

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3846483号
(P3846483)

(45) 発行日 平成18年11月15日(2006.11.15)

(24) 登録日 平成18年9月1日(2006.9.1)

(51) Int.Cl.	F I
G02F 1/133 (2006.01)	G02F 1/133 545
G02F 1/139 (2006.01)	G02F 1/139
G09G 3/20 (2006.01)	G09G 3/20 611D
G09G 3/36 (2006.01)	G09G 3/20 622C
	G09G 3/20 622D
請求項の数 13 (全 20 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2004-34309 (P2004-34309)	(73) 特許権者	000001270
(22) 出願日	平成16年2月10日 (2004.2.10)		コニカミノルタホールディングス株式会社
(65) 公開番号	特開2005-227406 (P2005-227406A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番1号
(43) 公開日	平成17年8月25日 (2005.8.25)	(74) 代理人	100091432
審査請求日	平成16年2月10日 (2004.2.10)		弁理士 森下 武一
		(72) 発明者	泉 倫生
			東京都日野市さくら町1番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内
		(72) 発明者	宮井 三嘉
			東京都日野市さくら町1番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内
		(72) 発明者	山田 潤
			東京都日野市さくら町1番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内
		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】

電圧の印加に応じてプレーナ配列とフォーカルコニック配列に変化するコレステリック液晶層と、

前記コレステリック液晶層の観察面側に配置された円偏光素子と、

コレステリック液晶の状態をホメオトロピック状態にリセットするためのリセット期間、電圧無印加状態での前記液晶の配列を選択するための選択期間、該選択期間で選択された液晶の配列を確立するための維持期間を含む電圧パルス群を出力する駆動手段と、を備え、

前記コレステリック液晶は、前記円偏光素子を通して入射する円偏光を、プレーナ配列時には偏光状態を変化させることなく透過させ、フォーカルコニック配列時には複屈折効果により偏光状態を変化させて透過させ、表示状態を切り換えることによって、前記リセット期間の開始から前記維持期間の終了までの更新期間の少なくとも途中からは更新後の表示にほぼ一致した表示とすること、

を特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】

さらに反射板を備えて反射型の表示を行う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】

少なくとも環境温度が25 のとき、前記リセット期間において液晶に印加する電圧値

10

20

は実質的に30～45Vであることを特徴とする請求項2に記載の液晶表示装置。

【請求項4】

少なくとも環境温度が25 のとき、前記リセット期間において液晶に印加する電圧値は実質的に45Vより大きいことを特徴とする請求項2に記載の液晶表示装置。

【請求項5】

少なくとも環境温度が25 のとき、前記維持期間において液晶に印加する電圧値は実質的に20～30Vであることを特徴とする請求項2に記載の液晶表示装置。

【請求項6】

前記液晶層の厚みを d (μm)とした場合、少なくとも環境温度が25 のとき、前記リセット期間において液晶に印加する電圧値は実質的に $10.7d \sim 12.7d$ (V)であることを特徴とする請求項2に記載の液晶表示装置。

10

【請求項7】

前記液晶層の厚みを d (μm)とした場合、少なくとも環境温度が25 のとき、前記リセット期間において液晶に印加する電圧値は実質的に $12.7d$ (V)より大きいことを特徴とする請求項2に記載の液晶表示装置。

【請求項8】

前記液晶層の厚みを d (μm)とした場合、少なくとも環境温度が25 のとき、前記維持期間において液晶に印加する電圧値は実質的に $7.2d \sim 9.7d$ (V)であることを特徴とする請求項2に記載の液晶表示装置。

【請求項9】

20

前記液晶層の厚みを d (μm)とした場合、少なくとも環境温度が25 のとき、前記リセット期間において液晶に印加する電圧値は実質的に $12.7d$ (V)より大きく、かつ、前記維持期間において液晶に印加する電圧値は実質的に $7.2d \sim 9.7d$ (V)であることを特徴とする請求項2に記載の液晶表示装置。

【請求項10】

前記液晶層の背面側に第2の偏光素子と光源とが配置され、透過型の表示を行う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11】

前記液晶層に対向する走査電極及び信号電極をさらに備え、前記駆動手段は、リセット期間にリセットパルスを、選択期間に選択パルスを、維持期間に維持パルスをそれぞれ走査電極に印加するための走査駆動回路と、選択期間にクロストークを生じる閾値以下の電圧値の信号パルスを信号電極に印加するための信号駆動回路とを含むことを特徴とする請求項1、請求項2、請求項3、請求項4、請求項5、請求項6、請求項7、請求項8、請求項9又は請求項10に記載の液晶表示装置。

30

【請求項12】

環境温度に拘わらず、少なくとも前記走査電極に印加するリセットパルスの電圧値を一定に保つようにしたことを特徴とする請求項11に記載の液晶表示装置。

【請求項13】

環境温度に拘わらず、少なくとも前記走査電極に印加する維持パルスの電圧値を一定に保つようにしたことを特徴とする請求項11に記載の液晶表示装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液晶表示装置、特に、表示媒体としてコレステリック液晶を用いた液晶表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、携帯電話やモバイルパーソナルコンピュータなどの表示デバイスとして反射型の液晶表示装置を応用する研究、開発が急速に進んでいる。反射型の液晶表示装置は、環境光(外部からの光)を反射することにより表示を行うため、低消費電力、薄型、軽量等の

50

利点を有している。

【0003】

現在、実用化されている一般的な反射型液晶表示装置は、ネマチック液晶を用いており、TN（ツイステッドネマチック）モード、STN（スーパーツイステッドネマチック）モードで駆動されるものが代表的である。しかし、これらのネマチック液晶はメモリ性がないため、表示期間中は常に電力を消費してしまう（バックライトを用いる透過型の液晶表示装置よりも省電力ではあるが）という問題点を有している。

【0004】

ところで、近年では、さらなる省電力化が期待できるメモリ性を有する反射型の液晶表示装置の開発が盛んになってきている。その代表例は、コレステリック液晶を用いた液晶表示装置である。コレステリック液晶は、電圧の印加に応じてプレーナ配列とフォーカルコニック配列に変化して双安定状態で存在する（メモリ性）。そして、プレーナ配列においては液晶自体が入射光のうち特定波長の光を選択的に反射し、フォーカルコニック配列では入射光を実質的に反射しないという特性を示す。このような特性を利用することにより偏光板なしで表示を行うことができ、明るい表示を実現することができる。このような表示装置は非特許文献1に開示されている。

10

【0005】

このようなコレステリック液晶の選択反射を利用して表示を行う偏光板を使用しないタイプの液晶表示装置において、液晶の状態をホメオトロピック状態にリセットするためのリセット期間、電圧無印加状態での液晶の配列を選択するための選択期間、該選択期間で選択された液晶の配列を確立するための維持期間の三つのステージを含む電圧パルス群を液晶に印加する駆動方法が特許文献1, 2に開示されている。この3ステージを持つ駆動方法によれば、選択期間に印加すべき電圧パルスの幅を短くできることから、高速で駆動を行えるという利点がある。

20

【0006】

しかしながら、前記3ステージを持つ駆動方法でコレステリック液晶を用いた偏光板を使用しないタイプの液晶表示装置の駆動を行うと、リセット期間の開始から維持期間が終了するまでの間、液晶層が実質的に光透過状態となって素子の背面側に設けた光吸収層が視認される。この現象は、最終的に液晶をいずれの配列とするかによらず発生するため、表示更新のつど、新しい表示が現れる前に元の表示が消えて画面が暗くなり（ブラックアウト）、観察者に違和感や不快感を与えていた。

30

【非特許文献1】SID International Symposium Digest of Technical Paper Volume 29 1998年 第897ページ

【特許文献1】国際公開98/50804号パンフレット

【特許文献2】特開2001-228459号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

そこで、本発明の目的は、高速で駆動でき、かつ、ブラックアウトの生じにくい、コレステリック液晶を表示媒体とする液晶表示装置を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

以上の目的を達成するため、本発明に係る液晶表示装置は、電圧の印加に応じてプレーナ配列とフォーカルコニック配列に変化するコレステリック液晶層と、前記コレステリック液晶層の観察面側に配置された円偏光素子と、コレステリック液晶の状態をホメオトロピック状態にリセットするためのリセット期間、電圧無印加状態での前記液晶の配列を選択するための選択期間、該選択期間で選択された液晶の配列を確立するための維持期間を含む電圧パルス群を出力する駆動手段と、を備え、前記コレステリック液晶は、前記円偏光素子を通過して入射する円偏光を、プレーナ配列時には偏光状態を変化させることなく透過させ、フォーカルコニック配列時には複屈折効果により偏光状態を変化させて透過さ

