

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>1 Die Wurtzitstruktur der III-Nitride</b>	<b>5</b>
1.1 Kristalleigenschaften	5
1.2 Substratherstellung	6
1.3 Vegardsches Gesetz	9
1.4 Verspannungen	9
1.5 Elektrische Felder	13
<b>2 Die <math>\vec{k} \cdot \vec{p}</math>-Methode für semipolare III-Nitride</b>	<b>17</b>
2.1 Herleitung des (0001)-Bulk-Hamiltonoperators	17
2.1.1 Mastergleichung	17
2.1.2 Die Basisfunktionen	18
2.1.3 $\vec{k} \cdot \vec{p}$ -Störung erster Ordnung	19
2.1.4 Störung zweiter Ordnung	22
2.1.5 $6 \times 6$ -Hamiltonoperator Valenzband	24
2.1.6 $2 \times 2$ -Hamiltonoperator Leitungsband	26
2.2 Die finite Differenzenmethode	27
2.3 Implementierung semipolarer Wachstumsorientierungen	34
2.4 Bandstrukturen	36
2.4.1 Bandordnung	36
2.4.2 Dispersionsrelation	38
2.5 Wellenfunktionen	38
2.5.1 Basistransformationen	38
2.5.2 Gemischte Zustände	39
2.6 Gültigkeitsbereich	41
<b>3 Rekombination von Ladungsträgern</b>	<b>43</b>
3.1 Ladungsträgerdichten	43
3.1.1 Inhomogene Verbreiterung der Zustandsdichten	45
3.1.2 Berechnung der Ladungsträgerdichte	47
3.2 Rekombinationsmechanismen	49
3.2.1 Shockley-Read-Hall	50
3.2.2 Strahlende Rekombination	51
3.2.3 Effektives Massenmodell der Rekombination	59
3.2.4 Auger-Rekombination	61
3.2.5 Interne Quanteneffizienz	63

3.2.6	Rekombinationszeiten und die Wirkung des Überlapps auf die interne Quanteneffizienz . . . . .	66
<b>4</b>	<b>Optische Polarisation semipolarer und nonpolarer Quantenfilme</b>	<b>67</b>
4.1	Grundlegendes . . . . .	67
4.2	Drei-Band-Modell . . . . .	68
4.2.1	$\vec{k} \cdot \vec{p}$ -Ergebnisse . . . . .	69
4.2.2	Temperaturabhängigkeit . . . . .	71
4.2.3	Tiefemperaturansatz . . . . .	73
4.2.4	Fehlerbetrachtung . . . . .	75
4.2.5	Spektrale Abhängigkeit der optischen Polarisation des A1-Übergangs . . . . .	76
4.3	Der Polarisationswechsel im Detail . . . . .	78
4.4	Zusammenfassung . . . . .	81
<b>5</b>	<b>Ladungsträgerstatistik nonpolarer Quantentröge</b>	<b>83</b>
5.1	Wahl der nonpolaren Ebene . . . . .	83
5.1.1	Experimentelle Details . . . . .	84
5.1.2	Der Subbandabstand $\Delta E$ und seine Beziehung zu $\Delta E_{exp}$ . . . . .	85
5.1.3	Bandstruktur . . . . .	87
5.2	Tiefemperaturmessungen . . . . .	87
5.3	Vergleich der Übergänge A1 und B1 bei Raumtemperatur . . . . .	90
5.3.1	Polarisationsgrad . . . . .	91
5.3.2	Bestimmung der Ladungsträgerdichte . . . . .	92
5.3.3	Die Halbwertsbreiten der Übergänge . . . . .	93
5.3.4	Energie und $\Delta E$ . . . . .	94
5.4	Gepulste Elektrolumineszenz . . . . .	96
5.5	Droop . . . . .	98
5.5.1	Zeitaufgelöste Messungen . . . . .	100
5.6	Schlußbemerkung . . . . .	101
<b>6</b>	<b>Defekte –Wissenschaftlicher Anhang–</b>	<b>103</b>
6.1	Grundlegende Störungen des Wurtzgitlers . . . . .	103
6.1.1	Stapelfehler . . . . .	105
6.2	V-Defekte . . . . .	106
6.2.1	V-Defekte in (0001) Wachstumsorientierung . . . . .	106
6.2.2	V-Defekte in (10 $\bar{1}2$ ) Wachstumsorientierung . . . . .	108
6.3	Hügelbildung . . . . .	108
6.4	Stufenversetzungen . . . . .	110
6.4.1	Effekt der Si-Dotierung auf Stufenversetzungen . . . . .	111
<b>7</b>	<b>Verwendete Methoden –Wissenschaftlicher Anhang–</b>	<b>115</b>
7.1	Mikrophotolumineszenz . . . . .	115
7.1.1	Anregung . . . . .	116
7.1.2	Laterale Auflösung . . . . .	116
7.1.3	Detektion des optischen Polarisationszustandes . . . . .	117
7.2	Weitere Methoden . . . . .	119

<b>8 Anhang</b>	<b>121</b>
8.1 Anisotrope Bandstrukturen im effektiven Massenmodell . . . . .	121
8.2 Materialparameter . . . . .	123
8.3 Symbole und Abkürzungen . . . . .	124
<b>Publikationen</b>	<b>127</b>
<b>Danksagungen</b>	<b>133</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>137</b>