

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4344062号
(P4344062)

(45) 発行日 平成21年10月14日(2009.10.14)

(24) 登録日 平成21年7月17日(2009.7.17)

(51) Int. Cl. F 1
GO2F 1/1337 (2006.01) GO2F 1/1337 505
GO2F 1/1343 (2006.01) GO2F 1/1343

請求項の数 11 (全 34 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2000-60200 (P2000-60200) (22) 出願日 平成12年3月6日(2000.3.6) (65) 公開番号 特開2001-249340 (P2001-249340A) (43) 公開日 平成13年9月14日(2001.9.14) 審査請求日 平成18年8月10日(2006.8.10)</p>	<p>(73) 特許権者 000005049 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 (74) 代理人 100101214 弁理士 森岡 正樹 (72) 発明者 武田 有広 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士通株式会社内 (72) 発明者 千田 秀雄 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士通株式会社内 (72) 発明者 佐々木 貴啓 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士通株式会社内</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定の間隙で対向する2枚の基板と、前記2枚の基板の対向面側にそれぞれ形成された電極と、前記電極上に形成された垂直配向膜と、前記間隙に封止された負の誘電異方性を有する液晶とを有する液晶表示装置において、

前記電極間に電圧が印加された際に前記液晶の配向ベクトル場の特異点であって、前記液晶分子の長軸の方位がほぼ同一点に向く第1特異点と、前記液晶分子の一部が異なる方向に向く第2特異点とが隣接して所定位置に形成されるように制御する特異点制御部を有し、

形成された前記第1及び第2特異点を少なくとも利用して前記液晶を配向制御することを特徴とする液晶表示装置。

10

【請求項2】

請求項1記載の液晶表示装置において、

前記2枚の基板の外面にそれぞれ設けられ偏光軸が直交する2枚の偏光板を有し、前記特異点制御部は、

電圧印加時の前記液晶分子の長軸の方位が、前記基板面から見て前記偏光板の偏光軸に対して概ね45°の角度になるように前記第1及び第2特異点を形成することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】

請求項2記載の液晶表示装置において、

20

前記特異点制御部は、
隣接する前記第 1 特異点と前記第 2 特異点とを結ぶ仮想直線を挟んで隣り合う液晶ドメインの前記液晶分子の長軸の方位が、電圧印加時において前記仮想直線に対して概ね 45°になるように前記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 4】

請求項 3 記載の液晶表示装置において、
前記特異点制御部は、
前記仮想直線にほぼ沿う 1 本の暗線を形成することを特徴とする液晶表示装置。

10

【請求項 5】

請求項 4 記載の液晶表示装置において、
前記特異点制御部は、電圧印加時に、前記仮想直線に少なくとも直交する方向の電界分布に歪みを生じさせて前記暗線の幅の広がりを抑制することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の液晶表示装置において、
前記特異点制御部は、
少なくとも一方の前記電極上に形成された突起を有し、
前記突起上層の液晶分子は電圧印加により前記第 1 又は第 2 特異点をほぼ中心として傾斜することを特徴とする液晶表示装置。

20

【請求項 7】

請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の液晶表示装置において、
前記特異点制御部は、
少なくとも一方の前記電極面内に、電極材料が形成されていない電極抜き領域を有し、
前記電極抜き領域上層の液晶分子は電圧印加により前記第 1 又は第 2 特異点をほぼ中心として傾斜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 7 のいずれか 1 項に記載の液晶表示装置において、
隣接する前記第 1 及び第 2 特異点同士を結ぶ仮想直線とほぼ平行して配向規制部材を配置し、
前記配向規制部材を挟んで隣り合う液晶ドメインの前記液晶分子の長軸の方位が、電圧印加時において前記仮想直線に対して概ね 90°になるように前記液晶の配向を制御することを特徴とする液晶表示装置。

30

【請求項 9】

所定の間隙で対向する 2 枚の基板と、一方の前記基板に形成された画素電極と、前記他方の基板に形成されて前記画素電極と対向する対向電極と、前記画素電極及び対向電極上に形成された垂直配向膜と、前記間隙に封止された負の誘電異方性を有する液晶とを有する液晶表示装置において、
前記液晶の配向ベクトル場の特異点であって、前記液晶分子の長軸の方位がほぼ同一点に向く第 1 特異点と、前記液晶分子の一部が異なる方向に向く第 2 特異点とを隣接して前記画素電極外周囲の所定位置に固定して形成する特異点形成部を有していることを特徴とする液晶表示装置。

40

【請求項 10】

請求項 9 記載の液晶表示装置において、
前記特異点形成部は、
前記画素電極外周囲に配置されたバスライン上に前記第 1 及び第 2 特異点を形成するこ

50

と

を特徴とする液晶表示装置。

【請求項 11】

請求項 9 又は 10 に記載の液晶表示装置において、

前記特異点形成部は、

前記画素電極と前記バスラインの間隙部に前記第 1 及び第 2 特異点を形成すること

を特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液晶表示装置 (Liquid Crystal Display; LCD) に関し、特に、負の誘電異方性を有する液晶分子の配向状態を異ならせた複数分割配向の MVA (Multi-domain Vertical Alignment) モードによる液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

LCD は、種々のフラットパネルディスプレイの中で CRT に代替可能なものとして現在最も有望視されている。LCD は、PC (パーソナルコンピュータ) やワードプロセッサあるいは OA 機器の表示モニターとしてだけでなく、大画面テレビや携帯小型テレビ等の民生用 (家電) 機器の表示部に応用されることによりさらに市場拡大が期待されている。

【0003】

現在最も多用されている LCD の表示動作モードは、TN (Twisted Nematic; ねじれネマチック) 液晶を用いたノーマリホワイトモードである。この LCD は、対向配置した 2 枚のガラス基板の対向面にそれぞれ形成された電極と、両電極上に形成された水平配向膜とを有している。2 つの水平配向膜には互いに直交する方向にラビング等により配向処理が施されている。また、各基板外面にはそれぞれの基板内面の配向膜のラビング方向と平行に偏光軸を合わせた偏光板が配置されている。

【0004】

正の誘電異方性を有するネマチック液晶をこの基板間に封止すると、配向膜に接する液晶分子はラビングの方向に沿って配向する。つまり、2 つの配向膜に接する液晶分子の配向方位は直交する。それに伴い両基板間の液晶分子は、基板面に平行な面内で配向方位を順次回転させて基板面に垂直方向に整列し、液晶は基板間で 90° 捻れて配列する。

【0005】

上記構造の TN 型 LCD の一方の基板面に光を入射させると、一方の基板側の偏光板を通過した直線偏光の光は、液晶層を通過する際に液晶分子のねじれに沿って偏光方位が 90° 回転して、一方の基板側の偏光板と直交する偏光軸を有する他方の基板側の偏光板を通過する。これにより電圧無印加時において明状態の表示が得られる (ノーマリホワイトモード)。

【0006】

対向電極間に電圧を印加すると、正の誘電異方性を有するネマチック液晶分子の長軸が基板面に垂直に配向するためねじれが解消される。この状態の液晶層に入射した直線偏光の光に対して液晶分子は複屈折 (屈折率異方性) を示さないために入射光の偏光方位は変化せず、従って他方の偏光板を透過することができない。これにより所定の最大電圧印加時において暗状態の表示が得られる。再び電圧無印加状態に戻すと配向規制力により明状態の表示に戻すことができる。また、印加電圧を変化させて液晶分子の傾きを制御して他の偏光板からの透過光強度を変化させることにより階調表示が可能となる。

【0007】

対向電極間の印加電圧を画素毎に制御するためのスイッチング素子として TFT (Thin Film Transistor; 薄膜トランジスタ) を各画素に設けたアクティブマトリクス型の TN 型 TFT-LCD は、薄型、軽量で且つ大画面、高画質が得られるた

10

20

30

40

50

めPC用表示モニタ、携帯型テレビなどに幅広く利用されている。TN型TF T - LCDの製造技術は近年において格段の進歩を遂げ、画面正面から見たコントラストや色再現性などはCRTを凌駕するまでに至っている。しかしながら、TN型TF T - LCDは視野角が狭いという致命的な欠点を有している。特に、パネル観察方向において上下方向の視野角が狭く、一方では暗状態の輝度が増加して画像が白っぽくなり、他方向では全体的に暗い表示となり、且つ中間調において画像の輝度反転現象が生ずる。これがTN型LCDの最大の欠点となっている。

【0008】

このようなTN型LCDの有する視野角特性の問題を解決したLCDとして、日本国特許第2947350号に開示されたMVA-LCDがある。MVA-LCDの構造の一例を示すと、まず、所定の間隙で対向する2枚の基板の対向面側にそれぞれ電極が形成されている。両電極上には垂直配向膜が形成され、2つの垂直配向膜間には負の誘電異方性を有する液晶が封止されている。両基板の電極と垂直配向膜との間には絶縁体からなる複数の線状の突起が周期的に形成されている。2枚の基板間で対向する線状突起は基板面から見て半ピッチずつずれて配置されている。この線状突起は画素領域内の液晶を複数の配向方位に分割する配向制御に用いられる。なお、線状突起に代えて電極にスリットを設けるようにしても配向分割を制御することが可能である。

10

【0009】

2枚の基板の外面には偏光軸が直交する2枚の偏光板が設けられている。電圧印加時に基板表示面で傾斜する液晶分子の長軸の方位が、基板面から見て偏光板の偏光軸に対して概ね45°の角度になるように偏光板の取り付け方向が調整されている。

20

【0010】

負の誘電異方性を有するネマチック液晶をこの基板間に封止すると、液晶分子の長軸は垂直配向膜の膜面に対して垂直方向に配向する。このため、基板面上の液晶分子は基板面に垂直に配向し、線状突起の斜面上の液晶分子は基板面に対して傾斜して配向する。

【0011】

上記構造のMVA-LCDの両電極間に電圧を印加しない状態で、一方の基板面から光を入射させると、一方の偏光板を通過して液晶層に入射した直線偏光の光は、垂直配向している液晶分子の長軸の方向に沿って進む。液晶分子の長軸方向には複屈折が生じないため入射光は偏光方位を変えずに進み、一方の偏光板と直交する偏光軸を有する他方の偏光板で吸収されてしまう。これにより電圧無印加時において暗状態の表示が得られる(ノーマリブラックモード)。

30

【0012】

対向電極間に電圧が印加されると、線状突起で予め傾斜している液晶分子の配向方位に依って基板面上の液晶分子の配向方位が規制されつつ液晶分子の長軸が基板面に平行に配向する。

【0013】

この状態の液晶層に入射した直線偏光の光に対して液晶分子は複屈折性を示し、入射光の偏光状態は液晶分子の傾きに応じて変化する。所定の最大電圧印加時において液晶層を通過する光は、その偏光方位が90°回転させられた直線偏光となるので、他方の偏光板を透過して明状態の表示が得られる。再び電圧無印加状態に戻すと配向規制力により暗状態の表示に戻すことができる。また、印加電圧を変化させて液晶分子の傾きを制御して他の偏光板からの透過光強度を変化させることにより階調表示が可能となる。

40

【0014】

各画素にTF Tが形成されたアクティブマトリクス型のMVA方式TF T - LCDによれば画素内の液晶の配向方位を複数に分割できるので、TN型TF T - LCDと比較して極めて広い視野角と高いコントラストを実現することができる。また、ラビング処理が不要なので、製造工程が容易になると共に製造歩留まりを向上させることができるようになる。

【0015】

50

しかしながら従来のMVA方式TF T - LCDは、表示の応答時間において改善の余地を残している。すなわち、黒表示から白表示の後、再び黒を表示する場合には高速応答が可能であるが、中間調から別の中間調を表示する際の応答時間に関してはTN型TF T - LCDにやや劣っている。

【0016】

また光の透過率についても、従来のMVA方式TF T - LCDは、横電界方式のIPS (In-plane Switching) 方式の広視野角LCDより2倍程度優れているが、TN型TF T - LCDには及ばない。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】

このように、MVA方式TF T - LCDは、視野角、コントラスト、及び黒 - 白 - 黒表示の応答時間に関して、従来のLCDの抱えていた問題を解決したが、中間調表示における応答時間と透過率については従来のTN型LCDを越えるに至っていない。

【0018】

ここで、従来のMVA - LCDの中間調応答が従来のTN型LCDと比較して遅い原因を図42及び図43を用いて説明する。図42は、MVA - LCDパネルを基板面に垂直な方向で切断した断面の概略構成を示している。図42(a)は、電圧無印加時の液晶の配向状態を示し、図42(b)は、電圧印加時の液晶の配向状態を示している。図42(c)は、配向制御状況を示す概念図である。図43は、TN型LCDパネルを基板面に垂直な方向で切断した断面の概略構成を示している。図43(a)は、電圧無印加時の液晶の配向状態を示し、図43(b)は、電圧印加時の液晶の配向状態を示している。図43(c)は、配向制御状況を示す概念図である。

【0019】

まず、図43を用いてTN型LCD100について先に説明する。図43(a)に示すように、電圧無印加時において、TN型LCD100の液晶102は対向配置された上基板104側の電極108と下基板106側の電極110(共に配向膜は図示せず)との間で90°ねじれて配向している。電極108、110間に電圧が印加されると、図43(b)に示すように、液晶分子は基板104、106面にほぼ垂直に起立してねじれが解消する。電圧印加を解除すれば、液晶分子は元の基板104、106面にほぼ平行な方向に回転してねじれ配向に戻る。このようにTN型LCD100の場合には、図43(c)の斜線部112に示すように、電極108、110上の不図示の配向膜界面近傍の液晶分子が配向膜の規制力で配向制御されるだけでなく、カイラル剤の添加等によるツイスト配向により液晶層102中央領域の液晶分子もある程度配向制御がなされていると見ることができる。

【0020】

一方、図42(a)に示すように、電圧無印加時において、MVA - LCD114の液晶124のうち、線状突起126、128、130近傍以外の液晶分子は、対向配置された上基板116側の電極120と下基板118側の電極122(共に配向膜は図示せず)との間で基板面にほぼ垂直に配向している。線状突起126~130近傍の液晶分子は突起斜面上の不図示の配向膜面にほぼ垂直に配向し基板面に対して傾斜している。電極120、122間に電圧が印加されると、図42(b)に示すように、配向規制用の線状突起126~130近傍の液晶分子の傾斜方向に液晶の傾斜が順次伝播する。このため、線状突起と隣り合う線状突起の間の部分、すなわち、間隙部中央の液晶が傾斜し終わるまでには時差が生じる。特に、黒から暗い中間調への階調変化では印加電圧の変化量が少なく液晶中の電界強度の変化が小さいため、液晶分子の傾きの伝播速度は低下する。

【0021】

線状突起126~130の間隙部にある液晶分子は、線状突起126~130からの傾斜方向の伝播がなければ倒れる方向が定まらない。すなわちMVA - LCDにおける液晶の配向は、図42(c)の斜線部132に示すように、基板表面上の配向膜の規制力が及び配向膜界面近傍と、線状突起126~130上の配向膜及びその近傍における電界の歪み

