

論文の内容の要旨

論文題目 Optical and Mechanical Properties of Fiber-Reinforced

Ceramic Matrix Light Transmitting Composites

(透光性繊維強化セラミックス基複合材料の光・力学特性)

氏名 デルシオグル アルジャン フェフミ

第1章 序論

可視から近赤外光を通すことができるセラミックスは、高温での優れた機械特性や高い耐磨耗性、耐熱性、化学的安定性を有している。しかし、透光性セラミックスは破壊靱性が低いため、構造材料として用いるためには脆性的な破壊をすることが大きな問題になっている。第1章ではこの分野に関する従来の研究結果を整理し、解決すべき問題点を明らかにした。その結果から、透光性セラミックスの光透過性を犠牲にせずに破壊抵抗向上の可能性を検討することの必要性を述べている。これらを総括し、光学特性と力学特性を両立させたオプトメカニカル複合材料の必要性とそれを実現するための方法を述べた。

第2章 メッシュ構造強化型ガラス基複合材料の製造と光学特性

Al_2O_3 連続繊維強化 ZrO_2 ミニコンポジット強化ガラスマトリックスモデル複合材料を用いて、メッシュ構造強化オプトメカニカル複合材料を作製し、光学特性および力学特性の評価を行った。メッシュ構造強化を加えることによって、オプトメカニカル複合材料が光ウインドウを通して高い光透過性を持つことが明らかになった。この結果から、光ウインドウによる概念の有効性を示した。

第3章 メッシュ構造強化型ガラス基複合材料の破壊抵抗

第2章で作製した材料の破壊抵抗を DCB 型試験片を作製し調べた。実験により、R 曲線型の破壊抵抗曲線が得られた。この曲線は、 Al_2O_3 繊維強化 ZrO_2 ミニコンポジットによるクラックブリッジング挙動により、定量的に評価することが出来た。

第4章 光透過スピネルセラミックスの作製と光学特性

第3章で検証した結果を実用的な透光性スピネル (MgAl_2O_4) に応用することを試みた。まず、種々の透光性セラミックスから、スピネル構造による等方的な光学特性を持ち、さらに高温強度に優れていることから、マトリックス素材として透光性スピネルを選択した。ついで、 MgAl_2O_4 の製造プロセスを検討し、プロセス条件と光学特性の関連性を評価した。その結果から、高純度 MgO 粒子と Al_2O_3 粒子を原料粉末として用い、最適な混合比下ではホットプレスと HIP の2段階処理により透明な MgAl_2O_4 セラミックができることを示した。得られた材料の光学特性を調べ、 MgAl_2O_4 中に生じたマイクロクラックが MgAl_2O_4 の光透過性に影響することを、粒界に発生したマイクロクラックの量と光透過性の関係から明らかにした。

第5章 セラミック繊維強化スピネルマトリックス複合材料の作製と光学特性および力学特性の評価

光透過性と大きな破壊抵抗を併せ持つメッシュ構造強化オプトメカニカル複合材料の可能性を、 MgAl_2O_4 マトリックスに SiC 繊維と Al_2O_3 繊維- ZrO_2 マトリックスマイクロコンポジットによりそれぞれ強化した、二種類の複合材料について調べた。本章では、オプトメカニカル複合材料の作製過程において、強化材を整列したメッシュ構造でマトリックスに複合化する必要があるため、扱いを容易にする目的で市販の SiC 繊維と Al_2O_3 繊維織物を強化材として用いた。オプトメカニカル複合材料の作製には、ガラスマトリックスオプトメカニカル複合材料と MgAl_2O_4 セラミックス単体の作製で得られた知

見を応用した。得られた複合材料の光学特性と力学特性の評価の結果、メッシュ構造強化 MgAl_2O_4 マトリックスオプトメカニカル複合材料は、マトリックスが破壊された後にも強化材料のブリッジング効果により荷重負担能力を持つフェイルセーフ挙動を持ち、かつ、高い透明性を有していることが明らかになった。

第6章 総括

本研究で得られた結果を総括した。

- (1) ミニコンポジットガラス複合材料では、メッシュ構造の強化素材を用いることにより、窓の部分で高い光透過性を持つ試料を得ることができる。また、破壊抵抗の向上も可能となることが検証された。
- (2) Al_2O_3 繊維織物および SiC 繊維を MgAl_2O_4 マトリックス中に複合化した場合にも光透過性と力学特性を両立した材料が得られることを示した。