(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2010-276622
(P2010-276622A)
(43)公開日　平成22年12月9日(2010.12.9)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
G02F	1/1337	(2006.01)	G02F	1/1337	520	2H090
G02F	1/1343	(2006.01)	G02F	1/1343		2H091
G02F	1/1335	(2006.01)	G02F	1/1335	510	2H092

審査請求 未請求　請求項の数 6　ＯＬ　（全 17 頁）

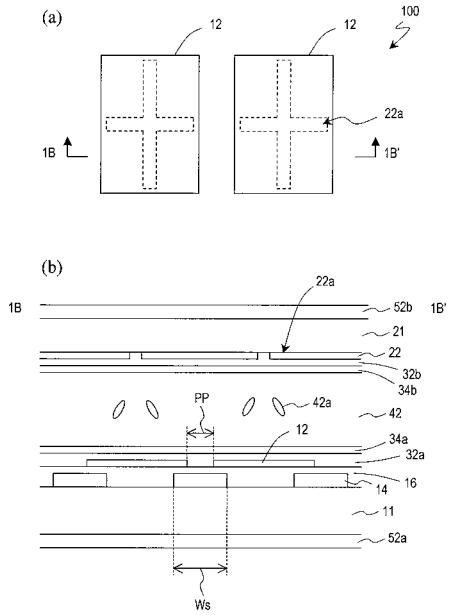
(21)出願番号　特願2007-242568 (P2007-242568)
(22)出願日　平成19年9月19日 (2007.9.19)

(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
(74)代理人　100101683
弁理士　奥田　誠司
(72)発明者　曽我　雅之
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　橋本　義人
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　大上　裕之
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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】液晶表示装置

(57)【要約】
【課題】従来のＣＰＡモードと円偏光とを組み合わせた液晶表示装置よりも高いコントラスト比および広い視野角特性を有し、ＣＰＡモードと直線偏光との組み合わせよりも高い透過率を有し、且つ、低階調においても液晶分子の配向が安定する液晶表示装置を提供する。
【解決手段】
ＶＡモードの液晶表示装置であって、一対の垂直配向膜３２ａ、３２ｂの液晶層側の表面のそれぞれに形成された光重合物から構成される一対の配向維持層３４ａ、３４ｂと、対向電極にのみ設けられた十字形状の開口部２２ａを有する。液晶層に所定の電圧を印加したとき、４つの液晶ドメインが形成され、各液晶ドメインのディレクタの方位は互いに異なり、且つ、一対の偏光板の偏光軸に対して略４５度をなす。液晶層に電圧を印加していないとき、４つの液晶ドメインのそれぞれに対応する領域の液晶分子は、配向維持層３４ａ、３４ｂによってプレチルト方位が規定されている。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数の画素とクロスニコルに配置された一対の偏光板とを有しノーマリブラックモードで画像を表示する液晶表示装置であって、
前記複数の画素のそれぞれは、
誘電異方性が負のネマチック液晶材料を含む液晶層と、
前記液晶層を介して互いに対向する画素電極および対向電極と、
前記画素電極と前記液晶層との間および前記対向電極と前記液晶層との間に設けられた一対の垂直配向膜と、
前記一対の配向膜の前記液晶層側の表面のそれぞれに形成された光重合物から構成される一対の配向維持層と、
前記画素電極と前記対向電極の内の前記対向電極にのみ設けられた少なくとも１つの開口部であって、前記一対の偏光板の偏光軸と重なるように配置された少なくとも１つの十字形状の開口部と、
を有し、
前記液晶層に所定の電圧を印加したとき、前記液晶層に４つの液晶ドメインが形成され、前記４つの液晶ドメインのそれぞれに含まれる液晶分子の配向方向を代表するディレクタの方位は互いに異なり、且つ、前記一対の偏光板の偏光軸に対して略４５度をなし、
前記液晶層に電圧を印加していないとき、前記４つの液晶ドメインのそれぞれに対応する領域の液晶分子は、前記配向維持層によってプレチルト方位が規定されている、液晶表示装置。
【請求項２】
前記画素電極はある方向に沿って一列に配列された複数の副画素電極を有し、
前記対向電極が有する少なくとも１つの十字形状の開口部は、前記複数の副画素電極のそれぞれに対向する位置に配置された開口部を含み、
前記液晶層に所定の電圧を印加したとき、前記複数の副画素電極に一対一で対応する複数の副画素領域のそれぞれに前記４つの液晶ドメインが形成される、請求項１に記載の液晶表示装置。
【請求項３】
前記複数の副画素領域は、透過モードで表示を行う透過副画素領域と反射モードで表示を行う反射副画素領域とを含む、請求項２に記載の液晶表示装置。
【請求項４】
前記反射副画素領域に対応する領域にのみ選択的に設けられた内部位相差層をさらに有する、請求項３に記載の液晶表示装置。
【請求項５】
前記光重合物はジアクリレートまたはジメタクリレートのいずれかのモノマーの重合物を含み、前記液晶層は前記モノマーを含む、請求項１から４のいずれかに記載の液晶表示装置。
【請求項６】
前記一対の配向維持層は粒径が５０ｎｍ以下の前記光重合物の粒子を含む、請求項１から５のいずれかに記載の液晶表示装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、液晶表示装置に関し、特に、画素ピッチが比較的小さい液晶表示装置に好適に適用される配向制御構造に関する。
【背景技術】
【０００２】
現在、高視野角特性を有する液晶表示装置として、横電界モード（ＩＰＳモードおよびＦＦＳモードを含む。）、および垂直配向（ＶＡ）モードが利用されている。ＶＡモード

は横電界モードよりも量産性に優れることから、ＴＶ用途やモバイル用途に広く利用されている。

【０００３】

ＶＡモードの液晶表示装置は、さらに、ＭＶＡモード（特許文献１参照）とＣＰＡモード（特許文献２）とに大別される。

【０００４】

ＭＶＡモードでは、互いに直交する２つの方向に直線状の配向規制手段（スリットまたはリブ）を配置して、配向規制手段の間に、各ドメインを代表するディレクタの方位角がクロスニコルに配置された偏光板の偏光軸（透過軸）に対して４５度をなす４つの液晶ドメインを形成する。方位角の０度を時計の文字盤の３時方向とし、反時計回りを正とすると、４つのドメインのディレクタの方位角は、４５度、１３５度、２２５度、３１５度となる。偏光軸に対して４５度方向の直線偏光は偏光板によって吸収されないので、透過率の観点から最も好ましい。このように、１つの画素に４つのドメインを形成する構成を４分割配向構造または単に４Ｄ構造という。

【０００５】

しかしながら、上記のＭＶＡモードは、小さい画素（例えば、短辺が１００μｍ未満、特に６０μｍ未満）に不向きである。例えば、配向規制手段としてスリットを利用する場合、十分な配向規制力を得るためにはスリットの幅は１０μｍ程度以上であることが必要であり、４つのドメインを形成するためには、基板法線方向から見たときに互いに９０度異なる方向に延びるスリット（くの字スリット）を対向電極に形成し、このスリットを中心に一定の間隔をあけて平行な２本のくの字スリットを画素電極に形成する必要がある。すなわち、約１０μｍ幅のスリットを３本ずつ平行に、４５度－２２５度方向および１３５度－３１５度方向に配置する必要がある。スリット（またはリブ）を設けた箇所は表示に寄与できないので、短辺が１００μｍ未満の画素に適用すると、透過率（輝度）が極端に低下する。さらに高精細な小型の液晶表示装置、例えば携帯電話用の２．４型ＶＧＡでは、画素のピッチ（行方向×縦方向）は例えば２５．５μｍ×７６．５μｍであり、このように小さい画素では、もはや上述のスリットを形成することすらできない。スリットの幅を狭くすると、十分な配向規制力が得られないことは言うまでも無い。

【特許文献１】特開平１１－２４２２２５号公報
【特許文献２】特開２００２－２０２５１１号公報
【特許文献３】特開平０６－４３４６１号公報
【特許文献４】特開２００２－３５７８３０号公報
【特許文献５】特開２００６－７８９６８号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

