

(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2005-172943

(P2005-172943A)

(43) 公開日 平成17年6月30日(2005.6.30)

(51) Int.Cl.⁷

GO2F 1/1337
GO2F 1/1335
GO2F 1/13363
GO2F 1/1339
GO2F 1/1343

F I

GO2F 1/1337 505
GO2F 1/1337 500
GO2F 1/1335 515
GO2F 1/1335 525
GO2F 1/13363

テーマコード (参考)

2H089
2H090
2H091
2H092

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-409400 (P2003-409400)

(22) 出願日 平成15年12月8日 (2003.12.8)

(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 久米 康仁

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 大西 憲明

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 玉井 和彦

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

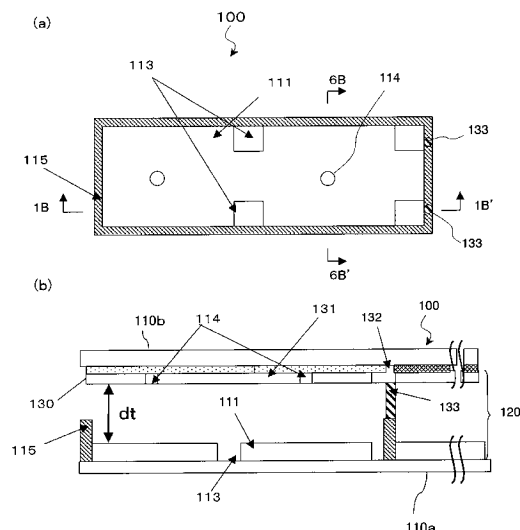
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】画素内に少なくとも1つの軸対称配向ドメインを有する液晶表示装置において、液晶の配向を十分に安定化でき、且つ、コントラスト比または実効開口率の低下を抑制した液晶表示装置を提供する。

【解決手段】第1基板110aと、第1基板に対向するように設けられた第2基板110bと、第1基板と第2基板との間に設けられた垂直配向型の液晶層120とを有し、それぞれが、第1基板上に形成された第1電極111と、第2基板上に形成された第2電極131と、第1電極と第2電極の間に設けられた液晶層とを含む複数の画素を備え、第2電極131は、画素内の所定の位置に形成された少なくとも1つの開口部114を有し、かつ、第1基板は、複数の画素の間に遮光領域を有し、遮光領域の液晶層側に、規則的に配列された壁構造体115を有し、液晶層は、少なくとも所定の電圧を印加した時に、軸対称配向を呈する少なくとも1つの液晶ドメインを形成し、少なくとも1つの液晶ドメインの軸対称配向の中心軸は少なくとも1つの開口部内またはその近傍に形成される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 基板と、前記第 1 基板に対向するように設けられた第 2 基板と、前記第 1 基板と前記第 2 基板との間に設けられた垂直配向型の液晶層とを有し、

それぞれが、前記第 1 基板上に形成された第 1 電極と、前記第 2 基板上に形成され第 2 電極と、前記第 1 電極と前記第 2 電極の間に設けられた前記液晶層とを含む複数の画素を備え、

前記第 2 電極は、画素内の所定の位置に形成された少なくとも 1 つの開口部を有し、かつ、前記第 1 基板は、前記複数の画素の間隙に遮光領域を有し、前記遮光領域の前記液晶層側に、規則的に配列された壁構造体を有し、

10

前記液晶層は、少なくとも所定の電圧を印加した時に、軸対称配向を呈する少なくとも 1 つの液晶ドメインを形成し、前記少なくとも 1 つの液晶ドメインの軸対称配向の中心軸は前記少なくとも 1 つの開口部内またはその近傍に形成される、液晶表示装置。

【請求項 2】

前記第 1 電極と前記第 2 電極間との間の前記液晶層に、相対透過率が 10 % となる電圧を印加したとき、前記第 2 電極の前記少なくとも 1 つの開口部の電位が前記液晶層の閾値電圧よりも小さい、請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】

前記少なくとも 1 つの開口部の大きさ W_h は、 $2 \mu m < W_h < 20 \mu m$ の条件を満足する、請求項 1 または 2 に記載の液晶表示装置。

20

【請求項 4】

前記第 1 電極は、少なくとも 1 つの切欠き部を有する、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 5】

前記複数の画素の間隙に遮光領域を有し、前記遮光領域に前記液晶層の厚さを規定する支持体が設けられている、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】

前記第 1 電極は、透過領域を規定する透明電極と反射領域を規定する反射電極とを含み、前記透過領域内の前記液晶層の厚さ d_t と、前記反射領域内の前記液晶層の厚さ d_r とが、 $0.3 d_t < d_r < 0.7 d_t$ の関係を満足する、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の液晶表示装置。

30

【請求項 7】

前記第 1 電極は、透過領域を規定する透明電極と反射領域を規定する反射電極とを含み、前記少なくとも 1 つの液晶ドメインは、前記透過領域に形成された液晶ドメインを含み、前記少なくとも 1 つの開口部は、前記透過領域に形成された前記液晶ドメインの中心軸に対応する開口部を含み、

前記第 1 電極は、前記開口部を中心に点対称に配置された複数の切欠き部を有する、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】

前記第 2 基板の前記反射領域に選択的に透明誘電体層が設けられている請求項 6 または 7 に記載の液晶表示装置。

40

【請求項 9】

前記透明誘電体層は、光を散乱する機能を有する、請求項 8 に記載の液晶表示装置。

【請求項 10】

前記第 2 基板に設けられたカラーフィルタ層をさらに有し、前記反射領域の前記カラーフィルタ層の光学濃度が前記透過領域の前記カラーフィルタ層よりも小さい、請求項 6 から 9 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 11】

前記第 1 基板および前記第 2 基板を介して互いに対向するように配置された一对の偏光板を有し、前記第 1 基板および / または前記第 2 基板と前記一对の偏光板との間に少なく

50

とも１つの２軸性光学異方性媒体層をさらに有する、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】

前記第１基板および前記第２基板を介して互いに対向するように配置された一对の偏光板をさらに有し、前記第１基板および／または前記第２基板と前記一对の偏光板との間に少なくとも１つの１軸性光学異方性媒体層をさらに有する、請求項１から１０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、携帯情報端末（例えばＰＤＡ）、携帯電話、車載用液晶ディスプレイ、デジタルカメラ、パソコン、アミューズメント機器、テレビなどに好適に用いられる液晶表示装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

情報インフラは日々進歩し、携帯電話、ＰＤＡ、デジタルカメラ、ビデオカメラ、車載用ナビゲーション等の機器は人々の生活に深く浸透し、この大部分に液晶表示装置が採用されている。これらの液晶表示装置は本体の扱う情報量の増加に伴い、より多くの情報を表示することが望まれ、高コントラスト、広視野角、高輝度、多色、高精細化への市場の要求が高まっている。

【０００３】

高コントラスト化および広視野角化を実現できる表示モードとして、垂直配向型液晶層を利用した垂直配向モードが注目されている。垂直配向型液晶層は、一般に、垂直配向膜と誘電異方性が負の液晶材料とを用いて形成される。

【０００４】

例えば、特許文献１には、画素電極に液晶層を介して対向する対向電極に設けた開口部の周辺に斜め電界を発生させ、開口部内で垂直配向状態にある液晶分子を中心に周りの液晶分子を傾斜配向させることによって、視角特性が改善された液晶表示装置が開示されている。

【０００５】

しかしながら、特許文献１に記載されている構成では、画素内の全領域に斜め電界を形成することが難しく、その結果、電圧に対する液晶分子の応答が遅れる領域が画素内に発生し、残像現象が現れるという問題が生じる。

【０００６】

特許文献２には、スリット電極（開口パターン）を画素電極と対向側の共通電極の両側に設けると共に、両電極のうち少なくとも一方はスリット電極を形成する領域に段差を配置することで、開口パターンを利用して電界傾斜を４方向に均一に分散させて広視野角化を実現する技術を開示している。

【０００７】

一方、特許文献３には、画素内に規則的に複数の凸部を設けることによって、凸部を中心に出現する傾斜状放射配向の液晶ドメインの配向状態を安定化する技術が開示されている。また、この文献には、凸部による配向規制力とともに、電極に設けた開口部による斜め電界を利用して液晶分子の配向を規制することによって、表示特性を改善できることを開示している。

【０００８】

一方、近年、屋外または屋内のいずれにおいても高品位な表示が可能な液晶表示装置が提案されている（例えば特許文献４および特許文献５）。この液晶表示装置は、半透過型液晶表示装置と呼ばれ、画素内に反射モードで表示を行う反射領域と、透過モードで表示を行う透過領域とを有している。

【０００９】

10

20

30

40

50

現在市販されている半透過型液晶表示装置は、ECBモードやTNモードなどが利用されているが、上記特許文献3には、透過型液晶表示装置だけでなく、半透過型液晶表示装置に適用した構成も開示されている。また、特許文献6には、垂直配向型液晶層の半透過型液晶表示装置において、透過領域の液晶層の厚さを反射領域の液晶層の厚さの2倍にするために設ける絶縁層に形成した凹部によって液晶の配向（多軸配向）を制御する技術が開示されている。凹部は例えば正八角形に形成され、液晶層を介して凹部に対向する位置に突起（凸部）またはスリット（電極開口部）が形成された構成が開示されている（例えば、特許文献6の図4および図16参照）。

【特許文献1】特開平6-301036号公報

【特許文献2】特開2002-55374号公報

【特許文献3】特開2003-167253号公報

【特許文献4】特許第29555277号公報

【特許文献5】米国特許第6195140号明細書

【特許文献6】特開2002-350853号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

特許文献3に開示されている技術は、画素内に凸部を設けて複数の液晶ドメインを形成し（すなわち、画素分割し）、液晶分子に対する配向規制力を強めているが、本発明者の検討によると、十分な配向規制力を得るためには、画素内部に規則的に配置した凸部の配向制御構造を形成することが必要であり、製造工程が複雑になるという課題がある。また、画素内に凸部の配向規制構造を設けることで凸部の周辺から光漏れが発生するためにコントラスト比が低下する、あるいは、これを防止するための遮光部を設けると実効開口率が低下することもある。

【0011】

また、特許文献6に開示されて技術では、多軸配向を制御するために設けられる凹部と反対側に凸部または電極開口部を配置することが必要となり、上記従来技術と同様の問題が発生する。

