

課題番号 : F-15-NM-0098  
利用形態 : 技術補助  
利用課題名 (日本語) : マイクロ SQUID を用いたメゾスコピック超伝導 Al-disk の磁化測定  
Program Title (English) : Magnetization measurements of mesoscopic superconducting Al-disk using micro-SQUID  
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)

超伝導物質の中でも、コヒーレンス長 $\xi$ や磁場侵入長 $\lambda$ 程度のサイズのメゾスコピック超伝導体には、渦糸が多重渦糸状態となるようにトラップされ、かつ、試料形状に依存した複雑な格子を組むと考えられている[1]。これまで、ミクロンサイズの 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]。この作製技術を利用し、マイクロ SQUID 基板に、 $\text{SiO}_2$  保護膜を作製の上、電子線描画装置を用いてミクロンサイズの Al disk を SQUID の真上に作製する。低温下での磁化測定により、disk 中の渦糸のトラップ位置による SQUID 磁場変調の位相変化を観測し、メゾスコピック超伝導に特異な渦糸格子状態の解明を目指す。

## 2. 実験 (Experimental)

### 【利用した主な装置】

- ・ 100kV 電子ビーム描画装置
- ・ 全自動スパッタ装置
- ・ 多目的ドライエッチング装置

### 【実験方法】

SQUID 基板の作成: Ti/Au 電極・配線を蒸着した Si ウエハー基板に電子線レジスト 2 層(gL2000、PMGI SF7)コートし、電子線描画装置を用いて SQUID パターンを描画。現像後、蒸着装置(理科大)を用いて Al トンネル接合型 SQUID を作成する。

$\text{SiO}_2$  膜作成: 全自動スパッタ装置を用いて厚さ 100nm の  $\text{SiO}_2$  保護膜を SQUID 基板に作製。電極部上の  $\text{SiO}_2$  は、多目的ドライエッチング装置を用いて除去。Al-disk の作製: 電子線描画装置を用いて SQUID 基板に Al-disk パターン描画。現像後、蒸着装置(理科大)を用いて厚さ 100nm の Al-disk を作成する。

磁化測定: 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)

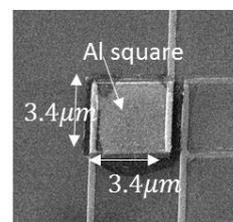


Fig. 1. SIM image of the fabricated sample.

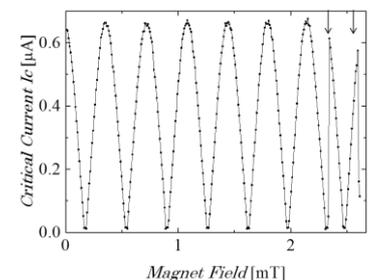


Fig. 2. Critical current for the magnetic field.

Fig.1 は作製試料の SIM 像である。Fig.2 は温度 18mK 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。図中に矢印で示した周期変調の不連続な跳びは、磁場印加により誘起された磁束渦によるものと考えられる。周期変調の位相解析により、試料に磁束渦が格子状にトラップされている様子がわかった。

## 4. その他・特記事項 (Others)

参考文献 :

- [1] A.Kanda *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **93**, 257002 (2004)
- [2] Y. Nago, *et al.*, *J. Low Temp. Phys.*, (2016) DOI 10.1007/s10909-016-1530-z

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

T. Shinozaki 東京理科大学大学院 修士論文発表、平成 28 年 2 月 17 日

## 6. 関連特許 (Patent)

なし