

# Mn 添加した(Bi<sub>0.5</sub>Na<sub>0.5</sub>)TiO<sub>3</sub> 系セラミックスの脱分極温度に対する急冷効果

## The quenching effects on depolarization temperature of

### (Bi<sub>0.5</sub>Na<sub>0.5</sub>)TiO<sub>3</sub> ceramics with Mn dopants

東京理科大学, °(M1)江口 浩太郎, 高木 優香, 永田 肇, 竹中 正

Tokyo University of Science, °Koutaro Eguchi, Yuka Takagi, Hajime Nagata, and Tadashi Takenaka

E-mail: [h-nagata@rs.noda.tus.ac.jp](mailto:h-nagata@rs.noda.tus.ac.jp)

近年、世界的な環境保全に対する意識の高まりから鉛を含んだ Pb(Zr,Ti)O<sub>3</sub> [PZT]系の代替となる非鉛圧電材料の開発が必要かつ急務となっている。非鉛圧電材料の一つである(Bi<sub>0.5</sub>Na<sub>0.5</sub>)TiO<sub>3</sub>[BNT]セラミックスは、大振幅駆動時の機械的品質係数の劣化が少なく作製が容易なことから低コストで信頼性の高いハイパワー圧電アクチュエータなどへの応用が期待されている。しかし、圧電特性が消失する脱分極温度  $T_d$  が約 180°C と低いという問題があるため、 $T_d$  の高温化が課題となっている。

近年、本焼の降温時に 1100°C から急冷(クエンチ)された BNT の  $T_d$  は普通焼成を行ったものに対して約 50°C ほど高温化することが報告されている<sup>[1]</sup>。急冷による  $T_d$  高温化には、酸素欠陥の影響が示唆されていることから、本研究では酸素欠陥量をコントロールするために Mn を添加し BNT セラミックスを作製し、電気的諸特性と  $T_d$  に対する急冷の効果を検証した。

BNT 試料(BNT+MnCO<sub>3</sub>  $x$  [wt%])は一般的な固相反応法を用いて作製した。仮焼は 850°C、本焼は大気中にて 1140°C で 2 時間焼結した。焼結後、1100°C で電気炉から取り出し室温まで下げることで急冷した。作製した試料に対して、 $T_d$  は電気機械結合係数  $k_{33}$  の温度依存性から推定した。結晶構造を X 線回折により決定し、普通焼成と急冷したものの値を比較した。圧電特性を共振-反共振法により測定した。更に抗電界  $E_c$  は  $P$ - $E$  ヒステリシスループから求めた。

図 1 は Mn 添加量  $x$  を変化させたときの普通焼成と急冷した BNT セラミックスの脱分極温度  $T_d$  の関係を示している。 $T_d$  は普通焼成、急冷した BNT のどちらも Mn 添加量  $x$  が增大すると共に減少した。また急冷した BNT の  $T_d$  は Mn 添加量に関わらず普通焼成した BNT よりも高温化した。また、 $T_d$  付近において  $k_{33}$  が急速に減少したことから、室温での  $k_{33}$  の劣化はほぼ無かった。図 2 は普通焼成と急冷した BNT における Mn 添加量  $x$  を変化させたときの  $T_d$  の差 ( $\Delta T_d$ ) を示している。 $\Delta T_d$  は Mn 添加量増大に伴い増加した。従って急冷の効果が酸素欠陥量増大によって促進されることが示唆された。

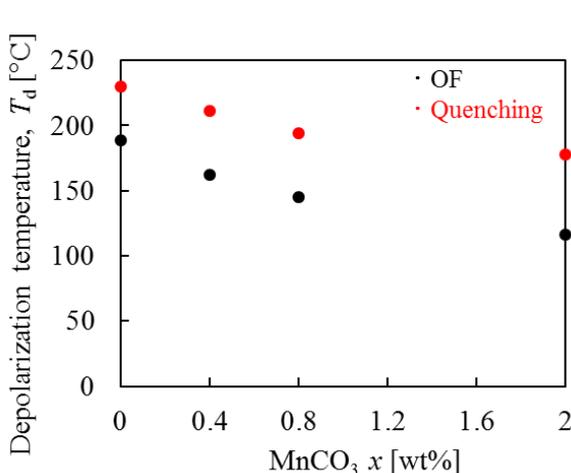


Fig. 1. Relationship between Mn content and depolarization temperature  $T_d$

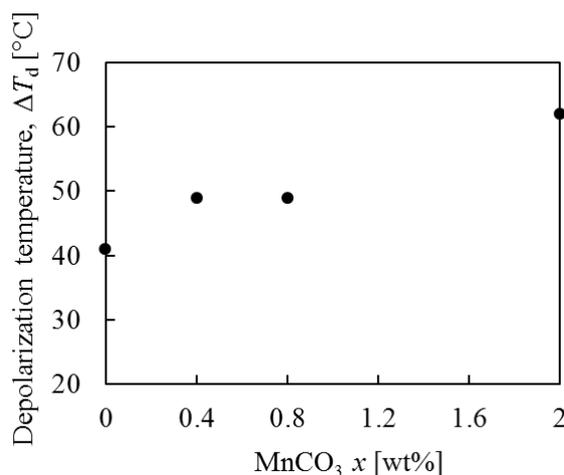


Fig. 2. Relationship between Mn content and depolarization temperature  $\Delta T_d$ .

[1] H. Muramatsu, H. Nagata, and T. Takenaka, *Japanese Journal of Applied Physics*, 55 (2016) 10TB07.