(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3713954号
(P3713954)
(45)発行日　平成17年11月9日(2005.11.9)　(24)登録日　平成17年9月2日(2005.9.2)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G02F　1/133　G02F　1/133　560

請求項の数 13　(全 30 頁)

(21)出願番号　特願平10-132012
(22)出願日　平成10年5月14日(1998.5.14)
(65)公開番号　特開平11-326871
(43)公開日　平成11年11月26日(1999.11.26)
審査請求日　平成15年3月11日(2003.3.11)

(73)特許権者　000001270
コニカミノルタホールディングス株式会社
東京都千代田区丸の内一丁目６番１号
(74)代理人　100091432
弁理士　森下　武一
(72)発明者　将積　直樹
大阪府大阪市中央区安土町二丁目３番１３号　大阪国際ビル　ミノルタ株式会社内

審査官　藤田　都志行

(56)参考文献　国際公開第９８／０３１００２（WO，A１）
国際公開第９８／０５０８０４（WO，A１）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】液晶表示素子の駆動方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
走査駆動部の出力端子に接続された走査電極群と、信号駆動部の出力端子に接続された信号電極群によりマトリクス状に画素が構成され、走査電極と信号電極の間にコレステリック相を示す液晶が配置され、電圧無印加時においてプレーナ状態又はフォーカルコニック状態又はそれらの中間状態からなる表示状態が安定であるメモリー特性を有する液晶表示素子に対して、走査駆動部が走査電極に、信号駆動部が信号電極にそれぞれ電圧を印加し、それらの電圧の差を液晶に印加する液晶表示素子の駆動方法であって、全ての走査電極に走査リセット信号を、全ての信号電極にデータリセット信号を印加し、走査リセット信号とデータリセット信号の差からなるリセット信号を全ての画素を構成する液晶に印加して、全画素を同時にフォーカルコニック状態にリセットする第１の期間と、ある走査電極を走査選択電極に選び、その他の走査電極を走査非選択電極に選び、走査選択電極に走査選択信号を印加し、同時に走査非選択電極には走査非選択信号を印加し、走査選択信号に同期して各信号電極に複数の階調のうちの一を示すパルス幅を有するデータ信号を印加し、走査選択信号とデータ信号の差からなる選択信号を走査選択電極上の画素を構成する液晶に印加して表示状態を選択し、また走査非選択信号とデータ信号の差からなる非選択信号を走査非選択電極上の画素を構成する液晶に印加する書き換え動作を行い、その後、次の走査電極を走査選択電極に選んで前記書き換え動作を行い、この書き換え動作を繰り返すことで全ての画素を構成する液晶の表示状態を書き換える第２の期間と、全ての走査電極及び信号電極に表示維持信号を印加し、液晶のメモリー特性を利用して表示状態を保

つ第３の期間と、を備えたことを特徴とする液晶表示素子の駆動方法。

【請求項２】

前記第１の期間は、コレステリック相を示す液晶をホメオトロピック状態にするための閾値電圧Ｖｔｈ１以上の電圧を印加する期間と、ホメオトロピック状態の液晶がプレーナ状態になるための閾値電圧Ｖｔｈ２以下の電圧を印加する期間と、プレーナ状態の液晶をフォーカルコニック状態にするためにＶｔｈ２以上Ｖｔｈ１以下の電圧を印加する期間とからなることを特徴とする請求項１記載の液晶表示素子の駆動方法。

【請求項３】

前記第２の期間において、走査選択信号に同期して信号電極からデータ信号を印加する際に、データ信号のパルス幅を変化させることにより、走査選択信号が印加されている選択期間内で、プレーナ状態を選択するのに必要な電圧Ｖｐとフォーカルコニック状態を選択するのに必要な電圧Ｖｆが印加される期間の割合を変化させることを特徴とする請求項１又は請求項２記載の液晶表示素子の駆動方法。

【請求項４】

前記第２の期間において、走査非選択信号が印加されている非選択期間には、液晶に絶対値が（Ｖｐ－Ｖｆ）／２である電圧を印加することを特徴とする請求項３記載の液晶表示素子の駆動方法。

【請求項５】

前記第２の期間において、連続するデータ信号を印加する間に、液晶に電圧が印加されない休止期間を設けたことを特徴とする請求項１、請求項２、請求項３又は請求項４記載の液晶表示素子の駆動方法。

【請求項６】

画像データを各走査電極ごとに変換するデータ変換手段を持ち、前記第２の期間において、前記データ変換手段の画像データ変換により同じ表示状態を選択する場合でも、各走査電極ごとに、選択信号の電圧を変化させるか、もしくはプレーナ状態を選択するのに必要な電圧Ｖｐとフォーカルコニック状態を選択するのに必要な電圧Ｖｆが印加される期間の割合を変化させることを特徴とする請求項１、請求項２、請求項３、請求項４又は請求項５記載の液晶表示素子の駆動方法。

【請求項７】

前記第２の期間において、各走査電極ごとに選択期間のパルス幅を変化させることを特徴とする請求項３、請求項４又は請求項５記載の液晶表示素子の駆動方法。

【請求項８】

前記第１の期間と前記第２の期間の間に、液晶に電圧を印加しない第４の期間を持つ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又は請求項７記載の液晶表示素子の駆動方法。

【請求項９】

前記第２の期間と前記第３の期間の間に、全ての信号電極には電圧を印加しないで、各走査電極ごとに異なる波形の電圧を印加する第５の期間を持つことを特徴とする請求項４記載の液晶表示素子の駆動方法。

【請求項１０】

現在の全表示データと新しく表示する全表示データを記憶する画像メモリ１，２と、前記画像メモリ１，２から１走査電極あたりのデータを順次読み出して記憶するラインメモリ１，２と、１走査電極単位で新しく表示するデータと現在の対応するデータを比較する比較手段と、前記比較手段で比較されるデータが一致しない走査電極のアドレスを記憶しておくアドレス記憶手段と、を備え、前記アドレス記憶手段に記憶されているアドレスの液晶表示素子のみを駆動すること、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又は請求項９記載の液晶表示素子の駆動方法。

【請求項１１】

前記第２の期間において、走査非選択信号が印加されている非選択期間には、液晶に極

性の異なる二つの電圧を交互に印加することを特徴とする請求項１～請求項１０のいずれかに記載の液晶表示素子の駆動方法。

【請求項１２】

印加電圧の大きさによりプレーナ状態とフォーカルコニック状態とを切り換え可能なコレステリック相を示す液晶層を備えた液晶表示素子の駆動方法において、マトリクス状に配置された複数の画素を全て同時にフォーカルコニック状態にリセットする電圧を印加する第１の期間と、画像データに対応したパルス幅を有する電圧を各画素に対して順次印加し、全ての画素の表示内容を書き換える第２の期間と、を備えたことを特徴とする液晶表示素子の駆動方法。

【請求項１３】

印加電圧の大きさによりプレーナ状態とフォーカルコニック状態とを切り換え可能で、電圧無印加時に前記各表示状態が安定であるメモリー特性を有するコレステリック相を示す液晶層を備えた液晶表示素子の駆動方法において、マトリクス状に配置された複数の画素を全て同時にフォーカルコニック状態にリセットする電圧を印加する第１の期間と、画像データに対応したパルス幅を有する電圧を各画素に対して順次印加し、全ての画素の表示内容を書き換える第２の期間と、液晶のメモリー特性を利用して表示状態を保つ第３の期間と、を備えたことを特徴とする液晶表示素子の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する分野】

本発明は、液晶表示素子の駆動方法、詳しくは、表面にマトリクス状の電極を備えた２枚の基板間にコレステリック相を示す液晶を挟み、電極に印加した電圧で液晶の状態を変化させて表示を行う駆動方法に関する。

【０００２】

【従来の技術と課題】

２枚の基板間にコレステリック液晶又はカイラルネマティック液晶を挟持した液晶表示素子では、液晶の状態をプレーナ状態とフォーカルコニック状態に切り換えて表示を行う。液晶がプレーナ状態の場合、コレステリック液晶の螺旋ピッチをＰ、液晶の平均屈折率をｎとすると、波長λ＝Ｐ・ｎの光が選択的に反射される。また、フォーカルコニック状態では、コレステリック液晶の選択反射波長が赤外光域にある場合には散乱し、それよりも短い場合には可視光を透過する。そのため、選択反射波長を可視光域に設定し、素子の観察側と反対側に光吸収層を設けることにより、プレーナ状態で選択反射色の表示、フォーカルコニック状態で黒の表示が可能になる。また、選択反射波長を赤外光域に設定し、素子の観察側と反対側に光吸収層を設けることにより、プレーナ状態では赤外光域の波長の光を反射するが可視光域の波長の光は透過するので黒の表示、フォーカルコニック状態で散乱による白の表示が可能になる。

【０００３】

ところで、コレステリック相を示す液晶の捩れを解くための第１の閾値電圧をＶｔｈ１とすると、電圧Ｖｔｈ１を十分な時間印加した後に電圧を第１の閾値電圧Ｖｔｈ１よりも小さい第２の閾値電圧Ｖｔｈ２以下に下げるとプレーナ状態になる。また、Ｖｔｈ２以上でＶｔｈ１以下の電圧を十分な時間印加するとフォーカルコニック状態になる。この二つの状態は電圧印加を停止した後でも安定である。また、この二つの状態の混在した状態も存在することがわかっており、グレースケールの表示が可能であることが知られている（米国特許第５，３８４，０６７号明細書参照）。

【０００４】

このようにコレステリック相を示す液晶は、電圧無印加時でも表示状態を維持できるメモリー特性を持つため、単純マトリクス駆動により多画素に区画された表示素子を駆動して所望の画像や文字を表示することが可能である。しかしながら、この種の液晶はヒステリシス特性を持つため、液晶の前の状態に起因して同じ駆動電圧でも表示状態が異なってしまう。

【０００５】
これをなくす駆動方法として、本出願人は、Ｖｔｈ１以上の電圧を印加して液晶の状態をホメオトロピック状態にリセットした後、複数の書き込みパルス電圧を印加し、その電圧の高低で液晶の状態を選択する駆動方式を提案した（特願平７－２３６９１９号参照）。この駆動方法は、図３７に示すようなパルス波形を液晶に印加する。三つのパルスのうち、第１のパルス４０１が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もので、パルス幅Ｐ１、電圧Ｖ１である。第２、第３のパルス４０２，４０３は液晶の表示状態を選択するためのもので、パルス幅Ｐ３、電圧Ｖ２の同じものである。また、各パルス４０１，４０２，４０３間には電圧の印加されない待ち時間Ｐ２が存在する。ここで第１、第２のパルス４０１，４０２の間の待ち時間Ｐ２は、液晶がホメオトロピック状態からプレーナ状態になるのに必要な時間である。第２、第３のパルス４０２，４０３の間の待ち時間Ｐ２は各パルス４０２，４０３を分離するために必要なものである。この駆動方式では素子の反射率は電圧の関数になっており、第２、第３のパルス電圧Ｖ２を制御することによりグレースケールの表示も可能である。

【０００６】
本発明は前記駆動方式と同様にヒステリシスの影響による表示品位の劣化を抑制すると共に、さらに素子特性の向上を図った新規かつ有用な液晶表示素子の駆動方法を提供することを目的とする。特に、駆動時間をさらに短縮した液晶表示素子の駆動方法を提供することを目的とする。

【０００７】
【発明の構成、作用及び効果】
以上の目的を達成するため、本発明に係る駆動方法は、全ての画素を構成する液晶を、まず、選択に長い時間を必要とするフォーカルコニック状態に同時にリセットし、その後、各画素を構成する液晶に選択信号をパルス幅変調して順次印加して全ての画素を構成する液晶の表示状態を選択する。

【０００８】
本発明によれば、全ての画素は同時にフォーカルコニック状態にリセットされるため、フォーカルコニック状態を選択するのに必要な長い選択時間は１画面に１回だけで済む。その結果、単純マトリクス駆動した場合に書き換え速度が向上する。

【０００９】
【発明の実施の形態】
以下、本発明に係る液晶表示素子の駆動方法の実施形態について添付図面を参照して説明する。

【００１０】
（液晶表示素子の構成）
図１に本発明の駆動方法の対象となる液晶表示素子１００を示す。この液晶表示素子１００は光吸収体６０の上に、赤色の選択反射と透明状態の切り換えにより表示を行う赤色表示層１０１を配し、その上に緑色の選択反射と透明状態の切り換えにより表示を行う緑色表示層１０２を積層し、さらに、その上に青色の選択反射と透明状態の切り換えにより表示を行う青色表示層１０３を積層したものである。

【００１１】
赤色表示層１０１は、透明基板５５、透明電極１１、高分子体２１中に赤色の選択反射を示す液晶２２を分散してなる液晶・高分子複合膜２０、透明電極１２、透明基板５２を順次積層してなる。
緑色表示層１０２は、前記透明基板５２、透明電極１３、高分子体３１中に緑色の選択反射を示す液晶３２を分散してなる液晶・高分子複合膜３０、透明電極１４、透明基板５１を順次積層してなる。
青色表示層１０３は、前記透明基板５１、透明電極１５、高分子体４１中に青色の選択反射を示す液晶４２を分散してなる液晶・高分子複合膜４０、透明電極１６、透明基板５０を順次積層してなる。