そこで、比較的小さい画素の液晶表示装置には、ＣＰＡモードが採用されている。図１１（ａ）～（ｃ）を参照して、ＣＰＡモードの液晶表示装置の構成を簡単に説明する。図１１（ａ）は、ＣＰＡモードの液晶表示装置９０Ａの１画素の模式的な断面図であり、図１１（ｂ）は模式的な平面図である。図１１（ａ）には中間調表示状態の液晶分子４２ａの配向状態を示している。図１１（ｃ）は、白表示状態の液晶分子の配向状態を模式的に示す平面図である。なお、以下の図面において共通する構成要素は共通の参照符号で示し、説明を省略することがある。

【０００７】

液晶表示装置９０Ａは、一対の基板１１と２１との間に、垂直配向膜３２ａおよび３２ｂによって配向規制された垂直配向型の液晶層４２を有している。液晶分子４２ａは負の誘電異方性を有し、画素電極１２のエッジ部に生じる斜め電界と、対向電極２２の液晶層４２側に設けられたリベット（凸部）９２の配向規制力によって、電圧が印加された時に液晶分子４２ａが傾斜する方位が規定されている。十分に高い電圧が印加されると、図１１（ｃ）に示すように、リベット９２を中心に液晶分子４２ａが放射状に傾斜した配向を

とる。このとき液晶分子４２ａの配向状態はリベット９２を中心に軸対称性を有しており、このような配向状態をとるドメインを傾斜配向ドメインまたは軸対称配向ドメインという。

【０００８】

液晶表示装置９０Ａは、液晶層４２を介して互いに対向するように配置された一対の偏光板５２ａおよび５２ｂを有しており、偏光板５２ａおよび５２ｂと液晶層４２との間にそれぞれ１／４波長板（４分の１波長板）７２ａおよび７２ｂを有している。偏光板５２ａおよび５２ｂの偏光軸は互いに直交するように配置されている（クロスニコル配置）。全方位的な放射状傾斜配向ドメインと円偏光とを利用することによって、高い透過率（輝度）を得ることが出来る。液晶表示装置９０Ａの白（最高階調）表示状態の画素の透過率分布のシミュレーション結果を図１３（ａ）に示す。リベット９２の中心付近に透過率が低い領域が形成されている以外は、均一に高い透過率を示している。

【０００９】

１／４波長板を利用するＣＰＡモードは、透過率は高いものの、ＭＶＡモードに比べると、コントラスト比が低く、視野角も狭いという問題がある。すなわち、１／４波長板を用いると、斜め視角において、正面（表示面法線方向（視角０度））から観察したときよりも表示（特に低階調（輝度の低い）表示）が明るく見えるという、いわゆる「白浮き」がＭＶＡモードよりも顕著である。

【００１０】

液晶表示装置９０Ａの１／４波長板７２ａおよび７２ｂを省略することによって、すなわちＣＰＡモードと直線偏光とを組み合わせることによって、白浮きを抑制し、コントラスト比を向上させ、視野角を広げることができる。しかしながら、図１３（ｂ）に示すように、透過率が低下する。図１３（ｂ）は、液晶表示装置９０Ａの１／４波長板７２ａおよび７２ｂを省略した液晶表示装置の白表示状態の画素の透過率分布のシミュレーション結果を示す図であり、液晶分子の配向方向が偏光板の吸収軸に平行な領域の透過率が非常に低くなっている。

【００１１】

一方、特許文献３には、対向電極に十字状のスリットを設けることによって、４つのドメインが形成されることが開示されている（図８、［００３３］段落）。図１２（ａ）～（ｃ）を参照して、特許文献３の構成を適用したＶＡモードの液晶表示装置９０Ｂの構成を簡単に説明する。図１２（ａ）は液晶表示装置９０Ｂの１画素の模式的な断面図であり、（ｂ）は模式的な平面図であり、（ｃ）は、白表示状態の液晶分子の配向状態を模式的に示す平面図である。

【００１２】

液晶表示装置９０Ｂは、電圧印加時には、画素電極１２のエッジ部に生じる斜め電界と、対向電極２２のスリット（開口部ともいう）２２ａとの近傍に生じる斜め電界によって、液晶分子４２ａが傾斜する方位を規定する。液晶層４２に印加される電圧が十分に高いと、図１２（ｃ）に示すように、４つのドメインが形成される。図１２（ｂ）に示した十字形状の開口部２２ａの横方向のスリットをＸ軸とし、縦方向のスリットをＹ軸とすると、画素の第１、第２、第３および第４象限に形成される各ドメインのディレクタの方位角は、４５°、１３５°、２２５°および３１５°である。したがって、液晶表示装置９０Ｂの白（最高階調）表示状態の画素の透過率分布は、図１３（ｃ）に示すように、偏光板の吸収軸に平行な領域以外は、均一に高い透過率を示している。

【００１３】

しかしながら、液晶表示装置９０Ｂにおいては、液晶表示装置９０Ａのリベット９２が電界の有無に関係なく配向規制力を発揮するのと異なり、電圧を印加した時にしか配向規制力が発現しないので、印加する電圧が低い場合には十分な配向規制力が得られない。従って、特に中間の階調より低い階調では液晶分子の配向が安定化しないという問題があるので、実用化されていない。

【００１４】

本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、従来のＣＰＡモードと円偏光とを組み合わせた液晶表示装置よりも高いコントラスト比および広い視野角特性を有し、ＣＰＡモードと直線偏光との組み合わせよりも高い透過率を有し、且つ、低階調においても液晶分子の配向が安定する液晶表示装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【００１５】

本発明の液晶表示装置は、複数の画素とクロスニコルに配置された一対の偏光板とを有しノーマリブラックモードで画像を表示する液晶表示装置であって、前記複数の画素のそれぞれは、誘電異方性が負のネマチック液晶材料を含む液晶層と、前記液晶層を介して互いに対向する画素電極および対向電極と、前記画素電極と前記液晶層との間および前記対向電極と前記液晶層との間に設けられた一対の垂直配向膜と、前記一対の配向膜の前記液晶層側の表面のそれぞれに形成された光重合物から構成される一対の配向維持層と、前記画素電極と前記対向電極の内の前記対向電極にのみ設けられた少なくとも１つの開口部であって、前記一対の偏光板の偏光軸と重なるように配置された少なくとも１つの十字形状の開口部とを有し、前記液晶層に所定の電圧を印加したとき、前記液晶層に４つの液晶ドメインが形成され、前記４つの液晶ドメインのそれぞれに含まれる液晶分子の配向方向を代表するディレクタの方位は互いに異なり、且つ、前記一対の偏光板の偏光軸に対して略４５度をなし、前記液晶層に電圧を印加していないとき、前記４つの液晶ドメインのそれぞれに対応する領域の液晶分子は、前記配向維持層によってプレチルト方位が規定されていることを特徴とする。

【００１６】

ある実施形態において、前記画素電極はある方向に沿って一列に配列された複数の副画素電極を有し、前記対向電極が有する少なくとも１つの十字形状の開口部は、前記複数の副画素電極のそれぞれに対向する位置に配置された開口部を含み、前記液晶層に所定の電圧を印加したとき、前記複数の副画素電極に一対一で対応する複数の副画素領域のそれぞれに前記４つの液晶ドメインが形成される。

【００１７】

ある実施形態において、前記複数の副画素領域は、透過モードで表示を行う透過副画素領域と反射モードで表示を行う反射副画素領域とを含む。

【００１８】

ある実施形態において、前記反射副画素領域に対応する領域にのみ選択的に設けられた４分の１波長板をさらに有する。

【００１９】

ある実施形態において、前記光重合物はジアクリレートまたはジメタクリレートのいずれかのモノマーの重合物を含み、前記液晶層は前記モノマーを含む。

【００２０】

ある実施形態において、前記一対の配向維持層は粒径が５０ｎｍ以下の前記光重合物の粒子を含む。

【発明の効果】

【００２１】

本発明の液晶表示装置は、十字形状の開口部（スリット）を利用して４分割配向構造を形成するとともに、配向維持層によって各ドメインの液晶分子のプレチルト方位を規定している。したがって、４Ｄ構造と直線偏光とを組み合わせているので、ＣＰＡと円偏光との組み合わせよりも、コントラスト比および視野角特性が優れ、ＣＰＡと直線偏光との組み合わせよりも高透過率であり、且つ、低階調においても液晶分子の配向が安定する。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２２】

