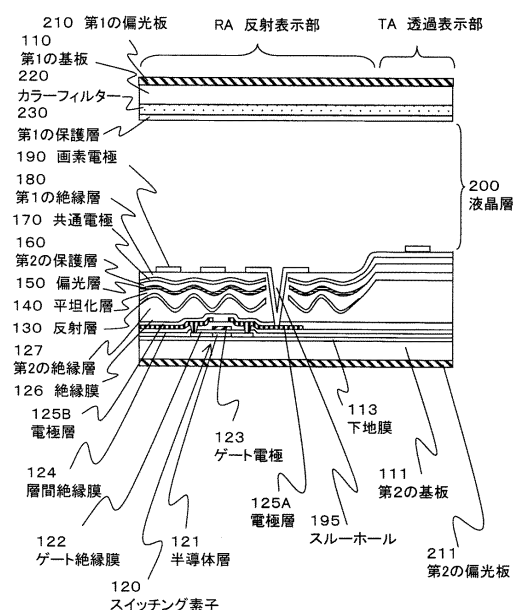




【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の基板と、
第 2 の基板と、
前記第 1 及び第 2 の基板間に挟持された液晶層と、
前記第 1 及び第 2 の基板の少なくとも一方に配置し、前記液晶層を駆動する画素電極及び共通電極と、
前記第 1 の基板の前記液晶層と反対側に配置された第 1 の偏光板と、
前記第 2 の基板の前記液晶層と反対側に配置された第 2 の偏光板と、を有し、
前記第 1 及び第 2 の基板間には複数の画素が形成され、かつ各画素に反射表示部と透過表示部とが形成され、
前記第 2 の基板の反射表示部には、前記第 2 の基板と前記液晶層との間に反射層及び偏光層が形成され、
前記液晶層の厚みは、前記透過表示部よりも前記反射表示部の方が厚い
液晶表示装置。

【請求項 2】

前記偏光層の吸収軸は、前記第 2 の偏光板の吸収軸と平行である
請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】

前記画素電極及び前記共通電極は前記第 2 の基板に配置し、
前記画素電極と前記共通電極との間に電界を印加して前記液晶層を駆動する
請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】

前記液晶層の透過表示部における厚みを d_t 、反射表示部における厚みを d_r とし、
表示の明るさが最大になる液晶層の厚みを d_{max} としたとき、
前記液晶層は $d_r > d_t$ 及び $d_r = d_{max}$ を満たす
請求項 3 に記載の液晶表示装置。

【請求項 5】

前記液晶層は $1.6 d_t > d_r > d_t$ を満たす
請求項 4 に記載の液晶表示装置。

【請求項 6】

前記液晶層の透過表示部と反射表示部との厚みを変化させる段差層を、前記第 2 の基板に配置した
請求項 5 に記載の液晶表示装置。

【請求項 7】

前記段差層は、前記第 2 の基板と前記反射層との間に配置する絶縁層である
請求項 6 に記載の液晶表示装置。

【請求項 8】

前記段差層は、前記反射層と前記偏光層との間に配置する平坦化層である
請求項 6 に記載の液晶表示装置。

【請求項 9】

前記段差層は、前記偏光層と前記液晶層との間に配置する保護層である
請求項 6 に記載の液晶表示装置。

【請求項 10】

前記液晶層の透過表示部と反射表示部との厚みを変化させる段差層を、前記第 1 の基板に配置した
請求項 5 に記載の液晶表示装置。

【請求項 11】

前記第 1 の基板にはカラーフィルターが配置され、
前記カラーフィルターが前記段差層を兼ねる

請求項 10 に記載の液晶表示装置。

【請求項 12】

前記第 1 の基板にはカラーフィルタが配置され、
前記段差層は、前記カラーフィルタと前記液晶層との間に配置された保護層である
請求項 10 に記載の液晶表示装置。

【請求項 13】

前記共通電極は前記第 1 の基板に配置し、
前記画素電極は前記第 2 の基板に配置し、
前記液晶層は負の誘電率を持ち、
前記画素電極と前記共通電極との間に電界を印加して前記液晶層を駆動する
請求項 1 に記載の液晶表示装置。

10

【請求項 14】

前記液晶層の透過表示部における厚みを d_t 、反射表示部における厚みを d_r とし、
表示の明るさが最大になる液晶層の厚みを d_{max} としたとき、
前記液晶層は $d_r > d_t$ 及び $d_r = d_{max}$ を満たす
請求項 13 に記載の液晶表示装置。

【請求項 15】

前記液晶層は $d_t < d_r < 1.4 d_t$ を満たす
請求項 14 に記載の液晶表示装置。

【請求項 16】

前記透過表示部における液晶層の厚みは $2.7 \mu m$ 以上 $3.2 \mu m$ 以下であり、
前記反射表示部における液晶層の厚みは $3.2 \mu m$ 以上 $5.15 \mu m$ 以下である
請求項 3 に記載の液晶表示装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は液晶表示装置に係り、特に半透過型液晶表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

携帯電話などのモバイル機器に使用される液晶表示装置では、幅広い照明環境に対応できることから半透過型液晶表示装置が使用されている。半透過型液晶表示装置はその液晶表示パネルの表示領域を構成する一つの副画素（サブピクセル）内に透過領域と反射領域を有するものである。透過領域はバックライトからの光の透過量を制御することで透過型表示を実現する。一方、反射領域は外部からの光の反射量を制御することで反射型表示を実現する。つまり、半透過型液晶表示装置は暗い環境では主に透過型表示、明るい環境では主に反射型表示により表示画像の視認性を確保できるので幅広い照明環境での使用が可能となる。

30

【0003】

このような半透過型液晶表示装置を実現する方法として、液晶セル基板の外側に配置する偏光板とは別に、液晶セル内に偏光層を備える技術、つまり、偏光層を内蔵する技術が提案されている。下記特許文献 1、2 には、液晶セル内に偏光層を配置した液晶表示装置の構成について記載されている。

40

【0004】

一方、デジタル通信技術の進歩に伴い、いつでもどこでも動画を見ることができるよう環境が整いつつある。このため、モバイル機器に搭載される液晶表示装置に対しても動画をストレスなく鑑賞できることが望まれる。このためには液晶の高速応答化が必要となる。液晶の高速応答化を実現する方法としては液晶層の厚みを薄くすることが有効である。

【0005】

【特許文献 1】特開 2006 - 184325 号公報

【特許文献 2】特開 2006 - 71723 号公報

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

偏光板内蔵技術を適用する半透過型液晶表示装置では、表示に利用される光は反射領域において偏光板を4回通過する。一方、偏光板を内蔵しない半透過型液晶表示装置では、反射領域であっても偏光板を通過する回数は2回である。偏光板は光を吸収するものであるため、反射表示の明るさは偏光板内蔵技術適用する半透過型液晶表示装置ではそうでない半透過型液晶表示装置よりも暗くなる。

【0007】

また、動画をストレスなく鑑賞するために、液晶の応答時間を小さくすることが望まれているが、液晶の高速応答化のために液晶層を狭くすると、表示の明るさが低下してしまう。

【0008】

本発明はこのような従来技術の課題を解決するためになされたものであり、その目的は反射表示が明るく、さらに液晶の応答時間が小さい半透過型液晶表示装置を実現することにある。本発明のその他の目的や課題と新規な特徴については本明細書の記述及び添付図面を参照して明らかにする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は上記目的を達成するため、第1の基板と、第2の基板と、2つの基板間に挟持された液晶層と、前記第1の基板と前記第2の基板の外側にそれぞれ配置する第1の偏光板と第2の偏光板を備える液晶表示装置であって、

該液晶表示装置は1画素内に反射表示部と透過表示部を備え、前記第2の基板の反射表示部には、前記第2の基板と液晶層との間に反射層と偏光層を有し、前記偏光層の吸収軸は前記第2の偏光板の吸収軸と平行であり、前記透過表示部に備えた前記液晶層よりも前記反射表示部に備えた前記液晶層の厚みを厚くすることを特徴とする。

【0010】

また、透過表示部の液晶層の厚みを d_t 、反射表示部RAの液晶層の厚みを d_r とし、さらに表示の明るさが最大になる液晶層の厚みを d_{max} としたとき、 $d_r > d_t$ 及び $d_r = d_{max}$ を満足することを特徴とする。

【0011】

上記以外の手段については以下の記述で明らかとする。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、反射表示が明るく、さらに液晶の応答時間が小さい半透過型液晶表示装置を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下に、本発明の液晶表示装置の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【実施例1】

【0014】

図1は本発明の液晶表示装置を構成する液晶表示パネルの副画素(サブピクセル)100の主要部の概略構成を示す断面図である。また、図2(a)は本発明の液晶表示装置を構成する液晶表示パネルの副画素100の主要部の概略構成を示す平面図である。尚、図1は図2(a)のA-A'線に沿った断面構造を模式的に示す図である。

【0015】

以下、図1、図2をもとに本実施例にかかる液晶表示装置の構成について説明する。尚、本発明の液晶表示装置は液晶表示パネルと、その背面に配置する図示しないバックライトとから構成される。バックライトは液晶表示パネルをその背面側から照明するものである。バックライトとしてはエッジライト方式(導光体方式)、直下方式(反射板方式)、

10

20

30

40

50

面状光源方式などがある。バックライト 3 はこれらの方式やその他の方式の中から用途や目的、表示領域の大きさに合わせて最適な方式を選ばよい。

【0016】

また、図 3 は本発明の半透過型液晶表示装置に係る液晶表示パネル 1 の全体のレイアウトの一例を模式的に示すブロック図であり、図 3 に示すように、液晶表示パネル 1 は第 2 の基板 111 の中央部を含む領域に表示領域 2 が設けられる。表示領域 2 の上側には、データ線（信号線）7 に対して画像信号を出力するデータ駆動回路 300、左側にはゲート線（走査線）8 に対して走査信号を出力する走査駆動回路 4 が設置されている。これらの駆動回路は N チャンネル型と P チャンネル型の薄膜トランジスタ（TFT；Thin Film Transistor）による相補型回路から構成されるシフトレジスタ回路、レベルシフト回路、アナログスイッチ回路などから構成される。液晶表示パネル 1 は従来のアクティブマトリクス駆動型の液晶表示パネルと同様、複数のゲート線と、該ゲート線の延在方向に対して交差する方向に延在させた複数のデータ線が設けられており、ゲート線とデータ線とが交差するところにマトリクス状に副画素が配置される。

10

【0017】

尚、本発明の液晶表示装置は液晶表示パネルと、その背面に配置する図示しないバックライトとから構成される。バックライトは液晶表示パネルをその背面側から照明するものである。バックライトとしてはエッジライト方式（導光体方式）、直下方式（反射板方式）、面状光源方式などがある。バックライト 3 はこれらの方式やその他の方式の中から用途や目的、表示領域の大きさに合わせて最適な方式を選ばよい。

20

【0018】

本発明の液晶表示装置を構成する液晶表示パネル図 1 に示すように第 1 の基板 110 と第 2 の基板 111 と第 1 の基板 110 と第 2 の基板 111 との間との間に配置された液晶層 200 と、第 1 の基板 110 において液晶層 200 の配置側とは反対側に配置された第 1 の偏光板 210 と、第 2 の基板 111 において液晶層 200 の配置側とは反対側に配置された第 2 の偏光板 211 とから構成されている。

【0019】

第 1 の基板 110 と第 2 の基板 111 は絶縁性を有し、平坦かつ透明で光学的に等方な透明体を用いる。第 1 の基板 110 や第 2 の基板 111 としてはガラスが一般的であるが、上記要件を満たし、さらに耐熱性や耐久性を改良した高分子フィルムを用いることができる。

