(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3625098号
(P3625098)
(45)発行日　平成17年3月2日(2005.3.2)　(24)登録日　平成16年12月10日(2004.12.10)

(51)Int.Cl.[7]	F I
G02F 1/133	G02F 1/133 500
G02F 1/1335	G02F 1/1335 510
G02F 1/13363	G02F 1/1335 520
	G02F 1/13363

請求項の数 13　(全 15 頁)

(21)出願番号　特願平8-17904
(22)出願日　平成8年2月2日(1996.2.2)
(65)公開番号　特開平9-211416
(43)公開日　平成9年8月15日(1997.8.15)
審査請求日　平成14年8月15日(2002.8.15)

(73)特許権者　000000044
旭硝子株式会社
東京都千代田区有楽町一丁目１２番１号
(73)特許権者　000103747
オプトレックス株式会社
東京都荒川区東日暮里五丁目７番１８号
(74)代理人　100103584
弁理士　角田　衛
(72)発明者　尾関　正雄
神奈川県横浜市神奈川区羽沢町１１５０番地　旭硝子株式会社　中央研究所内
(72)発明者　森　治樹
神奈川県横浜市神奈川区羽沢町１１５０番地　旭硝子株式会社　中央研究所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】反射型カラー液晶表示装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
透明電極と配向膜をそれぞれ有しほぼ平行に設けられた２つの基板間に旋光性物質を含有し誘電率異方性が正のネマチック液晶が挟持され、各基板の配向膜により形成される液晶分子の配向方向による液晶層のねじれ角が１６０～３００°とされ、液晶層の外側に一対の偏光板が備えられ、透明電極間に駆動電圧を印加する駆動回路が備えられ、一方の偏光板の外側に反射板が配置され、反射板の反対側に設けられた偏光板と液晶層との間に一枚の一軸性の複屈折板が配置され、液晶層での液晶の屈折率異方性Δn_1と液晶層の厚みd_1との積$\Delta n_1 \cdot d_1$が１．２～２．５μmとされ、複屈折板の屈折率異方性と厚みによる垂直方向の複屈折の総和$\Delta n_2 \cdot d_2$が１．２～２．５μmとされ、３値以上の電圧値が選択されて透明電極間に１／８０以上の高デューティ・マルチプレックス駆動によって電圧が印加される、カラーフィルターを備えない反射型カラー液晶表示装置であって、
液晶層に印加する電圧がオフ波形のときに明るい白表示が可能で、オン波形またはオン波形とオフ波形の中間電圧を印加したときにオレンジ赤および／またはピンク赤の発色が可能であり、
複屈折板の遅相軸と複屈折板側に配設された第１の基板側の液晶分子の配向方向との角度θ_2が７５～１１０°、第１の基板側の偏光板の偏光軸または吸収軸と前記配向方向との角度θ_1が１２０～１６５°、第２の基板側の偏光板の偏光軸または吸収軸と第２の基板側の液晶分子の配向方向との角度θ_3が１１５～１５５°であり、
中心配向方向が１時３０分～４時３０分、または７時３０分～１０時３０分の位置に設定

され、６時の方向から表示が視認されるように設定されていることを特徴とする反射型カラー液晶表示装置。

【請求項２】

中心配向方向が２時～４時、または８時～１０時の位置に設定されていることを特徴とする請求項１に記載の反射型カラー液晶表示装置。

【請求項３】

液晶層のねじれ角が２２０～２６０°であることを特徴とする請求項１または２に記載の反射型カラー液晶表示装置。

【請求項４】

反射板の反射膜が銀であることを特徴とする請求項１、２または３に記載の反射型カラー液晶表示装置。

【請求項５】

$\Delta n_1 \cdot d_1$ と、$\Delta n_2 \cdot d_2$ とが、$1.0 * \Delta n_1 \cdot d_1 < \Delta n_2 \cdot d_2 < 1.2 * \Delta n_1 \cdot d_1$ の関係を満足することを特徴とする請求項１～４のいずれか１項に記載の反射型カラー液晶表示装置。

【請求項６】

$1.6\mu m \leqq \Delta n_1 \cdot d_1 \leqq 1.8\mu m$ であることを特徴とする請求項１～５のいずれか１項の反射型カラー液晶表示装置。

【請求項７】

$\Delta n_1 \cdot d_1$ が１．６５～１．７５μm、$\Delta n_2 \cdot d_2$ が１．７５～１．８５μmであることを特徴とする請求項１～６のいずれか１項に記載の反射型カラー液晶表示装置。

【請求項８】

液晶層のねじれ角が２３０～２５０°、前記遅相軸と第１の基板側の液晶分子の配向方向との角度 θ_2 が７５～１１０°、第１の基板側の偏光板の偏光軸または吸収軸と前記配向方向との角度 θ_1 が１２０～１６５°、第２の基板側の偏光板の偏光軸または吸収軸と第２の基板側の液晶分子の配向方向との角度 θ_3 が１２０～１５０°であることを特徴とする請求項１～６のいずれか１項に記載の反射型カラー液晶表示装置。

【請求項９】

液晶層のねじれ角が２３０～２５０°、前記遅相軸と第１の基板側の液晶分子の配向方向との角度 θ_2 が９０～１１０°、第１の基板側の偏光板の偏光軸または吸収軸と前記配向方向との角度 θ_1 が１３０～１５０°、第２の基板側の偏光板の偏光軸または吸収軸と第２の基板側の液晶分子の配向方向との角度 θ_3 が１２５～１４５°であることを特徴とする請求項１～６のいずれか１項に記載の反射型カラー液晶表示装置。

