

課題番号 : F-16-TT-0012  
 利用形態 : 共同研究  
 利用課題名(日本語) : 強磁性微小細線中のバブル磁区に対する電流印加実験  
 Program Title (English) : Study for current-induced dynamics of bubble domains in ferromagnetic wires  
 利用者名(日本語) : 田中 雅章  
 Username (English) : Masaaki Tanaka  
 所属名(日本語) : 名古屋工業大学 物理工学科  
 Affiliation (English) : Nagoya Institute of Technology

## 1. 概要(Summary)

強磁性体細線における磁区や磁壁が電子スピンのトルクにより移動する電流駆動現象は、次世代磁気メモリーへの応用が期待されている。電流駆動現象には接する非磁性金属からのスピホール効果が強く影響する場合がある。我々はスピホール効果が磁区の電流駆動現象に与える影響を調べるために、細線端まで磁壁が存在する磁区よりも電流印加時の挙動がわかりやすい円盤状のバブル磁区を細線中にバブル磁区を生成し、電流印加による挙動を調べた。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

スパッタ(磁性材料)蒸着および分子線エピタキシー複合装置、電界放出形走査電子顕微鏡(FE-SEM)(電子ビーム描画機能付属)、青色レーザー偏光顕微鏡

### 【実験方法】

熱酸化皮膜付きシリコン基板上に、電界放出形走査電子顕微鏡(FE-SEM)(電子ビーム描画機能付属)とマグネトロンスパッタ装置を用いたリフトオフ法で線幅 10  $\mu\text{m}$  のフェリ磁性体  $\text{SiO}_2/\{\text{Tb/Co}\}_7/\text{Pt}$  構造の細線を作製した。このフェリ磁性体細線は、25  $^{\circ}\text{C}$  では Tb の磁気モーメントが磁化において優勢な RE (Rare-earth metal) ドミナント状態であり、60  $^{\circ}\text{C}$  では Co の磁気モーメントが磁化において優勢な TM (Transition metal) ドミナント状態となる。細線の中心にバブル磁区を生成し、100 ns のパルス電流を流した際のバブル磁区の挙動を極カー顕微鏡観察により調べた。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 に(a) 25  $^{\circ}\text{C}$  (REドミナント状態)と(b)60  $^{\circ}\text{C}$  (TMドミナント状態)の細線上に生成した下向き磁化のバブル磁区に電流を印加した際の挙動を示す。バブル磁区は初期状態より拡大をするが、成長方向は電流方向であり、この系では Pt からのスピホール効果の影響が主体的で

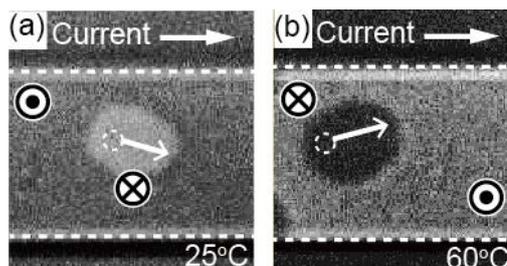


Fig.1 Kerr microscope images of bubble domains in a current for the  $\{\text{Tb/Co}\}_7/\text{Pt}$  wires performed at (a) 25 $^{\circ}\text{C}$  and (b) 60 $^{\circ}\text{C}$ .

あることがわかる。また成長方向は傾斜しており、傾斜方向は RE ドミナント状態と TM ドミナント状態では逆方向となっている。このことからスピホール効果の影響が、磁化方向ではなく、特定の原子が持つ磁気モーメントの方向に依存していることが示唆される。強磁性細線上のバブル磁区で、Pt からのスピホール効果を考慮した際のマイクロマグネティクスシミュレーションから、同様に傾斜する結果が得られた。その傾斜方向から Pt からのスピホール効果は Co 原子の磁気モーメントに影響していることがわかった。

## 4. その他・特記事項(Others)

共同研究対応者：豊田工業大学 栗野博之教授

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

- (1) M. Tanaka, S. Sumitomo, N. Adachi, S. Honda, H. Awano, K. Mibu, AIP Advances, Vol. 7 (2017) pp. 055916\_1- 055916\_5.
- (2) M. Tanaka, S. Sumitomo, N. Adachi, S. Honda, H. Awano, K. Mibu, 61st Annual Conference on Magnetism and Magnetic Materials, 平成 28 年 11 月 1 日.

(他, 国内会議発表 3 件)

## 6. 関連特許(Patent)

なし.