10

20

30

40

50

だけで規制され、他の領域の液晶配向は間接的にしか制御されていないことになる。

【 0 0 2 2 】

従来の MVA 構造であっても、上下基板の線状突起の間隙距離（ピッチ）を短くすれば応答時間を短くできる。しかしながら上述のように、通常の MVA-LCD では、絶縁体の突起斜面で液晶の傾斜方位を定めているため、傾斜部はある程度の幅と長さ及び高さが必要である。このため、上下突起のピッチをあまり短くすることができない。

【 0 0 2 3 】

図 4 4 は、図 4 2 に示した MVA-LCD を下基板 1 1 8 側から見たときの電圧印加時の液晶分子の配向状態を示している。図中左右に延びる 3 本の線状突起 1 2 6 ~ 1 3 0 のうち、上下 2 本の突起 1 2 6、1 2 8 は下基板 1 1 8 に形成され、中央の 1 本の突起 1 3 0 は上基板 1 1 6 に形成されている。

10

【 0 0 2 4 】

電圧無印加時に基板 1 1 6、1 1 8 面にほぼ垂直に配向する液晶分子は、電圧印加時には、図 4 4 に示すように、上基板 1 1 6 側の線状突起 1 3 0 から下基板 1 1 8 側の線状突起 1 2 8 に向かう方向（紙面上方向）に配向する配向領域 A と、線状突起 1 3 0 から下基板 1 1 8 側の線状突起 1 2 6 に向かう方向（紙面下方向）に配向する配向領域 B とに配向分割される。

【 0 0 2 5 】

すなわち、電圧印加時において、線状突起 1 3 0 を挟んで隣り合う配向領域 A、B 上の液晶分子は、配向領域 A の液晶の長軸の方位が線状突起 1 3 0 に対して概ね + 9 0 ° になり、配向領域 B の液晶の長軸の方位が線状突起 1 3 0 に対して概ね - 9 0 ° になるように配向分割される。一方、各線状突起 1 2 6 ~ 1 3 0 の頂上付近の液晶分子は電圧印加時には各突起の延びる方向に傾斜し、各線状突起 1 2 6 ~ 1 3 0 に対して概ね 0 ° または 1 8 0 °（平行）の配向方位になるように配向する。

20

【 0 0 2 6 】

このように、電圧印加時においては、線状突起 1 2 6 ~ 1 3 0 頂上付近の液晶分子の配向方位（各線状突起 1 2 6 ~ 1 3 0 に対して概ね 0 ° または 1 8 0 °）に対し、基板 1 1 6、1 1 8 上の表示領域の液晶分子の配向方位は 9 0 ° 回転した状態となる。このため、各線状突起 1 2 6 ~ 1 3 0 の傾斜面の両側には、図 4 4 に示すように、各線状突起 1 2 6 ~ 1 3 0 に対して 4 5 ° の方位に配向する液晶分子が並ぶことになる。ところが、図中直交する両矢印で示す偏光板の偏光軸 P、A は基板 1 1 6、1 1 8 上の表示領域 A、B の液晶分子の配向方位に対して 4 5 ° 傾くように配置されている。

30

【 0 0 2 7 】

従って、各線状突起 1 2 6 ~ 1 3 0 に対して 4 5 ° の方位に配向する液晶分子の配向方位と偏光板の偏光軸 P、A の偏光方位とが平行及び直交になるため、図中破線で示すように、線状突起 1 2 6 ~ 1 3 0 の傾斜面の両側に 2 本の暗線（ディスクリネーションライン）1 4 0、1 4 2 が発生する。なお、この 2 本の暗線 1 4 0、1 4 2 は、線状突起 1 2 6 ~ 1 3 0 上に形成される配向ベクトル場の第 1 特異点（図中（+ 1）で示す）及び第 2 特異点（図中（- 1）で示す）間毎に形成される。第 1 特異点（+ 1）では、液晶分子の長軸の方位がほぼ同一点に向いており、第 2 特異点（- 1）では、液晶分子の一部は異なる方向に向いている。

40

【 0 0 2 8 】

このような従来の MVA-LCD において、上下突起のピッチを短くして突起の形成密度を高めることにより中間調の応答時間を短くしようとする、画素領域内の突起の専有面積が増加するだけでなく、突起両側に形成される 2 本の暗線 1 4 0、1 4 2 の形成密度も増加して透過率の低下が無視できない程度に大きくなってしまふ。従って、液晶の応答特性を改善するために線状突起の形成密度を高くすると透過率が低下してしまうという問題が生じる。このように、従来の MVA-LCD の構造では、液晶の応答特性の改善と透過率の改善とはトレードオフの関係になってしまうという問題を有している。

【 0 0 2 9 】

50

本発明の目的は、透過率の低下を抑えて応答特性を改善した液晶表示装置を提供することにある。

本発明の目的は、透過率を向上させた液晶表示装置を提供することにある。

【0030】

【課題を解決するための手段】

上記目的は、所定の間隙で対向する2枚の基板と、前記2枚の基板の対向面側にそれぞれ形成された電極と、前記電極上に形成された垂直配向膜と、前記間隙に封止された負の誘電異方性を有する液晶とを有する液晶表示装置において、前記電極間に電圧が印加された際に前記液晶の配向ベクトル場の特異点であって、前記液晶分子の長軸の方位がほぼ同一点に向く第1特異点と、前記液晶分子の一部が異なる方向に向く第2特異点とが隣接して所定位置に形成されるように制御する特異点制御部を有し、形成された前記第1及び第2特異点を少なくとも利用して前記液晶を配向制御することを特徴とする液晶表示装置によって達成される。

10

【0031】

上記本発明の液晶表示装置において、前記2枚の基板の外面にそれぞれ設けられ偏光軸が直交する2枚の偏光板を有し、前記特異点制御部は、電圧印加時の前記液晶分子の長軸の方位が、前記基板面から見て前記偏光板の偏光軸に対して概ね45°の角度になるように前記第1及び第2特異点を形成することを特徴とする。

【0032】

さらに上記本発明の液晶表示装置において、前記特異点制御部は、隣接する前記第1特異点と前記第2特異点とを結ぶ仮想直線を挟んで隣り合う液晶ドメインの前記液晶分子の長軸の方位が、電圧印加時において前記仮想直線に対して概ね45°になるように前記液晶の配向を制御することを特徴とする。

20

【0033】

また、上記本発明の液晶表示装置において、前記特異点制御部は、前記仮想直線にほぼ沿う1本の暗線を形成することを特徴とする。

【0034】

また上記本発明の液晶表示装置において、前記特異点制御部は、電圧印加時に、前記仮想直線に少なくとも直交する方向の電界分布に歪みを生じさせて前記暗線の幅の広がりを抑制することを特徴とする。

30

【0035】

また上記本発明の液晶表示装置において、前記特異点制御部は、少なくとも一方の前記電極上に形成された突起を有し、前記突起上層の液晶分子は電圧印加により前記第1又は第2特異点をほぼ中心として傾斜することを特徴とする。

【0036】

また、上記本発明の液晶表示装置において、前記特異点制御部は、少なくとも一方の前記電極面内に、電極材料が形成されていない電極抜き領域を有し、前記電極抜き領域上層の液晶分子は電圧印加により前記第1又は第2特異点をほぼ中心として傾斜することを特徴とする。

【0037】

上記本発明の液晶表示装置において、隣接する前記第1及び第2特異点同士を結ぶ仮想直線とほぼ平行して配向規制部材を配置し、前記配向規制部材を挟んで隣り合う液晶ドメインの前記液晶分子の長軸の方位が、電圧印加時において前記仮想直線に対して概ね90°になるように前記液晶の配向を制御することを特徴とする。

40

【0038】

上記目的は、所定の間隙で対向する2枚の基板と、一方の前記基板に形成された画素電極と、前記他方の基板に形成されて前記画素電極と対向する対向電極と、前記画素電極及び対向電極上に形成された垂直配向膜と、前記間隙に封止された負の誘電異方性を有する液晶とを有する液晶表示装置において、前記液晶の配向ベクトル場の特異点であって、前記液晶分子の長軸の方位がほぼ同一点に向く第1特異点と、前記液晶分子の一部が異なる

50

方向に向く第2特異点とを隣接して前記画素電極外周囲の所定位置に固定して形成する特異点形成部を有していることを特徴とする液晶表示装置によって達成される。

【0039】

上記本発明の液晶表示装置において、前記特異点形成部は、前記画素電極外周囲に配置されたバスライン上に前記第1及び第2特異点を形成することを特徴とする。また、前記特異点形成部は、前記画素電極と前記バスラインの間隙部に前記第1及び第2特異点を形成することを特徴とする。

【0040】

【発明の実施の形態】

[第1の実施の形態]

本発明の第1の実施の形態による液晶表示装置を図1乃至図27を用いて説明する。図1は、対向面側に電極及び垂直配向膜200が形成され、2つの垂直配向膜間に負の誘電異方性を有する液晶が封止された液晶パネルを一方のパネル面から見た状態を示している。垂直配向膜200にはラビング処理が施されておらず、また線状突起等も形成されていない。本発明者達は、図1に示す液晶パネルの対向電極に電圧を印加して液晶層に縦電界を印加して液晶分子202の挙動を周到に観察した結果、液晶分子202の配向の安定化には一定の条件が存在することを見出した。

【0041】

図1に示すように、ラビング処理していない垂直配向膜200を用いて負の誘電異方性を有する液晶に縦電界を印加すると、液晶分子202が傾斜した状態において液晶配向ベクトル場の特異点(図中+1又は-1で示している)が多数発生する。特異点の発生位置はランダムであるが、1本のディスクリネーションライン204で繋がった隣接特異点同士は互いに逆符号(+1又は-1)となり、上述の第1特異点と第2特異点とが隣接して形成される。また、配向膜面全体での第1及び第2特異点の符号を数字として加算した和はほぼ0になる。つまり、第1特異点と第2特異点とはほぼ同数形成される。

【0042】

ところで、本願出願人の出願による特願平11-229249号では、絶縁体からなる線状突起の傾斜面、あるいはスリットによる斜め電界で液晶を配向規制すると共に、特異点を線状突起あるいはスリット上に閉じ込めることで良好な表示が得られるMVA-LCDを提案している。この提案によれば、線状突起間の表示領域上に特異点が形成されるのを阻止して表示品質を向上できる。しかし、特異点が線状突起上に並ぶため、図44に示したように、隣接特異点同士は線状突起の両側の2本の暗線(ディスクリネーションライン)で繋がる。また上記提案では、線状突起間隙部の表示領域に特異点が入り込まない制御は可能だが、線状突起上に形成される特異点位置は制御されていない。さらに、上記提案では線状突起の傾斜面やスリットによる電界歪みを利用して液晶分子を配向させている点において、従来の配向分割制御方式と何ら変わるところはない。

【0043】

それに対して本実施の形態の液晶表示装置では、上述の電圧印加時の液晶分子の挙動と特異点の形成に関する観察結果に基づいて案出した新たな配向分割制御方式を採用している。本実施形態における配向分割制御方式は、液晶分子の配向方位の制御を特異点の形成位置を制御することにより実現し、突起状構造物の傾斜面やスリットによる電界歪みを専ら特異点の形成位置制御に利用するようにした点に特徴を有している。

【0044】

図2及び図3を用いて本実施の形態による配向分割制御方式について説明する。図2は、液晶表示装置をその一方の基板面に向かって見た状態を示している。図3(a)、(b)、(c)は、それぞれ図2のA-A線、B-B線、C-C線で切断した断面に向かって見た主要部の状態を示している。

【0045】

図2及び図3に示すように、液晶表示装置は、所定の間隙で対向する下基板20及び上基板22と、上下基板20、22の対向面側にそれぞれ形成された電極16、18と、対向

10

20

30

40

50

する電極 16、18 上に形成された垂直配向膜 2、4 と、上下基板 20、22 間に封止された負の誘電異方性を有する液晶 14 とを有している。そして、電極 16、18 間に電圧が印加された際に、液晶 14 の配向ベクトル場の特異点が所定位置に形成されるように制御する特異点制御部として、基板面に繰り返しパターンとして形成される突起状構造物 8 及び 10a、10b、10c、10d を有している。

【0046】

突起状構造物 8 は下基板 20 の電極 16 上に形成され、構造物上部は垂直配向膜 2 で覆われている。突起状構造物 8 の形状は高さの低い 4 角柱が好ましいが、それに類似する他の形状でもよい。この突起状構造物 8 を所定の間隙（ピッチ）で取り囲むようにして、突起状構造物 10a、10b、10c、10d が上基板 22 の電極 18 上に形成されている。突起状構造物 10a ~ 10d 上部は垂直配向膜 4 で覆われている。所定の高さを有する突起状構造物 10a ~ 10d のそれぞれは、図 2 に示すように基板面から見て十字形状をしている。各突起状構造物 10a ~ 10d 同士は十字端部を所定の間隙を持って突き合わせて隣接し合って配置されている。各突起状構造物 10a ~ 10d とそれらで取り囲まれた突起状構造物 8 との間に液晶表示領域が形成されている。

10

【0047】

さて、このような構造を有する液晶表示装置の電極 16、18 間に電圧を印加すると、突起状構造物 8 及び 10a ~ 10d により、図 3 (a)、(b)、(c) 中の破線に示すように液晶 14 に印加される電界に歪みが生じる。この電界歪みにより各突起状構造物 8、10a ~ 10d 上及びその近傍の液晶分子 6 の配向が規制されて、各突起状構造物 8 及び 10a ~ 10d 中央部に第 1 特異点 (+1 で示す) が形成され、各突起状構造物 10a ~ 10d 同士の十字端部に第 2 特異点 (-1 で示す) が形成される。

20

【0048】

従って図 2 から明らかなように、第 1 特異点と第 2 特異点とは図中左右上下方向に隣接し合い且つほぼ同数形成されるため、図 1 を用いて説明した液晶分子の安定配向の条件に一致して極めて安定した配向を得ることができる。さらに、図 2 に示すように、特異点制御部としての各突起状構造物 8 及び 10a ~ 10d は、隣接する第 1 特異点と第 2 特異点とを結ぶ仮想直線を挟んで隣り合う液晶ドメインの液晶分子の長軸の方位が、電圧印加時において仮想直線に対して概ね 45° になるように液晶の配向を制御する。このため、各突起状構造物 10a ~ 10d とそれらで取り囲まれた突起状構造物 8 との間の液晶表示領域は、図 2 に示すように異なる 4 つの配向方位を有する配向領域 A、B、C、D に分割される。

30

【0049】

上下基板 20、22 の外面にそれぞれ貼り付けられた偏光軸が直交する 2 枚の偏光板（図示せず）に対して、電圧印加時における配向領域 A、B、C、D での液晶分子 6 の長軸の配向方位が、基板 20、22 面から見て偏光板の偏光軸に対して概ね 45° の角度になるように、特異点制御部（本例では各突起状構造物 8 及び 10a ~ 10d）を用いて特異点の形成位置を制御することにより、極めて広い視野角とコントラスト比を得ることができる。

