

(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2004-334010

(P2004-334010A)

(43) 公開日 平成16年11月25日(2004.11.25)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO2F 1/133	GO2F 1/133 510	2H088
GO2F 1/13363	GO2F 1/133 575	2H091
GO2F 1/139	GO2F 1/13363	2H093
GO9G 3/20	GO2F 1/139	5C006
GO9G 3/36	GO9G 3/20 612U	5C080
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 31 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2003-131684 (P2003-131684)

(22) 出願日 平成15年5月9日 (2003.5.9)

(71) 出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都渋谷区本町1丁目6番2号

(71) 出願人 000006507

横河電機株式会社

東京都武蔵野市中町2丁目9番32号

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦

(74) 代理人 100091351

弁理士 河野 哲

(74) 代理人 100088683

弁理士 中村 誠

(74) 代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

最終頁に続く

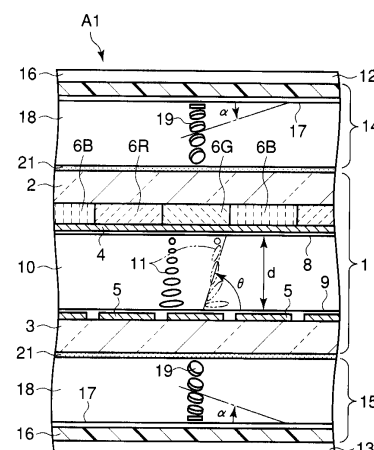
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置及び液晶表示素子の駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 広い視野角にわたって、実質的に同じコントラスト及び色相のカラー画像を表示することができる液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 液晶パネル1と前後の偏光板12, 13との間にディスコティック液晶層18を有する視野角改善フィルム14, 15を配置したTN型液晶表示素子A1と、前記液晶表示素子1の赤色フィルタ6Rが設けられた赤色画素及び緑色フィルタ6Gが設けられた緑色画素の電極4, 5間に、階調の変化に対して予め定めた第1の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加し、青色フィルタ6Bが設けられた青色画素の電極4, 5間に、明暗のいずれか一方の階調から予め定めた中間階調までの範囲では、階調の変化に対して前記第1の割合で変化する電圧を、前記予め定めた中間階調から他方の階調までの範囲では、階調の変化に対して前記第1の割合と異なる第2の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加する駆動手段とを備えた。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに対向する一対の基板の対向面の一方及び他方にそれぞれ形成され、互いに対向する領域により複数の画素を形成する電極、前記複数の画素毎に対応させて形成された赤、緑、青の 3 色のカラーフィルタ、及び前記一対の基板間で液晶分子を実質的に 90° の捻れ角でツイスト配向させた液晶層を有する液晶パネルと、前記液晶パネルの両側にそれぞれ配置されたディスコティック液晶層を有する一対の視野角改善フィルムと、前記一対の視野角改善フィルムの外側にそれぞれ配置された一対の偏光板とからなり、前記複数の画素の電極間に印加される電圧に応じて各画素の透過率を制御する液晶表示素子と、
前記液晶表示素子の複数の画素のうち、赤のカラーフィルタが設けられた赤色画素及び緑のカラーフィルタが設けられた緑色画素の電極間には、階調の変化に対して予め定めた第 1 の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加し、青のカラーフィルタが設けられた青色画素の電極間には、明暗のいずれか一方の階調から予め定めた中間階調までの範囲では、階調の変化に対して前記第 1 の割合で変化する電圧を、前記予め定めた中間階調から他方の階調までの範囲では、階調の変化に対して前記第 1 の割合と異なる第 2 の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加する駆動手段とを備えたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】

液晶表示素子の一対の偏光板は、それぞれの透過軸を実質的に互いに直交させて配置され、駆動手段は、前記液晶表示素子の青色画素の透過率を予め定めた中間階調よりも低く制御する階調において、前記予め定めた中間階調の階調値を N 、定数 β を $0 < \beta < 1$ 、外部から供給された青色の表示データを iB 、前記液晶表示素子を駆動するドライバへの青色の出力データを oB としたとき、前記供給された青色の表示データの階調を、
$$oB = \beta \times iB + (1 - \beta) \times N$$
によって求められる階調に変換する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】

液晶表示素子の一対の偏光板は、それぞれの透過軸を実質的に互いに直交させて配置され、駆動手段は、前記液晶表示素子の画素の透過率を予め定めた中間階調よりも低く制御する階調において、前記液晶表示素子の青色画素に、階調に応じて変化しない前記中間階調の電圧を印加する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 4】

予め定めた中間階調は、階調の変化に応じた液晶表示素子の青色光に対する透過率の変化が、増加から減少、或いは減少から増加に反転する境界付近の階調であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 5】

液晶表示素子の一対の偏光板は、それぞれの透過軸を実質的に互いに直交させて配置され、一対の視野角改善フィルムはそれぞれ、ディスコティック液晶分子の平均的チルト角を α 、液晶パネルの電極間に黒を表示させるための電圧を印加したときの前記液晶パネルの液晶分子の平均的チルト角を θ としたとき、
$$\alpha = 90 - \theta$$
の関係を満たすディスコティック液晶層からなることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の液晶表示装置。

【請求項 6】

互いに対向する一対の基板の対向面の一方及び他方にそれぞれ形成され、互いに対向する領域により複数の画素を形成する電極、前記複数の画素毎に対応させて形成された赤、緑、青の 3 色のカラーフィルタ、及び前記一対の基板間で液晶分子を実質的に 90° の捻れ角でツイスト配向させた液晶層を有する液晶パネルと、前記液晶パネルの両側にそれぞれ配置されたディスコティック液晶層を有する一対の視野角改善フィルムと、前記一対の視野角改善フィルムの外側にそれぞれ配置された一対の偏光板とからなり、前記複数の画素の電極間に印加される電圧に応じて各画素の透過率を制御する液晶表示素子の駆動方法に

において、

前記液晶表示素子の複数の画素の電極間にそれぞれ、明暗のいずれか一方の階調から予め定めた中間階調までの範囲では、階調の変化に対して予め定めた第1の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加し、前記予め定めた中間階調を越えた階調の範囲では、前記複数の画素のうち、赤のカラーフィルタが設けられた赤色画素及び緑のカラーフィルタが設けられた緑色画素の電極間に、階調の変化に対して前記第1の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加し、青のカラーフィルタが設けられた青色画素の電極間に、階調の変化に対して前記第1の割合とは異なる第2の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加することを特徴とする液晶表示素子の駆動方法。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、液晶表示装置及び液晶表示素子の駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

液晶表示装置には、互いに対向する一对の基板の対向面の一方及び他方にそれぞれ形成され、互いに対向する領域により複数の画素を形成する電極、前記一对の基板の電極間で液晶分子を実質的に 90° の捻れ角でツイスト配向させた液晶層を有する液晶パネルと、前記液晶パネルの両側にそれぞれ配置された一对の偏光板とからなり、前記複数の画素の電極間に印加される電圧に応じて各画素の透過率を制御するTN（ツイステッド・ネマティック）型の液晶表示素子が広く利用されている。

20

【0003】

しかし、このTN型の液晶表示素子は、表示の視野角（表示を良好なコントラストで観察できる観察角度範囲）が狭いという問題をもっている。

【0004】

そのため、従来から、前記液晶パネルと一对の偏光板との間にそれぞれ、ディスコティック液晶層を有する視野角改善フィルムを配置することにより、視野角を広くした液晶表示素子が提案されている（特許文献1参照）。

【0005】

30

【特許文献1】

特開2000—338489号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、前記視野角改善フィルムを備えた液晶表示素子は、前記液晶パネルの液晶層及び前記視野角改善フィルムのディスコティック液晶層の光学特性に波長依存性があり、その光学的作用が視角（表示の観察方向）によって変化するため、視角の変化に応じて表示の色相が変化する。

【0007】

この色相の変化は、例えば一对の偏光板をそれぞれの透過軸を実質的に互いに直交させて配置したノーマリーホワイトモードの液晶表示素子では、黒表示の色が視角に応じて著しく変化する。

40

【0008】

そして、前記液晶パネルに、その一对の基板の対向面にそれぞれ形成された電極が互いに対向する領域により形成される複数の画素毎に対応させて赤、緑、青の3色のカラーフィルタを形成した液晶表示素子では、視角による赤、緑、青の各色の光の透過強度が視角に依存して変化するため、視角に応じて観察されるカラー画像の色相が変化し、またコントラストも低下する。

【0009】

この発明は、ディスコティック液晶層を有する視野角改善フィルムを備えた液晶表示素子

50

に、広い視野角にわたって、実質的に同じコントラスト及び色相のカラー画像を表示させることができる液晶表示装置及び前記液晶表示素子の駆動方法を提供することを目的としたものである。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

この発明の液晶表示装置は、互いに対向する一対の基板の対向面の一方及び他方にそれぞれ形成され、互いに対向する領域により複数の画素を形成する電極、前記複数の画素毎に対応させて形成された赤、緑、青の3色のカラーフィルタ、前記一対の基板間で液晶分子を実質的に90°の捻れ角でツイスト配向させた液晶層を有する液晶パネルと、前記液晶パネルの両側にそれぞれ配置されたディスコティック液晶層を有する一対の視野角改善フ

10

ィルムと、前記一対の視野角改善フィルムの外側にそれぞれ配置された一対の偏光板とからなり、前記複数の画素の電極間に印加される電圧に応じて各画素の透過率を制御する液晶表示素子と、
前記液晶表示素子の複数の画素のうち、赤のカラーフィルタが設けられた赤色画素及び緑のカラーフィルタが設けられた緑色画素の電極間には、階調の変化に対して予め定めた第1の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加し、青のカラーフィルタが設けられた青色画素の電極間には、明暗のいずれか一方の階調から予め定めた中間階調までの範囲では、階調の変化に対して前記第1の割合で変化する電圧を、前記予め定めた中間階調から他方の階調までの範囲では、階調の変化に対して前記第1の割合と異なる

20

【 0 0 1 1 】

この液晶表示装置は、液晶表示素子を、液晶パネルの両側にそれぞれディスコティック液晶層を有する一対の視野角改善フィルムを配置し、前記一対の視野角改善フィルムの外側にそれぞれ一対の偏光板を配置した構成としているため、この液晶表示素子の表示の視野角が広い。

【 0 0 1 2 】

そして、この液晶表示装置は、前記液晶表示素子を前記駆動手段により駆動するため、前記液晶表示素子に、広い視野角にわたって、実質的に同じコントラスト及び色相のカラー画像を表示させることができる。

30

【 0 0 1 3 】

このように、この発明の液晶表示装置は、液晶分子を実質的に90°の捻れ角でツイスト配向させた液晶層を有する液晶パネル、前記液晶パネルの両側にそれぞれ配置されたディスコティック液晶層を有する一対の視野角改善フィルム、前記一対の視野角改善フィルムの外側にそれぞれ配置された一対の偏光板からなる液晶表示素子と、前記液晶表示素子の複数の画素のうち、赤のカラーフィルタが設けられた赤色画素及び緑のカラーフィルタが設けられた緑色画素の電極間には、階調の変化に対して予め定めた第1の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加し、青のカラーフィルタが設けられた青色画素の電極間には、明暗のいずれか一方の階調から予め定めた中間階調までの範囲では、階調の変化に対して前記第1の割合で変化する電圧を、前記予め定めた中間階調から他方の階調までの範囲では、階調の変化に対して前記第1の割合と異なる第2の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加する駆動手段とを備えることにより、前記液晶表示素子に、広い視野角にわたって実質的に同じコントラスト及び色相のカラー画像を表示させることができるようにしたものである。

40

【 0 0 1 4 】

この発明の液晶表示装置において、前記液晶表示素子を、前記一対の偏光板をそれぞれの透過軸を実質的に互いに直交させて配置したノーマリーホワイトモードとする場合、前記駆動手段は、前記液晶表示素子の青色画素の透過率を予め定めた中間階調よりも低く制御する階調において、前記予め定めた中間階調の階調値をN、定数 β を $0 < \beta < 1$ 、外部から供給された青色の表示データをiB、前記液晶表示素子を駆動するドライバへの青色の

50

出力データを o_B としたとき、前記供給された青色の表示データの階調を、

$$o_B = \beta \times i_B + (1 - \beta) \times N$$

によって求められる階調に変換するのが望ましい。

【0015】

また、前記液晶表示素子をノーマリーホワイトモードとする場合、前記駆動手段は、前記液晶表示素子の画素の透過率を予め定めた中間階調よりも低く制御する階調において、前記液晶表示素子の青色画素に、階調に応じて変化しない前記中間階調の電圧を印加するのが望ましい。

【0016】

この発明の液晶表示装置において、前記予め定めた中間階調は、階調の変化に応じた前記液晶表示素子の青色光に対する透過率の変化が、増加から減少、或いは減少から増加に反転する境界付近の階調が望ましい。

10

【0017】

さらに、前記液晶表示素子をノーマリーホワイトモードとする場合、前記一对の視野角改善フィルムはそれぞれ、ディスコティック液晶分子の平均的チルト角を α 、前記液晶パネルの電極間に黒を表示させるための電圧を印加したときの前記液晶パネルの液晶分子の平均的チルト角を θ としたとき、

$$\alpha = 90 - \theta$$

の関係を満たすディスコティック液晶層からなっているのが好ましい。

【0018】

20

また、この発明の液晶表示素子の駆動方法は、互いに対向する一对の基板の対向面の一方及び他方にそれぞれ形成され、互いに対向する領域により複数の画素を形成する電極、前記複数の画素毎に対応させて形成された赤、緑、青の3色のカラーフィルタ、前記一对の基板間で液晶分子を実質的に 90° の捻れ角でツイスト配向させた液晶層を有する液晶パネルと、前記液晶パネルの両側にそれぞれ配置されたディスコティック液晶層を有する一对の視野角改善フィルムと、前記一对の視野角改善フィルムの外側にそれぞれ配置された一对の偏光板とからなり、前記複数の画素の電極間に印加される電圧に応じて各画素の透過率を制御する液晶表示素子の駆動方法において、

