

Co/Ni 細線における電流誘起磁壁移動実験

田浦皓士, 田中輝光, 松山公秀
(九州大学)

Measurement of current-induced domain wall shift in Co/Ni wire

K. Taura, T. Tanaka and K. Matsuyama
(Kyushu Univ.)

はじめに

垂直磁気異方性を有する Co/Ni 細線における電流誘起磁壁移動はレーストラックメモリ¹⁾などへの応用が期待され、近年、盛んに研究されている。本研究では、細線の一部に軟磁性薄膜と Co/Ni 人工格子膜とを交換結合させた ECC 構造部を設けて、これを簡易的な磁壁導入方法として利用し、Co/Ni 細線の電流誘起磁壁移動実験を行った。

実験方法

ガラス基板上に Ti/Au を下地層として Co/Ni 人工格子膜(Glass sub./Ti(5 Å)/Au(750 Å)/[Co(2 Å)/Ni(8 Å)]₈)を形成した。Co/Ni 上部に Co(20 Å)を成膜することで交換結合(ECC)部を作製した。電極および導体線部には Ti(5 Å)/Au(1000 Å)を蒸着法により形成し、リフトオフ法によりパターンを形成した (Fig. 1)。細線部の線幅は 20 μm である。膜厚方向外部磁界により ECC 部の磁化を局所的に反転させることで、細線部と ECC 部との境界近傍に磁壁を設定した。細線部にレーザーを照射し、極 Kerr 効果を利用して磁壁の移動を確認した。測定に用いたレーザーの有効半径は 5 μm である。

実験結果

Kerr 出力の変化は磁化の方向の変化によって生じるが、本研究のように磁場を印加し、さらに電流を流すような場合には磁気余効による磁化反転を考慮する必要がある。そこで磁壁移動による Kerr 出力の変化を検出するために、電流の向きを変えて Kerr 出力を測定し、その差分をとることで、スピン移行トルクによる磁壁移動を評価した。Fig. 2 に Kerr 出力の差分と印加電流との関係を示す。印加磁界 -795 Oe の場合、電流値が 21 mA 以下の場合には Kerr 出力に差が生じていないことから磁壁の移動は生じていないと考えられる。一方、電流値 21 mA で大きな差分出力が得られていることから、電流方向に依存した電流閾値で磁壁の移動が生じたと推測される。本研究では Co/Ni 細線の下部に下地層として Au を用いているため、電流の大部分は下地の Au 層を流れていると考えられるが、電気抵抗率と膜厚から単純計算すると電流密度 $5.5 \times 10^9 \text{ A/m}^2$ の電流が Co/Ni 部分に流れていると推測される。これは報告例のあるディピニング電流値よりもかなり小さな値であり、印加磁界によりディピニングがアシストされた結果であると推測される。また、さらに大きな電流の場合には、電流印加によるジュール熱に起因する磁気余効の影響が大きくなるため、磁壁移動による差分出力が小さくなったと考えられる。印加磁界が -740 Oe の場合には磁界によるディピニングのアシスト効果が小さくなるため磁壁が移動する電流閾値が 30 mA に増加している。逆に印加磁界が 690 Oe の場合には差分出力が観測されていないことから、逆磁区が形成できていない又は電流閾値が測定範囲外の大きな値になっていると推測される。

参考文献

- 1) S. S. P. Parkin, M. Hayashi, and L. Thomas, Science 320,190 (2008).

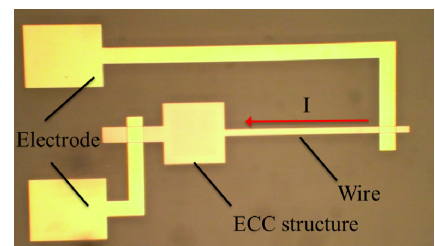


Fig.1 Experimental setup of current-induced domain wall shift in Co/Ni wire.

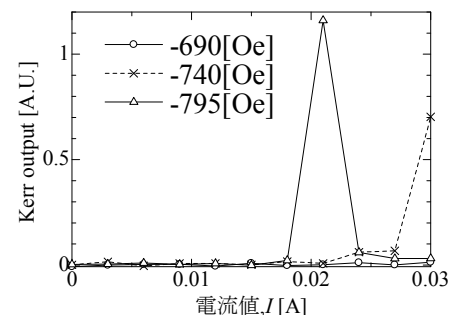


Fig.2 Differential voltage for Kerr output measured at -690, -740 and -795 Oe of reverse field.