

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4649149号  
(P4649149)

(45) 発行日 平成23年3月9日(2011.3.9)

(24) 登録日 平成22年12月17日(2010.12.17)

(51) Int. Cl. F I  
**GO2F 1/1335 (2006.01)** GO2F 1/1335 510  
**GO2B 5/30 (2006.01)** GO2B 5/30  
**GO2F 1/13363 (2006.01)** GO2F 1/13363

請求項の数 3 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2004-259874 (P2004-259874)	(73) 特許権者	302020207
(22) 出願日	平成16年9月7日(2004.9.7)		東芝モバイルディスプレイ株式会社
(65) 公開番号	特開2006-78572 (P2006-78572A)		埼玉県深谷市幡羅町一丁目9番地2
(43) 公開日	平成18年3月23日(2006.3.23)	(74) 代理人	100091351
審査請求日	平成19年8月20日(2007.8.20)		弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100108855
			弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100084618
			弁理士 村松 貞男
		(74) 代理人	100092196
			弁理士 橋本 良郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マトリクス状に配置された複数の画素を有する液晶表示装置であって、  
 互いに対向して配置された第1基板と第2基板との間に液晶層を保持し、各画素にカラーフィルタが配置された透過型の液晶表示パネルと、

前記第1基板の前記液晶層を保持する面とは反対の外面に設けられ、楕円偏光の偏光状態を有する光を通過する第1偏光制御素子と、

前記第2基板の前記液晶層を保持する面とは反対の外面に設けられ、前記第1偏光制御素子を通過した楕円偏光とは逆回りの楕円偏光の偏光状態を有する光を通過する第2偏光制御素子と、を備え、

前記第1偏光制御素子及び前記第2偏光制御素子のそれぞれは、1枚の偏光板と、1枚の位相差板とで構成され、前記位相差板は1/4波長板であり、

前記液晶層は、画面の水平方向に対応するX軸と画面の垂直方向に対応するY軸とで規定されるX-Y平面内において、X軸とのなす角度が225°の方位、あるいは、X軸とのなす角度が300°乃至315°の方位にホモニアス配向した液晶分子を含み、

カラー表示に利用されるすべての波長範囲の光に対して略均一な楕円率を有する楕円偏光を利用することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】

前記第1偏光制御素子側から前記液晶表示パネルを照明するバックライトユニットを備えたことを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

## 【請求項 3】

表示モードがノーマリーホワイトであることを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

この発明は、液晶表示装置に係り、特に、バックライト光を利用して画像を表示する透過型液晶表示装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

透過型液晶表示装置は、液晶表示パネルを構成するアレイ基板及び対向基板の外面にそれぞれ光の偏光状態を制御する偏光制御素子を備えている。これらの偏光制御素子は、偏光板と、2種類の位相差板（所定波長の光に対して常光線と異常光線との間に1/2波長の位相差を与える1/2波長板、及び、所定波長の光に対して常光線と異常光線との間に1/4波長の位相差を与える1/4波長板）とを組み合わせる構成された円偏光板である。すなわち、偏光制御素子は、液晶層に入射する所定波長の光の偏光状態を円偏光のように制御するものである（例えば、特許文献1参照。）。

## 【0003】

このような構成の液晶表示装置は、様々な用途で利用可能であるが、その特徴から携帯機器の表示装置としての用途が高まっている。携帯機器への利用を考慮する際、実使用の観点から画像を表示した時の視野角特性の改善が強く要望されている。

## 【0004】

例えば、それぞれの偏光制御素子が上述したような2種類の位相差板を含んで構成された液晶表示装置では、その視野角特性は、 $30^\circ$ （ $CR$ （コントラスト） $=10$ ）とかなり狭く課題となっている。特に、視線を液晶表示パネルの法線方向から画面の上側及び下側に倒して観察した場合の視野角特性の向上が望まれている。

【特許文献1】特開平01-270024号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

この発明は、上述した問題点に鑑みなされたものであって、その目的は、薄型化及び低コスト化が実現できるとともに、光学特性の良好な液晶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】

## 【0006】

本実施形態によれば、

マトリクス状に配置された複数の画素を有する液晶表示装置であって、

互いに対向して配置された第1基板と第2基板との間に液晶層を保持し、各画素にカラーフィルタが配置された透過型の液晶表示パネルと、

前記第1基板の前記液晶層を保持する面とは反対の外面に設けられ、楕円偏光の偏光状態を有する光を通過する第1偏光制御素子と、

前記第2基板の前記液晶層を保持する面とは反対の外面に設けられ、前記第1偏光制御素子を通過した楕円偏光とは逆回りの楕円偏光の偏光状態を有する光を通過する第2偏光制御素子と、を備え、

前記第1偏光制御素子及び前記第2偏光制御素子のそれぞれは、1枚の偏光板と、1枚の位相差板とで構成され、前記位相差板は1/4波長板であり、

前記液晶層は、画面の水平方向に対応するX軸と画面の垂直方向に対応するY軸とで規定されるX-Y平面内において、X軸とのなす角度が $225^\circ$ の方位、あるいは、X軸とのなす角度が $300^\circ$ 乃至 $315^\circ$ の方位にホモジニアス配向した液晶分子を含み、

カラー表示に利用されるすべての波長範囲の光に対して略均一な楕円率を有する楕円偏光を利用することを特徴とする液晶表示装置が提供される。

10

20

30

40

50

## 【発明の効果】

## 【0007】

この発明によれば、薄型化及び低コスト化が実現できるとともに、光学特性の良好な液晶表示装置を提供することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0008】

以下、この発明の一実施の形態に係る液晶表示装置について図面を参照して説明する。

## 【0009】

図1及び図2に示すように、液晶表示装置は、アクティブマトリクスタイプの透過型カラー液晶表示装置であって、液晶表示パネルLPNを備えている。この液晶表示パネルLPNは、アレイ基板(第1基板)ARと、アレイ基板ARと互いに対向して配置された対向基板(第2基板)CTと、これらアレイ基板ARと対向基板CTとの間に保持された液晶層LQと、を備えて構成されている。

10

## 【0010】

また、この液晶表示装置は、アレイ基板ARの液晶層LQを保持する面とは反対の外面に設けられた第1偏光制御素子POL1、及び、対向基板CTの液晶層LQを保持する面とは反対の外面に設けられた第2偏光制御素子POL2を備えている。さらに、この液晶表示装置は、第1偏光制御素子POL1側から液晶表示パネルLPNを照明するバックライトユニットBLを備えている。

