

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4328738号
(P4328738)

(45) 発行日 平成21年9月9日 (2009.9.9)

(24) 登録日 平成21年6月19日 (2009.6.19)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 F 1/1335 (2006.01)

G O 2 F 1/1335 5 O 5

G O 2 F 1/133 (2006.01)

G O 2 F 1/1335 5 2 O

G O 2 F 1/13357 (2006.01)

G O 2 F 1/133 5 3 5

G O 9 G 3/20 (2006.01)

G O 2 F 1/13357

G O 9 G 3/34 (2006.01)

G O 9 G 3/20 6 2 1 M

請求項の数 8 (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2005-130441 (P2005-130441)
 (22) 出願日 平成17年4月27日 (2005.4.27)
 (65) 公開番号 特開2005-346042 (P2005-346042A)
 (43) 公開日 平成17年12月15日 (2005.12.15)
 審査請求日 平成17年4月27日 (2005.4.27)
 (31) 優先権主張番号 特願2004-137504 (P2004-137504)
 (32) 優先日 平成16年5月6日 (2004.5.6)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100082337
 弁理士 近島 一夫
 (74) 代理人 100089510
 弁理士 田北 高晴
 (72) 発明者 浅尾 恭史
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内

審査官 西村 仁志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶カラー表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画素ごとに光を反射する領域と光を透過する領域とを有し、入射した光を液晶のリタデーションにより変調して反射または透過する表示パネルと、前記表示パネルに背面から光を入射する光源とを有する液晶カラー表示装置であって、

前記表示パネルの前記光を反射する領域と光を透過する領域とはセル厚が等しく、

前記光を反射する領域が、入射する光を、明度が変化する範囲と有彩色に色づかせ該有彩色の色相が変化する範囲とにおいて変調し反射する第1の副画素と、入射する光を明度が変化する範囲において変調し反射する緑色のカラーフィルタを備えた第2の副画素とを含む複数の副画素から構成される領域であり、

前記光を透過する領域が、入射する光を明度が変化する範囲において変調し透過する領域であり、

前記光源が、少なくとも異なる2色の光を周期的に切り替える光源であり、

前記光を透過する領域の変調を、前記光源の色の切り替わりに同期して行う手段を有することを特徴とする液晶カラー表示装置。

【請求項 2】

前記光を透過する領域がカラーフィルタをもたない透明な領域であって、前記光源が異なる3色の光を1周期の1/3の期間ずつ順に前記パネルに照射する光源である請求項1に記載の液晶カラー表示装置。

【請求項 3】

前記光を透過する領域が、カラーフィルタをもたない透明な第3の副画素と、前記第2の副画素と同色のカラーフィルタを備えた第4の副画素からなり、前記光源が前記第4の副画素のカラーフィルタを透過する色を含む3色の光を1周期の1/3の期間ずつ順に前記パネルに照射する光源である請求項1に記載の液晶カラー表示装置。

【請求項4】

前記第3の副画素と第4の副画素の面積が等しい請求項3に記載の液晶カラー表示装置。

【請求項5】

前記第1の副画素が、前記第2の副画素のカラーフィルタと補色の関係にある色のカラーフィルタを有し、前記光を透過する領域が、前記第1の副画素と同色のカラーフィルタを備えた第3の副画素と、前記第2の副画素と同色のカラーフィルタを備えた第4の副画素からなる請求項1に記載の液晶カラー表示装置。

10

【請求項6】

前記光源が、前記第3の副画素のカラーフィルタを透過する2つの異なる色の光を順次切り替え、さらに前記第4の副画素のカラーフィルタを透過する1色の光を連続して、前記表示パネルに入射する光源である請求項5に記載の液晶カラー表示装置。

【請求項7】

前記光源が、前記3色を、前記第4の副画素のカラーフィルタを透過する色を2回含む4期間で順次切り替える光源である請求項5に記載の液晶カラー表示装置。

【請求項8】

20

前記第3の副画素と第4の副画素の面積が2:1である請求項5に記載の液晶カラー表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、多色表示可能な液晶カラー表示装置とその駆動方法に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、フラットパネルディスプレイはパソコン用などの各種モニタ、携帯電話用表示素子などに広く普及しており、今後は大画面テレビ用途への展開を図るなど、ますます普及の一途をたどることが予測されている。中でも最も広く普及しているのが液晶ディスプレイであって、これら液晶ディスプレイにおけるカラー表示方式として広く使用されているのが、マイクロカラーフィルタ方式と呼ばれるカラー表示方式である。

30

【0003】

また、近年電子ペーパーディスプレイとして、液晶表示素子以外にも視認性に優れた表示素子がいくつか報告されている。それらの多くは偏光板を用いないことによって明るい表示を実現しようとする。しかしながら、これらの表示素子においても、モノクロでは明るい表示が実現されているものの、カラー表示は液晶表示素子と同様にRGB三原色のマイクロカラーフィルタを用いるしかなく、カラー表示を紙に匹敵するような明るさで実現することは未だ出来ていないのが現状である。

40

【0004】

マイクロカラーフィルタ方式は、ひとつの画素を少なくとも3つの副画素に分割し、それぞれに3原色の赤(R)・緑(G)・青(B)のカラーフィルタを形成することによってフルカラー表示を行うものであり、高い色再現性能を容易に実現することができるというメリットがある一方、透過率が1/3になってしまうことから、光利用効率が悪くなってしまうという欠点がある。光利用効率の悪さは、バックライトを有する透過型液晶表示装置やフロントライトを有する反射型液晶表示装置においては、バックライトやフロントライトの消費電力が高くなってしまいう原因となっている。

【0005】

マイクロカラーフィルタ方式に代わるものとして、三原色それぞれの画像を高速で切り

50

替えて時分割による混色効果を利用したフルカラー表示方式（フィールドシーケンシャルカラー方式：FSC方式）が提案されている（例えば、特許文献1参照。）。FSC方式は、カラーフィルタを設ける必要が無いことから、低コスト・高光利用効率というメリットがある。しかし表示素子を非常に高速で駆動させる必要があるため、駆動系への負荷が大きく、また高速な表示素子を必要とすることから適用できる表示モードが制限され、現在のところ十分普及しているとは言えない。

【0006】

ところで最近では、表示素子の一部の領域を光反射性領域とし、一部の領域を光透過性領域とするような半透過型液晶表示素子が、携帯電話や携帯情報端末などに広く使用されるようになってきている。とくに可搬型電子装置は、屋外で使用する事が多く非常に明るい外光中でも十分な視認性が確保されることと、暗い室内においても高いコントラストや色再現性が確保されることが要求されており、それを満たす一つの候補技術が半透過型表示素子と考えられる（例えば、特許文献2参照。）。 10

【0007】

従来、上記FSC方式は、透過型もしくは反射型の表示素子として提案されてきたが、今後は上記の半透過型表示素子への適用が望まれる。特に反射および透過ともにカラー表示できるようなFSC方式は低コスト可搬型装置のディスプレイとして有用である。

【0008】

【特許文献1】米国特許第6154191号明細書

【特許文献2】米国特許第6466280号明細書 20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

上述の通り、半透過型液晶表示素子はメリットが大きく、広く利用されているものの、以下で詳しく述べるとおり、透過性領域と反射性領域とでセル厚を2倍違える必要があり、素子内にセル厚差を作りこむためのプロセス負荷が大きい点が課題となっている。また反射型よりも暗く透過型よりも光利用効率が悪いなどのデメリットもあり、反射・透過ともに光利用効率の改善が求められている。

【0010】

そこで本発明は、従来より光利用効率を向上させた半透過型表示素子を提供し、さらにそれをFSCカラー方式に適用した液晶カラー表示装置を提供する。 30

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明は上記のパソコン用モニタ、携帯電話用表示素子、電子ペーパーなどに適用できる。

【0012】

本発明は、画素ごとに光を反射する領域と光を透過する領域とを有し、入射した光を液晶のリタデーションにより変調して反射または透過する表示パネルと、前記表示パネルに背面から光を入射する光源とを有する液晶カラー表示装置であって、前記表示パネルの前記光を反射する領域と光を透過する領域とはセル厚が等しく、前記光を反射する領域が、入射する光を、明度が変化する範囲と有彩色に色づかせ該有彩色の色相が変化する範囲とにおいて変調し反射する第1の副画素と、入射する光を明度が変化する範囲において変調し反射する緑色のカラーフィルタを備えた第2の副画素とを含む複数の副画素から構成される領域であり、 40

