

熱フィラメント CVD 法により成長した リンドーピング n 型ダイヤモンド薄膜のカソードルミネッセンス Cathodoluminescence of Phosphorus-Doped n-Type Diamond Thin Films Grown by Hot-Filament CVD

九州工大¹, 物材機構² ○片宗 優貴¹, 森 大地¹, 和泉 亮¹,
市川 公善², 寺地 徳之², 渡邊 賢司², 小泉 聡²

Kyushu Inst. Technol.¹, NIMS², ○Yūki Katamune¹, Daichi Mori¹, Akira Izumi¹,
Kimiyoshi Ichikawa², Tokuyuki Teraji², Kenji Watanabe², and Satoshi Koizumi²

E-mail: katamune@ele.kyutech.ac.jp

n 型ダイヤモンドのリンドーピング制御は、半導体デバイスのほか、窒素-空孔中心の電荷状態の安定化などダイヤモンドの量子電子デバイス応用における要素技術のひとつである。リンドーピングダイヤモンドのドナー準位 (0.57 eV) は深く、n 型半導体化には高純度かつ高品質な結晶成長が不可欠であり、作製手法はマイクロ波プラズマ CVD 法に限られていた [1, 2]. 近年、我々は大面積成長が可能な熱フィラメント CVD 法により成長したリンドーピングダイヤモンド膜で n 型電気伝導が得られることを明らかにした [3]. 本研究では、このリンドーピング膜の結晶性および不純物や結晶欠陥の状態を調べるため、カソードルミネッセンス (CL) を評価したので報告する。

リンドーピングダイヤモンド膜の成長は熱フィラメント CVD 法により高温高压合成 Ib 型ダイヤモンド(111)基板に行った。フィラメントとしてタングステン線を使用した。原料ガスにメタン (CH₄) およびトリメチルホスフィン (PMe₃) を用い、CH₄/H₂ は 0.1%, PMe₃/CH₄ は 964 ppm とした。電気的特性をホール効果測定により評価し、元素分析を二次イオン質量分析 (SIMS) 測定により行った。約 80 K で CL スペクトルを取得した。

Figure 1 に n 型電気伝導を示すリンドーピングダイヤモンド膜の CL スペクトルを示す。SIMS 分析で見積もられたリン濃度は約 $3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ であった。既報のリンドーピング n 型ダイヤモンドと類似しており、自由励起子発光ピークは確認できず、220–260 nm の波長域にリンドナーに関連した束縛励起子発光ピークが観測された。フィラメント由来の金属不純物として 10^{18} cm^{-3} 程度のタングステンが含まれている一方で、明確な励起子発光が観測されたことから n 型伝導が得られる良好な結晶品質が維持されていると考えられる。

- [1] S. Koizumi, *et al.*, Appl. Phys. Lett. 71, 1065 (1997).
- [2] H. Kato, *et al.*, Appl. Phys. Lett. 86, 222111 (2005).
- [3] Y. Katamune, *et al.*, Appl. Phys. A, 126 (2020) 879.

本研究の一部は JSPS 科学研究費, NIMS 連携拠点推進制度および日本板硝子材料工学助成会 研究助成の支援を受けて行われた。

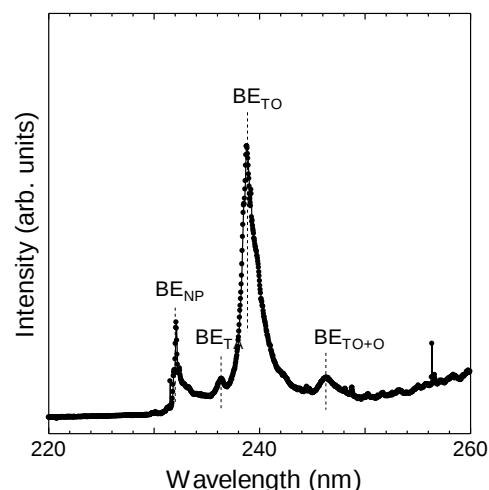


Fig. 1 Cathodoluminescence spectrum of phosphorus-doped diamond films grown by hot-filament CVD.