

[Co/Ni] 多層膜/PMN-PT 界面マルチフェロイク構造における磁気異方性

Magnetic anisotropy of [Co/Ni] multilayer/PMN-PT multiferroic heterostructures

名大理¹ ○石川翔太¹, 谷山 智康¹Nagoya Univ.¹, ○Shota Ishikawa¹, Tomoyasu Taniyama¹

E-mail: ishikawa.shota@j.mbox.nagoya-u.ac.jp

我々は垂直磁気異方性を持つ [Cu/Ni] 多層膜と強誘電体 BaTiO₃ との界面マルチフェロイクヘテロ構造において、BaTiO₃ の *a-c* ドメインスイッチングに起因した格子歪みを利用して磁化配向を面直-面内で切替えることに成功し [1]、最近の XMCD 測定の結果、この垂直磁気異方性のスイッチング機構が軌道角運動量の変調現象であることを見出した [2]。今回、新たな垂直磁気異方性を有する界面マルチフェロイクを探索するために、[Co/Ni] 多層膜と強誘電体 (1-x)PbMg_{1/3}Nb_{2/3}O₃-(x)PbTiO₃ (PMN-PT) とからなる界面マルチフェロイク構造の磁気異方性と積層膜厚との関係について調査した結果について報告する。

Au(2)/Pt(3)/[Co(*t*)/Ni(0.5)]₈/Pt(5) 多層膜 (膜厚単位: nm) を PMN-PT(001), PMN-PT(011), PMN-PT(111) 基板上に分子線エピタキシー法を用いて界面マルチフェロイク構造を作製した。X 線回折により、PMN-PT(001), PMN-PT(111) 基板上では、いずれも Pt 下地層が (111) 配向成長することに起因して、[Co/Ni] 多層膜の (111) 配向が確認された。そこで、特に大きな磁気異方性が観測された PMN-PT(111) 上の多層膜に対して、Co 膜厚を変化させて磁気特性をより詳細に評価した。図 1 に *t* = 0.4, *t* = 0.8, *t* = 1.0 nm の Co 膜厚を持つ多層膜の磁化の磁場依存性を示す。*t* = 0.4 nm の試料では、垂直磁場方向に対して角型ヒステリシスが観測され、良好な垂直磁気異方性が得られていることがわかる。一方で、Co 膜厚を増加させると、垂直磁気異方性は減少し、*t* = 1.0 nm の時には、面内磁気異方性を持つようになる。この磁気異方性のスイッチング現象は、Co 層の膜厚の増加に伴う静磁エネルギーの増大に由来している。[Co/Ni] 多層膜/PMN-PT(111) 界面マルチフェロイクスでは、*t* = 0.8 nm 付近に垂直磁気異方性と面内磁気異方性との境界となる臨界膜厚が存在するが、ガラス基板上に Ta(3)/Pt(3) を下地層として積層した [Co/Ni] 多層膜に関する先行研究では [3]、Co 層厚が 0.6 nm 付近に臨界膜厚が存在することが報告されている。このような基板に依存する垂直磁気異方性の変調効果は、界面格子不整合に起因することを示唆し、[Co/Ni] 多層膜/PMN-PT においても界面格子歪みを電界により制御することで、磁気異方性の制御が可能であることを示している。

本研究の一部は、JST CREST, JPMJCR18J1、JSPS 科研費、JP17H03377, JP18F18353、旭硝子財団、加藤科学振興会の支援を受けたものです。

[1] Y. Shirahata, T. Taniyama, et al., NPG Asia Mater. **7**, e198 (2015).

[2] J. Okabayashi, Y. Miura, and T. Taniyama, npj Quantum Mater. **4**, 21 (2019).

[3] X. Su et al., Jpn. J. Appl. Phys. **55**, 110306 (2016).

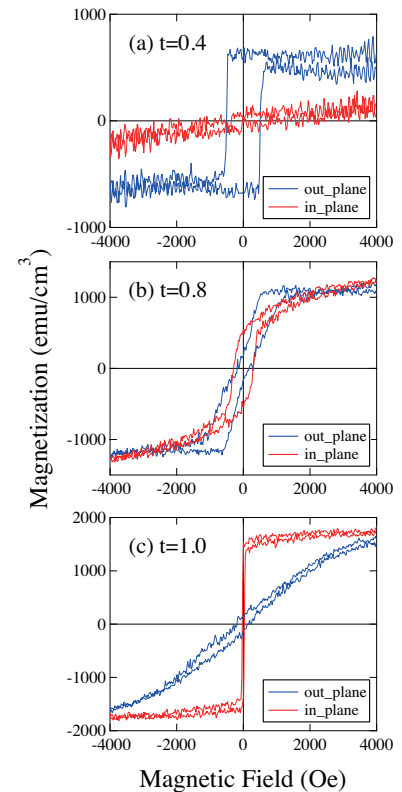


図 1: Magnetization curves of [Co/Ni] multilayer/PMN-PT(111) with (a) *t* = 0.4, (b) *t* = 0.8, and (c) *t* = 1.0.