

(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2005-173544
(P2005-173544A)

(43) 公開日 平成17年6月30日(2005.6.30)

(51) Int. Cl.⁷

G02F 1/1337

F I

G02F 1/1337 515

テーマコード(参考)

2H090

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 17 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2004-212603 (P2004-212603)</p> <p>(22) 出願日 平成16年7月21日 (2004.7.21)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2003-389291 (P2003-389291)</p> <p>(32) 優先日 平成15年11月19日 (2003.11.19)</p> <p>(33) 優先権主張国 日本国(JP)</p>	<p>(71) 出願人 000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号</p> <p>(74) 代理人 100095728 弁理士 上柳 雅誉</p> <p>(74) 代理人 100107076 弁理士 藤綱 英吉</p> <p>(74) 代理人 100107261 弁理士 須澤 修</p> <p>(72) 発明者 田中 孝昭 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内</p> <p>Fターム(参考) 2H090 HB03Y HB04Y HC01 HC05 HC12 LA02 LA04 LA12 LA15 LA20 MA11</p>
---	---

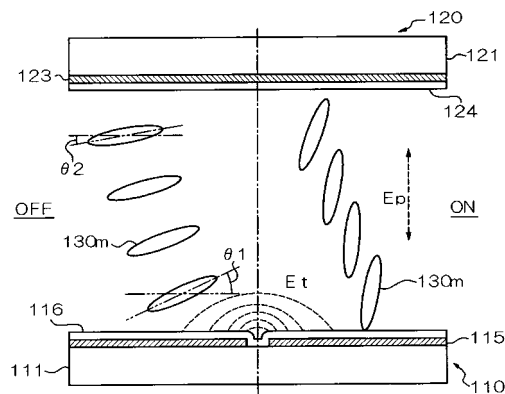
(54) 【発明の名称】 液晶装置及び電子機器

(57) 【要約】

【課題】 各画素の開口率を低下させない方法で、配向膜に起因する液晶の配向不良を低減することにより、高コントラスト比で明るい高品位の液晶装置を提供する。

【解決手段】 本発明の液晶装置100は、能動素子及び画素電極115を有する素子基板110と、素子基板に対向配置され画素電極に対向する対向電極123を備えた対向基板120と、素子基板と対向基板の間に配置された液晶層とを有し、素子基板及び対向基板の内面には基板表面に対して所定方位に傾斜した無機材料の柱状構造物からなる配向膜116, 124を有し、液晶層は正の誘電異方性を有する液晶分子130mを主体として構成され、素子基板の配向膜116上における液晶分子のプレティルト角 θ_1 が10度以上45度以下であり、対向基板の配向膜124上における液晶分子のプレティルト角 θ_2 が0度以上10度未満であることを特徴とする。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

能動素子及びこれに導電接続された画素電極を有する素子基板と、前記素子基板に対向配置され前記画素電極に対向する対向電極を備えた対向基板と、前記素子基板と前記対向基板の間に配置された液晶層とを有する液晶装置において、

前記素子基板及び前記対向基板の内面には基板表面に対して所定方位に傾斜した無機材料の柱状構造物からなる配向膜を有し、

前記液晶層は正の誘電異方性を有する液晶分子を主体として構成され、

前記素子基板の前記配向膜上における前記液晶分子のプレティルト角が10度以上45度以下であり、前記対向基板の前記配向膜上における前記液晶分子のプレティルト角が0度以上10度未満であることを特徴とする液晶装置。

10

【請求項 2】

能動素子及びこれに導電接続された画素電極を有する素子基板と、前記素子基板に対向配置され前記画素電極に対向する対向電極を備えた対向基板と、前記素子基板と前記対向基板の間に配置された液晶層とを有する液晶装置において、

前記素子基板の内面には基板表面に対して所定方位に傾斜した無機材料の柱状構造物からなる配向膜を有し、

前記液晶層は負の誘電異方性を有する液晶分子を主体として構成され、

前記素子基板の前記配向膜上における前記液晶分子のプレティルト角が85度以上90度未満であることを特徴とする液晶装置。

20

【請求項 3】

前記配向膜が斜方蒸着法によって形成されたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の液晶装置。

【請求項 4】

前記配向膜が異方性スパッタ法によって形成されたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の液晶装置。

【請求項 5】

前記配向膜を形成する材料が SiO 、 SiO_2 、 SiN 、 MgO 、 MgF_2 、 Al_2O_3 、 TiO_2 の少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の液晶装置。

【請求項 6】

前記素子基板における前記配向膜の下地表面には平坦化処理が施されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の液晶装置。

30

【請求項 7】

前記画素電極と前記対向電極の平面的に重なる領域として構成される画素領域の表面段差が $1\ \mu\text{m}$ 以下になるよう、前記平坦化処理を施されたことを特徴とする請求項 6 に記載の液晶装置。

【請求項 8】

前記フレーム反転駆動で駆動する液晶駆動手段を有することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の液晶装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の液晶装置を表示体として備えた電子機器。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は液晶装置及び電子機器に係り、特に、能動素子に接続された画素電極を有する液晶装置の構成に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、液晶表示装置は、一对の基板間に液晶が挟持されてなるパネル構造を有し、この液晶の初期配向状態は、液晶分子の特性と、基板の液晶側の表面上に形成された配向膜

50

の特性により規制される。この配向膜としては、通常、ポリイミドなどの高分子膜の表面を布によって擦るラビング処理を施すことで、所定方向に配向性を有する配向性有機膜が用いられる。しかしながら、この種の高分子膜は耐熱性や耐光性に劣る場合があり、また、ラビング処理において塵埃が発生するため、この塵埃によって配向不良が発生することがある。さらに、基板の表面に段差があるとラビング処理が施されない部分が発生しやすいため、これによっても配向不良が生ずる場合がある。このような配向不良は、白表示における透過率の低下や黒表示における光漏れなどを招来するので、表示画像のコントラストの低下につながる。

【0003】

特に、TFTアクティブマトリクス型の液晶表示装置の場合には、TFTアレイが形成された素子基板上に、走査線、データ線、容量線等の各種配線や画素電極をスイッチング制御するためのTFTなどの構造要素が形成されているため、これらの構造要素を含む複雑な層構造に起因して配向膜の表面に段差が生じやすい。したがって、素子基板上に形成された配向膜の不良に起因するコントラストの低下が大きな問題点となる。

10

【0004】

そこで、素子基板の表面部分（例えば配線が通過する領域など）を極力平坦に構成するとともに、上記のTFTが形成されている素子形成領域に対応させて対向基板又は素子基板に遮光膜を形成し、上記の段差による配向不良が表示に寄与しないように構成する場合がある（例えば、特許文献1及び2参照）。また、上記と同様に素子基板の表面部分を極力平坦化すると同時に、隣接する画素電極下に重なるようにパターン膜を形成することによって画素間領域に臨む両側の画素電極の端縁を高く構成することにより、画素電極の端縁と対向基板との間に生ずる縦電界を横電界よりも強くして、横電界による影響を低減する場合がある（例えば、特許文献3参照）。

