

Fe/MgO/ γ -Fe₂O₃ 層膜における磁気層間結合

Interlayer Exchange Coupling in Fe/MgO/ γ -Fe₂O₃ 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振動を示す現象であり、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磁気層間結合が生じることがいくつか報告されている[2][3]。最近、反応性 RF スパッタリング法を用いて作製した Fe/MgO/ γ -Fe₂O₃ の 3 層構造膜において、1 分子層程度の極薄 MgO 層を介して大きな反強磁性の磁気層間結合の発現が見出されたため報告する。

【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/ γ -Fe₂O₃ 多層膜を MgO 中間層の厚さを変化させて作製した。成膜には Fe および MgO ターゲットを用いた。反応性スパッタリングにより γ -Fe₂O₃ を成膜し、その際の O₂ 流量は 2.0sccm、基板温度は 450℃ とした。Fe、MgO は室温で成膜した。作製した多層膜試料の面内に磁場を印加し、[100]から[110]、[010]方位にかけての各方位で磁化曲線を測定し、試料の磁化容易軸方向を決定した。そして容易軸方向の磁化曲線から、飽和に要する単位面積あたりのゼーマンエネルギーを算出し、交換結合定数 J_I の MgO 中間層膜厚依存性を評価した。

【実験結果】 試料の各層成膜後の RHEED 像にストリークパターンが見られたことから、表面の平坦性が高く、エピタキシャル成長していることが確認された。MgO 膜厚 0.4nm の多層膜試料の磁化測定を行ったところ、面内方向においては[110]方向が磁化容易軸であり、[100]方向が磁化困難軸であることが分かった。MgO 膜厚 0.3nm の試料において J_I の実測値の最大値である -1.04erg/cm² が得られた。以前報告されている MBE 法で作製された同構造の試料[3]と比較すると、 J_I は同程度であるが、より薄い MgO 膜厚において反強磁性結合が現れる結果となった。これは、1 分子層程度の極薄の MgO 中間層であっても、Fe と γ -Fe₂O₃ の直接的な磁気結合を抑制していることを示唆する。

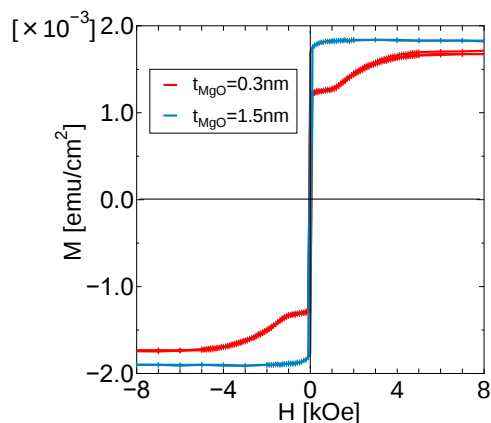


Fig. 2: M-H loops of Fe (10nm)/MgO(t nm)/ γ -Fe₂O₃(13nm) [110] with t = 0.3 and 1.5nm

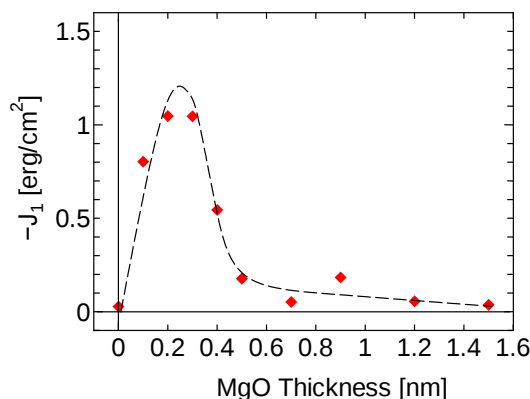


Fig. 1: Thickness dependence of MgO spacer for Fe(10nm)/MgO(t nm)/ γ -Fe₂O₃(13nm)/MgO(001)

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