

(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2004-310141

(P2004-310141A)

(43) 公開日 平成16年11月4日(2004.11.4)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G02F 1/1343

G02F 1/1333

G02F 1/1337

G02F 1/1368

F I

G02F 1/1343

G02F 1/1333 505

G02F 1/1337 525

G02F 1/1368

テーマコード (参考)

2H090

2H092

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2004-231778 (P2004-231778)

(22) 出願日 平成16年8月9日(2004.8.9)

(62) 分割の表示 特願2003-373870 (P2003-373870)  
の分割

原出願日 平成5年9月10日(1993.9.10)

(31) 優先権主張番号 特願平4-249938

(32) 優先日 平成4年9月18日(1992.9.18)

(33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

(72) 発明者 近藤 克己

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号

株式会社日立製作所

(72) 発明者 日立研究所内

寺尾 弘

千葉県茂原市早野3300番地

株式会社日立製作所

電子デバイス事業部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】

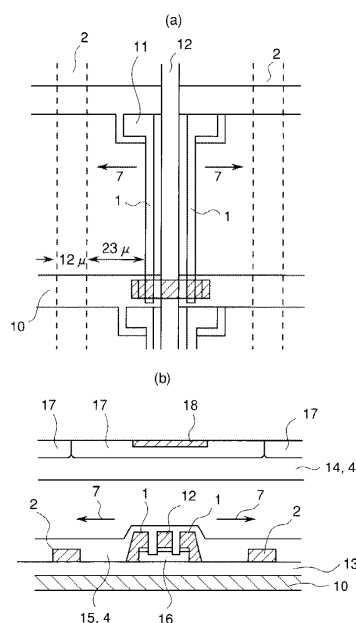
高い画質を有する明るい液晶表示装置を安定して提供することにある。

【解決手段】

複数の薄膜トランジスタを有する液晶表示装置において、一対の基板と、この一対の基板に挟持された液晶層と、一対の基板の少なくとも一方には、一対の基板の一方に対して支配的に平行な成分を持った電界を前記液晶層に発生させるために形成された電極構造と、前記液晶層に接するように形成された非導電層と、この非導電層の層上に配置されたカラーフィルタとを有し、上記非導電層のカラーフィルタに接する面はこのカラーフィルタを平坦化し、液晶層に接する面はこの液晶層の液晶の配向を制御する。

【選択図】 図5

図 5



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数の薄膜トランジスタを有する液晶表示装置において、

一对の基板と、この一对の基板に挟持された液晶層と、前記一对の基板の少なくとも一方には、前記一对の基板の一方に対して支配的に平行な成分を持った電界を前記液晶層に発生させるために形成された電極構造と、前記液晶層に接するように形成された非導電層と、この非導電層の層上に配置されたカラーフィルタとを有し、

前記非導電層の前記カラーフィルタに接する面はこのカラーフィルタを平坦化し、前記液晶層に接する面はこの液晶層の液晶の配向を制御することを特徴とする液晶表示装置。

## 【請求項 2】

請求項 1 において、

前記カラーフィルタは前記電極構造が形成された基板とは対向する基板に形成されることを特徴とする液晶表示装置。

## 【請求項 3】

一对の基板と、この一对の基板に挟持された液晶層と、複数の薄膜トランジスタとを有する液晶表示装置において、

前記一对の基板の一方には、複数の共通電極と、これら共通電極のそれぞれの間に少なくとも 1 本の画素電極とが形成され、それらの画素電極と前記複数の共通電極の間には前記一对の基板の一方に対して支配的に平行な電界が生じるように電圧が印加され、

前記一对の基板の他方にはカラーフィルタが形成され、このカラーフィルタ上に絶縁膜が形成され、

前記絶縁膜の前記カラーフィルタと接する面は前記カラーフィルタを平坦化し、前記液晶層に接する面は前記液晶層の液晶分子を所定方向に配向制御することを特徴とする液晶表示装置。

## 【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 の少なくとも一つにおいて、前記非導電層は少なくとも 1 層の有機ポリマ層を有することを特徴とする液晶表示装置。

## 【請求項 5】

請求項 4 において、前記有機ポリマ層がエポキシ樹脂を含むことを特徴とする液晶表示装置。

## 【請求項 6】

請求項 4 において、前記有機ポリマ層がポリイミド樹脂を含むことを特徴とする液晶表示装置。

## 【請求項 7】

請求項 1 乃至 3 の少なくとも一つにおいて、前記非導電層は少なくとも 1 層の無機物層を有することを特徴とする液晶表示装置。

## 【請求項 8】

請求項 1 乃至 3 の少なくとも一つにおいて、前記液晶層の前記非導電層との界面の液晶分子の前記一对の基板に対する傾き角は、4 度以下であることを特徴とする液晶表示装置。

## 【請求項 9】

請求項 8 において、前記液晶層の前記非導電層との界面の液晶分子の前記一对の基板に対する傾き角は、2 度以下であることを特徴とする液晶表示装置。

## 【請求項 10】

複数の薄膜トランジスタを有する液晶表示装置において、

一对の基板と、この一对の基板に挟持された液晶層と、前記基板に対して支配的に平行な成分を持った電界を前記液晶層に発生させる電極構造と、前記電極構造及び前記複数の薄膜トランジスタ上に形成された絶縁膜とを有し、

前記液晶層に接する前記絶縁膜の一方の面はこの液晶層の液晶分子の配向を制御することを特徴とする液晶表示装置。

10

20

30

40

50

## 【請求項 1 1】

請求項 1 0 において、前記複数の薄膜トランジスタに接する前記絶縁膜の他方の面はこれらの薄膜トランジスタを平坦化することを特徴とする液晶表示装置。

## 【請求項 1 2】

一对の基板と、この一对の基板に挟持された液晶層とを有する液晶表示装置において、前記一对の基板の一方には、複数の走査配線電極と、前記複数の走査配線電極とマトリクス状に交差するように形成された複数の信号配線電極と、それらの信号配線電極と前記複数の走査配線電極との交点に対応して形成された複数の薄膜トランジスタと、それらの薄膜トランジスタに接続された複数の画素電極と、前記複数の信号配線電極に平行に形成された共通電極と、前記液晶層及び前記薄膜トランジスタに接する絶縁膜を有し、

10

これら共通電極と前記画素電極との間には前記一对の基板の一方に対して支配的に平行な電界が生じるように電圧が印加され、

前記絶縁膜の前記複数の薄膜トランジスタと接する面は前記カラーフィルタを平坦化し、前記液晶層に接する表面は前記液晶層の液晶分子を所定方向に配向制御することを特徴とする液晶表示装置。

## 【請求項 1 3】

請求項 1 0 乃至 1 2 の少なくとも一つにおいて、前記絶縁膜は少なくとも 1 層の有機ポリマ層を有することを特徴とする液晶表示装置。

## 【請求項 1 4】

請求項 1 3 において、前記有機ポリマがエポキシ樹脂を含むことを特徴とする液晶表示装置。

20

## 【請求項 1 5】

請求項 1 3 において、前記有機ポリマがポリイミド樹脂を含むことを特徴とする液晶表示装置。

## 【請求項 1 6】

請求項 1 0 乃至 1 2 の少なくとも一つにおいて、前記絶縁膜は少なくとも 1 層の無機物層を有することを特徴とする液晶表示装置。

## 【請求項 1 7】

請求項 1 0 乃至 1 2 の少なくとも一つにおいて、前記液晶層の前記絶縁膜との界面の液晶分子の前記一对の基板に対する傾き角は 4 度以下であることを特徴とする液晶表示装置

30

## 【請求項 1 8】

請求項 1 7 において、前記液晶層の前記非導電層との界面の液晶分子の前記一对の基板に対する傾き角は、2 度以下であることを特徴とする液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0 0 0 1】

本発明は、量産性が良好で低コストで視角特性が良好な薄膜トランジスタ型液晶表示装置に関する。

40

## 【背景技術】

## 【0 0 0 2】

従来の薄膜トランジスタ型液晶表示装置では、液晶層を駆動する電極としては 2 枚の基板界面上に形成し相対向させた透明電極を用いていた。これは、液晶に印加する電界の方向を基板界面にほぼ垂直な方向とすることで動作する、ツイステッドネマチック表示方式に代表される表示方式を採用していることによる。一方、液晶に印加する電界の方向を基板界面にほぼ平行な方向とする方式として、櫛歯電極対を用いた方式が、例えば下記特許文献 1 により提案されている。この場合、電極は透明である必要は無く導電性が高く不透明な金属電極を用いることが可能である。

## 【0 0 0 3】

50

【特許文献1】特公昭63-21907号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

前記の従来技術においては、ITOに代表される透明電極を形成する為にスパッタリング装置等の真空系製造設備を使用する必要があるが、設備コストが巨額になっていた。また、真空系製造設備の使用には真空炉内の汚染を除去する作業を伴い、その為に多大な時間を要し、このことが製造コストを著しく引き上げている。また、一般に透明電極はその表面に数10nm程度の凹凸があり、薄膜トランジスタのような微細なアクティブ素子の加工を困難にしている。さらに、透明電極の凸部はしばしば離脱し電極等の他の部分に混入し、点状或いは線状の表示欠陥を引き起こし、歩留まりを著しく低下させていた。これらの為に、マーケットニーズに対応した低価格の液晶表示装置を安定的に提供することが出来ずにいた。また、前記の従来技術においては、画質面でも多くの課題を有していた。特に、視角方向を変化させた際の輝度変化が著しく、中間調表示を行った場合、強い各方向により階調レベルが反転してしまうなど、実用上問題であった。さらに、薄膜トランジスタ素子の凹凸構造の為にその周辺で配向不良ドメインが発生し、その対策の為に大きな面積の遮光膜を要し、光の利用効率も著しく低下させていた。

10

【0005】

一方、特許文献1に示されている櫛歯電極を用いれば透明電極を使う必要はなくなり、上記の課題を解決できる可能性があるが、以下の理由により実用化はされていない。即ち、この公知技術に於いては相互に咬合する櫛歯電極対を用いているために、画素内のパターンが微細化かつ複雑化し、量産性が著しく低い。特に、表示情報量が多く、画素サイズの小さなディスプレイでは櫛歯構造の電極を1画素内に入れることはほとんど不可能であり、仮に入れたとしても開口率が著しく低く、ほとんど光が有効に利用できない暗いディスプレイしか実現できない。原理的には櫛歯電極の電極幅を1~2μm程度まで縮小すれば開口率を実用レベルまで拡大出来るが、実際には大型基板全面にわたってそのような細線を均一にかつ断線がないように形成することは極めて困難である。即ち、上記の従来技術では、相互に咬合する櫛歯状の電極を用いたために画素開口率と製造歩留まりがトレードオフの関係となり、明るい画像を有する液晶表示装置を低コストで提供することは困難であった。

