Halbleitertechnologie von A bis Z

LESEPROBE — TEXTE ERSETZT, BILDER ORIGINAL

LESEPROBE

Grundlagen 7
Der Atombau 7
Das Periodensystem der Elemente 8
Chemische Bindungen 10
Leiter – Nichtleiter – Halbleiter 14
Dotieren: n- und p-Halbleiter 20
Der p-n-Übergang 23
Transistoren und Speicher 24
Waferherstellung 27
Silicium 27
Herstellung von Rohsilicium 28
Herstellung des Einkristalls 30
Der Wafer 33
Reinraum 39
Personal im Reinraum 39
Aufbau und Versorgung des Reinraums 41
Fertigungsbereich und Waferlogistik 44
Oxidation 48
Industrielle Verwendung 48
Erzeugung von Oxidschichten 49
Bauelementisolation 54
Abscheidung 59
Plasma, der 4. Aggregatzustand 59
CVD-Verfahren 62
PVD-Verfahren 74
Lithografie 78
Belichten und Belacken 78
Belichtungsverfahren 86
Der Fotolack 91
Entwickeln und Kontrolle 94
Maskentechnik 96
Optical Proximity Correction (OPC) 107
DUV vs. EUV 116
EUV-Anlagentechnik 118
Nasschemie 121
Ätztechnik allgemein 121
Nassätzen 122
Scheibenreinigung 129
Trockenätzen 134
Übersicht 134
Trockenätzverfahren 136
Anlagentechnik (Reaktortypen) 145
Ätzen von Verbindungshalbleitern und High-k-Materialien 148
Dotiertechniken 150
Diffusion 150
Ionenimplantation 154

LESEPROBE

Metallisierung ... 162
Anforderungen an die Metallisierung ... 162
Aluminiumtechnologie ... 162
Kupfertechnologie ... 167
Der Metall-Halbleiter-Kontakt ... 180
Chemisch-Mechanisches Polieren (CMP) ... 186
Mehrlagenverdrahtung ... 190
Messtechnik ... 194
Schichtdickenmessung ... 194
Partikelmessung ... 197
CD-Messung ... 203
Overlay-Messung ... 206
Wafertest ... 210
Der Wafertest ... 210
Finaler Test und Binning ... 212
Montage ... 215
Dicing ... 215
Die Attach ... 216
Bonding ... 218
Verkapselung ... 221
Advanced Packaging / 3D-Integration ... 224
Grenzen der klassischen Integration ... 224
Through-Silicon Via (TSV) ... 226
2.5D-Integration: Der Interposer ... 228
3D-Stacking ... 229
Chiplets & heterogene Integration ... 231
Anwendungsfelder & Ausblick ... 233
Zuverlässigkeit ... 235
ESD-Schutzstrukturen ... 235
Elektromigration, TDDB und NBTI/PBTI ... 237
Burn-in und HTOL-Tests ... 238
Automotive-, Militär- und Weltraumqualifikation ... 239
Bauelemente ... 246
Zener- und Avalanche-Diode ... 246
Die Schottky-Diode ... 248
Die Tunneldiode ... 251
Thyristor und Triac ... 253
FET-Familien im Überblick ... 255
Aufbau eines n-Kanal-FET ... 256
Aufbau eines FinFET ... 272
Der Sperrschicht-FET (JFET) ... 297
Der Metall-Halbleiter-FET (MESFET) ... 299
Aufbau eines npn-Transistors ... 301
Kennlinien und Transistorgleichungen ... 306
Si-Leistungsbauelemente (Power-MOSFET, IGBT) ... 312
CMOS vs. Bipolar ... 316
Bulk vs. SOI ... 319

LESEPROBE

Digitaltechnik 322
Vom Transistor zum Gatter 322
Der CMOS-Fertigungsablauf 326
Arithmetik-Schaltungen: Addierer und Multiplizierer 329
Sequentielle Logik: Flip-Flops, Latches und Taktbäume 333
Statische Timing-Analyse: Setup- und Hold-Zeit 338
Statische und dynamische Leistungsaufnahme, Leckströme 339
Die SRAM-Zelle 342
Die DRAM-Zelle 344
DRAM-Fertigung: der Trench-Kondensator-Prozess 347
Die Flash-Speicherzelle 361
Schaltungslayouts 364
Design Rules 371
Layout versus Schematic (LVS) 380
Aufbau eines Prozessors 387
Steuerwerk und Befehlsausführung 391
CPU vs. GPU 393
FPGA vs. ASIC: Syntheseablauf und HDL 395
Warum neue Speichertechnologien? 398
MRAM – Magnetoresistive RAM 400
ReRAM – Resistive RAM 402
PCM – Phase-Change Memory 404
Vergleich & Einordnung 406
Analog-/Mixed-Signal-Design 409
Operationsverstärker 409
ADC-Architekturen 413
DAC-Architekturen 415
Bandgap-Referenzen 416
Komparatoren 418
PLL – Phase-Locked Loop 421
Spannungsregler: LDO und Schaltregler 422
Rauschen in Halbleiterbauelementen 424
Optoelektronik & Photonik 426
Grundlagen der Optoelektronik 426
Leuchtdioden (LED) 428
Laserdioden 431
Photodioden & Photodetektoren 434
Integration & Anwendungen 436
Herstellung optoelektronischer Bauelemente 439
Solarzellen 445
Mikromechanik 450
Einführung MEMS 450
Anisotropes Ätzen von Silicium 450
Opferschichttechnik 452
Bulk- vs. Surface-Micromachining 453
Der MEMS-Beschleunigungssensor 455
Das Mikrofon und der Drucksensor 456
DRIE: Deep Reactive Ion Etching 458

LESEPROBE

Verbindungshalbleiter 461
Grundlagen & Materialsystem 461
Kristallwachstum & Substrate 463
SiC-Leistungsbauelemente 467
GaN-Leistungsbauelemente 469
Anwendungsfelder & Systemvergleich 472
HEMT und HBT für RF-Anwendungen 475
InP-basierte Photonik-Bauelemente 478
Wie funktioniert..? Was ist..? 481
Grundlagen & Materialien 481
Fertigungsprozesse 482
Bauelemente & Digitaltechnik 485
Optoelektronik 488
Packaging & Sonstiges 489
Halbleiterindustrie & Ökosystem 491

LESEPROBE

LESEPROBE

Grundlagen

Der Atombau

Das Atommodell

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Stark vereinfachte Darstellung eines Neonatoms



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim Lorem Lorem ipsum dolor.

Größenordnungen

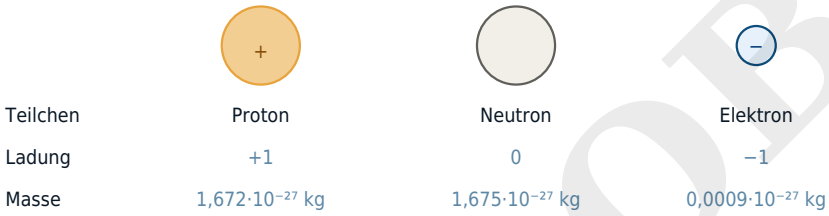
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad[Lorem] Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore[Lorem] Lorem.
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis

LESEPROBE

nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor.

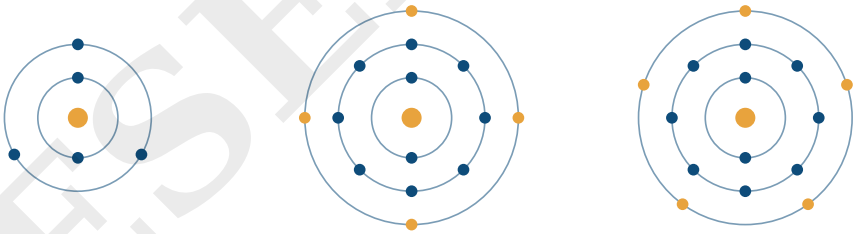
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

Atombausteine



Teilchen	Proton	Neutron	Elektron
Ladung	+1	0	−1
Masse	$1{,}672 \cdot 10^{-27}$ kg	$1{,}675 \cdot 10^{-27}$ kg	$0{,}0009 \cdot 10^{-27}$ kg

Atome, die eine große Bedeutung in der Halbleiterindustrie haben



Bor	Silizium	Phosphor
5p·6n·5e	14p·14n·14e	15p·15n·15e
3 Außenelektronen	4 Außenelektronen	5 Außenelektronen

LESEPROBE

Das Periodensystem der Elemente

Die Elemente

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure[Lorem] Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut[Lorem] Lorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna. LoremLorem ipsum dolor sit amet. LoremLorem.

Das Periodensystem der Elemente

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit[Lorem] Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Das Periodensystem der Elemente

Bedeutende Elemente in der Halbleitertechnologie

Lorem	Lorem	Lorem

LESEPROBE

LoremLorem	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur
LoremLorem	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum$_{Lorem}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit
LoremLorem	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing$_{Lorem}$Lorem ipsum.
LoremLorem	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore$_{Lorem}$Lorem
LoremLorem	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor sit
LoremLorem	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

Chemische Bindungen

Bindungsbestreben

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et.

Die Atombindung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

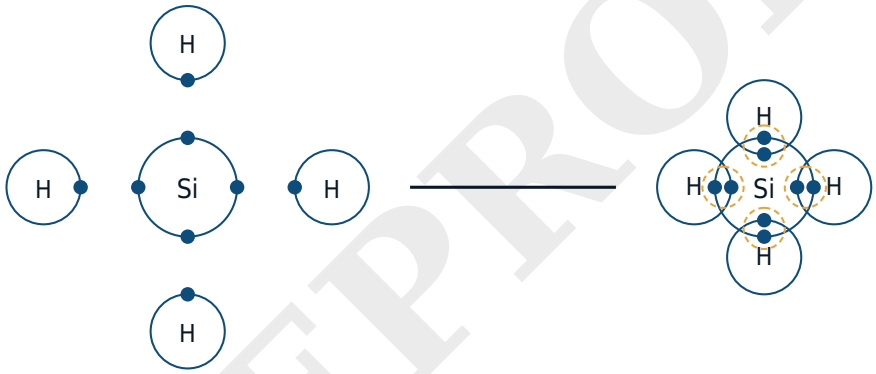
LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad $Lorem_{Lorem}$Lorem ipsum dolor sit amet$Lorem_{Lorem}$Lorem$Lorem_{Lorem}$Lorem$Lorem_{Lorem}$Lorem$Lorem_{Lorem}$Lorem ipsum$Lorem_{Lorem}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod$Lorem_{Lorem}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi.

Atombindung



Vier gemeinsame Elektronenpaare vervollständigen die Bindung

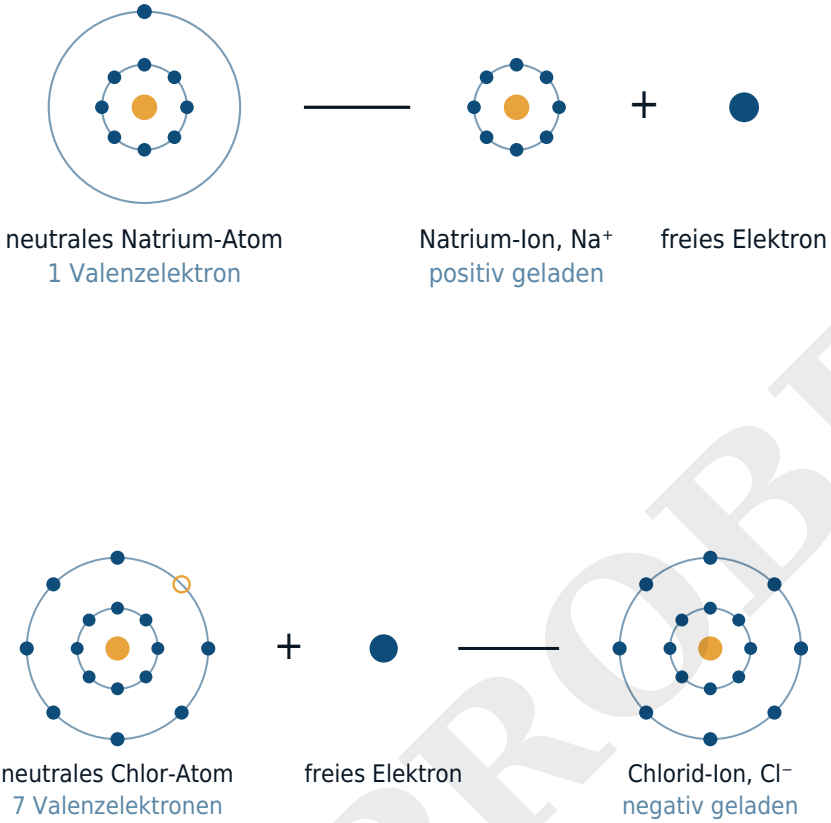
Die Ionenbindung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum.

Prinzip der Ionenbindung

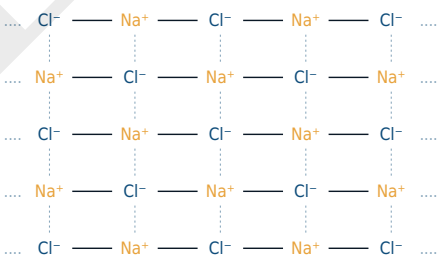
LESEPROBE



LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

Kristallgitter bei der Ionenbindung von Natriumchlorid



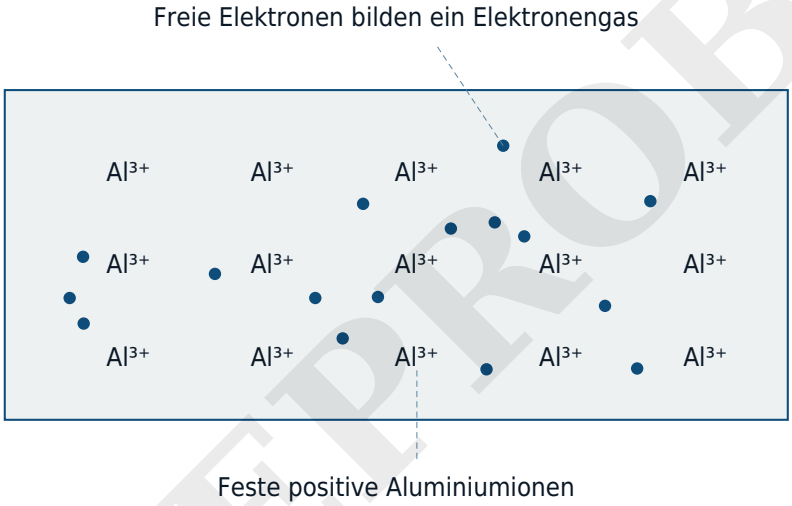
Die Metallbindung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Metallbindung



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

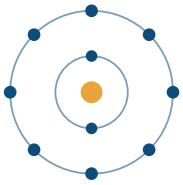
Edelgase und das Elektronenoktett

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.

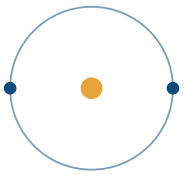
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

Edelgase

LESEPROBE



Neon: 8 Valenzelektronen
auf der zweiten Schale



Helium: 2 Valenzelektronen
auf der ersten Schale

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Schwache Bindungen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.

Leiter – Nichtleiter – Halbleiter

Leiter

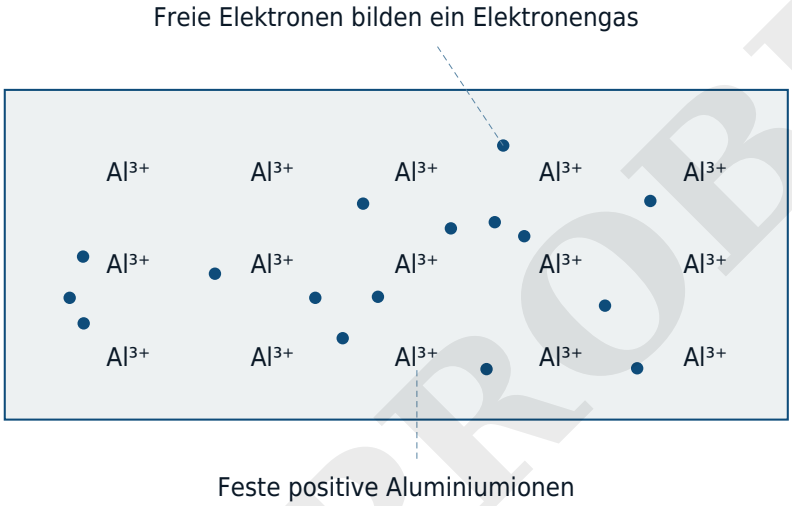
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

LESEPROBE

Metalle

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

Metallbindung: Feste Atomrümpfe und freie Valenzelektronen (Elektronengas)



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

Salze

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse LoremLorem.

Nichtleiter

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et.

LESEPROBE

Atombindung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi.

Ionenbindung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

Halbleiter

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Ausschnitt aus einem Siliciumkristall

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

Das Bändermodell

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit.

Die Energiebänder

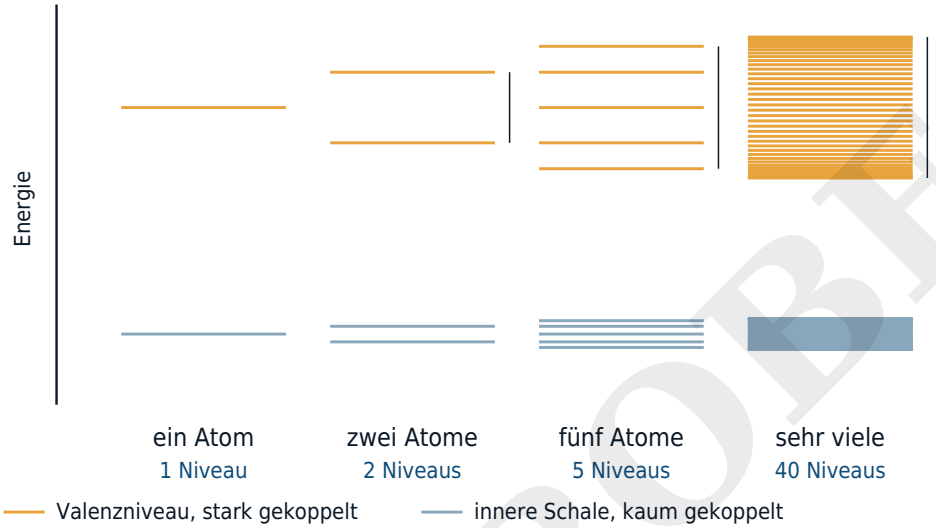
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat[Lorem] Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do

LESEPROBE

eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

Aufspaltung von Energieniveaus

Je mehr Atome zusammenwirken, desto dichter liegen die Niveaus



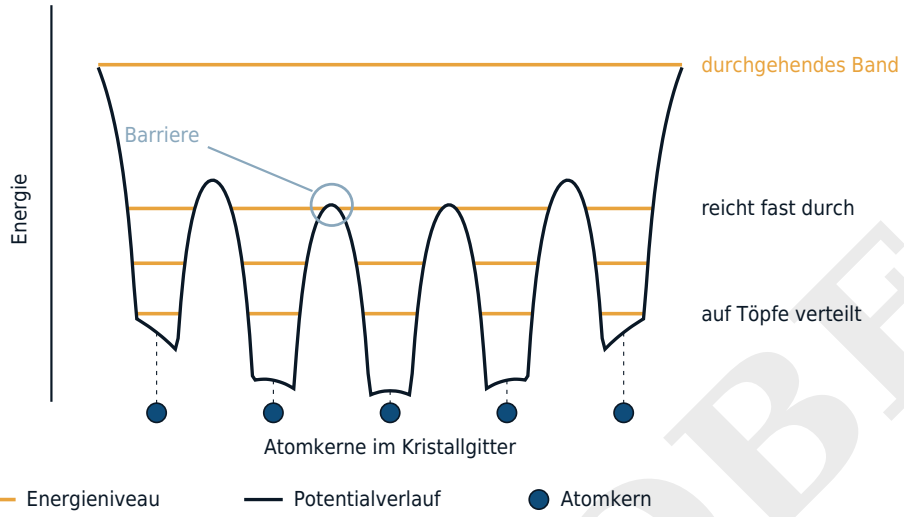
Jedes hinzukommende Atom fügt ein weiteres Niveau hinzu. Die Gesamtbreite wächst dabei kaum noch, die Abstände werden immer kleiner – bei 10^{22} Atomen je Kubikzentimeter sind sie nicht mehr unterscheidbar.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

LESEPROBE

Energiebänder durch in Wechselwirkung stehende Atome

Die Potentialtöpfe benachbarter Atome überlagern sich



Tief gebundene Elektronen bleiben in ihrem Topf gefangen – ihre Niveaus bleiben getrennt. Die Valenzelektronen liegen dagegen über den Barrieren zwischen den Kernen und gehören keinem Atom mehr allein: ein Band entsteht.

Das Bändermodell bei Leitern

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit.

Das Bändermodell bei Nichtleitern

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Das Bändermodell bei Halbleitern

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

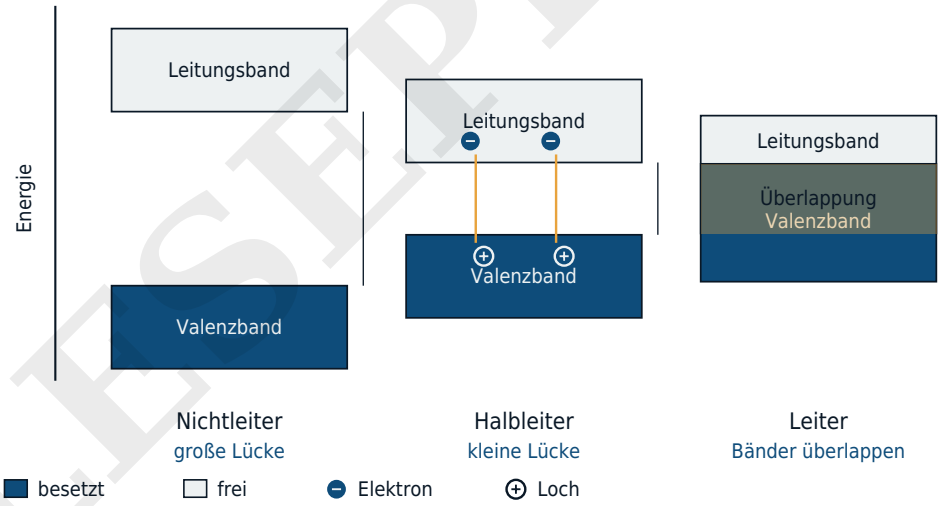
exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure[Lorem] Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

Das Bändermodell

Die Breite der Bandlücke entscheidet über die Leitfähigkeit



Beim Halbleiter genügt schon die Wärme bei Raumtemperatur, um einzelne Elektronen über die Lücke zu heben. Jedes hinterlässt ein Loch im Valenzband – beide tragen zum Strom bei.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna *Lorem*Lorem.

Dotieren: n- und p-Halbleiter

Dotieren

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla[Lorem] Lorem ipsum.

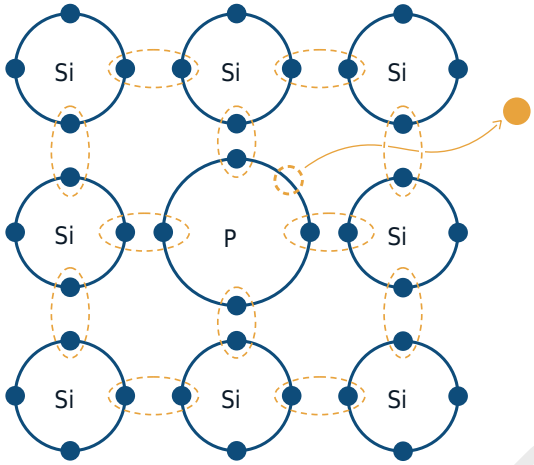
n-Dotierung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laborisLoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

n-Dotierung mit Phosphor

LESEPROBE



Vier Bindungselektronen, ein Elektron als freier Ladunsträger

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.

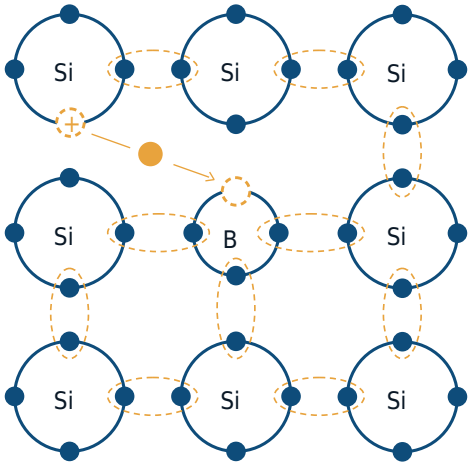
p-Dotierung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

p-Dotierung mit Bor

LESEPROBE



Vier Bindungselektronen, ein Elektron als freier Ladunsträger

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

Bänderschema bei dotierten Halbleitern

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

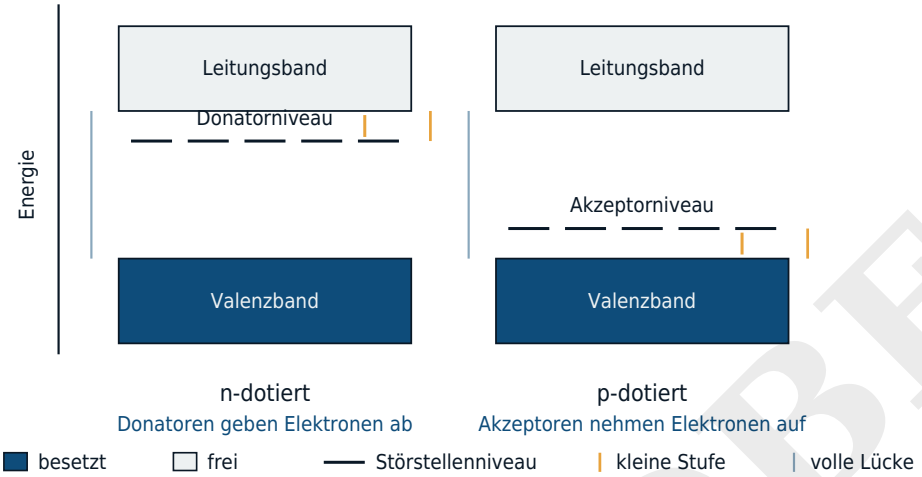
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

Bänderschema bei dotierten Halbleitern

LESEPROBE

Bänderschema bei dotierten Halbleitern

Das Störstellenniveau liegt dicht an der Bandkante – die Stufe wird klein



Ohne Dotierung müsste ein Elektron die ganze Bandlücke überwinden. Mit Störstellen genügt ein Bruchteil davon – deshalb steigt die Leitfähigkeit schon bei Raumtemperatur deutlich an.

Der p-n-Übergang

p-n-Übergang im Gleichgewicht

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lorem ipsum dolorLorem.

LESEPROBE

p-n-Übergang ohne angelegte Spannung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

p-n-Übergang mit angelegter elektrischer Spannung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

p-n-Übergang mit angelegter Spannung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.

Transistoren und Speicher

MOSFET

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt Lorem ipsum dolorLorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

LESEPROBE

occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

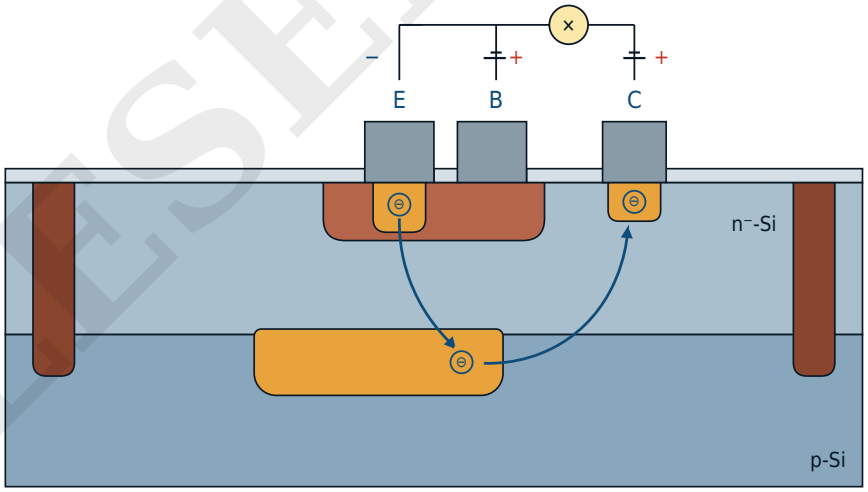
Bipolartransistor

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod Lorem ipsum dolorLorem.

Durchgeschalteter npn-Transistor

Fertiger Bipolartransistor

Elektronenfluss vom Emitter ueber die Basis zum Kollektor



Silicium (p-Si) | n⁻-Si (Epitaxieschicht) | Oxid | n⁺-dotiert | p-dotiert | p⁺-dotiert | Aluminium

Am Emitter-Basis-Uebergang in Durchlassrichtung injizierte Elektronen durchqueren die duenne Basis und werden vom Kollektorfeld abgesaugt. Seitliche p⁺-Diffusionen isolieren den Transistor von Nachbarbauteilen.

LESEPROBE

FinFET

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna Lorem ipsum dolorLorem.

DRAM-Zelle

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore Lorem ipsum dolorLorem.

LESEPROBE

Waferherstellung

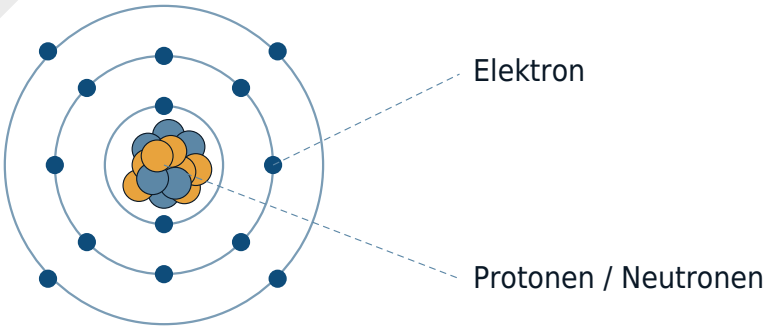
Silicium

Eigenschaften von Silicium

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

Bohrsches Atommodell von Silicium



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

Herstellung von Rohsilicium

Ausgangsmaterial Siliciumdioxid

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim

$\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ LoremLoremLorem ipsum

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

Reinigung des Rohsiliciums

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor$_{\text{Lorem}}$Lorem

Lorem ipsumLoremLorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit

Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$LoremLorem ipsum
Lorem
Lorem$_{\text{Lorem}}$LoremLorem ipsum$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

LESEPROBE

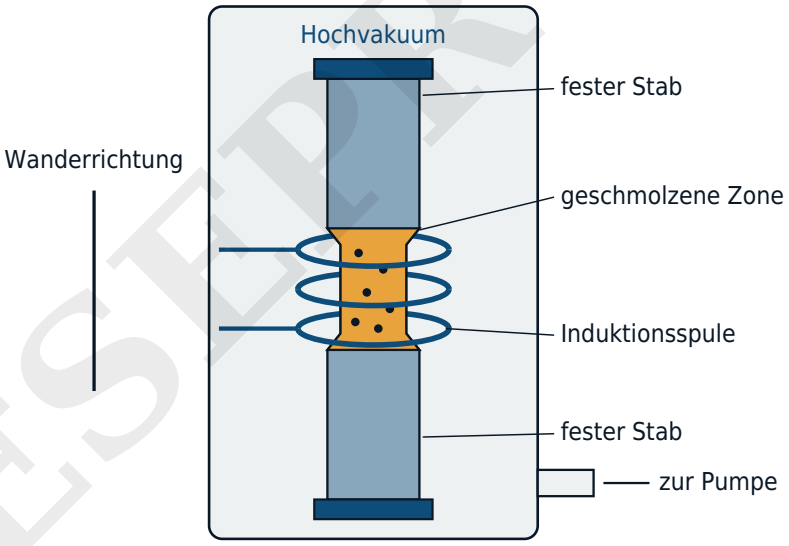
occaecat cupidatat.

Zonenreinigung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et.

Darstellung der Zonenreinigung

Zonenreinigung eines Siliciumstabs
Die Oberflächenspannung hält die Schmelze zwischen den festen Enden



Verunreinigungen bleiben in der Schmelze und wandern mit der Zone.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

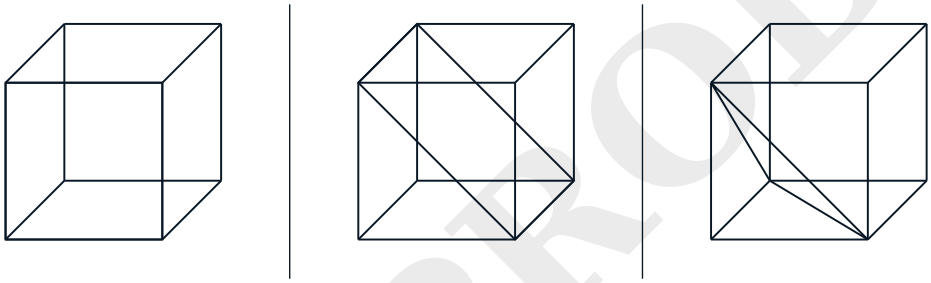
LESEPROBE

Herstellung des Einkristalls

Der Einkristall

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim.

Kristallorientierungen



Orientierung 100 | Orientierung 110 | Orientierung 111

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

Kristallziehverfahren nach Czochralski

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

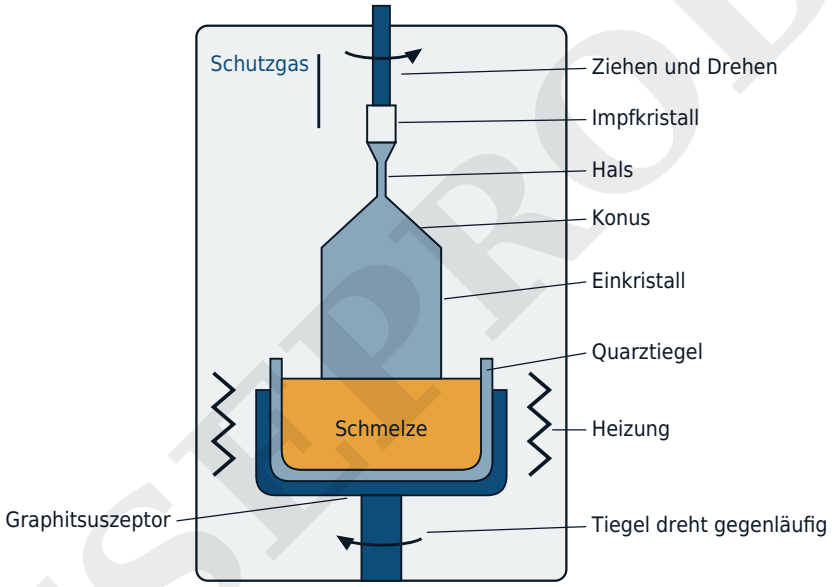
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

LESEPROBE

occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

Kristallziehen nach Czochralski
Der Impfkristall gibt die Orientierung des Kristalls vor



Durchmesser über Ziehgeschwindigkeit und Schmelztemperatur eingestellt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

Tiegelfreies Zonenziehen

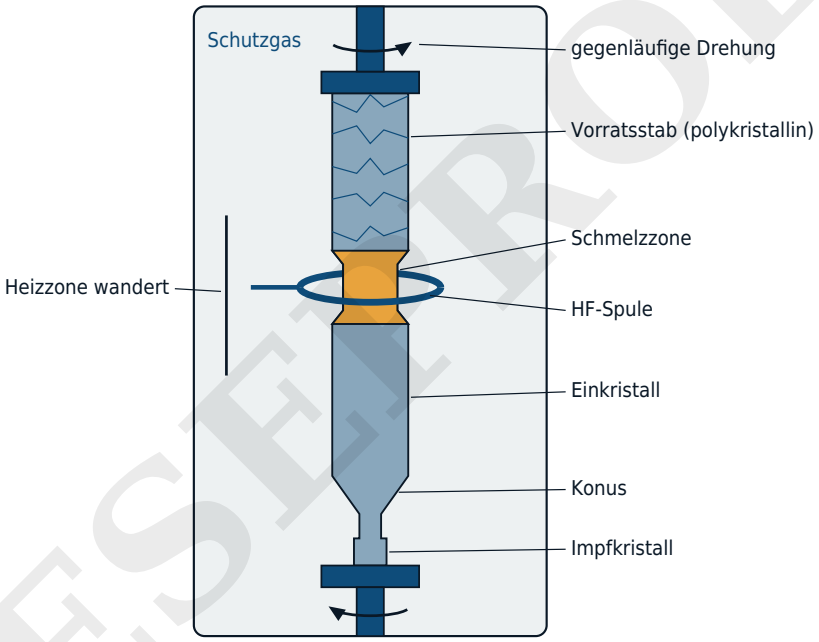
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

Tiegelfreies Zonenziehen
Nur wenige Millimeter des Stabs sind geschmolzen



Ohne Tiegel kein Kontakt zu Fremdmaterial; dotiert wird über das Schutzgas.

LESEPROBE

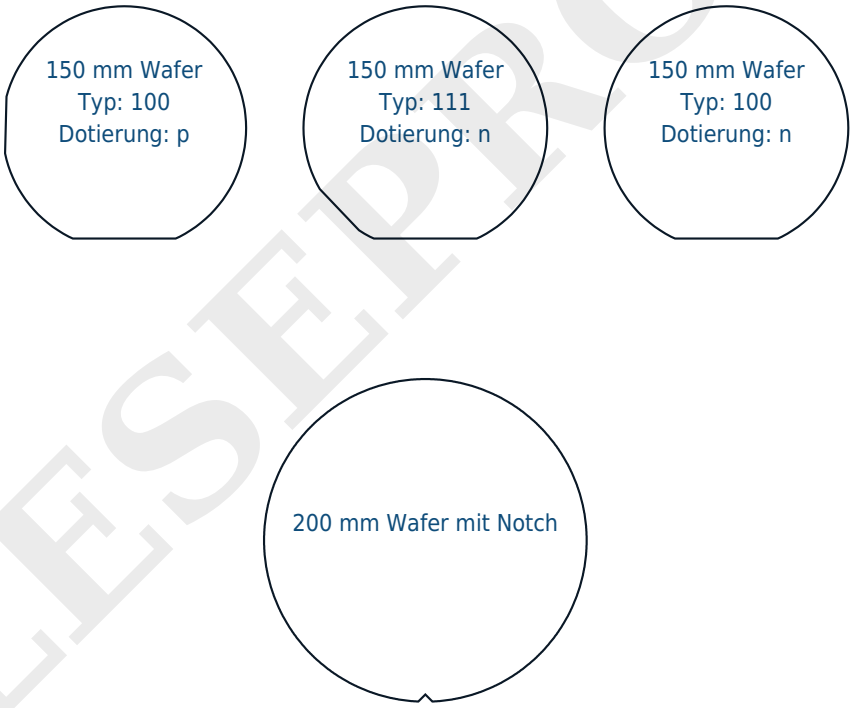
Millersche Indizes

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

Der Wafer

Wafervereinzelung und Oberflächenveredelung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit.



LESEPROBE

Sägen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

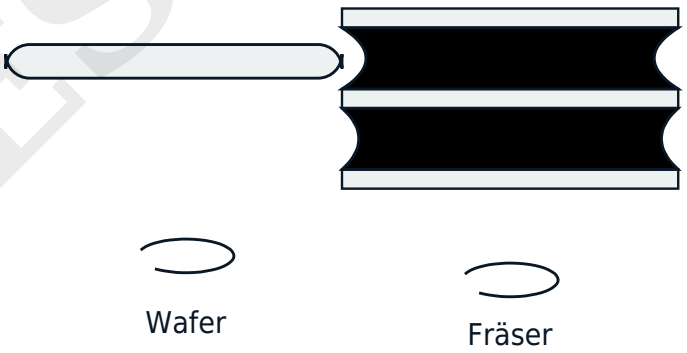
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

Läppen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Scheibenrand abrunden

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.



Ätzen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit.

LESEPROBE

Polieren

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud Lorem ipsumLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

Historische Entwicklung der Wafergröße

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

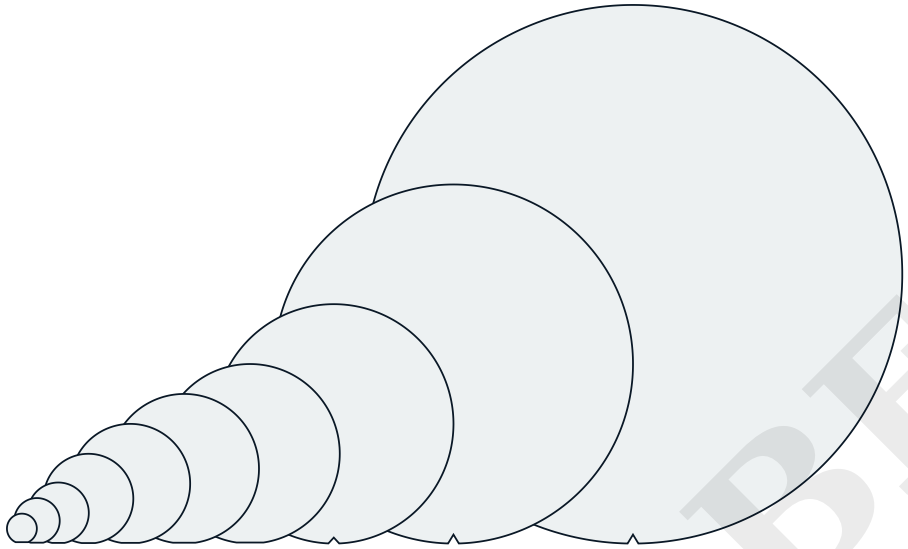
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Typische Daten von Wafern:

Lorem ipsum	Lorem ipsum	Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum
Lorem	Lorem ipsum dolor	Lorem	Lorem ipsum	Lorem
Lorem	Lorem ipsum dolor	Lorem	*Lorem*	Lorem
Lorem	Lorem ipsum dolor	Lorem	*Lorem*	Lorem

Wafergrößen in der Übersicht: 25, 38, 51, 75, 100, 125, 150, 200, 300, 450 [mm] (maßstabsgetreu)

LESEPROBE



Der Schritt auf 450 mm, der nicht kam

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore

- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi.
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Wieso sind Wafer rund?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur Lorem Lorem ipsum Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.

- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore.
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore.
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

LESEPROBE

Reinraum

Personal im Reinraum

Der Mensch als Kontaminationsquelle

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing Lorem ipsum dolor sit amet consecteturLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Personenschleuse und Einschleusen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut Lorem ipsum dolorLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Reinraumkleidung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur Lorem ipsum dolor Lorem ipsum Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Verhalten im Reinraum

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit esse.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Ausschleusen aus dem Reinraum

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Aufbau und Versorgung des Reinraums

Der Reinraum als Teil der Fabrik

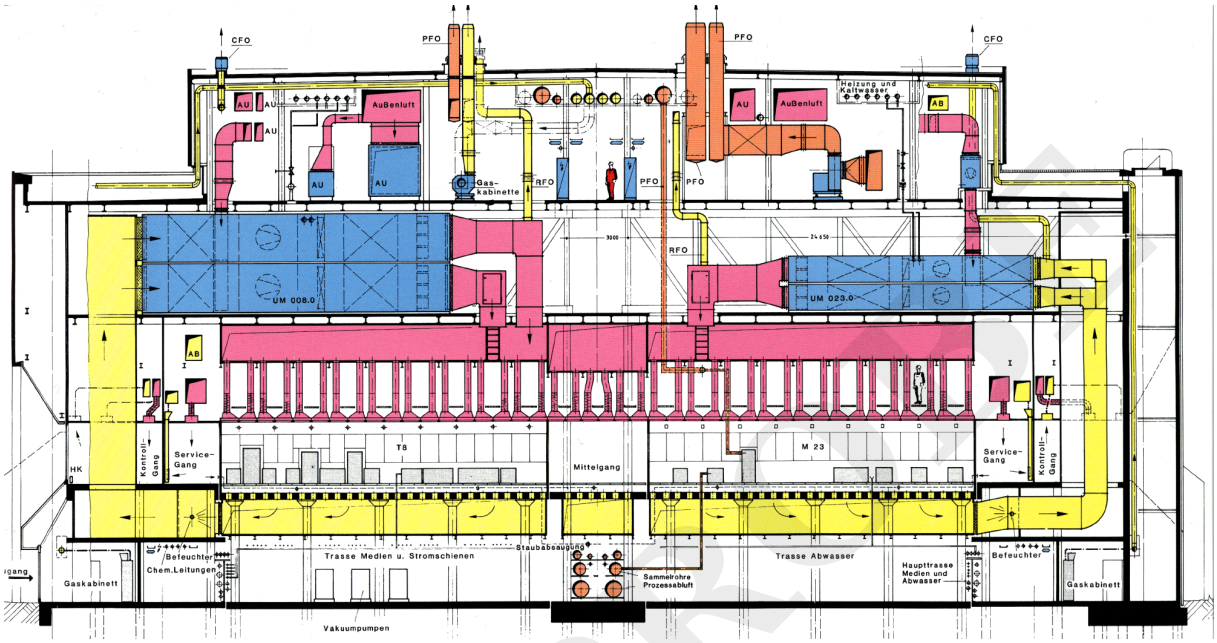
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod

LESEPROBE

tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

Querschnitt durch eine Halbleiter-Reinraumfertigung



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Luftaufbereitung über dem Reinraum

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

Lorem ipsum dolor sit amet Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.

Filterdecke und Luftströmung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore Lorem Lorem Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur

LESEPROBE

adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed *Lorem ipsum* Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sitLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

Druck, Temperatur und Luftfeuchtigkeit

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolorLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

Subfab und Basement

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur Lorem ipsum dolorLorem ipsum Lorem

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

Gase, Chemikalien und Prozessabluft

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Fertigungsbereich und Waferlogistik

Reinraumklassen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

Maximal zulässige Partikelkonzentration für Partikel ≥ 0,5 µm

Lorem	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur[Lorem]	Lorem ipsum dolor
Lorem ipsum	Lorem	Lorem ipsum
Lorem ipsum	Lorem	Lorem ipsum

LESEPROBE

Lorem ipsum	Lorem ipsum	Lorem ipsum
Lorem ipsum	Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor
Lorem ipsum	Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor
Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor

Lorem ipsum dolor sit *Lorem ipsum*Lorem *Lorem ipsum* Lorem *Lorem ipsum* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscingLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Nicht die gesamte Fab besitzt dieselbe Reinheit

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Prozessanlagen im Reinraum

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.

FOUP und Load Port

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Automatischer Wafertransport

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do Lorem ipsum dolor sitLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor. Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

LESEPROBE

Prozessweg und Produktionssteuerung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit.

Überwachung des Reinraums

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi.

Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed doLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

LESEPROBE

Oxidation

Industrielle Verwendung

Anwendung von Oxidschichten

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt

Zur Isolation

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed Lorem ipsumLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

Als Streuschicht

Lorem ipsum Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

Als Anpassungsschicht

Lorem ipsum dolor Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

Zur Planarisierung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

Als Maskierschicht

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

LESEPROBE

Als Justiermarken

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Als Schutzschicht

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Eigenschaften von Oxidschichten

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris

Lorem$_{\text{Lorem}}$ LoremLoremLorem$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua LoremLorem ipsum dolor.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Erzeugung von Oxidschichten

Thermische Oxidation

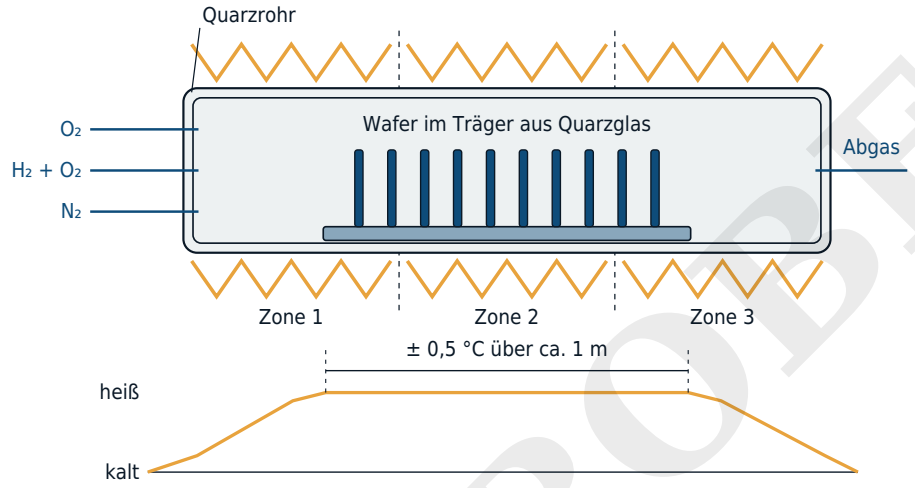
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

Oxidationsofen

Quarzrohr mit Waferträger und getrennt geregelten Heizzonen



Prozessgase: O_2 für die trockene, $H_2 + O_2$ für die nasse Oxidation, N_2 zum Spülen.
Prozesstemperatur etwa 800 bis 1200 °C, Aufheizrate höchstens 10 °C pro Minute.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor.

Trockene Oxidation

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut

Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$LoremLorem$_{\text{Lorem}}$

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Eigenschaften der Trockenoxidation

- Lorem ipsum
- Lorem ipsum
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do

LESEPROBE

Nasse Oxidation

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate

Lorem ipsum$_{Lorem}$LoremLoremLorem$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$ Lorem

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

Vergleich der Aufwachsrate bei trockener und nasser Oxidation

Lorem	Lorem ipsum	Lorem ipsum
Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor sit
Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor sit
Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor sit

H_2-O_2-Verbrennung

Lorem ipsum dolor$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate Lorem ipsum dolorLorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore Lorem ipsumLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

Ablauf des Oxidationsvorgangs

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

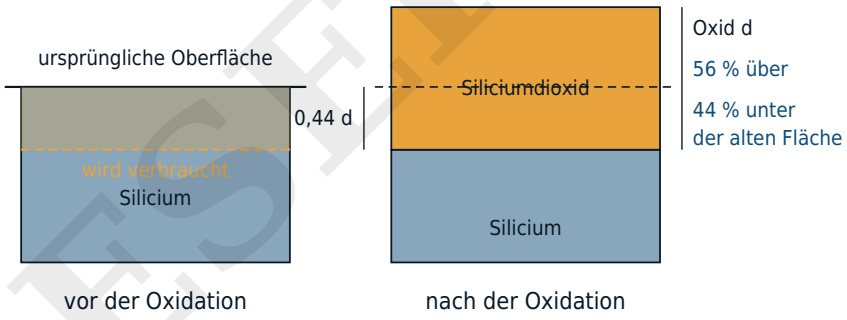
incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

Volumenzuwachs

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

Aufwachsverhalten von Oxid auf Silicium

Das Oxid nimmt mehr Raum ein als das Silicium, aus dem es entsteht



Aus einer Siliciumschicht der Dicke 1 entsteht Oxid der Dicke 2,27.
Die Grenzfläche wandert dabei nach innen: Das Oxid wächst in das Substrat hinein.

Segregation

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi *Lorem* Lorem ipsum dolor

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt

Lorem *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

LESEPROBE

Wo die thermische Oxidation heute steht

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor.

Oxidation durch Abscheidung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Silanpyrolyse

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum

Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$LoremLorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi.

LESEPROBE

TEOS-Abscheidung

Lorem ipsum dolor sit amet LoremLoremLoremLoremLoremLoremLoremLorem ipsum dolor sit$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit.

Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$LoremLorem$_{Lorem}$ Lorem

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt$_{Lorem}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Bauelementisolation

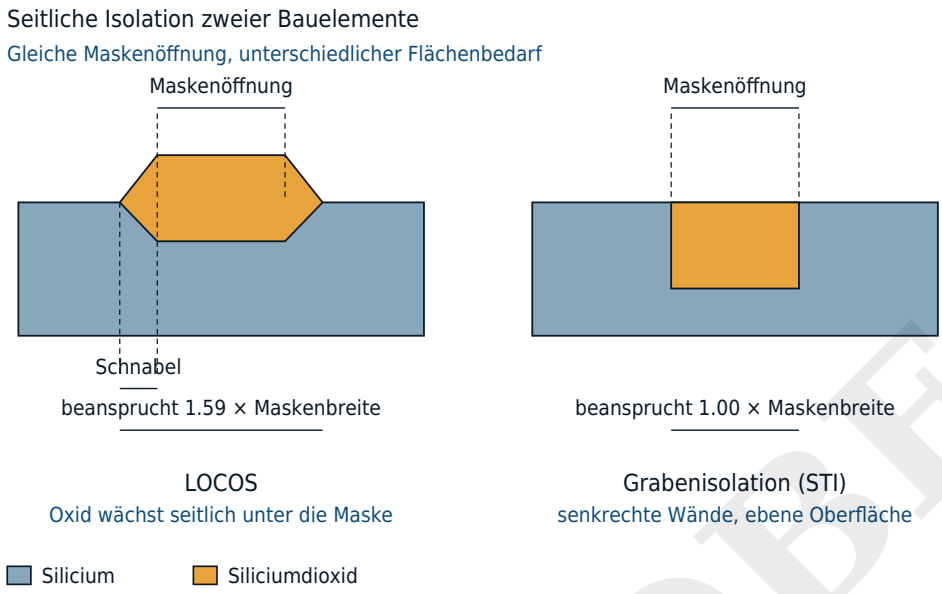
Grabenisolation

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Vergleich der beiden Verfahren

LESEPROBE



Ablauf

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

1. Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.
2. Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do Lorem ipsumLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore.
3. Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.
4. Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua Lorem Lorem.
5. Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet.
6. Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Weitere Bauformen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

Höchstintegration auf Chips

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim Lorem Lorem ipsum dolor.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi LoremLorem LoremLorem ipsum LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris Lorem Lorem ipsum.

Der Vogelschnabel

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

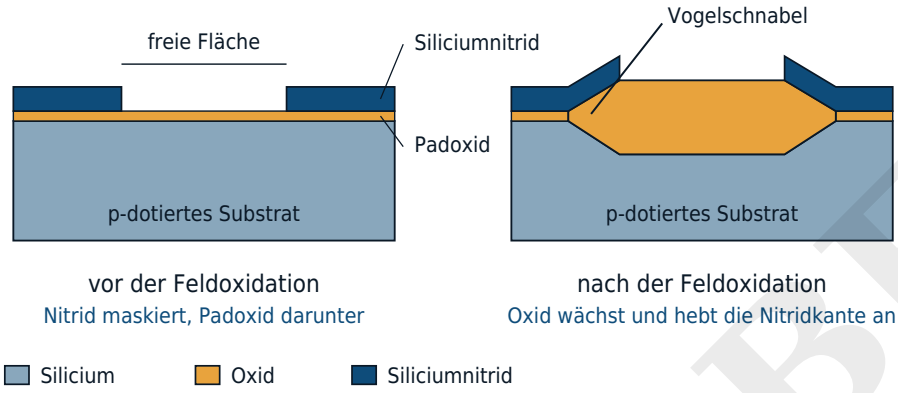
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

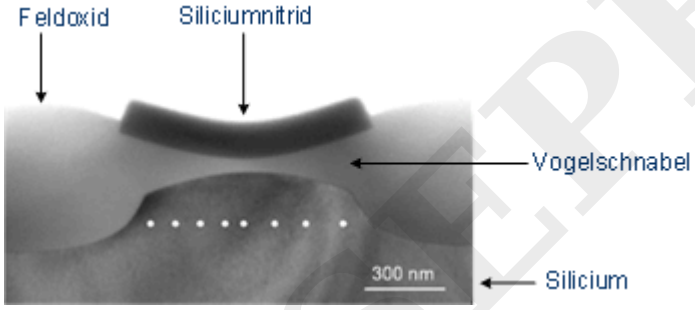
LESEPROBE

LOCOS: vor und nach der Feldoxidation

Das Oxid wächst nur dort, wo das Nitrid die Oberfläche freilässt



Der Sauerstoff diffundiert seitlich durch das Padoxid unter die Nitridmaske.



Lorem ipsum dolor sit amet

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed *Lorem ipsum dolor* Lorem.

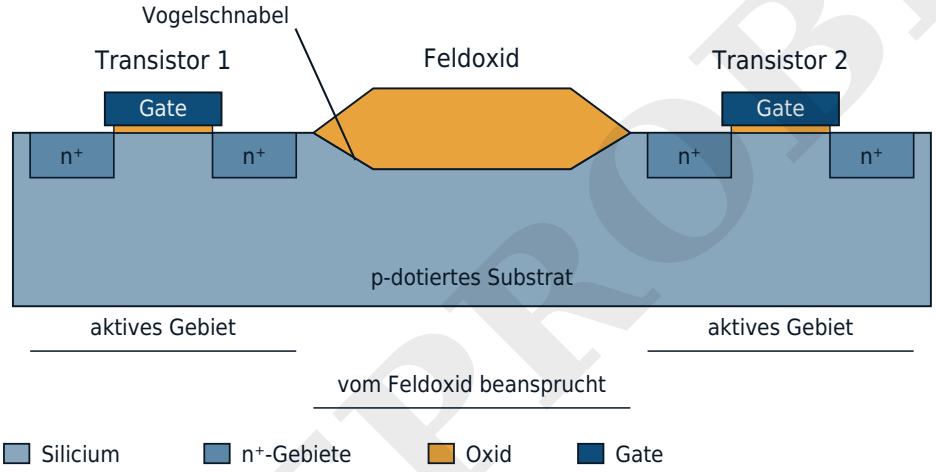
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit.

LOCOS zur Isolation zweier Transistoren

Das Feldoxid trennt die aktiven Gebiete voneinander



Ohne Feldoxid stünden beide Transistoren über das Substrat in Verbindung. Der Vogelschnabel kostet Fläche, die für Bauelemente ausfällt.

LESEPROBE

Abscheidung

Plasma, der 4. Aggregatzustand

Plasmazustand

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Plasmaerzeugung

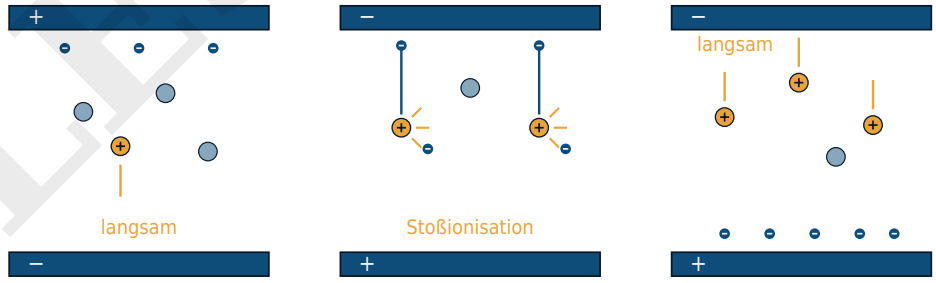
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt

- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

Wie das Plasma zündet

Die Elektroden werden millionenfach je Sekunde umgepolt



1. Elektronen wandern
zur positiven Elektrode

2. Umpolung
Elektronen schlagen weitere heraus

3. Mehr Ladungsträger
das Plasma baut sich auf

Gasatom Ion Elektron

Die leichten Elektronen folgen dem Wechselfeld, die schweren Ionen kaum.
Mit jedem Umpolen entstehen neue Ladungsträger, bis das Plasma brennt.

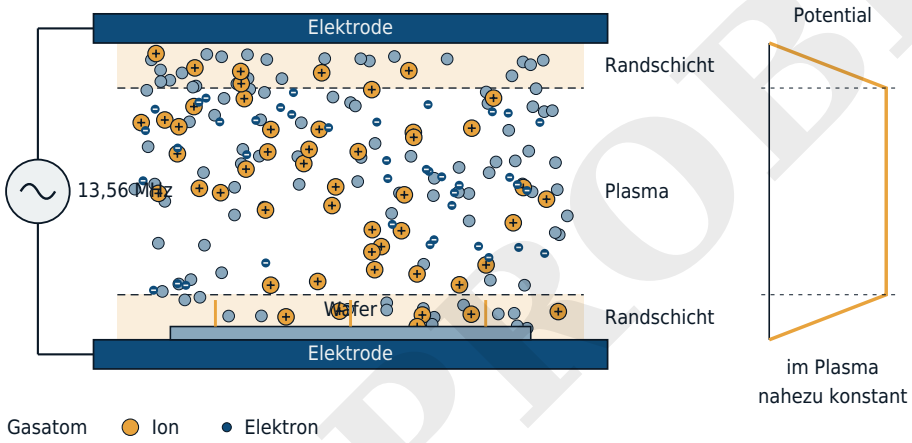
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo Lorem Lorem.

Plasmaerzeugung zwischen zwei Elektroden

Im Inneren gleichen sich die Ladungen aus, vor den Elektroden nicht



Die Elektronen folgen dem Wechselfeld, die schweren Ionen nicht.
Vor den Elektroden fehlen dadurch Elektronen; über diese Randschicht fällt fast die gesamte Spannung ab und beschleunigt die Ionen auf den Wafer.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim$^{\text{Lorem}}$Lorem ipsum$^{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor$^{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

CVD-Verfahren

Silicium-Gasphasenepitaxie

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit.

Die Homoepitaxie

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$LoremLorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem
Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$LoremLorem ipsum$_{\text{Lorem}}$

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

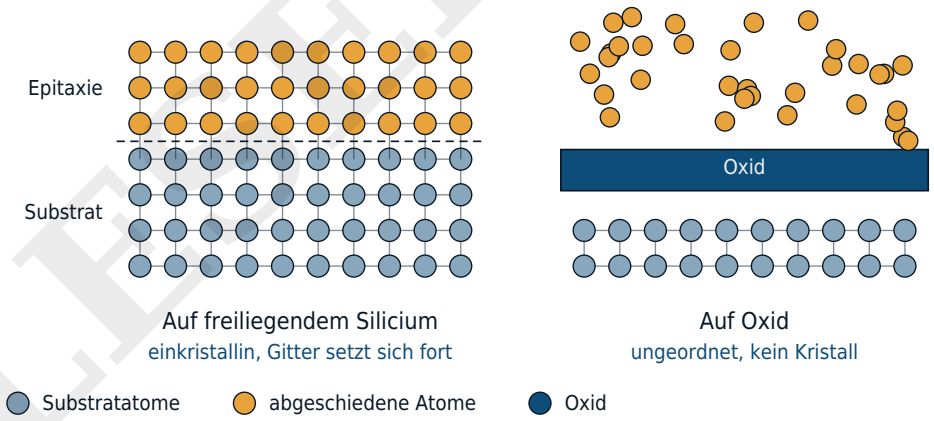
LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

Epitaxie: die Schicht übernimmt die Kristallstruktur

Sie wächst Ebene für Ebene auf und setzt das Gitter der Unterlage fort



Genau darauf beruht die selektive Epitaxie: Bei passendem Chlorgehalt wird das ungeordnete Material laufend wieder abgetragen, das einkristalline bleibt stehen.

Selektive Epitaxie und verspannte Schichten

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.

CVD-Verfahren

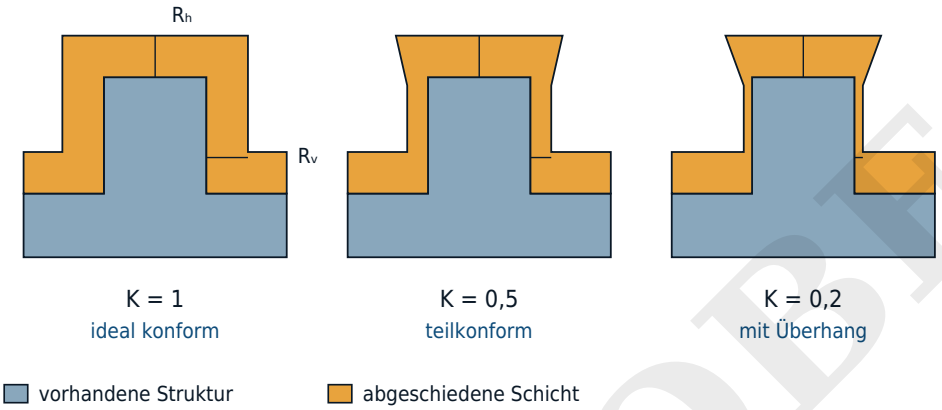
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod $\text{tempor}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur $\text{adipiscing}_{\text{Lorem}}$Lorem. *Lorem ipsum*$_{Lorem}$ *Lorem*$_{Lorem}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut. *Lorem*$_{Lorem}$ *Lorem*$_{Lorem}$ *Lorem ipsum dolor sit amet consectetur*Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

LESEPROBE

Konformität einer Abscheidung

Verhältnis des Wachstums an senkrechten und waagerechten Flächen



R_h ist das Wachstum auf waagerechten, R_v das an senkrechten Flächen.
Je kleiner K, desto eher wächst die Schicht an der Kante zusammen
und schließt darunter einen Hohlraum ein.

APCVD: Atmospheric Pressure CVD

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

Lorem ipsum dolor sit amet$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$LoremLorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur$^{\text{Lorem}}$ Lorem

Lorem ipsum dolor sit amet$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua

LESEPROBE

enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

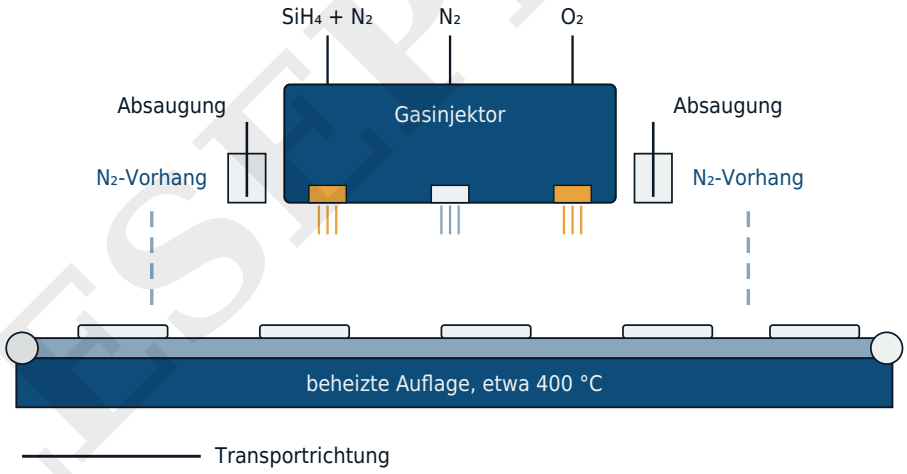
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.

Darstellung eines Horizontalreaktors zur APCVD-Abscheidung

Horizontalreaktor für die APCVD

Die Scheiben laufen bei Normaldruck unter dem Gasinjektor hindurch



Bei Normaldruck ist keine Schleuse nötig: Die Scheiben laufen fortlaufend hindurch, was den hohen Durchsatz des Verfahrens ausmacht.

Silan und Sauerstoff werden getrennt zugeführt und erst über der Scheibe zusammengebracht, damit sie nicht schon im Injektor reagieren.

LPCVD: Low Pressure CVD

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco

LESEPROBE

laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi.

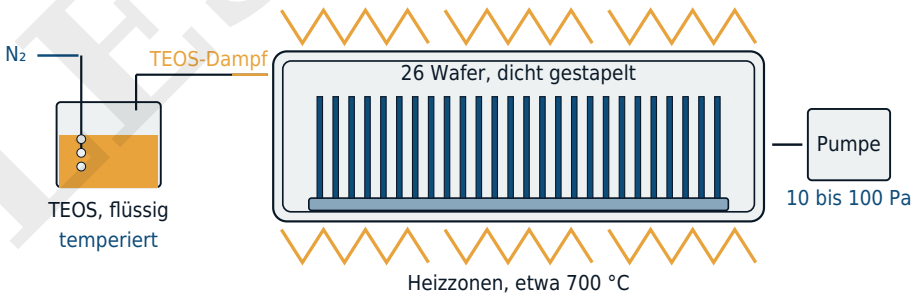
Lorem ipsum dolor sit$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$Lorem ipsum$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit

Lorem ipsum$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit$_{Lorem}$
Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$LoremLorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum$_{Lorem}$
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$
Lorem$_{Lorem}$LoremLoremLorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$ Lorem
Lorem ipsum$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$LoremLorem$_{Lorem}$
Lorem
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$LoremLorem ipsum

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$Lorem ipsum dolor$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$Lorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

LPCVD-Anlage für TEOS-Schichten
TEOS ist bei Raumtemperatur flüssig und muss erst verdampft werden



Der niedrige Druck lässt die Gasteilchen weit fliegen und in jede Lücke gelangen. Deshalb dürfen die Scheiben dicht stehen, und die Kanten werden gleichmäßig bedeckt: Die Konformität liegt nahe bei 1.

PECVD: Plasma Enhanced CVD

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

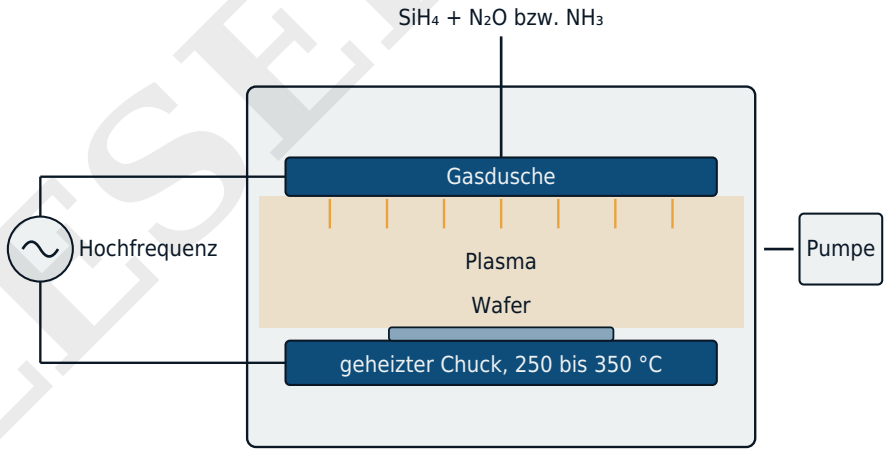
LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

PECVD-Anlage

Das Plasma liefert die Energie, die sonst die Temperatur aufbringen müsste



Bei 250 bis 350 °C würden sich die Gase von allein nicht zersetzen. Deshalb lässt sich das Verfahren auch über fertigen Aluminiumleitbahnen einsetzen – dort, wo ein Ofenprozess längst zu heiß wäre.

LESEPROBE

Horde mit Wafern

Seitenansicht: die Scheiben liegen waagerecht übereinander



Die Horde bietet 25 Plätze; hier sind 15 davon belegt. Die Nut ist höher als die Scheibe dick und weitet sich zur Öffnung hin, damit sie leicht hineinrutscht.

LESEPROBE

ALD: Atomic Layer deposition

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem

1. Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod
2. Lorem ipsum dolor sit
3. Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt
4. Lorem ipsum dolor sit

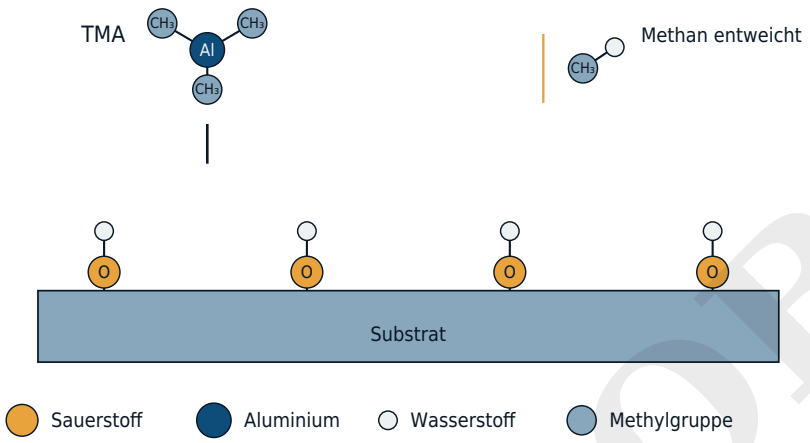
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor.

Lorem ipsum dolor sit amet$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing

elit sed do eiusmod tempor incididunt ut$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

1. Trimethylaluminium trifft auf die Oberfläche

Die Methylgruppen nehmen den Wasserstoff der OH-Gruppen mit

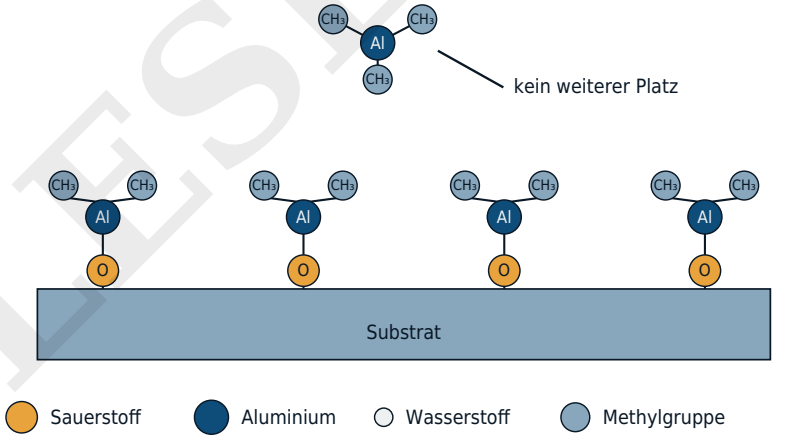


Jede Methylgruppe bindet ein Wasserstoffatom und verlässt die Oberfläche als Methan.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod.

2. Die Oberfläche ist abgesättigt

Weiteres TMA findet keinen Platz mehr – die Reaktion begrenzt sich selbst



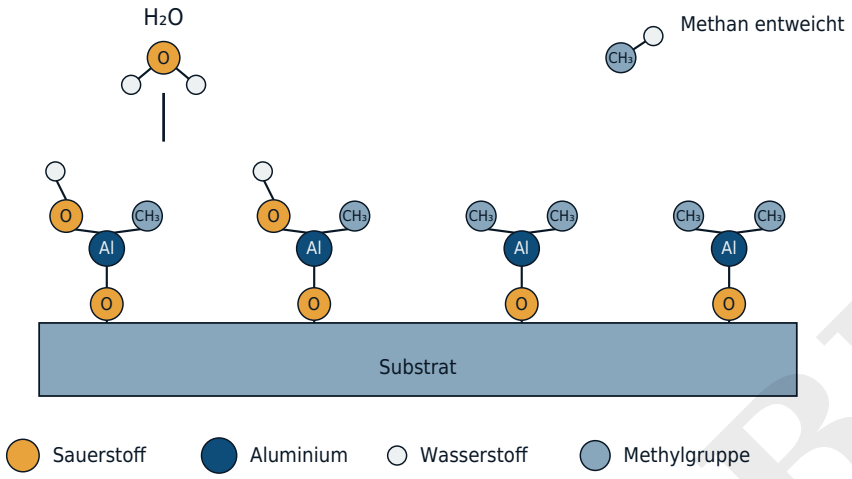
Genau darauf beruht die Genauigkeit des Verfahrens: Die Schicht wächst nur eine Lage.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

LESEPROBE

3. Nach dem Spülen folgt Wasserdampf

Das Wasser ersetzt die Methylgruppen, wieder entsteht Methan

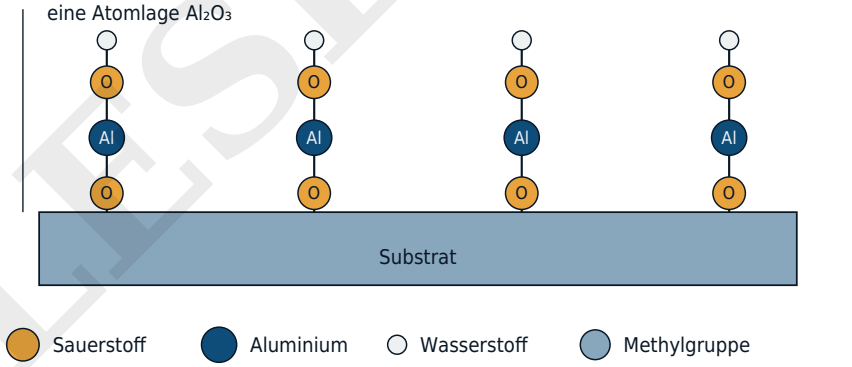


Ein Wasserstoff des Wassers bindet die Methylgruppe, der Sauerstoff bleibt zurück.