【００１２】
透明電極１１，１２，１３，１４，１５，１６は駆動回路８０に接続されており、駆動回路８０により透明電極１１，１２の間、透明電極１３，１４の間及び透明電極１５，１６の間にそれぞれ所定のパルス電圧が印加される。この印加電圧に応答して、液晶・高分子複合膜２０，３０，４０は、可視光を透過する透明状態と可視光を選択的に反射する選択反射状態との間で表示が切り換えられる。
【００１３】
各色表示層１０１，１０２，１０３を構成する各透明電極対１１，１２と１３，１４と１５，１６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よりなり、その帯状電極の並ぶ向きが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通電が行われる。即ち、各液晶・高分子複合膜２０，３０，４０に対してマトリクス状に順次電圧が印加されて表示が行われる。これをマトリクス駆動と称する。このようなマトリクス駆動を各色表示層ごとに順次、もしくは同時に行うことにより液晶表示素子１００にフルカラー画像の表示を行う。
【００１４】
光吸収体６０を観察する方向（矢印Ａ方向）に対して最下層に設けることにより、各色表示層１０１，１０２，１０３を透過した光は全て光吸収体６０によって吸収される。即ち、各色表示層の全てが透明状態ならば黒色の表示となる。このような光吸収体６０としては、例えば、黒色のフィルムを用いることができる。また、表示素子の最下面に黒色インク等の黒色塗料を塗布して光吸収体６０としてもよい。
【００１５】
図１では、赤色表示層１０１はプレーナ状態、緑色表示層１０２はフォーカルコニック状態、青色表示層１０３はプレーナ状態とフォーカルコニック状態の両方が混在する状態を示している。
【００１６】
透明基板５０，５１，５２，５５としては、無色透明のガラス板や高分子フィルム、例えば、ポリエーテルスルホン、ポリカーボネイト、ポリエチレンテレフタレート等が使用可能である。透明電極１１，１２，１３，１４，１５，１６としてはＩＴＯやネサ膜等の透明電極が使用可能であり、スパッタ法や真空蒸着法を用いて前記透明基板５０，５１，５２，５５上に成膜したものが使用される。また、最下層の透明電極１１については光吸収体としての役割も含めて黒色の電極を使用することができる。
【００１７】
なお、透明基板５１，５２にあっては両面に透明電極を積層したものを用いているが、片面のみに透明電極を積層した２枚の透明基板を接着性の透明高分子材料を介して重ね合わせることによっても作製可能である。
【００１８】
液晶・高分子複合膜２０，３０，４０としては、例えば、液晶と光硬化性樹脂材料との混合物を一対の透明基板間に挟持したうえで、紫外線等の光を照射することにより混合物中の光硬化性樹脂を硬化させ、液晶と樹脂とを相分離すること（光重合相分離法）によって得られる液晶・樹脂複合体を使用することができる。この際、前記混合物と共に粒状もしくは棒状スペーサを透明基板間に挟持させることにより液晶・高分子複合膜の厚さの制御が容易となる。
【００１９】
液晶表示素子１００の作製方法としては、各色表示層１０１，１０２，１０３を個別に光重合相分離法により作製し、その後各色表示層を接着性の透明高分子材料等で重ね合わす方法を使用することもできる。また、液晶・高分子複合膜２０，３０，４０を構成する３種類の液晶と光硬化性樹脂との混合物を、図１に示すように、透明基板５０，５１，５２，５５に挟持した後、同時に紫外線を照射し、３層を一度に硬化させて液晶表示素子１００を作製する方法も使用することができる。
【００２０】

各液晶・高分子複合膜２０，３０，４０に使用する液晶２２，３２，４２としては、コレステリック液晶を用いる。コレステリック液晶は、液晶分子長軸が平行に配列した層状構造を有しており、各分子層内においては、隣接する分子の長軸が少しずつずれた螺旋構造を有している。

【００２１】

コレステリック液晶としては、特に、室温でコレステリック相を示すものが好ましい。また、ネマティック液晶にカイラルドーパントを添加することによって得られるカイラルネマティック液晶を用いることもできる。

【００２２】

ネマティック液晶は、棒状の液晶分子が平行に配列しているが、層状構造は有していない。ネマティック液晶としては、ビフェニル化合物、トラン化合物、ピリミジン化合物、シクロヘキサン化合物等の各種単体液晶もしくはこれらの混合液晶が使用可能であり、正の誘電率異方性を有するものが好ましい。具体的には、シアノビフェニル化合物を主成分とする液晶Ｋ１５やＭ１５、混合液晶ＭＮ１０００ＸＸ（チッソ社製）、Ｅ４４、ＺＬＩ－１５６５、ＴＬ－２１３、ＢＬ－０３５（いずれもメルク社製）などが挙げられる。

【００２３】

カイラルドーパントは、ネマティック液晶に添加された場合にネマティック液晶の分子を捩る作用を有する添加剤である。カイラルドーパントをネマティ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、これによりコレステリック相を示す。

【００２４】

カイラルネマティック液晶は、カイラルドーパントの添加量を変えることにより、螺旋構造のピッチを変化させることができ、これにより液晶の選択反射波長を制御することができるという利点がある。なお、一般的には、液晶分子の螺旋構造のピッチを表す用語として、液晶分子の螺旋構造に沿って液晶分子が３６０度回転したときの分子間の距離で定義される「ヘリカルピッチ」を用いる。

【００２５】

カイラルドーパントとしては、不斉炭素を有する化合物であって、ネマティック液晶分子に層状のヘリカル構造を有するものを使用できる。例えば、ビフェニル化合物、ターフェニル化合物又はエステル化合物等のネマティック液晶である化合物の末端基として光学活性基を結合させて得られる市販のカイラルドーパントＳ８１１（メルク社製）、ＣＢ１５（メルク社製）、Ｓ１０１１（メルク社製）、ＣＥ２（メルク社製）等を使用することができる。また、コレステリックノナノエート（ＣＮ）に代表されるコレステリック環を有するコレステリック液晶もカイラルドーパントとして使用することができる。

【００２６】

ネマティック液晶に添加するカイラルドーパントとして、複数種のカイラルドーパントを混合して使用してもよく、また旋光性の同じ種類の組合わせに加えて旋光性の異なる種類の組み合わせも使用できる。複数種のカイラルドーパントの使用は、コレステリック液晶の相転位温度を変化させたり、温度変化に応じた選択反射波長の変化を軽減したりする他、誘電率異方性Δε、屈折率異方性Δｎや粘度η等のコレステリック液晶の諸物性値を変化させることができ、表示素子としての特性を向上させる働きがある。

【００２７】

各液晶・高分子複合膜２０，３０，４０に使用する光硬化性樹脂材料２１，３１，４１としては、光硬化性モノマーもしくはオリゴマーと光重合開始剤との混合液を使用することができ、例えば、各種アクリル系単官能及び多官能樹脂材料等を使用できる。具体的には、アダマンチルメタクリレート、ＴＰＡ－３２０（日本化薬社製）、ＢＦ－５３０（大八化学社製）などを使用することができる。光重合開始剤としては、例えば、紫外線照射により、光硬化性樹脂材料のラジカル重合等の重合反応を誘起する材料、具体的には、チバガイギー社製のＤＡＲＯＣＵＲ１１７３やＩＲＧＡＣＵＲ１８４を使用することができる。

【００２８】
以上のような光硬化性モノマーもしくはオリゴマーと光重合開始剤との混合液を使用する場合、この混合液と液晶とを混合したうえで、紫外線を照射することにより前記樹脂材料を光硬化させ、液晶と樹脂とを相分離して液晶・樹脂複合膜を作製する光重合相分離法を採用することができる。
【００２９】
このようなカイラルネマティック液晶を用いた液晶・高分子複合膜２０，３０，４０において、コレステリック液晶の選択反射波長が可視光領域にある場合、コレステリック液晶分子のヘリカル軸が基板面に対してほぼ平行状態となったフォーカルコニック配列状態においては、入射した可視光に対して微弱な散乱を示すものの、ほぼ透過する透明状態となる。また、コレステリック液晶分子のヘリカル軸が基板面に対してほぼ垂直状態となったプレーナ配列状態においては、入射した可視光に対してヘリカルピッチに対応した波長の光を選択的に反射する。これら二つの状態は所定の電界、磁界もしくは温度等の場の変化により切り換えることが可能であり、前記の場が消滅しても各状態は保持される。
【００３０】
以上のような特性からカイラルネマティック液晶を用いた液晶・高分子複合膜においては、ネマティック液晶に添加するカイラルドーパントの量を調整し、カイラルネマティック液晶のヘリカルピッチを、選択反射波長が、例えば、それぞれ赤色光、緑色光、青色光に相当する波長域となるように調整することにより、プレーナ配列の状態においてそれぞれ赤色、緑色、青色に相当する波長域の光を選択的に反射し、フォーカルコニック配列の状態では可視光を透過する透明状態となる液晶・高分子複合膜が得られる。こうして得た液晶・高分子複合膜を透明電極間に挟持することにより、カラーの液晶表示素子が得られる。
【００３１】
（色純度改善、コントラスト改善のための色素の添加、色フィルタの配置）
ここで各色表示層１０１，１０２，１０３において、選択反射によって行われる表示の色純度の向上や、透明状態時の透明度の低下につながる光成分を吸収するために、各色表示層に色素を添加したり、それと同等の効果をもたらす着色フィルタ層、即ち、色ガラスフィルタやカラーフィルム等の板状部材を各色表示層に配してもよい。色素は各色表示層を構成する液晶材料、樹脂材料、透明電極材料、透明基板材料のいずれに添加してもよく、各構成要素の複数が色素を含有していてもよい。但し、表示品位を低下させないためにも、添加する色素及び追加するフィルタ層は、各色表示層の選択反射による色表示を妨げないようにすることが望ましい。
【００３２】
図２に緑色表示素子の分光透過率の一例を示す。横軸は光の波長を示し、縦軸は表示素子の透過率を示す。緑色表示素子であるために５５０ｎｍ付近の光が選択反射され、透過率が低くなっている。また、波長５００ｎｍ以下の波長領域では６００ｎｍ以上の波長域に比べて透過率が低くなっている。この原因は、本発明者らの研究によると、液晶の選択反射波長よりも長い波長の光は液晶・高分子複合膜を透過しやすく、逆に液晶の選択反射波長よりも短い波長の光は、短波長になるほど液晶・高分子複合膜の内部で散乱しやすいためである。このため、特に、赤色等の長波長側の選択反射を用いて表示を行う液晶・高分子複合膜の場合には、散乱した青色光による赤色の色純度の低下及び透明状態により表示された黒色の反射率が上がることによるコントラストの低下が起こる。このため、液晶・高分子複合膜に色素等の光吸収材料を添加して青色光を吸収させると、赤色の色純度及びコントラストが改善され、表示品位を有効に向上させることができる。なお、緑色表示、青色表示を行う液晶表示素子の場合、色素添加によって選択反射状態の色純度を向上させる効果は赤色表示の場合よりも小さいが、コントラストの向上という点では赤色表示の場合と同等の効果がある。
【００３３】
液晶表示素子１００に添加する色素としては、従来知られている各種色素を使用すること

ができる。例えば、樹脂染色用色素、液晶表示用二色性色素等の各種の染料を使用することが可能である。樹脂染色用色素の具体例としては、ＳＰＲ－Ｒｅｄ１、ＳＰＲ－Ｙｅｌｌｏｗ１（いずれも三井東圧染料社製）が挙げられる。また、液晶表示用二色性色素の具体例としては、ＳＩ－４２６、Ｍ－４８３（いずれも三井東圧染料社製）が挙げられる。これらの色素の中から、コレステリック液晶２２，３２，４２の選択反射波長による表示を妨げず、表示を低下させる原因となる波長域のスペクトル光を吸収する色素を各色表示層ごとに適宜選択して使用すればよい。また、前述のとおり、表示品位を低下させる光成分は、主として短波長側に存在するものと考えられることから、コレステリック液晶２２，３２，４２の各選択反射波長よりも短波長側の波長域のスペクトル光を吸収する色素をそれぞれ使用することがより好ましい。

【００３４】

色素の添加量は、液晶の表示のための切り換え動作特性を著しく低下させず、また、重合による高分子体を形成する場合の重合反応を阻害しない範囲であれば特に制限はないが、液晶・高分子複合膜に対して少なくとも０．１重量％以上添加することが好ましく、１重量％程度あれば充分である。

【００３５】

色素添加の代わりに色フィルターを採用する場合、液晶表示素子１００に追加するフィルタ層材料としては、無色透明物質に色素を添加したものであってもよい。色素を添加せずとも本来的に着色状態にある材料や、前記色素と同様の働きをする特定の物質の薄膜等であってもよい。フィルタ層の具体例としては、市販の色ガラスフィルタやラッテン・ゼラチン・フィルタＮｏ．８、Ｎｏ．２５（いずれもイーストマン・コダック社製）等が使用可能である。勿論、フィルタ層を配する代わりに、透明基板５０，５１，５２自体を以上のようなフィルタ層材料と置き換えても同様の効果が得られることは明らかである。

