

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002 - 90764

(P2002 - 90764A)

(43)公開日 平成14年3月27日 (2002.3.27)

(51) Int. Cl ⁷	識別記号	F I	テ-マコード (参考)
G 0 2 F 1/1343		G 0 2 F 1/1343	2 H 0 9 0
	1/13363		2 H 0 9 1
	1/1337		2 H 0 9 2

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 27数)

(21)出願番号 特願2000 - 276359(P2000 - 276359)
 (22)出願日 平成12年9月12日(2000.9.12)

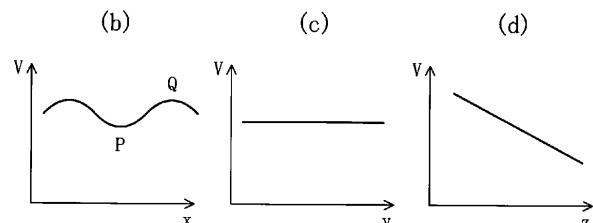
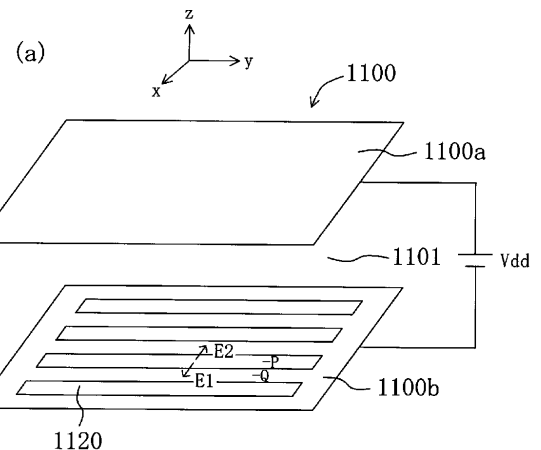
(71)出願人 000005049
 シャープ株式会社
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
 (72)発明者 下敷領 文一
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
 (72)発明者 渡邊 啓三
 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
 (74)代理人 100077931
 弁理士 前田 弘 (外 2 名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】 視角特性に優れた液晶表示装置を提供する。
 【解決手段】 正の誘電異方性を有する液晶分子を含む水平配向型の液晶層を備える液晶セルと、液晶セルの外側に設けられた一対の偏光板および少なくとも1つの位相差補償素子とを有し、ノーマリー・ブラックモードで表示を行う。液晶層を挟持するように設けられた一対の電極は、電圧印加時に、液晶層の層面に平行な横電界成分を生成し、液晶層の厚さ方向における中央付近の液晶分子の配向方向の方位角で規定される配向軸方向が、横電界成分によって変化する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 一对の基板と、前記一对の基板の間に設けられ、正の誘電異方性を有する液晶分子を含む水平配向型の液晶層とを備え、前記液晶層を介して互いに対向する一对の電極でそれぞれが規定される複数の絵素を有する液晶セルと、前記液晶セルの外側に設けられた一对の偏光板および少なくとも 1 つの位相差補償素子とを有し、前記一对の偏光板および前記少なくとも 1 つの位相差補償素子は、前記液晶層に電界が印加されたときの表示輝度 10 に比べ、前記液晶層に電界が印加されていないときの表示輝度が低くなるように配置されている液晶表示装置であって、前記一对の電極は、電圧印加時に、前記液晶層の層面に平行な横電界成分を生成し、前記液晶層の厚さ方向における中央付近の液晶分子の配向方向の方位角で規定される配向軸方向が、前記横電界成分によって変化する、液晶表示装置。

【請求項 2】 前記一对の偏光板は、偏光軸が互いに直交するように配置されている、請求項 1 に記載の液晶表示装置。 20

【請求項 3】 前記液晶層は、ホモジニアス配向型液晶層である、請求項 1 または 2 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】 電圧印加時における前記液晶層の前記液晶分子の配向方向の方位角方向は、前記液晶層の厚さ方向の位置によって異なる、請求項 3 に記載の液晶表示装置。

【請求項 5】 前記液晶層は、前記複数の絵素のそれぞれ内に、前記配向軸方向が互いに異なる複数のドメインを有する、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の液晶表示装置。 30

【請求項 6】 前記複数のドメインは、前記配向軸方向が互いに 180° 異なるドメインを含む、請求項 5 に記載の液晶表示装置。

【請求項 7】 前記一对の電極は、電圧印加時に、互いに異なる複数の方向の横電界成分を生成する、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 8】 前記複数の方向の横電界成分は、互いに 180° 異なる方向の横電界成分を含む、請求項 7 に記載の液晶表示装置。 40

【請求項 9】 前記液晶層は、前記複数の絵素のそれぞれ内に、電圧印加時に配向軸方向が互いに異なる方向に変化する複数の領域を有し、前記複数の領域は、互いに等しい面積を有し、且つ、対称に配置されている、請求項 5 から 8 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 10】 前記一对の電極が生成する横電界成分の方向は、前記液晶層の電圧無印加時の配向軸方向に対して、 $60^\circ \sim 90^\circ$ の角をなす、請求項 1 から 9 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 11】 前記一对の電極のうちの少なくとも一 50

方は、開口部を有する導電層から形成されており、それによって、前記横電界成分が生成される請求項 1 から 10 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 12】 電圧無印加時の前記液晶層の、層法線方向から傾斜した方向から入射する光に対するリタレーションを補償するさらなる位相差補償素子を有する、請求項 1 から 11 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は液晶表示装置に関し、特に水平配向型液晶層を備える液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置（「LCD」と略すこともある。）は、薄型、軽量、低消費電力などの優れた特長を有する平面表示装置である。しかしながら、一般に広く用いられているTN（Twisted Nematic）型のLCDは、表示品位が観察する方向（視角）に依存して変化するという問題、すなわち視角特性に問題があった。とりわけ、液晶セルの液晶層の厚さ方向における中央付近の液晶分子の配向方向の方位角（液晶層の層面内における液晶分子長軸の方向）で規定される配向軸方向（「液晶セルの中間層の配向軸方向」とも言う。）に沿って視角を変化させた場合、表示特性の変化が著しかった。具体的には液晶セルの中間層の配向軸方向に沿って観察する角度を変化させると、表示特性（例えばコントラスト比）が正面（表示面法線方向）を中心にして非対称となる。さらに、中間階調表示においては、表示輝度（階調）の反転現象が生じるという問題もあった。中間階調を表示した状態で、液晶セルの中間層の配向軸方向に沿って一方に（例えば上側に）視角方向を表示面法線方向（視角 = 0° ）から傾けると（すなわち、視角を 0° から増加させると）、表示輝度が一旦上昇し、その後ある角度を超えると逆に低下する。液晶セルの中間層の配向軸方向に沿って上記とは逆方向に（例えば下側に）視角方向を傾けると、表示輝度が一旦低下し、その後ある角度を超えると逆に上昇する。

【0003】このTN型LCDの視角特性を改善するための技術が開発されている。例えば、特開平7-43719号公報は、液晶層に電界を印加する一对の電極の内の少なくとも一方に、基板上に投影した液晶分子の平均的な配向方向（液晶セルの中間層の配向軸方向と略同一方向）に対して長辺方向が平行なスリットを設けたノーマリー・ホワイトモードの電気光学特性を有する液晶表示装置を開示している。この構成によって絵素内の液晶層に斜め電界が生成され、その結果、液晶分子の立ち上がり方向が異なる複数の領域が一絵素内に形成されるので、視角特性が改善される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、本発明

者が検討したところによると、特開平7-43719号公報に開示された技術は、液晶セルの中間層の配向軸方向に沿った視角の変化に伴う輝度の変化を緩やかにする点では一定の効果を持っているものの、正面を中心とした表示特性の非対称性および反転現象が発生するという問題を解決するには至っていない。さらに、正面方向から見た表示のコントラスト比が、従来のTN型LCDよりも低いという問題がある。

【0005】本発明は上記問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、視角特性に優れた液晶表示装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶表示装置は、一对の基板と、前記一对の基板の間に設けられ、正の誘電異方性を有する液晶分子を含む水平配向型の液晶層とを備え、前記液晶層を介して互いに対向する一对の電極でそれぞれが規定される複数の絵素を有する液晶セルと、前記液晶セルの外側に設けられた一对の偏光板および少なくとも1つの位相差補償素子とを有し、前記一对の偏光板および前記少なくとも1つの位相差補償素子は、前記液晶層に電界が印加されたときの透過率に比べ、前記液晶層に電界が印加されていないときの透過率が低くなるように配置されているノーマリー・ブラックモードの電気光学特性を有する液晶表示装置であって、前記一对の電極は、電圧印加時に、前記液晶層の層面に平行な横電界成分を生成し、前記液晶層の厚さ方向における中央付近の液晶分子の配向方向の方位角で規定される配向軸方向が、前記横電界成分によって変化し、そのことによって上記目的が達成される。

【0007】前記一对の偏光板は、偏光軸が互いに直交するように配置されている構成としてもよい。

【0008】前記液晶層は、ホモジニアス配向型液晶層であってもよく、このとき、電圧印加時における前記液晶層の前記液晶分子の配向方向の方位角方向は、前記液晶層の厚さ方向の位置によって異なることが好ましい。

【0009】前記液晶層は、前記複数の絵素のそれぞれ内に、前記配向軸方向が互いに異なる複数のドメインを有することが好ましい。

【0010】前記複数のドメインは、前記配向軸方向が互いに180°異なるドメインを含むことが好ましい。

【0011】前記一对の電極は、電圧印加時に、互いに異なる複数の方向の横電界成分を生成することが好ましく、このとき、前記複数の方向の横電界成分は、互いに180°異なる方向の横電界成分を含むことが好ましい。

【0012】前記液晶層は、前記複数の絵素のそれぞれ内に、電圧印加時に配向軸方向が互いに異なる方向に変化する複数の領域を有し、前記複数の領域は、互いに等しい面積を有し、且つ、対称に配置されていることが好ましい。

【0013】前記一对の電極が生成する横電界成分の方向は、前記液晶層の電圧無印加時の配向軸方向に対して、60°～90°の角をなすことが好ましい。

【0014】前記一对の電極のうちの少なくとも一方は、開口部を有する導電層から形成されており、それによって、前記横電界成分が生成される構成としてもよい。

【0015】電圧無印加時の前記液晶層の、層法線方向から傾斜した方向から入射する光に対するリタデーションを補償するさらなる位相差補償素子を有することが好ましい。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明による実施形態の液晶表示装置の構成と動作原理を説明する。

【0017】本発明の液晶表示装置は、一对の基板の間に設けられ、正の誘電異方性を有する液晶分子を含む水平配向型の液晶層を備える液晶セルを有する。水平配向型の液晶層とは、電圧無印加時に、液晶分子がその分子長軸を基板面（典型的には配向膜が設けられている）に対してほぼ平行（小さなプレチルト角は有するが）に配向している液晶層を指す。具体的には、TN配向の液晶層や、配向膜にアンチパラレルラビング処理を施したホモジニアス配向型液晶層を含む。この液晶層を介して互いに対向するように配置された一对の電極によって印加される電界に応じて、液晶層の液晶分子が配向方向を変化し、液晶層を通過する光を変調する（偏光状態を変化させる）。一对の電極は、液晶セルの絵素を規定する。本願明細書においては、表示の最小単位である「絵素」に対応する液晶セルの領域も、簡単のために「絵素」と呼ぶことにする。絵素は、例えば、アクティブマトリクス型LCDにおける絵素電極とそれに対向する対向電極によって規定され、単純マトリクス型LCDにおいては、ストライプ状の列電極（信号電極）と行電極（走査電極）との交差部によって規定される。

【0018】液晶セルの外側に設けられた一对の偏光板および少なくとも1つの位相差補償素子は、液晶層に電界が印加されたときの透過率に比べ、液晶層に電界が印加されていないときの透過率が低くなるように配置されている。例えば、偏光板は液晶セルを介して偏光軸が互いに直交するように配置される。本発明の液晶表示装置は、いわゆるノーマリー・ブラックモード（以下、「NBモード」と称する。）で表示を行う。後に、詳述するように、正の誘電異方性を有する水平配向型液晶層を用いてNBモードの表示を行う構成においては、位相差補償板を用いて、黒表示状態のリタデーションを広い視角方向に対して効果的に補償することができる。すなわち、広い視角範囲において、良好な黒表示を実現することができる。

【0019】上述した、NBモードにおける黒表示の視角依存性を改善する構成を「第1の構成」と称することに

する。

【0020】しかしながら、第1の構成だけでは、電圧印加時（特に中間階調表示）における輝度が視角方向に依存するという問題が残る。本発明の液晶表示装置が有する一対の電極は、電圧印加時に、液晶層の層面に平行な横電界成分を生成し、液晶層の厚さ方向における中央付近の液晶分子の配向方向の方位角で規定される配向軸方向が、横電界成分によって変化するように構成されている。すなわち、電圧印加時（特に中間階調表示）において、その電圧に応じた横電界成分によって液晶分子の配向軸方向が変化する。例えば、液晶層の液晶分子の配向方向の方位角方向は、液晶層の厚さ方向の位置によって異なる。従って、横電界成分によって液晶分子の配向軸方向が変化させられる領域の液晶層の光学的異方性が平均化され、輝度の視角依存性が低減される。この横電界成分による液晶層の光学的異方性の低下作用は、電圧印加時にのみ作用し、電圧無印加時には作用しないので、NBモードにおける黒表示の表示品位は、第1の構成で実現される高い表示品位を低下させることがない。なお、液晶層の厚さ方向における中央付近の液晶分子の配向方向の方位角で規定される配向軸方向を変化させる横電界成分を生成する構成を「第2の構成」と称することにする。

【0021】勿論、液晶層が複数の絵素のそれぞれ内に、配向軸方向が互いに異なる複数のドメインを有する、いわゆるマルチドメイン構造を有することによって、視角特性をさらに改善することができる。複数のドメインは、表示品位の視角依存性を平均化するためには、配向軸方向が互いに180°異なるドメインを含むことが好ましい。特に、配向軸方向が互いに180°異なるドメインを互いに対向するように配置することが好ましい。このように配置することによって、後に説明するように、黒表示状態におけるリタデーションを補償しやすい。

【0022】但し、本発明によると、従来のようにラビング処理や光配向処理等を用いてマルチドメイン構造を形成しなくとも、横電界成分によって、液晶分子の配向軸方向が互いに異なる複数の領域を形成することができる。すなわち、電圧無印加時にモノドメイン構造を有する液晶層を電圧印加時にマルチドメイン構造とすることができる。

【0023】例えば、一対の電極が、電圧印加時に、互いに異なる複数の方向の横電界成分を生成するように構成することによって実現される。表示品位の視角依存性を平均化するためには、複数の方向の横電界成分は、互いに180°異なる方向の横電界成分を含むことが好ましい。さらに、液晶層が、複数の絵素のそれぞれ内に、電圧印加時に配向軸方向が互いに異なる方向に変化する複数の領域を有し、複数の領域は、互いに等しい面積を有し、且つ、対称に配置されている構成とすることによ

って、視角特性をさらに平均化することができる。一対の電極が生成する横電界成分の方向を、液晶層の電圧無印加時の配向軸方向に対して、60°～90°の角をなすように構成することによって、液晶分子の配向を連続的に、かつ対称的に変化させることができるので、好ましい。

