

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3577719号
(P3577719)

(45) 発行日 平成16年10月13日(2004.10.13)

(24) 登録日 平成16年7月23日(2004.7.23)

(51) Int.Cl.⁷G02F 1/133
G09G 3/36

F I

G02F 1/133 560
G09G 3/36

請求項の数 18 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願平8-509381	(73) 特許権者	セイコーエプソン株式会社
(86) (22) 出願日	平成7年9月14日(1995.9.14)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(86) 国際出願番号	PCT/JP1995/001835	(74) 代理人	弁理士 大淵 美千栄
(87) 国際公開番号	W01996/036902	(74) 代理人	弁理士 井上 一
(87) 国際公開日	平成8年11月21日(1996.11.21)	(74) 代理人	弁理士 布施 行夫
審査請求日	平成13年3月30日(2001.3.30)	(72) 発明者	野村 浩朗
(31) 優先権主張番号	特願平7-118131	(72) 発明者	井上 明
(32) 優先日	平成7年5月17日(1995.5.17)		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
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		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】 液晶表示装置及びその駆動方法並びにそれに用いる駆動回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

1 フレーム中に少なくともリセット期間、選択期間及び非選択期間を有する走査信号と、データ信号との差の電圧を、少なくとも2つの安定状態を有するカイラル・ネマチック液晶に印加する液晶表示装置の駆動方法において、

低電圧側の第1群の複数レベルと高電圧側の第2群の複数レベルから成る、計8レベル以上の電圧レベルを用意し、

前記走査信号の前記選択期間に相当する単位時間(1H)の整数倍mH(mは2以上の整数で、mH≠1フレーム期間)ごとに、前記走査信号及び前記データ信号の電圧レベルをそれぞれ、前記第1群、第2群の間で交互に変更し、

前記データ信号が前記第1群の電圧レベルである時は、前記走査信号の中の前記リセット期間の電圧レベルを前記第2群の中から選択し、前記データ信号が前記第2群の電圧レベルである時は、前記走査信号の中の前記リセット期間の電圧レベルを前記第1群の中から選択し、

前記データ信号が前記第1群の電圧レベルである時は、前記走査信号の中の前記選択期間及び非選択期間の電圧レベルを同じ第1群の中から各々選択し、前記データ信号が前記第2群の電圧レベルである時は、前記走査信号の中の前記選択期間及び非選択期間の電圧レベルを同じ第2群の中から各々選択し、

前記液晶に印加される電圧の極性をmHごとに反転することを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

10

20

【請求項 2】

請求項 1 において、

カイラル・ネマチック液晶の飽和電圧 V_{sat} と閾値電圧 V_{th} との電圧差の絶対値が m の値に依存して変化し、前記電圧差の絶対値を小さくさせる領域の中から m の値を選択したことを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【請求項 3】

請求項 2 において、

前記選択期間にてカイラル・ネマチック液晶に印加される on 電圧の絶対値は、カイラル・ネマチック液晶の前記飽和電圧 V_{sat} の絶対値よりも、許容マージンを越えてさらに大きく設定され、前記選択期間にてカイラル・ネマチック液晶に印加される off 電圧の絶対値は、カイラル・ネマチック液晶の前記閾値電圧 V_{th} の絶対値よりも、許容マージンを下回ってさらに小さく設定されていることを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

10

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかにおいて、

前記走査信号は、前記リセット期間と前記選択期間との間に遅延期間が設けられ、前記走査信号の前記遅延期間での電圧レベルを、前記非選択期間の電圧レベルと同一に設定したことを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかにおいて、

前記データ信号は、前記選択期間毎に ON 電圧レベルまたは OFF 電圧レベルのいずれかの電圧レベルを含むデータ電圧レベルに設定され、前記データ信号の前記データ電圧レベルとして、前記液晶にそれぞれ正及び負の ON 選択電圧と正及び負の OFF 選択電圧を印加するための 4 種の電圧レベルが設定され、

20

前記走査信号は、前記リセット期間にはリセット電圧レベルに設定され、前記選択期間には選択電圧レベルに設定され、前記非選択期間には非選択電圧レベルに設定され、前記リセット電圧レベルとして、前記リセット期間にて前記液晶にそれぞれ正及び負のリセット電圧を印加するための 2 種の電圧レベルが設定され、前記選択電圧レベルとして、前記選択期間にて前記液晶にそれぞれ正及び負の前記選択電圧を印加するための 2 種の電圧レベルが設定され、前記非選択レベルとして、前記非選択期間にバイアス電圧レベルを付与するための 2 種の電圧レベルが設定され、

30

前記 2 種のリセット電圧レベルと前記 2 種の選択電圧レベルとを共用することで、計 8 レベルの電圧レベルを用いて前記液晶を駆動することを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【請求項 6】

請求項 5 において、

前記 8 レベルの電圧レベルを、グランド電圧レベル V_1 を含む低電圧側の第 1 群の 4 レベル (V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 : $V_1 < V_2 < V_3 < V_4$) と高電圧側の第 2 群の 4 レベル (V_5 、 V_6 、 V_7 、 V_8 : $V_4 < V_5 < V_6 < V_7 < V_8$) とで構成したことを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【請求項 7】

請求項 6 において、

40

前記走査信号は、前記リセット期間では V_1 と V_8 の電圧レベルを持つ波形となり、前記選択期間では V_1 又は V_8 の電圧レベルとなり、前記非選択期間では V_3 と V_6 の電圧レベルを持つ波形となり、

前記データ信号は、波高値が V_2 と V_4 の電圧レベルに変化するパルスと、波高値が V_5 と V_7 の電圧レベルに変化するパルスと、を含む波形であることを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【請求項 8】

請求項 7 において、

$V_4 - V_3 = V_3 - V_2 = V_7 - V_6 = V_6 - V_5$ の関係に設定されていることを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

50

【請求項 9】

請求項 6 において、

前記走査信号は、前記リセット期間ではV4とV5の電圧レベルを持つ波形となり、前記選択期間ではV4又はV5の電圧レベルとなり、前記非選択期間ではV2とV7の電圧レベルを持つ波形となり、

前記データ信号は、波高値がV1とV3の電圧レベルに変化するパルスと、波高値がV6とV8の電圧レベルに変化するパルスと、を含む波形であることを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【請求項 10】

請求項 9 において、

$V3 - V2 = V2 - V1 = V8 - V7 = V7 - V6$ の関係に設定されていることを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれかにおいて、

反転時間を決定する値 m は、ディスプレイの走査ライン数を m で除した値が整数となる値に設定されていることを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 10 のいずれかにおいて、

反転時間を決定する値 m は、ディスプレイの走査ライン数を m で除した値が整数とならない値に設定されていることを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【請求項 13】

請求項 1 乃至 11 のいずれかにおいて、

$mH < 1$ フレーム期間に設定され、

第 n フレーム (n は整数) の始まりの電圧が、前記第 1 群の電圧レベルである時は、第 ($n + 1$) フレームの始まりは前記第 2 群の電圧レベルとし、第 n フレームの始まりの電圧が、前記第 2 群の電圧レベルである時は、第 ($n + 1$) フレームの始まりは前記第 1 群の電圧レベルとし、 mH ごとの反転とフレーム単位の反転とを重ねて繰り返すことを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【請求項 14】

請求項 7 または 8 において、

$mH < 1$ フレーム期間に設定され、

第 n 番目のフレーム (n は整数) では、前記データ信号の ON 選択電圧レベルを第 1 群の V4 に、OFF 選択電圧レベルを第 1 群の V2 にそれぞれ設定し、前記走査信号の始まりの前記リセット電圧レベルを V8 に、前記選択電圧レベルを V1 にそれぞれ設定し、これに続く第 ($n + 1$) 番目のフレームでは、前記データ信号の ON 選択電圧レベルを前記第 2 群の V5 に、OFF 選択電圧レベルを第 2 群の V7 にそれぞれ設定し、前記走査信号の始まりの前記リセット電圧レベルを V1 に、前記選択電圧レベルを V8 にそれぞれ設定して、 mH ごとの反転とフレーム単位の反転とを重ねて繰り返すことを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【請求項 15】

請求項 9 または 10 において、

$mH < 1$ フレーム期間に設定され、

第 n 番目のフレーム (n は整数) では、前記データ信号の ON 選択電圧レベルを前記第 1 群の V1 に、OFF 選択電圧レベルを第 1 群の V3 にそれぞれ設定し、前記走査信号の始まりの前記リセット電圧レベルを V5 に、前記選択電圧レベルを V4 にそれぞれ設定し、これに続く第 ($n + 1$) 番目のフレームでは、前記列電極信号の ON 選択電圧レベルを第 2 群の V8 に、OFF 選択電圧レベルを第 2 群の V6 にそれぞれ設定し、前記データ信号の始まりの前記リセット電圧レベルを V4 に、前記選択電圧レベルを V5 にそれぞれ設定し、 mH ごとの反転とフレーム単位の反転とを重ねて繰り返すことを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

10

20

30

40

50

【請求項 16】

請求項 6 乃至 12 のいずれかにおいて、

前記第 1 群の電圧レベル V_4 と前記第 2 群の電圧レベル V_5 との間の電圧レベル差を大きくして、前記リセット期間に前記液晶に印加される前記リセット電圧の絶対値を大きく設定したことを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【請求項 17】

複数本の走査電極が形成された第 1 基板と、複数本のデータ電極が形成された第 2 基板との間に、少なくとも 2 つの安定状態を有するカイラル・ネマチック液晶を封入してなる液晶パネルと、

1 フレーム中に少なくともリセット期間、選択期間及び非選択期間を有する走査信号を、
各々の前記走査電極に出力する走査電極駆動回路と、

各々の前記データ電極にデータ信号を出力するデータ電極駆動回路と、

低電圧側の第 1 群の複数レベルと高電圧側の第 2 群の複数レベルから成る、計 8 レベル以上の電圧レベルを、前記走査信号及び前記データ信号の電位として出力する電源回路と、
を有し、

前記走査電極駆動回路及び前記データ電極駆動回路は、前記走査信号の前記選択期間に相当する単位時間 (1H) の整数倍 mH (m は 2 以上の整数で、 $mH \neq 1$ フレーム期間) ごとに、前記走査信号及び前記データ信号の電圧レベルをそれぞれ、前記第 1 群、第 2 群の間で交互に変更し、

前記走査電極駆動回路は、

前記データ信号が前記第 1 群の電圧レベルである時は、前記走査信号の中の前記リセット期間の電圧レベルを前記第 2 群の中から選択し、前記データ信号が前記第 2 群の電圧レベルである時は、前記走査信号の中の前記リセット期間の電圧レベルを前記第 1 群の中から選択し、

前記データ信号が前記第 1 群の電圧レベルである時は、前記走査信号の中の前記選択期間及び非選択期間の電圧レベルを同じ第 1 群の中から各々選択し、前記データ信号が前記第 2 群の電圧レベルである時は、前記走査信号の中の前記選択期間及び非選択期間の電圧レベルを同じ第 2 群の中から各々選択し、

前記液晶に印加される電圧の極性を mH ごとに反転することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 18】

複数本の走査電極が形成された第 1 基板と、複数本のデータ電極が形成された第 2 基板との間に、少なくとも 2 つの安定状態を有するカイラル・ネマチック液晶を封入してなる液晶パネルと、

