

(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 - 343645

(P2001 - 343645A)

(43)公開日 平成13年12月14日(2001.12.14)

(51) Int.Cl ⁷	識別記号	F I	マークド (参考)
G 0 2 F 1/13363		G 0 2 F 1/13363	2 H 0 8 9
	1/133 500	1/133 500	2 H 0 9 1
G 0 9 F 9/30	349	G 0 9 F 9/30	349 E 5 C 0 9 4
	9/35	9/35	

審査請求 未請求 請求項の数 50 L (全 17数)

(21)出願番号 特願2000 - 163458(P2000 - 163458)

(22)出願日 平成12年5月31日(2000.5.31)

(71)出願人 000005049
シャープ株式会社

(72)発明者 中嶋 伸向
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
一性地金社

(74)代理人 100075557
弁理士 西教 圭一郎

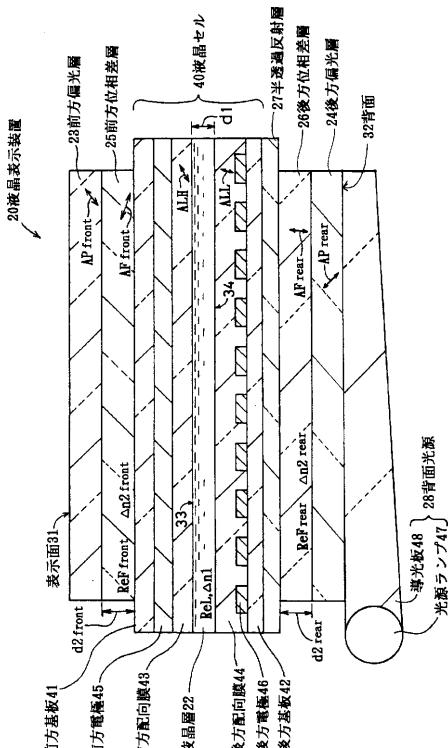
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】 両用型の液晶表示装置の透過型表示の明るさを向上させる。

【解決手段】 透過型表示と反射型表示との両方が可能な液晶表示装置20において、STN型の液晶層22と各偏光層23, 24との間に光学補償用の位相差層25, 26が介在されており、液晶層22と後方位相差層26との間に半透過反射層27が介在されている。液晶層22のリターデーション値 $R_e L$ が、背面32からの入射光の波長 λ_{rear} の略 $[1/2 + L/2]$ 倍の値(L は0以上の整数)に選ばれ、後方位相差層26のレターデーション値 $R_e F_{rear}$ が、該波長 λ_{rear} の略 $[1/4 + K/2]$ 倍の値(K は0以上の整数)に選ばれ、後方偏光層吸収軸AP_{rear}と後方位相差層遅相軸AF_{rear}との交差角 θ_{rear} が、0度より大きく90度未満でありかつ45度を除く範囲内の値に選ばれている。これによって、液晶表示装置20の透過型表示の明るさが向上する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 液晶材料から形成されている液晶層と、液晶層を挟んで対向配置されており、かつ入射光内の予め定める方向に偏光している偏光成分だけをそれぞれ透過させる前方偏光層および後方偏光層と、液晶層と前方偏光層および後方偏光層との間にそれぞれ配置されている前方位相差層および後方位相差層とを含み、

後方偏光層を選択的に透過した偏光成分が、後方位相差層と液晶層と前方位相差層とを順に透過し、前方位相差層透過後の偏光状態に応じて前方偏光層を選択的に透過しており、

液晶層の厚み d_1 と該液晶層の光学異方性 n_1 との積 $d_1 \times n_1$ が、後方偏光層への入射光の波長 $rear$ の略 $[1/2 + L/2]$ 倍の値 (L は 0 以上の整数) に選ばれ、

後方位相差層のレタデーション $R_e F_{rear}$ 値が、後方偏光層への入射光の波長 $rear$ の略 $[1/4 + K/2]$ 倍の値 (K は 0 以上の整数) に選ばれ、

後方偏光層の吸收軸と後方位相差層の遅相軸との交差角 $rear$ が、0 度より大きく 45 度未満の範囲および 45 度より大きく 90 度未満の範囲のうちのいずれかの範囲内の値に選ばれていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】 前記液晶層と前記後方位相差層との間に配置されていて、該液晶層側の面からの入射光内の少なくとも一部の成分を反射させ、かつ前記後方位相差層側の面からの入射光内の少なくとも一部の成分を透過させる半透過反射層をさらに含むことを特徴とする請求項1記載の液晶表示装置。

【請求項3】 前記後方偏光層の吸收軸と前記後方位相差層の遅相軸との交差角 $rear$ が、35 度を含む予め定める範囲内の値に選ばれていることを特徴とする請求項1または2記載の液晶表示装置。

【請求項4】 前記後方偏光層の吸收軸と前記後方位相差層の遅相軸との交差角 $rear$ が、55 度を含む予め定める範囲内の値に選ばれていることを特徴とする請求項1または2記載の液晶表示装置。

【請求項5】 前記液晶層がスーパーバイステッドネマティック型に構成され、

前記液晶層内の液晶分子のツイスト角が 180 度以上に選ばれていることを特徴とする請求項1～4のうちのいずれか1項記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、後方面から液晶層に入射する光を用いて表示を行う液晶表示装置に関し、好ましくは透過型表示と反射型表示とが可能な液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置は、薄くて軽いので、携帯型情報端末のディスプレイを始めとして、様々な用途に広く用いられている。液晶表示装置は、液晶層を内蔵する液晶セルを最低限含んでおり、表示に利用する光に応じて透過型と反射型とに分けられる。液晶セルは、液晶層への入射光の透過強度を画素単位で制御している平板型の表示素子である。液晶表示装置が透過型であれば、液晶セルの背面に背面光源が備えられ、該背面光源が発する光が表示に用いられる。液晶表示装置が反射型であれば、液晶セルの背面に反射板が備えられ、反射板で反射された外部光が表示に用いられる。反射型の液晶表示装置は、光源を持たないので、消費電力が極めて低い。しかしながら、反射型液晶表示装置は、室内等、外部光の光量が小さい場所では、表示の際の画素の明度が低く成易いため、表示全体を明るくすることが難しい。

【0003】このために、背面光源からの光を利用する透過型表示と反射板による反射光を利用する反射型表示との両方が可能な構成である両用型の液晶表示装置1が提案されている。図6に示すように、両用型の液晶表示装置1は、液晶セル3の他に、前方偏光層5と後方偏光層6と半透過反射層7と背面光源8とを含む。前方偏光層5と後方偏光層6との間に液晶セル3が配置されており、かつ液晶セル3と後方偏光層6との間に半透過反射層7が配置されており、後方偏光層6よりも液晶表示装置1の背面側に背面光源8が配置されている。半透過反射層7は、自己への入射光の一部の成分を反射させて残余の成分を透過させる。液晶セル3は、2つの透明な基板部11, 12で液晶層13を挟んだ構成になっている。各基板部11, 12は、透明な基板の上に透明な電極と透明な配向膜とを積層した構成になっている。背面光源8は、光源ランプ15と導光板16とを含んでいる。光源ランプ15から発せられる光は、導光板16の端面から導光板16の内部に入射されて導かれ、導光板16の前方面から液晶セル3に向かって出射する。透過型表示の際には、背面光源8が発する光が表示に利用される。反射型表示の際には、前方偏光層5側から液晶セル3に入射す得が外部光が表示に利用される。このように両用型の液晶表示装置1は、透過型表示と反射型表示との両方が可能であり、明るい場所では、消費電力の抑制のために反射型表示を行い、かつ室内など外部光の光量が少ない場所では、明るい表示を実現するために背面光源8を用いて透過型表示を行う。

【0004】液晶表示装置には、液晶層の構成に応じて、液晶層の光の旋光性を利用するTN(Twisted Nematic)型液晶表示装置と、液晶層の光の複屈折性を利用するSTN(Super Twisted Nematic)型液晶表示装置との2種類がある。STN型液晶表示装置では、画素の表示状態の制御の際に、印加電圧を用いて液晶層13の複屈折量を制御することによって液晶層13透過後の光の偏光状態を変化させており、偏光状態に応じて液晶層

50

13 透過後の光が前方偏光層5を選択的に透過する。このようにSTN型液晶表示装置では、光の複屈折性を利用してあり、液晶層の複屈折量に依存して液晶層からの出射光の偏光状態を変化させているので、光学補償が難しい。特に液晶層の複屈折量は、液晶層への印加電圧の変化だけでなく液晶層への入射光の波長にも依存して変化するため、光学補償が難しい。

【0005】特開平8-292413公報は、透過型表示の機能と反射型表示の機能とを有する両用型のSTN型液晶表示装置において、液晶層13の複屈折量の波長依存性に起因する画素の色付きを防止する技術を開示している。特開平8-292413公報の液晶表示装置は、図6にさらに示すように、液晶セル3と2枚の偏光層5, 6と半透過反射層7と背面光源8とに加えて、液晶層13の光学補償のための補償板である2枚の位相差層17, 18を含む。各位相差層17, 18は、液晶セル3と各偏光層5, 6との間にそれぞれ配置されている。前後の位相差層17, 18の複屈折量の波長依存性が液晶層13の複屈折量の波長依存性を反映したものとなるように各位相差層17, 18が構成されているため、液晶層13の複屈折量の波長依存性は2枚の位相差層17, 18によって打消される。

