

(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2006-11451

(P2006-11451A)

(43) 公開日 平成18年1月12日(2006.1.12)

(51) Int. Cl.

G02F 1/1347 (2006.01)

F I

G02F 1/1347

テーマコード (参考)

2H089

審査請求 有 請求項の数 20 O L 外国語出願 (全 115 頁)

(21) 出願番号 特願2005-185534 (P2005-185534)
 (22) 出願日 平成17年6月24日 (2005.6.24)
 (31) 優先権主張番号 093118355
 (32) 優先日 平成16年6月24日 (2004.6.24)
 (33) 優先権主張国 台湾 (TW)
 (31) 優先権主張番号 093140682
 (32) 優先日 平成16年12月24日 (2004.12.24)
 (33) 優先権主張国 台湾 (TW)

(71) 出願人 501358079
 友達光電股▼ふん▲有限公司
 台湾新竹市科学工業園區力行二路1号
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100089037
 弁理士 渡邊 隆
 (74) 代理人 100108453
 弁理士 村山 靖彦
 (74) 代理人 100110364
 弁理士 実広 信哉
 (72) 発明者 メンーチャン・ツァイ
 台湾・600・チャツィ・シティ・パオー
 アン・ファースト・ロード・レーン・34
 8・ナンバー21

最終頁に続く

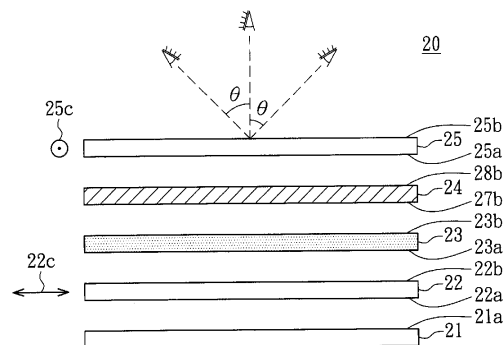
(54) 【発明の名称】 視角調節可能液晶ディスプレイ

(57) 【要約】

【課題】 バックライトモジュール、2つの偏光器、LCDパネル、および視角調整デバイスを備えるLCDを提供すること。

【解決手段】 偏光器はバックライトモジュールの上に配置される。LCDパネルおよび第1の視角調整デバイスは、複数の偏光器の間に配置される。視角調整デバイスは、第1の基板、第1の電極、液晶層、第2の電極、および第2の基板を備える。第1の電極は、第1の基板上に配置される。液晶層は、第1の電極上に配置される。第2の電極および第2の基板は、液晶層上に配置される。第1の液晶層は、第1の基板と第2の基板との間に密封される。第2の電極は、第2の基板の底面に配置される。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液晶ディスプレイ(LCD)であって、
バックライトモジュールと、
バックライトモジュール上に配置された第1の偏光器および第2の偏光器と、
前記第1の偏光器と前記第2の偏光器との間に配置されたLCDパネルと、
前記第1の偏光器と前記第2の偏光器との間に配置された第1の視角調整デバイスであって、
第1の基板と、
前記第1の基板上に配置された第1の電極と、
前記第1の電極上に配置された第1の配向膜と、
前記第1の配向膜上に配置された第1の液晶層と、
前記第1の液晶層上に配置された第2の配向膜と、
前記第1の液晶層上に配置された第2の電極であって、前記第2の配向膜が前記第2の電極の底面に配置されている、第2の電極と、
前記第1の液晶層上に配置された第2の基板であって、前記第1の液晶層が前記第1の基板と前記第2の基板との間に密封され、前記第2の電極が前記第2の基板の底面に配置されている、第2の基板と
を含む第1の視角調整デバイスと
を備える液晶ディスプレイ。

【請求項 2】

前記LCDパネルは、前記第1の偏光器と前記第1の視角調整デバイスとの間に配置される請求項1に記載のLCD。

【請求項 3】

さらに、
前記第1の偏光器と前記LCDパネルとの間に配置された第1の補償膜と、
前記第2の偏光器と前記第1の視角調整デバイスとの間に配置された第2の補償膜とを含む請求項2に記載のLCD。

【請求項 4】

前記第1の偏光器の光透過軸は、前記第2の偏光器の光透過軸に垂直であり、前記第1の配向膜は、第1の配向領域および第2の配向領域を含み、前記第2の配向膜は、第3の配向領域および第4の配向領域を含み、前記第3の配向領域および前記第4の配向領域は、前記第1の配向領域および前記第2の配向領域に、それぞれ対応し、前記第1の配向領域のラビング方向は、前記第1の偏光器の光透過軸に並行または垂直であり、前記第2の配向領域および前記第3の配向領域のラビング方向は、前記第1の配向領域と反対の方向であり、前記第4の配向領域のラビング方向は、前記第2の配向領域と反対の方向である請求項2に記載のLCD。

【請求項 5】

前記第1の偏光器の前記光透過軸は、前記第2の偏光器の光透過軸に垂直であり、前記第1の配向膜の前記ラビング方向は、前記第1の偏光器の前記光透過軸に並行または垂直であり、前記第1の配向膜の前記ラビング方向は、前記第2の配向膜のラビング方向と反対の方向であり、前記LCDは、さらに、
前記第1の偏光器と前記LCDパネルとの間に配置された第2の視角調整デバイスであって、
第3の基板と、
前記第3の基板上に配置された第3の電極と、
前記第3の電極上に配置された第3の配向膜と、
前記第3の配向膜上に配置された第2の液晶層と、
前記第2の液晶層上に配置された第4の配向膜と、
前記第2の液晶層上に配置された第4の電極であって、前記第4の配向膜が前記第4の電

極の底面に配置されている、第4の電極と、

前記第2の液晶層上に配置された第4の基板であって、前記第2の液晶層が前記第3の基板と前記第4の基板との間に密封され、前記第4の電極が前記第4の基板の底面に配置されている、第4の基板と

を含む第2の視角調整デバイス
を備える請求項2に記載のLCD。

【請求項6】

前記第1の偏光器の前記光透過軸は、前記第2の偏光器の光透過軸に垂直であり、前記第1の配向膜の前記ラビング方向は、前記第1の偏光器の前記光透過軸に並行または垂直であり、前記第1の配向膜の前記ラビング方向は、前記第2の配向膜のラビング方向と反対の方向であり、前記LCDは、さらに、

前記第2の偏光器と前記LCDパネルとの間に配置された第2の視角調整デバイスであって、

第3の基板と、

前記第3の基板上に配置された第3の電極と、

前記第3の電極上に配置された第3の配向膜と、

前記第3の配向膜上に配置された第2の液晶層と、

前記第2の液晶層上に配置された第4の配向膜と、

前記第2の液晶層上に配置された第4の電極であって、前記第4の配向膜が前記第4の電極の底面に配置されている、第4の電極と、

前記第2の液晶層上に配置された第4の基板であって、前記第2の液晶層が前記第3の基板と前記第4の基板との間に密封され、前記第4の電極が前記第4の基板の底面に配置されている、第4の基板と

を含む第2の視角調整デバイス
を備える請求項2に記載のLCD。

【請求項7】

前記LCDパネルは、前記第2の偏光器と前記第1の視角調整デバイスとの間に配置される請求項1に記載のLCD。

【請求項8】

さらに、

前記第1の偏光器と前記第1の視角調整デバイスとの間に配置された第1の補償膜と、

前記第2の偏光器と前記LCDパネルとの間に配置された第2の補償膜とを備える請求項7に記載のLCD。

【請求項9】

前記第1の偏光器の光透過軸は、前記第2の偏光器の光透過軸に垂直であり、前記第1の配向膜は、第1の配向領域および第2の配向領域を含み、前記第2の配向膜は、第3の配向領域および第4の配向領域を含み、前記第3の配向領域および前記第4の配向領域は、前記第1の配向領域および前記第2の配向領域に、それぞれ対応し、前記第1の配向領域のラビング方向は、前記第1の偏光器の光透過軸に並行または垂直であり、前記第2の配向領域および前記第3の配向領域のラビング方向は、前記第1の配向領域と反対の方向であり、前記第4の配向領域のラビング方向は、前記第2の配向領域と反対の方向である請求項7に記載のLCD。

【請求項10】

前記第1の偏光器の前記光透過軸は、前記第2の偏光器の光透過軸に垂直であり、前記第1の配向膜の前記ラビング方向は、前記第1の偏光器の前記光透過軸に並行または垂直であり、前記第1の配向膜の前記ラビング方向は、前記第2の配向膜のラビング方向と反対の方向であり、前記LCDは、さらに、

前記第1の偏光器と前記第1の視角調整デバイスとの間に配置された第2の視角調整デバイスであって、

第3の基板と、

10

20

30

40

50

前記第3の基板上に配置された第3の電極と、
前記第3の電極上に配置された第3の配向膜と、
前記第3の配向膜上に配置された第2の液晶層と、
前記第2の液晶層上に配置された第4の配向膜と、
前記第2の液晶層上に配置された第4の電極であって、前記第4の配向膜が前記第4の電極の底面に配置されている、第4の電極と、

前記第2の液晶層上に配置された第4の基板であって、前記第2の液晶層が前記第3の基板と前記第4の基板との間に密封され、前記第4の電極が前記第4の基板の底面に配置されている、第4の基板と

を含む第2の視角調整デバイス
を備える請求項7に記載のLCD。

10

【請求項11】

前記第1の偏光器の前記光透過軸は、前記第2の偏光器の光透過軸に垂直であり、前記第1の配向膜の前記ラビング方向は、前記第1の偏光器の前記光透過軸に並行または垂直であり、前記第1の配向膜の前記ラビング方向は、前記第2の配向膜のラビング方向と反対の方向である請求項1に記載のLCD。

【請求項12】

前記第1の視角調整デバイスは、さらに、
前記第1の基板上に配置されている第1の開口を持つ第1の分離層であって、前記第1の電極が前記第1の開口内に配置される、第1の分離層と、

20

前記第2の基板の前記底面に配置された第2の開口を持つ第2の分離層であって、前記第2の開口が前記第1の開口に対応し、前記第2の電極が前記第2の開口内に配置されている、第2の分離層を備える請求項1に記載のLCD。

【請求項13】

前記第1の視角調整デバイスは、さらに、
前記第1の基板上に配置されている複数の走査線および複数のデータ線であって、前記走査線および前記データ線は、複数のピクセルを持つピクセルアレイを定め、前記複数のピクセルの一部は所定のピクセルゾーンを形成する、複数の走査線および複数のデータ線と、

前記第1の基板上に配置されている複数の薄膜トランジスタ(TFT)であって、前記TFTはそれぞれ、前記対応するピクセル内に位置決めされ、前記対応する走査線および前記対応するデータ線に電氣的に接続されている、複数の薄膜トランジスタ(TFT)と、

30

前記走査線を介して前記TFTに電氣的に接続されている走査線駆動回路と、

前記データ線を介して前記TFTに電氣的に接続されているデータ線駆動回路とを備え、

前記第1の電極は、複数のピクセル電極を含み、前記ピクセル電極はそれぞれ、前記対応するピクセル内に位置決めされ、前記対応するTFTに電氣的に接続されている請求項12に記載のLCD。

【請求項14】

前記第1の視角調整デバイスは、さらに、

前記第1の基板上に配置されている複数の走査線および複数のデータ線であって、前記走査線および前記データ線は、複数のピクセルを持つピクセルアレイを定め、前記複数のピクセルの一部は所定のピクセルゾーンを形成する、複数の走査線および複数のデータ線と、

40

前記第1の基板上に配置されている複数の薄膜トランジスタ(TFT)であって、前記TFTはそれぞれ、前記対応するピクセル内に位置決めされ、前記対応する走査線および前記対応するデータ線に電氣的に接続されている、複数の薄膜トランジスタ(TFT)と、

前記走査線を介して前記TFTに電氣的に接続されている走査線駆動回路と、

前記データ線を介して前記TFTに電氣的に接続されているデータ線駆動回路とを備え、

前記第1の電極は、複数のピクセル電極を含み、前記ピクセル電極はそれぞれ、前記対応するピクセル内に位置決めされ、前記対応するTFTに電氣的に接続されている請求項1に

50

記載のLCD。

【請求項 15】

液晶の飽和電圧(V_{sat})を持つ視角調整デバイスを備えるLCDを駆動する方法であって、広視角モード信号に従って広視角モードを実行するため、実質的に0に等しいか、または V_{sat} よりも高い第1の電圧差を発生することと、

狭視角モード信号に従って狭視角モードを実行するため、実質的に $0.5V_{sat}$ よりも高く、 $0.8V_{sat}$ よりも低い第2の電圧差を発生することを含む方法。

【請求項 16】

前記第2の電圧差は、 $0.7V_{sat}$ に実質的に等しい請求項15に記載の方法。

【請求項 17】

さらに、

前記広視角モード信号に従って前記広視角モードを実行するため、実質的に0に等しいか、または V_{sat} よりも高い第3の電圧差を発生することを含む請求項15に記載の方法。

【請求項 18】

さらに、

前記狭視角モード信号に従って前記狭視角モードを実行するため、実質的に0に等しいか、または V_{sat} よりも高い第3の電圧差を発生することを含む請求項15に記載の方法。

【請求項 19】

さらに、

前記狭視角モード信号に従って前記狭視角モードを実行するため、実質的に $0.5V_{sat}$ よりも高く、 $0.8V_{sat}$ よりも低い第3の電圧差を発生することを含む請求項15に記載の方法。

【請求項 20】

前記第3の電圧差は、 $0.7V_{sat}$ に実質的に等しい請求項19に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、参照として本明細書に組み込まれている、共に2004年6月24日に出願した台湾特許出願第93118355号および台湾特許出願第93140682号の優先権を主張するものである。

【0002】

本発明は、一般に、ディスプレイに関するものであり、より具体的には、視角調整可能LCDに関するものである。

【背景技術】

【0003】

放射線が少ない、小型である、薄いという特徴を備える液晶ディスプレイ(LCD)は、広く人気を得ている。輝度が高く、視角が広いという特徴から、薄膜トランジスタ(TFT)LCDは、高レベル製品の中でも特に人気がある。従来のTFT LCDは、バックライトモジュール、上側偏光器、LCDパネル、および下側偏光器を備え、LCDパネルは、上側偏光器と下側偏光器との間に配置される。バックライトモジュールが下側偏光器の下に配置された場合、上側偏光器の光透過線と下側偏光器の光透過線は、互いに垂直である。それに加えて、LCDパネルは、上側基板、下側基板、および液晶層を備え、上側基板は、共通電極、カラーフィルタ、上側配向膜、および黑色マトリクスを備えるが、下側基板は、多数の走査線、多数のデータ線、多数の蓄電コンデンサ、多数のTFT、多数のピクセル電極、および下側配向膜を備える。それに加えて、上側基板と下側基板との間の固定された間隔を維持するために仕切が使用され、液晶層は、上側基板と下側基板との間の固定された間隔の中に密封される。

【0004】

科学技術の進歩とともに、現代人がLCDを備えた電子製品、例えば、携帯電話、PDA、ノートブックコンピュータを公共の場所で使用する機会が増えてきている。一例としてノートブックコンピュータを取りあげると、ノートブックコンピュータを使用する場合、従来

10

20

30

40

50

のLCDの視角設計ではユーザのプライバシーを保護することはできず、LCDに表示されるフレームは、近くにいる人が斜視方向から簡単に見ることができる。現代人のプライバシーに対するニーズに応えるため、LCD狭視角技術が、こうして、注目されるに至った。従来技術では、液晶ディスプレイは、特許文献1で開示され、また本明細書の付属の図面に例示されている。

【0005】

図1A、1Bの両方を参照すると、従来のLCDが狭視角モードの場合の側面と従来のLCDが広視角モードの場合の側面が示されている。LCD 10は、少なくとも、1つのLCDパネル13および高分子分散型液晶(PDLC)デバイス11を備え、PDLCデバイス11は、上側ガラス板、下側板、液晶分子および高分子を含む。液晶分子および高分子は、上側基板と下側基板との間に密閉される。図1Aに示されているように、PDLCデバイス11に電圧が印加されると、PDLCデバイス11内の液晶分子の短軸の屈折率 n_0 が高分子の屈折率に等しくなり、PDLCデバイス11を透過状態にすることができる。その一方で、バックライトモジュールから発せられる平行なバックライト12aはPDLCデバイス11を通してLCDパネル13に直に投射され、LCD 10を狭視角モードにできる。つまり、正面からLCD 10を見る人のみがLCDパネル13上に表示されるフレームを見ることができ、LCD 10を斜視方向から見る人は誰でも、LCDパネル13に表示されているフレームを見ることができる。

【0006】

図1Bに示されているように、PDLCデバイス11に電圧が印加されないと、PDLCデバイス11内の液晶分子の長軸の屈折率 n_e が高分子の屈折率に等しくなくなり、PDLCデバイス11は散乱状態になる。その一方で、平行なバックライト12aは、PDLCデバイス11を通過した後、非平行バックライト12bになるが、非平行バックライト12bはLCDパネル13に投射され、LCD 10は広視角モードになる。つまり、見る人がLCD 10を正面から見ようと、斜視方向から見ようと、見る人はLCDパネル13上に表示されるフレームを見ることができる。したがって、ユーザは、PDLCデバイス11を透過状態と散乱状態に交互に切り替えることによりLCD 10が広視角モードまたは狭視角モードであると判定することができる。

【0007】

LCD 10に供給されるバックライトは、通常、バックライトモジュールから送られる。しかし、バックライトモジュールの現在の照明技術では、まだ、リアルな平行バックライトを実現できない。LCD 10はすでに図1Aに示されている狭視角モードにあるけれども、ユーザは、個人プライバシーを実際に保護し、データセキュリティを保持することはできない。LCDパネル13上に投影されたバックライトが真の平行バックライトでない場合、近くにいる人は、そのまま、LCD 10を斜視方向から見たときにLCDパネル13上に表示されているフレームを見ることができる。PDLCデバイス11が散乱状態の場合、平行バックライト12aの一部がPDLCデバイス11により反射され、LCD 10の輝度を大幅に低減し、LCD 10の動作品質に重大な影響を及ぼすことになる。

【特許文献1】米国特許第5877829号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

したがって、本発明の目的は、視角調整可能LCDを実現することである。視角調整デバイスを組み込む設計により、ユーザは、広視角モードまたは狭視角モードを切り替えることによりLCDの視角を調整することができ、それにより、個人プライバシーを保護し、データセキュリティを保持するだけでなく、LCDの実用性を大幅に高めることもできる。それだけでなく、ユーザがLCDの視角モードを切り替えたときに、LCDのコントラストおよび輝度が変化せず、ユーザが正面からLCDを見ても、コントラストおよび輝度の変化に気づくことはなく、またLCDの動作品質も維持できる。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明では、LCDを提供することにより上記の目的を達成する。LCDは、バックライトモ

10

20

30

40

50

ジュール、第1の偏光器、第2の偏光器、LCDパネル、および視角調整デバイスを備える。第1の偏光器および第2の偏光器は、バックライトモジュール上に配置される。LCDパネルと視角調整デバイスは、第1の偏光器と第2の偏光器との間に配置される。視角調整デバイスは、光を透過できる第1の基板、光を透過できる第1の電極、第1の配向膜、液晶層、第2の配向膜、光を透過できる第2の電極、および光を透過できる第2の基板を備える。第1の電極は、第1の基板上に配置される。第1の配向膜は、第1の電極上に配置される。液晶層は、第1の配向膜上に配置される。第2の配向膜は、液晶層上に配置される。第2の電極は、液晶層上に配置される。第2の配向膜は、第2の電極の底面に配置される。第2の基板は、液晶層上に配置される。第1の液晶層は、第1の基板と第2の基板との間に密封される。第2の電極は、第2の基板の底面に配置される。

10

【0010】

本発明は、液晶の飽和電圧(V_{sat})を持つ少なくとも1つの視角調整デバイスを備えるLCDを駆動する方法を実現することにより上記の目的を達成する。まず、広視角モード信号に従って広視角モードを実行するため、第1の電圧差を発生する。第1の電圧差は、実質的に約0に等しいか、または V_{sat} よりも高い。次に、狭視角モード信号に従って狭視角モードを実行するため、第2の電圧差を発生する。第2の電圧差は、約 $0.5V_{sat}$ よりも高く、約 $0.8V_{sat}$ よりも低い。

【0011】

本発明の他の目的、特徴、および利点は、限定はしないが好ましい実施形態の詳細な説明から明らかになるであろう。以下の説明は、付属の図面を参照しつつ行われる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

[第1の好ましい実施形態]

図2を参照すると、本発明の第1の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの側面図が示されている。図2では、LCD 20は、バックライトモジュール21、第1の偏光器22、LCDパネル23、視角調整デバイス24、および第2の偏光器25を備える。バックライトモジュール21は発光面21aを備えるが、第1の偏光器22は互いに対応する第1の表面22aおよび第2の表面22bを備える。LCDパネル23は、互いに対応する第3の表面23aおよび第4の表面23bを備えるが、第2の偏光器25は、互いに対応する第5の表面25aおよび第6の表面25bを備える。第1の偏光器22は、発光面21a上に配置され、第1の表面22aは発光面21aと向かい合い、LCDパネル23は、第2の表面22b上に配置され、第3の表面23aは第2の表面22bと向かい合う。第2の偏光器25は、第4の表面23b上に配置され、第5の表面25aは第4の表面23bと向かい合い、視角調整デバイス24は、第2の偏光器25とLCDパネル23の間に配置される。それだけでなく、第1の偏光器22は、第1の光透過軸を備え、第2の偏光器25は、第2の光透過軸を備える。第1の光透過軸の延長方向22cは、第2の光透過軸の延長方向25cに垂直である。それだけでなく、バックライトモジュール21は、LCDパネル23にバックライトを供給し、これにより、見る人は第6の表面25bからLCDパネル23上に表示されているフレームを見ることができる。それに加えて、LCDパネル23は、主に、フレームの表示用であるが、視角調整デバイス24は、LCDパネル23を通過する光の偏光状態を保持または変更し、LCD 20が広視角モードまたは狭視角モードであるかを判別するために使用される。

30

40

【0013】

図3Aに示されているように、視角調整デバイス24は、第1の基板27、第2の基板28、第1の電極29a、第2の電極29b、第1の配向膜30a、第2の配向膜30b、および液晶層31を備える。第1の基板27、第2の基板28、第1の電極29a、および第2の電極29bは、透明であってよい。第1の基板27は、互いに対応する第1の基板面27aおよび第2の基板面27bを備える。第2の基板面27bは、図2の第4の表面23bに面しており、図2の視角調整デバイス24は、第4の表面23b上の配置され、第2の基板面27bは第4の表面23bに面している。第1の電極29aは、第1の基板面27a上に配置され、第1の配向膜30aは、第1の電極29a上に配置され、第1の光透過軸の延長方向22cに平行または垂直な第1のラビング方向32aを持つ。この好ましい実施形態では、第1のラビング方向32aは、第1の光透過軸の延長方向22cに平行である。第2の基板2

50

8は、互いに対応する第3の基板面28aおよび第4の基板面28bを備える。第3の基板面28aおよび第4の基板面28bは、それぞれ、図2の第2の偏光器25の第1の基板面27aおよび第5の表面25aに面する。図2の第2の偏光器25は、第4の基板面28b上に配置され、第5の表面25aは第4の基板面28bに面する。第2の電極29bは、第3の基板面28a上に配置され、第2の配向膜30bは、第2の電極29b上に配置され、第1のラビング方向32aと反対の第2のラビング方向32bを持つ。液晶(LC)層31は、第1の基板27と第2の基板28との間に密封され、第1の配向膜30aと第2の配向膜30bとの間に置かれる。液晶層31は、多数の液晶(LC)分子31aを含む。液晶層31の厚さはdと仮定される。

【0014】

この好ましい実施形態では、液晶層31の液晶分子31aは、例えば、垂直配向(VA)型で配列することができる。それに加えて、第1の基板27および第2の基板28は、ガラスまたはプラスチックで作ることができる。第1の電極29aおよび第2の電極29bは、インジウムスズ酸化物(ITO)またはインジウム亜鉛酸化物(IZO)で作ることができる。第1の配向膜30aおよび第2の配向膜30bは、ポリイミド(PI)で作ることができる。それに加えて、LCDパネル23は、上側基板、下側基板、および液晶層を備える。上側基板は、1つの共通電極、1つの黒色マトリクス、および1つの上側配向膜を備える。下側基板は、多数の走査線、多数のデータ線、多数の蓄電コンデンサ、多数の薄膜トランジスタ(TFT)、多数のピクセル電極、および下側配向膜を備える。それに加えて、上側基板および下側基板は、スペーサおよびシーリング材を使って上側基板と下側基板との間に密封される液晶層の仕切りにより分離される。

【0015】

図3Bに示されているように、この好ましい実施形態では、第1の配向膜30aの第1のラビング方向32aが90度の方位角から270度の方位角までシフトする場合、第2のラビング方向32bは、270度の方位角から90度の方位角にシフトする。それに加えて、図2の第1の偏光器22の第1の光透過軸の延長方向22cは、90度の方位角から270度の方位角にシフトするか、または270度の方位角から90度の方位角にシフトする。それに加えて、図2の第2の偏光器24の第2の光透過軸の延長方向25cは、0度の方位角から180度の方位角に延びるか、または180度の方位角から0度の方位角に延びる。

【0016】

図3Aに示されているように、第1の電極29aと第2の電極29bの間に電圧が印加されない場合、液晶層31の液晶分子31aが揃い、垂直状態を形成する、つまり、液晶分子31aの長軸は第1の配向膜30aの表面に対し垂直になる。見る人が正面からLCD 20を見た場合、見る人から見える光に対応する液晶分子31aの長軸と短軸との屈折率の差 Δn は、0に等しい。見る人が正面からLCD 20を見た場合に視角調整デバイス24により与えられる遅延 Δnd も0に等しい。その一方で、視角調整デバイス24は、LCDパネル23を通過する光の偏光状態を変化させない、つまり、LCDパネル23上に表示されるフレームのコントラストおよび輝度は変化せず、見る人は、正面からLCD 20を見たときにLCDパネル23上に表示されるフレームを見ることができる。見る人が図3Bの0度、90度、180度、または270度の方位角から観察角 θ の斜視方向でLCD 20を見た場合に、 Δn は0に等しいため、 Δnd も0に等しい。その一方で、視角調整デバイス24は、LCDパネル23を通過する光の偏光状態を変えず、見る人は、LCD 20を斜視方向から見たときにLCDパネル23上に表示されるフレームを見ることができる。したがって、図3Aの第1の電極29aと第2の電極29bとの間に電圧が印加されない場合、LCD 20は、広視角モード信号に従って第1の広視角モードに入っており、見る人は、LCD 20を正面から見ようと、斜視方向から見ようと、関係なく、LCD 20上に表示されるフレームを見ることができる。

【0017】

図4Aに示されているように、第1の電圧V1が第1の電極29aと第2の電極29bの間に印加された場合、つまり、第1の電極29aと第2の電極29bとの間の第1の電圧差が与えられた場合、液晶層31の液晶分子31aは90度の方位角に向かって第1のラビング方向32aにそって傾斜する、つまり、液晶分子31aの長軸と第1の配向膜30aの表面は鋭角をなし、揃えられ図4B

10

20

30

40

50

に示されているように傾斜状態を形成する。見る人が正面からLCD 20を見た場合、見る人から見える光に対応する液晶分子31 aの長軸と短軸との屈折率の差 Δn は、0に等しい。視角調整デバイス24により与えられる遅延 Δnd も0に等しい。その一方で、図4Aの視角調整デバイス24は、図2のLCDパネル23を通過する光の偏光状態を変化させない、つまり、LCDパネル23上に表示されるフレームのコントラストおよび輝度は変化せず、見る人は、正面からLCD 20を見たときにLCDパネル23上に表示されるフレームを見ることができる。

【0018】

見る人が図3Bで90度または270度の方位角から観察角度 θ の斜視方向からLCD 20を見た場合、 Δn は0に等しいため、90度または270度の方位角で斜視方向からLCD 20を見た場合にLCDパネル23上に表示されるフレームを見ることができる。しかし、見る人が図3Bの0度または180度の方位角から観察角 θ の斜視方向でLCD 20を見た場合に、 Δn は0に等しくないため、 Δnd も0に等しくない。その一方で、視角調整デバイス24は、LCDパネル23を通過する光の偏光状態を変化させるので、見る人は、LCD 20を0度または180度の方位角の斜視方向から見たときにLCDパネル23上に表示されるフレームを見ることができない。したがって、第1の電圧V1が図4Aの第1の電極29aと第2の電極29bの間に印加されると、LCD 20は狭視角モード信号に従って狭視角モードになる。LCD 20を正面から見る人とLCD 20を90度および270度の方位角の斜視方向から見る人については、LCD 20を0度および180度の方位角の斜視方向から見る人は、LCD 20上に表示されるフレームを見て狭視角の目的を達成することができる。

【0019】

図5Aに示されているように、第2の電圧V2が第1の電極29aと第2の電極29bの間に印加された場合、つまり、第1の電極29aと第2の電極29bとの間の第2の電圧差が与えられた場合、液晶層31の液晶分子31aは、90度の方位角に向かう第1のラビング方向32aにそって寝る形になる。つまり、液晶分子31aの長軸は、第1の配向膜30aの表面に平行になって揃い図5Bに示されているように平坦状態を形成する。液晶層31の光透過率が高くなる場合、第1の電極29aと第2の電極29bとの間に印加される電圧は、液晶層31の飽和電圧 V_{sat} として定められる。V2は V_{sat} よりも大きい。V1は実質的に約 $0.5V_{sat} \sim 0.8V_{sat}$ に等しい。完全には、V1は $0.7V_{sat}$ に等しい。この実施形態では、V1およびV2は、それぞれ、2.5Vおよび5Vである。見る人が正面からLCD 20を見た場合、 Δn は0に等しいので、見る人は、正面からLCD 20を見ることによりLCDパネル23上に表示されるフレームを見ることができる。見る人は、観察角度 θ で図5Bの0度、90度、180度、または270度の方位角から斜視方向にLCD 20を見るが、 Δn は0に等しいため、見る人は、斜視方向でLCD 20を見た場合にLCDパネル23上に表示されるフレームを見ることができる。したがって、図5Aの第1の電極29aと第2の電極29bとの間に第2の電圧V2が印加された場合、LCD 20は、広視角モード信号に従って第2の広視角モードに入り、見る人は、LCD 20を正面から見ようと、斜視方向から見ようと関係なく、LCD 20上に表示されるフレームを見ることができる。

【0020】

電界の変化を受ける液晶層31の液晶分子31aの配向特性が本発明の実施形態の前記の説明の中で言及されているが、他の種類の液晶も、電界の変化を受ける異なる配向特性を持つ。例えば、第1の電極29aと第2の電極29bとの間に電圧が印加されない場合、LC層のLC分子は平坦状態に配列される。そのため、LCDは広視角モード信号に従って第1の広視角モードとなる。第1の電極29aと第2の電極29bとの間に第5の電圧が印加された場合、LC層のLC分子は第1のラビング方向32aにそって傾斜状態に配列される。そのため、LCDは狭視角モード信号に従って狭視角モードとなる。第1の電極29aと第2の電極29bとの間に第6の電圧が印加された場合、LC層のLC分子は垂直状態に配列される。そのため、LCDは第2の広視角モードになる。

【0021】

図6Aおよび図6Bを参照する。図6Aは、図2のLCDが第1の広視角モードの場合の等コントラスト図である。図6Bは、図2のLCDが狭視角モードの場合の等コントラスト図である。図6A～6Bでは、この等コントラスト線は、コントラスト値10を表す1番外側の円から2000、1

10

20

30

40

50

000、500、100、50、20、および10のコントラスト値を表す多数の同心円である。それに加えて、視角は、コントラスト値が10に等しい場合の観察角として定義される。図6Aで、10に等しいコントラスト値が標準として設定されている場合、第1の広視角モードのLCD 20の0度、90度、180度、および270度の方位角でのすべての視角は80度よりも大きい。図6Bの狭視角モード信号による狭視角モードのLCD 20の方位角90度および270度で観察された視角と図6Aの広視角モード信号による第1の広視角モードのLCD 20の方位角90度および270度で観察された視角との間にはごくわずかしき差がないが、第1の広視角モードのLCD 20の0度および180度の方位角で観察された視角は、80度から18度に減少する。それに加えて、見る人が正面からLCD 20を見た場合、第1の広視角モードのLCD 20のコントラストは、狭視角モードのLCD 20のコントラストとほとんど同じである。つまり、視角モードが何であれ、LCD 20は、見る人により正面から見られるLCD 20上に表示されるフレームのコントラストおよび輝度を変えない。

10

【0022】

図7A、7Bを参照する。図7Aは、LCDパネルの駆動電圧(V)とLCDが広視角モード信号に従って第1の広視角モードのときに見る人により正面から観察される調整可能視角を持つLCDの光透過率(T)との関係を示す矩形座標図である。図7Bは、LCDパネルの駆動電圧(V)とLCDが狭視角モードのときに見る人により正面から観察される調整可能視角を持つLCDの光透過率(T)との関係を示す矩形座標図である。図7Aおよび図7Bでは、見る人が正面からLCD 20を見た場合、第1の広視角モードおよび狭視角モードで観察されたV-T曲線は、同じである。つまり、視角モードが何であれ、LCD 20は、見る人が正面からLCDを見たときにLCD 20上に表示されるフレームを変化させない。

20

【0023】

図8A、8Bを参照する。図8Aは、LCDパネルの駆動電圧(V)とLCDが広視角モード信号に従って第1の広視角モードのときに見る人により斜視方向から観察される調整可能視角を持つLCDの光透過率(T)との関係を示す矩形座標図である。図8Bは、LCDパネルの駆動電圧(V)とLCDが狭視角モードのときに見る人により斜視方向から観察される調整可能視角を持つLCDの光透過率(T)との関係を示す矩形座標図である。図8A、8Bでは、観察角度 θ が40度に等しい場合、見る人はLCD 20を40度の観察角度から斜視方向に見る。図8Aに示されているように、見る人がLCD 20を0度、90度、180度、および270度の方位角から斜視方向に見る場合、LCD 20が0度、90度、180度、および270度の方位角に対応する場合に得られるV-T曲線は、それぞれ、ほとんど同じである。図8Bに示されているように、見る人がLCD 20を0度、90度、180度、および270度の方位角から斜視方向に見る場合、90度および270度の方位角に対応するV-T曲線は、0度および180度の方位角に対応するV-T曲線とほとんど同じである。しかし、0度および180度の方位角に対応するV-T曲線は、ほとんど平坦である。つまり、LCD 20が0度および180度の方位角に対応する場合の光透過率は、LCDパネル23に印加される駆動電圧が高くなっても、それに応じて上昇しえず、したがって、見る人は、0度および180度の方位角からLCDパネル23上に表示されるフレームを見ることはできない。

