

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A) (11)特許出願公開番号

特開2001 - 228467

(P2001 - 228467A)

(43)公開日 平成13年8月24日(2001.8.24)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ト* (参考)
G 0 2 F 1/1335		G 0 2 F 1/1335	2 H 0 8 9
1/1334		1/1334	2 H 0 9 1

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 16数)

(21)出願番号 特願2000 - 37014(P2000 - 37014)

(22)出願日 平成12年2月15日(2000.2.15)

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 箕浦 潔

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74)代理人 100080034

弁理士 原 謙三

F タ-ム (参考) 2H089 HA04 JA04 KA04 QA16

2H091 FA02Y FA14Y FA16Y FA19Y FA34Z

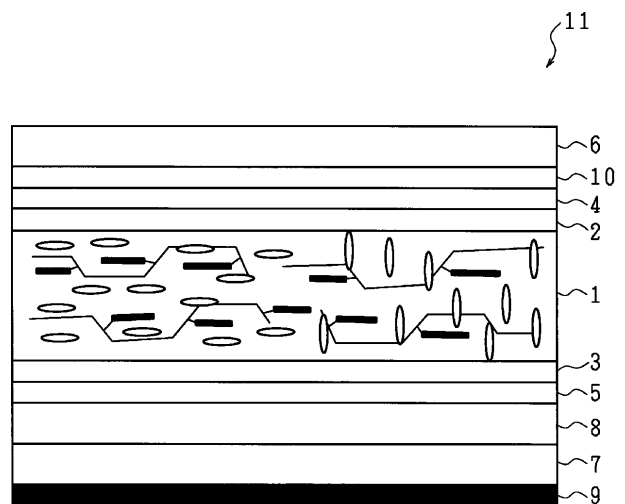
FD06 JA02 LA17

(54)【発明の名称】 反射型液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】 白表示の明度が高く、かつ、コントラスト比が高く、見やすい多色表示可能な反射型液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 本発明に係る反射型液晶表示装置は、入射光が入射される側に設けられた入射側基板6と、この入射側基板6と対向するように設けられた反射側基板7と、上記両基板間に挟持され、散乱状態と透過状態との間で状態変化する散乱型液晶層1と、上記散乱型液晶層1からの光を干渉、反射させる干渉型反射膜8とを備え、上記散乱型液晶層における後方散乱率が30%よりも小さいか、または上記散乱型液晶層の全光線透過率が30%よりも大きい。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】入射光が入射される側に設けられた入射側基板と、

上記入射側基板と対向するように設けられた反射側基板と、

上記両基板間に挟持され、散乱状態と透過状態との間で状態変化する散乱型液晶層と、

上記散乱型液晶層からの光を干渉、反射させる干涉型反射層とを備え、

上記散乱型液晶層における後方散乱率が 30% よりも小さいか、または上記散乱型液晶層の全光線透過率が 30% よりも大きいことを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項 2】上記干涉型反射層が、上記反射側基板の近傍に設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 3】上記干涉型反射層は、その法線から所定の角度内に入射された光を透過する一方、それ以外の角度で入射した光を反射すると共に、

上記干涉型反射層を透過した光を吸収する吸収層を更に設けたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 4】上記干涉型反射層よりも上記入射側基板側に設けられた吸収型カラーフィルタを更に備え、

上記吸収型カラーフィルタの透過波長範囲は、上記干涉型反射層の反射波長範囲と同じかそれよりも狭いことを特徴とする請求項 1、2、又は 3 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 5】上記干涉型反射層は屈折率の異なる複数の薄層が積層されてなり、該薄層の法線方向またはその近傍方向から入射した光を透過する一方、それ以外の方向から入射した光を反射することを特徴とする請求項 1、2、3、又は 4 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 6】上記干涉型反射層は、屈折率の異なる複数の薄層が積層されてなり、該薄層の法線方向が観察者に向かうように傾斜していることを特徴とする請求項 5 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 7】上記干涉型反射層は、屈折率の異なる複数の薄層が積層されてなり、該干涉型反射層は入射した光の全てを反射するものであり、大気中の屈折率を n_0 とし、該干涉型反射層の平均屈折率を n_1 とすると、上記薄層の法線方向は、 90° 未満であって上記入射側基板の表面に対して $0.5 \arcsin(n_0/n_1)$ で表されるよりも大きい角度だけ傾斜していることを特徴とする請求項 1、2、3、又は 4 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 8】上記散乱型液晶層が、光透過性の液晶性高分子からなる固体マトリックス中に液晶分子が分散している光変調性液晶材料であり、

上記散乱型液晶層は、透過状態のとき、上記液晶分子の有効屈折率と上記固体マトリックスの有効屈折率とが、*50

*入射光のどの方向に対しても調和されていることを特徴とする請求項 1、2、3、又は 4 に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項 9】入射光が入射される側に設けられた入射側基板と、

上記入射側基板と対向するように設けられた反射側基板と、

上記両基板間に挟持され、反射状態と透過状態との間で状態変化する散乱型液晶層と、

上記散乱型液晶層からの光を干渉、反射させる干涉型反射層とを備え、

上記散乱型液晶層における後方散乱率が 30% よりも小さいか、または上記散乱型液晶層の全光線透過率が 30% よりも大きい反射型液晶表示装置。

【請求項 10】上記散乱型液晶が、コレステリック液晶、もしくは、ホログラフィック機能を備えた高分子分散型液晶であることを特徴とする請求項 9 に記載の反射型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、偏光板を用いずに白表示の明度が高く、かつ、コントラスト比の良好なフルカラー表示を行う反射型液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】薄型、軽量等の特徴を備えたカラーディスプレイとして、現在、液晶表示装置が数多く用いられている。カラー液晶表示装置として、特に広く用いられているのは、背景に光源（バックライト）を設けた透過型液晶表示装置であり、各種分野に用途が拡大している。

【0003】上記透過型液晶表示装置に対するものとして、反射型液晶表示装置があり、これは、バックライトを必要としないため光源用電力が削減可能であり、更にバックライトのスペースや重量が節約できる等の特徴を有している。すなわち、表示装置全体として、消費電力の低減が実現できると共に、小型のバッテリーを用いることが可能となり、軽量薄型を目的とする機器に適している。あるいは、機器の大きさ又は重量を同一にするように製造すれば、大型のバッテリーを用いることが可能となり、動作時間の飛躍的な長大化が期待できる。

【0004】また、表示面のコントラスト特性の面からも、発光型表示装置である CRT 等では、日中の屋外でコントラスト比の大幅な低下が見られたり、低反射処理の施された透過型液晶表示装置においても、直射日光等の周囲光が表示光に比べて非常に強い場合には、同様にコントラスト比の大幅な低下が避けられない。

【0005】これに対して、反射型液晶表示装置は、周囲光量に比例した表示光が得られ、携帯情報端末機器やデジタルカメラ、携帯ビデオカメラ等の屋外での使用に

は、特に好適である。

【0006】上記のような非常に有望な応用分野を有していながら、十分なコントラスト比や反射率、フルカラー化、及び高精細表示や動画への対応等の性能が不十分であるため、現在まで、十分な実用性を有する反射型カラー液晶表示装置は実現されていない。

【0007】ここで、反射型液晶表示装置について詳述する。現在、偏光板を2枚もしくは1枚利用した反射型液晶表示装置が広く使用されており、電界により液晶層の旋光性を制御して表示を行うツイステッドネマティック（以下、TNと称す。）モード、電界により液晶層の複屈折を制御して表示を行う複屈折（以下、ECBと称す。）モード、又は上記TNモードとECBモードを組み合わせたミックスモード等が主として適用されている。

【0008】これに対して、偏光板を用いないで、染料を液晶に添加したゲストホスト型液晶表示素子が開発されてきたが、このタイプのものは、染料を添加しているため信頼性に欠け、また染料の二色性比が低いため、高いコントラスト比が得られないという問題点を有している。特に、コントラストの不足は、カラーフィルタを用いるカラー表示においては、色純度を大幅に低下させるため、色純度の高いカラーフィルタと組み合わせる必要があり、色純度の高いカラーフィルタのために明度が低下し、偏光板を用いないことにより上記タイプの高明度という利点が損なわれるという不具合を招来する。

【0009】これらを背景に、偏光板や染料を用いずに、高明度、高コントラスト表示の期待できる高分子分散型液晶、コレステリック液晶を利用したタイプの液晶表示素子の開発がなされている。これらのタイプの液晶表示素子は、液晶層に印加する電圧を制御することによって、液晶層が光学的に透過状態と散乱状態との間で、もしくは透過状態と反射状態との間で切り替わる特性を利用したものである。偏光板を用いないことから、光の利用効率を上げることができるのみならず、色味の観点から評価を行った場合においても、上記TNモードやECBモードと比べて、波長依存性が小さいこと、さらに偏光板自体の吸収プロフィル、すなわち偏光板が青色の光を吸収し、入射光が黄色味を帯びるといった問題点から開放されることから、良好な白表示が実現されることが期待できる。

【0010】その具体例が、例えば特開平3-186816号公報に開示されている。このタイプの液晶表示装置は、黒色基板上に高分子分散型液晶を配置し、電圧無印加時には高分子分散型液晶が散乱状態となり、白濁することによる白表示を実現する一方、電圧印加時には高分子分散型液晶が透過状態となり、下側に配置されている黒色基板が見えて黒表示を実現することによって白黒表示を行うようになっている。

【0011】特開平6-258638号公報には、プリ

ズムアレイシートなどを配置することによって、視野角を絞り、上記特開平3-186816号公報に開示されたタイプの白表示時の明るさの向上を図った液晶表示装置が開示されている。

【0012】また、特開平7-77688号公報には、ホログラム素子や回折格子などの反射回折によって分光する特性を有する反射板を配置することによって、カラー表示可能な反射型液晶電気光学素子が開示されている。