Lorem ipsum dolor[Lorem] Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

4. Eine Lage Aluminiumoxid ist gewachsen

Die neuen OH-Gruppen sind der Ausgangspunkt des nächsten Zyklus



Pro Zyklus wächst etwa ein Zehntel Nanometer – die Dicke folgt aus der Zyklenzahl.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

Wofür ALD heute eingesetzt wird

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla

- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.
- Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.
- Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

Spaltfüllung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

Warum ein Hohlraum entsteht

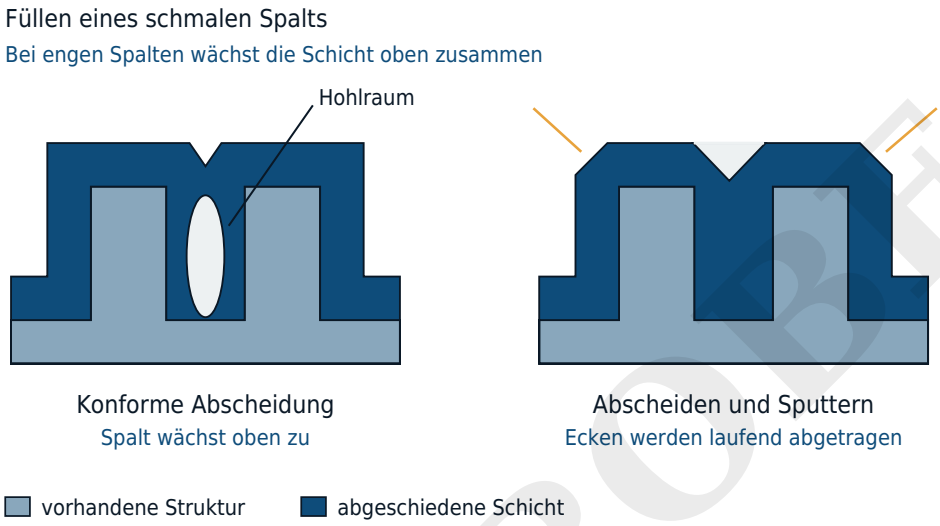
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Abscheiden und Sputtern zugleich



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum.

Wenn auch das nicht mehr reicht

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

PVD-Verfahren

MBE: Molekularstrahlepitaxie

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit[Lorem]Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

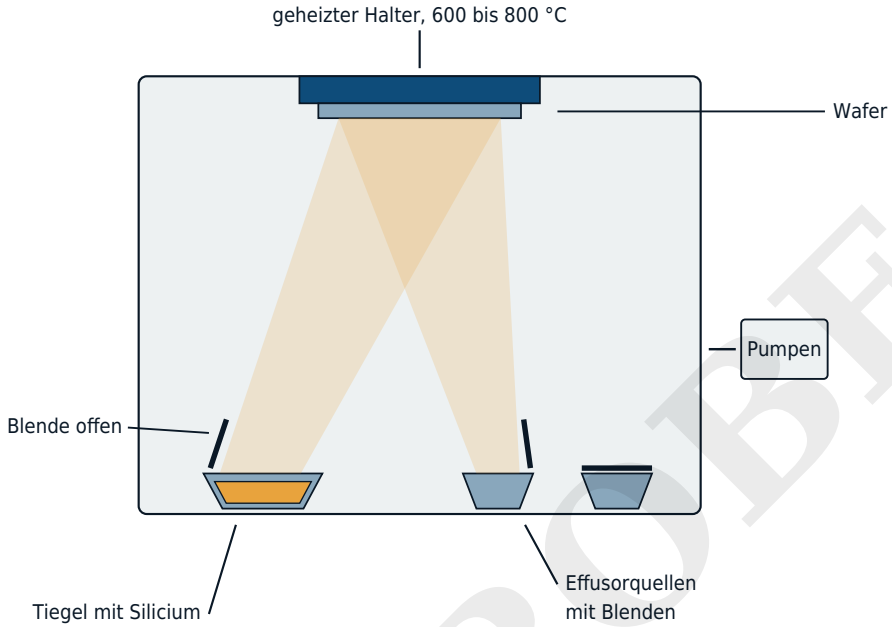
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum.

LESEPROBE

MBE-Anlage

Die Atome fliegen einzeln durch das Ultrahochvakuum auf den Wafer



Jede Quelle lässt sich einzeln zuschalten; das Wachstum liegt bei etwa einem Mikrometer je Stunde. Nur so lässt sich die Zusammensetzung von Atomlage zu Atomlage ändern. Der Druck liegt bei 10^{-8} Pa.

Aufdampfen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

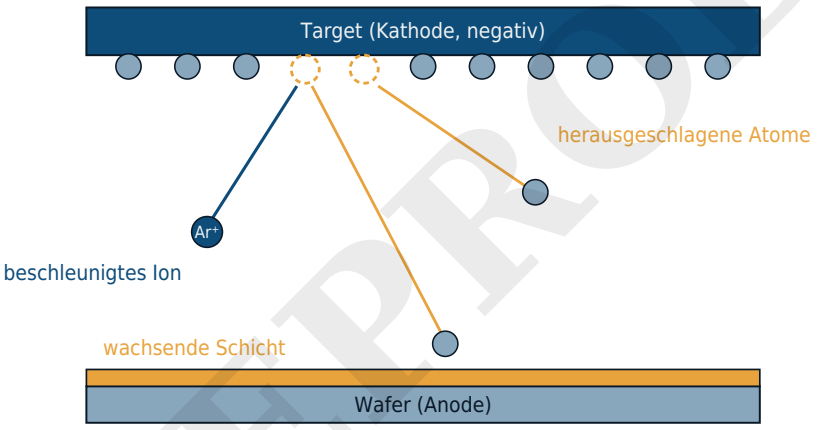
LESEPROBE

Sputtern: Kathodenzerstäubung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

Kathodenzerstäubung

Argonionen schlagen Atome aus dem Target, die sich auf dem Wafer niederschlagen



Die Atome fliegen in alle Richtungen und stoßen unterwegs mit Gasteilchen zusammen. Deshalb werden auch senkrechte Flächen gut bedeckt – die Schicht bleibt dabei porös und wird anschließend durch Tempern verdichtet.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip

Lorem ipsum dolor sit$_{\text{Lorem}}$LoremLorem ipsum$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum.

Sputtern in enge Strukturen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

LESEPROBE

Lithografie

Belichten und Belacken

Übersicht

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur

- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do
- Lorem ipsum dolor
- Lorem ipsum dolor
- Lorem
- Lorem ipsum dolor
- Lorem ipsum dolor
- Lorem

Lorem ipsum dolor sit amet LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Aufbringen eines Haftvermittlers

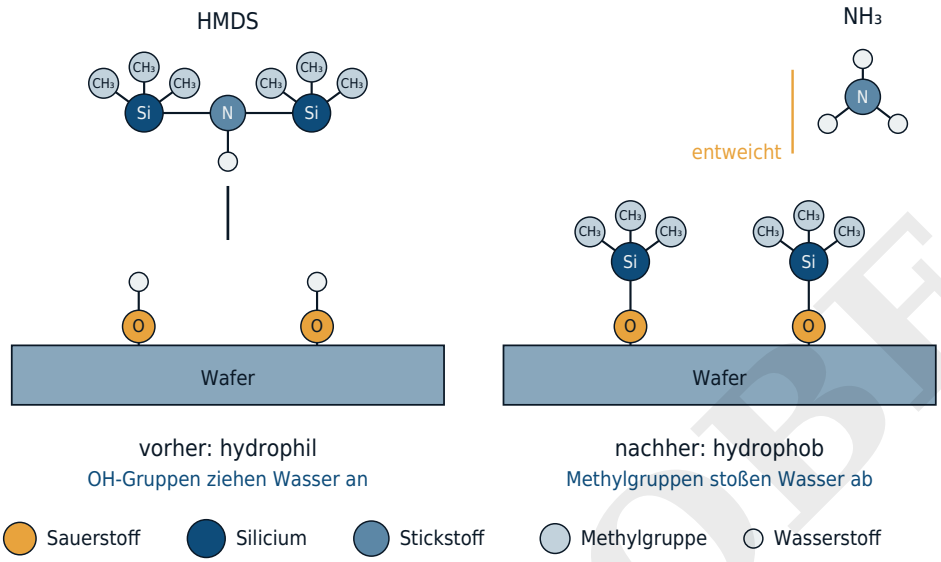
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna$^{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do$_{\text{Lorem}}$Lorem.

LESEPROBE

Anlagerung von HMDS

Aus der wasseranziehenden Oberfläche wird eine wasserabweisende



Das HMDS spaltet sich in zwei Trimethylsiliciumgruppen. Jede bindet an ein Sauerstoffatom der Oberfläche und nimmt dessen Wasserstoff mit; zusammen mit dem Stickstoff entsteht daraus Ammoniak.

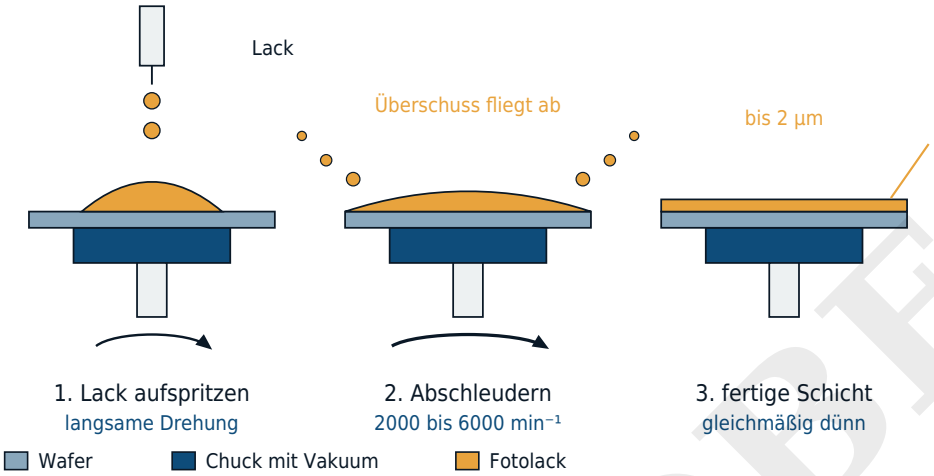
Belacken

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

LESEPROBE

Belacken durch Aufschleudern

Die Zentrifugalkraft zieht den Lacktropfen zu einer dünnen Schicht auseinander



Die Schichtdicke folgt aus Drehzahl und Zähigkeit des Lacks: Je schneller der Teller dreht und je dünnflüssiger der Lack, desto dünner die Schicht. Der weitaus größte Teil des aufgespritzten Lacks wird dabei abgeschleudert.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

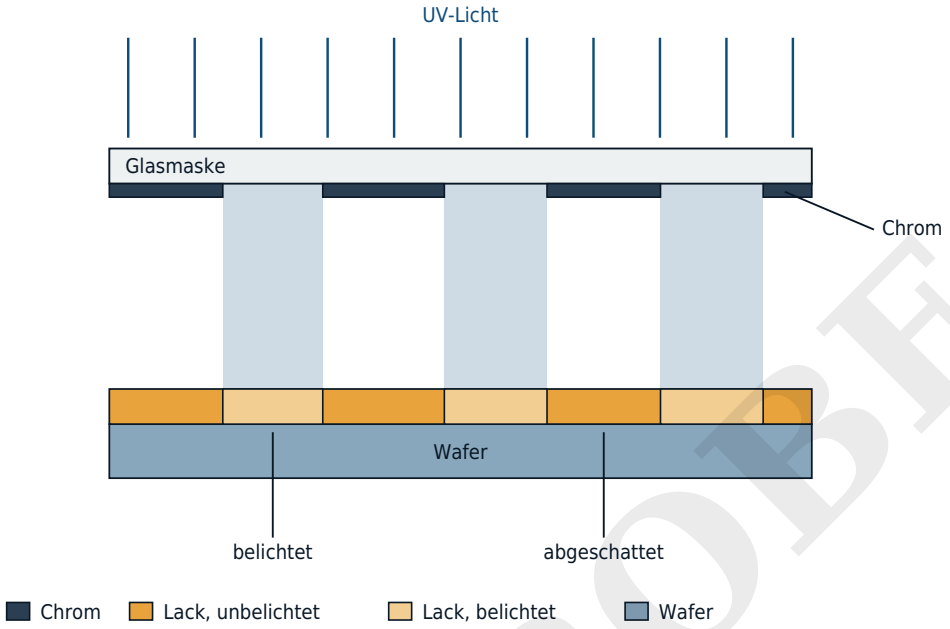
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

Belichtung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Belichtung durch eine Maske

Wo Chrom auf der Maske liegt, bleibt der Lack unbelichtet



Die Maske trägt das Muster als Chromschicht auf Glas. Beim Entwickeln wird je nach Lacktyp entweder der belichtete oder der unbelichtete Teil abgelöst – zurück bleibt die strukturierte Lackschicht.

LESEPROBE

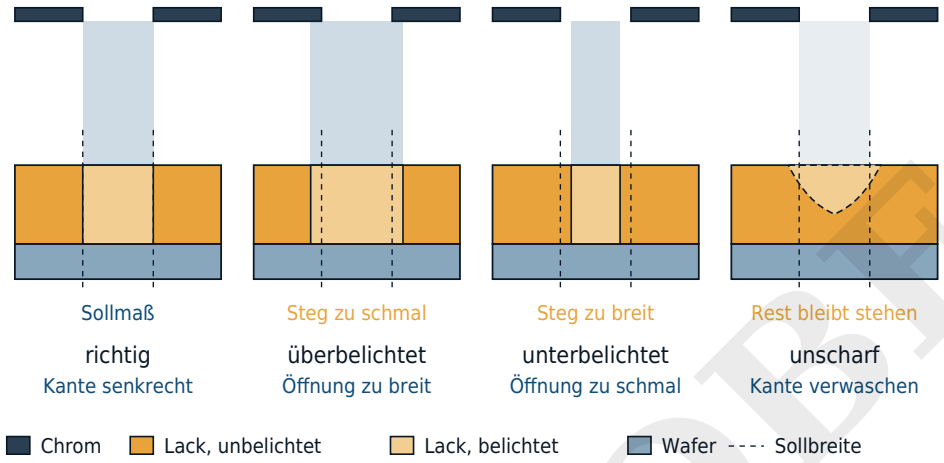
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit LoremLorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

Belichtungsprofile

Belichtungszeit und Fokus entscheiden über die Breite der Struktur



Je länger belichtet wird, desto breiter der belichtete Bereich: Lackstege werden schmaler, Kontaktlöcher größer. Bei zu kurzer Belichtung oder schlechtem Fokus bleibt am Boden Lack stehen und das Kontaktloch öffnet nicht.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Eingesetzte Belichtungsverfahren

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing

Lorem ipsum *Lorem* Lorem ipsum *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur $Lorem_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore LoremLorem ipsum dolor sit amet.

Die Wellenlängen im Überblick

Lorem	Lorem	Lorem

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit	Lorem	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor
Lorem ipsum dolor	Lorem	Lorem ipsum dolor sit amet
Lorem ipsum dolor	Lorem	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing
Lorem ipsum dolor sit amet	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

Immersionsbelichtung

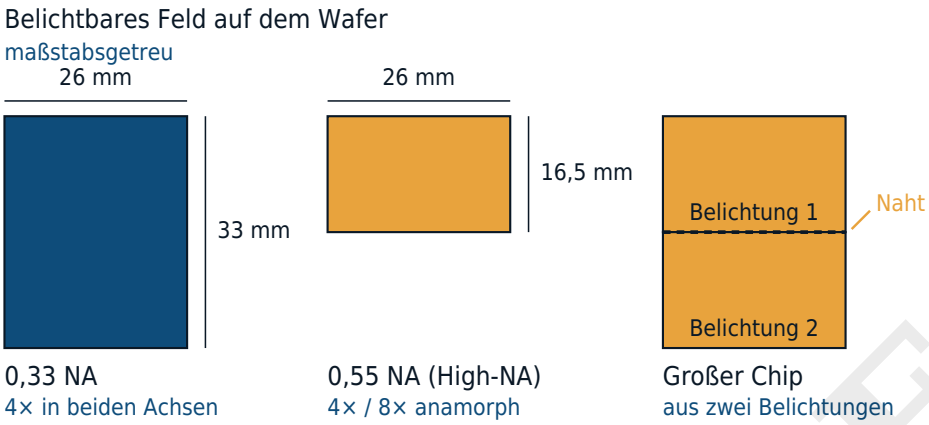
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo LoremLorem.

EUV-Lithografie

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

Belichtbares Feld bei 0,33 NA und 0,55 NA

LESEPROBE



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

Weitere Verfahren

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco LoremLorem.

Multipatterning

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Mehrfachbelichtung mit zwei Masken (LELE)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

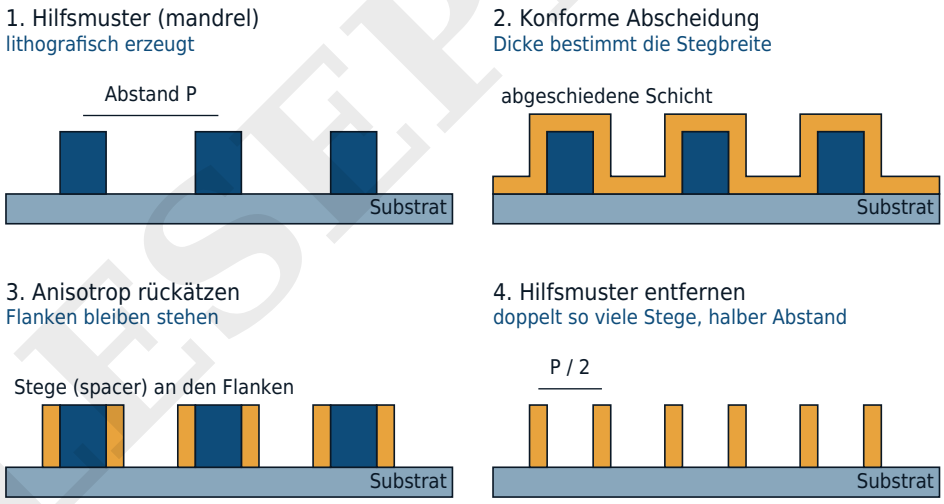
exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor.

Selbstjustierende Verdopplung (SADP)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore

- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et.

Ablauf der selbstjustierenden Verdopplung



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

LESEPROBE

Bedeutung heute

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et.

Belichtungsverfahren

Übersicht

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod

- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.

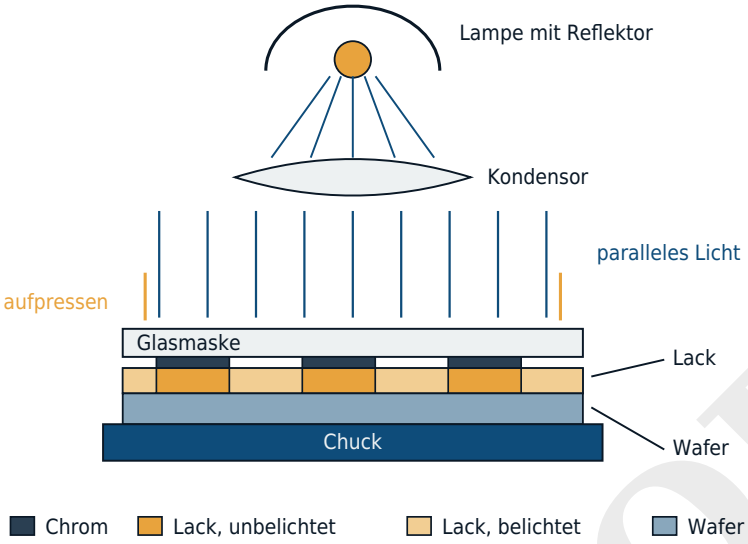
Kontaktbelichtung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

LESEPROBE

Kontaktbelichtung

Die Maske liegt unmittelbar auf dem Lack, die Übertragung erfolgt 1:1



Weil Maske und Lack sich berühren, entstehen Beugungseffekte nur an den Strukturkanten. Der Aufbau ist einfach und belichtet alle Chips auf einmal. Dafür verschmutzt und verkratzt die Maske, weil sie auf den Lack gepresst wird.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

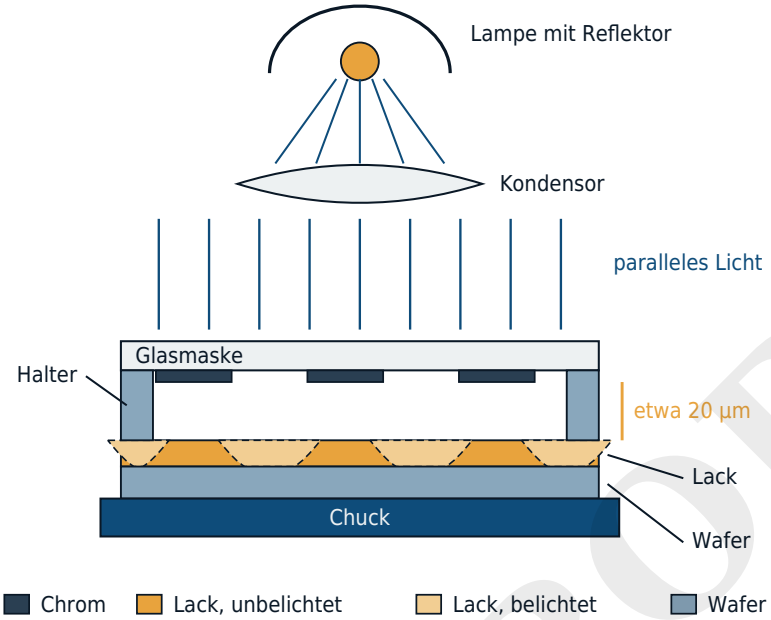
Abstandsbelichtung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

LESEPROBE

Abstandsbelichtung

Abstandshalter halten die Maske über dem Lack – es entsteht ein Schattenbild



Der Spalt schützt Maske und Lack vor Kratzern und vor Partikeln dazwischen. Dafür fällt nur ein Schattenbild auf die Scheibe: Das Licht wird an den Chromkanten gebeugt, die Strukturen werden breiter und ihre Ränder unscharf.

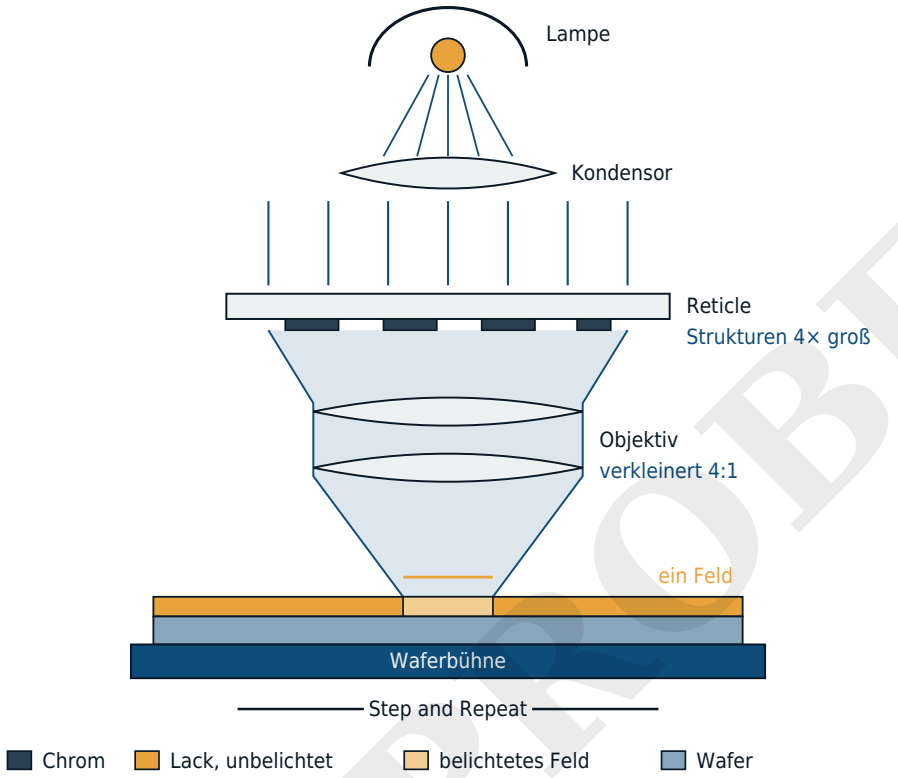
Reduzierende Projektionsbelichtung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

LESEPROBE

Reduzierende Projektionsbelichtung

Das Objektiv bildet das Reticle verkleinert auf den Wafer ab



Weil die Strukturen auf dem Reticle vier- bis zehnfach größer sind, werden auch Partikel und Maskenfehler mitverkleinert und fallen oft unter die Auflösungsgrenze. Belichtet wird Feld für Feld, dazwischen verfährt die Waferbühne.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

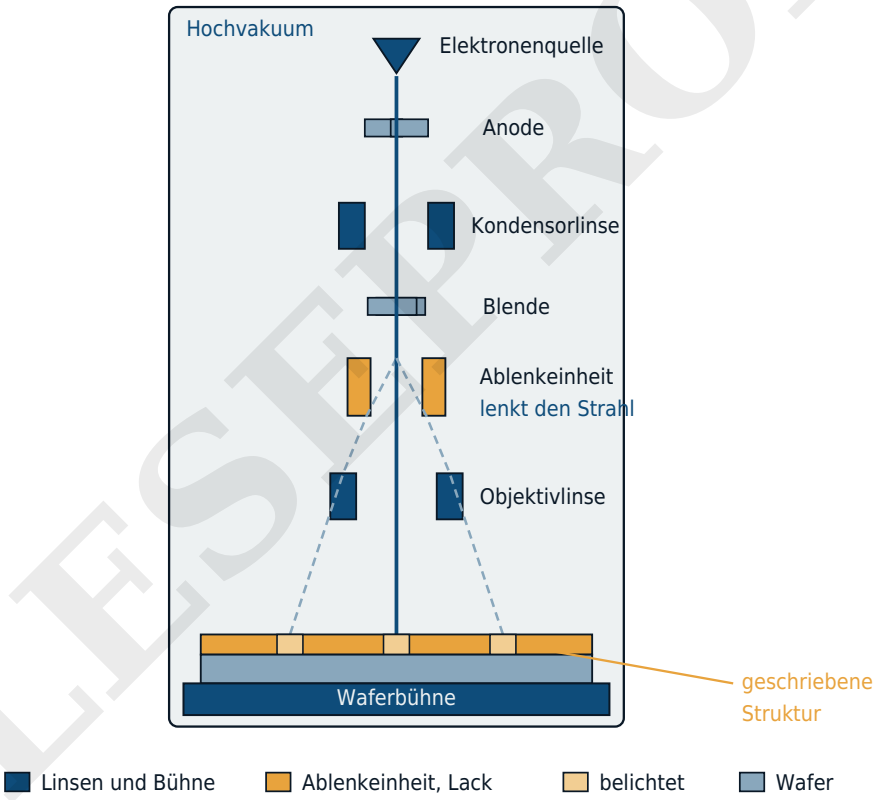
reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Elektronenstrahllithografie

Lorem ipsum dolor Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Elektronenstrahllithografie

Ein fokussierter Strahl schreibt die Struktur direkt – ohne Maske



Der Strahl fährt die Struktur Punkt für Punkt ab – zeilenweise im Rasterscan oder gezielt im Vektorscan. Das kostet Zeit, spart aber die Maske und ist deshalb vor allem für Prototypen und für die Maskenherstellung selbst üblich.

Röntgenstrahllithografie

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

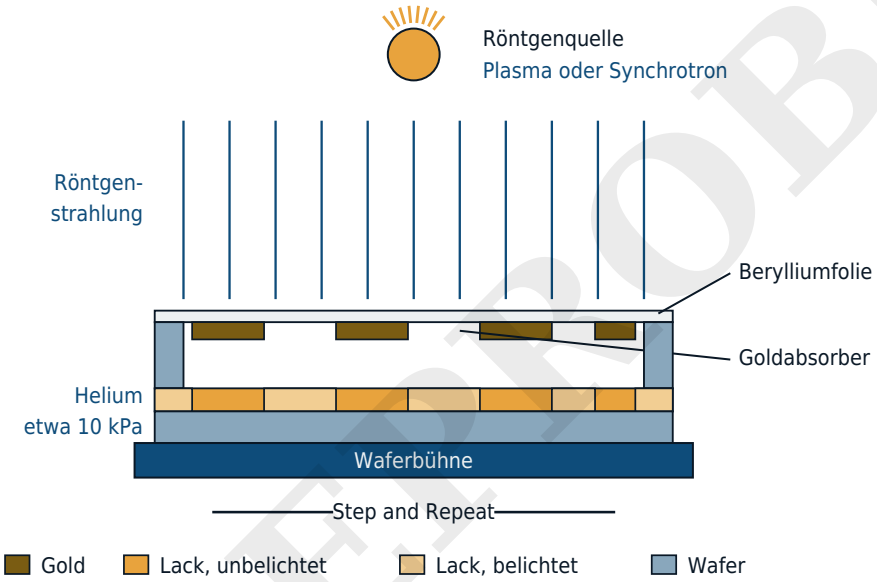
LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

Röntgenstrahllithografie

Schattenwurf im Maßstab 1:1 – für Röntgenstrahlen gibt es keine Linsen



Röntgenstrahlen lassen sich nicht mit Linsen bündeln, deshalb wird das Muster direkt als Schatten übertragen – eins zu eins, Feld für Feld. Die Auflösung reicht bis etwa 40 nm, doch Anlagen und Masken sind sehr teuer.

Weitere Verfahren

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

LESEPROBE

Der Fotolack

Lacktechnik

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation Lorem Lorem.

Lorem ipsum dolor

Lorem ipsum dolor
Lorem ipsum dolor sit
Lorem ipsum dolor
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing
Lorem ipsum dolor sit amet

Lorem ipsum dolor

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do
Lorem ipsum
Lorem ipsum dolor sit amet
Lorem ipsum dolor
Lorem ipsum
Lorem ipsum

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Chemische Zusammensetzung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

- Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.
- Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.
- Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit.

Gelbraum

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

Chemisch verstärkte Lacke

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Lacke für die EUV-Belichtung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Entwickeln und Kontrolle

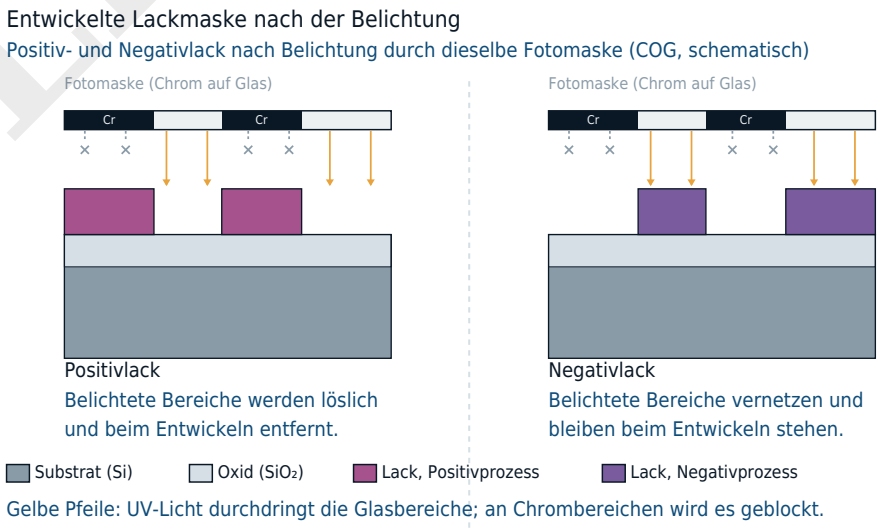
Entwickeln

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim

- Lorem ipsum dolor sit amet
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt

Lorem ipsumLoremLorem$^{\text{Lorem}}$ Lorem$^{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet

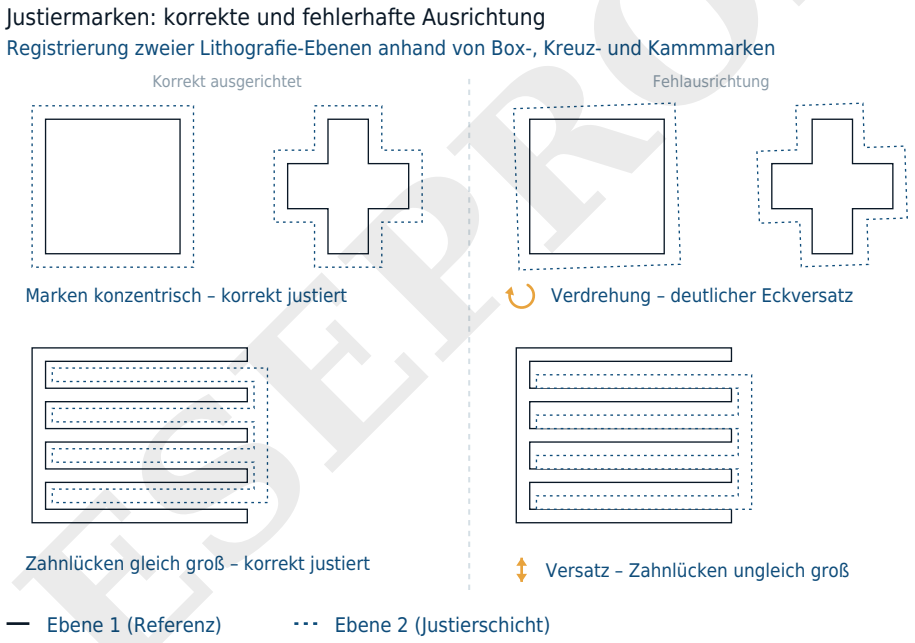


LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

Lackkontrolle

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Lackentfernen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

LESEPROBE

occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod.

Maskentechnik

Maskentechnik

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

Korrektur der Abbildungsfehler

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad *Lorem ipsum dolor* Lorem

LESEPROBE

ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Maskenherstellung

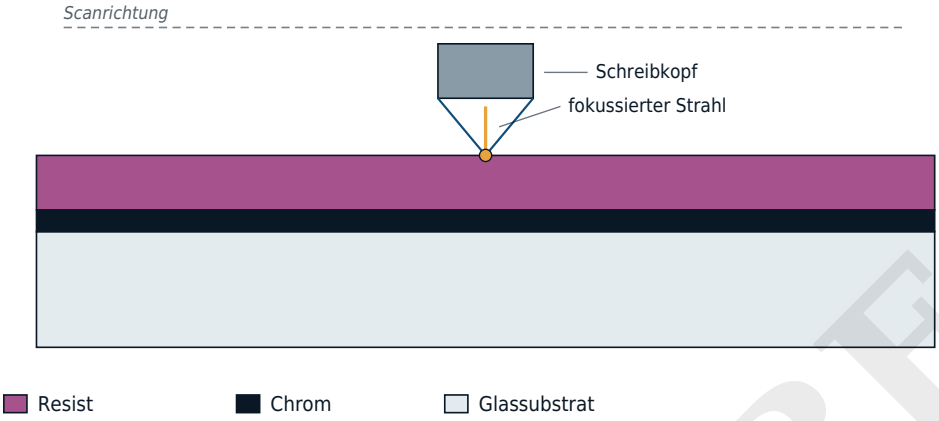
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Lorem. Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore

LESEPROBE

Direktschreiben mit Laser- oder Elektronenstrahl

Strukturierung des fotoempfindlichen Lacks auf der Chromschicht

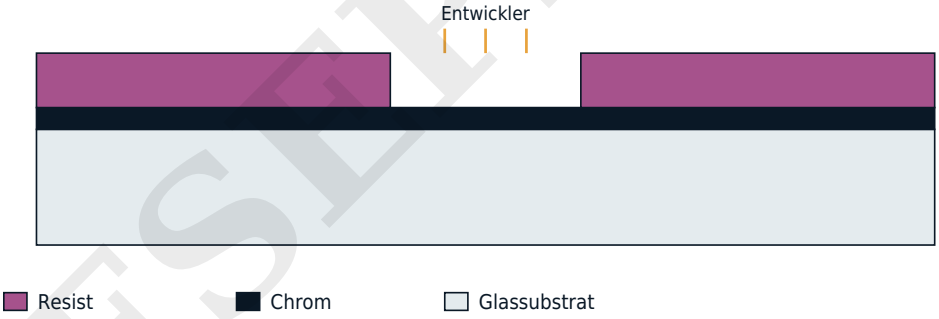


Ein fotoempfindlicher Lack auf einer Chromschicht wird direkt mit einem fokussierten Laser- oder Elektronenstrahl belichtet – anders als beim Wafer entsteht hier kein Schattenwurf.

Lorem. Lorem ipsum dolor

Entwickeln des Lacks

Der belichtete Lack wird herausgelöst und legt das Chrom frei



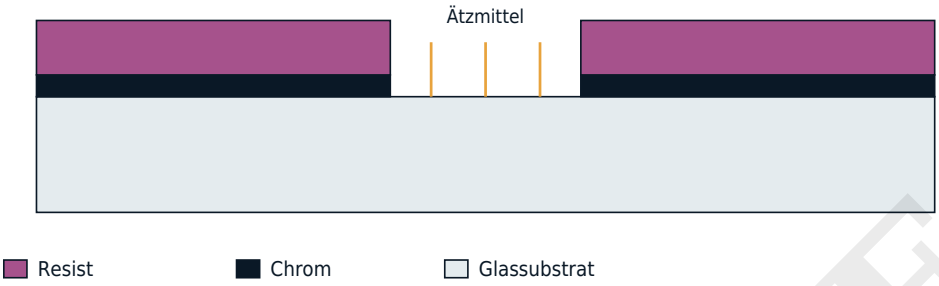
Der Entwickler löst den belichteten Lack und legt die Chromschicht an den künftigen Strukturen frei; die Chromschicht selbst bleibt dabei unverändert.

Lorem. Lorem ipsum dolor

LESEPROBE

Ätzen der Chromschicht

Das freiliegende Chrom wird durch die Lackmaske hindurch entfernt



Das freiliegende Chrom wird naßchemisch oder per Plasma geätzt; der verbleibende Lack schützt die darunterliegenden Chromstrukturen, das Glassubstrat bleibt unangegriffen.

Lorem. Lorem

Entfernen des Lacks

Die fertige Chromstruktur bleibt auf dem Glassubstrat zurück



Nach dem Entfernen des Lackrests liegt die fertige Chromstruktur auf dem Glassubstrat frei und zeigt das gewünschte Maskenlayout.

Lorem. Lorem ipsum dolor

LESEPROBE

Anbringen des Pellikels

Eine Schutzmembran hält Partikel aus der Fokusebene der Maske fern



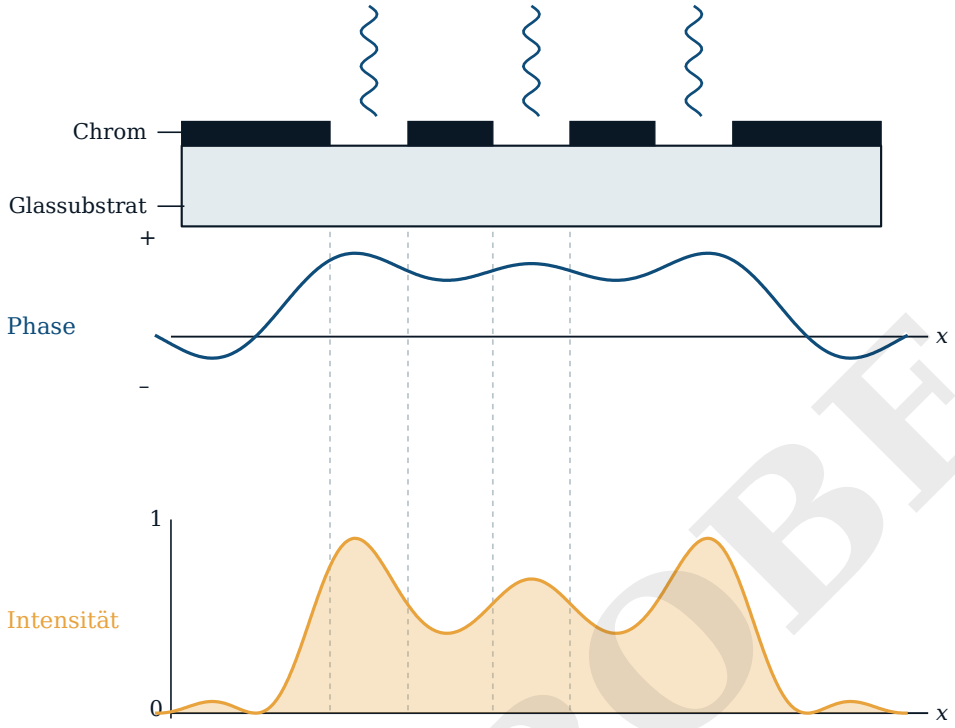
Ein Pellikel – eine dünne, transparente Membran auf einem Abstandsrahmen – schützt die Maskenoberfläche vor Partikeln außerhalb der Fokusebene der Strukturen.

Maskentypen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim.

Intensitätsprofil einer Chrom On Glass-Mask

LESEPROBE



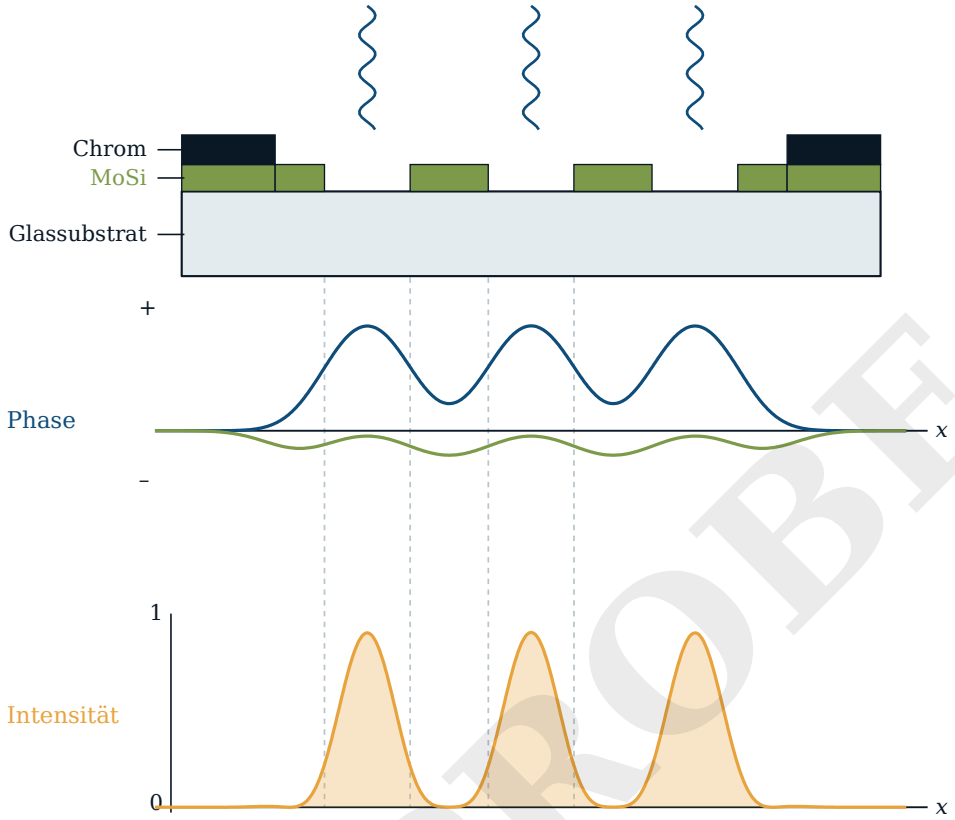
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

Attenuated Phase Shift Mask (AttPSM)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

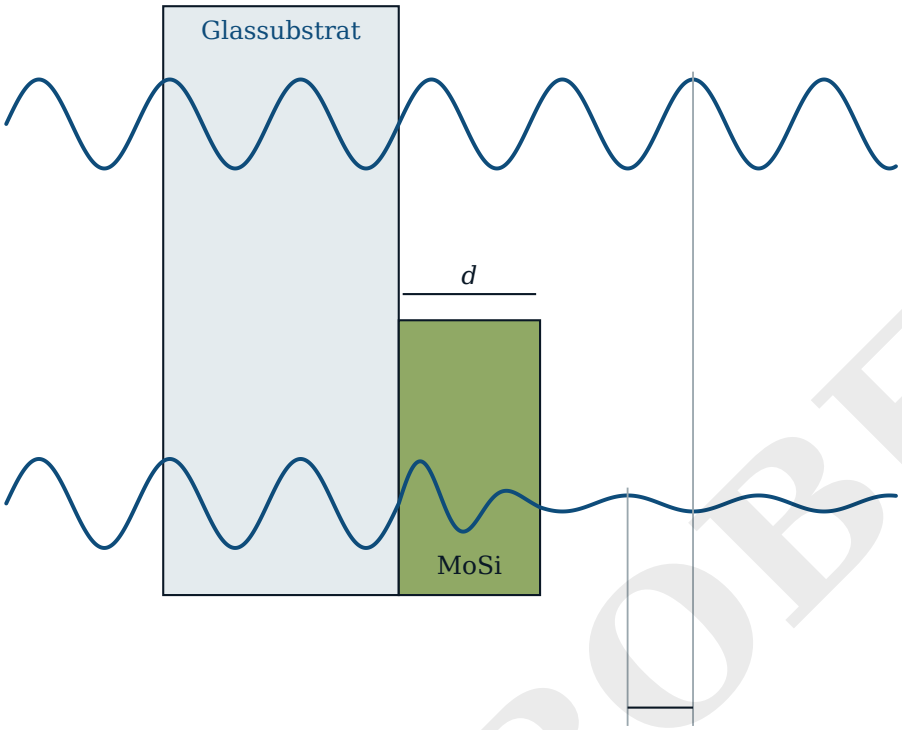
Intensitätsprofil einer Attenuated Phase Shift Mask

LESEPROBE



Prinzip der Phasenschiebung mittels Molybdänsilicid

LESEPROBE



Phasenverschiebung um 180°

LESEPROBE

Chromfreie Phasenschiebermaske

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore.

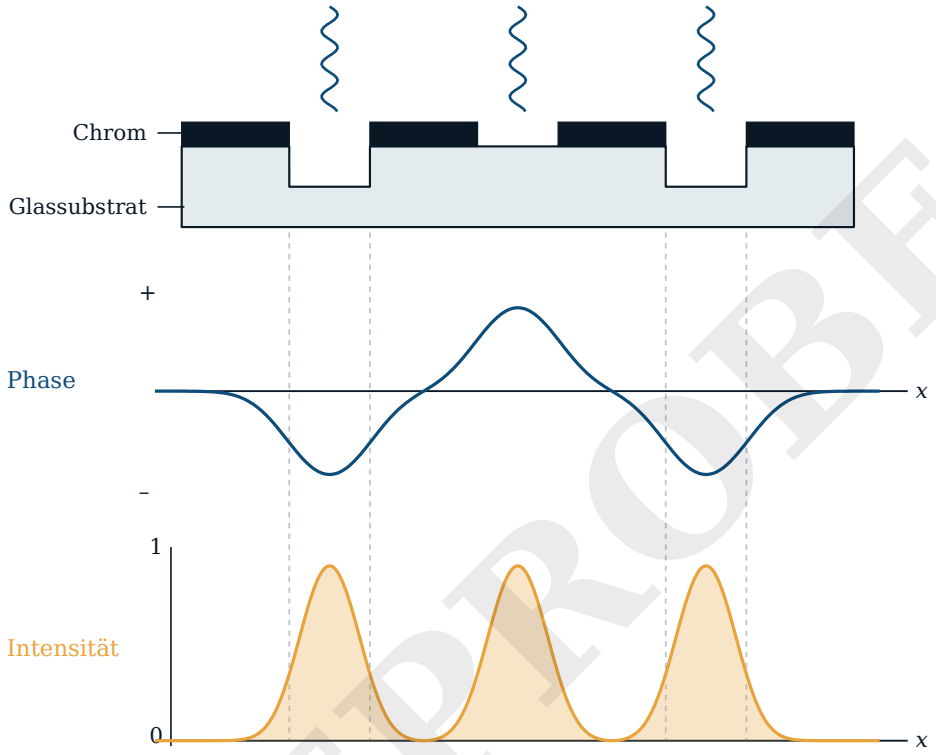
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

Alternating Phase Shift Mask (AltPSM)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.

Intensitätsprofil einer Alternating Phase Shift Mask



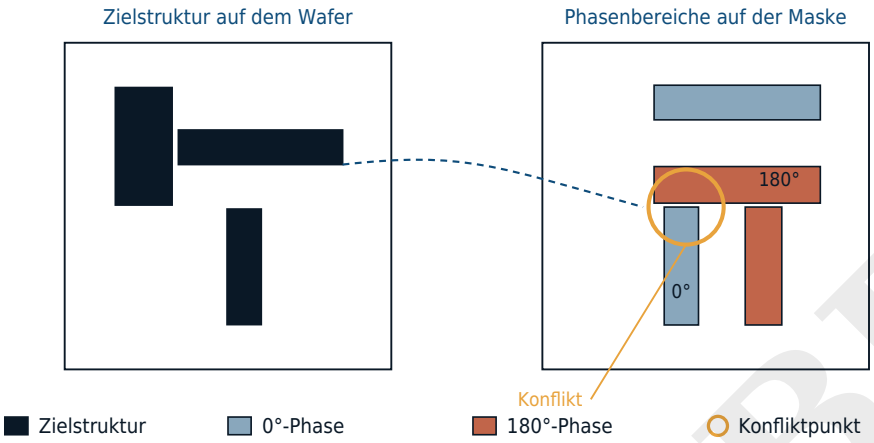
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

Zielstruktur auf dem Wafer und entsprechende Maskenstruktur

LESEPROBE

Phasenkonflikt bei der Alternating Phase Shift Mask

An Ecken der Zielstruktur lässt sich keine eindeutige 0°/180°-Phase zuordnen



An der Ecke, an der x- und y-Linien der Zielstruktur zusammentreffen, verlangen beide angrenzenden Glasbereiche gleichzeitig 0° und 180° Phase – das ist nicht möglich.

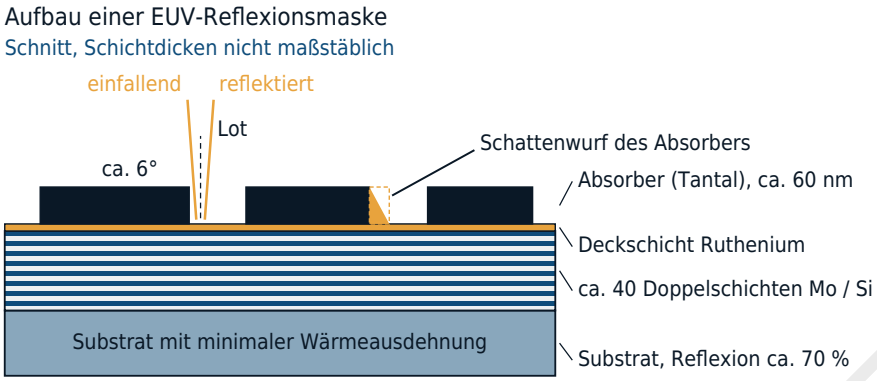
Reflexionsmasken für die EUV-Belichtung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Aufbau einer EUV-Reflexionsmaske

LESEPROBE



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Belichtungsverfahren der nächsten Generation

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

LESEPROBE

High-NA-EUV

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Wo die Grenze inzwischen liegt

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod

- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do LoremLorem
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et

Alternative Ansätze

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut

- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.
- Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.
- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

LESEPROBE

Optical Proximity Correction (OPC)

Einführung & Motivation

Wenn die Maske nicht mehr das druckt, was sie zeigt

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

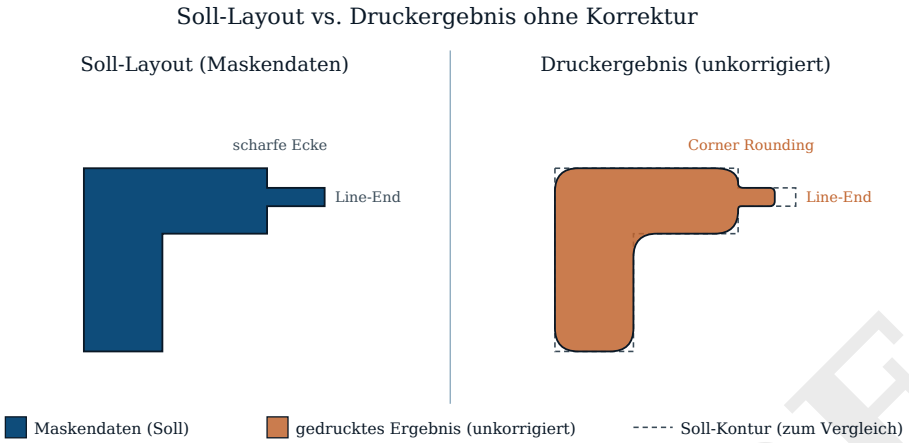
Optical Proximity Correction: die Maske vorverzerren

Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

LESEPROBE



Typische Druckfehler ohne Korrektur

Corner Rounding und Line-End Shortening

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do Lorem ipsumLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Der Proximity-Effekt: gleiche Breite, unterschiedliches Ergebnis

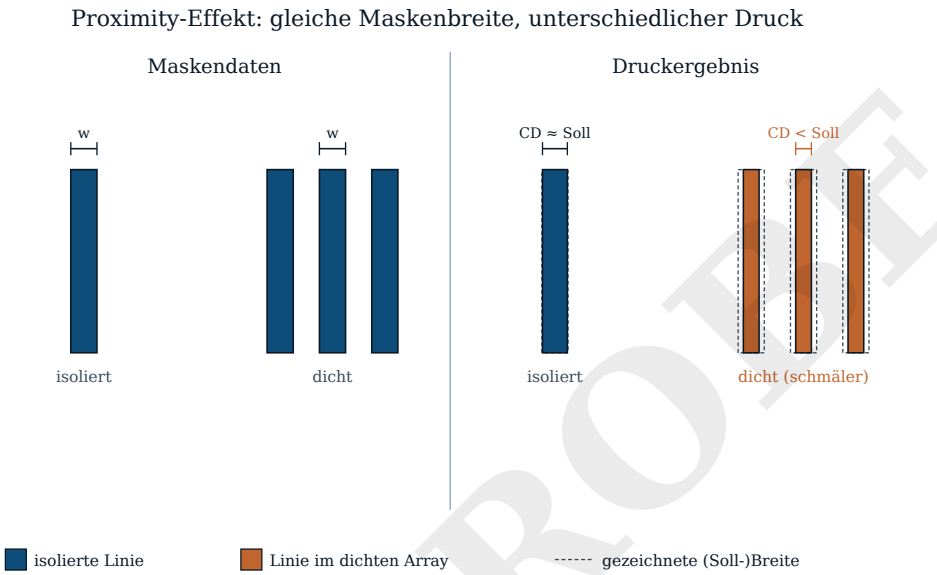
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

Lorem ipsum Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

LESEPROBE

occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.



Mask Bias & Serifs

Mask Bias: die Maßkorrektur

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat Lorem ipsumLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

Serifs und Hammerheads: gezielte Ecken-Verstärkung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam

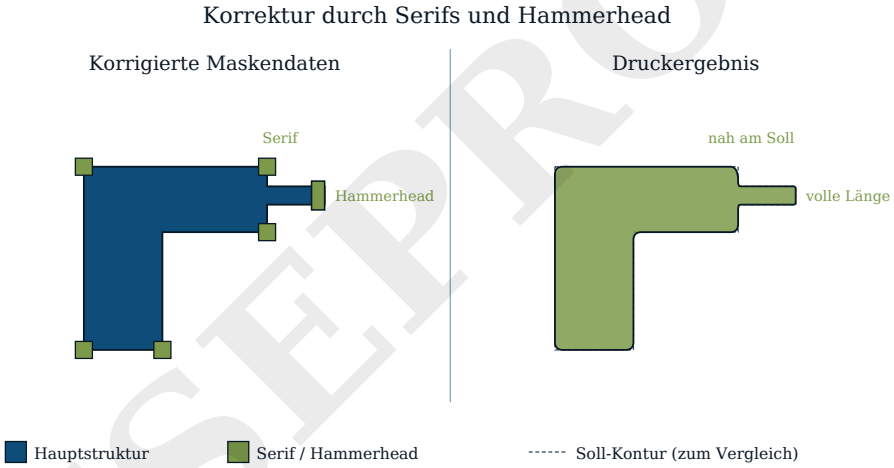
LESEPROBE

quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.



Sub-Resolution Assist Features

Das Problem: isolierte Linien verhalten sich anders

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

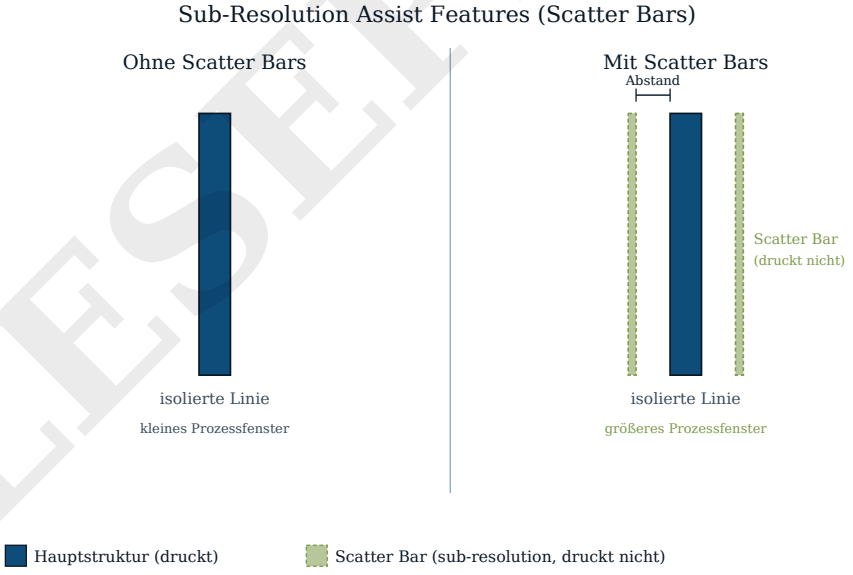
LESEPROBE

Scatter Bars: Nachbarn, die nicht gedruckt werden

Lorem ipsum dolor sitLorem ipsum Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.



Rule-based vs. Model-based OPC

Regelbasierte OPC: schnell, aber grobmaschig

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit

LESEPROBE

sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

Modellbasierte OPC: Segment für Segment simuliert

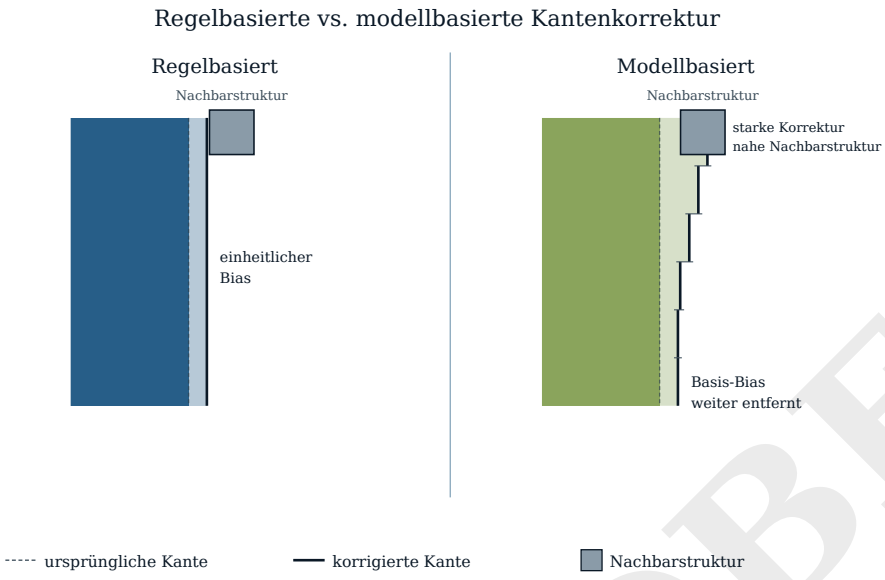
Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.

LESEPROBE



Verifikation: Lithography Simulation & Process Window

Warum Korrektur allein nicht genügt

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Das Prozessfenster: mehr als nur der Idealfall

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

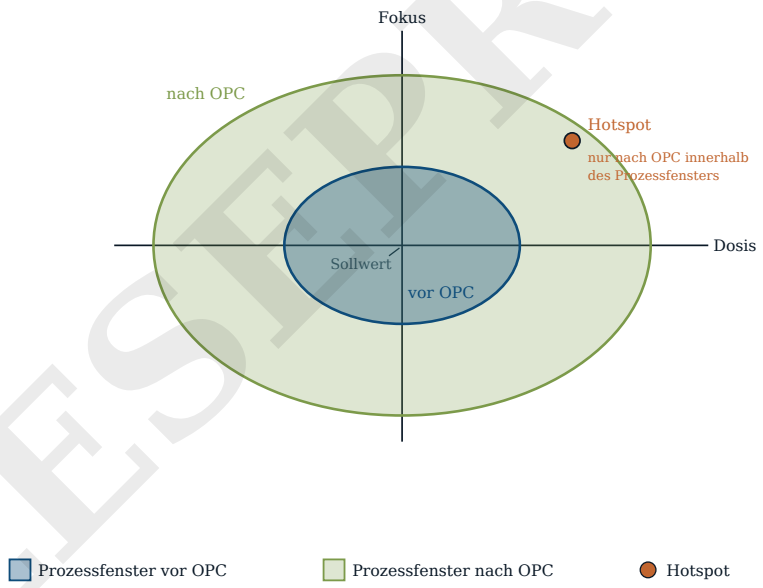
LESEPROBE

Hotspots: wo die Korrektur nicht ausreicht

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laborisLoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod temporLoremLorem ipsum Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Prozessfenster: vor und nach OPC



LESEPROBE

Grenzen und Ausblick

Der Rechenaufwand von Full-Chip-OPC

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

incididunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

EUV: neue Wellenlänge, neue Effekte

Lorem ipsum dolor sit Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

DUV vs. EUV

Einordnung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

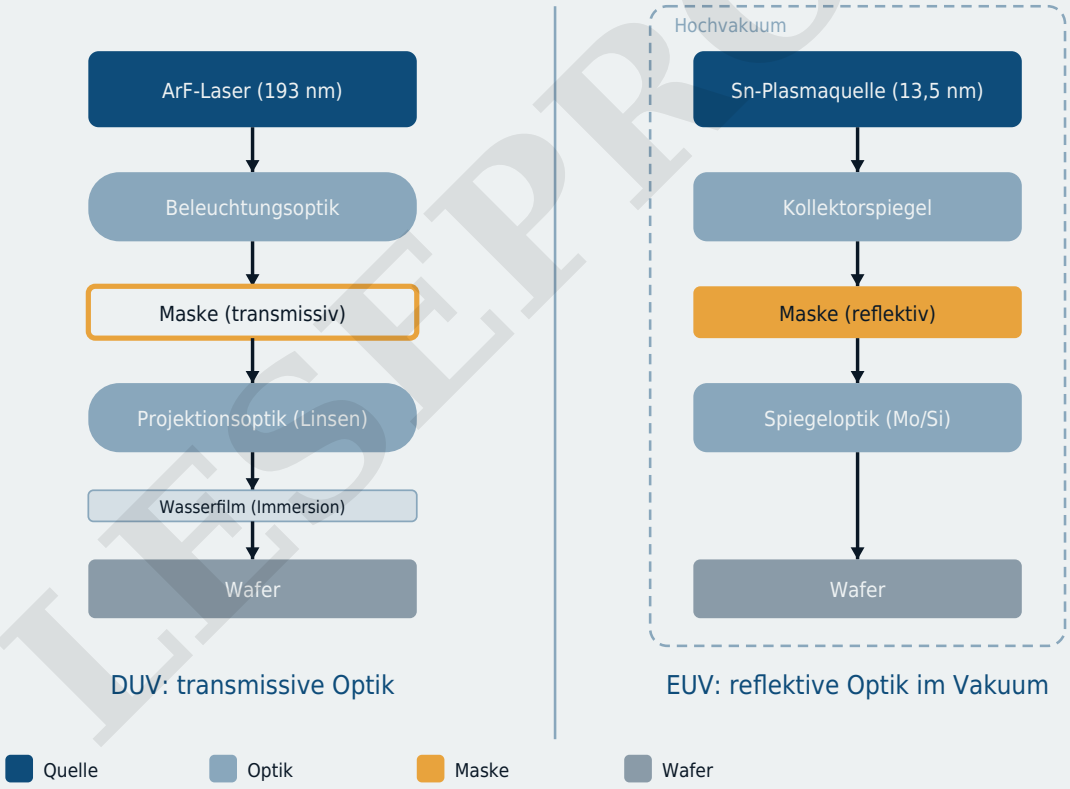
LESEPROBE

Technologie im Vergleich

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit.

DUV vs. EUV – Belichtungsanlagen im Vergleich



Kürzere Wellenlänge erzwingt Vakuumbetrieb und reflektive statt transmissive Optik

Auflösung und Rayleigh-Kriterium

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

LESEPROBE

occaecat cupidatat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

Herausforderungen und Kosten

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

Vergleichstabelle

Lorem	Lorem	Lorem
Lorem	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor sit
Lorem	Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor
Lorem	Lorem ipsum	Lorem
Lorem	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor
Lorem	Lorem	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing
Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor

LESEPROBE

EUV-Anlagentechnik

Die Lichtquelle – Laser-erzeugtes Plasma (LPP)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis Lorem ipsum dolorLorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod.

Projektionsoptik und Scanner-Prinzip

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sitLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et LoremLorem.

EUV-Fotolackchemie

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsumLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod.

LESEPROBE

Nasschemie

Ätztechnik allgemein

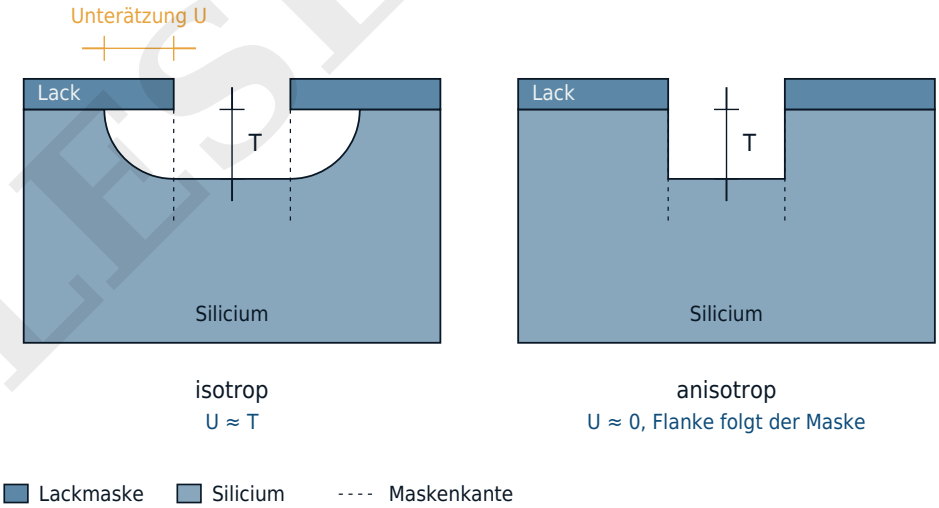
Übersicht

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Isotrope und anisotrope Ätzung

Bei idealer Isotropie ist die Unterätzung etwa so groß wie die Ätztiefe



Nasschemisches Ätzen greift meist ungerichtet an: Die Lösung erreicht die Fläche unter der Maske ebenso wie den Grabenboden – die Struktur wird dadurch breiter als die Maskenöffnung. Anisotrope Verfahren wie RIE ätzen dagegen gerichtet und übertragen die Maskengeometrie nahezu unverändert.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim

- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit
- Lorem
- Lorem
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod.

Nassätzen

Prinzip

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

1. Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.
2. Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.
3. Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum.

Anforderung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed

- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut
- Lorem ipsum dolor sit amet
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua
- Lorem ipsum dolor sit amet

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

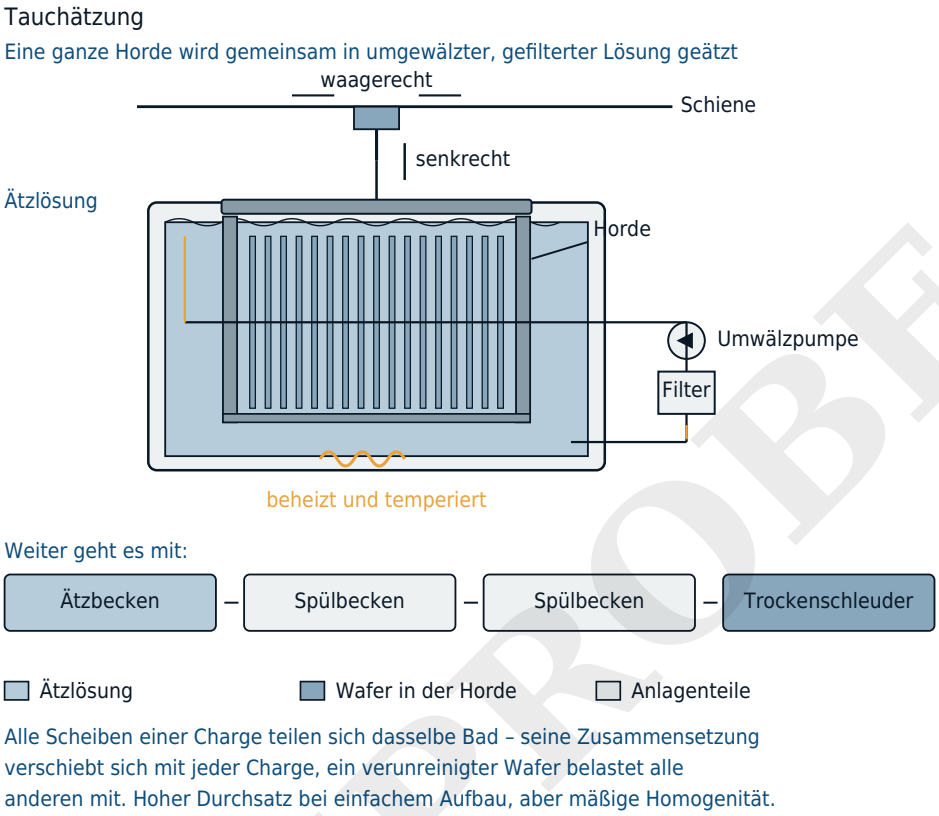
Tauchätzung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum.

LESEPROBE

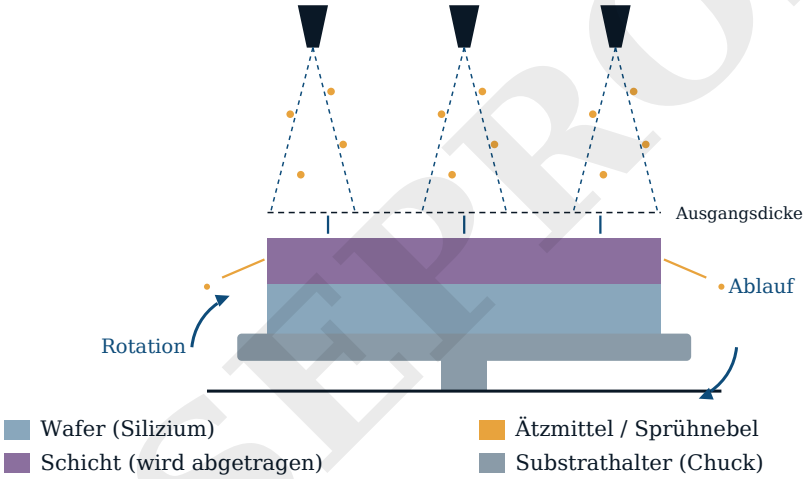
Sprühätzung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

Sprühätzung

Ganzflächiger Schichtabtrag ohne Maskierung



Beim ganzflächigen Sprühätzen wird die Ätzlösung ohne strukturierende Maske gleichmäßig auf die gesamte Waferoberfläche gesprüht. Die Rotation sorgt für eine homogene Verteilung und einen kontrollierten, ganzflächigen Schichtabtrag bis zur gewünschten Zieldicke.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Anisotrope Siliciumätzung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit

Ätzlösungen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit^{Lorem}Lorem ipsum dolor sit

Lorem ipsum^{Lorem} Lorem$_{Lorem}$LoremLoremLorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}^{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor LoremLorem.

Begrenzen der Ätztiefe

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit.

Anwendungen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore

- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.
- Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod

Ätzlösungen für isotrope Ätzungen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna

Lorem$_{\text{Lorem}}$ LoremLoremLorem$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit. Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum

LESEPROBE

fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed$_{Lorem}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit

Lorem ipsum dolor$_{Lorem}$LoremLorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum$_{Lorem}$Lorem
Lorem ipsum$_{Lorem}$ LoremLoremLorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$Lorem

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum$_{Lorem}$Lorem ipsum dolor$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute LoremLorem.

Umgang mit Flusssäure

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

Einordnung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim Lorem Lorem ipsum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

Trocknen der Scheiben

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi.