【0050】

さらに、従来は線状突起の両側に 2 本の暗線が形成されていたが、本実施の形態の特異点制御部によれば、上記仮想直線毎に 1 本の暗線（図 2 において、番号 12a ~ 12f で示す）が形成されるだけである。これら暗線 12a ~ 12f は配向分割の境界領域毎に 1 本形成されるだけであり、さらに特異点制御部により、電圧印加時において上記仮想直線に直交する方向の電界分布に歪みを生じさせて 1 本の暗線の幅の広がりを抑制しているため、分割境界での透過率の低下を従来の MVA-LCD の概ね半分にすることが可能である。従って、従来の配向規制用の線状突起等の配置密度より高密度で画素領域内に特異点制御部として機能する構造物を配置しても、透過率を低下させずに済むようになる。このため、構造物の数を密に配置して特異点の形成間隔を狭くすることが可能であり、従って、中間調でのわずかな階調変化に対して高速に応答することが可能になる。

40

50

【0051】

このように、本実施の形態によれば、特異点制御部の配置を高密度化することにより透過率低下を抑えつつ液晶の高速応答が可能になる。また、従来の配向規制用線状突起と同様の配置密度で特異点制御部を配置すれば、従来よりも格段に透過率を向上させることが可能になる。

【0052】

なお、電極上に形成された突起状構造物上層の液晶分子6は電圧印加により十分傾斜することが好ましい特異点が形成され易くなる。このため、突起状構造物の高さは従来の配向制御用の線状突起等の高さと比較して低くすることが可能である。

【0053】

以上説明した特異点制御部の各突起状構造物8及び10a~10dの形状は一例であり、特異点制御部として機能する特異点配置制御要素は種々の形状を取り得る。図4乃至図12は、4分割配向の場合の第1特異点($s = +1$)形成用の制御要素の例を基板面方向から見た模式図である。図4は、四角錐形状の絶縁体からなる突起状構造物30を示している。四角錐の底が上下基板20、22の少なくとも一方の基板面上にくるように配置することにより、突起状構造物30斜面近傍の液晶分子6を斜面に垂直な方向に傾斜させて、基板面に向かって見て突起状構造物30の中央部に第1特異点を形成することができる。

10

【0054】

図5は、四角錐形状の導体からなる突起状構造物31を示している。四角錐の底が上下基板20、22の少なくとも一方の基板面上にくるように配置することにより、突起状構造物31斜面近傍の液晶分子6を斜面に平行な方向に傾斜させて、基板面に向かって見て突起状構造物31の中央部に第1特異点を形成することができる。

20

【0055】

図6は、特異点配置制御要素として突起状構造物に代えて、上下基板20、22に設けられた電極16、18の少なくとも一方の電極面内に、透明電極材料(例えば、ITO(インジウム・ティン・オキサイド))が形成されていない正方形形状の領域(以下、同種の形状を電極抜き領域という)32を示している。電極抜き領域32は、基板面に向かって見てその中心部に第1特異点が形成され、図4に示した突起状構造物31と同様の機能を有している。

30

【0056】

図7は、特異点配置制御要素として、上下基板20、22に設けられた電極16、18の少なくとも一方の電極面内であって、正方形の四隅の位置に形成された4個の電極抜き領域33a~33dを示している。各電極抜き領域33a~33dの形状は正方形である。基板面に向かって見て、電極抜き領域33a~33dを角部とする正方形の中心部に第1特異点が形成される。

【0057】

図8に示す突起状構造物34は、図2に示した突起状構造物10a~10dと同様の十字形状を有しており、上下基板20、22の少なくとも一方の基板面上に配置される。突起状構造物10a~10dは絶縁体で形成されているが、突起状構造物34はそれに限らず導体で形成してもよい。また、基板上の電極をパターニングして突起状構造物34として用いることも可能である。基板面に向かって見て、突起状構造物34の十字の中心部に第1特異点が形成され、突起状構造物34が導体や電極の場合には絶縁体の場合と逆方向(液晶分子の中心を通る基板面法線に対してほぼ対称)に液晶分子6が配向する。

40

【0058】

図9は、特異点配置制御要素として突起状構造物に代えて、上下基板20、22に設けられた電極16、18の少なくとも一方の電極面内に、十字に交差するスリット状の電極抜き領域35を示している。基板面に向かって見て、電極抜き領域35の十字の中心部に第1特異点が形成される。

【0059】

図10は、図4に示した四角錐形状の絶縁体からなる突起状構造物30が4つ密に集まっ

50

て形成される突起状構造物 3 6 を示している。各四角錐の底が上下基板 2 0、2 2 の少なくとも一方の基板面上にくるように配置することにより、突起状構造物 3 0 の稜線上の液晶分子 6 を稜線に垂直な方向に傾斜させて、基板面に向かって見て突起状構造物 3 6 の中央部に第 1 特異点を形成することができる。

【 0 0 6 0 】

図 1 1 は、図 5 に示した四角錐形状の導体からなる突起状構造物 3 1 が 4 つ密に集まって形成される突起状構造物 3 7 を示している。各四角錐の底が上下基板 2 0、2 2 の少なくとも一方の基板面上にくるように配置することにより、突起状構造物 3 1 の稜線上の液晶分子 6 を稜線に平行な方向に傾斜させて、基板面に向かって見て突起状構造物 3 7 の中央部に第 1 特異点を形成することができる。

10

【 0 0 6 1 】

図 1 2 は、上下基板 2 0、2 2 のいずれか一方例えば下基板 2 0 上に絶縁体の線状突起 3 8 が形成され、上基板 2 2 には基板面に向かって見て線状突起 3 8 と直交する導体からなる線状突起 3 9 が形成された状態を示している。こうすることにより、基板面に向かって見て線状突起 3 8、3 9 の交差部に第 1 特異点が形成され、上基板 2 2 側から下基板 2 0 側に向かって収束するように液晶分子 6 が配向する。

【 0 0 6 2 】

図 1 3 乃至図 1 9 は、4 分割配向の場合の第 2 特異点 ($s = -1$) 形成用の制御要素の例を基板面方向から見た模式図である。図 1 3 は、第 2 特異点配置制御要素として突起状構造物 4 0 を示している。突起状構造物 4 0 は中央部が途切れた線状突起形状をしており、上下基板 2 0、2 2 の少なくとも一方の基板面上に配置される。突起状構造物 4 0 は絶縁体で形成されているが、突起状構造物 4 0 はそれに限らず導体で形成してもよい。また、突起状構造物 4 0 自体を電極として用いることも可能である。基板面に向かって見て、突起状構造物 4 0 の中央部に第 2 特異点が形成され、突起状構造物 4 0 が導体や電極の場合には絶縁体の場合と逆方向に液晶分子 6 が配向する。

20

【 0 0 6 3 】

図 1 4 は、特異点配置制御要素として突起状構造物に代えて、上下基板 2 0、2 2 に設けられた電極 1 6、1 8 の少なくとも一方の電極面内に、所定間隔で端部が向き合って一列に並ぶ 2 本のスリットからなる電極抜き領域 4 1 を示している。基板面に向かって見て、電極抜き領域 4 1 の中心部に第 2 特異点が形成される。

30

【 0 0 6 4 】

図 1 5 は、特異点配置制御要素として、上下基板 2 0、2 2 に設けられた電極 1 6、1 8 の少なくとも一方の電極面内であって、正方形の対角線の位置に形成された 2 個の電極抜き領域 4 2 a、4 2 b を示している。各電極抜き領域 4 2 a、4 2 b の形状は正方形である。基板面に向かって見て、電極抜き領域 4 2 a、4 2 b を結ぶ直線の中央部に第 2 特異点が形成される。

【 0 0 6 5 】

図 1 6 は、上下基板 2 0、2 2 のいずれか一方例えば下基板 2 0 上に絶縁体の線状突起 4 3 が形成され、上基板 2 2 には基板面に向かって見て線状突起 4 3 と直交する絶縁体からなる線状突起 4 4 が形成された状態を示している。こうすることにより、基板面に向かって見て線状突起 4 3、4 4 の交差部に第 2 特異点が形成される。線状突起 4 3、4 4 は絶縁体に代えて導体で形成してもよい。また、基板上の電極をパターンングして線状突起 4 3、4 4 として用いることも可能である。基板面に向かって見て、線状突起 4 3、4 4 の十字の中心部に第 2 特異点が形成され、線状突起 4 3、4 4 が導体や電極の場合には絶縁体の場合と逆方向（液晶分子の中心を通る基板面法線に対してほぼ対称）に液晶分子 6 が配向する。

40

【 0 0 6 6 】

図 1 7 は、上下基板 2 0、2 2 のいずれか一方例えば下基板 2 0 上の電極 1 6 にスリット状の電極抜き領域 4 5 が形成され、上基板 2 2 上の電極 1 8 には基板面に向かって見て電極抜き領域 4 5 と直交するスリット状の電極抜き領域 4 6 が形成された状態を示している

50

。こうすることにより、基板面に向かって見て電極抜き領域 4 5、4 6 の交差部に第 2 特異点が形成される。

【0067】

図 1 8 は、図 4 に示した四角錐形状の絶縁体からなる突起状構造物 3 0 を、例えば下基板 2 0 上に四角錐の底の対角線方向に 2 つ並べて突起状構造物 3 0 L を形成し、上基板 2 2 上にも同様にして四角錐の底の対角線方向に 2 つ並べた突起状構造物 3 0 U を形成した状態を示している。基板面に向かって見て突起状構造物 3 0 L と 3 0 U とで密に集まった正方形外形が形成される。こうすることにより、突起状構造物 3 0 L の稜線上の液晶分子 6 が稜線に垂直な方向に傾斜し、突起状構造物 3 0 U の稜線上の液晶分子 6 が稜線に平行な方向へ傾斜して、基板面に向かって見て突起状構造物 3 0 L、3 0 U で構成される正方形の中央部に第 2 特異点を形成することができる。絶縁体の突起構造物 3 0 に代えて、導体の突起構造物 3 1 で構成しても正方形の中央部に第 2 特異点を形成することができる。

10

【0068】

図 1 9 は、上下基板 2 0、2 2 のいずれか一方例えば下基板 2 0 上の電極 1 6 にスリット状の電極抜き領域 4 7 が形成され、上基板 2 2 上には基板面に向かって見て電極抜き領域 4 7 と直交する絶縁体からなる線状突起 4 8 が形成された状態を示している。こうすることにより、基板面に向かって見て電極抜き領域 4 7 と線状突起 4 8 との交差部に第 2 特異点が形成される。

【0069】

以上、図 4 乃至図 1 9 を用いて説明した特異点配置制御要素は例示であり、また、これらの要素を種々組み合わせて特異点制御をすることが可能である。これらの要素を用いて特異点を所定位置に形成することにより液晶分子の配向制御を安定して行えるようになる。

20

【0070】

なお、特異点には様々な変形が存在する。図 2 0 (A) は第 1 特異点 ($s = + 1$) 近傍での液晶分子の配向状態を例示している。図 2 0 (A) の (a) は、 $s = + 1$ 、 $\theta = 0$ (所定軸と配向ベクトルとがなす方位角) を示し、図 2 0 (A) の (b) は、 $s = + 1$ 、 $\theta = \pi / 4$ 、図 2 0 (A) の (c) は、 $s = + 1$ 、 $\theta = \pi / 2$ における液晶分子の配向状態を示している。 θ の値の変化により暗線の形状が変化している。

【0071】

図 2 0 (B) は第 2 特異点 ($s = - 1$) 近傍での液晶分子の配向状態を例示している。図 2 0 (B) の (a) は、 $s = - 1$ 、 $\theta = 0$ を示し、図 2 0 (B) の (b) は、 $s = - 1$ 、 $\theta = \pi / 4$ 、図 2 0 (B) の (c) は、 $s = - 1$ 、 $\theta = \pi / 2$ における液晶分子の配向状態を示している。

30

【0072】

これまでの説明では、 $s = + 1$ 、 $\theta = 0$ あるいは $s = - 1$ 、 $\theta = 0$ の特異点を図示しているが、もちろん図 2 0 (A)、(B) の (b)、(c) に示す特異点にも本実施の形態を適用することが可能である。なお、本実施の形態において、セルギャップが例えば $4 \mu\text{m}$ の液晶表示装置の場合、第 1 及び第 2 特異点間の距離は、実用的に使用するには数 μm から $100 \mu\text{m}$ 程度までの範囲で制御することが可能である。

以上説明した本実施の形態によれば、各表示階調で従来の約 2 倍の高速化が可能である。また、応答特性を追求した場合には、応答が最も遅くなる階調においても応答時間 ($T_{on} + T_{off}$) は 41ms であり、視野角、正面コントラストに加え応答特性においても優れた特性を発揮する液晶表示装置を実現できる。

40

【0073】

以下、実施例を用いてより具体的に説明する。

〔実施例 1〕

図 2 1 は本実施例による液晶表示装置を基板面に向かって見た一部領域の概略を示している。本実施例の特異点制御部は、第 1 特異点配置制御要素として図 8 に示す絶縁体の突起構造物 3 4 を用い、第 2 特異点配置制御要素として図 1 6 に示す絶縁体の線状突起 4 3、4 4 を用いている。これらの特異点配置制御要素の組み合わせとして、下基板 2 0 側には

50

十字格子状の構造物 5 0 が形成され、上基板 2 2 側には構造物 5 0 の格子ピッチと半ピッチずれて、構造物 5 0 の格子ピッチと同一のピッチを有する十字格子状構造物 5 2 が形成されている。上下基板でこのような特異点制御部が形成されているため、両基板 2 0、2 2 間に封止された液晶の液晶分子 6 は、電界印加時に図 2 1 に示すように配向する。これは、図 2 及び図 3 を用いて説明した本実施の形態による特異点制御部と同様の作用に基づいている。

【 0 0 7 4 】

本実施例においても特異点制御部を構成する格子状構造物 5 0、5 2 内に 1 本の暗線が生じるだけであり、従来の MVA-LCD より極めて安定した良好な配向状態が得られるだけでなく、格子ピッチを短くして従来の配向規制用の線状突起より配置密度を高くして、液晶の応答時特性を改善しても透過率の低下を防止することが可能である。

10

【 0 0 7 5 】

本構造では第 1 特異点と第 2 特異点を結ぶ線上を絶縁体のパターンで繋いでいる。繋ぎ部分の絶縁体突起により付近の電界分布に歪みが発生し、暗線となるディスクリネーションラインの配向を良好に整えることができる。

【 0 0 7 6 】

図 2 2 は、本実施例で用いた格子状構造物 5 0、5 2 の突起高さとお透率の関係を示している。横軸に突起高さ (μm) をとり、縦軸にお透率 (%) をとっている。図 2 2 中で曲線 A は、上下基板 2 0、2 2 に設けられた格子構造物 5 0、5 2 の間隙の長さ (すなわち半ピッチの長さ) が $20\ \mu\text{m}$ の液晶表示装置であって、格子状構造物 5 0、5 2 の突起高さを $0.6\ \mu\text{m}$ から $1.6\ \mu\text{m}$ まで変化させた場合のお透率の変化を示している。曲線 B は、間隙長さを $10\ \mu\text{m}$ にした場合のお透率の変化を示している。曲線 C は、比較として図 4 4 に示した従来の MVA-LCD と同等であって線状突起の間隙の長さが $25\ \mu\text{m}$ あり、線状突起の高さを $1.1\ \mu\text{m}$ から $2.3\ \mu\text{m}$ まで変化させた場合のお透率の変化を示している。

