

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

電子部品で用いられる圧電材料では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、 $(1-x)(Bi_xNa_x)TiO_3-xBaTiO_3$ 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)が比較的低いことが課題とされてきたが、スクリーン印刷で形成したBNT-BT膜は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^{1,2)}。これまで、強誘電性の指標である残留分極値の消失温度から間接的に T_d を推測してきたが、今回、圧電定数 d_{33} の温度依存性を直接測定し、 T_d を確認した。

2. 実験方法

固相反応法により $0.8(Bi_xNa_x)TiO_3-0.2BaTiO_3$ 粉末を作製し、 MnO_2 を0.2%混合した。(以下、BNT-20BTMn)³⁾この粉末をもとにスクリーン印刷用のペーストを作製し、マグネシア(MgO)基板上に上下を電極で挟まれた構造の厚膜を作製した。Agペーストを塗布することで下部電極は基板裏面まで電極を引き出した。⁴⁾圧電定数 d_{33} の測定は d_{33} 温度特性システム(LTT-01 リードテクノ㈱)を使用した。

3. 実験結果および考察

作製した厚膜についてX線回折で残留応力値を測定したところ、280MPaの圧縮応力が印加されていた。バルクセラミックスおよびMgO基板上に作製した厚膜の比誘電率の温度依存性を図1に示す。比誘電率は温度上昇とともに増加した。厚膜ではバルクで見られるような急峻な立ち上がりは見られなかった。これは、残留応力により高温にある反強誘電相が消失したためと考えられた。¹⁾圧電定数 d_{33} の温度依存性を図2に示す。⁴⁾バルク、厚膜いずれも温度上昇に伴い増加し、その後低下した。圧電定数 d_{33} が最大値の1/2まで低下した温度を脱分極温度 T_d と定義すると、バルク、厚膜の T_d はそれぞれ、約250°C、300°Cと圧縮応力の印加されている厚膜の方が高温となった。 d_{33} はバルクにおいては200°C付近で急激に上昇している一方で、厚膜は緩やかな上昇であった。圧電定数は比誘電率が大きいほど大きくなることが知られていることから、バルクと厚膜の d_{33} の温度変化挙動の違いは、図1においてバルクセラミックスの比誘電率が T_d 直前の200°C

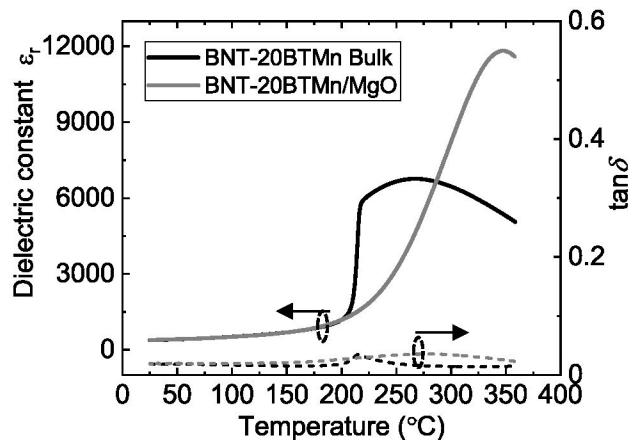


Fig. 1 Temperature dependence of dielectric constant and $\tan\delta$ of BNT-20BTMn

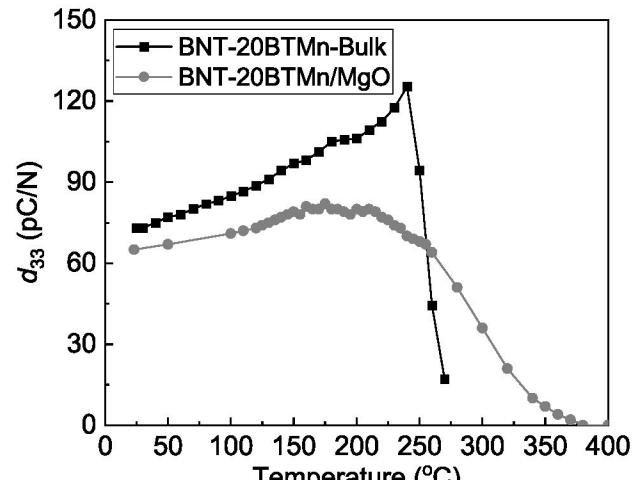


Fig. 2 Temperature dependence of d_{33} of BNT-20BTMn

付近で急激に上昇している一方で厚膜では緩やかな上昇にとどまっているためであると考えられた。

4. 結言

BNT-20BTMn厚膜の残留圧縮応力による T_d 高温化を圧電定数の温度変化から直接確認した。今後、配向等を利用した特性向上について検討する。

参考文献

- 1) Y. Sakai *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys. **56** (2017) 10PF01
- 2) Y. Sakai *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys. **59** (2020) SPPB05
- 3) Y. Sakai *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys. **60** (2021) SFFB04
- 4) 坂井ほか: 応用物理学会第69回春季学術講演会講演
予稿集 25a-E305-4 (2022) 05-125

謝 辞

本研究はJSPS科研費20K05083の助成を受けたものです。