CoFeB/酸化物界面への Al と Zr の挿入による磁気異方性の電界応答に対する効果の違い

Different effects between Al- and Zr-insertion on voltage control of PMA at CoFeB/oxide interface 東京大学大学院工学系研究科 マテリアル工学専攻 ^O大石 竜輔、李 為東、喜多 浩之 Dept. of Materials Engineering, The Univ. of Tokyo, [°]Ryusuke Oishi, Weidong Li, and Koji Kita E-mail: oishi@scio.t.u-tokyo.ac.jp

[背景と目的] 界面磁気異方性は強磁性体表面の過剰な酸化や酸素の不足(化学状態)で大きく変わることが、実験と計算との両面から示唆されており[1,2]、従って界面磁気異方性の電界による変化の大きさへも強く影響すると予想される。我々は前回、CoFeBと酸化物の間に Al/Al₂O₃ や Zr/ZrO₂ のように金属層を挿入すると電界応答性が向上することを報告した[3]。今回は CoFeB/ZrO₂界面に挿入する金属を Al と Zr とで変化させ、電界応答性の違いを調べた。

[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 or Zr (0, 0.1, 0.2 nm)/ZrO2 (4 nm)/HfO2 (30 nm)を成膜し、300℃10 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、 上記の試料のZrO2膜厚を2nmへ薄くし、HfO2を堆積せずにXPSで界面の化学状態を推定した。 [結果と考察]電界応答の大きさを定量化するために α=ΔK_{int}/ΔE(Eは印加電界)と定義する。挿入 金属膜厚を変化させたときの金属膜厚とαとの関係を Fig.1 に示す。ZrO,界面に挿入する金属の 種類により、電界応答の振る舞いが全く異なり、数 Å 程度の Zr 挿入が効果的に電界応答性を増大 させるのに対し、同程度のAlは応答性を半分程度へ低下させてしまうことが分かる。また、Al/ZrO2 スタックにおける界面の Al の化学状態を XPS により推定した結果を Fig.2 に示す。 この図から界 面に挿入した AI はほぼ酸化しているものの、全体の 15%ほどが酸化せずに金属結合を保っている ことが分かる。比較のために Zr/Al2O3 スタックにおける Zr の化学状態を同様に XPS で推定する と、金属 Zr 成分は殆ど残らない。これらの結果より、Al/ZrO2 スタックにおける電界応答の減少 は、界面で余剰に残留する金属成分によることが示唆される。このように Zr と Al の違いが生じ る理由として、Zr と Al との電気陰性度の違いが重要である可能性がある。すなわち、電気陰性 度の小さい Zr は O と容易に反応し、自身は酸化されながら効果的に CoFeB の酸化を抑制した界 面を形成するが、電気陰性度の大きい Al では Fe や Co の酸化を抑制しつつも Zr に酸素を奪われ て界面に金属成分を残し易く、電界応答の減少を引き起こすと考えられる。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] H. X. Yang et al., Phys. Rev. B 84, 054401 (2011). [2] A. Manchon et al., J. Appl. Phys. 104, 043914 (2008). [3] 大石ら, 2015 年秋季応用物理講演会 14a-2J-3.





Fig.1 Different α behavior between Zr and Al in Ta/CoFeB/ZrO₂ stacks.