【0012】

本発明は上記の諸点に鑑みてなされたものであって、その目的は、画素内に少なくとも1つの軸対称配向ドメインを有する液晶表示装置において、液晶の配向を十分に安定化でき、且つ、コントラスト比または実効開口率の低下を抑制した液晶表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の液晶表示装置は、第1基板と、前記第1基板に対向するように設けられた第2基板と、前記第1基板と前記第2基板との間に設けられた垂直配向型の液晶層とを有し、それぞれが、前記第1基板上に形成された第1電極と、前記第2基板上に形成された第2電極と、前記第1電極と前記第2電極の間に設けられた前記液晶層とを含む複数の画素を備え、前記第2電極は、画素内の所定の位置に形成された少なくとも1つの開口部を有し、かつ、前記第1基板は、前記複数の画素の間隙に遮光領域を有し、前記遮光領域の前記液晶層側に、規則的に配列された壁構造体を有し、前記液晶層は、少なくとも所定の電圧を印加した時に、軸対称配向を呈する少なくとも1つの液晶ドメインを形成し、前記少なくとも1つの液晶ドメインの軸対称配向の中心軸は前記少なくとも1つの開口部内またはその近傍に形成されることを特徴とする。

【0014】

ある実施形態において、前記第1電極と前記第2電極間との間の前記液晶層に相対透過率が10%となる電圧を印加したとき、前記第2電極の前記少なくとも1つの開口部の電位が前記液晶層の閾値電圧よりも小さいことが好ましい。複数の液晶ドメインが形成される場合、それぞれの液晶ドメインの中心軸に対応する開口部を形成することが好ましいが

10

20

30

40

50

、一部の液晶ドメインについて開口部を省略しても良い。

【0015】

ある実施形態において、前記少なくとも1つの開口部の大きさ W_h は、 $2\mu m < W_h < 20\mu m$ の条件を満足することが好ましい。大きさ W_h は、前記少なくとも1つの開口部が円形の場合は直径で表され、多角形の場合は最も長い対角線の長さで表される。

【0016】

ある実施形態において、前記第1電極は、少なくとも1つの切欠き部を有する。

【0017】

ある実施形態において、前記複数の画素の間隙に遮光領域を有し、前記遮光領域に前記液晶層の厚さを規定する支持体が設けられている。

10

【0018】

ある実施形態において、前記第1電極は、透過領域を規定する透明電極と反射領域を規定する反射電極とを含み、前記透過領域内の前記液晶層の厚さ d_t と、前記反射領域内の前記液晶層の厚さ d_r とが、 $0.3d_t < d_r < 0.7d_t$ の関係を満足することが好ましい。

【0019】

ある実施形態において、前記第1電極は、透過領域を規定する透明電極と反射領域を規定する反射電極とを含み、前記少なくとも1つの液晶ドメインは、前記透過領域に形成された液晶ドメインを含み、前記少なくとも1つの開口部は、前記透過領域に形成された前記液晶ドメインの中心軸に対応する開口部を含み、前記第1電極は、前記開口部を中心に点対称に配置された複数の切欠き部を有する。反射領域に形成される液晶ドメインに対応する開口部は省略してもよい。

20

【0020】

ある実施形態において、前記第2基板の前記反射領域に選択的に透明誘電体層が設けられている。

【0021】

ある実施形態において、前記透明誘電体層は、光を散乱する機能を有する。

【0022】

ある実施形態において、前記第2基板に設けられたカラーフィルタ層をさらに有し、前記反射領域の前記カラーフィルタ層の光学濃度が前記透過領域の前記カラーフィルタ層よりも小さい。

30

【0023】

ある実施形態において、前記第1基板および前記第2基板を介して互いに対向するように配置された一对の偏光板を有し、前記第1基板および/または前記第2基板と前記一对の偏光板との間に少なくとも1つの2軸性光学異方性媒体層をさらに有する。

【0024】

ある実施形態において、前記第1基板および前記第2基板を介して互いに対向するように配置された一对の偏光板をさらに有し、前記第1基板および/または前記第2基板と前記一对の偏光板との間に少なくとも1つの1軸性光学異方性媒体層をさらに有する。

【発明の効果】

40

【0025】

本発明の液晶表示装置は、第1基板の遮光領域内の液晶層側に配置した壁構造体の傾斜面効果で液晶分子が電圧印加時（電界発生時）に傾斜する方向が規定され、軸対称配向ドメインが形成されると共に、第2電極（例えば対向電極）に設けた開口部が軸対称配向の中心軸の位置を固定するように作用し、その結果、軸対称配向ドメインの配向が安定化される。さらに、第1電極に切欠き部を設ければ、切欠き部の近傍に生成される斜め電界の影響によって、液晶分子が倒れる方向が規定され、軸対称配向ドメインがさらに安定に形成される。

【0026】

第1基板側に形成される壁構造体は遮光領域内に設けられているので、実効開口率やコ

50

ントラスト比を低下することなく、軸対称配向ドメインを形成することが可能になる。また、第2電極の所定の位置に配置される少なくとも1つの開口部は、軸対称配向の中心軸の位置を固定して安定化させるために設けられるので、その大きさは比較的小さく、実効開口率の低下は小さい。また、第1基板と第2基板とを貼り合わせる際のアライメントずれの影響を受け難い。

【0027】

軸対称配向液晶ドメインの中心軸に対応する位置に開口部を設けることによって、中心軸の位置が固定・安定化されるので、液晶表示パネル内の全面に亘って、軸対称配向液晶ドメインの中心軸が一定の位置に配置される結果、表示の均一性が向上する。例えば中間調表示を斜めから観察したときのざらつき感が低減される。また、軸対称配向が安定化される結果、中間調表示における応答時間を短くできるという効果も得られる。さらに、液晶表示パネルが押圧された際に生じる配向乱れ（押圧による残像ということがある）が正常な配向に回復する時間を短くすることもできる。

10

【0028】

半透過型液晶表示装置に適用する場合、液晶層の厚さを制御するための透明誘電体層を第2基板側に設ける構成を採用すると、第1基板側に段差を設けて透過領域と反射領域とを分割する従来の半透過型液晶表示装置に比べて透過表示時の表示に寄与しない無効領域を低減することが可能となり、透過表示時の明るさが改善できる。また、反射領域の明るさを改善するために設ける拡散反射板は第1基板の反射領域上に形成することも可能であるばかりでなく、第2基板の透明誘電体層上に光散乱層（光拡散層）を形成することもできる。この場合には反射電極の表面に凹凸等を形成する必要を無くすることが可能である。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

以下に、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成を具体的に説明する。

【0030】

（透過型液晶表示装置）

まず、本発明による実施形態の透過型液晶表示装置100の構成を図1を参照しながら説明する。図1は、透過型液晶表示装置100の1つの画素の構成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)中の1B-1B'線に沿った断面図である。ここでは、1画素を2分割($N=2$)した例を示すが、画素ピッチに応じて分割数($=N$)は3以上に設定でき、この場合には第2基板側の分割領域の略中心部に設ける開口部の数($=n$)も画素分割数($=N$)と同一にすることが好ましい。なお、画素の高精細化に対応して分割数($=N$)を小さくすることで実効開口率の向上が期待できる。また、画素を分割しない($N=1$ と表現することもある。)場合にも本発明を適用することができる。また分割された領域を「サブ画素」ということもある。サブ画素には典型的には1つの液晶ドメインが形成される。

30

【0031】

液晶表示装置100は、透明基板（例えばガラス基板）110aと、透明基板110aに対向するように設けられた透明基板110bと、透明基板110aと110bとの間に設けられた垂直配向型の液晶層120とを有する。基板110aおよび110b上の液晶層120に接する面には垂直配向膜（不図示）が設けられており、電圧無印加時には、液晶層120の液晶分子は、垂直配向膜の表面に対して略垂直に配向している。液晶層120は、誘電異方性が負のネマティック液晶材料を含み、必要に応じて、カイラル剤を更を含む。

40

【0032】

液晶表示装置100は、透明基板110a上に形成された画素電極111と、透明基板110aに対向するように設けられた透明基板110b上に形成された対向電極131とを有し、画素電極111と対向電極131との間に設けられた液晶層120とが画素を規定する。ここでは、画素電極111および対向電極131のいずれも透明導電層（例えば

50

ITO層)で形成されている。なお、典型的には、透明基板110bの液晶層120側には、画素に対応して設けられるカラーフィルタ130(複数のカラーフィルタをまとめて全体をカラーフィルタ層130ということもある。)と、隣接するカラーフィルタ130の間に設けられるブラックマトリクス(遮光層)132とが形成され、これらの上に対向電極131が形成されるが、対向電極131上(液晶層120側)にカラーフィルタ層130やブラックマトリクス132を形成しても良い。

【0033】

分割数(=N)が2の図1に示した液晶表示装置100においては、透明基板110a上の画素電極111には、画素の周囲の遮光領域上に後述する壁構造体115を配置すると共に、必要に応じて所定の位置に4つの切欠き部113を有している。一方、対向側の透明基板110b上にはサブ画素の所定の位置に分割数に応じた数(図1では、 $n=2$)の開口部114を有している。

10

【0034】

この液晶層に所定の電圧を印加すると、それぞれが軸対称配向を呈する2つ(分割数Nと同数)の液晶ドメインが形成され、これら液晶ドメインのそれぞれの軸対称配向の中心軸は、開口部114内またはその近傍に形成される。後に説明するように、対向電極131に設けた開口部114が軸対称配向ドメインの中心軸の位置を固定するように作用する。壁構造体115はその傾斜面効果で液晶分子が電圧印加時(電界発生時)に傾斜する方向を規定するように作用する。壁構造体115の傾斜した側面による配向規制力は、電圧無印加時にも作用し、液晶分子を傾斜させる。

20

【0035】

さらに、画素電極111に設けられる切欠き部113は軸対称配向ドメインの境界付近に設けられ、液晶分子が電界によって倒れる方向を規定し、軸対称配向ドメインを形成するように作用する。開口部114および切欠き部113の周辺には、画素電極111と対向電極131との間に印加される電圧によって、斜め電界が形成され、この斜め電界と壁構造体115によって歪んで形成される壁面での電界の作用で液晶分子が傾斜する方向が規定される結果、上述のように軸対称配向が形成される。また、ここでは、切欠き部113は、画素(ここでは全体が透過領域)に形成される液晶ドメインの中心軸に対応する開口部(ここでは図1中の右側の開口部)114を中心に点対称に配置された4つの切欠き部113を含んでいる。

