課題番号	:F-17-NM-0037
利用形態	:技術補助
利用課題名(日本語)	:微小超伝導体への人工ピン止めの導入と磁束状態
Program Title (English)	:Fabrication of Artificial Pinning Sites and Vortex States in Small Superconductors
利用者名(日本語)	:小久保伸人
Username (English)	:N. Kokubo
所属名(日本語)	:電気通信大学大学院情報理工学研究科基盤理工学専攻
Affiliation (English)	:Department of Enginnering and Science, University of Electro-Communications
キーワード/Keyword	:微小超伝導体、磁束量子、走査 SQUID 磁気顕微鏡、リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要(Summary)

小さな超伝導体では、閉じ込め形状と渦糸(磁束)間相互作用との競合により、形状を反映した微小系特有な渦糸(磁束)状態が形成される。本課題では、複数の渦糸が統合した巨大渦糸(多重磁束)に着目し、安定化に有効と期待される人工ピン止めの導入と対応する磁束状態の観測を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

- 高速マスクレス露光装置

【実験方法】

本支援では上記装置を利用した技術支援により微小超伝導体への人工ピン止めの導入に必要なクロムフォトマスクの作製を行った。試料の成膜・加工作業は電気通信大学の高周波マグネトロン成膜装置、紫外線露光装置、反応性ドライエッチング装置を用いた。微小超伝導体の渦糸状態は東北大学金属材料研究所の走査 SQUID (超伝導量子干渉計)磁気顕微鏡を用いて調べた。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1 は本支援により作製したクロムフォトマスクと円形状の微小超伝導体である。後者はアモルファス超伝導薄膜を用いたもので、ピン止めとしてはたらく貫通孔をもつ。Fig. 1(d)は走査 SQUID 磁気顕微鏡でとらえた磁気イメージで、複数の磁束量子が統合した多重磁束状態を示す。孔周囲に流れる電流渦(渦糸)の寄与により、中心付近の磁場強度が試料外の磁場強度にくらべ高くなることが分かる。孔付近の磁場強度の解析から $2\Phi_0$ の多重磁束状態であることもわかった。

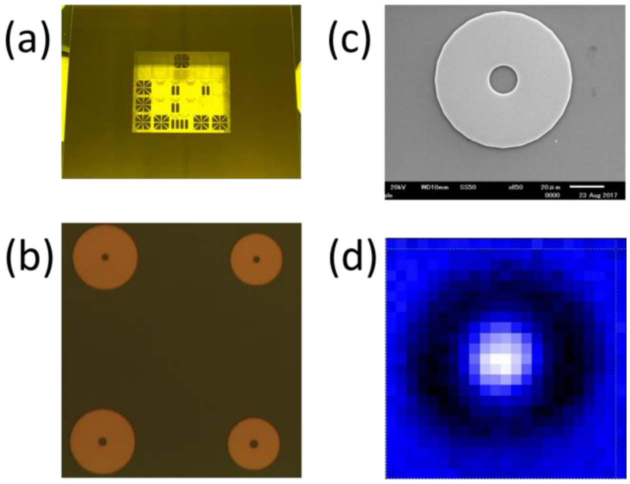

Fig.1 (a), (b) Optical micrographs of a chrome photomask. (c) An SEM image of a superconducting disk. (d) A scanning SQUID microscope image of a vortex in the disk.

4. その他・特記事項(Others)

本研究は日本原子力研究開発機構先端基礎研究センターの岡安悟氏、東北大学金属材料研究所の野島勉氏、佐々木孝彦氏との共同研究である。一部は科学研究補助金(26287075, 17K05537)からの援助、文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業、東北大学金属材料研究所の共同利用(17K0051)の支援を受けて実施した。クロムフォトマスクの作製では NIMS 微細加工プラットフォームの津谷大樹氏、吉田美沙氏に支援いただいた。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) M. Mitsuishi *et al.*, Journal of Physics: Conference Series, in press.

(2) J. Yoshida, *et al.*, Journal of Physics: Conference Series, in press.

6. 関連特許(Patent)

なし