30

【0024】

見る人がLCD 20を正面から見た場合、LCD 20が広視角モード信号に従って広視角モードであろうと、狭視角モード信号に従って狭視角モードであろうと、見る人が見るLCD 20上に表示されるフレームはほとんど同じである。

40

【0025】

見る人がLCD 20を観察角度から広視角モードで見た場合、見る人は、LCD 20上に表示されるフレームを見ることができる。見る人がLCD 20を観察角度から狭視角モードで見た場合、見る人は、LCD 20上に表示されるフレームを見ることができない。

【0026】

上記の開示から、この好ましい実施形態による視角調整デバイスの設計を利用することにより、ユーザは、LCDの視角モードを広視角モードおよび狭視角モードに切り替える方法で、LCDの視角を調整し、データセキュリティを保護する目的を達成し、LCDの実用性を大幅に高めることができる。

50

【 0 0 2 7 】

当業者であれば、本発明の実施形態の技術は上記に限定されることがわかる。例えば、本発明は、液晶の飽和電圧 V_{sat} を持つ少なくとも1つの視角調整デバイスを備えるLCDを駆動する方法を実現する。図8Cを参照すると、視角調整デバイスでLCDを駆動する方法の流れ図が示されている。ステップ802で、広視角モードは、広視角モード信号に従って実行される。視角調整デバイスは、第1の電圧差を発生する、つまり、第1の電圧差が液晶層の間に印加される。言い換えれば、広視角モード信号に従って広視角モードを実行するため、第1の電圧差を発生するということである。第1の電圧差は、実質的に0に等しいか、または V_{sat} よりも高い。ステップ804で、狭視角モード信号は、狭視角モード信号に従って実行される。視角調整デバイスは、第2の電圧差を発生する。言い換えれば、狭視角モード信号に従って狭視角モードを実行するため、第2の電圧差を発生するということである。第2の電圧差は、約 $0.5V_{sat}$ よりも高く、約 $0.8V_{sat}$ よりも低い。

10

【 0 0 2 8 】

[第2の好ましい実施形態]

図9を参照すると、本発明の第2の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの側面図が示されている。この好ましい実施形態のLCD 40と、第1の好ましい実施形態のLCD 20とは、前者が第1の補償膜41aおよび第2の補償膜41bをさらに備えるという点で異なる。残りの同じ構成要素に関しては、同じ参照符号が使用されるが、詳細についてはここで繰り返さない。図9では、第1の補償膜41aは、第1の偏光器22とLCDパネル23との間に配置され、第2の補償膜41bは、第2の偏光器25と視角調整デバイス24との間に配置される。第1の補償膜41aおよび第2の補償膜41bは、第1の偏光器22および第2の偏光器24の暗状態での漏光および見る人が斜視方向で見たときの液晶の暗状態の漏光を補償するためのものである。

20

【 0 0 2 9 】

図10A、10Bを参照する。図10Aは、図9のLCDが第1の広視角モードの場合の等コントラスト図であり、図10Bは、図9のLCDが狭視角モードの場合の等コントラスト図である。図10Aと図6Aと比較すると、LCD 40はLCD 20にはない第1の補償膜41aおよび第2の補償膜41bを持つため、LCD 40の視角は広く、またフレームのコントラストも輝度もLCD 20よりも優れている。図10Bと図6Bと比較すると、LCD 40は、LCD 20にはない第1の補償膜41aおよび第2の補償膜41bを持つため、LCD 40の方位角0度および180度での視角は、LCD 20の方位角0度および180度での視角よりも広い。

30

【 0 0 3 0 】

[第3の好ましい実施形態]

図11を参照すると、この第3の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの側面図が示されている。この好ましい実施形態のLCD 50と第1の好ましい実施形態のLCD 20とは、LCDパネル23が視角調整デバイス24と第2の偏光器25との間に置かれているという点で異なる。視角調整デバイス24は、第2の表面22b上に配置され、第2の基板面27bは第1の偏光器22の第2の表面22bに面している。LCDパネル23は、第4の基板面28b上に配置され、第3の表面23aは第4の基板面28bに面する。第1の偏光器25は、第4の表面23b上に配置され、第5の表面25aは第4の表面23bに面する。しかし、本発明の技術を熟知している者であれば、本発明の技術がそれらに限定されなことを理解するであろう。例えば、第1の補償膜を、代わりに第1の偏光器22と視角調整デバイス24の間に置かれ、第2の補償膜を、代わりに第2の偏光器25とLCDパネル23の間に置くことができる。

40

【 0 0 3 1 】

[第4の好ましい実施形態]

図12を参照すると、本発明の第4の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの側面図が示されている。この好ましい実施形態のLCD 60と第1の好ましい実施形態のLCD 20とは、LCD 60がさらに視角調整デバイス64を備えるという点で異なる。視角調整デバイス64は、図12に示されているようにLCDパネル23と第1の偏光器22との間に配置される。図13Aでは、視角調整デバイス64は、第3の基板67、第4の基板68、第3の電極69a、第4の電極69

50

b、第3の配向膜70a、第4の配向膜70b、および液晶層71を備える。第3の基板67は、互いに対応する第5の基板面67aおよび第6の基板面67bを持ち、第5の基板面67bは、図14の第2の基板面22bに面する。図13Aでは、第3の電極69aは、第5の基板面67a上に配置される。第3の配向膜70aは、第3の電極69a上に配置され、第3のラビング方向62aを持つ。第4の基板68は、互いに対応する第7の基板面68aおよび第8の基板面68bを持ち、第7の基板面68aおよび第8の基板面68bは、図11の第3の基板面23aに面する。第4の電極69bは、第7の基板面68a上に配置される。第4の配向膜70bは、第4の電極69b上に配置され、第3のラビング方向62aと反対の第4のラビング方向62bを持つ。液晶層71は、第3の基板67と第4の基板68との間に密封され、また第3の配向膜70aと第4の配向膜70bとの間に置かれており、液晶分子71aを持ち、液晶層71の厚さは、 d と仮定することができる。図13Bに示されているように、この好ましい実施形態では、第3の配向膜70aの第3のラビング方向62aが0度の方位角から180度の方位角までシフトする場合、第3のラビング方向62bは、180度の方位角から0度の方位角にシフトする。

10

【0032】

図3Aおよび図13Aに示されているように、第1の電極29aと第2の電極29bの間に電圧が印加されない場合、また第3の電極69aと第4の電極69bの間に電圧が印加されない場合、液晶層31の液晶分子31aおよび液晶層71内に配置されている液晶分子71aは、両方とも揃えられ、図3Bおよび図13Bに示されているように垂直状態を形成する。その一方で、見る人がLCD 60を正面から、または斜視モードで見る場合、視角調整デバイス24および64により与えられる遅延 $\Delta n d$ は0に等しい、つまり、視角調整デバイス24および64を通過する光の偏光状態は、視角調整デバイス24および64により変化せず、LCD 60は広視角モード信号により第1の広視角モードとなる。

20

【0033】

図4Aおよび図13Aに示されているように、第1の電極29aと第2の電極29bの間に第1の電圧 V_1 が印加される前、および第3の電極69aと第4の電極69bとの間に電圧が印加されない場合、液晶層31の液晶分子31aは、第1のラビング方向32aにそって傾斜し、図4Bに示されているように揃えられて第1の傾斜状態を形成する。液晶分子71aは、液晶層71内に配置され、図13Bに示されているように揃えられて垂直状態を形成する。その一方で、見る人がLCD 60を斜視方向で0度または180度の方位角から見る場合、視角調整デバイス24により与えられる遅延 $\Delta n d$ は、0に等しくなく、視角調整デバイス24は、LCDパネル23を通過する光の偏光状態を変化させるため、見る人は0度または180度の方位角から斜視方向にLCD 60を見たときにLCD 23上に表示されるフレームを見ることができない。しかし、視角調整デバイス64を通過する光の偏光状態は、視角調整デバイス64により変化せず、LCD 60は狭視角モード信号に従って第1の狭視角モードに入る。

30

【0034】

図3Aおよび図13Aに示されているように、第1の電極29aと第2の電極29bとの間に電圧が印加されない場合、また第3の電極69aと第4の電極69bとの間に第3の電圧 V_3 が印加される前に、液晶分子71aは液晶層71内に配置され、第3のラビング方向62aにそって傾斜し、図16Bに示されているように揃えられて第2の傾斜状態を形成するが、液晶層31の液晶分子31aは、図3Bに示されているように揃えられて垂直状態を形成する。その一方で、見る人がLCD 60を90度または270度の方位角から斜視方向に見た場合に視角調整デバイス64により与えられる遅延 $\Delta n d$ は、0に等しくなく、視角調整デバイス64を通過する光の偏光状態は、視角調整デバイス64により変えられ、見る人は、LCD 60を斜視方向で見たときに90度または270度の方位角からLCDパネル23上に表示されるフレームを見ることができない。視角調整デバイス24は、LCDパネル23を通過する光の偏光状態を変化させず、LCD 60は、狭視角モード信号に従って第2の狭視角モードに入る。

40

【0035】

図4Aおよび図14Aに示されているように、第1の電極29aと第2の電極29bとの間に第1の電圧 V_1 が印加される場合、および第3の電極69aと第4の電極69bとの間に第3の電圧 V_3 が印加される場合、液晶層31内の液晶分子31aは、第1のラビング方向32aにそって傾斜し、図4B

50

に示されているように揃えられて第1の傾斜状態を形成する。さらに、液晶層71上に配置された液晶分子71aは、第3のラビング方向62aにそって傾斜し、図14Bに示されているように揃えられて第2の傾斜状態を形成する。その一方で、見る人がLCD 60を約0度または180度の方位角から斜視方向に見た場合視角調整デバイス24により与えられる遅延 $\Delta n d$ は、0に等しくなく、視角調整デバイス24は、LCDパネル23を通過する光の偏光状態を変化させる。さらに、見る人がLCD 60を約90度または270度の方位角から斜視方向に見た場合視角調整デバイス64により与えられる遅延 $\Delta n d$ は、0に等しくなく、視角調整デバイス64を通過する光の偏光状態は、視角調整デバイス64により変えられる。したがって、見る人は、LCD 60を斜視方向で見たときに約0度、90度、180度、および270度の方位角からLCDパネル23上に表示されるフレームを見ることができず、LCD 60は狭視角モード信号に従って第3の狭視角モードに入っている。

10

【0036】

図5Aおよび図15Aに示されているように、第1の電極29aと第2の電極29bとの間に第2の電圧V2が印加される場合、および第3の電極69aと第4の電極69bとの間に第4の電圧V4が印加される場合、液晶層31内の液晶分子31aは、90度の方位角に向かって第1のラビング方向32aにそって傾斜し、図5Bに示されているように揃えられて第1の平坦状態を形成する。さらに、液晶層71内に配置された液晶分子71aは、0度の方位角に向かって第3のラビング方向62aにそって傾斜し、図15Bに示されているように揃えられて第2の平坦状態を形成する。その一方で、見る人がLCD 60を斜視方向で正面から見た場合に視角調整デバイス24および64により与えられる遅延 $\Delta n d$ は0に等しい。これは、視角調整デバイス24および64を通過する光の偏光状態が、視角調整デバイス24および64により変化せず、LCD 60は広視角モード信号に従って第2の広視角モードに入っていることを意味する。

20

【0037】

LC層31および71が平坦または垂直状態の場合、LCD 60は広視角モード信号に従って広視角モードに入っている。LC層31および71の少なくとも一方が傾斜状態の場合、LCD 60は狭視角モード信号に従って狭視角モードに入っている。

【0038】

液晶層71の飽和電圧が V_{sat} に等しい場合、V4は V_{sat} よりも大きく、V3は実質的に約 $0.5V_{sat} \sim 0.89V_{sat}$ に等しく、好ましくは、V3は約 $0.7V_{sat}$ に等しい。この好ましい実施形態では、第3の電圧V3および第4の電圧V4は、それぞれ、約2.5Vおよび5Vに等しい。好ましくは、第4の電圧V4が液晶層71の飽和電圧に等しい場合、V3は約 $0.7V4$ に大体等しい。しかし、本発明の技術を熟知している者であれば、本発明の技術がそれらに限定されないことを理解するであろう。例えば、第1の補償膜を、第1の偏光器22と視角調整デバイス64との間に配置することができ、第2の補償膜を、第2の偏光器25と視角調整デバイス24との間に配置することができる。

30

【0039】

電界の変化を受ける液晶層71の液晶分子71aの配向特性が本発明の実施形態の前記の説明の中で言及されているが、他の種類の液晶も、電界の変化を受ける異なる配向特性を持つ。例えば、第1の電極69aと第2の電極69bとの間に電圧が印加されない場合、LC層のLC分子は平坦状態に配列される。第1の電極69aと第2の電極69bとの間に第7の電圧が印加された場合、LC層のLC分子は第3のラビング方向62aにそって傾斜状態に配列される。第1の電極69aと第2の電極69bとの間に第8の電圧が印加された場合、LC層のLC分子は垂直状態に配列される。第7の電圧は、第8の電圧よりも小さい。

40

【0040】

第1の配向領域112aと第3の配向領域113aとの間のLC分子が平坦または垂直状態にある場合、LCDは広視角モードに入っている。第1の配向領域112aと第3の配向領域113aとの間のLC分子が傾斜状態にある場合、LCDは狭視角モードに入っている。

【0041】

当業者であれば、本発明の実施形態の技術は上記に限定されないことがわかる。例えば、本発明は、第1の視角調整デバイスおよび第2の視角調整デバイスを備えるLCDを駆動す

50

る方法を実現する。図15Cを参照すると、視角調整デバイスでLCDを駆動する方法の流れ図が示されている。第1の視角調整デバイスおよび第2の視角調整デバイスは、液晶の飽和電圧 V_{sat} を持つ。ステップ902で、広視角モードは、広視角モード信号に従って実行される。第1の視角調整デバイスおよび第2の視角調整デバイスは、それぞれ、第1の電圧差および第3の電圧差を発生する。つまり、2つのLC層は、第1の電圧差と第2の電圧差の間にサンドイッチ状に挟まれているということである。言い換えれば、広視角信号に従って広視角モードを実行するため、第1の電圧差および第3の電圧差を発生するということである。第1の電圧差および第3の電圧差は、0に等しいか、または V_{sat} よりも高い。ステップ904で、狭視角モードは、狭視角モード信号に従って実行される。第1の視角調整デバイスおよび第2の視角調整デバイスは、それぞれ、第2の電圧差および第3の電圧差を発生する。つまり、2つのLC層は、第2の電圧差と第3の電圧差の間にサンドイッチ状に挟まれているということである。言い換えれば、狭視角信号に従って狭視角モードを実行するため、第2の電圧差および第3の電圧差を発生するということである。第2の電圧差は、約 $0.5V_{sat}$ よりも高く、約 $0.8V_{sat}$ よりも低い。第2の電圧差は、約 $0.7V_{sat}$ に等しいのが好ましい。ステップ906で、狭視角モードは、狭視角モード信号に従って実行される。第1の視角調整デバイスおよび第2の視角調整デバイスは、それぞれ、第2の電圧差および第4の電圧差を発生する。つまり、2つのLC層は、第2の電圧差と第4の電圧差の間にサンドイッチ状に挟まれているということである。言い換えれば、狭視角信号に従って狭視角モードを実行するため、第2の電圧差および第4の電圧差を発生するということである。第4の電圧差は、 $0.5V_{sat}$ よりも高く、 $0.8V_{sat}$ よりも低い。第4の電圧差は、 $0.7V_{sat}$ に等しいのが好ましい。

10

20

【0042】

[第5の好ましい実施形態]

図16を参照すると、本発明の第5の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの側面図が示されている。この好ましい実施形態のLCD 80と第4の好ましい実施形態のLCD 60とは、視角調整デバイス64が視角調整デバイス24と第2の偏光器25との間に置かれているという点で異なる。視角調整デバイス64は、第4の基板面28b上に配置され、第6の基板面67bは第4の基板面28bに面しており、第2の偏光器25は、第8の基板面68b上に配置され、第5の基板面25aは第8の基板面68bに面している。しかし、本発明の技術を熟知している者であれば、本発明の技術がそれらに限定されないことを理解するであろう。例えば、第1の補償膜を、第1の偏光器22とLCDパネル23との間に配置することができ、第2の補償膜を、第2の偏光器25と視角調整デバイス64との間に配置することができる。

30

【0043】

[第6の好ましい実施形態]

図17を参照すると、本発明の第6の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの側面図が示されている。この好ましい実施形態のLCD 90と第4の好ましい実施形態のLCD 60とは、視角調整デバイス24が視角調整デバイス64とLCDパネル23との間に置かれ、視角調整デバイス24は、第8の基板面68b上に配置され、第2の基板面27bは第8の基板面68bに面しており、LCDパネル23は第4の基板面28b上に配置され、第3の表面23aは第4の基板面28bに面しているという点で異なる。しかし、本発明の技術を熟知している者であれば、本発明の技術がそれらに限定されないことを理解するであろう。例えば、第1の補償膜を、第1の偏光器22と視角調整デバイス64との間に配置することができ、第2の補償膜を、第2の偏光器25とLCDパネル23との間に配置することができる。

40

【0044】

[第7の好ましい実施形態]

図18を参照すると、本発明の第7の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの側面図が示されている。この好ましい実施形態のLCD 100と第1の好ましい実施形態のLCD 20とは、視角調整デバイス104の設計の面で異なっており、視角調整デバイス104はLCDパネル23と第2の偏光器25との間に配置されている。図19Aに示されているように、視角調整デバイス104は、第1の基板107、第2の基板108、第1の電極109a、第2の電極109b、第1の配向膜110a、第2の配向膜110b、および液晶層111を備える。第1の基板107は、互いに対応する

50

第1の基板面107aおよび第2の基板面107bを持ち、図18では第2の基板面107bは、第4の表面23bに面する。第1の電極109aは、第1の基板面107a上に配置され、第1の配向膜110aは第1の電極109a上に配置される。第1の配向膜110aは、少なくとも1つの第1の配向領域112aおよび1つの第2の配向領域112bを持ち、第1の配向領域112aおよび第2の配向領域112bは、それぞれ、第1のラビング方向102aおよび第2のラビング方向103aを持つ。第1のラビング方向102aは、第1の光透過軸の延長方向22cに平行または垂直であるが、第2のラビング方向103aは、図19Bに示されているように、第2のラビング方向102aに垂直である。この好ましい実施形態では、第1のラビング方向102aは、第1の光透過軸の延長方向22cに平行である。第2の基板108は、互いに対応する第3の基板面108aおよび第4の基板面108bを持ち、第3の基板面108aおよび第4の基板面108bは、それぞれ、第1の基板面107aおよび第図18での5の表面25aに面する。第2の電極109bは、第3の基板面108a上に配置される。第2の配向膜110bは、第2の電極109b上に配置され、少なくとも第3の配向領域113aと第4の配向領域113bを持つ。第3の配向領域113aおよび第4の配向領域113bは、それぞれ、第1の配向領域112aおよび第2の配向領域112bに対応し、それぞれ、第3のラビング方向102bおよび第4のラビング方向103bを持ち、第3のラビング方向102bおよび第4のラビング方向103bは、それぞれ、図19Cに示されているように、第1のラビング方向102aおよび第2のラビング方向103aと反対である。液晶層111は、第1の基板107と第2の基板108との間に密封され、また第1の配向膜110aと第2の配向膜110bとの間に置かれており、多数の液晶分子111aを持ち、液晶層111の厚さは、 d と仮定される。図19Dに示されているように、この好ましい実施形態では、第1のラビング方向102aが90度の方位角から約270度の方位角ヘシフトし、第2のラビング方向103aが約0度の方位角から約180度の方位角ヘシフトするとすると、第3のラビング方向102bは、約270度の方位角から約90度の方位角ヘシフトし、第4のラビング方向103bは、約180度の方位角から約0度の方位角ヘシフトすることになる。

10

20

30

40

50

【0045】

図19Aに示されているように、第1の電極109aと第2の電極109bとの間に電圧が印加されない場合、図19Dに示されているように液晶層111内の液晶分子111aは揃えられ垂直状態を形成する。その一方で、見る人がLCD 100を正面から、または斜視方向で見た場合に視角調整デバイス104により与えられる遅延 $\Delta n d$ は0に等しい。これは、視角調整デバイス104が、LCDパネル23を通過する光の偏光状態を変化させず、LCD 100は、広視角モード信号に従って第1の広視角モードに入ることの意味する。

【0046】

図20Aに示されているように、第1の電極109aと第2の電極109bとの間に第1の電圧 $V1$ が印加された場合、第1の配向領域112aと第3の配向領域113aとの間に置かれている液晶層111の部分の液晶分子111aは、90度の方位角に向かって第1のラビング方向102aにそって傾斜し、揃えられて第1の傾斜状態を形成する。さらに、第2の配向領域112bと第4の配向領域113bとの間に置かれている液晶層111の他の部分の液晶分子111aは、0度の方位角に向かって第2のラビング方向103aにそって傾斜し、図20Bに示されているように揃えられ第2の傾斜状態を形成する。その一方で、見る人がLCD 100を0度、90度、180度、または270度の方位角から斜視方向で見た場合に視角調整デバイス104により与えられる遅延 $\Delta n d$ は、0に等しくなく、視角調整デバイス104はLCDパネル23を通過する光の偏光状態を変化させ、見る人はLCD 100を斜視方向で見たときに0度、90度、180度、または270度の方位角からLCDパネル23上に表示されるフレームを見ることはできない。その結果、LCD 100は、狭視角モード信号に従って狭視角モードとなる。

【0047】

図21Aに示されているように、第1の電極109aと第2の電極109bとの間に第2の電圧 $V2$ が印加された場合、第1の配向領域112aと第3の配向領域113aとの間に置かれている液晶層111の部分の液晶分子111aは、約90度の方位角に向かって第1のラビング方向102aにそって傾斜し、揃えられて第1の平坦状態を形成する。さらに、第2の配向領域112bと第4の配向領域113bとの間に置かれている液晶層111の他の部分の液晶分子111aは、約0度の方位角に向

かって第2のラビング方向103aにそって傾斜し、図21Bに示されているように揃えられ第2の平坦状態を形成する。その一方で、見る人がLCD 100を正面から、または斜視方向で見た場合に視角調整デバイス104により与えられる遅延 $\Delta n d$ は0に等しい。これは、視角調整デバイス104が、LCDパネル23を通過する光の偏光状態を変化させず、LCD 100は、広視角モード信号に従って第2の広視角モードに入ることを意味する。

【0048】

液晶層111の飽和電圧が V_{sat} に等しい場合、 $V2$ は V_{sat} よりも大きく、 $V1$ は約 $0.5 V_{sat} \sim 0.8 V_{sat}$ に実質的に等しい。完全には、 $V1$ は約 $0.7 V_{sat}$ に等しい。この好ましい実施形態では、第1の電圧 $V1$ および第2の電圧 $V2$ は、それぞれ、約2.5Vおよび5Vに等しい。好ましくは、第2の電圧 $V2$ が液晶層111の飽和電圧に等しい場合に、 $V1$ は約 $0.7 V2$ に大体等しい。しかし、本発明の技術を熟知している者であれば、本発明の技術がそれらに限定されないことを理解するであろう。例えば、第1の補償膜を、第1の偏光器22とLCDパネル23との間に配置することができ、第2の補償膜を、第2の偏光器25と視角調整デバイス104との間に配置することができる。

10

【0049】

電界の変化を受ける液晶層111の液晶分子111aの配向特性が本発明の実施形態の前記の説明の中で言及されているが、他の種類の液晶も、電界の変化を受ける異なる配向特性を持つ。

【0050】

例えば、第1の電極109aと第2の電極109bとの間に電圧が印加されない場合、LC層のLC分子は平坦状態に配列される。

20

【0051】

第1の電極109aと第2の電極109bとの間に第9の電圧が印加された場合、第1の配向領域112aと第3の配向領域113aとの間のLC層のLC分子の一部は、第1のラビング方向102aにそって第1の傾斜状態に配列される。第2の配向領域112bと第4の配向領域113bとの間のLC層内のLC分子の他の部分は、第2のラビング方向103aにそって第2の傾斜状態に配列される。

【0052】

第1の電極109aと第2の電極109bとの間に第10の電圧が印加された場合、第1の配向領域112aと第3の配向領域113aとの間のLC層内のLC分子の一部は、第1のラビング方向102aにそって垂直状態に配列される。第2の配向領域112bと第4の配向領域113bとの間のLC層内のLC分子の他の部分は、第2のラビング方向103aにそって垂直状態に配列される。第9の電圧は、第10の電圧よりも小さい。

30

【0053】

[第8の好ましい実施形態]

図22を参照すると、本発明の第8の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの側面図が示されている。この好ましい実施形態のLCD 120と第7の好ましい実施形態のLCD 100とは、LCDパネル23が視角調整デバイス104と第2の偏光器25との間に置かれているという点で異なる。視角調整デバイス104は、第2の表面22b上に配置され、第2の基板面107bは第2の表面22bに面している。LCDパネル23は、第4の基板面108b上に配置され、第3の表面23aは第4の基板面108bに面する。第1の偏光器25は、第4の表面23b上に配置され、第5の表面25aは第4の表面23bに面する。しかし、本発明の技術を熟知している者であれば、本発明の技術がそれらに限定されないことを理解するであろう。例えば、第1の補償膜を、第1の偏光器22と視角調整デバイス104との間に配置することができ、第2の補償膜を、第2の偏光器25とLCDパネル23との間に配置することができる。

40

【0054】

[第9の好ましい実施形態]

図23を参照すると、本発明の第9の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの側面図が示されている。この好ましい実施形態のLCD 130と第1の好ましい実施形態のLCD 20とは、視角調整デバイス134の設計の面で異なっており、視角調整デバイス134はLCDパネル23と第2の偏光器25との間に配置されている。図24Aに示されているように、視角調整デ

50

バイス134は、第1の基板137、第2の基板138、第1の分離層145a、第2の分離層145b、第1の電極139a、第2の電極139b、第1の配向膜140a、第2の配向膜140b、および液晶層141を備える。第1の基板137は、互いに対応する第1の基板面137aおよび第2の基板面137bを持ち、図23で第2の基板面137bは第4の表面23bに面する。第1の分離層145aは、第1の基板面137a上に配置され、図24Bに示されているように第1の開口146aを持つ。第1の開口146aは、テキスト、商標、またはロゴでありうる。この好ましい実施形態では、第1の開口146aは、例えば、正方形である。第1の電極139aは、第1の開口146a内に配置され、第1の電極139aの形状は、第1の開口146aの形状に対応する。第1の配向膜140aは、第1の電極139aおよび第1の分離層145a上に配置され、第1の光透過軸の延長方向22cに平行または垂直な第1のラビング方向132aを持つ。この好ましい実施形態では、第1のラビング方向132aは、第1の光透過軸の延長方向22cに平行である。第2の基板138は、互いに対応する第3の基板面138aおよび第4の基板面138bを持ち、第3の基板面138aおよび第4の基板面138bは、それぞれ、図23で第1の基板面137aおよび第5の表面25aに面する。第2の分離層145bは、第3の基板面138a上に配置され、図24Cに示されているように第1の開口146aに対応する第2の開口146bを持つ。この好ましい実施形態では、第2の開口146bは、例えば、正方形である。第2の電極139bは、第2の開口146b内に配置され、第2の電極139bの形状は、第2の開口146bに対応する、つまり、第2の電極139bの形状は、第1の電極139aの形状に対応する。第2の配向膜140bは、第2の電極139bおよび第2の分離層145上に配置され、第1のラビング方向132aと反対の第2のラビング方向132bを持つ。液晶層141は、第1の基板137と第2の基板138との間に密封され、また第1の配向膜140aと第2の配向膜140bとの間に置かれており、多数の液晶分子141aを持ち、液晶層141の厚さは、 d と仮定される。図24Dに示されているように、第1のラビング方向132aは、90度の方位角から270度の方位角までシフトし、第2のラビング方向132bは、270度の方位角から90度の方位角にシフトする。

【0055】

図24Aに示されているように、第1の電極139aと第2の電極139bとの間に電圧が印加されない場合、図26Dに示されているように液晶層141内の液晶分子141aは揃えられ垂直状態を形成する。その一方で、見る人がLCD 100を正面から、または斜視方向で見た場合に視角調整デバイス134により与えられる遅延 $\Delta n d$ は0に等しい。これは、視角調整デバイス134が、LCDパネル23を通過する光の偏光状態を変化させず、LCD 130は、広視角モード信号に従って第1の広視角モードに入ることの意味する。

【0056】

図25Aに示されているように、第1の電極139aと第2の電極139bとの間に第1の電圧が印加された場合、第1の電極139aと第2の電極139bとの間に置かれている液晶層141の部分の液晶分子141aは、90度の方位角に向かって第1のラビング方向132aにそって傾斜し、図25Bに示されているように揃えられて傾斜状態を形成する。その一方で、見る人がLCD 130を約0度および180度の方位角から斜視方向で見た場合に視角調整デバイス134により与えられる遅延 $\Delta n d$ は0に等しくない。つまり、視角調整デバイス134は、LCDパネル23を通過する光の偏光状態を変化させるので、見る人はLCD 130を約0度および180度の方位角から斜視方向で見たときにLCDパネル23上に表示されるフレーム内の第1の電極139aの形状に対応するブランク領域を見ることができる。したがって、LCD 130は、狭視角モードに入っているため、見る人は第1の電極139aの形状に対応するブランク領域を見ることができる。

【0057】

図26Aに示されているように、第1の電極139aと第2の電極139bとの間に第2の電圧が印加された場合、第1の電極139aと第2の電極139bとの間に置かれている液晶層141の部分内の液晶分子141aは、90度の方位角に向かって第1のラビング方向102aにそって傾斜し、図26Bに示されているように揃えられて平坦状態を形成する。その一方で、見る人がLCD 130を正面から、または斜視方向で見た場合に視角調整デバイス134により与えられる遅延 $\Delta n d$ は0に等しい。これは、視角調整デバイス134が、LCDパネル23を通過する光の偏光状態を変化させず、LCD 130は、第2の広視角モードに入ることの意味する。液晶層141の飽和電

圧が V_{sat} に等しい場合、 V_2 は V_{sat} よりも大きく、 V_1 は約 $0.5 V_{sat} \sim 0.8 V_{sat}$ に実質的に等しい。完全には、 V_1 は約 $0.7 V_{sat}$ に等しい。この好ましい実施形態では、第1の電圧および第2の電圧は、それぞれ、約2.5Vおよび5Vに等しい。

【0058】

LCD 130が広視角モード信号に従って広視角モードの場合、見る人はLCD 130上に表示されるフレームを、正面からまたは斜視方向でさまざまな方位角から見ることができる。LCD 130が狭視角モード信号に従って狭視角モードに入っている場合、見る人はLCD 130を斜視方向で見た場合に約0度および180度の方位角からフレーム内の第1の電極139aの形状に対応するフランク領域のみを見ることができる。それに加えて、第1の電極139aの形状は、テキスト、商標、またはロゴであるように設計することができ、見る人は約0度および180度の方位角または他の方位角から斜視方向に狭視角モードでLCD 130上に表示されるフレーム内に埋め込まれたテキスト、商標、またはロゴを見ることができる。しかし、本発明の技術を熟知している者であれば、本発明の技術がそれらに限定されないことを理解するであろう。例えば、第1の補償膜を、第1の偏光器22とLCDパネル23との間に配置することができ、第2の補償膜を、第2の偏光器25と視角調整デバイス134との間に配置することができる。

【0059】

電界の変化を受ける液晶層141の液晶分子141aの配向特性が本発明の実施形態の前記の説明の中で言及されているが、他の種類の液晶も、電界の変化を受ける異なる配向特性を持つ。

【0060】

例えば、第1の電極139aと第2の電極139bとの間に電圧が印加されない場合、LC層のLC分子は平坦状態に配列される。

【0061】

第1の電極139aと第2の電極139bとの間に第11の電圧が印加された場合、LC層内のLC分子は第1のラビング方向132aにそって傾斜状態に配列される。

【0062】

第1の電極139aと第2の電極139bとの間に第12の電圧が印加された場合、LC層内のLC分子は垂直状態に配列される。第11の電圧は、第12の電圧よりも小さい。

【0063】

一実施形態では、視角調整デバイス24または104は、LCD 130の第1の偏光器22と第2の偏光器25との間に配置され、LCD 130の視角を調整する機能を高める。

【0064】

[第10の好ましい実施形態]

図27を参照すると、本発明の第10の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの側面図が示されている。この好ましい実施形態のLCD 150と第9の好ましい実施形態のLCD 130とは、LCDパネル23が視角調整デバイス134と第2の偏光器25との間に置かれているという点で異なる。視角調整デバイス134は、第2の表面22b上に配置され、第2の基板面137bは第2の表面22bに面している。LCDパネル23は、第4の基板面138b上に配置され、第3の表面23aは第4の基板面138bに面する。第1の偏光器25は、第4の表面23b上に配置され、第5の表面25aは第4の表面23bに面する。しかし、本発明の技術を熟知している者であれば、本発明の技術がそれらに限定されないことを理解するであろう。例えば、第1の補償膜を、第1の偏光器22と視角調整デバイス134との間に配置することができ、第2の補償膜を、第2の偏光器25とLCDパネル23との間に配置することができる。

【0065】

[第11の好ましい実施形態]

図28を参照すると、本発明の第11の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの側面図が示されている。この好ましい実施形態のLCD 160と第1の好ましい実施形態のLCD 20とは、視角調整デバイス164がピクセルアレイの設計を採用しているという点で異なる。本発明の実施形態の例としては、アクティブ型のピクセルアレイがある。視角調整デバ

