

審 査 の 結 果 の 要 旨

氏 名 徳永 翔一

コレステリック液晶は、内部に巨視的ならせん構造を有する液晶であり、ネマチック液晶にキラルな化合物（キラルドーパント）を加えて形成されることが知られている。この液晶は、らせんピッチの長さに対応した波長の入射光を反射する性質を有し、反射波長が可視領域に存在する場合、構造色と呼ばれる鮮やかな反射色を呈する。このような性質から、コレステリック液晶の反射色に刺激応答性を持たせ、温度計やレーザー、ディスプレイデバイスへと応用する研究が行われてきた。なかでも電気刺激を利用した反射色の変調は、バックライトを使用しない反射型の低消費電力ディスプレイデバイスの開発にとって重要である。これまでに、液晶分子そのものを電場印加にて配向変化させ、らせんピッチ及び反射色を変調させることに成功した例はいくつか報告されている。本論文では、従来の液晶分子の電場配向制御による反射色の変調という戦略に対して、「電気刺激に応答して反射色を変調可能なキラルドーパントの開発」という全く新しい戦略を提案し、その実証及びディスプレイデバイスへの応用に関する研究について述べている。

第一章では、まずコレステリック液晶の反射色とキラルドーパントの関係性について記述した上で、コレステリック液晶の応用例について紹介している。さらに電場印加によって反射色を変調可能なコレステリック液晶材料及び、外部刺激応答性のキラルドーパントについて詳述したうえで、本論文における各章の関連、概略についてまとめている。

第二章では、電場印加によって液晶中での濃度を変調可能な電場応答性キラルドーパントについて述べている。まずドーパントの分子設計として、高いらせん誘起力を有することで知られるビナフチル骨格に、電場応答性部位としてイオン性部位を導入したものについて述べている。続いて、電場印加による反射色の変調を調べるために、ホスト液晶分子と混合し青色の反射色を示す液晶サンプルに対して電場印加を行い、緑色の反射色に変調できることを明らかにしている。その後加熱を行うことで電場印加前の元の青色に初期化できることを明らかにしているが、加熱をしない限りは電場印加を切っても反射色が維持される（メモリー効果）ことを見いだしている。このような現象は書き換え時にしか電力を消費しない電子ペーパーとして重要な性質であるが、コレステリッ

ク液晶においてはこれまで報告されてこなかったものである。また、電場印加と加熱を交互に行うことで、反射色の変調・保持・初期化が繰り返し可能であることも明らかにしている。このような液晶デバイスに関して、表面スパッタリングを用いた飛行時間型二次イオン質量分析法、及び電極表面の走査型電子顕微鏡測定、原子間力顕微鏡測定を行い、反射色変調の原理が電気泳動的に電極表面上に析出している為であることを明らかにしている。

第三章では、電圧印加によってらせん誘起力を変調可能な酸化還元応答性キラルドーパントについて述べている。第二章での研究中、種々のキラルドーパントのらせん誘起力を測定するなかで、イオン性部位が付与されたキラルドーパントのらせん誘起力が低下する現象を発見した。この知見に基づき、らせん誘起部位のビナフチル骨格に、フェロセンを修飾し、酸化還元反応によりイオン性をスイッチングできる新たなキラルドーパントを開発した。この分子は可逆な一電子酸化還元活性を有する事がサイクリックボルタンメトリー測定にて確認された。さらに、ホスト液晶分子と混合することで、コレステリック液晶相を発現した。そこに化学酸化剤を添加し、フェロセン部位をフェロセニウムカチオンにした際もコレステリック液晶相を発現したが、この時のらせん誘起力は、フェロセンが酸化される前の非イオン性の時と比べて 13%減少したことが明らかとなった。続いて電圧印加による反射色の変調を調べるために、このキラルドーパント及び、ホスト液晶と支持電解質からなる液晶混合物を、片側に電荷補償剤 (PEDOT) が塗布された透明電極セルに封入した。ここに電圧印加を行うと、青色の反射色は緑色に変調し、その後電圧印加を切ると、元の青色に初期化されたことが透過スペクトルより明らかとなった。この反射色の変調・初期化は少なくとも 100 回以上繰り返し可能であることを別途確認している。電圧印加による反射色の変調の動作原理を確認するために、電圧印加時のフェロセンの価数を X 線光電分光法により確認したところ、電圧印加によって反射色を変調したときのみ、フェロセニウムカチオン由来のピークが観測された。このため酸化還元応答性キラルドーパントが電圧印加によって酸化され、らせん誘起力が変調したことにより、反射色を変調したことが確認された。

以上本論文にて、電気刺激応答性キラルドーパントを新規に設計することで、コレステリック液晶の反射色を電圧印加によって変調できる新たな戦略を提案し実験的に証明した。これらの成果は、電場印加による液晶分子の配向変化に伴う反射色変調という従来の戦略とは全く異なり、新たな手法を提供する意義深いものであり、当該分野の発展に大きく貢献するものであると考えられる。

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。