

課題番号 : F-16-NU-0013
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 電子線露光装置を用いた金属薄膜の作製
Program Title(English) : Preparation of the metal thin film using the electron beam lithography exposure
利用者名(日本語) : 濱中幸祐¹⁾, 鈴木潤士¹⁾, 小泉翔太郎¹⁾, 村山恒介¹⁾, 青木幸太¹⁾, 桑原真人^{1),2)}
Username(English) : K. Hamanaka¹⁾, H. Suzuki¹⁾, S. Koizumi¹⁾, K. Murayama¹⁾, K. Aoki¹⁾, M. Kuwahara^{1),2)}
所属名(日本語) : 1) 名古屋大学 大学院工学研究科, 2) 名古屋大学 未来材料・システム研究所
Affiliation(English) : 1) Graduate School of Engineering, Nagoya University, 2) Institute of Materials and Systems for Sustainability.

1. 概要(Summary)

スピン偏極した電子線によるスピン散乱効果を透過電子顕微鏡(TEM)における後方散乱電子像および小角散乱回折図形において抽出するため、測定に適した磁性試料が必要となる。そのため、パーマロイ薄膜をナノパターンニングによる所望の形状を有した構造にし、必要とする磁壁構造を作ることが必須である。この作成のため、フォトリソグラフおよび電子ビーム露光による数 μm ～数百 nm のマスクパターン作成を行い、単層または多層構造の磁性薄膜を作成する。これにより解明されるスピン依存散乱効果は、電子顕微鏡で捉えることができなかった微小領域のスピン情報を引き出す新たな分析手法につながる。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子露光装置、走査電子顕微鏡、スピンコーター、MFM(Magnetic Force Microscopy)

【実験方法】

TEMを用いた磁壁構造観察を可能とするため、パターンニングする基板サンプルに SiN メンブレン TEM グリッドを用いた。これにスピンコーターを用いて PMMA レジスト膜を作成し、EB 露光装置を用いて種々の長方形パターンを作成した。EB レジスト現像後に、磁性金属蒸着を施しリフトオフを実施することで、所定のパターンの磁性薄膜作製を実施した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

電子線露光装置を用いて、長辺 $1\mu\text{m}$ 、短辺 $0.1\mu\text{m}$ 、 $0.2\mu\text{m}$ 、 $0.3\mu\text{m}$ 、 $0.4\mu\text{m}$ 、 $0.5\mu\text{m}$ 、 $0.6\mu\text{m}$ 、 $0.7\mu\text{m}$ 、 $0.8\mu\text{m}$ 、 $0.9\mu\text{m}$ 、 $1\mu\text{m}$ の 10 通りの長方形パターンを作製した。次に、抵抗加熱真空蒸着装置を用いて、パター

ンが形成された基板の上にパーマロイ薄膜を蒸着し、パターンニングされたパーマロイ薄膜を得た(Fig.1)。この試料を走査電子顕微鏡(SEM)で観察し、エネルギー分散型 X 線分光器(EDX)を取得しパーマロイが蒸着されていることを確認した。また、透過電子顕微鏡(TEM)を用いてディフォーカス像を取得、磁壁の観察を行った。この観察結果を元に、パーマロイ薄膜において Fig.1 のような磁壁構造が発現する膜厚条件を見つけることにも成功した。今後は、スピン偏極パルス透過電子顕微鏡(SP-TEM)を用いた磁性およびスピン状態の観察を行う予定である。

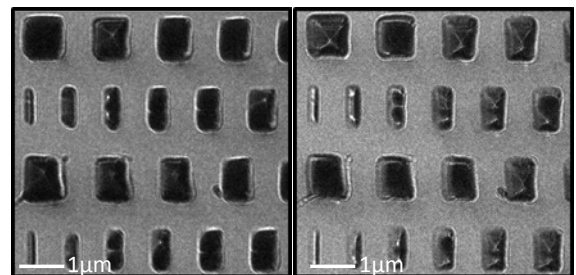


Fig. 1 TEM image of permalloy thin film fabricated on a SiN membrane for TEM grid. Under-focus image (left) and over-focus image (right).

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

M. Kuwahara, Y. Nambo, K. Aoki, et al., *Applied Physics Letters* **109** (2016) 013108.

6. 関連特許(Patent)

スピン偏極電子線のコヒーレンス測定装置と、その利用方法、桑原真人、田中信夫、宇治原徹、齋藤晃、WO2016/056425(平成 28 年 4 月 14 日)