

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4886474号
(P4886474)

(45) 発行日 平成24年2月29日 (2012. 2. 29)

(24) 登録日 平成23年12月16日 (2011. 12. 16)

(51) Int. Cl.

F 1

GO2F 1/13363 (2006.01)

GO2F 1/13363

GO2F 1/1335 (2006.01)

GO2F 1/1335 520

GO2F 1/1368 (2006.01)

GO2F 1/1335 505

GO2F 1/1343 (2006.01)

GO2F 1/1368

GO2B 5/00 (2006.01)

GO2F 1/1343

請求項の数 11 (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-300357 (P2006-300357)
 (22) 出願日 平成18年11月6日 (2006. 11. 6)
 (65) 公開番号 特開2008-116731 (P2008-116731A)
 (43) 公開日 平成20年5月22日 (2008. 5. 22)
 審査請求日 平成21年2月13日 (2009. 2. 13)

(73) 特許権者 502356528
 株式会社 日立ディスプレイズ
 千葉県茂原市早野3300番地
 (74) 代理人 100093506
 弁理士 小野寺 洋二
 (73) 特許権者 506087819
 パナソニック液晶ディスプレイ株式会社
 兵庫県姫路市飾磨区妻鹿日田町1-6
 (74) 代理人 100093506
 弁理士 小野寺 洋二
 (74) 代理人 110000154
 特許業務法人はるか国際特許事務所

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第一の基板と、

第二の基板と、

前記第一の基板と第二の基板間に挟持された液晶層と、

前記液晶層の配向状態は電界無印加時にホモジニアス配向であり、前記第一の基板の液晶層に近接する面上に形成された少なくとも3色のカラーフィルタと、

前記第二の基板の液晶層に近接する面上に形成された画素電極と共通電極と、前記画素電極と共通電極は基板平面に対して平行な成分を含む電界を画素毎の液晶層に印加し、前記画素が反射層を有する反射表示部と透過表示部とからなる液晶表示装置において、

前記反射表示部には、第一の基板の液晶層に近接する面上に形成された位相差層を有し

、
 少なくとも2色のカラーフィルタに対応する位相差層のリタレーション値が、他のカラーフィルタに対応する位相差層のリタレーション値と異なり、

前記位相差層は、光重合性の液晶分子を塗布し、光照射で重合して固体化することにより形成され、

前記位相差層の形成面上には、位相差層の形成に先立ち膜厚差形成層を形成し、前記膜厚差形成層の分布はリタレーション値がより小さい位相差層の分布に対応することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】

前記カラーフィルタは、透過光の波長域に応じて短波長カラーフィルタと長波長カラーフィルタの2組に分類され、短波長カラーフィルタと長波長カラーフィルタに対応する位相差層のリタデーション値が異なることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項3】

前記短波長カラーフィルタに対応する位相差層のリタデーション値は、長波長カラーフィルタに対応する位相差層のリタデーション値よりも小さいことを特徴とする請求項2に記載の液晶表示装置。

【請求項4】

前記カラーフィルタは、赤、緑、青の3色のカラーフィルタから構成され、赤のカラーフィルタと緑のカラーフィルタに対応する画素の位相差層のリタデーション値は等しく、この値より、青のカラーフィルタに対応する画素の位相差層のリタデーション値は小さいことを特徴とする請求項2に記載の液晶表示装置。

10

【請求項5】

前記膜厚差形成層は、青のカラーフィルタに対応する画素にのみ配置されることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項6】

前記位相差層は、位相差層配向膜上に塗布されて形成されることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項7】

前記カラーフィルタのうち緑に対応する位相差層のリタデーション値を R_p 、反射表示部の液晶層のリタデーション値を R_l とすると、 R_p と R_l は $R_p = 1.37R_l + 8.6$ の関係式で示される直線の近傍に位置することを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

20

【請求項8】

前記位相差層の遅相軸方位は、液晶層の配向方向に対し 67.5 度近傍の範囲の角度をなすことを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項9】

前記画素電極と共通電極の少なくとも一方はスリット構造又は櫛歯状構造を有し、スリット方向又は櫛歯方向の方位は、位相差層の遅相軸と液晶層の配向方向のなす角の間にあることを特徴とする請求項8に記載の液晶表示装置。

30

【請求項10】

前記位相差層は、平盤状の分子骨格を有するディスコチック液晶から構成され、ディスコチック液晶の分子骨格のなす平面は、第一の基板の平面に対して直交すること

を特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項11】

前記位相差層の N_z 係数は1であることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半透過型IPS方式のカラー液晶表示装置に係り、特に、反射表示部の位相差層に関するものである。

【背景技術】

【0002】

携帯電話に代表される携帯型情報機器が、今後も記憶装置の容量を増大し、通信速度を高速化しながら多機能化、高機能化していくことは、ほぼ確実視されている。インターフェイスである表示装置にも、より大容量の画像情報に対応することが求められる。そのた

50

め、表示装置には、高画質であること、高精細表示が可能であることが要求される。高画質に関してより具体的には、高コントラスト、高色再現性、広視野角、屋外視認性が挙げられる。

【0003】

携帯型情報機器は、多様な環境下で用いられるが、明るい環境の極限として真夏の直射日光下が、暗い環境の極限として暗室が挙げられる。これら多様な環境の全般において比較的良好な表示を得るために、半透過型液晶表示装置が用いられることが多い。

【0004】

I P S (In-Plane Switching) 方式液晶表示装置は、広視野角、高コントラスト比の画像を表示可能であり、これを半透過型とした半透過 I P S 方式液晶表示装置が提案されている。

10

【0005】

一方で、近年塗布型位相板の材料技術が進歩しており、これを半透過型液晶表示装置の画素内部の反射表示部に選択的に形成すれば、透過表示部は透過型 I P S 方式と同じ構成にできるため、これと同等の広視野角、高コントラスト比の表示が反射表示部において可能になる。以後、これを位相板内蔵半透過 I P S 液晶表示装置と呼ぶことにする。

【0006】

一般に、反射型液晶表示装置では、反射層に到達する光の偏光状態を円偏光にすることにより暗表示を得る。半透過型液晶表示装置の反射表示部も暗表示の原理はこれと同じであり、さらには、位相板内蔵半透過 I P S 液晶表示装置の反射表示にも当てはまることである。

20

【0007】

液晶層を挟持する一对の基板を、第一の基板と第二の基板とすると、位相差層をどちらに形成するかという選択肢が生じる。液晶層を可視光で照射する光源に近接する基板を第二の基板、もう一方を第一の基板とすると、第二の基板は、各種配線と電極やアクティブ素子を有し、カラーフィルタを有する第一の基板に比較して、層構成が遥かに複雑である。したがって、より単純な層構成の第一の基板側に、位相差層を形成する方が実現容易で、結果として、液晶層の方が位相差層よりも反射層に近接する配置となる。

【0008】

この位相差層と液晶層を用いて反射層に到達する光を円偏光にして、暗表示を実現する。ここで、広帯域円偏光板にならば、反射層に近接する液晶層を四分の一波長板とし、位相差層を二分の一波長板とすれば、可視波長域の広い範囲で円偏光、若しくは、これに近い偏光状態が実現される。

30

【0009】

暗表示の反射率低減を第一優先とするならば、位相板内蔵半透過 I P S 液晶表示装置の反射表示部の設計はこれで一義的に定まる。

【0010】

液晶層を四分の一波長板とするならば、そのリタデーション値を約 140 nm としなければならないため、複屈折値の最も小さい液晶材料を用いたとしても、液晶層厚を $2\text{ }\mu\text{m}$ 以下としなければならない。この場合、液晶層に及ぼす配向膜の配向規制力の影響が大きく、電圧印加時に液晶層の配向変化が生じにくい。電界印加時における液晶層の配向変化が小さく、明表示の反射率が低下する。

40

【0011】

明表示の反射率を向上するには、反射表示部の液晶層厚を増大しなければならないが、このときの反射表示部液晶層のリタデーション値は、四分の一波長相当よりも大きくなり、理想的な広帯域円偏光板にはならない。暗表示反射率を低減する次善の策として、位相差層のリタデーション値を、液晶層のリタデーション値に合わせて増大することが挙げられる。反射表示部の液晶層厚増大が僅かであれば、これにより比較的低反射率な暗表示が得られるが、しかし、それでもリタデーション値が四分の一波長から増大するに従い暗表示反射率が増大してくる。

50

【0012】

視感度が最大になる波長550nm近傍を円偏光になるように、設計すれば輝度反射率を低減できるので、多くの場合、波長550nm近傍を基準にして、リタレーション値が設計される。

位相板内蔵半透過IPS液晶表示装置の場合、反射部液晶層厚が増大するにつれて、特に、短波長域の反射率増大が顕著になる。明表示の反射率は増大できるものの、その副作用として暗表示の反射率が増大し、かつ青色に着色する。例えば、下記特許文献1には、内蔵位相板のリタレーション値を各色のカラーフィルタ毎に変えた半透過型液晶表示装置が記載されている。しかしながら、IPS方式ではないため広視野角で高コントラスト比の透過表示が得られない。

10

【特許文献1】特開2006-39369号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明は、位相板内蔵半透過IPS液晶表示装置において、明表示の反射率向上と暗表示の反射率低減とを両立することである。

【課題を解決するための手段】

【0014】

液晶表示装置では、カラー表示のためにカラーフィルタを用いているが、これは面積分割して色表示し、各画素を各色に割り付けていることに相当する。反射部液晶層厚を増大するにつれて、短波長域の反射率が増大するのは、反射層に到達する短波長域の光が円偏光からより大きくずれているためであるが、この場合、青のカラーフィルタに対応する画素からの光反射が多いことになる。そのため、青のカラーフィルタに対応する画素だけ位相差層のリタレーション値を変えて、青の画素の反射層に入射する光の偏光状態を円偏光に近づければよい。

