

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	西田 知司
論文審査担当者：			
主査	慶應義塾大学 教授	博士（情報理工学）	尾上 弘晃
副査	慶應義塾大学 教授	博士（工学）	大宮 正毅
	慶應義塾大学 准教授	博士（情報理工学）	高橋 英俊
	慶應義塾大学 教授	博士（工学）	竹村 研治郎
学士（工学）、修士（工学）西田知司君提出の学位請求論文は「Monitoring Sensors with Nanoparticle-Dispersed Structural Color Polymer for Water-Prohibited Systems」（禁水システム向けのナノ粒子分散型構造色ポリマによるモニタリングセンサ）と題し、6章から構成されている。 構造色材料は周期的な屈折率の変化を持つことで、特定の波長の色を反射することが可能である。構造色材料のうち、ナノ粒子をポリマ内に分散させた構造色ポリマは、ポリマの変形を構造色の変化に変換可能であるため、変位センサや温度センサ、化学センサへの応用研究が広く行われている。その多くは柔軟なハイドロゲルを主材とした構造色ゲルセンサであり、変形による構造色の変化を最大限利用可能という利点を持つ。しかし、ハイドロゲルは多くの水分を含むため、電子回路や水と反応する化学物質などの禁水環境にハイドロゲルを適用することは難しく、故に構造色ポリマを禁水環境にセンサとして用いることは考慮されてこなかった。 そこで本研究では、非ハイドロゲルの構造色ポリマの機能面での応用先を拡張し、水の存在が禁止される環境でも利用可能なモニタリングセンサを提案している。これにより、電子回路の近傍や水と反応するリチウムの近傍でも非ハイドロゲル構造色ポリマがセンサとして利用可能となる。 第1章では、本研究の背景、目的、コンセプトについて述べている。 第2章では、構造色ポリマの理論について詳説している。まずナノ粒子分散型構造色ポリマの理想的な配列構造について述べ、次にアモルファス構造について述べつつ、本研究で扱う非ハイドロゲル構造色ポリマの特性について考察している。 第3章では、構造色ポリマの作製手法とその構造の解析について詳説している。走査型電子顕微鏡画像、および機械的特性試験の解析により、作製した構造色ポリマの特性を明らかにしている。 第4章では、構造色ポリマの一つ目の応用提案として、インライン微量液体モニタリングカラーセンサによる色検知について詳説している。構造色ポリマを外部から圧縮することでその反射光波長を変更し、センサでの可視光領域での色変化検出を行っている。また、比色試薬を用いた検出対象物質のpHの検知に応用している。 第5章では、構造色ポリマの二つ目の応用提案として、リチウム電池内部での応力モニタリングセンサを提案している。リチウム系の電解液を構造色ポリマに浸透させセパレータとして用いることで電池としての性能を保ちながら、電池内部応力のモニタリングを達成している。具体的には、提案した構造色ポリマのセパレータにより100回の充放電試験に適用可能であること、および電池内部での気泡やデンドライトの発生がいつどこで起こるかを構造色の変化により空間的に可視化し、発生した応力を算出している。 第6章では、非ハイドロゲル構造色ポリマによるセンサ応用についての展望について論じ、本研究の結論としている。 以上要するに、本論文では非ハイドロゲル構造色ポリマの工学的な応用の拡張可能性を提示するとともに、具体的にデバイスを構成してその有効性を実証しており、マイクロ・ナノ工学分野において、工学上、工業上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第2（マルチディシプリナリ・デザイン科学専修）科目担当で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。		