30

【0020】

第 2 の基板 111 の液晶層 200 に近接する側には、スイッチング素子 120 を備える。スイッチング素子はポリシリコンやアモルファスシリコンあるいは有機物からなる半導体層を備える薄膜トランジスタから構成される。ここでは 1 例としてポリシリコンからなる薄膜トランジスタの場合を説明するが本発はこれに限定されるものではない。ポリシリコン薄膜トランジスタからなるスイッチング素子 120 はソース・ドレイン領域やチャネル領域となる半導体層 121 などを含むポリシリコン層の上にゲート絶縁膜 122、ゲート電極 123、第 1 の層間絶縁膜 124、電極層 125A、電極層 125B、第 2 の層間絶縁膜 126 を有する。

40

【0021】

ゲート絶縁膜 122、第 1 の層間絶縁膜 124 は例えば SiO_x （酸化シリコン）からなり、第 2 の層間絶縁膜 126 は例えば SiN_x （窒化シリコン）からなる。

【0022】

電極層 125A および電極層 125B としては金属電極材料を用いればよく、例えばアルミニウム層の上下をチタン（Ti）やタングステン（W）などでサンドイッチした三層積層構造の膜を用いることができるがこれに限定されるものではない。電極層 125A および電極層 125B は第 1 の層間絶縁膜 124 に形成した開口を通して、半導体層 121 のソース領域とドレイン領域とにそれぞれ接続する。

【0023】

50

尚、スイッチング素子 120 と第 2 の基板 111 との間には透明基板から半導体層 121 やゲート絶縁膜 122 への Na や K などのイオンの混入をブロックするために下地層 113 を設けると良い。下地層 113 は透明基板側から順に SiNx などからなる層と SiOx などからなる層を積層した構造とする。

【0024】

透過表示部 TA では、第 1 の基板 110 は液晶層 200 に近接する側にカラーフィルター 220 と第 1 の保護層 230 とを備える一方、第 2 の基板 111 は液晶層 200 と近接する側から、画素電極 190、第 1 の絶縁層 180、共通電極 170、第 2 の保護層 160、平坦化層 140、第 2 の絶縁層 127 を備える。

【0025】

反射表示部 RA では第 1 の基板 110 は透過表示部と同様に液晶層 200 に近接する側にカラーフィルター 220 と第 1 の保護層 230 とを備える。一方、第 2 基板 111 は、液晶層 200 と近接する側から、画素電極 190、第 1 の絶縁層 180、共通電極 170、第 2 の保護層 160、偏光層 150、平坦化層 140、反射層 130、第 2 の絶縁層 127 を備える。

【0026】

カラーフィルター 220 は個々の副画素が担当する色、例えば赤色、緑色、青色などの加法混色の 3 原色、あるいは、黄色、マゼンタ色、シアン色など減法混色の 3 原色、あるいは青緑色や黄緑色など、その副画素に所望の色を透過するものを用いる。

【0027】

また、反射表示部 RA では外部からの光がカラーフィルターを 2 回通るため、反射表示部 RA と透過表示部 TA とで色の濃さ、厚み、あるいは被覆面積を変えるようにしても良い。

【0028】

また、カラーフィルター 220 の液晶層 200 に近接する側に、配向膜が積層されている。

【0029】

配向膜としてはポリイミド系高分子、あるいはダイヤモンドライクカーボンなどを用いる。

【0030】

画素電極 190 はインジウム錫酸化物 (ITO) からなる透明電極である。また、共通電極 170 も同様の透明電極から構成される。透明電極としてはインジウム亜鉛酸化物 (InZnO) などその他の透明な導電材料を使用することが出来る。

【0031】

また、画素電極 190 は第 1 の絶縁層 180、共通電極 170、第 2 の保護層 160、偏光層 150、平坦化層 140、反射層 130、第 2 の絶縁層 127、層間絶縁膜 126 を貫通する開口 (スルーホール) 195 を介して、スイッチング素子 120 を構成する電極層 125A と接続する。スルーホール 195 は直接、画素電極 190 と同じ導電材料で充填する、或いは、電極層 125A と画素電極 190 を構成する電極材料の接触性を高めるために図示しない中間層を設けても良い。

【0032】

尚、共通電極 170 はスルーホール 195 において画素電極 190 と接触することがないように、スルーホール 195 に相当する位置に開口を設けて、画素電極とは完全に分離する。

【0033】

画素電極 190 は図 2 (a) に例示するとおり、櫛歯状に形成する。

【0034】

反射層 130 は可視光を反射する材料を用いればよく、例えばアルミニウム Al や銀 Ag 等の反射率の高い金属材料で形成する。

【0035】

10

20

30

40

50

本実施例において、偏光層 150 は反射表示部 R A における反射層 130 の上かつ共通電極 170 の下に形成する。反射層 130 の上かつ共通電極 170 の下に形成することにより、画素電極 190 及び共通電極 170 に電圧印加した場合、偏光層による電圧降下の影響がなくなる。

【0036】

偏光層 150 の下には必要に応じて、平坦化層 140 を塗布する。平坦化層 140 を塗布し、偏光層 150 を平坦化することにより、偏光層性能を低下させるのを防ぐことができる。偏光層 150 は所定の軸方向に振動面を有する直線偏光は吸収し、この軸と直交する方向に振動面を有する直線偏光は透過するものである。偏光層 150 は例えば非特許文献 1 や非特許文献 2 に記載されているリオトロピック液晶染料を用い、それを塗布すること
10

【0037】

反射表示部 R A 及び透過表示部 T A には共に偏光層 150 よりも上層に位置する部分に共通電極 170 を形成する。つまり、透過表示部 T A では偏光層 150 の有無に関わらず共通電極 170 を形成する。この際、少なくとも偏光層 150 と共通電極 170 の間に必要に応じて第 2 の保護層 160 を設けても良い。

【0038】

第 2 の保護層 160 は偏光層 150 を偏光層形成後の工程で劣化することを保護すること、あるいは、偏光層 150 から不純物が染み出し他の構造物を汚染することを防止するため、必要な場合に設ける。第 2 の保護層 160 としては可視光に対して透明な材料が良く、ポリイミド系やアクリル系などの透明樹脂材料、あるいは SiO_x (酸化シリコン) や SiN_x (窒化シリコン) などの透明な無機材料が使用できる。特に保護層として高い性能を求めるなら緻密な層が形成できる SiN_x が望ましい。
20

【0039】

なお、例えばフォトリソグラフィ技術により偏光層 150 を透過領域 T A から除去する場合、レジスト材料として透明な感光性レジスト材料を用い透過表示部 T A から偏光層を除去した後も、反射表示部 R A ではこのレジスト材を偏光層 150 上に残し、これを第 2 の保護膜 160 としても良い。この場合は工程数が少なく出来るという効果がある。

【0040】

本発明の液晶表示装置の特徴は、反射表示部 R A の液晶層の厚みが透過表示部 T A の液晶層の厚みよりも厚いことにある。本実施例では、第 2 の基板 111 の反射層 130 の下に形成する第 2 の絶縁層 127 の厚みを透過表示部 T A と反射表示部 R A で変えることで透過表示部 T A と反射表示部 R A における液晶層 200 の厚みを変えている。第 2 の絶縁層 127 の表面は反射表示部 R A においては反射層 130 の表面を凹凸形状にするための下地となる。この凹凸形状はフォトリソグラフィ技術などを用いて実現することができるが、この工程の際、反射表示部 R A の絶縁層を透過表示部 T A の絶縁層よりも多く除去することで、反射表示部 R A の絶縁層の平均的な厚みを透過表示部よりも小さくする。反射表示部 R A の絶縁層の平均厚みを透過表示部における絶縁層の厚みよりも小さくすれば、反射表示部 R A の液晶層の厚みは透過表示部 T A の液晶層の厚みよりも厚くなる。この場合、反射表示部 R A と透過表示部 T A の液晶層の厚みを変えるために、新たな工程や、新たな層を増やす必要がない。
30
40

【0041】

尚、偏光層 150 の上に平坦化層 140 を塗布する場合、平坦化層 140 はその下地の段差 (高さの差) を軽減する効果があるため、透過表示部 T A と反射表示部 R A の段差は透過表示部 T A と反射表示部 R A の液晶層 200 の厚さの差よりも大きく設定する必要がある。

【0042】

第 1 の絶縁層 180 及び画素電極 190 の上にはこれらを被覆する配向膜 (不図示) を形成する。配向膜は第 1 の透明基板に形成する配向膜と同様、ポリイミド系高分子、ある
50

いはダイヤモンドライクカーボンなどを用いる。

【0043】

第1の基板110と第2の基板111は配向膜形成面を向かい合わせ、図示しないスペーサにより一定の間隙を設けた状態で枠状のシール材で周囲を接着することで内部に空間を形成する。この空間に誘電異方性が正のネマチック液晶を封入し、封止することで液晶層200が設けられる。液晶層200は第1の基板110と第2の基板111上に形成された配向膜に施される配向処理により、その液晶分子長軸の配向方向が規定される。液晶層200の液晶配向方向は、2枚の基板110, 111間で挟じれない、いわゆるホモジニアス配向とする。

【0044】

液晶層200の液晶分子長軸の配向方向（液層配向方向）200Aは図2（b）に示すとおり、画素電極の長手方向190Aに対し、角度 α だけ傾ける。この角度 α は ± 5 度から ± 30 度の範囲内に設定され、配向の安定性や表示の明るさを考慮すると角度 α は ± 7 度から 15 度とすることが望ましい。

【0045】

また、第1の偏光板の吸収軸210Aと第2の偏光板の吸収軸211Aは互いに直交し、液晶層200の液晶分子長軸の配向方向（液層配向方向）200Aは第1の偏光板の吸収軸210Aと平行または直交するようにする。さらに本発明の半透過型表示装置では偏光層の吸収軸150Aは第2の偏光板の吸収軸211Aと平行な方向とする。

【0046】

ここでは図2（b）に示す通り、画素電極の長手方向190Aはデータ線7が伸びる方向と平行とし、第1の偏光板の吸収軸210Aと液晶配向方向200Aはともに画素電極の長手方向190Aに対して角度 α （例えば 10 度）だけ傾ける。また、第2の偏光板の吸収軸211A及び偏光層の吸収軸150Aはともに第1の偏光板の吸収軸210A及び液晶配向方向200Aに対し直交させる。

【0047】

従って、偏光層150として、例えば非特許文献（Y. Ukai et al., “Current Status and Future Prospect of In-Cell Polarizer Technology”, SID 04 DIGEST, p1170-1173, 2004）に記載の材料を用いる場合は、その塗布方向を画素電極の長手方向に対し、角度 α 傾いた方向とすれば良い。

【0048】

図4は本発明の半透過表示装置に係る液晶表示パネル1の表示領域2に構成されたアクティブマトリクス等の等価回路図である。液晶表示パネル1は従来のアクティブマトリクス駆動型の液晶表示パネルと同様、複数のゲート線と、該ゲート線の延在方向に対して交差する方向に延在させた複数のデータ線が設けられており、図4に示すようにm本のゲート線G1, G2, ..., Gmとn本のデータ線D1, D2, ..., Dnとの交差するところにマトリクス状に副画素100が配置される。また、共通電極は少なくともゲート線と同じ方向に延在するように形成すればよく、図4では便宜上、m本の共通電極CT1, CT2, ..., CTmと表記している。あるいはゲート線と同じ方向に延在する共通電位配線をm本設けて、各副画素に形成する共通電極を接続するようにしても良い。あるいは、共通電極はスルーホールなど不要な部分を除いて表示領域を全域を覆うように形成しても良い。いずれにしても共通電極は所定の電位に制御できるように接続する。