## 【0011】

20

このような液晶表示装置は、画像を表示する表示領域DSPにおいて、 $m \times n$ 個のマトリクス状に配置された複数の画素PXを備えている。

## 【0012】

アレイ基板ARは、ガラス板や石英板などの光透過性を有する絶縁基板10を用いて形成される。すなわち、このアレイ基板ARは、表示領域DSPにおいて、画素毎に配置された $m \times n$ 個の画素電極EP、これら画素電極EPの行方向に沿ってそれぞれ形成されたn本の走査線Y( $Y_1 \sim Y_n$ )、これら画素電極EPの列方向に沿ってそれぞれ形成されたm本の信号線X( $X_1 \sim X_m$ )、各画素PXにおいて走査線Yと信号線Xとの交差位置近傍に配置された $m \times n$ 個のスイッチング素子W(例えば薄膜トランジスタ)、液晶容量CLCと並列に補助容量CSを構成するよう画素電極EPに容量結合する補助容量線AYなどを備えている。

30

## 【0013】

アレイ基板ARは、さらに、表示領域DSPの周辺の駆動回路領域DCTにおいて、n本の走査線Yに接続された走査線ドライバYD、及び、m本の信号線Xに接続された信号線ドライバXDの少なくとも一部を備えている。走査線ドライバYDは、コントローラCNTによる制御に基づいてn本の走査線Yに順次走査信号(駆動信号)を供給する。また、信号線ドライバXDは、コントローラCNTによる制御に基づいて各行のスイッチング素子Wが走査信号によってオンするタイミングでm本の信号線Xに映像信号(駆動信号)を供給する。これにより、各行の画素電極EPは、対応するスイッチング素子Wを介して供給される映像信号に応じた画素電位にそれぞれ設定される。

40

## 【0014】

各スイッチング素子Wは、Nチャネル薄膜トランジスタであり、絶縁基板10上に配置されたポリシリコン半導体層12を備えている。ポリシリコン半導体層12は、チャンネル領域12Cを挟んだ両側にそれぞれソース領域12S及びドレイン領域12Dを有している。このポリシリコン半導体層12は、ゲート絶縁膜14によって覆われている。

## 【0015】

スイッチング素子Wのゲート電極WGは、1本の走査線Yに接続され(あるいは走査線Yと一体的に形成され)、走査線Y及び補助容量線AYとともにゲート絶縁膜14上に配置されている。これらゲート電極WG、走査線Y、及び、補助容量線AYは、層間絶縁膜16によって覆われている。

50

## 【 0 0 1 6 】

スイッチング素子Wのソース電極WS及びドレイン電極WDは、層間絶縁膜16上においてゲート電極WGの両側に配置されている。ソース電極WSは、1個の画素電極EPに接続されるとともに、ポリシリコン半導体層12のソース領域12Sにコンタクトしている。ドレイン電極WDは、1本の信号線Xに接続される(あるいは信号線Xと一体に形成される)とともに、ポリシリコン半導体層12のドレイン領域12Dにコンタクトしている。これらソース電極WS、ドレイン電極WD、及び信号線Xは、有機絶縁膜18によって覆われている。

## 【 0 0 1 7 】

画素電極EPは、有機絶縁膜18上に配置され、ソース電極WSと電気的に接続されている。この画素電極EPは、インジウム・ティン・オキサイド(ITO)などの光透過性を有する金属膜によって形成される。すべての画素PXに対応した画素電極EPは、配向膜20によって覆われている。

10

## 【 0 0 1 8 】

一方、対向基板CTは、ガラス板や石英板などの光透過性を有する絶縁基板30を用いて形成される。すなわち、この対向基板CTは、表示領域DSPにおいて、各画素PXを区画するブラックマトリクス32、ブラックマトリクス32によって囲まれた各画素に配置されたカラーフィルタ34、単一の対向電極ETなどを備えている。

## 【 0 0 1 9 】

ブラックマトリクス32は、アレイ基板ARに設けられた走査線Yや信号線Xなどの配線部に対向するように配置されている。カラーフィルタ34は、互いに異なる複数の色、例えば赤色、青色、緑色といった3原色にそれぞれ着色された着色樹脂によって形成されている。赤色着色樹脂、青色着色樹脂、及び緑色着色樹脂は、それぞれ赤色画素、青色画素、及び緑色画素に対応して配置されている。

20

## 【 0 0 2 0 】

対向電極ETは、すべての画素PXの画素電極EPに対向するように配置されている。この対向電極ETは、インジウム・ティン・オキサイド(ITO)などの光透過性を有する金属膜によって形成される。また、この対向電極ETは、配向膜36によって覆われている。

## 【 0 0 2 1 】

このような対向基板CTと上述したようなアレイ基板ARとをそれぞれの配向膜20及び36が対向するように配置したとき、両者の間に配置された図示しないスペーサにより、所定のギャップが形成される。この実施の形態では、各画素PXのギャップは約4.8 $\mu$ mに設定した。

30

## 【 0 0 2 2 】

液晶層LQは、これらアレイ基板ARの配向膜20と対向基板CTの配向膜36との間に形成されたギャップに封入された液晶分子40を含む液晶組成物で構成されている。この実施の形態では、液晶組成物としてMJ012166(メルク社製、 $n = 0.061$ )を適用し、液晶分子40のツイスト角は0degのホモジニアス配向とした。

## 【 0 0 2 3 】

第1偏光制御素子POL1及び第2偏光制御素子POL2は、これらを通じた光の偏光状態を制御する。すなわち、第1偏光制御素子POL1は、液晶層LQに楕円偏光の偏光状態を有する光が入射するように自身を通ずる光の偏光状態を制御する。したがって、第1偏光制御素子POL1に入射したバックライト光の偏光状態は、第1偏光制御素子POL1を通過した際に例えば反時計回りの楕円偏光に変換される。その後、第1偏光制御素子POL1を通過したバックライト光は、楕円偏光の偏光状態を保って液晶層LQに入射する。

40

## 【 0 0 2 4 】

また、第2偏光制御素子POL2は、第1偏光制御素子POL1を通過した楕円偏光とは逆回りの楕円偏光の偏光状態を有する光を通過する。したがって、液晶層LQを通過し

50

て第2偏光制御素子POL2に入射した光のうち、例えば時計回りの楕円偏光の偏光状態を有する光が第2偏光制御素子POL1を通過する。

【0025】

第1偏光制御素子POL1は、少なくとも1つの第1偏光板51と、少なくとも1つの第1位相差板52とで構成されている。また、第2偏光制御素子POL2は、少なくとも1つの第2偏光板61と、少なくとも1つの第2位相差板62とで構成されている。これら第1位相差板52及び第2位相差板62は、所定波長の光に対して常光線と異常光線との間に1/4波長の位相差を与えるいわゆる1/4波長板である。

【0026】

ここで適用される偏光板は、光の進行方向に直交する平面内において、互いに直交する吸収軸及び透過軸を有している。このような偏光板は、ランダムな方向の振動面を有する光から、透過軸と平行な1方向の振動面を有する光すなわち直線偏光の偏光状態を有する光を取り出すものである。