【００３６】

（カラー表示の方法）

以上のような材料構成で作製された各色表示層１０１，１０２，１０３を積層した液晶表示素子１００は、青色表示層１０３及び緑色表示層１０２をコレステリック液晶４２，３２がフォーカルコニック配列となった透明状態とし、赤色表示層１０１をコレステリック液晶２２がプレーナ配列となった選択反射状態とすることにより、赤色表示を行うことができる。また、青色表示層１０３をコレステリック液晶４２がフォーカルコニック配列となった透明状態とし、緑色表示層１０２及び赤色表示層１０１をコレステリック液晶３２，２２がプレーナ配列となった選択反射状態とすることにより、イエローの表示を行うことができる。同様に、各色表示層の状態を透明状態と選択反射状態とを適宜選択することにより赤色、緑色、青色、白色、シアン、マゼンタ、イエロー、黒色の表示が可能である。さらに、各色表示層１０１，１０２，１０３の状態として中間の選択反射状態を選択することにより中間色の表示が可能となり、フルカラー表示素子として利用できる。

【００３７】

液晶表示素子１００における各色表示層１０１，１０２，１０３の積層順については、図１に示す以外の場合も可能である。しかし、短波長領域に比べて長波長領域の光の方が透過率が高いことを考慮すると、上側の層に含まれるコレステリック液晶の選択反射波長の方を下側の層に含まれるコレステリック液晶の選択反射波長よりも短くしておく方が、下側の層へより多くの光が透過するので明るい表示を行うことができる。従って、観察側（矢印Ａ方向）から順に、青色表示層１０３、緑色表示層１０２、赤色表示層１０１となることがもっとも望ましく、この状態が最も好ましい表示品位が得られる。

【００３８】

（より明るい表示が可能な表示素子の構成）

コレステリック液晶の選択反射というのは、入射した直線偏光の光に対し、右もしくは左の円偏光成分に分解し、そのどちらか一方を反射し、他方は透過するという特性である。従って、図１に示した各色表示層１０１，１０２，１０３の光利用効率は最大で５０％である。そこで、図３に示すように、赤色表示層１０１と選択反射波長が同じで螺旋の回転

方向が逆の赤色表示層１０４、緑色表示層１０２と選択反射波長が同じで螺旋の回転方向が逆の赤色表示層１０５、及び青色表示層１０３と選択反射波長が同じで螺旋の回転方向が逆の青色表示層１０６を積層し、各色において左右両方向の円偏光の光が反射されることで、より明るい表示を行うことができる液晶表示素子１０７を構成可能である。また、同じ色で互いに逆の旋光性を有する色表示層を個別に駆動することにより、再現できる中間色の分解能を上げることができる。互いに逆の旋光性を有する色表示層及びその積層順については問わないが、前述の分光透過特性を考慮すると図３の形態がもっとも表示品位の高い表示を行うことができる。

【００３９】

なお、以上の例は液晶・高分子複合膜を使用した液晶表示素子であるが、本発明の駆動方法の対象となる液晶表示素子としては、前述のコレステリック液晶を利用した素子なら他の構成であっても利用可能である。例えば、高分子を含まないものでも利用可能である。また、フォトマスクを用いた光重合法や印刷法等により、基板間に柱状又は壁状の高分子体からなる構造物を設けたものであってもよい。

【００４０】

（第１実施形態）

本発明を用いて駆動される液晶表示素子の画素構成は単純マトリクスであるため、図４に示すように、走査電極Ｒ１～Ｒｍと信号電極Ｃ１～Ｃｎのｍ×ｎのマトリクスでＬＣａ－ｂとする。また、これらの電極群はそれぞれ走査駆動ＩＣ２００、信号駆動ＩＣ２０１の出力端子に接続されており、これらの駆動ＩＣ２００，２０１から各電極に電圧を印加する。

【００４１】

以下、この駆動回路について説明する。各走査電極及び信号電極に印加する電圧波形と、その結果液晶に印加される電圧波形を図５に示す。波形（ａ），（ｂ），（ｃ）はそれぞれ走査電極Ｒ１，Ｒ２，Ｒ３に印加される電圧波形を示している。波形（ｄ），（ｅ）はそれぞれ信号電極Ｃ１，Ｃ２に印加される電圧波形を示している。波形（ｆ）は走査電極Ｒ３と信号電極Ｃ１が交差する画素ＬＣ３－１を構成する液晶に印加される電圧波形を示している。この波形（ｆ）は３００（１）～３００（ｍ）、３０１、３０２からなる期間に分かれており、３００（１）～３００（ｍ）を合わせて走査期間、３０１をリセット期間、３０２を表示期間と称する。

【００４２】

リセット期間３０１には各走査電極Ｒ１～Ｒｍに電圧ＶＦ、パルス幅ｔ１のパルス電圧を印加する。このパルス電圧を走査リセット信号と称する。リセット期間３０１において、各信号電極Ｃ１～Ｃｎには電圧を印加しない。リセット期間３０１に信号電極に印加される信号をデータリセット信号と称し、この例では電圧は０である。走査リセット信号、データリセット信号を印加することにより、全画素を構成する液晶にはリセット期間３０１に電圧ＶＦ、パルス幅ｔ１のパルス電圧が印加される。このパルス電圧をリセット信号と称する。

【００４３】

次に、走査期間のうち３００（３）では、走査電極Ｒ３上の画素を構成する液晶を書き換える。このとき、書き換えの対象となる走査電極Ｒ３を走査選択電極と称し、その他の走査電極を走査非選択電極と称する。３００（３）を走査電極Ｒ３の走査選択期間と称する。走査電極Ｒ３の走査選択期間には走査電極Ｒ３に電圧Ｖｒ、パルス幅ｔ２のパルス電圧を印加する。このパルス電圧を走査選択信号と称する。それと同時に信号電極Ｃ１には電圧Ｖｃ１（３）、パルス幅ｔ２のパルス電圧を印加する。この信号電極に印加するパルス電圧をデータ信号と称する。走査選択信号、データ信号を印加することにより、走査選択電極であるＲ３と信号電極Ｃ１とが交差する位置にある液晶ＬＣ３－１には電圧Ｖｒ－Ｖｃ１（３）、パルス幅ｔ２のパルス電圧が印加されることになる。このパルス電圧を選択信号と称する。

【００４４】
走査期間のうち、３００（１），３００（２），３００（４）～３００（ｍ）には走査電極Ｒ３を走査非選択電極に選ぶ。３００（１），３００（２），３００（４）～３００（ｍ）を走査電極Ｒ３の非選択期間と称する。走査電極Ｒ３の非選択期間には走査電極Ｒ３には電圧を印加しない。ここでは電圧０であるが、このパルス電圧のことを走査非選択信号と称する。信号電極Ｃ１にはパルス幅ｔ２の電圧がそれぞれＶｃ１（１），Ｖｃ１（２），Ｖｃ１（４）～Ｖｃ１（ｍ）のデータ信号を印加する。走査非選択信号及びデータ信号を印加することにより、走査非選択電極であるＲ３と信号電極Ｃ１とが交差する位置にある液晶ＬＣ３－１には電圧－Ｖｃ１（１），－Ｖｃ１（２），－Ｖｃ１（４）～－Ｖｃ１（ｍ）、パルス幅ｔ２のパルス電圧が印加される。このパルス電圧を非選択信号と称する。

【００４５】
表示期間３０２には各走査電極Ｒ１～Ｒｍと各信号電極Ｃ１～Ｃｎに電圧を印加しない。このときのパルス電圧を表示維持信号と称する。

【００４６】
本第１実地形態において、液晶の表示状態は印加電圧とパルス幅の関数になっている。各液晶に対して最初に最も低いＹ値を示すフォーカルコニック状態にリセットしておいてから、幅が一定のパルス電圧を液晶に印加すると、図６に示すように表示状態が変化する。図６おいて、縦軸は視感反射率Ｙ値、横軸は印加電圧を示す。電圧Ｖｐのパルスが印加されると最も高いＹ値を示すプレーナ状態が選択され、電圧Ｖｆのパルスが印加されると最も低いＹ値を示すフォーカルコニック状態が選択される。また、その中間の電圧を印加すると、中間のＹ値を示すプレーナ状態とフォーカルコニック状態が混在した状態が選択され、中間調表示が可能となる。

【００４７】
なお、Ｖｆは比較的短い時間印加した場合に液晶を最もフォーカルコニック状態に近づける電圧値である。一方、ＶＦは比較的長い時間印加した場合に液晶を最もフォーカルコニック状態に近づける電圧値である。一般にＶｆ＞ＶＦである。

【００４８】
以下、前記各信号の意味について説明する。
リセット期間３０１において液晶に印加されるリセット信号は、全画素を構成する液晶に対して同時に印加し、全画素の表示状態をフォーカルコニック状態にするためのものである。電圧ＶＦはコレステリック液晶をフォーカルコニック状態にするための電圧である。そのパルス幅ｔ１は十分長い時間に設定するのが好ましい。これは電圧ＶＦを印加しても液晶はゆっくりとフォーカルコニック状態に変化するため、十分長い時間電圧を印加しないとその前の状態の影響を受け、全画素が均一にフォーカルコニック状態にならないためである。必要とされる階調数やセル構成等によっても異なるが、例えば、ｔ１を１００ｍｓ～１ｓ程度の範囲で設定することができる。

【００４９】
走査期間において液晶には選択信号と非選択信号が印加される。各信号の電圧設定は次のようにする。
ある走査電極Ｒｉ（ｉは１～ｍの整数）の選択期間に走査電極Ｒｉに電圧Ｖｒ＝Ｖｐ、パルス幅ｔ２の走査選択信号を、ある信号電極Ｃｊ（ｊは１～ｎの整数）に電圧Ｖｃｊ（ｉ）、パルス幅ｔ２のデータ信号を印加する。また、走査電極Ｒｉの非選択期間には走査電極Ｒｉには電圧を印加しない。このようにすることにより、走査電極Ｒｉの選択期間に走査電極Ｒｉと信号電極Ｃｊが交差する画素を構成する液晶には、パルス幅ｔ２で、電圧Ｖｒ－Ｖｃｊ（ｉ）、即ち、電圧Ｖｐ－Ｖｃｊ（ｉ）の選択パルスが印加される。Ｖｃｊ（ｉ）を０からＶｐ－Ｖｆの間から選択すると、液晶にはパルス幅ｔ２、電圧がＶｐからＶｆの選択信号が印加され、任意の表示状態が選択できる。

【００５０】
また、走査電極Ｒｉの非選択期間には走査電極Ｒｉ上の画素を構成する液晶には、電圧が

０からＶｐ－Ｖｆの非選択信号が印加される。本発明の駆動対象となる液晶はメモリー特性を有し、ある閾値電圧以下の電圧では表示状態が変化しない。従って、前記非選択信号を所定の閾値電圧以下に保つようにすれば液晶の表示状態は保持される。全画素を構成する液晶の表示状態を選択するためには、走査電極Ｒｉを１からｍまで順次走査することになる。

【００５１】

表示期間には液晶に電圧を印加しないで、メモリーされた表示状態を維持させる。即ち、走査電極と信号電極に印加する電圧を０にし、液晶に電圧が印加されない状態にする。

【００５２】

全画面の書き換えに必要な時間はリセット期間＋走査期間なので、ｔ１＋ｍ×ｔ２となる。プレーナ状態を選択する時間に比べて、フォーカルコニック状態を選択する時間は長いので、ｔ１＞＞ｔ２である。本第１実施形態で駆動することにより、画素数が増えても時間の長いリセット期間は増えないため、高速で書き換えることができる。

【００５３】

（実験例１）

ネマティック液晶ＭＬＣ６４３（メルク社製）にカイラル材Ｓ８１１（メルク社製）を添加して、５６０ｎｍ付近の波長の光を選択反射する液晶組成物を調製した。この液晶組成物を、透明電極の形成された一対の透明基板間に挟持した。この際、１０μｍのスペーサ粒子を予め基板に塗布しておくことにより、基板間の間隔を１０μｍに調整した。こうして、単層のテストセルを作製し、液晶表示素子としての特性を測定した。以下の実験もこのテストセルを用いて行った。視感反射率Ｙ値の測定にはミノルタ社製分光測色計ＣＭ１０００を用いた。

【００５４】

前記テストセルの液晶に図７に示す波形（ａ），（ｂ）のパルス電圧を印加した。ここでは１画素のみを対象として、走査期間には選択信号のみを印加した。ＶＦ＝５０Ｖ、ｔ２＝５ｍｓとした。波形（ａ）は、ｔ１＝２００ｍｓのもの、波形（ｂ）はｔ１＝５０ｍｓのものを示している。波形（ａ）のパルス電圧を印加する場合に、選択信号電圧Ｖｓを７０～１００Ｖとしたときの印加電圧に対するＹ値を図８のグラフに示す。白丸は初期状態がフォーカルコニック状態のもの、黒丸は初期状態がプレーナ状態のものである。ここでいう初期状態とは、リセット期間の前の表示状態のことである。印加電圧に対してＹ値は連続的に変化しており、印加電圧を制御することで任意のＹ値を選択できることがわかる。また、初期状態の違いにより、中間調を選択した場合には同じ印加電圧でもＹ値が若干異なるが、この違いは４階調程度を表示するためには十分小さい。

【００５５】

前述した図３７に示す特願平７－２３６９１９号公報に記載の駆動方法では、ホメオトロピック状態からプレーナ状態かフォーカルコニック状態、またはそれらの混在した中間状態を選択する。可視光域に選択反射状態を設定した液晶を用いた液晶表示素子を駆動する場合、プレーナ状態、つまり最も反射率の高い状態の選択には第２、第３のパルス４０２、４０３はＰ３＝１～５ｍｓ程度で選択可能である。しかし、本発明者らの検討によれば、Ｐ３＝１～５ｍｓ程度では、最も反射率の低いフォーカルコニック状態を完全には選択できず、液晶表示素子のとることのできる最大コントラストを利用できていないことが判明した。最大コントラストを利用する場合、第２、第３のパルス４０２、４０３はＰ３＝５０ｍｓ程度が必要であった。即ち、一走査電極あたり５０ｍｓかかっていた。従って、全画面の書き換えに必要な時間は１０００ラインを想定すると５０秒かかっていた。これに対して、本第１実施形態に基づく実験例１の場合は５．２秒となり大幅に速く書き換えることができた。即ち、本第１実施形態の方法を用いると、初期状態に拘らずに任意のＹ値を持つ表示状態を選択できることがわかる。