【0013】さらに、米国特許番号5,929,956には、角度依存性反射板と高分子分散型液晶とを組み合わせた構造の反射型液晶表示装置が開示されている。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開平3-186816号公報に開示された液晶表示装置においては、白表示に際して、高分子分散型液晶から後方に散乱される光しか白表示に関与しておらず、前方に散乱される光は全て黒色基板に吸収されてしまうため、実際には、光の利用効率が著しく低下する。

【0015】上記特開平6-258638号公報に開示された液晶表示装置においては、プリズムアレイシートを液晶セル内に配置することが、プロセス上困難であるため、視差による画質低下が不可避である。さらに、プリズムアレイシートのエッジのアールも作製上不可避であるため、エッジでの乱反射成分が黒表示を損ない、コントラストが低下するという問題もある。この問題を回避するために、エッジに吸収部位を設けることも可能であるが、プロセスに負荷がかかる。

【0016】また、上記特開平7-77688号公報に開示された反射型液晶電気光学素子においては、黒表示の動作原理に関する記載がない。また、視野角による色シフトの問題についても未解決のままであり、以上の二点から、カラーを制御することができないという問題点を有している。

【0017】さらに、上記米国特許番号5,929,956に開示された反射型液晶表示装置においては、散乱層に関する開示がなく、更に、角度依存性反射板を配置したことによる効果に関する記載がない。したがって、角度依存性反射板を配置したことによる効果を活かすような散乱層を設計することがなされていないという問題点を有している。

【0018】本発明は、上記問題点を鑑みなされたものであり、その目的は、白表示の明度が高く、かつ、コントラスト比が高く、見やすい多色表示可能な反射型液晶表示装置を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、鋭意検討した結果、干渉型反射層の上に散乱型液晶を配置し、この散乱型液晶の透過状態を利用した良好な黒状態と、散乱型液晶の散乱状態を利用した良好な白状

態を両立する構成を見出した。この構成は、散乱型液晶を用いた液晶表示装置に限らず、透過状態と散乱状態の間でスイッチングする全ての表示装置に有効である。さらに、透過状態と反射状態の間でスイッチングを行う、コレステリック液晶を用いたモードやホログラフィック機能を備えた高分子分散型液晶を用いたモードなどにも応用することができる。

【0020】本発明に係る反射型液晶表示装置は、入射光が入射される側に設けられた入射側基板と、上記入射側基板と対向するように設けられた反射側基板と、上記両基板間に挟持され、散乱状態と透過状態との間で状態変化する散乱型液晶層と、上記散乱型液晶層からの光を干渉、反射させる干渉型反射層とを備え、上記散乱型液晶層における後方散乱率が30%よりも小さいか、または上記散乱型液晶層の全光線透過率が30%よりも大きいことを特徴としている。

【0021】上記発明によれば、散乱型液晶層が散乱状態にある場合、入射光が入射側基板を介して散乱型液晶層に入射されると、この入射光は、一部が後方散乱光として後方に散乱され、一部が前方散乱光および直進光として該散乱型液晶層を通過する。

【0022】上記前方散乱光と上記直進光とは、干渉型反射層に導かれ、ここで干渉、反射された後、再び散乱状態にある上記散乱型液晶層に導かれ、ここで、再び散乱されて、これらの一部が入射側基板を介して外部へ出ていく。これ以外に外部へ出ていく光は、上記後方散乱光である。このように、外部へ（観察者の方へ）出射する効率の低い後方散乱光だけでなく、直進光及び前方散乱光の一部もまた外部へ出射するので、非常に明度の高い反射型液晶表示装置を確実に提供することができる。

【0023】なお、入射側基板を介して入射された入射光の進む方向を前方とし、その反対方向を後方とし、干渉型反射層からの反射光に対しては、混乱を避けるために、前方、後方という用語は使用しないものとする。

【0024】上記干渉型反射層は、上記反射側基板の近傍に設けられることが好ましい。これにより、干渉型反射層が光学変調層である散乱型液晶層の近傍に設けられていない場合、視差による画質低下が生じて良好な表示が得られないが、上記発明のように近傍に設けられると、視差による画質低下の無い良好な表示が確実に得られる。

【0025】上記干渉型反射層は、その法線から所定の角度内に入射された光を透過する一方、それ以外の角度で入射した光を反射すると共に、上記干渉型反射層からの光を吸収する吸収層を更に設けていることが好ましい。

【0026】これにより、散乱型液晶層が散乱状態にある場合、干渉型反射層への入射角度によって、その法線から所定の角度内に入射された場合に透過して吸収層に導かれ、ここで光が吸収される。一方、上記以外の角度

で入射した場合には干渉型反射層によって反射される。したがって、観察者は、効率の低い後方散乱光だけでなく、直進光および前方散乱光の一部もまた観察することになり、非常に明度の高い白表示が得られる。

【0027】これに対して、散乱型液晶層が透過状態にある場合、入射光が入射側基板を介して散乱型液晶層に入射されると、この入射光は該散乱型液晶層を透過して干渉型反射層に入射される。この際、その法線から所定の角度内に入射された光は透過して吸収層に入射し、ここで光が吸収される。上記以外の角度で入射した光は干渉型反射層によって反射される。これにより、上記干渉型反射層の法線から所定の角度内で観察する限り、非常に良好な黒表示が確実に得られる。

【0028】特に、上記散乱型液晶層における後方散乱率が30%よりも小さいか、または上記散乱型液晶層の全光線透過率が30%よりも大きい場合、反射率と後方散乱率の比が大きくなるので、反射率が確実に向上する。以上より、干渉型反射層を十分活用することができるので、非常に明度の高く、且つ、非常に暗度の高い反射型液晶表示装置を確実に提供することができる。

【0029】上記干渉型反射層よりも上記入射側基板側に設けられた吸収型カラーフィルタを更に備え、上記吸収型カラーフィルタの透過波長範囲は、上記干渉型反射層の反射波長範囲と同じかそれよりも狭いことが好ましい。

【0030】この場合、入射側基板を介して入射された光は、上記干渉型反射層よりも上記入射側基板側に設けられた吸収型カラーフィルタに先に導かれる。そして、この吸収型カラーフィルタの透過光は、上記干渉型反射層に導かれる。この際、吸収型カラーフィルタの透過波長範囲は、上記干渉型反射層の反射波長範囲と同じかそれよりも狭いので、吸収型カラーフィルタの透過光、すなわち上記反射波長範囲内の全ての光に対して、同様な干渉型反射層の反射率の入射角依存性を持たせることができる。これにより、観察者が視認方向を変化させても、色シフトが生じることがなく、色再現性に優れた表示が可能となる。

【0031】上記干渉型反射層は屈折率の異なる複数の薄層が積層されてなり、該薄層の法線方向またはその近傍方向から入射した光を透過する一方、それ以外の方向から入射した光を反射することが好ましい。

【0032】この場合、干渉型反射層を、ホログラム感光樹脂材料を用いて薄層に作成したり、誘電体ミラーなどのように無機材料の薄層で構成したりして簡単に作製することができる。また、上記法線の近傍方向から入射した光は、該干渉型反射層を透過するため良好な黒状態を実現し、上記法線の近傍以外の方向から入射した光は干渉型反射層により全ての光が反射されるため、干渉型反射層により明るさが大幅に向上する。

【0033】上記干渉型反射層は、屈折率の異なる複数

の薄層が積層されてなり、その法線方向が観察者に向かうように傾斜していることが好ましい。

【0034】この場合、干渉型反射層に入射した光は該干渉型反射層によって干渉、反射されるが、干渉型反射層の法線方向が観察者に向かうように傾斜しているので、反射光が観察者の目に届くことはない。なお、観察者は、反射型液晶表示装置の表示内容が認識できる位置、すなわち上記法線および表示面法線近傍方向から該反射型液晶表示装置を観察及び／又は使用するものとする。一方、上記法線の近傍方向から入射した光は屈折作用を受けた後、干渉型反射層に達し、該干渉型反射層を透過するため良好な黒状態を実現し、上記法線の近傍以外の方向から入射した光は干渉型反射層により全ての光が反射されるため、干渉型反射層により、明るさが大幅に向上する。

【0035】上記干渉型反射層は、屈折率の異なる複数の薄層が積層されてなり、該薄層の法線方向は該干渉型反射層に入射した光の全てを反射するように傾斜しており、大気中の屈折率を n_0 とし、該干渉型反射層の平均屈折率を n_1 とすると、上記法線方向は、90度未満であって上記入射側基板の表面に対して $0.5 \arcsin(n_0/n_1)$ で表されるよりも大きい角度だけ傾斜していることが好ましい。

【0036】この場合、干渉型反射層の法線方向は入射側基板の表面に対して $0.5 \arcsin(n_0/n_1)$ で表されるよりも大きい角度だけ傾斜しているので、該干渉型反射層に入射した光の全てが干渉型反射層によって干渉、反射される。

【0037】これにより、干渉型反射層からの光は、干渉型反射層の法線方向に対して観察者側から遠い方向へ出射されることになるので、観察者の目に届くことはなくなる。一方、入射光が透過状態の上記液晶層を上記角度以外の角度で入射すると、入射光は同様に屈折作用を受けた後、干渉型反射層に達し、該干渉型反射層を透過するため良好な黒状態を実現し、上記法線の近傍以外の方向から入射した光は干渉型反射層により全ての光が反射されるため、干渉型反射層により明るさが大幅に向上する。

【0038】上記散乱型液晶層が、光透過性の液晶性高分子からなる固体マトリックス中に液晶分子が分散している光変調性液晶材料であり、上記散乱型液晶層は、透過状態のとき、上記液晶分子の有効屈折率と上記固体マトリックスの有効屈折率とが、入射光のどの方向に対しても調和されていることを特徴としている。

【0039】これによれば、透過状態のとき、上記液晶分子の有効屈折率と上記固体マトリックスの有効屈折率とが、入射光の方向に関係なく、調和しているので、コントラストの非常に優れた表示を実現できる。