20

【 0 0 7 7 】

曲線 C が示すように、従来の MVA-LCD では突起高さが $1.9\ \mu\text{m}$ で透過率が最大となる。従来の MVA-LCD では、突起を境に液晶配向方位を 180° 異ならせるために突起中央付近の液晶の傾斜角を小さく抑える必要があり、このため突起高さをあまり低くすることができない。

30

【 0 0 7 8 】

これに対し、本実施例による液晶表示装置の場合には曲線 A 及び B が示すように、開口部占有面積の大きさに依存せず突起高さが $1.0\ \mu\text{m}$ 程度で透過率が最大となり、突起高さが高くなると逆に透過率は減少する。これは、本実施の形態の液晶表示装置における液晶分子の配向制御が、格子構造物 5 0、5 2 の突起斜面ではなく、所定位置に形成される多数の特異点により行われていることを示している。特異点を安定して形成するには、突起中央付近の液晶分子を電圧印加と共に十分傾斜させる必要があるが、突起高さをあまり高くすると十分な傾斜角が得られなくなる。従って、本実施例に示すように、特異点制御部の突起は特異点を安定して形成できる高さであればよく、従来の MVA-LCD の線状突起より格段に低くすることができる。

40

【 0 0 7 9 】

図 2 3 は、本実施例による液晶表示装置の T-V 特性を示している。図 2 3 において横軸は印加電圧 (V) であり縦軸は透過率 (%) である。図 2 3 における液晶表示装置のセル厚は $3.8\ \mu\text{m}$ である。また、垂直配向膜として JALS-684 (JSR 製) を用い、液晶材料には MJ961213 (メルク製) を用いている。本実施例の液晶表示装置における格子構造物 5 0、5 2 の形成材料には LC200 (シプレイ・ファースト社製フォトレジスト) を用いている。格子構造物 5 0、5 2 の突起高さは $1.1\ \mu\text{m}$ である。また、比較として示す従来の MVA-LCD の突起高さは $1.6\ \mu\text{m}$ である。

【 0 0 8 0 】

図 2 3 において、曲線 A、B、C は本実施例による液晶表示装置を示している。曲線 A は

50

、格子構造物50、52の間隙の長さを30 μm にした場合を示している。曲線Bは間隙長さを20 μm にした場合を示している。曲線Cは間隙長さを10 μm にした場合を示している。

【0081】

曲線D、Eは従来のMVA-LCDを示している。曲線Dは、上下基板に線状突起が設けられ突起間隙長さが25 μm の場合を示している。曲線Eは、下基板にスリット、上基板に線状突起が設けられ、間隙長さが25 μm の場合を示している。

【0082】

図23の曲線Bに示す間隙長さ20 μm の液晶表示装置は、曲線D、Eに示す間隙長さ25 μm の従来のMVA-LCDとほぼ同様の透過率が得られる。図23の曲線Aに示すように間隙長さを40 μm まで拡大すると26%以上の透過率が得られ、従来のMVA-LCDの約1.3倍の透過率を得ることができる。従って、構造物の高密度化による応答時間の高速化が必須でない場合には、本実施形態による液晶表示装置は従来のMVA-LCDより高い透過率を得ることができる。

10

【0083】

図23の曲線Cに示すように、間隙長さが10 μm の場合でも、15%以上の透過率が得られ、突起間隙10 μm の従来のMVAと同等の透過率を得ることができる。この場合、従来の線状突起の密度より曲線Cでの十字格子構造物50、52の密度の方が2倍程度高いにもかかわらず同等の透過率を得ることができる。これは、配向分割領域の境界の暗線(ディスクレーション)が1本になったことによる効果であると考えられ、本実施の形態による特異点制御部は構造物の高密度化に有利であることが分かる。

20

【0084】

図24は、本実施例による液晶表示装置の応答特性を示している。横軸は透過率(%)、縦軸は応答時間($T_{on} + T_{off}$ (ms))である。なお、ノーマリブラックモードで動作し、印加電圧が0Vで透過率0%、5V印加で透過率100%となるものとする。

【0085】

曲線Aは本実施例による液晶表示装置を示しており、格子構造物50、52の間隙の長さは10 μm である。曲線Bは従来のMVA-LCDであって、下基板にスリット、上基板に線状突起が設けられ、間隙長さが25 μm の場合を示している。曲線Cは、垂直配向膜にラビング処理を施した従来のLCDの場合を示している。

30

【0086】

曲線Aに示すように、高密度化された格子構造物50、52を有する液晶表示装置の場合、透過率を例えば0% -> 25% -> 0%のように変化させた場合における中間調応答時間は60msであり、曲線Bに示す従来のMVA-LCDに対して33%改善することができる。

【0087】

本実施例で示したように本実施の形態による液晶表示装置によれば、従来と比して透過率の低下を抑えつつ応答特性を改善することができる。また、応答特性を従来と同様にして透過率を向上させることができる。

【0088】

さらに付加的な特徴として図21に示すように、構造物を画素に対して斜めに配置する必要がないため、表示領域を高精細化する際のレイアウト設計が非常に楽になると共に、従来に比して画素周囲の配向乱れが発生し難いという利点を生じる。また、偏光板の偏光軸が格子構造物の格子と平行あるいは直交するため、黒表示状態での構造物斜面からの光漏れを軽減できる等の利点も有している。

40

【0089】

〔実施例2〕

本実施例による液晶表示装置の構造を図25に示す。図25は、基板面に垂直な方向で切断した断面を示している。基板面に向かって見た構造は、実施例1の図21と同様である。本実施例の特異点制御部は、第1特異点配置制御要素として図8に示した導体の突起構

50

造物34を用い、第2特異点配置制御要素として図16に示す導体の線状突起43、44を用いている。これらの特異点配置制御要素の組み合わせとして、下基板20側には導体の十字格子状の構造物50が形成され、上基板22側には構造物50の格子ピッチと半ピッチずれて、構造物50の格子ピッチと同一のピッチを有する導体の十字格子52が形成されている。導体の構造物50、52は、例えばフォトレジストで構造体を形成した後、その表面にITO透明電極を蒸着して形成されている。

【0090】

構造物50の格子間には絶縁体からなる平坦化層54が形成され、構造物52の格子間には絶縁体からなる平坦化層56が形成されている。こうすることにより構造物50、52上部と構造物50、52間隙部とで閾値電圧に若干の差を設けることができる。所定値以下の電圧を印加して構造物50、52周辺部の液晶分子6を傾斜させ、間隙部の液晶分子6は垂直配向したままの状態を発生させることができる。つまり、間隙部における閾値電圧以下の電圧を構造物50、52に予め印加することにより、構造物50、52周辺の液晶配向にあらかじめバイアスを加えて特異点を形成することができる。

10

【0091】

図26にバイアス電圧を印加した状態からの応答特性を示す。横軸は透過率Y(%)、縦軸は応答時間(ms)である。なお、ノーマリブラックモードで動作し、印加電圧が4Vで透過率0%、1.5V印加で透過率100%となるものとする。また、構造物50、52は、間隙長さが10μmであり、高さは1.3μmである。間隙部における平坦化層54、56の膜厚は約1μmである。使用した液晶はMJ98126、垂直配向膜の材料はJALS-684である。また、所定のセルギャップを得るためのスペーサ径は3.0μmである。

20

【0092】

曲線AはT_{off}の応答時間を示している。曲線BはT_{on}の応答時間を示している。曲線CはT_{on}+T_{off}の応答時間を示している。図26に示すように、透過率を0%から25%(T_{on})にし、次いで25%から0%(T_{off})に変化させた場合、中間調応答時間(T_{on}+T_{off})が25msという優れた応答特性が得られる。

【0093】

[実施例3]

本実施例による液晶表示装置の構造を図27に示す。図27は、基板面に向かって見た状態を示している。下基板20側には図21に示した実施例1と同様の導体の十字格子状構造物50が特異点制御部として形成されている。一方、上基板22側には、隣接する第1特異点同士を結ぶ仮想直線に沿って、構造物50の格子の方向を45°回転させた方向に十字格子形状が形成された配向規制部材58が配置されている。

30

【0094】

このため、電圧印加時に特異点制御により液晶分子6が分割配向される際、配向規制部材58は、配向規制部材58を挟んで隣り合う液晶ドメインの液晶分子6の長軸の方位を仮想直線に対して概ね90°になるように液晶の配向を制御する。この配向規制部材による配向制御は、図44に示す従来のMVA-LCDの配向制御に等しい。このように、本実施の形態による特異点制御部と従来の配向規制部材とを組み合わせ使用することも可能である。

40

【0095】

[第2の実施の形態]

次に、本発明の第2の実施の形態による液晶表示装置を図28乃至図41を用いて説明する。本実施の形態で用いる図面において、第1の実施の形態及び従来の技術において図面を用いて説明した構成要素と同一の機能作用を有する構成要素には同一の符号を付してその説明は省略する。

【0096】

図28は、従来のMVA-LCDで生じる残像現象を説明するためのグラフを示している。横軸は時間(ms)を表し、縦軸は透過率を表しており、0~1000msを黒表示、

50

1000~2000msを白表示、2000ms~を黒表示としたときの時間に対する透過率変化を示している。図28に示すように、従来のMVA-LCDは、ノーマリブラックモードにおいて黒から白への応答時に一旦白がより明るくなる残像現象が見られる。あるいは、黒から白への応答後の白と、中間調から白への応答後の白とでは、形成される液晶ドメイン状態が異なってしまうため残像が発生するという表示不良がある。

【0097】

この残像現象について再び図44を用いて説明する。図44に示す配向規制用の線状突起126~130上の特異点の位置は、電圧印加に伴う電界の歪みに変動が生じると、それに依存して線状突起126~130上を移動する。特異点が移動するとドメイン制御方向に変化が生じてしまうため残像として視認されるようになる。

10

【0098】

これらを改善するため、第1の実施の形態で紹介した特願平11-229249号では、図29に示すように、表示領域内の画素電極(例えば、下基板118に形成された電極122を指す)上に設けた配向規制用の線状突起(若しくはスリット)126に対し、液晶分子6の配向方向が不連続となる点、すなわち配向ベクトル場の特異点を所定位置に固定する特異点形成部150を設けることを提案している。図29(a)は基板面に向かって見た特異点形成部150近傍の状態を示しており、特異点形成部150に特異点が固定されて形成され、線状突起126の両側に2本の暗線140、142が形成されている。図29(b)は、基板面に向かって見た特異点形成部150近傍での液晶分子6の配向状態を示している。図29(c)は、基板面に垂直方向に切断した断面を示しており、本例の特異点形成部150は、下基板118側に設けられた線状突起126に対向する上基板116側の所定位置に設けられている。

20

【0099】

本発明者達は、MVA方式TFT-LCDの液晶配向を詳細に調査したところ、画素電極の外周囲にも配向ベクトル場の特異点が形成されることを新たに見出した。観察結果を図30及び図31に示す。

【0100】

図30は、図29に示した従来のMVA方式TFT-LCDを上基板116側から見た状態の一画素領域及びその周囲を示している。下基板118上には、駆動する表示画素を選択するための走査信号が順次入力される複数のゲートバスライン154が互いに平行に形成されている。また、複数のゲートバスライン154上には不図示の絶縁膜が形成され、絶縁膜上にはゲートバスライン154にほぼ直交する複数のデータバスライン152が形成されている。互いに直交する複数のゲートバスライン154とデータバスライン152とでマトリクス状に画定される各領域が画素領域となり、各画素領域内にはTFT158と画素電極122が形成されている。TFT158のゲート電極は所定のゲートバスライン154に接続され、ドレイン電極は所定のデータバスライン152に接続され、ソース電極は画素電極122に接続されている。また、ゲートバスライン154と平行に、蓄積容量配線156が画素電極122の下層中央を横切って図中横方向に延びて形成されている。

30

【0101】

画素電極122には、スリット状の電極抜き領域126が形成されている。電極抜き領域126はゲートバスライン154及びデータバスライン152に対して45°の方位に並ぶ配置パターンを有している。画素電極122は電極抜き領域126により複数の分割電極領域に分割されている。これら複数の分割電極領域は、電極抜き領域126上に形成された細い接続電極により相互間の導通状態が維持されるようになっている。

40

【0102】

上基板116には、通常、カラーフィルタ及び遮光膜であるブラックマトリクスが形成されているが、図30では図示を省略している。上基板116に形成された対向電極120上には、下基板118の電極抜き領域126の形成パターンと同様にゲートバスライン154及びデータバスライン152に対して45°の方位に並ぶ線状突起130が形成され

50

ている。線状突起 130 は電極抜き領域 126 の配置ピッチと同一ピッチで配置され、且つ、電極抜き領域 126 に対して半ピッチずれて配置されている。

【0103】

データバスライン 152 及びゲートバスライン 154 に T F T 158 の駆動用の電圧を印加することにより、画素電極 122 と対向電極 120 との間に電圧が印加される。このときに電極抜き領域 126 及び線状突起 130 近傍に生じる斜め電界により、液晶分子 6 が所定方位に配向規制されて、画素電極 122 上が領域 A、B、C、D の 4 つの配向領域に配向分割される。このときに形成される第 1 特異点を図中黒丸 で示し、第 2 特異点を白丸 で示している。また、図 44 を用いて説明した配向規制部材（電極抜き領域 126、線状突起 130）の両側で生じる 2 本の暗線 140、142 も図示している。なお、2 本の暗線 140、142 は、図中に示す偏光板の偏光軸の方向（図中、左右上下方向）とほぼ一致する配向方位の液晶分子 6 の領域となる。

10

【0104】

図 31 は、図 30 から基板構造の表示を省略して、第 1 及び第 2 特異点、配向した液晶分子 6、及び 2 本の暗線 140、142 のみを示している。

図 30 及び図 31 から、画素電極 122 内はもちろん画素電極 122 外にも配向ベクトル場の特異点が形成されていることが分かる。また、画素電極 122 外に形成される特異点は暗線 140、142 で画素電極 122 内の特異点に接続している。さらに、第 1（又は第 2）特異点から伸びる暗線は、第 2（又は第 1）特異点に接続している。

20

【0105】

また、画素電極 122 外の特異点について詳細に調査したところ、これらは常に全く同じ位置に形成されるのではなく、黒から白への表示応答の度に特異点形成位置が微妙に異なったり、応答後の時間の経過と共に特異点の位置が移動したりするという現象が見られることが分かった。

【0106】

先に述べたように、画素電極 122 外の特異点と画素電極 122 内の特異点とは、相互に暗線 140、142 を介して繋がっている。そのため、このような画素電極 122 外の特異点変化は、画素電極 122 内であって特に画素電極 122 エッジ近傍の液晶配向に変化を与える。これは、画素電極 122 上における特異点変化による残像と同様の表示不良を発生させることになる。

