

ダイヤモンド Schottky-pn ダイオードを用いた p⁺-n 接合での 低温におけるキャリア伝導機構

Carrier Transport Mechanism of Diamond p⁺-n Junction at Low Temperature by Using Diamond Schottky-pn Diodes

筑波大¹, 産総研², 金沢大³ ○(M2)唐澤歩睦¹, 牧野俊晴^{1,2}, A. Traore¹, 加藤宙光²,
小倉政彦², 加藤有香子², 竹内大輔², 山崎聡^{1,3}, 櫻井岳暁¹

Univ. of Tsukuba¹, AIST², Kanazawa Univ.³ ○A. Karasawa¹, T. Makino^{1,2}, A. Traore¹, H. Kato²,
M. Ogura², Y. Kato², D. Takeuchi², S. Yamasaki^{1,3}, T. Sakurai¹

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物性から、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く室温ではキャリアが励起しにくいという問題がある。この問題を克服しようと我々は高濃度不純物ドーピングによるホッピング伝導を用いている。しかしながら、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。今回はホッピング伝導層 (p⁺層) とバンド伝導層 (n 層) の接合を持ったダイヤモンド Schottky-pn ダイオード (SPND) の電気特性の n 層膜厚依存性について調べた[1]。今回は各 n 層膜厚の電気特性について詳細に調べ極低温下における伝導機構を解明し、極低温以上の温度領域における電気特性についても調べた。

実験 作製したダイヤモンド SPND を Fig.1(a) に示す。p⁺層と n 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)。これらの n 層膜厚はデバイス動作時に完全空乏化す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

(10⁻⁷~10⁻⁵ Pa) で室温から 7.5 K まで温度を変えて測定した。

結果 n 層の膜厚が 245 nm の SPND において室温から 7.5K 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。室温から低温になるに伴いオン電圧が大きくなっていることが分かる。また、極低温下の 7.5 K においても室温時と同様に 10³ A/cm² を超える高い電流密度が得られている。50K 以下の温度領域については温度依存性がなく、J-V 曲線が完全に一致した。この特徴は他の n 層膜厚 (330, 155, 70 nm) でも同様に観察された。各 n 層膜厚の 50K 以下の温度領域について Fowler-Nordheim の式を用いた FN プロットを行った結果を Fig.1(c)に示す。n 層の膜厚にかかわらず、これらが良い一致をした。以上のことから、すべての n 層膜厚において p⁺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で極低温領域のキャリア伝導機構を説明できることが明らかになった。当日は極低温以上の温度領域も含めて議論する。

[1] A.Karasawa *et al.* The 67th JSAP Spring Meeting 2020 [14a-D221-6]

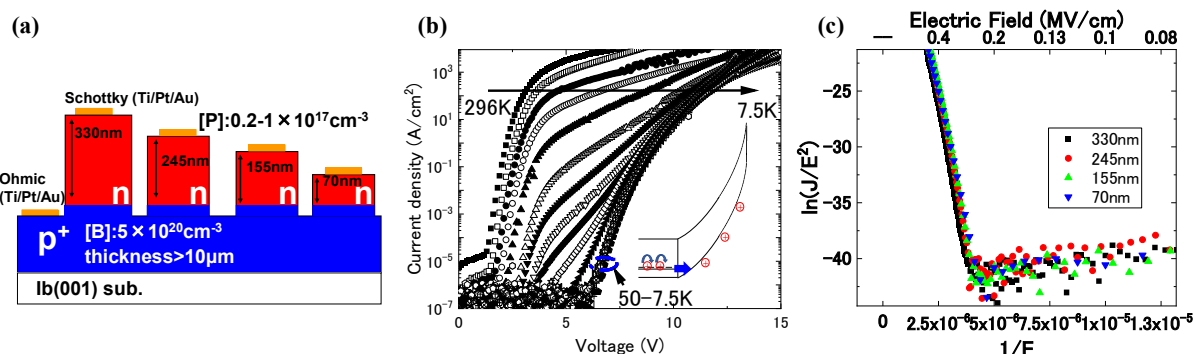


Fig.1 (a)Schematic structure of SPND, (b)Temperature dependence of J-V characteristics of SPND with 245 nm in n-layer thickness (the inset show conduction mechanism below 50K), (c)FN plot of SPNDs with 330, 245, 155 and 70 nm in n-layer thickness at 12K