

Fe/MgO/(Co,Fe)₃O₄ 3 層膜における磁気層間結合

Interlayer Exchange Coupling in the Fe/MgO/(Co,Fe)₃O₄ Tri-layer System

筑波大数理, °萩原 道夫, 柳原 英人

Tsukuba Univ., °Michio Hagihara, Hideto Yanagihara

E-mail: s1720387@s.tsukuba.ac.jp

【はじめに】 磁気層間結合は2層の強磁性層が磁氣的に結合する現象であり[1]、絶縁体であるMgOを介する構造におい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報告されている[2][3]。本研究では、Fe/MgO/(Co,Fe)₃O₄の3層膜構造をスパッタリング法により作製し、磁気層間結合の定量的評価を行うことを目的とした。ここで、MgO(001)基板上に成膜した(Co,Fe)₃O₄は垂直磁化膜となることが知られており[4]、3層膜構造とすることで垂直磁化膜と面内磁化膜の構造における層間結合の発現が期待される。

【実験方法】 RFマグネトロンスパッタリング法により、MgO(001)基板上にRu(cap)(2[nm])/Fe(5[nm])/MgO(0~2.0[nm])/(Co,Fe)₃O₄(50[nm])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。このとき、(Co,Fe)₃O₄層には組成の異なる2種類のCoFe合金ターゲットを用いて、Co_xFe_{3-x}(x=0.75, 0.125)O₄層をそれぞれ成膜した。また、試料をホールバー形状に微細加工を施し、Cr+Au電極を設けた。さらに、MgO勾配に沿って複数の電圧測定経路を設計した。作製した試料に1[mA]の電流を流し、各MgO膜厚におけるホール抵抗率を測定した。MgOと(Co,Fe)₃O₄は絶縁性であるため、ここで得られるホール抵抗率はFe層の磁化を反映した異常ホール効果と、正常ホール効果を反映している。磁化過程から、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_1 のMgO中間層膜厚依存性を評価した。

【実験結果】 Fig.1に磁気層間結合の結合強度 J_1 のMgO膜厚依存性を示す。ここで、MgO膜厚が十分厚い領域では磁気層間結合は消失しているものと仮定している。ホール抵抗率測定の結果より、どちらの構造においても数原子層程度のMgO中間層を介して、Fe層と(Co,Fe)₃O₄層でおよそ-1[erg/cm²]の反強磁性的な磁気結合の発現が確認された。またMgO膜厚が薄い領域では部分的なピンホールの存在により、Fe層と(Co,Fe)₃O₄層とで直接的な磁気結合が生じている。このときの結合の符号は(Co,Fe)₃O₄層の組成によって変化するものと考えられる。

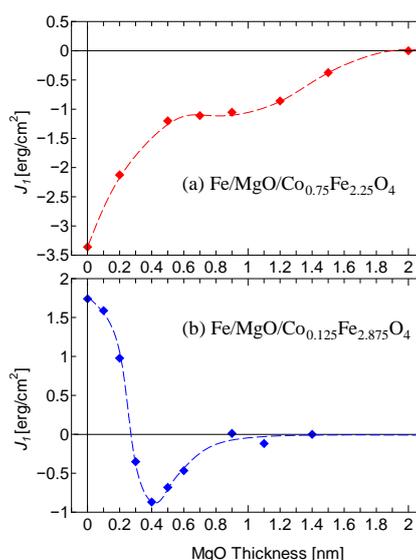


Fig1. Thickness dependence of MgO spacer for Fe/MgO/(Co,Fe)₃O₄

- [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
 [4] T. Niizeki et al., Appl. Phys. Lett, 103 (2013) 162407