

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 p-i-n ダイオードからの電子放出の比較

Electron emission property of diamond diodes fabricated on p-type substrates with different boron concentration

中央大¹, 産総研²

°本部達也^{1,2}, 牧野俊晴², 加藤宙光², 小倉政彦², 大串秀世², 山崎聡², 竹内大輔^{1,2}, 庄司一郎¹

Chuo Univ.¹, AIST²

°T. Hombu^{1,2}, T. Makino², H. Kato², M. Ogura², H. Okushi², S. Yamasaki², D. Takeuchi^{1,2} and I. Shoji¹

E-mail: t.honbu@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 p-i-n ダイオードを用いた実験によって、室温で真空中への電子放出を観測している。過去の実験の中で、ホウ素濃度 $[B] > 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ の高濃度 p 型 IIb{111} 基板上に作製した p-i-n ダイオードより、低濃度基板上的 p-i-n ダイオードの方が、電子放出効率が高い傾向が見られた[1]が、詳細には検証していなかった。そこで本研究では、ホウ素濃度の異なる p 型基板を用いたダイヤモンド p-i-n ダイオードからの電子放出の詳細な比較を行った。

高濃度 ($[B] = 2 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$) の高温高压合成 p⁺ 型 IIb{111} 基板 ($2 \times 2 \times 0.3 \text{ mm}^3$) 2 枚、および低濃度 p 型基板 ($[B] = 2 \times 10^{18}, 4 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) ($2 \times 2 \times 0.3 \text{ mm}^3$) 上に、マイクロ波プラズマ CVD 法で各層を積層し、計 4 枚の試料を作製した。全ての試料において、i 層はホウ素、リン、窒素とも SIMS の測定限界以下で厚さが 5~6.5 μm であり、n⁺ 層はリン濃度 $[P] = 1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ であった。各試料において同じ条件で 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上の n⁺ 層にオーミック用電極 (Ti/Pt/Au) を形成した後、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。電気測定系は Fig. 1 に示す通りである。

室温でコレクタ電圧 $V_e = 100 \text{ V}$ とし、p-i-n ダイオードに順方向電圧 V_d を印加し、電子放出電流 I_e と順方向電流 I_d を測定した。縦軸に電子放出効率 ($\eta = I_e/I_d$)、横軸に順方向電流 I_d とした測定結果を Fig. 2 に示す。Fig. 2 では、4 枚の各試料上で元々の結晶の表面形態が平坦な領域における電子放出効率が高い 5 つの電極の結果をまとめた。その結果、p 型基板の場合は p⁺ 型基板の場合より電子放出効率が 1~2 桁程度高い傾向が明らかに得られた。この明らかな傾向は、全データを通じて見えており、i 層の結晶品質によるものと考えているが、当日に詳しく議論する予定である。

Reference

[1] 竹内ら、第29回ダイヤモンドシンポジウム講演要旨集、310, pp. 234-235 (2015)

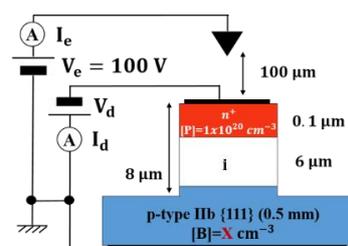


Figure 1. Schematic structure of pin diode and electric measurement setup.

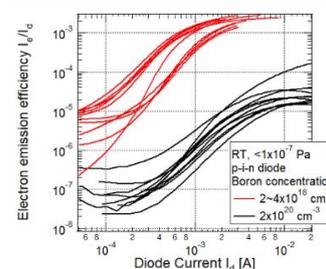


Figure 2. Electron emission efficiency with various p substrate boron concentration at RT.