

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Motivation	1
2 Grundlagen und Stand der Forschung	5
2.1 Eigenschaften des InAlGaN-Materialsystems	5
2.2 p-Dotierung von InAlGaN	6
2.3 Rekombinationsprozesse	7
2.4 Stromtransportmechanismen über eine Schottky-Barriere	10
2.5 Defekte in InAlGaN-basierten UV LEDs	10
2.5.1 Punktdefekte	11
2.5.2 Ausgedehnte Kristalldefekte	12
2.6 Stand der Forschung: Degradation von InAlGaN-basierten Leuchtdioden . .	12
2.6.1 Allgemeine Degradationseffekte und Einflussfaktoren	13
2.6.2 Halbleiterbezogene Degradationsmechanismen	14
2.6.3 Kontaktbezogene Degradationsmechanismen	16
2.6.4 Heiße Ladungsträger in LEDs	17
3 Fertigung, Charakterisierung und Simulation von UV LEDs	19
3.1 Epitaktisches Schichtwachstum und Heterostruktur der UV LEDs	19
3.2 Fertigung von montierbaren LED Chips	21
3.3 Montage von LEDs	24
3.4 Charakterisierung von UV LEDs	25
3.4.1 UV LED Alterungsmessplatz	25
3.4.2 Kapazitäts-Spannungs-Charakterisierung	27
3.4.3 Photostrom-Spektroskopie	28
3.4.4 Elektrolumineszenz-Mikroskopie	29
3.5 Simulation der eindimensionalen Bandstruktur	30
4 Änderung der elektrooptischen Parameter im Betrieb der UV LEDs	33
4.1 Änderung der fundamentalen Parameter bei konstanter Strom- und Temperaturbelastung	33
4.1.1 Einführung der beobachteten Degradationsmechanismen	33
4.1.2 Einfluss des Betriebs auf die optische Leistung	34
4.1.3 Einfluss des Betriebs auf das Emissionsspektrum	36
4.1.4 Einfluss des Betriebs auf die Strom-Spannungs-Charakteristik . . .	39
4.1.5 Einfluss des Betriebs auf die Elektrolumineszenzverteilung in der aktiven Zone	48

4.2	Einfluss der Temperatur und Strom/Stromdichte auf das Degradationsverhalten	58
4.2.1	Einfluss der Temperatur auf die Abnahme der optischen Leistung	60
4.2.2	Einfluss von Strom und Stromdichte auf die Abnahme der optischen Leistung	66
4.3	Zusammenfassung	68
5	Unterscheidung verschiedener physikalischer Degradationsprozesse in UV LEDs	71
5.1	Degradationsprozesse die den Kontakten zugeschrieben werden können	71
5.1.1	Betriebsinduzierte Änderung der Eigenschaften des p-seitigen Metall-Halbleiter-Kontakts	72
5.2	Degradationsprozesse die dem pn-Übergang und der aktiven Zone zugeschrieben werden können	79
5.2.1	Theoretische Betrachtung zur Raumladungszone am pn-Übergang und Effizienz der Photostrom-Erzeugung	80
5.2.2	Betriebsinduzierte Änderung der Raumladungszone am pn-Übergang	82
5.2.3	Betriebsinduzierte Migration von Wasserstoff	93
5.2.4	Einfluss der Temperatur und Stromdichte auf die Änderung der H-Konzentration während des Betriebs von UV-B LEDs	96
5.3	Zusammenfassung	102
6	Einfluss des Heterostrukturdesigns und des Fertigungsverfahrens auf das Degradationsverhalten von UV LEDs	105
6.1	Einfluss der Mg-Dotierkonzentration in der Elektronenblockierschicht	105
6.1.1	Einfluss auf die initialen elektrooptischen Parameter	106
6.1.2	Einfluss auf das Alterungsverhalten	109
6.2	Einfluss der Dicke der Barriere zwischen letztem QW und EBL auf das Degradationsverhalten	112
6.2.1	Einfluss auf die initialen elektrooptischen Parameter	113
6.2.2	Einfluss auf das Alterungsverhalten	114
6.3	Einfluss des EBL-Designs auf das Degradationsverhalten	117
6.3.1	Einfluss auf die initialen elektrooptischen Parameter	119
6.3.2	Einfluss auf das Alterungsverhalten	120
6.4	Einfluss des p-Aktivierungsschemas auf das Degradationsverhalten von UV-B LEDs	122
6.4.1	Einfluss auf initiale elektrooptische Parameter	124
6.4.2	Einfluss auf das Alterungsverhalten	126
6.5	Zusammenfassung	128
7	Zusammenfassung und Ausblick	131
Abbildungsverzeichnis		137

Tabellenverzeichnis	145
Literaturverzeichnis	147
Eigene Veröffentlichungen	170
Anhang 1: Simulationsparameter	ix
Anhang 2: Abkürzungen	xi
Danksagung	xv