

課題番号 : F-15-NM-0107
利用形態 : 機器利用
利用課題名 (日本語) : SQUID 配列を用いた Sr_2RuO_4 の磁化の空間分布の計測
Program Title (English) : Investigation of magnetization spatial distribution in Sr_2RuO_4 with SQUID-array
利用者名 (日本語) : 佐久間 大輔
Username (English) : D. 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)

スピン三重項カイラル p 波超伝導体の有力候補の一つである Sr_2RuO_4 (SRO) では、エッジ電流、半整数量子渦や Ru との共晶における量子渦の自発生成等、特徴的な磁気特性が期待されており[1]、SRO 表面の磁化の空間分布を読み取れるデバイスが必要である。これらの観測を目指し、二次元に配列させた超伝導量子干渉計 (SQUID-array) 上に SRO を直接積載し、SQUID-array を用いて SRO 表面の磁化の空間分布を読み取れるか検証した。

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
- ・ 化合物ドライエッチング装置

【実験方法】

NIMS 微細加工プラットフォーム(以下、PF)において、金電極の作製と、電子ビーム描画装置(以下、EB 描画装置)による SQUID を構成するサブマイクロメートルスケールのパターンの描画を行った。SQUID を構成する超伝導トンネル接合の形成は、東京理科大学(以下、理科大)でアルミの斜め蒸着と真空チャンバーにおける自然酸化で行った。最終的な SQUID-array の形成には、微細加工 PF の EB 描画装置によるパターンの描画と、化合物ドライエッチング装置によるアルミのエッチングで行った。理科大の集束イオンビーム加工装置を用いて SRO を切り出し、SQUID-array の上に直接積載した。低温計測は理科大の希釈冷凍機で行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Figure1 が SQUID-array で、この上に Fig.2 の様に

SRO を積載し、その表面の磁化空間分布の計測を行った。それぞれの SQUID の Josephson 臨界電流は磁場に依存して振動する。マグネットにより印加した外部磁場に対する周期は Fig. 1 に示した SQUID-a、-b、そして-c でそれぞれ 0.35、0.50、そして 0.51mT であった。

それぞれの SQUID のループサイズは同一で、一樣な磁場が印加されていれば周期は同一のはずである。それぞれの周期に上記のような差異が生じたのは SRO の Meissner 効果によってその表面の磁場が歪められたからだと考えられ、SQUID-array がこの時の磁束の空間分布を読み取っていることを示している。

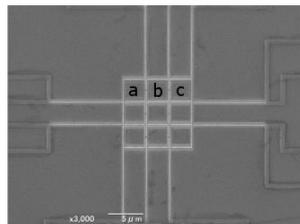


Figure 1
Scanning electron micrograph of 3×3 SQUID-array. Loop size of each SQUID is 3μm×3μm.

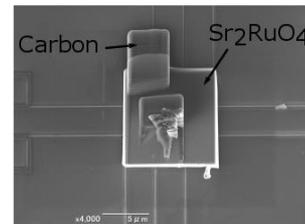


Figure 2
Scanning electron micrograph of Sr_2RuO_4 crystal on the SQUID-array.

4. その他・特記事項 (Others)

・参考文献

[1] Y. Maeno, *et al*, *Journal of the Physical Society of Japan* **81**, 011009 (2012)

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

- (1) D. Sakuma *et al*, 2015 International Symposium on Quantum Fluids and Solids, 平成 27 年 8 月 9 日
- (2) D. Sakuma *et al*, 日本物理学会 2015 年秋季大会, 平成 27 年 9 月 16 日
- (3) D. Sakuma *et al*, 日本物理学会第 71 回年次大会 (2016), 平成 28 年 3 月 22 日

6. 関連特許 (Patent)

なし。