

Pt(2nm)/GdFeCo(100nm)二層膜における電流駆動磁壁移動

黒川雄一郎、川本将也、栗野博之)
(豊田工業大学)

Current induced domain wall motion in Pt(2nm)/GdFeCo(100nm) bilayer magnetic wires
Yuichiro Kurokawa, Masaya Kawamoto and Hiroyuki Awano
(Toyota Technological Institute)

序論

電流による磁壁の駆動は、レーストラックメモリをはじめとした新規な磁気メモリや論理素子への応用が期待されるスピントロニクス新しい研究分野である。これまでの研究で、我々のグループでは磁気光学記録媒体などに用いられる TbFeCo では磁壁を駆動するための臨界電流密度が $5.8 \times 10^{10} \text{ A/m}^2$ という小さな値になることを発見した。GdFeCo は TbFeCo と同じく磁気光学記録媒体に用いられる希土類磁性材料である。今回の研究ではこの GdFeCo を用いて電流駆動磁壁移動を観察した。

実験方法

試料の成膜はスパッタリング装置を用いて行った。GdFeCo を 100nm 成膜後に試料の酸化を防ぐために 2nm の Pt 層を GdFeCo 上に堆積した。試料の細線への加工は電子ビームリソグラフィとリフトオフ法を用いて行った。加工した細線の幅は 1.5 μm で、長さは 20 μm である。この細線に 20ns のパルス幅を持つパルス電流を印加することで電流駆動磁壁移動を観察した。電流駆動磁壁移動はカー効果顕微鏡を用いて観察した。

実験結果

Fig. 1 に Pt/GdFeCo 磁性細線の電流密度に対する磁壁速度を示した。図によると Pt/GdFeCo 磁性細線の臨界電流密度は $1.16 \pm 0.04 \times 10^{11} \text{ A/m}^2$ 程度である。また、電流密度 $J = 1.55 \times 10^{11} \text{ A/m}^2$ 程度で磁壁速度 $v = 36 \text{ m/s}$ に到達することが分かった。さらに、磁壁は電流によって、電流方向に駆動されることも分かった。通常の電流駆動磁壁移動では、伝導電子のスピ角運動量の受け渡しによって磁壁を駆動するので、磁壁は電流とは逆方向、電子の移動方向と同じ方向に移動する。一方、最近の研究ではスピン軌道相互作用の大きい重金属と磁性体の界面ではスピンホール効果とジャロシンスキー・守谷相互作用の発現によって電流方向に磁壁が移動することが示されている。しかしながら、これらの効果は界面で発現するため、長距離の相関を持たず厚い細線では発現しないと考えられる。実際に、Ueda らによると、Pt[Co/Ni]_n 多層膜の場合、その膜厚が増していくと界面の影響が小さくなり、6.6nm 以上の Co/Ni 膜厚では磁壁が電流方向とは逆に駆動することが示されている。¹⁾ 今回の研究では、我々は 100 nm という、非常に厚い GdFeCo 磁性膜を用いている。このことから、今回の我々の結果は、GdFeCo 磁性細線中ではスピンホール効果やジャロシンスキー・守谷相互作用といった界面における相互作用が従来の磁性細線に比べ界面から十分に長い距離であっても維持されることを示していると考えられる。

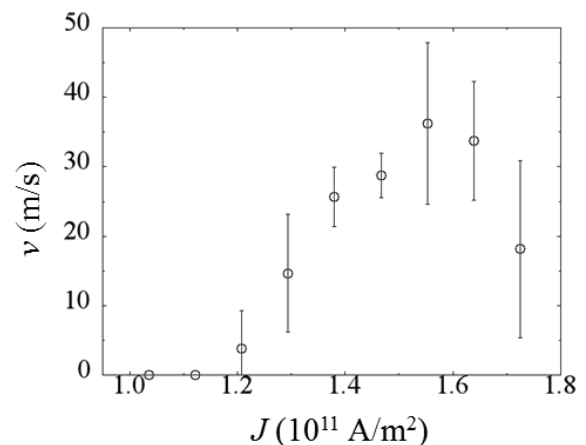


Fig. 1 GdFeCo 磁性細線における磁壁速度 v と電流密度 J との関係

参考文献

- 1) K. Ueda, K. J. Kim, Y. Yoshimura, R. Hiramatsu, D. Chiba, H. Tanigawa, T. Suzuki, E. Kariyada and T. Ono, Appl. Phys. Express **7**, 053006 (2014)