

Dipl.-Ing. Marcus Kneifel, Berlin

Unipolare Siliziumkarbid- Leistungsbaulemente

Modellbildung und Beurteilung von Anwendungen in leistungs- elektronischen Systemen

Reihe **9**: Elektronik

Nr. **273**

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Halbleiter-Leistungsbaulemente in der Leistungselektronik.....	4
2.1. Stand der Entwicklung von Halbleiter-Leistungsbaulementen	8
2.2. Zukünftige Entwicklungen bei Halbleiter-Leistungsbaulementen	13
2.3. Tendenzen in der leistungselektronischen Schaltungstechnik	15
2.4. Siliziumkarbid-Leistungsbaulemente in der Leistungselektronik	20
3. Modellbildung und Simulation von Siliziumkarbid-Leistungsbaulementen.....	24
3.1. Eigenschaften des Halbleitermaterials Siliziumkarbid.....	26
3.2. Halbleiterphysikalische Vorgänge in 6H-Siliziumkarbid	28
3.2.1. Intrinsische Ladungsträgerkonzentration.....	29
3.2.2. Störstellenionisation von Donatoren und Akzeptoren.....	31
3.2.3. Elektronenbeweglichkeit	35
3.2.4. Generation von Ladungsträgern und Durchbruchmechanismen	39
3.3. Thermische Effekte und parasitäre Systemkomponenten	44
3.3.1. Temperaturverhalten unipolarer SiC-Leistungsbaulemente	45
3.3.2. Thermische Wirkungen im leistungselektronischen System.....	46
3.3.3. Parasitäre Einflüsse im leistungselektronischen System	50
3.4. Prädiktive Modellbildung von unipolaren SiC-Leistungsbaulementen.....	50
4. Modell einer 6H-Siliziumkarbid Leistungs-Schottky-Diode.....	54
4.1. Schottky-Dioden in der Leistungselektronik.....	54
4.2. Modellbildung einer 6H-SiC Leistungs-Schottky-Diode	58
4.2.1. Stromfluß über nichtideale Schottky-Kontakte	58
4.2.2. Ohmsche Serienwiderstände	67
4.2.3. Sperrschichtkapazität und Feldstärke am Schottky-Kontakt.....	70
4.3. Parametrierung und Modellverifikation	72
4.4. Temperaturverhalten von 6H-SiC Leistungs-Schottky-Dioden	75

5. Modell eines 6H-Siliziumkarbid Leistungs-JFET	78
5.1. Junction Field-Effect Transistoren in der Leistungselektronik	78
5.2. Modellbildung eines 6H-SiC Leistungs-JFET	82
5.2.1. Pentodencharakteristik von JFET-Strukturen.....	83
5.2.2. Triodencharakteristik von JFET-Strukturen.....	91
5.2.3. Pentoden-Trioden-Übergang	96
5.2.4. Ohmsche Widerstände der Leistungs-JFET-Struktur.....	98
5.2.5. Sperrschichtkapazitäten und pn-Übergänge	100
5.3. Parametrierung und Modellverifikation	103
5.4. Temperaturverhalten des 6H-SiC Leistungs-JFET	106
6. Simulation und Optimierung von leistungselektronischen Systemen	109
6.1. Abschaltverhalten unipolarer Dioden bei Zwangskommutierung.....	111
6.2. Schaltverhalten des 6H-SiC Leistungs-JFET	121
6.3. Unipolare Siliziumkarbid-Leistungsbaulemente - Ein Ausblick.....	127
6.3.1. Applikationsgebiete für unipolare SiC-Leistungsbaulemente	127
6.3.2. Hybride Kaskoden aus SiC- und Si-Leistungsbaulementen	134
7. Zusammenfassung	137
8. Literatur	139