

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	Zhao Yan
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
論 文 題 目			
Estimation of Effective Thermal Conductivity of Graphite flakes/Al Composites by Using Two-Dimensional Microstructure Images (二次元微細組織画像を用いたグラファイトフレーク/Al 複合材料の有効熱伝導率の推定)			
論文審査担当者			
主 査	准教授	杉尾 健次郎	印
審査委員	教 授	佐々木 元	印
審査委員	教 授	松木 一弘	印
審査委員	教 授	曙 紘之	印
審査委員	教 授	于 金庫 (燕山大学)	印
〔論文審査の要旨〕			
<p>本論文(本研究)は、グラファイトフレーク強化アルミニウムマトリックス (GFs / Al) 複合材料の熱伝導率を二次元微細組織画像から算出することを目的としている。GFs / Al 複合材料は、アルミニウム (Al) の加工性と低密度およびグラファイトフレーク (GFs) の高熱伝導性と低熱膨張性を備えると期待されており、最も有望な電子パッケージング材料の1つと見なされている。しかしながら、GF / Al 複合材料の有効熱伝導率は、GF の熱伝導異方性および Al-GFs 界面での界面熱抵抗および気孔の影響により低下する。一般的に GFs / Al 複合材料の有効熱伝導率を算出するための理論的方法には、複合則、有効媒質近似または計算機シミュレーションが使用される。ただし、これらの計算には GF の異方性および Al-GFs 界面での界面熱抵抗は考慮されていない。本研究では、二次元微細組織画像を使用して、GF の配向、界面熱抵抗および気孔の影響を考慮して、GF / Al 複合材料の有効熱伝導率を推定する手法の開発を行った。</p> <p>第1章では、電子パッケージング材料の開発状況、GFs / Al 複合材料の製造方法、GFs / Al 複合材料の熱特性の実験的研究、GFs / Al 複合材料の有効熱伝導率を計算するための理論的およびシミュレーション的手法を紹介した後、この論文の目的を述べている。</p> <p>第2章では、試料作製および試料評価について述べている。GF の体積率を10~40%の間で変化させて放電焼結法を用いて GFs / Al 複合材料を作製した。光学顕微鏡を用いて GF の配向性、平均サイズ、アスペクト比を分析した。アルキメデス法を用いて相対密度を測定した。また、作製した GFs / Al 複合材料の有効熱伝導率と熱膨張係数の測定を行い、理論値との比較を行った。</p> <p>第3章では、三次元モデルと二次元モデルの GF の配向関係を調べた。二次元画像の GF の方向が、対応する試料内での三次元での GF の方向と完全に一致しないため、二次元画</p>			

像シミュレーションによって計算された GF / Al 複合材料の有効熱伝導率は正確でない可能性がある。そこで、三次元モデルと二次元モデルの GF の配向および熱伝導率の関係を調べた。その結果、GF の二次元の熱伝導率から三次元の熱伝導率に変換するための近似式が導出された。

第 4 章では、二次元微細組織画像を用いて、さらに GF の配向と界面熱抵抗の影響を考慮して、GF / Al 複合材料の有効熱伝導率を算出した。また、GF の配向と界面熱抵抗が GF / Al 複合材料の有効熱伝導率に及ぼす影響について調査を行った。この一連の計算により GFs-Al 界面での界面熱抵抗を逆解析で求めることができ、その値と理論値との比較を行った。

第 5 章では、上記の研究結果を要約した。

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。