

審査の結果の要旨

氏名 顔 健彬

π 共役分子は、電荷キャリア輸送などの特性があり、トランジスタに代表されるさまざまなデバイスの応用が盛んに研究されている。液晶性有機半導体は溶液プロセスにおける薄膜形成が可能であり、異方的な電荷輸送特性を示す材料となる可能性がある。さらに、液晶性 π 共役分子の流動性および自己組織化特性を活用することで、機械的な刺激、イオン、温度などに応答して分子配列構造および発光色が変化する刺激応答性材料機能を実現することも可能である。本論文では、オプトエレクトロニクスおよびセンサーとして適用可能な電荷キャリア輸送特性および刺激応答特性の両方を伴う π 共役分子群の設計と構造制御、機能化について述べられている。本論文は、五章で構成されている。

第一章は序論であり、 π 共役分子の特性、光の基本物理ならびに液晶材料の物性と機能について紹介している。それらを受けて、電荷キャリア輸送可能な刺激応答性材料を開発するコンセプトと意義が述べられている。

第二章では、 π - π 相互作用を利用し、機械的な刺激に応答して発光色が変わり、さらにホール輸送能を示す材料の開発について報告されている。本章で述べる分子設計は、ピレンを中心に4つのフェニルビチオフェン部分が十字の形に共役系を構成している。これらの分子の液晶性、電荷輸送特性について調べられており、温度に応じて複数種のカラムナー液晶構造を示すこと、ホール輸送特性を示すこと、電荷移動度が液晶相によって変化することが示されている。さらに液晶状態において蛍光発光を示し、発光色が機械的刺激に応じて顕著にブルーシフトすることが報告されている。

第三章では、キャリア輸送特性とイオン応答性を示す超分子液晶集合体の開発について述べられている。これらの機能を実現するために、イオン刺激に

よって水素結合の様式を変化させるグアニン部位と、電荷輸送特性を示すオリゴチオフエン部位と共役させた π 骨格構造を有する分子設計が提案されている。これらの分子は、カラムナーおよび双連続キュービック相を示し、電子または両極性キャリア輸送特性を示すことが明らかにされている。併せて、カリウム塩の導入により、グアニン四量体の形成に伴ってカラムナー液晶相が形成され、バルク状態での発光がレッドシフトすることが示されている。

第四章では、バルク状態での効率的な長波長発光特性を達成するための液晶分子の設計が述べられている。凝集にともなって蛍光が増大する凝集誘起発光誘導体を活用するために、 π 共役部位が、テトラフェニルエチレン骨格と強い両極性相互作用を示すシアノ基、およびオリゴチオフエン部位などで構成される分子構造が提案されている。合成された液晶分子は高い発光量子効率で長波長の発光を示すことが報告されている。また、これらの分子は、電子あるいは両極性キャリアの輸送特性があり、さらに分子構造や温度によって発光色や発光強度が変化することが示されている。

第五章は、本論文の結言であり、本研究を総括し、 π 共役部位を持つ機能性液晶材料の今後の展望が述べられている。

以上のように、本論文は電荷を輸送する刺激応答性材料のための自己組織性 π 共役液晶の開発を述べたものである。これらの結果は、次世代の有機エレクトロニクスやセンサーの開発に必要となる知見を提供し、今後の持続可能社会の発展に貢献するものであると期待され、超分子材料化学の分野の進展に寄与するものである。

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。