【0024】一対の電極間に印加される電圧に応じて液晶分子の配向軸方向を変化させる横電界成分の生成は、例えば、一対の電極の内的一方を開口部を有する導電層から形成することによって実現される。開口部は、典型的には、スリット状（細長い矩形状）である。スリット状の開口部を有する導電層を用いて電極を構成することによって、上記横電界成分が生成され、輝度の視角依存性が改善された液晶表示装置を実現することができる。複数のスリット状開口部を設け、その開口部の配置を種々変更することによって、視角依存性を制御することができる。スリット状開口部の対向する長辺の近傍には、それぞれ互いに180°異なる方向の横電界成分が生成される。スリット状開口部を有する電極に対向する他方の電極は、べた電極（特別な構造のない平坦な電極）であってよい。従って、本発明の液晶表示装置は、一対の電極の内的一方に開口部を形成するだけで得られるので、公知の製造方法を用いて容易に製造できる。勿論、対向する一対の電極のそれぞれに開口部を設けてもよい。

【0025】本発明による液晶表示装置は、上述したように優れた視角特性を有しているが、電圧無印加時の液晶層の、層法線方向から傾斜した方向から入射する光に対するリタデーションを補償するさらなる位相差補償素子を設けることによって、さらに視角特性を改善することができる。

【0026】以下、図面を参照しながら本発明による実施形態の液晶表示装置の構造と動作の詳細を説明する。

【0027】（第1の構成）まず、NBモードにおける黒表示の視角依存性を改善する構成（第1の構成）を説明する。

【0028】図1を参照しながら、本発明のLCD100が備える第1の構成を説明する。本発明の液晶表示装置100が備える、横電界を生成する構成（第2の構成）は後に説明する。図1は、液晶表示装置100の一絵素の構成を模式的に示している。

【0029】LCD100は、液晶層101と、液晶層101に電界を印加する一対の電極100aおよび100bと、液晶層101の両側に配置された一対の位相差補償素子102および103と、さらに、位相差補償素子102および103のそれぞれの外側に設けられた位相差補償素子104および105と、これらの構成要素を挟持し、直交ニコル状態に配置された一対の偏光板106および107を有している。

【0030】なお、液晶層101は一対の基板（不図示）の間に設けられ、この一対の基板の液晶層101側

に、電極100aおよび100bが形成されている。この一对の基板によって外形が規定される構成を液晶セル100Aと呼ぶ。また、液晶層101は、互いに対向するように設けられた一对の基板（例えばガラス基板）間に形成されるので、液晶層101の層面は基板面に平行で、液晶層101の厚さは基板面法線方向において規定される。また、LCD100の表示面はこの基板面に平行となる。

【0031】液晶層101は、水平配向型の液晶層である。ここでは、正の誘電異方性を有するネマチック液晶材料と、ラビング処理された水平配向膜から形成されるホモジニアス配向型液晶層を例示する。さらに、この液晶層101は、視角特性を改善するために、2つのドメイン101aおよび101bに配向分割されている（マルチドメイン構造を有している）。図1中の楕円は液晶分子10を模式的に表している。矢印116aおよび116b（これらをまとめて116とする。）は、ドメイン101aと101bの配向軸方向を表している。配向軸方向116aおよび116bは、互いに180°異なっており、ドメイン101aとドメイン101bは互いに対向するように配置されている。図1の液晶層101は、電圧無印加状態における液晶層を模式的に示している。

【0032】なお、配向軸方向は、液晶層の厚さ方向における中央付近の液晶分子10の配向方向の方位角で規定される方向であり、液晶分子10のプレチルト（基板面に垂直な面内における傾き）を考慮し、液晶分子10が基板面から立ち上がる方向が矢印の先となるように規定される。また、視角特性を説明するために、配向軸方向116（116aおよび116b）に平行な方向を観察者に対する上下方向、これと直交する方向を左右方向とする。

【0033】位相差補償素子102、103、104および105は、いずれも位相差補償フィルム、位相差補償板、あるいは液晶セルなど適切な屈折率異方性を有するものであれば何を用いてもよい。位相差補償素子102および103の矢印108および109は、各位相差補償素子の屈折率楕円体（全て正の一軸性の特性を有する）の最大の屈折率を有する軸（すなわち遅相軸）である。位相差補償素子104および105は、二軸性の位相差補償素子であり、素子面の法線方向に示した矢印110および111は、素子全体で屈折率が最大となる軸であり、素子面内に示した矢印112および113は、素子面内で最大の屈折率を持つ軸である。偏光板105および107中の矢印114および115は、偏光軸（透過軸）を示す。

【0034】ここで、配向軸方向116（116aおよび116b）、遅相軸108および109、面内屈折率が最大となる軸112および113、偏光軸114および115は、いずれも液晶セルの基板面に平行な面内に

ある。また、遅相軸108および109は、いずれも配向軸方向116に略直交している。さらに、面内屈折率が最大となる軸112は偏光軸114と略直交し、面内屈折率が最大となる軸113は偏光軸115と略直交している。偏光軸114と115とは互いに略直交している。また、配向軸方向116と偏光軸115（および114）とが成す角度は略45°である。

【0035】LCD100は、電圧無印加時（液晶分子10が基板面に略平行に配向している状態で）の液晶層101の屈折率異方性に起因するリタデーションを、全ての方向から入射する光に対して相殺するように、位相差補償素子104、102、103および105を用いて位相差補償を行う。すなわち、LCD100の位相差補償素子および液晶セルの光学特性は、全ての視角において、偏光板106を透過した直線偏光の偏光状態と、その直線偏光が位相差補償素子104および102、液晶セル101A、位相差補償素子103をこの順で透過し、位相差補償素子105から出射した後の光の偏光状態とが略同一となるように調整されている。さらに、LCD100の液晶層101は、2分割配向（ドメイン101aおよび101b）を有しているため、配向軸方向（典型的にはラビング方向となる。）に沿って視角を変化させたときの輝度変化の非対称性が改善されている。

【0036】上述したように、LCD100は、電圧無印加時の黒表示状態において、観察方向によらず良好な品位の黒表示を実現し、且つ、配向軸方向（ラビング方向）に沿って斜め方向に視角を変化させた時のコントラスト比の低下も少ない。

【0037】以下に、黒表示状態の表示品位の視角依存性を改善する第1の構成の機能をさらに詳細に説明する。

【0038】本発明のLCDは、水平配向型液晶層を有する。水平配向型液晶層は、正の誘電率異方性を有する液晶材料と、水平配向膜とによって実現される。これらの材料は、信頼性が高く、且つ選択肢が広いという利点を有する。水平配向型液晶層の液晶分子は、例えば、ラビング処理あるいは光配向処理等の積極的な配向処理によって、電圧無印加時に安定な配向状態をとる。

【0039】以下では、視角依存性を改善するために配向分割を用いた例について説明するが、配向分割は必ずしも必要ではない。但し、水平配向型液晶層を用いてNBモードの表示を行う構成においては、後述するように、配向分割を行っても黒表示状態の表示品位の視角依存性を効果的に補償できるという利点が見られる。

【0040】図2(a)、(b)および(c)を参照しながら、配向分割がなされていない絵素の上下および左右方向の輝度変化について説明する。xy面が基板面（表示面）と平行なり、x方向が左右方向、y方向が上下方向となるようにxyz座標系をとる（図1の矢印116はy方向に平行）。

【0041】図2(a)に示した液晶セル200Aは、電極200aと200bとの間に液晶層201を有している。液晶層201は、電極200aと200b上に形成された水平配向膜(ラビング処理されている;不図示)によって配向制御されたホモジニアス配向型液晶層である。電極200aおよび200bは、基板(例えばガラス基板、不図示)に透明導電材料(例えばITO)を用いて形成されている。ここでは、簡単のために、初期配向状態の液晶分子のねじれ角度(ツイスト角度)がゼロのホモジニアス配向型液晶層を例示するが、ねじれ角を0°から90°に設定することもできる。

【0042】液晶層201に適当な電界が印加されると、液晶分子10は、図2中に矢印で示すように、x軸を中心としてzy面内で回転する(立ち上がる)。この状態での上下方向および左右方向に視角を変化させた場合の液晶層201のリタデーション(「Re」と表記する。)の変化をそれぞれ図2(b)および(c)に模式的に示す。

【0043】zx面に平行な面内(左右方向)での視角bを変化させた場合、図2(c)に示したように、液晶層201のリタデーションは、正面(b=0、基板法線方向)を中心に対称な変化をしている。これに対して、zy面に平行な面内(上下方向)での視角aを変化させた場合、液晶層201のリタデーションは、図2(b)に示したように、正面(a=0)を中心に対称な変化をしている。

【0044】ここで、リタデーションの変化は、輝度変化に直接関係していることから、bの変化(左右方向の視角変化)に対して、輝度は対称に変化するのに対して、aの変化(上下方向の視角変化)に対しては、非対称に変化し、かつ変化の程度も著しく大きい。すなわち、aの変化に対するリタデーションの変化を低減することが重要である。

【0045】このaの変化に対する著しいリタデーションの視角依存性は、液晶分子10の光学的異方性に起因している。すなわち、液晶分子10の楕円体の長軸がzx面内に平行で、かつx軸に対して一方向に傾斜しているため、yz面内の一方向に視角を倒していくと、液晶分子10の楕円率は正面から観測した場合より減少していくのに対して、逆方向に視角を倒していくと、液晶分子10の楕円率は増加していく。この様に、液晶分子10が一方向に傾斜しているため、見る方向によってその見え方(屈折率異方性の大きさ)が異なるのである。従って、いずれの方向に視角を倒した場合でも、液晶分子10の楕円率の上述した変化が実質的に平均化されるようにすればよい。すなわち、液晶層201を傾斜方向が互いに180度異なる2つの領域を有するマルチドメイン構造(例えば2分割配向)とすればよい。

【0046】そこで、LCD100では、図3(a)に示すように、一画素を液晶分子10の立ち上がり方向が

互いに180°異なる2つのドメイン101aおよび101bに分割している。各ドメイン101aおよび101bのそれぞれのリタデーションは、aの変化に伴って、図3(b)の曲線AおよびBで示すように変化する。しかしながら、ドメイン101aおよび101bは、典型的には数100μm四方の画素内に混在しているため、人間の眼は、図3(b)中の破線Cで示したように曲線Aと曲線Bとが平均された特性((A+B)/2)を感じるようになる。従って、図1および図3(a)に示したように分割配向することにより、LCD100は、上下方向に対称なリタデーション変化(輝度変化)を実現する。第1の構成は、斜め方向からの観察においても高いコントラスト比を実現する。

【0047】本発明によるLCD100は、電圧無印加状態において黒表示を呈するNBモードのLCDである。

【0048】一般に、LCDは、外部から液晶層に印加される電界により液晶分子の配向状態を変化させ、その結果、液晶層のリタデーションの値を変化させることにより、液晶セル背面に配置した光源からの光の透過率を変化させ、黒、白およびその中間の任意の輝度を得ている。このとき、黒表示を得るために液晶層に印加する電界(すなわち、黒表示を実現する液晶分子の配向状態)は、任意に設定することができる。水平配向膜と正の誘電異方性を有する液晶材料を用いる一般的な液晶表示装置は、電圧無印加時に白表示を行い、印加電圧の増加に伴い表示の輝度が低下するノーマリー・ホワイトモード(以下、「NWモード」と称する。)である。これに対して、本発明では電圧無印加時に黒表示を行い、印加電圧の増加に伴い表示の輝度が増加するNBモードを採用し、黒表示状態にある液晶表示装置を斜め方向から観察した場合の表示輝度の増加を抑制することにより、斜め観察においても高コントラスト比の表示を実現する。

【0049】まず、図4(a)、(b)および(c)を参照しながら、従来のNWモードのLCDの問題を説明する。

【0050】図4(a)に模式的に示した液晶セル300Aは、アンチパラレル処理が施された水平配向膜(不図示)間に設けられた正の誘電異方性を有する液晶材料からなるホモジニアス配向型の液晶層301を有している。図4(a)は、電極300aと300bとの間に、液晶分子10の配向変化が飽和する程度に十分に高い電圧を印加した状態、すなわち黒表示状態を模式的に示している。図4(b)および(c)は、それぞれ上下方向および左右方向に視角を変化した場合の液晶層301のリタデーション変化を示している。

【0051】液晶層301に十分な電界が印加された場合、図4(a)に示したように、液晶層301の厚さ方向の中央付近の液晶分子10は、x軸を回転の軸としてyz面内で回転し、基板表面に対して略垂直に立ち上が

る。水平配向膜の近傍（すなわち電極の近傍）の液晶分子10は水平配向膜のアンカリング効果により立ち上がることができない。その結果、液晶層301のリタレーションは、yz面内における視角aの変化に対して図4(b)に示した曲線のように変化し、zx面内における視角bの変化に対しては、図4(c)に示した曲線のように変化する。ここで、注目すべき点は、図4(b)と図4(c)との曲線では、リタレーションが極小値を取る視角の値が異なる点である。このようなリタレーションの変化を補償し、全てのaおよびbについてリタレーション値を略ゼロにする光学補償素子としては、特開平6-75116号公報に開示されている屈折率の主軸が素子面から傾斜している、傾斜型位相差補償素子を用いることができる。これにより、黒表示状態を斜めから観察することによる輝度の上昇が抑制され、斜め観察においてもコントラスト比の高い表示を得ることができる。

【0052】しかしながら、中間階調表示状態の輝度の視角依存性を対称にするために、前述したようなマルチドメイン構造を採用すると、NWモードにおいては以下に説明するような不具合が生じる。

【0053】図5(a)は、2分割配向された液晶層401を有する液晶セル400Aの黒表示状態（十分な電圧が印加されている状態）を模式的に示している。液晶層401は、液晶分子10の立ち上がり方向が互いに180°異なる2つのドメイン401aおよび401bを有している。

【0054】図5(a)に示したように、液晶分子10のzy面内での回転方向（立ち上がる方向）が、各ドメイン401aと401bとで異なる。従って、中間階調表示状態において十分に立ち上がっていない液晶分子10の立ち上がり方向は互いに異なる。

【0055】ドメイン401aおよび401bのリタレーションは、zx面内における視角bの変化に対しては、図5(c)に示したように、ドメイン401aおよび401bともに略同一で、 $b=0$ （正面）でリタレーションが極小値となる曲線C1で表される。これに対し、zy面内での視角aの変化に対しては、ドメイン401aおよび401bのリタレーションは、それぞれ図5(b)の曲線A1およびB1で示すように、それぞれのドメイン401aおよび401bのリタレーションが極小値（RzAおよびRzB）をとる視角aが異なる。

【0056】液晶セル400Aのこのようなリタレーションの視角依存性を、表示面内で均一な光学特性を有する位相差補償素子を用いて、全てのaおよびbに対して補償することは困難である。勿論、各ドメイン401aおよび401bに対応した光学特性を有する複数の領域を備えた位相差補償素子を用いれば補償できると考えられるが、製造コストおよび製造技術の観点から実用

性に乏しい。従って、配向分割したLCDをNWモードで用いると、斜め観察においてコントラスト比の高い表示を得ることが困難である。

【0057】上記の問題は、電圧無印加時に黒表示を行うNBモードを採用することによって改善できる。図6(a)、(b)および(c)を参照しながら、NBモードにおける位相差補償素子による視角依存性の改善効果を説明する。

【0058】図6(a)は、水平配向型液晶層501を備える液晶セル500Aと、その両側に設けられた位相差補償素子502および503を有する構成500を模式的に示している。図6(a)は液晶層501には電界が印加されていない状態を図示している。