前記液晶表示素子の複数の画素の電極間にそれぞれ、明暗のいずれか一方の階調から予め定めた中間階調までの範囲では、階調の変化に対して予め定めた第1の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加し、前記予め定めた中間階調を越えた階調の範囲では、前記複数の画素のうち、赤のカラーフィルタが設けられた赤色画素及び緑のカラーフィルタが設けられた緑色画素の電極間に、階調の変化に対して前記第1の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加し、青のカラーフィルタが設けられた青色画素の電極間に、階調の変化に対して前記第1の割合とは異なる第2の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加することを特徴とする。

30

【0019】

この駆動方法によれば、前記液晶表示素子に、広い視野角にわたって、実質的に同じコントラスト及び色相のカラー画像を表示させることができる。

【0020】

40

【発明の実施の形態】

以下、この発明の液晶表示装置の実施例を図面を参照して説明する。

【0021】

この実施例の液晶表示装置は、航空機のコックピットに装備される航空機用液晶表示装置であり、TN型の液晶表示素子と、その駆動手段とからなっている。

【0022】

まず、前記液晶表示素子について説明すると、図1はこの発明の第1の実施例を示す液晶表示素子の一部分の断面図であり、この液晶表示素子A1は、液晶パネル1と、前記液晶パネル1の両側にそれぞれ配置されたディスコティック液晶層18を有する一对の視野角改善フィルム14、15と、前記一对の視野角改善フィルム14、15の外側にそれぞれ

50

配置された一対の偏光板 12, 13 とからなっている。

【0023】

前記液晶パネル 1 は、図示しない枠状のシール材を介して接合された互いに対向する一対の透明基板 2, 3 の対向面（以下、内面と言う）の一方及び他方にそれぞれ形成され、互いに対向する領域により複数の画素を形成する透明電極 4, 5 と、前記複数の画素毎に対応させて形成された赤、緑、青の 3 色のカラーフィルタ 6R, 6G, 6B と、前記一対の基板間で液晶分子 11 を実質的に 90° の捻れ角でツイスト配向させた液晶層 10 とを有している。

【0024】

この液晶パネル 1 は、例えば TFT（薄膜トランジスタ）をアクティブ素子とするアクティブマトリックス液晶パネルであり、前記一対の基板 2, 3 のうち、表示の観察側（図 1 において上側）とは反対側である後側の基板（以下、後基板と言う）3 の内面に形成された電極 5 は、行方向および列方向にマトリックス状に配列する複数の画素電極、表示の観察側である前側の基板（以下、前基板と言う）2 の内面に形成された電極 4 は、前記複数の画素電極 5 に対向する一枚膜状の対向電極である。

【0025】

なお、図 1 では省略しているが、前記後基板 3 の内面には、前記複数の画素電極 5 にそれぞれ対応する複数の TFT と、各行の TFT にゲート信号を供給する複数のゲート配線と、各列の TFT にデータ信号を供給する複数のデータ配線とが設けられており、前記複数の画素電極 5 はそれぞれ、その画素電極 5 に対応する TFT に接続されている。

【0026】

また、前記赤、緑、青のカラーフィルタ 6R, 6G, 6B は、前記前基板 2 の基板面上に形成されており、これらのカラーフィルタ 6R, 6G, 6B の上に前記対向電極 4 が形成されている。

【0027】

さらに、前記一対の基板 2, 3 の内面にはそれぞれ、前記電極 4, 5 を覆って、実質的に互いに直交する方向に配向処理された水平配向膜 8, 9 が形成されている。

【0028】

そして、前記液晶層 10 は、前記一対の基板 2, 3 間の前記シール材により囲まれた領域に、正の誘電異方性を有するネマティック液晶を充填して形成されており、その液晶分子 11 は、前記水平配向膜 8, 9 により前後の基板 2, 3 の近傍における配向方向を規定され、図 1 に実線で示したように、前記基板 2, 3 間において実質的に 90° の捻れ角でツイスト配向している。

【0029】

この液晶層 10 は、波長が 450 nm の光、つまり青の波長帯域の光に対する屈折率異方性を $\Delta n(450\text{ nm})$ とし、波長が 650 nm の光、つまり赤の波長帯域の光に対する屈折率異方性を $\Delta n(650\text{ nm})$ としたとき、 $\Delta n(450\text{ nm}) / \Delta n(650\text{ nm})$ の値が 1.07 以下であって 1 より大きい液晶材料により形成されている。

【0030】

図 6 は前記 $\Delta n(450\text{ nm}) / \Delta n(650\text{ nm})$ の値が $1.06 \sim 1.13$ の各液晶を用いた液晶表示素子における液晶層の各 $\Delta n d$ に対するカラーシフトの値を示している。

【0031】

このカラーシフトの上限は $0.05 \sim 0.06$ であり、したがって、前記液晶パネル 1 の液晶層 10 は、前記 $\Delta n(450\text{ nm}) / \Delta n(650\text{ nm})$ の値が 1.07 以下であって 1 より大きい液晶材料、すなわち、

$$1 < \Delta n(450\text{ nm}) / \Delta n(650\text{ nm}) < 1.07$$

を満足する液晶材料により形成されている。

【0032】

さらに、前記液晶パネル 1 の液晶層厚 d は、赤、緑、青のカラーフィルタ 6R, 6G, 6

10

20

30

40

50

Bに対応する画素の全てにわたって実質的に等しく形成されている。

【0033】

この液晶パネル1の液晶は、図7で示されるように、屈折率異方性 Δn と液晶層厚 d の積 $\Delta n d$ の値が $340 \sim 430 \text{ nm}$ の間に横コントラスト及び上コントラストが極大値を示すため、 $\Delta n d$ の値は $340 \sim 430 \text{ nm}$ に設定されている。

【0034】

また、この液晶表示素子A1は、ノーマリホワイトモードのものであり、前記一对の偏光板12, 13は、それぞれの透過軸12a, 13a(図3参照)を実質的に互いに直交させて配置されている。

【0035】

一方、前記一对の視野角改善フィルム14, 15は、いずれも、透明なフィルム基板16の一方の面に配向処理膜17を形成し、その上に、ディスコティック液晶分子19を、そのチルト方向を一方向に揃え、且つ前記フィルム基板16に隣接する面から他方の面に向かって順次チルト角を異ならせて配向させたディスコティック液晶層18を設けたものである。

【0036】

前記ディスコティック液晶層18は、前記フィルム基板16の配向処理膜17上にディスコティック液晶を塗布し、そのディスコティック液晶を、前記フィルム基板16に隣接するディスコティック液晶分子19を前記配向処理膜17によりフィルム基板16面と略平行に配列させ、前記フィルム基板16とは反対側のディスコティック液晶分子19を前記

10

20

【0037】

このように、前記視野角改善フィルム14, 15は、ディスコティック液晶分子19を、そのチルト方向を一方向に揃え、且つ一方の面(フィルム基板16側の面)から他方の面に向かって徐々にチルト角が大きくなるように配向させたディスコティック液晶層18を有している。

【0038】

前記ディスコティック液晶層18は、図2にその模式的な断面を示したように、ディスコティック液晶分子19が、その円板状の面に垂直な分子軸19aが連続的に角度を変えて傾いた状態に配列しており、これらのディスコティック液晶分子19の分子軸19aの向きを平均した方向に屈折率が最小となる光学軸20を有する負の光学的異方性をもっている。

30

【0039】

前記一对の視野角改善フィルム14, 15のディスコティック液晶分子19のフィルム基板16に対すチルト角を液晶層厚全体で平均した平均的チルト角(図1及び図2に一点鎖線で示したチルト角) α はそれぞれ、前記液晶パネル1の電極4, 5間に黒を表示させる電圧(液晶分子11を図1に二点鎖線で示したように基板2, 3面に対して垂直に近い立ち上がり角で配向させる電圧)を印加したときの前記液晶パネル1の液晶分子11の平均的チルト角を θ としたとき、

40

$$\alpha = 90 - \theta$$

の関係を満たす値に設定されている。

【0040】

前記液晶表示素子A1は、前記液晶パネル1の複数の画素の電極4, 5間に印加される電圧に応じて各画素の透過率を制御する。

【0041】

図8は、前記液晶パネル1の電極4, 5間に印加する電圧と、その電界により挙動する液晶分子11の平均的チルト角との関係を示しており、図9は、画面の法線に対して 50° 傾いた方向のコントラストである横コントラストを示し、図10は、 $u'v'$ 色度座標系(CIE1976UCSの色度座標)で画面の法線に対して 50° 傾いた方向から観察し

50

たときの表示色の变化であるカラーシフトの値を示し、図 11 は、画面の法線に対して画面の上縁方向に 30° 傾いた方向のコントラストである上方向コントラストを示している。

【0042】

図 8 のように、前記液晶パネル 1 の電極 4, 5 間に 6 V の電圧を印加すると、液晶分子 11 の平均的チルト角 θ が略 72° となり、液晶表示素子 A1 の表示が、透過率の低い黒表示になる。

【0043】

一方、前記視野角改善フィルム 14, 15 のディスコティック液晶層 18 は、図 9 のように、ディスコティック液晶分子 19 の平均的チルト角 α が大きい方が横コントラストが高い。 10

【0044】

これに対して、前記ディスコティック液晶層 18 によるカラーシフトは、ディスコティック液晶分子 19 の平均的チルト角 α が $17^\circ \sim 19^\circ$ の間で極小値を示し、図 11 のように、平均的チルト角が $17^\circ \sim 19^\circ$ の範囲に充分高いコントラストが得られる。

【0045】

このように、十分なコントラストが得られ、カラーシフトが充分に小さくなるための、前記ディスコティック液晶分子 19 の平均的チルト角の範囲は $17^\circ \sim 19^\circ$ であり、特に 18° であることが望ましい。

【0046】

この液晶表示素子 A1 では、液晶パネル 1 の電極 4, 5 間に黒表示電圧 (6 V) を印加したときの液晶分子 11 の平均的チルト角 θ が上述したように略 72° であるため、前記一対の視野角改善フィルム 14, 15 のディスコティック液晶分子 19 を、その平均的チルト角 α が約 18° ($\alpha = 90 - 72 = 18$) になるように配向させている。 20

【0047】

さらに、この液晶表示素子 A1 は、ディスコティック液晶層 18 をその法線方向に入射する光に対する常光と異常光の屈折率の差である面内位相差の値が 150 nm である視野角改善フィルム 14, 15 を用いるときに、コントラスト及びカラーシフトの両方が優れた特性が得られる。

【0048】

そのため、この液晶表示素子 A1 では、 150 nm の面内位相差をもった視野角改善フィルム 14, 15 を用いている。 30

【0049】

そして、前記一対の視野角改善フィルム 14, 15 は、それぞれのディスコティック液晶分子 19 のチルト角変化方向を互いに逆向きにするとともに、前記ディスコティック液晶層 18 の屈折率が最小となる光学軸 20 を前記ディスコティック液晶層 18 の表面に投影した方向 (以下、基板投影光学軸と言う) 20a を所定の方角に向けて、前記液晶パネル 1 の前側と後側とにそれぞれ配置されている。

【0050】

この液晶表示素子 A1 では、図 1 に示したように、前記一対の視野角改善フィルム 14, 15 を、それぞれのディスコティック液晶分子 19 のチルト角が大きい面側を液晶パネル 1 に対向させて配置し、粘着層 21 により前記液晶パネル 1 に貼付けている。 40

【0051】

図 3 は、前記液晶パネル 1 の一対の基板 2, 3 の近傍における液晶分子配向方向 2a, 3a と、前後の偏光板 12, 13 の透過軸 12a, 13a の向きと、一対の視野角改善フィルム 14, 15 の基板投影光学軸 20a の向きとを示している。

【0052】

図 3 のように、前記液晶パネル 1 の前基板 2 の近傍における液晶分子配向方向 2a は、液晶表示素子 A1 の画面の横軸 x に対し、表示の観察側である前側から見て左回りに 45° ずれた方向、後基板 3 の近傍における液晶分子配向方向 3a は、前記横軸 x に対し、前側 50

から見て右回りに45°ずれた方向にあり、この液晶パネル1の液晶層10の液晶分子11は、そのツイスト方向を図に破線矢印で示したように、後基板3から前基板2に向かい、前側から見て右回りに実質的に90°の捻れ角でツイスト配向している。

【0053】

また、前記液晶パネル1の前側の偏光板12は、その透過軸12aを前記液晶パネル1の前基板2の近傍における液晶分子配向方向2aに対し、図3のように実質的に直交させるか、あるいは実質的に平行にして配置され、後側の偏光板13は、その透過軸13aを前側偏光板12の透過軸12aに対し、実質的に直交させて配置されている。

【0054】

さらに、前記一对の視野角改善フィルム14, 15のうち、前側の視野角改善フィルム14は、前記液晶パネル1の前側、つまり液晶パネル1と前側偏光板12との間に、前記基板投影光学軸(ディスコティック液晶層18の屈折率が最小となる光学軸20を前記ディスコティック液晶層18の表面に投影した方向)20aを前記液晶パネル1の前基板2の近傍における液晶分子配向方向2aと実質的に平行にして配置され、後側の視野角改善フィルム15は、前記液晶パネル1の後側、つまり液晶パネル1と後側偏光板13との間に、前記基板投影光学軸20aを前記液晶パネル1の後基板3の近傍における液晶分子配向方向3aと実質的に平行にして配置されている。

10

【0055】

この液晶表示素子A1は、その後側に配置される図示しない面光源からの照明光を利用して表示するものであり、前記液晶パネル1の複数の画素の電極4, 5間に印加する電圧値を所定の表示階調数に応じて制御することにより駆動され、前記複数の画素に対応する表示の明暗を変化させて画像を表示する。

