

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 Quantenpunktwachstum	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 Quantenpunktlasers	27
2.3.4 Optischer Füllfaktor eines Quantenpunktlasers	30
2.3.5 Verstärkungsspektrum von Quantenpunktlasern und dessen Aus- wirkungen 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 Quantenpunkthöhe	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 Quantenpunktlaser mit hoher Materialverstärkung	63
4.1	Aufbau der Laserproben	64
4.2	Charakterisierung der AlGaInAs Quantenpunktlaserproben	65
4.3	Materialverstärkung von AlGaInAs Quantenpunktlasern	68
4.4	Temperaturverhalten der Schwellenstromdichte	69
4.5	Quantenpunktlaser mit hoher Ausgangsleistung	71
5	Kurzwellig emittierende AlGaInAs Quantenpunktlaser	74
5.1	Aufbau der Laserproben	76
5.2	Charakterisierung der Quantenpunktlaserproben	78
5.3	Quantenpunktlaser mit Rippenwellenleiter und Rückkopplungsgitter	80
6	Quantenpunktlaser 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 Übergänge	100
A	Schichtaufbau und experimentelle Daten der untersuchten Proben	103
A.1	Quantenpunktproben für morphologische und spektrale Charakterisierung	103
A.2	AlGaInAs Quantenpunktlaserproben	107
	Veröffentlichungen des Autors	110
	Abkürzungen und häufig verwendete Symbole	113
	Literaturverzeichnis	115
	Danksagung	124
	Lebenslauf	125
	Versicherung an Eides statt	126