20

【0015】

青のカラーフィルタに対応する画素だけ位相差層のリタレーション値を変えるには、例えば、リタレーション値の異なる位相差層を、青の画素、赤緑の画素と別々に複数回形成してもよい。しかし、この場合、製造工程が煩雑になり、かつ、第一の基板上に形成される層数が増大して、光透過率が低減するため好ましくない。製造工程を簡略に保ちながらこれを実現するには、例えば、位相差層形成時の光照射量を青の画素だけ少なくしてもよい。

30

【0016】

位相差層は、下地の配向膜上にジアクリル系液晶などの光重合性液晶分子溶液を液晶相状態で塗布し、配向膜の配向方向に沿って配向させ、この状態で溶媒除去し、さらに、光照射して分子末端のアクリル基同士を重合反応させることにより、液晶相における配向状態を概略保ったまま固体化して形成する。

【0017】

このようにして形成した位相差層は、高温状態に長く置くとリタレーション値の低下が生じるが、そのメカニズムは、例えば、熱緩和機構によって説明される。固体化時には液晶相における配向状態が必ずしも熱力学的に最安定ではないため、位相差層形成後に行われる加熱プロセスにより熱緩和が生じ、配向状態が乱れる。その結果として、リタレーション値が低下する。この時、光重合反応による結合形成率が高ければ、液晶相での配向状態が強固に保持され、熱緩和が生じにくい。しかし、光照射量が少なく、結合形成率が低ければ、配向状態が変形しやすく、熱緩和によるリタレーション低下が生じやすい。

40

【0018】

本発明では、光照射量の違いによって生じるリタレーション値の低下の違いを利用して、青のカラーフィルタに対応する画素だけ位相差層のリタレーション値を変える。すなわち、位相差層形成時の光照射量を青の画素だけ少なくすれば、位相差層形成後の加熱プロセスにより熱緩和が余計に生じ、青の画素に対応する位相差層だけリタレーション値が余

50

分に小さくなる。この場合、位相差層の膜厚は、各色とも共通であるが、複屈折値が異なることになる。

【0019】

位相差層形成時の光照射量を、青の画素だけ少なくするには、光照射時にハーフトーンマスク若しくはグレースケールマスクを用いればよい。ハーフトーンマスクは、解像限界以下の微小描画により、平均的な光照射量を低減する。解像限界以下の微小描画には、例えば、微細なストライプ状パターンなどがある。グレースケールマスクは半透明部により光照射量を低減する。

【0020】

また、位相差層の層厚を、青の画素に対応するものだけ小さくしてもよい。より具体的には、位相差層の形成に先立ち、膜厚差形成層を青の画素に対応するように形成する。この上に、光重合性液晶分子を液晶相状態で塗布すると、その流動性により、膜厚差形成層上では層厚が薄くなる。この状態で、各色共同じ照射量で光照射量して固体化すれば、青だけ層厚の薄い位相差層が形成される。

【発明の効果】

【0021】

以上、本発明によれば、ハーフトーンマスクやグレースケールマスクを用いることにより、一回の光照射における光照射量を、青の画素に対応する位相差層についてだけ減少できる。そのため、光照射回数の増大や位相差層形成の回数増大などのプロセスの煩雑化を伴うことなく、青の画素に対応する位相差層だけリタデーションを小さくできる。これにより、半透過型IPS方式液晶表示装置において、広視野角で高コントラスト比の透過表示に加えて、より高反射率で高コントラスト比の反射表示が実現される。

【0022】

また、本発明の表示装置を、携帯電話等のモバイル機器のインターフェイスに用いれば、暗室から炎天下の屋外までを含む多様な環境下において、高画質の表示が得られる。今後、通信速度の向上に伴い大容量の画像データが扱われるようになる傾向にあるが、その場合にも、高画質のコンテンツを全ての環境下で忠実に再現することが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、図面を用いて、本発明の実施例を説明する。

【実施例1】

【0024】

本発明の液晶表示装置の一画素の断面を、図1、3、4に模式的に示す。それぞれの切断面における切断線は、図2に示してある。

【0025】

液晶表示パネルは、第一の基板SU1と第二の基板SU2と液晶層からなり、第一の基板SU1と第二の基板SU2は液晶層を挟持する。第一の基板SU1と第二の基板SU2は、液晶層LCLに近接する面上に、液晶層LCLの配向状態を安定化するための配向膜AL1、AL2を備える。また、第二の基板SU2の液晶層LCLに近接する面上に、液晶層LCLに電圧を印加するための手段を備える。また、図1に示すように、一画素内は透過表示部と反射表示部に面積的に分割されている。図3、4はそれぞれ透過表示部と反射表示部の断面である。

【0026】

第一の基板SU1は、透明性と平坦性に優れ、かつイオン性不純物の含有が少ないホウケイサンガラス製であり、厚さは約400μmである。第一の基板SU1は、液晶層LCLに近接する側から順次、第一の配向膜AL1、段差形成層ML、保護膜PL、位相差層RE、位相差層配向膜ALP、平坦化層LL、カラーフィルタCF、ブラックマトリクスBMが積層されている。

【0027】

第一の配向膜AL1と位相差層配向膜ALPは、ポリイミド系の有機高分子膜であり、

10

20

30

40

50

ラビング法により配向処理されており、近接する液晶層 L C L に、約 2 度のプレチルト角を付与するいわゆる水平配向膜である。保護膜 P L と平坦化層 L L は、アクリル系樹脂であり、透明性に優れ、下地の凹凸を平坦化し、かつ、溶剤の浸透を防ぐ機能を有する。段差形成層 M L は、保護膜 P L や平坦化層 L L と同様アクリル系樹脂であり、反射表示部に対応する部分にのみ分布する。カラーフィルタ C F は、赤色、緑色、青色を呈するストライプ状の各部分が繰り返し配列された平面構造を有する。ブラックマトリクス B M は、黒色レジストからなり、画素境界部に対応するように格子状の平面分布構造を有する。

【0028】

第二の基板 S U 2 は、第一の基板 S U 1 と同様にホウケイサンガラス製であり、厚さは約 400 μm である。第二の基板 S U 2 は、液晶層 L C L に近接する側から順に、主に、第二の配向膜 A L 2、画素電極 P E、層間絶縁膜 P C I L、共通電極 C E、ソース電極 S E に接続されるアクティブ素子、走査配線 G L、図 2 に示す信号配線 S L を備える。

10

【0029】

第二の配向膜 A L 2 は、第一の配向膜 A L 1 と同様にポリイミド系の有機高分子膜からなる水平配向膜である。画素電極 P E と共通電極 C E は、いずれも透明性と導電性を兼ね備えたインジウム錫酸化物 (Indium Tin Oxide、I T O) であり、層厚は 100 nm である。両者は窒化珪素 (S i N) 製の層間絶縁膜 P C I L によって隔たれており、層間絶縁膜 P C I L の層厚は 300 nm である。

【0030】

画素電極 P E の平面形状は楕円状であるのに対し、共通電極 C E は各画素のほぼ全面に渡って分布している。画素電極 P E と共通電極 C E が層間絶縁膜 P C I L で隔てられていることにより、電圧印加時には、両者の間にアーチ状の電気力線が液晶層 L C L 中に、はみ出すように形成される。これは、基板平面に対して平行な成分を有するいわゆる横電界であり、液晶層 L C L の配向状態を主に面内で回転するように変形する I P S 方式である。

20

【0031】

I P S 方式では、電圧印加に伴う液晶層 L C L のチルト角増大が少ないため、視角方向での階調表示特性に優れた広視野角の表示が得られる。

【0032】

また、図 3、4 では画素電極 P E と共通電極 C E が重畳する部分が多数存在するが、この部分は液晶層 L C L に対して並列に結合しているため保持期間中の印加電圧を一定に保つ保持容量として機能する。

30

【0033】

これに加えて、第二の基板 S U 2 の反射表示部には共通電極 C E の上側に反射層 R F を備える。さらに、共通電極 C E の下層には凹凸形成層を有し、反射層 R F の表面に微小で、かつ、なだらかな凹凸を多数与える。この凹凸形成層は、共通電極 C E と信号配線 S L 若しくは走査配線 G L を絶縁する有機絶縁膜からなる。この有機絶縁膜の表面をエッチングして、その後、これを加熱して融解状態とする。この時の表面張力を利用して表面をなだらかな凹凸にし、これを固化して凹凸形成層とする。上面の反射層 R F は、凹凸形成層に沿った形状になるため、反射層 R F は、巨視的な層平面に対して、傾いた多数の微小平面を有することになり、拡散反射を示す。

40

【0034】

なお、鏡面反射は、光源と観察方向の関係が変化すれば反射輝度がめまぐるしく変化し、視認上好ましくない。したがって、拡散反射は、光源と観察方向の関係が変化しても反射輝度が比較的变化しにくく、紙のような完全拡散面に近い高品位の反射表示面が得られる。

【0035】

図 2 に示したように、信号配線 S L と走査配線 G L は互いに交差している。信号配線 S L と走査配線 G L の交差部の近傍にはそれぞれアクティブ素子を有し、画素電極 P E と 1 対 1 に対応している。画素電極 P E には、アクティブ素子を介して信号配線 S L より電位

50

が付与され、アクティブ素子の動作は、走査配線GLにより制御される。アクティブ素子は、薄膜トランジスタであり、そのチャネル部は電子移動度の比較的高いポリシリコン層からなる。ポリシリコン層は、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法で形成したアモルファスシリコン層をレーザー光線で加熱焼成して形成される。各画素電極PEは、長方形で互いに独立に制御され、かつ第二の基板SU2上に格子状に配置されている。

【0036】

透過表示部で、光はカラーフィルタCFを一回だけ通過するのに対し、反射表示部では、反射層RFで反射されるため二回通過する。そのため、透過表示部と反射表示部に同じカラーフィルタCFを用いれば、実効的な透過率は後者のほうが低下する。さらに、反射表示部は、外部からの入射光を光源に利用するため、周囲が十分に明るくない場合には明

