

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4968675号
(P4968675)

(45) 発行日 平成24年7月4日(2012.7.4)

(24) 登録日 平成24年4月13日(2012.4.13)

(51) Int. Cl.	F 1
GO2F 1/1335 (2006.01)	GO2F 1/1335 520
GO2F 1/13363 (2006.01)	GO2F 1/13363
	GO2F 1/1335 510

請求項の数 18 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2007-96749 (P2007-96749)	(73) 特許権者	303018827 NLTテクノロジー株式会社 神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地
(22) 出願日	平成19年4月2日(2007.4.2)	(74) 代理人	100095407 弁理士 木村 満
(65) 公開番号	特開2008-256804 (P2008-256804A)	(72) 発明者	永井 博 神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地 NEC液晶テクノロジー株式会社内
(43) 公開日	平成20年10月23日(2008.10.23)	(72) 発明者	坂本 道昭 神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地 NEC液晶テクノロジー株式会社内
審査請求日	平成22年3月15日(2010.3.15)	(72) 発明者	中 謙一郎 神奈川県川崎市中原区下沼部1753番地 NEC液晶テクノロジー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半透過型液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

液晶分子がホモジニアス配向で配列された液晶層と、該液晶層を挟み込み互いに対向する2つの透明基板とを備え、各画素が反射領域と透過領域とを有する液晶セルと、前記透過領域で、前記液晶セルを挟み込む位置に、偏光軸が互いに直交するように配置された一对の偏光板と、前記反射領域で、前記液晶セルの表示面側に、前記一对の偏光板のうちで前記透過領域の表示面側に配置した偏光板と同じ偏光軸を有する偏光板とを有する液晶パネルであって、

前記反射領域では、前記表示面側の偏光板から入射した光を反射するための反射板と前記液晶層との間、前記透過領域では、光入射側の偏光板と液晶層との間に、位相差層を有し、該位相差層の遅相軸と前記液晶層における液晶分子の電圧無印加時の液晶配列方向とが直交し、かつ、前記透過領域の光入射側の偏光板の偏光軸と前記位相差層の遅相軸とは直交又は平行であり、

黒表示時の液晶ダイレクタ方向が、前記反射領域と前記透過領域とで異なることを特徴とする半透過型液晶表示装置。

【請求項2】

前記反射領域及び透過領域の表示面側の偏光板が、前記反射領域及び前記透過領域を覆って延在している、請求項1に記載の半透過型液晶表示装置。

【請求項3】

前記透過領域における光源側の偏光板が、前記反射領域と前記透過領域とを覆って延在

している、請求項 1 又は 2 に記載の半透過型液晶表示装置。

【請求項 4】

前記反射領域の位相差層と前記透過領域の位相差層は、少なくとも接している、請求項 1 ~ 3 の何れかーに記載の半透過型液晶表示装置。

【請求項 5】

前記反射領域の位相差層及び前記透過領域の位相差とは、前記反射領域と前記透過領域とを覆うように延在しており、同一の位相差を有する、請求項 4 に記載の半透過型液晶表示装置。

【請求項 6】

前記透過領域における黒表示時の液晶分子配列方向はほぼ初期配列方向であり、前記反射領域における黒表示時の液晶分子配列方向は、初期配列方向から 20°乃至 25°回転した方向である、請求項 1 ~ 5 の何れかーに記載の半透過型液晶表示装置。

10

【請求項 7】

前記透過領域で、黒表示時に、前記液晶層に電界を印加するための画素電極と共通電極とに供給される電位差が、前記反射領域で、前記液晶層に電界を印加するための画素電極と共通電極とに供給される電位差よりも小さい、請求項 6 に記載の半透過型液晶表示装置。

【請求項 8】

前記反射領域における液晶駆動と、前記透過領域における液晶駆動とが、反転駆動である、請求項 1 ~ 7 の何れかーに記載の半透過型液晶表示装置。

20

【請求項 9】

前記反射領域がノーマリホワイトで、前記透過領域がノーマリブラックである、請求項 1 ~ 8 の何れかーに記載の半透過型液晶表示装置。

【請求項 10】

前記位相差層の位相差が、ほぼ $\pi/4$ である、請求項 1 ~ 9 の何れかーに記載の半透過型液晶表示装置。

【請求項 11】

前記液晶層が、IPSモードで駆動される、請求項 1 ~ 10 の何れかーに記載の半透過型液晶表示装置。

【請求項 12】

30

前記位相差層の上面、又は、下面に、前記液晶層を駆動するための画素電極及び共通電極が形成される、請求項 1 ~ 11 の何れかーに記載の半透過型液晶表示装置。

【請求項 13】

前記透過領域での光源側の偏光板における前記液晶層側の偏光子保護層の光学特性が等方性であり、前記光源側の偏光板の光透過軸と前記位相差層の遅相軸とがほぼ直交する、請求項 1 ~ 12 の何れかーに記載の半透過型液晶表示装置。

【請求項 14】

前記表示面側の偏光板における前記液晶層側の偏光子保護層の光学特性が等方性である、請求項 1 ~ 13 の何れかーに記載の半透過型液晶表示装置。

【請求項 15】

40

前記透過領域での光源側の偏光板における前記液晶層側の偏光子保護層が、基板垂直方向に光軸を持つ正の一軸の位相差を有し、前記表示面側の偏光板における前記液晶層側の偏光子保護層の光学特性が等方性である、請求項 1 ~ 12 の何れかーに記載の半透過型液晶表示装置。

【請求項 16】

前記透過領域での光源側の偏光板における前記液晶層側の偏光子保護層の厚み方向のリタデーションが 180 nm 以下である、請求項 15 に記載の半透過型液晶表示装置。

【請求項 17】

前記透過領域での光源側の偏光板における前記液晶層側の偏光子保護層の光学特性が等方性であり、該偏光子保護層と前記位相差層との間に、基板面に垂直方向に光軸を持つ正

50

の一軸の位相差板を更に配置し、前記偏光子保護層と前記位相差板とを合わせた厚み方向のリタレーションが180nm以下である、請求項1～12の何れかーに記載の半透過型液晶表示装置。

【請求項18】

前記透過領域での光源側の偏光板の光透過軸と、前記液晶層における透過領域での電圧無印加時の液晶配向方向とがほぼ平行である、請求項15～17の何れかーに記載の半透過型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半透過型液晶表示装置に関し、更に詳しくは、反射領域と透過領域とを有し、液晶層が横電界モードで駆動される半透過型の液晶表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

液晶表示装置は、透過型の液晶表示装置と、反射型の液晶表示装置とに大別される。一般に、透過型の液晶表示装置は、バックライト光源を有し、バックライト光源からの光の透過量を制御して画像の表示を行う。反射型の液晶表示装置は、外部からの光を反射する反射板を有し、この反射板によって反射された光を表示光源として利用し、画像の表示を行う。反射型液晶表示装置は、バックライト光源を必要としないため、透過型液晶表示装置に比して、低消費電力化や、薄型化、軽量化の面では優位である。しかし、周囲の光を表示光源とするため、周囲が暗いときには、視認性が低下するという特性を有している。

【0003】

透過型液晶表示装置と反射型液晶表示装置の利点を併せ持つ液晶表示装置として、半透過型の液晶表示装置が知られている（例えば特許文献1参照）。半透過型液晶表示装置は、画素内に、透過領域と反射領域とを有する。透過領域は、バックライト光源からの光を透過し、バックライト光源を表示光源とする。反射領域は、反射板を有しており、反射板によって反射された外部からの光を表示光源とする。半透過型液晶表示装置では、周囲が明るいときには、バックライト光源を消灯し、反射領域により画像を表示することで、低消費電力化できる。また、周囲が暗いときには、バックライト光源を点灯し、透過領域により画像表示を行うことで、周囲が暗くなったときでも画像表示が可能である。

【0004】

ところで、液晶表示装置の表示モードとしてはIPSモード（横電界駆動方式、フリンジ電界駆動方式）がある。IPSモードの液晶表示装置は、同一基板上に形成された画素電極及び共通電極を有し、液晶層に横方向の電界を印加する。IPSモードの液晶表示装置は、液晶分子を基板平行方向に回転させて画像の表示を行うことにより、TNモードの液晶表示装置に比して、広視野角を実現できる。

【0005】

【特許文献1】特開2003-344837号公報（図4、図20、段落0009～0019、段落0045～0048）

【非特許文献1】P-97:A Novel Transflective Display Associated with Fringe-field Switching, T.B.Jung and S.H.Leeら〔SID 03 DIGEST, 592〕

【非特許文献2】P-159:A Single Gap Transflective Fringe-Field Switching Display, E.Jeong, M.O.Choi, Y.J.Li, Y.H.Jeong, H.Y.Kim, S.Y.Kim, and S.H.Lee〔SID 06 DIGEST, 810〕

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

半透過型液晶表示装置で、表示モードとしてIPSモードを採用する場合、反射領域をノーマリブラックとすると、透過領域がノーマリホワイトとなり、表示が反転するという問題がある。この問題に対し、従来の半透過型液晶表示装置において、液晶セルと偏光板

10

20

30

40

50

との間に、位相差板を配置する構成がある（例えば非特許文献1及び非特許文献2参照）。しかし、従来の半透過型液晶表示装置では、位相差層を、位相差層の遅相軸が入射する直線偏光に対して角度を付けて配置しているため、位相差板の膜厚変動等による位相差値のズレがコントラストを低下させる問題がある。また、位相差板の視野角依存性により、視野角特性が悪化する問題もある。

【0007】

本発明は、位相差板（位相差層）を用いつつも、位相差板の位相差値のズレによるコントラストの低下や位相差板の視野角依存性による視野角特性悪化の問題を解消できる半透過型液晶表示装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

10

【0008】

上記目的を達成するために、本発明の半透過型液晶表示装置は、液晶分子がホモジニアス配向で配列された液晶層と、該液晶層を挟み込み互いに対向する2つの透明基板とを備え、各画素が反射領域と透過領域とを有する液晶セルと、前記透過領域で、前記液晶セルを挟み込む位置に、偏光軸が互いに直交するように配置された一对の偏光板と、前記反射領域で、前記液晶セルの表示面側に、前記一对の偏光板のうちで前記透過領域の表示面側に配置した偏光板と同じ偏光軸を有する偏光板とを有する液晶パネルであって、前記反射領域では、前記表示面側の偏光板から入射した光を反射するための反射板と前記液晶層との間、前記透過領域では、光入射側の偏光板と液晶層との間に位相差層を有し、該位相差層の遅相軸と前記液晶層における液晶分子の電圧無印加時の液晶配列方向とが直交し、かつ、前記透過領域の光入射側の偏光板の偏光軸と前記位相差層の遅相軸とは直交又は平行であり、黒表示時の液晶ダイレクタ方向が、前記反射領域と前記透過領域とで異なることを特徴とする。

20

【0009】

本発明の半透過型液晶表示装置は、反射領域では反射板と液晶層との間に、透過領域では光源側の偏光板と液晶層との間に位相差層を有する。この位相差層の遅相軸と、液晶分子の電圧無印加時の配列方向とを直交に配置し、透過領域で、位相差層に光源側から入射する直線偏光の偏光方向と、位相差層の遅相軸との間の角度を、 0° 又は 90° とすることで、位相差層での位相ずれの影響を抑えることができる。これにより、透過領域を黒表示とするときにおける正面方向での光漏れと、斜め視野での光漏れとを防ぐことができ、

30

【0010】

本発明の半透過型液晶表示装置では、前記反射領域及び透過領域の表示面側の偏光板が、前記反射領域及び前記透過領域を覆って延在している構成を採用できる。

【0011】

本発明の半透過型液晶表示装置では、前記透過領域における光源側の偏光板が、前記反射領域と前記透過領域とを覆って延在している構成を採用することができる。

【0012】

本発明の半透過型液晶表示装置では、前記反射領域の位相差層と前記透過領域の位相差層は、少なくともも接している構成を採用できる。

40

【0013】

本発明の半透過型液晶表示装置では、前記反射領域の位相差層及び前記透過領域の位相差とは、前記反射領域と前記透過領域とを覆うように延在しており、同一の位相差を有する構成を採用できる。

【0014】

本発明の半透過型液晶表示装置では、前記透過領域における黒表示時の液晶分子配列方向はほぼ初期配列方向であり、前記反射領域における黒表示時の液晶分子配列方向は、初期配列方向から 20° 乃至 25° 回転した方向である構成を採用できる。

