単結晶ダイヤモンド超伝導量子干渉計

Single crystalline diamond superconducting quantum interference devices

早稲田大学 [1]，物質・材料研究機構 [2]，早大材研 [3]　○(B)露崎 活人 [1]，(D) 蔭浦 泰資 [1]，
(M1)日出幸 昌邦 [1]，大里 啓孝 [2]，津谷 大樹 [2]，(M2)笹間 陽介 [2]，山口 尚秀 [2]，高野 義彦 [2]，
立木 実 [2]，大井 修一 [2]，平田 和人 [2]，有沢 俊一 [2]，川原田 洋 [1,3]
Waseda Univ. [1], NIMS [2], The Kagami Memorial Laboratory for Materials Science and Technology [3]
°Ikuto Tsuyuzaki[1], Taisuke Kageura[1], Masakuni Hideko[1], Hirotaka Osato[2]
Daiju Tsuya[2], Yousuke Sasama[2], Takahide Yamaguchi[2], Yoshihiko Takano[2], Minoru Tachiki[2]
Shuichi Oi[2], Kazuto Hirata[2], Shunichi Arisawa[2], Hiroshi Kawarada[1]
E-mail: ikuto-tsuyuzaki@asagi.waseda.jp

超伝導量子干渉計(Superconducting Quantum Interference Device: SQUID)は、微小磁場を高感度に検知可能な超伝導デバイスである。その応用例のひとつの走査型 SQUID 顕微鏡は、高い空間分解能を有しながら磁気マッピングを行うことが可能なデバイスであるが、耐摩耗性や静電気に対する耐性に課題がある。ダイヤモンドは、高い均質性や経時劣化耐性を有し、特に(111)ダイヤモンドの超伝導転移温度 *Tc* は実用化されている超伝導材料である Nb 系に匹敵する[1]ことから、SQUID 応用に有望な材料である。近年、多結晶ダイヤモンド SQUID が報告され[2]、ダイヤモンドの SQUID 応用への道が示されたが、超伝導転移温度が 2K と低い、グレインバウンダリによる複雑なジョセフソン接合が形成される、など多くの課題が生じた。そこで我々は、高い結晶性を有した超伝導(111)ボロンドープダイヤモンド薄膜を用いて、ステップエッジ構造ジョセフソン接合[3]による単結晶ダイヤモンド SQUID の作製、特性評価を行い、2.6K において Fraunhofer パターンの観測[Fig.1]を報告した[4]。

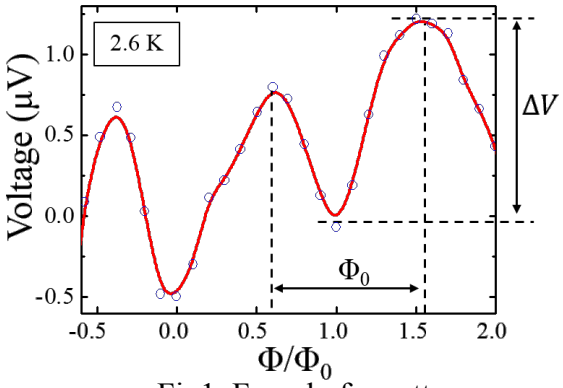

Fig1. Fraunhofer pattern

本研究では、更なる動作温度の向上を目指して、超伝導転移温度 10 K が得られている (111)単結晶を生かした、新たなジョセフソン接合の形成方法を検討した。現在、超伝導体を局所的に細めたマイクロブリッジ構造において、ヒステリシスがない直流ジョセフソン効果の兆候が見られる I-V 特性[Fig.2]を得ているが、シャピロステップの観測には至っていない。今後、作製方法を検討することで、シャピロステップの観測を目指す。

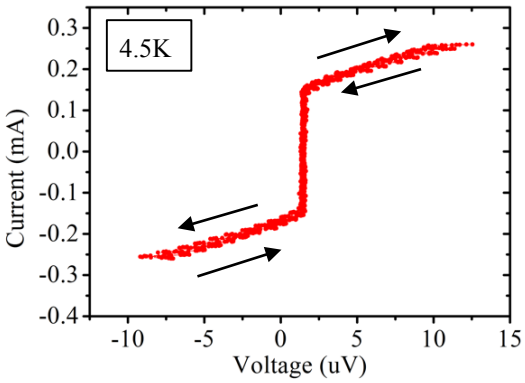

Fig.2 Micro-bridge I-V characteristic

[謝辞]本研究は日本学術振興会の基盤研究(S) 26220903 および三菱マテリアルの助成により行われた。また本研究（の一部）は、文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム（NIMS 微細加工プラットフォーム）の支援を受けて実施された。

[1] A.Kawano, H.Kawarada et al., Phys. Rev. B **82**, 085318 (2010)
[2] S. Mandal,L. Saminadayar ACS Nano, 2011, 5 (9), pp 7144–7148
[3]日出幸昌邦, 川原田洋他, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会予稿集, 20p-H103-2 (2016)
[4]露崎活人, 川原田洋他, 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会予稿集, 14p-A26-13 (2016)