

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Grundlagen	5
2.1 Materialsystem ZnO	5
2.1.1 Kristallstruktur	5
2.1.2 Bandstruktur	6
2.2 Anregungen in ZnO	7
2.2.1 Freies Exziton und Exziton-Polariton	8
2.2.2 Gebundene Exzitonen	10
2.2.3 Phononrepliken	11
2.2.4 Tiefe Störstellen	12
2.2.5 Optische Übergänge in ZnO unter Hochanregung	14
2.3 Exzitonische Anregungen in ZnO-Nanodrähten	18
2.3.1 Oberflächenexzitonen in ZnO-Nanodrähten	18
2.3.2 Oberflächenzustände in ZnO-Nanodrähten	21
2.4 Optische Verstärkung in Halbleitern	23
2.4.1 Besonderheiten bei Nanodrähten	26
3 Stand der Forschung	29
3.1 Wachstum von ZnO-Nanodrähten	29
3.2 Anwendungsmöglichkeiten von ZnO-Nanodrähten	30
3.3 Optische Eigenschaften von ZnO	32
3.3.1 Defektlumineszenz	32
3.3.2 Oberflächenexziton-Bande	33
3.3.3 Einfluss von dielektrischen Beschichtungen auf die optischen Eigenschaften von ZnO-Nanodrähten	35
3.3.4 Einfluss von Metall-Nanopartikeln auf die optischen Eigenschaften von ZnO	37
3.3.5 Stimulierte Emission von ZnO-Nanodrähten	39
4 Experimentelle Methoden	41
4.1 Herstellungsmethoden der untersuchten Proben	41
4.1.1 ZnO-Nanodrähte	41
4.1.2 ZnO-Mikrodrähte	46
4.1.3 Hydrothermal gewachsene Volumenkristalle	46
4.2 Standard-Photolumineszenzuntersuchungen	47
4.3 Ulbrichtkugelaufbau	48
4.4 Messung der Verstärkung einzelner ZnO-Nanodrähte	49

4.5	pump-and-probe-Aufbau	51
5	Photolumineszenzmessungen an oberflächenbehandelten ZnO-Nanodrähten	55
5.1	Oberflächenbeschichtung mit Dielektrika	55
5.1.1	ZnO/Al ₂ O ₃ core-shell-Strukturen	56
5.1.2	Ergebnisse	56
5.1.3	Modell der Oberflächenschicht von ZnO-Nanodrähten, die mit Dielektrika beschichtet wurden	58
5.2	Oberflächenbeschichtung mit dünnen Metallfilmen	60
5.2.1	Ergebnisse	61
5.2.2	Modell der Oberflächenschicht von ZnO-Nanodrähten, die mit Metall beschichtet wurden	64
5.3	Wasserstoffdotierung von ZnO-Nanodrähten durch Argonplasma	65
5.3.1	Ergebnisse	66
5.3.2	Modell der Oberflächenschicht von ZnO-Nanodrähten, die mit Wasserstoff dotiert wurden	73
5.4	Zusammenfassung	74
6	Dynamik der Verstärkungsmechanismen in ZnO-Nanodrähten und ZnO-Volumenmaterial	77
6.1	Dynamik der Verstärkungsmechanismen in ZnO Volumenmaterial	78
6.1.1	Probenbeschreibung	78
6.1.2	Ergebnisse	79
6.2	Modale Verstärkung einzelner ZnO-Nanodrähte	87
6.2.1	Probenbeschreibung	87
6.2.2	Ergebnisse	89
6.3	Zusammenfassung	96
7	Zusammenfassung und Ausblick	99
Literaturverzeichnis	103	
Publikationsliste	111	
Lebenslauf	115	
Danksagung	117	