【0040】本発明に係る他の反射型液晶表示装置は、入射光が入射される側に設けられた入射側基板と、上記

入射側基板と対向するように設けられた反射側基板と、上記両基板間に挟持され、反射状態と透過状態との間で状態変化する散乱型液晶層と、上記散乱型液晶層からの光を干渉、反射させる干渉型反射層とを備え、上記散乱型液晶層における後方散乱率が30%よりも小さいか、または上記散乱型液晶層の全光線透過率が30%よりも大きいことを特徴としている。

【0041】上記発明によれば、散乱型液晶層（コレステリック液晶、もしくは、ホログラフィック機能を備えた高分子分散型液晶）が反射状態にある場合、入射光が入射側基板を介して散乱型液晶層に入射されると、この入射光は後方に反射された後、外部へ（観察者の方へ）出射する。このように、入射光が散乱型液晶で反射されて外部へ（観察者の方へ）出射するので、非常に明度の高い反射型液晶表示装置を確実に提供することができる。

【0042】特に、上記散乱型液晶層における後方散乱率が30%よりも小さいか、または上記散乱型液晶層の全光線透過率が30%よりも大きい場合、反射率と後方散乱率の比が大きくなるので、反射率が確実に向上する。以上より、入射光の利用効率が高まり、非常に良好な白状態を実現でき、且つ、非常に暗度の高い反射型液晶表示装置を確実に提供することができる。

【0043】

【発明の実施の形態】本発明に係る反射型液晶表示装置として、液晶層に高分子分散型液晶を利用した例について以下に説明する。

【0044】本実施の形態で用いる高分子分散型液晶は、低分子液晶組成物と未重合プレポリマーの混合物を相溶させて基板間に配置し、プレポリマーを重合することによって得られるものである。プレポリマーを重合することによって得られるものであれば、その種類は特に限定されるものではない。

【0045】ここでは、液晶性を示す紫外線硬化性プレポリマーと液晶組成物との混合物を紫外線等の活性光線の照射により光硬化させることによって得られる硬化物（紫外線硬化液晶）を用いている。高分子分散型液晶として紫外線硬化液晶を用いることによって、重合性液晶の重合を行う際に加熱を行う必要がなくなり、他の部材への悪影響を防止できる。

【0046】上記のプレポリマー液晶混合物としては、例えば、紫外線硬化材料（大日本インキ化学工業株式会社製）と液晶（メルク社製、商品名：“TL213”、 $\Delta n = 0.238$ ）とを20：80の重量比で混合した混合物に対して少量の重合開始剤（チバ・ガイギー社製）を添加することによって得られた、常温でネマティック液晶相を示すプレポリマー液晶混合物を用いることができる。

【0047】以上のようにして、作製された液晶層に入射した光は、印加された電圧に対応して配向した液晶層

の散乱・透過状態に基づいて、変調される。なお、本実施の形態においては、電圧無印加時に液晶層が透過状態になる一方、電圧印加時に液晶層が散乱状態になるような設定のリバースモード P D L C モードを利用しているが、紫外線硬化材料として、液晶性高分子ではなく、等方性高分子を用いた、電圧無印加時に液晶層が散乱状態に、電圧印加時に液晶層が透過状態になるような設定のノーマルモード P D L C モードを利用しても、同様な効果が得られることは確済である。

【0048】なお、本実施の形態における干渉型反射膜 10 は、何れもホログラム感光樹脂材料を用いて作製したが、誘電体ミラーなどのように無機材料を積層して作製された干渉型反射膜を用いても同様な特性が得られる。

【0049】以下に、本発明の実施の形態 1 に係る反射型液晶表示装置について図 1 乃至図 5 を参照しながら説明する。

【0050】図 1 は、本実施の形態に係る反射型液晶表示装置 11 の構成の断面を示す説明図である。液晶層 1 は、図 1 に示すように、透明なガラス板や高分子フィルムなどの材料からなる入射側基板 6 と、この入射側基板 20 6 に対向するように設けられ透明なガラス板や高分子フィルムなどの材料からなる反射側基板 7 とによって挟持されている。反射側基板 7 上には、屈折率の異なる複数の薄層が積層されてなる干渉型反射膜 8（干渉型反射層）が形成されている。具体的には、相対的に屈折率の高い薄層と、相対的に屈折率の低い薄層が交互に積層されて形成されている。

【0051】上記入射側基板 6 と上記反射側基板 7 には、それぞれ液晶層 1 に電圧を印加するための電極 4 と電極 5 が設けられている。電極対への電圧印加手段とし 30 て、アクティブ素子等を用いてもよく、電圧印加手段に本発明は影響されない。

【0052】更に、上記電極 4 及び電極 5 上には、水平配向膜 2 及び水平配向膜 3 が塗布されており、液晶層 1 が電圧無印加状態で水平配向状態を実現するようにしてある。本実施の形態においては、水平配向膜を用いたが、配向膜の種類はこれに限定されるものではない。また、上記反射側基板 7 の背面には光吸収層 9 が設けられており、上記入射側基板 6 と上記電極 4 の間にはカラーフィルタ 10 が設けられている。 40

【0053】本実施の形態において使用した干渉型反射膜 8 は、ホログラム感光樹脂材料（デュポン社製）に、例えば緑色の表示ピクセルを考えた場合は、位相のそろった波長 532 nm の Y A G レーザ平行光をプリズムを用いて斜め 2 方向から照射した後、チャープ処理を行い、作製した。

【0054】図 2 にプリズムとホログラム感光樹脂材料の配置の概略を示している。プリズムの傾斜角 $\theta 1$ 及び $\theta 2$ は 45° で統一し、レーザ光の照射方向 $\theta 3$ は -9° とした設定と、 22° とした設定の 2 種類の設定にお 50

いて干渉型反射膜 8 を作製した。なお、 $\theta 4$ は $\theta 3$ と同じ大きさにした。作製したサンプルのうち前者をサンプル A、後者をサンプル B と称す。

【0055】ここで、電圧印加時と電圧無印加時の光学作用について説明する。まず、明状態の動作について説明する。入射光が散乱状態の液晶層 1 に入射すると、後方散乱された光のみでなく、液晶層 1 を透過する直進光および前方散乱された光の一部も干渉型反射膜 8 で干渉、反射され、再び、散乱状態の液晶層を通ることによって散乱作用を受け、その一部が観察方向に戻るようになる。このように、効率の悪い後方散乱光だけでなく、液晶層 1 を透過する直進光および前方散乱された光（前方散乱光）も併せて利用することにより、非常に明度の高い表示を確実に得ることができる。

【0056】また、実際の液晶層 1 の膜厚は、駆動電圧の点から、ある程度薄く設計する必要があり、液晶層 1 の散乱効率を完全拡散とみなすことは難しく、入射してくる光の多くは液晶層 1 を透過する直進光であるか、散乱されても、直進光の近傍に散乱される光が多い。よって、さらに明度の高い白表示を実現するためには、黒表示を損なわない範囲で、干渉型反射膜 8 に到達した入射光を、でき得る限り反射させることが重要になってくる。

【0057】次に、暗状態の動作について図 3 を参照しながら説明する。入射光が、透過状態の液晶層 1 を破線 12 よりも、干渉型反射膜 8 を構成する薄層（異なる屈折率を有する複数の薄層）の層面の法線に近い方向から、例えば実線 14 のように入射すると、上記干渉型反射膜 8 を透過し、背面の吸収層 9 で吸収される。これにより、非常に良好な黒表示が確実に得られる。一方、上記法線に遠い方向から、例えば実線 13 のように入射光が入射すると、該入射光は全て反射されるので、反射光が観察者の目に届くことはない。

【0058】ここで、破線 12 で示す方向は、干渉型反射膜 8 を構成する薄層（異なる屈折率を有する複数の薄層）の層面の法線から $\theta 5$ （ $^\circ$ ）傾斜した方向を示す。すなわち、本反射型液晶表示装置 11 の使用者（観察者）の視認方向が、破線 12 よりも、干渉型反射膜 8 を構成する上記薄層の層面の法線に近い方向から、観察する限りにおいて良好な黒表示が保証される。本実施の形態においては、サンプル A 及びサンプル B の $\theta 5$ は、それぞれ 15° 及び 30° である。

【0059】上記条件下で作製された、図 1 の反射型液晶表示装置 11 について、図 4 に示すような測定システム（以下、本測定方法を測定法 1 と称す）において反射率およびコントラストを測定した。投光は半球の全ての方向から等しい輝度で照射しており、測定面法線方向に設置した受光器 15 により受光している。また、完全拡散反射板の反射率を 100% としている。さらに、比較のため、干渉型反射膜 8 を配置していないこと以外は、

上記条件と同様な条件で作製された、図5に示す反射型液晶表示装置16についても、上記測定法1による測定を行った。このサンプルをサンプルRと称す。

【0060】測定法1に基づく反射率の測定結果は、次のとおりである。すなわち、サンプルAの反射率は41%であり、コントラストは41であった。サンプルBの反射率は13%であり、コントラストは26であった。サンプルRの反射率は5%であり、コントラストは17であった。この測定結果から、サンプルA及びBとサンプルRの反射率を比べることによって、干渉型反射膜8

10の効果により明るさが大幅に向上することがわかった。
【0061】以上の結果は、散乱型液晶層として、リバースモードを利用した場合の結果である。同程度の散乱特性をもつノーマルモードを利用した場合の上記測定法1による測定結果は、次のようになった。すなわち、サンプルA'の反射率は42%であり、コントラストは34であった。サンプルB'の反射率は15%であり、コントラストは22であった。サンプルR'の反射率は6%であり、コントラストは14であった。ただし、サンプルA'、サンプルB'、及びサンプルR'は、液晶層20以外は上記サンプルA、サンプルB、及びサンプルRと同様な条件で作製されている。リバースモードを利用した場合と比較すると、コントラストが低下する結果となった。これは、両モードの透過状態における透明性はリバースモードの方が優れているためであると考えられる。

