

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Aufgabenstellung	5
2 Eigenschaften und Charakterisierung von $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$	8
2.1 Kristallstruktur	8
2.2 Epitaxiegesetze für das Wachstum auf Saphir	12
2.3 Versetzungen im c-planar orientierten AlGaN	14
2.4 Methoden zur Materialcharakterisierung	15
2.4.1 Röntgendiffraktometrie	16
2.4.2 Rasterelektronenmikroskopie	20
2.4.3 Transmissionselektronenmikroskopie	21
3 Theoretische und experimentelle Grundlagen der Hydrid-Gasphasenepitaxie	25
3.1 Ausgangssituation: GaN-HVPE-Reaktor	25
3.2 Literaturrecherche zur AlGaN-HVPE	27
3.3 Aufbau des AlGaN HVPE-Reaktors	29
3.4 Abscheidung von AlGaN mit Duschenaufsatz und quasi-thermodynamische Beschreibung	30
3.5 Optimierung der Reaktorgeometrie	32
3.5.1 Anwendbarkeit der quasi-thermodynamischen Beschreibung auf das Gasleitkammersystem	34
3.5.2 Zusammensetzungshomogenität und Substratrotation	40
3.6 Eigenschaften der Al-Quelle	42
4 Planares Wachstum von $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ auf Saphir	45
4.1 Morphologiestörungen beim planaren Wachstum	48
4.2 Substratkonditionierung mit AlCl_3	50
4.3 Nitridierung der Saphiroberfläche	51
4.4 Einfluss eines AlN-Puffers	56
4.5 Einfluss von Wasserstoff im Trägergas	61
5 Epitaktisch laterales Überwachsen	65
5.1 Überwachsen WSiN-maskierter Substrate	67
5.2 Herstellung strukturierter Substrate	68
5.3 Überwachsen von Grabenstrukturen	70

Inhaltsverzeichnis

5.3.1	Gräben entlang [1-100]Saphir	71
5.3.2	Gräben entlang [11-20]Saphir	83
6	Parameterstudien zum Wachstum von c-planarem AlGaN auf Grabenstrukturen	86
6.1	Einfluss eines AlN-Puffers	88
6.2	Einfluss des Gesamtdrucks	89
6.3	Einfluss des V/III-Verhältnisses	92
6.4	Einfluss des Substratfehlschnitts	94
6.5	Variation der Wachstumstemperatur	102
7	Materialeigenschaften von c-planarem ELO-Al_xGa_{1-x}N	106
7.1	Strukturelle Eigenschaften	106
7.2	Optische Eigenschaften	108
7.3	Bestimmung der Versetzungsdichte	111
7.4	Erhöhung der AlGaN-Schichtdicke auf grabenstrukturierten PSS	116
8	Variation der Substratstruktur für ELO von Al_xGa_{1-x}N	120
8.1	ELO von AlGaN auf Saphir mit Säulen- und Wabenstruktur	120
8.2	AlGaN-Wachstum auf verschiedenen orientierten Saphirfacetten	124
9	Zusammenfassung	134
Abbildungsverzeichnis		137
Tabellenverzeichnis		141
A	Tabellierung verwendeter Materialparameter	143
B	Gravimetrische Bestimmung der Wachstumsrate	145
C	Bestimmung des Al-Gehalts	146
D	Berechnung der Gleichgewichtspartialdrücke in der Substratzone	147
Liste eigener Veröffentlichungen		153
Literaturverzeichnis		155