20

【0005】

他方、一般にこの種の液晶表示装置では、直流電圧印加による液晶等の液晶の劣化を防止する観点で、各画素電極に印加される電位極性を周期的に反転させる反転駆動方式が採用されている。この反転駆動方式としては、1フレーム期間においては各画素に同極性の電位を供給するが、フレーム周期毎に各画素の電位極性を反転させるフレーム反転駆動方式と、これと同様にフレーム周期毎に各画素の電位極性を反転させるが、1フレーム期間において画素行（ライン）の供給電位が交互に反転した状態とする1H反転駆動方式（ライン反転駆動方式）と、1フレーム期間において画素列（コラム）の供給電位が交互に反転した状態とする1S反転駆動方式（コラム反転駆動方式）などが知られている。上記のフレーム反転駆動方式には液晶材料の寿命が長くなるという利点があるが、隣接する画素間のクロストークなどに起因してフリッカが発生し、表示品位が低下することがあるので、上記1H反転駆動方式や1S反転駆動方式が広く用いられている。

30

【特許文献1】特開2001-166311号公報

【特許文献2】特開2001-166312号公報

【特許文献3】特開2001-166337号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0006】

ところで、上記従来 of アクティブマトリクス型の液晶表示装置では、段差の大きい領域、例えば素子形成領域を遮光膜で覆い隠すことにより、画素の開口率の向上が妨げられるという問題点がある。特に、近年においては画面の高精細化が進み、これに伴って画素ピッチが小さくなりつつあるところ、能動素子の小型化や配線の細幅化は困難であるため、画素面積に対する上記素子形成領域などの遮光面積の割合が増大して開口率が低下しつつある。したがって、上記のような遮光による配向不良対策は今後ますます採用しにくい状況になるものと考えられる。

【0007】

他方、液晶表示装置の駆動方式として前述の1H反転駆動方式や1S反転駆動方式を採

50

用すると、フレーム内の画素行若しくは画素列間において常に逆極性の電位が印加されることになるので、相隣接する画素電極間に生じる横電界によって液晶のディスクリネーションが生じ、この部分における透過率の低下や光抜け等が発生して表示画像のコントラストが低下してしまうという問題がある。この点を改善するために、上記と同様に画素間領域を遮光膜で覆い隠すことは可能であるが、これは上述の通り開口率を維持し或いは向上することには逆行するものである。また、上記と同様に、液晶表示装置の高精細化が進み、画素ピッチが狭小化するほど、隣接する画素電極間の距離も小さくなるので、上記の横電界の強度及びその影響は大きくなる。

【0008】

そこで、本発明は上述の問題点に鑑みなされたものであり、その課題は、各画素の開口率を低下させない方法で、配向膜に起因する液晶の配向不良を低減することにより、高コントラスト比で明るい高品位の液晶装置を提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明の第1の液晶装置は、能動素子及びこれに導電接続された画素電極を有する素子基板と、前記素子基板に対向配置され前記画素電極に対向する対向電極を備えた対向基板と、前記素子基板と前記対向基板の間に配置された液晶層とを有する液晶装置において、前記素子基板及び前記対向基板の内面には基板表面に対して所定方位に傾斜した無機材料の柱状構造物からなる配向膜を有し、前記液晶層は正の誘電異方性を有する液晶分子を主体として構成され、前記素子基板の前記配向膜上における前記液晶分子のプレティルト角が10度以上45度以下であり、前記対向基板の前記配向膜上における前記液晶分子のプレティルト角が0度以上10度未満であることを特徴とする。

20

【0010】

この発明によれば、基板表面に対して所定方位に傾斜した無機材料の柱状構造物からなる配向膜を用いることにより、上述の配向性高分子膜を用いる場合に問題となるラビング時の塵埃が発生しない分、当該塵埃に起因する配向不良を低減できる。また、この種の配向膜は膜の形成条件によって液晶分子のプレティルト角を容易にコントロールできる（プレティルト角を容易に大きく設定できる）ため、後に述べるように横電界による配向ひずみの影響を軽減することが可能である。このような配向膜は、SiO₂などの無機材料を斜

30

【0011】

本発明の液晶装置では、正の誘電異方性を有する液晶分子を主体として液晶層が形成されているので、液晶層の厚さ方向に印加される縦電界によって液晶分子の長軸が当該縦電界の方向に配向される。この種の水平配向モードでは、液晶のプレティルト角が小さすぎると、縦電界の印加時にリバースティルトが発生しやすくなり、ディスクリネーションによる明暗の顕著なムラが現れ、コントラスト比の低下や残像などの表示特性の悪化の原因になる。また、プレティルト角が大きくなると、上記問題は少なくなるが、電圧無印加状態における光学特性の不良（白表示時の光透過率の低下など）が発生し、コントラストが低下する。したがって、液晶のプレティルト角が小さくても大きくてもコントラストの低下につながる。

40

【0012】

上記の水平配向モードでは、素子基板の配向膜上における液晶分子のプレティルト角は10度以上45度以下であることが好ましい。このプレティルト角が10度以上になると、隣接する画素電極による横電界の影響を受けにくくなる。これは、プレティルト角が或る程度大きい場合には、縦電界の印加時において液晶分子が縦電界に沿って配向しやすく

50

なるので、横電界が存在しても液晶分子の配向方向に影響が生じにくいからである。ただし、このプレティルト角が45度を越えると、上述のように電圧無印加状態の光学特性の悪化により、却ってコントラストが低下する。

【0013】

一方、対向基板の配向膜上における液晶のプレティルト角は、0度以上10度以下であることが好ましい。対向基板の配向膜上におけるプレティルト角は、隣接画素の横電界の影響を考慮する必要がないため、素子基板上のプレティルト角より小さくすることができ、かつ、素子基板上のプレティルト角が大きい場合にはこれによる電圧無印加時における光学特性の不良を補うために小さくすることが有効であるが、10度を越えると上記の利点なくなる。

10

【0014】

また、本発明の第2の液晶装置は、能動素子及びこれに導電接続された画素電極を有する素子基板と、前記素子基板に対向配置され前記画素電極に対向する対向電極を備えた対向基板と、前記素子基板と前記対向基板の間に配置された液晶層とを有する液晶装置において、前記素子基板の内面には基板表面に対して所定方位に傾斜した無機材料の柱状構造物からなる配向膜を有し、前記液晶層は負の誘電異方性を有する液晶分子を主体として構成され、前記素子基板の前記配向膜上における前記液晶分子のプレティルト角が85度以上90度未満であることを特徴とする。

【0015】

この発明によれば、基板表面に対して所定方位に傾斜した無機材料の柱状構造物からなる配向膜を用いることにより、上述の配向性高分子膜を用いる場合に問題となるラビング時の塵埃が発生しない分、当該塵埃に起因する配向不良を低減できる。また、この種の配向膜は膜の形成条件によって液晶分子のプレティルト角を容易にコントロールできる（プレティルト角を容易に大きく設定できる）ため、後に述べるように横電界による配向ひずみの影響を軽減することが可能である。このような配向膜は、SiO₂などの無機材料を斜方蒸着法に基板上に蒸着することにより形成できる。SiO₂で傾斜した柱状構造物が配列されてなる配向膜を形成することで、垂直配向モードにおいて好適なプレティルト角を容易に設定でき、プレティルト角の制御性も良好になる。無機材料の傾斜した柱状構造物は、前述の斜方蒸着法のみならず、イオンビームスパッタやミラートロンスパッタ等の異方性スパッタ法によっても形成することができる。

