

1 Waferherstellung

1.1 Entstehung der Wafer

1.1.1 Wafervereinzelung und Oberflächenveredelung

Der Einkristallstab wird zunächst auf den gewünschten Durchmesser abgedreht und bekommt dann, je nach Kristallorientierung und Dotierung, einen oder zwei Flats. Der größere Flat dient dazu, die Wafer in der Fertigung exakt ausrichten zu können. Der zweite Flat dient zur Erkennung des Scheibentyps (Kristallorientierung, p-/n-Dotierung), ist aber nicht immer vorhanden. Bei Wafern ab 200 mm Durchmesser werden an Stelle der Flats sogenannte Notches verwendet. Dabei handelt es sich um eine winzige Einkerbungen am Scheibenrand, die ebenfalls eine Ausrichtung der Wafer ermöglicht, aber sehr viel weniger kostbare Fläche des Wafers beansprucht.

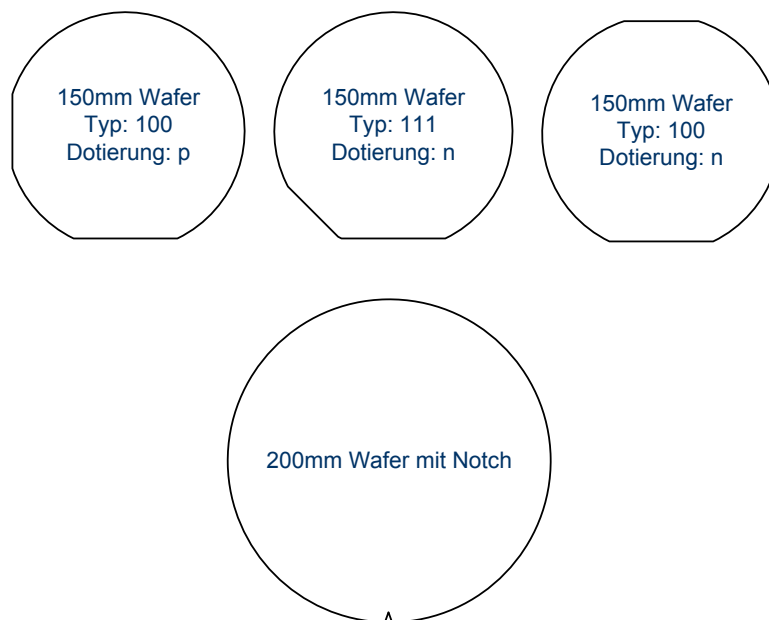


Abb. 1.1: Verschiedene Wafertypen

Sägen:

Mit einer Innenlochsäge, deren Schnittkante mit Diamantsplittern besetzt ist, wird der Einkristallstab in dünne Scheiben zersägt. Die Innenlochsäge bietet eine hohe Genauigkeit beim Sägen ohne Unebenheiten hervorzurufen. Bis zu 20 % des Kristallstabs gehen beim Sägen der Scheiben auf Grund der Dicke des Sägeblatts verloren. Nach dem Sägen besitzen die Scheiben eine aufgeraute Oberfläche und, auf Grund der mechanischen Belastung, Gitterschäden im Kristall. Zum Veredeln der Oberfläche durchlaufen die Scheiben mehrere Prozessschritte.

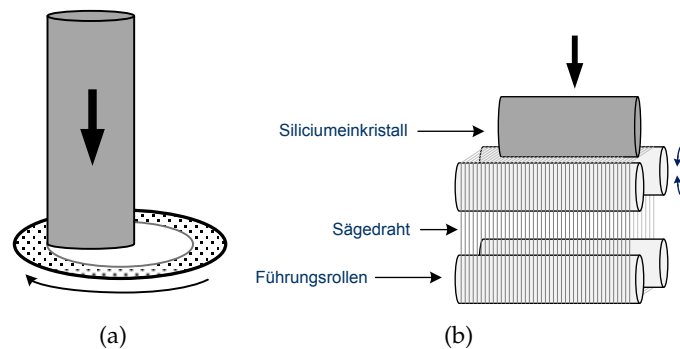


Abb. 1.2: Innenloch- und Drahtsäge

Läppen:

Mit körnigen Schleifmitteln (z.B. Aluminiumoxid) werden $50\ \mu\text{m}$ (0,05 mm) der Scheibenoberfläche auf einer rotierenden Stahlscheibe abgetragen. Die Körnung wird dabei stufenweise verringert, jedoch wird die Oberfläche auf Grund der mechanischen Behandlung erneut geschädigt. Die Ebenheit nach dem Läppen beträgt ca. $2\ \mu\text{m}$.

Scheibenrand abrunden:

In späteren Prozessen dürfen die Scheiben keine scharfen Kanten besitzen, da aufgebraute Schichten ansonsten abplatzen können. Dazu wird der Rand der Scheiben mit einem Diamantfräser abgerundet.

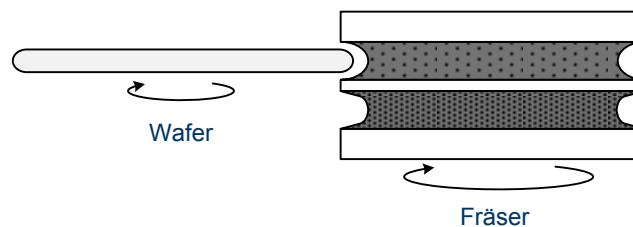


Abb. 1.3: Kantenverrundung

Ätzen:

In einem Tauchätzschritt, mit einer Mischung aus Fluss-, Essig- und Salpetersäure, werden noch einmal $50\ \mu\text{m}$ abgetragen. Da es sich hierbei um einen chemischen Vorgang handelt, wird die Oberfläche nicht geschädigt. Kristallfehler werden endgültig behoben.