20

【0056】

すなわち、この液晶表示素子A1は、後側偏光板13によりその透過軸13aに平行な直線偏光とされて入射し、後側の視野角改善フィルム15のディスコティック液晶層18と、液晶パネル1の液晶層と、前側の視野角改善フィルム14のディスコティック液晶層18とにより偏光状態を変えられた光のうち、前側偏光板12の吸収軸(図示せず)に平行な直線偏光成分を、この前側偏光板12により吸収し、前記前側偏光板12の透過軸12aに平行な直線偏光成分を、この前側偏光板12を透過させて観察側に出射する。

【0057】

なお、この液晶表示素子A1は、前後の偏光板12, 13をそれぞれの透過軸12a, 13aを実質的に互いに直交させて配置したノーマリホワイトモードのものであり、前記液晶パネル1の複数の画素のうち、電極4, 5間に液晶分子11を図1に二点鎖線で示したように基板2, 3面に対して垂直に近い立ち上がり角で配向させる黒表示電圧が印加された画素に対応する表示が黒表示となる。

30

【0058】

また、前記黒表示電圧よりも低い電圧が印加された画素に対応する表示は印加電圧に応じた階調の明表示であり、印加電圧が実質的に0Vとなったとき、つまり液晶分子11が初期のツイスト配向状態に配向したときに、その画素に対応する表示が最も明るい明表示になる。

40

【0059】

さらに、この液晶表示素子A1は、前記液晶パネル1に複数の画素にそれぞれ対応する赤、緑、青の3色のカラーフィルタ6R, 6G, 6Bを備えさせているため、前記明表示は赤、緑、青のいずれかの色の表示であり、これらの赤、緑、青の明表示の階調と前記黒表示とによりカラー画像を表示する。

【0060】

この液晶表示素子A1は、液晶パネル1の両側にそれぞれディスコティック液晶層18を有する一对の視野角改善フィルム14, 15を配置し、前記一对の視野角改善フィルム14, 15の外側にそれぞれ一对の偏光板12, 13を配置した構成であるため、表示の視野角が広い。

50

【 0 0 6 1 】

すなわち、前記液晶パネル 1 の液晶層 1 0 の液晶分子 1 1 は、電圧の印加によりツイスト配向状態を保ちながら基板 2 , 3 面に対して立上がるように配向状態を変えるが、配向膜 8 , 9 による配向規制力を強く受ける基板近傍の液晶分子 1 1 は、電圧が印加されても初期のプレチルト角またはそれに近い角度で倒伏した状態のままであるため、前記液晶パネル 1 の電極 4 , 5 間に液晶分子 1 1 を基板 2 , 3 面に対して垂直に近い立ち上がり角（略 7 2 °）で配向させる電圧を印加したときでも、前記液晶層 1 0 は、基板近傍の液晶分子 1 1 が初期の配向状態からほとんど変化しないことによる残留リタデーションをもっている。

【 0 0 6 2 】

また、前記液晶パネル 1 の液晶層 1 0 は、この液晶層 1 0 を垂直方向に透過する光と斜め方向（垂直方向に対して傾いた方向）に透過する光に対して異なるリタデーションを示すため、ノーマリーホワイトモードの液晶表示素子では、画面の正面方向（画面に垂直な方向の付近）から観察したときは黒表示の暗さが充分な良好なコントラストの表示を観察できるが、斜め方向から表示を観察すると、黒表示の暗さが浮き上がり、コントラストが大きく低下する。

【 0 0 6 3 】

一方、前記一対の視野角改善フィルム 1 4 , 1 5 は、ディスコティック液晶層 1 8 を有し、ディスコティック液晶分子 1 9 を、そのチルト方向を一方向に揃え、且つ前記偏光板 1 2 , 1 3 に対向する面と前記液晶パネル 1 に対向する面の一方から他方に向かって順次チルト角を異ならせて配向させたものであり、この一対の視野角改善フィルム 1 4 , 1 5 が、それぞれのディスコティック液晶分子 1 9 のチルト角変化方向を互いに逆向きにして前記液晶パネル 1 と前後の偏光板 1 2 , 1 3 との間に配置されているため、これらの視野角改善フィルム 1 4 , 1 5 のディスコティック液晶分子 1 9 の配向状態は、前記液晶パネル 1 の電圧印加時における液晶層厚の中央から一方の基板側の液晶分子配向状態及び他方の基板側の液晶分子配向状態と見掛け上逆である。

【 0 0 6 4 】

しかも、この視野角改善フィルム 1 4 , 1 5 の液晶層 1 8 はディスコティック液晶層であるため、そのリタデーションに方向性が無い。

【 0 0 6 5 】

そして、この液晶表示素子 A 1 では、前記液晶パネル 1 と前側偏光板 1 2 との間の視野角改善フィルム 1 4 を、その基板投影光学軸（ディスコティック液晶層 1 8 の屈折率が最小となる光学軸 2 0 を前記ディスコティック液晶層 1 8 の表面に投影した方向）2 0 a を前記液晶パネル 1 の前基板 2 の近傍における液晶分子配向方向 2 a と実質的に平行にして配置し、前記液晶パネル 1 と後側偏光板 1 3 との間の視野角改善フィルム 1 4 を、その基板投影光学軸 2 0 a を前記液晶パネル 1 の後基板 3 の近傍における液晶分子配向方向 3 a と実質的に平行にして配置している。

【 0 0 6 6 】

そのため、前記液晶パネル 1 の電圧印加時における基板近傍の液晶分子 1 1 が初期の配向状態からほとんど変化しないことによる残留リタデーションを前記一対の視野角改善フィルム 1 4 , 1 5 により打ち消され、表示の視野角、つまり黒表示の暗さが充分な良好なコントラストの表示を観察できる観察角度範囲が広がる。

【 0 0 6 7 】

しかも、この液晶表示素子 A 1 は、前後の偏光板 1 2 , 1 3 をそれぞれの透過軸 1 2 a , 1 3 a を実質的に互いに直交させて配置したノーマリーホワイトモードのものであるが、前記一対の視野角改善フィルム 1 4 , 1 5 のディスコティック液晶分子 1 9 の平均的チルト角 α をそれぞれ、前記液晶パネル 1 の電極 4 , 5 間に黒を表示させる電圧を印加したときの液晶分子 1 1 の平均的チルト角 θ に対して、 $\alpha = 90 - \theta$ の関係を満たす値に設定しているため、正面方向から観察したときの黒表示も、斜め方向から観観したときの黒表示も、ほとんど同じ色の表示である。

10

20

30

40

50

【0068】

また、この液晶表示素子A1では、上述したように、前記液晶パネル1の液晶層10を、波長が450nmの光（青の波長帯域の光）に対する屈折率異方性 $\Delta n(450nm)$ と、波長が650nmの光（赤の波長帯域の光）に対する屈折率異方性 $\Delta n(650nm)$ との比が、 $1 < \Delta n(450nm) / \Delta n(650nm) \leq 1.07$ を満足する液晶材料により形成しているため、視角による赤、緑、青の各波長帯域の光の透過率バランスの変化が小さく、したがって、赤、緑、青の出射光の合成色の色相の視角依存性が小さい。

【0069】

さらに、この液晶表示素子A1では、上述したように、前記一对の視野角改善フィルム14, 15のディスコティック液晶層18の面内位相差をそれぞれ150nmに設定し、前記液晶パネル1の Δnd の値を340~430nmに設定しているため、上述した液晶パネル1の電圧印加時における基板近傍の液晶分子11が初期の配向状態からほとんど変化しないことによる残留リタレーションが、前記一对の視野角改善フィルム14, 15により、ほとんど表示に影響しない程度に効果的に打ち消される。

10

【0070】

図4はこの発明の第2の実施例を示す液晶表示素子の一部分の断面図であり、この液晶表示素子A2は、液晶パネル1の前側と後側にそれぞれ配置された一对の視野角改善フィルム14, 15のディスコティック液晶層18の面内位相差をそれぞれ上述したように150nmに設定し、前記液晶パネル1の Δnd の値を、赤のカラーフィルタ（以下、赤色フィルタと言う）6Rに対応する画素と緑のカラーフィルタ（以下、緑色フィルタと言う）6Gに対応する画素の Δnd をそれぞれ340~430nm、青のカラーフィルタ（以下、青色フィルタと言う）6Bに対応する画素の Δnd を前記赤色及び緑色フィルタ6R, 6Gに対応する画素の Δnd に対して、横方向のカラーシフト（画面の横軸方向への視角の変化によるカラーシフト）及び上方向のカラーシフト（画面の法線に対して画面の上縁方向への視角の変化によるカラーシフト）がその上限内になるように設定したものである。

20

【0071】

すなわち、図12及び図13は、波長が450nmの光に対する液晶の屈折率異方性 $\Delta n(450nm)$ とその波長光が透過する領域（画素）の液晶層厚dとの積 Δnd からなる $\Delta nd(450nm)$ 値に対する、波長が650nmの光に対する液晶の屈折率異方性 $\Delta n(650nm)$ とその波長光が透過する領域の液晶層厚dとの積 Δnd からなる $\Delta nd(650nm)$ 値との比 $\Delta nd(450nm) / \Delta nd(650nm)$ の値と視角の変化によるカラーシフトとの関係を示しており、図12は、中間調（グレー）を表示したときの横方向カラーシフトを示し、図13は、黒を表示したときの上方向カラーシフトを示している。

30

【0072】

図12のように、カラーシフトの上限を0.05としたとき、前記 $\Delta nd(450nm) / \Delta nd(650nm)$ の値は1.1であり、また図13のように、黒表示のカラーシフトを0.1としたとき、前記 $\Delta nd(450nm) / \Delta nd(650nm)$ の値は0.94となる。

40

【0073】

したがって、前記 $\Delta nd(450nm) / \Delta nd(650nm)$ の値は、0.94以上で1.10以下の範囲が望ましく、好ましくは1.07以下であり、さらに好ましくは1.02である。

【0074】

そのため、この液晶表示素子A2では、前記青色フィルタ6Bに対応する画素の Δnd を、赤色及び緑色フィルタ6R, 6Gに対応する画素の Δnd に対して、0.94~1.10の比率の値に設定している。

【0075】

なお、この液晶表示素子A2は、液晶パネル1の青色フィルタ6Bに対応する画素の Δn

50

dを赤色及び緑色フィルタ6R, 6Gに対応する画素の $\Delta n d$ よりも大きく設定したものであるが、他の構成は上記第1の実施例の液晶表示素子A1と同じである。

【0076】

また、この液晶表示素子A2においても、前記液晶パネル1の液晶層10は、波長が450nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(450nm)$ と、波長が650nmの光に対する屈折率異方性 $\Delta n(650nm)$ との比が、 $1 < \Delta n(450nm) / \Delta n(650nm) < 1.07$ を満足する液晶材料により形成している。

【0077】

そして、この液晶表示素子A2では、前記液晶パネル1の前基板2の内面に設けられた赤、緑、青のカラーフィルタ6R, 6G, 6Bのうち、青色フィルタ6Bの上(対向電極4の下)に透明な液晶層厚調整膜7を設けることにより、赤色フィルタ6R及び緑色フィルタ6Gに対応する画素の液晶層厚 d_1 と前記青色フィルタ6Bに対応する画素の液晶層厚 d_2 とを異ならせ、前記赤色フィルタ6R及び緑色フィルタ6Gに対応する画素の $\Delta n d$ (以下、 $\Delta n d_1$ と記す)と、前記青色フィルタ6Bに対応する画素の $\Delta n d$ (以下、 $\Delta n d_2$ と記す)の値とを、 $0.94 < \Delta n d_2 / \Delta n d_1 < 1.10$ の関係に設定している。

10

【0078】

なお、上述したように、前記液晶パネル1の赤色フィルタ6R及び緑色フィルタ6Gに対応する画素の $\Delta n d_1$ はそれぞれ340~430nmであり、したがって、前記青色フィルタ6Bに対応する画素の $\Delta n d_2$ は374~473nmである。

20

【0079】

この液晶表示素子A2は、前記一对の視野角改善フィルム14, 15のディスコティック液晶層18の面内位相差をそれぞれ150nmに設定し、前記液晶パネル1の赤色及び緑色フィルタ6R, 6Gに対応する画素の $\Delta n d_1$ をそれぞれ340~430nm、青色フィルタ6Bに対応する画素の $\Delta n d_2$ を前記赤色及び緑色フィルタ6R, 6Gに対応する画素の $\Delta n d_1$ の値に対して0.94~1.10の比率で設定しているため、黒表示がさらに黒に近くなる。

【0080】

したがって、この実施例の液晶表示素子A2は、コントラスト及び色再現性の高いカラー画像を表示する。

30

【0081】

前記液晶パネル1の青色フィルタ6Bに対応する画素の $\Delta n d_2$ の赤色及び緑色フィルタ6R, 6Gに対応する画素の $\Delta n d_1$ に対する比率は、 $1.02 (\Delta n d_2 / \Delta n d_1 = 1.02)$ にするのが好ましく、このようにすることにより、コントラスト及び色再現性がより高いカラー画像を表示させることができる。

【0082】

なお、上記第2の実施例では、液晶パネル1の赤色フィルタ6R及び緑色フィルタ6Gに対応する画素の液晶層厚 d_1 と青色フィルタ6Bに対応する画素の液晶層厚 d_2 とを異ならせるために、前記青色フィルタ6Bの上に液晶層厚調整膜7を設けているが、図5に示した第3の実施例の液晶表示素子A3のように、青色フィルタ6Bを赤色フィルタ6R及び緑色フィルタ6Gの膜厚よりも厚く形成することにより、前記赤色フィルタ6R及び緑色フィルタ6Gに対応する画素の液晶層厚 d_1 と前記青色フィルタ6Bに対応する画素の液晶層厚 d_2 とを異ならせてもよい。

