(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2007-121893
(P2007-121893A)
(43)公開日　平成19年5月17日(2007.5.17)

| (51)Int.Cl. | | | F I | | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| G02F | 1/139 | (2006.01) | G02F | 1/139 | | 2H088 |
| G02F | 1/13 | (2006.01) | G02F | 1/13 | 101 | 2K103 |
| G09G | 3/36 | (2006.01) | G02F | 1/13 | 505 | 5C006 |
| G09G | 3/20 | (2006.01) | G09G | 3/36 | | 5C080 |
| G09G | 3/34 | (2006.01) | G09G | 3/20 | 650C | |

審査請求 未請求　請求項の数 8　ＯＬ　（全 23 頁）　最終頁に続く

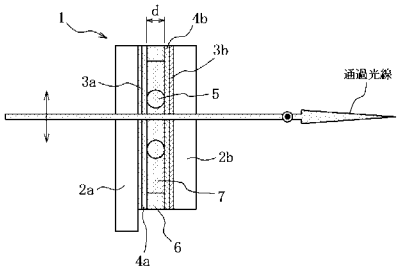
(21)出願番号　特願2005-316864 (P2005-316864)
(22)出願日　平成17年10月31日 (2005.10.31)

(71)出願人　000000376
オリンパス株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号
(74)代理人　100072051
弁理士　杉村　興作
(74)代理人　100101096
弁理士　徳永　博
(74)代理人　100086645
弁理士　岩佐　義幸
(74)代理人　100107227
弁理士　藤谷　史朗
(74)代理人　100114292
弁理士　来間　清志
(74)代理人　100119530
弁理士　冨田　和幸

最終頁に続く

(54)【発明の名称】偏光スイッチング液晶素子、およびこれを備える画像表示装置

(57)【要約】
【課題】部品コストの上昇を招くことなく、安価で高耐性な液晶を用いて、応答速度の高速化と波長依存性の低減とを実現した偏光スイッチング液晶素子を提供する。
【解決手段】２枚の透明基材２ａ，２ｂ間に保持した液晶７を有し、液晶７に選択的に電圧を印加して、少なくとも可視光の偏光光を、その偏光透過軸を選択的に９０度旋回して透過させる偏光スイッチング液晶素子１であって、液晶７の屈折率異方性をΔｎ、液晶７の厚さをｄ、偏光光の波長をλとして、液晶７の位相差ｕをｕ＝２×Δｎ×ｄ／λ、入射側および出射側にそれぞれ偏光板を配置して測定される透過率ＴをＴ＝（１／２）×$\sin^2$｛π（１＋$u^2$）$^{1/2}$／２｝／（１＋$u^2$）とするとき、透過率Ｔが０．１以下である。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
２枚の透明基材間に保持した液晶を有し、上記液晶に選択的に電圧を印加して、少なくとも可視光の偏光光を、その偏光透過軸を選択的に９０度旋回して透過させる偏光スイッチング液晶素子であって、
上記液晶の屈折率異方性をΔｎ、上記液晶の厚さをｄ、上記偏光光の波長をλとして、上記液晶の位相差ｕをｕ＝２×Δｎ×ｄ／λ、入射側および出射側にそれぞれ偏光板を配置して測定される透過率ＴをＴ＝（１／２）×$\sin^2$｛π（１＋$u^2$）$^{1/2}$／２｝／（１＋$u^2$）とするとき、上記透過率Ｔが０．１以下であることを特徴とする偏光スイッチング液晶素子。
【請求項２】
上記液晶がＴＮ液晶であることを特徴とする請求項１に記載の偏光スイッチング液晶素子。
【請求項３】
上記ｄが４μｍ以下であることを特徴とする請求項２に記載の偏光スイッチング液晶素子。
【請求項４】
上記λが４００ｎｍ～７００ｎｍであることを特徴とする請求項２または３に記載の偏光スイッチング液晶素子。
【請求項５】
請求項１乃至４のいずれか一項に記載の偏光スイッチング液晶素子を備える画像表示装置であって、
少なくとも可視光を発光する可視光源と、
上記可視光源からの可視光を所定の偏光光に変換する偏光変換手段と、
上記偏光変換手段からの偏光光を画像情報に応じて変調する空間光変調手段と、
上記偏光スイッチング液晶素子および複屈折素子を有し、上記偏光スイッチング液晶素子に選択的に電圧を印加して上記空間光変調手段からの変調光を画素ずらしする画素ずらし手段と、
上記画素ずらし手段を経た変調光を表示する表示光学手段と、
を有することを特徴とする画像表示装置。
【請求項６】
上記可視光源は上記空間光変調手段にＲＧＢの各色光を面順次で出射し、
上記空間光変調手段は上記可視光源からの各色光に対応して画像情報を順次変調することを特徴とする請求項５に記載の画像表示装置。
【請求項７】
上記空間光変調手段は上記可視光源からの各色光に対応して画像情報を全面同時に切り替えることを特徴とする請求項６に記載の画像表示装置。
【請求項８】
上記偏光スイッチング液晶素子を透過する光線の傾斜角度が３０度以下であることを特徴とする請求項５乃至７のいずれか一項に記載の画像表示装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、偏光スイッチング液晶素子、およびこれを備えるプロジェクタ等の画像表示装置に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
液晶素子は、ディスプレイ用途として流通するものが多い。このようなディスプレイ用途の液晶素子は、白表示または黒表示というような２段階の表示ではなく、中間調を表現するものが多く、また、様々な角度から観察されるのに必要な視野角特性の向上を課題と

して、技術開発がされてきた。

【０００３】

一方、ディスプレイ用途以外の液晶素子として、入射光の偏光面を選択的に回転して出射する液晶スイッチング素子も知られている。この液晶スイッチング素子は、ディスプレイで表現すると、黒表示または白表示という２つの状態を切り替える（スイッチング）動作をするための素子であり、一般には透過する直線偏光光の偏光透過軸を９０度旋回する或いは旋回しないという２つの作用をなすものが多い。本明細書では、このような２つの状態を切り替える動作をする液晶素子を偏光スイッチング液晶素子と称することとする。

【０００４】

偏光スイッチング液晶素子は、スイッチングのために使用するという用途のため、ディスプレイ用途とは異なる特性の液晶材料や液晶構成が検討されている。例えば、スイッチング素子に必要な要件として、スイッチングの速さがあり、そのスイッチング応答速度を速めるために強誘電性液晶を選択するものが知られている。しかし、強誘電性液晶は、耐性が不安定で高価であるため、実用的ではない。

【０００５】

また、耐性が安定で安価なものとして、ＴＮ（ツイストネマティック）液晶が知られている。しかし、ＴＮ液晶は、強誘電性液晶に対して一般に応答速度が遅いため、ＴＮ液晶を用いて高速な応答速度を実現するためには、例えば液晶の厚さ（セルギャップ）を薄くする必要がある。しかし、単にセルギャップを薄くすると、偏光を旋回する能力に波長依存性が生じることになる。

【０００６】

この波長依存性を解消する方法として、例えば位相差板を組み合わせることが知られている（例えば、特許文献１参照）。しかし、この場合には、位相差板の追加によって部品コストの上昇を招くことになる。

【０００７】

一方、透過型ＬＣＤ等の空間光変調素子を備える画像表示装置として、画素ずらし素子を用いて空間光変調素子の解像度を高めるウォブリング技術を採用したものが知られている。このウォブリング技術では、偏光を選択的に９０度旋回するための偏光スイッチング液晶素子と、偏光方向に応じて光線を選択的にシフトさせる複屈折板とからなる画素ずらし素子を用い、光線シフトによる画素ずらしのタイミングと、光線シフト位置に対応した空間光変調素子の画像とを同期させることで高解像度化を実現している。

【０００８】

このような画素ずらし素子に用いる偏光スイッチング液晶素子は、高速応答するものが有利であることから、強誘電性液晶を用いたものが知られている（例えば、特許文献１参照）。しかし、強誘電性液晶は、上述したように、耐性が不安定で高価であるため実用的ではない。

【０００９】

また、耐性があり安価なＴＮ液晶を用い、その応答速度を考慮して駆動タイミングを最適化したものも知られている（例えば、特許文献２参照）。しかし、この方法は、ＲＧＢを順次カラー表示する面順次方式の画像表示装置に適用するには限界があることから、ＴＮ液晶自体の応答速度の高速化が要望されている。

【００１０】

すなわち、面順次型の画像表示装置（例えば、プロジェクタ）は、空間光変調素子の高速応答化に伴って、色面順次型の画像表示装置が実現されてきている。この色面順次型の画像表示装置は、１つの空間光変調素子をＲＧＢの各色で順次照明して、各色情報に対応して変調することでカラー表示を実現するもので、ＲＧＢの各色用の空間光変調素子を３枚用いた３板式の画像表示装置に比べて構造が簡便で、安価に実現可能となる。

【００１１】

このような色面順次型の画像表示装置は、色を順次照明することによって生じる色割れ（カラーブレーキング）が生じるため、色毎の表示周波数をより高速化することが求めら

れている。したがって、この色面順次型の画像表示装置に対して、ウォブリングによる画素ずらしを実施する場合には、空間光変調素子に対応してＴＮ液晶からなる偏光スイッチング液晶素子に対しても高速性が要求されることになる。

【００１２】

この偏光スイッチング液晶素子の高速応答性は、ＴＮ液晶の駆動タイミングを最適化することである程度改善できるが、ウォブリング性能をより向上させるためには、より高速応答可能なＴＮ液晶が要望される。