20

30

【0006】

本発明はこれらの課題を同時に解決するもので、その目的とするところは、第一に、透明電極がなくとも高コントラストで、低価格の設備で高い歩留まりで量産可能な低コストの薄膜トランジスタ型液晶表示装置を提供することにある。第二に、低い電圧で駆動ができかつ視角特性が良好で多階調表示が容易である薄膜トランジスタ型液晶表示装置を提供することにある。第三に、使用可能な液晶組成物及び配向膜材料の選択の自由度を上げ、これにより液晶パネル作製等のプロセスの裕度を大きくし、高い開口率と画素劣化抑制を両立させ、光透過率を上げた、より明るい薄膜トランジスタ型液晶表示装置を提供することにある。第四に、第一から第三の目的に加えてより構造が簡素であり、製造歩留まりが高い薄膜トランジスタ型液晶表示装置を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

複数の薄膜トランジスタを有する液晶表示装置において、一对の基板と、この一对の基板に挟持された液晶層と、前記一对の基板の一方の基板に形成され、前記基板に対して支配的に平行な成分を持った電界を前記液晶層に発生させる電極構造と、前記液晶層に接する非導電層と、その非導電層の層上に配置されたカラーフィルタとを有し、前記非導電層の前記カラーフィルタに接する面はこのカラーフィルタを平坦化し、前記液晶層に接する面はこの液晶層の液晶の配向を制御する構造とする。

【0008】

そのカラーフィルタは前記一对の基板の他方に形成してもよい。

50

## 【0009】

また、上記非導電層は少なくとも1層の有機ポリマ層を有することが望ましく、さらに、その有機ポリマ層がエポキシ樹脂か、若しくはポリイミド樹脂を含むことが望ましい。

## 【0010】

また、その非導電層は少なくとも1層の無機物層を有することが望ましい。

## 【0011】

このように形成することによって、カラーフィルタの凹凸を平坦化する有機ポリマと液晶分子を配向制御するための配向膜とが兼用でき、低コスト化に有効である。

## 【0012】

また、同様に配向膜と絶縁膜を兼用させる構造として、複数の薄膜トランジスタを有する液晶表示装置において、一対の基板と、この一対の基板に挟持された液晶層と、前記基板に対して支配的に平行な成分を持った電界を前記液晶層に発生させる電極構造と、前記電極構造及び前記複数の薄膜トランジスタ上に形成された絶縁膜とを有し、前記液晶層に接する前記絶縁膜の一方の面はこの液晶層の液晶分子の配向を制御するような構成とする。

## 【0013】

それらの薄膜トランジスタに接する前記絶縁膜の他方の面はこれらの薄膜トランジスタを平坦化することが望ましい。

## 【0014】

その絶縁膜は少なくとも1層の有機ポリマ層を有することが望ましく、さらに、その有機ポリマがエポキシ樹脂、若しくはポリイミド樹脂を含むことが望ましい。

## 【0015】

また、その絶縁膜は少なくとも1層の無機物層を有することが望ましい。

## 【0016】

このように、薄膜トランジスタ素子を覆った有機絶縁層をラビング処理することで有機絶縁層に、薄膜トランジスタ素子の保護膜と液晶分子配向制御膜の両方の機能を持たせることができる。

## 【0017】

また、絶縁膜として有機ポリマを用い、それを直接ラビング等の表面配向処理を行うとき、基板界面に平行に電界を印加する本方式では、低傾き角の液晶分子などでよいので、配向はより均一化し、従来方式よりも表示むらが低く抑えられるので配向膜材料の選択の自由度が上がる。

## 【0018】

さらに、前述の配向膜との界面上での変動に対する裕度が上がり、界面起因の不良はほとんどなくなるので、検査やエージングといった工程を大幅に簡略化することができ、製造コストを低減できる。

## 【0019】

また、本発明によって、従来CVD (Chemical Vapor Deposition) 法等の真空系で形成していた無機の絶縁膜が、より安価に製造できる有機絶縁層に交換でき、低コスト化に有効である。

## 【発明の効果】

## 【0020】

本発明によれば、第一に、透明電極がなくとも高コントラストで、低価格の設備で高い歩留まりで量産可能な低コストの薄膜トランジスタ型液晶表示装置を提供することができ、第二に、視角特性が良好で多階調表示が容易である薄膜トランジスタ型液晶表示装置を提供することができ、第三に、液晶配向に関するプロセス及び材料の裕度が大きく、そのため開口率が高くでき、光透過率を上げた、より明るい薄膜トランジスタ型液晶表示装置を提供することができ、第四に、第一から第三の効果に加えてより構造が簡素である薄膜トランジスタ構造を提供し、開口率を高くし、光透過率を上げた、より明るい薄膜トランジスタ型液晶表示装置を提供することができる。

10

20

30

40

50

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0021】

先ず初めに、電界方向に対する、偏光板の偏光透過軸のなす角  $\theta_p$  , 界面近傍での液晶分子長軸（光学軸）方向のなす角  $\theta_{LC}$  , 一对の偏光板間に挿入した位相差板の進相軸のなす角  $\theta_R$  の定義を示す（図6）。偏光板及び液晶界面はそれぞれ上下に一对あるので必要に応じて  $P_1$  ,  $P_2$  ,  $LC_1$  ,  $LC_2$  と表記する。尚、図6は後述する図1の正面図に対応する。

## 【0022】

次に本発明の作用を図1を用いて説明する。

## 【0023】

図1(a), (b)は本発明の液晶パネル内での液晶の動作を示す側断面を、図1(c), (d)はその正面図を表す。図1では薄膜トランジスタ素子を省略してある。また、本発明ではストライプ状の電極を構成して複数の画素を形成するが、ここでは1画素の部分を示した。電圧無印加時のセル側断面を図1(a)に、その時の正面図を図1(c)に示す。透明な一对の基板の内側に線状の電極1, 2が形成され、その上に配向制御膜4が塗布及び配向処理されている。間には液晶組成物が挟持されている。棒状の液晶分子5は、電界無印加時には電極1, 2の長手方向に対して若干の角度、即ち  $45^\circ < \theta_{LC} < 90^\circ$ 、をもつように配向されている。上下界面上での液晶分子配向方向はここでは平行、即ち  $LC_1 = LC_2$  を例に説明する。また、液晶組成物の誘電異方性は正を想定している。次に、電界7を印加すると図1(b), (d)に示したように電界方向に液晶分子がその向きを変える。偏光板6を偏光板偏光軸方向9に配置することで電界印加によって光透過率を変えることが可能となる。このように、本発明によれば透明電極がなくともコントラストを与える表示が可能となる。尚、図1(b)では基板表面と電界方向とのなす角が大きく、平行ではないように見えるが、これは厚み方向を拡大して表した結果で、実際には  $20^\circ$  以下である。以後本発明では、 $20^\circ$  以下のものを総称して横電界と表現する。また、図1では電極1, 2を上下基板に分けて形成したが、一方の基板に備えてもなんら効果は変わるものではない。むしろ配線等のパターンが微細化する場合や熱、外力等による種々の変形等を鑑みると、一方の基板に備えたほうがより高精度なアライメントが可能となり、望ましい。また、液晶組成物の誘率異方性は正を想定したが、負であっても構わない。その場合には初期配向状態を電極1, 2の長手方向に垂直な方向（電界方向7）から若干の角度  $\theta_{LC}$  (即ち、 $0^\circ < \theta_{LC} < 45^\circ$ ) を持つように配向させる。

## 【0024】

以下、本発明の3つの目的それぞれに応じて、その作用について説明する。

## 【0025】

## (1) 透明電極を備えない状態での高コントラスト化

コントラストを付与する具体的構成としては、上下基板上の液晶分子配向がほぼ平行な状態を利用したモード（複屈折位相差による干渉色を利用するので、ここでは複屈折モードと呼ぶ）と、上下基板上の液晶分子配向方向が交差しセル内での分子配列がねじれた状態を利用したモード（液晶組成物層内で偏光面が回転する旋光性を利用するので、ここでは旋光性モードと呼ぶ）とがある。複屈折モードでは、電圧印加により分子長軸（光軸）方向が基板界面にほぼ平行なまま面内でその方位を変え、所定角度に設定された偏光板の軸とのなす角を変えて光透過率を変える。旋光性モードでも同様に電圧印加により分子長軸方向の方位のみを変えるが、こちらの場合には線がほどけることによる旋光性の変化を利用する。

## 【0026】

次に表示を無彩色にしコントラスト比をあげる定量的構成および作用について、以下複屈折モードを用いる場合と旋光性モードを用いる場合の2つのケースに分けて述べる。

## 【0027】

## I. 複屈折モードで表示する場合

一般に一軸性複屈折性媒体を直交配置した2枚の偏光板の間に挿入した時の光透過率  $T$

10

20

30

40

50

$T/T_0$ は次式で表される。ここで、 $e_{eff}$ は液晶組成物層の実効的な光軸方向（光軸と偏光透過軸とのなす角）、 $d_{eff}$ は複屈折性を有する実効的な液晶組成物層の厚み、 $n$ は屈折率異方性、 $\lambda$ は光の波長を表す。ここで、液晶組成物層の光軸方向を実効的な値とした目的は、実際のセル内では界面上では液晶分子が固定されており、電界印加時にはセル内で全ての液晶分子が互いに平行かつ一様に配向しているのではなく、特に界面近傍では大きな変形が起こっていることを鑑み、それらの平均値として一様状態を想定した時の見かけの値で取り扱うことにある。

【0028】

$$T/T_0 = \sin^2(2e_{eff}) \cdot \sin^2(d_{eff} \cdot n / \lambda) \quad \dots (1)$$