50

せ、表示状態を切り換えることによって、前記リセット期間の開始から前記維持期間の終了までの更新期間の少なくとも途中からは更新後の表示にほぼ一致した表示とすることを特徴とする。

【0009】

本発明にあっては、コレステリック液晶を使用し、リセット、選択、維持の3ステージを有する駆動電圧波形で駆動を行う液晶表示装置の構成に対して観察面側に円偏光板を付加し、従来の偏光板のないコレステリック液晶の選択反射を利用するタイプの液晶表示装置とは異なる表示原理で表示を行わせるようにした。本発明に係る液晶表示装置は、前記偏光板なしの液晶表示装置とは異なり、液晶がプレーナ配列のとき暗（黒）表示、フォーカルコニック配列のとき明（白）表示となり、リセット期間開始から維持期間終了までの更新期間に、プレーナ配列を選択する場合は実質的にホメオトロピック状態が継続し、フォーカルコニック配列を選択する場合は徐々にフォーカルコニック配列になることから、前記更新期間中ずっとブラックアウトし続けるということがない。即ち、前記更新期間の少なくとも途中からは更新後の表示にほぼ一致した表示ができる。従って、高速駆動という利点を活かしながら、表示更新の際のブラックアウトを抑えることが可能になる。

10

【0010】

本発明に係る液晶表示装置にあっては、反射板をさらに積層して反射型の表示を行うようにすれば、より消費電力の低減に有利である。

【0011】

反射型液晶表示装置の場合、少なくとも環境温度が25℃のとき、前記リセット期間において液晶に印加する電圧値を実質的に30～45Vに設定すれば、あるいは、前記液晶層の厚みを d （ μm ）とした場合、前記電圧値を実質的に $10.7d \sim 12.7d$ （V）に設定すれば、ブラックアウトの抑制と高速駆動に加えて、表示不良を生じることなく書換え時の消費電力を低減でき、電源の低コスト化や液晶表示素子生産時の歩留まりの向上を図ることができる。

20

【0012】

また、反射型液晶表示装置の場合、少なくとも環境温度が25℃のとき、前記リセット期間において液晶に印加する電圧値を実質的に45Vより大きく設定すれば、あるいは、前記液晶層の厚みを d （ μm ）とした場合、前記電圧値を実質的に $12.7d$ （V）より大きく設定すれば、ブラックアウトの抑制と高速駆動に加えて、表示のコントラストを向上させることができる。

30

【0013】

また、反射型液晶表示装置の場合、少なくとも環境温度が25℃のとき、前記維持期間において液晶に印加する電圧値を実質的に20～30Vに設定すれば、あるいは、前記液晶層の厚みを d （ μm ）とした場合、前記電圧値を実質的に $7.2d \sim 9.7d$ （V）に設定すれば、ブラックアウトの抑制と高速駆動に加えて、コントラストの低下を防止しながら書換え時の消費電力を低減でき、電源の低コスト化や液晶表示素子生産時の歩留まりの向上を図ることができる。

【0014】

あるいは、反射型液晶表示装置の場合、前記液晶層の厚みを d （ μm ）とした場合、少なくとも環境温度が25℃のとき、前記リセット期間において液晶に印加する電圧値を実質的に $12.7d$ （V）より大きく設定し、かつ、前記維持期間において液晶に印加する電圧値を実質的に $7.2d \sim 9.7d$ （V）に設定すれば、ブラックアウトの抑制と高速駆動に加えて、コントラストの向上を図ることができる。

40

【0015】

また、本発明に係る液晶表示装置にあっては、前記液晶層の背面側に第2の偏光素子と光源とを配置して透過型の表示を行うようにすることができる。

【0016】

また、本発明に係る液晶表示装置にあっては、前記液晶層に対向する走査電極及び信号電極をさらに備え、前記駆動手段が、リセット期間にリセットパルス、選択期間に選択

50

パルスを、維持期間に維持パルスをそれぞれ走査電極に印加するための走査駆動回路と、選択期間にクロストークを生じる閾値以下の電圧値の信号パルスを信号電極に印加するための信号駆動回路とを含むものとする。低コストで高精細表示可能な表示装置を容易に得ることができる。またこの場合、環境温度に拘わらず、少なくとも走査電極に印加するリセットパルスの電圧値を一定に保つようにしたり、走査電極に印加する維持パルスの電圧値を一定に保つようにしたりすることで、駆動制御が容易になり各駆動回路の構成を簡素化できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明に係る反射型の液晶表示装置の実施例について、添付図面を参照して説明する。 10

【0018】

(カイラルネマチック液晶の光学異方性、図1参照)

室温でコレステリック液晶相を示すネマチック液晶として、その代表的なものは、ネマチック液晶にコレステリック液晶相を示すに十分な量のカイラル材を添加することによって得られるカイラルネマチック液晶である。

【0019】

カイラル材は、ネマチック液晶に添加された場合にネマチック液晶の分子を捩る作用を有する添加剤である。カイラル材をネマチック液晶に添加することにより、所定の捩れ間隔を有する液晶分子の螺旋構造が生じ、これにより、液晶組成物がコレステリック液晶相を示す。 20

【0020】

この種のカイラルネマチック液晶は、それを挟持する基板間において複数のドメインで存在する。図1において、ドメインDにおける螺旋軸Sの向きは一樣である。カイラルネマチック液晶のドメインDは、光学異方性を示す屈折率楕円体物質とみなすことができる。

【0021】

図1(B)に示すプレーナ配列の場合、即ち、螺旋軸Sが基板に対して垂直方向を向いている場合、基板面内の屈折率は等方となる。図1(C)に示すフォーカルコニック配列の場合、即ち、螺旋軸Sが基板に対して平行方向を向いている場合、基板面内の屈折率は 30 非等方となる。要するに、プレーナ配列とフォーカルコニック配列の変化に応じて屈折率が変化することになる。

【0022】

ドメインDにプレーナ配列のとき選択反射されない偏光光が入射すると、屈折率が等方の場合(プレーナ配列)、入射光はそのままドメインDを透過する。屈折率が非等方の場合(フォーカルコニック配列)、入射光は複屈折効果により偏光状態が変化する。このような現象を利用して、白黒の表示を行う。

【0023】

(基本構成及び表示原理、図2～図4参照)

まず、反射型の液晶表示装置を例にとって説明する。 40

本発明に係る液晶表示装置1は、図2に示すように、観察面から、吸収軸12aを有する直線偏光板12と遅相軸13aを有する1/4λ位相差板13とからなる円偏光素子11と、液晶表示素子15と、反射板16とを積層したものである。

【0024】

液晶表示素子15は、それぞれ対向面に電極を形成した一对の基板間にカイラルネマチック液晶を保持したものである。カイラルネマチック液晶は、フォーカルコニック配列時に $\Delta n d = (1/4)\lambda$ の条件を満たすように調製されている。 $\Delta n d$ は一般的にリタデーション(位相差)と呼ばれている値(単位はnm)であり、 Δn は液晶の屈折率異方性、 d は基板間ギャップである。反射板16は液晶層を透過した光を反射するものであり、アルミニウムや銀などからなる。 50

【 0 0 2 5 】

円偏光素子 1 1 (直線偏光板 1 2 及び位相差板 1 3) に入射した光はその 5 0 % が円偏光素子 1 1 に吸収され、残り 5 0 % の光が円偏光状態 (右 / 左いずれか一方の円偏光状態) で透過する (図 3 及び図 4 の (1) , (2) 参照) 。

【 0 0 2 6 】

このような円偏光がカイラルネマチック液晶に入射すると、ドメインがブレーナ配列の場合、円偏光は偏光状態が変化することなく液晶層を透過する (図 3 の (3) , (4) 参照) 。透過した円偏光は反射板 1 6 で反射される。このとき、円偏光の光の進行方向が逆転するため、逆回りの円偏光となる (図 3 の (5) 参照) 。

【 0 0 2 7 】

反射された光はそのまま液晶層を透過し (図 3 の (6) 参照) 、円偏光素子 1 1 に再入射する。この再入射光は逆回りの円偏光となっているため、円偏光素子 1 1 に吸収され (図 3 の (7) , (8) 参照) 、黒表示として観察される。