低電圧側の第 1 群の複数レベルと高電圧側の第 2 群の複数レベルから成る、計 8 レベル以上の電圧レベルを、前記液晶の駆動電位として出力する電源回路と、

に接続され、前記液晶を駆動する液晶表示装置の駆動回路において、

1 フレーム中に少なくともリセット期間、選択期間及び非選択期間を有する走査信号を、
各々の前記走査電極に出力する走査電極駆動回路と、

各々の前記データ電極にデータ信号を出力するデータ電極駆動回路と、

を有し、

前記走査電極駆動回路及び前記データ電極駆動回路は、前記走査信号の前記選択期間に相当する単位時間 (1H) の整数倍 mH (m は 2 以上の整数で、 $mH \neq 1$ フレーム期間) ごとに、前記走査信号及び前記データ信号の電圧レベルをそれぞれ、前記第 1 群、第 2 群の間で交互に変更し、

前記走査電極駆動回路は、

前記データ信号が前記第 1 群の電圧レベルである時は、前記走査信号の中の前記リセット期間の電圧レベルを前記第 2 群の中から選択し、前記データ信号が前記第 2 群の電圧レベルである時は、前記走査信号の中の前記リセット期間の電圧レベルを前記第 1 群の中から選択し、

前記データ信号が前記第 1 群の電圧レベルである時は、前記走査信号の中の前記選択期間

及び非選択期間の電圧レベルを同じ第 1 群の中から各々選択し、前記データ信号が前記第 2 群の電圧レベルである時は、前記走査信号の中の前記選択期間及び非選択期間の電圧レベルを同じ第 2 群の中から各々選択し、
前記液晶に印加される電圧の極性を mH ごとに反転することを特徴とする液晶表示装置の駆動回路。

【発明の詳細な説明】

技術分野

本発明はカイラルネマチック液晶を用いたメモリ性を有する双安定の液晶表示装置及びその駆動方法並びにそれに用いる駆動回路に関する。本発明はさらに、カイラル・ネマチック液晶の駆動に最適な計 8 レベル以上の電圧レベルを設定する液晶表示装置及びそれに用

10

背景技術

カイラル・ネマチック液晶を用いた双安定性液晶表示は特公平 1 - 51818 に既に開示されており、初期配向条件、2 つの安定状態、また、その安定状態の実現の方法等が記述されている。

しかし、上記特公平 1 - 51818 に述べられている内容は、2 つの安定状態の動作あるいは現象を述べているだけで、それを表示体として実用に供する手段は提示されていない。さらには、上記公報には、現在最も表示体として応用実用性が高く、かつ表示能力が高いマトリクス表示について何等記述が無く、その駆動方法についても何等開示されていない。そこで、我々は先に出願した特開平 6 - 230751 において、液晶セル内で発生するバックフ

20

ローをコントロールし、上記欠点を改良する方法を提案した。この方法は、まず $1ms$ 程度の高電圧を印加してフレデリクス転移を生じさせる期間と、それにすぐ続く前記パルスと逆極性または同極性のしきい値以上の定電圧パルスで 0° ユニフォーム状態を作るか、同様に前記フレデリクス転移電圧にすぐ続くしきい値以下のパルス期間を設け、 360° ツイストの状態を実現するものである。この方法ではマトリクス表示の 1 ライン当たりの書き込み時間が $400\mu s$ とされており、400 ライン以上の書き込みには計 $160ms$ ($6.25Hz$) 以上の時間が必要で、これは表示のフリッカーを伴うためまだ実用上は問題があった。

そこで、本発明者等はさらに書き込み時間の改良手段として特願平 5 - 37057 を出願した。これは同出願の図 2 または図 4 に示したように、フレデリクス転移を起こすリセットパルスの後に遅延時間を設け、その後に ON または OFF の選択信号を印加するものである。こ

30

うすると書き込み時間は従来の数倍の速さの例えば $50\mu s$ が実現できた。しかし、これらの駆動方法では $20V$ を越える大きなリセット電圧と、表示の 2 つの安定状態を得る off 電圧 $1 \sim 3V$ と、on 電圧数 V から 6 、 $7V$ 程度の選択電圧を回路上で効率良く両立させ、かつ、液晶の長寿命化の為に交流化も図らねばならない。図 23 は電圧平均化法を踏襲して、双安定表示の駆動波形を作った 7 レベル駆動法を示している。図 23 (a) は走査信号の波形であり、リセット期間 $T1$ には $20V$ を越える V_r を与え、遅延期間 $T2$ の後に来る選択期間 $T3$ には $\pm V_s$ 、残りの非選択期間 $T4$ はゼロ電位とする。一方、データ信号は、同図 (b) に示した振幅 $\pm V_d$ の選択パルスに同相、または、逆相の交流パルスを与えて表示の on/off を行う。そして、図 23 (c) に示すような、走査信号とデータ信号との差信号の電圧が、液晶に印加されることになる。

40

ここで、前記バイアス電圧 V_d は $1V$ 近辺で充分であるので、走査信号波形とデータ信号波形に大きな電圧差が生じる。特に、走査信号波形では、 V_r 、 V_s 間に $20V$ 近い電圧差が出来るので、回路構造上は望ましくない。

このように、双安定液晶表示ではマトリクス駆動時の走査電圧と on/off 信号電圧の比が大きくアンバランスとなるため、具体的な駆動回路を構成する上で、また、この回路を IC 化する上でこのアンバランスは大きな障害となる可能性を持っている。

一方、従来のマトリクス型液晶表示体の電圧平均化駆動法でもこれほど極端ではないが、これと同じような事情から 6 レベル法が考案された (液晶デバイスハンドブック、日刊工業、p401)。しかし、これは走査波形と信号波形の駆動電圧をバランスさせ、かつ、on 電圧とバイアス電圧の比を大きく取る上では有効であるが、これに更に本発明のような大き

50

な電圧差を持ったリセット電圧が加わると、本発明の対象であるカイラルネマチック液晶の駆動にそのままの適用は不可能である。

また、上記方法では駆動電圧のレベル数が多数になるため、最適駆動電圧の調整は非常に複雑になり、実用上の問題が生じていた。

さらには、双安定液晶の閾電圧、飽和電圧は、温度依存性を有し、かつ、液晶パネル面内にてばらつくため、安定した表示特性を確保しにくいという課題があることも判明した。

そこで、本発明の目的は、走査信号波形とデータ信号波形に大きな電圧差が生じることなく、しかも、表示特性を向上させることができる液晶表示装置及びその駆動方法並びにそれを用いる駆動回路を提供することにある。

本発明の他の目的は、8レベル以上の多数の電圧レベルを精度良く生成でき、しかも、簡単な操作で多数レベルを容易に調整することができる、液晶表示装置及びその電源回路装置を提供することにある。

10

発明の開示

本発明は、1フレーム中に少なくともリセット期間、選択期間及び非選択期間を有する走査信号と、データ信号との差の電圧を、少なくとも2つの安定状態を有するカイラル・ネマチック液晶に印加する液晶表示装置の駆動方法において、

低電圧側の第1群の複数レベルと高電圧側の第2群の複数レベルから成る、計8レベル以上の電圧レベルを用意し、

前記走査信号の前記選択期間に相当する単位時間(1H)の整数倍mH(mは2以上の整数で、かつ、mH≠1フレーム期間)ごとに、前記走査信号及び前記データ信号の電圧レベルをそれぞれ、前記第1群、第2群の間で交互に変更し、

20

前記データ信号が前記第1群の電圧レベルである時は、前記走査信号の中の前記リセット期間の電圧レベルを前記第2群の中から選択し、前記データ信号が前記第2群の電圧レベルである時は、前記走査信号の中の前記リセット期間の電圧レベルを前記第1群の中から選択し、

前記データ信号が前記第1群の電圧レベルである時は、前記走査信号の中の前記選択期間及び非選択期間の電圧レベルを同じ第1群の中から各々選択し、前記データ信号が前記第2群の電圧レベルである時は、前記走査信号の中の前記選択期間及び非選択期間の電圧レベルを同じ第2群の中から各々選択し、

前記液晶に印加される電圧の極性をmHごとに反転することを特徴とする。

30

本発明装置に係る液晶表示装置は、

複数本の走査電極が形成された第1基板と、複数本のデータ電極が形成された第2基板との間に、少なくとも2つの安定状態を有するカイラル・ネマチック液晶を封入してなる液晶パネルと、

1フレーム中に少なくともリセット期間、選択期間及び非選択期間を有する走査信号を、各々の前記走査電極に出力する走査電極駆動回路と、

各々の前記データ電極にデータ信号を出力するデータ電極駆動回路と、

低電圧側の第1群の複数レベルと高電圧側の第2群の複数レベルから成る、計8レベル以上の電圧レベルを、前記走査信号及び前記データ信号の電位として出力する電源回路と、を有する。そして、前記走査電極駆動回路及び前記データ電極駆動回路が、本発明方法を実施するための各種電圧レベルを設定している。

40

また、本発明に係る液晶表示装置の駆動回路では、本発明方法を実施するための各種電圧レベルを設定する前記走査電極駆動回路及び前記データ電極駆動回路を定義している。この駆動回路は、液晶表示基板上に形成する他、液晶パネルへの外付け回路として構成できる。

上述の本発明よれば、低電圧側の第1群、高電圧側の第2群から上述の通り電圧レベルを選択することで、走査信号の電圧振幅とデータ信号の電圧振幅との間に大きな差を生ずることなく、それらの差信号の電圧として、例えば20Vを越える絶対値の大きなリセット電圧と、例えば1V近辺の非選択電圧とを液晶に印加することができる。このことは、駆動回路を構成する上で、特に駆動回路をIC化する上で有利となる。

50

mHごとに、液晶に印可される電圧の極性を反転させる理由は下記の通りである。本発明者等は、カイラル・ネマチック液晶の飽和電圧 V_{sat} と閾値電圧 V_{th} との電圧差が、反転時間を決定する値 m に依存して変化することを発見した(図17~図21参照)。本願出願人の先願(特願平5-352493)に開示したように、1Hごとの反転を採用した場合、換言すれば $m=1$ を採用した場合と比較して、本発明では前記電圧差を小さくさせる領域中から反転時間を決定する値 m を選択することができる。

ところで、選択期間中にカイラル・ネマチック液晶に印加されるon電圧の絶対値は、カイラル・ネマチック液晶の前記飽和電圧 V_{sat} の絶対値よりも大きく設定する必要がある。一方、選択期間中にカイラル・ネマチック液晶に印加されるoff電圧の絶対値は、カイラル・ネマチック液晶の前記閾値電圧 V_{th} の絶対値よりも小さく設定する必要がある。ここで、飽和電圧、閾値電圧は、周囲温度などの環境条件によって変化する(図16参照)。あるいは液晶パネル内の各画素の液晶について飽和電圧、閾値電圧を比較すると、液晶パネル面内にて非均一となっている。従って、カイラル・ネマチック液晶の飽和電圧 V_{sat} と閾値電圧 V_{th} との電圧差も、環境条件により変化し、あるいは液晶パネル内にて非均一であり、on電圧、off電圧の設定によっては、最悪の場合、on,offしない場合も生ずる。このカイラル・ネマチック液晶の飽和電圧 V_{sat} と閾値電圧 V_t との電圧差の絶対値を小さくできれば、on,off電圧の許容マージンを比較的大きくできる。この結果、環境条件あるいは液晶パネル面内での位置に依存した前記電圧差の悪影響を低減して、表示特性を向上させることができる。

