

課題番号 : F-21-TT-0008  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 強磁性細線の磁壁構造の制御による電流磁壁駆動現象の効率化  
Program Title (English) : Improvement of current-induced domain wall movement by control of the domain wall structure  
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  
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置, 成膜・膜堆積, 磁気光学効果

## 1. 概要(Summary)

強磁性体細線中の磁壁は細線を流れる電流でその位置を移動できる。この現象は電流磁壁駆動現象と呼ばれ、この現象を利用した新しい磁気メモリーが研究されている。強磁性体層と貴金属層の積層構造を有する細線では、貴金属層を流れる電子のスピホール効果で生じたスピ流が強磁性体層に流れる。強磁性体層が垂直磁化を有する場合、磁壁構造をネール磁壁にすることで、このスピ流が磁壁にスピ軌道トルク(SOT)を与えるため、小さな電流で効率的に磁壁を駆動できる。

本研究では、反強磁性結合をする 2 層の強磁性金属層の上部に Pt 層を有する細線を作製して、反強磁性結合の強さが磁壁構造および電流磁壁駆動現象に与える影響を調べた。本研究から、反強磁性結合が強い細線では、ネール磁壁が安定して存在することがわかった。またネール磁壁に安定化に伴い、SOT による効率的な磁壁駆動が可能になり、駆動速度を高速化することが可能であることがわかった。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

多機能薄膜作製装置、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)、磁気光学効果測定装置

### 【実験方法】

2 層の垂直磁化を有する強磁性層  $\{\text{Tb/Co}\}_n$  の間に非磁性層 Rh を挿入し、上部に Pt を有する線幅 10  $\mu\text{m}$ 、長さ 80  $\mu\text{m}$  の細線を電界放出形走査電子顕微鏡 (FE-SEM) と多機能薄膜作製装置を用いたリフトオフ法で作製した。Rh の膜厚を変えることでさまざまな強さの反強磁性結合をもつ細線を作製した。Rh の膜厚の変化に伴う反

強磁性結合の強さの変化は磁気光学効果測定装置を用いて調べた。またネール磁壁の安定性や電流による磁壁の駆動速度を磁気光学効果測定装置で測定した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

磁気光学効果測定で、Rh の膜厚が 1.6 nm および 2.2 nm の細線で反強磁性結合エネルギーが極大値をもつことがわかった。電流磁壁駆動現象の評価から、Rh 膜厚が 1.6 nm および 2.2 nm の細線では、ネール磁壁が安定化しており、また磁壁速度が極大をもつことがわかった。以上の実験から反強磁性結合エネルギーとネール磁壁の安定性および磁壁の駆動速度には相関関係があることがわかった。ランダウ・リフシッツ・ギルバート方程式を用いたマイクロマグネティック・シミュレーションを用いて本研究と同じ構造の細線上のネール磁壁の安定性と磁壁駆動速度を評価した。反強磁性結合を強くするに従って、磁壁中心部分の磁気モーメントが細線長手方向に向き、ネール磁壁に近づくことがわかった。またブロッホ磁壁にするためには大きな外部磁場を印加する必要があることから、ネール磁壁が安定化していることがわかった。そして、反強磁性結合が強い試料ほど磁壁の駆動速度が早くなっており、SOT が磁壁を効率的に駆動していることがわかった。

## 4. その他・特記事項(Others)

なし

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

なし

## 6. 関連特許(Patent)

なし