【００５６】

次に、リセット信号の印加時間を変化させたときの例として、図７において波形（ｂ）のパルス電圧を印加した場合について説明する。選択信号電圧Ｖｓを７０～１００Ｖとした

ときの印加電圧に対するＹ値を図９のグラフに示す。白四角は初期状態がフォーカルコニック状態のもの、黒四角は初期状態がプレーナ状態のものである。図９においては、初期状態の違いによって同じ電圧を印加したときのＹ値の差が図８の場合よりも大きくなり、４階調以上の階調表示は困難である。図８と図９の結果より、ｔ１を長くするに従って書き換え前の状態の影響を受けにくくなり、十分長くすると書き換え前の状態に拘らずに所望の表示状態に書き換えできることがわかる。つまり、リセット信号を十分長く印加することで、前の状態の影響を受けなくなる。前記波形（ａ）ではリセット信号を２００ｍｓとして４階調程度の表示が可能であることを示したが、２００ｍｓ以上のリセット信号を印加すれば、初期状態の違いによる選択される表示状態の違いがなくなり、４階調以上の表示が可能となる。

【００５７】

（第２実施形態）

次に、第２実施形態について説明する。ここでは、図１０に示す波形のパルス電圧を用いる。波形（ａ）は走査電極Ｒ３に印加される電圧波形、波形（ｂ）は信号電極Ｃ１に印加される電圧波形、波形（ｃ）は走査電極Ｒ３と信号電極Ｃ１が交差する画素ＬＣ３－１を構成する液晶に印加される電圧波形を示している。ここで図５に示した電圧波形との違いはリセット期間に印加されるリセット信号であり、波形（ｂ）で示した信号電極Ｃ１に印加する信号は全く同じものである。

【００５８】

波形（ｃ）ではリセット期間中に、第１に液晶をホメオトロピック状態にするための電圧Ｖｔｈ１が時間ｔ３印加され、その後液晶をプレーナ状態にするための閾値電圧Ｖｔｈ２以下に時間ｔ４を保つ。その後、プレーナ状態の液晶をフォーカルコニック状態にするためにＶｔｈ２以上でＶｔｈ１以下の電圧、ここでは電圧ＶＦを時間ｔ５印加し、全画素をフォーカルコニック状態にリセットする。その後の走査期間中に印加される信号は前記第１実施形態の方法と全く同じである。

【００５９】

本第２実施形態において、リセット期間は、前記第１実施形態の方法ではｔ１であったのに対してｔ３＋ｔ４＋ｔ５となる。本第２実施形態の方法では一度ホメオトロピック状態にすることで前の表示状態の影響を無くすことができるため、全体のリセット期間ｔ３＋ｔ４＋ｔ５はｔ１よりも短くて済む。そのため、全体の書き換え速度がさらに速くなる。必要とされる階調数やセル構成等によっても異なるが、例えば、ｔ５を１０ｍｓ～１ｓ程度の範囲で設定することができる。

なお、本第２実施形態で説明した、リセット期間中に液晶を一旦ホメオトロピック状態にした後、プレーナ状態を経てフォーカルコニック状態にリセットする構成は、以下に説明する第３～第１０実施形態にも適用することができる。

【００６０】

（実験例２）

テストセルの液晶に図１１に示す波形のパルス電圧を印加した。１画素のみを対象として、走査期間には選択信号のみを印加した。Ｖｔｈ１＝１５０Ｖ、Ｖｔｈ２＝０Ｖ、ｔ２＝５ｍｓ、ｔ３＝５ｍｓ、ｔ４＝５ｍｓ、ｔ５＝５０ｍｓ、ＶＦ＝５０Ｖ、Ｖｒ＝９０Ｖとした。選択信号電圧Ｖｓを７０～１００Ｖとしたときの印加電圧に対するＹ値を図１２のグラフに示す。白丸は初期状態がフォーカルコニック状態のもの、黒丸は初期状態がプレーナ状態のものである。殆どの黒丸は白丸の下に隠れており、初期状態の違いによる表示状態の違いが完全になくなることがわかる。また、実験例１と比較すると、より短い時間でフォーカルコニック状態にリセットすることができる。

【００６１】

（第３実施形態）

次に、第３実施形態について説明する。ここでは、図１３に示す波形のパルス電圧を用いる。波形（ａ）は走査電極Ｒ３に印加される電圧波形、波形（ｂ）は信号電極Ｃ１に印加される電圧波形、波形（ｃ）は走査電極Ｒ３と信号電極Ｃ１が交差する画素ＬＣ３－１を

構成する液晶に印加される電圧波形を示している。波形（ａ）において、走査リセット信号は電圧ＶＦ、パルス幅ｔ１である。また、走査選択信号は電圧Ｖｐ、パルス幅ｔ２である。波形（ｂ）において、データ信号は電圧Ｖｃが一定で、各走査電極の選択期間ごとにパルス幅が異なっており、期間３００（ｉ）（ｉは１～ｍの整数）ではパルス幅ｔ２ｃ（ｉ）である。

【００６２】

ここで、図５に示した電圧波形との違いは選択信号の波形である。図５において、選択信号はパルス幅一定で電圧を変化させることにより、任意のＹ値を示す表示状態を選択していた。本第３実施形態では、選択期間内でプレーナ状態を選択する電圧Ｖｐが印加されている時間ｔ２ｐとフォーカルコニック状態を選択する電圧Ｖｆ＝Ｖｐ－Ｖｃが印加されている時間ｔ２ｆの割合を変化させた選択パルスを印加することにより任意の反射率を選択する。そのために信号電極から印加するデータ信号のパルス幅を変化させる。走査電極Ｒ３の選択期間３００（３）に信号電極に印加するデータ信号のパルス幅はｔ２ｃ（３）である。そのため、走査電極Ｒ３の選択期間３００（３）において、プレーナ状態を選択する電圧Ｖｐが印加されている時間ｔ２ｐはｔ２ｐ＝ｔ２－ｔ２ｃ（３）となり、走査選択信号とデータ信号の極性が同じ場合、データ信号のパルス幅が長いほど、印加時間ｔ２ｐは短くなる。

【００６３】

前記第１実施形態においては階調表示のために多値の電圧が必要となり、駆動にはその電圧値を出力できるＩＣが必要となる。一般に、駆動ＩＣの出力回路にはＣＭＯＳ回路が組み込まれており、多値の電圧を出力するために各出力端子ごとに高耐圧のＣＭＯＳ回路を複数設ける必要がある。これに対して、本第３実施形態においては、パルス幅を制御するだけで階調表示ができるため、各出力端子ごとに高耐圧のＣＭＯＳ回路が一つで済む、安価な２値出力のデジタルＩＣを用いることができる。そのため、前記第１実施形態の方法に比べてコストの面で有利である。

【００６４】

（実験例３）

テストセルの液晶に図１４に示す波形のパルス電圧を印加した。１画素のみを対象として、走査期間には選択信号のみを印加した。ここで、リセット期間の設定電圧は実験例１と同じで、ＶＦ＝５０Ｖ、ｔ１＝２００ｍｓとした。選択期間の電圧設定は、ｔ２＝５ｍｓ、Ｖｐ＝９０Ｖ、Ｖｆ＝７０Ｖとした。データ信号のパルス幅を変化させることを想定して、選択期間内のＶｐ印加時間ｔ２ｐを変化させた。印加時間ｔ２ｐとＹ値の関係について図１５のグラフに示す。時間ｔ２ｐに応じてＹ値が連続的に変化しており、時間ｔ２ｐが長いほどＹ値が大きくなっている。これより、データ信号のパルス幅を制御することにより、任意のＹ値を示す表示状態を選択できることがわかる。

【００６５】

（第４実施形態）

前記実施形態１～３の方法ではいずれも、液晶の表示状態を選択信号によって選択した後に、別の走査電極上の画素を構成する液晶に印加するデータ信号が印加される。このデータ信号は非選択信号（以下、クロストーク信号と称す）として液晶に印加される。本第４実施形態の駆動対象となる液晶は、表示状態を選択された後にある閾値電圧以下の電圧が印加されていてもメモリー特性を持つ。そのため、クロストーク信号の電圧Ｖｃｔがその閾値以下であれば、理想的には選択された液晶の表示状態は維持され、クロストーク信号の影響を受けない。しかし、現実には低いクロストーク信号の電圧Ｖｃｔが非選択信号として印加されると、液晶の配向がゆっくりと変化し、表示状態が変化してしまう。このようなクロストーク信号は、特にプレーナ状態のＹ値を小さくしてしまうため、コントラストが低下してしまう。そのため、クロストーク信号の電圧Ｖｃｔはなるべく小さい方が好ましい。

【００６６】

ここで、第４実施形態で用いる電圧波形を図１６に示す。波形（ａ）は走査電極Ｒ３に印

加される電圧波形、波形（ｂ）は信号電極Ｃ１に印加される電圧波形、波形（ｃ）は走査電極Ｒ３と信号電極Ｃ１が交差する画素ＬＣ３－１を構成する液晶に印加される電圧波形を示している。波形（ａ）では、走査リセット信号は電圧ＶＦ、パルス幅ｔ１で、走査選択信号は電圧Ｖｐ－（Ｖｃ／２）で、パルス幅ｔ２である。波形（ｂ）は、±の両極性を持ち、電圧の絶対値は図１３に示した波形（ｂ）の半分のＶｃ／２になっている。

【００６７】

選択期間内でＶｐの電圧を印加する期間にはデータ信号は走査選択信号と逆極性の電圧を印加し、Ｖｆの電圧を印加する期間にはデータ信号は走査信号と同極性の電圧を印加する。このようなデータ信号を印加することにより、選択期間内でＶｐ、Ｖｆ＝Ｖｐ－Ｖｃの電圧が印加されている割合を変化させることができ、前記第３実施形態の方法と同様に、任意のＹ値を持つ状態を選択することができる。

【００６８】

クロストーク信号の電圧の絶対値は、前記第３実施形態の方法ではＶｃであったが、本第４実施形態の方法ではＶｃ／２となり、第３実施形態の方法に比べて半分になる。本第４実施形態の駆動対象となる液晶の応答は、電圧の極性には依存しないため、実質的にクロストーク信号の電圧が半分になる。そのため、プレーナ状態のＹ値を小さくせずに済み、コントラストを向上させることができる。

【００６９】

また、本第４実施形態においては非選択時においても液晶層には極性が違うだけで絶対値の等しい電圧が常に印加される。従って、非選択期間にその他の画素データにより電圧幅の異なる同極性のクロストーク信号が印加される前記第３実施形態に比べて、画像データの違いにより表示状態が異なってしまう、いわゆるシャドウイングが発生しにくい。

【００７０】

なお、本第４実施形態では、データ信号として絶対値の等しい正負の電圧を交互に印加しているが、正負両電圧の絶対値が等しくない場合でも、前記第３実施形態のように単一の極性の電圧を印加する場合よりも、実質的にクロストーク電圧は低減される。このような観点から、前記第１及び第２実施形態のような、電圧値により階調表示を行う形態においても、液晶に印加されるクロストーク電圧が零を境にして正負に印加されるように、データ信号又は走査信号の少なくとも一方をシフトさせることにより、クロストーク電圧を実質的に低減させることができる。

【００７１】

（実験例４）

テストセルの液晶に図１７に示す波形（ａ），（ｂ），（ｃ）を印加した。リセット信号、選択信号は実験例３と同じもので、ＶＦ＝５０Ｖ、ｔ１＝２００ｍｓ、Ｖｐ＝９０Ｖ、Ｖｆ＝７０Ｖ、ｔ２＝５ｍｓとした。

【００７２】

図１７に示す波形（ａ）はクロストーク信号を考慮しない場合のもので、最も高いＹ値を示すプレーナ状態を書き込むものである。図１７に示す波形（ｂ）は前記第３実施形態に相当する方法で、クロストークを考慮したものである。ここで走査電極数はｍ＝１０００を想定し、１０００ライン分のクロストーク信号を印加した。この場合のクロストーク信号の電圧Ｖｃｔは２０Ｖである。この方法では、クロストーク信号は書き込む画像データにより変化するため、ここでは一例として、１ライン目に最も高いＹ値を示すプレーナ状態を、その他の画素に全て中間の画像データを書き込む場合を考えた。図１７に示す波形（ｃ）は本第４実施形態の方法で、クロストーク信号の電圧Ｖｃｔ／２は波形（ｂ）に比べて１／２の±１０Ｖである。また、波形（ｂ）と同様に、走査電極数はｍ＝１０００ラインを想定し、１０００ライン分のクロストーク信号Ｖｃｔ／２を印加した。

【００７３】

視感反射率Ｙ値に関しては、図１７の波形（ａ）を印加したときは２１．７９であった。図１７の波形（ｂ）を印加したときのＹ値は１２．６８であった。図１７の波形（ｃ）を印加したときのＹ値は１９．９９であった。