前記光を透過する領域が、入射する光を明度が変化する範囲において変調し透過する領域であり、

前記光源が、少なくとも異なる2色の光を周期的に切り替える光源であり、

前記光を透過する領域の変調を、前記光源の色の切り替わりに同期して行う手段を有することを特徴とする。

【発明の効果】 50

【 0 0 1 3 】

本発明のように、変調手段によって明度を変化させる明度変化範囲と、変調手段によって色相を変化させる色相変化範囲とを持つ表示素子と、複数の異なる色の光源とを有し、光源の色を周期的に切り替え、それに同期して該表示素子を変調させることによって時分割によるカラー画像を表示することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 4 】

本発明は、以下で例示するように、さまざまな媒体を用いた表示素子に適用できるが、ここでは E C B 効果を利用した液晶を例にとって説明する。

【 0 0 1 5 】

E C B 型液晶表示素子は液晶の複屈折作用と偏光板の偏光作用とを利用して光を着色するものである。

【 0 0 1 6 】

図 1 は、E C B 型表示素子の複屈折量（リタデーション R と呼ばれる）と色度図上での座標の関係を示す。R が 0 から 2 5 0 n m 附近まではほぼ色度図の中央にあって無彩色であるが、それ以上になると複屈折量に応じて色が変化していく様子がわかる。

【 0 0 1 7 】

誘電率異方性（ と表す）が負の液晶材料を用い、電圧無印加時に基板に対して垂直配向させると、電圧とともに液晶分子が傾斜していき、それにつれて液晶の複屈折量（リタデーションと呼ばれる）が増加していく。

【 0 0 1 8 】

このとき、クロスニコル下では図 1 の曲線に沿って色度が変化する。電圧無印加時には R がほぼ 0 であるから光は透過せず、暗状態（黒状態）となっているが、電圧の増加に応じて、黒 グレー 白と明るさが増していく。さらに電圧を上げると色がついて、黄色 赤 紫 青 黄色 紫 水色 緑といったように色が変化する。

【 0 0 1 9 】

このように E C B 型表示素子は、低電圧側の変調領域では最大明度と最小明度との間を電圧によって明度変化させることができ、より高い電圧領域で、複数の色相を電圧によって変化させることができる。

【 0 0 2 0 】

以下、本明細書においては、図 1 の色度図上の黒 グレー 白と明るさが変化するリタデーションの範囲（0 ないし 2 5 0 n m）を明度変化範囲といい、黄色以上の有彩色変化の範囲（2 5 0 n m 以上）を色相変化範囲という。ただし、無彩色と有彩色の境界は、はっきりとは決められないので、上記範囲の 2 5 0 n m は一応の目安である。

【 0 0 2 1 】

また、本発明ではリタデーションによって得られる色について言及するが、それは図 1 の曲線に沿った色である。図 1 にあるように、純度が極大となる点はリタデーションが 4 5 0 n m、6 0 0 n m、1 3 0 0 n m 付近にあり、赤色、青色、緑色として視認される。しかし、それらの点の前後におよそ 1 0 0 n m 幅でほぼ同じ色とみなせる範囲があるので、本発明ではその範囲の色も赤色、青色、緑色という。マゼンタは赤と青の中間 5 3 0 n m 付近にある。

【 0 0 2 2 】

通常、液晶表示装置などで用いられるカラーフィルタの色はリタデーションで得られる色よりは純度が高く、色度図上では上記の範囲の外側にある。本発明ではそれらも同名の色で呼ぶことにする。

【 0 0 2 3 】

（ 反射領域の表示モード ）

本発明の半透過型表示素子において、反射性領域の表示方式は、本発明者が先に提案し、国際公開特許 2 0 0 4 - 0 4 2 6 8 7（以下先願という）で公開されたカラー方式を用いる。

10

20

30

40

50

【0024】

図2(a)は、同カラー表示方式の最も簡単な構成であって、1画素50を複数の副画素51、52に分割し、そのうちの1つの副画素51には緑色のカラーフィルタを備え、図1の低リタレーション領域の電圧を与える。副画素52は、カラーフィルタを設けず、副画素52より広い電圧範囲でリタレーションを調節して、黒から白に至る無彩色の輝度変化と、ECB効果による干渉色のうち、赤からマゼンタを経て青にいたるいずれかの色とを表示させる。

【0025】

このように、本発明者が上記先願で提案したカラー表示方式は、カラーフィルタを有し、電圧によって明度変化範囲でリタレーションを変化させて該カラーフィルタの色を表示する副画素51と、電圧印加によって液晶層のリタレーションを変化させて有彩色を表示する副画素52とで単位画素を構成する。視感度の高い緑色を表示させる副画素51には、ECBによる着色を利用しないで緑色のカラーフィルタGを用い、赤と青だけにECBによる着色現象を利用することが特徴である。

【0026】

カラーフィルタのある緑(G)副画素51を暗状態とし、透明副画素52(以下、カラーフィルタのない副画素をこう呼ぶ)を白色(無彩色変化領域の最大輝度状態)にすることにより、画素全体として白を表示することが出来る。

【0027】

あるいは、G副画素51を最大透過状態にし、透明副画素52を有彩色領域のマゼンタ色にしてもよい。マゼンタ色は赤(R)と青(B)の両方の色を含むので、合成の結果白表示が得られる。

【0028】

G単色にするには、G副画素51を最大透過状態にし、透明副画素52を暗状態にする。R単色(B単色)にするには、G副画素を暗状態にし、透明副画素のリタレーション値を450nm(600nm)にする。組み合わせることでRとG、BとGの混色も得られる。

【0029】

G画素51と透明画素52をともにリタレーションを0にして暗状態とすれば黒表示が得られことはいうまでもない。

【0030】

リタレーションで表現すると、G副画素51はリタレーションを0から250nmの範囲で変化させ、透明副画素52はリタレーションを0から250nmの範囲と450nmから600nmの範囲で変化させる。通常は液晶材料は両副画素で共通にするので、駆動電圧範囲を異なるように設定する。

【0031】

図2(a)の液晶表示素子では、緑色については連続階調表示が可能であるが、透明副画素部分の有彩色状態つまり青と赤はECBによる着色を利用しているため階調表示はできない。

【0032】

図2(b)はこの点を改良するもので、透明副画素は複数のサブピクセル52、53に分割し、その面積比を2:1とすることによってデジタル的に4階調を表現する。

【0033】

図2(c)と(d)は画素構成の変形例である。G副画素51には同じく緑のカラーフィルタが配設されており、上記の例では透明であった副画素52にマゼンタ色のカラーフィルタが配設されている。図2(c)がマゼンタ副画素が1つ(52)の場合、(d)がマゼンタ副画素を2:1の2つ(52、53)に分割しデジタル階調を行う場合である。(透過領域の表示モード)

【0034】

次いで、本発明の半透過型表示素子のうち、光を透過する領域について説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

上記従来の技術の中でも説明したが、従来、多くの半透過型液晶表示素子においては、透過部と反射部の光利用効率を両方とも最大化するために、透過部のセル厚を反射部のセル厚の2倍にする構成となっている。

【 0 0 3 6 】

先願の表示素子は、複屈折による着色を利用した表示原理に基づいているために、明度変化範囲を超えた大きなリタデーションを必要とし、3色カラーフィルタ方式のように明度変化範囲の変調だけで済む方式に比べて厚いセル厚が必要となる。先願の表示素子を半透過型に適用すると、反射性領域においてそのように厚いセル厚を取るのので、透過性領域ではさらに2倍のセル厚となる。セル厚を厚くすると、応答速度が遅くなる上、透過部のセル厚を反射部より厚くするためにはセル内に厚い膜を作りこむ必要があり、膜厚の均一性やパタンニングのためのフォトリソなど製造プロセスの上での問題も生じる。

10

【 0 0 3 7 】

さらに、反射部においては画素の面積分割によるデジタル階調を採用しているが、階調数を高くするには限界があり、このことを考慮すると、透過性領域でより高い階調表示能をもたせ、反射性領域の表示の低階調を補うことにより、階調表示の品質を高めることが望まれる。