30

【0036】

このような切欠き部113を設けることによって、電圧印加時に液晶分子が倒れる方向が規定され、2つの液晶ドメインが形成される。なお、図1中、画素電極111の左側に切欠き部を設けていない理由は、図示した画素電極111の左側に位置する画素電極(不図示)の右端に設けた切欠き部によって同様の作用が得られるので、画素の実効開口率を低下する切欠き部を画素電極111の左端では省略している。ここでは、後述する壁構造体115による配向規制力も得られるので、画素電極111の左端に切欠き部を設けなくとも、切欠き部を設けた場合と同様に安定した液晶ドメインが形成されるのに加え、実効開口率が向上するという効果が得られる。

【0037】

ここでは、4つの切欠き部113を形成したが、切欠き部は、隣接する液晶ドメインの間に少なくとも1つ設ければよく、例えば、ここでは、画素の中央部に細長い切欠き部を設けて、他を省略しても良い。

40

【0038】

軸対称配向ドメインの中心軸を固定するために対向電極131の所定の位置に設ける開口部114の形状は、例示したように円形であることが好ましいがこれに限られない。ただし、全方位的にほぼ等しい配向規制力を発揮させるためには、4角形以上の多角形であることが好ましく、正多角形であることが好ましい。軸対称配向ドメイン内の液晶分子が電界によって倒れる方向を規定するように作用する切欠き部113の形状は、隣接する軸対称配向に対してほぼ等しい配向規制力を発揮するように設定され、例えば4角形が好まし

50

い。

【0039】

液晶表示装置100は、隣接する画素の間に遮光領域を有し、この遮光領域内の透明基板110a上に壁構造体115を有している。ここで、遮光領域とは、透明基板110a上の画素電極111の周辺領域に形成される、例えばTFTやゲート信号配線、ソース信号配線、または、透明基板110b上に形成されるブラックマトリクスによって遮光される領域であり、この領域は表示に寄与しない。従って、遮光領域に形成された壁構造体115は表示に悪影響を及ぼすことが無い。

【0040】

ここで例示した壁構造体115は、画素を包囲するように連続した壁として設けられているが、これに限らず複数の壁に分断されていても良い。この壁構造体115は液晶ドメインの画素の外延近傍に形成される境界を規定するように作用するので、ある程度の長さを有することが好ましい。例えば、壁構造体を複数の壁(壁部)で構成した場合、個々の壁の長さは、隣接する壁の間の長さよりも長いことが好ましい。

【0041】

液晶層120の厚さ(セルギャップともいう。)を規定するための支持体133を遮光領域(ここではブラックマトリクス132によって規定される領域)に形成すれば、表示品位を低下させることが無いので好ましい。支持体133は、透明基板110aおよび110bのどちらに形成しても良く、例示したように、遮光領域に設けられた壁構造体115上に設ける場合に限られない。壁構造体115上に支持体133を形成する場合は、壁構造体115の高さと支持体133の高さとの和が液晶層120の厚さとなるように設定される。壁構造体115が形成されていない領域に支持体133を設ける場合には、支持体133の高さが液晶層120の厚さとなるように設定される。支持体133は、例えば、感光性樹脂を用いてフォトリソグラフィ工程で形成することができる。

【0042】

この液晶表示装置100においては、画素電極111および対向電極131に所定の電圧(閾値電圧以上の電圧)を印加すると、対向電極131の長手方向の中央部に設けた2つの開口部114内またはその近傍にそれぞれの中心軸が安定化された2つの軸対称配向が形成され、壁構造体115の壁面で歪んだ電界および壁構造体の壁面効果により主に隣接する2つの液晶ドメイン内の液晶分子が電界で倒れる方向を規定し、一对の切欠き部による斜め電界作用で隣接する2つの液晶ドメイン内の液晶分子が電界で倒れる配向規制力が協同的に作用し、液晶ドメインの配向を安定化すると考えられる。なお、切欠き部は省略することもできる。

【0043】

対向電極131の軸対称配向液晶ドメインの中心軸に対応する位置に開口部114を設けることによって、中心軸の位置が固定・安定化されるので、液晶表示パネル内の全面に亘って、軸対称配向液晶ドメインの中心軸が一定の位置に配置される結果、表示の均一性が向上する。また、軸対称配向が安定化される結果、中間調表示における応答時間を短くできるという効果も得られる。さらに、液晶表示パネルの押圧による残像を低減する(回復する時間を短くする)こともできる。

【0044】

なお、透明基板110aの液晶層120側には、例えばTFTなどのアクティブ素子およびTFTに接続されたゲート配線およびソース配線などの回路要素(いずれも不図示)が設けられる。また、透明基板110aと、透明基板110a上に形成された回路要素および上述した画素電極111、壁構造体115、支持体133(支持体はアクティブマトリクス基板およびカラーフィルタ基板のどちらに形成しても構わない)および配向膜などをまとめてアクティブマトリクス基板ということがある。一方、透明基板110bと透明基板110b上に形成されたカラーフィルタ層130、ブラックマトリクス132、対向電極131および配向膜などをまとめて対向基板またはカラーフィルタ基板ということがある。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

また、上記の説明では省略したが、液晶表示装置 1 0 0 は、透明基板 1 1 0 a および 1 1 0 b を介して互いに対向するように配置された一对の偏光板をさらに有する。一对の偏光板は典型的には透過軸が互いに直交するように配置される。さらに、後述するように、2 軸性光学異方性媒体層または 1 軸性光学異方性媒体層を設けても良い。

【 0 0 4 6 】

(半透過型液晶表示装置)

次に、図 2 を参照しながら、本発明による実施形態の半透過型液晶表示装置 2 0 0 の構成を説明する。

【 0 0 4 7 】

図 2 は、本発明による実施形態の透過型液晶表示装置 2 0 0 の 1 つの画素の構成を模式的に示す図であり、図 2 (a) は、平面図であり、図 2 (b) は図 2 (a) 中の 2 B - 2 B ' 線に沿った断面図である。

【 0 0 4 8 】

ここでは、1 画素を 3 分割 ($N = 3$ 、透過領域が 2 分割、反射領域が 1 分割) した例を示すが、画素ピッチに応じて分割数 ($= N$) は少なくとも 2 つ以上 (透過領域が最低 1 分割、反射領域が最低 1 分割) に設定できる。対向基板 (第 2 基板) 側の分割領域 (軸対称配向ドメインが形成される領域) の略中心に設ける開口部の数 ($= n$) も画素分割数 ($= N$) と同一にすることが好ましい。但し、例えば後述するように、対向基板の反射領域の液晶層側に選択的に透明誘電体層を設ける場合には、対向電極 (第 2 電極) の反射領域には開口部を設けなくても良い。また、分割数 ($= N$) が多くなると、実効開口率は低下する傾向にあるので、高精細な表示パネルに適用する場合は、分割数 ($= N$) を小さくすることが好ましい。

【 0 0 4 9 】

液晶表示装置 2 0 0 は、透明基板 (例えばガラス基板) 2 1 0 a と、透明基板 2 1 0 a に対向するように設けられた透明基板 2 1 0 b と、透明基板 2 1 0 a と 2 1 0 b との間に設けられた垂直配向型の液晶層 2 2 0 とを有する。両方の基板 2 1 0 a および 2 1 0 b 上の液晶層 2 2 0 に接する面には垂直配向膜 (不図示) が設けられており、電圧無印加時には、液晶層 2 2 0 の液晶分子は、垂直配向膜の表面に対して略垂直に配向している。液晶層 2 2 0 は、誘電異方性が負のネマティック液晶材料を含み、必要に応じて、カイラル剤を更に含む。

【 0 0 5 0 】

液晶表示装置 2 0 0 は、透明基板 2 1 0 a 上に形成された画素電極 2 1 1 と、透明基板 2 1 0 b 上に形成された対向電極 2 3 1 とを有し、画素電極 2 1 1 と対向電極 2 3 1 との間に設けられた液晶層 2 2 0 とが画素を規定する。透明基板 2 1 0 a 上には、後述するように T F T などの回路要素が形成されている。透明基板 2 1 0 a およびこの上に形成された構成要素をまとめてアクティブマトリクス基板 2 1 0 a ということがある。

【 0 0 5 1 】

また、典型的には、透明基板 2 1 0 b の液晶層 2 2 0 側には、画素に対応して設けられるカラーフィルタ 2 3 0 (複数のカラーフィルタをまとめて全体をカラーフィルタ層 2 3 0 ということもある。) と、隣接するカラーフィルタ 2 3 0 の間に設けられるブラックマトリクス (遮光層) 2 3 2 とが形成され、これらの上に対向電極 2 3 1 が形成されるが、対向電極 1 3 1 上 (液晶層 1 2 0 側) にカラーフィルタ層 2 3 0 やブラックマトリクス 2 3 2 を形成しても良い。透明基板 2 1 0 b およびこの上に形成された構成要素をまとめて対向基板 (カラーフィルタ基板) 基板 2 1 0 b ということがある。

【 0 0 5 2 】

画素電極 2 1 1 は、透明導電層 (例えば I T O 層) から形成された透明電極 2 1 1 a と、金属層 (例えば、A 1 層、A 1 を含む合金層、およびこれらのいずれかを含む積層膜) から形成された反射電極 2 1 1 b とを有する。その結果、画素は、透明電極 2 1 1 a によって規定される透明領域 A と、反射電極 2 1 1 b によって規定される反射領域 B とを含む

10

20

30

40

50

。透明領域 A は透過モードで表示を行い、反射領域 B は反射モードで表示を行う。

【 0 0 5 3 】

画素分割数 (= N) が 3 (透過領域が 2 分割、反射領域が 1 分割) の図 2 に示した液晶表示装置 2 0 0 は、透明基板 2 1 0 a 上の画素電極 2 1 1 の周囲の遮光領域上に後述する壁構造体 2 1 5 を有すると共に、画素電極 2 1 1 の所定の位置に 4 つの切欠き部 2 1 3 を有している。一方、対向側の透明基板 2 1 0 b 上の対向電極 2 3 1 は、透過領域の分割したサブ画素の所定の位置に、分割数に応じた 2 つの開口部 2 1 4 を有している。