【0059】図6(a)に示したように、液晶層501内の液晶分子502はいたるところで基板面に略平行に配向している。この状態で、正面観察時に良好な黒表示を得るためには、まず、位相差補償素子502、液晶セル500Aおよび位相差補償素子503を挟持し、且つ、直交ニコル配置となるように一對の偏光板を設ける。次に、位相差補償素子502に入射する前の光の偏光状態と、位相差補償素子502、液晶セル500Aおよび位相差補償素子503をこの順で透過し、位相差補償素子503から出射した後の光の偏光状態とが同一となるように、位相差補償素子502と503および液晶セル500Aを設計すればよい。すなわち、位相差補償素子502、液晶セル500Aおよび位相差補償素子503の全体としての実効的なリタレーションを略ゼロとすればよい。

【0060】ここでは、そのための一つの方法として、遅相軸508および509がいずれも液晶分子10の長軸方向（配向軸方向）516に直交し、かつ基板面に平行な一軸性の位相差補償素子502および503を用いる。さらに、位相差補償素子502および503の正面でのリタレーションが略同一であり、且つ、それらの合計が電圧無印加時の液晶層501を正面から観察したときのリタレーションに略等しく設定する。液晶層501の遅相軸（516に平行）は、位相差補償素子502および503の遅相軸508および509と直交しているので、リタレーションが互いに相殺される。

【0061】図6(b)および(c)に、図6(a)に示した構成500のzy面内における視角aの変化およびzx面内における視角bの変化に伴う、リタレーションの変化をそれぞれ示す。ここで、注目すべき点は、図6(b)および(c)のいずれの曲線においても、リタレーションの極小値は、正面（ $a=0$ 、 $b=0$ ）にある点である。このことは、分割配向を行った場合でも同様である。

【0062】図1の液晶層101のように分割配向を行った場合でも、電圧無印加時の液晶分子10の配向はドメイン101aあるいは101bによらず、いたるとこ

るで図6(a)の液晶分子10と同様に基板面に平行である(プレチルト角は小さいので無視できる)。従って、図1のLCD100の液晶層101のリタデーションは、位相差補償素子102および103によって補償され、これらを組み合わせた合計にリタデーションは、図6(b)および(c)に示したような視角依存性を示す。

【0063】図6(a)に示した位相差補償素子502および503に加えて、さらに、z軸方向(すなわち基板法線方向)に最大の屈折率をもつ位相差補償素子を設けることによって、電圧無印加時の水平配向型液晶層のリタデーションをさらに効果的に補償することができる。

【0064】図6(b)および(c)に示した、構成500のリタデーションの視角依存性は、あたかも基板法線方向(z軸方向)に最小の屈折率を有し、位相差補償素子503のリタデーションの二倍のリタデーションを有する負の一軸性の位相差補償素子のリタデーションの視角依存性と同様である。

【0065】従って、たとえば、図7(a)に示す構成600のように、図6(a)に示した構成500の外側にさらに、位相差補償素子504および505を配置することによって、構成500のリタデーションの視角依存性をさらに補償することができる。位相差補償素子504および505はいずれもz軸に遅相軸510および511をもつ一軸性の位相差補償素子であり、位相差補償素子504および505のリタデーションは、いずれも、位相差補償素子502(および503)と略同一である。

【0066】図7(b)および(c)に、図7(a)に示した構成600のzy面内における視角aの変化およびzx面内における視角bの変化に伴う、リタデーションの変化をそれぞれ示す。図7(b)および(c)から明らかのように、リタデーションが位相差補償素子502と略同一で、且つ、基板法線方向に最大の屈折率を有する正の一軸性の位相差補償素子504および505を組み合わせることで、水平配向型液晶層を有する液晶セル500Aと位相差補償素子502および503とを組み合わせた構成500のリタデーション(図6(a)および(b)に示したリタデーション)を全てのaおよびbに対して概ね相殺できる。従って、構成600を用いると、あらゆる方向からの斜め観察において高コントラスト比の表示を実現できるLCDが得られる。

【0067】このように、水平配向型液晶層をNBモードで用いる場合には、配向分割した液晶層に対しても適切な位相差補償素子を組み合わせることで、実効的なリタデーションがすべてのaおよびbに対して略ゼロとなるようにすることができるので、視野角特性の優れたLCDを容易に得ることができる。

【0068】なお、上記の説明では、簡単のために位相差補償素子504および505を正の一軸性を有する位相差補償素子としたが、実際にはxy平面内にも屈折率異方性を有する二軸性の位相差補償素子(図1に示した位相差補償素子104および105)を用いる方がより効果的にリタデーションを補償することができる。勿論、z軸方向に遅相軸をもつ位相差補償素子と、xy面内に遅相軸を有する位相差補償素子とを組み合わせて用いてもよい。

【0069】上述したように、第1の構成では、水平配向型液晶層を用いて、NBモード(液晶層に電界が印加されたときの表示輝度(透過率)に比べ、液晶層に電界が印加されていないときの表示輝度が低くなる)の表示装置を構成することによって、黒表示状態におけるリタデーションの視角依存性を補償することを可能にしている。その結果、黒表示状態において、いかなる視角方向からの観測に対しても表示輝度の上昇のない、コントラスト比の高い表示を実現することができる。また、水平配向型液晶層は、生産性および安定性に優れた正の誘電異方性を有する液晶材料と水平配向膜とを用いて構成できるといった利点もある。

【0070】なお、上述の説明では、絵素ごとに液晶層を配向分割することによって、中間階調表示における輝度の上下方向および左右方向における視角依存性を改善できることを説明したが、配向分割は不可欠ではなく、これから説明する第2の構成によって、中間階調表示における輝度の視角依存性を改善することができる。但し、配向分割を併用することによって、中間階調表示における輝度の視角依存性の対称性を改善できるのは勿論である。さらに、重要なことは、水平配向型液晶層を用いてNBモードの表示装置を実現する第1の構成を採用すると、配向分割を併用した場合においても、その黒表示状態におけるリタデーションの視角依存性を効果的に補償でき、結果として、黒表示状態における輝度の視角依存性を効果的に補償できる点である。

【0071】(第2の構成)次に、電圧印加時の表示輝度の視角依存性を低減するための第2の構成について説明する。

【0072】第2の構成は、液晶層の厚さ方向における中央付近の液晶分子の配向方向の方位角で規定される配向軸方向を変化させる横電界成分を生成し、その結果、中間階調から白表示の状態(黒表示以外の状態)における液晶分子の配向方向に積極的に分布を持たせ、表示輝度の視角依存性を低減する。さらに、第2の構成は、上述した第1の構成によって改善された黒表示状態の視角依存性に悪影響を及ぼさない。

【0073】以下、図面を参照しながら、第2の構成の機能を説明する。

【0074】図8(a)は、図5(a)に示した液晶セル400Aの2分割配向された液晶層401に、中間階

調を表示するための電界を印加した状態を示している。図8(b)は、配向分割されている領域401aおよび401bのそれぞれリタレーションの視角()依存性を合成して得られた、液晶層401の実効的なリタレーションの視角()依存性を、複数の方位角 について模式的に示している。方位角 は、視角方向を含みx y面に直交する面がy軸と成す角度を規定し、y軸方向(液晶層の配向軸方向に平行)を0°とする。

【0075】図8(b)に示したように、方位角 = 0°におけるリタレーションの視角依存性は大きい、方位角 = ±20°、 = ±40°と大きくなるに連れて、リタレーションの視角依存性が平坦化されている。これは、液晶分子の光学的異方性によるもので、屈折率楕円体の長軸(液晶分子の長軸)を含む方向では視角の変化に伴い屈折率が大きく変化するのに対して、屈折率楕円体の短軸を含む方向では視角の変化に伴う屈折率の変化が少ないことによる。このことから、方位角 = 0°における視角依存性と方位角 = ±20°、 = ±40°における視角依存性とを足し合わせることによって、視角依存性が平均化され、視角依存性の小さい階調表示が実現できることを示唆している。

【0076】本発明では、液晶分子の配向方向(液晶分子の長軸を基板に正射影した軸とy軸との成す角を積極的に制御し、 LCの値を絵素内およびセルの厚さ方向に対して分布をもたせる(セル内のいたるところで一定の値としない)ことにより、上述した観察する方位角方向が異なる視角依存性を足し合わせるのと等価な効果を得る。

【0077】図9(a)は、液晶分子10の配向方向が揃った配向状態(上述の液晶層401と同じ)を模式的に示し、図9(c)は、液晶分子10の配向方向が液晶層の厚さ方向において分布を有する配向状態を模式的に示している。図9(b)および(d)は、それぞれ、図9(a)および(c)に示した液晶層の液晶分子の配向方向 LCの厚さ方向における分布を示している。図9(b)および(d)の横軸は LCを示し、縦軸は液晶層の厚さ方向の位置zを示している。z=0は、一方の基板(配向膜)上にあることを示し、z=dは、他方の基板(配向膜)上にあることを示している。dは液晶層の厚さを示す。

【0078】図9(a)に示したように、液晶分子の配向方向を異ならせていない場合、液晶分子は電界の印加によってx軸を軸として回転するため、中間調表示状態においても、図9(b)に示したように、液晶分子の配向方向は、厚さ方向のいたるところ一定(LC=0°)であり、かつ、層面内のどの位置でも同じである。

【0079】これに対して、本発明では、図9(c)に概念的に示したように、中間調表示状態(電圧印加状態)において、液晶分子の配向方向 LCが厚さ方向において異なる(分布を持つ)ようにする。ここで重要な

ことは、電圧が印加されたときのみ、液晶分子の配向方向 LCが異なり(分布を持ち)、電圧が印加されていないとき、すなわち黒表示状態においては、その効果が消失する必要があることである。なぜならば、電圧無印加時の液晶分子の配向状態は、黒表示の視角依存性を抑制するように、第1の構成によって規定されているからである。

【0080】図9(d)に概念的に示したように、電圧印加時においてのみ、液晶分子の配向方向 LCに分布をもたせることは、例えば、横電界成分を生成することによって実現できる。横電界成分は、例えば、液晶層を介して互いに対向する一対の電極の内の一方に開口部(典型的にはスリット状)を設けることによって、生成できる。

【0081】一般的な液晶セルの電極は、図10(a)の電極1000aおよび1000bのように、平坦で均一な導電層から形成されており、絵素内で略均一な導電性を有している。そのため、電極間、すなわち液晶層内の電極面(すなわち、液晶層の層面、基板面、x y面)に平行な面内の電位はいたるところ一定である。たとえば、液晶層1001の層面に平行な任意の面内のx軸(またはy軸)に平行な任意の軸上の電位分布は、図10(b)に示すように一定である。従って、液晶層1001の層面に平行な電界成分(横電界成分)は生成されない。勿論、液晶層1001の層法線方向(厚さ方向、z軸方向)には、図10(b)に示すように、電位が位置(厚さ)の関数(典型的には一次関数)として変化しており、液晶層1001の厚さ方向に電界(縦電界成分)が発生している。

【0082】本発明による第2の構成を備える液晶表示装置の実施形態を図11(a)、(b)、(c)および(d)を参照しながら説明する。

【0083】図11(a)に示した液晶セル1100は、液晶層1101を介して互いに対向するように設けられた電極1100aおよび1100bのうち的一方(ここでは、電極1100b)が、互いに略平行な複数のスリット状開口部1120を有している。それぞれのスリット状開口部1120の長辺がy軸に平行で、それに直交する方向(x軸)に沿って複数のスリット状開口部1120が配列されている。

【0084】なお、スリット状開口部1120の長辺を液晶分子の配向方向(y軸)と略平行とすることにより、横電界成分による液晶分子の配向変化の対称性を確保し、また液晶分子の配向が不連続に変化することを防止することができるという効果が得られる。このような効果を得るためには、電圧無印加状態における配向方向とスリット状開口部1120の長辺方向(図中のy軸)との成す角度が30°以下が好ましい。

【0085】スリット状開口部1120を有する電極構造の作用を図11(b)、(c)および(d)を参照し

ながら説明する。

【0086】図11(a)に示した電極1100aおよび1100bとの間に電圧が印加されると、任意の(y, z)値を有しx軸に平行な軸に沿った液晶層1101内の点の電位は、x方向に沿って図11(b)に示すように変化する。また、任意の(z, x)値を有しy軸に平行な軸に沿った液晶層1101内の点の電位は、y軸方向に対して図11(c)の様に表される。また、任意の(x, y)値を有しz方向に平行な軸に沿った液晶層1101内の点の電位は、z方向に沿って図11

(c)に示すように変化する。
【0087】図11(b)に示したように、液晶層1101の層面内のx方向に沿った各点における電位の分布は、周期的に極大値(山)と極小値(谷)を示す曲線で表される。電位が極小値を示す位置は、スリット状開口部1120の幅方向(x方向)の中央(図11(a)のP点)に対応し、電位が極大値を示す位置は、実際に電極(導電層(非開口部))が存在する部分の中央(図11(a)のQ点)に対応している。このx軸方向に沿った電位の変化の大きさ(図11(b)の縦軸のスケール)は、(y, z)値によって異なる。

【0088】液晶層1101の層面内のy方向に沿った各点における電位は、図11(c)に示したように一定で、その大きさ(図11(c)の縦軸のスケール)は、(z, x)値によって異なる。また、液晶層1101の厚さ方向(z方向)に沿った各点の電位は、図11(d)に示したように、位置の関数として変化する。図11(d)の縦軸のスケールは、各点の(x, y)値によって変わるので、電位のz方向に沿った勾配(縦電界の強さ)も各点によって異なる。

【0089】図11(b)~(d)からわかるように、図11(a)で示した電極1100aおよび1100bに電圧を印加した場合、z軸方向の電界成分(縦電界)に加え、x軸方向の電界成分(横電界)が発生する。さらに、x軸方向の電界成分の向きは、図11(a)の矢印E1およびE2に示したように対称性(ここでは反対称)を持っていることもわかる。従って、本発明の電極構造が液晶表示装置の信頼性等に悪影響を及ぼさない。

【0090】ここで、図11(b)に示した電位分布について、図12(a)および(b)を参照しながらさら

に詳しく説明する。
【0091】図11(a)に示した電極1100aの電位は外部電源(Vdd)によって決定される。同じく、開口部1120を有する電極1100bのQ点の電位も外部電源によって決定される。ところが、P点には外部電源が接続されていないため、P点の電位は、電極1100aの電位、電極1100bのQ点の電位および無限遠点の電位とで決定される。従って、電極1100bの実際に電極(導電層)が存在する部分(中実部分とも言う。)の幅と開口部1120の幅、および電極1100

aと100bとの間隔の相対関係は、横電界成分の相対的な大きさを決定する重要なパラメータとなる。ここで、横電界成分によって、電圧印加時の輝度の視角依存性を平均化するためには、開口部1120の幅が、電極1100aと1100bとの間隔(液晶層の厚さ)の0.1倍から10倍程度で、かつ、電極の中実部分の幅が、電極の開口部の幅の0.1倍から10倍程度であることが好ましいことを実験的に確認した。なお、この条件の下では、P点の電位に対する無限遠点の電位の影響はほぼ無視できる。従って、Q点の電位と電極1100aの電位が等しいとき、すなわち電圧無印加時には、P点の電位も電極1100aと同電位になり、横電界成分は生成されない。

【0092】液晶層1101の層面内のx方向に沿った各点における電位の分布は、電極1100aと1100bと間の電位差VDDの大きさに依存し、例えば、図12(a)に示すように変化する。すなわち、VDDが大きいほど、言い換えればセル厚方向の電界が強いほど横電界成分も大きくなる。従って、図12(b)に示すように、LCの厚さ方向の分布もVDDの大きさに依存し、VDDが大きいほどLCの変化の程度も大きくなる。