Warum Trocknen ein Problem ist

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt *Lorem* Lorem ipsum *Lorem ipsum* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud LoremLorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

Verfahren

- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.
- Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Scheibenreinigung

LESEPROBE

Arten der Verunreinigung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem

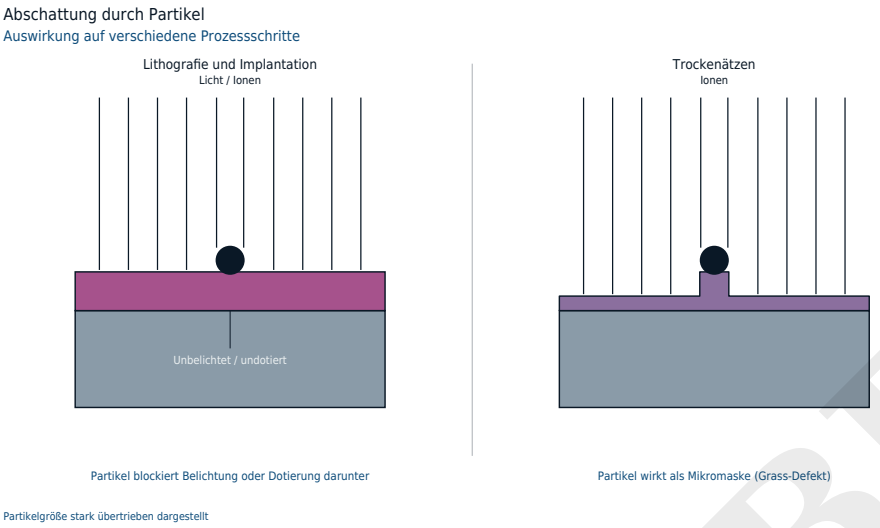
- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod
- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing
- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut
- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut

Mikroskopische Verunreinigungen

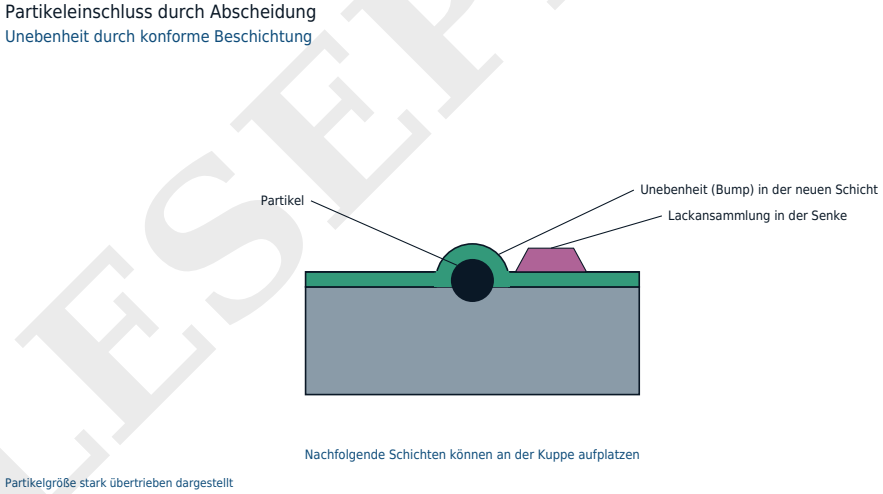
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

LESEPROBE



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.



Molekulare Verunreinigungen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor.

LESEPROBE

Alkalische und metallische Verunreinigungen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

Reinigungstechniken

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

LESEPROBE

occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur

- Lorem ipsum dolor sit amet
- Lorem ipsum dolor
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

LESEPROBE

Trockenätzen

Übersicht

Allgemein

Lorem ipsum Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do Lorem ipsum Lorem.

Wichtige Größen beim Trockenätzen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

Lorem *Lorem*Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit

Lorem *Lorem*Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit$_{\text{Lorem}}$Lorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud *Lorem ipsum dolor*Lorem ipsum dolor sit amet *Lorem ipsum dolor*Lorem.

Lorem $Lorem_{Lorem}$Lorem Lorem ipsum $Lorem_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

Lorem *Lorem*Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do

LESEPROBE

eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

Lorem *Lorem*Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing *Lorem* Lorem ipsum *Lorem*Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

Lorem ipsum dolor sit

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Anregung und Verfahrensarten

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et

LESEPROBE

- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing
- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet
- Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

Trockenätzverfahren

Ionenstrahlätzen

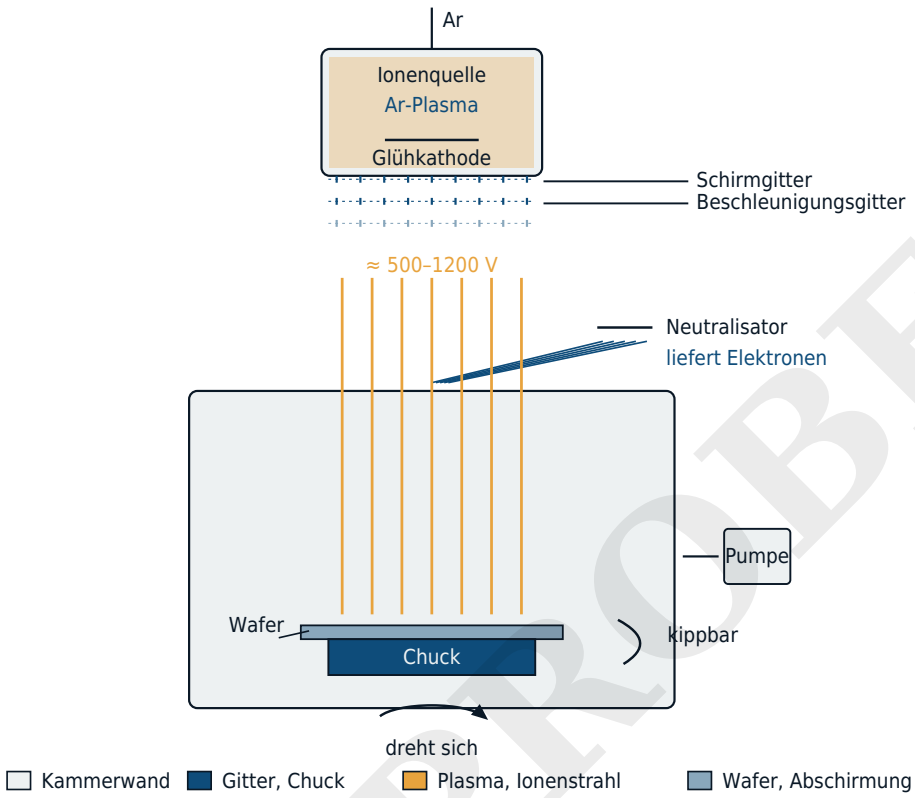
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

LESEPROBE

Ionenstrahl-Ätzreaktor

Ein kollimierter Ionenstrahl trägt das Material rein physikalisch ab



Das Gittersystem beschleunigt die Argon-Ionen zu einem gebündelten Strahl; der Neutralisator liefert Elektronen, damit sich der Wafer nicht auflädt. Weil kein reaktives Gas beteiligt ist, wird nahezu jedes Material rein mechanisch abgetragen – dafür fehlt die chemische Selektivität des reaktiven Ionenätzens.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur

- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit

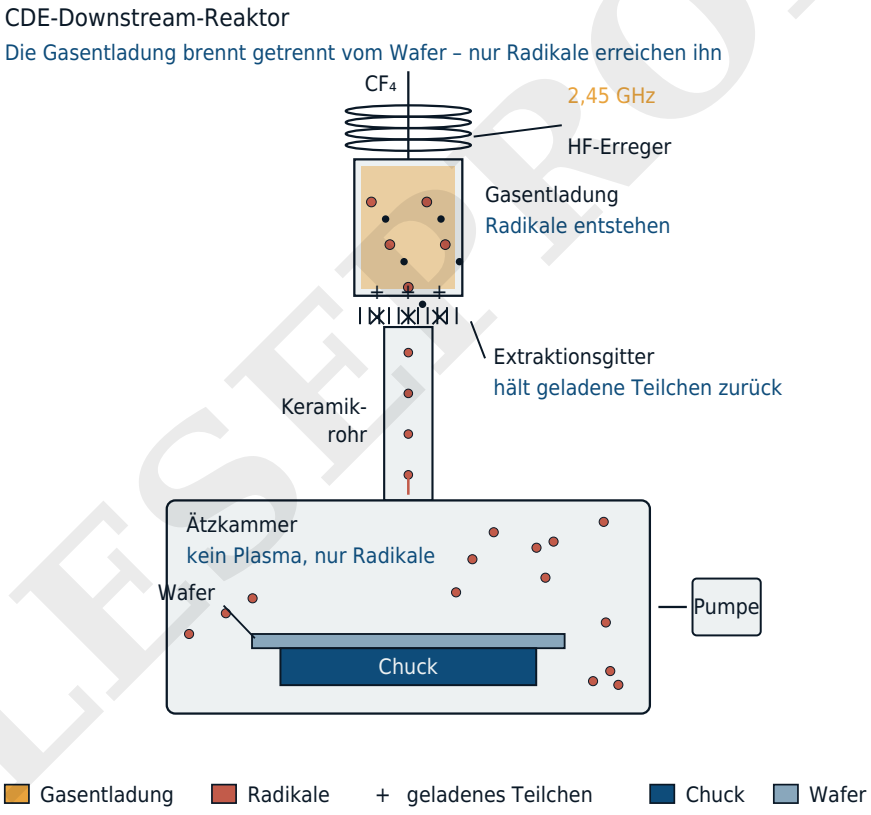
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

Plasmaätzen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.



Weil das Plasma vom Wafer getrennt brennt, treffen keine beschleunigten Ionen auf die Scheibe – nur ungeladene, aber reaktionsfreudige Radikale. Das Ätzen bleibt dadurch schädigungsfrei, aber isotrop: Es greift in alle Richtungen an.

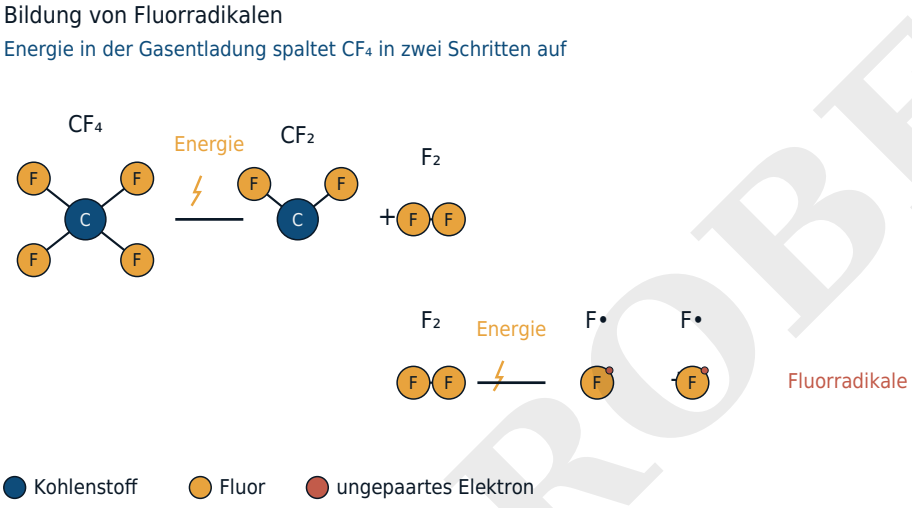
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur

LESEPROBE

adipiscing elit sed do$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum

Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$LoremLorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.



Ein Radikal ist ein ungeladenes Teilchen mit einem ungepaarten Außenelektron – das macht es sehr reaktionsfreudig. Zusätzlich lässt sich Fluor auch mit zugesetztem Sauerstoff abspalten: $2\,CF_4 + O_2 \rightarrow 2\,COF_2 + 2\,F_2$.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do$^{\text{Lorem}}$Lorem$^{\text{Lorem}}$Lorem$^{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit

Lorem ipsum dolorLoremLorem$_{\text{Lorem}}$
Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$ LoremLoremLorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$
Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$ LoremLoremLorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$

Heutige Bedeutung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$Lorem.

LESEPROBE

- Lorem Lorem ipsum$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.
- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor$_{Lorem}$ Lorem ipsum$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.
- Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Reaktives Ionenätzen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

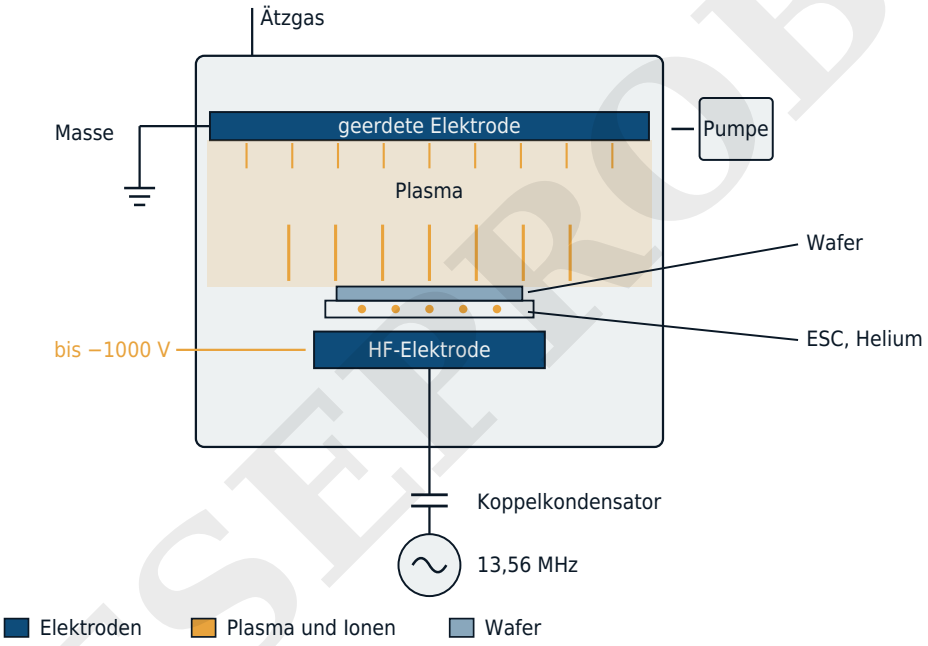
LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit.

Reaktives Ionenätzen

Parallelplattenbauweise: Der Wafer liegt auf der Hochfrequenzelektrode



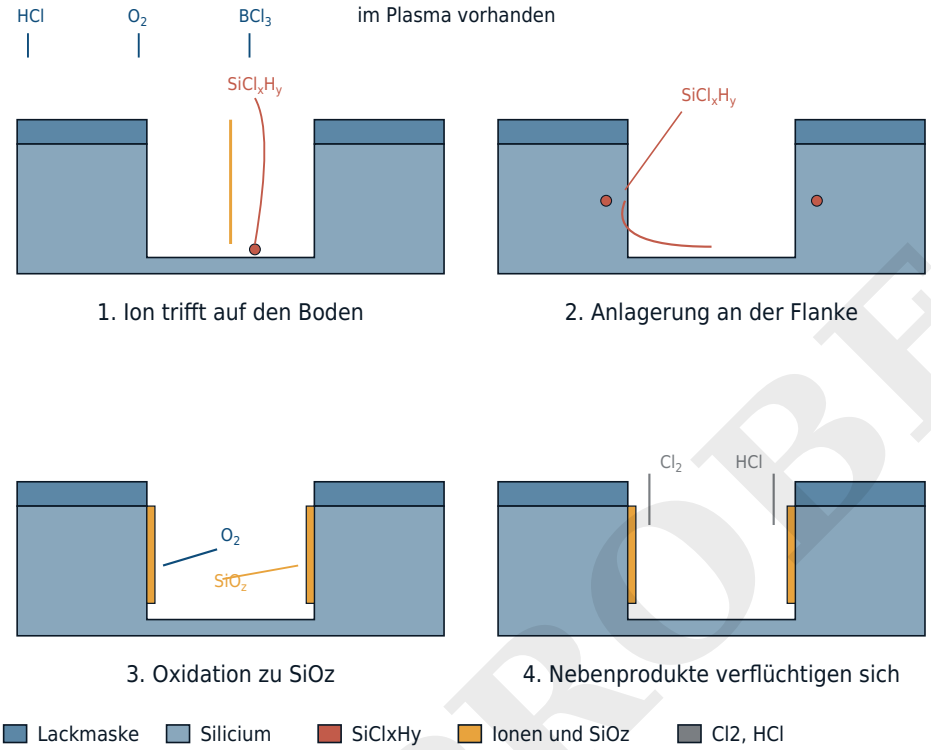
Weil die untere Elektrode kleiner ist als die obere, lädt sie sich gegenüber dem Plasma negativ auf. Die positiven Ionen werden dadurch senkrecht beschleunigt und tragen gerichtet ab – das Ätzprofil wird anisotrop.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

LESEPROBE

Mechanismus der Seitenwandpassivierung

Vier Schritte vom Ionenbeschuss bis zur schützenden Oxidschicht



Der Ionenbeschuss löst am Grabenboden SiClxHy aus dem Silicium heraus. Ein Teil davon lagert sich an den Flanken an und oxidiert dort mit O2 zu SiOz. Cl2 und HCl verflüchtigen sich, die Oxidschicht bleibt als Schutz zurück – am Boden trägt der senkrechte Ionenbeschuss sie sofort wieder ab.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

Weiterentwicklungen des reaktiven Ionenätzens

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.
- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.
- Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit.
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.
- Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

Eingesetzte Ätzgase beim Trockenätzen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

Lorem	Lorem	Lorem

LESEPROBE

Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$	Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$	Lorem ipsum dolor sit$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor
	Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$	Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing
	Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$	
	Lorem$_{Lorem}$Lorem ipsum$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$	Lorem ipsum dolor sit$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum$_{Lorem}$
	Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$	
	Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$	Lorem ipsum dolor sit$_{Lorem}$
	Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$Lorem	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor
Lorem	Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$	Lorem ipsum dolor sit amet
	Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$ Lorem Lorem$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$Lorem	
	Lorem ipsum$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur$_{Lorem}$Lorem ipsum dolor
	Lorem$_{Lorem}$	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur$_{Lorem}$
	Lorem$_{Lorem}$	Lorem ipsum dolor
	Lorem ipsum$_{Lorem}$	
Lorem ipsum	Lorem ipsum$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$	Lorem ipsum dolor sit$_{Lorem}$
	Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$ Lorem Lorem ipsum$_{Lorem}$	
	Lorem$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do
Lorem	Lorem$_{Lorem}$	Lorem ipsum
	Lorem$_{Lorem}$	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$
	Lorem$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$	Lorem ipsum
	Lorem$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$	Lorem ipsum
	Lorem$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$	Lorem ipsum dolor sit
Lorem ipsum dolor	Lorem$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$	Lorem ipsum dolor sit amet
	Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$	Lorem ipsum dolor

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do$_{Lorem}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

LESEPROBE

Metallisierung: warum Kupfer nicht geätzt wird

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit.

Klimawirkung der Prozessgase

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Sonderfall: Bosch-Prozess (Deep Reactive Ion Etching)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud Lorem ipsum dolor sit ametLorem.

Anlagentechnik (Reaktortypen)

LESEPROBE

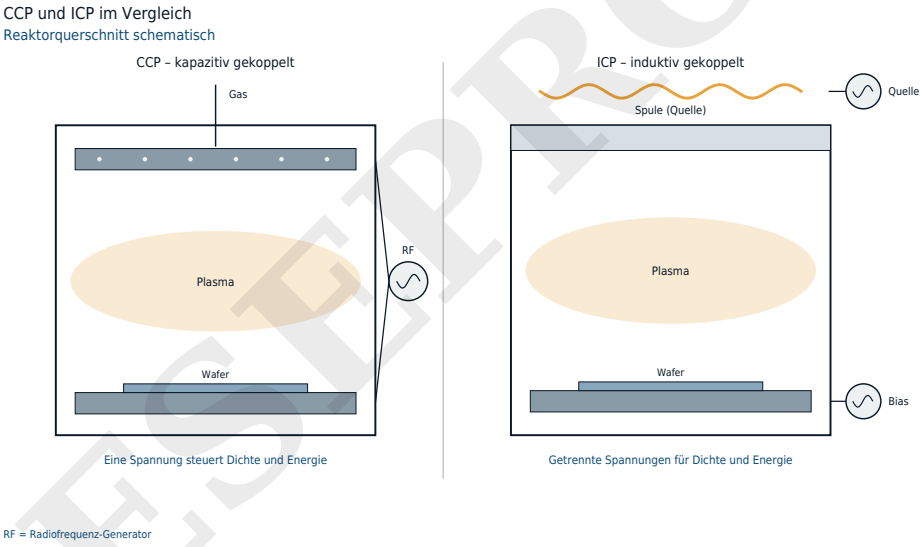
Allgemein: Aufbau einer Trockenätzanlage

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

Reaktortypen: CCP und ICP in der Praxis

Lorem ipsum dolor Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

LESEPROBE

Elektronenzyklotronresonanz (ECR)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

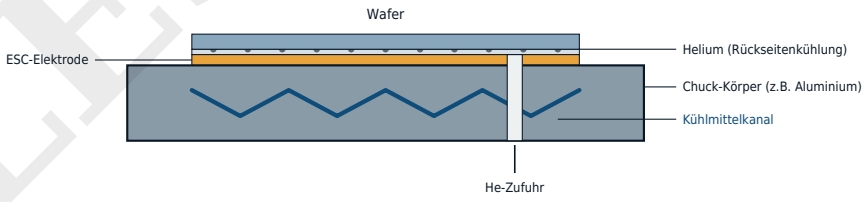
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Wafer-Chuck: Temperaturkontrolle und elektrostatische Klemmung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.

Wafer-Chuck: Klemmung und Kühlung
Querschnitt schematisch



Elektrostatische Klemmung durch Gleichspannung an der Elektrode

ESC = Electrostatic Chuck (elektrostatischer Chuck)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit.

Ätzen von Verbindungshalbleitern und High-k-Materialien

Warum diese Materialien eine Sonderrolle spielen

Lorem ipsum dolor sit Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

III-V-Verbindungshalbleiter (GaAs, InP, GaN)

Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Siliciumcarbid (SiC)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

High-k-Dielektrika (HfO_2 & Co.)

Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.

LESEPROBE

Dotiertechniken

Diffusion

Dotieren

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit LoremLorem Lorem Lorem ipsum.

Diffusion

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

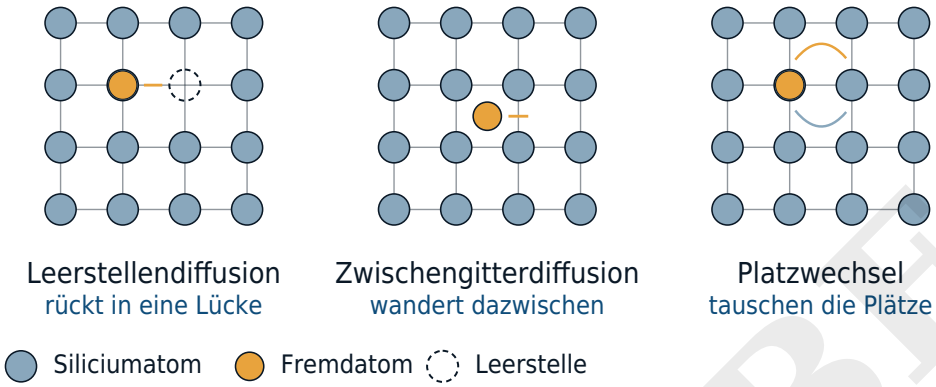
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit

- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod.

LESEPROBE

Diffusion im Kristallgitter

Drei Wege, auf denen der Dotierstoff durch das Gitter wandert



Alle drei Wege laufen nebeneinander ab. Welcher überwiegt, hängt vom Dotierstoff und von der Temperatur ab – Bor und Phosphor wandern vor allem über Leerstellen, kleinere Atome eher zwischen den Gitterplätzen.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed

- Lorem
- Lorem
- Lorem
- Lorem
- Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolorLorem

Diffusion mit erschöpflicher Quelle

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit.

Diffusion mit unerschöpflicher Quelle

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi.

LESEPROBE

Diffusionsverfahren

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

Diffusion aus der Gasphase

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod.

Feststoffdiffusion

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Diffusion mit flüssiger Quelle

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

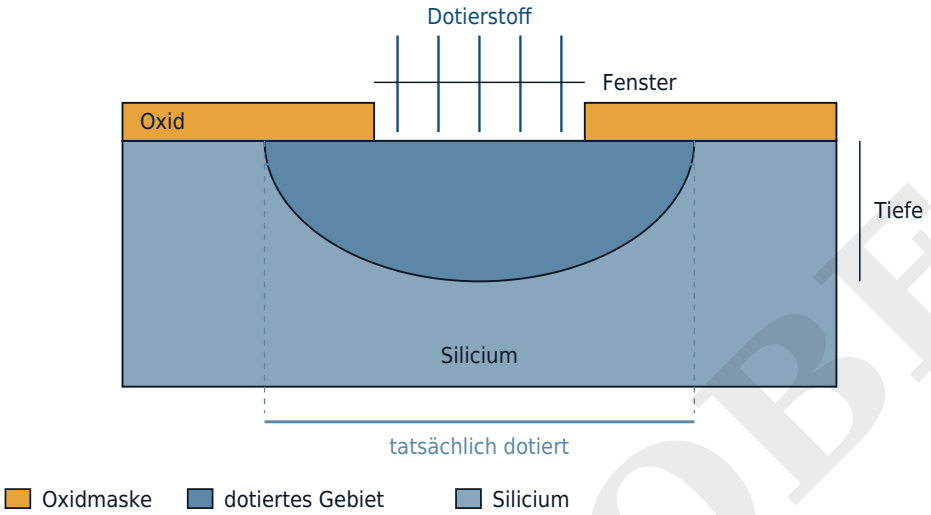
Charakteristik:

- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim

LESEPROBE

Diffusion durch ein Fenster in der Maske

Der Dotierstoff wandert auch zur Seite und unterwandert das Oxid



Die seitliche Ausbreitung beträgt etwa acht Zehntel der Eindringtiefe. Das dotierte Gebiet fällt dadurch immer breiter aus als das Fenster – beim Entwurf der Masken muss das einkalkuliert werden.

LESEPROBE

Fick’sche Gesetze und Konzentrationsprofile

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nullaLorem ipsum dolor sit ametLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore.

Thermisches Budget in der Prozessintegration

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna Lorem ipsumLorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.

Wo Diffusion heute noch eingesetzt wird

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

Ionenimplantation

Ionenimplantation

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

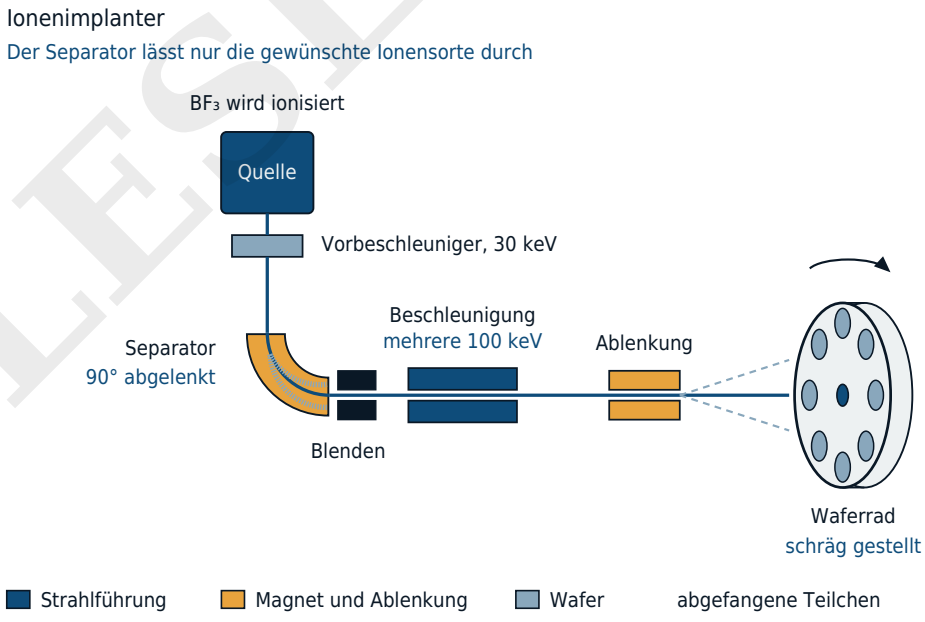
LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur

- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et

Darstellung einer Implantationsanlage



Nur Ionen mit der passenden Masse durchlaufen den Separator auf der richtigen Bahn. Leichtere werden stärker, schwerere schwächer abgelenkt und laufen in die Blenden. So wird die Dotierung sortenrein.

LESEPROBE

Eindringtiefe und Ausheilen

Eindringtiefe von Ionen im Wafer

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

Ausheilen des Kristallgitters und Aktivierung der Dotierstoffe

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit.

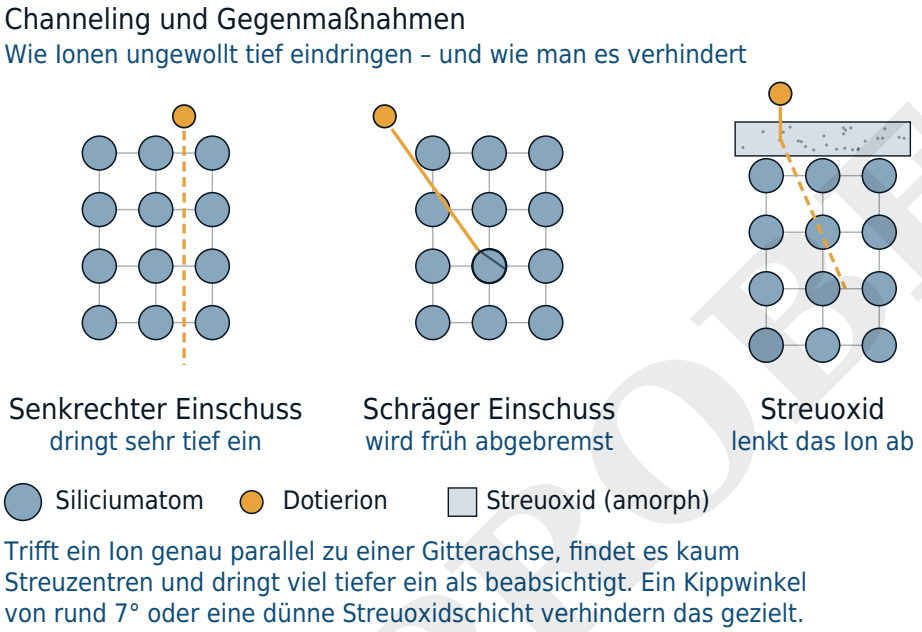
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Channeling

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat

LESEPROBE

- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua



Charakteristik und Implantertypen

Charakteristik

- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud[Lorem]Lorem ipsum dolor sit[Lorem]Lorem ipsum dolor[Lorem]Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing[Lorem]Lorem ipsum dolor sit[Lorem]Lorem ipsum dolor[Lorem]Lorem.
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

Dotieren mittels Legierung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Plasma-Doping (PLAD)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat Lorem ipsum dolorLorem.

LESEPROBE

Halo- und Well-Implantate in der CMOS-Integration

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Wannen (Well-Implantate)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor.

Halo- bzw. Pocket-Implantate

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Vierfachrotation

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

LDD- und Source/Drain-Implantate

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

LESEPROBE

Amorphisierung und Defektausheilung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

Voramorphisierung (PAI)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit.

Festphasenepitaxie und End-of-Range-Defekte

Lorem ipsum Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum.

Transiente Diffusionsbeschleunigung (TED)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam Lorem ipsum dolorLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

Dosismetrologie

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

Faraday-Cup: Dosiskontrolle in Echtzeit

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem.

SIMS: das Tiefenprofil im Nachhinein

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

LESEPROBE

Metallisierung

Anforderungen an die Metallisierung

Anforderungen an die Metallisierung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

- Lorem ipsum dolor sit
- Lorem ipsum dolor sit amet
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing
- Lorem ipsum
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing
- Lorem ipsum dolor sit
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

Aluminiumtechnologie

Aluminium und Aluminiumlegierungen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat

- Lorem ipsum dolor sit amet$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

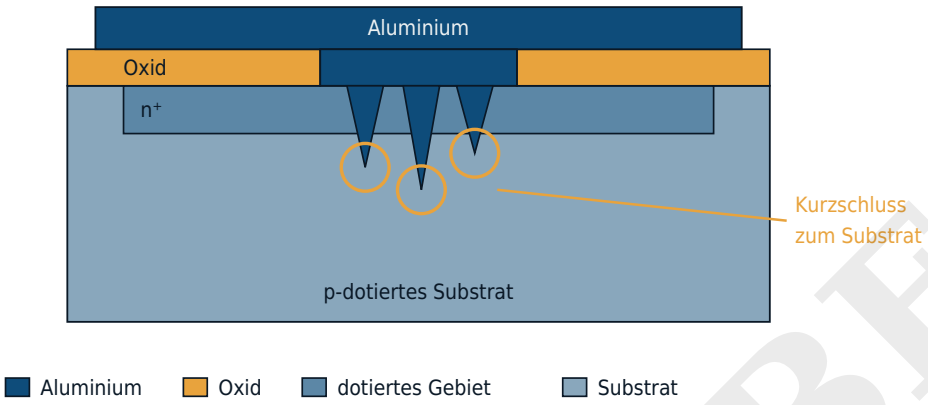
Siliciumdiffusion

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

LESEPROBE

Spikebildung

Die Aluminiumspitzen durchstoßen das dotierte Gebiet

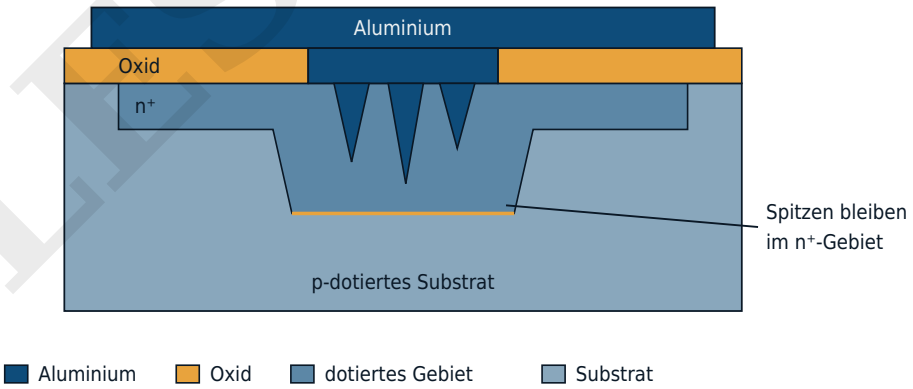


Beim Sintern löst sich Silicium im Aluminium und hinterlässt Gruben, die das Metall auffüllt. Reichen die Spitzen tiefer als das dotierte Gebiet, ist der Übergang kurzgeschlossen.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Kontaktimplantation

Das tiefer dotierte Gebiet fängt die Spitzen ab



Die tiefe Implantation unter dem Kontaktloch verlegt den Übergang nach unten. Sie kostet einen zusätzlichen Prozessschritt und ändert die elektrischen Eigenschaften des Gebiets.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

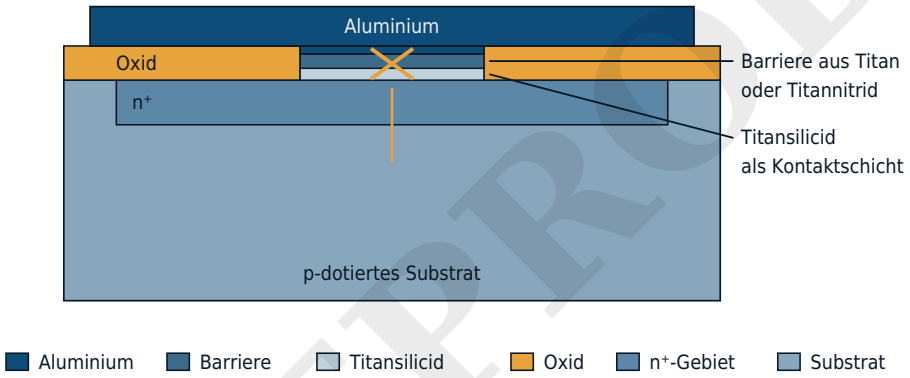
LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Barriereschicht zwischen Aluminium und Substrat

Aluminium und Silicium berühren sich nicht mehr



Der gesperrte Pfeil steht für die unterbundene Diffusion: Die Barriere hält das Silicium zurück, das Silicid hält den Kontaktwiderstand niedrig. Ohne diese Zwischenlage wäre der Übergang von Titan auf Silicium zu hochohmig.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

Elektromigration

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

LESEPROBE

Schäden auf Leiterbahnen durch Elektromigration





Lorem ipsum

Lorem ipsum dolor sit amet

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur Lorem Lorem ipsum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et

Hillockwachstum

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed

- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint
- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate Lorem Lorem ipsum.

Kupfertechnologie

Kupfertechnologie

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad

- Lorem ipsum dolor sit
- Lorem ipsum dolor sit amet
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed
- Lorem ipsum
- Lorem ipsum

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

LESEPROBE

Damascene-Verfahren

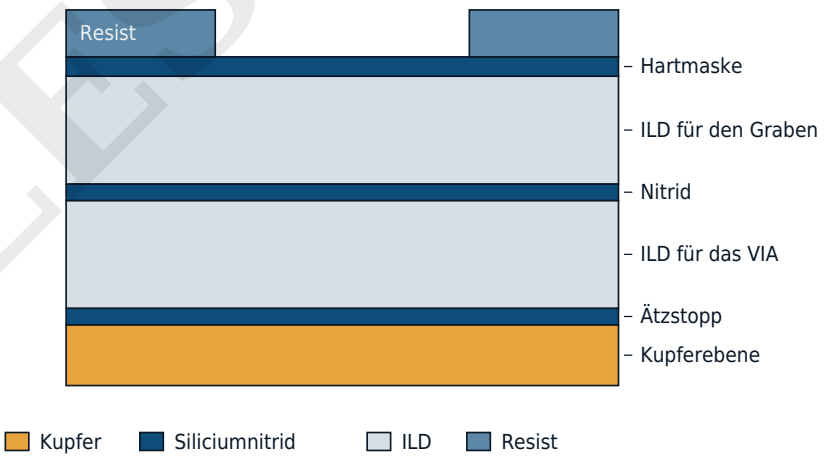
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et LoremLorem LoremLorem LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat LoremLorem LoremLorem ipsum Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

Trench First VIA Last

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit_{Lorem}Lorem ipsum dolor sit amet.

1. Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.



1. Lackmaske für den Graben
Auf dem Schichtstapel wird der Resist strukturiert

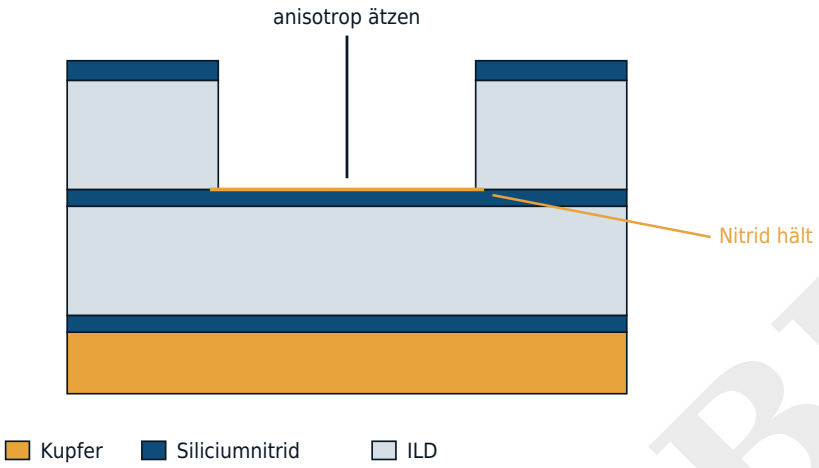
Es liegen zwei etwa gleich dicke ILD-Ebenen übereinander, getrennt durch eine Nitridschicht: In der unteren sitzt später das VIA, in der oberen der Graben.
Die Hartmaske schützt das ILD beim Lackentfernen und dient als CMP-Stopp.

2. Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

LESEPROBE

2. Graben ätzen

Hartmaske und oberes ILD werden bis zum trennenden Nitrid geöffnet



Die Ätzung läuft durch Hartmaske und oberes ILD und kommt auf dem trennenden Nitrid zum Stehen. Der Graben ist damit genau eine ILD-Ebene tief.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

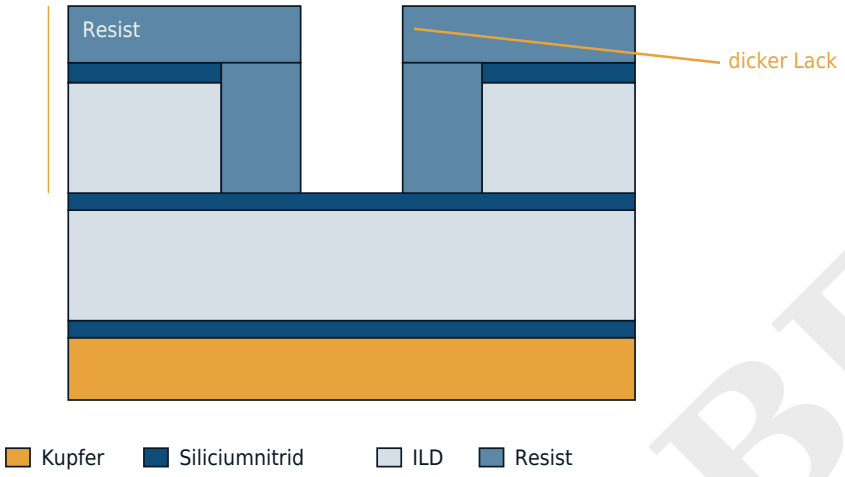
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

3. Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit.

LESEPROBE

3. Lackmaske für das VIA

Der Lack füllt den Graben und muss deshalb dick aufgetragen werden

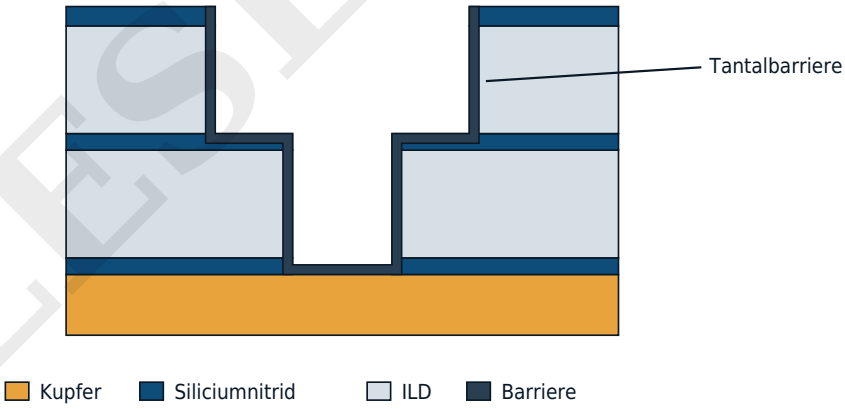


Weil der Lack den Graben mit auffüllt, ist er hier deutlich dicker als beim ersten Schritt. Ein kleines Kontaktloch darin zu belichten, ist der eigentliche Nachteil dieses Verfahrens.

4. Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

4. VIA ätzen und Barriere abscheiden

Durch Nitrid, unteres ILD und Ätzstopp bis auf das Kupfer



Das VIA durchläuft das trennende Nitrid, das untere ILD und den Ätzstopp. Der wird zuletzt und mit geringer Energie geöffnet, damit kein Kupfer herausgeschlagen wird. Die Barriere kleidet beide Öffnungen aus.

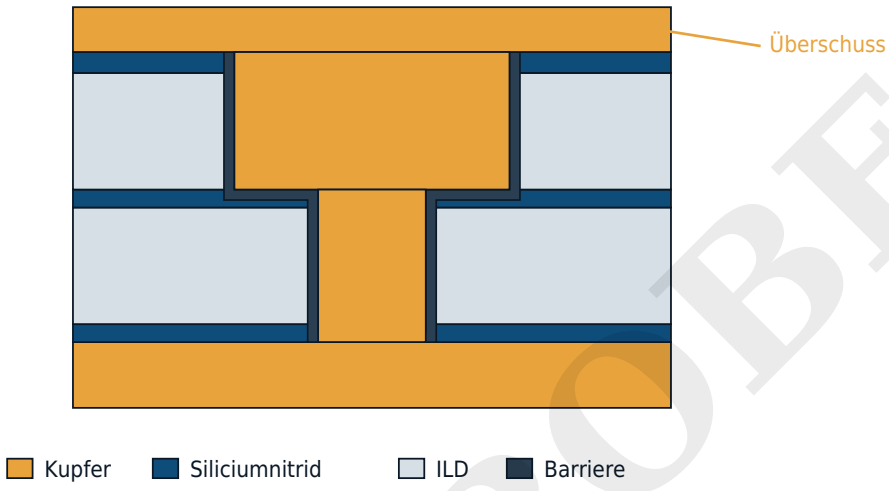
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

LESEPROBE

5. Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore.

5. Kupfer abscheiden

Keimschicht aufbringen, dann galvanisch auffüllen – mit Überschuss

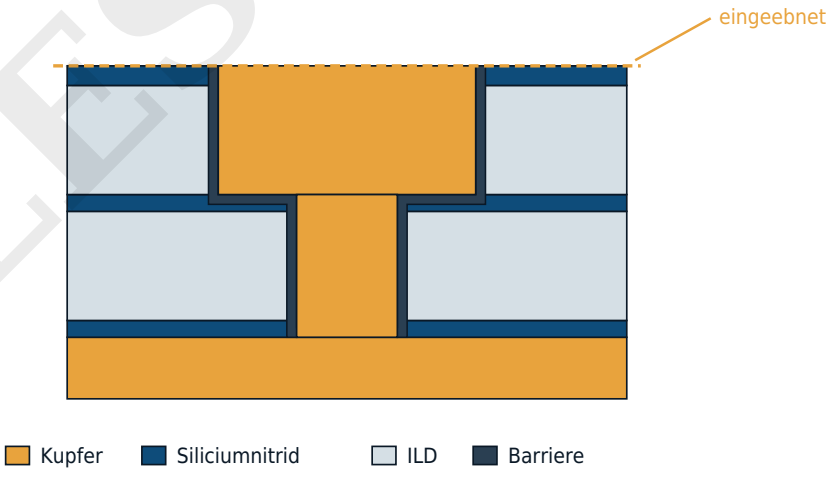


Die Galvanik füllt von unten nach oben auf. Damit auch die Ecken sicher gefüllt werden, scheidet man mehr Kupfer ab als nötig.

6. Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

6. Chemisch mechanisch polieren

Der Überschuss wird abgetragen, die Hartmaske dient als Stopp



Leiterbahn und Durchkontaktierung sind in einem Zug entstanden – das ist der Kern des Dual-Damascene-Verfahrens. Die nächste Ebene beginnt wieder bei Schritt 1.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

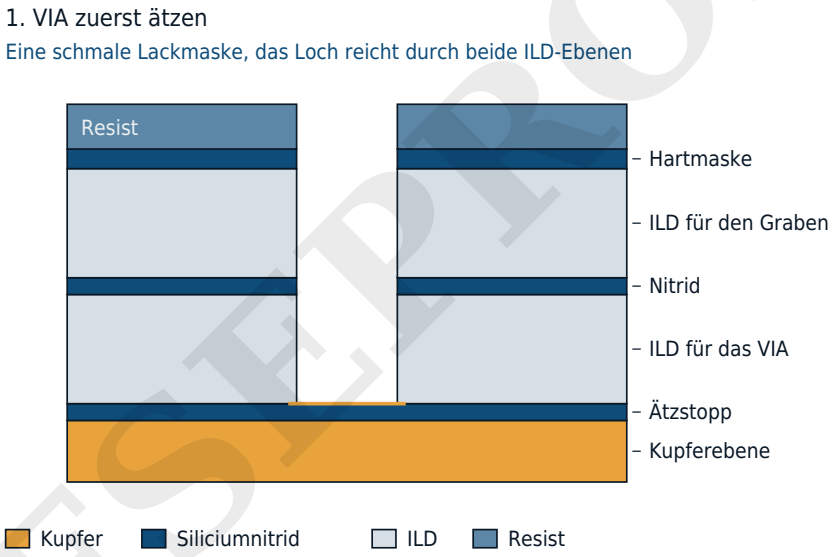
LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum.

VIA First Trench Last

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

1. Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

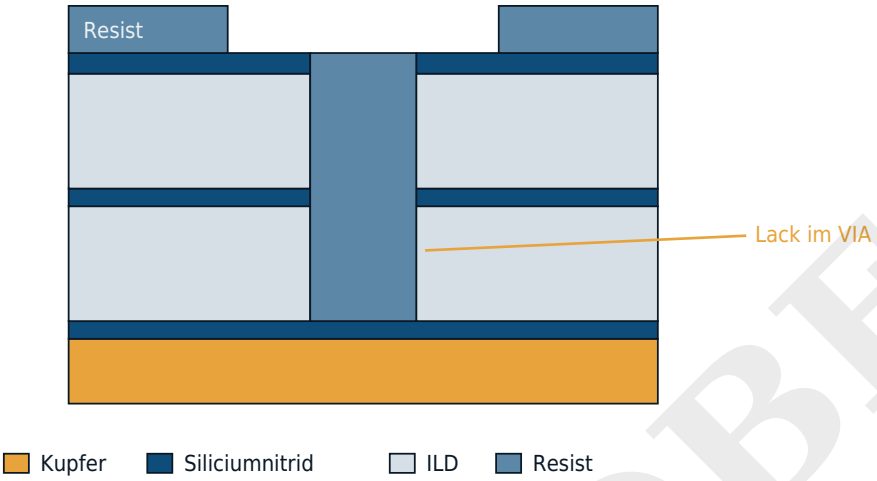


2. Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

LESEPROBE

2. Breite Lackmaske für den Graben

Der Lack füllt zugleich das VIA und schützt es

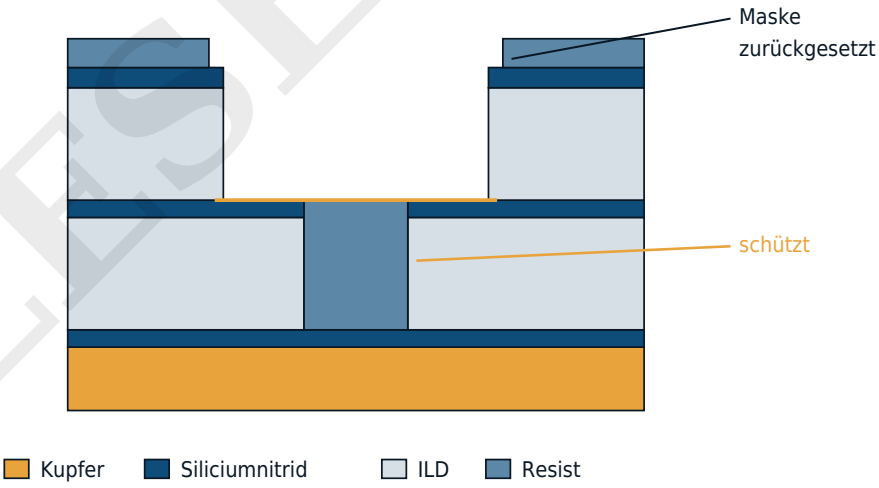


Der Lackpfropfen im Loch ist der Kern des Verfahrens: Ohne ihn würde die folgende Ätzung das VIA weiter vertiefen und den Ätzstopp durchschlagen.

3. Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

3. Graben ätzen

Der Lack im VIA hält die Ätzgase von den Schichten darunter fern



Danach folgen wie beim anderen Verfahren das Öffnen des Ätzstopps, die Barriere, die Kupferfüllung und das Polieren.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore.

4. Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Barriere und Liner

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad Lorem ipsum dolorLorem.

Low-k-Technologie

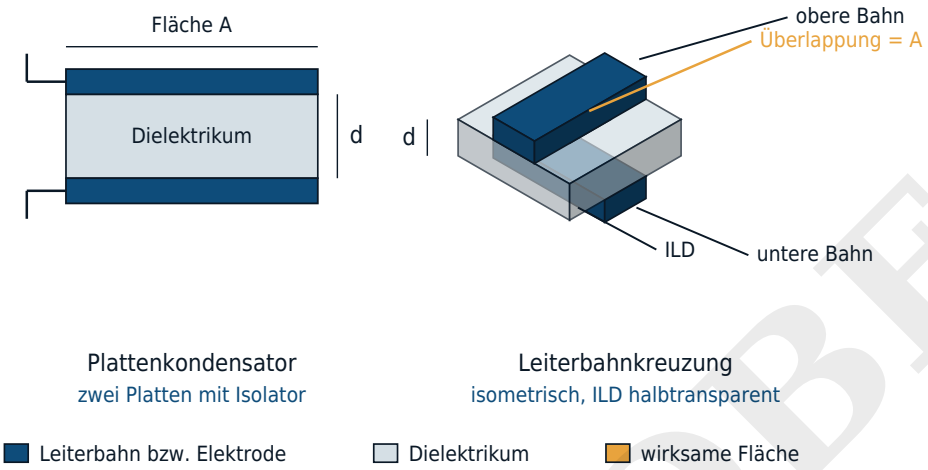
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum.

LESEPROBE

Plattenkondensator und Leiterbahnkreuzung

Zwei Leiterbahnen, die sich kreuzen, bilden einen Kondensator



Beide Anordnungen gehorchen derselben Formel: Die Kapazität wächst mit der überlappenden Fläche und sinkt mit dem Abstand. Weil beide mit jeder Generation kleiner werden, hilft nur ein kleineres ε_r – ein Low-k-Material.

Lorem ipsum *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing

Lorem ipsum *Lorem* Lorem ipsum dolor sit *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do. $Lorem_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing $Lorem_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor *Lorem* Lorem ipsum dolor *Lorem*Lorem ipsum dolor sit amet consectetur$_{\text{Lorem}}$Lorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor $Lorem_{Lorem}$Lorem $Lorem_{Lorem}$ Lorem *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet *Lorem*Lorem *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur $Lorem_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna $Lorem_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor.

Lorem ipsum dolor sit amet $Lorem\ ipsum_{Lorem}$Lorem LoremLorem.

Lorem ipsum dolor sit$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt $Lorem_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet $Lorem_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod

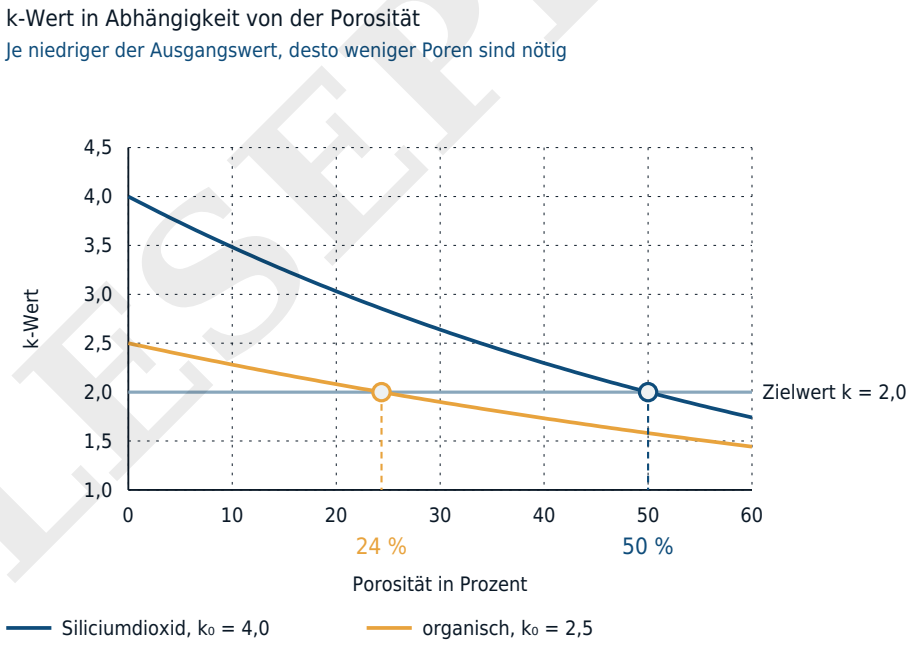
LESEPROBE

- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing
- Lorem ipsum dolor sit amet

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore $Lorem_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia $Lorem_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore $magna_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.



Lorem ipsum dolor

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

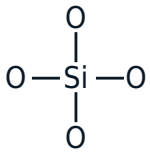
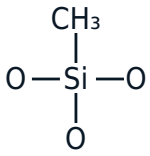
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

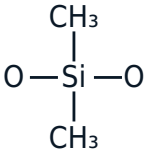
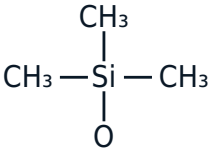
Wenn kein Material mehr hilft: Luftspalte

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Übersicht verschiedener organischer Siliciumoxide

Lorem ipsum	Lorem	Lorem
$Lorem_{Lorem}$		Lorem ipsum
$Lorem_{Lorem}$ $_{ipsum}Lorem_{Lorem}$		Lorem ipsum

Lorem ipsum$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$		Lorem ipsum
Lorem$_{Lorem}$ ipsum$_{}$Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$		Lorem ipsum

Grenzen der Kupferverdrahtung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

Der spezifische Widerstand ist keine Konstante mehr

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Die Barriere frisst den Querschnitt

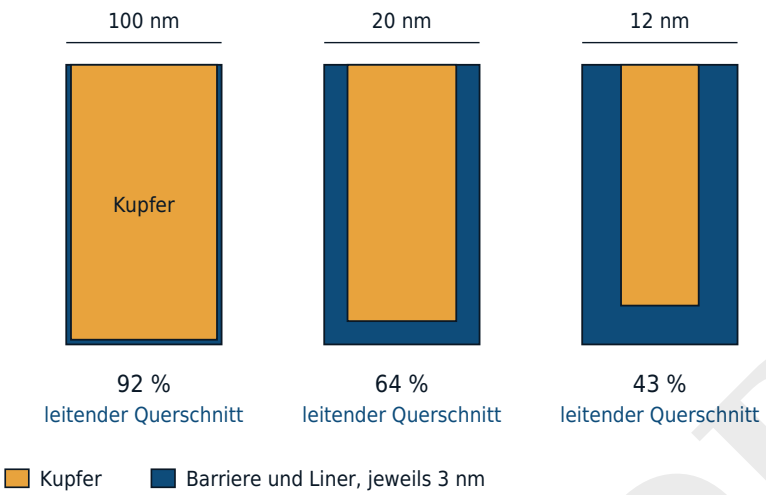
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum.

Querschnitt einer Kupferleitbahn bei drei Breiten

LESEPROBE

Querschnitt einer Kupferleitbahn

Barriere und Liner bleiben gleich dick, während die Leitbahn schmaler wird



Höhe jeweils 1,8 × Breite, alle Querschnitte auf gleiche Zeichenbreite gebracht.
Zudem steigt der spezifische Widerstand des Kupfers selbst mit sinkender Breite.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

Wege aus dem Problem

- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.
- Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim LoremLorem.
- Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

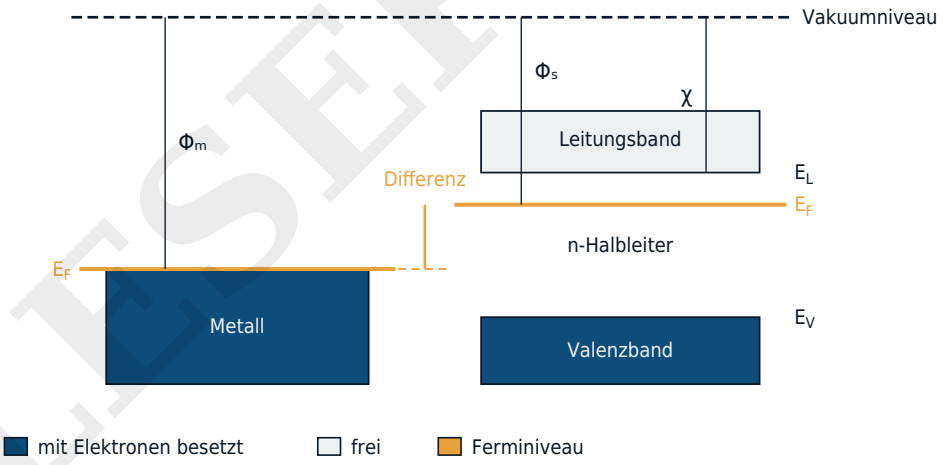
Der Metall-Halbleiter-Kontakt

n-Halbleiter-Kontakt

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

Bändermodell vor dem Kontakt

Das Metall hat die größere Austrittsarbeit, sein Ferminiveau liegt tiefer



Φ ist die Austrittsarbeit, χ die Elektronenaffinität. Weil Φ_m größer ist als Φ_s, liegt das Ferminiveau des Metalls tiefer. Beim Kontakt fließen deshalb Elektronen aus dem Halbleiter in das Metall, bis beide Niveaus gleich sind.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.

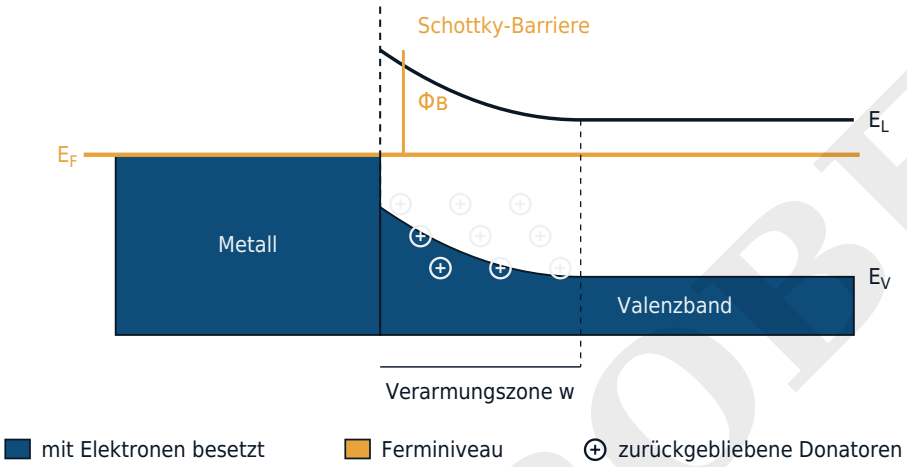
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

Bändermodell nach dem Kontakt

Die Ferminiveaus gleichen sich an, die Bänder verbiegen sich



Die abgeflossenen Elektronen hinterlassen positive Donatorrümpfe. Deren Raumladung verbiegt die Bänder – parabolisch, wie es die Poisson-Gleichung verlangt. Je stärker dotiert, desto schmaler wird w.

Lorem ipsum *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

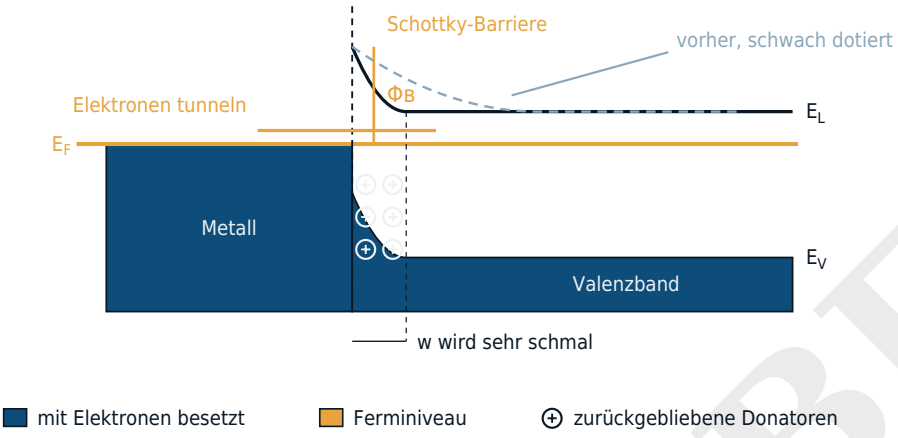
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip[Lorem]Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

LESEPROBE

Bändermodell nach n^+-Dotierung

Die Barriere bleibt gleich hoch, wird aber so dünn, dass Elektronen durchtunneln



Die starke Dotierung drängt die Raumladung auf wenige Nanometer zusammen. Die Barriere ist dadurch zwar unverändert hoch, aber so dünn, dass die Elektronen sie durchtunneln – der Kontakt wird ohmsch.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt

- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

Lorem ipsum dolor sit amet LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

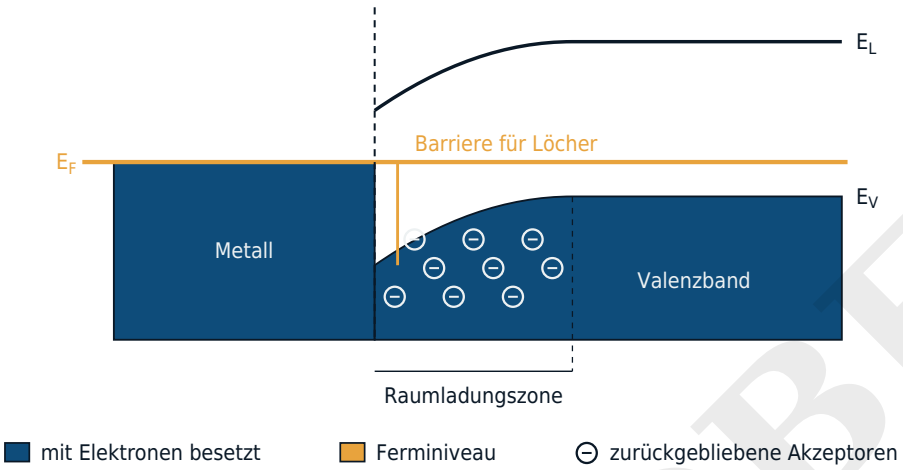
p-Halbleiter-Kontakt

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

LESEPROBE

Bändermodell nach Metall-p-Halbleiter-Kontakt

Die Bänder verbiegen sich nach unten, die Barriere liegt am Valenzband



Löcher aus dem Halbleiter rekombinieren mit Elektronen aus dem Metall. Zurück bleiben negativ geladene Akzeptorrümpfe, deren Raumladung die Bänder nach unten zieht. Der Abstand vom Valenzband zum Ferminiveau wächst dadurch.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.

Kontaktierung von dotierten Halbleitern

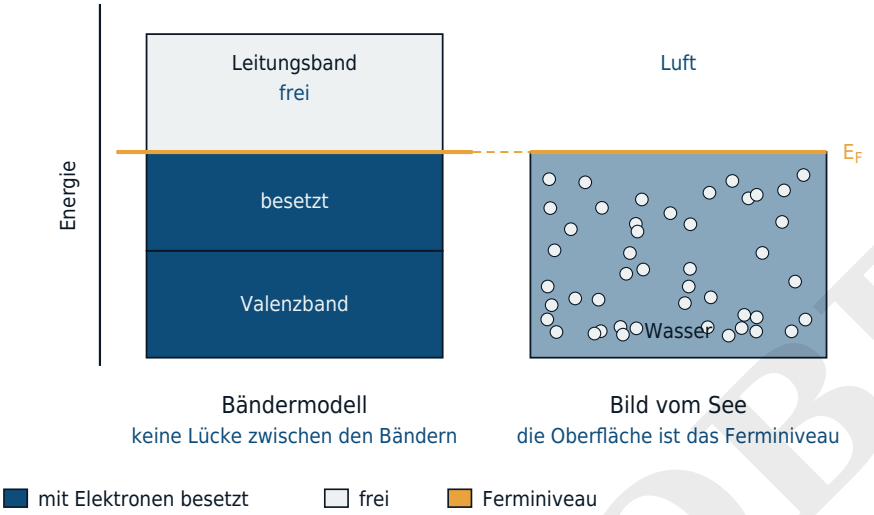
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et.

LESEPROBE

Ferminiveau in Metallen

Beide Bänder grenzen ohne Lücke aneinander, besetzt ist alles bis zum Ferminiveau



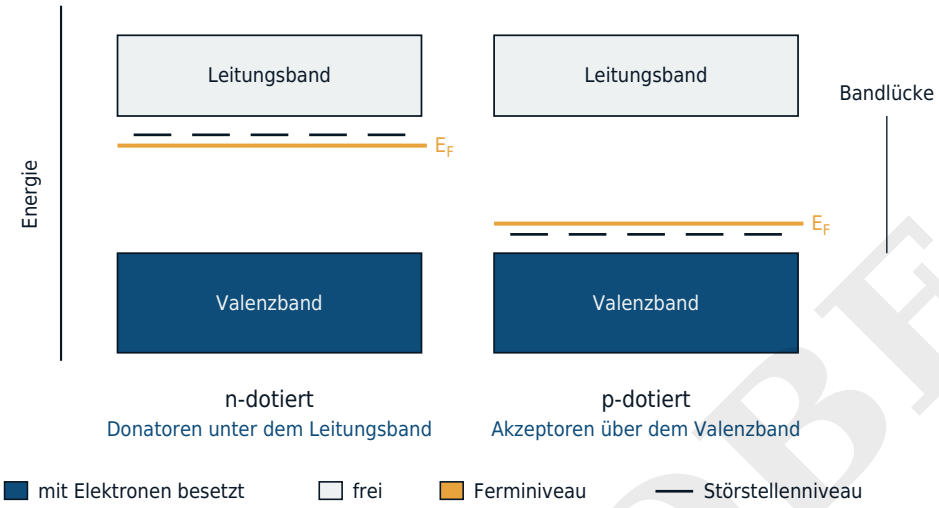
Am absoluten Nullpunkt sind alle Zustände bis zum Ferminiveau besetzt und alle darüber frei. Weil es beim Metall mitten im Leitungsband liegt, genügt eine winzige Energie, um Elektronen in freie Zustände zu heben – das Metall leitet.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do LoremLorem.

LESEPROBE

Ferminiveau in dotierten Halbleitern

Anders als im Metall liegt zwischen den Bändern eine Lücke



Das Ferminiveau rückt dorthin, wo die Ladungsträger leicht verfügbar sind: bei n-Dotierung nach oben zur Leitungsbandkante, bei p-Dotierung nach unten zur Valenzbandkante. Diese Lage bestimmt später den Kontaktwiderstand.

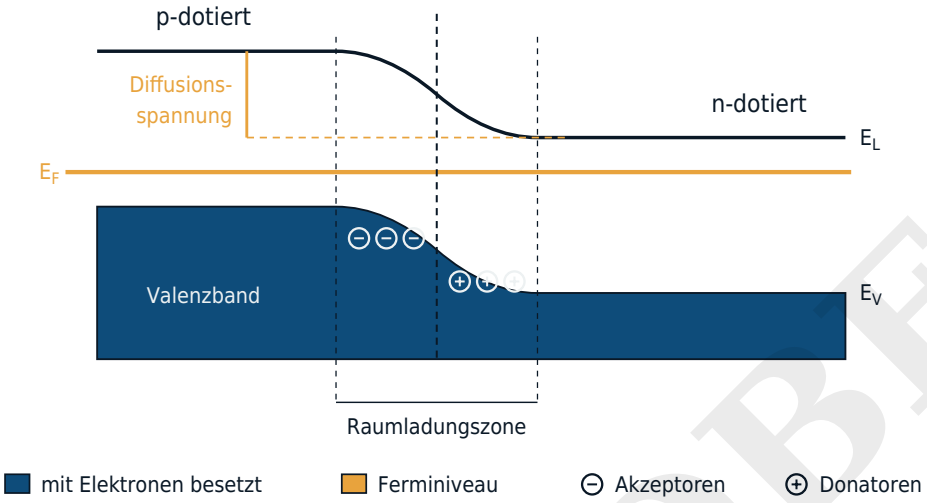
Bändermodell eines p-n-Übergangs

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

LESEPROBE

Bändermodell am p-n-Übergang

Das Ferminiveau ist konstant, deshalb verbiegen sich die Bänder



Elektronen und Löcher wandern über den Übergang und rekombinieren. Zurück bleiben ortsfeste Dotieratome, deren Raumladung die Bänder verbiegt. Die entstehende Potentialschwelle bringt die Diffusion zum Erliegen; bei Silicium sind dafür etwa 0,7 V zu überwinden.

LESEPROBE

Chemisch-Mechanisches Polieren (CMP)

Warum Planarisierung nötig ist

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Prinzip des CMP-Prozesses

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit.

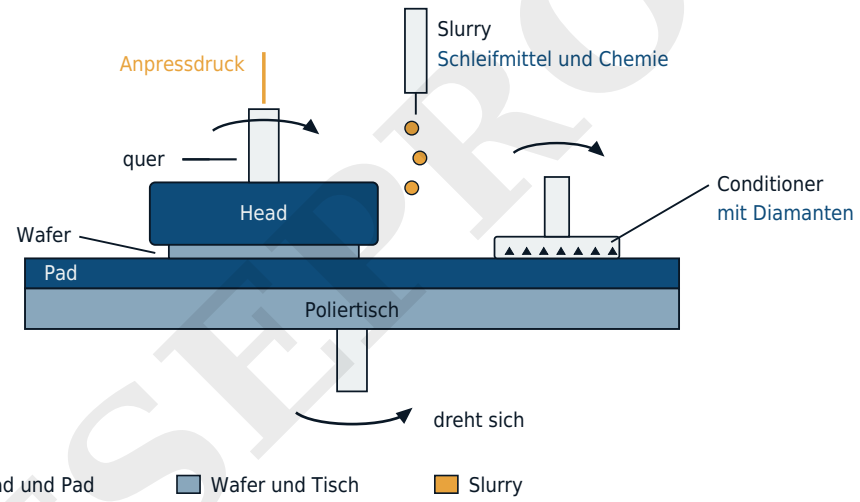
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

CMP-Anlage

Der Wafer wird mit der aktiven Seite nach unten auf das rotierende Pad gepresst



Head und Poliertisch drehen sich gegenläufig, der Head bewegt sich zusätzlich quer über das Pad. Erst diese Überlagerung sorgt dafür, dass jeder Punkt der Scheibe im Mittel gleich stark abgetragen wird.

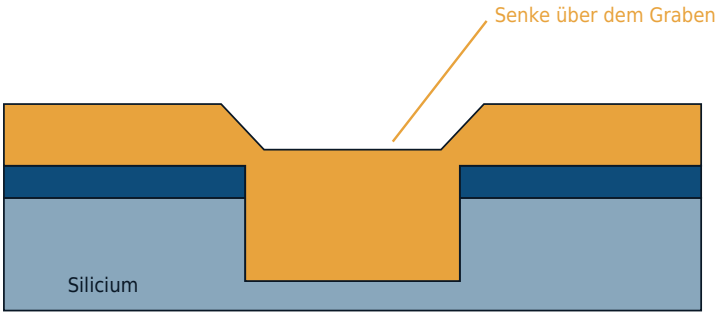
LESEPROBE

STI-CMP

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

1. Graben mit Oxid überfüllt

Das Oxid folgt der Topografie und liegt über dem Nitrid am höchsten

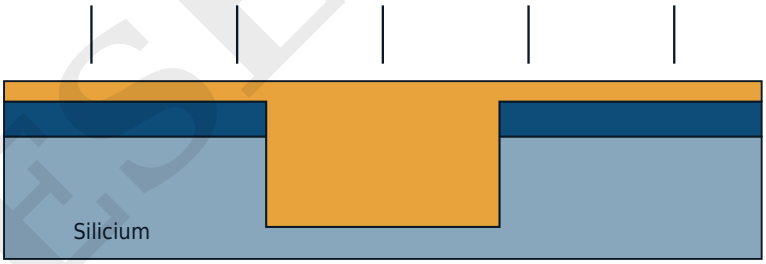


Silicium Nitrid als Polierstopp Oxid

Abgeschieden wird deutlich mehr Oxid, als der Graben fasst – sonst bliebe nach dem Polieren eine Mulde zurück.

2. Erster Polierschritt

Die Oberfläche ist eben, über dem Nitrid liegt noch eine Restschicht



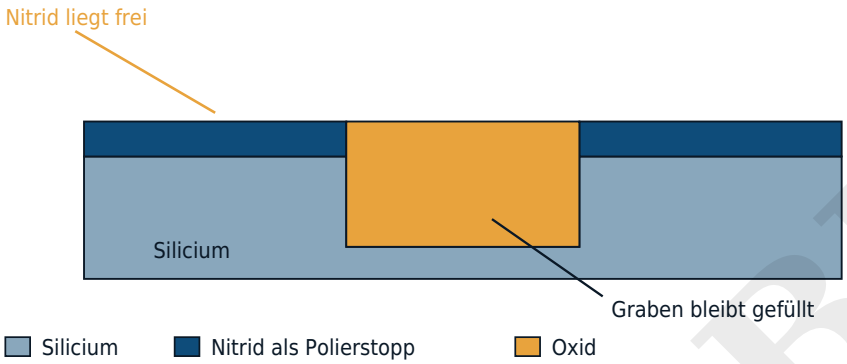
Silicium Nitrid als Polierstopp Oxid

Der erste Schritt trägt kräftig ab und ebnet ein. Er hält bewusst vor dem Nitrid an, damit dieses nicht angegriffen wird.