【 0 0 5 4 】

この液晶層に所定の電圧を印加すると、それぞれが軸対称配向を呈する 3 つ (分割数 N と同数) の液晶ドメインが形成され、透過領域に形成される 2 つの液晶ドメインのそれぞれの軸対称配向の中心軸は、開口部 2 1 4 内またはその近傍に形成される。後に説明するように、対向電極 2 3 1 の所定の位置に設けた開口部 2 1 4 が軸対称配向の中心軸の位置を固定するように作用する。壁構造体 2 1 5 はその傾斜面効果で液晶分子が電圧印加時 (電界発生時) に傾斜する方向を規定するように作用する。さらに、必要に応じて配置する切欠き部 2 1 3 は軸対称配向ドメインの境界付近に設けられ、液晶分子が電界によって倒れる方向を規定し、軸対称配向ドメインを形成するように作用する。開口部 2 1 4 および切欠き部 2 1 3 の周辺には、画素電極 2 1 1 と対向電極 2 1 3 との間に印加される電圧によって、斜め電界が形成され、この斜め電界と壁構造体 2 1 5 によって歪んで形成される壁面での電界の作用で液晶分子が傾斜する方向が規定される結果、上述のように軸対称配向が形成される。

10

20

【 0 0 5 5 】

また、ここでは、切欠き部 2 1 3 は、画素の透過領域に形成される液晶ドメインの中心軸に対応する開口部 (ここでは図 2 (a) 中の右側の開口部) 2 1 4 を中心に点対称に配置された 4 つの切欠き部 2 1 3 を含んでいる。このような切欠き部 2 1 3 を設けることによって、電圧印加時に液晶分子が倒れる方向が規定され、3 つの液晶ドメインが形成される。壁構造体 2 1 5 や開口部 2 1 4 や切欠き部 2 1 3 の配置およびこれらの好ましい形状については、上述した透過型液晶表示装置 1 0 0 の場合と同様である。図 2 には、透過領域 A に 2 つの液晶ドメインを形成し、反射領域 B に 1 つの液晶ドメインを形成する例を示したが、これに限定されない。なお、個々の液晶ドメインは略正方形の形状にすることが、視野角特性および配向の安定性の観点から好ましい。

30

【 0 0 5 6 】

液晶表示装置 2 0 0 は、隣接する画素の間に遮光領域を有し、この遮光領域の透明基板 2 1 0 a 上に壁構造体 2 1 5 を有している。遮光領域は表示に寄与しないので、遮光領域に形成された壁構造体 2 1 5 は表示に悪影響を及ぼすことが無い。ここで例示した壁構造体 2 1 5 は、画素を包囲するように連続した壁として設けられているが、これに限らず複数の壁に分断されていても良い。この壁構造体 2 1 5 は液晶ドメインの画素の外延近傍に形成される境界を規定するように作用するので、ある程度の長さを有することが好ましい。例えば、壁構造体 2 1 5 を複数の壁で構成した場合、個々の壁の長さは、隣接する壁の間の長さよりも長いことが好ましい。

【 0 0 5 7 】

液晶層 2 2 0 の厚さ (セルギャップともいう。) を規定するための支持体 2 3 3 を遮光領域 (ここではブラックマトリクス 2 3 2 によって規定される領域) に形成すれば、表示品位を低下させることが無いので好ましい。支持体 2 3 3 は、透明基板 2 1 0 a および 2 1 0 b のどちらに形成しても良く、例示したように、遮光領域に設けられた壁構造体 2 1 5 上に設ける場合に限られない。壁構造体 2 1 5 上に支持体 2 3 3 を形成する場合は、壁構造体 2 1 5 の高さ (壁の高さ) と支持体 2 3 3 の高さとの和が液晶層 2 2 0 の厚さとなるように設定される。壁構造体 2 1 5 が形成されていない領域に支持体 2 3 3 を設ける場合には、支持体 2 3 3 の高さが液晶層 2 2 0 の厚さとなるように設定される。

40

【 0 0 5 8 】

この液晶表示装置 2 0 0 においては、画素電極 2 1 1 および対向電極 2 3 1 に所定の電

50

圧（閾値電圧以上の電圧）を印加すると、透過領域 A に 2 つの開口部 2 1 4 内またはその近傍にそれぞれの中心軸が安定化された 2 つの軸対称配向液晶ドメインと、反射領域 B に 1 つの軸対称配向ドメインが形成される。壁構造体 2 1 5 の壁面で歪んだ電界および壁構造体の壁面効果により主に隣接する 3 つの液晶ドメイン内（透過領域 2 つ、反射領域 1 つ）の液晶分子が電界で倒れる方向を規定し、4 つの切欠き部による斜め電界作用で隣接する 3 つの液晶ドメイン内の液晶分子が電界で倒れる配向規制力が協同的に作用し、液晶ドメインの軸対称配向が安定化される。さらに透過領域 A に形成される 2 つの軸対称配向液晶ドメインの中心軸は、それぞれ開口部 2 1 4 内または近傍に固定され、安定化される。

【0059】

次に、透過モードの表示と反射モードの表示の両方を行うことができる半透過型液晶表示装置 2 0 0 に特有の好ましい構成を説明する。 10

【0060】

透過モードの表示では、表示に用いられる光は液晶層 2 2 0 を一回通過するだけであるのに対し、反射モードの表示では、表示に用いられる光は液晶層 2 2 0 を 2 回通過する。したがって、図 2（b）に模式的に示したように、透過領域 A の液晶層 2 2 0 の厚さ d_t を反射領域 B の液晶層 2 2 0 の厚さ d_r の約 2 倍に設定することが好ましい。このように設定することによって、両表示モードの光に対して液晶層 2 2 0 が与えるリタデーションを略等しくすることができる。 $d_t = 0.5 d_r$ が最も好ましいが、 $0.3 d_t < d_r < 0.7 d_t$ の範囲内にあれば両方の表示モードで良好な表示を実現できる。勿論、用途によっては、 $d_t = d_r$ であってもよい。 20

【0061】

液晶表示装置 2 0 0 においては、反射領域 B の液晶層 2 2 0 の厚さを透過領域 A の液晶層の厚さよりも小さくするために、ガラス基板 2 1 0 b の反射領域 B にのみ透明誘電体層 2 3 4 を設けている。このような構成を採用すると、反射電極 2 1 1 b の下に絶縁膜などを用いて段差を設ける必要がないので、アクティブマトリクス基板 2 1 0 a の製造を簡略化できるという利点が得られる。さらに、液晶層 2 2 0 の厚さを調整するための段差を設けるための絶縁膜上に反射電極 2 1 1 b を設けると、絶縁膜の斜面（テーパ部）を覆う反射電極によって透過表示に用いられる光が遮られる、あるいは、絶縁膜の斜面に形成された反射電極で反射される光は、内部反射を繰り返すので、反射表示にも有効に利用されない、という問題が発生するが、上記構成を採用するとこれらの問題の発生が抑制され、光の利用効率を改善することができる。 30

【0062】

さらに、この透明誘電体層 2 3 4 に光を散乱する機能（拡散反射機能）を有するものを用いると、反射電極 2 1 1 b に拡散反射機能を付与しなくても、良好なペーパーホワイトに近い白表示を実現できる。透明誘電体層 2 3 4 に光散乱能を付与しなくても、反射電極 2 1 1 b の表面に凹凸形状を付与することによって、ペーパーホワイトに近い白表示を実現することもできるが、凹凸の形状によっては軸対称配向の中心軸の位置が安定し無い場合がある。これに対し、光散乱能を有する透明誘電体層 2 3 4 と平坦な表面を有する反射電極 2 1 1 b とを用いれば、反射電極 2 1 1 b に形成する開口部 2 1 4 によって中心軸の位置をより確実に安定化できるという利点が得られる。なお、反射電極 2 1 1 b に拡散反射機能を付与するために、その表面に凹凸を形成する場合、凹凸形状は干渉色が発生しないように連続した波状とすることが好ましく、軸対称配向の中心軸を安定化できるように設定することが好ましい。 40

【0063】

また、透過モードでは表示に用いられる光はカラーフィルタ層 2 3 0 を一回通過するだけであるのに対し、反射モードの表示では、表示に用いられる光はカラーフィルタ層 2 3 0 を 2 回通過する。従って、カラーフィルタ層 2 3 0 として、透過領域 A および反射領域 B に同じ光学濃度のカラーフィルタ層を用いると、反射モードにおける色純度および/または輝度が低下することがある。この問題の発生を抑制するために、反射領域のカラーフィルタ層の光学濃度を透過領域のカラーフィルタ層よりも小さくすることが好ましい。な 50

お、ここでいう光学濃度は、カラーフィルタ層を特徴付ける特性値であり、カラーフィルタ層の厚さを小さくすれば、光学濃度を小さくできる。あるいは、カラーフィルタ層の厚さをそのまま、例えば添加する色素の濃度を低下させて、光学濃度を小さくすることもできる。このように透過領域 A と反射領域 B とで異なるカラーフィルタの色層を形成することは表示の色再現性を向上させる目的から極めて効果が大きい。

【0064】

次に、図 3 および図 4 を参照しながら、半透過型液晶表示装置に好適に用いられるアクティブマトリクス基板の構造の一例を説明する。図 3 はアクティブマトリクス基板の部分拡大図であり、図 4 は、図 3 中の X - X' 線に沿った断面図である。図 3 および図 4 に示したアクティブマトリクス基板は、透過領域 A に 1 つの液晶ドメインを形成する構成を有している点（すなわち、開口部 214 および切欠き部 213 の数が少ない点）において、図 2 に示したアクティブマトリクス基板 211a と異なるが、他の構成は同じであってよい。

10

【0065】

図 3 および図 4 に示すアクティブマトリクス基板は、例えばガラス基板からなる透明基板 1 を有し、透明基板 1 上には、ゲート信号線 2 およびソース信号線 3 が互いに直交するように設けられている。これらの信号配線 2 および 3 の交差部の近傍に TFT 4 を設けられており、TFT 4 のドレイン電極 5 は画素電極 6 に接続されている。

【0066】

画素電極 6 は、ITO などの透明導電層から形成された透明電極 7 と、Al などから形成された反射電極 8 とを有し、透明電極 7 が透過領域 A を規定し、反射電極 8 が反射領域 B を規定する。画素電極 6 の所定の領域には、上述したように軸対称配向ドメインの配向を制御するために切欠き部 14 が設けられている。さらに軸対称配向ドメインの配向状態を規定するために画素外の非表示領域の信号線（遮光領域）の部分には画素を囲む壁構造体（不図示）が形成される。

20

【0067】

画素電極 6 は次段のゲート信号線上にゲート絶縁膜 9 を介して重畳させており、補助容量が形成されている。また、TFT 4 はゲート信号線 2 から分岐したゲート電極 10 の上部にゲート絶縁膜 9、半導体層 12、チャンネル保護層 13 および n^+ -Si 層 11（ソース・ドレイン電極）が積層された構成を有している。