20

30

【0016】

誘電異方性が負である液晶を用いる垂直配向モードの液晶層を有する場合には、プレティルト角が小さいと、電界無印加時において液晶分子の長軸が垂直方向に対して大きく傾斜した姿勢となるため、液晶層において旋光性或いは複屈折性などの光変調が生ずることから、黒表示の光漏れを招きコントラストが低下する。逆にプレティルト角が大きいと、上記の配向膜の配向規制力が小さいことから電界印加時において液晶分子の倒れる方位がばらついてディスクリネーションが発生する。すなわち、この垂直配向モードにおいても、プレティルト角が小さすぎても大きすぎてもコントラストが低下する。

【0017】

この垂直配向モードでは、素子基板上のプレティルト角は85度以上90度未満であることが好ましい。このプレティルト角が85度未満であると、電界無印加時において液晶分子の光学異方性による光変調度合が大きくなり、コントラストが低下する。一方、プレティルト角が90度になると、電圧印加時にディスクリネーションによりコントラストが低下する。特に、このディスクリネーションはプレティルト角が大きいことに起因するだけでなく、隣接画素との間に生ずる横電界の影響を受けて液晶分子の長軸が立ち上がりやすくなることにも起因する。特に、上記プレティルト角は87度より大きく、89度未満であることがより望ましい。

40

【0018】

上記のいずれの発明においても、前記素子基板における前記配向膜の下地表面には平坦化処理が施されていることが好ましい。素子基板の下地表面の段差を平坦化することによ

50

り、基板上表面の段差に起因する配向膜の形成不良を防止することができる。特に、このように平坦化された下地表面上に斜方蒸着法を用いて上記の配向膜を形成する場合においては、配向規制力のばらつきの少ない良質の配向膜を形成することができる。また、このように素子基板の表面が平坦になるほど、隣接画素電極間の横電界の影響は大きくなるので、上記の素子基板上のプレティルト角の構成要件は特に効果的である。

【0019】

上記の平坦化処理としては、例えば、画素電極の下層に絶縁層を形成した構造では、この絶縁層を無機絶縁膜とし、その表面を化学機械研磨などによって平坦化すること、或いは、上記絶縁層を有機高分子膜とし、スピンコーティングなどによって塗布することによって平坦化することなどが挙げられる。また、電極を形成する材料そのものに平坦化処理を施してもよく、あるいは電極上に膜を形成してその表面に平坦化処理を施しても良い。上記のように平坦化処理を受けた下地表面により、前記画素電極と前記対向電極の平面的に重なる領域として構成される画素領域における上記配向膜の表面段差量は $1\mu\text{m}$ 未満であることが好ましく、特に $0.5\mu\text{m}$ 以下であることが望ましい。

10

【0020】

また、上記のいずれの発明においても、前記フレーム反転駆動で駆動する液晶駆動手段を有することが好ましい。1H反転駆動方式や1S反転駆動方式のように、隣接する画素行間、或いは、隣接する画素列間の供給電位が相互に逆極性である場合には、隣接する画素行若しくは画素列に属する画素電極間に定常的に大きな横電界が発生するため、ディスクリネーションによりコントラストが低下してしまうのに対して、フレーム反転駆動方式では、各画素のオンオフ状態や階調表示状態などに起因する小さな横電界の発生は生じ得るが、反転駆動に伴う大きな横電界の発生がないため、コントラストを高め、高画質化を実現することができる。

20

【0021】

さらに、本発明の電子機器は、上記いずれかの液晶装置を表示体として有することを特徴とする。本発明の液晶装置は表示体として用いられる場合に限られないが、特に、電子機器に表示体として搭載されることが好ましい。特に、液晶プロジェクタなどの投射型表示装置や携帯電話などの携帯型電子情報端末などの透過型表示体として用いると、その表示品位の高さを有効に発揮することができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。以下に説明する各実施形態は、本発明の液晶装置を液晶表示装置に適用したものである。また、以下に図面を参照しつつ各実施形態を説明するが、各図においては、各層や各部材を認識可能な程度の大きさとするため、適宜に各層や各部材毎に縮尺を異ならせて描いてある。

【0023】

[第1実施形態]

最初に、本発明に係る第1実施形態における液晶表示装置の概略構成について説明する。図1は、本実施形態の液晶装置100のパネル構造の概略平面透視図、図2は、同パネル構造の概略縦断面図である。

40

【0024】

この液晶装置100は、図1及び図2に示すように、ガラスやプラスチックなどからなる基板111と基板121とがシール材13を介して所定の間隙(セルギャップ)を有するように貼り合わせられ、シール材13によって画成された液晶配置領域内に液晶130が配置(封入)されてなる。液晶130はシール材13に設けられた液晶注入口13aから注入され、その後、液晶注入口13aは樹脂などからなる封止剤15によって封鎖される。シール材13としてはエポキシ樹脂などの光硬化性樹脂その他の各種の樹脂を用いることができる。セルギャップ(基板間隔、或いは、液晶層の厚さ)を確保するために、シール材13内にセルギャップに相当する粒径(約 $2\sim 10\mu\text{m}$)を備えたスペーサ(無機或いは有機質のファイバ若しくは球体)が混入されることが好ましい。

50

【0025】

基板111は基板112よりも若干大きな表面積を備えており、液晶配置領域内の内面上に多数の画素に対応して配線層、透明電極、TFT（薄膜トランジスタ）やTFD（薄膜ダイオード）などの能動素子が形成されている。基板121の内面にも画素に対応する配線層や透明電極が形成されている。基板121の内面上には、シール材13の形成領域の内側において、画素が配列されてなる液晶駆動領域を取り巻くように周回状に形成された遮光膜122が形成されている。

【0026】

基板111の内面上におけるシール材13の形成領域の外側には、基板111及び121の内面上に形成された配線層に導電接続された配線パターン111aが形成されており、この配線パターン111aに合わせて集積回路チップなどからなる走査線駆動回路17及びデータ線駆動回路18が実装されている。さらに、透明基板111の一側の外縁部には多数の外部端子19が配列した外部端子部111bが構成されており、この外部端子部111bに対して異方性導電膜などを介してフレキシブル配線基板などの配線部材16が導電接続されている。

10

【0027】

液晶130は、TN型や垂直配向型などのように、電界を印加するとその誘電異方性によって液晶分子の姿勢が変化し、これに伴ってその光学異方性によって光学状態が変化する各種モードの液晶層を構成している。上記液晶装置100では、使用する液晶130の種類、動作モード、表示モード（ノーマリーホワイト、ノーマリーブラック）等に応じて、偏光フィルム、位相差フィルム、偏光板などが所定方位に向けた姿勢にて取り付けられる。なお、図2には、基板111及び121の外面上に配置された偏光板110p及び120pのみを示してある。

20

【0028】

図3には、液晶装置100においてTFTを用いたアクティブマトリクス型の液晶パネルを構成する場合の液晶パネルの拡大部分断面図を示し、図4には、この場合の素子基板110の平面配置図を示す。図3に示すように、素子基板110には、基板111上にTFT112や画素電極115などが形成されている。具体的には、基板111上には下地絶縁膜111xが形成され、この上にTFT112が形成されている。このTFT112は、図4に示す走査線117に導電接続されたTaなどで構成されたゲート112aと、このゲート112aの下層に隣接配置されたSiO₂などで構成された絶縁薄膜112bと、この絶縁薄膜112bを挟んで上記ゲート112aと対向配置されたポリシリコンなどで構成される半導体層112cとを有する。半導体層112には、ゲート112aに対向する部分がチャネル領域となり、その左半部にソース領域が構成され、層間絶縁膜112xを通してソース電極112dに接合している。また、チャネル領域の右半部にはドレイン領域が構成され、層間絶縁膜112xを通してドレイン電極112eに接合している。

