

論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第8条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

○氏名	LYDIA ANGGRAINI (りでいあ あんぐらいに)
○学位の種類	博士 (工学)
○授与番号	甲 第801号
○授与年月日	2012年3月31日
○学位授与の要件	本学学位規程第18条第1項 学位規則第4条第1項
○学位論文の題名	Study on Microstructure and Mechanical Properties of Ceramic Composites Produced by Electromagnetic Sintering (電磁焼結プロセスにより作製したセラミックス複合体の微視的構造と機械的性質)
○審査委員	(主査) 飴山 恵 (立命館大学理工学部教授) 上野 明 (立命館大学理工学部教授) 鳥山 寿之 (立命館大学理工学部教授)

<論文の内容の要旨>

電磁焼結プロセスの粉体工学への応用が近年注目されている。しかしながら、このプロセスにより作製された焼結材料の微視的構造と機械的特性との関連性については多くの不明点があり、より高機能な材料開発のためには焼結材料の微視的構造変化と機械的性質の詳細な検討が不可欠である。

本論文では、 SiC-ZrO_2 、 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-ZrO}_2$ の3種類のセラミックス複合体に電磁焼結プロセスの一種であるマイクロ波焼結法と放電プラズマ焼結法を適用し、セラミックス複合体の微視的構造変化、ならびに機械的特性について詳細な検討を行った。

マイクロ波焼結法の場合、 SiC-ZrO_2 の均一微細化によって焼結性が向上することを明らかにした。特に、マイクロ波の電場成分が ZrO_2 に選択的に吸収され、 ZrO_2 の選択的局所加熱によってネットワーク状の均一微細分散組織の形成が促進されることを明らかにした。

一般に、粉体材料分野では高エネルギーミル処理時間とともに均一微細分散化が進行し特性の改善に結びつくとされているが、本論文では、単なる均一分散ではなくネットワーク状の微視的構造とすることで、硬度、曲げ強度、靱性などの機械的特性が最適化されることを明らかにした。

以上の結果から、 SiC-ZrO_2 、 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-ZrO}_2$ セラミックス複合材料において、ネットワーク状の均一微細分散組織が機械的特性を改善できることを明らかにした。また、このような微視的構造制御が他のセラミックス複合材料においても適用可能な手段

であることを示した。

<論文審査の結果の要旨>

本論文では、電磁焼結プロセスと高エネルギーボールミルを利用したセラミックス複合体の創製と得られたセラミックス複合体の微視的組織，ならびに硬さ試験，曲げ試験による常温での機械的諸特性について詳細な検討を行った。本論文が評価できる点を以下に記述する。

1. **SiC-ZrO₂**セラミックス複合体は焼結性に乏しく，緻密な焼結体を作製するためには高温が必要とされている。これに対して，高エネルギーボールミルによる粉体微粒子化とマイクロ波加熱プロセス（加熱速度：～1000K/min）による **ZrO₂** の選択加熱の組み合わせにより，**1273K** でも緻密化が可能であることを示した。
2. 高エネルギーボールミルと放電プラズマ焼結プロセスを **SiC-ZrO₂** セラミックス複合体に適用し，粉体の均一微細化が緻密化に有効であることを示した。特に，数ミクロン寸法の **SiC** 粉末の表面に数十 **nm** 寸法の **ZrO₂** が均一にコーティングされることで，より緻密化が進行することを見いだした。
3. 上記2の粉体加工により，ネットワーク状の微視的複合組織が形成されることで，硬度，曲げ強度，靱性の機械的性質が大幅に改善されることを明らかにした。これは従来の均一微細化が緻密化や高強度・高靱性化に有効である，という概念を変える新しい知見であり，また，新しいセラミックス複合体の組織デザインを提案した。
4. 上記3の方法による試料作製を **Al₂O₃-ZrO₂** 複合体，**Si₃N₄-ZrO₂** 複合体にも適用した結果，いずれも同様な結果が得られ，この新しい組織デザインが機械的特性に優れたセラミックス複合体の作製に普遍性を有することを示唆する結果を得た。

以上のように，本論文では，機械的性質に優れるセラミックス複合体の作製のための新しい組織制御原理を提案した。

本論文の審査に関して、2012年2月9日（木）14時30分～15時30分，イーストウイング4階 機械システム系演習室において公聴会を開催し、申請者による論文要旨の説明の後、審査委員は学位申請者 **LYDIA ANGGRAINI** 氏に対する口頭試問を行った。各審査委員および公聴会参加者より、靱性評価方法、曲げ試験方法、き裂進展挙動などの質問がなされたが、いずれの質問に対しても申請者の回答は適切なものであった。よって、以上の論文審査と公聴会での口頭試問結果を踏まえ、本論文は博士の学位に値する論文であると判断した。

<試験または学力確認の結果の要旨>

本論文の主査は、本論文提出者と本学大学院理工学研究科総合理工学専攻博士課程後期課程在学期間中に、研究指導を通じ、日常的に研究討論を行ってきた。また、本論文提出後、主査および副査はそれぞれの立場から論文の内容について評価を行った。

本論文提出者は、本学学位規程第 18 条第 1 項該当者であり、論文内容および公聴会での質疑応答を通して、本論文提出者が十分な学識を有し、博士学位に相応しい学力を有していることを確認した。

以上の諸点を総合し、本論文提出者に対し、本学学位規程第 18 条第 1 項に基づいて「博士（工学 立命館大学）」の学位を授与することが適当であると判断する。