【0015】

本発明の半透過型液晶表示装置では、前記透過領域で、黒表示時に、前記液晶層に電界

50

を印加するための画素電極と共通電極とに供給される電位差が、前記反射領域で、前記液晶層に電界を印加するための画素電極と共通電極とに供給される電位差よりも小さい構成を採用することができる。

【0016】

本発明の半透過型液晶表示装置では、前記反射領域における液晶駆動と、前記透過領域における液晶駆動とが、反転駆動である構成を採用できる。例えば、透過領域で、液晶に電界を印加して液晶分子を回転させるとき、反射領域では、液晶に電界を印加しないように制御して、透過領域と反射領域とで、液晶駆動を反転させる。このようにすることで、透過領域を黒表示とするとときに、反射領域を黒表示に揃えることができる。

【0017】

本発明の半透過型液晶表示装置では、前記反射領域がノーマリホワイトで、前記透過領域がノーマリブラックである構成を採用できる。

【0018】

本発明の半透過型液晶表示装置では、前記位相差層の位相差が、ほぼ $\pi/4$ である構成を採用できる。

【0019】

本発明の半透過型液晶表示装置では、前記液晶層が、IPSモードで駆動される構成を採用できる。

【0020】

本発明の半透過型液晶表示装置では、前記位相差層の上面、又は、下面に、前記液晶層を駆動するための画素電極及び共通電極が形成される構成を採用することができる。位相差層と、液晶を駆動するための画素電極及び共通電極との位置関係は任意であり、位相差層の上側であっても、下側であってもよい。

【0021】

本発明の半透過型液晶表示装置では、前記透過領域での光源側の偏光板における前記液晶層側の偏光子保護層の光学特性が等方性であり、前記光源側の偏光板の光透過軸と前記位相差層の遅相軸とがほぼ直交する構成を採用できる。この場合、偏光板の偏光子層を透過した直線偏光は、何れの方位に関しても、偏光状態を保ったまま位相差層に入射することになる。

【0022】

本発明の半透過型液晶表示装置では、前記表示面側の偏光板における前記液晶層側の偏光子保護層の光学特性が等方性である構成を採用できる。

【0023】

本発明の半透過型液晶表示装置では、前記透過領域での光源側の偏光板における前記液晶層側の偏光子保護層が、基板垂直方向に光軸を持つ正の一軸の位相差を有し、前記表示面側の偏光板における前記液晶層側の偏光子保護層の光学特性が等方性である構成を採用できる。

【0024】

本発明の半透過型液晶表示装置では、前記透過領域での光源側の偏光板における前記液晶層側の偏光子保護層の厚み方向のリタレーションが 180nm 以下である構成を採用できる。

【0025】

本発明の半透過型液晶表示装置では、前記透過領域での光源側の偏光板における前記液晶層側の偏光子保護層の光学特性が等方性であり、該偏光子保護層と前記位相差層との間に、基板面に垂直方向に光軸を持つ正の一軸の位相差板を更に配置し、前記偏光子保護層と前記位相差板とを合わせた厚み方向のリタレーションが 180nm 以下である構成を採用できる。

【0026】

本発明の半透過型液晶表示装置では、前記透過領域での光源側の偏光板の光透過軸と、前記液晶層における透過領域での電圧無印加時の液晶配向方向とがほぼ平行である構成を

10

20

30

40

50

採用できる。

【発明の効果】

【0027】

本発明の半透過型液晶表示装置では、反射領域では反射板と液晶層との間に、透過領域では光源側の偏光板と液晶層との間に位相差層を配置し、位相差層の遅相軸と、液晶分子の電圧無印加時の配列方向とを直交に配置すると共に、透過領域で、位相差層に光源側から入射する直線偏光の偏光方向と、位相差層の遅相軸との間の角度を、 0° 又は 90° とする。このようにすることで、透過領域で、光源側の偏光板を透過した光が、位相差層を透過する際の位相差層での位相ずれの影響を抑えることができ、透過領域を黒表示とするときにおける正面方向での光漏れと、斜め視野での光漏れとを防ぐことができることで、

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、図面を参照し、本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は、本発明の第1実施形態の液晶表示装置の断面を示している。液晶表示装置10は、表示面側から順に、第1偏光板11、対向基板12、液晶層13、位相差層18、TFT基板14、及び第2偏光板15を有する。液晶表示装置10は、表示エリア内に、反射領域21と透過領域22とを有する半透過型の液晶表示装置として構成される。液晶表示装置10は、例えば、野外で使用されることがある携帯電話や、デジタルカメラ、TV、PDA等の多目的携帯端末に用いられる。

20

【0029】

TFT基板14上には、反射領域21に対応して、第2偏光板15と液晶層13の間に、第1偏光板11側から入射する光を反射する反射板16が形成される。反射板16は、第1偏光板11側から入射する光を反射するものであれば、どのような形態でもかまわないが、一般には、光の散乱効果を高めるため、断面が凹凸を有するように形成される。反射板16と液晶層13との間には、位相差層18が形成される。位相差層18は、TFT基板14上に一面に形成されており、透過領域22では、第2偏光板15と液晶層13との間に位置する。位相差層18は、例えば、液晶ポリマーを用いて基板上に形成される。所望の配向方向とリタデーションを得るものであれば、他の材料であってもよい。

【0030】

30

位相差層18上には、反射領域21に対応して、反射領域21の液晶を駆動するための画素電極35及び基準電位を与えるための共通電極(第1共通電極)37が形成される。また、透過領域22に対応して、透過領域22の液晶を駆動するための画素電極36及び基準電位を与えるための共通電極(第2共通電極)38が形成される。反射領域21は、対向基板12側から入射し、反射板16によって反射された光を表示光源とする。また、透過領域22は、第2偏光板15側から光を照射する、図示しないバックライト光源を表示光源とする。

【0031】

液晶層13の厚みは、液晶材料の屈折率から計算して、リタデーションが波長 550nm の光において $\pi/2$ となるように調整される。ただし、この値は理論値であり、実際には、リタデーションが $(\pi/2) + \epsilon$ となるように調整される。これは、液晶層13に電圧が印加され、液晶分子が回転したとき、セルギャップ中央部では液晶分子は回転するものの、基板付近では液晶分子の回転は抑えられるため、実際にはリタデーションを $(\pi/2) + \epsilon$ に設定したときに、実効的なリタデーションが $\pi/2$ となるからである。例えば、液晶層13のリタデーションを、 $n_d = 300\text{nm}$ に設定した場合の実効リタデーションは、 $n_d \cdot e f f = \pi/2 = 550/2 = 275\text{nm}$ となる。

40

【0032】

位相差層18の位相差は、 $\pi/4$ に設定される。各偏光板11、15の偏光軸(光透過軸又は光吸収軸)や液晶層13における液晶分子配向(光軸)方向、位相差層18の遅相軸の配置角は、透過領域22で、黒表示時に、バックライト光源側から第2偏光板15を

50

透過した直線偏光が、位相差層 1 8 及び液晶層 1 3 を透過して第 1 偏光板 1 1 に入射する際に、偏光状態が直線偏光で、かつ、偏光方向が第 1 偏光板 1 1 の光吸収軸と一致するように、設定される。具体的には、第 1 偏光板 1 1 の偏光軸と第 2 偏光板 1 5 との偏光軸とを直交させ、第 2 偏光板 1 5 の偏光軸と位相差層 1 8 の遅相軸とを直交又は平行とし、電圧無印加時の液晶配列方向と位相差層 1 8 の遅相軸とを直交させる。

【 0 0 3 3 】

ここで、液晶層の両側に位相差板（1 / 4 波長板）を有する従来の液晶表示装置では、透過領域で、液晶層側から光出射側の偏光板（第 1 偏光板 1 1 に相当）に入射する光を直線偏光となるように設定しても、位相差板の遅相軸と光入射側の偏光板（第 2 偏光板 1 5 に相当）とが平行又は直交でないため、位相差板にて、直線偏光から円偏光に、円偏光から直線偏光に変化すべきところ、特に斜め視野において、楕円偏光に変化することで、光出射側の偏光板への入射光が、完全な直線偏光とならない。これによって透過領域でのコントラスト比の悪化が生じていた。これに対し、本実施形態では、例えば、透過領域 2 2 が電圧無印加のとき、液晶層 1 3 の液晶配向方向と位相差層 1 8 の遅相軸とを直交に配置し、位相差層 1 8 に入射する光の偏光方向と位相差層 1 8 の遅相軸との間の角度を 0 ° 又は 9 0 ° に設定する。この場合、第 2 偏光板 1 5 から入射した光は、直線偏光のまま位相差層 1 8 と液晶層 1 3 とを透過することになり、透過領域 2 2 でのコントラスト比悪化を防ぐことができる。

【 0 0 3 4 】

図 2 は、T F T 基板 1 4 の一画素内の平面構造を示している。T F T 基板 1 4 上には、互いに直交するゲート線 3 1 とデータ線 3 2 とが形成されており、ゲート線 3 1 とデータ線 3 2 との交点付近には、反射領域 2 1 及び透過領域 2 2 に対応して、それぞれ T F T 3 3 及び 3 4 が形成されている。T F T 3 3 及び 3 4 は、それぞれ、ゲートをゲート線 3 1 に接続し、ソース・ドレインの一方をデータ線 3 2 に、他方を、反射領域 2 1 内の画素電極 3 5 及び透過領域 2 2 内の画素電極 3 6 に接続する。図 2 では、透明基板上に配置した T F T の効率的配置を考慮し、T F T 3 3 及び 3 4 を、同一のゲート線 3 1 及び同一のデータ線 3 2 に接続しているが、T F T 3 3 及び 3 4 を、別々のゲート線 3 1 及びデータ線に接続する構成としてもかまわない。

【 0 0 3 5 】

第 1 共通電極 3 7 及び第 2 共通電極 3 8 は、それぞれ、各画素の反射領域 2 1 及び透過領域 2 2 に対応して形成される。第 1 共通電極 3 7 及び第 2 共通電極 3 8 は、それぞれ、ゲート線 3 1 に平行に延びる部分と、表示領域内に突き出した部分とを有する。第 1 共通電極 3 7 及び第 2 共通電極 3 8 には、それぞれ、液晶表示装置 1 0 内の各画素に共通の所定の信号駆動波形の信号が供給される。第 1 共通電極 3 7 は、反射領域 2 1 で、画素電極 3 5 と基板平面内で対向する位置に形成され、第 2 共通電極 3 8 は、透過領域 2 2 で、画素電極 3 6 と基板平面内で対向する位置に形成される。

【 0 0 3 6 】

反射領域 2 1 では、画素電極 3 5 と第 1 共通電極 3 7 との間の電位差に応じた電界により液晶層 1 3 の配向が制御される。また、透過領域 2 2 では、画素電極 3 6 と第 2 共通電極 3 8 との間の電位差に応じた電界により、液晶層 1 3 の配向が制御される。例えば、反射領域 2 1 における画素電極 3 5 と第 1 共通電極 3 7 との間隔は、5 V の電位差が与えられたときに、反射領域 2 1 内の液晶層 1 3 の液晶分子がほぼ 2 2 . 5 °（2 0 ° 乃至 2 5 °）回転するように設計される。また、透過領域 2 2 における画素電極 3 6 と第 2 共通電極 3 8 との間隔は、5 V の電位差が与えられたときに、反射領域 2 1 内の液晶層 1 3 の液晶分子がほぼ 4 5 ° 回転するように設計される。

【 0 0 3 7 】

図 3（a）は、ある時点における反射領域 2 1 の駆動信号波形の様子を示し、（b）は、（a）と同時点における透過領域 2 2 の駆動信号波形の様子を示している。各画素の第 1 共通電極 3 7 に供給される共通電極信号は、ゲートライン反転駆動では、行ごとに反転駆動される。また、各行は、フレームごとに反転駆動される。液晶表示装置 1 0 の各画素

10

20

30

40

50

では、同図 (a) に示すように、フレームごとに、第 1 共通電極 3 7 に印加される電位 (信号) が、例えば 0 V と 5 V の間で反転される。第 2 共通電極 3 8 についても、第 1 共通電極 3 7 と同様に、印加される電位が、例えば 0 V と 5 V の間で反転される。ただし、第 2 共通電極 3 8 に印加される電位は、第 1 共通電極 3 7 に印加される電位を反転した電位であり、第 1 共通電極 3 7 の電位が 5 V のときは、第 2 共通電極 3 8 の電位は 0 V となり、第 1 共通電極 3 7 の電位が 0 V のときは、第 2 共通電極 3 8 の電位は 5 V となる。