30

【0029】

図4に示すように、基板111上には走査線117とデータ線118が縦横にそれぞれ並列するように形成され、走査線117は画素毎に形成されたTFT112のゲート112aに導電接続され、データ線118はTFT112のソース電極112dに導電接続されている。TFT112のドレイン電極112eは絶縁層113に形成された開口113aを通して上層の画素電極115に電氣的に接続されている。また、半導体層112cのドレイン領域は、図4に示す容量線119の一部である保持電極112fと対向配置され、容量線119との間に保持容量を構成している。

40

【0030】

絶縁層113はアクリル樹脂などの合成樹脂やSiO₂などの無機材料で構成されている。絶縁層113は上記TFT112の上にも形成されている。絶縁層113の表面には平坦化処理が施されている。例えば、絶縁層113が合成樹脂で構成される場合には、未硬化の樹脂を塗布し、スピンコーティング法などによって平坦化する。また、絶縁層11

50

3が無機材料で構成される場合には、無機材料に対するエッチング機能を有する薬剤を供給しながら研磨パッドを当てて回転させるなどの方法で、化学機械研磨が施される。このような平坦化処理により、絶縁層113の表面の段差量は $1\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $0.5\mu\text{m}$ 以下に低減される。また、電極を形成する材料そのものに平坦化処理を施してもよく、あるいは電極上に膜を形成してその表面に平坦化処理を施しても良い。平坦化処理は、少なくとも画素を構成する領域、即ち画素電極115と後述する対向電極123の平面的に重なる領域(アクティブエリア)に施されていれば良く、アクティブエリアの周辺部分には必ずしも必要ではない。また、隣接する画素同士の間隔部分(画素間)が電極表面よりもへこんでいる分には、配向膜形成に何ら影響を及ぼさないので、この場合は段差とはみなさない。

10

【0031】

次に、上記の絶縁層113の上にはITOなどの透明導電体で構成される画素電極115が形成される。この画素電極115の上には配向膜116が形成される。この配向膜116は、図8(a)に示すように、基板111の表面に対して所定方位に傾斜してなる柱状構造物116sを配列させてなる無機配向膜である。この配向膜116の表面も、上記絶縁層113の平坦性を反映して段差量が $1\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $0.5\mu\text{m}$ 以下に構成されることが好ましい。

【0032】

配向膜116は、図13に示す斜方蒸着法によって斜方蒸着膜として形成することができる。すなわち、チャンバ5の内部を減圧状態とし、蒸発源6に無機材料を配置して加熱するなどの方法で蒸散させる。チャンバ5内には蒸発源6に対して傾斜した姿勢で基板1が配置され、この基板1の基板面に対して所定の蒸着角度で無機材料を蒸発させる。ここで、 $6x$ は無機材料の飛行方向、 $1dx$ は基板1上に形成される上記柱状配向物の傾斜方位である。蒸着角度は基板1の表面と無機材料の飛行方向 $6x$ のなす角で定義される。配向膜116を構成する無機素材としては、 SiO 、 SiO_2 、 SiN 、 MgO 、 MgF_2 、 Al_2O_3 、 TiO_2 などが挙げられる。これらの材料を用いて配向膜を形成するにあたっては、単一の材料を使用するか、あるいは液晶の電気特性を調整する目的で異なる材料の多層膜を用いたり、上下の基板で異なる材料を用いることもできる。この斜方蒸着法における蒸着角度は、例えば基板表面に対して $5\sim 45$ 度程度である。本実施形態のような水平配向モードにおいては、蒸着角度は $5\sim 30$ 度程度となる。また、後述する第2実施形態のような垂直配向モードにおいては、蒸着角度は $30\sim 45$ 度程度となる。蒸着角度とプレティルト角の関係は、使用する材料や膜厚にも依存するのでこの限りではない。

20

30

【0033】

配向膜116の膜厚は、例えば $50\sim 2000$ 程度である。この膜厚は図8(a)に示す配向膜の凹凸構造を平均化したときの数値を示している。配向膜116の配向規制力は主として無機材料の種類や蒸着角度に大きな影響を受けるので、後述する配向膜116上のプレティルト角は、配向膜116の無機材料及び蒸着角度を適宜に設定することによって制御することができる。

【0034】

一方、対向基板120は基板121上に対向電極123が形成されてなる。具体的には、基板121上には、上記のCr、Al等の金属や黒色樹脂などで遮光膜122が形成されている。この遮光膜122は、図1に示すように液晶駆動領域の周縁部に形成される他に、各画素の間の領域や上記TF112の形成される素子形成領域Sを覆うように形成される。また、基板121の上にはITOなどの透明導電体で構成された対向電極123が形成される。そして、この対向電極123の上には配向膜124が形成される。

40

【0035】

この配向膜124は、上記配向膜116と同様に、基板121の表面に対して所定方位に傾斜してなる柱状構造物を配列させてなる無機配向膜で構成される。配向膜124による液晶130の初期配向の方位角は、配向膜116による液晶130の初期配向の方位角とは通常異なる。例えば、液晶130がTNモードの液晶層を構成する場合、両配向膜に

50

よる液晶分子の初期配向方位は相互に約 90 度の角度差を有する関係にある。

【0036】

上記の素子基板 110 と対向基板 120 とは、図 1 及び図 2 に示すシール材 13 を介して貼り合わされ、圧着されることによって所定の基板間隔を有するように接着される。このとき、両基板間やシール材 13 の内部にスペーサを配置しておくことにより、このスペーサによって基板間隔が規制される。その後、後述する液晶注入工程が実施されることにより、図 1 及び図 2 に示すパネル構造が形成される。

【0037】

図 5 は、本実施形態の素子基板 110 の電氣的構成を示す等価回路図である。TFT 112 のゲートは走査線 117 に、ソースはデータ線 118 に、ドレインは上記画素電極 115 にそれぞれ接続されている。また、半導体層 112c のドレイン領域及び容量線 119 に設けられた保持電極 112f の対向配置構造で構成される保持容量により、画素電極 115 への供給電位が保持されるように構成されている。

【0038】

液晶装置 100 を駆動する際には、データ線 118 に画像信号 S1、S2、...、Sn が供給される。これらの画像信号は、データ線 118 の配列順に線順次に供給されるように構成しても構わないし、相隣接する複数のデータ線 118 同士に対して、グループ毎に供給されるようにしても良い。また、走査線 117 には、所定のタイミングでパルス的に走査信号 G1、G2、...、Gm が供給される。走査信号は、走査線 117 の配列順に線順次で印加するように構成されている。この走査信号によってスイッチング素子である TFT 112 は一定期間だけ閉成され、この期間においてデータ線 118 から供給される画像信号 S1、S2、...、Sn が所定のタイミングで画素電極 115 に書き込まれる。画素電極 115 に書き込まれた所定レベルの画像信号 S1、S2、...、Sn は、対向基板 120 に形成された対向電極 124 との間で所定の縦電界を発生させ、一定期間保持される。ここで、液晶は、画像信号の電位にレベルに応じて階調駆動される。ここで、上記の保持容量は、次の書き込みタイミングまでの間、画素電極 115 に保持された画像信号がリークするのを防ぐ。