30

【0068】

なお、ここではボトムゲート型の TFT の構成例を示したが、これに限られず、トップゲート型の TFT を用いることもできる。

【0069】

上述したように、図 2 に示した構成を有する液晶表示装置 200 は、透過領域に形成される軸対称配向液晶ドメインの中心軸は、対向電極 231 に設けられた開口部 214 によって位置が固定され、安定化される。その結果、液晶表示装置 100 と同様に、液晶表示パネル内の全面に亘って、軸対称配向液晶ドメインの中心軸が一定の位置に配置される結果、表示の均一性が向上する。また、軸対称配向が安定化される結果、中間調表示における応答時間を短くできるという効果も得られる。さらに、液晶表示パネルの押圧による残像を低減する（回復する時間を短くする）こともできる。

40

【0070】

さらに、透明誘体層 234 および / またはカラーフィルタ層 230 を上述のように構成することによって、透過モードおよび反射モードでの表示の明るさや色純度を向上することができる。なお、上記の例では、反射領域に形成される軸対称配向液晶ドメインの中心軸に対応する開口部を省略したが、勿論、反射領域の対向電極 231 にも開口部を形成してもよい。

【0071】

〔動作原理〕

図 5 を参照しながら、垂直配向型液晶層を有する本発明の実施形態の液晶表示装置が優

50

れた広視野角特性を有する理由を説明する。

【0072】

図5は、アクティブマトリクス基板側に設けた壁構造体15およびカラーフィルタ基板側に設けた開口部14による配向規制力の作用を説明するための図であり、(a)は電圧無印加時、(b)は電圧印加時の液晶分子の配向状態を模式的に示している。図5(b)に示した状態は中間調を表示している状態である。

【0073】

図5に示した液晶表示装置は、透明基板1上に、絶縁膜16、画素電極6、壁構造体15を形成し、配向膜12をこの順に配置している。他方の透明基板17上には、カラーフィルタ層18と所定の位置に開口部14を設けた対向電極19および配向膜32がこの順

10

【0074】

図5(a)に示すように、電圧無印加時には、液晶分子21は垂直配向膜22および32の配向規制力により基板表面に対して略垂直に配向する。

【0075】

一方、電圧印加時には、図5(b)に示すように、誘電異方性が負の液晶分子21は分子長軸が電気力線に対して垂直になろうとするので、開口部15の周辺に形成される斜め電界および壁構造体115の側面(壁面)の電界歪みや配向規制力によって、液晶分子21が倒れる方向が規定されることになる。従って、例えば、開口部15を中心とする軸対

20

【0076】

ここでは、開口部15の周りに形成される斜め電界の作用や壁構造体115での配向規制力について説明したが、画素電極6のエッジ部に形成される切欠き部の近傍においても同様に斜め電界が形成され、液晶分子21が電界によって傾く方向が規定される。

【0077】

次に、図6(a)および(b)を参照しながら、本発明による実施形態の液晶表示装置において、対向電極に設けた開口部が軸対称配向の中心軸を安定化するメカニズムを詳細に説明する。

30

【0078】

図6(a)および(b)は、液晶層に相対透過率が10%となる電圧(ここでは3V)を印加した後、200m秒経過後の液晶分子(図中の線分)の配向状態と、液晶層内に形成される電界の等電位線を2次元電界シミュレーションで求めた結果を模式的に示す図であり、図6(a)は対向電極に開口部を設けていない場合、図6(b)は対向電極に開口部を設けた場合を示している。図6(b)は、図1および図2中の6B-6B'線に沿った断面図に相当する。ここで、液晶層の厚さは、 $4.0\mu\text{m}$ であり、液晶材料の誘電率は-4.5、屈折率は $n_o = 1.485$ 、 $n_e = 1.495$ である。また、壁構造体の高さは $0.5\mu\text{m}$ とし、画素ピッチ($50\mu\text{m} \times 16\mu\text{m}$)とした。

【0079】

40

図6(a)に示したように、開口部を形成していない対向電極19'を備える構成では、液晶分子21の軸対称配向の中心軸の位置が一定の領域に効果的に固定されず、両側の壁構造体15の中央に形成されないことがある。これに対し、両側の壁構造体15の中央付近に開口部14を設けた構成では、図6(b)に示したように、液晶分子21の軸対称配向の中心軸が開口部14内に固定され、安定化される。開口部14の中央付近に位置する液晶分子21は垂直に配列し、軸対称配向の中心軸となる。これは、対向電極19に形成された開口部14に等電位線が引き込まれることによって形成される斜め電界の作用による。電圧印加直後にはほぼ一様に垂直に配向していた液晶分子21は、時間経過と共に軸対称配向を形成し、開口部14の中心に中心軸が形成され、固定・安定化される。

【0080】

50

さらに、詳細に対向電極 19 に形成した開口部 14 での電界と液晶分子 21 の配向挙動との関係を詳細に解析した結果、電圧印加時に開口部の中央での電位 V_a (例えば上記電界シミュレーションで求められる。) が液晶層の閾値電圧 V_{th} よりも小さい場合には、開口部 14 の中央で液晶分子 21 が動かずに固定されることがわかった。すなわち、開口部 14 の中央の電位が液晶層の閾値電圧 V_{th} よりも小さい場合 ($V_a < V_{th}$) には、液晶層に電圧が印加されても液晶分子は初期の垂直配向状態のままであるため分子軸は一樣に垂直に立った状態である。一方、電圧印加時に開口部 14 の中央での電位 V_a が液晶層の閾値電圧 V_{th} よりも大きい場合 ($V_a > V_{th}$) には液晶分子が電界の影響を受けて等電位線に沿うように (誘電異方性が負の液晶材料の場合) 配列して、傾斜配向するようになり軸位置が効果的に定まりにくくなる。この影響で、軸位置が不均一になったり、中間調電圧変化時の緩和応答時間が増大することになり、ざらつき感の増加や応答時間が遅くなり残像現象などが顕著になりやすくなる。中間調で軸対称配向を十分に安定化させるためには、例えば、相対透過率が 10% となる電圧を印加した際に、開口部の中央の電位が液晶層の閾値電圧よりも小さくなるように開口部の大きさを設定することが好ましい。

10

20

30

40

50

【0081】

また、開口部の形状は、円形であることが好ましいがこれに限られない。ただし、全方位的にほぼ等しい配向規制力を発揮させるためには、4 角形以上の多角形であることが好ましく、正多角形であることが好ましい。また、開口部の大きさ W_h は、 $2\mu m < W_h < 20\mu m$ の条件を満足することが好ましい。開口部の大きさ W_h は、開口部が円形の場合は直径で表され、多角形の場合は最も長い対角線の長さで表される。

【0082】

図 7 および図 8 を参照しながら、開口部の大きさ W_h は $2\mu m < W_h < 20\mu m$ の条件を満足することが好ましい理由を説明する。以下では円形の開口部について検討した結果を説明する。液晶層および液晶材料は、図 6 の場合と同じである。

【0083】

図 7 は、開口部直径 W_h と、3 V 印加時の開口部電位 V_a との関係を示したグラフである。図 8 は、3 V 印加時に開口部内で相対透過率が 0% となる領域の直径、すなわち液晶分子が垂直に配向している領域の直径 (以下、垂直配向領域径) L_h と、開口部直径 W_h との関係を示すグラフである。

【0084】

図 7 からわかるように、開口部の直径 W_h が大きくなれば、それに伴い開口部電位 V_a は単調に減少する。ここで検討した液晶層の閾値電圧 V_{th} は 2.7 V であるので、好ましい開口部直径 W_h の範囲の下限値は $2\mu m$ となる。なお、液晶層の閾値電圧は、上述した液晶パネルの構成を基にした光学シミュレーションで算出した電圧 - 透過率特性で液晶層の相対透過率が 0% の状態から変化した最小電圧値と定義した。シミュレーションの結果の有効性は、実際のパネルの評価によって確認した。

【0085】

また、図 8 からわかるように、開口部直径 W_h が大きくなれば垂直配向領域径 L_h が単調に増大する。垂直配向領域が大きくなると透過率が低下することになるので、透過率の観点からは垂直配向領域は小さい方が好ましい。1 つの液晶ドメインが形成されるサブ画素の大きさを約 $500\mu m^2$ (1 画素を $50\mu m \times 16\mu m$ とし、1 つの液晶ドメインが形成される領域 (サブ画素) を $33\mu m \times 16\mu m$) とした場合、垂直配向領域径 L_h が $10\mu m$ を超えると実効開口率が約 15% 低下することになるため、十分な表示輝度を確保するためには、開口部直径 W_h は $20\mu m$ 以下であることが好ましい。さらに、軸対称配向を安定化する作用を高めるためには、開口部直径 W_h は $4\mu m$ 以上であることが好ましく、透過率の低下を抑えるためには、開口部直径 W_h は $15\mu m$ 以下であることがさらに好ましい。なお、相対透過率が 0% となる領域の直径 (垂直配向領域径) は、2 次元の電界 (光学) シミュレーションで求め、液晶層を駆動させる電圧を印加した際にも液晶ダイレクターが開口部近傍で垂直方向に固定されて光線が透過しない (実質的に複屈折を生じ

ない黒表示)領域の径を示す。

【0086】

次に、本発明での液晶表示装置の構成に関して説明する。

【0087】

図9に示す液晶表示装置は、バックライトと、半透過型液晶パネル50と、半透過型液晶パネル50を介して互いに対向するように設けられた一对の偏光板40および43と、偏光板40および43と液晶パネル50との間に設けられた1/4波長板41および44と、1/4波長板41および44と液晶パネル50との間に設けられた光学異方性が負の位相差板42および45とを有している。液晶パネル50は、透明基板(アクティブマトリクス基板)1と透明基板(対向基板)17との間に垂直配向型液晶層20とを有している。液晶パネル50として、ここでは、図2に示した液晶表示装置200と同様の構成を有するものを用いる。

10

【0088】

図9に示した液晶表示装置の表示動作を以下に簡単に説明する。

【0089】

反射モード表示については、上側からの入射光は偏光板43を通り、直線偏光となる。この直線偏光は、偏光板43の透過軸と1/4波長板44との遅相軸とが45°になるように1/4波長板44に入射すると円偏光となり、基板17上に形成したカラーフィルタ層(不図示)を透過する。なお、ここでは法線方向から入射する光に対して位相差を与えない位相差板45を用いている。

