



Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Einleitung | 11 |
| 2 | Theorie passiver Resonatoren | 21 |
| 2.1 | Vielstrahlinterferenz im Fabry-Pérot Filter | 21 |
| 2.2 | Aktive Steuerung der Resonanzwellenlänge | 25 |
| 2.3 | Gaußstrahl und Resonatormoden | 27 |
| 2.3.1 | Freier Gaußstrahl | 27 |
| 2.3.2 | Transversale Resonatormoden | 29 |
| 2.4 | Fasergekoppelter optischer Resonator | 33 |
| 2.4.1 | Kopplung mit Einmodenfasern | 34 |
| 2.5 | Bragg-Reflektoren | 37 |
| 2.5.1 | Aufbau und Konzept des Bragg-Reflektors | 37 |
| 2.5.2 | Eindringtiefe | 41 |
| 3 | Wellenlängenabstimmbare Filter | 43 |
| 3.1 | Konzept eines mikro-elektromechanisch abstimmbaren Filters | 43 |
| 3.2 | Technologie der Mikromechanik | 44 |
| 3.2.1 | Materialsystem | 45 |
| 3.2.2 | Herstellungsverfahren | 47 |
| 3.3 | Charakterisierung des steuerbaren optischen Filters | 51 |
| 3.3.1 | Eigenschaften der DBR | 51 |
| 3.3.2 | Filtergeometrie | 52 |
| 3.3.3 | Transmissionscharakteristik | 54 |
| 3.3.4 | Elektrothermische Aktorik | 55 |
| 3.3.5 | Elektrostatische Aktorik | 60 |
| 3.3.6 | Polarisationsabhängigkeit der Transmission | 68 |
| 3.4 | Anwendung im optischen Wellenlängenmultiplex-Netzwerk | 69 |
| 3.4.1 | Versuchsanordnung und Messergebnisse | 71 |
| 3.5 | Zusammenfassung des Kapitels und Ausblick | 73 |
| 4 | Theorie aktiver Resonatoren | 77 |
| 4.1 | Struktur eines VCSEL | 78 |



| | | |
|----------|---|------------|
| 4.2 | Umlaufbedingung | 79 |
| 4.3 | Ratengleichungen | 81 |
| 4.4 | Strom- und optische Ausgangsleistung | 83 |
| 4.5 | Füllfaktor Γ | 84 |
| 5 | Oberflächen-mikro-elektromechanisch abstimmbare VCSEL | 85 |
| 5.1 | Konzept eines mikro-elektromechanisch abstimmbaren VCSELs . . . | 85 |
| 5.2 | Herstellung und Aufbau des Halbleiter-Resonators | 86 |
| 5.2.1 | Basisstruktur des Halb-VCSEL | 87 |
| 5.2.2 | Grundprinzip und Aufbau des vergrabenen Tunnelkontakts . | 89 |
| 5.2.3 | Integrierter dielektrischer Bragg-Spiegel | 92 |
| 5.3 | Spektrale Eigenschaften des Halb-VCSEL | 95 |
| 5.4 | Mikro-mechanische Spiegelmembranen | 97 |
| 5.4.1 | Herstellungsverfahren | 98 |
| 5.4.2 | Optische Eigenschaften der Spiegelmembran | 101 |
| 5.5 | Simulation des steuerbaren VCSEL | 102 |
| 5.5.1 | Transfermatrixmethode | 103 |
| 5.5.2 | Simulation der Feldverteilung in einem optischen Resonator . | 108 |
| 5.5.3 | Simulationsergebnisse | 109 |
| 5.6 | Charakterisierung der steuerbaren MEMS-VCSEL | 113 |
| 5.6.1 | Elektrothermisch gesteuerter MEMS-VCSEL | 115 |
| 5.6.2 | Elektrostatisch gesteuerter MEMS-VCSEL | 125 |
| 5.7 | Anwendung im optischen Wellenlängenmultiplexnetzwerk | 133 |
| 5.8 | Zusammenfassung des Kapitels und Ausblick | 136 |
| 6 | Zusammenfassung und Ausblick | 141 |
| A | Schichtaufbau des MEMS-VCSEL | 147 |
| B | Membrangeometrien und BTJ-Radien | 149 |
| C | Lithographiemasken | 151 |
| D | Technologischer Anhang | 157 |
| | Symbol- und Abkürzungsverzeichnis | 161 |
| | Literaturverzeichnis | 171 |
| | Lebenslauf | 189 |