LESEPROBE

3. Zweiter Polierschritt

Selektiv bis auf das Nitrid – auf den aktiven Gebieten bleibt kein Oxid



Bliebe hier Oxid auf dem Nitrid stehen, ließe sich das Nitrid anschließend nicht nasschemisch entfernen – deshalb muss dieser Schritt vollständig sein.

ILD-CMP

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Wolfram-CMP

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit.

Kupfer-Damascene-CMP

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua LoremLorem.

Dishing, Erosion & Dummy-Fill

Dishing und Erosion

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Endpoint-Detection & Prozesskontrolle

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.

Mehrlagenverdrahtung

LESEPROBE

Mehrlagenverdrahtung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod

- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.
- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et.
- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

BPSG-Reflow

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum

LESEPROBE

Lorem ipsum Lorem ipsum dolor Lorem.

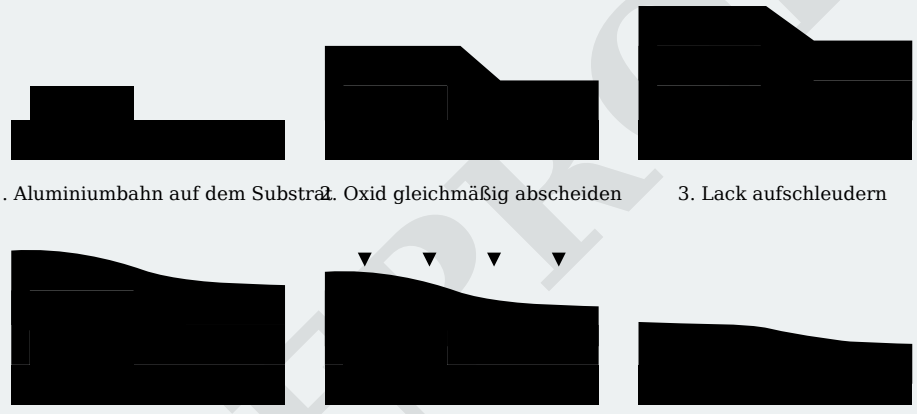
Reflowrückätzen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

Reflowrückätzen

Der verfließende Lack ebnet die Stufe ein, das Rückätzen überträgt sie ins Oxid



Lack und Oxid werden gleich schnell abgetragen. Deshalb überträgt sich die ebene Lackoberfläche beim Rückätzen nach unten in das Oxid. Über der Bahn bleibt eine dünne Deckschicht stehen – das Aluminium darf nicht freigelegt werden.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod LoremLorem LoremLorem LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

Chemisch mechanisches Polieren

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur

Kontaktierung der Metallisierungsebenen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore

Lorem ipsum$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$LoremLorem ipsum$_{Lorem}$ Lorem

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod

Lorem$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$LoremLorem ipsum

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.

Der Kontakt als Engstelle

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

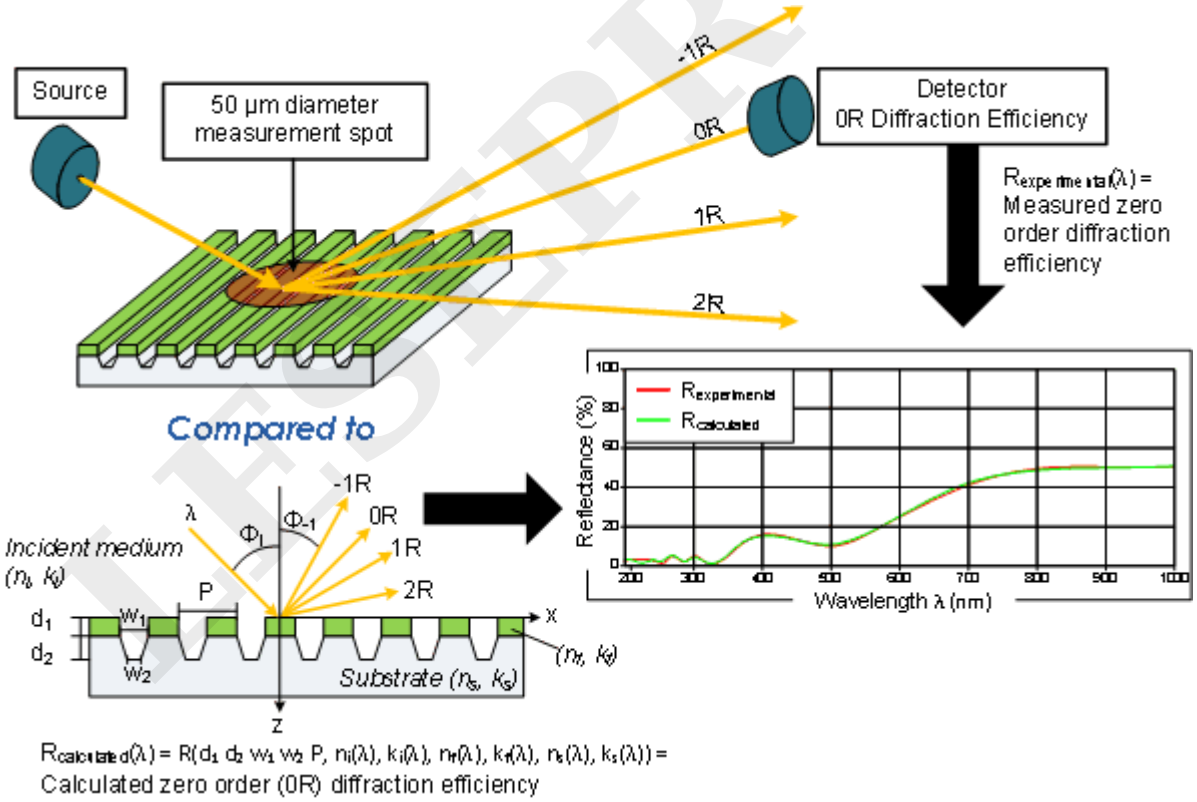
LESEPROBE

Schichtdickenmessung

Beurteilung der Messung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

Vergleich von Simulation und Messung einer optischen Streulichtmessung

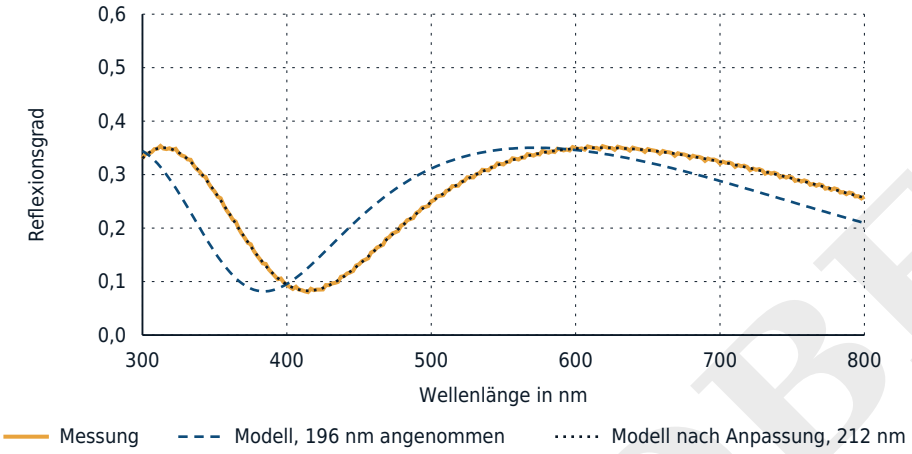


Lorem ipsum dolor sit

LESEPROBE

Messung und Simulation im Vergleich

Die Schichtdicke im Modell wird variiert, bis beide Kurven übereinstimmen



Berechnet für Siliciumdioxid auf Silicium, senkrechter Einfall.
Vereinfachtes Modell: Substrat mit konstantem Brechungsindex.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Messtechnik

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

Interferometrie

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

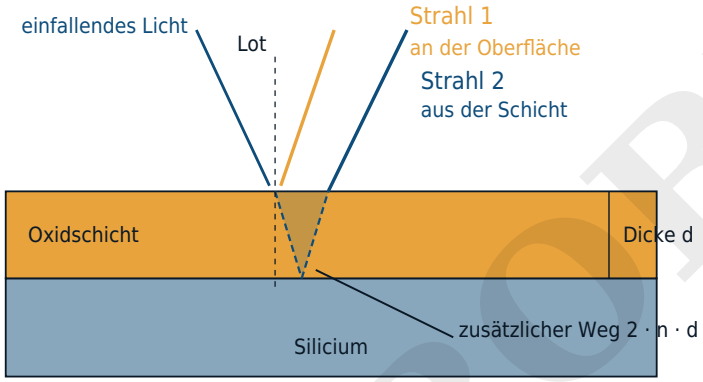
LESEPROBE

exercitation.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi.

Lichteinfall bei der Schichtdickenmessung

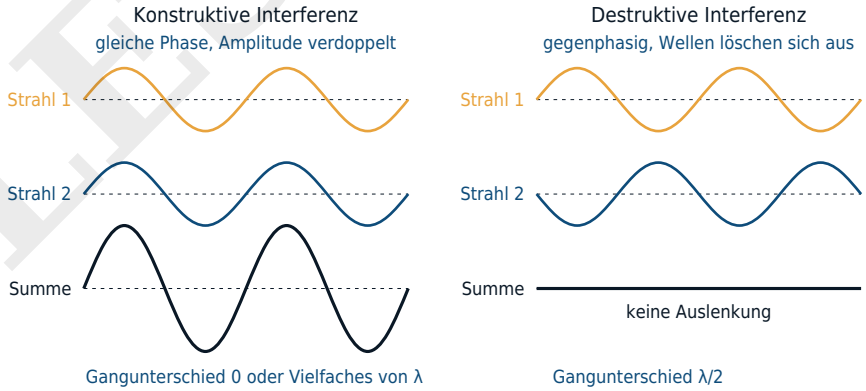
Ein Teil wird oben reflektiert, ein Teil erst an der Grenzfläche darunter



Beide Strahlen verlassen die Schicht parallel und überlagern sich im Messgerät. Strahl 2 hat dabei den längeren Weg zurückgelegt: zweimal die Schichtdicke, multipliziert mit dem Brechungsindex n der Schicht.

Überlagerung zweier Lichtwellen

Der Gangunterschied entscheidet, ob sie sich verstärken oder auslöschen



In der Messung liegt zwischen beiden Extremen ein stetiger Übergang: Aus der Stärke des reflektierten Lichts folgt die Dicke der Schicht.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

LESEPROBE

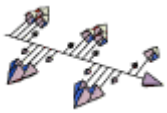
occaecat cupidatat non.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

Ellipsometrie

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

Veranschaulichung von möglichen Polarisierungen von Licht (links linear, rechts zirkular):





Lorem ipsum dolor sit amet
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

Partikelmessung

Messtechnik

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum

LESEPROBE

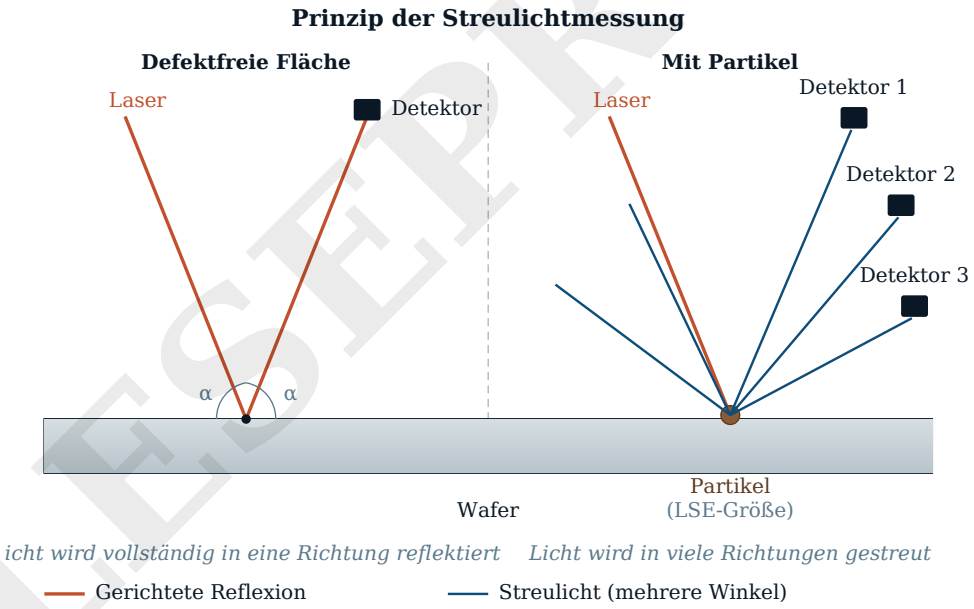
Lorem ipsum dolor.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Laser-Streulichtmessung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Prinzip der Streulichtmessung an einem Partikel



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

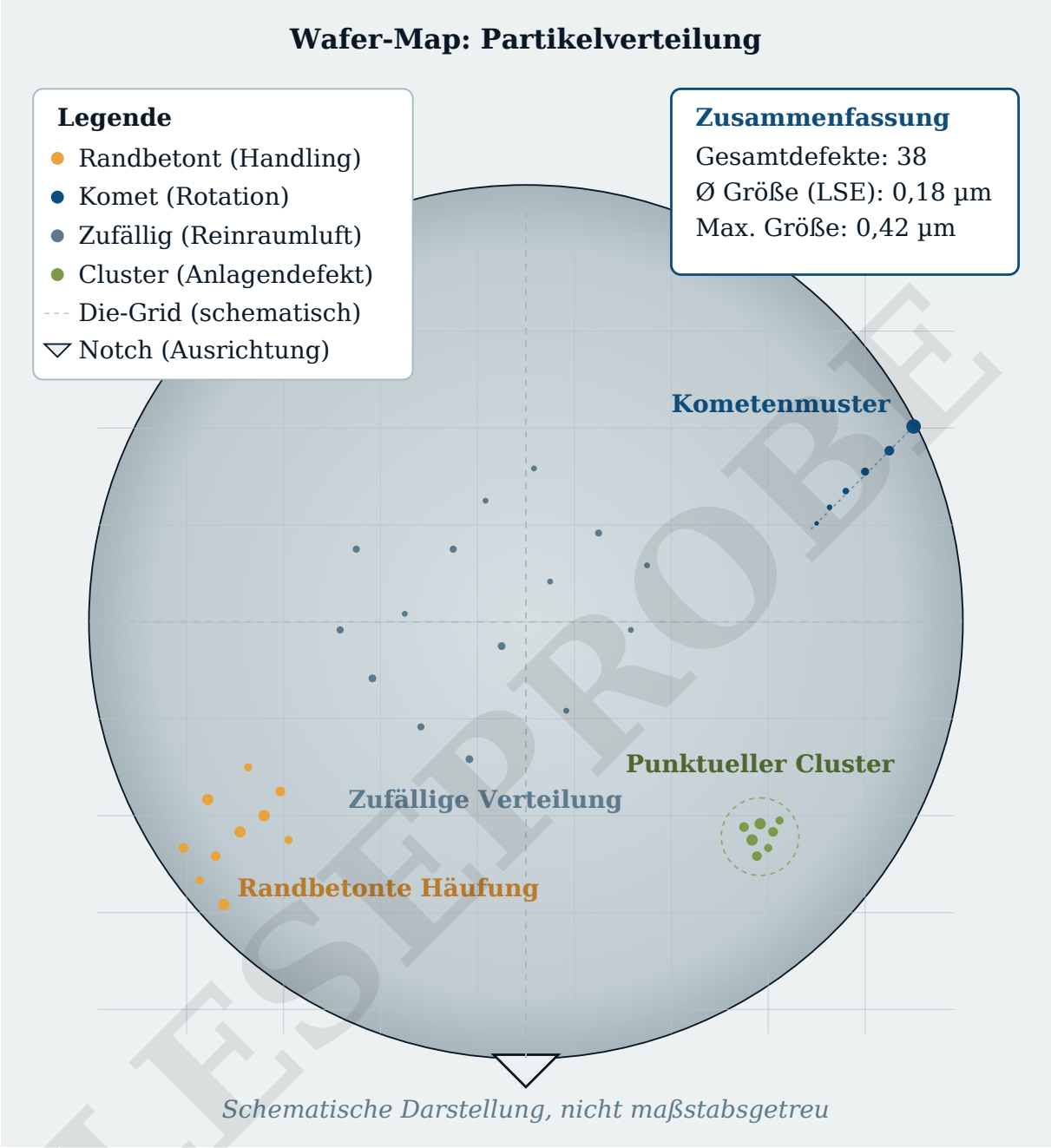
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Wafer-Map und Klassifizierung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Beispiel einer Wafer-Map mit Partikelverteilung

LESEPROBE



LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore

- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.
- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.
- Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.
- Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

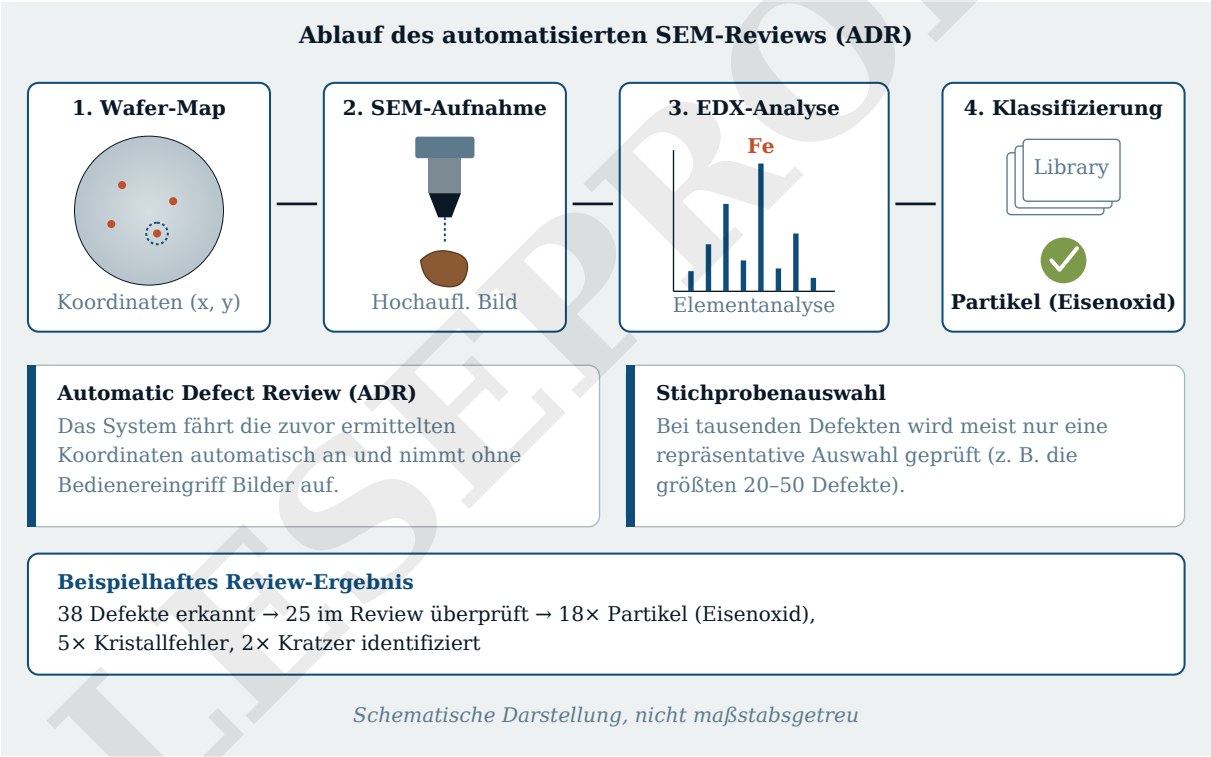
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

Review mit dem Rasterelektronenmikroskop (SEM)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Ablauf des automatisierten SEM-Reviews



Schematische Darstellung, nicht maßstabsgetreu

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

LESEPROBE

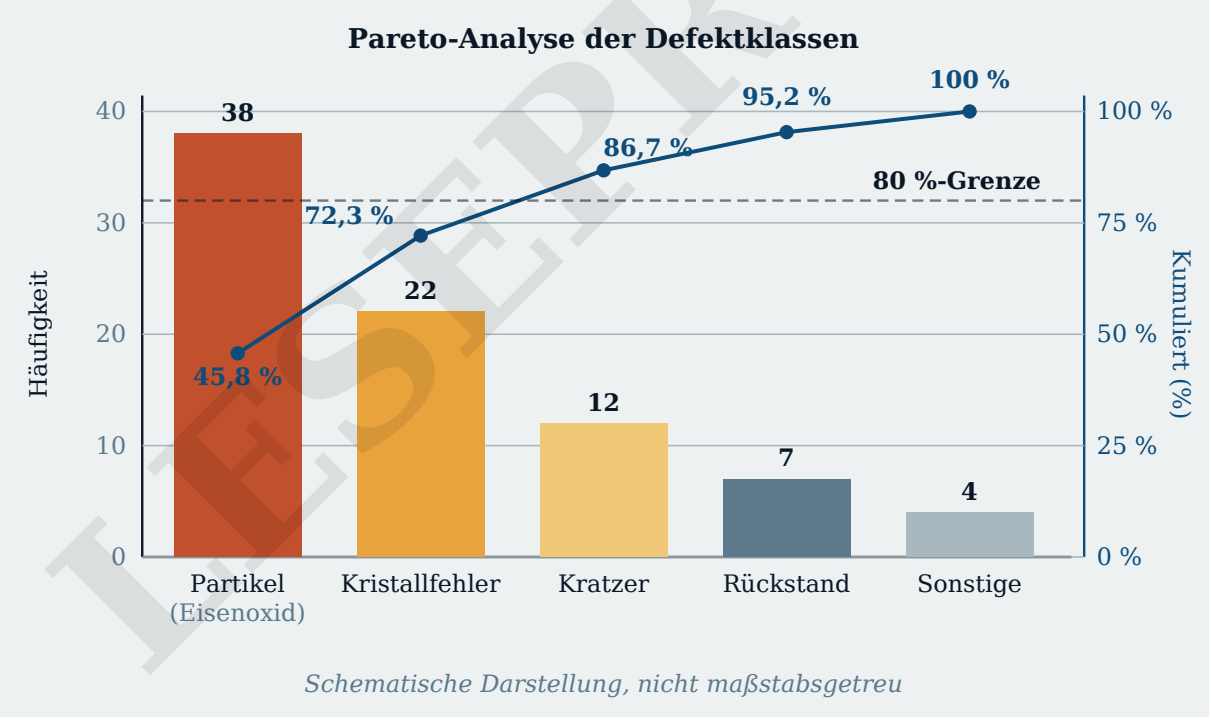
occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

Beurteilung der Messung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

Pareto-Auswertung der Defektklassen über mehrere Wafer



Schematische Darstellung, nicht maßstabsgetreu

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

CD-Messung

Messtechnik

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

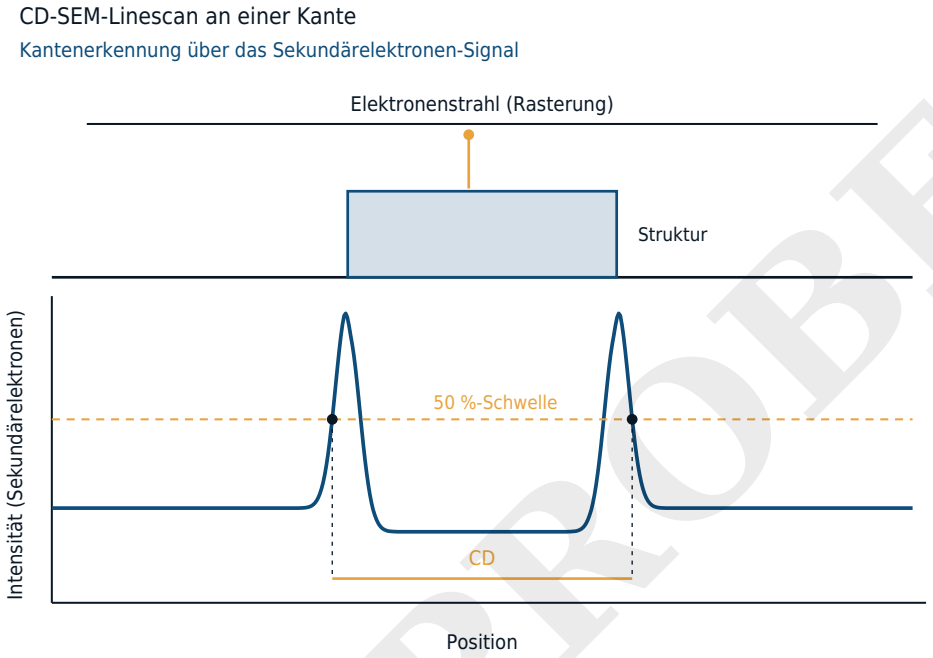
CD-SEM – Messprinzip

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

LESEPROBE

occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

Sekundärelektronen-Signal beim Abrastern einer Kante



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

Kalibrierung und Referenzmetrologie

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

OCD / Scatterometrie als Alternative

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

CD-Uniformity und Prozesskontrolle

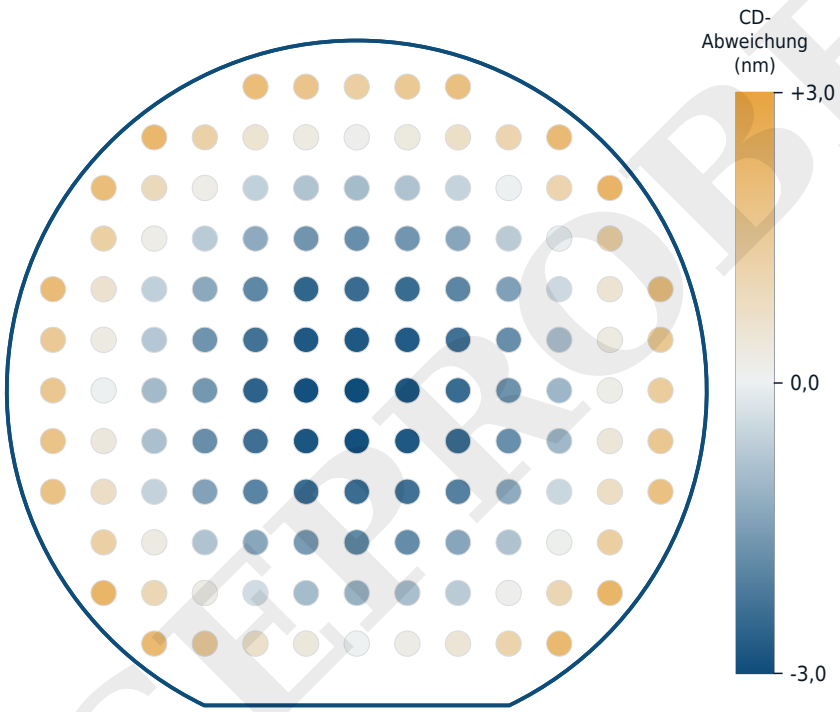
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Typisches CD-Uniformity-Muster über den Wafer

CD-Uniformity-Map über den Wafer
Typisches Center-to-Edge-Muster der CD-Abweichung



LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

Overlay-Messung

Registriergenauigkeit zwischen zwei Ebenen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

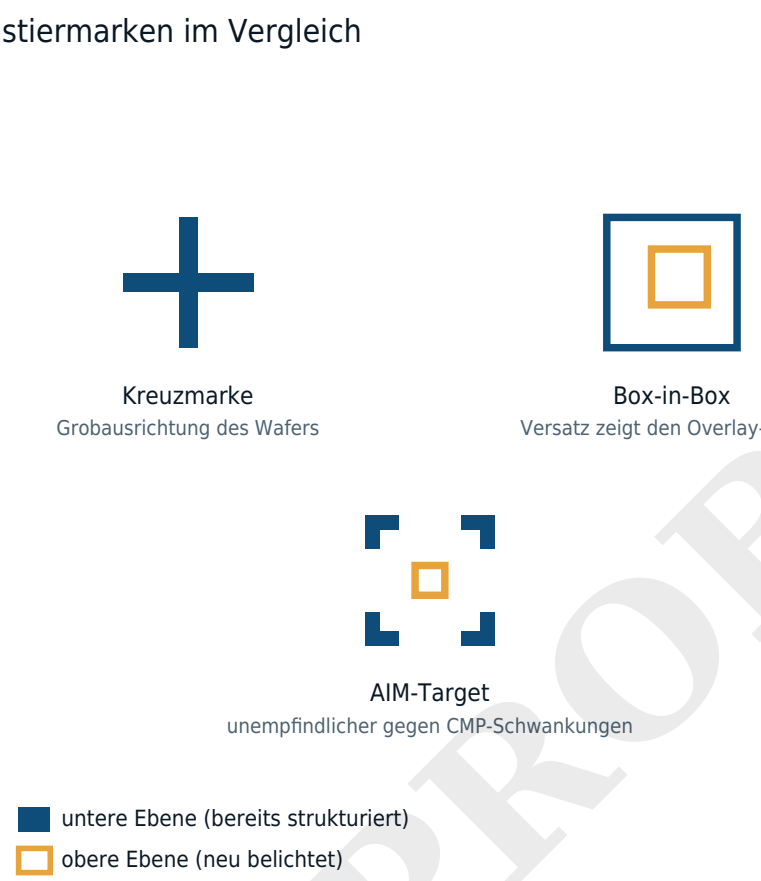
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

Messtargets

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

LESEPROBE



Bildbasiert und DBO

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Overlay-Budget und Fehlerquellen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

LESEPROBE

Der Wafertest

Grundlagen des Wafertests

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit

- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore
- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

Die Prüfnadelkarte (Probe Card)

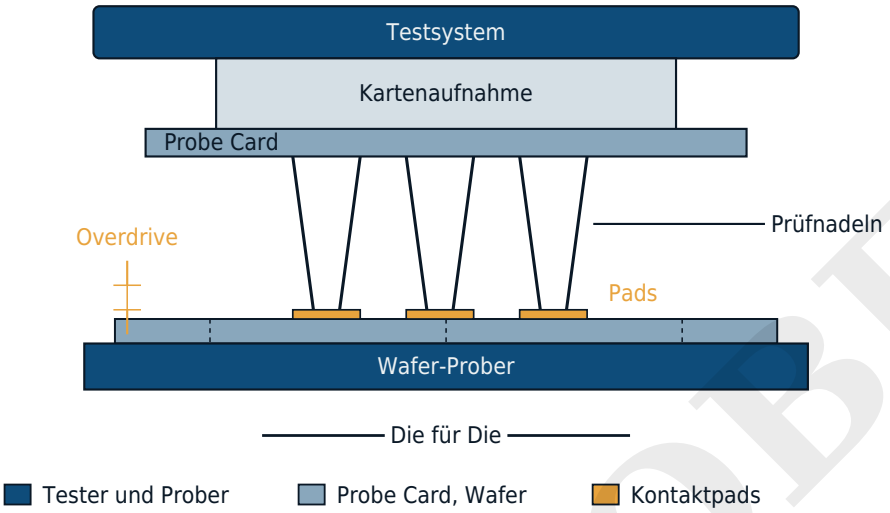
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

LESEPROBE

Aufbau des Wafer-Tests

Die Nadeln setzen auf den Pads auf, bevor der Wafer zersägt wird



Die Nadeln werden mit einer kleinen Kraft aufgesetzt, dem Overdrive. Er durchbricht die native Oxidschicht auf den Pads und sichert den Kontakt. Zu viel Overdrive beschädigt die Pads und die Schichten darunter.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi.

Yield-Mapping und Redundanz

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

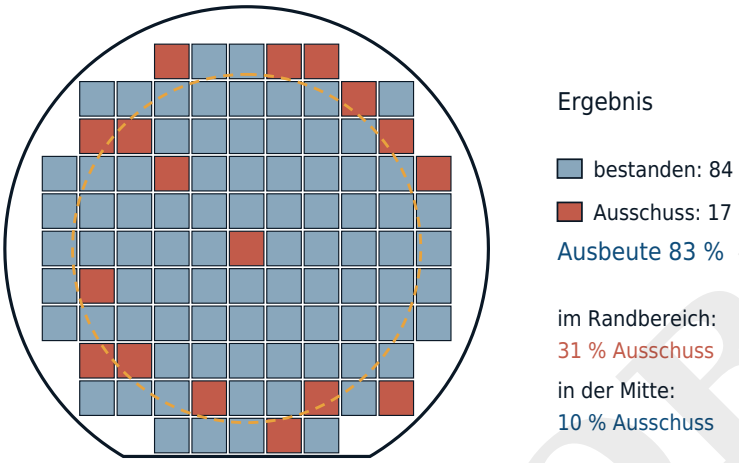
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur

- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

LESEPROBE

Yield-Map eines Wafers

Jeder Die trägt sein Testergebnis – Ausfälle häufen sich am Rand



Die Karte begleitet den Wafer durch die weitere Fertigung: Beim Dicing werden nur die bestandenen Dies weiterverarbeitet. Räumliche Muster wie dieser Randabfall weisen auf systematische Prozessprobleme hin.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

Finaler Test und Binning

Der finale Funktionstest

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor.

Lorem ipsum dolor sit

- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

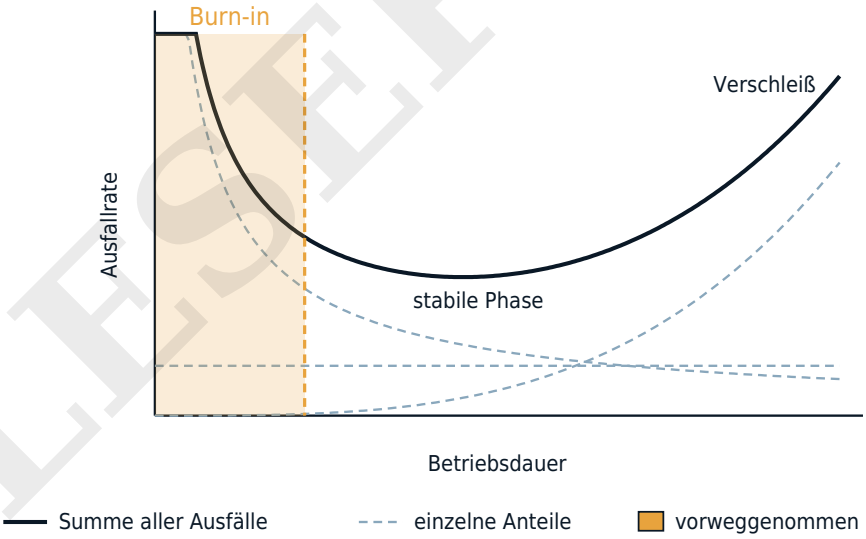
Burn-in

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

Badewannenkurve der Ausfallrate

Der Burn-in nimmt die Frühausfälle vorweg



Versteckte Fertigungsfehler zeigen sich in den ersten Betriebsstunden. Unter erhöhter Temperatur und Spannung fallen diese Bauteile schon beim Hersteller aus – ausgeliefert wird nur, was den steilen Anfangsbereich überstanden hat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

LESEPROBE

Binning

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

LESEPROBE

Montage

Dicing

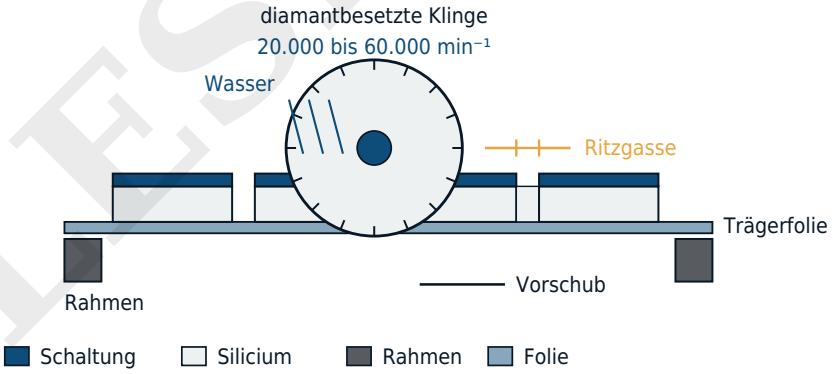
Vom Wafer zum Einzelchip

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Dicing – das Zersägen des Wafers

Die Säge trennt entlang der Ritzgassen, die Folie hält die Dies



Die Ritzgassen tragen keine Schaltung – ihre Breite begrenzt, wie dick die Klinge sein darf. Weil sie mit der Miniaturisierung schmaler werden, gewinnen Laserverfahren an Bedeutung. Die Folie hält die Dies nach dem Schnitt in Lage.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

LESEPROBE

Sägeverfahren

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit

- Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip
- Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

Herausforderungen und Qualitätssicherung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor.

LESEPROBE

Die Attach

Mechanische Befestigung des Dies

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod

- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua
- Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt
- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Verbindungsmaterialien

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation

- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit
- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

LESEPROBE

Mechanische Spannungen und Qualitätssicherung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

Bonding

Elektrische Kontaktierung des Dies

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

Flip-Chip-Technik

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

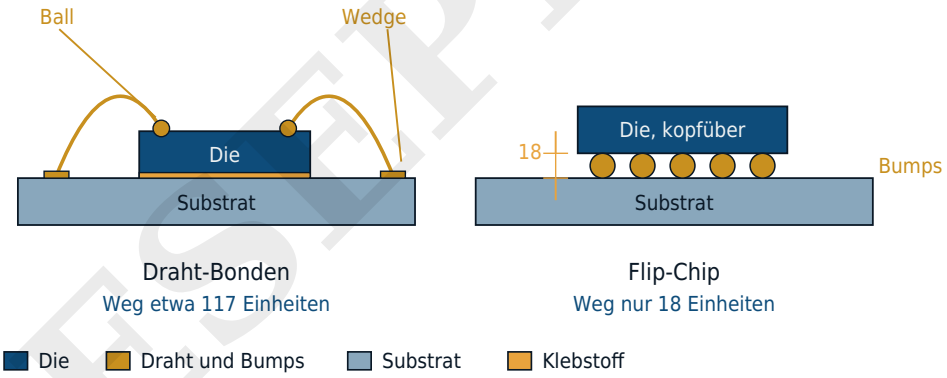
incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.

Draht-Bonden und Flip-Chip

Die Länge des Verbindungswegs entscheidet über Induktivität und Wärme



Der Bonddraht ist rund 6-mal so lang wie der Weg über einen Bump. Kurze Wege bedeuten weniger parasitäre Induktivität und eine bessere Wärmeableitung – beides spricht für die Flip-Chip-Technik.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

Anforderungen und Wärmeableitung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

Draht-Bonden

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Verkapselung

Aufgaben der Verkapselung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

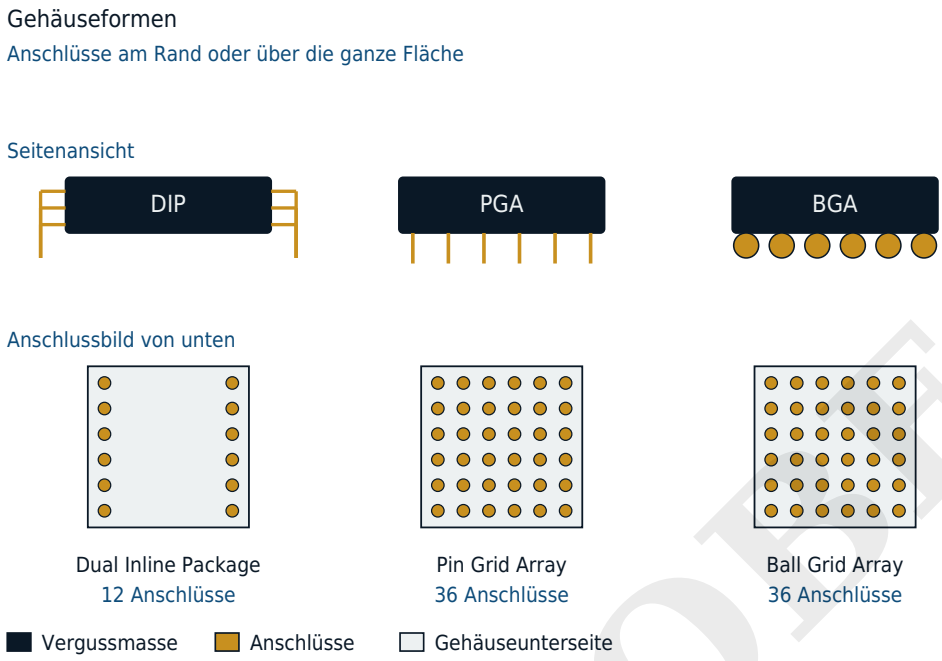
Materialien und Verfahren

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do

- Lorem ipsum dolor sit amet
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do
- Lorem ipsum dolor sit amet

LESEPROBE



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

Wärmeableitung und abschließende Qualitätsprüfung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

LESEPROBE

Grenzen der klassischen Integration

Warum „More Moore“ an Grenzen stößt

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa Lorem ipsumLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

„More than Moore“ als Alternative

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat Lorem ipsumLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing

LESEPROBE

elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

Einordnung zu klassischem Wire-Bonding und Flip-Chip

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Through-Silicon Via (TSV)

Das Prinzip

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod.

Herstellungsprozess

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim

- LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.
- LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.
- LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

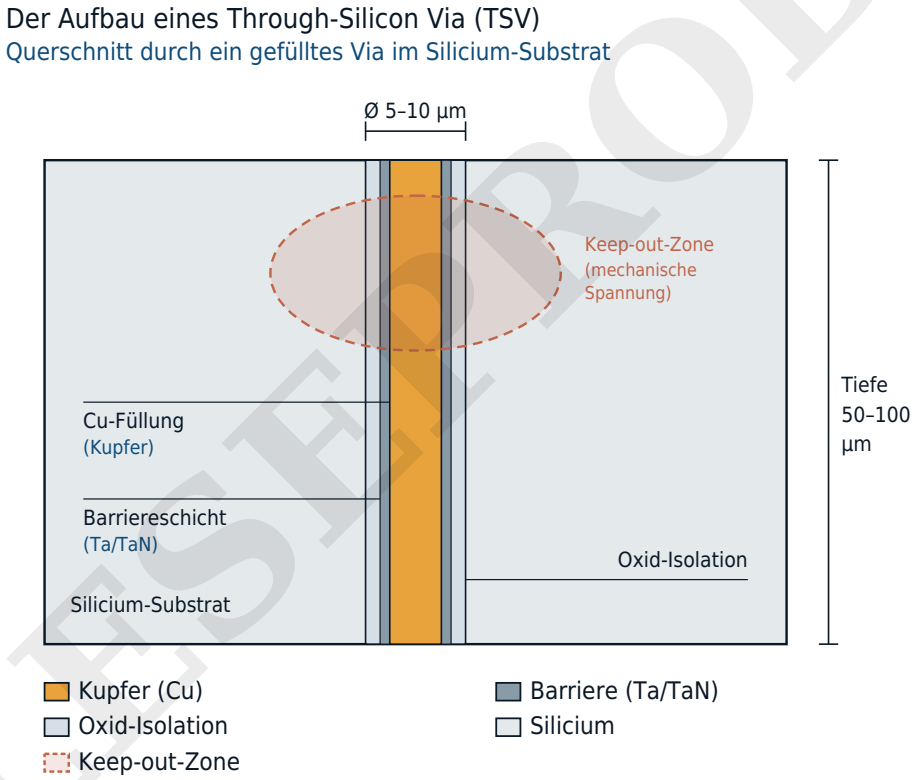
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

LESEPROBE

Isolation und Cu-Füllung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

Aufbau einer TSV im Querschnitt



Herausforderungen beim Aspektverhältnis

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

2.5D-Integration: Der Interposer

Das Grundprinzip

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod.

Silizium- vs. organischer Interposer

- LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.
- Lorem ipsumLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

Redistribution Layer (RDL)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum.

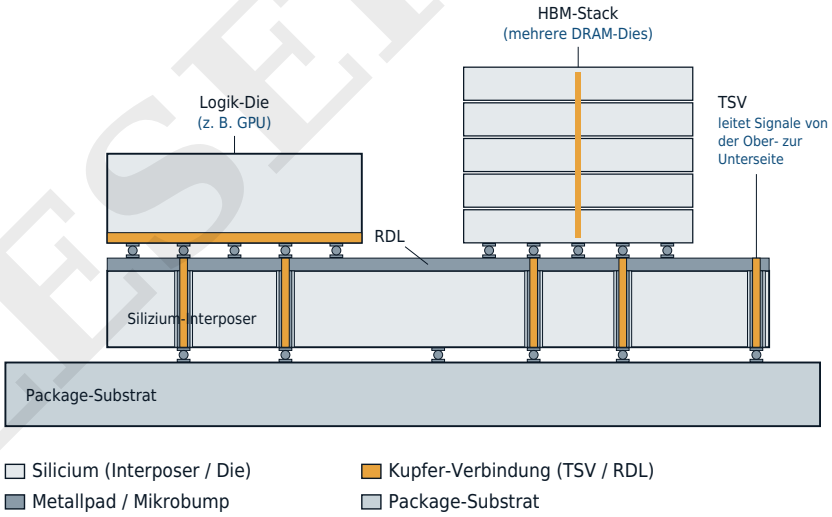
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Beispiel: HBM auf Interposer

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Lorem ipsum dolorLorem.

Interposer mit Logik-Die und HBM-Stack

2.5D-Integration: Interposer mit Logik-Die und HBM-Stack
Seitenschnitt eines gemeinsamen Silizium-Interposers



3D-Stacking

Die-to-Die vs. Wafer-to-Wafer Bonding

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

- Lorem ipsumLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.
- Lorem ipsumLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.

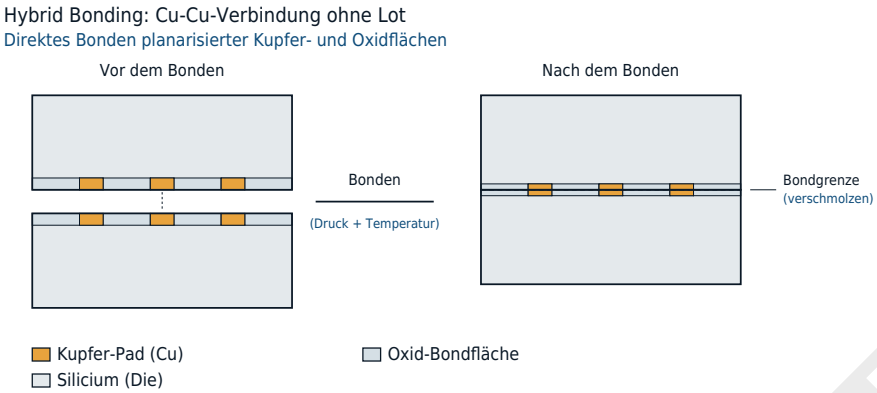
Hybrid Bonding: Cu-Cu direkt

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

Hybrid Bonding vor und nach dem Verbindungsprozess

LESEPROBE



Thermische und mechanische Herausforderungen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

Chiplets & heterogene Integration

Disaggregation von SoCs

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptateLoremLorem Lorem ipsumLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

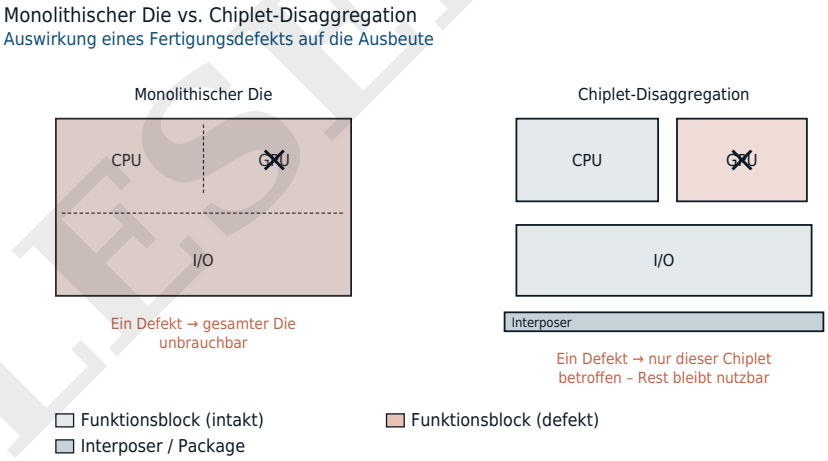
exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

Vorteile: Yield und Kosten

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Auswirkung eines Defekts: monolithischer Die vs. Chiplet-Disaggregation



Nachteile: Interconnect-Overhead

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

LESEPROBE

occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

Standardisierung: UCIe

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

Anwendungsfelder & Ausblick

HBM als Paradebeispiel

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore LoremLorem ipsum dolor Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

KI-Beschleuniger

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

Foundry-Vergleich

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt LoremLorem ipsum dolor sit Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

Ausblick

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur Lorem Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

LESEPROBE

Zuverlässigkeit

ESD-Schutzstrukturen

ESD-Modelle und Schadensmechanismen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim

Lorem	Lorem	Lorem	Lorem	Lorem ipsum
Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing
Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor sit amet	Lorem ipsum dolor sit amet
Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

Schutzdioden und Snapback-Verhalten

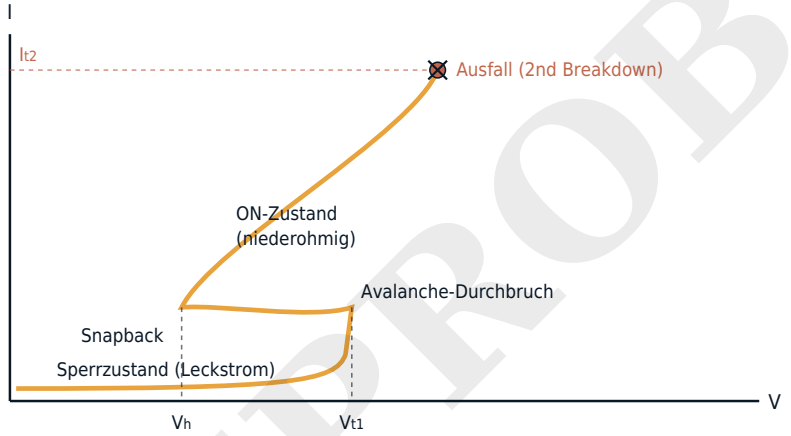
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut

LESEPROBE

labore$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

ESD-Kennlinie einer Snapback-Struktur

Strom-Spannungs-Verlauf vom Sperrzustand bis zum thermischen Ausfall



V_{t1}: Trigger-Spannung – V_h: Haltespannung – I_{t2}: Ausfallstrom

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Grounded-Gate-NMOS und Power-Clamps

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim$_{Lorem}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod$_{Lorem}$ Lorem ipsum$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

Elektromigration, TDDB und NBTI/PBTI

Elektromigration

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut Lorem ipsum dolor sit^{Lorem} Lorem ipsum$^{Lorem_{Lorem}Lorem\ ipsum\ dolor}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

Time-Dependent Dielectric Breakdown (TDDB)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

Bias Temperature Instability (NBTI/PBTI)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

Burn-in und HTOL-Tests

Vom Burn-in zum HTOL-Qualifikationstest

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

HTOL-Testbedingungen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Das Arrhenius-Modell zur Lebensdauerabschätzung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur Lorem ipsum dolor sit amet$^{\text{Lorem}_{\text{Lorem}}\text{Lorem ipsum dolor}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore$_{\text{Lorem}}$Lorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt Lorem ipsum$^{\text{Lorem}_{\text{Lorem}}\text{Lorem ipsum dolor sit}_{\text{Lorem}}\text{ Lorem ipsum dolor}_{\text{Lorem}}\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

LESEPROBE

Automotive-, Militär- und Weltraumqualifikation

Warum Consumer-Grade nicht reicht

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam

- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.
- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.
- Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

Temperaturanforderungen im Vergleich

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

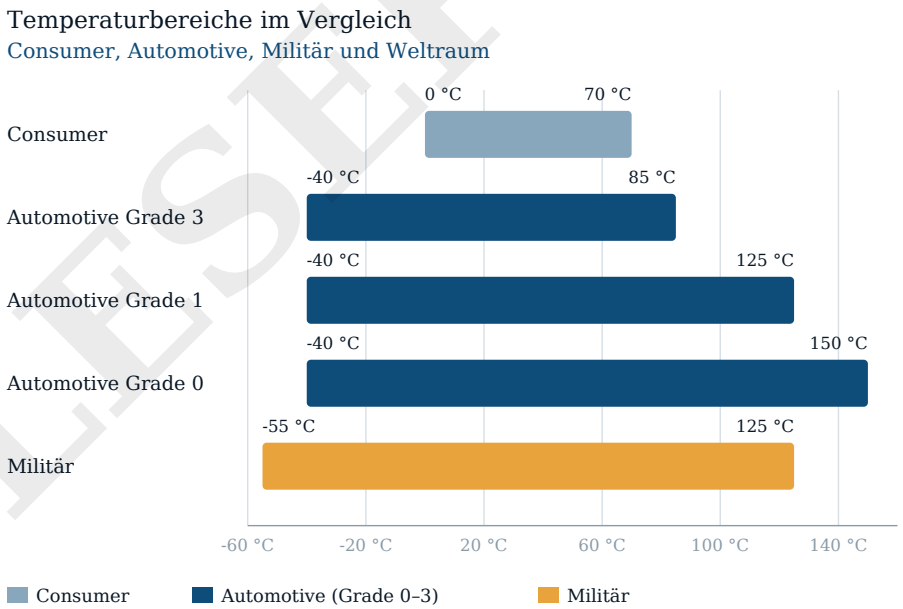
Lorem	Lorem	Lorem ipsum
Lorem	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur	Lorem ipsum
Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing	Lorem ipsum
Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing	Lorem ipsum dolor sit
Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor	Lorem ipsum dolor sit amet

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing	Lorem ipsum
Lorem	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor	Lorem

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.



Weltraumelektronik nutzt oft denselben Bereich wie Militär (−55 bis 125 °C), zusätzlich mit Zehntausenden Temperaturzyklen durch den Orbit-Tag/Nacht-Wechsel.

Strahlungseffekte im Weltraum

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

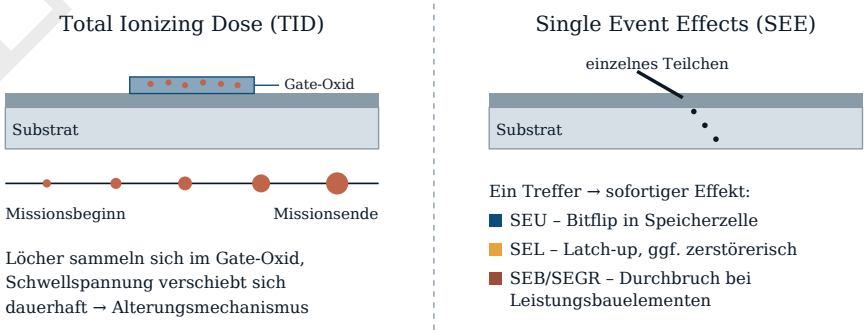
exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt

- Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.
- Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis
  - Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.
  - Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.
  - Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

Total Ionizing Dose gegenüber Single Event Effects

Kumulativer Schaden vs. Einzelereignis durch geladene Teilchen



TID ist ein Verschleißmechanismus, der sich durch Abschirmung verlangsamen lässt.
SEE sind statistische Einzelereignisse – auch abgeschirmte Bauteile bleiben getroffen.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor.

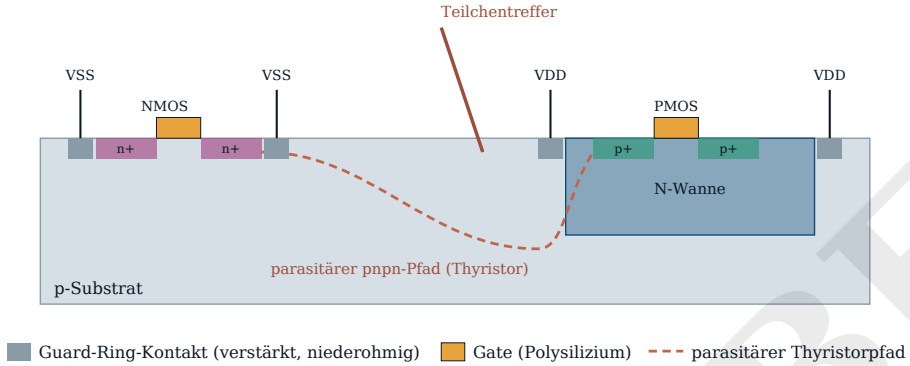
Radiation Hardening by Design (RHBD)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

- Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum.
- Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.
- Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit.
- Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

LESEPROBE

Guard-Ring-Struktur gegen strahlungsinduzierten Latch-up
Querschnitt eines Bulk-CMOS-Inverters mit verstärktem Schutzring



Breitere, niederohmige Guard-Ringe leiten durch einen Teilchentreffer erzeugte Ladung schnell genug ab, bevor der parasitäre pnpn-Pfad zünden kann.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

Qualifikations- und Screeningprozesse

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

Lorem Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt

LESEPROBE

ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Zuverlässigkeitskennzahlen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna[Lorem]Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem.

Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum.

LESEPROBE

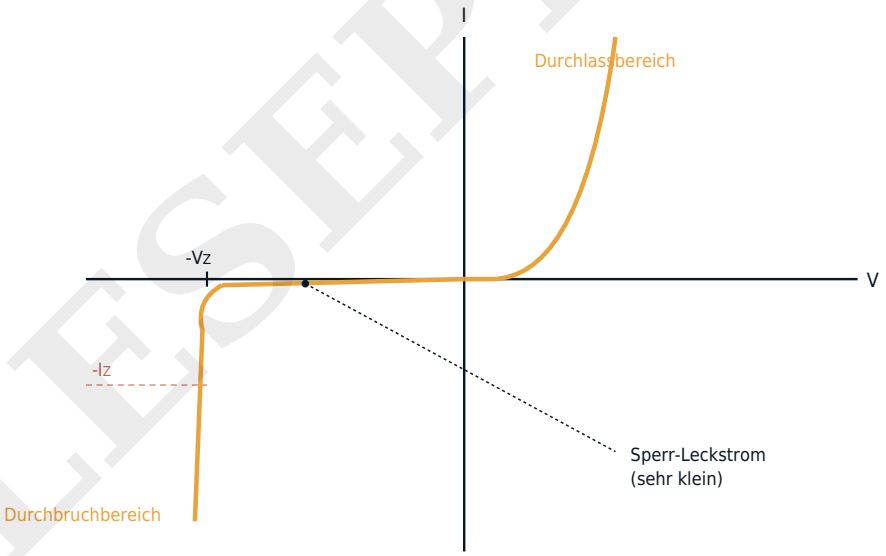
Zener- und Avalanche-Diode

Gezielter Durchbruch als Funktionsprinzip

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Kennlinie einer Zener-/Avalanche-Diode

Steiler, reversibler Durchbruch bei der Spannung Vz



Vz: Durchbruch-/Zener-Spannung – Iz: Testtrom zur Spezifikation von Vz

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

Der Zener-Effekt versus der Avalanche-Effekt

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore[Lorem]Lorem ipsum[Lorem]Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad[Lorem]Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

Anwendungen: Referenzspannung und Überspannungsschutz

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Die Schottky-Diode

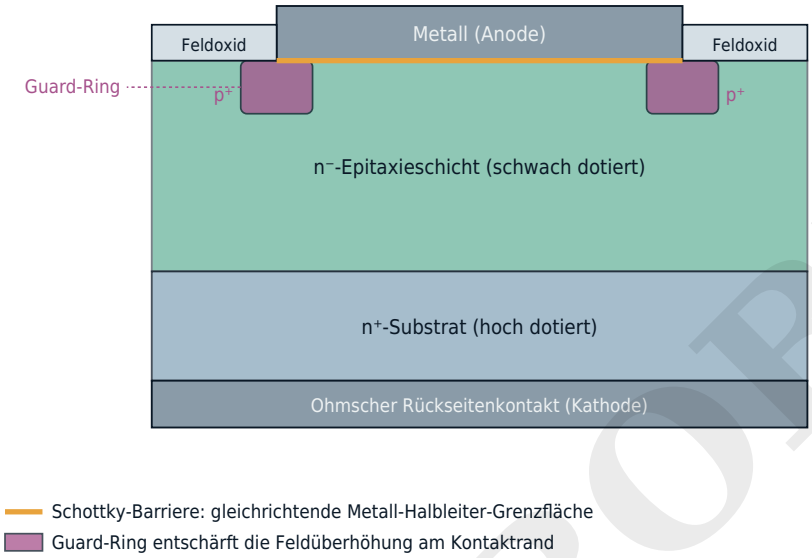
Der Metall-Halbleiter-Übergang als Gleichrichter

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

LESEPROBE

Querschnitt einer Schottky-Diode

Metallkontakt direkt auf schwach dotiertem n-Silicium



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

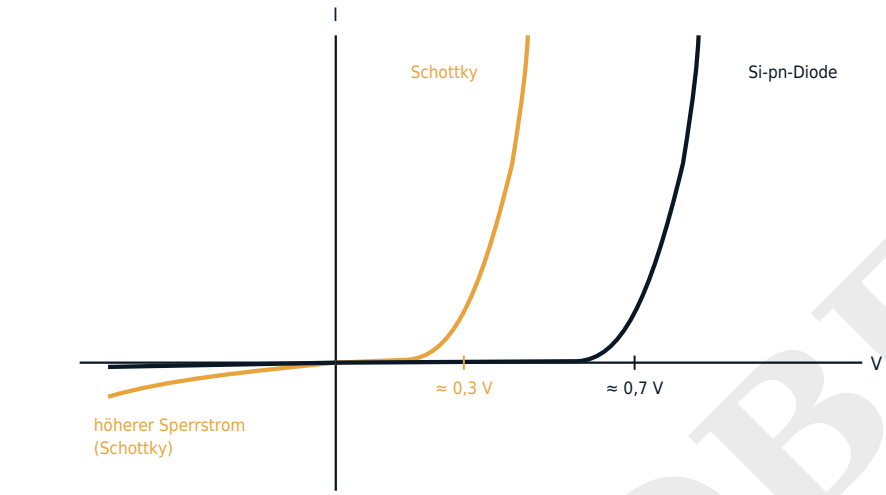
Niedrige Durchlassspannung und schnelles Schaltverhalten

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

LESEPROBE

Schottky-Diode vs. Silicium-pn-Diode

Niedrigere Durchlassspannung, aber höherer Sperrstrom



Schottky-Diode: $V_F \approx 0{,}2$–$0{,}45$ V, keine Reverse-Recovery-Ladung

Silicium-pn-Diode: $V_F \approx 0{,}6$–$0{,}7$ V, sehr kleiner Sperrstrom

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

Kompromisse und Anwendungen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod.

Die Tunneldiode

Extreme Dotierung erzeugt einen entarteten Übergang

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis[Lorem] Lorem ipsum[Lorem]Lorem ipsum[Lorem]Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et[Lorem] Lorem ipsum[Lorem]Lorem ipsum[Lorem] Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

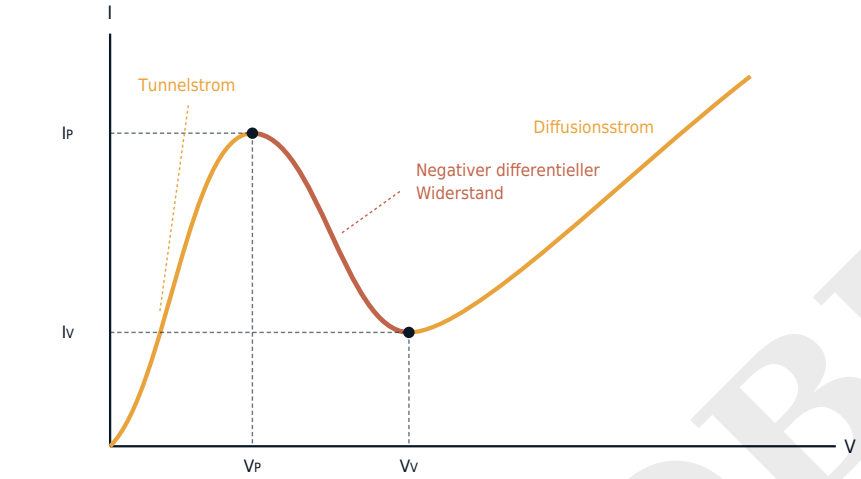
Negativer differentieller Widerstand

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

LESEPROBE

Kennlinie einer Tunneldiode

Negativer differentieller Widerstand zwischen Peak- und Valley-Strom



Bereich mit negativem differentiellem Widerstand (Strom sinkt trotz steigender Spannung)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

Nischenanwendungen trotz Verdrängung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum

LESEPROBE

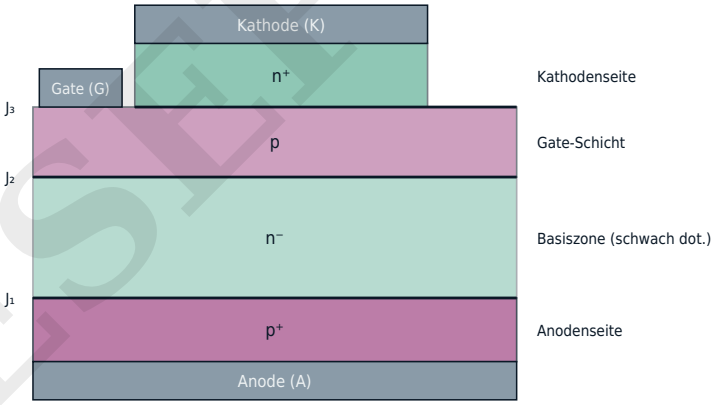
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Thyristor und Triac

Die Vierschicht-pnpn-Struktur

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

Schichtaufbau eines Thyristors
Vier abwechselnd dotierte Schichten mit drei pn-Übergängen



Ersatzschaltung: p⁺-n⁻-p bildet den pnp-, n⁻-p-n⁺ den npn-Transistor – beide teilen sich die mittleren Schichten und sind dadurch kreuzgekoppelt.

J₁, J₂, J₃: die drei pn-Übergänge – im Sperrzustand blockiert J₂, nach dem Zünden sind alle drei Übergänge leitend.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

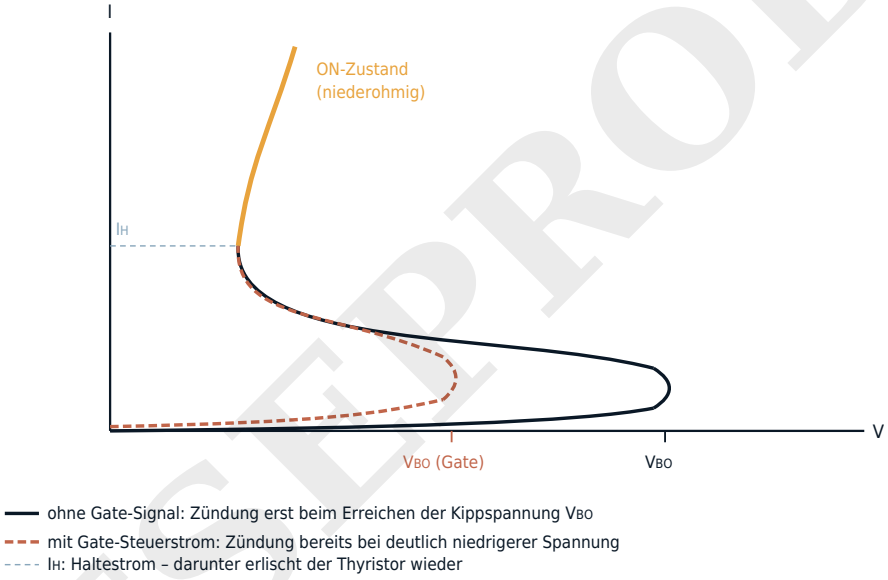
LESEPROBE

Zündverhalten und Haltestrom

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Kennlinie eines Thyristors

Zünden durch Überschreiten der Kippspannung oder per Gate-Steuerstrom



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit.

LESEPROBE

Der Triac als bidirektionaler Thyristor

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

FET-Familien im Überblick

Gemeinsames Funktionsprinzip

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore

- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod $\text{tempor}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

Verarmungstyp vs. Anreicherungstyp

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet

LESEPROBE

consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Vergleichstabelle

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed

Lorem	Lorem	Lorem	Lorem
Lorem	Lorem $\text{ipsum}_{\text{Lorem}}$Lorem	Lorem ipsum	Lorem
Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor sit
Lorem	Lorem ipsum dolor sit amet	Lorem ipsum dolor sit amet	Lorem ipsum dolor sit amet
Lorem	Lorem ipsum	Lorem	Lorem
Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor
Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor sit amet	Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor
Lorem	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum

Einordnung und Ausblick

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

Aufbau eines n-Kanal-FET

Grundlagen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation

LESEPROBE

ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit.

Herstellung eines n-Kanal-FET

1. Substrat

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

Substrat

Siliciumsubstrat, p-dotiert mit Bor



Silicium (p-Si)

Grundlage für die gesamte Fertigung ist ein schwach p-dotiertes Siliciumsubstrat als Wafer.

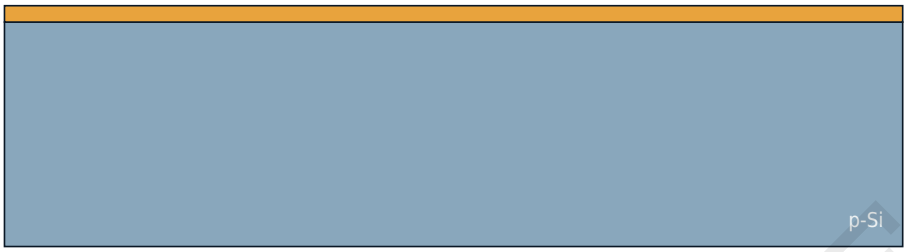
2. Oxidation

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.

LESEPROBE

Gateoxid (GOX)

Thermische Oxidation erzeugt eine dünne Oxidschicht



Silicium (p-Si) Gateoxid

Das dünne, thermisch gewachsene Gateoxid isoliert später das Gate vom Kanal und muss deshalb besonders gleichmäßig und defektfrei sein.

3. Abscheidung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

Nitrid als Maskierung

LPCVD-Abscheidung von Siliciumnitrid



Silicium (p-Si) Gateoxid Nitrid

Das Nitrid dient in den folgenden Schritten als Maskierung für die Feldoxidation – es lässt sich später selektiv zum Oxid entfernen.

4. Fototechnik

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.

LESEPROBE

Fotoresist als Ätzmaske

Lackstrukturierung für die Nitridätzung



Silicium (p-Si) Gateoxid Nitrid Fotoresist

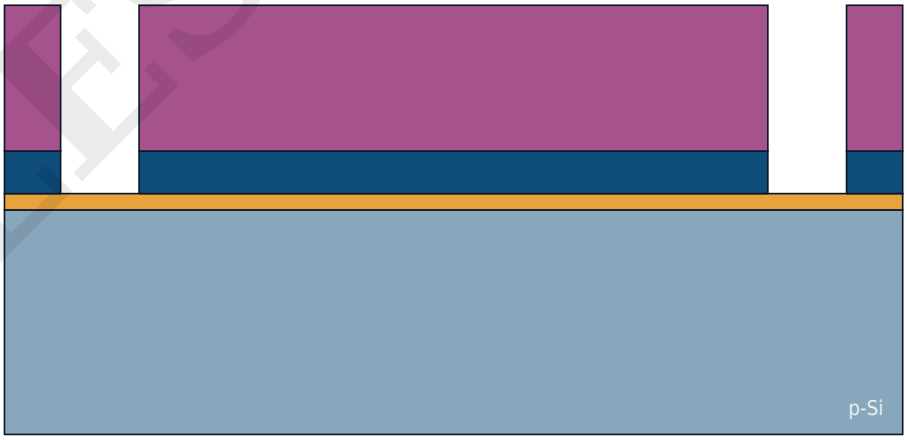
Die Lacköffnungen legen fest, wo das Nitrid im nächsten Schritt entfernt wird – dort entsteht später das Feldoxid.

5. Ätzen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

Nitrid ätzen

Reaktives Ionenätzen überträgt das Lackmuster ins Nitrid



Silicium (p-Si) Gateoxid Nitrid Fotoresist

Durch die Lacköffnungen hindurch wird das Nitrid bis auf das Gateoxid abgetragen.

LESEPROBE

6. Lackentfernen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et.

Resist entfernen

Der Fotolack wird mit Entwicklerlösung entfernt



Silicium (p-Si) Gateoxid Nitrid

Übrig bleibt die strukturierte Nitridmaske, die im nächsten Schritt die Feldoxidation lokal verhindert.

7. Oxidation

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Feldoxid (FOX)

Thermische Nassoxidation wächst nur dort, wo kein Nitrid maskiert



Silicium (p-Si) Gateoxid Nitrid

Wo das Nitrid die Oberfläche abdeckt, bleibt das Substrat unoxidiert. In den freien Bereichen wächst das dickere Feldoxid – der charakteristische Vogelschnabel entsteht am Übergang zum Nitrid.

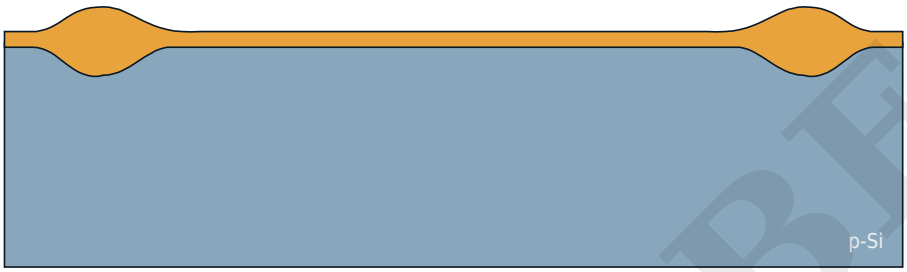
LESEPROBE

8. Ätzen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod.

Nitrid entfernen

Nassätzen entfernt die Nitridmaske selektiv



Silicium (p-Si) Gateoxid

Zurück bleibt die fertige Feldoxid-Struktur: dickes Oxid über den Isolationsbereichen, dünnes Gateoxid über dem aktiven Gebiet.

9. Abscheidung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

Polysilicium, Gate

LPCVD-Abscheidung der späteren Gate-Elektrode



Silicium (p-Si) Gateoxid Polysilicium

Das Polysilicium wird ganzflächig abgeschieden und im nächsten Schritt zur Gate-Elektrode strukturiert.

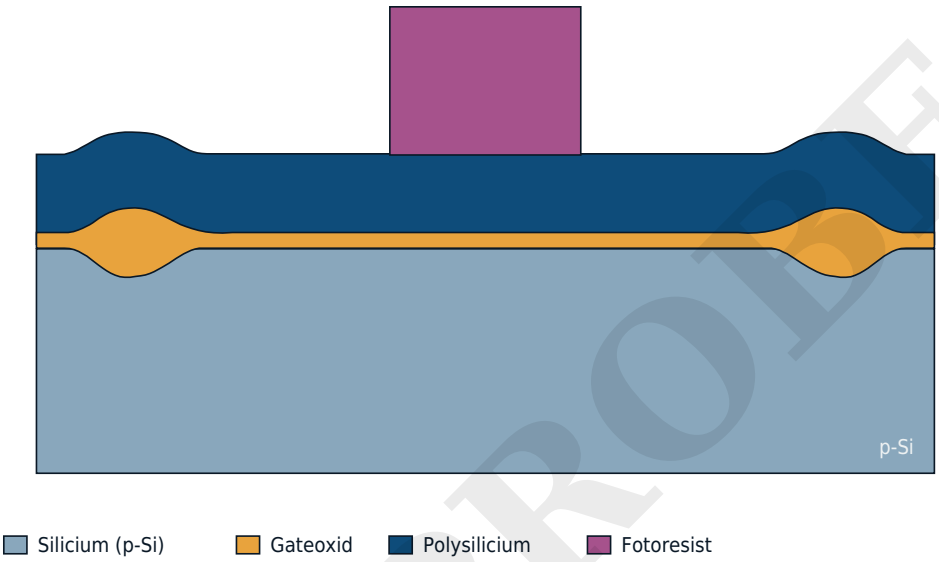
LESEPROBE

10. Fototechnik

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

Fotoresist als Ätzmaske

Lackstrukturierung für die Gate-Strukturierung



Die Lackinsel markiert genau die spätere Position und Breite der Gate-Elektrode.