イス164は、LCDパネル23と第2の偏光器25との間に配置される。図29A～29Bに示されているように、視角調整デバイス164は、第1の基板167、第2の基板168、ピクセルアレイ193、共通電極169b、第1の配向膜170a、第2の配向膜170b、および液晶層171を備える。視角調整デバイス164は、さらに、走査線駆動回路188、データ線駆動回路189、多数の走査線190、および多数のデータ線191を備え、走査線190およびデータ線191は、ピクセルアレイ193を定め、ピクセルアレイ193は、多数のピクセル194を備える。ピクセル194はそれぞれ、TFT 195およびピクセル電極196を持ち、ともに電氣的に接続され、TFT 195は、走査線190およびデータ線191に電氣的に接続され、それらに対応している。それに加えて、走査線190は、走査線駆動回路188に電氣的に接続され、データ線191は、データ線駆動回路188に電氣的に接続される。走査線駆動回路188は、走査線190を介してTFT 195のすべてを駆動

10

【0066】

図29Bに示されているように、第1の基板167は、互いに対応する第1の基板面167aおよび第2の基板面167bを持つ。図29Aの走査線190、データ線191、ピクセルアレイ193、TFT 165、およびピクセル電極196は、第1の基板面167aに配置される。第1の配向膜170aは、ピクセル電極196を覆い、第1の光透過軸の延長方向22cに平行または垂直な第1のラビング方向162aを持つ。この好ましい実施形態では、第1のラビング方向162aは、第1の光透過軸の延長方向22cに平行である。第2の基板168は、互いに対応する第3の基板面168aおよび第4の基板面168bを持ち、第3の基板面168aは第1の基板面167に面し、第4の基板面168bは第5の表面25aに面する。共通電極169bは、第3の基板面168a上に配置される。第2の配向膜170bは、共通電極169bを覆い、第1のラビング方向162aと反対の第2のラビング方向162bを持つ。液晶層181は、第1の基板167と第2の基板168との間に密封され、第1の配向膜170aと第2の配向膜170bとの間に置かれる。図29Cに示されているように、第1のラビング方向162aは、90度の方位角から270度の方位角へシフトし、第2のラビング方向162bは、270度の方位角から90度の方位角にシフトする。

20

【0067】

走査線駆動回路188およびデータ線駆動回路189により、ピクセル194の一部が、テキスト、商標、またはロゴに対応する所定のピクセルゾーン193aとなるように動的に定義される。この好ましい実施形態では、所定のピクセルゾーン193aは、例えば、2つのピクセル196を含む。しかし、本発明の技術を熟知している者であれば、本発明の技術がそれらに限定されないことを理解するであろう。例えば、この好ましい実施形態では、パッシブ型ピクセルの一部を、テキスト、商標、またはロゴに対応する所定のピクセルゾーンとして動的に定義することも可能である。

30

【0068】

図32Bに示されているように、ピクセル電極196と共通電極169bとの間に電圧が印加されない場合、図29Cに示されているように液晶層181内の液晶分子181aは揃えられ垂直状態を形成する。その一方で、見る人がLCD 100を正面から、または斜視方向で見た場合に視角調整デバイス164により与えられる遅延 $\Delta n d$ は0に等しい。これは、視角調整デバイス164が、LCDパネル23を通過する光の偏光状態を変化させず、LCD 160は、広視角モード信号に従って第1の広視角モードに入ることの意味する。

40

【0069】

図30Aに示されているように、図32A内の所定のピクセルゾーン193aのピクセルの2つの電極196と共通電極169bとの間に第1の電圧が印加されるが、他のピクセル電極196と共通電極169bとの間に電圧が印加されない場合、2つのピクセル電極169aと共通電極169bとの間に置かれている液晶層181の部分の液晶分子181aは90度の方位角に向かって第1のラビング方向132aにそって傾斜し、図30Bに示されているように揃えられ傾斜状態を形成する。さらに、他のピクセル電極169aと共通電極169bとの間に置かれている液晶層181の部分の液晶分子181aは、垂直状態にある。その一方で、見る人がLCD 130を0度および180度の方位角から斜視方向で見た場合に視角調整デバイス164により与えられる遅延 $\Delta n d$ は0に等し

50

くない。つまり、視角調整デバイス164は、LCDパネル23を通過する光の偏光状態を変化させるので、見る人はLCD 160を0度および180度の方位角から斜視方向で見たときにLCDパネル23上に表示されるフレーム内の所定のピクセルゾーン193aに対応するブランク領域を見ることができる。したがって、LCD 160は、狭視角モード信号に従って狭視角モードに入っているが、LCD 160を0度および180度の方位角から斜視方向に見る人は所定のピクセルゾーン193aに対応するブランク領域を見ることができる。

【0070】

図31Aに示されているように、図32A内のプリセットされたピクセルゾーン193aの2つのピクセル電極196と共通電極169bとの間に第2の電圧が印加されるが、他のピクセル電極196と共通電極169bとの間に電圧が印加されない場合、2つのピクセル電極169aと共通電極169bとの間に置かれている液晶層181の部分の液晶分子181aは90度の方位角に向かって第1のラビング方向132aにそって平坦になり、図31Bに示されているように揃えられ平坦状態を形成する。さらに、他のピクセル電極196と共通電極169bとの間に置かれている液晶層181の部分の液晶分子181aは、垂直状態にある。その一方で、見る人がLCD 160を正面から、または斜視モードで見た場合に視角調整デバイス164により与えられる遅延 $\Delta n d$ は0に等しい。これは、視角調整デバイス164が、LCDパネル23を通過する光の偏光状態を変化させず、LCD 160は、広視角モード信号に従って第2の広視角モードに入ることを意味する。

【0071】

液晶層181の飽和電圧が V_{sat} に等しい場合、 $V2$ は V_{sat} よりも大きく、 $V1$ は $0.5 V_{sat} \sim 0.8 V_{sat}$ に実質的に等しい。完全には、 $V1$ は $0.7 V_{sat}$ に等しい。この好ましい実施形態では、第1の電圧 $V1$ および第2の電圧 $V2$ は、それぞれ、2.5Vおよび5Vに等しい。好ましくは、第2の電圧が液晶層181の飽和電圧に等しい場合、第1の電圧は第2の電圧の0.7倍に大体等しい。それに加えて、所定のピクセルゾーン193aは、走査線駆動回路188およびデータ線駆動回路189により制御され、テキスト、商標、またはロゴを形成する。LCD 160が狭視角モード信号に従って狭視角モードに入っている場合、見る人はLCD 160を斜視方向で見た場合に約0度および180度の方位角または他の方位角からテキスト、商標、またはロゴを見ることが可能であり、LCDの実用性が大幅に高まる。しかし、本発明の技術を熟知している者であれば、本発明の技術がそれらに限定されないことを理解するであろう。例えば、第1の補償膜を、第1の偏光器22とLCDパネル23との間に配置することができ、第2の補償膜を、第2の偏光器25と視角調整デバイス164との間に配置することができる。

【0072】

電界の変化を受ける液晶層181の液晶分子181aの配向特性が本発明の実施形態の前記の説明の中で言及されているが、他の種類の液晶も、電界の変化を受ける異なる配向特性を持つ。

【0073】

例えば、ピクセル電極196と共通電極169bとの間に電圧が印加されない場合、LC層内のLC分子は平坦状態に配列される。

【0074】

所定のピクセルゾーン193aの2つのピクセル電極196と共通電極169bとの間に第13の電圧が印加され、他のピクセル電極196と共通電極169bとの間に電圧が印加されない場合、プリセットされたピクセルゾーン193aの2つのピクセル電極196と共通電極169bの一部との間のLC分子は、第1のラビング方向132aにそって傾斜状態に配列される。他のピクセル電極196と共通電極169bの他の部分との間のLC分子は、平坦状態に配列される。

【0075】

プリセットされたピクセルゾーン193aの2つのピクセル電極196と共通電極169bとの間に第14の電圧が印加され、他のピクセル電極196と共通電極169bとの間に電圧が印加されない場合、所定のピクセルゾーン193aの2つのピクセル電極196と共通電極169bの一部との間のLC分子は、第1のラビング方向132aにそって垂直状態に配列される。第13の電圧は、第14の電圧よりも小さい。

【0076】

10

20

30

40

50

一実施形態では、視角調整デバイス24または104は、LCD 160の第1の偏光器22と第2の偏光器25との間に配置され、LCD 160の視角を調整する機能を高める。

【0077】

[第12の好ましい実施形態]

図32を参照すると、本発明の第12の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの側面図が示されている。この好ましい実施形態のLCD 200と第11の好ましい実施形態のLCD 160とは、LCDパネル23が視角調整デバイス164と第2の偏光器25との間に置かれているという点で異なる。視角調整デバイス164は、第2の表面22b上に配置され、第2の基板面167bは第2の表面22bに面している。LCDパネル23は、第4の基板面168b上に配置され、第3の表面23aは第4の基板面168bに面する。第1の偏光器25は、第4の表面23b上に配置され、第5の表面25aは第4の表面23bに面する。しかし、本発明の技術を熟知している者であれば、本発明の技術がそれらに限定されないことを理解するであろう。例えば、第1の補償膜を、第1の偏光器22と視角調整デバイス164との間に配置することができ、第2の補償膜を、第2の偏光器25とLCDパネル23との間に配置することができる。

10

20

【0078】

本発明により上記の好ましい実施形態において調整可能視角が開示されているLCDに組み込まれている視角調整デバイスでは、ユーザ側でLCDの視角モードを広視角モードおよび狭視角モードに切り替えられるようにすることで、LCDに調節可能な視角を与える目的を達成している。このような設計は、プライバシーデータセキュリティを個人的に保護するだけでなく、LCDの実用性をも高める。それに加えて、ユーザがLCDの視角モードを切り替えたときに、LCDのコントラストおよび輝度が変化しないため、LCDを正面から見る人がコントラストおよび輝度の変化に気づくことはなく、またLCDの表示品質も維持できる。

【0079】

本発明は、例を使用して、また好ましい実施形態に関して説明されているが、本発明はそれらに限定されないことは理解されるであろう。それどころか、さまざまな修正形態および類似の配列および手順を含むことが意図されており、本明細書に付属する請求項の範囲については、そのようなすべての修正形態および類似の配列および手順を包含する最も広い解釈が許容されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0080】

30

【図1A】(関連技術)従来のLCDが狭視角モードのときの関連技術における側面図である。

【図1B】(関連技術)従来のLCDが広視角モードのときの関連技術における側面図である。

【図2】本発明の第1の好ましい実施形態による視角調整可能LCDの側面図である。

【図3A】図2の第1の配向膜を持つ視角調整デバイス上に配置されている液晶分子が垂直状態の場合の断面図である。

【図3B】図3Aの視角調整デバイス上に配置されている液晶分子が第1の配向膜上に立つ場合の上面図である。

【図4A】図2の第1の配向膜を持つ視角調整デバイス上に配置されている液晶分子が傾斜状態の場合の断面図である。

40

【図4B】図4Aの視角調整デバイス上に配置されている液晶分子が第1の配向膜上で90度の方位角方向に傾斜している場合の上面図である。

【図5A】図2の第1の配向膜を持つ視角調整デバイス上に配置されている液晶分子が平坦状態の場合の断面図である。

【図5B】図4Aの視角調整デバイス上に配置されている液晶分子が第1の配向膜上で90度の方位角方向に寝ている場合の上面図である。

【図6A】図2のLCDが第1の広視角モードの場合の等コントラスト図である。

【図6B】図2のLCDが狭視角モードの場合の等コントラスト図である。

【図7A】LCDパネルの駆動電圧(V)とLCDが第1の広視角モードのときに見る人により正面

50

から観察される調整可能視角を持つLCDの光透過率(T)との関係を示す矩形座標図である。

【図7B】LCDパネルの駆動電圧(V)とLCDが狭視角モードのときに見る人により正面から観察される調整可能視角を持つLCDの光透過率(T)との関係を示す矩形座標図である。

【図8A】LCDパネルの駆動電圧(V)とLCDが第1の広視角モードのときに見る人により斜視方向から観察される調整可能視角を持つLCDの光透過率(T)との関係を示す矩形座標図である。

【図8B】LCDパネルの駆動電圧(V)とLCDが狭視角モードのときに見る人により斜視方向から観察される調整可能視角を持つLCDの光透過率(T)との関係を示す矩形座標図である。

【図8C】視角調整デバイスでLCDを駆動する方法の流れ図である。

【図9】本発明の第2の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの側面図である。 10

【図10A】図9のLCDが第1の広視角モードの場合の等コントラスト図である。

【図10B】図9のLCDが狭視角モードの場合の等コントラスト図である。

【図11】本発明の第3の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの側面図である。

【図12】本発明の第4の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの場合の側面図である。

【図13A】図12の第3の配向膜を持つ視角調整デバイス上に配置されている液晶分子が垂直状態の場合の断面図である。

【図13B】図13Aの視角調整デバイス上に配置されている液晶分子が第1の配向膜上に立つ場合の上面図である。 20

【図14A】図12の第3の配向膜を持つ視角調整デバイス上に配置されている液晶分子が傾斜状態の場合の断面図である。

【図14B】図14Aの視角調整デバイス上に配置されている液晶分子が第3の配向膜上で0度の方位角方向に傾斜している場合の上面図である。

【図15A】図12の第3の配向膜を持つ視角調整デバイス上に配置されている液晶分子が平坦状態の場合の断面図である。

【図15B】図15Aの視角調整デバイス上に配置されている液晶分子が第3の配向膜上で0度の方位角方向に平坦である場合の上面図である。

【図15C】視角調整デバイスでLCDを駆動する方法の流れ図である。

【図16】本発明の第5の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの側面図である 30

【図17】本発明の第6の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの側面図である。

【図18】本発明の第7の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの側面図である。

【図19A】図18の視角調整デバイス上に配置されている液晶分子が垂直状態の場合の断面図である。

【図19B】2つの相互垂直のラビング方向と図18の第1の配向膜の上面図である。

【図19C】2つの相互垂直のラビング方向と図18の第2の配向膜の上面図である。

【図19D】図19Aの視角調整デバイス上に配置されている2つの液晶分子がそれぞれ第1の配向領域および第2の配向領域上に立つ場合の上面図である。 40

【図20A】図18の視角調整デバイス上に配置されている液晶分子が傾斜状態の場合の断面図である。

【図20B】図20Aの視角調整デバイス上に配置されている2つの液晶分子がそれぞれ第1の配向領域および第2の配向領域上で傾斜する場合の上面図である。

【図21A】図18の視角調整デバイス上に配置されている液晶分子が平坦な状態の場合の断面図である。

【図21B】図21Aの視角調整デバイス上に配置されている2つの液晶分子がそれぞれ第1の配向領域および第2の配向領域上に寝ている場合の上面図である。

【図22】本発明の第8の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの側面図である 50

。

【図 2 3】本発明の第9の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの側面図である

。

【図 2 4 A】図23の視角調整デバイス上に配置されている液晶分子が垂直状態の場合の断面図である。

【図 2 4 B】図23の第1の分離層と第1の電極の上面図である。

【図 2 4 C】図23の第2の分離層と第2の電極の下面図である。

【図 2 4 D】図24Aの視角調整デバイス上に配置されている液晶分子が第1の配向膜とともにある場合の上面図である。

【図 2 5 A】図23の第1の電極と第2の電極との間に位置決めされた液晶層の部分に配置された液晶分子が傾斜状態である場合の断面図である。 10

【図 2 5 B】図25Aの第1の電極と第2の電極との間に位置決めされた液晶分子が第1の配向膜上で傾斜している場合の上面図である。

【図 2 6 A】図23の第1の電極と第2の電極との間に位置決めされた液晶層の部分に配置された液晶分子が平坦状態である場合の断面図である。

【図 2 6 B】図26Aの第1の電極と第2の電極との間に位置決めされた液晶分子が第1の配向膜上に寝ている場合の上面図である。

【図 2 7】本発明の第10の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの側面図である。

【図 2 8】本発明の第11の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの側面図である。 20

【図 2 9 A】図28の視角調整デバイスのピクセルアレイの回路レイアウト図である。

【図 2 9 B】図29Aの断面線29B-29B'から見た視角調整デバイス上に配置されている液晶分子が垂直状態の場合の断面図である。

【図 2 9 C】図29Bの2つのピクセル電極に対応する2つの液晶分子が第1の配向膜上に立つ場合の上面図である。

【図 3 0 A】図28の2つのピクセル電極と共通電極との間に位置決めされた液晶層の部分に配置された液晶分子が傾斜状態である場合の断面図である。

【図 3 0 B】図30Aの2つのピクセル電極に対応する2つの液晶分子が第1の配向膜上に寝ている場合の上面図である。 30

【図 3 1 A】図28の2つのピクセル電極と共通電極との間に位置決めされた液晶層の部分に配置された液晶分子が平坦状態である場合の断面図である。

【図 3 1 B】図31Aの2つのピクセル電極に対応する2つの液晶分子が第1の配向膜上に寝ている場合の上面図である。

【図 3 2】本発明の第12の好ましい実施形態による調整可能視角を持つLCDの側面図である。

【符号の説明】

【 0 0 8 1 】

10 LCD

11 高分子分散型液晶(PDLC)デバイス 40

12a バックライト

12b 非平行バックライト

13 LCDパネル

21 バックライトモジュール

21a 発光面

22 第1の偏光器

22a 第1の表面

22b 第2の表面

22c 延長方向

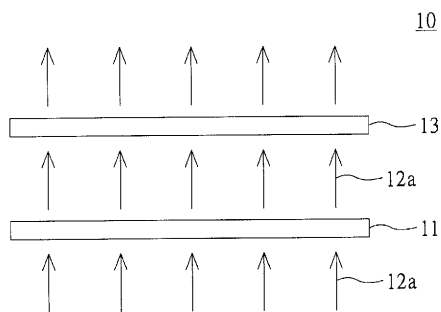
23 LCDパネル 50

23a	第3の表面	
23b	第4の表面	
24	視角調整デバイス	
25	第2の偏光器	
25a	第5の表面	
25b	第6の表面	
25c	延長方向	
27	第1の基板	
27a	第1の基板面	
27b	第2の基板面	10
28	第2の基板	
29a	第1の電極	
29b	第2の電極	
30a	第1の配向膜	
30b	第2の配向膜	
31	液晶層	
31a	液晶(LC)分子	
32a	第1のラビング方向	
32b	第2のラビング方向	
40	LCD	20
41a	第1の補償膜	
41b	第2の補償膜	
50	LCD	
60	LCD	
62a	第3のラビング方向	
62b	第4のラビング方向	
64	視角調整デバイス	
67	第3の基板	
67a	第5の基板面	
67b	第6の基板面	30
68	第4の基板	
68a	第7の基板面	
68b	第8の基板面	
69a	第3の電極	
69b	第4の電極	
70a	第3の配向膜	
70b	第4の配向膜	
71	液晶層	
71a	液晶分子	
80	LCD	40
90	LCD	
100	LCD	
102a	第1のラビング方向	
102b	第3のラビング方向	
103a	第2のラビング方向	
103b	第4のラビング方向	
104	視角調整デバイス	
107	第1の基板	
107a	第1の基板面	
108	第2の基板	50

108a	第3の基板面	
108b	第4の基板面	
109a	第1の電極	
109b	第2の電極	
110a	第1の配向膜	
110b	第2の配向膜	
111	液晶層	
111a	液晶分子	
112a	第1の配向領域	
112b	第2の配向領域	10
113a	第3の配向領域	
113b	第4の配向領域	
120	LCD	
130	LCD	
132a	第1のラビング方向	
132b	第2のラビング方向	
134	視角調整デバイス	
137	第1の基板	
137a	第1の基板面	
138	第2の基板	20
138a	第3の基板面	
138b	第4の基板面	
139a	第1の電極	
139b	第2の電極	
140a	第1の配向膜	
140b	第2の配向膜	
141	液晶層	
145a	第1の分離層	
145b	第2の分離層	
146a	第1の開口	30
150	LCD	
160	LCD	
162a	第1のラビング方向	
162b	第2のラビング方向	
164	視角調整デバイス	
167	第1の基板	
167a	第1の基板面	
167b	第2の基板面	
168	第2の基板	
193	ピクセルアレイ	40
169b	共通電極	
170a	第1の配向膜	
170b	第2の配向膜	
171	液晶層	
181	液晶層	
181a	液晶分子	
188	走査線駆動回路	
189	データ線駆動回路	
190	走査線	
191	データ線	50

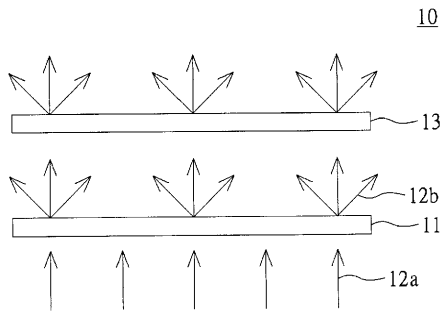
- 193 ピクセルアレイ
- 193a ピクセルゾーン
- 194 ピクセル
- 195 TFT
- 196 ピクセル電極
- 200 LCD

【図 1 A】



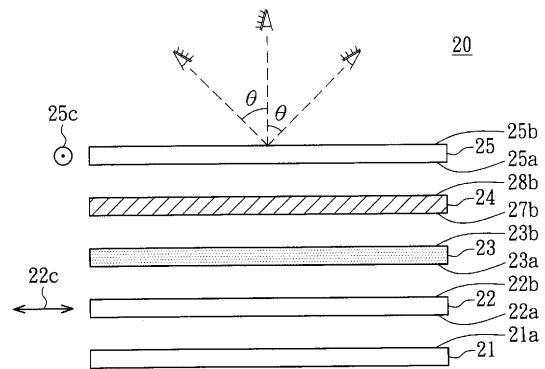
(関連技術)

【図 1 B】

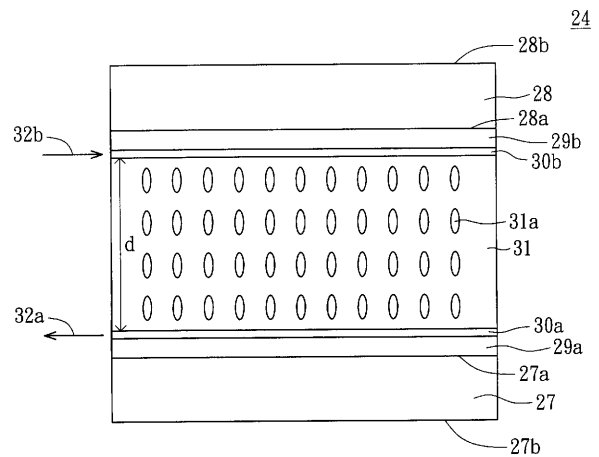


(関連技術)

