

課題番号 : F-20-TT-0015
利用形態 : 共同研究
利用課題名(日本語) : 反強磁性結合構造をもつ多層膜細線の磁壁構造に関する調査
Program Title (English) : Investigation of the domain wall structure in the multilayered wires with interlayer antiferromagnetic coupling
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
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)

磁性細線中の磁壁が電流で高速に移動する現象は磁壁をデータとして扱う新しい磁気メモリーに応用できる。非磁性金属/強磁性金属構造では、磁壁構造がネール磁壁の場合は非磁性金属のスピホール効果で生成される大きなスピン流を利用した低電流での磁壁駆動ができるためデバイスの省電力化につながる。

本研究では「強磁性/非磁性/強磁性」の3層からなる多層膜構造で、上下の強磁性体層の磁化が反強磁性結合で反対を向いて安定する細線を用いてネール磁壁の安定化を目指した。

本研究から中間非磁性層の膜厚を変えて反強磁性結合を大きくすると磁壁速度が上がるということがわかった。またシミュレーションから反強磁性結合を有する場合でもネール磁壁に近づくと磁壁の駆動速度が上昇するという結果が得られ、反強磁性結合でネール磁壁が安定化することが示唆された。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

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)、偏光顕微鏡(青色レーザー照射可能)、磁気光学効果測定装置

【実験方法】

2層の強磁性層を{Tb/Co}_n, 中間の非磁性層をRhとする線幅10 μm, 長さ80 μmの3層からなる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。反強磁性結合の大きさはRhの膜厚を変えることで変化させた。

反強磁性結合エネルギーのRh膜厚依存性は磁気光学効果測定装置を用いて調べた。また電流による細線上の磁壁の駆動速度を磁気光学効果測定装置で測定して

細線のRh膜厚との相関関係を調べた。次に磁壁構造が異なる3層構造細線についてランダウ・リフシッツ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で計算し、磁壁構造と磁壁速度との相関関係を調べた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

磁化測定からRhの膜厚が1.6 nmの細線で反強磁性結合エネルギーが最も大きくなることがわかった。一方で磁壁の駆動速度もRh膜厚が1.6 nmの細線でもっとも大きいことがわかり、反強磁性結合エネルギーと磁壁の駆動速度には相関関係があることがわかった。

反強磁性結合を有する多層膜構造の細線の磁壁構造を変化させた場合の磁壁駆動速度をマイクロマグネティックシミュレーションで調べて、ネール磁壁に近いほどその磁壁速度が早くなることを明らかにした。反強磁性結合をもつ細線では反強磁性結合エネルギーが大きいほどネール磁壁に近い磁壁構造になり、スピホール効果によるスピン流で磁壁を高速に駆動できたと考えられる。

4. その他・特記事項(Others)

共同研究者;栗野博之(豊田工業大学)

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

1. S. Honda, T. Sugahara, and M. A. Tanaka, Journal of Physics D: Applied Physics **53**, 435001 (2020).
2. M. A. Tanaka, M. Shimazaki, T. Ohmasa, T. Suzuki, S. Honda, S. Honda, H. Awano, and K. Mibu, Journal of Applied Physics **128**, 063902 (2020).
(他, 学会発表 2 件)

6. 関連特許(Patent)

なし