30

【0107】

そこで画素電極 122 外における液晶配向に着目して特異点変化が発生する原因を考察した。画素電極 122 のエッジ部と対向電極 120 との間、およびバスライン 152、154 と対向電極 120 との間には電界の歪みが発生し、この電界歪みは液晶分子 6 の配向方位を規制する。

【0108】

図 32 は、画素電極 122 のエッジ部における電界の歪みを説明する図である。図 32（a）は画素電極 122 を上基板 116 側から見た状態を示し、図 32（b）は、図 32（a）の A - A 線で切断した断面を示している。図 32（b）に破線で示す電気力線 に従い画素電極 122 のエッジ部 160 の電界歪みは液晶分子 6 を画素電極 122 内方に向けて作用する。

40

【0109】

図 33 は、バスライン 152、154 のエッジ部における電界の歪みを説明する図である。図 33（a）はバスライン 152、154 を上基板 116 側から見た状態を示し、図 33（b）は、図 33（a）の A - A 線で切断した断面を示している。図 33（a）、（b）に示すように、バスライン 152、154 のエッジ部 162 の電界歪みは液晶分子 6 をバスライン 152、154 内方に向けて作用する。

【0110】

図 34 は、隣り合う画素電極 122 間のバスライン 152、154 近傍の液晶分子 6 の配向状態を示している。図 34 に示すように、画素電極 122 エッジ部 160 とバスライン

50

152、154エッジ部162との間の液晶分子6の配向方位は180°異なる。画素電極122のエッジ部160からバスライン152、154のエッジ部162までの液晶の配向状態は連続的に変化するため、配向変化の途中にはバスライン152、154のエッジ部162や画素電極122のエッジ部160での配向方位とは90°異なる向きに配向した液晶分子6'が存在する。しかしながら、液晶分子6'の配向方位が図34中の上方向になるか下方向になるかのいずれかを定める手段は特に設けられていない。

【0111】

また、バスライン152、154上の中央部分にもバスライン152、154のエッジ部162での配向方位とは90°異なる向きに配向した液晶分子6''が存在する。バスライン152、154中央部の液晶分子6''はバスライン152、154の延びる方向と平行に配向するが、その配向方位が図34中の上方向になるか下方向になるかを定める手段は設けられていない。

10

【0112】

このように、画素電極122外周囲の液晶分子6は電圧印加時に、一旦上方向あるいは下方向のいずれかにランダムに配向し、その後画素電極122内の液晶配向など周囲の影響を受けながら最終的な配向方位に落ち着き、結果的に図30に示したような特異点が形成される。つまり、画素電極122外に形成される特異点に対して、その形成位置を明確に定める手段がないので、画素電極122外の液晶ドメインが最終的な配向方位に落ち着くために時間を要してしまい、残像現象として表示不良が引き起こされている。本実施の形態は、MVA方式TFT-LCDの安定配向を実現し、表示不良を改善することを目的とする。

20

【0113】

本実施の形態による液晶表示装置での安定配向実現のための原理について図35を用いて説明する。図35は、画素電極122外周囲に形成される特異点を、画素電極122のエッジ部160とバスライン152、154のエッジ部との間、及びバスライン152、154上部に固定して形成した状態を示している。図中、黒丸は第1特異点を表し白丸は第2特異点を表している。図35に示すように特異点位置を固定することにより、画素電極122外に形成される特異点位置が、表示応答のための電圧印加の度にばらついたり、時間の経過と共にばらついたりすることがなくなるので、液晶分子を安定して配向制御して表示品質を向上させることができる。

30

【0114】

図30に示す基板状態の観察結果から、液晶の配向において第1特異点と第2特異点とが交互に並ぶことが分かる。従って、図35に示すように第1特異点と第2特異点とが基板上に交互に形成されるように特異点形成部を配置すれば、形成される特異点を一定位置に安定して制御することが可能となる。

【0115】

さらに、図30に示す基板状態の観察結果から、特異点形成部としての構造物あるいはスリット状の電極抜き領域と画素電極のエッジ部とが同一基板上で交差する部分には第1特異点が形成され、一方の基板に設けた構造物またはスリット状電極抜き領域と他方の基板上の画素電極エッジ部とが交差する部分には、第2特異点が形成される特徴を有していることが分かる。そのため、特異点形成部を当該特徴に従うように設けることにより、形成される特異点を一定位置に安定して制御することが可能となる。

40

【0116】

以下、実施例を用いてより具体的に説明する。

〔実施例1〕

図36は本実施形態における実施例1を示している。本実施例の特異点形成部は、バスライン152、154の幅を局所的に変化させた領域を有している。図36に示すように幅狭領域60と幅広領域62が通常幅の領域を挟んで隣り合って形成されている。バスライン幅は通常幅10μmに対して幅狭領域60は5μm、幅広領域62は15μmであり、バスライン152、154が延伸する方向の幅狭領域60と幅広領域62の長さはそれぞれ

50

れ $10\ \mu\text{m}$ である。

【0117】

このようにして特異点形成部の幅狭領域 60 と幅広領域 62 が形成されたバスライン 152、154 が配線された下基板 118 に垂直配向膜 2 を塗布し、同じく垂直配向膜 4 を塗布した対向基板 116 と貼り合わせて液晶を注入する。垂直配向膜 2、4 には JALS-684 (JSR 製) を用い印刷法により基板 116、118 上に塗布する。その後 180 で約 1 時間の熱処理を施す。液晶材料には MJ961213 (メルク製) を用い真空注入法により両基板間に液晶を注入する。セルギャップは $4\ \mu\text{m}$ である。

【0118】

このようにして作製した液晶パネルにより電圧印加時において幅狭領域 60 には第 2 特異点 ($s = -1$) が形成され、幅広領域 62 には第 1 特異点 ($s = +1$) が形成される。これにより、画素電極 122 外周囲のバスライン 152、154 上に形成される特異点を所定位置に固定することができ、従って、従来の液晶表示装置での応答時に観察された特異点の形成状態のばらつきや、応答後の時間経過に伴う特異点のふらつきという表示不良に関係する現象をなくすることができる。

【0119】

〔実施例 2〕

図 37 を用いて実施例 2 について説明する。図 37 (a) は、バスライン 152、154 を基板面に向かって見た状態を示している。図 37 (b) は、図 37 (a) の A-A 線で切断した断面の一例を示し、図 37 (c) は、他の例を示している。図 37 (d) は、図 37 (a) の B-B 線で切断した断面の一例を示し、図 37 (e) は、他の例を示している。

【0120】

本実施例は、実施例 1 に示すバスライン幅を変更した特異点形成部に代えて、バスライン 152、154 上あるいはバスライン 152、154 直上の対向基板側に構造物や抜き領域を設けている点に特徴を有している。バスライン幅は $10\ \mu\text{m}$ である。図 37 (b) は、バスライン 152、154 上に突起構造物 64 を形成して第 2 特異点を形成固定するようにしたものである。突起構造物 64 の幅及び長さは各 $5\ \mu\text{m}$ であり構造物高さは $1.5\ \mu\text{m}$ である。突起構造物 64 の形成材料には PC-335 (JSR 製) を用い、フォトリソグラフィ工程によりバスライン 152、154 上に選択的に構造物を形成する。

【0121】

図 37 (c) は、突起構造物 64 に代えて、バスライン 152、154 の形成金属が除去された抜き領域 68 をバスライン 152、154 内に形成して第 2 特異点を形成固定する特異点形成部を構成している。抜き領域 68 の幅及び長さは各 $5\ \mu\text{m}$ である。

【0122】

図 37 (d) は、バスライン 152、154 直上の対向基板 116 に突起構造物 68 を形成して第 1 特異点を形成固定するようにしたものである。突起構造物 68 の幅及び長さは各 $5\ \mu\text{m}$ であり構造物高さは $1.5\ \mu\text{m}$ である。突起構造物 68 の形成材料には PC-335 (JSR 製) を用い、フォトリソグラフィ工程により対向電極 120 上に選択的に構造物を形成している。

【0123】

図 37 (e) は、突起構造物 68 に代えて、対向電極 120 の形成材料が形成されていない電極抜き領域 70 を対向電極 120 に形成して第 1 特異点を形成固定する特異点形成部を構成している。抜き領域 70 の幅及び長さは各 $5\ \mu\text{m}$ である。

【0124】

このようにして作製した液晶パネルにより電圧印加時において突起構造物 64 又は抜き領域 68 には第 2 特異点 ($s = -1$) が形成され、突起構造物 66 又は電極抜き領域 70 には第 1 特異点 ($s = +1$) が形成される。これにより、画素電極 122 外周囲のバスライン 152、154 上に形成される特異点を所定位置に固定することができ、従って、従来の液晶表示装置での応答時に観察された特異点の形成状態のばらつきや、応答後の時間経

10

20

30

40

50

過に伴う特異点のふらつきという表示不良に関係する現象をなくすることができる。

【0125】

〔実施例3〕

図38を用いて実施例3について説明する。本実施例の特異点形成部は、バスライン152、154の幅を狭くした幅狭領域60と、図30等にした画素電極122のエッジ部160に形成されたスリット状の電極抜き領域126とを、基板面に向かって見て隣り合うように配置している。バスライン幅は通常幅10 μ mに対して幅狭領域60は5 μ m、バスライン152、154が延伸する方向の幅狭領域60の長さは10 μ mである。

【0126】

バスライン152、154上には実施例1と同様に第2特異点が形成され、バスライン152、154と画素電極122のエッジ部160との間の領域には第1特異点が形成される。このようにしても上記実施例1及び2と同様に、従来の液晶表示装置での応答時に観察された特異点の形成状態のばらつきや、応答後の時間経過に伴う特異点のふらつきという表示不良に関係する現象をなくすることができる。

【0127】

〔実施例4〕

図39を用いて実施例4について説明する。本実施例の特異点形成部は、バスライン152、154の幅を広くした幅広領域62と、図30等にした対向基板116の対向電極120上に形成した線状突起130とを、基板面に向かって見て交差するように配置している。バスライン幅は通常幅10 μ mに対して幅広領域62は15 μ m、バスライン152、154が延伸する方向の幅狭領域60の長さは10 μ mである。

【0128】

バスライン152、154上には実施例1と同様に第1特異点が形成され、バスライン152、154と画素電極122のエッジ部160との間の領域には第2特異点が形成される。このようにしても上記実施例1乃至3と同様に、従来の液晶表示装置での応答時に観察された特異点の形成状態のばらつきや、応答後の時間経過に伴う特異点のふらつきという表示不良に関係する現象をなくすることができる。

【0129】

〔実施例5〕

図40を用いて実施例5について説明する。図40は、図30に示す従来のMVA方式TFT-LCDと同様の基板構成に、本実施の形態の特異点形成部を適用した例を示している。すなわち、画素電極122のエッジ部160近傍の電極抜き領域126とバスライン152、154との交差部分に、図38を用いて説明した特異点形成部を配置して、エッジ部160とバスライン152、154との間の領域に第1特異点(図中の黒丸)を固定して形成し、バスライン152、154上に第2特異点(図中の白丸)を固定して形成している。

【0130】

また、バスライン152、154と対向基板に形成された線状突起130との交差部分に、図39を用いて説明した特異点形成部を配置して、エッジ部160とバスライン152、154との間の領域に第2特異点を固定して形成し、バスライン152、154上に第1特異点を固定して形成している。

【0131】

こうすることにより、第1特異点と第2特異点とが画素電極122外周囲において交互に固定的に形成されるため、画素電極122外の特異点配置をより安定して制御することができる。本実施例では、対角15インチの表示領域を有し、XGA(画素数:1024 \times 768)のMVA方式TFT-LCDを作製した。なお、1画素の面積は99(μ m) \times 297(μ m)である。

【0132】

〔実施例6〕

図41を用いて実施例6について説明する。本実施例は、第1の実施の形態による配向分

10

20

30

40

50

割制御方式で用いる特異点制御部を併用している点に特徴を有している。図41は、本実施例のMVA方式TFT-LCDを上基板116側から見た状態の一画素領域及びその周囲を示している。下基板118上には、駆動する表示画素を選択するための走査信号が順次入力される複数のゲートバスライン154が互いに平行に形成されている。また、複数のゲートバスライン154上には不図示の絶縁膜が形成され、絶縁膜上にはゲートバスライン154にほぼ直交する複数のデータバスライン152が形成されている。

【0133】

互いに直交する複数のゲートバスライン154とデータバスライン152とでマトリクス状に画定される各領域が画素領域となり、各画素領域内にはTFT158と画素電極122が形成されている。TFT158のゲート電極は所定のゲートバスライン154に接続され、ドレイン電極は所定のデータバスライン152に接続され、ソース電極は画素電極122に接続されている。また、ゲートバスライン154と平行に、蓄積容量配線156が画素電極122の下層中央を横切って図中横方向に延びて形成されている。また、蓄積容量配線156上層には絶縁膜を介して画素電極122と接続される蓄積容量電極164が形成されている。

10

【0134】

画素電極122には、スリット状の4つの電極抜き領域72が形成されている。4つの電極抜き領域72はゲートバスライン154と平行に形成されており、2つで対をなして所定間隔で端部を向き合わせて一列に並んでいる。対をなす2組の電極抜き領域72は、図中上下方向に画素電極122を3等分するように等間隔に配置されている。つまり、対をなす2組の電極抜き領域72は、図14に示した特異点配置制御要素と同様の機能を有し、基板面に向かって見て、対をなす電極抜き領域72の中心部に第2特異点が形成される。

20

【0135】

上基板116に形成されるカラーフィルタ及びブラックマトリクスは、図41では図示を省略している。上基板116に形成された対向電極120上には、絶縁体からなる十字格子状の構造物74が形成されている。十字状の格子は、基板面に向かって見てゲートバスライン154及びデータバスライン152に対して平行又は直交するように配置されている。十字格子状の構造物74は図8に示した特異点配置制御要素と同様に機能し、基板面に向かって見て構造物74の十字の中心部に第1特異点が形成される。構造物74は電極抜き領域72と共に、画素電極122をほぼ12等分するように配置されている。

30

【0136】

画素電極122と対向電極120との間に電圧を印加すると、電極抜き領域72及び十字格子状構造物74近傍に生じる斜め電界により、液晶分子6が所定方位に配向規制されて、画素電極122上が領域A、B、C、Dの4つの配向領域に配向分割される。このときに形成される第1特異点を図中黒丸で示し、第2特異点を白丸で示している。

【0137】

一方、画素電極122のエッジ部160近傍の電極抜き領域72とバスライン152、154との交差部分に、図38を用いて説明した特異点形成部を配置して、エッジ部160とバスライン152、154との間の領域に第1特異点を固定して形成し、バスライン152、154上に第2特異点を固定して形成している。

40

【0138】

また、バスライン152、154と対向基板に形成された十字格子状構造物74との交差部分に、図39を用いて説明した特異点形成部を配置して、エッジ部160とバスライン152、154との間の領域に第2特異点を固定して形成し、バスライン152、154上に第1特異点を固定して形成している。