【0093】このように、図11(a)に示した開口部を有する電極間に電圧を印加すると、液晶分子の配向方向(方位角LCで表される)を変化させる横電界成分が生成され、その結果、液晶層の厚さ沿って、液晶分子の配向方向に分布が形成される。また、液晶層1101の層面内の各点の電位は、図12(a)に示したように、x軸方向に分布を有するので、図12(b)に示したLCの厚さ方向分布は、x軸方向に沿った位置にも依存する。すなわち、同じz座標を有する点であっても、x軸上の位置が異なる位置では液晶分子の配向方向LCはそれぞれ異なる。

【0094】すなわち、電極1100aと1100bとの間に電圧を印加した、中間階調から白表示の状態(黒表示以外の状態)においては、液晶分子の配向方向に分布ができる(一定でなくなる)ので、表示輝度の視角依存性が低減される。この配向方向(LC)の分布は、液晶層1101の厚さ方向(z方向)のみならず、液晶層1101の層面のx軸方向にも形成される。

【0095】なお、上述したような、液晶分子の配向方向が、印加された電圧に応じた横電界成分によって液晶層内の位置によって異なる現象は、次のように表現することができる。

【0096】液晶層の厚さ方向における中央付近の液晶分子の配向方向の方位角で規定される方向を配向軸方向と定義すると、上記の現象は、電圧印加時に生成される横電界成分によって配向軸方向が変化する現象であると言える。すなわち、電圧無印加時にはある配向軸方向に配向していた液晶分子が、電圧印加時に生成される横電

界成分によってその配向軸方向を変化する。その変化の程度は、横電界の大きさに依存するので、液晶層の位置（液晶層の厚さ方向および/または液晶層の層面内）によって異なり得る。従って、電圧印加時には配向軸方向が異なる領域が液晶層に形成されるので、視角依存性が平均化される。

【0097】ここで、開口部を有する電極構造で実現される第2の構成が、第1の構成で要求された電圧無印加時の液晶分子の配向を乱さないことは前述した。逆に、第2の構成を、水平配向膜と正の誘電異方性を有する液晶材料とで構成したNWモードの液晶表示装置に適用することは実用的でない。なぜなら、NWモードの液晶表示装置で十分な黒表示特性を得るためには、図12(a)の谷の部分、すなわ図11(a)のP点に十分な電位を与える必要があるが、図11(a)の電極構造ではそれが困難であるからである。従って、第2の構成は第1の構成の要求を満たすものであり、また第2の構成は第1の構成の特性(NBモード)を要求するものでもある。すなわち、第1の構成と第2の構成とは、互いの効果が十分に発揮される構成を互いに提供しあっている。

【0098】上記の説明では、初期配向状態の液晶分子のねじれ角が 0° のホモジニアス配向型液晶層について横電界成分の効果を説明したが、 0° を超えるねじれ角を有するツイスト液晶層についても同様の作用・効果を得ることができる。図13を参照しながら、ねじれ角が 90° のツイスト液晶層に対する横電界成分の作用効果を説明する。

【0099】図13は、 90° ツイスト液晶層に中間調表示のための電界を印加した状態における、液晶分子の配向方向(LC)の厚さ方向の分布を模式的に示している。曲線13Aは、従来の平坦で均一な電極を有する場合(図10参照)を示し、曲線13Bは、図11(a)に示した開口部が形成された電極を有する場合を示している。

【0100】曲線13Aで示したように、従来の電極の場合、 90° ツイスト液晶層の液晶分子は、一方の基板面から他方の基板面にいたる間に、その配向方向の方位角LCを 90° 変化させる。液晶層の厚さ方向の中央付近($z = d/2$)の液晶分子の方位角LCは 45° である。これは、液晶層に印加する電界を変えても変化しない。

【0101】一方、開口部が形成された電極の場合、横電界成分が作用するので、液晶分子の配向方向の方位角LCが曲線13Bに示したように、厚さ方向に沿って変化する。この図から分かるように、液晶層の中央付近の液晶分子の方位角(配向軸方向)が横電界成分の影響を受けて、 45° からずれている。

【0102】このように、 90° ツイスト液晶層を用いた場合においても、例えば、上述したスリット状開口部

を有する電極を用いて横電界成分を生成することによって、液晶層の配向軸方向を変化させ、視角依存性を低減することができる。

【0103】

【実施例】以下、具体的な実施例と比較例を用いて、本発明の液晶表示装置を説明する。

【0104】(実施例1)まず、第1の構成だけを有する液晶表示装置について説明する。実施例1のLCDは、図1に示したLCD100と実質的に同じ構成を有する。以下では、図1を参照しながら説明する。液晶層101はホモジニアス配向型液晶層であり、絵素ごとに配向軸方向が 180° 異なる2つのドメイン101aおよび101bを有している。

【0105】実施例1のLCDの絵素の具体的な電極構造および液晶分子の配向状態を図14に示す。図14に示した実施例1のLCDは、カラーTFT-LCDであり、対向電極2101および絵素電極2102は、図1に示したLCD100の電極100aおよび100bにそれぞれ対応する。

【0106】対向電極2101は全ての絵素に共通に設けられた単一の電極であり、絵素電極2102はTFT2103に接続されている。絵素電極2102と、絵素電極2102に対向する対向電極2101の部分とが、1つの絵素を規定する。実施例1のLCDの絵素電極2102の大きさ、すなわち絵素の大きさは、 $70\mu\text{m} \times 210\mu\text{m}$ である。実施例1のLCDの電極構造は、対向電極2101および絵素電極2102がいずれもスリット構造(電極の開口部)を有しない、すなわち図10に示した電極構造に類似の構造である。

【0107】なお、カラーTFT-LCDを構成する一対の基板のうち、絵素電極2102およびTFT2103が設けられている基板をTFT基板(不図示)と呼び、対向電極2101が設けられている基板をCF(カラーフィルタ)基板と呼ぶ。カラーTFT-LCDの基本的な構造および動作は良く知られているので、詳細な説明は省略する。

【0108】配向軸方向が互いに 180° 異なる2つのドメインは、以下の様にして形成されている。なお、図1に示したLCD100のドメイン101aおよび101bに対応する領域を図14中では領域Aおよび領域Bとする。

【0109】まず、絵素電極2102および対向電極2101の液晶層側には、紫外線照射により液晶分子のプレチルト角度を制御することが可能な水平配向膜(不図示)を塗布する。この水平配向膜には、図14中の矢印2104および2105で示した方向にラビング処理(パラレルラビング)を施す。このラビング処理が施された水平配向膜上の液晶分子はラビング方向で規定される方向に 2° 程度のプレチルト角を有しつつ配向する。

【0110】次に、TFT基板の領域A(絵素の下半

分)と、CF基板の領域B(絵素の上半分)の水平配向膜に紫外線を照射する。紫外線照射によって、紫外線照射前に全領域で約2°であった液晶分子のプレチルト角度が、照射領域すなわち領域AのTF T側の液晶分子2106および領域BのCF基板側の液晶分子2107のプレチルト角だけが選択的に略0°に変化する。その結果、領域Aの液晶層の配向軸方向は、CF基板側の液晶分子2108(プレチルト角が約2°)の配向方向によって規定され、領域Bの液晶層の配向軸方向はTF T側の液晶分子2109(プレチルト角が約2°)の配向方向によって規定される。その結果、領域Aおよび領域Bの配向軸方向は、図中の矢印2110および2111で示した方向となる。図14の矢印2110および2111は、図1の矢印116aおよび116bにそれぞれ対応している。その結果、絵素ごとに、配向軸方向が互いに180°異なる2つのドメイン2分割された、ホモジニアス配向型の液晶層が実現されている。

【0111】対向電極2101と絵素電極2102との距離、すなわちセルギャップ(液晶層の厚さ)は4μmである。液晶材料として、正の誘電率異方性 $\epsilon = 3.2$ を有し、屈折率異方性 $n = 0.065$ を有するネマチック液晶材料を用いる。

【0112】図1に示した位相差補償素子102および103には、それぞれ矢印108および109の方向に遅相軸を持ち、リタレーション値が130nmの一軸性の位相差フィルムを用いる。位相差補償素子104および105には、面内(矢印112および113方向)のリタレーション値が92nmであって、厚さ方向(矢印110および111方向)のリタレーション値が96nmの二軸性の位相差フィルムを用いる。直交ニコル状態に配置された一对の偏光板106および107には、日東電工社製のG1220DUを用いる。

【0113】図15Aに、上述のようにして得られた実施例1のLCDの正面方向(基板法線)から観察したときの透過率の印加電圧依存性(V-T曲線)を示す。このLCDはNBモードのLCDで、正面におけるコントラスト比は約300:1と非常に高いコントラスト比を有している。

【0114】図15Bに、実施例1のLCDの等コントラスト曲線(視野角特性)を示す。θが視角を、φが方位角を表している。なお、ラビング方向は、θ = 45°に対応する。実施例1のLCDは良好な視角特性を有している。

【0115】図16A、図16Bおよび図16Cに、実施例1のLCDの輝度の視野角依存性を示す。図16Aは、ラビング方向を含む面内における輝度の視角依存性を示し、図16Bは、ラビング方向に直交する方向を含む面内における輝度の視角依存性を示し、図16Cは偏光板106または107の偏光軸方向(114または115)を含む面内における輝度の視角依存性をそれぞれ

示している。

【0116】これらの図から分かるように、いずれの方位角方向においても、輝度の視角依存性は正面方向に対して対称的である。また、図16Aに示した、ラビング方向を含む面内で視角を変化ときの輝度の変化が、図16Bおよび図16Cに示した輝度の変化よりも大きいことが分かる。さらに、図16Aから分かるように、ラビング方向を含む面内で視角を変化させると、視角が±55°を超える付近で、階調反転が表れている。

【0117】このように、第1の構成だけを備えるLCDは、正面方向における黒表示状態は良好で、コントラスト比も非常に高い。また、配向分割によって、輝度の視角依存性も対称的になっている。しかしながら、ラビング方向を含む面内で視角を変化させると、階調反転が表れる。

【0118】(実施例2)実施例1のLCDに第2の構成を適用する。すなわち、図14で示した絵素電極2102に対して図17に示すようなスリット構造を設け、図11(a)に示した電極構造と類似の電極構造とする。実施例2では、図14に示した絵素電極2102を図17の絵素電極2202に変更するのみでありその他の構成は実施例1と全く同一である。

【0119】具体的には、図17に示すように大きさ70μm×210μmの絵素電極2202に対して、ラビング方向2204と平行な長辺を有するスリット状開口部2220を設ける。開口部2220の幅Sは10μm、開口部2220間の間隔Lは10μmである。但し、絵素電極2202の周辺部および中心部分には絵素電極2202の電気伝導を確保するために(すなわち、絵素電極2202の中実部分の電位が等しくなるように)開口部2220を設けない領域を設けている。

【0120】図18Aに、実施例2のLCDの正面方向(基板法線)から観察したときの透過率の印加電圧依存性(V-T曲線)を示す。実施例2のLCDも、正面におけるコントラスト比は約300:1と非常に高いコントラスト比を有している。

【0121】図18Bに、実施例2のLCDの等コントラスト曲線(視角特性)を示す。本実施例2の図18Bと実施例1の図15Bとの比較から明らかなように、実施例2のLCDは、実施例1のLCDよりも良好な視角特性を有している(コントラスト比の高い領域が広い)。

【0122】図19A、図19Bおよび図19Cに、実施例2のLCDの輝度の視野角依存性を示す。図19Aは、ラビング方向を含む面内における輝度の視角依存性を示し、図19Bは、ラビング方向に直交する方向を含む面内における輝度の視角依存性を示し、図19Cは偏光板の偏光軸方向を含む面内における輝度の視角依存性をそれぞれ示している。

【0123】図19A、図19Bおよび図19Cと図1

6 A、図1 6 Bおよび図1 6 Cとをそれぞれ比較すれば分かるように、いずれの方位角方向においても、実施例2のLCDの輝度変化の方が実施例1のLCDの輝度変化よりも小さくなっている。特に、図1 9 Aに示したラビング方向を含む面内で視角を変化ときの輝度の変化においては、図1 6 Aで見られた階調反転も見られない。

【0 1 2 4】このように、本発明によるLCDは、第1の構成とともに第2の構成をそなえるので、黒表示状態は良好で、コントラスト比も非常に高く、且つ、輝度の視角依存性も小さい。

【0 1 2 5】(比較例1)比較例1は、従来のNWモードのTN型LCDである。液晶材料としては、正の誘電率異方性(= 3 . 6)を有し、屈折率異方性 $n = 0 . 0 8 2$ を有するネマチック液晶材料を用い、液晶層の厚さは4 μm とした。

【0 1 2 6】図2 0に、比較例1のLCDの正面方向から観察したときの透過率の印加電圧依存性(V - T曲線)を示す。このLCDはNWモードのLCDで、正面におけるコントラスト比は約2 0 0 : 1と非常に高いコントラスト比を有している。

【0 1 2 7】しかしながら、図2 1に示す比較例1のLCDの等コントラスト曲線(視野角特性)から分かるように、図1 8 Bに示した本発明によるLCDと比べ、視野角が狭い。特に、上方向(= 0 °)に沿って視角を変化すると、2 0 °以上の視角()ではコントラスト比が1 0以下となり、表示画像を良好に認識できない程度にまで表示品位が低下する。なお、上下の偏光板の偏光軸の方位角はそれぞれ = 1 3 5 °および = 4 5 °で、上下基板のラビング方向は、 = 4 5 °および = 1 3 5 °で、液晶層の中心付近の液晶分子の配向方向である配向軸方向は、 = 1 8 0 °である。

【0 1 2 8】図2 2 A、図2 2 Bおよび図2 2 Cに、比較例1のLCDの輝度の視野角依存性を示す。図2 2 Aは、上下方向における輝度の視角依存性を示し、図2 2 Bは、左右方向における輝度の視角依存性を示し、図2 2 Cは偏光軸方向を含む面内における輝度の視角依存性をそれぞれ示している。

【0 1 2 9】図2 2 Aおよび図2 2 Cに示したように、上下方向または偏光軸を含む面内における輝度の変化は大きく、且つ非対称である。さらに、図2 2 Bに示したように、左右方向においては、視角が $\pm 3 0 ^\circ$ を超える付近から階調反転が表れている。このように、従来のTN型LCDでは、コントラスト比および輝度のいずれも視角に大きく依存する。

【0 1 3 0】(比較例2)本比較例では比較例1の従来のNWモードのTN型LCDに対して、スリット状開口部(図1 1 (a)参照)を有する電極構成を適用する。具体的には、図2 3に示すように、大きさ7 0 $\mu\text{m} \times 2 1 0 \mu\text{m}$ の絵素電極2 3 0 2に、スリット状開口部2 3 2 0を形成する。開口部2 3 2 0の幅Sは1 0 μm で、*50

*開口部2 3 2 0間の間隔Lは1 0 μm である。なお、絵素電極2 3 0 2のラビング方向は矢印2 3 0 4 (= 1 3 5 °)で、対向電極(不図示)のラビング方向は矢印2 3 0 5 (= 4 5 °)であり、液晶層の中心付近の液晶分子の配向方向である配向軸方向は矢印2 3 1 3 (= 1 8 0 °)である。

【0 1 3 1】図2 4 Aに、比較例2のLCDの正面方向から観察したときの透過率の印加電圧依存性(V - T曲線)を示す。このLCDはNWモードのLCDで、正面におけるコントラスト比は約1 0 : 1と非常に低い。

