

CoFeB/MO_x 界面磁気異方性の電界応答に界面の化学状態が与える影響 Effects of Chemical States at Interface on Electric Field Effects of CoFeB/MO_x stacks

○大石 竜輔、喜多 浩之 (東大院工)

○Ryusuke Oishi and Koji Kita (Dept. of Materials Engineering, The Univ. of Tokyo)

E-mail: oishi@scio.t.u-tokyo.ac.jp

[背景と目的]強磁性体/酸化物スタックにおける界面磁気異方性エネルギー(K_{int})の電界制御に関して、強磁性体/酸化物間の界面状態の与える効果については明確ではない。我々は前回、酸化物に ZrO₂ を用いることで、 K_{int} の電界応答が大きくなることを報告した[1]が、その原因が酸化物固有の差なのか、酸化状態の差であるのかは明らかではない。また、過去の報告では、界面磁気異方性が界面の酸化状態で大きく変わることが示唆されている[2]。そこで我々は、強磁性体/酸化物界面に金属層を微量挿入することで、界面を構成する元素の化学状態を制御し、界面磁気異方性エネルギーの電界応答に与える影響を検証した。

[実験方法]熱酸化膜を形成した Si 基板上に、スパッタリング法により Ta (2.9 nm)/Co_{0.6}Fe_{0.2}B_{0.2} (1.0 nm)/Al (0, 0.1, 0.2 nm)/Al₂O₃ (4 nm)/HfO₂ (30 nm)を成膜し、300°C10 分間の熱処理を加えたのちに電極を成膜し、電界印加下で極カー測定を行い、界面磁気異方性の電界応答を評価した。また、X 線光電子分光にて界面の化学状態を推定するために、Al を 0-0.4 nm で変化させた試料も作成した。

[結果と考察]電界応答性を定量化するために、 $\alpha = \Delta K_{\text{int}} / \Delta E$ と定義する。ここで、 E は印加電界である。挿入 Al 膜厚を変化させたときの Al 膜厚と α との関係を Fig.1 に示す。Fig.1 より、高々1 原子層以下程度の Al の挿入で、電界応答が大きくなる傾向にあることがわかる。また、界面の Al および Co の化学状態を推定するために、XPS により Al2p と Co2p 内殻スペクトルを測定した結果を Fig.2, 3 に示す。Fig.2 より、Al 挿入膜厚が増加すると、Al の金属結合が増加することがわかる。一方で、Fig.3 に示すように、Co2p 内殻スペクトルにおいては、Al の挿入による変化はほとんどないことが分かる。この結果から、Al の挿入がなくとも界面の Co の酸化は十分に抑制されており、Al の挿入により Al が直接 Co や Fe と結合していることが示唆される。以上の結果より、 K_{int} の電界応答は、界面の化学状態に敏感であり、酸化を抑制した条件で大きくなるといえる。この理由としては現在検討中であるが、Co(Fe)-Al の金属結合や、界面での過剰な酸化の抑制、あるいは CoFeB 層への Al の拡散による M_s の減少などを考慮する必要がある。尚、本研究の一部は JSPS 科学研究費補助金の助成により実施した。

[参考文献] [1]大石ら, 2015 年春季応用物理講演会 13p-D11-6. [2]H. X. Yang *et al.*, *Phys. Rev. B* **84**, 054401 (2011).

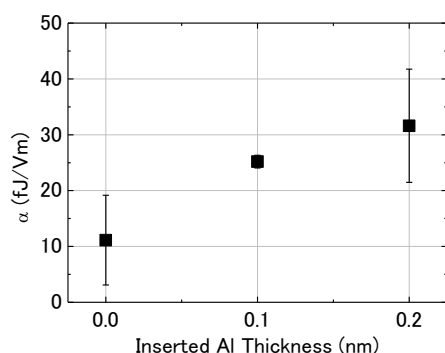


Fig.1 Variation of α when increasing inserted Al thickness.

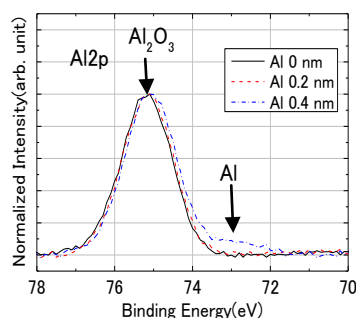


Fig.2 Al2p photoelectron core level spectra for CoFeB/Al/Al₂O₃ stacks.

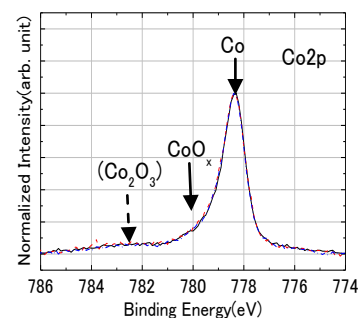


Fig.3 Co2p photoelectron core level spectra for CoFeB/Al/Al₂O₃ stacks.