

17  
2000  
3  
40

高品質半導体ダイヤモンド薄膜の合成と光物性  
に関する研究

工学研究科  
筑波大学

2000年3月  
渡邊 幸志

寄贈  
渡邊幸志氏

00003579

## 目次

第1章 序論	1
1.1 ダイヤモンド研究の背景	1
1.1.1 ダイヤモンドの合成研究の歴史	1
1.1.2 ダイヤモンドの性質	4
1.1.3 ダイヤモンドの「電子・光エレクトロニクス」、「映像・音響・通信」、 「医療・臨床生化学」、「機械工具」分野への応用	8
1.2 本研究の意義	10
1.3 本研究の目的	13
1.4 本論文の構成	14
参考文献	17
第2章 ダイヤモンド薄膜の合成法	31
2.1 緒言	31
2.2 マイクロ波プラズマ CVD 法によるダイヤモンド薄膜の合成	31
2.2.1 エンドランチ型マイクロ波プラズマ CVD 法	32
2.2.2 合成プロセス	34
2.3 結言	35
参考文献	36
第3章 ダイヤモンド薄膜の評価法	45
3.1 緒言	45
3.2 光学物性評価法	45
3.2.1 カソードルミネッセンス (CL)	45
3.2.2 発光分光 (OES)	49
3.3 表面形状観察法	50
3.3.1 光学顕微鏡 (OM)	50
3.3.2 走査型電子顕微鏡 (SEM)	50
3.3.3 原子間力顕微鏡 (AFM)	51

3.4 結言	51
参考文献	52
第4章 マイクロ波プラズマ CVD 法によるホモエピタキシャルダイヤモンド	
薄膜の合成条件と成長モード	57
4.1 緒言	57
4.2 ホモエピタキシャルダイヤモンド薄膜の成長	58
4.2.1 実験方法	58
4.2.2 標準合成条件におけるホモエピタキシャル成長	58
(a) CH <sub>4</sub> 濃度依存性	58
(b) マイクロ波パワー依存性	58
(c) 水素流量依存性	61
4.2.3 異常成長粒子の発生機構	62
4.3 極低 CH <sub>4</sub> 濃度合成法によるホモエピタキシャルダイヤモンド薄膜の高品質化と平坦化機構	64
4.4 結言	70
参考文献	71
第5章 カソードルミネッセンス法によるホモエピタキシャルダイヤモンド	
薄膜中の光学的に活性な局在準位	96
5.1 緒言	96
5.2 標準合成条件におけるホモエピタキシャル成長薄膜の発光センタ	97
5.2.1 実験及び試料	98
5.2.2 ステップフロー成長薄膜と従来型 CVD ダイヤモンド薄膜との相違点	99
(a) 可視光領域 (300 nm – 800 nm: 4.1 eV – 1.5 eV)	99
(b) バンド端領域 (200 nm – 300 nm: 6.1 eV – 4.1 eV)	101
5.2.3 合成基板温度による薄膜中の発光センタの挙動	103
5.2.4 薄膜内のマクロスコピックな不完全性が及ぼす発光センタへの影響	104
5.3 極低 CH <sub>4</sub> 濃度合成法により得られた高品質ホモエピタキシャルダイヤモンド	
薄膜の発光センタ	106

5.4 ダイヤモンド薄膜中の水素の挙動	108
5.5 結言	110
参考文献	111
第6章 高品質ホモエピタキシャルダイヤモンド薄膜のエキシトン再結合発光	135
6.1 緒言	135
6.2 実験装置	135
6.2.1 紫外領域観察用 CL 測定装置の構築	135
6.3 ホモエピタキシャルダイヤモンド薄膜からのエキシトン再結合発光	137
6.3.1 エキシトン発光スペクトル	137
6.3.2 エキシトンピーク強度の温度依存性	140
6.3.3 エキシトンピーク半値幅の温度依存性	141
6.3.4 エキシトンピークポジションの温度依存性	142
6.3.5 励起電子ビームのプローブ電流に対するエキシトン再結合発光強度の 変化	144
6.4 結言	150
参考文献	152
第7章 結論	169
謝辞	171
研究業績	173
付録 A CL 装置に関する設計図面	
付録 B CVD 装置に関する設計図面	