

Cu/ダイヤモンドショットキーダイオードの高温耐電圧特性

High-temperature and high-voltage characteristics of diamond Schottky diodes using Cu electrodes

名古屋大工学部 〇植田 研二, 河本 圭太, 西脇 雅人, 浅野 秀文

Nagoya Univ. 〇K. Ueda, K. Kawamoto, M. Nishiwaki, and H. Asano

E-mail: k-ueda@numse.nagoya-u.ac.jp

はじめに：ダイヤモンドは高絶縁破壊電圧、高熱伝導率等の優れた特性を有する事から高温下等の過酷環境下で使用するパワーデバイスとして有望である。高温パワーデバイスの用途として、車のエンジン室内等の高温環境下での使用があるが、ターゲットとなる数百℃以上の温度でのダイヤモンドの耐電圧特性に関する報告は僅かである^[1]。本研究で我々は、優れた耐高温特性を有するCu/ダイヤモンドショットキーダイオード^[2]を作製し、その高温下での耐電圧特性や安定性について調査した。**実験方法：**ホウ素(B)ドーパ型ダイヤモンド半導体薄膜はダイヤモンドIb(100)基板上にマイクロ波プラズマCVD法により作製した。これらのBドーパ薄膜を用いて、Cuショットキーダイオードを作製し、真空中、高温下での特性評価を行った。**結果と考察：**Cuショットキーダイオードの高温下での電流-電圧(I - V)特性からCuダイオードが700℃まで1桁以上の整流性を有し、動作可能である事が分かった^[2]。次に、高温安定性について評価する為に、Cuダイオードの I - V 特性の高温下での時間変化について調査した。400℃で30時間保持後もCuダイオードの I - V 特性には全く変化が無く、400℃では劣化が生じない事が示唆された。500℃以上の温度では、保持時間の増加と共にCuダイオードの逆方向電流値(J_R)が増加し、整流性が低下する傾向となり、また J_R の増加率が保持温度の上昇と共に上昇した。我々はこの現象がダイヤモンド表面からの終端酸素の500℃での脱離と関係しており、酸素脱離によりCu/ダイヤモンド界面での反応や拡散が誘発されるのではないかと考えている。車載応用の対象温度であり、かつ酸素脱離の生じない400℃の高温下でのCuダイオードの耐電圧測定を行った所、ダイオードのオン抵抗と破壊電圧(V_B)はそれぞれ $83.4\text{m}\Omega\text{cm}^2$ 及び713Vとなった(Fig. 1)。これらは、Siの理論限界値を超え、ダイヤモンドショットキーダイオードの高温下での現在の最高値($9.4\text{m}\Omega\text{cm}^2$ and $840\text{V}@250^\circ\text{C}$ ^[1])に匹敵する値である。また、逆方向リーク電流の解析からCuショットキーダイオードのリーク電流は、熱電界放出に鏡像効果による障壁低下を考慮したモデル(TFE+BL)で良く記述できる事が分かった。これらの結果はCuショットキーダイオードが高温パワーデバイスとして有望である事を示唆している。**Ref. :** [1] H. Umezawa et al., APEX 6 (2013) 011302., [2] K. Ueda et al., Jpn. J. Appl. Phys., 53 (2014) 04EP05.

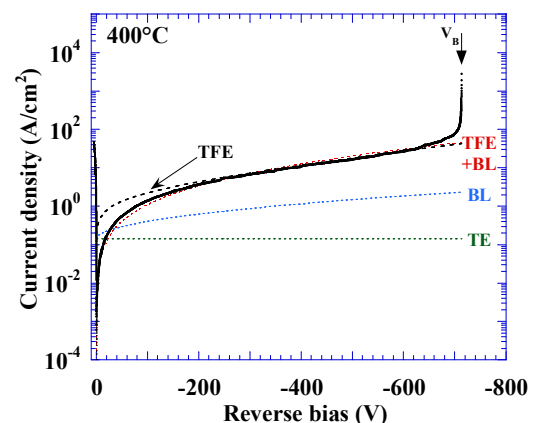


Fig. 1 Reverse leakage current characteristics of Cu/diamond Schottky diodes measured at 400°C. The dotted lines represent theoretical curves estimated by using the thermionic emission (TE), barrier lowering (BL), thermionic-field emission (TFE), and TFE combined with barrier lowering (TFE+BL) model ($\phi_B = 1.13\text{eV}$).