

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3917417号

(P3917417)

(45) 発行日 平成19年5月23日(2007.5.23)

(24) 登録日 平成19年2月16日(2007.2.16)

(51) Int. Cl.	F I
GO2F 1/1337 (2006.01)	GO2F 1/1337 505
GO2F 1/1335 (2006.01)	GO2F 1/1335 520
GO2F 1/1343 (2006.01)	GO2F 1/1343

請求項の数 3 (全 39 頁)

(21) 出願番号	特願2001-377791 (P2001-377791)	(73) 特許権者	000005049 シャープ株式会社
(22) 出願日	平成13年12月11日(2001.12.11)		大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(65) 公開番号	特開2003-177384 (P2003-177384A)	(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(43) 公開日	平成15年6月27日(2003.6.27)	(72) 発明者	田代 国広 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士通株式会社内
審査請求日	平成16年12月8日(2004.12.8)	(72) 発明者	杉浦 規生 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士通株式会社内
		(72) 発明者	大室 克文 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番 1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 反射型液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の基板と、

前記第1の基板に対向して設けられ、表面に凹凸が形成された第2の基板と、

前記第2の基板上に前記凹凸を覆うように形成され、コンタクトホールを介して前記第2の基板上に形成されたスイッチング素子と電気的に接続され、前記凹凸に対応した凹凸を有する反射電極と、

前記第1の基板と第2の基板との間に設けられた負の誘電率異方性を有する液晶層とよりなる垂直配向モードの反射型液晶表示装置において、

前記コンタクトホールを前記反射電極の中心に配置し、さらに前記第2の基板をこれに垂直な方向から見た場合に、前記コンタクトホールに重なる位置に、液晶層中の液晶分子の配向を制御する突起物を配置したことを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項2】

前記突起物は、前記第2の基板に垂直な方向から見た場合、前記コンタクトホールの大きさと概ね同じ大きさを有することを特徴とする請求項1記載の反射型液晶表示装置。

【請求項3】

前記突起物は、前記反射電極に前記コンタクトホールにより形成される段差に対応する高さを有することを特徴とする請求項1または2記載の反射型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は液晶表示装置、特に携帯端末等の低消費電力機器に用いられる反射型液晶表示装置に関する。

【0002】

反射型液晶表示装置は室内照明や太陽光のような環境光を取り込み、反射板で観測者側に反射させて表示を行う液晶表示装置である。

【0003】

反射型液晶表示装置はバックライトを必要としないため低消費電力であり、携帯端末等に広く用いられている。反射型液晶表示装置で明るく、鮮明な表示を得るには白表示では環境光を多く取り込んで観測者側に反射させ、黒表示では取り込んだ光を観測者側に反射させない工夫が必要になる。

10

【従来の技術】

そこで反射型液晶表示装置に用いられる表示モードとして相転移型ゲスト・ホスト（GH）モード（D. L. White and G. N. Taylor: J. Appl. Phys. 45, pp.4718, 1974）を使った液晶表示装置が提案されている。GHモード液晶表示装置は偏光板を必要としないため明るい白表示を得られる好ましい特徴を有する。しかしGHモード液晶表示装置では黒表示も明るく、コントラスト比が5～6程度にとどまる問題点を有している。

【0004】

これに対し、従来より単一の偏光板を用いたツイステッド・ネマティック（TN）モード（特開平6-11711号公報など）が提案されている。

20

【0005】

この従来の反射型液晶表示装置は、原理的には正の誘電率異方性を有する液晶をツイストさせた水平配向型液晶素子であり、入射した環境光を偏光板で直線偏光に変え、得られた直線偏光を可視光波長のほぼ1/4のリタデーションを有する液晶層もしくは位相差板中を通すことにより、前記偏光板を通過した入射光と前記偏光板に戻る反射光との間で偏光面の方位を90度回転させる。

【0006】

このモードの液晶表示装置では、偏光面の回転した反射光を偏光板で吸収することで黒表示が得られる。このモードは偏光板を用いるため白表示の明るさはGHモードの40%程度であるが、黒表示をより暗く出来るため、12～14程度のコントラスト比を達成できる。

30

【0007】

また、TNモードのコントラスト比を改善する手段として位相差板の遅相軸を液晶分子のアンカリング方位と概ね一致させ、位相差板のリタデーションを、残留した液晶層のリタデーション分だけ減ずることにより、黒表示を補償する技術（特開平11-311784号公報）が提案されている。これによりコントラスト比は16～18程度まで改善する。

【0008】

反射型液晶表示装置における表示の視認性は明るさとコントラスト比で規定され、明るければ低いコントラスト比でも見やすく、暗くければ高いコントラストが要求される（テレビジョン学会誌Vol.50, No.8, pp1091～1095, 1996を参照）。GHモードの表示に相当する視認性を、GHモードの明るさの40%程度にしかならない単一の偏光板を使う方式の液晶表示装置で実現するには、コントラスト比で12程度が必要となるが、上記技術を用いればTNモードのコントラスト比は16～18程度となり、この要件を満足することができる。またGHモード液晶表示装置より材料的な信頼性も高いことから、反射型液晶表示装置では、単一の偏光板を用いたTNモードの液晶表示装置が主流となっている。

40

【0009】

ところで、単一の偏光板を用いたTNモード反射型液晶表示装置では、液晶層をツイスト構造にするためラビング処理を上下基板で異なる方位に行っており、液晶層のアンカリング方位は上下基板で一致していない。前記特開平11-311784号公報の技術では、位相差板の遅相軸を上下基板のアンカリング方位のほぼ中間に合わせ、アンカリング方位の

50

合成ベクトルを補償する。しかし、これは上下基板に残留した液晶層のリタデーションを個別に補償するものではなく、従って、十分な黒表示の補償は得られない。

【0010】

これに対し、従来より単一の偏光板を用いた垂直配向(VA)モードの反射型液晶表示装置が提案されている(特開平6-337421号公報を参照)。

【0011】

VAモード液晶表示装置では、オン・オフ動作はTNモードと逆であるが、入射した環境光を偏光板で直線偏光に変え、可視光波長のほぼ1/4のリタデーションを有する液晶層もしくは位相差板で方位を90度回転させ、偏光板にそれを吸収させて黒表示を行う点は同じである。しかし、位相差板で方位を90度回転させる場合、電圧無印加で黒表示となるため、TNモードのように基板界面にアンカリングした液晶層がスイッチングしないで残ることはなく、原理的にコントラスト比を高く出来る利点を有する。

10

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

このようにVAモードはコントラスト比が高く、表示の視認性においても最も優れているが、液晶分子の配向制御には課題が残っている。VAモード液晶表示装置では垂直配向膜を用いるが、垂直配向膜をラビングすると部分的に垂直配向性が低下することがあり、それが輝度むらとなって筋状の表示欠陥が発生する。このため、VAモード液晶表示装置では、配向制御はラビング以外により実現する必要があり、特開平10-301112号公報に記載の技術では、対向基板側に反射電極を斜めに横切るスリットを配置し、電圧印加時に上下の基板間で発生する斜め電界により配向制御を行っている。

20

【0013】

しかし、この技術ではスリット上の液晶層はスイッチングしないため画素全体では反射率が低下し、例えばコントラスト比が高くなっても表示の見やすさはさほど改善しない。従って、VAモードを偏光板1枚方式の反射型液晶表示装置に適用するには反射率を犠牲にしない手段が求められていた。

【0014】

ところで、反射型液晶表示装置は一般に、光源環境により視認性を大きく左右される問題点を有しており、特に暗い光源環境下においては、視認性が非常に悪くなってしまう。この点については、バックライトを使用する透過型の液晶表示装置の方が、暗い光源環境下においてもコントラストが高く、優れた視認性が得られる好ましい特徴を有している。しかし、透過型液晶表示装置では、明るい光源環境下において視認性が著しく低下してしまい、表示品位が反射型の液晶表示装置におけるよりも悪くなる。

30

【0015】

そこで上記問題を改善する方式として、従来より反射型液晶表示装置にフロントライトを組合せる方式や、半透過型反射膜を用いた反射型液晶表示装置が提案されている。しかし、フロントライトを使う方式では、暗い光源環境下において得られるコントラスト比が直視型の透過型液晶表示装置よりも低くなってしまう問題点がある。また、明るい光源環境下では、フロントライトによる光吸収のため、通常の反射型液晶表示装置よりも表示が暗くなる問題が生じる。

40

【0016】

一方、半透過反射膜を用いる場合には、この目的に一般に金属薄膜が用いられるが、金属薄膜は吸収係数が大きく、光利用率が劣る。さらに、半透過の金属膜を形成しようとする場合、一般に30nm程度の膜厚のAl膜を用いるが、面内膜厚変動による透過率の変動が大きく、大面積で均一な半透過薄膜を形成するのが困難である。

上記問題を解決する手法として、反射型液晶表示装置において、画素中央部に透明電極(ITO)で形成した光透過用の窓を形成する方式が特開平11-281972号公報に提案されている。この方式を用いることにより、上記問題は解決し、反射透過両用の液晶パネルを形成することができる。

【0017】

50

しかし、この方式においては、平坦化膜上に凹凸を形成し、さらに透過領域に穴を空け段差を形成する必要がある。さらに、透明電極（ITO）と反射電極（Al）の両方を形成する必要があり、AlパターンとITOパターンとのコンタクト部で発生する電池効果による腐食を防ぐため、バリアメタルの形成が必要になり、液晶表示装置の製造プロセスが煩雑となり、製造コストも高くなる問題がある。

【0018】

また従来の反射透過型液晶表示装置では、光学スイッチングが液晶層のリタデーションを使って行われるため、透過領域においては液晶層のリタデーションが可視光波長の1/2になるようにセル厚を設定し、反射領域においては液晶層のリタデーションが可視光波長の1/4になるようにセル厚を設定する必要があった。しかし、このような構成では、セル厚の半分に近い厚い平坦化膜を形成し、これに透過領域に対応した深い窓を形成する工程が必要であり、製造が困難であった。

10

【0019】

そこで本発明は、上記の課題を解決した、新規で有用な液晶表示装置を提供することを概括的課題とする。

【0020】

本発明のより具体的な課題は、高い反射率と高いコントラスト比とを実現できる反射型液晶表示装置およびその製造方法を提供することにある。

【0021】

本発明のその他の課題は、低コストで製造でき、優れた特性を有する反射透過型液晶表示装置を提供することにある。

20

【0022】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記の課題を、第1の基板と、前記第1の基板に対向して設けられ、表面に凹凸が形成された第2の基板と、前記第2の基板上に前記凹凸を覆うように形成され、コンタクトホールを介して前記第2の基板上に形成されたスイッチング素子と電気的に接続され、前記凹凸に対応した凹凸を有する反射電極と、前記第1の基板と第2の基板との間に設けられた負の誘電率異方性を有する液晶層とよりなる垂直配向モードの反射型液晶表示装置において、前記コンタクトホールを前記反射電極の中心に配置し、さらに前記第2の基板をこれに垂直な方向から見た場合に、前記コンタクトホールに重なる位置に、液晶層中の液晶分子の配向を制御する突起物を配置したことを特徴とする反射型液晶表示装置により、解決する。

30

【0023】

本発明によれば、前記第2の基板のうち凹凸が形成されないため反射率が低下するコンタクトホール形成部分に対応して配向制御構造物を形成するため、配向制御構造物に起因する反射率の低下を最小限に抑制することが可能である。

【0024】

また、コンタクトホールを、液晶分子が斜め電界により内側に倒れる画素電極の縁辺部ではなく中心に形成し、かかる中心に対応して前記構造物を形成することにより、画素を前記中心および中心を通る対角線により、液晶分子の配向方向の異なる、上下左右の四つの領域に分割することが可能になる。このような構成では、前記対角線上においては配向方向の異なる液晶分子が相互に干渉して配向方向がずれることになるが、可視光波長の約1/4のリタデーションを有する位相差板を設けて液晶層に入射する光を円偏光とすることにより、反射光の方位角依存性を解消することが可能で、方位角のずれによる反射率の低下を抑制することが可能である。

40

【0025】

本発明はまた前記の課題を、第1の基板と、前記第1の基板に対向して設けられ、表面に反射能を有する凹凸が形成された第2の基板と、前記第1および第2の基板の間に設けられた負の誘電率異方性を有する液晶層と、前記第1および第2の基板の間に設けられた光重合性ポリマ構造物を挟持してなる垂直配向モードの反射型液晶装置の製造方法であって

50

、前記基板の法線方向に光を照射し、前記凸凹により基板面内方向に光を反射して前記ポリマ構造物を構成する化合物を光重合させる工程を含み、前記化合物を光重合する工程では、前記凸凹の形状により基板面内の反射強度に指向性を持たせ、前記指向性に対応する方位に化合物の光重合を行うことを特徴とする反射型液晶表示装置の製造方法により、解決する。

【0026】

本発明によれば、液晶層中に形成された光重合性ポリマ構造物により電圧印加時の液晶配向を安定化することが可能になる。このような光重合性ポリマ構造物では、液晶層中に分散した光重合性ポリマに電圧を印加しながら光照射を行うことにより任意の方位にポリマ鎖が形成され、ポリマ鎖と液晶分子の親和力により、電圧印加時の液晶配向が安定化する。本発明では、前記凸凹が、斜め方向に入射する光を観測者の方に反射させるように設計されているが、このような基板に対して法線方向に光を照射すると、入射光は基板面内方向に反射される。そこで、前記光重合性ポリマを基板法線方向に垂直に入射させた光により光重合させることにより、前記液晶層中に、前記凸凹の反射特性、すなわち反射強度の指向性に対応したポリマ鎖を形成することが可能になる。電圧印加時の液晶分子は、このようにして形成された光重合性ポリマに沿って配向するため、配向が安定化する。

10

【0027】

本発明はまた前記の課題を、第1の基板と、前記第1の基板に対向して設けられ、表面に反射能を有する凹凸が形成された第2の基板と、前記第1の基板と第2の基板との間に設けられた負の誘電率異方性を有する液晶層と、前記第1の基板と第2の基板の表面に形成された垂直配向膜とよりなる垂直配向モードの反射型液晶表示装置において、前記垂直配向膜中における溶媒を除いた配向膜成分に対するジアミン系垂直配向性分の比率を12%以上50%以下にしたこと特徴とする反射型液晶表示装置により、解決する。なお、溶媒を除いた配向膜成分とは、配向膜形成後に基板上に膜として残る固形成分のことであり、固形成分は酸無水物とジアミンを1:1の比率で混合したものである。

