

種々の基板上に成長した正方晶(1-x)(Bi,Na)TiO₃-xBaTiO₃膜の特性評価Characterization of tetragonal (1-x)(Bi,Na)TiO₃-xBaTiO₃ films deposited on various substrates.東工大物院工¹, TDK 株式会社², 物・材機構³○(M2)石濱 圭佑¹, 館山明紀¹, 清水荘雄^{1,3}, 佐藤祐介², 山岡和希子², 鶴丸理沙子², 舟窪浩¹Tokyo Tech.¹, TDK corp.², NIMS³○K. Ishihama¹, A. Tateyama¹, T. Shimizu^{1,3}, Y. Sato², W. Yamaoka², R. Tsurumaru², H. Funakubo¹E-mail: ishihama.k.aa@m.titech.ac.jp

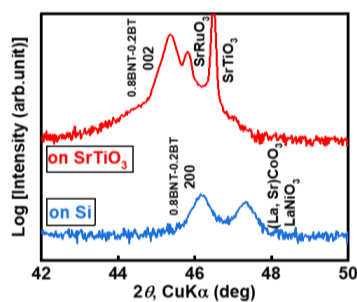
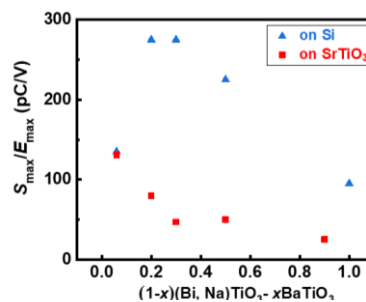
【緒言】 現在、最も代表的な圧電材料である Pb(Zr,Ti)O₃ (PZT)は正方晶と菱面体晶の組成相境界 (MPB)で良好な圧電特性が得られることから、センサー等に実用化されている。その一方で、環境への配慮から PZT に代わる非鉛圧電材料の開発が求められている。(Bi, Na)TiO₃-BaTiO₃ (BNT-BT)は近年注目されている非鉛圧電材料のひとつであり、セラミックス試料において MPB で高い圧電特性を示すことが知られている。しかし膜状試料の場合、基板によるクランピング効果によりセラミックスに比べて大幅に圧電特性が低下してしまう。^[1] そのため、本研究では組成相境界でない正方晶組成の膜で圧電性向上の研究を行った。正方晶構造を持つ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 (100) 配向ドメインを有する膜においては格子変形に加え 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。^[2] 今回我々は SrTiO₃ 及び Si 基板上にそれぞれ(001)配向及び(100)配向が主配向の BNT-BT 膜を幅広い組成域において作製することに成功し、Si 基板上の膜において 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、SrTiO₃ 及び Pt/TiO_x/SiO₂/Si 基板上に (1-x)(Bi, Na)TiO₃-xBaTiO₃ (x=0.06-1.00)を 650~675° 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(Bi, Na)TiO₃-BaTiO₃ 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、SrTiO₃ 及び Pt/TiO_x/SiO₂/Si 基板上に製膜した膜厚 2 μm の 0.8(Bi, Na)TiO₃-0.2BaTiO₃ 膜の XRD の 2θ-θ 測定の結果を示す。SrTiO₃ 基板上には(001)配向、Si 基板上には(100)配向が主配向な膜を製膜できたことが確認できる。他組成においても、この組成と同様に用いた基板によって配向を制御することができた。Fig. 2 は(1-x)(Bi, Na)TiO₃-xBaTiO₃ (x=0.06-1.00)の S-E 測定から求められた圧電特性 S_{max}/E_{max} の組成依存性を示している。Si 基板上に成膜した膜は SrTiO₃ 基板上に比べ高い圧電特性が得られた。また、SrTiO₃ 基板上においてはセラミックスの結果^[3]と同様に、MPB 組成において最も高い圧電特性を示したのに対し、Si 上ではセラミックスにおいて正方晶構造を持つ組成域において少なくとも 10at%の広い組成範囲で高い圧電特性を示すことがわかった。

【参考文献】

- [1] P. Li et al., *Ceram. Inter.* **41**, 12980 (2015).
- [2] M. Nakajima et al., *ACS Appl. Electron. Mater.* **2**, 1908 (2020).
- [3] J. H. Cho et al., *Ceram. Int.* **40**, 8419 (2014).

Fig.1 XRD diffraction patterns of 0.8(Bi, Na)TiO₃-0.2BaTiO₃ films.Fig.2 Composition dependence of S_{max}/E_{max} for (Bi, Na)TiO₃-BaTiO₃ films.