

課題番号 : F-15-NM-0084  
利用形態 : 技術代行  
利用課題名 (日本語) : アンチドット型超伝導量子渦セルの試作  
Program Title (English) : Fabrication of Antidot Vortex Cells in 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  
Affiliation (English) : Graduate School of Informatics and Engineering,  
University of Electro-Communications

## 1. 概要 (Summary)

格子状のセルに現れる電子配列を舞台に、電子間の相互作用でセル状態を遷移させていくセル・オートマンの原理は、微細化が進む半導体集積回路の量子効果や発熱問題の解決策として注目されてきた。本研究では、発熱を抜本的に解決する超伝導体をベースに、巨視的量子現象である超伝導量子渦の配置を使って情報の基本単位を表現する超伝導量子渦セルを試作し、セル・オートマンの原理に基づく量子渦の論理ゲートを目指した。

## 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超伝導量子渦セルに必要な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。試作した超伝導量子渦セルの評価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行った。

## 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試作した超伝導量子渦セルの光学顕微鏡写真である。後者は超伝導膜を二層重ねたもので、正方形状にアンチドット加工した部分が量子渦セルに相当する。理想的には各セルに量子渦が2つ入り、2本の対角線にそれぞれ並んだ2つの渦配列状態が縮退する。これらを二進法の“0”と“1”と見なし、論理素子として用いる。右下に走査 SQUID 磁気顕微鏡で観測した磁気イメージを示す。連続する5つのセルで量子渦が対角に配列し、渦間の相互作用により配列の向きが揃った。今後、セル・オートマンの原理に基づく論理ゲートの動作評価を行う予定である。

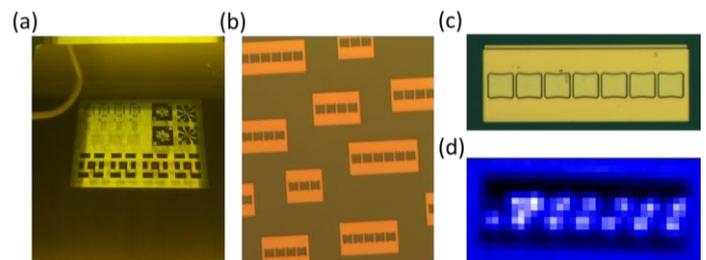


Fig.1 Optical micrographs of a chrome photomask (a), (b) and superconducting vortex cells (c). A scanning SQUID microscope image of vortices in the cells is given in (d).

## 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, 26600011)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(15K0059)の支援を受けて実施した。クロムマスクの作製では NIMS 微細加工プラットフォームの津谷大樹氏、谷川俊太郎氏に支援いただいた。

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

- (1) 小久保 伸人, 固体物理, Vol. 50 (2015) p.p.437-446.
- (2) N. Kokubo, S. Okayasu, T. Nojima, T. Sasaki, 28th International symposium on superconductivity, Nov. 18 (2015).
- (3) 望月麟太郎, 岡安悟, 野島勉, 佐々木孝彦, 小久保伸人, 日本物理学会 2015 年秋季大会, 平成 27 年 9 月 19 日.

## 6. 関連特許 (Patent)

なし。