20

【0090】

電圧無印加時には、液晶層20中の液晶分子は基板面に略垂直に配向しているために入射光は位相差がほぼ0で透過し、下側の基板1に形成した反射電極により反射される。反射された円偏光は再び液晶層20中を通過してカラーフィルタ層を通り、再度、光学異方性が負の位相差板45を円偏光で通り、1/4波長板44を経て、最初に入射して偏光板43を透過した際の偏光方向と直交する偏光方向の直線偏光に変換されて偏光板43に到達するために、光は偏光板43を透過できず黒表示となる。

【0091】

一方、電圧印加時には、液晶層20中の液晶分子は基板面に垂直な方向から水平方向に傾くため、入射した円偏光は液晶層20の複屈折により楕円偏光となり、下側の基板1に形成した反射電極により反射される。反射された光は液晶層20で偏光状態がさらに崩され、再び液晶層20中を通過してカラーフィルタ層を通り、再度、光学異方性が負の位相差板45を通り、1/4波長板44に楕円偏光として入射するため、偏光板43に到達するときに全ての光が入射時の偏光方向と直交した直線偏光とはならず、一部の光が偏光板43を透過する。特に、印加電圧を調節することで液晶分子の傾く方向が制御できて、反射光が偏光板43を透過できる光量に変調され、階調表示が可能となる。

30

【0092】

また、透過モードの表示については、上下2枚の偏光板43および偏光板40は各々その透過軸が直交するように配置されており、光源から出射された光は偏光板40で直線偏光となり、この直線偏光は、偏光板40の透過軸と1/4波長板41との遅相軸が45°になるように1/4波長板41に入射すると円偏光になり光学異方性が負の位相差板42を経て下側の基板1の透過領域Aに入射する。なお、ここでは法線方向から入射する光に対して位相差を与えない位相差板42を用いている。

40

【0093】

電圧無印加時には、液晶層20中の液晶分子は基板面に略垂直に配向しているため、入射光は位相差がほぼ0で透過し、下側の基板1に円偏光の状態で入射し、円偏光の状態で液晶層20および上側の基板17を経て上側の光学異方性が負の位相差板45を透過して1/4波長板44に到る。ここで、下側の1/4波長板41と上側の1/4波長板44の遅相軸が90°交差して配置することで、上側の1/4波長板44からは偏光板40での直線偏光と直交した直線偏光となり、偏光板43で吸収されて黒表示となる。

50

【0094】

一方、電圧印加時には、液晶層20中の液晶分子21は基板面に垂直な方向から水平方向に傾くために液晶表示装置への入射した円偏光は液晶層20の複屈折により楕円偏光となり、上側のCF基板16や上側の光学異方性が負の位相差板45および1/4波長板44を楕円偏光として偏光板43に到るために入射時の偏光成分と直交した直線偏光にはならず、偏光板43を通して光が透過する。特に、印加電圧を調節することで液晶分子の傾く方向が制御できて、反射光が偏光板43を透過できる光量に変調され、階調表示が可能となる。

【0095】

光学異方性が負の位相差板は液晶分子が垂直配向状態での視野角を変化させた場合の位相差の変化量を最小に抑え、広視野角側での黒浮きを抑える。また、光学異方性が負の位相差板と1/4波長板を一体化させた2軸性位相差板を用いても良い。

【0096】

本発明のように電圧無印加時に黒表示を行い、電圧印加時に白表示となるノーマリーブラックモードを軸対称配向ドメインで行った場合、液晶表示装置(パネル)の上下に一对の1/4波長板を設けることによって、偏光板に起因する消光模様を解消させて明るさを改善することも可能となる。また、上下の偏光板の透過軸を互いに直交して配置してノーマリーブラックモードを軸対称配向ドメインで行った場合には、原理的にはクロスニコルに配置した一对の偏光板と同程度の黒表示を実現できることから、極めて高いコントラスト比を実現できると共に、全方位的な配向に導かれた広い視野角特性が達成できる。

【0097】

また、本発明で規定した透過領域の液晶層厚 d_t と反射領域の液晶層厚 d_r の関係については、図10に透過領域と反射領域の電圧-反射率(透過率)の液晶厚の依存性に示すように、 $0.3d_t < d_r < 0.7d_t$ の条件を満足することが好ましく、 $0.4d_t < d_r < 0.6d_t$ の範囲であることがより好ましい。下限値よりも低い反射領域の液晶層厚では最大反射率の50%以下となり、十分な反射率が得られなくなる。一方、上限値よりも反射領域の液晶層厚 d_r が大きい場合には電圧-反射率特性において透過表示時とは異なる駆動電圧で反射率が最大となる極大値が存在すると共に透過表示での最適な白表示電圧では相対反射率が低下する傾向が大きく、最大反射率の50%以下となるために十分な反射率が得られなくなる。しかしながら、反射領域Bでは液晶層の光路長が透過領域の2倍となることから、透過領域Aと同一の設計をする場合には、液晶材料の光学的な複屈折異方性(Δn)とパネルのセル厚設計が極めて重要となる。

【0098】

本発明による実施形態による半透過型液晶表示装置の具体的な特性を以下に例示する。

【0099】

ここでは、図9に示した構成を有する液晶表示装置を作製した。液晶セル50には、図2に示した液晶表示装置200と同様の構成の液晶セルを用いた。対向基板側の対向電極には、透過領域および反射領域の各々の所定の位置に直径8 μm の軸対称配向ドメインの軸中心固定用の電極開口部を配置した。また、カラーフィルタ基板では透明誘電体層234に光散乱能を有しないものを用い、反射電極211bの下層部に表面に凹凸状の連続形状を施した樹脂層を形成して、反射表示時の拡散反射特性を調整した。

【0100】

公知の配向膜材料を用いて、公知の方法で垂直配向膜を形成した。ラビン処理は行っていない。液晶材料としては、誘電率異方性が負の液晶材料(Δn ; 0.1、 $\Delta \epsilon$; -4.5)を用いた。ここでは、透過領域の液晶層厚 d_t を4 μm 、反射領域の液晶層厚 d_r を2.2 μm ($d_r = 0.55d_t$)とした。

【0101】

本実施例の液晶表示装置の構成は、上から順に偏光板(観察側)、1/4波長板(位相差板1)、光学異方性が負の位相差板(位相差板2(NR板))、液晶層(上側; カラーフィルタ基板、下側; アクティブマトリクス基板)、光学異方性が負の位相差板(位相差

10

20

30

40

50

板 3 (N R 板))、1 / 4 波長板 (位相差板 4)、偏光板 (バックライト側) の積層構造とした。なお、液晶層の上下の 1 / 4 波長板 (位相差板 1 と位相差板 4) では互いの遅相軸を直交させ、各々の位相差を 1 4 0 n m とする。光学異方性が負の位相差板 (位相差板 2 と位相差板 3) は各々の位相差を 1 3 5 n m とした。また、2 枚の偏光板 (観察側、バックライト側) では、透過軸を直交させて配置した。

【 0 1 0 2 】

液晶表示装置に駆動信号を印加 (液晶層に 4 V 印加) して表示特性を評価した。

【 0 1 0 3 】

透過表示での視角 - コントラストの特性結果を図 1 1 に示す。透過表示での視野角特性はほぼ、全方位的で対称な特性を示し、C R > 1 0 の領域は $\pm 80^\circ$ と良好であり、透過 10
コントラストも正面で 3 0 0 : 1 以上と高いものであった。

【 0 1 0 4 】

一方、反射表示の特性は、分光測色計 (ミノルタ社製 C M 2 0 0 2) で評価し、標準拡散板を基準にして約 8 . 3 % (開口率 1 0 0 % 換算値)、反射表示のコントラスト値は 2 1 であり、従来の液晶表示装置に比べて高いコントラストを示し良好であった。

【 0 1 0 5 】

さらに、中間調 (8 階調分割時での階調レベル 2) における斜め方向からの表示のざらつきを目視で評価した結果、全くざらつき感を感じられなかった。これに対して、比較のために対向基板側の対向電極に開口部を配置しないこと以外は全く同一条件で作製した液晶表示装置では、中間調の斜め視角における表示のざらつきが顕著であった。偏光軸を互 20
いに直交させた光学顕微鏡下での観察では、前者の電極開口部を設けた場合には、中心軸が均一に揃った軸対称配向ドメインが認められたのに対し、後者の電極開口部を設けなかった場合には一部の液晶ドメインの中心軸がサブ画素の中心部からずれたものも混在しており、この中心軸の位置のばらつきがざらつきの主要因であることが確認された。

【 0 1 0 6 】

また、対向電極に開口部を設けた場合の前者と開口部を設けなかった場合の後者の液晶表示装置での中間調応答時間 (8 階調分割時での階調レベル 3 から階調レベル 5 の変化に要する時間 ; m 秒) を比較したところ、前者では 3 8 m 秒であり、後者では 6 0 m 秒であった。対向電極に開口部を設けることによって、中間調表示における応答時間を短縮できることが確認できた。さらに、電圧 4 V 印加 (白表示) 時に指先でパネル面を押した際の 30
配向復元力については、前者の場合、押圧部での残像がほとんど見られなかった (直ちに復元する) のに対して、後者の場合には数分間の残像が認められ、押圧による配向乱れが発生した際の復元力に差が認められた。

【 0 1 0 7 】

すなわち、対向電極に開口部を設けたことで、軸対称配向ドメインの中心軸の位置を固定・安定化する効果が得られ、中間調における斜め視角における表示のざらつき感の低減、中間調表示における応答速度の改善および押圧残像の低減などの効果が得られた。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 0 8 】

上述したように、本発明による液晶表示装置は、優れた表示品位の液晶表示装置を比較的簡単な構成で実現できる。本発明は、透過型液晶表示装置および半透過型 (透過・反射 40
両用) 型液晶表示装置に好適に適用される。特に、半透過型液晶表示装置は、携帯電話などのモバイル機器の表示装置として好適に利用される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 0 9 】

【 図 1 】本発明による実施形態の透過型液晶表示装置 1 0 0 の 1 つの画素の構成を模式的に示す図であり、(a) は、平面図であり、(b) は (a) 中の 1 B - 1 B ' 線に沿った断面図である。

【 図 2 】本発明による実施形態の半透過型液晶表示装置 2 0 0 の 1 つの画素の構成を模式的に示す図であり、(a) は、平面図であり、(b) は (a) 中の 2 B - 2 B ' 線に沿っ 50

