

課題番号 : F-17-BA-0013
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : ダイヤモンド単結晶デバイスの微細構造解析: FIB 加工による TEM 用試料作製
Program Title(English) : Fine structure analysis of diamond single-crystal devices: Fabrication of TEM-lamella by focused ion beam (FIB)
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ダイヤモンド材料チーム
Affiliation(English) : AIST Advanced Power Electronics Research Center, Diamond Materials Team
キーワード/Keyword : 膜加工・エッチング、ダイヤモンド、デバイス、転位、TEM

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、CVD 法により高濃度ドーピング層を作製し、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

【実験方法】

熱フィラメント CVD 法により高濃度ホウ素ドーピング ($B > 10^{20} \text{ cm}^{-3}$) の単結晶ダイヤモンド薄膜を成長した。基板には高温高圧製の窒素含有 Ib (100) 結晶を用いた。メタン/水素ガス濃度比 3 %, 圧力 10 Torr, フィラメント温度 2200 °C の条件で、約 3 μm 厚の薄膜を形成した。FIB 加工による薄片試料作製は技術代行の形態で実施していただいた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 にダイヤモンド断面観察用の FIB 加工試料の SIM (Scanning ion microscopy) 像を示す。ビーム損傷によるグラファイト化、再堆積の影響は少なく、断面方

向に深く切り出しができていていることが分かる。最終的に断面方向に 10 μm の深堀り加工に成功した。ピックアップ後に全体をさらに薄片化し、電子線が十分に透過する厚さまで均一に加工した。TEM 観察による評価の結果、熱フィラメント CVD 法による高濃度ドーピングでは、基板/界面より発生する転位が抑制されており、疑似格子整合が実現していることが明らかとなった。

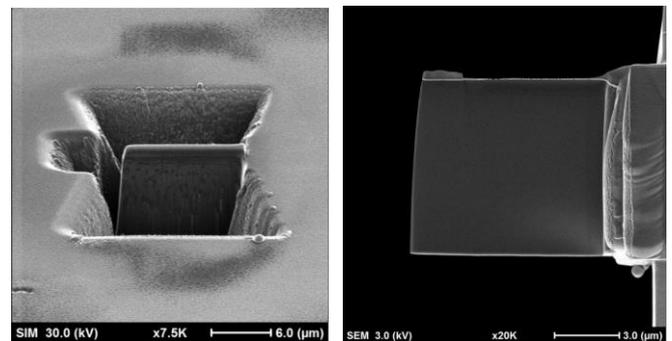


Fig. 1 Scanning ion microscopic image of diamond FIB-lamella before pickup (left) and after thinning.

4. その他・特記事項(Others)

FIB 加工については、筑波大学の中島清美博士に技術代行いただいた。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., Diam. Relat. Mater. 81. (2018) 33.

6. 関連特許(Patent)

なし。