【0 1 3 2】また、図2 4 Bに示す比較例2のLCDの等コントラスト曲線(視野角特性)から分かるように、視角特性の対称性は比較例1よりも若干改善されてはいるものの、コントラスト比が1 0以上の視角範囲は比較例1よりも狭い。

【0 1 3 3】また、図2 5 A、図2 5 Bおよび図2 5 Cに、比較例2のLCDの輝度の視野角依存性を示す。図2 5 Aは、上下方向における輝度の視角依存性を示し、図2 5 Bは、左右方向における輝度の視角依存性を示し、図2 5 Cは偏光軸方向を含む面内における輝度の視角依存性をそれぞれ示している。これらの図と比較例1のLCDについての図2 2 A、図2 2 Bおよび図2 2 Cと比較すればわかるように、スリット状開口部を有する電極構成を適用することによって、輝度の視角依存性は若干改善されている。

【0 1 3 4】しかしながら、図2 4 Aおよび図2 4 Bから明らかなように、コントラスト比(正面のコントラスト比を含む)が著しく低下しており、実用的な表示品位を得ることができない。

【0 1 3 5】このことから分かるように、第2の構成と第1の構成(ここでは特にNBモード)と組み合わせることによって、本発明の効果が得られることが分かる。

【0 1 3 6】

【発明の効果】本発明によると、視角特性に優れた液晶表示装置が提供される。本発明の液晶表示装置は、水平配向型液晶層を用いるので、材料の選択肢も広く、且つ信頼性の優れた材料を用いて製造することができる。また、輝度の視角依存性を改善するための横電界成分は、従来の電極に開口部を設けるだけで生成することができるので、従来の製造方法を用いて容易に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるLCD 1 0 0が備える第1の構成を説明するための模式図である。

【図2】(a)は配向分割されていない絵素(ホモジニアス型配向、電圧印加時)を有する液晶セル2 0 0 A模式的に示す図であり、(b)はその絵素の上下方向における視角変化に伴うリタデーションの変化を示す図であり、(c)はその絵素の左右方向における視角変化に伴うリタデーションの変化を示す図である。

【図3】(a)は、2分割配向された絵素（ホモジニアス型配向、電圧印加時）を備える液晶セル100Aを模式的に示す図であり、(b)はその絵素の上下方向における視角変化に伴うリタデーションの変化を示す図である。

【図4】(a)は、配向分割されていない絵素（ホモジニアス配向、NWモードの黒表示状態）を備える液晶セル300Aを模式的に示す図であり、(b)はその絵素の上下方向における視角変化に伴うリタデーションの変化を示す図であり、(c)はその絵素の左右方向における視角変化に伴うリタデーションの変化を示す図である。

【図5】(a)は、配向分割された絵素（ホモジニアス配向、NWモードの黒表示状態）を備える液晶セル400Aを模式的に示す図であり、(b)はその絵素の上下方向における視角変化に伴うリタデーションの変化を示す図であり、(c)はその絵素の左右方向における視角変化に伴うリタデーションの変化を示す図である。

【図6】(a)は、図5(a)に示した液晶セル500Aの両側に位相差補償素子502および503を配置した構成500を模式的に示す図であり、(b)はその絵素の上下方向における視角変化に伴うリタデーションの変化を示す図であり、(c)はその絵素の左右方向における視角変化に伴うリタデーションの変化を示す図である。

【図7】(a)は、図6(a)に示した構成500の両側にさらに、位相差補償素子504および505を配置した構成600を模式的に示す図であり、(b)はその絵素の上下方向における視角変化に伴うリタデーションの変化を示す図であり、(c)はその絵素の左右方向における視角変化に伴うリタデーションの変化を示す図である。

【図8】図5(a)に示した液晶セル400Aに中間階調を表示するための電圧を印加した状態を模式的に示す図であり、(b)は、この液晶層401のリタデーションの視角()依存性を複数の方位角 について示す図である。

【図9】(a)は、液晶分子の配向方向が揃った配向状態を模式的に示す図であり、(c)は、液晶分子の配向方向が液晶層の厚さ方向において分布を有する配向状態を模式的に示す図であり、(b)および(d)は、それぞれ、(a)および(c)に示した液晶層の液晶分子の配向方向 LCの厚さ方向における分布を示す図である。

【図10】(a)は、平坦で均一な導電層からなり絵素内で略均一な導電性を有している電極対を模式的に示す図であり、(b)および(c)は、この電極対によって生成される電位分布を模式的に示す図であり、(b)は液晶層の層面に平行な任意の面内のx軸（またはy軸）に平行な任意の軸上の電位分布を、(c)は液晶層の層

法線方向（厚さ方向、z軸方向）の電位分布をそれぞれ示す。

【図11】本発明による第2の構成を備える液晶表示装置の実施形態を説明するための図であり、(a)は、スリット状開口部を備える液晶セル1100Aを模式的に示す図であり、(b)、(c)および(d)はそれぞれ、液晶セル1100Aの液晶層1101内の電位分布を模式的に示す図である。

【図12】(a)は、図11(a)に示した液晶セル1100Aの液晶層1101内のx方向に沿った電位分布を模式的に示す図であり、(b)は、液晶層1101内の液晶分子の配向方向(LC)の厚さ方向の分布を模式的に示す図である。

【図13】90°ツイスト液晶層に中間調表示のための電界を印加した状態における、液晶分子の配向方向(LC)の厚さ方向の分布を模式的に示す図である。

【図14】実施例1のLCDの絵素の電極構造および液晶分子の配向状態を模式的に示す図である。

【図15A】本発明による実施例1のLCDの正面方向から観察したときの透過率の印加電圧依存性を示すグラフである。

【図15B】実施例1のLCDの等コントラスト曲線（視野角特性）である。

【図16A】実施例1のLCDのラビング方向を含む面内における輝度の視角依存性を示すグラフである。

【図16B】実施例1のLCDのラビング方向に直交する方向を含む面内における輝度の視角依存性を示すグラフである。

【図16C】実施例1のLCDの偏光軸方向を含む面内における輝度の視角依存性を示すグラフである。

【図17】実施例2のLCDの絵素電極の構造を模式的に示す図である。

【図18A】本発明による実施例2のLCDの正面方向から観察したときの透過率の印加電圧依存性を示すグラフである。

【図18B】実施例2のLCDの等コントラスト曲線（視野角特性）である。

【図19A】実施例2のLCDのラビング方向を含む面内における輝度の視角依存性を示すグラフである。

【図19B】実施例2のLCDのラビング方向に直交する方向を含む面内における輝度の視角依存性を示すグラフである。

【図19C】実施例2のLCDの偏光軸方向を含む面内における輝度の視角依存性を示すグラフである。

【図20】比較例1のLCDの正面方向から観察したときの透過率の印加電圧依存性を示すグラフである。

【図21】比較例1のLCDの等コントラスト曲線（視野角特性）である。

【図22A】比較例1のLCDの上下方向における輝度の視角依存性を示すグラフである。

【図2 2 B】比較例1のLCDの左右方向における輝度の視角依存性を示すグラフである。

【図2 2 C】比較例1のLCDの偏光軸方向における輝度の視角依存性を示すグラフである。

【図2 3】比較例2のLCDの絵素電極の構造を模式的に示す図である。

【図2 4 A】比較例2のLCDの正面方向から観察したときの透過率の印加電圧依存性を示すグラフである。

【図2 4 B】比較例2のLCDの等コントラスト曲線(視野角特性)である。

【図2 5 A】比較例2のLCDの上下方向における輝度の視角依存性を示すグラフである。

【図2 5 B】比較例2のLCDの左右方向における輝度の視角依存性を示すグラフである。

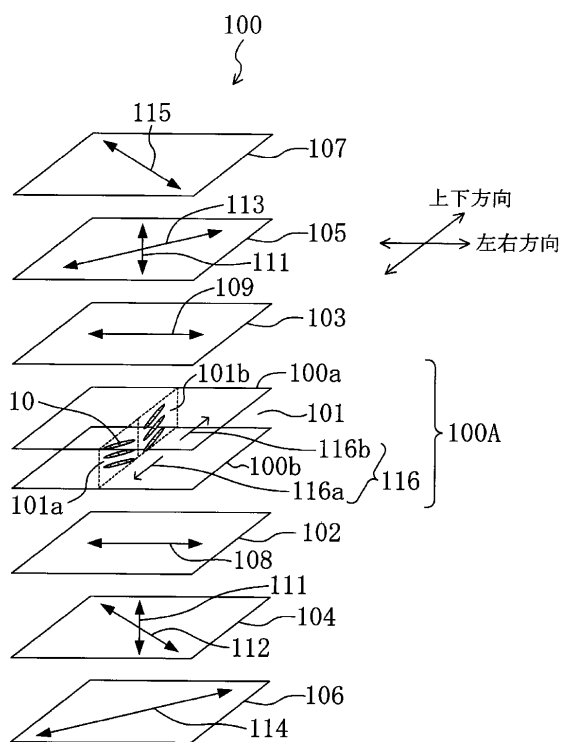
【図2 5 C】比較例2のLCDの偏光軸方向における輝*

*度の視角依存性を示すグラフである。

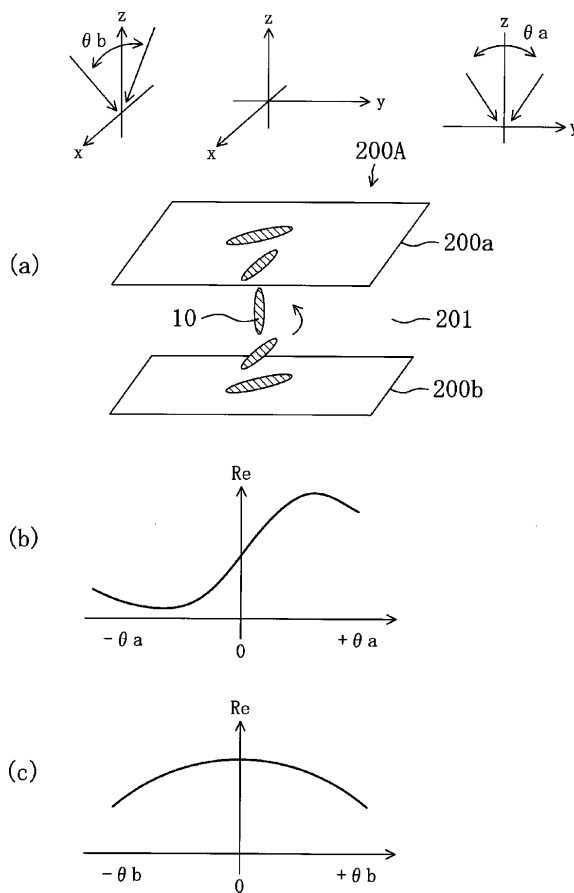
【符号の説明】

- 10 液晶分子
- 100 液晶表示装置
- 100A 液晶セル
- 100a、100b 電極
- 101 液晶層
- 101a、101b ドメイン
- 102、103、104、105 位相差補償素子
- 106、107 偏光板
- 1100 液晶セル
- 1100a、1100b 電極
- 1101 液晶層
- 1120 スリット状開口部