低電圧 $V_L$ 印加時に暗、高電圧 $V_H$ 印加時に明状態となるノーマリクローズ特性を得るには偏光板の配置としては一方の偏光板の透過軸（あるいは吸収軸）を液晶分子配向方向（ラビング軸）にほぼ平行、即ち $P_1 \parallel LC_1 = LC_2$ とし、他方の偏光板の透過軸をそれに垂直、即ち $P_2 \perp P_1 + 90^\circ$ とすればよい。電界無印加時には、(1)式における $e_{eff}$ が0であるので光透過率 $T/T_0$ も0となる。一方電界印加時にはその強度に応じて $e_{eff}$ の値が増大し、45度の時に最大となる。この時、光の波長を $0.555 \mu m$ と想定すると無彩色でかつ透過率を最大とするには実効的な $d_{eff} \cdot n$ を2分の1波長である $0.28 \mu m$ とすれば良い。現実には裕度があるために、 $0.21$ から $0.36 \mu m$ の間に入っていれば良いが、望ましくは $0.24$ から $0.33 \mu m$ の間の値に設定すると良い。

【0029】

一方低電圧 $V_L$ 印加時に明、高電圧 $V_H$ 印加時に暗状態となるノーマリオープン特性を得るには電界無印加時あるいは低電界印加時に、(1)式における $e_{eff}$ がほぼ45度となるように偏光板配置を設定すれば良い。電界印加時にはノーマリクローズの場合とは逆にその強度に応じて $e_{eff}$ の値が減少する。しかしながら、 $e_{eff}$ が最小（即ち0）になっても界面近傍で固定されている液晶分子の残留位相差のために、このままではかなりの光が漏れてしまう。 $d \cdot n$ を $0.27$ から $0.37 \mu m$ の間に設定し、 $3 \sim 10 V$ の実効電圧を印加した本発明者等の実験によれば界面残留位相差の値は $0.02$ から $0.06 \mu m$ 程度であった。よって、 $0.02$ から $0.06 \mu m$ 程度の複屈折位相差を有する位相差板（この位相差を $R_f$ と表す）を界面残留位相差を補償するように挿入することで、暗状態が沈み込み、高コントラスト比が得られる。位相差板の進相軸の角度 $\theta_R$ は、電圧印加時の液晶組成物層の実効的な光軸 $e_{eff}$ に平行にする。より完全に暗状態の明るさを沈み込ませるには、暗状態を表示するための電圧を印加したときの残留位相差にきちっと合わせれば良い。以上より、暗状態の沈み込みと明状態の透過率、白色度を両立するには、次式

【0030】

$$0.21 \mu m < (d \cdot n - R_f) < 0.36 \mu m \quad \dots (2)$$

望ましくは、

$$0.23 \mu m < (d \cdot n - R_f) < 0.33 \mu m \quad \dots (3)$$

【0031】

II. 旋光性モードで表示する場合

従来方式であるツイステッドネマチック(Twisted Nematic: TN)方式では一般に知られているように $d \cdot n$ をファーストミニマム条件である $0.50 \mu m$ 近傍に設定した時に、高透過率、無彩色となる。その裕度を考慮するとTN方式では $0.40$ から $0.60 \mu m$ の間に設定すると良い。偏光板の配置としては一方の偏光板の透過軸（あるいは吸収軸）を界面上の液晶分子配向方向（ラビング軸）にほぼ平行、即ち $LC_1 \parallel LC_2$ とする。ノーマリクローズ型を実現するためには、他方の偏光板の透過軸をそれに平行とすれば良く、ノーマリオープン型とするには垂直とすればよい。

【0032】

尚、完全に旋光性を消失させるには、上下基板界面近傍での液晶配向方向をほぼ平行となるようにする必要があり、90度TNモードを想定すると、一方の基板側の液晶分子を

90度近く回転させなくてはならない。複屈折モードで表示する場合には液晶分子回転角は45度程度で良く、ことしきい値電圧に関しては複屈折モードのほうが低くなる。

#### 【0033】

##### (2) 視角特性の改善

本発明の表示モードでは液晶分子の長軸は基板と常にほぼ平行であり、立ち上がることがなく、従って視角方向を変えた時の明るさの変化が小さい。本表示モードは従来のように電圧印加で複屈折位相差をほぼ0にすることで暗状態を得るものではなく、液晶分子長軸と偏光板の軸（吸収あるいは透過軸）とのなす角を変えるもので、根本的に異なる。従来のTN型のように液晶分子長軸を基板界面に垂直に立ち上がらせる場合だと、複屈折位相差が0となる視角方向は正面即ち基板界面に垂直な方向のみであり、僅かでも傾斜すると複屈折位相差が現れ、ノーマリオープン型では光が漏れ、コントラストの低下や階調レベルの反転を引き起こす。

#### 【0034】

##### (3) 配向膜材料と液晶材料の選択の自由度改善及びそれによるプロセス裕度の拡大

さらに、このように液晶分子が立ち上がらない為に、従来のような大きな傾き角（液晶分子長軸と界面とのなす角）を与える配向膜を必要としない。従来方式では、傾き角が不足すると傾く方向の異なる2状態及びそれらの境界部のドメインが生じ、表示不良となる可能性がある。本方式では、傾き角を付与する代わりに基板界面上での液晶分子長軸方向（ラビング方向）を電界方向に対して0度あるいは90度からずらした所定方向に設定すれば良い。例えば、液晶組成物の誘電率異方性が負の場合、電界方向と基板界面上での液晶分子長軸方向とがなす角 $\angle_{LC}$ （ $\angle_{LC} > 0$ 度と定義する）を0度以上（実質的には0.5度以上）、望ましくは2度以上にすれば良い。もし完全に0度とすると、方向の異なる2種の変形が生じ異なる2状態及びそれらの境界部のドメインが生じ、表示不良となる可能性がある。0.5度以上であれば電界印加及びその強度の増大により見かけの液晶分子長軸方向（ $\angle_{LC}(V)$ と定義する）が一樣に増加して行き、逆方向への傾斜、即ち $\angle_{LC}(V) < 0$ 度になることはない。本方式ではこのように、界面と液晶分子とのなす角（傾き角）が小さくともドメインが生じずに動作することから、低めの傾き角に設定することが可能である。液晶分子配向の均一性は低めの傾き角に設定するほどラビング等のプロセス裕度が上がり、良好である。従って、界面に平行に電界を印加する本方式に、低傾き角を組み合わせれば液晶分子配向はより均一化し、同程度の製造プロセス変動があっても、従来方式よりも表示むらが低く抑えられる。一般に高い傾き角を付与する配向膜の種類は、低い傾き角を付与するものに比べて少なく、本方式を用いれば配向膜材料の選択の自由度も高くなる。例えばカラーフィルタ上の平坦化膜、薄膜トランジスタ上の保護膜に有機ポリマを用い、それを直接ラビング等の表面配向処理を行っても、傾き角が不要なので配向膜との兼用がより容易になり、更にプロセスの簡易化とそれに伴うコストの低減が可能となる。製造プロセス変動による表示むらを抑制するには傾き角を4度以下、望ましくは2度以下にすれば良い。

#### 【0035】

また、液晶材料についても下記の理由によりその選択の自由度が上がる。即ち、本発明では画素電極と共通電極は液晶組成物層に対して主として基板界面に平行な電界を印加する構造を有しており、電極間の距離は従来の縦電界方式のアクティブマトリクス型液晶表示装置における相対向させた透明電極間の距離に比べて大きくとることができる。また、等価的な電極の断面積は従来のものより小さく抑えることができる。したがって、本発明による対をなす画素電極間の電気抵抗は従来のアクティブマトリクス型液晶表示装置における相対向させた透明電極間の電気抵抗は桁違いに大きくすることができる。さらに、本発明による画素電極と共通電極間の静電容量は容量素子と並列接続になり、電気抵抗も十分高い容量素子を実現できる。これらにより、画素電極に蓄積された電荷を保持することが容易になり、従来開口率を犠牲にしていた容量素子の面積を小さくしても十分な保持特性が得られる。また、液晶組成物の方も従来は例えば $10^{12}$  cmといった極めて高い比抵抗を有するものが必要であるのに対して、より低い比抵抗の液晶組成物であっても問題に

10

20

30

40

50



ならない。このことは、単に液晶材料の選択の自由度が上がるのみならず、プロセス裕度も引き上げる。即ち、プロセスの途中で液晶が汚染しても画質不良となりにくい。特に、前述の配向膜との界面上での変動に対する裕度が上がり、界面起因の不良はほとんどなくなる。よって、検査やエーシングといった工程を大幅に簡略化することができ、薄膜トランジスタ型液晶表示装置の低コスト化に大きく寄与する。また、本発明による画素電極は櫛歯状電極対に比べて単純な形状であるため、光の利用効率を向上させる。従来方式のように十分な量の電荷を蓄積できる容量素子を得るために開口部を犠牲にする必要がない。さらに、薄膜トランジスタを保護する絶縁膜を有機物にすれば、無機物に比べて誘電率が低くできるため、画素電極近傍において発生する基板界面に垂直な方向の電界成分を横電界成分に比べて小さく抑えることが可能になり、より広い領域で液晶が動作する。このこと

10

20

30

40

50

#### 【0036】

(4) 簡素で開口率の高い薄膜トランジスタ構造の実現及びそれによる明るさの向上

薄膜トランジスタを含む画素内の構造に関して、公知例(特公昭63-21907号公報)に示されている櫛歯電極を用いる場合は開口率が著しく低下し、それにより明るさが低下してしまうという問題が生じる。量産性を考慮すると櫛歯電極1本の幅は8 $\mu$ m程度、最小でも4 $\mu$ m以上必要であり、特公昭63-21907号公報に示されている例えば図7のような櫛歯が合計17本もあるような構造で対角9.4インチカラーVGAクラスの0.3 $\times$ 0.1mm<sup>2</sup>の画素を構成することは不可能である。

#### 【0037】

本発明は上記(1),(2)の利点を保ちつつも開口率を十分に保持するための手段を考案したものである。櫛歯のように開口率を下げざるを得ない構造に替わって、より単純な電極構造により、実用性のある高い開口率の実現できている。

#### 【0038】

本発明は、共通電極を対向基板上或いは、画素電極を同層上に形成した場合の構造を有する。前記公知例(特公昭63-21907号公報)では櫛歯電極を形成するために、信号配線と共通電極それぞれの引き出し方向を直交させている。即ち、信号配線を第1の方向(Y方向)に、共通電極をそれに直交する方向(X方向)に引き伸ばしている。それに対し、本発明のように信号配線、画素電極、共通電極のいずれをも第1の方向に伸ばすことで、櫛歯のような複雑な構造を回避している。尚、液晶のしきい値電圧を下げ、応答時間を短縮するには画素電極と共通電極の間隔を詰めればよいが、櫛歯のような複雑な構造とする必要はない。

