

非鉛系圧電材料の評価技術に関する研究

評価技術課 角田龍則 二口友昭 機械電子研究所 坂井雄一

1. 緒言

現在もっとも多く使用されている圧電セラミックス材料は、鉛を含むPZTである。鉛は、その毒性から環境への悪影響が懸念されており、急速に使用が制限されてきている。圧電セラミックス中の鉛は、例外扱いとなっているが、非鉛系材料の開発は、多くの企業で行われている。BaTiO₃系材料は非鉛系圧電材料の中では、すぐれた圧電特性をもつことが知られている。

本研究では、BaTiO₃系材料を用いて、センサやアクチュエータの基本形状試料を作製し、その圧電特性を調べることを目的とする。

2. 実験方法

BaTiO₃系材料は、Tiの一部をZrで置換することにより圧電性が向上することが知られている¹⁾。そこで、水熱合成法によるBaTiO₃とBaTi_{0.95}Zr_{0.05}O₃粉末を秤量混合、プレス成形し、1350℃～1550℃で焼結させBa(Ti_{0.95}Zr_{0.05})O₃セラミックスを作製した。その後、それぞれの温度で焼結させた試料をダイサーで所定の形状に切断後、スパッタ法によってPt/Cu/Ti電極を付けた。最後に、シリコンオイル中60℃で、電界強度10～20kV/cmにて分極処理をした。

インピーダンスアナライザを用いて、共振法(EMAS-6100)によって、各圧電定数を算出した。また、レーザー変位計を用いて、直接法によって、圧電定数 d_{33} を測定した。

3. 結果および考察

共振法では焼成温度1450℃のサンプルが、最も高い圧電特性を示した。特に、 d_{15} は420(pC/N)の値を得ることができた。また、直接法では焼成温度1350℃のサンプルが、最も高い圧電特性を示した。 d_{33} は540(pC/N)の値を得ることができた。図1は共振法測定による圧電定数と焼成温度の関係、図2は直接法測定による圧電定数と焼成温度の関係を示す。

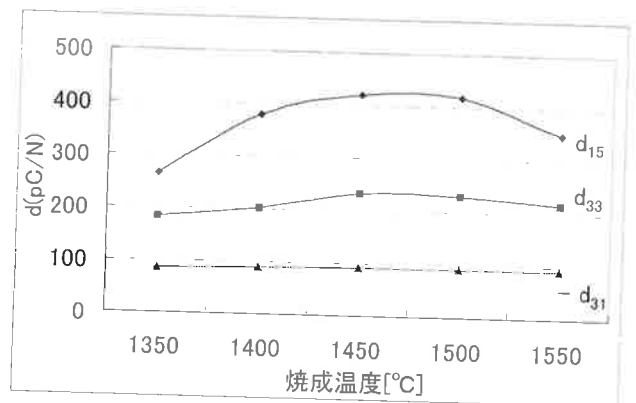


図1. 圧電定数 (共振法による測定)

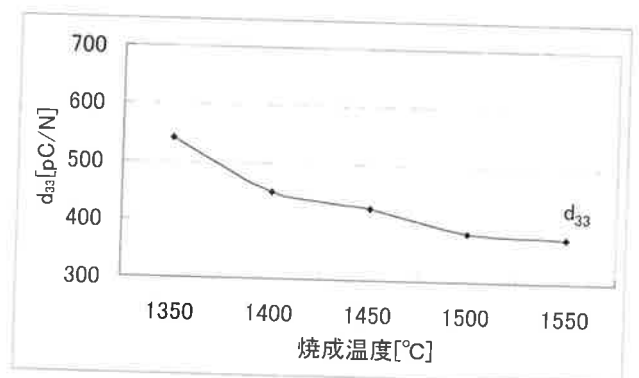


図2. 圧電定数 (直説法による測定)

二つの測定法で、 d 定数が最大値となる焼成温度が異なる理由は、以下の二点が考えられる。一つは、測定電圧が異なること、もう一つは、焼成温度を上げることによって、誘電率が減少してしまうことである。図3は誘電率と焼成温度の関係を示す。

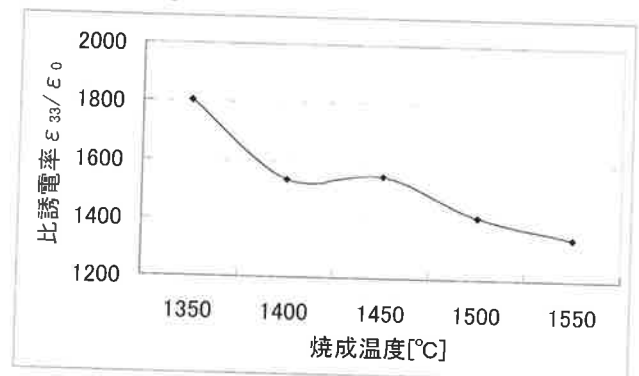


図3. 誘電率

電子顕微鏡による観察では、1350℃焼成で5μm以下だった粒径が、1400℃焼

成以上では、数百 μm 程度に粒成長していることが確認できた。図 4 は 1350℃ 焼成でのセラミックス表面の SEM 画像、図 5 は 1400℃ 焼成でのセラミックス表面の光学画像である。

