

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	GUO YING
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項・2 項該当		
論 文 題 目			
Thermal and Mechanical properties of Short Carbon Fiber dispersed Aluminum Composites (短炭素繊維分散アルミニウム複合材料の熱物性および機械的性質)			
論文審査担当者			
主 査	教 授	佐々木 元	
審査委員	教 授	松木 一弘	
審査委員	准教授	崔 龍範	
審査委員	准教授	杉尾 健次郎	
審査委員	教 授	LIU XINGANG (燕山大学)	
〔論文審査の要旨〕			
<p>科学技術の急速な発展により、材料の多機能化、高機能化への要求は高まっており、高性能アルミニウム (Al) 基複合材料の開発が喫緊の課題となっている。持続可能な社会の実現と省エネルギーへの世界的な取り組みを考慮すると、近年、高熱伝導性、高強度、優れた可塑性を備えた複合材料の開発が重要な課題となる。また、強化材の種類と形状、複合材料の製造方法、およびその後の熱加工処理は、材料の微細構造と機械的特性に影響を与える。従って、Al 基複合材料を設計するには、あらゆる側面を考慮する必要がある。</p> <p>放電プラズマ焼結 (SPS) 法は、金属粉末表面の酸化膜を除去し、マトリックスと強化材の結合を強化する効果がある為、多用される。カーボンファイバ(CF)やカーボンナノファイバ(CNF)などの炭素材料は優れた熱的特性を備えており、これらを Al と組み合わせることで、良好な熱伝導性を備えた Al 基複合材料を得ることができる。界面構造が熱伝導率に及ぼす影響を考慮すると、濡れ性とマトリックスに対する強化材の界面結合を強化する適切な方法を模索することが重要である。更に、強化材の直径の違いが複合材料の熱的特性や微細構造に及ぼす影響も、解明する必要がある。強化材の添加は、Al マトリックスの優れた性質を低下させ、特に、可塑性を低下させる懸念がある。その為、塑性変形能を向上させながら、Al 基複合材料の熱的特性と強度を維持することが重要な課題となる。</p> <p>これらの問題を解決するために、本論文では、マトリックスとして純 Al を用い、SPS による複合材料の作製のための強化材として銅被覆炭素繊維と未被覆炭素繊維を選択し、銅被覆が微細構造に及ぼす影響を調べた。また、Al マトリックス複合材料の機械的特性と熱的特性を評価した。複合材料に対する強化材の直径の影響のメカニズムを調査するために、強化材として短炭素繊維と CNF を用いた。また、複合材料の強度と可塑性を高めるために、傾斜組織構造を有する Al 基複合材料を設計した。微細構造は、後方散乱電子回折 (EBSD)、走査型電子顕微鏡 (SEM)、および透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いて解析した。</p>			

機械的特性は、マイクロ硬度、ナノ硬度、および室温引張を評価した。また、熱伝導率測定を行った。更に、銅(Cu)めっき、熱間圧延、強化材の直径、および複合材料の微細構造と機械的特性に関する傾斜構造設計のメカニズムを詳細に調査し、Al マトリックス複合材料の応用展開に必要な学術的知見を提供した。

この論文の結論は以下のように要約される。

1) Cu めっきにより炭素短繊維(SCF)と Al マトリックスの濡れ性が向上し、複合材料の熱伝導率および降伏強度が向上した。Cu めっきは界面の密着性を高め、界面結合を促進し、界面強度を高めるのに寄与した。複合材料を熱間圧延すると、めっきなしの SCF は Al マトリックスと激しく反応し、有害な Al_4C_3 相が生成した。熱間圧延を行う事により圧延方向に沿った SCF の配置が促進され、Cu-SCF/Al 複合材料の降伏強度は 122%向上した。熱伝導率は 6.6%向上し、積層並列モデルで計算された値に近づいた。また、組織解析より、熱間圧延前後の SCF/Al および Cu-SCF/Al 複合材料に動的再結晶が起こっていた。

2) SCF は Al マトリックス中に均一に分散し、Al マトリックスとの界面で連続的な非晶質炭化物を生成していた。一方、CNF は、その直径が小さいために凝集体として存在し、少量の CNF だけが Al マトリックスとの非晶質界面生成物を生成する。SCF の熱伝導率は CNF よりも低いですが、複合材料としての熱伝導率は向上する。CNF の凝集は熱伝導率に悪影響を及ぼす。SCF/Al 複合材料は降伏強度が高くなる可塑性は低くなった。対照的に、CNF は直径が小さいため、CNF/Al 複合材料の可塑性は向上した。

3) SCF の添加により、熱間圧延中での Al マトリックスの塑性変形量が増大し、再結晶モードが発生した。

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。