

BNT 圧電セラミックスの分極処理条件に関する研究

材料強度学研究室

藤岡 直也

1. 緒言

圧電セラミックスとは圧電効果と呼ばれる性質を持つ。圧電効果とは、外部から機械的な圧力を加えると結晶表面に電荷が発生することであり、この現象を圧電気現象という。

現在使用されている圧電セラミックス材料は、環境や人体に対して有害な鉛を重量割合約 60 パーセント含んでいることから、その使用が規制されつつある。そこで鉛を含まない実用的な圧電セラミック材料、いわゆる非鉛系圧電セラミック材料の開発が求められている。

本研究では、産業技術総合研究所の楠本の報告⁽¹⁾に基づいて鉛フリー圧電セラミックス $85(\text{Bi}_{0.5}\text{Na}_{0.5})\text{TiO}_3-12\text{BaTiO}_3-3\text{SrTiO}_3$ (直径 10mm 厚さ 1.5mm) を焼成し、分極処理条件の圧電性に及ぼす影響を調査した。

2. 実験装置および方法

酸化ビスマス 17.26g、炭酸ナトリウム 3.93g、酸化チタン 13.92g、炭酸バリウム 4.13g、炭酸ストロンチウム 0.77g を乳鉢に入れ混合する。混合した原料をふるいに通し、電気炉を用いて 200°C で 5 時間、900°C で 2 時間の仮焼きを行う。仮焼きした原料を再び乳鉢に入れ、バインダーを混入し、1 時間程度混ぜる。さらに、ふるいに通し、できた原料を直径 12mm の型に入れ、プレス機を用いて 1.6t の力を加えて、厚さ 1.5mm に成形を行う。焼結は 200°C で 8 時間、1180°C で 3 時間行う。

その後、両面を研磨し、電極として銀ペーストを (厚さ 10~15 μm) 両面に塗り、800°C で 10 分間焼付けた。そして絶縁体のシリコンオイルの中で、分極処理を行った。

分極条件は、シリコンオイルの温度と与える電界を変えて実験した。すなわち、変化させた温度は 60~100°C で、電界は約 1~4kV/mm の間で行う。

次に BNT 結晶化を確認するため、X 線回折装置 (XRD) により、その回折パターンを測定した。回折角 2θ は 10°~90° の範囲で 0.5° /ステップの速度で行った。

実験結果および考察

XRD 回折パターンを図 1 に示す。BNT のピークが複数の回折面から得られ、焼結により BNT が結晶化されていることが確認された。

分極処理を行った後の圧電定数 d_{33} を図 2 および図 3 に示す。図 2 は分極電圧を 4kV、5kV、6kV と変えたときの、分極温度の変化による d_{33} の関係を示している。温度が高くなるにつれ d_{33} も上がっていることがわかる。図 3 は 25 個のサンプルについて d_{33} をそれぞれ荷電電界との関係についてプロットした図である。電界が高くなるにつれて圧電定数も上昇するが、2.7kV/mm 以上では、 d_{33} はほとんどに飽和する傾向が見られた。

4. まとめ

XRD 回折の結果、BNT が焼結できていることが確認できた。

分極温度が高いほど d_{33} は増加するが、荷電電界は 2.7kV/mm 以上では、その向上があまり期待できないことがわかった。

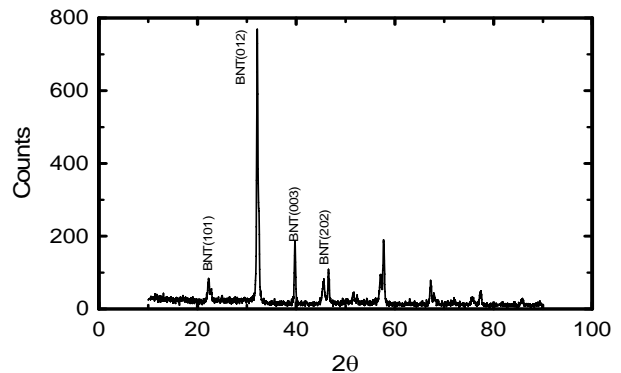


図1 XRD回折

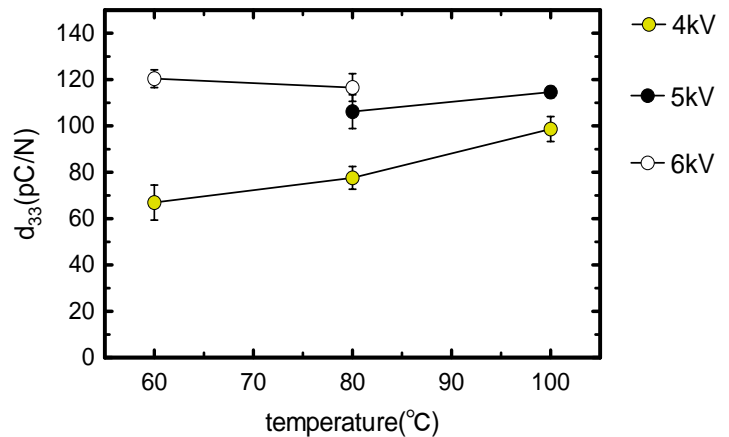


図2 温度変化による圧電定数の変化

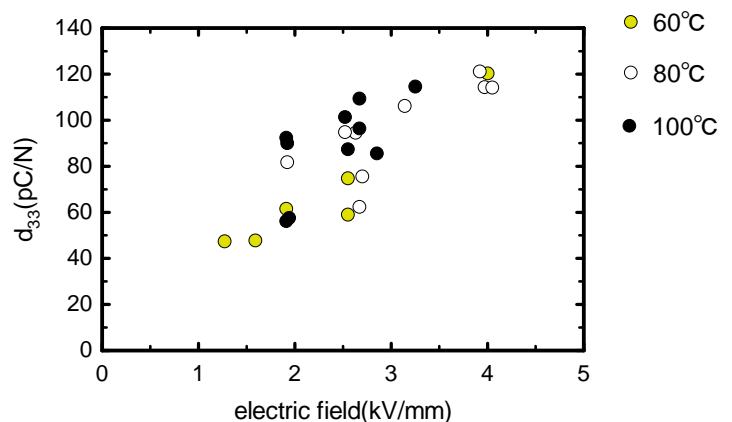


図3 電界の変化による圧電定数の変化

文献

(1) 非鉛系圧電体の材料探索とアクチュエータの応用
楠本慶二 他 社団法人 未踏科学技術協会 (2001)