(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3753440号

(P3753440)

(45)発行日　平成18年3月8日(2006.3.8)　(24)登録日　平成17年12月22日(2005.12.22)

(51)Int.Cl.			F I		
G09G	3/36	(2006.01)	G09G	3/36	
G02F	1/133	(2006.01)	G02F	1/133	545
G02F	1/1337	(2006.01)	G02F	1/133	560
			G02F	1/1337	

請求項の数 12　(全 26 頁)

(21)出願番号　特願平5-121996
(22)出願日　平成5年4月26日(1993.4.26)
(65)公開番号　特開平6-230751
(43)公開日　平成6年8月19日(1994.8.19)
審査請求日　平成12年4月26日(2000.4.26)
審判番号　不服2002-24368(P2002-24368/J1)
審判請求日　平成14年12月19日(2002.12.19)
(31)優先権主張番号　特願平4-114480
(32)優先日　平成4年5月7日(1992.5.7)
(33)優先権主張国　日本国(JP)
(31)優先権主張番号　特願平4-141442
(32)優先日　平成4年6月2日(1992.6.2)
(33)優先権主張国　日本国(JP)
(31)優先権主張番号　特願平4-189437
(32)優先日　平成4年7月16日(1992.7.16)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿２丁目４番１号
(74)代理人　100094536
弁理士　高橋　隆二
(74)代理人　100109243
弁理士　元井　成幸
(72)発明者　田中　孝昭
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内
(72)発明者　佐藤　譲
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】液晶表示装置及び液晶表示装置の駆動方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

一対の基板間にネマティック液晶が挟持され、前記液晶を挟んで走査電極および信号電極がマトリックス状に配置されてなる液晶表示装置において、

前記液晶は初期状態においてねじれ角φのねじれ構造を有し、

前記液晶にフレデリクス転移を生じさせるための第１の電圧パルスと、前記フレデリクス転移した状態から２つの準安定状態のいずれかに移行するための第２の電圧パルスと、を印加するための手段を有してなり、

前記第２の電圧パルスは、前記液晶におけるねじれ角が略φ－１８０°の第１の準安定状態、および、ねじれ角が略φ＋１８０°の第２の準安定状態のいずれか一方を選択する電圧パルスであり、

前記第１の準安定状態を選択する第２の電圧パルスは、第１の臨界値より大きくかつ第２の臨界値より小さくかつ前記第１の電圧パルスより小さい電圧であり、

前記第２の準安定状態を選択する第２の電圧パルスは、前記第１の臨界値、前記第２の臨界値および前記第１の電圧パルスより小さい電圧、または、前記第２の臨界値より大きくかつ前記第１の電圧パルスより小さい電圧、のいずれかであって、

１走査期間において、前記液晶に対して、前記第１の電圧パルスが印加された後に前記第２の電圧パルスを印加することにより、当該走査期間での前記液晶のオン状態またはオフ状態を選択してなる

ことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項２】
初期状態において液晶配向膜と接しているダイレクターベクトルが一対の透明電極基板の面となす角度が逆符号の関係にあることを特徴とする請求項１に記載の液晶表示装置。
【請求項３】
一対の透明電極基板には、それぞれ走査電極群、信号電極群が配置され、それらの群によって構成される画素が時分割駆動されることを特徴とする請求項１に記載の液晶表示装置。
【請求項４】
時分割駆動における選択期間を前記第１の電圧パルスが印加される期間及び前記第２の電圧パルスが印加される期間とし、非選択期間を前記２つの準安定状態のいずれかに選択された状態が維持される期間とすることを特徴とする請求項３に記載の液晶表示装置。
【請求項５】
時分割駆動における選択期間を前記第２の電圧パルスが印加される期間とし、非選択期間を前記２つの準安定状態のいずれかに選択された状態が維持される期間及び前記第１の電圧パルスが印加される期間とすることを特徴とする請求項３に記載の液晶表示装置。
【請求項６】
時分割駆動される前のすべての画素につき前記第１の電圧パルスが印加される期間及び前記第２の電圧パルスが印加される期間を設けたことを特徴とする請求項３に記載の液晶表示装置。
【請求項７】
走査電極を一周期走査した後、書換えの必要が生じた画素を含む走査電極のみ前記第１の電圧パルスが印加される期間及び前記第２の電圧パルスが印加される期間を設けて時分割駆動されることを特徴とする請求項３に記載の液晶表示装置。
【請求項８】
一対の基板間にネマティック液晶が挟持され、前記液晶を挟んで走査電極および信号電極がマトリクス状に配置されてなる液晶表示装置の駆動方法において、
前記液晶は初期状態においてねじれ角φのねじれ構造を有し、
前記液晶にフレデリクス転移を生じさせるための第１の電圧パルスを前記液晶に印加し、
前記第１の電圧を印加した後に、２つの準安定状態のうち、前記液晶におけるねじれ角が略φ－１８０°の第１の準安定状態、および、ねじれ角が略φ＋１８０°の第２の準安定状態のいずれか一方を選択する第２の電圧パルスを前記液晶に印加するものであって、
前記第１の準安定状態を選択する第２の電圧パルスとしては、第１の臨界値より大きくかつ第２の臨界値より小さくかつ前記第１の電圧パルスより小さい電圧を印加し、
前記第２の準安定状態を選択する第２の電圧パルスとしては、前記第１の臨界値、前記第２の臨界値および前記第１の電圧パルスより小さい電圧、または、前記第２の臨界値より大きくかつ前記第１の電圧パルスより小さい電圧、のいずれかを印加し、
１走査期間において、前記液晶に対して、前記第１の電圧パルスが印加された後に前記第２の電圧パルスを印加することにより、当該走査期間での前記液晶のオン状態またはオフ状態を選択する
ことを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。
【請求項９】
一対の透明電極基板には、それぞれ走査電極群、信号電極群が配置され、それらの群によって構成される画素が時分割駆動されることを特徴とする請求項８に記載の液晶表示装置の駆動方法。
【請求項１０】
時分割駆動における選択期間においてフレデリクス転移を生ぜしめ、かつ、いずれか一方の前記準安定状態を選択し、非選択期間において選択された前記準安定状態を維持することを特徴とする請求項８に記載の液晶表示装置の駆動方法。
【請求項１１】

時分割駆動における選択期間においていずれか一方の前記準安定状態を選択し、非選択期間において選択された前記準安定状態を維持し、かつ、フレデリクス転移を生ぜしめることを特徴とする請求項８に記載の液晶表示装置の駆動方法。

【請求項１２】

時分割駆動する前にすべての画素につきフレデリクス転移を生ぜしめ、かつ、いずれか一方の前記準安定状態を選択することを特徴とする請求項８に記載の液晶表示装置の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本発明は、カイラルネマティック液晶を用いた液晶表示装置に関するものであり、特に双安定性スイッチングを利用して単純マトリックス駆動される液晶表示装置およびその駆動方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】

現在、ＯＡ機器の表示装置等として実用化されている液晶表示装置は、ツイストネマティック（ＴＮ）型液晶またはスーパーツイストネマティック（ＳＴＮ）型液晶を用いている。例えば、M.Schadt and W.Helfrich : Appl. Phys. Lett. 18(1971)127あるいはT.J.Scheffer and J.Nehring : Appl. Phys. Lett. 45(1984)1021. に示されているこれらの表示方式はメモリー効果を持たないため、電圧平均化法による単純マトリクス駆動法または各画素にトランジスタ等のアクティブ素子を設けたアクティブマトリクス駆動法によって駆動される。

【０００３】

この他に、まだ実用化されていないが、いろいろな方式が研究されている。例えば、特開昭 59-219720号、特開昭 60-196728号には電圧平均化法の高速化技術等が開示されており、特公平 1-51818号、特公平 3-26368号、特開昭59-58420号には双安定性スイッチングを用いる方式が開示されている。

【０００４】

【発明が解決しようとうする課題】

しかし、上記の従来技術には次のような問題がある。

【０００５】

ツイストネマティック型液晶を電圧平均化法によって駆動する場合、走査線の本数をＮ本とすれば、オン状態を選択するための電圧V_{ON}とオフ状態を選択するための電圧V_{OFF}の比は次式で与えられる。

【０００６】

$$V_{ON}/V_{OFF} = ((N^{1/2}+1)/(N^{1/2}-1))^{1/2}$$

この式からわかるように、Ｎが大きくなるにしたがってV_{ON}/V_{OFF}は１に近づくため、コントラスト比は低下する。現在の液晶の電気光学特性や電圧波形の遅延等を考慮すれば、Ｎは約５００が限度である。したがって、より高精細な表示が要求されるワークステーション等の表示装置をこの方式によって実現することは不可能である。また、表示特性が視角に大きく依存し、さらにオンからオフへのスイッチング時間が長いという欠点も持っている。

【０００７】

前記の特開昭 60-196728号に開示されている技術は、上記のスイッチング時間を短くすることを目的としている。それによれば、下基板上のプレティルト角（基板上に設けられた液晶配向膜と接しているダイレクターベクトルと基板面とのなす角）をθ_1とし、上基板上のプレティルト角をθ_2とすれば、初期状態におけるθ_1とθ_2を互いに逆符号の関係にすることによって、オンからオフへのスイッチングを高速化している。そして、前記の特開昭 59-219720号に開示されている技術は、さらにカイラル物質を液晶材料に添加することによって、動作状態の安定化を図っている。しかし、これらの技術は双安定性を持っ

ておらず、電圧平均化法によって駆動されるため、やはり高精細な表示装置としては適していない。

【０００８】

双安定性あるいは複数の安定状態を有する動作モードに関しては、それらの状態間を適当な電圧波形で選択的にスイッチング出来る場合において走査線数の多い高精細表示に適する訳であるが、それぞれに特有の問題点を持っている。

【０００９】

例えば前記の特公平 1-51818号（USP4,239,345）に開示されている技術は双安定性を持っているため、アクティブ素子を用いなくても、いったん書き込んだ情報を長時間保持することができる。ところが、二つの安定な状態間のスイッチングは、基本的には印加電圧の急激な遮断と約１秒間にわたる緩慢な降下によって行われるため、単純マトリクス駆動には適さず、書き込み速度も非常に遅い。事実、特公平 1-51818号（USP4,239,345）にはスイッチング原理が記載されているのみであり、単純マトリクス駆動する方法は開示されていない。

【００１０】

前記の特開昭59-58420号に開示されている技術は、印加電圧を制御することによって書き込むか否かを選択できるが、表示を消去するためには液晶層を等方相まで加熱しなければならない。書き込むためには非常に高い電圧が必要である。

【００１１】

また、双安定性あるいは複数の安定性を有する動作モードでは、表示に使用する安定状態がエネルギー的に充分安定でない場合が多く、装置の電源が遮断された状態において液晶の配向状態は最もエネルギーの低い配向状態に移行する。特に、本発明が適用される様な初期状態と表示に用いる配向状態とが異なる場合においては、電源投入時に初期配向状態に対して書き込み走査を行うと、短時間ではあるが３つの配向状態が混在して表示品位を損なうという問題点を有している。

【００１２】

本発明は上記課題を解決するためのものであり、その目的とするところは、単純マトリックス駆動法によって駆動できる高品位な高精細液晶表示装置およびその駆動方法を提供するところにある。

【００１３】

【課題を解決するための手段】

本発明による液晶表示装置は、一対の基板間にネマティック液晶が挟持され、前記液晶を挟んで走査電極および信号電極がマトリックス状に配置されてなる液晶表示装置において、前記液晶は初期状態においてねじれ角φのねじれ構造を有し、前記液晶にフレデリクス転移を生じさせるための第１の電圧パルスと、前記フレデリクス転移した状態から２つの準安定状態のいずれかに移行するための第２の電圧パルスと、を印加するための手段を有してなり、前記第２の電圧パルスは、前記液晶におけるねじれ角が略φ－１８０°の第１の準安定状態、および、ねじれ角が略φ＋１８０°の第２の準安定状態のいずれか一方を選択する電圧パルスであり、前記第１の準安定状態を選択する第２の電圧パルスは、第１の臨界値より大きくかつ第２の臨界値より小さくかつ前記第１の電圧パルスより小さい電圧であり、前記第２の準安定状態を選択する第２の電圧パルスは、前記第１の臨界値、前記第２の臨界値および前記第１の電圧パルスより小さい電圧、または、前記第２の臨界値より大きくかつ前記第１の電圧パルスより小さい電圧、のいずれかであって、１走査期間において、前記液晶に対して、前記第１の電圧パルスが印加された後に前記第２の電圧パルスを印加することにより、当該走査期間での前記液晶のオン状態またはオフ状態を選択してなることを特徴とする。

