

Co₂FeSi/MgO 積層界面への酸素曝露による磁気異方性への影響

篠原 光貴, 鈴木 隆寛, 高村 陽太, 中川 茂樹
(東京工業大学 工学院 電気電子系)

Change of magnetic anisotropy of Co₂FeSi/MgO films induced by oxygen exposure at the interface

K. Shinohara, T. Suzuki, Y. Takamura, S. Nakagawa
(School of Engineering, Tokyo Institute of Technology)

1. はじめに

垂直磁気異方性(PMA)を有する垂直磁化型磁気トンネル接合 (p-MTJ)は, 低電流で磁化反転が可能であることから, 次世代の MRAM 用基本メモリ素子として注目を集めている. 近年では PMA を有する CoFeB/MgO/CoFeB 構造においてトンネル磁気抵抗効果 (TMR)が観測され, p-MTJ の実現に成功している^{[1],[2]}. しかし, 従来の p-MTJ は TMR 比が小さい. 高い TMR 比を実現するためにはスピン分極率が 100%のハーフメタル強磁性体(HMF)が有望であるが, 両電極に HMF を用いた p-MTJ は未だ実現されていない. 本研究では HMF として期待されるフルホイスラー合金 Co₂FeSi(CFS)を用いて垂直磁化膜の作製に取り組んでいる^[3]. これまでに報告した CFS/MgO 構造における垂直磁化膜では CFS の成膜温度は室温であったが, 今回 CFS を 400°C で成膜後, 酸素曝露を行うことで L₂₁ 構造の実現と垂直磁気異方性の向上に成功したため報告する.

2. 実験方法

試料は, 対向ターゲット式スパッタ法を用いて MgO(100)単結晶基板上に作製した. 試料の構造は MgO 基板/Cr(40 nm)/Pd(40 nm)/CFS(*t*_{CFS} nm)/MgO(*t*_{MgO} nm)/Ta(10 nm)で, MgO は RF スパッタで, それ以外の膜はすべて DC スパッタで成膜した. 成膜温度は CFS 層を 400°C, それ以外の膜を室温とした. 酸素曝露は CFS を成膜後室温で 2.0 Pa, 10 min 行った.

3. 実験結果

Fig.1 に作製した試料の磁化特性を示す. CFS(0.7 nm)/MgO(1.5 nm)構造では Out-of-plane の *M-H* 曲線において, 5 kOe 以上の大きな飽和磁界が確認されたが, CFS(0.7 nm)/MgO(1.5 nm)の界面で酸素曝露を行うことにより, Fig.1(b)のように飽和磁界が減少した. これは酸素曝露により垂直磁気異方性が強まったことを示唆している. Fig.1 の In-plane と Out-of-plane のそれぞれの *M-H* 曲線で囲まれた領域の面積により垂直磁気異方性エネルギー *K_u* を見積もると, 酸素曝露により *K_u* の値は -2.7×10^6 から -5.9×10^5 erg/cm³ に増加することが分かった. また, Fig.1(a), (b)で飽和磁化がほぼ同じであることから, 酸素曝露に伴う CFS の膜質の劣化がないことも確認できた.

謝辞

本研究は STARC(半導体理工学研究センター)の IS プログラムの助成を受けて実施されました. 謝意を表します.

参考文献

- [1] S. Ikeda *et al.*, *Nat. Mater.* **9**, 721 (2010).
- [2] H. Sato *et al.*, *IEEE Magn. Lett.*, vol. **3** (2012)
- [3] Y. Takamura *et al.*, *J. Appl. Phys. Lett.*, vol. **115**, 17C732 (2014)

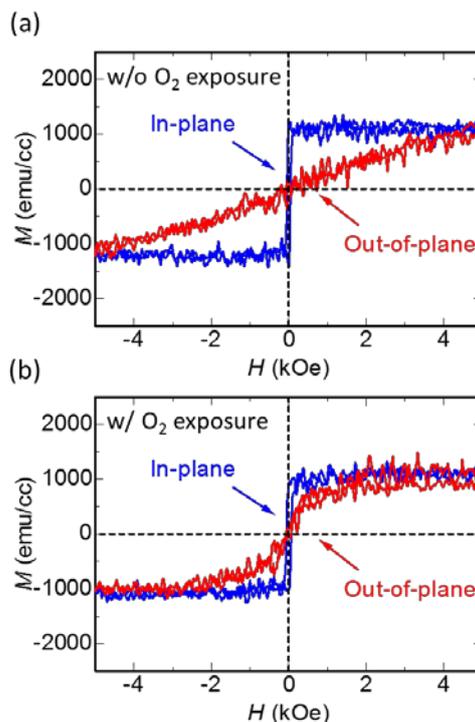


Fig.1 : *M-H* loops of CFS(0.7 nm)/MgO(1.5 nm) structure formed (a) w/o O₂ exposure, (b) w/ O₂ exposure