

Fe-Pt-Pd 合金薄膜における垂直磁気異方性の電界制御

菊島悟^{*}、関剛斎^{**}、内田健一^{*,**,*}、齊藤英治^{*,**,*}、高梨弘毅^{*,**}

(^{*}東北大金研、^{**}東北大 CSRN、^{***}JST さきがけ、^{****}JST ERATO、^{*****}東北大原子分子材料科学高等研究機構、
*****日本原子力開発機構)

Electric field control of perpendicular magnetic anisotropy in Fe-Pt-Pd alloy films

S. Kikushima^{*}, T. Seki^{**}, K. Uchida^{*,**,*}, E. Saitoh^{*,**,*}, K. Takanashi^{*,**}

(^{*}IMR, Tohoku Univ., ^{**}CNSR, Tohoku Univ., ^{***}JST-PRESTO, ^{****}JST-ERATO, ^{*****}WPI-AIMR, Tohoku Univ.,
*****JAEA)

はじめに

不揮発性メモリの一つである MRAM は、高密度記憶、高速かつ低消費電力動作、高書き換え耐性、高信頼性を担保できるメモリとして注目を集めている。MRAM 開発では、小さな外部エネルギーで磁化方向を反転させる方法の確立が急務となっており、電界を用いた磁化制御が省エネルギー磁化反転技術の有力候補として期待されている。これまでに我々のグループでは、異常ホール効果を用い、垂直磁気異方性を有する $L1_0$ -FePt 薄膜の保磁力に対する電界の効果を検討してきた[1,2]。しかしながら、保磁力の変化量は小さく、磁気異方性エネルギー変化の定量評価や機構の解明には至っていない。そこで、電界効果のメカニズムの解明と電界効果の増強を得る事を目標とし、Fe-Pt-Pd 三元系合金の電界効果を測定し、電界による磁気異方性エネルギー変化を系統的に調べた。

実験方法・結果

Fig. 1 に、作製した薄膜試料の膜構造を示す。Fe-Pt-Pd 薄膜の成膜には超高真空スパッタリングを用いた。基板には MgO(100)を用い、シード層には Fe 又は Cr を、バッファー層には Pd を用いた。極カー効果測定と、SQUID 素子を用いて薄膜試料の磁気特性を測定した。電界効果を評価するため、フォトリソグラフィと Ar イオンエッチングを用いて微細加工を行った。微細加工した素子に電界を印加しながら磁気光学カー曲線を測定し、単位面積当たりの垂直磁気異方性エネルギー変化を算出した。

400°C で成膜した FePt は、極カー効果測定において垂直磁気異方性を有している事が示唆された。FePt 薄膜では、FePt/MgO 界面に電子が増える方向に電圧を増加させると、垂直磁気異方性が減少した。電界 (E) と磁気異方性エネルギー変化 ($\Delta\epsilon_{\text{perp}}/t$) の間には Fig. 2 に示すように線形の関係が得られ、磁気異方性エネルギーの電界による変化量 ($\Delta\epsilon_{\text{perp}}/t/\Delta E$) が 129 (fJ/Vm) と見積もられた。Pt を Pd で置換すると磁気異方性エネルギー変化が減少することがわかり、 $\text{Fe}_{50}\text{Pt}_{37.5}\text{Pd}_{12.5}$ の組成においては $\Delta\epsilon_{\text{perp}}/t/\Delta E$ が 21 (fJ/Vm) であった。

本研究の一部は、革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) の支援を受けて遂行された。

参考文献

- 1) T. Seki et al., Appl. Phys. Lett. 98, 212505 (2011).
- 2) Y. Kikuchi et al., J. Phys. D: Appl. Phys. 46, 285002 (2013).

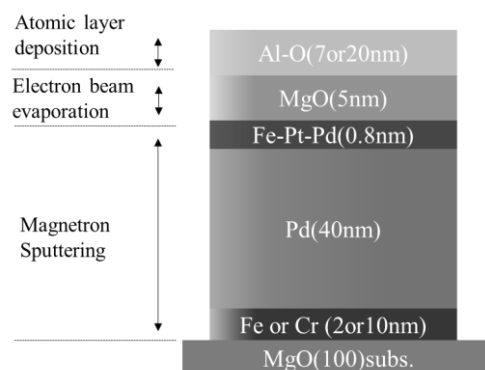


Fig. 1 Stacking structure of Fe-Pt-Pd thin film.

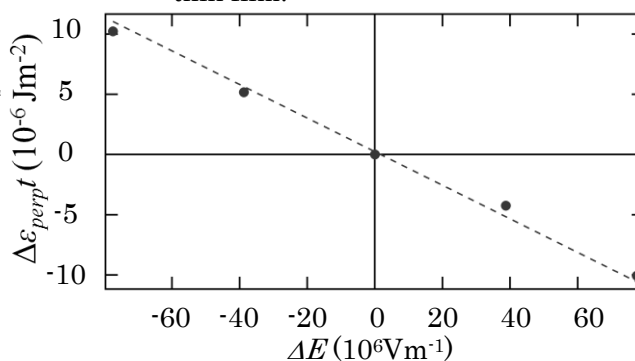


Fig. 2 Magnetic anisotropy energy change as a function of the applied electric field for the FePt thin film.