【 0 0 3 8 】

本発明の半透過表示パネルにおいては、反射性領域の表示モードは先願と同様であるが、透過性領域は、表示モードとして低リタデーションの明度変化範囲を用い、かつ時分割による混色を用いたフルカラー表示原理（フィールドシーケンシャルカラー：F S C方式）を用いる。

20

【 0 0 3 9 】

F S Cの方式としては、

（1）透過性領域を1つの副画素で構成し、光源を3原色で切り替え、それに同期して明度変調を行う。

【 0 0 4 0 】

もしくは

（2）透過性領域を2つの副画素で構成し、そのうちの1つは緑カラーフィルタを設けて明度変調を行い、他の1つは光源を赤と青で切り替え、それに同期して明度変調を行う。のいずれでもよい。なお（2）については、反射部と同じ緑カラーフィルタを用いることが好ましい。また、赤と青のF S C表示を行う副画素にマゼンタのカラーフィルタを用いてもよい。

30

【 0 0 4 1 】

以下、それぞれの場合を詳しく説明する。

【 0 0 4 2 】

（第1の実施の形態）

上記（1）の場合について説明する。

【 0 0 4 3 】

図3（a）に画素構成を示す。反射性領域71は図2（a）と同じく、2つの副画素で構成し、一方の副画素72に緑色のカラーフィルタを設け、もう一方の副画素73は透明とする。透過性領域74はカラーフィルタを設けず、1つの副画素75で構成する。反射性領域71を図3（b）のように2分割してデジタル階調を実施してもよい。

40

【 0 0 4 4 】

反射部71の表示は、上で説明したように、緑副画素72を明度変化範囲で変調し、透明な副画素73を明度変化範囲と色相変化範囲にわたって変調する。

【 0 0 4 5 】

透過部74は明度変化範囲で変調し、光源70の切り替えに同期して高速で切り替える。通常、反射性領域71のフレーム周波数が60Hzであるので、透過性領域74ではこの1周期を3分割し、180分の1秒にて赤・緑・青のそれぞれの画像を形成する。光源

50

70は赤・緑・青の切り替えを行う。これにより三原色が混色され、各色の明度を連続階調で変調することによりフルカラー表示ができる。

【0046】

図4は、図3の1つの画素が、表示色を、黒、白、赤、緑、青と切り替えるときの、光源70の点灯色と各副画素72, 73, 74の駆動状態を示したものである。光源70は、赤・緑・青を1つの周期として切り替えられ、これに同期して透過部74が、180Hzの周波数でON（白で示す）とOFF（灰色で示す）いずれかの状態を取る。反射部の緑副画素72と透明副画素73は、周波数60Hzで切り替えられる。

【0047】

黒表示状態80は、反射部71の2つの副画素72, 73と透過部74がともにOFFの光遮断状態であり、白表示状態81は、反射部71の緑副画素72がON, 透明副画素73が赤と青の中間のマゼンタ色を表示する電圧に設定され、透過部74がON状態になっている。反射部71の緑副画素72をOFFとし、透明副画素73を明度変調範囲の最大明度とすることによって白色を表示させてもよい。

【0048】

赤表示状態82は、反射部71の緑画素72がOFF、透明副画素73が赤を反射する電圧に設定され、透過部74は、光源70が赤を点灯するタイミングでONになり、その他のタイミングではOFFになる。

【0049】

緑表示状態83は、反射部71の緑画素72がON、透明副画素73がOFF、透過部74は、光源70が緑を点灯するタイミングでONになり、その他のタイミングではOFFになる。

【0050】

青表示状態84は、反射部71の緑画素72がOFF、透明副画素73が青を反射する電圧に設定され、透過部74は、光源70が青を点灯するタイミングでONになり、その他のタイミングではOFFになる。

【0051】

反射部の緑副画素72と透過部74は、それぞれの場合に中間的なON状態もとることが出来、灰色表示、または緑の中間的な明るさが表示できる。また、図3(b)の画素構成で赤、青、その中間色のデジタル階調もできる。

【0052】

透過部と反射部は同時に駆動され表示に働くが、周囲に照明がない暗い場所での表示は、透過部のみ電圧をかけて動作させることもできる。常に、どちらか一方のみを動作させるような機器では、電極と駆動回路を共通化することが出来、回路や配線が簡単になる。図3(a)の画素構成では、透過部74と反射部の緑副画素72を、電極を共通化し、駆動回路であるTFTとその配線を1つにすることができる。

【0053】

なお、赤・緑・青の間に黒画面を挟んで非ホールド表示を行う場合や、動画表示時の色割れ現象を防ぐためには、180分の1秒よりも高速で画像形成することが好ましい。

【0054】

(第2の実施の形態)

上記(2)の場合について説明する。

【0055】

図5に画素構成を示す。反射性領域71は図3(a)と同様で、緑副画素72と透明副画素73に分けられている。透過性領域74は等面積の2つの副画素76と77に分割されている。一方の副画素76は反射部の緑副画素72と同じく緑のカラーフィルタが配され、もう一方の副画素77は透明である。

【0056】

反射部71の表示は、(1)の場合と同じで、緑副画素72を明度変化範囲で変調し、透明な副画素73を明度変化範囲と色相変化範囲にわたって変調する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 7 】

光源は (1) の場合と同様に赤・緑・青を順次切り替える。

【 0 0 5 8 】

透過部 7 4 は、2つの副画素 7 6 , 7 7 を独立に明度変化範囲で変調し、透明副画素 7 7 の表示画像は光源の切り替えに同期して高速で切り替える。このとき、光源が赤のときは赤の画像に対応した輝度変調、光源が青のときは青の画像に対応した輝度変調を与えるが、光源が緑のときは光を透過しないように黒表示にする。

【 0 0 5 9 】

図 6 は、図 5 の 1 つの画素が、表示色を、黒、白、赤、緑、青と切り替えるときの、光源 7 0 の点灯色と各副画素 7 2 , 7 3 , 7 6 , 7 7 の駆動状態を示したものである。

10

【 0 0 6 0 】

黒表示状態 8 0 は、反射部 7 1 の 2 つの副画素 7 2 , 7 3 と透過部 7 4 の 2 つの副画素がともに OFF の光遮断状態であり、白表示状態 8 1 は、反射部 7 1 の緑副画素 7 2 が ON , 透明副画素 7 3 が赤と青の中間のマゼンタ色を表示する電圧に設定され、透過部 7 4 の緑副画素 7 6 が ON、透明副画素 7 7 は光源が赤と青のときに ON、緑のとき OFF 状態になっている。緑副画素 7 2 を OFF とし、透明副画素 7 3 を明度変化範囲の明度最大状態とすることで白表示にしてもよい。透過部 7 4 の緑副画素 7 6 は光源が緑のときだけでなく赤と青のときも ON 状態にしておくが、実際には赤と青のタイミングでは緑カラーフィルタで光は吸収され透過しないので黒が表示されている。図の斜線でそれを示した。

【 0 0 6 1 】

20

赤表示状態 8 2 は、反射部 7 1 の緑画素 7 2 が OFF、透明副画素 7 3 が赤を反射する電圧に設定され、透過部 7 4 は、緑画素 7 6 が OFF , 透明副画素 7 7 は光源 7 0 が赤を点灯するタイミングで ON になり、その他のタイミングでは OFF になる。

【 0 0 6 2 】

緑表示状態 8 3 は、反射部 7 1 の緑画素 7 2 が ON、透明副画素 7 3 が OFF、透過部 7 4 は、緑画素 7 6 が ON , 透明副画素 7 7 は OFF になる。緑副画素 7 6 は光源が赤と青のときも ON 状態にしておくが、実際には赤と青のタイミングでは緑カラーフィルタで光は吸収され透過しないので黒が表示されている。

【 0 0 6 3 】

青表示状態 8 4 は、反射部 7 1 の緑画素 7 2 が OFF、透明副画素 7 3 が青を反射する電圧に設定され、透過部 7 4 は、緑画素 7 6 が OFF , 透明副画素 7 7 は光源 7 0 が青を点灯するタイミングで ON になり、その他のタイミングでは OFF になる。

30

【 0 0 6 4 】

透過部 7 4 は 2 つの副画素 7 6 と 7 7 が等面積に設定されているので、R , G , B それぞれの単色を表示するときの透過部の光量は、光源の各色の光量に比例する。したがって RGB 3 色の混色からなる白色光源を用いることで、表示される色のカラーバランスがそのまま保たれる。