波形（ｂ）は波形（ａ）と比べるとＹ値が減少している。これにより、クロストーク信号の影響でプレーナ状態選択時のＹ値が減少することがわかる。波形(c）も波形（ａ）に比べてＹ値が若干減少しているものの、波形（ｂ），（ｃ）を比べると、前記第３実施形態に相当する方法よりも本第４実施形態の方法の方がＹ値が大きく、クロストーク信号の影響が小さくなっている。そのため、本第４実施形態の方法を利用すると、コントラストの点で有利である。

【００７４】

（第５実施形態）

第５実施形態で用いる電圧波形を図１８に示す。波形（ａ）は走査電極Ｒ３に印加される電圧波形、波形（ｂ）は信号電極Ｃ１に印加される電圧波形、波形（ｃ）は走査電極Ｒ３と信号電極Ｃ１が交差する画素ＬＣ３－１に印加される電圧波形を示している。波形（ａ）において、走査リセット信号は電圧ＶＦ、パルス幅ｔ１で、走査選択信号は電圧Ｖｐ－（Ｖｃ／２）で、パルス幅ｔ２である。波形（ｂ）に関しては、データ信号の絶対値は第４実施形態と同様にＶｃ／２である。これは各走査電極の選択期間内で正と負の電圧を印加する期間の割合を変化させるためである。その結果、液晶に印加される電圧は波形（ｃ）のようになり、リセット信号は電圧ＶＦ、パルス幅ｔ１で、選択信号はパルス幅ｔ２で、電圧ＶｐとＶｆ＝Ｖｐ－Ｖｃの印加されている期間の割合が変化する。その結果、前記第４実施形態の方法と同様に階調表示が可能となる。

【００７５】

ここで、前記第４実施形態の方法との違いは、連続するデータ信号が間に休止期間ｔ６を持つことである。また、走査電極に印加される信号に関しては、走査選択信号と走査非選択信号の間に休止期間ｔ６を持ち、また連続する走査非選択信号の間にも同様に休止期間ｔ６を持つ。その結果、休止期間ｔ６には、液晶層に電圧が印加されなくなる。第４実施形態の方法ではクロストーク信号は連続して印加されるため、液晶の配向がゆっくりと変化し、場合によっては、表示状態が徐々に選択された状態から変化してしまうおそれがあった。しかし、本第５実施形態のように休止期間ｔ６を入れることにより、クロストーク信号はパルス状になる。そのため、クロストーク信号によって液晶の配向が変化したとしても、休止期間ｔ６の間にもとの状態へと緩和されるため、クロストーク信号の影響を小さくすることができる。

【００７６】

なお、本第５実施形態で説明した、走査電極に印加される信号とデータ信号とに休止期間を設けた駆動波形は、前記第３実施形態のような同極性のみのクロストーク信号が印加される形態に適用することも可能であり、第１及び第２実施形態で説明したような、電圧値により階調表示を行う形態にも適用可能である。

【００７７】

（実験例５）

テストセルの液晶に図１９に示す波形のパルス電圧を印加した。ｔ１＝２００ｍｓ、Ｖｐ＝９０Ｖ、ｔ２＝５ｍｓ、Ｖｃｔ＝±１０Ｖとした。走査電極数はｍ＝１０００を想定し、１０００ライン分のクロストーク信号を印加した。液晶は選択信号によりプレーナ状態に選択して、休止期間ｔ６をおいた後、クロストーク信号を印加した。クロストーク信号も休止期間ｔ６によって分離されている。休止期間ｔ６を０～１０ｍｓと変化させたときのＹ値を測定し、その結果を図２０に示す。休止期間ｔ６を長くすることにより、プレーナ状態選択時のＹ値は大きくなることがわかる。即ち、本第５実施形態の方法を用いれば、クロストーク信号の影響を小さくすることができる。

【００７８】

（第６実施形態）

前記第１実施形態の駆動方法においては、１ライン目の走査電極Ｒ１上の画素を構成する液晶と最終ラインであるｍライン目の走査電極Ｒｍ上の画素を構成する液晶とでは、リセット期間から走査電極Ｒ１の選択期間までの時間と、リセット期間から走査電極Ｒｍの選択期間までの時間とが異なる。液晶表示素子のメモリー状態においては、液晶が基板面に

対してゆっくりと配向するため、印加電圧をオフしてから液晶の配向が安定するまでに時間がかかる。そのため、厳密には１ライン目とｍライン目の液晶とでは選択期間直前の液晶の状態がわずかに異なる。これが原因で、各走査電極ごとに同じ選択信号を印加してもＹ値がわずかながら異なり、特に中間調表示の場合に濃度むらが生じることがある。走査電極Ｒｍの選択期間直前の液晶の状態は、走査電極Ｒ１の選択期間直前の液晶の状態よりも、より完全なフォーカルコニック状態に近くなるため、同じ選択信号が印加されると、よりＹ値の小さな表示状態が選択されてしまうものと考えられる。

【００７９】

この濃度むらをなくすために、本第６実施形態では各走査電極ごとの選択信号のパルス幅とＹ値との関係を予め測定しておき、各走査電極ごとに異なるパルス幅の選択信号が印加されるように、画像データを変換する。具体的には、走査電極Ｒｍの選択期間には、走査電極Ｒ１の選択期間よりも、Ｖｐ印加時間ｔ２ｐの長い選択信号が液晶に印加されるように、画像データを変換する。

【００８０】

図２１に本第６実施形態で用いる画像データを変換することのできる駆動回路を示す。液晶表示素子１００には走査駆動ＩＣ２００、信号駆動ＩＣ２０１が接続され、これらのＩＣ２００，２０１は、それぞれ走査コントローラ２０２、信号コントローラ２０３からの制御信号によって駆動される。新たに表示する画像データは信号コントローラ２０３に入力されるが、その前に画像データ変換手段２０４により選択信号に変換される。

【００８１】

図２２に走査駆動ＩＣ２００の構成を示す。走査駆動ＩＣ２００はシフトレジスタ２１１、ラッチ２１２、出力用ＣＭＯＳ回路を備えた出力部２１３からなる。制御信号はシフトレジスタ２１１に入力される走査データ、走査シフトクロック、ラッチ２１２に入力される走査ストローブ信号からなり、これらの制御信号は走査コントローラ２０２から入力される。シフトレジスタ２１１は走査電極数であるｍ個からなり、走査シフトクロックによりシフト動作をする。ラッチ２１２はｍ個だけ並んでおり、走査ストローブ信号によりシフトレジスタ２１１の出力を１選択期間だけ記憶する。

【００８２】

図２３に信号駆動ＩＣ２０１の構成を示す。ここでは信号駆動ＩＣ２０１に、２５６階調表示用のパルス幅を変化させることのできるパルス幅変調回路（ＰＷＭ回路）２２３を備えたものを例示する。信号駆動ＩＣ２０１はシフトレジスタ２２１、ラッチ２２２、ＰＷＭ回路２２３、出力用ＣＭＯＳ回路を備えた出力部２２４からなる。制御信号はシフトレジスタ２２１に入力される画像データ、データシフトクロック、ラッチ２２２に入力されるデータストローブ信号、ＰＷＭ回路２２３内の８ビットカウンタ２３１に入力されるカウントクロックからなり、これらの制御信号は信号コントローラ２０３から入力される。画像データは２５６階調用の８ビットからなり、シフトレジスタ２２１に入力される。シフトレジスタ２２１は８ビットを一つの単位としてｎ個並んでおり、データシフトクロックによりシフト動作をする。ラッチ２２２は８ビットを一つの単位としてｎ個だけ並んでおり、データストローブ信号によりシフトレジスタ２２１の出力を１選択期間だけ記憶する。ＰＷＭ回路２２３は８ビットカウンタ２３１とｎ個のコンパレータ２３２からなる。ラッチ２２２からの８ビットの出力は８ビットカウンタ２３１と比較され、両者が等しくなったときにコンパレータ２３２からの出力が切り換わるようになっている。

【００８３】

図２４に走査期間の各制御信号のタイミングチャートを示す。新たに書き換える画像データが入力されるのと同期して、信号駆動ＩＣ２０１のシフトレジスタ２２１を動かすためにデータシフトクロックがｎ個入力される。各８ビットのｎ個のシフトレジスタ２２１に画像データが設定されたところで、データストローブ信号を入力し、ラッチ２２２に画像データを記憶させる。同時に、走査データは一つだけ入力され、走査シフトクロックにより、１ライン目に対応する走査駆動ＩＣ２００のシフトレジスタ２１１にのみオンが設定される。そして走査ストローブ信号を入力し、１ライン目に対応する走査駆動ＩＣ２００

のラッチ２１２にのみオンを設定する。この時点で、１ライン目の走査電極には選択信号が印加され、その他の電極には非選択信号であるゼロ電圧が印加される。次に所望の選択信号幅ｔ２の時間をおいて走査シフトクロックが入力され、２ライン目に対応する走査駆動ＩＣ２００のシフトレジスタ２１１にのみオンが設定される。そして走査ストローブ信号を入力し、２ライン目に対応する走査駆動ＩＣ２００のラッチ２１２にのみオンを設定する。この時点で、２ライン目の走査電極には選択信号が印加され、その他の電極には非選択信号であるゼロ電圧が印加される。これを繰り返すことにより、走査信号を出力することができる。

【００８４】

信号電極については、データストローブ信号と同期してカウンタクリア信号をＰＷＭ回路２２３の８ビットカウンタ２３１に入力して初期化し、コンパレータ２３２の出力にオンを設定する。次に、ＰＷＭ回路２２３の８ビットカウンタ２３１にカウントクロックを入力する。このカウントクロックにより８ビットカウンタ２３１の出力は１，２，３，……２５６と変化する。各信号電極に対応したｎ個のラッチ２２２の出力値と８ビットカウンタ２３１の出力値はコンパレータ２３２により比較され、ラッチ２２２の出力値が８ビットカウンタ２３１の出力値よりも小さくなった時点で出力をオフにする。以後、８ビットカウンタ２３１がクリアされるまでオフが保たれる。このようにして１ライン目のＰＷＭ変調信号を出力する。この１ライン目のＰＷＭ信号出力中に、２ライン目の画像データをシフトレジスタ２２１に前記と同様に設定する。このとき、ラッチ２２２の出力は１ライン目の画像データが保たれたままである。所望の選択信号幅ｔ２の時間をおいて、データストローブ信号とカウンタクリア信号を入力すると、カウンタ２３１の値は０に初期化され、ラッチ２２２の出力は２ライン目の画像データに保たれる。その後、ＰＷＭ回路２２３の８ビットカウンタ２３１にカウントクロックを入力し、２ライン目のＰＷＭ信号を出力する。これを繰り返すことにより、ＰＷＭ信号であるデータ信号を出力することができる。

【００８５】

走査期間に以上のような動作を行うと、画像データの値が小さいほどＰＷＭ信号であるデータ信号がオンになっている時間が短くなり、液晶に印加される選択信号のｔ２ｐは長くなる。そのため、画像データを画像データ変換手段２０４を用いて各ラインごとに任意の値に変換することにより、液晶に印加される選択信号のｔ２ｐを変化させることができ、リセット期間から選択期間までの時間の差による濃度ムラを抑えることができる。

【００８６】

なお、本第６実施形態において説明した、画像データを走査電極ごとに補正して走査電極ごとの選択信号のパルス幅を変化させる構成は、前記第３～第５実施形態で説明したような、データ信号のパルス幅を変化させることにより階調表示を行う形態に適用可能である。また、第１及び第２実施形態で説明したような、電圧値により階調表示を行う形態には、前記ＰＷＭ回路２２３をパルス高変調回路（ＰＨＭ回路）に代え、１ラインからｍラインになるにつれて選択信号が大きくなるように補正されたデータ信号を出力するように構成すれば適用可能である。

【００８７】

（実験例６）

テストセルの液晶に図２５に示す波形（ａ），（ｂ），（ｃ）のパルス電圧を印加した。１画素のみを対象として、走査期間には選択信号のみを印加した。波形（ａ）は１ライン目に相当する。波形（ｂ）は１０００ライン目に相当し、１２８番目の階調に相当する画像データを入力して、ちょうど中間の階調を表示するときの例である。波形（ｃ）は１０００ライン目に相当し、同様に１２８番目の階調に相当する画像データを入力したもので、本第６実施形態による補正を加えたものである。波形（ａ），（ｂ）はリセット期間から選択期間までの時間が異なるだけで、選択信号は同じものである。波形（ｂ），（ｃ）は同じ画像データが入力されているが、波形（ｃ）では画像データ変換手段２０４により画像データが変換される。そのため、選択信号のＶｐ印加時間ｔ２ｐが、波形（ｂ）では

２．５ｍｓであるが、波形（ｃ）では３．０ｍｓである。

【００８８】

図２６に画像データを変化させたときのＹ値の変化を示す。ここで、黒丸は波形（ａ）の電圧を印加したもの、白丸は波形（ｂ）の電圧を印加したものである。黒丸と白丸を比較すると、同じ画像データを入力すると、１ライン目よりも１０００ライン目の方がより小さなＹ値が選択されることがわかる。例えば、１２８番目の階調に相当する画像データでは、１ライン目では１６．８４が選択されるのに対し、１０００ライン目では８．９２が選択される。

