

(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 - 215535

(P2001 - 215535A)

(43)公開日 平成13年8月10日(2001.8.10)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコード [*] (参考)
G 0 2 F 1/139		G 0 2 F 1/1335 510	2 H 0 8 8
1/1335	510	1/137 505	2 H 0 9 1

審査請求 未請求 請求項の数 10 L (全 12数)

(21)出願番号 特願2000 - 30247(P2000 - 30247)

(22)出願日 平成12年2月2日(2000.2.2)

(71)出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

(72)発明者 須山 幸治

鹿児島県始良郡隼人町内999番地3 京セラ
株式会社鹿児島隼人工場内

(72)発明者 宮崎 吉雄

鹿児島県始良郡隼人町内999番地3 京セラ
株式会社鹿児島隼人工場内

(72)発明者 本村 敏郎

鹿児島県始良郡隼人町内999番地3 京セラ
株式会社鹿児島隼人工場内

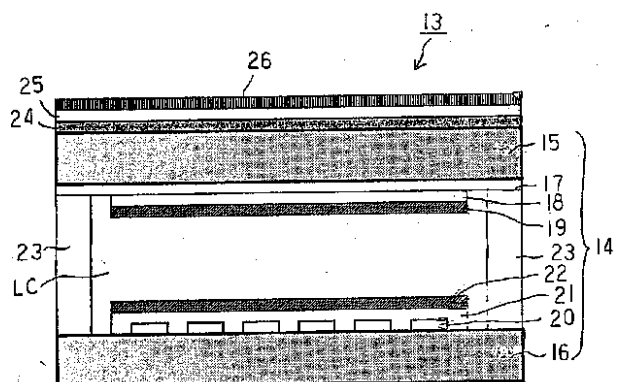
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 反射型液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】黒表示時の反射率を下げ、コントラストの高い良好な反射型液晶表示装置を提供する

【解決手段】カイラルネマチック液晶LCからなる液晶セル14の上に散乱板24と1/4波長板25と偏光板26とを順次積層形成する。さらにカイラルネマチック液晶の $n \cdot d$ を120~180nmに、さらに液晶セル表示面側のカイラルネマチック液晶分子の長軸方向に対し、偏光板26の吸収軸方向を $-55^{\circ} \sim -40^{\circ}$ もしくは $40^{\circ} \sim 55^{\circ}$ に、1/4波長板25の遅相軸方向を $-9^{\circ} \sim -80^{\circ}$ もしくは $-5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ に規定する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】透明基板上に多数の走査電極が配列された走査電極パターンと配向膜とが順次形成された走査電極部材と、透明基板上に多数の信号電極が配列された信号電極パターンと配向膜とが順次形成された信号電極部材との間に、初期状態でねじれ構造を有し、初期状態にフレデリクス転移を生じさせる電圧を印加し、さらにその後印加される電圧の差によって初期状態とは異なる 2 つの準安定状態を呈するようになしたカイラルネマチック液晶を介した液晶セルにて構成した反射型液晶表示装置であって、前記液晶セルの表示面上に 1/4 波長板と偏光板とを順次配設し、かつ前記カイラルネマチック液晶の層厚 d と液晶分子の屈折率異方性 n との積 $n \cdot d$ を $120 \sim 180 \text{ nm}$ に、さらに液晶セル表示面側のカイラルネマチック液晶分子の長軸方向に対し、偏光板の吸収軸方向を $-5^\circ \sim -40^\circ$ もしくは $40^\circ \sim 55^\circ$ に、1/4 波長板の遅相軸方向を $-95^\circ \sim -80^\circ$ もしくは $-5^\circ \sim 10^\circ$ に規定したことを特徴とする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】本発明はカイラルネマチック液晶を用いた双安定型を有する反射型液晶表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】特開平 6-230751 号および特開平 6-235920 号には、カイラルネマチック液晶を用いた液晶セルからなるメモリー性双安定型液晶表示装置が提案され、そして、初期配向状態、配向条件、セル構造、2 つの準安定状態、さらに両者間の切替えにおける実用的な駆動方法などが記載されている。

【0003】また、双安定型液晶を用いた反射型液晶表示装置も提案されている（特開平 10-333188 号参照）。

【0004】この反射型液晶表示装置によれば、ビームスプリッタを用いることにより入射光に対し偏光面が 90° 回転した光を取り出すことから、投写型液晶表示装置に利用している。

【0005】この投写型液晶表示装置の構成を図 25 と図 26 の各概略図をもって説明する。

【0006】投写型液晶表示装置 1 は、液晶セル 2 とビームスプリッタ 3 と光源 4 とを配置し、光源 4 の出射光（この出射光の偏光状態を P 偏光とする）がビームスプリッタ 3 を通して液晶セル 2 に P 偏光をもって入射し、その反射光がふたたびビームスプリッタ 3 に達するが、その際、液晶セル 2 において 0° ツイスト状態をもって白表示用となし、そして、 nd を最適化することにより明るさを最大にしたものである。

【0007】図 25 に示す投写型液晶表示装置 1 においては、液晶セル 2 のカイラルネマチック液晶が 360°

ツイストの場合である。それを同図中、5 のような平面図にて表示する。そして、光源 4 の出射光（P 偏光）がビームスプリッタ 3 を通過し、液晶セル 2 に入射されると、 360° ツイスト状態では、複屈折が無視されることで、偏光面は変化しないまま P 偏光をもって反射される。その P 偏光のままでビームスプリッタ 3 を直進し、これによってスクリーン 6 上に光が導出されなくなり、その結果、スクリーン 6 上は暗状態となる。

【0008】他方、図 26 に示すように液晶セル 2 のカイラルネマチック液晶が 0° ツイストの状態の場合には、P 偏光がビームスプリッタ 3 を通過し、液晶セル 2 に入射されると、その入射光の偏光面が 90° 回転した偏光をもって反射され（この反射光の偏光状態を S 偏光とする）、さらにビームスプリッタ 3 に到った光はスクリーン 6 上に導出されて、その結果、スクリーン 6 上は明状態となる。

【0009】一方、双安定型液晶を用いないが、1/4 波長板を配した TN 型の反射型液晶表示装置も提案されている（特開平 10-186357 号および特開平 7-146469 号参照）。

【0010】この反射型液晶表示装置によれば、液晶セル内部に反射電極を有する構造において、1/4 波長板を反射電極の上に形成し、あるいは液晶セルの外側に別途反射板を設ける構造であれば、1/4 波長板を液晶セルの内部もしくは液晶セルと反射板の間に形成している。

【0011】そこで、図 27 と図 28 により液晶セルの外側に別途反射板を設け、さらに液晶セルと反射板の間に 1/4 波長板を形成した反射型液晶表示装置 7 を説明する。

【0012】この反射型液晶表示装置 7 によれば、光源 8 の出射光は偏光板 9、液晶セル 10 および 1/4 波長板 11 を順次通過し、反射板 12 に到達し、その反射光は逆に 1/4 波長板 11 および液晶セル 10 を順次通過し、ついで偏光板 9 を透過したり、もしくは偏光板 9 をもって光遮断され、これによって明暗の状態が呈される。