【0049】

各副画素は等価回路図では画素電極と共通電極とこれら電極に挟まれた第1の絶縁層180により形成される容量素子（蓄積容量）Cstと、液晶層により形成される容量素子C1cと、スイッチング素子120を有する。

【0050】

副画素の駆動は1行目のゲート線G1からターンオン電圧を順次供給し、1フレーム期間内にm行のゲート線に対して順次この電圧（走査信号）を供給する。走査信号によってスイッチング素子120がオン状態になると、データ線7から画像信号に応じた電圧がス

10

20

30

40

50

スイッチング素子 120 を介して画素電極に供給される。つまり、あるゲート線にターンオン電圧が供給されている間はそのデータ線に接続されたスイッチング素子は全てオン状態となり、それに同期して n 列のデータ線にデータ電圧が供給される。すなわち、液晶表示パネル 1 の駆動方法は従来のアクティブマトリクス駆動型の IPS 方式の液晶表示装置と同じであるので詳細な説明は省略する。

【0051】

図 5 は本発明の半透過型液晶表示装置の主要部の構成を示す概略断面図である。この半透過型液晶表示装置は液晶表示パネル 1 と、その背面に配置するバックライト 3 とから構成される。

【0052】

液晶表示パネル 1 は上記説明の通り、第 1 の基板 110 と第 2 の基板 111 を有する。一般に第 2 の基板 111 は第 1 の基板 110 よりも大きな基板とし、第 2 の基板 111 の第 1 の基板 110 側の面上であって、第 1 の基板 110 に覆われない領域に画像信号などの映像情報を電気的信号として外部と接続する領域を有する。つまり、液晶表示パネル 1 は第 2 の基板 111 上であって、第 1 の基板 110 が重なっていない領域にフレキシブルプリント回路板 (FPC) 50 を備え、この FPC 50 を介して外部と電氣的に接続する。また、この領域には必要に応じてドライバとして機能する半導体チップ (不図示) を実装してもよい。

【0053】

バックライト 3 は液晶表示パネル 1 の表示領域をその背面側から照明するものである。バックライト 3 としてはエッジライト方式 (導光体方式)、直下方式 (反射板方式)、面状光源方式などがある。バックライト 3 はこれらの方式やその他の方式の中から用途や目的、表示領域の大きさに合わせて最適な方式を選べばよい。ここでは、エッジライト方式のバックライトについて説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0054】

バックライト 3 は、裏面に白色顔料によるドット印刷、或いは微細な凹凸形状やレンズ形状等の光の進行方向を変える手段を形成した透明な樹脂からなる導光体 60 と、導光体 60 の端面に配置した光源 61 と、導光体 60 の裏面側に配置した反射シート 62 と、導光体 60 の表面側に配置したプリズムシートや、拡散シートなどの光学フィルム 63 とを有する。

【0055】

光源 61 としては冷陰極管や熱陰極管などの線状光源や発光ダイオード (LED) などの点状光源を使用することができる。ここでは以下、光源 61 として LED を使用する場合を説明するが本発明はこれに限定されるものではない。光源 61 として LED を用いる場合は、光源からの光を導光体 60 に効率よく入射させるため、図示しない反射体を設けたり、LED の発光部の周囲に形成するモールド樹脂の形状を工夫すると良い。

【0056】

この構成において、光源 61 から出射し、導光体 60 に入射する光は全反射しながら導光体 60 内を伝播する。導光体 60 内を伝播する光のうち導光体裏面に施された、光の進行方向を変える手段に至った光は、その進行方向が変わり、導光体 60 の表面側から出射する。導光体 60 から出射する光は、プリズムシートや拡散シートなどの光学フィルム 63 により出射角度の分布や、面内での輝度分布が調整された後、液晶表示パネル 1 に照射される。

【0057】

次に、本実施例のパネル構成における、透過表示部、反射表示部の動作について説明する。

【0058】

透過表示部 TA では、以下のように動作する。バックライトから出射し、液晶表示パネルに照射される光のうち透過表示部 TA に入射する光は第 2 の偏光板 211 を通過した後、液晶層 200 を通過して第 1 の偏光板 210 に入射する。この際、駆動電圧が 0 V、つ

10

20

30

40

50

まり、画素電極と共通電極とに電位差がなく電界が形成されない場合、液晶分子の配向方向は変わらないので液晶層 200 を通過する光の偏光状態は維持される。このため、液晶層 200 を通過する光は第 1 の偏光板 210 で吸収されて黒（暗）表示となる。

【0059】

一方、所定の駆動電圧を画素電極に印加し、共通電極との間に所定の電界を形成すると、液晶の配向方向が変わるため、第 2 の偏光板を通過して液晶層に入射する光は液晶層 200 を通過する際、その偏光状態が変化する。このため、液晶層 200 を通過する光はその偏光状態の変化に応じた量の光が第 1 の偏光板 210 を透過するため所定の明るさの表示となる。つまり、駆動電圧が零の場合に黒（暗）表示となり、所定の駆動電圧が印加されると明表示となる、所謂、ノーマリーブラック型となる。

10

【0060】

一方、反射表示部 RA では、以下のように動作する。外部、すなわち液晶表示パネルの前面側から液晶表示パネルの反射領域 RA に入射する光は、第 1 の偏光板 210 を通過した後、液晶層 200 を通過し、偏光層 150 に入射する。

【0061】

この際、駆動電圧が 0 V、つまり、画素電極と共通電極とに電位差がなく電界が形成されない場合、液晶分子の配向方向は変わらないので液晶層 200 を通過する光の偏光状態は維持される。このため、液晶層 200 を通過する光はその大部分が偏光層 150 で吸収されほとんど外部へは反射しないので黒（暗）表示となる。

【0062】

一方、所定の駆動電圧を画素電極に印加し、共通電極との間に所定の電界を形成すると、液晶の配向方向が変わり、液晶層 200 を通過する光に偏光状態の変化が生じる。このため、液晶層 200 を通過する光はその偏光状態の変化に応じた量の光が偏光層 150 を透過して反射層 130 に入射する。反射層 130 に入射する光は反射層 130 で反射して再び偏光層 150 に入射するが、反射層 130 での反射の際、偏光層 150 を透過した光の偏光状態はほぼ維持される。このため、再び偏光層 150 に入射する光はその大部分が透過し、液晶層 200 を通過して第 1 の偏光板 210 に入射する。この際、液晶層 200 を通過する光の偏光状態は同様に変化する。このため、液晶層 200 を通過する光はその偏光状態の変化に応じた量の光が第 1 の偏光板 210 を透過するため所定の明るさの表示となる。つまり、駆動電圧が零の場合に黒（暗）表示となり、所定の駆動電圧が印加されると明表示となる、所謂、ノーマリーブラック型の反射表示を実現する。

20

30

【0063】

ここで液晶のリタデーション $\Delta n d$ と、透過率および反射率との関係について注目をする。

【0064】

図 6 に本発明の半透過型液晶表示装置液晶のリタデーション $\Delta n d$ （液晶の屈折率異方性 Δn に液晶層の厚さ d をかけた値）と反射率及び透過率の関係の一例を示す。図 6 では、リタデーション $\Delta n d$ （nm）を横軸に、反射率又は透過率を縦軸にとり、反射表示部、透過表示部それぞれについて特性を表している。また、図 6 では液晶材料の屈折率異方性 Δn は 0.1 と一定としているため、リタデーションの変化は液晶層の厚さ d の変化と同等である。図 6 から、反射率及び透過率の最大値となるリタデーション $\Delta n d$ の値は 400 nm であり、従って液晶層厚み d が 4 μm のとき透過率及び反射率が最大となることが分かる。つまり、表示の明るさが最大になる液晶層の厚み d_{max} が存在する。一方、液晶層の厚みは液晶の応答時間にも影響しており、液晶層の厚みを小さくすると液晶の応答時間が短くなることが知られている。動画を鑑賞する際のストレスを小さくするには液晶層を薄くして液晶の応答時間を小さくすることが望ましい。

40

【0065】

従って、液晶表示の輝度と動画応答とを両立させるため、これら双方を考慮して透過表示領域、反射表示領域の液晶膜厚を決定する必要がある。

【0066】

50

ここで、透過表示と反射表示を比べた場合、一般的に透過表示は反射表示に対して色純度やコントラスト比が高く、より高品位な表示が望まれている。このため動画表示に関しても特に透過表示には液晶の高速応答化が望まれる。一方、反射表示領域においては、図 1 に示すように液晶セル内に偏光層 150 を配置するため、光が偏光層を 4 回透過し、原理的に取り出せる光量は少ない。従って、高速応答化よりもむしろ輝度の向上の方が優先される。このような透過表示領域、反射表示領域それぞれの要請から、本発明では、透過表示部 T A より反射表示部 R A の液晶層 200 の厚みを厚くする構成とする。つまり、透過表示部 T A の液晶層の厚みを d_t 、反射表示部 R A の液晶層の厚みを d_r とした場合、 $d_r > d_t$ とする。この際、反射表示部 R A の液晶層の厚みは表示の明るさが最大になる液晶層の厚み d_{max} と等しくすることが透過表示部における液晶の高速応答化と反射表示部の表示の明るさを両立する上でより望ましい。

10

【0067】

従って、本発明の液晶表示装置では $d_r > d_t$ 及び $d_r = d_{max}$ を満足する構成とすることが望ましい。

【0068】

透過表示部、反射表示部の液晶層の厚みについて、具体的な最適値を図 7 を用いて説明する。図 7 (A) では、横軸を液晶層の厚み (μm)、縦軸を透過率として透過表示部の特性を表している。尚、縦軸の透過率は最大値を 1 として表示している。一方、図 7 (B) では、横軸を液晶層の厚み (μm)、縦軸を反射率として反射表示部での特性を表している。尚、縦軸の反射率は最大値を 1 として表示している。

20

【0069】

ここで、図 7 (A) から分かるように、透過率の点からは液晶の厚み $4 \mu m$ 付近が望ましいが、これでは透過領域における十分な応答速度を得ることができない。このため、本実施例では、透過率を最大値の 75% 以上 90% 以下に抑え、その分液晶層の厚みを薄くする構成をとる。図中の点線で示すように、この際の液晶層の厚みは $2.7 \mu m$ 以上 $3.2 \mu m$ 以下とした。

【0070】

一方、図 7 (B) に示す反射表示部では、透過表示部と同様の液晶層の厚み ($2.7 \mu m$ 以上 $3.2 \mu m$ 以下) に設定したのでは、反射率が最大値の 58% 以上 82% 以下となり、上述した理由からも、反射領域における十分な光量を確保することが出来なくなる。このため、反射表示領域においては、透過表示領域よりも光量を優先し、液晶の厚みの範囲を $3.2 \mu m$ 以上 $5.15 \mu m$ 以下とした。尚、透過表示部の液晶層の厚み d_t 、反射表示部の液晶層の厚み d_r の関係式で表すと、 $1.6 d_t > d_r > d_t$ となる。

30

【0071】

上記の通り、本発明の液晶表示装置では、反射領域の液晶層の厚みを透過領域の液晶層の厚みより厚くすることで、反射表示が明るく、さらに透過表示における液晶の応答時間が小さい半透過型液晶表示装置を実現することができる。

