OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	微細構造制御によるSi3N4基セラミックスの機械的特性改善に関する研究
Author(s)	平野, 剛
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40278
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。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【 23 】

氏名	平野（ひらの） 剛（たけし）
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 12610 号
学位授与年月日	平成 8 年 4 月 30 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	微細構造制御による Si_3N_4 基セラミックスの機械的特性改善に関する研究
論文審査委員	（主査） 教授 新原 晧一 （副査） 教授 米山 宏　教授 足立 吟也　教授 城田 靖彦 教授 甲斐 泰　教授 田川 精一　教授 野島 正朋 教授 小松 満男　教授 平尾 俊一　教授 大島 巧

論文内容の要旨

本論文は，高性能の Si_3N_4 基セラミックスの開発を目的として，粒成長の核となる β 型 Si_3N_4 の生成および SiC 粒子分散による微細構造制御と機械的特性の改善に関して研究した成果をまとめたものであり，6 章から構成されている。

第 1 章では，Si_3N_4 基セラミックスの微細構造制御に関する従来の研究経過および本研究の必要性と目的について述べている。

第 2 章では，粒成長の核となる β 型 Si_3N_4 粒子の添加と In-situ 生成による，Si_3N_4 焼結体の微細構造変化と機械的特性の改善に関して調べている。その結果，焼結条件を変化させ核となる β 型 Si_3N_4 粒子の数を制御することによる組織の微細化により高強度化が可能であること，またミクロンサイズの単結晶からなる β 型 Si_3N_4 粒子を種結晶として添加した場合は，柱状粒子の成長により破壊靱性の飛躍的な改善が可能であることを見出している。

第 3 章では，粉末冶金的な手法で作製した Si_3N_4／SiC 複合材料を対象にし，SiC 粒子の添加量および寸法が Si_3N_4 焼結体の α-β 相転移と微細構造形成ならびに機械的特性に及ぼす影響について調べている。その結果，微細な SiC 粒子を添加した場合は，α-β 相転移の制御により破壊源寸法の増大をもたらすことなく柱状粒子の成長が可能となり，破壊強度と靱性の飛躍的な同時改善が可能であることを見出している。

第 4 章では，CVD 法で作成したアモルファス状の Si-C-N 複合粉末を出発原料として，ナノサイズ SiC 粒子が均一に分散した Si_3N_4／SiC ナノ複合材料を作製し，ナノサイズの SiC 粒子が微細組織と機械的特性に及ぼす影響について調べ，この系においては，SiC 量が25 vol %程度までは柱状粒子の均一な成長と粒界の原子レベルの構造制御が可能であり，この為に，破壊強度と靱性の大幅な同時改善のみならず，高温強度の飛躍的な改善も可能であることを明らかにしている。

第 5 章では，Si_3N_4／SiC 複合材料のクリープ挙動について調べ，ナノ複合材料が飛躍的に改善されたクリープ抵抗を有することを見出している。また，この優れたクリープ抵抗の改善は，Si_3N_4 と SiC の粒界から低融点の粒界ガラス相が残留応力により排除され，粒界に強い直接結合が生じる為に，粒界すべりが効果的に抑制されることに起因して

いることを明らかにしている。

第6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

Si_3N_4 基セラミックスは室温から高温まで，優れた機械的特性を有しており，既に自動車部品等への応用が進められているが，実用化の促進および応用範囲の拡大のためには，更なる機械的特性の改善が望まれている。本研究は，Si_3N_4焼結体の微細構造を β 型 Si_3N_4 結晶核の In-situ 生成と外部からの添加および SiC 粒子の導入により，効率的に制御し，その機械的特性を飛躍的に改善することを目的に行った研究をまとめたもので，主な成果を要約すると以下のようになる。

(1) β 相粒子の In-situ 生成制御および粒成長の核となる β 相粒子を添加することによる Si_3N_4 焼結体の微細構造制御について検討し，組織の微細化のためには，2段焼結法を用い，1段目で In-situ 生成する微細な β 相粒子を増加させることが有効であり，またタフニング機構を有効に機能させ高靱化を図るためには種結晶としてミクロンサイズの単結晶から成る粒子を添加するのが最も有効であることを明らかにしている。

(2) 粉末冶金的手法により Si_3N_4／SiC 複合材料を作製し，添加する SiC のサイズや量が微細構造に及ぼす影響について検討し，ナノメーターサイズ SiC 粒子の添加と α-β 相転移の制御により破壊源寸法の増大をもたらすことなく柱状粒子を成長させ，強度と靱性を同時改善できることを明らかにしている。

(3) 微細な SiC 粒子を均一に分散させる手法として，CVD 法により作成したアモルファス状の Si-C-N 複合粉末に注目し，ナノメーターサイズの SiC 粒子を粒界のみならず粒内にも分散させた Si_3N_4／SiC ナノ複合材料の作成を試み，同材料が飛躍的に優れた機械的特性を有することを明らかにし，またその高強度化および高靱化機構を解明している。

(4) Si_3N_4／SiC 複合材料のクリープ挙動について検討し，粒界に存在する SiC 粒子の粒界滑りの抑制は微細な SiC 粒子ほど有効となることを明らかにするとともに，特にナノ複合材料では従来困難であるとされていた強度と耐クリープ性の同時改善が可能であることを世界で初めて見出している。

以上のように本論文は Si_3N_4基セラミックスの微細構造制御による機械的特性の改善に関して，多くの重要な知見を得ており，セラミックス材料の応用範囲の拡大及び実用化の促進に寄与するところが大きいのみならず，セラミックス材料工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。