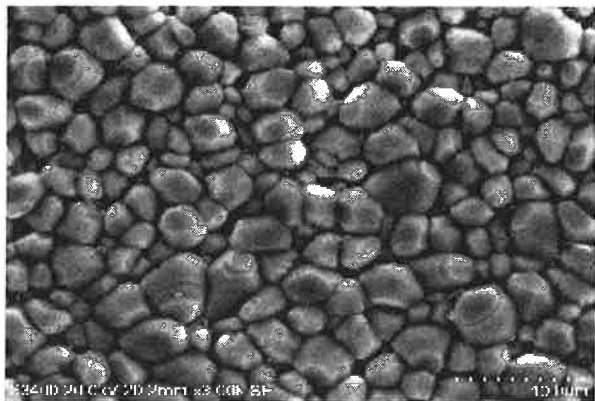


図 4. セラミックス表面の SEM 画像 1350℃ 焼成

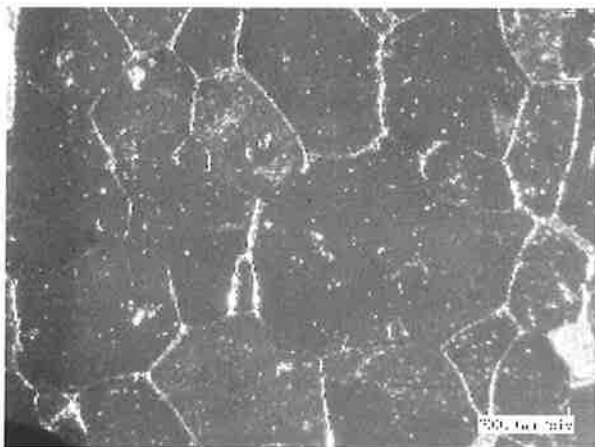


図 5. セラミックス表面の光学画像 1400℃ 焼成

また、X 線回折の結果から高い温度での焼成では、Ti 酸化物のピークが確認できた。同様に蛍光 X 線の結果から高温焼成では、Ba の比率が下がり Ti の比率が上昇していた。図 6 は X 線回折強度と焼成温度の関係、図 7 は蛍光 X 線測定によるモル比と焼成温度の関係を示す。

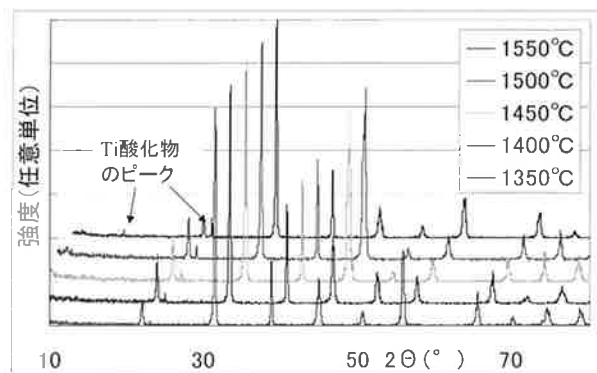


図 6. X 線回折強度

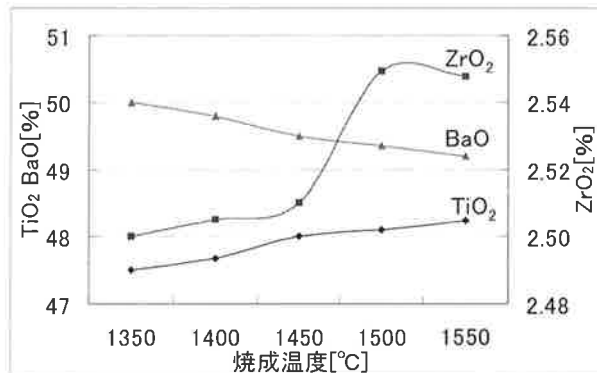


図 7. 蛍光 X 線による各成分のモル比

これらの結果から、1500℃ 以上での焼成では、セラミックス表面に Ti 酸化物が偏析していることが予想できた。

4. まとめ

本研究では、非鉛系圧電材料である $\text{Ba}(\text{Ti}_{0.95}\text{Zr}_{0.05})\text{O}_3$ セラミックスを作製し、その圧電特性を共振法、直接法により評価した。圧電定数 d_{33} は 230(pC/N)、 d_{15} は 420(pC/N)の値を得ることができた。また、焼成温度と圧電定数の関係から、1450℃で焼成した場合が、最も高い圧電特性を示すことがわかった。

参考文献

- 1) Zhi Yu, et al., *J. Appl. Phys.* 92, 1489 (2002)

キーワード：圧電体、非鉛、チタン酸バリウム、d 定数、焼成温度

Piezoelectric properties of $\text{Ba}(\text{Ti}_{0.95}\text{Zr}_{0.05})\text{O}_3$ ceramics

Tatsunori KAKUDA, Tomoaki FUTAKUCHI and Yuichi SAKAI(Toyama Industrial Technology Center)

We made the $\text{Ba}(\text{Ti}_{0.95}\text{Zr}_{0.05})\text{O}_3$ ceramics which are lead-free piezoelectric material, and evaluated the piezoelectric properties by the resonance method with the impedance analyzer, by the direct method with the laser displacement measurement. As a result, the highest piezoelectric constant d_{33} was 230(pC/N), d_{15} was 420(pC/N). In addition, the ceramics showed the highest piezoelectric properties in the case that the firing temperature was 1,450 degrees Celsius.