BiFe0.9Co0.1O3 薄膜のストライプ型強誘電・強磁性ドメインの 面内電場印加による構造変化

In-plane electric field induced ferroelectric / ferromagnetic stripe structure changes

in BiFe0.9Co0.1O3 thin films

東エ大フロ材研¹,東エ大科創院² ^O(M2)勝俣 真綸¹,清水 陽樹¹,清水 啓佑²,重松 圭¹,東 正樹¹

MSL Tokyo Tech.¹, IIR Tokyo Tech.², ^oMarin Katsumata¹, Haruki Shimizu¹, Keisuke Shimizu², Kei

Shigematsu¹, Masaki Azuma¹

E-mail: katsumata.m.aa@m.titech.ac.jp

【緒言】ペロブスカイト型酸化物 BiFeO₃の Fe を Co で一部置換した BiFe_{0.9}Co_{0.1}O₃(BFCO)は、強誘電 性とスピンキャントによる弱強磁性を併せもつマルチフェロイック物質であり、自発分極と磁化の方 向が互いに直交するため、電場印加による磁化反転が期待される[1,2]。我々はこれまで、GdScO₃(110)。 基板上に下部電極 SrRuO₃ と BFCO 薄膜を作製し、圧電応答顕微鏡(PFM)・磁気力応答顕微鏡(MFM) 測定によって、強誘電・強磁性ドメイン相関と、電場による面直磁化反転の検証を行ってきた[3]。そ の結果、8 つの<111>pc 方向の分極のうち、互いに 71°をなす 2 種類の分極ドメインがストライプ状の ドメイン構造を形成する局所的な領域で、電場印加磁化反転が観察されることを見出した。さらに、 PFM の Trailing field を用いて面内電場を制御することで、ドメイン相関を維持した状態で、3×3 µm² の広範な領域にストライプドメイン構造を発生させることに成功した。しかし、2 回以上の分極反転 ではストライプ構造が消失する点が課題である[4]。そこで本研究では、より安定した面内電場印加と、 複数回に及ぶ電場印加磁化反転の検出を実現するため、BFCO 薄膜上にギャップ状の Pt 上部電極を作 製し、面内電場印加による強誘電・強磁性ドメインの構造変化を試みた。

【実験方法】パルスレーザー堆積法によって、 $GdScO_3(110)_0$ 基板上に厚さ 100 nm の BiFe_{0.9}Co_{0.1}O₃薄 膜を作製した。フォトリソグラフィーとリフトオフ工程を経て、電極間ギャップ幅 5–10 μ m の Pt 上部 電極を作製した。膜面内のみに電場がかかるよう、下部電極は用いていない。本試料の PFM・MFM 像の取得には Asylum 社製 Cypher S を用いた。

【結果と考察】図1にBiFe0.9C00.1O3/GdScO3(110)。におけるLateral PFM 像とVertical MFM 像、両者を 比較した像を示す。PFM では、71°ドメイン壁からなるストライプ構造が観察された。PFM 像とMFM 像を比較すると、PFM 像の紫色と黄色のコントラストが、それぞれ MFM 像の青色と赤色のコントラ ストに対応していることが確認された。当日は、図2のようにPt上部電極を配列させ、ドメイン壁に 対して垂直方向に面内電場を印加した際の、強誘電・強磁性ドメイン構造の変化について報告する。







Fig. 2 Schematic showing the patterned electrodes on top of the film with 71° domains and typical measurement geometries. The arrows indicate the direction of in-plane polarization.

[1] H. Hojo, *et al.*, Adv. Mater. **29**, 1603131 (2017). [2] H. Yamamoto, M. Azuma *et al.*, Inorg. Chem. **56**, 15171 (2017). [3] K. Shimizu, *et al.*, Nano Lett. **19**, 1767-1773 (2019). [4] 勝侯ら、第79回応用物理学会秋季学術講演会 19a-133-8.