【0006】図7は、図6の構成の液晶表示装置1がSTN型である状況下での透過型表示の際の单一画素の表示原理を説明するための図である。背面光源8が発する光の全成分のうち、振動方向が後方偏光層6の吸収軸に直交する直線偏光の成分だけが、後方偏光層6を透過する。後方偏光層6透過後の直線偏光は、後方位相差層18を透過することによって円偏光になり、円偏光のまま半透過反射層7を通過して液晶層13に後方面から入射する。白表示状態に応じた電圧が液晶層13に印加されている場合、後方面から液晶層13に入射した円偏光は、液晶層13と前方位相差層17とを通過することによって、前方偏光層5の吸収軸と短軸が略平行な橢円偏光になる。これによって、前方位相差層17透過後の橢円偏光の全成分のうち、前方偏光層5の吸収軸と直交する直線偏光成分だけが、前方偏光層5を透過して液晶表示装置1の外に射出する。黒表示状態に応じた電圧が液晶層13に印加されている場合、後方面から液晶層13に入射した円偏光は、液晶層13と前方位相差層17とを通過することによって前方偏光層5の吸収軸と振動方向が平行な直線偏光になるので、前方偏光層5に吸収または分散される。

【0007】特開平8-292413公報の液晶表示装置では、表示のコントラストが最高になるように、各位相差層17, 18のレタデーション値が450nmに設定され、液晶層13のレタデーション値が850nmに設定され、後方偏光層6の遅相軸と後方の位相差層18の吸収軸との交差角は90度±5度または90度±15度に設定されている。表示のコントラストが最高になる

4

ように液晶表示装置のパラメータが設定されている場合、白表示状態における画素の光透過率が比較的低くなっているため、透過型表示の際に充分な表示明度が得られない。

【0008】また周知の事実として、透過型表示の機能と反射型表示の機能とを有する両用型の液晶表示装置1の反射型表示に関して、以下の最適化理論が一般的に知られている。可視光の波長領域内の全波長について波長毎に、液晶層13のレタデーション値と前方位相差層17のレタデーション値との差が該波長の略4分の1の整数倍になっている場合、可視光が前方偏光層5と半透過反射層7との間を往復する際の光路差が半波長の略整数倍となる。この場合、前方偏光層5の吸収軸と前方位相差層17の遅相軸との交差角が45度または135度に設定されれば、半透過反射層7による反射直後の可視光の偏光状態は円偏光状態になっている。これらによって、半透過反射層7で反射された可視光は、液晶層13通過後の偏光状態に応じて、前方偏光層5によって理想的に遮光または透過される。

【0009】また両用型の液晶表示装置1の透過型表示の関して、以下の最適化理論がさらに知られている。上記のように半透過反射層7による反射直後の可視光の偏光状態が円偏光になっていることを理想として前方偏光層5と前方位相差層17とが構成されているため、半透過反射層7通過直後の光の偏光状態も円偏光になるよう定められている。このために、可視光の波長領域内の全波長について波長毎に、液晶層13のレタデーション値と後方位相差層18のレタデーション値との差が該波長の略4分の1の整数倍に設定されており、かつ後方偏光層6の吸収軸と後方位相差層18の遅相軸との交差角が135度または45度に設定されれば、後方偏光層6と後方位相差層18とを透過した可視光の偏光状態が円偏光状態になる。これによって半透過反射層7透過直後の可視光の偏光状態が円偏光になるので、半透過反射層7を透過した可視光は、液晶層13透過後の偏光状態に応じて、前方偏光層5で理想的に遮光または透過される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したように、透過型表示と反射型表示とが可能な構成の両用型液晶表示装置1は、使用場所の外部光の光量に応じて透過型表示と反射型表示とを使分けるので、暗い場所でも明るい表示が可能である。しかしながら、従来技術の両用型液晶表示装置1は、現状では、透過型表示の際の表示明度が充分に得られていない。特開平8-292413公報の液晶表示装置においても、透過型表示の際の表示明度が充分に得られていない。これらは、両用型の液晶表示装置内の偏光層5, 6および位相差層17, 18の設計時に参照される上記の理想の最適化理論が表示明度よりもコントラストを重視していてコントラストを最良にす

るよう構成されているので、コントラスト向上に伴う表示明度の低下を考慮していないためである。しかしながら、現状の両用型の液晶表示装置1では、透過型表示に関して、コントラストよりも表示明度の向上が求められている。

【0011】本発明の目的は、より明るい透過型表示が可能な液晶表示装置を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、液晶材料から形成されている液晶層と、液晶層を挟んで対向配置されており、かつ入射光内の予め定める方向に偏光している偏光成分だけをそれぞれ透過させる前方偏光層および後方偏光層と、液晶層と前方偏光層および後方偏光層との間にそれぞれ配置されている前方位相差層および後方位相差層とを含み、後方偏光層を選択的に透過した偏光成分が、後方位相差層と液晶層と前方位相差層とを順に透過し、前方位相差層透過後の偏光状態に応じて前方偏光層を選択的に透過しており、液晶層の厚みd1と該液晶層の光学異方性n1との積d1×n1が、後方偏光層への入射光の波長rearの略[1/2+L/2]倍の値(Lは0以上の整数)に選ばれ、後方位相差層のレターデーションRearが、後方偏光層への入射光の波長rearの略[1/4+K/2]倍の値(Kは0以上の整数)に選ばれ、後方偏光層の吸收軸と後方位相差層の遅相軸との交差角rearが、0度より大きく45度未満の範囲および45度より大きく90度未満の範囲のうちのいずれかの範囲内の値に選ばれていることを特徴とする液晶表示装置である。

【0013】本発明に従えば、1層の偏光層と1層の位相差層とを液晶層の前方に備える構成の液晶表示装置において、装置背面から装置内部に入射する光を利用する透過型表示の光学補償のために、1層の偏光層と1層の位相差層とが液晶層の後方にさらに備えられている。さらに、液晶層の厚みd1と該液晶層の光学異方性n1との積d1×n1が後方偏光層の入射光の波長rearの略[1/2+L/2]倍の値(Lは0以上の整数)に選ばれており、後方位相差層のレターデーション値が該入射光の波長rearの略[1/4+K/2]倍の値(Kは0以上の整数)に選ばれており、かつ後方偏光層の吸收軸と後方位相差層の遅相軸との交差角rearが0度より大きく90度未満であってかつ45度を除く範囲内の値に選ばれている。この結果、本発明の液晶表示装置において、背面から液晶表示装置に入射する光の液晶層入射直前の偏光状態が円偏光から崩れた橢円偏光状態になる。これによって、コントラスト重視に設計されている従来技術の液晶表示装置よりも本発明の液晶表示装置のほうが、後方偏光層から後方位相差層と液晶層と前方位相差層とを経て前方偏光層へ抜け得る透過光の光量が増大するので、透過型表示が明るくなる。

【0014】本発明の液晶表示装置は、前記液晶層と前

記後方位相差層との間に配置されていて、該液晶層側の面からの入射光内の少なくとも一部の成分を反射させ、かつ前記後方位相差層側の面からの入射光内の少なくとも一部の成分を透過させる半透過反射層をさらに含むことを特徴とする。

【0015】本発明に従えば、液晶表示装置において、液晶層と後方位相差層との間に半透過反射層がさらに配置されている。半透過反射層は、液晶層側の面からの入射光内の少なくとも一部の成分を反射させ、かつ後方位相差層側の面からの入射光内の少なくとも一部の成分を透過させる。この結果本発明の液晶表示装置は、透過型液晶表示装置と反射型液晶表示装置とを兼ねた両用型の構成であって、かつ透過型表示の際の画素の明るさが向上されている。これによって液晶表示装置が使いやすくなる。

【0016】本発明の液晶表示装置は、前記後方偏光層の吸收軸と前記後方位相差層の遅相軸との交差角rearが、35度を含む予め定める範囲内の値に選ばれていることを特徴とする。

【0017】本発明に従えば、液晶表示装置において、後方偏光層吸收軸と後方位相差層遅相軸との交差角rearが、概ね35度に設定されている。これによって液晶表示装置は、透過型表示の際に、背面からの入射光の液晶層後方面の直前における偏光状態をより適切な偏光状態にすることが可能になるので、より明るい表示が可能になる。

【0018】本発明の液晶表示装置は、前記後方偏光層の吸收軸と前記後方位相差層の遅相軸との交差角rearが、55度を含む予め定める範囲内の値に選ばれていることを特徴とする。

【0019】本発明に従えば、液晶表示装置において、後方偏光層吸收軸と後方位相差層遅相軸との交差角rearが、概ね55度に設定されている。これによって液晶表示装置は、透過型表示の際に、背面からの入射光の液晶層後方面の直前における偏光状態をより適切な偏光状態にすることが可能になるので、より明るい表示が可能になる。

【0020】本発明の液晶表示装置は、前記液晶層がスーパーパツイステッドネマティック型に構成され、前記液晶層内の液晶分子のツイスト角が180度以上に選ばれていることを特徴とする。

【0021】本発明に従えば、液晶表示装置において、液晶層がSTN型に構成されている。これによって液晶表示装置の構造の簡略化が可能になるので、液晶表示装置の製造コストを低減させることができる。

【0022】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の実施の一形態である液晶表示装置20の概略的な構成を示す断面図である。図1の液晶表示装置20は、透過型表示と反射型表示との両方が可能な両用型の構成になっている。なお明

細書では、液晶表示装置20内の構成部品の配置に関し、液晶層よりも使用者に近い位置を「前方」と記し、液晶層よりも使用者から遠ざかる位置を「後方」と記している。また液晶表示装置20内の各構成部品に関し、構成部品の中心よりも使用者に近い面を「前方面」と記し、構成部品の中心よりも使用者から遠い面を「後方面」と記している。