【請求項１０】

液晶層のねじれ角が２３０～２５０°、前記遅相軸と第１の基板側の液晶分子の配向方向との角度 θ_2 が８５～１０５°、第１の基板側の偏光板の偏光軸または吸収軸と前記配向方向との角度 θ_1 が１４０～１６０°、第２の基板側の偏光板の偏光軸または吸収軸と第２の基板側の液晶分子の配向方向との角度 θ_3 が１２５～１４５°であることを特徴とする請求項１～６のいずれか１項に記載の反射型カラー液晶表示装置。

【請求項１１】

液晶層のねじれ角が２３０～２５０°、前記遅相軸と第１の基板側の液晶分子の配向方向との角度 θ_2 が９０～１１０°、第１の基板側の偏光板の偏光軸または吸収軸と前記配向方向との角度 θ_1 が１４５～１６５°、第２の基板側の偏光板の偏光軸または吸収軸と第２の基板側の液晶分子の配向方向との角度 θ_3 が１２５～１４５°であることを特徴とする請求項１～６のいずれか１項に記載の反射型カラー液晶表示装置。

【請求項１２】

明るい白、オレンジ赤、暗い青、緑の表示が行われてなる請求項１または２に記載の反射型カラー液晶表示装置。

【請求項１３】

明るい白、オレンジ赤、青、緑、ピンク赤の表示が行われてなる請求項１または２に記載

の反射型カラー液晶表示装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、ツイステッドネマチック液晶を用いて無彩色表示を行い、かつオレンジ赤および／またはピンク赤、青、および緑の各カラー表示が可能なカラーフィルターを備えない反射型カラー液晶表示装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来、両電極間の液晶分子のツイスト角を大きくして、鋭い電圧－透過率変化を起こし、高密度のドットマトリックス表示をする方法として、スーパーツイスト素子（T.J.Scheffer and J.Nehring, Appl.Phys.Lett.45(10)1021-1023(1984)）が知られていた。
【０００３】
しかし、この方法は用いる液晶表示素子の液晶の複屈折率Δｎと液晶層の厚みｄとの積Δｎ・ｄの値が実質的に０．８～１．２μｍの間に設けられていた（特開昭６０－１０７２０号公報）。そして、表示色としては黄緑色と暗青色、青紫色と淡黄色など、特定の色相の組み合わせでのみ良好なコントラストが得られていた。
【０００４】
このようにこの液晶表示素子では白黒表示ができないことが欠点であった。そこで、白黒表示が可能でかつコントラストの高い液晶表示装置として、互いに逆螺旋の液晶セルを二層積層し、一方のセルにのみ電圧を印加し、他方のセルを単なる光学的な補償板として使用する方法が提案された（奥村ほか、テレビジョン学会技術報告、11(27)79(1987)）。
【０００５】
また、液晶層と偏光板の間に複屈折板を配置することにより、白黒表示を可能にする方法も提案された。従来、パーソナルコンピュータなどのＯＡ機器に用いられるカラー液晶表示装置は、前述した白黒表示が可能な液晶表示装置とカラーフィルタを用いて実現していた。
【０００６】
ところがカラーフィルタは高価であり、かつ赤、青、緑の３画素で表示をするために光利用効率が著しく低い。例えば、白を表示するために、赤、青、緑の３画素をオン状態にしたとしても明るさは１／３となってしまうため、暗い表示しかできない。
【０００７】
したがって、カラーフィルタを用いないカラー表示装置としていくつかの手法が提案されている。例えば、複屈折制御（ＥＣＢ）効果型の液晶表示装置などが知られている。これは、階調電圧（例えば８階調の電圧）を画素に印加すると、印加された階調電圧に応じて液晶分子の配向が変化し、これにともなって液晶セルのΔｎ・ｄが変化する。そして、複屈折にともなう様々な色相変化を用いる。しかし、このＥＣＢ効果型の液晶表示装置は、液晶がツイストしていないため、印加電圧に応じた液晶の状態変化が小さくなり、マルチプレックス駆動ができない問題点があった。
【０００８】
さらに、外光等の影響で背景色が緑味を帯びたり、表示部分に白い影ができ、コントラストも悪く視認性が著しく低下する問題点があった。
【０００９】
【発明が解決しようとする課題】
本発明は上記内容を鑑みて、その目的とするところは、カラーフィルタを用いずに、マルチプレックス駆動が可能で、オフ波形のときに明るい白表示が可能で、オン波形またはオン波形とオフ波形の中間の電圧を印加したときに、青または緑またはオレンジ赤および／またはピンク赤の発色を可能とすることである。言い換えれば、電圧を印加しないとき、または電圧が低いときにほぼ無彩色表示ができ、かつ電圧を印加してオレンジ赤および／またはピンク赤を含むカラー表示を実現でき、外光等の影響で視認性が著しく低下しない