【００８９】

本第６実施形態の方法で、入力された画像データを画像データ変換手段２０４により、より小さい値に変換した場合、例えば、１０００ライン目の画像データ値として１２８が入力されると、画像データ変換手段２０４の出力値を７５にする。その場合、ｔ２ｐは３ｍｓになる。Ｙ値は１６．７８が選択され、１ライン目のＹ値とほぼ等しくなる。また、１０００ライン目の画像データ値として１５０が入力されると、画像データ変換手段２０４の出力値を１２０にする。その場合、ｔ２ｐは２．６ｍｓになる。Ｙ値は８．９６が選択され、１ライン目のＹ値とほぼ等しくなる。このような補正をすることで、同じ画像データを入力した場合に同じＹ値を選択することができ、リセット期間から選択期間までの時間の差による濃度ムラを抑えることができる。

【００９０】

（第７実施形態）

前記第６実施形態では各走査電極ごとの濃度ムラを防止するため、実験例６の結果からわかるように、最終ラインに近づくほど同じＹ値を選択するのに必要な電圧Ｖｐの印加時間ｔ２ｐを長くしている。そのため、選択期間を全ての走査ラインで同じ長さにした場合、各走査電極ごとに異なるｔ２ｐを持つ選択信号を印加しなくてはならない。前記第６実施形態の方法ではこれを画像データを変換することにより実現している。

【００９１】

一方、本第７実施形態では、各走査電極ごとの濃度ムラの補正については、各走査電極ごとに異なるｔ２ｐを持つ選択信号を印加すればよいことに着目し、次のような方法をとっている。

【００９２】

本第７実施形態で液晶に印加する電圧波形を図２７に示す。波形（ａ）は１ライン目の走査電極上の画素を構成する液晶に印加する電圧波形、波形（ｂ）はｍライン目の走査電極上の画素を構成する液晶に印加する電圧波形である。波形（ａ）において、リセット信号は電圧ＶＦ、パルス幅ｔ１で、選択信号はパルス幅ｔ２で、電圧Ｖｐの印加される期間と電圧Ｖｆの印加される期間とからなる。波形（ａ），（ｂ）はリセット信号は同じであるが、選択信号のパルス幅ｔ２（１）とｔ２（ｍ）が異なる。このように、本第７実施形態では各ラインごとに選択信号のパルス幅が異なる。そのため、クロストーク信号も電圧は±Ｖｃｔ＝±Ｖｃ／２で一定であるが、パルス幅は各走査電極の選択期間ごとに異なる。

【００９３】

同じ画像データを入力した場合、各選択信号のパルス幅ｔ２（１）～ｔ２（ｍ）に対するｔ２ｐの割合は等しいため、パルス幅を長くすると、ｔ２ｐも長くなる。そのため、図２７に示すように、ｔ２（１）＜ｔ２（ｍ）の選択信号を印加することにより、１ライン目よりもｍライン目の方がｔ２ｐが長くなる。このようにして各ラインごとに選択信号のパルス幅を調整することにより、ｔ２ｐを調整することができ、各走査電極ごとの濃度ムラを補正することができる。

【００９４】

図２８は本第７実施形態で用いる選択信号のパルス幅ｔ２（１）～ｔ２（ｍ）を調整するための駆動回路を示す。走査駆動ＩＣ２００、信号駆動ＩＣ２０１の構造は図２２、図２３に示したものと同じである。走査コントローラ２０２から走査駆動ＩＣ２００に入力される制御信号はシフトレジスタに入力される走査データ、走査シフトクロック、ラッチに

入力される走査ストローブ信号からなる。信号コントローラ２０３から信号駆動ＩＣ２０１に入力される制御信号はシフトレジスタに入力される画像データ、データシフトクロック、ラッチに入力されるデータストローブ信号、ＰＷＭ回路内部の８ビットカウンタに入力されるカウントクロックからなる。

【００９５】

本第７実施形態では、各走査電極ごとにパルス幅の異なる波形で駆動するために、走査駆動ＩＣ２００に入力する走査ストローブ信号、信号駆動ＩＣ２０１に入力するデータストローブ信号、カウントクロックを各走査電極ごとに変化させる。図２９に１ライン目の走査選択信号を出力するときの各制御信号を、図３０にｍライン目の走査選択信号を出力するときの各制御信号を示す。前記したように走査駆動ＩＣ２００に入力する走査ストローブ信号、信号駆動ＩＣ２０１に入力するデータストローブ信号、カウントクロックが異なっており、その他の信号は同じである。走査ストローブ信号の周期を長くすると、出力される走査選択信号の幅が長くなる。データストローブ信号は走査ストローブ信号と同じものである。カウントクロックはデータストローブ信号の１／２５６の周期であり、データ信号がオンになっている期間を２５６階調で制御することができる。走査ストローブ信号とデータストローブ信号の周期は、予め測定しておいたｔ２ｐとＹ値の関係を考慮して決定する。

【００９６】

こうすることで、画像データを変換する必要なく、走査電極ごとに異なるパルス幅を持つ電圧波形を印加することができ、リセット期間から選択期間までの時間の差による濃度ムラを抑えることができる。従って、画像変換テーブルなど画像データの変換を行うための構成が不要であり、駆動回路構成を簡単にすることができる。

【００９７】

（実験例７）

テストセルの液晶に図３１に示す波形（ａ），（ｂ）のパルス電圧を印加した。ここで、波形（ａ）は１ライン目の走査電極上の画素を構成する液晶に印加する信号を想定したもので、波形（ｂ）は１０００ライン目の走査電極上の画素を構成する液晶に印加する信号を想定したものである。波形（ａ），（ｂ）共にリセット信号はＶＦ＝５０Ｖ、ｔ１＝２００ｍｓである。波形（ａ）の選択信号はＶｐ＝９０Ｖ、Ｖｆ＝７０Ｖ、ｔ２（１）＝５ｍｓである。波形（ｂ）では１０００ライン目を想定したため、リセット信号を印加してから、１秒の待ち時間をおいて、選択信号Ｖｐ＝９０Ｖ、Ｖｆ＝７０Ｖ、ｔ２（１０００）＝６ｍｓを印加した。

【００９８】

図３１に示す波形（ａ），（ｂ）共に画像データ１２８を入力してちょうど中間の階調を表示するときの例である。パルス幅は１ライン目でｔ２＝５ｍｓなので、電圧Ｖｐの印加時間ｔ２ｐはその半分の２．５ｍｓである。１０００ライン目ではｔ２＝６ｍｓなので、ｔ２ｐはその半分の３ｍｓである。図３２に画像データを変化させたときのＹ値の変化を示す。１ライン目の測定結果を白丸で、１０００ライン目の測定結果を黒丸で示す。何も補正をしない場合の結果である図２６と比較すると、本実験例７の結果の方が同じ画像データを入力したときの１ライン目と１０００ライン目の違いが少ないことがわかる。これより、本第７実施形態の方法を用いれば、リセット期間から選択期間までの時間の差による濃度ムラを抑えることができる。

【００９９】

（第８実施形態）

次に、第８実施形態である駆動方法を説明する。本第８実施形態では、前記第６実施形態で述べたような各走査電極ごとの濃度ムラを補正するために、図３３に示す波形（ａ），（ｂ）を印加する。波形（ａ）は１ライン目の走査電極上の画素を構成する液晶に印加する電圧波形、波形（ｂ）はｍライン目の走査電極上の画素を構成する液晶に印加する電圧波形である。波形（ａ）において、リセット信号は電圧ＶＦ、パルス幅ｔ１で、選択信号はパルス幅ｔ２で、電圧Ｖｐの期間と電圧Ｖｆの期間からなり、それらの電圧の印加され

ている期間の割合が変化する。波形（ａ），（ｂ）では、リセット期間と走査期間の間に、液晶に電圧を印加しない休止期間ｔ７を設けている。

【０１００】

本発明の駆動対象となる液晶は、電圧をオフした直後は、まだ完全な安定状態にはなっていない。そのため、前記第１実施形態の駆動方法では、１ライン目よりもｍライン目の方が、選択信号を印加する直前の液晶の状態は、より完全なフォーカルコニック状態に近い。

【０１０１】

本第８実施形態では前記休止期間ｔ７を持つため、リセットパルス信号を印加した後、最初に選択パルス信号が印加される１ライン目でも、選択パルス信号の印加直前には液晶は完全なフォーカルコニック状態に近くなる。その結果、全てのラインにおいて、選択パルス信号の印加直前には液晶はフォーカルコニック状態で安定になり、同じ選択信号を印加すると同じ表示状態を選択することができる。そのため、前記した濃度ムラを低減することができる。

第１～第７実施形態に示す各実施形態においても、本第８実施形態と同様にリセット期間と走査期間との間に休止期間ｔ７を設けてもよい。

【０１０２】

（第９実施形態）

前記第４実施形態の駆動方法においては、１ライン目の走査電極上の画素を構成する液晶は書き込みがなされた後、最終ラインが書き込まれるまでの間、信号電極を通じてクロストーク電圧Ｖｃｔが印加される。しかし、最終ラインの走査電極上の画素を構成する液晶は、書き込みがなされた後はすぐに表示期間となり、表示状態が維持される。そのため、これらのクロストーク電圧Ｖｃｔの印加時間の違いにより走査電極ごとに表示状態に濃度ムラができてしまうことがある。

【０１０３】

本第９実施形態では前記濃度ムラをなくすために、最終ラインを書き込んだ後、各走査電極からクロストーク電圧Ｖｃｔと絶対値の等しいクロストーク補正電圧を印加する。各走査電極に印加する電圧波形を図３４に示す。波形（ａ）は１ライン目の走査電極上の画素を構成する液晶に印加する電圧波形、波形（ｂ）は２ライン目の走査電極上の画素を構成する液晶に印加する電圧波形、波形（ｃ）は３ライン目の走査電極上の画素を構成する液晶に印加する電圧波形、波形（ｄ）はｍライン目の走査電極上の画素を構成する液晶に印加する電圧波形を示している。図３４において、リセット信号は電圧ＶＦ、パルス幅ｔ１で、選択信号はパルス幅ｔ２で、電圧Ｖｐと電圧Ｖｆからなり、それらの電圧の印加されている期間の割合が変化する。クロストーク電圧Ｖｃｔは、Ｖｃｔ＝（Ｖｐ－Ｖｆ）／２で、正負両極性の電圧が、走査期間の間常に印加される。クロストーク補正電圧に関しては、１ライン目には走査電極からはクロストーク補正電圧を印加せず、２ライン目にはｔ２、３ライン目には２ｔ２、ｍライン目には（ｍ－１）ｔ２のパルス幅を持つクロストーク補正電圧を印加する。

【０１０４】

本第９実施形態のような電圧波形を印加することで、選択信号が印加された後、クロストーク電圧Ｖｃｔが印加されている時間が、全ての走査ライン上の画素を構成する液晶で等しくなり、前記した濃度ムラを抑えることができる。

【０１０５】

また、本第９実施形態では走査期間終了後に走査電極からクロストーク補正電圧を印加する場合に直流電圧を印加する例を示したが、ここは交流電圧にしてもよい。周期ｔ２／２で交流にする場合の例を図３５に示す。