【 0 0 6 5 】

反射モードと透過モードを同時に表示させることがない機器なら、反射部と透過部の電極と TFT を共通にすることができる。図 5 の構成の場合、副画素 7 2 と 7 6 を共通電極構成とし副画素 7 3 と 7 7 を共通電極構成とすると、駆動回路も共通化できて都合がよい。

40

【 0 0 6 6 】

(第 3 の実施の形態)

図 7 は、(2) の場合の変形例で、反射性領域 7 1 は、緑の副画素 7 2 とマゼンタカラーフィルタのついた副画素 7 8 に区画され、透過性領域 7 4 が、緑のカラーフィルタの副画素 7 6 とマゼンタのカラーフィルタの副画素 7 9 の 2 区画に分割された画素構成を示す。

【 0 0 6 7 】

図 8 は、図 7 の 1 つの画素が、表示色を、黒、白、赤、緑、青と切り替えるときの、光

50

源 70 の点灯色と各副画素 72, 78, 76, 79 の駆動状態を示したものである。

【0068】

光源は、赤・緑・青・緑の 4 期間を 1 周期として切り替えられる。フレーム周波数が 60 Hz のとき 1 つの色の発光期間は $1/240$ 秒である。

【0069】

黒表示状態 80 は、反射部 71 の 2 つの副画素 72, 78 と透過部 74 の 2 つの副画素 76, 79 がすべて OFF の光遮断状態であり、白表示状態 81 は、反射部 71 の緑副画素 72 が ON, マゼンタ副画素 78 が赤と青の中間のマゼンタ色を表示する電圧に設定され、透過部 74 の緑副画素 76、マゼンタ副画素 79 がともに ON 状態になっている。反射部のマゼンタ副画素を明度最大状態としてもよい。透過部 74 の緑副画素 76 は光源が緑のときだけでなく赤と青のときも ON 状態にしておくが、実際には緑カラーフィルタで吸収され赤と青のタイミングでは光は透過しない。また、透過部 74 のマゼンタ副画素 79 も光源の切り替えに関係なく ON 状態にしておくが、実際には緑の光はマゼンタカラーフィルタで吸収されるので、光源が赤と青のタイミングでその光が透過し、光源が緑のタイミングでは光は透過しない。図の斜線で示したのが画素は ON になっているがそれぞれ光を透過しない黒表示のタイミングである。

【0070】

赤表示状態 82 は、反射部 71 の緑画素 72 が OFF、マゼンタ副画素 78 が赤を反射する電圧に設定され、マゼンタカラーフィルタを透過して赤が表示される。透過部 74 は、緑画素 76 が OFF、マゼンタ副画素 79 は光源 70 が赤と次の緑を点灯するタイミングで ON になり、その他のタイミングでは OFF になる。緑のタイミングで ON にしても光はマゼンタカラーフィルタで吸収されて透過しないから、赤の光だけが透過する。

【0071】

緑表示状態 83 は、反射部 71 の緑画素 72 が ON、マゼンタ副画素 78 が OFF、透過部 74 は、緑画素 76 が ON、マゼンタ副画素 79 は OFF になる。緑副画素 76 は光源が赤と青のときも ON 状態にしておくが、実際には緑カラーフィルタで吸収されそのタイミングでは光は透過しない。

【0072】

青表示状態 84 は、反射部 71 の緑画素 72 が OFF、マゼンタ副画素 78 が青を反射する電圧に設定され、透過部 74 は、緑画素 76 が OFF、マゼンタ副画素 79 は光源 70 が青とそれに続く緑を点灯するタイミングで ON になり、その他のタイミングでは OFF になる。

【0073】

透過部 74 の緑副画素 76 は、光源切り替えにかかわらず 1 周期の間同じ緑画像に対応した輝度状態を保ち、60 Hz で変調される。透過部 74 のマゼンタ副画素 79 は、光源切り替えの半分の周波数 120 Hz で赤と青の画像に対応した輝度に切り替えられる。この構成の場合、光源の切り替え周波数は高くなるが、画素の変調は最大 120 Hz ですむという利点がある。液晶の応答速度が比較的遅くても使える。

【0074】

図 7 の画素構成で、光源を 240 Hz で切り替えて図 8 のように駆動するとき、透過部 74 の 2 つ副画素 76 と 79 の面積比は 1 : 2 とすると、光源の白色のバランスがそのまま保たれる。

【0075】

反射モードと透過モードを同時に表示させることがない機器なら、反射部と透過部の電極と TFT を共通にすることができることは、図 5 の構成の場合と同様である。

【0076】

(第 4 の実施の形態)

次に (2) の場合の第二の変形例を示す。単位画素の構成は上記 (2) の変形例と同一の図 7 のものを用いる。

【0077】

図12は、図7の1つの画素が、表示色を、黒、白、赤、緑、青と切り替えるときの、光源70の点灯色と各副画素72, 78, 76, 79の駆動状態を示したものである。

【0078】

光源は、別々に点灯制御できる赤、緑、青の3つの光源を一体化したものを用いる。緑色の光源は常時点灯しており、赤と青の光源は周期的に切り替えている。つまり緑と赤とを同時に点灯することによって黄色の発光を行う期間、と緑と青とを同時に点灯することによってシアンを発光を行う期間、の2期間を1周期として切り替えられる。フレーム周波数が60Hzのとき1つの色の発光期間は1/120秒である。

【0079】

黒表示状態80は、反射部71の2つの副画素72, 78と透過部74の2つの副画素76, 79がすべてOFFの光遮断状態である。白表示状態81は、反射部71の緑副画素72がON, マゼンタ副画素78が赤と青の中間のマゼンタ色を表示する電圧に設定される。あるいはマゼンタ副画素を明度変化範囲の最大明度状態としてもよい。透過部74での白表示では緑副画素76、マゼンタ副画素79がともにON状態になっている。

【0080】

赤表示状態82は、反射部71の緑画素72がOFF、マゼンタ副画素78が赤を反射する電圧に設定され、マゼンタカラーフィルタを透過して赤が表示される。透過部74は、緑画素76がOFF、マゼンタ副画素79は光源70が赤を点灯するタイミングでONになり、残りのタイミングではOFFになる。緑光源は常時点灯しているが、マゼンタカラーフィルタは緑の光源色を吸収するので、緑光源からの光は透過しない。

【0081】

緑表示状態83は、反射部71の緑画素72がON、マゼンタ副画素78が黒電圧に設定され、緑が表示される。透過部74は、緑画素76がON、マゼンタ副画素79はOFFになる。緑光源は常時点灯しており、緑副画素76を通して緑色の光が透過する。赤と青の光は緑カラーフィルタで吸収されるので緑副画素76を透過しない。

【0082】

青表示状態84は、反射部71の緑画素72がOFF、マゼンタ副画素78が青を反射する電圧に設定され、マゼンタカラーフィルタを透過して青が表示される。透過部74は、緑副画素76がOFF、マゼンタ副画素79は光源70が青を点灯するタイミングでONになり、残りのタイミングではOFFになる。緑光源は常時点灯しているが、緑の光はマゼンタカラーフィルタで吸収されるので、緑の光はマゼンタ副画素79を透過しない。

【0083】

以上のように、透過部74の緑副画素76は、光源の1周期の間同じ緑画像に対応した輝度状態を保ち、60Hzで変調される。透過部74のマゼンタ副画素79は、光源切り替えの半分の周波数120Hzで赤と青の画像に対応した輝度に切り替えられる。この構成の場合、緑光源は常時点灯状態であるために高輝度光源を用いることができる。また赤と青に関しては、画素の変調は最大120Hzですむという利点がある。液晶の応答速度が比較的遅くても使える。高速な光源切り替えが不要であるので、冷陰極管、熱陰極管、ハロゲンランプなど高い効率の光源を選択することが可能となる。

【0084】

図7の画素構成で、図12のように駆動するとき、透過部74の2つ副画素76と79の面積比は1:2とすると、光源の白色のバランスがそのまま保たれる。

【0085】

赤の画像をフリッカ視認周波数である60Hz程度を少なくとも2分割し、120分の1秒にて青表示画像を形成し、残る120分の1秒にて赤表示画像を形成する。従来のフィールドシーケンシャル方式では少なくとも180分の1秒にて画像を形成する必要があることから、超高速な表示モードを適用することが必要であったが、本発明の方式では応答速度の制約は若干緩和されることになる。