20

【0028】

本発明によれば、垂直配向膜中における全ジアミン成分に対する垂直配向成分の比率を25%以上に設定することにより、反射型液晶表示装置の基板が表面に反射能を有する凹凸を有する場合であっても、十分なコントラスト比を確保することが可能である。

【0029】

本発明はまた前記の課題を、第1の基板と、前記第1の基板に対向して設けられ、基板表面に反射能を有する凹凸が形成された第2の基板と、前記第1および第2の基板の間に保持された負の誘電率異方性を有する液晶層とよりなる垂直配向モードの反射型液晶表示装置において、前記第1の基板外側に偏光板を配置し、その吸収軸を前記凸凹による反射強度が極大となる方位に略平行に配置したことを特徴とする反射型液晶表示装置により、解決する。

30

【0030】

本発明によれば、偏光板の吸収軸を、前記凸凹による反射強度が極大となる方位に略平行に設定することにより、液晶表示装置のコントラスト比を向上させることが可能になる。これは、偏光板の吸収軸方位がヨウ素や2色性染料などの偏光成分が配列している方向であるため他の方位よりも光吸収効率が高いことを利用しており、本発明では、このような偏光板の光吸収効率が高い方位、すなわち吸収軸の方位を、前記凸凹からの反射強度が大きい方位に一致させることにより、黒表示の明るさをさらに抑制、すなわち暗くしている。勿論、このような偏光板の吸収軸方位では白表示も暗くなってしまうが、表面に反射能を有する凹凸が形成された基板を使う反射型液晶表示装置では、全方位から取り込まれた光が基板の法線方向に反射されるため、これによる反射率の低下はごくわずかである。すなわち、本発明によれば、反射型液晶表示装置の明るさを犠牲にすることなく、コントラスト比を向上させることが可能になる。

40

【0031】

本発明はまた前記の課題を、第1の基板と、前記第1の基板に対向して設けられ、反射能

50

を有する凹凸を形成された第2の基板と、前記第1の基板と第2の基板との間に保持された、正又は負の誘電率異方性を有する液晶層と、前記第1の基板の外側に配設された偏光板とよりなる反射型液晶表示装置において、前記第1の基板と前記偏光板との間に、前記第1の基板の面に対して垂直な方向に負の屈折率異方性を有する位相差板を配設し、前記位相差板の x 、 y 、 z 軸方向の屈折率をそれぞれ n_x 、 n_y 、 n_z 、前記液晶層の厚さを d 、 l 、 c 、前記液晶層中における異常光と常光との屈折率差を n として、前記位相差板のリタデーション $d f \cdot \{ (n_x + n_y) / 2 - n_z \}$ の値を、 $0.4 [d f \cdot \{ (n_x + n_y) / 2 - n_z \}] / (d l c \cdot n) = 0.7$ の範囲に設定したことを特徴とする反射型液晶表示装置により、解決する。

【0032】

本発明によれば、表面に反射能を有する凹凸が形成された基板を使った反射型液晶表示装置において、前記凹凸が、界面反射を生じない範囲でできるだけ広い角度から環境光を取り込めるように最適化された場合について、黒表示の際に生じる漏れ光を実質的に完全に補償することが可能になる。

【0033】

本発明はまた上記の課題を、第1の基板と、前記第1の基板に対向するように設けられた第2の基板と、前記第1の基板の、前記第2の基板に面する側に設けられた透明電極と、前記第2の基板の、前記第1の基板に面する側に設けられ、開口部を有する反射電極と、前記第1の基板と第2の基板との間に挟持され、液晶層を含み、光の散乱能を散乱状態と非散乱状態との間で変化させる散乱層と、前記第1の基板、前記第2の基板および前記散乱層とにより構成される液晶パネルの外側に、前記液晶パネルを挟持するように設けられた一对の偏光子とよりなり、前記一对の偏光子の少なくとも一方は、円偏光子よりなることを特徴とする反射透過型液晶表示装置により、解決する。

【0034】

本発明によれば、白表示と黒表示の光学スイッチングを、ポリマ分散液晶の散乱状態と非散乱状態との間での状態遷移により実現するため、液晶層のリタデーションを使って光学スイッチングを行う従来の反射透過型液晶表示装置のように、透過領域において光学スイッチングに必要な液晶層の厚さを確保するために光窓開口部を有する厚い平坦化膜を形成する必要がなく、また平坦膜表面に表面散乱形状を形成する必要もなくなり、さらに前記光窓開口部に対応した透明電極を形成する必要もなくなる。本発明では、単にスリットなどの光通路を有する反射電極を設けるだけで十分である。このため本発明によれば、反射透過型液晶表示装置の製造が簡素化される。

【0035】

【発明の実施の形態】

[第1実施例]

図1、2は、本発明の第1実施例による反射型液晶表示装置10の1画素分の領域を示す平面図および断面図である。

【0036】

図1、2を参照するに、前記反射型液晶表示装置10は、概略的には下側ガラス基板11と、これに対向する上側ガラス基板14と、間に封入された負の誘電率異方性を有する液晶層13とよりなり、前記下側ガラス基板はTFT11A、およびこれに協働するゲート電極11B、データ電極11Cを担持する。前記ガラス基板11としては、透過型液晶表示パネルのTFT基板を使うことが可能で、その場合には、前記ガラス基板11上にITOなどの透明導電体よりなる画素電極11Dが、前記TFT11Aに電氣的に接続された状態で形成される。

【0037】

前記TFT11Aおよびゲート電極11B、データ電極11Cは樹脂等の絶縁膜11Eにより覆われており、前記絶縁膜11E上にはレジストパターンよりなる凹凸パターン12が形成されている。

【0038】

10

20

30

40

50

前記凹凸パターン 12 は A1 等よりなる反射電極 12A により覆われており、前記反射電極 12A は前記画素領域の中央部において前記画素電極 11D と、前記絶縁膜 11E 中に形成されたコンタクトホール 11F により電氣的に接続されている。

【0039】

前記反射電極 12A は前記凹凸パターン 12 に対応する凹凸パターンを形成するが、コンタクトホール 11F に対応する部分には凹凸パターンは形成されておらず、このため画素領域の中央部に平坦な領域が形成される。

【0040】

一方前記対向基板 14 には、前記基板 11 に対面する側に対向電極 14A が一様かつ連続的に形成されており、前記対向電極 14A 上には、前記コンタクトホール 11F に対応する部分に、液相層 13 よりも小さな誘電率を有する樹脂材料あるいは誘電体材料よりなり、液晶層 13 中の液晶分子 13A の配向方向を制御する配向制御構造物 12B が、突起の形で形成されている。

10

【0041】

さらに前記基板 11 上には前記凹凸パターン 12 および反射電極 12A を覆うように垂直分子配向膜 12C が形成されており、また前記基板 14 上にも、前記対向電極 14A および配向制御構造物 12B を覆うように別の垂直分子配向膜 12D が形成されている。

【0042】

前記分子配向膜 12C, 12D は、前記液晶層 13 中の液晶分子 13A を、前記液晶層 13 に駆動電界が印加されていない非駆動状態において、図 2 中に点線で示したように前記基板 11 あるいは 14 に略垂直な方向に配向させようとするが、図 1, 2 の実施例による液晶表示装置 10 では画素領域の中央部に前記配向制御構造物 12B を形成しているため、液晶分子は前記配向制御構造物 12B の方向にチルトし、その結果、前記画素領域中には、図 3 に矢印で示す方向に液晶分子がチルトしたドメイン A ~ D が形成される。

20

【0043】

また前記基板 14 の外側には、厚さ方向のリタレーションが約 100 nm の TAC (トリアセテートセルロース) 膜 15 が形成され、前記 TAC 膜 15 上には可視光波長の約 1/4 のリタレーションを有する位相差板 16 と偏光板 17 とが順次積層されている。

【0044】

図 1, 2 に示す反射型液晶表示装置 10 では、前記反射電極 12A と対向電極 14A との間に駆動電圧を印加しない非駆動状態においては、前記偏光板 17 に斜めに入射する環境光が偏光板 17 により直線偏光に変換され、さらにこれが 1/4 波長位相差板 16 により円偏光に変換されて液晶層 13 に入射する。このような非駆動状態では前記液晶層 13 中において液晶分子は図 2 に示すように基板 11 あるいは 14 に略垂直に配向しており、液晶層 13 中に入射した前記円偏光は反射電極 12A により反射され、液晶層 13 および TAC 膜 15, 1/4 波長位相差板 16 を順次逆方向に通過することにより、当初の偏光面に対して 90° 回転した偏光面を有する直線偏光に変換される。このようにして得られた直線偏光は、前記偏光板 17 により遮断される。

30

【0045】

一方、前記反射電極 12A と対向電極 14A との間に駆動電圧が印加された場合、液晶層 13 中の液晶分子 13A は液晶層 13 に略平行に、もしくは傾斜して配向し、前記 1/4 波長位相差板 16 および TAC 膜 15 を通って液晶層 13 に入射した円偏光は、液晶層 13 が生じるリタレーションにより直線偏光に変換され、反射電極 12A で反射された後、前記 1/4 波長位相差板 16 および TAC 膜 15 を逆方向に通過し、前記偏光板 17 を通過した入射光と同じ偏光面を有する直線偏光に変換され、偏光板 17 を通って出射する。

40

【0046】

このような構成の反射型液晶表示装置 10 では、反射電極 12A にコンタクトホール 11F が形成されている結果、コンタクトホール 11F に対応する部分においては凹凸パターン 12 が形成されず、従って基板 14 に対して斜めに入射した環境光は、前記反射電極 1

50

2 Aのコンタクトホール形成部分においては観測者の方に反射されることがない。このため図1, 2の構成の反射型液晶表示装置10では、画素領域中心部の反射率が低下する問題が避けられない。

【0047】

一方、前記配向制御構造物12Bは、光損失が最小になるように一般に透明な樹脂により形成されるが、それでも前記配向制御構造物12Bによる光損失は避けられない。

【0048】

このため、例えば図4に示すように前記配向制御構造物12Bを画素領域の中央に形成し、コンタクトホール11Fを、画素領域端のTFT11C近傍に形成したような構成では、画素領域内に反射率の低い部分が、前記基板14に垂直な方向から見た場合に複数個所に形成されてしまい、得られる表示の明るさが大きく損われてしまう。これに対し、図1, 2に示す液晶表示装置10では、基板14に垂直な方向から見た場合に前記配向制御構造物12Bがコンタクトホール11Fと重なるため、反射率の低下が最小限に抑制される。

10

【0049】

また図2の断面図よりわかるように、液晶表示装置10では突出部を形成する配向制御構造物12Bに対応して、コンタクトホール11F形成領域に凹部が、前記配向制御構造物12Bの高さに対応する幅および深さで形成されるため、このような配向制御構造物形成領域においても他の領域とほとんど同一の液晶セル厚が維持される。

【0050】

次に、図1, 2の反射型液晶表示装置10の製造工程について説明する。

20

【0051】

本実施例では、先にも説明したように透過型液晶表示装置用に製造された、TFT11Aおよびゲート電極11B, データ電極11C, 透明画素電極11Dを担持する基板をTFT基板11として使い、前記TFT基板11上に前記TFT11A, ゲート電極11B, データ電極11Cおよび透明画素電極11Dを覆うようにポジ型レジスト膜を約1.2μmの厚さにスピコートにより塗布し、レジスト層を形成する。

【0052】

このようにして形成されたレジスト層は平坦な表面を有しており、90℃で30分間プリベークを行った後、画素中心のコンタクトホール形成位置以外の領域に凹凸パターンを形成するマスクを使って紫外光照射を行う。このようにして露光されたレジスト層を現像処理し、さらに135℃で40分間の第1ベーク処理、200℃で60分間の最終ベーク処理を行うことで、前記凹凸パターン12が形成される。

30

【0053】

このようにして形成された凹凸パターン12上にA1膜を蒸着し、さらにフォトリソグラフィ工程により前記A1膜をパターニングすることにより、画素領域に対応した反射電極12Aが形成される。

【0054】

前記配向制御構造物12Bは、以下のようにして形成される。

【0055】

まず前記対向基板14上に前記対向電極14Aを覆うように、誘電率が3.2のポジ型感光性透明樹脂を、約1.2μmの厚さでスピコートにより塗布する。次にこのようにして形成された樹脂層を90℃で30分間プリベークした後、マスクを使って紫外光露光を行う。さらに現像処理、ポスト露光処理、130℃で2分間の第1ベーク処理および220℃で6分間の最終ベーク処理を行うことにより、前記配向制御構造物12Bを画素領域の中央部に形成する。

40

【0056】

さらに前記TFT基板11および対向基板14の表面に、それぞれ前記凹凸パターン12および反射電極12Aを覆うように、また前記対向電極14Aおよび配向制御構造物12Bを覆うように、側鎖型ジアミンを垂直配向成分として含む垂直分子配向膜12Cおよび

50

12Dを塗布する。

【0057】

さらにこのようにして形成した基板11および14を、径が3 μ mのスペーサを介して積層し、間の空隙に負の誘電率異方性(= -3.5)を有し異常光と常光の屈折率差nが0.067の液晶を注入して、垂直配向モードの液晶パネルを形成する。

【0058】

さらに前記基板14の外側面に前記TAC膜15と位相差板16と偏光板17とを順次積層することにより、所望の反射型液晶表示装置10が完成する。

【0059】

図5は、本実施の形態による反射型液晶表示装置において、垂直配向膜12C, 12D中の垂直配向成分(側鎖型ジアミン)の全アミン成分に対する比率を2.5%、5%、12.5%と変化させた場合の黒表示状態を示す図である。

【0060】

図5を参照するに、垂直配向膜中の前記垂直配向成分の比率が2.5%および5%の場合には大々的な光漏れが生じており、これに伴ってコントラスト比が低下する。これに対し、前記垂直配向膜中の垂直配向成分の比率が12.5%の場合には光漏れがわずかであり、このことから、反射型液晶表示装置10において垂直配向膜12C, 12D中における垂直配向成分の比率は1.25%以上であるのが好ましいことが結論される。

【0061】

一般に、光漏れは液晶分子がわずかでもチルトすると生じるものであるが、生じた光漏れが人間に視認されるのは、液晶分子のチルト角があるしきい値を超えた場合であると考えられている。表面に凹凸が形成されない透過型の液晶表示装置では、垂直配向膜中の垂直配向成分は2.5%もあれば十分なコントラスト比が得られるが、図5の結果は、表面に凹凸パターン12が形成される反射型の液晶表示装置10では、垂直配向成分の割合を12.5%以上に設定しないと十分なコントラスト比が確保できないことを意味している。