換言すれば、カイラル・ネマチック液晶の飽和電圧 V_{sat} と閾値電圧 V_{th} との電圧差の絶対値を小さくすることで、カイラル・ネマチック液晶の全ての画素に印加されるon電圧の絶対値は、カイラル・ネマチック液晶の前記飽和電圧 V_{sat} の絶対値よりも、許容マージンを越えてさらに大きく設定でき、カイラル・ネマチック液晶の全ての画素に印加されるoff電圧の絶対値は、カイラル・ネマチック液晶の前記閾値電圧 V_{th} の絶対値よりも、許容マージンを下回ってさらに小さく設定できる。

上記の駆動方法においては、リセット期間と選択期間との間で遅延期間が設けられることが好ましい。この場合、走査信号の遅延期間での電圧レベルは、非選択期間の電圧レベルと同一に設定される。

こうすると、走査信号中の選択期間、すなわち書き込み時間を短くできる。

上記駆動方法は、計8レベルの電圧レベルを用いて、カイラル・ネマチック液晶を駆動するものに好適である。このカイラル・ネマチック液晶の駆動には、以下に説明する計10レベルの電圧レベルが必要となる。

まず、データ信号は、選択期間毎にON電圧レベルまたはOFF電圧レベルのいずれかの電圧レベルを含むデータ電圧レベルに設定される必要がある。このデータ信号のデータ電圧レベルとして、液晶にそれぞれ正及び負のON選択電圧と正及び負のOFF選択電圧とを印加するための4種の電圧レベルが設定される必要がある。

次に、走査信号は、リセット期間にはリセット電圧レベルに設定され、選択期間には選択電圧レベルに設定され、非選択期間には非選択電圧レベルに設定される必要がある。リセット電圧レベルとして、リセット期間にて液晶にそれぞれ正及び負のリセット電圧を印加するための2種の電圧レベルが必要である。選択電圧レベルとして、選択期間にて液晶にそれぞれ正及び負の選択電圧を印加するための2種の電圧レベルが必要となる。非選択電圧レベルとして、非選択期間にバイアス電圧レベルを付与するための2種の電圧レベルが必要となる。

上述の通り、計10レベルが少なくとも必要となるが、2種のリセット電圧レベルと2種の選択電圧レベルとを共用することで、計8レベルの電圧レベルを用いてカイラル・ネマチック液晶を駆動することができる。

この8レベルの電圧レベルを、低電圧側の第1群の4レベル($V_1, V_2, V_3, V_4: V_1 < V_2 < V_3 < V_4$)と高電圧側の第2群の4レベル($V_5, V_6, V_7, V_8: V_4 < V_5 < V_6 < V_7 < V_8$)とで構成することが好ましい。

この8レベルの電圧レベルを用いた駆動方法の一例として、例えば図2に示すように、走

10

20

30

40

50

査信号は、リセット期間ではV1とV8の電圧レベルを持つ波形となり、選択期間ではV1又はV8の電圧レベルとなり、非選択期間ではV3とV6の電圧レベルを持つ波形とすることができる。

データ信号は、波高値がV2とV4の電圧レベルに変化するパルスと、波高値がV5とV7の電圧レベルに変化するパルスと、を含む波形とすることができる。

この場合、 $V4 - V3 = V3 - V2 = V7 - V6 = V6 - V5$ の関係に設定されていることが好ましい。非選択期間にて、ほぼ等しい非選択電圧を設定できるからである。

計8レベルの電圧レベルを用いた駆動方法の他の例として、例えば図5に示すように、走査信号は、リセット期間ではV4とV5の電圧レベルを持つ波形となり、選択期間ではV4又はV5の電圧レベルとなり、非選択期間ではV2とV7の電圧レベルを持つ波形とすることができる。

10

データ信号は、波高値がV1とV3の電圧レベルに変化するパルスと、波高値がV6とV8の電圧レベルに変化するパルスと、を含む波形とすることができる。

この場合、 $V3 - V2 = V2 - V1 = V8 - V7 = V7 - V6$ の関係に設定されていると、非選択期間にて、ほぼ等しい非選択電圧を設定できる。

本発明における反転時間を決定する値mは、ディスプレイの走査ライン数をmで除した値が整数となる値に設定することができる。あるいは、反転時間を決定する値mは、ディスプレイの走査ライン数をmで除した値が整数とならない値に設定することもできる。後者の場合、連続するフレーム間にて、mHごとの反転位置が異なる位置となるように、mH反転位置を自然にずらすことができ、反転による駆動波形のなまりや、クロストークを目立たなくすることができる。

20

本発明の他の態様によれば、上述したmH (mH < 1 フレーム期間) ごとの反転に、フレーム単位の反転を重ねることができる。この場合、第nフレーム (nは整数) の始まりの電圧が、第1群の電圧レベルである時は、第(n+1)フレームの始まりは第2群の電圧レベルとされる。一方、第nフレームの始まりの電圧が、第2群の電圧レベルである時は、第(n+1)フレームの始まりは第1群の電圧レベルとされる。

例えば図2に示すmH (mH < 1 フレーム期間) 反転に、フレーム反転を重ねた場合には、例えば図6に示すように、第n番目のフレーム (nは整数) では、データ信号のON選択電圧レベルが第1群のV4に、OFF選択電圧レベルが第1群のV2にそれぞれ設定され、走査信号の始まりの前記リセット電圧レベルがV8に、選択電圧レベルがV1にそれぞれ設定される。

30

これに続く第(n+1)番目のフレームでは、データ信号のON選択電圧レベルが第2群のV5に、OFF選択電圧レベルが第2群のV7にそれぞれ設定され、走査信号の始まりのリセット電圧レベルがV1に、選択電圧レベルがV8にそれぞれ設定される。

40

例えば図5に示すmH (mH < 1 フレーム期間) 反転に、フレーム反転を重ねた場合には、例えば図7に示すように、第n番目のフレーム (nは整数) では、データ信号のON選択電圧レベルが第1群のV1に、OFF選択電圧レベルが第1群のV3にそれぞれ設定され、走査信号の始まりの前記リセット電圧レベルがV5に、選択電圧レベルがV4にそれぞれ設定される。

これに続く第(n+1)番目のフレームでは、列電極信号のON選択電圧レベルが第2群のV8に、OFF選択電圧レベルが第2群のV6にそれぞれ設定され、データ信号の始まりのリセット電圧レベルがV4に、前記選択電圧レベルがV5にそれぞれ設定される。

なお、V1～V8の8レベルの電圧レベルを用いる場合には、第1群の電圧レベルV4と第2群の電圧レベルV5との間の電圧レベル差を大きくすることが好ましい。リセット期間に液晶に印加されるリセット電圧の絶対値をより大きく設定できるからである。

本発明のさらに他の態様によれば、走査信号とデータ信号との差信号の電圧を液晶に印加するために、グラウンド電圧レベルV1を含む計8レベル以上の偶数電圧レベル (V1、V2、... V_{k-1}、V_k : V1 < V2... V_{k-1} < V_k) を生成する液晶駆動装置の電源回路装置において、

最大電圧レベルV_kを生成する手段と、

最大電圧レベルV_kとグラウンド電圧レベルV1を除く電圧レベルV2～V_{k-1}を生成するための基準となる電位差V_Bを生成する手段と、

前記電位差V_Bに基づいて、電圧レベルV2～V_{k-1}を演算して出力する演算手段と、

50

前記電位差 V_B の値を外部から変更する変更手段と、
を有する。

こうすると、電位差 V_B の変更によって、前記グランド電圧レベル V_1 と最大電圧レベル V_k を除く各電圧レベル($V_2 \dots V_{k-1}$)を同時に調整可能となる。

ここで、電位差 V_B を生成する手段は、最大電圧レベル V_k に基づいて電位差 V_B を生成することが好ましい。

さらに好ましくは、前記演算手段は、

前記電圧レベル V_B が入力され、8レベル以上の前記電圧レベルの中の低電圧側の第1群の複数レベル($V_1, V_2 \dots V_{k/2}$)のうち、前記グランド電圧レベル V_1 を除く各電圧レベル($V_2 \dots V_{k/2}$)をそれぞれ演算して出力する複数の演算回路と、

10

前記最大電圧レベル V_k より、前記増幅手段の出力($V_2 \dots V_{k/2}$)をそれぞれ減算して、高電圧側の第2群の電圧レベル($V_{k/2+1}, V_{k/2+2} \dots V_{k-1}, V_k$)のうちの、最大電圧レベル V_k を除く各電圧レベル($V_{k-1} \dots V_{k/2+1}$)をそれぞれ生成する複数の減算回路と、
を有する。

上述の電源回路装置は、2つの安定状態を有するカイラル・ネマチック液晶を用いた液晶表示装置に好適である。

なお、上述の各電源回路装置において、前記基準電位差レベル V_B を、前記データ信号の V_{on} 、 V_{off} から決まる $V_B = |V_{on} - V_{off}|/2$ に設定することが好ましい。

本発明のさらに他の態様によれば、走査信号とデータ信号との差信号の電圧を液晶に印加するために、グランド電圧レベル V_1 を含む計8レベル以上の電圧レベル($V_1, V_2, \dots V_{k-1}$ 、 $V_k: V_1 < V_2 < \dots < V_{k-1} < V_k$)を生成する液晶駆動装置の電源回路装置において、

20

最大電圧レベル V_k を生成する手段と、

一端の電圧が前記最大電圧レベル V_k であり、他端がグランド電圧レベル V_1 となる線路に、一端側から順に直列に接続された($k-1$)個の抵抗器($R_1, R_2 \dots R_{k-1}$)と、

隣接する2つの抵抗器の間にそれぞれ接続され、前記抵抗器($R_1, R_2 \dots R_{k-2}$)にて順次電圧降下されて得られる前記電圧レベル $V_{k-2} \sim V_2$ を出力する($k-2$)個の電圧出力端子と、

($k-1$)個の抵抗器の中のいずれか一つの抵抗器の抵抗値を外部より変更する手段と、
を有することを特徴とする。

この電源回路装置では、一つの抵抗器の抵抗値の変更によって、グランド電圧レベル V_1 と最大電圧レベル V_k を除く各電圧レベル($V_2 \sim V_{k-1}$)を同時に調整可能となる。

