

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 14292 号
------	---------------

氏 名 ALASLI Abdulkareem

### 論 文 題 目

STUDY ON THERMOPHYSICAL AND THERMOELECTRICAL  
PROPERTY MEASUREMENT METHODS FOR ADVANCED  
MATERIALS USING LOCK-IN THERMOGRAPHY  
(ロックインサーモグラフィによる先端材料の熱物性および熱電物  
性計測法に関する研究)

### 論文審査担当者

主査	名古屋大学	工学研究科	教授	長野 方星
委員	名古屋大学	未来材料・システム研 究所	教授	成瀬 一郎
委員	慶應義塾大学	理工学部	教授	田口 良広
委員	名古屋大学	工学研究科	講師	上野 藍

## 論文審査の結果の要旨

ALASLI Abdulkareem 氏提出の論文「STUDY ON THERMOPHYSICAL AND THERMOELECTRICAL PROPERTY MEASUREMENT METHODS FOR ADVANCED MATERIALS USING LOCK-IN THERMOGRAPHY (ロックインサーモグラフィによる先端材料の熱物性および熱電物性計測法に関する研究)」では、ロックインサーモグラフィ法(以下LIT法)に基づく4つの測定手法を新たに開発した。各章の概要は以下の通りである。

第1章では研究の背景として、近年の伝熱分野ならびに熱電分野におけるマイクロ・ナノスケールの熱物性および熱電特性研究の動向や、それを支える物性計測方法についてレビューした上で、研究課題及び本研究の目的について述べている。

第2章ではLIT法に基づく2種類の熱電性能指数の測定方法が提案され、その有効性を実証している。1つ目の方法は、複数の材料の熱拡散率、熱伝導率、ゼーベック係数ならびに性能指数を、ペルチェ効果とジュール加熱によって生じる過渡温度分布の熱解析から同時に計測することができ、簡易かつ、体系的なハイスループット計測の有効性を示した。本LIT手法をベースとした方法で得られた種々の物性値は、従来の測定方法で得られた値と良好な一致を示した。また、本手法が熱物性および熱電特性の磁場または磁化依存性の評価にも応用できることを示した。2つ目の方法は、外部ヒーターを必要としない角周波数 $\omega$ および $2\omega$ で抽出された過渡温度分布の熱解析に基づく測定法を提案している。外部磁場を印加しながら測定と解析を行うことができるため、上述の物性値に加え、磁気熱抵抗、磁気ペルチェ、ゼーベック、およびネルンスト効果、エッティングスハウゼン効果を一つの試料セットアップで測定できることを実証した。これらの手法は、熱電およびスピнкаロリトロニクス材料の開発を加速し、磁気熱抵抗および磁気熱電の物理および挙動の解明に貢献できると結論した。

第3章では、LIT法を用いて薄膜の熱物性を計測する方法を提案している。面内熱伝導率と熱拡散率は、試料に蒸着された金属細線ヒーターからのジュール加熱によって引き起こされる過渡温度分布の解析から求めることができる。SiN および Ni 薄膜を異なる厚さで測定することにより、本提案手法の有効性を明らかにした。また、外部磁場を印加しながら測定することより、薄膜の磁気熱輸送/抵抗特性の評価も行えることを実証した。

第4章では、LIT法によって複合材料の有効な面外熱拡散率、熱伝導率および単位体積当たりの熱容量を測定およびマッピングするための新しい方法について論じられている。熱物性値は、レーザー表面加熱によって引き起こされる面外熱波拡散の解析によって決定され、体系的で高感度で信頼性の高い非接触測定が可能となった。本提案手法の有効性は物性値が既知の参照試料で検証され、参照値に対して10~15%以内の良好な一致を示した。連続繊維ならびに不連続繊維炭素系複合材料試料の測定により、従来法では計測が困難な、熱物性分布ならびに内部の繊維、樹脂分布状態を視覚的に明らかにできることが示された。

第5章では本論文の結論と今後の課題および将来の展望を与えている。

以上のように、本論文ではLIT法に基づく新しい熱物性および熱電特性計測法の提案から、有効性検証、磁場依存性評価にまで至っており、本研究に得られた成果は、伝熱工学ならびに熱電分野の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の執筆者であるALASLI Abdulkareem氏は博士(学位)を受けるに十分な資格があると判断した。