【 0 0 2 8 】

一方、ドメインがフォーカルコニック配列の場合、円偏光素子 1 1 を透過した円偏光は、複屈折効果によって $1/4\lambda$ のリタデーション (位相差) の影響を受けて直線偏光となって液晶層を透過する (図 4 の (3) , (4) 参照) 。透過した直線偏光は反射板 1 6 で反射され、液晶層でさらに $1/4\lambda$ のリタデーションの影響を受けて元の円偏光となる (図 4 の (5) , (6) 参照) 。この円偏光はそのまま円偏光素子 1 1 を透過し (図 4 の (7) , (8) 参照) 、白表示として観察される。

【 0 0 2 9 】

なお、図 3、図 4 において、(1) は素子に入射する前、(2) は直線偏光板透過後、(3) は位相差板透過後、(4) は液晶層透過後、(5) は反射板による反射後、(6) は液晶層再透過後、(7) は位相差板再透過後、(8) は直線偏光板再透過後、のそれぞれの光の状態を模式的に示している。

【 0 0 3 0 】

(第 1 実施例、図 5 参照)

本発明の第 1 実施例である液晶表示装置 1 A は、図 5 に示すように、観察面から、円偏光素子 1 1 (直線偏光板 1 2 及び位相差板 1 3) と液晶表示素子 1 5 とを積層したものである。

【 0 0 3 1 】

液晶表示素子 1 5 は、基板 5 1 , 5 2 の間にカイラルネマチック液晶を保持したもので、表面側 (観察面側) の基板 5 1 は透過率の高い透明材料からなり、裏面側の基板 5 2 は透明であっても不透明であってもよい。基板 5 1 , 5 2 としては、ガラス製の薄板やポリエーテルスルホン (P E S) 、ポリカーボネート (P C) 、ポリエチレンテレフタレート (P E T) などの樹脂フィルムが用いられ、それぞれの対向面に電極 5 3 , 5 4 及び配向膜 5 5 , 5 6 が設けられている。配向膜 5 5 , 5 6 に加えて絶縁性薄膜を設けてもよい。なお、配向膜 5 5 , 5 6 は液晶表示素子 1 5 の動作原理上必須のものではないが、素子 1 5 の安定性向上等のために設けておくことが好ましい。

【 0 0 3 2 】

電極 5 3 は I T O や I Z O などからなる透明電極である。電極 5 4 は透明又は不透明のいずれであってもよいが、少なくともその表面が金属材料からなり、反射板として機能するように形成されている。詳しくは、電極 5 4 が透明電極であれば、その表面にアルミニウムや銀をコーティングして反射板としての機能を付与する。また、電極 5 4 自体をアルミニウムや銀にて形成し、反射板を兼用させてもよい。

【 0 0 3 3 】

なお、観察面側から遠い方の基板 5 2 を透明とし、基板 5 2 の後方に反射板を配置することも可能ではある。但し、この場合は、反射板と液晶層とを近づけるために基板 5 2 をできるだけ薄くする必要がある。

【 0 0 3 4 】

10

20

30

40

50

電極 53, 54 はそれぞれ図 8 に示す走査駆動 IC 131 及び信号駆動 IC 132 に接続されており、電極 53, 54 にそれぞれ所定のパルス電圧が印加される。この印加電圧に応じてカイラルネマチック液晶がプレーナ配列又はフォーカルコニック配列に変化し、表示状態が切り換えられる。また、この液晶はいずれの配列状態であっても電圧の印加を停止した後もその配列状態を維持し、双安定性（メモリ性）を有している。

【0035】

電極 53, 54 は、それぞれ微細な間隔を保って平行に並べられた複数の帯状電極であり、その帯状電極の並ぶ向きが観察面から見て互いに直角方向となるように対向させてある。これら上下の帯状電極に順次パルス状の電圧が印加される。これをマトリクス駆動と称し、電極 53, 54 が交差する部分が表示における各画素を構成することになる。

10

【0036】

液晶としては、室温でコレステリック液晶相を示すものが好ましく、特に、ネマチック液晶にコレステリック液晶相を示すのに十分な量のカイラル材を添加することによって得られるカイラルネマチック液晶が好適である。螺旋ピッチは長すぎると双安定性が確保できなくなるため、双安定性に優れた 1000 nm 以下であることが好ましい。

【0037】

ネマチック液晶としては、ビフェニル系、フェニルシクロヘキシル系、ターフェニル系、トラン系、ピリミジン系、スチルベン系等の従来公知のネマチック液晶を用いることができる。カイラル材としては、コレステロール環などの光活性基を含む、エステル化合物、ピリミジン化合物、アゾキシ化合物、トラン化合物等の従来公知の各種のカイラル材を用いることができる。

20

【0038】

また、液晶層はフォーカルコニック配列時に発生する前記リタデーション（ $\Delta n d$ ）が光の波長 λ の $1/4$ になるように調整されていることが望ましい。円偏光素子が理想的な完全なものであると仮定した場合、液晶表示装置のフォーカルコニック配列における反射率 R は次式により計算できる。

【0039】

$$R = (1/2) \{ \sin^2(2\pi \Delta n d / \lambda) \}$$

Δn : フォーカルコニック配列時の屈折率異方性

d : 液晶層の厚み

30

【0040】

良好な白黒表示を実現するには、前記式で反射率 R のピーク値が可視光領域（ $\lambda = 400 \sim 700 \text{ nm}$ ）になるようリタデーションが望ましい。即ち、 $\Delta n d$ が $\lambda = 400 \sim 700 \text{ nm}$ の $1/4$ の値である $100 \sim 175 \text{ nm}$ であることが望ましい。特に良好な白表示（可視光域でフラットな分光反射特性）を得るためには、フォーカルコニック配列時に $\Delta n d$ が $135 \pm 10 \text{ nm}$ であることが望ましい。

【0041】

液晶表示素子 15 を設計する際に、カイラルネマチック液晶の $\Delta n d$ は $135 \pm 10 \text{ nm}$ よりも若干大きくしておくほうがよい。フォーカルコニック配列時の螺旋軸が完全な 0° （基板に対して平行）ではないからである。そのため、液晶表示素子 15 の $\Delta n d$ は、フォーカルコニック配列時の螺旋軸が 0° でないために減少するリタデーション（位相差）を補うように、大きめに設定しておくのが好ましく、 $160 \pm 20 \text{ nm}$ 、より好ましくは $160 \pm 15 \text{ nm}$ 、さらに好ましくは $160 \pm 10 \text{ nm}$ とすればよい。

40

【0042】

例えば、液晶表示素子 15 の $\Delta n d$ を $160 \pm 10 \text{ nm}$ に設定するには、液晶の Δn とその厚み d とを以下のように組み合わせればよい。

【0043】

$$\Delta n d = 160 \text{ nm} = 0.0320 (\Delta n) \times 5.0 \mu\text{m} (d)$$

$$\Delta n d = 160 \text{ nm} = 0.0400 (\Delta n) \times 4.0 \mu\text{m} (d)$$

$$\Delta n d = 160 \text{ nm} = 0.0457 (\Delta n) \times 3.5 \mu\text{m} (d)$$

50

$$\Delta n d = 160 \text{ nm} = 0.0533 (\Delta n) \times 3.0 \mu\text{m} (d)$$

【0044】

ところで、良好な黒表示を得るためには、プレーナ配列時の螺旋軸が基板に対して 90° (リタデーション $\Delta n d = 0 \text{ nm}$) であることが望ましい。しかし、実際上のプレーナ配列は完全な 90° ではなく、若干の傾きを生じており、液晶層の厚み d によっても傾き具合が異なる。本発明者らの実験では、液晶層の厚み d が薄くなるに伴ってプレーナ配列時の螺旋軸の傾きは小さくなる (基板に対して 90° に近くなる) 傾向を確認している。即ち、液晶層の厚み d が小さくなるほど良好な黒表示が得られる。

【0045】

但し、液晶層の厚み d が小さくなると素子 15 の製作が困難になる。従って、液晶層の厚み d は、表示特性及び製作の容易性から好ましくは $2.5 \sim 4.5 \mu\text{m}$ 、より好ましくは $2.5 \sim 4.0 \mu\text{m}$ 、さらに好ましくは $3.0 \sim 4.0 \mu\text{m}$ 、さらに好ましくは $3.0 \sim 3.5 \mu\text{m}$ である。

