

室温強磁性強誘電体 $\text{BiFe}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_3$ 薄膜における電場印加磁化反転の検証

Observation of magnetization switching by electric field in $\text{BiFe}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_3$ thin films

○清水 啓佑¹、川邊 諒¹、北條 元²、山本 孟¹、壬生 攻³、東 正樹¹

(1. 東工大フロンティア材料研究所、2. 九州大総理工、3. 名工大)

°Keisuke Shimizu¹, Ryo Kawabe¹, Hajime Hojo², Hajime Yamamoto¹, Ko Mibu³, Masaki Azuma¹

(1. MSL Tokyo Tech, 2. Kyushu University, 3. Nagoya Institute of Technology)

E-mail: shimizu.k.ak@m.titech.ac.jp

【研究背景】菱面体晶ペロブスカイト BiFeO_3 は、強誘電性と反強磁性を室温で併せ持つ数少ないマルチフェロイック物質である。八面体傾斜による対称性の破れにより、ジャロシンスキー・守谷(DM)相互作用由来の弱強磁性の発現が期待されるが、基調である G 型秩序に重畳しているサイクロイド変調により、正味の磁化は打ち消され発現しない。近年、Fe サイトに Co を一部置換した $\text{BiFe}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$ (BFCO) では、昇温によりサイクロイド変調が消失し、弱強磁性を有するコリニア相へと転移すると明らかとなった[1,2]。特に Co 置換量が $x=0.10 \sim 0.20$ のとき、コリニア相は室温で実現することから、BFCO は室温において強磁性と強誘電性を併せ持つ。また、反強磁性秩序のスピンの ab 面内を向いており電気分極が c 軸方向なので、自発磁化も ab 面内で電気分極と直交する関係を有するため、電場印加による磁化反転の実現も期待される。

これまでに、我々は(111)配向 SrTiO_3 基板上において、バルク試料と同様の特性を示す BFCO 薄膜が得られることを報告した[3]。また、BFCO との格子ミスマッチが小さい(110)_o配向 GdScO_3 基板上に成膜した $\text{BiFe}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_3$ 薄膜では、磁気力顕微鏡(MFM)を用いて強磁性ドメインを観察することも示した。今回は、圧電応答顕微鏡(PFM)を用いて電場印加による磁化反転を試みた。

【実験条件】BFCO 薄膜はパルスレーザ堆積法(KrF エキシマレーザー; $\lambda = 248 \text{ nm}$)を用いて作製した。作製時の基板温度は 690°C 、酸素分圧は 15 Pa に固定した。試料の膜厚は 200 nm 程度である。電気特性評価のために、下部電極として SrRuO_3 (SRO)を 15 nm 堆積させた。結晶構造の評価は X 線回折(XRD)(リガク; SmartLab)を用いた。PFM と MFM 像の観察には原子間力顕微鏡(Cypher; Asylum)を用いた。スピン構造解析には ^{57}Fe メスバウアー分光法を用いた。

【実験結果】X 線回折により、得られた BFCO 薄膜は単相であることがわかった。結晶構造は単射晶であり、バルク試料とは異なるものの、メスバウアー分光でバルクと同じコリニアスピン構造であることを確認している。また、PFM と MFM から強誘電ドメインと磁気ドメインの相関 (Fig. 1, 2) が見られた。電場印加磁化反転の結果は当日述べる。

【参考文献】

- [1] I. Sosnowska, M. Azuma *et al.*, *Inorg. Chem.*, **52**, 13269 (2013)
 [2] H. Yamamoto, M. Azuma *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **85**, 064704 (2016)
 [3] H. Hojo, M. Azuma *et al.*, *Adv. Mater.*, *published online*

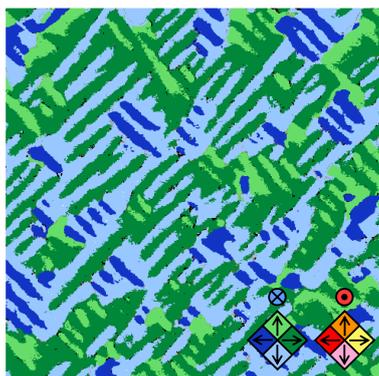


Figure 1 The PFM image of BFCO thin film

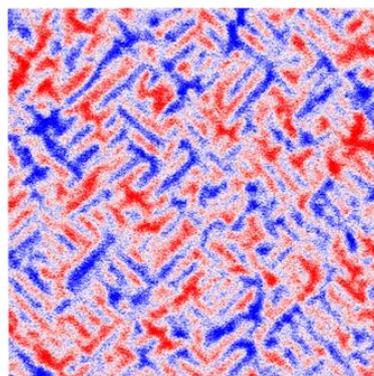


Figure 2 The MFM image of BFCO thin film