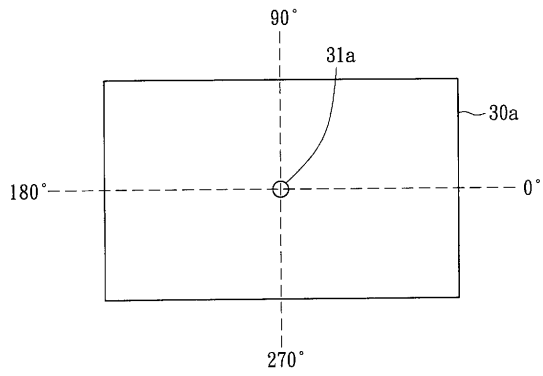
【図 2】



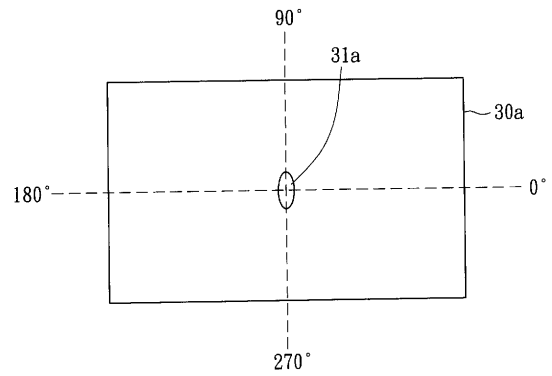
【図 3 A】



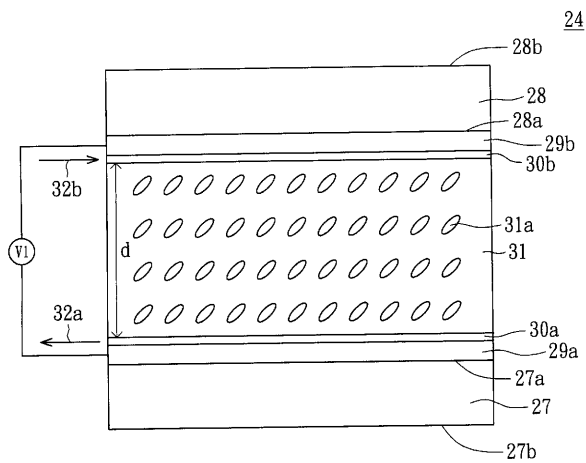
【図 3 B】



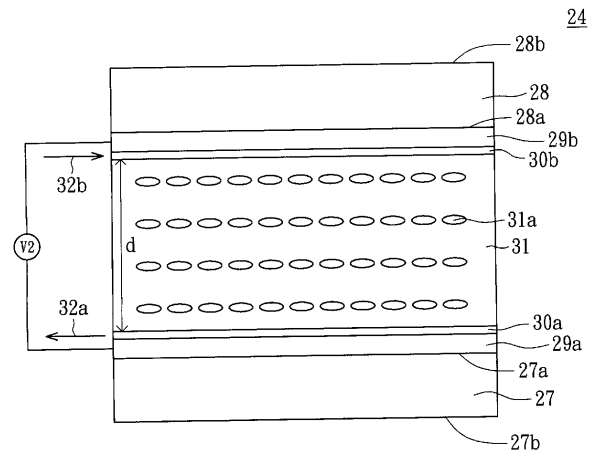
【図 4 B】



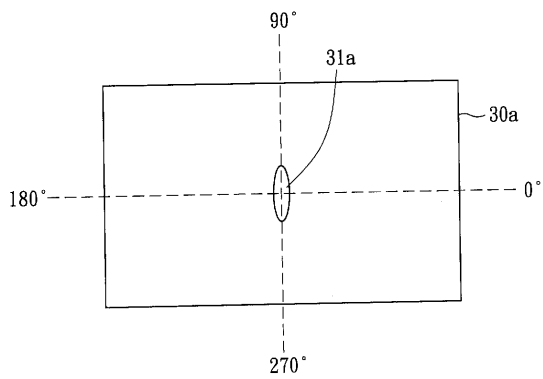
【図 4 A】



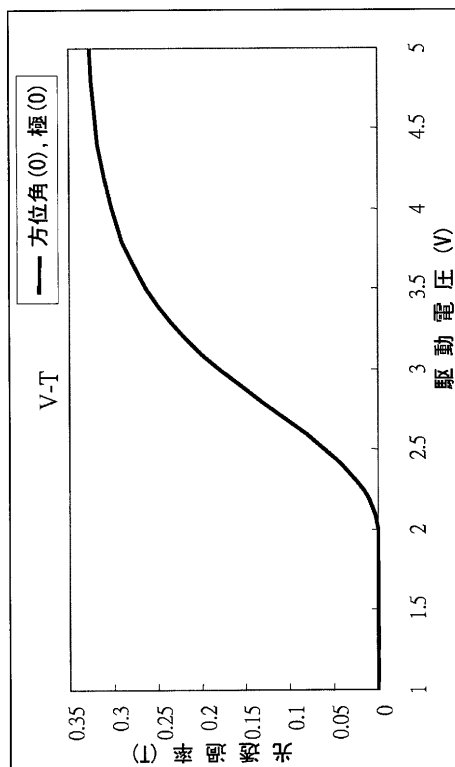
【図 5 A】



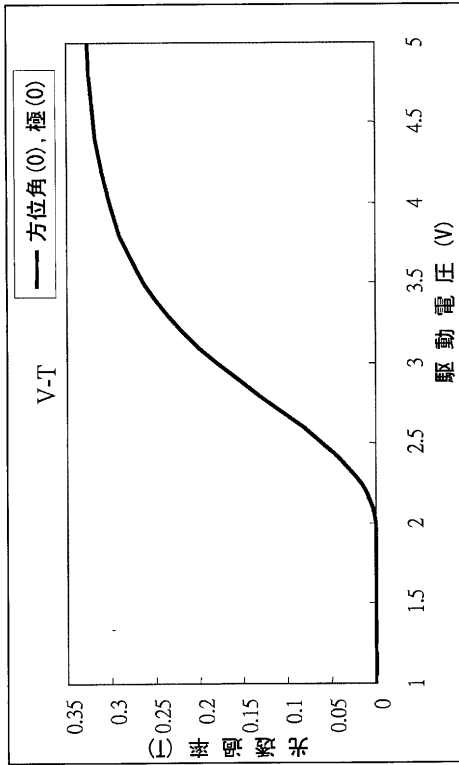
【図 5 B】



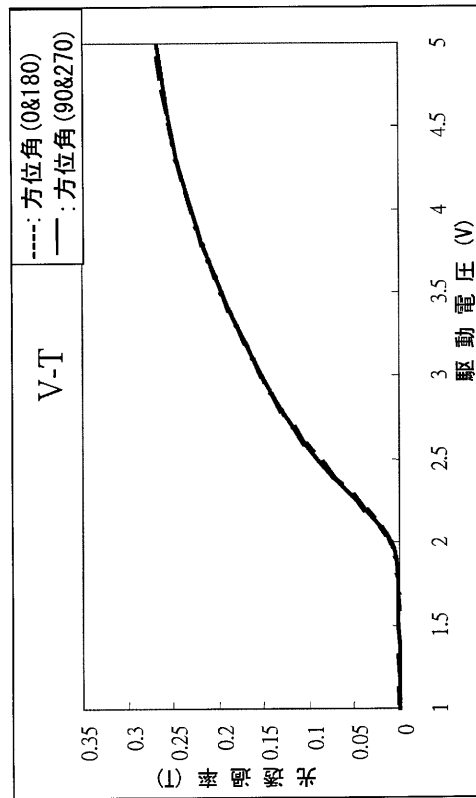
【図 7 A】



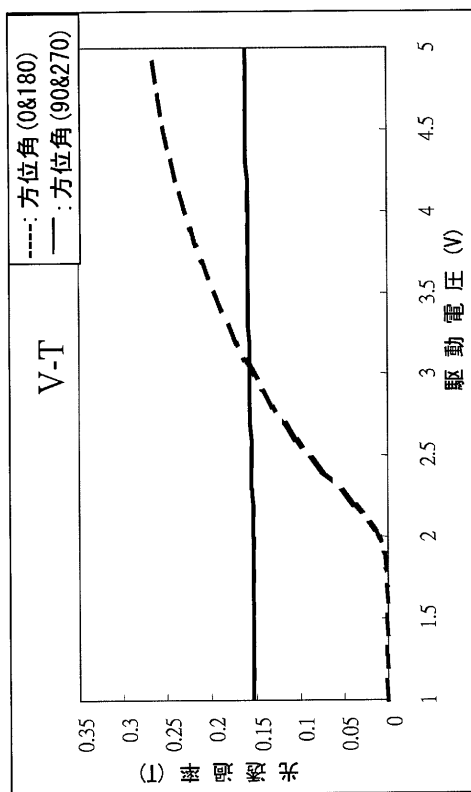
【図 7 B】



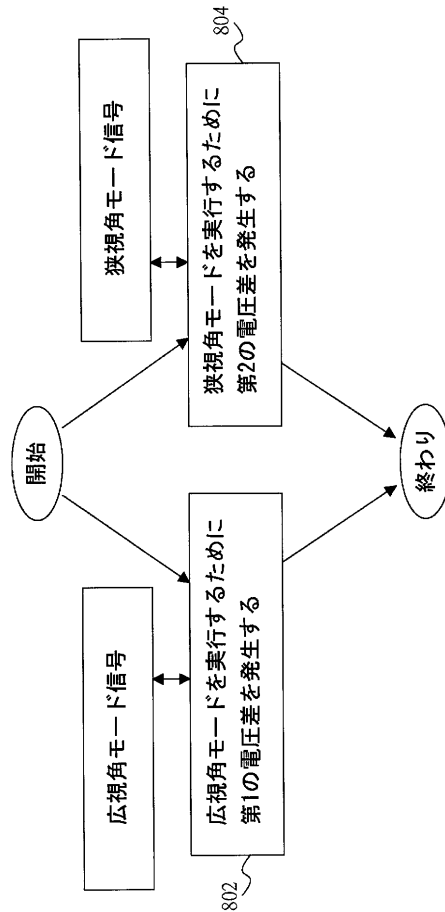
【図 8 A】



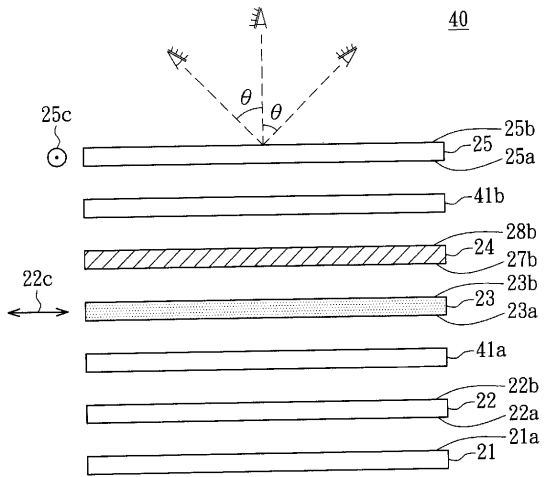
【図 8 B】



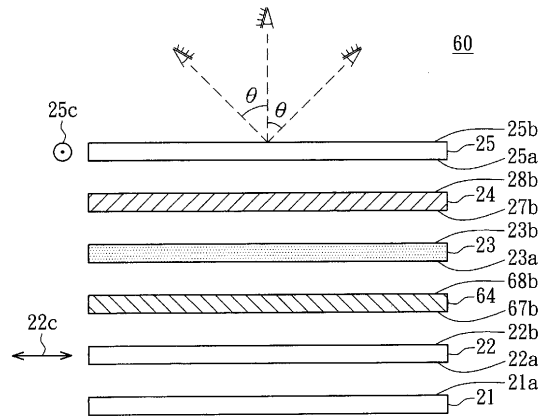
【図 8 C】



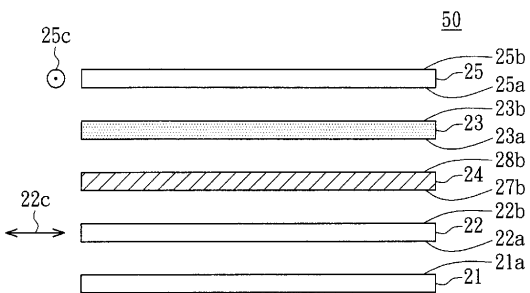
【図 9】



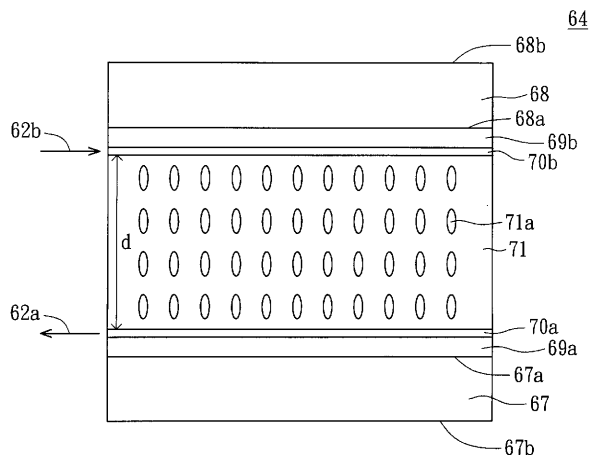
【図 12】



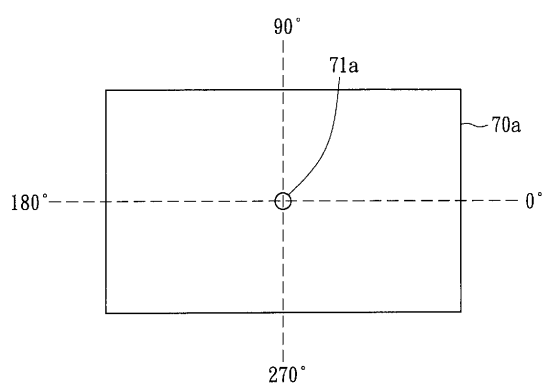
【図 11】



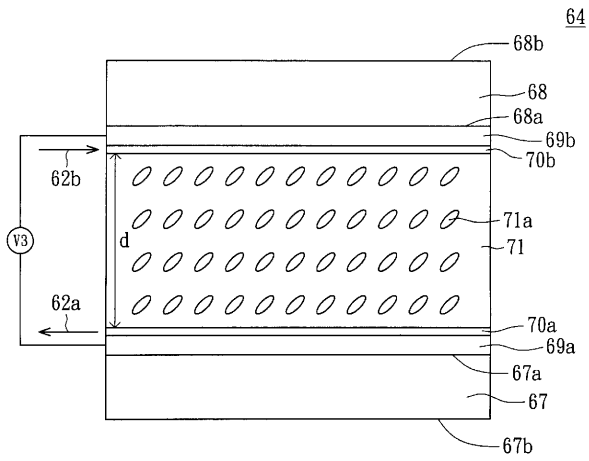
【図 13 A】



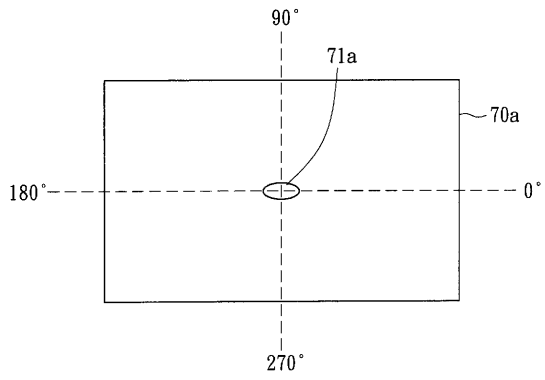
【図 13 B】



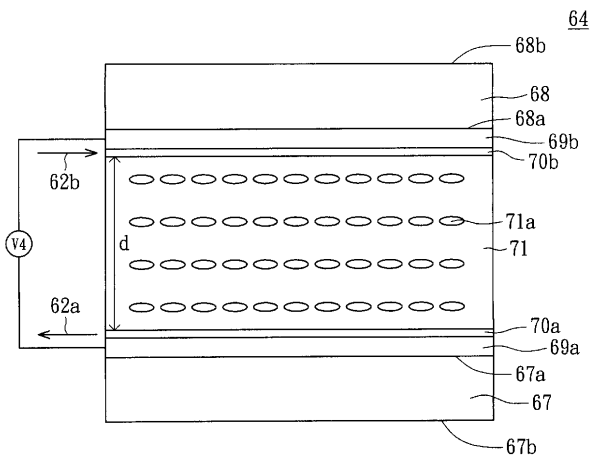
【図 1 4 A】



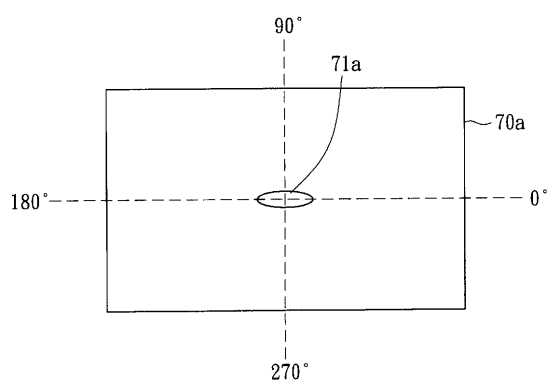
【図 1 4 B】



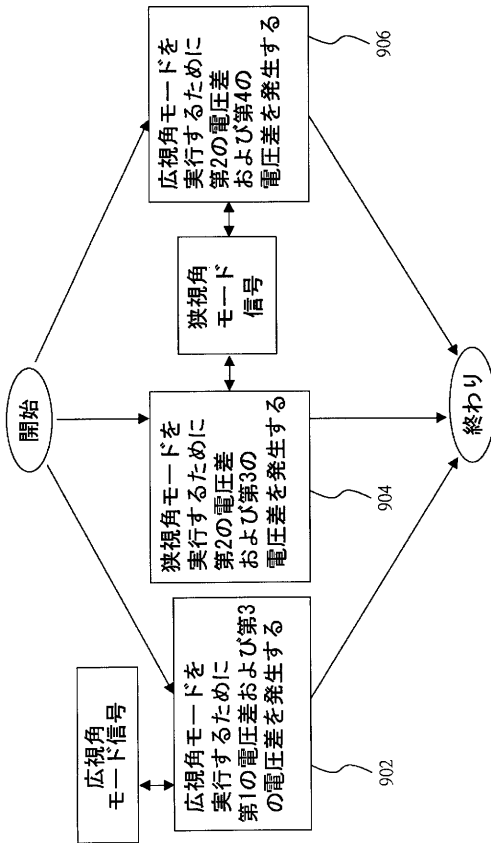
【図 1 5 A】



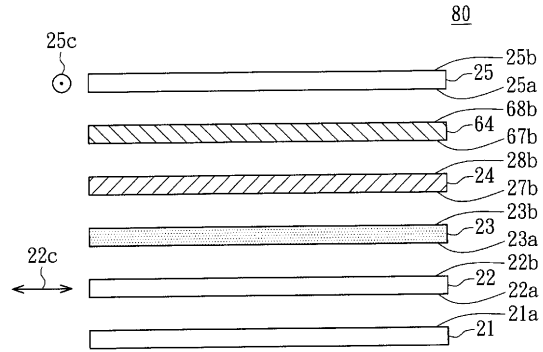
【図 1 5 B】



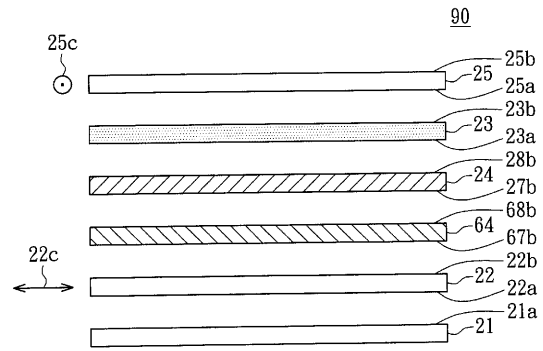
【図 15 C】



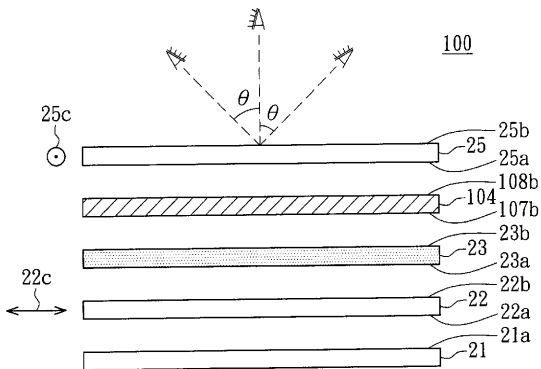
【図 16】



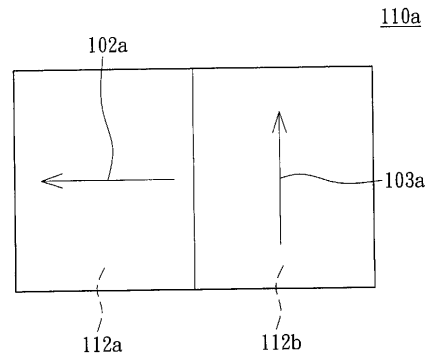
【図 17】



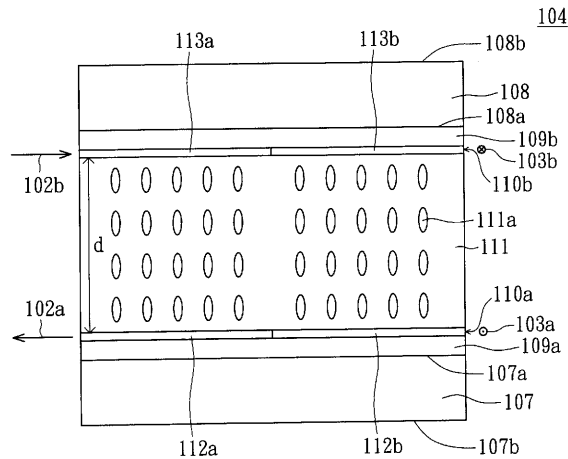
【図 18】



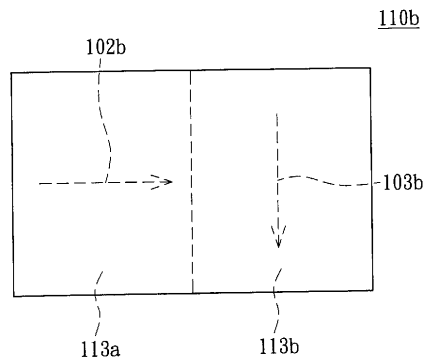
【図 19 B】



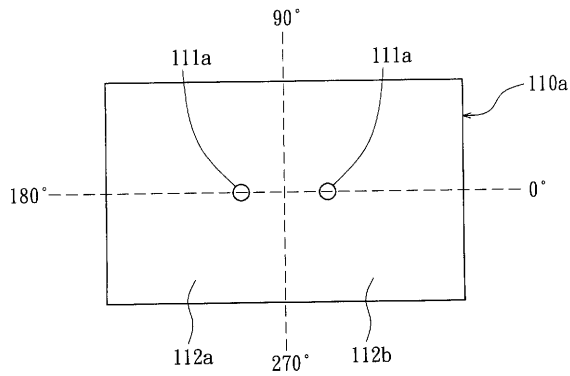
【図 19 A】



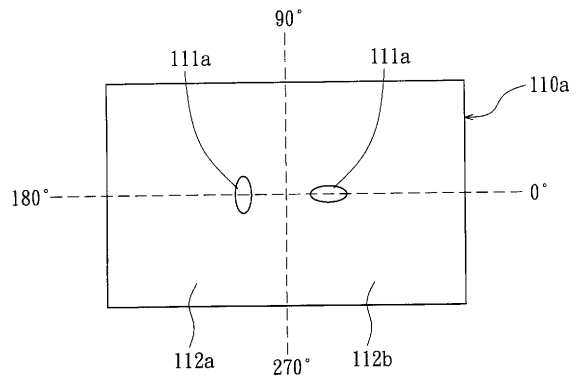
【図 19 C】



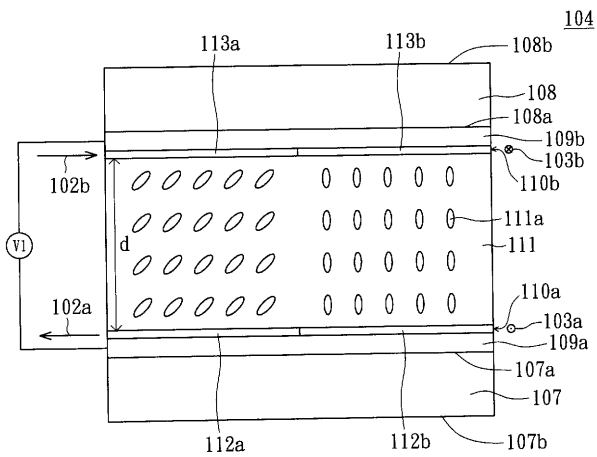
【図 19 D】



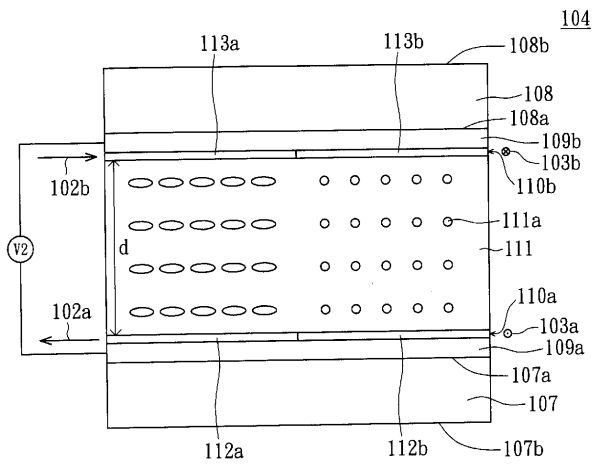
【図 20 B】



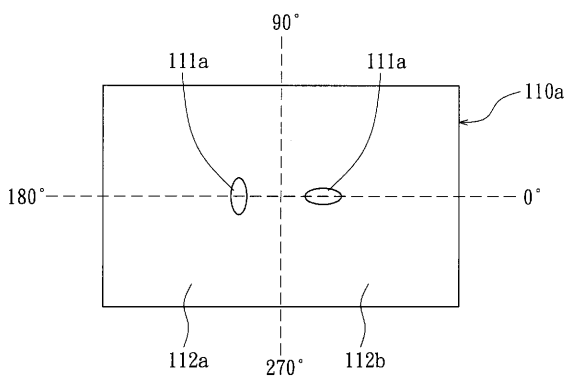
【図 20 A】



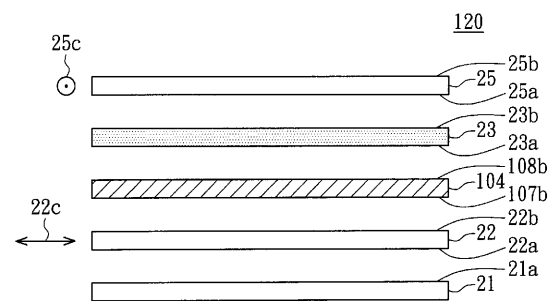
【図 21 A】



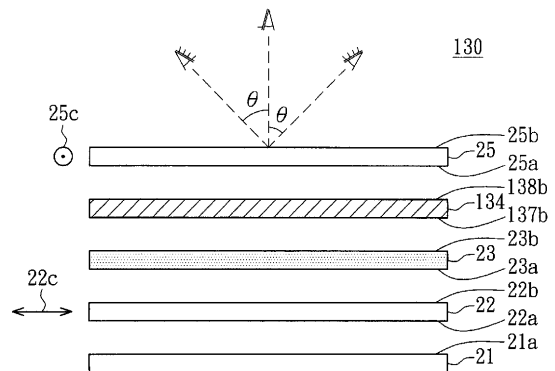
【図 21 B】



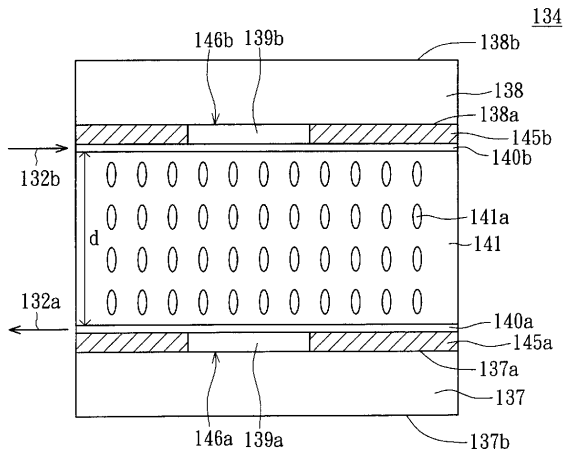
【図 22】



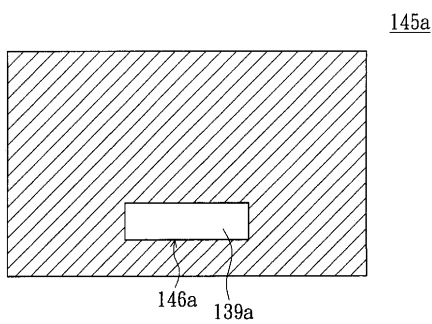
【図 23】



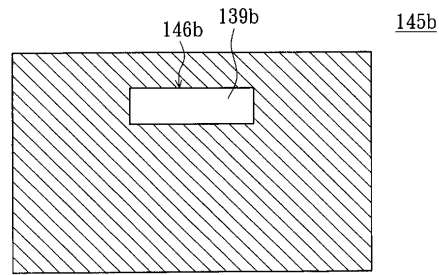
【図 2 4 A】



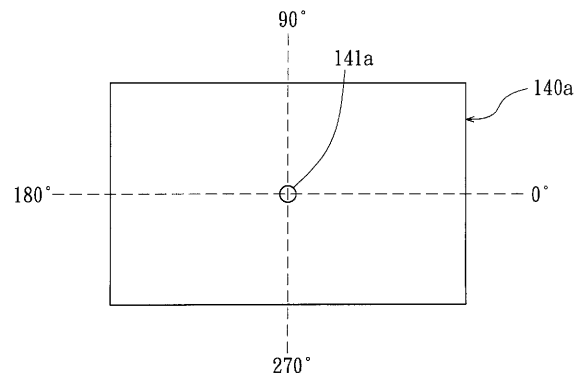
【図 2 4 B】



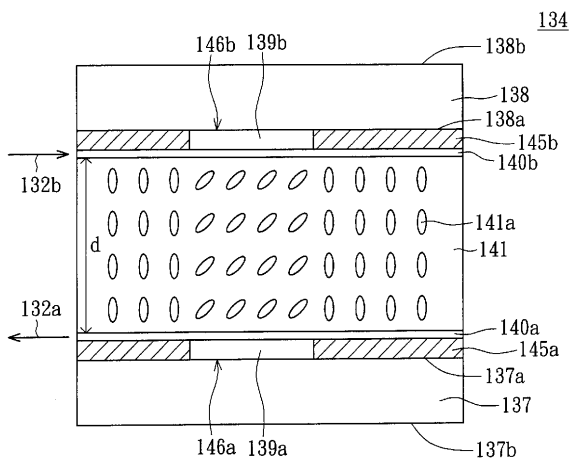
【図 2 4 C】



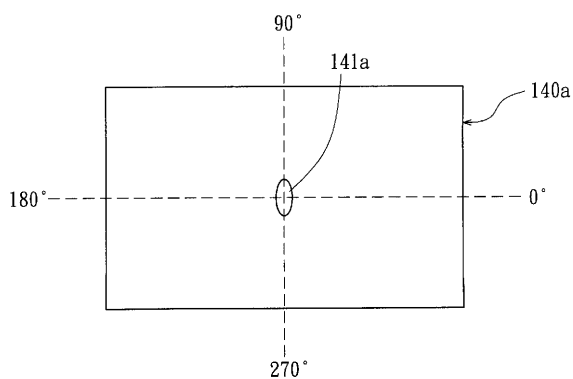
【図 2 4 D】



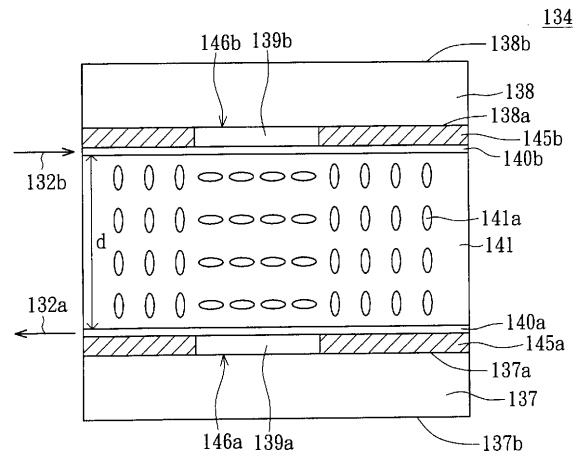
【図 2 5 A】



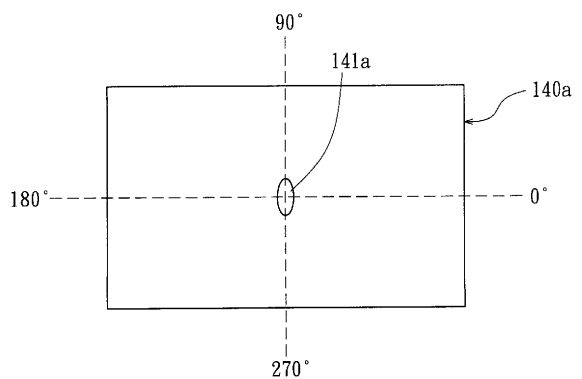
【図 2 5 B】



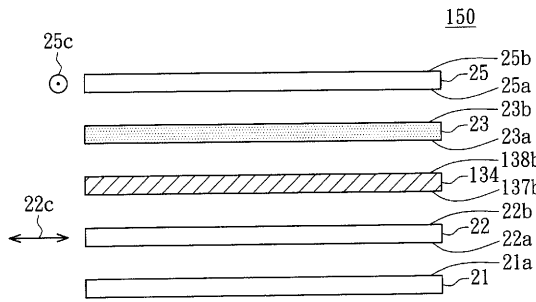
【図 2 6 A】



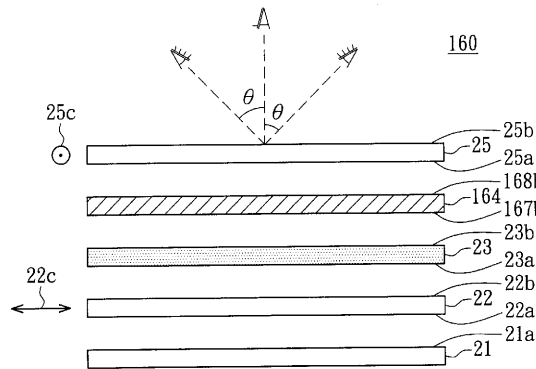
【図 2 6 B】



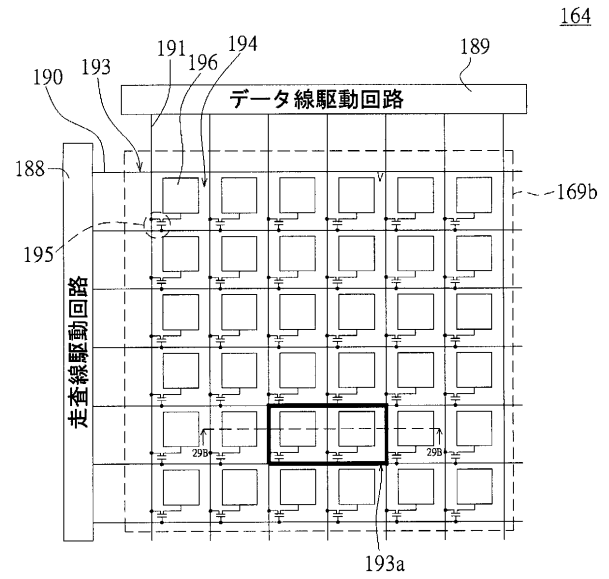
【図 27】



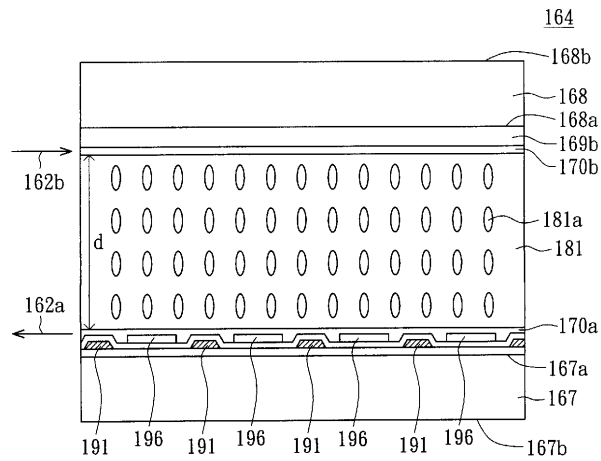
【図 28】



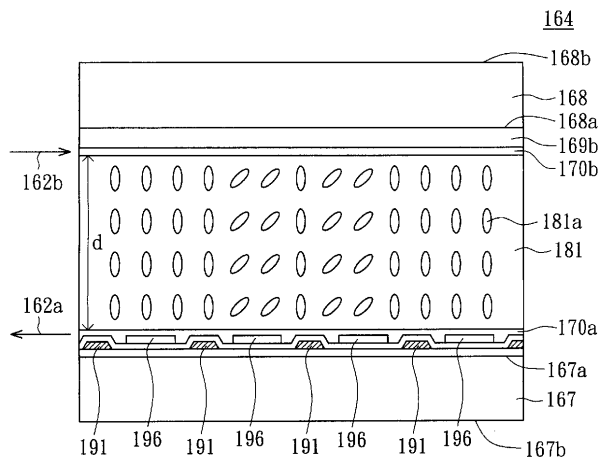
【図 29 A】



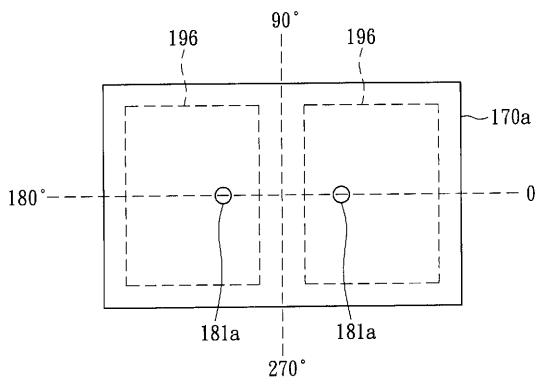
【図 29 B】



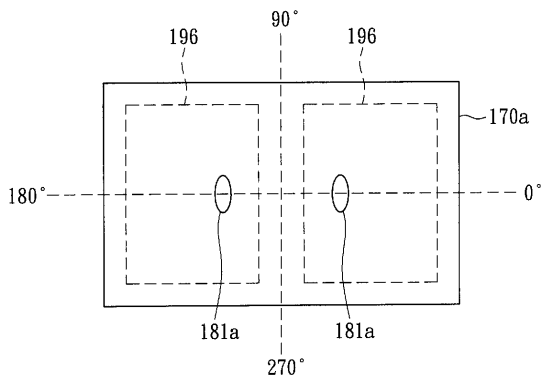
【図 30 A】



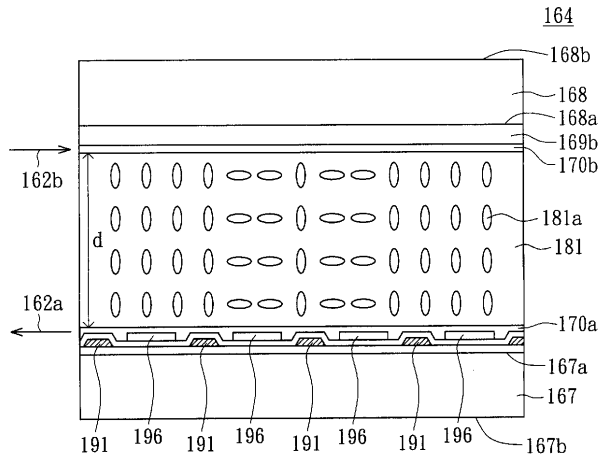
【図 29 C】



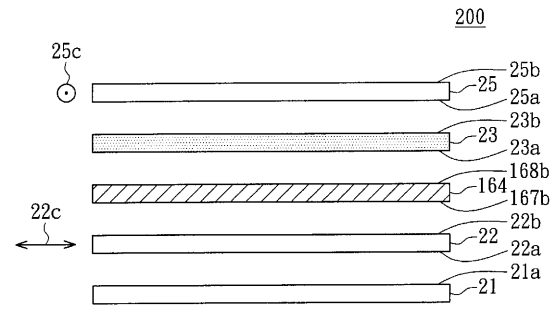
【図 30 B】



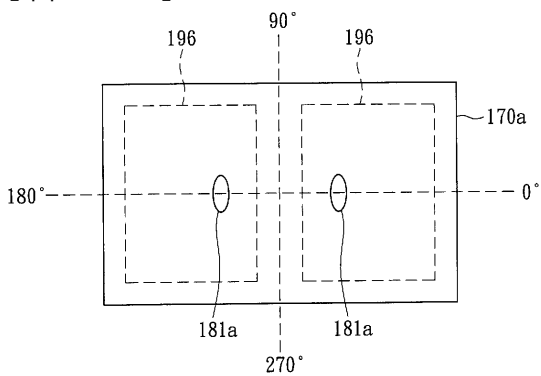
【図 3 1 A】



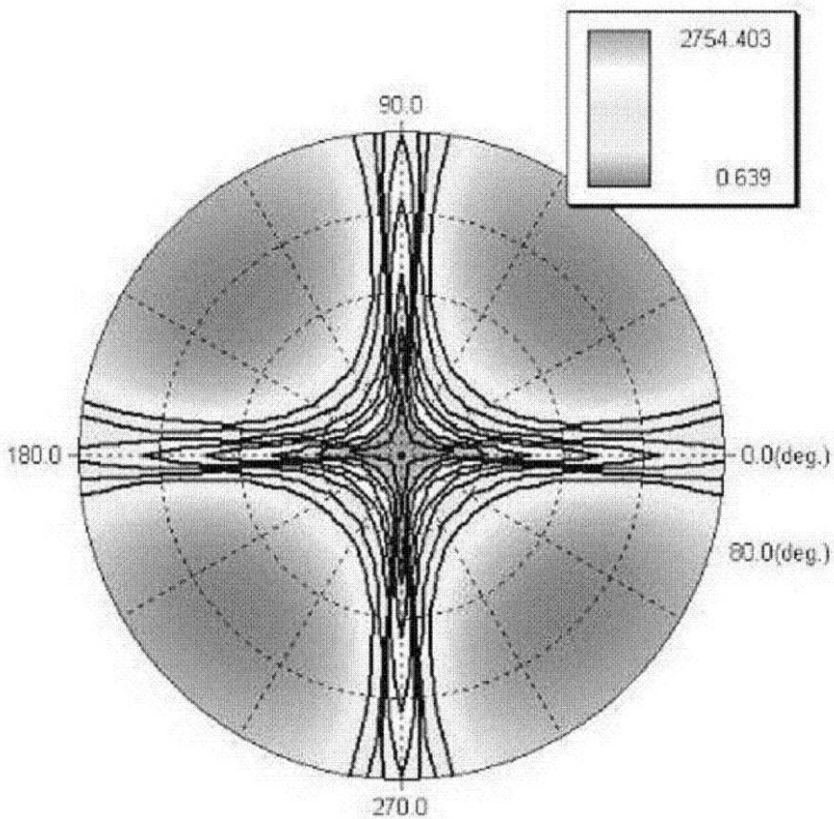
【図 3 2】



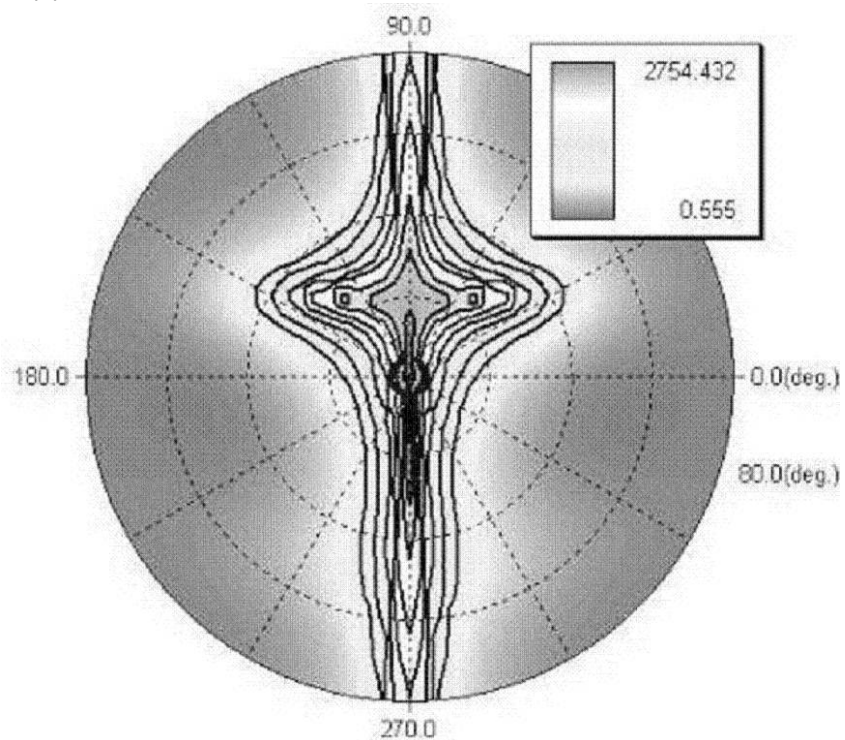
【図 3 1 B】



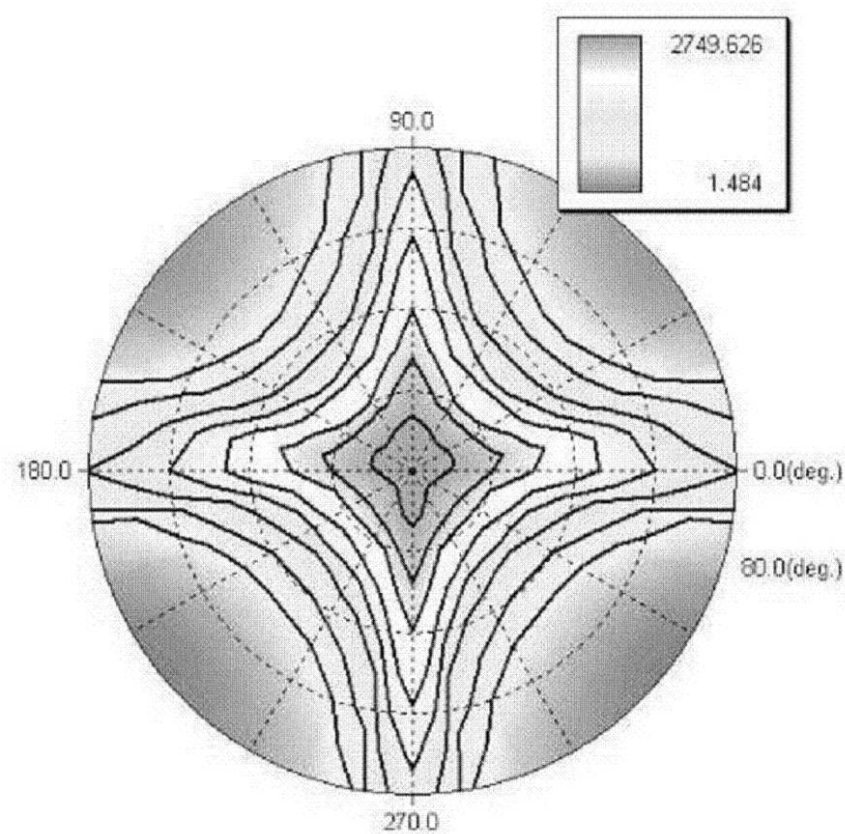
【図 6 A】



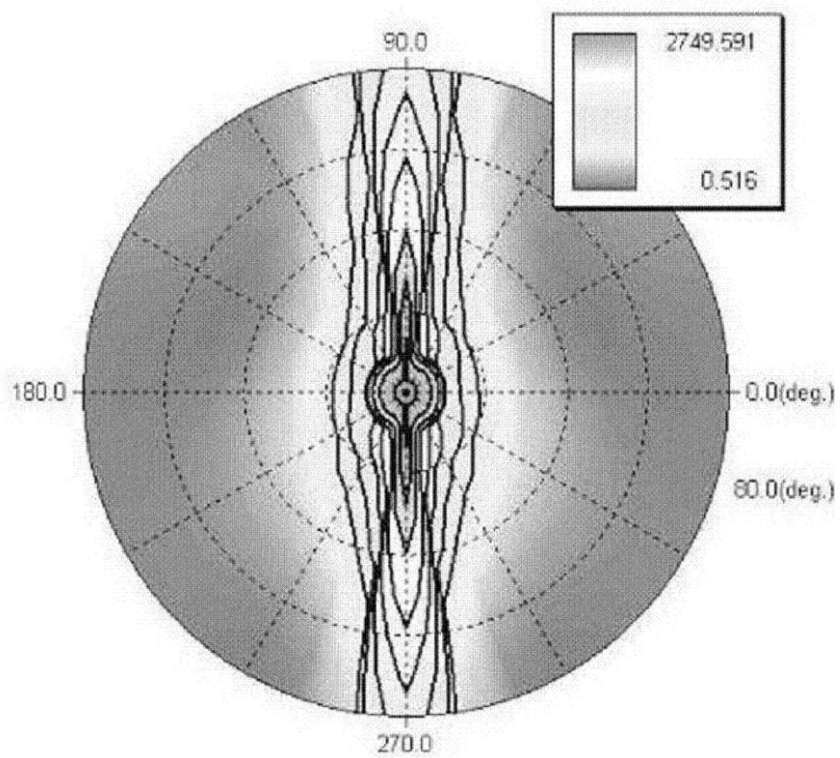
【 図 6 B 】



【 図 10 A 】



【図 10B】



フロントページの続き

(72)発明者 チー・ミン・チャン

台湾・320・タオユアン・カウンティ・ジョンギリ・シティ・シンシェン・ロード・セクション・2・レーン・309・ナンバー19

Fターム(参考) 2H089 HA04 HA06 HA22 QA16 TA17 TA19

【 外 国 語 明 細 書 】

ADJUSTABLE-VIEWING-ANGLE LIQUID CRYSTAL DISPLAY

This application claims the benefit of Taiwan application Serial No. 93118355, filed June 24, 2004, the subject matter of which is incorporated herein by reference.