以下、図面を参照して、本発明による実施形態の液晶表示装置の構成と動作を説明するが、本発明は以下で説明する実施形態に限定されるものではない。

【００２３】

図１は本発明による実施形態の液晶表示装置１００の２つの画素の構造を模式的に示す図であり、図１（ａ）は平面図であり、図１（ｂ）は図１（ａ）の１Ｂ－１Ｂ’線に沿った模式的な断面図である。

【００２４】

液晶表示装置１００は複数の画素を有し、一対の基板１１および２１と、これらの外側に設けられクロスニコルに配置された一対の偏光板５２ａおよび５２ｂとを有しノーマリブラックモードで画像を表示する液晶表示装置である。各画素は、誘電異方性が負のネマチック液晶材料（液晶分子４２ａ）を含む液晶層４２と、液晶層４２を介して互いに対向する画素電極１２および対向電極２２とを有している。画素電極１２と液晶層４２との間および対向電極２２と液晶層４２との間には、一対の垂直配向膜３２ａおよび３２ｂが設けられている。さらに、配向膜３２ａおよび３２ｂの液晶層４２側の表面のそれぞれには、光重合物から構成される一対の配向維持層３４ａおよび３４ｂが形成されている。

【００２５】

配向維持層３４ａおよび３４ｂは、後に詳述するように、液晶材料に予め混合しておいた光重合性モノマーを、液晶セルを形成して後、液晶層４２に電圧を印加した状態で、重合することによって形成されたものである。液晶分子４２ａは、モノマーを重合するまでは垂直配向膜３２ａおよび３２ｂによって配向規制されており、白表示電圧を印加すると、図１２に示した液晶表示装置９０Ｂと同様に、画素電極１２のエッジ部に生じる斜め電界と、対向電極２２の開口部２２ａとの近傍に生じる斜め電界によって、４Ｄ構造が形成される。配向維持層３４ａおよび３４ｂは、液晶層４２に電圧を印加した状態の液晶分子４２ａの配向を、電圧を取り去った後（電圧を印加しない状態）においても維持（記憶）するように作用する。従って、配向維持層３４ａおよび３４ｂによって規定される液晶分子４２ａのプレチルト方位（電圧を印加していないときの液晶分子のチルト方位）は、電圧印加時に形成される４Ｄ構造のドメインのディレクタの方位と整合する。

【００２６】

画素電極１２と対向電極２２の内、対向電極２２にのみ少なくとも１つの開口部２２ａが設けられている。すなわち、画素電極１２には開口部は設けられていない。ここでは、各画素に１つの開口部２２ａが形成されている例を示している。この開口部２２ａは、十字形状を有し、一対の偏光板５２ａおよび５２ｂの偏光軸と重なるように配置されている。ここでは、偏光板５２ａおよび５２ｂの一方の偏光軸は水平方向に配置されており、他方の偏光軸は垂直方向に配置されており、開口部２２ａは図１（ａ）に示すように、水平方向に延びるスリットと垂直方向に延びるスリットとを交差させた十字形状を有している。なお、対向電極２２に設けられる十字形状の開口部２２ａは、基板法線方向から見たときに、図１（ａ）に示すように、開口部２２ａの端部が画素電極１２のエッジとほぼ一致するように形成することが好ましい。画素内の液晶層４２の全体に斜め電界を形成するためである。開口部２２ａの端部が画素電極１２のエッジを越えてもよいが、隣接する画素電極１２に対応して設けられる開口部２２ａとの間隔が狭くなり過ぎると、対向電極２２の抵抗値が増大するので好ましくない。

【００２７】

画素電極１２と対向電極２２との間に電位差を与えることによって液晶層４２に所定の電圧を印加したとき、液晶層４２に４つの液晶ドメインが形成される。図１２を参照して説明したように、４つの液晶ドメインのそれぞれに含まれる液晶分子４２ａの配向方向を代表するディレクタの方位は互いに異なり、且つ、一対の偏光板５２ａおよび５２ｂの偏光軸に対して略４５度をなす。すなわち、液晶表示装置１００の画素は、４Ｄ構造を有している。

【００２８】

液晶表示装置１００は、図１２に示した従来の液晶表示装置９０Ｂと異なり、配向維持層３４ａおよび３４ｂを有しており、これらの配向維持層３４ａおよび３４ｂは、液晶層４２に電圧を印加していないとき、４つの液晶ドメインのそれぞれに対応する領域の液晶分子４２ａのプレチルト方位を規定するように作用している。

【００２９】
このように、液晶表示装置１００は、４Ｄ構造と直線偏光とを組み合わせて用いているので、１／４波長板を利用する従来のＣＰＡモードの液晶表示装置よりも、高いコントラスト比および広い視野角特性を有し、ＣＰＡモードと直線偏光との組み合わせよりも高い透過率を有する。さらに、液晶表示装置１００は、配向維持層３４ａおよび３４ｂによって、電圧無印加時においても４Ｄ構造と整合するようにプレチルト方位が規定されているので、図１２に示した液晶表示装置９０Ｂよりも低階調においても液晶分子の配向が安定する。具体的には、後に、実施例および比較例を示して説明するように、液晶表示装置９０Ｂでは、低階調において配向規制力が十分ではないため、４つのドメインを安定に形成することができず、４つのドメインの面積比が異なる、および／または、個々のドメイン内の液晶分子の内で所定の方向に配向している液晶分子の割合が一定しない状態となり、結果として、視角特性が非対称になるという問題が発生する。

【００３０】
なお、液晶表示装置１００は、ＴＦＴ型の液晶表示装置であって、ＴＦＴ、ゲートバスライン（いずれも不図示）およびソースバスライン１４と、これらを覆う層間絶縁膜１６を有している。ＴＦＴはゲートバスライン（不図示）に供給される走査信号によってＯＮ／ＯＦＦ制御され、ＴＦＴがＯＮ状態のときにソースバスライン１４から表示信号が画素電極１２に供給される。透明な有機樹脂で形成された層間絶縁膜１６を設けることによって、画素電極１２のエッジ部分をソースバスライン１４に重ねることが可能となるので画素開口率を向上させることが出来る。例えば、行方向に隣接する画素電極１２間のスペースＰＰは５μｍ、ソースバスライン１４の幅Ｗｓは６μｍである。もちろん、本発明の液晶表示装置はこれに限定されず、またＴＦＴ型にも限られない。

【００３１】
配向維持層３４ａおよび３４ｂは、「Ｐｏｌｙｍｅｒ　Ｓｕｓｔａｉｎｅｄ　Ａｌｉｇｎｍｅｎｔ　Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ」という技術（「ＰＳＡ技術」ということがある。）を用いて形成されたものであり、具体的な製造方法は、特許文献４および５に記載されている。これらの開示内容の全てを参考のために本明細書に援用する。ここでは、特許文献５（実施例５）に記載されているのと同様の方法で液晶パネルを作製した。

【００３２】
誘電異方性が負のネマチック液晶材料に対して０．１質量％以上０．５質量％以下の光重合性モノマーを混合した材料を用いて、液晶表示装置１００のための液晶表示パネルを作製する。光重合性モノマーとしては液晶骨格を有するアクリレートまたはジメタクリレートのモノマーを用いる。液晶表示パネルは、液晶材料がモノマーを含有しており、配向維持層３４ａおよび３４ｂが形成されていないことおよび偏光板５２ａおよび５２ｂが設けられていないことを除き、液晶表示装置１００と実質的に同じ構成を備えており、図１２（ａ）および（ｂ）に示した液晶表示装置９０Ｂの偏光板５２ａおよび５２ｂが設けられていないものに相当する。

【００３３】
この液晶表示パネルの液晶層（上記モノマーを含む）に、白表示電圧（例えば４．５Ｖ）よりも高い電圧（１０Ｖ）を印加した状態で、ＵＶ光（例えば波長３６５ｎｍのｉ線、約２０ｍＷ）を約２０Ｊ／ｃｍ^{2}照射する。液晶層に電圧を印加すると、液晶表示装置９０Ｂについて図１２（ｃ）を参照して説明したように、十字形状の開口部２２ａを有する対向電極２２と画素電極１２との間に生成される電界によって、液晶層にはディレクタの方位角が４５度、１３５度、２２５度および３１５度となる４つのドメインが形成される。ＵＶ照射によってモノマーが重合し光重合物が生成される。光重合物は、垂直配向膜上に、上記の液晶分子の配向状態を固定する配向維持層を形成する。白表示電圧以上の所定の電圧を印加しながらモノマーを光重合させて配向維持層を形成するための一連の工程を「ＰＳＡ処理」ということがある。

