

負のスピンの分極率を有する Fe₄N 強磁性細線の磁壁形成位置の制御

Position control of domain wall in negative spin polarized Fe₄N ferromagnetic narrow wire

○具志俊希¹、伊藤啓太^{1,2,3}、安富陽子¹、東小蘭創真¹、都甲薫¹、大里啓孝⁴、杉本喜正⁴、浅川潔¹、
太田憲雄¹、本多周太¹、末益崇¹

(1.筑波大 数理物質、2.東北大 工、3.学振、4.物材機構)

○T. Gushi¹, K. Ito^{1,2,3}, Y. Yasutomi¹, S. Higashikozono¹, K. Toko¹, H. Osato⁴, Y. Sugimoto⁴, K. Asakawa¹,
N. Ota¹, S. Honda¹, and T. Suemasu¹

(1.Inst. of Appl. Phys., Univ. of Tsukuba, 2.Dept. of Electron. Eng., Tohoku Univ., 3.JSPS, 4.NIMS)

E-mail: bk201011030@s.bk.tsukuba.ac.jp

【背景】我々は新たなスピントロニクス材料として、強磁性窒化物に注目している。中でも Fe₄N は理論計算から電気伝導度のスピンの分極率が-1.0 と予想されており¹⁾、実験からも少数スピン伝導が示されている^{2,3)}。このため、Fe₄N 細線において、電子流と逆方向への磁壁移動が期待される。我々は、分子線エピタキシー法と電子線リソグラフィ、反応性イオンエッチングを用いて、幅 500 nm の Fe₄N 強磁性細線の作製、及び外部磁場による磁壁位置の制御に成功している^{4,5)}。本研究では、Fe₄N を用いた磁壁デバイスの実現に向け、磁壁形成位置の電流制御を試み、負のスピンの分極率に依存した磁壁形成を検証する。

【実験】MBE 法により固体 Fe と RF-N₂ を同時供給し、SrTiO₃(001)基板上に Au(5 nm)/Fe₄N(15 nm)をエピタキシャル成長し、電子線リソグラフィと塩素ガスによる RIE を用いて、コーナーを落とした L 字型の Fe₄N 細線に加工した。細線の長手方向は磁化容易軸である Fe₄N[100]とした。作製した Fe₄N 細線に対して外部磁場を印加することで細線中に磁壁を形成し、磁気力顕微鏡(MFM)を用いて磁区観察を行った。

【結果・考察】Fig. 1(a)に作製した Fe₄N 細線の走査型電子顕微鏡像、1(b)に原子間力顕微鏡像を示す。細線端部でコントラストが変化していないことから、塩素ガスによる腐食は無い。Fig. 1(c), (d) に Fe₄N 細線の MFM 像を示す。図中の矢印の方向に永久磁石で磁場を印加し、着磁した後に観察したところ、磁場の方向によって磁壁の形成位置がコーナー上下の二通り分かれたため、磁場の印加方向による磁壁形成位置の制御に成功したと言える⁵⁾。今後は、電流を流して同様の実験を行い、Fe₄N の負のスピンの分極率に起因して磁壁が電子流方向と逆方向になるかどうかを検証する。

【謝辞】本研究は、JSPS 科研費基盤 A(No. 26249037)の助成を受けた。また、本研究における細線加工は、文部科学省ナノテクノロジープラットフォーム事業(NIMS 微細加工プラットフォーム)、磁区観察は産総研ナノプロセッシング施設の支援を受けて実施された。

1)S. Kokado *et al.*, Phys. Rev. B **73**, 172410 (2006). 2)S. Kokado *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **81**, 024705 (2012). 3)K. Ito, T. Suemasu *et al.*, J. Appl. Phys. **116**, 053912 (2014). 4)具志俊希 他, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 18a-S2-7, 北海道, September 18 (2014). 5)T. Gushi, T. Suemasu *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. in press.

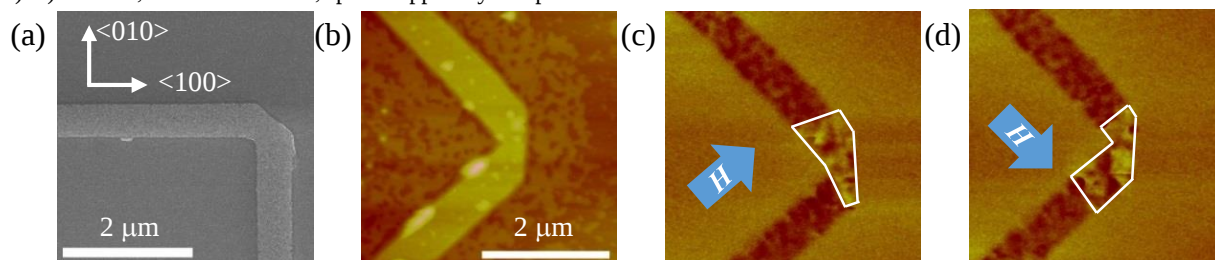


Fig. 1 (a) SEM image, (b) AFM image, (c)-(d) MFM images of the Fe₄N wire.⁵⁾