5

BACKGROUND OF THE INVENTION

Field of the Invention

[0001] The invention relates in general to a display, and more particularly to an adjustable-viewing-angle LCD.

Description of the Related Art

10

[0002] With the advantages of low radiation, compactness and slimness, liquid crystal display (LCD) has gained a wide popularity. Due to the features of higher brightness and wider viewing angle, thin film transistor (TFT) LCD is particularly popular among high-level products. A conventional TFT LCD comprises a backlight module, an upper polarizer, an LCD panel and a lower polarizer, wherein the LCD panel is disposed between the upper polarizer and the lower polarizer. When backlight module is disposed beneath the lower polarizer, the light transmission line of the upper polarizer and that of the lower polarizer are perpendicular to each other. Besides, the LCD panel comprises an upper substrate, a lower substrate and a liquid crystal layer, wherein the upper substrate comprises a common electrode, a color filter, an

15

20

upper alignment film and a black matrix while the lower substrate comprises a number of the scan lines, a number of data lines, a number of storage capacitors, a number of TFTs, a number of pixel electrodes and a lower alignment film. Besides, a partition is used to maintain the fixed interval
5 between the upper substrate and the lower substrate so that the liquid crystal layer is sealed within the fixed interval between the upper substrate and the lower substrate.

[0003] Along with the advance in science and technology, modern people have more opportunities to use an electronic product with LCD, e.g., mobile
10 phone, PDA or notebook computer, in public places. Take the notebook computer for example, when using a notebook computer, the viewing angle design of a conventional LCD cannot protect the privacy of the user, and the frame displayed on the LCD can be easily viewed by a bystander in a squint direction. To protect modern people's needs of privacy, the LCD
15 narrow-viewing-angle technology has thus come to the fore. In the prior art, a liquid crystal display is disclosed in US Patent No.5877829 and illustrated in the following drawings.

[0004] Referring to both FIG. 1A~1B, a side view when a conventional LCD at a narrow-viewing-angle mode and a side view when a conventional LCD is
20 a wide-viewing-angle mode are shown. LCD 10 at least comprises an LCD panel 13 and a polymer dispersed liquid crystal (PDLC) device 11, wherein the PDLC device 11 comprises an upper glass plate, a lower plate, liquid crystal molecules and macromolecules. The liquid crystal molecules and the

macromolecules are sealed between the upper substrate and the lower substrate. As shown in FIG. 1A, when a voltage is applied to the PDLC device 11, n_o , the refractive index of the short axis of the liquid crystal molecules in the PDLC device 11, is equal to the refractive index of the macromolecules enabling the PDLC device 11 to be at a transparent state. Meanwhile, a parallel backlight 12a originating from a backlight module will directly project onto the LCD panel 13 through the PDLC device 11 enabling the LCD 10 at a narrow-viewing-angle mode. That is to say, only the viewer who views the LCD 10 from the front can see the frame displayed on the LCD panel 13; anyone who views the LCD 10 in a squint direction can see the frame displayed on the LCD panel 13.

[0005] As shown in FIG. 1B, when no voltage is applied to the PDLC device 11, n_e , the refractive index of the long axis of the liquid crystal molecules in the PDLC device 11, does not be equal to the refractive index of the macromolecules, so the PDLC device 11 is at a scattering state. Meanwhile, the parallel backlight 12a will become the non-parallel backlight 12b after passing through the PDLC device 1, while the non-parallel backlight 12b will be projected onto the LCD panel 13 enabling the LCD 10 being at a wide-viewing-angle mode. That is to say, the viewer can see the frame displayed on the LCD panel 13, no matter the viewer views the LCD 10 from the front or in a squint direction. Therefore, the user can determine the LCD 10 being at the wide-viewing-angle mode or the narrow-viewing-angle mode by alternating the PDLC device 11 between the transparent state and the

scattering state.

[0006] The backlight provided to the LCD 10 is normally from a backlight module. However, present luminous technology of backlight module is still unable to provide real parallel backlight. Although the LCD 10 is already at the narrow-viewing-angle mode shown in FIG. 1A, the user cannot really protect personal privacy and maintain data security. When the backlight projected onto the LCD panel 13 is not real parallel backlight, a bystander still can see the frame displayed on the LCD panel 13 when viewing the LCD 10 in a squint direction. When the PDLC device 11 is at a scattering state, part of the parallel backlight 12a will be reflected by the PDLC device 11, so as to greatly reduce the brightness of the LCD 10 and to influence the operating quality of the LCD 10 severely.

SUMMARY OF THE INVENTION

[0007] It is therefore an object of the invention to provide an adjustable-viewing-angle LCD. The design of incorporating a viewing-angle-adjusting device allows the user to adjust the viewing-angle of the LCD by switching a wide-viewing-angle mode or a narrow-viewing-angle mode, not only protecting personal privacy and maintaining data security, but also largely enhancing the practicality of the LCD. Besides, when the user switches the LCD's viewing-angle mode, the contrast and brightness of the LCD do not change, so that the user who views the LCD from the front will not sense any change in contrast and brightness and that the operating quality of

the LCD can be maintained.

[0008] The invention achieves the above-identified object by providing an LCD. The LCD comprises a backlight module, a first polarizer, a second polarizer, an LCD panel and a viewing-angle-adjusting device. The first
5 polarizer and the second polarizer are disposed over the backlight module. The LCD panel and the viewing-angle-adjusting device are disposed between the first polarizer and the second polarizer. The viewing-angle-adjusting device comprises a first substrate, which may be transparent, a first electrode, which may be transparent, a first alignment film, a liquid crystal layer, a
10 second alignment film, a second electrode, which may be transparent, and a second substrate, which may be transparent. The first electrode is disposed on the first substrate. The first alignment film is disposed on the first electrode. The liquid crystal layer is disposed on the first alignment film. The second alignment film is disposed on the liquid crystal layer. The
15 second electrode is disposed on the liquid crystal layer. The second alignment film is disposed on the bottom surface of the second electrode. The second substrate is disposed on the liquid crystal layer. The first liquid crystal layer is sealed between the first substrate and the second substrate. The second electrode is disposed on the bottom surface of the second
20 substrate.

[0009] The invention achieves the above-identified object by providing a method of driving an LCD including at least a viewing-angle-adjusting device having a saturation voltage of liquid crystal (V_{sat}). Firstly, a first voltage

difference is generated to execute a wide-viewing-angle mode according to a wide-viewing-angle-mode signal. The first voltage difference substantially equals to about 0 or is larger than about V_{sat} . Then, a second voltage difference is generated to execute a narrow-viewing-angle mode according to a narrow-viewing-angle-mode signal. The second voltage difference is larger than about $0.5 V_{\text{sat}}$, but smaller than about $0.8 V_{\text{sat}}$.

[0010] Other objects, features, and advantages of the invention will become apparent from the following detailed description of the preferred but non-limiting embodiments. The following description is made with reference to the accompanying drawings.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0011] FIG. 1A (Related Art) is a side view in a related art when a conventional LCD is at a narrow-viewing-angle mode;

[0012] FIG. 1B (Related Art) is a side view in a related art when a conventional LCD is at a wide-viewing-angle mode;

[0013] FIG. 2 is a side view of an adjustable-viewing-angle LCD according to the first preferred embodiment of the invention;

[0014] FIG. 3A is a cross-sectional view when the liquid crystal molecules disposed on the viewing-angle-adjusting device having a first alignment film in FIG. 2 are at a vertical state;

[0015] FIG. 3B is a top view when a liquid crystal molecule disposed on the viewing-angle-adjusting device in FIG. 3A stands on the first alignment film;

[0016] FIG. 4A is a cross-sectional view when the liquid crystal molecules disposed on the viewing-angle-adjusting device having first alignment film in FIG. 2 are at a sloping state;

[0017] FIG. 4B is a top view when a liquid crystal molecule disposed on the viewing-angle-adjusting device in FIG. 4A tilts towards the azimuth angle of 90 degrees on the first alignment film;

[0018] FIG. 5A is a cross-sectional view when the liquid crystal molecules disposed on the viewing-angle-adjusting device having first alignment film in FIG. 2 are at a flat state;

[0019] FIG. 5B is a top view when a liquid crystal molecule disposed on the viewing-angle-adjusting device in FIG. 4A lies flat towards the azimuth angle of 90 degrees on the first alignment film;

[0020] FIG. 6A is an iso-contrast diagram when the LCD in FIG. 2 is at a first wide-viewing-angle mode;

[0021] FIG. 6B is iso-contrast diagram when the LCD in FIG. 2 is at a narrow-viewing-angle mode;

[0022] FIG. 7A is a rectangular co-ordinate diagram showing the

relationship between the drive voltage (V) of the LCD panel and the light transmission (T) of the LCD with adjustable-viewing-angle observed by a viewer from the front when the LCD is at a first wide-viewing-angle mode;

[0023] FIG. 7B is a rectangular co-ordinate diagram showing the relationship between the drive voltage (V) of the LCD panel and the light transmission (T) of the LCD with adjustable-viewing-angle observed by a viewer from the front when the LCD is at the narrow-viewing-angle mode;

[0024] FIG. 8A is a rectangular co-ordinate diagram showing the relationship between the drive voltage (V) of the LCD panel and the light transmission (T) of the LCD with adjustable-viewing-angle observed by a viewer in a squint direction when the LCD is at the first wide-viewing-angle mode;

[0025] FIG. 8B is a rectangular co-ordinate diagram showing the relationship between the drive voltage (V) of the LCD panel and the light transmission (T) of the LCD with adjustable-viewing-angle observed by a viewer in a squint direction when the LCD is at the narrow-viewing-angle mode;

[0026] FIG. 8C is a flowchart of a method of driving the LCD with the viewing-angle-adjusting device;

[0027] FIG. 9 is a side view of the LCD with adjustable-viewing-angle according to the second preferred embodiment of the invention;

[0028] FIG. 10A is an iso-contrast diagram when the LCD in FIG. 9 is at a first wide-viewing-angle mode;

[0029] FIG. 10B is an iso-contrast diagram when the LCD in FIG. 9 is at a narrow-viewing-angle mode;

5 [0030] FIG. 11 a side view of the LCD with adjustable-viewing-angle according to the third preferred embodiment of the invention;

[0031] FIG. 12 is a side view when the LCD with adjustable-viewing-angle according to the fourth preferred embodiment of the invention;

10 [0032] FIG. 13A is a cross-sectional view of the liquid crystal molecules disposed on the viewing-angle-adjusting device having a third alignment film in FIG. 12 are at a vertical state;

[0033] FIG. 13B is a top view when a liquid crystal molecule disposed on the viewing-angle-adjusting device in FIG. 13A stands on a first alignment film;

15 [0034] FIG. 14A is a cross-sectional view of the liquid crystal molecules disposed on the viewing-angle-adjusting device having a third alignment film in FIG. 12 are at a sloping state;

[0035] FIG. 14B is a top view when a liquid crystal molecule disposed on the viewing-angle-adjusting device in FIG. 14A tilts towards the azimuth angle of 0 degree on a third alignment film;

[0036] FIG. 15A is a cross-sectional view of the liquid crystal molecules disposed on the viewing-angle-adjusting device having a third alignment film in FIG. 12 are at a flat state;

5 [0037] FIG. 15B is a top view when a liquid crystal molecule disposed on the viewing-angle-adjusting device in FIG. 15A lies flat towards the azimuth angle of 0 degree on a third alignment film;

[0038] FIG. 15C is a flowchart of a method of driving the LCD with the viewing-angle-adjusting devices;

10 [0039] FIG. 16 is a side view of the LCD with adjustable-viewing-angle according to the fifth preferred embodiment of the invention;

[0040] FIG. 17 is a side view of the LCD with adjustable-viewing-angle according to the sixth preferred embodiment of the invention;

[0041] FIG. 18 is a side view of the LCD with adjustable-viewing-angle according to the seventh preferred embodiment of the invention;

15 [0042] FIG. 19A is a cross-sectional view when the liquid crystal molecules disposed on the viewing-angle-adjusting device in FIG. 18 are at a vertical state;

[0043] FIG. 19B is a top view of two mutual perpendicular rubbing directions and a first alignment film in FIG. 18;

[0044] FIG. 19C is a top view of two mutual perpendicular rubbing directions and a second alignment film in FIG. 18;

[0045] FIG. 19D is a top view when two liquid crystal molecules disposed on the viewing-angle-adjusting device in FIG. 19A respectively stand on a first alignment region and a second alignment region;

[0046] FIG. 20A is a cross-sectional view when the liquid crystal molecules disposed on the viewing-angle-adjusting device in FIG. 18 are at a sloping state;

[0047] FIG. 20B is a top view when two liquid crystal molecules disposed on the viewing-angle-adjusting device in FIG. 20A respectively tilt on a first alignment region and a second alignment region;

[0048] FIG. 21A is a cross-sectional view when the liquid crystal molecules disposed on the viewing-angle-adjusting device in FIG. 18 are at a flat state;

[0049] FIG. 21B is a top view when two liquid crystal molecules disposed on the viewing-angle-adjusting device in FIG. 21A respectively lie flat on a first alignment region and a second alignment region;

[0050] FIG. 22 is a side view of the LCD with adjustable-viewing-angle according to the eighth preferred embodiment of the invention;

[0051] FIG. 23 is a side view of the LCD with adjustable-viewing-angle

according to the ninth preferred embodiment of the invention;

[0052] FIG. 24A is a cross-sectional view when the liquid crystal molecules disposed on the viewing-angle-adjusting device in FIG. 23 are at a vertical state;

5 [0053] FIG. 24B is a top view of the first isolation layer and the first electrode in FIG. 23;

[0054] FIG. 24C is a bottom view of the second isolation layer and the second electrode in FIG. 23;

10 [0055] FIG. 24D is a top view when a liquid crystal molecule disposed on the viewing-angle-adjusting device in FIG. 24A with a first alignment film;

[0056] FIG. 25A is a cross-sectional view when the liquid crystal molecules disposed on the part of the liquid crystal layer positioned between the first electrode and the second electrode in FIG. 23 are at a sloping state;

15 [0057] FIG. 25B is a top view when a liquid crystal molecule positioned between the first electrode and the second electrode in FIG. 25A tilts on a first alignment film;

[0058] FIG. 26A is a cross-sectional view when the liquid crystal molecules disposed on the part of the liquid crystal layer positioned between the first electrode and the second electrode in FIG. 23 are at a flat state;

[0059] FIG. 26B is a top view when a liquid crystal molecule positioned between the first electrode and the second electrode in FIG. 26A lies flat on a first alignment film;

[0060] FIG. 27 is a side view of the LCD with adjustable-viewing-angle according to the tenth preferred embodiment of the invention;

[0061] FIG. 28 is a side view of the LCD with adjustable-viewing-angle according to the eleventh preferred embodiment of the invention;

[0062] FIG. 29A is a circuit layout diagram of a pixel array of the viewing-angle-adjusting device in FIG. 28;

[0063] FIG. 29B is a cross-sectional view of the liquid crystal molecules disposed on the viewing-angle-adjusting device viewed from the cross-section line 29B-29B' in FIG. 29A are at a vertical state;

[0064] FIG. 29C is a top view when the two liquid crystal molecules corresponding to the two pixel electrodes in FIG. 29B stand on a first alignment film;

[0065] FIG. 30A is a cross-sectional view when the liquid crystal molecules disposed on the part of the liquid crystal layer positioned between the two pixel electrodes and the common electrode in FIG. 28 at a sloping state;

[0066] FIG. 30B is a top view when the two liquid crystal molecules

corresponding to the two pixel electrodes in FIG. 30A tilting on a first alignment film;

[0067] FIG. 31A is a cross-sectional view when the liquid crystal molecules disposed on the part of the liquid crystal layer positioned between the two pixel electrodes and the common electrode in FIG. 28 at a flat state;

[0068] FIG. 31B is a top view when the two liquid crystal molecules corresponding to the two pixel electrodes in FIG. 31A lying flat on a first alignment film; and

[0069] FIG. 32 is a side view of the LCD with adjustable-viewing-angle according to the twelfth preferred embodiment of the invention.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

First Preferred Embodiment

[0070] Referring to FIG. 2, a side view of a LCD with adjustable-viewing-angle according to the first preferred embodiment of the invention is shown. In FIG. 2, LCD 20 comprises a backlight module 21, a first polarizer 22, an LCD panel 23, a viewing-angle-adjusting device 24 and a second polarizer 25. The backlight module 21 has a light-emitting surface 21a while the first polarizer 22 has a first surface 22a and a second surface 22b corresponding to each other. The LCD panel 23 has a third surface 23a and a fourth surface 23b corresponding to each other while the second

polarizer 25 has a fifth surface 25a and a sixth surface 25b corresponding to each other. The first polarizer 22 is disposed on the light-emitting surface 21a with the first surface 22a facing the light-emitting surface 21a while the LCD panel 23 is disposed on the second surface 22b with the third surface 23a facing the second surface 22b. The second polarizer 25 is disposed on the fourth surface 23b with the fifth surface 25a facing the fourth surface 23b while the viewing-angle-adjusting device 24 is disposed between the second polarizer 25 and the LCD panel 23. Besides, the first polarizer 22 has a first light transmission axis while the second polarizer 25 has a second light transmission axis. The extending direction 22c of the first light transmission axis is perpendicular to the extending direction 25c of the second light transmission axis. Besides, the backlight module 21 provides backlight to the LCD panel 23 allowing the viewer to see the frame displayed on the LCD panel 23 from the sixth surface 25b. Besides, the LCD panel 23 is mainly for displaying the frame, while the viewing-angle-adjusting device 24 is for maintaining or changing the polarization state of the light passing through the LCD panel 23 to determine whether the LCD 20 is at the wide-viewing-angle mode or the narrow-viewing-angle mode.

[0071] As shown in FIG. 3A, the viewing-angle-adjusting device 24 comprises a first substrate 27, a second substrate 28, a first electrode 29a, a second electrode 29b, a first alignment film 30a, a second alignment film 30b and a liquid crystal layer 31. The first substrate 27, the second substrate 28, the first electrode 29a and the second electrode 29b may be transparent. The

first substrate 27 has a first substrate surface 27a and a second substrate surface 27b corresponding to each other. The second substrate surface 27b faces the fourth surface 23b in FIG. 2 so the viewing-angle-adjusting device 24 in FIG. 2 is disposed on the fourth surface 23b with the second substrate surface 27b facing the fourth surface 23b. The first electrode 29a is disposed on the first substrate surface 27a while the first alignment film 30a is disposed on the first electrode 29a and has a first rubbing direction 32a parallel to or perpendicular to the extending direction 22c of the first light transmission axis. In the present preferred embodiment, the first rubbing direction 32a is parallel to the extending direction 22c of the first light transmission axis. The second substrate 28 has a third substrate surface 28a and a fourth substrate surface 28b corresponding to each other. The third substrate surface 28a and the fourth substrate surface 28b respectively face the first substrate surface 27a and the fifth surface 25a of the second polarizer 25 in FIG. 2. The second polarizer 25 of FIG. 2 is disposed on the fourth substrate surface 28b with the fifth surface 25a facing the fourth substrate surface 28b. The second electrode 29b is disposed on the third substrate surface 28a while the second alignment film 30b is disposed on the second electrode 29b and has a second rubbing direction 32b opposite to the first rubbing direction 32a. The liquid crystal (LC) layer 31 is sealed between the first substrate 27 and the second substrate 28 and positioned between the first alignment film 30a and the second alignment film 30b. The liquid crystal layer 31 has a number of the liquid crystal (LC) molecules 31a. The thickness of the liquid crystal layer 31 is assumed to be d .

[0072] In the present preferred embodiment, the liquid crystal molecules 31a of the liquid crystal layer 31 can be arranged in a vertical alignment (VA) type for instance. Besides, the first substrate 27 and the second substrate 28 can be made of glass or plastics. The first electrode 29a and the second electrode 29b can be made of indium tin oxide (ITO) or indium zinc oxide (IZO). The first alignment film 30a and the second alignment film 30b can be made of polyimide (PI). Besides, the LCD panel 23 comprises an upper substrate, a lower substrate and a liquid crystal layer. The upper substrate comprises a common electrode, a color filter, a black matrix and an upper alignment film. The lower substrate comprises a number of scan lines, a number of data lines, a number of storage capacitors, a number of thin film transistors (TFTs), a number of pixel electrodes and a lower alignment film. Besides, the upper substrate and the lower substrate are separated by a partition for the liquid crystal layer to be sealed between the upper substrate and the lower substrate via spacers and sealants.

[0073] As shown in FIG. 3B, in the present preferred embodiment, if the first rubbing direction 32a of the first alignment film 30a shifts from the azimuth angle of 90 degrees to the azimuth angle of 270 degrees, the second rubbing direction 32b will shift from the azimuth angle of 270 degrees to the azimuth angle of 90 degrees. Besides, the extending direction 22c of the first light transmission axis of the first polarizer 22 in FIG. 2 will shift from the azimuth angle of 90 degrees to the azimuth angle of 270 degrees or from the azimuth angle of 270 degrees to the azimuth angle of 90 degrees. Besides,

the extending direction 25c of the second light transmission axis of the second polarizer 24 in FIG. 2 will extend from the azimuth angle of 0 degree to the azimuth angle of 180 degrees or from the azimuth angle of 180 degrees to the azimuth angle of 0 degree.

5 [0074] As shown in FIG. 3A, when no voltage is applied between the first electrode 29a and the second electrode 29b, the liquid crystal molecules 31a of the liquid crystal layer 31 are aligned to form a vertical state, i.e., the long axis of the liquid crystal molecules 31a is perpendicular to the surface of the first alignment film 30a. When the viewer views the LCD 20 from the front,
10 Δn , the difference in refractive index between the long and short axes of the liquid crystal molecules 31a corresponding to the light seen by the viewer, is equal to 0. And, the retardation provided by the viewing-angle-adjusting device 24 when the viewer views the LCD 20 from the front, is also equal to 0. Meanwhile, the viewing-angle-adjusting device 24 does not change the
15 polarization state of the light passing through the LCD panel 23, this means that the contrast and brightness of the frame displayed on the LCD panel 23 does not change and that the viewer can see the frame displayed on the LCD panel 23 when viewing the LCD 20 from the front. When the viewer views the LCD 20 in a squint direction at an observation angle θ from the azimuth
20 angle of 0, 90, 180 or 270 degrees in FIG. 3B, since Δn is equal to 0, Δn_d is also equal to 0. Meanwhile, the viewing-angle-adjusting device 24 does not change polarization state of the light passing through the LCD panel 23, and the viewer can see the frame displayed on the LCD panel 23 when viewing

the LCD 20 in a squint direction. Therefore, when no voltage is applied between the first electrode 29a and the second electrode 29b in FIG. 3A, the LCD 20 is at a first wide-viewing-angle mode according to a wide-viewing-angle-mode signal, the viewer can see the frame displayed on the LCD 20 no matter the viewer views the LCD 20 from the front or in a squint direction.

[0075] As shown in FIG. 4A, when a first voltage V_1 is applied between the first electrode 29a and the second electrode 29b, that is, the first voltage difference between the first electrode 29a and the second electrode 29b, the liquid crystal molecules 31a of the liquid crystal layer 31 tilt along the first rubbing direction 32a towards the azimuth angle of 90 degrees, i.e., the long axis of the liquid crystal molecules 31a and the surface of the first alignment film 30a form an acute angle so as to be aligned to form a sloping state as shown in FIG. 4B. When the viewer views the LCD 20 from the front, Δn , the difference in refractive index between the long and short axes of the liquid crystal molecules 31a corresponding to the light seen by the viewer, is equal to 0. And, the retardation provided by the viewing-angle-adjusting device 24 is also equal to 0. Meanwhile, the viewing-angle-adjusting device 24 in FIG. 4A does not change the polarization state of the light passing through the LCD panel 23 in FIG. 2, this means that the contrast and brightness of the frame displayed on the LCD panel 23 does not change and that the viewer can see the frame displayed on the LCD panel 23 when viewing the LCD 20 from the front.

[0076] When the viewer views the LCD 20 in a squint direction at an observation angle θ from the azimuth angles of 90 or 270 degrees in FIG. 3B, since Δn is equal to 0, the viewer can see the frame displayed on the LCD panel 23 when viewing the LCD 20 in a squint direction at the azimuth angle of 90 or 270 degrees. However, when the viewer views the LCD 20 in a squint direction at observation angle θ from the azimuth angle of 0 or 180 degrees in FIG. 3B, since Δn is not equal to 0, Δn_d is not equal to 0.

Meanwhile, the viewing-angle-adjusting device 24 will change the polarization state of the light passing through the LCD panel 23, so that the viewer cannot see the frame displayed on the LCD panel 23 when viewing the LCD 20 in a squint direction at the azimuth angle of 0 or 180 degrees. Therefore, when the first voltage V_1 is applied between the first electrode 29a and the second electrode 29b in FIG. 4A, the LCD 20 is at a narrow-viewing-angle mode according to a narrow-viewing-angle-mode signal. For the viewer who views the LCD 20 from the front and the viewer who views the LCD 20 in a squint direction at the azimuth angles of 90 and 270 degrees, the viewer who views the LCD 20 in a squint direction at the azimuth angles of 0 and 180 degrees can see the frame displayed on the LCD 20 so as to achieve the object of narrow-viewing-angle.

[0077] As shown in FIG. 5A, when a second voltage V_2 is applied between the first electrode 29a and the second electrode 29b, that is, the second voltage difference between the first electrode 29a and the second electrode 29b, the liquid crystal molecules 31a of the liquid crystal layer 31 lie flat along

the first rubbing direction 32a towards the azimuth angle of 90 degrees.

That is to say, the long axis of the liquid crystal molecules 31a is parallel to the surface of the first alignment film 30a so as to be aligned to form a flat state as shown in FIG. 5B. When the light transmission of the liquid crystal

5 layer 31 becomes higher, the voltage applied between the first 29a and the second electrode 29b is defined as a saturation voltage V_{sat} of the liquid

crystal layer 31. V_2 is larger than V_{sat} . V_1 substantially equals to about $0.5V_{sat} \sim 0.8 V_{sat}$. Perfectly, V_1 equals to $0.7V_{sat}$. In present embodiment,

V_1 and V_2 are 2.5 V and 5 V, respectively. When the viewer views the LCD

10 20 from the front, since Δn is equal to 0, the viewer can see the frame

displayed on the LCD panel 23 by viewing the LCD 20 from the front. The

viewer views the LCD 20 in a squint direction from the azimuth angles of 0, 90,

180 or 270 degrees in FIG. 5B at observation angle θ , since Δn equals 0, the

viewer can see the frame displayed on the LCD panel 23 when viewing the

15 LCD 20 in a squint direction. Therefore, when the second voltage V_2 is

applied to between the first electrode 29a and the second electrode 29b in

FIG. 5A, the LCD 20 is at a second wide-viewing-angle mode according to the

wide-viewing-angle-mode signal, the viewer can see the frame displayed on

the LCD 20, no matter the viewer views the LCD 20 from the front or in a

20 squint direction.

[0078] Although the orientation characteristic of the liquid crystal

molecules 31a of the liquid crystal layer 31 under the change of the electrical

field are mentioned in the foregoing description of the present embodiment,

other kind of liquid crystal has different orientation characteristic under the change of the electrical field. For example, when no voltage is applied between the first electrode 29a and the second electrode 29b, the LC molecules of the LC layer are arranged in a flat state. So that, the LCD is at a first wide-viewing-angle mode according to the wide-viewing-angle-mode signal. When a fifth voltage is applied between the first electrode 29a and the second electrode 29b, the LC molecules of the LC layer are arranged along the first rubbing direction 32a in a sloping state. So that, the LCD is at a narrow-viewing-angle mode according to the narrow-viewing-angle-mode signal. When a sixth voltage is applied between the first electrode 29a and the second electrode 29b, the LC molecules of the LC layer are arranged in a perpendicular state. So that, the LCD is at a second wide-viewing-angle mode.

[0079] Refer to FIG. 6A and FIG. 6B. FIG. 6A is an iso-contrast diagram when the LCD in FIG. 2 is at a first wide-viewing-angle mode; FIG. 6B is iso-contrast diagram when the LCD in FIG. 2 is at a narrow-viewing-angle mode. In FIG. 6A~6B, the iso-contrast lines are a number of concentric circles representing the contrast values of 2000, 1000, 500, 100, 50, 20 and 10 from with the outmost circle representing the contrast value of 10.

Besides, the view angle is defined as the observation angle when contrast value equals 10. In FIG. 6A, if the contrast value equaling 10 is set as the standard, all the view angles at the azimuth angles of 0, 90, 180 and 270 degrees of the LCD 20 at the first wide-viewing-angle mode are larger than 80

degrees. Little differences exist between the view angles observed at the azimuth angles of 90 and 270 degrees of the LCD 20 at the narrow-viewing-angle mode according to the narrow-viewing-angle-mode signal in FIG. 6B and the view angles observed at the azimuth angles of 90 and 270 degrees of the LCD 20 at the first wide-viewing-angle mode according to the wide-viewing-angle-mode signal according to FIG. 6A, but the view angles observed at the azimuth angles of 0 and 180 degrees of the LCD 20 at the first wide-viewing-angle mode reduce from 80 degrees to 18 degrees. Besides, when the viewer views the LCD 20 from the front, the contrast, of the LCD 20 at the first wide-viewing-angle mode, is almost the same as the contrast of the LCD 20 at the narrow-viewing-angle mode. This means that under whatever viewing-angle mode, the LCD 20 does not change the contrast and brightness of the frame displayed on the LCD 20 viewed by the viewer from the front.

[0080] Refer to FIG. 7A ~ 7B. FIG. 7A is a rectangular co-ordinate diagram showing the relationship between the drive voltage (V) of the LCD panel and the light transmission (T) of the LCD with adjustable view angle observed by a viewer from the front when the LCD is at a first wide-viewing-angle mode according to the wide-viewing-angle-mode signal.

FIG. 7B is a rectangular co-ordinate diagram showing the relationship between the drive voltage (V) of the LCD panel and the light transmission (T) of the LCD with adjustable view angle observed by a viewer from the front when the LCD is at the narrow-viewing-angle mode. In FIG. 7A and FIG. 7B,

when the viewer views the LCD 20 from the front, the V-T curves observed at the first wide-viewing-angle mode and at the narrow-viewing-angle mode are the same. This means that under whatever viewing-angle mode, the LCD 20 does not change the frame displayed on the LCD 20 when the viewer views the LCD from the front.