【００３４】
図２を参照して配向維持層３４ａおよび３４ｂの一例について、その構造を説明する。

図２に示したＳＥＭ像は、上記のようにして作製された液晶表示パネルの試料を分解後、液晶材料を除去し、溶剤で洗浄した表面をＳＥＭで観察したものである。

【００３５】

図２からわかるように、配向維持層は粒径が５０ｎｍ以下の光重合物の粒子を含んでいる。光重合物は配向膜の表面の全面を覆っている必要は必ずしもなく、配向膜の一部の表面が露出されていてもよい。液晶層内に形成された電界に応じて配向した液晶分子が光重合物によって固定され、電界が無い状態でも配向が維持される。垂直配向膜上の配向維持層が形成された後は、配向維持層が液晶分子のプレチルト方向を規定する。

【００３６】

図３および図４を参照して、配向維持層３４ａおよび３４ｂの機能を説明する。図３は実施形態の液晶表示装置１００の１つの画素について図１中の１Ｂ－１Ｂ’線に沿った断面図に対応し、図３（ａ）は黒表示状態（電圧無印加時）、図３（ｂ）は白表示状態（電圧印加時）の液晶分子４２ａの配向状態を表している。一方、図４は、図１２（ａ）および（ｂ）に示した液晶表示装置９０Ｂ（液晶表示装置１００から配向維持層３４ａおよび３４ｂを取り除いたものに相当）の画素の断面図であり、図４（ａ）は黒表示状態（電圧無印加時）、図４（ｂ）は白表示状態（電圧印加時）の液晶分子４２ａの配向状態を表している。なお、図３および図４において垂直配向膜３２ａおよび３２ｂは省略している。

【００３７】

まず、斜め電界による液晶分子４２ａの配向を説明するために図４を参照する。図４（ａ）に示したように、電圧無印加時においては液晶分子４２ａは垂直配向膜（不図示）によって垂直に配向している。一方、白表示状態においては、画素電極１２のエッジ部に生じる斜め電界と、対向電極２２の開口部２２ａとの近傍に生じる斜め電界によって、液晶分子４２ａの配向方向が規定される。液晶層４２の中央付近の液晶分子４２ａは（誘電異方性が負であるので）分子の長軸が電界に直交するように配向する。液晶層４２の法線方向から見ると、図１２（ｃ）に示したように、ディレクタの方位角が４５度、１３５度、２２５度および３１５度となる４つのドメインが形成されるので、開口部２２ａを中心にツイストする。従って、図４（ｂ）においては、開口部２２ａに対応する領域の液晶分子４２ａは紙面に垂直な方向に配向している。なお、垂直配向膜（不図示）に最近接している液晶分子４２ａは垂直配向膜から強いアンカリング作用を受けているので、白表示状態においても垂直配向膜の表面に対して垂直に配向している。

【００３８】

次に、図３（ａ）および（ｂ）を参照する。液晶表示装置１００は、配向維持層３４ａおよび３４ｂを有しており、配向維持層３４ａおよび３４ｂは、電界を印加した時の液晶分子４２ａの配向を固定するように作用する。すなわち、液晶分子４２ａが、図４（ｂ）（液晶層面内の配向については図１２（ｃ））に示したような配向状態をとっているときに、上述のようにモノマーが重合し配向維持層３４ａおよび３４ｂが形成され、このときの配向が固定されている。

【００３９】

なお、図４（ｂ）に示したように、垂直配向膜に最近接している液晶分子４２ａは強いアンカリング作用を受けているので、光照射時の印加電圧（例えば白表示電圧よりも高い１０Ｖ程度）であっても、垂直配向膜の表面に対して垂直に配向している。従って、垂直配向膜上に形成される配向維持層３４ａおよび３４ｂによって固定される液晶分子４２ａは、図３（ａ）に模式的に示したように垂直方向から僅か（１～５°）に傾いた程度（プレチルト角で表現すると８５°～８９°）であり、図３（ａ）と図３（ｂ）とを比較すればわかるように、配向維持層３４ａおよび３４ｂによって固定される液晶分子４２ａの配向は電圧を印加してもほとんど変化することが無い。

【００４０】

本発明による実施形態の液晶表示装置１００は、配向維持層３４ａおよび３４ｂを有するので、図３（ａ）に示すように、電圧無印加時においても、所定の方向にプレチルトした配向状態を呈する。このときの配向状態は、図３（ｂ）に示す白表示状態（電圧印加時

）の液晶分子４２ａの配向状態と整合するものであり、その結果、低階調においても液晶分子の配向が安定するという利点が得られる。

【００４１】

次に、図５（ａ）および（ｂ）に示すガンマ特性を参照して、ＰＳＡ技術を適用する（すなわち配向維持層を設ける）ことによって得られる効果を光学特性の観点から説明する。図５（ａ）および（ｂ）は、シミュレーションによって求めた液晶表示装置のガンマ特性を示すグラフであり、横軸は表示すべき階調（ここでは０～２５５の２５６階調）であり、縦軸は実際に観察される階調である。各グラフは、正面（表示面法線方向）から観察したときに所定のガンマ特性（ガンマ＝２．２）が得られるように設計されている液晶表示装置を斜め視角から観察した場合のガンマ特性を示している。具体的には、視角（表示面法線から傾斜した角度（極角））が４５度の場合で、視角を傾斜させる方位が横方向（３時方向、方位角０度）、縦方向（１２時方向、方位角９０度）のそれぞれについて、ＰＳＡ有り・無しの場合のガンマ特性を示している。また、画素電極のエッジ部に生成する斜め電界の影響を調べるために、図５（ａ）には画素ピッチが２５．５μｍ×４０．０μｍ（縦横比１．６）の場合の結果を、図５（ｂ）には５９．０μｍ×６１．０μｍ（縦横比１：１）の場合の結果を示した。縦横比は特に断らない場合、横を１として、縦の長さを示す。一般に横が縦よりも短い。なお、画素サイズは画素ピッチよりも僅かに小さい。

【００４２】

まず、図５（ａ）を参照すると、ＰＳＡ無しの場合、縦方向と横方向とのガンマ特性を比べると、これらの間の差は１６０／２５５階調以上では小さいが、階調が低いほど差が大きくなり、１２８／２５５階調以下では非常に大きくなっている。すなわち、ＰＳＡ無しの場合には、視角特性が非対称になるという問題が発生する。これに対し、ＰＳＡ有りの場合には、２５５／２５５階調から１２８／２５５階調までは縦方向と横方向とのガンマ特性との差はほとんど無く、１２８／２５５階調よりも低階調では差が増大するものの、ＰＳＡ無しの場合の約半分以下である。このことから分かるように、ＰＳＡ技術を用いて配向維持層を形成することによって、液晶分子の配向を安定化させることができ、その結果、視角特性が非対称になるという問題が発生しない。

【００４３】

次に、図５（ｂ）を参照すると、ＰＳＡ無しの場合でも、縦方向と横方向とのガンマ特性との間の差が小さいことがわかる。これは、画素の縦横比が１：１であるため、液晶分子の配向分布が対称であることに起因している。ただし、この場合においても、ＰＳＡ有りの場合の方が、縦方向と横方向とのガンマ特性との間の差が小さい。

【００４４】

なお、ＰＳＡ有りの場合、液晶分子はプレチルトしているので、電界に応じてスムーズに配向変化することができるので、液晶分子の配向を安定化できるとともに、液晶分子の応答特性を改善することができるという利点を有している。

【００４５】

次に、図６および図７を参照して十字形状の開口部２２ａの幅の最適な値について説明する。図６は、種々の開口部２２ａの幅（対向スリットの幅）について、液晶分子の配向方位の分布を示すグラフであり、図５（ａ）の場合と同様に、画素ピッチが２５．５μｍ×４０．０μｍ（縦横比１．６）の画素の場合を示している。