【0062】

以下の表1に、このようにして得られた反射型液晶表示装置10について、基板法線方向から見た白表示状態での反射率(明るさ)とコントラスト比を、積分球光源を使って測定した結果を、比較例1および比較例2による反射型液晶表示装置の結果と比較しながら説明する。ただし前記比較例1では前記配向制御構造物12Bの代わりに対向電極14Aに斜めスリットが形成されており、また比較例2では前記対向基板14上に前記配向制御構造物12Bと同様な配向制御構造物が2.0 μ mの高さで形成されている。

【0063】

【表1】

	垂直配向成分比率	明るさ	コントラスト比
実施例 1	2.5%	13%	2.6
	5%	13%	11.0
	12.5%	13%	23.0
	25%	13%	23.3
	100%	13%	23.3
比較例 1	25%	10%	17.7
比較例 2	25%	12%	21.2

表1を参照するに、本実施例の反射型液晶表示装置10において垂直配向膜12C, 1

10

20

30

40

50

2 D中の垂直配向成分(側鎖型ジアミン)の全ジアミン成分に対する割合を2.5%~2.5%の範囲で変化させているが、いずれの場合も、比較例1, 2より優れた明るさが実現されていることがわかる。またコントラスト比も、垂直配向膜中の垂直配向成分が12.5%以上である場合、23以上になることがわかる。TNモード反射型液晶表示装置の場合の明るさが13%程度、コントラスト比が最大で18程度であることを考えると、本実施例の反射型液晶表示装置10はTNモード反射型液晶表示装置よりも優れた表示特性を示すことがわかる。

【0064】

表1において、比較例1の白表示状態の明るさは本実施例の液晶表示装置10の明るさよりも30%も低下しているが、この原因は、対向電極中に形成したスリット近傍において液晶層がスイッチングしないことによるものと考えられる。また比較例2において明るさが8%程度低下しているが、この原因は、配向制御構造物の高さが本実施例のものよりも高く、従って構造物上における液晶層のリタレーションが、凹凸パターン12上のリタレーションよりも減少することに起因すると考えられる。

10

【0065】

なお、本実施の形態による反射型液晶表示装置10において、前記配向制御構造物12Bとして、液晶層13の誘電率よりも大きな誘電率を有する材料を使う場合には、図6に示すように、前記配向制御構造物12Bを、前記TFT基板11の側に、前記導体プラグ11Fに対応して形成された凹部を埋めるように形成することにより、所望の画素領域中央に向って傾斜する液晶分子の配向を実現することが可能である。

20

[第2実施例]

次に、本発明の第2実施例による反射型液晶表示装置20について説明する。

【0066】

図7は、前記反射型液晶表示装置20の構成を示す。ただし図7中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0067】

図7を参照するに、本実施例の反射型液晶表示装置20は先の反射型液晶表示装置10と類似した構成を有するが、先の実施例において基板11あるいは14上に形成されていた配向制御構造物12Bが省略されている。

【0068】

その代わり、本実施例の液晶表示装置20では、液晶層13中に配向性を有するポリマ鎖13Bが形成されており、かかるポリマ鎖13Bの作用により、液晶分子13Aが画素領域の中央部に向ってチルトする。ただし図7中、符号13Bは前記ポリマ鎖を概略的に示すものであり、ポリマ鎖の具体的な構造あるいは個々のポリマ鎖を示すものではない。

30

【0069】

より詳細に説明すると、本実施例ではTFT基板11上に凹凸パターン12を、図8に示すように凸部が基板の縦方向あるいは横方向に延在する細長い形状に形成し、また前記分子配向膜12C, 12Dを、垂直配向成分の比率が12.5%の垂直配向膜を使って形成する。

【0070】

図8を参照するに、凹凸パターン12はおおよそ図3に示したドメイン領域A~Dの各々に対応して形成されており、それぞれの領域A~Dにおいて、領域の外縁に沿って縦方向あるいは横方向に延在するように形成されている。

40

【0071】

さらに前記基板11および12を径が3 μ mのスペーサを介して積層し、間の空隙に、紫外線照射によりポリマ鎖を形成する樹脂を0.3重量%混合された液晶を注入し、これを液晶層13とする。本実施例では、前記ポリマ鎖を形成する樹脂として、I線の照射強度が2000mJ/cm²以上になった場合に光重合が生じる樹脂を使う。

【0072】

このようにして形成された反射型液晶表示装置では、前記TFT基板11上に縦方向ある

50

いは横方向に延在する凸部により凹凸パターン12を形成することにより、前記凹凸パターン12が形成する反射光の反射強度が、図8に示すように基板の縦方向および横方向において、斜め方向よりも2倍程度増大する。これに対し、図1の凹凸パターン12では、図9に示すように反射光の強度に指向性は生じない。

【0073】

そこで、本実施例では得られた液晶表示装置に4Vの駆動電圧を印加し、この状態で基板14に垂直に、前記凹凸パターン12による反射光の光量が、液晶層13中、縦方向および横方向において2000mJ/cm²以上となるように、紫外光を照射する。このような紫外光照射により形成された縦方向および横方向への反射光により、前記液晶層13中には、基板の縦方向および横方向に延在するポリマー鎖13Bが形成され、前記垂直配向膜12C、12Dおよびかかるポリマー鎖13Bの作用により、液晶分子13Aの配向方向が図2に示すように規制される。

10

【0074】

このようにして形成した反射型液晶表示装置について、明るさとコントラスト比を測定したところ、先の実施例1の場合と同等の結果が得られた。

【0075】

なお本実施例によれば、前記凹凸パターン12の形状を最適化し、液晶層13中に光重合性化合物を導入することにより、紫外光照射で液晶層13中において光強度が大きくなる任意の方向に、光重合性化合物を重合させることが可能になる。

[第3実施例]

20

図10は、本発明の第3実施例による反射型液晶表示装置30の構成を示す。ただし図中、先に説明した部分に対応する部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0076】

図10を参照するに、本実施例は先の第1実施例の特徴と第2実施例の特徴を合わせた構成となっており、前記ガラス基板14には配向制御構造物12Bが形成されている一方、前記凹凸パターン12を構成する各々の凸部は図8に示したような基板の縦方向あるいは横方向に延在する細長い形状を有し、前記液晶層13中には光重合ポリマ鎖13Bが形成されている。

【0077】

さらに図10の液晶表示装置30では、偏光板17の吸収軸方位を基板の縦方向に設定し、位相差板の遅相軸方位を偏光板17の吸収軸方位に対して45°ずらした。

30

【0078】

以下の表2は、このようにして得られた反射型液晶表示装置30の白表示状態の明るさとコントラスト比を、偏光板17の吸収軸の方位を、前記基板の縦方向から45°ずらして形成した、同様な反射型液晶表示装置(比較例3)について得られた明るさおよびコントラスト比と比較して示す。

【0079】

【表2】

40

	垂直配向成分比率	明るさ	コントラスト比
実施例3	12.5%	13%	24.8
比較例3	12.5%	13%	23.0

表2を参照するに、本実施例および比較例とも、明るさはほとんど変わらないが、本実施例によりコントラスト比が改善されていることがわかる。これは、本実施例において、偏光板17の吸収軸を前記凹凸パターン12による反射強度が極大となる方向に配向させることにより、黒表示がより暗くなることによるものと考えられる。

50

【 0 0 8 0 】

図 1 1 を参照するに、本実施例の液晶表示装置 4 0 は、概略的には下側ガラス基板 4 1 と、これに対向する上側ガラス基板 4 4 と、間に封入された負の誘電率異方性を有する液晶層 4 3 とよりなり、前記下側ガラス基板は図示を省略した T F T、およびこれに協働するゲート電極 4 1 C や図示されていないデータ電極を担持する。前記ガラス基板 4 1 としては、透過型液晶表示パネルの T F T 基板を使うことが可能で、その場合には、前記ガラス基板 4 1 上に I T O などの透明導電体よりなる画素電極 4 1 D が、前記 T F T に電氣的に接続された状態で形成される。

【 0 0 8 1 】

前記 T F T およびゲート電極、データ電極 4 1 C は樹脂等の絶縁膜 4 1 E により覆われており、前記絶縁膜 4 1 E 上にはレジストパターンよりなる凹凸パターン 4 2 が形成されている。

10

【 0 0 8 2 】

前記凹凸パターン 4 2 は A 1 等よりなる反射電極 4 2 A により覆われており、前記反射電極 4 2 A は前記画素領域の好ましくは中央部において前記画素電極 4 1 D と、前記絶縁膜 4 1 E 中に形成されたコンタクトホール 4 1 F により電氣的に接続されている。

【 0 0 8 3 】

一方前記対向基板 4 4 には、前記基板 4 1 に対面する側に対向電極 4 4 A が一様かつ連続的に形成されている。

【 0 0 8 4 】

さらに前記基板 4 1 上には前記凹凸パターン 4 2 および反射電極 4 2 A を覆うように垂直分子配向膜 4 2 C が形成されており、また前記基板 4 4 上にも、前記対向電極 4 4 A を覆うように別の垂直分子配向膜 4 2 D が形成されている。

20

【 0 0 8 5 】

前記分子配向膜 4 2 C、4 2 D は、前記液晶層 4 3 中の液晶分子 4 3 A を、前記液晶層 4 3 に駆動電界が印加されていない非駆動状態において、前記基板 4 1 あるいは 4 4 に略垂直な方向に配向させようとするが、前記基板 4 1 上には凹凸パターン 4 2 が形成されているため、前記凹凸パターン 1 2 に接する液晶分子は図 1 2 に示すようにチルトする。

【 0 0 8 6 】

また前記基板 4 4 の外側には、好ましくは T A C (トリアセートセルローズ) 膜よりなる位相差板 4 5 が形成され、さらに前記位相差板 4 5 上には 1 / 4 波長板 4 6 および偏光板 4 7 が積層されている。

30

【 0 0 8 7 】

本実施例の反射型液晶表示装置 4 0 では、前記液晶層 4 3 を構成する液晶分子 4 3 A は負の誘電率異方性を有するものに限定されるものではなく、正の誘電率異方性を有するものであってもよい。一方液晶分子 4 3 A は、非駆動状態において基板 4 1、4 4 の面に略垂直な方向に配向しており、従って液晶表示装置 4 0 は反射型の垂直配向液晶表示装置である。

【 0 0 8 8 】

先の各実施例において説明した反射型の垂直配向液晶表示装置 1 0 ~ 3 0 では、環境光が斜め入射することにより、また液晶分子 1 3 A が凹凸パターン 1 2 によりチルトさせられるため、非駆動状態においても液晶層 1 3 はリタデーションを有し、所望の完全な黒表示は得られない。従って、非駆動状態において黒表示を得るためには、非駆動状態における液晶層 1 3 のリタデーションを、位相差板等により補償する必要がある。

40

【 0 0 8 9 】

透過型の垂直配向液晶表示装置については、垂直配向した液晶層のリタデーションを、位相差板を使って補償する技術が、すでに英国特許 1 4 6 2 9 7 8 号公報や特開平 1 0 - 1 5 3 8 0 2 号公報に提案がなされている。これらの提案では、位相差板の厚さを $d f$ 、位相差板の x 方向、y 方向、z 方向への屈折率を n_x 、 n_y 、 n_z 、液晶層の厚さを $d l c$ 、液晶層中における異常光と常光との間の屈折率差を n とし、式 $d f \{ (n_x + n_y) /$

50

2 - n_z } で与えられる位相差板のリタレーションを、液晶層のリタレーション $d l c \cdot n$ に略等しくなるように設定する。

【0090】

しかし、これら透過型垂直配向液晶表示装置の技術では、位相差板は黒表示状態において斜め方向から入射する光の通過を阻止し、視野角特性を改善するために使われているものであり、反射型の垂直配向液晶表示装置に適用しても、黒表示状態を補償することができない。

【0091】

表面に凹凸パターンを形成された反射型垂直配向液晶表示装置では、できるだけ多くの環境光を取り込んで、これを観測者の方に反射するように設計されている。

10

【0092】

図12を参照するに、外部から斜めに、入射角 θ_1 で入射した環境光は、空気と位相差板45の屈折率比で決まる屈折角 θ_2 で屈折され、さらに液晶層43に屈折角 θ_3 で入射する。

【0093】

液晶層43と基板44との界面においては、図12に図示を省略している垂直分子配向膜42Dの作用により、液晶分子43Aは、前記液晶層43に駆動電界が印加されない非駆動状態においては、基板44の面に略垂直な方向に配向が規制されている。このため、入射光は前記液晶層43の基板44との界面近傍においては、液晶分子に対して θ_3 の角度で入射する。液晶層43の屈折率は約1.5で位相差板45の屈折率とほとんど同じであるため、前記入射角 θ_3 は入射角 θ_2 とほとんど等しいとみなすことができる。

20

【0094】

一方、このような反射型液晶表示層40では、先の実施例でも説明したように、基板44に対して斜めに入射する環境光を基板44に対して垂直な方向に出射させる必要があり、このためTF基板41上に凹凸パターン42が形成されている。

【0095】

図12ではこのような凹凸パターン42を、断面が二等辺三角形となる円錐により近似しているが、前記凹凸パターン42上においては液晶分子43Aは、配向方向が、前記凹凸パターン42を覆う垂直分子配向膜42Cの作用により、前記凹凸パターン42が基板41の面に対して角度 θ_4 で形成する斜面に対して垂直に規制される。すなわち、前記液晶層43中においては、液晶分子43Aはチルト角を、前記基板44との界面における 0° の値から前記凹凸パターン42上における θ_4 まで、徐々に増加させる。そこで、前記液晶層43の基板41との界面近傍においては、液晶分子43Aに入射する入射光の入射角は、液晶分子43Aの凹凸パターン42により誘起されたチルトにより、前記角度 θ_3 よりも角度 θ_4 だけ減少する。

30

【0096】

そこで、前記位相差板45から液晶層43に入射した入射光は前記凹凸パターン42に入射角 θ_4 で入射し、反射角 θ_5 で反射され、その結果、前記凹凸パターン42上において配向規制されている液晶分子43Aに入射角 θ_6 で再び入射する。

【0097】

一方液晶層43と基板41との界面においては液晶分子43Aは基板41の面に垂直に配向方向が規制されているため、液晶分子43Aは配向方向を基板41から44に向かって徐々に変化させていく。これに伴い、液晶分子43Aに入射する反射光の入射角も徐々に減少し、前記基板44との界面においてはゼロになる。

40

【0098】

図12の光学系において入射光が凹凸パターン42に到達するまでの往路光路長のうち、位相差板45中の光路長部分は、図12中に示すように $d v / \cos^2$ で与えられるが、これは $d_2 \cdot \cos^2$ であることを考えると、おおよそ $d v / \cos^2$ に等しくなる ($d v / \cos^2 = d_2 \cdot \cos^2$)。また液晶層13中における入射光の光路長部分は、 $d l c / \cos^2$ で与えられる。これに対し、前記凹凸パターン42で基板41の主な