【 0 0 3 8 】

画素電極 3 5 及び 3 6 には、例えば 0 V ~ 5 V の間の任意の画素信号が供給される。TFT 3 3 及び 3 4 は、同じデータ線 3 2 に接続されているため、画素電極 3 5 及び 3 6 に供給される画素信号は共通である。図 3 (a) に示すように、i フレーム目に、画素電極 3 5 に 0 V のデータ信号が供給され、第 1 共通電極 3 7 に 5 V の信号が印加されるときには、画素電極 3 5 と第 1 共通電極 3 7 との間の電位差は 5 V となり、反射領域 2 1 では、この 5 V の電位差による電界で液晶層 1 3 が駆動される。このとき、第 2 共通電極 3 8 には、0 V の信号が印加されるため、画素電極 3 6 と第 2 共通電極 3 8 との間の電位差は 0 V となる。

【 0 0 3 9 】

図 4 (a) 及び (b) は、それぞれ図 3 (a) 及び (b) に示す信号が印加されたときの反射領域 2 1 と透過領域 2 2 とにおける光の偏光状態の様子を示している。以下では、第 1 偏光板 1 1 の光透過軸を 90° 、液晶層 1 3 の液晶分子の初期配列方向を 90° 、位相差層 1 8 の遅相軸方向を 0° 、第 2 偏光板 1 5 の光透過軸を 0° として説明する。反射領域 2 1 内の液晶層 1 3 の液晶分子は、図 3 (a) に示す信号が印加された状態では、配列方向がほぼ 22.5° 回転する。この場合、反射領域 2 1 では、図 4 (a) に示すように、外部から第 1 偏光板 1 1 を通過した 90° の偏光 (縦方向) の直線偏光は、液晶層 1 3 を通過する際に偏光状態が変化し、 45° 方向の直線偏光となる。

【 0 0 4 0 】

液晶層 1 3 を透過した 45° 方向の直線偏光は、位相差層 1 8 の遅相軸との間の角度が 45° であり、位相差層 1 8 の位相差が $\lambda/4$ であることから、位相差層 1 8 を透過する際に偏光状態が変化し、左回りの円偏光として位相差層 1 8 を出射する。この左回りの円偏光は、反射板 1 6 で反射して右回りの円偏光となり、位相差層 1 8 を再び透過して、 45° 方向の直線偏光となり、配列がほぼ 22.5° 回転した液晶層 1 3 を透過して、 0° 方向の直線偏光となる。従って、反射板 1 6 による反射光は、第 1 偏光板 1 1 を通過できず、反射領域 2 1 は黒表示となる。なお、黒表示状態での液晶層 1 3 でのリタデーション及び位相差層 1 8 でのリタデーションは、理論的にはそれぞれ $\lambda/2$ 、 $\lambda/4$ であるが、反射領域 2 1 にて、液晶層 1 3 の配列方向をほぼ 22.5° 回転させたときに、全体で 550 nm の光に対して $1/2$ 波長板となるように設定しておけば、各層のリタデーションが多少増減しても、反射領域 2 1 を黒表示とすることができる。

【 0 0 4 1 】

一方、透過領域 2 2 では、図 3 (b) に示す信号が印加された状態では、画素電極 3 6 と第 2 共通電極 3 8 との間の電位差は 0 V であるので、液晶層 1 3 の液晶分子は回転しない。つまり、初期配向である 90° のままである。この状態では、図 4 (b) に示すように、第 2 偏光板 1 5 を通過した 0° 偏光 (横方向) の直線偏光は、位相差層 1 8 の遅相軸と第 2 偏光板 1 5 と透過した光の偏光方向とが平行となっていることで横方向の直線偏光のままで液晶層 1 3 に入射し、液晶層 1 3 を、偏光状態を変化させることなく通過して第 1 偏光板 1 1 に入射する。従って、液晶層 1 3 側から第 1 偏光板 1 1 に入射した光は、第 1 偏光板 1 1 を通過することができず、透過領域 2 2 は黒表示となる。

【 0 0 4 2 】

上記のように、本実施形態の液晶表示装置 1 0 では、第 1 共通電極 3 7 に印加する信号と第 2 共通電極 3 8 に印加する信号とを反転させることで、画素電極 3 5 及び 3 6 に供給する画素信号を同じ信号としつつ、反射領域 2 1 でのみ、液晶層 1 3 の液晶分子配列方向を変化させることができる。これにより、反射領域 2 1 を黒表示とするとともに、透過領域

10

20

30

40

50

22を黒表示とすることができ、反射領域21と透過領域22とに個別の画素信号を供給することなく、双方の領域を、黒表示にそろえることができる。

【0043】

次に、白表示について説明する。図5(a)は、図3とは異なる局面における反射領域21の駆動信号波形の様子を示し、同図(b)は、その局面における透過領域22の駆動信号波形の様子を示している。また、図6(a)は、図5(a)及び(b)に示す信号が印加されたときの反射領域21と透過領域22における光の偏光状態の様子を示している。

【0044】

図5(a)に示す信号が印加された状態では、反射領域21では、画素電極35と第1共通電極37との間に電界が発生せず、反射領域21内の液晶層13の液晶分子配列方向は90°のままである。このため、反射領域21では、図6(a)に示すように、第1偏光板11を通過した縦方向の直線偏光は、縦方向の直線偏光のままで液晶層13及び位相差層18を通過して反射板16で反射する。反射板16での反射光は、偏光状態を変化させないまま、位相差層18及び液晶層13を再び通過して、第1偏光板11に入射する。従って、反射領域21は、白表示となる。

【0045】

また、図5(b)に示す信号が印加された状態では、透過領域22内の液晶層13の液晶分子は、画素電極36と第2共通電極38との間の電界により、配列がほぼ45°回転する。このため、透過領域22では、図6(b)に示すように、第2偏光板15を透過した横方向の直線偏光は、液晶層13を通過して縦方向の直線偏光となり、第1偏光板11を通過する。このように、第1共通電極37に印加する信号と第2共通電極38に印加する信号とを反転させることで、反射領域21を白表示とすると、透過領域22についても白表示とすることができる。従って、図5(a)及び(b)に示す信号により、双方の領域を、白表示に揃えることができる。

【0046】

ここで、反射領域21用の画素電極35、及び、透過領域22用の画素電極36は、それぞれ異なるTF T33及び34に接続されており、TF T33及び34は同一のゲート線31及び同一のデータ線32に接続されている。このため、反射領域21用の画素電極35と、透過領域22用の画素電極36とは、同じデータ線32を介して、同じ画素信号が書き込まれることになる。反射領域用の画素電極35と透過領域用の画素電極36とに、同じ画素信号を書き込むにもかかわらず、反射領域21用のTF T33及び画素電極35と、透過領域22用のTF T34及び画素電極36とを分ける理由は、画素電位を書き込み、TF Tをオフした後の反射領域21用の画素電極35と透過領域22用の画素電極36とで、電圧の変動の仕方が異なるからである。これについて説明する。

【0047】

図7(a)及び(b)は、図3に示したiフレーム目における画素電極35及び36に画素信号を供給した後の画素電極35及び36の電位変化の様子を示している。例えば、ゲートライン反転駆動では、行ごとに駆動極性を反転させるため、ゲート線31にゲート信号パルスが印加されてから、次のフレームでゲート線31にゲート信号パルスが印加されるまでの間、共通電極37及び38の電位は、各行での極性反転に合わせて、反転を繰り返す。このとき、画素電極35及び36は、TF T33、34がオフとなっているため、データ線32から切り離されてフローティングの状態にあり、その電位は、それぞれ、画素電極35と第1共通電極37との間、及び、画素電極36と第2共通電極38との間の結合容量により、同図(a)及び(b)に示すように、書き込み時の電位差を保ったまま第1共通電極37及び第2共通電極38の電位変化に従って変動する。このように、反射領域21と透過領域22とでは、画素信号供給後の画素電極35及び36の電位変化の様子は異なるため、反射領域21用のTF T33及び画素電極35と、透過領域22用のTF T34及び画素電極36とを分ける必要がある。

【0048】

10

20

30

40

50

本実施形態では、共通電極を、反射領域 2 1 及び透過領域 2 2 のそれぞれに対応するように、第 1 共通電極 3 7 と第 2 共通電極 3 8 とに分割する。第 1 共通電極 3 7 及び第 2 共通電極 3 8 には、それぞれ、共通の画素信号に対して、反射領域 2 1 と透過領域 2 2 とで液晶層 1 3 に印加する電界の大小関係を逆にして表示が同じになるように、互いに反転する信号が供給される。このようにすることで、各画素において、反射領域 2 1 と透過領域 2 2 とで異なる画素信号を供給することなく、反射領域 2 1 と透過領域 2 2 とで、同じ表示を行うことができ、IPSモードの半透過型液晶表示装置において問題となる白表示と黒表示の反転の問題を解消することができる。

【0049】

本実施形態では、透過領域 2 2 における黒表示時の液晶層 1 3 の配列方向と、液晶層 1 3 に入射する光の偏光方向とが、平行又は直交するようにしている。このようにすることで、位相差板の遅相軸と液晶配列方向とが平行又は直交でない従来の液晶表示装置に比して、透過領域 2 2 において、黒表示時に、位相差層 1 8 や液晶層 1 3 の波長分散特性による影響を低減することができ、黒表示の光漏れを抑制することができる。また、透過領域 2 2 における第 1 偏光板 1 1 及び第 2 偏光板 1 5 と液晶層 1 3 の配列方向の関係は、一般的なIPSモードの透過型液晶表示装置におけるそれと同じである。従って、透過領域 2 2 にて、一般的なIPSモードの透過型液晶表示装置と同等のコントラスト比を実現できる。

【0050】

本実施形態では、黒表示時の液晶層 1 3 の配列方向と、位相差層 1 8 の遅相軸とを直交に配置し、透過領域 2 2 で、位相差層 1 8 に第 2 偏光板 1 5 側から入射する光の偏光方向と、位相差層 1 8 の遅相軸との間の角度を、 0° 又は 90° に設定する。このようにすることで、第 2 偏光板 1 5 から出射する直線偏光を、位相差層 1 8 にて偏光状態を変化させずに液晶層 1 3 に入射することができる。これにより、位相差層 1 8 での位相差ずれの影響がなくなり、透過領域 2 2 における黒表示時の正面方向の光漏れと、斜め視野での光漏れとを防ぐことができ、コントラスト比を向上できる。

【0051】

ところで、通常のTNモードの液晶表示装置では、反射板は反射画素電極として構成され、その反射画素電極には、液晶層を表示階調に応じて駆動するための画素信号が供給される。一方、IPSモードでは、画素電極 3 5 と第 1 共通電極 3 7 との間の電界により液晶層 1 3 が駆動されることから、反射板 1 6 に与える電位は任意に決定できる。以下では、反射領域 2 1 において、反射板 1 6 の電位が画像表示に与える影響について考察する。

【0052】

図 8 (a) 及び (b) のそれぞれは、シミュレーションによる電界分布の様子、及び、黒表示状態における光透過率の様子を示している。例えば、画素電極 3 5 に 5 V が印加され、共通電極 3 7 に 0 V が印加されているときに、反射板 1 6 の電位がその中間 (2 . 5 V) であるときには、電界分布及び光透過率は、同図 (a) に示すようになる。また、画素電極 3 5 に 5 V が印加され、共通電極 3 7 に 0 V が印加されているときに、反射板 1 6 が共通電極 3 7 と同電位 (0 V) であるときには、電界分布及び光透過率は、同図 (b) に示すようになる。

【0053】

反射板 1 6 の電位が画素電極 3 5 と共通電極 3 7 の中間電位の場合には、図 8 (a) に示すように、画素電極 3 5 及び共通電極 3 7 上では光漏れが発生して光透過率が高くなっているものの、両電極間では、光漏れが抑えられて光透過率は低くなっている。これに対し、反射板 1 6 の電位が共通電極 3 7 の電位と同電位である場合には、共通電極 3 7 付近での光漏れが多く、この付近で光透過率が高くなっている。これは、画素電極 3 5 と反射板 1 6 との間の電界が強いことにより、本来、画素電極 3 5 と共通電極 3 7 の間で収束すべき電界 (電気力線) が反射板 1 6 に向かって、共通電極 3 7 付近の液晶分子が十分に駆動されないためであると考えられる。

【0054】

10

20

30

40

50

上記シミュレーションの結果から、反射板 16 の電位は、画素電極 35 と共通電極 37 との中間電位であることが望ましいといえる。反射板 16 の電位は、反射板 16 に直接所望の電位を与えることにより制御することができ、或いは、反射板 16 をフローティングにして、容量結合を介して間接的に制御することができる。例えば、フローティング方式を採用する場合には、反射板 16 の直下に、画素電極 35 の電位が与えられる配線と、共通電極 37 の電位が与えられる配線とを、それら配線の線の面積比が 1 : 1 となるように形成することで、反射板 16 の電位を、画素電極 35 と共通電極 37 との中間電位とすることができる。

