

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-3178

(P2012-3178A)

(43) 公開日 平成24年1月5日(2012.1.5)

(51) Int.Cl.

G02F 1/137 (2006.01)

F I

G02F 1/137

テーマコード (参考)

2H090

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2010-140376 (P2010-140376)
 (22) 出願日 平成22年6月21日 (2010. 6. 21)

(71) 出願人 000002303
 スタンレー電気株式会社
 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号
 (71) 出願人 304021288
 国立大学法人長岡技術科学大学
 新潟県長岡市上富岡町1603-1
 (74) 代理人 100091340
 弁理士 高橋 敬四郎
 (74) 代理人 100105887
 弁理士 来山 幹雄
 (72) 発明者 都甲 康夫
 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 ス
 タンレー電気株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 双安定液晶表示素子

(57) 【要約】

【課題】

視角特性が良好で、双安定性を示す新規な構成の液晶表示素子を提供することにある。

【解決手段】

対向して配置される一对の基板と、前記一对の基板間に配置され誘電率異方性が正のネマチック液晶を含む液晶層と、を含む液晶表示素子であって、前記一对の基板の一方は、支持基板上に配置される第1電極と、前記第1電極上に配置され、第1の方向に配向規制力を有する水平配向膜と、を含み、前記一对の基板の他方は、支持基板上に配置される第2電極と、前記第2電極上に配置される絶縁層と、前記絶縁層上に配置され、一对の電極が平行に延在する領域を含む第3電極と、前記絶縁層および前記第3電極を覆って配置され、基板面内で等方的に配向規制力を有する等方水平配向領域と、第2の方向に配向規制力を有する異方水平配向領域と、が縞状に分布する混成水平配向膜と、を含み、前記一对の基板は、前記第1の方向と前記第3電極の延在方向とが基板面内で交差するよう対向配置され、前記一对の基板の少なく

図1A

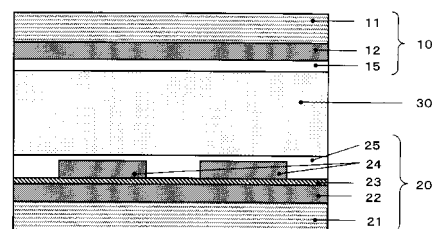
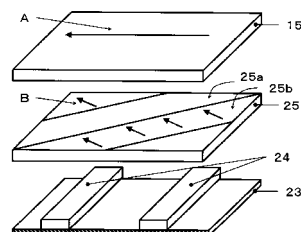


図1B



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

対向して配置される一対の基板と、前記一対の基板間に配置され誘電率異方性が正のネマチック液晶を含む液晶層と、を含む液晶表示素子であって、

前記一対の基板の一方は、支持基板上に配置される第 1 電極と、前記第 1 電極上に配置され、第 1 の方向に配向規制力を有する水平配向膜と、を含み、

前記一対の基板の他方は、支持基板上に配置される第 2 電極と、前記第 2 電極上に配置される絶縁層と、前記絶縁層上に配置され、一対の電極が平行に延在する領域を含む第 3 電極と、前記絶縁層および前記第 3 電極を覆って配置され、基板面内で等方的に配向規制力を有する等方水平配向領域と、第 2 の方向に配向規制力を有する異方水平配向領域と、
が縞状に分布する混成水平配向膜と、を含み、

前記一対の基板は、前記第 1 の方向と前記第 3 電極の延在方向とが基板面内で交差するよう対向配置され、

前記一対の基板の少なくとも一方は、光透過性を有する双安定液晶表示素子。

【請求項 2】

前記等方水平配向領域および前記異方水平配向領域の幅は、 $0.3\ \mu\text{m} \sim 1.0\ \mu\text{m}$ である請求項 1 記載の双安定液晶表示素子。

【請求項 3】

前記等方水平配向領域および前記異方水平配向領域が縞状で延在する方向は、前記第 2 の方向と基板面内で $65^\circ \sim 90^\circ$ をなす方向である請求項 1 または 2 記載の双安定液晶表示素子。

【請求項 4】

対向して配置される一対の基板と、前記一対の基板間に配置され誘電率異方性が正のネマチック液晶を含む液晶層と、を含む液晶表示素子であって、

前記一対の基板の一方は、支持基板上に配置される第 1 電極と、前記第 1 電極上に配置され、第 1 の方向に一樣に配向規制力を有する水平配向膜と、を含み、

前記一対の基板の他方は、支持基板上に配置される第 2 電極と、前記第 2 電極上に配置される絶縁層と、前記絶縁層上に配置され、一対の電極が平行に延在する領域を含む第 3 電極と、前記絶縁層および前記第 3 電極を覆って配置され、基板面内で等方的に配向規制力を有する等方水平配向領域と、第 3 の方向に配向規制力を有する垂直配向領域と、が縞状に分布する複合配向膜と、を含み、