【0086】

さらにこの方式を用いて、1フレームの一部の期間に黒表示を挿入することによって、

10

20

30

40

50

点灯・非点灯が繰り返し表示される非ホールド型表示を行うことができる。これによって、良好な動画性能を実現することが可能となる。

【0087】

反射モードと透過モードを同時に表示させることがない機器なら、反射部と透過部の電極とTFTを共通にすることができることは、図5の構成の場合と同様である。

【0088】

以上(1)と(2)で説明したように、光源の色を切り替え、時分割でカラー表示することにより、透過性領域にはカラーフィルタは用いないか、またはせいぜい反射性領域に設けたカラーフィルタと共通に用いるだけですむので、新たにカラーフィルタを付け加える必要がない。これは反射性領域のシンプルなカラーフィルタ構成の長所を損なわないという点で、本発明のカラー表示方式にとくに適した方法である。

10

【0089】

また、液晶は、リタデーションの高い色相変化範囲を用いず、明度変化範囲の変調ですむので、透過性領域のセル厚を厚くする必要もない。これも、反射性領域のセル厚が若干厚くなる本カラー方式にとって都合のいい点である。

【0090】

なお、(2)の方法において、反射部のカラーフィルタが緑(とマゼンタ)ではなく、赤(とシアン)、または青(とイエロー)の場合は、透過部のカラーフィルタもそれに合わせて選ばれる。

【0091】

20

特に、反射部に緑のカラーフィルタを用いた場合、以下のように透過部と反射部のセル厚を等しくすることができる。

【0092】

カラーフィルタのない、あるいはマゼンタのカラーフィルタを設けた副画素は、無彩色と赤から青表示までをECB効果で表示できれば良い。よって黒から青表示までを反射モードにおいて実現するためには、液晶層(あるいは液晶層と位相補償板の組み合わせ)によるリタデーション量が、電圧による制御により0nmから300nm程度の範囲で変化させることができればよい。

【0093】

一方、透過モードにおいては、黒から白表示までを表示するためには、液晶層(あるいは液晶層と位相補償板の組み合わせ)によるリタデーション量が0nmから250nm程度の範囲で変化させることができればよい。

30

【0094】

つまり、反射領域において必要とされるセル厚と透過領域において必要とされるセル厚とが非常に近いことになる。したがって、現行の構成と比較すると前記層間絶縁膜の厚みを大幅に減少させることが可能となる。これによって、セル厚差を付けた結果発生しがちな配向欠陥や、段差部のテーパーに起因する開口率の減少を抑制することが可能となる。

【0095】

あるいは液晶層厚を300nmまでの制御が可能な条件で一定にしておき、透過モードにおける電圧による制御範囲を0nmから250nmに限定するようにすれば、前記層間絶縁膜を形成しなくても良いことになる。これによりフォトリソグラフィプロセスの簡略化が実現でき、コストダウンに寄与できる。また均一配向実現が容易となり、かつ開口率の向上にも寄与することができる。

40

【0096】

本発明は、先の国際公開特許2004-042687のカラー表示方式と同じく、カラーフィルタプロセスが従来のRGB3回から2回へと低減することが可能となるため、低コスト化が実現できる。また、画素内にセル厚差を作りこむ必要が無いためにプロセス負荷が軽減する。

【0097】

透過部にマゼンタカラーフィルタを併用する場合は、従来の時分割カラー表示モードと

50

比較すると駆動周波数が低くてすむ。高速の液晶モードを使用しなくてもよいことになり、液晶モードの選択肢も広がる。時分割による混色を利用しているために、透過部においても高い光利用効率を得ることはいうまでもない。

【 0 0 9 8 】

一方、本モードは透過型液晶表示素子としても、液晶層の透過率が高いので、従来方式のものと同一の輝度を得るために必要なバックライト消費電力が少なくて済み、低消費電力化という観点から好適に用いられる。

【 0 0 9 9 】

本発明の表示素子は動画表示にも用いることが出来る。

【 0 1 0 0 】

また高い光利用効率が求められる投射型表示素子にも好適に用いられる。

【 0 1 0 1 】

(適用できる液晶表示モード)

本発明は以下に述べるいろいろな液晶表示モードに適用できる。

【 0 1 0 2 】

V Aモードは、液晶層の液晶分子が電圧無印加時には基板面に略垂直に配向し、電圧印加時には略垂直の配向から傾斜してリタデーションを変化させる。

【 0 1 0 3 】

O C B (O p i c a l l y C o m p e n s a t e d B e n d) モードは、液晶層の液晶分子が電圧印加によってベンド配向と略垂直配向との間にて配向状態を変化させることでリタデーションを変化させるので、本発明を適用できることはV Aモードと同様である。またO C Bモードはネマティック液晶の中でもっとも高速と言われており、本発明のフィールドシーケンシャルカラー方式に適用するにはもっとも適する表示モードとなっている。

【 0 1 0 4 】

また本発明ではリタデーション変化による表示色を利用するために、視野角による色調変化を考慮しなければならない。しかし昨今のL C D開発の進歩は著しく、R G Bカラーフィルタ方式を用いたカラー液晶ディスプレイでは視野角依存性の問題はほとんど解決しているといっても過言ではない。例えばO C Bモードではベンド配向による自己補償効果によって、視野角の変化に伴うリタデーション変化を抑制することが報告されている。また、S T Nモードも位相差フィルム開発の進展によって視野角特性は大きく改善されている。これらO C BやS T Nモードもリタデーション量を適宜設定することによってE C B効果に基づく着色現象を得ることができるため、本発明の構成を適用することが可能である。

【 0 1 0 5 】

(その他の構成要件)

本発明の液晶表示素子の駆動には、直接駆動方式、単純マトリクス方式、アクティブマトリクス方式のいずれの方式も用いることが出来る。

【 0 1 0 6 】

また用いる基板はガラスでもよいしプラスチックでもよい。透過型の場合には一對の基板両方とも光透過性のものが必要であるが、反射型の場合には反射層の支持基板として光を透過しないものを用いてもよい。また使用する基板として可撓性を有するものを用いても良い。本明細書中では上下に電極を設ける構成を中心に説明したが液晶層のリタデーション値が変化可能な表示モードであれば、インプレーンスイッチング (I P S) モードのように横電界を印加する方法などのように、電圧の印加方向によらず本方式を適用することが可能である。

【 0 1 0 7 】

また反射型にする場合には、反射板として鏡面反射板を用い液晶層の外側に散乱板を設けるような、いわゆる前方散乱板方式や、反射面の形状を工夫して指向性を設けたいわゆる指向性反射板など、各種反射板を用いることが出来る。また本実施の形態では一例とし

10

20

30

40

50

て垂直配向モードを例示したが、他にも平行配向モード、HAN型モード、OCBモードなど電圧印加によるリタデーション変化を利用するモードであればいずれのモードにも適用することが可能である。

【0108】

また、本実施の形態では主として電圧無印加時に黒表示となるようなノーマリブラックの構成を例示して説明した。この構成は円偏光板および電圧無印加時に基板面内方向に複屈折を持たない表示層を積層することによって実現出来るのであるが、この構成において円偏光板を通常の直線偏光板などに置き換えることによって電圧無印加時に白色表示となるようなノーマリホワイトの構成にしてもよい。

【0109】

あるいはこれらいずれかの構成に一軸性位相差板などを積層することによって、電圧無印加時に有彩色表示させるような構成にしてもよい。この場合は電圧を印加することによって積層した一軸性位相差板のリタデーション量をキャンセルする方向に液晶分子配列を変形させることで黒や白の表示を得ることができる。

【0110】

また本発明の本質は、人間の視感度特性が最も良好な緑表示においてカラーフィルタを用いた連続階調を得ることを基本原理として高い光利用効率にて多色表示を得るということであるから、STNモードなどのねじれ配向状態となっている液晶モードやゲストホストモード、選択反射モードなど、様々なモードを適用することが可能である。

【0111】

なお、本明細書中では緑と、緑の補色のマゼンタ色を中心に説明したが、赤と、赤の補色のシアンであっても、青と、青の補色の黄色であっても、本発明の半透過型表示素子に使用することは可能である。

【0112】

(液晶表示素子以外への適用)