【0062】上記散乱型の液晶層1は、光透過性の液晶性高分子からなる固体マトリックス中に液晶分子が分散している光変調性液晶材料からなることが好ましく、また、該液晶層1は、透過状態のときに上記液晶分子の有効屈折率と上記固体マトリックスの有効屈折率とが、入射光のどの方向に対しても調和されていることが好ましい。この場合、入射光の方向に関係なく、コントラストの非常に優れた表示を実現できる。

【0063】ここで、上記散乱型の液晶層1を変更し、異なる散乱特性を持つ散乱型の液晶層を用いて作製した反射型液晶表示装置の測定を行った。詳細に説明すると、以下に示すとおりである。

【0064】散乱型の液晶層1に異なる散乱特性を持った液晶セルは、一般的には、セル厚、露光条件、材料の

物性値（複屈折量、高分子と液晶の屈折率差、高分子と液晶分子の混合比など）等を変えることによって実現される。

【0065】これらの諸量を変更し、得られる様々な散乱特性は、例えば、全光線透過率や後方散乱率で表すことができる。全光線透過率は、図9に記載の構造を有する反射型液晶表示装置20を図10に示す測定システムを用いて測定することができる。この測定システムでは、投光器21からサンプルに向かって投光されると、サンプルを透過した光が、積分球22の内面に配置されている完全拡散面で拡散され、受光器23で検出される。なお、サンプルを配置しない場合の透過率を100%としている。また、後方散乱率は図5の反射型液晶表示装置を図4の測定システム（上記測定法1）を用いて測定することができる。この際、サンプル位置に完全拡散反射板を配置したときの反射率を100%としている。

【0066】本実施の形態では、散乱特性が異なる液晶層を5種類（表1の散乱層a乃至eの5種類）作製した。これらの散乱特性の測定結果を、表1に示す（表1の第1列および第2列を参照）。

【0067】上記5種類の液晶層1と、干渉型反射膜8とを組み合わせた図1に示す構造の反射型液晶表示装置11を上記測定法1により測定した。この際、用いられた干渉型反射膜8は、前述の黒保証角度（ θ_5 ）が15〔°〕となるように作製されたものと同様の条件で作製した。反射率を測定すると、表1の第3列に示す結果が得られた。

【0068】また、反射率と後方散乱率の比（反射率/後方散乱率）をとることにより、干渉型反射膜8を配置したことの効果の程度を知ることができる。この効果は、表1の第4列に示した。この効果によると、干渉型反射膜8を配置することによって10%より大きい反射率向上効果が望めるものは、上記効果の比が1.1より大きい場合（表1の散乱層a乃至cの場合）であり、全光線透過率が30%より大きい液晶層か、または後方散乱率が30%より小さい液晶層であることがわかった。

【0069】

【表1】

	全光線透過率	後方散乱率	反射率	効果
散乱層 a	70.4 %	3.5 %	31.1%	8.87
散乱層 b	52.7 %	4.9 %	23.0%	4.69
散乱層 c	31.8 %	26.7 %	35.8%	1.34
散乱層 d	23.2 %	37.8 %	40.5%	1.07
散乱層 e	19.2 %	43.8 %	47.6%	1.09

【0070】以上、本実施の形態によれば、本反射型液晶表示装置により、明度が高い白表示と良好な黒表示とが得られ、また、干渉型反射膜8を反射側基板7よりも観察者側に設けたことによって、視差のない良好な表示が実現した。全光線透過率が30%より大きい液晶層か、または後方散乱率が30%より小さい液晶層を採用することによって、10%より大きい反射率向上が実現可能となる。

【0071】さらに、干渉型反射膜8は、上記反射側基板7の近傍に設けられることが好ましい。これにより、干渉型反射膜8が光学変調層である散乱型の液晶層1の近傍に設けられていない場合、視差による画質低下が生じて良好な表示が得られないが、上記発明のように近傍に設けられると、視差による画質低下の無い良好な表示が確実に得られる。

【0072】また、本実施の形態においては、上記干渉型反射層8よりも上記入射側基板6側に設けられた（入射側基板6の観察者から近い側に設けられた）吸収型カラーフィルタ10が更に備えられ、この吸収型カラーフィルタ10の透過波長範囲は、上記干渉型反射膜8の反射波長範囲と同じかそれよりも狭いように設定されている。

【0073】上記のように透過波長及び反射波長の範囲を設定することによって、入射側基板6を介して入射された光は、上記干渉型反射膜8よりも上記入射側基板6側に設けられた吸収型カラーフィルタ10に先に導かれる。そして、この吸収型カラーフィルタ10の透過光は、上記干渉型反射膜8に導かれる。この際、吸収型カラーフィルタ10の透過波長範囲は、上記干渉型反射膜8の反射波長範囲と同じかそれよりも狭いので、吸収型カラーフィルタ10の透過光、すなわち上記反射波長範囲内の全ての光に対して、同様な干渉型反射膜8の反射率の入射角依存性を持たせることができる。これにより、観察者が視認方向を変化させても、色シフトが生じ

ることがなく、色再現性に優れた表示が可能となることが確認できた。

【0074】なお、上記 $\theta 5$ については、暗表示のためには $\theta 5$ は大きければ大きいほどよく、一方、明表示のためには、小さければ小さいほどよい。したがって、暗表示が保証される範囲で、上記 $\theta 5$ を最小にすることが好ましい。 $\theta 5$ のコーン外では黒表示が保証されないので、良好な表示を観察することができない。したがって、 $\theta 5$ は、観察者の観察位置の範囲を規定する。それと同時に、ディスプレイは有限の面積を持っているため、 $\theta 5$ は観察者とディスプレイの距離とディスプレイの面積との関係を規定する。

【0075】PDAのような小型ディスプレイ（5インチ程度、30cm離れて使用すると仮定）であれば、 $\theta 5$ は10〔°〕あれば十分であり、ノートパソコンのような中型ディスプレイ（15インチ程度、50cm離れて使用すると仮定）であれば、 $\theta 5$ は20〔°〕あれば十分である。ただし、ノートパソコンのように観察者の視点とディスプレイの位置関係がかなり規定される場合には、画面内で入射方向に対する反射膜の反射率の分布を持たせる手段も考えられるため、 $\theta 5$ は20〔°〕よりも小さくてもよくなる。

【0076】ここで、本発明の実施の形態2について図6及び図7を参照しながら説明する。なお、上記の実施の形態1における干渉型反射膜8の露光条件を以下のように変更した以外は、全て同様の条件で作製した反射型液晶表示装置11の測定を行った。また、上記の実施の形態1と同じ機能を有する部材については同じ部材番号を付記し、詳細な説明を省略する。

【0077】この実施の形態2においては、上記実施の形態1で用いた測定法1と、図6に示すような測定システム（以下、本測定方法を測定法2と称す）の2つの測定方法に基づいて反射率及びコントラストを測定した。測定法2においては、投光は、球の1/4に対して全て

の方向から等しい輝度で照射しており、測定面法線方向に設けた受光器 15 により受光している。この測定法 2 は、本反射型液晶表示装置 11 の使用者（観察者）自身の影により、本反射型液晶表示装置 11 に対する入射光が遮られる効果を考慮しており、測定法 2 による反射率が大きいものほど、実際の使用時により一層明るく見えると言える。

【0078】本実施の形態において使用した干渉型反射膜 8 の露光条件は、プリズムの傾斜角 $\theta 1$ 及び $\theta 2$ （図 2 参照）は、 30° で統一し、レーザ光の照射方向 $\theta 3$ 及び $\theta 4$ （図 2 参照）を、それぞれ 15° 及び -1° とした設定と、 38° 及び 22° とした設定の 2 種類に基づいて干渉型反射膜 8 を作製した。このようにして作製したサンプルについて、前者をサンプル C、後者をサンプル D と称す。

【0079】ここで、暗状態について、図 7 を参照しながら説明する。入射光が、透過状態の液晶層 1 を破線 12 よりも、干渉型反射膜 8 を構成する薄層（異なる屈折率を有する複数の薄層）の層面に平行に近い方向から、例えば、実線 13 のように入射すると、干渉型反射膜 8 上で正反射され、本反射型液晶表示装置 11 から出射するが、破線 12 よりも上記薄層の層面の法線に近い方向から、例えば、実線 14 のように入射すると、干渉型反射膜 8 を透過し、背面の吸収層 9 で吸収される。

【0080】本実施の形態においては、上記実施の形態 1 の場合と異なり、干渉型反射膜 8 を構成する薄層（異なる屈折率を有する複数の薄層）の層面と、表示面とが平行でないため、表示面を基準に黒表示が保証される領域を指定するのは難しいことから、上記層面を基準にして表現を行うことにする。以上より、良好な黒表示が保証される領域は、層法線から $\theta 6$ [°] の傾斜角をもったコーン内であり、サンプル C およびサンプル D の $\theta 6$ は、それぞれ 15° 及び 30° であった。

【0081】測定法 1 及び測定法 2 に基づく反射率の測定結果は、次のとおりである。すなわち、測定法 1 の測定結果によれば、サンプル C の明るさは 27% であり、コントラストは 27 であった。サンプル D の明るさは 10% であり、コントラストは 20 であった。サンプル R の明るさは 5% であり、コントラストは 17 であった。また、測定法 2 の測定結果によれば、サンプル C の明るさは 40% であり、コントラストは 40 であった。サンプル D の明るさは 13% であり、コントラストは 26 であった。サンプル R の明るさは 5% であり、コントラストは 17 であった。

【0082】この測定結果から、サンプル C 及び D とサンプル R の反射率を比べることによって、干渉型反射膜 8 を設けたことにより明るさが大幅に向上することがわかった。また、測定法 2 の結果から、より実際に近い使用環境下でも非常に明るい表示を実現することがわかった。