前記一対の基板は、前記第 1 の方向と前記第 3 電極の延在方向とが基板面内で交差するよう対向配置され、

前記一対の基板の少なくとも一方は光透過性を有する双安定液晶表示素子。

【請求項 5】

前記等方水平配向領域および前記垂直配向領域の幅は、 $0.3\ \mu\text{m} \sim 1.0\ \mu\text{m}$ である請求項 4 記載の双安定液晶表示素子。

【請求項 6】

前記等方水平配向領域および前記垂直配向領域が縞状で延在する方向は、前記第 3 の方向と基板面内で $65^\circ \sim 90^\circ$ をなす方向である請求項 4 または 5 記載の双安定液晶表示素子。

【請求項 7】

前記第 1 電極と前記第 2 電極の間と、前記第 2 電極と前記第 3 電極の間に、それぞれ電圧を印加する駆動回路を有する請求項 1 ～ 6 いずれか 1 項記載の双安定液晶表示素子。

【請求項 8】

前記第 1 電極と前記第 2 電極の間と、対をなす前記第 3 電極の各々の間に、それぞれ電圧を印加する駆動回路を有する請求項 1 ～ 6 いずれか 1 項記載の双安定液晶表示素子。

【請求項 9】

前記液晶層は、カイラル剤を含む請求項 1 ～ 8 いずれか 1 項記載の双安定液晶表示素子

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、双安定液晶表示素子に関する。

【背景技術】

【0002】

ツイステッドネマチック (Twisted nematic, TN) 液晶表示素子は、対向基板間に挟持された液晶層に電圧を印加することで、液晶層を構成する液晶分子の配列を制御しリターデーションを変化させ、対向基板の外側に配置される偏光板と組み合わせ、表示状態のスイッチングを行う。一般的なTN液晶表示素子は、対向基板の各々に電極を形成し、対向電極の間に電圧を印加し、厚さ方向の位置の変化と共に基板面内方向にツイストしながら配列 (ツイスト配列) していた液晶分子を基板に対してほぼ垂直に配列させて表示を行う。

10

【0003】

特開2002-268088には、対向基板の一方に一对の電極を形成し、一对の電極の間に電圧を印加し、ツイスト配列していた液晶分子を基板面内の一方向に配列 (平行配列) させて表示を行うIPS (In-plane switching) モードTN液晶表示素子が記載されている。液晶分子を基板面内方向で回転させるIPSモードTN液晶表示素子は、液晶分子を水平配列から基板法線方向に回転させる一般的なTN液晶表示素子よりも視角特性が良好とされる。

20

【0004】

特開2007-192854には、対向基板の一方に下側電極を広く形成し、絶縁膜を挟んで一对の上側電極を形成し、下側電極と上側電極との間に電圧を印加し、ツイスト配列していた液晶分子を平行配列させて表示を行うFFS (Fringe Field Switching) モードTN液晶表示素子が記載されている。IPSモードTN液晶表示素子の場合、電極上方の領域では、横方向電場が弱く、その領域に位置する液晶分子配列の変化は極めて小さい。このため、表示状態をスイッチングできる有効表示領域が相対的に狭くなるという課題があった。それに対しFFSモードTN液晶表示素子の場合、上側電極上方の中央部では横方向電界は極めて低い、上側電極上方中央部からわずかも横方向にずれると横方向電界が発生する。このため、IPSモードと比べて、液晶分子配列の変化する範囲が広くなり、有効表示領域を広く設定することができるとされる。

30

【0005】

これらの液晶表示素子は、単安定型と呼ばれ、電圧無印加状態において液晶分子はただ一つの安定した配列を構成し、安定した配列とは異なる配列を保持するためには継続的な電圧印加を必要とする。

【0006】

近年、電圧無印加状態であっても液晶分子が二つ以上の安定した配列を構成する双安定型の液晶表示素子が数多く提案されている。双安定型の液晶表示素子は、液晶分子の配列を変化させる時のみに電圧を印加すればよいため、単安定型の液晶表示素子と比較して、大幅な消費電力の抑制を可能とする。

40

【0007】

特表2002-500383号には、ZBD (Zenithal Bistable Display) と称される双安定型液晶表示素子が提案されている。ZBDでは、液晶層を挟持する対向基板の一方の基板面上に凹凸を有する微細な断面三角型のグレーティングが形成され、このグレーティング形状によって決定される液晶配向状態 (プレチルト) は二つ以上あり、これらの配向状態は異なる極性の電圧を印加することによりスイッチングされ、各配向状態は電圧無印加時でも保持される、と記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

