

**研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム**  
**FS ステージ シーズ顕在化タイプ 事後評価報告書**

研究開発課題名	: 高変位特性を有する非鉛圧電セラミックスの積層化
プロジェクトリーダー	: 京セラ株式会社
所属機関	: 京セラ株式会社
研究責任者	: 王瑞平 ((独)産業技術総合研究所)

### 1. 研究開発の目的

本研究開発の目的は、積層圧電体のアクチュエータやセンサーに使用されている  $\text{Pb}(\text{Ti,Zr})\text{O}_3$  を主とした鉛系圧電材料を非鉛圧電材料に置き換える事と、積層体の内部電極に使用している Ag や Pd の貴金属を卑金属の Ni に置き換える事である。シーズ候補の非鉛圧電材料の圧電定数は、既存の鉛系圧電材料と同等である。このシーズ材料を Ni が酸化しない不活性雰囲気で焼結した場合でも、高い圧電定数を維持して多積層化すれば、既存の鉛系積層圧電体の置き換えが可能となる。またこの非鉛化によって、生産時や廃棄時の生態系汚染の危険を回避して地球環境保護に貢献できると同時にコスト低減に繋がる。

### 2. 研究開発の概要

#### ①成果

研究開発目標	達成度
①非鉛圧電材料の粉体の作製	① シーズ組成を固相反応法で合成し、比表面積が異なる粉体を作製した。そして大気雰囲気にてバルク体を焼結して圧電特性を評価した結果、比表面積が $7.0\text{m}^2/\text{g}$ 以上で $d_{33}$ 値が目標の $350\text{pC/N}$ 以上を示した。
②非鉛圧電材料のテープ化・積層化	② 比表面積が $7.7\text{m}^2/\text{g}$ の粉体を用いて、テープ成形を行った。その結果、生密度は最大値を示し、クラックやピンホール等の欠陥が無いテープを得て、Ni 内部電極を内装した積層体を作製した。
③Ni 内部電極を持つ非鉛圧電積層体の焼結	③ 不活性雰囲気での焼結条件を最適化した結果、バルク体の相対密度は目標の 95%を達成した。更に焼結後に酸化処理を行った結果、積層体の絶縁抵抗率は目標の $1 \times 10^8 \Omega\text{m}$ を達成した。
④非鉛圧電積層体の特性評価	④ 積層体の圧電特性を評価した結果、 $d_{31}$ は $46\text{pC/N}$ と目標値に満たなかった。不活性雰囲気での焼結した場合、第二相転移温度は室温から高温側へシフトし、これに伴って $d_{31}$ が低下する事が判明した。

#### ②今後の展開

本技術の実現によって圧電アクチュエータ、センサーなど、従来鉛系積層圧電体で使用されている既存用途への代替が可能となり、鉛を含まない電子デバイスの実現が大きく前進する。また、鉛を使用しない事

より、従来では毒性の為に適用が困難であった体内埋め込み型などの医療機器の駆動源や電力源への応用が期待される。

### 3. 総合所見

概ね目標を達成し、次の研究開発フェーズに進むための成果が得られており、今後の取り組み次第ではイノベーション創出の可能性がある。

産総研の新圧電材料の圧電素子化を、京セラの積層焼成ノウハウを活用して具現化した点は評価できる。

圧電特性の目標が未達成であるが、原因究明はしっかり行われており、限られた期間で、今後の研究開発につながる成果が得られている。