40

【0083】

上述した第2及び第3の実施例の液晶表示素子A2, A3に関し、次のような仕様の実施例素子1, 2と比較素子1, 2を作製し、それぞれについて、白を表示(赤、緑、青の全画素を明表示)したとき、黒を表示したとき、50%の中間調(グレー)を表示したとき、及び20%の中間調を表示したときのカラーシフトの視角依存性を測定した結果を図14, 15, 16, 17にそれぞれ示した。

【0084】

50

[実施例素子 1]

赤色フィルタに対応する画素の液晶層厚 = 4 . 0 μ m

緑色フィルタに対応する画素の液晶層厚 = 4 . 0 μ m

青色フィルタに対応する画素の液晶層厚 = 3 . 8 μ m

液晶の 650 nm の波長光に対する $\Delta n = 0 . 099$

液晶の 550 nm の波長光に対する $\Delta n = 0 . 102$

液晶の 475 nm の波長光に対する $\Delta n = 0 . 107$

液晶の $\Delta \varepsilon$ の値 = 4 . 6

$\Delta n d (650 \text{ nm}) = 0 . 396$

$\Delta n d (550 \text{ nm}) = 0 . 408$

$\Delta n d (450 \text{ nm}) = 0 . 407$

$\Delta n d (450 \text{ nm}) / \Delta n d (650 \text{ nm}) = 1 . 028$

ディスコティック液晶の平均的チルト角 = 18°

ディスコティック液晶の面内位相差 = 150 nm

[実例例素子 2]

赤色フィルタに対応する画素の液晶層厚 = 4 . 8 μ m

緑色フィルタに対応する画素の液晶層厚 = 4 . 8 μ m

青色フィルタに対応する画素の液晶層厚 = 4 . 6 μ m

液晶の 650 nm の波長光に対する $\Delta n = 0 . 081$

液晶の 550 nm の波長光に対する $\Delta n = 0 . 083$

液晶の 450 nm の波長光に対する $\Delta n = 0 . 086$

液晶の $\Delta \varepsilon$ の値 = 5 . 3

$\Delta n d (650 \text{ nm}) = 0 . 389$

$\Delta n d (550 \text{ nm}) = 0 . 398$

$\Delta n d (450 \text{ nm}) = 0 . 395$

$\Delta n d (450 \text{ nm}) / \Delta n d (650 \text{ nm}) = 1 . 017$

ディスコティック液晶の平均的チルト角 = 18°

ディスコティック液晶の面内位相差 = 150 nm

[比較素子 1]

赤色フィルタに対応する画素の液晶層厚 = 4 . 1 μ m

緑色フィルタに対応する画素の液晶層厚 = 4 . 3 μ m

青色フィルタに対応する画素の液晶層厚 = 4 . 3 μ m

液晶の 650 nm の波長光に対する $\Delta n = 0 . 077$

液晶の 550 nm の波長光に対する $\Delta n = 0 . 079$

液晶の 450 nm の波長光に対する $\Delta n = 0 . 083$

液晶の $\Delta \varepsilon$ の値 = 4 . 7

$\Delta n d (650 \text{ nm}) = 0 . 316$

$\Delta n d (550 \text{ nm}) = 0 . 340$

$\Delta n d (450 \text{ nm}) = 0 . 357$

$\Delta n d (450 \text{ nm}) / \Delta n d (650 \text{ nm}) = 1 . 130$

ディスコティック液晶の平均的チルト角 = 15°

ディスコティック液晶の面内位相差 = 130 nm

[比較素子 2]

赤色フィルタに対応する画素の液晶層厚 = 4 . 3 μ m

緑色フィルタに対応する画素の液晶層厚 = 4 . 3 μ m

青色フィルタに対応する画素の液晶層厚 = 4 . 1 μ m

液晶の 650 nm の波長光に対する $\Delta n = 0 . 081$

液晶の 550 nm の波長光に対する $\Delta n = 0 . 083$

液晶の 475 nm の波長光に対する $\Delta n = 0 . 086$

液晶の $\Delta \varepsilon$ の値 = 5 . 3

$$\Delta n d (650 \text{ nm}) = 0.348$$

$$\Delta n d (550 \text{ nm}) = 0.357$$

$$\Delta n d (450 \text{ nm}) = 0.353$$

$$\Delta n d (450 \text{ nm}) / \Delta n d (650 \text{ nm}) = 1.013$$

ディスコティック液晶の平均的チルト角 = 15°

ディスコティック液晶の面内位相差 = 130 nm

これらの図 14, 15, 15, 17 からわかるように、上記実施例素子 1, 2 は、視角の変化に対するカラーシフトが小さく視野角が広い。

【0085】

また、図 18 は、上記実施例素子 2 の印加電圧に対する上方向カラーシフトの液晶層厚依存性を示し、図 19 は上記比較素子 2 の上方向カラーシフトの液晶層厚依存性を示している。

【0086】

これらの図 18, 19 から明らかなように、上記実施例素子 2 は、一定の電圧値に対し、液晶層厚の違いに対するカラーシフトの値が小さく、特に印加電圧を 5 V としたときには、カラーシフトが極めて小さくなる。このことは、液晶層厚の誤差が大きくても、カラーシフトが小さいことを表している。

【0087】

すなわち、前記第 2 及び第 3 の実施例の液晶表示素子 A 2, A 3 はノーマリーホワイトモードのものであるため、前記液晶パネル 1 の電極 3, 4 間に印加する電圧を高くするのにともなって光の透過率が低くなる。

【0088】

しかし、液晶表示素子の電圧—透過率特性には波長依存性があるため、前記液晶パネル 1 の赤、緑、青の各色のフィルタ 6R, 6G, 6B に対応する画素の $\Delta n d$ 値が同じである場合は、低電圧側での赤、緑、青の各波長帯域の光の透過率の差は小さいが、高電圧側、つまり黒表示側では、青の各波長帯域の光の透過率よりも赤及び緑の波長帯域の光の透過率の低下の度合が大きくなり、表示が青味を帯びる。

【0089】

それに対し、前記液晶表示素子 A 2, A 3 では、液晶パネル 1 の青色フィルタ 6B に対応する画素の $\Delta n d_2$ を赤色及び緑色フィルタ 6R, 6G に対応する画素の $\Delta n d_1$ よりも大きくし、且つ、前記青色フィルタ 6B に対応する画素の $\Delta n d_2$ の赤色及び緑色フィルタ 6R, 6G に対応する画素の $\Delta n d_1$ に対する比率を $0.94 \sim 1.10$ にしているため、高電圧側での青の各波長帯域の光の透過率が、赤及び緑の波長帯域の光の透過率に近くなり、表示の青味が軽減される。

【0090】

上述したように、前記第 1～第 3 の実施例の液晶表示素子 A 1, A 2, A 3 は、いずれも、液晶パネル 1 の両側にそれぞれディスコティック液晶層 18 を有する一対の視野角改善フィルム 14, 15 を配置し、前記一対の視野角改善フィルム 14, 15 の外側にそれぞれ一対の偏光板 12, 13 を配置したものであるため、表示色の視角依存性を改善し、視野角を広くすることができる。

【0091】

ただし、前記液晶表示素子 A 1, A 2, A 3 は、ディスコティック液晶分子 19 の平均的チルト角 α が、液晶パネル 1 の電極 4, 5 間に黒を表示させるための電圧を印加したときの前記液晶パネル 1 の液晶分子 11 の平均的チルト角 θ に対して $\alpha = 90 - \theta$ の関係を満たすディスコティック液晶層 18 を有する一対の視野角改善フィルム 14, 15 を備えているため、特に、ディスコティック液晶分子 19 の平均的チルト α が大きく、面内位相差が大きい視野角改善フィルム 14, 15 を使用すると、液晶パネル 1 の電極 4, 5 間に印加する電圧を高くしたときに、印加電圧を高くするのに伴う青色光に対する透過率の変化が、減少から増加に反転する領域が生じる。

【0092】

10

20

30

40

50

すなわち、前記液晶表示素子 A 1 , A 2 , A 3 は、一对の偏光板 1 2 , 1 3 をそれぞれの透過軸 1 2 a , 1 3 a を実質的に互いに直交させて配置したノーマリーホワイモードのものであるため、赤、緑、青の各色の光に対する透過率が印加電圧を高くするのにともなって減少するが、印加電圧がある値以上になると、前記各色の光のうち、青色の光に対する透過率が逆に増加する。

【 0 0 9 3 】

図 2 0 は、図 4 及び図 5 に示した第 2 及び第 3 の実施例の液晶表示素子 A 2 , A 3 における赤、緑、青の各色の光に対する電圧—透過率特性を示しており、この液晶表示素子 A 2 , A 3 では、液晶パネル 1 の電極 4 , 5 間に印加する電圧を 5 ~ 6 V 以上にしたときに、青色光に対する透過率の変化が、減少から増加に反転する。

10

【 0 0 9 4 】

なお、図 2 0 には第 2 及び第 3 の実施例の液晶表示素子 A 2 , A 3 における赤、緑、青の各色の光に対する電圧—透過率特性を示したが、図 1 に示した第 1 の実施例の液晶表示素子 A 1 における赤、緑、青の各色の光に対する電圧—透過率特性も同様な特性である。

【 0 0 9 5 】

したがって、前記液晶表示素子 A 1 , A 2 , A 3 は、液晶パネル 1 の電極 4 , 5 間に印加する電圧を高くしたとき、つまり黒または黒に近い階調で表示が青味を帯び、表示の色相の著しい変化と、コントラストの低下を招く。

【 0 0 9 6 】

そのため、この液晶表示装置では、次のような構成の駆動手段により前記液晶表示素子 A 1 , A 2 , A 3 を駆動手段し、広い視野角にわたって、実質的に同じコントラスト及び色相のカラー画像を表示させるようにしている。

20

【 0 0 9 7 】

図 2 1 は前記駆動手段の概要を示すブロック図であり、この駆動手段 2 2 は、前記液晶表示素子 A 1 , A 2 , A 3 の液晶パネル 1 の複数のゲート配線に接続されたゲートドライバ 2 3 と、前記液晶パネル 1 の複数のデータ配線に接続されたソースドライバ 2 4 と、青色の表示データを変換するための青色調整回路 2 5 とからなっている。

【 0 0 9 8 】

そして、前記ゲートドライバ 2 3 には、図示しない外部回路から、ゲート信号を生成するための複数のクロック信号および複数の電圧信号が供給され、また前記ソースドライバ 2 4 には、図示しない外部回路から前記青色調整回路 2 5 を介して、表示タイミング信号と、赤、緑、青の各色の表示データ R , G , B が供給される。

30

【 0 0 9 9 】

前記青色調整回路 2 5 は、図 2 2 に示すように、前記表示タイミング信号からソースドライバ制御信号を生成するソースドライバ制御信号発生回路 2 6 と、外部回路からの青色表示データと階調設定器 2 7 に設定された階調値データが供給され、前記設定された階調値に応じて前記ソースドライバ 2 4 に供給する青色表示データを変換する青色データ変換回路 2 8 と、外部回路からの赤色表示データと緑色表示データ及び前記青色データ変換回路 2 8 から出力された青色表示データが供給され、赤、緑、青の各色のドライバ駆動データを、その出力タイミングを調整して前記ソースドライバ 2 4 に供給する出力回路 2 9 とからなっている。

40

【 0 1 0 0 】

前記階調設定器 2 7 には、明階調と暗階調との間の複数の中間階調のうち、前記液晶表示素子 A 1 , A 2 , A 3 の青色光に対する透過率の変化が減少から増加に反転する印加電圧（図 2 0 において 5 ~ 6 V ）に対応した中間階調の階調値が設定されている。

【 0 1 0 1 】

また、前記青色データ変換回路 2 8 は、図 2 3 に示すように、供給された青色データ信号の階調と前記階調設定器 2 7 に設定された階調値とを比較する比較器 3 0 と、外部から供給された青色データ信号の階調と前記階調設定器 2 7 に設定された階調値とに基づく演算を行う演算部 3 1 と、変換されていない青色の無変換表示データと、前記演算部 3 1 によ

50

り演算された変換表示データとが供給され、前記比較器 30 からの比較結果信号に応じて、前記無変換表示データと変換表示データとを選択的にソースドライバ 24 に出力する出力選択回路 32 とからなっている。

【0102】

前記演算部 31 は、前記設定器 27 に設定された階調値を N 、定数 β を $0 < \beta < 1$ 、外部回路から供給された青色の表示データを iB 、前記液晶表示素子を駆動するドライバへの青色の出力データを oB としたとき、外部から供給された青色データ信号の階調と前記設定器 27 に設定された階調値とに基づいて、

$$oB = \beta \times iB + (1 - \beta) \times N$$

の演算を行ない、その演算結果を変換表示データとして前記出力選択回路 32 に供給する。 10

【0103】

なお、前記外部回路から供給される赤、緑、青の各色の表示データ（以下、入力表示データと言う）は、例えば 8 ビットのデータ $iR[0-7]$ 、 $iG[0-7]$ 、 $iB[0-7]$ であり、したがって前記演算部 31 は、

$$oB[0-7] = \beta \times iB[0-7] + (1 - \beta) \times N$$

の演算を行なう。

【0104】

次に、前記駆動手段 22 による前記液晶表示素子 $A1$ 、 $A2$ 、 $A3$ の駆動方法を説明する。 20

【0105】

図 24 は、前記液晶表示素子 $A1$ 、 $A2$ 、 $A3$ の第 1 の駆動例を示す概念図であり、この例では、前記液晶表示素子 $A1$ 、 $A2$ 、 $A3$ の電極 4、5 間に高い電圧を印加したとき、つまり透過率が低くなる方を低階調としている。

【0106】

この駆動例では、8 ビットの赤、緑、青の各色の入力表示データ $iR[0-7]$ 、 $iG[0-7]$ 、 $iB[0-7]$ が外部回路から供給され、そのうち、赤色及び緑色の入力表示データ $iR[0-7]$ 、 $iG[0-7]$ はそのままソースドライバ 24 に供給される。

