

酸素添加条件で成長したホモエピタキシャル ダイヤモンド(100)薄膜中の欠陥評価

Defect characterization of homoepitaxial diamond (100) films grown with oxygen addition

物材機構 寺地徳之、渡邊賢司

T. Teraji and K. Watanabe, NIMS

E-mail: TERAJI.Tokuyuki@nims.go.jp

【緒言】ダイヤモンドの結晶性向上を目的として、筆者らは成長中に酸素を高濃度に添加した合成条件によるダイヤモンド薄膜成長を行ってきた。この成長条件では、基板表面の研磨傷が効果的に除去され、また結晶表面への異常成長粒子の形成も抑制されることを見出している[1, 2]。一方で、この成長条件下で成長を行っても、薄膜中には欠陥が残存していることが分かってきた。本講演では、薄膜中に残存している欠陥を調べた結果について報告する。

【実験】[110]方向に約 3 度のオフ角を付けた Ib(100)単結晶基板上に、マイクロ波プラズマ CVD 法によりダイヤモンド薄膜をホモエピタキシャル成長させた。成長条件は、メタン濃度（メタンガス流量／全流量）10%、酸素濃度（酸素ガス流量／全流量）2%で合成した。また、反応圧力 120Torr、マイクロ波出力 1.4kW、基板温度は 1000°C とした。成長時間は 10 時間であり、膜厚は 30 μm であった。薄膜中の欠陥評価には、カソードルミネッセンス (CL) を用いた。測定は、加速電圧 15kV、プローブ電流 200nA、室温で行った。

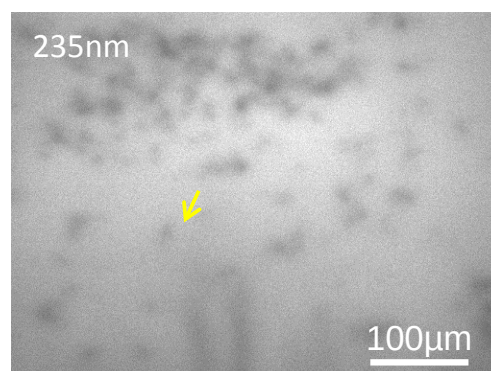


図1 ダイヤモンド薄膜の自由励起子再結合発光像

【結果・考察】光学顕微鏡での観察では、薄膜表面に異常成長粒子や成長丘等の欠陥は観測されなかった。図1に、ダイヤモンド薄膜の自由励起子再結合発光像を示す。研磨傷が存在する場合に見られる線状の非発光パターンは観測されていない。また、ダイヤモンド薄膜の表面粗さは 0.3nm 程度と、30 μm 程度の厚膜であるにもかかわらず、小さい値であった。このことから、基板表面近傍の欠陥が酸素添加による合成条件で効果的に除去されていることが分かる。一方で、黄色の矢印で示すように、点状の欠陥が依然として観測されている。CL 像からわかるように、この欠陥は薄膜面内で不均一に分布しており、その数密度は 10^4 - 10^5 cm^{-2} であることが分かった。この値は、Ib 基板を酸素プラズマでエッチングした後にダイヤモンド成長を行った結果と、ほぼ等しい[3]。また、基板として高品質 IIa(100)基板を用いた場合には、その上の成長したホモエピタキシャル薄膜中の欠陥数密度は、Ib 基板の場合に比べて減少した。このことから、CL 像で観測される、薄膜中に残存している欠陥は、基板中の欠陥に強く依存しており、また酸素添加成長条件でも除去できないことが分かった。

【謝辞】本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金(15H03980)、内閣府戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)、及び泉科学技術振興財団の助成を受けたものである。

[1] T. Teraji *et al.*, J. Appl. Phys. **118**, 115304 (2015). [2] T. Teraji *et al.*, phys. stat. sol. (a) **212**, 2365 (2015).

[3] M. Yamamoto *et al.*, J. Crystal Growth **285**, 130 (2005).