50

に垂直方向に反射された反射光の光路長は、液晶層 4 3 中においては d_{lc} 、位相差板 4 5 中においては d_v となる。

【0099】

このように斜め方向から環境光が入射する反射型液晶表示装置 4 0 では入射光の光路長と反射光の光路長とが異なるため液晶表示装置が非駆動状態にあってもリタデーションが発生し、その大きさが入射角 θ_1 および凹凸パターン 4 2 のなす角度 θ_2 に依存することになる。

【0100】

例えば液晶層 4 3 の厚さ d_{lc} が $3 \mu\text{m}$ 、液晶層 4 3 中における異常光と常光との屈折率差 n が 0.067 であり、凹凸パターン 4 2 の傾斜角分布（傾斜角 θ_2 とその存在の割合）から求まる平均傾斜角 $\langle \theta_2 \rangle$ が 13° で、入射光の入射角 θ_1 が 25° である場合、非駆動状態、すなわち駆動電界が印加されていない状態における液晶層 4 3 のリタデーションは、以下の表 3 の場合 A に示すように、 33 nm となる。

【0101】

【表 3】

反射板	平均傾斜	液晶層	位相差①	補償率	位相差②	補償率	位相差③	補償率	位相差④	補償率
A	13.06	33.25	15.26	45.9%	29.65	89.2%	36.32	109.2%	51.34	154.4%
B	8.98	15.98	9.05	56.6%	16.15	101.1%	19.04	119.1%	25.96	162.5%
C	7.67	13.01	7.92	60.9%	13.71	105.4%	15.94	122.5%	21.42	164.6%
D	7.48	11.87	7.53	63.4%	12.85	108.3%	14.82	124.9%	19.76	166.5%

表3中には、前記場合Aに加えて、平均傾斜角 θ が 9° の場合(B)、 7.7° の場合(C)および 7.5° の場合(D)が例示されている。

【0102】

図11, 12の反射型液晶表示装置40においてこのような液晶層43の斜め方向のリタデーションを補償するには、前記位相差板45として、基板に垂直な方向に負の誘電率異方性を有する膜を使うことが考えられる。

【0103】

前記表1には、前記位相差板45として基板面に平行な方向と垂直な方向の屈折率差 $\{(N_x + N_y) / 2 - N_z\}$ が0.0006のもの(位相差1)、0.0013のもの(位相差2)、0.0017のもの(位相差3)、0.0024のもの(位相差4)を使った場合の、斜め方向へのリタデーション値および補償率を例示している。

【0104】

以下に、このような負の誘電率異方性を有する位相差板 4 5 を使って行う斜め方向へのリタレーション補償について説明する。

【 0 1 0 5 】

図 1 3 (A) は、基板に垂直な方向に負の誘電率異方性を有する位相差板 4 5 の屈折率楕円体を、また図 1 3 (B) は、正の誘電率異方性を有する液晶層 4 3 の屈折率楕円体を示す。また図 1 4 (A) は、図 1 3 (A) の屈折率楕円体を Y - Z 面で切った状態を、さらに図 1 4 (B) は図 1 3 (B) の屈折率楕円体を Y - Z 面で切った状態を示す。以下の議論では、位相差板 4 5 および液晶層 4 3 のいずれにおいても、面内における屈折率異方性はないものと仮定する ($N_x = N_y$)。

【 0 1 0 6 】

図 1 3 (A) , 1 3 (B) および図 1 4 (A) , 1 4 (B) を参照するに、X - Y 面に対し、入射角 θ で入射した光の常光屈折率および異常光屈折率は、X 軸回りで X Y 平面を θ 回転させた平面で屈折率楕円体を切断した切り口に形成される楕円の長軸と短軸、あるいは短軸と長軸に相当する。

【 0 1 0 7 】

図 1 4 (A) , 1 4 (B) を参照するに、入射光が基板法線方向 (Z 軸方向) から角度 θ だけ傾斜して入射した場合、Y 方向および Z 方向への見かけの屈折率 N_y' , N_z' は、

【 0 1 0 8 】

【 数 1 】

$$\frac{Y^2}{N_y^2} + \frac{Z^2}{N_z^2} = 1$$

$$\frac{N_y'^2 \cos^2 \theta}{N_y^2} + \frac{N_y'^2 \sin^2 \theta}{N_z^2} = 1$$

$$N_y'^2 = \frac{1}{\frac{\cos^2 \theta}{N_y^2} + \frac{\sin^2 \theta}{N_z^2}}$$

$$N_y' = \frac{N_y N_z}{\sqrt{N_z^2 \cos^2 \theta + N_y^2 \sin^2 \theta}} = \frac{N_z}{\sqrt{\frac{N_z^2}{N_y^2} \cos^2 \theta + (1 - \cos^2 \theta)}} = \frac{N_z}{\sqrt{1 - \nu \cos^2 \theta}}$$

$$\text{但し、 } \nu = \frac{N_y^2 - N_z^2}{N_y^2}$$

10

20

$$\frac{Y^2}{N_y^2} + \frac{Z^2}{N_z^2} = 1$$

$$\frac{N_z'^2 \sin^2 \theta}{N_y^2} + \frac{N_z'^2 \cos^2 \theta}{N_z^2} = 1$$

$$N_z'^2 = \frac{1}{\frac{\sin^2 \theta}{N_y^2} + \frac{\cos^2 \theta}{N_z^2}}$$

$$N_z' = \frac{N_y N_z}{\sqrt{N_z^2 \sin^2 \theta + N_y^2 \cos^2 \theta}} = \frac{N_z}{\sqrt{\frac{N_z^2}{N_y^2} (1 - \cos^2 \theta) + \cos^2 \theta}}$$

$$= \frac{N_z}{\sqrt{\frac{N_z^2}{N_y^2} + \nu \cos^2 \theta}}$$

30

40

により、求められる。

【0109】

先の表3において、液晶層および位相差板のリタレーションの値、および各位相差板について示されている補償率は、このようにして求められた見かけの屈折率 N_x' 、 N_y' 、 N_z' および入射角 θ を使って計算されており、従って入射光の斜め入射の効果が取り入れられている。

【0110】

表3を再び参照するに、位相差板 1 および 4 では十分な補償を実現することができないが、位相差板 2 および 3 では、ほぼ100%に近い、最適な補償を行うこ

50

とが可能であるのがわかる。

【0111】

このようなリタレーションの補償は、当然ながら液晶層のリタレーション $d_{lc} \cdot n$ により変化し、液晶層のリタレーションが変化すると、これに比例して変化させる必要がある。一般にリタレーションの値は基板面に平行もしくは垂直な方向における値で表されるため、位相差板のリタレーションも、斜め方向への実効的な値ではなく基板面に平行または垂直方向の値で示すのが好ましい。そこで、上記の結果に基づいて位相差板の好ましいリタレーションを規定すると、平均傾斜角 θ が 13° の反射板 A の場合、

$$0.5 \left[d_f \cdot \left\{ (N_x + N_y) / 2 - N_z \right\} \right] / (d_{lc} \cdot n) = 0.7$$

の範囲となる。この範囲であれば、位相差板のリタレーションは最適値から 10% 程度ずれることがあるが、それでもなお黒表示の補償として顕著な効果が得られる。

【0112】

一方、平均傾斜角 θ が $7 \sim 9^\circ$ の範囲の反射板 B ~ D を使った場合には、非駆動状態において液晶層 43 は $11 \sim 16 \text{ nm}$ の範囲のリタレーションを有し、これに対応する位相差板としては位相差板 2 が適当である。この場合も、最適値からの許容範囲を考えると、好ましい位相差板のリタレーションは、

$$0.4 \left[d_f \cdot \left\{ (N_x + N_y) / 2 - N_z \right\} \right] / (d_{lc} \cdot n) = 0.6$$

となる。

【0113】

そこで上記の結果を総合すると、反射型液晶表示装置 40 として好ましいリタレーションの範囲は、

$$0.4 \left[d_f \cdot \left\{ (N_x + N_y) / 2 - N_z \right\} \right] / (d_{lc} \cdot n) = 0.7$$

であると結論される。

【0114】

前記傾斜角 θ が 7° 以下になると環境光を取り込む入射角 θ_1 が過小になってしまい、環境光を効率的に取り込むことが困難になる。

【0115】

特に図 11 の構成において位相差板 45 として、面内方向に 10 nm 程度、垂直方向に 50 nm 程度のリタレーションを有する TAC 膜を積層して使うのが好都合である。これにより、安い費用で黒表示の実質的に完全な補償を実現することが可能になる。

【0116】

なお、偏光板 47 も TAC 膜よりなる防湿膜を有するが、この防湿膜は $1/4$ 波長板 46 と偏光板 47 との間に配設されるため、位相差板 45 が示すような補償効果は得られない。これについては後述する。

【0117】

さらに図 11 の液晶表示装置 40 では、 $1/4$ 波長板 46 が位相差板 45 と偏光板 47 との間に配設されている。このような $1/4$ 波長板 46 は液晶層 43 よりも波長分散性が小さい。そこで、このような波長分散性の小さい位相差板を偏光板 47 と液晶層 43 との間に配置し、偏光面の 90° 回転を行うことにより、波長分散性の少ない、すなわち一部の可視光波長が漏れない、優れた黒表示を実現することができる。その際、前記 $1/4$ 波長板 46、すなわち前記第 2 の位相差板は、位相差板 45、すなわち第 1 の位相差板の外側に配置するのが好ましく、位相差板 45 と液晶層 43 との間に配置するのは好ましくない。位相差板 45 の屈折率楕円体は方位角依存性を有しており、 $1/4$ 波長板 46 を位相差板 45 と液晶層 43 との間に配置してしまうと、偏光板を透過した直線偏光の光で補償することになり、ある方位では効果的な補償が行われるが、ある方位では行われなくなり、全体として補償効果が小さくなってしまふ。これに対し、前記 $1/4$ 波長板 46 を位相差板 45 の外側に形成しておいた場合、 $1/4$ 波長板 46 を透過した円偏光の光で補償することになり、方位角依存性の影響を受けなくなる。すなわち、円偏光の光は全方位で等価であるため、例え位相差板 45 の屈折率楕円体に方位角依存性があっても、全方位の和として光学補償が行われることになる。

10

20

30

40

50

【0118】

ところで、TAC膜45のような位相差板は面内遅相軸を有するため、このように1/4波長板46と積層した場合、1/4波長板46のリタレーション特性が影響される。例えばそれぞれの遅相軸を平行に配置した場合、基板面に平行な方向のリタレーションが位相差板45と1/4波長板46との和になり、これらを直交して配向すると、差になる。そこで前記1/4波長板46として1/2波長板と1/4波長板との積層による波長分散性が最小化された素子を使った場合、位相差板45の面内遅相軸が前記積層1/4波長板46の面内遅相軸からずれると、積層構造に位相差板45が実効的に含まれてしまい、波長分散特性に影響が出てしまう。

【0119】

この問題を回避するためには、TAC膜45の面内遅相軸を、前記積層1/4波長板を構成する1/2波長板あるいは1/4波長板の面内遅相軸に一致させるのが好ましい。この場合には、リタレーションの増減以外の影響は生じない。

【0120】

特に前記位相差板45と1/4波長板46とを、それぞれの面内遅相軸が略平行になるように配置し、さらに面内リタレーションの和が可視光波長のほぼ1/4になるようにすることで、位相差板45の面内リタレーションにより生じる1/4波長板46のリタレーション作用のずれが抑制され、完全な黒表示の補償が可能になる。

【0121】

特に1/4波長板46が先に説明したような積層構造の素子である場合、位相差板45の面内遅相軸は積層構造を構成する1/4波長板あるいは1/2波長板のいずれかの面内遅相軸に合わせればよい。また1/4波長板と位相差板45の面内リタレーションの和が1/4波長になるように、あるいは1/2波長板と位相差板45の面内リタレーションの和が1/2波長になるように、リタレーションの調整を行う。この場合には、必ずしも位相差板45と積層1/4波長板46の面内リタレーションの和が可視光波長の1/4になるわけではないが、積層1/4波長板46が全体として可視光波長の1/4の面内リタレーションを有するようにどちらかの位相差板のリタレーションが調整されておれば、同様の意味となる。

【0122】

次に図11の反射型液晶表示装置40の製造工程について説明する。

【0123】

本実施例ではTF T基板41上にレジスト膜を約1 μ mの厚さでスピンコートし、90、30分間のプリベークの後、前記凹凸パターン42に対応するマスクを使って前記レジスト膜を紫外光により露光した。さらにこれを現像し、135で40分間ベーク処理し、さらに200で60分間最終ベーク処理することにより、前記平均傾斜角< >が7.7°の凹凸パターン42を形成した。なお、凹凸パターン42の傾斜角は、ベーク温度および時間を変えることで任意に設定できる。

【0124】

さらにこのようにして形成された凹凸パターン42表面にA1膜42Aを200nmの厚さに蒸着した。

【0125】

さらに、このようにして処理されたTF T基板41および対向基板42に垂直分子配向膜42Cおよび42Dを塗布し、3 μ m径のスペーサを介して貼り合わせ空パネルを形成した。

【0126】

次に前記TF T基板41と対向基板42との間の空隙に負の誘電率異方性($\epsilon = -3.5$)を有し、異常光と常光との屈折率差 n が0.067の液晶を注入し、液晶パネルを形成した。

【0127】

さらに前記基板44上に、面内リタレーションが10nmで垂直方向のリタレーションが

10

20

30

40

50

47 nmの2軸性のTAC膜を前記位相差板45として2枚積層し、面内遅相軸の方位を85°に設定して形成し、この上に面内リタレーションWが135 nmの1/4波長板と面内リタレーションが250 nmの1/2波長板とを、それぞれ140°および85°の遅相軸方位に積層することにより、積層1/4波長板46を形成した。さらに前記1/4波長板46上に偏光板47を、吸収軸方位が75°になるように形成する。

【0128】

このように構成された垂直配向反射型液晶表示装置40では積層1/4波長板を1/4波長板46として使うことにより、波長分散性を抑制することが可能である。また位相差板45の面内遅相軸を、積層1/4波長板46中の1/2波長板の面内遅相軸に一致させることにより、1/2波長板の面内リタレーションの値を位相差板45の面内リタレーションの分だけ減少させ、1/4波長板46全体として視感度の高い緑波長(540 nm)において1/2波長に相当する面内リタレーションを実現している。一方、前記位相差板45は電圧印加時における液晶層のリタレーションを補償するために設けられた負の屈折率異方性を有する位相差板であり、位相差板45の面内リタレーション $d_f \cdot \{ (N_x + N_y) / 2 - N_z \}$ は、液相層43の面内リタレーション $d_{lc} \cdot n$ に対して、 $d_f \cdot \{ (N_x + N_y) / 2 - N_z \} / (d_{lc} \cdot n) = 0.47$ となる。

