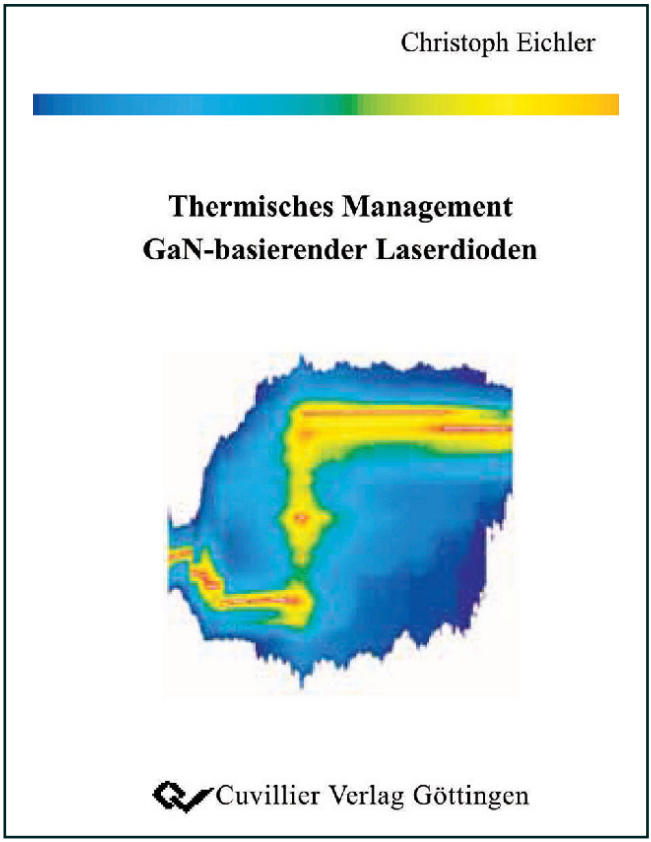
Christoph Eichler (Autor)

Thermisches Management GaN-basierender Laserdioden



https://cuvillier.de/de/shop/publications/2275

Copyright:
Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentzsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: https://cuvillier.de

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung **1**

2 Materialeigenschaften **4**

2.1 Bandlücke . . . 4
2.2 Elektrische Leitfähigkeit . . . 5
2.2.1 n-Leitfähigkeit . . . 6
2.2.2 p-Leitfähigkeit . . . 7
2.2.3 Kontakte . . . 10
2.3 Komplexer Brechungsindex . . . 10
2.3.1 III-Nitride . . . 11
2.3.2 Substratmaterialien, Metalle und Passivierung . . . 15
2.4 Wärmeleitfähigkeit . . . 17
2.4.1 III-Nitride . . . 18
2.4.2 Substratmaterialien, Metalle und Passivierung . . . 22

3 Laserstruktur und optische Eigenschaften **25**

3.1 Lasergrundlagen . . . 25
3.2 Vertikale Wellenführung . . . 29
3.2.1 Referenz-Laserstruktur . . . 29
3.2.2 Verfahren zur Optimierung des Wellenleiters . . . 31
3.2.3 Symmetrische und asymmetrische Mantelschichten . . . 32
3.2.4 Absorptionsverteilung . . . 34
3.3 Transversale Wellenführung . . . 36
3.3.1 Laserprozessierung . . . 36
3.3.2 Schwellstrom über Ätztiefe und Ridgebreite . . . 37
3.3.3 Thermal Lensing . . . 39
3.3.4 Zeitaufgelöstes Modenverhalten . . . 41
3.4 Resonator . . . 46
3.4.1 Spiegel . . . 46
3.4.2 Modenabstand . . . 48
3.4.3 Longitudinalmoden-Verschiebung . . . 50
3.4.4 Modulation der Longitudinalmoden . . . 51

4 Elektrisch-thermische Eigenschaften **56**
4.1 Simulationsmodell . . . 56
4.2 Widerstand der GaN-SiC-Grenzfläche . . . 59
4.3 Potentialverlauf und Stromdichte im Laser . . . 61
4.4 Stromverteilung in der aktiven Zone . . . 62
4.5 Verteilung der Wärmequellen . . . 65
4.6 Vergleich der Simulation mit gemessenen Kennlinien . . . 70

5 Interne Temperatur des Lasers **72**
5.1 Thermischer Widerstand . . . 72
5.2 Methoden zur Temperaturbestimmung . . . 72
5.2.1 Schwellstrom . . . 73
5.2.2 Spannung . . . 75
5.2.3 Spektrum . . . 78
5.2.4 Überrollstrom . . . 80
5.2.5 Mikro-Thermoelement . . . 82
5.3 Zeitaufgelöste Messungen der Temperatur . . . 84
5.3.1 Emissionswellenlänge und Longitudinalmodenverschiebung . . . 84
5.3.2 Spannungspuls . . . 86
5.3.3 Schwellstrom . . . 88
5.3.4 Simulation und Vergleich der Ergebnisse . . . 88
5.4 Interner thermischer Widerstand . . . 91
5.4.1 Substrat-Material und Geometrie . . . 91
5.4.2 Ridgebreite und Strom . . . 92
5.4.3 Gold-Dicke . . . 93
5.4.4 Passivierung . . . 94
5.4.5 Titan-Dicke . . . 95
5.4.6 Ätztiefe . . . 95
5.4.7 Junction Side Up / Junction Side Down . . . 96
5.4.8 Optimale Ridgebreite . . . 99
5.4.9 Spiegelbeschichtung . . . 101

6 Montage **103**
6.1 CuW-Wärmesenke . . . 103
6.1.1 Gallium-Ankopplung . . . 104
6.2 Neue Wärmesenke . . . 106
6.2.1 Kupfer-Träger . . . 106
6.2.2 Wärmespreizer . . . 108
6.2.3 Positionierung des Lasers . . . 109
6.2.4 R_{th} der Wärmesenke über Streifenbreite . . . 109

6.3 Lötprozess und Charakterisierung der Wärmesenke 111
6.3.1 Lötprozess 111
6.3.2 Schertest 112
6.3.3 R_{th}-Verteilung auf der Wärmesenke 116
6.4 Spezialfall JSD-Montage 117
6.4.1 Auswirkungen der Löttemperatur 120
6.4.2 Einfluss der thermischen Ausdehnungskoeffizienten 123
6.4.3 Leckstrom über die Facetten 124
6.4.4 Strukturierte Wärmesenke 124

7 Zusammenfassung **130**

A Tabellen **132**

B Vorveröffentlichungen **138**

Literaturverzeichnis **140**