10

【0027】

また、ここで適用される位相差板は、互いに直交する遅相軸及び進相軸を有している。遅相軸は、複屈折を議論する上で、相対的に屈折率の大きな軸に対応し、進相軸は、相対的に屈折率の小さな軸に対応する。遅相軸は、常光線の振動面と一致するものとする。進相軸は、異常光線の振動面と一致するものとする。常光線及び異常光線の屈折率をそれぞれ $n_o$ 及び $n_e$ とし、それぞれの光線の進行方向に沿った位相差板の厚さを $d$ としたとき、位相差板のリタレーション値  $n \cdot d$  (nm) は、 $(n_e \cdot d - n_o \cdot d)$  で定義される(つまり、 $n = n_e - n_o$ )。

20

【0028】

以下の説明では、偏光板51及び61については吸収軸51T及び61Tによってそれぞれの配置を特定し、また、位相差板52及び62については遅相軸52D及び62Dによってそれぞれの配置を特定するものとする。

【0029】

すなわち、図3に示すように、この実施の形態に係る液晶表示装置においては、対向基板側から観察したとき、アレイ基板AR(または対向基板CT)の主面に平行な平面内において、便宜上、互いに直交するX軸及びY軸を定義する。ここで、X軸は画面の水平方向に対応し、Y軸は画面の垂直方向に対応するものとする。また、X軸の正(+ )の方向(0°方位)が画面の右側に対応し、X軸の負(- )の方向(180°方位)が画面の左側に対応するものとする。さらに、Y軸の正(+ )の方向(90°方位)が画面の上側に対応し、Y軸の負(- )の方向(270°方位)が画面の下側に対応するものとする。

30

【0030】

このとき、第2偏光板61は、その吸収軸61TとX軸との間に成す角度A(deg)で配置される。第2位相差板62は、その遅相軸62DとX軸との間に成す角度B(deg)で配置される。第1偏光板51は、その吸収軸51TとX軸との間に成す角度C(deg)で配置される。第1位相差板52は、その遅相軸52DとX軸との間に成す角度D(deg)で配置される。

【0031】

40

ここでは、特に、各偏光制御素子を構成する偏光板の吸収軸と位相差板の遅相軸との成す鋭角の角度は、25度以上70度以下の範囲に設定されている。このような最適化により、カラー表示に利用されるすべての波長範囲例えば450nm乃至650nmの波長範囲の光に対して、所定範囲の楕円率の偏光状態を形成することができ、ほぼ均一な楕円率を有する楕円偏光を利用することができる。これにより、位相差板におけるリタレーション値の波長依存性による光学特性の劣化も防止することが可能となる。

【0032】

また、液晶層LQを構成するホモジニアス配向した液晶分子40のダイレクタ(液晶分子の長軸方向)40Dは、X-Y平面内において、所定方位、すなわち画面の垂直方向に相当するY軸を基準方位としたとき、基準方位とは異なる方位に設定される。なお、この

50

X - Y 平面内において、液晶分子 40 のダイレクタを示す図 3 中の矢印 40 D の正 (+) の方向が主視角方向に対応するものとし、矢印 40 D の負 (-) の方向が反主視角方向に対応するものとする。

【 0 0 3 3 】

液晶分子 40 の配向は、アレイ基板 A R の配向膜 20 及び対向基板 C T の配向膜 36 のそれぞれのラビング方向によって制御可能である。すなわち、配向膜 20 のラビング方向を矢印 40 D の正の方向に設定し、配向膜 36 のラビング方向を矢印 40 D の負の方向に設定する。つまり、配向膜 20 及び 36 のラビング方向を平行且つ互いに逆向きに設定することにより、ダイレクタ 40 D の方位にホモジニアス配向した液晶分子 40 からなる液晶層 L Q を形成することが可能となる。

10

【 0 0 3 4 】

次に、表示モードがノーマリーホワイトモードの透過型液晶表示装置による画像表示動作について、図 2 を参照してより詳細に説明する。

【 0 0 3 5 】

液晶層 L Q を通過する光は、電圧無印加時において、以下のように動作する。すなわち、バックライトユニット B L から出射されたバックライト光は、第 1 偏光制御素子 P O L 1 を通過することにより例えば反時計回りの楕円偏光の偏光状態を有するように変換され、アレイ基板 A R を介して液晶層 L Q に入射する。この楕円偏光は、液晶層 L Q を通過する際に の位相差が与えられる。つまり、液晶層 L Q を透過した透過光は、時計回りの楕円偏光の偏光状態を有するように変換され、対向基板 C T を通過する。この楕円偏光は、第 2 偏光制御素子 P O L 2 を通過可能であるため、カラーフィルタ 34 の色に即した単色の明表示に寄与する。

20

【 0 0 3 6 】

一方、液晶層 L Q を通過する光は、電圧印加時において、以下のように動作する。すなわち、電圧無印加時と同様に、アレイ基板 A R 側から入射したバックライト光は、第 1 偏光制御素子 P O L 1 を通過することにより例えば反時計回りの楕円偏光の偏光状態を有するように変換され、アレイ基板 A R を介して液晶層 L Q に入射する。この楕円偏光は、例えば電圧印加時の液晶層の残留リタデーションが 0 の場合には、液晶層 L Q を通過する際に位相差の影響を受けないので、そのままの偏光状態を保持して対向基板 C T を通過する。この楕円偏光は、第 2 偏光制御素子 P O L 2 を通過しない。このため、暗表示、すなわち黒表示となる。

30

【 0 0 3 7 】

このように、透過型液晶表示装置では、バックライト光を選択的に透過することによって画像を表示する。

【 0 0 3 8 】

なお、液晶層 L Q に電圧を印加した場合には、基板界面の液晶分子は、配向規制力 ( アンカリング ) により完全に立ちきらないため、電圧印加時の液晶層 L Q の残留リタデーションは 0 ではなく、数 ~ 数十 nm 程度の残留リタデーションを有するのが通常である。その際は、第 1 偏光制御素子 P O L 1 を構成する第 1 位相差板 52 のリタデーション値を液晶層 L Q の残留リタデーションの分だけ小さくすることにより、液晶層 L Q を通過する光の偏光状態は液晶層 L Q の残留リタデーションが 0 の時と同一となり、上述と同様なメカニズムで黒表示を行うことができる。

40

【 0 0 3 9 】

次に、液晶層 L Q を構成するホモジニアス配向した液晶分子 40 の最適なダイレクタ ( 液晶分子の長軸方向 ) 40 D について検討する。

【 0 0 4 0 】

( 比較例 )

まず、比較例について説明する。この比較例に係る液晶表示装置では、図 4 に示すように、液晶表示パネル L P N のアレイ基板側に設けられた第 1 偏光制御素子 P O L 1 は、1 つの第 1 偏光板 51 と、1 つの第 1 位相差板 ( 一軸性の 1 / 4 波長板 ) 52 とで構成され