【実施例 2】

【0072】

次に本発明の液晶表示装置の第二の実施例について、図 8、図 9 を用いて説明する。

40

【0073】

図 8、図 5 共に本実施例の液晶表示装置を構成する液晶表示パネルの副画素 (サブピクセル) 100 の主要部の概略構成を示す断面図である。

【0074】

図 8 の構成では、第 2 の基板 111 の液晶層 200 に近接する側に形成される偏光層 150 の位置が、画素電極 190 と共通電極 170 の間である点が実施例 1 の図 1 と異なる。また、図 9 の構成では、第 2 の基板 111 の液晶層 200 に近接する側に形成される偏光層 150 の位置が画素電極 190 と液晶層 200 の間である点が実施例 1 の図 1 と異なる。図 8、図 9 共に、その他の構成については図 1 と同様である。

50

【 0 0 7 5 】

このように、セル内に内蔵する偏光層 1 5 0 の配置を換えることにより、液晶パネルの製造工程数を少なくすることが可能となる。

【 0 0 7 6 】

図 8 の構成では、フォトリソグラフィ技術により偏光層 1 5 0 を透過表示部 T A から除去する際、レジスト材料として透明な感光性レジスト材料を用いることにより、透過表示部 T A から偏光層を除去した後も反射表示部 R A ではこのレジスト材を偏光層 1 5 0 上に残し、これを第 1 の絶縁層 1 8 0 とすることが可能となる。

【 0 0 7 7 】

また、図 9 の構成では、フォトリソグラフィ技術により偏光層 1 5 0 を透過表示部 T A から除去する際、レジスト材料として透明な感光性レジスト材料を用いることにより、透過表示部 T A から偏光層を除去した後も反射表示部 R A ではこのレジスト材を偏光層 150 上に残し、これを液晶の配向膜とすることが可能となる。更に、保護層等を形成する層数も減少することが可能となる。

【 0 0 7 8 】

以上説明した図 8 , 図 9 の構成では、実施例 1 で得られる効果に加え、製造工程数を減少するという効果も得ることができる。

【 実施例 3 】

【 0 0 7 9 】

次に本発明の液晶表示装置の第三の実施例について、図 1 0 ~ 図 1 6 を用いて説明する。本実施例では、透過領域と反射領域とで液晶層の厚みに違いを持たせるための具体的構成について説明する。

【 0 0 8 0 】

図 1 0 は本実施例を構成する液晶表示パネルの副画素（サブピクセル）1 0 0 の主要部の概略構成を示す断面図である。液晶表示装置は反射層 1 3 0 と偏光層 1 5 0 との間の平坦化層 1 4 0 の厚みを変えることで透過表示部 T A と反射表示部 A の液晶層の厚みを変えている。それ以外は実施例 1 の液晶表示装置と同様である。この構成では、フォトリソグラフィ技術などの適用により、一旦、全面に塗布した平坦化層を反射表示部 R A からより多く除去することで、透過表示部 T A の平坦化層 1 4 0 の厚みを反射表示部よりも厚くする。

【 0 0 8 1 】

図 1 1 は本実施例の他の構成を示す断面図である。この構成の液晶表示装置は偏光層 1 5 0 と共通電極 1 7 0 との間の第 2 の保護層 1 6 0 の厚みを透過領域と反射領域で変えることで、透過表示部 T A と反射表示部 R A における液晶層の厚みを変えている。それ以外は実施例 1 の液晶表示装置と同様である。この構成では、フォトリソグラフィ技術などの適用により、一旦、全面に塗布した保護層を反射領域からより多く除去することで、透過領域の第 2 の保護層 1 6 0 の厚みを反射領域よりも厚くする。

【 0 0 8 2 】

図 1 2 は本実施例の他の構成を示す断面図である。この構成の液晶表示装置は共通電極 1 7 0 上に配置する第 1 の絶縁層 1 8 0 にて透過表示部 T A と反射表示部 R A の境界で段差の形成をする。それ以外は実施例 1 の液晶表示装置と同様である。この構成では、フォトリソグラフィ技術などの適用により、一旦、全面に塗布した絶縁層を反射表示部 R A からより多く除去することで、透過表示部 T A の第 1 の絶縁層 1 8 0 の厚みを反射表示部 R A よりも厚くする。

【 0 0 8 3 】

図 1 3 は本実施例の他の構成を示す断面図である。この構成の液晶表示装置は第 1 の基板 1 1 0 上に配置するカラーフィルター 2 2 0 において段差を形成して、反射表示部 R A と透過表示部 T A の厚みを変える。それ以外は実施例 1 の液晶表示装置と同様である。この構成では、第 1 の基板に色素膜を塗布し、パターン露光，現像処理を施すことで、反射表示部 R A において 3 色及び、透過表示部 T A において 3 色からなるカラーフィルター

10

20

30

40

50

２２０を形成する。ここで、反射表示部ＲＡにおけるカラーフィルタ－２２０は透過表示部ＴＡにおけるカラーフィルタ－２２０より薄くするためにフォトリソグラフィ技術を利用してもよい。色素膜を塗布し、パターン露光，現像処理を６回施してもよい。また、ハーフトーン露光技術を用いて、カラーフィルタ－２２０を形成すれば、色素膜を塗布，パターン露光，現像処理を３回になるため、プロセス行程を少なくすることが可能である。更に、この構成では、反射表示部ＲＡのカラーフィルタ－２２０を薄くするため、反射表示をより明るくする効果を得ることができる。

【００８４】

図１４は本実施例の他の構成を示す断面図である。この構成の液晶表示装置はカラーフィルタ－２２０上に配置する第１の保護層２３０の厚みを変えることで透過表示部ＴＡと反射表示部ＲＡの液晶層の厚みを変えている。それ以外は実施例１の液晶表示装置と同様である。この構成では、第１の保護層２３０をカラーフィルタ－２２０上に形成する際、フォトリソグラフィ技術などの適用により、一旦、全面に塗布した保護層を反射表示部ＲＡからより多く除去することで、透過表示部ＴＡの第１の保護層２３０の厚みを反射表示部ＲＡよりも厚くする。

【００８５】

図１５は本実施例の他の構成を示す断面図である。この構成の液晶表示装置は第１の保護層２３０と液晶層２００との間に第１の段差層２４０を形成することにより、透過表示部ＴＡと反射表示部ＲＡの液晶層の厚さを変えている。それ以外は実施例１の液晶表示装置と同様である。図１５では第１の保護層２３０上に第１の段差層２４０を形成しているが、カラーフィルタ－２２０上に形成しても良い。この構成では、フォトリソグラフィ技術などの適用により、一旦、全面に塗布した段差層用の材料を反射領域から除去することで、透過領域のみに段差層を形成する。

【００８６】

図１６は本実施例の他の構成を示す断面図である。この構成の液晶表示装置は第１の基板１１０とカラーフィルタ－２２０との間に第２の段差層２５０を形成することにより、透過表示部ＴＡと反射表示部ＲＡの液晶層の厚みを変える。それ以外は実施例１の液晶表示装置と同様である。この構成では、フォトリソグラフィ技術などの適用により、一旦、全面に塗布した段差層用の材料を反射表示部ＲＡから除去することで、透過表示部ＴＡのみに第２の段差層２５０を形成する。

【実施例４】

【００８７】

次に本発明の液晶表示装置の第四の実施例について、図１７～図２１を用いて説明する。

【００８８】

図１７は本発明の液晶表示装置を構成する液晶表示パネルの副画素（サブピクセル）１００の主要部の概略構成を示す断面図である。本実施例の液晶表示装置は液晶の初期配向状態が基板面に対して垂直に配向しており、画素電極と共通電極との間に基板面に対して垂直な電界を印加して液晶層を駆動するVertical Alignment（ＶＡ）方式である。また、図１８（ａ）は本発明の液晶表示装置を構成する液晶表示パネルの副画素１００の主要部の概略構成を示す平面図である。尚、図１７は図１８（ａ）のＢ－Ｂ'線に沿った断面構造を模式的に示す図であり、実施例１と重複する個所については説明を省略する。

【００８９】

本発明の液晶表示装置を構成する液晶表示パネルは図１７に示すように第１の基板１１０と第２の基板１１１と第１の基板１１０と第２の基板１１１との間との間に配置された液晶層２００と、第１の基板１１０において液晶層２００の配置側とは反対側に配置された第１の偏光板２１０と、第２の基板１１１において液晶層２００の配置側とは反対側に配置された第２の偏光板２１１とから構成されている。

【００９０】

透過表示部ＴＡでは、第１の基板１１０は液晶層２００に近接する側にカラーフィルタ

ー 2 2 0 と第 1 の保護層 2 3 0 と共通電極 1 7 0 と配向制御用の突起 2 6 0 とを備える一方、第 2 の基板 1 1 1 は液晶層 2 0 0 と近接する側から、画素電極 1 9 0 , 第 2 の保護層 1 6 0 , 平坦化層 1 4 0 , 第 2 の絶縁層 1 2 7 を備える。

【 0 0 9 1 】

反射表示部 R A では第 1 の基板 1 1 0 は透過表示部と同様に液晶層 2 0 0 に近接する側にカラーフィルター 2 2 0 と第 1 の保護層 2 3 0 と共通電極 1 7 0 と配向制御用の突起 2 6 0 とを備える。一方、第 2 基板 1 1 1 は、液晶層 2 0 0 と近接する側から、画素電極 1 9 0 , 第 2 の保護層 1 6 0 , 偏光層 1 5 0 , 平坦化層 1 4 0 , 反射層 1 3 0 , 第 2 の絶縁層 1 2 7 を備える。

【 0 0 9 2 】

カラーフィルター 2 2 0 の液晶層 2 0 0 に近接する側に、配向膜（不図示）が積層されている。配向膜としてはポリイミド系高分子、あるいはダイヤモンドライクカーボンなどを用いる。また、液晶が垂直配向になるように配向膜を形成する。

【 0 0 9 3 】

また、画素電極 1 9 0 は第 2 の保護層 1 6 0 , 偏光層 1 5 0 , 平坦化層 1 4 0 , 反射層 1 3 0 , 第 2 の絶縁層 1 2 7 , 層間絶縁膜 1 2 6 を貫通する開口（スルーホール）1 9 5 を介して、スイッチング素子 1 2 0 を構成する電極層 1 2 5 A と接続する。スルーホール 1 9 5 は直接、画素電極 1 9 0 と同じ導電材料で充填する、或いは、電極層 1 2 5 A と画素電極 1 9 0 を構成する電極材料の接触性を高めるために図示しない中間層を設けても良い。

【 0 0 9 4 】

画素電極 1 9 0 は図 1 8 に例示するとおり、画素毎に分離したベタ状の電極とする。

【 0 0 9 5 】

配向制御用の突起 2 6 0 は共通電極 1 7 0 の液晶層 2 0 0 側に形成する。

【 0 0 9 6 】

透過表示部 T A と反射表示部 R A における液晶層 2 0 0 の厚みを変化させるために以下のような構成とした。

【 0 0 9 7 】

本実施例では、第 2 の基板 1 1 1 の反射層 1 3 0 の下に形成する第 2 の絶縁層 1 2 7 の厚みを透過表示部 T A と反射表示部 R A で変えることで透過表示部 T A と反射表示部 R A における液晶層 2 0 0 の厚みを変えている。第 2 の絶縁層 1 2 7 の表面は反射表示部 R A においては反射層 1 3 0 の表面を凹凸形状にするための下地となり、この凹凸形状はフォトリソグラフィ技術を用いて実現している。第 2 の絶縁層 1 2 7 にて凹凸形状を形成する際、従来より絶縁層を 1 ~ 2 μ m 程度厚く塗布し、透過表示部 T A の第 2 の絶縁層 1 2 7 は塗布した形状が残るように、露光を行うと、反射表示部 R A と透過表示部 T A の第 2 の絶縁層 1 2 7 に段差を形成することができる。