た断面図である。

【図 3】半透過型液晶表示装置 200 のアクティブマトリクス基板 210 a の平面図である。

【図 4】半透過型液晶表示装置 200 のアクティブマトリクス基板 210 a の断面図である。

【図 5】本発明による実施形態の液晶表示装置の動作原理を説明する概略図であり、(a) は電圧無印加時、(b) 電圧印加時をそれぞれ示す。

【図 6】(a) および (b) は、液晶層に相対透過率が 10% となる電圧を印加した後、200ms 経過後の液晶分子 (図中の線分) の配向状態と、液晶層内に形成される電界の等電位線を 2 次元電界シミュレーションで求めた結果を模式的に示す図であり、(a) は対向電極に開口部を設けていない場合、(b) は対向電極に開口部を設けた場合を示している。

【図 7】本発明による実施形態の液晶表示装置において、開口部直径 W_h と、3V 印加時 (中間調電圧) の開口部電位 V_a との関係を示したグラフである。

【図 8】本発明による実施形態の液晶表示装置において、3V 印加時に開口部内で相対透過率が 0% となる領域の直径 (垂直配向領域径) L_h と、開口部直径 W_h との関係を示すグラフである。

【図 9】本発明による実施形態の液晶表示装置の構成一例を示す模式図である。

【図 10】本発明による実施形態の液晶表示装置における透過領域と反射領域の電圧 - 反射率 (透過率) の液晶層の厚さ依存性を示すグラフである。

【図 11】本発明による実施形態の液晶表示装置の視角 - コントラスト比特性を示す図である。

【符号の説明】

【0110】

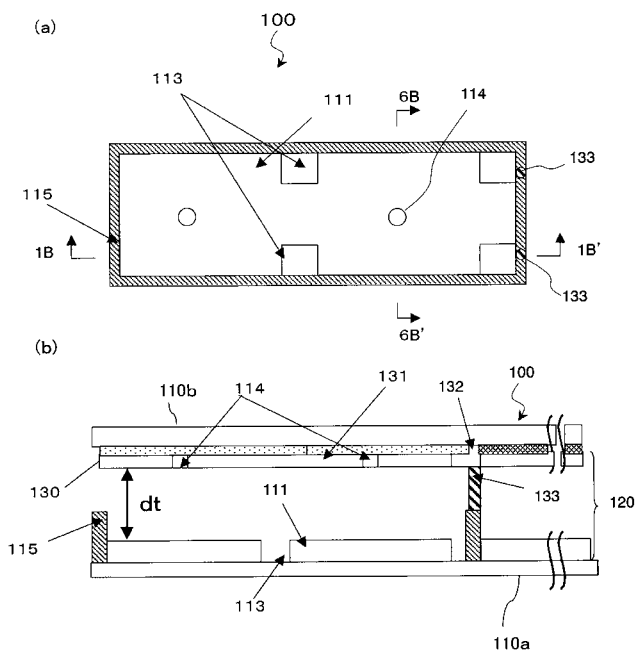
1	TFT (アクティブマトリクス) 基板	
2	ゲート信号線	
3	ソース信号線	
4	TFT	
5	ドレイン電極	
6	画素電極	30
7	透明電極	
8	反射電極	
9	ゲート絶縁膜	
10	ゲート電極	
11	ソース・ドレイン電極 ($n^+ - Si$ 層)	
12	半導体層	
13	チャンネル保護層	
14	開口構造	
15	開口部	
16	絶縁膜	40
17	透明基板 (対向 (CF) 基板)	
18	カラーフィルタ層	
19	対向電極	
20	液晶層	
21	液晶分子	
22、32	配向膜	
50	液晶パネル	
40、43	偏光板	
41、44	1/4 波長版	
42、45	光学異方性が負の位相差板 (NR 板)	50

1 0 0	透過型液晶表示装置
1 1 0 a	アクティブマトリクス基板
1 1 0 b	対向基板 (カラーフィルタ基板)
1 1 1	画素電極
1 1 3	切欠き部
1 1 4	開口部
1 1 5	壁構造体
1 3 0	カラーフィルタ層
1 3 1	対向電極
1 3 3	支持体
2 0 0	半透過型液晶表示装置
2 1 0 a	アクティブマトリクス基板
2 1 0 b	対向基板 (カラーフィルタ基板)
2 1 1	画素電極
2 1 3	切欠き部
2 1 4	開口部
2 1 5	壁構造体
2 3 0	カラーフィルタ層
2 3 1	対向電極
2 3 2	透明誘電体層 (反射部段差)
2 3 3	支持体

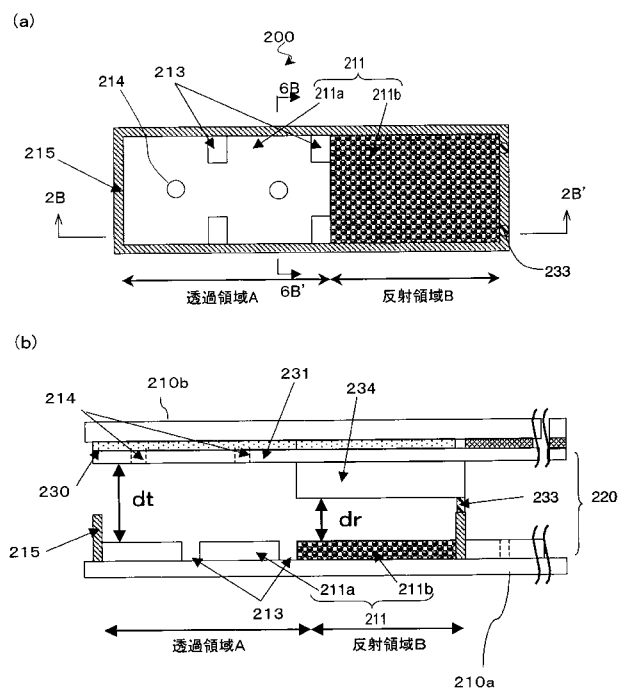
10

20

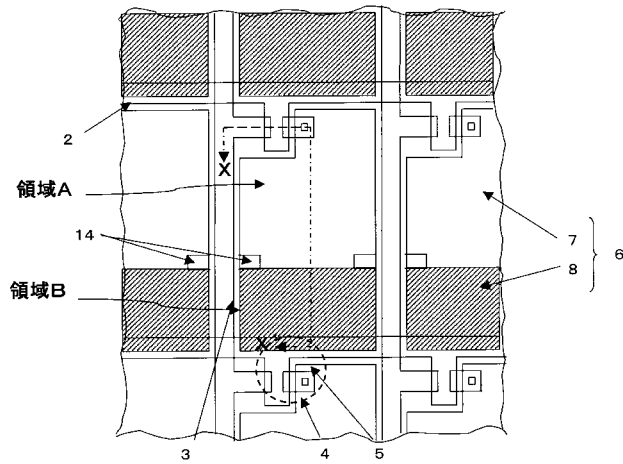
【図 1】



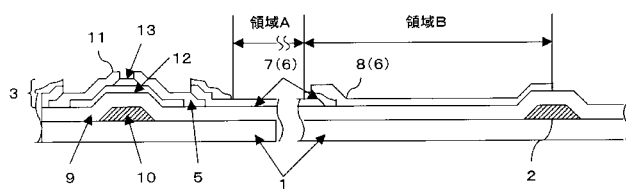
【図 2】



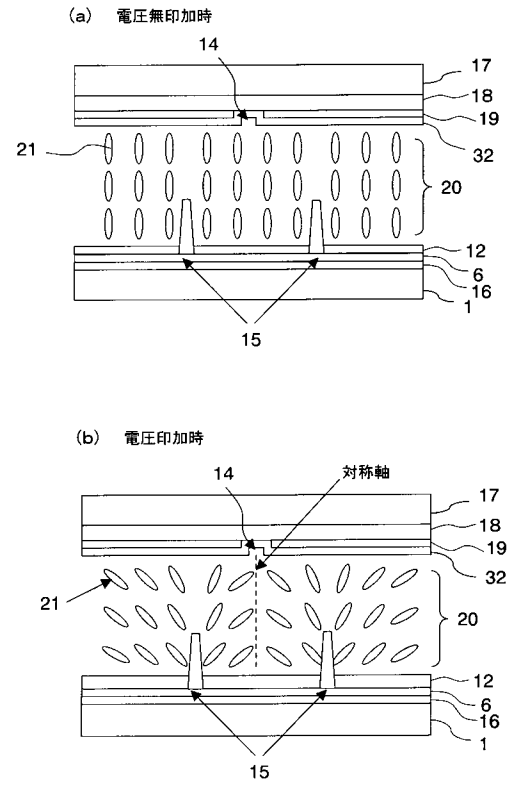
【図3】



【図4】

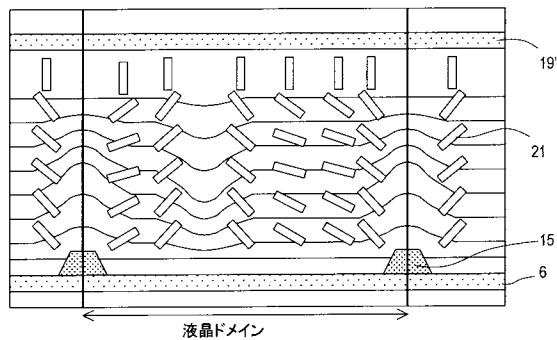


【図5】

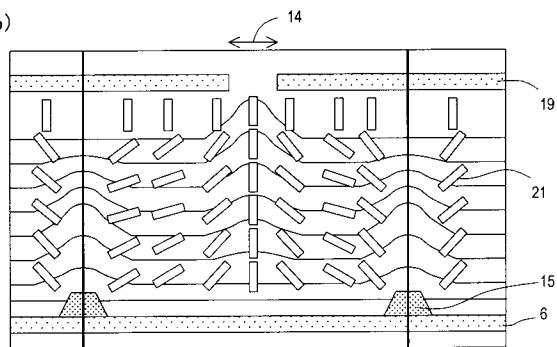


【図6】

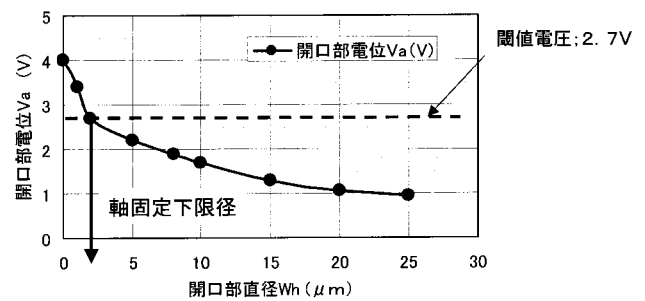
(a)