#### 【0039】

本発明を実施例により具体的に説明する。

#### 【0040】

##### 〔実施例1〕

基板としては厚みが1.1mmで表面を研磨した透明なガラス基板を2枚用いる。これらの基板間に誘電率異方性 $\epsilon$ が正でその値が4.5であり、屈折率異方性 $n$ が0.072(589nm, 20 $^{\circ}$ )のネマチック液晶組成物を挟む。基板表面に塗布したポリイミド系配向制御膜をラビング処理して、3.5度のプレチルト角とする。上下界面上のラビング方向は互いにほぼ平行で、かつ印加電界方向とのなす角度を85度( $\theta_{LC1} = \theta_{LC2} = 85^{\circ}$ )とした。ギャップ $d$ は球形のポリマビーズを基板間に分散して挟持し、液晶封入状態で4.5 $\mu$ mとした。よって $n \cdot d$ は0.324 $\mu$ mである。2枚の偏光板〔日東電工社製G1220DU〕でパネルを挟み、一方の偏光板の偏光透過軸をラビング方向にほぼ平行、即ち $p_1 = 85^{\circ}$ とし、他方をそれに直交、即ち $p_2 = -5^{\circ}$ とした。これにより、ノーマリクローズ特性を得た。

#### 【0041】

薄膜トランジスタ及び各種電極の構造は図2(a)(正面図)及び図2(b)(側断面)

に示すように、薄膜トランジスタ素子（図2の斜線部）が画素電極（ソース電極）1と信号電極（ドレイン電極）12、及び走査電極（ゲート電極）10を有し、画素電極1が第1の方向（図2では紙面内で上下の方向を意味する）に伸びており、信号電極12及び共通電極2が複数の画素間（図2では紙面内で上下の方向に並んだ画素を意味する）に渡って第1の方向伸び、薄膜トランジスタ素子が共通電極の間に配置されている。

#### 【0042】

信号電極12には情報を有する信号波形が印加され、走査電極10には走査波形が信号波形と同期をとって印加される。アモルファスシリコン(a-Si)16からなるチャンネル層及び窒化シリコン(SiN)の保護絶縁膜15からなる薄膜トランジスタは隣接する共通電極の間に配置されている。信号電極12から薄膜トランジスタを介して画素電極1に情報信号が伝達され、共通電極2との間で液晶部分に電圧が印加される。本実施例では共通電極を対向基板側に配置し、図2(b)では厚み方向を拡大して表した為、電界方向7が傾斜しているように見えるが、実際には幅が48 $\mu$ mに対して液晶層の厚みが6 $\mu$ m程度であり、傾斜はほとんどなく、印加電界方向は基板面にほぼ平行である。

10

#### 【0043】

付加容量素子11は、図2(a)に示すように、画素電極1を突起部を形成した走査配線10の上にゲート絶縁膜13を挟む構造として形成した。この付加容量素子11の静電容量は約21fFになった。各走査配線10および各信号電極駆動回路21にはそれぞれ走査配線駆動用LSIおよび信号配線駆動用LSIを接続した。

#### 【0044】

画素電極1に蓄積された電荷は、画素電極1と共通電極2の間の静電容量と付加容量素子11を並列接続した容量である約24fFに蓄積されることになり、液晶組成物50の比抵抗が5 $\times 10^{10}$ cmであっても画素電極1の電圧変動を抑制することができる。このため、画質劣化を防止することができた。

20

#### 【0045】

画素数は40( $\times 3$ ) $\times 30$ で、画素ピッチは横方向（即ち共通電極間）は80 $\mu$ m、縦方向（即ち走査電極間）は240 $\mu$ mである。走査電極の幅は12 $\mu$ mで隣接する走査電極の間隙を68 $\mu$ mとし、50%という高い開口率を確保した。また薄膜トランジスタを有する基板に相対向する基板上にストライプ状のR、G、B3色のカラーフィルタを備えた。カラーフィルタの上には表面を平坦化する透明樹脂を積層した。透明樹脂の材料としてはエポキシ樹脂を用いた。更に、この透明樹脂上ポリイミド系の配向制御膜を塗布した。パネルには駆動回路が接続されている。本実施例の駆動回路システムの構成を図8に示す。信号電極23及び共通電極2は表示部端部にまで伸びている。図9及び図10は光学システムの構成を表し、図9が透過型、図10が反射型を表す。

30

#### 【0046】

本実施例では透明電極を必要としないため、製造プロセスが簡単化できかつ歩留まりも向上し、著しくコストが低減できる。特に、透明電極を形成するための真空炉を有する極めて高価な設備が不要になり、製造設備投資額の大幅低減とそれによる低コスト化が可能となる。本実施例における画素への印加電圧実効値と明るさの関係を示す電気光学特性を図3(a)に示す。コントラスト比は7V駆動時に150以上となり、視角を左右、上下に変えた場合のカーブの差は従来方式（比較例1に示す）に比べて極めて小さく、視角を変化させても表示特性はほとんど変化しなかった。また、液晶配向性も良好で、配向不良ドメインは発生しなかった。また、開口率は薄膜トランジスタ及び電極構造の簡単化により50%と十分に高い値を確保し、明るいディスプレイを実現した。パネル全体の平均透過率は8.4%となった。尚、ここで明るさとは2枚の偏光板を平行に配置したときの輝度透過率で定義した。

40

#### 【0047】

##### 〔実施例2〕

本実施例では実施例1で対向基板側に配置した共通電極を、走査電極を配置した基板と同じ基板側に配置した。他の構成は実施例1と同一である。薄膜トランジスタ及び電極の

50

断面構造を図 4 に示す。画素電極 1 , 信号電極 1 2 , 走査電極 1 0 はいずれもアルミニウムで、同時に成膜及びエッチングをして形成した。対向基板には一切導電性の物質は存在しない。従って、本実施例の構成においては仮に製造工程中に導電性の異物が混入したとしても、上下電極間タッチの可能性がなく、上下電極間タッチの不良率がゼロに抑制される。なお、電極用の材料としては電気抵抗の低い金属性のものであれば特に材料の制約はなく、クロム、銅等でもよい。

#### 【 0 0 4 8 】

一般にフォトマスクのアライメント精度は対向する 2 枚のガラス基板間の組み合わせのアライメント精度に比べて著しく高い。従って、本実施例のように 4 種の電極群のいずれをも一方の基板上に形成した方が、各電極の形成時のアライメントがフォトマスクのみで行われるため、電極間のアライメントずれが小さく抑制される。従って、本実施例は走査電極を対向基板上に形成する場合に比べて、より高精細なパターンを形成するのに有効である。

10

#### 【 0 0 4 9 】

実施例 1 と同様に広い視角特性を有する明るい表示を得た。

#### 【 0 0 5 0 】

#### 〔 実施例 3 〕

本実施例の構成は下記の要件を除けば、実施例 1 と同一である。

#### 【 0 0 5 1 】

薄膜トランジスタ及び各種電極の構造を図 5 に示すように、対をなす画素電極 1 の間に信号電極 1 2 を配置し、さらに対をなす共通電極 2 をこれらの電極の外側に配置した。信号電極 1 2 には情報を有する信号波形が印加され、走査電極 1 0 には走査波形が信号波形と同期をとって印加される。アモルファスシリコン ( a - S i ) 1 6 及び窒化シリコン ( S i N ) の保護絶縁膜 1 5 からなる薄膜トランジスタは対をなす共通電極のほぼ中央部に配置されている。信号電極 1 2 から 2 個の薄膜トランジスタを介して 2 個の第 1 の電極 1 に同じ情報信号が伝達され、電位を同じくした両側の共通電極との間で液晶部分に同じ電圧信号が印加される。このようにすることで薄膜トランジスタ及び電極構造を複雑化せずに電極間隔を半分程度にでき、同一電圧でより高い電界を印加することができるようになり、駆動電圧の低減及び高速応答化が実現される。

20

#### 【 0 0 5 2 】

実施例 1 の広い視角特性と明るさは本実施例でも実現される。

30

#### 【 0 0 5 3 】

#### 〔 実施例 4 〕

本実施例の構成は下記の要件を除けば、実施例 1 と同一である。

#### 【 0 0 5 4 】

カラーフィルタ上に有機絶縁層として透明ポリマからなる平坦化膜 1 4 ( 図 2 ( b ) ) を積層し、その上に配向制御膜としての別の膜を形成せずに表面を直接ラビングした。透明ポリマの材料としてはエポキシ樹脂を用いた。このエポキシ樹脂は平坦化と液晶分子の配向制御の両方の機能を兼ね備えている。液晶組成物層はエポキシ樹脂に直接接し、界面での傾き角は 0 . 5 度であった。これにより、配向膜を塗布する工程がなくなり、製造がより容易かつ短くなった。一般に従来方式である T N 型では、配向制御膜に要求される特性が多岐にわたり、それら全てを満足する必要があるためポリイミド等の一部の材料に限られていた。特に重要な特性は、傾き角である。しかし、前述したように、本発明では大きな傾き角を必要とせず、従って、材料の選択幅が著しく改善される。

40

#### 【 0 0 5 5 】

本実施例における電気光学特性を測定したところ、実施例 1 と同様に視角を左右、上下に変えた場合のカーブの差が極めて小さく、表示特性はほとんど変化しないという結果を得た。また、傾き角が 0 . 5 度と小さいにもかかわらず液晶配向性も良好で、配向不良ドメインは発生しなかった。

#### 【 0 0 5 6 】

50

## 〔実施例 5〕

実施例 4 の平坦化する為の透明ポリマをエポキシ樹脂からポリイミド樹脂に変えた。同様にポリイミド樹脂の表面を直接ラビングし、平坦化と液晶分子の配向制御の両方の機能を兼ね備えた。界面での傾き角は 2 度であった。他の実施例と比較して、表示特性はほとんど変化しないという結果を得た。また、液晶配向性も良好で、配向不良ドメインは発生しなかった。

【0057】

## 〔実施例 6〕

本実施例の構成は下記の要件を除けば、実施例 1 と同一である。

【0058】

薄膜トランジスタを保護する保護絶縁膜 15 (図 2 (b)) を窒化シリコンからエポキシ樹脂からなる有機絶縁層に交換し、その上を直接ラビング処理し、有機絶縁層に保護膜と液晶分子配向制御膜の両方の機能を持たせた。傾き角は 0.5 度である。