【００１３】

ここで、ＴＮ液晶の応答性を高速化するために、例えばセルギャップを薄くすると、旋光特性の波長依存性による偽色が生じて、表示画像の画質劣化を招くことになる。なお、この波長依存性による偽色の発生を防止するため、上記特許文献１に開示のように位相差板を設けることも考えられるが、このようにすると上述したと同様に部品コストの上昇を招くことになる。

【００１４】

【特許文献１】特開平７－６４０４８号公報

【特許文献２】特開平１１－２９６１３５号参照

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１５】

したがって、上述した事情に鑑みてなされた本発明の第１の目的は、部品コストの上昇を招くことなく、安価で高耐性な液晶を用いて、応答速度の高速化と波長依存性の低減とを実現した偏光スイッチング液晶素子を提供することにある。

【００１６】

さらに、本発明の第２の目的は、上記の偏光スイッチング液晶素子を用いて画素ずらしを行うことにより、偽色の発生を防止して画質の良好な画像を高解像度で表示できる画像表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【００１７】

上記第１の目的を達成する請求項１に係る発明は、２枚の透明基材間に保持した液晶を有し、上記液晶に選択的に電圧を印加して、少なくとも可視光の偏光光を、その偏光透過軸を選択的に９０度旋回して透過させる偏光スイッチング液晶素子であって、

上記液晶の屈折率異方性をΔｎ、上記液晶の厚さをｄ、上記偏光光の波長をλとして、上記液晶の位相差ｕをｕ＝２×Δｎ×ｄ／λ、入射側および出射側にそれぞれ偏光板を配置して測定される透過率ＴをＴ＝（１／２）×$\sin^2$｛π（１＋$u^2$）$^{1/2}$／２｝／（１＋$u^2$）とするとき、上記透過率Ｔが０．１以下であることを特徴とするものである。

【００１８】

請求項２に係る発明は、請求項１に記載の偏光スイッチング液晶素子において、上記液晶がＴＮ液晶であることを特徴とするものである。

【００１９】

請求項３に係る発明は、請求項２に記載の偏光スイッチング液晶素子において、上記ｄが４μｍ以下であることを特徴とするものである。

【００２０】

請求項４に係る発明は、請求項２または３に記載の偏光スイッチング液晶素子において、上記λが４００ｎｍ～７００ｎｍであることを特徴とするものである。

【００２１】

上記第２の目的を達成する請求項５に係る発明は、請求項１乃至４のいずれか一項に記載の偏光スイッチング液晶素子を備える画像表示装置であって、

少なくとも可視光を発光する可視光源と、

上記可視光源からの可視光を所定の偏光光に変換する偏光変換手段と、

上記偏光変換手段からの偏光光を画像情報に応じて変調する空間光変調手段と、

上記偏光スイッチング液晶素子および複屈折素子を有し、上記偏光スイッチング液晶素子に選択的に電圧を印加して上記空間光変調手段からの変調光を画素ずらしする画素ずらし手段と、

上記画素ずらし手段を経た変調光を表示する表示光学手段と、

を有することを特徴とするものである。

【００２２】

請求項６に係る発明は、請求項５に記載の画像表示装置において、上記可視光源は上記空間光変調手段にＲＧＢの各色光を面順次で出射し、

上記空間光変調手段は上記可視光源からの各色光に対応して画像情報を順次変調することを特徴とするものである。

【００２３】

請求項７に係る発明は、請求項６に記載の画像表示装置において、上記空間光変調手段は上記可視光源からの各色光に対応して画像情報を全面同時に切り替えることを特徴とするものである。

【００２４】

請求項８に係る発明は、請求項５乃至７のいずれか一項に記載の画像表示装置において、上記偏光スイッチング液晶素子を透過する光線の傾斜角度が３０度以下であることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【００２５】

本発明による偏光スイッチング液晶素子によると、液晶の屈折率異方性をΔｎ、液晶の厚さをｄ、偏光光の波長をλとして、液晶の位相差ｕをｕ＝２×Δｎ×ｄ／λ、入射側および出射側にそれぞれ偏光板を配置して測定される透過率Ｔを、Ｔ＝（１／２）×$\sin^2$｛π（１＋$u^2$）$^{1/2}$／２｝／（１＋$u^2$）とするとき、透過率Ｔが０．１以下となるように構成したので、部品コストの上昇を招くことなく、安価で高耐性な液晶を用いて、応答速度の高速化と波長依存性の低減とを図ることができる。

【００２６】

さらに、本発明による画像表示装置によると、上記の偏光スイッチング液晶素子を用いて画素ずらしを行うようにしたので、偽色の発生を防止して画質の良好な画像を高解像度で表示することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２７】

以下、本発明の実施の形態について、図を参照して説明する。

【００２８】

図１は本発明に係る偏光スイッチング液晶素子の一実施の形態の概略構成を示す断面図である。

【００２９】

この偏光スイッチング液晶素子（液晶セル）１は、例えば低膨張ガラスからなる２枚の透明基材２ａ，２ｂ上に、例えばＩＴＯからなる透明電極３ａ，３ｂが設けられ、さらにその上に液晶配向膜４ａ，４ｂとして、ポリイミド膜またはダイヤモンドペーストまたはＳｉＯ斜方蒸着が形成されている。なお、液晶配向膜４ａ，４ｂは、プロジェクタのような紫外に近い可視の光を多く含む大きなパワーの光を通過する用途に用いる場合は、ダイヤモンドペーストまたはＳｉＯのような無機材料を用いるのが好ましい。

【００３０】

このような液晶配向膜４ａ，４ｂが形成された透明基材２ａ，２ｂは、その配向処理方向が平行とならないように構成され（通常は９０度であるが、９０度に限らない）、目的のギャップに均一になるように、ガラスビーズやガラスファイバからなるスペーサ部材５を間に挟み、液晶注入口（図示せず）を除く周囲を、例えばＵＶ硬化型接着剤からなるシール材６でシールし、その後、液晶注入口からＴＮ液晶材料等の液晶材料７を注入後、液晶注入口をエポキシ系接着剤等の接着剤で硬化封止している。

【００３１】
ここで、液晶層の厚さすなわちセルギャップｄは、できるだけ均一な厚みとなるように構成する。また、液晶材料７の物性値として、屈折率異方性（複屈折率差）をΔｎとする。なお、セルギャップｄを決めているスペーサ部材５は、図示のように光学的有効領域内にあってもよいが、液晶材料７とスペーサ部材５との光学的特性の違いの影響によって、光学的な特性が変化する場合は、シール材６に混入するように構成してもよい。
【００３２】
このように構成することで、偏光スイッチング液晶素子１は、透明電極３ａ，３ｂ間に電圧を印加しない状態では、入射する垂直の偏光透過軸の直線偏光光を９０度偏光旋回して水平方向の偏光透過軸で透過させ、透明電極３ａ，３ｂ間に電圧を印加した状態では、入射する垂直の偏光透過軸の直線偏光光を偏光旋回することなくそのまま透過させる偏光スイッチとして動作する。
【００３３】
図２は、ＴＮ液晶の透過率位相差依存性を示すグラフであり、縦軸は透過率Ｔを示し、横軸は位相差ｕを示している。
【００３４】
位相差ｕは、入射光の波長をλとして、
ｕ＝２×Δｎ×ｄ／λ　　（１）
で表される。また、入射側および出射側にそれぞれ偏光板を配置して測定される透過率Ｔは、
$T=(1/2)\times\sin^2\{\pi(1+u^2)^{1/2}/2\}/(1+u^2)$　　（２）
で表される。
【００３５】
ここで、偏光スイッチング液晶素子１は、入射する直線偏光光の偏光透過軸を選択的に９０度旋回するスイッチ動作するものであるが、その性能としてスイッチ動作により偏光透過軸を旋回するまたは旋回しないの切り替えの割合がある。
【００３６】
図２は、上記の切り替えの割合を示すことと同様の性能を示しており、透過率Ｔが０に近いほうが割合を完全に分離できていることを示している。しかし、本発明者による種々の実験によると、透過率Ｔ＝０．１以下となるように液晶材料を選定すれば、偏光スイッチング機能として充分であることが確認できた。
【００３７】
一方、位相差ｕは、上記（１）式から明らかなように光の波長λに依存するので、透過率Ｔも波長に応じて変化することとなる。ここで、偏光スイッチング液晶素子１の応答速度を向上するために、セルギャップｄを４μｍとし、波長λを可視光の波長（３８０ｎｍ～７８０ｎｍ）とした場合には、液晶材料７として複屈折率差Δｎが０．１３のものを使用すると、位相差ｕは２．７３～１．３３となり、透過率Ｔは０．０６以内に収まることとなる。
【００３８】
このように、セルギャップｄを４μｍ以下の厚さとすることで、高速の応答速度を実現することが可能となる。
【００３９】
これに対し、Δｎが０．１３の同一の液晶材料を使用して、応答速度をさらに向上させるためにセルギャップｄを２μｍにすると、可視光の波長（３８０ｎｍ～７８０ｎｍ）において位相差ｕが１．３６～０．６６となって、透過率Ｔが０．３１となり、目標値である０．１以下を達成できないことになる。また、同一条件で、液晶材料をΔｎが０．２４のものに代えると、透過率Ｔが０．０７となって目標値である０．１以下を達成できることになる。
【００４０】
以上のことから、セルギャップｄを小さくすれば、位相差ｕは小さくなるが、透過率Ｔ

