

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5570829号

(P5570829)

(45) 発行日 平成26年8月13日(2014.8.13)

(24) 登録日 平成26年7月4日(2014.7.4)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 F 1/1337 (2006.01)

G O 2 F 1/1337 5 O 5

G O 2 F 1/1343 (2006.01)

G O 2 F 1/1343

G O 2 F 1/1368 (2006.01)

G O 2 F 1/1368

G O 9 G 3/36 (2006.01)

G O 9 G 3/36

G O 9 G 3/20 (2006.01)

G O 9 G 3/20 6 8 O H

請求項の数 9 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-14473 (P2010-14473)
 (22) 出願日 平成22年1月26日(2010.1.26)
 (62) 分割の表示 特願平10-151288の分割
 原出願日 平成10年6月1日(1998.6.1)
 (65) 公開番号 特開2010-152372 (P2010-152372A)
 (43) 公開日 平成22年7月8日(2010.7.8)
 審査請求日 平成22年1月26日(2010.1.26)
 (31) 優先権主張番号 1997P22308
 (32) 優先日 平成9年5月30日(1997.5.30)
 (33) 優先権主張国 韓国(KR)
 (31) 優先権主張番号 1997P26861
 (32) 優先日 平成9年6月24日(1997.6.24)
 (33) 優先権主張国 韓国(KR)
 (31) 優先権主張番号 1997P51338
 (32) 優先日 平成9年10月7日(1997.10.7)
 (33) 優先権主張国 韓国(KR)

(73) 特許権者 512187343
 三星ディスプレイ株式会社
 Samsung Display Co.,
 Ltd.
 大韓民国京畿道龍仁市器興区三星二路95
 95, Samsung 2 Ro, Giheung-Gu, Yongin-City
 , Gyeonggi-Do, Korea
 (74) 代理人 100121382
 弁理士 山下 託嗣
 (72) 発明者 金 京 賢
 大韓民国京畿道龍仁市器興邑農書里山24
 番地

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の画素を有する液晶表示装置であって、
 第1基板と、
 前記第1基板に対向する第2基板と、
 前記第1基板及び前記第2基板の外側面にそれぞれ取り付けられ、その偏光方向が互いに垂直または平行である複数の偏光板と、
 前記第1基板および前記第2基板の間に注入されており、液晶分子が初期に前記第1基板及び前記第2基板に対して垂直配列されている液晶物質層と、
 前記第1基板及び前記第2基板のうちの一つの基板に形成されている2つの第1電極及び第2電極と、
 を備え、

各前記画素は、電界が印加された前記液晶物質に含まれる前記液晶分子の平均配列方向によって区別された複数のドメイン、に分割されており、

前記ドメインの端部に位置している前記液晶分子は、平均すると、前記ドメインの境界に対して互いに対称的に配列されており、

前記偏光板の前記偏光方向は、前記ドメインの前記液晶分子の前記平均配列方向の少なくとも1つと平行でも垂直でもなく、

各画素内において前記第1電極及び前記第2電極は互いに並行に配置されており、一の画素内では前記第1電極及び前記第2電極はデータ線の延在方向である第1方向に延在し

10

20

、前記一の画素に隣接する画素内では、前記第 1 電極及び前記第 2 電極の一部は前記第 1 方向及びゲート線の延在方向である第 2 方向に対して一定の傾斜を有するように互いに並行に延在している、
液晶表示装置。

【請求項 2】

前記第 1 基板及び前記第 2 基板と対応する前記偏光板との間の一方に取り付けられた補償フィルム、
を更に備える、
請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】

前記補償フィルムは、一軸性及び二軸性からなるグループから選択された構造を有する、
請求項 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】

前記ドメインの前記液晶分子の前記平均配列方向の少なくとも 1 つは、前記画素の境界線の少なくとも 1 つと平行でも垂直でもない、
請求項 3 に記載の液晶表示装置。

【請求項 5】

前記ドメインの前記液晶分子の前記平均配列方向は、全て前記画素の境界線の少なくとも 1 つと平行でも垂直でもない、
請求項 4 に記載の液晶表示装置。

【請求項 6】

前記ドメインの前記液晶分子の前記平均配列方向の少なくとも 1 つは、前記画素の境界線の少なくとも 1 つと平行でも垂直でもない、
請求項 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 7】

前記ドメインの前記液晶分子の前記平均配列方向は、全て前記画素の境界線の少なくとも 1 つと平行でも垂直でもない、
請求項 6 に記載の液晶表示装置。

【請求項 8】

前記ドメインの前記液晶分子の前記平均配列方向の少なくとも 1 つは、前記画素の境界線の少なくとも 1 つと平行でも垂直でもない、
請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 9】

前記ドメインの前記液晶分子の前記平均配向方向は、全て前記画素の境界線の少なくとも 1 つと平行でも垂直でもない、
請求項 8 に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は液晶表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、液晶表示装置は、電極が形成されている 2 枚の基板の間に液晶を注入し、電極に加える電圧の強さを調節して光透過量を調節する構造からなる。

【0003】

以下、添付図面を参照して従来の技術に従う液晶表示装置について詳細に説明する。

【0004】

図 1 (A) および図 1 (B) は従来の技術に従う T N (twisted-nematic) 方式の液晶表示装置の構造を概略的に示す断面図である。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

図 1 (A) および図 1 (B) に示すように、T N 方式の液晶表示装置は、内側面にそれぞれ透明電極 3、4 が形成されている 1 対の透明ガラス基板 1、2、二つのガラス基板 1、2 の間の液晶層 7 を含み、それぞれのガラス基板 1、2 の外側面には光を偏光させる 2 枚の偏光板 5、6 が取付けられている。ここで、下部基板 1 の電極 3 は画素電極であり、上部基板 2 の電極 4 は共通電極であり、液晶層 7 の誘電率異方性はゼロより大きい。

【 0 0 0 6 】

電氣場を印加しないときには、図 1 (A) に示すように、二つの基板 1、2 の間に詰められた液晶層 7 の液晶分子 8 は、その長軸方向が二つの基板 1、2 に平行に配列されており、一つの基板から他の基板に至るまで螺旋状にねじれた構造を有する。

10

【 0 0 0 7 】

二つの電極 3、4 に電源 V を連結して図 1 (B) の矢印の方向に液晶層 7 に十分な大きさの電氣場を形成した時には、図 1 (B) に示すように、液晶分子 8 の長軸が電氣場の方向と平行になる。

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

しかしながら、かかる T N 方式の液晶表示装置は視野角が狭く階調反転が生じるという問題点を有している。

【 0 0 0 9 】

20

従って、本発明は前記従来の問題点を解決するためのものであって、その目的は、広視野角を有する新しい方式の液晶表示装置を提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 0 】

前記目的を達成するための本発明に従う液晶表示装置は、
複数の画素を有する液晶表示装置であって、
第 1 基板と、
前記第 1 基板に対向する第 2 基板と、
前記第 1 基板及び前記第 2 基板の外側面にそれぞれ取り付けられ、その偏光方向が互いに垂直または平行である複数の偏光板と、
前記第 1 基板および前記第 2 基板の間に注入されており、液晶分子が初期に前記第 1 基板及び前記第 2 基板に対して垂直配列されている液晶物質層と、
前記第 1 基板及び前記第 2 基板のうちの一つの基板に形成されている 2 つの第 1 電極及び第 2 電極と、
を備え、