50

【特許文献 1】特開 2 0 0 2 - 2 6 8 0 8 8 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 7 - 1 9 2 8 5 4 号公報

【特許文献 3】特表 2 0 0 2 - 5 0 0 3 8 3 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 9】

視角特性が良好で、双安定性を示す新規な構成の液晶表示素子を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0 0 1 0】

本発明の 1 観点によれば、

10

対向して配置される一对の基板と、前記一对の基板間に配置され誘電率異方性が正のネマチック液晶を含む液晶層と、を含む液晶表示素子であって、

前記一对の基板の一方は、支持基板上に配置される第 1 電極と、前記第 1 電極上に配置され、第 1 の方向に配向規制力を有する水平配向膜と、を含み、

前記一对の基板の他方は、支持基板上に配置される第 2 電極と、前記第 2 電極上に配置される絶縁層と、前記絶縁層上に配置され、一对の電極が平行に延在する領域を含む第 3 電極と、前記絶縁層および前記第 3 電極を覆って配置され、基板面内で等方的に配向規制力を有する等方水平配向領域と、第 2 の方向に配向規制力を有する異方水平配向領域と、が縞状に分布する混成水平配向膜と、を含み、

前記一对の基板は、前記第 1 の方向と前記第 3 電極の延在方向とが基板面内で交差するよう対向配置され、

20

前記一对の基板の少なくとも一方は、光透過性を有する双安定液晶表示素子、が提供される。

【0 0 1 1】

本発明の他の観点によれば、

対向して配置される一对の基板と、前記一对の基板間に配置され誘電率異方性が正のネマチック液晶を含む液晶層と、を含む液晶表示素子であって、

前記一对の基板の一方は、支持基板上に配置される第 1 電極と、前記第 1 電極上に配置され、第 1 の方向に一樣に配向規制力を有する水平配向膜と、を含み、

前記一对の基板の他方は、支持基板上に配置される第 2 電極と、前記第 2 電極上に配置される絶縁層と、前記絶縁層上に配置され、一对の電極が平行に延在する領域を含む第 3 電極と、前記絶縁層および前記第 3 電極を覆って配置され、基板面内で等方的に配向規制力を有する等方水平配向領域と、第 3 の方向に配向規制力を有する垂直配向領域と、が縞状に分布する複合配向膜と、を含み、

30

前記一对の基板は、前記第 1 の方向と前記第 3 電極の延在方向とが基板面内で交差するよう対向配置され、

前記一对の基板の少なくとも一方は光透過性を有する双安定液晶表示素子、が提供される。

【発明の効果】

【0 0 1 2】

40

視角特性が良好で、双安定性を示す新規な構成の液晶表示素子を実現する。

【図面の簡単な説明】

【0 0 1 3】

【図 1】図 1 A および 1 B は、本発明者らが提供する液晶表示素子の構成を示す断面図および斜視図である。

【図 2 - 1】および

【図 2 - 2】図 2 A ~ 2 C は第 3 の電極の形状例を示す平面図であり、図 2 D は光配向膜処理に用いる光学系の一例を示すダイアグラムであり、図 2 E および 2 F は各電極間の接続例を示すダイアグラムである。

【図 3】図 3 A ~ 3 D は、作製した液晶表示素子の偏光顕微鏡写真および液晶分子配列を

50

示す概略図である。

【図 4】図 4 A および 4 B は、作製した液晶表示素子の視角特性を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

図 1 A は、本発明者らが提供する液晶表示素子の基本構成図である。上側基板 10 と対向する下側基板 20 の間に、誘電率異方性が正 ($\Delta \epsilon > 0$) のネマチック液晶を含む液晶層 30 が設けられている。上側基板 10 は、支持基板 11 上に第 1 の電極 12 と、水平配向膜 15 と、が積重して設けられている。下側基板 20 は、支持基板 21 上に第 2 の電極 22 と、絶縁層 23 と、電極が縞状に配列する領域を含む第 3 の電極 24 と、後述する特殊な配向処理が施された混成水平配向膜 25 と、が積重して設けられている。さらに、第 1 ~ 3 の電極を介して液晶層 30 に基板法線方向と基板面内方向に選択的に電圧を印加できる駆動回路と、上下基板の外側に偏光板とが備えられる。なお、以降では、基板法線方向に印加される電圧を縦電圧、基板面内方向に印加される電圧を横電圧とする。横電圧印加方法としては、先行技術文献で挙げた IPS モードおよび FFS モードがある。

