

主 論 文 要 旨

報告番号	甲 第 号	氏 名	元祐 昌廣
主 論 文 題 目： マイクロ領域における温度伝導率の非接触リアルタイムセンシングに関する研究			
(内容の要旨) 温度伝導率は物質の内部構造を反映して組成・形状・結合状態・配向秩序によって変化する物性であるにも関わらず、従来の測定技術ではその動的な変化には対応できず、構造が時々刻々と変化していくような系には本質的に適用不可能であった。温度伝導率をリアルタイムでセンシングすることによって、対象の内部構造変化に対応した物性変化を明らかにし、動態メカニズム解明及びリアルタイム制御への応用が創出できると考えられる。特に高分子や液晶などの系ではその物性状態がマイクロスケールにおいて特徴づけられるため、構造変化にตอบสนองしたマイクロスケールでの非接触センシングが特に重要となる。本研究では、温度伝導率のリアルタイムセンシングという計測概念を提案し、マイクロスケール・非接触・リアルタイムでの温度伝導率のセンシングが可能な測定技術の開発を行い、対象の構造変化とともに変動する温度伝導率の連続測定を通してその有効性を実証することを目的とする。 1章では、研究背景として温度伝導率計測のリアルタイム化の意義と可能性について述べ、従来の温度伝導率計測技術において、時分解化の可能性に関する理論的検討を統一的な視点より行った。また、開発すべきセンシング技術について考察し、本研究の目的を明らかにした。 2章では、レーザーの2光束干渉による過渡温度格子及び回折現象を利用した非接触温度伝導率測定法である強制レイリー散乱法の原理について述べ、リアルタイム測定法としての可能性について示した。さらに不確かさの系統要因や、リアルタイム測定法のために考慮すべき問題である、時間分解能、及び測定中の物性変動について理論を構築して検討を行い、この方法が有するマイクロ領域でのリアルタイムセンシング技術としての可能性を明らかにした。 3章では、2章で述べた原理を応用した、マイクロスケールにおける温度伝導率の非接触リアルタイムセンシング装置の開発について詳説した。本装置では熱源として赤外レーザーによる20~50 μm 周期の過渡温度格子を用い、試料の温度変化検出に透過及び反射型光学系を使い分けられるため広範な試料への適用が可能である。また、従来計測技術の限界をはるかに超えた時間分解能10msでの連続測定を実現するセンシングシステムを開発し、予備的測定を通じて本装置の健全性・有効性を明らかにした。 4章では、熱及び光によってその分子構造や結合状態を変化させる刺激応答性ソフトマテリアルである多糖類水溶液のゲル化過程、温度応答性高分子ゲルのコイル-グロブユール転移過程、光硬化性樹脂の硬化過程に対して、開発したリアルタイム測定装置を適用した。そして構造変化プロセスでの温度伝導率変動のマイクロスケールでのセンシングが可能であることを実験的に示した。これらを適用例として、内部構造変化動態メカニズムの解明、及び構造変化を利用したデバイス開発への本技術の有用性を見出した。 5章では、さらに能動的な構造変化の例として、電場によってネマティック液晶分子に配向秩序を形成し、熱的異方性を与えるような構造変化へと応用した。電場の印加によるホモジニアス配向下での異方性センシングを行い、電場に対応した異方性変化を測定した。さらに、温度伝導率異方性の能動的コントロール、微細構造変化を利用した熱伝導可変マイクロデバイス、物性情報を製造工程へフィードバックした熱伝導異方性材料デザインへの可能性を示した。 6章では、これまでの各章で得られた知見を総括し、マイクロ領域における温度伝導率の非接触リアルタイムセンシングの有効性及び可能性を示して本論文の結論とした。 以上			