

MO_x/CoFeB 界面磁気異方性の様々な M に対して普遍的な電圧応答Voltage Control of Magnetic Anisotropy in MO_x/CoFeB Systems Commonly Observed for Various M

東大院工 マテリアル工学専攻 ○栗原隆帆, 古場治朗, 宮川成人, 喜多浩之

Department of Materials Engineering, The University of Tokyo

○Takaho Kuribara, Jiro Koba, Naruto Miyakawa, and Koji Kita

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

[背景]近年、酸化物/強磁性体スタックにおける、室温下での界面磁気異方性エネルギー(K_{int})の電圧による制御が報告されている[1-2]。既存の報告では酸化物に主に MgO が使われており、それ以外の酸化物での報告は少なく[3]、酸化物が K_{int} の電圧応答に与える影響はほとんど理解されていない。そこで本研究では様々な酸化物を用いた MO_x/CoFeB スタックを作製し、 K_{int} の電界応答における M の影響を系統的に評価した。

[実験方法]Si 基板上に作製された熱酸化 SiO₂(膜厚 98 nm)上に MO_x (M=Mg, Y, Al, Zr) を RF スパッタリング法にて 2 nm から 8 nm の膜厚で成膜し、その上に Co₆₀Fe₂₀B₂₀ (以降 CoFeB と表記)、Ta を成膜した。窒素雰囲気下で 300°C、30 分の熱処理を加えた後、100μm×300μm のホールバーに加工した。ホールバーの一端を接地し、Si 基板に電圧を印加することで MO_x /CoFeB スタックに電圧を印加しながら、垂直磁場中での異常ホール測定にて磁化の評価を行った。ここで SiO₂ に比べて MO_x は十分に薄いため、ある電圧を印加した時に界面に誘起される電荷の量は M によらず等しいことに留意されたい。

[結果と考察] M=Mg, Y, Al, Zr それぞれの代表的な 4 つのサンプルにおいて、飽和磁場(= H_s)と印加電圧の関係を Fig. 1 に示す。すべての M において、電圧印加に対して H_s は直線的に変化し、Si 基板側に負の電圧を印加した場合に K_{int} が増加する傾向を示している。電圧印加のない時の H_s の値から K_{int} を見積もると、異なる MO_x に対して K_s は、ZrO₂ > Al₂O₃ > Y₂O₃ > MgO の順になった。この理由は検討中であるが、CoFeB の表面に結合した O による電荷の移動の大きさの違いや、CoFeB と MO_x の反応性の違いに由来している可能性が考えられる。次に、上記 4 種類の M の MO_x /CoFeB スタックにおける、CoFeB の実効膜厚(= t_{eff})の逆数と H_s の電圧に対する変化率(= $\Delta H_s / \Delta V$) の関係を Fig. 2 に示す。ここで t_{eff} は異常ホール効果の大きさから推定した。M によらず、すべてのプロットが原点を通る一つの直線で表される傾向がみてとれる。この直線の傾きは $2/M_s \times (\Delta K_s / \Delta V)$ に対応し、MO_x/CoFeB 界面の K_{int} の電圧応答性の大きさは M によらないことを示している。ある電圧を印加した時に界面に誘起される電荷の量は M によらず等しいことに注意すると (前述)、 ΔK_{int} は、電圧によって界面に誘起される電荷の量の変化(= ΔQ_{int})のみで決定され、かつ $\Delta K_{int} / \Delta Q_{int}$ に対する M の影響は極めて小さいことが示唆される。尚、本研究の一部は文部省科学研究費補助金の助成および(株)半導体理工学研究センター(STARC)との共同研究により実施された。

[参考文献][1]T.Maruyama et al., Nature Nanotechnol. 4, 158 (2009). [2]M.Endo et al., Appl. Phys. Lett. 96, 212503 (2010).

[3]古場他, 2012 年秋季応用物理講演会 13p-H8-5.

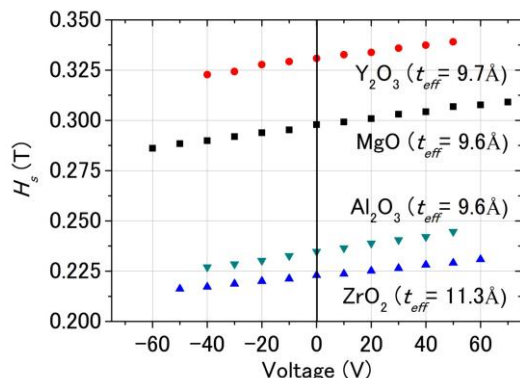


Fig. 1 Voltage bias dependence of H_s for MO_x/CoFeB stacks with various M. H_s linearly changes following application of bias voltage for all M.

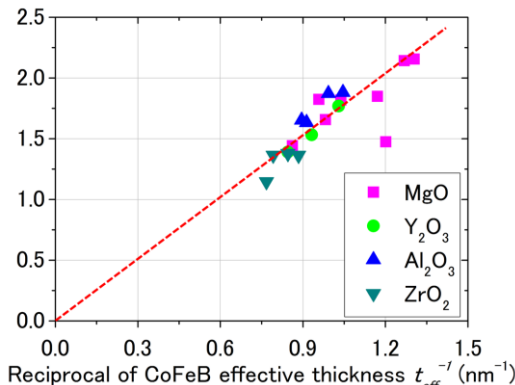


Fig. 2 t_{eff} dependence of $\Delta H_s / \Delta V$ for the MO_x/CoFeB stacks with various M. All plots are nearly aligned on a single line. The slope corresponds to $2/M_s \times (\Delta K_{int} / \Delta V)$, which indicates $\Delta K_{int} / \Delta V$ is common to MO_x irrespective of M.