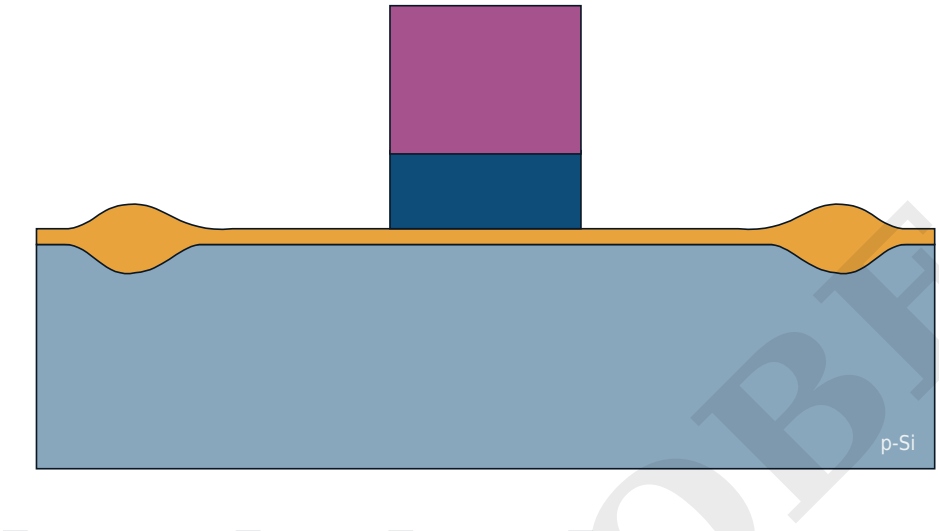
11. Ätzen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

LESEPROBE

Ätzen von Polysilicium

Reaktives Ionenätzen formt die Gate-Elektrode



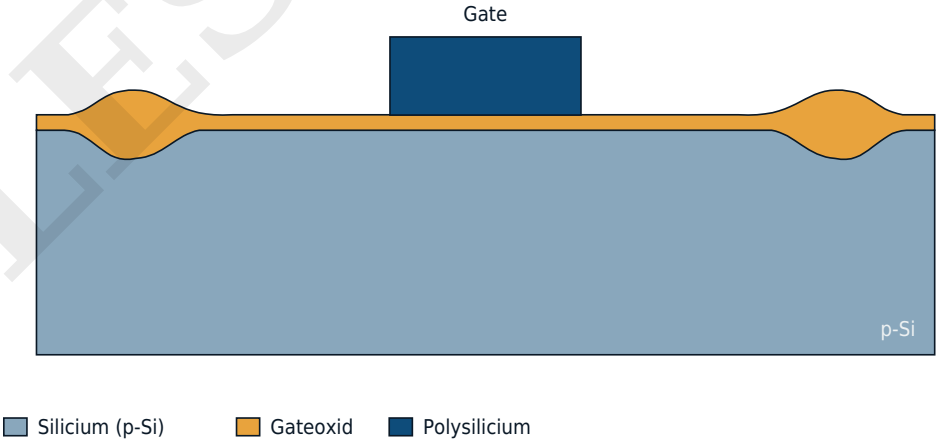
Nur unter dem Lack bleibt Polysilicium stehen – so entsteht die Gate-Elektrode mit exakt definierter Kanallänge.

12. Lackentfernen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

Resist entfernen

Der Fotolack wird entfernt, das Gate steht frei



Das fertig strukturierte Gate steht nun frei auf dem dünnen Gateoxid.

13. Oxidation

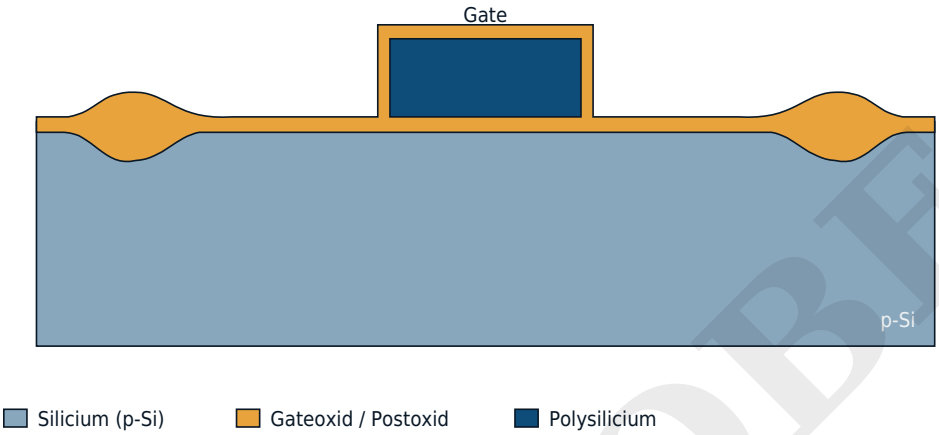
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Postoxidation

Thermische Oxidation schützt das Gate und bildet den Spacer



Das Postoxid schützt die Gate-Kanten und dient bei der folgenden Source/Drain-Implantation als Abstandshalter (Spacer).

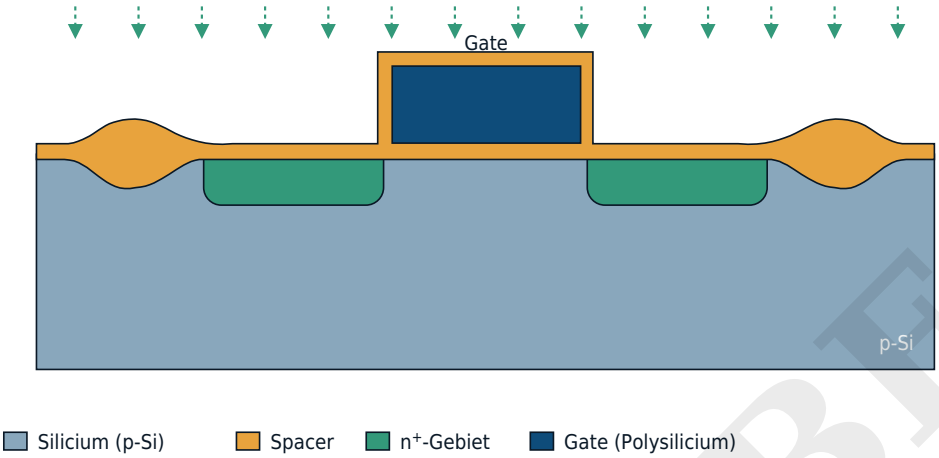
14. Ionenimplantation

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

LESEPROBE

Source/Drain-Implantation

n-Dotierung mit Phosphor für Source und Drain (Ionenimplantation)



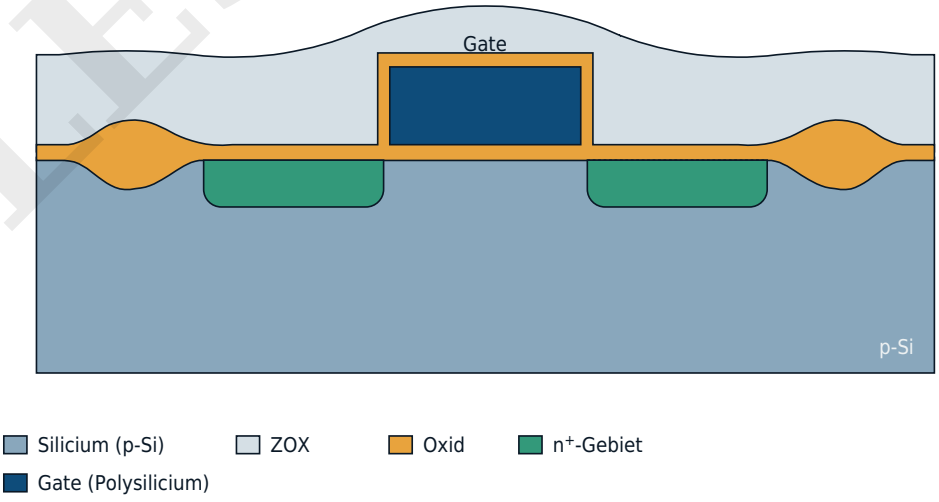
Phosphorionen dringen überall dort ein, wo weder Gate noch Feldoxid im Weg stehen – die Dotierung ist damit selbstjustierend zum Gate. Auch andere Bereiche werden implantiert, aber nur im Substrat werden die Atome elektrisch relevant

15. Oxidation

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi.

Zwischenoxid (ZOX)

TEOS-Abscheidung als Isolation zu den späteren Leiterbahnen



Das Zwischenoxid isoliert die spätere Aluminiumverdrahtung vom darunterliegenden Transistor und folgt dabei der vorhandenen Topografie.

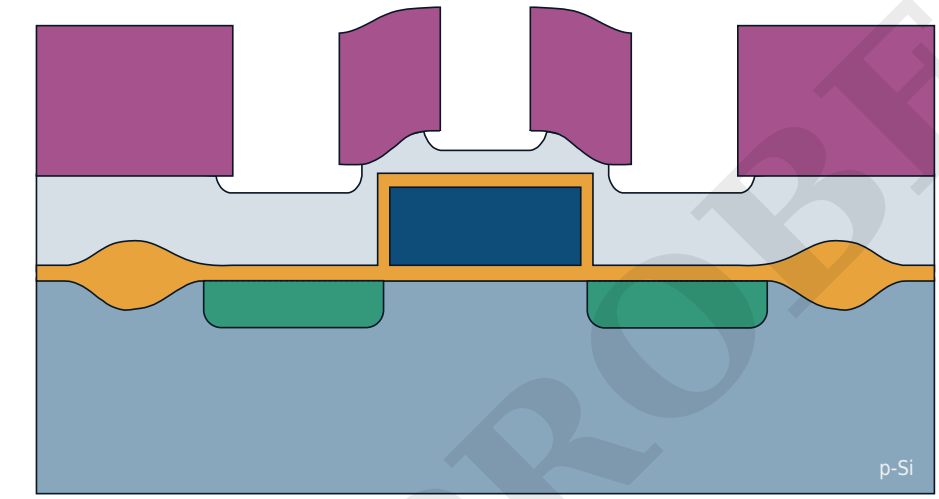
LESEPROBE

16. Fototechnik und Ätzen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et.

Fotoresist als Ätzmaske

Lackstrukturierung für die spätere Kontaktlochätzung



Silicium (p-Si) ZOX Oxid n^+-Gebiet
Gate (Polysilicium) Fotoresist

Die Lacköffnungen legen fest, wo später die Kontaktlöcher zu Source, Drain und Gate geätzt werden.

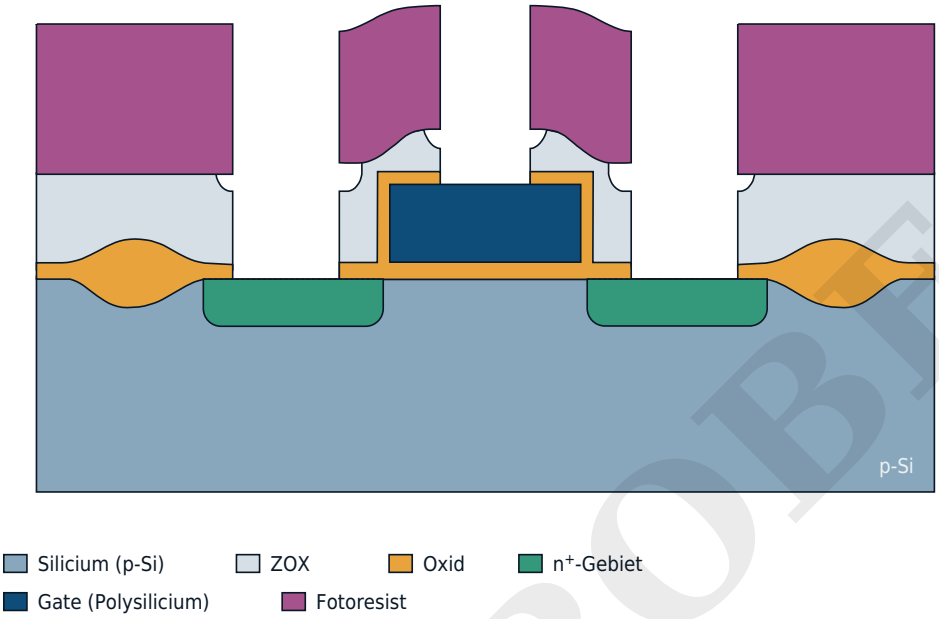
17. Ätzen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

LESEPROBE

Kontaktlochätzen

Reaktives Ionenätzen öffnet das Zwischenoxid bis auf Source, Drain und Gate



Der Lack schützt das übrige Zwischenoxid, während die Löcher bis hinunter zu den drei Anschlussgebieten geätzt werden.

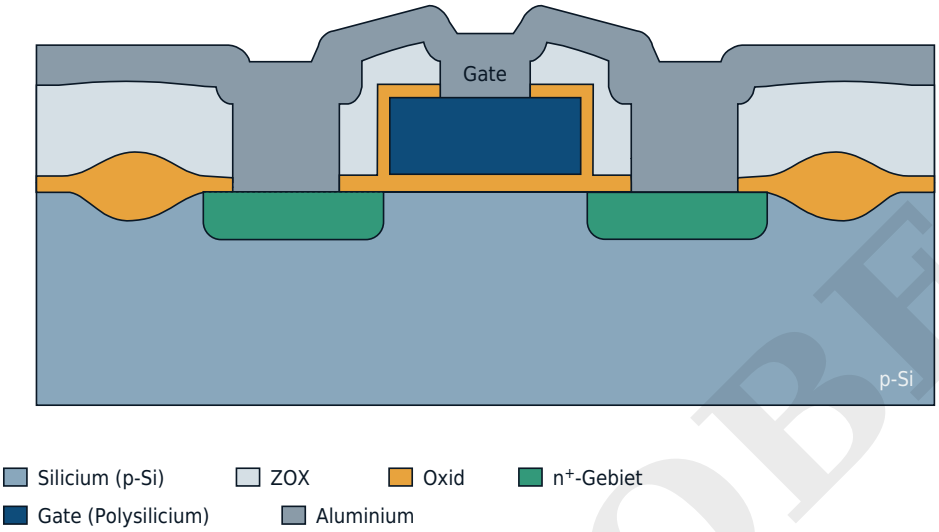
18. Metallisierung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

LESEPROBE

Aluminiumabscheidung

Kathodenzerstäubung füllt die Kontaktlöcher und bedeckt die Oberfläche



Das Aluminium füllt die Kontaktlöcher vollständig und bildet eine durchgehende Schicht über der gesamten Struktur.

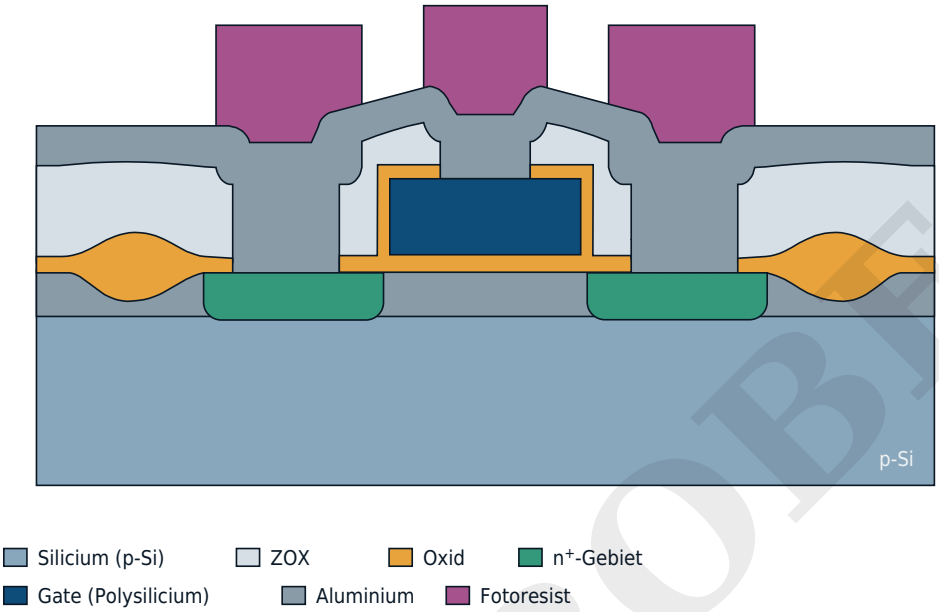
19. Fototechnik

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

LESEPROBE

Fotoresist als Ätzmaske

Lackstrukturierung für die Aluminiumstrukturierung



Der Lack legt fest, wo das Aluminium als Leiterbahn stehen bleibt und wo es im nächsten Schritt entfernt wird.

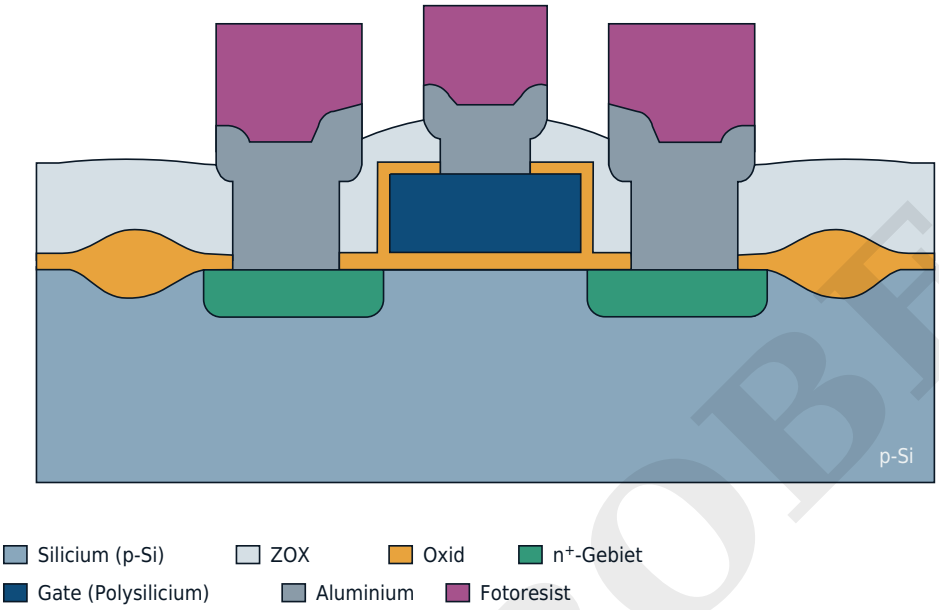
20. Ätzen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

LESEPROBE

Aluminiumätzen

Anisotrope Trockenätzung strukturiert die drei Anschlüsse



Die Aluminiumstrukturierung trennt die drei Anschlüsse für Source, Gate und Drain voneinander. Im letzten Schritt wird der Lack entfernt.

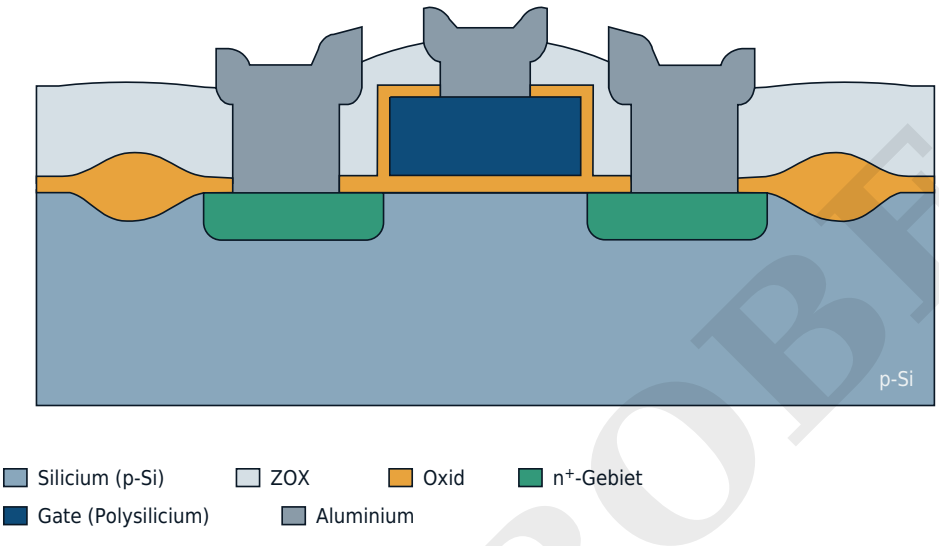
21. Lackentfernen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

LESEPROBE

Fertiger n-Kanal-Transistor

Querschnitt nach dem letzten Schritt: der Lack ist entfernt, die drei Kontakte liegen frei



Die Aluminiumstrukturierung trennt die drei Anschlüsse für Source, Gate und Drain voneinander. Im letzten Schritt wird der Lack entfernt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

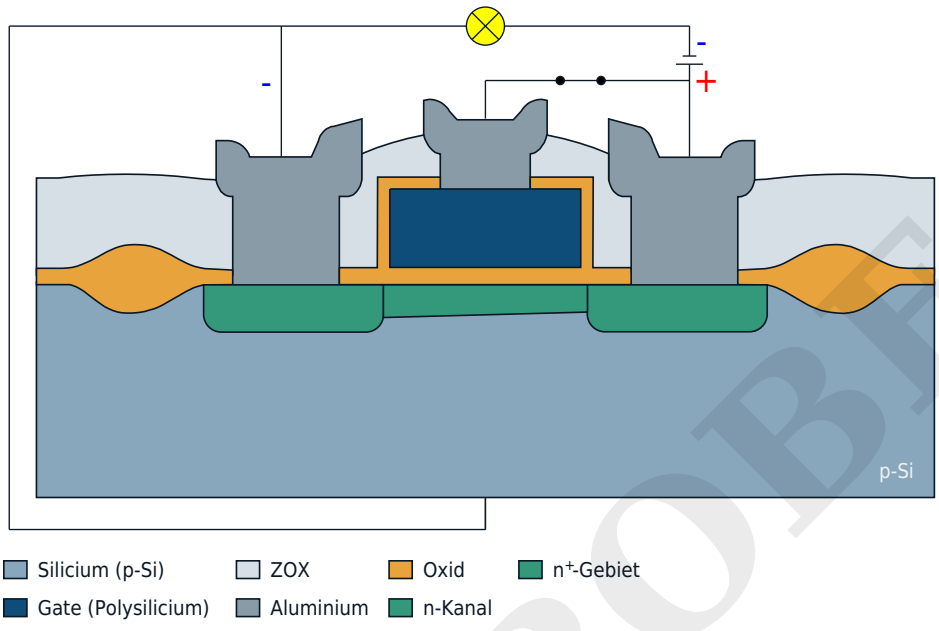
22. Funktionsweise

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et.

LESEPROBE

Fertiger n-Kanal-Transistor

Transistor mit angelegter Spannung



Bei einer positiven Gatespannung werden Elektronen aus dem Substrat unter die Gateelektrode gezogen. Es entsteht ein leitender Kanal zwischen Source und Drain

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem $\text{ipsum}_{\text{Lorem}}$ Lorem $\text{ipsum}_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsumLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

Aufbau eines FinFET

Aufbau eines FinFET im Bulkprozess

1. Substrat

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

Substrat

Siliciumsubstrat, p-dotiert mit Bor



Silicium (p-Si)

Grundlage für die gesamte Fertigung ist ein schwach p-dotiertes Siliciumsubstrat als Wafer.

2. Hartmaske

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

LESEPROBE

Hartmaske

Oxid/Nitrid-Stapel als Ätzmaske für die Fin-Strukturierung



Silicium (p-Si) Hartmaske (Oxid/Nitrid)

Eine Hartmaske aus Oxid und Nitrid wird abgeschieden – sie überträgt später das Lithografiemuster verlustarm in das Silicium.

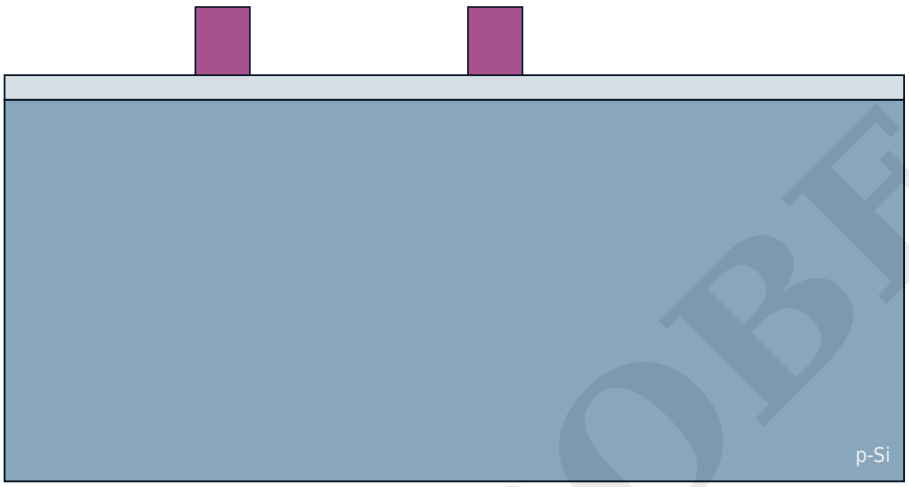
3. Fin-Lithografie

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

LESEPROBE

Fin-Lithografie

Lackstrukturierung legt Lage und Breite der Fins fest



Silicium (p-Si) Hartmaske Fotoresist

Die schmalen Lackstreifen definieren die spätere Fin-Breite – typischerweise nur wenige Zehn Nanometer.

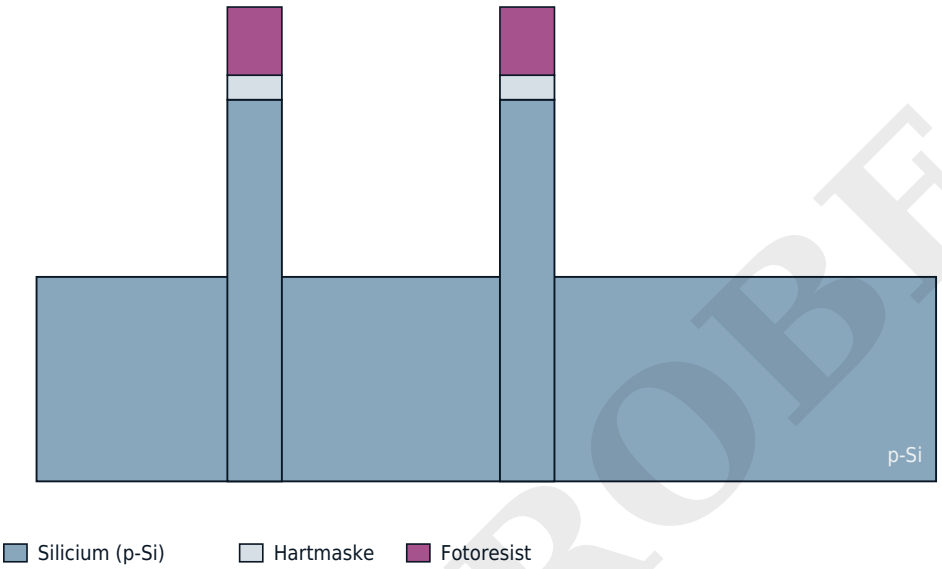
4. Fin-Ätzung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

LESEPROBE

Fin-Ätzung

Anisotropes Ätzen überträgt das Muster in Hartmaske und Silicium



Reaktives Ionenätzen trägt Silicium zwischen den Fins ab – die Ätztiefe bestimmt später, wie weit die Fins aus dem STI herausragen.

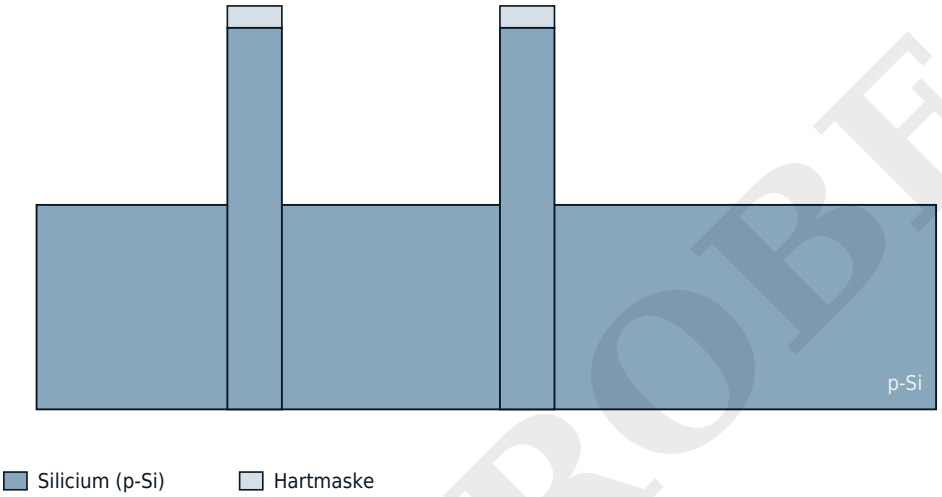
5. Hartmaske entfernen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

LESEPROBE

Resist entfernen

Nur der Lack wird entfernt – die Hartmaske bleibt als Kappe auf den Fins stehen



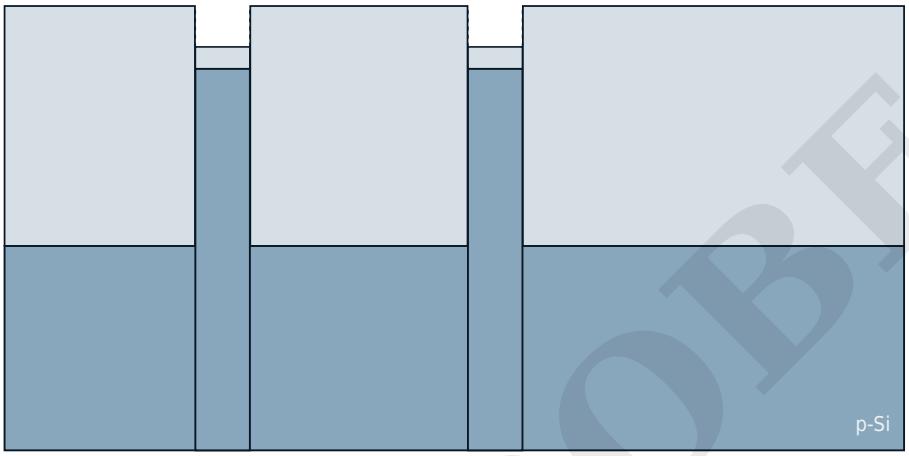
Nur der Fotoresist wird entfernt. Die Hartmaske bleibt bewusst auf den Fins stehen – sie dient beim folgenden STI-Prozess als Poliér-Stoppschicht und wird erst nach der Planarisierung wieder entfernt (Schritt 8).

6. STI-Oxid

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

LESEPROBE

STI-Oxid
Oxidabscheidung füllt die Gräben zwischen den Fins auf



Silicium (p-Si) STI-Oxid / Hartmaske

Das Isolationsoxid (Shallow Trench Isolation, STI) wird ganzflächig abgeschieden und überfüllt dabei die Gräben und die Hartmasken-Kappen.

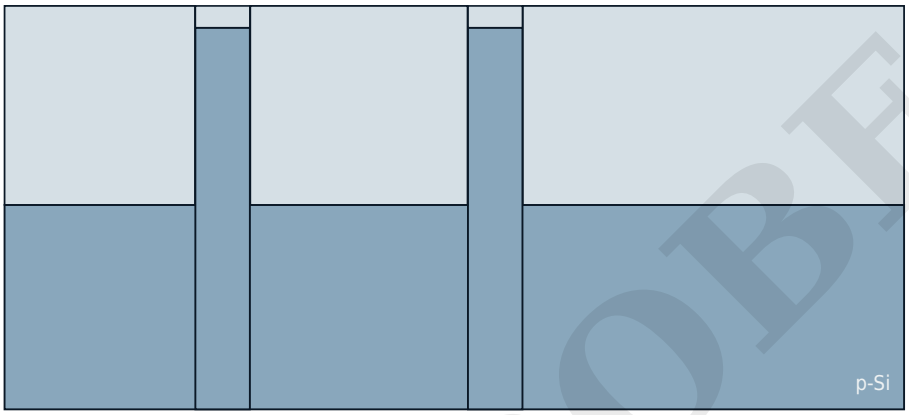
7. STI-Planarisierung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

LESEPROBE

STI-Planarisierung

CMP poliert das Oxid zurück – die Hartmaske stoppt den Abtrag



Silicium (p-Si) STI-Oxid / Hartmaske

Chemisch-mechanisches Polieren trägt das überschüssige Oxid ab. Die Hartmaske ist deutlich härter als das Oxid und stoppt den Abtrag zuverlässig auf gleicher Höhe – ohne sie würden die Fins angeschliffen.

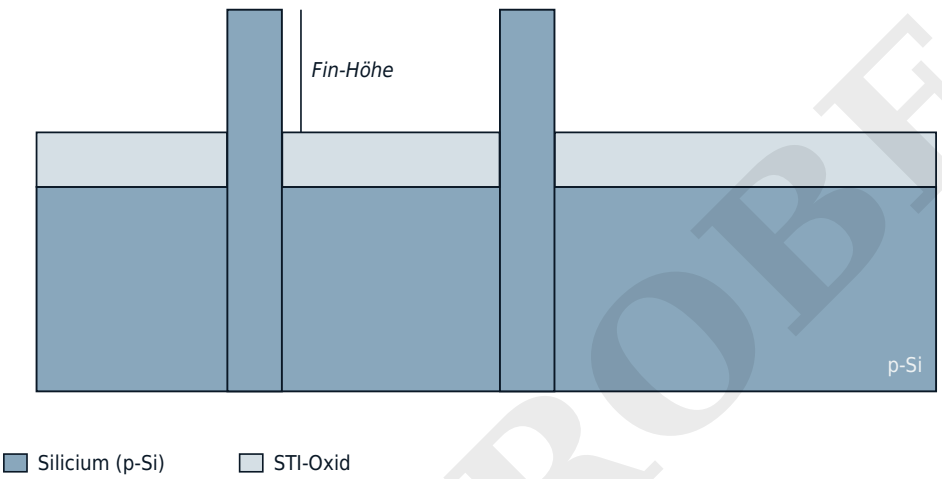
8. STI-Recess

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

LESEPROBE

STI-Recess

Hartmaske und Oxid werden zurückgeätzt – die Fin-Flanken liegen frei



Zunächst wird die Hartmaske selektiv entfernt, danach das STI-Oxid zurückgeätzt, bis die Fins auf der gewünschten Höhe herausragen. Diese Silicium-Flanke bildet den Kanal – das Gate umschließt sie von drei Seiten.

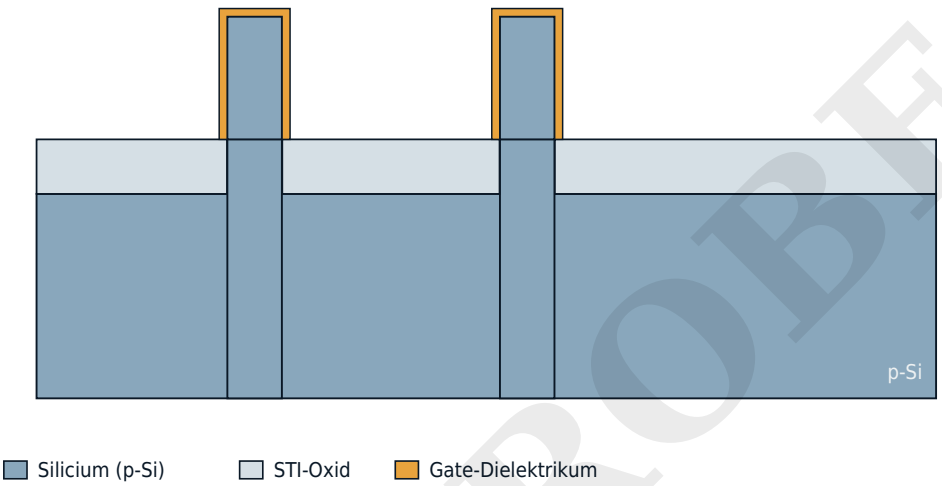
9. Gate-Dielektrikum

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

LESEPROBE

Gate-Dielektrikum

High-k-Schicht wächst konform auf der freiliegenden Fin-Flanke



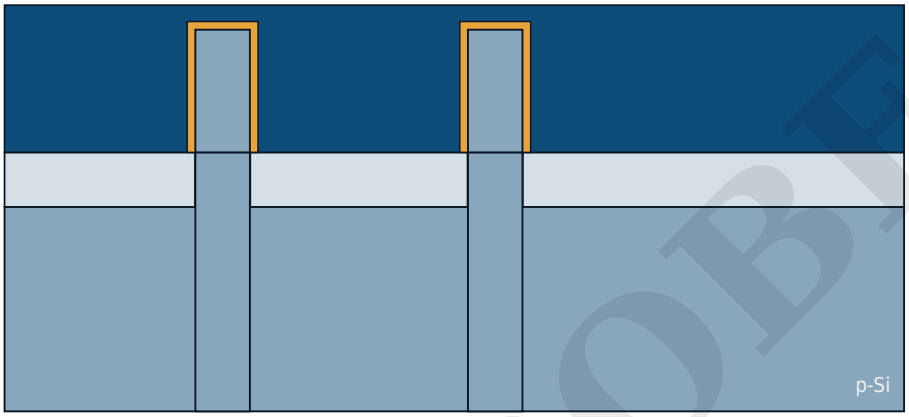
Eine dünne High-k-Schicht (z. B. Hafniumoxid) umschließt die freiliegende Fin-Flanke von drei Seiten – die spätere Kanaloberfläche.

10. Dummy-Gate

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

LESEPROBE

Dummy-Gate (Polysilicium)
Polysilicium wird ganzflächig als Platzhalter-Gate abgeschieden



Silicium (p-Si) STI-Oxid Gate-Dielektrikum
Dummy-Gate (Polysilicium)

Im Gate-Last-Verfahren dient Polysilicium zunächst nur als Platzhalter – es wird nach der Source/Drain-Bildung wieder entfernt.

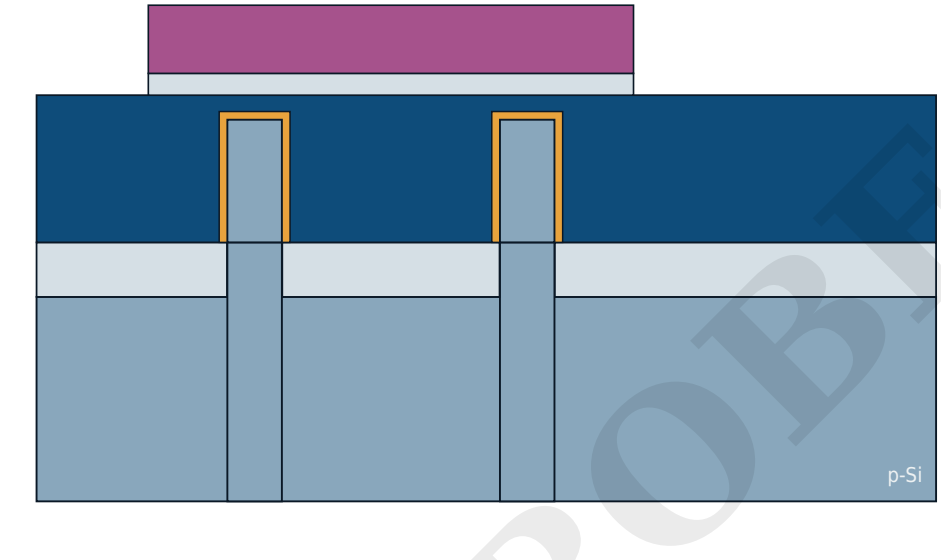
11. Gate-Lithografie

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

LESEPROBE

Gate-Lithografie

Lack und Hartmaske legen die Gate-Länge fest



Der Lackstreifen quer über den Fins definiert die spätere Gate-Länge – senkrecht zur hier gezeigten Schnittebene.

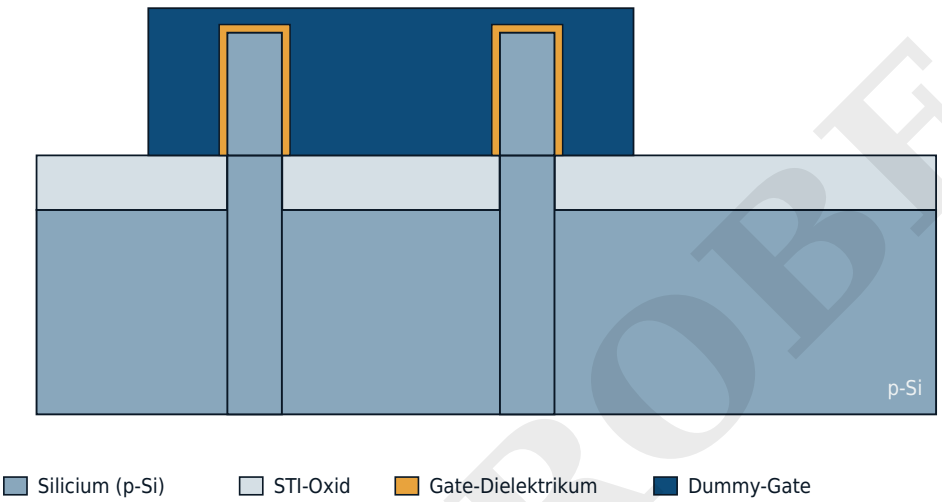
12. Dummy-Gate-Ätzung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

LESEPROBE

Dummy-Gate-Ätzung

Reaktives Ionenätzen formt den Gate-Stapel



Überschüssiges Polysilicium wird entfernt – übrig bleibt der Dummy-Gate-Stapel, der die Fins von drei Seiten umschließt.

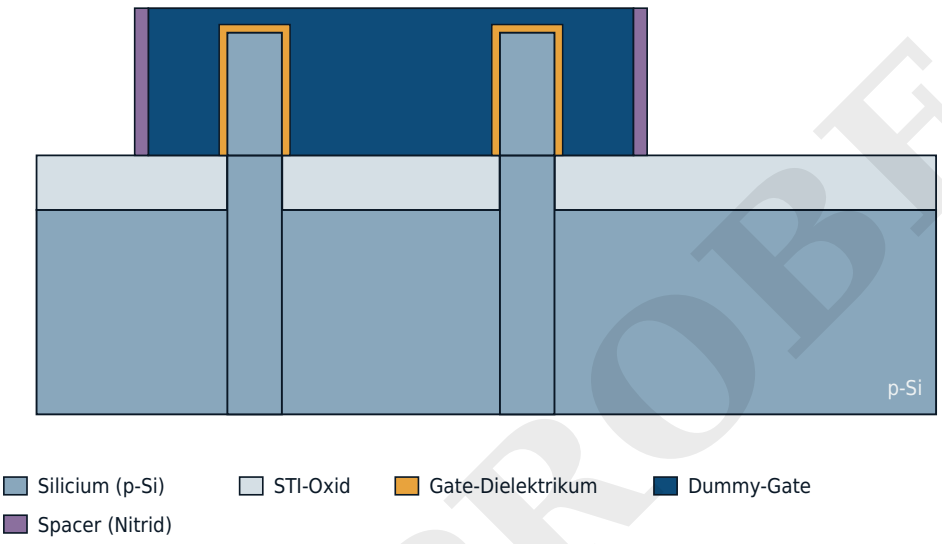
13. Spacer

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

LESEPROBE

Spacer

Nitridabscheidung und Rückätzen bilden den Abstandshalter am Gate



Der Nitrid-Spacer schützt die Gate-Flanken und legt später den Abstand zwischen Gate und Source/Drain-Kontakten fest.

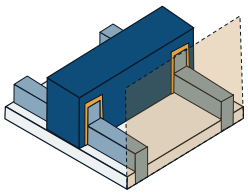
14. Source/Drain-Recess

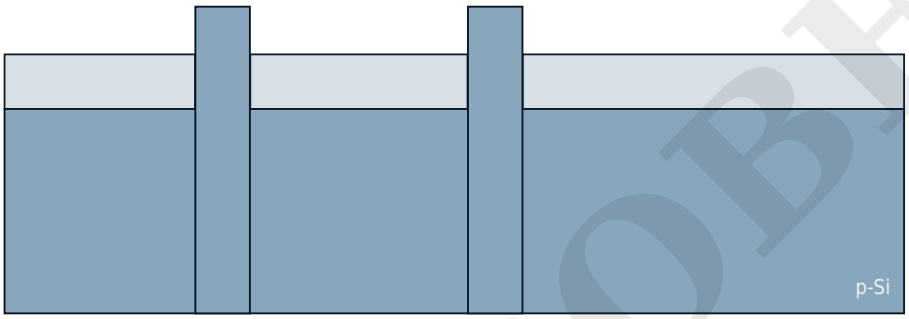
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

LESEPROBE

Source/Drain-Recess

Der Fin wird außerhalb des Gates abgesenkt – Schnitt im S/D-Bereich





Silicium (p-Si) STI-Oxid

Außerhalb des Gates – im Schnitt durch den späteren Source/Drain-Bereich – wird der Fin gezielt abgesenkt, um Platz für die nachfolgende Epitaxie zu schaffen.

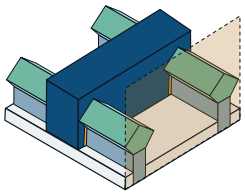
15. Source/Drain-Epitaxie

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.

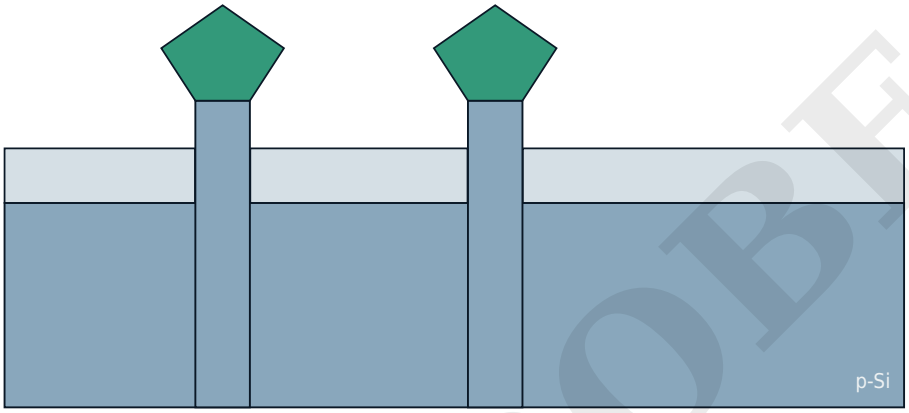
LESEPROBE

Source/Drain-Epitaxie

Raised Source/Drain wächst selektiv auf dem abgesenkten Fin



Schnitt: Source/Drain



Silicium (p-Si) STI-Oxid Epitaktisches Si (n/p-dotiert)

Selektive Epitaxie lässt dotiertes Silicium (bei nFET meist Si:P) rautenförmig auf dem Fin-Stumpf aufwachsen – die charakteristische 'Raised Source/Drain'-Geometrie erhöht den Kanalquerschnitt zusätzlich.

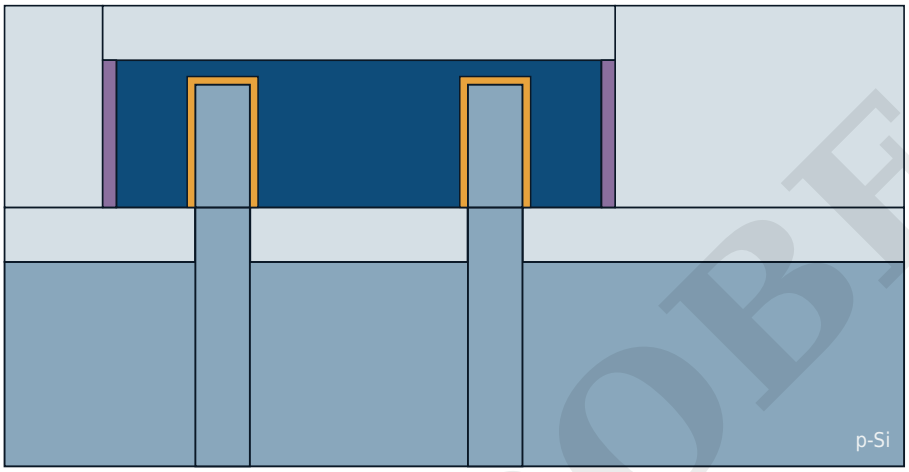
16. Zwischenoxid

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

LESEPROBE

Zwischenoxid (ILD)

Oxidabscheidung isoliert den Gate-Stapel – Schnitt durch das Gate



Silicium (p-Si) STI-Oxid / Zwischenoxid Gate-Dielektrikum
Dummy-Gate Spacer

Das Zwischenoxid (ILD) wird ganzflächig abgeschieden und überdeckt zunächst auch den Dummy-Gate-Stapel vollständig.

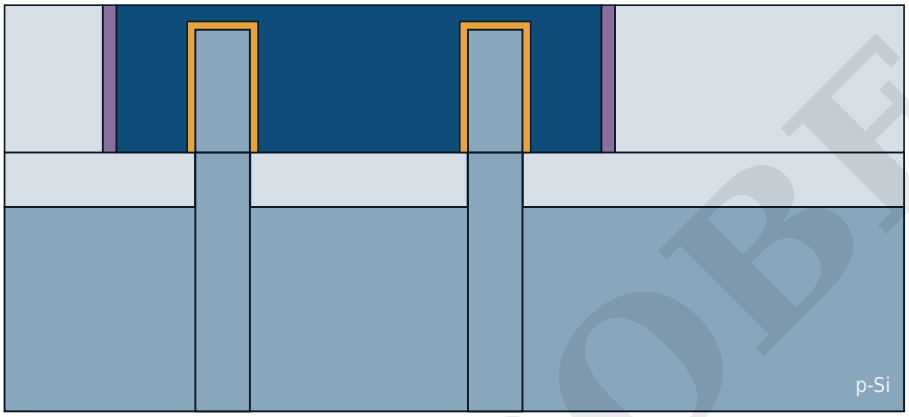
17. CMP

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

LESEPROBE

CMP

Planarisierung legt die Oberkante des Dummy-Gates frei



Silicium (p-Si) STI-Oxid / Zwischenoxid Gate-Dielektrikum
Dummy-Gate Spacer

Chemisch-mechanisches Polieren trägt das überschüssige Zwischenoxid ab, bis die Oberkante des Dummy-Gates freiliegt.

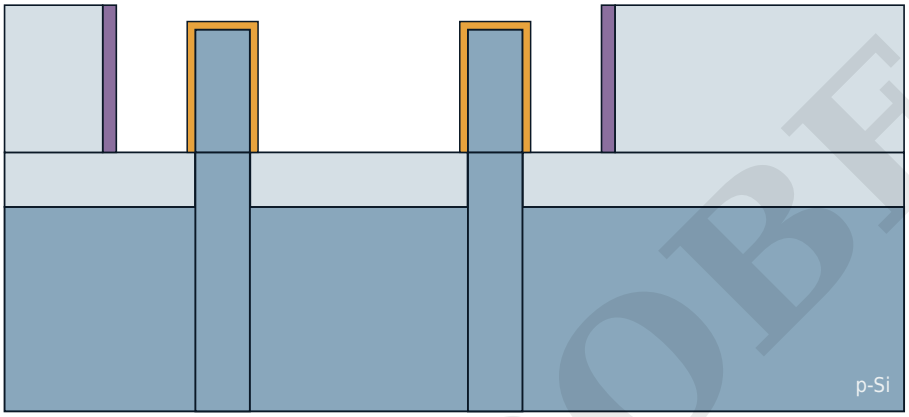
18. Dummy-Gate entfernen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.

LESEPROBE

Dummy-Gate entfernen

Selektives Ätzen öffnet den Gate-Graben



Silicium (p-Si) STI-Oxid / Zwischenoxid Gate-Dielektrikum Spacer

Das Polysilicium wird selektiv herausgeätzt – der Spacer bildet die Wände des freien Gate-Grabens, bereit für das Metallgate.

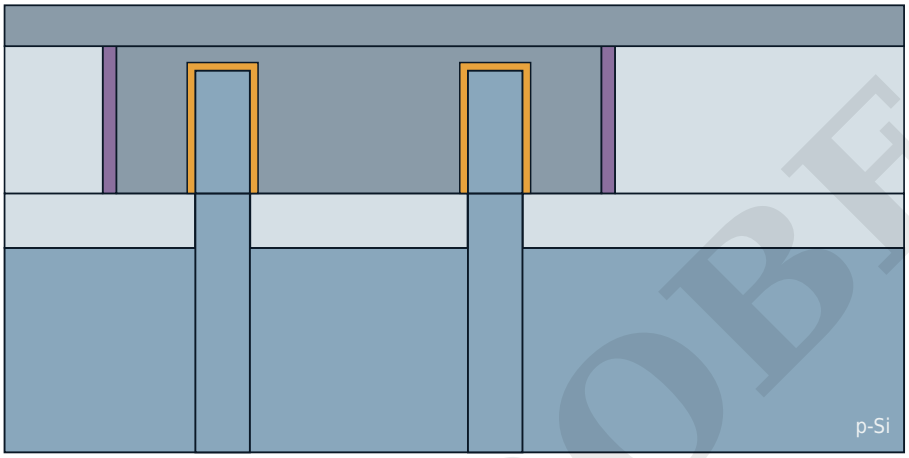
19. High-k/Metallgate

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

LESEPROBE

High-k/Metallgate

Das finale Metallgate wird in den Graben abgeschieden



Silicium (p-Si) STI-Oxid / Zwischenoxid Gate-Dielektrikum

Metallgate Spacer

Austrittsarbeits- und Füllmetall werden konform abgeschieden und füllen dabei nicht nur den Graben, sondern überfüllen zunächst die gesamte Oberfläche – erst die folgende CMP trägt den Überschuss ab.

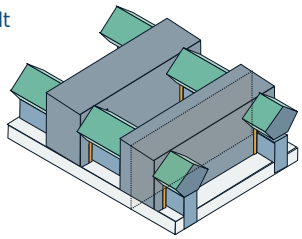
20. Gate-CMP

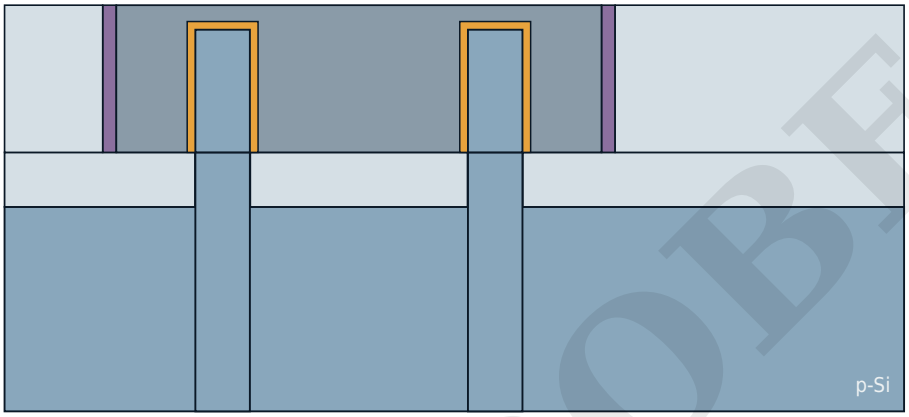
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

LESEPROBE

Gate-CMP

Überschüssiges Metall wird zurückpoliert – die Gates sind vereinzelt





Silicium (p-Si) STI-Oxid / Zwischenoxid Gate-Dielektrikum
Metallgate Spacer

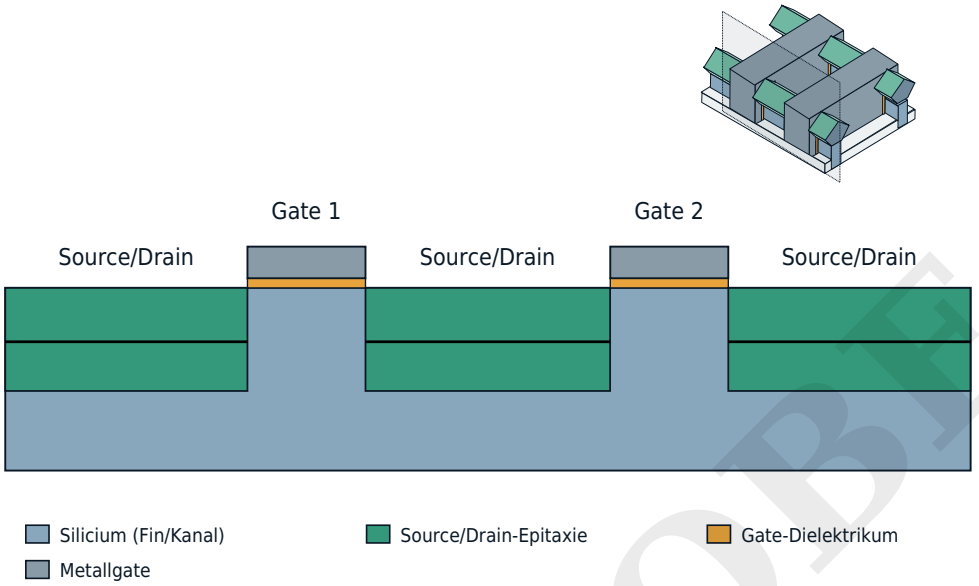
Ein letzter Polierschritt trägt überschüssiges Gate-Metall ab und trennt benachbarte Gates elektrisch voneinander.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

FinFET im Längsschnitt

Schnitt entlang einer Finne – zwei Gates mit Source/Drain-Bereichen dazwischen



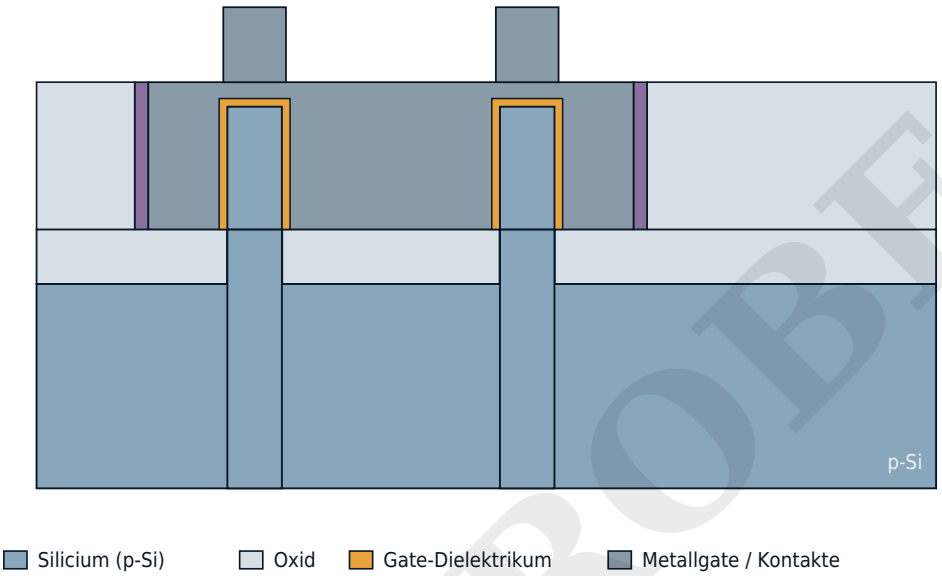
21. Kontakte

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

LESEPROBE

Kontakte

Fertige FinFET-Struktur mit Gate-Kontakten



Kontaktlöcher werden bis auf Gate sowie Source und Drain geätzt
und mit Metall gefüllt – der FinFET ist elektrisch anschließbar.
(Die Source/Drain-Kontakte liegen dabei außerhalb dieser Schnittebene.)

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

Allgemeiner Aufbau und Funktionsweise

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

Einordnung

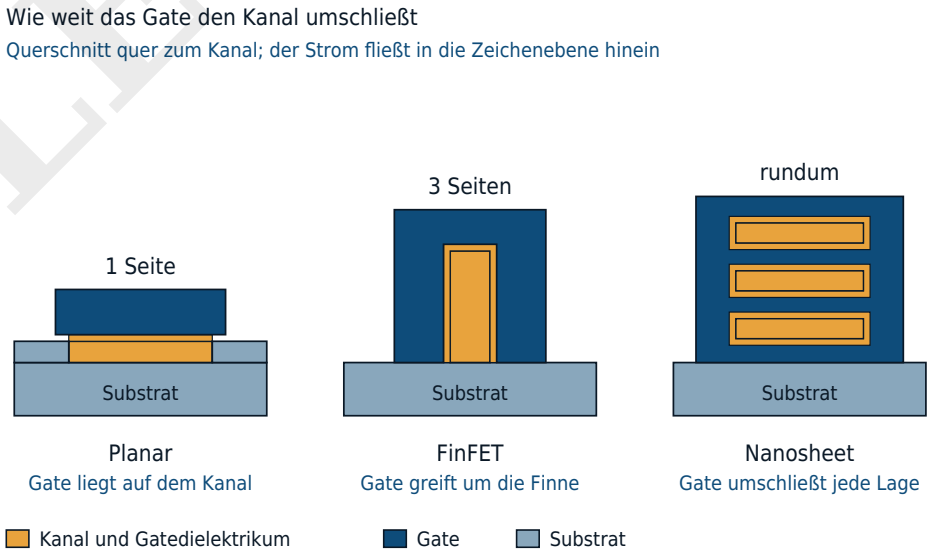
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse Lorem ipsum dolor sitLorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

Vom FinFET zum Nanosheet

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

Der Gateumschluss im Vergleich



LESEPROBE

Warum die Finne an ihre Grenze kam

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit.

Die Finne umlegen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Wie die Lagen entstehen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur Lorem Lorem ipsum dolor sit.

Was danach kommt

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

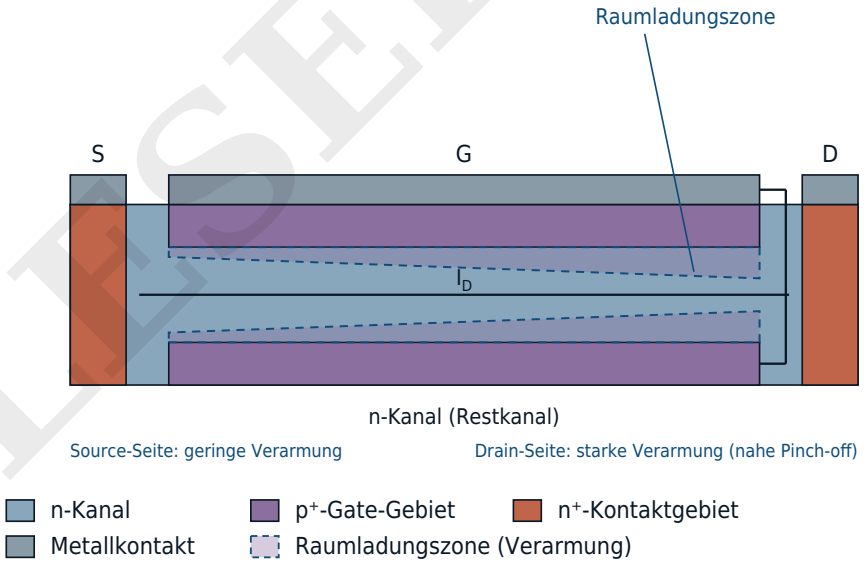
Der Sperrschicht-FET (JFET)

Aufbau

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

Aufbau und Verarmungszone eines n-Kanal-JFET

Planarer Aufbau mit zwei p⁺-Gate-Gebieten



Bei angelegter Sperrspannung V_{GS} wächst die Raumladungszone von den p⁺-Gebieten in den Kanal hinein und schnürt ihn ein. Durch den Spannungsabfall entlang V_{DS} ist die Verengung am drainseitigen Ende stärker ausgeprägt als am sourceseitigen Ende (keilförmige Verarmungszone).

LESEPROBE

Funktionsweise: Verarmungszone und Abschnürung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sitLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Kennlinienfeld

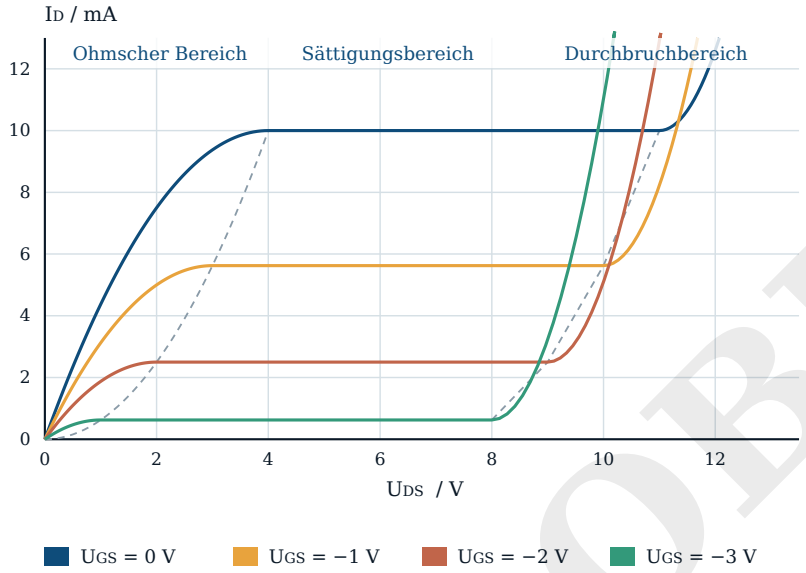
Lorem ipsum Lorem$_{Lorem}$ Lorem Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum Lorem Lorem$_{Lorem}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum Lorem ipsum dolor LoremLorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum$_{Lorem\ ipsum}$Lorem Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip

Lorem$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$Lorem

Lorem ipsum Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor Lorem Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit Lorem LoremLorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore.

LESEPROBE

Ausgangskennlinienfeld des n-Kanal-JFET
Drainstrom in Abhängigkeit von der Drain-Source-Spannung



Kleinsignalverhalten

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem $\text{ipsum}_{\text{Lorem}}$ Lorem $\text{ipsum}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

Eigenschaften und Anwendungen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.

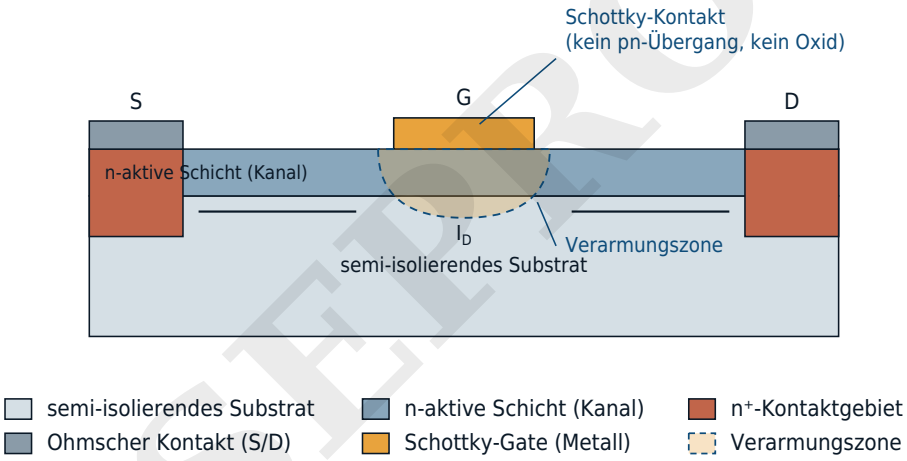
Der Metall-Halbleiter-FET (MESFET)

LESEPROBE

Aufbau

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Aufbau eines MESFET (Metal-Semiconductor FET)
Schottky-Gate auf semi-isolierendem GaAs-Substrat



Das Gate-Metall bildet direkt mit dem n-Kanal einen Schottky-Kontakt. Bereits ohne äußere Spannung bildet sich darunter eine Verarmungszone; eine negative Gate-Spannung vergrößert sie und schnürt den Kanal ein – analog zum JFET, jedoch ohne pn-Übergang oder Gate-Oxid.

LESEPROBE

Funktionsweise: Schottky-Barriere und Verarmungszone

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$Lorem $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

Betriebsarten: D-MESFET und E-MESFET

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor sit ametLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

Materialsystem, Vor- und Nachteile

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

Anwendungen und Ausblick

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

Aufbau eines npn-Transistors

Grundlagen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

LESEPROBE

Herstellung eines npn-Bipolartransistors

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing *Lorem ipsum*Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et.

1. Substrat

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

Ausgangsmaterial

Schwach p-dotierter Silicium-Wafer als Substrat



Silicium (p-Si) Oxid

Ausgangspunkt ist ein schwach p-dotierter Silicium-Wafer, auf dessen Oberflaeche eine duenne Oxidschicht als Schutz- und Maskierschicht waechst.

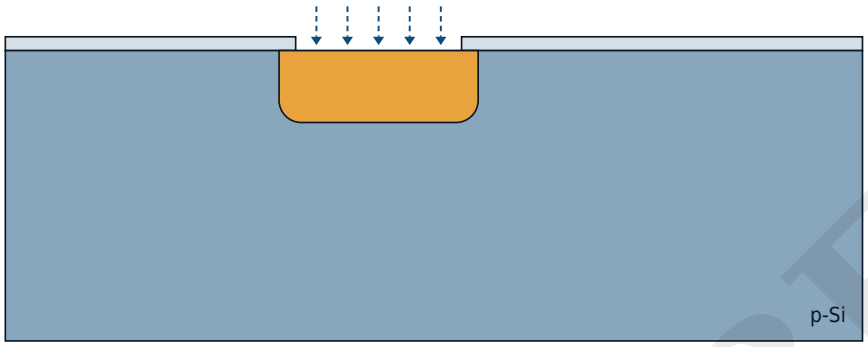
2. Buried-Layer-Implantation

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation[Lorem]Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

LESEPROBE

Fenster oeffnen und implantieren

Lithografie legt das Fenster fuer die vergrabene Schicht fest



Silicium (p-Si) Oxid n^+-dotiert

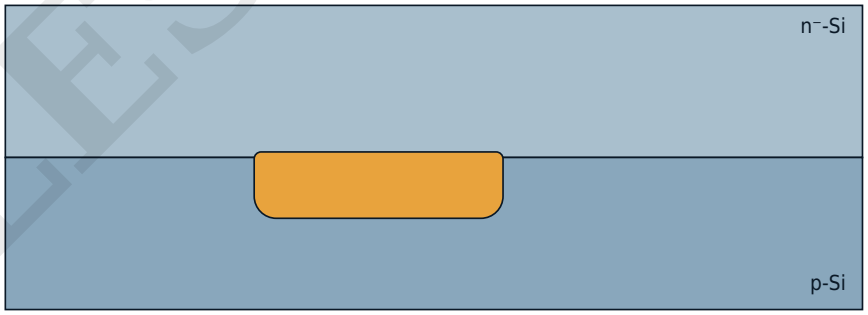
Im freigelegten Bereich erzeugt eine Ionenimplantation ein stark n-dotiertes Gebiet. Diese vergrabene Schicht liegt spaeter unter dem fertigen Transistor.

3. Homoepitaxie

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit[Lorem] Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Epitaxie

Eine neue, schwach n-dotierte Siliciumschicht waechst auf



Silicium (p-Si) n^--Si (Epitaxieschicht) n^+-dotiert

Die neue Epitaxieschicht bildet das spaetere aktive Gebiet des Transistors. Die vergrabene n^+-Schicht bleibt an der Grenzflaeche zum Substrat erhalten.

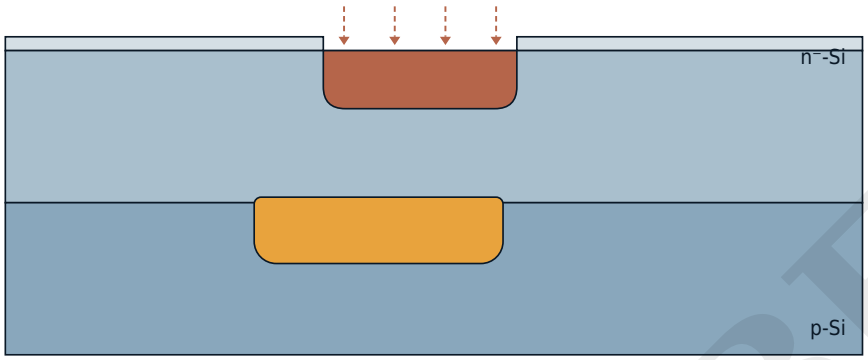
4. Basis-Implantation

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore.

LESEPROBE

Basis-Implantation

Ein neues Fenster legt die Position der Basis fest



Silicium (p-Si) n⁻-Si (Epitaxieschicht) Oxid n⁺-dotiert p-dotiert

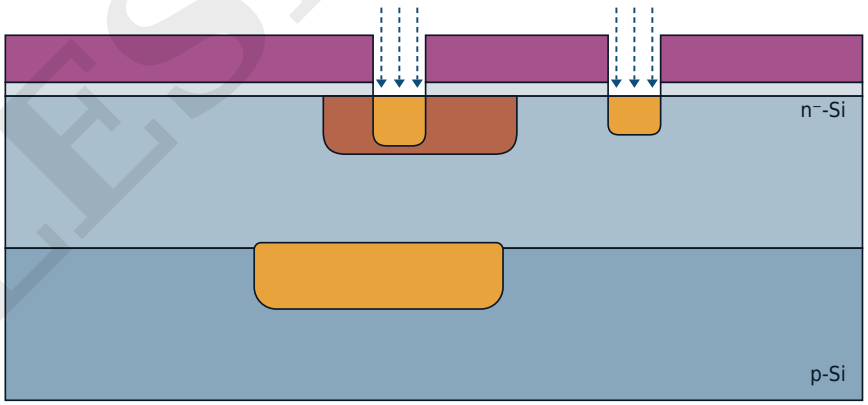
Durch das neue Fenster wird die Basis implantiert: ein schwach p-dotiertes Gebiet direkt oberhalb der vergrabenen n⁺-Schicht.

5. Emitter- und Kollektor-Implantation

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing[Lorem] Lorem ipsum dolor sit amet.

Emitter- und Kollektor-Implantation

Eine Lackmaske legt zwei neue Fenster fest



Silicium (p-Si) n⁻-Si (Epitaxieschicht) Oxid Fotoresist n⁺-dotiert p-dotiert

Durch die Lackmaske hindurch entstehen zwei n⁺-Gebiete: der Emitter innerhalb der Basis und ein niederohmiger Kollektor-Anschluss daneben.