30

この電源回路装置も、少なくとも2つの安定状態を有するカイラル・ネマチック液晶を用いた液晶表示装置に好適である。

【図面の簡単な説明】

図1は、本発明が適用されるカイラルネマチック液晶を用いた液晶セルを示す概略断面図である。

図2は、本発明の駆動波形の一例を示す波形図である。

図3は、本発明で用いる液晶の各種状態を説明するための概略説明図である。

図4は、本発明で用いる液晶分子の挙動を説明するための概略説明図である。

図5は、本発明の他の駆動波形を示す波形図である。

40

図6は、図2の駆動波形にフレーム反転を付加した本発明のさらに他の駆動波形を示す波形図である。

図7は、図6の駆動波形にフレーム反転を付加した本発明のさらに他の駆動波形を示す波形図である。

図8は、マトリクス液晶駆動回路の全体構成を示すブロック図である。

図9は、走査信号を生成するためのYドライバのブロック図である。

図10は、データ走査信号を生成するためのXドライバのブロック図である。

図11は、Yドライバの各部の動作を説明するためのタイミングチャートである。

図12は、Xドライバの各部の動作を説明するためのタイミングチャートである。

図13は、本発明の電源回路の一例を示す回路図である。

50

図14は、本発明の他の電源回路の一例を示す回路図である。

図15は、本発明のさらに他の電源回路の一例を示す回路図である。

図16は、カイラルネマチック液晶の閾値、飽和値と温度との関係を示す特性図である。

図17は、カイラルネマチック液晶の閾値、飽和値と反転時間mHとの関係の実験結果を示す特性図である。

図18は、カイラルネマチック液晶の閾値、飽和値と反転時間mHとの関係の他の実験結果を示す特性図である。

図19は、図18のデータに基づいて作成された、飽和値 - 閾値と反転時間mHとの関係を示す特性図である。

図20は、カイラルネマチック液晶の閾値、飽和値と反転時間mHとの関係の他の実験結果を示す特性図である。 10

図21は、図20のデータに基づいて作成された、飽和値 - 閾値と反転時間mHとの関係を示す特性図である。

図22は、カイラルネマチック液晶を駆動するための選択電圧に関する閾値を示す特性図である。

図23は、7レベル駆動法を示す波形図である。

図24は、図9に示すYドライバの出力電圧を決定するための真理値表である。

図25は、図10に示すXドライバの出力電圧を決定するための真理値表である。

発明を実施するための最良の形態

次に、図面を参照して本発明の実施例を説明する。 20

液晶セルの構造

後述する各実施例に用いた液晶材料は、ネマチック液晶（例えば、E.Merck社製ZLI - 3329）に光学活性剤（例えば、E.Merck社製S - 811）を添加することにより、液晶のヘリカルピッチを3 ~ 4 μm に調整したものである。図1に示すように、上下のガラス基板5,5上にITOからなる透明電極4のパターンを形成し、その上に各々ポリイミド配向膜（例えば、東レ社製SP - 740）2を塗布した。そして、各ポリイミド配向膜2対して、相互に所定角度 φ （実施例では $\varphi = 180^\circ$ ）異なる方向にラビング処理を施して、セルを構成した。上下のガラス基板5,5の間にはスペーサを挿入して基板間隔を均一化し、例えば基板間隔（セル間隔）を2 μm 以下とした。したがって、液晶層厚/ねじれピッチの比は 0.5 ± 0.2 となる。 30

このセルに液晶を注入すると、液晶分子1のプレチルト角 θ_1, θ_2 は数度となり、初期配向が 180° のツイスト状態となる。この液晶セルを、図1に示す偏光方向の異なる2枚の偏光板7,7で挟み込み、表示体を形成した。なお、3は絶縁層、6は平坦化層、8は画素間の遮光層、9は液晶分子1のダイレクターベクトルである。

液晶駆動原理

図2は、液晶に印加される電圧の極性反転を周期的に行い、液晶を交流駆動する際の駆動波形の一例を示している。反転のタイミングは、後述する走査信号の選択期間T3を1Hとしたとき、そのm倍（mは2以上の整数）のmHごとである。ただし、mH $\neq$ 1フレーム期間である。このmHのパルス幅の信号を、図2（a）にFRとして示した。図2（b）はi番目の走査信号ラインに供給される走査信号の波形を示している。図2（c）はj番目のデータ信号ラインに供給されるデータ信号の波形を示している。図2（d）は図2（b）の走査信号と図2（c）のデータ信号との差信号の波形を示している。図2（d）の差信号の電圧が、i番目の走査信号ラインとj番目のデータ信号ラインとの交差点に位置する画素（i, j）の液晶に印加される。 40

図2に示す駆動波形には、リセット期間T1, 遅延期間T2, 選択期間T3および非選択期間T4が含まれている。この各期間T1, T2, T3, T4を加算した期間が1フレーム期間Tである。

図2において、リセット期間T1には、ネマチック液晶にフレデリクス転移を生じさせるための閾値以上のリセット電圧（リセットパルス）100が印加される。このリセット電圧100は、本実施例ではそのピーク値が例えば $\pm 25\text{V}$ に設定されている。遅延期間T2は、リセット電圧100を液晶セルに印加した後、選択期間T3にて液晶セルに選択電圧（選択パルス）1 50

20が印加されるタイミングを遅延させるために設けられている。本実施例では、この遅延期間T2にて液晶セルに、遅延電圧110として例えば $\pm 1V$ の電圧が印加される。選択期間T3に液晶セルに印加される選択電圧120は、ネマチック液晶の2つの準安定状態、例えば 360° ツイスト配向状態と 0° ユニフォーム配向状態のいずれかを生ずる臨界値を基準として選択される電圧である。この選択電圧120として、第1実施例に用いたカイラルネマチック液晶の場合、選択電圧120のピーク値が $0 \sim \pm 1.5V$ のoff電圧であると、 360° ツイスト配向状態が得られる。一方、選択電圧120として $2V$ 以上又は $-2V$ 以下、望ましくは $3V$ 以上又は $-3V$ 以下のon電圧を液晶セルに印加すると、 0° ユニフォーム配向状態が得られた。また、非選択期間T4には、液晶セルに選択電圧120よりも絶対値の小さな非選択電圧130が印加され、選択期間T3にて選択された液晶の状態が維持されるようになっている。

10

図3は、カイラルネマチック液晶の各種状態を説明するための説明図である。

この液晶は、初期配向状態にあつては、上述のラビング処理により 180° ツイスト配向状態となっている。この初期配向状態の液晶に、リセット期間T1にてリセット電圧100を印加すると、図3に示す通りフレデリクス転移が生ずる。この後に、選択期間T3にて選択電圧120としてon電圧を液晶に印加すると 0° ユニフォーム配向状態が得られ、off電圧を印加すると 360° ツイスト配向状態が得られる。その後、図3に示すように、ある時定数に従って上記の2つのいずれかの状態から初期状態に自然緩和する。ここで、この時定数は表示に必要な時間に比較して十分長くできる。従って、非選択期間T4にて印加される非選択電圧130が、フレデリクス転移を起こすために必要な電圧に比べて十分に低い電圧に保たれている限り、次のリセット期間T1までの間は、選択期間T3にて設定された状態をほぼ維持できる。これにより、液晶表示が可能となる。

20

遅延時間T3を設けている理由について、図4を参照して説明する。図4は、本発明で用いる双安定液晶の挙動を示した動的シミュレーションの結果と、遅延期間T2および選択期間T3との関係を示している。横軸は時間、縦軸は液晶セル中央の分子のティルトを表しており、スタート時点はリセットパルス100の切れた時である。

この図に従えば、液晶分子は垂直に立った状態（ホメオトロピックの配向状態）の後、後ろ側に少し倒れ（バックフロー）、再び戻って来てティルトが 0° に向かって進むものと、更に 180° の方向に動くものに分かれる。前者は 0° ユニフォーム配向状態への遷移であり、後者はこのティルトの変化の他にツイストも加わるので 360° ツイスト配向状態への遷移に相当する。ところで、この図で明らかなように 0° ユニフォーム配向状態への遷移にしても、 360° ツイスト配向状態への遷移にしても、リセットパルス100の切れた直後は、液晶のバックフローという同一の過程を経ている点では全く挙動が同じである。すなわち、液晶の配向状態が 0° になるか 360° になるかは、このバックフロー後のトリガー（図4中の矢印）の与え方次第で決まる。

30

本願出願人の先の提案では、リセット期間T1の経過直後に選択期間T3を設定した。これに対して、第1実施例の駆動方法に係る図2の駆動方法では、リセット期間T1と選択期間T3との間に遅延期間T2を挿入した。この遅延期間T2の時間長さを調整することで、選択期間T3の長短にかかわらず、液晶がバックフローを起こした後のトリガーを付与すべきタイミングにて、この液晶に選択電圧32を印加することが可能となる。それゆえ、選択期間T3の時間長さを $50\mu s$ と大幅に短縮しても、液晶のon/offの切り換えが可能となる。

40

選択パルスのパルス幅、遅延期間及び温度を一定にした場合、臨界値は選択パルスのパルス高として図22に示す V_{th1} , V_{th2} のようになる。図22に示すリセットパルスの電圧値 V_e の絶対値（縦軸）と選択パルスの電圧値 V_w （横軸）との直交平面において、 a_1 , a_2 は準安定状態の一方（例えばねじれ角 0 度の状態）が出現する領域（ $|V_e| > V_0$ かつ $|V_{th1}| < |V_w| < |V_{th2}|$ ）を示している。また、 b_1 , b_2 , b_3 は準安定状態の他方（例えばねじれ角 360 度の状態）が出現する領域（ $|V_e| > V_0$ かつ $|V_w| < |V_{th1}|$ 又は、 $|V_e| > V_0$ かつ $|V_w| > |V_{th2}|$ ）を示す。ここで V_{th1} と V_{th2} は選択パルスの電圧値に対する閾値である。以下の説明では、 V_{th1} を閾値として液晶駆動を行っている。

図2の駆動波形の説明

次に、図2に示す駆動波形の詳細について説明する。この第1実施例では、計8レベルの

50

電圧レベルを用いてカイラル・ネマチック液晶を駆動している。

この8レベルの電圧レベルを、低電圧側の第1群の4レベル(V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 : $V_1 < V_2 < V_3 < V_4$)と高電圧側の第2群の4レベル(V_5 、 V_6 、 V_7 、 V_8 : $V_4 < V_5 < V_6 < V_7 < V_8$)とで構成している。

さらに、本実施例では、 mH (図2では $m = 4$)ごとに、走査信号及びデータ信号はそれぞれ、第1群又は第2群の電圧レベルに交互に設定される。

走査信号のリセット期間 T_1 は、数 $10H$ 分(例えば $1 \sim 2ms$)の時間に設定される。このリセット期間 T_1 は反転時間 mH より長いため、リセット期間 T_1 中では、 mH ごとに電圧レベルが変化する。図2では、走査信号のリセット期間 T_1 では、 V_1 または V_8 の電圧レベルが交互に繰り返される波形となる。

10

次に、走査信号の遅延期間 T_2 は $1H$ 以上とされ、図2の場合には $T_2 = 2H$ に設定される。 $T_2 < mH$ であるから、走査信号の遅延期間 T_2 では一定電圧レベルとなるが、 mH ごとの反転に従って異なる電圧レベルとなり、本実施例では V_3 又は V_6 のいずれかの電圧レベルとなる。ここで、本実施例では、リセット期間 T_1 の最後のパルス幅が $2H$ であり、この最後のパルス期間とは位相の異なる遅延期間 T_2 も $2H$ となっている。そこで、リセット期間 T_1 と比較して、選択期間 T_3 以降は、走査信号波形の mH ごとの反転位相を 180° 変化させている。

選択期間 $T_3 = 1H < mH$ であり、選択期間 T_3 では一定電圧となるが、 mH ごとの反転に従って異なる電圧レベルとなり、本実施例では V_1 と V_8 のいずれかの電圧レベルとなる。

非選択期間 $T_4 > mH$ であり、1フレーム期間内で mH ごとに異なる電圧レベルとなる。本実施例では、走査信号の非選択期間 T_4 では、 V_3 、 V_6 の電圧レベルを持つ波形となる。

20

一方、データ信号も mH ごとに電圧レベルが変化する波形となり、しかも液晶に書き込む電圧に依存してon電圧又はoff電圧となる。on電圧は、走査信号の選択期間 T_3 の電圧が V_1 である時は V_4 、 V_8 である時は V_5 となる。off電圧は、走査信号の選択期間 T_3 の電圧が V_1 である時は V_2 、 V_8 である時は V_7 とされる。