【0039】

図 6 は、本実施形態における液晶セル構造を模式的に示す概略説明図である。なお、本実施形態は TN モードの液晶層を前提としているが、図 6 では液晶分子のツイスト状態を省略して示す。ここで、図 6 の左半部は電界無印加状態を示し、右半部は電界印加状態を示す。

【0040】

本実施形態では、電界無印加状態において、素子基板 110 に設けられた配向膜 116 上における液晶分子 130m のプレティルト角 θ_1 は 10 度以上 45 度以下となっている。また、対向基板 120 に設けられた配向膜 124 上において、液晶分子 130m のプレティルト角 θ_2 は 0 度以上 10 度未満となっている。本実施形態では、プレティルト角 θ_1 はプレティルト角 θ_2 よりも大きい。

【0041】

本実施形態において、素子基板 110 側のプレティルト角 θ_1 は 10 度以上と比較的大きいが、対向基板 120 側のプレティルト角 θ_2 は 10 度未満となっているため、電界無印加状態では、プレティルト角に起因する光変調、すなわち、旋光性や複屈折を抑制することができる。したがって、ノーマリ-ホワイトモードであれば、電界無印加状態における透過率の低下（白表示の白色度の低下）を抑制でき、また、ノーマリーブラックモードであれば、電界無印加状態における光漏れ（黒表示の黒色度の低下）を抑制できる。

【0042】

一方、電界印加状態では、画素電極 115 と対向電極 123 との間に印加される縦電界 E_p により、正の誘電異方性を有する液晶分子 130m はその分子軸（長軸）が垂直方向に向くように配向する。このとき、上記の初期配向状態では素子基板 110 側のプレティルト角 θ_1 が対向基板 120 側のプレティルト角 θ_2 より大きく構成されているので、素

10

20

30

40

50

子基板 110 側にある液晶分子 130 m の方が、対向基板 120 側にある液晶分子 130 m よりも垂直姿勢になりやすいため、より垂直姿勢に近い状態になる。したがって、隣接する画素電極 115 間にて発生する横電界 E_t による液晶分子 130 m の配向への影響を低減することができる。すなわち、素子基板 110 の近傍において、電界印加時における横電界 E_t に起因するディスクリネーションを抑制することができる。

【0043】

本実施形態において、プレティルト角 θ_1 が 10 度を越えると、横電界 E_t による影響をほとんどなくすることができる。一方、プレティルト角 θ_2 は 10 度未満であるため、プレティルト角の大きさによるコントラストの低下を抑制できる。ただし、プレティルト角 θ_1 が 45 度を越えると、配向規制力も低下してディスクリネーションが生ずるなど、コントラストの低下を抑制することは難しくなる。

10

【0044】

この第 1 実施形態による効果を確認するために、上記の構成を有する TN モードの液晶層を有する液晶表示パネルを作成した。配向膜 116 は、図 13 に示す斜方蒸着法を用いて無機材料として SiO により形成した。蒸着角度は 3 ~ 10 度 (典型的には約 5 度) とし、その結果、プレティルト角 θ_1 は約 20 ~ 30 度 (典型的には約 25 度) となった。一方、配向膜 124 は、基板面に対する蒸着角度を約 25 ~ 30 度 (典型的には約 30 度) とし、同様に SiO を蒸着した結果、図 8 (c) に示すように液晶分子の方位角が蒸着方向とほぼ直行する方向に配列し、プレティルト角 θ_2 は 0 ~ 5 度 (典型的には約 0 度) となった。この液晶パネルを、プレティルト角 θ_1 及び θ_2 を 5 度とし、他の条件を上記

20

と同様に構成した場合に較べると、白表示における透過率が約 20 % 向上した。

無機材料として Al_2O_3 を用いた場合にも、ほぼ上述と同様な効果が確認できた。

【0045】

本実施形態の液晶装置 100 は、フレーム反転駆動方式で駆動することが好ましい。従来広く用いられていた上述の 1H 反転駆動方式では、図 9 (a) と (b) に示すようにフレーム周期で画素 109 に印加される電位の極性が反転するが、各フレーム期間内において画素行 (ライン) L1, L2, L3, ... 毎に画素電極 109 に印加される電位の極性が交互に反転しているため、隣接する画素行 (ライン) に属する画素電極間において常時大きな横電界が発生する。また、図示しないが、1S 反転駆動方式では、各フレーム期間内において、上記の画素行 (ライン) L1, L2, L3, ... の代わりに、画素列 (コ

30

ラム) C1, C2, C3, ... 毎に画素電極に印加される電位の極性が交互に反転しているため、隣接する画素列 (ライン) に属する画素電極間において常時大きな横電界が発生する。

【0046】

これに対して、本実施形態で用いられるフレーム反転駆動方式では、図 10 (a) 及び (b) に示すように、1 フレーム期間内において各画素電極 115 に同極性の電位が供給され、その供給電位の極性がフレーム周期毎に反転するように駆動される。したがって、隣接する画素電極間の横電界は、隣接画素間でオンオフ状態が異なる場合や、駆動の階調制御状態が異なる場合にのみ発生し、その電界強度も小さい。このように、フレーム反転駆動方式を採用すると、1H 反転駆動方式や 1S 反転駆動方式を採用する場合に較べて大きな横電界の常時発生がなく、横電界 E_t を小さくすることができるため、横電界によるディスクリネーションの影響を低減することができ、コントラストを高めることができる。また、これによって画素間領域において遮光膜 122 などによって遮光しなければならない範囲が削減されるので、より開口率の高いパネル構造を構成できる。

40

【0047】

[第 2 実施形態]

次に、図 7 を参照して本発明に係る第 2 実施形態について説明する。この実施形態の液晶装置は、図 1 乃至図 5 に示す上記第 1 実施形態と同様の基本構造及び駆動方式を有するので、同一部分には同一符号を付し、それらの説明は省略する。本実施形態が第 1 実施形態と異なる点は、配向膜 116 及び配向膜 124 並びに液晶である。

50

【0048】

本実施形態の配向膜116は、第1実施形態と同様の方法で、所定方位に傾斜した柱状構造物116sを配列させてなる図8(d)または(e)に示す無機配向膜で構成することができる。この場合、上記の斜方蒸着法によって配向膜116を形成する場合、その蒸着角度としては30~45度の範囲内であることが好ましい。蒸着角度、蒸着材料、膜厚等に依存して、図8(d)の如く液晶分子130m'が蒸着方向Evに傾斜する場合と、図8(e)の如く液晶分子130m'が蒸着方向Evとは反対側に傾斜する場合がある。また、配向膜116の膜厚は50~2000程度である。なお、図8(b)に示すように、無機配向層116Aを形成した後に、その柱状構造物116sを有機高分子、長鎖アルキル基を有するカップリング剤やアルコールなどで構成される垂直配向剤116Bで被覆したもので構成することもできる。具体例としてはオクタデシルトリエトキシシラン、オクタデカノール等が挙げられる。配向膜116の材質は第1実施形態と同様である。なお、本実施形態の配向膜124は、上記配向膜116と同様に構成できる。

【0049】

本実施形態において、液晶は負の誘電異方性を有する液晶分子を主として構成されている。そして、図7の左半部に示すように、液晶分子130mの初期配向状態は、配向膜116及び124によってほぼ垂直方向に配向している。