、視認性のよい反射型カラー液晶表示装置を提供することである。

【００１０】

【課題を解決するための手段】

すなわち、第１の発明として、透明電極と配向膜をそれぞれ有しほぼ平行に設けられた二つの基板間に旋光性物質を含有し誘電率異方性が正のネマチック液晶が挟持され、各基板の配向膜により形成される液晶分子の配向方向による液晶層のねじれ角が１６０～３００°とされ、液晶層の外側に一対の偏光板が備えられ、透明電極間に駆動電圧を印加する駆動回路が備えられ、一方の偏光板の外側に反射板が配置され、反射板の反対側に設けられた偏光板と液晶層との間に一枚の一軸性の複屈折板が配置され、液晶層での液晶の屈折率異方性Δn_1と液晶層の厚みd_1との積$\Delta n_1 \cdot d_1$が１．２～２．５μmとされ、複屈折板の屈折率異方性と厚みによる垂直方向の複屈折の総和$\Delta n_2 \cdot d_2$が１．２～２．５μmとされ、３値以上の電圧値が選択されて透明電極間に１／８０以上の高デューティ・マルチプレックス駆動によって電圧が印加される、カラーフィルターを備えない反射型カラー液晶表示装置であって、液晶層に印加する電圧がオフ波形のときに明るい白表示が可能で、オン波形またはオン波形とオフ波形の中間電圧を印加したときにオレンジ赤および／またはピンク赤の発色が可能であり、

複屈折板の遅相軸と複屈折板側に配設された第１の基板側の液晶分子の配向方向との角度θ_2が７５～１１０°、第１の基板側の偏光板の偏光軸または吸収軸と前記配向方向との角度θ_1が１２０～１６５°、第２の基板側の偏光板の偏光軸または吸収軸と第２の基板側の液晶分子の配向方向との角度θ_3が１１５～１５５°であり、中心配向方向が１時３０分～４時３０分、または７時３０分～１０時３０分の位置に設定され、６時の方向から表示が視認されるように設定されていることを特徴とする反射型カラー液晶表示装置を提供する。

【００１１】

ここで、中心配向方向とは第１の基板側の液晶分子の配向方向から第２の基板側の液晶分子の配向方向の間の基板面の中央部分における液晶分子の配列する方向を意味する。

【００１２】

また、第２の発明として、第１の発明において、中心配向方向が２時～４時、または８時～１０時の位置に設定されていることを特徴とする反射型カラー液晶表示装置を提供する。

また、第３の発明として、第１の発明または第２の発明において、液晶層のねじれ角が２２０～２６０°であることを特徴とする反射型カラー液晶表示装置を提供する。

【００１３】

【００１４】

また、第４の発明として、第１～第３の発明のいずれかにおいて、反射板の反射膜が銀であることを特徴とする反射型カラー表示装置を提供する。

【００１５】

また、第５の発明として、第１～第４の発明のいずれかにおいて、$\Delta n_1 \cdot d_1$と、$\Delta n_2 \cdot d_2$とが、$1.0 * \Delta n_1 \cdot d_1 < \Delta n_2 \cdot d_2 < 1.2 * \Delta n_1 \cdot d_1$の関係を満足することを特徴とする反射型カラー液晶表示装置を提供する。この第５の発明においては、オフ電圧で明るい白の表示を得ることができる。

【００１６】

また、第６の発明として、第１～第５の発明のいずれかにおいて、$1.6\mu m \leqq \Delta n_1 \cdot d_1 \leqq 1.8\mu m$であることを特徴とする反射型カラー液晶表示装置を提供する。この第６の発明においては、オフ電圧で明るい白の発色が可能となるとともに、ピンク赤の表示を発色させることができる。

【００１７】

また、第７の発明として、第１～第６の発明のいずれかにおいて、$\Delta n_1 \cdot d_1$が１．６５～１．７５μm、$\Delta n_2 \cdot d_2$が１．７５～１．８５μmであることを特徴とする反射型カラー液晶表示装置を提供する。

【００１８】
また、第８の発明として、第１～第６の発明のいずれかにおいて、液晶層のねじれ角が２３０～２５０°、前記遅相軸と第１の基板側の液晶分子の配向方向との角度θ_2が７５～１１０°、第１の基板側の偏光板の偏光軸または吸収軸と前記配向方向との角度θ_1が１２０～１６５°、第２の基板側の偏光板の偏光軸または吸収軸と第２の基板側の液晶分子の配向方向との角度θ_3が１２０～１５０°であることを特徴とする反射型カラー液晶表示装置を提供する。
【００１９】
また、第９の発明として、第１～第６の発明のいずれかにおいて、液晶層のねじれ角が２３０～２５０°、前記遅相軸と第１の基板側の液晶分子の配向方向との角度θ_2が９０～１１０°、第１の基板側の偏光板の偏光軸または吸収軸と前記配向方向との角度θ_1が１３０～１５０°、第２の基板側の偏光板の偏光軸または吸収軸と第２の基板側の液晶分子の配向方向との角度θ_3が１２５～１４５°であることを特徴とする反射型カラー液晶表示装置を提供する。
【００２０】
また、第１０の発明として、第１～第６の発明のいずれかにおいて、液晶層のねじれ角が２３０～２５０°、前記遅相軸と第１の基板側の液晶分子の配向方向との角度θ_2が８５～１０５°、第１の基板側の偏光板の偏光軸または吸収軸と前記配向方向との角度θ_1が１４０～１６０°、第２の基板側の偏光板の偏光軸または吸収軸と第２の基板側の液晶分子の配向方向との角度θ_3が１２５～１４５°であることを特徴とする反射型カラー液晶表示装置を提供する。
【００２１】
また、第１１の発明として、第１～第６の発明のいずれかにおいて、液晶層のねじれ角が２３０～２５０°、前記遅相軸と第１の基板側の液晶分子の配向方向との角度θ_2が９０～１１０°、第１の基板側の偏光板の偏光軸または吸収軸と前記配向方向との角度θ_1が１４５～１６５°、第２の基板側の偏光板の偏光軸または吸収軸と第２の基板側の液晶分子の配向方向との角度θ_3が１２５～１４５°であることを特徴とする反射型カラー液晶表示装置を提供する。また、第１２の発明として、第１または第２の発明において、明るい白、オレンジ赤、暗い青、緑の表示が行われてなる反射型カラー液晶表示装置を提供する。また、第１３の発明において、第１または第２の発明において、明るい白、オレンジ赤、青、緑、ピンク赤の表示が行われてなる反射型カラー液晶表示装置を提供する。
【００２２】
また、第１４の発明として、第１～第１１の発明のいずれかにおいて、マルチプレックス駆動で１／１００以上の高デューティで駆動することを特徴とする反射型カラー液晶表示装置を提供する。
【００２３】
また、第１５の発明として、第５の発明において、マルチプレックス駆動で１／１２８以上の高デューティで駆動することを特徴とする反射型カラー液晶表示装置を提供する。
【００２４】
また、第１６の発明として、第６または第７の発明において、マルチプレックス駆動で１／２００以上の高デューティで駆動することを特徴とする反射型カラー液晶表示装置を提供する。
【００２５】
この第１６の発明においては、より大型のパネルの表示が可能となって、情報量の多い表示装置に用い得る。例えば、パーソナルコンピュータの表示に応用できる。
【００２６】
【作用】
本発明においては、液晶層の厚み方向の中心部分を通る基板面に平行な面における液晶分子の配向（以後、中心配向方向と呼ぶ。）が観察者の方向にほぼ一致されるように設けられる。そのために、光に対する透過率、および呈色といった光学作用が最も強く観察者の

