

課題番号 : F-14-NM-0112
利用形態 : 機器利用
利用課題名 (日本語) : 単一微小ジョセフソン接合の輸送特性の電磁環境依存性
Program Title (English) : Electro-Magnetic Environmental Dependence of Transport Properties of Ultra-small Single Josephson Junctions
利用者名(日本語) : 佐久間 大輔
Username (English) : Daisuke Sakuma
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) : Department of Applied Physics, School of Science, Tokyo University of Science

1. 概要 (Summary)

単一ジョセフソン接合の電子輸送特性は周辺の電磁環境の影響を受けやすい。従って周辺回路のインピーダンスを変化させることでその接合の電流電圧特性を変化させることができる。接合容量を小さくし周辺回路インピーダンスを大きくすることで、ジョセフソン接合を量子電流標準に応用する可能性があると考えられている。その実現に向けて、磁場によって可変なインピーダンスを持つ dc-SQUID (direct current-Superconducting QUantum Interference Device)を用いて単一ジョセフソン接合の電子輸送特性の電磁環境依存性を計測した。

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】

最初にレーザー露光装置と12連電子銃型蒸着装置を用いてSi基板上にTi/Au=50/400Åの電極を後で行うワイヤーボンディングのために作製する。その後、研究対象であるサブミクロンサイズの単一ジョセフソン接合と電磁環境制御のためのdc-SQUIDを形成するためのパターンを100kV電子ビーム描画装置で描画した。ジョセフソン接合は東京理科大学において斜め蒸着法と自然酸化法を用いてAl/AlOx/Alから成るトンネル接合で作製した。1層目のアルミニウムは300Åで、そして2層目は700Åである。完成したサンプルを走査電子顕微鏡で観察した後、東京理科大学の持つ希釈冷凍機を用いて低温における電子輸送特性を計測した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

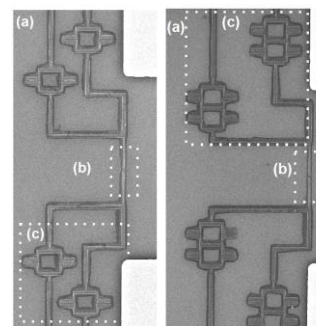


Figure 1. Sample variation
(a) Whole image of device.
(b) Single Josephson junction.
(c) DC-SQUIDs.

単一ジョセフソン接合の輸送特性の電磁環境依存性を調べるためにいくつか異なる設計のdc-SQUIDを作製し、系統的にデータ収集している。Fig1にその二例を示す。図中の(b)が単一接合で常伝導抵抗は10kΩで

ある。昨年度はdc-SQUIDの常伝導抵抗を単一接合のものより大きくすることで、電流電圧特性の超伝導ブランチにスパイク構造が現れた。今回の2サンプルではdc-SQUIDの常伝導抵抗を単一接合のものより小さくした所、スパイク構造は現れなかった。その様な違いが現れた原因について、適切な回路モデルを立て、数値計算から解析する必要があるだろう。

4. その他・特記事項 (Others)

【謝辞】

この研究は東京理科大学平成26年度特定助成金研究科学生助成金「微小ジョセフソン接合を用いた量子電流標準の原理実証のための電磁環境の制御」の支援を受けて実施された。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

【国際会議】

(1) D. Sakuma, 27th International Conference on Low temperature Physics, 平成26年8月17日

【国内会議】

(1) 佐久間大輔、日本物理学会2014年秋季大会、平成26年9月9日

6. 関連特許 (Patent)

なし。