

電界による磁気異方性制御：実験

Electric-field control of magnetic anisotropy: Experiment

野崎隆行

Takayuki Nozaki

産総研 ナノスピントロニクス研究センター

AIST Spintronics Research Center, Umezono1-1-1, Tsukuba, Ibaraki 305-8568

エレクトロニクスにスピンの概念を導入することで新しい機能性デバイスの創製を目指す“スピントロニクス”では、磁石の不揮発性を利用した低待機電力な固体磁気メモリなどの開発などが進められている。しかしながら、情報の操作に相当するスピンの制御には電流が必要とされており、オーミック損失による不要な電力消費が低駆動電力化の障害となっている。この問題を抜本的に解決するためには電界によるスピン制御技術の確立が今後重要となる。我々は2009年に、金属磁石を数原子層まで超薄膜化し、絶縁層を介して電界を印加すると垂直磁気異方性が変化することを見出し[1]、電界スピン制御の基盤技術として確立すべく、研究開発に取り組んでいる。この現象は、電界印加により超薄膜金属磁石の3d軌道電子占有状態が界面近傍で変化し、スピン-軌道相互作用を介して磁気異方性変化をもたらすと理解されている。本講演ではこれまで取り組んできたトンネル磁気抵抗素子における電界磁気異方性制御、および電界スピンダイナミクス制御の実験的な試みについて最近の進展を紹介するとともに、今後の課題について議論する。

右図は厚膜 Fe/MgO(2.5 nm)/超薄膜 [Fe/FeB] (1.7 nm)/Ta 構造からなるトンネル磁気抵抗素子の面内磁界下における磁気抵抗(MR)曲線を、様々なバイアス電圧条件下において測定した例である。磁気異方性への影響のみに着目するために、縦軸は抵抗の最大・最小値で規格化している。

この膜厚領域における超薄膜 [Fe/FeB] 層は界面効果による垂直磁気異方性が支配的であるため、零磁界下で垂直磁化膜となっている。一方、下部の厚膜 Fe 層は常に面内に磁化されているため、面内磁界の印加により超薄膜磁性層のみが困難軸方向に磁化され、トンネル抵抗の変化を生む。つまり、抵抗の飽和する磁界が、超薄膜磁性層の垂直磁気異方性磁界に相当する。右図の通り、飽和磁界はバイアス電圧によって明瞭に変化しており、垂直磁気異方性が印可電界に依存していることが分かる。負バイアス印加は超薄膜磁性層/MgO 界面に電子の蓄積を誘起し、この条件において垂直磁気異方性が低下している。この傾向はこれまでに観察されている Fe/MgO 界面での電界効果と一致する[1]。

また同様の素子に対して、磁化の共鳴周波数に相当する電界を印可することによって強磁性共鳴ダイナミクスを励起可能であることも実証に成功している[2]。

【参考文献】

- [1] T. Maruyama, T.N., *et al.* Nature Nanotech. **4**, 158 (2009).
- [2] T. Nozaki *et al.* Nature Phys. **8**, 491 (2012).

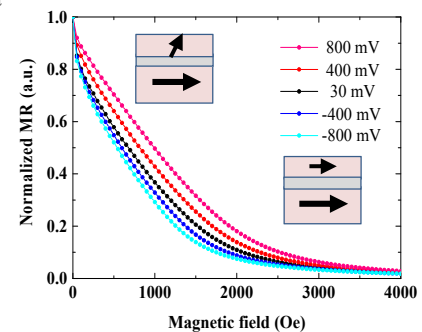


図 トンネル磁気抵抗測定による電界誘起磁気異方性変化の測定例。