方向に現れるようになる。
【００２７】
そのため観察者が位置する方向の近傍を外して中心配向方向が設定される。即ち、表示を視認する方向、つまり観察者の方向を６時としたときの、中心配向方向が１時３０分～４時３０分または７時３０分～１０時３０分、もしくは１２時の前後であるように設けられる。そして、外部の照明光が１２時方向にあっても、良好な視角を得ることができる。
【００２８】
従来技術では、通常バックライトを用いるために、中心配向方向は６時方向に、つまり観察者の方向に設定されていた。しかし、この方法を適用して反射型カラー液晶表示装置を設けると、外光等の影響で背景色が緑味を帯びたり、表示部分に白い影が生じたり、コントラストが低くなり視認性が著しく低下する等の不都合が生じる。
【００２９】
本発明においては、中心配向方向を観察者の方向を外して設定する。本発明の視角方向は、観察者の方向を６時としたときに、１時３０分～４時３０分または７時３０分～１０時３０分、特に、２時～４時または８時～１０時の範囲であることが好ましい。
【００３０】
また、観察者と反対方向近傍の１０時３０分～１時３０分、好ましくは、１１時～１時の範囲に設定できる。そして、本発明によって、太陽光や屋内、屋外の照明光が１２時の方向から入射しても良好な表示を得ることができる。
【００３１】
【発明の実施の形態】
本発明において両電極間での液晶分子のツイスト角を１６０～３００°とすればよい。これは、１６０°未満では急峻な透過率変化が必要とされる高デューティ比での時分割駆動をした際の液晶の状態変化が少なく、３００°超ではヒステリシスや光を散乱するドメインを生じやすいためである。
【００３２】
また、液晶層の液晶の屈折率異方性（Δn_1）とその液晶層の厚み（d_1）との積$\Delta n_1 \cdot d_1$が１．２～２．５μmとされる。これは、１．２μm未満では、電圧を印加したときの液晶の状態変化が小さいこと、２．５μm超では、無彩色を表示することが難しくなるし、視角や応答が悪くなるからである。
【００３３】
特に、無彩色の発色を可能とし、電圧に対する色変化を大きくするために、液晶層の$\Delta n_1 \cdot d_1$は１．３～１．８μmとされることが好ましい。
【００３４】
なお、この$\Delta n_1 \cdot d_1$の範囲は、その液晶表示素子の使用温度範囲内で満足されるようにされることが好ましく、使用温度範囲内で美しい表示が得られる。もっとも室外使用を目的とした性能要求のために、使用温度範囲内の一部でのみ、この関係を満足するようにされることもある。この場合には、$\Delta n_1 \cdot d_1$の範囲が上記範囲から外れる温度範囲では、表示の色が所望のものから外れたり、視野角特性が低下したりすることになる。
【００３５】
次に本発明のカラー液晶表示装置の全体構成について説明する。所望のパターンにパターニングをしたＩＴＯ（In_2O_3－SnO_2）、SnO_2等の透明電極を設けたプラスチック、ガラス等の基板の表面にポリイミド、ポリアミド等の膜を設け、この表面をラビングしたり、ＳｉＯ等を斜め蒸着したりして配向制御膜を形成した透明電極付きの基板の間に、前記した誘電率異方性が正のネマチック液晶による１６０～３００°ツイストの液晶層を挟持するようにされる。
【００３６】
この代表的な例としては、多数の行列状の電極が形成されたドットマトリックス液晶表示素子があり、例えば、一方の基板に６４０本のストライプ状の電極が形成され、他方の基板にこれに直交するように４００本のストライプ状の電極が形成され、６４０×４００ド