【0013】そして、図 27 は液晶セル 10 に電圧が印加されていない状態（off 状態）を示し、液晶セル 10 の液晶は 45° にツイストした状態である。光源 8 の非偏光状態の出射光は偏光板 9 を通過すると、そこで直線偏光（この通過光の偏光状態を P 偏光とする）になった光が液晶セル 10 を通過すると 45° 旋光され、そして、1/4 波長板 11 を通過する際に、 45° 旋光された光の偏光方向と 1/4 波長板 11 の遅相軸が 45° ずれていることで、円偏光に変換される。

【0014】このような円偏光の光（この円偏光の状態を図中、左回転と記す）は反射板 12 にて反射される際に、円偏光の回転方向が逆転し、右回転され、ついで 1/4 波長板 11 を通過すると -45° 旋光された光の直

線偏光となる。このような直線偏光はさきの 1/4 波長板 11 に対する入射前の直線偏光と比べ直交する方向である。

【0015】そして、液晶セル 10 にて 45° 旋光され、直線偏光の出射光が得られるが、偏光板 9 の透過軸に対し直交する偏光のため黒表示（暗状態）となる。

【0016】一方、図 28 に示すように液晶セル 10 に電圧印加した状態（on 状態）においては、液晶セル 10 の液晶はツイストされておらず、旋光性がなくなる。そのため、光源 8 の非偏光状態の出射光が偏光板 9 を通過し、液晶セル 10 を通過しても、P 偏光の光であって、その P 偏光でもって、1/4 波長板 11 を通過し、反射板 12 に到達し、その反射光も P 偏光であり、その P 偏光でもって 1/4 波長板 11、液晶セル 10 および偏光板 9 を通過する。このように 1/4 波長板 11 の遅相軸と入射光の偏光方向が一致もしくは直交するため、1/4 波長板 11 は偏光方向に影響を与えず、そのために入射光および反射光の偏光方向は影響を受けず、初期の偏光方向を維持し、白表示（明状態）となる。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平 10-333188 号にて提示された投写型液晶表示装置を、それ以外のビームスプリッタを用いない反射型液晶表示装置に適用したところ、黒表示時の反射率が上がり、コントラストが低下するという課題がある。

【0018】しかも、双安定型液晶を用いた反射型液晶表示装置 1 においては、液晶セル 2 の表示画面上に散乱板を配置し、これによって出射光の散乱性を高めることが提案されているが、その反面、入射光の一部が散乱板により後方散乱され、これによって、とくに黒状態の反射率が顕著に上がり、鮮明な表示が得られなかった。

【0019】本発明者は上記事情に鑑みて鋭意研究に努めたところ、カイラルネマチック液晶を用いた双安定型を有する反射型の液晶セルの表示面上に 1/4 波長板と偏光板とを順次配設したことで、黒表示時の反射率が低くなり、コントラストが改善されることを見出した。

【0020】本発明は上記知見により完成されたものであり、その目的は黒表示時の反射率を下げ、コントラストの高い良好な反射型液晶表示装置を提供することにある。

【0021】なお、図 27 と図 28 に示す反射型液晶表示装置 7 では 1/4 波長板と偏光板とを用いているが、1/4 波長板 11 の配置部位も液晶セルの非表示面上であり、しかも、双安定型液晶を用いない別異の液晶表示装置である。

【0022】

【課題を解決するための手段】本発明の反射型液晶表示装置は、透明基板上に多数の走査電極が配列された走査電極パターンと配向膜とが順次形成された走査電極部材と、透明基板上に多数の信号電極が配列された信号電極

パターンと配向膜とが順次形成された信号電極部材との間に、初期状態でねじれ構造を有し、初期状態にフレデリクス転移を生じさせる電圧を印加し、さらにその後に印加される電圧の差によって初期状態とは異なる 2 つの準安定状態を呈するようになったカイラルネマチック液晶を介在した液晶セルにて構成した装置構成であり、そして、この液晶セルの表示面上に 1/4 波長板と偏光板とを順次配設し、しかも、カイラルネマチック液晶の層厚 d と液晶分子の屈折率異方性 n との積 $n \cdot d$ を $120 \sim 180 \text{ nm}$ に、さらに液晶セル表示面側のカイラルネマチック液晶分子の長軸方向に対し、偏光板の吸収軸方向を $-55^\circ \sim -40^\circ$ もしくは $40^\circ \sim 55^\circ$ に、1/4 波長板の遅相軸方向を $-95^\circ \sim -80^\circ$ もしくは $-5^\circ \sim 10^\circ$ に規定したことを特徴とする。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図 1～図 24 により説明する。図 1 にカイラルネマチック液晶を用いた双安定型の反射型液晶表示装置 13 の構成を示す。

【0024】最初に主要構成部である液晶セル 14 を述べると、前記透明基板としての 2 枚のガラス基板 15、16 でもってカイラルネマチック液晶 LC を挟んだ構造であって、前記表示面となすガラス基板 15 の上に ITO などの透明導電材からなる多数の走査電極が配列された走査電極パターン 17 と SiO_2 等からなる絶縁膜 18 とポリイミド樹脂などからなるラビング処理した配向膜 19 とを順次形成し、これによって走査電極部材となす。

【0025】他方の信号電極部材については、ガラス基板 16 の上にアルミニウム金属や銀などからなる多数の信号電極が配列された信号電極パターン 20（反射電極パターン）と SiO_2 等からなる絶縁膜 21 とポリイミド樹脂などからなるラビング処理した配向膜 22 とを順次形成したものである。

【0026】この信号電極部材は上記構成に限定されるものではなく、たとえば他の構成として、ガラス基板 16 の上にアルミニウム金属や銀などからなる金属薄膜や、金属薄膜と誘電体層でもって反射層を形成し、その上に SiO_2 等からなる絶縁膜 21、信号電極パターン 20、配向膜 22 とを順次形成した構成でもよい。

【0027】その他に、信号電極パターン 20 を反射電極にすることに代えて、信号電極部材側に反射層を形成してもよい。さらには同様に走査電極部材側に反射層を形成してもよい。

【0028】そして、これら走査電極部材と信号電極部材とを、双方の電極パターン 17、20 が交差するように配設し、さらにシール部材 23 でもって貼り合わせる。その際に個々の交差領域を各画素となす。

【0029】上記カイラルネマチック液晶 LC はシール部材 23 により囲まれた矩形の領域内に封入するが、シール部材 23 の一辺を液晶注入口となし、貼り合わせ

た液晶セル14に対し、その液晶注入口を通して液晶材を真空注入法により注入して、液晶注入口を封じる。

【0030】上記カイラルネマティック液晶LCは、室温でネマティック相を呈する液晶組成物に対し光学活性添加物(E. Merck社製:S-811)を加え、これによってヘリカルピッチPを2.7μmに調整したものであって、その液晶層厚は1.4μmとした(nd=0.14)。