[0081] Referring to FIG. 8A~8B. FIG. 8A is a rectangular co-ordinate diagram showing the relationship between the drive voltage (V) of the LCD panel and the light transmission (T) of the LCD with adjustable-viewing-angle observed by a viewer in a squint direction when the LCD is at the first wide-viewing-angle mode according to the wide-viewing-angle-mode signal. FIG. 8B is a rectangular co-ordinate diagram showing the relationship between the drive voltage (V) of the LCD panel and the light transmission (T) of the LCD with adjustable-viewing-angle observed by a viewer in a squint direction when the LCD is at the narrow-viewing-angle mode. In FIG. 8A~8B, if the observation angle θ equals 40 degrees, the viewer will view the LCD 20 in a squint direction from an observation angle of 40 degrees. As shown in FIG. 8A, when the viewer views the LCD 20 in a squint direction from the azimuth angles of 0, 90, 180 and 270 degrees, the V-T curves obtained when the LCD 20 corresponds to the azimuth angles of 0, 90, 180, and 270 degrees respectively are almost the same. As shown in FIG. 8B, when the viewer views the LCD 20 in a squint direction from the azimuth angles of 0, 90, 180 and 270 degrees, the V-T curves corresponding to the azimuth angles of 90 and 270 degrees are almost the same as the V-T curves corresponding to

the azimuth angles of 0 and 180 degrees. However, the V-T curves corresponding to the azimuth angles of 0 and 180 are almost flat. This means, the light transmission when the LCD 20 corresponds to the azimuth angles of 0 and 180 degrees cannot increase accordingly when the driving voltage applied to the LCD panel 23 increases, so the viewer cannot see the frame displayed on the LCD panel 23 from the azimuth angles of 0 and 180 degrees.

[0082] When the viewer views the LCD 20 from the front, no matter the LCD 20 is at the wide-viewing-angle mode according to the wide-viewing-angle-mode signal or at the narrow-viewing-angle mode according to the narrow-viewing-angle-mode signal, the frame displayed on the LCD 20 viewed by the viewer are almost the same.

[0083] When the viewer views the LCD 20 at the wide-viewing-angle mode from the observation angle, the viewer can see the frame displayed on the LCD 20. When the viewer views the LCD 20 at the narrow-viewing-angle mode from the observation angle, the viewer cannot see the frame displayed on the LCD 20.

[0084] It can be understood from the above disclosure that the design of the viewing-angle-adjusting device according to the present preferred embodiment enables the user to switch the LCD's viewing-angle mode between a wide-viewing-angle mode and a narrow-viewing-angle mode to achieve the object of adjusting the LCD's view angle and protecting data

security, largely enhancing the practicality of the LCD.

[0085] Any skilled in the art knows that the technology of the present embodiment is no limited thereto. For example, the invention provides a method of driving an LCD including at least a viewing-angle-adjusting device having a saturation voltage V_{sat} of liquid crystal. Referring to FIG. 8C, a flowchart of a method of driving the LCD with the viewing-angle-adjusting device is shown. In step 802, a wide-viewing-angle mode is executed according to the wide-viewing-angle-mode signal. The viewing-angle-adjusting device generates a first voltage difference; that is to say, a first voltage difference is applied sandwiched the liquid crystal layer. In other word, a first voltage difference is generated to execute a wide-viewing-angle mode according to the wide-viewing-angle-mode signal. The first voltage difference substantially equals to 0 or is larger than V_{sat} . In step 804, a narrow-viewing-angle mode is executed according to the narrow-viewing-angle-mode signal. The viewing-angle-adjusting device generates a second voltage difference. In other word, a second voltage difference is generated to execute a narrow-viewing-angle mode according to a narrow-viewing-angle-mode signal. The second voltage difference is larger than about $0.5V_{\text{sat}}$ and smaller than about $0.8V_{\text{sat}}$.

20 Second Preferred Embodiment

[0086] Referring to FIG. 9, a side view of the LCD with adjustable-viewing-angle according to the second preferred embodiment of

the invention is shown. The LCD 40 in the present preferred embodiment differs with the LCD 20 in the first preferred embodiment in that the former further comprises a first compensation film 41a and a second compensation film 41b. As for the remaining identical constituting elements, the same
5 labels are used but the details are not repeated here. In FIG. 9, the first compensation film 41a is disposed between the first polarizer 22 and the LCD panel 23 while the second compensation film 41b is disposed between the second polarizer 25 and the viewing-angle-adjusting device 24. The first compensation film 41a and the second compensation film 41b are for
10 compensating the leak light at the dark state of the first polarizer 22 and the second polarizer 24 and the leak light at the dark state of the liquid crystal when viewed by the viewer views in a squint direction.

[0087] Refer to FIG. 10A~10B. FIG. 10A is an iso-contrast diagram when the LCD in FIG. 9 is at a first wide-viewing-angle mode while FIG. 10B is an
15 iso-contrast diagram when the LCD in FIG. 9 is at a narrow-viewing-angle mode. In the comparison between FIG. 10A and FIG. 6A, since the LCD 40 has a first compensation film 41a and a second compensation film 41b that the LCD 20 is lacking of, the LCD 40 has a wider view angle and a frame of better contrast and brightness than that of the LCD 20. In the comparison
20 between FIG. 10B and FIG. 6B, since the LCD 40 has a first compensation film 41a and a second compensation film 41b which the LCD 20 is lacking of, the view angles of the LCD 40 at the azimuth angles of 0 and 180 degrees are larger than that of the LCD 20 at the azimuth angles of 0 and 180

degrees.

Third Preferred Embodiment

[0088] Referring to FIG. 11, a side view of the LCD with adjustable view angle according to the third preferred embodiment of the invention is shown.

5 The LCD 50 in the present preferred embodiment differs with the LCD 20 in the first preferred embodiment in that the LCD panel 23 is positioned between the viewing-angle-adjusting device 24 and the second polarizer 25. The viewing-angle-adjusting device 24 is disposed on the second surface 22b with the second substrate surface 27b facing the second surface 22b of the first
10 polarizer 22. The LCD panel 23 is disposed on the fourth substrate surface 28b with the third surface 23a facing the fourth substrate surface 28b. The first polarizer 25 is disposed on the fourth surface 23b with the fifth surface 25a facing the fourth surface 23b. However, anyone who is familiar with the technology of the invention will understand that the technology of the
15 invention is not limited thereto. For example, the first compensation film can be positioned between the first polarizer 22 and the viewing-angle-adjusting device 24 instead, and the second compensation film can be positioned between the second polarizer 25 and the LCD panel 23 instead.

Fourth Preferred Embodiment

20 [0089] Referring to FIG. 12, a side view of the LCD with adjustable view angle according to the fourth preferred embodiment of the invention is shown.

The LCD 60 in the present preferred embodiment differs from the LCD 20 in the first preferred embodiment, in which the LCD 60 further comprises a viewing-angle-adjusting device 64. The viewing-angle-adjusting device 64 is disposed between the LCD panel 23 and the first polarizer 22 as shown in FIG.

5 12. In FIG. 13A, the viewing-angle-adjusting device 64 comprises a third substrate 67, a fourth substrate 68, a third electrode 69a, a fourth electrode 69b, a third alignment film 70a, a fourth alignment film 70b and a liquid crystal layer 71. The third substrate 67 has a fifth substrate surface 67a and a sixth substrate surface 67b corresponding to each other, wherein the fifth substrate surface 67b faces the second surface 22b in FIG. 14. In FIG. 13A, the third electrode 69a is disposed on the fifth substrate surface 67a. The third alignment film 70a is disposed on the third electrode 69a and has a third rubbing direction 62a. The fourth substrate 68 has a seventh substrate surface 68a and an eighth substrate surface 68b corresponding to each other, 10 wherein the seventh substrate surface 68a and the eighth substrate surface 68b faces the third surface 23a in FIG. 11. The fourth electrode 69b is disposed on the seventh substrate surface 68a. The fourth alignment film 70b is disposed on the fourth electrode 69b and has a fourth rubbing direction 62b opposite to the third rubbing direction 62a. The liquid crystal layer 71, 15 sealed between the third substrate 67 and the fourth substrate 68 and also positioned between the third alignment film 70a and the fourth alignment film 70b, has liquid crystal molecules 71a, wherein the thickness of the liquid crystal layer 71 may be assumed to be d . As shown in FIG. 13B, in the present preferred embodiment, if the third rubbing direction 62a of the third

alignment film 70a shifts from the azimuth angle of 0 degree towards the azimuth angle of 180 degrees, the third rubbing direction 62b shifts from the azimuth angle of 180 degrees towards the azimuth angle of 0 degree.

[0090] As shown in FIG. 3A and FIG. 13A, when no voltage is applied
5 between the first electrode 29a and the second electrode 29b and when no voltage is applied between the third electrode 69a and the fourth electrode 69b, the liquid crystal molecules 31a of the liquid crystal layer 31 and the liquid crystal molecules 71a disposed in the liquid crystal layer 71 are both aligned to form a vertical state as shown in FIG. 3B and FIG. 13B.
10 Meanwhile, when the viewer views the LCD 60 from the front or in a squint mode, the retardation $\Delta n d$, provided by the viewing-angle-adjusting devices 24 and 64, equals 0, and that means the polarization state of the light passing through the viewing-angle-adjusting devices 24 and 64 will not be changed by the viewing-angle-adjusting devices 24 and 64, so that the LCD 60 is at a first
15 wide-viewing-angle mode according to the wide-viewing-angle-mode signal.

[0091] As shown in FIG. 4A and FIG. 13A, before a first voltage V_1 is applied between the first electrode 29a and the second electrode 29b and when no voltage is applied between the third electrode 69a and the fourth electrode 69b, the liquid crystal molecules 31a of the liquid crystal layer 31 tilt
20 along the first rubbing direction 32a and are aligned to form a first sloping state as shown in FIG. 4B. The liquid crystal molecules 71a disposed in the liquid crystal layer 71 are aligned to form a vertical state as shown in FIG. 13B. Meanwhile, when the viewer views the LCD 60 from the azimuth angle of 0 or

180 degrees in a squint direction, the retardation $\Delta n d$, provided by the viewing-angle-adjusting devices 24, is not equal to 0, the viewing-angle-adjusting device 24 will change the polarization state of the light passing through the LCD panel 23 so that the viewer cannot view the frame displayed on the LCD panel 23 when viewing the LCD 60 in a squint direction from the azimuth angles of 0 or 180 degrees. However, the polarization state of the light passing through the viewing-angle-adjusting device 64 will not be changed by the viewing-angle-adjusting device 64, and the LCD 60 is at a first narrow-viewing-angle mode according to the narrow-viewing-angle-mode signal.

[0092] As shown in FIG. 3A and FIG. 134A, when no voltage is applied between the first electrode 29a and the second electrode 29b and before a third voltage V_3 is applied between the third electrode 69a and the fourth electrode 69b, the liquid crystal molecules 71a disposed on the liquid crystal layer 71 tilt along the third rubbing direction 62a and are aligned to form a second sloping state as shown in FIG. 16B while the liquid crystal molecules 31a of the liquid crystal layer 31 are aligned to form a vertical state as shown in FIG. 3B. Meanwhile, the retardation $\Delta n d$, provided by the viewing-angle-adjusting device 64 when the viewer views the LCD 60 in a squint direction from the azimuth angles of 90 or 270 degrees, is not equal to 0, and the polarization state of the light passing through the viewing-angle-adjusting device 64 will be changed by the viewing-angle-adjusting device 64, so that the viewer cannot see the frame

displayed on the LCD panel 23 from the azimuth angle of 90 or 270 degrees when viewing the LCD 60 in a squint direction. The viewing-angle-adjusting device 24 does not change the polarization state of the light passing through the LCD panel 23, and the LCD 60 is at a second narrow-viewing-angle mode according to the narrow-viewing-angle-mode signal.

[0093] As shown in FIG. 4A and FIG. 14A, when the first voltage V1 is applied between the first electrode 29a and the second electrode 29b and when the third the voltage V3 is applied between the third electrode 69a and the fourth electrode 69b, the liquid crystal molecules 31a in the liquid crystal layer 31 tilt along the first rubbing direction 32a and are aligned to form a first sloping state as shown in FIG. 4B. Moreover, the liquid crystal molecules 71a disposed on the liquid crystal layer 71 tilt along the third rubbing direction 62a and are aligned to form a second sloping state as shown in FIG. 14B. Meanwhile, the retardation $\Delta n d$, provided by the viewing-angle-adjusting device 24 when the viewer views the LCD 60 in a squint direction from the azimuth angle of about 0 or 180 degrees, is not equal to 0, and the viewing-angle-adjusting device 24 will change the polarization state of the light passing through the LCD panel 23. Moreover, the retardation $\Delta n d$, provided by the viewing-angle-adjusting device 64 when the viewer views the LCD 60 in a squint direction from the azimuth angle of about 90 or 270 degrees, is not equal to 0, and the polarization state of the light passing through the viewing-angle-adjusting device 64 will be changed by the viewing-angle-adjusting device 64. Therefore, the viewer cannot see the

frame displayed on the LCD panel 23 from the azimuth angles of about 0, 90, 180 and 270 degrees when viewing the LCD 60 in a squint direction, wherein the LCD 60 is at a third narrow-viewing-angle mode according to the narrow-viewing-angle-mode signal.

5 [0094] As shown in FIG. 5A and FIG. 15A, when the second voltage V2 is applied between the first electrode 29a and the second electrode 29b and when a fourth voltage V4 is applied to between the third electrode 69a and the fourth electrode 69b, the liquid crystal molecules 31a in the liquid crystal layer 31 tilt along the first rubbing direction 32a towards the azimuth angle of
10 90 degrees and are aligned to form a first flat state as shown in FIG. 5B. Moreover, the liquid crystal molecules 71a disposed in the liquid crystal layer 71 tilt along the third rubbing direction 62a towards the azimuth angle of 0 degree and are aligned to form a second flat state as shown in FIG. 15B. Meanwhile, the retardation $\Delta n d$, provided by the viewing-angle-adjusting
15 devices 24 and 64 when the viewer views the LCD 60 from the front in a squint direction, is equal to 0. This means the polarization state of the light passing through the viewing-angle-adjusting devices 24 and 64 will not be changed by the viewing-angle-adjusting device 24 and 64, so that the LCD 60 is at a second wide-viewing-angle mode according to the
20 wide-viewing-angle-mode signal.

[0095] When the LC layers 31 and 71 are in the flat or vertical state, the LCD 60 is at a wide-viewing-angle mode according to the wide-viewing-angle-mode signal. When at least one of the LC layers 31 and

71 is in the sloping state, the LCD 60 is at a narrow-viewing-angle mode according to the narrow-viewing-angle-mode signal.

[0096] When the saturation voltage of the liquid crystal layer 71 equals to V_{sat} , V_4 is larger than V_{sat} , V_3 substantially equals to about $0.5V_{\text{sat}} \sim 0.8V_{\text{sat}}$, preferably, V_3 equals to about $0.7V_{\text{sat}}$. In the present preferred embodiment, the third voltage V_3 and the fourth voltage V_4 are respectively equal to about 2.5 V and 5 V. Preferably, if the fourth voltage V_4 equals to the saturated voltage of the liquid crystal layer 71, the V_3 is approximately equal to about 0.7 V_4 . However, anyone who is familiar with the technology of the invention will understand that the technology of the invention is not limited thereto. For example, a first compensation film can be disposed between the first polarizer 22 and the viewing-angle-adjusting device 64 while a second compensation film can be disposed between the second polarizer 25 and the viewing-angle-adjusting device 24.

[0097] Although the orientation characteristic of the liquid crystal molecules 71a in the liquid crystal layer 71 under the change of the electrical field are mentioned in the foregoing description of the present embodiment, other kind of liquid crystal has different orientation characteristic under the change of the electrical field. For example, when no voltage is applied between the first electrode 69a and the second electrode 69b, the LC molecules in the LC layer are arranged in a flat state. When a seventh voltage is applied between the first electrode 69a and the second electrode 69b, the LC molecules in the LC layer are arranged along the third rubbing

direction 62a in a sloping state. When a eighth voltage is applied between the first electrode 69a and the second electrode 69b, the LC molecules in the LC layer are arranged in a perpendicular state. The seventh voltage is smaller than the eighth voltage.

5 [0098] When the LC molecules between the first alignment region 112a and the third alignment region 113a are in the flat or vertical state, the LCD is at a wide-viewing-angle mode. When the LC molecules between the first alignment region 112a and the third alignment region 113a are in the sloping state, the LCD is at a narrow-viewing-angle mode.

10 [0099] Any skilled in the art knows that the technology of the present embodiment is no limited thereto. For example, the invention provides a method of driving an LCD including a first viewing-angle-adjusting device and a second viewing-angle-adjusting device. Referring to FIG. 15C, a flowchart of a method of driving the LCD with the viewing-angle-adjusting devices is
15 shown. The first viewing-angle-adjusting device and the second viewing-angle-adjusting device have a saturation voltage V_{sat} of liquid crystal. In step 902, a wide-viewing-angle mode is executed according to the wide-viewing-angle-mode signal. The first viewing-angle-adjusting device and the second viewing-angle-adjusting device generate a first voltage
20 difference and a third voltage difference, respectively. That is to say, the two LC layers are sandwiched by the first voltage difference and the second voltage difference. In other word, a first voltage difference and a third voltage difference are generated to execute a wide-viewing-angle mode according to

a wide-viewing-angle signal. The first voltage difference and the third voltage difference equal to 0 or are larger than V_{sat} . In step 904, a narrow-viewing-angle mode is executed according to the narrow-viewing-angle-mode signal. The first viewing-angle-adjusting device and the second viewing-angle-adjusting device generate a second voltage difference and the third voltage difference, respectively. That is to say, the two LC layers are sandwiched by the second voltage difference and the third voltage difference, respectively. In other word, a second voltage difference and a third voltage difference are generated to execute a narrow-viewing-angle mode according to a narrow-viewing-angle signal. The second voltage difference is larger than about $0.5 V_{\text{sat}}$, but smaller than about $0.8 V_{\text{sat}}$. Preferably, The second voltage difference equals to about $0.7 V_{\text{sat}}$. In step 906, a narrow-viewing-angle mode is executed according to the narrow-viewing-angle-mode signal. The first viewing-angle-adjusting device and the second viewing-angle-adjusting device generate the second voltage difference and a fourth voltage difference, respectively. That is to say, the two LC layers are sandwiched by the second voltage difference and the fourth voltage difference, respectively. In other word, a second voltage difference and a fourth voltage difference are generated to execute a narrow-viewing-angle mode according to a narrow-viewing-angle signal. The fourth voltage difference is larger than $0.5 V_{\text{sat}}$, but smaller than $0.8 V_{\text{sat}}$. Preferably, The fourth voltage difference equals to $0.7 V_{\text{sat}}$.

Fifth Preferred Embodiment

[00100] Referring to FIG. 16, a side view of the LCD with adjustable-viewing-angle according to the fifth preferred embodiment of the invention is shown. The LCD 80 in the present preferred embodiment differs with the LCD 60 in the fourth preferred embodiment in that the viewing-angle-adjusting device 64 is positioned between the viewing-angle-adjusting device 24 and the second polarizer 25. The viewing-angle-adjusting device 64 is disposed on the fourth substrate surface 28b with the sixth substrate surface 67b facing the fourth substrate surface 28b while the second polarizer 25 is disposed on the eighth substrate surface 68b with the fifth surface 25a facing the eighth substrate surface 68b. However, anyone who is familiar with the technology of the invention will understand that the technology of the invention is not limited thereto. For example, a first compensation film can be disposed between the first polarizer 22 and the LCD panel 23, and a second compensation film can be disposed between the second polarizer 25 and the viewing-angle-adjusting device 64.

Sixth Preferred Embodiment

[00101] Referring to FIG. 17, a side view of the LCD with adjustable-viewing-angle according to the sixth preferred embodiment of the invention is shown. The LCD 90 in the present preferred embodiment differs with the LCD 60 in the fourth preferred embodiment in that the viewing-angle-adjusting device 24 is positioned between the viewing-angle-adjusting device 64 and the LCD panel 23, the viewing-angle-adjusting device 24 is disposed on the eighth substrate surface

68b with the second substrate surface 27b facing the eighth substrate surface 68b, and the LCD panel 23 is disposed on the fourth substrate surface 28b with the third surface 23a facing the fourth substrate surface 28b. However, anyone who is familiar with the technology of the invention will understand that the technology of the invention is not limited thereto. For example, a first compensation film can be disposed between the first polarizer 22 and the viewing-angle-adjusting device 64, and a second compensation film can be disposed between the second polarizer 25 and the LCD panel 23.

Seventh Preferred Embodiment

10 [00102] Referring to FIG. 18, a side view of the LCD with adjustable-viewing-angle according to the seventh preferred embodiment of the invention is shown. The LCD 100 in the present preferred embodiment differs with the LCD 20 in the first preferred embodiment in the design of the viewing-angle-adjusting device 104, wherein the viewing-angle-adjusting device 104 is disposed between the LCD panel 23 and the second polarizer 25. As shown in FIG. 19A, the viewing-angle-adjusting device 104 comprises a first substrate 107, a second substrate 108, a first electrode 109a, a second electrode 109b, a first alignment film 110a, a second alignment film 110b and a liquid crystal layer 111. The first substrate 107 has a first substrate surface 107a and a second substrate surface 107b corresponding to each other, wherein the second substrate surface 107b faces the fourth surface 23b in FIG. 18. The first electrode 109a is disposed on the first substrate surface 107a while the first alignment film 110a is disposed on the first electrode 109a.

The first alignment film 110a has at least a first alignment region 112a and a second alignment region 112b, wherein the first alignment region 112a and the second alignment region 112b respectively have a first rubbing direction 102a and a second rubbing direction 103a. The first rubbing direction 102a is parallel to or perpendicular to the extending direction 22c of the first light transmission axis while the second rubbing direction 103a is perpendicular to the second rubbing direction 102a as shown in FIG. 19B. In the present preferred embodiment, the first rubbing direction 102a is parallel to the extending direction 22c of the first light transmission axis. The second substrate 108 has a third substrate surface 108a and a fourth substrate surface 108b corresponding to each other, wherein the third substrate surface 108a and the fourth substrate surface 108b respectively face the first substrate surface 107a and the fifth surface 25a in FIG. 18. The second electrode 109b is disposed on the third substrate surface 108a. The second alignment film 110b is disposed on the second electrode 109b and has at least a third alignment region 113a and a fourth alignment region 113b. The third alignment region 113a and the fourth alignment region 113b respectively correspond to the first alignment region 112a and the second alignment region 112b, and respectively have a third rubbing direction 102b and a fourth rubbing direction 103b, wherein the third rubbing direction 102b and the fourth rubbing direction 103b are respectively opposite to the first rubbing direction 102a and the second rubbing direction 103a as shown in FIG. 19C. The liquid crystal layer 111, sealed between the first substrate 107 and the second substrate 108 and positioned between the first alignment film 110a and the

second alignment film 110b, has a number of the liquid crystal molecules 111a, wherein the thickness of the liquid crystal layer 111 is assumed to d. As shown in FIG. 19D, in the present preferred embodiment, provided that the first rubbing direction 102a shifts from the azimuth angle of 90 degrees towards the azimuth angle of about 270 degrees and that the second rubbing direction 103a shifts from the azimuth angle of about 0 degree towards the azimuth angle of about 180 degrees, the third rubbing direction 102b will shift from the azimuth angle of about 270 degrees towards the azimuth angle of about 90 degrees and that the fourth rubbing direction 103b will shift from the azimuth angle of about 180 degrees towards the azimuth angle of about 0 degree.

[00103] As shown in FIG. 19A, when no voltage is applied between the first electrode 109a and the second electrode 109b, the liquid crystal molecules 111a in the liquid crystal layer 111 are aligned to form a vertical state as shown in FIG. 19D. Meanwhile, the retardation $\Delta n d$, provided by the viewing-angle-adjusting device 104 when the viewer views the LCD 100 from the front or in a squint direction, is equal to 0. This means the viewing-angle-adjusting device 104 does not change the polarization state of the light passing through the LCD panel 23, so that the LCD 100 is at a first wide-viewing-angle mode according to the wide-viewing-angle-mode signal.

[00104] As shown in FIG. 20A, when the first voltage V1 is applied between the first electrode 109a and the second electrode 109b, the liquid crystal molecules 111a of the part of the liquid crystal layer 111 positioned between

the first alignment region 112a and the third alignment region 113a tilt along the first rubbing direction 102a towards the azimuth angle of 90 degrees and are aligned to form a first sloping state. Moreover, the liquid crystal molecules 111a of another part of the liquid crystal layer 111 positioned
5 between the second alignment region 112b and the fourth alignment region 113b tilt along the second rubbing direction 103a towards the azimuth angle of about 0 degree and are aligned to form a second sloping state as shown in FIG. 20B. Meanwhile, the retardation $\Delta n d$, provided by the viewing-angle-adjusting device 104 when the viewer views the LCD 100 in a
10 squint mode from the azimuth angles of about 0, 90, 180 and 270 degrees, is not equal to 0, and the viewing-angle-adjusting device 104 will change the polarization state of the light passing through the LCD panel 23, so the viewer cannot see the frame displayed on the LCD panel 23 from the azimuth angles of about 0, 90, 180 and 270 degrees when viewing the LCD 100 in a squint
15 direction. Consequently, the LCD 100 is at a narrow-viewing-angle mode according to the narrow-viewing-angle-mode signal.

[00105] As shown in FIG. 21A, when the second voltage V_2 is applied between the first electrode 109a and the second electrode 109b, the liquid crystal molecules 111a of the part of the liquid crystal layer 111 positioned
20 between the first alignment region 112a and the third alignment region 113a tilt along the first rubbing direction 102a towards the azimuth angle of about 90 degrees and are aligned to form a first flat state. Moreover, the liquid crystal molecules 111a in another part of the liquid crystal layer 111 positioned

between the second alignment region 112b and the fourth alignment region 113b tilt along the second rubbing direction 103a towards the azimuth angle of about 0 degrees and are aligned to form a second flat state as shown in FIG. 21B. Meanwhile, the retardation $\Delta n d$, provided by the

5 viewing-angle-adjusting device 104 when the viewer views the LCD 100 from the front or in a squint direction, is equal to 0. This means the viewing-angle-adjusting device 104 does not change the polarization state of the light passing through the LCD panel 23, so the LCD 100 is at a second wide-viewing-angle mode according to the wide-viewing-angle-mode signal.

10 [00106] When the saturation voltage of the liquid crystal layer 111 equals to $V_{sat.}$, V_2 is larger than $V_{sat.}$, V_1 substantially equals to about $0.5 V_{sat.} \sim 0.8 V_{sat.}$. Perfectly, V_1 equals to about $0.7 V_{sat.}$. In the present preferred embodiment, the first voltage V_1 and the second voltage V_2 are respectively equal to about 2.5 V and 5 V. Preferably, if the second voltage V_2 is equal to the saturated
15 voltage of the liquid crystal layer 111, V_1 is approximately equal to about 0.7 V_2 . However, anyone who is familiar with the technology of the invention will understand that the technology of the invention is not limited thereto. For example, a first compensation film can be disposed between the first polarizer 22 and the LCD panel 23, and a second compensation film can be disposed
20 between the second polarizer 25 and the viewing-angle-adjusting device 104.

[00107] Although the orientation characteristic of the liquid crystal molecules 111a in the liquid crystal layer 111 under the change of the electrical field are mentioned in the foregoing description of the present

embodiment, other kind of liquid crystal has different orientation characteristic under the change of the electrical field.

[00108] For example, when no voltage is applied between the first electrode 109a and the second electrode 109b, the LC molecules of the LC layer are arranged in a flat state.

[00109] When a ninth voltage is applied between the first electrode 109a and the second electrode 109b, part of the LC molecules of the LC layer between the first alignment region 112a and the third alignment region 113a are arranged along the first rubbing direction 102a in a first sloping state.

Other part of the LC molecules in the LC layer between the second alignment region 112b and the fourth alignment region 113b are arranged along the second rubbing direction 103a in a second sloping state.

[00110] When a tenth voltage is applied between the first electrode 109a and the second electrode 109b, part of the LC molecules in the LC layer between the first alignment region 112a and the third alignment region 113a are arranged along the first rubbing direction 102a in a vertical state. Other part of the LC molecules in the LC layer between the second alignment region 112b and the fourth alignment region 113b are arranged along the second rubbing direction 103a in a vertical state. The ninth voltage is smaller than the tenth voltage.

Eighth Preferred Embodiment

[00111] Referring to FIG. 22, a side view of the LCD with adjustable view angle according to preferred embodiment eight of the invention is shown.

The LCD 120 in the present preferred embodiment differs with the LCD 100 in the seventh preferred embodiment in that LCD panel 23 is positioned

5 between the viewing-angle-adjusting device 104 and the second polarizer 25.

The viewing-angle-adjusting device 104 is disposed on the second surface 22b with the second substrate surface 107b facing the second surface 22b.

The LCD panel 23 is disposed on the fourth substrate surface 108b with the third surface 23a facing the fourth substrate surface 108b. The first polarizer

10 25 is disposed on the fourth surface 23b with the fifth surface 25a facing the fourth surface 23b. However, anyone who is familiar with the technology of the invention will understand that the technology of the invention is not limited

thereto. For example, a first compensation film can be disposed between the first polarizer 22 and the viewing-angle-adjusting device 104, and a

15 second compensation film can be disposed between the second polarizer 25 and the LCD panel 23.

Ninth Preferred Embodiment

[00112] Referring to FIG. 23, a side view of the LCD with adjustable view angle according to the ninth preferred embodiment of the invention is shown.

20 The LCD 130 in the present preferred embodiment differs with the LCD 20 in the first preferred embodiment in the design of the viewing-angle-adjusting device 134, wherein the viewing-angle-adjusting device 134 is disposed between the LCD panel 23 and the second polarizer 25. As shown in FIG.

24A, the viewing-angle-adjusting device 134 comprises a first substrate 137, a second substrate 138, a first isolation layer 145a, a second isolation layer 145b, a first electrode 139a, a second electrode 139b, a first alignment film 140a, a second alignment film 140b and a liquid crystal layer 141. The first
5 substrate 137 has a first substrate surface 137a and a second substrate surface 137b corresponding to each other, wherein the second substrate surface 137b faces the fourth surface 23b in FIG. 23. The first isolation layer 145a is disposed on the first substrate surface 137a and has a first aperture 146a as shown in FIG. 24B. The first aperture 146a may be a text, a
10 trademark or a logo. In the present preferred embodiment, the first aperture 146a is a squared shape for instance. The first electrode 139a is disposed in the first aperture 146a, wherein the shape of the first electrode 139a corresponds to the shape of the first aperture 146a. The first alignment film 140a is disposed on the first electrode 139a and the first isolation layer 145a,
15 and has a first rubbing direction 132a parallel to or perpendicular to the extending direction 22c of the first light transmission axis. In the present preferred embodiment, the first rubbing direction 132a is parallel to the extending direction 22c of the first light transmission axis. The second substrate 138 has a third substrate surface 138a and a fourth substrate
20 surface 138b corresponding to each other, wherein the third substrate surface 138a and the fourth substrate surface 138b respectively face the first substrate surface 137a and the fifth surface 25a in FIG. 23. The second isolation layer 145b is disposed on the third substrate surface 138a and has a second aperture 146b corresponding to the first aperture 146a as shown in

FIG. 24C. In the present preferred embodiment, the second aperture 146b is a squared shape for instance. The second electrode 139b is disposed in the second aperture 146b, the shape of the second electrode 139b corresponds to the second aperture 146b, i.e., the shape of the second electrode 139b corresponds to that of the first electrode 139a. The second alignment film 140b is disposed on the second electrode 139b and the second isolation layer 145, and has a second rubbing direction 132b opposite to the first rubbing direction 132a. The liquid crystal layer 141, sealed between the first substrate 137 and the second substrate 138 and positioned between the first alignment film 140a and the second alignment film 140b, has a number of the liquid crystal molecules 141a, wherein the thickness of the liquid crystal layer 141 is assumed to d. As shown in FIG. 24D, first rubbing direction 132a shifts from the azimuth angle of 90 degrees towards the azimuth angle of 270 degrees, and the second rubbing direction 132b will shift from the azimuth angle of 270 degrees towards the azimuth angle of 90 degrees.

[00113] As shown in FIG. 24A, when no voltage is applied between the first electrode 139a and the second electrode 139b, the liquid crystal molecules 141a in the liquid crystal layer 141 are aligned to form a vertical state as shown in FIG. 26D. Meanwhile, the retardation $\Delta n d$, provided by the viewing-angle-adjusting device 134 when the viewer views the LCD 100 from the front or in a squint direction, is equal to 0. This means the viewing-angle-adjusting device 134 does not change the polarization state of the light passing through the LCD panel 23, so the LCD 130 is at a first

wide-viewing-angle mode according to the wide-viewing-angle-mode signal.

[00114] As shown in FIG. 25A, when a first voltage is applied between the first electrode 139a and the second electrode 139b, the liquid crystal molecules 141a of the part of the liquid crystal layer 141 positioned between the first electrode 139a and the second electrode 139b tilt along the first rubbing direction 132a towards the azimuth angle of 90 degrees and are aligned to form a sloping state as shown in FIG. 25B. Meanwhile, the retardation $\Delta n d$, provided by the viewing-angle-adjusting device 134 when the viewer views the LCD 130 in a squint direction from the azimuth angles of about 0 and 180 degrees, is not equal to 0. This means the viewing-angle-adjusting device 134 will change the polarization state of the light passing through the LCD panel 23, so the viewer can see a blank region corresponding to the shape of the first electrode 139a in the frame displayed on the LCD panel 23 when viewing the LCD 130 in a squint direction from the azimuth angles of about 0 and 180 degrees. Therefore, the LCD 130 is at a narrow-viewing-angle mode, allowing the viewer to see the blank region corresponding to the shape of the first electrode 139a.