【0055】

光漏れについて更に考察すると、図 8 (a) に示すように、画素電極 35 及び共通電極 37 上では、光漏れが発生するため、このままでは、黒表示時の輝度を十分に低下させることができない。この光漏れの影響を低く抑えるためには、例えば、図 9 に示すように、画素電極 35 及び共通電極 37 の直下には反射板 16 が形成されないようにパターンングすればよい。このようにすることで、画素電極 35 及び共通電極 37 の形成位置で観察される反射光の輝度を下げることができ、黒輝度を低下させることができる。

【0056】

以下、図 10 乃至図 17 を参照して、TFT 基板 14 (図 1) 上に形成される TFT、配線、画素・共通電極の製造過程について説明する。これら図中の (a) は平面図を示し、その他は、各部の断面図を示している。まず、基板上に、ゲート線 31 (図 2)、第 1 共通電極配線 37a、及び、第 2 共通電極配線 38a を、図 10 (a) に示すパターンで形成する。このときの反射領域 21、透過領域 22、及び、反射領域 21 と透過領域 22 との境界部のそれぞれの断面は、図 10 (b) ~ (d) に示すようになる。反射領域 21 では、反射板 16 に電位を与えるために、第 1 共通電極配線 37a が、表示領域内に突き出すように形成される。その後、ゲート線 31、第 1 共通電極配線 a、及び、第 2 共通電極配線 38a を絶縁層で覆う。

【0057】

次いで、図 11 (a) に示すように、TFT 33 を形成するための半導体層 40 を形成する。この半導体層 40 の形成では、同図 (b) に示すように、半導体層 40 が、ゲート線 31 (ゲート電極) とオーバーラップするように形成される。その後、図 12 (a) に示すパターンで、TFT 33 のソース・ドレインに接続される画素電極配線 35a、TFT 34 のソース・ドレインに接続される画素電極配線 36a を形成する。このときの反射領域 21、透過領域 22、及び、反射領域 21 と透過領域 22 との境界部のそれぞれの断面は、図 12 (b) ~ (d) に示すようになる。反射領域 21 では、隣接する画素電極配線 35a の間に、第 1 共通電極配線 37a が形成される。また、第 1 共通電極配線 37a は、表示領域において、画素電極配線 35a と第 1 共通電極配線 37a との面積比が 1 : 1 となるように形成される。これは、画像表示時に、後に形成する反射板 16 に、画素電極 35 と第 1 共通電極 37 との中間電位を与えるようにするためである。第 1 共通電極配線 37a 及び第 2 共通電極配線 38a の形成後、その上を絶縁層で覆う。

【0058】

引き続き、OC 層 (絶縁層) 40 を、図 13 (a) に示すパターンで形成する。この OC 層 40 は、同図 (b) ~ (d) に示すように、反射領域 21 において断面が凹凸を有するように形成される。透過領域 22 については、平坦に形成される。反射領域 21 では、OC 層 40 の上に A1 層を形成し、図 14 (a) に示すパターンで、反射板 16 を形成する。このときの反射領域 21、透過領域 22、及び、反射領域 21 と透過領域 22 との境界部のそれぞれの断面は、同図 (b) ~ (d) に示すようになる。同図 (b) に示すように、反射領域 21 では、後に形成する画素電極 35、及び、第 1 共通電極 37 の直下では、A1 層が除去されている。

【0059】

反射板の形成後、図 15 (a) に示すパターンで、位相差層 18 を形成する。位相差層 18 の形成方法は、OC 層 40 上にポリイミド整合層を形成し、コーティングされたポリ

10

20

30

40

50

イミド層を焼成し、配向処理を行う。配向処理は、ラビングや光配向の手法が一般的に用いられる。次に、位相差板材料（液晶ポリマー）を、所望のリタレーション（ここでは550nmの光の1/4波長板）となる膜厚で塗布する。この状態で、位相差層材料は配向方向に整列するので、室温のN₂雰囲気中で紫外線を照射し重合させる。更に、重合密度を上げるため、N₂雰囲気中で高温処理を行うことで位相差層を形成する。この位相差層18の形成により、同図(b)~(d)に示すように、反射領域21の凹凸が平坦化され、かつ、反射領域21と透過領域22の双方の領域において、セルギャップが一定となるように調整される。その後、図16(a)に示す位置に、画素電極配線35a、36a、第1共通電極配線37a、及び、第2共通電極配線38aを覆う絶縁層にコンタクトホール42を形成し、画素電極配線35a、36a、第1共通電極配線37a、及び、第2共通電極配線38aを露出させる（同図(b)）。

10

【0060】

コンタクトホールの形成後、図17(a)に示すパターンで、位相差層18上に、画素電極35、36と、第1共通電極37と、第2共通電極38とをそれぞれ形成する。反射領域21、透過領域22、及び、反射領域21と透過領域22との境界部におけるそれぞれの断面は、同図(b)~(d)に示すようになる。この画素電極35、36、第1共通電極37、及び、第2共通電極38の形成では、各電極と、画素電極配線35a、36a、第1共通電極配線37a、及び、第2共通電極配線38aとを、それぞれコンタクトホール42を介して接続する。以上の工程により、本実施形態の半透過型液晶表示装置10で使用するTFT基板14が製造される。

20

【0061】

本発明の第2実施形態について説明する。図18は、本発明の第2実施形態の半透過型液晶表示装置の1画素内のTFT基板14上に形成されたTFT、配線、画素・共通電極の平面構造を示している。本実施形態の液晶表示装置10aは、図1に示す第1の実施形態の液晶表示装置10と同様の断面構造を有し、第1偏光板、対向基板、液晶層、基板、及び第2偏光板を有する。また、本実施形態の液晶表示装置10aにおける第1の偏光板の偏光方向、第2の偏光板の偏光方向、位相差層の遅相軸方向、及び、液晶の配向方向は、第1の実施形態の液晶表示装置10と同様である。本実施形態の液晶表示装置10aは、画素内の平面構造と、ゲート線31及びデータ線32に対する信号の供給の仕方とを除いて、第1の実施形態の液晶表示装置10と同様な構成である。図1と同じものは、同じ

30

【0062】

図18に示すように、基板には、互いに直交するゲート線31a、31bとデータ線32とが形成されており、ゲート線31a、31bとデータ線32との交点付近に、TFT33、34が形成されている。本実施形態では、ゲート線を、反射領域21と透過領域22とで分ける。すなわち、ゲート線は、反射領域21に対応するTFT33のゲートに接続されるゲート線31aと、透過領域22に対応するTFT34のゲートに接続されるゲート線31bとの2つに分割される。TFT33は、ソース・ドレインの一方をデータ線32に接続し、他方を反射領域21内の反射用画素電極35に接続する。反射領域21及び透過領域22に形成された共通電極39は、同一の共通電極配線（COM線）39aに接続されており、各領域の共通電極39は、COM線39aを介して、液晶表示装置10aの各画素に共通の所定波形の共通電極信号が供給される。

40

【0063】

図19は、データ線、ゲート線、反射画素電極電位、透過画素電極電位、及び共通電極電位の、データ線又は画素電極への画素電位の書き込み時、及び、その後の電位変化の様子を示している。同図(a)は、反射領域21における電位変化の様子を示し、同図(b)は、透過領域22における電位変化の様子を示している。本駆動はドット反転駆動を採用しているので、共通電極39（図18）の電位の変位はなく、0Vで固定されている。本実施形態では、ゲート線が、反射用ゲート線31aと、透過用ゲート線31bとの2つに分かれているため、それに応じて、ゲート線のライン選択期間を、反射選択期間と透過

50

選択期間に分けている。そして、反射選択期間には、反射用ゲート信号がオンし、透過選択期間には、透過用ゲート信号がオンする駆動としている。

【 0 0 6 4 】

データ線 3 2 には、反射選択期間と、透過選択期間とで、それぞれ反射領域 2 1 で表示すべき諧調に応じたデータ信号と、透過領域 2 2 で表示すべき諧調に応じたデータ信号とが供給される。例えば、反射選択期間中は $V(63) = 5V$ の電位データ信号をデータ線 3 2 に供給し、透過選択期間中は $V(0) = 0V$ の電位データ信号をデータ線 3 2 に供給する。この場合、各選択期間に応じて、反射用画素電極 3 5 には $5V$ が書き込まれ、透過用画素電極 3 6 には $0V$ が書き込まれることになる。このとき、共通電極電位は $0V$ であるため、反射領域には $5V$ の電界が印加され、反射ではノーマリーホワイトなので、液晶は黒表示されることになる。また、透過領域では、 $0V$ の電界が印加されて、透過ではノーマリーブラックなので、液晶は黒表示されることになる。このように、反射選択期間と透過選択期間とで、データ線 3 2 に供給する信号を変化させることで、反射・透過双方の領域で黒表示とすることができる。

【 0 0 6 5 】

次に、ライン選択期間中に、反射選択期間に反射領域 2 1 に対応するデータ信号（反射電位）と、透過選択期間に透過領域 2 2 に対応するデータ信号（透過電位）とを生成する方法について説明する。図 2 0 は、液晶表示装置 1 0 a を液晶駆動用ドライバーまでを含めて示している。液晶表示部 1 0 0 を駆動するための液晶駆動用ドライバー 1 0 1 には、通常、液晶用のタイミング信号と、各画素に対応した、例えば RGB 8 ビット程度のデジタル信号 $(D(n, m))$ とが、画素ごとにシリアルに入力される。液晶駆動用ドライバー 1 0 1 は、入力された画素信号とタイミング信号とに基づいて、ゲート線 3 1 a、3 1 b に供給するゲート信号と、データ線 3 2 に供給するデータ信号、及び、共通電極 3 9 に供給する共通電極信号とを生成する。

【 0 0 6 6 】

図 2 1 は、液晶駆動用ドライバー 1 0 1 の構成を示している。液晶駆動用ドライバー 1 0 1 は、タイミングコントローラ 1 1 1、反射透過切替え回路 1 1 2、データラッチ 1 1 3、デジタルアナログ変換回路 (DAC) 1 1 4、電圧生成回路 1 1 5、及び、COM 信号回路 1 1 6 を有する。タイミングコントローラ 1 1 1 は、ゲート用タイミング生成回路及びデータ用タイミング生成回路を含んでおり、入力されるタイミング信号に基づいて各種タイミング信号を生成する。その際、液晶駆動用ドライバー 1 0 1 は、画素 1 ラインのタイミングを反射領域用のタイミング（反射選択期間）と、透過領域用のタイミング（透過選択期間）に分け、それらのタイミングでゲート線 3 1 a、3 1 b を駆動する。反射領域 2 1 に対応するゲート線 3 1 a と、透過領域 2 2 に対応するゲート線 3 1 b に供給するそれぞれのゲート信号は、液晶駆動用ドライバー 1 0 1 内で生成することもできる他、TFT 基板上に TFT にてシフトレジスタを用いて形成することもできる。

【 0 0 6 7 】

反射透過切替え回路 1 1 2 は、デジタル画素信号 $D(n, m)$ と反射透過選択信号とを入力し、反射選択期間では反射領域 2 1 に対応した反射用デジタル画素信号を出力し、透過選択期間では透過領域 2 2 に対応した透過用デジタル画素信号を出力する。データラッチ 1 1 3 は、シリアルパラレル変換を行い、反射透過切替え回路 1 1 2 が出力するデジタル画素信号を DAC 回路 1 1 4 に受け渡す。DAC 回路 1 1 4 は、データラッチ 1 1 3 から入力するデジタル画素信号、及び、電圧生成回路 1 1 5 が生成する電圧に基づいて、デジタル画素信号の階調に対応する電圧信号（データ信号）を生成する。COM 信号回路 1 1 6 は、各画素の共通電極 3 9（図 1 8）に供給する共通電極信号を生成する。

【 0 0 6 8 】

反射透過切替え回路 1 1 2 は、入力されるデジタル画素信号 $D(n, m)$ の 1 ライン分を記憶するラインメモリ 1 2 1 と、反射部への画素階調変換手段用のルックアップテーブル (LUT) に従って階調変換を行う LUT 回路 1 2 2 と、透過部用デジタル画素信号と反射部用デジタル画素信号とを選択する選択回路 (MUX) 1 2 3 とを有する。液晶駆動