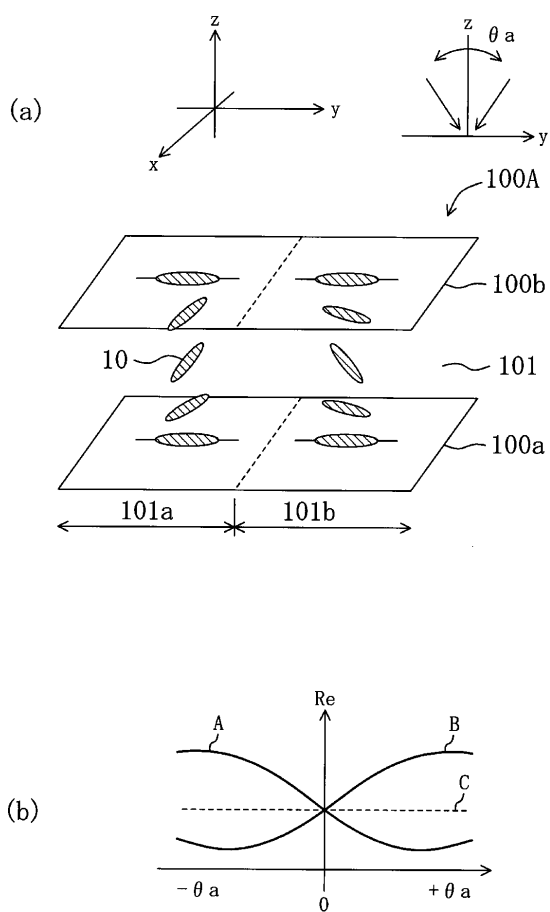
【図1】



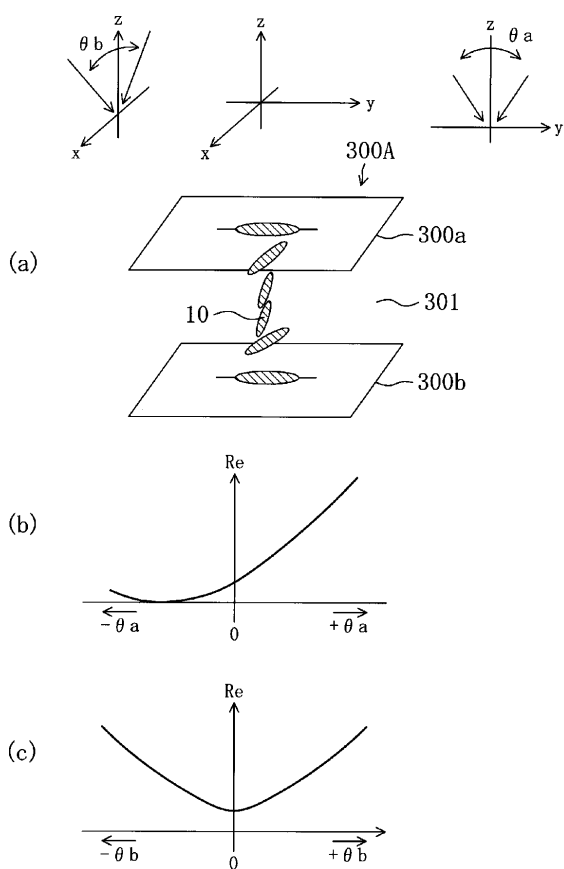
【図2】



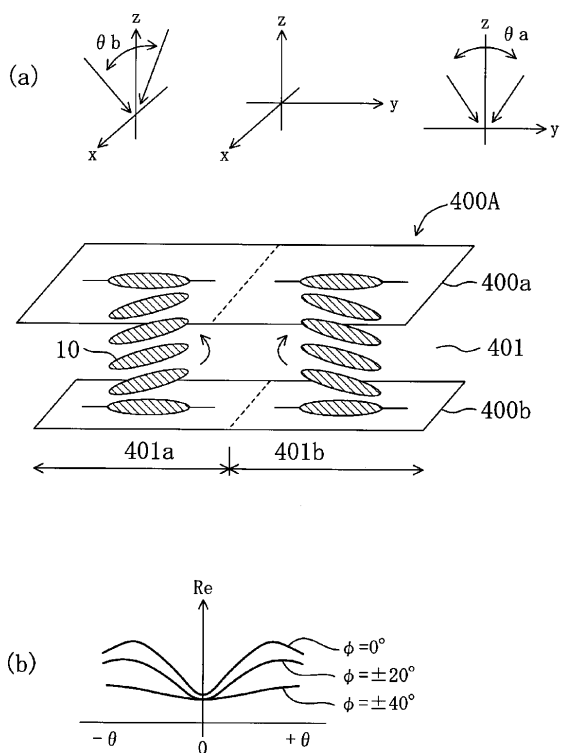
【図3】



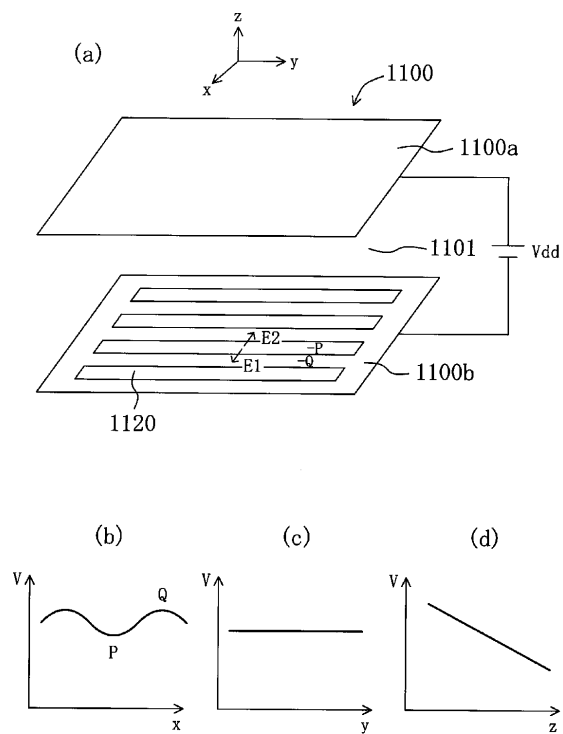
【図4】



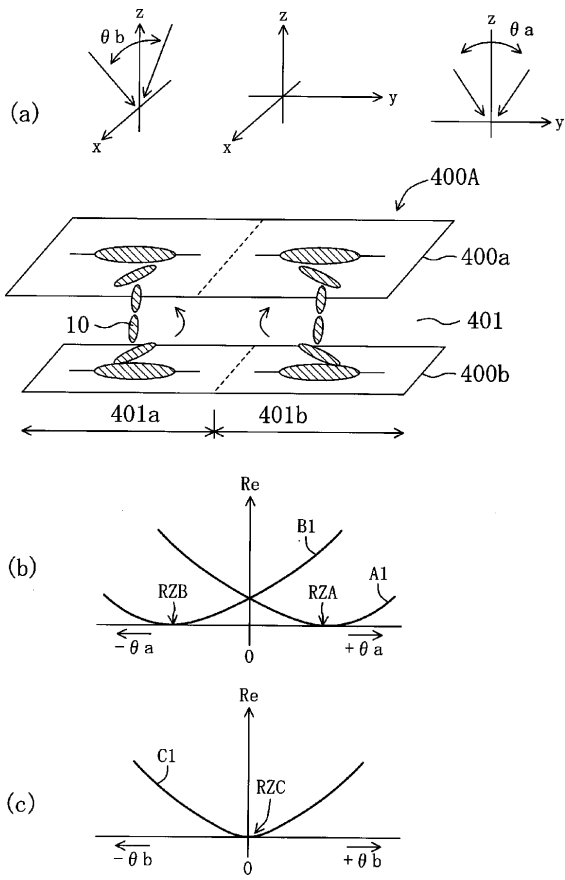
【図8】



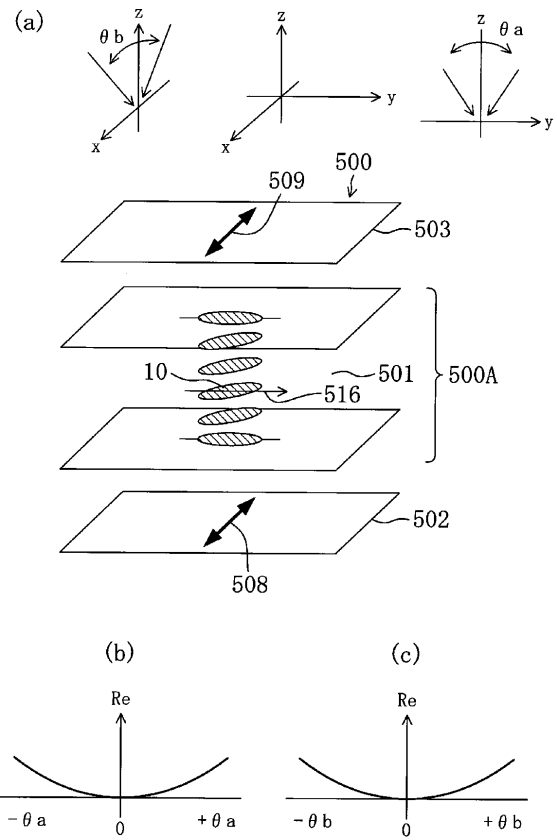
【図11】



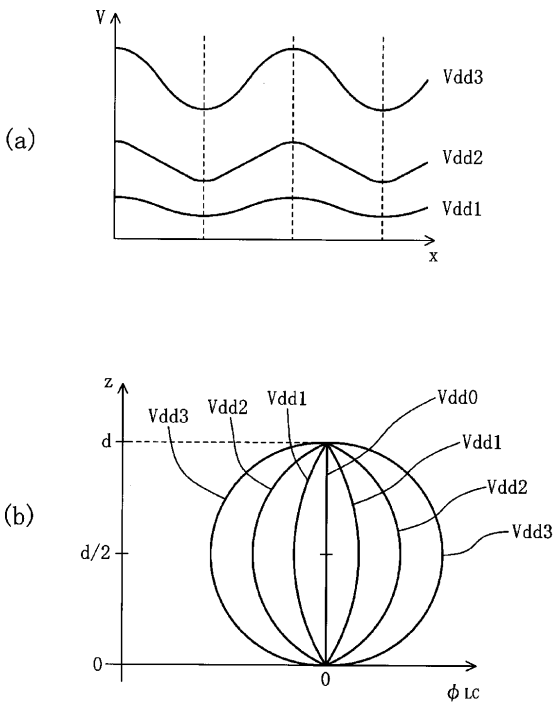
【図 5】



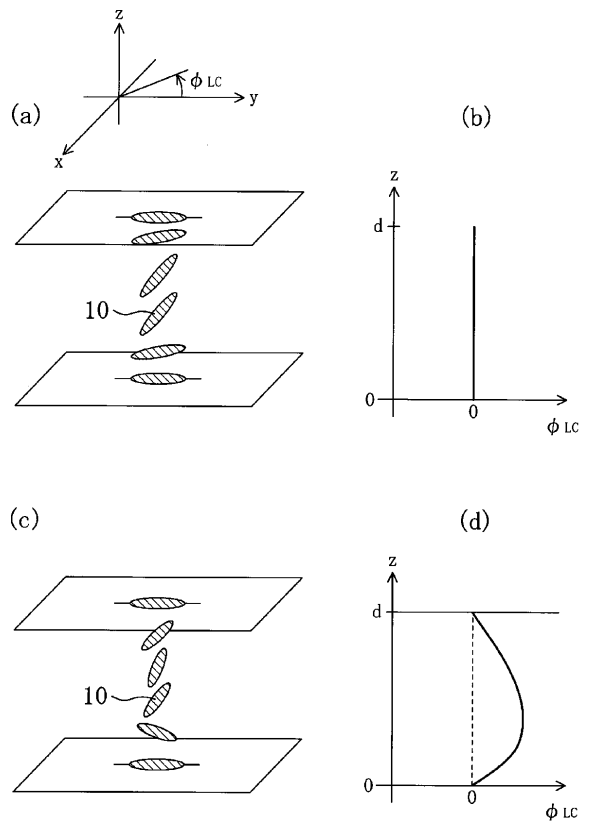
【図 6】



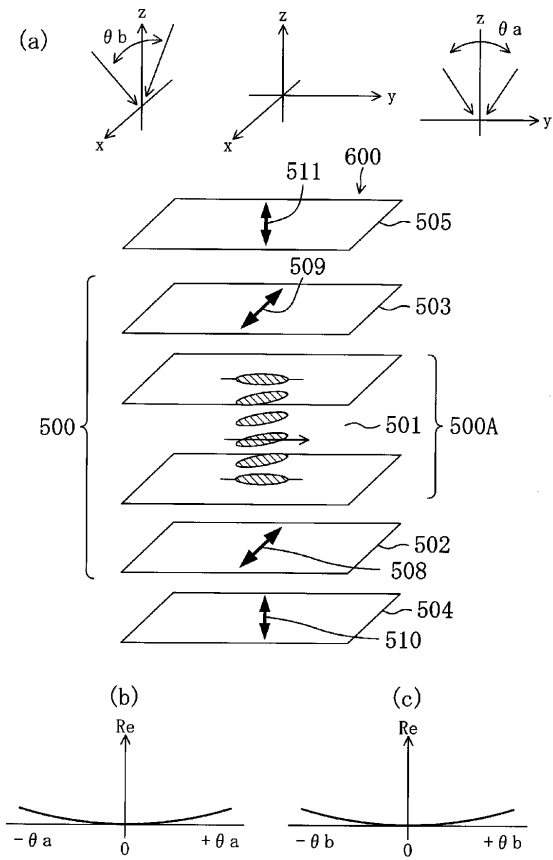
【図 12】



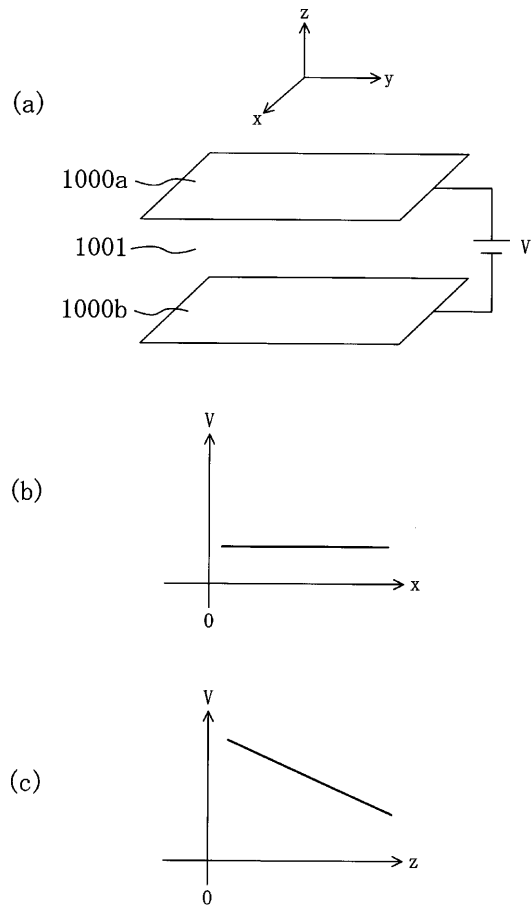
【図 9】



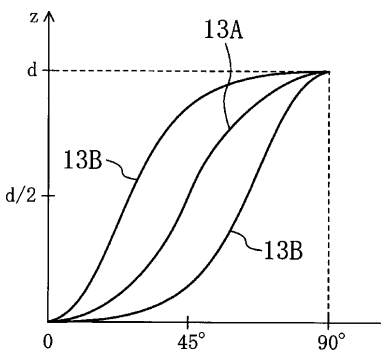
【圖7】



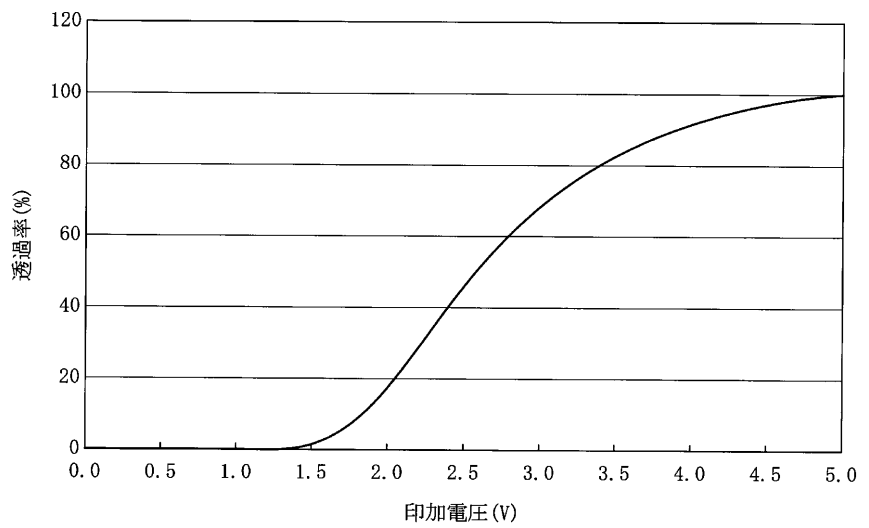
【圖10】



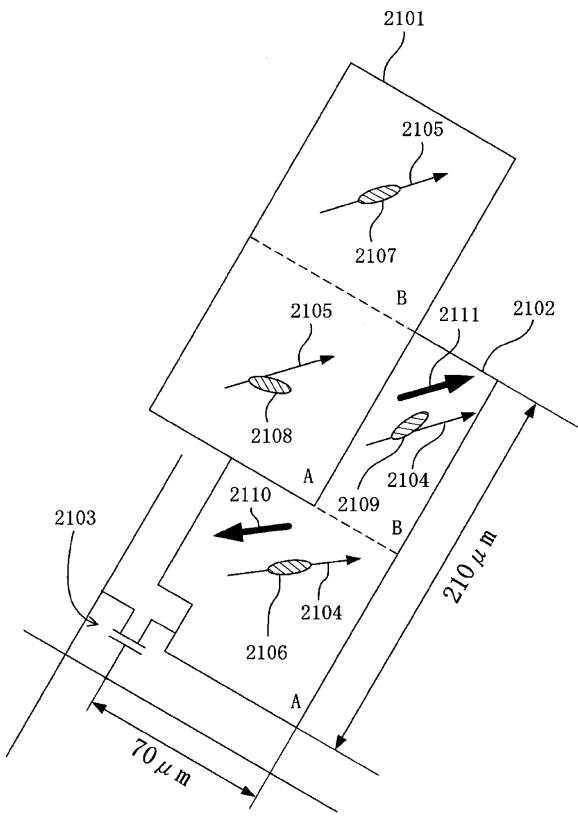
【圖13】



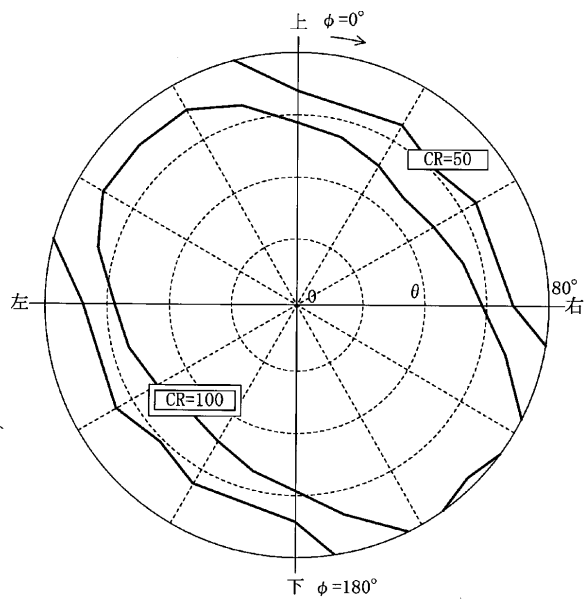
【圖15A】



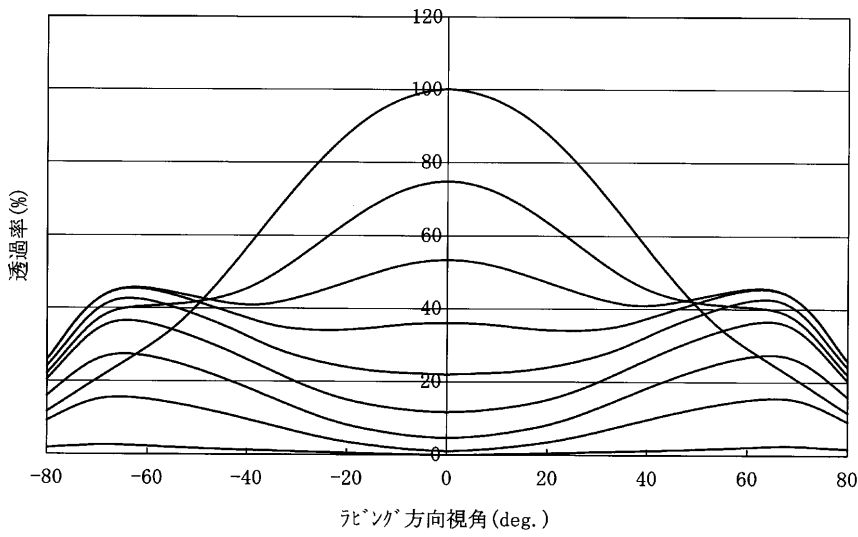
【図14】



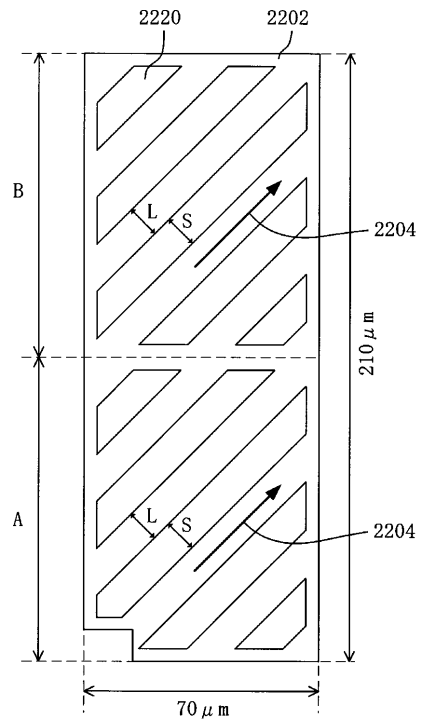
【図15B】



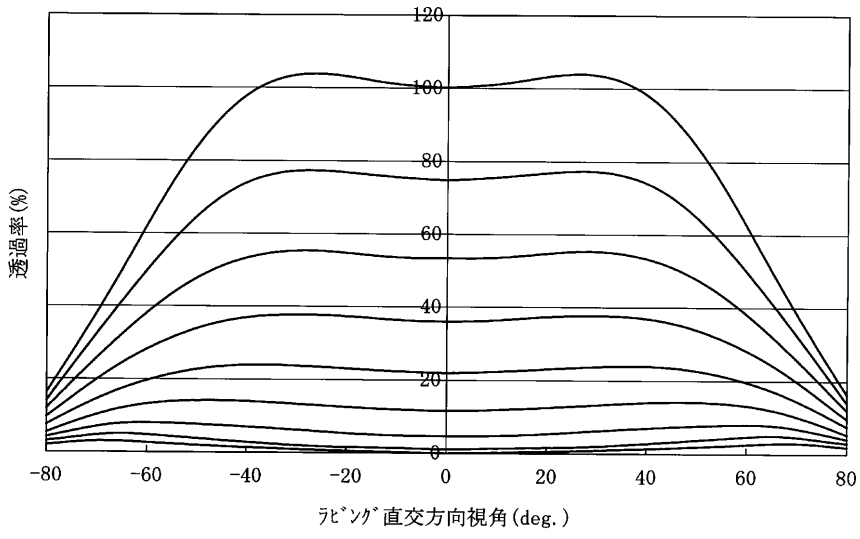
【図16A】



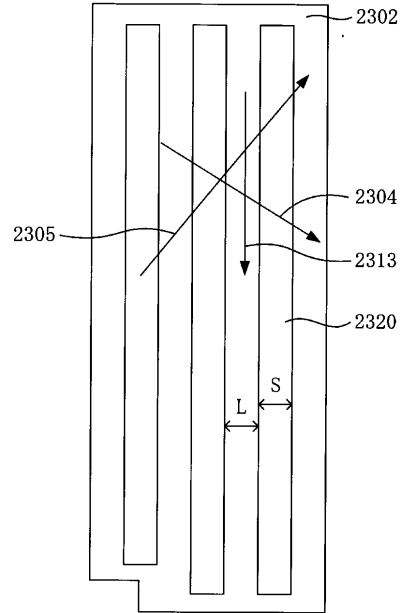
【図17】



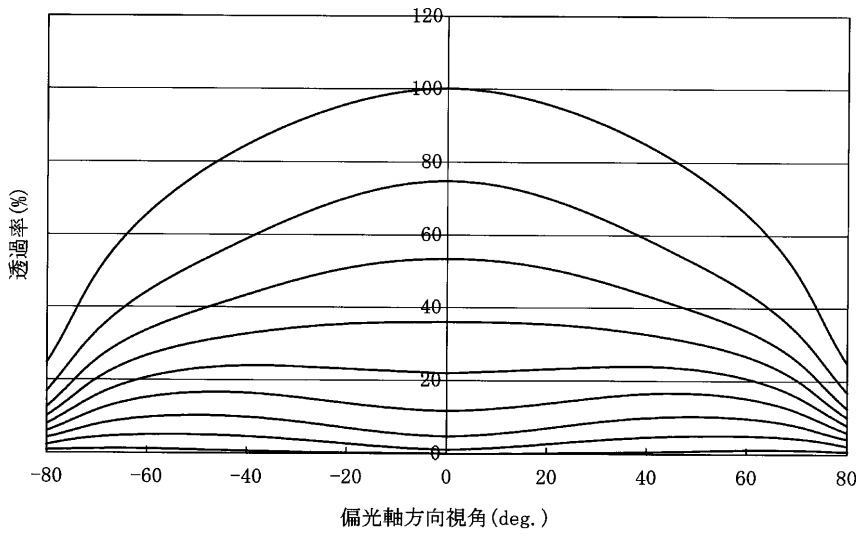
【図16B】



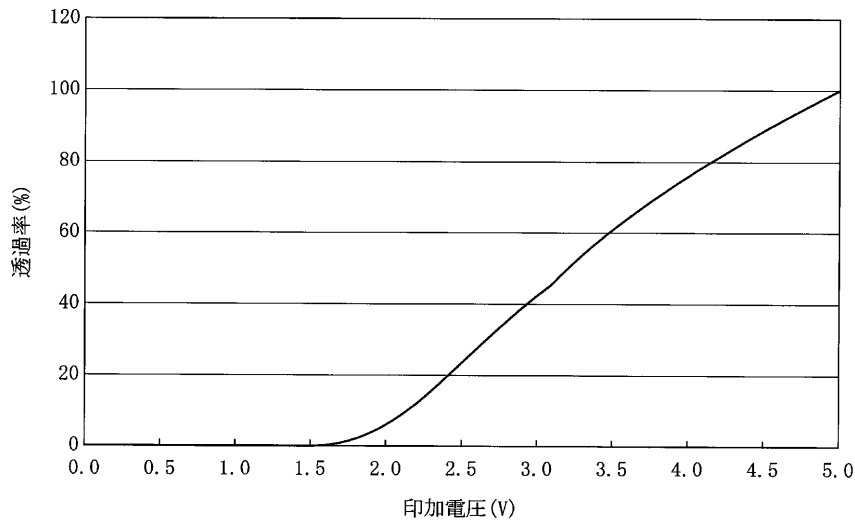
【図23】



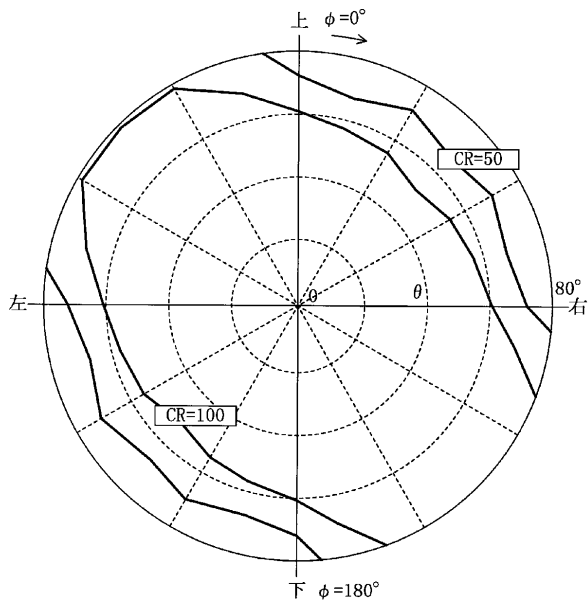
【図16C】



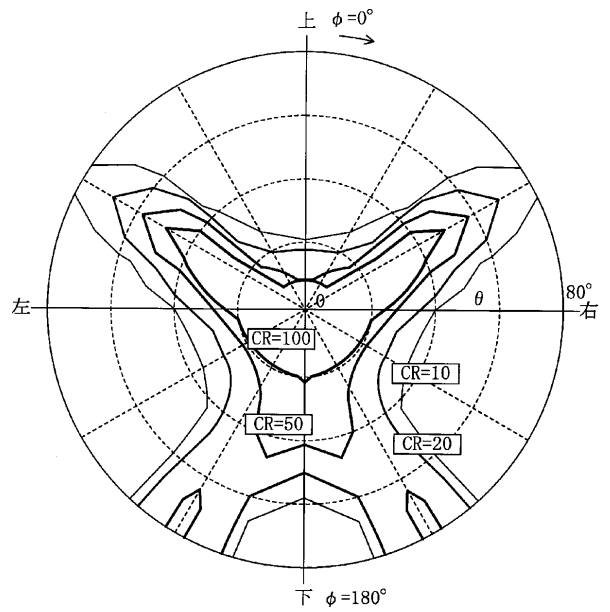
【図18A】



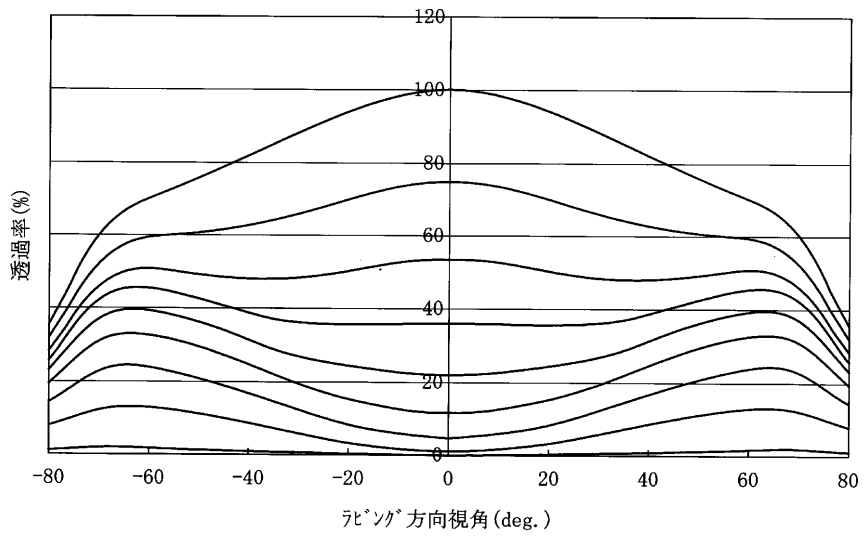
