

## 印刷成膜用強誘電体微小粒子に関する研究

## Investigation of Ferroelectric Nanoparticles for Printing Deposition

\*芝浦工大理工, \*\*芝浦工大 RCGI

○山崎美沙\*, 山口正樹\*\*\*

\*Shibaura Inst. of Tech., \*\*RCGI, Shibaura Inst. of Tech.

○M. Yamasaki and M. Yamaguchi

E-mail: yamag@sic.shibaura-it.ac.jp

## 1. はじめに

強誘電体をはじめとする機能電子材料は、セラミックコンデンサや圧電デバイスなどとして、電子機器に広く利用されている。とくに最近では、複雑な立体構造をもつデバイスを 3D プリントによって直接形成する、といった取り組みも行われている。[1]

印刷法による成膜にはいくつかの細かな分類があるが、その最大の魅力は手軽さにあるといえる。そのため我々は、アルコール系吐出溶液を用いたインクジェットプリント法により、強誘電体パターンを直接形成することに取り組んできた。しかし、移流集積効果のために平滑膜を得ることが難しいこと、吐出溶液の粘度変化が液滴形状に大きく影響を及ぼすことなどの課題に加え、粘度調整のために添加する増粘剤による形成膜密度の低下、などが課題となっていた。[2, 3]

一方で三村らは、強誘電体ナノキューブの自己集合プロセスを用いた、高配向の規則配列集合体に関する先駆的な研究報告を行っている。[4 - 6] また、古くから半導体分野で知られているグラフォエピタキシでは、結晶成長初期における微結晶、あるいは成長段階における結晶粒の表面自由エネルギーの低下により、結晶粒子配向が生じることが分かっている。[7, 8]

このような背景により今回は、高配向強誘電体膜の印刷法による直接パターンニングを念頭におき、チタン酸バリウム微粒子の合成を行った。

## 2. 実験方法

本報告における微粒子は、水熱合成法により合成したものである。出発原料は水酸化バリウム、水溶性チタン溶液、水酸化ナトリウム水溶液、tブチルアミン、オレイン酸とし、合成溶液の水酸化ナトリウム濃度は 1.0 mol/L、tブチルアミンおよびオレイン酸量は、チタンに対してモル比でそれぞれ 8 倍とした。[4 - 6]

合成溶液は各原料を秤量・混合したものであり、これを圧力容器内で攪拌しながら、200℃の温度下において 72 時間の粒子成長を行った。合成粒子をエタノールによる複数回の洗浄の後、無極性溶媒に分散・分離することで目的粒子とした。なお、合成溶液中のバリウム/チタン比は 1.0、バリウムのモル濃度は 0.004 ~ 0.10 mol/L である。

## 3. 結果および考察

図には代表的なチタン酸バリウム微粒子の、走査電子顕微鏡写真を示している。ここから分かるように、合成溶液中のバリウム濃度の変化は、成長した微粒子の形態に大きく影響を及ぼしている。具体的には濃度の増加によって形態は針状、切頂あるいは切稜立方体、不定形へと変化する。なお、粒子径には大きな変化は認められない。

この結果から、切頂あるいは切稜立方体が得られるバリウム濃度は、0.005 ~ 0.01 mol/L 程度の範囲にある。

## 参考文献

- 1) Z. Chen *et al.*, IFAAP2018, 28am-F03 (2018).
- 2) 柿元ほか, 第 62 回応物春季講演会, 11p-P4-6 (2015).
- 3) 松岡ほか, 第 33 回強誘電体応用会議, 25-T-03 (2016).
- 4) 三村ほか, 第 60 回応物春季講演会, 29a-D3-5 (2013).
- 5) 三村ほか, 第 74 回応物秋季講演会, 19p-D1-1 (2013).
- 6) 三村ほか, 第 62 回応物春季講演会, 13a-A21-6 (2015).
- 7) H. I. Smith *et al.*, Appl. Phys. Lett., 32, 349 (1978).
- 8) M. W. Geis *et al.*, Appl. Phys. Lett., 35, 71 (1979).

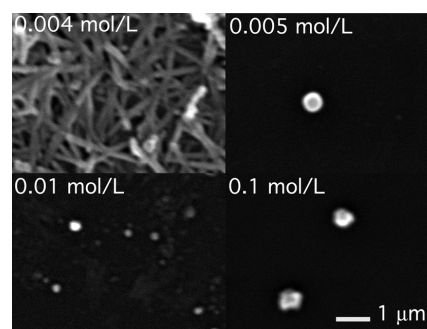


Fig. The typical SEM images of synthesized BaTiO<sub>3</sub> particles at various Ba concentration.