【0107】

一方、青色の入力表示データ $iB[0-7]$ は、前記青色調整回路 25 に送られ、比較器 30 により、前記階調設定器 27 に設定された階調値、つまり予め定めた中間階調の階調値（以下、設定階調値と言う） N と比較される。 30

【0108】

同時に、前記演算部 31 により上述した演算が行われ、その演算結果が変換表示データとして前記出力選択回路 32 に供給される。

【0109】

そして、前記出力選択回路 32 は、前記比較器 30 の比較結果が前記設定階調値 N 以下のときは前記演算部 31 により演算された変換表示データをソースドライバ 24 に供給し、前記比較器 30 の比較結果が前記設定階調値 N より大きいときは変換されない無変換表示データを前記ソースドライバ 24 に供給する。 40

【0110】

そのため、青色の入力表示データ $iB[0-7]$ が設定階調値 N より大きいときは、その入力表示データ $iB[0-7]$ の信号がドライバ駆動データ $oB[0-7]$ としてソースドライバ 24 に供給され、前記青色の入力表示データ $iB[0-7]$ が前記設定階調値 N より小さいときは、その入力表示データ $iB[0-7]$ の信号が、 $\beta \times iB[0-7] + (1 - \beta) \times N$ の値のドライバ駆動データ $oB[0-7]$ として前記ソースドライバ 24 に供給される。

【0111】

すなわち、青色の入力表示データ $iB[0-7]$ と前記ソースドライバ 24 に供給されるドライバ駆動データ $oB[0-7]$ との関係は、図 24 のように、入力表示データ $iB[$ 50

0 - 7] が設定階調値 N より大きいときは $iB[0 - 7] = oB[0 - 7]$ となり、傾きが 1 の直線で表され、入力表示データ $iB[0 - 7]$ が設定階調値 N より小さいときは $iB[0 - 7] = \beta \times iB[0 - 7] + (1 - \beta) \times N$ となり、傾きが β の直線で表される。

【0112】

そして、前記ソースドライバ 24 は、前記液晶表示素子 A1, A2, A3 の各画素のうち、赤色フィルタ 6R が設けられた赤色画素及び緑色フィルタ 6G が設けられた緑色画素に対応する画素電極 5 に対しては、前記赤色及び緑色の入力表示データ $iR[0 - 7]$, $iG[0 - 7]$ の階調の変化に対して予め定めた第 1 の割合で変化する書込み電圧を、前記入力表示データ $iR[0 - 7]$, $iG[0 - 7]$ の階調に応じて選択し、その書込み電圧を前記赤色画素及び緑色画素の電極 4, 5 間に印加する。 10

【0113】

また、前記ソースドライバ 24 は、前記液晶表示素子 A1, A2, A3 の青色フィルタ 6B が設けられた青色画素に対応する画素電極 5 に対しては、青色の入力表示データ $iB[0 - 7]$ が設定階調値 N より大きいときに、その入力表示データ $iB[0 - 7]$ の階調の変化に対して前記予め定めた第 1 の割合で変化する書込み電圧（ドライバ駆動データ $oB[0 - 7] = iB[0 - 7]$ の階調に対応する電圧）を、前記青色の入力表示データ $iB[0 - 7]$ が前記設定階調値 N より小さいときは、前記入力表示データ $iB[0 - 7]$ の階調の変化に対して前記第 1 の割合と異なる第 2 の割合で変化する電圧（ドライバ駆動データ $oB[0 - 7] = \beta \times iB[0 - 7] + (1 - \beta) \times N$ の階調に対応する電圧）を、前記入力表示データ $iB[0 - 7]$ の階調に応じて選択し、その書込み電圧を前記青色画素の電極 4, 5 間に印加する。 20

【0114】

図 25 及び図 26 はその具体例を示しており、図 25 は、赤、緑、青の各色の入力表示データの階調と前記ソースドライバ 24 に供給されるドライバ駆動データの階調との関係を示し、図 26 は、前記赤、緑、青の各色の入力表示データの階調と液晶表示素子 A1, A2, A3 の赤、緑、青の各色の画素の電極 4, 5 間に印加される液晶駆動電圧との関係を示している。なお、この具体例は、階調数 = 256、設定階調値 N = 40、定数 $\beta = 0.325$ の場合である。

【0115】

ここで、前記定数 β の値は、液晶表示素子 A1, A2, A3 の表示特性に応じて決められる任意の値であって、前記液晶表示素子 A1, A2, A3 の色相の変化を最も小さくするように設定される。 30

【0116】

すなわち、前記駆動手段 22 は、前記液晶表示素子 A1, A2, A3 の複数の画素のうち、赤色フィルタ 6R が設けられた赤色画素及び緑色フィルタ 6G が設けられた緑色画素の電極 4, 5 間には、階調の変化に対して予め定めた第 1 の割合で変化する電圧を赤色及び緑色の入力表示データ $iR[0 - 7]$, $iG[0 - 7]$ の階調に応じて選択して印加し、青色フィルタ 6B が設けられた青色画素の電極 4, 5 間には、明階調から予め定めた中間階調までの範囲では、階調の変化に対して前記第 1 の割合で変化する電圧を、前記予め定めた中間階調から暗階調までの範囲では、階調の変化に対して前記第 1 の割合と異なる第 2 の割合で変化する電圧を、青色の入力表示データ $iB[0 - 7]$ の階調に応じて選択して印加する。 40

【0117】

そして、前記駆動方法は、前記駆動手段 22 により、前記液晶表示素子 A1, A2, A3 を、その複数の画素の電極 4, 5 間にそれぞれ、明階調から予め定めた中間階調までの範囲では、階調の変化に対して予め定めた第 1 の割合で変化する電圧を入力表示データの階調に応じて選択して印加し、前記予め定めた中間階調を越えた階調の範囲では、前記複数の画素のうち、前記赤色画素及び緑色画素の電極 4, 5 間に、階調の変化に対して前記第 1 の割合で変化する電圧を入力表示データの階調に応じて選択して印加し、前記青色画素 50

の電極 4, 5 間に、階調の変化に対して前記第 1 の割合とは異なる第 2 の割合で変化する電圧を入力表示データの階調に応じて選択して印加することにより駆動するため、前記液晶表示素子 A 1, A 2, A 3 に、広い視野角にわたって、実質的に同じコントラスト及び色相のカラー画像を表示させることができる。

【0118】

なお、上記実施例では、青色の液晶駆動電圧を、予め定めた中間階調を越えた階調範囲（暗側の階調範囲）でも、入力表示データの階調が低くなる（暗階調に近くなる）のに伴って電圧が低くなるように変化させているが、液晶表示素子 A 1, A 2, A 3 を上述したように一對の偏光板 1 2, 1 3 をそれぞれの透過軸 1 2 a, 1 3 a を実質的に互いに直交させて配置したノーマリーホワイトモードとする場合、その駆動手段 2 2 は、前記液晶表示素子 A 1, A 2, A 3 の画素の透過率を予め定めた中間階調よりも低く制御する階調において、前記液晶表示素子 A 1, A 2, A 3 の青色画素に、階調に応じて変化しない前記中間階調の電圧を印加するように構成してもよい。

10

【0119】

図 2 7 は、その場合に採用する第 2 の駆動例を示す概念図であり、この例でも、前記液晶表示素子 A 1, A 2, A 3 の電極 4, 5 間に高い電圧を印加したとき、つまり透過率が低くなる方を低階調としている。また、この駆動例でも、8 ビットの赤、緑、青の各色の入力表示データ $iR[0-7]$, $iG[0-7]$, $iB[0-7]$ が外部回路から供給され、そのうち、赤色及び緑色の入力表示データ $iR[0-7]$, $iG[0-7]$ はそのままソースドライバ 2 4 に供給される。

20

【0120】

この駆動例では、青色の入力表示データ $iB[0-7]$ とソースドライバ 2 4 に供給されるドライバ駆動データ $oB[0-7]$ との関係は、図 2 7 のように、入力表示データ $iB[0-7]$ が設定階調値 N より大きいとき ($iB[0-7] = oB[0-7]$ のとき) は、傾きが 1 の直線で表され、入力表示データ $iB[0-7]$ が設定階調値 N より小さいとき ($iB[0-7] = \beta \times iB[0-7] + (1 - \beta) \times N$ のとき) は、傾きが 0 の直線で表される。

【0121】

図 2 8 及び図 2 9 はその具体例を示しており、図 2 8 は、赤、緑、青の各色の入力表示データの階調と前記ソースドライバ 2 4 に供給されるドライバ駆動データの階調との関係を示し、図 2 9 は、前記赤、緑、青の各色の入力表示データの階調と液晶表示素子 A 1, A 2, A 3 の赤、緑、青の各色の画素の電極 4, 5 間に印加される液晶駆動電圧との関係を示している。なお、この具体例は、階調数 = 256、設定階調値 $N = 27$ 、定数 $\beta = 0$ の場合である。

30

【0122】

この駆動例による場合は、前記駆動手段 2 2 を、液晶表示素子 A 1, A 2, A 3 の画素の透過率を予め定めた中間階調よりも低く制御する階調において、前記液晶表示素子 A 1, A 2, A 3 の青色画素に、階調に応じて変化しない前記中間階調の電圧を印加するように構成すればよいため、前記青色画素に印加する電圧の制御を容易にすることができる。

【0123】

図 3 0 及び図 3 1 は、図 4 及び図 5 に示した第 2 及び第 3 の実施例の液晶表示素子 A 2, A 3 を前記第 1 の駆動例により駆動したときの表示特性を示しており、図 3 0 は、青色画素印加電圧とコントラストの視角依存性の関係、図 3 1 は、黒を表示したときの青色画素印加電圧とカラーシフトの視角依存性の関係を示している。

40

【0124】

なお、この表示特性は、前記第 2 及び第 3 の実施例の液晶表示素子 A 2, A 3 を前記第 2 の駆動例により駆動したときも、また図 1 に示した第 1 の実施例の液晶表示素子 A 1 を前記第 1 と第 2 の駆動例のいずれにより駆動したときも略同じである。

【0125】

上述したように、前記液晶表示素子 A 1, A 2, A 3 の表示は、電極 4, 5 間に 6 V の電

50

圧を印加したときに黒になる（図 8 参照）が、コントラストの視角依存性及び黒表示のカラーシフトの視角依存性は、図 30 及び図 31 のように、青色画素の電極 4, 5 間に印加する電圧を 5.2 V としたときに小さくなる。

【0126】

したがって、前記駆動例のいずれの場合も、青色画素への印加電圧は、赤色画素及び緑色画素への印加電圧に比べて略 1 V 低い値となるように青色の入力表示データを変換するのが望ましい。

【0127】

なお、上述した第 1 ～ 第 3 の実施例の液晶表示素子 A1, A2, A3 はノーマリーホワイトモードのものであるが、液晶表示素子は、一对の偏光板を 12, 13 をそれぞれの透過軸 12a, 13a を実質的に互いに平行にして配置したノーマリーブラックモードのものでよく、その場合は、駆動手段 22 を、青色画素の電極間に、暗階調から予め定めた中間階調までの範囲では、階調の変化に対して予め定めた第 1 の割合で変化する電圧を、前記予め定めた中間階調から明階調までの範囲では、階調の変化に対して前記第 1 の割合と異なる第 2 の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加するように構成すればよい。

【0128】

すなわち、液晶表示素子をノーマリーブラックモードとする場合は、前記液晶表示素子の複数の画素の電極間にそれぞれ、明階調から予め定めた中間階調までの範囲では、階調の変化に対して予め定めた第 1 の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加し、前記予め定めた中間階調を越えた階調の範囲では、前記複数の画素のうち、赤色画素及び緑色画素の電極間に、階調の変化に対して前記第 1 の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加し、青色画素の電極間に、階調の変化に対して前記第 1 の割合とは異なる第 2 の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加する方法で前記液晶表示素子を駆動すればよい。

【0129】

上述したように、前記液晶表示装置は、液晶分子 11 を実質的に 90° の捩れ角でツイスト配向させた液晶層 10 を有する液晶パネル 1、前記液晶パネル 1 の両側にそれぞれ配置されたディスコティック液晶層 18 を有する一对の視野角改善フィルム 14, 15、前記一对の視野角改善フィルム 14, 15 の外側にそれぞれ配置された一对の偏光板 12, 13 からなる液晶表示素子 A1 と、前記液晶表示素子 A1 の複数の画素のうち、赤色画素及び緑色画素の電極間には、階調の変化に対して予め定めた第 1 の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加し、青色画素の電極間には、明暗のいずれか一方の階調から予め定めた中間階調までの範囲では、階調の変化に対して前記第 1 の割合で変化する電圧を、前記予め定めた中間階調から他方の階調までの範囲では、階調の変化に対して前記第 1 の割合と異なる第 2 の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加する駆動手段 22 とを備えているため、前記液晶表示素子 A1 に、広い視野角にわたって実質的に同じコントラスト及び色相のカラー画像を表示させることができる。

【0130】

また、上記実施例の液晶表示装置では、前記液晶表示素子 A1, A2, A3 を、一对の偏光板 12, 13 をそれぞれの透過軸 12a, 13a を実質的に互いに直交させて配置したノーマリーホワイトモードとし、前記駆動手段 22 を、前記液晶表示素子 A1, A2, A3 の青色画素の透過率を予め定めた中間階調よりも低く制御する階調において、外部回路から供給された青色の入力表示データの階調を、

$$oB = \beta \times iB + (1 - \beta) \times N$$

N：予め定めた中間階調の階調値

β ：定数（ $0 < \beta < 1$ ）

iB：青色の入力表示データ

oB：青色の出力データ

によって求められる階調に変換するように構成しているため、前記液晶表示素子 A1, A

2, A3に、広い視野角にわたって、より同じコントラスト及び色相のカラー画像を表示させることができる。

【0131】

また、上記実施例では、前記液晶表示素子A1, A2, A3をノーマリーホワイトモードとし、前記予め定めた中間階調を、前記液晶表示素子A1, A2, A3の電極4, 5間への印加電圧の高電圧側への変化、つまり階調の暗階調側への階調の変化に応じて前記液晶表示素子A1, A2, A3の青色光に対する透過率の変化が減少から増加に反転する境界付近の階調に設定しているため、前記液晶表示素子A1, A2, A3に、広い視野角にわたって、さらに同じコントラスト及び色相のカラー画像を表示させることができる。

