

# ダイヤモンド Schottky-pn ダイオードの低温における電気特性の n 層膜厚依存性

## Study of n-layer Thickness Effects on Low temperature Electrical Characteristics of Diamond Schottky-pn Diodes

筑波大<sup>1</sup>, 産総研<sup>2</sup> ◯(M1)唐澤歩睦<sup>1</sup>, 牧野俊晴<sup>1,2</sup>, A. Traore<sup>1</sup>, 加藤宙光<sup>2</sup>, 小倉政彦<sup>2</sup>,  
加藤有香子<sup>2</sup>, 竹内大輔<sup>2</sup>, 山崎聡<sup>1,2</sup>, 櫻井岳暁<sup>1</sup>

Univ. of Tsukuba<sup>1</sup>, AIST<sup>2</sup>, ◯A.Karasawa<sup>1</sup>, T.Makino<sup>1,2</sup>, A. Traore<sup>1</sup>, H.Kato<sup>2</sup>, M.Ogura<sup>2</sup>, Y.Kato<sup>2</sup>,

D.Takeuchi<sup>2</sup>, S.Yamasaki<sup>1,2</sup>, T.Sakurai<sup>1</sup>

E-mail: s1920313@s.tsukuba.ac.jp

**緒言** ダイヤモンドは高い絶縁破壊電界や高い熱伝導率等の優れた材料物性から究極の半導体といわれ、次世代パワーデバイス材料として注目されている。一方で、p,n 型の不純物準位が深いことから室温ではキャリアが励起しにくいという欠点がある。この欠点を克服するために、高濃度不純物ドーピングによるホッピング伝導を用いた試みがなされている。しかし、接合構造を形成した際に作られるホッピング伝導層からバンド伝導層へのキャリアの伝導機構は未だ明らかになっていない。そこで、今回はホッピング伝導層とバンド伝導層の接合構造を持ったダイヤモンド Schottky-pn ダイオード(SPND)<sup>[1]</sup>の電気特性の温度依存性を調べることでこの伝導機構を解明した<sup>[2]</sup>。今回は SPND の低温における電気特性の n 層膜厚依存性を研究した。

**実験** 測定に使用したデバイスは Fig.1(a)のようにダイヤモンド基板 Ib(100)にボロン濃度が  $5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$  である p<sup>+</sup>層(ホッピング伝導層)、リン濃度が  $2 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  である n 層(バンド伝導層、膜厚=330 nm)をマイクロ波プラズマ CVD で積層させ、ICP エッチングにより n 層の膜厚を変化させた(330, 245, 155, 70 nm)。この n 層はデバイス動作時に完全空乏化した状態にな

るように設計している。このデバイスの電流-電圧特性を真空中( $10^{-7} \sim 10^{-5} \text{ Pa}$ )で室温から 7.5 K まで温度を変えて測定した。

**結果** n 層 330 nm の SPND において室温から 7.5 K までの温度領域で測定した電流密度(J)-電圧(V)特性を Fig.1(b)に示す。室温では  $10^3 \text{ A/cm}^2$  を超える電流密度が得られており、これは価電子帯に励起された自由正孔の p<sup>+</sup>層から n 層への伝導によるものと考えられる。また、50 K 以下の極低温領域になると温度依存性がなくなり J-V 曲線が一致した。この特徴は他の n 層膜厚でも同様に見られた。極低温領域である 12 K での n 層各膜厚の J-V 特性を Fig.1(c)に示す。n 層の膜厚によって立ち上がり電圧が異なるが、Fowler-Nordheim のトンネル電流の式を用いて解析を行った結果、極低温領域では、すべての n 層膜厚について p<sup>+</sup>層のホッピングレベルから n 層価電子帯へのトンネル効果によってキャリア伝導機構を説明できることが明らかになった。

### 参考文献

- [1] T.Makino *et al.*, Jpn.J.Appl.Phys.**51**(2012)090116
- [2] A.Karasawa *et al.* the 80<sup>th</sup> JSAP Meeting [20a-E312-6]

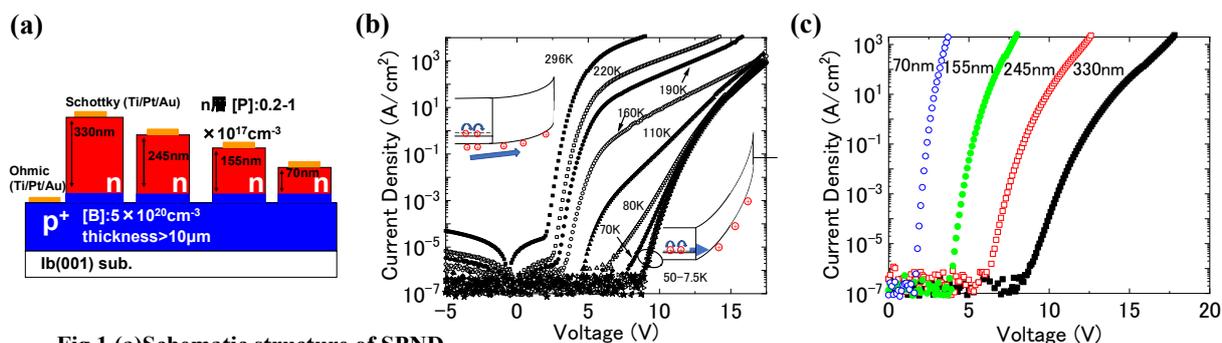


Fig.1 (a) Schematic structure of SPND

(b) Temperature dependence of J-V characteristics of SPND with 330nm n-layer (two insets show conduction mechanism at R.T and cryogenic region)

(c) J-V characteristics of SPND with n-layer thickness of 330, 245, 155 and 70 nm at 12K