

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Diamantwachstum und Farbzentren in Diamant – Stand der Forschung	5
2.1. Physikalische Eigenschaften von Diamant	5
2.2. Herstellung von Diamant	7
2.2.1. Hochdrucksynthese	7
2.2.2. Niederdruck-Gasphasenabscheidung	8
2.3. Defektzentren in Diamant	10
2.3.1. Begriffsbestimmung: „Defekt“	10
2.3.2. Einzelphotonenemitter in Diamant und deren Erzeugung	10
3. Physikalische Grundlagen und Charakterisierungstechniken	17
3.1. Photolumineszenzspektroskopie (PL)	17
3.2. Ramanspektroskopie	20
3.3. Konfokale Laser-Rastermikroskopie	23
3.3.1. Theoretische Grundlagen der konfokalen Mikroskopie	23
3.3.2. Konfokaler μ PL-Messplatz	25
3.3.3. Auflösung des konfokalen Messaufbaus	26
3.3.4. Messartefakte bei transparenten Proben	28
3.4. Theoretische Beschreibung von Einzelphotonenquellen	29
3.4.1. Korrelationsfunktion zweiter Ordnung $g^{(2)}(\tau)$ für klassisches Licht	31
3.4.2. Quantenmechanische Beschreibung von $g^{(2)}(\tau)$	32
3.4.3. Herleitung der $g^{(2)}(\tau)$ -Funktion eines Zweiniveausystems	34
3.4.4. Hanbury-Brown und Twiss-Interferometer	36
3.5. Kathodolumineszenzspektroskopie (CL)	39
3.6. Sekundärionen-Massenspektroskopie (SIMS)	41
3.7. Optische Emissionsspektroskopie (OES)	41
4. Homoepitaxie von Diamant	43
4.1. Auswahl und Präparation einkristalliner Diamantsubstrate	44
4.2. Optimierung der Abscheideparameter	46
4.3. Stickstofffreie Diamanthomoepitaxie	50
4.4. Optische Charakterisierung stickstoffarmer Diamantschichten	54
4.4.1. Ramancharakterisierung	54
4.4.2. μ PL-Charakterisierung	55
4.4.3. Kathodolumineszenzmessungen	58
4.5. Diamanthomoepitaxie unter Zugabe gasförmiger Dotierstoffe	60
4.6. Zusammenfassung	62

5. Nickeldotierung einkristalliner Diamantschichten	63
5.1. Vorversuche: Nickeleinbau in nanokristalline Diamantschichten	63
5.1.1. Nickelnachweis im Plasma mittels OES	64
5.1.2. PL-Messungen an nickeldotierten NCD-Schichten	65
5.2. Diamanthomoepitaxie unter Nickelocenzugabe	67
5.2.1. Nickelocen $\text{Ni}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$	67
5.2.2. Nachweis kontrollierter Nickelzugabe mittels OES	69
5.2.3. Untersuchung des Nickeleinbaus mittels SIMS	71
5.2.4. Hochaufgelöste, konfokale Mikro-Ramanspektroskopie	72
5.3. Lumineszenzuntersuchungen an nickeldotierten Diamantschichten	75
5.3.1. Kathodolumineszenzmessungen	75
5.3.2. μPL -Messungen	77
5.4. Zusammenfassung und Fazit	78
6. Erzeugung und PL-Spektroskopie des Wolfram W_5-Zentrums	81
6.1. Diamanthomoepitaxie unter Wolframhexacarbonylzugabe	82
6.1.1. Wolframhexacarbonyl $\text{W}(\text{CO})_6$	82
6.1.2. Epitaxie wolframdotierter Diamantschichten	83
6.1.3. Optische Emissionsspektroskopie- und SIMS-Messungen	85
6.1.4. Einfluss der $\text{W}(\text{CO})_6$ -Zugabe auf die Oberflächenmorphologie	85
6.2. PL-Messungen an Wolfram dotierten Diamantproben	87
6.2.1. Nachweis des Wolframeinbaus	87
6.2.2. PL-Messungen bei 660 nm-Anregung	91
6.2.3. Abhängigkeit des Wolframeinbaus von der Oberflächenorientierung	91
6.2.4. Abhängigkeit des Wolframeinbaus von der $\text{W}(\text{CO})_6$ -Zugabe	91
6.3. Bestimmung der Symmetrie des W_5 -Zentrums	92
6.3.1. Optische Anisotropie von Defektzentren in kubischen Kristallen	93
6.3.2. Anisotrope Polarisationsseigenschaften der W_5 -Lumineszenz	98
6.4. Zusammenfassung	102
7. Spektroskopie an Farbzentren im Spektralbereich 700-735 nm	103
7.1. Emissionseigenschaften einzelner Defektzentren	103
7.1.1. Nachweis der Einzelphotonenemittiereigenschaft	106
7.1.2. Emitterstatistik	112
7.1.3. Polarisationsabhängige Absorption und Emission	113
7.1.4. Lokale Schwingungsmoden (LVM)	116
7.1.5. Quasi-Lokale Schwingungsmoden (QLVM)	119
7.2. PL-Messungen bei tiefen Temperaturen	120
7.3. Diskussion des Ursprungs beobachteter Einzellinien (700-735 nm)	123
7.4. Zusammenfassung und Fazit	124
8. Zusammenfassung und Ausblick	125
A. Winkelabhängigkeit des Polarisationsgrades	129
B. Automatisierte Auswertung einzelner PL-Spektren	133

Literaturverzeichnis	135
Abkürzungsverzeichnis	151
Publikationen	153
Danksagung	155