以上の記述では液晶のECB効果を中心に詳述してきた。しかしながら本発明の基本となる考え方は、一部の画素ではモノクロ表示モードにカラーフィルタを適用したカラー表示を行うとともに、他の画素では色相変化しうる表示モードを利用する表示方式を半透過型表示素子に適用した点にある。したがって、上述のECB効果を用いた構成に限らず上記表示モードが適用できる素子であればあらゆる表示モードを適用することが可能となる。

【0113】

その例を2つ以下で説明する。

【0114】

SID97 Digest p. 71に、基板との空隙の距離を変化させることによって干渉色の表示・非表示の切り替えを行うディスプレイが報告されている。これは、変形可能なアルミ薄膜が外部からの電圧制御によって基板に接近したり離れたりすることでオン・オフを切り替えるものである。

【0115】

この空隙距離変調素子においても、透過型と反射型を考えることが出来、かつ該素子ととりうる最大明度と最小明度との間を明度変化させることができる変調領域と、該素子ととりうる複数の色相を変化させることができる変調領域とを有している。したがって本発明を適用することができる。

【0116】

米国特許第6177921号明細書に記載の電気泳動表示素子は、コレクト電極及び表示電極間での電圧印加によって透明な絶縁性液体中で着色帯電泳動粒子を基板面と水平に移動させることによって表示・非表示の切り替えを行うものである。

【0117】

上記文献には2種類のカラー粒子を用いる例が開示されている。これにも本発明を適用することができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 8 】

以下、実施例を用いて本発明を説明する。

【 0 1 1 9 】

(素子構成)

まず、以下の実施例に用いる共通の素子構造について説明する。

【 0 1 2 0 】

素子の断面構造を図9に示す。一方の基板7にTFTが配置されたアクティブマトリクス基板を用い、もう一方の基板3にはカラーフィルタ(不図示)が配置された。TFT側の画素電極6には、反射性領域にはアルミ電極とITOの積層電極、透過性領域にはITO透明電極を用いた。カラーフィルタ側基板3の電極4にはITO透明電極を用いた。

10

【 0 1 2 1 】

電極4, 6の表面に垂直配向膜(不図示)を塗布し、電圧印加時の液晶分子の傾斜方向が偏光板1の吸収軸に対して45度となるように、垂直配向膜には基板法線から1度程度のプレチルト角をその方向に付与した。上下の基板3と7を張り合わせてセルを作り、液晶材料として誘電率異方性が負である液晶材料(メルク社製、型名MLC-6608)を注入したところ、電圧を印加しないときは液晶5が基板表面に垂直に配向した。

【 0 1 2 2 】

また上基板3(カラーフィルタ基板)と偏光板との間には位相補償板2として広帯域/4板(可視光領域で1/4波長条件をほぼ満たすことができる位相補償板)を配置した。これにより反射型での表示の際に電圧無印加時には暗状態となり、電圧印加時には明状態となるようなノーマリブラック構成とした。

20

【 0 1 2 3 】

光源70は赤・緑・青のLEDで構成し、時分割で光源切り替えを行った。

【 0 1 2 4 】

画素形状、カラーフィルタ、セル厚などは、以下の実施例においてそれぞれ最適な値に設定される。

【 0 1 2 5 】

(比較例1)

比較のために、赤・緑・青のカラーフィルタが配置された半透過型液晶表示パネルを準備した。各画素は3分割されて、それぞれに赤・緑・青のカラーフィルタが設置されている。液晶層は、±5V電圧印加時の反射分光特性の中心波長が550nm、及びリタデーション量が138nm(反射性領域においてはその2倍)となるよう、厚さを3ミクロンに調整した。

30

【 0 1 2 6 】

セル構造は図9に示されたものと同じである。

【 0 1 2 7 】

このような液晶表示素子について、電圧を様々に変化させることによって画像を表示させたところ、RGBそれぞれの画素について印加電圧に応じた連続階調色が得られ、それによってフルカラー表示可能であるが、反射率は低く、約16%である。

40

【 0 1 2 8 】

半透過型構成の透過部と反射部の面積比を1:1にしたところ、反射率は半分の値とはならず若干小さめの7%程度となる。

【 0 1 2 9 】

(比較例2)

半透過素子との比較のために反射型の表示素子を準備した。

【 0 1 3 0 】

上記比較例と同じく各画素は3つの副画素に分割されるが、カラーフィルタとしては緑だけを用いて、残る副画素である2つの画素はリタデーションによる着色表示を利用するためにカラーフィルタを配さず透明のままとする。またこの残る2画素については、面積階調を行うために、面積比を1:2とした。

50

【0131】

液晶層のリタデーションは、最大時に青表示を得るため、透明画素の±5 V電圧印加時のリタデーションを300 nmに設定し、セル厚を5ミクロンに調整した。緑画素の条件については比較例1と同様とした。

【0132】

このような液晶表示素子について、電圧を変化させることによって画像を表示させると、緑のカラーフィルタを有する画素に関しては、印加電圧値に応じた透過率変化を示し連続階調特性が得られる。

【0133】

一方緑のカラーフィルタを有さない他の画素に関しては、5 V印加時には青色、3.8 V印加時には赤色表示となり、したがって本実施例の液晶パネルが三原色表示である。さらに3 V以下の領域では印加電圧の大きさに応じた連続階調を表示する。

10

【0134】

さらに赤と青に関しては、表示させる副画素を変化させることによって面積階調が実現できる。しかしながら、その階調量が4階調しかないために自然画を表示させた際に若干ざらつき感の残る画像となっていた。

【0135】

なおこの素子の反射率は33%であり、比較例1と比較して2倍の値となり、かなり明るい白表示である。

【0136】

20

(比較例3)

比較例2と同じ画素構成とし、透明画素のかわりに、図10に示す透過分光特性を示すカラーフィルタ(富士フィルムアーチ社製、型名CM-S571)を設けた。

【0137】

ECB効果に基づく着色現象を利用した場合、リタデーション色特有の色純度の低さが問題となるが、緑と補色関係にあるカラーフィルタと組み合わせた場合、赤と青の発色スペクトルのテール部分をカットできるので、色純度が増す効果が有る。この素子の、緑と補色関係にあるカラーフィルタを設けた画素に対して電圧を印加したときに比較例2と同様に、5 V印加時には青色、3.8 V印加時には赤色表示となり、本実施例の液晶パネルが三原色表示可能であることが確認できる。

30

【0138】

さらに3 V以下の領域では印加電圧の大きさに応じたマゼンタの連続階調表示ができる。

【0139】

またこの素子の反射率は28%であり、比較例1に比べてかなり明るい白表示となる。またこの例におけるカラー表示では、色度座標上において比較例2と比べて大きく色再現範囲が広がっている。

【0140】

(実施例1)

アクティブマトリクス基板として、上記比較例1と同じ構造のセルを用いる。

40

【0141】

本実施例において、各画素は図3(b)に示した4副画素構成とし、72, 73, 75の3つの副画素は反射型として用いるようにアルミ電極とITOの積層とし、残る一つの副画素74は副画素73の内部にアルミ電極のないエリアを設けて透過表示領域とした。

【0142】

反射表示とする3つの副画素のうち、一つの副画素72に緑カラーフィルタを用いて、残る2つの副画素73, 75はリタデーションによる着色を利用するためにカラーフィルタを配さない。またこの2画素73, 75については、面積階調を行うために、面積比を2:1とした。

【0143】

50

液晶層のリタデーションは、反射性領域において赤表示と青表示ができるようにするため、透明画素の±5 V 電圧印加時のリタデーションを300 nmに設定し、セル厚を5ミクロンに調整した。緑画素の条件については比較例1と同様とした。

【0144】

このような液晶表示素子について、図4に示した方法で画像を表示させることができる。緑のカラーフィルタを有する画素に関しては、印加電圧値に応じた透過率変化を示し連続階調特性が得られる。

【0145】

一方、反射部の緑のカラーフィルタを有さない2つの副画素に関しては、5 V 印加時には青色、3.8 V 印加時には赤色表示となり、したがって本実施例の液晶パネルが三原色表示である。さらに3 V 以下の領域では印加電圧の大きさに応じた連続階調を表示する。

【0146】

さらに赤と青に関しては、2つの副画素73.75のON/OFFを変化させることによって面積階調が実現できる。

【0147】

なおこの素子の反射率は、画素内の段差の影響が無いため参考例1のちょうど半分の16%であり、比較例と比較すると2倍以上の値となり、かなり明るい白表示である。

【0148】

また、透過部は光源をRGBの三原色を180分の1秒ごとに切り替え、それに副画素74の表示画像を同期させることによって、室温以下の領域では応答速度がやや低下し色が変化するものの、フルカラー表示を得ることが出来た。