30

各前記画素は、電界が印加された前記液晶物質に含まれる前記液晶分子の平均配列方向によって区別された複数のドメイン、に分割されており、

前記ドメインの端部に位置している前記液晶分子は、平均すると、前記ドメインの境界に対して互いに対称的に配列されており、

前記偏光板の前記偏光方向は、前記ドメインの前記液晶分子の前記平均配列方向の少なくとも 1 つと平行でも垂直でもない。

40

【 0 0 1 1 】

第 1 基板及び第 2 基板と対応する偏光板との間の一方に取り付けられた補償フィルム、を更に備えることは好ましい。

【 0 0 1 2 】

補償フィルムは、一軸性及び二軸性からなるグループから選択された構造を有することが好ましい。

【 0 0 1 3 】

ドメインの液晶分子の平均配列方向の少なくとも 1 つは、画素の境界線の少なくとも 1 つと平行でも垂直でもないことが好ましい。

50

【 0 0 1 4 】

ドメインの液晶分子の平均配列方向は、全て画素の境界線の少なくとも1つと平行でも垂直でもないことが好ましい。

【 0 0 1 6 】

かかる液晶表示装置の二つの電極に電圧を印加すると、二つの電極の間には放物線状の電気場が形成され、この電気場により液晶分子が駆動される。

【 0 0 1 7 】

ここで、かかる駆動方式を適用した液晶表示装置をE O C (electrically-induced optical compensation)方式の液晶表示装置という。

【 0 0 1 8 】

かかるE O C方式の液晶表示装置においては、二つの電極間の領域の中心部を基準として両側の液晶分子の配列が対称的に形成される。従って、透過する光に対する位相遅延(phase retardation)も対称的に発生して広い視野角を有することができる。

【 0 0 1 9 】

前記のような液晶表示装置における電極の構造および配置は、画素単位にまたは画素内部で電極が折り曲げられた形態に形成することにより、電極が折り曲げられた部分の両側で液晶分子の配列方向が異なり、光の遅延を互いに補償することができるので、より広い視野角が得られる。

【 0 0 2 0 】

偏光板を透過軸が互いに垂直である方向に取付ける場合、偏光板の透過軸は電極の一部と平行するか垂直をなす場合を除いたすべての方向に取付けることができ、偏光板の透過軸が電極となす角度が45°であることが最も好ましい。

【 0 0 2 1 】

そして、電極の折り曲げられた部分の角度は0°から180°の間の範囲を有することができ、90°であることが最も好ましい。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 2 】

本発明の液晶表示装置において、E O Cモードの場合と同様に、電極をのこぎり歯状に形成して電極が折られた部分を中心に両側で液晶分子の傾き方向が互いに異なる領域により光の遅延が補償されて広い視野角を得ることができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 3 】

【 図 1 】 図 1 は、従来の技術に従うツイストネマチック(twisted-nematic: T N)方式の液晶表示装置の構造を概略的に示す断面図である。

【 図 2 】 図 2 は、本発明の第 1 実施例に従うE O C (electrical induced optical compensation)方式の液晶表示装置の基本駆動原理を示す概略図である。

【 図 3 】 図 3 は、本発明の第 2 実施例に従うE O C (electrical induced optical compensation)方式の液晶表示装置の基本駆動原理を示す概略図である。

【 図 4 】 図 4 は、本発明の第 3 実施例に従うE O C方式の液晶表示装置で単位画素に形成された電極の構造を示す平面図である。

【 図 5 】 図 5 は、本発明の第 4 実施例に従うE O C方式の液晶表示装置で単位画素に形成された電極の構造を示す平面図である。

【 図 6 】 図 6 は、本発明の実施例に従うE O C方式の液晶表示装置の視野角を測定した結果を示すグラフである。

【 図 7 】 図 7 は、本発明の実施例に従うE O C方式の液晶表示装置の視野角を測定した結果を示すグラフである。

【 図 8 】 図 8 は、本発明の実施例に従うE O C方式の液晶表示装置の視野角を測定した結果を示すグラフである。

【 図 9 】 図 9 は、本発明の実施例に従うE O C方式の液晶表示装置の視野角を測定した結果を示すグラフである。

10

20

30

40

50

【図１０】図１０は、本発明の実施例に従うＥＯＣ方式の液晶表示装置の視野角を測定した結果を示すグラフである。

【図１１】図１１は、本発明の実施例に従うＥＯＣ方式の液晶表示装置の視野角を測定した結果を示すグラフである。

【図１２】図１２は、本発明の実施例に従うＥＯＣ方式の液晶表示装置の視野角を測定した結果を示すグラフである。

【図１３】図１３は、本発明の実施例に従うＥＯＣ方式の液晶表示装置の視野角を測定した結果を示すグラフである。

【図１４】図１４は、本発明の実施例に従うＥＯＣ方式の液晶表示装置の視野角を測定した結果を示すグラフである。

10

【図１５】図１５は、本発明の実施例に従うＥＯＣ方式の液晶表示装置の視野角を測定した結果を示すグラフである。

【図１６】図１６は、本発明の実施例に従うＥＯＣ方式の液晶表示装置の視野角を測定した結果を示すグラフである。

【図１７】図１７は、本発明の実施例に従うＥＯＣ方式の液晶表示装置で電気光学的特性を測定した結果を図表で示すグラフである。

【図１８】図１８は、本発明の実施例に従う液晶表示装置で単位画素に形成された電極の構造を示す平面図である。

【図１９】図１９は、本発明の実施例に従う液晶表示装置で単位画素に形成された電極の構造を示す平面図である。

20

【図２０】図２０は、本発明の実施例に従う液晶表示装置で単位画素に形成された電極の構造を示す平面図である。

【図２１】図２１は、本発明の実施例に従う液晶表示装置で単位画素に形成された電極の構造を示す平面図である。

【図２２】図２２は、本発明の実施例に従う液晶表示装置で単位画素に形成された電極の構造を示す平面図である。

【図２３】図２３は、本発明の実施例に従う液晶表示装置で単位画素に形成された電極の構造を示す平面図である。

【図２４】図２４は、図２３（ａ）部分の拡大図である。

【図２５】図２５は、本発明の実施例に従う液晶表示装置の分解斜視図である。

30

【図２６】図２６は、本発明の実施例に従うＥＩＭＤ方式の液晶表示装置の駆動原理を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【００２４】

以下、本発明の好ましい実施例を添付図面に基づいて詳細に説明する。

【００２５】

図２（Ａ）ないし（Ｃ）および図３（Ａ）ないし（Ｃ）は本発明の第１および第２実施例に従うＥＯＣ方式の液晶表示装置の原理を示す概略図である。

【００２６】

図面からわかるように、配向膜９０がそれぞれ形成されている１対の透明ガラス基板１０、２０が互いに向い合っている。二つの基板１０、２０のうちの下部基板１０の内側面には二つの線形電極３０、４０が互いに平行に形成されている。二つのガラス基板１０、２０の間には液晶物質が注入されて液晶層７０をなしており、液晶層７０の液晶分子８０は二つの基板１０、２０に対して垂直に配列されている。ここで、液晶分子８０は基板１０、２０に対して先傾斜角を有するように構成でき、二つの電極３０、４０は透明もしくは不透明導電物質で構成することができる。それぞれのガラス基板１０、２０の外側面には通過する光を偏光させる２枚の偏光板５０、６０がそれぞれ取付けられている。

40

【００２７】

一般に、二つの電極３０、４０のうち、一つはそれぞれの単位画素毎に異なるデータ信号を印加するための画素電極であり、残りの一つは全体単位画素に共通した信号を印加す

50

るための共通電極である。また、それぞれの画素電極はそれぞれの画素に形成されている薄膜トランジスタのようなスイッチング素子の１端子と連結されている。

【００２８】

このとき、液晶層７０の液晶物質は、誘電率異方性がゼロより大きいことが好ましいが、誘電率異方性がゼロより小さくてもよい。また、液晶物質はネマチック、キラルネマチックもしくは左旋性または右旋性のキラル添加剤が混合されたネマチック液晶のいずれも可能である。