このような走査信号、データ信号をそれぞれ走査信号ライン、データ信号ラインに供給すると、各ラインの交点である画素(i 、 j)には、図2(d)に示す差信号の電圧が印加される。すなわち、リセット期間 T_1 ではリセット電圧 130 として、比較的大きな電圧($V_1 - V_7$)あるいは($V_8 - V_2$)が得られる。しかも、従来の電圧平均化法と同じon電圧、off電圧、バイアス電圧の関係が得られる。

特に、 $V_4 - V_3 = V_3 - V_2 = V_7 - V_6 = V_6 - V_5$ とすれば、非選択期間 T_4 のバイアス電圧が等しくかかるように設定できる。この条件下でon電圧を大きくしたい時には、 V_1 、 V_2 間と V_7 、 V_8 間の電圧差を大きくすれば良い。ただし、この時同時に非選択期間 T_4 中のバイアス電圧も増加するので注意を要する。また、リセット電圧を大きくしたい時には、 V_4 、 V_5 間の電位差をさらに広げれば良い。さらには、これにリセット電圧印加後の遅延期間の長短をつけるには、選択期間のタイミングを $1H$ 単位でシフトさせればよい。

30

ちなみに、 $V_1 = 0V$ 、 $V_2 = 1V$ 、 $V_3 = 2V$ 、 $V_4 = 3V$ の第1群と、 $V_5 = 23V$ 、 $V_6 = 24V$ 、 $V_7 = 25V$ 、 $V_8 = 26V$ の第2群、または、 $V_1 = -13V$ 、 $V_2 = -12V$ 、 $V_3 = -11V$ 、 $V_4 = -10V$ のマイナス電圧第1群と、 $V_5 = 10V$ 、 $V_6 = 11V$ 、 $V_7 = 12V$ 、 $V_8 = 13V$ のプラス電圧第2群に各々の電圧を設定すると、リセット電圧 = $\pm 25V$ 、ON電圧 = $\pm 3V$ 、OFF電圧 = $\pm 1V$ 、バイアス電圧 = $\pm 1V$ が得られる。第1群の電圧 V_4 と第2群の電圧 V_5 間の電位差をさらに広げるように設定すれば、 $30V$ 、 $40V$ のリセット電圧とバイアス電圧 $1V$ ということも実現できる。

40

このように、図2の駆動法によれば、カイラルネマチック液晶の駆動に必要な大電圧と小電圧を同居させ、単純マトリクス駆動を合理的に実現できる。即ち、図2の駆動法を用いれば、比較的小さな回路電圧で $20V$ を越える大きなリセット電圧と、 $1V$ 近辺のバイアス電圧(非選択電圧)と、数 V のデータon,off電圧を両立させ、しかも液晶に印加される電圧を最適反転時間で交流化する事ができる。また、実際の駆動回路を作製する上では、データ信号と走査信号とで、それぞれの駆動電圧が接近するので、回路部品の選択の自由度が広がる。さらには、この様な駆動電圧のアンバランスの解消は、駆動回路のIC化にも有効となる。

なお、上記説明ではリセット電圧の組を(V_1 、 V_8)としたが、(V_2 、 V_7)あるいは(V_3 、

50

V6)あるいは(V4、V5)としてもよい。リセット電圧の組を(V4、V5)とした例は、図6を用いて後述する。また、図2の駆動法は、遅延期間T2がない場合にも有効である。

mH反転と表示特性との関係

図2の駆動法にて採用したmHごとの交流駆動は、単に液晶の長寿命化に寄与するだけでなく、カイラルネマチック液晶を用いた液晶表示装置での表示特性をも向上させることができる。その理由について以下に説明する。

図16は、カイラルネマチック液晶の閾値 V_{th} 、飽和電圧 V_{sat} と温度との負の相関を示す特性図であり、閾値 V_{th} 、飽和電圧 V_{sat} は温度依存性を有する。ここで、 V_s を選択期間T3中の走査信号の電圧レベルの絶対値とし、 V_d を選択期間T3中のデータ信号の電圧レベルの絶対値とすると、液晶のオン・オフ駆動の条件は、 $|V_{on}| = |V_s + V_d| - |V_{sat}|$ 、かつ、 $|V_{off}| = |V_s - V_d| - |V_{th}|$ である。設計上、 V_{on} の絶対値は V_{sat} の絶対値よりもあるマージンを越えて大きく設定し、 V_{off} の絶対値は V_{th} の絶対値よりもあるマージンを下回る値に設定する必要があるが、温度に依存してマージンが少なくなり、表示特性が悪化する恐れがある。

また、この閾値 V_{th} 、飽和電圧 V_{sat} は、液晶パネルの面内にてばらつくことも分かっている。

ところで、飽和電圧と閾値電圧との差の絶対値 $|V_{sat} - V_{th}|$ が小さければ、閾電圧、飽和電圧に温度依存性があっても、あるいは面内での非均一性があっても、on電圧、off電圧のためのマージンを常に確保することが可能となる。

本発明者等は、 $|V_{sat} - V_{th}|$ が反転時間mHに依存して変化することを発見した。図17は、横軸に反転時間mHをとり、縦軸に閾値 V_{th} 、飽和電圧 V_{sat} をとり、実験により得られた閾値 V_{th} 、飽和電圧 V_{sat} のmH依存特性を示すものである。なお、この実験は、デューティ比 = 1/240、リセット期間 $T_1 = 1.5\text{ms}$ 、リセット電圧 = $\pm 25\text{V}$ 、バイアス電圧 $V_d = \pm 1\text{V}$ として常温下で測定したものである。

図18～図21の特性図によれば、 $|V_{sat} - V_{th}|$ が反転時間mHに依存することをより明確に理解できる。

図18は、図17と同じ実験をmHを1H～8H (1H = $80\mu\text{S}$) に変化させて行ったものである。実験条件は、デューティ比 = 1/240、リセット期間 $T_1 = 1.0\text{ms}$ 、リセット電圧 = $\pm 25\text{V}$ 、バイアス電圧 $V_d = \pm 1.3\text{V}$ とし、常温下で測定したものである。図18によれば、 V_{th1} 、飽和電圧 V_{sat1} は、2H～4Hの間で低くなることが分かる。

図19は、図18のデータに基づき、縦軸を $|V_{sat} - V_{th}|$ とした特性図であり、2H～4Hの間で $|V_{sat} - V_{th}|$ が低下していることが分かる。

図20は、図19と同じ実験を、デューティ比 = 1/480の液晶パネルにて実施した結果を示している。1H = $40\mu\text{S}$ である。図20によれば、 V_{th1} 、飽和電圧 V_{sat1} は、4H～16Hの間で低くなることが分かる。

図21は、図20のデータに基づき、縦軸を $|V_{sat} - V_{th}|$ とした特性図であり、4H～16Hの間で $|V_{sat} - V_{th}|$ が低下していることが分かる。

このように、mHを2H以上とすると、mH = 1Hの場合と比較すれば、 $|V_{sat} - V_{th}|$ を小さくでき、マージンを大きく確保した状態でon電圧、off電圧を液晶に印加することができ、表示特性が向上することが分かる。

しかも、mHを2H以上とすると、mH = 1Hの場合と比較すれば閾値 V_{th} 、飽和電圧 V_{sat} 自体を低くでき、駆動電圧を低くできる効果もある。

このように、図2の駆動方法によれば、反転時間mHと表示特性の依存性が確認されているので、反転動作によって液晶の寿命と関係の深い直流の連続印加を極力抑えると同時に、表示特性の改善も出来る。

図5の駆動波形の説明

図5は図2と同じように、mH (m = 4) のパルス幅のFR (図5 (a) 参照) を用い、液晶に印加される電圧極性をmHごとに反転させる方法であるが、走査信号とデータ信号の波形の各電圧レベルを変更してある。

走査信号は、図5 (b) に示すように、リセット期間 T_1 の電圧はV4、V5、遅延期間T2の電

10

20

30

40

50

圧はV2、V7、選択期間T3の電圧はV4、V5、非選択期間T4の電圧はV2、V7としている。
データ信号は、図5(c)に示すように、on電圧をV1、V8、off電圧をV3、V6としている。

この結果、マトリクス表示の画素(i,j)には、図5(d)に示すように、液晶に印加される電圧が、プラス・マイナスに交互に変化したものとなる。この図5の駆動波形を用いると、V1～V8を図2の電圧レベルと同じに設定した場合には、リセット電圧は(V4 - V8)又は(V5 - V1)となり、±23Vとなって図2の場合より低くなるが、リセットに必要な大きな電圧を確保できる。他の電圧は、ON電圧 = ±3V、OFF電圧 = ±1V、バイアス電圧 = ±1Vとなり、図2と同じ電圧が得られる。さらには、データ信号の電位を、グランド電圧V1と最高電圧V8に設定できるので、バイアス電圧が安定し、表示の安定性を増す事ができる

10

。なお、図5の場合には、 $V3 - V2 = V2 - V1 = V8 - V7 = V7 - V6$ とすれば、非選択期間T4のバイアス電圧が等しくかかるように設定できる。また、図2と同様に、on電圧を大きくしたい時には、V1、V2間とV7、V8間の電圧差をそれぞれ大きくすれば良い。リセット電圧を大きくしたい時には、V4、V5間の電位差をさらに広げれば良い。さらには、これにリセット電圧印加後の遅延期間の長短をつけるには、選択期間のタイミングを1H単位でシフトさせればよい。

図6の駆動波形の説明

図6は、図2、図5と同じmH(m = 4)ごとの反転動作に、フレーム単位の反転動作を重ねた変形例である。

20

即ち、走査信号及びデータ信号の電圧レベルをmHごとに反転させていくと、1フレームが終わる段階では、液晶にかかる電圧が1フレーム内ではプラス・マイナスのバランスが取れていないので、直流分が残留する。そこで、次のフレームでは、走査信号、データ信号の電圧レベルを前フレームと反転させ、フレーム単位で反転させている。即ち、液晶に印加される駆動波形の第nフレーム(nは整数)の始まりの電圧が、電圧レベルの第1群(V1～V4)にある時は、第(n + 1)フレームの始まりは第2群(V5～V8)とする。また、第nフレームの始まりの電圧が第2群の時、第(n + 1)フレームの始まりは第1群とし、mHごとの反転にフレーム単位の反転を重ねて繰り返すようにする。これはフレームごと反転とmHパルス反転を組み合わせたものといえる。

この図6の駆動波形によれば、1フレーム内では解消できない直流分を、2フレームに渡

30

って完全解消できるので、液晶の長寿命化に効果が大きい。なお、本実施例は図2の実施例と同一電圧設定としたが、図5の実施例2と同一電圧設定としてもよい。図5の駆動法にフレーム反転を付加した駆動波形は、図7に示す通りとなる。

液晶駆動回路の説明

図8から12に、図2、5、6、7の駆動波形を実現するための実際の液晶駆動回路の構成、並びにタイムチャートを示す。図8は液晶パネルおよびその駆動回路を含む表示装置の全体構成図である。液晶パネル10は320×320画素を有し、この液晶パネル10を駆動するために、第1、第2のYドライバ回路11A、11Bおよび第1、第2のXドライバ12A、12Bが設けられている。

40

第1、第2のYドライバ回路はそれぞれ同一の構成を有し、その詳細が図9に示されている。

Yドライバ回路11Aについて図9を参照して説明する。Yドライバ回路11Aは、リセット用シフトレジスタ13A、セレクト用シフトレジスタ13Bの2つのシフトレジスタを有し、それぞれには160段のレジスタがある。リセット用レジスタ13Aにはリセット期間T1を指定したリセット信号RIが入力され、この信号はシフトクロックYSCKにより次段のレジスタに逐次シフトされていく。なお、160段目のレジスタの内容は出力端子R0を介して出力され、第2のYドライバ回路の入力RIとなるカスケード接続がなされる。セレクト用シフトレジスタ13Bについても同様で、セレクト期間T3を指定した信号SIがシフトレジスタ13Bに入力され、これらの信号はシフトクロックYSCKにより次段のレジスタに次々に伝達されていく。