【0132】

さらに、上記実施例では、前記液晶表示素子A1, A2, A3をノーマリーホワイトモードとし、一対の視野角改善フィルム14, 15をそれぞれ、ディスコティック液晶分子19の平均的チルト角 α を、液晶パネル1の電極4, 5間に黒を表示させるための電圧を印加したときの前記液晶パネル1の液晶分子11の平均的チルト角 θ に対して、

$$\alpha = 90 - \theta$$

の関係を満たすディスコティック液晶層18により形成しているため、前記液晶表示素子A1, A2, A3を上述した駆動手段22によって駆動することにより、前記液晶表示素子A1, A2, A3に、広い視野角にわたって、実質的に同じコントラスト及び色相のカラー画像を表示させることができる。

【0133】

そのため、この液晶表示装置は、航空機用表示装置に要求される機能を全て有している。

【0134】

すなわち、航空機のコックピットに装備される表示装置は、どのような視角で観察しても、表示のコントラストが変わらず、またコントラストと色相も変わって見えないことがシビアに要求される。

【0135】

前記液晶表示装置は、上述したように、視野角が広く、しかも視角による表示の色変化がほとんど無く、広い視野角にわたって、実質的に同じコントラスト及び色相のカラー画像を観察させることができるため、航空機のコックピットに装備される表示装置に好適である。

【0136】

また、上述したように、前記液晶表示素子の駆動方法は、前記液晶表示素子の複数の画素の電極間にそれぞれ、明暗のいずれか一方の階調から予め定めた中間階調までの範囲では、階調の変化に対して予め定めた第1の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加し、前記予め定めた中間階調を越えた階調の範囲では、前記複数の画素のうち、赤色画素及び緑色画素の電極間に、階調の変化に対して前記第1の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加し、色画素の電極間に、階調の変化に対して前記第1の割合とは異なる第2の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加するものであるため、前記液晶表示素子に、広い視野角にわたって、実質的に同じコントラスト及び色相のカラー画像を表示させることができる。

【0137】

なお、上述した実施例の液晶表示装置は、航空機のコックピットに装備されるものであるが、この発明は、航空機用液晶表示装置に限らず、他の用途の液晶表示装置にも適用することができる。

【0138】

【発明の効果】

この発明の液晶表示装置は、液晶分子を実質的に90°の捻れ角でツイスト配向させた液晶層を有する液晶パネル、前記液晶パネルの両側にそれぞれ配置されたディスコティック液晶層を有する一対の視野角改善フィルム、前記一対の視野角改善フィルムの外側にそれぞれ配置された一対の偏光板からなる液晶表示素子と、前記液晶表示素子の複数の画素の

10

20

30

40

50

うち、赤のカラーフィルタが設けられた赤色画素及び緑のカラーフィルタが設けられた緑色画素の電極間には、階調の変化に対して予め定めた第1の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加し、青のカラーフィルタが設けられた青色画素の電極間には、明暗のいずれか一方の階調から予め定めた中間階調までの範囲では、階調の変化に対して前記第1の割合で変化する電圧を、前記予め定めた中間階調から他方の階調までの範囲では、階調の変化に対して前記第1の割合と異なる第2の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加する駆動手段とを備えたものであるため、前記液晶表示素子に、広い視野角にわたって実質的に同じコントラスト及び色相のカラー画像を表示させることができる。

【0139】

この発明の液晶表示装置において、前記液晶表示素子を、前記一对の偏光板をそれぞれの透過軸を実質的に互いに直交させて配置したノーマリーホワイモードとする場合、前記駆動手段は、前記液晶表示素子の青色画素の透過率を予め定めた中間階調よりも低く制御する階調において、前記予め定めた中間階調の階調値を N 、定数 β を $0 < \beta < 1$ 、外部から供給された青色の表示データを iB 、前記液晶表示素子を駆動するドライバへの青色の出力データを oB としたとき、前記供給された青色の表示データの階調を、

$$oB = \beta \times iB + (1 - \beta) \times N$$

によって求められる階調に変換するのが望ましく、このようにすることにより、前記液晶表示素子に、広い視野角にわたって、より同じコントラスト及び色相のカラー画像を表示させることができる。

【0140】

また、前記液晶表示素子をノーマリーホワイモードとする場合、前記駆動手段は、前記液晶表示素子の画素の透過率を予め定めた中間階調よりも低く制御する階調において、前記液晶表示素子の青色画素に、階調に応じて変化しない前記中間階調の電圧を印加するのが望ましく、このようにすることにより、前記青色画素に印加する電圧の制御を容易にすることができる。

【0141】

この発明の液晶表示装置において、前記予め定めた中間階調は、階調の変化に応じた前記液晶表示素子の青色光に対する透過率の変化が、増加から減少、或いは減少から増加に反転する境界付近の階調が望ましく、このようにすることにより、前記液晶表示素子に、広い視野角にわたって、さらに同じコントラスト及び色相のカラー画像を表示させることができる。

【0142】

さらに、前記液晶表示素子をノーマリーホワイモードとする場合、前記一对の視野角改善フィルムはそれぞれ、ディスコティック液晶分子の平均的チルト角を α 、前記液晶パネルの電極間に黒を表示させるための電圧を印加したときの前記液晶パネルの液晶分子の平均的チルト角を θ としたとき、

$$\alpha = 90 - \theta$$

の関係を満たすディスコティック液晶層により形成するのが好ましく、この液晶表示素子上述した駆動手段によって駆動することにより、前記液晶表示素子に、広い視野角にわたって、実質的に同じコントラスト及び色相のカラー画像を表示させることができる。

【0143】

また、この発明の液晶表示素子の駆動方法は、前記液晶表示素子の複数の画素の電極間にそれぞれ、明暗のいずれか一方の階調から予め定めた中間階調までの範囲では、階調の変化に対して予め定めた第1の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加し、前記予め定めた中間階調を越えた階調の範囲では、前記複数の画素のうち、赤のカラーフィルタが設けられた赤色画素及び緑のカラーフィルタが設けられた緑色画素の電極間に、階調の変化に対して前記第1の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択して印加し、青のカラーフィルタが設けられた青色画素の電極間に、階調の変化に対して前記第1の割合とは異なる第2の割合で変化する電圧を表示データの階調に応じて選択

10

20

30

40

50

して印加するものであるため、前記液晶表示素子に、広い視野角にわたって、実質的に同じコントラスト及び色相のカラー画像を表示させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の第 1 の実施例を示す液晶表示素子の一部分の断面図。

【図 2】視野角改善フィルムのディスコティック液晶層の模式的断面図。

【図 3】前記液晶表示素子の液晶パネルの一对の基板の近傍における液晶分子配向方向と、一对の偏光板の透過軸の向きと、一对の視野角改善フィルムの基板投影光学軸の向きとを示す図。

【図 4】この発明の第 2 の実施例を示す液晶表示素子の一部分の断面図。

【図 5】この発明の第 2 の実施例を示す液晶表示素子の一部分の断面図。

10

【図 6】 $\Delta n(450\text{nm})/\Delta n(650\text{nm})$ の値が $1.06 \sim 1.13$ の各液晶を用いた液晶表示素子における液晶層の各 $\Delta n d$ に対するカラーシフトの値を示す図。

【図 7】液晶パネルの液晶の $\Delta n d$ と横コントラスト及び上コントラストとの関係を示す図。

【図 8】液晶パネルに印加する電圧と液晶分子の平均的チルト角との関係を示す図。

【図 9】前記液晶表示素子の横コントラストを示す図。

【図 10】前記液晶表示素子のカラーシフトを示す図。

【図 11】前記液晶表示素子の上方向コントラストを示す図。

【図 12】前記液晶表示素子の中間調を表示したときの横方向カラーシフトを示す図。

【図 13】前記液晶表示素子の黒を表示したときの上方向のカラーシフトを示す図。

20

【図 14】実施例素子と比較素子の黒を表示したときのカラーシフトの視角依存性を示す図。

【図 15】実施例素子と比較素子の黒を表示したときのカラーシフトの視角依存性を示す図。

【図 16】実施例素子と比較素子の 50% の中間調を表示したときのカラーシフトの視角依存性を示す図。

【図 17】実施例素子と比較素子の 20% の中間調を表示したときのカラーシフトの視角依存性を示す図。

【図 18】実施例素子の印加電圧に対する上方向カラーシフトの液晶層厚依存性を示す図。

30

【図 19】比較素子の上方向カラーシフトの液晶層厚依存性を示す図。

【図 20】第 2 及び第 3 の実施例の液晶表示素子における赤、緑、青の各色の光に対する電圧—透過率特性図。

【図 21】駆動手段の概要を示すブロック図。

【図 22】前記駆動手段の青色調整回路を示す図。

【図 23】前記青色調整回路の青色データ変換回路を示す図。

【図 24】液晶表示素子の第 1 の駆動例を示す概念図。

【図 25】第 1 の駆動例における赤、緑、青の各色の入力表示データの階調とドライバ駆動データの階調との関係を示す図。

【図 26】第 1 の駆動例における赤、緑、青の各色の入力表示データの階調と液晶表示素子の赤、緑、青の各色の画素の電極間に印加される液晶駆動電圧との関係を示す図。

40

【図 27】液晶表示素子の第 2 の駆動例を示す概念図。

【図 28】第 2 の駆動例における赤、緑、青の各色の入力表示データの階調とドライバ駆動データの階調との関係を示す図。

【図 29】第 2 の駆動例における赤、緑、青の各色の入力表示データの階調と液晶表示素子の赤、緑、青の各色の画素の電極間に印加される液晶駆動電圧との関係を示す図。

【図 30】液晶表示素子の青色画素印加電圧とコントラストの視角依存性の関係を示す図。

【図 31】液晶表示素子の黒表示における青色画素印加電圧とカラーシフトの視角依存性の関係を示す図。

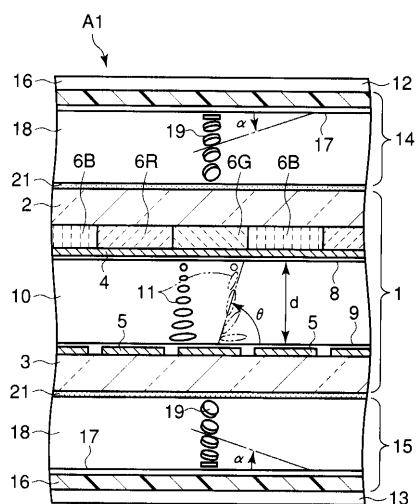
50

【符号の説明】

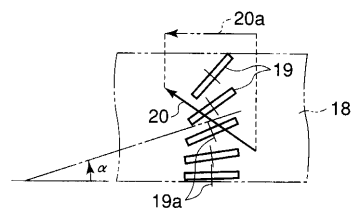
A 1 , A 2 , A 3 ... 液晶表示素子、 1 ... 液晶パネル、 2 , 3 ... 基板、 2 a , 3 a ... 液晶分子配向方向、 4 , 5 ... 電極、 6 R , 6 G , 6 B ... カラーフィルタ、 7 ... 液晶層厚調整膜、 8 , 9 ... 配向膜、 1 0 ... 液晶層、 1 1 ... 液晶分子、 θ ... 黒表示電圧を印加したときの液晶分子の平均的チルト角、 1 2 , 1 3 ... 偏光板、 1 2 a , 1 3 a ... 透過軸、 1 4 , 1 5 ... 視野角改善フィルム、 1 6 ... フィルム基板、 1 7 ... 配向膜、 1 8 ... ディスコティック液晶層、 1 9 ... ディスコティック液晶分子、 2 0 ... 屈折率が最小となる光学軸、 2 0 a ... 基板投影光学軸、 α ... ディスコティック液晶分子の平均的チルト角、 2 1 ... 粘着剤、 2 2 ... 駆動手段、 2 3 ... ゲートドライバ、 2 4 ... ソースドライバ、 2 5 ... 青色調整回路、 2 6 ... ソースドライバ制御信号発生回路、 2 7 ... 階調設定器、 2 8 ... 青色データ変換回路、 2 9 ... 出力回路、 3 0 ... 比較器、 3 1 ... 演算部、 3 2 ... 出力選択回路。