10

20

30

40

50

用ドライバー 101 に入力された反射用デジタル画素信号 $D(n, m)$ は、一旦ラインメモリ 121 に保存される。LUT 回路 122 は、ラインメモリ 121 に保存されたデジタル画素信号の階調を反転させた反射用デジタル画素信号を生成する。MUX 回路 123 は、反射選択期間では、LUT 回路 122 が生成する反射領域 21 に対応した反射用デジタル画素信号を選択し、データラッチ 113 及び DAC 回路 114 に送る。また、透過選択期間では、LUT 回路 122 を通さないデジタル画素信号（透過用デジタル画素信号）を選択し、データラッチ 113 及び DAC 回路 114 に送る。

【0069】

LUT 回路 122 は、例えば、 n 行目の m 列の画素に対して、 $D(n, m) = 0$ のデジタル画素信号が、液晶駆動用ドライバー 101 に入力された場合には、この画素信号のデジタルデータを反転したデジタル画素信号を出力する。このとき、LUT 回路 122 は、単に画素信号のデジタルデータを反転するだけでなく、反射領域と透過領域とにおける特性を一致させるために、階調毎の変換 LUT で変換を行ってもよい。この変換 LUT の一例を表 1 に示す。

【表 1】

透過階調	0	...	7	...	15	...	29	...	31	...	39	...	47	...	55	...	63
反射階調	63	...	60	...	56	...	52	...	48	...	40	...	32	...	24	...	0

【0070】

例えば、 n 行目の m 列の画素に対して、 $D(n, m) = 0$ のデジタル画素信号が、液晶駆動用ドライバー 101 に入力された場合には、反射選択期間では、反射透過切替え回路 112 は、表 1 に示す LUT を参照して、階調「0」を反転した「63（5ビット）」を出力する。この場合、DAC 回路 114 は、反射領域 21 に対応したデータ信号として、 $V_{tpix}(n) = V(63) = 0V$ のデータ信号をデータ線 32 に出力する。また、透過選択期間では、反射透過切替え回路 112 は、階調「0」をそのまま出力する。この場合、DAC 回路 114 は、透過領域 22 に対応したデータ信号として、 $V_{tpix}(n) = V(0) = 5V$ のデータ信号をデータ線 32 に出力する。

【0071】

以上の動作により、反射選択期間と透過選択期間とで、異なる電位を持つ所定のデータ信号を、通常の画素デジタル信号から作成することができる。なお、上記説明では、反射透過切替え回路 112 は、反射部への画素階調変換手段用のルックアップテーブル（LUT）を参照して、反射用デジタル画素信号を生成する例について示したが、反射用デジタル画素信号の生成は、これには限られない。図 22 は、反射透過切替え回路 112 の別の構成例を示している。例えば、単位デジタルデータを反転することで反射用デジタル画素信号を生成する場合であれば、同図に示すように、Exclusive-OR 回路 124 に、ラインメモリ 121 の出力と、反射透過選択信号とを接続する構成とすることができる。この場合には、反射透過切替え回路の回路規模を削減できる。

【0072】

以上をまとめると、本実施形態では、ゲート線を、反射領域 21 に対応したゲート線 31a と、透過領域に対応したゲート線 31b とに分ける。また、画素書き込み期間を 2 つの期間に分割し、それぞれの期間に対応して、共通のデータ線 32 から、反射領域 21 に対応したデータ信号と、透過領域 22 に対応したデータ信号とを供給して、各領域を駆動する。このとき、一方の領域に対応したデータ信号は、液晶駆動用ドライバー 101 に入力された階調信号に基づいて生成し、他方の領域に対応したデータ信号は、入力された階調信号を画素階調変換回路にて反転した階調信号に基づいて生成する。このようにすることで、各領域の画素電極 35、36 に異なる電圧のデータ信号を書き込むことができ、反射領域 21 と透過領域 22 とで、共通電極 39 と画素電極 35、36 との間の電位差を異なる大きさにして、双方の領域で液晶に印加される電圧を異なる電圧とすることができ、双方の領域における表示を揃えることができる。

【0073】

10

20

30

40

50

次に、本発明の第3実施形態について説明する。第3実施形態の半透過型液晶表示装置における1画素内のTF T基板の平面構造は、第2の実施形態における1画素内の平面構造(図18)と同様である。図23は、本実施形態の液晶表示装置で使用される液晶駆動用ドライバーの構成を示している。本実施形態の液晶駆動用ドライバー101aは、図21に示す第2実施形態の液晶駆動用ドライバー101から、反射透過切替え回路112を省いた構成である。本実施形態では、COM信号回路116は、1ライン選択期間における反射選択期間と、透過選択期間とで、異なる電位を、共通電極に供給する。

【0074】

図24は、本実施形態の液晶表示装置のある局面における、データ線、ゲート線、反射画素電極電位、透過画素電極電位、及び共通電極電位の、データ線又は画素電極への画素電位の書き込み時およびその後の電位変化の様子を示している。本駆動は、ゲートライン反転駆動を採用している。本実施形態においても、第2実施形態と同様に、ゲート線は反射部のTF Tに接続された反射用ゲート線31a(図18)と、透過部のTF Tに接続された透過用ゲート線31bとの2つに分かれており、それに応じて、ゲート線のライン選択期間を、反射選択期間と透過選択期間とに分けている。そして、反射選択期間には、反射用ゲート信号がオンし、透過選択期間には、透過用ゲート信号がオンする駆動としている。

10

【0075】

データ信号は、ライン選択期間に同期しており、反射選択期間中/透過選択期間中共に、例えば $V(63) = 5V$ の電位をとる。共通電極信号は、ライン選択期間ではなく、その半分の、反射選択期間/透過選択期間ごとに変位している。例えば、反射選択期間で0Vとなっているときには、透過選択期間では5Vとなる。このため、反射領域には5Vの電界が印加されて、反射ではノーマリーホワイトなので、液晶は黒表示されることとなり、透過領域では0Vの電界が印加されて、透過ではノーマリーブラックなので、液晶は黒表示されることになる。このため、反射・透過双方の領域で黒表示とすることができる。

20

【0076】

本実施形態では、画素書き込み期間を2つの期間に分割し、双方の書き込み期間で、同じデータ信号を画素電極35、36に書き込むと共に、共通電極39への電位を、反射領域21への書き込み期間と、透過領域22への書き込み期間とで反転させる。このようにすることで、各領域に対応したデータ信号を生成しなくても、反射領域21と透過領域22とで、共通電極39と画素電極35、36との間の電位さを異なる大きさにして、双方の領域で液晶に印加される電圧を異なる電圧とすることができ、双方の領域における表示を揃えることができる。

30

【0077】

なお、第2及び第3の実施形態では、ゲート線を、反射用ゲート線31aと透過用ゲート線31bとに分けて、反射用画素電極と透過用画素電極に異なった電位を与える例を示したが、図25に示すように、データ線32を、反射用データ線32aと透過用データ線32bとに分けて、反射用画素電極と透過用画素電極に異なった電位を与える構成とすることもできる。この構成においては、反射部用TF Tと透過部用TF Tを制御するゲート線は、共通でも別々でもよい。データ線32を2つに分割する構成を採用する場合でも、反射・透過双方の表示を一致させることができる。

40

【0078】

本発明の第4実施形態について説明する。図26は、本発明の第4実施形態の半透過型液晶表示装置の断面構造を示している。本実施形態では、第2偏光板15における液晶層13側の偏光子保護層を位相差板19として用いる。位相差板19は、光学特性が等方性を有し、かつ、入射する直線偏光が、位相差層18の遅相軸と直交するように配置される。その他の点は、第1～第3実施形態と同様である。

【0079】

一般に、偏光板の偏光子保護層には、TACが用いられる。このTACは、面に垂直方向に光軸を持つ負の一軸の光学特性を有している。このTACを、第2偏光板15の液晶

50

層 1 3 側の偏光子保護層として用いると、この偏光子保護層にて斜め視野で位相差を発生することで、位相差層 1 8 に入射する光が直線偏光から楕円偏光に変化し、位相差層 1 8 及び液晶層 1 3 で順次偏光状態が変化して、特に黒表示時の斜め視野での光漏れを増加させ、視野角特性を悪化させる。本実施形態では、第 2 偏光板 1 5 の液晶層 1 3 側の偏光子保護層（位相差板 1 9）を等方性にし、入射する直線偏光を、位相差層 1 8 の遅相軸と直交に配置することで、位相差層 1 8 に直線偏光のまま光を入射することができ、第 2 偏光板 1 5 を透過した光が、位相差層 1 8 及び液晶層 1 3 を、直線偏光のまま透過することで、位相差層 1 8 での偏光変化を抑えて、黒表示時の斜め視野光漏れを低く抑えることができる。

【 0 0 8 0 】

本発明の第 5 の実施形態について説明する。図 2 7 は、本発明の第 5 実施形態の半透過型液晶表示装置の断面構造を示している。第 4 実施形態では、第 2 偏光板 1 5 の液晶層 1 3 側の偏光子保護層を、等方性を有する位相差板 1 9 として用いた。本実施形態では、これに加えて、第 1 偏光板 1 1 の液晶層 1 3 側の偏光子保護層を、光学特性が等方性の位相差板 2 0 として用いる。第 2 偏光板 1 5 の液晶層 1 3 側の偏光子保護層に加えて、第 1 偏光板 1 1 の液晶層 1 3 側の偏光子保護層を、等方性を有する位相差板 2 0 として用いることで、第 4 実施形態と同様に、斜め視野での位相差の影響をなくすことで、視野角特性、特に黒表示時の斜め視野光漏れを低く抑えることができる。

【 0 0 8 1 】

本発明の第 6 実施形態について説明する。本発明の第 6 実施形態の半透過型液晶表示装置の構成は、図 2 7 に示す第 5 実施形態の構成と同様である。第 5 実施形態との相違点は、位相差板 1 9 として、面に垂直方向に光軸を持つ正一軸の位相差層（+ c - p l a t e）を用いる点である。第 4、第 5 実施形態では、位相差板 1 9 の光学特性を等方性にすることで位相差変化を抑え、黒表示時の斜め視野での光漏れを抑えている。本実施形態では、位相差層 1 8 と位相差板 1 9 との組合せにより、黒表示時の斜め視野での光漏れを更におさえ、視野角を拡大する。これは、直交偏光板を斜め視野から観察したときに、偏光軸が直交状態からずれて斜め視野での光漏れが発生するのを、面に垂直に光軸を有する正の一軸の位相差板 1 9 を追加することで、直交状態からのずれを補償する / 2 板として機能し、どの方位から観察しても、直交偏光板として観察されるためである。そのため、位相差層 1 8 と位相差板 1 9 との組合せは、直交状態からのずれを補償する / 2 板として機能するように、位相差板 1 9 の位相差を調整すればよい。また、面に垂直方向に光軸をもつ負の一軸位相差板である T A C 上の面に垂直方向に光軸を持つ正の一軸位相差板を形成し、全体として上記の位相差と同じ値に調整することによっても効果は同じである。

【 0 0 8 2 】

第 4 ~ 第 6 実施形態における黒表示時の視野での光漏れ抑制の効果を確認するために、シミュレーションを行った。図 2 8 に、シミュレーションを行った液晶表示装置における組合せを示す。シミュレーションでは、第 4 実施形態 ~ 第 6 実施形態に対応する実施例 4 ~ 実施例 6 に加えて、通常の透過型 I P S 液晶表示装置と、実施形態 1 の構成（図 1）において、液晶層 1 3 の光軸と入射光の直線偏光の偏光方向とが直交する場合（実施例 1 - 1）、及び、平行な場合（実施例 1 - 2）についても、視野角特性の測定を行った。なお、実施例 6 については、位相差板 1 9 として、光学特性が等方性の保護層と、面に垂直に光軸を有する正の一軸の位相差層とを重ねた位相差板を用いて、シミュレーションを行った。

【 0 0 8 3 】

シミュレーション結果を、図 2 9 に示す。図 2 8 に示す各組み合わせについて、透過領域 2 2 における黒表示時の輝度視野角特性を計算したところ、図 2 9 に示す結果が得られた。図 2 9 では、黒表示状態で、液晶表示装置を各方位から観察した際に観察される輝度を、輝度等高線で示している。図 2 8 における実施例 1 - 1 及び実施例 1 - 2 でのシミュレーション結果と、通常の透過 I S P でのシミュレーション結果とを比較すると、実施例 1 - 1 及び実施例 1 - 2 では、斜め視野での光漏れが大きくなり、視野角特性が悪化して

