

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	v
1 Grundlagen AlGaIn-basierter LEDs	1
1.1 LEDs – maßgeschneiderte Lichtquellen	1
1.1.1 Physikalische Prinzipien der Lichterzeugung	1
1.1.2 Aufbau und Funktionsweise von LEDs	4
1.1.3 Effizienzen und Verlustmechanismen in LEDs	7
1.2 Potenzielle Anwendungsfelder für UV-LEDs	9
1.2.1 Anforderungen der einzelnen Anwendungsfelder	10
1.2.2 Marktgrößen der einzelnen Anwendungsfelder	14
1.3 Das AlGaInN-Materialsystem	15
1.3.1 Kristallstruktur und Polarisierung	15
1.3.2 Kristallzüchtung und thermodynamische Eigenschaften	16
1.3.3 Bandstruktur, optische und elektrische Eigenschaften	22
1.4 Stand der Technik nitridischer UV-LEDs	26
1.4.1 UV-A-Bereich	27
1.4.2 UV-B- & UV-C-Bereich	29
2 Verwendete experimentelle Methoden	33
2.1 Metallorganische Gasphasenepitaxie	33
2.2 Charakterisierung	37
2.2.1 Hochaufgelöste Röntgenbeugung	37
2.2.2 Sekundärionen-Massenspektrometrie	39
2.2.3 Mikroskopie	41
2.2.4 Hall-Effekt-Messungen	43
2.2.5 Photolumineszenz-Spektroskopie	44
2.2.6 Elektrolumineszenz-Spektroskopie	45
3 Reduktion der Versetzungsdichte in epitaktischen AlGaIn-Schichten	49
3.1 GaN-Nukleation	50
3.1.1 Untersuchung des Wachstums	50
3.1.2 Verspannung und Rissbildung	55
3.1.3 Optische Transmission	56
3.1.4 Einfluss von Al in der Nukleationsschicht	58
3.1.5 Analyse der Versetzungen	59
3.2 AlN-Nukleation	66
3.2.1 Untersuchung des Wachstums	66
3.2.2 Analyse der Versetzungen	70

3.3	Epitaktisches laterales Überwachsen	75
3.3.1	Wachstum von SiN_x -Zwischenschichten	77
3.3.2	Analyse der Versetzungen	78
3.4	Zusammenfassung AlGaIn-Wachstum	81
4	Lumineszenzeigenschaften der Quantenfilme	85
4.1	Einfluss der Versetzungen	85
4.2	Abschirmung der Ladungsträger von Versetzungen	89
4.2.1	Wachstum In-haltiger Quantenfilme	89
4.2.2	Lokalisierung in Quantenfilmen	90
4.2.3	Einfluss von V-Defekten	96
5	Wachstum und Charakterisierung dotierter AlGaIn-Schichten	103
5.1	Elektrische Eigenschaften n-dotierter Schichten	103
5.2	Elektrische Eigenschaften p-dotierter Schichten	106
5.2.1	Einfluss der Wachstumsbedingungen	107
5.2.2	Bestimmung von Löcherdichte und -mobilität	110
5.3	Realisierung geeigneter Dotierprofile	117
5.3.1	Einbauverhalten von Si und Mg	118
5.3.2	Diffusion von Mg in GaIn und AlGaIn	121
6	Charakterisierung vollständiger LED-Strukturen	131
6.1	LED-Aufbau	131
6.1.1	Schichtaufbau im aktiven Bereich	133
6.1.2	Mg-Dotierprofil in unmittelbarer Nähe zum Quantenfilm	136
6.1.3	Abstand des reflektiven p-Metallkontaktes zum Quantenfilm	139
6.2	Kenndaten optimierter Mesa-LEDs	142
6.3	Bestimmung der Teileffizienzen	146
6.3.1	Extraktionseffizienz	147
6.3.2	Injektions- und interne Quanteneffizienz	148
	Zusammenfassung	153
	Literaturverzeichnis	155
	Danksagung	175