【0059】

本実施例における電気光学特性を測定したところ、実施例 1 と比較して、ほとんど変わらない表示特性を得た。また、実施例 4 と同様に、傾き角が 0.5 度と小さいにもかかわらず液晶配向性も良好で、配向不良ドメインは発生しなかった。

【0060】

## 〔実施例 7〕

実施例 6 で保護膜に用いたエポキシ樹脂を同様に有機絶縁層となるポリイミドに変えた。

【0061】

本実施例における電気光学特性を測定したところ、実施例 1 と比較して、ほとんど変わらない表示特性を得た。また、実施例 6 に比べ、傾き角は 2.0 度と若干上昇した。液晶配向性は良好で、配向不良ドメインは発生しなかった。

【0062】

## 〔実施例 8 ~ 12〕

これらの実施例の構成は下記の要件を除けば、実施例 7 と同一である。

【0063】

実施例 8 では上下界面上の液晶分子長軸方向 (ラビング方向) は互いにほぼ平行で、かつ印加電界方向とのなす角度を  $89.5^\circ$  ( $LC1 = LC2 = 89.5^\circ$ )、一方の偏光板の偏光透過軸をラビング方向にほぼ平行 ( $P1 = 89.5^\circ$ ) とし、他方をそれに直交 ( $P2 = -0.5^\circ$ ) とした。

【0064】

同様に実施例 9 では  $LC1 = LC2 = P1 = 88^\circ$ ,  $P2 = -2.0^\circ$  とした。

【0065】

同様に実施例 10 では  $LC1 = LC2 = P1 = 75^\circ$ ,  $P2 = -25^\circ$  とした。

【0066】

同様に実施例 11 では  $LC1 = LC2 = P1 = 45^\circ$ ,  $P2 = -45^\circ$  とした。

【0067】

同様に実施例 12 では  $LC1 = LC2 = P1 = 30^\circ$ ,  $P2 = -60^\circ$  とした。

【0068】

これらの実施例における電気光学特性の測定結果を図 7 にまとめて表す。尚ここでは明るさを印加電圧が 0 ボルトから 10 ボルト (実効値  $V_{rms}$ ) の範囲で最大となるときを 100%、最小となるときを 0% とした規格化した値で表した。角度  $LC$  を大きくすることで、しきい値特性のカーブがより急峻になる傾向を示した。中間調表示を大きな電圧裕度を持って行うには、 $LC$  を小さくすれば良いが、45 度以下になると明るさが低下する傾向を示した。角度  $LC$  の最適な値は、表示する中間調レベルの数、明るさに対する要求値、駆動する電圧、コモン電極に電圧を印加するか否かによって代わる。設計者は、 $LC$  の選択により大きな範囲でしきい値特性が制御できる。明るさを考慮すると、望ましくは

10

20

30

40

50

$\angle C$  を 45 度以上とすると良い。また更により望ましくは 60 度から 89.5 度の間とすると良い。

#### 【0069】

視角特性を測定したところ、いずれの場合も実施例 1 と同様に視角を左右、上下に変えた場合のカーブの差が極めて小さく、表示特性はほとんど変化しないという結果を得た。また、液晶配向性も良好で、配向不良ドメインは発生しなかった。

#### 【0070】

##### 〔実施例 13 ~ 16〕

以上の実施例と本実施例の最大の相違点は、液晶組成物層の誘電率異方性の値を負にし、それに合わせてラビング方向を変えた点である。  $\gamma$  が -4.8,  $n$  が 0.0437 (589nm, 20) のネマチック液晶組成物 (メルク社製, ZLI-2806) を用いた。実施例 13 ~ 16 の実施例に於いては、いずれも上下界面上の液晶分子長軸方向 (ラビング方向  $\angle C_1$ ,  $\angle C_2$ ) を互いにほぼ平行 ( $\angle C_1 = \angle C_2$ ) とし、印加電界方向とのなす角度  $\angle C_1$  を 0 度を超え 45 度未満である範囲とした。また一方の偏光板の偏光透過軸 ( $P_1$ ) はラビング方向にほぼ平行とし、他方 ( $P_2$ ) をそれに直交とした。

#### 【0071】

即ち、実施例 13 では  $\angle C_1 = \angle C_2 = P_1 = 1.5^\circ$ ,  $P_2 = -88.5^\circ$  とした。

#### 【0072】

実施例 14 では  $\angle C_1 = \angle C_2 = P_1 = 15^\circ$ ,  $P_2 = -75^\circ$  とした。

#### 【0073】

実施例 15 では  $\angle C_1 = \angle C_2 = P_1 = 30^\circ$ ,  $P_2 = -60^\circ$  とした。

#### 【0074】

実施例 16 では  $\angle C_1 = \angle C_2 = P_1 = 45^\circ$ ,  $P_2 = -45^\circ$  とした。

#### 【0075】

ギャップ  $d$  は液晶封入状態で  $6.3 \mu m$  とし、 $n \cdot d$  を  $0.275 \mu m$  とした。薄膜トランジスタ、電極の構造等の以外の条件は実施例 3 と同じである。

#### 【0076】

これらの実施例における電気光学特性の測定結果を図 11 にまとめて表す。誘電率異方性が正の場合とは逆に、角度  $\angle C$  を小さくするに従い、しきい値特性のカーブがより急峻になる傾向を示した。中間調表示を大きな電圧裕度を持って行うには、 $\angle C$  を大きくすれば良いが、45 度以上になると明るさが低下する傾向を示した。誘電率異方性が正の場合と同様に、角度  $\angle C$  の最適な値は、表示する中間調レベルの数、明るさに対する要求値、駆動する電圧、共通電極に電圧を印加するか否かによって代わる。設計者は、 $\angle C$  の選択により大きな範囲でしきい値特性が制御できる。明るさを考慮すると、より望ましくは  $\angle C$  を 45 度以下とすると良い。

#### 【0077】

尚、視角特性を測定したところ、いずれの場合も実施例 1 と同様に視角を左右、上下に変えた場合のカーブの差が極めて小さく、表示特性はほとんど変化しないという結果を得た。特に中間調表示 (8 階調) したときのレベルの反転が上下、左右ともに  $\pm 50$  度の範囲内ではまったく見られなかった。また、液晶配向性も良好で、配向不良ドメインは発生しなかった。

#### 【0078】

##### 〔実施例 17 ~ 19〕

本実施例では、実施例 13 ~ 16 に於いて最も特性が良好であった実施例 14 ( $\angle C_1 = \angle C_2 = P_1 = 15^\circ$ ,  $P_2 = -75^\circ$ ) と液晶分子長軸方向、偏光板配置を同一とし、液晶組成物層の厚み  $d$  と屈折率異方性  $n$  の積  $d \cdot n$  を変えた。実施例 17, 18, 19 それぞれの液晶組成物層の厚み  $d$  を 4.0, 4.9,  $7.2 \mu m$ 、即ち  $d \cdot n$  をそれぞれ 0.1748, 0.2141,  $0.3146 \mu m$  とした。尚、ここでは屈折率異方性  $n$  を一定とし、液晶組成物層の厚み  $d$  のみを変えたが、他の液晶表示方式 (例えば、90 度ツイステッドネマチック方式) と同様に、屈折率異方性  $n$  を変えても明るさの最適値に

については同様の結果が得られる。また、液晶組成物層の誘電率異方性の値を正にしても同様の結果が得られる。結果を実施例 14 の結果も含めて、図 12 にまとめて示す。図 12 (a) は横軸を印加電圧とし、図 12 (b) は図 12 (a) に於いて印加電圧を 7 ボルトに固定して横軸を  $d \cdot n$  にして表したものである。図 12 (b) から明らかなように、明るさは  $d \cdot n$  強く依存し、かつ最適な値が存在する。明るさを実用性のある 30 % 以上とするには  $d \cdot n$  を  $0.21$  から  $0.36 \mu\text{m}$  の間にすれば良く、さらに明るさを 50 % 以上に引き上げるには  $0.23$  から  $0.33 \mu\text{m}$  の間にすれば良い。また、液晶の封入時間や液晶組成物層の厚みの制御等、量産性を考慮すると  $d$  の値を  $5.0 \mu\text{m}$  以上とし、 $n$  を本実施例のように  $0.08$  以下とすることが望ましい。

【0079】

10

〔実施例 20 ~ 22〕

実施例 17 ~ 19 の結果から明らかなように、 $d \cdot n$  の最適値は  $0.21$  から  $0.36 \mu\text{m}$  の間、望ましくは  $0.23$  から  $0.33 \mu\text{m}$  の間にある。量産性のある液晶組成物層の厚みが  $5.0 \mu\text{m}$  以上であることを鑑みると、屈折率異方性  $n$  の値は  $0.072$  以下、望ましくは  $0.066$  以下でなくてはならない。ところが、このように極めて  $n$  の低い液晶化合物の種類は非常に少なく、十分に他の実用上の要求特性と両立することが困難である。そこで液晶組成物層の  $d \cdot n$  をやや高めに設定しておき、最適値よりも超過した分をこの液晶組成物層の  $d \cdot n$  よりも低い位相差  $R_f$  を有する光学的異方性媒質を液晶組成物層により生じた位相差を補償するように挿入し、その結果液晶組成物層と光学的異方性媒質とで合わせた実効的な位相差が最適値である  $0.21$  から  $0.36 \mu\text{m}$  の間に入るよう

20

【0080】

実施例 20 ~ 22 では下記に示す条件以外は実施例 3 と同じ構成とした。液晶組成物層の厚みをそれぞれ  $5.0$ ,  $5.2$ ,  $5.5 \mu\text{m}$  とした。屈折率異方性  $n$  が  $0.072$  ( $589 \text{nm}$ ,  $20^\circ$ ) のネマチック液晶組成物を用いている為、 $d \cdot n$  の値は  $0.360$ ,  $0.3744$ ,  $0.396 \mu\text{m}$  である。このままでは、明るさ及び色調が良好な  $0.21$  から  $0.36 \mu\text{m}$  の範囲よりも高い値となっている為、オレンジ色に着色している。この液晶セルにポリビニルアルコール製一軸延伸フィルムの光学的異方性媒質を、低電圧駆動時 (ここでは 0 ボルト) に液晶の複屈折位相差を補償するように積層した。即ち、 $R$  を  $L_{C1} (= L_{C2})$  と同じ  $85$  度とした。位相差  $R_f$  はそれぞれ  $0.07$ ,  $0.08$ ,  $0.10 \mu\text{m}$  とし、 $(d \cdot n - R_f)$  の値を  $0.29$ ,  $0.3044$ ,  $0.296 \mu\text{m}$  と明るさ及び色調が良好な  $0.21$  から  $0.36 \mu\text{m}$  の範囲に入るようにした。

