

利用課題番号 : F-13-NM-0069
利用形態 : 技術補助
利用課題名 (日本語) : 電子線描画装置と 12 連電子銃蒸着装置を用いた微小 SQUID の作成とその性能評価
Program Title (English) : Development of micro-SQUID using EB lithography and electron gun vapor deposition and its performance evaluation
利用者名 (日本語) : 永合 祐輔, 土屋 翔吾, 篠崎 智也
Username (English) : Yusuke Nago, Syogo Tsuchiya, Tomoya Shinozaki
所属名 (日本語) : 東京理科大学 理学部応用物理学科
Affiliation (English) : Tokyo University of Science

1. 概要 (Summary) :

スピン 3 重項カイラル p 波超伝導体であると考えられている Sr_2RuO_4 (SRO)にはカイラルエッジ流、半整数磁束量子渦などその特性を反映した様々な事象が提唱されている。我々は SQUID 磁束計を用いてこれらの観測を試みている。

SRO の特異な磁気的性質を解明するためには、より高精度な実験を要する。そこで局所的な微小磁場を測定するため、線幅 100nm、ループサイズ 1 ミクロン四方の Al トンネル接合型微小 SQUID を開発し、その性能評価を行った。また、開発した SQUID に積載するための SRO 小片を FIB によって切り出し、プローブ運搬操作テストを行った。

2. 実験 (Experimental) :

【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、FIB-SEM ダブルビーム装置

【実験方法】

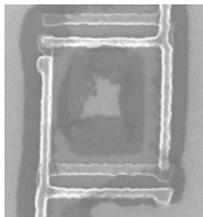


図 1. dc-SQUID の SEM 写真

Si 基板上にレーザー露光装置、12 連電子銃型蒸着装置を用いて Ti/Au 電極を作製し、電子ビーム描画装置を用いて SQUID 部分のパターンを描画した。その後、Al/AlO_x/Al トンネル接合型 SQUID を作製した(図 1)。作製した SQUID の動作確認を行うため、希釈冷凍機を用いて 17mK で電流電圧特性、および SQUID 応答の磁場依存性を測定した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

図 2 に 17mK における SQUID を流れるジョセフソン臨界電流の磁場依存性を示す。SQUID ループ面積と磁束量子の値から見積もられる磁場周期応答を示しており、正常に動作していると確認できた。また、

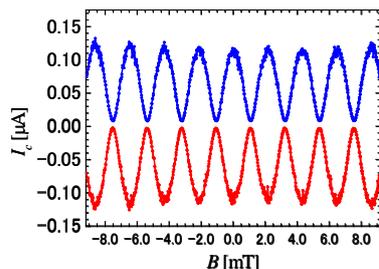


図 2. ジョセフソン臨界電流の磁場依存性

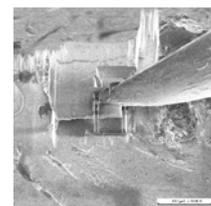


図 3. プローブによる SRO 小片運搬

以前は作製した配線幅のより太い SQUID では配線上の欠陥等に磁束がトラップされることに伴う、磁場応答の位相のとびが観測されたが、本サンプルにおいては図 2 の通りそのような信号は観測されなかった。配線幅を 100nm まで細くしたことにより配線への磁束トラップを回避することにも成功したと言える。

4. その他・特記事項 (Others) :

FIB-SEM ダブルビーム装置を用いて、この SQUID に積載するための、SRO 小片の加工およびプローブ操作テストを行った(図 3)。今後、1 ミクロン四方サイズの SRO 小片を SQUID に積載し、磁性測定実験を行う予定である。

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

- (1) Y. Nago, S. Tsuchiya, T. Shinozaki, R. Ishiguro, H. Kashiwaya, S. Kashiwaya, S. Nomura, H. Takayanagi, Y. Maeno “Development of Micro SQUID for Detection of Half-quantum Vortex in Sr_2RuO_4 ”, 文科省科学研究費補助金新学術領域研究 対称性の破れた凝縮系におけるトポロジカル量子現象 第 4 回領域研究会, 平成 25 年 12 月 19 日
- (2) 土屋翔吾, 篠崎智也, 永合祐輔, 石黒亮輔, 柏谷聡, 柏谷裕美, 野村晋太郎, 前野悦輝, 高柳英明 “ Sr_2RuO_4 に流れるカイラルエッジ電流検出に向けた Micro - SQUID の開発”, 第 61 回応用物理学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