

＊課題番号 : F-12-NM-0047
 ＊支援課題名 (日本語) : STM-SQUID 顕微鏡の磁場校正用試料の作製
 ＊Program Title (in English) : Fabrication of the sample for magnetic field calibration of an STM-SQUID microscopy
 ＊利用者名 (日本語) : 渡邊 騎通
 ＊Username (in English) : Norimichi Watanabe
 ＊所属名 (日本語) : 大阪大学
 ＊Affiliation (in English) : Osaka University

＊概要 (Summary) : 磁性材料の微細磁気構造の観察を目的として、走査トンネル顕微鏡 (STM) と超伝導量子干渉素子 (SQUID) を組み合わせた STM-SQUID 磁気顕微鏡を開発している。STM-SQUID 顕微鏡を用いて、試料の磁場を定量的に測定できるようにするために、ミアンダラインを用いて計測磁場の校正を行う。ミアンダラインは、流した電流から磁場を容易に計算できるため、STM-SQUID 顕微鏡の定量評価を行う上で、有用なサンプルである。ライン&スペースがそれぞれ $5\ \mu\text{m}$ のミアンダラインに電流を流したときに発生する磁場を STM-SQUID 顕微鏡で測定し、シミュレーションで計算した結果と比較することで定量的に試料の磁場を測定できるようにした。

＊実験 (Experimental) : 測定に使用するミアンダラインは、物質・材料研究機構 微細加工プラットフォームで作製した。

[利用した主な装置]

- ・電子ビーム描画装置
- ・12 連電子銃型蒸着装置
- ・レーザー露光装置
- ・原子層堆積装置

[実験方法]

図 1 に、試料の構造を示す。SiO₂/Si (SiO₂: 300nm) 基板上に、電子線描画装置でミアンダラインの描画を行ったあとに、E-gun 蒸着装置で Ti / Au (10 / 200 nm) を成膜し、リフトオフによりライン&スペースがそれぞれ $5\ \mu\text{m}$ 、 $1\ \mu\text{m}$ 、 $500\ \text{nm}$ のミアンダラインを作製した。さらに、ミアンダライン表面上に、原子層堆積装置により Al₂O₃(100 nm) を堆積して絶縁層を形成し、絶縁層上に E-gun 蒸着装置で Ti / Au (10 / 100 nm) を成膜して STM 測定用の導電膜を形成した。絶縁膜と STM 測定用の導電膜のパターニングは、レーザー露光装置により行った。図 2 に、ミアンダライン (ライン+スペース $10\ \mu\text{m}$) の電子顕微鏡写真を示す。

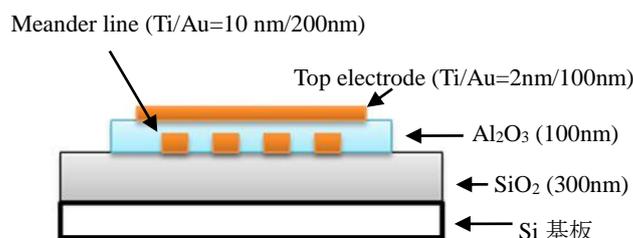


図 1 ミアンダラインの構造 (断面図)

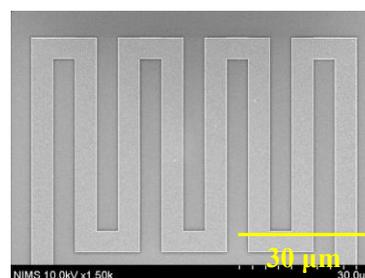


図 2 ミアンダラインの電子顕微鏡写真

＊結果と考察 (Results and Discussion) :

図 2 に示したミアンダラインに、 $20\ \text{mA}$ の電流を流したときに生じる磁場分布を STM-SQUID 顕微鏡で測定した。このときの SQUID の出力は $10\ \text{mV}$ であった。次に、実験と同用の条件で、シミュレーションによりミアンダライン表面における磁場分布を求めた。試料表面の磁場分布の振幅は $4\ \text{mT}$ であり、実験結果とシミュレーション結果を比較することにより、STM-SQUID 顕微鏡の試料表面の磁場強度から SQUID 出力への変換係数は $2.5\ \text{V/T}$ であると求めることができた。

＊その他・特記事項 (Others) :

$1\ \mu\text{m}$ 、 $500\ \text{nm}$ のミアンダラインにおいても、同様に磁場変換係数を求める。

参考文献 : N. Watanabe, T. Hayashi, M. Tachiki, D. F. He and H. Itozaki, "Evaluation of an STM-SQUID Probe Microscope," IEEE Trans. Appl. Supercond., vol. 21, no. 3, pp. 420–423, Jun. 2011.

共同研究者等 (Coauthor) :

宮戸 祐治 (大阪大学)

糸崎 秀夫 (大阪大学)