ットのような表示がなされる。通常、ドットを形成するひとつの画素の寸法は２７０μｍ×２７０μｍ程度であり、画素間の間隙は３０μｍ程度である。

【００３７】

マルチプレックス駆動を行うとき、画素に印加される最小実効電圧はV_{0FF}である。このV_{0FF}電圧が印加されたときに白表示ができるように設計する。これを実現するには、液晶が少し立ち上がった状態を、複屈折板で補償するように設計すればよい。こうすることによりマルチプレックス駆動したときに明るい白が得られるようになる。

【００３８】

本発明の反射型カラー液晶表示装置は、低消費電力で明るく携帯に適したものとなり、特に反射型として使用しているのでその効果は非常に大きい。また、半透過半反射板を用いて、後方にＥＬ、ＣＦＬなどのバックライトを設けてもよい。また、画素以外の背景部分を印刷などによる遮光膜で覆うと、これによって色コントラストを向上せしめうる。

【００３９】

反射膜の材質は限定されないが、銀反射膜は反射率がアルミニウムよりも約２０％高く、光の利用効率が改善されるので好ましく採用可能である。この場合、銀とアルミニウムでは反射の際の波長依存性が異なり、一般に銀の反射は青色の波長域の反射率が低く、反射光が黄色味を帯びるが、色度図上で液晶セルの表示が全体的に青色側に寄った仕様にすることで総合の表示特性が改善され、明るく色純度のよい表示が得られる。

【００４０】

本発明の反射型カラー液晶表示素子はパーソナルコンピュータ、ワードプロセッサ、魚群探知機、車載用のインスツルメンツパネル、情報端末機、産業用の情報表示機器（例えば、コピー機の操作パネルにおける動作状態表示（オレンジ赤および／またはピンク赤をコピー中、枚数を緑表示、線を青表示、背景を白表示とする）または、動力機器の運転表示（背景色を白、運転状態を緑、危険表示をオレンジ赤および／またはピンク赤とする）など）、各種の民生用のドットマトリックス表示装置（オーディオ機器、時計、ゲーム機器、アミューズメント、通信機器、カーナビゲーション、カメラ、ＴＶ電話、電卓の表示）などの表示機能を担う機能要素として使用できる。

【００４１】

特に、本発明の反射型カラー液晶表示装置は低消費電力で使用できることから、なかでも携帯用の電子機器、例えば、携帯電話、電子手帳、電子ブック、電子辞書、ＰＤＡ（携帯情報端末）、ページャー（ポケットベル）などに用いた場合に、その高い視認性、表現力と合わせて高い機能性を発揮する。さらに、本発明はその効果を損しない範囲で種々の応用ができる。

【００４２】

【実施例】

次に図面を参照して本発明を説明する。図１は本発明による反射型カラー液晶表示装置を模式的に表した斜視図である。図２と図３は、それぞれ上から見た図１の上側の偏光板の吸収軸方向、一枚の複屈折板の遅相軸方向および液晶層の上側の液晶分子の長軸方向、並びに、下側の偏光板の吸収軸方向および液晶層の下側の液晶分子の長軸方向の相対位置を示した平面図である。図４は、視角の設定方向を示した平面図である。

【００４３】

図１において、１、２は一対の偏光板、３は文字や図形を表示するための$\Delta n_1 \cdot d_1$が１．２～２．５μｍの誘電率異方性が正のネマチック液晶によるねじれ角が１６０～３００°の液晶層、４は液晶層の上に積層された複屈折板、５は上側の偏光板の吸収軸、６は下側の偏光板の吸収軸、７は液晶層の上側の液晶分子の長軸方向（実質的に一方の配向方向）、８は液晶層の下側の液晶分子の長軸方向（残る一方の配向方向）、９は積層された複屈折板の軸方向（遅相軸）を表している。

【００４４】

図２と図３において、液晶層の上側の液晶分子７の長軸方向からみた上側の偏光板の吸収軸５の方向を時計回りに計ったものをθ_1、液晶層の上側の液晶分子７の長軸方向から見

た上側（偏光板側）の複屈折板４の軸方向（遅相軸）９を時計回りに計ったものをθ_2、液晶層の下側の液晶分子８の長軸方向から見た下側の偏光板の吸収軸６の方向を時計回りに計ったものをθ_3とする。

【００４５】

本発明では、このθ_1、θ_2、θ_3と液晶層の$\Delta n_1 \cdot d_1$、液晶層のツイスト角、複屈折板の$\Delta n_2 \cdot d_2$とを最適化する。これによって電圧を印加していないときにほぼ無彩色を表示し、電圧を印加したときにオレンジ赤および／またはピンク赤、青、緑の色を出すことができる反射型カラー液晶表示装置を作成することが可能となる。

【００４６】

また、以下の実施例では、液晶層を左螺旋としたが、螺旋が逆であっても液晶層の液晶分子の長軸方向、偏光板の偏光軸方向、複屈折板の遅相軸方向との関係θ_1、θ_2、θ_3を反時計方向にすることにより、上記左螺旋の例と同様に容易にカラー表示が得られる。

【００４７】

さらに図４において、１０は液晶層の上側の配向方向であり、液晶分子の長軸方向と同じである。１１は液晶層の下側の配向方向であり、液晶分子の長軸方向と同じである。１２はそのときの中心配向方向であり、（ａ）は３時設定、（ｂ）は６時設定の場合である。また、実施例における（ａ）１２時方向より液晶層の上側の配向方向１０を時計回りに計ったものをθ_4とし、比較例（ｂ）における１２時方向より液晶層の上側の配向方向１０を時計回りに計ったものをθ_5とした。１３は観察者であり、常に６時方向に位置している。