【0139】

こうすることにより、第1特異点と第2特異点とが画素電極122内部及び外周囲において交互に固定的に形成されるため、画素電極122外の特異点配置をより安定して制御することができる。

50

【 0 1 4 0 】

本実施例においても、暗線 1 2 は、特異点制御部を構成する格子状構造物 7 4 内及び電極抜き領域 7 2 内に 1 本生じるだけであり、従来の MVA-LCD より極めて安定した良好な配向状態が得られるだけでなく、格子ピッチを短くして従来の配向規制用の線状突起より配置密度を高くして液晶の応答時特性を改善しても透過率の低下を防止することが可能である。さらに、構造物を画素に対して斜めに配置する必要がないため、表示領域を高精細化する際のレイアウト設計が非常に楽になる。また、図示のように偏光板の偏光軸が格子構造物の格子と平行あるいは直交するため、黒表示状態での構造物斜面からの光漏れを軽減できる利点も有している。

【 0 1 4 1 】

以上説明したように本実施の形態によれば、MVA方式 TFT-LCD の液晶配向の安定化を図り表示性能を改善することができる。また、MVA方式 TFT-LCD において透過率の低下を抑えつつ応答特性を改善することができる。

【 0 1 4 2 】

本発明は、上記実施の形態に限らず種々の変形が可能である。例えば、上記実施の形態では、TFT-LCD を例にとりて説明したが、本発明はこれに限らず、スイッチング素子として MIM を用いた LCD や、単純マトリクス型の LCD、あるいはプラズマアドレス型の LCD に適用することができる。要は、対向電極間の液晶層に電圧を印加して情報を表示させる表示装置に適用可能である。

【 0 1 4 3 】

【発明の効果】

以上の通り、本発明によれば、MVA-LCD において透過率の低下を抑えつつ応答特性を改善することができる。また、本発明によれば、透過率を向上させた MVA-LCD を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態による液晶表示装置の動作を説明するための、対向面側に電極及び垂直配向膜が形成され、2 つの垂直配向膜間に負の誘電異方性を有する液晶が封止された液晶パネルを示す図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施の形態による配向分割制御方式を説明するための液晶表示装置を基板面に向かって見た状態を示す図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施の形態による配向分割制御方式を説明するための液晶表示装置の断面方向の状態を示す図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施の形態による 4 分割配向の場合の第 1 特異点 ($s = +1$) 形成用の制御要素の例を基板面方向から見た模式図である。

【図 5】本発明の第 1 の実施の形態による 4 分割配向の場合の第 1 特異点 ($s = +1$) 形成用の制御要素の例を基板面方向から見た模式図である。

【図 6】本発明の第 1 の実施の形態による 4 分割配向の場合の第 1 特異点 ($s = +1$) 形成用の制御要素の例を基板面方向から見た模式図である。

【図 7】本発明の第 1 の実施の形態による 4 分割配向の場合の第 1 特異点 ($s = +1$) 形成用の制御要素の例を基板面方向から見た模式図である。

【図 8】本発明の第 1 の実施の形態による 4 分割配向の場合の第 1 特異点 ($s = +1$) 形成用の制御要素の例を基板面方向から見た模式図である。

【図 9】本発明の第 1 の実施の形態による 4 分割配向の場合の第 1 特異点 ($s = +1$) 形成用の制御要素の例を基板面方向から見た模式図である。

【図 10】本発明の第 1 の実施の形態による 4 分割配向の場合の第 1 特異点 ($s = +1$) 形成用の制御要素の例を基板面方向から見た模式図である。

【図 11】本発明の第 1 の実施の形態による 4 分割配向の場合の第 1 特異点 ($s = +1$) 形成用の制御要素の例を基板面方向から見た模式図である。

【図 12】本発明の第 1 の実施の形態による 4 分割配向の場合の第 1 特異点 ($s = +1$) 形成用の制御要素の例を基板面方向から見た模式図である。

10

20

30

40

50

【図13】本発明の第1の実施の形態による4分割配向の場合の第2特異点($s = -1$)形成用の制御要素の例を基板面方向から見た模式図である。

【図14】本発明の第1の実施の形態による4分割配向の場合の第2特異点($s = -1$)形成用の制御要素の例を基板面方向から見た模式図である。

【図15】本発明の第1の実施の形態による4分割配向の場合の第2特異点($s = -1$)形成用の制御要素の例を基板面方向から見た模式図である。

【図16】本発明の第1の実施の形態による4分割配向の場合の第2特異点($s = -1$)形成用の制御要素の例を基板面方向から見た模式図である。

【図17】本発明の第1の実施の形態による4分割配向の場合の第2特異点($s = -1$)形成用の制御要素の例を基板面方向から見た模式図である。

10

【図18】本発明の第1の実施の形態による4分割配向の場合の第2特異点($s = -1$)形成用の制御要素の例を基板面方向から見た模式図である。

【図19】本発明の第1の実施の形態による4分割配向の場合の第2特異点($s = -1$)形成用の制御要素の例を基板面方向から見た模式図である。

【図20】第1特異点($s = +1$)近傍での液晶分子の配向状態を例示する図である。

【図21】第1の実施の形態における実施例1としての液晶表示装置を基板面に向かって見た一部領域の概略を示す図である。

【図22】第1の実施の形態における実施例1で用いた格子状構造物50、52の突起高さ面白透過率の関係を示す図である。

【図23】第1の実施の形態における実施例1による液晶表示装置のT-V特性を示す図である。

20

【図24】第1の実施の形態における実施例1による液晶表示装置の応答特性を示す図である。

【図25】第1の実施の形態における実施例2としての液晶表示装置の一部断面の概略を示す図である。

【図26】第1の実施の形態における実施例2による液晶表示装置の応答特性を示す図である。

【図27】第1の実施の形態における実施例3としての液晶表示装置を基板面に向かって見た一部領域の概略を示す図である。

【図28】本発明の第2の実施の形態を説明するために、従来のMVA-LCDで生じる残像現象を説明する図である。

30

【図29】本発明の第2の実施の形態を説明するために、特願平11-229249号で提案された特異点形成部150を説明する図である。

【図30】図29に示した従来のMVA方式TF-T-LCDを上基板116側から見た状態の画素領域及びその周囲を示す図である。

【図31】図30から基板構造の表示を省略して、第1及び第2特異点、液晶分子6の配向、2本の暗線140、142のみを示す図である。

【図32】画素電極122のエッジ部における電界の歪みを説明する図である。

【図33】バスライン152、154のエッジ部における電界の歪みを説明する図である。

40

【図34】隣り合う画素電極122間のバスライン152、154近傍の液晶分子6の配向状態を示す図である。

【図35】本発明の第2の実施の形態による液晶表示装置における安定配向実現のための原理を説明する図である。

【図36】本発明の第2の実施の形態における実施例1としての液晶表示装置を基板面に向かって見た一部領域の概略を示す図である。

【図37】本発明の第2の実施の形態における実施例2としての液晶表示装置の概略構成を示す図である。

【図38】本発明の第2の実施の形態における実施例3としての液晶表示装置を基板面に向かって見た一部領域の概略を示す図である。

50

【図 3 9】本発明の第 2 の実施の形態における実施例 4 としての液晶表示装置を基板面に向かって見た一部領域の概略を示す図である。

【図 4 0】本発明の第 2 の実施の形態における実施例 5 としての液晶表示装置を基板面に向かって見た一部領域の概略を示す図である。

【図 4 1】本発明の第 2 の実施の形態における実施例 6 としての液晶表示装置を基板面に向かって見た一部領域の概略を示す図である。

【図 4 2】従来の MVA-LCD の中間調応答が従来の TN 型 LCD に比較して遅い原因を説明する図である。

【図 4 3】従来の MVA-LCD の中間調応答が従来の TN 型 LCD に比較して遅い原因を説明する図である。

【図 4 4】図 4 2 に示した MVA-LCD を下基板 118 側から見たときの電圧印加時の液晶分子の配向状態を示す図である。

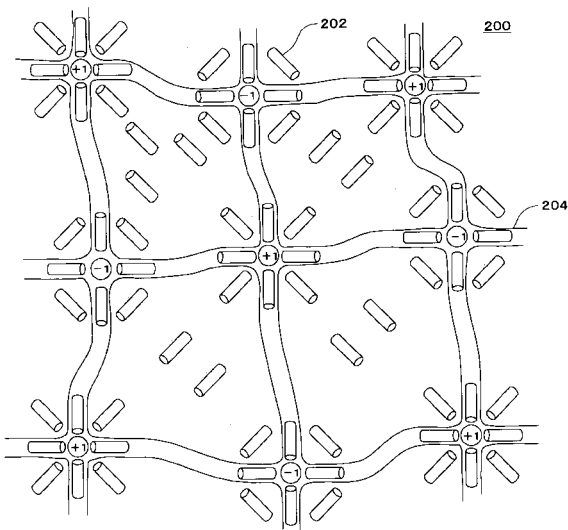
【符号の説明】

2、4	垂直配向膜	
6	液晶分子	
8、10a、10b、10c、10d	突起状構造物	
12a、12b、12c、12d、12e、12f	暗線	
14	液晶	
16、18	電極	
20	下基板	20
22	上基板	
30、31、34、36、37、40	突起状構造物	
32、33a~33d、35、41、42a、42b、45、46、47	電極抜き領域	
38、39、43、44、48	線状突起	
50、52	十字格子状構造物	
54、56	平坦化層	
58	配向規制部材	
60	幅狭領域	
62	幅広領域	
64、66	突起構造物	30
68、70	抜き領域	
72	電極抜き領域	
74	突起状構造物	
100	TN 型 LCD	
102、124	液晶	
104、116	上基板	
106、118	下基板	
108、110、120、122	電極	
112、132	斜線部	
114	MVA-LCD	40
126、128、130	線状突起	
140、142	暗線	
150	特異点形成部	
152	ドレインバスライン	
154	ゲートバスライン	
156	蓄積容量配線	
158	TFT	
160、162	エッジ部	
164	蓄積容量電極	
200	垂直配向膜	50

