

課題番号 : F-14-NM-0116
利用形態 : 機器利用
利用課題名 (日本語) : 低抵抗単一微小ジョセフソン接合の電磁環境の影響
Program Title (English) : Influence of electro-magnetic environment on low-resistance single small Josephson junction fabricated using electron beam lithography
利用者名(日本語) : 山口 僚太
Username (English) : R. Yamaguchi
所属名(日本語) : 東京理科大学大学院 理学研究科 応用物理学専攻
Affiliation (English) : Graduate school of Science, Tokyo University of Science

1. 概要 (Summary)

微小ジョセフソン接合は、接合容量 C が小さいため単電子効果が支配的となり、将来量子電流標準への応用が期待されている。しかし、この系は測定配線が持つ浮遊容量など環境インピーダンスの影響を強く受ける。これまで、量子化抵抗を超える $10\text{k}\Omega$ 程度の高抵抗微小接合において、測定配線に SQUID 埋め込むことで環境インピーダンス制御実験を試みたところ、微小接合のジョセフソン臨界電流に異常な磁場応答を観測した(学会発表 5.(2))。本研究では、この原因解明に向けた系統的な実験の一つとして微小接合の抵抗値による相違を調べるためより低い $100\sim 1\text{k}\Omega$ の抵抗の試料を作製し、微小接合の臨界電流の磁場変調について調べた。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

100kV 電子ビーム描画装置、レーザー露光装置、12 連電子銃型蒸着装置、走査電子顕微鏡、

【実験方法】

- ① パッド作製のため、酸化膜付き Si 基板にレジスト塗布し、レーザー露光装置を用いて描画を実行した。その後、12 連電子銃型蒸着装置を用いて Ti と Au を蒸着し、リフトオフを行った。
- ② パッド二層目作製のために、上記同様に描画を行い、Ti と Au を蒸着し、リフトオフを行った。
- ③ 超伝導電極・接合作製のためにレジストを塗布し、EB 描画装置を用いて微小接合および各4端子配線上の SQUID の描画を実行した。その後 Al 蒸着を行い、Al/AlO_x/Al 微小接合回路を作製した(Fig.1)。微小接合の抵抗値は絶縁膜作成時の酸化時間を変えることにより調整した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

希釈冷凍機により温度 40mK で実験を行った。Fig.2 に微小接合と配線 SQUID のジョセフソン臨界電流の磁場依存性を示す。微小接合の臨界電流 I_{sw-SJ} は SQUID の臨界電流 $I_{sw-SQUID}$ の磁場応答周期と同期して変調している。これは SQUID の磁場変調に伴い環境インピーダンスが変化したことを示している。しかし、高抵抗接合の場合と同様な単調ではない臨界電流の変化を示すサンプルもあった。この原因の解明に向けて今後さらなる系統的な実験を進める予定である。

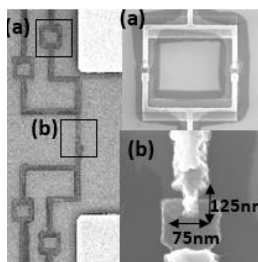


Fig. 1. Measurement circuit

- (a) SQUID embedded in a lead
(b) Ultra-small Josephson junction

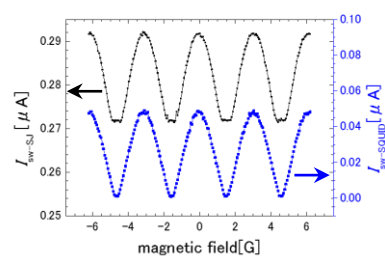


Fig. 2. Magnetic field dependence of the Josephson critical current of the junction and the SQUID

4. その他・特記事項 (Others)

なし

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) R. Yamaguchi 日本物理学会第 70 会年次大会、早稲田大学、平成 27 年 3 月 21 日
- (2) D. Sakuma, 27th International Conference on Low temperature Physics, 平成 26 年 8 月 17 日

6. 関連特許 (Patent)

なし