【０１０６】

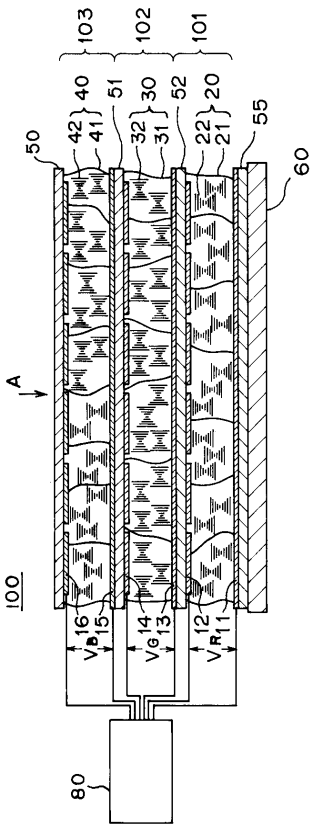
（第１０実施形態）

本第１０実施形態の駆動対象となる液晶表示素子はメモリー特性を持つため、変化した部分のみを書き換える部分書き換えが可能である。この部分書き換えを行うために必要な駆

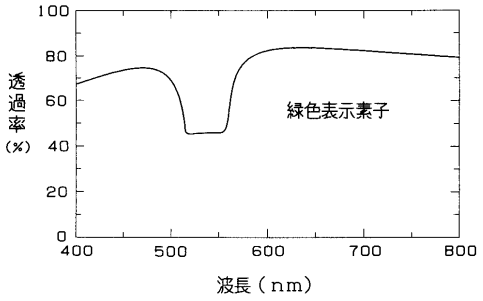
動回路を図３６に示す。
【０１０７】
まず、現在の画像データを画像メモリ１に記憶させる。また、新規に表示する画像データを画像メモリ２に記憶させる。ラインメモリ１には画像メモリ１から１走査電極あたりのデータを読み出し、記憶させる。また、ラインメモリ２にも同様に画像メモリ２からデータを読み出し、記憶させる。このラインメモリ１、２のデータを比較手段、ここではコンパレータ３０１で比較し、一致しないライン番号をアドレス記憶手段３０２に記憶させておく。このようにして現在の画像から変化する部分のみを走査電極単位で抽出しておき、書き換えの対象とする。
【０１０８】
走査信号コントローラ３０３とデータ信号コントローラ３０４は、このアドレス記憶手段３０２に記憶されたアドレスを参照して、該当する走査電極上の液晶のみを書き換えるようにコントロール信号を走査信号駆動部３０５、データ信号駆動部３０６に出力する。それにより走査信号駆動部３０５とデータ信号駆動部３０６は書き換え対象の液晶に対してのみリセット期間、走査期間、表示期間を持つ駆動を行う。このような駆動方法によれば、書き換えたい部分のみを書き換えることができ、全画面を書き換えるよりも速く表示することができる。
また、前述した各実施形態に本第１０実施形態の構成を適用することもできる。
【０１０９】
（他の実施形態）
なお、本発明に係る液晶表示素子の駆動方向は前記各実施形態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可能であることは勿論である。
特に、前記各実験例では緑色を選択反射するテストセルを用いているが、これに限られるものではなく、他の選択反射波長、例えば、赤色表示、青色表示に関しても同様の効果が得られる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明で用いられる液晶表示素子の一例を示す断面図。
【図２】本発明で用いられる緑色液晶表示層の分光透過率を示すグラフ。
【図３】反射率の高い液晶表示素子の一例を示す断面図。
【図４】単純マトリクス駆動回路を示すブロック図。
【図５】第１実施形態で用いる電圧波形を示すチャート図。
【図６】第１実施形態において選択信号に印加する電圧とＹ値との関係を示すグラフ。
【図７】実験例１で用いた電圧波形を示すチャート図。
【図８】実験例１のＹ値を示すグラフ。
【図９】実験例１のＹ値を示すグラフ。
【図１０】第２実施形態で用いる電圧波形を示すチャート図。
【図１１】実験例２で用いた電圧波形を示すチャート図。
【図１２】実験例２のＹ値を示すグラフ。
【図１３】第３実施形態で用いる電圧波形を示すチャート図。
【図１４】実験例３で用いた電圧波形を示すチャート図。
【図１５】実験例３のＹ値を示すグラフ。
【図１６】第４実施形態で用いる電圧波形を示すチャート図。
【図１７】実験例４で用いた電圧波形を示すチャート図。
【図１８】第５実施形態で用いる電圧波形を示すチャート図。
【図１９】実験例５で用いた電圧波形を示すチャート図。
【図２０】実験例５のＹ値を示すグラフ。
【図２１】第６実施形態で用いる駆動回路のブロック図。
【図２２】走査駆動ＩＣのブロック図。
【図２３】信号駆動ＩＣのブロック図。
【図２４】第６実施形態で用いる制御信号を示すチャート図。

【図２５】実験例６で用いた電圧波形を示すチャート図。
【図２６】実験例６のＹ値を示すグラフ。
【図２７】第７実施形態で用いる電圧波形を示すチャート図。
【図２８】第７実施形態で用いる駆動回路のブロック図。
【図２９】第７実施形態で用いる制御信号を示すチャート図。
【図３０】第７実施形態で用いる制御信号を示すチャート図。
【図３１】実験例７で用いた電圧波形を示すチャート図。
【図３２】実験例７のＹ値を示すグラフ。
【図３３】第８実施形態で用いる電圧波形を示すチャート図。
【図３４】第９実施形態で用いる電圧波形を示すチャート図。
【図３５】第９実施形態で用いる電圧波形の変形例を示すチャート図。
【図３６】第１０実施形態で用いる駆動回路のブロック図。
【図３７】液晶表示素子を駆動する三つの基本的なパルス電圧を示すチャート図。
【符号の説明】
１１，１２，１３，１４，１５，１６…透明電極
１００，１０７…液晶表示素子
１０１…赤色表示層
１０２…緑色表示層
１０３…青色表示層
Ｒ１～Ｒｍ…走査電極
Ｃ１～Ｃｎ…信号電極
２００…走査駆動ＩＣ
２０１…信号駆動ＩＣ
２０４…画像データ変換手段