10

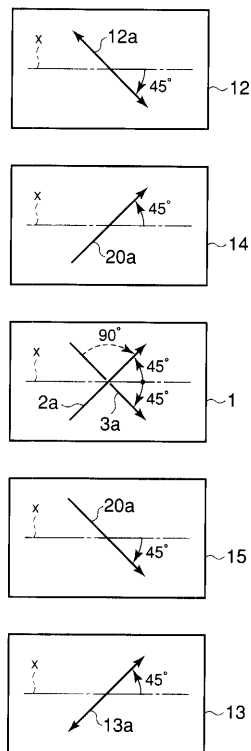
【図 1】



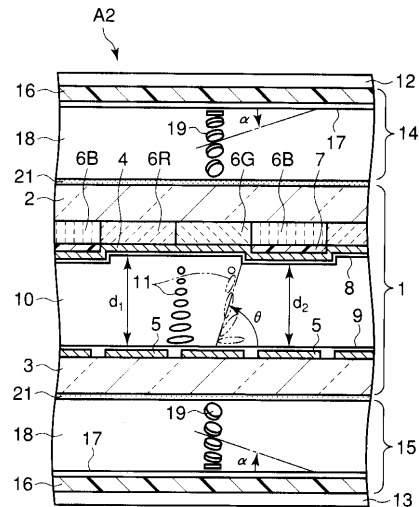
【図 2】



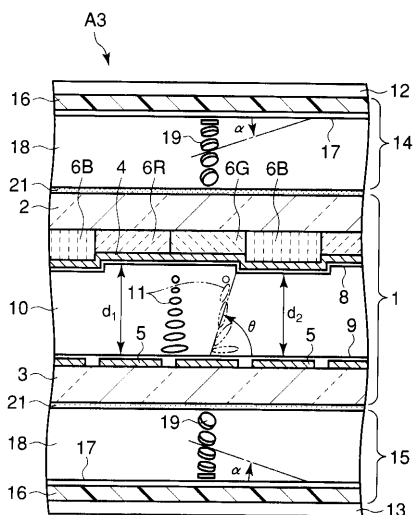
【図 3】



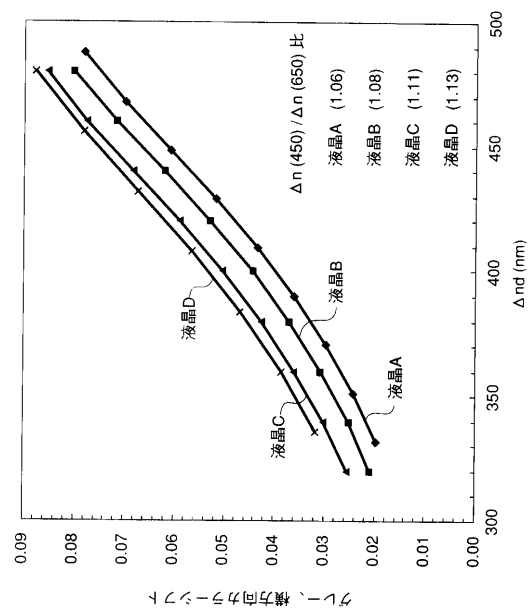
【図 4】



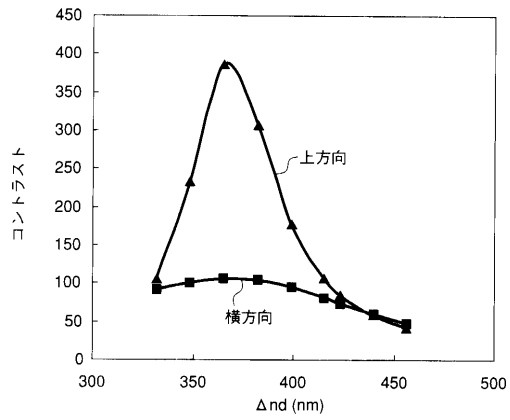
【図 5】



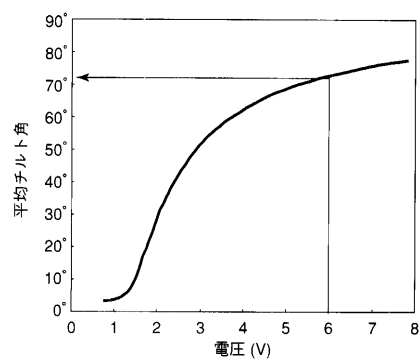
【図 6】



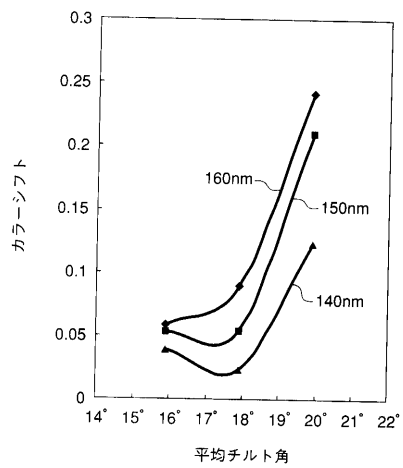
【図 7】



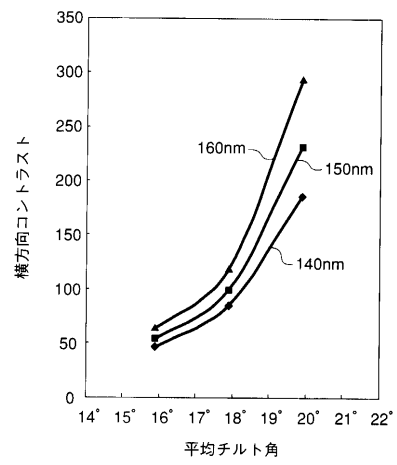
【図 8】



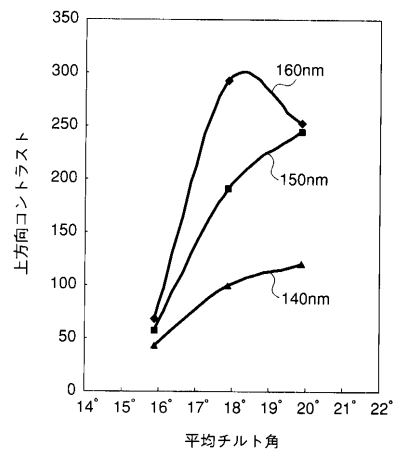
【図 10】



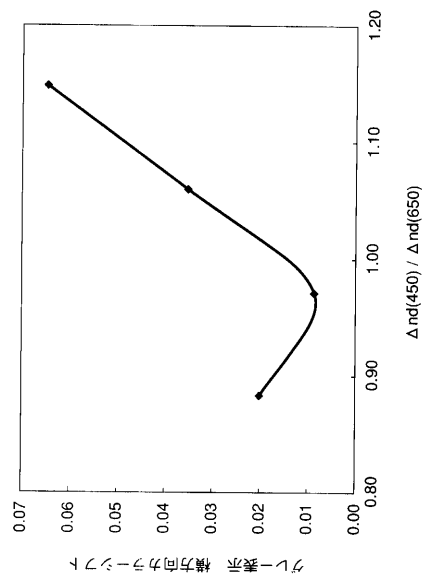
【図 9】



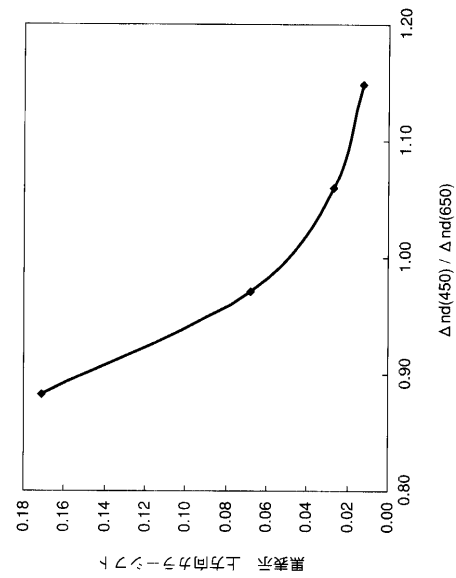
【図 11】



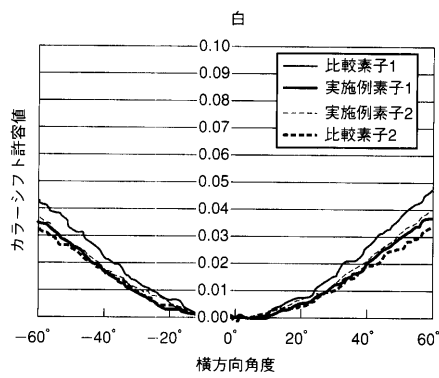
【図 1 2】



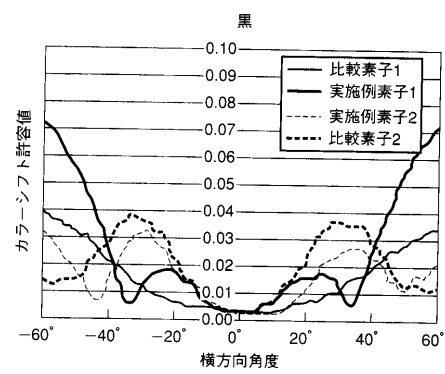
【図 1 3】



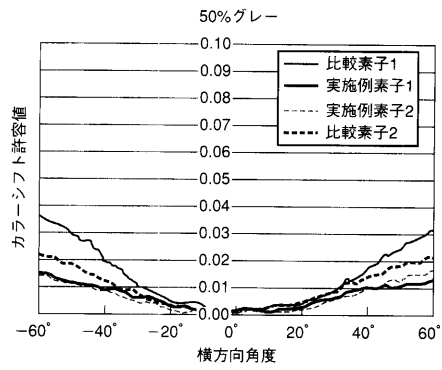
【図 1 4】



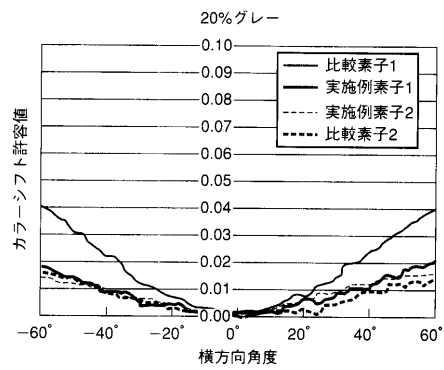
【図 1 5】



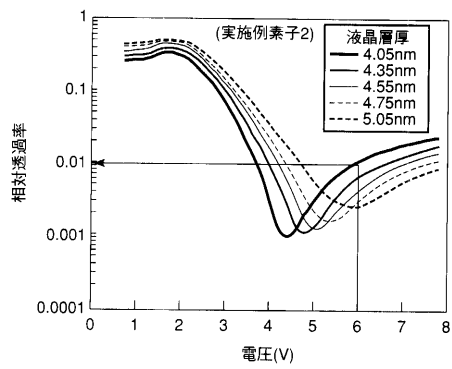
【図 16】



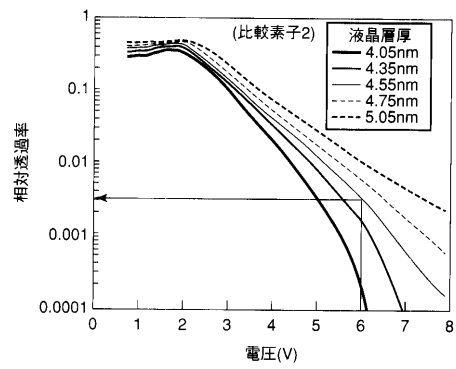
【図 17】



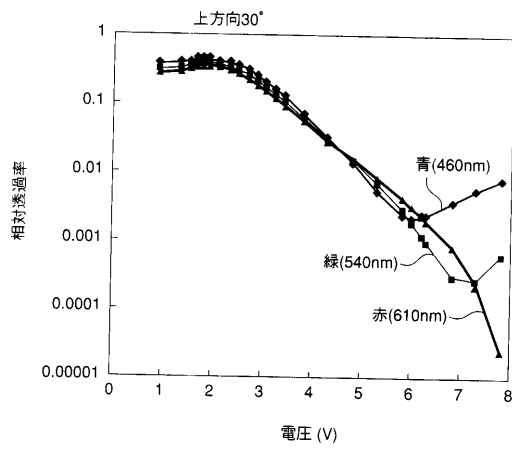
【図 18】



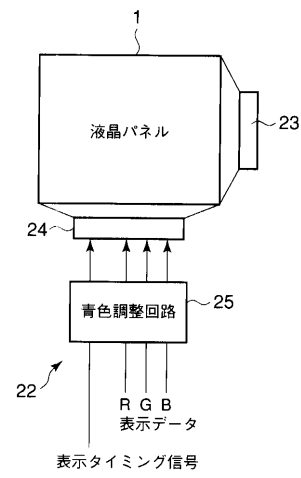
【図 19】



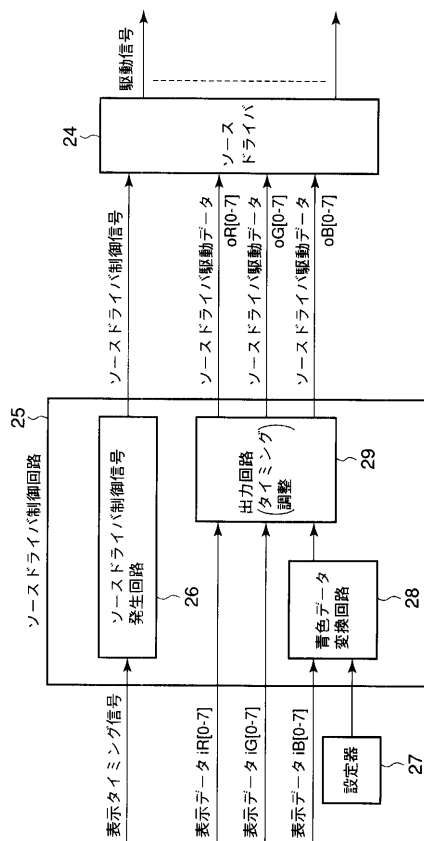
【図 20】



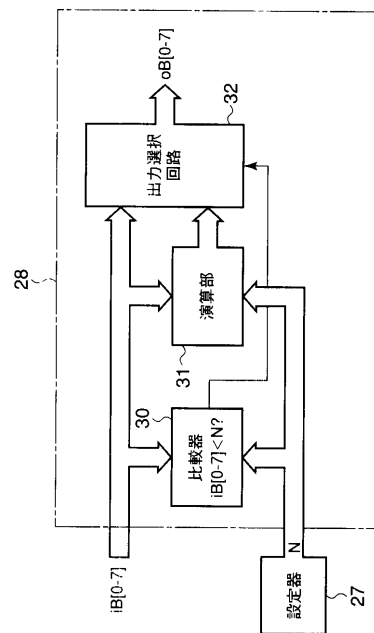
【図 21】



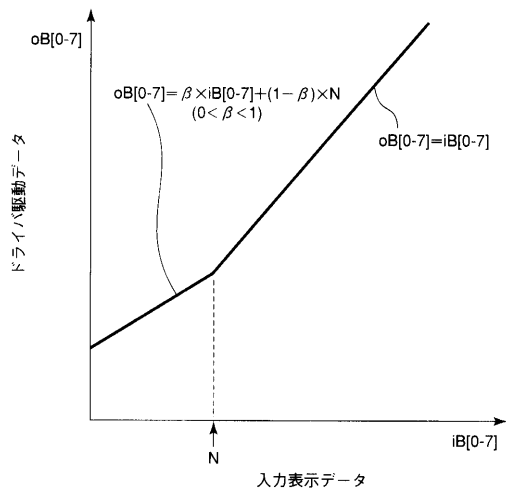
【図 22】



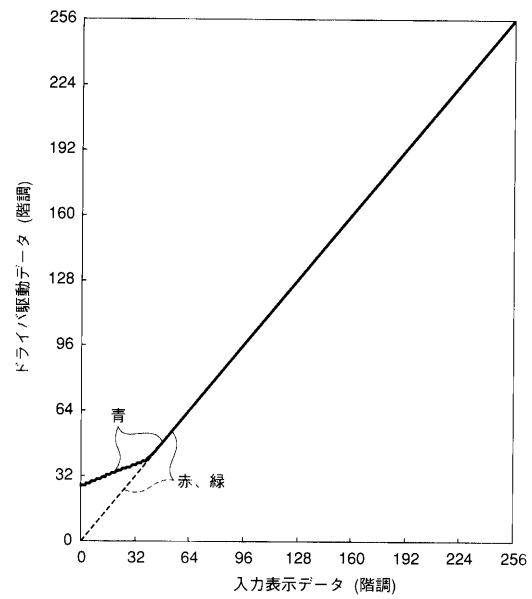
【図 23】



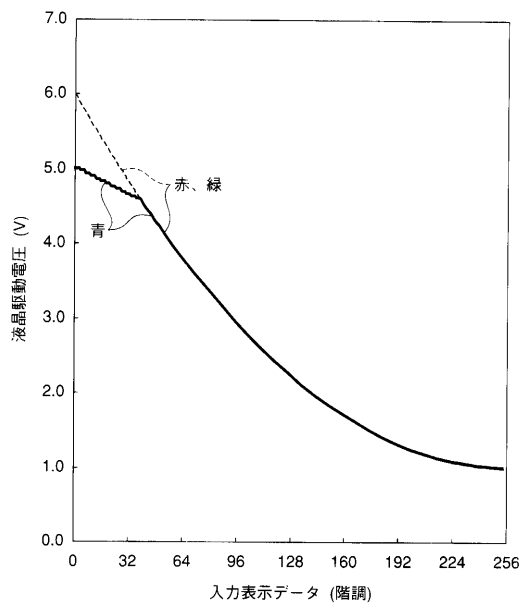
【図 2 4】



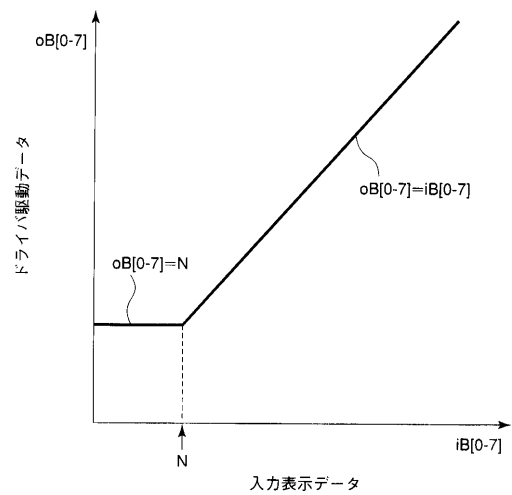
【図 2 5】



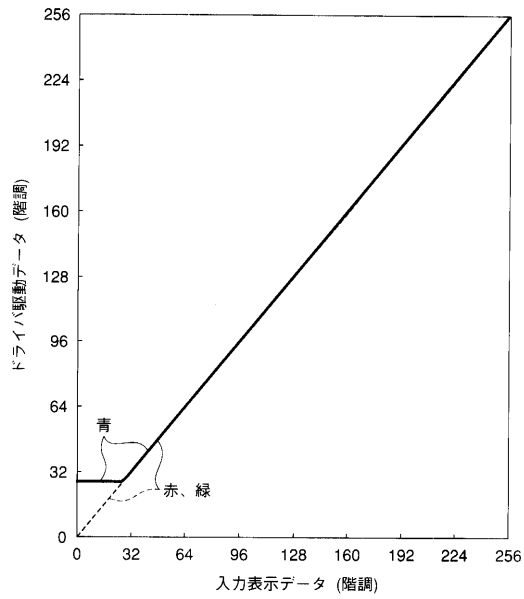
【図 2 6】



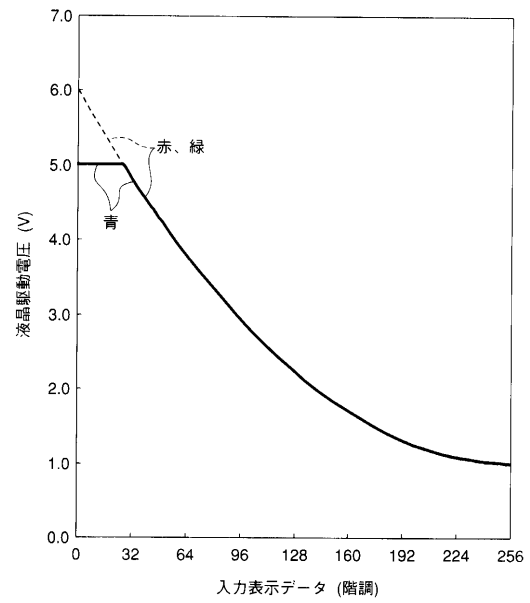
【図 2 7】



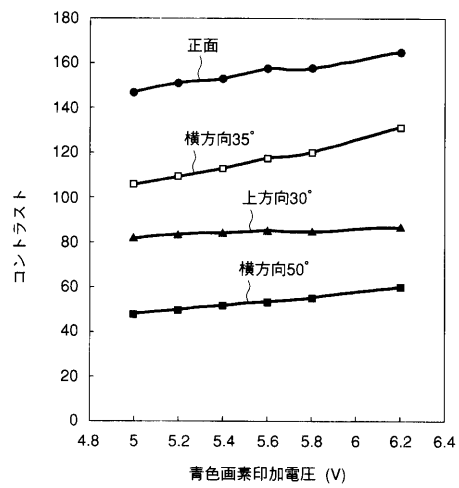
【図 28】



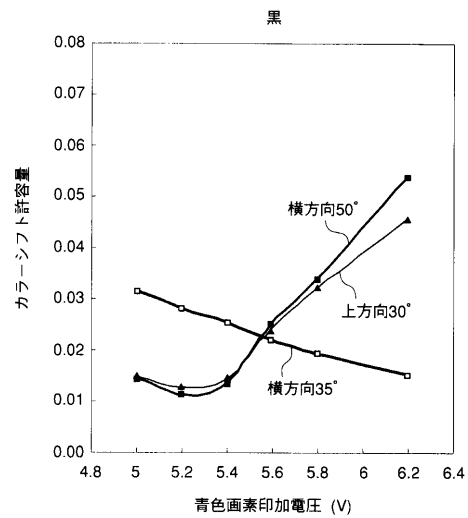
【図 29】



【図 30】



【図 31】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード(参考)
	G 0 9 G 3/20	6 4 1 P
	G 0 9 G 3/20	6 4 2 E
	G 0 9 G 3/20	6 4 2 L
	G 0 9 G 3/20	6 5 0 M
	G 0 9 G 3/36	

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(72)発明者 吉田 哲志

東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地の 5 カシオ計算機株式会社八王子研究所内

(72)発明者 吉田 守

東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地の 5 カシオ計算機株式会社八王子研究所内

(72)発明者 佐藤 弘基

東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地の 5 カシオ計算機株式会社八王子研究所内

(72)発明者 白幡 春雄

東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会社内

(72)発明者 大畑 達也

東京都武蔵野市中町 2 丁目 9 番 3 2 号 横河電機株式会社内

F ターム(参考) 2H088 GA02 HA01 HA03 HA06 HA12 HA15 HA18 JA05 KA14 KA17
 KA18 KA30 MA05 MA07 MA20
 2H091 FA02Y FA08X FA08Z FA11X FA11Z FA12X FA12Z FB02 FD06 FD08
 FD09 FD24 GA11 HA07 KA03 KA05 KA10 LA19 LA20
 2H093 NA62 NC14 NC65 ND13 ND17 ND60 NF05 NH01 NH18
 5C006 AA16 AA22 AF11 AF45 AF46 AF51 AF53 AF84 AF85 BA19
 BB16 BC16 BF14 BF24 BF42 FA25 FA54 FA55 FA56 GA02