10

【0037】

したがって、より広範な環境下で明るい反射表示を得るため、反射表示部のカラーフィルタCFは、透過表示部よりも高透過率にする。具体的には、図5に示すように、反射表示部にカラーフィルタCFの存在しないカラーフィルタ空孔部CFHを配置し、この空孔部CFHとの加法混色で反射表示する。空孔部CFHは、カラーフィルタによる光吸収がないため反射率が高く、これと加法混色することにより色純度は低減するものの、より明るい反射表示が得られる。

【0038】

ここで、図5は、第一の基板SU1の平面図であり、本実施例の液晶表示装置のカラーフィルタCFやブラックマトリクスBMの平面分布を示している。図5は、3画素分に対応する領域を含んでおり、左側から赤、緑、青のカラーフィルタCFR、CFG、CFBである。また、反射表示部のカラーフィルタCFの厚さを低減しても同様の効果が得られる。

20

【0039】

図6は、図5と同様に第一の基板SU1の平面図であるが、カラーフィルタCFやブラックマトリクスBMに加えて位相差層REの平面分布を示している。位相差層REの平面分布を示すため、ブラックマトリクスBMは、実際とは異なるものの白ぬきで示してある。位相差層REは、短波長位相差層RELWと長波長位相差層RESWからなり、位相差層REが存在する部分と存在しない部分の上下の境界は、水平のブラックマトリクスBM上に位置する。また、短波長位相差層RELWと長波長位相差層RESWの左右の境界は、緑と青の画素境界に位置する。

30

【0040】

液晶層は、室温を含む広い温度範囲でネマチック相を示し、液晶配向方向の誘電率がその垂直方向よりも大きい正の誘電率異方性を示す。なおかつ液晶層は高抵抗を示すので、アクティブ素子がオフとなる保持期間中においても電圧低下が十分に少なく、保持期間中の透過率低下やいわゆるフリッカ現象を生じない。第一の配向膜と第二の配向膜にラビング法で配向処理を施した後、第一の基板と第二の基板を組み立て、液晶材料を真空封入して前述の液晶層とする。

【0041】

第一の配向膜と第二の配向膜の配向処理方向を反平行としたことにより、液晶層の配向を配向状態が安定なホモジニアス配向とする。その配向方向は、信号配線の櫛歯方向に対して10度をなし、電圧印加時に発生する横電界に対して80度をなす。これにより、電圧印加時において、十分に大きな液晶層の配向変化が得られる。なおかつ、電圧印加時の配向変化方向、すなわち、層内における液晶層の回転方向(時計回り、若しくは反時計回り)が一義的に定まり、安定な配向変化が得られる。

40

【0042】

第一の基板と第二の基板の外側には、図1に示すように、第一の偏光板PL1と第二の偏光板PL2を配置しており、第一の偏光板と第二の偏光板はヨウ素系色素を含み、ヨウ素は偏光板内で多量体を形成している。その2色性により、偏光板は入射した自然光を偏

50

光度が十分に高い直線偏光に変換する。ヨウ素系色素の多量体の配向方向が吸収軸であり、第一の偏光板と第二の偏光板の吸収軸は、その平面法線方向から観察して互いに直交し、かつ、第一の偏光板の吸収軸は液晶配向方向に平行である。

【0043】

図7は、位相差層の形成プロセスを示す模式図であり、図6に示す破線S7-S8の断面について記載している。また、図7において、第一の基板SU1上のカラーフィルタと平坦化層は省略してある。

【0044】

図7(a)は、位相差層配向膜ALPをラビング法により配向処理している状態であり、図7(b)に示すように、完成前の位相差層RE'は、位相差層配向膜ALPの配向処理方向に沿ってホモジニアス配向する。この位相差層RE'のもとになる材料は、ジアクリル系液晶混合物であり、これを光反応開始剤と共に有機溶媒に溶かして、スピコート若しくは印刷等の手段で位相差層配向膜ALP上に塗布する。塗布直後は溶液状態であるが、溶媒を蒸発させながら位相差層配向膜ALPの配向方向に沿って配向させる。

【0045】

図7(c)に示すように、これに紫外光を照射して分子末端のアクリル基同士を重合反応させる。このとき、酸素は重合反応の阻害要因となるが、光反応開始剤の濃度が充分であれば光反応が十分な速さで進行する。図7(c)の左側に示すように、紫外光が照射された位相差層RE'は、楕円で示した液晶分子がほぼ完全に結合された状態となる。

【0046】

図7(d)は、有機溶媒により現像した状態であり、光照射部にのみ位相差層REが形成される。以上により、液晶層における配向状態を概略保ったまま固体化して位相差層REを形成する。

【0047】

図7(e)に示すように、これ以後、位相差層REは、保護膜PL形成、第一の配向膜AL1形成の各プロセスで過熱される。高温状態に置かれることによりリタデーション値は減少するが、リタデーション値の減少は、高温状態の温度が一定であれば高温状態におかれる時間の長さにほぼ比例するため、これを勘案して初期のリタデーション値を設定する。

【0048】

位相差層を高温状態に置くことによるリタデーション値の低下は、例えば、熱緩和機構によって説明される。固体化時には、液晶相における配向状態が必ずしも熱力学的に最安定ではないため、加熱時に熱緩和が生じ、配向状態が乱れる。その結果として、リタデーション値が低下する。このとき、光重合反応による結合形成率が高ければ、液晶相での配向状態が強固に保持され、熱緩和が生じにくい。しかし、光照射量が少なく結合形成率が低ければ、配向状態が変形しやすく、熱緩和によるリタデーション低下が生じやすい。したがって、光照射量による結合形成率が異なれば、同じ加熱プロセスを受けたとしてもリタデーション値の低下量が異なることになる。

【0049】

図8は、露光時に、図7(c)で用いたフォトマスクの平面図である。光を通過する部分がストライプ状に分布しており、そのストライプ中に、光透過の多い部分と少ない部分が存在する。前者が長波長位相差層露光部LEPであり、後者が短波長位相差層露光部SEPである。なお、NEPは非露光部である。

【0050】

位相差層の形成プロセスにおける両者の違いを図9に示す。図9は、図6に示す破線S9-S10での断面を示す。

【0051】

図9(a)、(b)は、図7(a)、(b)と同じであるが、図9(c)では、図7(c)と異なり全領域に光照射されているものの、照射量が左側と右側で異なり、右側の方が照射量は少ない。そのため、左側では楕円で示した液晶分子がほぼ完全に結合されてい

10

20

30

40

50

るが、右側では結合していない部分が存在する。図9（d）に示すように、有機現像時には何れの部分も残存する。加熱プロセスを受けた後の配向状態は、図9（e）に示したように、露光量の少ない部分は結合が不完全なため配向がより乱れている。

【0052】

位相差層は、反射表示部に必要であり、透過表示部には不要である。位相差層が透過表示部に形成されると、透過表示のコントラスト比が低下し、位相差層が反射表示部になれば、反射表示のコントラスト比が低下する。その他、反射表示部にも透過表示部にも属さない不透明な部分には、位相差層はあってもなくてもよい。したがって、位相差層は、第二の基板SU2上の透過表示部に対応する以外の部分にのみ作成する。

【0053】

反射表示のコントラスト比は、最高でも30：1程度であるが、透過表示では1000：1に及ぶこともある。そのため、半透過液晶表示装置では、透過表示のコントラスト比が優先される場合が多い。反射表示部と透過表示部の境界が近接する場合には、位相差層の境界に、ばらつきが生じることを考慮して、設計上は、位相差層の境界を反射表示部の内部に位置するように配置する。

【0054】

具体的には、光照射時にフォトマスクを用いて、位相差層が必要な部分にのみ光照射して固体化する。光照射されない部分は固体化されないため、有機溶剤等で洗浄して取り除く。この場合には、透過表示部から位相差層を物理的に取り除くため、その位相差の影響を完全になくすることができる。または、透過表示部に対応する部分は、ジアクリル系液晶混合物を塗布した段階で、これを加熱して等方層にし、この状態で光照射して等方相のまま固体化してもよい。この場合には有機現像プロセスが不要となる。

【0055】

第一の偏光板と位相差層と反射表示部液晶層の光学軸方向、並びに、位相差層と反射表示部液晶層のリタレーションは、広帯域4分の1波長板と同様にして決定される。広帯域4分の1波長板は、偏光板、2分の1波長板、4分の1波長板を順次積層した構造を有し、波長550nmを中心とした可視波長域のより広い波長域で、入射偏光を円偏光、若しくは、これにごく近い偏光状態に変換する機能を有する。

【0056】

その原理を、ポアンカレ球表示を用いて以下に説明する。ポアンカレ球表示については、応用物理学会編、森北出版「結晶光学」、鶴田匡夫著、培風館「応用光学II」等の書籍に詳細に解説されている。また、以下では、ポアンカレ球を地球に見立て、S3軸とポアンカレ球の交点を北極と南極、S1、S2平面とポアンカレ球の交線を赤道と呼ぶことにする。この場合、北極と南極が円偏光を表し、赤道が直線偏光を表し、その他の部分が楕円偏光を表す。また、S1、S2、S3軸はそれぞれ偏光状態のストークスパラメータであり、強度を表すストークスパラメータS0で規格化された値である。

【0057】

多くの場合、広帯域4分の1波長板は、視感度が最大になる波長550nmの光を基準にして設計される。波長550nmの光が広帯域4分の1波長板を通過した際の偏光状態の変化を図10（a）に示す。偏光板を通過した光は、直線偏光のため赤道上の一点に位置するが、2分の1波長板に入射すると、その遅相軸に相当する軸の回りを2分の1回転し、赤道上の別の一点に移動する。次いで、4分の1波長板に入射すると、その遅相軸に相当する軸の回りを4分の1回転し、北極上に移動して円偏光に変換される。