50

ている。また、液晶表示パネルLPNの対向基板側に設けられた第2偏光制御素子POL2は、1つの第2偏光板61と、1つの第2位相差板（一軸性の1/4波長板）62とで構成されている。なお、液晶表示パネルLPNにおいて、液晶層を構成する液晶組成物及びギャップについては、先に説明した通りである。

#### 【0041】

この比較例では、液晶分子40のダイレクタ40Dは、X-Y平面内において、Y軸（基準方位）に設定されている。このとき、ダイレクタ40Dは、Y軸の負の方位すなわちX軸との成す角度が270°の方位に設定されている。つまり、画面下側に相当する270°の方位を主視角方位に設定している。

#### 【0042】

また、第1偏光制御素子POL1及び第2偏光制御素子POL2においては、それらの偏光板の吸収軸と位相差板の遅相軸との成す鋭角の角度を25度以上70度以下の範囲に設定している。すなわち、図5に示すように、成す角度Aは0°であり、成す角度Bは36°である。このため、第2偏光板61の吸収軸61Tと第2位相差板62の遅相軸62Dとの成す鋭角の角度2は36°である。また、成す角度Cは98°であり、成す角度Dは150.5°である。このため、第1偏光板51の吸収軸51Tと第1位相差板52の遅相軸52Dとの成す鋭角の角度1は52.5°である。なお、第1位相差板52のリタレーション値（R値）は波長550nmの光に対して150nmである。また、第2位相差板62のリタレーション値（R値）は波長550nmの光に対して145nmである。

#### 【0043】

このように構成された比較例に係る液晶表示装置の光学特性を測定した。

#### 【0044】

図6に示すように、比較例は、波長550nmの光に対して楕円率0.75が得られ、かつ、450nm乃至650nmの波長範囲でほぼ同等の楕円率が得られるように構成している。

#### 【0045】

この比較例の光学特性は、以下のようになる。すなわち、比較例では、透過率が4.4%であった。なお、ここで測定した透過率は、液晶表示装置のアレイ基板側から入射した白色のバックライト光（入射光）の強度に対して、液晶表示パネルを透過した透過光の強度の割合に相当し、トプコン社製の透過率計BM-5Aを用いて測定した。入射光は、アレイ基板に対してほぼ垂直な方向（アレイ基板の法線方向）から入射した拡散光である。透過光の強度は、対向基板の法線から8°傾斜した位置に配置した検出器によって測定した。

#### 【0046】

また、比較例では、コントラストが113であった。なお、ここで測定したコントラストは、暗室内においてトプコン社製の測定機器BM-5Aを用いて測定した。

#### 【0047】

さらに、比較例では、表示された画像の白色の色味が色度座標上において（0.310、0.330）であった。なお、色味は、上述した各測定機器による測定と並行して色度座標値として測定した。

#### 【0048】

図7は、比較例に係る液晶表示装置のコントラストの視野角依存性をシミュレーションした特性図である。このような特性図では、中心が液晶表示パネルの法線方向に相当し、0°（deg）方位がX軸上の正（+）の方向（画面右側）、180°（deg）方位がX軸上の負（-）の方向（画面左側）、90°（deg）方位がY軸上の正（+）の方向（画面上側）、270°（deg）方位がY軸上の負（-）の方向（画面下側）にそれぞれ相当する。また、法線方向を中心とした同心円は、法線に対する倒れ角度であり、それぞれ20°、40°、60°、80°に相当する。この特性図は、各方向について等しいコントラストが得られる角度を結ぶことで得られたものである。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 9 】

図7に示すように、比較例においては画面の上下方向での視野角依存性が改善され、特に画面下側（主視角方向）のコントラスト低下が改善できていることが確認できた。これは、先に説明したように、第1偏光制御素子POL1及び第2偏光制御素子POL2を最適化したことにより、液晶表示パネルに入射する楕円偏光の楕円率を向上し、液晶層のリタレーション値を補償できたことによるものである。

## 【 0 0 5 0 】

図8は、比較例に係る液晶表示装置の階調反転の視野角依存性をシミュレーションした特性図である。このような特性図では、中心が液晶表示パネルの法線方向に相当し、 $0^\circ$ （deg）方位がX軸上の正（+）の方向（画面右側）、 $180^\circ$ （deg）方位がX軸上の負（-）の方向（画面左側）、 $90^\circ$ （deg）方位がY軸上の正（+）の方向（画面上側）、 $270^\circ$ （deg）方位がY軸上の負（-）の方向（画面下側）にそれぞれ相当する。また、法線方向を中心とした同心円は、法線に対する倒れ角度であり、それぞれ $20^\circ$ 、 $40^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $80^\circ$ に相当する。この特性図では、黒色に近い階調の輝度（あるいは透過率）が白色に近い階調の輝度（あるいは透過率）よりも高くなる（階調反転）領域を図示している。

## 【 0 0 5 1 】

図8に示すように、比較例においては画面の上下方向及び左右方向で階調反転が生じており、特に画面下側（主視角方向）での階調反転は、携帯機器への利用を考慮した際、表示品位を著しく低下させる要因となり得る。

## 【 0 0 5 2 】

なお、図9及び図10は、それぞれ画面の左右方向及び上下方向での透過率の視野角依存性をシミュレーションした特性図である。ここで、横軸は、法線に対する倒れ角度であり、画面の $0^\circ$ （deg）方位（画面右側）への倒れ角度を正（+）とし、画面の $180^\circ$ （deg）方位（画面左側）への倒れ角度を負（-）とする。縦軸は、液晶表示パネルの透過率に対応する。また、V1、V2、V3、V4、及び、V5は、それぞれ画素電極に印加される電圧レベルであり、ここでは、V1は白（すなわち透過率100%）に対応した階調画像を表示するときの印加電圧であり、V2は透過率80%に対応した階調画像を表示するときの印加電圧であり、V3は透過率50%に対応した階調画像を表示するときの印加電圧であり、V4は透過率20%に対応した階調画像を表示するときの印加電圧であり、V5は黒（すなわち透過率0%）に対応した階調画像を表示するときの印加電圧である。

## 【 0 0 5 3 】

## （第1実施形態）

次に、第1実施形態について説明する。この第1実施形態に係る液晶表示装置では、比較例と同様に、図4に示すように、液晶表示パネルLPNのアレイ基板側に設けられた第1偏光制御素子POL1は、1つの第1偏光板51と、1つの第1位相差板（一軸性の1/4波長板）52とで構成されている。また、液晶表示パネルLPNの対向基板側に設けられた第2偏光制御素子POL2は、1つの第2偏光板61と、1つの第2位相差板（一軸性の1/4波長板）62とで構成されている。なお、液晶表示パネルLPNにおいて、液晶層を構成する液晶組成物及びギャップについては、比較例と同一である。

## 【 0 0 5 4 】

この第1実施形態では、液晶分子40のダイレクタ40Dは、X-Y平面内において、Y軸（基準方位）とは異なる方位に設定されており、画面内において基準方位に対して時計回りを正とし、基準方位に対して反時計回りを負としたとき、基準方位に対して $+45^\circ$ の方位に設定されている。つまり、ダイレクタ（主視角方向）40Dは、X軸との成す角度が $+225^\circ$ の方位に設定されている。