10

20

30

40

50

いる。これは、反射領域にて、 $1/4$ 板として機能する位相差層 18 が追加されているためである。

【0084】

一方、実施例 4 及び実施例 5 では、実施例 1 - 1 及び実施例 1 - 2 に比して、斜め視野での光漏れが低減されており、通常の透過 IPS とほぼ同等の視野角特性が得られている。また、実施例 6 では、斜め視野での光漏れが更に抑制されており、通常の透過 IPS よりも、斜め視野での光漏れが低く抑えられている。このように、半透過型の液晶表示装置においても、透過領域は高視野角を実現できることが確認された。

【0085】

図 30 に、実施例 6 において、位相差板 19 の厚み方向のリタデーションを変化させた際のリタデーションと透過率との関係を示す。図 30 では、縦軸を、図 28 における従来の透過型 IPS における方位角 45° 、極角 50° 方向の透過率で規格化して示している。位相差板 19 の厚み方向リタデーションを、0 から 200 nm の範囲で変化させ、方位角 45° 、極角 50° 方向における透過領域での黒状態の透過率を計算すると、図 30 に示すグラフが得られる。このグラフより、位相差板 19 の厚み方向のリタデーションを、0 ~ 約 180 とすることで、透過率比を 1 以下とすることができることがわかる。また、厚み方向のリタデーションを、 55 nm ~ 130 nm とすれば、透過率比を $1/5$ として、良好なコントラスト比が得られることがわかる。

10

【0086】

なお、図 1 では、位相差層 18 上に画素電極 35、36 と、共通電極 37、38 とを形成し、位相差層 18 を、TFT 基板 14 と液晶層 13 とに隣接させる構成としたが、これには限定されない。位相差層 18 は、反射領域 21 において、反射板 16 よりも上（対向基板 12 側）で、かつ、液晶層 13 よりも下（TFT 基板 14 側）であればよく、位相差層 18 と液晶層 13 又は反射板 16 との間に、光学的に等方性の層を有する構成としても、同様の効果が得られる。例えば、図 31 に示すように、位相差層 18 と反射板 16 との間に、絶縁層 40 を配置し、絶縁層 40 上に、画素電極 35、36 と、共通電極 37、37 とを形成する構成でもよい。また、図 32 に示すように、TFT 基板 14 に絶縁層 40 を設け、TFT 基板 14 の背面側に、位相差層 18 と反射板 16 とを形成する構成としてもよい。

20

【0087】

以上、本発明をその好適な実施形態に基づいて説明したが、本発明の半透過型液晶表示装置は、上記実施形態にのみ限定されるものではなく、上記実施形態の構成から種々の修正及び変更を施したものも、本発明の範囲に含まれる。

30

【図面の簡単な説明】

【0088】

【図 1】本発明の第 1 実施形態の液晶表示装置を示す断面図。

【図 2】TFT 基板の一画素内を示す平面図。

【図 3】(a) は、反射領域の駆動信号波形を示す波形図、(b) は、(a) と同時点における透過領域の駆動信号波形を示す波形図。

【図 4】(a) 及び (b) は、それぞれ図 3 (a) 及び (b) に示す信号が印加されたときの反射領域と透過領域とにおける光の偏光状態の様子を示す模式図。

40

【図 5】(a) は、反射領域の駆動信号波形を示す波形図、(b) は、透過領域の駆動信号波形を示す波形図。

【図 6】(a) 及び (b) は、それぞれ図 5 (a) 及び (b) に示す信号が印加されたときの反射領域と透過領域とにおける光の偏光状態の様子を示す模式図。

【図 7】(a) 及び (b) は、画素電極に画素信号を供給した後の画素電極の電位変化の様子を示す波形図。

【図 8】(a) 及び (b) は、それぞれシミュレーションによる電界分布の様子、及び、黒表示状態における光透過率の様子を示す図。

【図 9】画素電極及び共通電極の直下の反射板付近を拡大して示す断面図。

50

【図10】(a)は、TFT基板の製造過程における平面図、(b)～(d)は、各部の断面を示す断面図。

【図11】(a)は、TFT基板の製造過程における平面図、(b)は、TFT形成部分の断面を示す断面図。

【図12】(a)は、TFT基板の製造過程における平面図、(b)～(d)は、各部の断面を示す断面図。

【図13】(a)は、TFT基板の製造過程における平面図、(b)～(d)は、各部の断面を示す断面図。

【図14】(a)は、TFT基板の製造過程における平面図、(b)～(d)は、各部の断面を示す断面図。

10

【図15】(a)は、TFT基板の製造過程における平面図、(b)～(d)は、各部の断面を示す断面図。

【図16】(a)は、TFT基板の製造過程における平面図、(b)は、一部断面を示す断面図。

【図17】(a)は、TFT基板の製造過程における平面図、(b)～(d)は、各部の断面を示す断面図。

【図18】本発明の第2実施形態の半透過型液晶表示装置の1画素内のTFT基板上に形成されたTFT、配線、画素・共通電極の平面構造を示す平面図。

【図19】(a)及び(b)は、それぞれ反射領域及び透過領域における信号駆動波形を示す波形図。

20

【図20】第2実施形態の液晶表示装置を液晶駆動用ドライバーまでを含めて示すブロック図。

【図21】液晶駆動用ドライバーの構成を示すブロック図。

【図22】反射透過切換え回路の別の構成例を示すブロック図。

【図23】本発明の第3実施形態の液晶表示装置で使用される液晶駆動用ドライバーの構成を示すブロック図。

【図24】(a)及び(b)は、それぞれ反射領域及び透過領域における信号駆動波形を示す波形図。

【図25】第2実施形態及び第3実施形態の別例を示す平面図。

【図26】本発明の第4実施形態の半透過型液晶表示装置の断面構造を示す断面図。

30

【図27】本発明の第5実施形態の半透過型液晶表示装置の断面構造を示す断面図。

【図28】シミュレーションを行った液晶表示装置における組合せを示す表。

【図29】シミュレーション結果を示す図。

【図30】位相差板の厚み方向のリタデーションを変化させた際のリタデーションと透過率との関係を示すグラフ。

【図31】本発明の変形例の液晶表示装置の構成を示す断面図。

【図32】本発明の別の変形例の液晶表示装置の構成を示す断面図。

【符号の説明】

【0089】

10：液晶表示装置

40

11、15：偏光板

12：対向基板

13：液晶層

14：TFT基板

16：反射板

18：位相差層

19、20：位相差板

21：反射領域

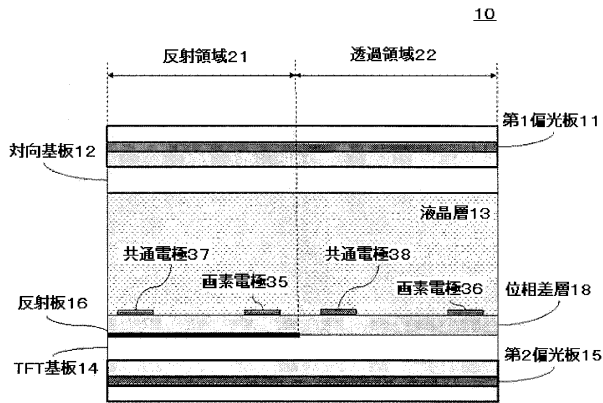
22：透過領域

31：ゲート線

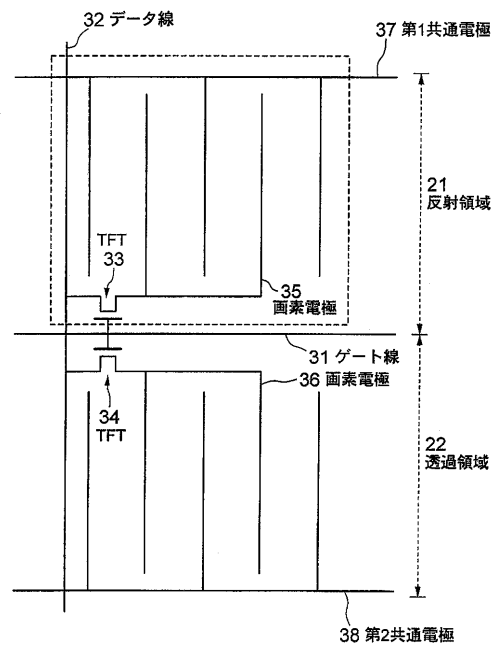
50

- 32 : データ線
- 33、34 : T F T
- 35、36 : 画素電極
- 37、38 : 共通電極
- 39 : C O M 線
- 100 : 液晶表示部
- 101 : 液晶駆動用ドライバー
- 111 : タイミングコントローラ
- 112 : 反射透過切替え回路
- 113 : データラッチ
- 114 : デジタルアナログ変換回路
- 115 : 電圧生成回路
- 116 : C O M 信号回路
- 121 : ラインメモリ
- 122 : L U T 回路
- 123 : 選択回路
- 124 : E x c l u s i v e - O R 回路