10

【0015】

図 1 B は、水平配向膜 15 と、特殊な配向処理が施された混成水平配向膜 25 および第 3 の電極 24 と、の関係を示す斜視図である。水平配向膜 15 には、基板面内で矢印 A に示す第 1 の方向に強い配向規制力を有するように配向処理が全面に施されている。混成水平配向膜 25 には、基板面内で等方的に配向規制力を有する等方水平配向領域 25 a と、矢印 B に示す第 2 の方向に強い配向規制力を有する異方水平配向領域 25 b と、が矢印 B と直交してストライプ状に延在するように配向処理が施されている。水平配向膜 15 は、その配向規制方向 A と下側基板の電極 24 の延在方向が直交するように配置され、混成水平配向膜 25 は、その配向規制方向 B と第 3 の電極 24 の延在方向が約 45° をなすように配置される。

20

【0016】

このような液晶素子において、混成水平配向膜 25 の等方水平配向領域 25 a および異方水平配向領域 25 b の幅が狭いと、液晶層 30 が、縦電圧印加時にはツイスト配列を構成し、横電圧印加時にはパラレル配列を構成し、電圧無印加時にはその直前の液晶分子配列を保持する性質、つまり双安定性を示すことを、本発明者らは見出した。以下に図 1 A および 1 B を参照しながら、上側基板、下側基板およびそれらを用いた液晶セルの作製例について説明する。

30

【0017】

最初に、上側基板 10 を作製する。ITO (酸化インジウム錫) 電極層が形成されているガラス基板 11 に、フォトリソグラフィ工程及びエッチング工程にて ITO 膜をパターニングし、第 1 の電極となる ITO 電極 12 を形成する。次に、水平配向膜材料をスピンコート法にて塗布する。ホットプレートにて 80° 、3 分間の仮焼成を行った後、さらに 220° 、1 時間の本焼成を行う。焼成した水平配向膜の全面に第 1 の方向 (図 1 B における矢印 A) でラビング処理を施し、水平配向膜 15 を完成させる。実施例では、水平配向膜にプレチルト角約 $1 \sim 2^\circ$ を示すポリイミド膜を用い、膜厚を約 500 nm とした。また、ラビング処理は押し込み量約 0.3 mm 、ラビング強度約 2000 mm で行った。

40

【0018】

このようにして、上側基板 10 が完成する。次に、下側基板 20 の作製例を示す。

【0019】

ITO 電極層が形成されているガラス基板 21 に、フォトリソグラフィ工程及びエッチング工程にて ITO 膜をパターニングし、第 2 の電極となる ITO 電極 22 を形成する。

【0020】

次に、アクリル系有機絶縁膜 (JSR 製) をスピンコート法にて塗布し、クリーンオープンにて 220° 、1 時間焼成する。さらに、無機絶縁膜として SiO_2 膜をスパッタ法にて形成し、クリーンオープンにて 220° 、1 時間焼成する。このようにして有機絶縁膜と SiO_2 膜の積層からなる絶縁層 23 が完成する。なお、絶縁層は積層構造でなくて

50

もよい。ただし、有機絶縁層の単層構造の場合、後述する第3の電極との密着性がよくない。また、 SiO_2 の単層構造の場合、膜厚が厚いと多孔質になりやすいため $0.4 \sim 0.8 \mu\text{m}$ 程度の膜厚が好ましいが、このとき絶縁層の膜厚が比較的薄くなるため絶縁性がよくない。したがって絶縁層は有機絶縁膜と SiO_2 膜の積層構造が望ましい。 SiO_2 は SiN_x などでもよい。実施例では、有機絶縁膜の膜厚を約 $1 \mu\text{m}$ 、 SiO_2 膜の膜厚を約 $0.1 \mu\text{m}$ とした。

【0021】

絶縁層23上にITO膜をスパッタ法にて形成する。さらに、フォトリソグラフィ工程及びエッチング工程にてITO膜をパターンニングし、縞状領域を含む第3の電極24を形成する。実施例では、ITO電極の厚さを約 $1200 \text{ \AA}$ とした。

10

【0022】

図2A~2Cは、第3の電極の形状例を示す平面図である。第3の電極は、例えばIPSモードで駆動する場合には、図2Aに示すようなそれぞれ電氣的に独立した縞状の電極パターンでも、図2Bに示すような櫛状の電極パターンでもよい。また、FFSモードで駆動する場合には、図2Cに示すような電極パターンでもよいであろう。横電圧印加方法に応じて、適宜電極パターンが選択可能である。実施例では、第3の電極の幅と間隔をそれぞれ約 $20 \mu\text{m}$ の縞状平行パターンとした。なお、電極間隔が大きいと、液晶分子の配列を変化させるのに必要な横電圧も高くなる傾向があるため、電極間隔は狭いほど好ましい。本発明者らの検討によれば、電極間隔が $50 \mu\text{m}$ 以上になると、横電圧を 100 V 程度印加してもスイッチングしない領域が発生してくることがわかった。