を０．１以下にするためには、Δｎの大きい液晶材料を使用すれば良いことがわかる。

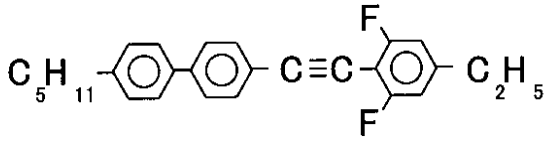
【００４１】

なお、上記説明では、可視光の波長を３８０ｎｍ～７８０ｎｍとしているが、実際の場面では、可視光の影響度を考慮すると、主に使用する可視波長は４００ｎｍ～７００ｎｍであり、この範囲で液晶の条件を設定することで、より液晶材料の選択の幅を広くすることが可能である。

【００４２】

ここで、Δｎが大きい液晶材料としては、例えば、メルク社や旭電化社等でディスプレイ用として製造されているΔｎが０．３５近辺の下記の液晶材料が使用可能である。

【化１】



【００４３】

しかし、入手性や性能安定性を考慮すると、現状では、Δｎは最大０．２６程度となっている。これは、ディスプレイ用途としては、本発明の偏光スイッチング液晶素子のような２つの偏光状態を切り替える能力というよりも、斜入射した光線に対する特性の変化である視野角特性や、２段階より細かな中間調の表現を重視した特性が重視されていて、Δｎが大きいと、視野角特性を得ることが難しくなるからである。

【００４４】

本発明の偏光スイッチング液晶素子は、通過する偏光光の偏光透過軸を選択的に旋回する際の応答性を高速化するために、液晶の構成を最適な状態とするものであるから、Δｎが０．２６以下の液晶材料を用いても、透過率Ｔを０．１以下とすることができる。例えば、Δｎ＝０．２０２の液晶材料を用いる場合には、セルギャップｄを２μｍとすれば、波長４００ｎｍ～７００ｎｍの範囲で透過率Ｔを０．１以内にすることができる。

【００４５】

なお、透過率Ｔを０．１以下とするためには、位相差ｕが波長５５０ｎｍで図２の楕円で示す１．７近辺に入るように液晶を構成することが望ましい。

【００４６】

図３は、偏光スイッチング液晶素子の透過率波長依存性を示すグラフで、セルギャップｄを２μｍ、波長λを３８０ｎｍ～７８０ｎｍとして、Δｎが０．１３、０．１６５、０．２１８、０．２４、０．２６の５種について、式（１）、（２）から求めたものである。

【００４７】

図３から明らかなように、λ＝３８０ｎｍ～７８０ｎｍに亘ってＴ≦０．１を確保するには、Δｎが０．２１８よりも小さくないと実現できない。しかし、使用波長λを４００ｎｍ～７００ｎｍとすると、Δｎが０．２１８でもＴ≦０．１を満たし、使用可能な材料となる。なお、セルギャップｄが２μｍとなる液晶の構成は、図２において位相差ｕが１．７近辺の状態であることを示し、これよりｕが小さくなると、Ｔ≦０．１を確保できなくなる。

【００４８】

次に、図４乃至図６を参照して、偏光スイッチング液晶素子の特性の測定方法について説明する。

【００４９】

図４は、偏光スイッチング液晶素子の透過率Ｔの測定回路を示す図である。偏光スイッチング液晶素子の能力には、偏光の切り替え速度と、切り替えられる２つの偏光状態、すなわち切り替え状態とがある。図４乃至６は、主として、切り替え状態を説明するための図である。

【００５０】

例えば、切り替えの状態が悪いと、偏光スイッチング液晶素子により偏光旋回するという状態にもかかわらず、旋回しないという状態も同時に発生し、旋回した状態と旋回しないという状態との２つの状態が同時に発生することとなり、切り替えが正確に実施されないこととなる。図２に示した透過率Ｔは、切り替え状態として、Ｔが０に近ければ近いほど、切り替えが理想的に１対０で行われていることを示し、値が大きくなれば、その値の割合分だけ２つの状態が発生することを示している。

【００５１】

このような切り替え状態を測定するには、被測定物である偏光スイッチング液晶素子１を挟んで測定用光源１１と受光素子１２とを配置するとともに、測定用光源１１と偏光スイッチング液晶素子１の間、および偏光スイッチング液晶素子１と受光素子１２の間にそれぞれ偏光板１３ａ，１３ｂを平行ニコル（偏光透過軸が互いに平行）の状態で配置する。

【００５２】

測定用光源１１は光源発光回路１５により常時発光するように駆動し、偏光スイッチング液晶素子１には測定制御回路１６の制御に基づいて液晶セル駆動回路１７により電圧印加をオン・オフして２値的に交互に駆動する。その詳細は、図４で説明する。また、受光素子１２はＰＤ（フォトダイオード）を有して構成して、その出力をＰＤ増幅回路１８で増幅して測定制御回路１６に供給する。

【００５３】

かかる構成により、偏光スイッチング液晶素子１への電圧印加をオン・オフしながら、偏光スイッチング液晶素子１の駆動状態を透過率として測定する。この透過率測定時の光学的な動作は図５で詳細に説明する。

【００５４】

また、偏光スイッチング液晶素子１の切り替え状態の波長依存性を測定する場合には、測定用光源１１を例えばＲＧＢそれぞれの波長の光を発するＬＥＤを用いて、ＲＧＢの各波長の透過率を測定すればよい。

【００５５】

なお、図４では、偏光板１３ａ，１３ｂを平行ニコルに配置して透過率Ｔを測定するようにしたが、これらを直交ニコルに配置して測定してもよく、結果として片側の状態を測定することで、もう一方の状態を類推することは可能である。特に、ＴＮ液晶の場合には、平行ニコルで測定する方がもう一方の状態を類推することが容易である。この点については、図６で後述する。したがって、以後の説明では、平行ニコル状態を基本として説明する。なお、図４の構成で、応答速度も計測できるが、その説明は省略する。

【００５６】

図５（ａ）および（ｂ）は、偏光スイッチング液晶素子１の透過率測定動作を説明するための図で、図５（ａ）は偏光スイッチング液晶素子１への電圧印加をオフにした状態を示しており、図５（ｂ）は偏光スイッチング液晶素子１への電圧印加をオンにした状態を示している。

【００５７】

図５（ａ）に示すように、偏光スイッチング液晶素子１への電圧印加をオフにした状態では、測定用光源１１からの光は偏光板１３ａで水平方向の偏光透過軸を持つ偏光光となり、偏光スイッチング液晶素子１で９０度偏光旋回され、垂直方向の偏光透過軸として偏光板１３ｂに入射する。しかし、偏光板１３ｂは水平方向の偏光透過軸のため、透過光はなく、受光素子１２に光線は到達しないこととなる。

【００５８】

これに対し、図５（ｂ）に示すように、偏光スイッチング液晶素子１への電圧印加をオンにした状態では、測定用光源１１からの光は偏光板１３ａで水平方向の偏光透過軸を持つ偏光光となり、偏光スイッチング液晶素子１で偏光旋回されることなく、水平方向の偏光透過軸のまま偏光板１３ｂに入射する。ここで、偏光板１３ｂは偏光透過軸が水平方向となっているので、水平方向の偏光透過軸を持つ入射光はそのまま透過して受光素子１２

に光線が到達することになる。

【００５９】

図６は、偏光スイッチング液晶素子１の駆動波形と受光素子１２の出力波形とを示したものである。図６の下段は偏光スイッチング液晶素子１への電圧印加をオン・オフする駆動波形を示しており、上段は駆動波形に対応する受光素子１２の出力波形を示しており、受光素子出力波形のオン状態の出力電圧値をＶｐとし、オフ状態の出力電圧値をＶｖとしている。

【００６０】

Ｖ0は、測定用光源１１を発光していない状態での測定系の暗電流値を示している。また、Ｖ100は、測定系の全透過率を示しており、実際には、偏光スイッチング液晶素子１を通過する全光量は、垂直方向と水平方向との２方向の偏光成分に分離されているだけで、総光量が変化している訳ではないので、図４の偏光板１３ａ，１３ｂを直交ニコルに配置した状態において、図６と同様な測定を行って、偏光スイッチング液晶素子１への電圧印加をオンにした状態の時の値を、図６のＶｐに加えた値である。

【００６１】

一般に、ＴＮ液晶は、電圧印加をオンにした状態では液晶の配向が揃うことで光学的に複屈折が安定状態にあり、楕円偏光化しないので、Ｖ100とＶｐとが極めて近くなる。また、電圧印加をオフにした状態では、楕円偏光化が発生する傾向にある。したがって、偏光スイッチング液晶素子１がＴＮ液晶からなることを前提とする場合には、Ｖ100　Ｖｐとして扱うことで、楕円偏光によるクロストークの割合を、Ｖｐ－ＶｖとＶｖ－Ｖ0との比で測定することができる。

【００６２】

液晶は、一般に透過率Ｔを用いて評価しており、偏光板１３ａ，１３ｂを直交ニコルとして電圧印加をオフにした時の透過率が大きくなる状態をノーマリーホワイト、偏光板１３ａ，１３ｂを平行ニコルとして電圧印加をオフにした時の透過率が小さくなる状態をノーマリーブラックと称している。

【００６３】

図２および図３に示した透過率は、ノーマリーブラック状態で測定したもので、本実施の形態に係る偏光スイッチング液晶素子１においても同様の評価を行うことが可能であり、Ｖ100の値を透過率５０％で正規化して、透過率Ｔ（％）を、Ｔ＝（Ｖｖ－Ｖ０）／（２×（Ｖｐ－Ｖ０））×１００、で示すことができる。５０％を最大とするのは、偏光板を用いて、片方向の偏光透過軸を扱うためである。

