

軌道フェリ磁性の $\text{CoMnO}_3(0001)$ エピタキシャル薄膜の磁気特性

Magnetic properties of $\text{CoMnO}_3(0001)$ orbital ferrimagnet epitaxial thin films.

筑波大学

小泉 洸生、田結莊 健、小野田 浩成、久松 裕季、柳原 英人

Univ. of Tsukuba H. Koizumi, T. Tainosho, H. Onoda, Y. Hisamatsu, and H. Yanagihara

E-mail:s1720359@s.tsukuba.ac.jp

Introduction

CoMnO_3 は、イルメナイト型の物質で Co^{2+} と Mn^{4+} が層構造に規則化しており反強磁性的な超交換結合で結ばれている。 Co と Mn のスピンはそれぞれ $S_z = 3/2$ を持ち超交換結合により打ち消し合うが、 Co^{2+} は、軌道角運動量を持つため、系全体では Co の軌道角運動量のみが $0.72 \mu_B$ 残る「軌道フェリ磁性」となる[1]。ネール温度は 391 K であり室温より十分高い。slonczewski による single ion model による計算では、巨大な負の垂直磁気異方性を持つと言われている。[2]このように物理的にも応用上も興味深い物質であるにも関わらず、 CoMnO_3 の単結晶や、エピタキシャル薄膜を作製した先行研究はなく、その物性について不明な点が多い。そこで、我々は $\text{CoMnO}_3(0001)$ のエピタキシャル薄膜を $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3(0001)$ 面上に作製し、結晶構造、磁気特性を評価した。

Method

試料は反応性 RF マグネトロンスパッタリング法により作製した。ターゲットに Co-Mn (1:1) 合金を用いて、 $\text{Ar} + \text{O}_2$ 雰囲気中(15:2)、 770°C でスパッタをした。試料の表面状態の観察は RHEED 測定、膜厚計測は X 線反射率測定、格子定数測定並びに構造決定は X 線回折法 (XRD) で行った。また、VSM による膜面内方向の磁化測定および、磁気トルク測定、ICP-mass での組成分析、XANES 測定でのイオンの価数の決定、XMCD 測定でのスピンと軌道角運動量それぞれの向きと大きさを測定した。

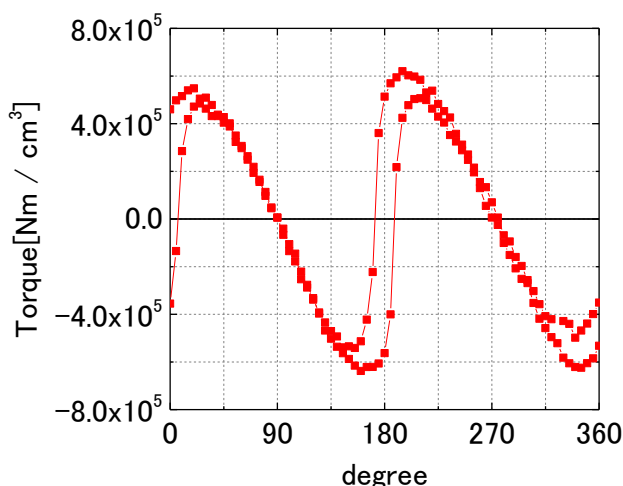


Fig.1 Magneto-torque curve of the 70-nm-thick $\text{CoMnO}_3(0001)$ film taken under $H = 9\text{T}$.

Result

RHEED 測定より、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3(0001)$ 基板上にエピタキシャル膜が成膜されており、XRD の結果から、イルメナイト構造の薄膜が得られたことが示唆された。ICP-mass の測定結果から $\text{Co}:\text{Mn}=45.7:54.3$ の比率で含まれていることが確認された。XANES 測定より、 Co^{2+} と Mn^{4+} から構成されることが示唆された。トルク測定 (Fig1) より、膜面内方向が磁化容易軸でありかつ、高い負の垂直磁気異方性を持ち、その大きさが $K_u = -0.3 \text{ MJ/m}^3$ であることが実験的に初めて確認された。XMCD 測定の結果からは、 Co と Mn のスピンの方向が反対を向いていて、 Mn の軌道角運動量はスピンに比べて小さく、 Co の軌道角運動量はスピンと比べて無視できない大きさが測定された。

参考文献

- [1] R. M. Bozoth and D. Walsh, J. Phys. Chem. Solids. Pergamon Press. **5**, 299(1958).
- [2] W. H. Cloud and J. P. Jesson, J. Appl. Phys. **37**, 1398(1966)