

Fe/MgO/MFe₂O₄ 3層膜における磁気層間結合

Interlayer Exchange Coupling in Fe/MgO/ MFe₂O₄ Tri-layer System

筑波大, °萩原 道夫, 柳原 英人

Univ. of Tsukuba, °Michio Hagihara, Hideto Yanagihara

【はじめに】 磁気層間結合は、非磁性中間層の膜厚に対して結合強度が変化を示す現象であり、磁性金属多層膜において広く見出されている[1]。また、絶縁体である MgO を介して磁気層間に反強磁性的な磁気層間結合が生じることがいくつか報告されており[2]、スピネル型フェライトである γ -Fe₂O₃ を用いた Fe/MgO/ γ -Fe₂O₃ 構造においても適当な MgO 膜厚において比較的大きな反強磁性的層間結合が確認されている[3]。そこで本研究では、同じくスピネル型フェライトである Co ドープ FeO₄ を用いて、Fe/MgO/ (Co,Fe)₃O₄ の3層構造膜を反応性 RF マグネトロンスパッタリング法により作製し、磁気層間結合の発現を確認することを目的とした。ここで、MgO(001)上に成膜した(Co,Fe)₃O₄(001)は、垂直磁化膜となることが知られていることから、3層膜構造とすることで、垂直磁化膜と面内磁化膜が層間結合を介して結合するものと期待される。

【実験方法】 RF マグネトロンスパッタリング法により、MgO(001)劈開基板上に MgO(cap)/ Fe/MgO/ Co ドープ Fe₃O₄ 多層膜構造で、MgO 中間層の厚さを連続的に変化させた試料を作製した。成膜には CoFe(1:23)合金、MgO および Fe ターゲットを用いた。反応性スパッタリングにより (Co,Fe)₃O₄ を成膜し、その際の O₂ 流量は 2.0 sccm、基板温度は 550 °Cとした。MgO、Fe は 150 °Cで成膜した。SQUID-VSM を用いて室温下で試料の膜面垂直方向に磁場を印加し、磁化測定を行った。

【実験結果】 作製した試料のうち、MgO 膜厚が 0.3 nm および 0.5 nm の磁化曲線を Fig.1 に示す。これらを比較すると特に残留磁化に違いが見られた。両者の試料構成の違いは MgO 膜厚のみであることから、Fe/MgO/ (Co,Fe)₃O₄ 多層膜構造における磁気層間結合の発現が示唆される。しかしながら、Fig.2 に示す Fe/MgO/ γ -Fe₂O₃ 構造の多層膜と比べ、MgO の膜厚による違いは顕著ではない。これは、Fe/MgO/ (Co,Fe)₃O₄ においては Fe 層の形状磁気異方性による異方性磁界の影響が強いためと考えられる。講演では、磁気層間結合のより詳細な MgO 膜厚依存性の評価、および定量的な結合強度 J_1 の評価についても議論する。

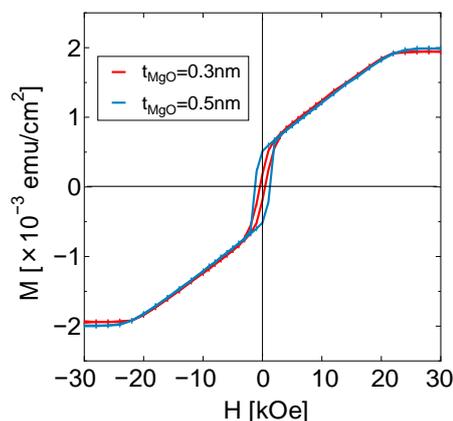


Fig.1: M-H loops of Fe (10nm)/MgO(t nm)/(Co,Fe)₃O₄ (13nm) [001] with t = 0.3 and 0.5 nm

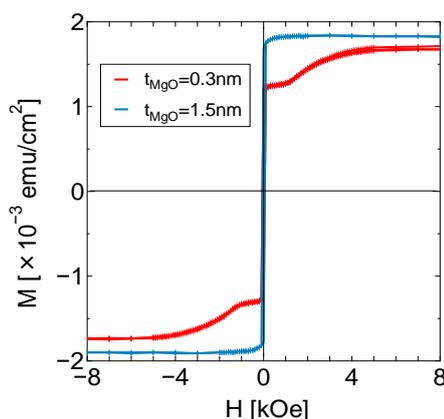


Fig.2: M-H loops of Fe (10nm)/MgO(t nm)/ γ -Fe₂O₃ (13nm) [110] with t = 0.3 and 1.5 nm

参考文献 [1] M. N. Baibich, *et al.*, *Phys. Rev. Lett.*, 61 (1988) 2472 [2] J. Faure Vincent, *et al.*, *Phys. Rev. Lett.*, 89 (2002) 107206
[3] H. Yanagihara, *et al.*, *J. Appl. Phys.*, 101 (2007) 09D101