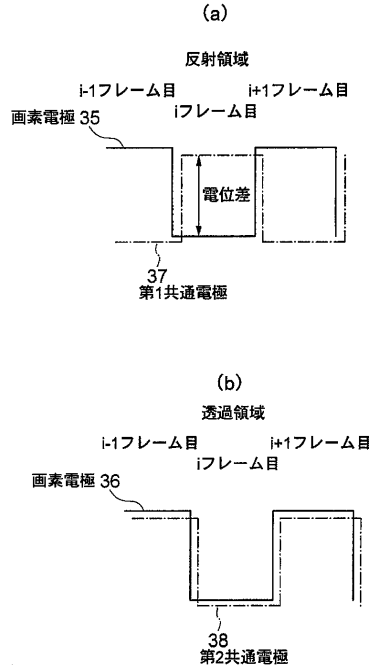
【 図 1 】



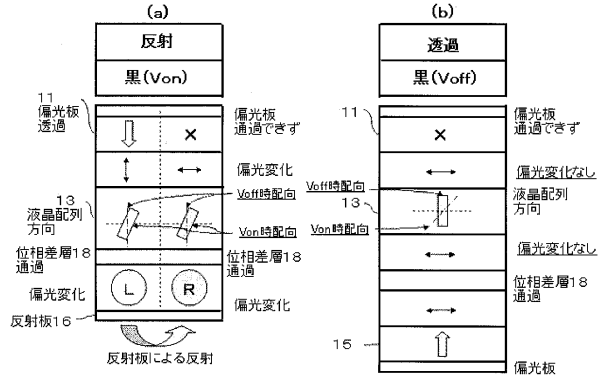
【 図 2 】



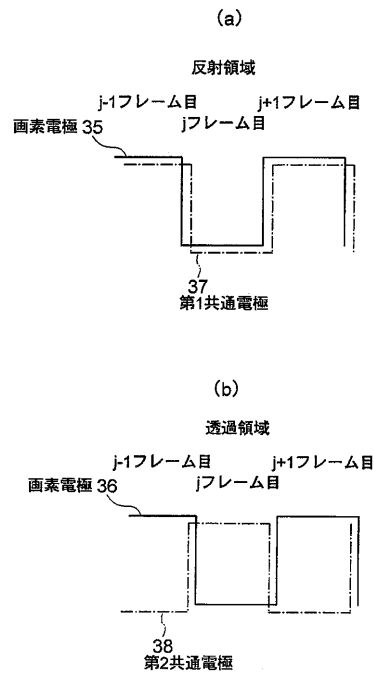
【図3】



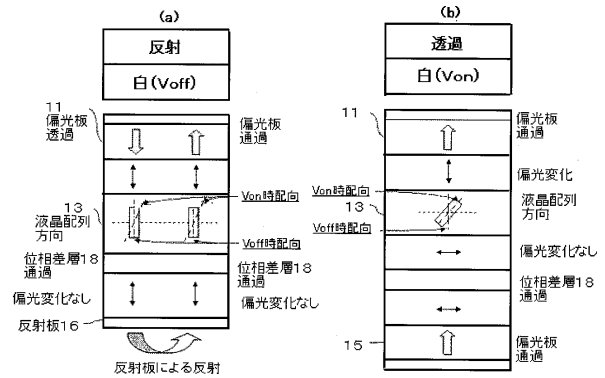
【図4】



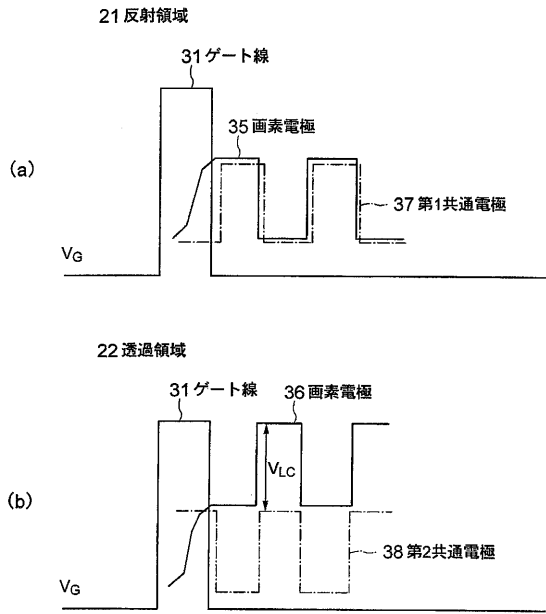
【図5】



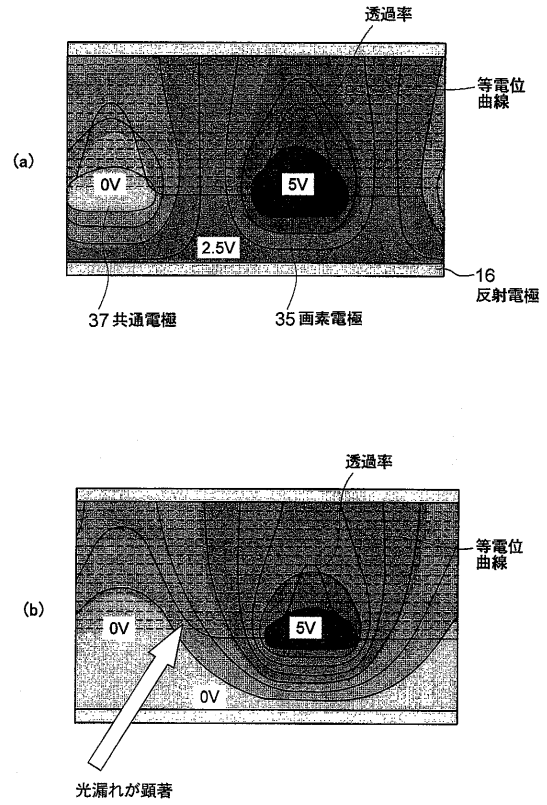
【図6】



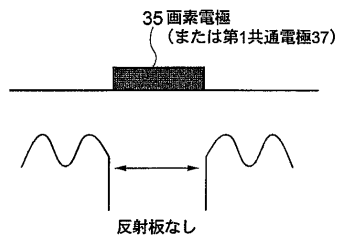
【図7】



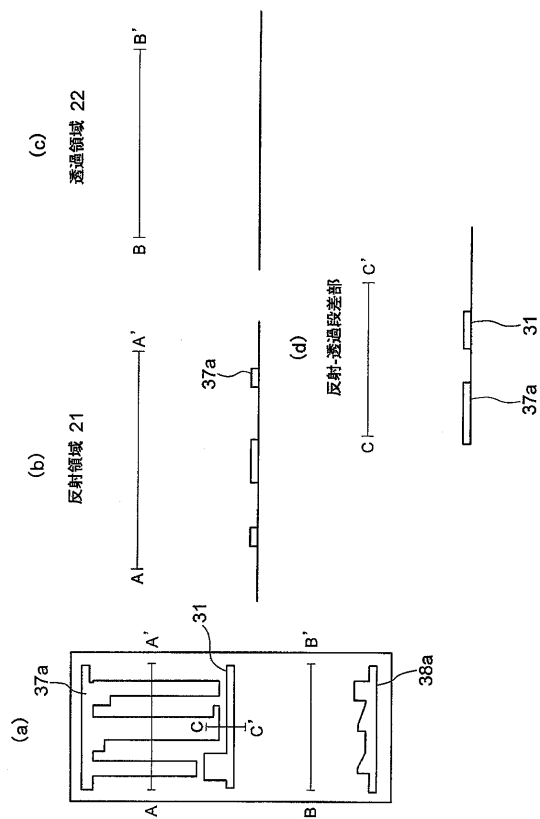
【図8】



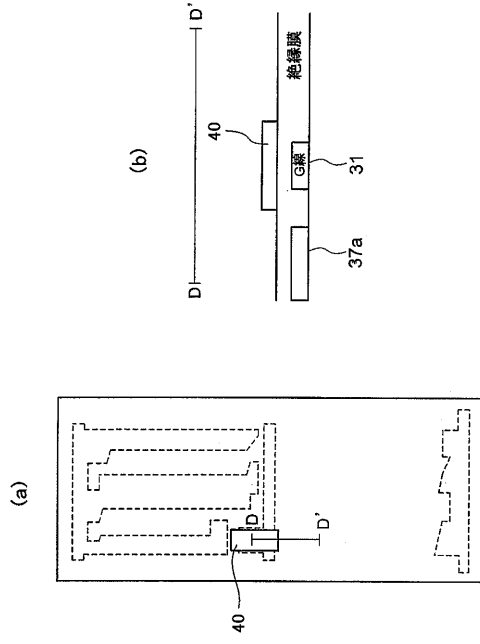
【図9】



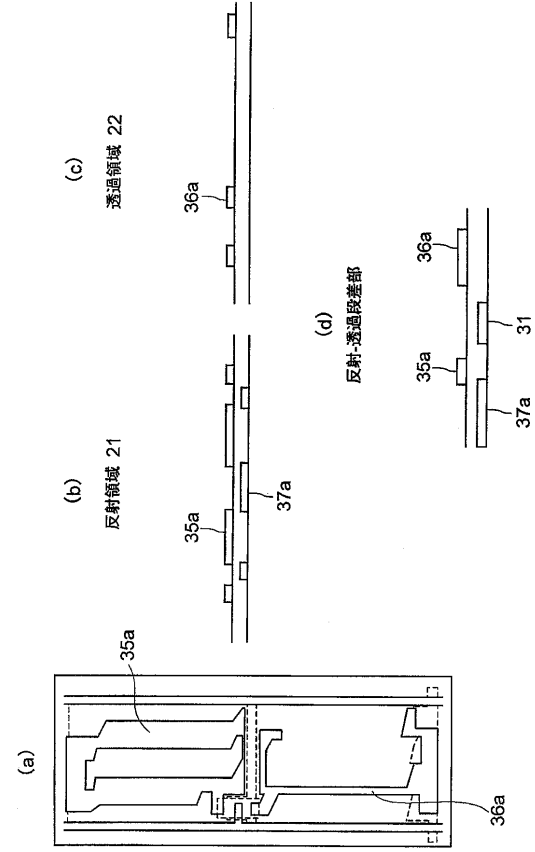
【図10】



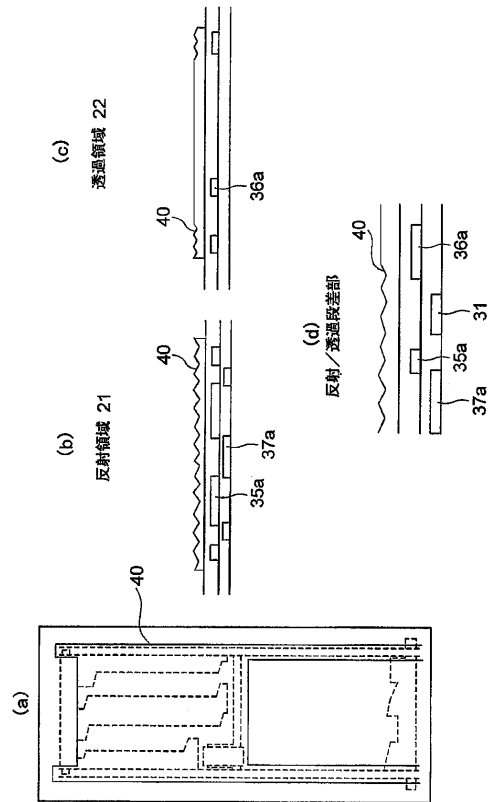
【図 1 1】



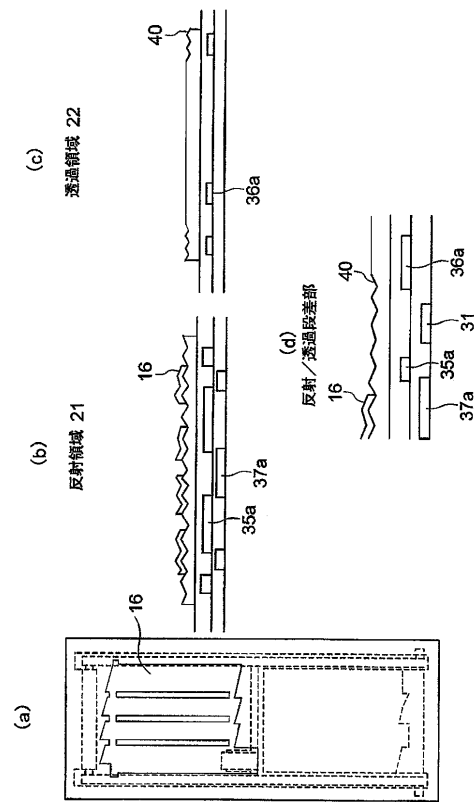
【図 1 2】



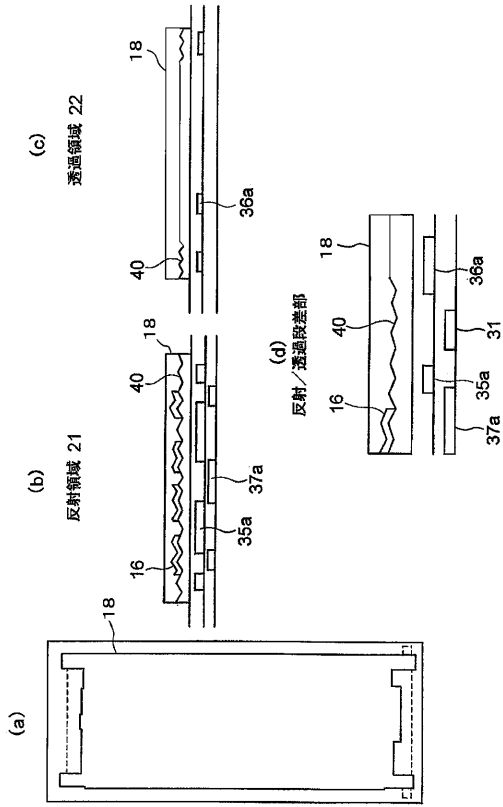
【図 1 3】



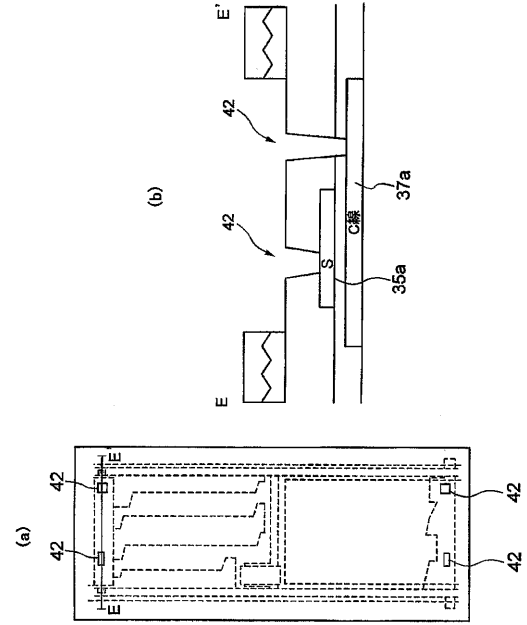
【図 1 4】



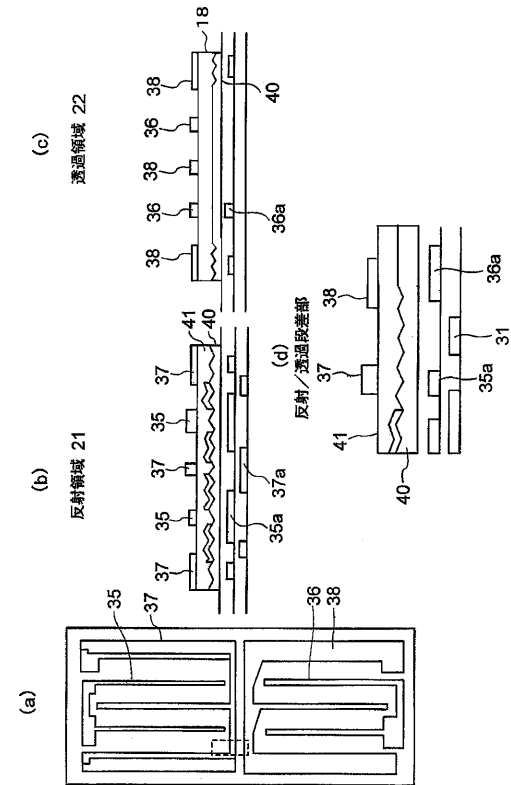
【図15】



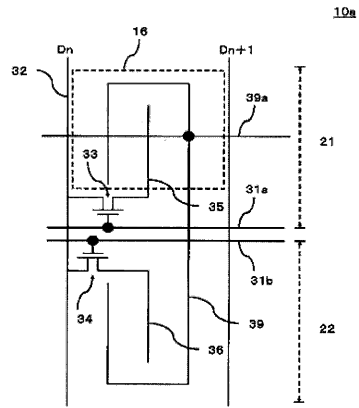
【図16】



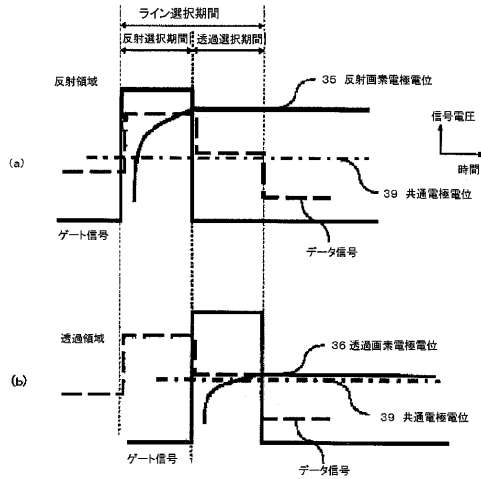
【図17】



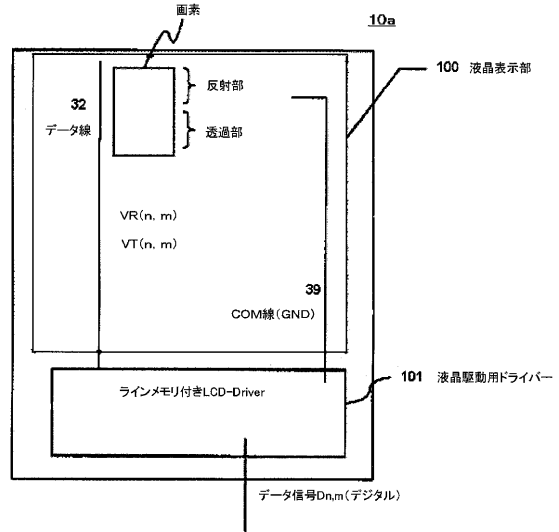
【図18】



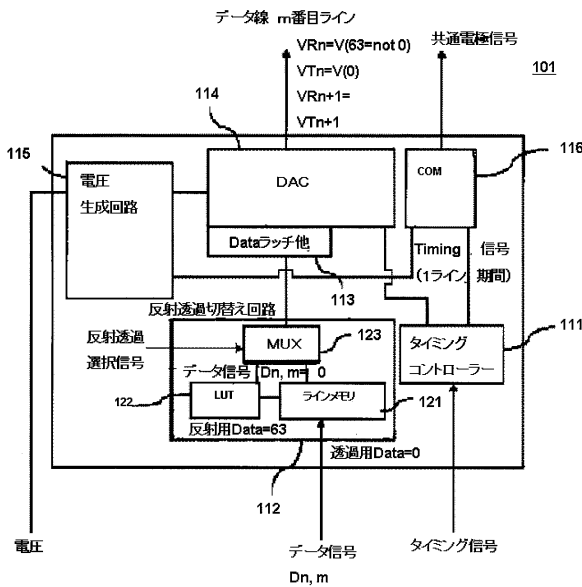
【図19】



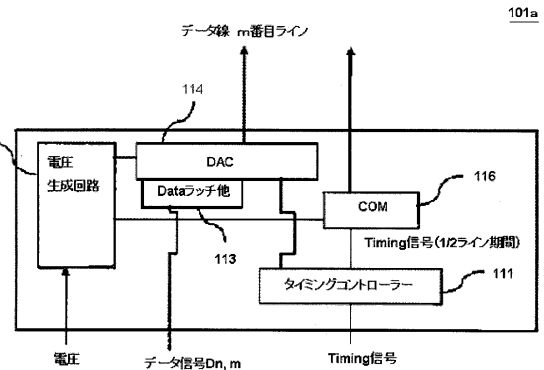
【図20】