20

【0023】

絶縁層および第3の電極を覆って水平配向膜材料をスピンコート法にて塗布する。ホットプレートにて 80°C 、3分間の仮焼成を行い、その後クリーンオープンにて 220°C 、1時間の本焼成を行う。焼成した水平配向膜25に、第2の方向(図1Bにおける矢印B)にラビング処理を施す。実施例では、水平配向膜にプレチルト角約 $1 \sim 2^\circ$ を示すポリイミド膜を用い、膜厚を約 $500 \text{ \AA}$ とした。また、ラビング処理は押し込み量約 0.3 mm 、ラビング強度約 2000 mm とした。ラビング処理の方向(第2の方向)は第3の電極24が対をなして延在する方向と基板面内で約 45° をなす方向とした。

【0024】

次に、ラビング処理を施した水平配向膜に光配向膜処理を施す。光配向膜処理とは、非偏光の紫外光を基板法線方向から配向膜に照射し、配向膜の光吸収に伴う分解反応によって、膜界面における所定方向への配向規制力を喪失させる処理である。

30

【0025】

図2Dは、光配向膜処理に用いる光学系の一例を示す。レーザ光源41から発せられた紫外光UVは、照射時間を調整するタイマー付きシャッター42を通過し、偏光解消素子43を通して非偏光化される。非偏光化された紫外光UVは、ビームエクスパンダー44及びレンズ45によって適当なビーム径に調整され、ストライプ形状のフォトマスク46を介してラビング処理が施された水平配向膜25に照射する。実施例では、光源に波長 325 nm のヘリウム・カドミウムレーザを用いた。ストライプ状のフォトマスクは、幅・間隔がそれぞれ約 $0.5 \mu\text{m}$ とした。ストライプ形状の延在方向は、ラビング処理が施された第2の方向と直交する方向とした。照射強度および時間は 24.8 mW/cm^2 、3時間とした。なお、フォトマスクと下側基板は光干渉が生じないように配向膜に密着させ、照射する紫外光を垂直に入射することが望ましい。

40

【0026】

下側基板の水平配向膜には、ラビング処理および光配向膜処理が施されることになる。その結果、光配向膜処理において紫外光が照射された領域では、所定方向への配向規制力が喪失し、基板面内で等方的に配向規制力を有する状態となる(等方水平配向領域、図1Bにおける領域25a)。光配向膜処理において紫外光が照射されない領域では、基板面内で第2の方向に強い配向規制力を有する状態となる(異方水平配向領域、図1Bにおける領域25b)。完成した液晶表示素子が双安定な性質を有するためには、等方水平配向

50

領域および異方水平配向領域の幅と、等方水平配向領域および異方水平配向領域の延在方向とラビング処理の方向（第２の方向）との角度関係と、が重要である。本発明者らの検討によれば、等方水平配向領域および異方水平配向領域の幅は、光配向膜処理における照射光の波長（およそ $0.3\ \mu\text{m}$ ）以上、後述する液晶層のツイスト配列における曲率半径（およそ $1.0\ \mu\text{m}$ ）以下であることが好ましく、等方水平配向領域および異方水平配向領域の延在方向とラビング処理の方向（第２の方向）は $65^\circ \sim 90^\circ$ の範囲が好ましい。

【００２７】

このようにして、下側基板 ２０ が完成する。

【００２８】

作製した上側基板 １０ と下側基板 ２０ を用いて液晶表示素子を完成させる。上側基板 １０ と下側基板 ２０ を対向配置し、基板間に $\Delta\epsilon > 0$ のネマチック液晶を封入する。実施例では、上側基板 １０ 上の水平配向膜 １５ にラビング処理を施した第 １の方向と、下側基板 ２０ 上の第 ３の電極 ２４ が対をなして延在する方向を直交して配置した。セルサイズは $10\ \text{mm}$ 角程度で、セル厚 d は約 $5\ \mu\text{m}$ とした。また、液晶層には、メルク社製 ５ＣＢ（４-cyano-4'-pentylbiphenyl）に、自然捩れピッチを p としたとき $d/p = 1/8$ となるようカイラル剤を添加したものをを用いた。

【００２９】

最後に、セルの表裏面に偏光板を配置し、電極取り出し端子を外部回路に接続する。偏光板は、作製した液晶表示素子のコントラストが最大となるようそれぞれの透過軸を調整し、配置した。

【００３０】

図 ２Ｅ および ２Ｆ は、各電極の接続例を示す概略図である。IPS モードで駆動する場合、図 ２Ｅ に示すように、第 １の電極 １２ と第 ２の電極 ２２ の間に外部回路 ３１ を接続し、さらに対向する第 ３の電極 ２４ 間に外部回路 ３２ を接続する。電極 １２、２２ によって液晶層 ３０ に縦電圧の印加が可能となり、対向電極 ２４ によって液晶層 ３０ に横電圧の印加が可能となる。また、FFS モードで駆動する場合は、図 ２Ｆ に示すように横電圧として電極 ２２ と電極 ２４ の間に電圧を印加する。それぞれの接続方法において、縦電圧と横電圧を選択的に印加することが可能である。

