



Title	Strengthening and Toughening Mechanisms for MgO/SiC and Related Nanocomposites
Author(s)	左, 容昊
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39760
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	左 容 昊
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 5 1 1 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 8 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科プロセス工学専攻
学 位 論 文 名	Strengthening and Toughening Mechanisms for MgO/SiC and Related Nanocomposites (MgO/SiC 及び類似ナノ複合材料の強靱化機構)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 新 原 皓一 教 授 横 山 正明 教 授 柳 田 祥三 教 授 田 中 稔 教 授 城 田 靖彦 教 授 高 椋 節夫 教 授 平 尾 俊一 教 授 井 上 佳久

論 文 内 容 の 要 旨

本論文では、高性能セラミックス基ナノ複合材料の新しい材料設計コンセプトを構築することを目的にして、立方晶構造を有する MgO をモデル材料にし、ナノサイズの SiC 粒子が MgO の結晶粒内に取り込まれる焼結プロセス、SiC ナノ分散粒子による、MgO マトリックスの組織制御や残留応力の発生・緩和および破壊強度や靱性等の各種機械的特性の改善等について理論と実験の両方から検討している。更に、ナノ複合化の効果を明らかにするために、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$ 系に関しても詳細な研究を行っている。また、 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$ 系ナノ複合材料に関してもその高強度化・高靱化の機構を論じている。論文は以下の 7 章からなっている。

第 1 章では、本研究の背景と目的、本論文の構成について述べている。

第 2 章では、セラミックスの最小構成単位である結晶粒に関する基礎的な知見を得るために、MgO 単結晶の変形機構を原子間力顕微鏡を用いて調べ、転位の生成と合体およびクラックの発生・伝播等について新しい機構を提案している。

第 3 章では、ミクロ、ナノ SiC 粒子が分散した MgO 系複合材料の製造プロセスについて調べ、SiC 粒子によるマトリックスの微細組織制御法を確立すると共に、ナノ SiC 粒子がマトリックスの結晶粒内に取り込まれるナノ複合化の機構を明らかにしている。

第 4 章では、MgO および Al_2O_3 基複合材料の微細組織および機械的性質に大きな影響を与える SiC 分散に起因する残留応力について調べ、ナノ複合材料ではミクロ複合材料と比較し残留応力が著しく緩和されていることを見だし、その機構に新たな理論的解釈を導きだしている。

第 5 章では、MgO/SiC 系ミクロおよびナノ複合材料の室温での機械的特性を測定し、ナノ SiC 粒子分散により MgO の強度や靱性が飛躍的に改善できることを見いだしている。また、この複合系のミクロ・ナノ構造と機械的特性との相関を詳細に調べ、MgO/SiC 系ナノ複合材料の高強度化と高靱性化機構を明らかにすると共に、ナノ複合化でミクロ複合化では達成困難であった強度と靱性の両立が可能であるとの結論を得ている。

第 6 章では、ナノ複合材料の高温での強度と靱性ならびに高温変形について調べ、ナノ SiC 粒子分散の役割について検討した結果、ナノ SiC 粒子が MgO 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 7 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、最先端の工業分野で新しい応用が期待されている高性能セラミックス基ナノ複合材料の新しい材料設計コンセプトの構築を目標に、MgOをモデル材料にし、ナノサイズのSiC粒子のナノ複合化プロセス、SiCナノ分散粒子による、MgOマトリックスの組織制御や残留応力の発生・緩和および破壊強度や靱性等の各種機械的特性の改善等について理論と実験の両方から検討したものである。また、類似の $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$ 系ナノ複合材料に関してもその高強度化・高靱化の機構を論じている。本研究で得られた主な成果を要約すると次の通りである。

- (1)セラミックスの最小構成単位である結晶粒に関する基礎的な知見を得るために、MgO単結晶の変形機構を原子間力顕微鏡を用いて調べ、転位の生成と合体およびクラックの発生・伝播等について新しい機構を提案している。
- (2)ミクロ、ナノSiC粒子が分散したMgO系複合材料の製造プロセスについて調べ、SiC粒子によるマトリックスの微細組織制御法を確立すると共に、ナノSiC粒子が焼結プロセス中にマトリックスの結晶粒内に取り込まれるナノ複合化の機構解明に成功している。
- (3)MgOおよび Al_2O_3 基複合材料の微細組織および機械的性質に大きな影響を与えるSiC分散に起因する残留応力について調べ、ナノ複合材料ではミクロ複合材料と比較し残留応力が著しく緩和されていることを見だし、その機構に新たな理論的解釈を導きだしている。また、同様の結果を類似の $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiC}$ 系ナノ複合材料に関しても確認している。
- (4)MgO/SiC系ミクロおよびナノ複合材料の室温での機械的特性を測定し、ナノSiC粒子分散によりMgOの強度と靱性の飛躍的な改善が可能であることを見出し出している。また、この複合系の高強度化と高靱性化の機構を明らかにすると共に、ナノ複合化でミクロ複合化では達成困難であった強度と靱性の両立が可能であるとの結論を得ている。
- (5)ナノ複合材料の高温での強度と靱性ならびに高温変形について調べ、ナノSiC粒子分散の役割を詳細に検討し、ナノSiC粒子がMgO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確認すると共に、またその機構の解明に成功している。

以上のように、本論文は高性能セラミックス基ナノ複合材料の新しい材料設計コンセプトを構築するために必要な多くの基礎的知見を与えるものであり、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。