

BiFeO₃ 薄膜の格子歪およびドメイン構造が圧電特性に及ぼす影響

The effect of crystal distortion and domain structure on piezoelectric properties of BiFeO₃ thin films

阪府大工, °岡本 直樹, 荻谷 健人, 吉村 武, 藤村 紀文

Osaka Pref. Univ., °N. Okamoto, K. Kariya, T. Yoshimura, N. Fujimura

E-mail: tyoshi@pe.osakafu-u.ac.jp

【はじめに】近年、IoT における自立型センサーノードの電力供給源として圧電式の振動発電素子が注目されている。我々は圧電体材料として、大きな自発分極と小さな比誘電率を有する BiFeO₃ に着目し、高効率の振動発電素子の開発に取り組んでいる。圧電 MEMS デバイスで主に用いられている PZT 薄膜では、-100pm/V 程度以上の d_{31} 定数を得るには 1 μ m 以上の膜厚が必要とされているが¹⁾、BiFeO₃ 配向膜においてはそのような圧電特性の膜厚依存性は現れていない²⁾。その要因を探るために、本研究では 100nm から 1 μ m までの膜厚の異なる BiFeO₃ エピタキシャル薄膜を作製し、その結晶構造や電気的特性を調べた。

【実験方法と結果】BiFeO₃ 薄膜は RF マグネトロンスパッタリング法により作製した。基板には Nb ドープした(1 0 0) SrTiO₃ 単結晶基板を用いた。製膜温度は 600°C であった。x 線逆格子空間マッピング測定の結果から、すべての試料において BiFeO₃ がエピタキシャル成長していることが確認できた。また 200nm 程度以上の膜厚の試料では、基板からの拘束が緩和されることにより結晶系が正方晶から菱面体晶へと変化していることがわかった。強誘電特性を測定した結果、1 μ m の試料の比誘電率と残留分極量はそれぞれ 110 と 45 μ C/cm² であり、菱面体晶を有する BiFeO₃ 薄膜の報告例³⁾と同等であった。走査型プローブ顕微鏡(SPM)を用いて面外方向および面内方向の圧電応答からドメイン構造を観察した結果を Fig.1 に示す。膜厚 200nm 以上での面外方向の圧電応答の増大は、内因的な圧電応答の向上を示している。また膜厚が増加するほどドメインサイズが大きくなっており、講演ではドメイン壁密度や結晶構造が $e_{31,f}$ 圧電定数に与える影響についても議論する。

【謝辞】本研究は JST CREST(JPMJCR16Q4)の支援を受けて行われた。

【参考文献】

- 1) K. Suu (2012), Thin-Film Process Technology for Ferroelectric Application, Advances in Ferroelectrics, Dr. Aimé Peláiz-Barranco (Ed.), InTech.
- 2) M. Aramaki et al., Jpn. J. Appl. Phys. 55 (2016) 10TA16.
- 3) K. Ujimoto et al. APL 100 (2012) 102901.

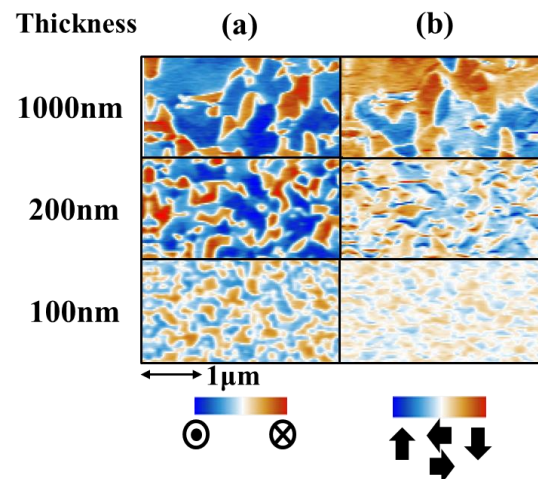


Fig.1 Mapping images of (a) vertical and (b) lateral converse piezoelectric responses of BiFeO₃ films.