【００２９】

また、それぞれの配向膜９０は液晶分子８０が横になる時に方向性を有するようにすべてにラビング処理をすることもでき、選択的に一つにのみラビング処理をすることもでき、すべてにラビング処理をしないことも可能である。ラビング処理をする場合、ラビング方向は二つの電極３０、４０の方向に対して任意の方向にすることができ、二つの基板１０、２０の配向膜９０すべてにラビング処理をする場合には、ラビング方向を互いに反対方向にして二つのラビング方向のうちの一方は電極と垂直方向にすることが好ましい。

【００３０】

ここで、二つの偏光板５０、６０の透過軸は互いに平行または垂直に配置することができる。

【００３１】

また、二つの電極３０、４０の幅はそれぞれ１～１０μｍの範囲、二つの電極３０、４０間の間隔は２～２０μｍの範囲、液晶層７０の厚さは１～１５μｍの範囲であることが好ましい。

【００３２】

図２（Ａ）ないし（Ｃ）は、液晶物質の誘電率異方性が正である純粋なネマチック液晶である場合であり、図３（Ａ）ないし（Ｃ）は液晶物質のキラル添加剤が混合された誘電率異方性が正であるネマチック液晶であるか誘電率異方性が正であるキラルネマチック液晶である場合である。

【００３３】

図２（Ａ）および図３（Ａ）に示すように、電氣場を印加しない時には、液晶層７０の液晶分子８０は配向膜９０の配向力により二つの基板１０、２０に垂直に配列された構造を有する。

【００３４】

このとき、下部基板１０に取付けられている偏光板５０を通過した光は偏光方向が変わらないで液晶層７０を通過する。ここで、二つの偏光板５０、６０の透過軸が平行であると、この光は上部基板２に取付けられている偏光板６０を通過するので明るい状態が具現される。二つの偏光板５０、６０の透過軸が直交すると、下部基板１０の偏光板５０を通過した光は上部基板２の偏光板６０により遮断されるので暗い状態になる。

【００３５】

図２（Ｂ）および図３（Ｂ）は電界を十分に印加した場合を示すものであり、図２（Ｃ）および図３（Ｃ）はそれぞれ図２（Ｂ）および図３（Ｂ）を上部基板側から見下ろした図である。

【００３６】

このとき、電氣場は二つの電極３０、４０の間の領域の中央部分では本質的に基板１０、２０に対して平行で、電極３０、４０に対して垂直で、電極３０、４０に接近するほど下方に歪んだ放物線状になる。

【００３７】

このとき、ネマチック液晶物質は正の誘電率異方性を有するので、液晶分子８０の長軸が電氣場の方向に沿って配列されようとするが、二つの基板１０、２０に隣接した部分では加えられた電氣場による力よりは配向膜９０の配向力が強いので、液晶分子８０は垂直に配向されたもとの状態を保持する。従って、純粋なネマチック液晶物質を用いる場合には、電氣場による力と配向力とが均衡をなすように液晶方向子は連続的に変化する。

【0038】

この場合、前述したように、二つの電極30、40の間の電気場は全体的に放物線状に形成されるので、二つの電極30、40間の領域の中心面を基準にして左右の液晶分子80は対称に配列される。

【0039】

このとき、図2(B)および(C)でみるように、電極30、40に対して垂直方向の視野角は液晶分子80の長軸の向く方向が中心面を基準にして対称であるので、液晶層70を通過する光に対する位相遅延(phase retardation)が対称的に補償される効果が発生して、視野角が広がる。また、液晶分子80の短軸方向、すなわち電極30、40に対して水平方向には屈折率の変化率が小さいので、視野角が拡張される。

10

【0040】

一方、二つの電極30、40間の領域の中央部分において、電気場は基板と平行である。従って、この電気場による力は基板に対して垂直に配列されている液晶分子80に対して垂直であるので、液晶分子80が動かない不連続面が二つの電極30、40の中心部に形成される。

【0041】

次に、図3(B)および(C)で見るように、液晶物質がキラルネマチック液晶またはキラル添加剤が混合されたネマチック液晶である場合には、純粋なネマチック液晶である場合とは異なるところがある。

【0042】

20

二つの電極30、40間の領域の中心部分において液晶分子80が動かない不連続面が生じるのは図2(B)および(C)と同様である。しかしながら、それ以外の部分において液晶分子80の長軸は電気場による力と配向力とにより変化するばかりでなく、キラリティー(chirality)によりツイストされて二つの電極30、40間の領域における中心面の両側の領域にある液晶分子80の配列は完全に対称をなさない。

【0043】

つまり、図2(C)をみると、上部基板からみると、液晶分子80と長軸とがいずれも電極30、40に対して垂直に配列されるが、図3(C)でみると、中心面を基準にして両側の領域の液晶分子80は反時計方向に回転する。もちろん、液晶分子80の回転方向は反対であることもできる。この場合、電極30、40に対して垂直な方向だけではなく平行な方向に対しても視野角が広がる。

30

【0044】

前述したような状態で下部基板10に取付けられている偏光板50を通過して偏光された光の偏光は液晶層70を通過しながら液晶方向子のねじりに沿って回転することになる。前記した二つの場合に、誘電率異方性、二つの基板10、20間の間隔や液晶分子80のピッチなどを調節して偏光が90°回転するようにすることができる。この場合、二つの偏光板50、60の透過軸が互いに平行に配置されると、この光は上部基板20に取付けられている偏光板60により遮断されるので暗い状態が具現される。二つの偏光板50、60の透過軸を互いに直交するように配置すると、下部基板10の偏光板50を通過した光は上部基板20の偏光板60を透過するので明るい状態になる。

40

【0045】

言い換えると、本発明に従うEOC方式の液晶表示装置において、二つの電極30、40間の中心面に対して液晶分子80は対称的に配列される。これによって、図2(B)および図3(B)においてA方向に透過する光とB方向に透過する光は類似した液晶分子80の配列からなる経路を透過することになる。従って、通過する光に対する遅延もほぼ同一に形成されるので、広い視野角を有することができる。

【0046】

かかる液晶表示装置において、電極の構造および配置は多様に変化させることができ、図4および図5に示すように形成することができる。以下、これについて詳細に説明する。

50

【 0 0 4 7 】

図 4 および図 5 に示すように、ゲート線 1 0 0 が横に形成されており、これと直交するデータ線 2 0 0 が縦に形成されて画素を定義している。共通電極線である第 1 電極線 3 2 がゲート線 1 0 0 と平行に形成されており、それぞれの画素には第 1 電極線 3 2 と平行に向い合っ

【 0 0 4 8 】

図 4 でみるように、それぞれの画素には互いに平行に向い合う第 1 および第 2 横電極線 3 2、4 2 が横に形成されている。図示した四つの画素のうち、対角線方向に配置された二つの画素には、第 1 および第 2 横電極線 3 2、4 2 とそれぞれ連結されて、これらから縦方向にそれぞれ延長されている第 1 および第 2 電極線 3 3、4 3 が互いに平行に交互に形成されている。また、隣り合う他の二つの画素には、第 1 および第 2 横電極線 3 2 がそれぞれ連結されて互いにその反対側端部から縦に延長されている第 1 および第 2 縦電極線 3 1、4 1 が形成されている。また、第 1 横電極線 3 2 および第 1 縦電極線 3 1 から延長されてこれらと一定の角をなす第 1 電極線 3 0 が形成されており、第 1 電極線 3 0 の間には第 2 横電極線 4 2 および第 2 縦電極線 4 1 から延長された第 2 電極線 3 0、4 0 が第 1 電極線 3 0 と平行に形成されている。つまり、一つの画素の第 1 および第 2 電極線 3 3、4 3 は隣り合う画素の第 1 および第 2 電極線 3 0、4 0 と平行せずに一定の角を有するように形成されている。