【0031】そして、液晶セル14のガラス基板15の上に散乱板24と1/4波長板25と偏光板26とを順次積層形成し、これによって反射型液晶表示装置13となす。さらに反射型液晶表示装置13の表面上にフロントライト等の光源を配してもよい。

【0032】上記構成のメモリー性双安定型のような反射型液晶表示装置13においては、たとえば太陽、電灯などによる周囲光や別途設けたフロントライト等の光源による出射光は、偏光板25と1/4波長板24とを順次透過し、ついで液晶セル14に入り、信号電極パターン20によって反射され、その反射光が液晶セル14より出射され、その出射の有無をもって、すなわち2つの準安定状態を切り換えることでON(白)表示とOFF(黒)表示をおこなう方式である。

【0033】具体的には、黒表示と白表示との切替えはリセット電圧後に印加する選択電圧の差によっておこなうに当たり、カイラルネマチック液晶LCは初期状態でねじれ構造を有し、その初期状態にフレデリクス転移を生じさせる電圧を印加した後に印加される電圧の電圧差によって初期状態とは異なる2つの準安定状態を有するようになしたメモリー性双安定型となることで、たとえば初期状態でのツイスト角 θ_0 (=180°)に対し、選択電圧を小さく設定すると360°状態($\theta_0 +$)が実現され、他方、選択電圧を大きく設定すると0°状態($\theta_0 -$)が実現される。

【0034】つぎに本発明の反射型液晶表示装置をさらに詳述する前に、〔参考例1〕と〔参考例2〕を説明する。

〔参考例1〕特開平10-333188号にて提案された双安定型液晶を用いた反射型液晶表示装置1におい *

$$I = \{ \cos^2 \Gamma + (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) \sin^2 \Gamma \} / 2$$

$$\Gamma = 2\pi \Delta n d / \lambda$$

Δn : 液晶の屈折率異方性

d: 液晶セルのセルギャップ

λ : 波長

【0042】黒表示状態としては、反射率が小さいほどに良好であり、式1から明らかとなり、 $nd = 1/4$ および $\alpha = \pi/4$ にあると最小になることがわかる。しかしながら、液晶の n は1/4 と異なる波長依存性をもっており、可視光全領域で1/4 の条件を満たすことがむずかしく、反射率を抑えることができな

*て、それに使用されたビームスプリッタを図2と図3に示すように偏光板27に変更した反射型液晶表示装置28について、その改善具合を検討した。

【0035】図2のように液晶セル2のカイラルネマチック液晶が360°ツイストの場合、光源4の出射光が偏光板27を通過することで直線偏光に変化した光(P偏光)は液晶セル2に入射されると、360°ツイスト状態では、複屈折が無視されることで、偏光面は変化しないままでもってP偏光でもって反射され、そのP偏光ままでもって偏光板27を通過し、白状態になる。

【0036】他方、図3に示すように液晶セル2のカイラルネマチック液晶が0°ツイストの状態の場合には、偏光板27を通過したP偏光が液晶セル2に入射されると、その入射光の偏光面が90°回転した偏光でもって反射され(S偏光)、このときに偏光板27の透過軸と反射光(S偏光)の偏光面は直交しているため、反射光は透過せず黒状態となる。

【0037】しかし、液晶セルの nd は各波長で1/4波長の条件を満たしておらず、厳密な意味では1/4波長板と異なり、そのために図3の波長光(S偏光)は完全な直線偏光にはならず、光漏れが発生する。

【0038】すなわち、本例においては、0°ツイスト状態でも nd を1/4波長に最適化することにより、黒表示時の反射率を極小にもっていくことができる。しかしながら、 nd の波長依存性が、可視光領域全体で1/4波長条件を満たさないことによる光漏れが発生し、黒表示時の反射率を低く抑えることができない。

【0039】ちなみに、黒表示状態の反射率のシミュレーション計算を実施したところ、以下のとおりである。

【0040】図4にて偏光板27を使用した場合の角度条件を示し、2aは液晶セル2の表示面側の液晶分子の長軸方向であり、27aは偏光板27の吸収軸方向であり、双方がなす角度を α とする。黒表示をおこなうときには、0°ツイスト状態であるから、液晶パネルの反射率は式1のように表される。

【0041】

【化1】

い。

〔参考例2〕本例の反射型液晶表示装置29においては、参考例1にて図2に示すように液晶セル2のカイラルネマチック液晶が360°ツイストした反射型液晶表示装置28であることに対し、さらに図5と図6に示すように散乱板30を液晶セル2と偏光板27との間に設

ける。そして、このように散乱板30を設けたことで、良好な視角特性が得られる。

【0043】しかしながら、図5や図6に示されるように1/4波長板がない場合には、偏光板30を透過した光の一部(P偏光)が入射方向へ(偏光板27へ向かって)散乱発生し、しかも、P偏光のままで偏光方向に変化がないことで、その偏光方向にて偏光板27を透過し、その結果、液晶セル2に表示状態に依存しないで、反射光が発生し、黒表示時の反射率が上がっていた。

【0044】つぎに上記参考例1および参考例2に記す結果を踏まえて、本発明の反射型液晶表示装置を説明する。

〔本発明1〕0°状態を黒表示に使う条件では反射率が*

$$I = \{ \cos^2 \Gamma' + (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) \sin^2 \Gamma' \} / 2$$

$$\Gamma' = 2\pi Re / \lambda$$

Re: 1/4波長板のリタデーション

λ : 波長

【0046】式2は式1とほぼ同等であるが、式1では液晶のndの波長依存性を調整できなかったことに対し、1/4波長板25のReはndよりも1/4に近い波長依存性をもたすことができる。そのために黒表示時の反射率を下げるができる。

【0047】図8は式1および式2にもとづいて、黒反射率の偏光板角度(°)に対する依存性を示す。実線は本発明であり、破線は1/4波長板を用いない比較例である。この図から明らかとなり、本発明では、1/4波長板を使用したことで、反射率が低減されている。なお、nd=0.14に設定した。

【0048】本発明者は、以上のとおり、1/4波長板を使用することによって、360°ツイスト状態を黒表示状態にすることにより、黒表示時の反射率を下げ、コントラストの高い良好な反射型液晶表示装置が得られることを知見した。

【0049】つぎに図9と図10により本発明の基本構成を備えた反射型液晶表示装置31の光透過状態を説明する。

【0050】図9に示すように、液晶セル14のカイラルネマチック液晶が360°ツイストの場合、光源4の出射光が偏光板26を通過することで直線偏光に変化した光(P偏光)となり、ついで1/4波長板25を通過することで、左回転した円偏光となる。P偏光の方向に対して1/4波長板25の遅相軸を45°ずらすことで左回転した円偏光が得られる。それが液晶セル14に入射されると、360°ツイスト状態では液晶セルによる影響はなく、反射によって円偏光の回転方向が逆転し、右回転の円偏光が液晶セル14より出射される。そして、ひたたび1/4波長板25を通過することにより、直線偏光に戻るが、その直線偏光はP偏光と偏光面が90°回転しているため、黒状態となる。