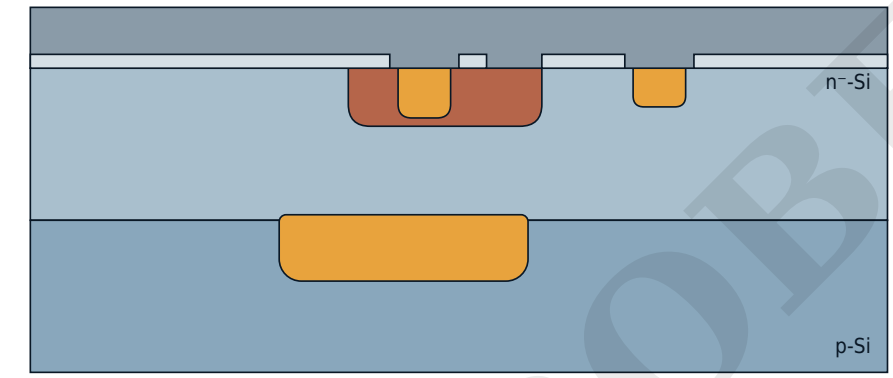
LESEPROBE

6. Metallisierung und Fototechnik

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et.

Kontaktloecher und Aluminium

Nach dem Entfernen des Lacks wird Aluminium aufgebracht



Silicium (p-Si) n⁻-Si (Epitaxieschicht) Oxid n⁺-dotiert

p-dotiert Aluminium

Der Lack wird entfernt, das Oxid an drei Stellen bis auf das Silicium geoeffnet und anschliessend eine durchgehende Aluminiumschicht aufgebracht.

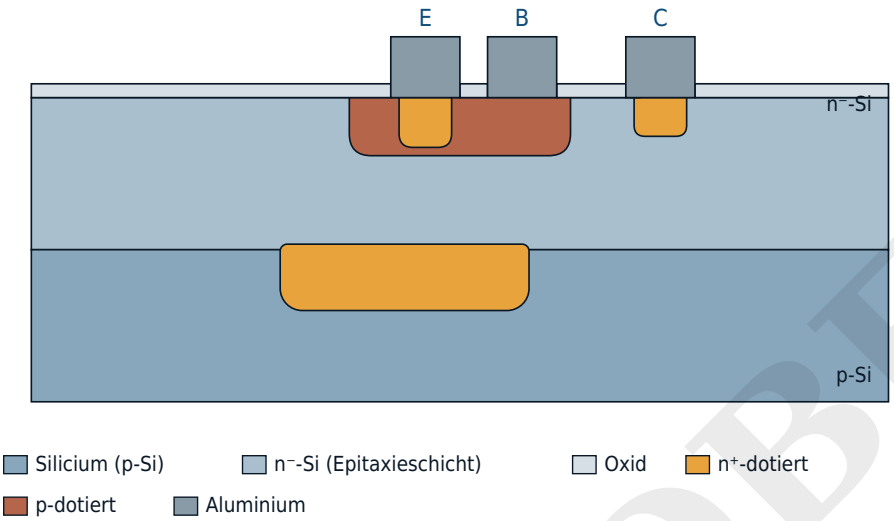
7. Ätztechnik

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

LESEPROBE

Aluminium-Strukturierung

Aetzen trennt die drei Anschlusskontakte E, B und C



Die Aluminiumschicht wird zu drei voneinander getrennten Kontakten strukturiert: Emitter (E), Basis (B) und Kollektor (C).

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Kennlinien und Transistorgleichungen

Kennlinienfelder und Arbeitspunkt

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat $\text{non}_{\text{Lorem}}\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum $\text{dolor}_{\text{Lorem}}\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$Lorem $\text{ipsum}_{\text{Lorem}}\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor $\text{sit}_{\text{Lorem}}\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$Lorem $\text{ipsum}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim $\text{ad}_{\text{Lorem}}\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor $\text{sit}_{\text{Lorem}}\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$Lorem $\text{ipsum}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam $\text{quis}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum $\text{dolor}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt

ut labore et dolore magna aliqua enim ad$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

Kennlinien des Bipolartransistors

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

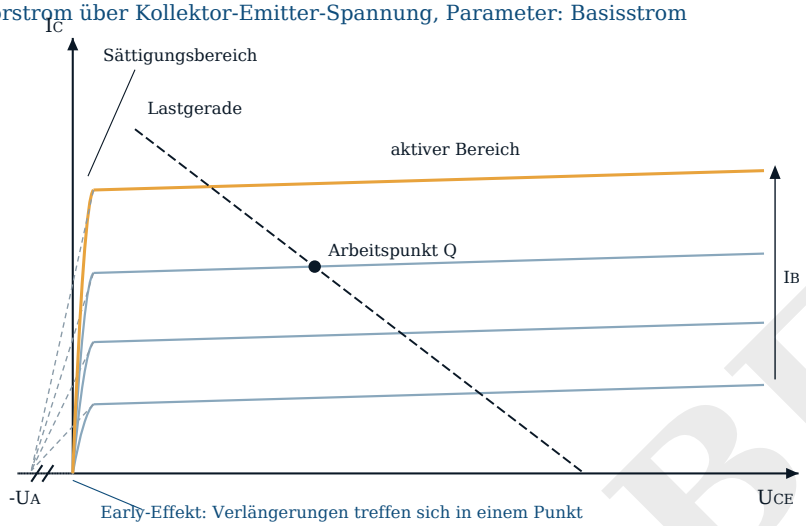
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Lorem ipsum dolor$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

LESEPROBE

Ausgangskennlinienfeld eines Bipolartransistors
Kollektorstrom über Kollektor-Emitter-Spannung, Parameter: Basisstrom



Der Schnittpunkt von Lastgerade und Kennlinie ist der Arbeitspunkt;
die leichte Steigung im aktiven Bereich zeigt den Early-Effekt.

Gleichungen des Bipolartransistors

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do

$\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem $\text{ipsum}_{\text{Lorem}}$ $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$Lorem $\text{ipsum}_{\text{Lorem}}$ Lorem $\text{ipsum}_{\text{Lorem}}$ $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$Lorem

Lorem $\text{ipsum dolor}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam $\text{quis}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing $\text{elit}_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolorLorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing

$\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem $\text{ipsum}_{\text{Lorem}}$ $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$Lorem $\text{ipsum}_{\text{Lorem}}$ $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$Lorem

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur $\text{adipiscing}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et_{Lorem} $\text{Lorem ipsum}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

Kennlinien des MOSFETs

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

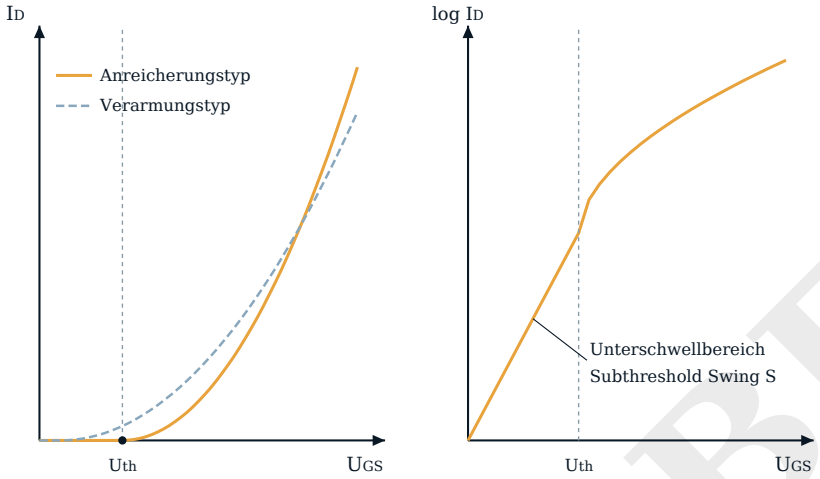
Lorem ipsum dolor$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad Lorem ipsum dolorLorem ipsum dolor$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore.

Lorem ipsum dolor$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat$_{\text{Lorem}}$Lorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor$_{\text{Lorem}}$Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

LESEPROBE

Übertragungskennlinie des MOSFETs
Drainstrom über der Gate-Source-Spannung, linear und logarithmisch



Unter der Schwellspannung fällt der Drainstrom nicht abrupt auf null, sondern exponentiell – sichtbar erst in logarithmischer Darstellung.

Gleichungen des MOSFETs

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip Lorem ipsumLorem ipsum dolor$_{Lorem}$ Lorem ipsum$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$Lorem

Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$Lorem$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$Lorem ipsum

Lorem ipsum dolor$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$Lorem

Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$Lorem ipsum dolor sit$_{Lorem}$Lorem

Lorem ipsum Lorem ipsum$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt$_{Lorem}$ Lorem ipsum$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip$_{Lorem}$Lorem ipsum dolor$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed

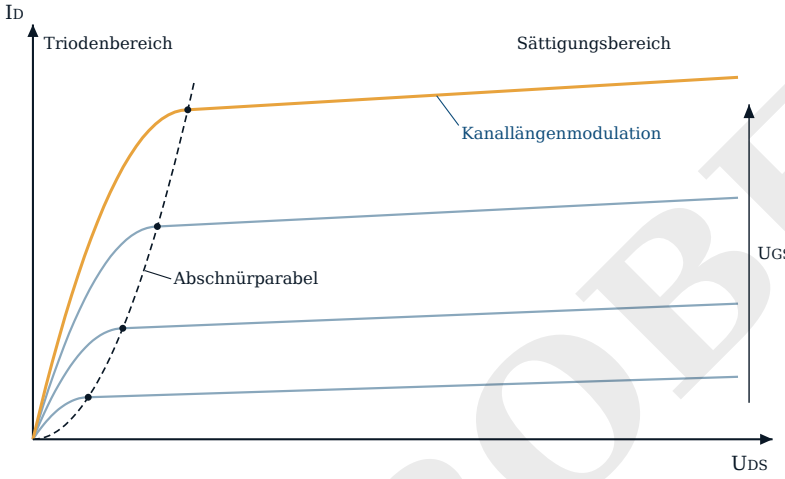
Lorem$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$Lorem ipsum$_{Lorem}$Lorem

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore Lorem ipsum dolor$_{Lorem}$ Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis

LESEPROBE

nostrud exercitation ullamco laboris$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit$_{\text{Lorem}}$Lorem.

Ausgangskennlinienfeld des MOSFETs
Drainstrom über Drain-Source-Spannung, Parameter: Gate-Spannung



Die Abschnürparabel trennt Trioden- und Sättigungsbereich; die leichte Steigung im Sättigungsbereich entsteht durch Kanallängenmodulation (Parameter λ).

Kleinsignalparameter und Grenzen der Modelle

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem. Lorem ipsum dolor$_{\text{Lorem}}$Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum

LESEPROBE

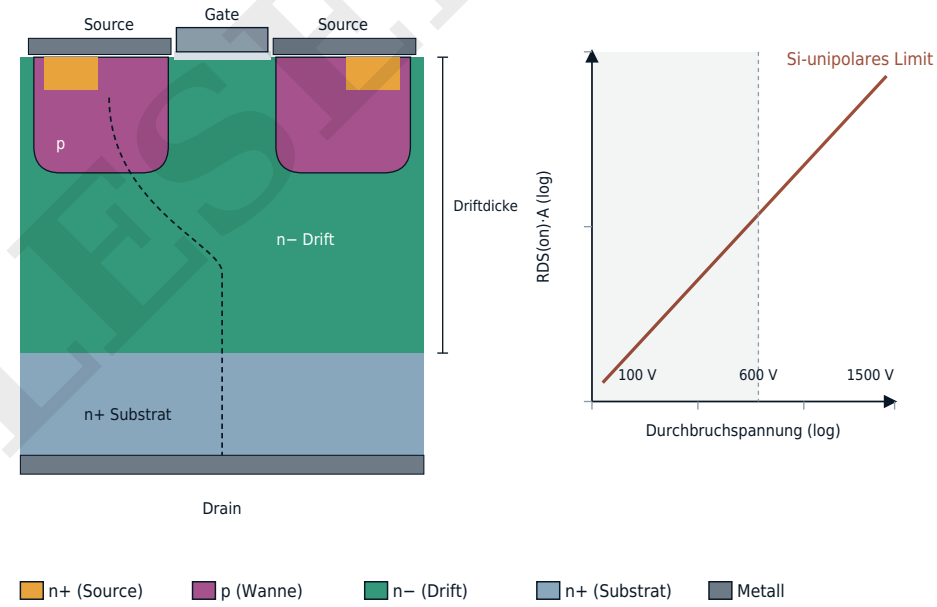
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

Si-Leistungsbauelemente (Power-MOSFET, IGBT)

Der Si-Power-MOSFET: Aufbau und das $R_{DS(on)}$-Dilemma

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore Lorem$_{\text{Lorem ipsum}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

Vertikaler Si-Power-MOSFET (DMOS)
Aufbau und der RDS(on)-Sperrspannungs-Tradeoff



Die niedrige kritische Feldstärke von Silizium erfordert eine dicke, schwach dotierte Driftzone – der Durchlasswiderstand wächst dadurch überproportional mit der Spannung.

Superjunction-MOSFETs: Der Ausweg aus dem klassischen

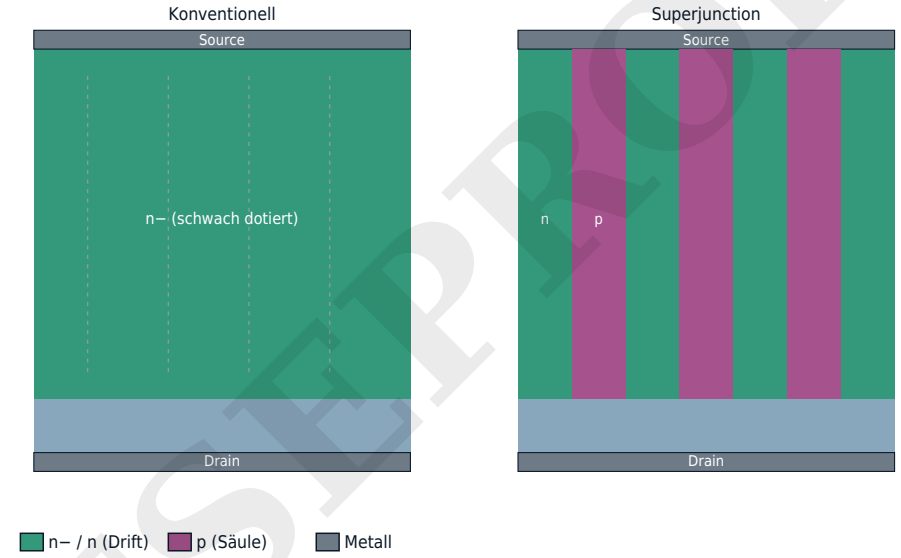
LESEPROBE

Tradeoff

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor $\text{Lorem}_{\text{Lorem ipsum}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

Konventionelle Driftzone vs. Superjunction

Charge Balancing ermöglicht höhere Dotierung bei gleicher Sperrspannung



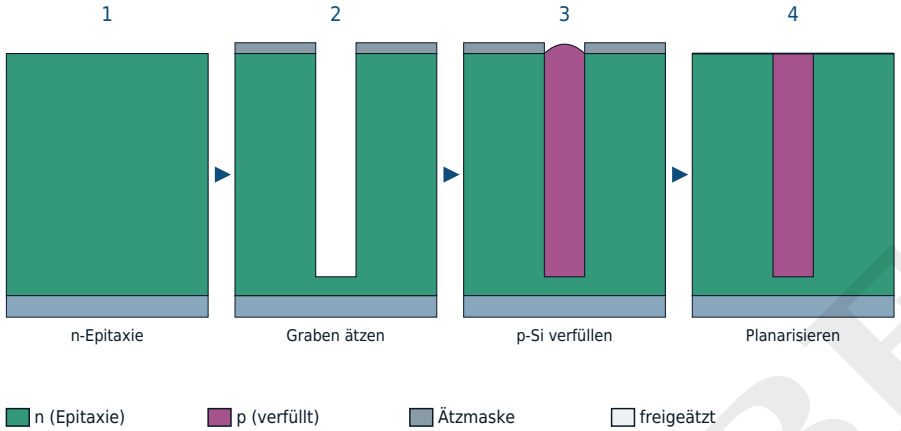
Alternierende p-/n-Säulen räumen sich im Sperrfall lateral gegenseitig aus – die n-Säulen lassen sich dadurch höher dotieren, ohne die Spannung zu senken.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

LESEPROBE

Superjunction-Fertigung: Trench-Fill-Verfahren

Tiefe p-Säulen entstehen durch Grabenätzen und epitaktisches Verfüllen



Ein tiefer, schmaler Graben wird trockengeätzt und anschließend epitaktisch mit p-dotiertem Silizium verfüllt – CMP planarisiert die Oberfläche zum Abschluss.

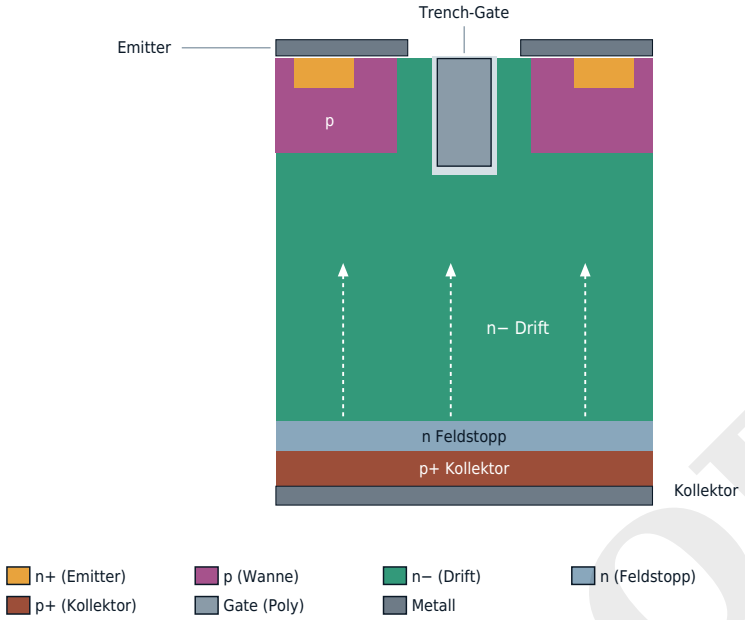
Der IGBT: Bipolare Verstärkung für hohe Spannungen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

LESEPROBE

Trench-Feldstopp-IGBT im Querschnitt

MOSFET-Gate steuert eine bipolare pnp-Ausgangsstufe



Die p+-Schicht injiziert Löcher in die Driftzone (Conductivity Modulation) – die Feldstoppschicht erlaubt eine dünnere Driftzone bei gleicher Sperrspannung.

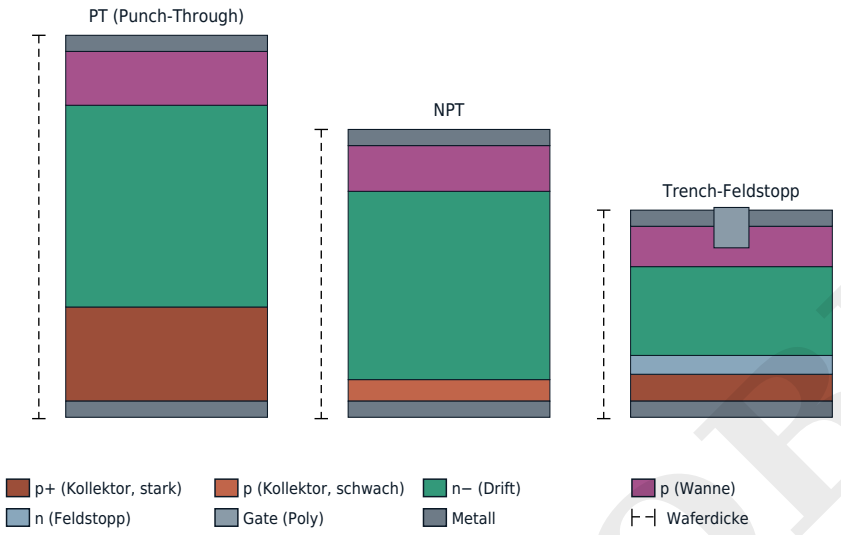
IGBT-Generationen: Von Planar-PT bis Trench-Feldstopp

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

LESEPROBE

IGBT-Generationen im Vergleich

Sinkende Waferdicke bei steigender Kurzschlussfestigkeit



Von dicker Epitaxie auf p+-Substrat (PT) über homogen dotierte NPT-Wafer bis zum dünnen Trench-Feldstopp-IGBT – jede Generation senkt Durchlass- und Schaltverluste.

Si im Systemvergleich: Wo die etablierte Technologie noch dominiert

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

CMOS vs. Bipolar

Einordnung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

LESEPROBE

occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem.

Funktionsprinzip im Vergleich

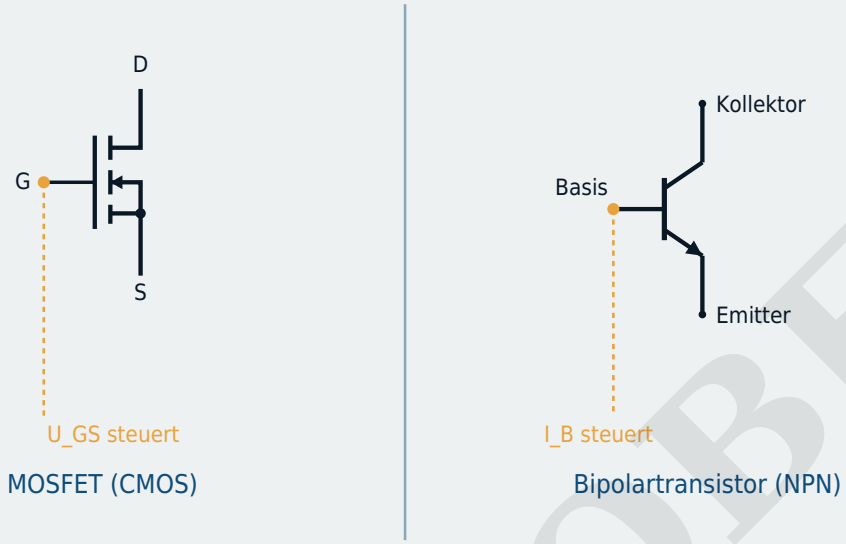
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

LESEPROBE

CMOS vs. Bipolar – Steuergrößen im Vergleich



Spannungsgesteuert (kapazitiv, ~0 Steuerstrom) vs. stromgesteuert (dauerhafter Basisstrom)

Leistungsaufnahme und Schaltverhalten

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

Integrationsdichte und Skalierung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

Vergleichstabelle

Lorem	Lorem ipsum	Lorem
Lorem	Lorem ipsum	Lorem ipsum
Lorem	Lorem ipsum dolor	Lorem
Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum
Lorem	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor
Lorem	Lorem	Lorem ipsum dolor sit
Lorem ipsum	Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor

LESEPROBE

Bulk vs. SOI

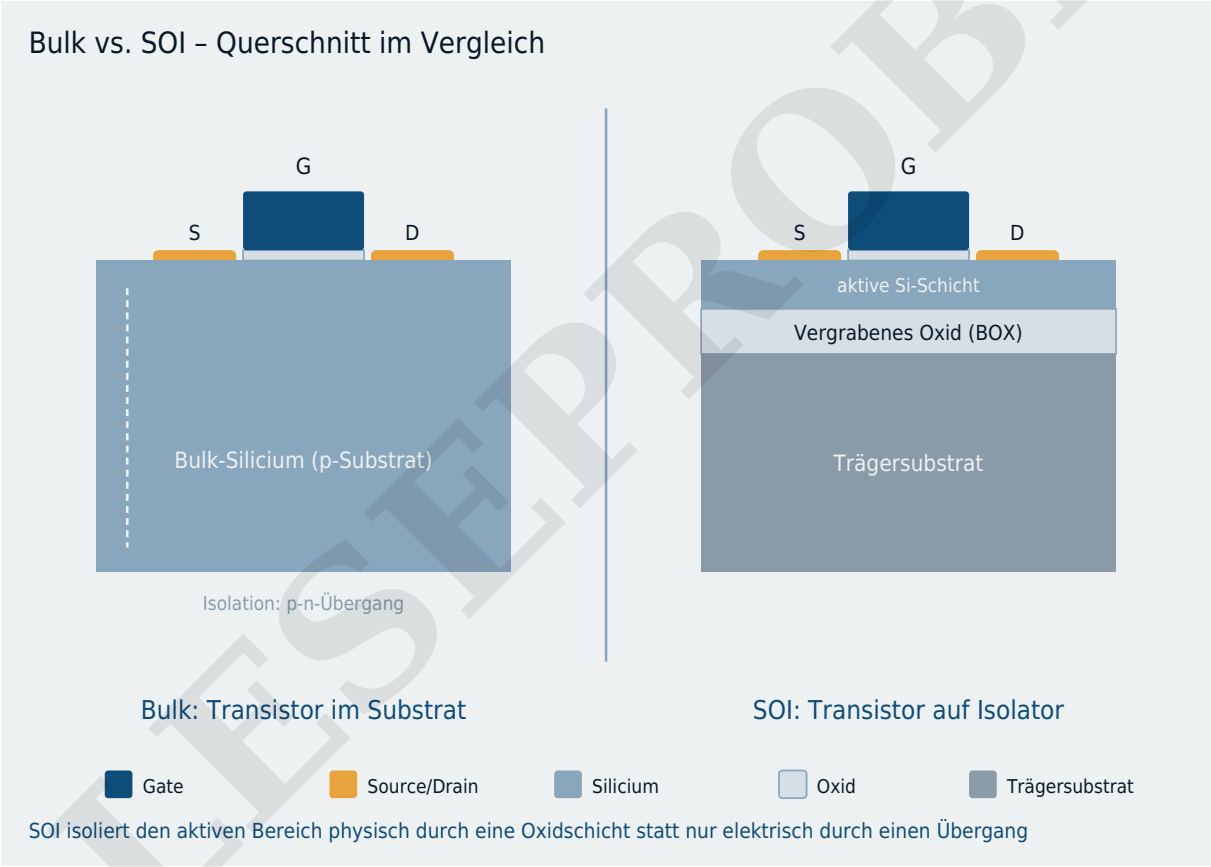
Einordnung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore *Lorem* Lorem ipsum dolor sit *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

Aufbau im Vergleich

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.



Parasitäre Effekte und Isolation

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore Lorem Lorem ipsum dolor sit.

Fertigung und Kosten

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

Vergleichstabelle

Lorem	Lorem	Lorem
Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor
Lorem ipsum	Lorem	Lorem ipsum
Lorem	Lorem	Lorem ipsum
Lorem	Lorem	Lorem
Lorem	Lorem	Lorem ipsum
Lorem ipsum	Lorem	Lorem ipsum dolor

LESEPROBE

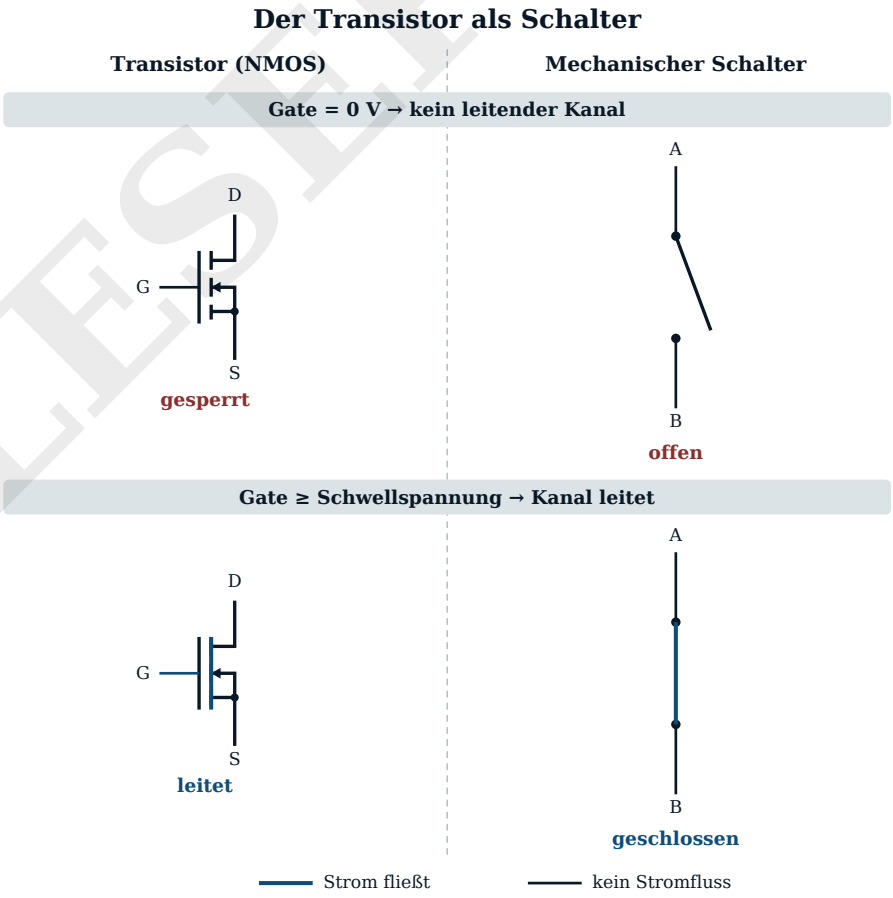
Vom Transistor zum Gatter

Der Transistor als Schalter

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

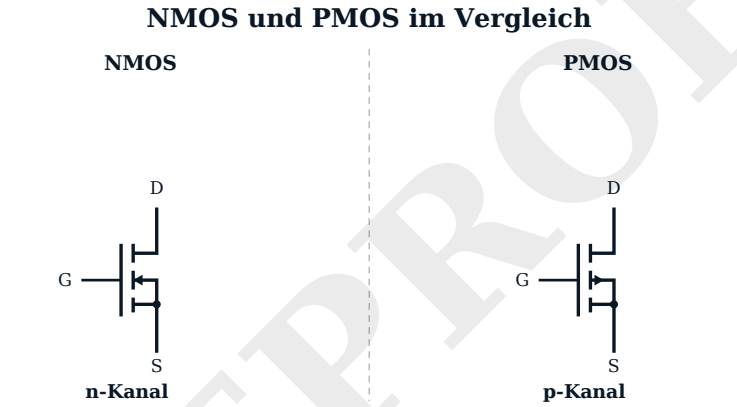
LESEPROBE



NMOS und PMOS im Vergleich

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.



Gate-Spannung	NMOS	PMOS
Low (0 V)	sperrt	leitet
High (VDD)	leitet	sperrt

Der Inverter — das erste Gatter

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor Lorem Lorem LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Das UND aus Transistoren

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

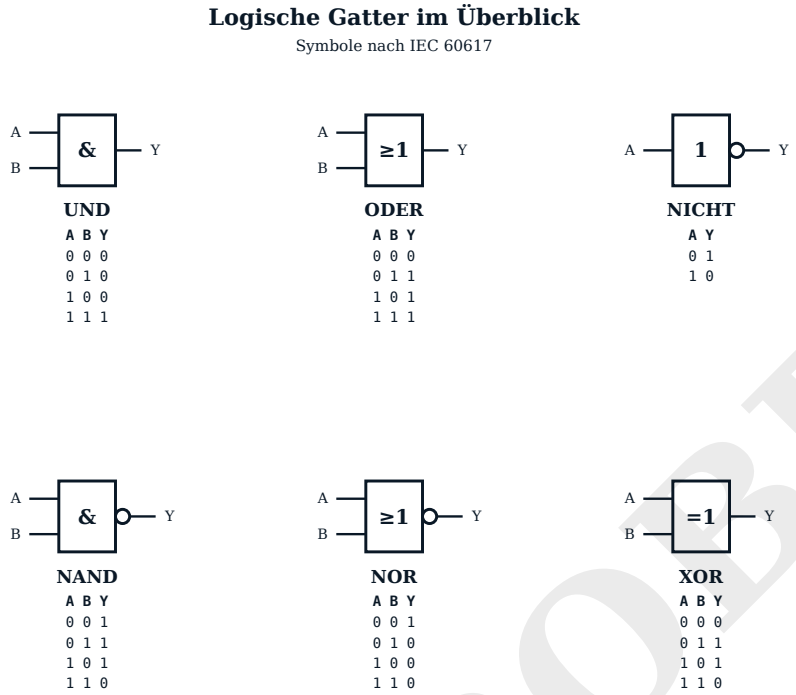
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

Logische Gatter im Überblick

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam

Lorem	Lorem ipsum dolor.
Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor sit
Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor sit amet
Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor
Lorem	Lorem ipsum dolor sit amet
Lorem	Lorem ipsum dolor sit
Lorem	Lorem ipsum dolor sit

LESEPROBE



LESEPROBE

Das ODER aus Transistoren

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Das NAND aus Transistoren

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris *Lorem* Lorem ipsum dolor sit *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

reprehenderit voluptate.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

Das NOR aus Transistoren

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

Das XOR aus Transistoren

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

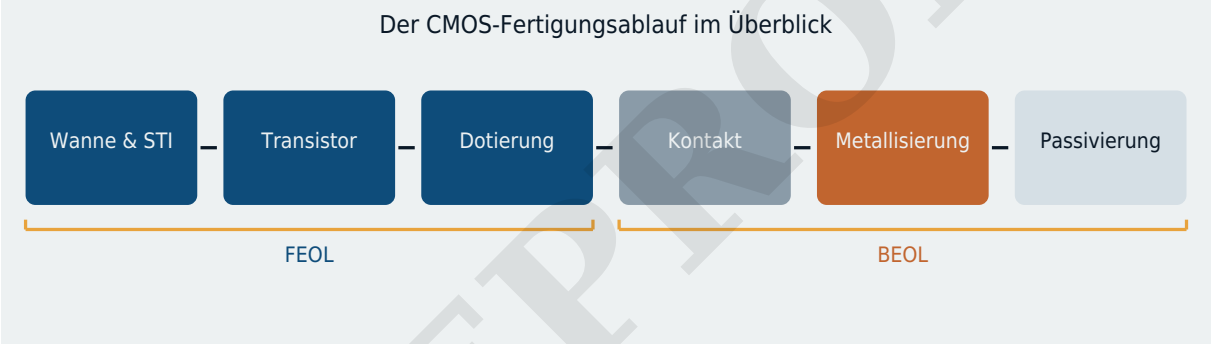
LESEPROBE

Der CMOS-Fertigungsablauf

Front-End und Back-End of Line

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sitLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.



Wafer und Wannen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Transistorfertigung im FEOL

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation.

Dotierung und Silizidierung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

Kontaktierung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

Metallisierung im BEOL

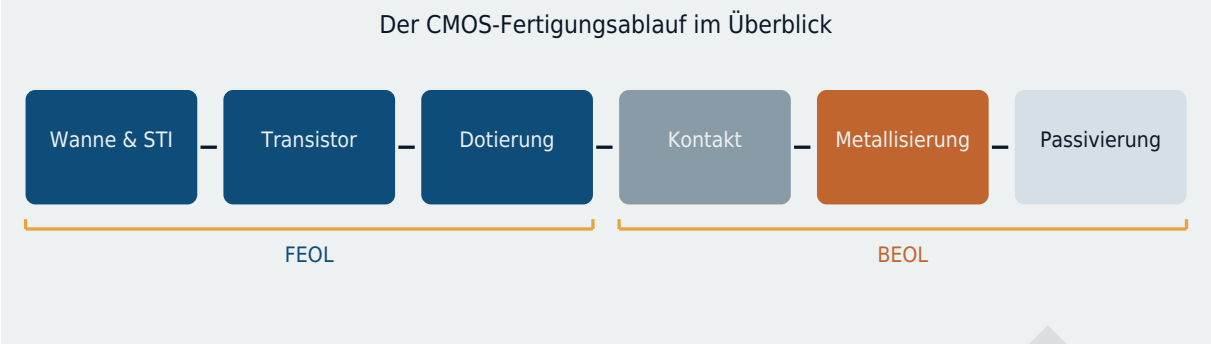
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

Der Ablauf im Überblick

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation

LESEPROBE



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.

Arithmetik-Schaltungen: Addierer und Multiplizierer

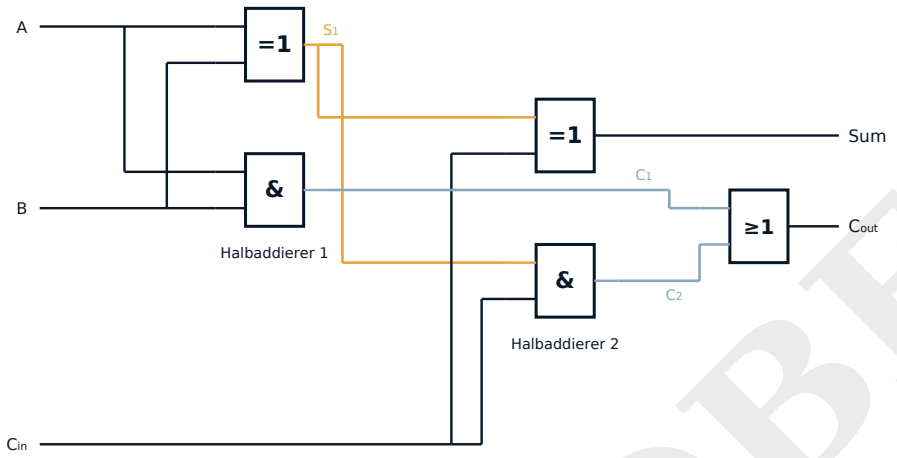
Der Volladdierer als Grundbaustein

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Lorem ipsum dolor sit$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

LESEPROBE

Volladdierer aus zwei Halbaddierern
A, B und C_{in} ergeben Summe und Übertrag C_{out}



Sum = A ⊕ B ⊕ C_{in} – C_{out} = (A • B) + (C_{in} • (A ⊕ B))
Symbole nach IEC 60617: & = AND, =1 = XOR, ≥1 = OR

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

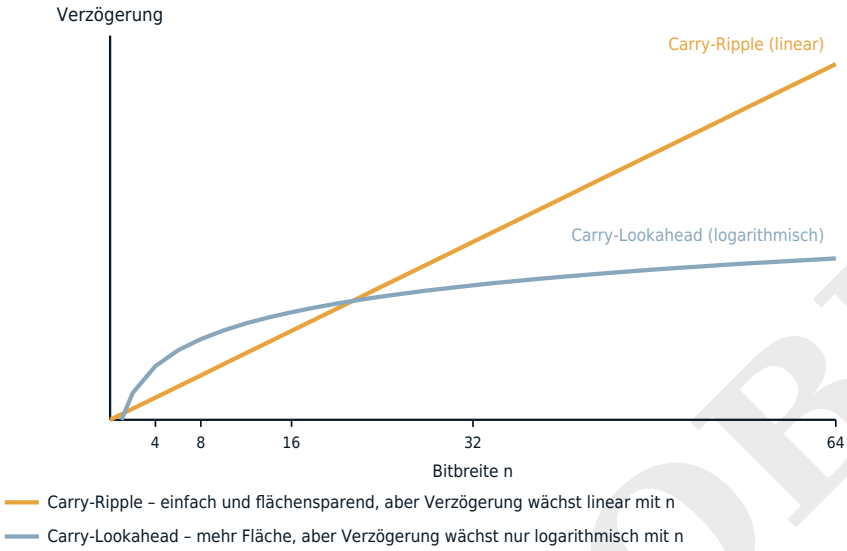
Carry-Ripple- vs. Carry-Lookahead-Addierer

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis$_{\text{Lorem ipsum}}$Lorem ipsum dolor$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum$_{\text{Lorem ipsum}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

LESEPROBE

Verzögerung: Carry-Ripple vs. Carry-Lookahead

Lineares versus logarithmisches Wachstum mit der Bitbreite



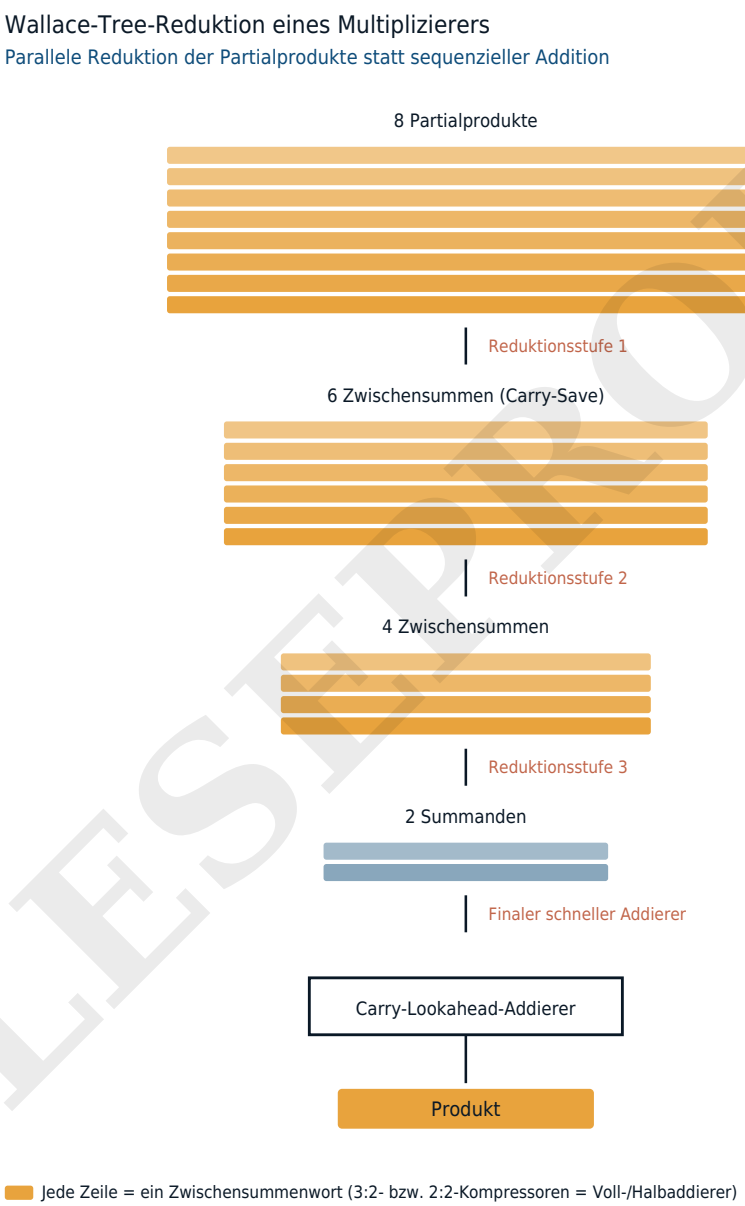
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

Multiplizierer: vom Array- zum Wallace-Tree

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.



LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

Sequentielle Logik: Flip-Flops, Latches und Taktbäume

Latches und Flip-Flops

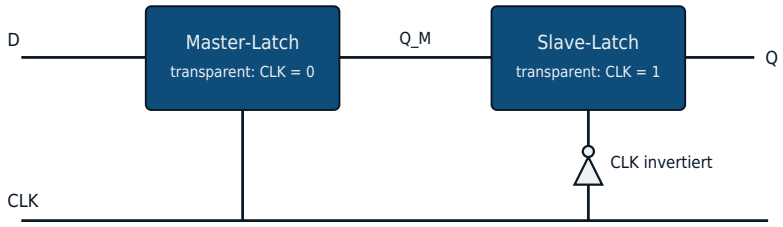
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit.

LESEPROBE

Master-Slave-Flip-Flop aus zwei D-Latches

Gegenphasig getaktete Latches verhindern ein Durchschalten



Bei CLK = 0 ist das Master-Latch transparent, das Slave-Latch hält – bei CLK = 1 umgekehrt

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

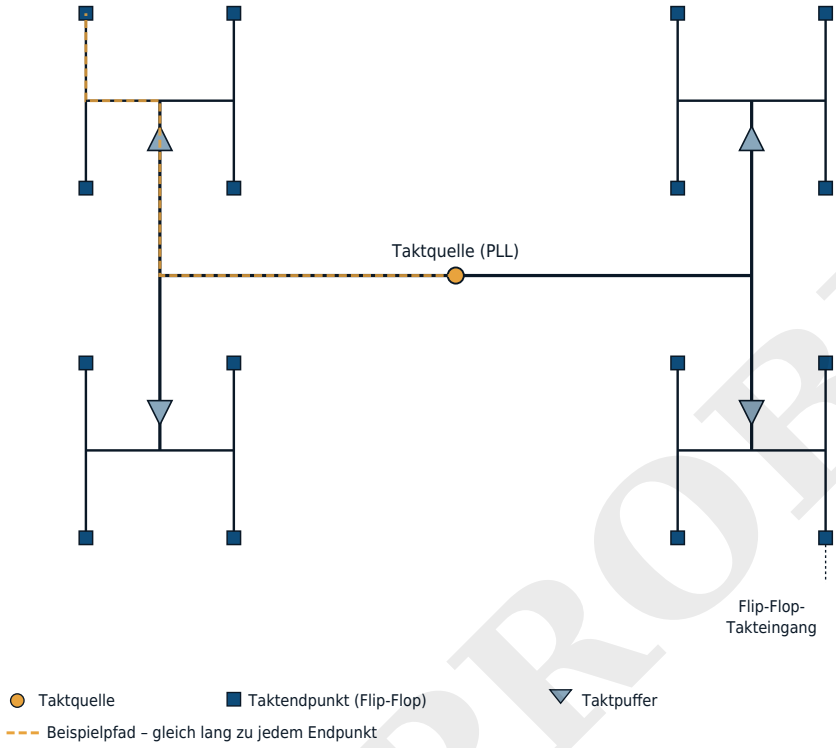
Der Taktbaum

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

LESEPROBE

H-Baum zur symmetrischen Taktverteilung

Alle Pfade von der Taktquelle zu den Endpunkten sind gleich lang



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Asynchrone Steuereingänge und Scan-Flip-Flops

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum

LESEPROBE

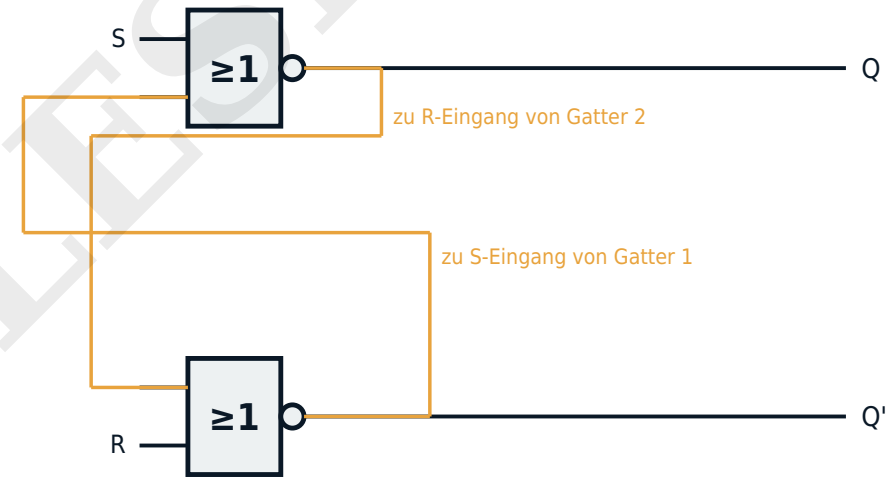
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum.

Das SR-Latch: die einfachste bistabile Kippstufe

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

SR-Latch aus zwei kreuzgekoppelten NOR-Gattern

Positive Rückkopplung speichert den zuletzt gesetzten Zustand



Rückkopplungspfade – jedes Gatter stützt den Ausgang des anderen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

Flip-Flop-Typen im Überblick: SR, JK, T und D

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

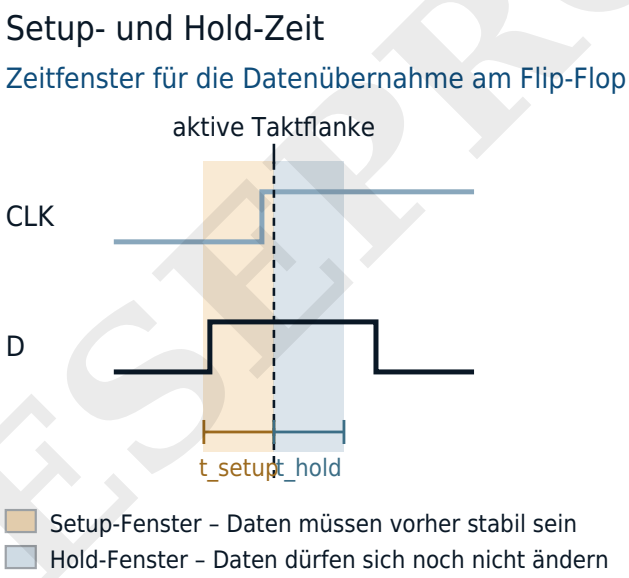
LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit.

Statische Timing-Analyse: Setup- und Hold-Zeit

Grundbegriffe der statischen Timing-Analyse

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.

Der Setup-Check

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing Lorem ipsum dolor$_{Lorem}$ Lorem ipsum$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Der Hold-Check und die Rolle des Taktversatzes

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute Lorem$_{Lorem}$ Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum$_{Lorem}$ Lorem ipsum$_{Lorem}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

Statische und dynamische Leistungsaufnahme, Leckströme

Dynamische Verlustleistung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore Lorem$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor$_{Lorem}$ Lorem ipsum$_{Lorem}^{Lorem}$ Lorem ipsum Lorem ipsum dolor$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor$_{Lorem}$ Lorem ipsum dolor sit

LESEPROBE

amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

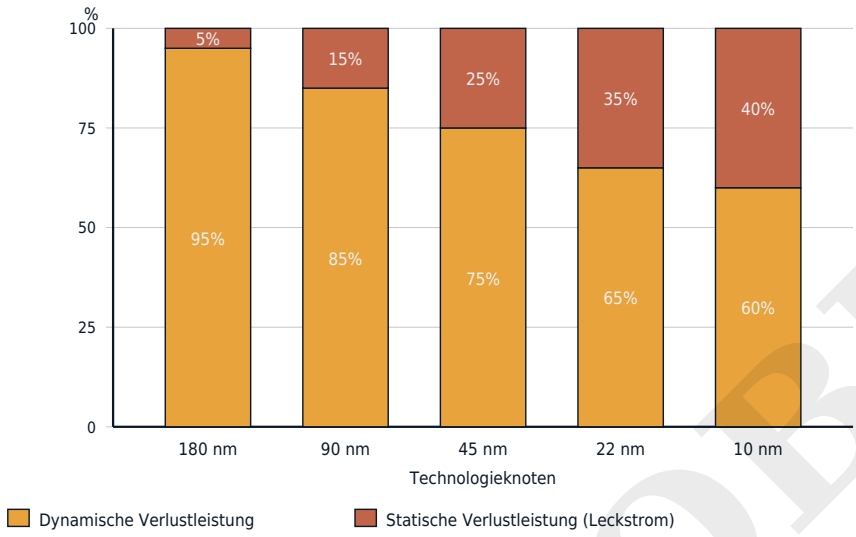
Statische Verlustleistung und Leckströme

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

LESEPROBE

Anteil von Leckleistung an der Gesamtverlustleistung

Illustrative Trendwerte über Technologiegenerationen (CMOS)



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

Techniken zur Leistungsreduktion

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

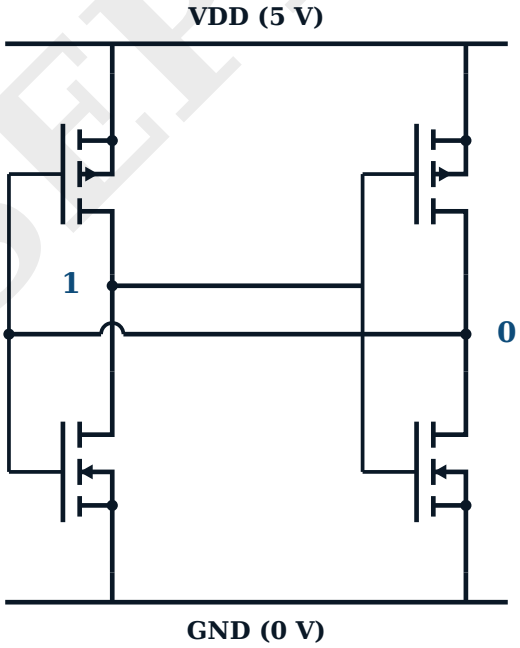
incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

Die SRAM-Zelle

Zwei rückgekoppelte Inverter als Speicherkern

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Speicherkern: zwei rückgekoppelte Inverter



Die Zugriffstransistoren

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Schreiben

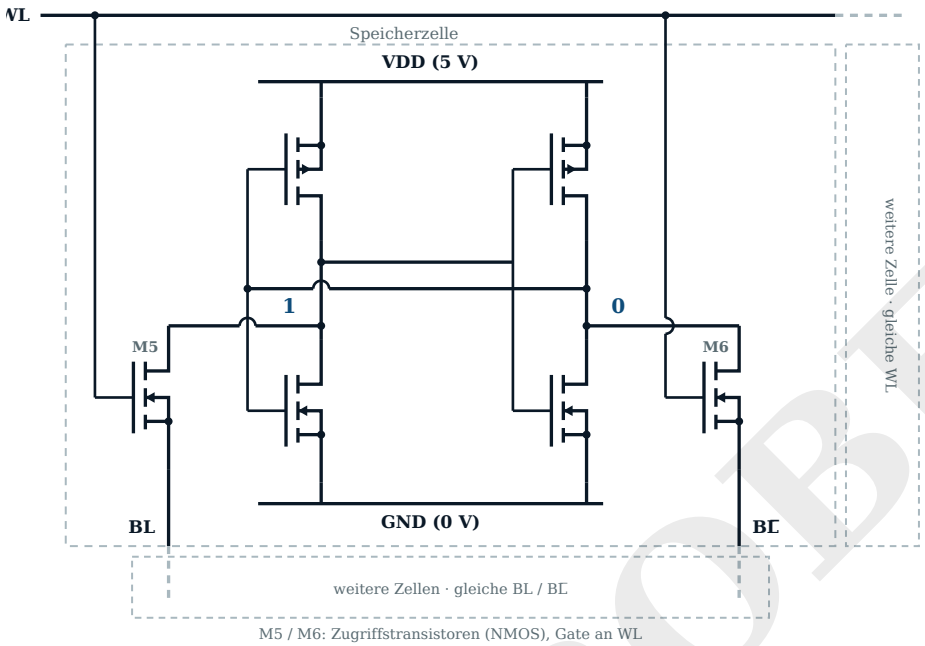
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

Vom einzelnen Bit zum Array

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

LESEPROBE

Die SRAM-Zelle (6T)



Lesen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Die DRAM-Zelle

Ein Kondensator statt sechs Transistoren

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum

LESEPROBE

Lorem Lorem ipsum dolor sit.

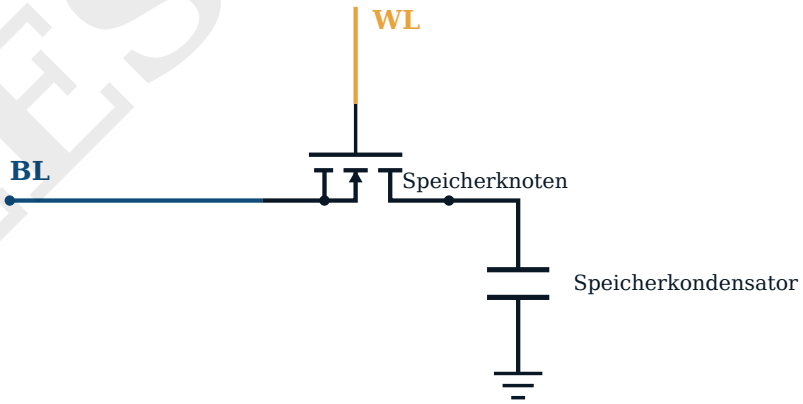
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

Zugriffstransistor, Wortleitung und Bitleitung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Die DRAM-Zelle (1T1C)



LESEPROBE

Leckströme und der Ladungszerfall

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Der Refresh-Zyklus

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

Der Sense Amplifier

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

DRAM und SRAM im Vergleich

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore

LESEPROBE

	Lorem	Lorem
Lorem ipsum dolor	Lorem	Lorem ipsum dolor
Lorem	Lorem	Lorem ipsum
Lorem ipsum	Lorem	Lorem ipsum dolor sit
Lorem	Lorem ipsum	Lorem
Lorem ipsum dolor	Lorem	Lorem
Lorem ipsum	Lorem ipsum	Lorem ipsum

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

DRAM-Fertigung: der Trench-Kondensator-Prozess

Allgemeiner Aufbau und Funktionsweise

Kurz vorab: Die DRAM-Zelle

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

Zwei Wege zum selben Ziel: Stack versus Trench

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim.

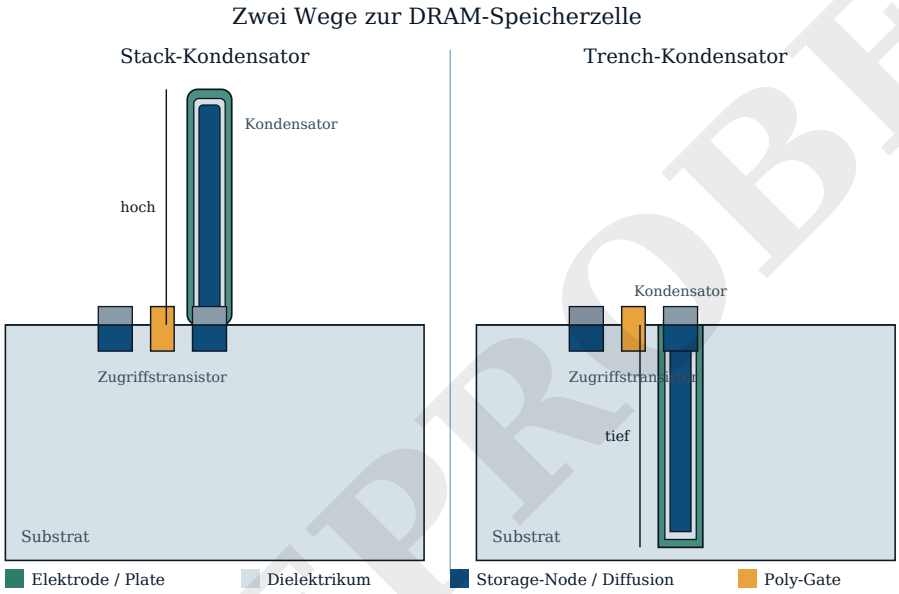
Lorem Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Lorem Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute

LESEPROBE

irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.



Herstellung des Trench-Kondensators

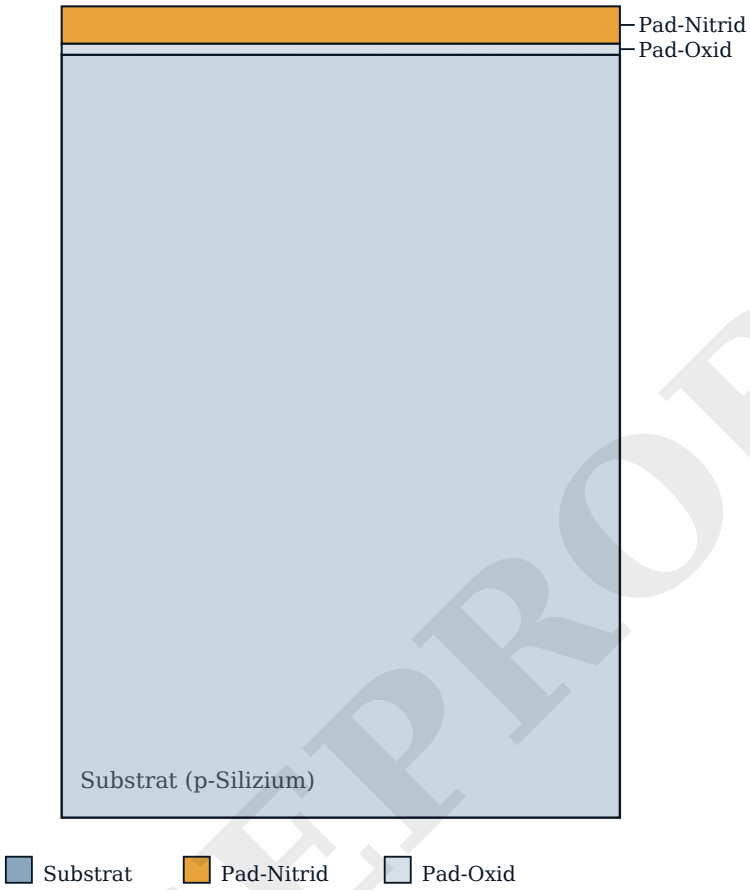
Vom flachen Wafer zum tiefen Graben

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit.

LESEPROBE

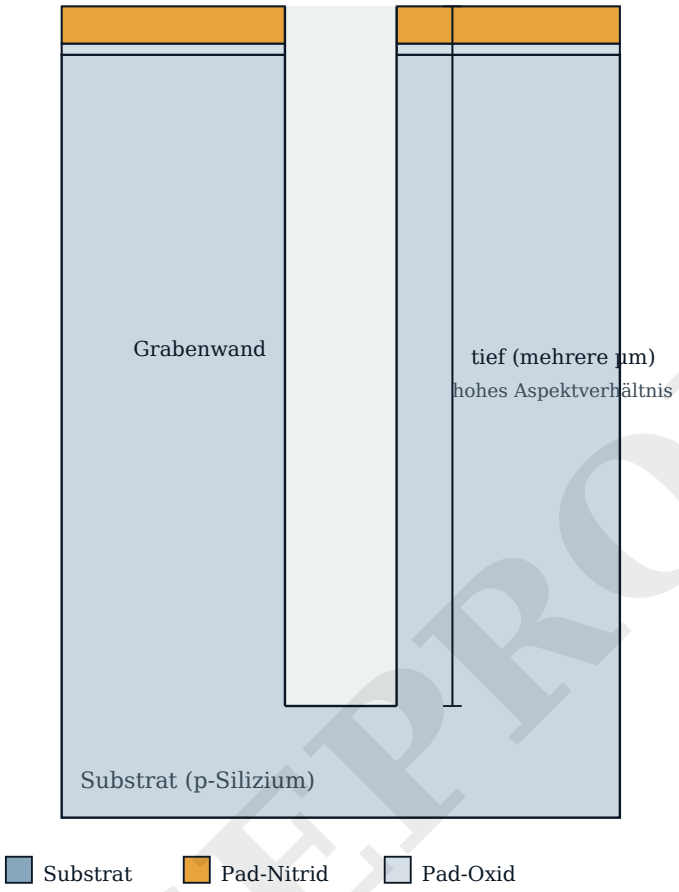
Schritt 1: Pad-Oxid und Pad-Nitrid



Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

LESEPROBE

Schritt 2: Deep-Trench-Ätzung

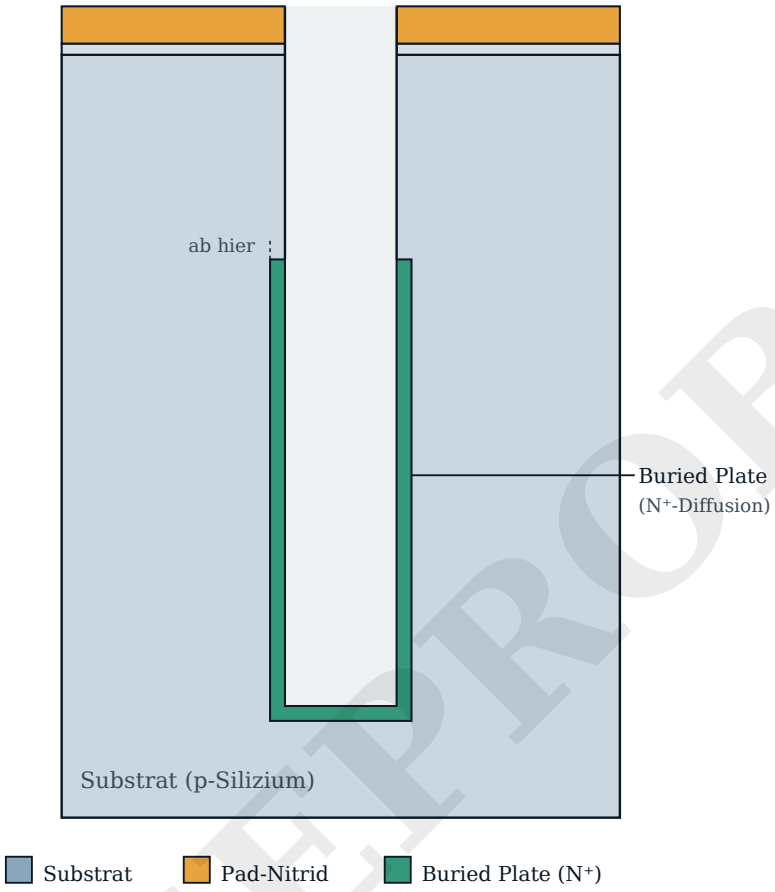


Die Kondensatorelektroden entstehen

Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

LESEPROBE

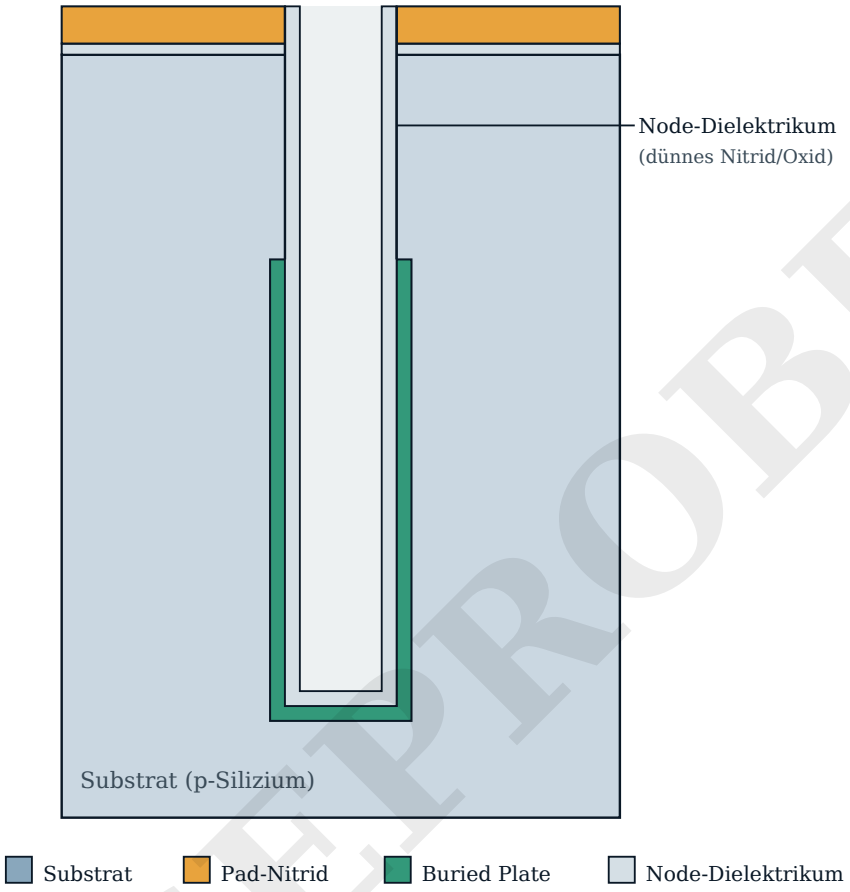
Schritt 3: Buried Plate



Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

LESEPROBE

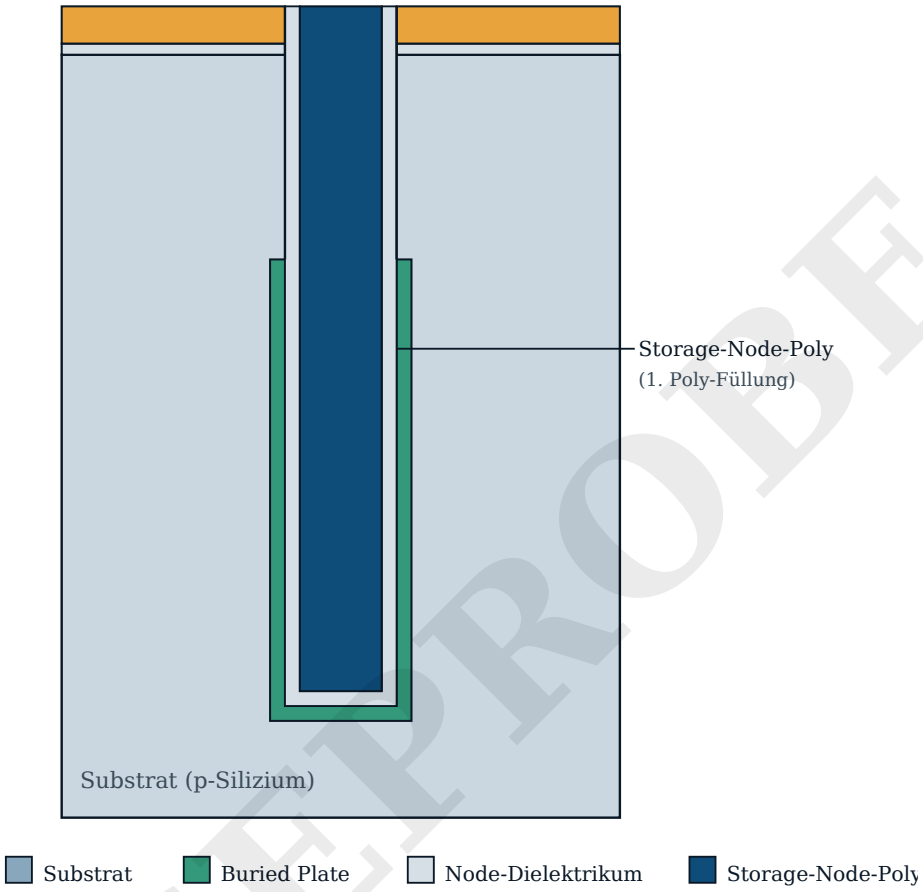
Schritt 4: Node-Dielektrikum



Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.

LESEPROBE

Schritt 5: Erste Poly-Füllung

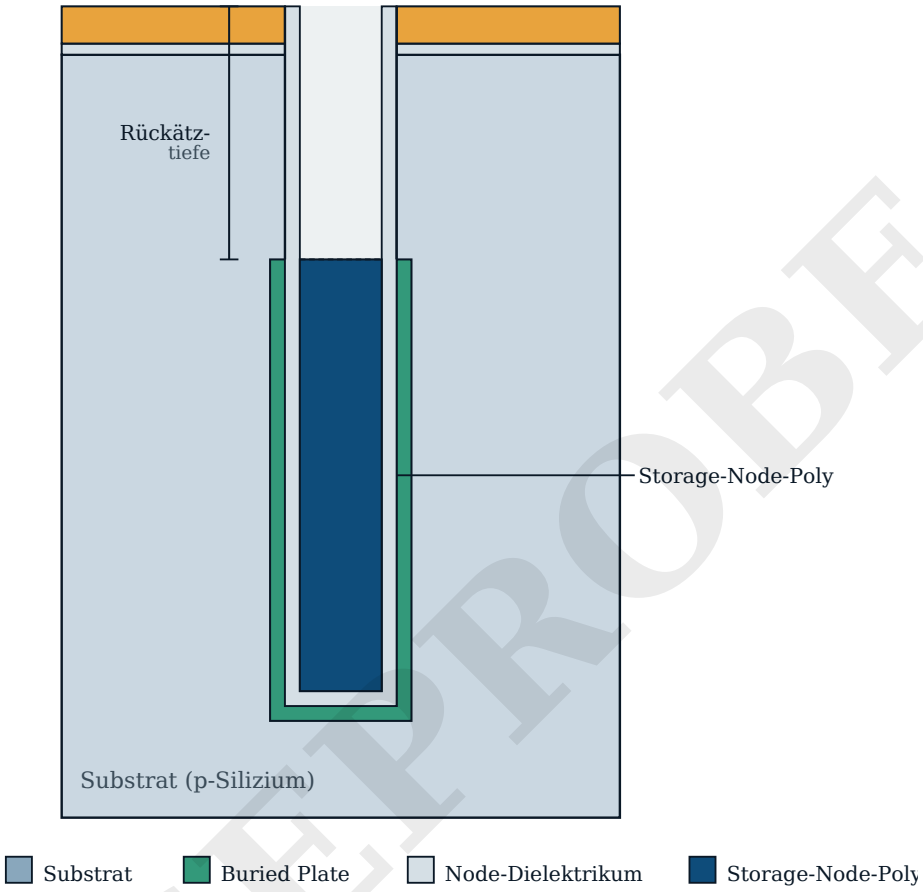


Der obere Grabenbereich: Collar und Buried Strap

Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit.

LESEPROBE

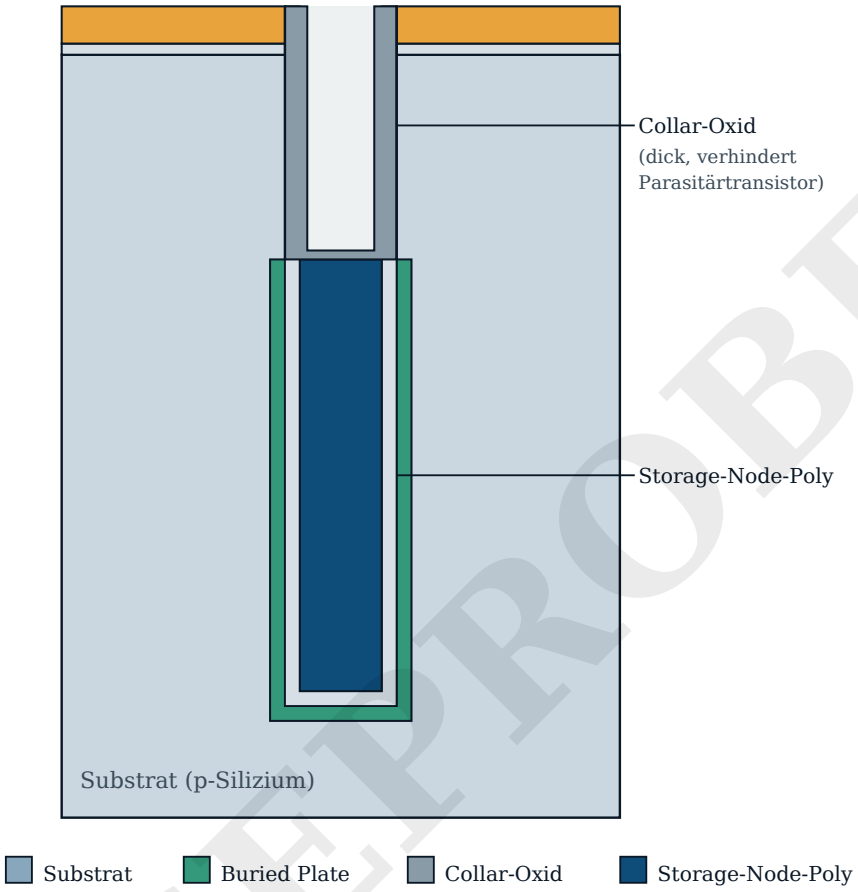
Schritt 6: Poly-Rückätzung



Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

LESEPROBE

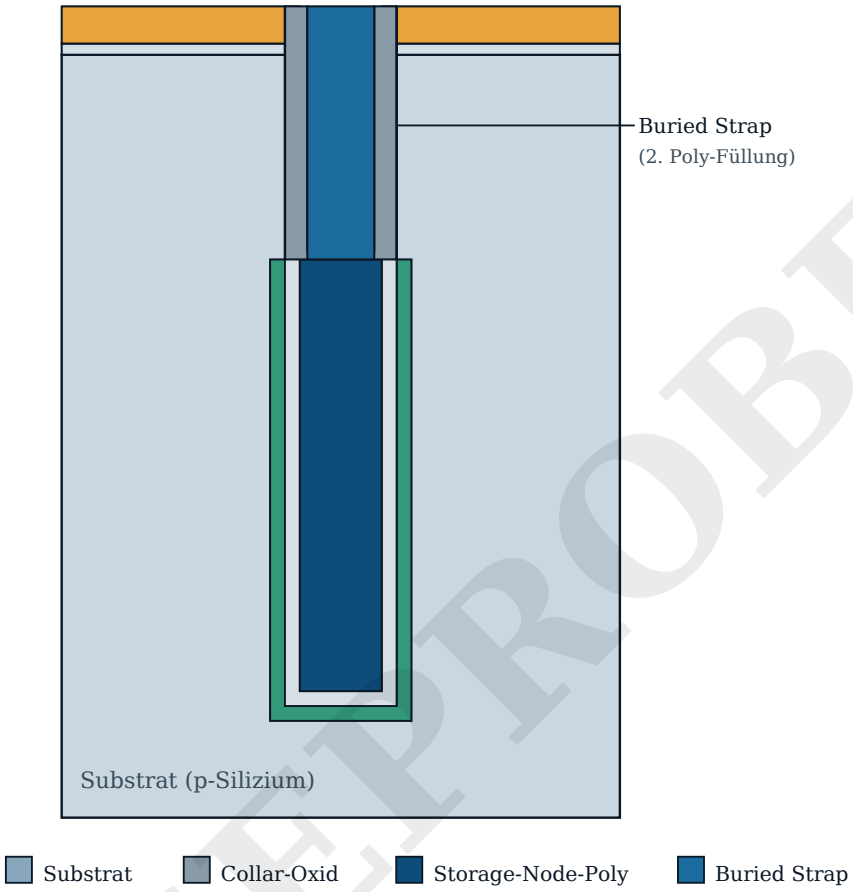
Schritt 7: Collar-Oxid



Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi.

