

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>1300 nm VCSEL und deren fundamentale Eigenschaften</b>	<b>3</b>
2.1	Schichtaufbau und Struktur . . . . .	5
2.2	Funktionsprinzip . . . . .	7
2.2.1	Laserresonator . . . . .	8
2.2.2	Schwellgewinn . . . . .	10
2.2.3	VCSEL-Struktur mit Intracavity-Kontakten . . . . .	11
2.2.4	VCSEL-Struktur mit hybridem Design . . . . .	13
2.3	Modenentwicklung und Resonatordesign . . . . .	15
2.4	Stationäres Verhalten . . . . .	19
2.4.1	Elektrooptische Charakteristik . . . . .	19
2.4.2	Spektrale Charakteristik . . . . .	20
2.5	Dynamisches Verhalten . . . . .	22
<b>3</b>	<b>1300 nm VCSEL mit einmodiger Emission</b>	<b>24</b>
3.1	Realisierung von einmodiger Emission . . . . .	24
3.1.1	Modenselektive Verluste durch Resonatorrelief . . . . .	25
3.1.2	Halbleiter- und Metallrelief . . . . .	28
3.1.3	Bewertung und Ausblick . . . . .	30
3.2	Halbleitertechnologie für Modenprofilätzung . . . . .	30
3.2.1	VCSEL-Prozessierung mit Metallrelief . . . . .	31
3.2.2	VCSEL-Prozessierung mit Halbleiterrelief . . . . .	39
3.3	Gleichstromcharakterisierung einmodiger VCSEL . . . . .	42
3.3.1	Abhängigkeit von den Relieftypen und der Reliefgeometrie . . . . .	42
3.3.2	Abhängigkeit von der Oxidapertur und der Reliefgeometrie . . . . .	46
3.3.3	Spektrale Charakteristik . . . . .	51
3.3.4	Temperaturbereichsoptimierung einmodiger 1300 nm VCSEL . . . . .	57
3.3.5	Thermischer Widerstand . . . . .	58
3.3.6	1350 nm VCSEL für CWDM-Anwendungen . . . . .	60
3.3.7	Polarisationsverhalten . . . . .	61
3.4	Hochfrequenzcharakterisierung der einmodigen VCSEL . . . . .	62

3.4.1	Kleinsignalmodulation . . . . .	63
3.4.2	Großsignalmodulation . . . . .	64
3.5	Lebensdaueruntersuchungen . . . . .	65
<b>4</b>	<b>Optoelektronische Mikrogehäuse</b>	<b>70</b>
4.1	Aufbautechnik der optoelektronischen Mikrogehäuse . . . . .	70
4.2	Optische Kopplungsprinzipien . . . . .	72
4.2.1	Stirnkopplung . . . . .	72
4.2.2	Linsenkopplung . . . . .	73
4.3	Justier- und Fixiertechniken . . . . .	73
4.3.1	Aktive Justage . . . . .	74
4.3.2	Passive Justage . . . . .	74
4.4	TSSOP-SMT-Gehäuse- und Koppelkonzept für den 1300 nm VCSEL . . . . .	75
4.5	Charakterisierung des TSSOP-Gehäuses mit Linsen-Koppelkonzept . . . . .	79
4.5.1	Optische Ausgangskennlinien . . . . .	79
4.5.2	Fernfeldcharakteristik . . . . .	80
4.5.3	Koppeffizienz der TOSAs mit Linsenkopplung . . . . .	82
<b>5</b>	<b>Faser-Chip-Stirnkopplung für 1300 nm VCSEL</b>	<b>83</b>
5.1	Lichteinkopplung in Einmodenfasern . . . . .	83
5.1.1	Simulation der Koppeffizienz . . . . .	85
5.1.2	Simulation der Justiertoleranzen . . . . .	88
5.1.3	Simulation der Koppeffizienzen und -toleranzen mit Raytracing . . . . .	90
5.2	Voruntersuchungen zur selbstjustierenden Faser-Chip-Kopplung . . . . .	94
5.2.1	Mechanische Simulation der Rückstellkräfte . . . . .	96
5.2.2	Mechanische Simulation der Faserbiegekräfte . . . . .	100
5.3	Halbleitertechnologie für selbstjustierende Faser-Chip-Kopplung . . . . .	102
5.3.1	Entwicklung, Technologie und Ergebnisse der Teststrukturen . . . . .	102
5.3.2	VCSEL-Prozessierung mit integrierter Koppelstruktur . . . . .	104
5.4	Charakterisierung der selbstjustierenden Faser-Chip-Kopplung . . . . .	107
5.4.1	Elektrooptische Ausgangskennlinien und Spektren . . . . .	107
5.4.2	Fernfelder . . . . .	108
5.4.3	Koppeffizienz . . . . .	110
5.4.4	Justiertoleranzen . . . . .	113
5.5	Signalübertragungsverhalten für die Stirnkopplung . . . . .	118
5.5.1	Kleinsignalmodulation . . . . .	118
5.5.2	Großsignalmodulation . . . . .	121
5.6	Vergleich: selbstjustierende Faser-Chip-Kopplung und TSSOP-Ergebnisse . . . . .	124
5.6.1	Aufbaukonzept für die selbstjustierende Faser-Chip-Kopplung . . . . .	124
5.6.2	Bewertung der Aufbaukonzepte . . . . .	125
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>127</b>

<b>Veröffentlichungen</b>	<b>131</b>
Patente . . . . .	131
Wissenschaftliche Veröffentlichungen/Vorträge . . . . .	131
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>133</b>