50

最終段160のレジスタの内容は出力端子S0を介して次の第2のYドライバ回路11Bの入力信号SIとなり、カスケード接続がなされる。

各シフトレジスタ13A、13Bの内容は160チャンネル同時に並列出力され、出力コントローラ14に入力される。この出力コントローラ14はリセット信号R、セレクト信号Sおよび交流化信号FRの入力状態によって6つの状態、即ち、R、S、FR = (0、0、0)または(0、0、1)または(0、1、0)または(0、1、1)または(1、0、0)または(1、0、1)を区別した信号を出力する。この信号は、レベルシフタ15を介してYドライバ16に入力される。

このYドライバ16には4種類の駆動電圧(V1、V3、V6、V8)または(V2、V4、V5、V7)が入力されており、出力コントローラ14で区別された6つの状態に基づき、図24を示す真理値表に従っていずれか1つの駆動電圧を各チャンネルごとに出力する。なお、図24において、Yout1は、図2、6に対応した駆動波形を得るときの選択を、また、Yout2は図5、7に対応した駆動波形を得るときの選択を示した。

図11はYドライブ回路に入出力される各信号の状態を一部示したタイミングチャートである。図11に示すタイミングチャートの場合、選択期間T3の長さを1Hとしたとき、シフトクロックYSCKは1HごとにH/Lを繰り返す信号となっており、交流化信号FRはmHとなっているので、図2、5のようにmHごとに液晶に印加される電圧の極性が反転する走査信号YKとなる。

次に、第1のXドライバ回路12Aの詳細について図10を参照して説明する。Xドライバ回路12Aは、160段のレジスタから構成されるシフトレジスタ17有し、入力信号EIをシフトクロックXSCKに従って次段のレジスタに逐次シフトしていく。160番目のレジスタの内容はE0出力端を介して外部に出され、第2のXドライバ回路12Bとカスケード継続が可能である。シフトレジスタ17に入力される信号EIは、図12に示すように一水平走査期間(1H)に1回論理の1となる信号である。従って、シフトレジスタ17の各レジスタより論理の1が逐次出力されることで、第1のラッチ回路18は各レジスタと対応するアドレスに画像データをラッチする事になる。この第1のラッチ回路18の160チャンネルのデータは、ラッチパルスLPが入力するタイミングにて第2のラッチ回路19に同時にラッチされる。交流化信号FRおよび第2のラッチ回路19からのデータを入力する出力コントロール回路20は、データDと交流化信号FRの入力状態によって4つの状態(D、FR) = (0、0)または(0、1)または(1、0)または(1、1)を区別した信号を、レベルシフタ21を介在して各チャンネルごとにXドライバ22に入力させる。Xドライバ22は4種類の駆動電圧すなわち(V2、V4、V5、V7)または(V1、V3、V6、V8)を入力とし、出力コントロール回路20からの情報に基づいてこの内の1つの電圧を選別出力する。図25にその真理値表を示す。なお、図25においてXOUT1は図2、6に、XOUT2は図5、7の実施例に対応している。

電源回路の説明

図8から図12に示した回路で使用する電源回路の実施例について説明する。本発明では走査信号、データ信号の各種電圧レベルを設定するために、計8レベルの電位を用いている。このうちV1 = GND、V8 = 最大基準駆動電圧(VH)とすると、残りの中間のV2~V7について各々の電位を決めれば良い事になる。以下に説明する各電源回路は、多数の電圧レベルに分かれた駆動電位を、1つのボリュームによって全て同時に可変とする事ができ、表示の最適調整には最も簡便な電源回路である。

まず、電圧平均法で非選択期間中のバイアス電圧となる基準電位差VBを、データ信号のVon、Voffより次のように定義し、一定となるようにする。

$$VB = |Von - Voff| / 2$$

この基準電位差VBを基準に電源回路を実現したものが図13である。

VBは数Vあれば充分であるので、例えば高電圧のVHからツェナーダイオード30によって電位を落とし、更に、この電位からバリアブル抵抗32の midpoint の電位を任意に引き出し、基準電位差VBとする。必要な電圧V2、V3、V4は、このVBを1~数倍に増幅したものをV1に加えればよいので、図13のように正の増幅回路をオペアンプにより構成し、V1 = 0V(グラウンド)であることを考慮すると、V2 = VB、V3 = 2VB、V4 = aVB(aは増幅率)とする。増幅

10

20

30

40

50

率 a は、 V_4 の電圧を出力するオペアンプのフィードバック抵抗34により決定され、この抵抗値を可変とすれば、増幅率 a を任意に設定できる。

次に、これらの出力と最高電位 V_H の引き算回路をオペアンプにより構成し、 $V_7 = V_H - V_2$ 、 $V_6 = V_H - V_3$ 、 $V_5 = V_H - V_4$ とすれば、 V_B を変えるだけで全電圧レベルが連動して変わるバイアス一定の電源となる。実際には、走査信号およびデータ信号のドライバー回路に入力させる前に、バッファを介在させれば、このバッファにより各電圧レベルを増幅できる。

本電源回路は、増幅率 a を変更することで V_4 、 V_5 を最適に調整でき、図5、図7の実施例のon電圧 ($V_1 - V_4$ または $V_8 - V_5$) を所望に調整できる。なお、増幅の倍率を ($a - 2$)、 ($a - 1$)、 a となるように V_2 、 V_3 、 V_4 を決めると、図2、6の実施例に好適となる。

図14は、 $V_3 = bV_B$ 、 $V_2 = (b - 1)V_B$ 、 $V_4 = (b + 1)V_B$ となるようにオペアンプにより演算回路を組み、 $V_2 \sim V_4$ の電位を作成したものである。ただし、 b は増幅率であり、 b は1以上の数値、さらに好ましくは2以上の数値である。 $V_5 \sim V_7$ については図13と同様に、 V_H (V_8) からそれぞれ V_4 、 V_3 、 V_2 を、オペアンプにより構成した減算回路によって減算して作成している。ここで、図14では、 V_3 の電圧を出力するオペアンプのフィードバック抵抗34を可変抵抗とし、増幅率 b の値を自由に換えられるようにしている。この結果、 V_4 、 V_5 の各電圧レベルを調整できる。従って、図2、図6の実施例のon電圧 ($V_1 - V_4$ または $V_8 - V_5$) を所望に調整できる。このように、液晶に印加されるon電圧を簡単に操作する事ができ、これも駆動回路調整に有効となる。

図15は、本発明のさらに他の電源回路を示している。同図において、7個の抵抗器 (R_1 、 $R_2 \dots R_7$) が設けられ、このラインの一端には最大電圧レベル V_8 を生成する電圧発生回路40が接続され、他端がグランド電圧レベル V_1 となっている。そして、隣接する2つの抵抗器の間には、抵抗器 (R_1 、 $R_2 \dots R_7$) にて順次電圧降下されて得られる電圧レベル $V_7 \sim V_2$ を出力する6個の電圧出力端子 $OUT_7 \sim OUT_2$ が設けられている。 V_5 の電圧出力端子 OUT_5 と、 V_4 の電圧出力端子 OUT_4 との間の抵抗器 R_4 は可変抵抗器であり、その抵抗値を外部より変更することができる。

この電源回路では、抵抗器 R_4 の抵抗値の変更によって、各抵抗器 $R_1 \sim R_7$ を流れる電流値を変更でき、降下電圧の大きさを変更できるので、グランド電圧レベル V_1 と最大電圧レベル V_8 を除く各電圧レベル ($V_2 \sim V_7$) を同時に調整可能となる。なお、電圧発生回路40にて V_8 の大きさも変更すれば、 $V_2 \sim V_8$ を任意に変更することが可能となる。なお、図14、図15において、 $V_2 \sim V_7$ の電圧レベルが出力される $OUT_2 \sim OUT_7$ には、それぞれ増幅用のオペアンプが接続されることもある。

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形実施が可能である。例えば、図2、図6に示す実施例では、反転時間を決定する値 m と、ディスプレイの走査ライン数 n の間に最大公約数が無い様に設定すると反転位置が自然にずれていき、反転による波形なまりやクロストークを目立たなくする事が可能である。また、 m を適当に大きくすれば、電圧反転で発生するクロストーク位置が少なくなる効果もある。

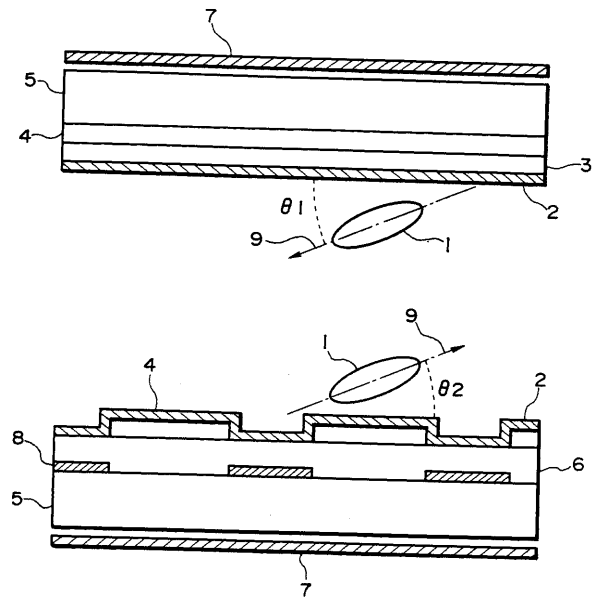
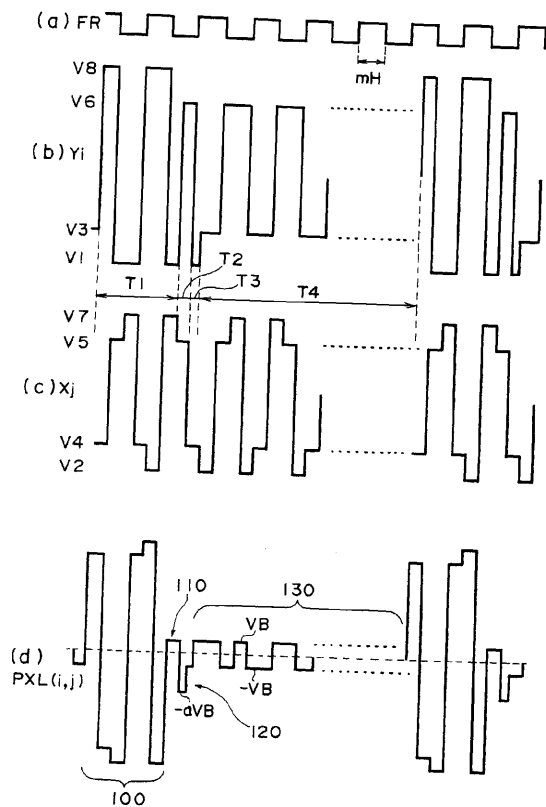
【図 25】

