

PLD 法で作製した正方晶 $(1-x)(\text{Bi,Na})\text{TiO}_3-x\text{BaTiO}_3$ 膜の評価

Evaluation of tetragonal $(1-x)(\text{Bi, Na})\text{TiO}_3-x\text{BaTiO}_3$ films prepared by PLD method.

東工大物院工¹, TDK 株式会社²

○(M1)石濱 圭佑¹, 館山明紀¹, 清水荘雄¹, 佐藤祐介², 山岡和希子², 石田未来², 舟窪浩¹

Tokyo Tech.¹, TDK corp.²

○K. Ishihama¹, A. Tateyama¹, T. Shimizu¹, Y. Sato², W. Yamaoka², M. Ishida², H. Funakubo¹

E-mail: ishihama.k.aa@m.titech.ac.jp

【緒言】 現在、最も代表的な圧電材料である $\text{Pb}(\text{Zr,Ti})\text{O}_3$ (PZT)は正方晶と菱面体晶の組成相境界で良好な圧電特性が得られることから、センサーやアクチュエータとして実用化されている。その一方で、圧電ベースのデバイスは様々な環境条件下での使用が考えられるため、毒性元素である鉛を含有する PZT に代わる非鉛圧電材料の開発が求められている。PZT と同様にペロブスカイト構造を持つ BaTiO_3 や $(\text{K, Na})\text{NbO}_3$ をベースにした圧電材料はセラミックス試料において比較的高い圧電特性を示しているが、未だ PZT に匹敵する性能を持つ代替材料は開発されていない^[1]。近年注目されている非鉛圧電材料のひとつに、 $(\text{Bi, Na})\text{TiO}_3\text{-BaTiO}_3$ (BNT-BT)がある。BNT-BT は組成相境界で高い圧電特性を示すことが知られており、セラミックス試料においてその圧電定数は $d_{33}=500\text{ pC/N}$ を示す^[2]。しかし、膜状試料の場合、基板によるクランピング効果によりセラミックスに比べて大幅に圧電特性が低下(e.g., $d_{33,f}\sim 100\text{ pC/N}$)^[3]する。そのため、本研究では組成相境界でない正方晶組成の膜で圧電性向上の研究を行った。薄膜形態の強誘電体試料においては、基板の応力により膜のドメイン構造を制御することができ、特に正方晶では格子変形に加え 90° ドメインのスイッチングを利用することによって圧電性を向上させることができる。今回我々は熱膨張率の小さい Si 基板上に(100)配向 BNT-BT 膜を作製することに成功し、 90° ドメインスイッチングによる圧電特性の向上を達成したため報告する。

【実験方法】 パルスレーザー堆積法により、 $\text{Pt/TiO}_x/\text{SiO}_2/\text{Si}$ 基板上に $(1-x)(\text{Bi, Na})\text{TiO}_3-x\text{BaTiO}_3$ ($x=0.2, 0.3, 0.5$) を $650\sim 675^\circ\text{C}$ で作製した。Bi と Na については揮発を見込み、これらを 20~40%過剰に含有したターゲットを用いた。得られた $(\text{Bi, Na})\text{TiO}_3\text{-BaTiO}_3$ 膜の組成評価は、波長分散型蛍光 X 線分析で行い、結晶構造評価は、X 線回折(XRD) 測定で行った。強誘電特性は強誘電体テストを用いた分極-電界(P - E)ヒステリシス測定によって、圧電特性はレーザードップラー振動計を用いて変位-電界(S - E)測定によって評価した。

【結果・考察】 Fig. 1 に、膜厚 $2\mu\text{m}$ の $0.8(\text{Bi, Na})\text{TiO}_3\text{-}0.2\text{BaTiO}_3$ 膜の電界下における XRD の 2θ - θ 測定の結果を示す。Fig.1 より電界印加中のみ分極軸方向である(001)配向のピークが確認できる。このことは 90° ドメインスイッチングを示唆している。Fig. 2 は Fig. 1 に示した試料と同様の試料の S - E 測定の結果である。組成相境界の BNT-BT 薄膜の先行研究に比べて高い圧電特性($d_{33,f}=250\text{ pm/V}$)が得られた。

【参考文献】

- [1] T. Harigai *et al.*, *Appl. Phys. Express* **3**, 111501 (2010).
 [2] H. Yilmaz *et al.*, *J. Electroceram.* **11**, 217 (2007).
 [3] P. Li *et al.*, *Ceram. Inter.* **41**, 12980 (2015).

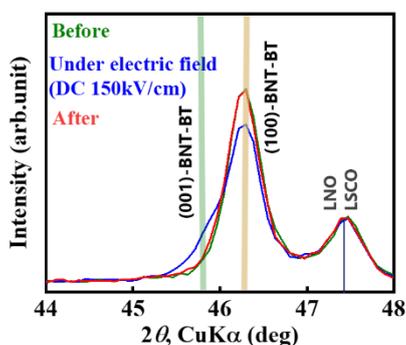


Fig.1 XRD diffraction patterns of $0.8(\text{Bi, Na})\text{TiO}_3\text{-}0.2\text{BaTiO}_3$ films

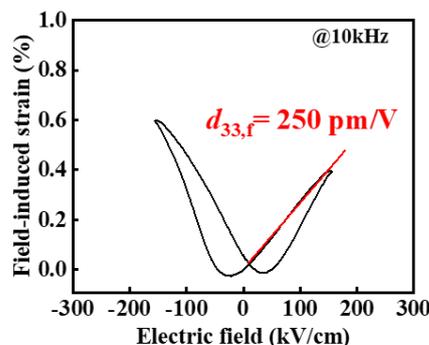


Fig. 2 S - E curves of $0.8(\text{Bi, Na})\text{TiO}_3\text{-}0.2\text{BaTiO}_3$ films