【００３１】

図 ３Ａ および ３Ｂ は、作製した液晶表示素子における縦電圧印加時と横電圧印加時の偏光顕微鏡観察写真であり、図 ３Ｃ および ３Ｄ は、それぞれの液晶分子配列を示す概略図である。図 ３Ａ および ３Ｂ の偏光顕微鏡写真は、ともに同じスケールである。縦電圧および横電圧は、それぞれ $80\ \text{V} / 100\ \text{ms}$ の矩形電圧を印加した。作製直後の液晶表示素子は図 ３Ａ に示すように明状態を示し、上側基板界面の液晶分子は第 １の方向 A に沿って配向し、下側基板界面の液晶分子は第 １の方向 A に概ね直交する方向に配向する、つまり図 ３Ｃ に示すような安定的なツイスト配列を構成すると考えられる。横電圧が印加されると、液晶表示素子は図 ３Ｂ の点線部に示すように暗状態（縦横およそ $30\ \mu\text{m}$ ）を示し、下側基板界面の液晶分子は第 １の方向 A に概ね沿う方向に配向して、図 ３Ｄ に示すような準安定的な平行配列を構成すると考えられる。本発明者らは、電圧無印加状態で １ヶ月以上準安定状態を保持することを確認した。縦電圧が印加されると、下側基板界面の液晶分子は再度第 １の方向 A に概ね直交する方向に配向して、ツイスト配列を構成すると考えられる。

【００３２】

図 ４Ａ および ４Ｂ は、作製した液晶表示素子の視角特性を示すグラフである。縦軸は、光源強度を 100% としたときの液晶表示素子の透過率を示し、横軸は基板法線方向を 0° として上側基板におけるラビング処理方向（第 １の方向）に沿う視角特性（図 ３Ａ）と、下側基板におけるラビング処理方向（第 ２の方向）に沿う視角特性（図 ３Ｂ）を示している。また、同グラフには、縦電圧が印加され液晶分子がツイスト配列を構成しているとき（明状態）の視角特性と、横電圧が印加され液晶分子が平行配列を構成しているとき

10

20

30

40

50

き（暗状態）の視角特性もそれぞれ示されている。駆動条件は100V / 100Hzであり、横電圧印加方法はFFSモードとした。これらグラフから作製した液晶表示素子の視角特性は、明・暗状態ともに極めてフラットに近く、ほぼ均一な透過率を示すことがわかった。液晶分子の配列が基板面内でスイッチングしているため、フラットな視角特性を示すと理解することができる。

【0033】

以上示したように、液晶表示素子を構成する一对の基板の一方の水平配向膜に、基板面内で等方的に配向規制力を有する領域と、第2の方向に配向規制力を有する領域と、を所定の幅および第2の方向との角度関係で形成し、かつ、横電圧・縦電圧印加可能な電極構成を備えることで、視角特性が良好で新規な構造の双安定液晶表示素子を得ることが可能となる。なお、実施例では下側基板における配向膜が水平配向膜である場合を示したが、紫外線を照射することで等方水平配向となる垂直配向膜でもかまわない。本発明者らのさらなる検討によれば、異方水平配向領域のプレチルト角が大きいほど、より安定した配向状態を示すことが確認された。したがって、下側基板の配向膜は、基板面内で等方的に配向規制力を有する等方水平配向領域と、第3の方向に強い配向規制力を有する垂直配向領域とから成る複合配向膜がより好ましいと考えられる。

【0034】

このような双安定液晶表示素子の形態および用途は、パーソナルコンピュータ、携帯情報端末、電子ペーパー等、適宜選定可能である。例えば、実施例に示した液晶表示素子を1つの画素としてマトリクス状に配置し、第1の電極と第3の電極とをそれぞれ走査線に、第2の電極を信号線に接続し、単純マトリクス駆動にて選択的に各画素の明/暗状態を実現し、所望の文字や画像を表示する双安定液晶表示装置を構成することも可能であろう。この液晶表示装置は、双安定な性質を有しているためTFT (Thin Film Transistor) などのアクティブ素子を用いずに長時間所望の表示を電圧無印加で保持することが可能である。また、光透過率の視角依存性が低いため、良好に文字や画像を視認することができるであろう。なお、液晶表示素子の駆動方式としてはTFTを用いたアクティブ駆動方式を用いても良い。ただし1画素に対して横電圧印加用と縦電圧印加用の2つのトランジスタが必要となる。