【図18B】



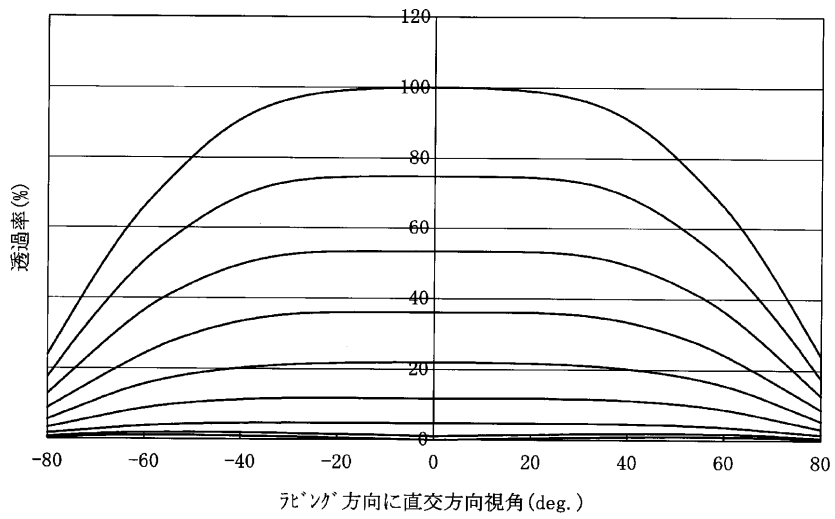
【図21】



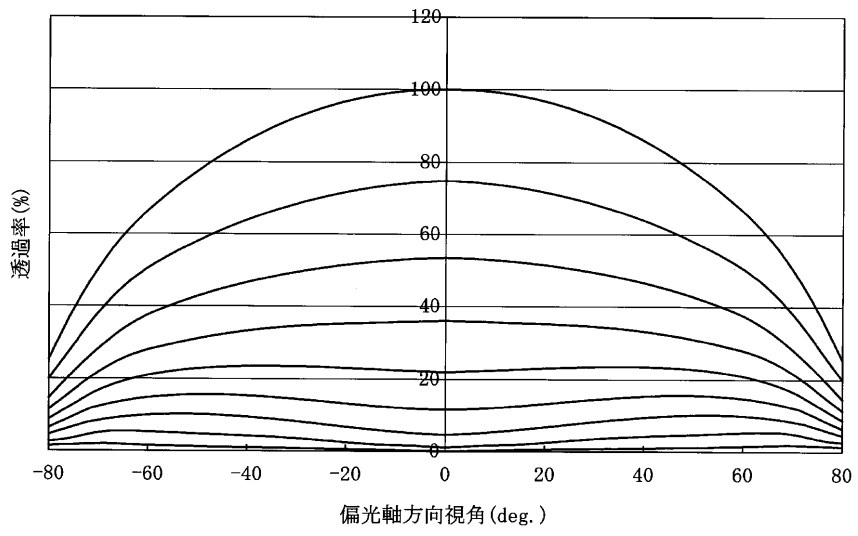
【図19A】



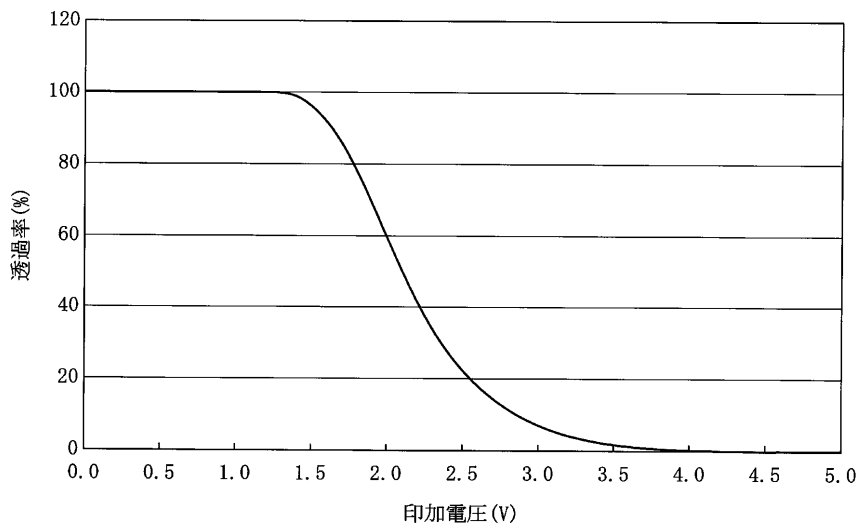
【図19B】



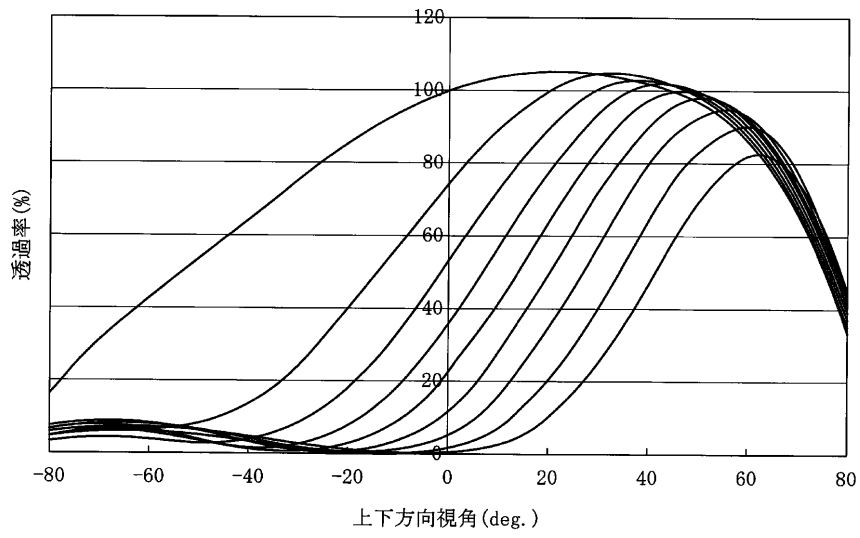
【圖19C】



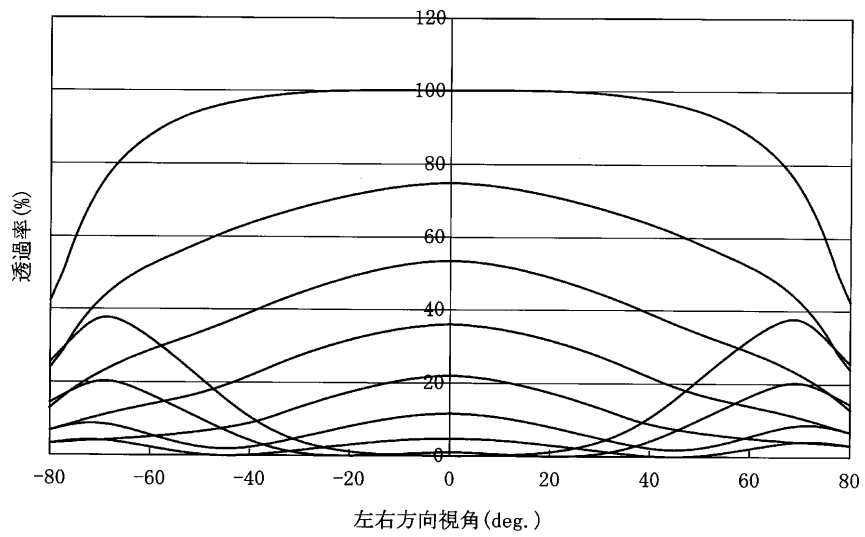
【圖20】



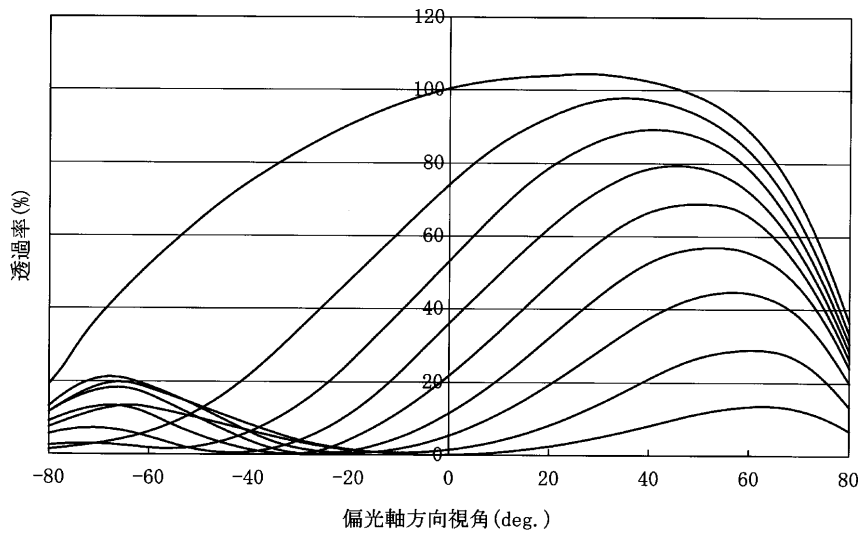
【図22A】



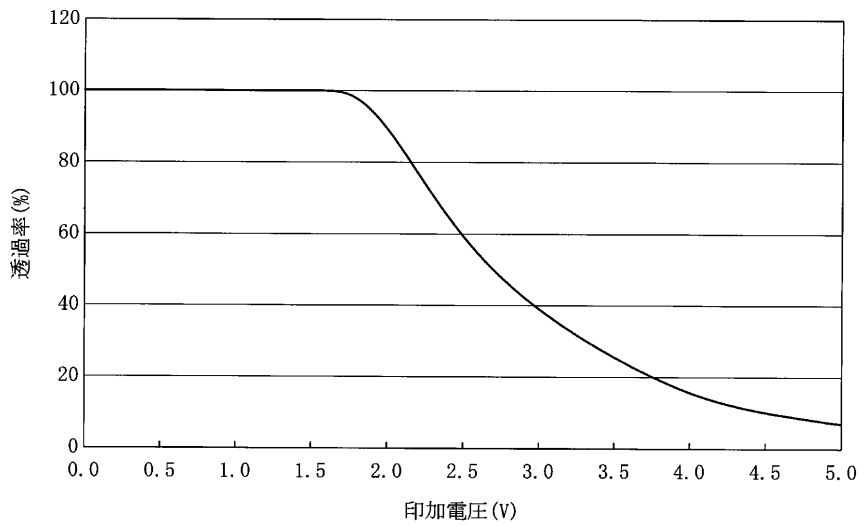
【図22B】



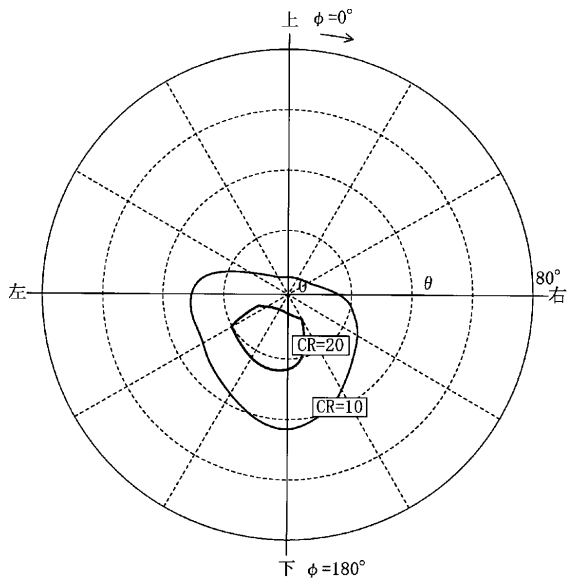
【図22C】



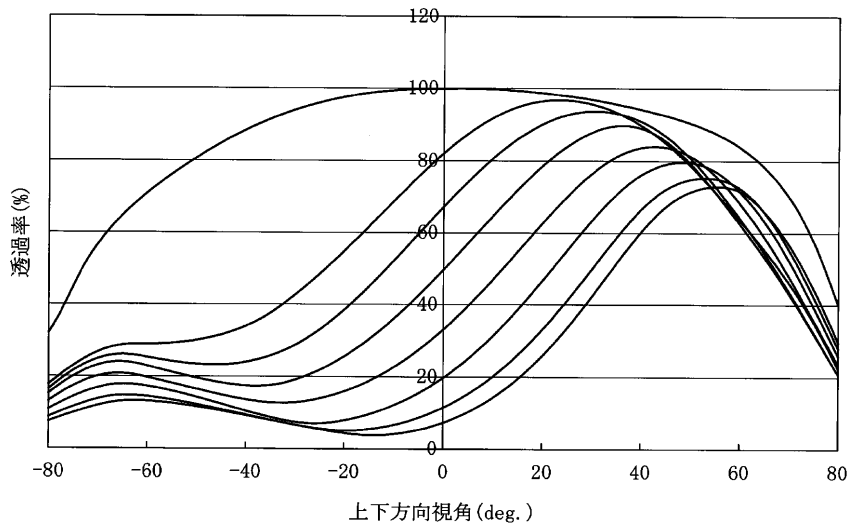
【図24A】



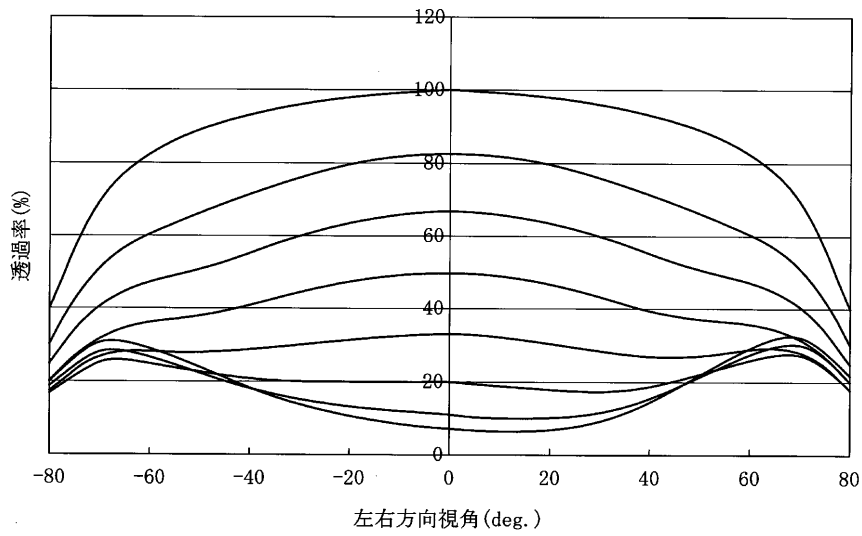
【圖24B】



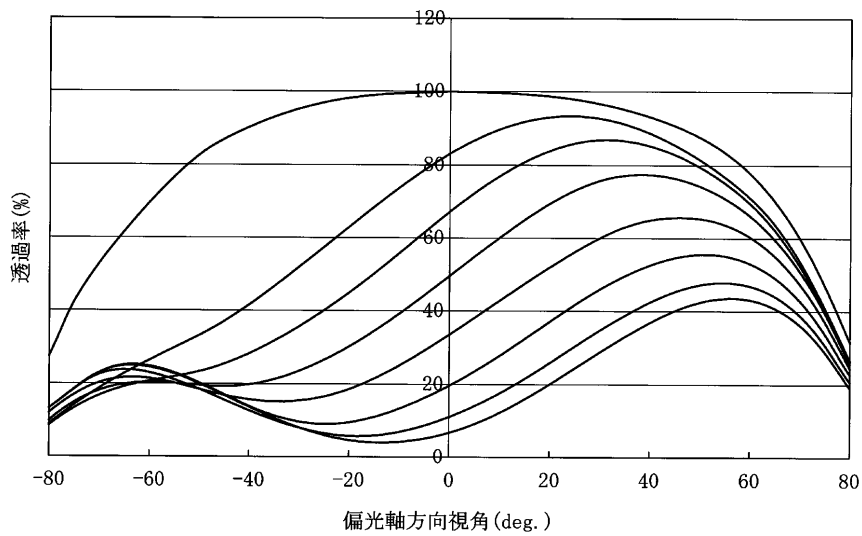
【圖25A】



【図25B】



【図25C】



フロントページの続き

(72)発明者 吉田 圭介
 大阪府大阪市阿倍野区长池町22番22号 シ
 ャープ株式会社内

Fターム(参考) 2H090 LA01 LA06 LA09 MA02 MA06
 MA07
 2H091 FA08X FA08Z FA11X FA11Z
 FD09 FD10 GA02 GA11 KA02
 2H092 GA14 NA01 PA02 PA10 PA11

专利名称(译)	液晶表示装置		
公开(公告)号	JP2002090764A	公开(公告)日	2002-03-27
申请号	JP2000276359	申请日	2000-09-12
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普公司		
[标]发明人	下敷領文一 渡邊啓三 吉田圭介		
发明人	下敷領 文一 渡邊 啓三 吉田 圭介		
IPC分类号	G02F1/1337 G02F1/13363 G02F1/1343 G02F1/139		
CPC分类号	G02F1/1393 G02F1/133634 G02F1/133707 G02F2203/64		