【0050】

素子基板110上の液晶分子130mのプレティルト角 θ_1 は85度以上90度未満の範囲内であり、好ましくは87度より大きく、89度より小さい範囲である。このプレティルト角 θ_1 が上記範囲を下回ると、電界無印加状態における光変調が生じ、例えば、ノーマリーホワイトモードであれば透過率が低下し(白表示の白色度が低下し)、ノーマリーブラックモードであれば光漏れが生じる(黒表示の黒色度が低下する)ので、コントラストが悪化する。一方、上記範囲を越えると、電界印加時において液晶分子130mの倒伏方向を規制することができなくなるので、リバースチルトドメインが発生するなど、液晶にディスクネーションが発生し、やはりコントラストが悪化する。また、プレティルト角 θ_1 が上記範囲を上回ると、電界印加時において液晶分子130mが倒伏しにくくなるので、隣接画素電極との間に生ずる横電界Etによる影響を受けやすくなり、その結果、液晶のディスクリネーションが発生しやすくなるという面もある。

【0051】

一方、対向基板120側のプレティルト角 θ_2 は、一般には80度以上90度未満の範囲内であればよい。また、上記素子基板側のプレティルト角 θ_1 とほぼ同じ値であっても構わない。

【0052】

本実施形態において、蒸着角度を45度として斜方蒸着法により無機材料SiO₂を用いて配向膜116、124を形成した。このパネル構造では、プレティルト角 θ_1 及び θ_2 はいずれも約88度となった。液晶分子が、配向膜を形成する際の蒸着方向に傾斜する図8(d)の構造が得られている。このパネル構造では、プレティルト角 θ_1 を90度、 θ_2 を84度とし、他の条件は上記と同一に構成したパネル構造に較べると、コントラスト比が約40%向上した。

また、蒸着角度を30度として斜方蒸着法により無機材料SiO₂を用いて配向膜116、124を形成した。このパネル構造では、プレティルト角 θ_1 及び θ_2 はいずれも約87度となった。液晶分子が、配向膜を形成する際の蒸着方向と反対側に傾斜する図8(d)の構造が得られている。このパネル構造では、プレティルト角 θ_1 を90度、 θ_2 を84度とし、他の条件は上記と同一に構成したパネル構造に較べると、コントラスト比が約35%向上した。

【0053】

[第3実施形態]

次に、図11及び図12を参照して本発明に係る第3実施形態として上記の電気光学装

置の実施形態を搭載した電子機器について説明する。この実施形態では、上記液晶装置 100 を表示手段として備えた電子機器について説明する。ただし、他の実施形態も液晶装置 100 と同様に本実施形態に適用することができる。

【0054】

図 11 は、本実施形態の電子機器における液晶表示装置 100 に対する制御系（表示制御系）の全体構成を示す概略構成図である。ここに示す電子機器は、表示情報出力源 1110 と、表示情報処理回路 1120 と、電源回路 1130 と、タイミングジェネレータ 1140 と、光源制御回路 1150 とを含む表示制御回路 1100 を有する。また、上記電気光学装置 100 には、上述の構成を有する液晶表示パネル 100P と、この液晶表示パネル 100P を駆動する駆動回路 100D が設けられている。この駆動回路 100D は、液晶表示パネル 100P に直接実装されている電子部品（半導体 IC など）、パネル表面上に形成された回路パターン、或いは、液晶パネルに導電接続された回路基板に実装された半導体 IC チップ若しくは回路パターンなどによっても構成することができる。さらに、液晶表示装置 100 は、上記液晶表示パネル 100P の背後に配置されるバックライト等の照明手段 140 を備えている。

10

【0055】

表示情報出力源 1110 は、ROM (Read Only Memory) や RAM (Random Access Memory) 等からなるメモリと、磁気記録ディスクや光記録ディスク等からなるストレージユニットと、デジタル画像信号を同調出力する同調回路とを備え、タイミングジェネレータ 1140 によって生成された各種のクロック信号に基づいて、所定フォーマットの画像信号等の形で表示情報を表示情報処理回路 1120 に供給するように構成されている。

20

【0056】

表示情報処理回路 1120 は、シリアル - パラレル変換回路、増幅・反転回路、ローテーション回路、ガンマ補正回路、クランプ回路等の周知の各種回路を備え、入力した表示情報の処理を実行して、その画像情報をクロック信号 CLK と共に駆動回路 100D へ供給する。駆動回路 100D は、走査線駆動回路、信号線駆動回路及び検査回路を含む。また、電源回路 1130 は、上述の各構成要素にそれぞれ所定の電圧を供給する。

【0057】

光源制御回路 1150 は、外部から導入される制御信号に基づいて、電源回路 1130 から供給される電力をバックライト 140 の光源部 141 に供給する。光源部 141 から放出された光は導光板 142 に入射して導光板 142 から電気光学パネル 100P に照射される。この光源制御回路 1150 は、上記制御信号に応じて光源部 141 の各光源の点灯 / 非点灯を制御する。また、各光源の輝度を制御することも可能である。

30

【0058】

図 12 は、本発明に係る電子機器の一実施形態である携帯電話の外観を示す。この電子機器 1000 は、操作部 1001 と、表示部 1002 とを有し、表示部 1002 の筐体内部に回路基板 1003 が配置されている。回路基板 1003 上には上記の液晶表示装置 100 が実装されている。そして、表示部 1002 の表面において上記液晶パネル 100P の表示画面を視認できるように構成されている。

【0059】

[第 4 実施形態]

最後に、上記液晶装置を用いた他の電子機器の一例として、液晶プロジェクタ（投射型表示装置）の実施形態について説明する。例えば、カラー液晶プロジェクタ（投射型表示装置）例えばカラー液晶プロジェクタ（投射型表示装置）に適用することができる。その場合、3枚の液晶装置が RGB 用のライトバルブとして各々用いられ、各ライトバルブには各々 RGB 色分解用のダイクロイックミラーを介して分解された各色の光が投射光として各々入射されることになる。したがって、上記実施形態では、対向基板にカラーフィルタは設けられていない。しかしながら、第 2 遮光膜 23 の形成されていない画素電極に対向する所定の領域に RGB のカラーフィルタをその保護膜とともに、対向基板上に形成してもよい。このようにすれば、液晶プロジェクタ以外の直視型や反射型のカラー液晶テレ

40

50

びなどのカラー液晶装置に各実施形態の液晶装置を適用することができる。

【0060】

図14は、上記の投射型表示装置900の概略構成図である。図14に示すように、投射型表示装置900は、上述した実施形態の液晶装置を3個用意し、夫々RGB用の液晶装置100R、100Gおよび100Bとして用いた投射型表示装置の光学系の概略構成図を示す。本例の投射型表示装置の光学系には、光源920と、照明光学系923が採用されている。そして、投射型表示装置は、この均一照明光学系923から出射される光束Wを赤(R)、緑(G)、青(B)に分離する色分離手段としての色分離光学系924と、各色光束R、G、Bを変調する変調手段としての3つのライトバルブ925R、925G、925Bと、変調された後の色光束を再合成する色合成手段としての色合成プリズム910と、合成された光束を投射面50の表面に拡大投射する投射手段としての投射レンズユニット906を備えている。また、青色光束Bを対応するライトバルブ925Bに導く導光系927をも備えている。