30

【0081】

その結果、着色がなく明るさが 50 % 以上の明るい表示が得られた。

【0082】

〔実施例 23〕

実施例 20 の液晶組成物層を誘電率異方性が負で、その値が  $-2.5$  であり、 $n$  が  $0.0712$  ( $589 \text{nm}$ ,  $20^\circ$ ) のネマチック液晶組成物 (メルク社製, ZLI-4518) に変えた。他の構成は下記を除けば実施例 14 と同じである。液晶組成物層の厚みは  $5.5 \mu\text{m}$ 、即ち  $d \cdot n$  は  $0.3916 \mu\text{m}$  である。この液晶セルに位相差  $R_f$  が  $0.11 \mu\text{m}$  であるポリビニルアルコール製一軸延伸フィルムの光学的異方性媒質を積層し、 $(d \cdot n - R_f)$  の値を  $0.2816 \mu\text{m}$  と明るさ及び色調が良好な  $0.21$  から  $0.36 \mu\text{m}$  の範囲に入るようにした。

40

【0083】

その結果、着色がなく明るさが 50 % 以上の明るい表示が得られた。

【0084】

〔実施例 24〕

本実施例の構成は下記の要件を除けば、実施例 8 と同一である。

【0085】

液晶組成物層の  $n$  は  $0.072$  でギャップ  $d$  は  $7.0 \mu\text{m}$  とした。よって  $n \cdot d$  は

50

0.504  $\mu\text{m}$  である。 $LC_1$  を 89.5 度とし、上下基板上の液晶分子配向方向を互いに交差させ、 $|LC_1 - LC_2| = 90$  度とした。偏光板の配置は互いに直交 ( $|P_2 - P_1| = 90^\circ$ ) させかつ液晶分子配向方向との関係を旋光モードとなるように  $LC_1 = P_1$  とした。この結果、ノーマリオープン型が得られた。

#### 【0086】

本実施例における電気光学特性を測定したところ、複屈折モードである他の実施例に比べてしきい値電圧  $V_{10}$ ,  $V_{90}$  が約 2 倍になった点を除けば、同じく明るさも 50 % 以上で、視角を左右、上下に変えた場合のカーブの差も極めて小さく、表示特性はほとんど変化しないという結果を得た。また、液晶配向性も良好で、配向不良ドメインは発生しなかった。

10

#### 【0087】

〔実施例 25, 26〕

本実施例の構成は下記の要件を除けば、実施例 1 と同一である。

#### 【0088】

偏光板の配置を、電界が 0 ではなくやや印加された状態で暗状態が得られるように、設定した。即ち、 $|LC_1 - P_1|$  を実施例 25, 26 でそれぞれ 5 度, 15 度とし、 $|P_2 - P_1| = 90$  度とした。

#### 【0089】

他の実施例と同じく、明るさ、視角両面で良好な表示特性が得られた。また、液晶配向性も良好で、配向不良ドメインは発生しなかった。

20

#### 【0090】

〔実施例 27, 28〕

本実施例の構成は下記の要件を除けば、実施例 14 と同一である。

#### 【0091】

偏光板の配置を、電界が 0 ではなくやや印加された状態で暗状態が得られるように、設定した。即ち、 $|P_1 - LC_1|$  を実施例 27, 28 でそれぞれ 5 度, 7 度とし、 $|P_2 - P_1| = 90$  度とした。また、液晶組成物層の厚み  $d$  は 6.3  $\mu\text{m}$  とした。よって、 $n \cdot d$  は 0.275  $\mu\text{m}$  である。

#### 【0092】

本実施例における電気光学特性の測定結果を図 13 に示す。実施例 27 の場合、暗状態となる電圧  $V_{OFF}$  は 3.0 ボルト、最も明るくなる電圧  $V_{ON}$  は 9.2 ボルトであった。駆動を  $V_{OFF}$  と  $V_{ON}$  の間で行えば、十分に高いコントラストが得られる。同様に、実施例 28 の場合は  $V_{OFF}$  は 5.0 ボルト、 $V_{ON}$  は 9.0 ボルトであった。

30

#### 【0093】

$V_{OFF}$  と  $V_{ON}$  の間で駆動した場合、他の実施例と同じく、明るさ、視角両面で良好な表示特性が得られた。また、液晶配向性も良好で、配向不良ドメインは発生しなかった。

#### 【0094】

〔実施例 29〕

本実施例の構成は下記の要件を除けば、実施例 27 と同一である。

#### 【0095】

信号電極に画像信号を印加すると共に、共通電極に 3.0 V の交流波形を印加した。その結果、信号電極に供給する電圧の低電圧化 (8.3 V 6.2 V) が実現した。

40

#### 【0096】

このようにして  $V_{OFF}$  と  $V_{ON}$  の間で駆動を行い、他の実施例と同じく、明るさ、視角両面で良好な表示特性を得た。また、液晶配向性も良好で、配向不良ドメインは発生しなかった。

#### 【0097】

〔実施例 30〕

本実施例の構成は下記の要件を除けば、実施例 1 と同一である。

#### 【0098】

50

偏光板の配置を、電界が 0 ではなく印加された状態で暗状態が得られるように、設定した。即ち、 $|L_{C1} - P_1|$  を 45 度、 $|P_2 - P_1|$  を 90 度とした。これにより、低電圧印加時に明状態、高電圧印加時に暗状態となった。この時の明るさの電圧依存性の測定結果を図 14 で実線で示した。

【0099】

他の実施例と同じく、明るさ、視角両面で良好な表示特性が得られた。コントラスト比は 35 となった。また、液晶配向性も良好で、配向不良ドメインは発生しなかった。

【0100】

〔実施例 31〕

実施例 30 の構成に於いて、2 枚の偏光板の間に界面残留位相差を補償する複屈折媒体（一軸延伸したポリビニルアルコールフィルム）を挿入した。このフィルムの延伸方向  $R$  は -45 度とし、偏光板透過軸に直交させた。また、位相差  $R_f$  は 15 nm である。

【0101】

図 14 の点線で示したように、実施例 30 に比べて高電圧印加時の光漏れが抑制され、コントラスト比は 150 に更に改善された。

【図面の簡単な説明】

【0102】

【図 1】本発明の液晶表示装置における液晶の動作を示す図。

【図 2】本発明の薄膜トランジスタの一例を示す図。

【図 3】本発明 (a) 及び比較例 (b) の電気光学特性（視角方向依存性）を示す図。 20

【図 4】薄膜トランジスタにおいて画素電極（ソース電極）、共通電極、走査電極、信号電極（ドレイン電極）をいずれも一方の基板上に配置した本発明の一実施例を示す図。

【図 5】画素電極（ソース電極）、信号電極（ドレイン電極）を画素の中央に配置し、1 画素を 2 分割した本発明の一実施例を示す図。

【図 6】電界方向に対する、界面上の分子長軸配向方向  $L_C$ 、偏光板偏光軸  $P$ 、位相板進相軸  $R$  のなす角を示す図。

【図 7】界面上の分子長軸配向方向  $L_C$  を変えた種々の実施例における電気光学特性を示す図。誘電率異方性が正の場合。

【図 8】本発明の液晶表示駆動回路システムを表す図。

【図 9】本発明の液晶表示透過型光学システムを表す図。 30

【図 10】本発明の液晶表示反射型光学システムを表す図。

【図 11】界面上の分子長軸配向方向  $L_C$  を変えた種々の実施例における電気光学特性を示す図。誘電率異方性が負の場合。

【図 12】液晶組成物層の厚み  $d$  を変えた種々の実施例における電気光学特性を示す図。誘電率異方性が負の場合。

【図 13】偏光板の配置を、電界が 0 ではなくやや印加された状態で暗状態が得られるように設定した時の電気光学特性を示す図。

【図 14】ノーマリオープン型の特性及び界面残留位相差を補償した時の特性を表す図。

【符号の説明】

【0103】

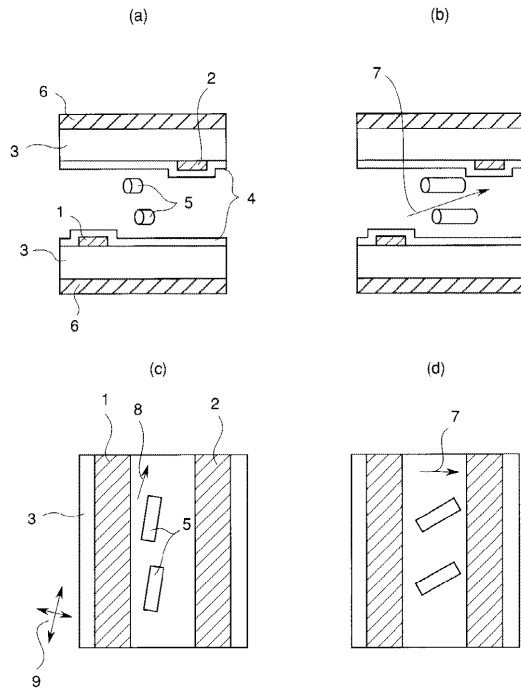
1 ... 画素電極（ソース電極）、2 ... 共通電極（コモン電極）、3 ... 基板、4 ... 配向制御膜、5 ... 液晶組成物層中の液晶分子、6 ... 偏光板、7 ... 電界方向、8 ... 界面上の分子長軸配向方向（ラビング方向）、9 ... 偏光板偏光軸方向、10 ... ゲート電極（走査電極）、11 ... 付加容量素子、12 ... 信号電極（ドレイン電極）、13 ... ゲート絶縁膜、14 ... 平坦化膜、15 ... 保護絶縁膜、16 ... アモルファスシリコン、17 ... カラーフィルタ、18 ... 遮光層、19 ... 偏光板偏光透過軸、20 ... 位相差板進相軸、21 ... 信号電極駆動回路、22 ... 走査電極駆動回路、23 ... 信号電極、24 ... 走査電極、25 ... 下側基板、26 ... 上側基板、27 ... コントロール回路、28 ... 位相差板、29 ... バックライト、30 ... 反射板、31 ... 液晶組成物層。

