

課題番号 : F-16-NM-0016  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 強磁性 Fe<sub>4</sub>N 細線中の磁壁の電氣的検出  
 Program Title (English) : Electrical detection of domain wall in ferromagnetic Fe<sub>4</sub>N nanostrip  
 利用者名(日本語) : 具志 俊希  
 Username (English) : T. Gushi  
 所属名(日本語) : 筑波大学大学院数理物質科学研究科ナノサイエンス・ナノテクノロジー専攻  
 Affiliation (English) : Doctoral Program in Nano-science and Nano-technology, University of Tsukuba

## 1. 概要(Summary)

新規スピントロニクス応用材料として、 $\gamma$ -Fe<sub>4</sub>N に注目している。Fe<sub>4</sub>N は電気伝導度が負に大きくスピン分極しており、これに起因した電子と逆方向への電流駆動磁壁移動を実証出来れば新物理、新規デバイスへの展開が期待される。本研究では Fe<sub>4</sub>N 細線における電流駆動磁壁移動の電氣的検出に先立ち、Fe<sub>4</sub>N 薄膜を幅 300 nm の細線に加工し、8 K の低温下で磁壁の有無による電気抵抗の変化を検出した。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

- ・ 125kV 電子ビーム描画装置
- ・ 12 連電子銃型蒸着装置
- ・ 化合物ドライエッチング(ICP-RIE)装置

### 【実験方法】

本研究室にて分子線エピタキシー法を用いて SrTiO<sub>3</sub>(001)上に成膜した単結晶 Fe<sub>4</sub>N 薄膜を、NIMS 微細加工プラットフォームの電子ビーム描画装置と化合物ドライエッチング装置を用いて幅 300 nm の円弧状細線に加工した。エッチングガスには Cl<sub>2</sub> と BCl<sub>3</sub> の混合ガスを、エッチングマスクはリフトオフ法で形成した MgO を使用し、塩化した Fe<sub>4</sub>N を有機洗浄で速やかに除去することで、Fe<sub>4</sub>N 細線を得た。

本研究室の所有するクライオスタット中で、He 冷凍機を使用して細線サンプルを 8 K まで冷却し、パルス電流を注入することで細線の抵抗値を測定した。印加する磁場を円弧の接線方向、法線方向と変化させることでコーナー部の磁壁の有無を制御し、それによる電気抵抗の変化を検出した。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1 に、8 K における磁壁の有無による電気抵抗の変化を示す。細線に磁壁を導入することで、Fe<sub>4</sub>N 特有の負の異方性磁気抵抗 (AMR: Anisotropic Magnetoresistance)効果により抵抗が 0.5 Ωほど上昇していることが分かる。この値は、報告されている Fe<sub>4</sub>N の比抵抗と AMR 比からの推定値とよく一致した。今後は、磁壁による抵抗変化を利用して Fe<sub>4</sub>N 細線中の磁壁移動を電氣的に検出し、Fe<sub>4</sub>N を用いた磁壁移動デバイスの作製と動作を目指す。

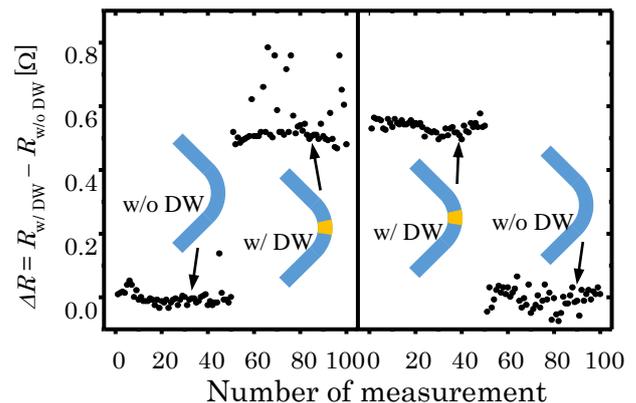


Fig. 1 Resistance change  $\Delta R = R_{w/DW} - R_{w/o DW}$

## 4. その他・特記事項(Others)

本研究は、JSPS 科研費基盤 A(No. 26249037)の助成を受けた。磁区観察では、筑波大学研究基盤総合センター分析部門、及びオープンファシリティーの走査プローブ顕微鏡を使用した。

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

- (1) T. Gushi *et al.*, J. of Appl. Phys. 120 (2016) 113903.
- (2) 具志 俊希, 第 39 回光通信研究会 P2-32, 平成 28 年 8 月 9 日.

## 6. 関連特許(Patent)

なし