## 【 0 0 5 5 】

また、第1偏光制御素子POL1及び第2偏光制御素子POL2においては、それらの偏光板の吸収軸と位相差板の遅相軸との成す鋭角の角度を $25^\circ$ 以上 $70^\circ$ 以下の範囲に



設定している。すなわち、図 1 1 に示すように、成す角度 A は  $-45^\circ$  であり、成す角度 B は  $-9^\circ$  である。このため、第 2 偏光板 6 1 の吸収軸 6 1 T と第 2 位相差板 6 2 の遅相軸 6 2 D との成す鋭角の角度  $\theta_2$  は  $36^\circ$  である。また、成す角度 C は  $53^\circ$  であり、成す角度 D は  $105.5^\circ$  である。このため、第 1 偏光板 5 1 の吸収軸 5 1 T と第 1 位相差板 5 2 の遅相軸 5 2 D との成す鋭角の角度  $\theta_1$  は  $52.5^\circ$  である。なお、第 1 位相差板 5 2 のリタレーション値 (R 値) は波長  $550\text{ nm}$  の光に対して  $150\text{ nm}$  である。また、第 2 位相差板 6 2 のリタレーション値 (R 値) は波長  $550\text{ nm}$  の光に対して  $145\text{ nm}$  である。

#### 【0056】

このように構成された第 1 実施形態に係る液晶表示装置の光学特性を測定したところ、比較例と同様に、透過率が  $4.4\%$  であり、コントラストが  $113$  であり、表示された画像の白色の色味が色度座標上において  $(0.310, 0.330)$  であった。なお、この第 1 実施形態においても、波長  $550\text{ nm}$  の光に対して楕円率  $0.75$  が得られ、かつ、 $450\text{ nm}$  乃至  $650\text{ nm}$  の波長範囲でほぼ同等の楕円率が得られるように構成している。

10

#### 【0057】

図 1 2 は、第 1 実施形態に係る液晶表示装置のコントラストの視野角依存性をシミュレーションした特性図である。図 1 2 に示すように、第 1 実施形態においては画面の上下方向での視野角依存性が改善されていることが確認できた。これは、先に説明したように、第 1 偏光制御素子 POL 1 及び第 2 偏光制御素子 POL 2 を最適化したことにより、液晶表示パネルに入射する楕円偏光の楕円率を向上し、液晶層のリタレーション値を補償できたことによるものである。

20

#### 【0058】

図 1 3 は、第 1 実施形態に係る液晶表示装置の階調反転の視野角依存性をシミュレーションした特性図である。図 1 3 に示すように、第 1 実施形態においては画面の上下方向及び左右方向での階調反転が確認されなかった。

#### 【0059】

なお、図 1 4 及び図 1 5 は、それぞれ画面の左右方向及び上下方向での透過率の視野角依存性をシミュレーションした特性図である。図 1 4 に示すように、第 1 実施形態においては、透過率分布が左右非対称になる傾向にあるが、広視野角範囲におわたって階調反転を抑制できていることが確認できた。また、図 1 5 に示すように、第 1 実施形態においては、特に画面の下側の視野角範囲において、階調反転を抑制できていることが確認できた。

30

#### 【0060】

(第 2 実施形態)

次に、第 2 実施形態について説明する。この第 2 実施形態に係る液晶表示装置では、液晶表示パネル LPN、第 1 偏光制御素子 POL 1 及び第 2 偏光制御素子 POL 2 は、第 1 実施形態と同様に構成されている。なお、この第 2 実施形態では、液晶分子 4 0 のダイレクタ 4 0 D は、X - Y 平面内において、基準方位に対して  $-45^\circ$  の方位に設定されている。つまり、ダイレクタ (主視角方向) 4 0 D は、X 軸との成す角度が  $+315^\circ$  の方位に設定されている。

40

#### 【0061】

このように構成された第 2 実施形態に係る液晶表示装置の光学特性を測定したところ、第 1 実施形態と同様の結果が得られた。

#### 【0062】

図 1 6 は、第 2 実施形態に係る液晶表示装置のコントラストの視野角依存性をシミュレーションした特性図である。図 1 6 に示すように、第 2 実施形態においては画面の上下方向での視野角依存性が改善されていることが確認できた。

#### 【0063】

図 1 7 は、第 2 実施形態に係る液晶表示装置の階調反転の視野角依存性をシミュレーシ

50

ョンした特性図である。図 17 に示すように、第 2 実施形態においては画面の上下方向及び左右方向での階調反転が確認されなかった。

【 0 0 6 4 】

図 18 及び図 19 は、それぞれ画面の左右方向及び上下方向での透過率の視野角依存性をシミュレーションした特性図である。図 18 に示すように、第 2 実施形態においては、V2、V3、V4 で示した中間調の透過率分布が左右非対称になる傾向にあるものの、V1 で示した白及び V5 で示した黒の透過率分布は左右対称となり、さらに、広視野角範囲におわたって階調反転を抑制できていることが確認できた。また、黒の透過率分布によれば、左右ともに十分に低い透過率に抑えることができていた。図 19 に示すように、第 2 実施形態においては、特に画面の下側の視野角範囲において、階調反転を抑制できていることが確認できた。また、黒の透過率分布によれば、特に画面の下側において、十分に低い透過率に抑えることができていた。

10

【 0 0 6 5 】

( 第 3 実施形態 )

次に、第 3 実施形態について説明する。この第 3 実施形態に係る液晶表示装置では、液晶表示パネル LPN、第 1 偏光制御素子 POL1 及び第 2 偏光制御素子 POL2 は、第 1 実施形態と同様に構成されている。なお、この第 3 実施形態では、液晶分子 40 のダイレクタ 40D は、X-Y 平面内において、基準方位に対して -30° の方位に設定されている。つまり、ダイレクタ (主視角方向) 40D は、X 軸との成す角度が +300° の方位に設定されている。

20

【 0 0 6 6 】

このように構成された第 3 実施形態に係る液晶表示装置の光学特性を測定したところ、第 1 実施形態と同様の結果が得られた。

【 0 0 6 7 】

図 20 は、第 3 実施形態に係る液晶表示装置のコントラストの視野角依存性をシミュレーションした特性図である。図 20 に示すように、第 3 実施形態においては画面の上下方向での視野角依存性が改善されていることが確認できた。

【 0 0 6 8 】

図 21 は、第 3 実施形態に係る液晶表示装置の階調反転の視野角依存性をシミュレーションした特性図である。図 21 に示すように、第 3 実施形態においては画面の上下方向及び左右方向での階調反転が確認されなかった。

