

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Durchstimmbare Laser	1
1.2 Organische Halbleiterlaser	3
1.3 Gliederung der Arbeit	4
2 Grundlagen	7
2.1 Organische Halbleiter	7
2.1.1 Verschiedene Klassen organischer Halbleiter	9
2.1.2 Optische Eigenschaften	10
2.1.3 Elektrische Eigenschaften	16
2.2 Organische Laser	17
2.2.1 Optische Verstärkung	17
2.2.2 Verstärkte spontane Emission	20
2.2.3 Resonatoren für organische Laser	21
2.2.4 Verlustprozesse in organischen Lasern	22
2.2.5 Pumpquellen für organische Laser	27
2.3 Organische DFB-Laser	32
2.3.1 Planare Wellenleiter	32
2.3.2 Modellierung von DFB-Lasern: Bragg-Streuung	35
2.3.3 Modellierung von DFB-Lasern: Theorie der gekoppelten Moden	38
2.4 Flüssigkristalle	48
3 Herstellungsprozesse	53

3.1	Laserinterferenzlithografie	53
3.2	Elektronenstrahllithografie	57
3.3	Nanoreplikation durch Heißprägen	58
3.4	Nanostrukturtransfer	60
3.5	Aufdampfen	61
3.6	Lösungsbasierte Prozessierung	63
3.6.1	Aufschleudern	64
4	Verwendete Materialien	65
4.1	Das Gast-Wirt-System Alq ₃ :DCM	65
4.2	Das Spiro-Bifluoren Spiro-6-Phenyl	68
4.3	Die kleine Molekül-Polymermischung PVK:CBP:BSB-Cz	69
4.4	Der Laserfarbstoff Pyrromethen 597	71
4.5	Das konjugierte Polymer F8BT	72
4.6	Die konjugierte Polymermischung F8BT:MEH-PPV	74
4.7	Die Flüssigkristalle MLC-3007	76
5	Durchstimmbare organische Halbleiterlaser – Variation der Resonatorgeometrie	79
5.1	Variation der Gitterperiode	79
5.1.1	Diskrete Variation der Gitterperiode	80
5.1.2	Kontinuierliche Variation der Gitterperiode	81
5.2	Variation der Schichtdicke	83
5.2.1	Stand der Technik	83
5.2.2	Schichtdickenvariation durch Aufdampfen mit einer rotierenden Schattenmaske	84
5.2.3	Schichtdickenvariation durch horizontale Tauchbeschichtung	95
5.3	Diskussion	104
6	Durchstimmbare organische Halbleiterlaser – Dynamische Brechungsindexvariation	109
6.1	Stand der Technik	110

6.2 Optofluidisches Durchstimmen	112
6.2.1 Probendesign	113
6.2.2 Optische Charakterisierung	113
6.2.3 Ergebnisse	114
6.2.4 Diskussion	115
6.3 Durchstimmbarkeit mit Flüssigkristallen	116
6.3.1 Probenaufbau	116
6.3.2 Messaufbau für die optische Charakterisierung	118
6.3.3 Ergebnisse	120
6.4 Diskussion	129
7 Durchstimmbare organische DFB-Laser für die Anwendung 131	
7.1 Stand der Technik	131
7.2 Optische Spektroskopie	133
7.2.1 Messaufbau und Verkapselung	133
7.2.2 Experimentelle Ergebnisse	135
7.3 Effizienz optisch angeregter organischer DFB-Laser	138
7.3.1 Überblick	138
7.3.2 Experimentelle Ergebnisse	139
7.4 Kontinuierlich durchstimmbare, anorganisch-organische Hybrid-Laserdioden	145
7.4.1 Aufbau	146
7.4.2 Experimentelle Ergebnisse	146
7.4.3 Betriebslebensdauer von Hybrid-Laserdioden	149
7.5 Diskussion	150
8 Zusammenfassung und Ausblick	153
Literaturverzeichnis	159
Abkürzungsverzeichnis	193

A Anhang: Kelch-Mikroresonatoren für organische Halbleiterlaser	195
A.1 Rotationssymmetrische Laserresonatoren	195
A.2 Stand der Technik	196
A.3 Herstellung	198
A.4 Aufbau für die optische Charakterisierung	199
A.5 Experimentelle Ergebnisse	201
A.6 Diskussion	203
B Anhang: Übersicht ausgewählter Methoden für die Durchstimmung von DFB-Lasern	205
C Anhang: Rezepte	209
C.1 Laser-Interferenz-Lithografie	209
C.2 Reaktives Ionenätzen	210
Danksagung	213
Publikationsliste	217