



Title	高信頼性PZT基複合体の開発研究
Author(s)	田島, 健一
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/44745">https://hdl.handle.net/11094/44745</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	田島 健一
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 18249 号
学位授与年月日	平成 16 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	高信頼性 PZT 基複合体の開発研究
論文審査委員	(主査) 教授 新原 眞一  (副査) 教授 町田 憲一 教授 今中 信人 教授 甲斐 泰 教授 野島 正朋 教授 田川 精一 教授 小松 満男 教授 平尾 俊一 教授 大島 巧 教授 桑畠 進

### 論文内容の要旨

本論文は、PZT の優れた圧電特性を維持しながら乏しい機械的特性を大幅に改善した高信頼性 PZT 基複合体の開発を目的とする一連の研究成果をまとめたものであり、以下に示す七章から構成されている。

第一章では、本論文の背景、目的および論文の構成を述べている。

第二章では、PZT への様々な物質の添加効果を文献等を調査、整理し、第 2 相として  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$  及び  $\text{ZrO}_2$  を機械的強度を向上できる可能性がある粒子として選択している。

第三章では、純粋な PZT に  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{ZrO}_2$  を微量 ( $\sim 1 \text{ vol\%}$ ) 添加し、PZT 基複合体を作製し評価している。極微量の  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$  の添加が、PZT の粒径を著しく微細にし、機械的強度を大幅に高めることを示している。圧電特性 ( $K_p$ ) は、固溶によって劣化することを明らかにしている。更に  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$  は、焼成時に PZT 中に一旦固溶し、冷却時に 20-40 nm のナノ粒子として再析出する固溶-再析出機構を提案している。

第四章では、高速焼結が可能なマイクロ波加熱法による PZT 複合体の作製に成功している。マイクロ波加熱品は、通常焼結品と比較して機械的強度が高く、短時間焼結のために  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$  との固溶を積極的に制御が可能で圧電特性の劣化も小さいことを示している。

第五章では、B サイトにより安定な Sb、Mn 元素が固溶している市販ハード型 PZT 原料を用いることで  $\text{Al}_2\text{O}_3$  と  $\text{MgO}$  の固溶を積極的に制御し、従来比 150% の高い強度と優れた圧電特性が調和した新規な高信頼性 PZT 基複合体の作製に成功している。

第六章では、新規な無電界メッキプロセス法により作製された PZT/白金ナノ複合体及び PZT/ $\text{Al}_2\text{O}_3$  複合体の電界誘起疲労特性を評価し、第 2 相粒子によって粒界が強化された PZT 複合体では疲労特性が大幅に向上されることを実証している。このメカニズムとして新たに第 2 相粒子によるマイクロクラックピン止め効果を提案している。

第七章では、本研究で得られた結果を総括し、研究成果をまとめている。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、優れた圧電特性と機械的特性が調和した高信頼性 PZT 基複合体の開発を目的としたものであり、主な成

果を要約すると次の通りである。

(1) 純粋な PZT に極微量の第 2 相 ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{ZrO}_2$ ) を添加した PZT 複合体の微構造変化及び機械的、電気的特性を詳細に調査し、ナノメーターサイズの  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$  粒子が固溶－再析出機構によって PZT の粒内および粒界に析出することを明らかにし、PZT の機械的特性の大幅な改善が可能であることを実証している。

(2) 第 2 相の固溶による PZT の圧電特性の劣化機構を解明し、ハード型 PZT 原料を用いることで第 2 相の固溶を制御し、高い圧電特性と機械的特性の両立した高信頼性 PZT 基複合体の開発に成功している。

(3) PZT のナノ複合化によって耐久特性が向上することを、無電解メッキプロセス法で作製された PZT/Pt ナノ複合体及び PZT/ $\text{Al}_2\text{O}_3$  複合体ではじめて実証している。向上のメカニズムとして粒界の強化によるクラック先端の応力低下機構を示し、さらに新たなメカニズムとしてマイクロクラックのピン止め効果を提案している。

以上のように本論文は、新しい用途の拡大が期待される高信頼性 PZT 基複合体の開発に成功すると共に、PZT の微構造制御、機械的、電気的特性に及ぼす第 2 相添加効果に対して多くの新しいメカニズムと知見を得ており、材料工学ならびに複合材料工学の確立に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。