【0058】

自然界の多くの光学異方性媒体にみられるように、2分の1波長板のリタレーションは、可視波長域において、波長と共に単調減少する波長依存性を示す。そのため、可視波長域の長波長側では、図10（b）に示すように、回転が2分の1回転以下になり、赤道まで到達せずに北半球上に移動する。可視波長域の短波長側では、図10（c）に示すように、回転が2分の1回転以上になり、赤道を通過して南半球上に移動する。次の4分の1波長板では、移動方向が概略逆方向になり、なおかつ、先の2分の1波長板と同様の波長

10

20

30

40

50

依存性を示す。

【0059】

可視波長の長波長側では、図10（b）に示すように、北半球上をスタート点として北極方向に向かうため、北極までの距離がより近いが、この時の回転が4分の1回転以下と小さいため北極付近に到達する。可視波長の短波長側では図10（c）に示すように、南半球上をスタート点として北極方向に向かうため、北極までの距離がより遠いが、回転が4分の1回転以上と大きいため北極付近に到達する。

【0060】

このようにして、広帯域4分の1波長板では、可視波長域の何れの波長の光も北極近傍に移動するが、これは、同じリタレーションの波長依存性を有する2分の1波長板と4分の1波長板を、回転方向が概略逆方向になるような角度関係で積層することにより実現する。

10

【0061】

本発明では、反射層に近接する側から反射部液晶層、位相差層の順で積層しているため、反射部液晶層が4分の1波長板に相当し、位相差層が2分の1波長板に相当する。すなわち、反射部液晶層のリタレーションを4分の1波長板相当に設定し、位相差層のリタレーションを2分の1波長板相当に設定すればよい。

【0062】

光学軸の角度設定についても、図10（a）より導かれるが、より明確にするために、これをS1、S2平面に投影したものを図11（a）に示す。この場合中心が北極又は南極に、円周が赤道になる。

20

【0063】

図11（a）で、偏光状態の変換は、ポアンカレ球の北半球を反時計回りに動いて北極に到達する動きとして表される。広帯域4分の1波長板としては、この他にもポアンカレ球の北半球を時計回りに動いて北極に到達、ポアンカレ球の南半球を反時計回りに動いて南極に到達、ポアンカレ球の南半球を時計回りに動いて南極に到達する動きがあり、それぞれ図11（b）、（c）、（d）に示した。

【0064】

位相差層の遅相軸方位角 θ_{RE} と液晶層の配向方向方位角 θ_{LC} をそれぞれ第一の偏光板の透過軸方位角を0度として反時計回りに定義すると、 θ_{RE} と θ_{LC} の関係は、図11（a）～（d）より次式（1）で表される。

30

【0065】

$$2\theta_{RE} = \pm 45^\circ + \theta_{LC} \quad \dots\dots (1)$$

【0066】

なお、図11中の θ_{RE}' と θ_{LC}' は、式（1）の θ_{RE} と θ_{LC} で、それぞれ $2\theta_{RE}' = \theta_{RE}$ 、 $2\theta_{LC}' = \theta_{LC}$ の関係にある。このように、 θ_{RE} と θ_{LC} には多数の組合せが存在し、一義的には定まらない。

【0067】

しかしながら、本発明では、半透過型IPS液晶表示装置の反射表示部において、広帯域4分の1波長板と同様の効果を実現することを目的としており、そのため位相差層と反射部液晶層の光学軸の方位に制約が生じる。液晶層の配向方向は、反射表示部と透過表示部で同様であり、第一の偏光板は液晶パネルの外側に貼り付けるため、その透過軸方位も反射表示部と透過表示部で同様である。透過表示部では、電圧無印加時を黒表示とするため、第一の偏光板の透過軸方位は液晶配向方向に対して平行又は直交にしなければならない。したがって、第一の偏光板の透過軸方位に対し、反射部液晶層の配向方向は平行又は直交になる。

40

【0068】

この場合、 $\theta_{LC} = 0$ 度若しくは ± 90 度となるため、 θ_{RE} は ± 22.5 度、若しくは ± 67.5 度と求まる。このうち後者の方がより低反射率を与えるため、結局 $\theta_{RE} = \pm 67.5$ 度となる。図10、11は、以上を先取りして、第一の偏光板の透過軸方位に対し、

50

反射部液晶層の配向方向が平行又は直交にした状態を描いてある。

【0069】

以上により、位相差層と反射部液晶層の組合せにおいて反射黒表示の反射率を最も低減できる。

【0070】

反射スペクトルは、図12(a)に実線で示したように、波長550nmを中心にした広範な可視波長域に渡って反射率が低減する。この反射スペクトルの色相は深紫色に相当するが、観察するとほぼ無彩色の黒に見える。しかしながら、このとき、反射部液晶層のリタレーション値は137nmになり、複屈折が現状の最低値(0.07)に近い液晶材料を用いたとしても、液晶層厚は約2μmにしなければならない。

10

【0071】

IPS方式液晶表示装置では、このように液晶層厚が薄いと、第一及び第二の配向膜による配向規制力が強く作用し、電圧印加時における液晶配向の変形が小さく抑えられてしまう。その結果、十分な明表示反射率が得られないという問題がある。

【0072】

位相差層と反射部液晶層のリタレーションの比率を保った上で、反射部液晶層のリタレーション値を増やせば、図10(a)～(c)に示した偏光変換が擬似的に成り立つ。すなわち、視感度最大の550nmの光においても図10(c)に示したような偏光変換によりポアンカレ球の北極近傍に到達する。そのため、暗表示反射率を比較的強く保ちながら、反射部液晶層のリタレーション値を増やすことができる。反射部液晶層の厚さが増えれば、配向規制力の影響も減少し、反射部液晶層のリタレーション増大との相乗効果で、明表示反射率が增大する。しかしこのとき、明表示反射率よりも暗表示反射率の増大が大きいため、反射コントラスト比は減少する。

20

【0073】

位相差層と反射部液晶層のリタレーション値をそれぞれ340nm、170nmとしたときの法線方向における反射スペクトルを図12(b)に実線で示す。長波長域での反射率は比較的強く抑えられているものの、図12(a)と比較して、とりわけ短波長域での反射率増大が大きいが分かる。この場合、反射暗表示は青色に着色して観察される。

【0074】

実際の画素は、赤、緑、青のカラーフィルタで色分割されている。可視波長の短波長域の光反射は青の画素が多いため、青の画素からの反射が多い。そこで、青の画素に相当する位相差層のリタレーションを部分的に変えて、青の画素からの光反射を低減することが考えられる。

30

【0075】

反射部液晶層のリタレーション値を170nmに固定して、位相差層のリタレーション値を変えたときの暗表示反射スペクトルの変化を図12(b)に破線で示す。短波長域の反射率に着目すると、位相差層のリタレーション値を340nmから310nmに減少したときに、減少することが分かる。例えば、青の画素に対応する位相差層のリタレーション値を310nmにすると、短波長域の光反射のピーク値は340nmの場合の半分以下になる。短波長域以外に着目すると、340nmの場合に比較して反射率は増大しているが、青の画素は、短波長域以外の光の透過率が低く、反射率増大の影響が現れにくい。同様に、緑と赤の画素については、位相差層のリタレーション値を340nmにするが、短波長域の光の透過率が低いことにより、短波長域の反射率が高くても反射率増大の影響が現れにくい。

40

【0076】

これを実現するには、光照射時に用いる光マスクに変更を加える。光マスクをハーフトーンマスク又はグレースケールマスクとし、青の画素に対応する位相差層に対応する部分の光照射量を低減する。ハーフトーンマスクは、解像限界以下の微小描画により平均的な光照射量を低減し、解像限界以下の微小描画には、例えば、微細なストライプ状パターンなどがある。グレースケールマスクは、半透明部により光照射量を低減する。青の画素に

50

対応する位相差層の光照射量を低下すれば、青の画素だけ熱緩和によるリタデーション低下が余計に生じ、その後の加熱プロセスによるリタデーション値の低下量が、緑と赤の画素よりも多く、緑と赤の画素に対応する位相差層よりもリタデーションが低下する。

【0077】

より一般的には、可視領域の片側において光反射が増大する場合、カラーフィルタを短波長カラーフィルタと長波長カラーフィルタに分類し、いずれか一方を光反射が増大する波長域に対応させ、それぞれに対応する位相差層のリタデーション値を最適化すれば、暗表示反射率をより低減できる。本実施例の場合、青のカラーフィルタを短波長カラーフィルタ、緑と赤のカラーフィルタを長波長カラーフィルタに分類したことに相当する。

【0078】

積分球光源をその開口部半径と同じ距離だけ離して、本発明の液晶表示装置の上面に配置し、反射表示のコントラスト比を測定した。反射型表示では法線方向に対して傾いた方向から入射する光を光源として利用し、表示装置自体は法線方向から観察することが多いが、この方法により、実際の使用状況を反映した反射表示特性評価が可能になる。得られたコントラスト比は、位相差層のリタデーションを、赤、緑、青の画素において、全て等しくした場合に比較して、約1.4倍であった。以上のように、本発明により製造プロセスを増やすことなく、半透過型IPS液晶表示装置の反射表示のコントラスト比を向上することができた。

【実施例2】**【0079】**

位相差層のリタデーションを340nmよりもさらに増大し、これに伴い反射部液晶層のリタデーションも位相差層に対して約2分の1を保つようにして増大すれば、より高い明表示の反射率が得られる。すなわち、反射部液晶層の厚さを増大できるため配向規制力の影響が低減して、電圧印加時に液晶層が配向変化しやすくなる。また、液晶層のリタデーションが増えたことにより、配向変化時の光学特性の変化が大きくなる。しかし、このとき、短波長域における暗表示反射スペクトルがさらに増大し、反射コントラスト比が大幅に減少する。そのため、十分な明表示の反射率が得られないでいた。

