

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung – Summary	3
1 Einleitung	9
2 Theoretische Grundlagen	14
2.1 Molekularstrahlepitaxie und Wachstum von Quantenpunkten	14
2.1.1 Epitaktisches Wachstum	14
2.1.2 Wachstumsmodi und Quantenpunktewachstum	17
2.1.3 Aufbau einer Epitaxieanlage	18
2.2 Laserprinzip und Lichtemission im Halbleiter	19
2.2.1 Das Laserprinzip	19
2.2.2 Der Halbleiter als verstärkendes Medium	20
2.2.3 Aufbau eines Halbleiterlasers	22
2.3 Analytische Beschreibung von Quantenpunktlasern	24
2.3.1 Ratengleichung und Lichtleistungskennlinie	25
2.3.2 Schwellenbedingung	26
2.3.3 Schwellenstromdichte eines Quantenpunktlaasers	27
2.3.4 Optischer Füllfaktor eines Quantenpunktlaasers	30
2.3.5 Verstärkungsspektrum von Quantenpunktlaasers und dessen Auswirkungen auf die Temperaturstabilität der Wellenlänge	32
3 Herstellung und Eigenschaften quaternärer AlGaInAs Quantenpunkte	38
3.1 Molekularstrahlepitaxie von AlGaInAs Quantenpunkten	38
3.2 Aufbau der untersuchten AlGaInAs Quantenpunktproben	41
3.3 Morphologische Eigenschaften	42
3.3.1 Oberflächendichte und laterale Abmessungen der Quantenpunkte .	42
3.3.2 Quantenpunktthöhe	49
3.4 Spektrale Eigenschaften	53
3.4.1 Emissionsspektren der Quantenpunkte	53
3.4.2 Modellierung der elektronischen Zustände von Quantenpunkten .	56

3.4.3	Unabhängige Variation von Quantenpunktgeometrie und Emissionswellenlänge	61
4	AlGaInAs Quantenpunktscanner mit hoher Materialverstärkung	63
4.1	Aufbau der Laserproben	64
4.2	Charakterisierung der AlGaInAs Quantenpunktscannerproben	65
4.3	Materialverstärkung von AlGaInAs Quantenpunktlasern	68
4.4	Temperaturverhalten der Schwellenstromdichte	69
4.5	Quantenpunktscanner mit hoher Ausgangsleistung	71
5	Kurzwellig emittierende AlGaInAs Quantenpunktscanner	74
5.1	Aufbau der Laserproben	76
5.2	Charakterisierung der Quantenpunktscannerproben	78
5.3	Quantenpunktscanner mit Rippenwellenleiter und Rückkopplungsgitter	80
6	Quantenpunktscanner mit hoher Temperaturstabilität der Wellenlänge	87
6.1	Optimierung der Wellenlängenstabilität durch die Wahl der Resonatorlänge	87
6.2	Die Verstärkungsfunktion von AlGaInAs Quantenpunktlasern	89
6.2.1	Messung der Verstärkungsfunktion	90
6.2.2	Modellierung der Verstärkungsfunktion	91
6.2.3	Einfluss des Verstärkungsspektrums auf die Temperaturstabilität der Wellenlänge	95
6.3	Quantitative Modellierung des Temperaturverhaltes	98
6.4	Optimierung des Temperaturverhaltens durch die Lage der optischen Über- gänge	100
A	Schichtaufbau und experimentelle Daten der untersuchten Proben	103
A.1	Quantenpunktproben für morphologische und spektrale Charakterisierung .	103
A.2	AlGaInAs Quantenpunktscannerproben	107
Veröffentlichungen des Autors		110
Abkürzungen und häufig verwendete Symbole		113
Literaturverzeichnis		115
Danksagung		124
Lebenslauf		125
Versicherung an Eides statt		126