40



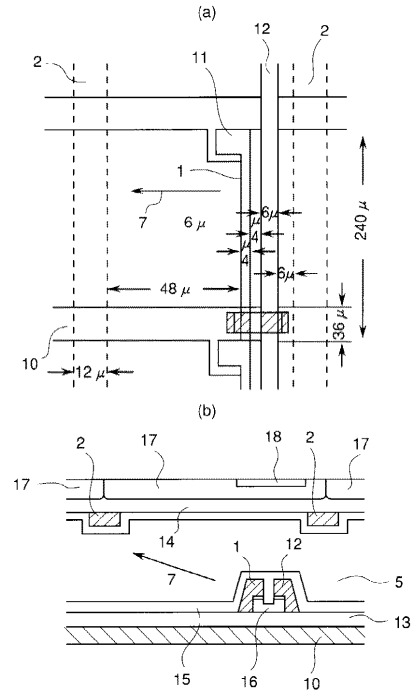
【図 1】

図 1



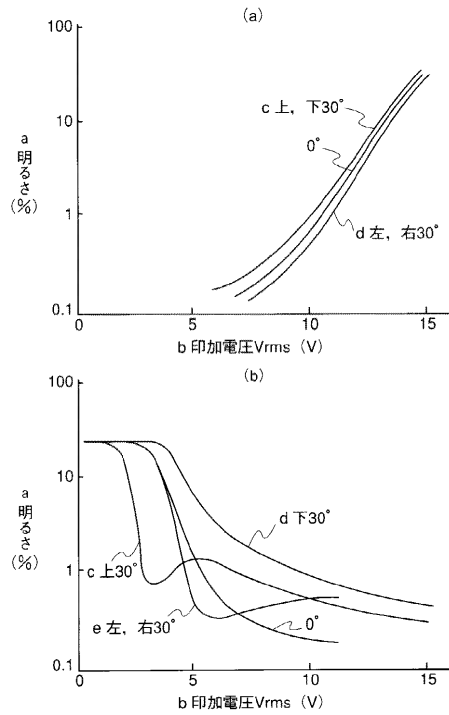
【図 2】

図 2



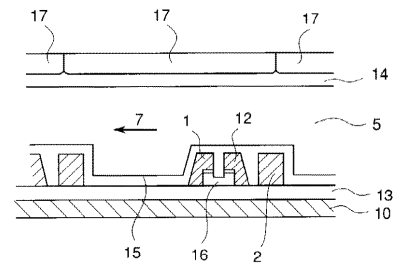
【図 3】

図 3

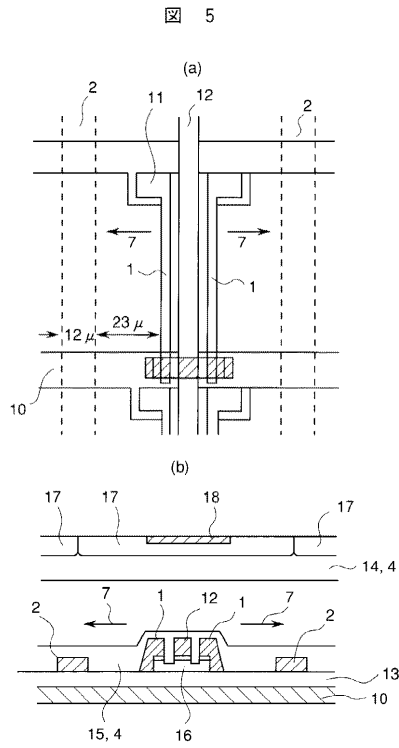


【図 4】

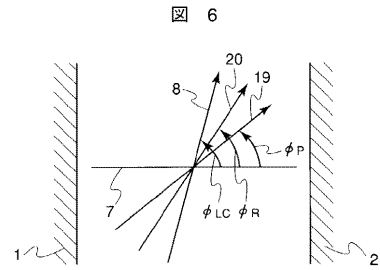
図 4



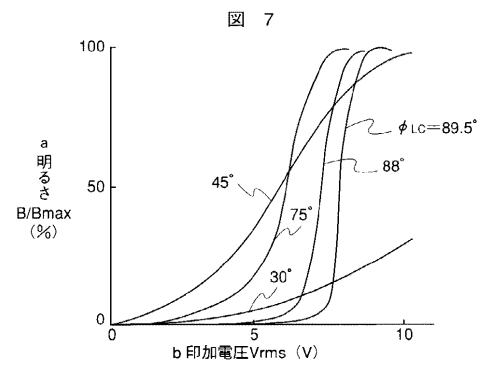
【図 5】



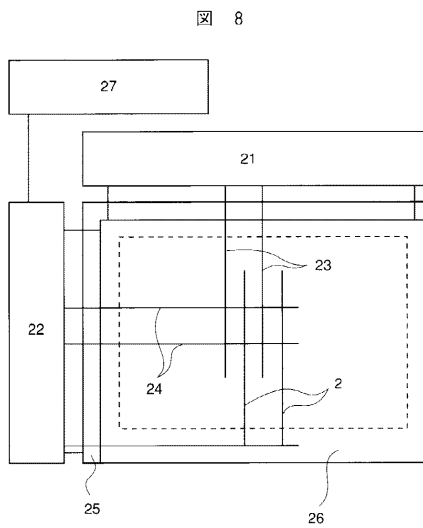
【図 6】



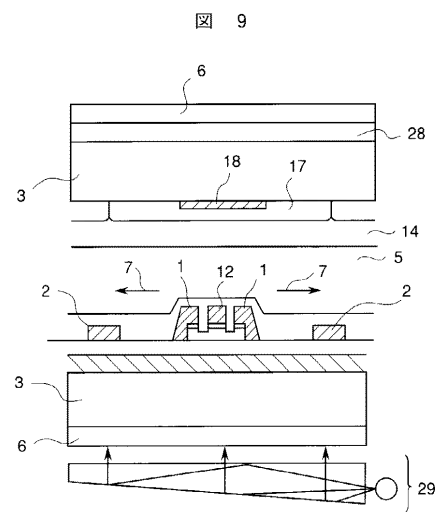
【図 7】



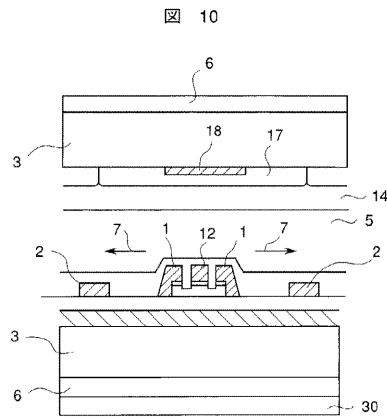
【図 8】



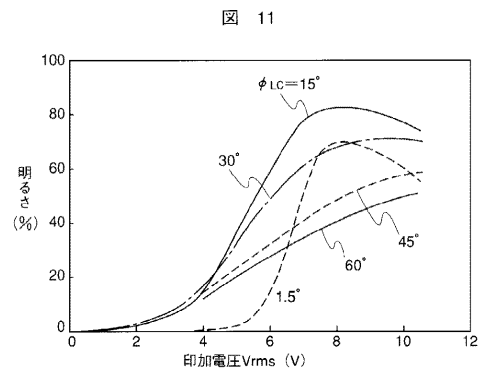
【図 9】



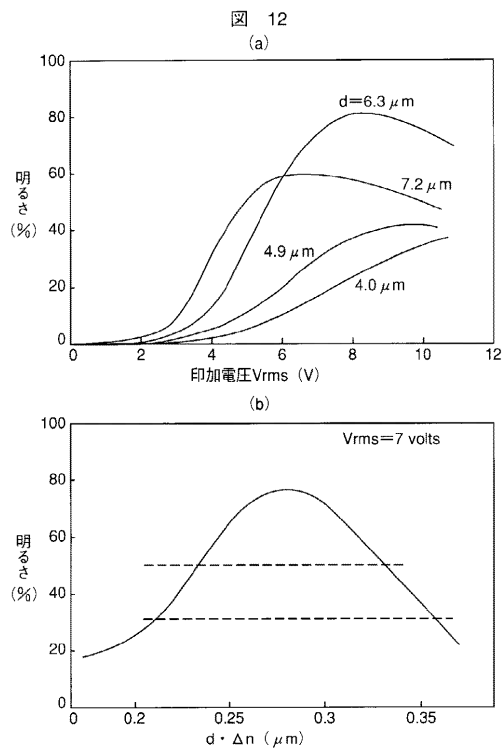
【図 10】



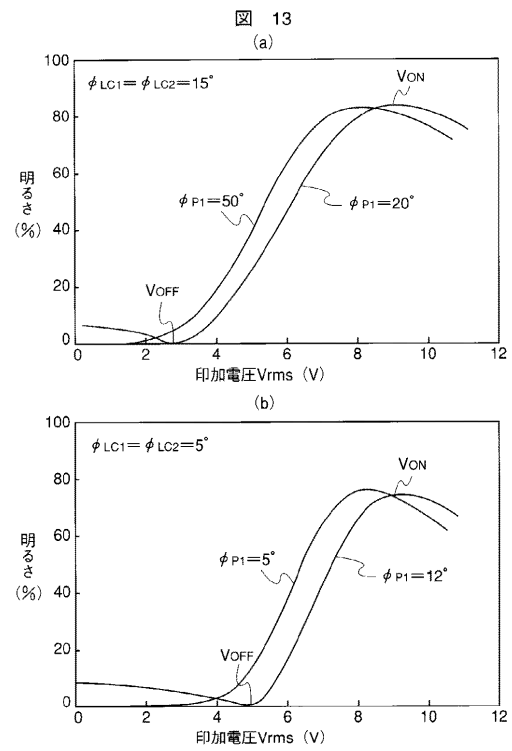
【図 11】



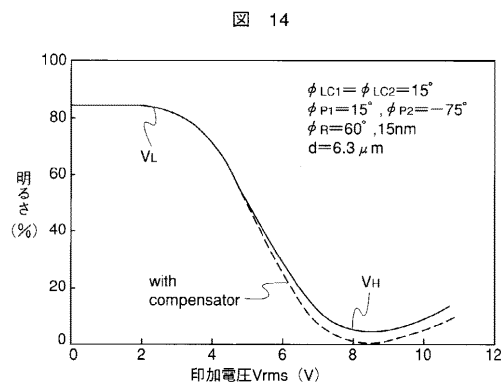
【図 12】



【図 13】



【図 14】



## 【手続補正書】

【提出日】平成16年9月8日(2004.9.8)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

一対の基板と、

該一対の基板に挟持される液晶層と、

前記基板のうちの一方に形成される複数の走査電極と、

該複数の走査電極に交差して形成される複数の信号電極と、

前記走査電極と前記信号電極との交差に対応して形成される薄膜トランジスタと、

該薄膜トランジスタに接続され、前記一対の基板の一方に対して平行な成分をもつ電界を前記液晶層に発生させる画素電極と、

前記液晶層と前記基板のそれぞれとの間に形成される配向膜と、

前記一対の基板を挟む一対の偏光板と、

前記一対の偏光板の間に設けられる位相差板と、を有し、

前記位相差板の進相軸は前記一対の偏光板のうちの一方の透過軸とほぼ平行であり、

前記位相差板の位相差  $Rf$  は  $0.02\ \mu\text{m}$  より大きく  $0.06\ \mu\text{m}$  より小さいノーマリークローズ特性を有する液晶表示装置。