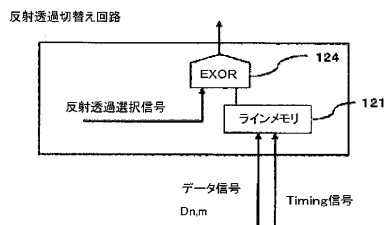
【図21】



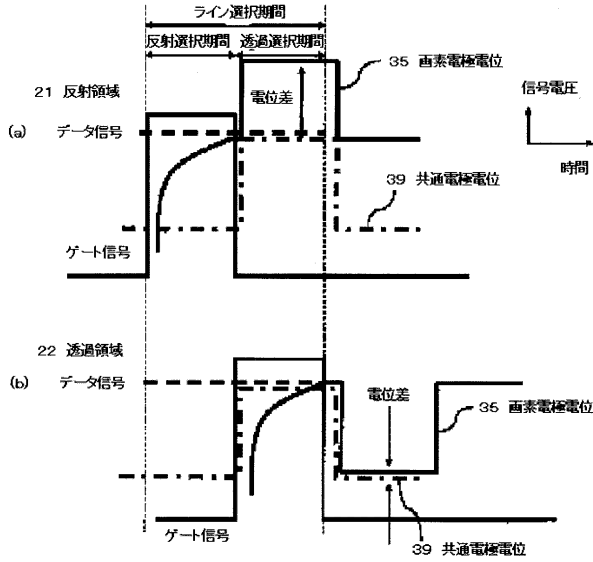
【図23】



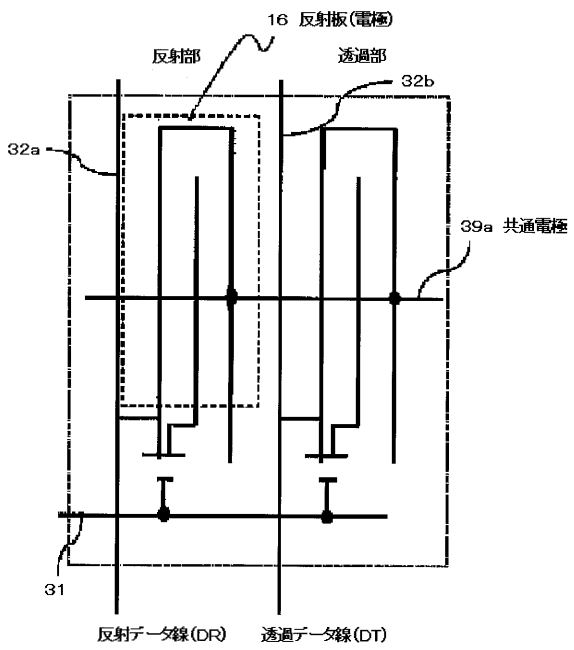
【図22】



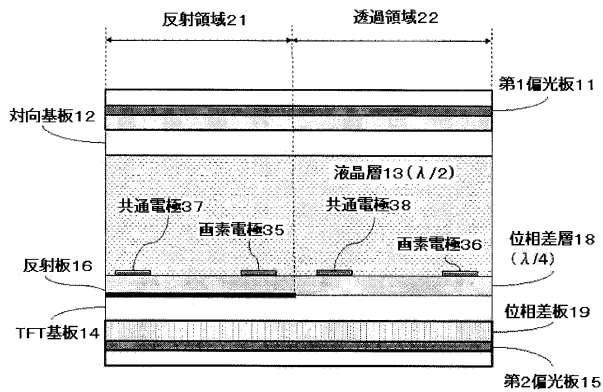
【図24】



【図25】



【図26】

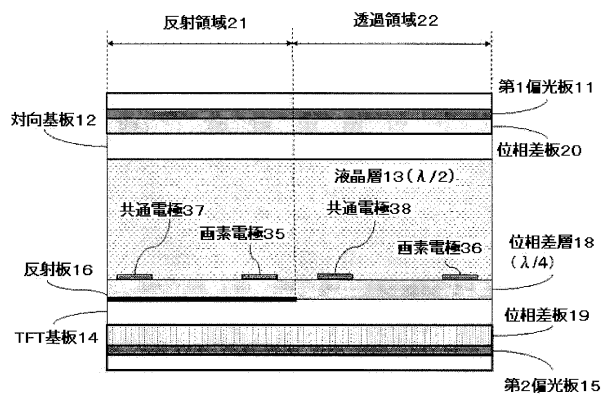


【図28】

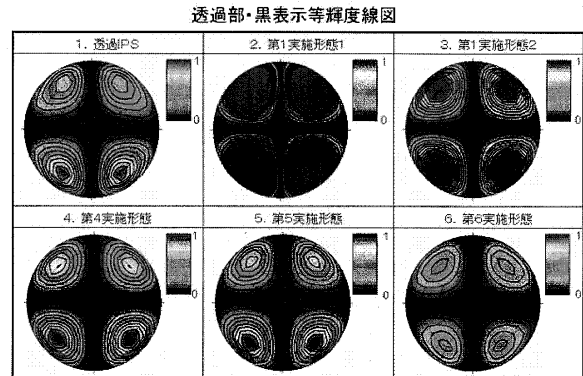
	透過型	実施例1-1	実施例1-2	実施例4	実施例5	実施例6	
偏光板11	90°	90°	0°	0°	0°	0°	(光透過軸)
内側保護層	TAC	TAC	TAC	TAC	等方性	等方性	
液晶層13	90°	90°	90°	90°	90°	90°	
位相差層18	-	0°	0°	0°	0°	0°	
位相差板19	-	-	-	-	-	-	面に垂直
偏光板15	0°	0°	90°	90°	90°	90°	(光透過軸)
内側保護層	TAC	TAC	TAC	等方性	等方性	等方性	

位相差層18: 反射部をλ/4板に調整
 位相差板19: +c-plate(光軸が基板面に垂直方向の正一軸)

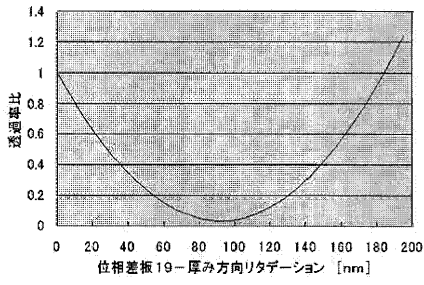
【図27】



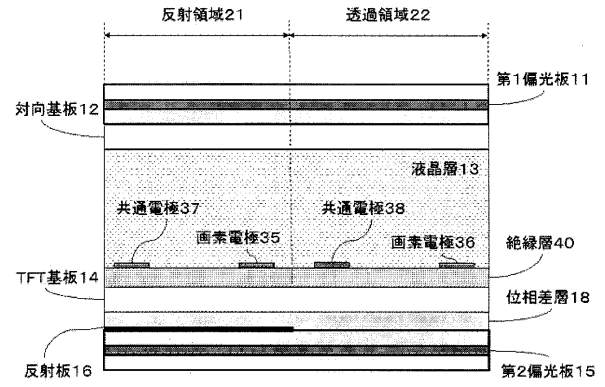
【図29】



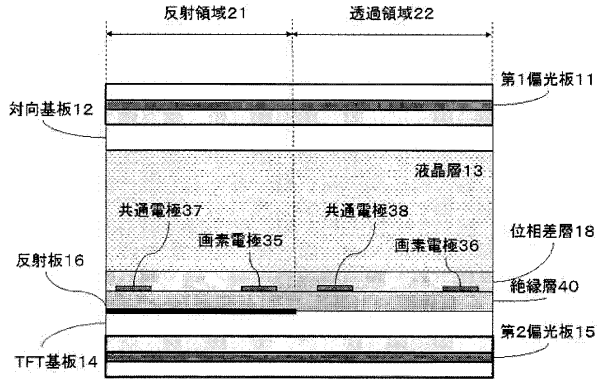
【図30】



【図32】



【図31】



フロントページの続き

(72)発明者 森 健一

神奈川県川崎市中原区下沼部 1 7 5 3 番地 NEC液晶テクノロジー株式会社内

審査官 鈴木 俊光

(56)参考文献 特開2007-004125(JP,A)

特開2006-184325(JP,A)

特開2007-017943(JP,A)

特開2005-321615(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/1335 - 1/13363