Polieren:

Dies ist der letzte Schritt zum fertigen Wafer. Am Ende des Polierschrittes besitzen die Wafer noch eine Unebenheit von weniger als $3\ \text{nm}$ ($0,000003\ \text{mm}$). Dazu werden die Scheiben mit einem Gemisch aus Natronlauge NaOH , Wasser und Siliciumdioxidkörnern behandelt. Das Siliciumdioxid entfernt weitere $5\ \mu\text{m}$ von der Scheibenoberfläche, Die Natronlauge entfernt Oxid und beseitigt Bearbeitungsspuren der Siliciumdioxidkörner.

1.1.2 Geschichtliche Entwicklung der Wafergröße

Die Herstellung von integrierten Schaltkreisen auf Siliciumwafern begann Mitte der 1960-er Jahre auf Scheiben, mit einem Durchmesser von $25\ \text{mm}$. Heutzutage werden in modernen Halbleiterfertigungen Wafer mit einem Durchmesser von $150\text{-}300\ \text{mm}$ eingesetzt. Bis 2012 rechnet man mit der Serienfertigung von Mikrochips auf Wafern mit einem Durchmesser von $450\ \text{mm}$, von denen zumindest schon Prototypen hergestellt wurden. Die Waferfläche beträgt dann mehr als das 300-fache der winzigen 1-Zoll-Wafer vor gut 50 Jahren; im Vergleich dazu nahm der Scheibendurchmesser nur um das 18-fache zu.

Typ	Durchmesser [mm]	Dicke [μm]	1. Flat [mm]	Durchbiegung [μm]
6 Zoll	$150\pm 0,5$	≈ 700	55-60	25
8 Zoll	$200\pm 0,5$	≈ 700	55-60	25
12 Zoll	$300\pm 0,5$	≈ 700	55-60	25

Tab. 1.1: Typische Daten von Wafern

Mit größeren Wafern steigt die Durchsatzrate in der Herstellung von Chips erheblich, wodurch die Kosten in der Fertigung entsprechend gesenkt werden. So können bei identischer Strukturgröße mehr als doppelt so viele Chips auf einem 300-mm-Wafer hergestellt werden wie auf einem 200-mm-Wafer.

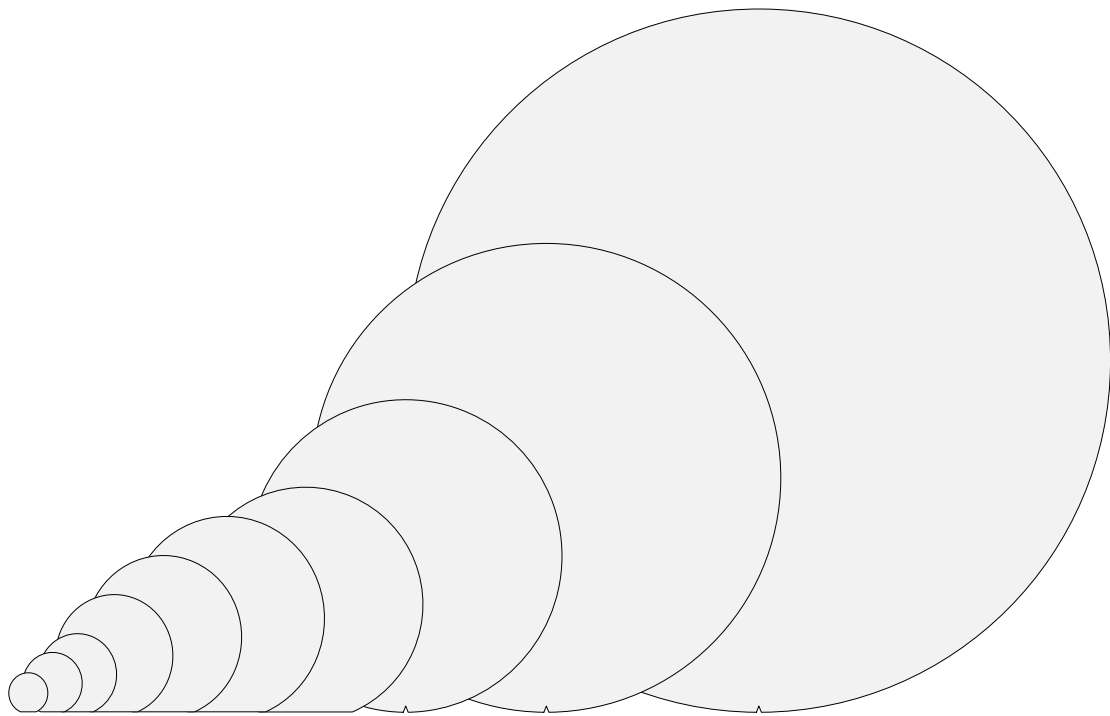


Abb. 1.4: Wafergrößen in der Übersicht: 25, 38, 51, 75, 100, 125, 150, 200, 300, 450 [mm] (Maßstabsgetreu)