

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Epitaxieverfahren	7
2.1	Metallorganische Gasphasen-Epitaxie	7
2.1.1	Quellmaterialien	8
2.1.2	Wachstumsbedingungen	9
2.2	Molekularstrahl-Epitaxie	10
2.2.1	Anforderungen an das Vakuum	10
2.2.2	Die Einbauprozesse auf dem Wafer	12
2.2.3	Anlagenbeschreibung	13
2.2.4	Pyrometermessung	14
2.2.5	Quellmaterialien	15
2.2.6	Wachstumsposition	17
3	Einzelsschichten und spezielle Schichtfolgen	21
3.1	Materialwahl und Gitterkonstante	21
3.2	InGaAs Quantenfilme	23
3.3	AlAs Oxidationsblende	25
3.4	AlGaAs/GaAs Braggspiegel	26
3.5	n-Dotierung mit Silizium	29
3.5.1	Feststoff und Bromverbindung als Siliziumquelle	30
3.6	p-Dotierung mit Kohlenstoff	33
3.7	Tunneldioden	36
3.7.1	Einführung	36
3.7.2	Teststruktur	38
3.7.3	Variation von Wachstumsparametern	39
4	Diodenlaser	43
4.1	Einstufige VCSEL	43
4.1.1	Funktionsprinzip	43
4.1.2	Ausgangsleistung und Wirkungsgrad	45
4.1.3	Schichtstruktur	46
4.1.4	Charakterisierung	46
4.2	Bipolar kaskadierte VCSEL	48
4.2.1	Funktionsweise	48

4.2.2	Zweistufig kaskadierte VCSEL	49
4.2.3	Dreistufiger VCSEL mit vollständigem Auskoppelspiegel . . .	55
4.2.4	Dreistufiger VCSEL mit reduziertem Auskoppelspiegel . . .	56
4.3	VECSEL	59
4.3.1	Funktionsprinzip	59
4.3.2	Optische Eigenschaften	60
4.3.3	Schichtstruktur	61
4.3.4	Aufbau des Lasers	62
4.3.5	Charakterisierung	63
5	Zusammenfassung	65
	Anhang	67
A	Technische Aspekte der Molekularstrahlepitaxie	67
A.1	Reinheitsanforderungen	67
A.2	Quellmaterialien	69
A.3	Anlagenkomponenten	69
A.4	Wartung der Anlage	70
A.5	Substrathalter und Substratqualität	70
A.6	Leckagen	71
A.7	Sicherheit	72
A.8	Schneidringdichtung	73
B	VCSEL Schichtstrukturen	75
C	Vorveröffentlichungen	79
	Literaturverzeichnis	81