

(Bi_{0.5}Na_{0.5})TiO₃ 系セラミックスの圧電的諸特性に対する機械的拘束の影響

Effects of mechanical stress on piezoelectric characteristics of (Bi_{0.5}Na_{0.5})TiO₃-based ceramics

東京理科大学 °橋本 達彦, 永田 肇, 竹中 正

Tokyo University of Science, °Tatsuhiko Hashimoto, Hajime Nagata and Tadashi Takenaka

E-mail: h-nagata@rs.noda.tus.ac.jp

【諸言】

近年、超音波モータやボルト締めランジュバン振動子等の圧電材料のハイパワー応用が注目されている。非鉛圧電材料の中でも(Bi_{0.5}Na_{0.5})TiO₃(BNT)系セラミックスは比較的良好なハイパワー圧電特性を持つことから非鉛ハイパワー圧電材料の候補と考えられている^[1]。しかし、ハイパワー応用の際に試料を機械的に拘束することで振動速度が低下するということが知られており、その際の挙動は詳細には調査されていない。そこで本研究では BNT 系セラミックスに応力を加えた際の圧電特性を調査した。

【実験方法】

BNT 系セラミックスは BNT の他に (1-x-y-z)(Bi_{0.5}Na_{0.5})TiO₃-x(Bi_{0.5}Li_{0.5})TiO₃-y(Bi_{0.5}K_{0.5})TiO₃-z(Bi_{0.5}Na_{0.5})MnO₃[BNLKT4-8-2], (1-x-y-z)(Bi_{0.5}Na_{0.5})TiO₃-x(Bi_{0.5}Li_{0.5})TiO₃-yBaTiO₃-z(Bi_{0.5}Na_{0.5})MnO₃[BNLBT4-4-2.5]を用いた。試料は化学組成式に基づき秤量し、作製には一般的な固相反応プロセスを用いた。測定試料は(33)モード[2×2×5 mm³]に切り出した後、銀電極を焼き付けた試料をシリコンオイル中で分極処理を行った。応力印加中の圧電特性は、Fig.1 に示すように試料に応力を加えながら小振幅圧電特性、大振幅圧電特性を評価した。小振幅圧電特性の評価はインピーダンスアナライザー (HP 4294A)を用いて共振-反共振法で行った。大振幅駆動時の振動速度 v_{0-p} はレーザードップラー計 (ONO-SOKKI LV-1710)を用いて測定した。圧縮時の応力は応力計(SHIMPO FGN-2B)を用いて測定した。

【実験結果】

ここでは Fig.1-(a)の方向に応力を加えた際の圧電応答について述べる。一般に、大振幅駆動時の振動速度は圧電定数 d_{33} と機械的品質係数 Q_m の積に比例することが知られている。Fig.2 は小振幅駆動時の $d_{33} \times Q_m$ についての応力依存性を示したものである。 $d_{33} \times Q_m$ は全ての試料において、応力が増加するにつれて低下していくことがわかる。このことから振動速度低下の原因は $d_{33} \times Q_m$ の低下によるものと考えられる。ここで BNLBT+Mn0.25 wt%を例に Q_m の変化について考える。無負荷時と最大応力下(0.5 MPa)では Q_m は 343 から 72 まで減少している。また d_{33} の変化は Q_m と比べると微小である。この傾向はそのほかの試料についても同様のことが言えるため、振動速度の低下の原因は、応力を付加することによる Q_m の低下であることがわかった。

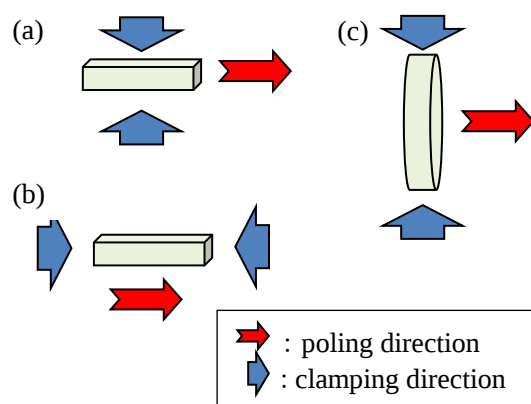


Fig.1 Clamping and polling directions.

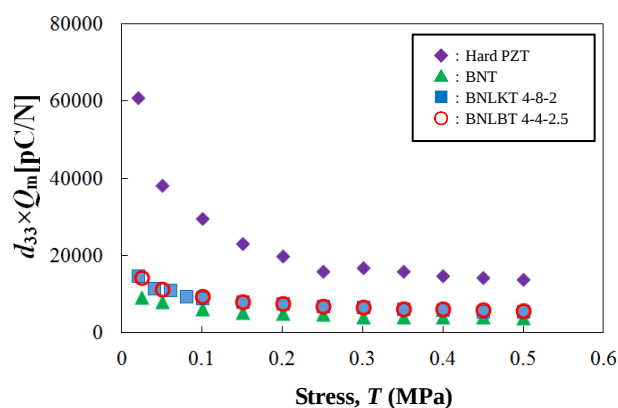


Fig.2 $d_{33} \times Q_m$ under the applied stress.

[1]. T. Tou, Y. Hamaguti, Y. Maida, H. Yamamori, K. Takahashi, and Y. Terashima: *Jpn. J. Appl. Phys.*, 48 (2009) 07GM03.