【0149】

(実施例2)

実施例1と同じ基板で、反射型の副画素72は緑のカラーフィルタを設けた。実施例1と異なる点は、副画素73に、図10に示す透過分光特性を示すマゼンタ色のカラーフィルタ(富士フイルムアーチ社製、型名CM-S571)を設けたことである。透過型の画素には実施例1と同様にカラーフィルタを設けなかった。

【0150】

その結果比較例2と同様に、ECB効果に基づく着色現象を利用した場合、リタデーション色特有の色純度の低さが問題となるが、緑と補色関係にあるカラーフィルタと組み合わせた場合、赤と青の発色スペクトルのテール部分をカットできるので、色純度が増す効果が有る。この素子の、緑と補色関係にあるカラーフィルタを設けた画素に対して電圧を印加したときに比較例1と同様に、5 V 印加時には青色、3.8 V 印加時には赤色表示となり、本実施例の液晶パネルが三原色表示可能であることが確認できる。

【0151】

さらに3 V 以下の領域では印加電圧の大きさに応じたマゼンタの連続階調表示ができる。

【0152】

またこの素子の反射率は14%であり、実施例1と比較すると若干劣るものの、比較例と比較するとかなり明るい白表示となる。またこの実施例におけるカラー表では、色度座標上において比較例2と比べて大きく色再現範囲が広がっている。

【0153】

また、透過部は光源をRGBの三原色を180分の1秒ごとに切り替え、それに表示画像を同期させることによってフルカラー表示を得ることが出来た。

【0154】

(実施例3)

実施例2と同じ基板を用いて、図5の構成の透過部と反射部の領域を設けた。透過部および反射部の全体の面積比は実施例2と同一とした。

【0155】

このパネルを図6の方法で駆動し、カラー表示ができることを確認した。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 6 】

(実施例 4)

実施例 2 と同じ基板を用いて、図 7 の画素構成のパネルとした。光源は図 1 2 に記載した緑を連続点灯し、赤と青を 1 2 0 H z で切り替えるものを用いた。

【 0 1 5 7 】

透過部での表示においては、緑副画素 7 6 は光源切り替えの 1 周期の間、同じ電圧を印加し、マゼンタ副画素 7 9 は半周期で電圧を切り替える。実施例 1 に比べて周波数が低くなったので、駆動系の負荷が軽減される。

【 0 1 5 8 】

透過部は R と B の表示を 1 2 0 分の 1 秒ごとに切り替えカラー表示を得ることが出来た。また、室温以下の領域においても応答速度が大きく不足することなく、色再現性の良好な表示が得られる。

【 0 1 5 9 】

(実施例 5)

図 1 1 に本発明の第 5 の実施例の画素構成を示す。

【 0 1 6 0 】

図 1 1 において、6 1 , 6 2 は I T O による透明電極である。この透明電極 6 1 , 6 2 を通過する光の光路上にはそれぞれ緑・マゼンタのカラーフィルタが形成されている。

【 0 1 6 1 】

6 4 , 6 5 , 6 6 はアルミなどによる反射電極である。

【 0 1 6 2 】

6 5 の反射電極で反射する光の光路上には緑のカラーフィルタが形成されている。このカラーフィルタは光利用効率を高めるために、色再現範囲の狭い反射型タイプのものを用いることもできるし、あるいは 6 2 に用いる透過型用カラーフィルタを反射電極の一部だけに形成させることもできる。

【 0 1 6 3 】

6 4 , 6 6 の反射電極上にはカラーフィルタを形成しない構成にすることもできるし、マゼンタ色などの緑色と補色関係にある色のカラーフィルタを形成させることで、E C B 効果による着色を利用した表示カラーの色純度を高めることもできる。マゼンタ色のカラーフィルタを使用することによって液晶層に要求されるフィールド周波数を低減可能な点は上述のとおりである。

【 0 1 6 4 】

なおドライバ I C コスト抑制などのためにマゼンタを画素分割せずに使用することもできる。あるいは階調色を増やすために、さらに多くの画素分割（例えば 1 : 2 : 4 の 3 分割など）にすることもできる。

【 0 1 6 5 】

また透明電極 6 1 , 6 2 の面積比は光源輝度および発光デューティを鑑み、最適な値に調整することが好ましい。また反射電極 6 4 , 6 6 の面積比は 1 : 2 にしておくことが好ましい。なお、カラーフィルタ透過率のバランスを考慮してこれらの面積比を微調整させることもできる。反射電極 6 4 , 6 6 により構成される第 1 の副画素と、反射電極 6 5 により構成される第 2 の副画素の面積比は、第 2 の副画素に用いるカラーフィルタの波長分光透過特性に応じて、最適なカラーバランスとなるように適宜調整しておくことが好ましい。

【 0 1 6 6 】

また、E C B 効果による着色を利用する第 1 の副画素を面積分割する際には、階調ごとの色重心がずれないような画素形状と画素配置法を考慮しておくことより好ましい（図示せず）。

【 0 1 6 7 】

また透明電極 6 1 , 6 2 と、反射電極 6 4 , 6 5 , 6 6 という透過画素と反射画素のそれぞれに対して、一般的な半透過型液晶表示素子では同一の電圧を印加する場合が多いが

10

20

30

40

50

、本発明の素子の場合では、表示するための条件が反射モードと透過モードで異なっているために、これら５つの画素は独立に電圧制御できる構成にしておくことが好ましい。

【０１６８】

なお緑色に対してのみ、先にあげた米国特許第６４６６２８０号明細書に記載の構成を採用することも可能である。この場合は、透明電極６１と反射電極６５とは共通な電圧を印加することもできる。

【０１６９】

ただし、環境照度が低く本発明の半透過型液晶表示素子でバックライトを点灯している場合を考えると表示情報として視認されるのは透過型画素の画像情報が支配的と考えられること、また環境照度が高い場合にはもともとバックライトは消灯させておくのが一般的であることから、バックライトを消灯させている間は反射型画素に対して所望とする情報信号を印加するようにしておけば、それぞれに独立な電圧を印加する構成でなくとも大きな問題なく表示できると考えられる。

【０１７０】

以上述べたように、本発明の半透過型カラー表示モードは、高い光利用効率の素子を実現することが可能となる。また反射領域では本発明のＥＣＢ効果による着色を利用した赤・青表示と、カラーフィルタによる緑表示を用い、透過領域では緑がカラーフィルタによるカラー表示であって、赤・青が時分割による混色を利用したカラー表示とすることにより、半透過型液晶表示素子に求められる要件を全て満足する表示性能を実現できるだけでなく、１画素内に２倍のセル厚差を作りこむ必要がなくなるために、プロセスの簡略化と均一配向と高開口率化を同時に満足させることが可能となる。

【０１７１】

以上の実施例では駆動基板としてＴＦＴを用いているが、その代わりにＭＩＭを用いたり、半導体基板上に形成したスイッチング素子を用いるといった基板構成の変更や、単結マトリクス駆動やプラズマアドレッシング駆動にしたりといった駆動方法の変形は自明になしえる。

【０１７２】

また本実施例では垂直配向モードやＯＣＢモードを中心に述べたが、既述したように平行配向モード、ＨＡＮ型モードなど電圧印加によるリタデーション変化を利用するモードであればいずれのモードにも適用することが可能である。またＳＴＮモードなどのねじれ配向状態となっている液晶モードにも適用することが可能である。またネマティック液晶に限らず、スメクティック液晶を適用することも可能である。

【０１７３】

また、ＥＣＢ効果を有する液晶素子の代わりに機械的な変調によって干渉層の媒体としての空気の厚さである空隙距離を変化させるモードを用いる場合でも本実施例と同様の効果が得られる。また、表示装置として、実施の形態中で述べた構成に基づく媒体である複数の粒子を電圧印加によって移動させる粒子移動型表示素子を用いる場合でも本実施例と同様の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【０１７４】