【0083】以上のように、本実施の形態によれば、干渉型反射膜 8 は、屈折率の異なる複数の薄層が積層されてなり、該薄層の法線方向が観察者に向かうように傾斜している。これにより、干渉型反射膜 8 に入射した光は該干渉型反射膜 8 によって干渉、反射されるが、干渉型反射膜 8 の法線方向が観察者に向かうように傾斜しているので、反射光が観察者の目に届くことはない。一方、上記法線の近傍方向から入射した光は屈折作用を受けた後、干渉型反射膜 8 に達し、該干渉型反射膜 8 を透過するため良好な黒状態を表現し、上記法線の近傍以外の方向から入射した光は干渉型反射膜 8 により全ての光が反射されるため、干渉型反射膜 8 により明るさが大幅に向上する。

【0084】以上より、本実施の形態によれば、明度が高い白表示と良好な黒表示を得ることができることがわかった。

【0085】ここで、本発明の実施の形態 3 について図 8 を参照しながら説明する。上記の実施の形態 1 における干渉型反射膜 8 の露光条件を以下のように変更した以外は、全て同様の条件で作製した反射型液晶表示装置の測定を行った。また、上記の実施の形態 1 と同じ機能を有する部材については同じ部材番号を付記し、詳細な説明を省略する。

【0086】この実施の形態 3 においては、上記測定法 1 及び上記測定法 2 の 2 つの測定方法で反射率及びコントラストをそれぞれ測定した。

【0087】本実施の形態において使用した干渉型反射膜 8 の露光条件は、プリズムの傾斜角 $\theta 1$ 及び $\theta 2$ （図 2 参照）をそれぞれ 25° 及び 65° とし、レーザ光の照射方向 $\theta 3$ 及び $\theta 4$ （図 2 参照）をそれぞれ 25° 及び -25° とした測定と、プリズムの傾斜角 $\theta 1$ 及び $\theta 2$ をそれぞれ 30° 及び 60° とし、レーザ光の照射方向 $\theta 3$ 及び $\theta 4$ をそれぞれ 30° 及び -30° とした設定に基づいて干渉型反射膜 8 を作製した。このようにして作製したサンプルについて、前者をサンプル E、後者をサンプル F と称す。

【0088】ここで、暗状態について、図 8 を参照しながら説明する。入射光が、透過状態の液晶層 1 を点線 17 よりも、観察者から遠い側から、例えば、実線 18 のように入射すると、入射した光は屈折作用を受けた後、干渉型反射膜 8 に達し、ここで正反射され、同様に屈折作用を受けた後、実線 18 のように入射する。図 8 では、点線 17 に沿って入射した光は、点線 17 に沿って出射するように作図してある。

【0089】この際、干渉型反射膜 8 を構成する薄層（異なる屈折率を有する複数の薄層）の層面の傾斜角を $\theta = (1/2) \arcsin(n_0/n_1)$ で決定される角度よりも大きい角度に設定しておけば、出射光は基板法線方向から観察者側から遠い方向へ出射されることになり、この場合は観察者の目に観察されることはない。但し、 θ は

90°未満であり、 n_0 は大気中の屈折率を表し、 n_1 は干渉型反射膜 8 の平均屈折率を表すものとする。

【0090】また、図 8 において、入射光が、透過状態の液晶層 1 を点線 17 よりも観察者に近い側から、例えば実線 19 のように入射すると、入射光は同様に屈折作用を受けた後、干渉型反射膜 8 に達し、干渉型反射膜 8 を透過し、背面の吸収層 9 にて吸収される。

【0091】測定法 1 及び測定 2 に基づく反射率の測定結果は、次のとおりであった。すなわち、測定法 1 の測定結果によれば、サンプル E の明るさは 21% であり、10 コントラストは 21 であった。サンプル F の明るさは 11% であり、コントラストは 22 であった。サンプル R の明るさは 5% であり、コントラストは 17 であった。また、測定法 2 の測定結果によれば、サンプル E の明るさは 36% であり、コントラストは 36 であった。サンプル F の明るさは 17% であり、コントラストは 34 であった。サンプル R の明るさは 5% であり、コントラストは 17 であった。

【0092】この測定結果から、サンプル E 及び F とサンプル R の反射率を比べることによって、干渉型反射膜 20 8 の効果により明るさが大幅に向上することがわかった。また、測定法 2 の結果から、より実際に近い使用環境下でも非常に明るい表示を実現することがわかった。

【0093】以上より、本実施の形態によれば、上記干渉型反射膜 8 は、上記反射側基板 7 とは異なる屈折率の薄層であり、その法線方向は該干渉型反射膜 8 に入射した光の全てを反射するように傾斜しており、大気中の屈折率を n_0 とし、該干渉型反射層の平均屈折率を n_1 とすると、上記法線方向は、90 度未満であって上記入射側基板の表面に対して $0.5 \arcsin(n_0/n_1)$ で表されるより 30 も大きい角度だけ傾斜している。

【0094】これにより、干渉型反射膜 8 の法線方向は入射側基板 6 の表面（表示面）に対して $0.5 \arcsin(n_0/n_1)$ で表されるよりも大きい角度だけ傾斜しているので、該干渉型反射膜 8 に入射した光の全てが干渉型反射膜 8 によって干渉、反射される。干渉型反射膜 8 からの光は、干渉型反射膜 8 の法線方向に対して観察者側から遠い方向へ出射されることになるので、観察者の目に届くことはなくなる。一方、入射光が透過状態の上記液晶層 1 を上記角度以外の角度で入射すると、入射光は同様 40 に屈折作用を受けた後、干渉型反射膜 8 に達し、該干渉型反射膜 8 を透過するため良好な黒状態を実現し、上記法線の近傍以外の方向から入射した光は干渉型反射膜 8 により全ての光が反射されるため、干渉型反射層により明るさが大幅に向上する。

【0095】以上、本実施の形態の結果より、本反射型液晶表示装置によれば、明度が高い白表示と良好な黒表示を得ることができることがわかった。

【0096】説明の便宜上、高分子分散型液晶を利用した例について開示したが、他の散乱モードや、さらに、50

透過状態と反射状態との間でスイッチングを行うコレステリック液晶を用いたモードやホログラフィック機能を備えた高分子分散型液晶を用いたモード等にも本発明を応用できる。

【0097】ここで、上記実施の形態 1 における散乱型液晶層 1 をコレステリック液晶やホログラフィック機能をもつ高分子分散型液晶などを利用し、透過状態と反射状態との間でスイッチングを行う液晶層に変更し、それ以外は上記実施の形態 1 と同様な条件で反射型液晶表示装置を作製した。具体的には、本実施の形態 4 では、ホログラフィック機能を有する高分子分散型液晶を使用した。コレステリック液晶を利用しても、同様な光学作用を有する構造を持たせ、同様な作用、効果を奏する。

【0098】図 11 は、本実施の形態 4 に係る反射型液晶表示装置の例を示すものであり、表示装置の断面図を示す。液晶層 24 は、低分子の液晶組成物と液晶性配向を固定して得られた配向高分子との分散体を配したものである。この液晶層 24 の形成方法の概略を以下に示す。

【0099】誘電異方性が正の液晶組成物と、プレポリマー材料及び重合開始剤を混合して液晶層の形成材料とした。このプレポリマー材料は、常温で液晶性を有し、その液晶配向を重合後の高分子においても保持する性質を有している。ここで用いた液晶組成物は、通常の TFT 用途に用いられている液晶組成物であって、本実施の形態においては、TL-213（メルク社製）を用いた。さらに、液晶層の厚みは、5 μm に作製した。各成分の混合割合は、重量比で液晶が 80、プレポリマーが 19、重合開始剤が 1 であった。

【0100】そして、液晶層 24 の厚みが 5 μm となるように、液晶層形成材料を入射側基板 6 および中間基板 27 により挟持し、液晶挟持体を形成した。ここで、中間基板 27 は、次に示すレーザ照射の工程において、不要な反射光を発生させないために反射側基板 7 の代わりに液晶層 24 を挟持するためのものである。

【0101】次に、図 12 に基づいて液晶層（液晶層形成材料）24 に対してレーザ照射を行った。図 12 は、本液晶パネルの製造工程におけるレーザ照射の方法を示す断面図である。なお、図 12 において、図の簡略化のため、電極 4 および水平配向膜 2 を省略している。

【0102】このレーザ照射には、プリズム 28 及び例えば位相のそろった波長 488 nm のアルゴンレーザ 29・30 を用いた。プリズム 28 は、頂角 θ_1 が 45〔°〕、頂角 θ_4 が 90〔°〕である直角三角形の断面形状を有する三角柱である。アルゴンレーザ 29・30 からのレーザ光（平行光）を θ_2 （= 5〔°〕）、 θ_3 （= 45〔°〕）の 2 方向から入射し、液晶層 24 に照射した。これにより、レーザ光は干渉を起こし、特定間隔 d でレーザ光に強弱が生じた干渉パターンが得られた。この光の強弱は、光の波長と 2 つの光の入射角によ

り決定される微細な間隔で生ずる。

【0103】このとき、混合物が光硬化型高分子材料を含んでいる場合には、混合物の干渉パターンの干渉光が照射された光強度が強い領域で光硬化型高分子材料が硬化する。また、混合物が熱硬化型高分子材料（例えば、エポキシ樹脂）を含んでいる場合には、混合物の干渉パターンの干渉光が照射された光強度が強い領域で発熱が起こり、熱硬化型高分子材料を硬化する。このため、光の弱い領域には主に液晶が集まる。この結果、液晶のみを含んだ、又は液晶を多く含んだ液晶層と高分子材料のみを含んだ、または高分子材料を多く含んだ高分子材料層とが分離された微細な多層構造が作製できる。