【0129】

以下の表4は、このようにして得られた反射型液晶表示装置40について、所定の駆動電圧を印加して白表示および黒表示を行い、得られた白および黒表示について、積分球光源を用いた分光輝度計により反射率を測定した結果を示す(実施例4)。積分球光源は全角度、全方位に光が出射する拡散光源であり、室内照明や太陽光などの環境光に近い照明が得られる。

【0130】

【表4】

	配向	反射率		CR
		黒表示	白表示	
実施例4	垂直	0.53	12.64	24.1
比較例4	垂直	0.68	12.66	18.6
比較例5	垂直	0.66	12.55	18.9
比較例6	垂直	0.71	12.74	18.1
比較例7	水平	0.71	12.86	18.0

表4を参照するに、本実施例により、反射型液晶表示装置40の黒表示反射率は0.53、白表示反射率は12.64となり、24.1のコントラスト比が実現されていることがわかる。

【0131】

表4中には比較のため、比較例4~7の結果も示してある。

【0132】

比較例4では、位相差板45と積層1/4波長板46の積層順序を逆転し、前記基板44上に最初に積層1/4波長板46の1/4波長板を、次に積層1/4波長板46の1/2波長板を積層し、前記位相差板45を前記1/2波長板上に積層している。各々の膜44~47および凹凸パターン42の構成を含む液晶層43の構成自体は先の実施例4と同じである。

【0133】

10

20

30

40

50

比較例 5 では、先の実施例 4 と同じ構成の液晶表示装置において、積層 1 / 4 波長板 4 6 の上部層を構成する 1 / 2 波長板を面内リタレーションが 270 nm の一軸性フィルムとしている。また積層 1 / 4 波長板 4 6 中の 1 / 4 波長板を、その遅相軸が液晶層のアンカリング方位（ラビング方位）と一致するように配置し、これにより、面内リタレーションを、実施例 4 の場合の 1 / 4 波長板よりも 20 nm 減少させている。

【0134】

これに対し、比較例 6 では、実施例 4 の装置において位相差板 4 5 を省略し、また積層 1 / 4 波長板 4 6 中の 1 / 2 波長板として、面内リタレーションが 270 nm の一軸性フィルムを使っている。

【0135】

さらに比較例 7 では、基板 4 1 , 4 4 表面に水平配向膜を塗布し、径が 3 μm のスペーサを介してこれらを貼り合せた後、間の空隙に正の誘電率異方性（ $\epsilon = 6.0$ ）を有し異常光と常光の屈折率差 n が 0.067 の液晶を封入した。すなわち、比較例 7 の装置は TN モードの反射型液晶表示装置である。

【0136】

再び表 4 を参照するに、実施例 4 で示した、本実施例による反射型液晶表示装置 4 0 においては黒表示の反射率が他の液晶表示装置のいずれよりも低く、その結果として、他の装置のいずれよりも高いコントラスト比が得られているのがわかる。

【0137】

図 15 , 16 は、このようにして得られた本実施例（実施例 4）による垂直配向反射型液晶表示装置 4 0 について黒表示状態での反射率およびコントラスト比を、前記液晶表示装置 4 0 をスポット光源を使い 25° の入射角で照射した場合についてそれぞれ示す。また図 15、16 中には、同様な測定を、前記実施例 6 の装置に対して行った場合を比較のため示している。

【0138】

図 15 , 16 を参照するに、本実施例の反射型液晶表示装置 4 0 では、全方位角について黒反射率が比較例よりも低下し、コントラスト比が向上していることがわかる。一般に単一の偏光板を使った反射型液晶表示装置では、黒表示の反射率は偏光板の吸収軸方位に対応する方位角で最も低くなり、透過軸方位に対応する近傍の方位角で最も高くなる傾向がある。

【0139】

図 15 , 16 においても、黒表示の反射率が偏光板 4 7 の吸収軸方位に対応する 255° 近傍の方位角において最小になっており、またコントラスト比が最大になっているのがわかる。

【0140】

以下の表 5 は、前記実施例 4 の液晶表示装置 4 0 および比較例 6 の液晶表示装置で、偏光板の吸収軸方位における黒表示および白表示の反射率およびコントラスト比の方位角依存性を比較して示す。

【0141】

【表 5】

	配向	反射率		CR
		黒表示	白表示	
実施例 4	垂直	0.36	24.10	67.5
比較例 6	垂直	0.44	21.47	48.7

表 5 を参照するに、本実施例では、偏光板の吸収軸方位に対応する 255° 近傍の方位角

10

20

30

40

50

において比較例よりも黒表示の反射率が18%も減少していることがわかる。また、この方位においてはコントラスト比も48.7%から67.5%まで増大しているのがわかる。

〔第5実施例〕

次に、本発明の第5実施例による反射透過型液晶表示装置について説明する。

【0142】

図17は従来の反射透過型液晶表示装置50の概略的構成を示す。

【0143】

図17を参照するに、反射透過型液晶表示装置50は概略的には一对のガラス基板51、52と、間に封入された液晶層53とよりなっており、前記ガラス基板52の内面には一様に透明電極52Aが形成されている。一方、前記ガラス基板51の内面には平坦化膜51Aが形成されており、前記平坦化膜51A中には透過光窓として開口部51aが形成されている。

10

【0144】

前記平坦化膜51Aの表面には凹凸を有する反射電極51Bが形成されており、また前記開口部51aにおいては前記基板51上に透明電極51Cが形成されている。

【0145】

さらに前記基板51の外側には円偏光子54が、また前記基板52の外側には別の円偏光子55が形成されている。

【0146】

このような構成の反射透過型液晶表示装置50では、光学スイッチングを液晶層53のリタデーションを変調することにより実現しているが、このためには前記ガラス基板52を通して入射し、反射電極51Bで反射されて出射する光の液晶層53中における光路長と、前記基板51から光学窓51aを通して液晶層53に入射し、液晶層53およびガラス基板52を通過して出射する光の光路長とが等しい必要があり、従って前記平坦化膜51Aを液晶層53の厚さの1/2の厚さに形成する必要がある。

20

【0147】

しかしこのような液晶表示装置を製造しようとする、基板51上に厚い平坦化膜51Aを形成する工程と、前記平坦化膜51A上に反射電極51Bを形成する工程と、光学窓51aを形成する工程と、前記基板51上に光学窓51aに対応して透明電極51Cを形成する工程とが、通常の透過型液晶表示装置の製造工程に加えて必要になり、製造工程が非常に複雑になってしまう。

30

【0148】

また図17の反射透過型液晶表示装置50では、A1反射電極51BとITOなどよりなる透明電極51Cとの境界部に、電池効果による腐食を防止するためにバリアメタル層51bを設ける工程がさらに必要になる。

【0149】

これに対し、図18は、上記の課題を解決した本発明の第5実施例による反射透過型液晶表示装置60の構成を示す。

【0150】

図18を参照するに、液晶表示装置60は概略的には一对のガラス基板61、62と、間に封入されたポリマネットワーク液晶層63とよりなり、前記ガラス基板62の内面には一様に透明電極62Aが形成されている。

40

【0151】

一方前記ガラス基板61の内面にはスリット状開口部61aを有する反射電極パターン61Aが形成されており、前記液晶層63を構成するポリマネットワーク液晶としては、例えば特開平5-27228号公報に記載されたものを使うことが可能で、駆動電界が印加されていない非駆動状態において光学的に透明な状態をとり、駆動電界が印加されている駆動状態において散乱状態をとることを特徴とする。

【0152】

50

さらに前記ガラス基板 6 1 の外側には円偏光子 6 4 が、ガラス基板 6 2 の外側には直線偏光子 6 5 が設けられる。

【 0 1 5 3 】

図 1 9 (A) , (B) は図 1 8 の反射透過型液晶表示装置 6 0 の、それぞれ黒表示状態および白表示状態における動作を説明する図である。

【 0 1 5 4 】

1 9 (A) を参照するに、左側は黒表示状態における反射モード動作を、右側は透過モード動作を示しており、反射モード動作では液晶パネル前からの入射光は直線偏光子 6 5 により直線偏光に変換され、さらに遅相軸が偏光板 6 5 の吸収軸に対して 45° になるように形成され、入射光の約 $1/4$ 波長のリタデーションを有する非散乱状態の液晶層 6 3 により円偏光に変換される。なお、液晶層 6 3 の非散乱状態におけるリタデーションは入射光波長、すなわち可視光波長 λ の $1/4$ に限定されるものではなく、 $\lambda/4 + 0.5n$; $n = 0, 1, 2 \dots$ 、 n は自然数) であってもよい。

10

【 0 1 5 5 】

円偏光に変換された入射光は前記反射電極 6 1 A により円偏光の状態では反射され、液晶層 6 3 中を逆の経路で通過する際に、当初の偏光面に対して直交する偏光面を有する直線偏光に変換される。そこで、このようにして液晶層 6 3 を出射する直線偏光状態の反射光は前記直線偏光板 6 5 により遮断され、所望の黒表示が得られる。

【 0 1 5 6 】

一方、透過モード動作では、前記基板 6 1 に液晶パネル前から入射する入射光は前記円偏光板 6 4 を通る際に円偏光に変換され、さらに前記反射電極 6 1 A 中の光学窓 6 1 a を通って液晶層 6 3 中に導入される。

20

【 0 1 5 7 】

液晶層 6 3 は非散乱状態にあり、従って入射円偏光は液晶層 6 3 を通過する際に、先の反射円偏光の場合と同様に、直線偏光子 6 5 の吸収軸に対して直交する偏光面を有する直線偏光に変換される。これにより、液晶層 6 3 中を透過する透過光も直線偏光子 6 5 により遮断されることになる。

【 0 1 5 8 】

一方図 1 9 (B) の白表示状態では、前記液晶層 6 3 は散乱状態にあり、従って前記直線偏光子 6 5 を通過して液晶層 6 3 中に入射する直線偏光は液晶層 6 3 中において散乱され、散乱された状態で反射電極 6 1 A により反射される。このような散乱光は液晶層 6 3 中を反射光として逆方向に通過する際にも散乱を受け、その結果、前記入射側直線偏光子 6 5 には、吸収軸に平行な偏光面を有する偏光成分のみならず、様々な偏光面を有する偏光成分が入射する。

30

【 0 1 5 9 】

従って、偏光子 6 5 中を、これらの偏光成分のうち、吸収軸に垂直な偏光面を有する成分が、直線偏光の形で通過し、所望の白表示が得られる。

【 0 1 6 0 】

透過光の場合も同様で、基板 6 1 に円偏光子 6 4 を通って入射する入射光は前記液晶層 6 3 中において散乱され、散乱により形成された偏光成分のうち、偏光子 6 5 の吸収軸に直交する偏光面を有する偏光成分が、偏光子 6 5 を通過する。

40

【 0 1 6 1 】

かかる構成の反射透過型液晶表示装置 6 0 では、図 1 7 の従来の反射透過型液晶表示装置 5 0 におけるような厚い平坦化膜 5 1 A や表面散乱形状を有する電極 5 1 B、さらに光学窓 5 1 a に対応した透明電極 5 1 C を形成する必要がなく、単にスリット状にパターンニングされた反射電極 6 1 A を基板 6 1 の内面に形成するだけでよい。また、反射電極 6 1 A は透明電極とコンタクトすることがなく、従ってバリアメタル層を形成する必要もない。このため、装置製造が非常に容易になり、反射透過型液晶表示装置の製造費用を大きく低下させることが可能になる。

【 0 1 6 2 】

50

このような液晶層の非散乱状態と散乱状態との間における状態の遷移を光学的スイッチングに利用する液晶表示装置では、視野角が制限されることがなく、非常に優れた視野角特性を実現できる。

【0163】

図18の例では、非散乱状態において液晶層が入射光の1/4波長のリタデーションを有していたが、本発明の別の態様として、図20に示すように液晶層のリタデーションが非常に小さい場合の構成がある。ただし図20中、先に説明した部分に対応する部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【0164】

図20を参照するに、反射透過型液晶表示装置70では液晶層63の代わりに、非散乱状態における面内リタデーションが、散乱層として使われる液晶の複屈折 n とセル厚 d の積 $n \cdot d$ に比べて小さく、好ましくはおおよそ無視できるようなポリマ分散型液晶層73が使われ、これに伴って直線偏光子65が円偏光子66に置き換えられている。

10

【0165】

図21(A), (B)は、図20の反射透過型液晶表示装置70の、それぞれ黒表示状態および白表示状態における動作を説明する図である。

【0166】

図21(A)を参照するに、左側は黒表示状態における反射モード動作を、右側は透過モード動作を示しており、反射モード動作では液晶パネル前面からの入射光は円偏光子66により円偏光に変換され、さらに非散乱状態にありリタデーションが実質的に無視できる程度に小さい液晶層73中を円偏光のまま通過する。

20

【0167】

前記液晶層73中を通過した入射光は前記反射電極61Aにより円偏光のまま反射され、液晶層73中を円偏光のまま逆の経路で通過する。さらに前記液晶層73を通過した円偏光は円偏光板66に逆の経路で入射し、遮断される。

【0168】

一方、透過モード動作では、前記基板61にパネル裏面から入射する入射光は前記円偏光板64を通る際に円偏光に変換され、さらに前記反射電極61A中の光学窓61aを通過して液晶層73中に導入される。

【0169】

液晶層73は非散乱状態にあり、従って入射円偏光は円偏光のまま液晶層73を通過し、先の反射円偏光の場合と同様に、円偏光子66により遮断される。

30

【0170】

一方図19(B)の白表示状態では前記液晶層73は散乱状態にあり、従って前記円偏光子66を通過して液晶層73中に入射する円偏光は液晶層73中において散乱され、散乱された状態で反射電極61Aにより反射される。このような散乱光は液晶層73中を反射光として逆方向に通過する際にも散乱を受け、その結果、前記入射側円偏光子66には様々な偏光面を有する偏光成分が入射する。

【0171】

従って、偏光子66中を、これらの偏光成分のうち、吸収軸に垂直な偏光面を有する成分が通過し、所望の白表示が得られる。

40

【0172】

透過光の場合も同様で、基板61に円偏光子64を通過して液晶パネル裏面から入射する入射光は前記液晶層73中において散乱され、散乱により形成された偏光成分のうち、偏光子66の吸収軸に直交する偏光面を有する偏光成分が、偏光子66を通過する。