また本発明による液晶表示装置の駆動方法は、一対の基板間にネマティック液晶が挟持され、前記液晶を挟んで走査電極および信号電極がマトリクス状に配置されてなる液晶表示装置の駆動方法において、前記液晶は初期状態においてねじれ角φのねじれ構造を有し、前記液晶にフレデリクス転移を生じさせるための第１の電圧パルスを前記液晶に印加し

、前記第１の電圧を印加した後に、２つの準安定状態のうち、前記液晶におけるねじれ角が略φ－１８０°の第１の準安定状態、および、ねじれ角が略φ＋１８０°の第２の準安定状態のいずれか一方を選択する第２の電圧パルスを前記液晶に印加するものであって、

前記第１の準安定状態を選択する第２の電圧パルスとしては、第１の臨界値より大きくかつ第２の臨界値より小さくかつ前記第１の電圧パルスより小さい電圧を印加し、前記第２の準安定状態を選択する第２の電圧パルスとしては、前記第１の臨界値、前記第２の臨界値および前記第１の電圧パルスより小さい電圧、または、前記第２の臨界値より大きくかつ前記第１の電圧パルスより小さい電圧、のいずれかを印加し、１走査期間において、前記液晶に対して、前記第１の電圧パルスが印加された後に前記第２の電圧パルスを印加することにより、当該走査期間での前記液晶のオン状態またはオフ状態を選択することを特徴とする。

【００１４】

一対の透明電極基板に施したラビング処理の方向が互いにφ$_r$ の角をなすとすれば、カイラルネマティック液晶のらせんピッチは、電圧を印加する前の初期状態におけるねじれ角が略φ$_r$ となるように、カイラル物質の添付によって調整されている。

前記初期状態において、基板上に設けられた液晶配向膜と接している液晶分子のダイレクターベクトルと基板面とのなす角度を一方をθ$_1$ 、他方をθ$_2$ とすれば、θ$_1$ とθ$_2$ とは図１に示すような互いに逆符号の関係にある。すなわち、カイラルネマティック液晶の初期状態のねじれ角が１８０°とすれば、上記の２つのダイレクターベクトルは互いに略平行となる。

【００１５】

カイラルネマティック液晶が緩和状態として初期状態とは異なる２つの準安定状態を持つとは、例えば初期状態がねじれ角１８０°のねじれ構造を有するとすれば、準安定状態として一方はねじれ角０°（ユニフォーム状態）、他方はねじれ角３６０°の構造を有することである。フレデリクス転移後にいずれの準安定状態へ緩和するかは、印加するパルス電圧の波形に依存し、準安定状態はいずれも自発的に初期状態へ緩和する性質を有する。

【００１６】

初期状態におけるねじれ角φは１８０°に限定されるものではなく、任意の角度に設定することができる。例えば、初期状態においてねじれ角φを９０°とした液晶表示素子においては、準安定状態はねじれ角－９０°、２７０°のねじれ構造を有し、それらの準安定状態間においてスイッチングが可能であることが実験上確認されている。

【００１７】

本発明は、マルチプレックス駆動を行う液晶表示装置に適用する場合、液晶にフレデリクス転移を生じさせる第１の期間に印加される電圧と、その後に２つの準安定状態のいずれか一方を選択するための第２の期間に印加される電圧と、それに続く第３の期間に印加される電圧とに区分し、それらはいずれも電圧パルスとするものである。第１の期間においてはフレデリクス転移を生じさせるに十分な絶対値の電圧パルスが印加され、その電圧パルスは第１の期間内において極性が変化してもよい。第２の期間に印加される電圧パルスは、２つのいずれかの準安定状態を生ずる臨界値を基準として選択し、その臨界値を越える電圧値の電圧パルスとその臨界値を越えない電圧パルスによって、任意の準安定状態を選択することができる。第１の期間で印加された電圧パルスに対して、第２の期間において、電圧パルスが絶対値零すなわち液晶の素子に電圧が印加されない場合は、一方の準安定状態が形成され、印加される電圧パルスの絶対値が零を越えて臨界値の値までであれば同様の状態となる。ところが、第２の期間において絶対値がその臨界値を越える電圧パルスを印加する場合は他方の準安定状態が形成されることを意味するものである。

【００１８】

フレデリクス転移を生じさせる第１の期間においては、初期状態と２つの準安定状態のいずれの閾値に対しても、それら以上の値を有する絶対値の電圧パルスが印加される。第２の期間は第１の期間の後に設けられた期間であって、液晶分子の配列を２つの準安定状態のいずれか一方の配列に選択するために電圧パルスを印加する期間である。その電圧パル

スは、第２の期間の直前すなわち第１の期間の最後に印加された電圧パルスの極性に対して逆極性、同極性又は絶対値零のいずれかの電圧パルスが選択される。

【００１９】

初期状態における液晶分子のねじれ角をφとした場合に、該初期状態にパルス電圧群を印加した後の緩和状態として生ずる２つの準安定状態におけるねじれ角がそれぞれ略（φ－１８０°）及び略（φ＋１８０°）であって、初期状態及び２つの準安定状態にフレデリクス転移を生じさせる電圧パルス群が印加される第１の期間を設けた直後に、該第１の期間の最後に印加されたパルスの極性に対して絶対値が臨界値を越えた逆極性の電圧パルスを印加することによってねじれ角が略（φ－１８０°）の配向状態を選択し、絶対値が臨界値を越えない同極性の電圧パルスもしくは絶対値が零の電圧パルスを印加することによってねじれ角が略（φ＋１８０°）の配向状態を選択することができる。

【００２０】

第３の期間は、第２の期間の直後に設けられるものである。第３の期間に印加される電圧パルスの絶対値は、２つの準安定状態の間に存在する閾値以下の値を有し、選択された準安定状態が維持される。

【００２１】

【作用】

フレデリクス転移とその後に選択される準安定状態の関係を説明する。図２９（Ａ）は、第１の期間T_1と、第２の期間T_2において印加される電圧パルスの波形の一例を示すものである。同図において、T_1において印加する電圧パルスの電圧をV_e、T_2において印加する電圧パルスの電圧をV_Wとする。同図（Ｂ）は、縦軸に$|V_e|$、横軸にV_Wとし、初期状態が１８０°ねじれ構造を有するカイラルネマティック液晶の準安定状態として、ねじれ角０°の準安定状態を示す領域をa_1、a_2で示し、ねじれ角３６０°の準安定状態を示す領域をb_1、b_2、b_3（斜線部分）とした場合の、それらの関係を示すものである。b_1、b_3の領域においても準安定状態が存在することに注意すべきである。V_0はフレデリクス転移を生ぜしめるに必要な電圧（リセット電圧）、V_{th1}、V_{th2}はいずれも上記a_1、a_2の状態とb_1～b_3の状態との臨界値を示す。同図（Ｂ）は、

$|V_e|>V_0$　かつ　$|V_{th1}|<|V_W|<|V_{th2}|$

の場合、a_1、a_2の準安定状態が選択され、

$|V_e|>V_0$　かつ　$|V_W|<|V_{th1}|$

又は、

$|V_e|>V_0$　かつ　$|V_W|>|V_{th2}|$

の場合、b_1～b_3の準安定状態が選択されることを示している。後記の実施例においては、一方の準安定状態として、実施例１～６はa_1の状態を、実施例７～１１はa_1及びa_2の状態をそれぞれ選択し、他方の準安定状態として実施例１～１０はb_2の状態を、実施例１１はb_3の状態をそれぞれ選択している。同図は臨界値が２つ存在する場合を説明するものであるが、臨界値が３つ以上存在する可能性は否定できない。

【００２２】

本発明においては、上記V_{th1}、V_{th2}のそれぞれの臨界値を基準として、第２の期間において印加する電圧パルスの電圧実効値を選択することによっていずれかの準安定状態を作り出すことができる。従って、一方では、上記の臨界値$|V_{th1}|$を基準に、a_1（a_2）とb_2の領域のいずれかを選択する場合が考えられる。他方では、$|V_{th2}|$を基準にa_1（a_2）とb_1（b_3）の領域のいずれかを選択する場合が考えられる。すなわち、第２の期間においては、２つの準安定状態を生ずる臨界値を基準に、臨界値よりも高い電圧を印加するか又は臨界値よりも低い電圧を印加することにより、準安定状態のいずれかを選択することが可能となる。

【００２３】

本願発明の液晶表示装置におけるスイッチング原理を説明する。前記USP4,239,345(D.W.Berreman)が開示した双安定液晶は、マトリクス駆動を行うものではないが、双安定状態につき、次のように説明されている。フレデリクス転移を生ぜしめるに充分大きな電圧を印

加すれば、液晶層の中央部（下基板面からの距離＝液晶層厚／２）の液晶分子は基板面に対してほぼ９０°の角度で立つ（この状態をリセット状態と呼ぶことにする。）。その後、約１秒かけて印加電圧を徐々に下げていけば、中央部の液晶分子は電圧を印加したときの配向変化のプロセスを逆にたどって基板と平行な状態へ緩和する。こうして得られた配向状態はユニフォーム状態である。一方、印加電圧を急激に遮断したときには、液晶の流れの効果で中央部の液晶分子は電圧を徐々に下げた場合とは逆の方向に動く。D.W.Berremanはこの現象をバックフローと呼んでいる。中央部の液晶分子はそのまま逆方向へ動いて行き、基板面の液晶分子とは逆方向に倒れるため、３６０°ツイスト状態に緩和する。このような原理で２つの双安定状態の選択がおこなわれるのであるが、ユニフォーム状態へ緩和させるためには電圧を約１秒かけて徐々に下げなければならないため、実用性は全く無かった。すなわち液晶表示装置としてマルチプレックス駆動を行って高速スイッチングするには理論的に不可能となる。

【００２４】

しかし、本願発明者の研究によって次のことが明らかになった。すなわち、リセット後に適当な電圧が印加されていれば、いったんバックフローが起こって３６０°ツイスト状態へ緩和しかけるのであるが、その後配向変化の向きが逆転して元のユニフォーム状態へ戻り始める。その電圧がある値よりも大きければそのままユニフォーム状態へ緩和するが、ある値よりも小さければ再び配向変化の向きが逆転して３６０°ツイスト状態へ緩和する。本願発明者はその値が臨界値として存在することを発見したものである。このことは、実験だけでなくシュミレーションによっても確かめられている。本願発明者がこの新たに見い出した現象を利用することによって、本発明に至った。

本発明による液晶電気光学素子は次のようにして動作する。リセット後に印加されるバイアス電圧にパルス電圧を重畳する。リセット後にバックフローが必ず起こるが、そのパルス電圧の波高値または持続時間がある一定の値以上ならば、配向変化の向きが逆転して元のプロセスをたどってユニフォーム状態へ緩和する。一方、そのパルス電圧の波高値または持続時間がその値以下ならば、上で述べた過程に従って３６０°ツイスト状態へ緩和する。このように、パルス電圧の大きさを調節することによってスイッチングすることができるため、非常に高速なスイッチングが可能となり、高精細ディスプレイ等に応用することができる。言うまでもなく、本発明による液晶電気光学素子と、D.W.Berremanが開示した液晶電気光学素子とは全く異なるものである。両者の違いは上で述べた動作原理に集約される。