【0104】本実施の形態においては、図11の光線26のようにパネル法線近傍（黒保証角のコーン内）の、観察者がいない側からの入射光を、パネルに対してより平行になる方向にまげるような設計がなされている。これにより、入射光のうち、液晶層を透過し吸収されてしまう成分をも、パネル外に反射させることができ、光の利用効率がより高くなる。

【0105】以上のようにして作製されたセルを上記測定法2により測定した。測定結果を示すと次のとおりである。すなわち、サンプルA'の明るさは41%であり、コントラストは29であった。サンプルR'の明るさは5%であり、コントラストは10であった。ただし、サンプルA'及びサンプルR'は、液晶層以外は上記サンプルA及びサンプルRと同様な条件で作製されている。また、電圧オフ状態で反射状態を電圧オン状態で透過状態をとるように設定されている。ただし、実際に作製したセルは電圧オフ状態における光学特性は、反射のみではなく、散乱もあり、反射と散乱の混合状態となっている。以上より、明度の高い反射型液晶表示装置が実現することがわかった。

【0106】また、本実施の形態では、微細な多層構造の層法線から大きく傾斜した方向からの入射光に対してのみ光線の進行方向をまげる効果を液晶層が有するように設定されることを目的としているため、素微細な多層構造の層法線をパネル法線とあわせた従来の方法の垂直入射した光を垂直に反射する構造のものと比較して、目的とするところが大きく異なる上に、微細な多層構造の層間隔を広くとることができ、駆動電圧が低くなることも実験により確認した。

【0107】本実施の形態4に係る反射型液晶表示装置は、液晶層が反射状態と透過状態との間で状態変化する点で異なっているが、その他は上記実施の形態1の場合と基本的に同様な構成を有しており、上記液晶層における後方散乱率が30%よりも小さいか、または上記散乱型液晶層の全光線透過率が30%よりも大きいことにより、反射率が10%より大きくでき、入射光の利用効率を高めることが可能であることは同じであり、詳細な説明を省略する。

【0108】以上より、入射光の利用効率が高まり、非常に良好な白状態を実現でき、且つ、非常に暗度の高い反射型液晶表示装置を確実に提供することができる。

【0109】以上のように、本発明に係る反射型液晶表示装置は、一對の基板と、該一對の基板の間に挟持された散乱型液晶層とを有し、さらに、屈折率の異なる複数の薄層を積層してなる干渉型反射膜を配置した構成を有している。これにより、良好な白状態を実現できる。

【0110】上記干渉型反射膜は、上記基板のうち、反射型液晶表示装置の使用者から遠い基板（下基板）上に設けられていることが好ましい。この場合、干渉型反射膜を光学変調層である液晶層の近傍に設けると、視差による画質低下のない良好な表示が可能となる。

【0111】上記干渉型反射膜よりも、反射型液晶表示装置の使用者から遠い側（下側）に吸収層を設けることが好ましい。これにより、良好な黒状態を実現することが可能となる。

【0112】吸収型フィルタが上記干渉型反射膜よりも観察者側に設けられており、かつ、該吸収型フィルタの透過波長範囲が、該干渉型反射膜の反射波長範囲と同じか、それよりも狭いことをが好ましい。これにより、反射型液晶表示装置の使用者の視認方向を変化させても、色シフトがなく、色再現性に優れた表示が可能となる。

【0113】上記反射型液晶表示装置において、上記干渉型反射膜は屈折率の異なる複数の薄層を積層してなり、かつ、該干渉型反射膜を構成する屈折率の異なる複数の薄層の層面の法線方向またはその近傍方向から入射した光を透過し、平行方向またはその近傍方向から入射した光を反射するように構成されていることが好ましい。この場合、良好な白状態と良好な黒状態を実現することができる。

【0114】上記干渉型反射膜を構成する屈折率の異なる複数の薄層の層法線が、該反射型液晶表示装置の使用者側に傾いていることが好ましい。この場合、良好な白状態と良好な黒状態を実現することができる。

【0115】上記干渉型反射膜は屈折率の異なる複数の薄層が積層されてなり、かつ、干渉型反射膜を構成する屈折率の異なる複数の薄層の層法線が、該反射型液晶表示装置の使用者に対して反対側に傾斜しており、該干渉型反射膜は入射した全ての光を反射するように構成され、かつ、該傾斜角が上記基板水平面に対して θ を 90° 未満とすると、 $\theta = (1/2) \arcsin(n_0/n_1)$ （ただし、 n_0 は大気中の屈折率を表し、 n_1 は干渉型反射膜の平均屈折率を表す）を満足することが好ましい。この場合、良好な白状態と良好な黒状態とを実現することができる。

【0116】すなわち、本発明の反射型液晶表示装置によれば、白表示の明度を高く、かつ、コントラストを高くできる。また、見やすい多色表示可能な反射型液晶表示装置を実現することが可能である。さらに、従来の反

射型液晶表示装置と比べて、波長依存性が小さく、色度特性に大幅な向上が見られる。加えて、本発明に係る反射型液晶表示装置は、視差による画質低下のない優れたものである。また、高明度に調整されたカラーフィルタを用いれば、良好な色再現性を有した表示品位の高い反射型液晶表示装置を実現することが可能である。更に、タッチパネルを付加する場合にも表示品位を損なうことなく入力装置一体型液晶表示装置を実現することが可能となる。

【0117】

【発明の効果】本発明に係る反射型液晶表示装置は、以上のように、入射光が入射される側に設けられた入射側基板と、上記入射側基板と対向するように設けられた反射側基板と、上記両基板間に挟持され、散乱状態と透過状態との間で状態変化する散乱型液晶層と、上記散乱型液晶層からの光を干渉、反射させる干渉型反射層とを備え、上記散乱型液晶層における後方散乱率が30%よりも小さいか、または上記散乱型液晶層の全光線透過率が30%よりも大きいことを特徴としている。

【0118】上記発明によれば、散乱型液晶層が散乱状態にある場合、入射光が入射側基板を介して散乱型液晶層に入射されると、この入射光は、一部が後方散乱光として後方に散乱され、一部が前方散乱光および直進光として該散乱型液晶層を通過する。

【0119】上記前方散乱光と上記直進光とは、干渉型反射層に導かれ、ここで干渉、反射された後、再び散乱状態にある散乱型液晶層に導かれ、ここで、再び散乱されて、これらの一部が入射側基板を介して外部へ出ていく。これ以外に外部へ出ていく光は、上記後方散乱光である。このように、外部へ（観察者の方へ）出射する効率の低い後方散乱光だけでなく、直進光及び前方散乱光の一部もまた外部へ出射するので、非常に明度の高い反射型液晶表示装置を確実に提供することができる。特に、上記散乱型液晶層における後方散乱率が30%よりも小さいか、または上記散乱型液晶層の全光線透過率が30%よりも大きい場合、反射率と後方散乱率の比が大きくなるので、反射率が確実に向上する。以上より、非常に明度の高く、且つ、非常に暗度の高い反射型液晶表示装置を確実に提供することができるという効果を併せて奏する。

【0120】上記干渉型反射層は、上記反射側基板の近傍に設けられていることが好ましい。これにより、干渉型反射層が光学変調層である散乱型液晶層の近傍に設けられていない場合、視差による画質低下が生じて良好な表示が得られないが、上記発明のように近傍に設けられると、視差による画質低下の無い良好な表示が確実に得られるという効果を併せて奏する。

【0121】上記干渉型反射層は、その法線から所定の角度内に入射された光を透過する一方、それ以外の角度で入射した光を反射すると共に、上記干渉型反射層から

の光を吸収する吸収層を更に設けていることが好ましい。

【0122】これにより、散乱型液晶層が散乱状態にある場合、干渉型反射層への入射角度によって、その法線から所定の角度内に入射された場合に透過して吸収層に導かれ、ここで光が吸収される。一方、上記以外の角度で入射した場合には干渉型反射層によって反射される。したがって、観察者は、効率の低い後方散乱光だけでなく、直進光および前方散乱光の一部もまた観察することになり、非常に明度の高い白表示が得られる。

【0123】これに対して、散乱型液晶層が透過状態にある場合、入射光が入射側基板を介して散乱型液晶層に入射されると、この入射光は該散乱型液晶層を透過して干渉型反射層に入射される。この際、その法線から所定の角度内に入射された光は透過して吸収層に入射し、ここで光が吸収される。上記以外の角度で入射した光は干渉型反射層によって反射される。つまり、上記干渉型反射層の法線から所定の角度内で観察する限り、非常に良好な黒表示が確実に得られる。

【0124】以上より、非常に明度の高く、且つ、非常に暗度の高い反射型液晶表示装置を確実に提供することができるという効果を併せて奏する。

【0125】上記干渉型反射層よりも上記入射側基板側に設けられた吸収型カラーフィルタを更に備え、上記吸収型カラーフィルタの透過波長範囲は、上記干渉型反射層の反射波長範囲と同じかそれよりも狭いことが好ましい。

【0126】この場合、入射側基板を介して入射された光は、上記干渉型反射層よりも上記入射側基板側に設けられた吸収型カラーフィルタに先に導かれる。そして、この吸収型カラーフィルタの透過光は、上記干渉型反射層に導かれる。この際、吸収型カラーフィルタの透過波長範囲は、上記干渉型反射層の反射波長範囲と同じかそれよりも狭いので、吸収型カラーフィルタの透過光、すなわち上記反射波長範囲内の全ての光に対して、同様な干渉型反射層の反射率の入射角依存性を持たせることができる。これにより、観察者が視認方向を変化させても、色シフトが生じることがなく、色再現性に優れた表示が可能となるという効果を併せて奏する。

【0127】上記干渉型反射層は屈折率の異なる複数の薄層が積層されてなり、該薄層の法線方向またはその近傍方向から入射した光を透過する一方、それ以外の方向から入射した光を反射することが好ましい。