【0173】

かかる構成の反射透過型液晶表示装置70では、図17の従来の反射透過型液晶表示装置50におけるような厚い平坦化膜51Aや表面散乱形状を有する電極51B、さらに光学窓51aに対応した透明電極51Cを形成する必要がなく、単にスリット状にパターンニングされた反射電極61Aを基板61の内面に形成するだけでよい。また、反射電極61

50

Aは透明電極とコンタクトすることがなく、従ってバリアメタル層を形成する必要もない。このため、装置製造が非常に容易になり、反射透過型液晶表示装置の製造費用を大きく低下させることが可能になる。

【0174】

このような液晶層の非散乱状態と散乱状態との間における状態の遷移を光学的スイッチングに利用する液晶表示装置では、視野角が制限されることがなく、非常に優れた視野角特性を実現できる。

【0175】

以下の表6は、図17の従来 of 反射透過型液晶表示装置50と本発明の反射透過型液晶表示装置60, 70との間での製造工程の比較を示す。

【0176】

【表6】

従来技術	本発明
平坦化膜形成	不必要
表面散乱形状形成	不必要
透明電極形成	不必要
反射電極形成	反射電極形成

表6を参照するに、本発明では平坦化膜51Aの形成工程が不要になり、また平坦化膜51Aの表面に凹凸パターン51Bを形成する工程が不要になり、さらに光学窓領域に透明電極51Cを形成する工程が不要になる。

【0177】

本発明では単に反射電極をパターンニングするだけでよく、反射透過型液晶表示装置の製造工程が実質的に簡素化される。

【0178】

ところで、図18の反射透過型液晶表示装置60あるいは図20の反射透過型液晶表示装置70のように、対向基板62上に一様な透明対向電極62Aを有し反射電極61Aとしてスリット形状の電極パターンを使った構成の液晶表示装置では、液晶層63あるいは73に駆動電界を印加する際に、図22~24に示すようにいくつかの駆動モードが考えられる。

【0179】

図22は、横電界モードあるいはIPSモードとよばれる駆動方式であり、櫛型の反射電極の隣接する一対の電極指の間に駆動電圧を印加する。これに対し図23は、前記IPSモードと区別するために仮に縦電界方式あるいはSモードとよぶ駆動方式であり、前記対向電極62と反射電極61Aとの間に駆動電圧を印加する。さらに図24は仮に片側縦電界方式あるいはsSモードとよぶ駆動方式で、IPSモードとSモードとを組合せた駆動方式になっている。すなわち図24の駆動モードでは対向電極62と一つの電極指が第1の電位に駆動され、前記電極指の両側の電極指が第2の電位に駆動されている。

【0180】

図25(A)は、図23のSモード駆動方式に使われる反射電極61Aの構成例を、図25(B)は図22のIPSモードあるいは図24のsSモード駆動方式に使われる反射電極61Aの構成例を示す。

【0181】

図25(A)を参照するに、ガラス基板61上にはTF T61Tおよびゲート電極61G, データ電極61Dが形成されており、透過領域61aに対応したスリットを有する電極

10

20

30

40

50

が反射電極 6 1 A として形成されている。

【 0 1 8 2 】

これに対し図 2 5 (B) の構成ではガラス基板 6 1 上に同様な T F T 6 1 T , ゲ - ト電極 6 1 G , データ電極 6 1 D のほかに、複数の櫛型電極 6 1 A₁ および 6 1 A₂ が交互に形成されており、前記櫛型電極 6 1 A₁ は共通に T F T 6 1 T に接続され、前記櫛型電極 6 1 A₂ は共通にコモンライン 6 1 C に接続されている。電極 6 1 A₁ と電極 6 1 A₂ との間には、透過領域 6 1 a に対応した隙間が形成されている。

【 0 1 8 3 】

図 2 5 (A) あるいは 2 5 (B) の構成の T F T 基板を前記基板 6 1 として使い、5 μ m 径のスペーサを介して基板 6 1 および 6 2 を貼り合わせるにより、図 1 8 の液晶表示装置 1 8 を、IPS 駆動方式、S モード駆動方式および s S モード駆動方式のそれぞれについて作製した。その際、前記基板 6 1 および 6 2 上に水平配向膜を形成し、これに液晶分子がスリット方向に直交する方向にホモジニアス配向するようにラビングを行った。さらに基板 6 1 と 6 2 との間の空隙に UV キュアラブル液晶と複屈折 n が 0 . 2 3 0 6 で誘電率異方性 が 1 5 . 1 の液晶とを混合した混合液晶を封入し、さらに紫外光照射を行うことにより、液晶層 6 3 中にポリマネットワーク散乱層を形成した。

10

【 0 1 8 4 】

図 2 6 は、このようにして形成した反射透過型液晶表示装置 6 0 について、印加電圧と透過率の関係を、電極パターン 6 1 A の幅 E を 4 μ m に設定し、スリット 6 1 a の幅 G を様々に変化させながら測定した結果を示す。図 2 6 中、電極幅スリット幅 G は μ m 単位で示してある。また透過率は非駆動状態での透過率により規格化されている。

20

【 0 1 8 5 】

図 2 6 より、スリット幅 G が小さいほど駆動電圧が低下しており、また S モード駆動方式を使った場合に、最も駆動電圧を低下させることができるのがわかる。

【 0 1 8 6 】

また本実施例の別の実験において、図 2 5 (A) あるいは (B) に示す構成の T F T 基板を基板 6 1 として使い、図 1 8 の反射透過型液晶表示装置 6 0 を形成した。

【 0 1 8 7 】

この実験では、前記基板 6 1 および対向基板 6 2 の表面に P V A あるいは可溶性ポリイミドよりなる水平分子配向膜を形成し、液晶分子がホモジニアス配向するようにラビング処理を行った後、基板 6 1 および 6 2 を径が 2 . 3 μ m のスペーサを介して貼り合せ、空隙に複屈折 n が 0 . 0 6 7 のネマチック液晶に重合開始材を含む UV キュアラブル液晶を 1 0 重量 % 加えた混合液晶を封入した。これに紫外光照射を行い、リタレーションが 1 5 4 n m のポリマネットワーク液晶を形成した。さらに、対向基板 6 2 の外側に、直線偏光板 6 5 を透過軸は液晶配向方位から略 4 5 ° になるように形成し、さらに基板 6 1 の外側に円偏光板 6 4 を形成した。

30

【 0 1 8 8 】

これにより、安い費用で反射透過型液晶表示装置 6 0 を製作することが可能になった。

【 0 1 8 9 】

また本実施例の別の実験において、図 2 5 (A) あるいは (B) に示す構成の T F T 基板を基板 6 1 として使い、図 2 0 の反射透過型液晶表示装置 7 0 を形成した。

40

【 0 1 9 0 】

この実験では、前記基板 6 1 および対向基板 6 2 を、径が 6 μ m のスペーサを介して貼り合せ、空隙に複屈折 n が 0 . 2 3 の液晶に UV 硬化樹脂モノマを 2 0 重量 % 加えた混合液晶を封入し、これに紫外光照射を行い、ポリマ分散型液晶 7 3 を形成した。さらに、T F T 基板 6 1 の外側および対向基板 6 2 の外側に、円偏光板 6 4 および 6 6 を形成することにより、駆動電圧を印加しない非駆動状態で白表示が得られ、駆動状態で黒表示が得られる反射透過型液晶表示装置 7 0 が形成された。

【 0 1 9 1 】

また本実施例の別の実験において、図 2 5 (A) あるいは (B) に示す構成の T F T 基板

50

を基板 6 1 として使い、図 2 0 の反射透過型液晶表示装置 7 0 を形成した。

【 0 1 9 2 】

この実験では、前記基板 6 1 および対向基板 6 2 表面に P V A あるいは可溶性ポリイミドよりなる垂直配向膜を形成し、径が 5 μ m のスペーサを介して貼り合せ、空隙に複屈折 n が 0 . 2 3 の液晶に重合開始剤を含む U V キュアブル液晶を 1 0 重量 % 加えた混合液晶を封入し、これに紫外光照射を行い、ポリマネットワーク液晶 7 3 を形成した。さらに、T F T 基板 6 1 の外側および対向基板 6 2 の外側に、円偏光板 6 4 および 6 6 を形成することにより、駆動電圧を印加しない非駆動状態で黒表示が得られ、駆動状態で白表示が得られる反射透過型液晶表示装置 7 0 が形成された。

【 0 1 9 3 】

図 2 7 は、図 1 8 の反射透過型液晶表示装置 6 0 あるいは図 2 0 の反射透過型液晶表示装置 7 0 にカラーフィルタ C F を設ける際の構成例を示す。

【 0 1 9 4 】

図 2 7 を参照するに、対向基板 6 2 を通ってパネル前面から入射し、反射電極 6 1 A で反射される光は対向基板 6 2 の内側に形成されたカラーフィルタ C F を往復で 2 回通過するのに対し、T F T 基板 6 1 を通ってパネル裏面から入射する光はカラーフィルタ C F を一度通過するだけである。

【 0 1 9 5 】

このため、カラーフィルタ C F の色純度が一様であると、反射光と透過光とで色度が異なってしまう。

【 0 1 9 6 】

このため、図 2 7 の構成では、前記カラーフィルタ C F のうち、透過領域 6 1 a に対応する部分 C F₁ においてカラーフィルタ C F の厚さを他の部分の 2 倍に増大させて透過光および反射光がいずれも同一の色度を有するようにしている。

【 0 1 9 7 】

図 2 8 は図 2 7 の一変形例であり、カラーフィルタ C F を基板 6 1 上に形成し、カラーフィルタ C F の厚さを、反射電極 6 1 A を使って調整している。

【 0 1 9 8 】

すなわち、カラーフィルタ C F を前記基板 6 1 上に反射電極 6 1 A の厚さの倍の厚さに形成することで、前記透過領域 6 1 a 上におけるカラーフィルタ C F の厚さを前記電極 6 1 A 上における厚さの 2 倍に設定することが可能である。図 2 9 の構成では、このようなカラーフィルタ C F の膜厚の調整が自己整合的になされ、特別なパターン工程を行う必要がない。

【 0 1 9 9 】

図 2 9 は図 3 0 の一変形例であり、前記反射電極 6 1 A の下に、レジスト膜等により、反射電極 6 1 A に整合した形状のパターン 6 1 B を形成する。かかる構成によれば、反射電極 6 1 A が図 2 8 の場合よりも基板 6 1 上の高い位置に形成される。図 2 9 の構成は、特に反射電極 6 1 A の厚さが薄く、図 2 8 の構成では反射光を十分に着色できない場合に特に有効である。

【 0 2 0 0 】

以上、本発明を好ましい実施例について説明したが、本発明は上記の実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した要旨内において様々な変形・変更が可能である。

(付記 1) 第 1 の基板と、

前記第 1 の基板に対向して設けられ、表面に凹凸が形成された第 2 の基板と、

前記第 2 の基板上に前記凹凸を覆うように形成され、コンタクトホールを介して前記第 2 の基板上に形成されたスイッチング素子と電気的に接続され、前記凹凸に対応した凹凸を有する反射電極と、

前記第 1 の基板と第 2 の基板との間に設けられた負の誘電率異方性を有する液晶層とよりなる垂直配向モードの反射型液晶表示装置において、

10

20

30

40

50

前記コンタクトホールを前記反射電極の中心に配置し、さらに前記第 2 の基板をこれに垂直な方向から見た場合に、前記コンタクトホールに重なる位置に、液晶層中の液晶分子の配向を制御する突起物を配置したことを特徴とする反射型液晶表示装置。

【0201】

(付記 2) 前記突起物は、前記反射電極上に形成されることを特徴とする付記 1 記載の反射型液晶表示装置。

【0202】

(付記 3) 前記突起物は、前記第 1 の基板の、前記第 2 の基板に面する側に設けられることを特徴とする付記 1 記載の反射型液晶表示装置。

【0203】

(付記 4) 前記突起物は、前記第 2 の基板に垂直な方向から見た場合、前記コンタクトホールの大きさと概ね同じ大きさを有することを特徴とする付記 1 ~ 3 のうち、いずれか一項記載の反射型液晶表示装置。

【0204】

(付記 5) 前記突起物は、前記反射電極に前記コンタクトホールにより形成される段差に対応する高さを有することを特徴とする付記 1 ~ 4 のうち、いずれか一項記載の反射型液晶表示装置。

【0205】

(付記 6) 第 1 の基板と、前記第 1 の基板に対向して設けられ、表面に反射能を有する凹凸が形成された第 2 の基板と、前記第 1 および第 2 の基板の間に設けられた負の誘電率異方性を有する液晶層と、前記第 1 および第 2 の基板の間に設けられた光重合性ポリマ構造物を挟持してなる垂直配向モードの反射型液晶装置の製造方法であって、前記基板の法線方向に光を照射し、前記凹凸により基板面内方向に光を反射して前記ポリマ構造物を構成する化合物を光重合させる工程を含み、前記ポリマを光重合する工程では、前記凹凸の形状により基板面内の反射強度に指向性を持たせ、前記指向性に対応する方位に前記化合物の光重合を行うことを特徴とする反射型液晶表示装置の製造方法。

【0206】

(付記 7) 第 1 の基板と、前記第 1 の基板に対向して設けられ、表面に反射能を有する凹凸が形成された第 2 の基板と、前記第 1 の基板と第 2 の基板との間に設けられた負の誘電率異方性を有する液晶層と、前記第 1 の基板と第 2 の基板の表面に形成された垂直配向膜とよりなる垂直配向モードの反射型液晶表示装置において、前記垂直配向膜中における全ジアミン成分に対する垂直配向成分の比率を 25% 以上にしたこと特徴とする反射型液晶表示装置。

【0207】

(付記 8) 第 1 の基板と、前記第 1 の基板に対向して設けられ、表面に反射能を有する凹凸が形成された第 2 の基板と、前記第 1 の基板と第 2 の基板との間に設けられた負の誘電率異方性を有する液晶層と、前記第 1 の基板と第 2 の基板の表面に形成された垂直配向膜とよりなる垂直配向モードの反射型液晶表示装置において、前記垂直配向膜中における溶媒を除いた配向膜成分に対するジアミン系垂直配向性分の比率を 12% 以上 50% 以下にしたこと特徴とする反射型液晶表示装置。

【0208】

(付記 9) 第 1 の基板と、前記第 1 の基板に対向して設けられ、反射能を有する凹凸を形成された第 2 の基板と、前記第 1 の基板と第 2 の基板との間に保持された、正又は負の誘電率異方性を有する液晶層と、

