

高温利用可能な配向性無鉛圧電膜パターンの新規作製手法に関する研究

電子デバイス技術課 坂井雄一 富山県立大学 唐木智明

1. 緒言

センサ、アクチュエータ等で用いられる圧電材料においてチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)が広く使用されているが有害な鉛を含有することから、無鉛系材料の開発が望まれている。無鉛圧電材料の有力候補のひとつとして、 $(1-x)(\text{Bi,Na})\text{TiO}_3\text{-}x\text{BaTiO}_3$ 系(BNT-BT 系)材料がある。この材料は、圧電性のなくなる脱分極温度(T_d)が約 100-150°Cと比較的低温度にあり、幅広い温度範囲での使用は難しいとされてきたが、スクリーン印刷で形成した $(1-x)(\text{Bi,Na})\text{TiO}_3\text{-}x\text{BaTiO}_3$ 膜について、基板からの圧縮応力を利用することで T_d が高温化することを見出した^{1,3)}。これまで特性が良好と見込まれる Morphotropic Phase Boundary(MPB)領域を中心とした $0.3 \leq x \leq 0.17$ の組成で厚膜化を検討したところ、 $x=0.17$ の組成が最も T_d の高温化が進んだ一方、室温での特性は $x=0.07$ から 0.09 が良かった。³⁾そこで、高い温度でも利用可能な $x=0.17$ の組成について、室温付近での特性の向上について検討した。

2. 実験方法

固相反応法により、 $0.83(\text{Bi,Na})\text{TiO}_3\text{-}0.17\text{BaTiO}_3$ (以下、BNT-0.17BT)粉末を作製した。この粉末に MnO_2 を 0.2~0.6wt%混合した。作製粉末をもとにスクリーン印刷用のペーストを作製し、イットリア安定化ジルコニア(YSZ)基板上に上下を電極で挟まれた構造の厚膜を作製した。^{1,3)}作製した厚膜は $P\text{-}E$ ヒステリシスカーブを測定し、残留分極値 P_r を評価した。基板上に形成された厚膜の圧電定数 d_{31}^* は分極した圧電体厚膜に電圧を印加した際の変位量をレーザー変位計で測定、算出した⁴⁾。

3. 実験結果および考察

YSZ 基板上に作製した厚膜の X 線回折測定の結果を図 1 に示す。無添加および MnO_2 の添加量が 0.2wt%のものはペロブスカイト構造単相であったが 0.4、0.6wt%添加したものは帰属不明の異相が見られた。圧電定数 $-d_{31}^*$ の MnO_2 添加量依存性を図 2 に示す。 MnO_2 を 0.2wt%添加した厚膜が最も圧電定数が高くなった。室温における残留分極値 P_r も MnO_2 添加によって改善し、無添加時 $15\mu\text{C}/\text{cm}^2$ に対し、0.2wt%添加の時、最大値 $26\mu\text{C}/\text{cm}^2$ を示した。 MnO_2 添加による特性改善は、Mn がドナーとして機能し、酸素空孔を低減したためと考えられた。

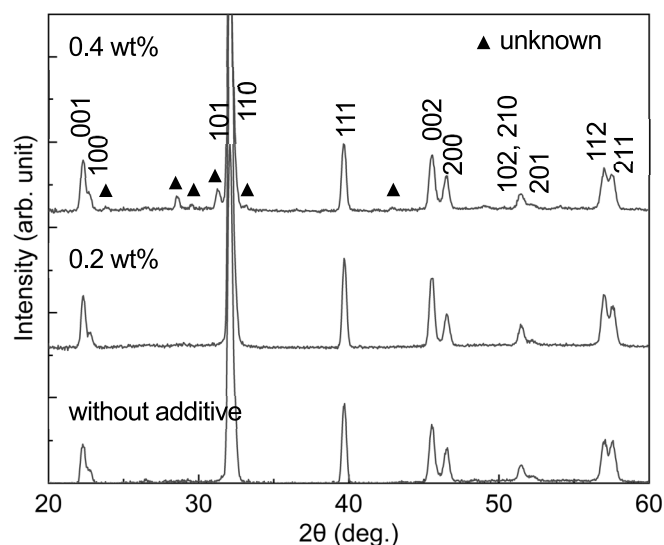


Fig. 1 XRD charts of BNT-17BT thick films without additive, and thick films with 0.2 and 0.4 wt% MnO_2 addition

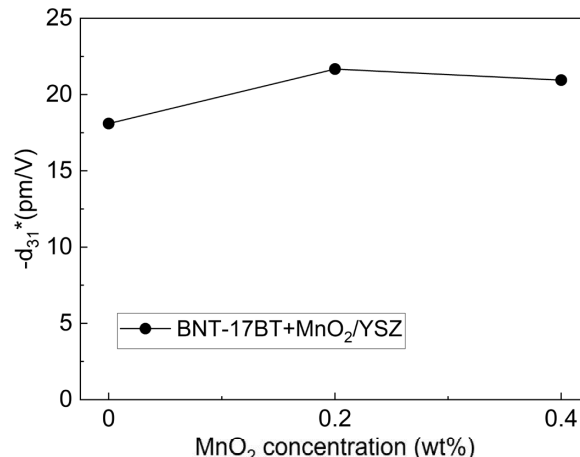


Fig. 2 MnO_2 concentration dependence of piezoelectric constant $-d_{31}^*$ of BNT-17BT thick films

4. 結言

BNT-0.17BT 厚膜に MnO_2 を適量添加することで室温付近での電気特性が向上することが明らかとなった。今後、高温での特性について検討する。

参考文献

- 1) 坂井ほか: 富山県工業技術センター研究報告 32 (2018) 77
- 2) Y. Sakai *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys. **56** (2017) 10PF01
- 3) Y. Sakai *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys. **59** (2020) SPPB05
- 4) I. Kanno *et al.*: Sensor and Actuators A 107 (2003)

謝 辞

本研究は、JSPS 科研費 20K05083 の助成を受けたものです。