【図１】リタデーション量が変わったときの色度図上の変化を表す図。

【図２】反射表示モードの画素構成を説明する図。

【図３】本発明の第１の実施の形態に係る液晶表示素子の画素構造を表す図。

【図４】本発明の第１の実施の形態に係る液晶表示素子の表示状態と画素状態を示すタイミングチャート。

【図５】本発明の第２の実施の形態に係る液晶表示素子の画素構造を表す図。

【図６】本発明の第２の実施の形態に係る液晶表示素子の表示状態と画素状態を示すタイミングチャート。

【図７】本発明の第３の実施の形態に係る液晶表示素子の画素構造を表す図。

【図８】本発明の第３の実施の形態に係る液晶表示素子の表示状態と画素状態を示すタイ

10

20

30

40

50

ミングチャート。

【図 9】本発明の液晶表示素子に用いる層構成の説明図。

【図 10】本発明の液晶表示素子に用いたマゼンタカラーフィルタの分光スペクトルを示す図。

【図 11】本発明の液晶表示素子の他の画素構成を示す図。

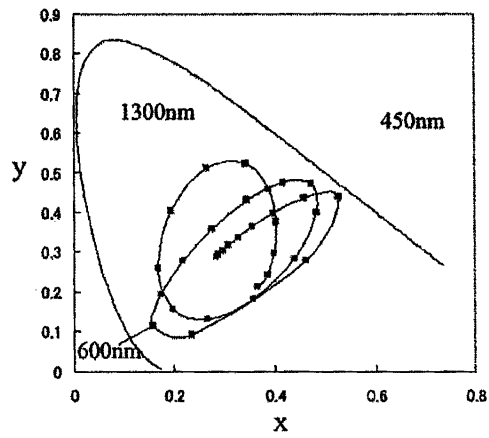
【図 12】本発明の第 4 の実施の形態に係る液晶表示素子の表示状態と画素状態を示すタイミングチャート。

【符号の説明】

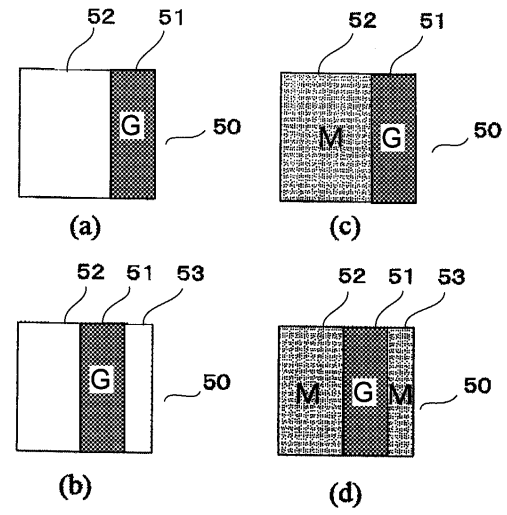
【 0 1 7 5 】

1	偏光板	10
2	位相補償フィルム	
3	ガラス	
4	透明電極	
5	液晶	
6	透明電極	
7	反射板	
5 0	画素	
5 1	副画素 1	
5 2	副画素 2	
7 0	光源	20
7 1	反射性領域	
7 2	反射性領域のカラーフィルタのある副画素	
7 3 , 7 5	反射性領域のカラーフィルタのない副画素	
7 4	透過性領域	
7 6 , 7 8 , 7 9	透過性領域のカラーフィルタのある副画素	
7 7	透過性領域のカラーフィルタのない副画素	

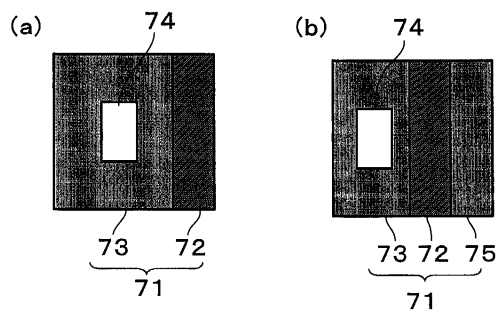
【図 1】



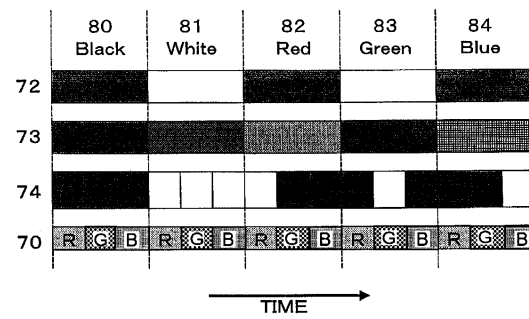
【図 2】



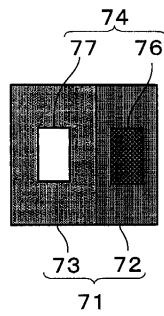
【図 3】



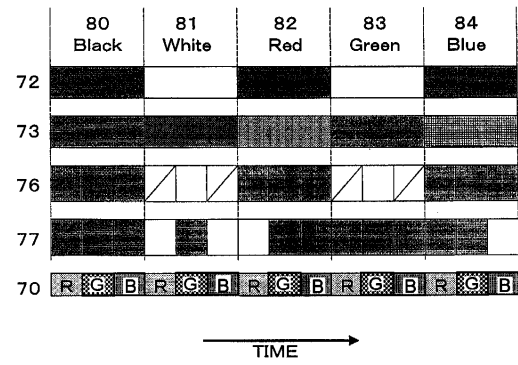
【図 4】



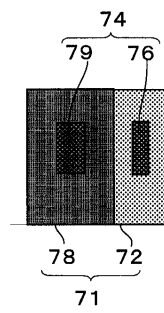
【図 5】



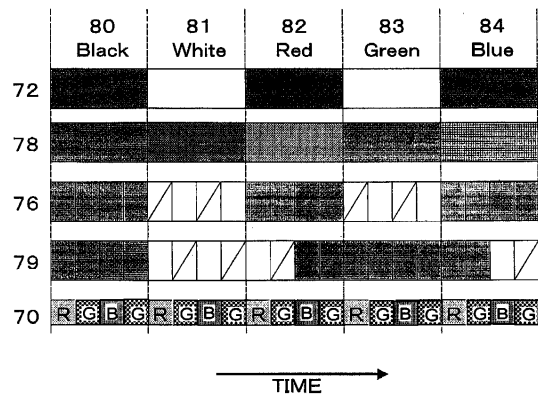
【図 6】



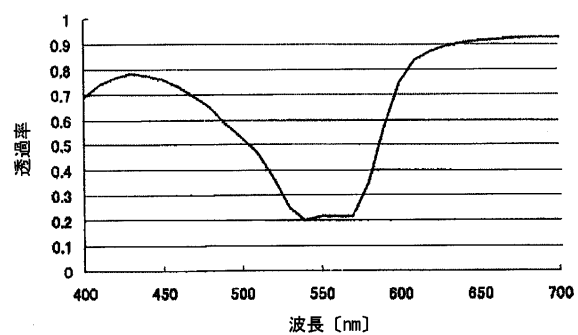
【図 7】



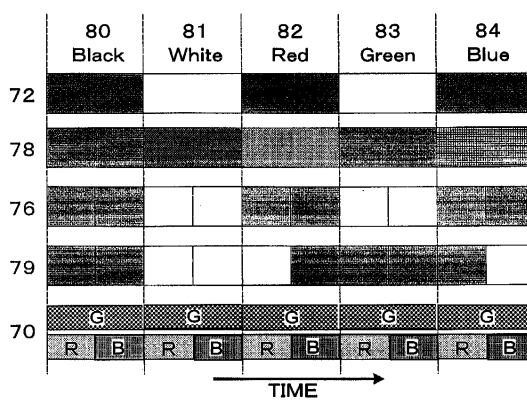
【図 8】



【 図 1 0 】



【 图 1 2 】



 フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I			
G 0 9 G	3/36	(2006.01)	G 0 9 G	3/20	6 4 2 J
G 0 2 B	5/20	(2006.01)	G 0 9 G	3/20	6 8 0 G
			G 0 9 G	3/34	J
			G 0 9 G	3/36	
			G 0 2 B	5/20	1 0 1

(56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 2 0 7 2 2 7 (J P , A)
 特開平 0 4 - 0 5 2 6 2 5 (J P , A)
 特開平 0 9 - 3 1 1 3 0 9 (J P , A)
 特開 2 0 0 1 - 0 6 6 5 5 1 (J P , A)
 特開 2 0 0 4 - 2 5 8 6 1 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
 G 0 2 F 1 / 1 3 - 1 4 1