【００２５】

本発明における分光特性を後記の実施例８に開示した液晶表示装置について説明する。図３０は、スイッチングとしてＯＮ状態を選択した場合の分光特性である。横軸は波長Ｗ、縦軸は透過率Ｔを示す。同図のＡで示されるプロットは、実施例に用いたセルギャップ１．８μｍの素子である。可視光の広い波長領域においてフラットな特性が得られ、良好な白色表示であることがわかる。同図（Ｂ）のプロットは比較の為にセルギャップを２０μｍとした場合の分光特性である。複数のピークを持つため、表示が着色していることがわかる。従って本発明実施例に用いた素子は表示色の純度という点で優位性を持つ。

【００２６】

次に本発明の表示素子における光透過率Ｔの視野角Ｉに対する依存性を図３１、３２に示す。図３１は基板法線から界面の液晶分子軸方向に視野を倒した時のＯＮ時の透過率（同図Ｃ）とＯＦＦ時の透過率（同図Ｄ）である。図３２は図３１の場合と垂直な方向に視野を変化した場合の同様なプロットである。液晶分子軸方向及びそれと垂直な方向においてＯＮ時の透過率の変動が小さく（同図Ｅ）、±５０°の範囲では表示の反転もない。同図のＦはＯＦＦ時の透過率を示す。本発明実施例では基板界面でのプレティルト角を約５°として上述の視野特性を得たが、比較の為に基板界面でのプレティルト角を４５°とした場合の特性を図３３、３４に示す。図中Ｇ、Ｉの各プロットはＯＮ時の、Ｈ、Ｊの各プロットはＯＦＦ時のものである。液晶分子軸方向においては基板法線から約３０°の方向でコントラスト比が１になる（図３３）。垂直方向においても約±４０°の位置で表示の反

転が起こる（図３４）。従って光透過率の視野角依存性という点からも本発明実施例に用いた表示素子の有効性が見られる。

【００２７】

【実施例】

以下、具体的な実施例により本発明の詳細を説明する。図１は液晶表示装置の断面である。符号１は液晶分子、２は配向膜、３は絶縁層、４は透明電極、５はガラス基板、６は平坦化層、７は偏光板、８は画素間遮光層、θ_1、θ_2、は界面における液晶分子のプレティルト角、９は界面における液晶分子１の長軸方向を示すダイレクターベクトルである。セルとしてはガラス基板５上にＩＴＯ透明電極パターン４を形成し、ポリイミド配向膜２を塗布、表面にラビング処理を施した基板を適当なスペーサを介して所望のギャップを保って対向配置した物を用いた。

【００２８】

（実施例１）

室温でネマティック相を呈する液晶組成物（ロディック社製、△ｎ～０．１）に光学活性添加剤（Ｅ．Ｍｅｒｃｋ社製：Ｓ８１１）を加えてヘリカルピッチｐ＝３．２μｍに調整した。セルにはポリイミド配向膜に上下基板で反平行方向（１８０度）のラビング処理を施してギャップｄ＝２．０μｍとした。上記液晶組成物を封入すると界面プレティルト角は上下基板近傍で逆符号をもって約４°となり、ｐ／４＜ｄ＜３ｐ／４であるため、液晶分子の配向は基板法線方向に螺旋軸を持つ１８０°ツイスト状態となった。同液晶表示素子の構造の概略は図１に示してある。以上のようにして得られた試料を略直交する２枚の偏光板間に挟持して電極に本発明の駆動電圧波形を印加し、その光学的特性を評価した。

【００２９】

本実施例の駆動電圧波形を図２に示す。同図中２０１は走査電極波形、２０２は信号電極波形、２０３は２０１と２０２の合成波形であり、２０４は液晶表示素子に２０３が印加された時の光学応答である。t_0 はＯＦＦ（仮に暗状態）、t_1 及びt_1 ’はＯＮ（仮に明状態）を選択したフレーム（１画面走査時間）を表わす。t_{01}及びt_{11}は選択期間、t_{02}、t_{03}及びt_{12}、t_{13}は非選択期間に対応する。非選択期間の最後にはt_{03}における±（V_1+V_2）、t_{13}及びt_{13}’における±V_1 の様に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルスを印加してフレデリクス転移を生じせしめる期間を設けてある。ＯＦＦ選択フレームt_0 では、選択期間t_{01}の直前に±（V_1+V_2）もしくは±V_1の電圧パルスが印加されてフレデリクス転移を生じた後、選択期間t_{01}において電圧絶対値が０のパルスが印加されて暗状態が選択される。非選択期間t_{02}では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、暗状態が維持される。ＯＮ選択フレームt_1 では選択期間t_{11}において直前に印加されたパルスとは逆極性のパルス（$-V_2$）が印加されて明状態（t_0 の場合とは異なった準安定状態）が選択される。非選択期間t_{12}では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、明状態が維持される。３０℃において、V_1＝３４．０ｖ、V_2＝１．７ｖ、パルス幅P_W＝７００μｓとして前述の素子を動作させたところ、明状態の光透過率は４４％（但し、２枚の偏光板の偏光軸を平行にして同光学系に配置した状態の透過率を１００％とする。以下同様。）、２状態間のコントラスト比は６５であった。

【００３０】

（実施例２）

実施例１の液晶表示装置において印加するの駆動電圧波形を図３に示す。同図中３０１は走査電極波形、３０２は信号電極波形、３０３は３０１と３０２の合成波形であり、３０４は液晶表示素子に３０３が印加された時の光学応答である。t_0 及びt_0 ’はＯＦＦ（仮に暗状態）、t_1 とt_1 ’はＯＮ（仮に明状態）を選択したフレーム（１画面走査時間）を表わす。t_0 とt_1 に関してt_{01}及びt_{11}は選択期間、t_{02}、t_{03}及びt_{12}、t_{13}は非選択期間に対応する。非選択期間の最後にはt_{03}におけるV_1-V_2、t_{13}における$-V_1+V_2$ の様に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルスを印加してフレデリクス転移を生じせしめる期間を設けてある。ＯＦＦ選択フレームt_0 では、選択期間t_{01}の直前に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルス（図３では$-V_1$）が印加されてフレデリクス転移を生

じた後、選択期間t_{01}において電圧絶対値が０のパルスが印加されて暗状態が選択される。非選択期間t_{02}では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、暗状態が維持される。ＯＮ選択フレームｔ$_1$では選択期間t_{11}において直前に印加されたパルスとは逆極性のパルス（$-V_2$）が印加されて明状態が選択される。非選択期間t_{12}では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、明状態が維持される。３０℃において、V_1＝３６．０ｖ、V_2＝１．８ｖ、パルス幅P_W＝１．０ｍｓとして実施例１と同じ素子を動作させたところ、明状態の光透過率は４４％、２状態間のコントラスト比は６８であった。また、本実施例では時間的に隣接する２フレームで印加波形の極性を反転して素子に過剰な直流成分が印加されるのを防いでいる。

【００３１】

（実施例３）

室温でネマティック相を呈する液晶組成物（Ｅ．Ｍｅｒｃｋ社製：ＺＬＩ－１５５７）に光学活性添加剤（Ｅ．Ｍｅｒｃｋ社製：Ｓ８１１）を加えてヘリカルピッチｐ＝３．５μｍに調整した。セルにはＩＴＯによる走査電極群と信号電極群をマトリクス状に配置した上にポリイミド配向膜を設け、上下基板で反平行方向（１８０度）のラビング処理を施してギャップｄ＝１．８μｍとした。上記液晶組成物を封入すると界面プレティルト角は上下基板近傍で逆符号をもって約４°となり、ｐ／４＜ｄ＜３ｐ／４であるため、液晶分子の配向は基板法線方向に螺旋軸を持つ１８０°ツイスト状態となった。同液晶表示素子の構造の概略は図１に示してある。本構成の素子は印加される駆動電圧波形に応じて略０°ツイスト（ユニフォーム）状態と略３６０°ツイスト状態の２つの準安定状態を生ずる。このようにして得られた液晶パネルを２枚の偏光板間に挟持し、概ね図４に示す回路構成をもって液晶表示装置と成し、本発明の効果を確認した。同図において、符号１１は液晶パネル、１２は照明手段としてのバックライト、１３は液晶パネル１１の走査電極群に電圧を印加するための駆動回路（シフトレジスタ／論理回路）、１４は信号電極群に電圧を印加するための駆動回路（シフトレジスタ／ラッチ／論理回路）、１５は基準信号発生回路、１６は線順次走査回路（ＲＯＭ／コントローラ）である。

【００３２】

本実施例における駆動電圧波形を図５に示す。同図中２０１は走査電極波形、２０２は信号電極波形、２０３は２０１と２０２の合成波形である。t_0及びt_1はそれぞれ３６０°ツイスト状態（仮にＯＦＦ）とユニフォーム状態（仮にＯＮ）を選択したフレーム（１画面走査時間）を表わす。t_{01}及びt_{11}は選択期間、t_{02}、t_{03}及びt_{12}、t_{13}は非選択期間に対応する。非選択期間の最後にはt_{03}における±（V_1-V_3）、t_{13}における±（V_1+V_3）の様に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルスを印加してフレデリクス転移を生じせしめる期間を設けてある。ＯＦＦ選択フレームｔ$_0$では、選択期間t_{01}には直前に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルス（図示せず）が印加されてフレデリクス転移を生じた後、選択期間t_{01}において同極性で電圧絶対値が$|V_3-V_2|$のパルスが印加されてＯＦＦ状態が選択される。非選択期間t_{02}では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、同状態が維持される。ＯＮ選択フレームｔ$_1$では選択期間t_{11}において直前に印加されたパルスとは逆極性のパルス（$-V_2-V_3$）が印加されてＯＮ状態が選択される。非選択期間t_{12}では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、同状態が維持される。３０℃において、V_1＝３０．０ｖ、V_2＝１．０ｖ、V_3＝１．５ｖ、パルス幅P_W＝２５０μｓ、デューティー比１／４００（$t_{01}=t_{11}$＝５００μｓ、$t_0=t_1$＝４００×５００μｓ）として前述の素子を選択的にスイッチングする事が出来た。

【００３３】

（実施例４）

実施例３の液晶表示装置において、印加する他の駆動電圧波形を図６に示す。同図中３０１は走査電極波形、３０２は信号電極波形、３０３は３０１と３０２の合成波形である。t_0及びt_1はそれぞれ３６０°ツイスト状態（仮にＯＦＦ）とユニフォーム状態（仮にＯＮ）を選択したフレーム（１画面走査時間）を表わす。t_{01}及びt_{11}は選択期間、t_{02}

、t_{03}及びt_{12}、t_{13}は非選択期間に対応する。非選択期間の最後にはt_{03}における±（V_1 －V_2 ）、t_{13}における±（V_1 ±V_2 ）の様に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルスを印加してフレデリクス転移を生じせしめる期間を設けてある。ＯＦＦ選択フレームt_0では、選択期間t_{01}には直前に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルス（図示せず）が印加されてフレデリクス転移を生じた後、選択期間t_{01}において同極性で電圧絶対値が０のパルスが印加されてＯＦＦ状態が選択される。非選択期間t_{02}では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、同状態が維持される。ＯＮ選択フレームt_1では選択期間t_{11}において直前に印加されたパルスとは逆極性のパルス（－V_2 ）が印加されてＯＮ状態が選択される。非選択期間t_{12}では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、同状態が維持される。本実施例の駆動電圧波形は前記実施例３においてV_2 ＝V_3 としたものに等しい。３０℃において、V_1 ＝３０．０ｖ、V_2 ＝１．０ｖ、V_3 ＝１．０ｖ、パルス幅P_W ＝２５０μｓ、デューティー比１／４００（t_{01}＝t_{11}＝５００μｓ、t_0 ＝t_1 ＝４００×５００μｓ）として前述の素子を選択的にスイッチングする事が出来た。３６０°ツイスト状態を暗状態、ユニフォーム状態を明（光透過）状態とする偏光板配置で動作したときの駆動電圧波形と対応する光学応答を図７に示す。同図中F_1 とF_4 はＯＦＦ選択フレーム、F_2 とF_3 はＯＮ選択フレームを表わし、T_1 、T_2 、T_3 及びT_4 は各々選択期間である。この光学配置で明状態の光透過率は７２％、２状態間のコントラスト比は６８であった。