【0128】この場合、干渉型反射層を、ホログラム感光樹脂材料を用いて薄層に作成したり、誘電体ミラーなどのように無機材料の薄層で構成したりして簡単に作製することができる。また、上記法線の近傍方向から入射した光は該干渉型反射層を透過するため良好な黒状態を実現し、上記法線の近傍以外の方向から入射した光は干渉型反射層により全ての光が反射されるため、干渉型反

射層により明るさが大幅に向上するという効果を併せて奏する。

【0129】上記干渉型反射層は、屈折率の異なる複数の薄層からなり、その法線方向が観察者に向かうように傾斜していることが好ましい。

【0130】この場合、干渉型反射層に入射した光は該干渉型反射層によって干渉、反射されるが、干渉型反射層の法線方向が観察者に向かうように傾斜しているの
で、観察者の目に届くことはない。一方、上記法線の近傍方向から入射した光は屈折作用を受けた後、干渉型反
射層に達し、該干渉型反射層を透過するため良好な黒状態を実現し、上記法線の近傍以外の方向から入射した光
は干渉型反射層により全ての光が反射されるため、干渉
型反射層により明るさが大幅に向上するという効果を併
せて奏する。

【0131】上記干渉型反射層は、屈折率の異なる複数の薄層からなり、その法線方向は該干渉型反射層に入射した光の全てを反射するように傾斜しており、大気中の屈折率を n_0 とし、該干渉型反射層の平均屈折率を n_1 とすると、上記法線方向は、 90° 未満であって上記入射側
基板の表面に対して $0.5 \arcsin(n_0/n_1)$ で表されるよりも大きい角度だけ傾斜していることが好ましい。

【0132】この場合、干渉型反射層の法線方向は入射側基板の表面に対して $0.5 \arcsin(n_0/n_1)$ で表されるよりも大きい角度だけ傾斜しているので、該干渉型反射層に入射した光の全てが干渉型反射層によって干渉、反射される。

【0133】これにより、干渉型反射層からの光は、干渉型反射層の法線方向に対して観察者側から遠い方向へ出射されることになるので、観察者の目に届くことはな
くなる。一方、入射光が透過状態の上記液晶層を上記角度以外の角度で入射すると、入射光は同様に屈折作用を受けた後、干渉型反射層に達し、該干渉型反射層を透過
するため良好な黒状態を実現し、上記法線の近傍以外の方向から入射した光は干渉型反射層により全ての光が反射されるため、干渉型反射層により明るさが大幅に向上
するという効果を併せて奏する。

【0134】上記散乱型液晶層が、光透過性の液晶性高分子からなる固体マトリックス中に液晶分子が分散している光変調性液晶材料であり、上記散乱型液晶層は、透
過状態のとき、上記液晶分子の有効屈折率と上記固体マトリックスの有効屈折率とが、入射光のどの方向に対しても調和されていることを特徴としている。

【0135】これによれば、透過状態のとき、上記液晶分子の有効屈折率と上記固体マトリックスの有効屈折率とが、入射光の方向に関係なく、調和しているので、コントラストの非常に優れた表示を実現できる。

【0136】本発明に係る他の反射型液晶表示装置は、入射光が入射される側に設けられた入射側基板と、上記入射側基板と対向するように設けられた反射側基板と、*50

*上記両基板間に挟持され、反射状態と透過状態との間で状態変化する散乱型液晶層と、上記散乱型液晶層からの光を干渉、反射させる干渉型反射層とを備え、上記散乱型液晶層における後方散乱率が30%よりも小さいか、または上記散乱型液晶層の全光線透過率が30%よりも大きいことを特徴としている。

【0137】上記発明によれば、散乱型液晶層（コレステリック液晶、もしくは、ホログラフィック機能を備えた高分子分散型液晶）が反射状態にある場合、入射光が入射側基板を介して散乱型液晶層に入射されると、この入射光は後方に反射された後、外部へ（観察者の方へ）出射する。このように、入射光が散乱型液晶で反射されて外部へ（観察者の方へ）出射するので、非常に明度の高い反射型液晶表示装置を確実に提供することができる。

【0138】特に、上記散乱型液晶層における後方散乱率が30%よりも小さいか、または上記散乱型液晶層の全光線透過率が30%よりも大きい場合、反射率と後方散乱率の比が大きくなるので、反射率が確実に向上する。以上より、入射光の利用効率が高まり、非常に良好な白状態を実現でき、且つ、非常に暗度の高い反射型液晶表示装置を確実に提供することができるという効果を併せて奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る反射型液晶表示装置の構成の断面を示す説明図である。

