

利用課題番号 : F-13-NM-0016
利用形態 : 技術代行
利用課題名 (日本語) : 電子線描画を用いた強磁性薄膜の細線加工
Program Title (English) : Fabrication of ferromagnetic wire structures by electron-beam lithography
利用者名 (日本語) : 具志俊樹, 伊藤啓太, 末益 崇
Username (English) : T. Gushi, K. Itoh, T. Suemasu
所属名 (日本語) : 筑波大学 数理物質系物理工学域
Affiliation (English) : University of Tsukuba

1. 概要 (Summary) :

本研究室ではスピントロニクス応用材料として強磁性窒化物に注目しており、本実験においては窒化鉄 Fe_4N 薄膜を強磁性細線に加工し、その磁区構造の磁場制御、電流制御を試みた。電子線描画と Ar イオンミリングを用いた結果、幅 500 nm の細線の作製に成功したが、細線側面に凹凸が生じ、均一な幅の細線が得られなかった。不均一な線幅が磁区構造の形成に大きく影響したため、今後はより均一な線幅を持つ強磁性細線への加工が必要となる。

2. 実験 (Experimental) :

【利用した主な装置】

- ・電子ビーム描画装置
- ・化合物ドライエッチング装置
- ・レーザー露光装置
- ・12連電子銃型蒸着装置
- ・原子層堆積装置
- ・走査電子顕微鏡

【実験方法】

本研究室にて作製した Fe_4N 薄膜試料に、レーザーリソグラフィと EB 蒸着装置を用いてアライメントマークを作製し、それを基準にレーザーリソグラフィと電子線描画、Ar イオンミリングを用いて薄膜試料を細線に加工した。細線の形状を走査型電子顕微鏡で観察したところ、表面にレジストが残留していたため、プロセスの改良を試みた。レジストと薄膜試料の間に原子層堆積法を用いてアルミナ層を挿入し、レジスト除去後にアルミナを TMAH 溶液でエッチングすることでレジストを完全に除去した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

細線の形状を走査型電子顕微鏡、及び原子間力顕微

鏡を用いて観察したところ、側面に凹凸が生じており、細線の幅も不均一だった。このため、磁場を印加した際に磁壁の生じる位置に偏りが生じてしまい、期待した磁区の制御ができなかった。これは、Ar イオンミリングによるリデポジションが原因と考えられる。リデポジションによる残渣は超音波洗浄の際に細線から引き千切られ、細線側面が傷ついた。

4. その他・特記事項 (Others) :

磁壁は線幅の狭い部分にトラップされやすいため、同様の実験を行う際にはより均一な線幅を持つ細線に加工する必要があると考えられる。

今後はエッチングガスを塩素などに変え、反応性ドライエッチングを試みる予定である。また、エッチング時間を可能な限り短縮することで、リデポジションによる影響を少しでも減らす。

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

(1) 具志俊希, 伊藤啓太, 佐内辰徳, 安富陽子, 都甲薫, 大里啓孝, 杉本喜正, 浅川潔, 太田憲雄, 本多周太, 末益崇 “ Fe_4N 強磁性細線の作製と磁気力顕微鏡による磁区観察”, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会, 平成 26 年 3 月 18 日

6. 関連特許 (Patent) :

なし