【００３４】

図８は実施例３及び本実施例の駆動電圧波形を複数の電極で構成されるマトリクスに適用して線順次走査を行うにあたっての、隣接する任意の走査電極に印加される波形のタイミングの一例である。

【００３５】

（実施例５）

実施例３の液晶表示装置において、印加する他の駆動電圧波形を図９に示す。同図中６０１は走査電極波形、６０２は信号電極波形、６０３は６０１と６０２の合成波形である。t_0 及びt_1 はそれぞれユニフォーム状態（仮にＯＮ）と３６０°ツイスト状態（仮にＯＦＦ）を選択したフレーム（１画面走査時間）を表わす。t_{01}及びt_{11}は選択期間、t_{02}、t_{03}及びt_{12}、t_{13}は非選択期間に対応する。非選択期間の最後にはt_{03}における±（V_1 ＋V_3 ）、t_{13}における±（V_1 －V_3 ）の様に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルスを印加してフレデリクス転移を生じせしめる期間を設けてある。ＯＮ選択フレームt_0では、選択期間t_{01}には直前に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルス（図示せず）が印加されてフレデリクス転移を生じた後、選択期間t_{01}において逆極性で電圧絶対値が｜V_3 ＋V_2 ｜のパルスが印加されてＯＮ状態が選択される。非選択期間t_{02}では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、同状態が維持される。ＯＦＦ選択フレームt_1では選択期間t_{11}において直前に印加されたパルスと同極性のパルス（－V_3 ＋V_2 ）が印加されてＯＦＦ状態が選択される。非選択期間t_{12}では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、同状態が維持される。３０℃において、V_1 ＝３０．０ｖ、V_2 ＝１．０ｖ、V_3 ＝１．５ｖ、パルス幅P_W ＝４００μｓ、デューティー比１／４００（t_{01}＝t_{11}＝４００μｓ、t_0 ＝t_1 ＝４００×４００μｓ）として前述の素子を選択的にスイッチングする事が出来た。また、本実施例では時間的に隣接する２フレームで印加波形の極性を反転して素子に過剰な直流成分が印加されるのを防いでいる。

【００３６】

（実施例６）

実施例３の液晶表示装置において、印加する他の駆動電圧波形を図１０に示す。同図中７０１は走査電極波形、７０２は信号電極波形、７０３は７０１と７０２の合成波形である。t_0 及びt_1 はそれぞれユニフォーム状態（仮にＯＮ）と３６０°ツイスト状態（仮にＯＦＦ）を選択したフレーム（１画面走査時間）を表わす。t_{01}及びt_{11}は選択期間、t_{02}、t_{03}及びt_{12}、t_{13}は非選択期間に対応する。非選択期間の最後にはt_{03}における±（V_1 ＋V_2 ）、t_{13}における±（V_1 －V_2 ）の様に絶対値が素子の閾値以上の電圧パ

ルスを印加してフレデリクス転移を生じせしめる期間を設けてある。ＯＮ選択フレームｔ$_0$では、選択期間ｔ$_{01}$には直前に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルス（図示せず）が印加されてフレデリクス転移を生じた後、選択期間ｔ$_{01}$において直前に印加されたパルスとは逆極性の電圧パルス（－２Ｖ$_2$）が印加されてＯＮ状態が選択される。非選択期間ｔ$_{02}$では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、同状態が維持される。ＯＦＦ選択フレームｔ$_1$では選択期間ｔ$_{11}$において電圧絶対値が０のパルスが印加されてＯＮ状態が選択される。非選択期間ｔ$_{12}$では電圧絶対値が素子の閾値以下のパルスが印加される為、同状態が維持される。本実施例の駆動電圧波形は前記実施例５においてＶ$_2$＝Ｖ$_3$としたものに等しい。３０℃において、Ｖ$_1$＝３０．０ｖ、Ｖ$_2$＝１．０ｖ、パルス幅Ｐ$_W$＝４００μｓ、デューティー比１／４００（ｔ$_{01}$＝ｔ$_{11}$＝４００μｓ、ｔ$_0$＝ｔ$_1$＝４００×４００μｓ）として前述の素子を選択的にスイッチングする事が出来た。３６０°ツイスト状態を暗状態、ユニフォーム状態を明（光透過）状態とする偏光板配置で動作したときの駆動電圧波形と対応する光学応答を図１１に示す。同図中Ｆ$_1$とＦ$_4$はＯＦＦ選択フレーム、Ｆ$_2$とＦ$_3$はＯＮ選択フレームを表わし、Ｔ$_1$、Ｔ$_2$、Ｔ$_3$及びＴ$_4$は各々選択期間である。この光学配置で明状態の光透過率は７５％、２状態間のコントラスト比は６６であった。　図１２は実施例５及び本実施例の駆動電圧波形を複数の電極で構成されるマトリクスに適用して線順次走査を行うにあたっての、隣接する任意の走査電極に印加される波形のタイミングの一例である。また、本実施例では実施例５の場合と同様に時間的に隣接する２フレームで印加波形の極性を反転して素子に過剰な直流成分が印加されるのを防いでいる。

【００３７】

（実施例７）

室温でネマティック相を呈する液晶組成物（Ｅ．Ｍｅｒｃｋ社製：ＺＬＩ－１５５７）に光学活性添加剤（Ｅ．Ｍｅｒｃｋ社製：Ｓ８１１）を加えてヘリカルピッチｐ＝３．５μｍに調整した。セルにはＩＴＯによる走査電極群と信号電極群をマトリクス状に配置した上にポリイミド配向膜を設け、上下基板で反平行方向（１８０度）のラビング処理を施してギャップｄ＝１．８μｍとした。上記液晶組成物を封入すると界面プレティルト角は上下基板近傍で逆符号をもって約５°となり、ｐ／４＜ｄ＜３ｐ／４であるため、液晶分子の配向は基板法線方向に螺旋軸を持つ１８０°ツイスト状態となった。同液晶表示素子の構造の概略は図１に示してある。本構成の素子は印加される駆動電圧波形に応じて略０°ツイスト（ユニフォーム）状態と略３６０°ツイスト状態の２つの準安定状態を生ずる。このようにして得られた液晶パネルを２枚の偏光板間に挟持し、概ね図４に示す回路構成をもって液晶表示装置と成し、本発明の効果を確認した。以下の説明においては、初期状態（１８０°ツイスト）、略０°ツイスト（ユニフォーム）状態および略３６０°ツイスト状態にフレデリクス転移を生ずるための閾値電圧をそれぞれＶ$_{th}$（１８０）、Ｖ$_{th}$（０）およびＶ$_{th}$（３６０）で表わし、これらを一括して単にＶ$_{th}$と記述する。また、フレデリクス転移を生じた直後に印加される電圧パルス群の実効値の大小によって２つの準安定状態のいずれか一方を選択する際の電圧臨界値をＶ$_c$と表わす。

【００３８】

本実施例の駆動電圧波形を図１３に示す。同図中２０１は走査電極波形、２０２は信号電極波形、２０３は２０１と２０２の合成波形である。ｔ$_0$及びｔ$_1$はそれぞれ３６０°ツイスト状態（仮にＯＦＦ）とユニフォーム状態（仮にＯＮ）を選択したフレーム（１画面走査時間）を表わす。ｔ$_{01}$及びｔ$_{11}$は選択期間、ｔ$_{02}$、ｔ$_{03}$及びｔ$_{12}$、ｔ$_{13}$は非選択期間に対応する。非選択期間の最後にはｔ$_{03}$における±（Ｖ$_1$＋Ｖ$_3$）、ｔ$_{13}$における±（Ｖ$_1$－Ｖ$_3$）の様に絶対値がＶ$_{th}$以上の電圧パルスを印加してフレデリクス転移を生じせしめる期間を設けてある。ＯＦＦ選択フレームｔ$_0$では、選択期間ｔ$_{01}$には直前に絶対値がＶ$_{th}$以上の電圧パルス（図示せず）が印加されてフレデリクス転移を生じた後、選択期間ｔ$_{01}$において電圧絶対値がＶ$_c$以下のパルス±（Ｖ$_2$－Ｖ$_3$）が印加されてＯＦＦ状態が選択される。非選択期間ｔ$_{02}$では電圧絶対値がＶ$_{th}$（０）およびＶ$_{th}$（３６０）以下のパルス±Ｖ$_3$が印加される為、同状態が維持される。ＯＮ選択フレームｔ$_1$では選択期間ｔ

t_{11}において絶対値がV_c以上のパルス±（V_2－V_3）が印加されてＯＮ状態が選択される。非選択期間t_{12}では電圧絶対値がV_{th}（０）およびV_{th}（３６０）以下のパルス±V_3が印加される為、同状態が維持される。３０℃において、V_1＝３０．０ｖ、V_2＝１．５ｖ、V_3＝１．０ｖ、パルス幅P_W＝２５０μｓ、デューティー比１／４００（t_{01}＝t_{11}＝５００μｓ、t_0＝t_1＝４００×５００μｓ）として前述の素子を選択的にスイッチングする事が出来た。

【００３９】

（実施例８）

実施例７の液晶表示装置において、印加する他の駆動電圧波形を図１４に示す。同図中３０１は走査電極波形、３０２は信号電極波形、３０３は３０１と３０２の合成波形である。t_0及びt_1はそれぞれ３６０°ツイスト状態（仮にＯＦＦ）とユニフォーム状態（仮にＯＮ）を選択したフレーム（１画面走査時間）を表わす。t_{01}及びt_{11}は選択期間、t_{02}、t_{03}及びt_{12}、t_{13}は非選択期間に対応する。非選択期間の最後にはt_{03}およびt_{13}における±（V_1 ±V_2）の様に絶対値がV_{th}以上の電圧パルスを印加してフレデリクス転移を生じせしめる期間を設けてある。ＯＦＦ選択フレームt_0では、選択期間t_{01}には直前に絶対値がV_{th}以上の電圧パルス（図示せず）が印加されてフレデリクス転移を生じた後、選択期間t_{01}において電圧絶対値が０（≦V_c）のパルスが印加されてＯＦＦ状態が選択される。非選択期間t_{02}では電圧絶対値がV_{th}（０）およびV_{th}（３６０）以下のパルス±V_2が印加される為、同状態が維持される。ＯＮ選択フレームt_1では選択期間t_{11}において絶対値がV_c以上のパルス±２V_2が印加されてＯＮ状態が選択される。非選択期間t_{12}では電圧絶対値がV_{th}（０）およびV_{th}（３６０）以下のパルス±V_2が印加される為、同状態が維持される。本実施例の駆動電圧波形は前記実施例７においてV_2＝V_3としたものに等しい。３０℃において、V_1＝３０．０ｖ、V_2＝１．０ｖ、パルス幅P_W＝２５０μｓ、デューティー比１／４００（t_{01}＝t_{11}＝５００μｓ、t_0＝t_1＝４００×５００μｓ）として前述の素子を選択的にスイッチングする事が出来た。３６０°ツイスト状態を暗状態、ユニフォーム状態を明（光透過）状態とする偏光板配置で動作したときの駆動電圧波形と対応する光学応答を図１５に示す。同図中F_1とF_4はＯＦＦ選択フレーム、F_2とF_3はＯＮ選択フレームを表わし、T_1、T_2、T_3及びT_4は各々選択期間である。この光学配置で明状態の光透過率は７２％、２状態間のコントラスト比は８８であった。

【００４０】

図８は実施例７及び本実施例の駆動電圧波形を複数の電極で構成されるマトリクスに適用して線順次走査を行うにあたっての、隣接する任意の走査電極に印加される波形のタイミングの一例である。