FI分类号	G02F1/1343 G02F1/13363 G02F1/1337		
F-TERM分类号	2H090/LA01 2H090/LA06 2H090/LA09 2H090/MA02 2H090/MA06 2H090/MA07 2H091/FA08X 2H091/FA08Z 2H091/FA11X 2H091/FA11Z 2H091/FD09 2H091/FD10 2H091/GA02 2H091/GA11 2H091/KA02 2H092/GA14 2H092/NA01 2H092/PA02 2H092/PA10 2H092/PA11 2H191/FA22X 2H191/FA22Z 2H191/FA30X 2H191/FA30Z 2H191/FC33 2H191/FD09 2H191/FD10 2H191/FD12 2H191/FD22 2H191/GA19 2H191/HA06 2H191/HA12 2H191/HA15 2H191/HA33 2H191/HA34 2H191/LA13 2H191/LA25 2H191/PA04 2H191/PA07 2H191/PA26 2H191/PA65 2H191/PA73 2H290/AA04 2H290/AA15 2H290/BA12 2H290/BA63 2H290/BB44 2H290/BB45 2H290/BC01 2H290/BF13 2H290/BF23 2H290/BF42 2H291/FA22X 2H291/FA22Z 2H291/FA30X 2H291/FA30Z 2H291/FC33 2H291/FD09 2H291/FD10 2H291/FD12 2H291/FD22 2H291/GA19 2H291/HA06 2H291/HA12 2H291/HA15 2H291/HA33 2H291/HA34 2H291/LA13 2H291/LA25 2H291/PA04 2H291/PA07 2H291/PA26 2H291/PA65 2H291/PA73		
其他公开文献	JP3544348B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供一种具有优异的视角特性的液晶显示装置。一种液晶单元，包括：水平取向型液晶层，其包含具有正介电各向异性的液晶分子；以及一对偏振片和至少一个设置在液晶单元外部的延迟补偿元件。在常黑模式下显示。设置成夹在液晶层之间的一对电极在施加电压时产生平行于液晶层的层表面的横向电场分量，并且在液晶层的厚度方向上的中央附近使液晶分子的取向方向的取向。由角度限定的取向轴方向根据横向电场分量而变化。