FIG. 25

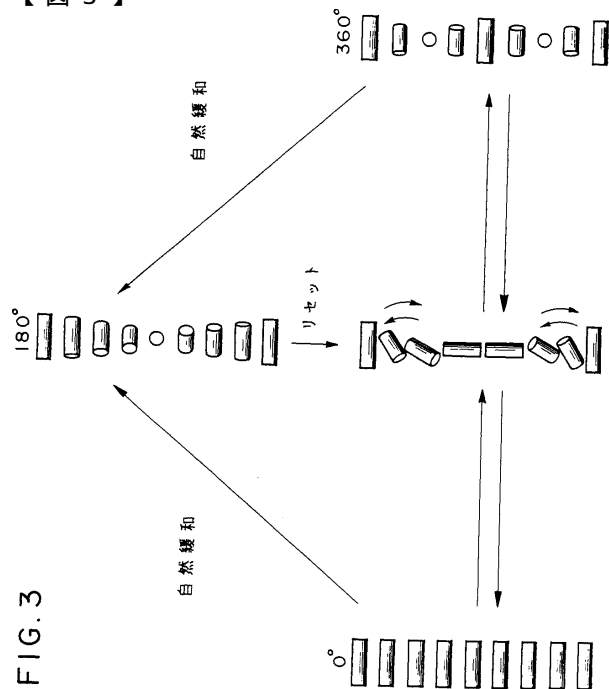
Xドライブ出力の真理値表			
データ	FR	X out 1	X out 2
L	L	V7	V6
L	H	V2	V3
H	L	V5	V8
H	H	V4	V1

【図 1】

FIG. 1

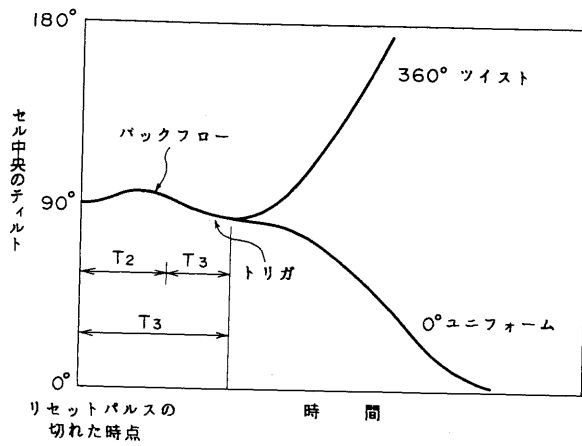
【図 2】
FIG. 2

【図 3】



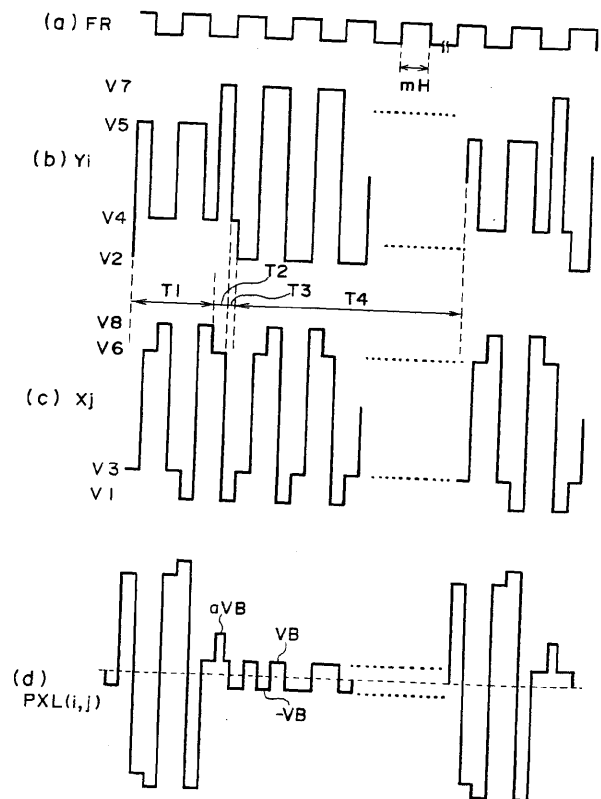
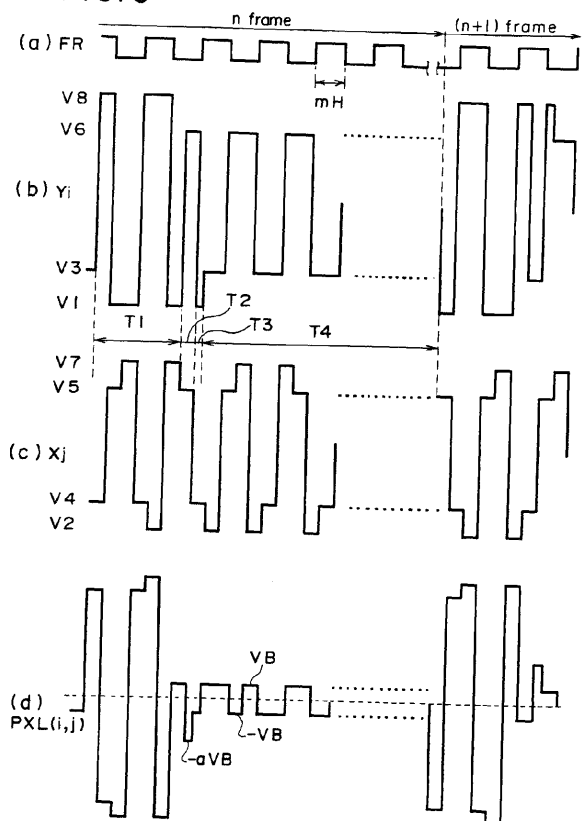
【図4】