【００４１】

（実施例９）

実施例７の液晶表示装置において、印加する他の駆動電圧波形を図１６に示す。同図中６０１は走査電極波形、６０２は信号電極波形、６０３は６０１と６０２の合成波形である。t_0及びt_1はそれぞれユニフォーム状態（仮にＯＮ）と３６０°ツイスト状態（仮にＯＦＦ）を選択したフレーム（１画面走査時間）を表わす。t_{01}及びt_{11}は選択期間、t_{02}、t_{03}及びt_{12}、t_{13}は非選択期間に対応する。非選択期間の最後にはt_{03}における±V_1、t_{13}における±（V_1－V_2）の様に絶対値が素子の閾値以上の電圧パルスを印加してフレデリクス転移を生じせしめる期間を設けてある。ＯＮ選択フレームt_0では、選択期間t_{01}には直前に絶対値がV_{th}以上の電圧パルス（図示せず）が印加されてフレデリクス転移を生じた後、選択期間t_{01}において電圧絶対値がV_c以上のパルス±V_2が印加されてＯＮ状態が選択される。非選択期間t_{02}では電圧絶対値がV_{th}（０）およびV_{th}（３６０）以下のパルス±V_2または０が印加される為、同状態が維持される。ＯＦＦ選択フレームt_1では選択期間t_{11}において絶対値が０（≦V_c）のパルスが印加されてＯＦＦ状態が選択される。非選択期間t_{12}では電圧絶対値がV_{th}（０）およびV_{th}（３６０）以下のパルス±V_2または０が印加される為、同状態が維持される。３０℃において、V_1

＝３０．０ｖ、V_2＝２．０ｖ、パルス幅P_W＝２００μｓ、デューティー比１／４００（$t_{01}=t_{11}$＝４００μｓ、$t_0=t_1$＝４００×４００μｓ）として前述の素子を選択的にスイッチングする事が出来た。

【００４２】

（実施例１０）

実施例７の液晶表示装置において、印加する他の駆動電圧波形を図１７に示す。同図中７０１は走査電極波形、７０２は信号電極波形、７０３は７０１と７０２の合成波形である。t_0及びt_1はそれぞれユニフォーム状態（仮にＯＮ）と３６０°ツイスト状態（仮にＯＦＦ）を選択したフレーム（１画面走査時間）を表わす。t_{01}及びt_{11}は選択期間、t_{02}、t_{03}及びt_{12}、t_{13}は非選択期間に対応する。非選択期間の最後にはt_{03}における±（V_1-V_2）、t_{13}における±（V_1-V_3）の様に絶対値がV_{th}以上の電圧パルスを印加してフレデリクス転移を生じせしめる期間を設けてある。ＯＮ選択フレームｔ$_0$では、選択期間t_{01}には直前に絶対値がV_{th}以上の電圧パルス（図示せず）が印加されてフレデリクス転移を生じた後、選択期間t_{01}において絶対値がV_c以上の電圧パルス±V_2が印加されてＯＮ状態が選択される。非選択期間t_{02}では電圧絶対値がV_{th}（０）およびV_{th}（３６０）以下のパルス±V_2または±V_3が印加される為、同状態が維持される。ＯＦＦ選択フレームｔ$_1$では選択期間t_{11}において電圧絶対値がV_c以下のパルスが印加されてＯＦＦ状態が選択される。非選択期間t_{12}では電圧絶対値がV_{th}（０）およびV_{th}（３６０）以下のパルス±V_2または±V_3が印加される為、同状態が維持される。３０℃において、V_1＝３０．０ｖ、V_2＝２．０ｖ、V_3＝０．５ｖ、パルス幅P_W＝２００μｓ、デューティー比１／４００（$t_{01}=t_{11}$＝４００μｓ、$t_0=t_1$＝４００×４００μｓ）として前述の素子を選択的にスイッチングする事が出来た。３６０°ツイスト状態を暗状態、ユニフォーム状態を明（光透過）状態とする偏光板配置で動作したときの駆動電圧波形と対応する光学応答を図１８に示す。同図中F_1とF_4はＯＦＦ選択フレーム、F_2とF_3はＯＮ選択フレームを表わし、T_1、T_2、T_3及びT_4は各々選択期間である。この光学配置で明状態の光透過率は７５％、２状態間のコントラスト比は６６であった。

【００４３】

図１９は実施例９及び本実施例の駆動電圧波形を複数の電極で構成されるマトリクスに適用して線順次走査を行うにあたっての、隣接する任意の走査電極に印加される波形のタイミングの一例である。

【００４４】

（実施例１１）

フレデリクス転移を生じた直後に印加される電圧パルス群の実効値V_rの大小によって２つの準安定状態のいずれか一方を選択する際の電圧臨界値をV_{c1}及びV_{c2}とすれば、

$0 \leqq V_r < V_{c1}$　ならば　略３６０°ツイスト状態、

$V_{c1} \leqq V_r < V_{c2}$　ならば　略０°ツイスト（ユニフォーム）状態、

$V_{c2} \leqq V_r$　ならば　略３６０°ツイスト状態、

の準安定状態を生ずるものとする。

【００４５】

実施例７の液晶表示装置において印加する他の駆動電圧波形を図２０に示す。同図中２０１は走査電極波形、２０２は信号電極波形、２０３は２０１と２０２の合成波形である。t_0及びt_1はそれぞれ３６０°ツイスト状態（仮にＯＦＦ）とユニフォーム状態（仮にＯＮ）を選択したフレーム（１画面走査時間）を表わす。t_{01}及びt_{11}は選択期間、t_{02}及びt_{12}は非選択期間に対応する。非選択期間の最後と選択期間の前半には重畳される信号波形に応じて±（V_1 ±V_3）なる絶対値がV_{th}以上の電圧パルスを印加してフレデリクス転移を生じせしめる期間を設けてある。ＯＦＦ選択フレームｔ$_0$では、選択期間t_{01}には前半に絶対値がV_{th}以上の電圧パルス（$-V_1-V_3$）が印加されてフレデリクス転移を生じた後、後半において電圧絶対値がV_{c2}以上のパルス（V_2+V_3）が印加されてＯＦＦ状態が選択される。非選択期間t_{02}では電圧絶対値がV_{th}（０）およびV_{th}（３６

０）以下のパルス（±V_3）が印加される為、同状態が維持される。ＯＮ選択フレームｔ$_1$では選択期間ｔ$_{11}$においては前半に絶対値がV_{th}以上の電圧パルス（－V_1＋V_3）が印加されてフレデリクス転移を生じた後、後半において絶対値がV_{c1}以上でかつV_{c2}未満のパルス（V_2－V_3）が印加されてＯＮ状態が選択される。非選択期間ｔ$_{12}$では電圧絶対値がV_{th}（０）およびV_{th}（３６０）以下のパルス±V_3が印加される為、同状態が維持される。３０℃において、V_1＝３０．０ｖ、V_2＝１２．０ｖ、V_3＝２．０ｖ、パルス幅P_W＝２５０μｓ、デューティー比１／４００（ｔ$_{01}$＝ｔ$_{11}$＝５００μｓ、ｔ$_0$＝ｔ$_1$＝４００×５００μｓ）として前述の素子を選択的にスイッチングする事が出来た。３６０°ツイスト状態を暗状態、ユニフォーム状態を明（光透過）状態とする偏光板配置で動作したときの駆動電圧波形と対応する光学応答を図２１に示す。同図中F_1とF_4はＯＦＦ選択フレーム、F_2とF_3はＯＮ選択フレームを表わし、T_1、T_2、T_3及びT_4は各々選択期間である。この光学配置で明状態の光透過率は７２％、２状態間のコントラスト比は８８であった。

【００４６】

図２２は本発明実施例の駆動電圧波形を複数の電極で構成されるマトリクスに適用して線順次走査を行うにあたっての、隣接する任意の走査電極に印加される波形のタイミングの一例である。

【００４７】

（実施例１２）

市販の液晶組成物（Ｅ．Ｍｅｒｃｋ社製：ＭＪ９０１７９）に光学活性添加剤（Ｅ．Ｍｅｒｃｋ社製：Ｓ８１１）を加えてヘリカルピッチｐ＝３．６μｍに調整した。セルにはＩＴＯによる走査電極群と信号電極群をマトリクス状に配置した上にポリイミド配向膜を設け、上下基板で反平行方向（１８０度）のラビング処理を施してギャップｄ＝２．０μｍとした。上記液晶組成物を封入すると界面プレティルト角は上下基板近傍で逆符号をもって約４°となり、ｐ／４＜ｄ＜３ｐ／４であるため、液晶分子の配向は基板法線方向に螺旋軸を持つ１８０°ツイスト状態となった。同液晶表示素子の構造の概略は図１に示してある。本構成の素子は印加される駆動電圧波形に応じて略０°ツイスト（ユニフォーム）状態と略３６０°状態の２つの準安定状態を生ずる。このようにして得られた液晶パネルを概ね図４に示す回路構成をもって液晶表示装置と成し、本発明の効果を確認した。

【００４８】

本実施例の基本概念を図２３に示す。同図の横軸Ｔは時間を示し、符号２１は電源投入、２２はリセットパルス印加期間、２３は書込走査開始、２４は照明手段点灯を示す。液晶表示素子部分が初期配向状態とは異なる２つの準安定状態を有し、それらの準安定状態間をスイッチングする物である事を前提として、電源投入２１の後に初期配向状態を上記２つの準安定状態のいづれか一方に切り換えるための電圧波形を印加する期間であるリセットパルス印加期間２２を設け、次に表示データによる実際の書き込み走査を開始２３しながら照明手段を点灯２４するという構成になっている。液晶表示素子が反射型等で照明手段を必要としない場合には当然の事ながら照明点灯の項は省略される。

【００４９】

図２４はリセットパルス印加期間２２に液晶層に印加される駆動電圧波形の例を示すものである。同図中T_1は液晶にフレデリクス転移を生ずる為の電圧絶対値が閾値以上のパルスを印加する期間であり、T_2は準安定状態の何れか一方を選択する為にT_1の最後のパルスに対して逆極性（２０１）、同極性（２０２）または絶対値が零（２０３）のパルスを印加する期間である。２０１の波形は初期状態のツイスト角φに対して略（φ－１８０°）のツイスト角の準安定状態を生じ、２０２及び２０３の波形は略（φ＋１８０°）の準安定状態を生ずる。パルス幅を５００μｓｅｃ．としてT_1に±３０ｖの電圧を与え、前述の液晶表示装置に適用したところ、T_2に－１．５ｖの電圧を与えた２０１の波形でユニフォーム配向が得られ、T_2に＋１．５ｖの電圧を与えた２０２の波形及び２０３の波形によって略３６０°ツイストの配向状態が得られた。

【００５０】

（実施例１３）
実施例１２の駆動電圧波形を用いて線順次走査する事によって同様な効果を得る例を示す。図２５はｎ本目を中心に隣接する（２ｋ＋１）本の走査電極に対してｋ本毎に位相をずらして駆動電圧波形が印加される場合のタイミングを表わしている。同図では図２４の２０３の波形を用いて位相差を２パルス分としているが、図２４の２０１及び２０２他の波形も使用可能であり、位相差も任意で良い。ｋ＝１とすれば走査電極１本毎の線順次走査となり、ｋ≧２ではブロック毎の走査となる。実施例１２と同様に２０１の波形は初期状態のツイスト角φに対して略（φ－１８０°）のツイスト角の準安定状態を生じ、２０２及び２０３の波形は略（φ＋１８０°）の準安定状態を生ずる。実施例１２に示した電圧及びパルス幅の条件でｋ＝１として前述の液晶表示装置に適用したところ、２０１の波形でユニフォーム配向が得られ、２０２の波形及び２０３の波形によって略３６０°ツイストの配向状態が得られた。

【００５１】
（実施例１４）
実施例１２、１３において、２つの準安定状態の一方を生ずるための駆動電圧波形が、絶対値が初期状態における閾値以上の電圧パルスを印加して液晶分子にフレデリクス転移を生じさせる為の絶対値が素子の閾値以上の電圧パルス群を印加する期間と該電圧パルス群の電圧絶対値を経時的に徐々に、或は複数のステップを経て減少させて、初期状態における液晶のツイスト角略φに対して略（φ－１８０°）のツイスト角を有する準安定状態を生ずる期間から成る例の駆動電圧波形を図２６に示す。同図中T_{01}は液晶分子にフレデリクス転移を生じさせる期間であり、T_{02}は電圧絶対値を減少させる期間に対応する。３０１と３０２はそれぞれ電圧減少を連続的に行う場合とステップ的に行う場合の例である。前述の液晶表示装置に適用してユニフォーム配向の準安定状態が得られた。