【 0 0 9 8 】

また、第 2 の基板 1 1 1 の反射表示部 R A のみに偏光層 1 5 0 を配置する。偏光層 150 は反射層 1 3 0 の上に形成する。必要に応じて、反射層 1 3 0 と偏光層 1 5 0 の間に平坦化層 1 4 0 を形成してもよい。この場合、偏光層 1 5 0 の凹凸が平坦化層 1 4 0 によって低減され、偏光層 1 5 0 の偏光特性が低下することを抑制することができる。

【 0 0 9 9 】

尚、偏光層 1 5 0 の上の第 2 の保護層 1 6 0 や反射層 1 3 0 上の平坦化層 1 4 0 は反射表示部 R A だけでなく、透過表示部 T A にも塗布する場合、第 2 の保護層 1 6 0 と平坦化層 1 4 0 は透過表示部 T A と反射表示部 R A における第 2 の絶縁層 1 2 7 の高さの差を軽減する効果があるため、透過表示部 T A と反射表示部 R A の段差は透過表示部 T A と反射表示部 R A の液晶層 2 0 0 の厚さの差よりも大きく設定する必要がある。

【 0 1 0 0 】

画素電極 1 9 0 の上にはこれらを被覆する配向膜（不図示）を形成する。配向膜は第 1 の基板 1 1 0 に形成する配向膜と同様、液晶の初期配向方向が垂直になるように形成する

10

20

30

40

50

。

【 0 1 0 1 】

第 1 の基板 1 1 0 と第 2 の基板 1 1 1 は配向膜形成面を向かい合わせ、図示しないスペーサ - により一定の間隙を設けた状態で枠状のシール材で周囲を接着することで内部に空間を形成する。この空間に誘電異方性が負のネマチック液晶を封入し、封止することで液晶層 2 0 0 が設けられる。液晶層 2 0 0 は第 1 の基板 1 1 0 と第 2 の基板 1 1 1 上に形成された配向膜に施される配向処理により、その液晶分子長軸の配向方向が規定される。液晶層 2 0 0 の初期の液晶配向方向は、2 枚の基板 1 1 0 , 1 1 1 に対して垂直方向である。

。

【 0 1 0 2 】

10

図 1 8 (b) は第 1 の偏光板 2 1 0 の直線偏光の吸収軸 2 1 0 A と、第 2 の偏光板 2 1 1 の直線偏光の吸収軸 2 1 1 A と、液晶層 2 0 0 の駆動電圧印加後の液晶分子長軸の配向方向 2 0 0 A と、偏光層 1 5 0 の直線偏光の吸収軸 1 5 0 A と、配向制御用突起 2 6 0 の長軸方向 2 6 0 A の関係の一例を示す説明図である。

【 0 1 0 3 】

本発明において、第 1 の偏光板 2 1 0 の吸収軸 2 1 0 A を画素電極の長手方向 1 9 0 A とし、第 2 の偏光板 2 1 1 の吸収軸 2 1 1 A は第 1 の偏光板 2 1 0 の吸収軸 2 1 0 A に対して直交するように設定する。さらに本発明の半透過型表示装置では偏光層の吸収軸 150 A は第 2 の偏光板の吸収軸 2 1 1 A と平行な方向とする。

【 0 1 0 4 】

20

駆動電圧印加後の液晶分子長軸の配向方向（液晶配向方向）2 0 0 A は第 2 の偏光板 2 1 1 の吸収軸 2 1 1 A に対し、角度 α だけ傾ける。この角度 α がおよそ ± 45 度のとき、液晶に電圧を印加すると白表示となる。

【 0 1 0 5 】

尚、配向制御用の突起 2 6 0 は駆動電圧印加の際の液晶分子の長軸方向 2 0 0 A と配向制御用突起 2 6 0 の長軸方向 2 6 0 A と直交するため、液晶配向方向 2 0 0 A と直行する方向に設定するとよい。

【 0 1 0 6 】

次に、本発明の液晶表示動作について説明する。

【 0 1 0 7 】

30

透過表示部 T A では、以下のように動作する。

【 0 1 0 8 】

バックライトから出射し、液晶表示パネルに照射される光のうち透過表示部 T A に入射する光は第 2 の偏光板 2 1 1 を通過した後、液晶層 2 0 0 を通過して第 1 の偏光板 2 1 0 に入射する。この際、駆動電圧が 0 V、つまり、画素電極と共通電極との電位差がなく電界が形成されない場合、液晶分子の配向方向は変わらない、つまりリタデーション $\Delta n d$ はほぼ 0 であるので液晶層 2 0 0 を通過する光の偏光状態は維持される。このため、液晶層 2 0 0 を通過する光は第 1 の偏光板 2 1 0 で吸収されて黒（暗）表示となる。

【 0 1 0 9 】

40

一方、所定の駆動電圧を画素電極に印加し、共通電極との間に所定の電界を形成すると、液晶の配向方向が偏光板に対して垂直方向から水平方向に変わり、第 2 の偏光板 2 1 1 を通過して液晶層 2 0 0 に入射する光は液晶層 2 0 0 を通過する際、その偏光状態が変化する。このため、液晶層 2 0 0 を通過する光はその偏光状態の変化に応じた量の光が第 1 の偏光板 2 1 0 を透過するため所定の明るさの表示となる。つまり、駆動電圧が零の場合に黒（暗）表示となり、所定の駆動電圧が印加されると明表示となる、所謂、ノーマリーブラック型となる。

【 0 1 1 0 】

反射表示部 R A では、以下のように動作する。

【 0 1 1 1 】

外部、すなわち液晶表示パネルの前面側から液晶表示パネルの反射表示部 R A に入射す

50

る光は、第 1 の偏光板 210 を通過した後、液晶層 200 を通過し、偏光層 150 に入射する。

【0112】

この際、駆動電圧が 0 V、つまり、画素電極と共通電極とに電位差がなく電界が形成されない場合、液晶分子の配向方向は変わらない、つまりリタデーション $\Delta n d$ は 0 であるので液晶層 200 を通過する光の偏光状態は維持される。このため、液晶層 200 を通過する光はその大部分が偏光層 150 で吸収されほとんど外部へは反射しないので黒（暗）表示となる。

【0113】

一方、所定の駆動電圧を画素電極に印加し、共通電極との間に所定の電界を形成すると、液晶の配向方向が偏光板に対して垂直方向から水平方向に変わり、液晶層 200 を通過する光に偏光状態は変化する。このため、液晶層 200 を通過する光はその偏光状態の変化に応じた量の光が偏光層 150 を透過して反射層 130 に入射する。反射層 130 に入射する光は反射層 130 で反射して再び偏光層 150 に入射するが、反射層 130 での反射の際、偏光層 150 を透過した光の偏光状態はほぼ維持される。このため、再び偏光層 150 に入射する光はその大部分が透過し、液晶層 200 を通過して第 1 の偏光板 210 に入射する。この際、液晶層 200 を通過する光の偏光状態は同様に変化する。このため、液晶層 200 を通過する光はその偏光状態の変化に応じた量の光が第 1 の偏光板 210 を透過するため所定の明るさの表示となる。つまり、駆動電圧が零の場合に黒（暗）表示となり、所定の駆動電圧が印加されると明表示となる、所謂、ノーマリーブラック型の反射表示を実現する。

【0114】

以上のように、電圧オフ時において透過表示部 T A および反射表示部 R A とともに黒表示となり、電圧オン時において透過表示部 T A および反射表示部 R A とともに白表示となる、ノーマリーブラック型の半透過表示装置が得られる。

【0115】

図 19 に本発明の半透過型液晶表示装置の反射率の駆動電圧依存性を示す。このグラフは偏光層として塗布型の材料を用いることを想定したシミュレーションの結果である。

【0116】

図中、横軸を駆動電圧（V）、縦軸を反射率にとり、液晶層の厚みが $3.3 \mu\text{m}$ 、 $4 \mu\text{m}$ 、 $5 \mu\text{m}$ の設定それぞれについて特性を表している。図 19 より、液晶層の厚みを大きくすると、最大反射率を示す駆動電圧が低くなる。また、わずかであるが最大反射率も液晶層の厚みを大きくすると上昇している。このため、液晶層を厚くすると駆動電圧が低くなり、反射率が大きくなる。

【0117】

ここで液晶のリタデーション $\Delta n d$ と透過率および反射率の関係について注目をする。

【0118】

図 20 に本発明の半透過型液晶表示装置液晶のリタデーション $\Delta n d$ と反射率及び透過率の関係の一例を示す。尚、図 20 に示す反射率および透過率は駆動電圧 3.5 V を液晶に印加したときの反射率及び透過率である。図 20 の場合、液晶材料の屈折率異方性 Δn を 0.1 としているため、リタデーションの変化は液晶層の厚さ d の変化と同等である。図 20 より、反射率及び透過率の最大値となるリタデーション $\Delta n d$ の値は 460 nm であり、液晶層の厚み d が $4.6 \mu\text{m}$ のとき、透過率及び反射率が最大となる。つまり、表示の明るさが最大になる液晶層の厚み d_{max} が存在する。

【0119】

また、VA 表示方法の場合、特に画質が優先される透過表示部では、視野角特性を優先するために、最大透過率になる駆動電圧より低い電圧にて白表示とすることが一般的である。そこで本発明では、透過表示部は視野角特性を優先し、最大透過率になる駆動電圧より低い電圧にて白表示とする。一方、反射表示部では明るさを優先し、透過部と同じ駆動電圧で最大反射率となる、液晶層の厚みで選択すればよい。つまり、反射表示部では、透

過表示部よりも低い駆動電圧で最大反射率が得られるようにするために、液晶層の厚みを透過表示部よりも厚くする。

【0120】

ところで、液晶層の厚みは液晶の応答時間にも影響しており、液晶層の厚みを小さくすると液晶の応答時間が短くなることが知られている。従って、動画を鑑賞する際のストレスを小さくするには液晶層を薄くして液晶の応答時間を小さくすることが望ましい。

【0121】

ここで、一般的には透過表示と反射表示を比べた場合、透過表示は反射表示に対して色純度やコントラスト比が高く、より高品位な表示が望まれている。このため動画表示に関しても特に透過表示には液晶の高速応答化が望まれる。

10

【0122】

このため、本発明では、透過表示部における液晶の高速応答化と反射表示部の表示の明るさを両立するため、透過表示部 T A より反射表示部 R A の液晶層 200 の厚みを厚くする構成とする。つまり、透過表示部 T A の液晶層の厚みを d_t 、反射表示部 R A の液晶層の厚みを d_r とした場合、 $d_r > d_t$ とする。この際、反射表示部 R A の液晶層の厚みは所定の駆動電圧において表示の明るさが最大になる液晶層の厚み d_{max} と等しくすることが透過表示部における液晶の高速応答化と反射表示部の表示の明るさを両立する上でより望ましい。従って、本発明の液晶表示装置では $d_r > d_t$ 及び $d_r = d_{max}$ を満足する構成とすることが望ましい。

