



Title	FABRICATION AND CHARACTERIZATION OF NEW TYPES OF AL ₂ O ₃ BASED CERAMICS
Author(s)	李, 春亮
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3169372
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	李 春 亮
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 15409 号
学位授与年月日	平成12年3月24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 CHARACTERIZATION OF NEW TYPES OF AL ₂ O ₃ BASED CERAMICS (新規なアルミナ基セラミックスの作製と特性評価)
論文審査委員	(主査) 教授 新原 皓一
	(副査) 教授 甲斐 泰 教授 田川 精一 教授 足立 吟也 教授 城田 靖彦 教授 平尾 俊一 教授 野島 正朋 教授 小松 満男 教授 大島 巧

論文内容の要旨

本論文では、分子レベル複合セラミックス材料の実現を目的として、アルミナ基セラミックス中にナノサイズのクロミアやクロミアクラスターが分散したアルミナ基複合材料の創製とその構造観察、機能評価に関する研究を行い、パウダープロセスを用いたアルミナ基複合材料について新しい材料設計の指針を得ている。本論文は全六章から構成されている。

第一章では、本研究の背景、目的および論文の構成について記している。

第二章では、イオン注入法を用いて、アルミナ単結晶に異原子を分子レベルで分散した材料のヤング率などの機械的特性の変化をナノインデンテーション法を用いて測定している。その結果、分子レベルで複合化することによって、破壊原因となるアルミナの双晶あるいは脆性的な破壊様式が制御可能であることを明らかにし、分子レベルの複合化でセラミックスの本質的な特性改善が可能であることを見出している。また、AFMを用いて、単結晶サファイアの急激な塑性変形を伴う双晶構造の観察に成功している。

第三章では、幅広く用いられている粉末冶金的な手法を応用して、高濃度から微量までのクロミアを含有するアルミナクロミア固溶体を作製し、添加量及び焼結条件による微細組織の変化と機械的特性との相互関係を明らかにしている。また、微量クロミアを固溶させることにより、界面組成と構造が分子レベルで傾斜したナノ複合材料の創成に成功し、この微構造制御により、破壊強度が単相材料より大幅に改善できることを見出している。

第四章では、クロミアのアルミナへの均一分散を可能にする湿式ケミカルプロセスを用いて、非常に微細な混合粉末を作製することに成功し、また、この粉末の合成条件と仮焼条件を選定することで、クロミアをアルミナにクラスターレベルで分散できることを見出している。

第五章では、均一分散されたアルミナクロミア粉末をパルス通電焼結法で焼結し、ナノ複合化を越える分子からクラスターレベルの複合材料の作製に成功している。また、クラスターレベルで複合化することにより、材料の機械的特性が大幅に向上することを明らかにしている。

第六章では、本論文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

本論文では、 Al_2O_3 セラミックス中にナノサイズの Cr_2O_3 や CrO_6^{6-} クラスタが分散したアルミナ基材料に関する研究を行い、各種の粉末調整法や焼結法を用いて $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Cr}_2\text{O}_3$ 系複合セラミックスを作製し、その微細組織と機械的特性を評価することによって、分子レベルのセラミックス複合材料の可能性を明らかにしたものであり、主な結果を要約すると以下のとおりである。

- (1) イオン注入法を用いて、アルミナ単結晶に Ni^{2+} と Au^{2+} を照射し、さらにナノインデンテーション法を用いて、材料のヤング率などの機械的特性を測定している。その結果、異原子を分子レベルで分散することによって、破壊原因となるアルミナの双晶あるいは脆性的な破壊挙動が制御可能であることを明らかにしている。
- (2) AFM を用いて、ナノインデンテーションした単結晶サファイアに急激な塑性変形を伴う双晶によるラメラ構造が生成していることを確認している。また、双晶変形の特異的な鋸歯構造の観察に初めて成功している。
- (3) 粉末冶金的な手法を応用して、高濃度から微量までのクロミアを含有するアルミナクロミア固溶体を作製し、添加量及び焼結条件による微細組織の変化と機械的特性との相互関係を明らかにしている。また、微量クロミアを固溶させることにより、界面組成と構造が傾斜したナノ複合材料の創成に成功している。この微構造制御により、破壊強度を単相材料より大幅に改善できることを明らかにしている。
- (4) クロミアをアルミナに均一分散する湿式ケミカルプロセスを用いて、微細で均一な混合粉末を作製することに成功している。また、粉末の合成条件と仮焼条件を選定することで、クロミアをアルミナにクラスターレベルで分散できることを明らかにしている。
- (5) 均一分散されたアルミナクロミア粉末をパルス通電焼結法で焼結し、ナノ複合化を越える分子からクラスターレベルの複合材料の作製に成功している。また、クラスターレベルで複合化することにより、材料の機械的特性が大幅に向上することを明らかにしている。

以上のように、本論文はアルミナ基セラミックスを対象にして、分子レベルあるいはクラスターレベルの複合化と微細構造制御に関する研究を行い、アルミナ基複合材料について新しい材料設計の指針を得ている。この新しい材料設計指針は、構造用セラミックスのみならず、電子セラミックス基複合材料の材料設計に必要な多くの基礎的知見を与えるものであり、物質化学、材料工学、複合材料工学の確立に寄与するところが大きい。また本論文で得られた知見は、今後のセラミックス基複合材料の新たな機能の発現に多大の貢献をするものである。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。