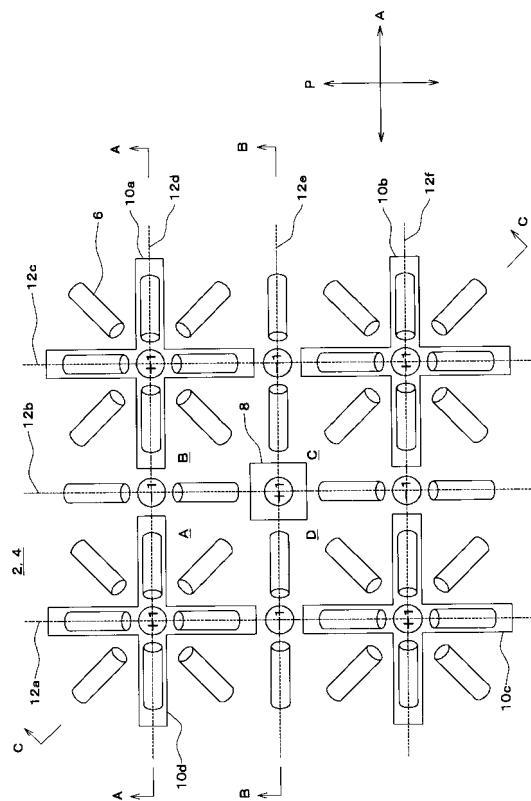
202 液晶分子

204 ディスクリネーションライン

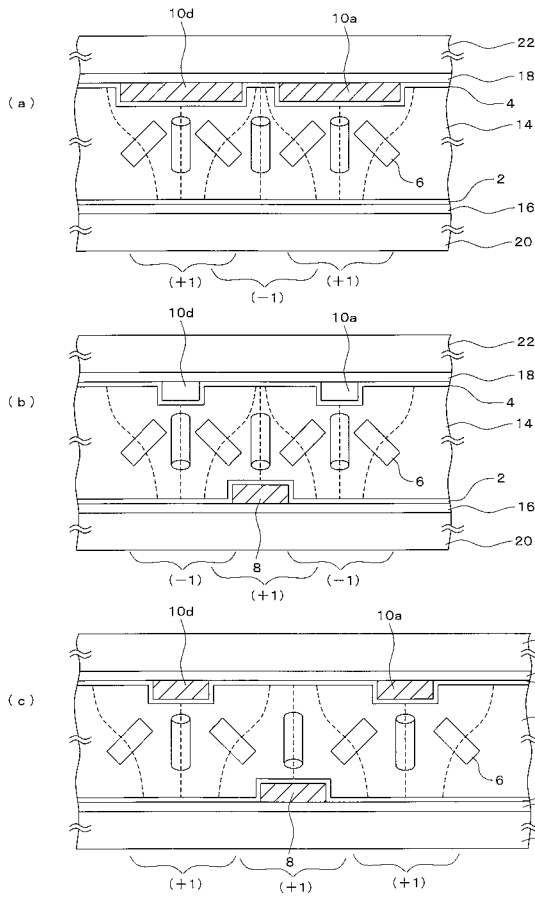
【図1】



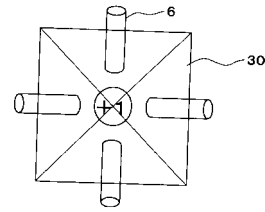
【図2】



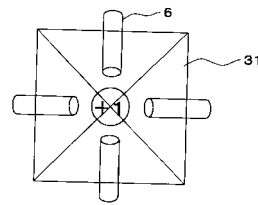
【図 3】



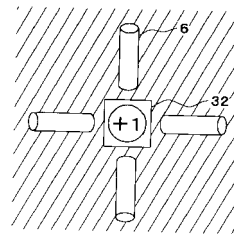
【図 4】



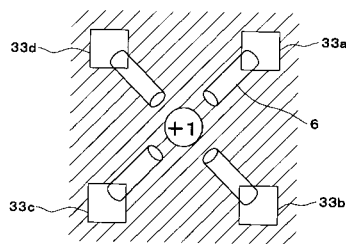
【図 5】



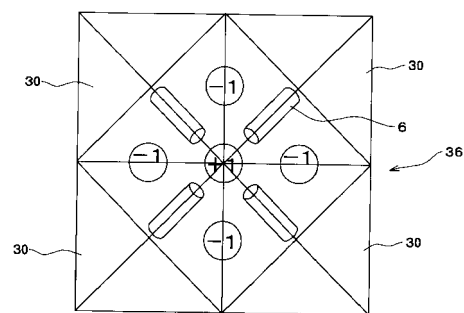
【図 6】



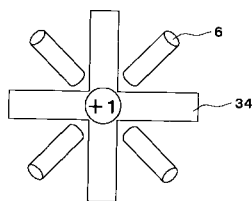
【図 7】



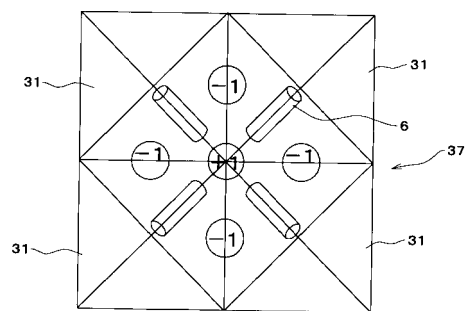
【図 10】



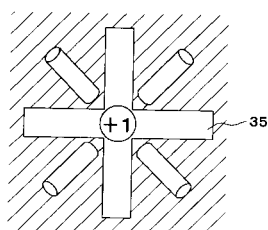
【図 8】



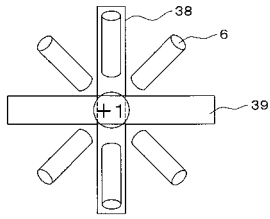
【図 11】



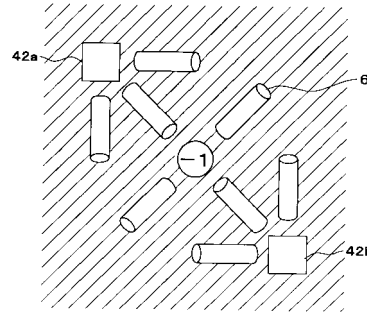
【図 9】



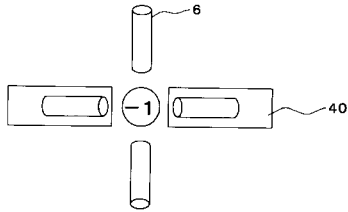
【図 12】



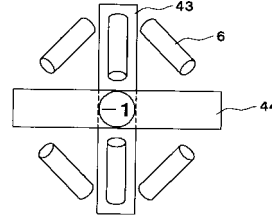
【図 15】



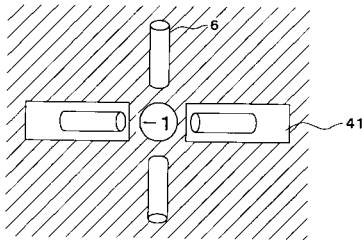
【図 13】



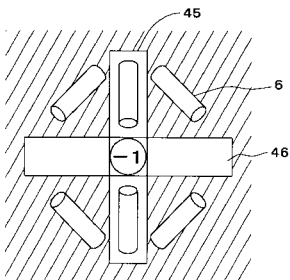
【図 16】



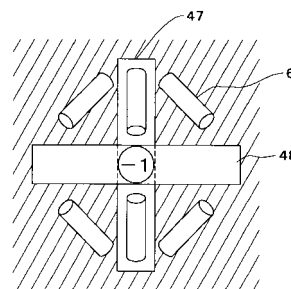
【図 14】



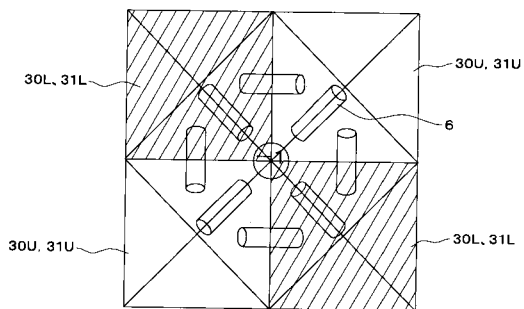
【図 17】



【図 19】

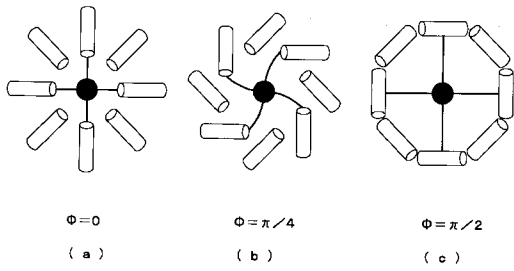


【図 18】

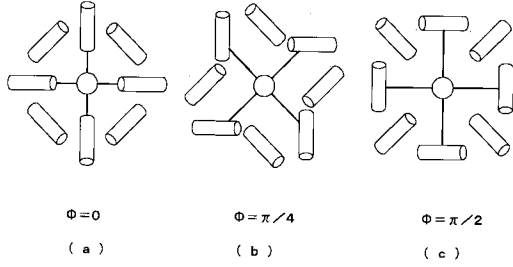


【図20】

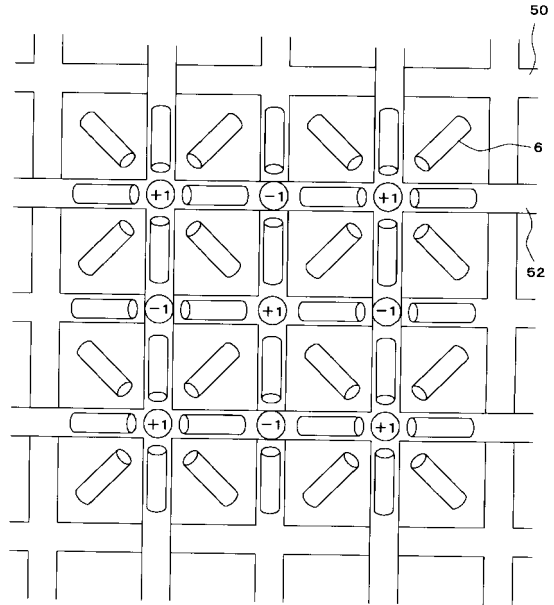
(A) $S=+1$



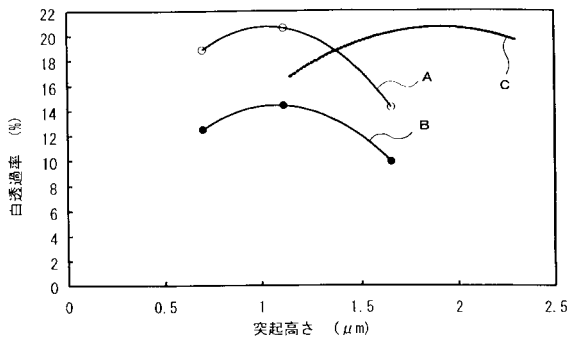
(B) $S=-1$



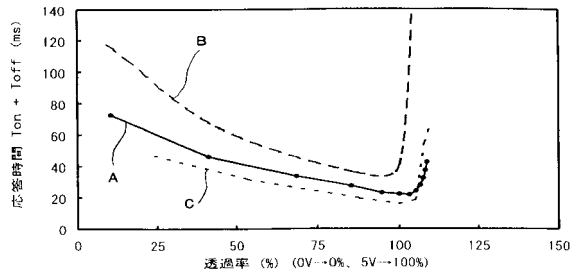
【図21】



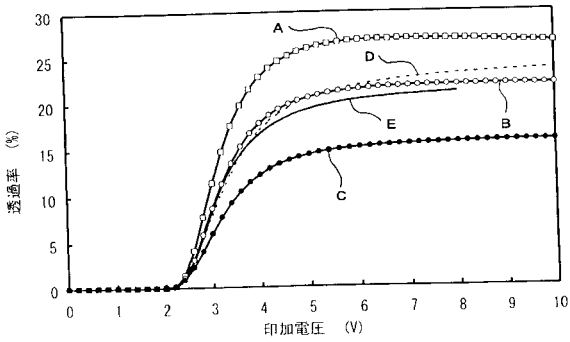
【图22】



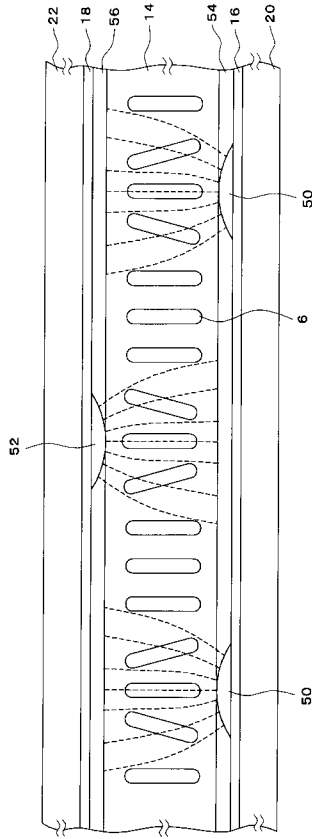
【图24】



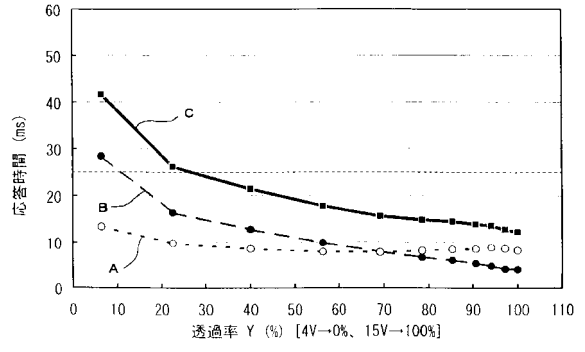
【图23】



