

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Materialeigenschaften der III-V Halbleiter	3
2.1	Binäre Verbindungshalbleiter	3
2.1.1	Kristallstruktur und Gitterkonstante	5
2.1.2	Bandstruktur und Bandlücke	9
2.2	Heterostrukturen und Mischungshalbleiter	10
2.2.1	Heterooffsets von Valenz- und Leitungsband	11
2.2.2	Kritische Schichtdicke und Defektbildung	13
2.2.3	Spektraler Brechungsindex	15
2.2.4	Thermische Leitfähigkeit	15
2.2.5	Oxidation von AlGaAs	16
3	Molekularstrahlepitaxie	19
3.1	Die MBE-Anlage	19
3.1.1	Aufbau des Gesamtsystems	20
3.1.2	Wachstumsvorbereitung	22
3.1.3	Kalibration der Effusionszellen	23
3.1.4	Kohlenstoff-Quelle mittels CBr ₄	27
3.1.5	Cracker-Zelle für Arsen	30
3.1.6	Messung der Oberflächentemperatur mit dem Pyrometer	33
3.2	Wachstum epitaktischer Schichten	35
3.2.1	Mikroskopische Beschreibung epitaktischer Wachstums- prozesse	35
3.2.2	Allgemeine Wachstumsparameter	40
3.2.3	Desorption von Indium und Gallium	40

3.2.4	Wachstumsunterbrechungen und Delta-Dotierung	42
3.3	Charakterisierung des Halbleiterkristalls	44
3.3.1	Makroskopische Oberflächenstruktur	45
3.3.2	Homogenität der Schichtdicke	46
4	Design und Optimierung photonischer Halbleiterstrukturen	49
4.1	Theoretische Beschreibung	49
4.1.1	Leuchtdioden	52
4.1.2	Kantenemittierende Laser	53
4.1.3	Laser mit Vertikalresonator	57
4.2	Die aktive Zone	59
4.2.1	Heterostrukturen	59
4.2.2	Wachstumsparameter	61
4.3	Elektrische und optische Eigenschaften	61
4.3.1	Leitfähigkeit von ternärem AlGaAs	63
4.3.2	Elektrische Eigenschaften hoch dotierter Kontaktschichten	66
4.3.3	Absorption durch freie Ladungsträger	67
5	Eigenschaften optimierter Bauelementstrukturen	69
5.1	Leuchtdioden	69
5.1.1	Bragg-Spiegel und Taperstruktur	69
5.1.2	Struktur für substratseitige Emission	71
5.2	Kantenemittierende Einmoden- und Breitstreifenlaser	76
5.2.1	Oxidgeführte Einmodenlaser	76
5.2.2	Lichtemission bei verschiedenen Wellenlängen	80
5.2.3	Verstärker	86
5.2.4	Hochleistungslaser	89
5.3	Oberflächenemittierende Laser mit Vertikalresonator	92
5.3.1	Oxidgeführte Einmodenlaser	92
5.3.2	Laser verschiedener Emissionswellenlängen	96
5.3.3	Laser mit kaskadierter Diodenstruktur	99
5.3.4	Verstärker	102
5.3.5	Hochleistungslaser	105
5.3.6	Hochgeschwindigkeits-Laser für die Datenübertragung .	110
6	Zusammenfassung	115

A Kubischer Kristall unter mechanischer Spannung	121
B Materialparameter von InGaAs und AlGaAs	125
C Transfermatrixmethode	131
D Vorveröffentlichungen	135