18p-C15-3

電流誘起磁壁移動に基づくスピントロニクスデバイスの最近の進展

Recent progress of spintronics devices based on current-induced magnetic domain wall motion

京大化研 [1]，東大物工 [2], JST さきがけ [3]，○小山 知弘 [1,2]，千葉 大地 [1,2,3]，小野 輝男 [1]

ICR, Kyoto Univ. [1], The Univ. of Tokyo[2], PRESTO, JST[3], ○Tomohiro Koyama[1,2], Daichi Chiba[1,2,3], Teruo Ono[1]

E-mail: tkoyama@ap.t.u-tokyo.ac.jp

電流誘起磁壁移動現象は、既存の半導体メモリを凌駕する、大容量・高速動作・低消費電力といった特徴を兼ね備えた安価な不揮発性磁気メモリを実現可能にする基幹技術として大きな期待を集めている。これまでの研究により、磁壁を動かすために最低限必要な電流密度(閾電流密度)の存在が明らかになり、その値が金属系において非常に大きいという事実が磁壁デバイスの実現を困難なものにしてきた。そのため、閾電流密度を決定している要因を明らかにしその低減への指針を得ることが研究における一つの大きな目標となっている。

これまで我々のグループは、垂直磁化Co/Ni多層膜に注目して研究を行ってきた。40-300 nm の線幅を持つ複数のCo/Ni 細線を用いて閾電流密度の細線幅依存性を調べた結果、閾電流密度は細線幅と共に低減するが、線幅70 nm付近において極小値を示し、より細い細線では増加することがわかった。さらに、閾値が極小値をとる前後で安定な磁壁構造がブロッホ磁壁からネール磁壁に変化していることが磁壁抵抗測定の結果から明らかにされた。これは、閾電流密度がブロッホ磁壁とネール磁壁のエネルギー差に対応する「内的ピンニング」という量によって決定されていることを直接的に証拠づける結果である。また、Co/Ni 細線中の閾電流密度は試料のラフネスや欠陥によってもたらされる磁壁ピンニング力および外部印加磁場に依存しないことも本研究で明らかになった。これは閾電流密度が内的ピンニングによって決定されていることからの帰結であると考えられる。上記の研究成果は、Co/Ni 細線における電流誘起磁壁移動現象が断熱スピントランスファー効果によって誘起されていることを示しており、同時にCo/Ni系が熱安定性と低電力動作の両立を可能にする材料として有望であることを意味している。また、磁壁移動速度の評価および磁壁の内部構造を外部から変化させることで閾電流を下げる手法についても紹介する。

さらに最近では、Co/Ni細線を上下非対称構造にすることにより、磁壁の移動方向や速度が大きく影響されることがわかっている。この現象に関しては強磁性体/非磁性体の界面効果の重要性が指摘されており、現在世界中で精力的に研究されている。本講演では、上下非対称構造を有するCo/Ni細線における我々の最新の研究結果も併せて紹介したい。

参考文献: T. Koyama, *et al.*, *Nature Materials* **10**, 194 (2011), *Applied Physics Letters* **98**, 192509 (2011), *Nature Nanotechnology* **7**, 663 (2012), *Applied Physics Express* **6**, 033001(2013).

© 2013 年　応用物理学会