



Title	強誘電体分散セラミックス系ナノ複合体の開発研究
Author(s)	永井, 徹
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43009
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	なが い 永 井 徹
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 4 9 0 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 11 年 7 月 26 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	強誘電体分散セラミックス系ナノ複合体の開発研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 新 原 皓 一 (副査) 教 授 足 立 吟 也 教 授 城 田 靖 彦 教 授 甲 斐 泰 教 授 田 川 精 一 教 授 野 島 正 朋 教 授 小 松 満 男 教 授 平 尾 俊 一 教 授 大 島 巧

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、セラミックス材料の機械的信頼性を破壊のセンシングや抑制機能の付与により改善することを目的に行った、ペロブスカイト型強誘電・圧電体を分散したセラミックス系ナノ複合体の開発に関する研究成果をまとめたもので、以下の7章から構成されている。

第1章では、研究の背景と現在までの問題点について述べ、本研究の意義と目的を明確にしている。

第2章では、マイクロ波を利用したリモートセンシングへの応用が期待できる、複合ペロブスカイト型高周波誘電体 ($\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x$)($\text{Mg}_{1/3}\text{Ta}_{2/3}$) O_3 (BSMT) の誘電特性発現のメカニズムについて検討し、この材料が酸素八面体の回転変位の関与する構造相転移を示すことを見出すと共に、この相転移が BSMT の誘電特性の重要な支配因子であることを明らかにしている。

第3章では、ペロブスカイト型強誘電・圧電体との焼結法による複合化が可能な、セラミックスの探索を目的に、各種酸化物セラミックスと BaTiO_3 の1300～1400℃での反応を検討し、 MgO が複合体のマトリクスとして適していることを見出している。

第4章では、 MgO マトリクスからの Mg イオンの固溶が、 BaTiO_3 の強誘電特性に与える影響について検討している。この結果、まず MgO の固溶限界が1～2 mol%の間であることを明らかにする共に、 MgO の固溶によって正方晶一斜方晶転移点と斜方晶一菱面体晶転移点が共に高温側へシフトすることを見出し、従来知られていなかった BaTiO_3 相転移の変化を、Raman 分光法を中心とした研究によって解明している。

第5章では、粉末冶金的手法によって $\text{MgO}/\text{BaTiO}_3$ 系ナノ複合体の作製に成功し、この複合体が低強度の BaTiO_3 相を分散しているにも拘わらず、 MgO 単体と同等以上の強度を有していることを明らかにしている。さらに複合体中の BaTiO_3 分散相が強誘電性を保っている事実を確認すると共に、ポーリング処理によって複合体の圧電性発現に成功している。

第6章では、 MgO セラミックスに鉛系ペロブスカイト型強誘電・圧電体の PbTiO_3 および $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})_3$ (PZT) を分散したナノ複合体の作製プロセスの検討と特性解析を行い、 MgO/PZT 複合体で $\text{MgO}/\text{BaTiO}_3$ 複合体の約2.5倍の

電気・機械結合係数を得る事に成功している。またポーリングにより圧電性を発現させた MgO/PZT 複合体で、材料の破壊に伴うき裂の伸展を電氣的に検知する事に成功すると共に、圧電性を利用してのき裂伸展の抑制も可能であることを実証している。

第7章では、本研究で得られた主な結果をまとめて示している。

論文審査の結果の要旨

構造用セラミックスの信頼性を、圧電性ペロブスカイト相を複合化して破壊のセンシングや抑制機能を付与することによって改善する研究は皆無である。ペロブスカイト型誘電体をセラミックスと複合化するに際しては、1) 低強度のペロブスカイト相を複合化しても複合体の強度が低下しない、2) ペロブスカイト相を複合体の作成過程でマトリックスと反応させない、3) 複合化によってもペロブスカイト相が圧電特性を失わない、等の課題を解決する必要がある。本研究はこれらの課題の解決を図り、優れた機械的特性と圧電特性を兼ね備えた新しいセラミックス基複合体の開発を目指した一連の研究をまとめたものである。主な成果を要約すると以下のようになる。

(1)ペロブスカイト相はアルカリ土類元素や鉛元素を含むために多くの酸化物セラミックスと高い反応性を有しているが、MgO とは焼結過程においても相共存が可能であることを見出している。また、プロセスの開発と最適化により、ナノサイズの BaTiO₃、PbTiO₃ あるいは PZT 相が分散した MgO 基ナノ複合体の作製に成功し、その結果低強度のペロブスカイト相を分散しているにも拘わらず、MgO 単体と同等以上の機械的強度を有する複合体を得ることに成功している。

(2)振動分光法を用いた研究により、従来知られていなかった MgO の固溶による BaTiO₃ の相転移挙動の変化の解明に成功している。また、この知見を複合体に展開し、MgO マトリックス中へ分散されているペロブスカイト相では、残留応力やマトリックスからの Mg イオンの固溶によってその相転移挙動が単体のペロブスカイトと異なっていること、しかしながらペロブスカイト分散相は強誘電性を保っており、ポーリング処理によって複合体に圧電性を付与可能なことを明らかにしている。

(3)ペロブスカイト相の分散によって付与した圧電性を利用して、セラミックス複合体の信頼性向上に役立つ材料破壊の電氣的なセンシングや破壊の抑制が可能であることを実証している。

以上のように本論文は、ペロブスカイト型強誘電体相の分散による MgO 基セラミックの微細構造制御と、それによる機械的特性および圧電特性の同時改善と付与の可能性を実証すると共に、ペロブスカイト型誘電体材料の相転移挙動と誘電特性の関係についても多くの重要な基礎的知見を得ている。これらの結果は、セラミックス材料工学ならびに複合材料工学の更なる発展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。