

## 審査の結果の要旨

氏名 溝下 倫大

分子の自己組織化により形成する複合構造・階層構造を活用するマテリアル設計は、新しい高機能材料を開発する上での有力なアプローチである。本論文は、繊維状の集合体を形成する水素結合性低分子と代表的な有機機能材料である液晶との複合化による新しい異方性有機分子複合体の構築と、その複合体における電氣的・光学的機能の発現・制御・精密化について述べており、8章から構成されている。

第1章は序論であり、液晶の基本的な構造や性質・機能、そして超分子的なアプローチを用いた新しい液晶の研究例について紹介している。また、非液晶材料との複合化による液晶の機能化に関するこれまでのアプローチや、本研究で注目する低分子ゲル化剤の最近の研究動向について述べている。さらに本研究の目的と意義について述べている。

第2章では、水素結合性低分子が形成する自己組織化ファイバーと液晶との複合体が示す熱的な性質および様々な複合構造の形成について調べた結果を示している。複合体の構造転移においては、自己組織化ファイバーの形成・解離と液晶分子の等方相-液晶相転移がそれぞれ独立して起こることが分かった。したがって、水素結合性低分子と液晶との組合せを適切に選択することで、ファイバーの形成を等方性媒体あるいは液晶媒体中で引き起こすことができた。これによって、水素結合性分子の集合形態を、ランダムネットワーク構造や、規則的に配向した繊維あるいは格子状などに制御することに成功した。さらに、液晶媒体中で形成されるファイバーのモルホロジーは、液晶場の秩序構造および水素結合性分子と液晶との分子間相互作用を考慮することで、ある程度説明できると結論づけている。

第3章では、ネマチック液晶と自己組織化ファイバーの複合体を用いた光散乱型の表示材料の開発について述べている。ネマチック液晶に対してランダムに分散した自己組織化ファイバーを導入することで高い光散乱状態を発現させ、電場の印加によって光散乱状態から光透過状態へと可逆的にスイッチングさせることができた。水素結合性分子の会合形態と電気光学応答の関係について調べており、より細いファイバーを効率的に液晶中に分散させることが優れた電気光学特性の発現に重要であるとしている。

第4章では、ツイステッドネマチック (TN) 表示素子中における、液晶/自己組織化ファイバー複合体の電気光学挙動について述べている。液晶の TN 配向状態は、導入された自己組織化ファイバーの集合形態により大きく影響される。分散したファイバー状

組織体を導入した場合に、液晶が TN 配向を示し、電場に対して液晶単独時よりも高速に応答することが示されている。さらに、複合体の構造制御によって、ファイバー状組織体を TN 配向にそって形成することに成功しており、これにより、高速応答、低電圧駆動および高コントラストなどの優れた電気光学特性を得ることができた。

第 5 章では、ネマチック液晶と自己組織化ファイバーからなる複合体の構造可逆性を利用した、書き換え可能なメモリー性のある表示材料の開発について述べている。ネマチック液晶に対して可逆的な構造変化を示す自己組織化ファイバーを導入し、電場刺激と熱刺激を組み合わせて用いることで、光散乱状態を示すランダム配向構造および透明状態となる均一配向構造を可逆的にかつ室温で安定に固定化することに成功した。メモリー性のある表示材料への新しいアプローチである。

第 6 章では、強誘電性を示すキラルスメクチック C 液晶と自己組織化ファイバーの複合化による強誘電性液晶の性質制御について述べている。スメクチック相をファイバー形成の鋳型に用いることで格子状の会合体を強誘電性液晶中に導入することに成功した。このような格子状会合体の形成は強誘電性液晶の分子の傾き角や電場への応答時間、電気光学応答のヒステリシス挙動に大きく影響した。配向した自己組織化ファイバーの導入による電気光学特性の制御・向上の可能性を示している。

第 7 章では、光導電性を有するディスコチック液晶と自己組織化ファイバーとの複合化によって、電荷輸送性という電子的機能の向上が達成できることを示している。ヘキサゴナルカラムナー相を形成するトリフェニレン誘導型液晶分子と水素結合性ファイバーとを複合化させると、そのホール移動度は、液晶単独時の約 3 倍に上昇した。液晶相と固体相からなるミクロ相分離構造を形成することで、電荷輸送特性を向上させたはじめての例といえる。

第 8 章では、液晶中で形成される配向した自己組織化ファイバーを重合可能な水素結合性分子によって形成し、光重合による配向構造の安定化・固定化、および重合体の表面形状を利用した液晶の配向制御について述べている。光照射領域をフォトマスクで制限することで、液晶の配向をパターンニングすることに成功した。自己組織化によって形成される配向構造を固定化して、特徴的な表面形状を作製するこの方法は、液晶配向制御材料への新しいアプローチとなる。

以上のように、本論文は、液晶と自己組織化ファイバーとの複合化による新しい機能性液晶複合体の構築と、その複合体における優れた機能発現について述べたものである。これらの結果は、今後の高機能材料開発の発展に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。