【0023】図1の液晶表示装置20は、液晶層22と、2層の偏光層23, 24と、2層の位相差層25, 26とを最低限含む。図1の液晶表示装置20は両用型であるので、液晶表示装置20が半透過反射層27をさらに含み、かつ該液晶表示装置20は背面光源28と共に用いられる。2層の偏光層23, 24は、液晶層22を挟んで相互に対向配置されている。位相差層25, 26は、各偏光層23, 24と液晶層22との間にそれぞれ配置されている。半透過反射層27は、液晶層22と2層の位相差層25, 26のうちの後方位相差層26との間に配置されている。液晶表示装置20において、2層の偏光層23, 24のうちの前方偏光層23が配置されている側の最外面が、該液晶表示装置20の表示面31として、使用者に最近接する。液晶表示装置20において、2層の偏光層23, 24のうちの後方偏光層24が配置されている側の最外面が、該液晶表示装置20の背面32になる。背面光源28は、後方偏光層24の後方であって、液晶表示装置20の背面32の外側に配置されている。

【0024】液晶層22は、液晶材料から形成されており、好ましくは、複屈折効果がある液晶材料から形成されている。各偏光層23, 24は、該偏光層23, 24への入射光の全成分内の予め定める方向に偏光している偏光成分だけを、それぞれ透過させる。2層の位相差層25, 26のうちの前方位相差層25は、透過型表示および反射型表示の際の光学補償のために備えられている。後方位相差層26は、透過型表示の際の光学補償のために備えられている。半透過反射層27は、液晶層22側の前方面から該半透過反射層27内部へ入射する光の少なくとも一部の成分を反射させ、かつ後方偏光層24側の後方面から該半透過反射層27内部へ入射する光の少なくとも一部の成分を透過させる。

【0025】以上説明したように、1層の偏光層23と1層の位相差層25とを液晶層22の前に備える構成^{*}液晶層^{*}： $R_{eL} = d_1 \times \Delta n_1$

$$C_{ReL} = \left(\frac{1}{2} + \frac{L}{2} \right) \times \lambda_{rear} \quad (L=0, 1, 2, \dots) \quad \dots (2)$$

【0029】後方位相差層26のレタデーション値 R_{eF} は、式3に示すように、後方位相差層26の厚み d_{2rear} と該後方位相差層26の光学異方性 n_{2rear} との積と等しい。後方位相差層26のレタデーション値 R_{eF} は、背面32から液晶表示装置20に入射する光の波長 λ_{rear} の略 $[1/4 + K/2]$ 倍の値に選ば

*の液晶表示装置20において、背面32から入射光を利用する透過型表示の際の光学補償のために、1層の偏光層24と1層の位相差層26とが液晶層22の後方にさらに備えられている。図1の液晶表示装置20内部の後方位相差層26から液晶層22を経て前方位相差層25に至る部分の光学的特性は、透過型表示の際の光学補償のために、画素の白表示状態に応じた電圧が液晶層22に印加されている状況下で、後方位相差層26の後方面から該部分内に入射した直線偏光が、後方位相差層26と液晶層22と前方位相差層25とを通過する間に円偏光を崩した橙円偏光に変換されて、前方位相差層25の前方面から該部分外に射出する特性に設定されている。

【0026】図1の液晶表示装置20では、透過型表示の光学補償のために、具体的には、液晶層22のレタデーション値 R_{eL} 、後方位相差層26のレタデーション値 R_{eF} 、および後方偏光層24の吸収軸 A_{Prear} と後方位相差層26の遅相軸 A_{Frear} との交差角 θ_{rear} のうちの少なくとも1つが調整されている。以後「後方偏光層24の吸収軸 A_{Prear} と後方位相差層26の遅相軸 A_{Frear} との交差角 θ_{rear} 」を「後方遅相-後方吸収交差角 θ_{rear} 」と略記する。本明細書では、液晶表示装置20において、液晶層22内部で後方面34から前方面33に向かう方向に並んでいる液晶分子のツイスト方向を正方向として、2本の軸の成す角度を表している。かつ単一の軸の角度は、該単一軸と液晶表示装置20に予め定義されている測角の基準軸 A_C との成す角度で表している。

【0027】液晶層22のレタデーション値 R_{eL} は、式1に示すように、液晶層22の厚み d_1 と該液晶層22の光学異方性 n_1 との積 $d_1 \times n_1$ と等しい。液晶層22のレタデーション値 R_{eL} は、背面32から液晶表示装置20に入射する光の波長 λ_{rear} の略 $[1/2 + L/2]$ 倍の値に選ばれている。「L」は、0以上の整数である。式2は、液晶層22のレタデーション値 R_{eL} の基準値 C_{ReF} を示している。液晶層22のレタデーション値 R_{eL} の最適値は、式2の基準値 C_{ReL} と等しいかまたは該基準値 C_{ReL} に近い値である。

【0028】

【数1】

… (1)

れています。「K」は0以上の整数である。式4は、後方位相差層26のレタデーション値 R_{eF} の基準値 C_{ReF} を示す。後方位相差層26のレタデーション値 R_{eF} の最適値は、式4の基準値 C_{ReF} と等しいかまたは該基準値 C_{ReF} に近い値である。式2の整数 L と式4の整数 K とは、一致していてもよく異

なっていてもよい。

【0030】

後方位相差層： $R_e F_{rear} = d_{2\,rear} \times \Delta n_{2\,rear}$

… (3)

$$C R_e F_{rear} = \left(\frac{1}{4} + \frac{K}{2} \right) \times \lambda_{rear}$$

(K=0,1,2,...) … (4)

【0031】後方遅相 - 後方吸収交差角 θ_{rear} は、式 5 に示すように、基準軸 A C に対する後方偏光層 2 4 の吸収軸 A P θ_{rear} の角度 θ_{rear} と基準軸 A C に対する後方位相差層 2 6 の遅相軸 A F θ_{rear} の角度 θ_{rear} との差の絶対値で定義される。後方遅相 - 後方吸収交差角

$$\theta_{rear} = | \theta_{rear} - \theta_{rear} |$$

【0032】このように、液晶層 2 2 のリタデーション値 $R_e L$ と後方位相差層 2 6 のレタデーション値 $R_e F_{rear}$ は θ_{rear} と後方遅相 - 後方吸収交差角 θ_{rear} とが式 1 ~ 式 6 で説明している設定条件を満たすように設計されている場合、背面 3 2 からの入射光の液晶層 2 2 の後方面 3 4 への入射直前の偏光状態が、円偏光から崩れた楕円偏光状態になる。この結果、後方偏光層 2 4 から後方位相差層 2 6 と液晶層 2 2 と前方位相差層 2 5 とを経て前方偏光層 2 3 へ抜ける透過光の光量が増大する。これによって、図 1 の液晶表示装置 2 0 では、透過型表示の明るさの向上が図られている。また図 1 の液晶表示装置 2 0 は液晶層 2 2 と後方位相差層 2 6 との間に半透過反射層 2 7 をさらに備えているので、透過型液晶表示装置と反射型液晶表示装置とを兼ねた両用型の構成を取りつつ、透過型表示の際の画素の明るさが向上されている。これ 30 によって両用型の液晶表示装置 2 0 が使いやすくなる。

【0033】図 1 の液晶表示装置 2 0 は半透過反射層 2 7 を備えているので、背面 3 2 からの入射光を用いる透過型表示だけでなく、表示面 3 1 からの入射光を用いる反射型表示が可能である。半透過反射層 2 7 が後方偏光層 2 4 および後方位相差層 2 6 よりも前方に設けられているため、反射型表示の明るさと反射型表示のコントラストと反射型表示の際の画素の色付き防止とを実用上充分なレベルまで向上させるための反射型表示の際の光学補償は、液晶層と前方偏光層 2 3 と前方位相差層 2 5 とだけに行われる。このために、図 1 の液晶表示装置 2 0 内部の前方位相差層 2 5 から液晶層 2 2 を経て半透過反射層 2 7 に至る部分の光学的特性は、反射型表示の際の光学補償のために、画素の白表示状態に応じた電圧が液晶層 2 2 に印加されている状況下で、前方位相差層 2 5 の前方面から該部分内に入射した直線偏光が、前方位相

rear は、式 6 で示す角度範囲内の値、すなわち 0 度より大きく 45 度未満の範囲および 45 度より大きく 90 度未満の範囲のうちのいずれかの範囲内の値に選ばれている。

$$\theta_{rear} = | \theta_{rear} - \theta_{rear} |$$

… (5)

差層 2 5 および液晶層 2 2 を往復して透過する間に円偏光を崩した楕円偏光に変換されて、前方位相差層 2 5 の前方面から該部分外に射出する特性に設定されている。

【0034】図 1 の液晶表示装置 2 0 は、反射型表示の際の光学補償のために、具体的には、液晶層 2 2 のレタデーション値 $R_e L$ 、前方位相差層 2 5 のレタデーション値 $R_e F_{front}$ 、および前方偏光層 2 3 の吸収軸 A P θ_{front} と前方位相差層 2 5 の遅相軸 A F θ_{front} との交差軸

θ_{front} のうちの少なくとも 1 つが調整されている。

以後「前方偏光層 2 3 の吸収軸 A P θ_{front} と前方位相差層 2 5 の遅相軸 A F θ_{front} との交差角 θ_{front} 」を「前方遅相 - 前方吸収交差角 θ_{front} 」と略記する。反射型表示の際の光学補償に係る液晶層 2 2 のレタデーション値 $R_e L$ の設定条件は、式 1 および式 2 で説明している透過型表示の際の設定条件と等しい。