【図2】上記反射型液晶表示装置で用いた干渉型反射膜の露光角度の設定を示す説明図である。

【図3】本発明に係る反射型液晶表示装置の暗状態の動作を示す説明図である。

【図4】上記反射型液晶表示装置で用いた反射率測定器の構成図である。

【図5】比較のために用いた反射型液晶表示装置の構成を示す断面図である。

【図6】本発明に係る他の反射型液晶表示装置の反射率測定器の構成図である。

【図7】図6の反射型液晶表示装置の暗状態の動作を示す説明図である。

【図8】本発明に係る更に他の反射型液晶表示装置の暗状態の動作を示す説明図である。

【図9】本発明に係る他の反射型液晶表示装置の散乱特性（全散乱透過率）を測定するための液晶セルの構造断面図である。

【図10】上記散乱特性を測定するためのシステムの構成を示す説明図である。

【図11】本発明に係る更に他の反射型液晶表示装置の例を示す説明図である。

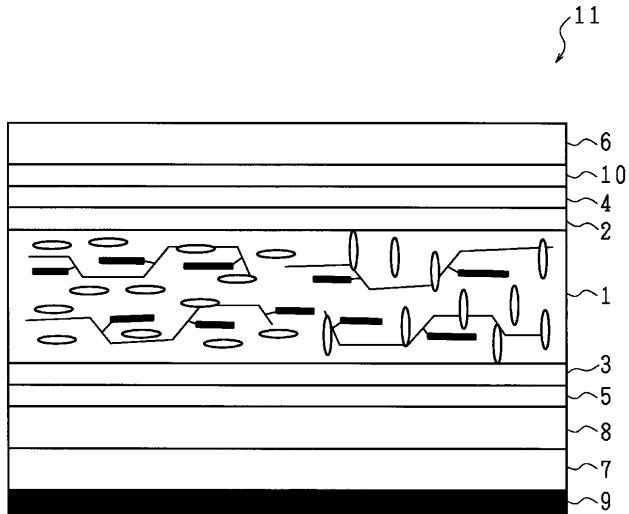
【図12】図11の反射型液晶表示装置の多層構造形成工程を説明する説明図である。

【符号の説明】

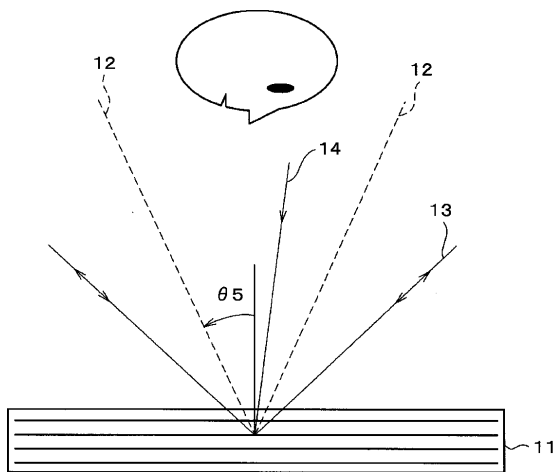
25

- 1 液晶層
- 2 液晶配向膜
- 3 液晶配向膜
- 4 電極
- 5 電極
- 6 入射側基板

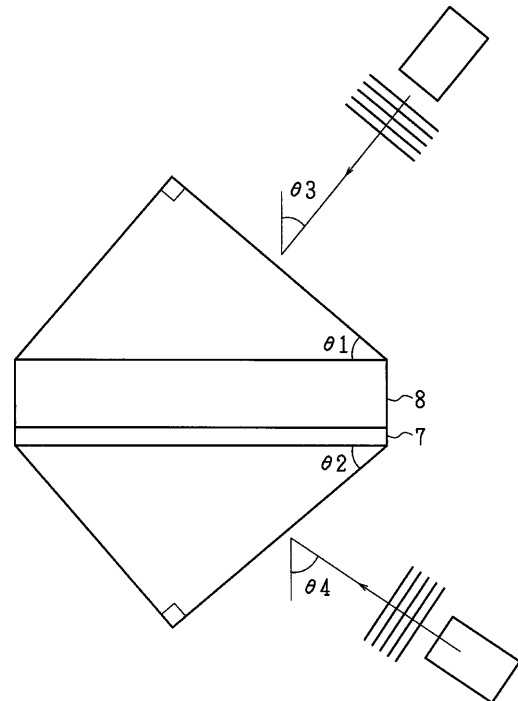
【図1】



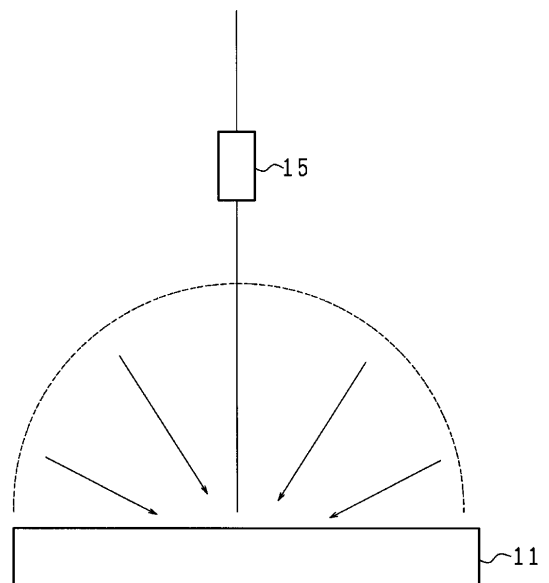
【図3】



【図2】

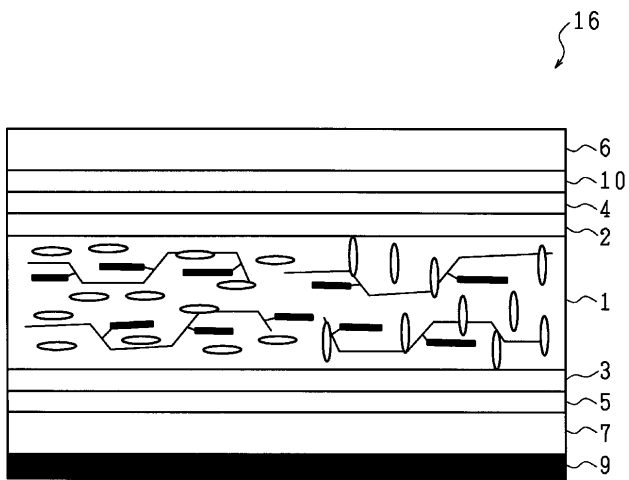


【図4】

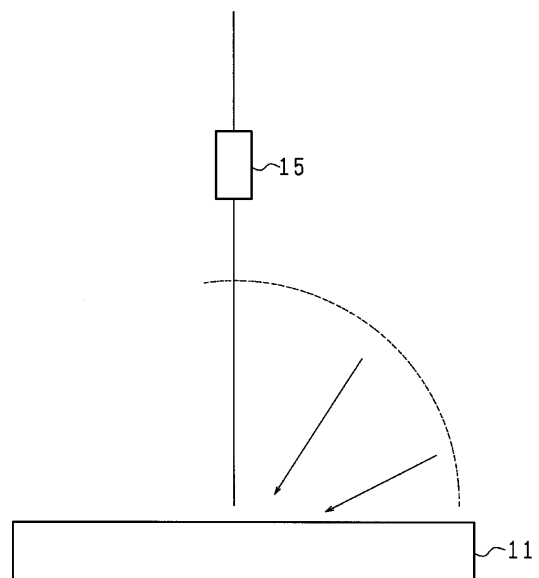


- * 7 反射側基板
- 8 干涉型反射膜（干渉型反射層）
- 9 光吸収層
- 10 カラーフィルタ
- 11 反射型液晶表示装置
- * 15 受光器

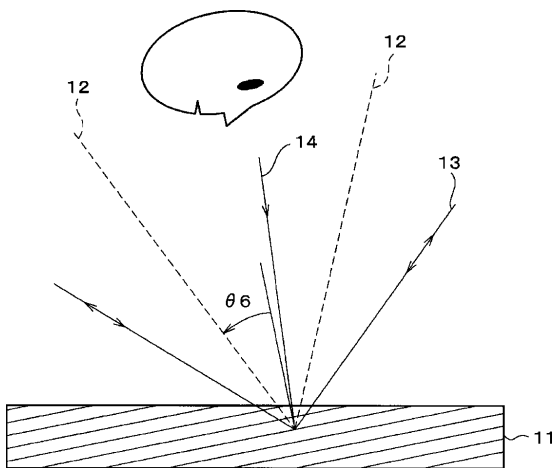
【図5】



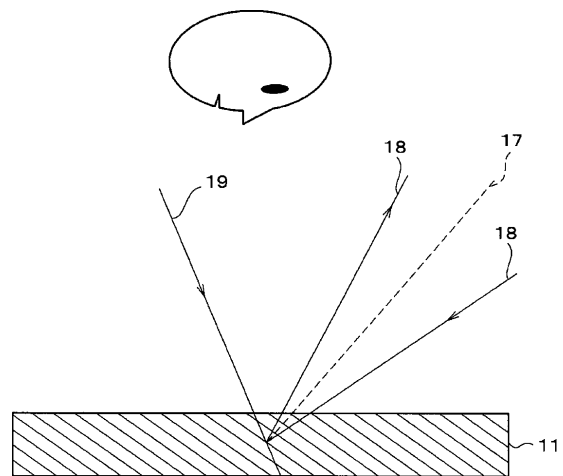
【図6】



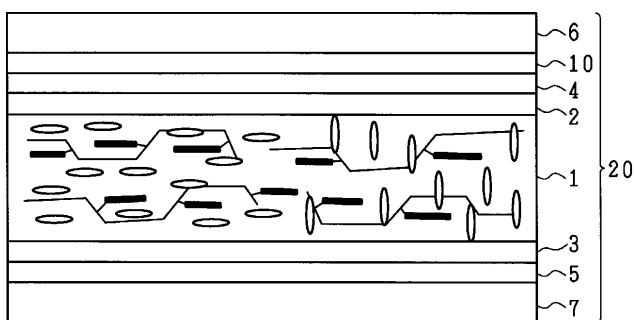
【図7】



【図8】



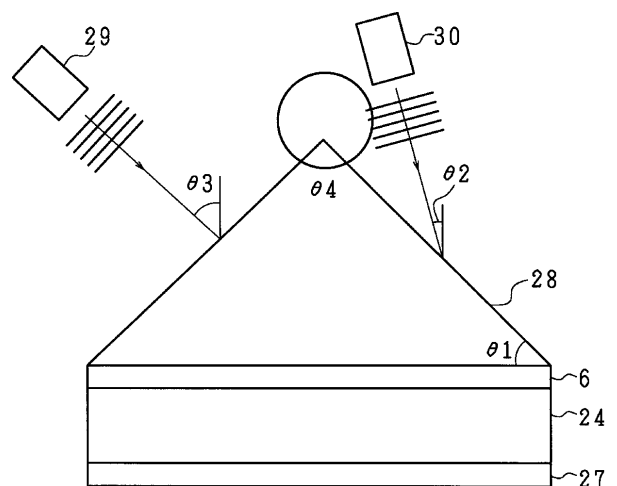
【図9】



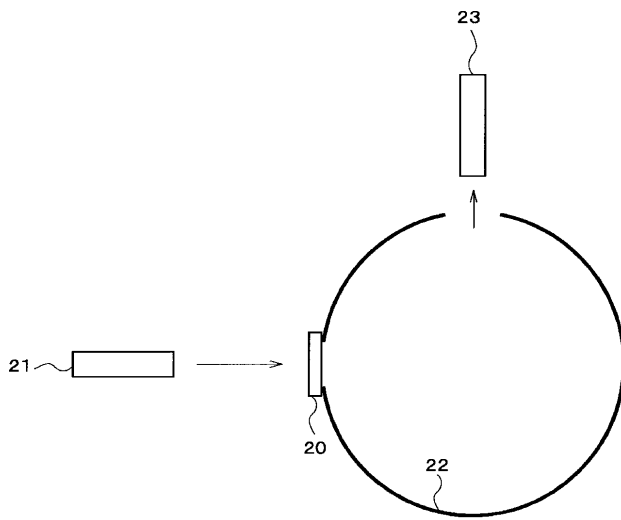
電圧オフ

電圧オン

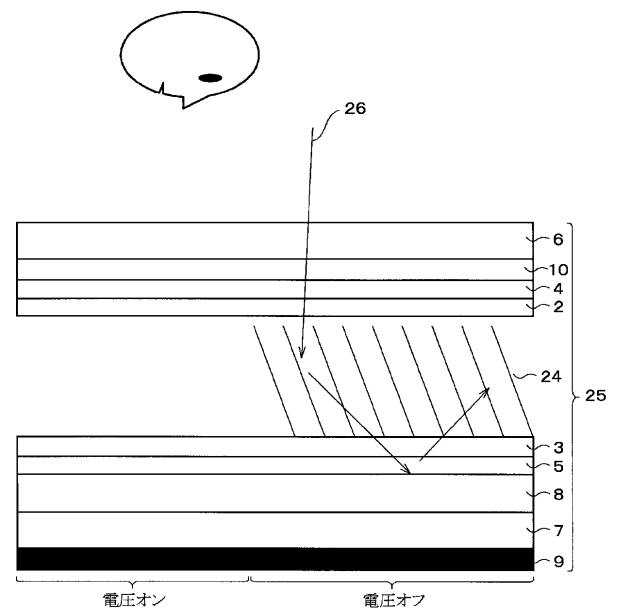
【図12】



【図10】



【図11】



专利名称(译)	反射型液晶表示装置		
公开(公告)号	JP2001228467A	公开(公告)日	2001-08-24
申请号	JP2000037014	申请日	2000-02-15
[标]申请(专利权)人(译)	夏普株式会社		
申请(专利权)人(译)	夏普公司		
[标]发明人	箕浦 潔		
发明人	箕浦 潔		
IPC分类号	G02F1/1334 G02F1/1335		
FI分类号	G02F1/1335 G02F1/1334		
F-TERM分类号	2H089/HA04 2H089/JA04 2H089/KA04 2H089/QA16 2H091/FA02Y 2H091/FA14Y 2H091/FA16Y 2H091/FA19Y 2H091/FA34Z 2H091/FD06 2H091/JA02 2H091/LA17 2H189/AA04 2H189/BA04 2H189/CA04 2H189/HA16 2H191/FA02Y 2H191/FA13Z 2H191/FA31Y 2H191/FA34Y 2H191/FA48Y 2H191/FD07 2H191/JA02 2H191/LA22 2H291/FA02Y 2H291/FA13Z 2H291/FA31Y 2H291/FA34Y 2H291/FA48Y 2H291/FD07 2H291/JA02 2H291/LA22		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种反射型液晶显示装置，其具有白色显示的高亮度和高对比度，并且能够容易地进行多色显示。根据本发明的反射型液晶显示装置包括：入射侧基板（6），其设置在入射光入射侧；以及反射侧基板（7），其设置成与入射侧基板（6）相对。散射型液晶层1夹在两个基板之间，其状态在散射状态和透射状态之间变化；干涉型反射膜8，用于干涉和反射来自散射型液晶层1的光。散射型液晶层的背向散射率小于30%，或者散射型液晶层的总透光率大于30%。