【００４６】

図６（ａ）～（ｃ）の横軸は、画素の縦方向に沿った位置を示しており、縦方向に隣接する２つのドメインの中心を通り線上の位置を示している。先と同様に、図１（ａ）に示した画素電極１２の十字形状の開口部２２ａの横方向のスリットをＸ軸とし、縦方向のスリットをＹ軸とすると、画素の第１、第２、第３および第４象限に形成される各ドメインのディレクタの方位角は、４５°、１３５°、２２５°および３１５°であり、ここでは、第２および第３象限に形成されるドメインの液晶分子の配向方位の分布を表している。なお、１３５°はそれと等価な－４５°として示している。また、図６（ａ）は液晶層に２．５Ｖを印加した状態（中間調表示状態）を示しており、図６（ｂ）は液晶層に４．５

Ｖを印加した状態（白表示状態）を示しており、図６（ｃ）は白電圧よりも高い電圧（１０Ｖ）を印加した状態を示している。

【００４７】

まず、図６（ａ）に示されているように、液晶層に印加する電圧が低いと、４５°または－４５°の方位に配向している液晶分子が少ないことが分かる。スリットの幅が５．０μｍおよび７．０μｍのとき、画素電極のエッジ近傍およびスリットの近傍において４５°または－４５°の方位に液晶分子が配向している部分がわずかに存在するに過ぎない。

【００４８】

次に、図６（ｂ）に示されているように、白表示電圧（４．５Ｖ）を印加すると、スリット幅が５．０μｍの場合には、４５°または－４５°の方位に配向している液晶分子が広い範囲に亘って存在していることが分かる。

【００４９】

さらに、図６（ｃ）に示すように、白電圧を超える１０Ｖを印加すると、スリット幅が５．０μｍの場合に、４５°または－４５°の方位に配向している液晶分子が存在する範囲は更に広がり、スリット幅が７．０μｍおよび９．０μｍであっても、４５°または－４５°の方位に配向している液晶分子が広い範囲に亘って存在していることが分かる。

【００５０】

これらのことから、画素のピッチが比較的小さな場合でも、十分な配向規制力を発現させるためにはスリットの幅は５．０μｍ以上であることが好ましいことが言える。

【００５１】

上述したように、スリットの幅を５．０μｍ以上とし、所定の方位（偏光板の透過軸から４５°）に配向する液晶分子の割合を増加させることによって、透過率（表示輝度）を増大させることができる。しかしながら、スリットの幅が大きくなると液晶層に十分な電圧が印加されない領域が増えるので、表示輝度を低下させるように作用する。そこで、図７を参照して、スリット幅と透過率との関係を検討した結果を説明する。

【００５２】

図７に示すグラフは、縦軸が、スリット幅が５．０μｍのときの透過率を１とした場合の透過率比を示しており、横軸はスリットの幅を示している。図７から分かるように、透過率の観点からはスリットの幅は５．０μｍが最適である。なお、スリットの幅が７．０μｍまででであれば、１０Ｖを印加すれば０．９５の透過率比を得ることが出来る。すなわち、スリットの幅が７．０μｍまででであれば１０Ｖ印加することによって４Ｄ構造を得るための所望の配向が実現されるので、この条件でＰＳＡ処理を行えばよいと言える。

【００５３】

次に、図８および図９を参照して、画素の縦横比が液晶分子の配向に与える影響を検討した結果を説明する。図８および図９の横軸は、画素の横方向に沿った位置を示しており、横方向に隣接する２つのドメインの中心を通り線上の位置を示している。ここでは４つのドメインのうち第１、第２象限に形成されるドメインの液晶分子の配向方位の分布を表している。なお、スリット幅はいずれも５．０μｍである。図８（ａ）～（ｃ）は印加電圧が４．５Ｖ（白表示電圧相当）の場合であり、図９（ａ）～（ｃ）は印加電圧が１０Ｖの場合を示している。

【００５４】

図８（ａ）および図９（ａ）の画素の横方向のピッチは２５．５μｍ、図８（ｂ）および図９（ｂ）の画素の横方向のピッチは４６．５μｍ、図８（ｃ）および図９（ｃ）の画素の横方向のピッチは５９．０μｍである。

【００５５】

図８（ａ）～（ｃ）を見ると、縦横比が１：１の場合、画素ピッチに拘わらず、所望の方位に配向している液晶分子の割合が十分大きい。特に、画素ピッチが５９．０μｍの画素ではほとんどの液晶分子が所望の方位に配向している。それに対し、縦横比が１．４～１．６の場合には、画素ピッチが大きくなるにつれて、所望の方位に配向している液晶分子の割合は低下し、画素ピッチが５９．０μｍでは所望の方位に配向している液晶分子は

ほとんどない。縦横比が２．０では、この傾向はさらに顕著であり、画素ピッチが２５．５μｍの画素でも、所望の方位に配向している液晶分子の割合は少ない。

【００５６】

次に、図９（ａ）～（ｃ）を参照する。液晶層に白電圧以上の電圧である１０Ｖの電圧を印加すると、所望の方位に配向している液晶分子の割合が増大する。縦横比が１．６以下であれば、画素ピッチが５９．０μｍの画素であっても、十分な割合の液晶分子が所望の方位に配向していることがわかる。

【００５７】

このように、縦横比が１．６以下で、短い方の画素ピッチが６０μｍ以下であれば、１０Ｖ程度の電圧を印加しながらＰＳＡ処理を行うことによって、所望の方位の液晶分子の配向を固定することができる。もちろん、液晶層に印加する電圧をさらに大きくすることによって、画素の縦横比や画素ピッチがさらに大きな画素においても、所望の配向方位に配向する液晶分子の割合を十分に大きくすることができるが、ＴＦＴ型の液晶表示装置の画素に１０Ｖを超える電圧を印加することは好ましくない。

【００５８】

一般に、液晶表示装置は、３原色（Ｒ，ＧおよびＢ）の３つの画素で１つのカラー表示画素を構成しており、概ね１：３の縦横比を有している。従って、１つの画素を２つ以上の副画素領域に分割し、各副画素領域に対して上記の構成を採用することが好ましい。具体的には、画素電極がある方向に沿って一列に配列された複数の副画素電極を有し、対向電極が有する少なくとも１つの十字形状の開口部が、複数の副画素電極のそれぞれに対向する位置に配置された開口部を含み、液晶層に所定の電圧を印加したとき、複数の副画素電極に一対一で対応する複数の副画素領域のそれぞれに４つの液晶ドメインが形成されるように構成することが好ましい。もちろんこの場合においても、各副画素領域の縦横比が１：１から1：１．６の範囲内にあるように設定することが好ましい。

【００５９】

次に、図１０を参照して、本発明による他の実施形態の透過反射両用型（「半透過型」ともいう）の液晶表示装置２００の構成を説明する。液晶表示装置２００は、各画素が２つの副画素領域を有し、一方は透過モードで表示を行う透過副画素領域であり、他方が反射モードで表示を行う反射副画素領域である。図１０（ａ）は、液晶表示装置２００の１画素の模式的な平面図であり、図１０（ｂ）は図１０（ａ）の１０Ｂ－１０Ｂ’線に沿った模式的な断面図である。なお、図１に示した液晶表示装置１００と共通する構成要素は共通の参照符号で示して説明を省略する。

【００６０】

図１０（ａ）に示すように、液晶表示装置２００が有する画素電極１２は、列方向（縦）に沿って一列に配列された２つの副画素電極１２ａおよび１２ｂを有している。副画素電極１２ａは例えばＩＴＯ膜で形成された透明電極であり、副画素電極１２ｂは例えばＡｌ膜で形成された反射電極である。液晶層４２を介して副画素電極１２ａおよび１２ｂに対向する対向電極２２は、透明副画素電極１２ａに対向する位置に配置された十字形状の開口部２２ａと、反射副画素電極１２ｂに対向する位置に配置された十字形状の開口部２２ｂとを有している。従って、液晶層４２に所定の電圧を印加したとき、透明副画素電極１２ａに対応する透過副画素領域および反射副画素電極１２ｂに対応する反射副画素領域のそれぞれに上記の４つの液晶ドメインが形成される。例えば、透過副画素領域の縦横比は１：１．６であり、反射副画素領域の縦横比は１：１である。

