

B サイト置換 BiFeO_3 薄膜の強誘電・強磁性ドメイン構造変化

Ferroelectric / ferromagnetic domain structure change in B-site substituted BiFeO_3 thin films

○(M1) 勝俣真綸¹、清水陽樹¹、清水啓佑²、重松圭¹、東正樹¹

(1. 東工大フロンティア材料研, 2. 東工大科創院)

°Marin Katsumata¹, Haruki Shimizu, Keisuke Shimizu², Kei Shigematsu¹, Masaki Azuma¹

(1. MSL Tokyo Tech, 2. IIR Tokyo Tech)

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

【緒言】ペロブスカイト型酸化物 BiFeO_3 は、室温において反強磁性強誘電体のマルチフェロイック物質である。 FeO_6 八面体の傾斜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、G 型反強磁性秩序に重畳しているサイクロイドスピン構造により、正味の磁化は 0 となる。Fe サイトに Co や Mn を一部置換した BiFeO_3 系薄膜は、元素置換と基板からの応力によりスピン構造が変化し、室温ではコリニアスピン構造となる。スピンと自発分極のなす角は垂直に近く、DM 相互作用に由来によると思われる弱強磁性も観測された[1][2]。この弱強磁性では、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。先行研究では、 $\text{BiFe}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_3/\text{GdScO}_3(110)_0$ の圧電応答顕微鏡(PFM)・磁気力応答顕微鏡(MFM)測定から、ストライプドメインにおいて局所的な強誘電・強磁性ドメインの相関が観察されており、電場印加による磁化反転が確認できた[3]。しかし、電場印加磁化反転が観察されたのは、4 種類の面内分極のうち、2 種類がストライプ構造を作っている領域に限られた、局所的なものだった。そこで本研究では、ミスカット基板の使用や Poling 方向の変化により、分極方向が 2 種類のみで長距離にわたり連続したストライプドメインを作成し、強誘電・強磁性ドメインの観察を行なった。

【実験方法】[100]方向に 4° のミスカットを持つ $\text{SrTiO}_3(001)$ 基板上に、 $\text{BiFe}_{0.896}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.004}\text{O}_3$ 薄膜をパルスレーザー堆積法によって成長させた。この試料の PFM 像・MFM 像の取得には Asylum 社製 Cypher S を用いた。

【結果と考察】図 1 に $\text{BiFe}_{0.896}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.004}\text{O}_3/\text{ミスカット SrTiO}_3(001)$ における Lateral PFM 像と MFM 像の結果を示す。強誘電ドメインはミスカット基板からの応力により、 $[100]_{\text{pc}}$ 方向に配列したストライプ構造となり、ドメインサイズも増大していた。一方、強磁性ドメインについては、ミスカットなしの基板を用いた場合と、ドメインサイズはあまり変化しなかった。そのため、両者のドメインを一対一対応させることはできなかったが、強磁性ドメインは局所的に $[100]_{\text{pc}}$ 方向に配列したストライプ構造をもつことが分かった。また、電場印加による 71° 分極回転を 3 段階行い、それぞれの分極方向における強誘電・強磁性ドメインを観察することにも成功した。

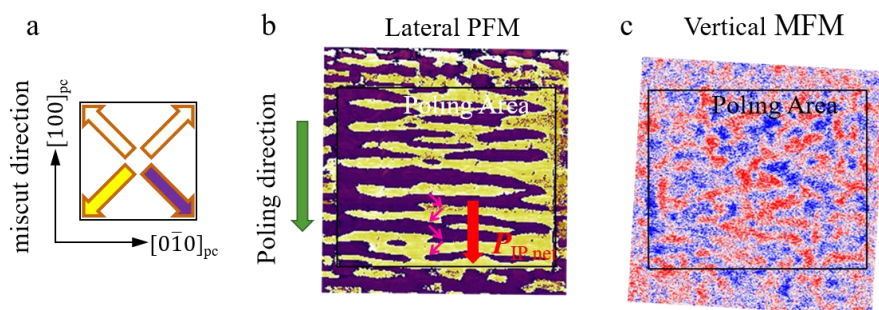


Fig.1. Domain structure of $\text{BiFe}_{0.896}\text{Co}_{0.1}\text{Mn}_{0.004}\text{O}_3$ on $\text{SrTiO}_3(001)$ substrate with 4° miscut along $[100]$.

a Schematic of the lateral polarization directions (brown arrows) of the thin film.

b Lateral PFM phase image. c Vertical MFM phase image. The areas are $4\mu\text{m} \times 4\mu\text{m}$.

[1] H. Hojo, *et al.*, Adv. Mater. **29**, 1603131 (2017). [2] K. Shigematsu *et al.*, Appl. Phys. Lett. **112**, 192905 (2018).

[3] 清水ら、第 65 回応用物理学会春季学術講演会 20p-C102-4.