【0035】前方位相差層 2 5 のレタデーション値 $R_e F_{front}$ は、式 7 に示すように、前方位相差層 2 5 の厚み $d_{2\,front}$ と該前方位相差層 2 5 の光学異方性 $\Delta n_{2\,front}$ との積と等しい。前方位相差層 2 5 のレタデーション値 $R_e F_{front}$ は、表示面 3 1 から液晶表示装置 2 0 に入射する光の波長 λ_{front} の略 $[1/4 + J/2]$ 倍の値に選ばれている。「J」は 0 以上の整数である。式 8 は、前方位相差層 2 5 のレタデーション値 $R_e F_{front}$ の基準値 $C R_e F_{front}$ を示す。前方位相差層 2 5 のレタデーション値 $R_e F_{front}$ の最適値は、式 8 の基準値 $C R_e F_{front}$ と等しいかまたは該基準値 $C R_e F_{front}$ に近い値である。式 8 の整数 J と式 2 の整数 L と式 4 の整数 K とは、一致していてもよく異なっていてもよい。

【0036】

【数 3】

$$前方位相差層: R_{eF} = d_{2front} \times \Delta n_{2front} \quad \dots (7)$$

$$C_{ReF} = \left(\frac{1}{4} + \frac{J}{2} \right) \times \lambda_{front} \quad [J=0,1,2,\dots] \quad \dots (8)$$

【0037】前方遅相 - 前方吸收交差角 front は、式 9 に示すように、基準軸 A C に対する前方偏光層 23 の吸收軸 A P_{front} の角度 P_{front} と基準軸 A C に対する前方位相差層 25 の遅相軸 A F_{front} の角度 F_{front} との差の絶対値で定義される。好ましくは、前方遅相 -

$$\text{前方遅相 - 前方吸收交差角: } \left| P_{front} - F_{front} \right|$$

【0038】コントラスト重視の理想論に基づき設計されている従来技術の両用型液晶表示装置 1 と図 51 の両用型の液晶表示装置 20 を比較すると、従来技術の液晶表示装置 1 よりも図 1 の液晶表示装置 20 のほうが前後の位相差層 25, 26 による光学補償効果は小さくなるので、従来技術の液晶表示装置 1 よりも図 1 の液晶表示装置 20 のほうが透過型表示の際のコントラストが低下する。しかしながら、従来技術の液晶表示装置 1 よりも図 1 の液晶表示装置 20 のほうが、白表示状態において背面 32 からの入射光内の前方偏光層 23 を透過し得る成分の光量は大きくなっている。この結果、従来技術の液晶表示装置 1 よりも図 1 の液晶表示装置 20 のほうが、透過型表示の際の白表示状態の画素の明度が向上しているため、表示全体の明るさが向上している。これによって、従来技術の液晶表示装置 1 よりも図 1 の液晶表示装置 20 のほうが、透過型表示が見やすくなっている。

【0039】再び図 1 を参照する。図 1 の液晶表示装置 20 は、具体的には、液晶層 22 を内蔵する液晶セル 40 を含む。液晶セル 40 は、液晶層 22 の他に、透明な 2 枚の基板 41, 42、透明な 2 枚の配向膜 43, 44、透明な前方電極 45、および透明な後方電極 46 をさらに含む。2 枚の基板 41, 42 は液晶層 22 を挟んで相互に対向配置されている。2 枚の各配向膜 43, 44 は、液晶セル 40 内において、液晶層 22 の前後の各面 47, 48 にそれぞれ最近接する位置に配置される。前方電極 45 は、2 枚の基板 41, 42 のうちの前方基板 41 と 2 枚の配向膜 45, 46 のうちの前方配向膜 43 との間に配置される。後方電極 46 は、2 枚の基板 41, 42 のうちの後方基板 42 と 2 枚の配向膜 43, 44 のうちの後方配向膜 46 との間に配置される。液晶層 22 の前後の各面 47, 48 に最近接する液晶分子の長軸方向 A L H, A L L は、液晶層 22 の前後の各面 47, 48 に最近接している配向膜 43, 44 によって、それぞれ規制されている。表示面 31 側から見て、液晶セル 40 の中の前方電極 45 および後方電極 46 が配向膜 43, 44 を介して液晶層 22 を挟んでいる部分が、

前方吸收交差角 front が、式 10 で示す角度範囲内の値、すなわち 0 度より大きく 45 度未満の範囲および 45 度より大きく 90 度未満の範囲のうちのいずれかの範囲内の値に選ばれている。

$$\text{front} = | P_{front} - F_{front} | \quad \dots (9)$$

画素として機能する。

【0040】各偏光層 23, 24 と各位相差層 25, 26 と半透過反射層 27 とは、液晶層 22 に対する位置が上記の基本の位置を保つならば、液晶セル 40 の他の構成部品との位置関係がどのようになっていてもよい。半透過反射層 27、後方偏光層 24 および後方位相差層 26 のうちの少なくとも 1 層が液晶セル 40 の中の後方基板 42 と後方配向膜 46 との間に配置されてもよく、3 層 27, 24, 26 全てが液晶セル 40 外部に配置されてもよい。前方偏光層 23 および前方位相差層 25 のうちの少なくとも 1 層が液晶セル 40 の中の前方基板 41 と前方配向膜 43 との間に配置されてもよく、2 層 23, 25 全てが液晶セル 40 外部に配置されてもよい。

【0041】2 層の偏光層 23, 24 と 2 層の位相差層 25, 26 と半透過反射層 27 とが液晶セル 40 の外に配置されているならば、液晶セル 40 の構造が一般的な透過型の液晶セル 40 と等しくなるので、本実施の形態の液晶表示装置 20 の実現が容易になる。後方基板 42 と後方配向膜 46 との間に半透過反射層 27 が配置されているならば、反射型表示の際の後方基板 42 に起因する光の減衰が無くなるので、より明るい表示が可能になる。さらに好ましくは、後方基板 42 および後方電極 46 のうちの少なくとも一方が半透過反射層 27 を兼ねる構成になっていてもよい。さらにまた、後方基板 42 が後方位相差層 26 または後方偏光層 24 を兼ねていてもよく、前方基板 41 が前方位相差層 25 または前方偏光層 23 を兼ねていてもよい。これらの場合、液晶表示装置 20 全体の部品点数が減少するので、液晶表示装置 20 の製造コストがさらに削減される。

【0042】液晶層 22 の各画素内の部分には、各画素内にある前方電極 45 および後方電極 46 によって、各画素の表示状態に応じた予め定める大きさの電圧が印加される。画素毎に、液晶層 22 のリターデーション値 R_{eL} と画素内の液晶層 22 への電圧の印加状態とに応じて、表示に用いられる光が液晶層 22 を後方面 34 から前方面 33 へ透過した後の偏光状態が定まる。光の液晶

層 2 2 透過後の偏光状態の変化に伴って、液晶層 2 2 透過後の光が前方位相差層 2 5 を後方面から前方面へ透過した後の偏光状態が変化しており、前方位相差層 2 5 透過後の偏光状態に応じて前方偏光層 2 3 が該光を選択的に透過させる。これによって、画素毎に、液晶層 2 2 への電圧の印加状態に応じて、白表示状態と黒表示状態とが切換えられる。白表示状態とは、前方位相差層 2 5 透過後の光が前方偏光層 2 3 を透過して装置外部に射出される状態である。黒表示状態とは、前方位相差層 2 5 透過後の光が前方偏光層 2 3 に遮断吸収される状態である。

【0043】図2は、表示明度を重視して設計されている本実施の形態の液晶表示装置20の透過型表示の際の单一画素の表示原理を説明するための図である。図1の液晶表示装置20において、背面光源28が発する光の全成分のうち、振動方向が後方偏光層24の吸収軸APrearに直交する直線偏光52の成分だけが、後方偏光層24を透過する。図1の液晶表示装置20においては、後方位相差層26のリタデーション値ReFrearが式3および式4の設定条件を満たしかつ後方遅相-後方吸收交差角rearが式5および式6の設定条件を満たすように、後方位相差層26および後方偏光層24が設計されている。この結果、後方偏光層24透過後の直線偏光52は、後方位相差層26を透過することによって円偏光が崩れた橙円偏光53になり、橙円偏光53のまま半透過反射層27を通過して、液晶層22に後方面34から入射する。

【0044】図1の液晶表示装置20において、液晶層22のリタデーション値ReLが式1および式2の設定条件を満たすように、液晶層22が設計されている。この結果、白表示状態に応じた電圧が液晶層22に印加されている場合、後方面34から液晶層22に入射した橙円偏光53は、液晶層22と前方位相差層25とを透過することによって、前方偏光層23の吸収軸APfrontと短軸が略平行な橙円偏光54になる。またこの結果、黒表示状態に応じた電圧が液晶層22に印加されている場合、後方面34から液晶層22に入射した橙円偏光53は、液晶層22と前方位相差層25とを通過することによって、前方偏光層23の吸収軸APfrontと長軸が略平行な橙円偏光55になる。これによって、白表示状態および黒表示状態のどちらであっても、前方位相差層25透過後の橙円偏光54, 55の全成分のうち、前方偏光層23の吸収軸APfrontと直交する直線偏光成分56, 57だけが、前方偏光層23を透過して液晶表示装置20の外に射出され、残余の成分は前方偏光層23に吸収または分散される。

【0045】黒表示状態における前方位相差層25透過後の橙円偏光55よりも、白表示状態における前方位相差層25透過後の橙円偏光54のほうが、長軸が長い。かつ、黒表示状態における前記橙円偏光55では長軸が