【００６４】

なお、図４に示す測定回路で偏光スイッチング液晶素子１の応答速度を測定すると、ＴＮ液晶の場合は、特に電圧印加をオフした時の応答速度、すなわち図６において受光素子１２の出力電圧がＶｐからＶｖまでの立下り始めた１０％から立下り終了までの１０％の立下り応答速度Ｔｄが遅くなる。

【００６５】

図７は、図４乃至図６で説明した測定方法により測定した偏光スイッチング液晶素子の透過率波長依存性を示すグラフである。

【００６６】

ここでは、セルギャップｄを２μｍとし、液晶材料としてΔｎが０．１６５、０．２１８、０．２４の３種のＴＮ液晶を用いてそれぞれ偏光スイッチング液晶素子を構成して、その各々の透過率波長依存性を実測した。なお、測定用光源１１はＲＧＢの各波長が６２６ｎｍ、５２５ｎｍ、４７０ｎｍのＬＥＤを用いている。また、測定温度は５０℃にて実施した。

【００６７】

図７から明らかなように、セルギャップｄを２μｍとする場合には、Δｎが０．２４のＴＮ液晶を用いた場合に、可視の全波長領域に亘って透過率Ｔが一番低い値を示していることがわかる。なお、図２および図３で説明したように、広い波長帯域で低い透過率を示

すほど性能的には望ましい。

【００６８】

ここで、Δｎは温度特性を有しているので、図３に示した計算値と正確には合致しないが、図７に示した実測データは図３に示した計算値とほぼ合致しており、計算値と相関があることがわかる。したがって、計算値で偏光スイッチング液晶素子１の構成を設定することが可能となる。

【００６９】

図８は、偏光スイッチング液晶素子の透過率波長依存性の計算結果を示すグラフである。ここでは、セルギャップｄを３μｍとし、液晶材料としてΔｎが０．１３、０．１６５、０．２１８、０．２４、０．２６の５種類について計算している。

【００７０】

図８から明らかなように、セルギャップｄを３μｍとする場合には、Δｎが０．１３以外は使用可能であることがわかる。すなわち、この場合には、計算上、Δｎ≧０．１３５の液晶材料を用いれば、可視光の全波長領域に亘って透過率Ｔを０．１以下とすることができる。

【００７１】

図９は、偏光スイッチング液晶素子の透過率波長依存性の計算結果を示すグラフである。ここでは、セルギャップｄを１．６μｍとし、液晶材料として図８の場合と同様に、Δｎが０．１３、０．１６５、０．２１８、０．２４、０．２６の５種類について計算している。

【００７２】

セルギャップｄを１．６μｍと薄くすると、位相差ｕが小さい方向にシフトするため、この場合には、Δｎが０．２６の液晶材料のみが使用可能となる。すなわち、この場合には、計算上、Δｎ≧０．２５２の液晶材料を用いれば、可視光の全波長領域に亘って透過率Ｔを０．１以下とすることができる。

【００７３】

次に、上述した偏光スイッチング液晶素子を備える本発明に係る画像表示装置の実施の形態について説明する。

【００７４】

図１０は、本発明に係る画像表示装置の第１実施の形態を示す概略構成図である。

【００７５】

この画像表示装置は、上述した本発明に係る偏光スイッチング液晶素子１を用いて水平方向に２点画素ずらし（ウォブリング）を実現したプロジェクタで、色面順次照明可能な色面順次照明手段２１と、入力される映像信号を表示するための空間光変調素子２２と、色面順次照明手段２１からの照明光を空間光変調素子へ効率よく導く照明光学系２３と、偏光スイッチング液晶素子１を含む画素ずらし光学ユニット２４と、画素ずらし光学ユニット２４を通過した光をスクリーン２５へ拡大投射するための投影光学系２６と、空間光変調素子２２を駆動する変調素子駆動回路２７と、偏光スイッチング液晶素子１を駆動する液晶セル駆動回路２８と、入力される映像信号に基づいて変調素子駆動回路２７および液晶セル駆動回路２８の駆動を制御する画素ずらし制御回路２９とを有している。

【００７６】

色面順次照明手段２１は、超高圧水銀ランプ、メタルハライドランプ、キセノンランプ等の白色光を発光する白色ランプ３１ａおよび発光された光線を所定の点に集光する楕円リフレクタ３１ｂを備えた光源３１と、ＲＧＢ各色の波長のみを透過可能な複数の色フィルタを備える円板を回転させてＲＧＢの３色光を時分割で順次生成するカラーホイール３２とを有している。なお、白色ランプ３１ａ以外にも、ＬＥＤやＬＤ等を用いて、ＲＧＢ各波長の光を順次発光制御する形態でもかまわない。

【００７７】

照明光学系２３は、色面順次照明手段２１からの照明光から所定の直線偏光を効率よく生成する偏光変換手段であるＰＳ変換素子３３と、ＰＳ変換素子３３からの偏光光を例え

ば内部反射により多点化するインテグレータロッド３４と、インテグレータロッド３４で多点化された光を合成して空間光変調素子２２の表示領域全域を照明する照明レンズ３５とを有するテレセントリック系で構成され、光源３１で生じる照明ムラを低減するようになっている。

【００７８】

空間光変調素子２２は、例えば透過型ＬＣＤからなり、その偏光透過軸は照明光学系２３のＰＳ変換素子３３から出射される照明光の偏光方向と揃えてある。なお、この空間光変調素子２２は、透過型ＬＣＤに限らず、反射型ＬＣＤ（ＬＣｏＳ）、ＤＭＤであってもかまわない。

【００７９】

画素ずらし光学ユニット２４は、本発明に係る偏光スイッチング液晶素子１と複屈折板３６とを有している。本実施の形態では、偏光スイッチング液晶素子１はＴＮ液晶を液晶材料として用いており、複屈折板３６は、例えば水晶（ａ－$SiO_2$）、ニオブ酸リチウム（$LiNbO_3$）、ルチル（$TiO_2$）、方解石（$CaCo_3$）、チリ硝石（$NaNo_3$）、$YVO_4$等の異方性結晶をもって構成され、入射する偏光光の透過軸の方向に応じて画素ずらしするようになっている。

【００８０】

本実施の形態では、画素ずらし制御回路２９において、入力された映像信号から画素ずらし位置に対応した画像を変調素子駆動回路２７に送出するとともに、その送出タイミングと同期して液晶セル駆動回路２８を駆動することで、空間光変調素子２２の画像情報と画素ずらし位置とを同期させて高解像度化を実現している。なお、上記特許文献２に開示のように、画素ずらし制御回路２９において空間光変調素子２２の応答速度の遅れ分を考慮したフィールド間の補正処理を行ってもかまわない。

【００８１】

また、本実施の形態では、空間光変調素子２２として透過型ＬＣＤを用い、照明光学系２３をテレセントリック系で構成していることから、空間光変調素子２２から出射される光線は従属光線を含めても３０度以下になる。このため、偏光スイッチング液晶素子１は、通過光線が光軸に対して３０度以下の角度となるように構成して空間光変調素子２２の近傍に配置することにより、空間光変調素子２２からの斜入射による特性の影響を軽減している。

【００８２】

以下、本実施の形態で使用する透過型ＬＣＤからなる空間光変調素子２２について、詳細に説明する。

【００８３】

本実施の形態では、空間光変調素子２２として、表示切り替えを画面全域に亘って同時期に実施可能なものを用いている。このような一括表示（変調）可能な空間光変調素子２２は、各画素が有する記録用コンデンサに全画面分を所持し、各画素が有する表示用コンデンサを一度に動作可能としている。

【００８４】

一方、従来の画像表示装置では、上記特許文献１に開示されているような線順次走査する空間光変調素子が用いられている。この線順次走査する空間光変調素子は、記録用コンデンサが数画素分または１ライン分または数ライン分であり、コスト的に有利であるが、画素ずらしによる高解像度化（ウォブリング）を実施しようとすると、特許文献１に開示されているように、画素ずらしユニットの偏光スイッチング液晶素子を複数分極化して、空間光変調素子の線順次の走査タイミングに合わせて、偏光スイッチング液晶素子を順次駆動する必要がある。

【００８５】

これに対し、本実施の形態のように、一括表示（変調）可能な空間光変調素子２２を用いれば、偏光スイッチング液晶素子を複数分極する必要がないので、偏光スイッチング液晶素子１の駆動タイミングを調整することが容易となる。