LESEPROBE

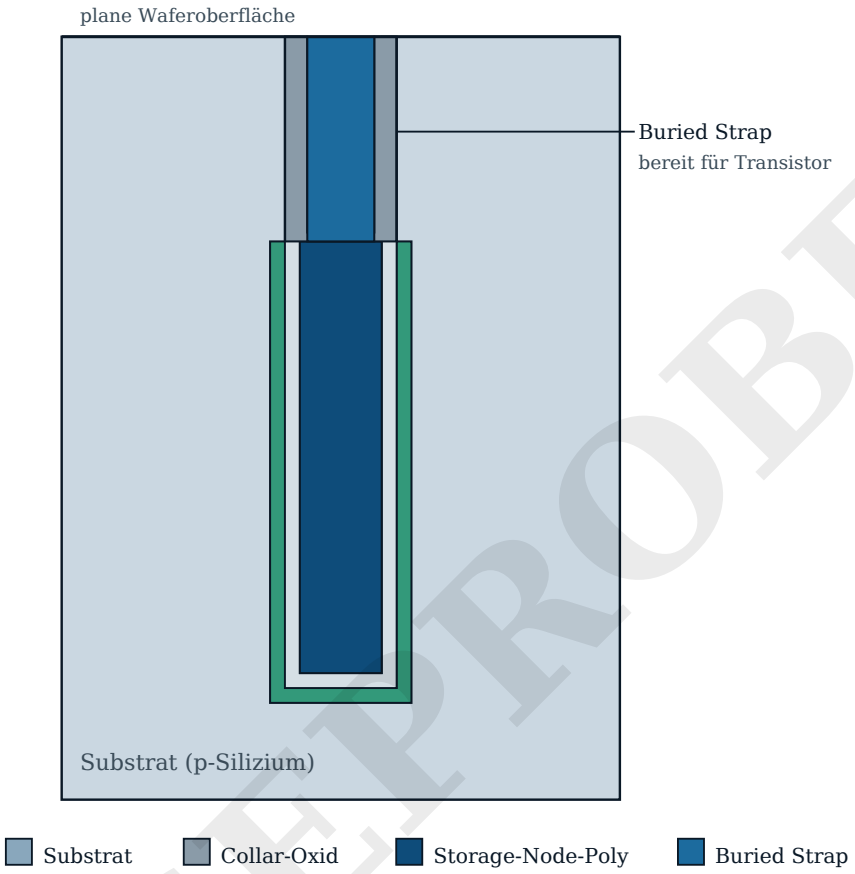
Schritt 8: Buried Strap



Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

LESEPROBE

Schritt 9: Planarisierung



Herstellung des Zugriffstransistors und der Verdrahtung

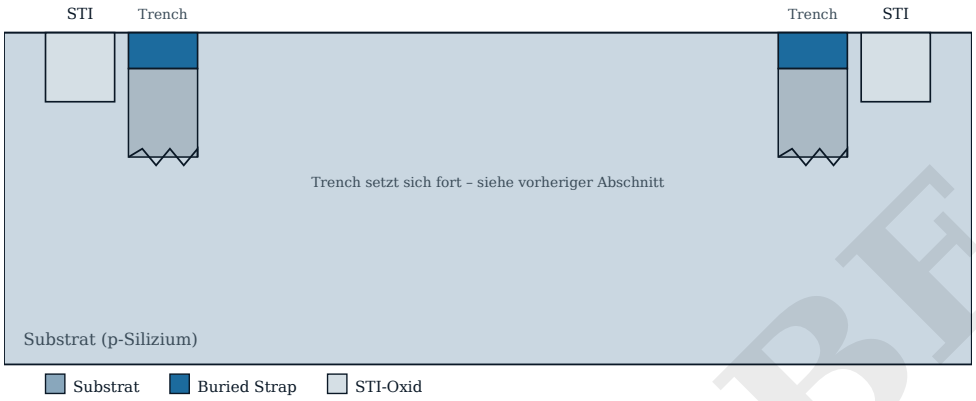
Zwei Zellen, ein gemeinsamer Bitline-Kontakt

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor.

Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

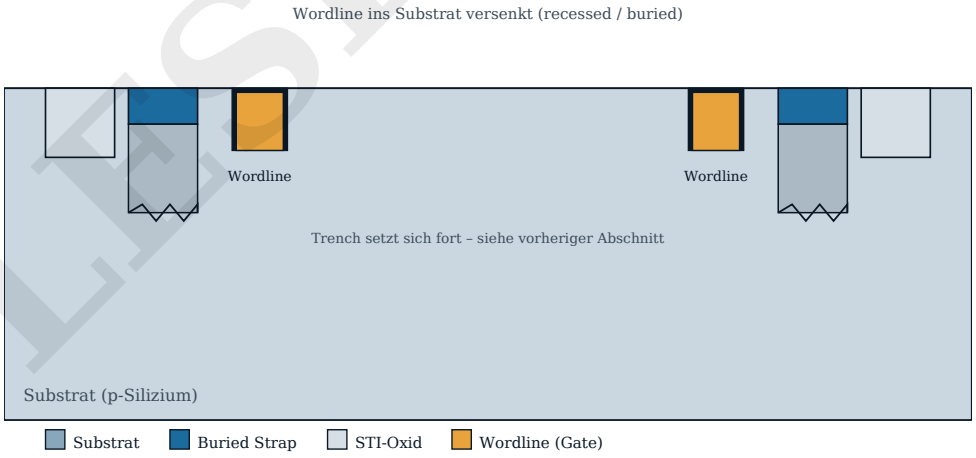
LESEPROBE

Schritt 10: Flachgraben-Isolation (STI)



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

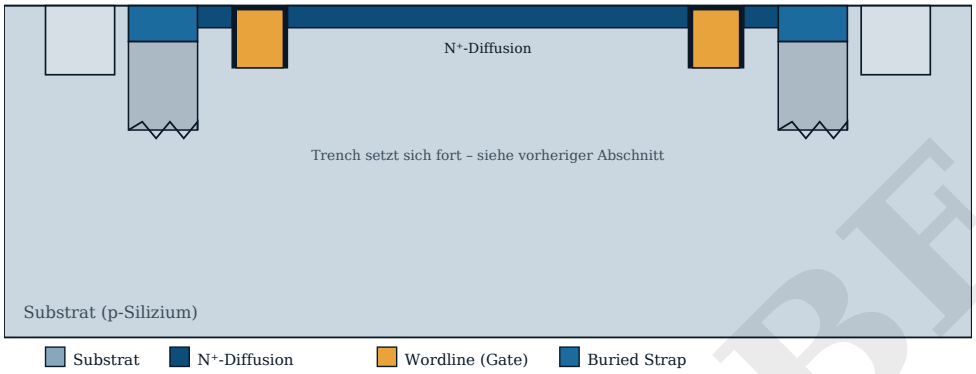
Schritt 11: Gate-Oxid und Buried Wordline



Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

LESEPROBE

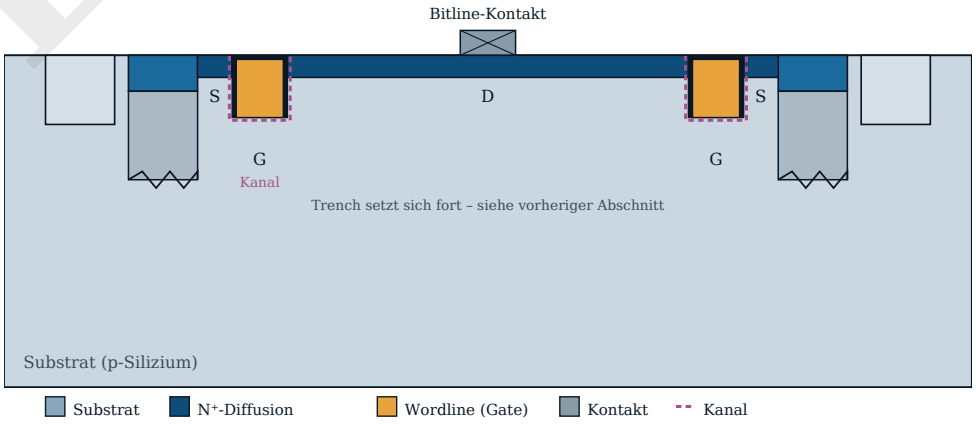
Schritt 12: Source/Drain-Implantation



Der Anschluss an die Verdrahtungsebenen

Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

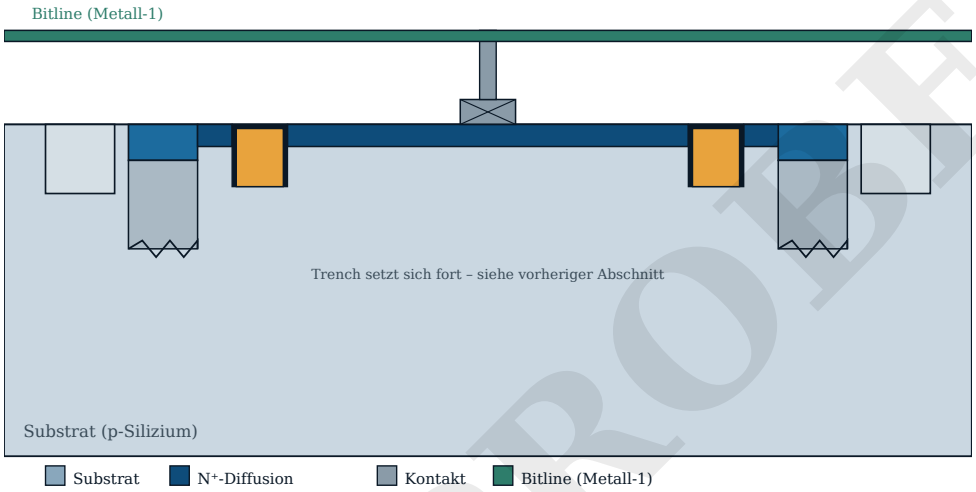
Schritt 13: Bitline-Kontakt



LESEPROBE

Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

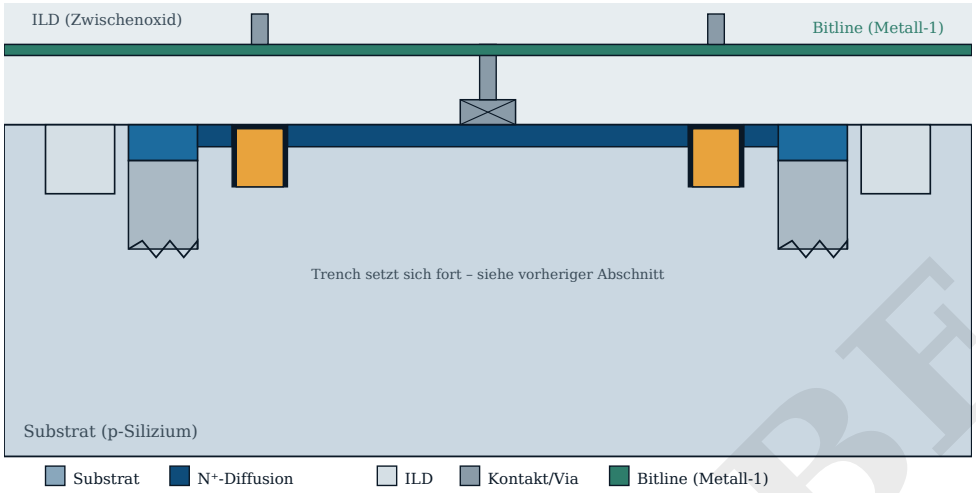
Schritt 14: Bitline-Metallisierung



Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

LESEPROBE

Schritt 15: Zwischenoxid und Kontakte



Die Flash-Speicherzelle

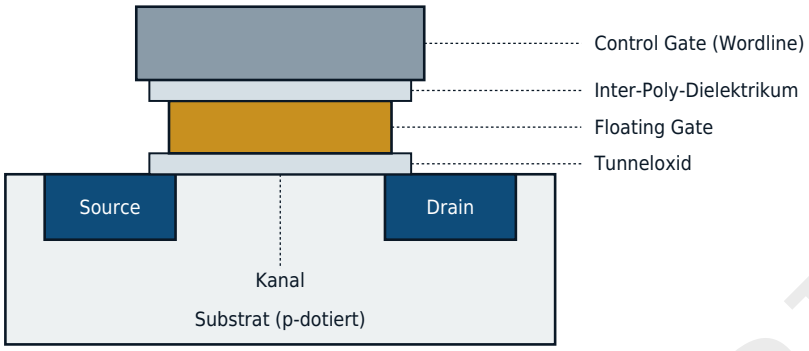
Aufbau der Floating-Gate-Zelle

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

LESEPROBE

Die Floating-Gate-Zelle
Aufbau im Querschnitt



Das Floating Gate ist vollstaendig von Oxid umschlossen und dadurch elektrisch isoliert.
Die gespeicherte Ladung bleibt ueber Jahre erhalten.

Programmieren und Löschen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

NOR- vs. NAND-Architektur

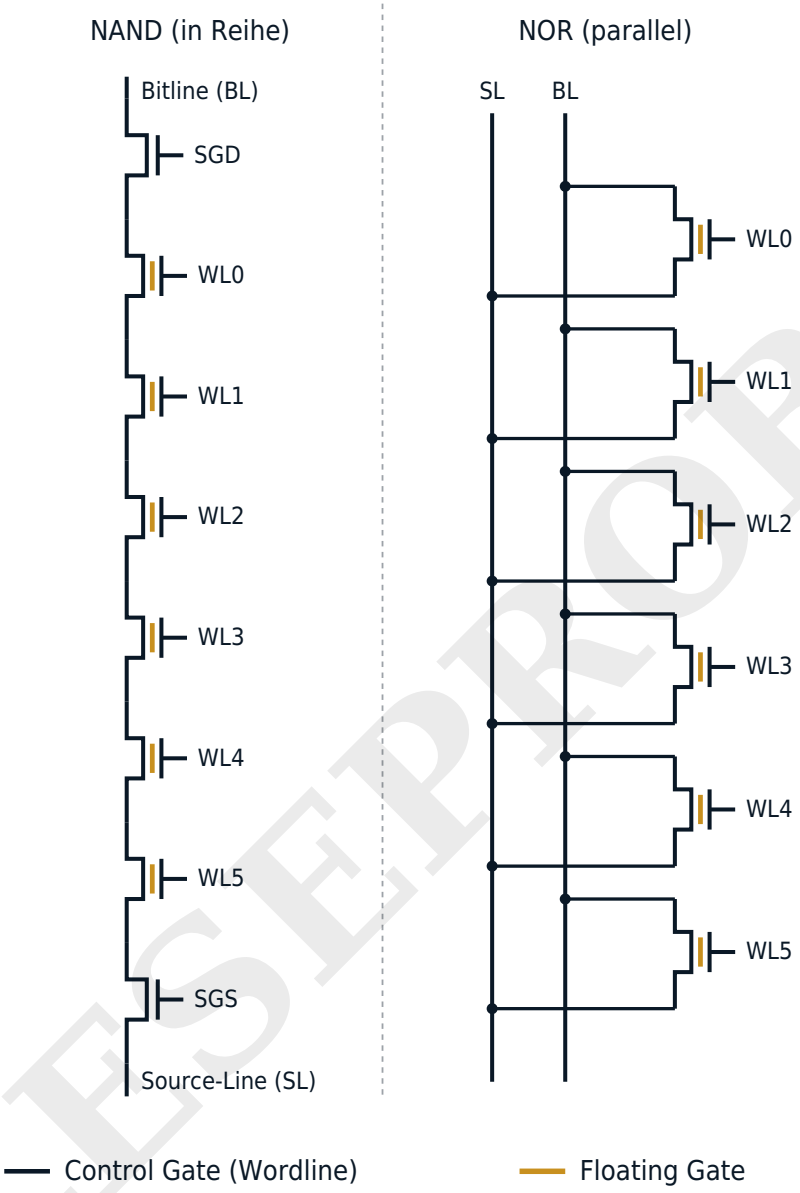
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

LESEPROBE

NAND- vs. NOR-Flash

Serielle Kette im Vergleich zur parallelen Verschaltung



NAND: Zellen in Reihe zwischen Bitline und Source-Line, seitenweiser Zugriff.
NOR: jede Zelle einzeln parallel angebunden, wahlfreier Zugriff.

LESEPROBE

Multi-Level-Cell (MLC/TLC)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

Vergleich: DRAM, SRAM und Flash

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit LoremLorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

Schaltungslayouts

Vom Schaltbild zum Chip: EDA

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

Vom Schaltbild zum Layout

Lorem ipsum dolor Lorem Lorem *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore

LESEPROBE

magna LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum.

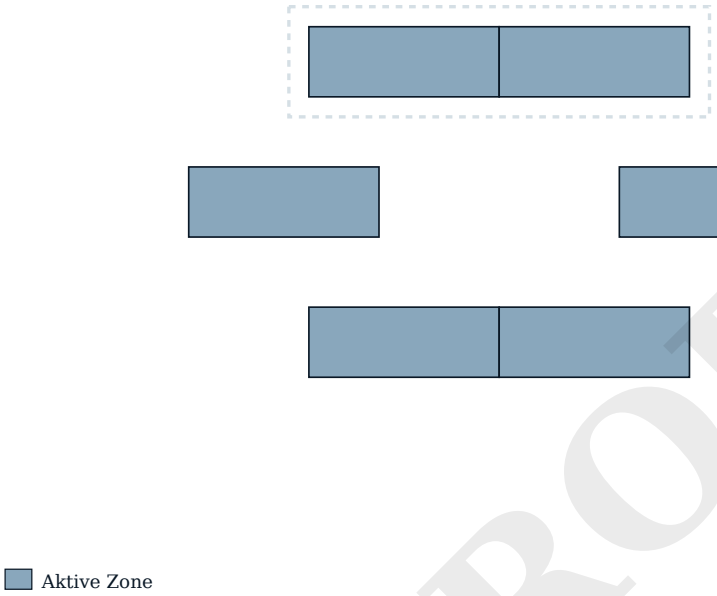
Lorem	Lorem
Lorem	Lorem ipsum dolor
Lorem	Lorem ipsum dolor sit amet
Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor sit amet
Lorem	Lorem ipsum dolor
Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor sit
Lorem	Lorem ipsum dolor sit amet
Lorem	Lorem ipsum dolor sit amet

Ebene 1: Aktive Zonen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit *Lorem ipsum dolor*Lorem ipsum dolor sit.

LESEPROBE

SRAM-Zelle, Typ 4
Ebene 1 / 6 · Aktive Zonen



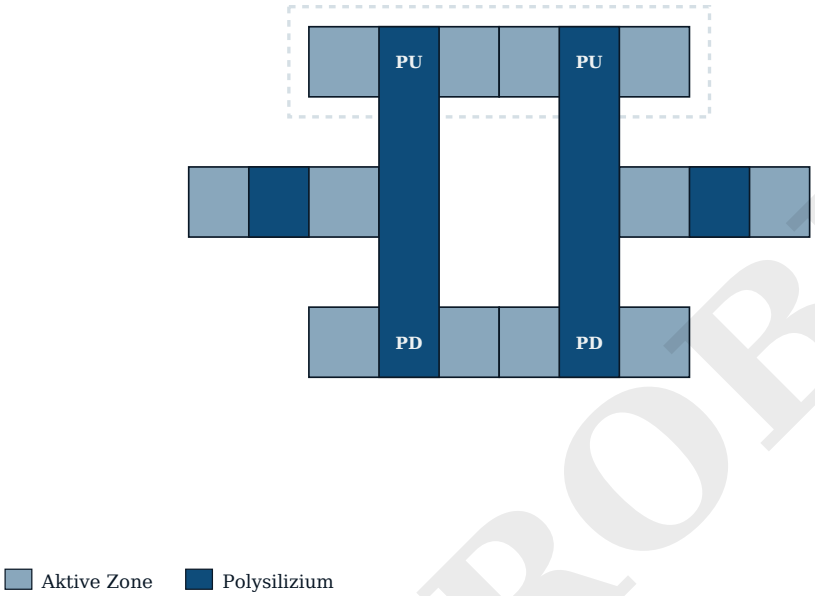
Ebene 2: Polysilizium

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod *Lorem ipsum dolor sit amet* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

LESEPROBE

SRAM-Zelle, Typ 4
Ebene 2 / 6 · + Polysilizium

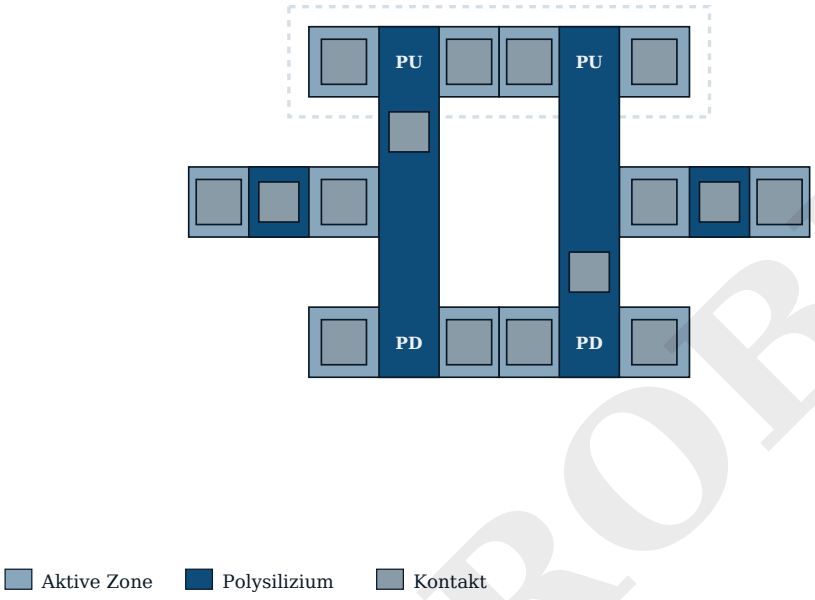


Ebene 3: Kontakte

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

LESEPROBE

SRAM-Zelle, Typ 4
Ebene 3 / 6 · + Kontakte



Ebene 4: Metall-1

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod

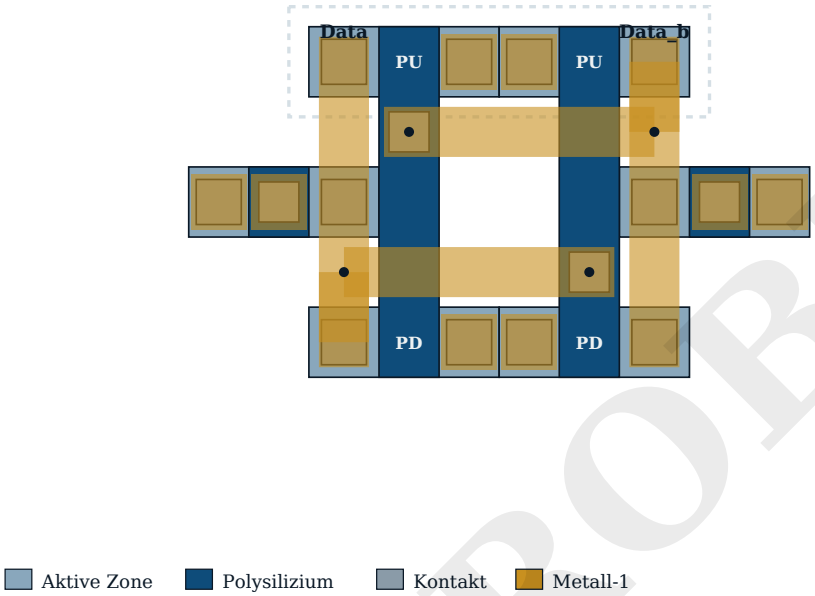
Lorem ipsum Lorem ipsumLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit ametLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

LESEPROBE

SRAM-Zelle, Typ 4

Ebene 4 / 6 · + Metall-1



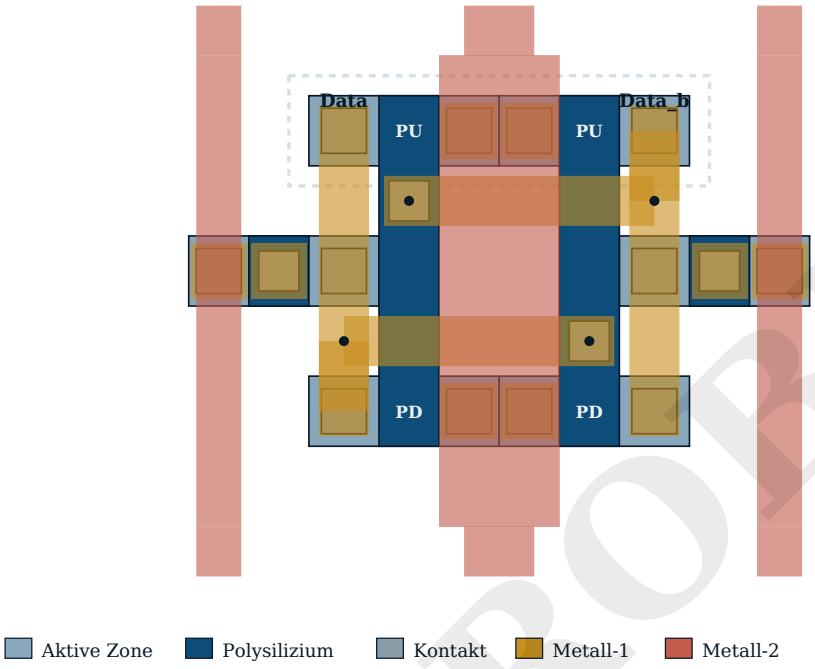
Ebene 5: Metall-2

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

LESEPROBE

SRAM-Zelle, Typ 4

Ebene 5 / 6 · + Metall-2 (VDD, BL, BL̄)



Ebene 6: Metall-3 — fertig

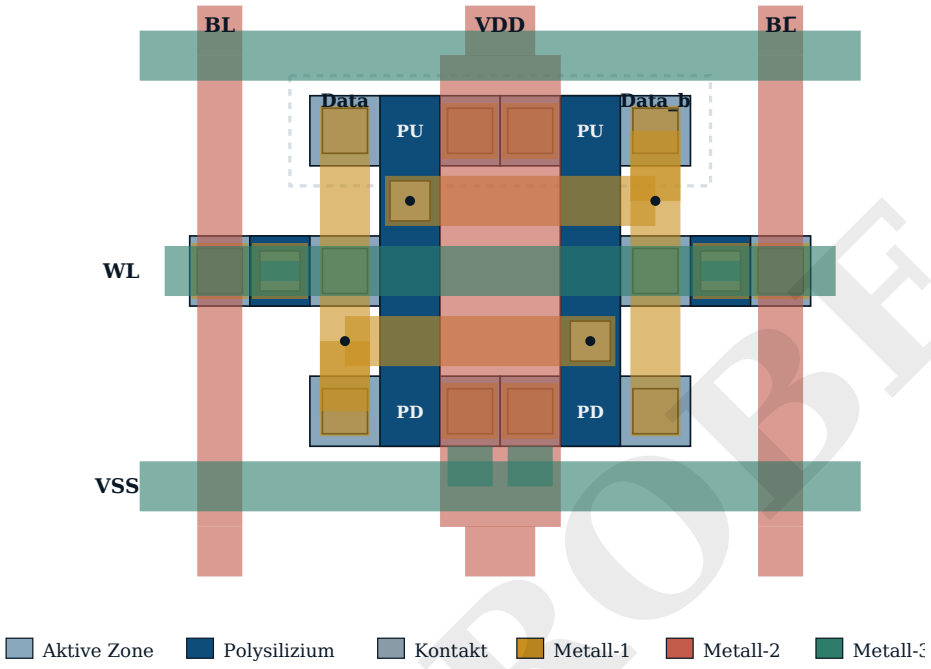
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur *Lorem* Lorem ipsum dolor sit *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

LESEPROBE

SRAM-Zelle, Typ 4

Ebene 6 / 6 · + Metall-3 (VSS, WL) — fertig



Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

Design Rules

Einführung & Motivation

Warum Design Rules?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

LESEPROBE

occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

Grundbegriffe

Grundlegende Regeltypen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit

Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

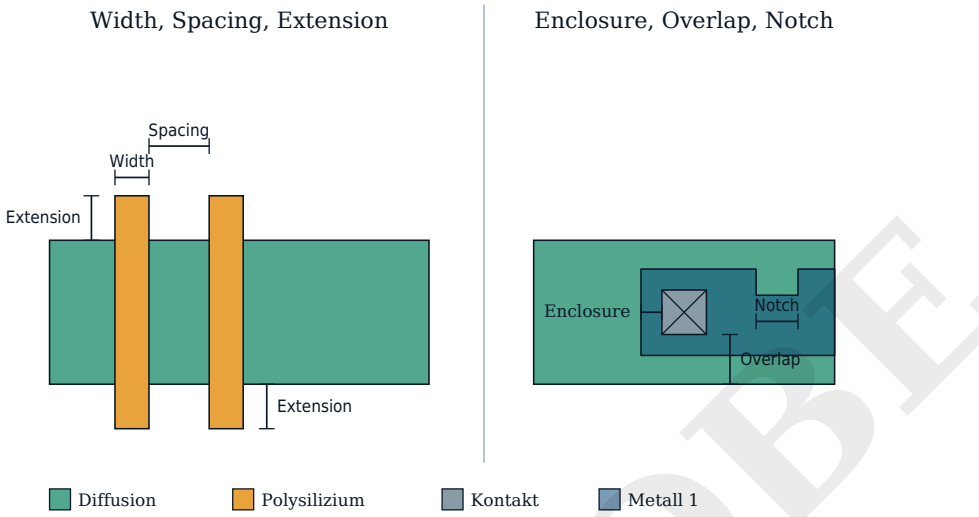
Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.

Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.



Lambda-basierte vs. absolute Regeln

Skalierbare Regeln: das Lambda-Konzept

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

Warum moderne Prozesse absolute Regeln verwenden

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

Beispiel-Regelsatz

Ein typischer, vereinfachter Regelsatz

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

Lorem ipsum	Lorem	Lorem
Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor
Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor
Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor
Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor
Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor sit amet consectetur	Lorem ipsum dolor
Lorem ipsum	Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor sit amet
Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor
Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor
Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor
Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor
Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor
Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor sit amet	Lorem ipsum dolor sit amet
Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor sit amet

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Latchup- und Well-Regeln

Der Latchup-Mechanismus

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem.

Well- und Substrat-Kontakte als Gegenmaßnahme

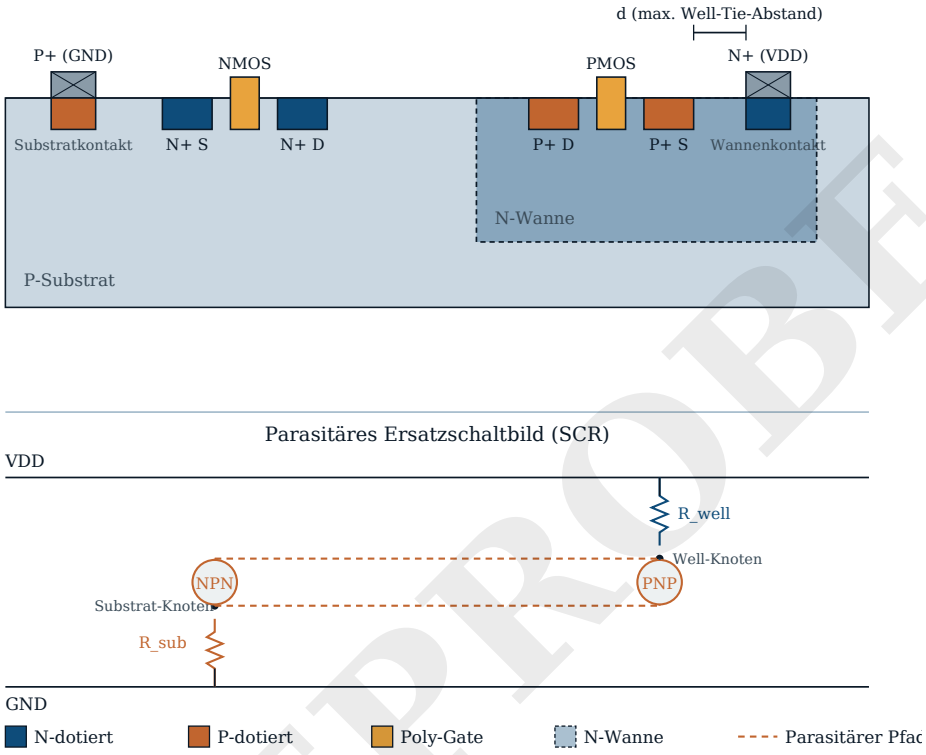
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

Latchup: Querschnitt und parasitäres Ersatzschaltbild



Antenna Rules

Der Plasma-Charging-Effekt

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit.

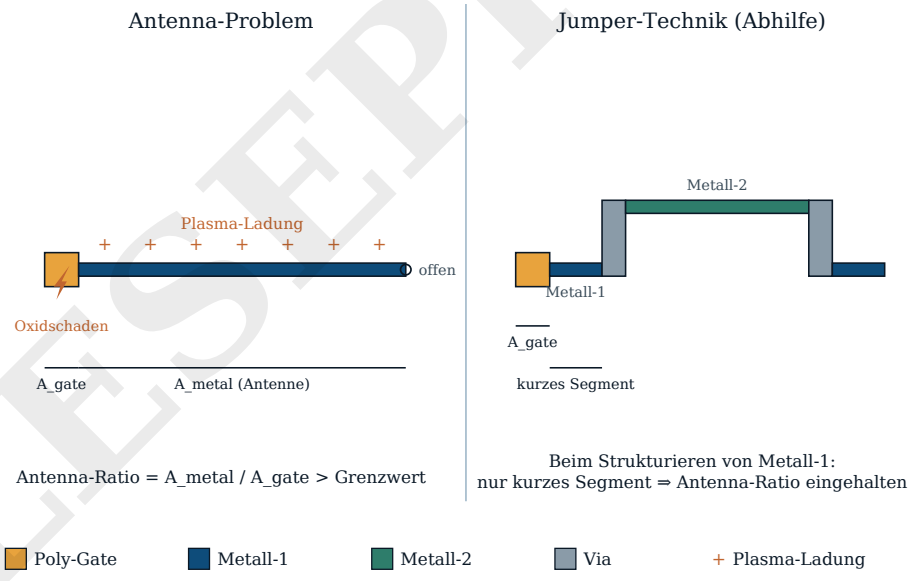
LESEPROBE

Antenna-Ratio als Design Rule

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.



Dichte-Regeln (CMP)

Warum Strukturdichte eine Design Rule ist

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum

LESEPROBE

Lorem ipsum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

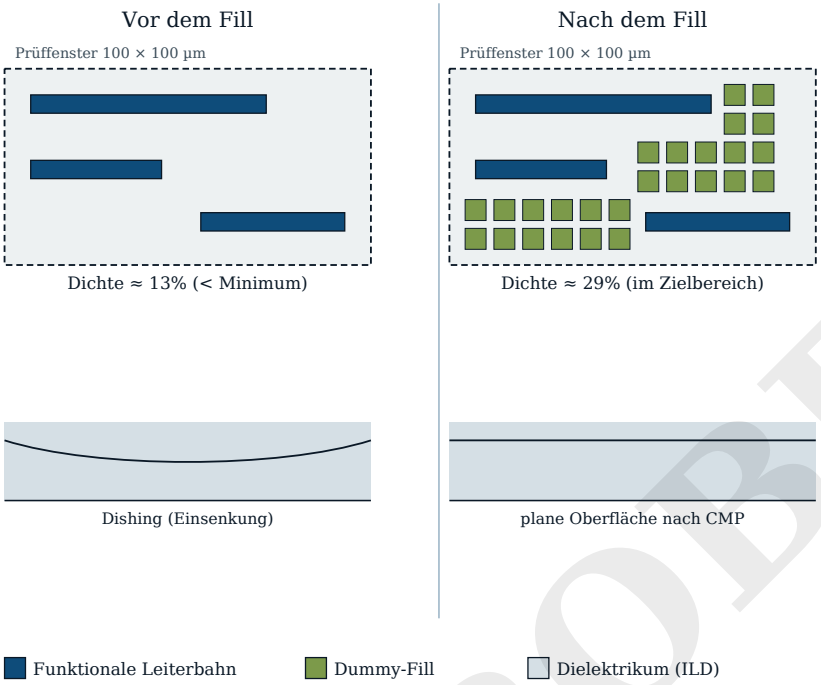
Fill-Strukturen als Gegenmaßnahme

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

LESEPROBE



Design Rule Check (DRC)

Automatisierte Regelprüfung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat Lorem ipsum dolor sitLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

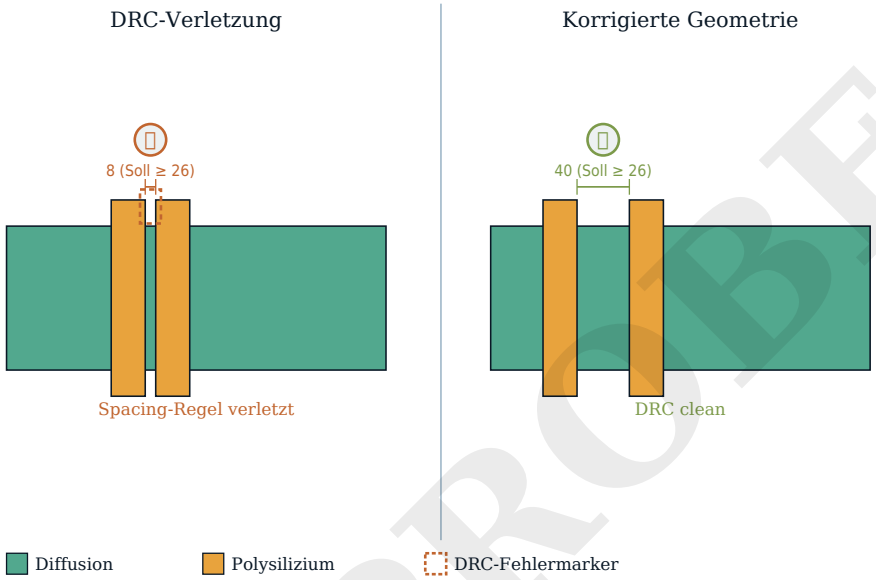
Ablauf im Entwurfsprozess

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.



Layout versus Schematic (LVS)

Einführung & Motivation

Warum DRC allein nicht reicht

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

LESEPROBE

Die Idee hinter LVS

Lorem Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

Netzlisten-Extraktion aus dem Layout

Von Polygonen zu Bauelementen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Von Kontakten zu Netzen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

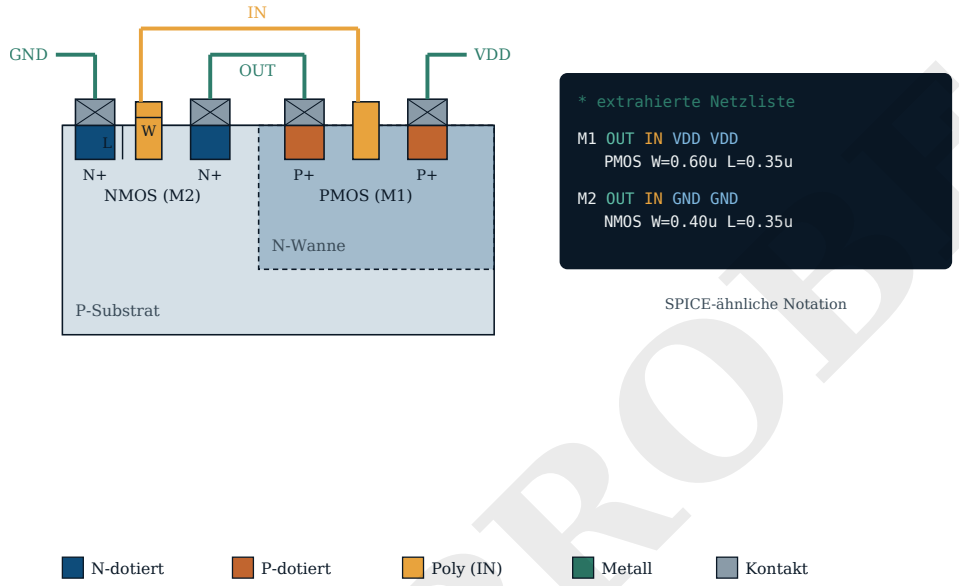
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum

LESEPROBE

Lorem ipsum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore.

Netzlisten-Extraktion: Inverter-Layout



Die Referenz-Netzliste aus dem Schaltplan

Vom Schaltplan zur Netzliste

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

Lorem ipsum LoremLorem LoremLorem Lorem Lorem Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Hierarchie und Flattening

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

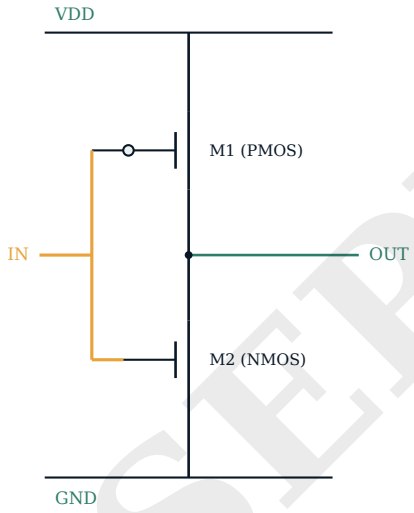
LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

Referenz-Netzliste: Inverter-Schaltplan




```
* Referenz-Netzliste
M1 OUT IN VDD VDD
   PMOS W=0.60u L=0.35u
M2 OUT IN GND GND
   NMOS W=0.40u L=0.35u
```

golden — verbindlicher Sollzustand

Der Vergleichsalgorithmus

Die Netzliste als Graph

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute

LESEPROBE

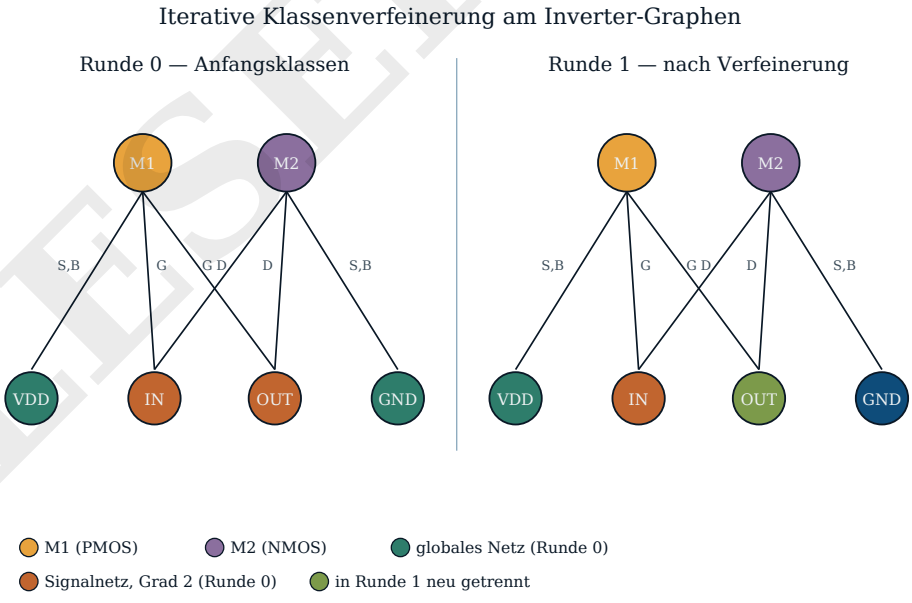
irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Iterative Verfeinerung statt Brute Force

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.



Typische Mismatches

Vier wiederkehrende Fehlerbilder

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

Vier typische LVS-Mismatches



LESEPROBE

LVS im Entwurfsablauf

Position zwischen DRC und Parasitic Extraction

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

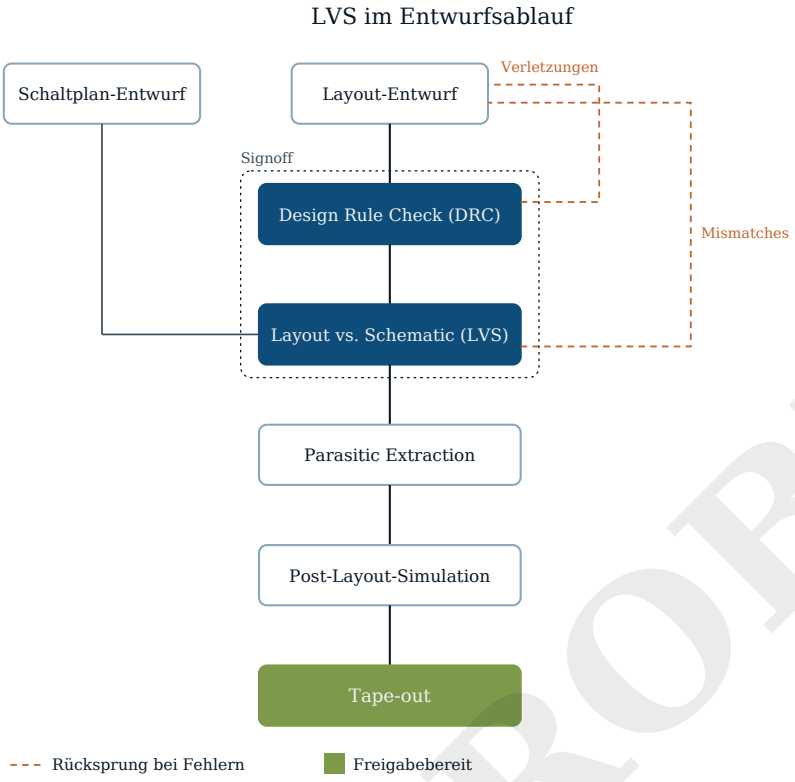
Was danach folgt

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore.

LESEPROBE



Aufbau eines Prozessors

Einordnung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur Lorem Lorem Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem.

Grundarchitektur

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad *Lorem*Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et

LESEPROBE

dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Kernkomponenten

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et

Lorem *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

Lorem *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

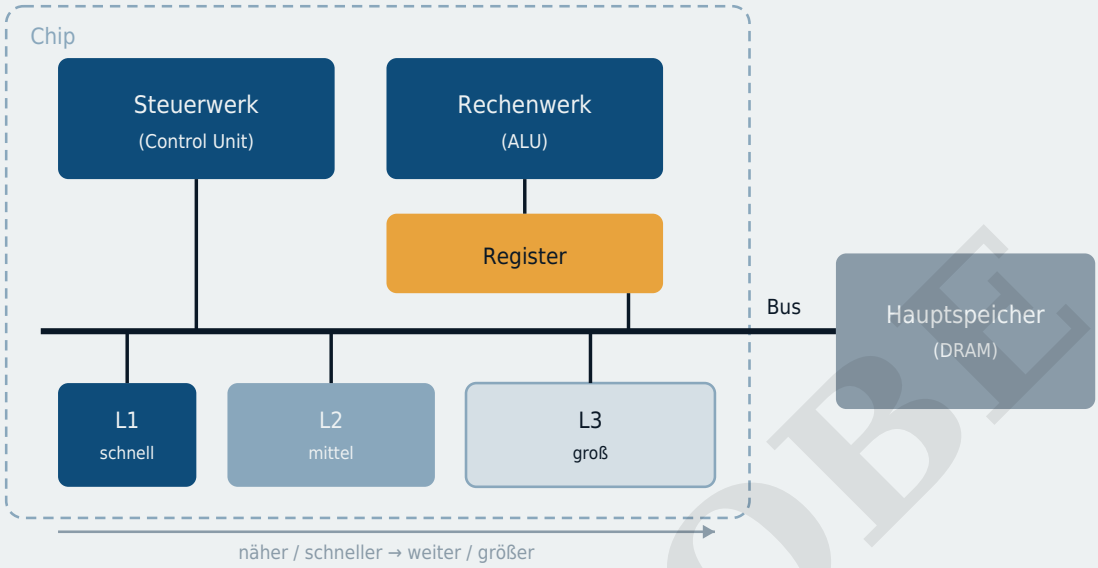
Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

LESEPROBE

Aufbau eines Prozessors – Blockdiagramm



Bus verbindet alle Einheiten; Cache überbrückt die Lücke zwischen Registern und Hauptspeicher

Speicherhierarchie

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris *Lorem* Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed *Lorem*Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim.

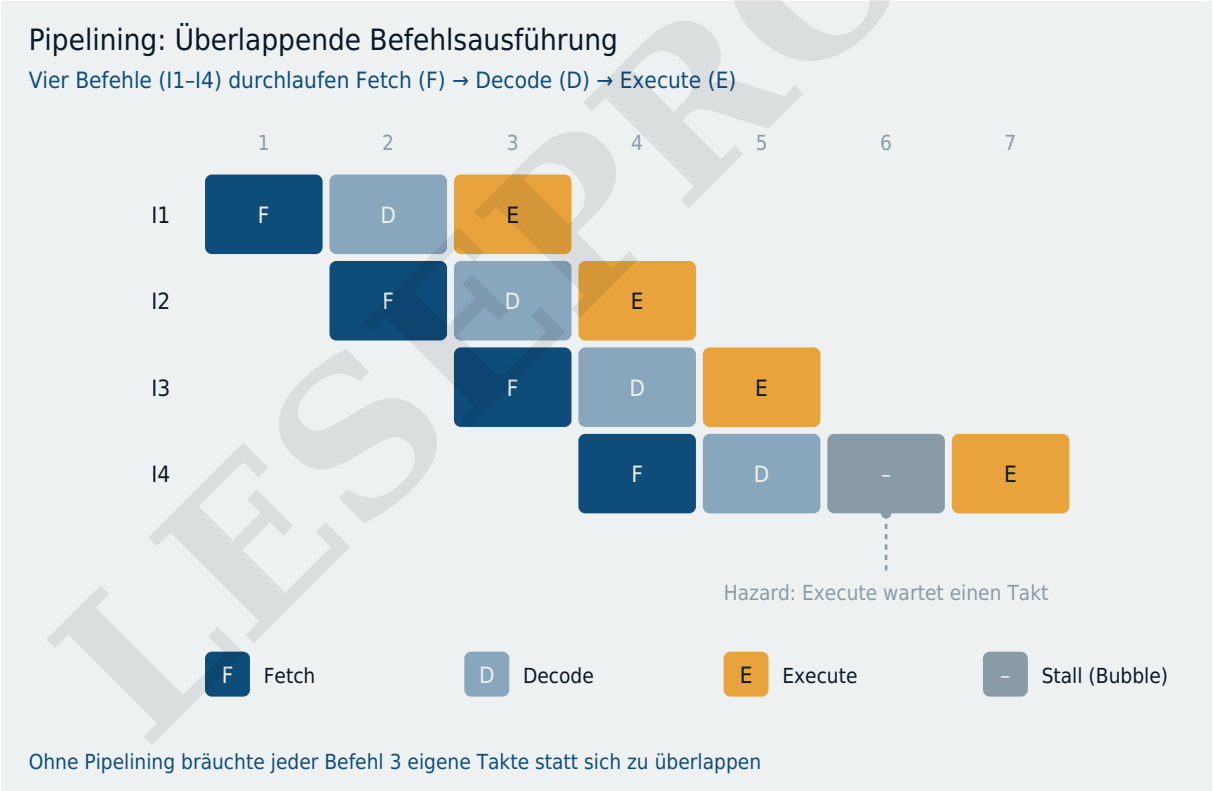
Takt, Pipelining und Parallelität

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit *Lorem*Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute *Lorem*Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim *Lorem*Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

Vom Die zum Chip

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum LoremLorem.

Steuerwerk und Befehlsausführung

Datenpfad und Steuerwerk: wer macht was

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

Opcode und der Fetch-Decode-Execute-Zyklus

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

LESEPROBE

occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

Hardwired- versus Microcode-Steuerwerk

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

CPU vs. GPU

Einordnung

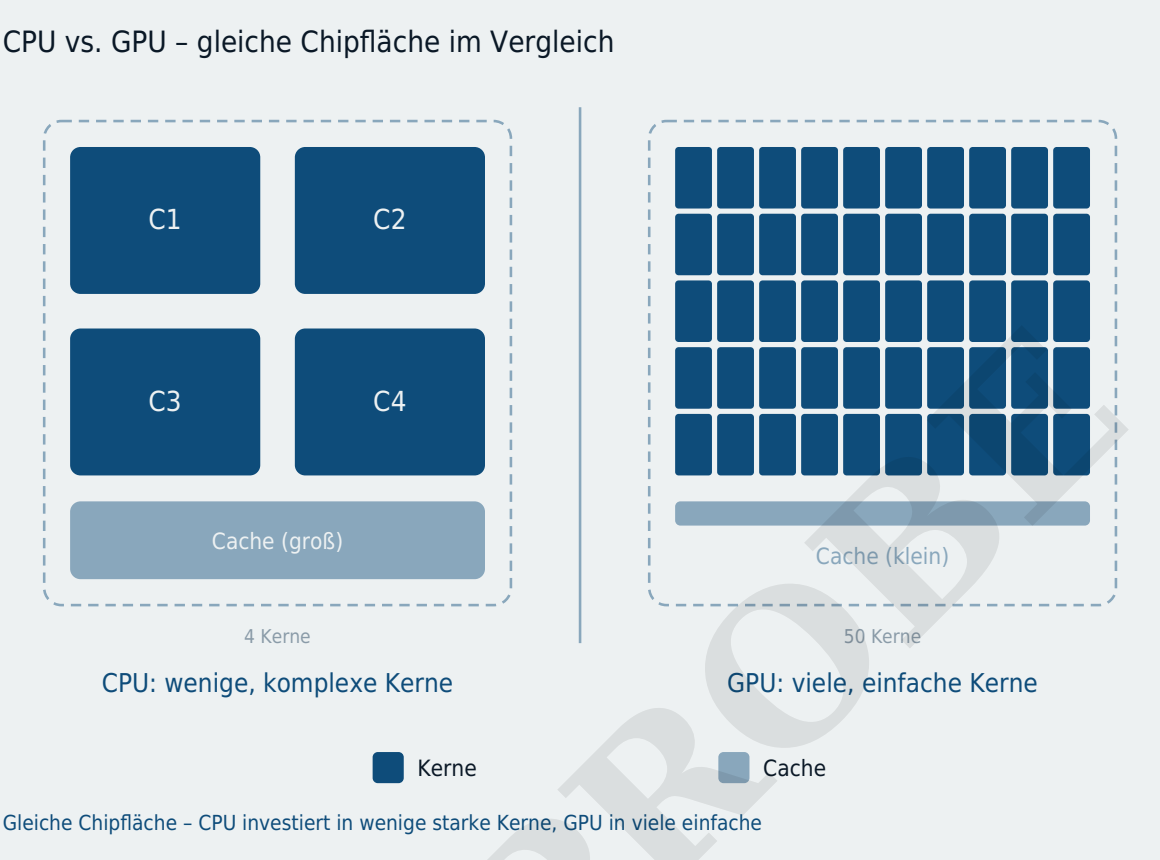
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

Architekturunterschied

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

LESEPROBE



Speicherhierarchie und Bandbreite

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.

Anwendungsfelder

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

Vergleichstabelle

Lorem	Lorem	Lorem
Lorem	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor sit
Lorem	Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor
Lorem	Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor
Lorem ipsum dolor	Lorem	Lorem
Lorem	Lorem	Lorem ipsum dolor sit
Lorem	Lorem ipsum	Lorem ipsum
Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor

LESEPROBE

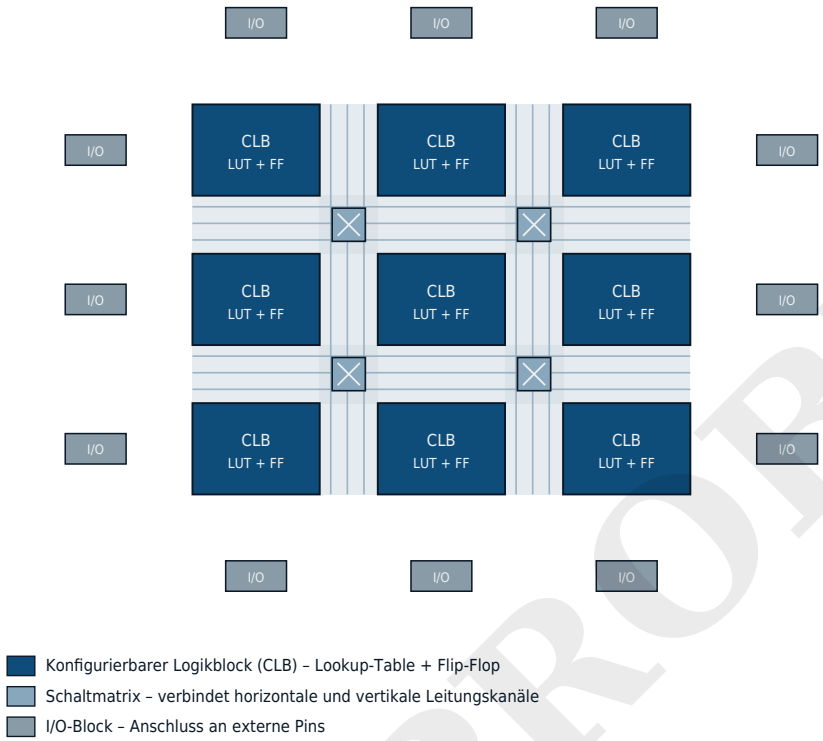
FPGA vs. ASIC: Syntheseablauf und HDL

Zwei Wege vom Schaltungsentwurf zum Silizium

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

FPGA-Grundarchitektur

Konfigurierbare Logikblöcke und programmierbares Verbindungsnetzwerk



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

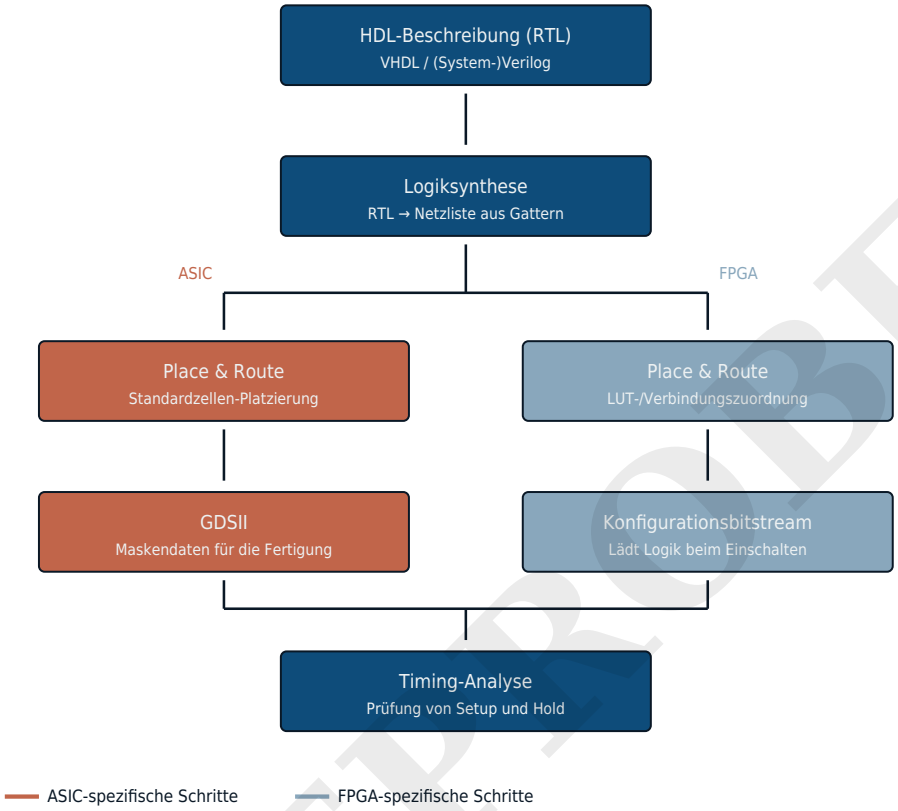
Hardware-Beschreibungssprachen und der Syntheseablauf

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

LESEPROBE

Syntheseablauf: von der HDL zum Silizium

Gemeinsame Schritte, dann getrennte Pfade für ASIC und FPGA



LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit.

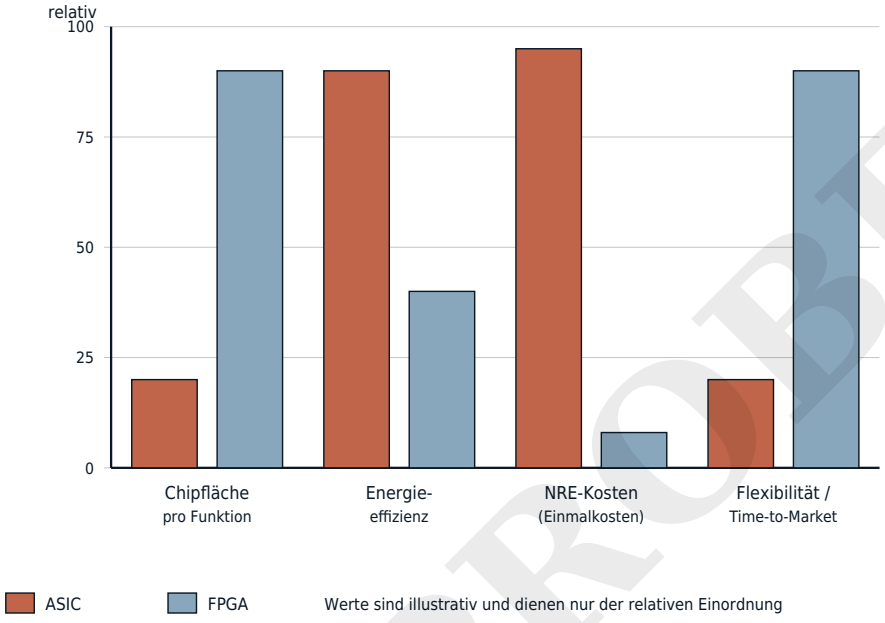
Wann FPGA, wann ASIC?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

exercitation ullamco laboris nisi.

FPGA vs. ASIC im Vergleich

Illustrative relative Einordnung entlang vier Kriterien



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

Warum neue Speichertechnologien?

Die Grenzen von Flash

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

Lorem ipsum dolor sit LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Die Lücke zwischen Arbeitsspeicher und Massenspeicher

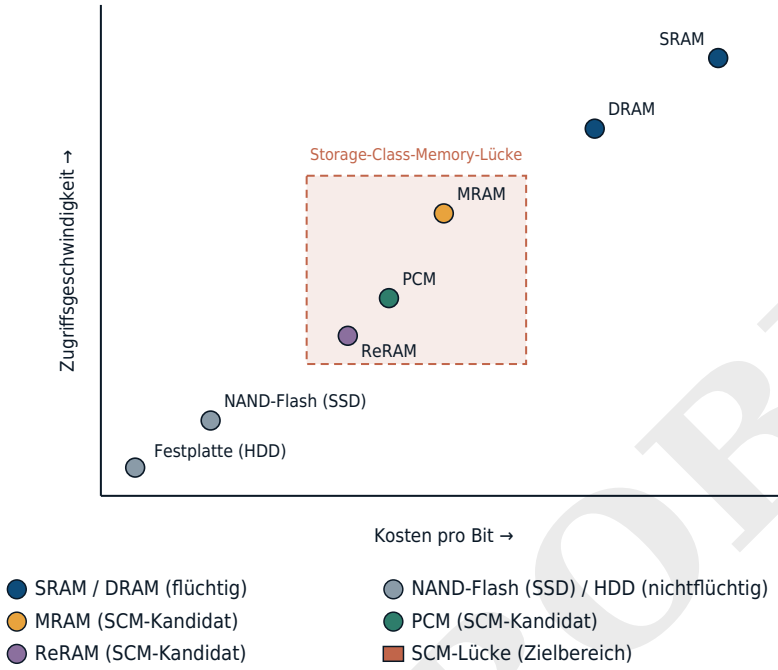
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

Einordnung nach Geschwindigkeit und Kosten pro Bit

LESEPROBE

Die Storage-Class-Memory-Lücke
Einordnung nach Zugriffsgeschwindigkeit und Kosten pro Bit



LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

MRAM – Magnetoresistive RAM

Der tunnelmagnetoresistive Effekt (TMR)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation Lorem ipsum dolorLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo

consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

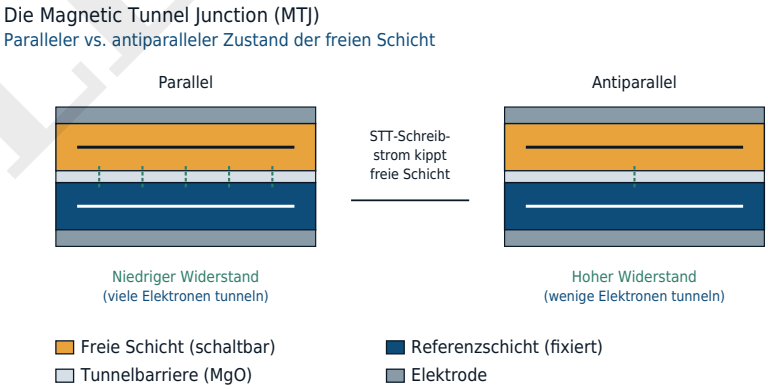
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Aufbau der Magnetic Tunnel Junction (MTJ)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit

Lorem Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.

MTJ im parallelen und antiparallelen Zustand



STT-MRAM als heutige Standardvariante

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Eigenschaften

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

ReRAM – Resistive RAM

Das Prinzip der Filamentbildung

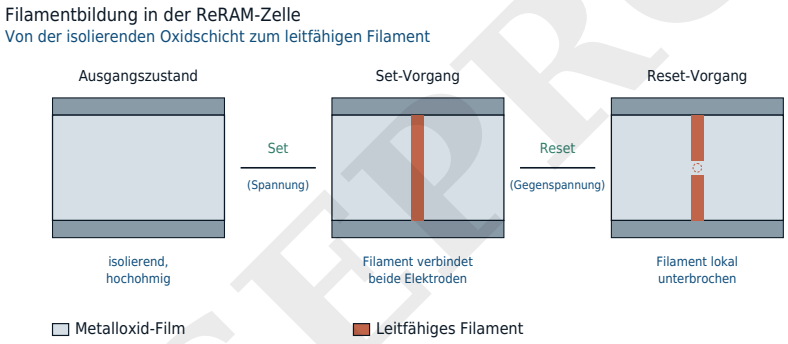
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

Filamentbildung: Ausgangszustand, Set und Reset



Set- und Reset-Vorgang

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

LESEPROBE

Materialsysteme

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

Eigenschaften und Herausforderungen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Lorem ipsum dolor sit amet LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

PCM – Phase-Change Memory

Amorpher vs. kristalliner Zustand als Speicherprinzip

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Das Chalkogenid-Material GST

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Schreiben durch Aufheizen und Abschrecken

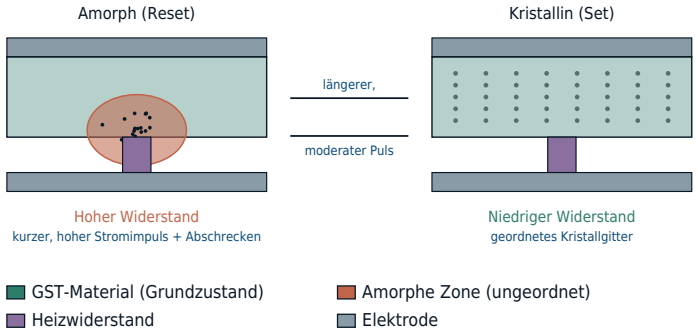
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.

PCM-Zelle im amorphen und kristallinen Zustand

LESEPROBE

Die Phase-Change-Speicherzelle
Amorphe (Reset) vs. kristalline (Set) Phase des GST-Materials



Intel Optane als bekanntestes Beispiel

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing Lorem ipsumLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi.

Vergleich & Einordnung

MRAM, ReRAM, PCM und Flash im direkten Vergleich

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat

LESEPROBE

- LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.
- LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum.
- Lorem ipsum dolorLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.
- LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

Bewertungsraster der vier Technologien

Speichertechnologien im Vergleich
Qualitative Einordnung von MRAM, ReRAM, PCM und NAND-Flash

	Geschwindigkeit	Endurance	Zelldichte	Reifegrad
MRAM	●●●●●	●●●●●	●●○○○	●●●●○
ReRAM	●●●○○	●●●○○	●●●●○	●●○○○
PCM	●●●○○	●●●○○	●●●○○	●●●●○
NAND-Flash	●○○○○	●○○○○	●●●●●	●●●●●

●●●●● = sehr hoch / sehr ausgereift ○○○○○ = niedrig / früh in der Entwicklung

Einsatzgebiete und Ausblick

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

LESEPROBE

Analog-/Mixed-Signal-Design

Operationsverstärker

Grundlagen & idealer Operationsverstärker

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$Lorem.

Lorem Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

- Lorem ipsumLorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsumLorem
- Lorem ipsum dolor sit
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur
- Lorem ipsum

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et Lorem ipsumLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Differenzverstärker & Stromspiegel als Eingangsstufe

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt utLorem ipsumLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur

LESEPROBE

adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

Topologien: Miller-OTA, Telescopic-Cascode, Folded-Cascode

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

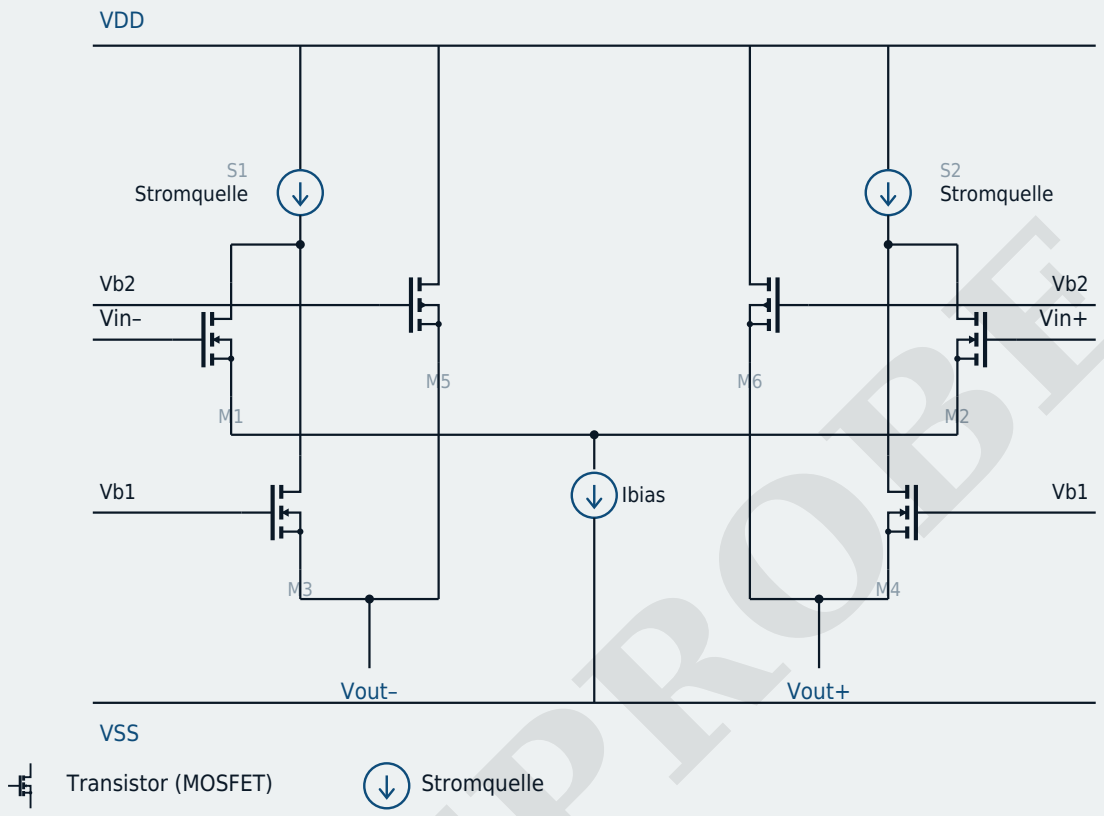
Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

LESEPROBE

Folded-Cascode-Operationsverstärker

Vereinfachter Schaltplan (einstufiger OTA)



Eingangspaar M1/M2 wird über die PMOS-Stromquellen S1/S2 in die Kaskodenzweige (M3–M6) zu den Ausgangsknoten Vout–/Vout+ gefaltet.

Kenngrößen: Gain, GBW, Slew Rate, PSRR/CMRR, Offset

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut

- Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et Lorem ipsum dolor$_{\text{Lorem}}$Lorem.
- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.
- Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sitLorem ipsum dolorLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.
- Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et.