【0046】

さらに、液晶中には基板 51, 52 間のギャップを保持するために無機材からなるスペーサ及び/又は有機材からなる柱状構造物 (図示せず) が配置されている。但し、このような構造に限らず、従来知られている高分子の 3 次元網目構造のなかに液晶が分散された、あるいは、液晶中に高分子の 3 次元網目構造が形成された、いわゆる高分子分散型の液晶複合膜として液晶層を構成することも可能である。

【0047】

円偏光素子 11 は、直線偏光板 12 と位相差板 13 とを組み合わせたものである。直線偏光板としては従来公知のものを、また、位相差板としても従来公知の $1/4\lambda$ 位相差板を用いることができる。円偏光素子 11 は、これら直線偏光板と位相差板をそれぞれの光学軸のなす角度が 45° あるいは 135° になるように貼り合わせることで作製できる。

【0048】

但し、この構成では完全な円偏光素子にはならず、可視光におけるある特定波長の光についてのみ完全な円偏光素子となり、他の波長の可視光については楕円偏光素子となる。理想的な円偏光素子に近づけるには、複数の位相差板を積層することが必要となる。しかし、位相差板の枚数が多くなるとコストの面で不利であり、位相差板の積層数は多くても 3 枚程度にすることが好ましい。典型的には 1 枚の位相差板を用い、実用上十分な表示特性を得ると共にコストを最小化するとよい。

【0049】

円偏光素子は、右円偏光素子 (透過した光が右円偏光) と左円偏光素子 (透過した光が左円偏光) とが存在し、本発明の好適な実施形態において良好な白黒表示を行う場合は、液晶層で選択反射されない方向の円偏光を透過させる円偏光素子であることが好ましい。

【0050】

なお、プレーナ配列での選択反射をも利用して白及び他色による表示 (例えば、白・青表示) を行う場合は、液晶層で選択反射される方向の円偏光を透過させる円偏光素子を用いればよい。

【0051】

(第 2 実施例、図 6 参照)

本発明の第 2 実施例である液晶表示装置 1B は、図 6 に示すように、第 1 実施例である前記液晶表示装置 1A において、円偏光素子 11 と液晶表示素子 15 との間に散乱層 14 を追加した構成を有している。

【0052】

散乱層 14 は、原理上必須のものではないが、良好な白表示を行えるようにするために設けられ、透明基材中に屈折率の異なる微粒子を分散させたものであり、フィルム状であってよく、あるいは粘着材として構成されていてもよい。透明基材としては、ポリエーテルスルホン (PES)、ポリカーボネート (PC)、トリアセチルセルロース (TAC) などを用いることができる。微粒子としては、アクリル樹脂、シリカなどの球形微粒子な

10

20

30

40

50

どを用いることができる。また、基板の表面を研磨し、微小な凹凸を形成することで散乱機能を持たせることも可能である。

【0053】

散乱層14は、そこを透過する入射光及び反射光を適度に散乱させ、反射板として機能する電極54の指向性を緩和し、かつ、偏光を解消することもないのでコントラストを大きく低下させることがない。液晶がフォーカルコニック配列の場合、電極54からの反射光は液晶層を透過して円偏光となるが、その反射光(円偏光)の指向性が緩和され、良好な白表示(ペーパーホワイト)として観察される。

【0054】

この散乱層14において重要なのはヘーズ値(曇度)である。ヘーズ値は前記微粒子の粒径や分散密度を変化させることで任意の値に調整可能であり、表示上良好な白黒コントラストを得るには、10~85%が好ましく、30~70%が最も好ましい。

【0055】

なお、散乱層としては独立した層として設けることなく、基板51に散乱機能を付与したり、反射面としても機能する電極54に微小な凹凸を形成して散乱機能をも付与してもよい。

【0056】

(第3実施例、図7参照)

前記液晶表示装置1A, 1Bは反射型液晶表示装置であるが、液晶層から観察面側の円偏光素子を通じて出射する光を制御して表示を行うものであればよく、例えば、観察面側とは反対の面に光源を配置する透過型液晶表示装置とすることもできる。このような透過型液晶表示装置の例を図7に示す。

【0057】

この液晶表示装置1Cは、先に説明した液晶表示装置1Aにおいて、下部電極54を反射電極ではなく透明電極54'とし、第2の円偏光素子11'とバックライト60とを最下部に追加配置した構成を有する。なお、二つの円偏光素子11, 11'は偏光軸が互いに直交している。バックライト60からの光は円偏光素子11'を通過して円偏光C1となって液晶層に入射する。図7(A)に示すように、プレーナ配列時、液晶層は複屈折効果がないため円偏光C1は液晶層をそのまま通過する。液晶層を通過した円偏光C1は円偏光素子11'と偏光軸が直交する観察面側の円偏光素子11によって吸収され、結果として暗表示(黒表示)となる。

【0058】

一方、図7(B)に示すように、フォーカルコニック配列時、液晶層の1/2波長に相当する複屈折効果により、円偏光C1は逆回りの円偏光C2にされ観察面側の円偏光素子11を通過するので明表示(白表示)となる。液晶層のリタデーションは反射型の場合の倍、即ち、 $\lambda/2$ に設定する。リタデーションを反射型の倍にするためには、液晶層を2倍の厚みにするか、液晶材料の Δn を2倍にすればよい。

【0059】

(駆動回路、図8参照)

前記液晶表示装置1A, 1B, 1Cの画素構成は、図8に示すように、それぞれ複数本の走査電極R1, R2~Rmと信号電極C1, C2~Cn(m, nは自然数)とのマトリクスで表される。走査電極R1, R2~Rmは走査駆動IC131の出力端子に接続され、信号電極C1, C2~Cnは信号駆動IC132の出力端子に接続されている。

【0060】

走査駆動ICは、走査電極R1, R2~Rmのうち所定のものに選択信号を出力して選択状態とする一方、その他の電極には非選択信号を出力して非選択状態とする。走査駆動IC131は、所定の時間間隔で電極を切り換えながら順次各走査電極R1, R2~Rmに選択信号を印加していく。一方、信号駆動IC132は、選択状態にある走査電極R1, R2~Rm上の各画素を書き換えるべく、画像データに応じた信号を各信号電極C1, C2~Cnに同時に出力する。例えば、走査電極Raが選択されると(aはa~mを満た

10

20

30

40

50

す自然数)、この走査電極 R_a と各信号電極 $C_1, C_2 \sim C_n$ との交差部分の画素 $L_{Ra} - C_1 \sim L_{Ra} - C_n$ が同時に書き換えられる。これにより、各画素における走査電極と信号電極との電圧差が画素の書換え電圧となり、各画素がこの書換え電圧に応じて書き換えられる。

【0061】

画素の書換えは全ての走査ラインを順次選択して行う。部分的に書き換える場合は、書き換えたい部分を含むように特定の走査ラインのみを順次選択するようにすればよい。これにより、必要な部分のみを短時間で書き換えることができる。いずれにしても、液晶表示素子がメモリ性を有しているため、高画素数であっても前記のような単純マトリクス駆動を行うことができる。従って、TFTなどのアクティブ素子が不要であり、低コストで高精細表示可能な表示装置とすることができる。

10

【0062】

制御は、全体の制御を行う中央処理装置(CPU)135、前記駆動IC131、132を制御するLCDコントローラ136、画像データに各種の処理を施す画像処理装置137、画像データを記憶する画像メモリ138にて構成されている。CPU135には、制御プログラムや各種データを記憶したROM、各種データを記憶するためのRAMが内蔵されている。

【0063】

駆動IC131、132へは電源140から電力が供給される。画像メモリ138に記憶された画像データに基づいてLCDコントローラ136が駆動IC131、132を制御し、液晶表示素子15の各走査電極及び信号電極間に順次電圧を印加し、画像を書き込む。

20

【0064】

また、CPU135は液晶表示素子15の近傍に設けられた温度センサ139から環境温度情報を取得してRAMに一時的に記憶させる。ROMには、環境温度に応じて以下に説明する選択パルス印加期間 T_{sp} や選択期間 T_s 及び各期間に印加する電圧値をどのように設定するかを決定するための情報が記憶されている。

【0065】

(基本駆動波形、図9参照)

以上の構成からなる液晶表示素子15の駆動方法につき原理的に説明する。なお、ここで示す基本駆動波形は、走査駆動ICの発生する波形として正極性のパルス波形を用いて、信号駆動ICの発生する波形として交流化されたパルス波形を用いて説明するが、これに限るものではなく、例えば、走査駆動ICの発生するパルス波形が負極性であってもよく、正極性と負極性を交互に(例えば、フレームごとに)印加してもよく、あるいは交流化されたパルス波形を用いてもよい。液晶に印加される電圧が直流パルスである場合は(ここで示す基本駆動波形の場合も液晶に印加される電圧は実質的に直流パルスである)、消費電力の低減に有利であり、交流パルスである場合は液晶の劣化防止に有利である。

