

# Ba(Zr,Ti)O<sub>3</sub>-(Ba,Ca)TiO<sub>3</sub> 系非鉛圧電セラミックスの ハイパワー圧電特性に及ぼす Mn 添加効果

## Effects of Mn Doping on High-Power Piezoelectric Characteristics of Ba(Zr,Ti)O<sub>3</sub>-(Ba,Ca)TiO<sub>3</sub> -based Lead-Free Piezoelectric Ceramics

東理大理工 〇(M2) 神垣 智也, 永田 肇, 竹中 正

Tokyo Univ. of Sci., 〇Tomoya Kamigaki, Hajime Nagata, Tadashi Takenaka

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

### 【目的】

鉛の環境への影響から、Pb(Zr,Ti)O<sub>3</sub>[PZT]系に代わる非鉛圧電材料の開発が課題となっている。非鉛圧電材料の有力な候補の1つに、(1-x)Ba(Zr<sub>0.2</sub>Ti<sub>0.8</sub>)O<sub>3</sub> - x(Ba<sub>0.7</sub>Ca<sub>0.3</sub>)TiO<sub>3</sub> [BZT-xBCT]系セラミックスがある。x = 0.45 組成において、圧電定数  $d_{33}$  = 約 300 [pC/N]と大きいことから、非鉛圧電材料の有力な候補と考えられている<sup>[1]</sup>。また、正方晶よりの組成(x > 0.5)において機械的品質係数  $Q_m$  が大きくなることから、大振幅応用への展開が期待される。これまでにBaTiO<sub>3</sub>系セラミックスにMnを添加することにより  $Q_m$  が向上し、ハイパワー圧電特性が改善されたという報告がある<sup>[2]</sup>。そこで本研究では、BZT-BCTの正方晶系組成にMnを添加することにより、ハイパワー圧電特性の向上を図ったので報告する。

### 【実験方法】

出発原料は BaCO<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>, CaCO<sub>3</sub>, MnCO<sub>3</sub> を用い、固相反応法で作製した。(1-x)Ba(Zr<sub>0.2</sub>Ti<sub>0.8</sub>)O<sub>3</sub> + x(Ba<sub>0.7</sub>Ca<sub>0.3</sub>)TiO<sub>3</sub> + yMnCO<sub>3</sub>wt%[BZT-xBCT+yMn]に基づいて秤量し、仮焼は1300°Cで4時間、本焼は大気中で1400°Cで2時間行った。作製した試料はX線回折、抵抗率、小振幅圧電特性、振動速度および誘電温度特性を通常の方法で測定した。

### 【実験結果】

BZT-0.6BCT+yMn セラミックスにおいて、yを増加させると  $Q_m$  が増加し、小振幅圧電特性  $d_{33}$  は減少した。Fig.1 はセラミックスの  $d_{33} \cdot Q_m$  積を示している。Mn 添加による  $Q_m$  の増加により  $d_{33} \cdot Q_m$  積は増加するが、 $d_{33}$  の減少により y > 0.396 では  $d_{33} \cdot Q_m$  積は減少した。Fig.2 は BZT-0.6BCT+yMn セラミックスの印加電界と振動速度の関係を示している。Mn 添加により振動速度が大きくなることがわかった。また、Fig.1 の  $d_{33} \cdot Q_m$  積が最大となる時、振動速度も最大となっていることが分かった。これは、Mn 添加によるハード化により  $Q_m$  が増加したためと考えられる。

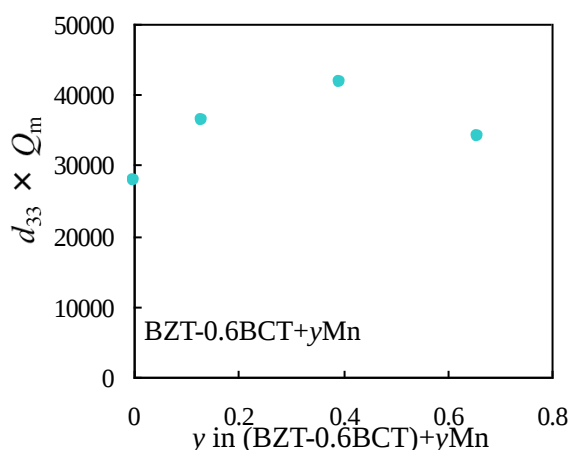


Fig. 1 The product of  $d_{33}$  and  $Q_m$  as a function of y in BZT-0.6BCT+yMn.

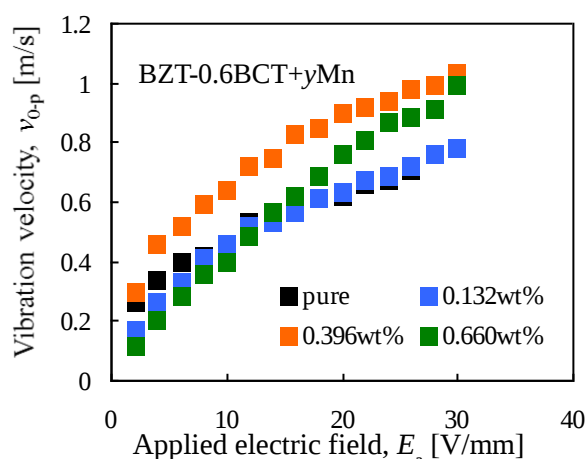


Fig. 2 Vibration velocity  $v_{0-p}$  as a function of applied electric field  $E_a$  in BZT-0.6BCT+yMn.

### 【参考文献】

- [1] M. Acosta, N. Novak, W. Jo, J. Rodel, *Acta Materialia*, **80** (2014) 48–55.
- [2] D. Tanaka, J. Yamazaki, M. Furukawa, and T. Tsukada, *Jpn. J. Appl. Phys.*, **49** (2010) 09MD03.