

学位論文の要旨

専攻	機能創成科学専攻 専攻	ふりがな 氏名	ひろせ てつ 廣瀬 鉄
学位論文題目	次世代ディスプレイに向けたアモルファスブルー相液晶の材料設計 (Material design of amorphous blue phase liquid crystal for next-generation displays)		
<p>ブルー相は新規液晶ディスプレイ材料として注目されてきたが、高分子安定化によって狭い温度幅を克服したにも関わらず、高分子安定化ブルー相は高い駆動電圧、ヒステリシス及び残留複屈折等の重大な課題が残り、未だに液晶ディスプレイ材料として実用化されていない。これらの課題を克服するために液晶材料やデバイス構造など広範囲にわたって研究されている。しかし、その研究の大部分は cubic BP 相において行われてきた。BPIII は低分子材料、高分子安定化材料のいずれにおいても温度幅が拡大された例が少なく、ディスプレイ材料への応用に向けた研究は十分にされていない。cubic BP は格子構造が三次元的な周期構造を形成しているため、非常に秩序立ったブルー相である。一方、アモルファスブルー相は格子構造の三次元周期構造を持たないため、cubic BP よりも等方性液体に近い柔軟な液晶相である。そのため、電界除去後の BP 構造形成の自己修復能力が cubic BP よりも高く、液晶ディスプレイへの応用において cubic BP が直面しているヒステリシスや残留複屈折等の課題を克服できるのではないかと考えた。本質的に cubic BP よりもディスプレイ材料に適した液晶相だと考えられるが、BPIII は二重ねじれシリンダーのパッキング構造や電気光学特性は不明確である。</p> <p>本研究では、実用的な BPIII 材料の開発を目的として、BPIII の発現温度幅の拡大と電気光学特性を向上させる材料設計指針の確立を目指した。また、これを達成するために BPIII の二重ねじれ構造の解明を目指した。</p> <p>第一章では、BPIII がディスプレイ材料として適した特性を有していることを確認するために、室温における BPIII の電気光学特性を評価した。そのために、電気光学特性を向上させる N 液晶材料/分子二軸性を持ち少量添加で BP の温度幅を拡大する BP 安定化剤/らせん誘起力の強いキラル化合物の三つの要素からなる低分子量 BPIII 液晶材料を設計し、相転移挙動と電気光学特性を調べた。添加する BP 安定化剤の分子二軸性が高い程、広い温度幅で BPIII が発現した。また、排除体積が大きい安定化剤を添加するほど応答時間は短くなった。BPIII 液晶材料は室温でヒステリシス及び残留複屈折の無い良好な電界応答特性を示し、BPIII はディスプレイ材料として有用な液晶相であることがわかった。</p> <p>第二章では、実用的な温度幅での BPIII の発現を目指し、高分子安定化による BPIII の温度幅拡大を目指した。高分子安定化 BPIII 材料において、官能性モノマー組成物の添加量及び組成比が BPIII の温度幅拡大と電気光学特性に及ぼす影響を調べた。その結果、高分子安定化によって BPIII の温度幅を 50 K 以上に拡大することができた。また、複合材料における高分子材料の添加量及び高分子材料内の組成比は調整することで、高分子安定化 BPIII の電気光学特性を向上できることがわかった。実用的な BPIII 材料を開発する上で、高分子安定化は有効な手段であることがわかった。</p>			

第三章では、高分子安定化が cubic BP と BPIII の二重ねじれシリンダー構造の違いに与える影響を比較した。類似した組成物からなる cubic BP 材料及び BPIII 材料を作製し、それぞれの BP における温度幅拡大効果と電気光学特性を調べた。cubic BP は高分子安定化によってヒステリシス及び残留複屈折が非常に大きくなった。BPIII も高分子安定化によってヒステリシスを示したが、cubic BP と比較してその影響は小さかった。さらに、BPIII は高分子材料を調整することでヒステリシス及び残留複屈折を無くすことができた。アモルファス構造を持つ BPIII は cubic BP よりも容易にディスプレイへの応用に向けた材料開発を行える液晶相であることがわかった。

第四章では、BPIII を発現する混合物における構成分子が BPIII の二重ねじれ構造に及ぼす影響を調べた。柔軟なアルキルスパーサーを持つ非対称二量体を BP 材料に添加し、BP 材料の相系列及び電気光学特性における非対称二量体の奇偶効果を調べた。二量体を添加することで BPIII の発現温度の上限があがった。偶数二量体を添加することで、等方性液体と BPIII の間に N*相が発現する特徴的な相転移挙動が観察された。さらに、その N*相は電界を印加し除去すると BPIII に転移した。その BPIII は冷却によって発現する BPIII よりも低い電界強度で駆動した。また、奇数二量体を含んだ BPIII 材料は 30 K の非常に広い温度幅で BPIII を発現した。BPIII 発現温度の上限を偶数二量体の添加によって上昇させて、さらに高分子安定化によって BPIII の下限を下げることで、80 °C から少なくとも 0 °C まで BPIII を発現する材料が得られた。