

異なる交換磁気異方性エネルギーを有する Pt/Co/ α -Cr₂O₃ 積層膜 における α -Cr₂O₃ 薄膜の結晶構造評価

Crystal structure characterization of α -Cr₂O₃ layer of Pt/Co/ α -Cr₂O₃ film
possessing different exchange anisotropy energy

阪大工¹, 高エネ研², 物材機構³, JASRI/SPRING-8⁴

○白土 優¹, 中野 佑太¹, 井波 暢人², 上野 哲郎³, 小野 寛太², 熊井 玲児², 佐賀山 遼子²,
三俣 千春³, 中村 哲也⁴, 中谷 亮一¹

Osaka Univ.¹, KEK², NIMS³, JASRI/SPRING-8⁴

○Yu Shiratsuchi¹, Yuuta Nakano¹, Nobuhito Inami², Tetsuro Ueno³, Kanta Ono², Ryoko Sagayama²,
Reiji Kumai², Chiharu Mitsumata³, Tetsuya Nakamura⁴, Ryoichi Nakatani¹

E-mail: shiratsuchi@mat.eng.osaka-u.ac.jp

【背景と目的】 α -Cr₂O₃ を反強磁性体として用いた交換磁気異方性膜では、膜面垂直方向の交換磁気異方性を誘起出来ることと共に、 α -Cr₂O₃ の電気磁気効果を利用した電界による交換磁気異方性の極性反転が可能である。しかしながら、膜面垂直方向の交換磁気異方性と電界による交換磁気異方性の極性反転を定量的に説明することには至っていない。交換磁気異方性やその電界反転の定量評価に向けた1つのアプローチは、 α -Cr₂O₃ の磁気異方性エネルギーと電気磁気効果係数の評価にあるが、 α -Cr₂O₃ は反強磁性体であるため、特に薄膜においては、これらのパラメータの直接的な評価が困難である。 α -Cr₂O₃ の結晶磁気異方性や電気磁気効果は結晶構造と密接に関係しているため、 α -Cr₂O₃ の結晶構造を、格子定数のみならずイオン位置も含めて明らかにすることで、これらの磁気パラメータに関する知見が得られることが期待され、本研究では、交換磁気異方性の異なる Pt/Co/ α -Cr₂O₃ 薄膜に対して、 α -Cr₂O₃ 層の結晶構造評価を行った。

【実験方法】試料作製には、反応性 DC マグネトロンスパッタリング装置を用いた。作製した試料の構成は、Pt(1.0 nm)/Co(0.5 nm)/ α -Cr₂O₃(70 nm)/Pt(0, 20 nm)/ α -Al₂O₃-subs.である。結晶構造評価は、反射高速電子線回折(RHEED)ならびに、放射光を用いた X 線回折を用いて行った。放射光による X 線回折は、高エネルギー加速器研究機構 フォトンファクトリー BL8A, BL4C により行われた。磁気特性評価は、磁気光学 Kerr 効果測定、振動試料型磁力計による磁化測定、軟 X 線磁気円二色性(XMCD)測定により行った。XMCD 測定は、SPRING-8 BL25SU により行われた。

【実験結果】Pt バッファー層の有無によって、交換磁気異方性エネルギーは、0.41 erg/cm² および、0.01 erg/cm² であり、約 40 倍の違いがある。これら 2 種類の薄膜に対して、XMCD シグナルの強度はほぼ等しく、交換磁気異方性エネルギーの違いは、非補償反強磁性スピン量では説明できない。また、Pt バッファー層上の試料に対する電気磁気効果による交換磁気異方性の極性反転に必要な閾電圧は、バルク α -Cr₂O₃ を用いた系と比較して約 100 倍である。X 線回折法等により、2 種類の薄膜の α -Cr₂O₃ 層の結晶構造を評価した結果、Cr³⁺ および O²⁻ のイオン位置が異なっていることが明らかになり、イオン位置の変化による α -Cr₂O₃ 層の磁気異方性エネルギーの変化が、こうした特性の変化と関連していることが示唆される。