30

【 0 0 6 9 】

図 22 及び図 23 は、それぞれ画面の左右方向及び上下方向での透過率の視野角依存性をシミュレーションした特性図である。図 22 に示すように、第 3 実施形態においては、V1 乃至 V5 で示したいずれの階調の透過率分布もほぼ左右対称となり、さらに、広視野角範囲におわたって階調反転を抑制できていることが確認できた。また、黒の透過率分布によれば、左右ともに十分に低い透過率に抑えることができていた。図 23 に示すように、第 3 実施形態においては、特に画面の下側の視野角範囲において、階調反転を抑制できていることが確認できた。また、黒の透過率分布によれば、特に画面の下側において、十分に低い透過率に抑えることができていた。

40

【 0 0 7 0 】

以上説明したように、画面の垂直方向を基準方位としたとき、液晶分子 40 のダイレクタ 40D を基準方位 (画面の下側に相当する 270° 方位) に設定した比較例によれば、ダイレクタ 40D の方位で階調反転が発生する。この 270° 方位は、液晶表示装置の携帯機器への利用を考慮した際に視野角特性の向上が強く望まれている方位であり、階調反転を抑制する必要がある。

【 0 0 7 1 】

そこで、ダイレクタ 40D を基準方位とは異なる方位に設定した第 1 乃至第 3 実施形態によれば、270° 方位での階調反転を抑制することができる。より具体的には、第 1 実施形態及び第 2 実施形態に基づくと、ダイレクタ 40D は、基準方位に対して +45° ±

50

25°または-45°±10°の範囲内に設定されることが望ましい。ここで、本実施形態の構成の場合には、基本的にコントラスト分布(透過率分布)が左右非対称になる傾向があるので、基準方位に対して正(+ )方向の回転と負(- )方向の回転とでは、その許容範囲が非対称化している。

【0072】

また、図14及び図18を参照して明らかなように、ダイレクタ40Dを基準方位に対して+45°の方位に設定した場合に左右の透過率分布が非対称化するのに対して、ダイレクタ40Dを基準方位に対して-45°の方位に設定した場合に左右の透過率分布が対称となる。すなわち、画面の上下方向及び左右方向での階調反転を抑制しつつ、左右方向での透過率分布を対称化する要求に対しては、ダイレクタ40Dは、基準方位に対して-45°±10°の範囲内に設定されることが望ましく、さらに、階調反転の抑制及び透過率分布の左右対称化を両立する最適な構成としては、基準方位に対して-30°±15°の範囲内に設定されることが望ましい。

10

【0073】

さらに、上述した第1乃至第3実施形態によれば、アレイ基板側及び対向基板側にそれぞれ設けられた偏光制御素子を1枚の偏光板と1枚の位相差板とで構成したことにより、位相差板の数を減らすことができ、各偏光制御素子の厚さを薄くすることができるとともに装置全体の薄型化が可能であり、さらに、低コスト化が可能である。

【0074】

またさらに、位相差板の数を減らした偏光制御素子を採用した場合であっても、液晶分子のダイレクタに対して偏光板の吸収軸及び位相差板の遅相軸を最適な角度に設定したことにより、良好な光学特性を実現することが可能である。特に、画面の上下方向での視野角を拡大することができ、コントラストの視角依存性を改善することができる。

20

【0075】

なお、この発明は、上記各実施形態そのままに限定されるものではなく、その実施の段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。更に、異なる実施形態に亘る構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【0076】

上述した比較例、及び、第1乃至第3実施形態では、位相差板52及び62として一軸性の1/4波長板であるゼオノア(住友化学社製and日東電工社製)を採用したが、同様の一軸性の1/4波長板であるエスシーナ(積水化学社製)やアートン(住友化学社製and日東電工社製)でもよく、特に限定されない。また、PC(日東電工社製)などの二軸性の位相差板であれば主視角方向の輝度低下をより改善することができ、その際、Nz係数が0乃至0.7である二軸性の位相差板を採用することが好ましい。なお、Nz係数とは、位相差板の面内での互いに直交する方位の屈折率をそれぞれnx及びnyとし、位相差板の法線方位の屈折率をnzとしたときに、 $Nz = (nx - nz) / (nx - ny)$ で定義される値である。

30

【0077】

また、第1偏光制御素子POL1及び第2偏光制御素子POL2のそれぞれは、高分子フィルム製の位相差板を偏光板に貼り合わせて構成しても良いし、偏光板上に液晶フィルムを配置して構成しても良い。液晶フィルムを備えた偏光制御素子は、偏光板上に液晶組成物、例えばネマティック液晶を含む液晶組成物をコーティングした後に硬化処理することによって形成可能である。このとき、液晶フィルムの厚さは、所望のリタレーション値を得られるように設定される。このような液晶フィルムを備えた偏光制御素子を適用する場合、液晶フィルムに含まれる液晶分子のダイレクタを上述した遅相軸方向に一致させれば良い。

40

【0078】

さらに、スイッチング素子WがNチャネル薄膜トランジスタで構成された例について説

50

明したが、同様の各種駆動信号を発生できる構成であれば、他の構成であっても良い。

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図1】図1は、この発明の一実施の形態に係る液晶表示装置の構成を概略的に示す図である。

【図2】図2は、図1に示した液晶表示装置の断面構造を概略的に示す図である。

【図3】図3は、図2に示した液晶表示装置において液晶分子のダイレクタ、第1偏光板及び第2偏光板の吸収軸、及び、第1位相差板及び第2位相差板の遅相軸の配置関係を説明するための図である。

【図4】図4は、比較例及び第1乃至第3実施形態に係る液晶表示装置の構成を概略的に示す図である。

10

【図5】図5は、比較例で適用される第1偏光制御素子及び第2偏光制御素子での吸収軸及び遅相軸のX軸に対する成す角度と、第1位相差板及び第2位相差板のリタレーション値との一例を示す図である。

【図6】図6は、比較例及び第1乃至第3実施形態における光学特性の測定結果を示す図である。

【図7】図7は、比較例に係る液晶表示装置におけるコントラストの視野角依存性をシミュレーションした特性図である。

【図8】図8は、比較例に係る液晶表示装置における階調反転の視野角依存性をシミュレーションした特性図である。

20

【図9】図9は、比較例に係る液晶表示装置の画面の左右方向での透過率の視野角依存性をシミュレーションした特性図である。

【図10】図10は、比較例に係る液晶表示装置の画面の上下方向での透過率の視野角依存性をシミュレーションした特性図である。

【図11】図11は、第1乃至第3実施形態で適用される第1偏光制御素子及び第2偏光制御素子での吸収軸及び遅相軸のX軸に対する成す角度と、第1位相差板及び第2位相差板のリタレーション値との一例を示す図である。