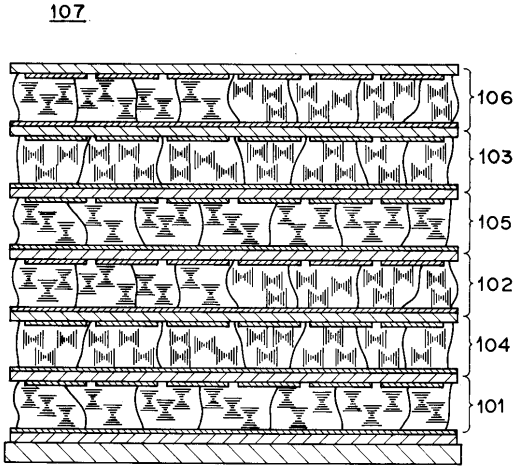
【図１】



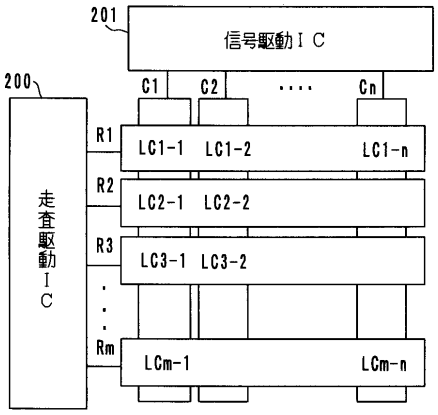

【図２】



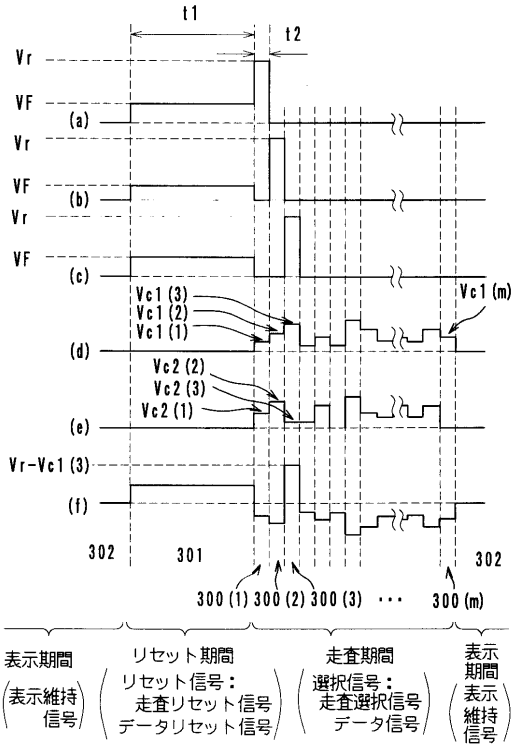

【図３】



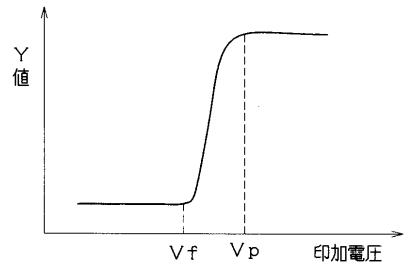
【図４】



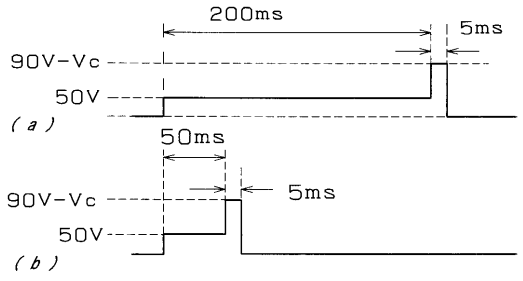

【図５】



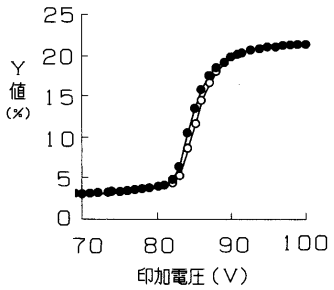

【図６】



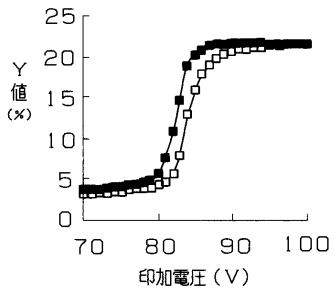

【図７】



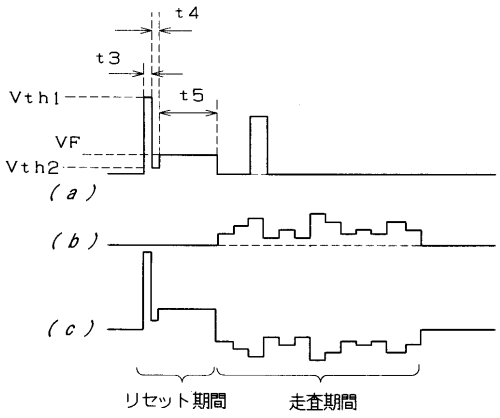

【図８】



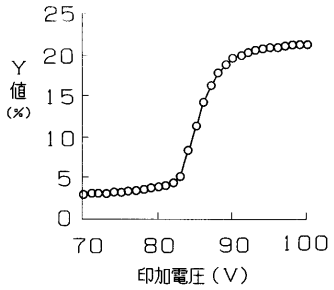

【図９】



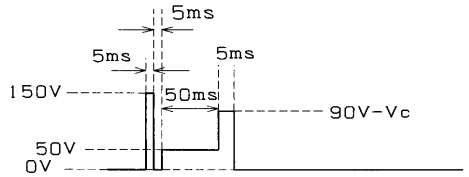
【図１０】



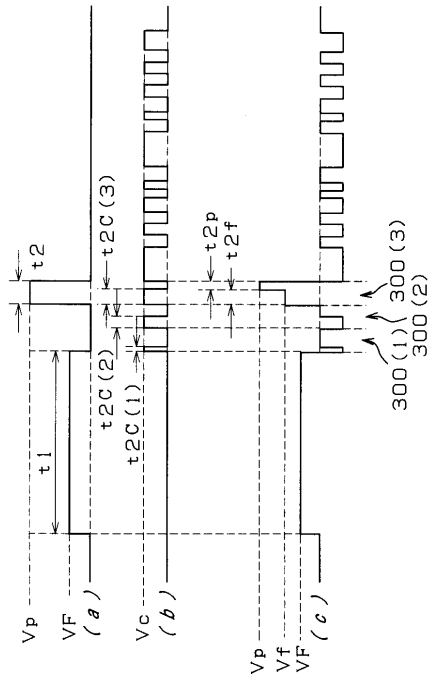

【図１２】



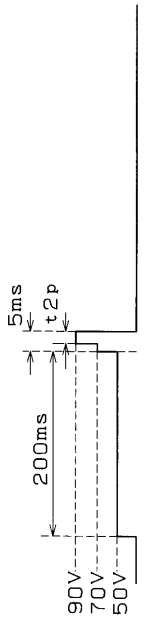

【図１１】



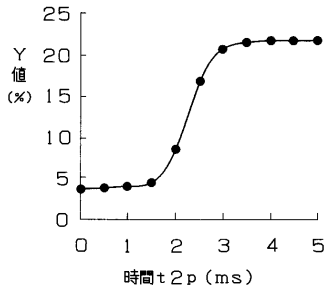

【図１３】



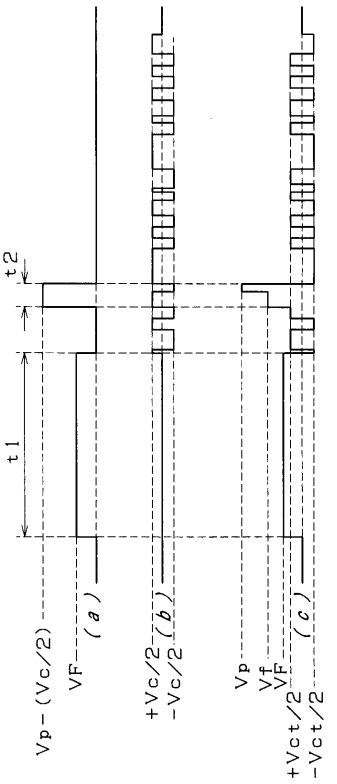

【図１４】



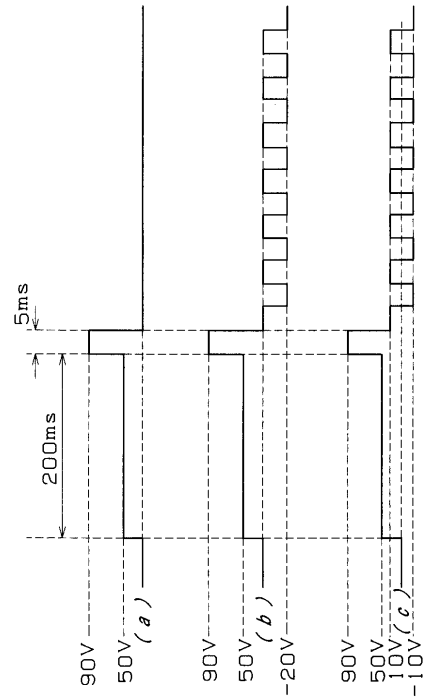
【図１５】



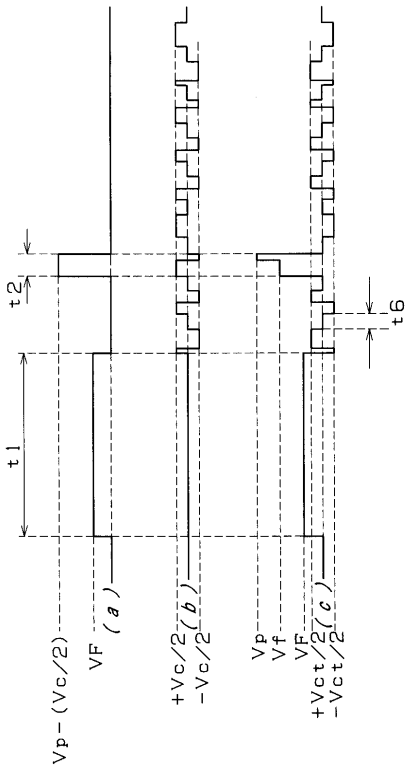

【図１６】



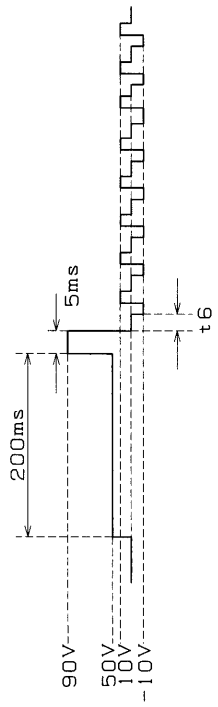

【図１７】



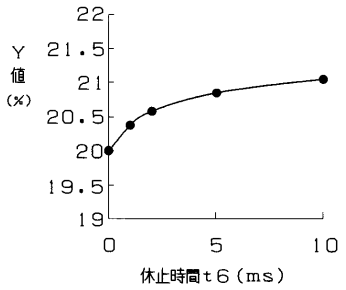

【図１８】



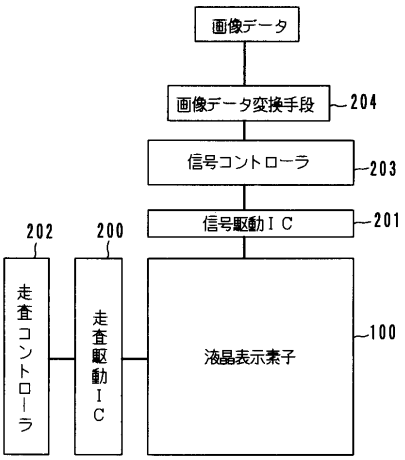
【図１９】



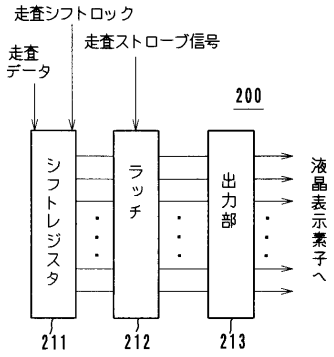

【図２０】



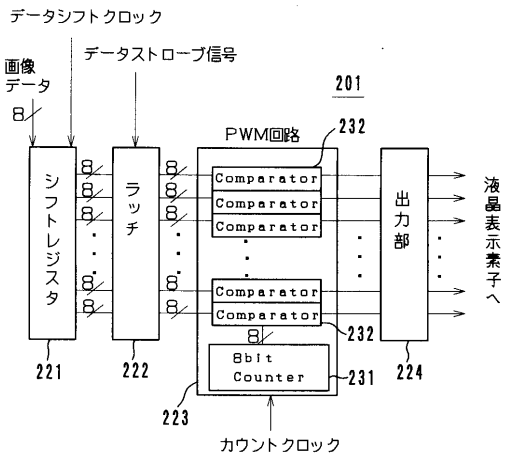

【図２１】



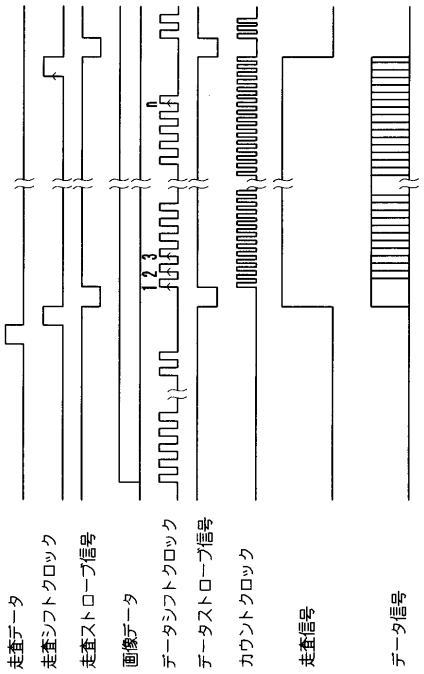

【図２２】



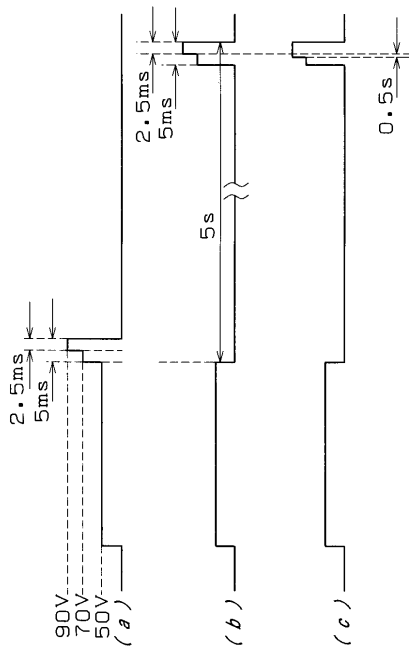

【図２３】



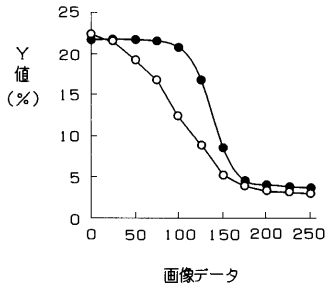

【図２４】



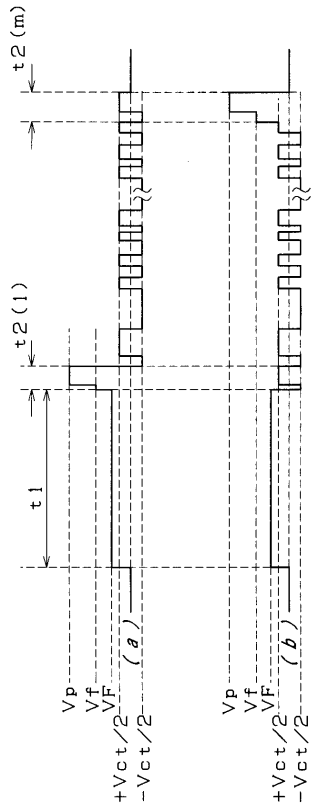
【図２５】



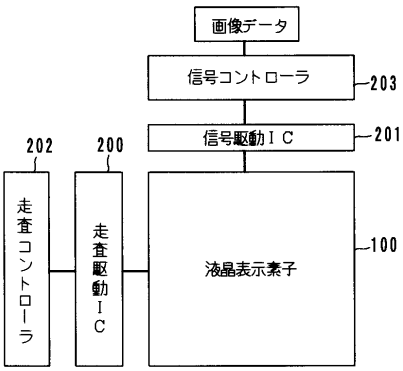

【図２６】



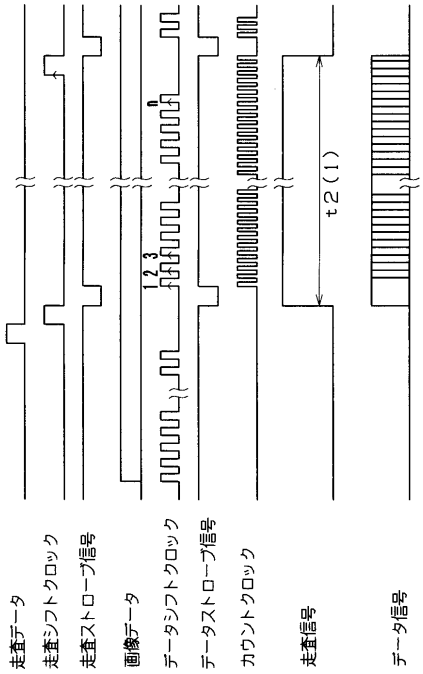

【図２７】



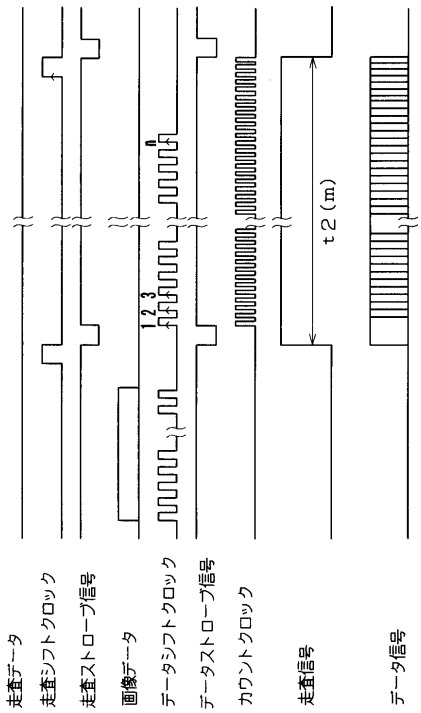

【図２８】



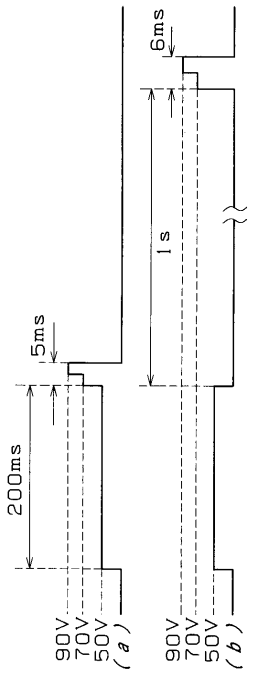
【図２９】



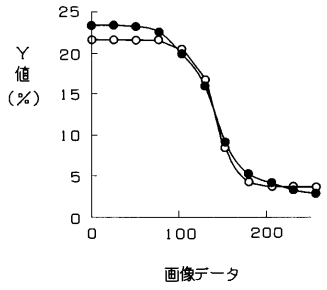

【図３０】



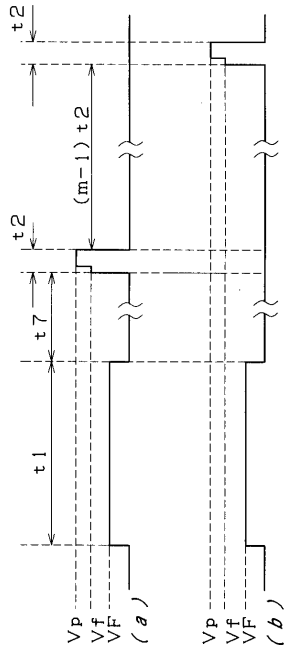

【図３１】



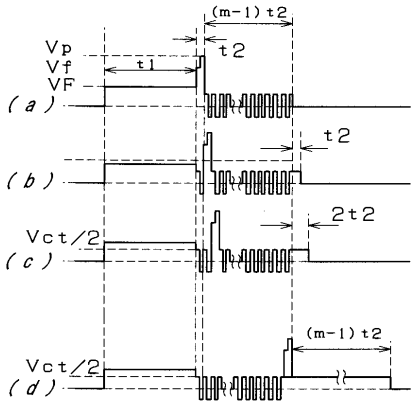

【図３２】



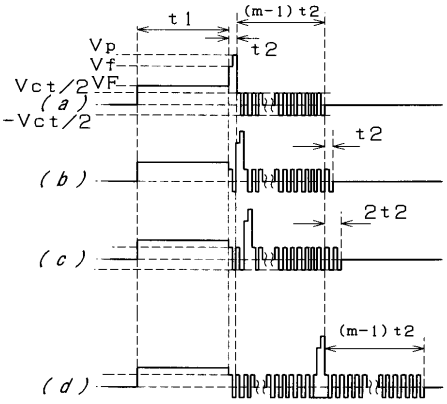
【図３３】



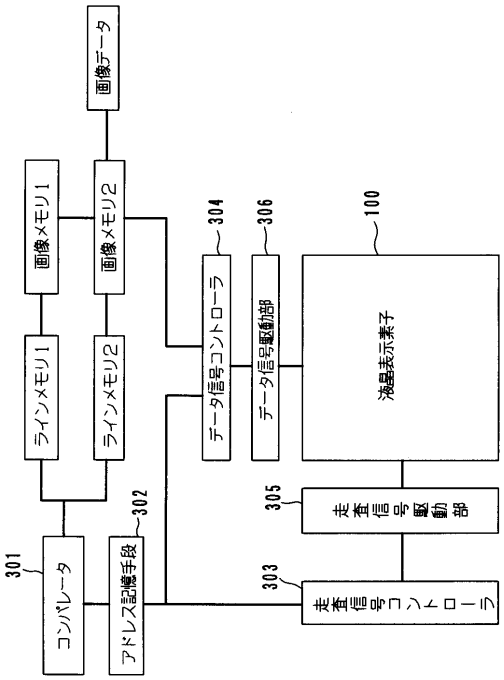

【図３４】



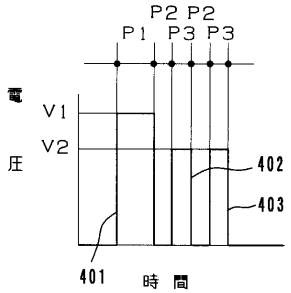

【図３５】




【図３６】




【図３７】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.[7], ＤＢ名)
G02F 1/133 560