【００４８】

液晶セルの形成は以下のように行った。ガラス基板上に設けられたＩＴＯ透明電極をストライプ状にパターニングし、絶縁膜を形成し、ポリイミドのオーバーコートを形成し、これをラビングして配向制御膜を形成した基板を作成した。このようにして作成した二枚の基板の周辺をシール材でシールして、液晶セルを形成し、この液晶セル内に誘電率異方性が正のネマチック液晶を注入し、注入孔を封止材で封止した。以下に実施例を詳細に説明する。

【００４９】

（実施例１）

液晶の屈折率異方性Δn_1と液晶層の厚みd_1を調整し、液晶層の$\Delta n_1 \cdot d_1$を１．３５μｍとした。複屈折板の$\Delta n_2 \cdot d_2$は１．４６μｍとし、液晶層のツイスト角は２４０°、θ_1＝１４０°、θ_2＝１００°、θ_3＝１３５°、θ_4＝３０°とし、中心配向方向を３時の方向に設定した。用いる液晶の物性値は△ｎ＝０．２０６、粘度η＝１６．８ｃＳｔ（周囲温度T_a＝２０℃）とした。

【００５０】

１／２００デューティで８階調表示駆動を行った。その結果、印加実効電圧が大きくなるにしたがい、明るい白、オレンジ赤、暗い青、緑の表示が可能となった。さらに反射板を設置することにより、色純度の良好な反射型カラー液晶表示が可能となった。

【００５１】

表１に本実施例の構成（一回透過の場合の測定データ）の座標データを示す。反射構成の場合、色純度はさらに向上する。また、図５に色度座標上での発色ループを示す。

【００５２】

表示画面の大きさとしては３２０×４００ドットの表示を行った。本実施例のカラー液晶表示装置を用いてグラフの表示を行った。背景色が白であって、棒グラフをオレンジ赤、青、緑の３色表示とした。単純な白黒表示に比較すると視認性がよく、また１２時方向からの外光でも色変わりすることなく、コントラストよく視認性が優れていた。

【００５３】

（比較例１）

実施例１のセルと同じで、θ_4＝２１０°とし、視角設定方向を９時のラビング方向に設定した。１／２００デューティで８階調表示駆動を行った。その結果、印加実効電圧が大

きくなるにしたがい、明るい白、オレンジ赤、暗い青、緑の表示が可能となった。さらに反射板を設置することにより、色純度の良好な反射型カラー液晶表示が可能となった。

【００５４】

表示画面の大きさとしては３２０×４００ドットの表示を行った。本実施例のカラー液晶表示装置を用いてグラフの表示を行った。背景色が白であって、棒グラフをオレンジ赤、青、緑の３色表示とした。単純な白黒表示に比較すると視認性がよく、また１２時方向からの外光でも色変わりすることなく、コントラストよく視認性が優れていた。

【００５５】

（比較例２）

実施例１のセルと同じで、θ_4 ＝３００°とし、中心配向方向を１２時の方向に設定した。１／２００デューティで８階調表示駆動を行った。その結果、印加実効電圧が大きくなるにしたがい、明るい白、オレンジ赤、暗い青、緑の表示が可能となった。さらに反射板を設置することにより、色純度の良好な反射型カラー液晶表示が可能となった。

【００５６】

表示画面の大きさとしては３２０×４００ドットの表示を行った。本実施例のカラー液晶表示装置を用いてグラフの表示を行った。背景色が白であって、棒グラフをオレンジ赤、青、緑の３色表示とした。単純な白黒表示に比較すると視認性がよく、また１２時方向からの外光でも色変わりすることなく、コントラストよく視認性が優れていた。

【００５７】

（比較例３）

実施例１のセルと同じで、θ_4 ＝１２０°とし、中心配向方向を６時の方向に設定した。１／２００デューティで８階調表示駆動を行った。その結果、印加実効電圧が大きくなるにしたがい、明るい白、オレンジ赤、暗い青、緑の表示が可能となった。さらに反射板を設置することにより、色純度の良好な反射型カラー液晶表示が可能となった。

【００５８】

表示画面の大きさとしては３２０×４００ドットの表示を行った。本比較例のカラー液晶表示装置を用いてグラフの表示を行った。背景色が白であって、棒グラフをオレンジ赤、青、緑の３色表示とした。しかし、１２時方向からの外光で背景色が緑味を帯び、青の表示部分に白い影ができ、コントラストも悪く視認性が著しく低下した。

【００５９】

（実施例２）

液晶の屈折率異方性Δn_1と液晶層の厚みd_1を調整し液晶層の$\Delta n_1 \cdot d_1$を１．７μｍとした。複屈折板の$\Delta n_2 \cdot d_2$は１．８μｍとし、液晶層のツイスト角は２４０°、θ_1 ＝１５０°、θ_2 ＝９５°、θ_3 ＝１３５°と設定した。用いる液晶の物性値は△ｎ＝０．２０６、粘度η＝１５．１ｃＳｔ（T_a ＝２０℃）とした。θ_4 ＝３０°として中心配向方向を３時の方向に設定した。

【００６０】

１／８０デューティで８階調表示駆動を行った。その結果、図５の色度図に示すように印加実効電圧が大きくなるにしたがい、明るい白、オレンジ赤、青、緑、ピンク赤の表示が可能となった。さらに反射板を設置することにより、色純度の良い反射型カラー液晶表示が可能となった。