【００５２】
実施例１２～１４に述べた方法によればバックライト等の照明手段点灯時もしくはオペレーション開始時には液晶表示画面は均一な配向状態を成し、後続する書き込み走査のスタートをスムースに行う事ができる。

（実施例１５）
図２７は、図２８に示す２ｎ本（ｎは整数）の走査電極（C_1，C_2，・・・，C_{2n}）から成る表示素子を時分割駆動するにあたって、走査電極を各々ｎ本から成る奇数行及び偶数行の２つのブロックに分割し、それぞれを線順次走査、すなわちC_1，C_3，C_5，・・・，C_{2n-1}，C_2，C_4，C_6，・・・，C_{2n}の順に選択走査した場合の、走査電極C_1～C_4、C_{2n-1}及びC_{2n}へ印加される電圧波形とそのタイミングを表したものである。図中t_1は走査電極C_1の選択期間であり、t_{11}は非選択期間である。t_1の直後にはC_3の選択期間、その直後にはC_5の選択期間（図示せず）が設定されており、T_{01}の期間で奇数行の選択走査を終了する。続くT_{02}の期間には同様に偶数行の選択走査を行い、T_0（＝T_{01}＋T_{02}）の期間で１画面の情報を書き込む。上記各実施例の駆動電圧波形に上述の方法を適用する事によって見かけの走査周期を１／２に短縮し、画面走査に起因する表示のチラツキを軽減する事が出来た。また、本実施例では走査電極を１本おきに飛び越し走査して２回の画面走査で一画面の情報を書き込む例を示したが、この飛び越し数および分割ブロック数は任意に設定できるものである。ｎ本の走査電極を各々ｋ本から成るブロックに分割してｎ／ｋ回の走査で一画面を形成する場合、１行の選択に要する時間（選択期間）をT_Sとするならば、

ｋ／（T_S・ｎ）≧f_C

f_C：観察者がチラツキを認識する臨界周波数（Ｈｚ）

の関係を満たす事が望ましい。

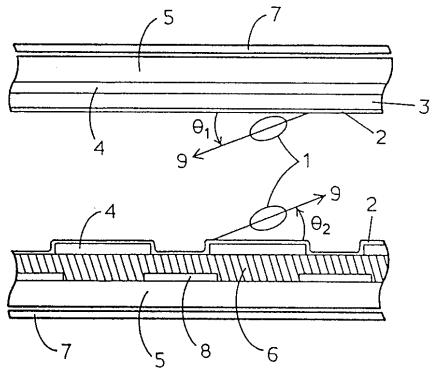
【００５３】
（実施例１６）
本発明の液晶表示素子は２つの準安定状態を表示に用いるため、書き込まれた表示は一定の期間（以下、T_mとする）に渡ってメモリー状態として保持される。従って全走査電極

の連続走査は、
$f_{ref.} > 1/T_m$ （Ｈｚ）
なる周期で行い、１回の連続走査終了後
$1/f_{ref.} - T_S \cdot n$ （ｎ：全走査電極数）
の期間には表示情報に書換えの必要が生じた領域を含む走査電極のみに選択波形を線順次印加する事で全画面の表示を維持できる。上記各実施例の駆動電圧波形に$f_{ref.} = 1.67 \times 10^{-2}$として上述の方法を適用すると、表示情報の書換えを行わない領域では６０秒に１回の周期で行われる全画面走査の期間を除いて光学的変化が無く、表示情報に書換えの必要が生じた領域（走査線数n_S）においては$1/n_S$（Ｈｚ）の周波数で部分走査がなされるため、全体としてチラツキの軽減された表示を実現する事が出来た。

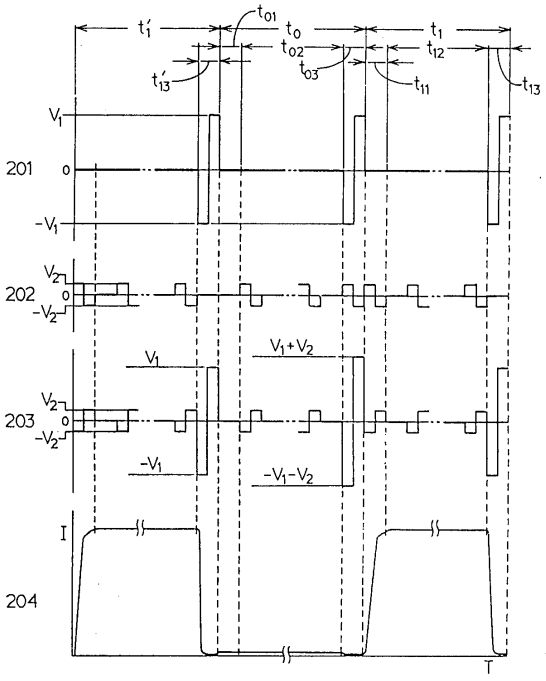
【００５４】
【発明の効果】
以上述べたように本発明の液晶表示装置によれば、印加波形によって任意に選択可能な２つの準安定状態間のスイッチングを用いることにより、高コントラスト比で有効視野角の広い高速マルチプレックス駆動の液晶表示装置が実現できる。また、同装置では選択された状態は少なくとも１画面走査時間以上の期間（約１０秒）にわたってメモリー状態として保持されるので、単純マトリクス駆動によって走査線数の多い、高精細表示への対応が可能である。本発明は直視型の液晶表示装置のみならず、各種ライトバルブ、空間変調器、電子写真方式のプリンタヘッド等にも応用できる。
【図面の簡単な説明】
【図１】実施例の液晶表示装置の構造を示す断面図。
【図２】実施例の駆動電圧波形と対応する光学応答を示す図。
【図３】実施例の駆動電圧波形と対応する光学応答を示す図。
【図４】実施例の液晶表示装置を駆動するための回路構成図。
【図５】実施例の駆動電圧波形図。
【図６】実施例の駆動電圧波形図。
【図７】実施例の駆動電圧波形図及び光学応答図。
【図８】印加電圧形のタイミングの説明図。
【図９】実施例の駆動電圧波形図。
【図１０】実施例の駆動電圧波形図。
【図１１】実施例の駆動電圧波形図及び光学応答図。
【図１２】印加電圧形のタイミングの説明図。
【図１３】実施例の駆動電圧波形図。
【図１４】実施例の駆動電圧波形図。
【図１５】実施例の駆動電圧波形図及び光学応答図。
【図１６】実施例の駆動電圧波形図。
【図１７】実施例の駆動電圧波形図。
【図１８】実施例の駆動電圧波形図及び光学応答図。
【図１９】印加電圧形のタイミング説明図。
【図２０】実施例の駆動電圧波形図。
【図２１】実施例の駆動電圧波形図及び光学応答図。
【図２２】印加電圧のタイミング説明図。
【図２３】実施例の時間的構成を表す図。
【図２４】実施例の駆動電圧波形図。
【図２５】印加電圧のタイミング説明図。
【図２６】実施例の駆動電圧波形図。
【図２７】実施例の駆動電圧波形図。
【図２８】実施例の電極構成を示す図。
【図２９】本発明の準安定状態の選択領域を示す図。
【図３０】実施例の光学特性を示す図。

【図３１】実施例の光学特性を示す図。
【図３２】実施例の光学特性を示す図。
【図３３】実施例の光学特性を示す図。
【図３４】実施例の光学特性を示す図。

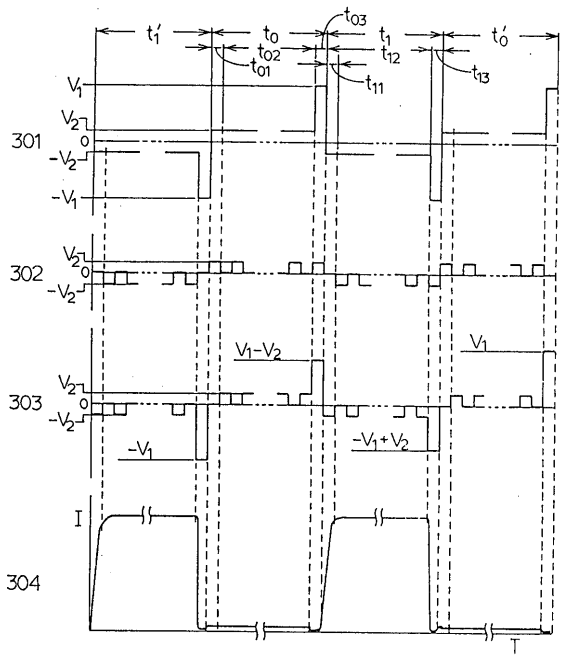
【図１】



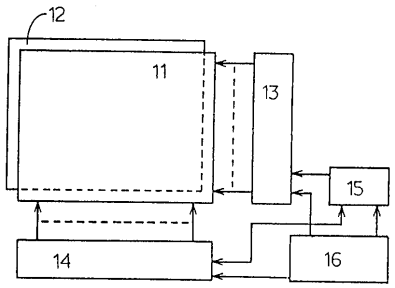
【図２】



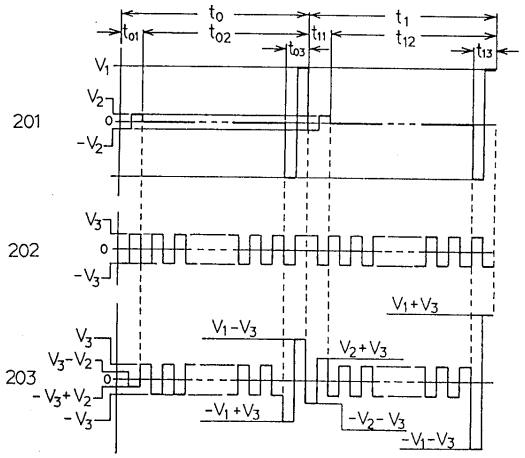
【図３】


t1'
t0
t03
t1
t0'
t02
t01
t12
t13
t11
V1
V2
0
-V2
-V1
301
302
303
304
V1-V2
V1
-V1
-V1+V2
I
T

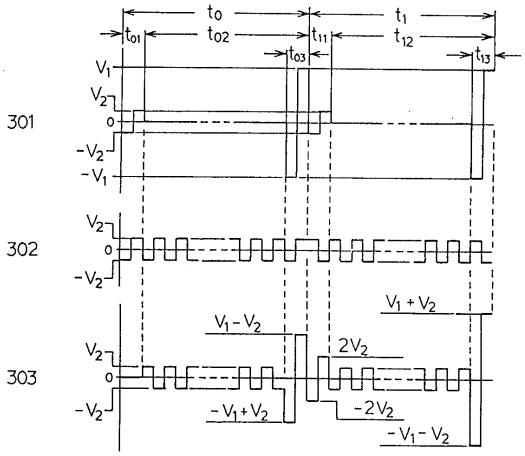
【図４】


12
11
13
15
14
16

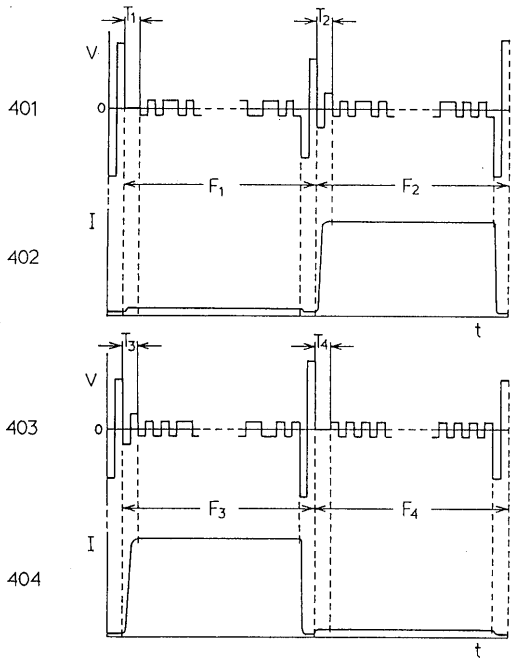
【図５】


t0
t1
t01
t02
t11
t12
t03
t13
V1
V2
0
-V2
201
V3
-V3
202
V1+V3
V1-V3
V2+V3
V3-V2
-V3+V2
203
-V1+V3
-V2-V3
-V1-V3