【0080】

本実施例では、赤と緑の画素に対応する位相差層のリタデーションを370nmにして、反射部液晶層のリタデーションを180nmに増大した。

【0081】

このときの反射スペクトルを図13に実線で示す。視感度最大の550nmにおいて、反射率は低減しているものの、図12(b)の実線に比較して、短波長域の反射率が増大している。反射部液晶層のリタデーションを180nmのままにしながら、位相差層のリタデーションを330nmにしたときの反射スペクトルを図13に破線で示す。この図13の破線は、実線に比較して、短波長域の反射率がより低減している。これより、本実施例では、青の画素に対応する位相差層のリタデーションを330nmにした。これにより、実施例1に比較して、コントラスト比は低下したものの、より高い明表示反射率を得ることができた。

【実施例3】**【0082】**

実施例1では $\theta_{RE} = \pm 67.5$ 度としており、いずれの角度においても同じ暗表示反射率を与えるが、明表示反射率は異なる。各角度について、液晶配向方位と位相差層遅相軸方位とスリット方向の関係を図示すれば、図14(a)～(d)の4通りになる。

【0083】

図14(a)～(d)は、基板法線方向から観察した平面図である。図14(a)、(b)は画素電極PEのスリット方向に対して、液晶配向方向LCA Lが反時計回りに15度の場合であり、図14(c)、(d)は、時計回りに15度の場合である。また、図14(a)、(d)は $\theta_{RE} = 67.5$ 度、図14(b)、(c)は $\theta_{RE} = -67.5$ 度の場合である。図14(b)、(d)では液晶配向方向LCA Lと位相差層遅相軸REA Lの

10

20

30

40

50

なす67.5度の角度の間に、スリット方向があるのに対し、図14(a)、(c)ではその外側にある。

【0084】

これらについて、電圧印加時の反射率の印加電圧依存性を求めると、図15に示すように、図14(b)、(d)の配置は、図14(a)、(c)の配置に対して、電圧印加時に、より高反射率が得られる。その理由は、電圧印加時の配向状態による。電圧印加時に液晶層が一軸配向を保ちながら、その方位角のみを変化させる一軸配向モデルは、IPS液晶表示装置の挙動を近似的に記述できることが知られているが、

【0085】

これにならって、電圧印加時の液晶配向変化を、図14(a)～(d)に矢印で示した。図14(b)、(d)では、電圧印加時に、液晶配向は位相差層の遅相軸方向から遠ざかるように配向変化するのに対し、図14(a)、(c)では近づくように配向変化している。このように、電圧印加時における位相差層と液晶層のなす配向方向の相対関係が互いに異なるため、電圧印加時における反射率も互いに異なることになる。明表示時に高反射率を得るためには、図14(b)、(d)に示すように、液晶配向方向と位相差層遅相軸のなす67.5度の角度の間に、スリット方向がある配置がより好ましい。

【実施例4】

【0086】

実施例1においては、カラーフィルタが、赤、緑、青の3色であったが、これを赤、黄緑、青、シアンの4色に変えた。赤、緑、青の3色に比較して、より広い色再現範囲が得られるという利点があり、特に、赤、緑、青の3色では再現できない鮮やかなシアンや黄色を再現できる。

【0087】

各カラーフィルタを極大透過率を与える波長の順に記すと、短波長側より青、シアン、黄緑、赤になる。この場合に、青とシアンを短波長カラーフィルタ、黄緑と赤を長波長カラーフィルタに分類した。青とシアンの画素に対応する位相差層のリタレーション値を310nmにし、緑と赤の画素に対応する位相差層のリタレーション値を340nmにした。この場合にも、位相差層のリタレーション値を一定値にした場合に比較して、より高い反射表示のコントラスト比が得られた。

【実施例5】

【0088】

実施例1では、光重合時の光照射量を変えることで、位相差層のリタレーションに平面分布を形成した。すなわちこれは、位相差層の Δn に平面分布を形成したことに相当するが、本実施例では、これとは異なる方法で実現した。

【0089】

本実施例の液晶表示装置の断面を図16に示す。図16は、図1に示す緑の画素の断面と同様な構成で、緑の画素に代えた青の画素の断面であり、位相差層REよりも第一の基板SU1に近い側に、膜厚差形成層REMRを有している。

【0090】

本実施例の位相差層の形成プロセスを図17に示す。図17(a)に示すように、膜厚差形成層REMRは、青の画素に対応する部分にのみ配置する。この上に光重合性液晶分子の溶液を液晶相状態で塗布すると、図17(b)に示すように、その流動性により膜厚差形成層REMR上では層厚が薄くなる。この状態で、図17(c)に示すように、各色共に同じ照射量で、光照射量して固体化すれば、青だけ層厚の薄い位相差層RE'が形成される。図18は、露光時に用いるフォトマスクであり、図8とは異なり露光部EPの透過率は一定である。その後の加熱プロセスでは、図17(e)に示すように、いずれの部分も等しく配向が乱れ、 Δn の差は出ない。図17(b)に示した膜厚の差でリタレーションの差が決定される。

【0091】

本実施例では、実施例1と同様に、青の画素に対応する位相差層だけリタレーションが

10

20

30

40

50

小さくなり、反射コントラスト比向上の効果が得られる。

【実施例 6】

【0092】

本実施例では、暗表示反射率を低減する位相差層と反射部液晶層のリタレーションの組合せを計算により求めた。第一の偏光板と位相差層と反射部液晶層の軸角度を設定し、入射時及び反射時の光路はいずれも法線方向と仮定した。

【0093】

Jones マトリクス法による光学計算を行う市販の一次元計算ソフトウェアを用い、位相差層と反射部液晶層のリタレーションの組合せを変えながら暗表示反射率を計算した。計算結果を図 19 (a) に示す。

10

【0094】

図 19 (a) において、+印は位相差層と反射部液晶層の波長 550 nm におけるリタレーションを理想的な広帯域 4 分の 1 波長板の値、すなわち、前者を 275 nm、後者を 137.5 nm にした場合を示し、実線で示す領域はこの時の値の 1.5 倍以下の暗表示反射率が得られる領域である。その外側の破線、一点鎖線、点線はそれぞれ理想的な広帯域 4 分の 1 波長板の 2.0 倍、2.5 倍、3.0 倍の暗表示反射率が得られる領域である。このように、良好な暗表示反射率の得られる領域は+印を中心に概略楕円状に分布している。また、この領域は長軸が傾斜した楕円であり、その傾きは正である。位相差層と反射部液晶層のリタレーションに比例関係が成立すれば、暗表示反射率を低減できることを示している。

20

【0095】

これより、その楕円の長軸に相当する直線を摘出し、その関係式を求めたのが図 19 (b) である。位相差層のリタレーション値を R_p 、反射表示部の液晶層のリタレーション値を R_l とすると、 R_p と R_l は $R_p = 1.37 R_l + 86$ 、若しくはその近傍に位置する関係にあれば、両者のリタレーションが理想的な広帯域 4 分の 1 波長板の値からずれていても比較的良好な暗表示反射率が得られる。

【0096】

このことは、図 10 (b)、(c) を用いて定性的に説明できる。すなわち、位相差層のリタレーションが理想値より小さい場合には、反射部液晶層のリタレーションも理想値より小さければ、ポアンカレ球の極近傍に移動可能であり、暗表示反射率を低減できる。また逆に、位相差層のリタレーションが理想値より大きい場合には、反射部液晶層のリタレーションも理想値より大きければ、ポアンカレ球の極近傍に移動可能である。

30

【0097】

以上の結果は、反射率をより優先して反射表示部液晶層のリタレーションを理想的な 4 分の 1 波長板の値よりも大きく設定するとき、位相差層のリタレーションを決定するのに有効である。

【実施例 7】

【0098】

反射層 RF は、入射光を拡散反射するので、液晶表示装置に対して斜め方向から入射した光を法線方向に反射する性質を有する。そのため、液晶表示装置を法線方向から観察する場合にも、液晶表示装置に対して斜め方向から入射した光を観察することになる。したがって、高品位な反射表示を得るためには、反射表示部の視角特性にも注目すべきである。特に、反射暗表示を低減して、反射コントラスト比を向上するには、反射暗表示の視角特性を向上しなければならない。本実施例では、反射暗表示の視角特性向上による反射コントラスト比向上を試みた。

40

【0099】

反射暗表示の視角特性向上のためには、例えば、第一の基板と第一の偏光板との間に、新たに視角特性補償用の光学フィルムを追加することがまず考えられるが、この時、液晶表示装置の厚さが増大してしまう。また、このような光学フィルムは反射表示部のみならず、透過表示部の上面にも位置するため、透過表示の視角特性にも影響を及ぼし、透過表

50

示の視角特性との両立を取らなければならない。

【0100】

そこで、位相差層の材質を変えて、その光学特性を変えることにした。視角特性向上には、基板平面方向の屈折率分布と基板法線方向の屈折率分布のバランスをとらなければならない。基板平面方向の屈折率分布と基板法線方向の屈折率分布のバランスをとることにより、視角特性を向上した例を図20(a)に示す。図20(a)は、垂直配向型液晶の例であり、これを構成する光学異方性媒体である垂直配向液晶層と負のCプレートの屈折率楕円体を示す。垂直配向型液晶では、暗表示時にネマチック液晶が基板法線方向に配向しており、その屈折率分布を表す屈折率楕円体はラグビーボール状で、かつ、その長軸は基板法線方向を向いている。この視角特性を補償するために、負のCプレートが用いられているが、その屈折率楕円体は凸レンズ状で、その回転対称軸は基板法線方向を向いている。垂直配向液晶層の屈折率分布は、基板法線方向が過剰であるのに対し、負のCプレートの屈折率分布は、基板平面方向が過剰であり、両者を組合せることにより、屈折率分布のバランスがとれる。