前方偏光層23の吸収軸APfrontと略平行になっているが、白表示状態における前記橙円偏光54は短軸が前方偏光層23の吸収軸APfrontと略平行になっている。これによって、黒表示状態よりも白表示状態のほうが、前方偏光層23を透過する光の光量は充分に多い。これによって図1の液晶表示装置20は、画素の白表示および黒表示の両方が可能になっている。

【0046】図2で説明されている本実施の形態の液晶表示装置20の透過型表示の表示原理と、図7で説明されている従来技術の液晶表示装置1の透過型表示の表示原理との違いは、下記の通りである。背面32からの入射光の後方位相差層透過後の偏光状態は、図7では円偏光になっているのに対し、図2では円偏光から崩れた状態になっている。このために、従来技術の液晶表示装置1および本実施の形態の液晶表示装置20のどちらでもでは、背面32からの入射光の白表示状態での前方位相差層透過後の偏光状態は前方偏光層の吸収軸と短軸が略平行な橙円偏光であるが、図7の橙円偏光の長軸よりも図2の橙円偏光54の長軸のほうが長くなっている。これによって、白表示状態において前方偏光層を透過する光の光量は、従来技術の液晶表示装置1よりも本実施の形態の液晶表示装置20のほうが多くなっている。また黒表示状態において、図7では前方位相差層透過後の光が前方偏光層に完全に吸収分散されているが、図2では前方位相差層25透過後の光の一部の成分が前方偏光層23を透過している。

【0047】以上の理由に基づき、透過型表示の際の表示明度を重視して設計されている本実施の形態の図1の液晶表示装置20とコントラストを重視して設計されている従来技術の図6の液晶表示装置1とを比較すると、図6の液晶表示装置1よりも図1の液晶表示装置20のほうが前後の位相差層による光学補償効果が小さくなるので透過型表示のコントラストが低下するが、図6の液晶表示装置1よりも図1の液晶表示装置20のほうが透過型表示の際に前方偏光層を透過する光の光量が増加するので、透過型表示の明るさが増大する。これによって、コントラスト重視の図6の液晶表示装置1よりも図1の液晶表示装置20のほうが、透過型表示が明るくなる。

【0048】液晶表示装置20は、図1の例では、具体的には、単純マトリクス型になっている。単純マトリクス型かつ両用型の液晶表示装置20の具体的構成は、下記の通りである。前方位相差層25および後方位相差層26は、材料がポリカーボネイトである一軸延伸位相差層によって実現される。半透過反射層27は、入射光の全成分内の一部の成分を反射し残余の成分を透過させることができた層厚のアルミニウム薄膜で実現される。半透過反射層27を実現するアルミニウム薄膜は、後方基板42の後方の面にアルミニウムを電着して形成されており、たとえば層厚が350である。

【0049】液晶セル40において、前方基板41および後方基板42は、ガラス基板で実現される。前方電極45および後方電極46は、ITO(インジウム-錫酸化物)で形成されているストライプ状の薄膜片でそれぞれ実現される。前方電極45は複数本あって相互に平行に配置されており、後方電極46も複数本あって相互に平行に配置されており、前方電極45は後方電極46に対してねじれの位置にある。各前方電極45の幅は215μmであり、隣合う2本の前方電極45の間隔は25μmである。各後方電極46の幅は73μmであり、隣合う2本の後方電極46の間隔は10μmである。表示面31側から見て前方電極45と後方電極46とがねじれの位置関係で対向する部分をマトリクス状に配置させるために、表示面31側から見て、前方電極45の長手方向と後方電極46の長手方向とは相互に直交している。これによって液晶セル40が単純マトリクス型になる。

【0050】液晶層22は、左旋光性を持つカイラル剤を添加したネマティック混合液晶から形成されている。液晶層22の厚さd1は5.95μmである。前方配向膜43および後方配向膜46は、ポリイミド系の薄膜にラビング処理を施して形成されているポリイミド系配向膜によって、実現される。前方配向膜43および後方配向膜46の配向方向は、液晶層22内の液晶分子のツイスト角LCが240度になるように設定されている。これによって液晶セル40がSTN型になる。液晶セル40がSTN型に構成されていれば、図1の液晶表示装置20の構造の簡略化が可能になるので、液晶表示装置20の製造コストを低減させて、液晶表示装置20の低価格化を図ることができる。

【0051】背面光源28は、光源ランプ47と導光板48とを含む。光源ランプ47から発せられる可視光は、導光板48の端面から導光板48の内部に入射されて導かれ、導光板48の片側表面から液晶表示装置20の背面32に向かって出射する。好ましくは、光源ランプ47が発する可視光が導光板48前方面の全体に拡散的に射出されており、かつ該導光板48前方面からの射出光の光量が該前方面全体で均一になるように、導光板48が設計されている。なお本発明の液晶表示装置20の部品の具体的構成は、以上説明した具体的構成には限定されない。

【0052】図1の液晶表示装置20において、前後の位相差層25、26および液晶層22にはどれも波長分散性があるので、層が厚くなるほど光の波長に因る偏光の差が大きくなる。ゆえに各層のリタデーション値ReF_{rear}、ReF_{front}、ReLの基準値を定義する上記の式2、式4、式8の任意整数K、L、Jがそれぞれ小さい値を取るほど、光の波長に因る偏光の差が小さくなるので、好ましい。また液晶表示装置20は可視光を表示に利用するので、各層のリタデーション値ReF_{rea}

r、ReF_{front}、ReLは可視光の波長を基準に設定される。特に波長550nmの光は可視光の波長範囲内において視覚感度が最高になる波長の光なので、リタデーション値設定の基準に好適に用いられる。また透過型表示の際には背面光源28から発せられる光が表示に用いられるので、後方位相差層26のリタデーション値ReF_{rear}および液晶層22のリタデーション値ReLは、背面光源28からの発光の波長に基づいて設定されることが好ましい。

【0053】図1の両用型の液晶表示装置20における前後の位相差層のリタデーション値の最適構成は下記の通りになっている。背面32からの入射光の波長rearが550nmである場合、任意整数Kが0である場合の波長550nmに対する基準値CR_{ef}rearである138nmが、後方位相差層26のリタデーション値ReF_{rear}の最適値に採用される。また入射光の波長frontが550nmである場合、前方位相差層25のリタデーション値ReF_{front}も、任意整数Jが0である場合の波長550nmに対する基準値CR_{ef}frontである138nmが好ましい。なお図1の液晶表示装置20の各位相差層25、26の具体的なリタデーション値ReF_{front}、ReF_{rear}は、以上説明した具体値には限定されない。

【0054】図1の両用型の液晶表示装置20における液晶層22のリタデーション値の最適構成は下記の通りである。背面32からの入射光の波長rearが550nmである場合、液晶層22のリタデーション値ReLの最適値は800nmになっている。これは、波長rearが550nmの背面32からの入射光に対して、任意整数Lが2である場合の基準値CR_{ef}Lである825nmを基準として、液晶表示装置の実際の光学特性が良くなるように、実験によって合わせ込んで設定された値である。液晶層22のリタデーション値ReLが800nmである場合、液晶層22の厚さd1は5.95μmであり、かつ液晶材料の光学異方性n1は0.1320である。なお図1の液晶表示装置20の液晶層22の具体的なリタデーション値ReLは、以上説明した具体値には限定されない。

【0055】各位相差層25、26のリタデーション値ReF_{front}、ReF_{rear}の最適値および液晶層の22のリタデーション値ReLの最適値を上述のように定めるのは、下記の理由に基づく。各位相差層および液晶層のリタデーション値ReF_{front}、ReF_{rear}；ReLは、光の波長によって異なる。光の波長が変わっても波長毎の各層のリタデーション値ReF_{front}、ReF_{rear}；ReLの比は変わらないが、リタデーション値ReF_{front}、ReF_{rear}；ReLが大きくなると、光の波長の変化に伴い、前記比が同じであるのでリタデーション値ReF_{front}、ReF_{rear}；ReLの実際の値の差が大きくなってしまう。このような光の波長によるリタデー

ション値 R_{eF} front, R_{eF} rear; R_{eL} の差を少なくするために、リタデーション値 R_{eF} front, R_{eF} rear; R_{eL} は小さいほうが好ましい。ゆえに各リタデーション値 R_{eF} front, R_{eF} rear; R_{eL} の基準値の定義式 4, 8, 2 内部の任意整数 K, J, L が小さいほど好ましい。このために、各位相差層 25, 26 のリタデーション値 R_{eF} front, R_{eF} rear の最適値は、前記任意整数 K, J に最小値である 0 を代入して得られる値を最適値として採用している。

【0056】また液晶層のリタデーション値 R_{eL} が前記任意整数 $L = 2$ の値を元にしているのは、上記理由に加えて、下記の理由に基づく。液晶材料等の液晶層 22 の構成を変化させても、液晶層 22 の光学異方性 n_1 はほぼ同じような値をとるので、液晶層 22 の光学異方性 n_1 を大きく調整することは困難である。また液晶層 22 の層厚 d_1 は一般に $5 \mu m \sim 7 \mu m$ であり、これ以上薄くすると液晶の配向および装置の生産性等の問題が生じる恐れがある。上記の光学異方性 n_1 および層厚 d_1 の限定条件を鑑みると、液晶層 22 のリタデーション値 R_{eL} は $800 nm$ 付近の値になる。このために、最適値設定時に上記限定条件を考慮しつつ前記任意整数 L ができるだけ小さくなるようにすると、該任意整数 L は 2 に設定される。