【0035】

以上、実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに限られるものではない。

【0036】

例えば、上下基板の作製において、有機絶縁膜および配向膜材料の塗布はスピンコート法に限らず、フレキソ印刷法ないしインクジェット印刷法などで行ってもかまわない。同様に、ITOおよびSiO₂の形成においても、スパッタ法に限らず、真空蒸着法、イオンビーム法もしくはCVD (Chemical Vapor Deposition) 法などを用いてもよい。

【0037】

また、図1Bにおける上側配向膜の配向規制方向A（第1の方向）および下側配向膜の配向規制方向B（第2の方向）は、それぞれ逆向きであってもよく、また第3の電極24の延在方向に対して直交および45°の角度関係に限られない。第3の電極は、基板面内で第1の方向と交差し、第1の方向成分を含んで横電圧印加できるよう延在していればよい。

【0038】

さらに、実施例では上下基板がガラス基板や透明電極など光透過性を有する部材で構成される透過型の液晶表示素子について示したが、上下基板の一方を光反射性を有する部材で構成する、または一方の基板側に配置される偏光板に代えて光反射板を設けることにより、反射型の液晶表示素子を構成することも可能であろう。

【0039】

その他、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者には自明であろう。

【符号の説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

- 1 0 上側基板、
- 1 1 上側支持基板、
- 1 2 第 1 の電極、
- 1 5 上側配向膜、
- 2 0 下側基板、
- 2 1 下側支持基板、
- 2 2 第 2 の電極、
- 2 3 絶縁層
- 2 4 第 3 の電極、
- 2 5 下側配向膜、
- 3 0 液晶層、
- 3 1 駆動回路、
- 4 1 レーザ光源、
- 4 3 偏光解消素子、
- 4 6 フォトマスク。

10

【 図 1 】

図1A

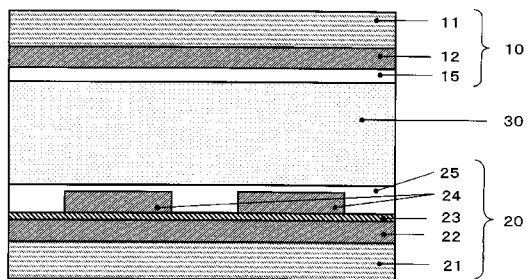
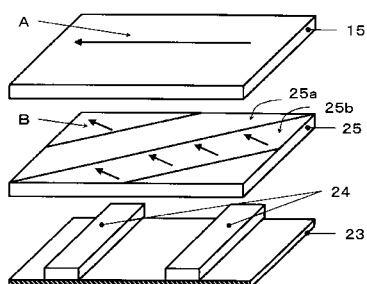


図1B



【 図 2 - 1 】

図2A

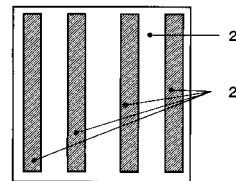


図2B

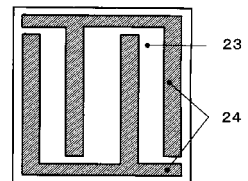


図2C

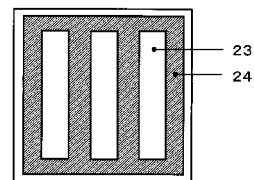
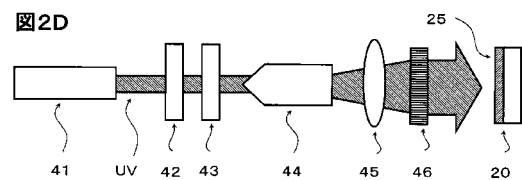


図2D



【図 2 - 2】

図2E

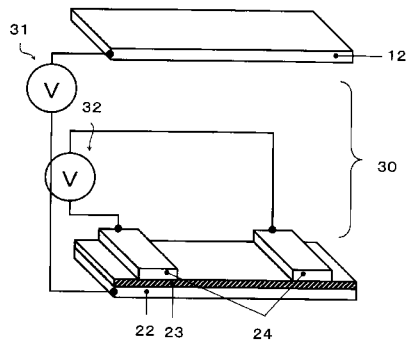
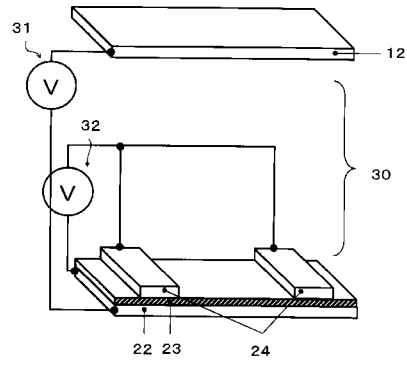


