

課題番号 : F-13-FA-0036
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名 (日本語) : 超伝導渦糸フローチャネルの試作
 Program Title (English) : Fabrication of vortex flow channels in superconductors
 利用者名 (日本語) : 宮原 大¹⁾, 山崎 史磨¹⁾, 吉田 純一郎²⁾, 小久保 伸人^{1), 2)}
 Username (English) : H. Miyahara¹⁾, F. Yamazaki¹⁾, J. Yoshida²⁾, N. Kokubo^{1), 2)}
 所属名 (日本語) : 1) 電気通信大学大学院情報理工学研究科, 2) 電気通信大学情報理工学部
 Affiliation (English) : 1) Graduate School of Informatics and Engineering, The Univ. of Electro-Communications. 2) Depart. of Engineering Science, The Univ. of Electro-Comm.

1. 概要 (Summary)

超伝導渦糸フローチャネルは、超伝導積層膜上に細長い溝 (チャネル) を設け、量子渦 (渦糸) をガイドして駆動 (フロー) する量子渦の線路である。任意の方向に量子渦を駆動できることから、量子渦配列を用いたロジック演算の構築に必要な要素技術として期待されている。本支援では、フローチャネルの作製に必要なフォトマスクをレーザー描画装置で作製し、光学リソグラフィとドライエッチングによる溝加工の条件出しを行った。

2. 実験 (Experimental)

本支援で利用した実験装置： レーザー描画装置 高周波マグネトロンスパッタ装置を用いてアモルファス構造を持つモリブデンとゲルマニウムの窒化 (MoGeN) 膜とニオブの窒化膜 (NbN) 膜を Si 基板上に成膜した。その後、チャネルに相当する 10~40 μm 幅の線の束を 2.5 インチ角のマスクブランクスにレーザー描画装置で露光し、ケミカルエッチングによりフォトマスクを作製した。超伝導二層膜にポジ型レジスト (S1813) をスピン塗布後、得られたフォトマスクを用いてチャネルパターンを露光・現像し、SF₆ (+O₂) を使った反応性ドライエッチング (圧力 10 Pa、電力 20 W、3 分間) により NbN 膜の表面から MoGeN 膜の途中まで溝 (チャネル) 加工を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

渦糸フローチャネルの模式図と光学顕微鏡写真を Fig. 1 (a) に示す。上記エッチング加工は 0.10 μm の上層膜 (NbN) を貫通し、下層膜 (MoGeN 膜) の表面からおよそ 0.10 μm の深さまで達した。試料の伝導特性を物理特性測定装置 (PPMS) で調べたところ、Fig.1(b) に示すような上層膜 (12 K) と下層膜 (3.5 K)

に対応する二段の超伝導転移を明確に観測した。膜質の劣化を伴わない良好な溝加工であったことを確認した。

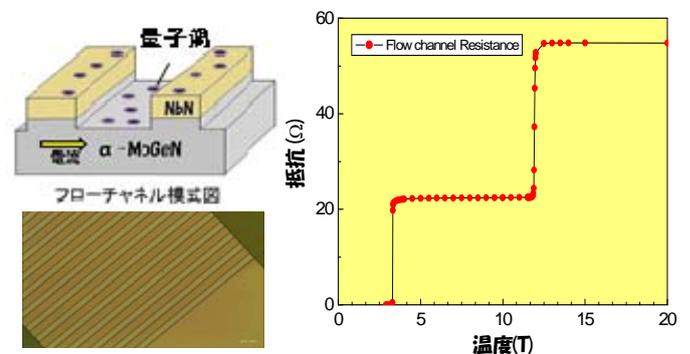


Fig. 1 (a) Image of vortex flow channels in superconductors. (b) Temperature dependence.

4. その他・特記事項 (Others)

本研究は JSPS 科研費 23540416 の助成を受けたものです。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

1. N. Kokubo, T. Yoshimura, B. Shinozaki : Flow and Tilt-Induced Orientation of the Moving Vortex Lattice in an Amorphous NbGe Superconducting Thin Film, Journal of the Physical Society of Japan, Vol. 82(2013), p.094702 (7 pages).
2. 山崎史磨, 佐藤能英瑠, 宮原大, 小久保伸人 : 超伝導窒化膜の渦糸フローチャネルに閉じ込めた渦糸格子の方位, 日本物理学会第 69 回年次大会, 2014 年 3 月 27 日-30 日, 東海大学 (湘南キャンパス)

6. 関連特許 (Patent)

なし。