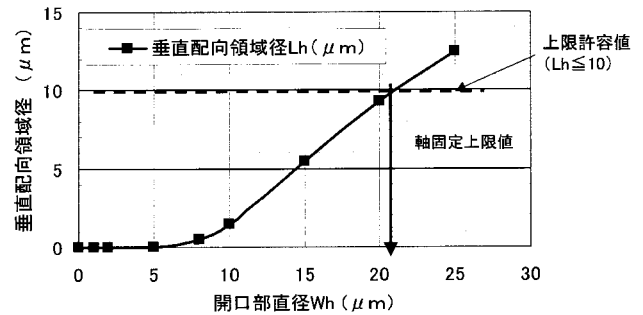
(b)



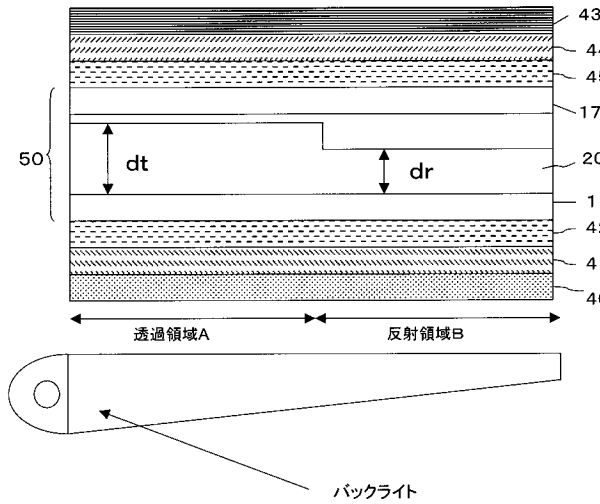
【図7】



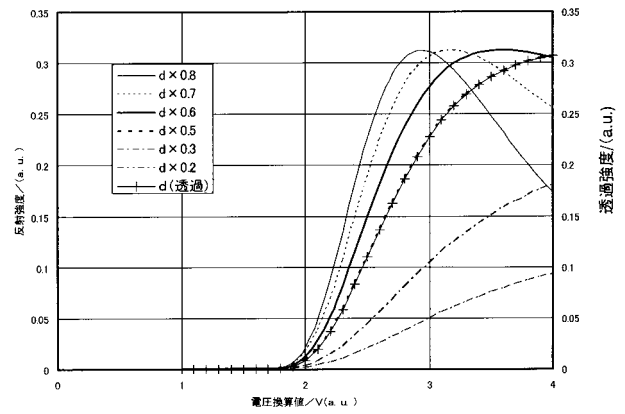
【図8】



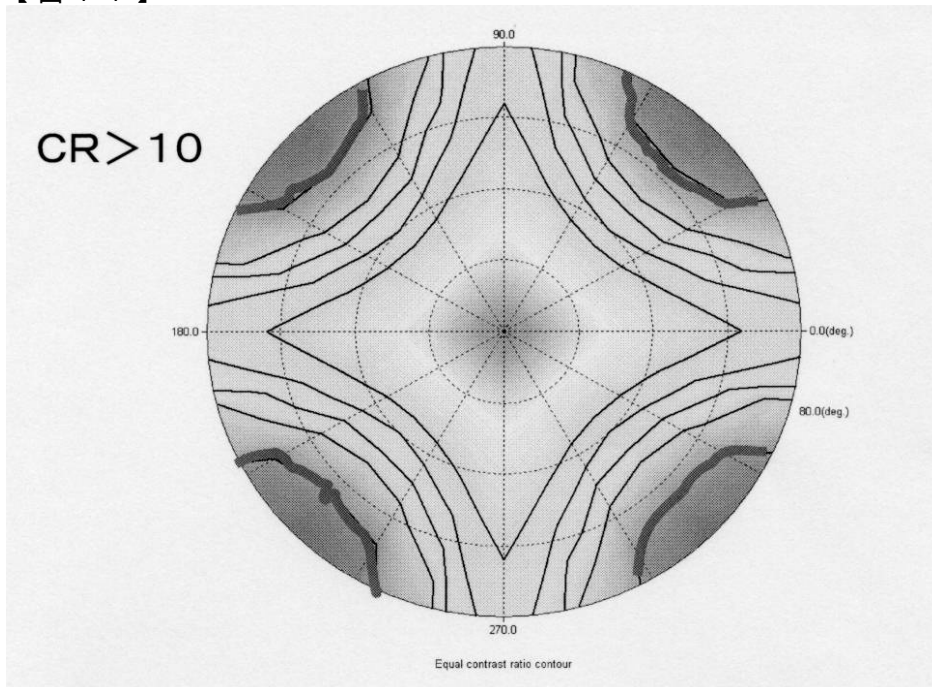
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷ F I テーマコード(参考)

G 0 2 F 1/1339 5 0 0

G 0 2 F 1/1343

(72)発明者 長江 伸和
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

(72)発明者 栗原 直
大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

F ターム(参考) 2H089 LA09 LA16 MA04X NA14 PA05 QA14 SA04 TA09 TA12 TA13
TA14 TA15 TA17 TA18
2H090 HA16 HD14 LA02 LA04 LA06 LA08 LA10 LA15 LA16 MA01
MB14
2H091 FA08 FA11 FA15Y FA16Y FA32Y FA35Y FA41Z FD04 GA08 GA13
KA02 LA12 LA15 LA17 LA19
2H092 GA13 GA18 GA19 HA04 HA05 HA07 JA24 NA07 NA27 PA02
PA03 PA08 PA09 PA10 PA11 PA12 PA13

【要約の続き】

【選択図】図 1

专利名称(译)	液晶表示装置		
公开(公告)号	JP2005172943A	公开(公告)日	2005-06-30
申请号	JP2003409400	申请日	2003-12-08
[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	久米康仁 大西憲明 玉井和彦 長江伸和 栗原直		
发明人	久米 康仁 大西 憲明 玉井 和彦 長江 伸和 栗原 直		
IPC分类号	G02F1/1339 G02F1/1335 G02F1/13363 G02F1/1337 G02F1/1343		
FI分类号	G02F1/1337.505 G02F1/1337.500 G02F1/1335.515 G02F1/1335.525 G02F1/13363 G02F1/1339.500 G02F1/1343		
F-TERM分类号	2H089/LA09 2H089/LA16 2H089/MA04X 2H089/NA14 2H089/PA05 2H089/QA14 2H089/SA04 2H089/TA09 2H089/TA12 2H089/TA13 2H089/TA14 2H089/TA15 2H089/TA17 2H089/TA18 2H090/HA16 2H090/HD14 2H090/LA02 2H090/LA04 2H090/LA06 2H090/LA08 2H090/LA10 2H090/LA15 2H090/LA16 2H090/MA01 2H090/MB14 2H091/FA08 2H091/FA11 2H091/FA15Y 2H091/FA16Y 2H091/FA32Y 2H091/FA35Y 2H091/FA41Z 2H091/FD04 2H091/GA08 2H091/GA13 2H091/KA02 2H091/LA12 2H091/LA15 2H091/LA17 2H091/LA19 2H092/GA13 2H092/GA18 2H092/GA19 2H092/HA04 2H092/HA05 2H092/HA07 2H092/JA24 2H092/NA07 2H092/NA27 2H092/PA02 2H092/PA03 2H092/PA08 2H092/PA09 2H092/PA10 2H092/PA11 2H092/PA12 2H092/PA13 2H189/AA07 2H189/AA08 2H189/AA14 2H189/AA15 2H189/DA12 2H189/DA32 2H189/FA16 2H189/HA16 2H189/JA10 2H189/JA30 2H189/JA31 2H189/JA33 2H189/KA01 2H189/KA02 2H189/KA05 2H189/KA14 2H189/KA17 2H189/KA18 2H189/LA03 2H189/LA06 2H189/LA14 2H189/LA15 2H189/LA16 2H189/LA17 2H189/LA19 2H189/NA03 2H191/FA02Y 2H191/FA14Y 2H191/FA22X 2H191/FA22Z 2H191/FA30X 2H191/FA30Z 2H191/FA31Y 2H191/FA99Y 2H191/FB02 2H191/FC10 2H191/FD12 2H191/FD22 2H191/FD26 2H191/GA19 2H191/HA11 2H191/HA34 2H191/HA35 2H191/HA37 2H191/JA03 2H191/LA13 2H191/LA21 2H191/LA22 2H191/LA25 2H191/LA31 2H191/NA13 2H191/NA14 2H191/NA16 2H191/NA17 2H191/NA34 2H191/NA37 2H191/PA44 2H191/PA65 2H191/PA73 2H290/AA34 2H290/BB27 2H290/BB42 2H290/BB53 2H290/CA14 2H290/CB04 2H291/FA02Y 2H291/FA14Y 2H291/FA22X 2H291/FA22Z 2H291/FA30X 2H291/FA30Z 2H291/FA31Y 2H291/FA99Y 2H291/FB02 2H291/FC10 2H291/FD12 2H291/FD22 2H291/FD26 2H291/GA19 2H291/HA11 2H291/HA34 2H291/HA35 2H291/HA37 2H291/JA03 2H291/LA13 2H291/LA21 2H291/LA22 2H291/LA25 2H291/LA31 2H291/NA13 2H291/NA14 2H291/NA16 2H291/NA17 2H291/NA34 2H291/NA37 2H291/PA44 2H291/PA65 2H291/PA73		
代理人(译)	奥田诚治		
其他公开文献	JP4297775B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种液晶显示器，其在像素中具有至少一个轴对称排列区域，其中液晶的排列可以充分稳定，并且可以抑制对比度或有效孔径比的降低。提供第一基板（110a），设置为面对第一基板的第二基板（110b），以及设置在第一基板和第二基板之间的垂直配向的液晶层（120）。每个都具有形成在第一基板上的第一电极111，形成在第二基板上的第二电极131，以及设置在第一电极和第二电极之间的液晶层。并且第二电极131具有形成在像素中的预定位置处的至少一个开口114，并且第一基板在多个像素之间的间隙中具有遮光区域。并且，壁结构115规则地布置在遮光区域的液晶层侧，并且当施加至少预定电压时，液晶层形成呈现轴对称排列的至少一个液晶畴。所述至少一个液晶畴的轴对称排列的中心轴形成在所述至少一个开口中或附近。 [选图]图1