【0123】

20

具体的に透過表示部 T A の液晶層 200 の厚みを $4\mu m$ とした場合を考える。図 21 (a) に透過表示部における透過率の駆動電圧依存性を示す。尚、このグラフにおける透過率は、最大透過率で規格化した相対透過率である。

【0124】

透過表示部は視野角依存性を考慮すると、最大透過率が得られる駆動電圧から最大透過率の 80% となる駆動電圧で白表示とすることが望ましい。このため図 21 (a) より、白表示となる駆動電圧は 3.1 V から 3.98 V の間で設定すれば望ましい。次に反射表示部 R A の液晶層の厚みをどのように設定すればよいか考える。透過表示部の駆動電圧と透過率の関係より、最大反射率を示す駆動電圧が 3.1 V から 3.98 V になるように反射表示部の液晶層の厚みを選択すればよい。図 21 (b) に反射表示部における液晶層の厚みと最大反射率を示す際の駆動電圧の関係を示す。図 21 (b) より反射表示部 R A では透過表示部と液晶層の厚みが同じ場合よりも明るい表示となるためには、液晶層の厚みとして $4\mu m$ から $5.5\mu m$ の範囲から選択すると良い。ここで図 20 の液晶層の厚みと透過率の関係より、高い透過率が得られる透過表示部の液晶層の厚みはおおよそ $3.5\mu m$ から $5\mu m$ 範囲の適当な液晶層 200 の厚みを選択した場合と考えられる。

30

【0125】

透過表示部の液晶層の厚みを $3.5\mu m$ 、 $4.5\mu m$ 、 $5\mu m$ に設定した際の反射表示部の液晶層の厚みはそれぞれ $3.5\mu m$ から $5.1\mu m$ 、 $4.5\mu m$ から $6.4\mu m$ 、 $5\mu m$ から $7.1\mu m$ の間で設計するのが望ましい。

【0126】

40

この関係を液晶層の厚みの関係で表記すると、透過表示部における視野角や液晶の高速応答化と反射表示部の表示の明るさを両立するためには $d_t < d_r < 1.4 d_t$ の関係を満たすことが望ましい。

【0127】

また、透過表示部の液晶層の厚みを表示の明るさも考慮してより厚い条件とする場合には、最大透過率が得られる駆動電圧から最大透過率の 90% となる駆動電圧で白表示とする。その駆動電圧で最大反射率となるように液晶層の厚みを選択すればよく、その液晶層の厚みの関係は $d_t < d_r < 1.26 d_t$ の関係を満たすことが望ましい。

【0128】

上記の通り、本発明の液晶表示装置では、反射表示部の液晶層の厚みを透過表示部の液

50

晶層の厚みより厚くすることで、反射率および反射コントラストが向上し、さらに透過表示における液晶の応答時間が小さい半透過型液晶表示装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0129】

【図1】本発明の第一の実施例に係る液晶表示パネルの副画素（サブピクセル）の概略構成を示す断面図である。

【図2】本発明の第一の実施例に係る液晶表示パネルの副画素（サブピクセル）の概略構成を示す平面図、及び軸方向を示す図である。

【図3】本発明の半透過型液晶表示装置に係る液晶表示パネルの全体レイアウトの一例を模式的に示すブロック図である。

【図4】本発明の半透過表示装置に係る液晶表示パネル1の表示領域2に構成されたアクティブマトリクス等の等価回路図である。

【図5】本発明の半透過型液晶表示装置の主要部の構成を示す概略断面図である。

【図6】本発明の半透過型液晶表示装置の反射表示部および透過表示部のリタデーションに対する、駆動電圧を4V印加した際の透過率・反射率の関係の一例を示す図である。

【図7】本発明の半透過型液晶表示装置の反射表示部および透過表示部の液晶層の厚みに対する、駆動電圧を4V印加した際の透過率・反射率の関係の一例を示す図である。

【図8】本発明の第二の実施例に係る液晶表示パネルの副画素（サブピクセル）の概略構成を示す断面図である。

【図9】本発明の第二の実施例に係る液晶表示パネルの副画素（サブピクセル）の概略構成を示す断面図である。

【図10】本発明の第三の実施例に係る液晶表示パネルの副画素（サブピクセル）の概略構成を示す断面図である。

【図11】本発明の第三の実施例に係る液晶表示パネルの副画素（サブピクセル）の概略構成を示す断面図である。

【図12】本発明の第三の実施例に係る液晶表示パネルの副画素（サブピクセル）の概略構成を示す断面図である。

【図13】本発明の第三の実施例に係る液晶表示パネルの副画素（サブピクセル）の概略構成を示す断面図である。

【図14】本発明の第三の実施例に係る液晶表示パネルの副画素（サブピクセル）の概略構成を示す断面図である。

【図15】本発明の第三の実施例に係る液晶表示パネルの副画素（サブピクセル）の概略構成を示す断面図である。

【図16】本発明の第三の実施例に係る液晶表示パネルの副画素（サブピクセル）の概略構成を示す断面図である。

【図17】本発明の第四の実施例に係る液晶表示パネルの副画素（サブピクセル）の概略構成を示す断面図である。

【図18】本発明の第四の実施例に係る液晶表示パネルの副画素（サブピクセル）の概略構成を示す平面図、及び軸方向を示す図である。

【図19】本発明の第四の実施例にかかる液晶表示装置の反射表示部において、液晶層の厚みを $3.3\mu\text{m}$ 、 $4\mu\text{m}$ 、 $5\mu\text{m}$ に設定したときの反射率の駆動電圧依存性の一例を示す図である。

【図20】本発明の第4の実施例にかかる液晶表示装置の反射表示部および透過表示部において、液晶層の厚み駆動電圧を3.5V印加した際の反射率の関係の一例を示す図である。

【図21】本発明の第四の実施例にかかる液晶表示装置について、透過表示部における透過率の駆動電圧依存性と、反射表示部における液晶層の厚みと最大反射率を示す際の駆動電圧の関係を示す図である。

【符号の説明】

【0130】

10

20

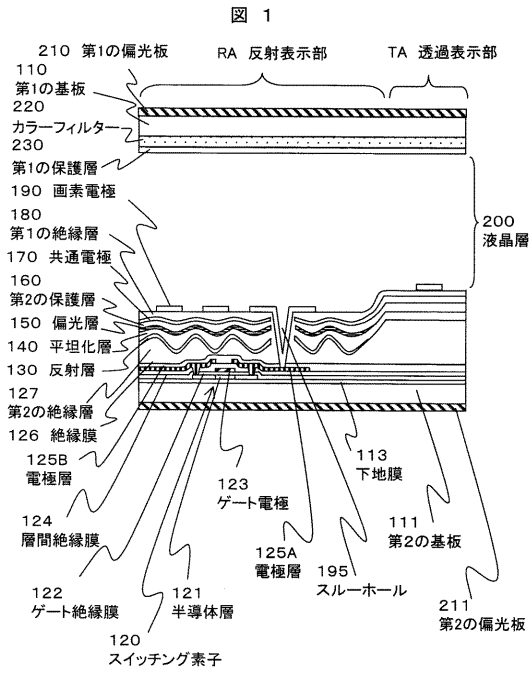
30

40

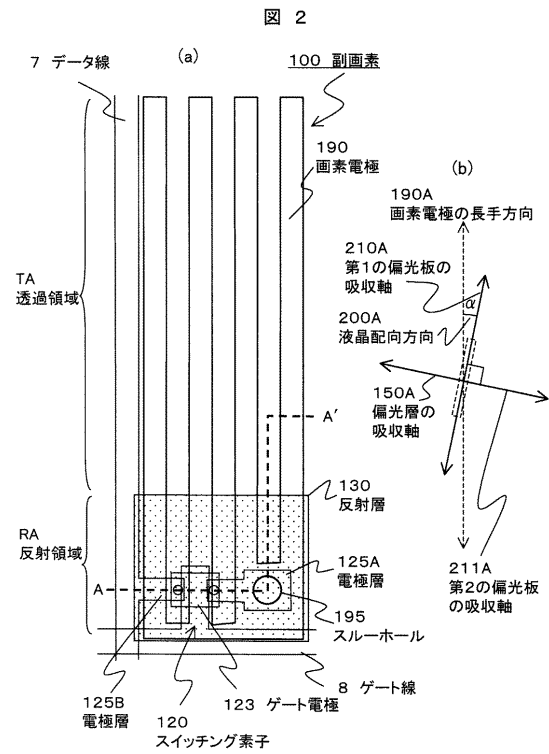
50

1	液晶表示パネル	
2	表示領域	
3	バックライト	
4	走査駆動回路	
7	データ線	
8	ゲート線	
5 0	フレキシブルプリント回路板 (F P C)	
6 0	導光体	
6 1	光源	
6 2	反射シート	10
6 3	光学フィルム	
1 0 0	副画素	
1 1 0	第 1 の基板	
1 1 1	第 2 の基板	
1 2 0	スイッチング素子	
1 2 1	半導体層	
1 2 2	ゲート絶縁膜	
1 2 3	ゲート電極	
1 2 4 , 1 2 6	層間絶縁膜	
1 2 5	電極層	20
1 2 7	第 2 の絶縁層	
1 3 0	反射層	
1 4 0	平坦化層	
1 5 0	偏光層	
1 6 0	第 2 の保護層	
1 7 0	共通電極	
1 8 0	第 1 の絶縁層	
1 9 0	画素電極	
2 0 0	液晶層	
2 1 0	第 1 の偏光板	30
2 1 1	第 2 の偏光板	
2 2 0	カラーフィルター	
2 3 0	第 1 の保護層	
2 4 0	第 1 の段差層	
2 5 0	第 2 の段差層	
2 6 0	配向制御用の突起	
3 0 0	データ駆動回路	