【0057】図 1 の両用型の液晶表示装置 20 における後方遅相 - 後方吸収交差軸 rear の最適値は、35 度および 55 度の 2 通りある。後方遅相 - 後方吸収交差軸 rear は、35 度および 55 度のいずれか一方に近い程好ましく、35 度および 55 度がどちらも最適である。後方遅相 - 後方吸収交差軸 rear が 35 度または 55 度に近いほど、後方偏光層 24 と後方位相差層 26 と半透過反射層 27 とを透過して液晶層 22 の後方面 34 の直前に達する光の偏光状態をより適切な状態にすることが可能になるので、透過型表示の際により明るい表示が可能になる。

【0058】従来技術の液晶表示装置のようコントラスト C_0 が最大になるように開発されている場合、後方遅層 - 後方吸収交差軸 rear の最適値は 45 度および 135 度になっている。これに対し本実施の形態の液晶表示装置 20 はコントラスト C_0 よりも表示の明るさを重視した構成なので、従来技術とは異なり、後方遅層 - 後方吸収交差軸 rear の最適値が 35 度および 55 度になっている。また本実施の形態の液晶表示装置の後方遅相 - 後方吸収交差軸 rear の最適値である 35 度および 55 度は、図 1 の構成の液晶表示装置において透過表示の際のコントラスト C_0 が 3 になる場合の後方遅相 - 後方吸収交差軸 rear の値である。これは、表示の明るさとトレードオフの関係にあるコントラストが最低 3 あれば、充分な表示が得られるためである。

【0059】後方遅相 - 後方吸収交差軸 rear は、概ね 35 度または概ね 55 度であれば好ましい。後方遅相

10

20

30

40

- 後方吸収交差軸 rear は、0 度より大きく 90 度未満であって 45 度を除く角度範囲内の値であれば、35 度また 55 度近傍の値でもよい。後方遅相 - 後方吸収交差軸 rear の最適範囲は、35 度を含む予め定める範囲または 55 度を含む予め定める範囲であり、たとえば経験的に 35 度 \pm 3 度以内の範囲または 55 度 \pm 3 度以内の範囲が許容されている。

【0060】図 3 (A) ~ 図 3 (C) は、後方遅相 - 後方吸収交差軸 rear が 35 度である状況下の図 1 の液晶表示装置 20 において、液晶層 22 と前後の偏光層 23, 24 と前後の位相差層 25, 26 との最適な軸配置を示す図である。図 4 (A) ~ 図 4 (C) は、後方遅相 - 後方吸収交差軸 rear が 55 度である状況下において、液晶層 22 と前後の偏光層 23, 24 と前後の位相差層 25, 26 との最適な軸配置を示す図である。図 3 と図 4 を合わせて説明する。

【0061】図 3 (A) および図 4 (A) に示すように、後方遅相 - 後方吸収交差軸 rear が 35 度および 55 度のどちらであっても、液晶分子のツイスト角 L_C が +240 度である場合、液晶層後方面 34 に最近接する液晶分子の長軸方向 $ALCL$ の基準軸 AC に対する角度 LCL の最適値は、-30 度になっている。図 3 (B) および図 4 (B) に示すように、後方遅相 - 後方吸収交差軸 rear が 35 度および 55 度のどちらであっても、前方吸収 - 前方遅相交差角 $front$ の最適値は 45 度であり、前方偏光層 23 の吸収軸 AP_{front} と液晶層後方面 34 に最近接する液晶分子の長軸方向 $ALCL$ との交差角（以後「前方吸収 - 後方長軸交差角」と略記する） $front$ の最適値は 55 度であり、前方偏光層 23 の吸収軸 AP_{front} の基準軸 AP に対する角度 P_{front} の最適値は +25 度である。

【0062】後方遅相 - 後方吸収交差角 rear が 35 度であれば、図 3 (C) に示すように、後方偏光層 24 の吸収軸 AP_{rear} と液晶層後方面 34 に最近接する液晶分子の長軸方向 $ALCL$ との交差角（以後「後方吸収 - 後方長軸交差角」と略記する） $rear$ の最適値は 40 度であり、後方位相差層遅相軸 AF_{rear} の基準軸 AC に対する角度 F_{rear} の最適値は +45 度であり、後方偏光層吸収軸 AP_{rear} の基準軸 AP に対する角度 P_{rear} の最適値は +10 度である。また後方遅相 - 後方吸収交差軸 rear が 55 度であれば、図 4 (C) に示すように、後方吸収 - 後方長軸交差角 $rear$ の最適値は 70 度であり、後方位相差層遅相軸 AF_{rear} の基準軸 AC に対する角度 F_{rear} の最適値は -45 度であり、後方偏光層吸収軸 AP_{rear} の基準軸 AC に対する角度 P_{rear} の最適値は -100 度である。なお本発明の液晶表示装置 20 の各層の軸配置は、以上説明した具体値には限定されない。

【0063】図 1 の液晶表示装置は反射型表示と透過型表示との両方が可能なので、前方遅相 - 前方吸収交差軸

front等の前方偏光層23および前方位相差層25の構成は反射型表示の際にコントラストが最大になるように、周知の理論を用いて設定されている。このために前方遅相-前方吸収交差軸 frontの最適値は45度になっている。また前方吸収-前方長軸交差角 frontの最適値55度は、コントラストが最大になるように、シミュレーションおよびサンプルとして作成された液晶表示装置の表示の目視確認によって設定された値である。このように設定されている前方偏光層23と前方位相差層25と液晶層22との構成に合わせて透過型表示の明るさが最大になるように後方偏光層24および後方位相差層26の構成を設定すると、図1の液晶表示装置20における各層の軸の最適配置が図4および図5のように規定される。後方吸収-後方長軸交差角 rearの最適値である40度および70度は、コントラストが最大になるように、シミュレーションおよびサンプルとして作成された液晶表示装置の表示の目視確認によって設定された値である。

【0064】表示明度重視の本実施の形態の液晶表示装置20とコントラスト重視の従来技術の液晶表示装置1との比較のために、本願発明人は以下に説明する実験を行っている。比較実験のサンプルとして、後方偏光層および後方位相差層の軸配置ならびに後方位相差層および液晶層のリターデーション値だけが異なる両用型の液晶表示装置が作成され、サンプル毎に、液晶表示装置の透過型表示の状態を示すパラメータとして、透過型表示の際のコントラストと透過型表示の際の透過率とがそれぞれ測定されている。サンプルである両用型液晶表示装置の構成のうち、後方偏光層および後方位相差層の軸配置ならびに位相差層および液晶層のリターデーション値以外の*30

	$\Delta\phi_{rear}$	コントラスト	透過率 (%)
従来技術 (図5)	45度	5.3	1.80
第1実施例(図3)	35度	3.1	3.12
第2実施例(図4)	55度	3.0	3.53

【0068】表1は、上記の比較実験における3つのサンプルの測定結果を示す。表1から分かるように、従来技術の液晶表示装置よりも本発明の第1実施例および第2実施例の液晶表示装置のほうがコントラストは若干低くなっているが、従来技術の液晶表示装置よりも本発明の第1実施例および第2実施例の液晶表示装置のほうが透過率が高くなっている。これによって、従来技術の液晶表示装置1よりも図1の液晶表示装置20のほうが、透過型表示の際に、明るく見やすい表示を行うことができる判る。また、第1および第2実施例の液晶表示装置のコントラストはほぼ等しいが、第1実施例よりも第2実施例のほうが透過率が向上している。これによって図1の液晶表示装置20において、後方遅相-後方吸収交差角 rearが55度の場合がより好ましいこと

10 *残余構成は、図1の説明で述べた該部品の具体的構成と等しい。

【0065】コントラストおよび透過率測定時には、画素が白表示状態の場合と画素が黒表示状態の場合との2通りの場合それぞれにおいて、背面光源28からの拡散光が入射光として背面から液晶表示装置内部に入射され、液晶表示装置内部を通過して表示面内の直径10mmの領域から正面2度の視野方向に向かって射出される透過光が測定されている。背面への入射光の光量に対する表示面からの射出光の光量の比が、透過率として定義される。白表示状態での透過率に対する黒表示状態の透過率の比が最大の状況下において測定されている白表示状態の画素からの射出光の光量と黒表示状態の画素からの射出光の光量との比が、コントラストとして定義される。

【0066】比較実験の3つのサンプルのうちの本発明の実施例である2つは、表示明度を重視して設計されており、図3および図4でそれぞれ説明している軸配置であってかつ式1～式6で説明した条件を満たす。比較実験のサンプルのうちの従来技術である残りの1つは、図5に示す軸配置であってかつ後方位相差層および液晶層がコントラストを重視して設計されている。図5の軸配置では、前方偏光層23と前方位相差層25と液晶層22との設計は図3および図4と等しく、後方遅相-後方吸収交差軸 rearが45度であって、後方偏光層吸収軸AP rearの基準軸ACに対する角度P rearが0度になっている。

【0067】

【表1】

が分かる。また本願発明人は、上記比較実験の3つのサンプルの透過型表示の状態を目視確認している。目視確認の結果、従来技術の液晶表示装置よりも第1および第2実施例の液晶表示装置のほうが、透過型表示が明るく見やすいことを、本願発明人が確認している。

【0069】上述した図1の液晶表示装置20は、背面32からの入射光を利用する透過型表示だけでなく、表示面31からの入射光を利用する反射型表示が可能である。好ましくは、液晶表示装置20の表示面31から入射する外光の光量に応じて、透過型表示と反射型表示とが使分けられる。表示面31から入射する外光の光量が予め定める基準光量以上であれば反射型表示が選ばれ、該外光の光量が該基準光量未満であれば透過型表示が選ばれる。反射型表示の際には、背面光源28を停止させ

