
Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Materialsystem AlGaInN	5
2.1	Eigenschaften und Wachstum von GaN	5
2.2	Quantenfilme auf InGaN/GaN-Basis	10
2.3	Herstellungsschritte	13
2.4	Wirkungsgrade und Absorption	15
3	Konzepte zur Erhöhung der Auskoppelleffizienz	20
3.1	Konventionelle Leuchtdioden	20
3.2	Ansätze zur Erhöhung der Auskoppelleffizienz	24
3.2.1	Transparente Kontakte	24
3.2.2	Auskopplung an Streuzentren	25
3.2.3	Zirkulare Chipgeometrien	27
3.2.4	Flip-Chip Aufbautechnik	29
3.2.5	Strukturierung des Substrats	30
4	Messverfahren zur Bestimmung der Absorptionsverluste	34
4.1	Integriertes Wellenleiterexperiment	36
4.1.1	Gestaltung des integrierten Wellenleiterexperiments	38
4.1.2	Eigenschaften der aktiven Elemente	39
4.1.3	Spektrales Verhalten	42
4.1.4	Klassifizierung möglicher Rückreflexionen vom Substrat	44
4.2	Photothermische Deflektionsspektroskopie	45
4.2.1	Experimenteller Aufbau	46
4.2.2	Ausbildung des Brechungsindexprofils und Detektion	48

5	Theorie zum Wellenleiter	53
5.1	Wellenleiterdispersion und Strahlungsmoden	55
5.2	Modellierung von Oberflächenstreuung	57
5.3	Wellenausbreitung bei inhomogener Absorptionsverteilung	60
5.3.1	Modell für die Absorptionsverteilung	60
6	Theorie zur Berechnung der modalen Anregung	68
6.1	Zur Lösung der Helmholtzgleichung in Zylinderkoordinaten	69
6.2	Modellierung spontaner Emissionsprozesse	71
6.2.1	Dipol entlang der z -Achse	72
6.2.2	Zur inhomogenen Wellengleichung	73
6.2.3	Abstrahlcharakteristiken	76
6.2.4	Dipole in dielektrischen Schichten	78
6.3	Anregung geführter Moden	80
7	Experimentelle Ergebnisse zur Absorption	85
7.1	Wellenleiterexperiment	85
7.1.1	Abhängigkeiten von der Emissionswellenlänge	86
7.1.2	Referenzmessung mit Hilfe der Photothermischen Deflektions- spektroskopie	89
7.1.3	GaN-Einzelschichten auf Saphir	90
7.1.4	Auswertung der Intensitätsverteilung	93
7.1.5	Auswertung der modalen Anregung	97
7.2	Zur Verallgemeinerung der Ergebnisse Saphir-Substrat basierender Struk- turen	100
7.3	Optische Eigenschaften von GaN-Schichten auf Siliziumkarbid-Substrat	104
7.3.1	Transmission SiC-6H basierender Proben	105
7.3.2	Transmission SiC-4H basierender Proben	112
7.3.3	Photothermische Deflektionsspektroskopie der SiC-Proben . . .	115

7.4	Bauelement bezogene Ergebnisse	117
7.4.1	Absorptionsverhalten bei AlN oder GaN Nukleation	117
7.4.2	Zum Nachweis der absorbierenden Schicht anhand der Ausgangsleistung	118
7.4.3	Leistung im substratseitigen Auskoppelkegel	120
8	Zusammenfassung	126
Anhang		I
A	Transfermatrixmethode	I
B	Prozessschritte zur Herstellung integrierter Wellenleiter	IX
	Vorträge	XVII
	Vorveröffentlichungen	XIX
Formelverzeichnis		XXI