また１２時方向からの外光でも色変わりすることなく、コントラストよく視認性が優れていた。２５６×１２８ドットの表示を行った。本実施例も上述した実施例１と同様にグラフ表示、日程表示、文章表示、グラフィック表示を行った。なお、表２に本施例の構成（一回の透過の場合）の色度図における座標データを示す。また、図６に色度座標上での発色ループを示す。

【００６１】

【表１】

V	透過率	x	y	V	透過率	x	y
2.40	29.479	0.310	0.343	2.61	12.493	0.239	0.252
2.41	29.701	0.312	0.343	2.62	13.473	0.226	0.262
2.42	29.931	0.313	0.343	2.63	14.508	0.220	0.278
2.43	30.121	0.314	0.343	2.64	15.658	0.219	0.296
2.44	30.179	0.316	0.343	2.65	16.696	0.220	0.316
2.45	30.249	0.318	0.344	2.66	17.653	0.224	0.335
2.46	30.173	0.321	0.345	2.67	18.458	0.228	0.351
2.47	29.986	0.325	0.346	2.68	19.186	0.233	0.365
2.48	29.636	0.330	0.349	2.69	19.753	0.239	0.377
2.49	29.09	0.336	0.352	2.70	20.238	0.243	0.387
2.50	28.095	0.344	0.357	2.71	20.672	0.248	0.395
2.51	26.788	0.354	0.362	2.72	20.971	0.253	0.401
2.52	25.047	0.366	0.369	2.73	21.312	0.256	0.406
2.53	22.907	0.379	0.375	2.74	21.587	0.259	0.409
2.54	20.519	0.390	0.377	2.75	21.748	0.262	0.412
2.55	17.984	0.395	0.370	2.76	21.946	0.265	0.413
2.56	15.542	0.387	0.351	2.77	22.11	0.267	0.415
2.57	13.655	0.364	0.321	2.78	22.226	0.269	0.416
2.58	12.293	0.326	0.286	2.79	22.364	0.271	0.418
2.59	11.715	0.289	0.261	2.80	22.409	0.273	0.418
2.60	11.86	0.259	0.251				

【００６２】
【表２】

V	透過率	x	y	V	透過率	x	y
2.00	31.388	0.324	0.358	2.26	18.977	0.356	0.305
2.01	31.508	0.324	0.356	2.27	18.231	0.355	0.293
2.02	31.685	0.324	0.354	2.28	17.714	0.354	0.285
2.03	31.811	0.324	0.352	2.29	17.316	0.353	0.280
2.04	31.641	0.324	0.350	2.30	16.927	0.352	0.276
2.05	31.562	0.325	0.349	2.31	16.685	0.352	0.273
2.06	31.247	0.327	0.347	2.32	16.484	0.352	0.271
2.07	30.723	0.329	0.346	2.33	16.351	0.353	0.271
2.08	29.87	0.332	0.344	2.34	16.244	0.353	0.270
2.09	28.595	0.337	0.345	2.35	16.167	0.353	0.269
2.10	26.636	0.345	0.347	2.36	16.084	0.354	0.268
2.11	24.267	0.355	0.350	2.37	16.006	0.354	0.269
2.12	21.025	0.369	0.355	2.38	15.995	0.355	0.268
2.13	17.648	0.382	0.358	2.39	16.029	0.356	0.269
2.14	14.304	0.380	0.349	2.40	15.994	0.356	0.268
2.15	12.117	0.343	0.318	2.41	16.012	0.357	0.269
2.16	11.962	0.279	0.280	2.42	16.018	0.357	0.268
2.17	14.344	0.237	0.275	2.43	16.054	0.357	0.269
2.18	18.245	0.230	0.308	2.44	16.053	0.358	0.269
2.19	22.275	0.252	0.365	2.45	16.012	0.358	0.269
2.20	24.353	0.289	0.414	2.46	16.088	0.359	0.269
2.21	24.741	0.326	0.431	2.47	16.183	0.359	0.269
2.22	23.857	0.350	0.413	2.48	16.127	0.359	0.270
2.23	22.537	0.359	0.380	2.490	16.187	0.359	0.270
2.24	21.130	0.360	0.348	2.500	16.211	0.360	0.270
2.25	19.919	0.359	0.323				

【００６３】

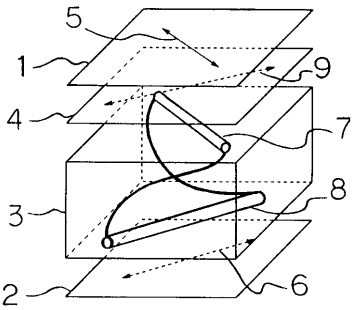
（実施例３）

液晶の屈折率異方性Δn_1と液晶層の厚みd_1を調整し液晶層の$\Delta n_1 \cdot d_1$を２．０６μｍとした。複屈折板の$\Delta n_2 \cdot d_2$は２．１０μｍとし、液晶層のツイスト角は２４０°、θ_1＝１４０°、θ_2＝９５°、θ_3＝１３５°と設定した。実施例１と同様の物性値を有する液晶組成物を用いた。θ_4＝２１０°とし、中心配向方向を９時の方向に設定