LESEPROBE

Frequenzkompensation

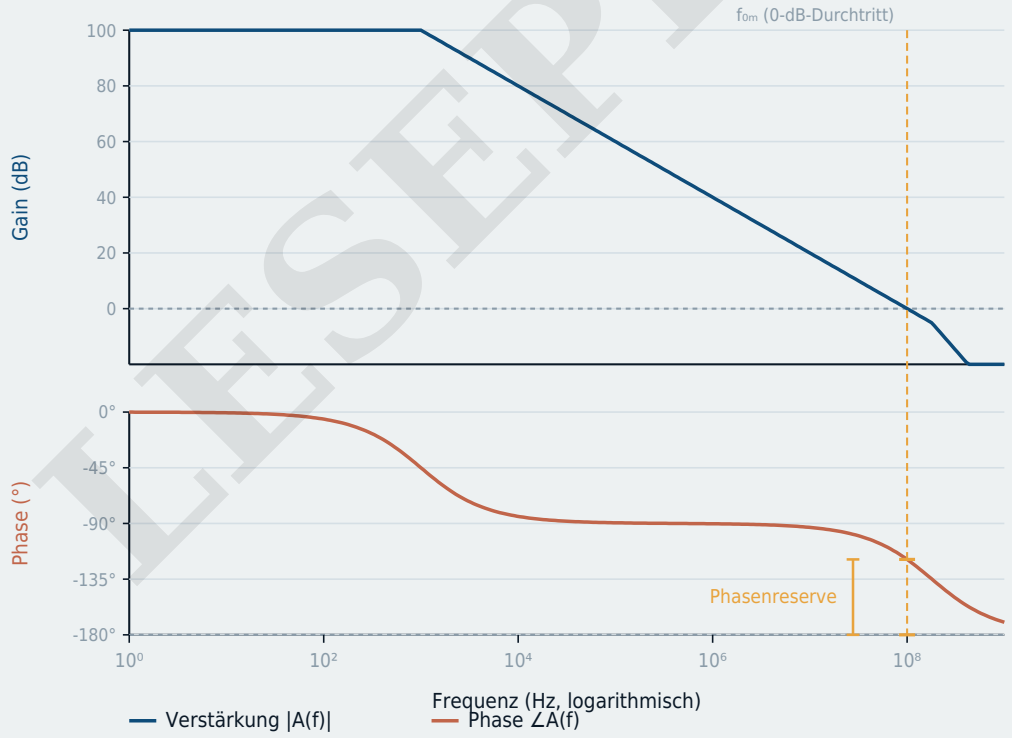
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

Lorem Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

Lorem ipsum dolor sit amet LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

Bode-Diagramm mit Phasenreserve

Verstärkung und Phase eines kompensierten zweistufigen OpAmps



Phasenreserve = Abstand der Phasenkurve zu –180° bei der 0-dB-Durchtrittsfrequenz.

Praxis: typische Grundschaltungen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt

- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

ADC-Architekturen

Grundlagen: Abtastung, Quantisierung, Auflösung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur Lorem Lorem ipsum.

Lorem ipsum Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do Lorem[Lorem] Lorem ipsum dolor Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut Lorem Lorem Lorem Lorem ipsum dolor Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore.

SAR-ADC (Successive Approximation Register)

Lorem Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

Lorem ipsum dolor sit Lorem Lorem ipsum dolor sit amet Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

LESEPROBE

Pipeline-ADC

Lorem Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Sigma-Delta-ADC

Lorem Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmodLorem ipsumLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Flash-ADC

Lorem Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor Lorem[Lorem] Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Vergleich & Anwendungsbereiche

Lorem	Lorem ipsum	Lorem ipsum	Lorem ipsum
Lorem	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor sit amet	Lorem ipsum dolor

LESEPROBE

Lorem	Lorem ipsum	Lorem ipsum	Lorem ipsum
Lorem	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor
Lorem	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor
Lorem	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

DAC-Architekturen

Grundlagen: Auflösung, INL/DNL, Settling Time

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed Lorem[Lorem] Lorem ipsum dolor.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

R-2R-DAC

Lorem Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscingLorem Lorem LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

LESEPROBE

Current-Steering-DAC

Lorem Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem.

Sigma-Delta-DAC

Lorem ipsum dolor sit amet Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

Vergleich & Anwendungsbereiche

Lorem	Lorem ipsum	Lorem ipsum	Lorem ipsum
Lorem	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum dolor
Lorem	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum	Lorem ipsum dolor sit
Lorem	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

LESEPROBE

Bandgap-Referenzen

Warum eine temperaturstabile Referenzspannung?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

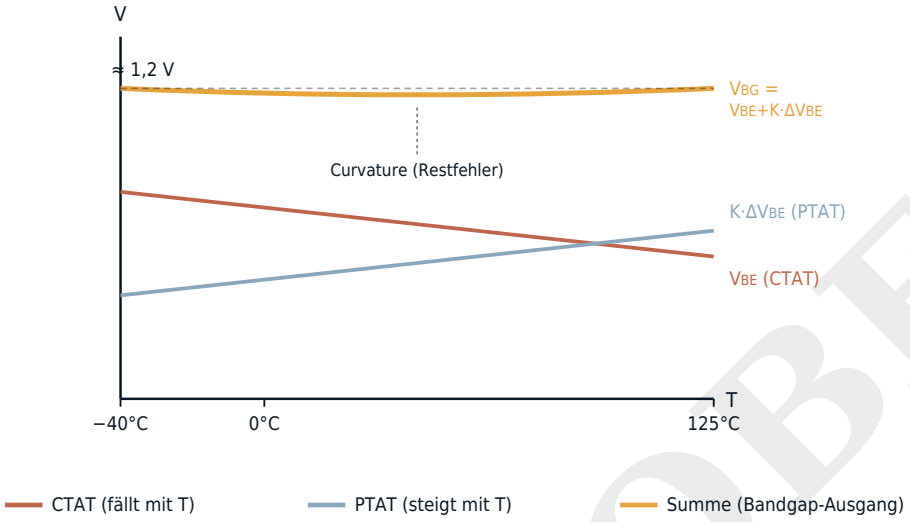
PTAT- und CTAT-Spannungen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit ametLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

LESEPROBE

PTAT- und CTAT-Spannung ergeben die Bandgap-Referenz

Gegenläufige Temperaturkoeffizienten heben sich in der Summe auf



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Praktische Schaltungen und Restfehler

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et.

LESEPROBE

Komparatoren

Grundfunktion und Abgrenzung zum Operationsverstärker

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

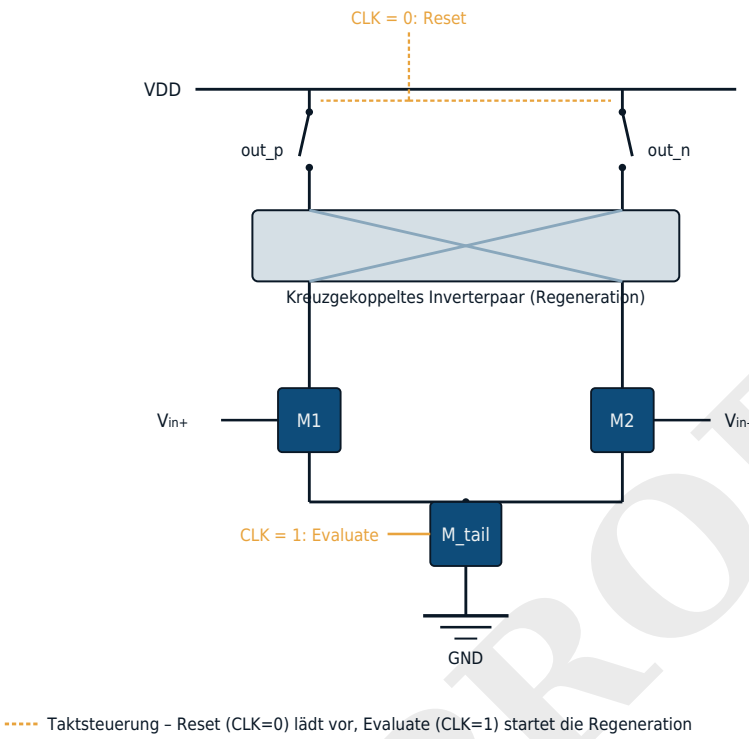
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum.

Regenerative Komparatoren (Latch-Komparatoren)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum.

LESEPROBE

StrongARM-Latch (regenerativer Komparator)
Kreuzgekoppeltes Inverterpaar verstärkt die Eingangsdifferenz



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

Offset, Hysterese und Kickback

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

LESEPROBE

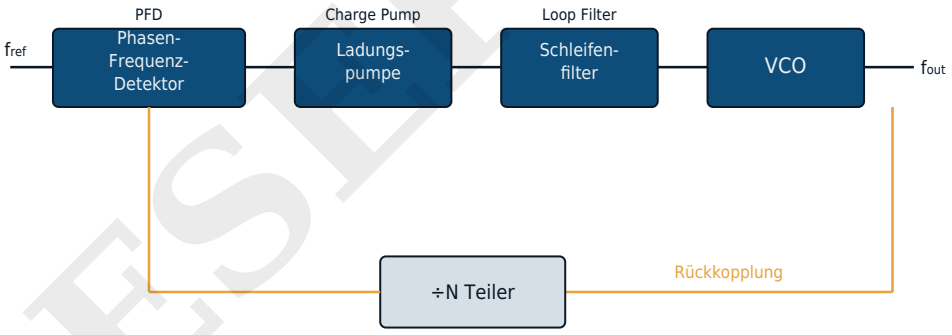
occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

PLL – Phase-Locked Loop

Grundprinzip des Regelkreises

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

Blockschaltbild einer Phasenregelschleife (PLL)
Rückkopplungsschleife von Phasendetektor bis Frequenzteiler



$f_{out} = N \cdot f_{ref}$
Rückkopplungspfad – die Schleife stellt sich so ein, dass der Phasenfehler minimal wird

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Phasen-Frequenz-Detektor, Ladungspumpe und Frequenzteiler

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum $\text{dolor}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Schleifenbandbreite, Jitter und Anwendungen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

Spannungsregler: LDO und Schaltregler

Der Low-Dropout-Regler (LDO)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

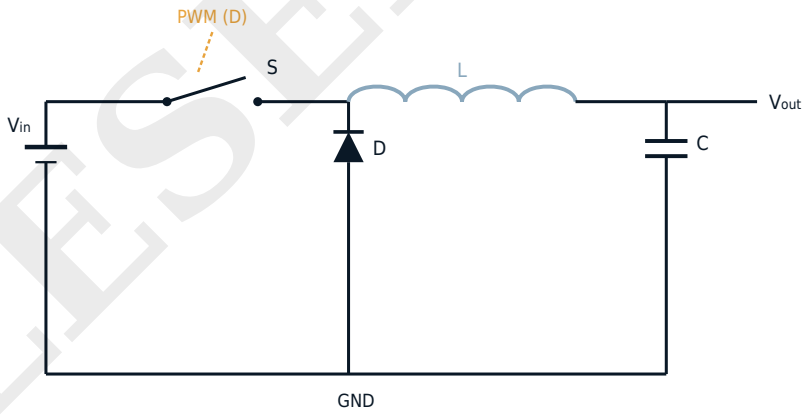
LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Schaltregler am Beispiel des Abwärtswandlers

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Schaltbild eines Abwärtswandlers (Buck-Konverter)
Schaltregler-Grundtopologie mit Schalter, Speicherdrossel und Diode



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

LESEPROBE

Vergleich und typische Kombination beider Prinzipien

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Rauschen in Halbleiterbauelementen

Thermisches Rauschen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}^{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolorLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

Schrotrauschen (Shot Noise)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}^{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolorLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi

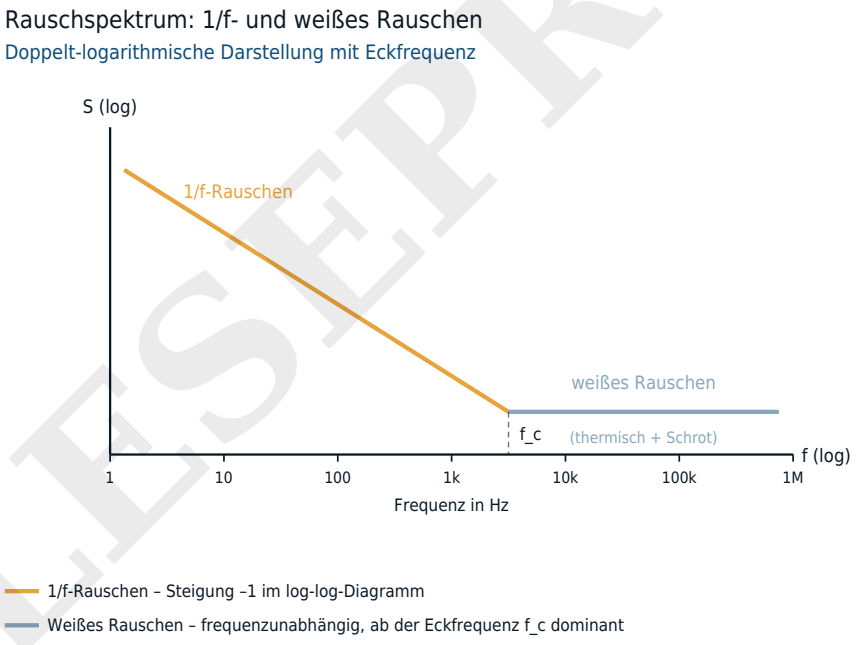
LESEPROBE

aliquip commodo consequat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

1/f-Rauschen (Funkelrauschen)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

LESEPROBE

Optoelektronik & Photonik

Grundlagen der Optoelektronik

Warum Optoelektronik?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

Direkte vs. indirekte Bandlücke

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Photonenenergie und Bandlücke

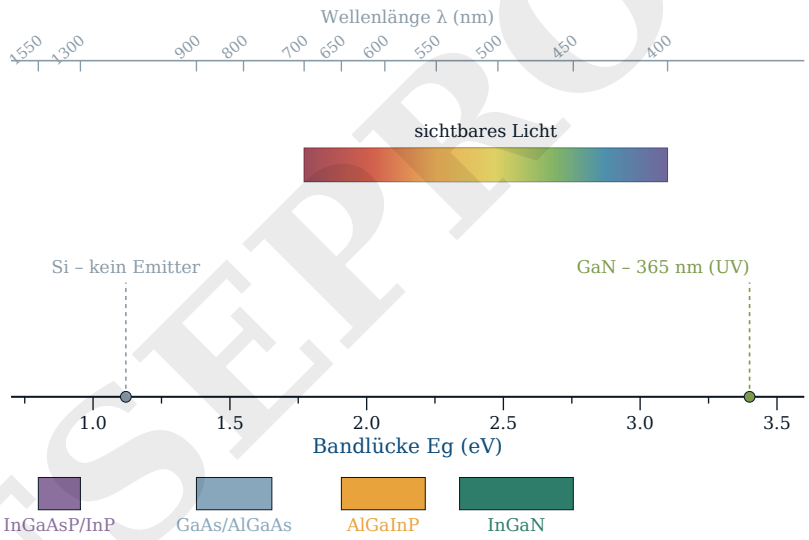
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt Lorem ipsum dolor sitLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit Lorem ipsum dolor sit$_{\text{Lorem}}$ LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor.

Bandlücke und Emissionswellenlänge
Materialsysteme optoelektronischer Bauelemente im Überblick



$E = h \cdot c/\lambda \approx 1240\ \text{eV} \cdot \text{nm} / \lambda$

Materialsystem-Übersicht

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt

- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore
- Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod
- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt
- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua
- Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do

LESEPROBE

eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Quanteneffizienz als Bewertungsgröße

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Leuchtdioden (LED)

Aufbau und Funktionsprinzip

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed$\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsumLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut$\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolorLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum.

LESEPROBE

Materialsysteme nach Farbe

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

Quantum Wells zur Effizienzsteigerung

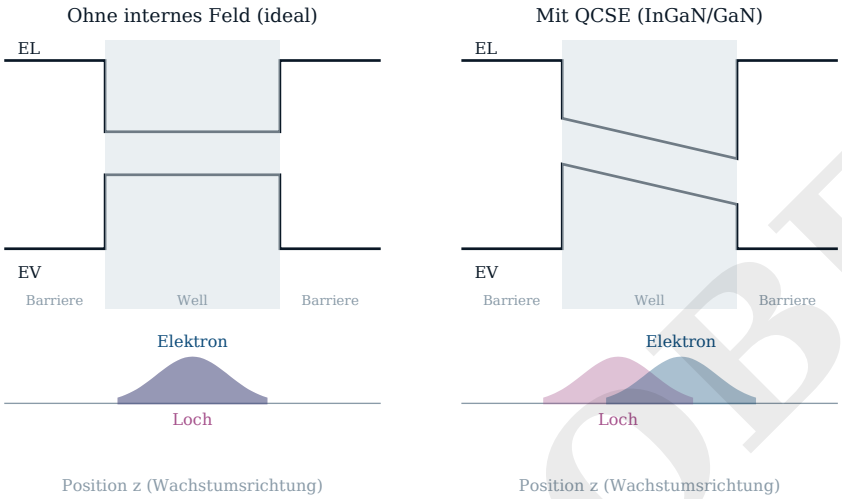
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

Quantum Well ohne und mit QCSE
Räumliche Trennung von Elektron und Loch durch das interne Feld in InGaN/GaN



Starke Überlappung → hohe strahlende Rekombinationsrate;
getrennte Wellenfunktionen → reduzierte Effizienz.

Droop-Effekt und Auskopplungseffizienz

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptateLorem ipsumLorem ipsum dolor sit ametLorem ipsumLorem ipsum dolor sit ametLorem ipsumLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

LESEPROBE

occaecat cupidatat non proident.

Von der Emission zur nutzbaren Lichtleistung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

Laserdioden

Vom LED zum Laser: Besetzungsinversion und stimulierte Emission

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

LESEPROBE

Der optische Resonator und Modenbildung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

Kantenemitter: Fabry-Pérot- und DFB-Laser

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

VCSEL: Aufbau und Vorteile

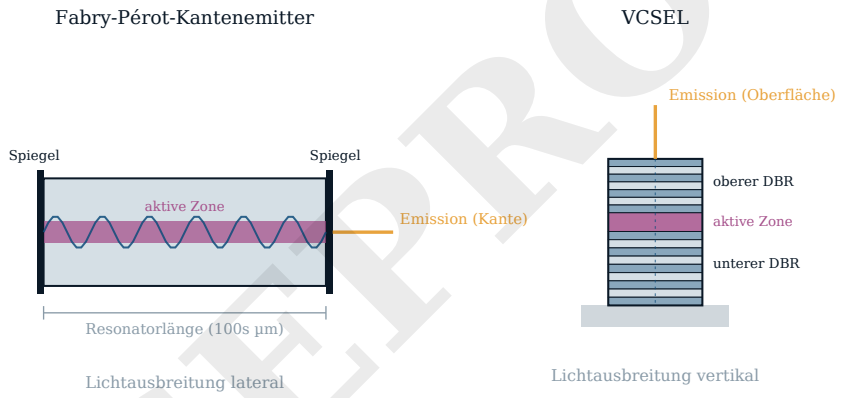
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.

Optischer Resonator: Kantenemitter vs. VCSEL
Lateraler Resonator (Fabry-Pérot) vs. vertikaler DBR-Resonator (VCSEL)



Kurze aktive Zone im VCSEL erfordert Spiegelreflektivitäten > 99 % – daher DBR-Stapel statt einfacher Spaltflächen.

Materialsysteme und Anwendungsfelder

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

LESEPROBE

occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

Photodioden & Photodetektoren

Funktionsprinzip: pn- und pin-Photodiode

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquipLorem ipsum$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Kenngrößen: Quantenausbeute und Responsivität

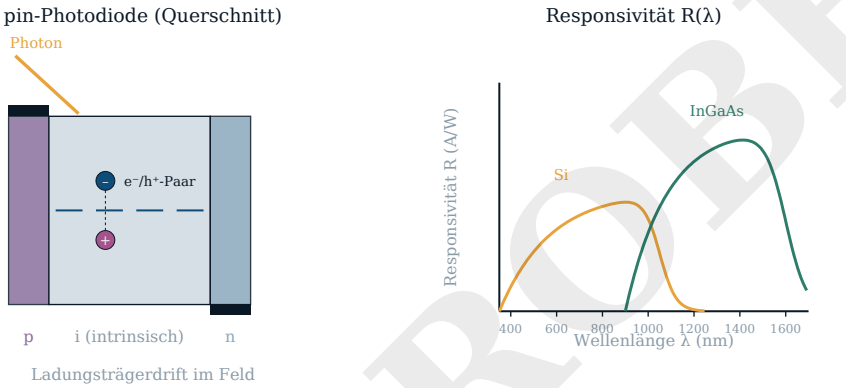
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscingLorem ipsum dolor sit amet consectetur Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscingLorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

pin-Photodiode und spektrale Responsivität
Aufbau der pin-Photodiode und materialabhängige Empfindlichkeit über der Wellenlänge



In der i-Schicht liegt das elektrische Feld über die gesamte Dicke an – Ladungsträger driften statt zu diffundieren, das erhöht Ausbeute und Bandbreite.

Avalanche-Photodiode (APD)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

LESEPROBE

Materialwahl je Wellenlängenbereich

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolorLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

Anwendungen: Glasfaserkommunikation und Bildsensorik

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

Integration & Anwendungen

Die optische Übertragungskette

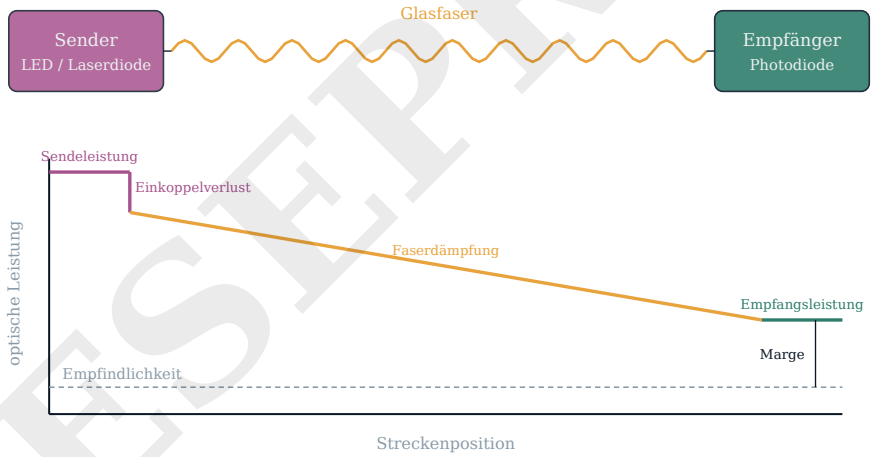
Lorem ipsum dolor sit LoremLorem Lorem Lorem Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et

LESEPROBE

dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Optische Übertragungskette und Link-Budget
Sender, Faser und Empfänger als aufeinander abgestimmte Systemkette



Die Leistungsbilanz aus Sendeleistung minus aller Verluste muss oberhalb der minimal detektierbaren Leistung der Photodiode liegen.

LESEPROBE

Displaytechnik: LED-Backlight, µLED und OLED im Vergleich

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Sensorik: LiDAR und Time-of-Flight

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do Lorem Lorem Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Sensorik: Pulsoximetrie und Näherungssensoren

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing LoremLorem LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

LESEPROBE

Photonische integrierte Schaltkreise (PIC) – Ausblick

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed Lorem ipsum dolor sitLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit LoremLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

Herstellung optoelektronischer Bauelemente

Epitaxie: MOCVD und MBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum.

Mesa-Strukturierung und Kontaktierung

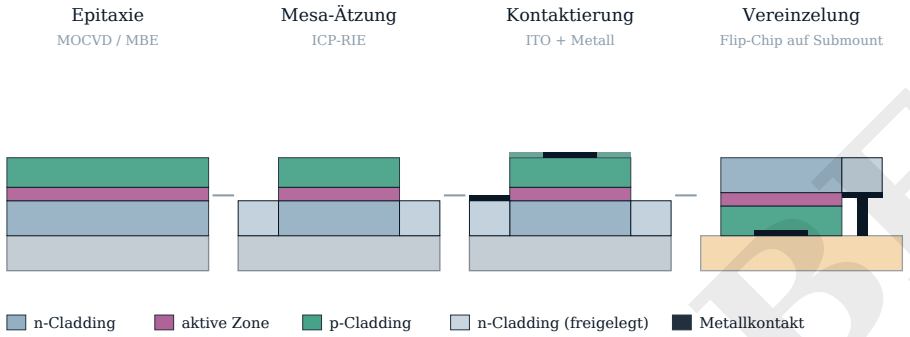
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

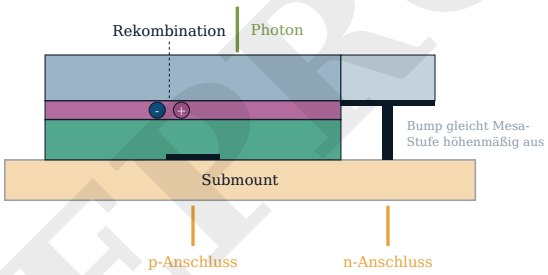
incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Herstellungsablauf: von der Epitaxie zum montierten Chip
Vier zentrale Prozessschritte bei LED- und Laserdioden-Fertigung



Nur die aktive Zone (Mitte) muss über die gesamte Prozesskette hinweg defektarm bleiben – jeder Schritt kann die Quanteneffizienz beeinflussen.

Bauelement im Betrieb: Stromfluss und Lichtemission



Löcher und Elektronen werden über die Kontakte in die aktive Zone injiziert, rekombinieren dort strahlend – das Photon verlässt den Chip auf der Substratseite.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

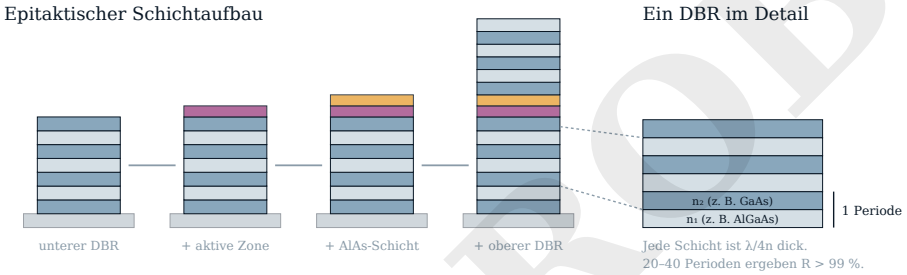
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

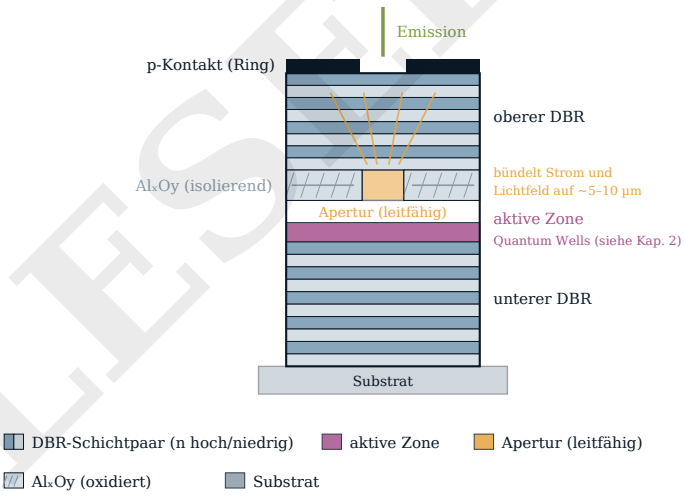
incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

VCSEL-Oxidationsapertur: Aufbau und Struktur

Laterale Nassoxidation begrenzt Strom und Lichtfeld auf eine kleine Öffnung



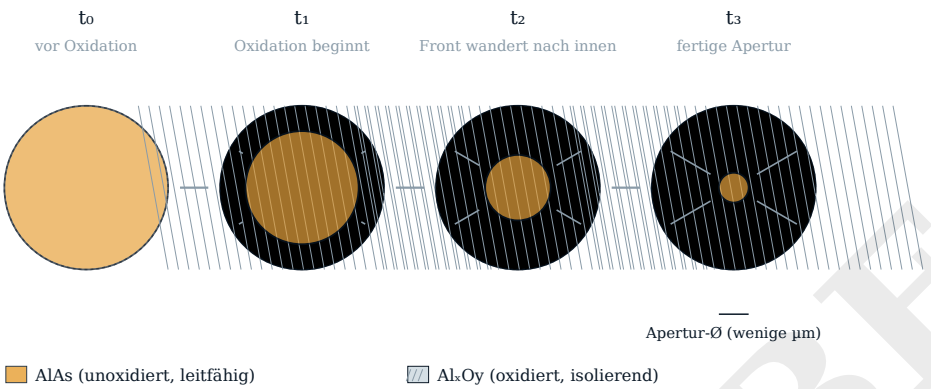
Fertige Struktur nach Mesa-Ätzung, Kontaktierung und Oxidation



Die Oxidationsfront wächst von den Mesa-Kanten nach innen und zwingt Strom und optisches Feld auf die verbliebene zentrale Öffnung von wenigen µm.

LESEPROBE

Bildung der VCSEL-Oxidationsapertur (Aufsicht)
Laterale Nassoxidation wandert von der Mesa-Kante radial nach innen



Oxidationszeit und -temperatur bestimmen die laterale Eindringtiefe und damit den finalen Apertur-Durchmesser – zentral für Schwellstrom und Modenverhalten.

Facettenherstellung bei Kantenemittern

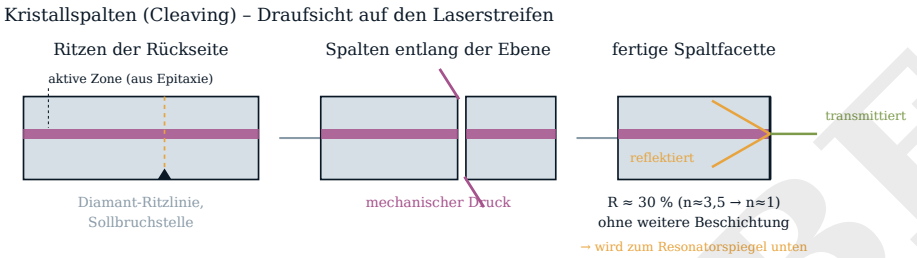
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

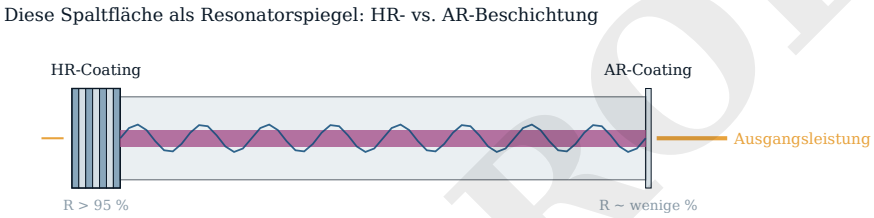
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua

LESEPROBE

enim ad minim veniam Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi.

Facettenherstellung bei Kantenemittern
Vom Kristallspalten zur beschichteten Laserfacette





Bei VCSEL entfällt dieser gesamte Fertigungsschritt – die DBR-Spiegel wachsen bereits epitaktisch mit (siehe VCSEL-Kapitel).

Kristallspalten liefert atomar glatte Facetten mit natürlicher Reflektivität ~30 %; dielektrische Beschichtungen stellen Schwellstrom und Auskoppelrichtung gezielt ein.

LESEPROBE

Vereinzelung und Aufbau

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

Solarzellen

Photovoltaischer Effekt: Grundprinzip

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip

LESEPROBE

commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet Lorem ipsum dolor sit Lorem ipsum.

Innerer Aufbau einer Si-Solarzelle

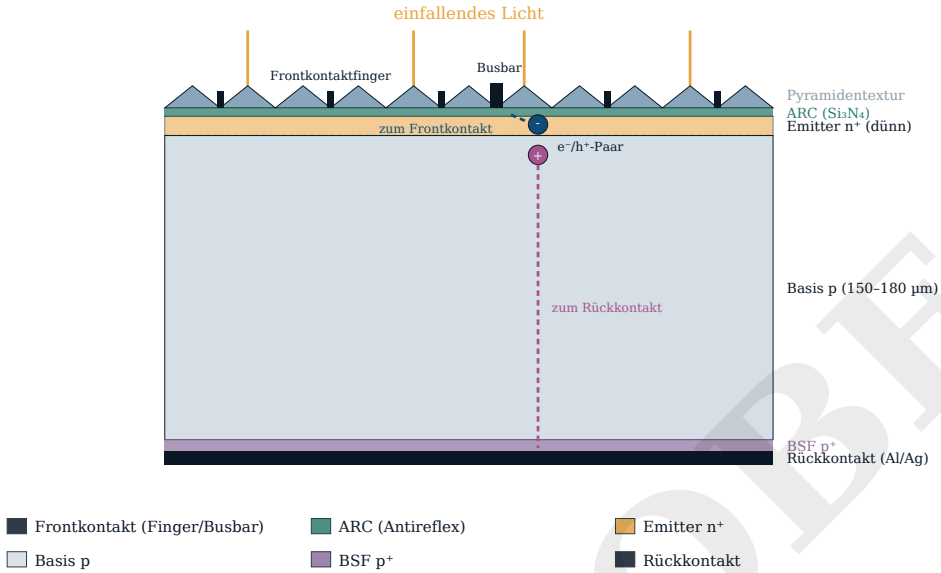
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

LESEPROBE

Innerer Aufbau einer kristallinen Si-Solarzelle
Vom einfallenden Licht bis zur Ladungstrennung im pn-Übergang



Nur nahe der dünnen Emitterschicht getrennte Ladungsträger werden effizient gesammelt – Textur und ARC maximieren dafür zunächst die Lichtausbeute.

Kennlinie und Kenngrößen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

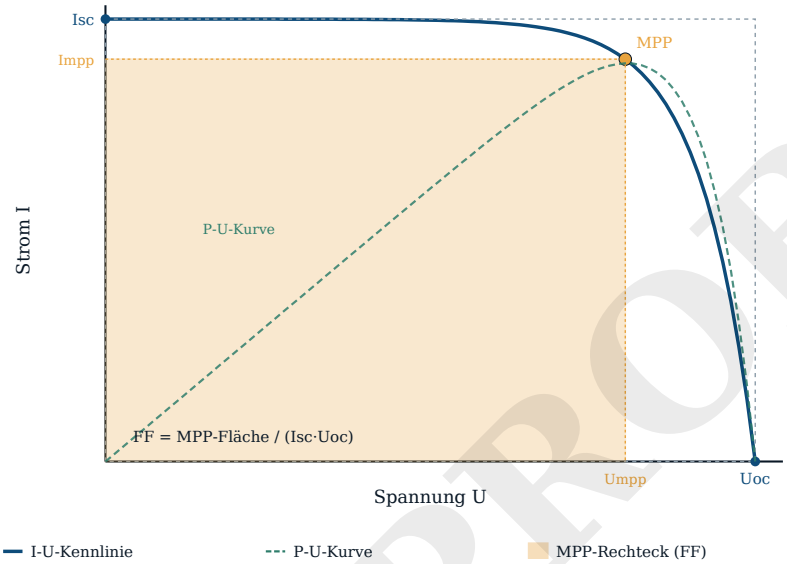
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem $\text{Lorem}_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$Lorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

I-U-Kennlinie und Maximum Power Point
Kurzschlussstrom, Leerlaufspannung und Füllfaktor einer beleuchteten Solarzelle



Der Füllfaktor FF beschreibt, wie nahe die Kennlinie an das theoretische Rechteck aus Isc und Uoc herankommt – je eckiger, desto höher FF.

Verlustmechanismen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquipLorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolorLorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum

LESEPROBE

Lorem Lorem ipsum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiatLorem$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod.

Materialsysteme und Zelltypen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur Lorem ipsum dolor Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

LESEPROBE

Mikromechanik

Einführung MEMS

Einführung MEMS

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.

Anisotropes Ätzen von Silicium

Kristallorientierung und Ätzraten

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

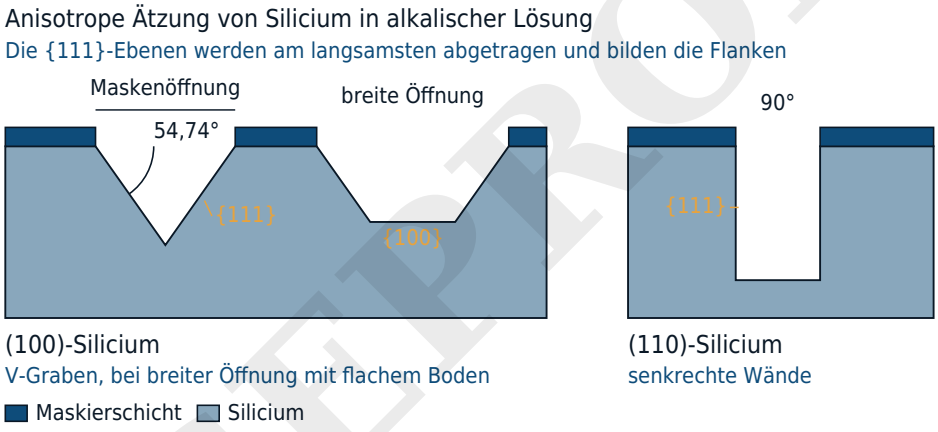
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit.

LESEPROBE

Der charakteristische Winkel von 54,74°

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.



Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad.

LESEPROBE

(110)-Silicium: senkrechte Wände

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem.

Opferschichttechnik

Das Prinzip der Opferschicht

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip.

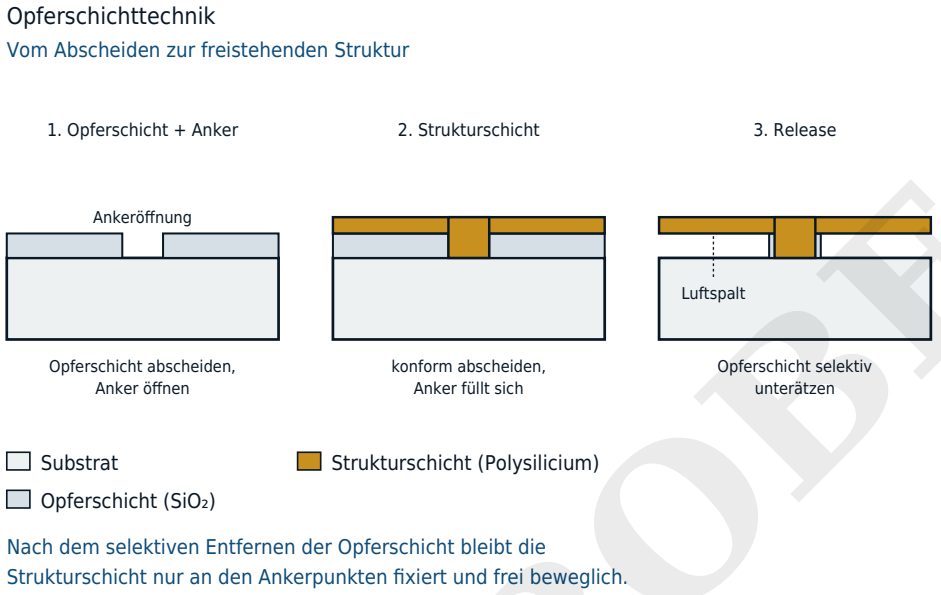
Prozessablauf: Abscheiden, Strukturieren, Freilegen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.



Stiction: das Verkleben freigelegter Strukturen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed *Lorem ipsum*Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute.

Bulk- vs. Surface-Micromachining

Bulk Micromachining: Ätzen in die Tiefe

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

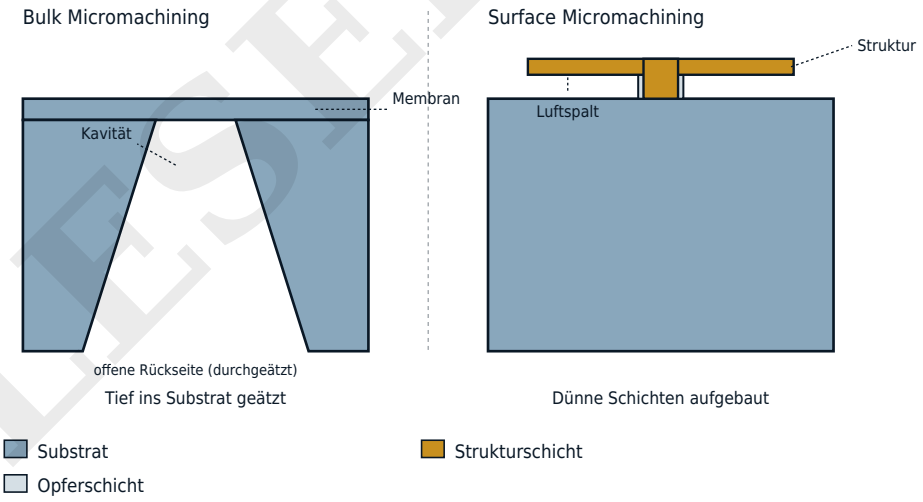
Surface Micromachining: Aufbauen auf der Oberfläche

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum.

Bulk- vs. Surface-Micromachining

Zwei Fertigungsphilosophien im Vergleich



Bulk: robuste, tiefe Strukturen aus dem Substrat selbst.
Surface: feine, CMOS-nahe Strukturen aus dünnen Schichten.

Welches Verfahren für welche Anwendung?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

Der MEMS-Beschleunigungssensor

Aufbau: seismische Masse und Federn

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua *Lorem ipsum*Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

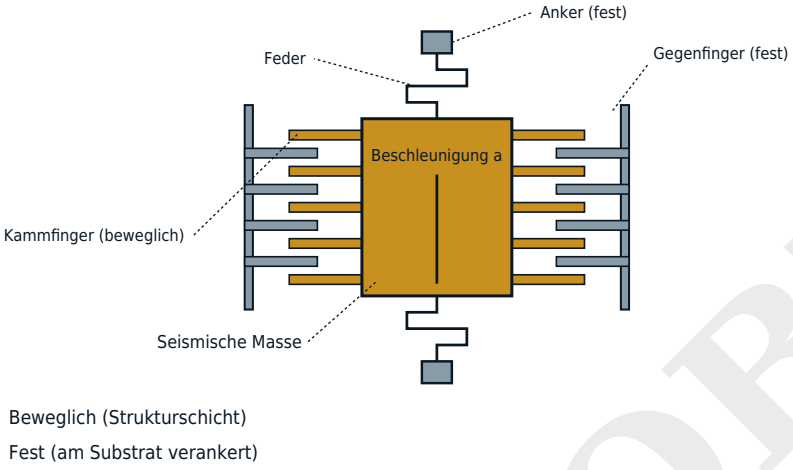
Kapazitive Auslesung: die Kammstruktur

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat *Lorem ipsum* Lorem *Lorem*Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum.

LESEPROBE

Die Kammstruktur eines MEMS-Beschleunigungssensors
Draufsicht: seismische Masse, Federn und Kammfinger



Bewegt sich die Masse, ändert sich der Fingerabstand gegenläufig – eine Kapazität steigt, die andere sinkt (differentielle Messung).

Von der Kapazitätsänderung zum Signal

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

Das Mikrofon und der Drucksensor

Gemeinsames Prinzip: Membran über Kavität

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor.

LESEPROBE

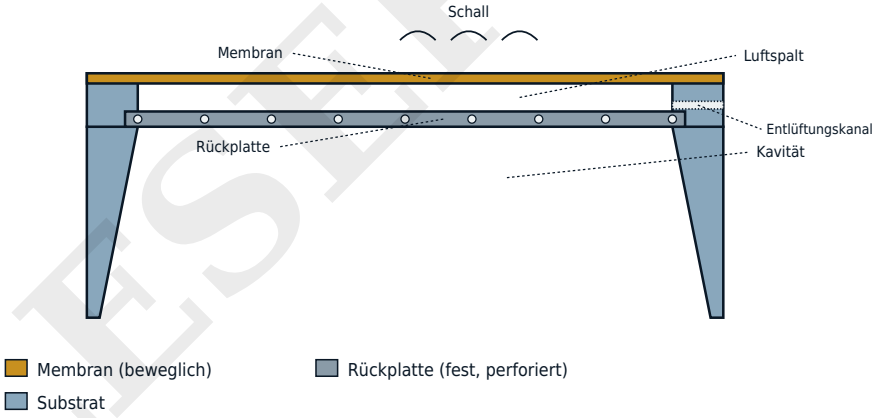
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Das MEMS-Mikrofon: Membran und Rückplatte

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et *Lorem*Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat*Lorem ipsum*Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et.

Das MEMS-Mikrofon im Querschnitt
Membran, Luftspalt und perforierte Rückplatte



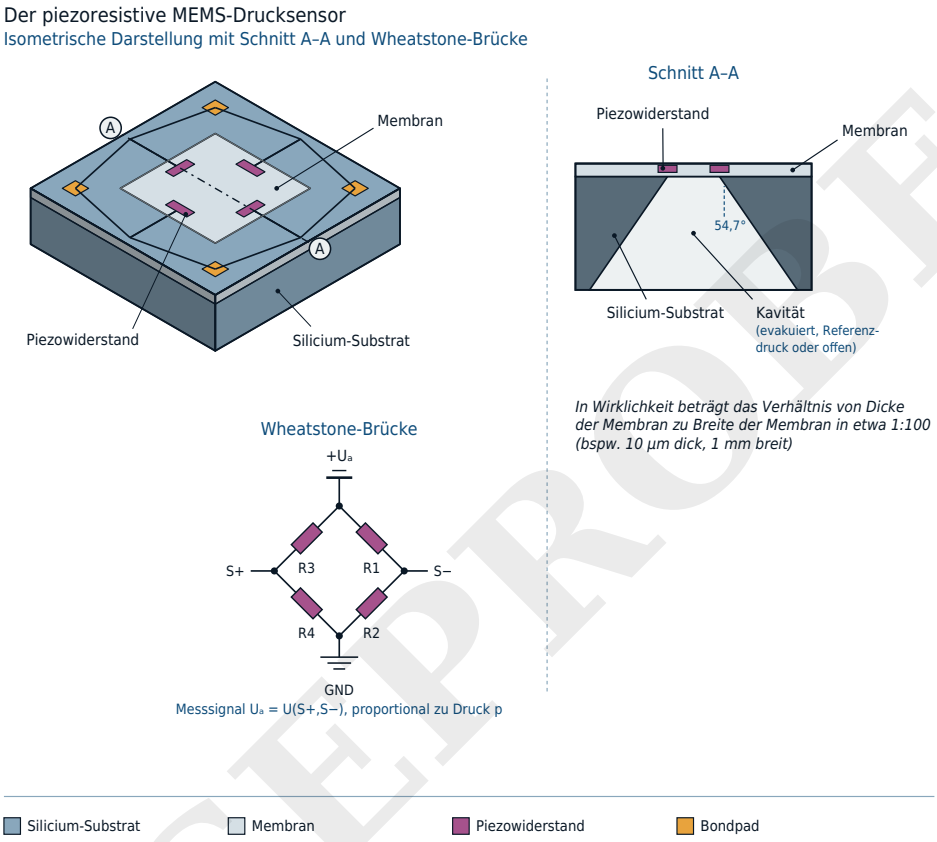
Schall lenkt die Membran aus, der Abstand zur Rückplatte ändert sich – die Kapazität zwischen beiden schwankt im Rhythmus der Schallwelle.

Der MEMS-Drucksensor: Piezoresistive Auslesung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit.

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.



LESEPROBE

DRIE: Deep Reactive Ion Etching

Die Grenzen des Nassätzens

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

Der Bosch-Prozess: Ätzen und Passivieren im Wechsel

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

Scallops: die charakteristische Wellenstruktur

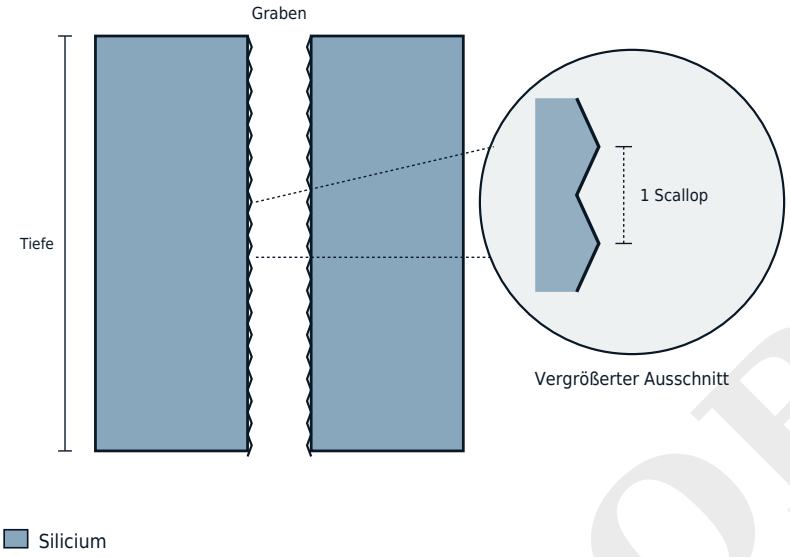
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo.

LESEPROBE

Scallops: die Wellenstruktur beim DRIE-Ätzen

Jeder Ätz-/Passivierzyklus hinterlässt eine feine Riffelung



Kürzere Ätz-/Passivierzyklen erzeugen feinere, längere Zyklen gröbere Scallops (typisch 50 bis 500 Nanometer).

Aspektverhältnis und Grenzen des Verfahrens

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

LESEPROBE

Verbindungshalbleiter

Grundlagen & Materialsystem

Warum Verbindungshalbleiter für Leistungselektronik?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Materialvergleich: SiC, GaN und Silizium

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

LESEPROBE

occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.

Lorem	Lorem	Lorem	Lorem
Lorem ipsum	Lorem ipsum	Lorem ipsum	Lorem ipsum
Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum	Lorem ipsum	Lorem ipsum
Lorem ipsum dolor	Lorem ipsum	Lorem ipsum	Lorem ipsum
Lorem ipsum dolor sit	Lorem ipsum	Lorem ipsum	Lorem ipsum
Lorem ipsum dolor	Lorem	Lorem	Lorem

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

Die Baliga-Figure-of-Merit

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit.

LESEPROBE

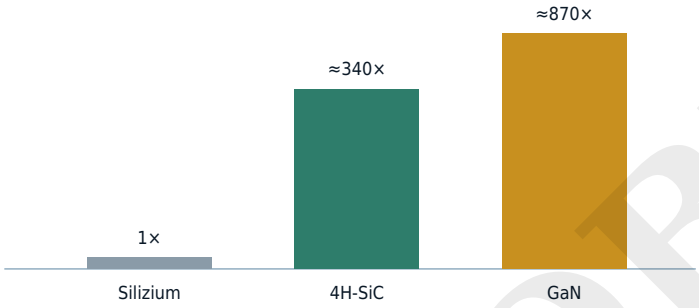
Baliga-Figure-of-Merit (BFOM)

Materialkennzahl für den minimal erreichbaren Durchlasswiderstand

$$BFOM = \varepsilon_r \cdot \mu \cdot E_c^3$$

εr: Permittivität · μ: Ladungsträgerbeweglichkeit · Ec: kritische Durchbruchfeldstärke

BFOM relativ zu Si



Einordnung: Wo kommt was zum Einsatz?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim.

Kristallwachstum & Substrate

SiC-Kristallwachstum: Physical Vapor Transport

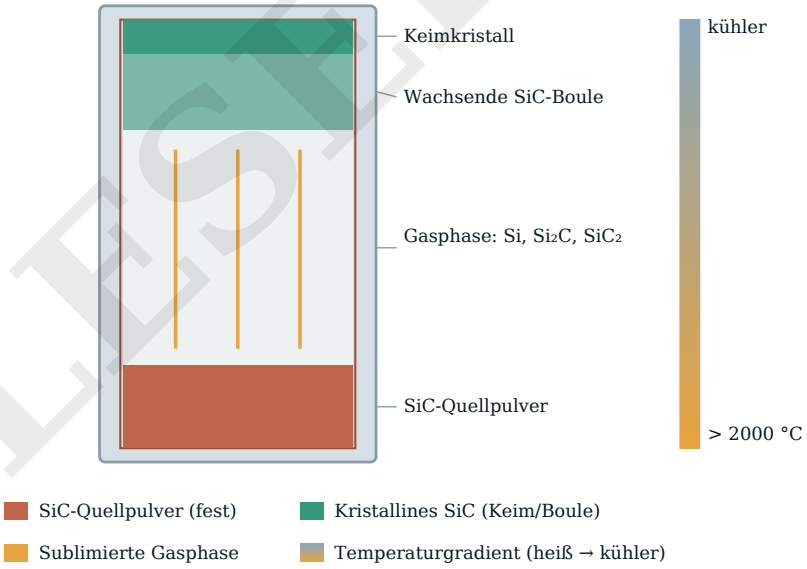
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

PVT-Verfahren: SiC-Kristallwachstum
Physical Vapor Transport – Sublimation oberhalb von 2000 °C



Kammeratmosphäre: Argon bei reduziertem Druck (ca. 10–200 mbar).
Typische Wachstumsrate 0,3–1 mm/h, Prozessdauer mehrere Tage bis Wochen.

Polytypen: Warum 4H-SiC?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

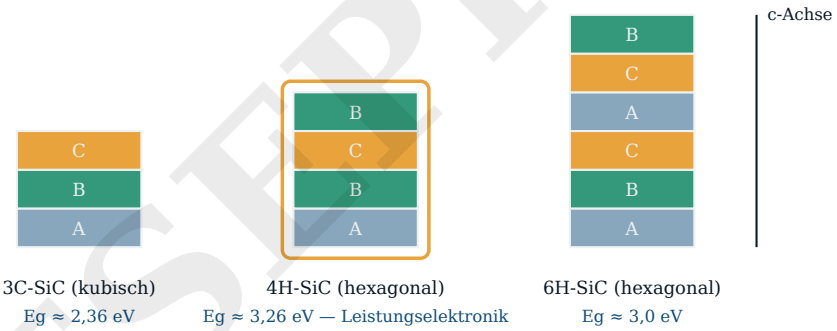
LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor.

Polytypen-Vergleich: 3C-, 4H- und 6H-SiC

Stapelfolge der Si-C-Doppellagen entlang der c-Achse



A, B und C bezeichnen die drei möglichen lateralen Positionen einer Si-C-Doppellage in der dichtesten Kugelpackung (Farbcodierung s. Balken).

Off-axis-Wachstum (typ. 4° Fehlschnitt) erzwingt Step-Flow-Growth des gewünschten Polytyps.

Ohne Fehlschnitt bildet sich bevorzugt der thermodynamisch günstigere, aber unerwünschte 3C-Polytyp.

GaN-Epitaxie: Heteroepitaxie statt nativem Substrat

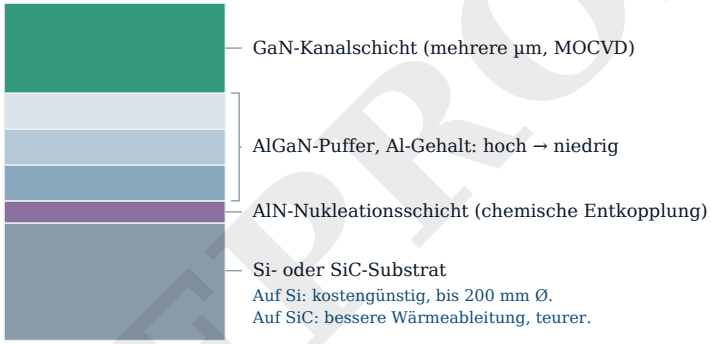
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat.

GaN-Heteroepitaxie auf Fremdsubstrat
Schichtaufbau zum Abbau von Gitter- und Wärmeausdehnungsfehlanpassung



Die gestufte Pufferarchitektur baut eine kompressive Vorspannung auf, die der späteren Zugspannung beim Abkühlen entgegenwirkt — Voraussetzung für rissfreies GaN

Gitteranpassung, Verspannung und Defektdichte

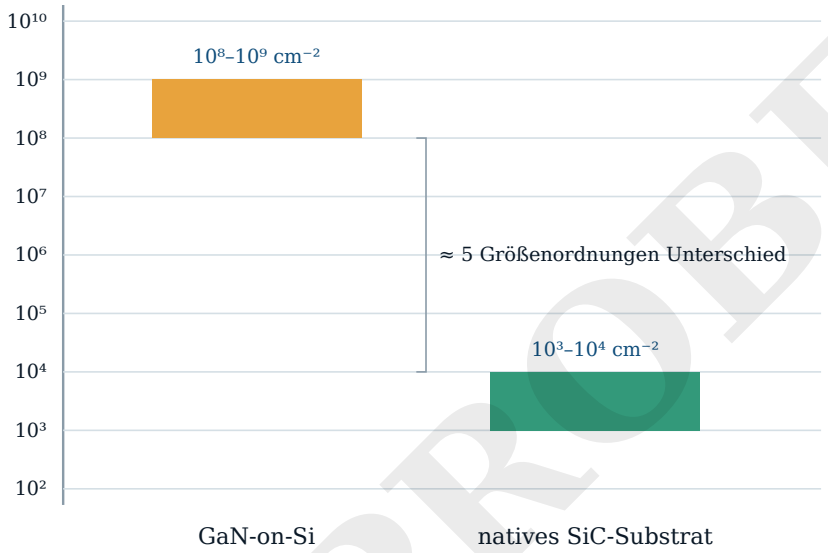
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud

LESEPROBE

exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Restversetzungsdichte trotz Pufferarchitektur
GaN-on-Si vs. natives SiC-Substrat (logarithmische Skala)



Gitterfehlanpassung GaN/Si ≈ 17 %, Wärmeausdehnungs-Differenz > 50 % — Ursache der Restversetzungen.

Praxis: GaN-on-Si bis ca. 650–900 V; höhere Anforderungen → GaN-on-SiC oder natives SiC.

SiC-Leistungsbauelemente

Der SiC-Leistungs-MOSFET

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia

LESEPROBE

deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Die SiC-Schottky-Diode

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

Trench- vs. Planar-SiC-MOSFET

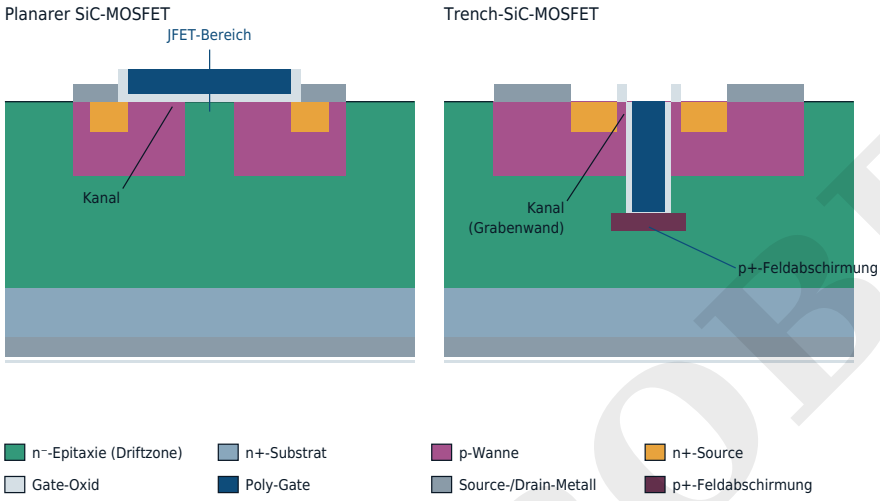
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

LESEPROBE

occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur.

Trench- vs. Planar-SiC-MOSFET
Zwei Wege, den Kanal zu bilden



Beim planaren MOSFET verengt die p-Wanne den Stromfluss im JFET-Bereich zwischen den Wannen.
Der Trench-MOSFET vermeidet diesen JFET-Widerstand, braucht dafür eine Feldabschirmung am Grabenboden.

Die SiC/SiO2-Grenzfläche als Herausforderung

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

LESEPROBE

GaN-Leistungsbauelemente

Das 2DEG: Grundlage des HEMT

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

Der GaN-HEMT als Leistungsschalter

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

LESEPROBE

E-Mode vs. D-Mode und die Kaskodenschaltung

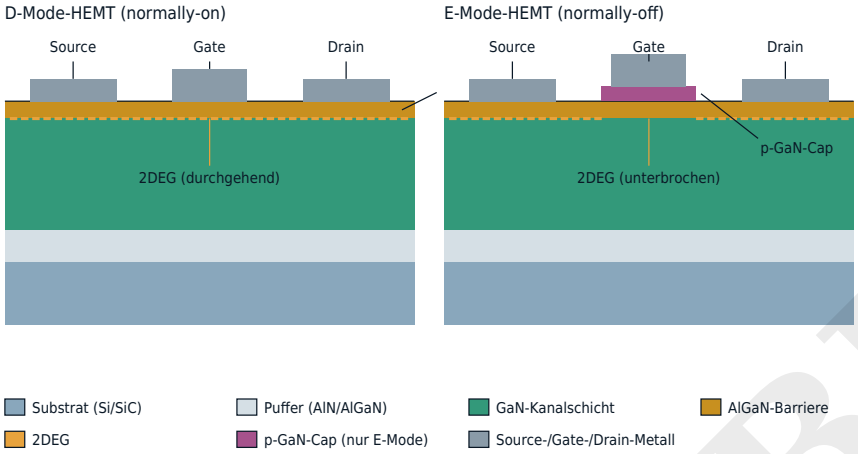
Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor.

LESEPROBE

D-Mode vs. E-Mode GaN-HEMT

Wie aus einem normally-on ein normally-off Bauelement wird



Beim D-Mode-HEMT leitet das 2DEG bei 0 V Gate-Spannung durchgehend – der Transistor ist normally-on. Die p-GaN-Schicht unter dem Gate verarmt das 2DEG lokal bereits bei 0 V – der Transistor ist normally-off.

LESEPROBE

Lateral vs. vertikal: Warum GaN meist lateral bleibt

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

Anwendungsfelder & Systemvergleich

E-Mobility: SiC dominiert den Traktionswechselrichter

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Schnellladeinfrastruktur und Schaltnetzteile: GaN punktet bei hoher Frequenz

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis.

LESEPROBE

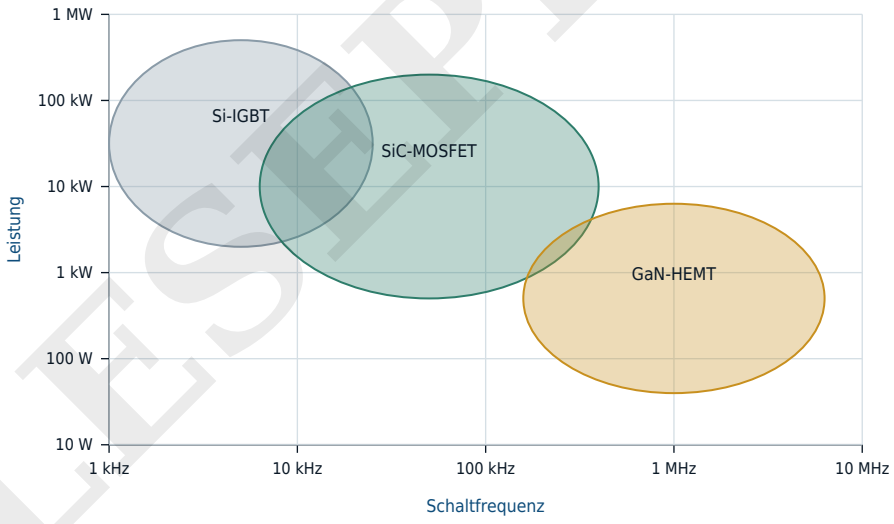
Wirkungsgrad- und Schaltfrequenzvergleich

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud.

Wirkungsgrad- und Frequenzbereiche im Vergleich

Typische Einsatzbereiche von Si-IGBT, SiC-MOSFET und GaN-HEMT



Si-IGBTs dominieren niedrige Frequenzen bei sehr hohen Leistungen.
SiC-MOSFETs decken den mittleren bis hohen Leistungsbereich ab.
GaN-HEMTs erschließen MHz-Frequenzen bei kleineren bis mittleren Leistungen.

Kostenentwicklung und Ausblick

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum

LESEPROBE

Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore.

HEMT und HBT für RF-Anwendungen

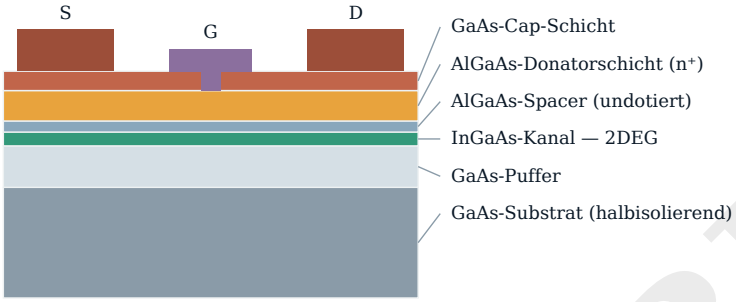
Das HEMT-Prinzip für Hochfrequenzanwendungen

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do Lorem Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet$_{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

LESEPROBE

GaAs/InGaAs-HEMT für Hochfrequenzanwendungen
Querschnitt eines pHEMT mit 2DEG-Kanal und T-Gate



T-Gate: schmaler Fuß im Rezess, breiter Kopf → wenig Gatewiderstand bei kurzer Gatelänge.

GaAs-pHEMT: fT, fmax ≈ 100–150 GHz.
InP-HEMT (Gatelänge unter 50 nm): fT > 600 GHz im Labor.
InGaAs-Kanal: Elektronenbeweglichkeit ≈ 10.000–12.000 cm²/Vs.

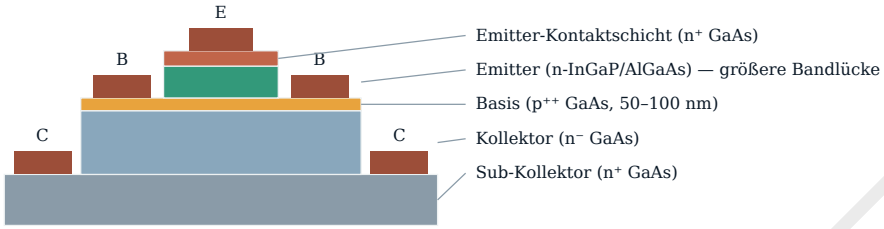
LESEPROBE

Der Heterojunction-Bipolartransistor (HBT)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do$^{\text{Lorem}}$ Lorem ipsum$^{\text{Lorem}}$Lorem ipsum$^{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum$_{\text{Lorem}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi.

GaAs-Heterojunction-Bipolartransistor (HBT)
Gestufte Mesastruktur mit Emitter, Basis und Kollektor



Stromverstärkung $\beta \approx 50$–150; hohe Basisdotierung (10^{19}–10^{20} cm^{-3}) trotz dünner Basis. Kommerzielle GaAs-HBTs: fT, fmax ≈ 150–300 GHz.

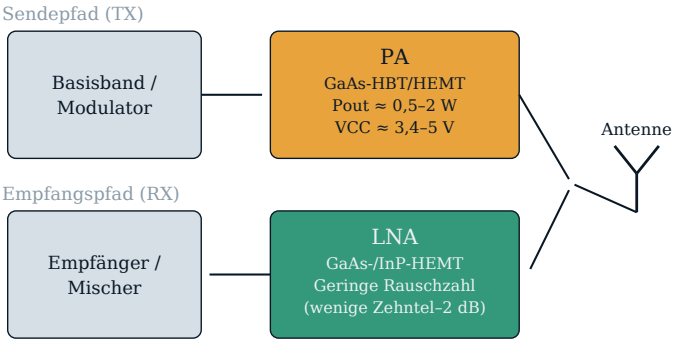
Anwendungen in der Hochfrequenztechnik

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt.

LESEPROBE

Hochfrequenz-Frontend: PA- und LNA-Pfad
Sende- und Empfangspfad mit GaAs-/InP-Bauelementen



Für Basisstationen und Radar mit hoher Sendeleistung gewinnt GaN-HEMT an Bedeutung: mehrere W/mm Gateweite → Sendeleistungen von einigen zehn bis über 100 W kompakt.

InP-basierte Photonik-Bauelemente

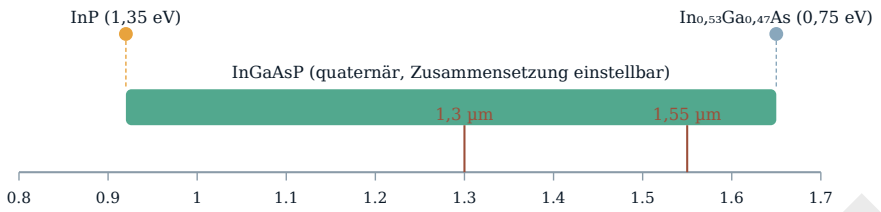
Warum Indiumphosphid für die Photonik?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum $\text{Lorem}_{\text{Lorem ipsum}}\text{Lorem}_{\text{Lorem ipsum}}$Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut.

LESEPROBE

Wellenlängenabdeckung im InP-Materialsystem
Bandlücke und Emissions-/Absorptionswellenlänge, gitterangepasst auf InP



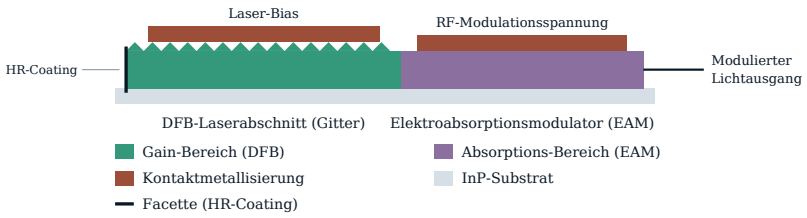
Telekom-Fenster: 1,3 µm (min. Dispersion) und 1,55 µm (min. Dämpfung, ≈ 0,2 dB/km).
Gitterfehlanpassung InP/InGaAsP unter 0,1 % — nahezu defektfreies Schichtwachstum.

Laserdioden und Elektroabsorptionsmodulatoren

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et.

Electroabsorption Modulated Laser (EML)
Monolithisch integrierter DFB-Laser mit Elektroabsorptionsmodulator



DFB-Linienbreite typisch unter 1 MHz durch longitudinal einmodiges Gitter.
Kommerzielle EML: Modulationsbandbreite 25–über 40 GHz, 40–100 Gbit/s pro Kanal.

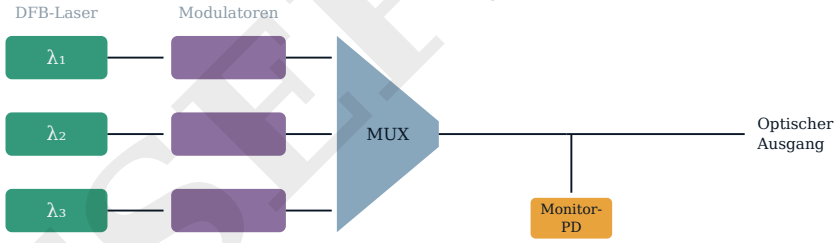
LESEPROBE

Photonische integrierte Schaltungen (PICs)

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation.

Photonische integrierte Schaltung (PIC)
Mehrkanal-WDM-Transmitter monolithisch auf InP integriert



Kommerzielle Großintegrations-PICs vereinen mehrere hundert photonische Funktionselemente auf wenigen mm² Chipfläche — InP erzeugt Licht dabei nativ, während Siliciumphotonik hierfür auf hybride III-V-Integration angewiesen ist.

LESEPROBE

Wie funktioniert..? Was ist..?

Grundlagen & Materialien

Was ist ein Halbleiter?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

Was ist der Unterschied zwischen Leiter, Halbleiter und Nichtleiter (Isolator)?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Welche Materialien werden als Halbleiter verwendet?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Was ist Silicium und warum wird es in der Halbleiterindustrie verwendet?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

Was ist der Unterschied zwischen n-Typ und p-Typ Halbleitern?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Was versteht man unter Dotierung bei Halbleitern?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure

LESEPROBE

reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur.

Was ist eine Bandlücke (Bandgap)?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Was ist der Unterschied zwischen Silicium und Galliumarsenid als Halbleitermaterial?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

Was ist Siliciumcarbid (SiC) und wofür wird es verwendet?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

Fertigungsprozesse

Wie funktioniert Chemisch-Mechanisches Polieren (CMP)?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Lorem ipsum dolor sit

Wie funktioniert Lithografie in der Chipherstellung?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur

LESEPROBE

Wie funktioniert Ionenimplantation?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse.

Lorem ipsum dolor sit

Wie funktioniert Chemical Vapor Deposition (CVD)?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Lorem ipsum dolor sit

Wie funktioniert Plasmaätzen?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum.

Lorem ipsum dolor sit

Wie funktioniert Epitaxie?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Lorem ipsum dolor sit

Wie funktioniert ein Reinraum?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

Lorem ipsum dolor sit

Wie funktioniert Diffusion (Dotierung)?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Lorem ipsum dolor sit

Wie funktioniert Sputtern (PVD)?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Lorem ipsum dolor sit

Wie funktioniert EUV-Lithografie?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur

Wie werden Computerchips hergestellt?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Was ist ein Wafer und wie wird er hergestellt?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Wie funktioniert eine Chip-Fabrik (Fab)?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

LESEPROBE

Was kostet der Bau einer modernen Chipfabrik?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Bauelemente & Digitaltechnik

Wie funktioniert ein MOSFET?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur

Wie funktioniert ein FinFET?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur

Wie funktioniert ein Transistor allgemein?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat.

Lorem ipsum dolor sit amet

Wie funktioniert ein Flash-Speicher?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur

LESEPROBE

Wie funktioniert MRAM?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur

Wie funktioniert ein Mikroprozessor auf Chip-Ebene?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur

Wie funktioniert eine SRAM-Zelle (6T)?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur

Wie funktioniert eine DRAM-Zelle (1T1C)?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur

Wie funktioniert ein GAAFET?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

LESEPROBE

occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur

Wie funktioniert ein IGBT?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

Lorem ipsum dolor sit amet

Was bedeutet NMOS, PMOS, CMOS, DMOS?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim.

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur

Wie funktioniert ein Halbleiter?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non.

Was bedeutet die Nanometer-Angabe bei Chips (z.B. 5nm, 3nm)?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Was sind die Herausforderungen bei der Miniaturisierung von Chips (Mooresches Gesetz)?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa.

LESEPROBE

Was sind die nächsten Technologien nach Silicium-Chips (Quantencomputer, Graphen etc.)?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Optoelektronik

Wie funktioniert eine LED?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Lorem ipsum dolor sit amet

Wie funktioniert eine Laserdiode?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

Lorem ipsum dolor sit

Wie funktioniert eine Solarzelle?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Lorem ipsum dolor sit

Wie funktioniert eine Fotodiode / ein Bildsensor?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint

LESEPROBE

occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Lorem ipsum dolor sit

Packaging & Sonstiges

Wie funktioniert 3D-Chip-Integration (Advanced Packaging)?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Lorem ipsum dolor sit

Wie funktioniert ein MEMS-Sensor?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint.

Lorem ipsum dolor sit amet

Wie funktioniert Wire Bonding?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt.

Lorem ipsum dolor sit

Warum werden Chips immer kleiner (Moore's Law kurz erklärt)?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet

LESEPROBE

Wie funktioniert Flip-Chip-Montage?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor.

Lorem ipsum dolor sit

Wie funktioniert ein TSV (Through-Silicon Via)?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum.

Lorem ipsum dolor sit

Wie funktionieren Chiplets?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia deserunt mollit anim laborum Lorem ipsum dolor sit amet.

Lorem ipsum dolor sit amet

Was ist der Unterschied zwischen Front-End und Back-End in der Halbleiterfertigung?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Wie lange dauert die Herstellung eines Chips?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt culpa officia.

LESEPROBE

Wofür werden Halbleiter im Alltag verwendet?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur.

Halbleiterindustrie & Ökosystem

Wer sind die größten Halbleiterhersteller der Welt?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat.

Warum ist TSMC so wichtig für die Chipindustrie?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Warum gibt es einen globalen Chipmangel/Halbleitermangel?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Welche Rolle spielt Taiwan in der Halbleiterindustrie?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat.

Wie hängen Halbleiter mit der Geopolitik zusammen (USA-China)?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident.

Was macht ASML und warum ist das Unternehmen so wichtig?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor

LESEPROBE

incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla pariatur excepteur sint occaecat cupidatat non proident sunt.

Welche Halbleiterunternehmen gibt es in Deutschland/Europa?

Lorem ipsum dolor sit amet consectetur adipiscing elit sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua enim ad minim veniam quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi aliquip commodo consequat duis aute irure reprehenderit voluptate velit esse cillum fugiat nulla.

LESEPROBE