



Title	Fabrication and Evaluation of Oxide Based Composite Materials with Multi-Functionality
Author(s)	和田, 匡史
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44969
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 和田 匡 史

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 18674 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 16 年 3 月 25 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 1 項該当

工学研究科物質化学専攻

学 位 論 文 名 Fabrication and Evaluation of Oxide Based Composite Materials with Multi-Functionality
(多機能調和型酸化物系複合材料の作製と評価に関する研究)

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 新原 皓一

(副査)

教 授 甲斐 泰	教 授 小松 満男	教 授 町田 憲一
教 授 今中 信人	教 授 野島 正朋	教 授 平尾 俊一
教 授 大島 巧	教 授 桑畑 進	教 授 田川 精一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、高次に機能調和した酸化物系セラミックス複合材料の設計・開発および特性評価を目的として行った研究成果をまとめたもので、全六章で構成されている。

第一章では、本論文の背景、目的および構成について記している。

第二章では、電気的特性と機械的特性の両立を目指し、二種類の方法で調製した焼結用粉末を用いて、 Yb_2O_3 安定化立方晶 $\text{ZrO}_2(\text{YbSZ})/\text{Al}_2\text{O}_3$ 複合材料を作製している。その結果、 Al_2O_3 源として溶媒に可溶な塩を用いて、 Al_2O_3 が結晶化するまで熱処理して作製した複合粉末を焼結した場合に、微細な Al_2O_3 が分散した複合材料が得られている。また、機械的特性は Al_2O_3 添加量とともに向上したが、これが Al_2O_3 添加によるマトリックス粒径の減少と均一化によることを明らかにしている。

第三章では、 $\text{YbSZ}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 複合材料のイオン伝導特性を評価し、酸素イオン伝導性に与える Al_2O_3 粒子分散の影響について検討している。 $\text{YbSZ}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 複合材料のイオン導電率を測定し、測定結果より活性化エネルギーを算出したところ、低温領域 ($800\sim 300^\circ\text{C}$) に比べ、高温領域 ($1000\sim 800^\circ\text{C}$) では活性化エネルギーが低下する傾向にあることを明らかにしている。また、高温領域では Al_2O_3 添加量が増えるに従って活性化エネルギーが増加することを確認している。

第四章では、機械的特性と磁気的特性の両立を目指して Y_2O_3 安定化正方晶 $\text{ZrO}_2(\text{Y-TZP})/\text{NiFe}_2\text{O}_4$ 複合材料を作製し、その焼結特性、微細組織および機械的特性について評価している。その結果、 NiFe_2O_4 の添加による焼結温度の低下を確認し、分散粒子、マトリックスとも均一かつ微細な粒子からなる組織を有することを観察している。また、力学的に弱い NiFe_2O_4 を分散することで、複合材料の機械的特性は低下するが、依然高い値であることを確認している。

第五章では、 $\text{Y-TZP}/\text{NiFe}_2\text{O}_4$ 複合材料の磁気特性について評価を行っている。その結果、複合材料の保磁力は焼結温度に依存し、飽和磁化およびキュリー温度に NiFe_2O_4 添加量依存性があることを明らかにしている。また、応力印荷によって磁化が変化することが明らかになり、本材料が応力センシング機能を有する新規な材料であることを

確認している。

第六章では、本研究を総括し、主要な結果をまとめて示している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、高次に機能調和した酸化物系セラミックス複合材料の設計・開発および特性評価を目的としてなされたものであり、複合化により、単相材料が本来持つ優れた機能を保ちつつ、新しい機能の付与が可能であることを明らかにしている。主な結果を要約すると以下のとおりである。

(1) 粉末冶金的な手法および化学的な手法を用いて $\text{YbSZ}(\text{Yb}_2\text{O}_3)$ 安定化立方晶 $\text{ZrO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 複合材料を作製し、特に化学的な手法を用いる場合に均一かつ微細な Al_2O_3 が分散した $\text{YbSZ}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 複合材料が作製可能であることを見いだしている。また、複合材料の破壊強度が Al_2O_3 の添加量とともに大きく増加し、これが Al_2O_3 添加によるマトリックス粒径の減少と均一化によることを明らかにしている。

(2) $\text{YbSZ}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 複合材料のイオン導電率は YbSZ 単相とほぼ同程度の値を示し、 Al_2O_3 との複合化により、単相の導電率を保ったまま、強度の大幅な改善に成功している。また、複合材料の活性化エネルギーは低温領域（800～300℃）に比べ、高温領域（1000～800℃）では低下するとともに、高温領域では Al_2O_3 添加量が増えるに従って活性化エネルギーが増加することを見いだしている。

(3) 機械的特性に優れる Y-TZP (Y_2O_3 安定化正方晶 ZrO_2) に磁性を付与する目的で、化学的な手法を用いて $\text{Y-TZP}/\text{NiFe}_2\text{O}_4$ 複合材料の作製を行い、正方晶 ZrO_2 相と NiFe_2O_4 相の2相からなる緻密な複合材料の作製に成功している。力学的に弱い NiFe_2O_4 を分散することで、複合材料の機械的特性は低下するものの、依然高い値を有することを明らかにしている。

(4) NiFe_2O_4 の複合化によって、 Y-TZP への磁性の付与が可能であることを確認すると共に、複合材料の保磁力が燃結温度の違いに由来する分散相の粒子径に依存することを明らかにしている。更に、複合材料の飽和磁化およびキュリー温度が NiFe_2O_4 の添加により変化することを確認し、これらが NiFe_2O_4 への ZrO_2 の固溶の影響であることを明らかにしている。また、応力印荷による磁化変化を確認し、本複合材料が応力センシング機能を有する新規な材料であることを見いだしている。

以上のように、本論文は、立方晶相および正方晶相で安定化したジルコニアセラミックスを母相材料に用いて、母相材料が本来持つ優れた機能を保ちつつ、複合化により多機能化する材料設計に関して新しい多くの知見を得ている。これらの成果は、セラミックス材料の信頼性の向上に寄与すると共に、破壊検知機能を付与した多機能材料の設計を可能にするもので、物質化学、材料工学、複合材料工学の発展に大きく寄与するものである。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。