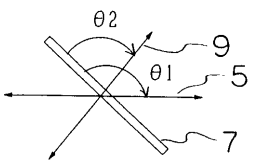
した。
【００６４】
１／２００デューティで８階調表示駆動を行った。その結果、印加実効電圧が大きくなるにしたがい、明るい白、暗い青、明るい緑、ピンク赤の表示が可能となった。さらに反射板を設置することにより、色純度の良い反射型カラー液晶表示が可能となった。
【００６５】
また１２時方向からの外光でも色変わりすることなく、コントラストよく視認性が優れていた。
【００６６】
（実施例４）
液晶の屈折率異方性Δn_1と液晶層の厚みd_1を調整し液晶層の$\Delta n_1 \cdot d_1$を１．７８μｍとした。複屈折板の$\Delta n_2 \cdot d_2$は１．８７μｍとし、液晶層のツイスト角は２４０°、θ_1＝１５０°、θ_2＝９５°、θ_3＝１３５°と設定した。用いる液晶の物性値は実施例１と同様とした。θ_4＝３００°とし、中心配向方向を１２時の方向に設定した。
【００６７】
１／１２８デューティで８階調表示駆動を行った。その結果、印加実効電圧が大きくなるにしたがい、明るい白、暗い青、明るい緑、ピンク赤の表示が可能となった。さらに反射板を設置することにより、色純度の良い反射型カラー液晶表示が可能となった。また１２時方向からの外光でも色変わりすることなく、コントラストよく視認性が優れていた。
【００６８】
【発明の効果】
本発明により、カラーフィルタを用いずに、一画素で、電圧が印加されないときまたは電圧が低いときにほぼ無彩色表示ができ、かつ電圧を印加することにより少なくともオレンジ赤および／またはピンク赤または青または緑のカラー表示が実現でき、外光等の影響で視認性が著しく低下しないカラー液晶表示装置を実現できる。低消費電力で明るく携帯に適したカラー表示装置が可能となる。特に反射型として使用するとその効果は非常に大きい。
【００６９】
オフ電圧で白を発色する本発明においては、白地に異なる３色以上のカラー表示を行うことができ、また照明光による各色のにじみや影の発生もなく極めて良好な表示を得ることができた。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の液晶表示装置を模式的に表した斜視図。
【図２】本発明の液晶表示装置を上からみた上側の液晶分子の長軸方向、偏光板の吸収軸方向および複屈折板の遅相軸方向の相対位置を示した平面図。
【図３】本発明の液晶表示装置を上からみた下側の液晶分子の長軸方向、偏光板の吸収軸方向の相対位置を示した平面図。
【図４】分図（ａ）は実施例１の３時設定、（ｂ）は比較例の６時設定の場合の視角の設定方向を示す模式図。
【図５】実施例１～３の発色ループを示す模式図。
【図６】実施例４～６の発色ループを示す模式図。
【符号の説明】
１、２：一対の偏光板
３：液晶層
４：複屈折板
５：上側の偏光板の吸収軸
６：下側の偏光板の吸収軸
７：液晶層の上側の液晶分子（一方の配向方向）
８：液晶層の下側の液晶分子（第２の配向方向）
９：積層された複屈折板の遅相軸方向

１０：液晶層の上側の配向方向
１１：液晶層の下側の配向方向
１２：中心配向方向
１３：観察者

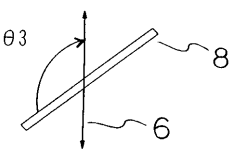
【図１】



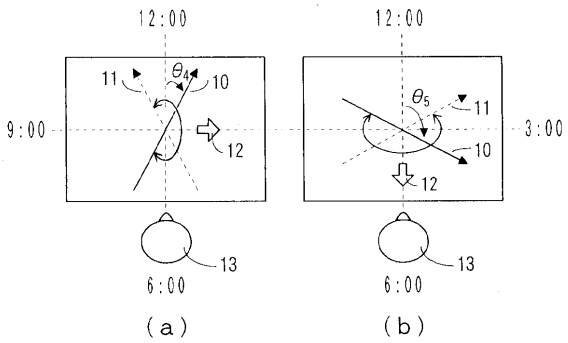
【図２】



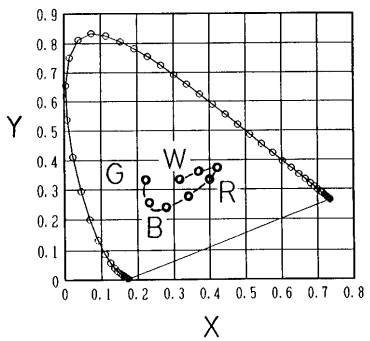
【図３】



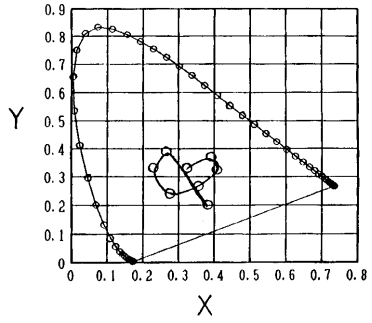
【図４】



【図５】



【図６】



フロントページの続き

(72)発明者　早田　祐二
東京都文京区湯島３丁目１４番９号　オプトレックス株式会社内
(72)発明者　赤塚　實
東京都文京区湯島３丁目１４番９号　オプトレックス株式会社内

審査官　山口　裕之

(56)参考文献　特開平０６－１７５１２５（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１４０４６２（ＪＰ，Ａ）
実開昭６３－１６４７２３（ＪＰ，Ｕ）
特開平０３－０２１９１８（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－０５１３０３（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－００５７０２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
G02F 1/133
G02F 1/1335
G02F 1/13363