10

20

30

40

50

前記第 1 の基板の外側に配設された偏光板とよりなる反射型液晶表示装置において、前記第 1 の基板と前記偏光板との間に、前記第 1 の基板の面に対して垂直な方向に負の屈折率異方性を有する位相差板を配設し、前記位相差板の x 、 y 、 z 軸方向の屈折率をそれぞれ n_x 、 n_y 、 n_z 、前記液晶層の厚さを d 、前記液晶層中における異常光と常光との屈折率差を n として、前記位相差板のリタレーション $d \cdot \{ (n_x + n_y) / 2 - n_z \}$ の値を、 $0.4 [d \cdot \{ (n_x + n_y) / 2 - n_z \}] / (d \cdot n) \leq 0.7$ の範囲に設定したことを特徴とする反射型液晶表示装置。

【0209】

(付記 10) 前記位相差板は、前記第 1 の基板に平行な方向に遅相軸を有することを特徴とする付記 9 記載の反射型液晶表示装置。 10

【0210】

(付記 11) さらに前記偏光板と前記位相差板との間に、前記第 1 の基板の面に平行な方向に正の屈折率異方性を有し、リタレーションが可視光波長の約 $1/4$ となる別の位相差板を配設したことを特徴とする付記 9 記載の反射型液晶表示装置。

【0211】

(付記 12) 前記位相差板および前記別の位相差板は、前記第 1 の基板に平行な方向に遅相軸を有することを特徴とする付記 11 記載の反射型液晶表示装置。

【0212】

(付記 13) 前記位相差板および前記別の位相差板の、前記第 1 の基板に平行な方向のリタレーションの和が、可視光波長の約 $1/4$ に設定されていることを特徴とする付記 12 記載の反射型液晶表示装置。 20

【0213】

(付記 14) 第 1 の基板と、前記第 1 の基板に対向するように設けられた第 2 の基板と、前記第 1 の基板の、前記第 2 の基板に面する側に設けられた透明電極と、前記第 2 の基板の、前記第 1 の基板に面する側に設けられ、開口部を有する反射電極と、前記第 1 の基板と第 2 の基板との間に挟持され、液晶層を含み、光の散乱能を散乱状態と非散乱状態との間で変化させる散乱層と、前記第 1 の基板、前記第 2 の基板および前記散乱層とにより構成される液晶パネルの外側に、前記液晶パネルを挟持するように設けられた一対の偏光子とよりなり、前記一対の偏光子の少なくとも一方は、円偏光子よりなることを特徴とする反射透過型液晶表示装置。 30

【0214】

(付記 15) 前記一対の偏光子は、いずれも円偏光子よりなることを特徴とする付記 14 記載の反射透過型液晶表示装置。

【0215】

(付記 16) 前記一対の偏光子の一方は、直線偏光子であることを特徴とする付記 14 記載の反射透過型液晶表示装置。

【0216】

(付記 17) 前記散乱層は非散乱状態において、可視光波長域の略 $1/4$ 位相差板 ($0.5n + \lambda/4$; $n = 0, 1, 2, \dots$ n は自然数) に相当するリタレーションを有することを特徴とする付記 14 ~ 16 のうちいずれか一項記載の反射透過型液晶表示装置。 40

【0217】

(付記 18) 前記散乱層は、非散乱状態における面内リタレーションが、前記散乱層を構成する液晶層の複屈折 n とセル厚 d の積 $n \cdot d$ よりも小さいことを特徴とする付記 14 記載の反射透過型液晶表示装置。

【0218】

(付記 19) 前記反射電極は、スリット形状を有することを特徴とする付記 14 ~ 18 のうち、いずれか一項記載の反射透過型液晶表示装置。 50

【 0 2 1 9 】

(付記 2 0) さらに前記第 1 および第 2 の基板のいずれか一方にカラーフィルタを備え、前記カラーフィルタは、前記反射電極に対応する反射領域と、前記開口部に対応する透過領域において異なる色純度を有することを特徴とする付記 1 4 ~ 1 9 のうち、いずれか一項記載の反射透過型液晶表示装置。

【 0 2 2 0 】

(付記 2 1) 前記カラーフィルタは、前記反射電極上に設けられていることを特徴とする付記 2 0 記載の反射透過型液晶表示装置。

【 0 2 2 1 】

【 発明の効果 】

本発明によれば、反射型垂直配向液晶表示装置において、表示の明るさを減じることなく液晶層中に液晶分子の配向を制御する配向制御構造物を形成することが可能になる。また垂直配向膜中の垂直配向成分の割合を最適化することにより、コントラスト比が向上する。さらに本発明によれば、反射型垂直配向液晶表示装置において、液晶層中に紫外光照射により、環境光を観測者の方に反射させる凹凸反射パターンに、液晶の配向方向を、所望のドメイン構造に従って安定化させるポリマ鎖などの構造を、紫外光露光により容易に形成することが可能になる。

【 0 2 2 2 】

また本発明によれば、凹凸を形成された反射面を有する反射型液晶表示装置において、液晶層に斜めに入射し観測者方向に反射される光に生じるリタデーションを、液晶層および位相差板により、斜め入射の効果および凹凸反射面に起因する液晶分子のチルトの効果をも含めて補償することが可能になり、黒表示の反射率を最小化し、高いコントラスト比を実現することが可能になる。

【 0 2 2 3 】

また本発明によれば、反射透過型液晶表示装置において、散乱状態を変化させる散乱層を使うことにより、簡単な構造で広い視野角特性を有し、製造の容易な反射透過型液晶表示装置を実現することが可能になる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施例による反射型垂直配向液晶表示装置の画素領域の構成を示す平面図である。

【 図 2 】 図 1 の反射型垂直配向液晶表示装置の断面構造を示す図である。

【 図 3 】 図 1 の反射型垂直配向液晶表示装置において形成されるドメイン構造を示す図である。

【 図 4 】 図 1 の反射型垂直配向液晶表示装置に対する比較例の構造を示す図である。

【 図 5 】 図 1 の反射型垂直配向液晶表示装置による黒表示の例を示す図である。

【 図 6 】 図 1 の反射型垂直配向液晶表示装置の一変形例を示す図である。

【 図 7 】 本発明の第 2 実施例による反射型液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【 図 8 】 図 7 の反射型垂直配向液晶表示装置において生じる反射光の指向性を示す図である。

【 図 9 】 図 1 の反射型垂直配向液晶表示装置において生じる反射光の指向性を示す図である。

【 図 1 0 】 本発明の第 3 実施例による反射型垂直配向液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【 図 1 1 】 本発明の第 4 実施例による反射型液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【 図 1 2 】 図 1 1 の反射型液晶表示装置中において生じる入射光の反射を示す図である。