30

【0066】

図7において、走査パルス波形は走査駆動IC131から各走査電極に出力される基本駆動波形である。信号パルス波形は信号駆動IC132から各信号電極に出力される画像データに基づいた駆動波形である。この駆動方法では、大きく分けて、リセット期間 T_{rs} と選択期間 T_s と維持期間 T_{rt} との3ステージで駆動し、それ以外は表示期間 T_i (クロストーク期間とも称する)である。

40

【0067】

選択期間 T_s は、さらに、選択パルス印加期間 T_{sp} と、前選択期間 T_{sz} 及び後選択期間 T_{sz}' を含む。信号パルスが印加される走査期間 T_{ss} は、 $T_{ss} = T_{sp} \times 2$ であって、 $T_{ss} = T_s - (T_{sz} + T_{sz}')$ である。

【0068】

走査駆動IC131からは、リセット期間 T_{rs} では電圧 V_1 のリセットパルスが印加される。選択期間 T_s においては、選択パルス印加期間 T_{sp} で電圧 V_2 の選択パルスが

50

印加される。前選択期間 T_{sz} 及び後選択期間 T_{sz}' は電圧ゼロの期間である。さらに、維持期間 T_{rt} では電圧 V_3 の維持パルスが印加される。一方、信号駆動 IC 132 からは、走査期間 T_{ss} では画像データに基づいて電圧 $\pm V_4$ の信号パルスが印加される。

【0069】

このように、リセット、選択、維持という複数種類のパルスからなるパルス群が走査駆動 IC 131 から印加され、信号駆動 IC 132 からは信号パルス（液晶に悪影響を及ぼすクロストークを生じないような小さな電圧値の交流パルスが好ましい）が印加される。

【0070】

液晶の動作は以下のとおりである。まず、リセット期間 T_{rs} で電圧 V_1 のリセットパルスが印加されると、液晶はホメオトロピック状態にリセットされる。次に、前選択期間 T_{sz} を経て（液晶は擦れが少しだけ戻る）走査期間 T_{ss} に至る。ここで印加される選択パルスの波形と信号パルスの波形が重畳することにより、各画素において液晶を最終的にプレーナ配列（黒表示）とフォーカルコニック配列（白表示）と両者の混在状態（中間調表示）のいずれかを選択することができる。

【0071】

まず、プレーナ配列を選択する場合を説明する。この場合には、走査期間 T_{ss} で選択パルスと信号パルスが重畳された比較的大きなエネルギーのパルスを印加し、再び液晶をホメオトロピック状態にする。その後、後選択期間 T_{sz}' で液晶は擦れが少しだけ戻った状態になる。その後、維持期間 T_{rt} で電圧 V_3 の維持パルスを印加すると、先の後選択期間 T_{sz}' で擦れが少しだけ戻った状態になった液晶は、維持パルスが印加されることにより再び擦れが解け、ホメオトロピック状態になる。ここで、ホメオトロピック状態の液晶は電圧をゼロにすることにより、プレーナ配列となり、プレーナ配列のまま固定される。

【0072】

このように、プレーナ配列を選択する場合は、リセット期間開始から維持期間終了までの更新期間中、液晶は実質的にホメオトロピック状態に保たれることになる。液晶がホメオトロピック状態にある場合、基板面内の屈折率は等方となるため、液晶がプレーナ配列にある場合と同様の表示が観察される。先に説明したように、本液晶表示装置は観察面側に円偏光素子を配置しておりプレーナ配列で暗（黒）表示となるため、前記期間では暗（黒）表示が観察される。

【0073】

一方、最終的にフォーカルコニック配列を選択する場合には、走査期間 T_{ss} で前記プレーナ配列を選択する場合よりも小さいエネルギーのパルスを印加する。そして、後選択期間 T_{sz}' では、液晶は擦れが戻ってヘリカルピッチが2倍程度に広がった状態になる。

【0074】

その後、維持期間 T_{rt} で電圧 V_3 の維持パルスを印加する。後選択期間 T_{sz}' で擦れが戻ってきた液晶は、この維持パルスを印加することにより、フォーカルコニック配列へと遷移する。ここで、フォーカルコニック配列の液晶は電圧をゼロにしても、フォーカルコニック配列のまま固定される。

【0075】

このように、フォーカルコニック配列を選択する場合は、前記更新期間のうち、維持期間以降は液晶が実質的にフォーカルコニック配列となる。先に説明したように、本液晶表示装置は、フォーカルコニック配列時に明（白）表示となるため、前記更新期間の途中からは明（白）表示として観察される。

【0076】

従って、いずれの配列状態を選択する場合でも、更新期間中に観察される表示と更新後の表示とが一致し、ブラックアウトが抑制されることになる。また、前述のように、走査期間 T_{ss} に印加する選択パルス及び信号パルスのエネルギーに基づいて最終的な液晶の表示状態が選択でき、また、選択パルスのパルス幅を非常に短くできるので、高速での書

10

20

30

40

50

換えが可能である。図 9 の駆動波形では信号パルスの位相を変化させて選択期間に液晶に印加されるパルスの形状を変化させることで液晶の表示状態を選択している。このようにすると、出力端子の種類が少ない簡素な構成の信号駆動 IC を用いることができる。信号パルスの電圧値を変化させたり、信号パルスの位相及び電圧値を変化させたりしても構わない。

【 0 0 7 7 】

(実験例、図 5 参照)

駆動実験を行うため、図 5 に示した液晶表示装置 1 A を以下の材料を用いて製作した。観察面側の基板 5 1 は厚さ 0 . 7 mm のガラス基板とし、抵抗値 $10 \Omega / \square$ の ITO にて電極 5 3 を形成した。裏面側の基板 5 2 も厚さ 0 . 7 mm のガラス基板とし、A1 にて厚さ 60 nm の電極 5 4 を形成した。この電極 5 4 は反射板を兼ねている。ITO と A1 はスパッタ法でガラス基板上に成膜し、フォトリソ法により電極パターンを形成した。両基板 5 1 , 5 2 の電極形成面上にフレキシ印刷により J S R 社製水平配向膜材料 AL8044 を厚さ 800 オングストロームに印刷し、配向膜 5 5 , 5 6 とした。

【 0 0 7 8 】

液晶はネマチック液晶とカイラル材とを混合することによって室温でコレステリック液晶相を示すように調製した。その特性値は、屈折率異方性 $\Delta n = 0 . 0 4 5$ (通常光方向屈折率 $n_o = 1 . 5 3 7 8$ 、異常光方向屈折率 $n_e = 1 . 4 9 2 8$)、誘電率異方性 $\Delta \epsilon = 1 6$ 、選択反射波長 470 nm 、ヘリカルピッチ $P = 470 / 1 . 5 3 7 8 = 305 \text{ nm}$ であり、右円偏光を選択反射するように螺旋が形成されている。

【 0 0 7 9 】

また、液晶層の厚さ (基板間ギャップ) は約 $3 \mu\text{m}$ とし、ギャップ制御材として積水ファインケミカル社製のミクロパール SP - 203 を用いた。従って、本液晶表示素子のリタデーション $\Delta n d$ は 135 nm である。また、液晶を基板 5 1 , 5 2 に封止するために、シール材として、住友ベークライト社製スミライト ERS - 2400 (主剤)、ERS (硬化剤) を用いた。

【 0 0 8 0 】

円偏光素子 1 1 (直線偏光板 1 2 及び位相差板 1 3) には、直線偏光板 1 2 として EG1425DU (日東電工社製) と位相差板 1 3 として R - 140 (日東電工社製 PC1 軸延伸フィルム) を用いた。これらを透過する光が左円偏光 (コレステリック液晶が選択反射しない偏光) になるように、直線偏光板の吸収軸と位相差板の遅相軸とのなす角度が 45° になるように配置した。

【 0 0 8 1 】

(表示性能、リセット電圧依存性)

前記実験例として示した液晶表示装置 1 A において、環境温度が 25°C の条件下で、リセット期間 T_{rs} を 24 ms とし、選択期間 T_s を $0 . 65 \text{ ms}$ (前選択期間 $T_{sz} : 0 . 215 \text{ ms}$ 、選択パルス印加期間 $T_{sp} : 0 . 11 \text{ ms}$ 、後選択期間 $T_{sz}' : 0 . 325 \text{ ms}$) とし、維持期間 T_{rt} を 13 ms とし、維持電圧 V_3 を 26 V とした。そして、リセット電圧 V_1 を種々に変更して駆動実験を行った。

