

面直電場印加による $\text{BiFeO}_3/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ 積層薄膜の電気磁気効果Magneto-electric effect of $\text{BiFeO}_3/\text{CoFe}_2\text{O}_4$ bilayer thin film by out-of-plane applied electric field東理大¹, 東北大²○曾根 圭太¹, 伊藤 正樹¹, 永沼 博², 宮崎 孝道², 中嶋 宇史², 岡村 総一郎¹Tokyo Univ. of Sci.¹, Tohoku Univ.²○Keita Sone¹, Masaki Ito¹, Hiroshi Naganuma², Takamichi Miyazaki²,Takashi Nakajima², Soichiro Okamura¹

j1510702@ed.tus.ac.jp

【はじめに】 BiFeO_3 (BFO) は室温以上に転移点をもつ数少ないマルチフェロイック物質であり、分極反転により反強磁性面を制御できる特徴を有している。これを利用し、BFO と反強磁性結合した強磁性層の磁化を反転させる電気磁気 (ME) 効果が報告された¹⁾。この報告では、薄膜面内方向に電場を印加し BFO の分極を反転させる構造である。しかし、薄膜面直方向に電場を印加する方が分極反転に必要な電圧は低くなる。前回我々は、 $\text{BFO-CoFe}_2\text{O}_4$ (CFO) 膜の面直方向に電場を印加し MFM により磁気ドメインを観察するという方法で ME 効果の評価を試みたが、BFO は減分極が大きく膜面上方向に分極を保持できないという問題があった²⁾。今回は、BFO の分極の保持特性の問題を解決し面直電場印加による ME 効果の評価を行ったので報告する。

【実験結果と考察】前回と同様に、BFO および CFO 前駆体溶液を 80:20 で混合したものを塗布溶液とし、CSD 法により導電性の La-SrTiO_3 (001) 単結晶基板に BFO-CFO 膜を作製した。Fig. 1(a) に断面 TEM 像を示す。基板直上に (001) エピタキシャル BFO 層、その上に CFO が多結晶で成長した 2 層構造が形成しており、単純に混合した前駆体溶液により強磁性体/BFO の 2 層膜を 1 回の結晶化過程で作製することができた。Fig. 1(b) に BFO/CFO 界面の高分解能 TEM 像を示す。エピタキシャル BFO 層直上から CFO 層が成長しており、界面層は確認されなかった。分極の保持特性は、電圧 10 V、幅 10 μs のパルスで 10^6 回印加し、分極を保持できない上向きにインプリントさせることにより改善した。Fig. 2(a) に示すような 2 段の上部 Pt 電極を作製し、極薄の 5 nm の Pt 電極上の MFM 観察を行うことで、電圧印加前後の磁気ドメインを評価した。面直方向に電場を印加し BFO の分極を反転させることで数 100 nm の大きさの磁気ドメインの変化を比較的低い電圧により観測することに成功した。

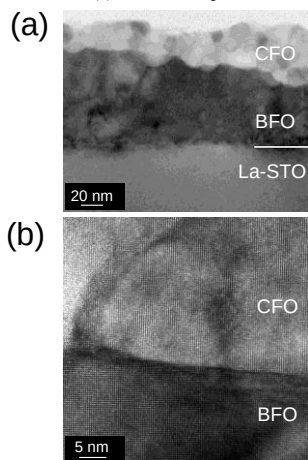


Fig. 1 (a) Cross-sectional TEM image. (b) High-resolution TEM image of BFO/CFO film.

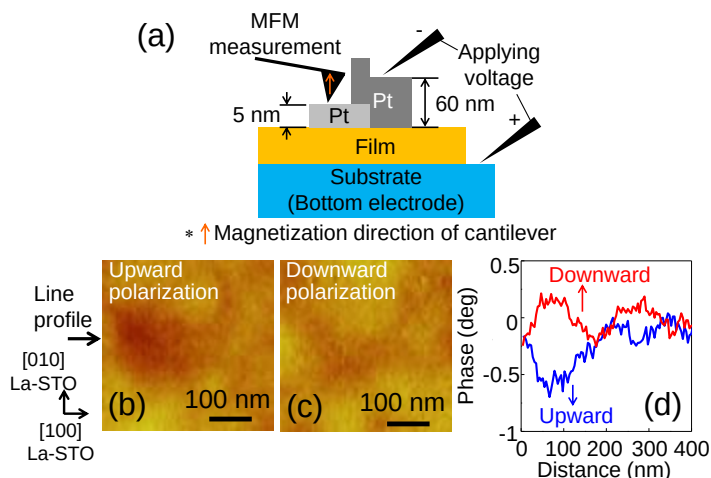


Fig. 2 (a) Schematic illustration of ME measurement set up. MFM images for (b) upward polarization and (c) downward polarization. (d) MFM line profiles. Blue and red lines are upward and downward measurements, respectively.

- 【参考文献】 1) Y.-H. Chu *et al.* Nature Mater. 7, 478 (2008).
2) 2012 年秋季第 73 回応用物理学会学術講演会 講演予稿集 13a-PB-6