【0051】これに対し、図10に示すように、液晶セ

*大きく良好な特性が得られないため、1/4波長板と偏光板を組み合わせることによって、360°状態を黒表示に用いた。図7に1/4波長板と偏光板の角度条件を記す。図中、矢印2aが液晶セル2の表示面側の液晶分子の長軸方向であり、25aは1/4波長板25の遅相軸方向であり、双方のなす角度を90°として、さらに偏光板27の吸収軸方向27aとなす角度を°とする。そして、360°状態であれば、複屈折がなく、等方性とみなせることで、1/4波長板25と偏光板27との双方の角度だけで液晶セル2の反射率が決定される。この場合の反射率は式2に示される。

【0045】

【化2】

ル14のカイラルネマチック液晶が0°ツイストの場合、液晶セル14への入射までは図9に示すとおりであるが、カイラルネマチック液晶が0°ツイストになると(nd=1/4波長)、実質上1/4波長板に相当し、そのために液晶セルに入射した円偏光は液晶セル往時通過時に直線偏光に変換され、反射板で反射された後、液晶セルを復路通過に円偏光に再度変換される。最終的には再度、1/4波長板を通過することで、もとの直線偏光に変換され、白状態が得られる。

【0052】なお、このような場合には、液晶セルは各波長において1/4波長の条件を満たしていないため、厳密な意味でもとの直線偏光が得られていない。しかしながら、白表示をおこなう上では反射率が低下すると考えられるが、反射率に対する割合も少なく無視することができる。

【0053】上記構成の反射型液晶表示装置31においては、1/4波長板25を配設したことで、参考例1の反射型液晶表示装置28に比べて、黒表示状態の反射率が下がり、これによって高いCRが得られた。

【0054】このように黒表示状態の反射率が低下した点は、1/4波長板25によれば、可視領域の光にて各波長に対し1/4波長を満たすような位相差値を備えた特性があるためである。

〔本発明2〕〔本発明1〕の反射型液晶表示装置31に対し、さらに散乱板24を配設している。これによって図1に示すような反射型液晶表示装置13となる。

【0055】本例では、図11および図12に示すようにさらに散乱板24を配設したことで、1/4波長板25を通過した左回転の円偏光の一部は散乱板24にて散乱されるが、同様に左回転の円偏光として出射し、液晶セル14に入る。

【0056】そして、本例においては、図11と図12に示すように1/4波長板25を通過した左回転の円偏

光の一部は、散乱板 24 にて反射され、円偏光の回転方向が逆転し、そのために再度 1/4 波長板 25 を通過した際に、直線偏光に変換されるが (S 偏光)、初期の直線偏光 (P 偏光) とは直交する偏光状態になり、偏光板 26 を透過せずに後方散乱を防ぐことができる。

〔実施例〕つぎに〔本発明 2〕に示す反射型液晶表示装置 13 について、反射率およびコントラストを測定した。

【0057】図 13 により液晶セル 14、偏光板 26、1/4 波長板 25 に対する軸角度などの規定を示す。

【0058】液晶セル 14 の表示面側の液晶分子の長軸方向 32 に対し、1/4 波長板 25 の遅相軸方向 33 を 90° に、偏光板 26 の吸収軸方向 34 を 45° にした。

【0059】また、反射率の測定方法を図 14 に示す。反射型液晶表示装置 13 の水平面に対し垂直方向に受光器を配置し、その垂直方向より 25° 傾斜させた部位に白色光源を設け、そして、白色光源の白色光を反射型液晶表示装置 13 に入射し、その入射部位における直上

の方向において受光器でもって受光をおこなう。そして、

【0060】これに対する比較例として、〔本発明 2〕に示す反射型液晶表示装置 13 における実施例において、1/4 波長板 25 を除き、それ以外の構成をまったく同じにしたものを用いた。

【0061】この比較例における液晶セル 14 と偏光板 26 に対する軸角度などの規定を図 15 に示す。なお、

【0062】液晶セル 14 の表示面側の液晶分子の長軸方向 32 に対し、偏光板 26 の吸収軸方向 34 を 45° *

$$V_{out} = P \cdot W_r \cdot W_{lcr} \cdot W_{ref} \cdot W_{lcr} \cdot W_r \cdot P \cdot V_{in}$$

V_{in} : 入射光のジョーンズベクトル
 V_{out} : 出射光のジョーンズベクトル
 P : 偏光板のジョーンズベクトル
 W_r : 位相差板のジョーンズベクトル
 W_{lcr} : 液晶セル (0° ツイスト時) のジョーンズベクトル
 W_{ref} : 反射板のジョーンズベクトル

【0068】図 17 にシミュレーション時の角度条件が示されており、液晶セルにおける表示面側の液晶分子の長軸方向 2a と 1/4 波長板の遅相軸方向 25a の双方のなす角度を 90° として、さらに偏光板の吸収軸方向 27a となす角度を ° とする。また、位相差板の遅相

*にしている。

【0063】そして、同様に反射率を測定したところ、白反射率が 48.5%、黒反射率が 20.2% となり、コントラストは 2.40 となり、反射率は高いが、黒反射率が顕著に大きくなっている。また、コントラストについても低く、画像も鮮明でなく、実用上支障がある。

【0064】かくして本発明の反射型液晶表示装置 13 によれば、偏光板 26 の吸収軸方向、1/4 波長板 25 の遅相軸方向、液晶セル 14 の層厚 d と液晶分子の屈折率異方性 n の積 $n \cdot d$ を最適化することでコントラストが高く、良好な黒表示状態が得られる。すなわち、カイラルネマチック液晶の層厚 d と液晶分子の屈折率異方性 n との積 $n \cdot d$ を 120 ~ 180 nm に、さらに液晶セル表示面側のカイラルネマチック液晶分子の長軸方向に対し、偏光板 26 の吸収軸方向を -55° ~ -40° もしくは 40° ~ 55° に、1/4 波長板 25 の遅相軸方向を -95° ~ -80° もしくは -5° ~ 10° に規定する。

【0065】以下、このような最適条件の規定について、詳述する。補償条件の最適化をおこなうに当たり、黒表示状態およびコントラスト CR のシミュレーション計算を実施した。図 16 は、そのようなシミュレーションをおこなうための層構成の概略図を示し、偏光板、位相差板、液晶セル、反射板の 4 層からなる。入射光は偏光板、位相差板および液晶セルを通過し、反射板にて反射される。そして、その反射光が再度、液晶セル、位相差板、偏光板を通過するとして、各層のジョーンズベクトルを求め、それぞれ掛け合わせるにより反射光強度を求めた。その計算式を式 3 に示す。