10

【0061】

照明光学系923は、2つのレンズ板921、922と反射ミラー931を備えており、反射ミラー931を挟んで2つのレンズ板921、922が直交する状態に配置されている。照明光学系923の2つのレンズ板921、922は、それぞれマトリクス状に配置された複数の矩形レンズを備えている。光源920から出射された光束は、第1のレンズ板921の矩形レンズによって複数の部分光束に分割される。そして、これらの部分光束は、第2のレンズ板922の矩形レンズによって3つのライトバルブ925R、925G、925B付近で重畳される。したがって、照明光学系923を用いることにより、光源装置920が出射光束の断面内で不均一な照度分布を有している場合でも、3つのライトバルブ925R、925G、925Bを均一な照明光で照明することが可能となる。

20

【0062】

各色分離光学系924は、青緑反射ダイクロイックミラー941と、緑反射ダイクロイックミラー942と、反射ミラー943から構成される。まず、青緑反射ダイクロイックミラー941において、光束Wに含まれている青色光束Bおよび緑色光束Gが直角に反射され、緑反射ダイクロイックミラー942の側に向かう。赤色光束Rはこのミラー941を通過して、後方の反射ミラー943で直角に反射されて、赤色光束Rの出射部944から色合成プリズム910の側に出射される。偏光板、位相差板などの光学変調フィルム類は、必要に応じて光路内の任意の位置に挿入される。

30

【0063】

次に、緑反射ダイクロイックミラー942により、青緑反射ダイクロイックミラー941において反射された青色、緑色光束B、Gのうち、緑色光束Gのみが直角に反射されて、緑色光束Gの出射部945から色合成光学系の側に出射される。緑反射ダイクロイックミラー942を通過した青色光束Bは、青色光束Bの出射部946から導光系927の側に出射される。本例では、照明光学素子の光束Wの出射部から、色分離光学系924における各色光束の出射部944、945、946までの距離がほぼ等しくなるように設定されている。

【0064】

色分離光学系924の赤色、緑色光束R、Gの出射部944、945の出射側には、それぞれ集光レンズ951、952が配置されている。したがって、各出射部から出射した赤色、緑色光束R、Gは、これらの集光レンズ951、952に入射して平行化される。

40

【0065】

このように平行化された赤色、緑色光束R、Gは、ライトバルブ925R、925Gに入射して変調され、各色光に対応した画像情報が付加される。すなわち、これらの液晶装置は、図示しない駆動手段によって画像情報に応じてスイッチング制御されて、これにより、ここを通過する各色光の変調が行われる。一方、青色光束Bは、導光系927を介して対応するライトバルブ925Bに導かれ、ここにおいて、同様に画像情報に応じて変調が施される。なお、本例のライトバルブ925R、925G、925Bは、それぞれさら

50

に入射側偏光手段 960R、960G、960Bと、出射側偏光手段 961R、961G、961Bと、これらの間に配置された液晶装置 100R、100G、100Bとからなる液晶ライトバルブである。

【0066】

導光系 927は、青色光束 B の出射部 946 の出射側に配置した集光レンズ 954 と、入射側反射ミラー 971 と、出射側反射ミラー 972 と、これらの反射ミラーの間に配置した中間レンズ 973 と、ライトバルブ 925B の手前側に配置した集光レンズ 953 とから構成されている。このように集光レンズ 954 から出射された青色光束 B は、導光系 927 を介して液晶装置 100B に導かれて変調される。各色光束の光路長、すなわち、光束 W の出射部から各液晶装置 100R、100G、100B までの距離は青色光束 B が最も長くなり、したがって、青色光束の光量損失が最も多くなる。しかし、導光系 927 を介在させることにより、光量損失を抑制することができる。

10

【0067】

各ライトバルブ 925R、925G、925B を通って変調された各色光束 R、G、B は、色合成プリズム 910 に入射され、ここで合成される。そして、この色合成プリズム 910 によって合成された光が投射レンズユニット 906 を介して所定の位置にある投射面 50 の表面に拡大投射されるようになっている。

【0068】

本例において、液晶装置 100R、100G、100B は、上記各実施形態のいずれの液晶装置で構成することもできる。上記実施形態の液晶装置を用いたことにより表示不良やコントラスト比の低下がなく、表示品位の高い投射型表示装置を実現することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図 1】本発明の第 1 実施形態のパネル構造を示す平面透視図。

【図 2】本発明の第 1 実施形態のパネル構造を示す縦断面図。

【図 3】第 1 実施形態のパネル構造を拡大して示す拡大部分断面図。

【図 4】第 1 実施形態のパネル構造の素子基板の平面配置図。

【図 5】第 1 実施形態の素子基板の等価回路図。

【図 6】第 1 実施形態の液晶セル構造を模式的に示す説明図。

30

【図 7】第 2 実施形態の液晶セル構造を模式的に示す説明図。

【図 8】配向膜の構造を模式的に示す概略断面図 (a)、(b)、(c)、(d) 及び (e)。

【図 9】1H 反転駆動方式の説明図 (a) 及び (b)。

【図 10】フレーム反転駆動方式の説明図 (a) 及び (b)。

【図 11】電子機器の概略構成図。

【図 12】電子機器の外観斜視図。

【図 13】斜方蒸着法を示す説明図。

【図 14】投射型表示装置の概略構成図。

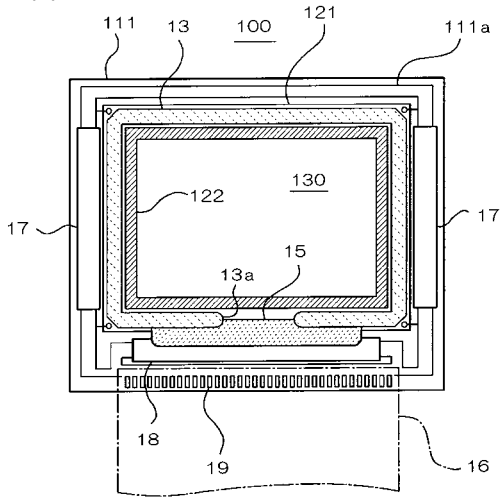
【符号の説明】

40

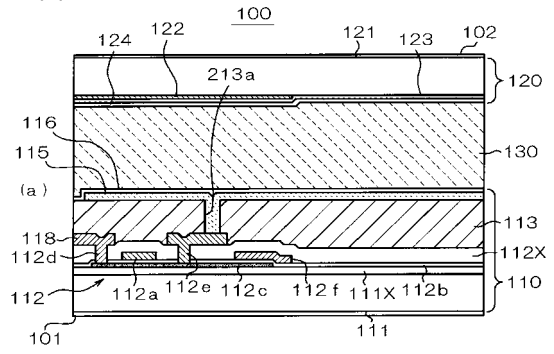
【0070】

100...液晶装置、110...素子基板、111...基板、112...TF T、113...絶縁層、115...画素電極、116...配向膜、117...走査線、118...データ線、120...対向基板、121...基板、122...遮光膜、123...対向電極、124...配向膜、13...シール材、13a...液晶注入口、130...液晶、130m...液晶分子、1、2...プレテイルト角、E p...縦電界、E t...横電界。