 5C080 AA10 BB05 CC03 DD05 EE29 EE30 FF11 JJ05 JJ06 KK21

专利名称(译)	液晶显示装置和液晶显示装置的驱动方法		
公开(公告)号	JP2004334010A	公开(公告)日	2004-11-25
申请号	JP2003131684	申请日	2003-05-09
[标]申请(专利权)人(译)	卡西欧计算机株式会社 横河电机株式会社		
申请(专利权)人(译)	卡西欧计算机有限公司 横河电机株式会社		
[标]发明人	吉田哲志 吉田守 佐藤弘基 白幡春雄 大畑達也		
发明人	吉田 哲志 吉田 守 佐藤 弘基 白幡 春雄 大畑 達也		
IPC分类号	G02F1/139 G02F1/133 G02F1/13363 G09G3/20 G09G3/36		
FI分类号	G02F1/133.510 G02F1/133.575 G02F1/13363 G02F1/139 G09G3/20.612.U G09G3/20.641.P G09G3/20.642.E G09G3/20.642.L G09G3/20.650.M G09G3/36		
F-TERM分类号	2H088/GA02 2H088/HA01 2H088/HA03 2H088/HA06 2H088/HA12 2H088/HA15 2H088/HA18 2H088/JA05 2H088/KA14 2H088/KA17 2H088/KA18 2H088/KA30 2H088/MA05 2H088/MA07 2H088/MA20 2H091/FA02Y 2H091/FA08X 2H091/FA08Z 2H091/FA11X 2H091/FA11Z 2H091/FA12X 2H091/FA12Z 2H091/FB02 2H091/FD06 2H091/FD08 2H091/FD09 2H091/FD24 2H091/GA11 2H091/HA07 2H091/KA03 2H091/KA05 2H091/KA10 2H091/LA19 2H091/LA20 2H093/NA62 2H093/NC14 2H093/NC65 2H093/ND13 2H093/ND17 2H093/ND60 2H093/NF05 2H093/NH01 2H093/NH18 5C006/AA16 5C006/AA22 5C006/AF11 5C006/AF45 5C006/AF46 5C006/AF51 5C006/AF53 5C006/AF84 5C006/AF85 5C006/BA19 5C006/BB16 5C006/BC16 5C006/BF14 5C006/BF24 5C006/BF42 5C006/FA25 5C006/FA54 5C006/FA55 5C006/FA56 5C006/GA02 5C080/AA10 5C080/BB05 5C080/CC03 5C080/DD05 5C080/EE29 5C080/EE30 5C080/FF11 5C080/JJ05 5C080/JJ06 5C080/KK21 2H191/FA02Y 2H191/FA22X 2H191/FA22Z 2H191/FA30X 2H191/FA30Z 2H191/FA81Z 2H191/FA95X 2H191/FA95Z 2H191/FB05 2H191/FC13 2H191/FC21 2H191/FD09 2H191/FD10 2H191/FD22 2H191/FD35 2H191/FD44 2H191/GA08 2H191/GA17 2H191/GA19 2H191/GA23 2H191/HA06 2H191/JA03 2H191/KA01 2H191/KA02 2H191/KA04 2H191/KA06 2H191/LA25 2H191/LA27 2H191/MA20 2H191/PA16 2H191/PA65 2H191/PA86 2H193/ZH40 2H193/ZP14 2H193/ZQ06 2H291/FA02Y 2H291/FA22X 2H291/FA22Z 2H291/FA30X 2H291/FA30Z 2H291/FA81Z 2H291/FA95X 2H291/FA95Z 2H291/FB05 2H291/FC13 2H291/FC21 2H291/FD09 2H291/FD10 2H291/FD22 2H291/FD35 2H291/FD44 2H291/GA08 2H291/GA17 2H291/GA19 2H291/GA23 2H291/HA06 2H291/JA03 2H291/KA01 2H291/KA02 2H291/KA04 2H291/KA06 2H291/LA25 2H291/LA27 2H291/MA20 2H291/PA16 2H291/PA65 2H291/PA86		
代理人(译)	河野 哲 中村诚		
其他公开文献	JP4133564B2		
外部链接	Espacenet		
摘要(译)			

一种能够在宽视角上显示具有基本相同的对比度和色相的彩色图像的液晶显示装置。 解决方案：TN型液晶显示元件A1，其中具有盘状液晶层18的视角改善膜14和15布置在液晶面板1和前后偏振片12和13与液晶显示元件1之间 在设置有红色滤光器6R的红色像素和设置有绿色滤光器6G的绿色像素的电极4和5之间，以相对于灰度的变化以预定的第一速率变化的电压被显示为显示数据的电平。 根据色调进行选择，并施加在设置有蓝色滤光片6B的蓝色像素的电极4和5之间，范围从明和暗的灰度之一到预定的中间灰度， 在从预定的中间灰度到另一灰度的范围内，电压相对于该变化以第一比例变化，第二比例相对于该灰度与第一比例不同。 驱动装置，用于选择和施加根据显示数据的灰度变化的电压。 [选型图]

图1