【0066】ただし、「 \cdot 」は反射後に復路でのジョーンズベクトルであり、反射率は $|V_{out}| / |V_{in}|$ で表される。

【0067】

【化 3】

軸方向 25a となす角を ° とする。これによって、それぞれのジョーンズベクトルは式 4 に示すとおりになる。

【0069】

【化 4】

$$P = R(-\alpha) \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} R(\alpha)$$

$$W_s = R(-\beta) \begin{pmatrix} \exp(-i\Gamma'/2) & 0 \\ 0 & \exp(i\Gamma'/2) \end{pmatrix} R(\beta)$$

$$W_{\text{int}} = \begin{pmatrix} \exp(-i\Gamma/2) & 0 \\ 0 & \exp(i\Gamma/2) \end{pmatrix}$$

$$W_{\text{ref}} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

$$\Gamma = 2\pi \Delta n d / \lambda$$

$$\Gamma' = 2\pi R_e / \lambda$$

R_e : 1/4波長板のリタデーション

Δn : 液晶の屈折率異方性

d : 液晶セルのセルギャップ

λ : 波長

$R(\alpha)$ 及び $R(\beta)$ は α° 、 β° の回転行列

$$R(\phi) = \begin{pmatrix} \cos \phi & \sin \phi \\ -\sin \phi & \cos \phi \end{pmatrix}$$

$$W_{\text{int}} = W_{\text{int}}'$$

W_s 及び P は、それぞれ α を $(\pi - \alpha)$ 、 β を $(\pi - \beta)$ に変換したものである。

【0070】ちなみに、式3と式4より位相差板のジョーンズベクトルを省いたものが式1であり、また、360°ツイスト時には液晶セルは等方性と見なせるので、液晶セルのジョーンズベクトルは省くことができ、このようにして求めたものが式2である。

$$I = \{ \cos^2 \Gamma + (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) \sin^2 \Gamma \} / 2$$

$$\Gamma = 2\pi (\Delta n d - R_e) / \lambda$$

Δn : 液晶の屈折率異方性

d : 液晶セルのセルギャップ

R_e : 1/4波長板のリタデーション

λ : 波長

【0073】式5を用いて、 $R_e = \lambda/4$ (黒反射率が極小値をとる)の時の白反射率の $\Delta n d$ 依存性を計算すると図18に示すような結果が得られた。

【0074】同図から明らかなとおり、白反射率がもっとも高くなるのは、 $\Delta n d = 0.14 \sim 0.15 \mu\text{m}$ である。

【0075】そして、式1～式5を用いてCR (= 白反射率/黒反射率)の $\Delta n d$ 依存性を用いると、図19に示すような結果が得られた。

【0071】また、図7に示すような角度条件において、白表示状態 (0°ツイスト) の反射率は式5に表される。

【0072】

【化5】

$$\Gamma = 2\pi (\Delta n d - R_e) / \lambda$$

Δn : 液晶の屈折率異方性

d : 液晶セルのセルギャップ

R_e : 1/4波長板のリタデーション

λ : 波長

【0076】この図から明らかなとおり、偏光板と1/4板を用いた仕様の方が、高いCRを得られる。

【0077】つぎに本発明者は図1に示す反射型液晶表示装置13において、さらに補償条件について、図4にしたがって、偏光板の角度に対する反射率およびCR依存性を測定したところ、図20および表1に示すような結果が得られた。

【0078】

20 【表1】

	偏光板角度 (α)	白反射率	黒反射率	CR
比較例1	-60	34.6	11.0	3.1
実施例4	-55	33.9	4.78	7.1
実施例2	-50	32.5	2.81	11.6
実施例1	-45	31.6	2.14	14.8
実施例3	-40	30.4	4.67	6.5
比較例2	-35	29.7	10.9	2.7
比較例3	-30	28.7	20.1	1.4

【0079】偏光板角度 $\alpha = 45^\circ$ の場合、白反射率が31.6%、黒反射率が2.14%となり、CRは14.8である。液晶表示装置として、実用的にはCRは30以上が必要であることから、偏光板角度を $-55^\circ \sim -40^\circ$ にすることによって $CR > 5$ が得られた。

【0080】つぎに実施例1の補償条件に対し、偏光板

の角度を -45° ($= -45^\circ$) に固定し、1/4波長板の角度依存性についても上記と同様に測定をおこなったところ (図21参照)、表2および図22に示すような結果が得られた。ただし、1/4波長板角度 $\beta = 90^\circ$ のときにCRが最大となる。CR > 5を満足するためには、1/4波長板角度 β を $-95^\circ \sim -80^\circ$ にする必要がある。

ある。

【0081】

*【表2】

	1/4波長板角度 (β)	白反射率	黒反射率	CR
比較例6	-105	19.1	13.6	1.4
比較例4	-100	25.4	10.6	2.4
実施例6	-95	27.2	4.86	5.6
実施例1	-90	31.6	2.14	14.8
実施例5	-85	32.2	2.35	13.7
実施例7	-80	34.8	6.11	5.7
比較例5	-75	36.2	10.3	3.5

【0082】さらに実施例1と同様の液晶セルに n の異なる液晶を注入することによって、 $nd = 0.1 \sim 0.24 \mu\text{m}$ の液晶セルを作製した。補償条件は図4にしたがって、 $\theta = -45^\circ$ として白反射率の測定をおこなった。その測定結果は表3および図23に示すとおりである。

【0083】

【表3】

	$\Delta nd (\mu\text{m})$	白反射率
比較例7	0.10	25.1
実施例9	0.12	28.1
実施例1	0.14	31.6
実施例8	0.15	31.2
実施例10	0.17	30.9
比較例8	0.20	26.4
比較例9	0.24	22.6
比較例10	0.25	20.8

【0084】 $nd = 0.14$ の場合、白反射率が31.6%と最も高い反射率が得られた。実施例8～

10および比較例7～10も同様に測定した結果、 nd を $0.12 \sim 0.18 \mu\text{m}$ にすることによって高い白反射率（最大値の90%）が得られた。

【0085】以上の実施例より、さきに計算した理論計算に近い結果が得られた。なお、理論式1～式5において偏光板角度 θ は $-55^\circ < \theta < -40^\circ$ は $40^\circ < \theta < 55^\circ$ と等価である。

【0086】また、上記の実施例では表示面側の液晶分子の長軸方向と1/4波長板のなす角を約 90° としたが、図21に示される $\theta = 0^\circ$ でも実施例1とほぼ同等のCRを得ることができる。 0° 近傍での1/4波長板の角度依存性を示したものの表4および図24である。ただし、1/4波長板角度 $\theta = 5^\circ$ のときにCRが最大となる。CR > 5を満足するためには、1/4波長板角度を $-5^\circ \sim 10^\circ$ にする必要がある。

【0087】

【表4】

	1/4波長板角度 (β)	白反射率	黒反射率	CR
比較例13	-15	15.9	13.3	1.2
比較例11	-10	21.4	10.3	2.1
実施例13	-5	22.8	4.50	5.1
実施例11	0	26.7	2.81	9.7
実施例12	5	27.1	2.30	11.6
実施例14	10	29.2	5.61	5.3
比較例12	15	30.3	9.72	3.1

【0088】なお、本発明は上記の実施形態例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の変更や改善等は何ら差し支えない。たとえば、カラーフィルターを設けたカラー液晶表示装置でも同様の作用効果がある。

