

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	YAN XIAO
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目			
Thermal and Mechanical properties of Al/AlN interpenetrating phase composites with different preform porosity (プリフォーム多孔体の構造が Al/AlN 相互貫入複合材料の熱的、機械的性質に与える影響)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	佐々木 元	印
審査委員	教 授	松木 一弘	印
審査委員	准教授	杉尾 健次郎	印
審査委員	准教授	崔 龍範	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>アルミニウム(Al)およびその合金は、軽量、優れた機械的性質、高熱伝導性、耐食性、環境対応性など、実用材料として様々な利点を備えている。そのため、金属とセラミックスからなる3次元ネットワークを有した相互貫入複合材料(IPCs)の金属側の材料として適用することは、実用的観点から重要な研究課題となる。セラミックス側の材料として主に実用セラミックスとして多用されている Al₂O₃ と SiC が研究対象となっており、実験およびシミュレーション技術を用いて、Al 基の IPCs の機械的および熱的特性について広範な研究が行われている。しかしながら、良好な3次元多孔体の作製が難しい AlN に関する研究はほとんど行われていない。AlN は、高硬度、高剛性、高い熱伝導性、低熱膨張等の利点を備えている。その為、Al/AlN IPCs は、航空宇宙および電子実装分野での利用に期待できる。また Al 合金に対する化学的安定性や優れた濡れ性を有する。為、従って、Al/AlN IPCs の製造法の確立、機械的および熱的特性に関する体系的な調査を行うことは重要である。</p> <p>第1章では、金属とセラミックスから構成される IPCs に関する従来の研究動向について紹介した。特に、IPCs に用いられるプリフォームの概要を示すと同時に、その分類、製造方法、用途について説明した。更に、金属セラミックス IPC の機械的特性と熱的特性に関する従来の研究の進捗状況を示すことにより、本研究の重要性、独創性について説明するとともに、本研究の詳細な研究目的を示した。</p> <p>第2章では、Al/AlN IPCs の作製方法についての研究結果を示した。まず、IPCs のプリフォームとして用いられる開気孔型多孔質 AlN セラミックスの作製方法を示した。ポリウレタン樹脂に泥漿化した AlN を用いてスラリー浸透法を用い、その後、焼成することにより作製した。次に、低圧含浸鑄造法により熔融 Al 合金を多孔質 AlN プリフォームに浸透させることで、Al/AlN IPC を作製した。多孔質 AlN プリフォームおよび Al/AlN IPCs の微細構造と構成相の同定は、走査型電子顕微鏡(SEM)、X 線回折(XRD)を用いた。その結果、</p>			

AIN と Al 合金母相間の界面は、緻密で良好な界面結合組織を示すことを明らかにした。圧縮試験では、AIN プリフォームの気孔率の増加に伴い、IPCs の強度と靱性が上昇し、破壊も脆性から延性的破壊に変化することが分かった。ナノインデンテーション試験では、AIN 含有量の増加により IPCs の硬さが向上することを示した。

第 3 章では、室温から 200°C までの Al/AIN IPCs の熱膨張係数(CTE)を測定した。微細構造をモデル化するために 3D 代表体積要素 (RVES) を作成し、熱膨張挙動を明らかにするために有限要素モデル(FEM)による解析を行った。CTE は FEM および熱弾性モデルにより予測し、実験値と比較した。実験では、プリフォーム気孔率の減少に伴い、CTE が著しく減少することが示され、AIN プリフォームが IPCs 寸法安定性を向上させることが示された。また、IPCs は、粒子強化複合材料と比較して CTE が低くなる可能性があることが分かった。実験データは解析モデルとよい一致を示したが、FEM 解析結果に対して、プリフォーム気孔率が高い条件下でのみ実験データと一致した。

第 4 章では、20°C~200°Cにおける Al/AIN IPCs の熱伝導率 (TC)測定を行った。実験値と解析モデルによって得られた予測値を比較して結果、プリフォーム気孔率が高い IPCs は TC が高い傾向を示した。理論モデルは、プリフォーム多孔度が高い IPC の熱伝導率を正確に予測することができた。

第 5 章では、前述の研究の結果のまとめである。

以上、審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500 字以内とする。