

Title	Microstructure and Mechanical Properties of Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / SiC Nanocomposites Fabricated by Pressureless Sintering and Post Hot-Isostatic Pressing
Author(s)	鄭, 永根
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/40575">https://hdl.handle.net/11094/40575</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">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名	鄭 永 根
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 13870 号
学位授与年月日	平成10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	Microstructure and Mechanical Properties of Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiC Nanocomposites Fabricated by Pressureless Sintering and Post Hot-Isostatic Pressing (常圧焼結法による Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /SiC ナノ複合材料の作製とその機械的特性に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 新原 皓一
	(副査) 教授 足立 吟也    教授 小松 満男    教授 米山 宏 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 大島 巧    教授 田川 精一

### 論文内容の要旨

本論文は、セラミックス系ナノ複合材料の作製時の諸問題を一挙に解決することが可能な常圧焼結法で、高強度 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiC ナノ複合材料を作製する一連の研究をまとめたもので、その研究成果は、セラミックス系ナノ複合材料の実用化を著しく促進するものである。本論文は次の7章からなっている。

第1章では、本研究の背景と目的について述べている。

第2章では、常圧焼結法による Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiC ナノ複合材料の作製の最適条件について検討し、常圧焼結プロセスは複雑形状の製品を安価に、また大量に製造するのに適した方法であり、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiC 複合材料の実用化のために重要であることを明らかにしている。

第3章では、常圧焼結法による Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiC ナノ複合材料の緻密化挙動について調べ、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiC ナノ複合材料の焼結性は SiC 分散相により著しく低下するが、微量の MgO 焼結助剤の添加により緻密化が促進されることを見出している。加えて、ポスト HIP 処理に必要な最低密度が、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiC ナノ複合材料では従来知られていたレベル(約 96%)より著しく低く(92%)なることを見出している。また、MgO と Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の同時添加は緻密化を更に促進させるが、微細組織の制御のためには MgO と Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の比率の制御が必要であることを明らかにしている。

第4章では、常圧焼結 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiC ナノ複合材料の微細組織はポスト HIP 処理により効果的に制御でき、これは SiC 粒子による粒界のピン止め効果により粒成長が著しく抑制されるためであることを明らかにしている。また、MgO の添加により、SiC ナノ粒子による Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の粒成長抑制効果を維持しながら、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiC ナノ複合材料を緻密化することが可能であることも明らかにしている。

第5章では、常圧焼結 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/SiC ナノ複合材料の機械的特性について調べ、常圧焼結/熱間等方加圧プロセスを用いることで 1000MPa 以上の高い破壊強度が得られることを明らかにしている。また、常圧焼結/HIP ナノ複合材料の高強度は 1000℃ の高温まで保持され、アルミナ単相に比べ高い高温強度を示すことを見出し、SiC ナノ粒子が Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の高温変形を著しく抑制し高温特性の飛躍的な改善をもたらすことを明らかにし、またその機構を解明している。

第6章では、本論文で得られた主な成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、常圧焼結と熱間等方加圧焼結プロセスで高強度の  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$  ナノ複合材料を作製すること、また  $\text{MgO}$  および  $\text{Y}_2\text{O}_3$  焼結助剤が  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$  ナノ複合材料の緻密化挙動、微細組織および破壊強度に及ぼす影響の解明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)常圧焼結  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$  ナノ複合材料の焼結性は  $\text{SiC}$  分散相により著しく低下するが、微量の  $\text{MgO}$  焼結助剤の添加により緻密化が促進されることを見出している。また、 $\text{MgO}$  と  $\text{Y}_2\text{O}_3$  の同時添加は緻密化を更に促進するが、優れた特性のナノ複合材料の作製には  $\text{MgO}$  と  $\text{Y}_2\text{O}_3$  の比率の制御が必要であることを明らかにしている。
- (2)ポスト HIP 処理に必要な最低密度が、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$  ナノ複合材料では従来知られていたレベルより著しく低くなることを見出し、その機構を明らかにしている。
- (3)常圧焼結  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$  ナノ複合材料の微細組織について調べ、 $\text{SiC}$  粒子の粒界ピン止め効果によりアルミナマトリックスの粒成長が著しく抑制されること、また、 $\text{MgO}$  焼結助剤の添加により、 $\text{SiC}$  ナノ粒子が粒成長を抑制する効果を維持しながら、緻密化を促進することが可能であることを明らかにしている。
- (4)常圧焼結／熱間等方加圧焼結プロセスを用いることで1000MPa 以上の高強度を有する  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$  ナノ複合材料の作製に成功し、この高強度が  $\text{SiC}$  ナノ粒子による粒界強化に起因することを明らかにしている。
- (5)常圧焼結  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$  ナノ複合材料において、 $\text{MgO}$  焼結助剤は焼結を促進すると共に、アルミナ粒界の強化をもたらすことを確認し、 $\text{MgO}$  が高強度の  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$  ナノ複合材料の作製に有効な焼結助剤であることを明らかにしている。
- (6)常圧焼結  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$  ナノ複合材料の高強度は1000°Cの高温まで保持され、アルミナ単相に比べ高い高温強度を示すことを見出し、 $\text{SiC}$  ナノ粒子が  $\text{Al}_2\text{O}_3$  の高温変形を著しく抑制し高温特性の飛躍的な改善をもたらすことを明らかにすると共に、またその機構を解明している。

以上のように、本論文で開発した新しい焼結プロセスは、高強度  $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$  ナノ複合材料の実用化を著しく促進するものである。また、本論文で得られた多くの基礎的知見は、セラミックス工学、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。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。