【0089】

【発明の効果】以上のとおり、本発明の反射型液晶表示装置によれば、透明基板上に多数の走査電極が配列された走査電極パターンと配向膜とが順次形成された走査電極部材と、透明基板上に多数の信号電極が配列された信号電極パターンと配向膜とが順次形成された信号電極部材との間に、初期状態でねじれ構造を有し、初期状態にフレデリクス転移を生じさせる電圧を印加し、さらにその後印加される電圧の差によって初期状態とは異なる2つの準安定状態を呈するようになしたカイラルネマチック液晶を介した液晶セルの構成に対し、さらに液晶セルの表示面上に1/4波長板と偏光板とを順次配設

し、カイラルネマチック液晶の層厚 d と液晶分子の屈折率異方性 n との積 $n \cdot d$ 、液晶セル表示面側のカイラルネマチック液晶分子の長軸方向に対する偏光板の吸収軸方向、1/4波長板の遅相軸方向を規定したことで、コントラストが高く、良好な表示が得られ、とくに黒表示時の反射率を下げ、コントラストの高い良好な反射型液晶表示装置が提供できた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の反射型液晶表示装置の要部拡大断面図である。

【図2】参考例としての反射型液晶表示装置の光透過状態を示す説明図である。

【図3】参考例としての反射型液晶表示装置の光透過状態を示す説明図である。

【図4】液晶セルと偏光板に対する軸角度などの規定を示す説明図である。

【図5】参考例としての反射型液晶表示装置の光透過状

態を示す説明図である。

【図 6】参考例としての反射型液晶表示装置の光透過状態を示す説明図である。

【図 7】液晶セルと偏光板と 1 / 4 波長板に対する軸角度などの規定を示す説明図である。

【図 8】偏光板の角度と反射率との関係を示す線図である。

【図 9】本発明の反射型液晶表示装置の光透過状態を示す説明図である。

【図 10】本発明の反射型液晶表示装置の光透過状態を示す説明図である。

【図 11】本発明の反射型液晶表示装置の光透過状態を示す説明図である。

【図 12】本発明の反射型液晶表示装置の光透過状態を示す説明図である。

【図 13】液晶セルと偏光板と 1 / 4 波長板に対する軸角度などの規定を示す説明図である。

【図 14】反射率とコントラストの測定方法を示す説明図である。

【図 15】液晶セルと偏光板に対する軸角度などの規定を示す説明図である。

【図 16】本発明の反射型液晶表示装置におけるシュミレーション用モデル構造を示す概略図である。

【図 17】液晶セルと偏光板と 1 / 4 波長板に対する軸角度などの規定を示す説明図である。

【図 18】液晶の n_d と反射率との関係を示す線図である。

【図 19】偏光板の角度とコントラストとの関係を示す線図である。

【図 20】偏光板の角度とコントラストとの関係を示す*

*線図である。

【図 21】液晶セルと偏光板と 1 / 4 波長板に対する軸角度などの規定を示す説明図である。

【図 22】1 / 4 波長板の角度とコントラストとの関係を示す線図である。

【図 23】液晶の n_d と反射率との関係を示す線図である。

【図 24】1 / 4 波長板の角度とコントラストとの関係を示す線図である。

【図 25】従来の反射型液晶表示装置の光透過状態を示す説明図である。

【図 26】従来の反射型液晶表示装置の光透過状態を示す説明図である。

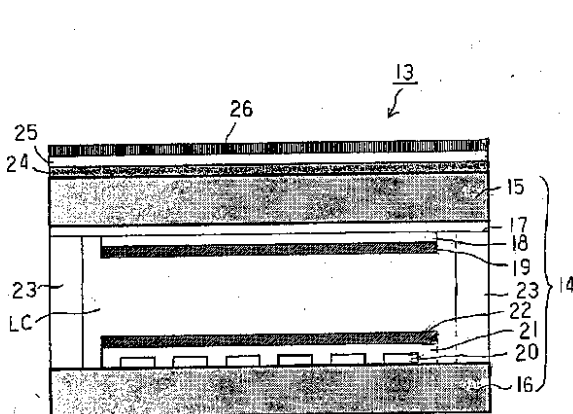
【図 27】従来の反射型液晶表示装置の光透過状態を示す説明図である。

【図 28】従来の反射型液晶表示装置の光透過状態を示す説明図である。

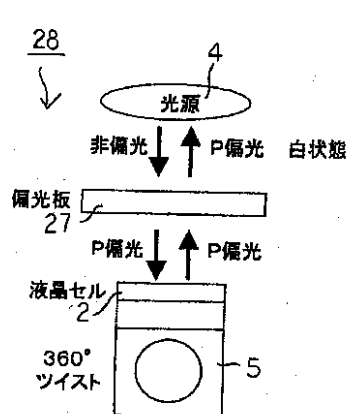
【符号の説明】

1 3	反射型液晶表示装置
1 4	液晶セル
1 5、1 6	ガラス基板
1 7	走査電極パターン
1 8、2 1	絶縁膜
1 9、2 2	配向膜
2 0	信号電極パターン
2 4	散乱板
2 5	1 / 4 波長板
2 6	偏光板
L C	カイラルネマチック液晶