ることが可能なので、背面光源28の消費電力を抑制することができる。また図1の液晶表示装置20に従来技術の液晶表示装置1と同程度の明るさの透過型表示を行わせる場合、従来技術の液晶表示装置1より図1の液晶表示装置20のほうが所定光量の光が背面32から入射される場合の透過型表示が明るくなっているので、従来技術の液晶表示装置1より図1の液晶表示装置20のほうが、背面光源28からの光の光量を減少させて背面光源28の消費電力を抑制させることができる。このように図1の両用型の液晶表示装置20は、従来技術の液晶表示装置1よりも、背面光源28の消費電力を抑制することができる。

【0070】本実施の形態の液晶表示装置20は本発明の液晶表示装置の例示であり、主要な構成が等しければ、他の様々な形で実現することができる。特に液晶表示装置20の各構成部品の詳細な構成は、同じ効果が得られるならば、上述の構成に限らず、他の構成によって実現されてもよい。たとえば、図1の液晶表示装置20は、2層の偏光層23、24と2層の位相差層25、26と液晶層22とを最低限備えていて、後方位相差層26および液晶層22の光学的構成が上記の式1～式6を満たしていれば良く、その他の構成部品は適宜増減されても良い。たとえば図1の液晶表示装置20は、半透過反射層27が省略された透過型の構成になっていてよい。

【0071】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、前後の各偏光層と液晶層との間に位相差層が介在される構成の液晶表示装置において、液晶層の厚みと該液晶層の光学異方性との積 $d_1 \times n_1$ が背面からの入射光の波長 λ の約 $[1/2 + L/2]$ 倍の値 (L は0以上の整数) に選ばれており、液晶層後方の位相差層のリタデーション値が背面からの入射光の波長 λ の約 $[1/4 + K/2]$ 倍の値 (K は0以上の整数) に選ばれており、かつ後方偏光層吸収軸と後方位相差層遅相軸との交差角 θ が0度より大きく90度未満であってかつ45度を除く範囲内の値に選ばれている。この結果、背面からの入射光の液晶層入射直前の偏光状態が円偏光ではなく橢円偏光になるので、透過型表示が充分明るくなる。これによって液晶表示装置は、透過型表示の際の表示品位を実用上充分な程度に得ることができる。

【0072】また本発明に従えば、液晶層と後方位相差層との間に半透過反射層がさらに配置されている。これによって、透過型表示と反射型表示とを適宜切換える可能

であり、かつ透過型表示の明るさが向上されているので、液晶表示装置が使いやすくなる。さらにまた本発明によれば、後方偏光層吸収軸と後方位相差層遅相軸との交差角 θ が、35度を含む所定範囲内の値、または55度を含む所定範囲内の値に選ばれてる。これらによって液晶表示装置は、透過型表示の際により明るい表示が可能になる。さらにまた本発明によれば、液晶層がSTN型に構成されているので、液晶表示装置の製造コストを低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態である液晶表示装置20の構成を示す断面図である。