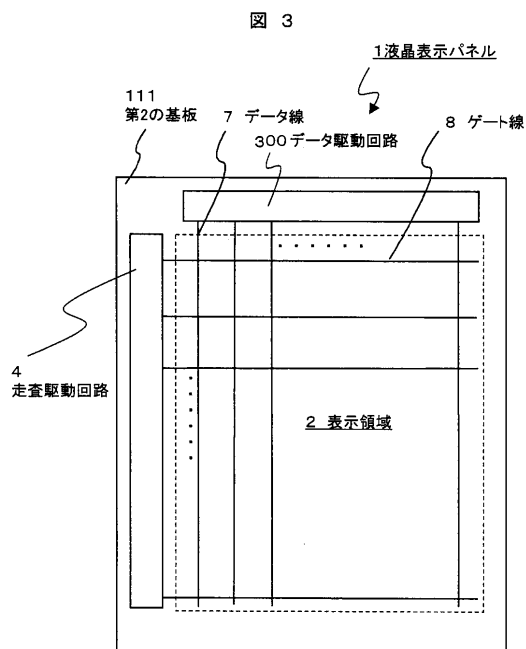
【図 1】



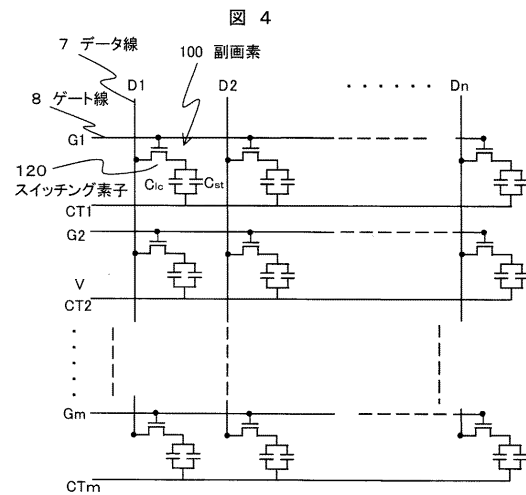
【図 2】



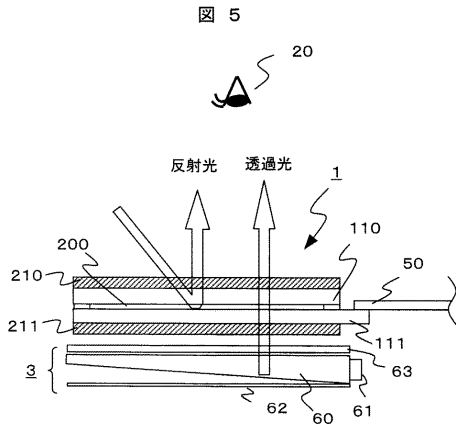
【図 3】



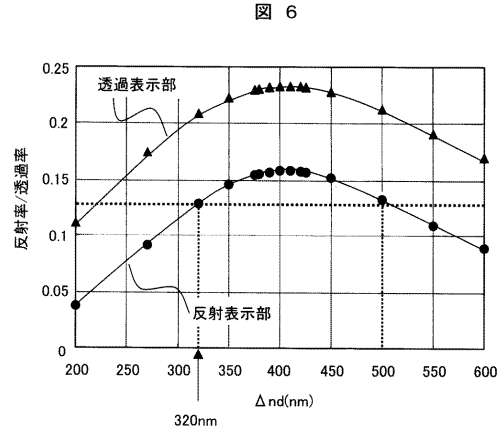
【図 4】



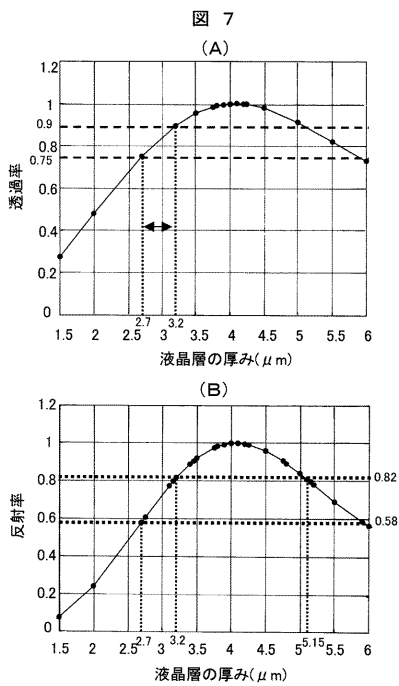
【図 5】



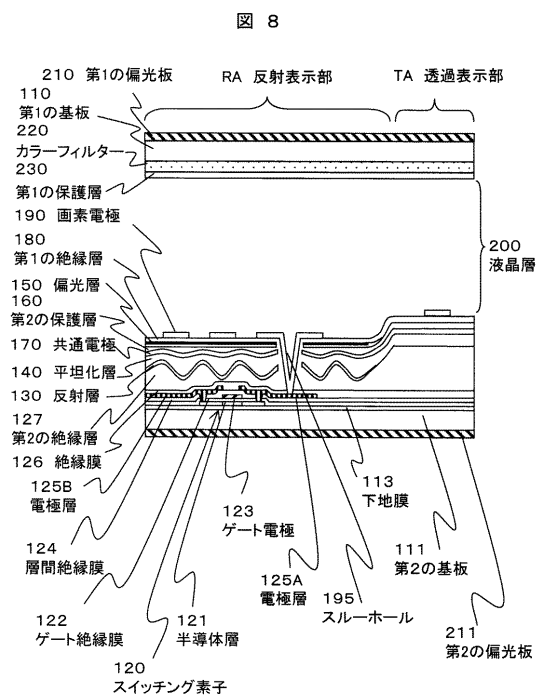
【図 6】



【図 7】

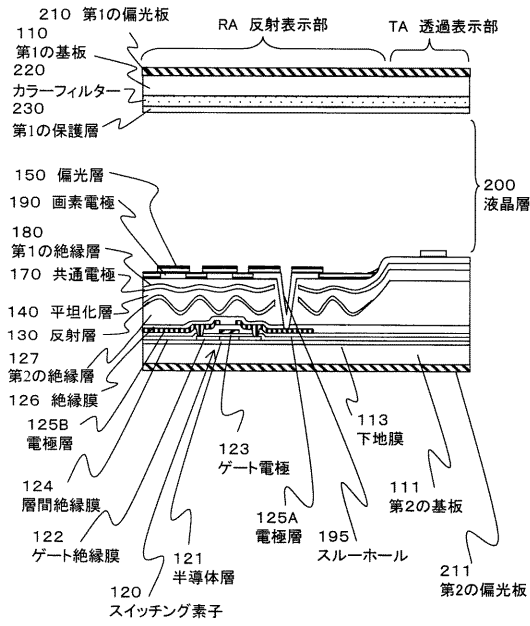


【図 8】



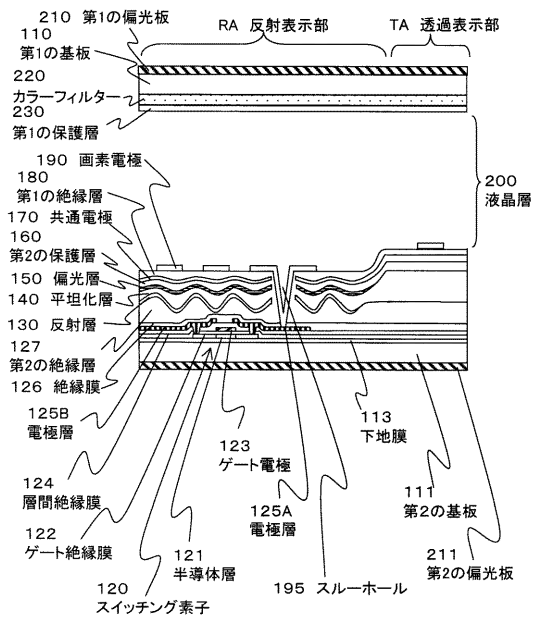
【図 9】

図 9



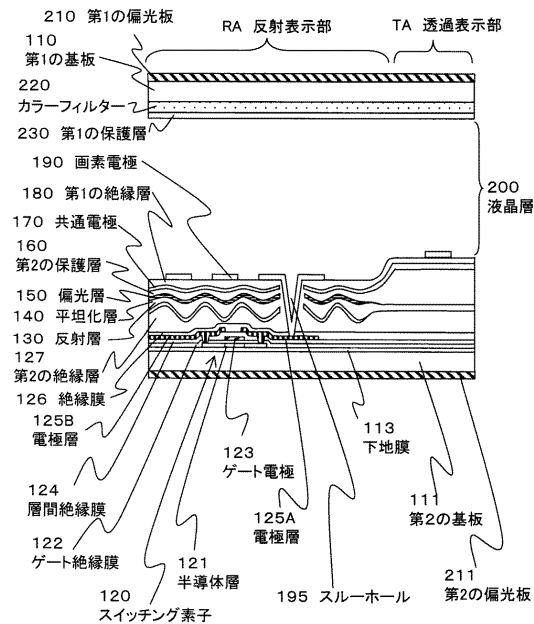
【図 10】

図 10



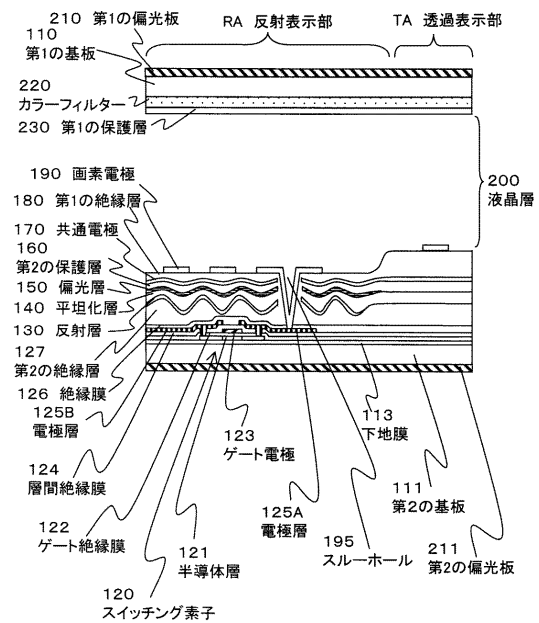
【図 11】

図 11

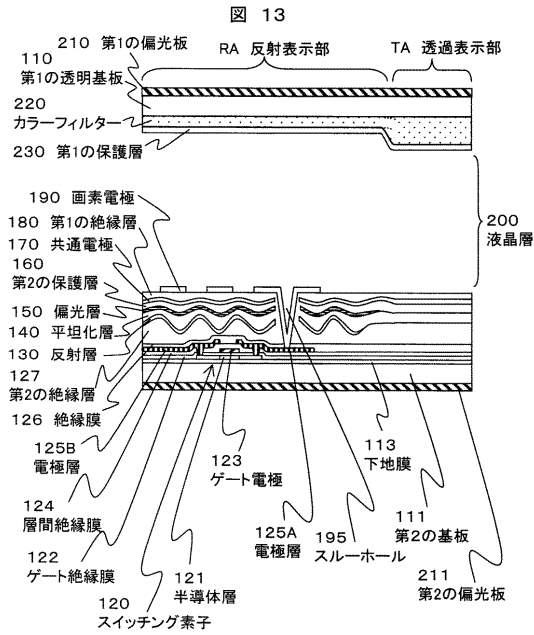


【図 12】

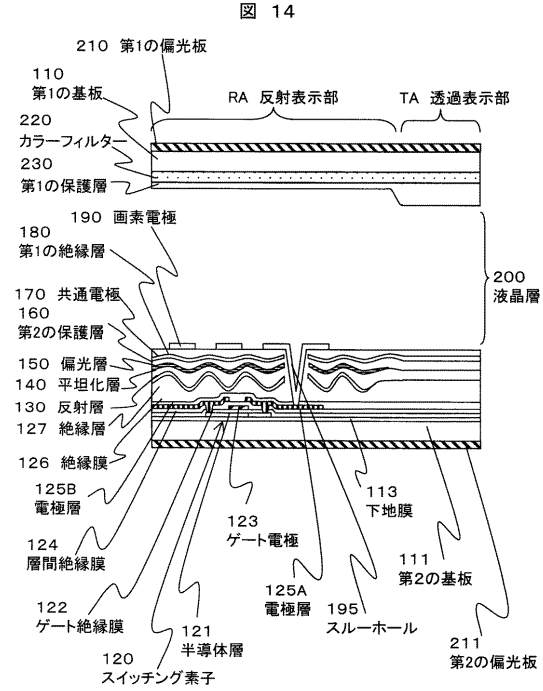
図 12



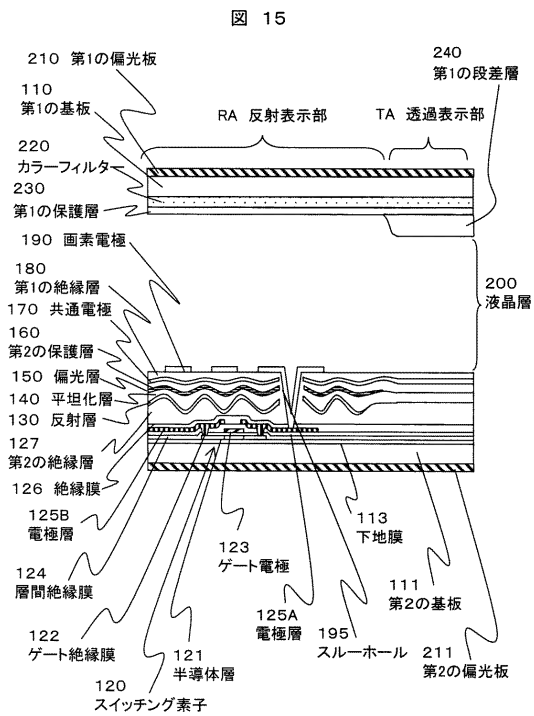
【 図 1 3 】



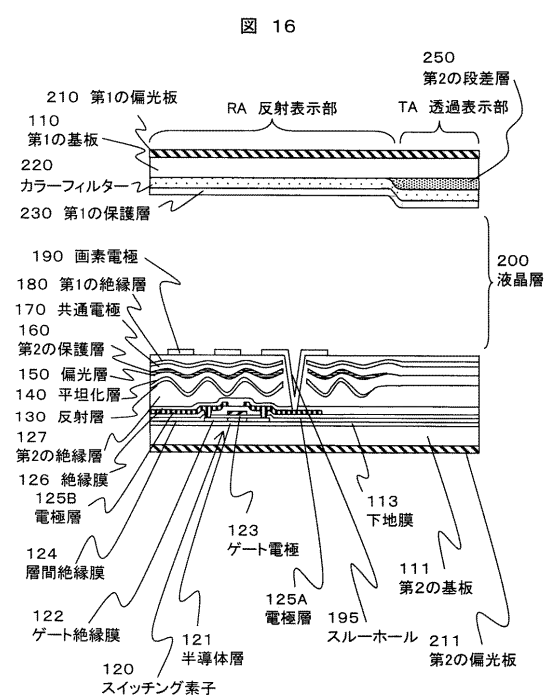
【 図 1 4 】



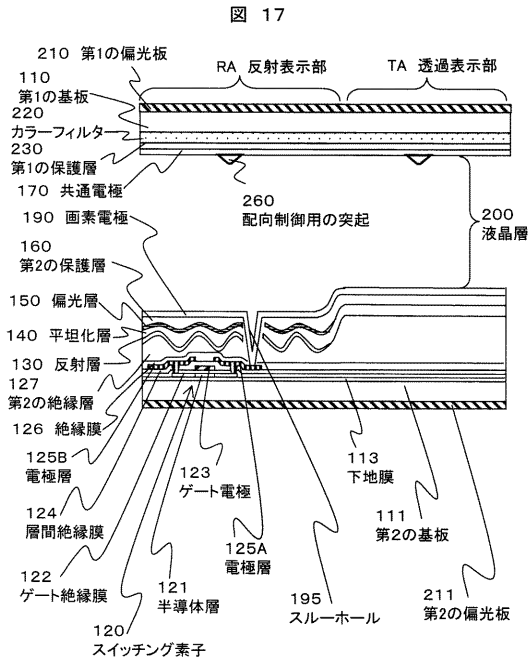
【 図 1 5 】



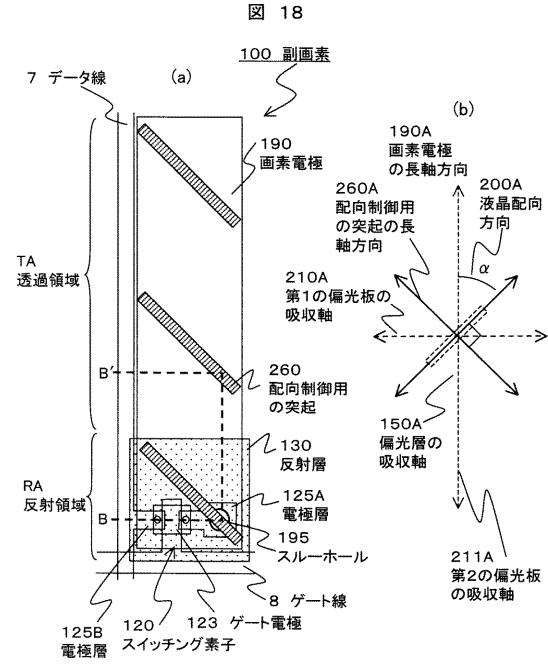
【 図 1 6 】



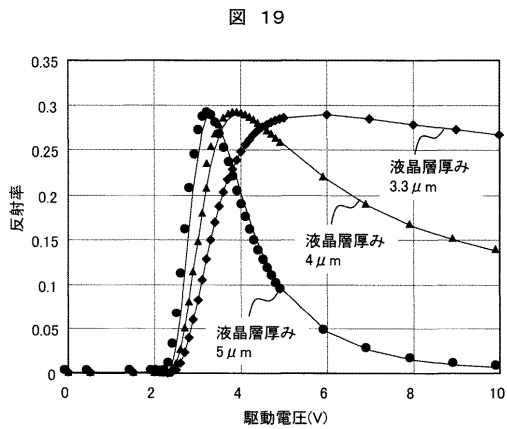
【図 17】



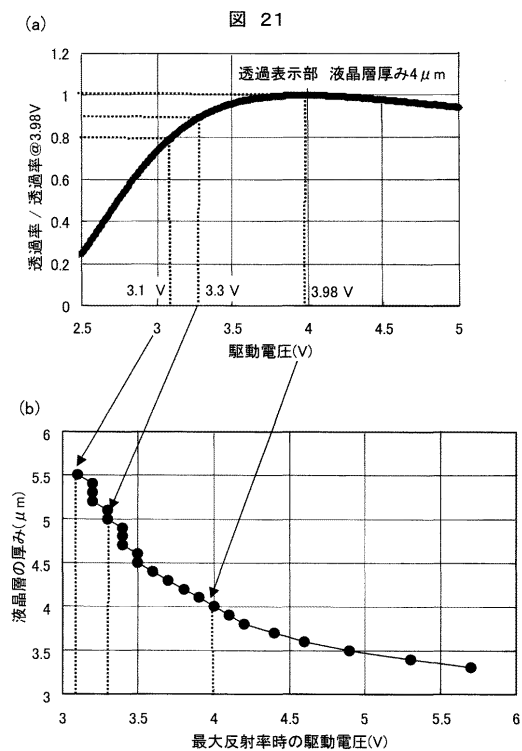
【図 18】



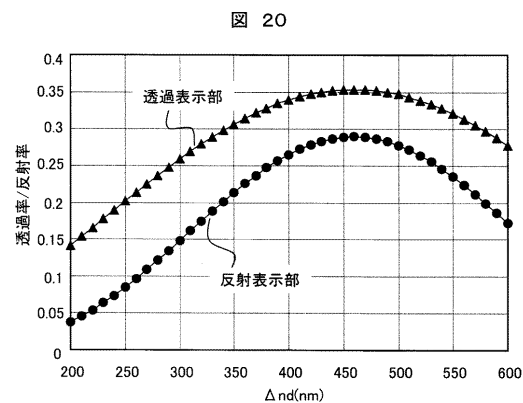
【図 19】



【図 21】



【図 20】



フロントページの続き

- (72)発明者 伊東 理
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所日立研究所内
- (72)発明者 廣田 昇一
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所日立研究所内
- (72)発明者 岡 真一郎
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所日立研究所内
- (72)発明者 田中 順
神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内
- (72)発明者 大谷 美晴
神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

F ターム(参考) 2H091 FA02Y FA07X FA07Z FA08X FA08Z FA14Y FA21Z FA23Z FA32Z FA41Z
GA01 GA02 GA03 GA06 GA07 GA08 GA11 GA13 GA16 JA03
KA02 LA30
2H092 GA11 JA24 JA34 JA37 JA46 JB22 JB31 JB58 MA13 NA25
PA01 PA02 PA06 PA08 PA11 PA12 PA13

专利名称(译)	液晶表示装置		
公开(公告)号	JP2008241773A	公开(公告)日	2008-10-09
申请号	JP2007078120	申请日	2007-03-26
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	日立显示器有限公司		
[标]发明人	荒木千恵子 足立昌哉 伊東理 廣田昇一 岡真一郎 田中順 大谷美晴		