10

【0101】

基板平面方向と基板法線方向の屈折率分布を表す指標に、 N_z 係数がある。これは、Yasuo Fujimura, Tatsuki Nagatsuka, Hiroyuki Yoshimi, Takefumi ShimomuraがSID 91 DIGESTの739頁から742頁に記載しているとおり、次式(2)で表される。

$$N_z = (n_s - n_z) / (n_s - n_f) \dots\dots\dots (2)$$

ここで、 n_s 、 n_f は、それぞれ基板平面内の遅相軸方向、進相軸方向の屈折率であり、 n_z は、基板法線方向の屈折率である。反射表示部を構成する光学異方性媒体は反射表示部液晶層と位相差層であるが、前者はネマチック液晶であり、後者も光反応性のネマチック液晶を光重合して形成したものである。したがって、配向方向の屈折率が大きく、その垂直方向の屈折率は小さい。配向方向は基板平面内にあるため、反射表示部液晶層と位相差層の n_s 、 n_f 、 n_z は次式(3)の関係にある。

20

$$n_s > n_f = n_z \dots\dots\dots (3)$$

N_z 係数は1であり、この時の反射表示部液晶層と位相差層の屈折率楕円体は図20(b)に示したように何れもラグビーボール状であり、これらの回転対称軸は基板平面方向に対して平行である。基板法線方向の屈折率は基板平面方向に比較して小さく、基板法線方向と基板平面方向の屈折率のバランスがとれていないことがわかる。視角特性を向上するには、反射表示部液晶層又は位相差層のいずれか一方について、基板法線方向の屈折率を増大しなければならない。このうち、液晶層は、液晶表示装置として動作するためには、ネマチック相でなければならないことから、変更不可能である。

30

【0102】

位相差層の基板法線方向の屈折率を増大しなければならないが、このとき位相差層としての機能を維持するために、法線方向におけるリタデーション値は維持しなければならない。位相差層には、ネマチック液晶のほかにディスコチック液晶を用いることが可能である。ディスコチック液晶については、S. チャンドラセカール著、木村初男、山下護共訳、「チャンドラセカール液晶の物理学」に詳細に解説されている。液晶分子の剛直な骨格部はメゾゲンと呼ばれるが、ネマチック液晶のメゾゲンは棒状であるのに対し、ディスコチック液晶は円盤状であることが特徴である。円盤状のメゾゲンが基板平面に対して垂直になるように、ディスコチック液晶を配向すれば、法線方向から見たときに屈折率異方性が生じる。そのため、位相差層としての機能を維持しながら、基板法線方向の屈折率を増大可能である。この時の位相差層の n_s 、 n_f 、 n_z は次式(4)の関係にあり、 N_z 係数は1になる。

40

$$n_s = n_z > n_f \dots\dots\dots (4)$$

この時の屈折率楕円体は液晶分子のメゾゲンの配向状態の影響を受けて凸レンズ状となり、図20(c)に示すように、その回転対称軸は基板平面に対して平行である。位相差層の基板法線方向の屈折率を増大したことにより、基板平面方向と基板法線方向の屈折率分布のバランスがとれる。

50

【0103】

図20(b)、(c)に示した屈折率楕円体で表される反射表示部について、暗表示における反射率の視角依存性を計算した結果を図21(a)、(b)に示す。反射層の巨視的な平面に対して、正反射が生じるものと仮定して、反射表示部を通過する光路を決定している。図21(a)は、液晶配向方向を含む方位角での極角依存性であり、図21(b)は、その垂直方向である。図21(a)、(b)中の破線は、位相差層にネマチック液晶を用いた場合であり、図20(b)の屈折率楕円体に相当する。図21(a)、(b)中の実線は、位相差層にディスコチック液晶を用いた場合であり、図20(c)の屈折率楕円体に相当する。極角が±15度の範囲では、実線は破線とほぼ重なっているが、これより外側の極角範囲では、破線で示される反射率は急速に増大している。これに対して、実線は、図21(a)では、法線方向の反射率から微増するに留まり、図21(b)では、減少している。以上のように、位相差層にディスコチック液晶を用いると、いずれの方位においても暗表示反射率が低減する結果が得られた。

10

【0104】

ディスコチック液晶を、円盤状のメゾゲンが基板平面に対して垂直になるように配向するには、位相差層配向膜ALPに水平配向膜を用い、ラビング法で配向処理する際に、ラビングロールRULをより強く押し当てる強ラビングを行えばよい。または、位相差層配向膜ALPに垂直配向膜を用い、これにラビング法で配向処理してもよい。ディスコチック液晶分子のメゾゲンの置換基にアクリル基を導入すれば、光重合して固体化することが可能になる。この場合には、より良好な耐熱性が得られ、位相差層形成後の加熱プロセスにおいても配向状態を比較的良好に保持できる。

20

【0105】

積分球光源を用いて、反射表示のコントラスト比を測定したところ、位相差層にネマチック液晶を用いた場合に比較して、約1.8倍の反射コントラスト比が得られた。

【実施例8】

【0106】

実施例1において、反射表示部におけるカラーフィルタ空孔部CFHを除いた。これに加えて、反射表示部にカラーフィルタの層厚を低減した色の淡いカラーフィルタを配置した。この状態におけるカラーフィルタの分布を図22に示す。赤の画素、緑の画素、青の画素の反射表示部の全面に、それぞれ淡色赤色カラーフィルタCFLR、淡色緑色カラーフィルタCFLG、淡色青色カラーフィルタCFLBを配置している。これにより、反射表示部におけるカラーフィルタの光吸収が低減し、実施例1と同様に、高反射率の反射表示が得られた。

30

【0107】

青の画素では、位相差層のリタデーションを赤や緑の画素に対して変更したことにより、青のカラーフィルタの吸収波長域における反射率が増大する。カラーフィルタ空孔部CFHではカラーフィルタがないため、青のカラーフィルタの吸収波長域における反射率増大を抑制できない。本実施例では、カラーフィルタ空孔部CFHを除いたことにより、青のカラーフィルタの吸収波長域における反射光をより低減することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

40

【0108】

【図1】実施例1の液晶表示装置の一画素の断面図

【図2】実施例1の液晶表示装置の第二の基板SU2上の構成を示す平面図

【図3】実施例1の液晶表示装置の透過表示部の断面図

【図4】実施例1の液晶表示装置の反射表示部の断面図

【図5】実施例1の液晶表示装置の第一の基板SU1上の構成を示す平面図

【図6】実施例1の液晶表示装置の第一の基板SU1上の構成を示す平面図

【図7】実施例1の位相差層を形成するプロセスを表す図

【図8】位相差層のパターンニングに用いるフォトマスクの平面図

【図9】実施例1の位相差層を形成するプロセスを表す図

50

【図 1 0】位相差層と反射部液晶層による暗表示時における入射光の偏光状態の変換を表す図

【図 1 1】位相差層と反射部液晶層による暗表示時における入射光の偏光状態の変換を表す図

【図 1 2】実施例 1 の液晶表示装置の反射表示部の暗表示時の反射スペクトル図

【図 1 3】実施例 2 の液晶表示装置の反射表示部の暗表示時の反射スペクトル図

【図 1 4】位相差層と画素電極と液晶配向方向の方位角の相互関係を表す平面図

【図 1 5】実施例 3 における反射率の駆動電圧依存性を示す図

【図 1 6】実施例 5 の液晶表示装置の一画素の断面図

【図 1 7】実施例 5 の位相差層を形成するプロセスを表す図

10

【図 1 8】実施例 5 の位相差層のパターンニングに用いるフォトマスクの平面図

【図 1 9】暗表示反射率を低減する位相差層と反射部液晶層のリタデーション関係図

【図 2 0】各種の液晶層と位相差層の屈折率楕円体の組合せを示す図

【図 2 1】位相差層にネマチック液晶とディスコチック液晶を用いた場合の暗表示反射率の極角依存性を示す図

【図 2 2】実施例 1 の液晶表示装置の第一の基板上の構成を示す平面図

【符号の説明】

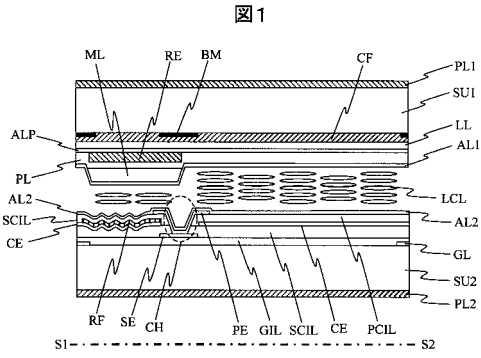
【0109】

P L 1 …第一の偏光板、P L 2 …第二の偏光板、S U 1 …第一の基板、S U 2 …第二の基板、L L …平坦化層、A L 1 …第一の配向膜、L C L …液晶層、A L 2 …第二の配向膜、G L …走査配線、C F …カラーフィルタ、B M …ブラックマトリクス、R E …位相差層、M L …段差形成層、A L P …位相差層配向膜、P L …保護層、P C I L …層間絶縁膜、C E …共通電極、S C I L、G I L …走査配線絶縁膜、P E …画素電極、C H …コンタクトホール、S E …ソース配線、R F …反射層、S L …信号配線、C F R …赤色カラーフィルタ、C F G …緑色カラーフィルタ、C F B …青色カラーフィルタ、C F H …カラーフィルタ空孔部、R E L W …長波長位相差層、R E S W …短波長位相差層、L E P …長波長位相差層露光部、S E P …短波長位相差層露光部、N E P …非露光部、E P …非露光部、R U L …ラビングロール、R E ' …完成前の位相差層、L C A L …液晶配向方向、R E A L …位相差層遅相軸、R E M R …膜厚差形成層、C F L R …淡色赤色カラーフィルタ、C F L G …淡色緑色カラーフィルタ、C F L B …淡色青色カラーフィルタ