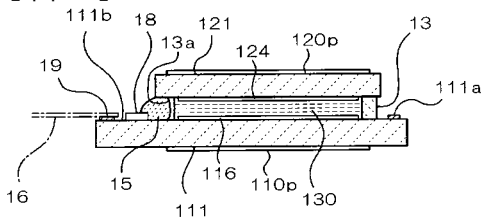
【図1】



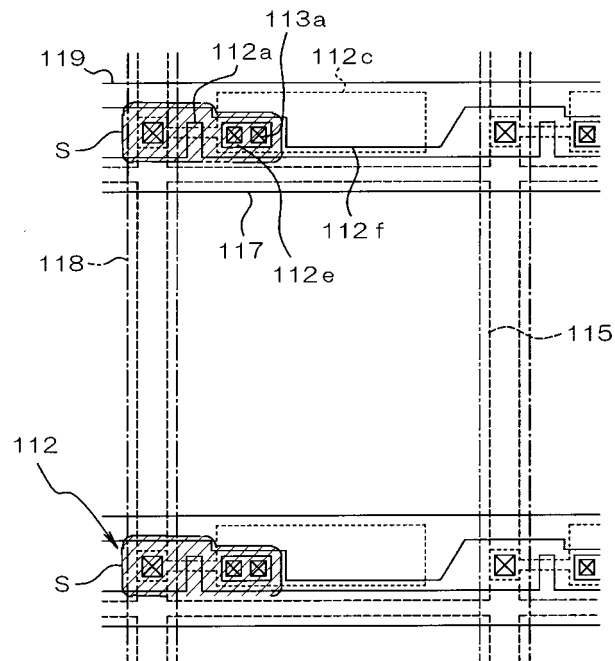
【図3】



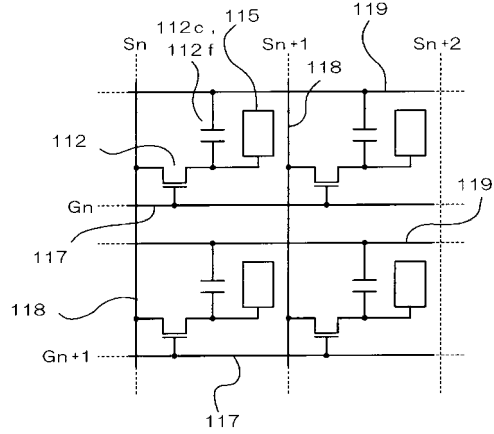
【図2】



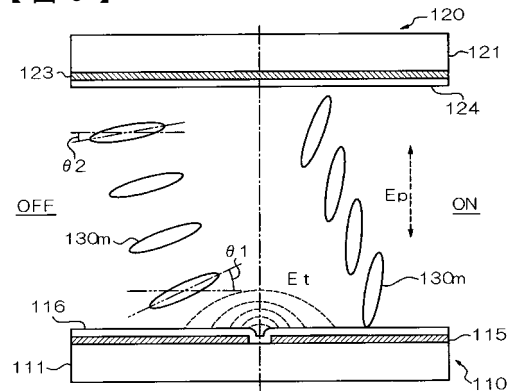
【図4】



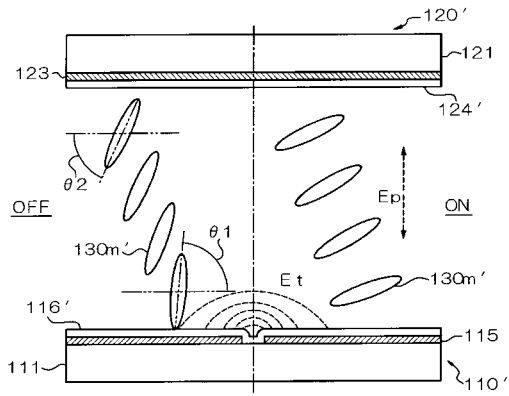
【図5】



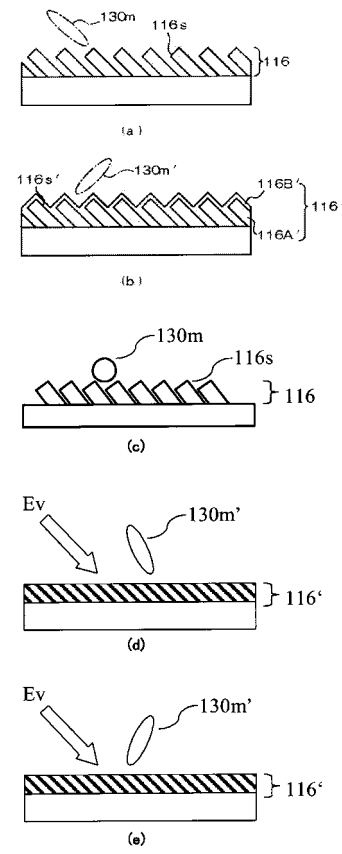
【図6】



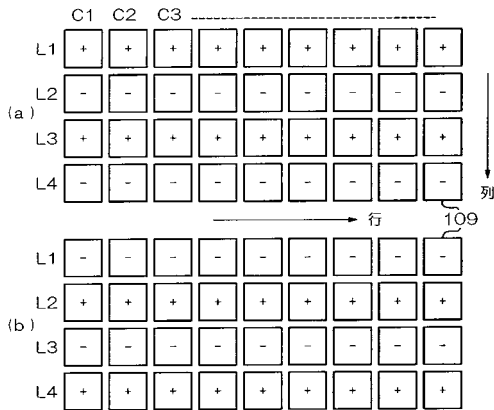
【 図 7 】



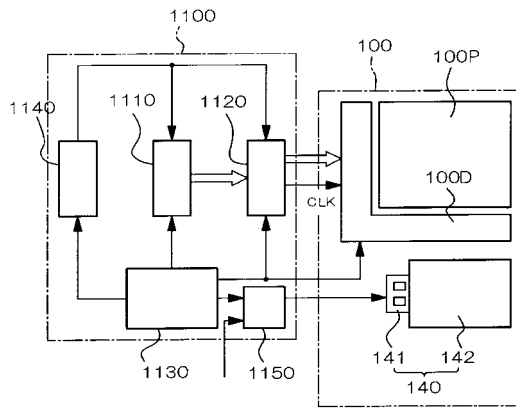
【 図 8 】



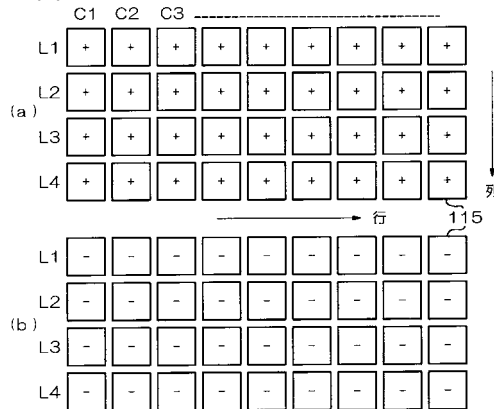
【 図 9 】



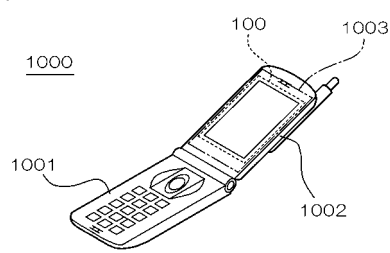
【 図 1 1 】



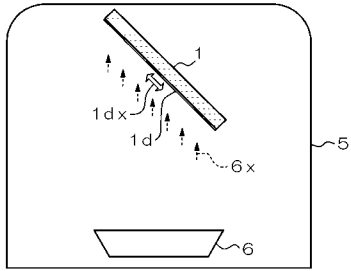
【 図 1 0 】



【 図 1 2 】



【図13】



【図14】