【００６１】

液晶表示装置２００は、図１０（ｂ）に示すように、反射副画素電極１２ｂに対向する領域に、位相差層６２を有している。液晶層４２を介して互いに対向する基板１１と２１との間に設けられているので、面内位相差層６２と呼ぶことにする。例えば面内位相差層６２の位相差は４分の１波長であり、その遅相軸は偏光板５２ｂの透過軸に対して４５°をなす方向に配置される。面内位相差層６２は偏光板５２ｂを通過した直線偏光を円偏光に変換するように作用する。このとき、反射モードの表示を行う光に対する光路長と、透

過モードの表示を行う光に対する光路長とを等しくするために、反射副画素領域の液晶層４２の厚さは透過副画素領域の液晶層４２の厚さの２分の１とすることが好ましい。液晶層４２の厚さは、例えば透明な樹脂層を面内位相差層６２の基板２１側に設けることによって調節すればよい。面内位相差層の詳細については、例えば、特開２００３－２７９９５７号公報に記載されている。参考のために上記公開公報の開示内容の全てを本明細書に援用する。

【００６２】

ここでは、透過反射両用型液晶表示装置２００を例に１つの画素が２つ以上の副画素領域を有する構成を説明したが、これに限られず、透過型液晶表示装置や反射型液晶表示装置においても、画素を複数の副画素領域に分割することによって、各副画素領域の縦横比を１：１～１：１．６の範囲に出来る。従って、上述したように、十字形状の開口部および画素電極（副画素電極）のエッジ部に生成される斜め電界の作用によって、各副画素領域の液晶分子の配向方位を安定に制御し、所望の４Ｄ構造を得ることができる。

【００６３】

上述したように、本実施形態の液晶表示装置１００および２００は、４Ｄ構造と直線偏光とを組み合わせて用いているので、１／４波長板を利用する従来のＣＰＡモードの液晶表示装置よりも、高い透過率、高いコントラスト比および広い視野角特性を有する。さらに、電圧無印加時においても４Ｄ構造と整合するようにプレチルト方位が規定されているので、図１２に示した液晶表示装置９０Ｂよりも低階調においても液晶分子の配向が安定する。従って、４つのドメインの面積比が異なる、および／または、個々のドメイン内の液晶分子の内で所定の方向に配向している液晶分子の割合が一定しないという問題が生じることがなく、結果として、視角特性が非対称になるという問題が発生しない。また、当然に、従来のＰＳＡ処理を施した液晶表示装置と同様に応答特性が優れるという特徴を有している。

【産業上の利用可能性】

【００６４】

本発明は、携帯電話用の液晶表示装置など比較的小さな画素ピッチの液晶表示装置に用いられる。

【図面の簡単な説明】

【００６５】

【図１】本発明による実施形態の液晶表示装置１００の２つの画素の構造を模式的に示す図であり、図１（ａ）は平面図であり、図１（ｂ）は図１（ａ）の１Ｂ－１Ｂ’線に沿った模式的な断面図である。

【図２】本発明による実施形態の液晶表示装置が有する配向維持層のＳＥＭ像を示す図である。

【図３】液晶表示装置１００の１つの画素について図１中の１Ｂ－１Ｂ’線に沿った断面図に対応し、（ａ）は黒表示状態（電圧無印加時）、（ｂ）は白表示状態（電圧印加時）の液晶分子４２ａの配向状態を模式的に示す図である。

【図４】液晶表示装置９０Ｂの画素の断面図であり、（ａ）は黒表示状態（電圧無印加時）、（ｂ）は白表示状態（電圧印加時）の液晶分子４２ａの配向状態を模式的に示す図である。

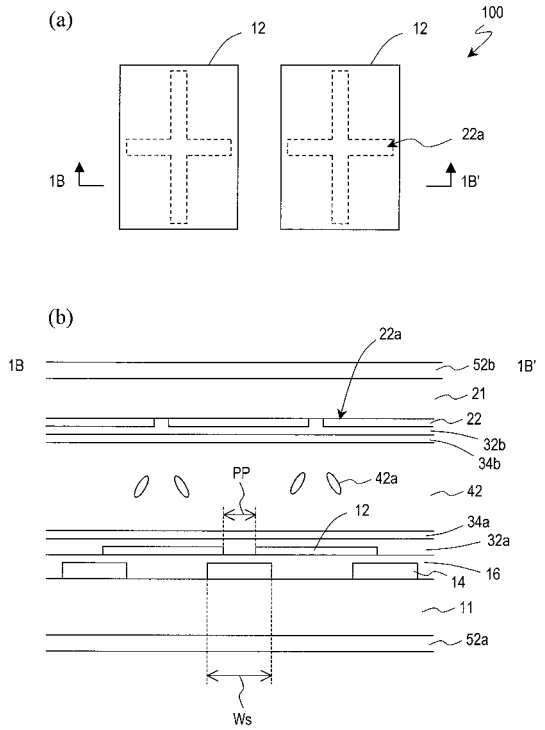
【図５】（ａ）および（ｂ）は、ＰＳＡ処理の有無によるガンマ特性の違いを説明するための図であり、シミュレーションによって求めた液晶表示装置のガンマ特性を示すグラフである。

【図６】種々の開口部２２ａの幅について、液晶分子の配向方位の分布を示すグラフであり、（ａ）は液晶層に２．５Ｖを印加した状態（中間調表示状態）を示しており、（ｂ）は液晶層に４．５Ｖを印加した状態（白表示状態）を示しており、（ｃ）は白電圧よりも高い電圧（１０Ｖ）を印加した状態を示している。

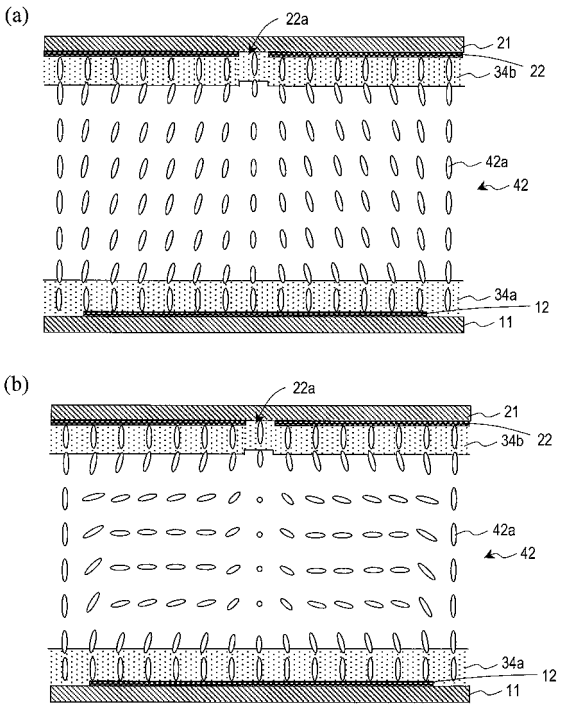
【図７】スリット幅と透過率との関係を示すグラフであり、横軸はスリットの幅を示しており、縦軸はスリット幅が５．０μｍのときの透過率を１とした場合の透過率比を示して

いる。
【図８】種々の画素の縦横比について、液晶分子の配向方位の分布（４Ｖ印加時）を示すグラフであり、（ａ）は画素の横方向のピッチが２５．５μｍの場合、（ｂ）は画素の横方向のピッチが４６．５μｍの場合、（ｃ）は画素の横方向のピッチが５９．０μｍの場合を示している。
【図９】種々の画素の縦横比について、液晶分子の配向方位の分布（１０Ｖ印加時）を示すグラフであり、（ａ）は画素の横方向のピッチが２５．５μｍの場合、（ｂ）は画素の横方向のピッチが４６．５μｍの場合、（ｃ）は画素の横方向のピッチが５９．０μｍの場合を示している。
【図１０】本発明による実施形態の半透過型液晶表示装置２００の画素の構造を模式的に示す図であり、（ａ）は平面図であり、（ｂ）は（ａ）の１０Ｂ－１０Ｂ’線に沿った模式的な断面図である。
【図１１】（ａ）～（ｃ）は、ＣＰＡモードの液晶表示装置９０Ａの構成を説明するための図であり、（ａ）は１画素の模式的な断面図であり、（ｂ）は模式的な平面図であり、（ｃ）は、白表示状態の液晶分子の配向状態を模式的に示す平面図である。
【図１２】（ａ）～（ｃ）は、特許文献３の構成を適用したＶＡモードの液晶表示装置９０Ｂの構成を簡単に説明するための図であり、（ａ）は１画素の模式的な断面図であり、（ｂ）は模式的な平面図であり、（ｃ）は、白表示状態の液晶分子の配向状態を模式的に示す平面図である。
【図１３】（ａ）は液晶表示装置９０Ａの白表示状態の画素の透過率分布のシミュレーション結果を示す図であり、（ｂ）は、液晶表示装置９０Ａの１／４波長板７２ａおよび７２ｂを省略した液晶表示装置の白表示状態の画素の透過率分布のシミュレーション結果を示す図であり、（ｃ）は液晶表示装置９０Ｂの白表示状態の画素の透過率分布のシミュレーション結果を示す図である。
【符号の説明】
【００６６】
１１、２１　基板
１２　画素電極
１２ａ　透明副画素電極
１２ｂ　反射副画素電極
２２　対向電極
２２ａ　十字形状の開口部（スリット）
３２ａ、３２ｂ　垂直配向膜
３４ａ、３４ｂ　配向維持層
４２　液晶層
４２ａ　液晶分子
５２ａ、５２ｂ　偏光板
１００、２００　液晶表示装置