【 0 0 4 9 】

図 5 に示すように、それぞれの画素には互いに平行に向い合う第 1 および第 2 横電極線 3 2、4 2 が横方向に形成されており、第 1 および第 2 横電極線 3 2、4 2 の互いに反対側の端部から縦方向にそれぞれ延長されている第 1 および第 2 縦電極線 3 1、4 1 が形成されている。第 1 横電極線 3 2 と連結されている第 1 電極線 3 6 の第 1 部分 3 4 は縦方向に延長されており、第 1 部分 3 4 と連結されている第 1 電極線 3 6 の第 2 部分 3 5 は傾斜するように形成されている。ここで、第 1 縦電極線 3 1 のうちの一部は第 1 電極線 3 6 の第 1 部分 3 4 の役割をし、第 1 縦電極線 3 1 から延長された多数の分枝 3 7 が第 2 部分 3 5 と平行に形成されている。また、第 1 電極線 3 6 の第 2 部分 3 5 の間には第 2 横電極線 4 2 および第 2 縦電極線 4 1 から延長された第 2 電極線 4 6 の第 1 部分 4 4 が第 1 電極線 3 6 の第 2 部分 3 5 と平行に形成されており、第 2 電極線 4 6 の第 1 部分 4 4 から延長された第 2 電極線 4 6 の第 2 部分が第 1 電極線 3 6 の第 1 部分 3 4 と平行に形成されている。ここで、第 2 縦電極線 4 1 のうちの一部は第 2 電極線 4 6 の第 2 部分 4 5 の役割をする。言い換えると、それぞれの画素の内部には互いに平行に形成されている第 1 および第 2 電極線が折り曲げられた形状に形成されている。

【 0 0 5 0 】

このように一つの基板において電極の方向を画素単位にまたは画素の内部において一つ以上の方向に形成して液晶分子を多様な角度に配列することにより広い視野角を具現することができる。

【 0 0 5 1 】

以下、本発明に従う E O C 方式の液晶表示装置を製作して実験した結果について説明する。

【 0 0 5 2 】

実験例 1

実験例 1 においては液晶層 7 0 にキラル添加剤を混合したネマチック液晶と純粋なネマチック液晶を用いた場合、それぞれに対して視野角を測定したものである。

【 0 0 5 3 】

ここで、液晶層 7 0 の屈折率異方性 n は 0 . 0 9 であり、液晶層 7 0 の厚さ d は 4 . 5 μm であり、配向膜 9 0 は全てラビング処理をしていない状態である。また、二つの電

10

20

30

40

50

極 30、40 は横方向に形成されており、二つの基板 10、20 の外部面に取り付けられている偏光板 50、60 の透過軸は互いに対して 90° になるように配置されており、一つは透過軸が二つの電極 30、40 に対して 45° で残りの一つは透過軸が 135° になるように配置した。ここで、角度は水平方向の右側を 0° に設定し、これを基準にしたものである。

【0054】

図 6 は純粋なネマチック液晶にキラル添加剤を 0.1% 混合して視野角を測定した結果であり、図 7 は添加剤を用いない状態で視野角を測定した結果を示すグラフである。

【0055】

図 6 でみるように、キラル添加剤を用いた場合にはコントラスト比 10 を基準にして横方向には 80° 程度、縦方向には 76° 程度の視野角が測定された。

10

【0056】

添加剤を用いない場合には図 7 に示されたように、コントラスト比 10 を基準にして横方向には 76° 程度、縦方向には 76° 程度の視野角が測定された。

【0057】

そして、対角線方向にはコントラスト比 60 を基準にして二つの場合いずれも 120° 以上の視野角が測定された。

【0058】

実験例 2

実験例 2 においては二つの基板 10、20 に形成された配向膜 90 をラビング処理をし、それぞれに対して視野角を測定した。

20

【0059】

図 8 は、上部基板 20 に形成された配向膜 90 は 135° で、下部基板 10 に形成された配向膜 90 は 315° でラビング処理をして視野角を測定した結果であり、図 9 は、上部基板 20 に形成された配向膜 90 は 45° で、下部基板 10 に形成された配向膜 90 は 225° でラビング処理をして視野角を測定した結果である。残りの条件は実験例 1 と同一である。

【0060】

図 8 および図 9 で見るように、このようにラビングを行なうと水平および垂直方向の視野角と対角線方向の視野角との差を縮めることができるので、すべての方向においてさらに均一な視野角が得られる。

30

【0061】

実験例 3

実験例 3 においては二つの基板 10、20 の外側面に取り付けられている偏光板 50、60 の配置を異にして視野角を測定したものである。

【0062】

図 10 は実験例 1 と同様に、上部基板 20 に取り付けられている偏光板 60 の透過軸は二つの電極 30、40 の方向に対して 45°、下部基板 10 に取り付けられている偏光板 60 の透過軸は 135° になるように配置して視野角を測定した結果であり、図 11 は、上部基板 20 に取り付けられている偏光板 60 の透過軸は 30°、下部基板 10 に取り付けられている偏光板 60 の透過軸は 120° になるように配置して視野角を測定した結果である。残りの条件は実験例 1 と同一である。

40

【0063】

実験例 1 で説明したように、図 10 では対角線の四方向で対比比 60 を基準にして 120° 以上の視野角を示し、上下左右の方向でコントラスト比 10 を基準にして 80° 程度の視野角を示している。図 11 と比較すると、視野角の方向は電極の方向と偏光板の透過軸方向の相対角に依存することがわかる。従って、各種の電極方向と偏光板の透過軸の方向とを様々に具現することにより、すべての方向でほぼ一定の視野角が得られる。

【0064】

実験例 4

50

実験例 4 においては図 12 でみるように、二つの基板 10、20 の外側面にそれぞれ負の一軸性補償フィルム 100 を取付けて視野角を測定した。かかる補償フィルムは遅延に対する残留位相差を補償するためである。

【0065】

図 13 は補償フィルム 100 を用いない状態で視野角を測定した場合であって、80°程度の視野角が測定された。図 14 は補償フィルム 100 の遅延値が 40 nm であるのをを用いて測定した結果であり、図 15 は補償フィルム 100 の遅延値が 80 nm であるのをを用いて視野角を測定した結果であり、図 16 は補償フィルム 100 の遅延値が 120 nm であるのをを用いて視野角を測定した結果である。残りの条件は実験例 1 と同一である。

【0066】

図 14 ないし図 16 でみるように、補償フィルム 100 を用いる場合はコントラスト比 10 を基準にして 60°にまで視野角が広がることがわかる。

【0067】

かかる結果に従って二つの基板 10、20 の間隔と補償フィルム 100 の遅延値を最適化することで全方向に 60°以上の視野角を得られることがわかる。ここで、補償フィルムの遅延値は 30 ~ 500 nm の範囲であることが好ましい。

【0068】

本発明の実験例においては負の一軸性補償フィルムを用いたが、正の一軸性補償フィルム、二軸性補償フィルム、ハイブリッド構造を有する補償フィルムまたはツイスト構造を有する補償フィルムを用いることもできる。

【0069】

また、補償フィルム 100 を二つの基板 10、20 にそれぞれ取付けているが、択一的に一つの基板にのみ取付けることもできる。

【0070】

実験例 5

実験例 5 においては電気光学的特性を測定した。

【0071】

ここで、液晶層 70 は純粋なネマチック液晶を用い、配向膜 90 は全てラビング処理をしていない状態であり、二つの電極 30、40 の幅はそれぞれ 5 μm である。

【0072】

図 17 は液晶セルの間隔、二つの電極の間隔および駆動電圧との関係を図表で示すものである。

【0073】

ここで、 V_{max} は最大透過率の駆動電圧であり、 T_{max} は最大透過率、 t_{on} はオン時の液晶分子の反応時間、 t_{off} はオフ時の液晶分子の反応時間、 $t_{tot} = t_{on} + t_{off}$ 、 V_{10} は透過率が最大値の 10% である時の駆動電圧、 V_{90} は透過率が最大値の 90% であるときの駆動電圧である。