【 0 0 8 2 】

なお、本実験例においては、測定を単純化するため、信号電極は全期間 0 V に保ち、走査電極に印加する走査パルスの電圧値を変更することにより測定を行っている。即ち、走査パルスの波形が、液晶に印加されるパルスの波形と一致している (以下の駆動実験についても同様)。ここでは、選択パルス電圧はプレーナ配列を選択するため 24 V とした。その結果を以下の表 1 及び図 10 に示す。

【 0 0 8 3 】

10

20

30

40

【表 1】

(表 1)

リセット電圧	黒表示 Y 値
80V	9.8
60V	10.02
40V	10.5
36V	11.05
35V	11.8
34V	12.8
33V	13.5

10

【0084】

表 1 及び図 10 から明らかなように、液晶に印加されるリセット電圧 V_1 が 35V を超えるあたりから、黒表示性能が向上し（視感感度 Y 値が低下し）、コントラストの向上が確認された。リセット電圧 V_1 を上昇させることで、黒表示の Y 値が低下しコントラストが向上する理由は、リセット電圧 V_1 の上昇でホメオトロピック状態の分子が配向膜に対して垂直に立ちやすくなり、プレーナ配列でのヘリカル軸が揃うことになると共に、プレーナ配列での位相差がゼロに近くなると考えられる。また、円偏光素子 11 を通過する反射光が少なくなることとも影響していると考えられる。

【0085】

20

(リセット性能、リセット電圧依存性)

次に、実験例として示した液晶表示装置 1A において、環境温度が 25℃ の条件下で、リセット期間 T_{rs} を 24ms とし、選択期間 T_s を 0.65ms（前選択期間 T_{sz} : 0.215ms、選択パルス印加期間 T_{sp} : 0.11ms、後選択期間 T_{sz}' : 0.325ms）とし、維持期間 T_{rt} を 13ms とし、維持電圧 V_3 を 25V とした。そして、リセット電圧 V_1 を種々に変更して駆動実験を行い、リセット電圧ごとに図 11 に示すような視感感度 Y 値 - 選択パルス電圧特性を測定した。図 11 に示す特性図は、フォーカルコニック配列又はプレーナ配列にある液晶に対して、あるリセット電圧で前記駆動波形により液晶に印加される選択パルス電圧を変更しながら駆動を行い、駆動後の素子の示す視感感度 Y 値を測定する操作を複数回行うことで作製した。

30

【0086】

その結果を以下の表 2 に示す。表 2 における ΔY とは、図 11 に示すような Y 値 - 選択パルス電圧特性図において、フォーカルコニック配列にある液晶に対して測定したときの特性曲線 (1) の示す Y 値とプレーナ配列にある液晶に対して測定したときの特性曲線 (2) の示す Y 値との差（最大値）を意味する。なお、Y 値は反射率をコニカミノルタ社製分光測色計 CM3700 を用いて測定し、算出した。駆動実験における Y 値の算出は全て分光測色計 CM3700 による反射率の測定に基づいている。

【0087】

【表 2】

(表 2)

40

リセット電圧	ΔY	リセットの可否
33V 以上	0	リセット可能
32V	0.3	リセット不良
31V	0.9	リセット不可
30V	2.5	リセット不可

【0088】

表 2 に示すように、リセット電圧が 33V 以上のときは、白表示時の視感感度 Y 値が 25、黒表示時の Y 値が 1 となり、 ΔY はゼロであるが、リセット電圧が 32V 以下では ΔY がゼロより大きくなりリセット不良を生じる。リセット電圧が小さくなるにつれて特性

50

曲線(1)が特性曲線(2)からさらに離れてゆき ΔY が急激に大きくなりリセットが不可能になる。

【0089】

表2から明らかなように、実験例ではリセット不良を生じないようリセット電圧 V_1 は33V以上であった。なお、リセット電圧 V_1 が33～35Vの範囲では、リセット電圧 V_1 が35Vより大きい場合に比べて黒表示のY値が大きくなりコントラストが低下したが、正常に表示できた。

【0090】

このように、リセット電圧には、リセット不良を生じないようにするための下限値と、黒表示特性に関する閾値とが存在している。この下限値と閾値は、液晶層の厚みや液晶材料の特性(誘電率異方性、弾性係数、選択反射波長、螺旋ピッチなど)により変化する。しかしながら、先に説明したように、製造上の理由及び本液晶表示素子に適した液晶材料選択の観点から、液晶層の厚みは実用上所定範囲内に限られる。

【0091】

また、液晶材料は、本液晶表示素子に必要なリタデーションを満たす屈折率異方性を持つものでなければならない。この屈折率異方性と相関の強いパラメータである誘電率異方性や弾性係数は、屈折率異方性が決まるとおのずと決定される。

【0092】

螺旋ピッチや選択反射波長は添加するカイラル材の種類や添加量により変化するが、螺旋ピッチや選択反射波長が大きすぎると、書換え時間が長くなったりプレーナ状態のときに色つきを生じたりする。螺旋ピッチや選択反射波長が小さすぎると動作可能な温度範囲が狭くなる。従って、これらのパラメータも大きく変えることができない。このように、本液晶表示素子の特性上、液晶材料の物性値は大きく変えられない。

【0093】

本発明者らが液晶材料及び液晶層の厚みを種々変化させて検討したところ、液晶層の厚みや液晶材料が変わったとしても、リセット電圧を30V以上に設定すれば正常な表示を行うことができ、また、リセット電圧を45Vより大きくしておけばほぼ確実に黒表示性能を向上させることができることが判明した。従って、黒表示品位が要求される場合はリセット電圧を45Vより大きく設定し、黒表示品位よりも低駆動電圧が要求されるような場合はリセット電圧を30～45Vに設定すればよい。前者の場合、より好ましくは50V以上、さらに好ましくは55V以上とすることで、黒表示Y値を十分飽和値に近づけることができる。後者の場合、より好ましくは32～40V、さらに好ましくは33～35Vとすることで、表示不良をより確実に防止でき、より安価な駆動ICを用いることができるようになる。

【0094】

また、本発明者らの検討によれば、前述の如く、液晶材料の物性値は大きく変化させられないため、液晶層の厚みを $d(\mu m)$ とした場合、リセット電圧を、正常な表示を行わせるためには $10.7d(V)$ 以上とし、黒表示品位を十分高くしたいときには $12.7d(V)$ より大きくし、低駆動電圧で正常な表示を行わせたいときには $10.7d \sim 12.7d(V)$ とすると好ましいことが判明した。より好ましくは、正常な表示を行わせるためには $11d(V)$ 以上とし、黒表示品位を十分高くしたいときには $13d(V)$ 以上とし、低駆動電圧で正常な表示を行わせたいときには $11d \sim 12d(V)$ とする。

【0095】

(表示性能、維持電圧依存性)

次に、前記実験例として示した液晶表示装置1Aにおいて、環境温度が25℃の条件下で、リセット期間 T_{rs} を24msとし、リセット電圧 V_1 を40Vとし、選択期間 T_s を0.65ms(前選択期間 T_{sz} :0.215ms、選択パルス印加期間 T_{sp} :0.11ms、後選択期間 T_{sz}' :0.325ms)とし、維持期間 T_{rt} を13msとした。そして、維持電圧 V_3 を種々に変更して駆動実験を行った。その結果を以下の表3に示す。そして、選択パルス電圧を8～24Vまで種々に変更して図11に示したようなY

10

20

30

40

50

値 - 選択パルス電圧特性図を作成した。

【 0 0 9 6 】

【 表 3 】

(表 3)

維持電圧上限値	2 7 . 0 V
維持電圧最適値	2 5 . 0 V
維持電圧下限値	2 3 . 5 V

【 0 0 9 7 】

実験例では、表 3 に示すように、維持電圧 V_3 が 2 7 V 以上では白表示時の γ 値が低下すると共に、 γ が大きくなった (γ 最大値が 8 V を超えた)。ここで、 γ とは、選択パルスの電圧値と反射率との関係を示す γ 曲線において、飽和反射率の 9 5 % の反射率が得られるときの電圧値と、飽和反射率の 5 % の反射率が得られるときの電圧値との差をいう。 γ の値に関しては 8 V 以下が好ましい。また、維持電圧 V_3 が 2 3 . 5 V 以下では黒表示時の γ 値が上昇すると共に、 γ が大きくなった (γ 最大値が 8 V を超えた)。そして、維持電圧 V_3 の最適値は 2 5 V であった。