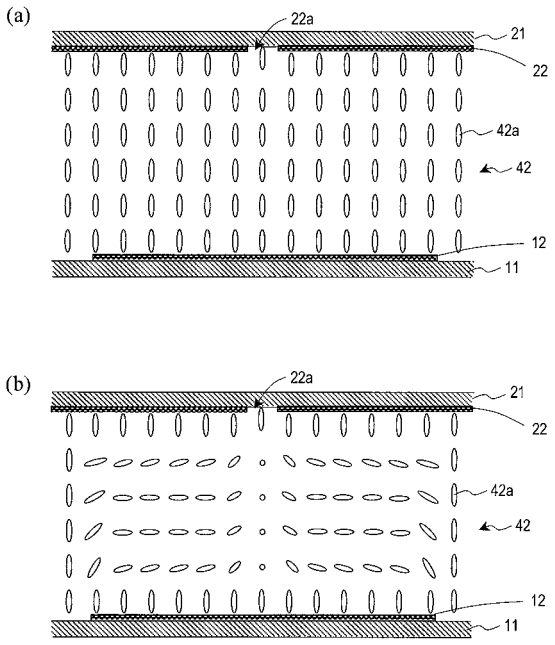
【図１】


(a)
12
12
100
22a
1B
1B'
(b)
22a
1B
52b
1B'
21
22
32b
34b
PP
42a
42
12
34a
32a
16
14
11
52a
Ws

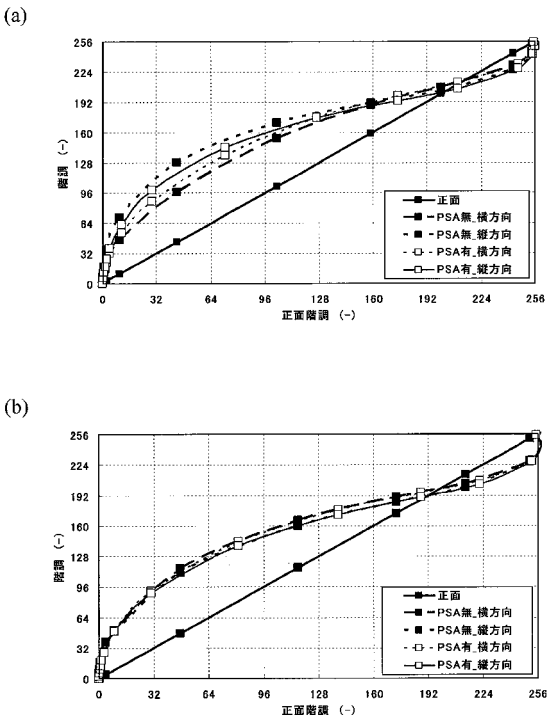
【図３】


(a)
22a
21
34b
22
42a
42
34a
12
11
(b)
22a
21
34b
22
42a
42
34a
12
11

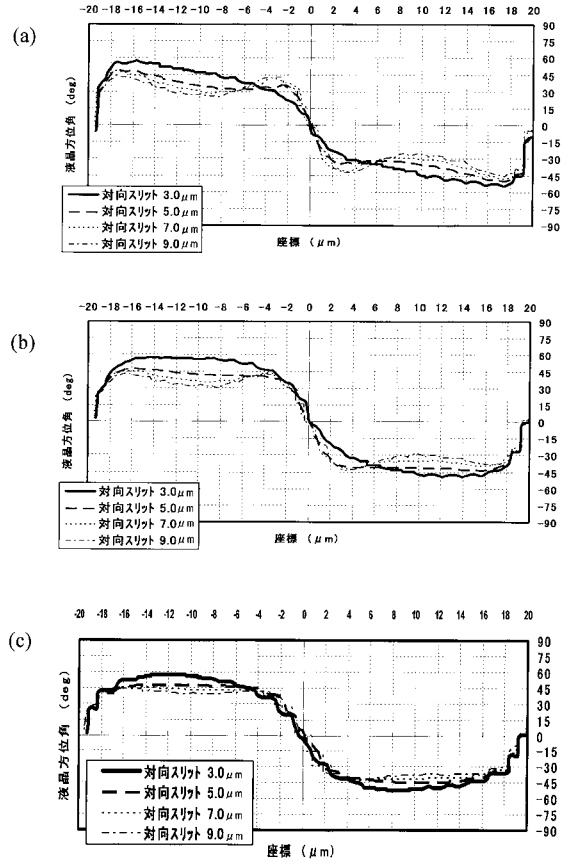
【図４】


(a)
22a
21
22
42a
42
12
11
(b)
22a
21
22
42a
42
12
11

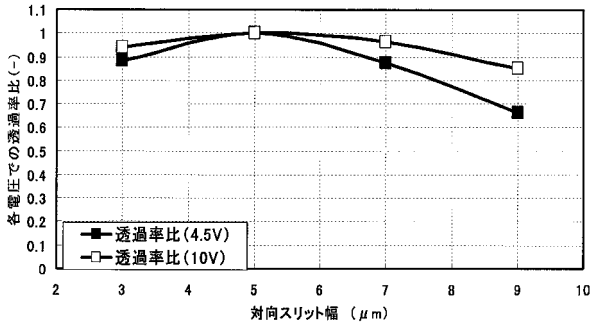
【図５】


(a)
256
224
192
160
128
96
84
32
0
階調（-）
0
32
64
96
128
160
192
224
256
正面階調（-）
正面
PSA無_横方向
PSA無_縦方向
PSA有_横方向
PSA有_縦方向
(b)
256
224
192
160
128
96
64
32
0
階調（-）
0
32
64
96
128
160
192
224
256
正面階調（-）
正面
PSA無_横方向
PSA無_縦方向
PSA有_横方向
PSA有_縦方向

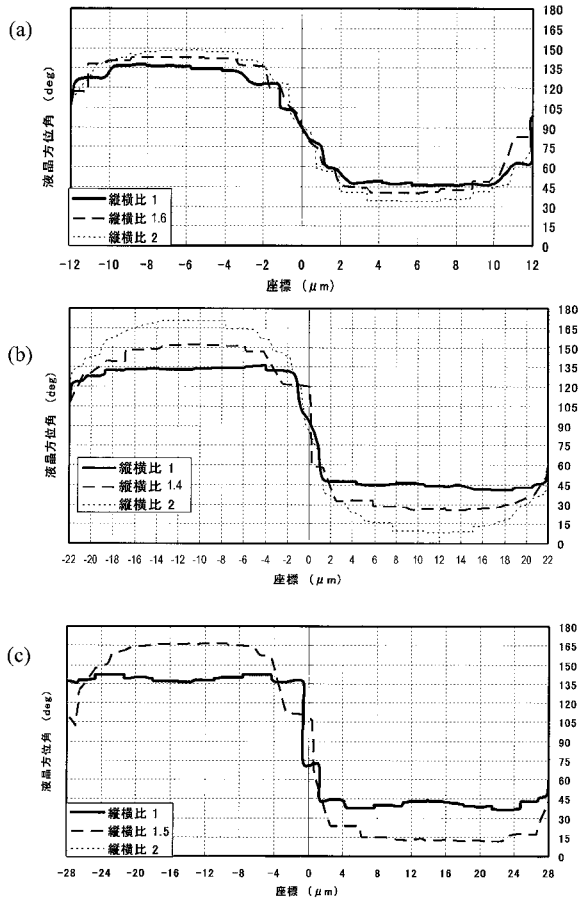
【図６】


(a)
(b)
(c)
液晶方位角（deg）
座標（μm）
対向スリット 3.0μm
対向スリット 5.0μm
対向スリット 7.0μm
対向スリット 9.0μm