[00115] As shown in FIG. 26A, when a second voltage is applied between the first electrode 139a and the second electrode 139b, the liquid crystal molecules 141a in the part of the liquid crystal layer 141 positioned between the first electrode 139a and the second electrode 139b tilt along the first rubbing direction 102a towards the azimuth angle of 90 degrees and are aligned to form a flat state as shown in FIG. 26B. Meanwhile, the retardation

And, provided by the viewing-angle-adjusting device 134 when the viewer views the LCD 130 from the front or in a squint direction, is equal to 0. This means the viewing-angle-adjusting device 134 does not change the polarization state of the light passing through the LCD panel 23, so the LCD 130 is at a second wide-viewing-angle mode. When the saturation voltage of the liquid crystal layer 141 equals to V_{sat} , V_2 is larger than V_{sat} , V_1 substantially equals to about $0.5 V_{sat} \sim 0.8 V_{sat}$. Perfectly, V_1 equals to $0.7 V_{sat}$. In the present preferred embodiment, the first voltage and the second voltage are respectively equal to about 2.5 V and 5 V.

[00116] When the LCD 130 is at a wide-viewing-angle mode according to the wide-viewing-angle-mode signal, the viewer can see the frame displayed on the LCD 130 from the front or from various azimuth angles in a squint direction. When the LCD 130 is at a narrow-viewing-angle mode according to the narrow-viewing-angle-mode signal, the viewer can only see a blank region corresponding to the shape of the first electrode 139a in the frame from the azimuth angles of about 0 and 180 degrees when viewing the LCD 130 in a squint direction. Besides, the shape of the first electrode 139a can be designed to be a text, a trade mark or a logo, so the viewer can see the text, trade mark or logo embedded in the frame displayed on the LCD 130 at a narrow-viewing-angle mode in a squint direction from the azimuth angles of about 0 and 180 degrees or other azimuth angles, largely enhancing the practicality of the LCD 130. However, anyone who is familiar with the technology of the invention will understand that the technology of the

invention is not limited thereto. For example, a first compensation film can be disposed between the first polarizer 22 and the LCD panel 23, and a second compensation film can be disposed between the second polarizer 25 and the viewing-angle-adjusting device 134.

5 [00117] Although the orientation characteristic of the liquid crystal molecules 141a of the liquid crystal layer 141 under the change of the electrical field are mentioned in the foregoing description of the present embodiment, other kind of liquid crystal has different orientation characteristic under the change of the electrical field.

10 [00118] For example, when no voltage is applied between the first electrode 139a and the second electrode 139b, the LC molecules in the LC layer are arranged in a flat state.

 [00119] When a eleventh voltage is applied between the first electrode 139a and the second electrode 139b, the LC molecules in the LC layer are
15 arranged along the first rubbing direction 132a in a sloping state.

 [00120] When a twelfth voltage is applied between the first electrode 139a and the second electrode 139b, the LC molecules in the LC layer are arranged in a vertical state. The eleventh voltage is smaller than the twelfth voltage.

20 [00121] In one embodiment, the viewing-angle-adjusting device 24 or 104 is disposed between the first polarizer 22 and the second polarizer 25 of the

LCD 130, increasing the function of adjusting the view angle of the LCD 130.

Tenth Preferred Embodiment

[00122] Referring to FIG. 27, a side view of the LCD with adjustable view angle according to the tenth preferred embodiment of the invention is shown.

- 5 The LCD 150 in the present preferred embodiment differs with the LCD 130 in the ninth preferred embodiment in that the LCD panel 23 is positioned between the viewing-angle-adjusting device 134 and the second polarizer 25. The viewing-angle-adjusting device 134 is disposed on the second surface 22b with the second substrate surface 137b facing the second surface 22b.
- 10 The LCD panel 23 is disposed on the fourth substrate surface 138b with the third surface 23a facing the fourth substrate surface 138b. The first polarizer 25 is disposed on the fourth surface 23b with the fifth surface 25a facing the fourth surface 23b. However, anyone who is familiar with the technology of the invention will understand that the technology of the invention is not limited
- 15 thereto. For example, a first compensation film can be disposed between the first polarizer 22 and the viewing-angle-adjusting device 134, and a second compensation film can be disposed between the second polarizer 25 and the LCD panel 23.

Eleventh Preferred Embodiment

- 20 [00123] Referring to FIG. 28, a side view of the LCD with adjustable view angle according to the eleventh preferred embodiment of the invention is

shown. The LCD 160 in the present preferred embodiment differs with the LCD 20 in the first preferred embodiment in that the viewing-angle-adjusting device 164 has the design of a pixel array. The present preferred embodiment is exemplified by an active-type pixel array.

5 Viewing-angle-adjusting device 164 is disposed between the LCD panel 23 and the second polarizer 25. As shown in FIG. 29A~29B, the viewing-angle-adjusting device 164 comprises a first substrate 167, a second substrate 168, a pixel array 193, a common electrode 169b, a first alignment film 170a, a second alignment film 170b and a liquid crystal layer 171. The
10 viewing-angle-adjusting device 164 further comprises a scan driving circuit 188, a data driving circuit 189, a number of scan lines 190 and a number of data lines 191, wherein the scan lines 190 and the data lines 191 define the pixel array 193, wherein the pixel array 193 has a number of pixels 194. Each of the pixels 194 has a TFT 195 and a pixel electrode 196 electrically
15 connected together, wherein the TFT 195 is electrically connected to and corresponds to a scan line 190 and a data line 191. Besides, the scan line 190 is electrically connected to the scan driving circuit 188 while the data line 191 is electrically connected to the data driving circuit 188. The scan driving circuit 188 is for driving all of the TFTs 195 via the scan lines 190 while the
20 data driving circuit 189 is for controlling the existence of a voltage between the pixel electrode 169 and the common electrode 169b.

[00124] As shown in FIG. 29B, the first substrate 167 has a first substrate surface 167a and a second substrate surface 167b corresponding to each

other. The scan line 190 in FIG. 29A, the data line 191, the pixel array 193, the TFT 165 and the pixel electrode 196 are disposed on the first substrate surface 167a. The first alignment film 170a covers the pixel electrode 196 and has a first rubbing direction 162a parallel to or perpendicular to the
5 extending direction 22c of the first light transmission axis. In the present preferred embodiment, the first rubbing direction 162a is parallel to the extending direction 22c of the first light transmission axis. The second substrate 168 has a third substrate surface 168a and a fourth substrate surface 168b corresponding to each other, wherein the third substrate surface
10 168a faces the first substrate surface 167 while the fourth substrate surface 168b faces the fifth surface 25a. The common electrode 169b is disposed on the third substrate surface 168a. The second alignment film 170b covers the common electrode 169b and has a second rubbing direction 162b opposite to the first rubbing direction 162a. The liquid crystal layer 181 is
15 sealed between the first substrate 167 and the second substrate 168 and positioned between the first alignment film 170a and the second alignment film 170b. As shown in FIG. 29C, the first rubbing direction 162a shifts from the azimuth angle of 90 degrees towards the azimuth angle of 270 degrees, the second rubbing direction 162b will shift from the azimuth angle of 270
20 degrees towards the azimuth angle of 90 degrees.

[00125] By means of the scan driving circuit 188 and the data driving circuit 189, part of the pixels 194 are dynamically defined to be a predetermined pixel zone 193a corresponding to a text, trade mark or logo. In the present

preferred embodiment, the predetermined pixel zone 193a comprises two pixels 196 for instance. However, anyone who is familiar with the technology of the invention will understand that the technology of the invention is not limited thereto. For example, the present preferred embodiment could
5 dynamically define part of the passive pixels to be a predetermined pixel zone corresponding to a text, trademark or logo.

[00126] As shown in FIG. 32B, when not any voltage is applied to between the pixel electrode 196 and the common electrode 169b, the liquid crystal molecules 181a of the liquid crystal layer 181 are aligned to form a vertical
10 state as shown in FIG. 29C. Meanwhile, the retardation $\Delta n d$ provided by the viewing-angle-adjusting device 164 when the viewer views the LCD 100 from the front or in a squint direction is equal to 0. This means the viewing-angle-adjusting device 164 does not change the polarization state of the light passing through the LCD panel 23, so the LCD 160 is at a first
15 wide-viewing-angle mode according to the wide-viewing-angle-mode signal.

[00127] As shown in FIG. 30A, when a first voltage is applied to between the pixel two electrodes 196 of the predetermined pixel zone 193a in FIG. 32A and the common electrode 169b but not any voltage is applied to between other pixel electrodes 196 and common electrodes 139b, the liquid crystal
20 molecules 181a of the part of the liquid crystal layer 181 positioned between the two pixel electrodes 169a and the common electrode 169b tilt along the first rubbing direction 132a towards the azimuth angle of 90 degrees and are aligned to form a sloping state as shown in FIG. 30B. Moreover, the liquid

crystal molecules 181a of the part of the liquid crystal layer 181 positioned between other pixel electrodes 169a and the common electrode 169b are at a vertical state. Meanwhile, the retardation $\Delta n d$ provided by the viewing-angle-adjusting device 164 when the viewer views the LCD 130 in a squint direction from the azimuth angles of 0 and 180 degrees is not equal to 0. This means the viewing-angle-adjusting device 164 will change the polarization state of the light passing through the LCD panel 23, so the viewer can see a blank region corresponding to the predetermined pixel zone 193a in the frame displayed on the LCD panel 23 when viewing the LCD 160 in a squint mode from the azimuth angles of 0 and 180 degrees. Therefore, the LCD 160 is at a narrow-viewing-angle mode according to the narrow-viewing-angle-mode signal, but allows the viewer who views the LCD 160 in a squint direction from the azimuth angles of 0 and 180 degrees to see a blank region corresponding to the predetermined pixel zone 193a.

[00128] As shown in FIG. 31A, when a second voltage is applied to between the two pixel electrodes 196 of the pre-set pixel zone 193a in FIG. 32A and the common electrode 169b but not any voltage is applied to between other pixel electrodes 196 and the common electrode 169b, the liquid crystal molecules 181a of the part of the liquid crystal layer 181 positioned between the two pixel electrodes 169a and the common electrode 169b lie flat along the first rubbing direction 132a towards the azimuth angle of 90 degrees and are aligned to form a flat state as shown in FIG. 31B. Moreover, the liquid crystal molecules 181a of the part of the liquid crystal layer 181 positioned

between other pixel electrodes 196 and the common electrode 169b are at a vertical state. Meanwhile, the retardation $\Delta n d$ provided by the viewing-angle-adjusting device 164 when the viewer views the LCD 160 from the front or in a squint mode is equal to 0. This means the

5 viewing-angle-adjusting device 164 does not change the polarization state of the light passing through the LCD panel 23, so the LCD 160 is at a second wide-viewing-angle mode according to the wide-viewing-angle-mode signal.

[00129] When the saturation voltage of the liquid crystal layer 181 equals to V_{sat} , V_2 is larger than V_{sat} , V_1 substantially equals to $0.5V_{\text{sat}} \sim 0.8V_{\text{sat}}$.

10 Perfectly, V_1 equals to $0.7V_{\text{sat}}$. In the present preferred embodiment, the first voltage V_1 and the second voltage V_2 are respectively equal to 2.5 V and 5 V. Preferably, if the second voltage equals the saturated voltage of the liquid crystal layer 181, the first voltage is approximately equal to 0.7 times of the second voltage. Besides, the predetermined pixel zone 193a is

15 controlled by the scan driving circuit 188 and the data driving circuit 189 to form a text, a trademark or a logo. When the LCD 160 is at a narrow-viewing-angle mode according to the narrow-viewing-angle-mode signal, the viewer could see the text, trademark or logo from the azimuth angles of about 0 and 180 degrees or other azimuth angles when viewing the

20 LCD 160 in a squint direction, largely enhancing the practicality of the LCD. However, anyone who is familiar with the technology of the invention will understand that the technology of the invention is not limited thereto. For example, a first compensation film can be disposed between the first polarizer

22 and the LCD panel 23, and a second compensation film can be disposed between the second polarizer 25 and the viewing-angle-adjusting device 164.

[00130] Although the orientation characteristic of the liquid crystal molecules 181a of the liquid crystal layer 181 under the change of the electrical field are mentioned in the foregoing description of the present embodiment, other kinds of liquid crystals have different orientation characteristic under the change of the electrical field.

[00131] For example, when no voltage is applied between the pixel electrodes 196 and the common electrode 169b, the LC molecules in the LC layer are arranged in a flat state.

[00132] When a thirteenth voltage is applied between the two pixel electrodes 196 of the predetermined pixel zone 193a and the common electrode 169b, and no voltage is applied between other pixel electrodes 196 and the common electrode 169b, the LC molecules between the two pixel electrodes 196 of the pre-set pixel zone 193a and part of the common electrode 169b are arranged along the first rubbing direction 132a in a sloping state. The LC molecules between the other pixel electrodes 196 and other part of the common electrode 169b are arranged in the flat state.

[00133] When a fourteenth voltage is applied between the two pixel electrodes 196 of the pre-set pixel zone 193a and the common electrode 169b, and no voltage is applied between other pixel electrodes 196 and the

common electrode 169b, the LC molecules between the two pixel electrodes 196 of the predetermined pixel zone 193a and part of the common electrode 169b are arranged along the first rubbing direction 132a in a perpendicular state. The thirteenth voltage is smaller than the fourteenth voltage.

- 5 [00134] In one embodiment, the viewing-angle-adjusting device 24 or 104 is disposed between the first polarizer 22 and the second polarizer 25 of the LCD 160, increasing the function of adjusting the view angle of the LCD 160.

Twelfth Preferred Embodiment

- [00135] Referring to FIG. 32, a side view of the LCD with adjustable view
10 angle according to the twelfth preferred embodiment of the invention is shown. The LCD 200 in the present preferred embodiment differs with the LCD 160 in preferred embodiment eleven in that the LCD panel 23 is positioned between the viewing-angle-adjusting device 164 and the second polarizer 25. The viewing-angle-adjusting device 164 is disposed on the second surface 22b
15 with the second substrate surface 167b facing the second surface 22b. The LCD panel 23 is disposed on the fourth substrate surface 168b with the third surface 23a facing the fourth substrate surface 168b. The first polarizer 25 is disposed on the fourth surface 23b with the fifth surface 25a facing the fourth surface 23b. However, anyone who is familiar with the technology of
20 the invention will understand that the technology of the invention is not limited thereto. For example, a first compensation film can be disposed between the first polarizer 22 and the viewing-angle-adjusting device 164, and a second

compensation film can be disposed between the second polarizer 25 and the LCD panel 23.

[00136] The viewing-angle-adjusting device incorporated in the LCD with adjustable view angle disclosed in the above preferred embodiments according to the invention has the design of allowing the user to switch the LCD's view angle mode between a wide-viewing-angle mode and a narrow-viewing-angle mode so as to achieve the object of providing an LCD with adjustable view angle. Such design not only personally protects privacy data security but also enhance the practicality of the LCD. Besides, the design of the viewing-angle-adjusting device in the present preferred embodiment has the advantage that when the user switches the LCD's view angle mode, the contrast and brightness of the LCD do not change, so that the viewer who views the LCD from the front will not notice any change in contrast and brightness and that the display quality of the LCD can be maintained.

[00137] While the invention has been described by way of example and in terms of a preferred embodiment, it is to be understood that the invention is not limited thereto. On the contrary, it is intended to cover various modifications and similar arrangements and procedures, and the scope of the appended claims therefore should be accorded the widest interpretation so as to encompass all such modifications and similar arrangements and procedures.

WHAT IS CLAIMED IS:

1. A liquid crystal display (LCD), comprising:
 - a backlight module;
 - a first polarizer and a second polarizer disposed over the backlight
 - 5 module;
 - an LCD panel disposed between the first polarizer and the second polarizer; and
 - a first viewing-angle-adjusting device disposed between the first polarizer and the second polarizer, wherein the first viewing-angle-adjusting
 - 10 device comprises:
 - a first substrate;
 - a first electrode disposed on the first substrate;
 - a first alignment film disposed on the first electrode;
 - a first liquid crystal layer disposed on the first alignment film;
 - 15 a second alignment film disposed on the first liquid crystal layer;
 - a second electrode disposed on the first liquid crystal layer,
 - wherein the second alignment film is disposed on the bottom surface of the second electrode; and
 - a second substrate disposed on the first liquid crystal layer,
 - 20 wherein the first liquid crystal layer is sealed between the first substrate and the second substrate, the second electrode is disposed on the bottom surface of the second substrate.
2. The LCD according to claim 1, wherein the LCD panel is disposed

between the first polarizer and the first viewing-angle-adjusting device.

3. The LCD according to claim 2, further comprising:

a first compensation film disposed between the first polarizer and the LCD panel; and

5 a second compensation film disposed between the second polarizer and the first viewing-angle-adjusting device.

4. The LCD according to claim 2, wherein the light transmission axis of the first polarizer is perpendicular to that of the second polarizer, the first alignment film includes a first alignment region and a second alignment region, 10 the second alignment film includes a third alignment region and a fourth alignment region, the third alignment region and the fourth alignment region correspond to the first alignment region and the second alignment region, respectively, wherein the rubbing direction of the first alignment region is parallel or perpendicular to the light transmission axis of the first polarizer, the 15 rubbing directions of the second alignment region and the third alignment region are opposite to that of the first alignment region, the rubbing direction of the fourth alignment region are opposite to that of the second alignment region.

5. The LCD according to claim 2, the light transmission axis of the first 20 polarizer being perpendicular to that of the second polarizer, the rubbing direction of the first alignment film being parallel or perpendicular to the light

transmission axis of the first polarizer, the rubbing direction of the first alignment film being opposite to that of the second alignment film, wherein the LCD further comprises:

a second viewing-angle-adjusting device disposed between the first polarizer and the LCD panel, wherein the second viewing-angle-adjusting device comprises:

a third substrate;

a third electrode disposed on the third substrate;

a third alignment film disposed on the third electrode;

a second liquid crystal layer disposed on the third alignment film;

a fourth alignment film disposed on the second liquid crystal layer;

a fourth electrode disposed on the second liquid crystal layer, wherein the fourth alignment film is disposed on the bottom surface of the fourth electrode; and

a fourth substrate disposed on the second liquid crystal layer, wherein the second liquid crystal layer is sealed between the third substrate and the fourth substrate, the fourth electrode is disposed on the bottom surface of the fourth substrate.

6. The LCD according to claim 2, the light transmission axis of the first polarizer being perpendicular to that of the second polarizer, the rubbing direction of the first alignment film being parallel or perpendicular to the light transmission axis of the first polarizer, the rubbing direction of the first

alignment film being opposite to that of the second alignment film, wherein the LCD further comprises:

a second viewing-angle-adjusting device disposed between the second polarizer and the LCD panel, wherein the second viewing-angle-adjusting

5 device comprises:

a third substrate;

a third electrode disposed on the third substrate;

a third alignment film disposed on the third electrode;

a second liquid crystal layer disposed on the third alignment film;

10 a fourth alignment film disposed on the second liquid crystal layer;

a fourth electrode disposed on the second liquid crystal layer, wherein the fourth alignment film is disposed on the bottom surface of the fourth electrode; and

15 a fourth substrate disposed on the second liquid crystal layer, wherein the second liquid crystal layer is sealed between the third substrate and the fourth substrate, and the fourth electrode is disposed on the bottom surface of the fourth substrate.

7. The LCD according to claim 1, wherein the LCD panel is disposed
20 between the second polarizer and the first viewing-angle-adjusting device.

8. The LCD according to claim 7, further comprising:

a first compensation film disposed between the first polarizer and the first viewing-angle-adjusting device; and

a second compensation film disposed between the second polarizer and the LCD panel.

9. The LCD according to claim 7, wherein the light transmission axis of the first polarizer is perpendicular to that of the second polarizer, the first alignment film includes a first alignment region and a second alignment region, the second alignment film includes a third alignment region and a fourth alignment region, the third alignment region and the fourth alignment region correspond to the first alignment region and the second alignment region, respectively, wherein the rubbing direction of the first alignment region is parallel or perpendicular to the light transmission axis of the first polarizer, the rubbing directions of the second alignment region and the third alignment region are opposite to that of the first alignment region, and the rubbing direction of the fourth alignment region are opposite to that of the second alignment region.

10. The LCD according to claim 7, the light transmission axis of the first polarizer being perpendicular to that of the second polarizer, the rubbing direction of the first alignment film being parallel or perpendicular to the light transmission axis of the first polarizer, the rubbing direction of the first alignment film being opposite to that of the second alignment film, wherein the LCD further comprises:

a second viewing-angle-adjusting device disposed between the first polarizer and the first viewing-angle-adjusting device, wherein the second viewing-angle-adjusting device comprises:

a third substrate;

a third electrode disposed on the third substrate;

a third alignment film disposed on the third electrode;

a second liquid crystal layer disposed on the third alignment film;

5 a fourth alignment film disposed on the second liquid crystal layer;

a fourth electrode disposed on the second liquid crystal layer, wherein the fourth alignment film is disposed on the bottom surface of the fourth electrode; and

10 a fourth substrate disposed on the second liquid crystal layer, wherein the second liquid crystal layer is sealed between the third substrate and the fourth substrate, and the fourth electrode is disposed on the bottom surface of the fourth substrate.

11. The LCD according to claim 1, wherein the light transmission axis of the first polarizer is perpendicular to that of the second polarizer, the rubbing direction of the first alignment film is parallel or perpendicular to the light transmission axis of the first polarizer, and the rubbing direction of the first alignment film is opposite to that of the second alignment film.

12. The LCD according to claim 1, wherein the first viewing-angle-adjusting device further comprises:

20 a first isolation layer having a first aperture disposed on the first substrate, wherein the first electrode is disposed in the first aperture; and

a second isolation layer having a second aperture disposed on the bottom surface of the second substrate, wherein the second aperture corresponds to the first aperture, and the second electrode is disposed in the second aperture.

- 5 13. The LCD according to claim 12, wherein the first viewing-angle-adjusting device further comprises:

a plurality of scan lines and a plurality of data lines disposed on the first substrate, wherein the scan lines and the data lines define a pixel array having a plurality of pixels, part of the pixels form a predetermined pixel zone;

- 10 a plurality of thin film transistors (TFTs) disposed on the first substrate, wherein each of the TFTs is positioned in the corresponding pixel and electrically connected to the corresponding scan line and the corresponding data line;

- 15 a scan driving circuit electrically connected to the TFTs via the scan lines; and

a data driving circuit electrically connected to the TFTs via the data lines; and

- 20 wherein the first electrode includes a plurality of pixel electrodes, each of the pixel electrodes is positioned in the corresponding pixel and electrically connected to the corresponding TFT.

14. The LCD according to claim 1, wherein the first viewing-angle-adjusting device further comprises:

a plurality of scan lines and a plurality of data lines disposed on the first substrate, wherein the scan lines and the data lines define a pixel array

5 having a plurality of pixels, part of the pixels form a predetermined pixel zone;

a plurality of thin film transistors (TFTs) disposed on the first substrate, wherein each of the TFTs is positioned in the corresponding pixel and electrically connected to the corresponding scan line and the corresponding data line;

10 a scan driving circuit electrically connected to the TFTs via the scan lines;

a data driving circuit electrically connected to the TFTs via the data lines; and

wherein the first electrode includes a plurality of pixel electrodes, each
15 of the pixel electrodes is positioned in the corresponding pixel and electrically connected to the corresponding TFT.

15. A method of driving an LCD including a viewing-angle-adjusting device having a saturation voltage of the liquid crystal (V_{sat}), comprising:

generating a first voltage difference to execute a wide-viewing-angle

mode according to a wide-viewing-angle-mode signal, wherein the first voltage difference substantially equals to 0 or is larger than V_{sat} , and

generating a second voltage difference to execute a narrow-viewing-angle mode according to a narrow-viewing-angle-mode signal, wherein the second voltage difference is substantially larger than $0.5 V_{\text{sat}}$, but smaller than $0.8 V_{\text{sat}}$.

16. The method according to claim 15, wherein the second voltage difference substantially equals to $0.7 V_{\text{sat}}$.

17. The method according to claim 15, further comprising:

generating a third voltage difference which substantially equals to 0 or is larger than V_{sat} to execute the wide-viewing-angle mode according to the wide-viewing-angle-mode signal.

18. The method according to claim 15, further comprising:

generating a third voltage difference which substantially equals to 0 or is larger than V_{sat} to execute the narrow-viewing-angle mode according to the narrow-viewing-angle-mode signal.

19. The method according to claim 15, further comprising:

generating a third voltage difference which is substantially larger than $0.5V_{\text{sat}}$, but smaller than $0.8V_{\text{sat}}$ to execute the narrow-viewing-angle mode

according to the narrow-viewing-angle-mode signal.

20. The method according to claim 19, wherein the third voltage difference substantially equals to $0.7 V_{\text{sat}}$.

[以下余白]

1. ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

An LCD includes a backlight module, two polarizers, an LCD panel and a viewing-angle-adjustable device. The polarizers are disposed over the backlight module. The LCD panel and the first viewing-angle-adjusting device are disposed between the polarizers. The viewing-angle-adjusting device comprises a first substrate, a first electrode, a liquid crystal layer, a second electrode and a second substrate. The first electrode is disposed on the first substrate. The liquid crystal layer is disposed on the first electrode. The second electrode and the second substrate are disposed on the liquid crystal layer. The first liquid crystal layer is sealed between the first substrate and the second substrate. The second electrode is disposed on the bottom surface of the second substrate.

