

ホウ素濃度の異なる p 型基板上に作製した ダイヤモンド pin ダイオードの i 層の結晶性の比較

Distinguishing crystal quality for intrinsic layers of pin diamond diodes
fabricated on the p-type substrates with different boron concentration levels

産総研¹, 中央大², 物材機構³

°竹内大輔^{1,2}, 本部達也^{1,2}, 市川公善³, 大曲新矢¹, 寺地徳之³,

小倉政彦¹, 加藤宙光¹, 牧野俊晴¹, 庄司一郎²

AIST¹, Chuo Univ.², NIMS³

°D. Takeuchi^{1,2}, T. Hombu^{1,2}, K. Ichikawa³, S. Ohmagari, T. Teraji³,

M. Ogura¹, H. Kato¹, T. Makino¹ and I. Shoji²

E-mail: d.takeuchi@aist.go.jp

ダイヤモンドが持つユニークな特性の一つである、負性電子親和力を利用したダイヤモンド pin ダイオードからの電子放出実験では、ホウ素濃度 $[B]>10^{20}\text{ cm}^{-3}$ の高濃度 p 型 $\text{IIb}\{111\}$ 基板上 (p^{++} 基板) に作製した pin ダイオードより、低濃度基板上 (p 基板) の pin ダイオードの方が、電子放出効率が 2 桁以上高い傾向が再現よく得られてきた[1]。そこで各 i 層の結晶性を比較するため、i 層を狙った CL 測定、ならびに二光子吸収 PL (2PPL) 像の観察を行った。

高濃度 p 型 $\text{IIb}\{111\}$ (p^{++}) 基板 ($[B] = 2\text{E}20\text{ cm}^{-3}$)、および低濃度 IIb (p) 基板 ($[B] = 2\text{-}4\text{E}18\text{ cm}^{-3}$) 上に、マイクロ波プラズマ CVD 法で i, n^{+} ($[P] = 1\text{-}2\text{E}20\text{ cm}^{-3}$) 各層を積層し $p^{++}in^{+}$ および pin^{+} ダイオードを作製した。全ての試料において、i 層ではホウ素、リン、窒素とも SIMS の測定限界以下で厚さが 5-6 μm であった。ICP エッチングにより直径 220 μm で深さ約 8 μm のメサ構造を形成し、基板の裏面全面とメサの n^{+} 層上にオーミック用電極 (Ti/Pt/Au) を形成した後、電子放出測定と同じ表面状態として、ホットフィラメントを用いた水素ラジカル照射によって表面を水素終端した。これらが前述した電子放出効率の傾向を示すことを確認した後に、90K、15kV 加速電圧での CL 像 (自由励起子の波長 235nm 発光: FE 像と転位中欠陥起因の波長 420nm 近傍の Band-A 発光: Band-A 像) 観察を行った。続いて、室温での 2PPL による Band-A 像観察を行った。

結果を右図に示す。CL 像 (a,b,d,e) から、欠陥面密度は両試料で同様に見えるが、 pin^{+} 試料で (b) CL 像と (c) 2PPL 像とで大きく異なる様子が観察された。これらは観察方法の原理と FE 拡散長を踏まえたモデルで説明でき、 pin^{+} の i 層がより高品質であると考えられた。[1] 電子放出との関係を含め、詳細について当日発表する。

[1] T. Honbu, *et al.*, DRM 117 (2021) 108463.

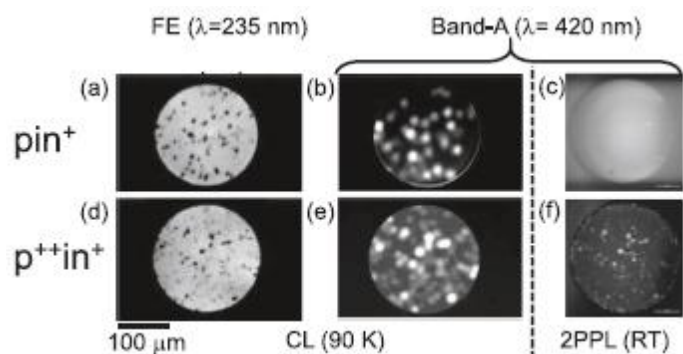


Fig. 1 pin^{+} (上段) および $p^{++}in^{+}$ (下段) ダイオードからの CL (FE, Band-A) および 2PPL 像 (Band-A)。2PPL は 3D 画像から i 層部分のみ積算した。