【0074】

図 17 でみるように、二つの基板 10、20 の間隔を 3 ~ 6 μm、二つの電極 30、40 の間隔を 8 または 10 μm に設定して透過率が最大である場合に駆動電圧を測定した結果、6 ~ 30 V の範囲に測定された。

【0075】

このように、電極の間隔および液晶セルの間隔を適切に調節すると駆動電圧を低めることができる。

【0076】

本発明の実施例に従う EOC 方式の液晶表示装置において電極の構造および配置は前述した以外にも多様に変化させることができ、図 18 ないし図 23 に示すように、画素単位でもしくは画素内で折り曲げられてのこぎり歯形状をなすようにする場合に非常に良好な表示特性が得られる。これについて詳細に説明する。

【0077】

10

20

30

40

50

図 18 および図 19 でみるように、それぞれの画素には共通電極線である第 1 電極線 32 と画素電極である第 2 電極線 42 とが互いに平行に向い合うように形成されている。

【0078】

図 18 に示すように、本発明の実施例においては、それぞれの画素に互いに平行に向い合う第 1 および第 2 電極線 32、42 が画素の横列に沿って交互に横と縦方向に形成されており、画素の縦列方向には同一方向に形成されている。そして、第 1 および第 2 電極線 32、42 とそれぞれ連結されており、第 1 および第 2 電極線 32、42 とそれぞれ垂直に延長されている第 1 および第 2 電極 33、43 が互いに平行に交互に形成されている。

【0079】

図 19 に示す本発明の実施例においては、それぞれの画素に互いに平行に向い合う第 1 および第 2 電極線 32、42 が、図 18 に示す本発明の実施例とは異なり、画素の横列と縦列に沿って交互に横と縦方向に形成されている。第 1 および第 2 電極線 32、42 とそれぞれ連結されており、これらと垂直にそれぞれ延長されている第 1 および第 2 電極 33、43 が互いに平行に交互に形成されているのは、図 18 に示す本発明の実施例と同一である。

【0080】

図 20 および図 21 には共通電極である第 1 電極と画素電極である第 2 電極が画素の対角線方向に形成された本発明の実施例を示している。

【0081】

図 20 および図 21 でみるように、それぞれの画素には共通電極線である第 1 電極線 32 が画素の一頂点を中心にして両側に形成されて「」字状または「」字状をなしており、これと対角線方向に向い合う頂点を中心にして両側に形成されて「」字状または「」字状をなす第 2 電極線 42 が形成されている。

【0082】

第 1 電極線 32 および第 2 電極線 42 とそれぞれ連結されており、互いに平行に交互に形成されている第 1 電極 33 と第 2 電極 43 は、画素の対角線方向に形成されている。図 20 に示すように、本発明の実施例においては第 1 電極 33 と第 2 電極 43 の方向が画素の横列に沿って互いにずれるように形成されており、同一縦列の画素は電極の方向が同一である反面、図 21 に示した本発明の実施例においては第 1 電極 33 と第 2 電極 43 の方向が画素の横列と縦列に沿って互いにずれるように形成されている。

【0083】

図 22 には図 18 ないし図 21 の場合とは異なり、画素の形状が傾いた平行四辺形からなる本発明の実施例が示されている。

【0084】

図 22 に示すように、それぞれの画素には共通電極線である第 1 電極線 32 と画素電極である第 2 電極線 42 とが互いに平行に向い合うように形成されている。そして、第 1 電極線 32 および第 2 電極線 42 とそれぞれ連結されており、互いに平行に交互に形成されている第 1 電極 33 と第 2 電極 43 が、第 1 電極線 32 および第 2 電極線 42 に対し傾斜方向に形成されている。それぞれの画素は傾いた平行四辺形からなり、画素の傾き方向が縦列に沿って反対に形成されていて、第 1 電極 33 と第 2 電極 43 が画素の縦列に沿ってのこぎり歯状をなすように形成されている。

【0085】

図 23 には画素自体の形状がのこぎり歯状からなる本発明の実施例が示されている。

【0086】

図 23 に示すように、それぞれの画素は中央が折り曲げられてのこぎり歯状に形成されており、のこぎり歯状の各画素には共通電極線である第 1 電極線 32 と画素電極である第 2 電極線 42 とが互いに平行に向い合うように形成されている。そして、第 1 電極線 32 および第 2 電極線 42 とそれぞれ連結されており、互いに平行に交互に形成されている第 1 電極 33 と第 2 電極 43 とが形成されている。ここで、第 1 電極 33 と第 2 電極 43 の形状は画素の中央から折り曲げられてのこぎり歯状をなしている。

【 0 0 8 7 】

図 2 4 は図 2 3 に示されている電極構造において電極が折り曲げられている (a) 部分に対する拡大図である。

【 0 0 8 8 】

図 2 4 に示すように、第 1 電極 3 3 と第 2 電極 4 3 に電圧が印加されると放物線形状の電氣場が液晶分子 8 0 を駆動する。このとき、液晶分子 8 0 はその長軸を投射した方向が電極と垂直をなし、傾き方向は図 2 4 の矢印が指す方向が上を向くように配列される。すなわち、第 1 電極 3 3 と第 2 電極 4 3 との間の中心面を基準にして液晶分子の配列方向は対称になる。しかしながら、電極 3 3、4 3 がのこぎり歯状に折り曲げられているので、折り曲がった部分の両側に電極の中心面を基準にして互いに対称である配列方向を有する二つの微小領域に分けられた領域が 2 組生じることになり、これは液晶分子の配列方向が異なる四つの領域があるのと同様な効果をもたらすことになる。

10

【 0 0 8 9 】

液晶セルの両外側面に取付けられている偏光板は、その透過軸がのこぎり歯状に折り曲げられた第 1 および第 2 電極の一部と平行するか垂直をなす方向を除いたすべての方向に取付けられる。ただし、偏光板の透過軸が電極となす角が 45° である場合が最も良好な表示性能を現す。

【 0 0 9 0 】

のこぎり歯状に形成された第 1 および第 2 電極が折り曲げられる角度は 0° から 180° の間の値を有することができるが、これは偏光板の透過軸方向と関連する。偏光板の透過軸と電極とがなす角度が 45° であるとき、最も良好な視野角特性が得られるが、偏光板の透過軸と電極とがなす角度が 45° になるときは電極が折られる角度は 90° にならなければならない。

20

【 0 0 9 1 】

光の遅延に対する残留位相差を補償するため、本発明の実施例に従う液晶表示装置の外側に位相差補償フィルムを取付けることもできる。

【 0 0 9 2 】

図 2 5 には補償フィルムを取付けた本発明の実施例に従う液晶表示装置の分解斜視図が示されている。

【 0 0 9 3 】

図 2 5 に示すように、液晶セル 1 0 0 と偏光板 5 0、6 0 との間に補償フィルム 1 1 0 が取付けられている。図 2 5 に示されている液晶表示装置においては、補償フィルムが液晶セルの両側面と偏光板との間にそれぞれ 1 枚ずつ取付けられているが、液晶セルの一つの面と偏光板との間にのみ取付けることもでき、液晶セルの各面と偏光板との間に 2 枚以上の補償フィルムを取付けることもできる。このとき、補償フィルムとしては、一軸性または二軸性補償フィルムを用いることができ、一軸性補償フィルムと二軸性補償フィルムとを組合わせて用いることもできる。