【図12】図12は、第1実施形態に係る液晶表示装置におけるコントラストの視野角依存性をシミュレーションした特性図である。

【図13】図13は、第1実施形態に係る液晶表示装置における階調反転の視野角依存性をシミュレーションした特性図である。

30

【図14】図14は、第1実施形態に係る液晶表示装置の画面の左右方向での透過率の視野角依存性をシミュレーションした特性図である。

【図15】図15は、第1実施形態に係る液晶表示装置の画面の上下方向での透過率の視野角依存性をシミュレーションした特性図である。

【図16】図16は、第2実施形態に係る液晶表示装置におけるコントラストの視野角依存性をシミュレーションした特性図である。

【図17】図17は、第2実施形態に係る液晶表示装置における階調反転の視野角依存性をシミュレーションした特性図である。

【図18】図18は、第2実施形態に係る液晶表示装置の画面の左右方向での透過率の視野角依存性をシミュレーションした特性図である。

40

【図19】図19は、第2実施形態に係る液晶表示装置の画面の上下方向での透過率の視野角依存性をシミュレーションした特性図である。

【図20】図20は、第3実施形態に係る液晶表示装置におけるコントラストの視野角依存性をシミュレーションした特性図である。

【図21】図21は、第3実施形態に係る液晶表示装置における階調反転の視野角依存性をシミュレーションした特性図である。

【図22】図22は、第3実施形態に係る液晶表示装置の画面の左右方向での透過率の視野角依存性をシミュレーションした特性図である。

【図23】図23は、第3実施形態に係る液晶表示装置の画面の上下方向での透過率の視

50

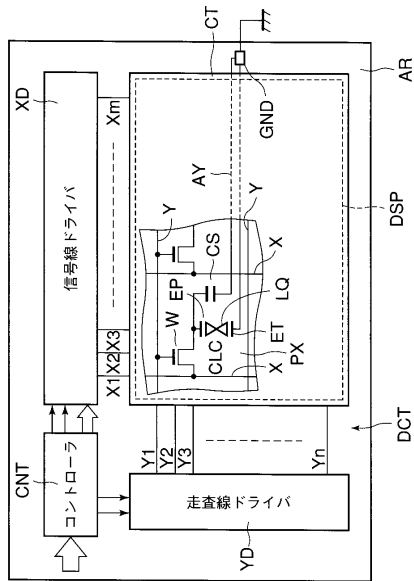
野角依存性をシミュレーションした特性図である。

【符号の説明】

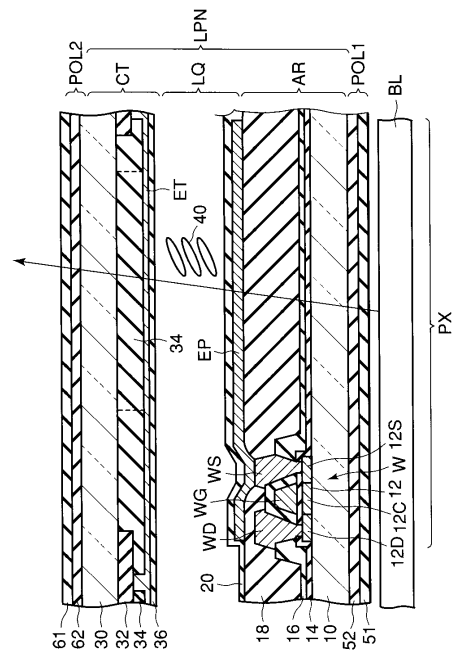
【0080】

LPN...液晶表示パネル、AR...アレイ基板、CT...対向基板、LQ...液晶層、POL1...第1偏光制御素子、POL2...第2偏光制御素子、51...第1偏光板、52...第1位相差板、61...第2偏光板、62...第2位相差板、BL...バックライトユニット、PX...画素

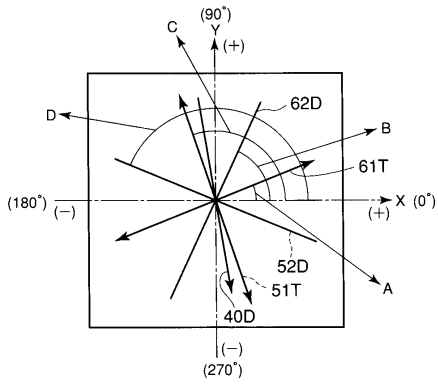
【図1】



【図2】



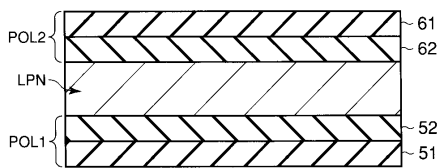
【 図 3 】



【 図 5 】

A	0°	θ 2=36°
B	36°	
C	98°	θ 1=52.5°
D	150.5°	
第1位相差板のR値	150nm	
第2位相差板のR値	145nm	

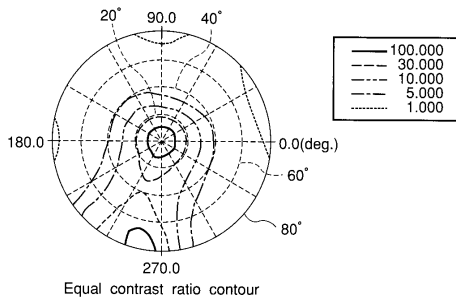
【 図 4 】



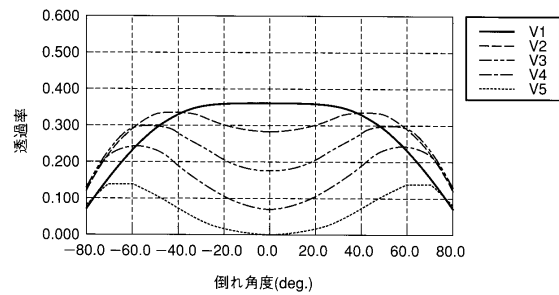
【 図 6 】

楕円率	0.75
透過率	4.4%
コントラスト	113
白の色味	(0.310,0.330)

