

Halbleitertechnologie von A bis Z

Verbindungshalbleiter

Anwendungsfelder & Systemvergleich	3
<i>E-Mobility: SiC dominiert den Traktionswechselrichter</i>	3
<i>Schnellladeinfrastruktur und Schaltnetzteile: GaN punktet bei hoher</i>	
<i>Frequenz</i>	3
<i>Wirkungsgrad- und Schaltfrequenzvergleich</i>	3
<i>Kostenentwicklung und Ausblick</i>	4

Anwendungsfelder & Systemvergleich

E-Mobility: SiC dominiert den Traktionswechselrichter

Der Traktionswechselrichter ist die Leistungselektronik-Komponente, die am direktesten über Reichweite und Effizienz eines Elektrofahrzeugs entscheidet. SiC-MOSFETs haben sich hier gegenüber Si-IGBTs durchgesetzt, weil die geringeren Schaltverluste höhere Schaltfrequenzen erlauben – das verkleinert passive Bauteile (Drosseln, Kondensatoren) und steigert den Wirkungsgrad typischerweise um 3 bis 5 Prozentpunkte über den Fahrzyklus. Bei 800-V-Systemarchitekturen, wie sie zunehmend Standard werden, verstärkt sich der SiC-Vorteil zusätzlich, da die höhere Durchbruchfeldstärke besonders bei höheren Spannungsklassen zum Tragen kommt.

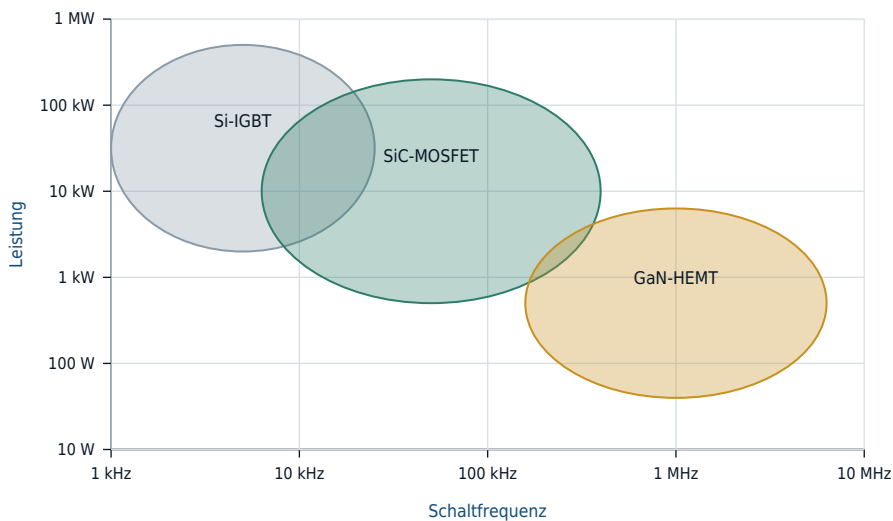
Schnellladeinfrastruktur und Schaltnetzteile: GaN punktet bei hoher Frequenz

Bei Anwendungen mit mittleren Spannungen (48 V bis wenige hundert Volt) und dem Wunsch nach kompakter Bauform spielt GaN seine Stärken aus: Ladegeräte für Laptops und Smartphones nutzen die hohe Schaltfrequenz von GaN-HEMTs, um Transformatoren und Filterkomponenten drastisch zu verkleinern – ein 65-W-USB-C-Ladegerät passt heute in ein Gehäuse, das noch vor wenigen Jahren für ein Drittel der Leistung nötig war. Auch DC-Schnelllader für E-Autos setzen zunehmend auf GaN in den vorgeschalteten AC/DC-Stufen.

Wirkungsgrad- und Schaltfrequenzvergleich

Grob gilt: Si-IGBTs decken heute noch die günstigste Option für niedrige Schaltfrequenzen (unter 20 kHz) bei sehr hohen Leistungen ab. SiC-MOSFETs dominieren den mittleren bis hohen Leistungsbereich mit Frequenzen bis in den dreistelligen kHz-Bereich. GaN-HEMTs erschließen MHz-Frequenzen bei kleineren bis mittleren Leistungen, wo die Baugröße der wichtigste Faktor ist.

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

Trotz der klaren technischen Vorteile bleiben SiC- und GaN-Bauelemente teurer als vergleichbare Si-Lösungen – vor allem getrieben durch Substratkosten und geringere Fertigungsvolumina. Der Preisabstand schrumpft jedoch kontinuierlich: 200-mm-SiC-Substrate und größere GaN-on-Si-Wafer senken die Stückkosten, während steigende Stückzahlen in E-Mobility und Consumer-Elektronik Skaleneffekte erzeugen. Für viele Anwendungen ist der Break-even über die Systemlebensdauer (niedrigere Kühlkosten, kleinere Bauform, höherer Wirkungsgrad) schon heute erreicht, auch wenn der reine Bauteilpreis noch höher liegt.