

Fe₃O₄/Cr/Fe 多層膜における Fe 層の磁化過程

長浜太郎 川井智博 高橋望 柳瀬隆 島田敏宏

北海道大学大学院 工学研究院

Magnetization process of Fe layer in Fe₃O₄/Cr/Fe multilayers

Taro Nagahama, Tomohiro Kawai, Nozomi Takahashi, Takashi Yanase, Toshihiro Shimada

Graduate School of Engineering, Hokkaido University

多くの磁性薄膜は多層膜化により、磁気異方性や保磁力などの磁気特性が大きく影響される。また、その様な影響をうまく利用することにより、磁気特性を制御し、デバイスなどに活用している。磁性金属多層膜系で見られる層間交換相互作用はその典型的な例といえよう。一方で酸化物系材料でのそのような研究はまだあまり多くない。しかし、酸化物を用いたスピントロニクス素子への応用の可能性を広げるには、磁気特性の積極的な制御は欠かすことはできない。今回我々は、典型的な磁性酸化物である Fe₃O₄ を含む Fe₃O₄/Cr/Fe 多層膜を作製し、その磁気特性の評価を行った。Fe₃O₄ を含む多層膜の磁気特性については、Fe₃O₄/Fe の直接交換相互作用¹および Fe₃O₄/MgO/Fe での層間交換相互作用に関する報告²があるが、非磁性金属を挟んだ構造での磁気特性の評価は報告がない。本研究では高品質なエピタキシャル多層膜を作製し、その磁気特性を詳細に調べた。

作製した試料の構造は MgO(100)_s(110)/NiO(5 nm)/Fe₃O₄(60 nm)/Cr(*t*_{Cr}=0-10 nm)/Fe(5 nm)/Al₂O₃(2 nm)である。試料の作成は反応性 MBE 法で行った。Fe₃O₄ 製膜時の酸素分圧は 4×10⁻⁴Pa、製膜温度は 300°Cで行った。Cr は 130°Cで製膜、その後は室温で製膜した。エピタキシャル成長を RHEED により確認した。磁化過程は磁気カー効果を用いて室温で測定した。

図 1 に MgO(100)/NiO/Fe₃O₄/Cr/Fe/Al₂O₃ 多層膜の、Fe₃O₄, Cr, Fe それぞれの RHEED 像を示す。それぞれきれいなストリークが観測され、エピタキシャル成長をしていることが分かる。次に図 2 に MgO(110)/NiO/Fe₃O₄/Cr/Fe/Al₂O₃ 多層膜の場合の磁気ヒステリシス曲線を示す。Cr 層の厚さは上から 0.2, 5.0, 9.5 nm である。金属層が比較的薄いため、最表面の Fe 層の磁化曲線と、下層の Fe₃O₄ 層の磁化曲線が共に観察されている。単層膜の磁化曲線などから、保磁力の小さい方が Fe 層の磁化反転で大きいほうが Fe₃O₄ 層の磁化反転に対応している事がわかる。Cr 層が厚くなるほど Fe 層の保磁力が大きく増大することが分かった。

参考文献

- 1) H. Yanagihara *et al* 2008 *Appl. Phys. Express* **1** 111303
- 2) H. Yanagihara *et al* *J. Phys. D: Appl. Phys.* 2011 **44** 064011

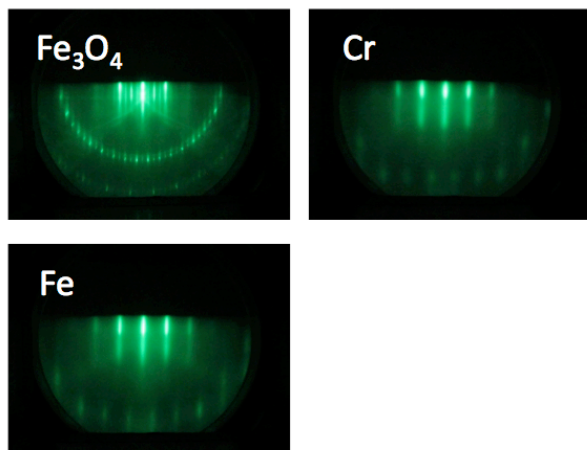


図 1 MgO(100)/NiO/Fe₃O₄/Cr/Fe/Al₂O₃ の RHEED 像

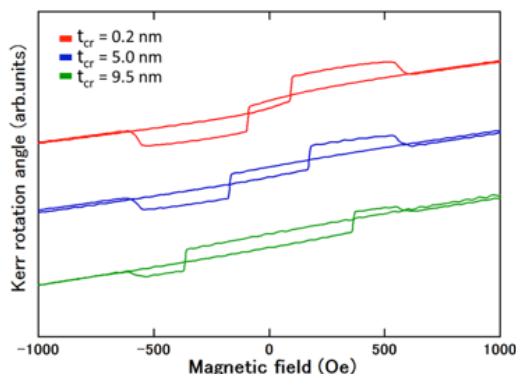


図 2 MgO(110)/NiO/Fe₃O₄/Cr/Fe/Al₂O₃ の磁化過程