【図2】図1の液晶表示装置20の透過型表示の表示原理の説明図である。

【図3】後方遅相 - 後方吸収交差角 θ が35度である状況下の図1の液晶表示装置20の最適な光学軸の配置を示す図である。

【図4】後方遅相 - 後方吸収交差角 θ が55度である状況下の図1の液晶表示装置20の最適な光学軸の配置を示す図である。

【図5】後方遅相 - 後方吸収交差角が45度である状況下の従来技術の図6の液晶表示装置20の最適な光学軸の配置を示す図である。

【図6】従来技術の液晶表示装置1の構成を示す断面図である。

【図7】図6の液晶表示装置1の透過型表示の表示原理の説明図である。

【符号の説明】

20 液晶表示装置

22 液晶層

23 前方偏光層

24 後方偏光層

25 前方位相差層

26 後方位相差層

27 半透過反射層

28 背面光源

θ 液晶層のリタデーション値

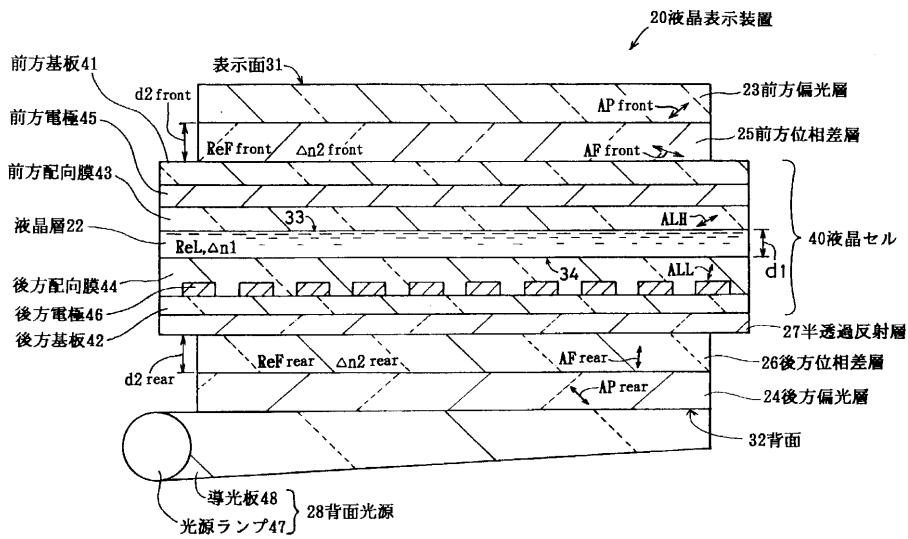
θ_F 前方位相差層のリタデーション値

θ_R 後方位相差層のリタデーション値

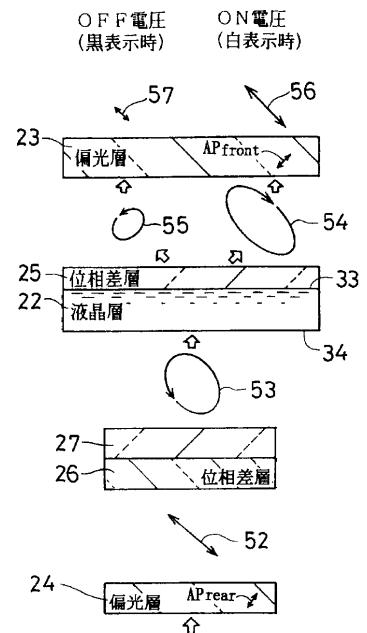
θ_F 前方偏光層の吸収軸と前方位相差層の遅相軸との交差角

θ_R 後方偏光層の吸収軸と後方位相差層の遅相軸との交差角

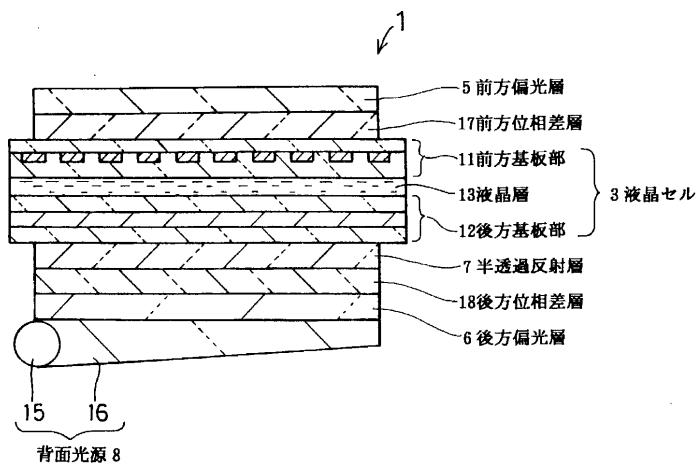
【図1】



【図2】

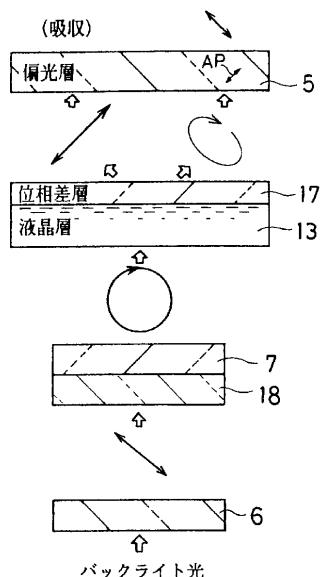


【図6】

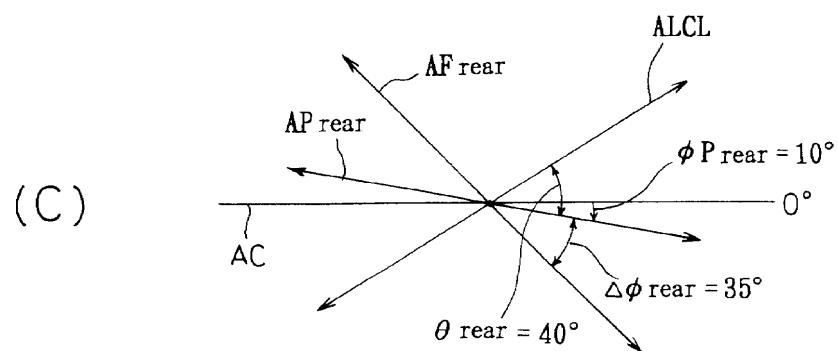
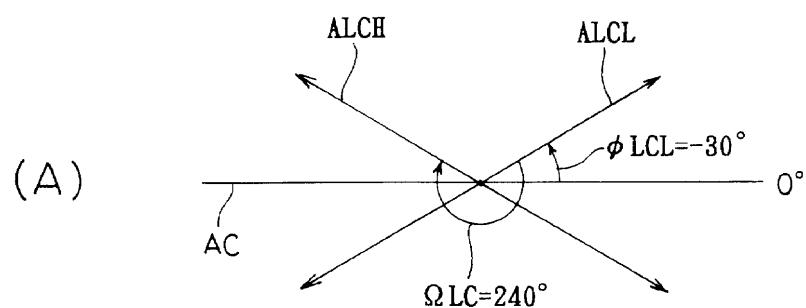
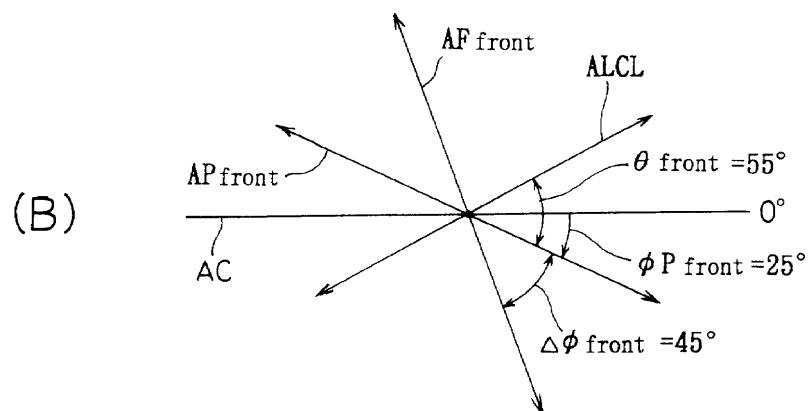


【図7】

(黒表示時) (白表示時)

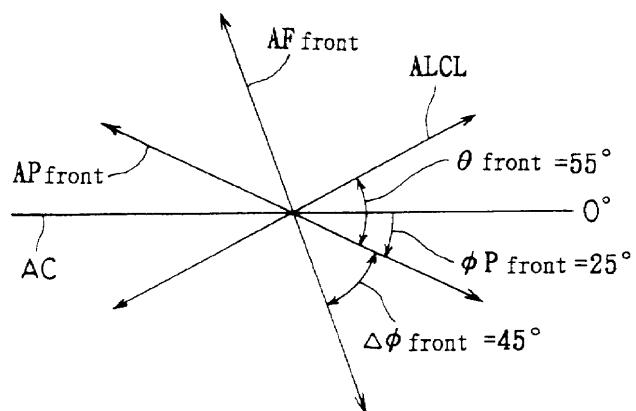


【図3】

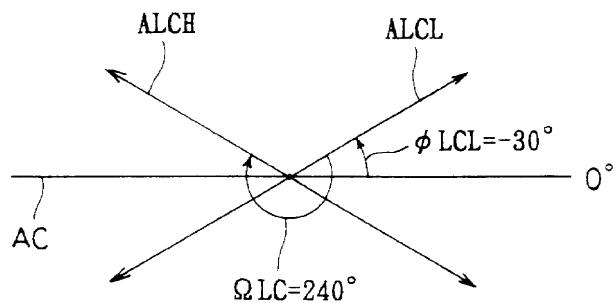


【図4】

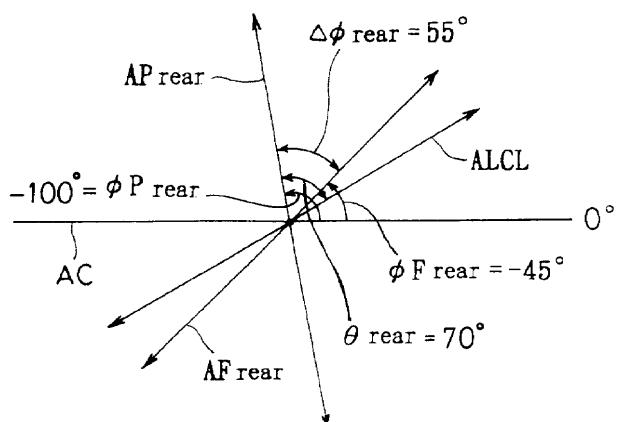
(B)



(A)

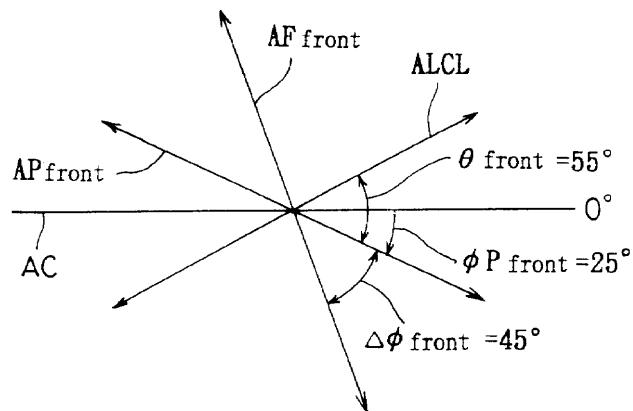


(C)

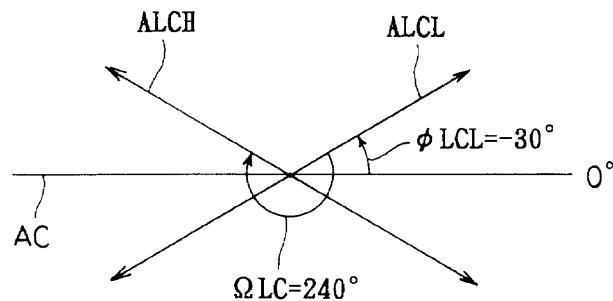


【図5】

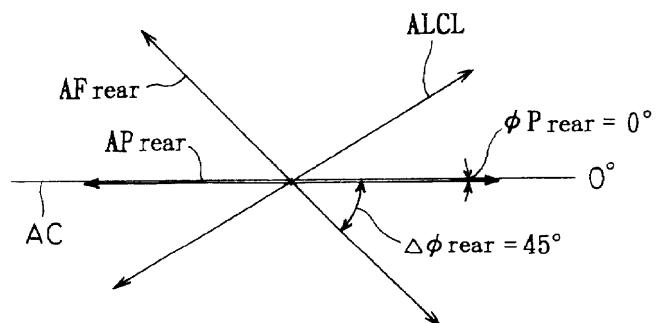
(B)



(A)



(C)



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H089 QA16 RA05 RA10 SA07 TA14
TA15 TA17 TA18 TA20
2H091 FA07X FA07Z FA11X FA14Z
FA15X FA23Z FA41Z HA10
KA02 LA17 LA18
5C094 AA10 AA44 BA45 CA19 DA12
DA13 EA04 EA05 EB03 ED14
ED20 JA09 JA11

专利名称(译)	液晶表示装置		
公开(公告)号	JP2001343645A	公开(公告)日	2001-12-14
申请号	JP2000163458	申请日	2000-05-31
[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	中嶋伸向		
发明人	中嶋 伸向		
IPC分类号	G02F1/133 G02F1/13363 G09F9/30 G09F9/35		
FI分类号	G02F1/13363 G02F1/133.500 G09F9/30.349.E G09F9/35		
F-TERM分类号	2H089/QA16 2H089/RA05 2H089/RA10 2H089/SA07 2H089/TA14 2H089/TA15 2H089/TA17 2H089/TA18 2H089/TA20 2H091/FA07X 2H091/FA07Z 2H091/FA11X 2H091/FA14Z 2H091/FA15X 2H091/FA23Z 2H091/FA41Z 2H091/HA10 2H091/KA02 2H091/LA17 2H091/LA18 5C094/AA10 5C094/AA44 5C094/BA45 5C094/CA19 5C094/DA12 5C094/DA13 5C094/EA04 5C094/EA05 5C094/EB03 5C094/ED14 5C094/ED20 5C094/JA09 5C094/JA11 2H189/HA16 2H189/JA05 2H189/JA08 2H189/KA07 2H189/LA16 2H189/LA17 2H189/LA19 2H189/LA20 2H189/LA22 2H191/FA22X 2H191/FA22Y 2H191/FA22Z 2H191/FA30X 2H191/FA30Y 2H191/FA30Z 2H191/FA32Y 2H191/FA32Z 2H191/FA71Z 2H191/FB02 2H191/FB14 2H191/FC08 2H191/FD09 2H191/FD12 2H191/HA09 2H191/KA02 2H191/KA04 2H191/LA31 2H191/NA03 2H291/FA22X 2H291/FA22Y 2H291/FA22Z 2H291/FA30X 2H291/FA30Y 2H291/FA30Z 2H291/FA32Y 2H291/FA32Z 2H291/FA71Z 2H291/FB02 2H291/FB14 2H291/FC08 2H291/FD09 2H291/FD12 2H291/HA09 2H291/KA02 2H291/KA04 2H291/LA31 2H291/NA03		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提高两用液晶显示装置的透射式显示器的亮度。在能够同时进行透射显示和反射显示的液晶显示装置(20)中，在STN型液晶层(22)与偏振层(23、24)之间设有用于光学补偿的相位差层(25、26)。半透射反射层27介于液晶层22和后延迟层26之间。液晶层22的延迟值ReL被选择为来自后表面32的入射光的波长λrear的1/2左右(L是0以上的整数)，后延迟层26被选择为[1/2 + L / 2]倍。延迟值ReFrear，选择波长λrear约为(1/4 + K / 2)倍(K为0以上的整数)的值，后偏振层吸收轴APrear和后延迟层慢轴AFrear交叉角Δφrear大于0度且小于90度，并且被选择为在除45度之外的范围内的值。这提高了液晶显示装置20的透射式显示器的亮度。