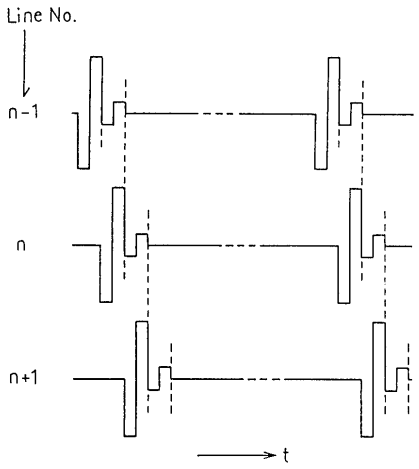
【図６】


t0
t1
t01
t02
t11
t12
t03
t13
V1
V2
0
-V2
-V1
301
302
303
V1+V2
V1-V2
2V2
-V1+V2
-2V2
-V1-V2

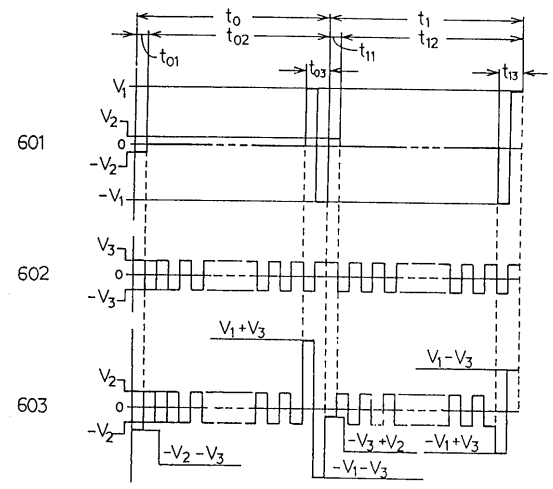
【図７】


401
402
403
404
V
I
t
T_1
T_2
T_3
T_4
F_1
F_2
F_3
F_4
0

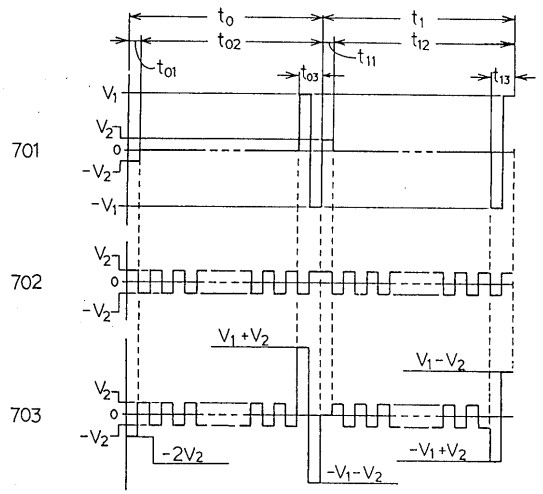
【図８】


Line No.
n-1
n
n+1
t

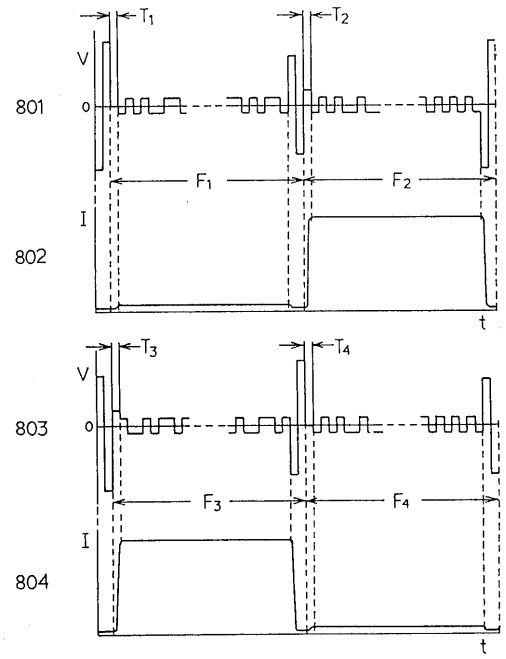
【図９】


601
602
603
t_0
t_1
t_{01}
t_{02}
t_{03}
t_{11}
t_{12}
t_{13}
V_1
V_2
V_3
$-V_1$
$-V_2$
$-V_3$
0
V_1+V_3
V_1-V_3
$-V_2-V_3$
$-V_3+V_2$
$-V_1+V_3$
$-V_1-V_3$

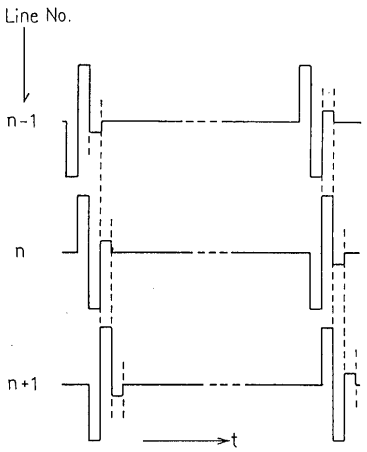
【図１０】


701
702
703
t_0
t_1
t_{01}
t_{02}
t_{03}
t_{11}
t_{12}
t_{13}
V_1
V_2
$-V_1$
$-V_2$
0
V_1+V_2
V_1-V_2
$-2V_2$
$-V_1+V_2$
$-V_1-V_2$

