



Andreas W. Grau (Autor)

Bandstrukturuntersuchungen an Ga(In)NAs-basierten Halbleiter-Heterostrukturen mittels Modulations- und magnetooptischer Spektroskopie



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/2178>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Gliederung der Arbeit	2
2	Allgemeine Grundlagen zu Halbleitern	5
2.1	Kristall- und Bandstruktur von stickstoffbasierten III-V-Halbleitern .	6
2.1.1	Wachstum und Kristallstruktur	6
2.1.2	Bandstruktur	8
2.1.3	Galliumarsenid	10
2.1.4	Einfluss von Kristallgitterverspannungen auf die Bandstruktur	11
2.1.5	Einfluss von Stickstoff auf die Bandstruktur	15
2.1.6	Das Band-Anticrossing-Modell (BAC-Modell)	16
2.1.7	Wirkung des Stickstoffs auf das Valenzband	18
2.2	Temperatureffekte	20
2.2.1	Varshni-Modell	21
2.2.2	Bose-Einstein-Modell	21
2.3	Elektronische Zustände in Halbleitern	22
2.3.1	Elektronische Zustände in Heterostrukturen	23
2.4	Exzitonen	24
2.4.1	Exzitonen im Volumenmaterial	25
2.4.2	Exzitonen in Quantenfilmen	27
2.4.3	Lokalisierung und Stokes-Shift	28
3	Experimentelle Methoden	31
3.1	Photolumineszenz (PL)	31
3.1.1	PL-Aufbau	33
3.1.2	Magnetophotolumineszenz (MPL)	36
3.2	Transmissionsmessungen	38
3.3	Modulationsspektroskopie	41
3.3.1	Physikalischer Mechanismus der Modulation	42
3.3.2	Charakterisierung der spektralen Linienformen	45

3.4	Verwendete Modulationsverfahren	50
3.4.1	Photomodulierte Reflexion (PR)	50
3.4.2	Elektromodulierte Reflexion (ER)	53
4	Probenbeschreibung	57
4.1	Probenwachstum	58
4.2	Aufbau der Proben	58
5	Charakterisierung von GaAsN-Volumenschichten	63
5.1	Photolumineszenz von GaAsN	63
5.1.1	Photolumineszenz bei geringem Stickstoffgehalt	64
5.1.2	Photolumineszenz bei höherem Stickstoffgehalt	67
5.2	Tempereffekte in GaAsN	72
5.2.1	Verschiebung der Bandlücke	72
5.2.2	Auswirkungen auf die Linienform	74
5.3	Band-Anticrossing-Parameter E_N und C_{MN} in GaAsN-Volumenmaterial	76
5.3.1	Verfahren zur Auswertung von PR-Spektren	76
5.3.2	Temperaturabhängigkeit von GaAsN spezifischen Materialpa- rametern	81
6	Messungen zur Bandstruktur von GaInNAs/GaAs-Quantenfilmen	91
6.1	Temperatureffekte in GaInNAs/GaAs-Heterostrukturen	92
6.1.1	Lokalisierung in GaInNAs/GaAs-Quantenfilmen	92
6.2	Die effektive Bandlücke in GaInNAs-MQWs	99
6.2.1	Modellierung der Bandlücke	99
6.2.2	E_N in GaInNAs/GaAs-MQWs	100
6.3	Einfluss von Indium auf die Bandstruktur von GaInNAs	103
6.3.1	Elektronische Übergänge in GaInNAs/GaAs-Quantenfilmen .	103
6.3.2	Der Wechselwirkungsparameter C_{MN}	105
6.4	Bandoffset in GaInNAs/GaAs-Quantenfilmen	109
6.4.1	Messprinzip der Oberflächen-Photospannung (SPV)	110
6.4.2	Bandoffset quantisierter Zustände	111
7	Magnetooptische Effekte in GaInNAs-MQWs	119
7.1	Elektronenenergien im Magnetfeld	119
7.1.1	Landau-Niveaus und diamagnetische Verschiebung	120
7.1.2	Transmissionsmessungen an Quantenfilmen	121
7.2	Effektive Massen in GaInNAs/GaAs-Heterostrukturen	123
7.2.1	Effektive Lochmasse in GaInNAs	123
7.2.2	Exzitonenbindungsenergie in GaInNAs/GaAs-MQWs	129

8 Zusammenfassung	133
8.1 Fazit	133
8.2 Ausblick	135
Literaturverzeichnis	137
Publikationen	147
Danksagung	151