

利用課題番号 : F-13-NM-0067
 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に対する浮遊容量の影響
 Program Title (English) : Influence of stray capacitance on ultra-small single Josephson junction
 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 理学研究科応用物理学専攻
 Affiliation (English) : Tokyo University of Science

1. 概要 (Summary) :

サブミクロンメートルサイズで小さく、そして常伝導抵抗の大きいトンネル接合から成るジョセフソン接合では、結合エネルギーと一電子帯電エネルギーの大きさが同程度になり、ジョセフソン電流がクーロンブロッケードにより妨げられることが知られている。この帯電エネルギーは測定回路の電気容量で決まり、それにはトンネル接合が備え持つものと、計測用の配線の容量も含まれる。

今回我々は四端子測定用の配線中で対象となる単一ジョセフソン接合のすぐそばに、磁場で可変なインピーダンスとして dc-SQUID を直列に挿入し、接合にとって実効的な電気容量を変化させることに成功した。

2. 実験 (Experimental) :

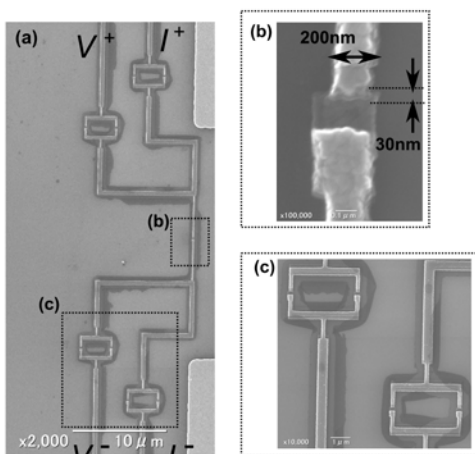


図1
 (a) 測定系全体
 (b) 測定対象である単一接合
 (c) 外部回路とのインピーダンスとしてのdc-SQUID

【利用した主な装置】

レーザー露光装置, 電子ビーム描画装置, 12 連電子銃型蒸着装置, 走査型電子顕微鏡

【実験方法】

レーザー露光装置と 12 連電子銃型蒸着装置を用いて作製した Ti/Au 電極上に、電子ビーム描画装置でパターンを描画した後に Al/AlO_x/Al のトンネル接合を

作製した。図 1 がサンプルの SEM 写真である。

これを希釈冷凍機で 40mK に冷却し、単一接合の電流電圧特性を計測し、その磁場依存性を調べた。

3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

図 2 の赤プロットは単一接合の臨界電流の磁場依存性を示しており、磁場に対して振動している。

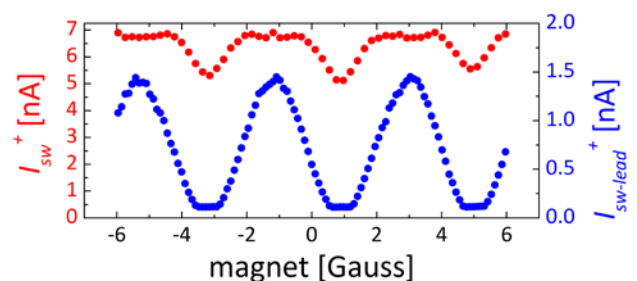


図 1 単一接合と dc-SQUID の臨界電流の磁場依存性比較

青プロットで示された dc-SQUID の臨界電流の磁場依存性と比べると、両者が同期していることが分かる。これは単一接合にとって実効的な電気容量が配線に挿入した dc-SQUID によって変化させられたと考えられる。

4. その他・特記事項 (Others) :

今後、単一接合に与える影響を SQUID の設計を変えて調べる予定である。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

(1) 佐久間大輔、田野佑典、石黒亮輔、柏谷聡、野村晋太郎、高柳英明 “アルミニウムトンネル型単一微小ジョセフソン接合の輸送特性研究”, 日本物理学会 2013 年秋季大会, 平成 25 年 9 月 25 日

(2) 佐久間大輔、名坂成昭、永合祐輔、石黒亮輔、柏谷聡、高柳英明 “単一微小ジョセフソン接合の臨界電流の浮遊容量による変調”, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 平成 26 年 3 月 18 日

6. 関連特許 (Patent) :

なし