【００８６】
さらに、偏光スイッチング液晶素子の配置位置に関しても、線順次走査型空間光変調素子を用いる場合には、偏光スイッチング液晶素子を空間光変調素子から距離をもって配置すると、空間光変調素子の線順次走査と偏光スイッチング液晶素子の分極駆動タイミングとの相関関係が光学的に混ざってしまうため、偏光スイッチング液晶素子を空間光変調素子の近傍に配置しなければならず、配置の自由度がなくなる。
【００８７】
これに対し、本実施の形態のように、一括表示（変調）可能な空間光変調素子２２を用いれば、偏光スイッチング液晶素子を空間光変調素子２２から距離をもって配置しても、偏光スイッチング液晶素子を分極化する必要がないので、偏光スイッチング液晶素子の配置位置の自由度を高めることができる。
【００８８】
このような配置の自由度に関しては、特に、空間光変調素子として反射型ＬＣＤ（ＬＣｏＳ）を用いた場合に有効である。すなわち、反射型ＬＣＤの場合には、一般に反射型ＬＣＤの前方に入射光と変調光とを分離する偏光ビームスプリッタ（ＰＢＳ）が配置されることから、ＰＢＳで分離された変調光の光路に画素ずらしユニットを配置しようとすると、反射型ＬＣＤから画素ずらしユニットまでの距離が長くなるからである。
【００８９】
次に、図１１（ａ）および（ｂ）を参照して、偏光スイッチング液晶素子１への電圧印加をオン・オフして水平方向に２点画素ずらし（ウォブリング）を行う場合に、偏光スイッチング液晶素子１で生じる切り替えの状態の悪化（図４乃至図６参照）、すなわち楕円偏光化によって生じるクロストークについて説明する。なお、図１１（ａ）は偏光スイッチング液晶素子１への電圧印加がオフの場合を、図１１（ｂ）は偏光スイッチング液晶素子１への電圧印加がオンの場合をそれぞれ示している。
【００９０】
図１１（ａ）および（ｂ）において、空間光変調素子２２は、垂直方向の偏光透過軸を有する偏光光を変調して、水平方向の偏光透過軸を有する偏光光を出射するようになっている。ここで、図１１（ａ）に示すように、偏光スイッチング液晶素子１への電圧印加がオフの場合には、偏光スイッチング液晶素子１に入射した偏光光は、理想的には９０度偏光方向が旋回されて垂直方向の偏光透過軸を有する偏光光となって、複屈折板３６で水平方向に画素ずらし（光線シフト）されることなく画素位置Ａに到達する。
【００９１】
しかし、偏光スイッチング液晶素子１において、理想状態に偏光旋回することは極めて困難であり、実際には偏光スイッチング液晶素子１から出射される偏光光は楕円化される。このため、偏光スイッチング液晶素子１から出射される偏光光には、ベクトル成分として水平方向の偏光成分と垂直方向の偏光成分とが現れ、水平方向の偏光成分は複屈折板３６で画素ずらしされて画素位置Ｂに到達し、垂直方向の偏光成分は複屈折板３６で画素ずらしされることなく画素位置Ａに到達して、偏光スイッチング液晶素子１への電圧印加がオフという同時期に画素位置ＡおよびＢの両方に光が到達することになる。
【００９２】
このように、偏光スイッチング液晶素子１から出射される偏光光が楕円化されて、本来画素位置Ａに表示する情報が楕円偏光の割合に応じて画素位置ＡおよびＢの両方に表示されると、解像力の劣化が生じることになる。このような現象を、ここではクロストークと言うこととする。
【００９３】
同様に、偏光スイッチング液晶素子１への電圧印加をオンした場合も、偏光スイッチング液晶素子１から出射される偏光光は楕円化されるため、本来は水平右方向にシフトした画素位置Ｂに表示する情報が楕円偏光の割合に応じて画素位置ＢおよびＡの両方に表示されて、クロストークが生じる。なお、偏光スイッチング液晶素子１としてＴＮ液晶を用いた場合には、電圧印加のオフ時とオン時とで偏光光の楕円化の度合いが異なり、オフ時の

方がオン時よりも楕円化が大きくなる。

【００９４】

上記のクロストークは波長依存性を有しているため、単一の波長の照明光を用いる場合には、その使用波長で最適化すれば良いが、可視全域（またはＲＧＢの所定の色）の照明光を用いる場合には、解像度の劣化の他に、クロストークの発生の程度に色毎の変化が生じて、後述する偽色が発生することになる。

【００９５】

ここで、クロストークは偏光スイッチング液晶素子１の上述した透過率が低いほど発生が防止され、偽色はＲＧＢ全域で透過率が低いほど発生が防止される。また、Δｎが大きい材料は、液晶の需要量として大きい分野である画像表示用途としては、視野角（斜入射）特性の確保が難しいが、画像表示用途でない偏光スイッチング液晶素子１としては、特にプロジェクタの画素ずらし素子として使用する場合は、斜め方向の光線（３０度以上の傾いた光）を扱うことが少ないので、斜入射の影響を受け難い構成が容易となる。

【００９６】

次に、図１２及び図１３を参照して、偽色について説明する。

【００９７】

図１２は、クロストークのない理想的な画素ずらしを説明するための図である。ここでは、画素位置Ａと画素位置Ｂとに表示したい画像として、画素位置Ａには白、画素位置Ｂには黒を表示するものとする。すなわち、ＲＧＢの各色を８ビットの信号で表すと、画素位置ＡにはＲ＝２５５、Ｇ＝２５５、Ｂ＝２５５の画像を表示し、画素位置ＢにはＲ＝０、Ｇ＝０、Ｂ＝０の画像を表示するものとする。なお、画素位置Ａおよび画素位置Ｂは、説明の便宜上分離して示しているが、実際の画素形状は画素開口率を大きくとることで、画素位置Ａと画素位置Ｂとは一部重なったものとなる。

【００９８】

この場合、ＲＧＢの各色が偏光スイッチング液晶素子１の楕円偏光化に伴って異なるクロストーク、例えば図１３に示すように、Ｒが５０：５０、Ｇが８０：２０、Ｂが９０：１０の割合でクロストークが生じると、画素位置Ａに表示される画像は、赤の色が弱くなることで青味がかった白となり、画素位置Ｂに表示される画層は、赤の色が強くなることで赤味がかった黒となる現象が生じ、本来白黒の表示をしたいのに、色が付く偽色という現象が生じてしまう。すなわち、ＲＧＢ各色のクロストーク量の差が影響して、狙いでない色が生じることになる。

【００９９】

図１４は、図１０に示した画像表示装置により色面順次表示で２点画素ずらしを行う場合のタイムチャートである。

【０１００】

空間光変調素子２２は、１フレームの間にＲＧＢの順次表示を４回行っている。ＲＧＢの各色光の照明時間は、光源３１の分光特性によりホワイトバランスを考慮して決められる。本実施の形態では、Ｒ＞Ｂ＞Ｇの順序で照明するようにカラーホイール３２が構成されている。

【０１０１】

１フレームの周波数は、ＲＧＢの１周期を１フィールドとした場合、４フィールドで３０Ｈｚとなるように設定されており、２点画素ずらしは各フィールドで行われて、１フィールド目および３フィールド目は偏光スイッチング液晶素子１への電圧印加をオフとして画素位置Ａに表示し、２フィールド目および４フィールド目は偏光スイッチング液晶素子１への電圧印加をオンとして画素位置Ｂに表示するようになっている。なお、入力信号がインターレースの場合には、１，２フィールドと、３，４フィールドとで６０Ｈｚ毎に違うデータを表示するように構成してもかまわない。

【０１０２】

偏光スイッチング液晶素子１は、ＴＮ液晶を用いると電圧印加をオンする時とオフする時とで応答速度に違いを有し、特にオンからオフに応答する期間では、偏光スイッチング

している期間にクロストークが発生して偽色が生じ易いので、この偽色の発生を低減するために、偏光スイッチング液晶素子１の駆動タイミングを、応答速度を考慮して画素位置Ｂから画素位置Ａにずらすタイミングに対してより早い時間にオンからオフへ切り替えるようにしている。

【０１０３】

ここで、偏光スイッチング液晶素子１の応答による偽色の発生メカニズムを詳細に説明すると、１フィールドと２フィールドとの間のＢ1光とＲ2光との期間において、偏光スイッチング液晶素子１への電圧印加をオフからオンすると、偏光旋回が開始される。この偏光旋回が開始されてから終了するまでの期間は、画素位置Ａと画素位置Ｂとの両方に光線が到達してクロストークとなる。特に、偏光スイッチング液晶素子１の応答特性が要因のものは、Ｒ色とＢ色においてクロストークが生じ、Ｇ色は影響を受けない。このため、各画素位置における画素の情報（ホワイトバランス含む）が狙いのものと異なり、偽色が生じることとなる。

【０１０４】

一方、空間光変調素子２２として線順次走査を用いたものを使用して、その線順次走査のタイミングに対応して偏光スイッチング液晶素子１の駆動タイミングを調整すると、オンからオフへの切り替えタイミングが画面の上部と下部とで異なることから、偽色の傾向に差が生じて偽色の面内ムラが生じることになる。なお、このような偽色の面内ムラを低減するために、偏光スイッチング液晶素子１を分極すると、分極内での偽色の面内ムラが生じることとなる。

【０１０５】

これに対し、本実施の形態におけるように、空間光変調素子２２として一括表示型のものを用いれば、偽色の発生はあっても画面一様に生じ、観察画像の偽色部分ムラがないので、違和感を受け難くできる効果がある。

【０１０６】

なお、上記の効果は、本実施の形態のようなＴＮ液晶を用いた偏光スイッチング液晶素子に限らず、強誘電性液晶を用いた偏光スイッチング液晶素子を画素ずらし素子に用いて面順次で一括表示する場合にも、同様に得られるものである。

【０１０７】

図１５は、本発明に係る画像表示装置の第２実施の形態を示す概略構成図である。本実施の形態の画像表示装置は、第１実施の形態の画像表示装置において、２セットの画素ずらし光学ユニット２４ａ，２４ｂを用いて、水平および垂直方向に４点画素ずらしを行うようにしたものである。