【請求項2】

一対の基板と、

該一対の基板に挟持される液晶層と、

前記基板のうちの一方に形成される複数の走査電極と、  
該複数の走査電極に交差して形成される複数の信号電極と、  
前記走査電極と前記信号電極との交差に対応して形成される薄膜トランジスタと、  
該薄膜トランジスタに接続され、前記一对の基板の一方に対して平行な成分をもつ電界を前記液晶層に発生させる画素電極と、  
前記液晶層と前記基板のそれぞれとの間に形成される配向膜と、  
前記一对の基板を挟む一对の偏光板と、  
前記一对の偏光板の間に設けられる位相差板と、を有し、  
前記位相差板の進相軸は前記液晶層における液晶分子の配向方向とほぼ平行であり、  
前記位相差板の位相差  $R_f$  は  $0.02\ \mu\text{m}$  より大きく  $0.06\ \mu\text{m}$  より小さいノーマリークローズ特性を有する液晶表示装置。

【請求項 3】

一对の基板と、  
該一对の基板に挟持される液晶層と、  
前記基板のうちの一方に形成される複数の走査電極と、  
該複数の走査電極に交差して形成される複数の信号電極と、  
前記走査電極と前記信号電極との交差に対応して形成される薄膜トランジスタと、  
該薄膜トランジスタに接続され、電界を前記液晶層に発生させる画素電極と、  
前記液晶層と前記基板のそれぞれとの間に形成される配向膜と、  
前記一对の基板を挟む一对の偏光板と、  
前記一对の偏光板の間に設けられる位相差板と、を有し、  
前記液晶層の液晶分子の配向方向は、電圧無印加状態で前記一对の基板の両面に対してほぼ平行であり、  
前記位相差板の進相軸は前記一对の偏光板のうちの一方の透過軸とほぼ平行であり、  
前記位相差板の位相差  $R_f$  は  $0.02\ \mu\text{m}$  より大きく  $0.06\ \mu\text{m}$  より小さいノーマリークローズ特性を有する液晶表示装置。

【請求項 4】

一对の基板と、  
該一对の基板に挟持される液晶層と、  
前記基板のうちの一方に形成される複数の走査電極と、  
該複数の走査電極に交差して形成される複数の信号電極と、  
前記走査電極と前記信号電極との交差に対応して形成される薄膜トランジスタと、  
該薄膜トランジスタに接続され、電界を前記液晶層に発生させる画素電極と、  
前記液晶層と前記基板のそれぞれとの間に形成される配向膜と、  
前記一对の基板を挟む一对の偏光板と、  
前記一对の偏光板の間に設けられる位相差板と、を有し、  
前記液晶層の液晶分子の配向方向は、電圧無印加状態で前記一对の基板の両面に対してほぼ平行であり、  
前記位相差板の進相軸は前記液晶層における液晶分子の配向方向とほぼ平行であり、  
前記位相差板の位相差  $R_f$  は  $0.02\ \mu\text{m}$  より大きく  $0.06\ \mu\text{m}$  より小さいノーマリークローズ特性を有する液晶表示装置。

【請求項 5】

一对の基板と、  
該一对の基板に挟持される液晶層と、  
前記基板のうちの一方に形成される複数の走査電極と、  
該複数の走査電極に交差して形成される複数の信号電極と、  
前記走査電極と前記信号電極との交差に対応して形成される薄膜トランジスタと、  
該薄膜トランジスタに接続され、電界を前記液晶層に発生させる画素電極と、  
前記液晶層と前記基板のそれぞれとの間に形成される配向膜と、  
前記一对の基板を挟む一对の偏光板と、

前記一对の偏光板の間に設けられる位相差板と、を有し、

前記液晶層の液晶分子の配向方向は、電圧無印加状態で前記一对の基板の両面に対してほぼ平行であり、

前記位相差板の進相軸は前記一对の偏光板のうちの一方の透過軸とほぼ平行であり、

前記位相差板の位相差を  $R_f$ 、液晶層の厚みを  $d$ 、液晶層の屈折率異方性を  $n$  とした場合に、前記位相板の  $R_f$  は前記液晶層における  $d \cdot n$  より小さく、かつ、 $d \cdot n - R_f$  が  $0.21 \mu\text{m}$  より大きく  $0.36 \mu\text{m}$  より小さいノーマリークローズ特性を有する液晶表示装置。

【請求項 6】

一对の基板と、

該一对の基板に挟持される液晶層と、

前記基板のうちの一方に形成される複数の走査電極と、

該複数の走査電極に交差して形成される複数の信号電極と、

前記走査電極と前記信号電極との交差に対応して形成される薄膜トランジスタと、

該薄膜トランジスタに接続され、電界を前記液晶層に発生させる画素電極と、

前記液晶層と前記基板のそれぞれとの間に形成される配向膜と、

前記一对の基板を挟む一对の偏光板と、

前記一对の偏光板の間に設けられる位相差板と、を有し、

前記液晶層の液晶分子の配向方向は、電圧無印加状態で前記一对の基板の両面に対してほぼ平行であり、

前記位相差板の進相軸は前記液晶層における液晶分子の配向方向とほぼ平行であり、

前記位相差板の位相差を  $R_f$ 、液晶層の厚みを  $d$ 、液晶層の屈折率異方性を  $n$  とした場合に、前記位相板の  $R_f$  は前記液晶層における  $d \cdot n$  より小さく、かつ、 $d \cdot n - R_f$  が  $0.21 \mu\text{m}$  より大きく  $0.36 \mu\text{m}$  より小さいノーマリークローズ特性を有する液晶表示装置。

【請求項 7】

複屈折性を有する実効的な液晶層の厚みを  $d_{\text{eff}}$ 、前記液晶層の屈折率異方性を  $n$  とした場合に、 $d_{\text{eff}} \cdot n$  は  $0.21 \mu\text{m}$  より大きく  $0.36 \mu\text{m}$  より小さい請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の液晶表示装置。

【請求項 8】

前記液晶分子の長軸と前記液晶層の界面とのなす角 4 度以下、あるいは 2 度以下である請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の液晶表示装置。

---

フロントページの続き

- (72)発明者 阿部 英俊  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内
- (72)発明者 太田 益幸  
千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立製作所電子デバイス  
事業部内
- (72)発明者 鈴木 堅吉  
千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立製作所電子デバイス  
事業部内

F ターム(参考) 2H090 HA04 HA11 HB08X HB08Y HD03 HD14 HD17 LA01 LA15 MA02  
MA07 MA11  
2H092 GA14 GA15 GA17 GA25 GA26 HA02 JA24 JA41 JB13 JB21  
JB51 JB58 KB22 KB26 NA01 NA07 NA25 NA27 NA29 PA02  
PA08

|                |  |         |            |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 液晶表示装置   |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">JP2004310141A</a>  | 公开(公告)日 | 2004-11-04 |
| 申请号            | JP2004231778   | 申请日     | 2004-08-09 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 株式会社日立制作所  |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 株式会社日立制作所  |         |            |
| [标]发明人         | 近藤克己<br>寺尾弘<br>阿部英俊<br>太田益幸<br>鈴木堅吉  |         |            |
| 发明人            | 近藤 克己<br>寺尾 弘<br>阿部 英俊<br>太田 益幸<br>鈴木 堅吉   |         |            |
| IPC分类号         | G02F1/1333 G02F1/1337 G02F1/1343 G02F1/1368  |         |            |
| FI分类号          | G02F1/1343 G02F1/1333.505 G02F1/1337.525 G02F1/1368  |         |            |
| F-TERM分类号      | 2H090/HA04 2H090/HA11 2H090/HB08X 2H090/HB08Y 2H090/HD03 2H090/HD14 2H090/HD17 2H090/LA01 2H090/LA15 2H090/MA02 2H090/MA07 2H090/MA11 2H092/GA14 2H092/GA15 2H092/GA17 2H092/GA25 2H092/GA26 2H092/HA02 2H092/JA24 2H092/JA41 2H092/JB13 2H092/JB21 2H092/JB51 2H092/JB58 2H092/KB22 2H092/KB26 2H092/NA01 2H092/NA07 2H092/NA25 2H092/NA27 2H092/NA29 2H092/PA02 2H092/PA08 2H190/HA04 2H190/HB08 2H190/HD03 2H190/LA01 2H190/LA15 2H190/LA23 2H192/AA24 2H192/BA32 2H192/BB03 2H192/CC62 2H192/DA02 2H192/DA42 2H192/EA43 2H192/JA33 2H290/AA72 2H290/BA04 2H290/BA07 2H290/BA13 2H290/BB85 2H290/BF13 2H290/CA12 2H290/CA14 2H290/CA46 2H290/CB02 |         |            |
| 优先权            | 1992249938 1992-09-18 JP   |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>  |         |            |

## 摘要(译)

要解决的问题：稳定地提供具有高图像质量和轻质的液晶显示装置。解决方案：具有多个薄膜晶体管的液晶显示装置具有一对基板，保持在这对基板之间的液晶层，形成在所述一对基板中的至少一个基板上的电极结构，以产生电场具有主要平行于液晶层的一对基板中的一个的部件，与液晶层接触形成的非导电层，以及设置在非导电层上的滤色器，以及非导电层的表面。与滤色器接触使滤色器变平，与液晶层接触的表面控制液晶层的液晶的取向。Ž