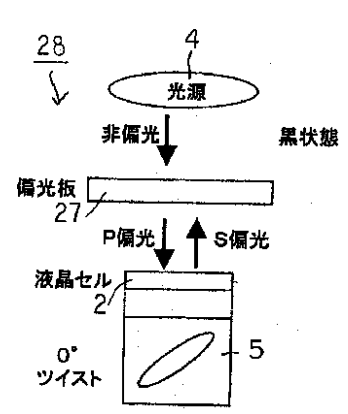
【図 1】



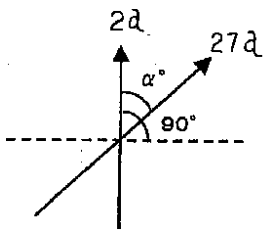
【図 2】



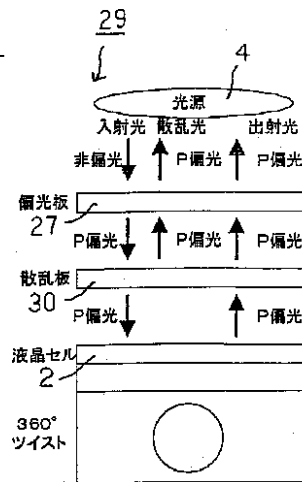
【図 3】



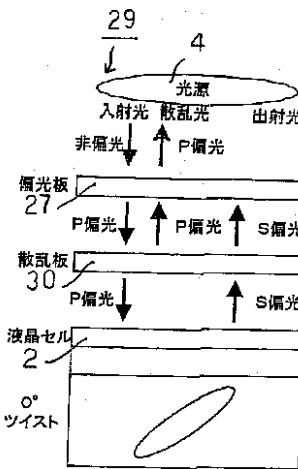
【図4】



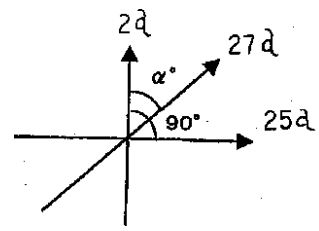
【図5】



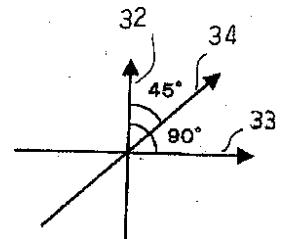
【図6】



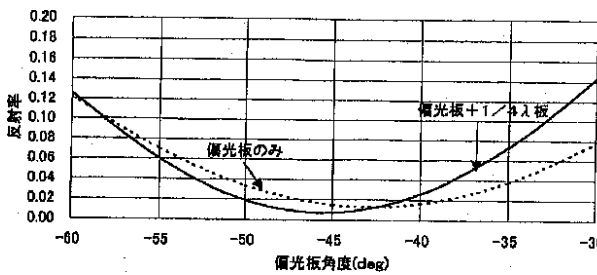
【図7】



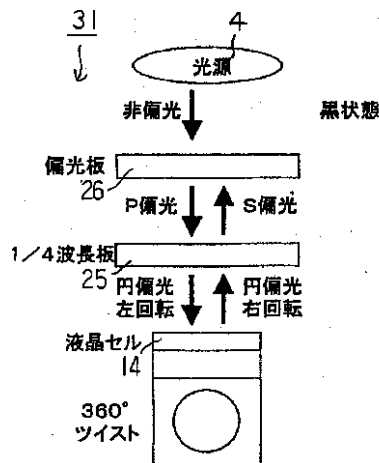
【図13】



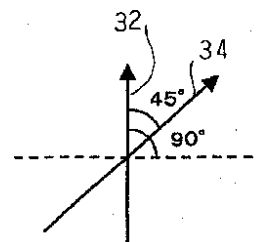
【図8】



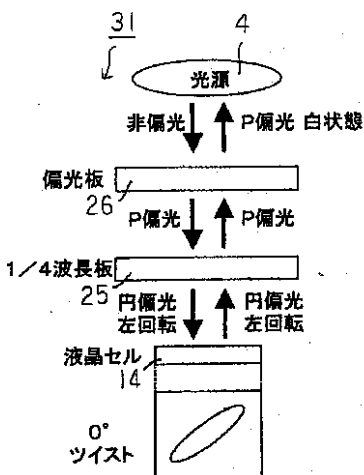
【図9】



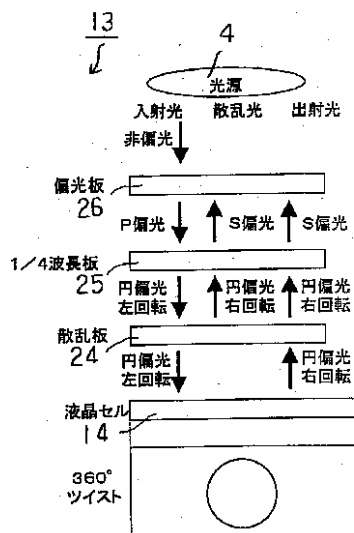
【図15】



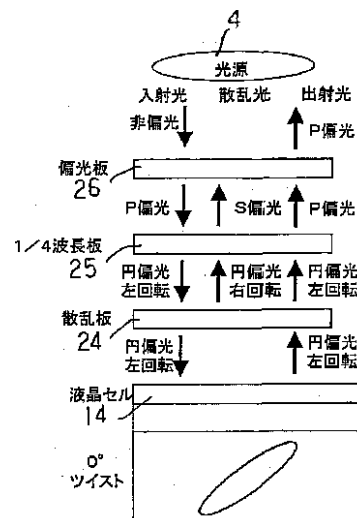
【図10】



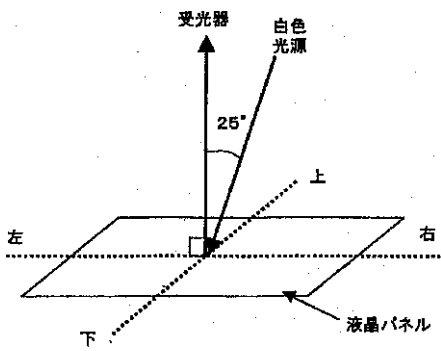
【図11】



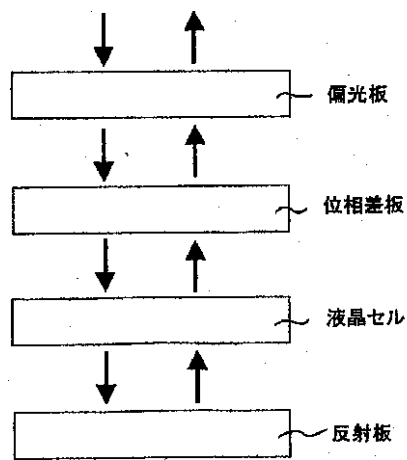
【図12】



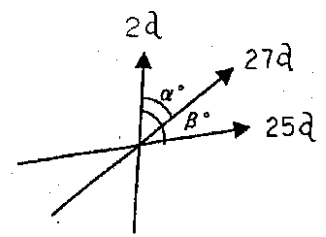
【図14】



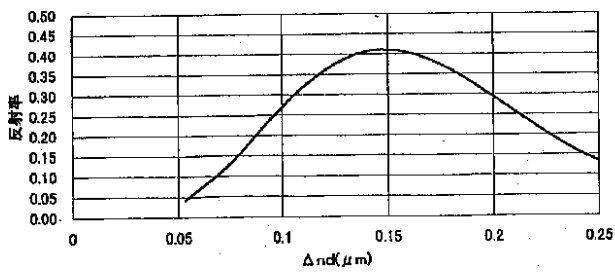
【図16】



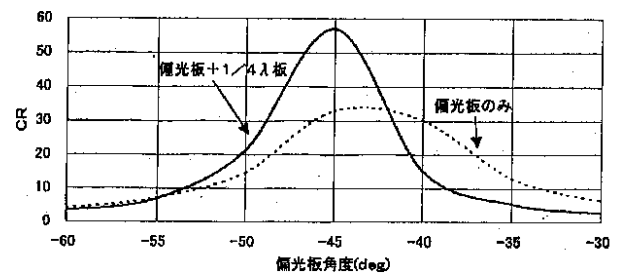
【図17】



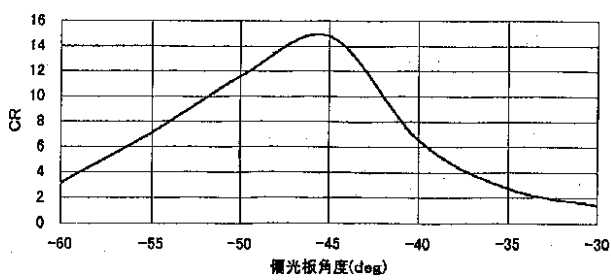
【図18】



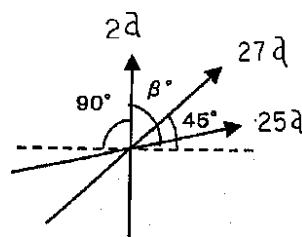
【図19】



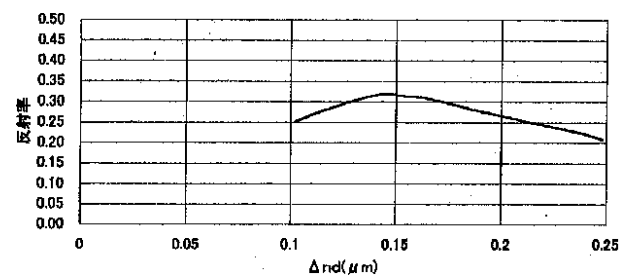
【図20】



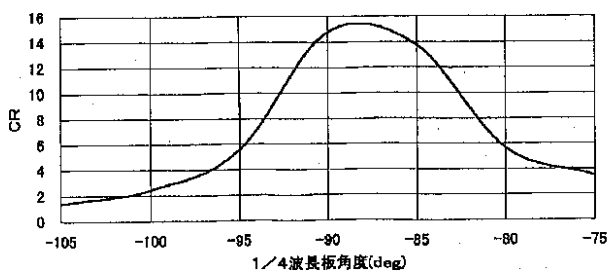
【図21】



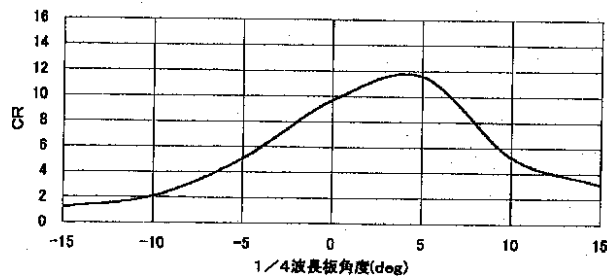
【図23】



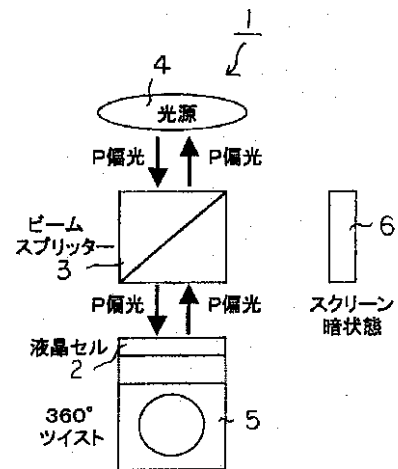
【図22】



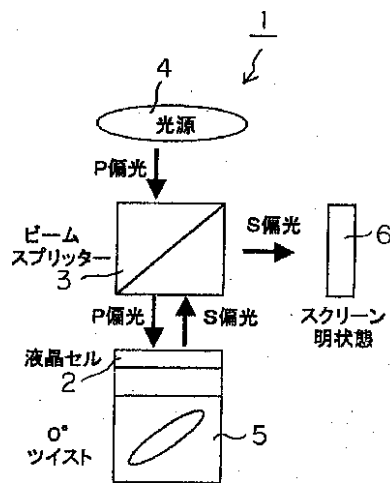
【図24】



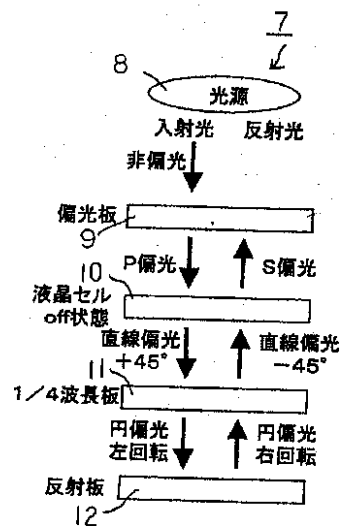
【図25】



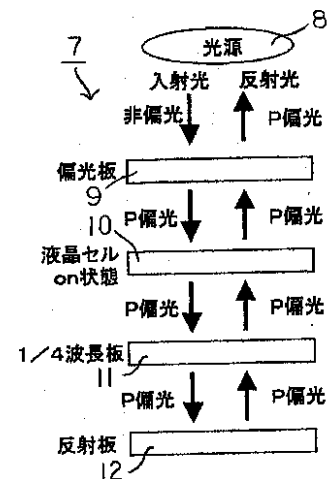
【図26】