【０１０８】

画素ずらし光学ユニット２４ａ，２４ｂは、それぞれ本発明に係る偏光スイッチング液晶素子１ａ，１ｂと複屈折板３６ａ，３６ｂとを有して構成して、複屈折板３６ａおよび３６ｂを光線シフト方向が直交するように配置する。その他の構成は、第１実施の形態と同様であるので、同様の作用を行う素子には同一符号を付してその説明を省略し、また、４点画素ずらしの動作も公知であるので、ここではその説明を省略する。

【０１０９】

図１６は、本発明に係る画像表示装置の第３実施の形態を示す概略構成図である。本実施の形態の画像表示装置は、第２実施の形態の画像表示装置において、一括表示型の空間光変調素子２２として反射型ＬＣＤを用いたものである。このため、照明光学系２３と空間光変調素子２２との間にＰＢＳ４１を配置して、空間光変調素子２２に入射する照明光と空間光変調素子２２で変調されて戻る変調光とを偏光分離し、このＰＢＳ４１で分離された変調光を画素ずらし光学ユニット２４ａ，２４ｂ側に導くようにしている。

【０１１０】

本実施の形態では、反射型の空間光変調素子２２を用いていることから、この空間変調素子２２と光学ユニット２４ａを構成する偏光スイッチング液晶素子１ａとの間の光学路が長くなるが、空間光変調素子２２が一括表示型で、偏光スイッチング液晶素子１ａを分

極化する必要がないので、上述したように偏光スイッチング液晶素子１ａの配置位置の自由度を高めることができる。

【０１１１】

図１７は、本発明に係る画像表示装置の第４実施の形態を示す概略構成図である。本実施の形態は、それぞれ透過型ＬＣＤからなる３枚の空間光変調素子２２Ｒ，２２Ｇ，２２Ｂを用いた３板式の画像表示装置において、第２実施の形態と同様に本発明に係る偏光スイッチング液晶素子１ａ，１ｂを有する２セットの画素ずらし光学ユニット２４ａ，２４ｂとを用いて、水平および垂直方向に４点画素ずらしを行うようにしたものである。

【０１１２】

図１７において、白色光源５１からの照明光は、空間光変調素子２２Ｒ，２２Ｇ，２２Ｂ上での照明ムラを平準化するためにフライアイレンズ５２で多点化され、さらにマルチＰＢＳからなるＰＳ変換素子５３により所定の偏光光に変換される。

【０１１３】

ＰＳ変換素子５３から出射される照明光は、ダイクロイックミラー５４でＲ光が分離され、さらにダイクロイックミラー５５でＧ光とＢ光とに分離され、Ｒ光はミラー５６を経て空間光変調素子２２Ｒに入射して変調され、Ｇ光は空間光変調素子２２Ｇに入射して変調され、Ｂ光はミラー５７，５８を経て空間光変調素子２２Ｂに入射して変調される。

【０１１４】

空間光変調素子２２Ｒ，２２Ｇ，２２Ｂでそれぞれ変調されたＲ光、Ｇ光、Ｂ光は、色合成プリズム５９で合成され、その合成されたＲＧＢ光が第２実施の形態と同様に、２セットの画素ずらし光学ユニット２４ａ，２４ｂで水平および垂直方向に４点画素ずらしされて投影光学系２６によりスクリーン２５に投影表示される。

【０１１５】

ここで、画素ずらし光学ユニットを構成する偏光スイッチング液晶素子として、従来の偏光比の波長依存性を有するものを用いると、３板式であるために色毎にクロストークの発生の程度が変化して偽色が発生することになる。しかし、本実施の形態では、図１乃至図９において説明した本発明に係る偏光スイッチング液晶素子１ａ，１ｂを用いて画素ずらし光学ユニット２４ａ，２４ｂを構成しているので、高解像度で偽色の少ない３板式の画像表示装置を実現することができる。

【０１１６】

図１８は、本発明に係る偏光スイッチング液晶素子を用いた３Ｄメガネの概略構成を示すものである。

【０１１７】

この３Ｄメガネは、偏光スイッチング液晶素子をシャッタとして用いたもので、３Ｄメガネ６１の左右のレンズ部には、図１乃至９で説明した本発明に係る偏光スイッチング液晶素子１Ｌ，１Ｒが設けられ、その外側（表面側）には垂直方向の偏光透過軸を有する偏光板６２Ｌ，６２Ｒが、内側（裏面側）には水平方向の偏光透過軸を有する偏光板６３Ｒ，６３Ｌがそれぞれ配置されて、偏光スイッチング液晶素子１Ｌ，１Ｒを液晶セル駆動回路６４で交互に駆動することにより、偏光スイッチング液晶素子１Ｌ，１Ｒを交互に透過状態、すなわち左目が透過で右目が不透過の状態と左目が不透過で右目が透過の状態となるようにしたものである。

【０１１８】

この３Ｄメガネを用いて左目用画像と右目用画像とが交互に表示される画像を観察する際は、左目用画像と右目用画像との表示切り替えタイミングに同期して、液晶セル駆動回路６４で偏光スイッチング液晶素子１Ｌ，１Ｒを交互に駆動することにより、３Ｄ画像の観察が可能となる。

【０１１９】

ところで、このような３Ｄメガネでは、左目用の液晶シャッタと右目用の液晶シャッタとの切り替え速度が重要であり、左右の表示画像の切り替えに連動して、左右の液晶シャッタが高速に応答することが望まれる。そのためには、上述したように液晶セルの厚さを

薄くすることが有効であるが、シャッタによる遮光程度（透過率）に波長依存性が発生することになる。このため、色によっては左右の画像を有効に分離できるように遮光されず、例えば左目用の画像が右目に漏れる現象（これもクロストークといえる）が生じて、３Ｄ観察における立体感が損なわれることになる。

【０１２０】

その点、本実施の形態では、左右の液晶シャッタとして図１乃至９で説明した本発明に係る偏光スイッチング液晶素子を用いているので、液晶シャッタとしての遮光率の波長依存性による左右画像の漏れ現象（クロストーク）を最低限に抑えながら、液晶シャッタの応答速度を高速化でき、３Ｄ観察における立体感の低下を改善することが可能となる。

【０１２１】

なお、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、幾多の変形または変更が可能である。例えば、本発明に係る偏光スイッチング液晶素子は、プロジェクタや３Ｄメガネに限らず、電子ビューファインダ（ＥＶＦ）や頭部装着型ディスプレイ（ＨＭＤ）のようなマイクロディスプレイを使用する画像表示装置や、光を選択的に透過・遮光する光シャッタとして広く適用することができるとともに、画素ずらしユニットを用いた画素ずらし型の撮像装置に用いることも可能である。

【図面の簡単な説明】

【０１２２】

【図１】本発明に係る偏光スイッチング液晶素子の一実施の形態の概略構成を示す断面図である。

【図２】ＴＮ液晶の透過率位相差依存性を示すグラフである。

【図３】偏光スイッチング液晶素子の透過率波長依存性を示すグラフである。

【図４】偏光スイッチング液晶素子の透過率測定回路を示す図である。

【図５】偏光スイッチング液晶素子の透過率測定動作を説明するための図である。

【図６】偏光スイッチング液晶素子の駆動波形と受光素子１２の出力波形とを示す図である。

【図７】偏光スイッチング液晶素子の透過率波長依存性を示すグラフである。

【図８】偏光スイッチング液晶素子の透過率波長依存性の計算結果を示すグラフである。

【図９】同じく、偏光スイッチング液晶素子の透過率波長依存性の計算結果を示すグラフである。

【図１０】本発明に係る画像表示装置の第１実施の形態を示す概略構成図である。

【図１１】２点画素ずらしにおけるクロストークの発生メカニズムを説明するための図である。

【図１２】クロストークのない理想的な画素ずらしを説明するための図である。

【図１３】偏光スイッチング液晶素子の特性によって生じるＲＧＢのクロストークを説明するための図である。

【図１４】図１０に示した画像表示装置により色面順次表示で２点画素ずらしを行う場合のタイムチャートである。

【図１５】本発明に係る画像表示装置の第２実施の形態を示す概略構成図である。

【図１６】同じく、第３実施の形態を示す概略構成図である。

【図１７】同じく、第４実施の形態を示す概略構成図である。

【図１８】本発明に係る偏光スイッチング液晶素子を用いた３Ｄメガネの概略構成を示すものである。

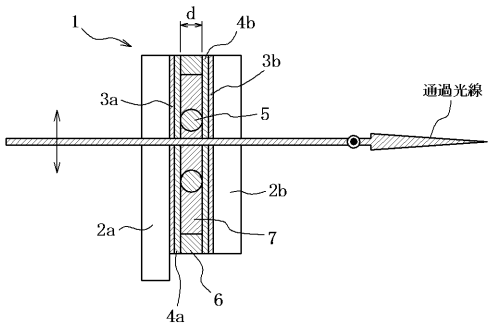
【符号の説明】

【０１２３】

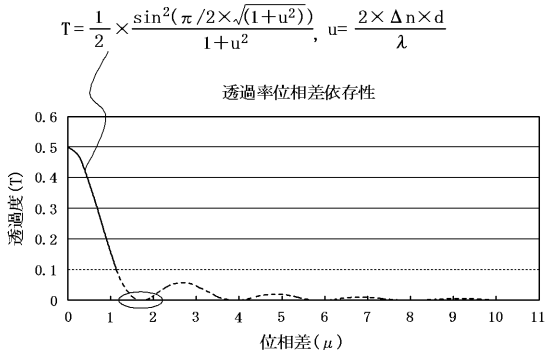
１，１ａ，１ｂ，１Ｌ，１Ｒ　偏光スイッチング液晶素子
２ａ，２ｂ　透明基材
３ａ，３ｂ　透明電極
４ａ，４ｂ　液晶配向膜
５　スペーサ部材