【 0 0 9 8 】

このように、維持電圧にも上限値と下限値が存在している。維持電圧の場合も液晶層の厚み及び液晶材料の特性によりこれらの上限値・下限値は変化する。しかし、本発明者らの検討によれば、維持電圧を 2 0 ~ 3 0 V 程度にしておけばほぼコントラスト及び γ を適正に維持できることが判明した。好ましくは 2 2 ~ 2 8 V、さらに好ましくは 2 3 ~ 2 7 V とする。また、液晶層の厚みを d (μm) としたとき、 $7.2d \sim 9.7d$ (V) の範囲とすればコントラスト及び γ を適正に維持できることが判明した。好ましくは、 $7.5d \sim 9.5d$ (V)、さらに好ましくは $7.8d \sim 9d$ (V) とする。

【 0 0 9 9 】

(更新期間中の表示状態)

前記実験例として示した液晶表示装置 1 A において、環境温度が 2 5 の条件下で、先の駆動実験と同様の条件で、更新期間中の表示状態を観察した。リセット電圧 V_1 は 4 0 V、維持電圧 V_3 は 2 5 V とし、選択パルスの電圧値を種々変更して観察した。その結果、比較のために作製した偏光板のないタイプのコレステリック液晶層を有する液晶表示装置に比べて、表示更新の際のブラックアウトが抑制されていることを確認した。

【 0 1 0 0 】

(1 ラインの書換え時間、温度依存性)

ここで、前記実験例における 1 ラインの書換え時間に関する温度依存性について、図 1 2 を参照して説明する。

【 0 1 0 1 】

1 ラインの書換え時間とは、リセット期間 T_{rs} 、選択期間 T_s 及び維持期間 T_{rt} の合計時間である。本発明者らの駆動実験によれば、図 1 2 に示すように、2 5 の書換え時間に対する比率を変化させて駆動することにより好ましい表示状態で書換えを行うことができた。このような温度依存性に対処するため、好ましい書換え時間に制御するには、例えば、前記コントローラ 1 3 6 において、各駆動パルスのパルス幅の比を一定に保った状態でパルス群全体の長さを環境温度に応じて変化させればよい。

【 0 1 0 2 】

(透過型液晶表示装置の駆動電圧)

透過型液晶表示装置の場合、リタデーションを反射型の場合の 2 倍にするので、同程度の屈折率異方性 Δn を示す液晶を用いるのであれば液晶層の厚みを 2 倍にする。従って、環境温度 2 5 において、リセット電圧 V_1 を 9 0 V より大きくすると高いコントラストを達成でき、また、リセット電圧 V_1 を 6 0 ~ 9 0 V にすると低駆動電圧で正常に表示できるといえる。また、リタデーションが大きくなるため、屈折率異方性 Δn を変えることでもリタデーションを調整できる。従って、この場合は環境温度 2 5 において、リセッ

10

20

30

40

50

ト電圧 V_1 を $4.05 / \Delta n$ より大きくすれば高いコントラストを達成でき、また、リセット電圧 V_1 を $2.7 \sim 4.05 / \Delta n$ とすれば低駆動電圧で正常に表示を行えるといえる。維持電圧 V_3 についても、透過型液晶表示装置の場合と同程度の屈折率異方性 Δn を示す液晶を用いるのであれば、環境温度 25°C において、 $40 \sim 60\text{V}$ にすると低駆動電圧で正常に表示できるといえる。

【0103】

また、液晶層の厚みを $d (\mu\text{m})$ としたとき、リセット電圧 V_1 を $10d \sim 15d (V)$ の範囲とするか、 $0.45d \sim 0.675d / \Delta n (V)$ の範囲とすれば低駆動電圧で正常に表示を行える。また、リセット電圧 V_1 を $15d (V)$ より大きくすると、黒表示特性を向上させることができる。さらに、維持電圧 V_3 を $6.7d \sim 10d (V)$ の範囲とするか、 $0.3d \sim 0.45d / \Delta n (V)$ の範囲とすればコントラスト及び γ を適正に保持できる。なお、クロストークを生じる閾値以下の信号パルスは信号電極に印加して駆動を行う場合、リセット期間や維持期間にこれらの信号パルスが重畳されることになるが、信号パルスは前記閾値以下のものであるので実質的に影響がない。従って、この場合には、重畳前の走査パルス電圧値が前記のような電圧値であればよい。

【0104】

(他の実施例)

なお、本発明に係る液晶表示装置は前記実施例に限定するものではなく、その要旨の範囲内で種々に変更できる。

【0105】

特に、コレステリック液晶の組成や特性値は任意である。また、液晶の駆動方法はリセット期間、選択期間及び維持期間を含む3ステージの駆動方法を基本とするが、各駆動パルスの電圧値や期間の長さは前記実施例以外にも種々の値に設定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0106】