【 図 1 3 】 (A) , (B) は、それぞれ図 1 2 の反射型液晶表示装置において使われる位相差板および液晶層の屈折率楕円体の例を示す図である。

【 図 1 4 】 (A) , (B) は、それぞれ図 1 3 (A) , (B) の屈折率楕円体の切り口を示す図である。

【 図 1 5 】 本実施例による反射型液晶表示装置における黒表示状態における反射率の方位

10

20

30

40

50

角依存性を、比較例と比較して示す図である。

【図 1 6】本実施例による反射型液晶表示装置におけるコントラスト比の方位核依存性を、比較例と比較して示す図である。

【図 1 7】従来の反射透過型液晶表示装置の構成を示す図である。

【図 1 8】本発明の第 5 実施例による反射透過型液晶表示装置の第 1 の構成を示す図である。

【図 1 9】(A) , (B) は、図 1 8 の反射透過型液晶表示装置の動作原理を説明する図である。

【図 2 0】本発明の第 5 実施例による反射透過型液晶表示装置の第 2 の構成を示す図である。

10

【図 2 1】(A) , (B) は、図 2 0 の反射透過型液晶表示装置の動作原理を説明する図である。

【図 2 2】本実施例で使われる駆動方式の例を示す図である。

【図 2 3】本実施例で使われる別の駆動方式を示す図である。

【図 2 4】本実施例で使われるさらに別の駆動方式を示す図である。

【図 2 5】(A) , (B) は、本実施例で使われる T F T 基板の構成例を示す図である。

【図 2 6】本実施例の反射透過型液晶表示装置の動作特性を示す図である。

【図 2 7】本実施例の反射透過型液晶表示装置に使われるカラーフィルタの構成を示す図である。

【図 2 8】本実施例の反射透過型液晶表示装置に使われるカラーフィルタの別の構成を示す図である。

20

【図 2 9】本実施例の反射透過型液晶表示装置に使われるカラーフィルタのさらに別の構成を示す図である。

【符号の説明】

1 0 , 2 0 , 3 0 反射型液晶表示装置

1 1 , 4 1 , 5 1 , 6 1 T F T 基板

1 1 A , 6 1 T T F T

1 1 B , 6 1 G ゲート電極

1 1 C , 6 1 D データ電極

1 1 D 透明画素電極

30

1 1 E 絶縁層

1 1 F コンタクトホール

1 2 , 4 2 凹凸パターン

1 2 A , 4 2 A , 6 1 A 反射電極

1 2 B 配向制御構造物

1 2 C , 1 2 D , 4 2 C , 4 2 D 分子配向膜

1 3 , 4 3 , 5 3 液晶層

1 3 A , 4 3 A 液晶分子

1 3 B ポリマ鎖

1 4 , 4 4 , 5 2 , 6 2 対向基板

40

1 4 A , 4 4 A , 5 2 A , 6 2 A 対向電極

1 5 , 4 5 位相差板

1 6 , 4 6 1 / 4 波長板

1 7 , 4 7 偏光板

4 0 液晶表示装置

5 0 , 6 0 , 7 0 反射透過型液晶表示装置

5 1 A 平坦化膜

5 1 a , 6 1 a 透過領域

5 1 B 凹凸反射電極

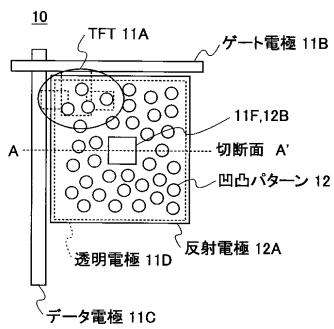
5 4 , 5 5 , 6 4 , 6 6 円偏光板

50

- 6 1 A₁ , 6 1 A₂ 電極指
- 6 1 C コモン電極
- 6 3 , 7 3 散乱層
- 6 4 円偏光板
- 6 5 直線偏光板

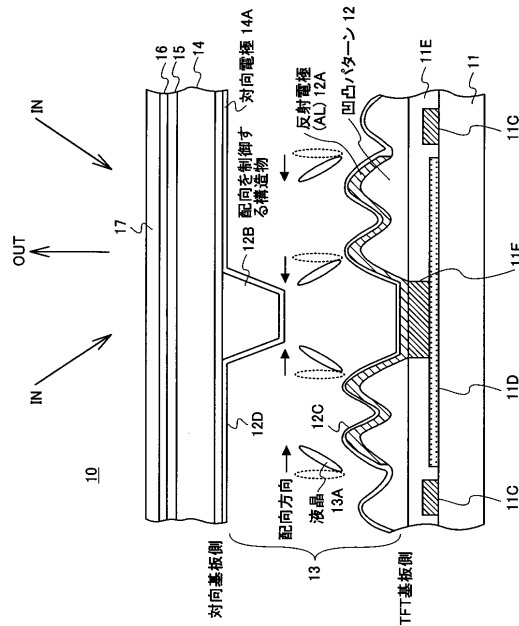
【 図 1 】

本発明の第 1 実施例による反射型垂直配向液晶表示装置の画素領域の構成を示す平面図



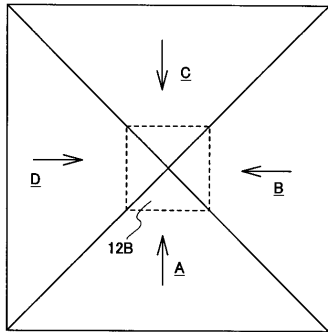
【 図 2 】

図 1 の反射型垂直配向液晶表示装置の断面構造を示す図



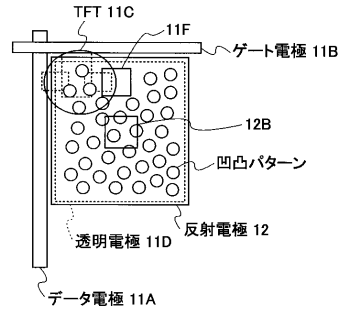
【 図 3 】

図1の反射型垂直配向液晶表示装置において形成されるドメイン構造を示す図



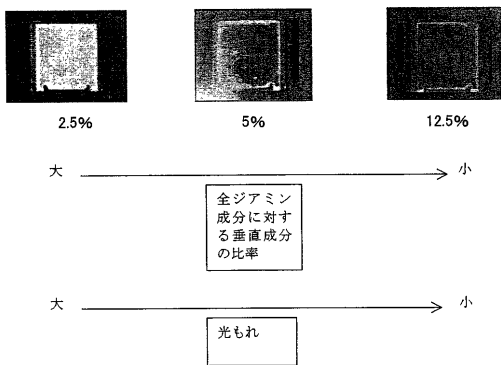
【 図 4 】

図1の反射型垂直配向液晶表示装置に対する比較例の構造を示す図



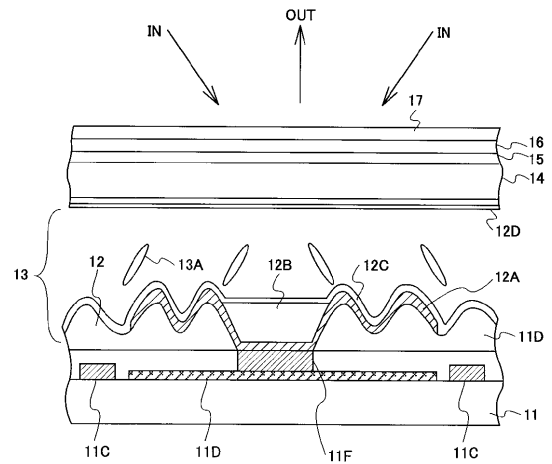
【 図 5 】

図1の反射型垂直配向液晶表示装置による黒表示の例を示す図



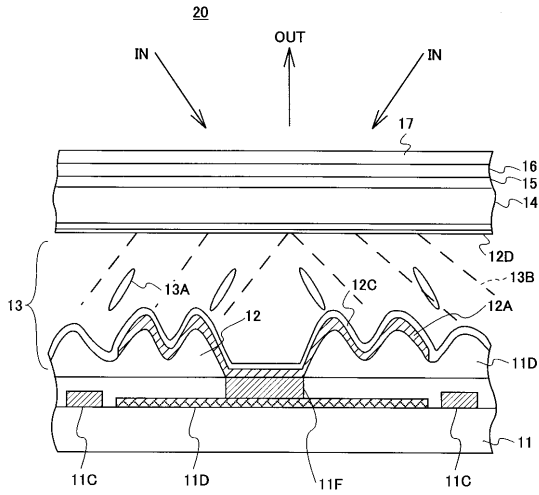
【 図 6 】

図1の反射型垂直配向液晶表示装置の一変形例を示す図



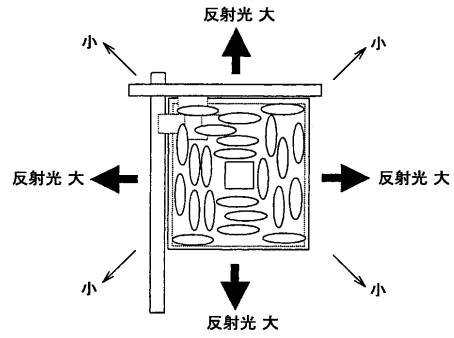
【 図 7 】

本発明の第2実施例による反射型液晶表示装置の構成を示す断面図



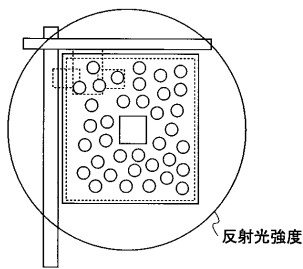
【 図 8 】

図7の反射型垂直配向液晶表示装置において生じる反射光の指向性を示す図



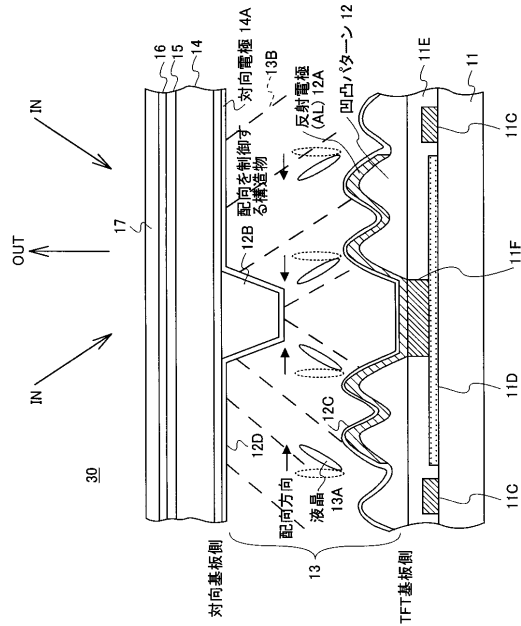
【 図 9 】

図1の反射型垂直配向液晶表示装置において生じる反射光の指向性を示す図



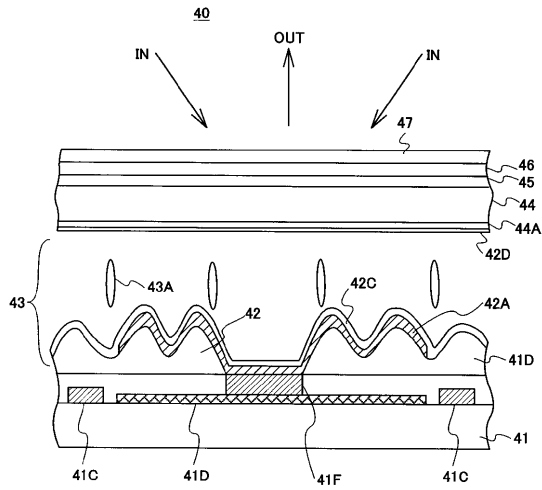
【 図 10 】

本発明の第3実施例による反射型垂直配向液晶表示装置の構成を示す断面図



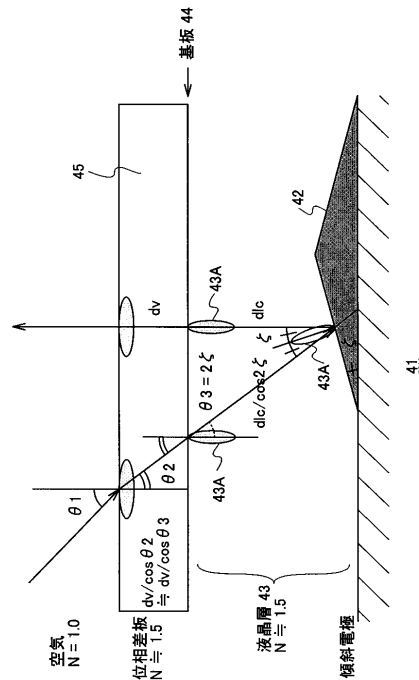
【 図 1 1 】

本発明の第4実施例による反射型液晶表示装置の構成を示す断面図



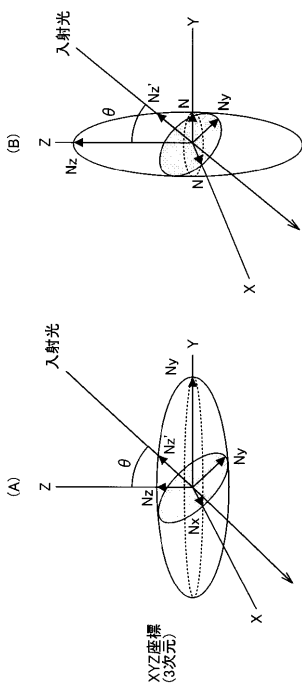
【 図 1 2 】

図11の反射型液晶表示装置中において生じる入射光の反射を示す図



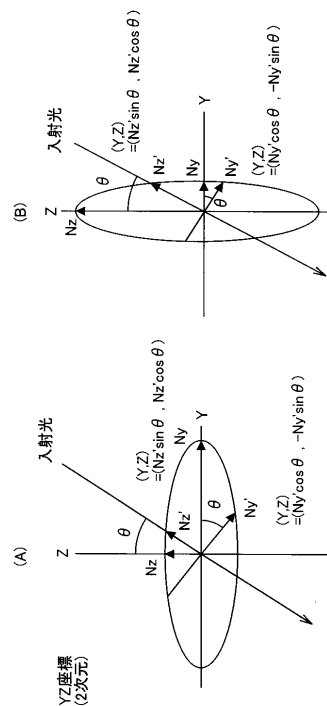
【 図 1 3 】

(A), (B) は、それぞれ図12の反射型液晶表示装置において使われる位相差板および液晶層の屈折率楕円体の例を示す図



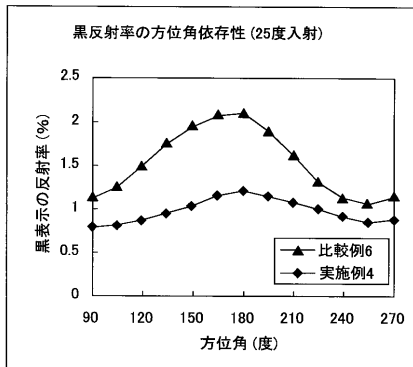
【 図 1 4 】

(A), (B) は、それぞれ図13 (A), (B) の屈折率楕円体の切り口を示す図



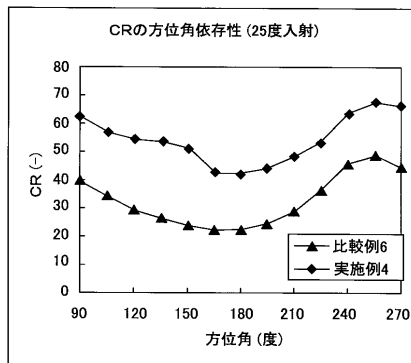
【 図 1 5 】

本実施例による反射型液晶表示装置における黒表示状態における反射率の方位角依存性を、比較例と比較して示す図



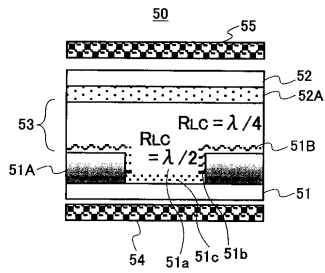
【 図 1 6 】

本実施例による反射型液晶表示装置におけるコントラスト比の方位角依存性を、比較例と比較して示す図



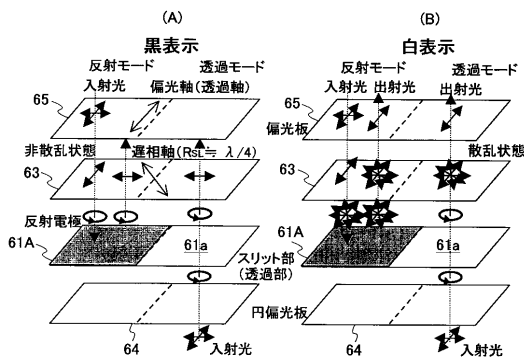
【 図 1 7 】

従来の反射透過型液晶表示装置の構成を示す図



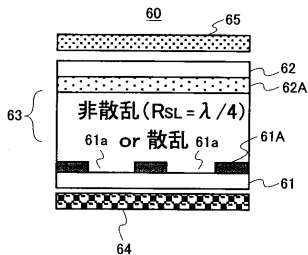
【 図 1 9 】

(A)、(B)は、図18の反射透過型液晶表示装置の動作原理を説明する図



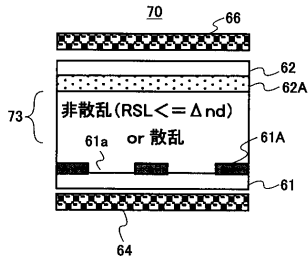
【 図 1 8 】

本発明の第5実施例による反射透過型液晶表示装置の第1の構成を示す図



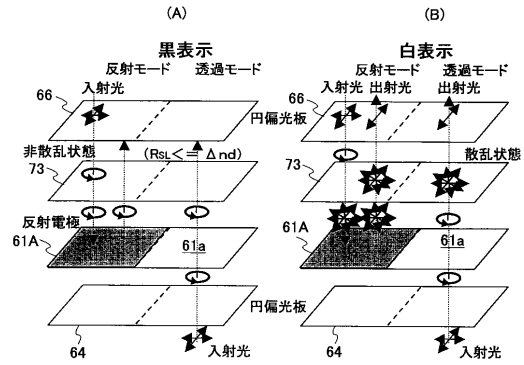
【 図 2 0 】

本発明の第5実施例による反射透過型液晶表示装置の第2の構成を示す図



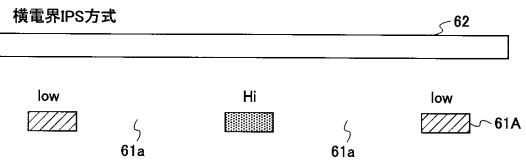
【 図 2 1 】

(A), (B)は、図20の反射透過型液晶表示装置の動作原理を説明する図



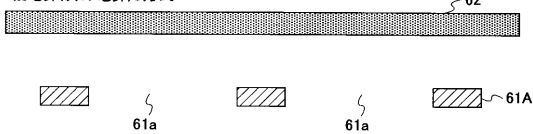
【 図 2 2 】

本実施例で使われる駆動方式の例を示す図



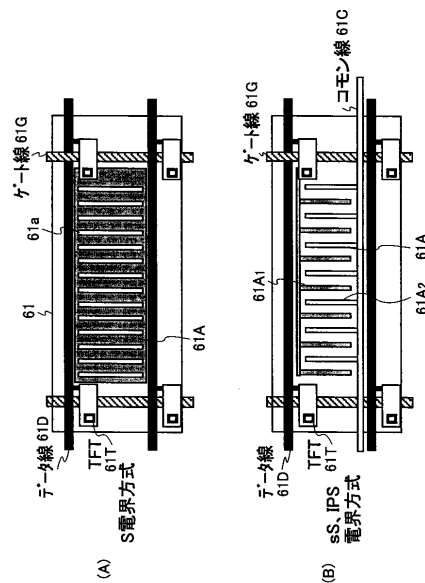
【 図 2 3 】

本実施例で使われる別の駆動方式を示す図
縦電界(斜め電界)S方式



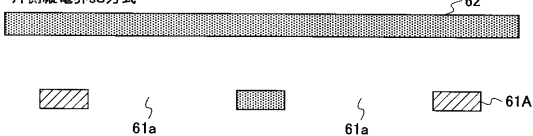
【 図 2 5 】

(A), (B)は、本実施例で使われる TFT基板の構成例を示す図



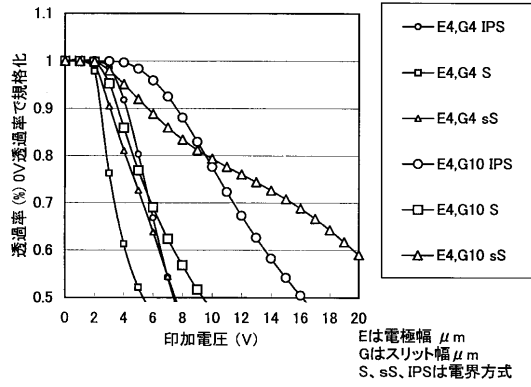
【 図 2 4 】

本実施例で使われるさらに別の駆動方式を示す図
片側縦電界sS方式



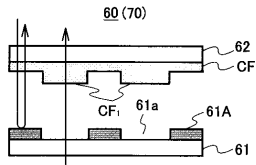
【 図 2 6 】

本実施例の反射透過型液晶表示装置の動作特性を示す図



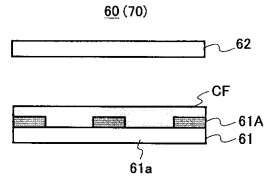
【 図 2 7 】

本実施例の反射透過型液晶表示装置に使われるカラーフィルタの構成を示す図



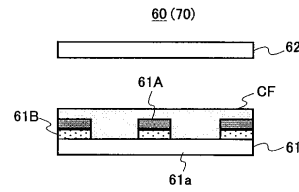
【 図 2 8 】

本実施例の反射透過型液晶表示装置に使われるカラーフィルタの別の構成を示す図



【 図 2 9 】

本実施例の反射透過型液晶表示装置に使われるカラーフィルタのさらに別の構成を示す図



フロントページの続き

審査官 右田 昌士

- (56)参考文献 特開平09 - 152597 (JP, A)
特開平11 - 258605 (JP, A)
特開平11 - 337903 (JP, A)
特開2001 - 100187 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/1337

G02F 1/1335

G02F 1/1343

G02F 1/1333

G02F 1/1362

G02F 1/139