

[Co/Pd]磁性細線における電流駆動磁区の磁気抵抗変化による検出

奥田光伸^{1,3}、宮本泰敬^{1,2}、宮下英一¹、斎藤信雄¹、林直人¹、中川茂樹³
 (¹NHK、²(一財)NHK エンジニアリングシステム、³東京工業大学)

Detection of Current Driven Magnetic Domains in [Co/Pd] Nanowire by Magneto-Resistive Change

M. Okuda^{1,3}, Y. Miyamoto^{1,2}, E. Miyashita¹, N. Saito¹, N. Hayashi¹ and S. Nakagawa³

(¹NHK, ²NHK Engineering System, inc., ³Tokyo Institute of Technology)

はじめに

近年、磁性細線における磁壁の電流駆動に関する研究¹⁾に注目が集まり、レーストラックメモリ²⁾に代表されるような新しい原理のメモリなどが提案されている。この磁性細線を並列に複数配置し、それぞれの磁性細線を HDD のデータトラックのように扱うことができれば、並列アクセスによる超高速磁気記録デバイスを実現することが期待される³⁾。そこで我々は[Co/Pd]垂直磁化磁性細線中の磁区をパルス電流により駆動させることによって記録・再生を実現する研究を進めている。今回、TMR センサを用いた表面磁区観察装置である nano-MDS (Magnetic Domain Scope for wide area with nano order resolution)⁴⁾を用いて、TMR センサ直下を移動する磁区の磁化方向をリアルタイムに検出することができたので報告する。

実験方法

イオンビームスパッタ法および電子線リソグラフィにより、表面熱酸化 Si 基板上に[Co/Pd]垂直磁化多層膜を堆積し、磁性細線の上部が基板より 40 nm 程度露出した構造の試料を作製した。細線幅は 150 nm、細線長は 20 μm とした。作製した磁性細線の保磁力はおよそ 630 Oe であった。細線の両端には Cu 電極を形成し、電流を印加できるようにした。その後、作製した細線について nano-MDS により表面の磁区状態の観察を行うとともに、パルス電流を印加することにより磁区を駆動させ、細線上 30 nm にオントラックさせた TMR センサにより細線の磁化方向の変化を観察した。

実験結果

Fig.1 は作製した磁性細線の(a)残留磁化状態での nano-MDS 像と(b)パルス電流印加後の nano-MDS 像である。試作した磁性細線に平行して、測定位置原点マーカ (長さ 1 μm) が図示してある。明領域 (赤) が上向きの磁化方向の磁区、暗領域 (青) が下向きの磁化方向の磁区を表しており、+15 mT ~ -9 mT の磁束密度を持つ磁区が形成されていた。この細線にパルス幅 50 ns、電流密度 $6.3 \times 10^7 \text{ A/cm}^2$ のパルス電流を右側から左側に向かって複数回印加することにより、(b)に示すように細線中の複数の磁区をまとめて移動させることができた。磁区は電流の向きとは反対方向に約 200 nm 移動した。左側から右側に向かって電流を印加したときには磁区はそれぞれ左に向かって動いた。

さらにこの磁性細線上に nano-MDS の TMR センサをオントラックさせパルス電流を印加したところ、センサ直下を横切る磁区の磁化方向の変化に伴って磁気抵抗値が変化し、その磁化状態を推定できることがわかった。講演では磁化方向のリアルタイム検出についても報告する。

参考文献

- 1) H. Tanigawa *et al.* : *Appl. Phys. Express*, **2**, 053002 (2009).
- 2) S. S. P. Parkin, M. Hayashi and L. Thomas : *Science*, **320**, 190 (2008).
- 3) Y. Miyamoto, M. Okuda and E. Miyashita : *J. Inst. Image Inform. TV. Engnr.*, **68**, 1, J34 (2014).
- 4) T. Chikamatsu, A. Ogawa and T. Mizuno : *Magnetics Japan*, **6**, 6, 357 (2011).

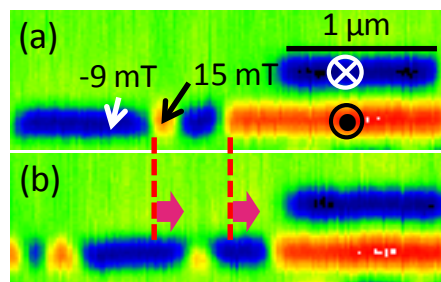


Fig.1 (a) Remanent nano-MDS image and (b) nano-MDS image after application of pulse current, for [Co/Pd] nanowire.