30

【 0 0 9 4 】

図 1 8 ないし図 2 3 に示すようなのこぎり歯状の電極配置は、互いに平行な二つの電極により液晶物質が駆動される他のモードにも同様に適用できる。例えば、平面駆動方式 (I P S 方式 (in-plane switching mode)) や平行な二つの電極が両側基板に交互に形成されており、これら二つの電極間の電氣場により液晶物質が駆動される E I M D 方式 (electrical induced multi domain mode) などに適用することができる。以下、これについて詳細に説明する。

40

【 0 0 9 5 】

I P S 方式の液晶表示装置においては、前述した E O C モードでと同様に、互いに平行で線形である二つの電極すべてが一方の基板に形成されている。ここでは、液晶物質の誘電率異方性はゼロより大きくても小さくてもいずれもが用いられる。

【 0 0 9 6 】

電氣場を印加しないときには、液晶分子の長軸は基板に平行に、かつ、電極と平行する

50

か一定の角度をなす方向に配列されており、十分な大きさの電気場を印加した時には本質的に基板に平行な電気場が生成され、これによって液晶層の中央に位置する液晶分子の長軸が電気場に平行に配列される。しかしながら、基板付近の液晶分子は配向力により初期状態を保持するので、基板から中央に至る領域の液晶分子は螺旋状にねじられた構造を有する。

【 0 0 9 7 】

E I M D方式の液晶表示装置では、互いに平行で二つの基板のそれぞれに交互に配置されるように多数の第 1 電極と第 2 電極とが形成されている。

【 0 0 9 8 】

図 2 6 (A) および 2 6 (B) は本発明の実施例に従う E I M D方式の液晶表示装置の原理を示す概略図である。

10

【 0 0 9 9 】

図 2 6 (A) および図 2 6 (B) に示すように、配向膜 9 0 がそれぞれ形成されている 1 対の透明基板 1 0、2 0 が互いに向い合っており、二つの基板 1 0、2 0 の内側面には互いに平行に形成された第 1 および第 2 線形電極 3 0、4 0 が交互に形成されている。二つのガラス基板 1 0、2 0 の間には液晶物質が注入されて液晶層 7 0 をなしており、液晶層 7 0 の液晶分子 8 0 は二つの基板 1 0、2 0 に対して垂直に配向されている。それぞれの基板 1 0、2 0 の外側面には偏光板 5 0、6 0 がそれぞれ取付けられている。

【 0 1 0 0 】

このとき、液晶層 7 0 の液晶物質は誘電率異方性 がゼロより大きいことが好ましいが、誘電率異方性 がゼロより小さくてもよい。

20

【 0 1 0 1 】

図 2 6 A でみるように、電気場を印加しないときには、液晶層 7 0 の液晶分子 8 0 は配向膜 9 0 の配向力により二つの基板 1 0、2 0 に垂直に配列された構造を有する。

【 0 1 0 2 】

図 2 6 (B) は電界を十分に印加した場合を示すものである。二つの電極に十分な電圧を印加すると、上下基板 1 0、2 0 に交互に配置された第 1 および第 2 電極 3 0、4 0 により二つの基板 1 0、2 0 に垂直な方向に対して傾斜角を有する電気場が形成され、この電気場は二つの基板 1 0、2 0 に垂直な平面または電極 3 0、4 0 を通過する中心面に対して対称をなす。正の誘電率異方性を有するネマチック液晶物質の場合、かかる傾斜方向の電気場により液晶分子 8 0 の長軸が電気場の方向に沿って配列される。

30

【 0 1 0 3 】

かかる二つの方式の液晶表示装置においても E O C モードの場合と同様に、電極をのこぎり歯状に形成して電極が折られた部分を中心に両側で液晶分子の傾き方向が互いに異なる領域により光の遅延が補償されて広い視野角を得ることができる。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 4 】

