

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	液晶ディスプレイ用光配向膜材料の開発とその配向特性に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	松森正樹
Author(English)	Masaki Matsumori
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10190号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:福島 孝典,小泉 武昭,富田 育義,稲木 信介,穴戸 厚
Citation(English)	Degree:, Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10190号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	要約
Type(English)	Outline

論文の要約

論文題目： 液晶ディスプレイ用光配向膜材料の開発と
その配向特性に関する研究

氏 名： 松森 正樹

本論文は、光配向技術の応用による液晶ディスプレイ (Liquid Crystal Display: LCD) の高画質化、生産性向上を目的として、新規な光配向膜の創出とその配向特性について研究した成果をまとめたものである。本論文の構成は大きく二つに分類される。一つは、アゾベンゼンの光異性化反応を利用した LCD 用偏光膜に関する研究であり、もう一つはシクロブタン含有ポリイミドの光分解反応を利用した横電界方式 (In-Plane Switching: IPS) LCD 用液晶光配向膜に関する研究である。前半は、アゾベンゼンクロモニック液晶の光配向性とリオトロピック液晶性という二つの特性を利用し、非接触プロセスとして飛躍的に高いオーダーパラメータをもつ単層光配向膜の開発と、本光配向膜を LCD に適用した際の補助偏光膜としての特性を評価することにより検討を進めた。後半は、シクロブタン型ポリイミド光配向膜材料の光感度向上とヒステリシス特性 (AC 残像特性) 向上を目的に、新規な光配向膜材料の分子設計と開発、およびその液晶配向特性を評価することにより検討を進めた。

第 1 章では、本研究の背景とその目的、液晶の物性と光配向技術の概要、および、本論文の構成について述べた。

第 2 章では、アゾベンゼンクロモニック液晶光配向膜の LCD へのインセル偏光板としての利用可能性に着目し、そのオーダーパラメータ (S) 向上について検討した。アゾ色素として、高い光配向性と、クロモニック液晶性を併せ持つブリリアントイエロー (Brilliant Yellow: BY)、ポリマーマトリクスとして BY と良好な疎水性マッチングを持ち、高い透明性と、熱安定性を持つトリアセチルセルロース (TAC) を組み合わせたコンポジット膜 (BY/TAC フィルム) を作成した。膜形成時の加熱温度、および光照射時の波長を制御す

ることにより、光配向膜として非常に高いオーダーパラメータ 0.45 を達成した。更に、続く加湿処理によってブリリアントイエローのクロモニック液晶性を発現させることで、非接触配向プロセスとして飛躍的に高いオーダーパラメータ ($S=0.81$) を実現した。ポリマーマトリクス中における BY の会合状態を X 線回折法 (X-ray Diffraction: XRD) により解析したところ、この加湿処理による大幅なオーダーパラメータ向上効果は、BY の 1 次元ネマティックライク配向状態から異方的な 2 次元レクタングュラー配向への移行によるものであることを明らかにした。

第 3 章では、第 2 章で開発した飛躍的に高いオーダーパラメータをもつアゾベンゼンクロモニック光配向膜の LCD 補助偏光板として適用した際の効果について調査した。LCD に通常使用されるヨウ素型偏光板は、青色波長域の偏光度が低いため、LCD の黒表示時において青味を帯びてしまう、またコントラストが低いという課題がある。BY/TAC フィルム ($S=0.81$) を従来の LCD 構成に適用することにより、LCD の黒表示時の青みを大幅に低減し、コントラストを向上できることを示した。

第 4 章では、IPS-LCD 用光配向膜材料としてシクロブタン含有ポリイミド光配向膜に着目し、その分子構造—液晶配向特性相関について調査した。IPS-LCD 用配向膜の配向処理法としては従来、配向膜表面を布で擦るラビング配向法が広く用いられてきたが、ラビング配向法は接触式であることから、主に次の二つの課題を抱えている。一つ目は、配線段差近傍を均一に配向処理できないことによる画質低下であり、二つ目はラビング布からの発塵による異物不良や静電気発生による薄膜トランジスタの破壊などの生産性低下である。これら課題を解決するため、非接触式である光配向法の適用が切望されてきた。シクロブタン型ポリイミド光配向膜は、従来の配向膜と同じポリイミド系材料であり、熱、光に対する信頼性が高いことから実用化に向けて有望な材料系である。本研究では、シクロブタン型ポリイミド光配向膜の芳香環部位を系統的に変更した 5 種の材料における液晶配向均一性、ヒステリシス特性 (AC 残像特性) について調査した。光配向膜材料のクロモフォアの分子構造が液晶配向特性に重要な影響を与えることを明らかにし、その構造特性相関について議論した。

第 5 章では、シクロブタン含有ポリイミド光配向膜の光高感度化について検討した。シクロブタン型ポリイミド光配向膜は光感度が低く、LCD の製造プロセスにおいてタクトタイムが長いという課題がある。本研究では、第 4 章にて見出した良好な液晶配向特性をもつシクロブタン型ポリイミド材料をベースに、光開裂部位であるシクロブタン環への置換基導入による高感度化について調査した。ポリイミド光配向膜のシクロブタン環に置換基

を導入することにより、低照射光量において高い液晶配向特性を実現できることを示し、感度の大幅な向上を実現した。

第 6 章では、ポリイミド光配向膜の前駆体であるポリアミド酸をアルキルエステル化することによる、ヒステリシス特性の向上効果について検討した。光配向膜材料の分子量がヒステリシス特性に重要な影響を与えることを明らかにし、かつ、ポリアミド酸が加熱イミド化時の熱分解により低分子量化することを示した。ポリアミド酸アルキルエステル光配向膜材料を開発することにより、加熱イミド化時の熱分解を抑制することができ、ポリアミド酸光配向膜材料に対してヒステリシス特性を大幅に向上可能であることを明らかにした。

以上述べたように、前半のアゾベンゼンクロモニック液晶の光異性化を利用した光配向膜の研究においては、単層で膜厚が非常に薄く、非接触配向プロセスにおいて飛躍的に高いオーダーパラメータを持つ偏光膜を実現した。本研究による偏光膜を LCD に適用することにより、LCD の黒表示時の青みを大幅に低減し、コントラストを向上できることを示した。後半のシクロブタン型ポリイミドの光配向膜の研究においては、光感度の向上とヒステリシス特性（AC 残像特性）の改善という IPS-LCD への光配向技術実用化に向けて重大な二つの課題に対し、新規なシクロブタン型ポリイミド光配向膜材料を開発することで大幅に改善できることを示した。