



Title	高機能酸化物系ナノ構造材料の開発研究
Author(s)	吉村, 雅司
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44416
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 ^{よし}吉 ^{むら}村 ^{まさ}雅 ^し司

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 7 2 5 6 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 14 年 7 月 22 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 高機能酸化物系ナノ構造材料の開発研究

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 新原 皓一

(副査)

教 授 城田 靖彦

教 授 甲斐 泰

教 授 平尾 俊一

教 授 野島 正朋

教 授 小松 満男

教 授 大島 巧

教 授 町田 憲一

教 授 桑畑 進

教 授 田川 精一

教 授 菅沼 克明

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は高機能酸化物系ナノ構造材料の開発を目的とする研究成果をまとめたもので、以下に示す8章から構成されている。

第1章では、本論文の背景、目的および論文の構成を述べた。

第2章では、これまで展開されてきた「ナノ複合構造」を体系的に分類、総括し、ナノ複合化による特性改善のメカニズムを整理した。更に構造用セラミックス材料を広範囲に用途展開するための課題を提起し、その課題を解決するため、優れた機械的特性と高信頼性の付与を可能とする新規なナノ複合材料と易塑性加工性と高信頼性を併せ持つナノ/ナノ複合材料の材料設計を提案した。

第3章では、粉末冶金のプロセス法を用い、ナノメーターサイズの SiC 粒子が Y_2O_3 粒内及び粒界に分散した $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{SiC}$ ナノ複合材料の作製を行った。このナノ複合化組織により、少量の SiC ナノ粒子分散により機械的特性の大幅な改善が可能であることを明らかにした。

第4章では、熱処理により $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{SiC}$ 複合材料の表面に圧縮残留応力を導入し、室温強度を著しく向上させることに成功した。本新概念に基づいたナノ複合材料は、従来のマイクロ複合材料より高い機械的特性が得られること、この強度発現がナノ粒子の酸化反応で生じる圧縮応力に起因することを明らかにした。

第5章では、ゾル-ゲル法を用い $\text{ZrO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 超微粉末を合成した。合成した粒子は、5 nm 以下の超微粒子であり、従来の状態図では報告例がない 3Y- ZrO_2 の中に 10 mol% までの Al_2O_3 が固溶した準安定相のナノ粒子であることを見いだした。また、急速昇温が可能なパルス通電焼結法を用い、粒径 40 nm のナノ/ナノ複合材料の開発に成功した。

第6章では、3Y- ZrO_2 ナノ材料及び $\text{ZrO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ナノ/ナノ複合材料の中高温及び現在まで注目されていなかった極低温域での機械的特性について検討した。極低温域では ZrO_2 の相変態挙動が機械的特性に著しく影響を及ぼすことを明らかにし、ナノ/ナノ複合材料は中高温及び極低温において、ナノサイズの粒径効果により高い信頼性を示すことを明らかにした。

第7章では、 $\text{ZrO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ナノ/ナノ複合材料の易塑性加工性を実証するため、高温での超塑性変形性について検討し、変形中に粒成長が生じることなく、優れた超変形特性を示すことを明らかにした。

第8章では、本研究で得られた結果を総括し、研究成果をまとめた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、高機能酸化物系ナノ構造材料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)これまで展開されてきた「ナノ複合構造」を体系的に分類、総括し、ナノ複合化の特性改善のメカニズムを整理している。更にセラミックス材料の機械的特性に与えるプロセス上の問題点を提起するとともに、その課題を解決し、優れた機械的特性と高信頼性の付与を可能とする新規なナノ複合材料と易塑性加工性と高信頼性を併せ持つナノ/ナノ複合材料を提案している。

(2)優れた機械的特性と高信頼性の付与を可能とする新規なナノ複合材料を開発するために、粒内/粒界分散ナノ複合組織を用い、ナノメートルサイズの SiC 粒子が Y_2O_3 粒内及び粒界に分散した $\text{Y}_2\text{O}_3/\text{SiC}$ ナノ複合材料の作製し、その本質的な機械的特性の向上が可能であることを示している。更に、熱処理により複合材料の最表面に圧縮残留応力を導入し、室温強度を大幅に回復・向上させる高信頼性の付与が可能な新規なナノ複合材料を提案している。

(3) $3\text{Y}\cdot\text{ZrO}_2$ ナノ材料及び $\text{ZrO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ナノ/ナノ複合材料の中高温及び現在までほとんど注目されていなかった液体ヘリウムまでの極低温域での機械的特性について検討している。その中で極低温域では ZrO_2 の相変態挙動が機械的特性に著しく影響を及ぼすことを明らかにしている。ナノ/ナノ複合材料は中高温及び極低温において、ナノサイズの粒径効果により高い信頼性を示すことを明らかにしており、この材料がこれらの温度域で利用可能であることを示している。

(4)高信頼性と易塑性加工性を併せ持つナノ/ナノ複合材料を開発するために、粉末冶金プロセスを用い、粒径 40 nm の $\text{ZrO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ナノ/ナノ複合材料の開発に成功している。このナノ/ナノ複合材料は中高温から極低温において、高い信頼性を示すことを明らかにしている。また、易塑性加工性を可能とする超塑性変形を実証している。

以上のように本論文は新規なセラミックス組織制御として期待されるナノ複合構造の材料設計、開発に対して多くの新しい知見を与えるもので、材料化学ならびに複合材料工学の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。