【図27】



【図28】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H088 EA02 GA02 GA17 HA17 HA18
 KA07 KA17 MA02
 2H091 FA08X FA11X FA14Z FA32X
 FD09 GA06 HA12 KA02 KA10
 LA17

专利名称(译)	反射型液晶表示装置		
公开(公告)号	JP2001215535A	公开(公告)日	2001-08-10
申请号	JP2000030247	申请日	2000-02-02
[标]申请(专利权)人(译)	京瓷株式会社		
申请(专利权)人(译)	京瓷株式会社		
[标]发明人	須山幸治 宮崎吉雄 本村敏郎		
发明人	須山 幸治 宮崎 吉雄 本村 敏郎		
IPC分类号	G02F1/137 G02F1/1335 G02F1/139		
FI分类号	G02F1/1335.510 G02F1/137.505 G02F1/1335.610 G02F1/13363 G02F1/139		
F-TERM分类号	2H088/EA02 2H088/GA02 2H088/GA17 2H088/HA17 2H088/HA18 2H088/KA07 2H088/KA17 2H088/MA02 2H091/FA08X 2H091/FA11X 2H091/FA14Z 2H091/FA32X 2H091/FD09 2H091/GA06 2H091/HA12 2H091/KA02 2H091/KA10 2H091/LA17 2H191/FA22X 2H191/FA30X 2H191/FA31Y 2H191/FA42X 2H191/FA81X 2H191/FB14 2H191/FD10 2H191/FD12 2H191/HA16 2H191/KA02 2H191/LA22 2H191/NA43 2H191/NA45 2H191/PA44 2H291/FA22X 2H291/FA30X 2H291/FA31Y 2H291/FA42X 2H291/FA81X 2H291/FB14 2H291/FD10 2H291/FD12 2H291/HA16 2H291/KA02 2H291/LA22 2H291/NA43 2H291/NA45 2H291/PA44		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种令人满意的反射型液晶显示装置，在黑色显示时具有降低的反射率和高对比度。解决方案：散射板24，四分之一波片25和偏振片26依次层叠在液晶盒14上，液晶盒14由手性向列型液晶LC组成。手性向列型液晶的 Δ 和 $\Delta n d$ 规定为120-190nm，并且偏振片26的吸收轴的方向和四分之一波长板25的延迟相轴的方向进一步规定为-55在液晶单元显示表面侧的手性向列型液晶分子的长轴方向上分别为-40度或40-55度和-9至-80度或-5至10度。