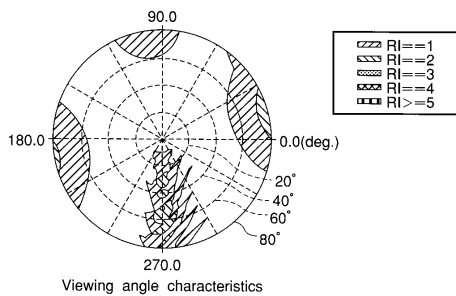
【 図 7 】



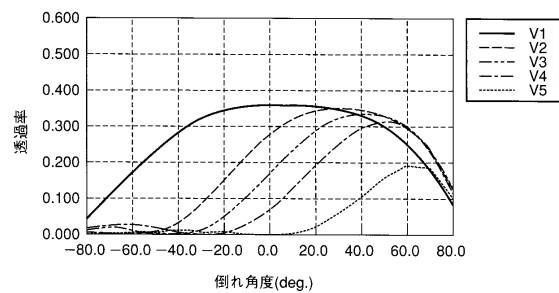
【 図 9 】



【 図 8 】



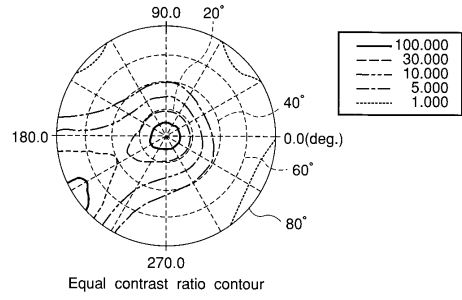
【 図 10 】



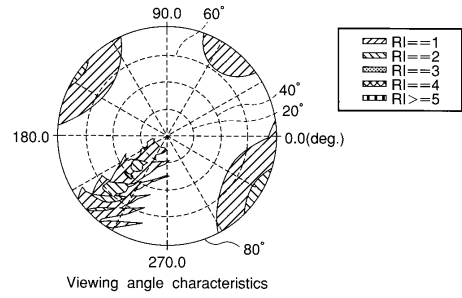
【図11】

A	-45°	θ <sub>2</sub> =36°
B	-9°	
C	53°	θ <sub>1</sub> =52.5°
D	105.5°	
第1位相差板のR値	150nm	
第2位相差板のR値	145nm	

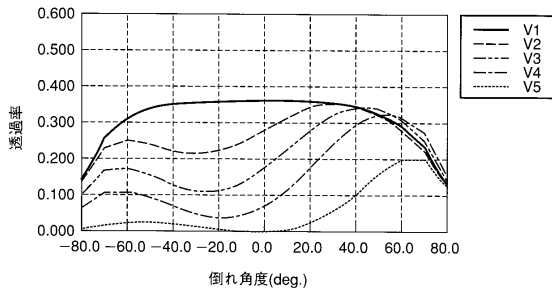
【図12】



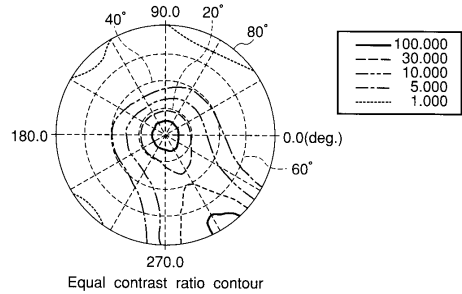
【図13】



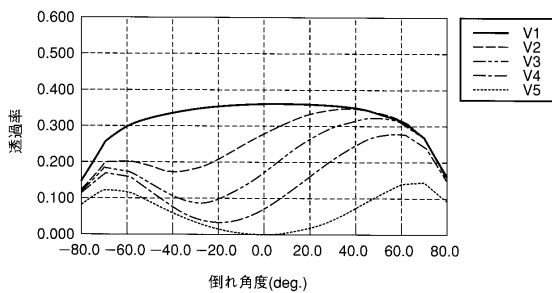
【図14】



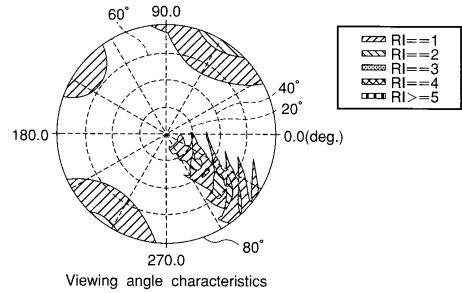
【図16】



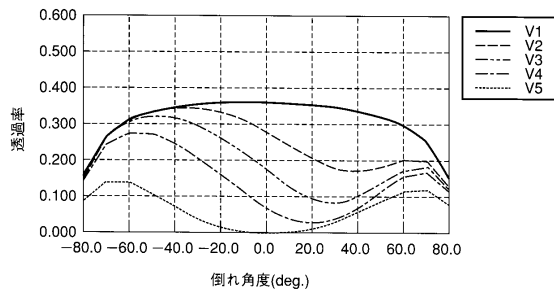
【図15】



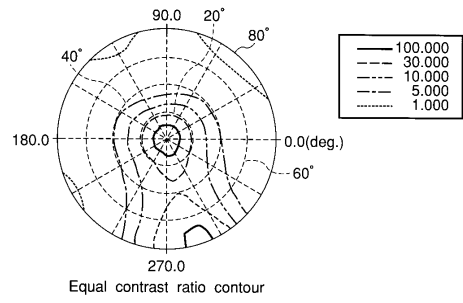
【図17】



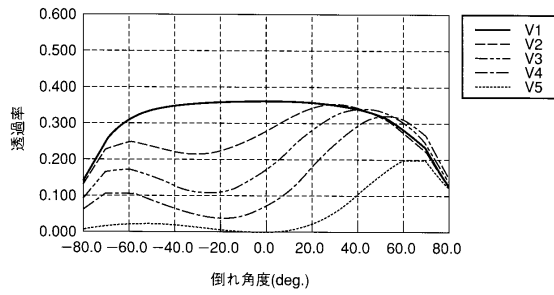
【図18】



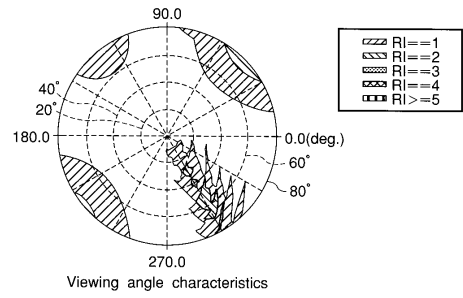
【図20】



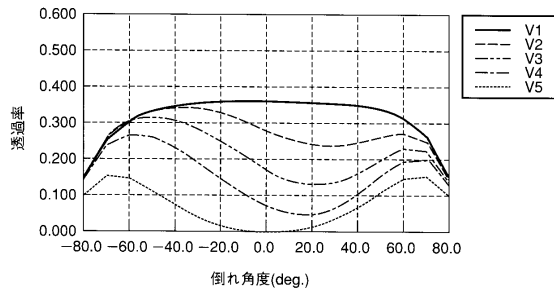
【図19】



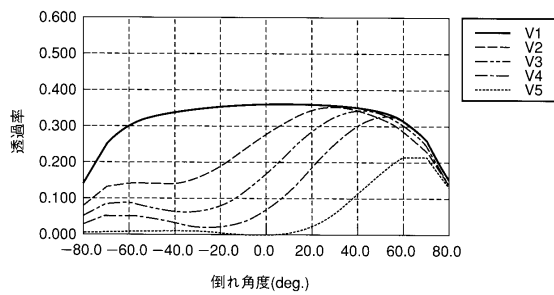
【図21】



【図22】



【図23】





---

フロントページの続き

(72)発明者 上天 一浩

東京都港区港南四丁目1番8号 東芝松下ディスプレイテクノロジー株式会社内

審査官 廣田 かおり

(56)参考文献 特開2004-061616(JP,A)

特開2004-046175(JP,A)

特開2000-029010(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/1335

G02B 5/30

G02F 1/13363