

課題番号 : F-15-NM-0094
 利用形態 : 技術代行
 利用課題名 (日本語) : 熱フィラメント CVD 法で合成した単結晶ダイヤモンド薄膜の微細構造解析
 Program Title (English) : Fine-structure analysis of single-crystal diamond films fabricated by hot-filament CVD
 利用者名(日本語) : 大曲 新矢
 Username (English) : S. Ohmagari
 所属名(日本語) : 産業技術総合研究所 先進パワーエレクトロニクス研究センター
 Affiliation (English) : Advanced Power Electronics Research Center, AIST

1. 概要 (Summary)

ダイヤモンドは SiC, GaN 等の半導体特性を凌駕する優れた物性値を複数有しており、次々世代の超省エネルギーパワー半導体として期待されている。我々は、大面積成長に優位性のある熱フィラメント CVD 法による単結晶ダイヤモンドの成長、特に高濃度ドーピングによる低抵抗ダイヤモンド合成に取り組んでいる。デバイス高性能化には、基板から膜中に引き継がれる転位の伝搬制御が必須であり、また高濃度ドーピングによる結晶歪みや不純物は、転位の発生源となりうるため、成長膜中の微細構造解析は重要である。今回、高濃度ドーピング層と低濃度ドーピング層とから成る複数の積層構造を有する試料を作製し、FIB 加工による薄片化、TEM 観察を行った。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

- ・ FIB-SEM ダブルビーム装置

【実験方法】

熱フィラメント CVD 法によりダイヤモンド Ib(100)基板上に、多層膜を形成した。合成は同一基板温度、ガス圧力下で行い、ホウ素濃度のみ $10^{19} \sim 10^{21} \text{cm}^{-3}$ の範囲で段階的に変化させ、14 層から成る多層構造を作製した。その後 FIB 加工により、試料膜厚方向に $14 \mu\text{m}$ 切り出した薄片化試料を作製し、TEM 観察した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1 に多層膜ダイヤモンドの HR-TEM 像を示す。マイクロ波プラズマ CVD 法で合成した高濃度ホウ素ドーピング膜の場合、 $[B] = 3.2 \times 10^{21} \text{cm}^{-3}$ を上回ると転位が急激に増大する臨界ドーピングレベルが存在する。今回の試料ではこの濃度に近い $1.4 \times 10^{21} \text{cm}^{-3}$ までドーピングしたが、転位の発生・増大は確認されなかった。この

ことから基板/膜界面ではコヒーレント成長しており、また高濃度ドーピング時においても格子緩和に伴う転位発生は抑制されていることが分かった。

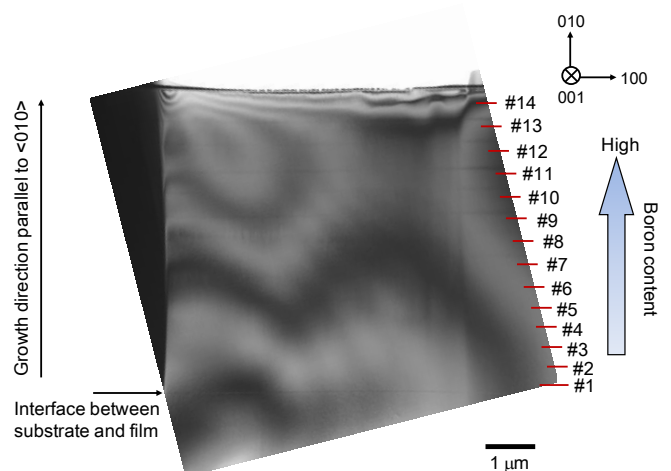


Fig. 1. TEM observation of multi-layered heavily boron-doped films fabricated by hot-filament CVD.

4. その他・特記事項 (Others)

本研究の一部は、JSPS 科研費 No. 25889074, 15K18043 の助成により行われた。FIB 加工については NIMS 微細加工 PF 中島清美技術支援者に技術代行いただいた。また TEM 観察については、大阪大学微細構造解析 PF および超高压電子顕微鏡センターとの共同研究により実施された。関係各位の皆様方にはこの場をお借りし深く御礼申し上げます。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) S. Ohmagari et al., *Diamond Relat. Mater.* **58** (2015) 110.
- (2) 大曲新矢ら、第 29 回ダイヤモンドシンポジウム、平成 27 年 11 月 17-19 日、東京理科大学

6. 関連特許 (Patent)

- (1) 大曲ら、「不純物ドーピングダイヤモンド及びその製造方法」特願 2015-098261 出願済み