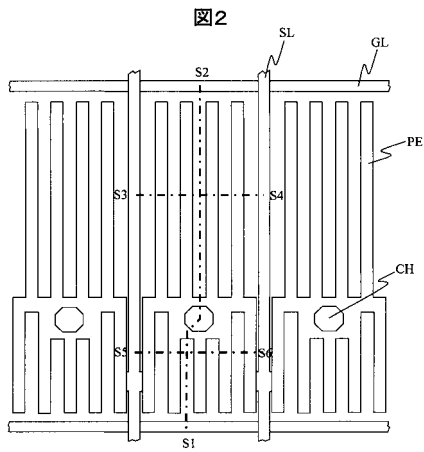
20

30

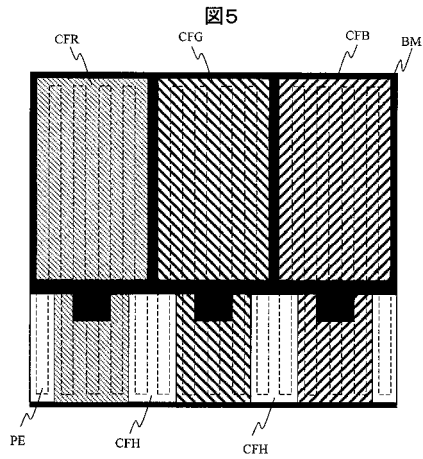
【図 1】



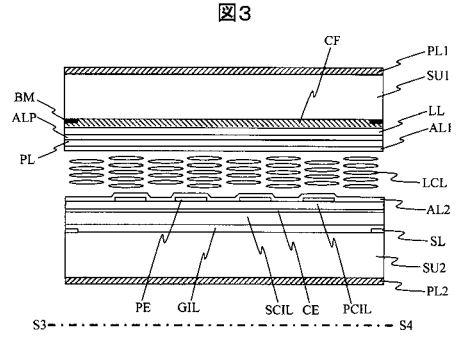
【図 2】



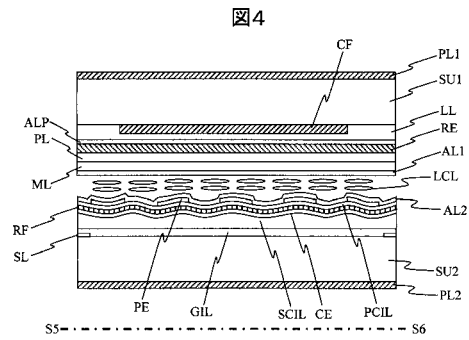
【図 5】



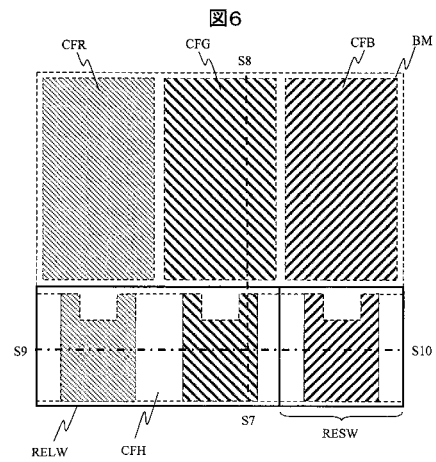
【図 3】



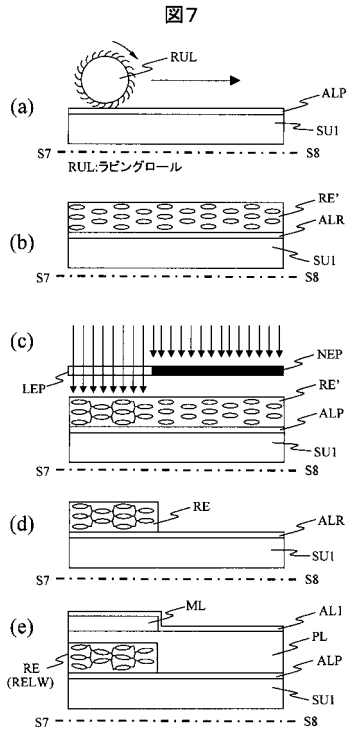
【図 4】



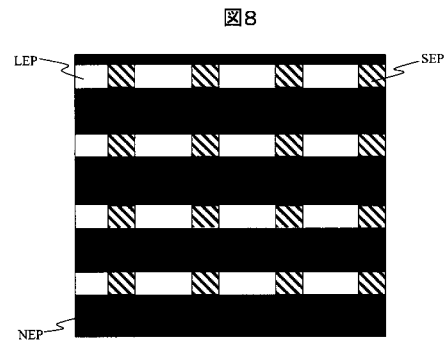
【図 6】



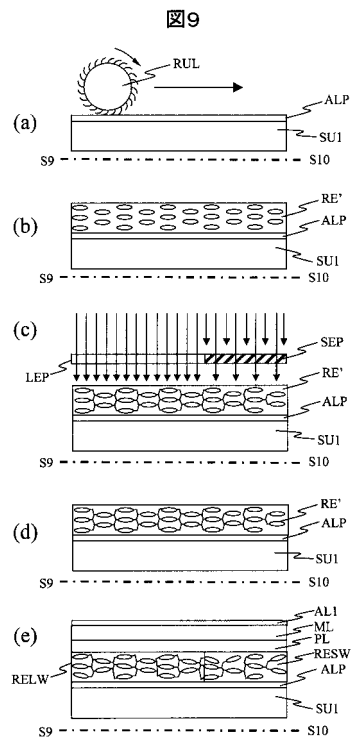
【図 7】



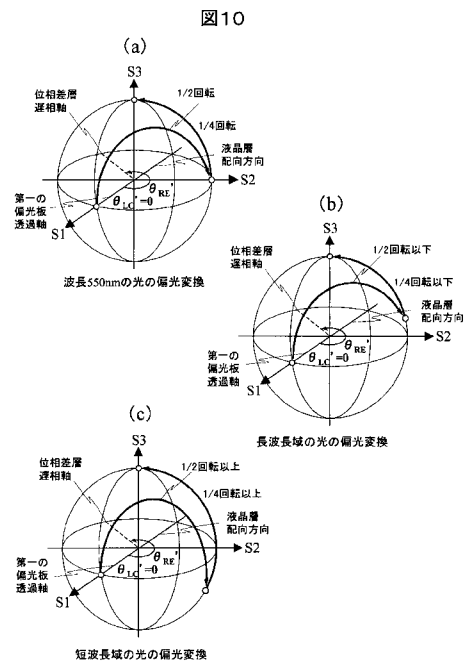
【図 8】



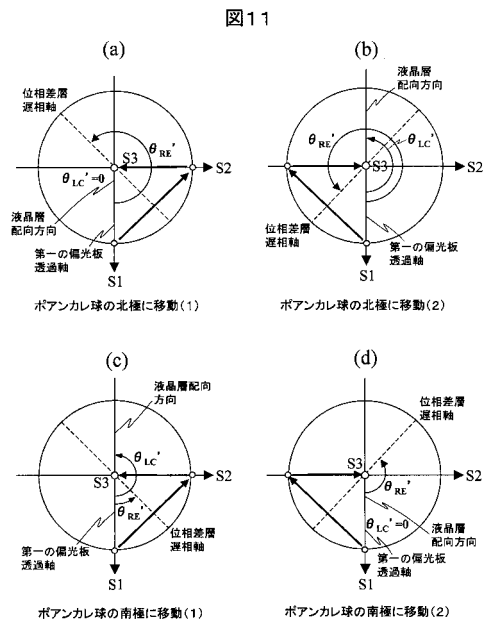
【図 9】



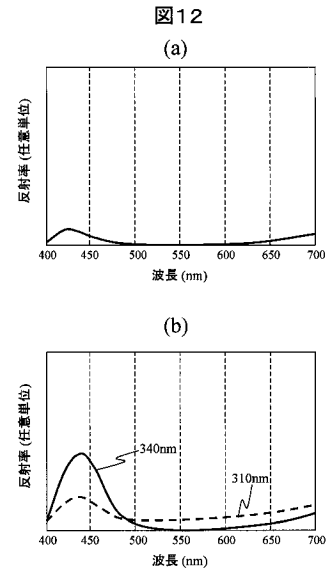
【図 10】



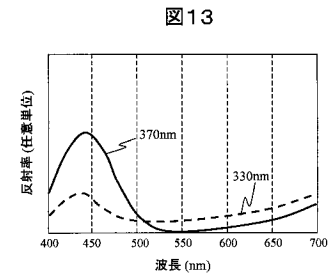
【図 1 1】



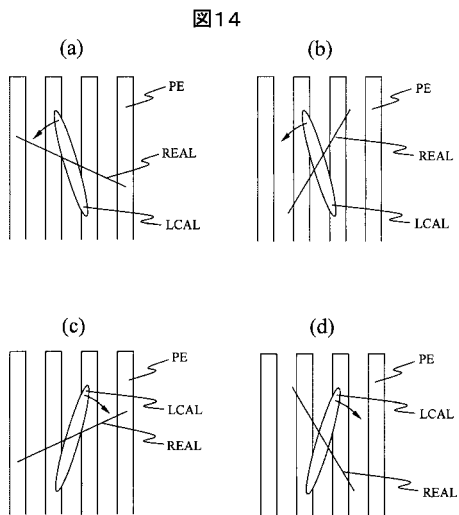
【図 1 2】



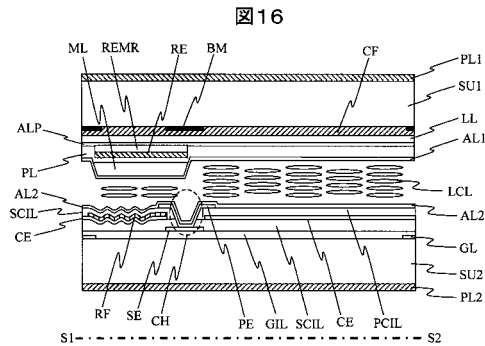
【図 1 3】



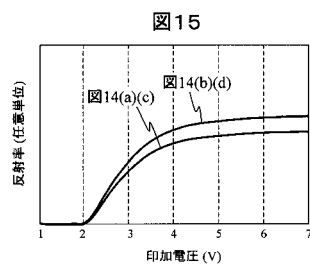
【図 1 4】



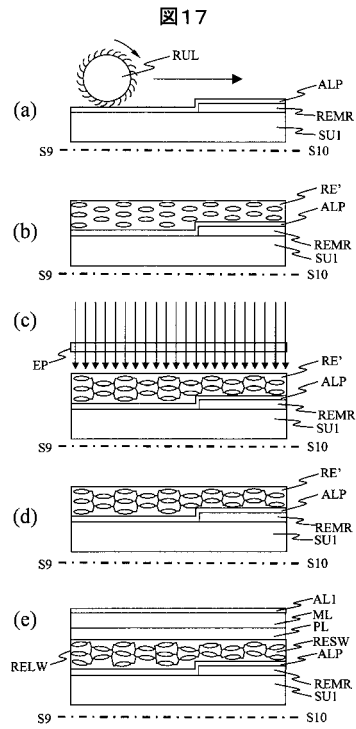
【図 1 6】



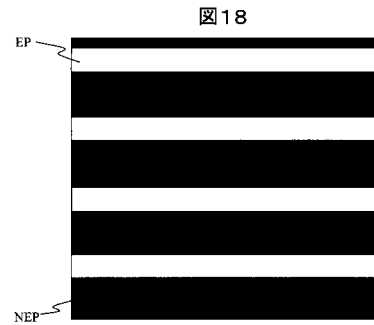
【図 1 5】



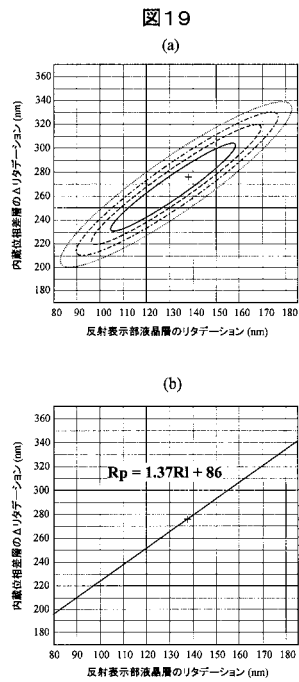
【図 17】



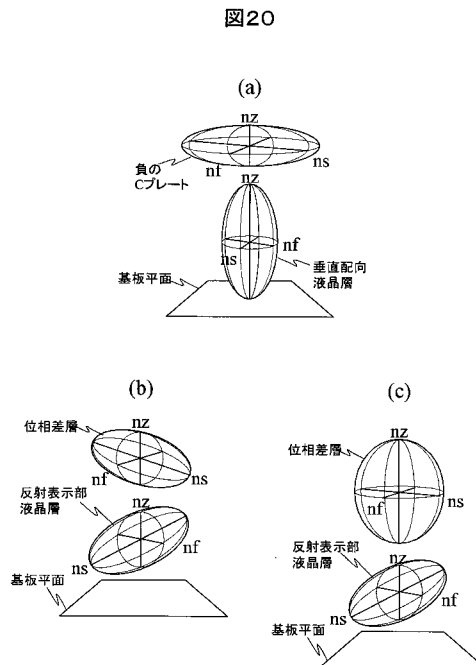
【図 18】



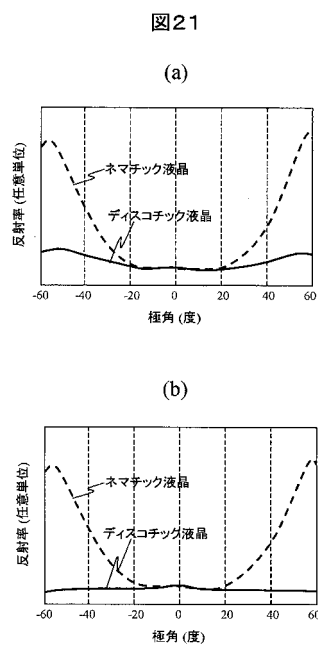
【図 19】



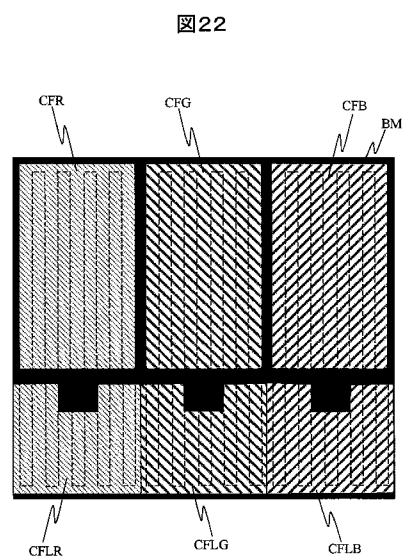
【図 20】



【図 2 1】



【図 2 2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 2 B 5/30 (2006.01) G 0 2 B 5/00 B
 G 0 2 B 5/30

(72)発明者 伊東 理
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
 所内 株式会社 日立製作所 日立研究

(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
 所内 株式会社 日立製作所 日立研究

(72)発明者 足立 昌哉
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
 所内 株式会社 日立製作所 日立研究

(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
 所内 株式会社 日立製作所 日立研究

審査官 右田 昌士

(56)参考文献 特開2006-292847 (JP, A)
 特開2006-139286 (JP, A)
 特開平11-189665 (JP, A)
 特開2001-183643 (JP, A)
 特開2005-338256 (JP, A)
 特開2005-196119 (JP, A)
 特開2003-207642 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 G 0 2 F 1/13363
 G 0 2 F 1/1335
 G 0 2 F 1/1343
 G 0 2 F 1/1368
 G 0 2 B 5/00
 G 0 2 B 5/30

专利名称(译)	液晶表示装置		
公开(公告)号	JP4886474B2	公开(公告)日	2012-02-29
申请号	JP2006300357	申请日	2006-11-06
[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		
当前申请(专利权)人(译)	日立显示器有限公司 松下液晶显示器有限公司		
[标]发明人	伊東理 廣田昇一 足立昌哉 岡真一郎		
发明人	伊東 理 廣田 昇一 足立 昌哉 岡 真一郎		
