

ボロンドープダイヤモンド超伝導量子干渉計の作製に向けた ジョセフソン接合の直流、交流ジョセフソン効果の観測

The DC and AC Josephson effect of Josephson junction for boron-doped diamond superconducting quantum interference devices

○日出幸 昌邦¹, 蔭浦 泰資¹, 柴田 将暢¹, 北林 祐哉¹,
笹間 陽介², 山口 尚秀², 高野 義彦², 川原田 洋¹
(1. 早大理工, 2. 物質・材料研究機構)

○Masakuni Hideko¹, Taisuke Kageura¹, Masanobu Shibata¹, Yuya Kitabayashi¹,
Yousuke Sasama², Takahide Yamaguchi², Yoshihiko Takano², Hiroshi Kwarada¹
(1. Waseda Univ., 2. NIMS)

E-mail:hide_music_kwo@fuji.waseda.jp

超伝導ボロンドープダイヤモンドは、Nb-Ti 系に匹敵する超伝導転移温度 $T_c=10\text{K}$ を有し、ボロン濃度や面方位による T_c の制御性、単結晶による特性の均一性から超伝導量子干渉計 (SQUID) の動作性能の向上が期待される。我々は、(001)、(111)ダイヤモンドにおいてボロン濃度 $[B]=1\times 10^{22} [\text{cm}^{-3}]$ で $T_c(111)=10\text{K}$ 、 $T_c(001)=4.2\text{K}$ が得られていることを利用し[1][2][3]、(111)ダイヤモンド上への選択エピタキシャル成長により端面に(001)面を形成した weak link 型ステップエッジ構造ジョセフソン接合の作製方法を検討してきた。[4][Fig.1]

本研究ではジョセフソン接合における直流ジョセフソン効果の観測を行った。Fig.2 より 1.3～3.0Kにおいて電流を印加したときに臨界電流値 I_c まではゼロ電圧でありそれ以降は常伝導抵抗成分が現れる、典型的なジョセフソン接合による特性が得られた。この I_c から算出した臨界電流密度 J_c の温度依存性は、温度の低下に対して臨界電流密度が指数関数的に増大する傾向がみられ、1.3Kにおいて最大臨界電流密度 $J_c(\text{max})= 8300 [\text{A}/\text{cm}^2]$ が得られた。動作温度や T_c 、面方位を変化させたときの I-V 測定の結果から、 T_c 以下における J_c の動作温度依存性、 J_c の T_c 依存性を確認した。また、外部から高周波を照射した際にジョセフソン接合を流れる交流超伝導電流と高周波電流が干渉して観測されるシャピロステップより交流ジョセフソン効果の観測結果についても当日報告する。

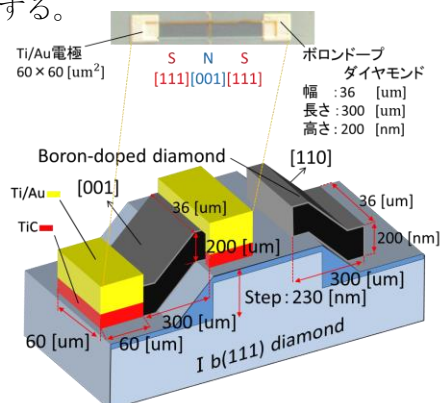


Fig.1 Weak link 型ステップ
エッジ構造ジョセフソン接合

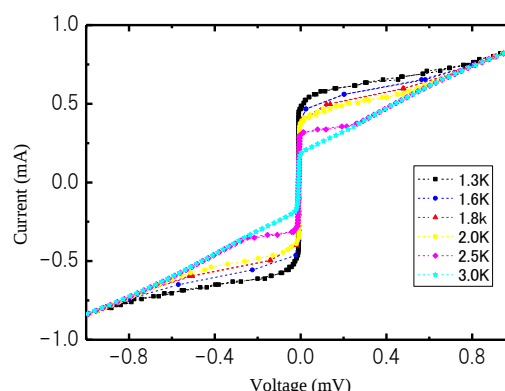


Fig.2 Weak link 型ステップエッジ
構造ジョセフソン接合の I-V 特性

[謝辞] 本研究は日本学術振興機構の支援：基盤研究(S) 26220903 の助成により行われた。

[1] A.Kawano, H.Kawarada et al., Phys. Rev. B **82**, 085318 (2010)

[2] M.Watanabe, H.Kawarada et al., Phys. Rev. B **85**, 184516 (2012)

[3] H.Okazaki, Y.Takano, H.Kawarada et al., Appl. Phys. Lett. **106**, 052601 (2015)

[4] 日出幸昌邦, 川原田洋他, 第 76 回応用物理学会秋季学術講演会予稿集, 15p-4F-12 (2015)