６　シール材
７　液晶材料
１１　測定用光源
１２　受光素子
１３ａ，１３ｂ　偏光板
１５　光源発光回路
１６　測定制御回路
１７　液晶セル駆動回路
１８　ＰＤ増幅回路
２１　色面順次照明手段
２２，２２Ｒ，２２Ｇ，２２Ｂ　空間光変調素子
２３　照明光学系
２４，２４ａ，２４ｂ　画素ずらし光学ユニット
２５　スクリーン
２６　投影光学系
２７　変調素子駆動回路
２８　液晶セル駆動回路
２９　画素ずらし制御回路
３１　光源
３２　カラーホイール
３３　ＰＳ変換素子
３４　インテグレータロッド
３５　照明レンズ
３６，３６ａ，３６ｂ　複屈折板
４１　ＰＢＳ
５１　白色光源
５２　フライアイレンズ
５３　ＰＳ変換素子
５４，５５　ダイクロイックミラー
５６，５７，５８　ミラー
５９　色合成プリズム
６１　３Ｄメガネ
６２Ｌ，６２Ｒ，６３Ｒ，６３Ｌ　偏光板
６４　液晶セル駆動回路

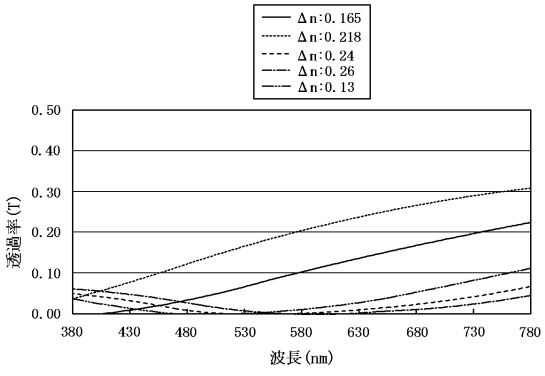
【図１】


1
d
4b
3b
3a
5
通過光線
2b
2a
7
6
4a

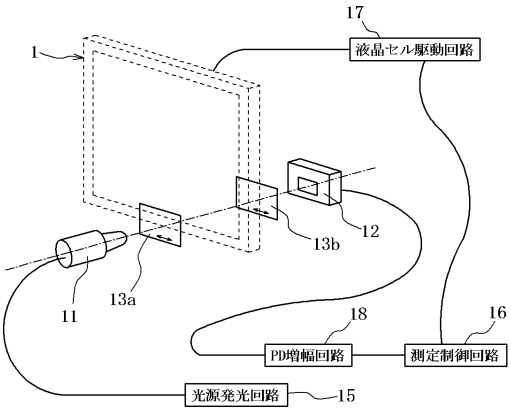
【図２】


T=1/2×sin²(π/2×√(1+u²))/(1+u²), u=2×Δn×d/λ
透過率位相差依存性
透過度(T)
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
位相差(μ)

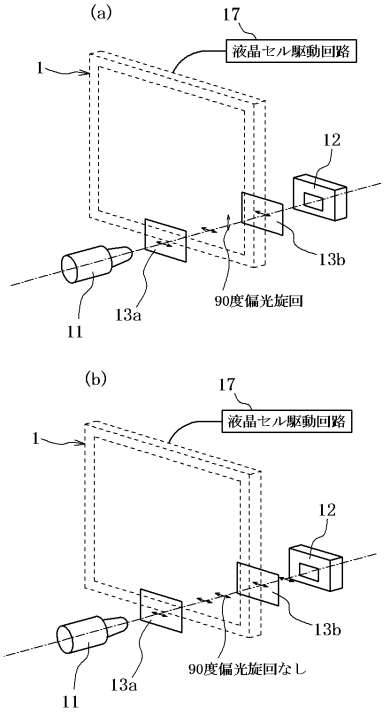
【図３】


Δn:0.165
Δn:0.218
Δn:0.24
Δn:0.26
Δn:0.13
透過率(T)
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
380 430 480 530 580 630 680 730 780
波長(nm)

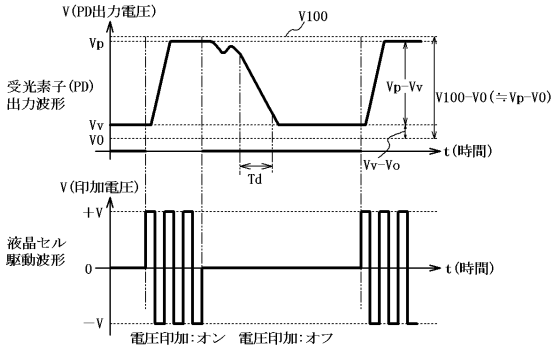
【図４】


17
液晶セル駆動回路
1
12
13b
11
13a
18
16
PD増幅回路
測定制御回路
光源発光回路
15

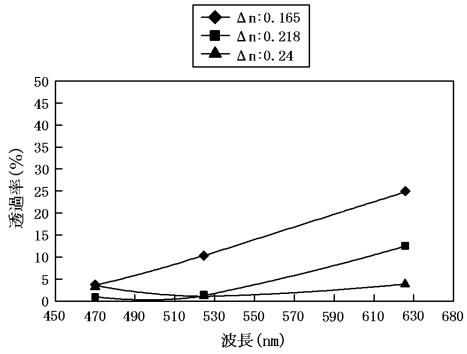
【図５】


(a)
17
液晶セル駆動回路
1
12
13b
13a
90度偏光旋回
11
(b)
17
液晶セル駆動回路
1
12
13b
13a
90度偏光旋回なし
11

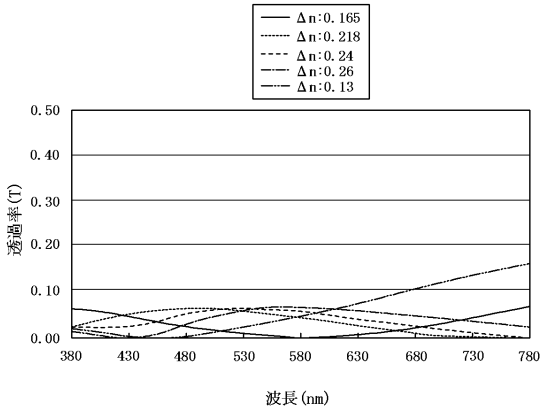
【図６】


V(PD出力電圧)
V100
Vp
受光素子(PD)
出力波形
Vp−Vv
V100−V0(≒Vp−V0)
Vv
V0
t(時間)
Vv−Vo
Td
V(印加電圧)
+V
液晶セル
駆動波形
0
t(時間)
−V
電圧印加:オン　電圧印加:オフ

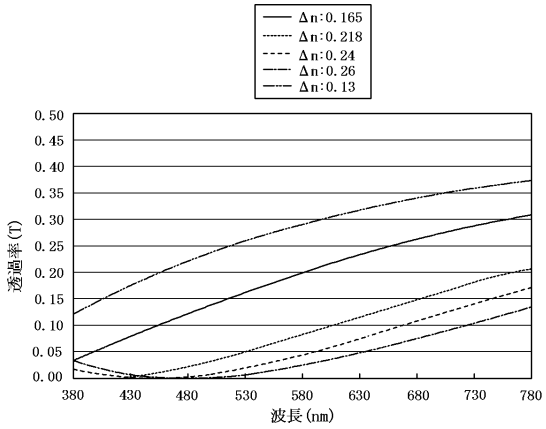
【図７】


Δn:0.165
Δn:0.218
Δn:0.24
透過率(%)
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
450
470
490
510
530
550
570
590
610
630
680
波長(nm)

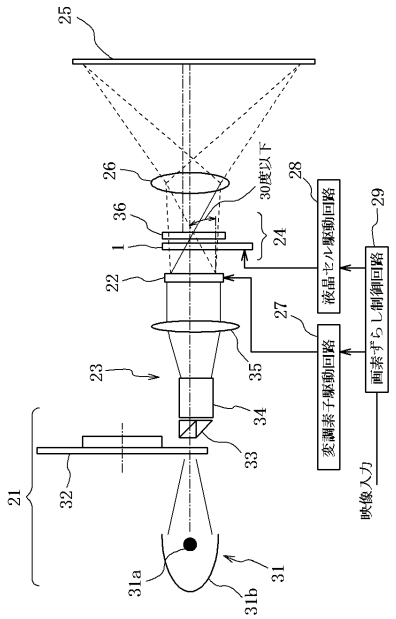
【図８】


Δn:0.165
Δn:0.218
Δn:0.24
Δn:0.26
Δn:0.13
透過率(T)
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
380
430
480
530
580
630
680
730
780
波長(nm)