15

2. REPRESENTATIVE DRAWING

FIG 2

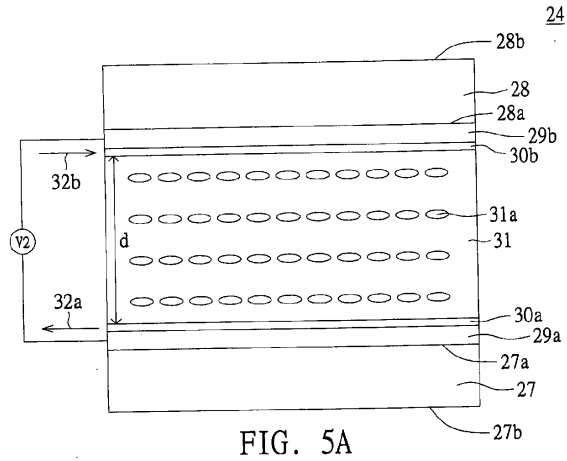


FIG. 5A

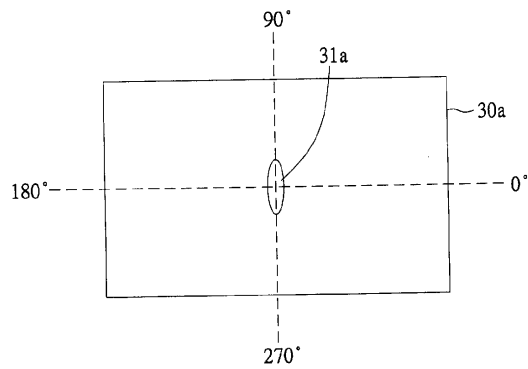


FIG. 5B

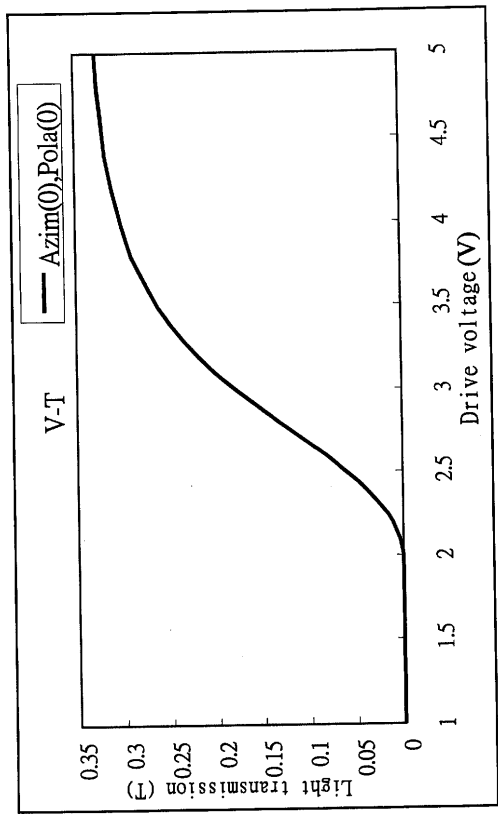


FIG. 7A

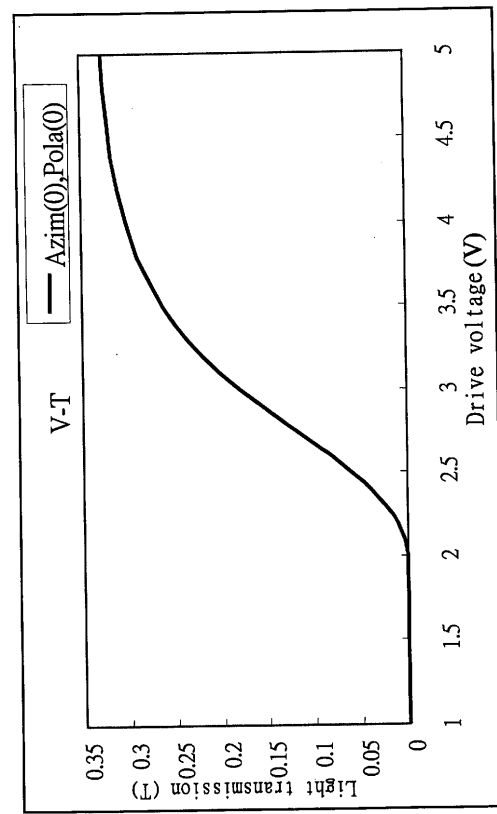


FIG. 7B

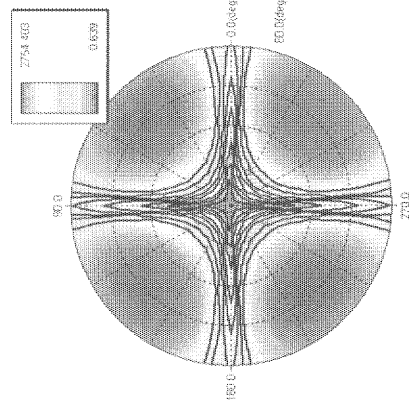


FIG. 6A

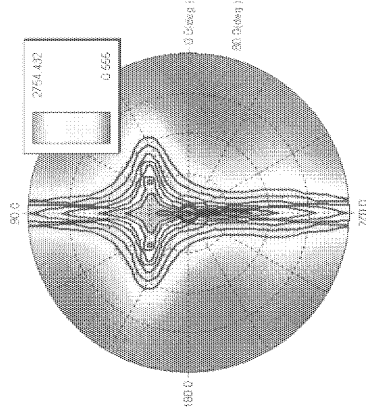


FIG. 6B

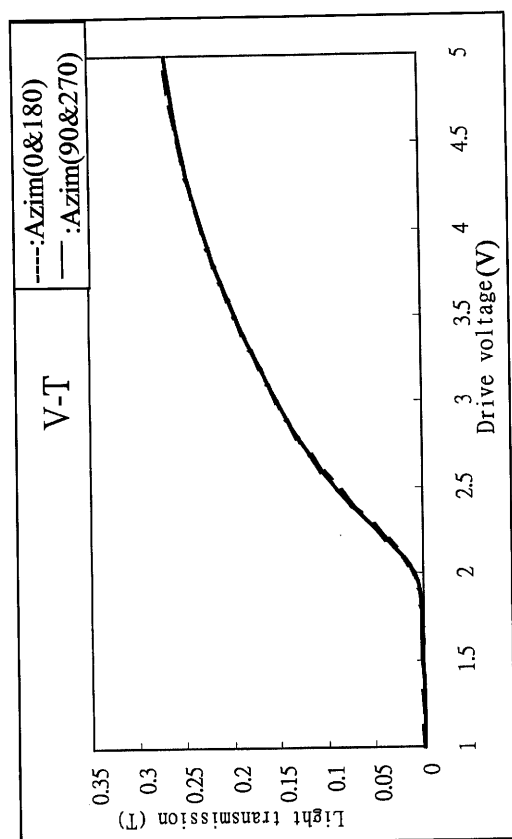


FIG. 8A

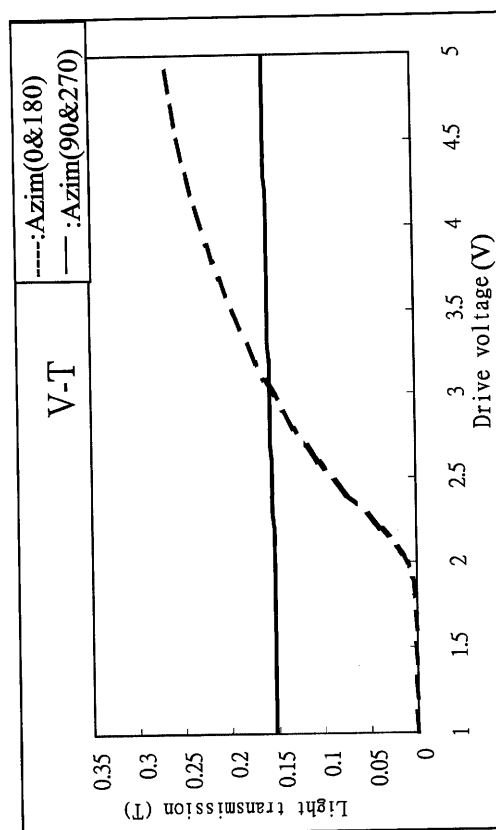


FIG. 8B

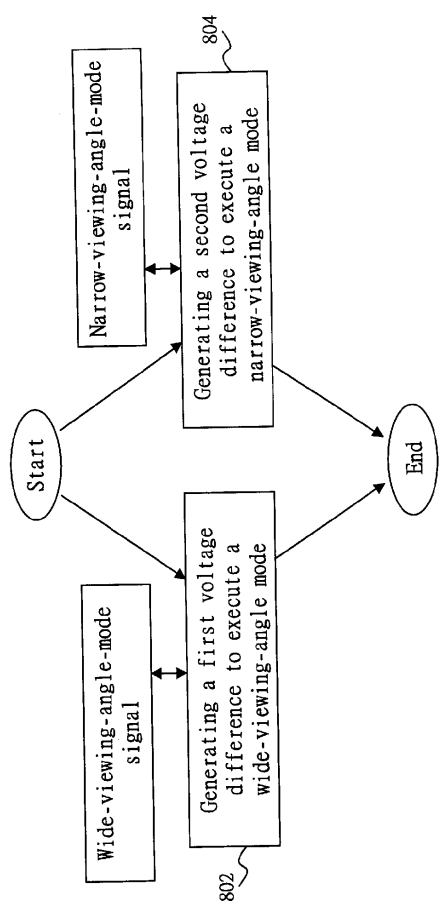


FIG. 8C

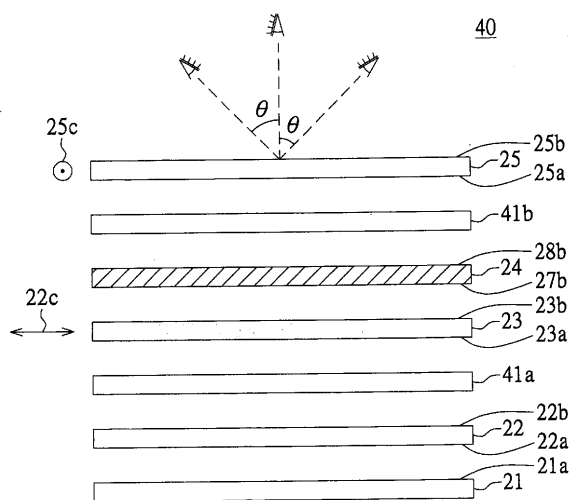


FIG. 9

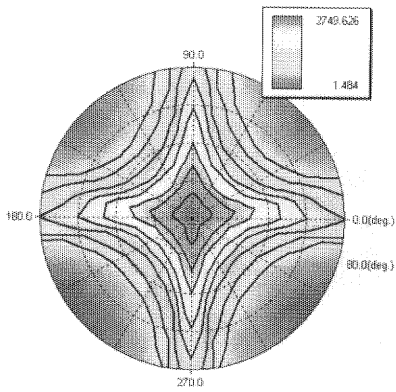


FIG. 10A

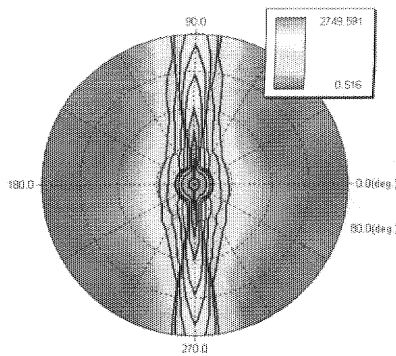


FIG. 10B

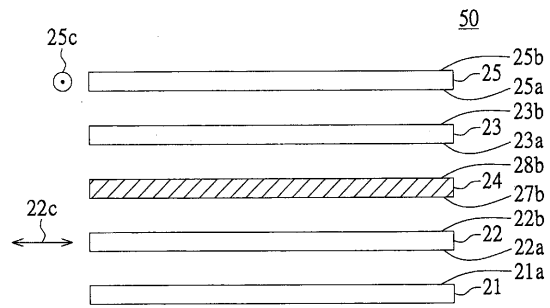


FIG. 11

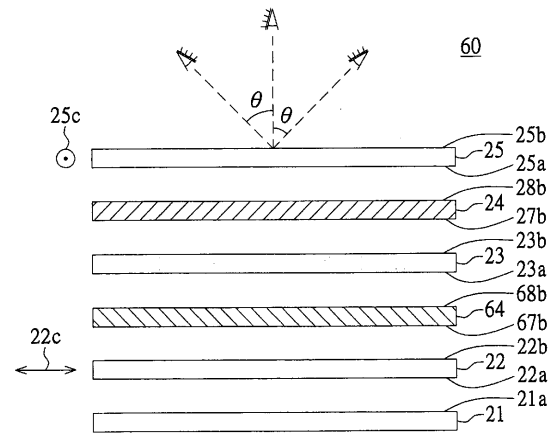


FIG. 12

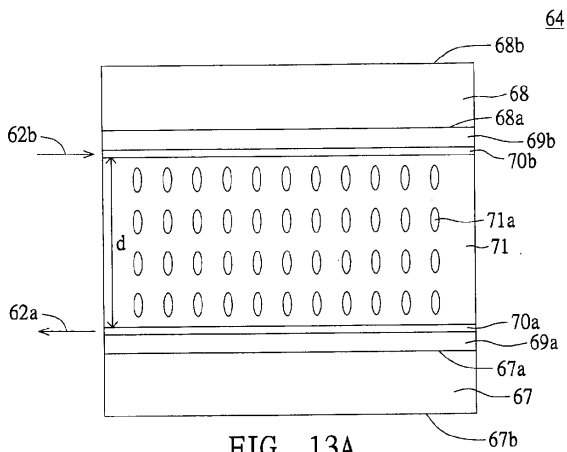


FIG. 13A

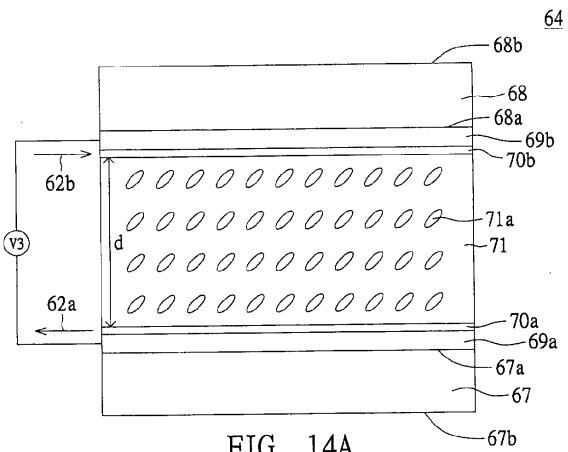


FIG. 14A

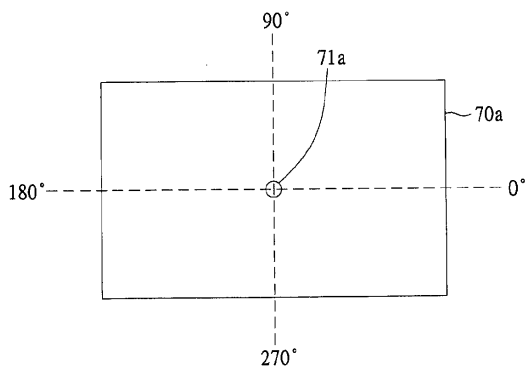


FIG. 13B

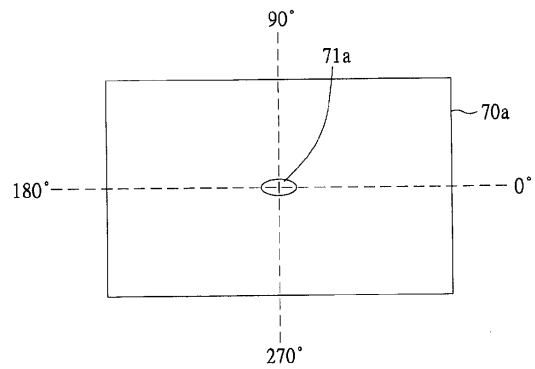


FIG. 14B

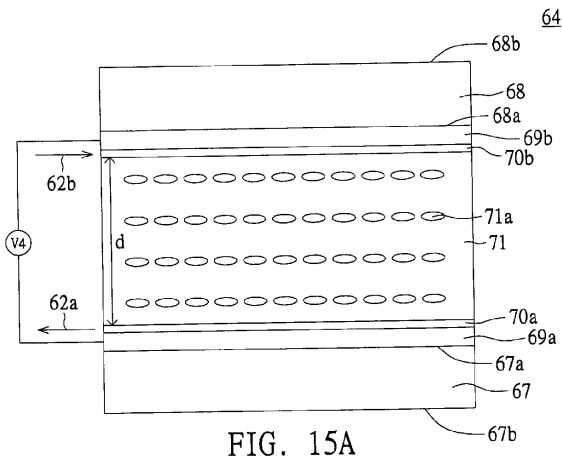


FIG. 15A

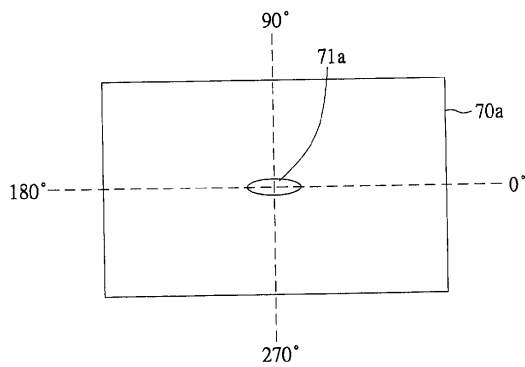


FIG. 15B

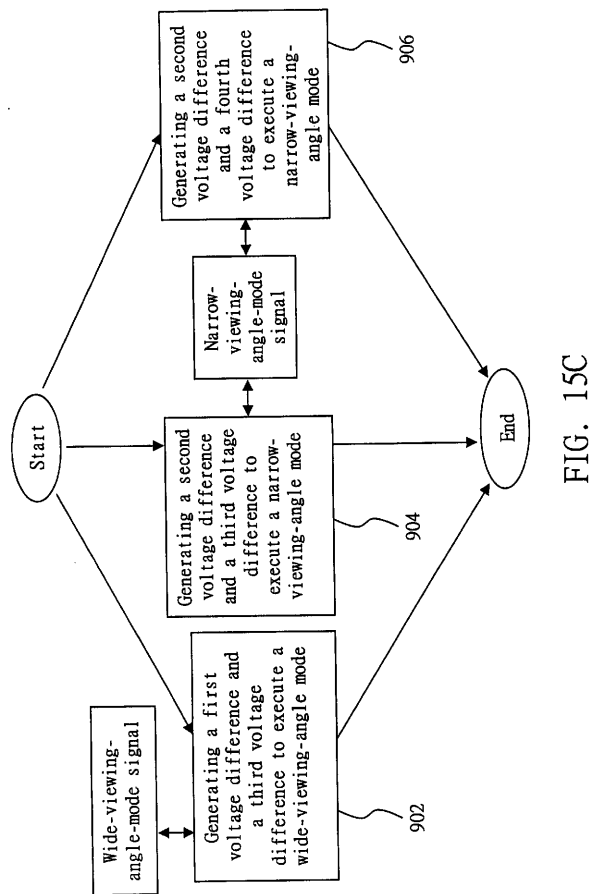


FIG. 15C

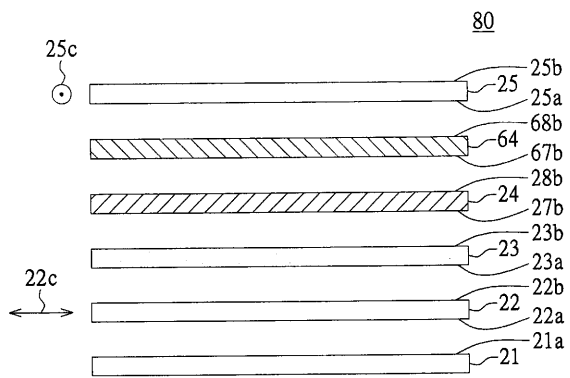


FIG. 16

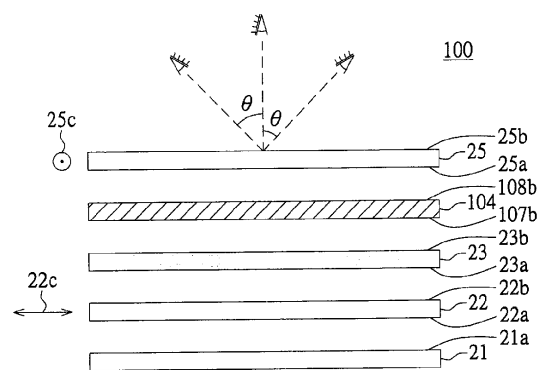


FIG. 18

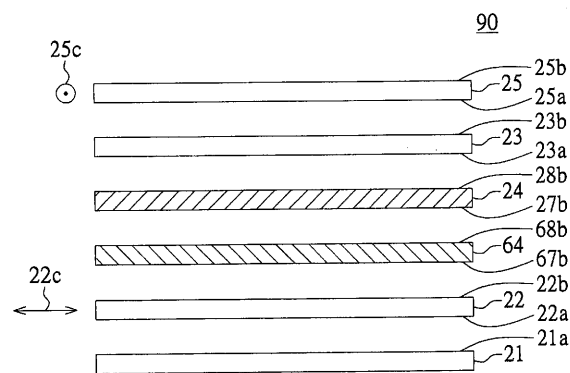


FIG. 17

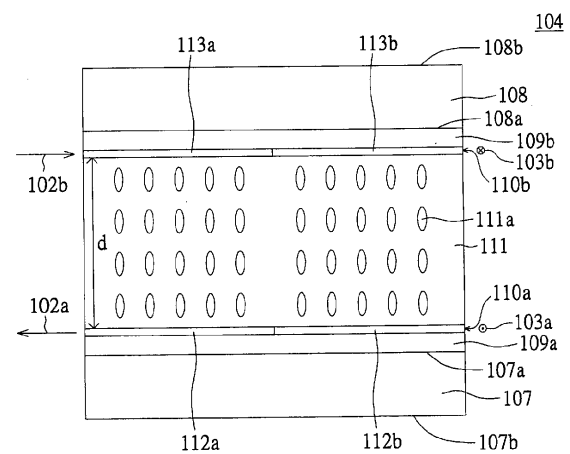


FIG. 19A

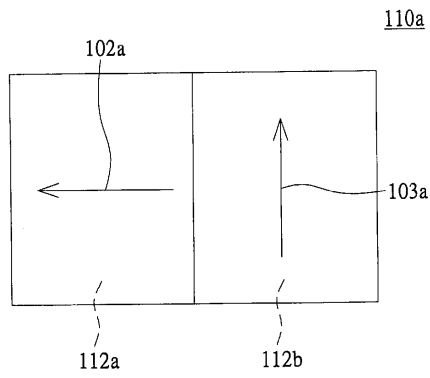


FIG. 19B

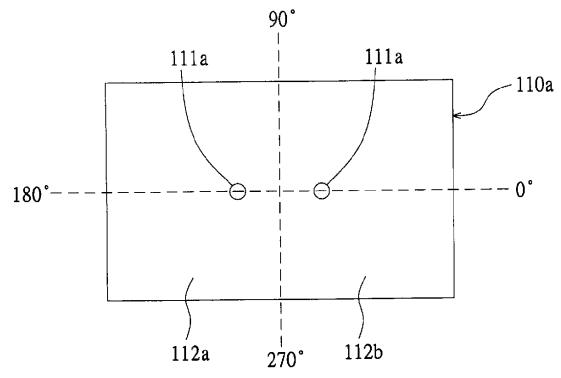


FIG. 19D

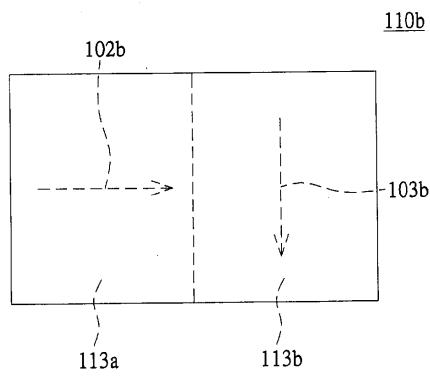


FIG. 19C

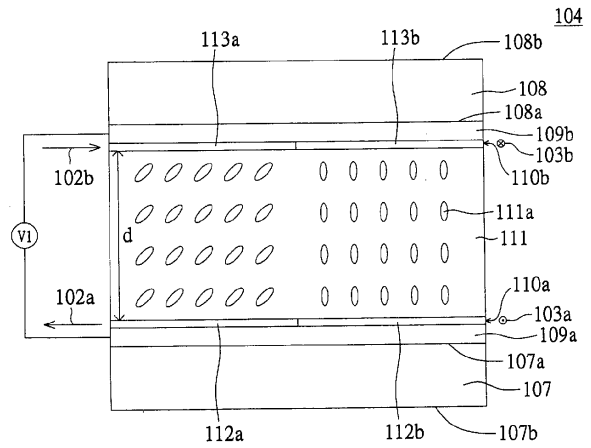


FIG. 20A

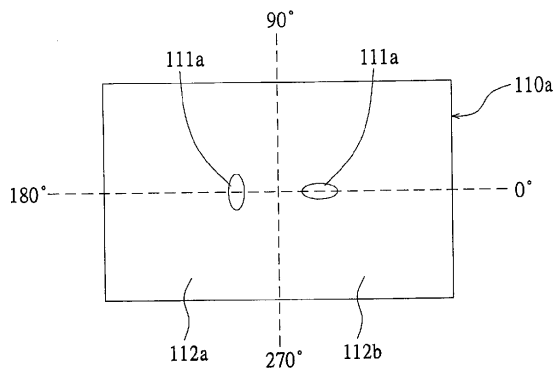


FIG. 20B

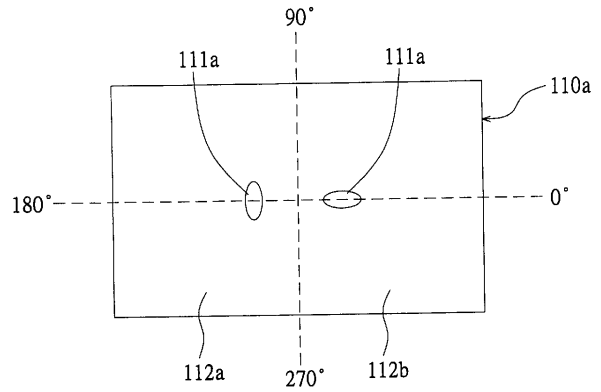


FIG. 21B

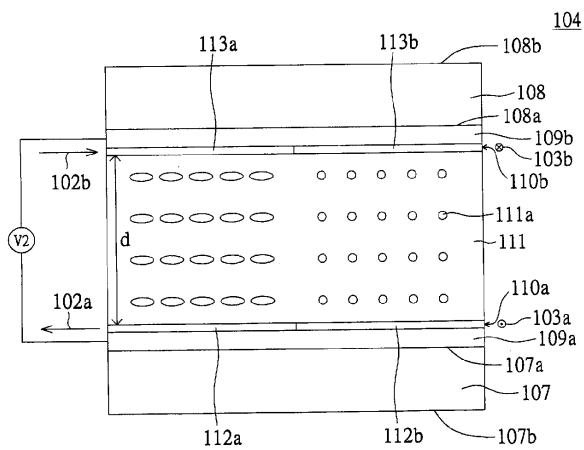


FIG. 21A

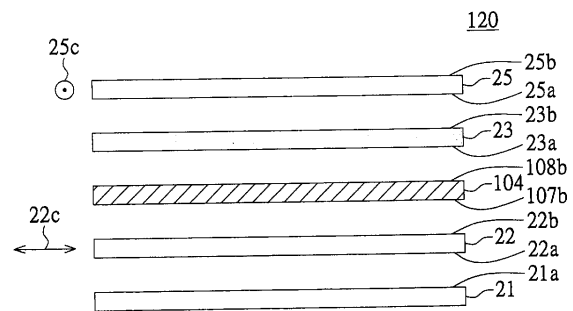


FIG. 22

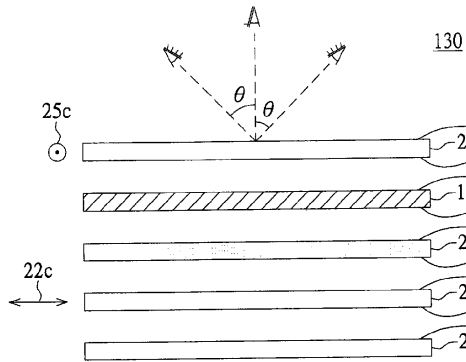


FIG. 23

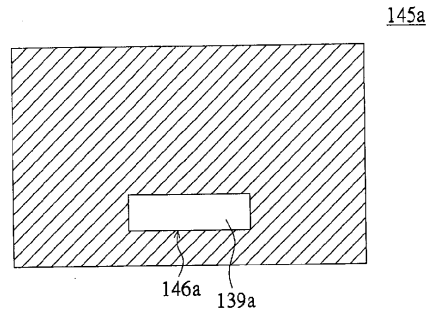


FIG. 24B

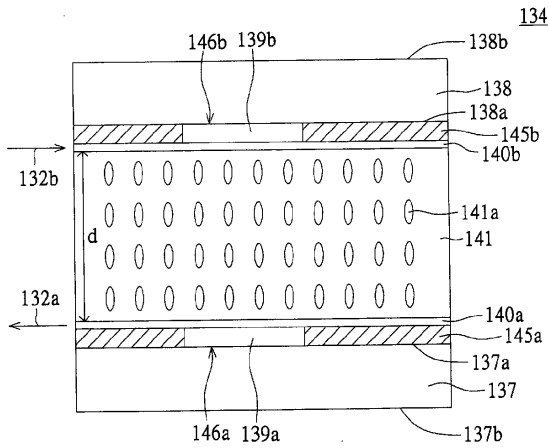


FIG. 24A

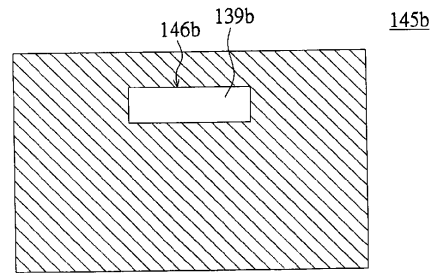


FIG. 24C

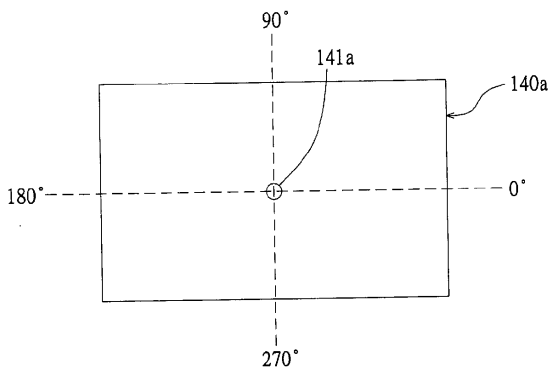


FIG. 24D

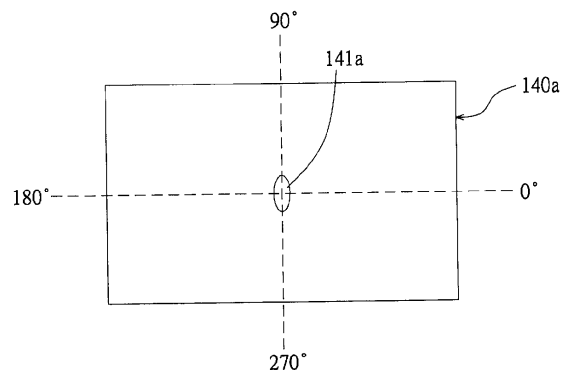


FIG. 25B

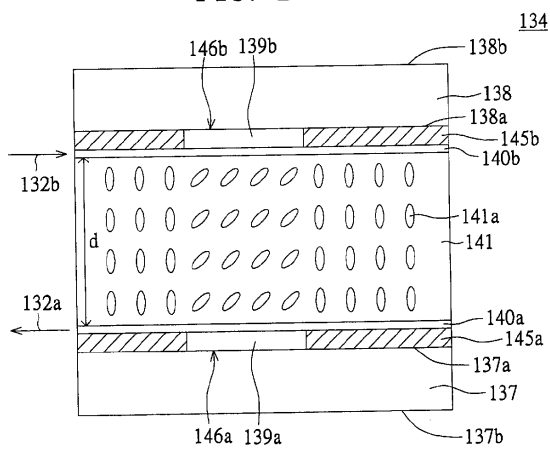


FIG. 25A

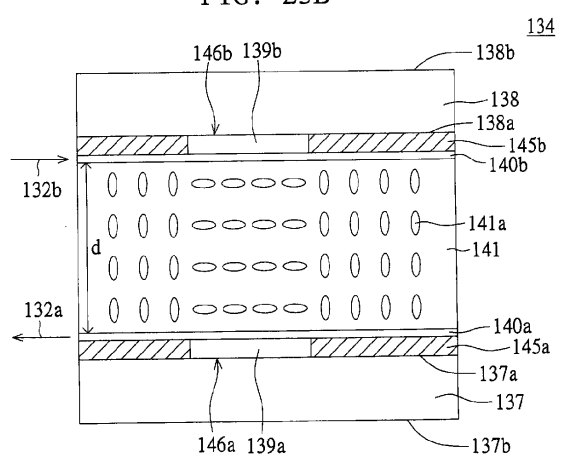


FIG. 26A

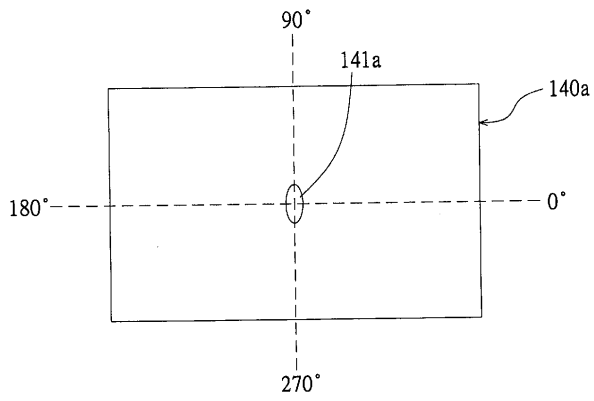


FIG. 26B

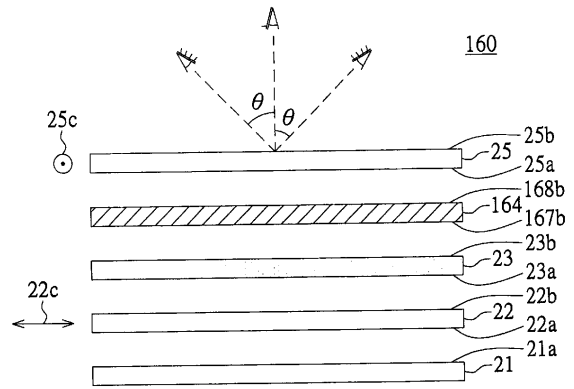


FIG. 28

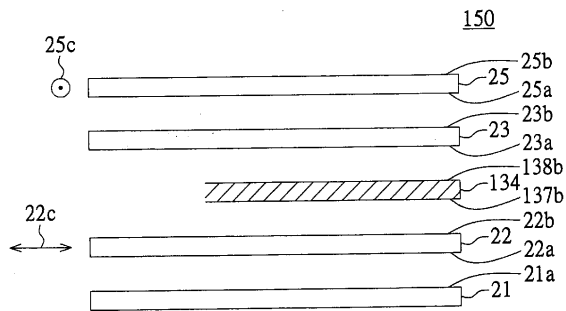


FIG. 27

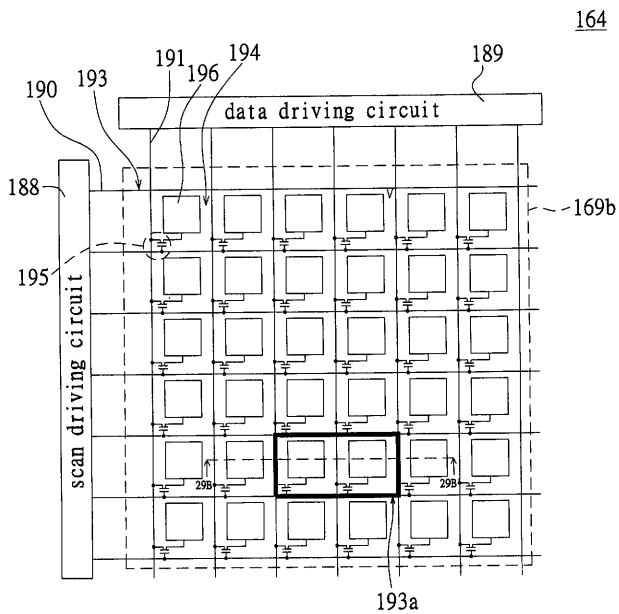


FIG. 29A

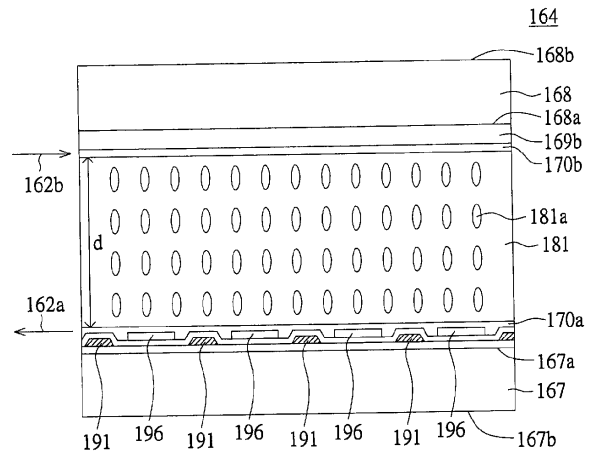


FIG. 29B

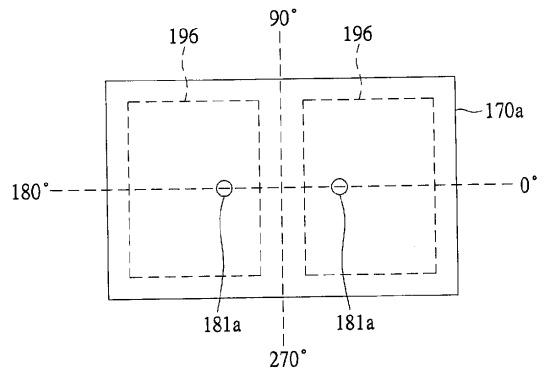


FIG. 29C

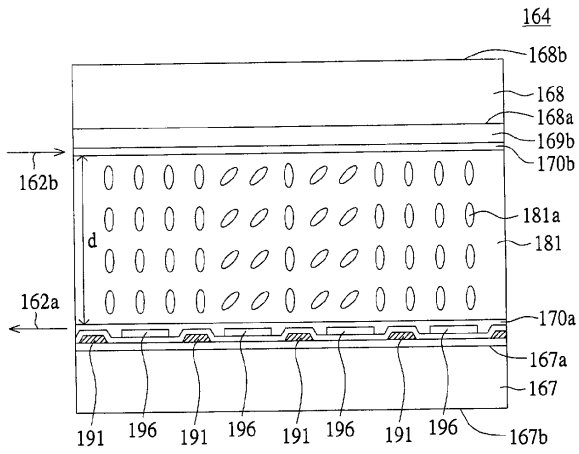


FIG. 30A

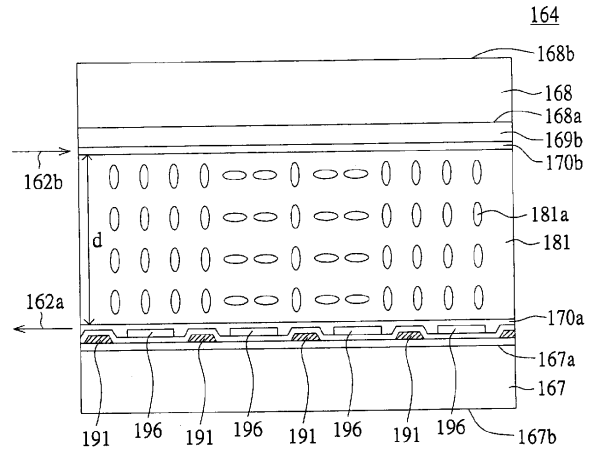


FIG. 31A

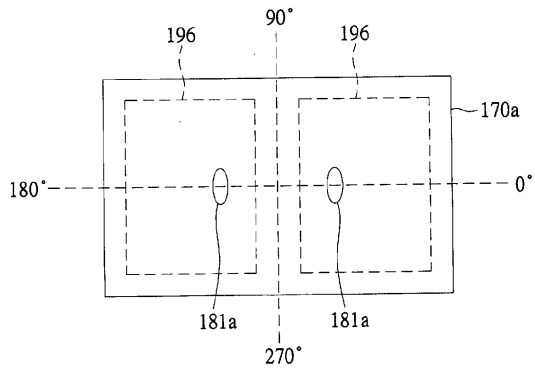


FIG. 30B

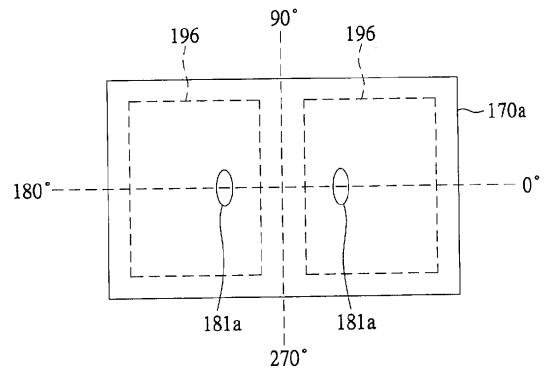


FIG. 31B

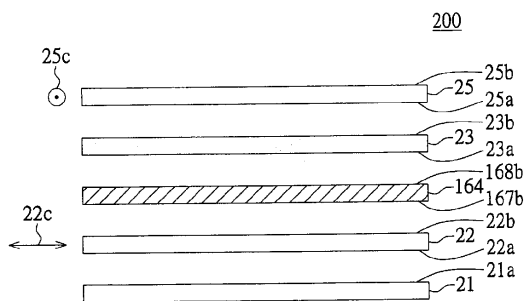


FIG. 32

专利名称(译)	可调节视角液晶显示器		
公开(公告)号	JP2006011451A	公开(公告)日	2006-01-12
申请号	JP2005185534	申请日	2005-06-24
[标]申请(专利权)人(译)	友达光电股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	友达光电股▼ふん▲有限公司		
[标]发明人	メンチャンツアイ チーミンチャン		
发明人	メン-チャン・ツアイ チー-ミン・チャン		
IPC分类号	G02F1/1347		
FI分类号	G02F1/1347		
F-TERM分类号	2H089/HA04 2H089/HA06 2H089/HA22 2H089/QA16 2H089/TA17 2H089/TA19 2H189/AA21 2H189/AA24 2H189/AA31 2H189/AA32 2H189/CA36 2H189/HA16 2H189/JA10 2H189/JA29 2H189/JA33 2H189/LA05 2H189/LA10 2H189/LA16 2H189/LA17 2H189/LA20 2H189/NA07		
代理人(译)	渡边 隆 村山彦		
优先权	093118355 2004-06-24 TW 093140682 2004-12-24 TW		
其他公开文献	JP4649278B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

LCD，包括背光模块，两个偏振器，LCD面板和视角调节装置。偏光器设置在背光模块上。LCD面板和第一视角调节装置布置在多个偏振器之间。视角调节装置包括第一基板，第一电极，液晶层，第二电极和第二基板。第一电极设置在第一基板上。液晶层设置在第一电极上。第二电极和第二基板布置在液晶层上。第一液晶层密封在第一基板和第二基板之间。第二电极布置在第二基板的底表面上。[选择图]图2