1 0、2 0 基板

3 0、4 0 電極

3 2、4 2 第 1 および第 2 電極線

3 3、4 3 第 1 および第 2 電極

5 0、6 0 偏光板

7 0 液晶層

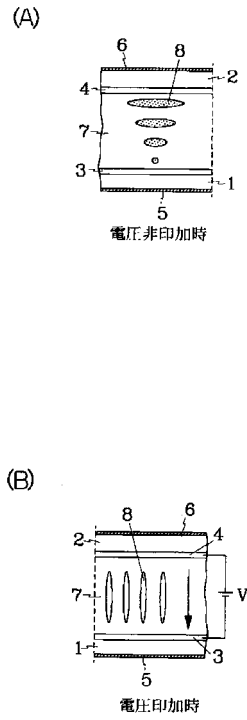
8 0 液晶分子

9 0 配向膜

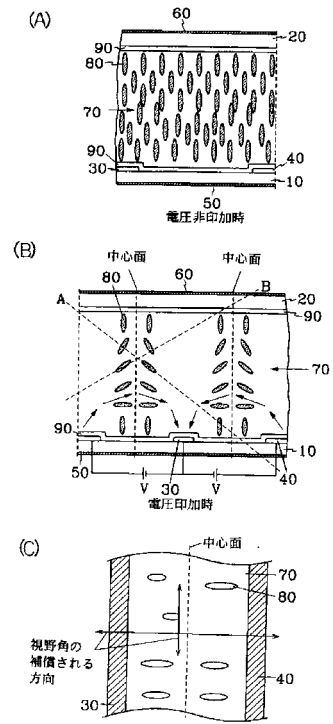
1 0 0 補償フィルム

40

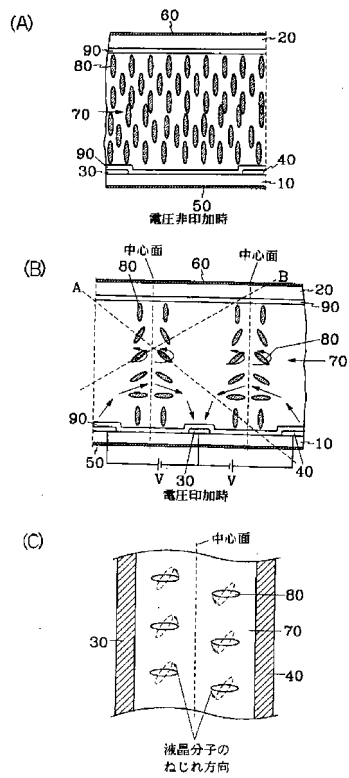
【図 1】



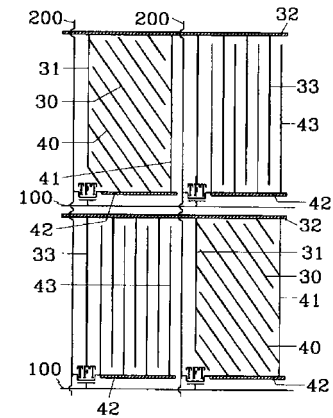
【図 2】



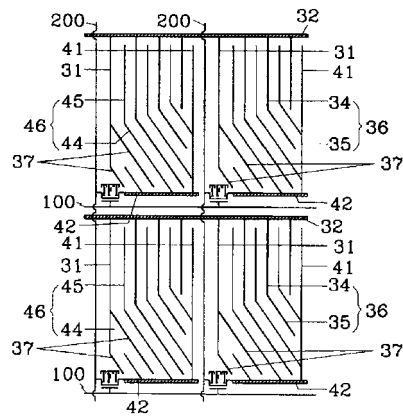
【図 3】



【図 4】

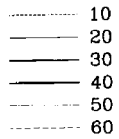


【図 5】



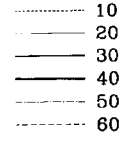
【図 6】

コントラスト比



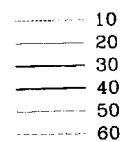
【図 7】

コントラスト比



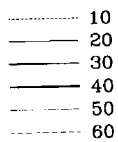
【図 8】

コントラスト比



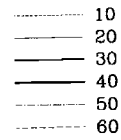
【図 9】

コントラスト比



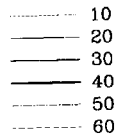
【図 11】

コントラスト比

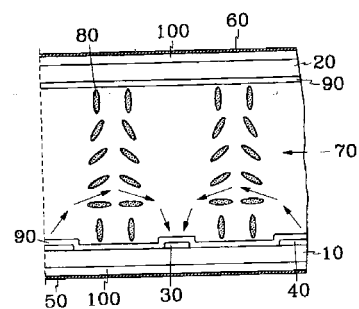


【図 10】

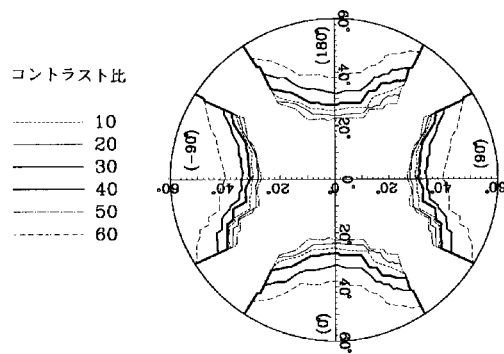
コントラスト比



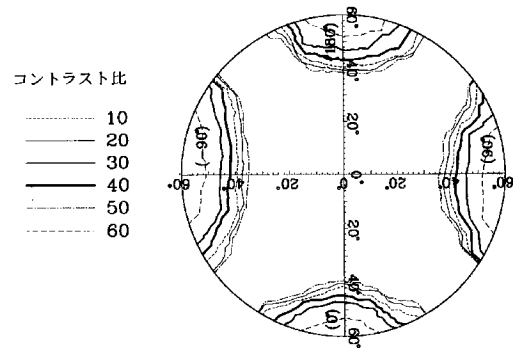
【図 12】



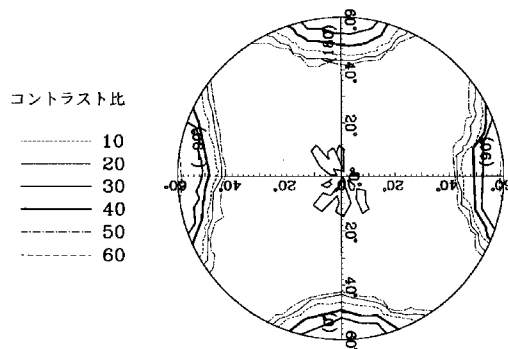
【図 13】



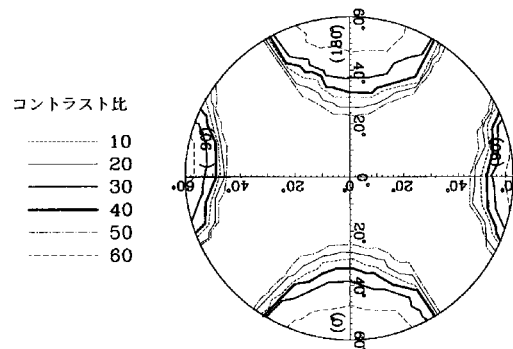
【図 15】



【図 14】



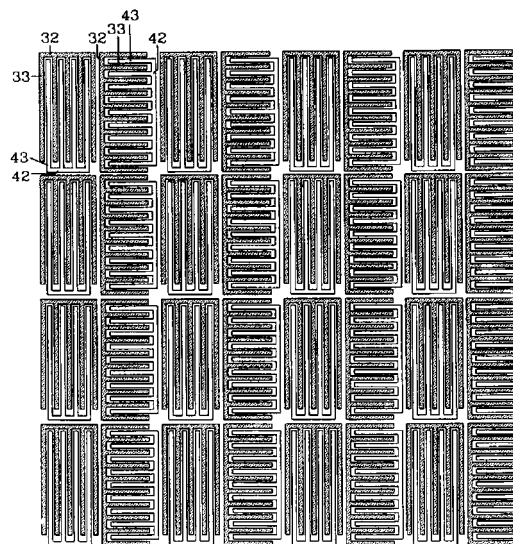
【図 16】



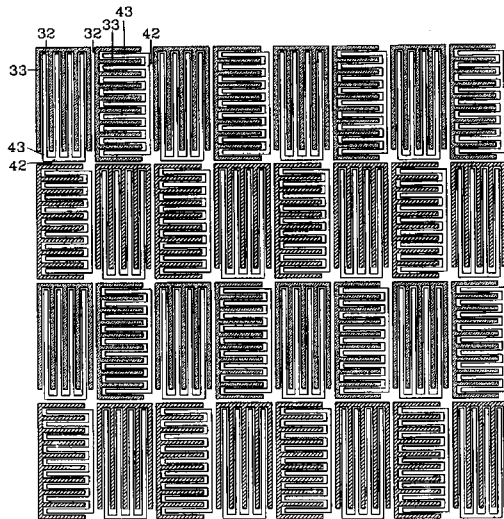
【図 17】

液晶セルの 間隔 (μm)	2つの電極 の間隔 (μm)	V_{max} (V)	T_{max} (%)	t_{on} (msec)	t_{off} (msec)	t_{tot} (msec)	V_{io} (V)	V_{ao} (V)
3	8	30.0	17.4	52.1	9.7	61.8	5.5	18.7
4	8	15.0	14.1	28.9	12.9	41.8	3.7	8.6
5	8	8.0	12.3	23.2	15.7	38.9	3.1	5.9
6	8	6.0	11.0	19.7	19.6	39.3	2.8	4.8
6	10	6.2	12.7	32.9	21.5	54.4	3.1	5.0