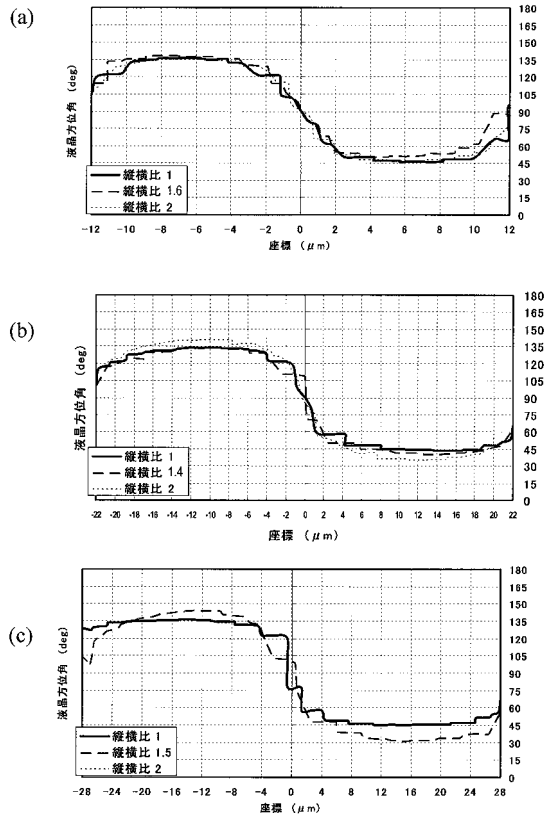
【図７】


各電圧での透過率比（-）
対向スリット幅（μm）
透過率比(4.5V)
透過率比(10V)

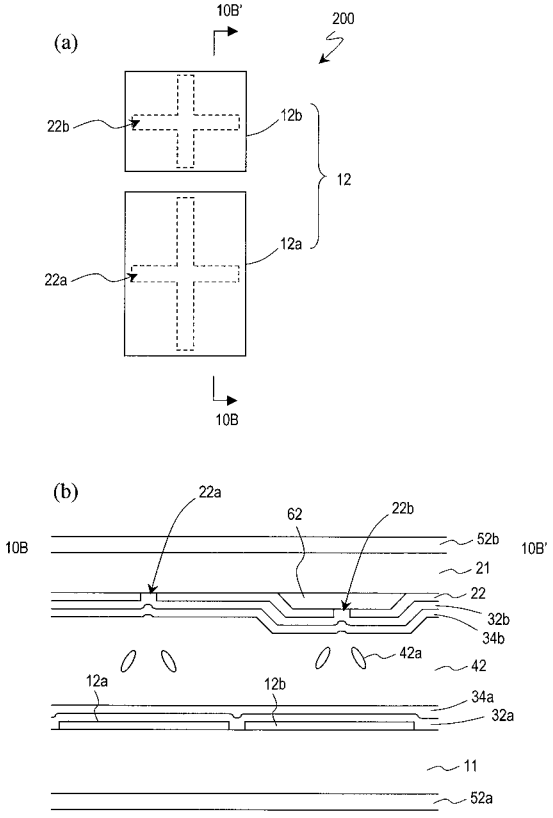
【図８】


(a)
(b)
(c)
液晶方位角（deg）
座標（μm）
縦横比 1
縦横比 1.4
縦横比 1.6
縦横比 1.5
縦横比 2

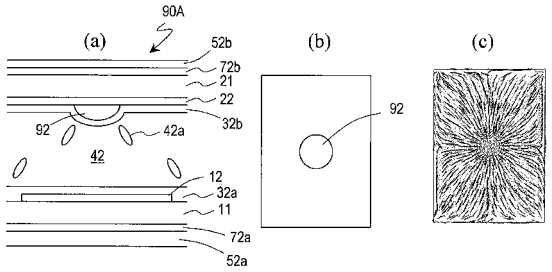
【図９】


(a)
(b)
(c)
液晶方位角（deg）
座標（μm）
縦横比 1
縦横比 1.4
縦横比 1.6
縦横比 1.5
縦横比 2

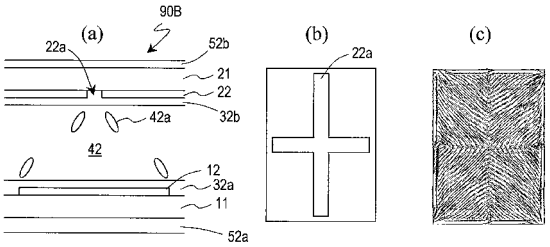
【図１０】



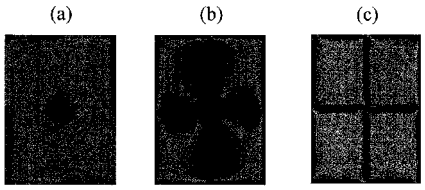
【図１１】



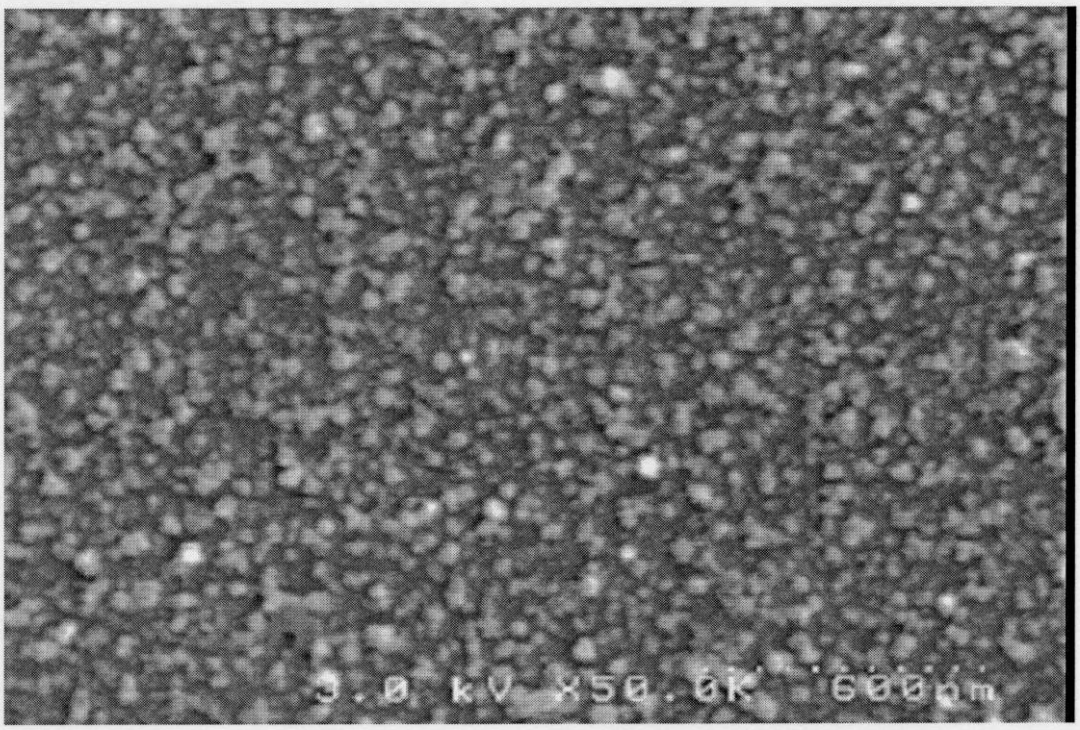
【図１２】



【図１３】



【図２】



フロントページの続き

(72)発明者　久保　真澄
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

Ｆターム(参考) 2H090 HA16 HB08Y HB13Y HC06 HD14 KA07 LA01 LA09 MA01 MB14
2H091 FA08 FA11Y FA16Y FD15 GA03 GA06 HA09 LA12 LA19
2H092 GA13 HA04 HA05 JA24 JB07 NA01 PA02 PA10 PA11 PA12
QA09