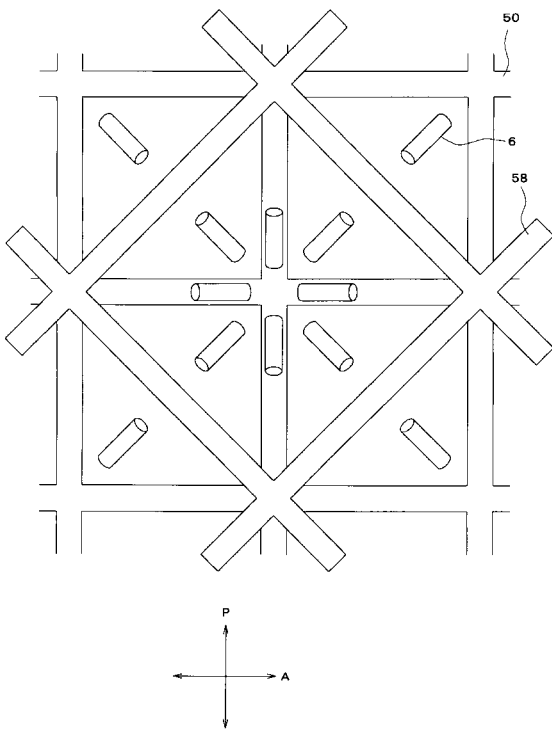
【 図 2 5 】



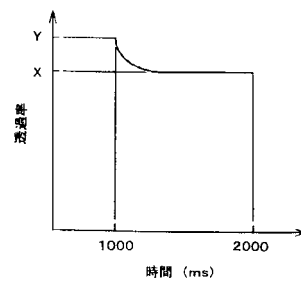
【 図 2 6 】



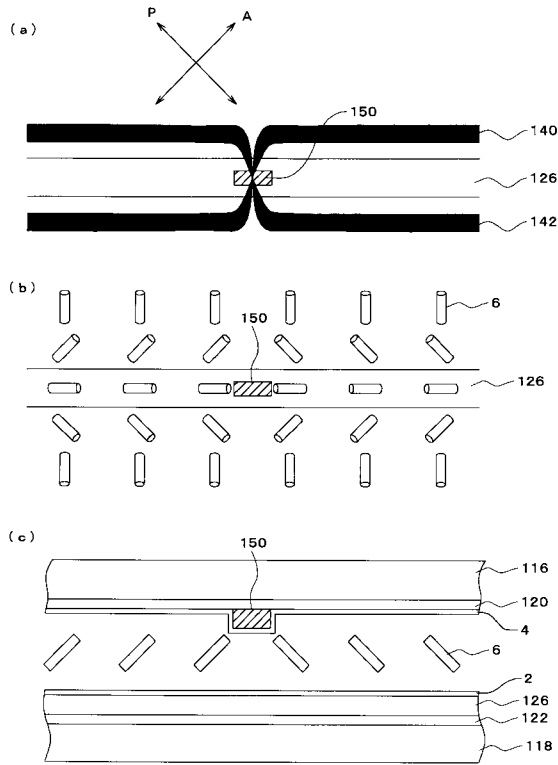
【 図 2 7 】



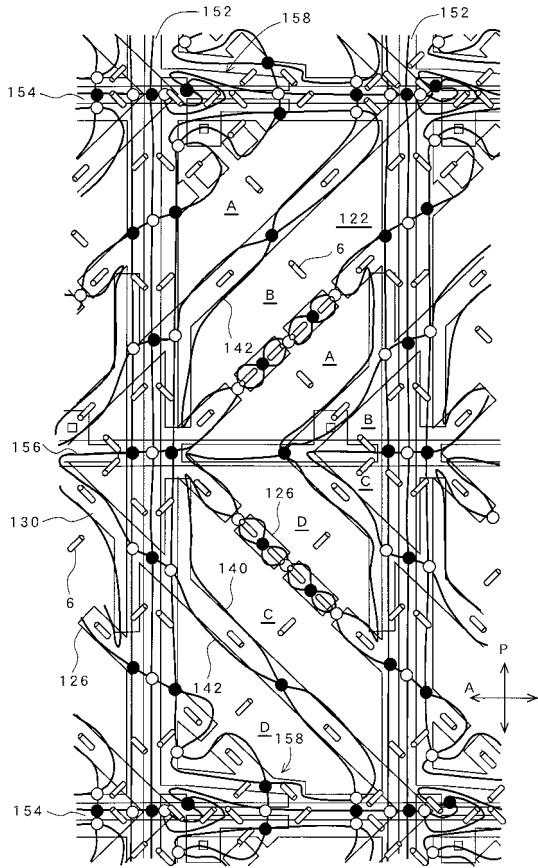
【 図 2 8 】



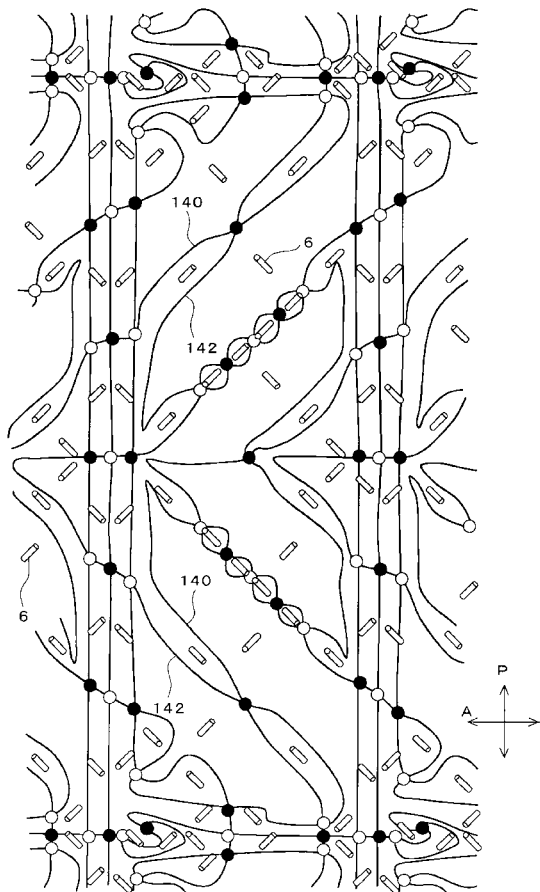
【図 29】



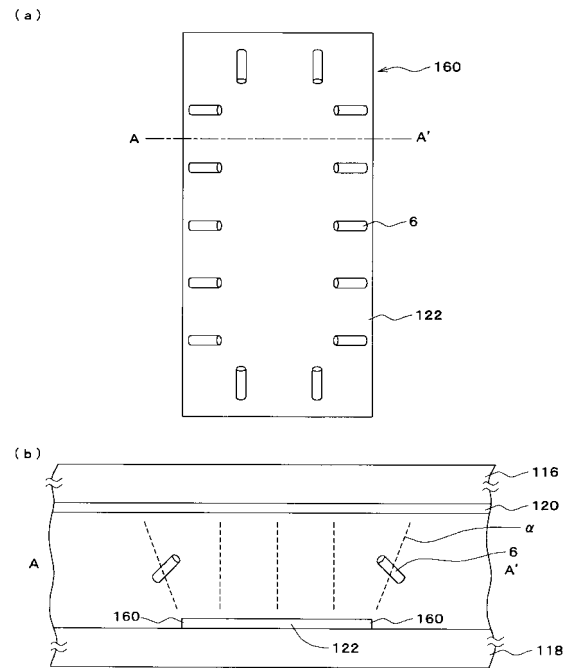
【図 30】



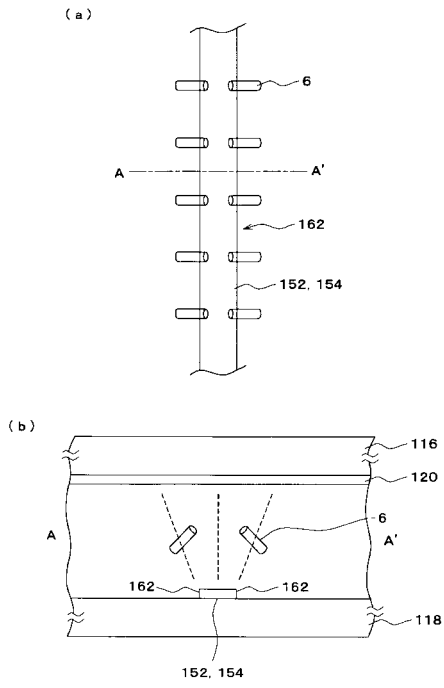
【図 31】



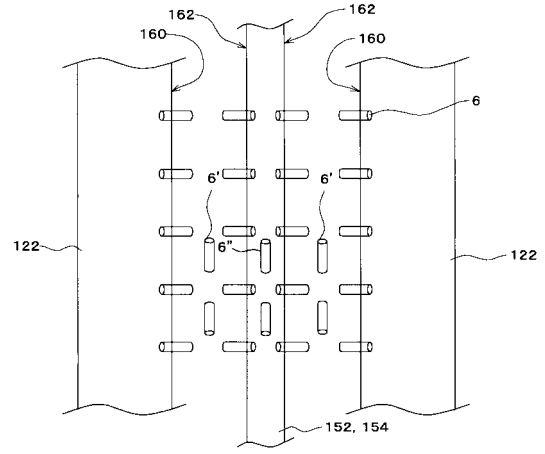
【図 32】



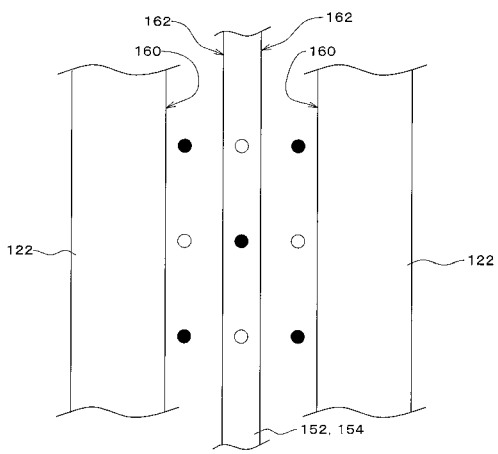
【 図 3 3 】



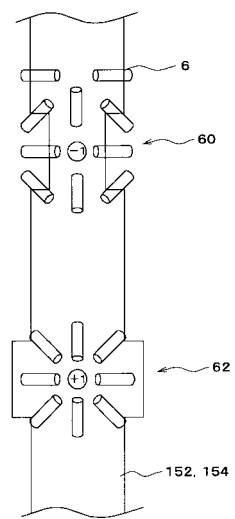
【 図 3 4 】



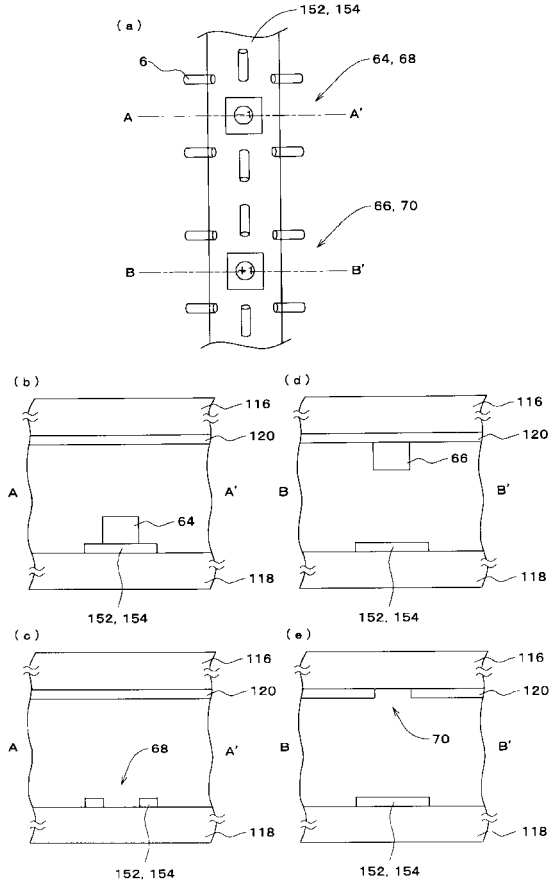
【 図 3 5 】



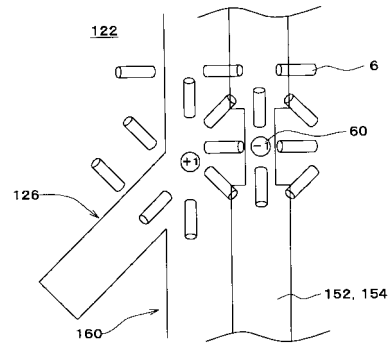
【 図 3 6 】



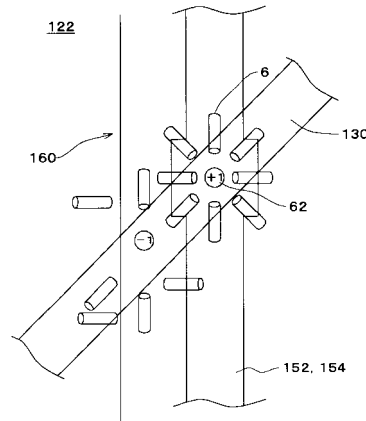
【図 37】



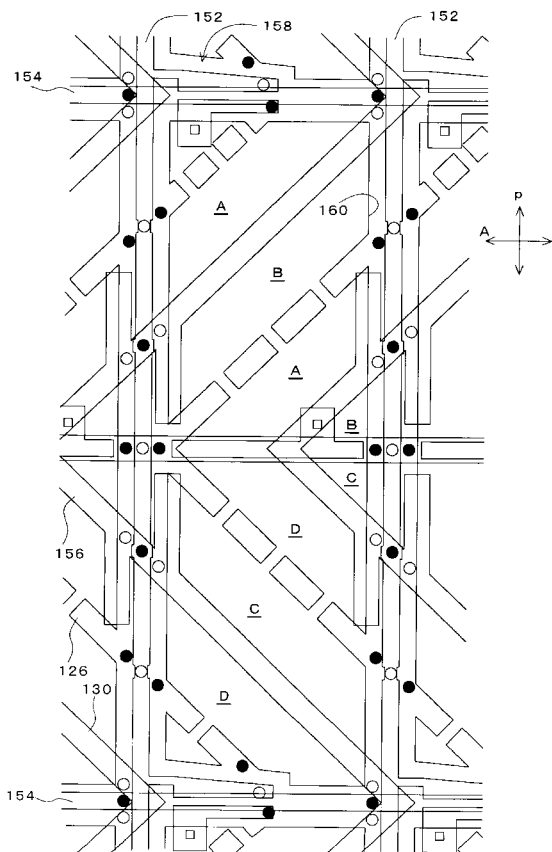
【図 38】



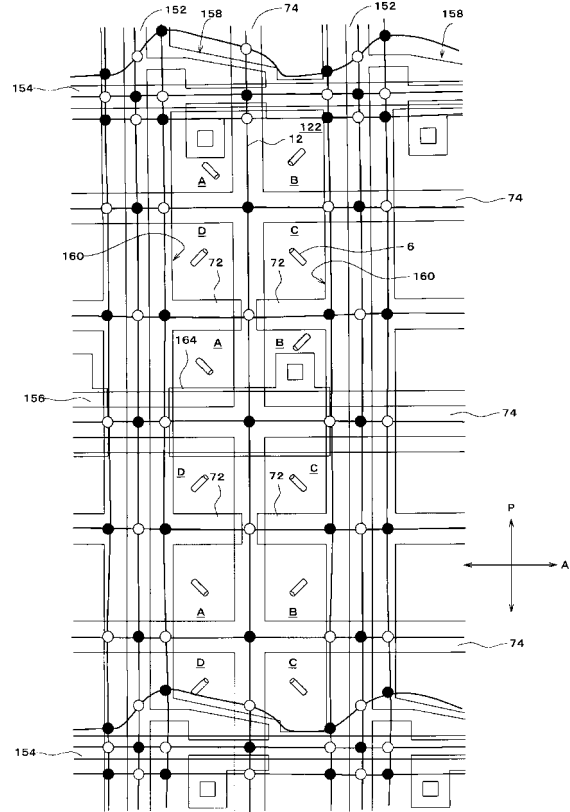
【図 39】



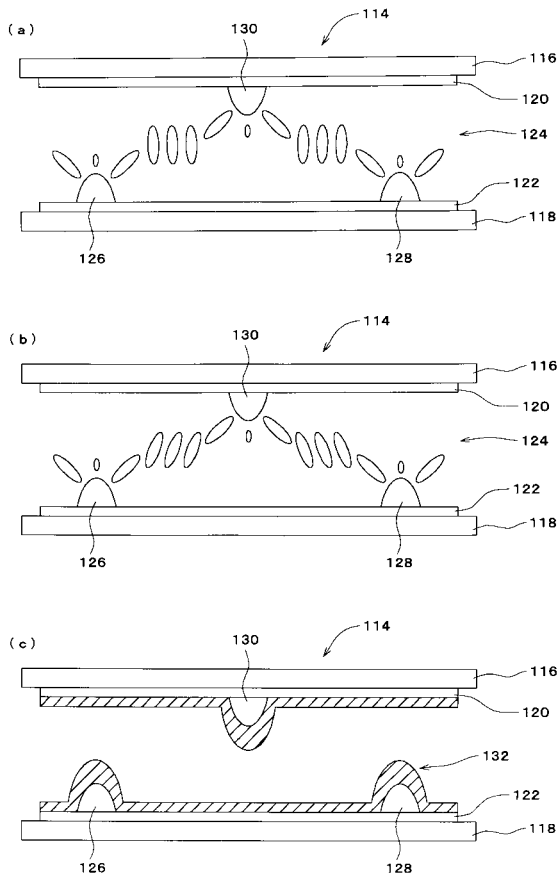
【図 40】



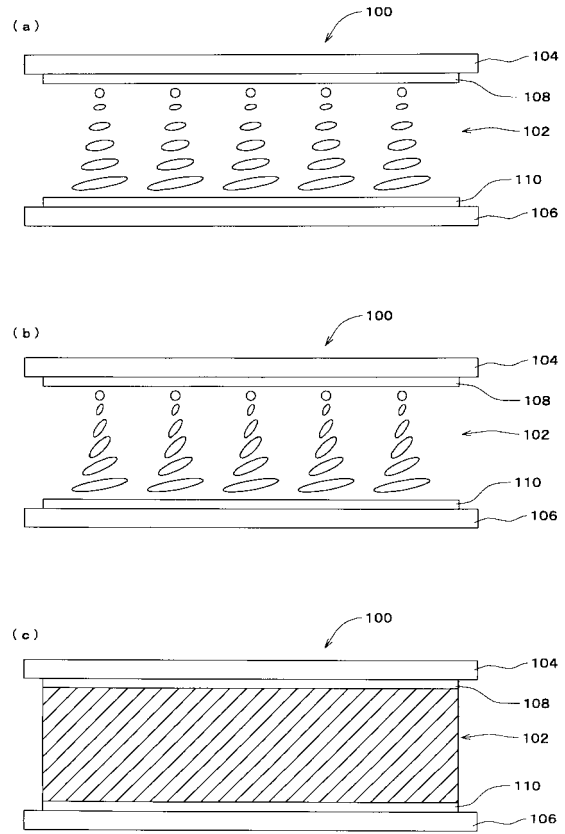
【図 41】



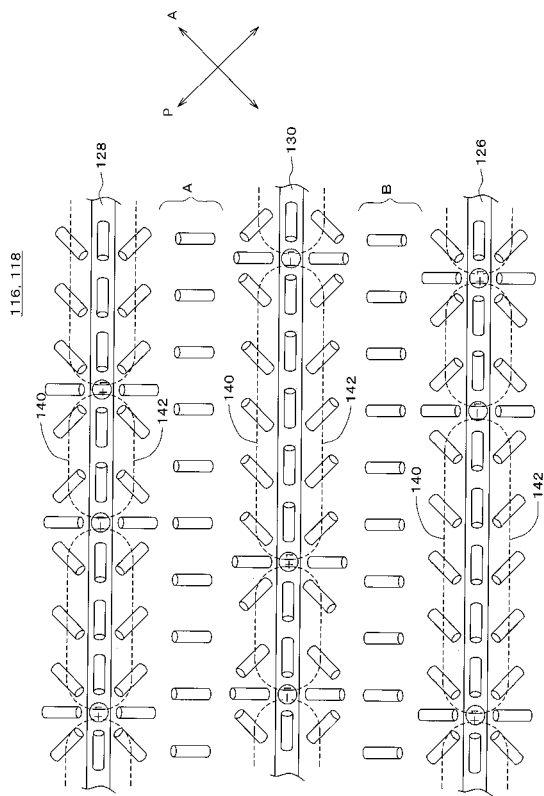
【 4 2 】



【 4 3 】



【 4 4 】



フロントページの続き

- (72)発明者 中村 公昭
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 小池 善郎
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

審査官 福田 知喜

- (56)参考文献 特開2000-047251(JP,A)
特開平11-352491(JP,A)
特開2000-047218(JP,A)
特開平07-311383(JP,A)
特開平06-043461(JP,A)
特開平11-242225(JP,A)
特開平07-064089(JP,A)
特開平06-258649(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02F 1/1337
G02F 1/1343