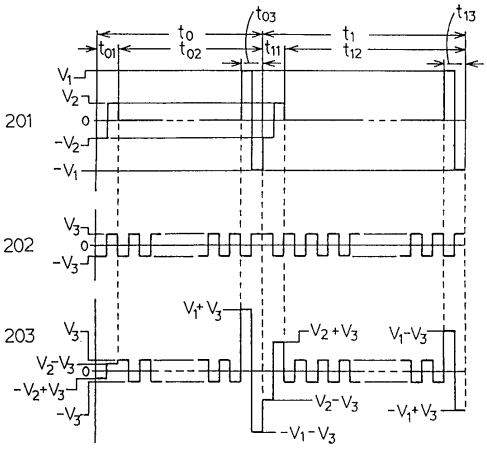
【図１１】



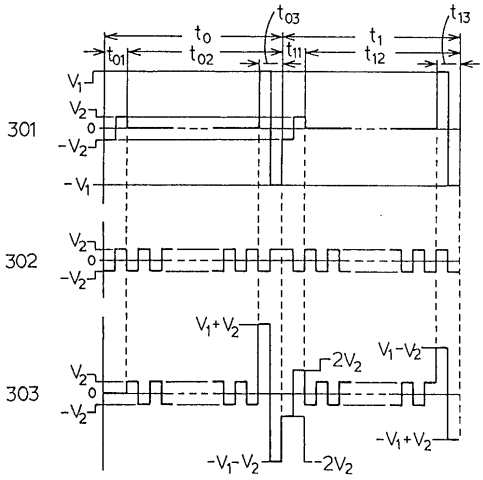
【図１２】



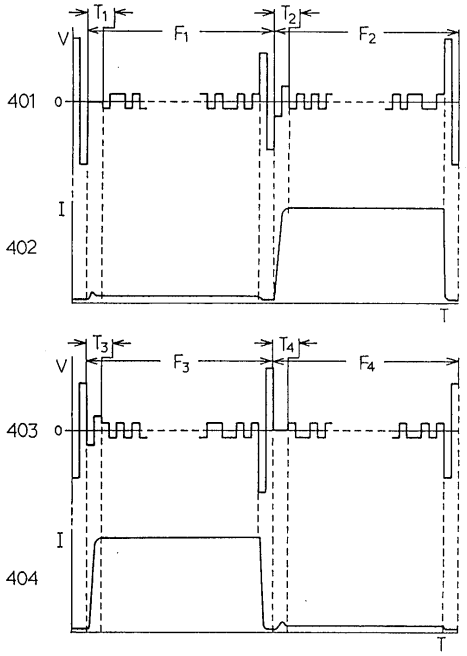
【図１３】



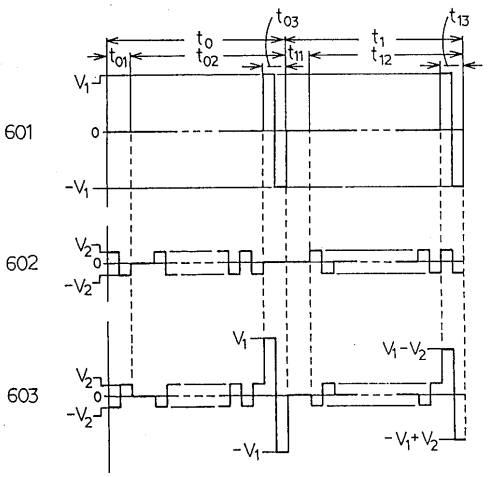
【図１４】



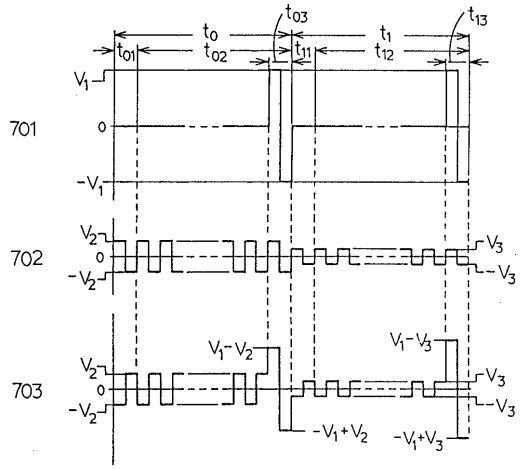
【図１５】



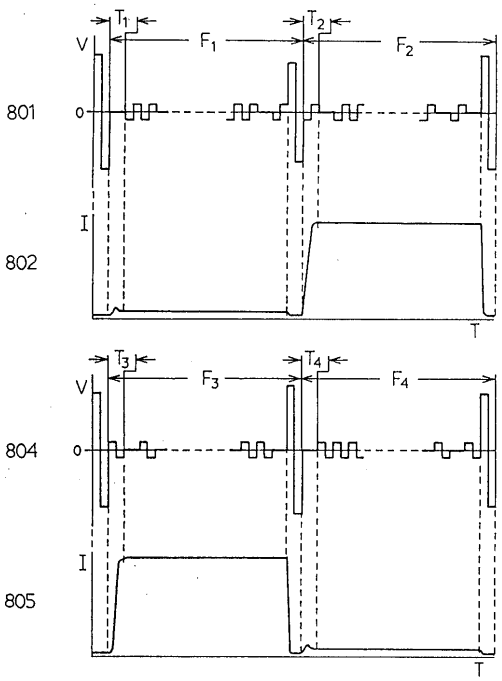
【図１６】



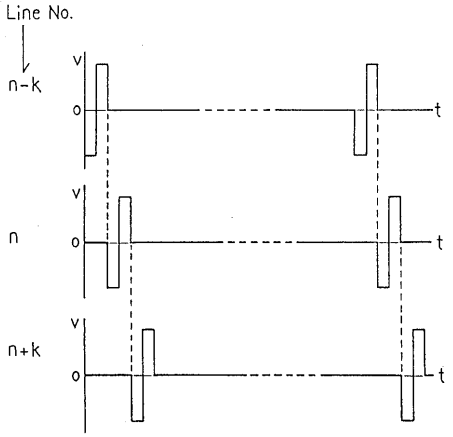
【図１７】



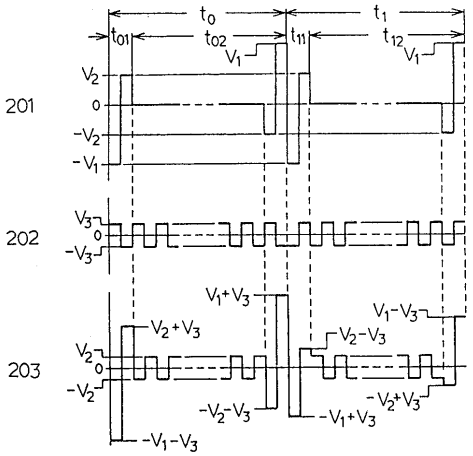
【図１８】



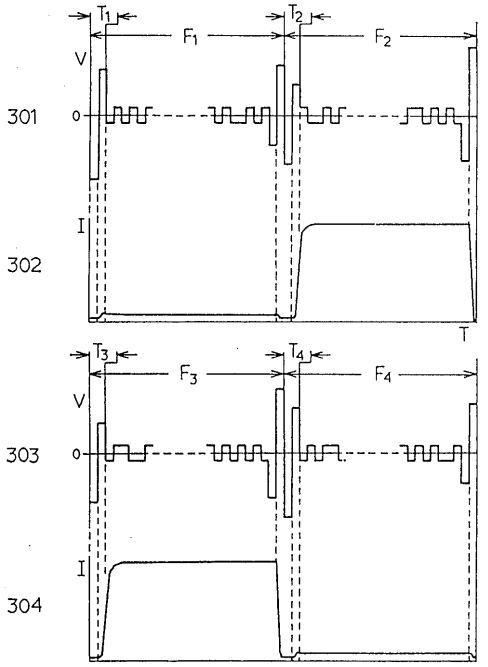
【図１９】



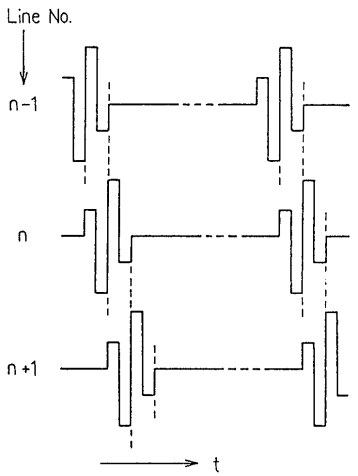
【図２０】



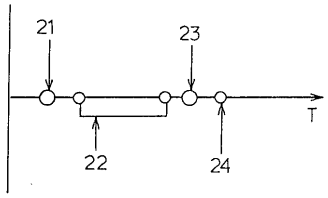
【図２１】



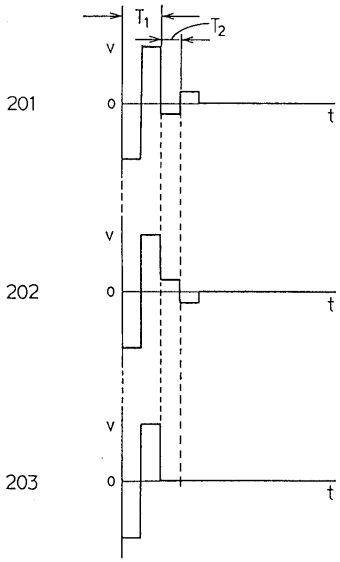
【図２２】



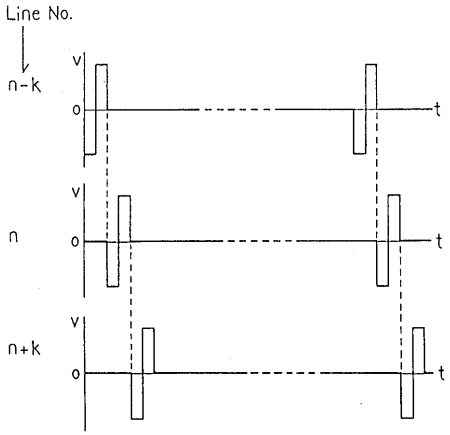
【図２３】



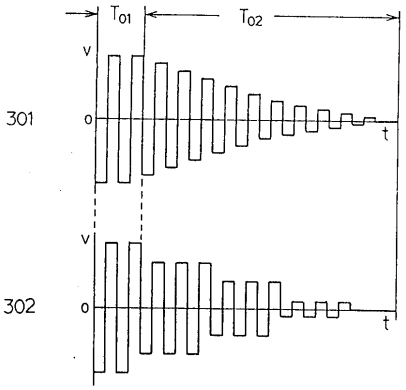
【図２４】



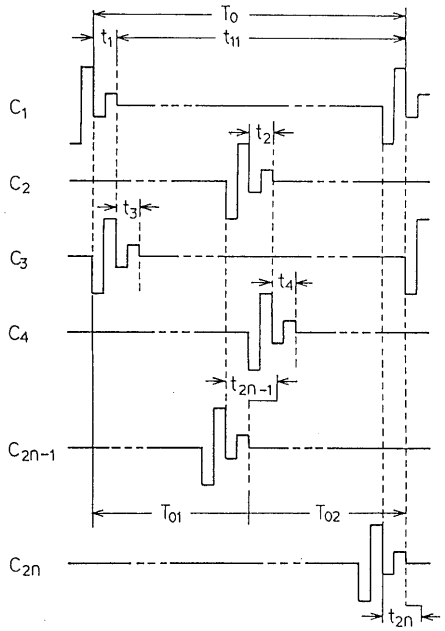
【図２５】



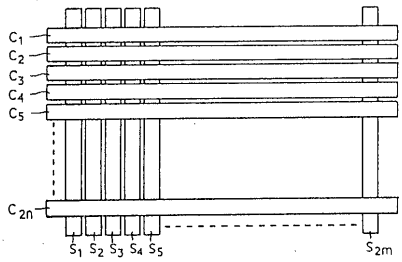
【図２６】



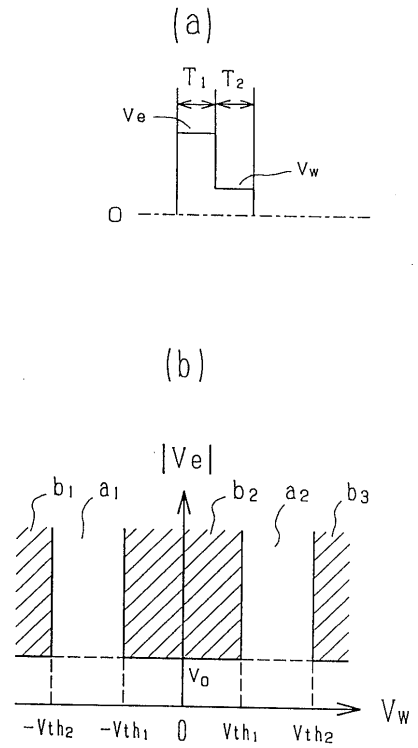
【図２７】



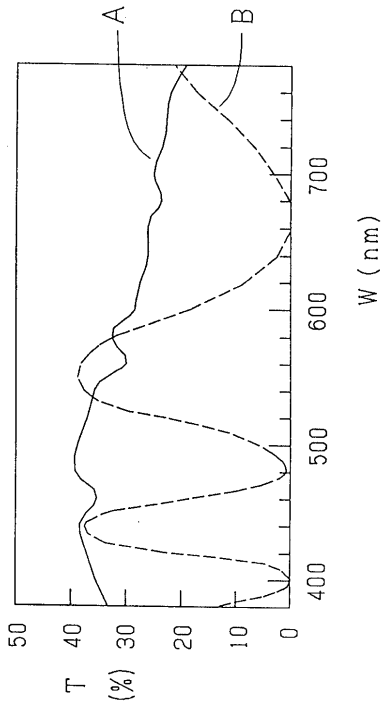
【図２８】



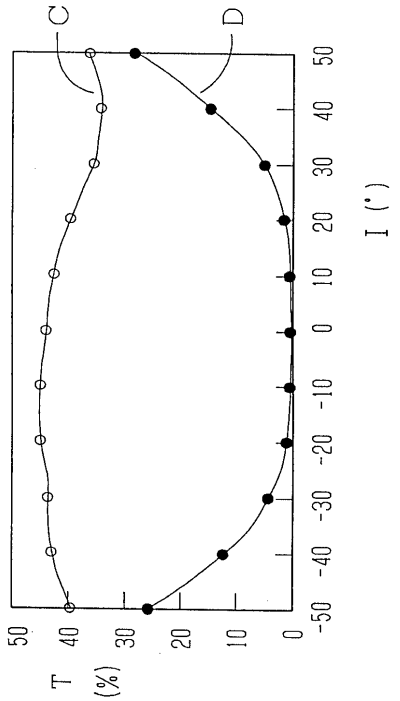
【図２９】



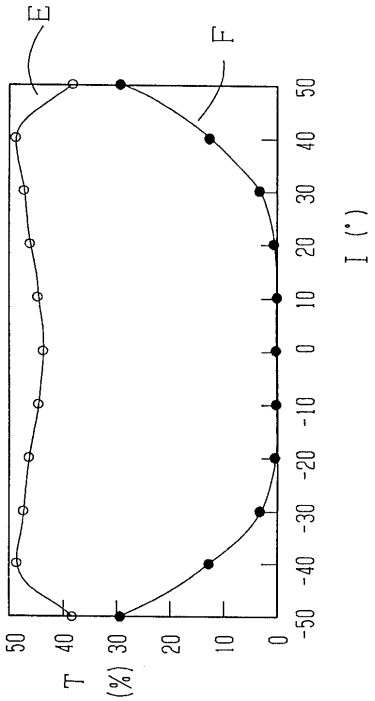
【図３０】



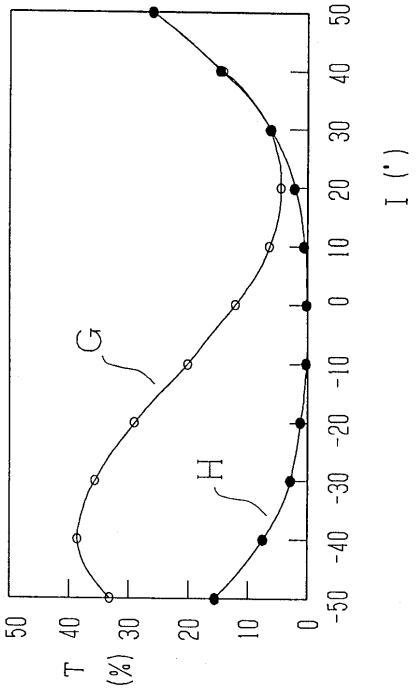
【図３１】



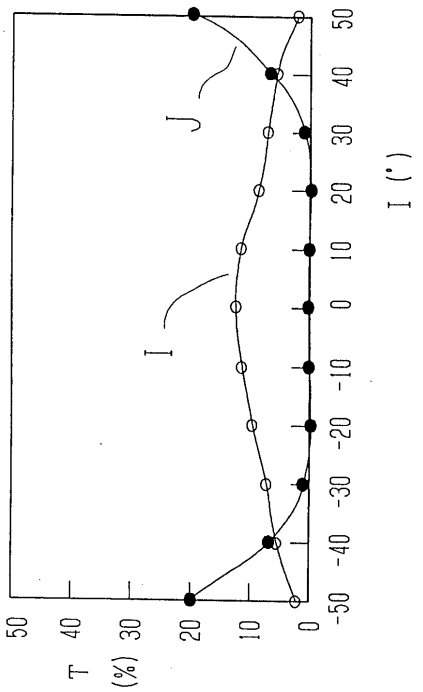
【図３２】



【図３３】



【図３４】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号　特願平4-217932
(32)優先日　平成4年8月17日(1992.8.17)
(33)優先権主張国　日本国(JP)
(31)優先権主張番号　特願平4-326914
(32)優先日　平成4年12月7日(1992.12.7)
(33)優先権主張国　日本国(JP)
(31)優先権主張番号　特願平4-326915
(32)優先日　平成4年12月7日(1992.12.7)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(72)発明者　野村　浩朗
長野県諏訪市大和３丁目３番５号　セイコーエプソン株式会社内

合議体
審判長　稲積　義登
審判官　吉田　禎治
審判官　吉田　英一

(56)参考文献　特開昭５５－１４２３１８（ＪＰ，Ａ）