

Fe/NiO(001)界面に生じる垂直磁気異方性

Perpendicular magnetic anisotropy at Fe/NiO(001) interface

筑波大¹、東大²、東北大³、東工大⁴

○小林蒼季¹、小泉洸生¹、岡林潤²、窪田崇秀³、高梨弘毅³、園部義明⁴、柳原英人¹

Univ. of Tsukuba¹, Univ. of Tokyo², Tohoku Univ.³, Tokyo Tech.⁴

○S. Kobayashi¹, H. Koizumi¹, J. Okabayashi², T. Kubota³, K. Takanashi³, Y. Sonobe⁴, and H. Yanagihara¹

E-mail : s1920318@u.tsukuba.ac.jp

はじめに スピントロニクス素子に適した垂直磁気異方性(PMA)を持つ薄膜磁性材料の探索が広く行われている。なかでも PMA が実現する系として、Fe/MgO 界面における界面磁気異方性[1,2]については、現在盛んに研究されており、その PMA の起源は、Fe-3d_{z2}軌道と O-2p_z軌道の混成により電子占有率が複雑に変化するためと解釈されている。本研究では、MgO 同様に岩塩構造を持つ NiO に注目し、Fe との界面を構成し PMA の発現について検証を試みた。

実験方法 反応性 RF マグネトロンスパッタ法を用いて、MgO(001)基板上に NiO 単層膜を作製し、X 線回折 (XRD) により結晶構造を評価した。その後、Cr cap(2 nm)/Fe(0.6 nm)/NiO(20 nm) 多層膜を作製し、XRD により結晶構造、試料振動型磁力計により磁化過程を評価した。Cap 層成膜後、Fe 層の平坦性確保のために熱処理を施した。さらに、Fe に膜厚勾配を持たせた多層膜試料を作製し、ホールバー形状に加工後、各 Fe 膜厚における異常ホール効果(AHE)測定を行った。得られた磁化過程から磁気異方性エネルギーを求め、膜厚依存性をプロットすることで界面磁気異方性の大きさを見積もった。

実験結果 Fig. 1 に酸素流量の異なる NiO 単層膜の XRD 結果を示す。酸素流量によってピーク位置が変化し、酸素流量が 2.0 sccm 以上で作製した NiO が MgO 基板より大きな格子定数を持つことが分かった。この傾向は先行研究と一致し、一部の Ni²⁺が Ni³⁺に置き換えられ、非化学量論的な NiO(001)の形成が示唆される[3]。Fig. 2 に、NiO 成膜時の酸素流量をパラメータとして変化させた試料の膜面垂直方向の磁化過程を示す。成膜時の酸素流量が多く NiO の単位胞体積がバルクより大きい Fe/NiO(001)試料では、Fe が垂直磁化膜となることが判った。また、AHE 測定により得られた磁化過程から磁気異方性エネルギーを算出し、その Fe 膜厚依存性から算出した界面磁気異方性の大きさは 1.0 mJ/m² 程度であった。これは Fe/MgO[2]と同程度であった。講演では、X 線磁気円二色性による元素別磁化特性についても報告する。

【参考文献】

- [1] H. X. Yang, *et al.*, Phys. Rev. B, **84**, 054401 (2011)
- [2] J. Okabayashi, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **105**, 12408 (2014)
- [3] S. C. Chen, *et al.*, Surf. Coat. Technol. **205**, S236-S240 (2010)

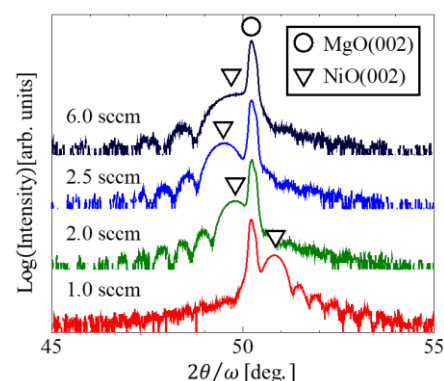


Fig.1 NiO 単層膜の XRD 測定

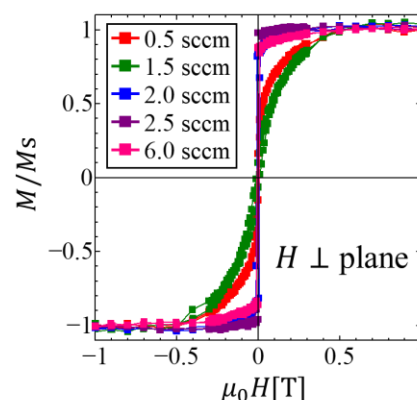


Fig.2 磁化過程の酸素流量依存性
(印加磁場は膜面垂直方向)