

課題番号 : F-16-NM-0108  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 半整数磁束渦観測に向けた SQUID と Sr<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub> から成る磁化測定デバイスの作製  
Program Title (English) : Fabrication of magnetization measurement devices consisting of SQUIDs and Sr<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub> for observation of half-quantum vortices  
利用者名(日本語) : 佐藤 太一  
Username (English) : T. Sato  
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) : Applied Physics, Graduate School of Science, Tokyo University of Science

## 1. 概要(Summary)

Sr<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub>はスピン三重項カイラル p 波超伝導体の候補と目されている。スピン三重項超伝導のようなスピン成分に自由度のある超伝導体において半整数磁束量子渦の出現が予測されている。スピン流を伴う半整数渦は微小試料において安定化する[1]。これまで、3 $\mu\text{m}$  ループサイズの Al トンネル接合型 SQUID を用いた、局所磁化測定システムの開発に成功した[2]。本研究では、半整数磁束量子渦観測を目指し、1 $\mu\text{m}$  サイズの SQUID 上に 2  $\mu\text{m}$  サイズの Sr<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub> 微小片を直接積載した、これまでよりも微小サイズの磁化測定デバイスを作製する。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

- ・ ワイヤーボンダー

### 【実験方法】

SQUID: 昨年度 NIMS にて電子線描画装置を用いて作製した SQUID 基板を用いる。SQUID は Al トンネル接合型であり、蒸着装置(理科大)を用いて斜め蒸着法によってジョセフソン接合を作製する。

Sr<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub> 微小片の作製: 集束イオンビーム装置(理研)を用いて、Sr<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub> 結晶を加工し微小化、磁束トラップ安定化のため試料中心に穴をあけ、マニピュレーターを用いて SQUID 上に直接積載、ビームアシスト蒸着法を用いてカーボンで試料を SQUID 基板に固定する。

測定準備: 作製した SQUID 基板をチップキャリアに積載し、ワイヤーボンダーによりチップキャリアと SQUID 回路を電氣的に接続する。パルス電流による SQUID 破壊を防ぐため、ボンダーパワー 250、時間 50ms に設定し、Al ワイヤーをボンディングした。希釈冷凍機(理科大)、および超伝導マグネットを用いて極低温下で磁場印加測定を行う。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig.1 は作製試料の SEM 画像である。Fig.2 は温度 150mK における試料に磁場を印加した際の SQUID の臨界電流  $I_c$  の磁場依存性である。誘起された磁束渦に伴う周期変調の不連続な跳びが観測された(Fig.2 矢印)。2  $\mu\text{m} \times 2 \mu\text{m}$  サイズの磁化測定デバイスの作製に成功したと言える。今後、半整数磁束量子渦検出に向けた実験を進める予定である。

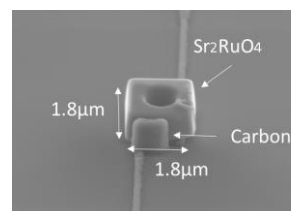


Fig.1: SEM image of Sr<sub>2</sub>RuO<sub>4</sub> and SQUID.

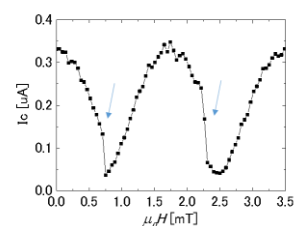


Fig.2: SQUID critical current as a function of applied field.

## 4. その他・特記事項(Others)

参考文献

- [1] S.B.Chung *et al.*, *Phys. Rev. Lett.*, **99**, 197002 (2007)
  - [2] Y. Nago, *et al.*, *J. Low Temp. Phys.*, **183**, 292(2016)
- 競争的資金: 学術研究助成基金助成金 若手研究 B 15K17708

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

T. Sato 東京理科大学大学院 修士論文発表、平成 29 年 2 月 20 日

## 6. 関連特許(Patent)

なし