IPC分类号	G02F1/13363 G02F1/1335 G02F1/1368 G02F1/1343 G02B5/00 G02B5/30		
CPC分类号	G02F1/13363 G02F1/133555 G02F1/134363 G02F2001/133565 G02F2001/133633 G02F2413/09 G02F2413/11 G02F2413/13 G02F2413/14		
FI分类号	G02F1/13363 G02F1/1335.520 G02F1/1335.505 G02F1/1368 G02F1/1343 G02B5/00.B G02B5/30 G02F1/1362		
F-TERM分类号	2H042/AA02 2H042/AA04 2H042/AA06 2H042/AA26 2H042/BA04 2H042/BA09 2H042/BA12 2H042/BA15 2H042/BA20 2H049/BA06 2H049/BA42 2H049/BB01 2H049/BC22 2H091/FA01Y 2H091/FA02Y 2H091/FA11X 2H091/FA11Z 2H091/FA14Y 2H091/FA31Y 2H091/FA34Y 2H091/FC23 2H091/GA01 2H091/GA02 2H091/GA06 2H091/KA02 2H091/LA30 2H092/GA11 2H092/JB22 2H092/JB31 2H092/JB52 2H092/MA07 2H092/MA30 2H092/NA25 2H092/PA01 2H092/PA02 2H092/PA08 2H092/PA11 2H092/PA12 2H149/AA07 2H149/AB05 2H149/AB14 2H149/DA01 2H149/DA02 2H149/DA12 2H149/DA24 2H149/DB15 2H149/EA19 2H149/FA08Y 2H149/FA08Z 2H149/FA15Z 2H149/FA24Y 2H149/FA26Y 2H149/FA34Y 2H149/FA58Y 2H149/FC07 2H149/FC08 2H149/FD05 2H149/FD07 2H191/FA05Y 2H191/FA08Y 2H191/FA14Y 2H191/FA22X 2H191/FA22Z 2H191/FA30Y 2H191/FA34Y 2H191/FB04 2H191/FB22 2H191/FC10 2H191/FC13 2H191/FC32 2H191/FC33 2H191/FD13 2H191/FD22 2H191/FD26 2H191/GA04 2H191/GA08 2H191/HA15 2H191/KA02 2H191/LA22 2H191/LA25 2H191/NA14 2H191/NA19 2H191/NA23 2H191/NA35 2H191/NA37 2H191/PA04 2H191/PA08 2H191/PA42 2H191/PA62 2H191/PA64 2H192/AA24 2H192/BB13 2H192/BB73 2H192/BC31 2H192/BC64 2H192/BC72 2H192/BC82 2H192/EA22 2H192/EA43 2H192/EA53 2H192/GD43 2H192/HA44 2H192/JA33 2H291/FA05Y 2H291/FA08Y 2H291/FA14Y 2H291/FA22X 2H291/FA22Z 2H291/FA30Y 2H291/FA34Y 2H291/FB04 2H291/FB22 2H291/FC10 2H291/FC13 2H291/FC32 2H291/FC33 2H291/FD13 2H291/FD22 2H291/FD26 2H291/GA04 2H291/GA08 2H291/HA15 2H291/KA02 2H291/LA22 2H291/LA25 2H291/NA14 2H291/NA19 2H291/NA23 2H291/NA35 2H291/NA37 2H291/PA04 2H291/PA08 2H291/PA42 2H291/PA62 2H291/PA64		
代理人(译)	小野寺杨枝		
其他公开文献	JP2008116731A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供透射反射型IPS（面内切换）型液晶显示装置，实现具有宽视角和高对比度的透射显示以及具有更高反射率和更高对比度的反射显示。解决方案：透射反射型IPS型液晶显示装置包括反射显示部分中的延迟层，其中延迟层RE的延迟在对应于短波长滤色器的延迟层和长波长滤色器之间不同。蓝色显示像素被认为是短波长滤色器，而红色和绿色像素被认为是长波长滤色器；并且对应于前者的延迟层RE的延迟被控制为小于后者。Ž

图 4