【図1】本発明に係る液晶表示装置に用いられる液晶の分子配列変化を模式的に示す図である。

【図2】前記液晶表示装置の基本的構成を示す斜視図である。

【図3】前記液晶表示装置の表示原理(プレーナ配列)を示す説明図である。

【図4】前記液晶表示装置の表示原理(フォーカルコニック配列)を示す説明図である。

【図5】前記液晶表示装置の第1実施例(反射型)を示す断面図である。

【図6】前記液晶表示装置の第2実施例(反射型)を示す断面図である。

【図7】前記液晶表示装置の第3実施例(透過型)を示す断面図である。

【図8】前記液晶表示装置の駆動回路を示すブロック図である。

【図9】前記液晶表示装置の駆動パルスの波形を示すチャート図である。

【図10】実験例において、リセット電圧に対する黒表示 Y 値を示すグラフである。

【図11】実験例において、選択パルス電圧に対する Y 値を示すグラフである。

【図12】実験例において1ラインの書換え時間に関する温度依存性を示すグラフである。

【符号の説明】

【0107】

1 A, 1 B, 1 C ... 液晶表示装置

1 1, 1 1' ... 円偏光素子

1 2 ... 直線偏光板

1 3 ... 位相差板

1 5 ... 液晶表示素子

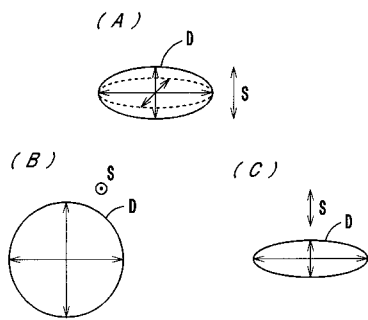
5 1, 5 2 ... 基板

5 3, 5 4, 5 4' ... 電極

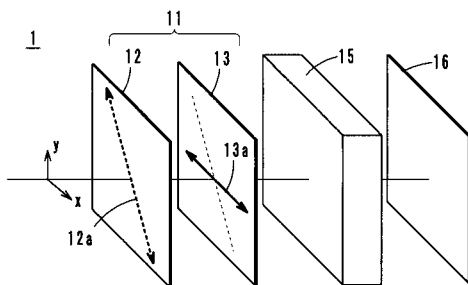
1 3 1, 1 3 2 ... 駆動 IC

1 3 5 ... 中央処理装置 (CPU)
 1 3 6 ... LCDコントローラ

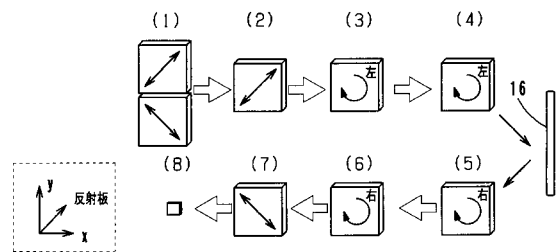
【図 1】



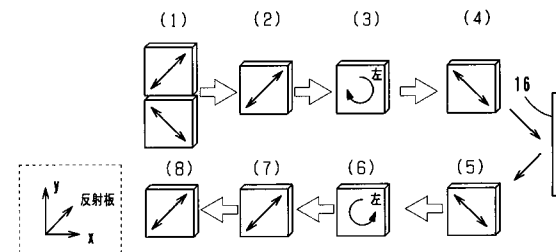
【図 2】



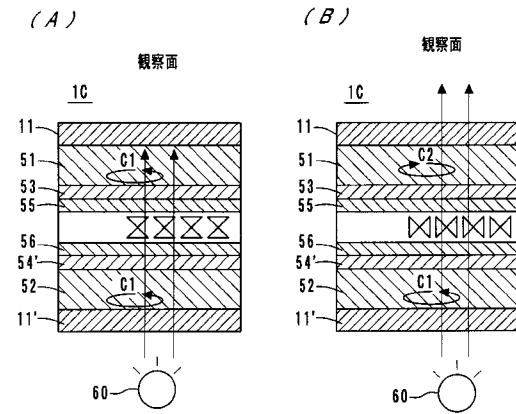
【図 3】



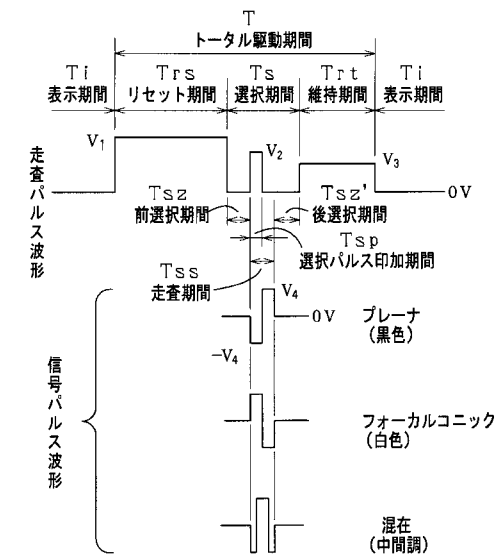
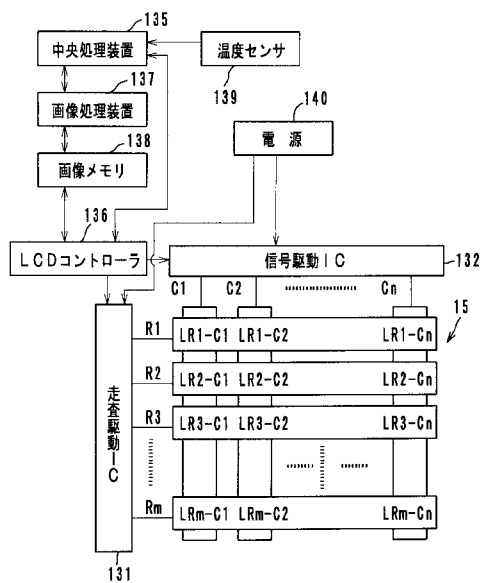
【図 4】



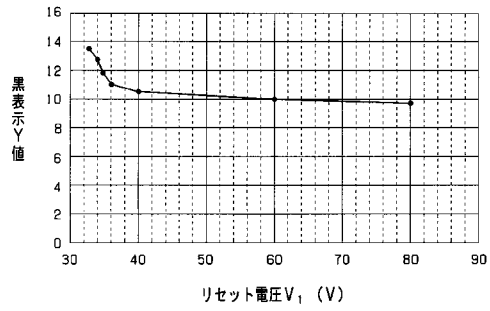
【 圖 7 】



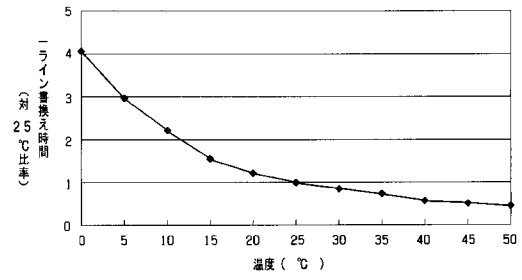
【 図 9 】



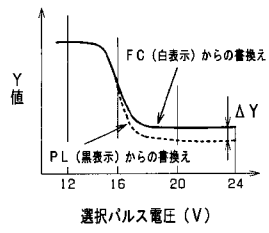
【図 10】



【図 12】



【図 11】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

G 0 9 G	3/20	6 2 3 C
G 0 9 G	3/20	6 2 3 D
G 0 9 G	3/20	6 4 1 T
G 0 9 G	3/36	

(72)発明者 岡田 真和

東京都日野市さくら町1番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内

(72)発明者 古川 慶一

東京都日野市さくら町1番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内

審査官 藤田 都志行

(56)参考文献 特開2003-233089(JP,A)
 特開2003-149682(JP,A)
 特開2002-268036(JP,A)
 国際公開第00/026719(WO,A1)
 特開2003-015821(JP,A)
 特開2000-147466(JP,A)
 特開2002-014325(JP,A)
 特開2001-100182(JP,A)
 特開2001-100669(JP,A)
 特開2001-337312(JP,A)
 特開2002-139720(JP,A)
 特開2002-297111(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 F	1 / 1 3 3	5 4 5
G 0 2 F	1 / 1 3 9	
G 0 9 G	3 / 2 0	6 1 1 D
G 0 9 G	3 / 2 0	6 2 2 C
G 0 9 G	3 / 2 0	6 2 2 D
G 0 9 G	3 / 2 0	6 2 3 C
G 0 9 G	3 / 2 0	6 2 3 D
G 0 9 G	3 / 2 0	6 4 1 T
G 0 9 G	3 / 3 6	

专利名称(译)	液晶表示装置		
公开(公告)号	JP3846483B2	公开(公告)日	2006-11-15
申请号	JP2004034309	申请日	2004-02-10
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达控股公司		
当前申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达控股公司		
[标]发明人	泉倫生 宮井三嘉 山田潤 岡田真和 古川慶一		
发明人	泉 倫生 宮井 三嘉 山田 潤 岡田 真和 古川 慶一		
IPC分类号	G02F1/133 G02F1/139 G09G3/20 G09G3/36 G02F1/137		
CPC分类号	G09G3/3629 G02F1/13718 G09G2300/0486 G09G2310/06 G09G2320/02		
FI分类号	G02F1/133.545 G02F1/139 G09G3/20.611.D G09G3/20.622.C G09G3/20.622.D G09G3/20.623.C G09G3/20.623.D G09G3/20.641.T G09G3/36 G02F1/133.560 G02F1/137		
F-TERM分类号	2H088/GA02 2H088/GA03 2H088/GA17 2H088/HA02 2H088/HA06 2H088/HA17 2H088/HA18 2H088/HA21 2H088/HA28 2H088/JA14 2H088/KA02 2H088/KA07 2H088/KA30 2H088/MA02 2H088/MA04 2H088/MA10 2H093/NA14 2H093/NA34 2H093/NA43 2H093/NA46 2H093/NB10 2H093/NB14 2H093/NC28 2H093/NC29 2H093/NC50 2H093/NC57 2H093/NC63 2H093/ND04 2H093/ND07 2H093/ND15 2H093/ND32 2H093/ND39 2H093/ND53 2H093/ND54 2H093/NE06 2H093/NF14 2H093/NH12 2H193/ZC20 2H193/ZC27 2H193/ZE18 2H193/ZE20 2H193/ZH17 2H193/ZH33 2H193/ZQ10 2H193/ZQ17 5C006/AC15 5C006/AF51 5C006/AF53 5C006/AF61 5C006/AF71 5C006/BA11 5C006/BC03 5C006/BC11 5C006/FA11 5C006/FA21 5C006/FA54 5C080/AA10 5C080/BB05 5C080/DD03 5C080/DD08 5C080/DD10 5C080/EE28 5C080/JJ02 5C080/JJ04 5C080/JJ06		
其他公开文献	JP2005227406A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

(经修改) A可以高速地驱动, 并且不太可能停电, 得到使用的双稳态胆甾型液晶的液晶显示装置。一种液晶显示装置由保持基板之间的的手性向列液晶层而获得, 所述液晶被改变为平面取向, 并根据从电极施加电压时, 焦点圆锥阵列。在平面阵列中, 由电极反射的光被圆偏振元件吸收并变成黑色显示。在焦点圆锥排列中, 由电极反射的光通过圆偏振元件并变成白色显示。液晶驱动器建立复位周期红素液晶复位到垂直状态, 选择期间Ts, 用于选择的状态下的液晶在没有施加电压的装置, 所述选择周期是由所选择的液晶的取向通过输出包括维持周期Trt的一组电压脉冲。 9系统技术领域

(表 1)

リセット電圧	黒表示 Y 値
8 0 V	9 . 8
6 0 V	1 0 . 0 2
4 0 V	1 0 . 5
3 6 V	1 1 . 0 5
3 5 V	1 1 . 8
3 4 V	1 2 . 8
3 3 V	1 3 . 5