

追成長を用いたステップエッジ構造ジョセフソン接合による ボロンドープダイヤモンド超伝導量子干渉計

Boron-doped diamond superconducting quantum interference devices

with regrowth-induced step edge structure Josephson junctions

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, (M2)笹間 陽介², 山口 尚秀², 高野 義彦², 川原田 洋^{1,3}

Waseda Univ.¹, NIMS², The Kagami Memorial Laboratory for Materials Science and Technology³

○Ikuto Tsuyuzaki¹, Taisuke Kageura¹, Masakuni Hideko¹

Yousuke Sasama², Takahide Yamaguchi², Yoshihiko Takano², Hiroshi Kawarada¹

E-mail: ikuto-tsuyuzaki@asagi.waseda.jp

超伝導エレクトロニクスは、現代の先端科学、高度医療、省エネルギー、高度情報化社会の発展に不可欠なものであり、それらはすべて超伝導デバイスにより支えられている。超伝導デバイスは、冷却技術の観点から高い超伝導転移温度(T_c)が求められるが、高い制御性や性能のデバイスには均質性や加工性なども求められる。ダイヤモンドの T_c は、実用化されている超伝導材料である Nb 系に匹敵し^[1]、かつその高い均質性、高い耐熱・耐酸性、酸化などによる経時劣化耐性から、有望な超伝導デバイスの材料といえる。超伝導デバイスのひとつに、二つの超伝導体間に弱い結合を持つジョセフソン接合があり、その応用として、微小磁場を高感度で検知可能な超伝導量子干渉計(SQUID)が存在する。本研究では、超伝導ボロンドープダイヤモンドを用いたジョセフソン接合の作製・評価を行い、超伝導量子干渉計(SQUID)の動作実証を目的とする。我々は先行研究により、追成長を用いたステップエッジ構造ジョセフソン接合を作製し、直流ジョセフソン効果の観測、臨界電流値 I_c の温度依存性評価を行ってきた^[2]。そこで今回、交流ジョセフソン効果をシャピロステップにより観測し、ジョセフソン接合を二つ並列した DC-SQUID を作製、動作実証した。

ジョセフソン接合は、酸素プラズマエッチングにより HPHT(111)ダイヤモンド基板に段差を 230 [nm]形成し、マイクロ波プラズマ化学気相堆積 (MPCVD) 法によりアンドープ層を 230 [nm]追成長させ、その後 MPCVD 法により高さ 200 [nm]のボロンドープ層を選択エピタキシャル成長させることで形成した^[2]。本接合に 10 GHz のマイクロ波を印加し、シャピロステップを観測した[Fig.1]。20 [μV]ごとにステップが観測され、これは印加したマイクロ波から計算された理論値と一致したことから、交流ジョセフソン効果を観測し、ジョセフソン接合である確証が得られた。そこで、本接合を二つ並列した DC-SQUID を作製した[Fig.2]。印加磁場を変化させながら I-V 測定を行い、フラウンホーファーパターンの観測を試みた。この詳細は当日報告する。

[謝辞] 本研究は、科研費基盤研究(S) 26220903 の助成により行われた。

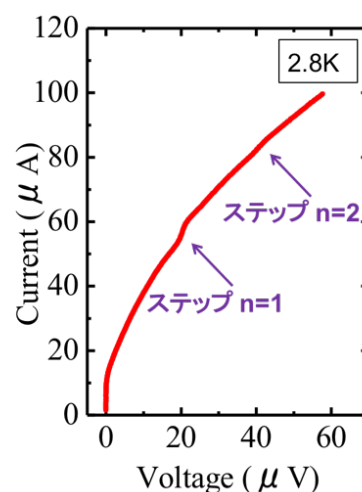


Fig.1 shapiro-steps (10GHz, 2.8 K)

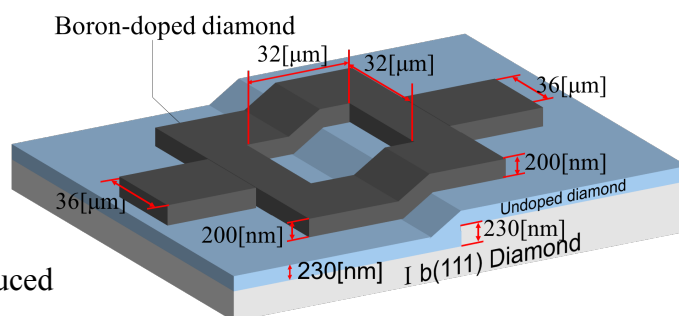


Fig.2 DC-SQUID with regrowth-induced step edge structure Josephson junctions

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

[2] 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)