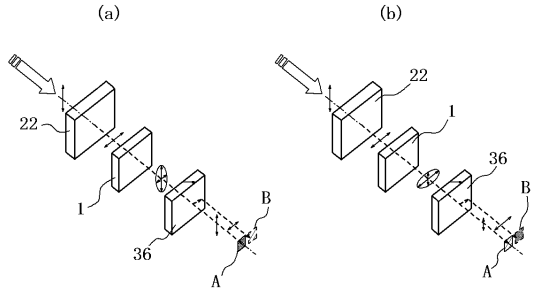
【図９】



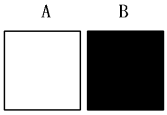

【図１０】



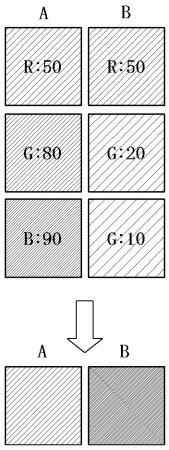

【図１１】



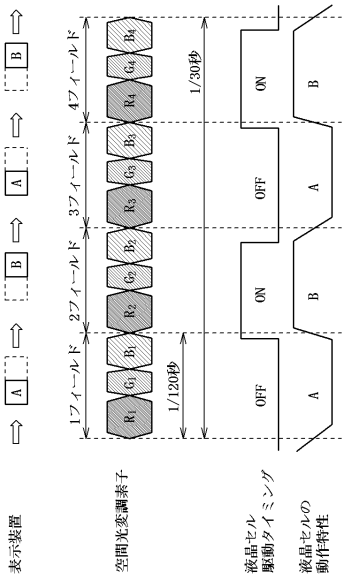

【図１２】



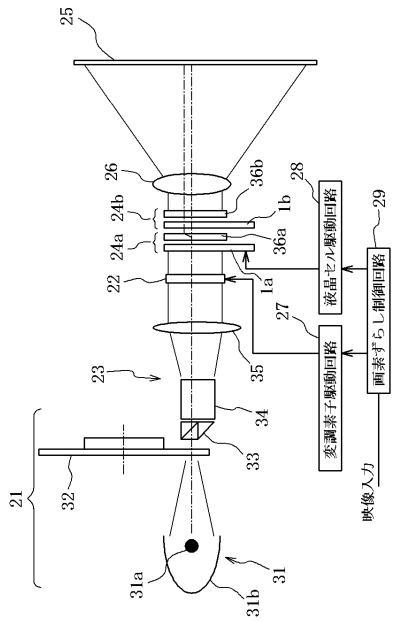
【図１３】



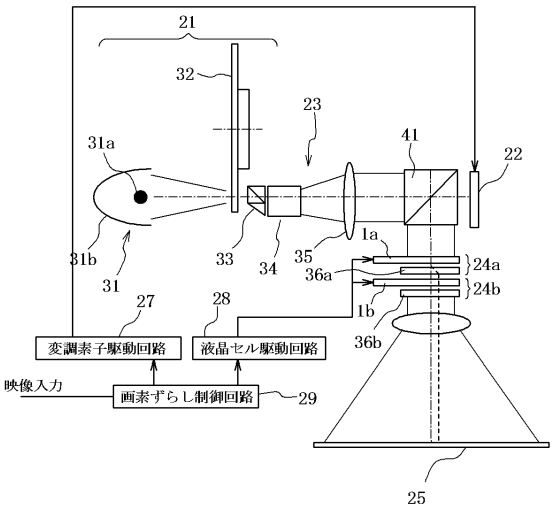

【図１４】



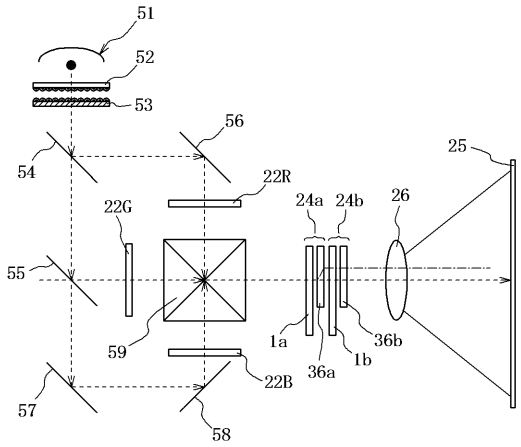

【図１５】



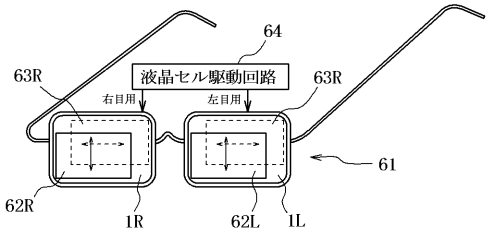

【図１６】



【図１７】


51
52
53
56
54
22R
25
22G
24a
24b
26
55
59
1a
36b
1b
36a
22B
57
58

【図１８】


64
液晶セル駆動回路
63R
63R
右目用
左目用
61
62R
1R
62L
1L

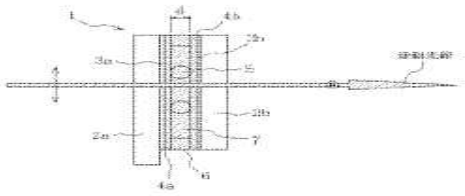
フロントページの続き

| (51)Int.Cl. | | F I | | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|---|---|
| ***G03B 21/00*** | ***(2006.01)*** | G09G | 3/34 | J | |
| | | G09G | 3/20 | 642J | |
| | | G09G | 3/20 | 621F | |
| | | G03B | 21/00 | E | |

(72)発明者　山中　一哉
東京都渋谷区幡ヶ谷２丁目４３番２号　オリンパス株式会社内

Ｆターム(参考) 2H088 EA07 EA10 EA13 EA14 EA15 EA18 GA02 HA06 HA15 JA05
KA02 KA03 KA06 KA26 MA10
2K103 AA05 AB01 BB02 BC14 BC35 BC47 CA38
5C006 AA22 AC29 AC30 AF22 AF34 AF44 AF47 AF71 AF85 BA12
BB08 BB11 BB28 BB29 BF24 BF49 EA01 EA03 EC11 EC12
EC13 FA01 FA12 FA14 FA16 FA22 FA25 FA29
5C080 AA10 BB05 CC03 CC04 DD05 DD07 DD08 DD10 EE25 EE26
EE29 EE30 JJ02 JJ04 JJ05 JJ06 KK43

| | | | |
|---|---|---|---|
| 专利名称(译) | 偏振切换液晶装置和具有该液晶装置的图像显示装置 | | |
| 公开(公告)号 | JP2007121893A | 公开(公告)日 | 2007-05-17 |
| 申请号 | JP2005316864 | 申请日 | 2005-10-31 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 奥林巴斯株式会社 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 奥林巴斯公司 | | |
| [标]发明人 | 山中一哉 | | |
| 发明人 | 山中 一哉 | | |
| IPC分类号 | G02F1/139 G02F1/13 G09G3/36 G09G3/20 G09G3/34 G03B21/00 | | |
| CPC分类号 | G02F1/1396 G03B21/006 G03B21/2073 G03B33/08 G03B33/12 G09G3/001 G09G3/003 G09G2320/0242 H04N9/3114 H04N9/3167 | | |
| FI分类号 | G02F1/139 G02F1/13.101 G02F1/13.505 G09G3/36 G09G3/20.650.C G09G3/34.J G09G3/20.642.J G09G3/20.621.F G03B21/00.E | | |
| F-TERM分类号 | 2H088/EA07 2H088/EA10 2H088/EA13 2H088/EA14 2H088/EA15 2H088/EA18 2H088/GA02 2H088/HA06 2H088/HA15 2H088/JA05 2H088/KA02 2H088/KA03 2H088/KA06 2H088/KA26 2H088/MA10 2K103/AA05 2K103/AB01 2K103/BB02 2K103/BC14 2K103/BC35 2K103/BC47 2K103/CA38 5C006/AA22 5C006/AC29 5C006/AC30 5C006/AF22 5C006/AF34 5C006/AF44 5C006/AF47 5C006/AF71 5C006/AF85 5C006/BA12 5C006/BB08 5C006/BB11 5C006/BB28 5C006/BB29 5C006/BF24 5C006/BF49 5C006/EA01 5C006/EA03 5C006/EC11 5C006/EC12 5C006/EC13 5C006/FA01 5C006/FA12 5C006/FA14 5C006/FA16 5C006/FA22 5C006/FA25 5C006/FA29 5C080/AA10 5C080/BB05 5C080/CC03 5C080/CC04 5C080/DD05 5C080/DD07 5C080/DD08 5C080/DD10 5C080/EE25 5C080/EE26 5C080/EE29 5C080/EE30 5C080/JJ02 5C080/JJ04 5C080/JJ05 5C080/JJ06 5C080/KK43 2K203/FA06 2K203/FA23 2K203/FA24 2K203/FA32 2K203/FA43 2K203/FA62 2K203/GA23 2K203/GA26 2K203/GB02 2K203/GB20 2K203/HA36 2K203/HA48 2K203/HA99 2K203/HB25 2K203/MA22 2K203/MA26 2K203/MA35 | | |
| 代理人(译) | 德永 博<br>藤四郎<br>克利马清 | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |


摘要(译)

解决的问题：提供一种偏振转换液晶元件，该偏振转换液晶元件通过使用廉价且高电阻的液晶而实现高响应速度并减小了波长依赖性，而不会引起部件成本的增加。 提供保持在两个透明基板（2a，2b）之间的液晶（7），并且将电压选择性地施加到液晶（7）以选择性地使至少可见光偏振并且选择性地透射其偏振透射轴。 旋转90度并透射过的偏振转换液晶元件1，其中，液晶7的折射率各向异性为Δn，液晶7的厚度为d，偏振光的波长为λ。 是u = 2×Δn×d /λ，并且通过在入射侧和出射侧放置偏振片测得的透射率T为T =（1/2）×sin2{π（1 + u2）1/2/ 2} /（1 + u2），透射率T为0.1或更小。 [选型图]图1