図2F



【図 4】

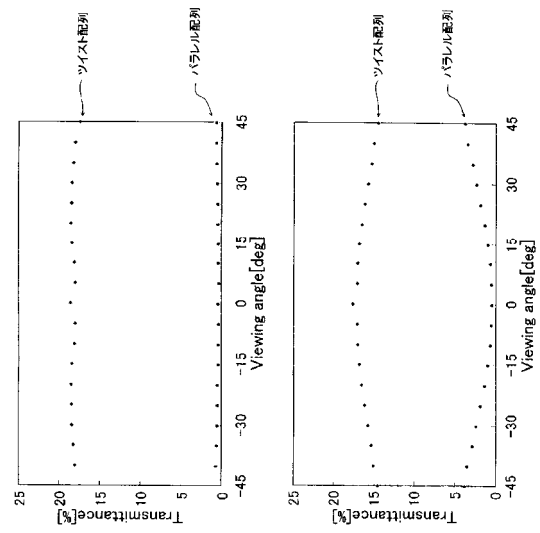


図 4A

図 4B

【 図 3 】

図3A

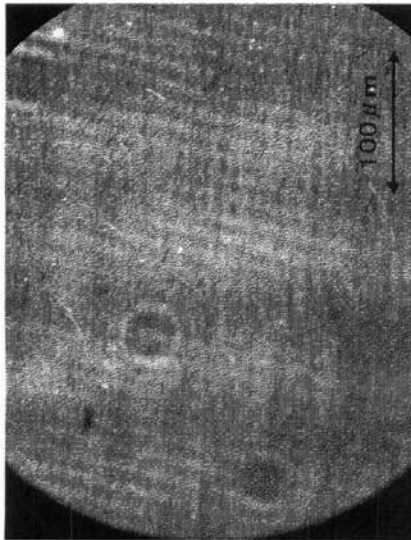


図3C

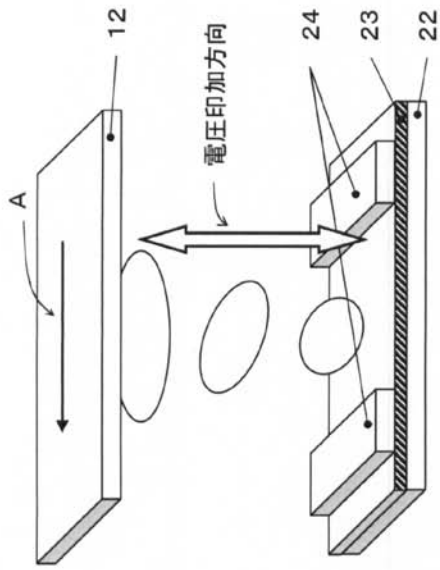


図3B

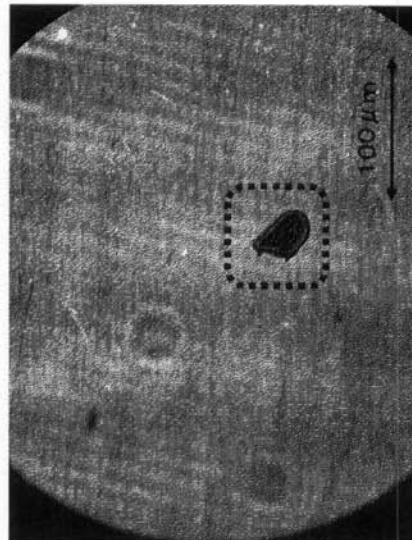
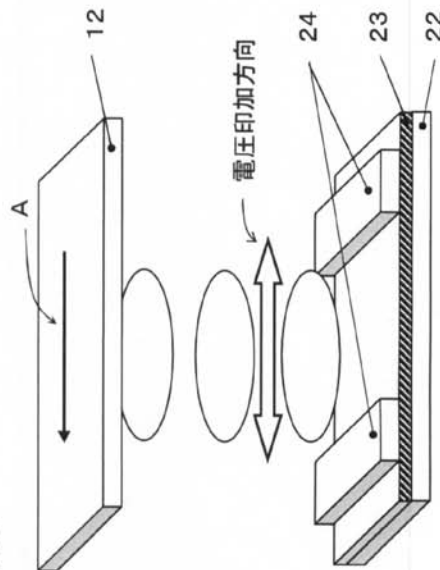


図3D



フロントページの続き

(72)発明者 大浦 善弘

新潟県長岡市上富岡町 1 6 0 3 - 1 国立大学法人長岡技術科学大学内

(72)発明者 木村 宗弘

新潟県長岡市上富岡町 1 6 0 3 - 1 国立大学法人長岡技術科学大学内

F ターム(参考) 2H090 KA07 KA13 LA01 LA16 MA01 MA02 MA05 MA10 MB12

【要約の続き】

とも一方は、光透過性を有する。

【選択図】 図 1