



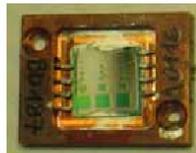
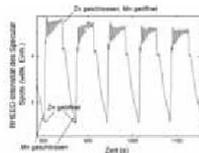
Bruno Daniel (Autor)

Molekularstrahlepitaxie von $Zn_{1-x}Mn_x$ Se-basierten semimagnetischen Halbleiter-Heterostrukturen sowie Untersuchungen zu ihren strukturellen, elektrischen und optischen Eigenschaften

Physik

Bruno Daniel

Molekularstrahlepitaxie von $Zn_{1-x}Mn_x$ Se-basierten semimagnetischen Halbleiter-Heterostrukturen sowie Untersuchungen zu ihren strukturellen, elektrischen und optischen Eigenschaften



Cuvillier Verlag Göttingen

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/2273>

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
2	Einführung in die Molekularstrahlepitaxie	5
2.1	Aufbau der MBE-Anlage	6
2.2	Probleme durch die fehlende Probenrotation	8
2.3	Notwendigkeit von Ultrahochvakuumbedingungen	9
2.4	Messung des Teilchenflusses	10
2.5	Eichung der Substrattemperatur	12
2.6	Nachteile der MBE gegenüber anderen Verfahren	13
2.7	Vorgänge auf der Wachstumsoberfläche	14
2.7.1	Physisorption und Chemisorption	15
2.7.2	Wachstumsarten	16
3	In-situ-Wachstumskontrolle durch RHEED	19
3.1	Technische Merkmale	19
3.2	Das Elektronenbeugungsbild	20
3.2.1	Kinematische Streutheorie	20
3.2.2	Zinkblendestruktur	25
3.2.3	Oberflächenrekonstruktionen	26
3.3	RHEED-Oszillationen	27
3.3.1	Modelle zur Erklärung der RHEED-Oszillationen	30
4	Materialien	35
4.1	II-VI-Verbindungshalbleiter	35
4.1.1	Defekte in Epitaxieschichten	37
4.1.2	Berechnung der kritischen Schichtdicke	39
4.2	ZnSe	41
4.3	Zn _{1-x} Mn _x Se	43
4.3.1	Zn _{1-x} Mn _x Se als semimagnetischer Halbleiter	43
4.3.2	Magnetische Ordnung	46
4.3.3	Kristallstruktur und Bandstruktur von ZnMnSe	46
4.4	CdSe und ZnMgSe	48

5	Heterostrukturen	49
5.1	Quantenfilmstrukturen	49
5.2	Elektronische Zustände in einem Potentialtopf endlicher Tiefe	52
6	Ergebnisse des Probenwachstums	55
6.1	Präparation und Deoxidation von (001)-Substraten für das Schichtwachstum in der MBE	55
6.2	Präparation und Deoxidation von (111)-Substraten und vorstrukturierte Proben	56
6.3	Präparation von Proben mit III-V-Schichtfolge	57
6.4	Flüsse der Effusionszellen	57
6.5	Bestimmung der Komposition	59
6.5.1	Energiedispersive Röntgenanalyse (EDX)	60
6.5.2	Particle-induced X-ray emission (PIXE)	61
6.5.3	Rutherford backscattering (RBS)	61
6.6	Röntgendiffraktometrie	62
6.7	Bestimmung der Probendicken und Wachstumsraten	66
6.8	Lumineszenz	69
6.8.1	Kanäle für die strahlende Rekombination	70
6.8.2	Lumineszenzuntersuchungen an $\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Se}$	72
6.9	Absorptionsmessungen an $\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Se}$	75
6.9.1	Präparation von $\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Se}$ -Proben für Absorptionsmessungen	75
6.9.2	Absorptionsspektren	76
6.10	Photolumineszenz-Anregungsmessungen an $\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Se}$	78
7	Strukturelle Eigenschaften von Volumenschichten und Heterostrukturen	81
7.1	ZnSe- und MnSe-Schichten	81
7.2	CdSe-Quantenfilme	85
7.3	Transmissionselektronenmikroskopische Untersuchungen an $\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Se}$	92
7.4	RHEED-Untersuchungen an dünnen ZnSe- und MnSe-Schichten	95
8	Dotierung und elektrische Charakterisierung	103
8.1	Leitfähigkeit, Ladungsträgerkonzentration und Mobilität	103
8.2	Hall-Effekt	105
8.3	Die van-der-Pauw-Methode	106
8.3.1	Bestimmung des spezifischen Widerstandes	108
8.3.2	Bestimmung der Ladungsträgerkonzentration und der Mobilität	110
8.4	Metall-Halbleiter-Übergang	112
8.5	Kleeblatt-Strukturierung der dotierten Proben	113
8.6	Dotierung von $\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Se}$	117

8.7	Infrarot-optische Reflexionsmessungen an $\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Se}$ -Proben . . .	121
8.8	Temperaturabhängigkeit der Ladungsträgerkonzentration	124
9	Spinaligner und Spin-Leuchtdioden	131
9.1	Spinaligner	131
9.1.1	$\text{Zn}_{1-x}\text{Mn}_x\text{Se}$ als Spinaligner	132
9.1.2	Übergitter als alternative Spinaligner	137
9.2	Optische Spininjektion	140
9.3	Spin-Leuchtdioden	142
10	Weitere Untersuchungen an den hergestellten Proben, Zusammenfassung und Ausblick	147
10.1	Proben für andere Arbeitsgruppen	147
10.2	Zusammenfassung	148
10.3	Ausblick	150
	Publikationen	153
	Literaturverzeichnis	159
	Danksagung	171