

垂直磁化 Co₂FeSi 膜を用いた磁気トンネル接合多層膜の作製

スタットラー 嘉也, 篠原 光貴, 高村 陽太, 中川 茂樹
(東京工業大学)

Fabrication of magnetic tunnel junction multilayer with perpendicularly magnetized Co₂FeSi films

Y. Stutler, K. Shinohara, Y. Takamura, S. Nakagawa
(Tokyo Institute of Technology)

はじめに

垂直磁化型磁気トンネル接合(p-MTJ)は、高密度集積化・低消費電力化の面で優れており、次世代の MRAM 用メモリセルとして期待され、近年では CoFeB/MgO/CoFeB 構造での p-MTJ 素子が実現されている^{[1][2]}。本研究では、高い TMR 比を持つ p-MTJ の実現のため、スピン分極率が 100%のハーフメタル強磁性体(HMF)として期待されるフルホイスラー合金 Co₂FeSi(CFS)を用いた CFS/MgO/CFS 構造の p-MTJ 多層膜の作製に取り組んでいる。その結果、MgO 層下部に位置する下部 CFS は、理想的な CFS/MgO 界面の形成と CFS の結晶へ加えられる歪みが垂直磁化発現に寄与していることを見出した。また MgO 層上の上部 CFS は、キャップ層との界面が垂直磁化の発現に影響している可能性が高いことを見出した。これら上下の CFS 層の垂直磁化の発現機構が異なるため、保磁力差による 2 段ステップを有する磁化特性の獲得に成功したので報告する。

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。試料構造は MgO 基板/Cr(40nm)/Pd(50nm)/CFS(0.6nm)/MgO(2nm)/CFS(0.6nm)/Pd(10nm)で、MgO は RF スパッタ、それ以外の膜は全て DC スパッタで成膜した。成膜温度は下部 CFS 層が 300℃、それ以外の膜は室温とし、成膜後に 300℃でアニール処理を行った。また、下部 CFS を成膜した後、室温で酸素曝露を 2.0Pa, 10min という条件で行った。

実験結果

Fig. 1 に作製した CFS/MgO/CFS 試料の磁化特性を示す。Fig. 1 (a)は面内方向と垂直方向の磁化特性を示したものである。垂直方向の角型比が 100%に近いことが分かり、垂直磁気異方性を有していることが確認できる。また、低磁場領域の磁化特性を Fig. 1(b)に示す。明瞭な 2 段ステップを有する磁化特性が得られた。下部 CFS 層の垂直磁気異方性は、CFS/MgO 界面への酸素曝露による効果^[3]と CFS に誘起された結晶歪みの効果もあるものと考えられる。上部 CFS 層の垂直磁気異方性は、XRD 測定により Pd キャップ層が(111)配向していることが分かったため、CFS/Pd 界面によるものであると考えられる^{[4][5]}。

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] J. Okabayashi *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, vol. **105**, 122508 (2014)
- [4] N. Matsushita *et al.*, *Appl. Phys. Lett.*, vol. **106**, 062403 (2015)
- [5] M. Sawada *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **72**, 1161 (2003)

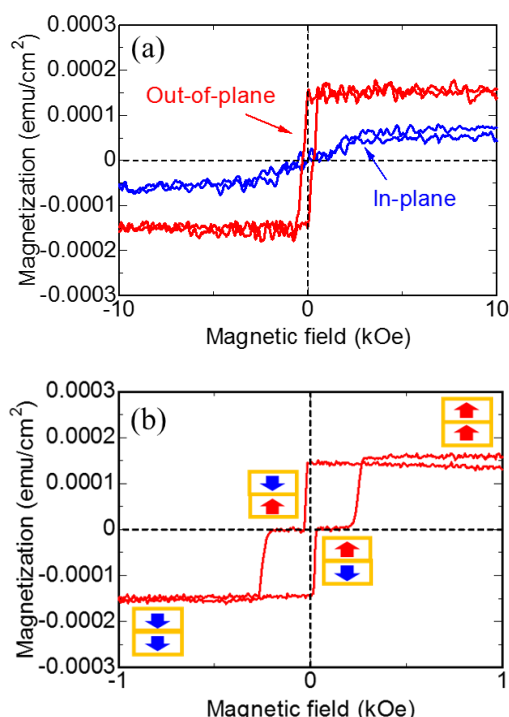


Fig. 1 : M - H loops of CFS/MgO/CFS films. (a) Comparison between out-of-plane and in-plane loops, (b) out-of-plane loop at low field region.