发明人	荒木 千恵子 足立 昌哉 伊東 理 廣田 昇一 岡 真一郎 田中 順 大谷 美晴		
IPC分类号	G02F1/1335 G02F1/1368		
CPC分类号	G02F1/133555 G02F1/133371 G02F1/133514 G02F1/133528 G02F1/134363 G02F2001/133565		
FI分类号	G02F1/1335.520 G02F1/1368 G02F1/1343		
F-TERM分类号	2H091/FA02Y 2H091/FA07X 2H091/FA07Z 2H091/FA08X 2H091/FA08Z 2H091/FA14Y 2H091/FA21Z 2H091/FA23Z 2H091/FA32Z 2H091/FA41Z 2H091/GA01 2H091/GA02 2H091/GA03 2H091/GA06 2H091/GA07 2H091/GA08 2H091/GA11 2H091/GA13 2H091/GA16 2H091/JA03 2H091/KA02 2H091 /LA30 2H092/GA11 2H092/JA24 2H092/JA34 2H092/JA37 2H092/JA46 2H092/JB22 2H092/JB31 2H092/JB58 2H092/MA13 2H092/NA25 2H092/PA01 2H092/PA02 2H092/PA06 2H092/PA08 2H092 /PA11 2H092/PA12 2H092/PA13 2H091/FA07Y 2H091/FA08Y 2H191/FA01Y 2H191/FA21Y 2H191 /FA22X 2H191/FA22Z 2H191/FA34Y 2H191/FA38Z 2H191/FA42Z 2H191/FA52Z 2H191/FA59Z 2H191 /FA74Z 2H191/FA75Z 2H191/FA81Z 2H191/FA82Z 2H191/FA85Z 2H191/FA87Z 2H191/FB14 2H191 /FC10 2H191/FD07 2H191/FD09 2H191/FD10 2H191/FD22 2H191/GA05 2H191/GA10 2H191/GA19 2H191/GA22 2H191/HA11 2H191/HA12 2H191/HA15 2H191/HA35 2H191/HA37 2H191/JA03 2H191 /KA05 2H191/LA21 2H191/LA22 2H191/LA40 2H191/NA13 2H191/NA14 2H191/NA17 2H191/NA29 2H191/NA35 2H191/NA37 2H192/AA24 2H192/BB13 2H192/BB73 2H192/BC31 2H192/BC64 2H192 /BC74 2H192/BC82 2H192/CB02 2H192/EA43 2H192/EA67 2H192/FB02 2H192/GD14 2H192/GD42 2H192/JA13 2H192/JA32 2H291/FA01Y 2H291/FA21Y 2H291/FA22X 2H291/FA22Z 2H291/FA34Y 2H291/FA38Z 2H291/FA42Z 2H291/FA52Z 2H291/FA59Z 2H291/FA74Z 2H291/FA75Z 2H291/FA81Z 2H291/FA82Z 2H291/FA85Z 2H291/FA87Z 2H291/FB14 2H291/FC10 2H291/FD07 2H291/FD09 2H291 /FD10 2H291/FD22 2H291/GA05 2H291/GA10 2H291/GA19 2H291/GA22 2H291/HA11 2H291/HA12 2H291/HA15 2H291/HA35 2H291/HA37 2H291/JA03 2H291/KA05 2H291/LA21 2H291/LA22 2H291 /LA40 2H291/NA13 2H291/NA14 2H291/NA17 2H291/NA29 2H291/NA35 2H291/NA37		
代理人(译)	井上 学		
其他公开文献	JP4638462B2		