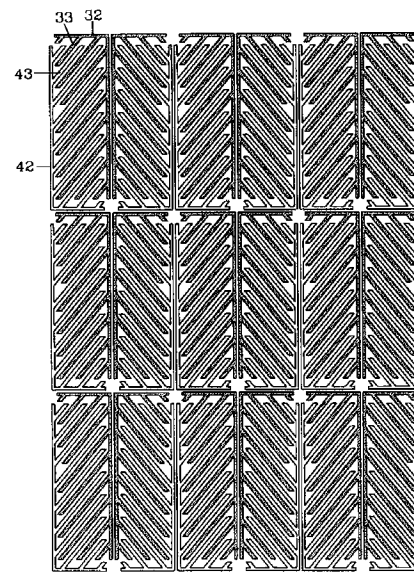
【図 18】



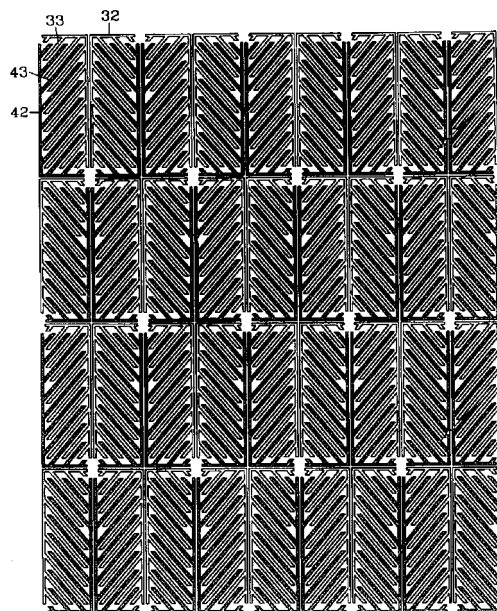
【図 19】



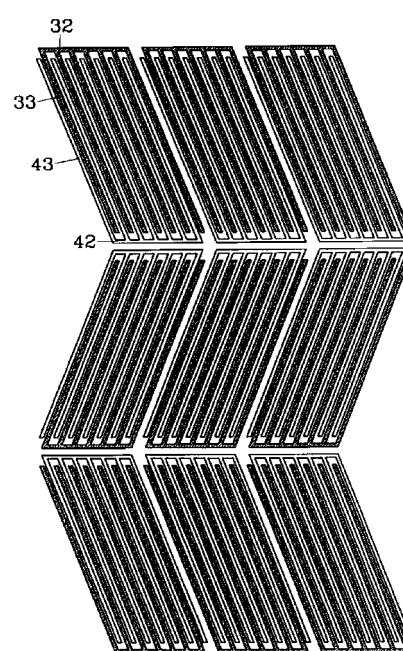
【図 20】



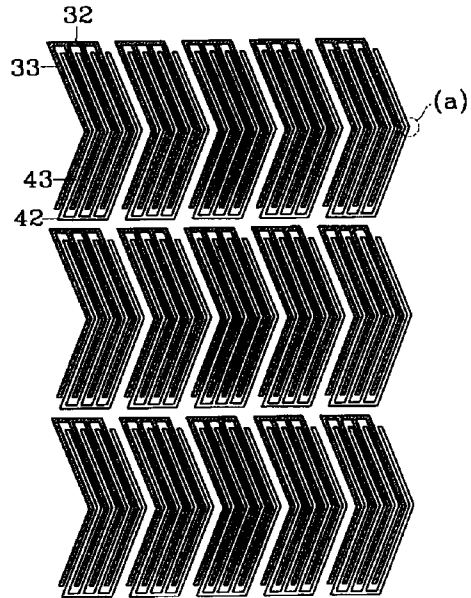
【図 21】



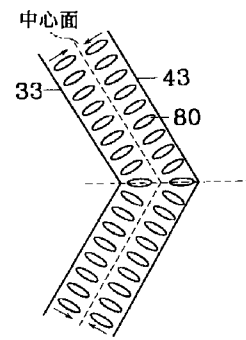
【図 22】



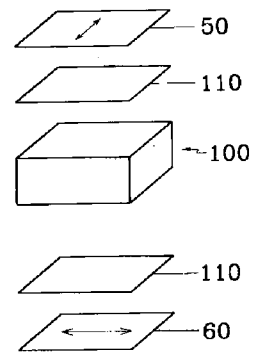
【図 2 3】



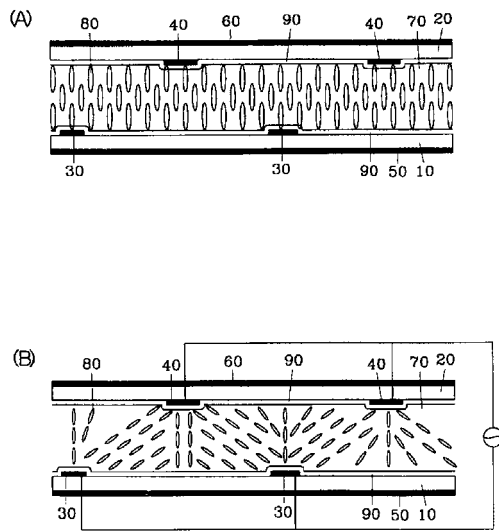
【図 2 4】



【図 2 5】



【図 2 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 9 G 3/20 6 2 1 H

前置審査

- (72)発明者 沈 政 うく
大韓民国京畿道龍仁市器興邑農書里山24番地
- (72)発明者 朴 乘 範
大韓民国京畿道龍仁市器興邑農書里山24番地
- (72)発明者 宋 長 根
大韓民国京畿道龍仁市器興邑農書里山24番地
- (72)発明者 李 昶 勳
大韓民国京畿道龍仁市器興邑農書里山24番地
- (72)発明者 金 南 興
大韓民国京畿道龍仁市器興邑農書里山24番地

審査官 山口 裕之

- (56)参考文献 特開昭57-000618(JP,A)
特開昭51-014353(JP,A)
特開平09-105908(JP,A)
特開平08-062586(JP,A)
特開平06-301036(JP,A)
特開平10-153802(JP,A)
特開平10-186351(JP,A)
特開平07-134301(JP,A)
特開平05-224207(JP,A)
特開平07-092457(JP,A)
特開平09-080424(JP,A)
特開昭55-060917(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 F 1 / 1 3 3 7
G 0 2 F 1 / 1 3 4 3
G 0 2 F 1 / 1 3 6 8

专利名称(译)	液晶显示装置及其制造方法		
公开(公告)号	JP5570829B2	公开(公告)日	2014-08-13
申请号	JP2010014473	申请日	2010-01-26
[标]申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	三星显示器的股票会社		
[标]发明人	金京賢 沈政うく 朴乘範 宋長根 李昶勳 金南興		
发明人	金 京 賢 沈 政 ▲うく▼ 朴 乘 範 宋 長 根 李 昶 勳 金 南 興		
IPC分类号	G02F1/1337 G02F1/1343 G02F1/1368 G09G3/36 G09G3/20 G02F1/137 G02F1/1335 G02F1/1341 G09F9/35		
CPC分类号	G02F1/134363 G02F2001/133742		
FI分类号	G02F1/1337.505 G02F1/1343 G02F1/1368 G09G3/36 G09G3/20.680.H G09G3/20.621.H G02F1/133.550 G02F1/133.575 G02F1/1335.510		
F-TERM分类号	2H090/KA04 2H090/LA01 2H090/LA04 2H090/LA06 2H090/LA09 2H090/MA01 2H090/MA07 2H090/MA15 2H092/GA14 2H092/JA24 2H092/JB05 2H092/PA10 2H092/PA11 2H191/FA22X 2H191/FA22Z 2H191/FA30X 2H191/FA30Z 2H191/FD09 2H191/FD10 2H191/GA05 2H191/GA19 2H191/HA11 2H191/HA15 2H191/HA34 2H191/HA37 2H191/LA25 2H191/PA62 2H191/PA65 2H192/AA24 2H192/AA43 2H192/BA32 2H192/BB03 2H192/BB53 2H192/GD42 2H192/GD43 2H192/JA34 2H192/JA35 2H193/ZA04 2H193/ZD23 2H193/ZH41 2H193/ZH53 2H193/ZP03 2H193/ZP14 2H193/ZQ11 2H193/ZQ16 2H193/ZQ44 2H193/ZQ47 2H290/AA74 2H290/BA04 2H290/BA07 2H290/BB63 2H290/BB84 2H290/BB85 2H290/BC01 2H290/BC03 2H290/CA03 2H290/CA42 2H290/CA46 2H290/DA01 2H291/FA22X 2H291/FA22Z 2H291/FA30X 2H291/FA30Z 2H291/FD09 2H291/FD10 2H291/GA05 2H291/GA19 2H291/HA11 2H291/HA15 2H291/HA34 2H291/HA37 2H291/LA25 2H291/PA62 2H291/PA65 5C006/FA46 5C006/FA55 5C080/AA10 5C080/BB05 5C080/DD01 5C080/JJ05 5C080/JJ06		
代理人(译)	山下大沽嗣		
审查员(译)	山口博之		
优先权	1997P22308 1997-05-30 KR 1997P26861 1997-06-24 KR 1997P51338 1997-10-07 KR		
其他公开文献	JP2010152372A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种具有宽视角的新系统的液晶显示装置。解决方案：液晶显示装置包括：彼此面对的第一基板10和第二基板20;最初垂直排列的液晶材料层70，注入第一和第二基板之间;以及用于改变液晶材料层的分子的长轴方向的装置。液晶材料层具有彼此相邻的两个区域。在这两个区域中，液晶分子在不同方向上相互排列。属于相邻区域中的任何一个区域的分子关于两个区域之间的边界对称排列。当通过液晶材料层的光具有最大透光率时获得的驱动电压与当光具有最低透光率时获得的驱动电压之间的差异 $\leq 30V$ 。

4]