FIG. 4



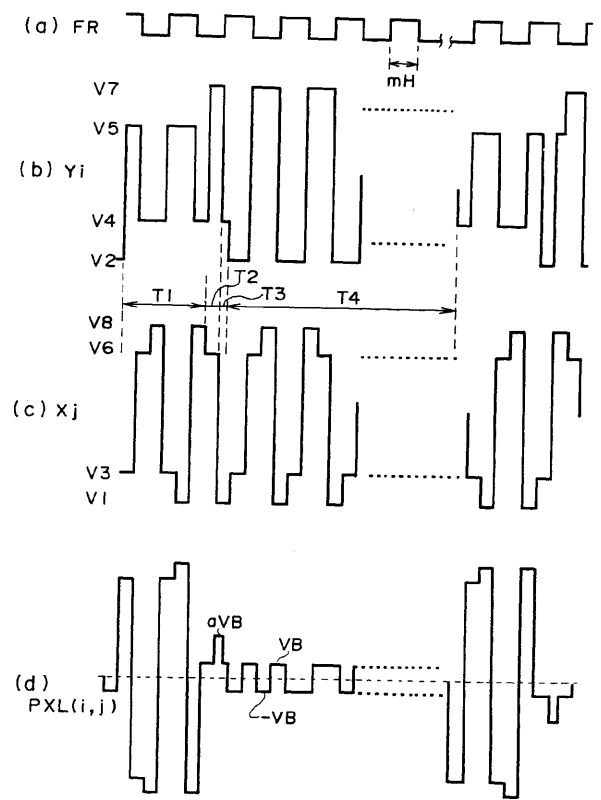
【図5】

FIG. 5

【図6】
FIG. 6

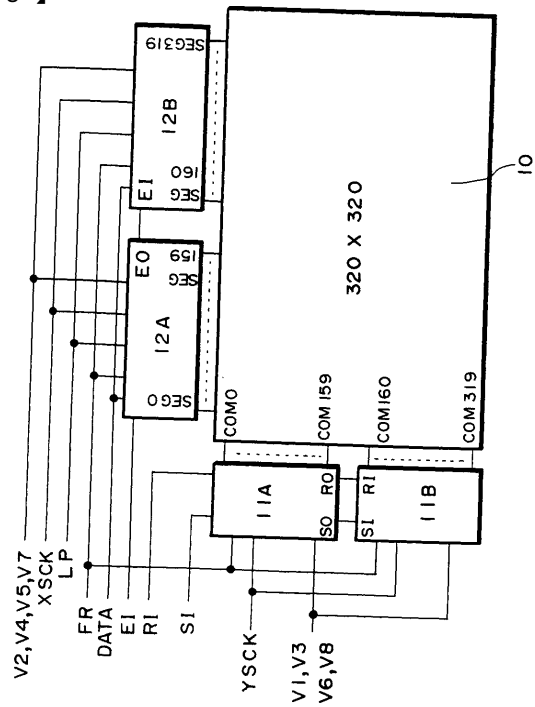
【図7】

FIG. 7



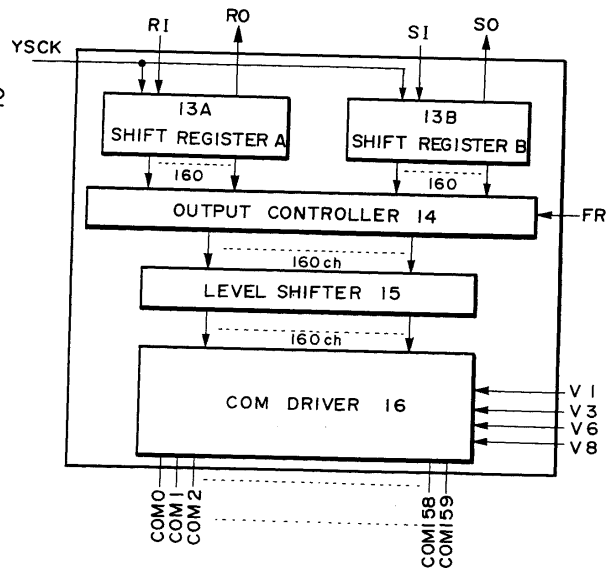
【図 8】

FIG. 8



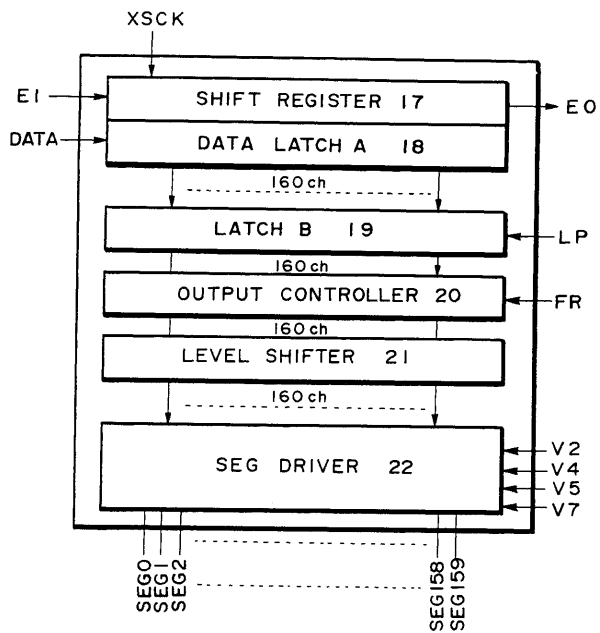
【図 9】

FIG. 9



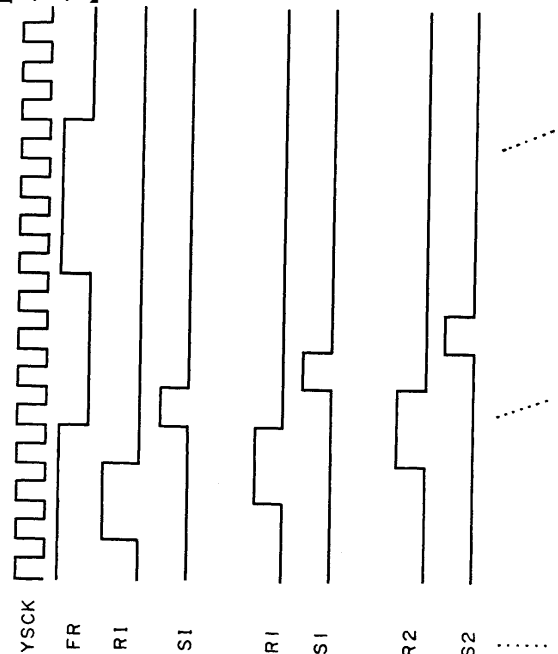
【図 10】

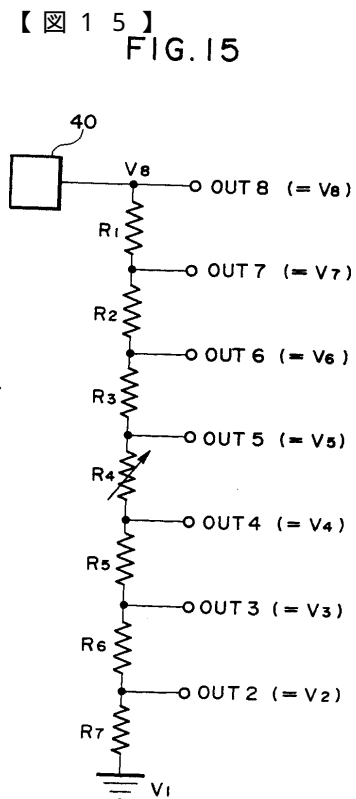
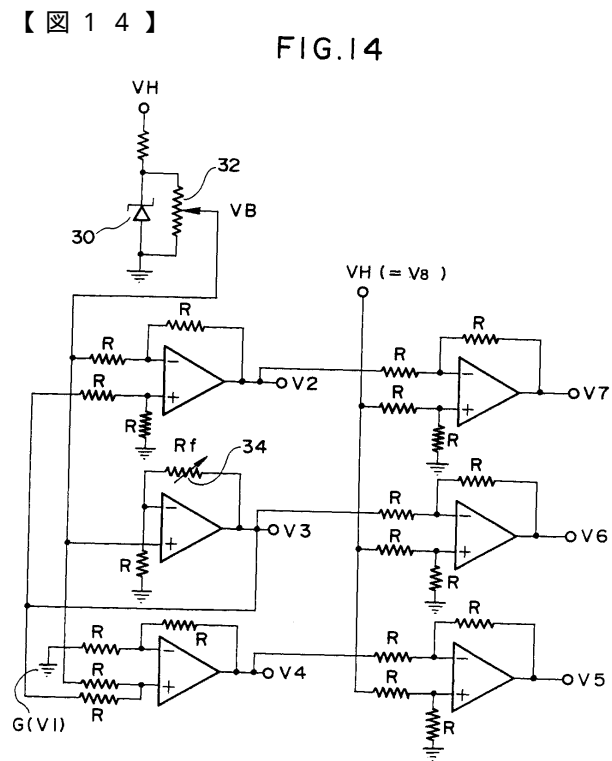
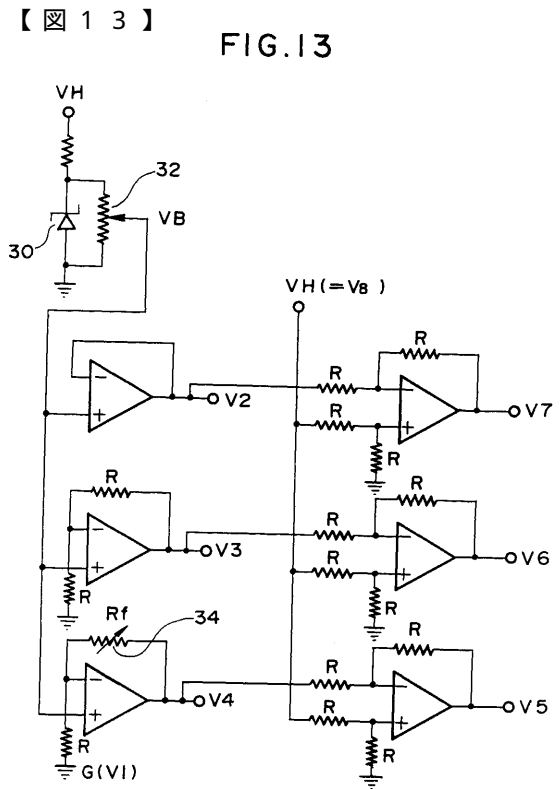
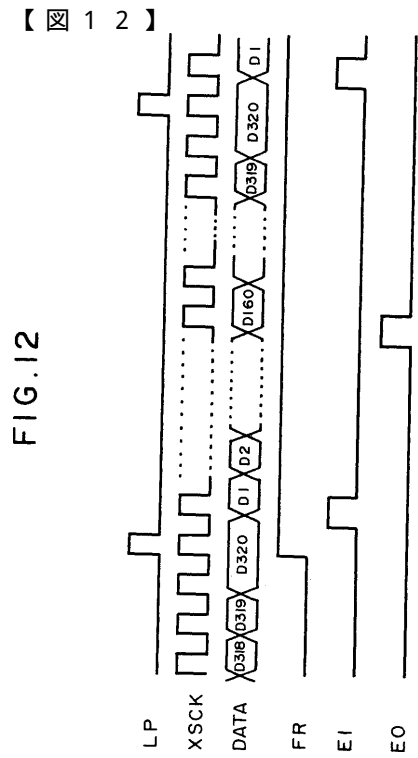
FIG. 10



【図 11】

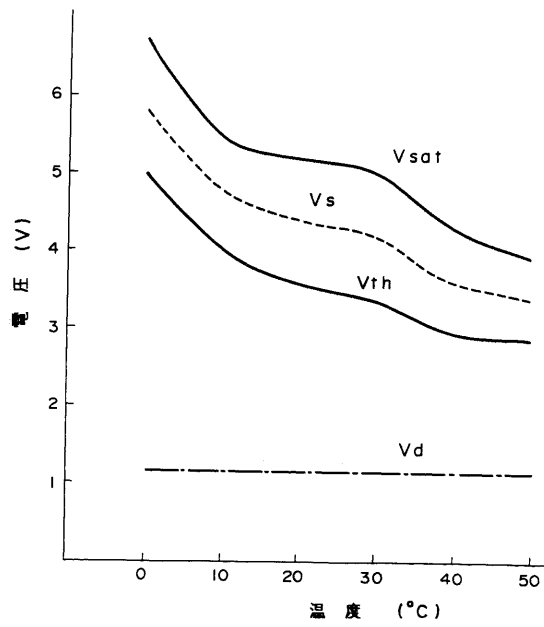
FIG. 11





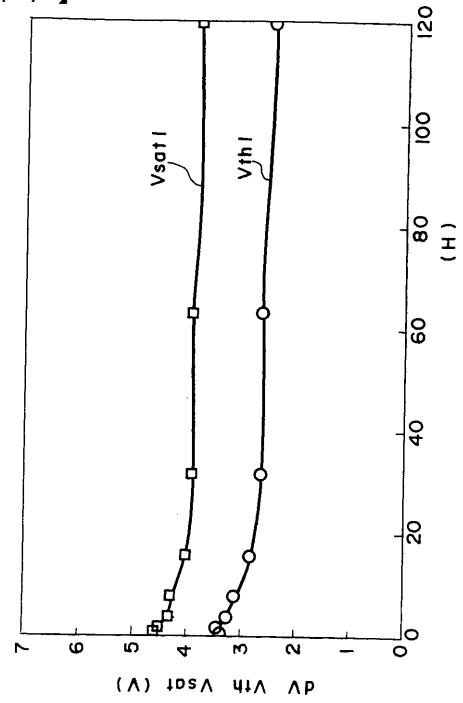
【図 16】

FIG.16



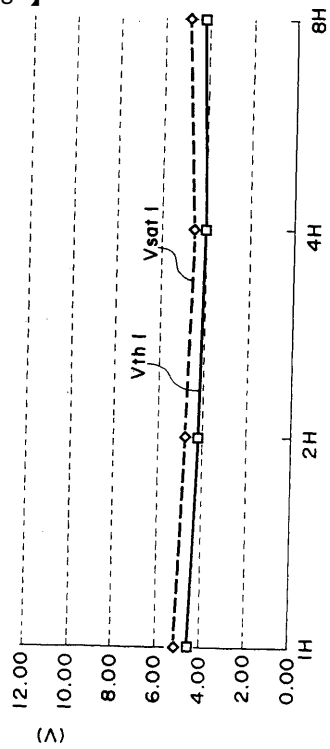
【図 17】

FIG.17



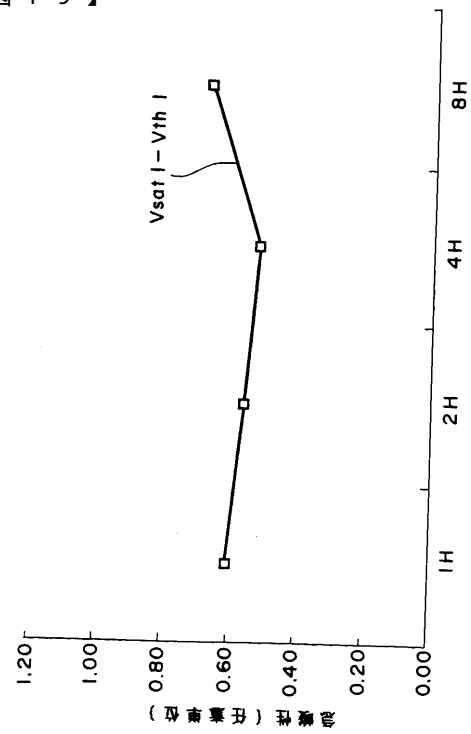
【図 18】

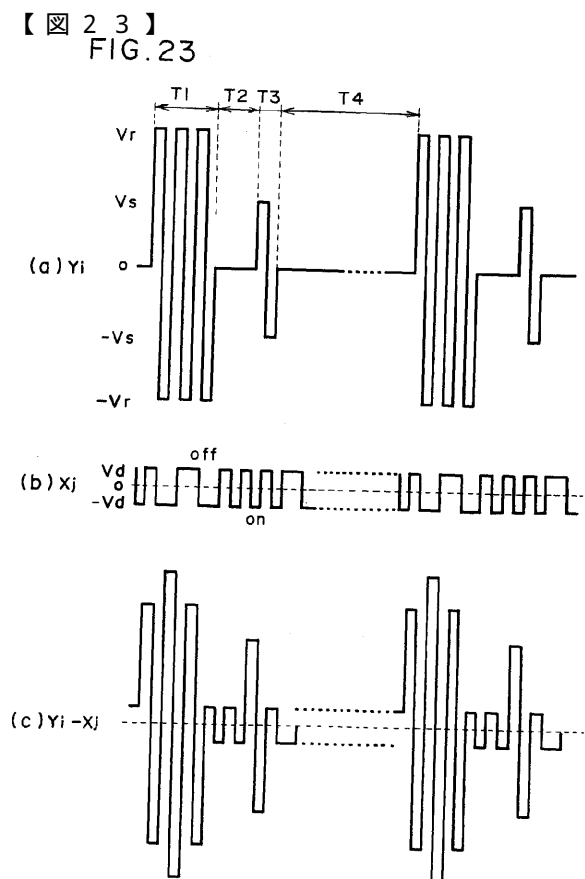
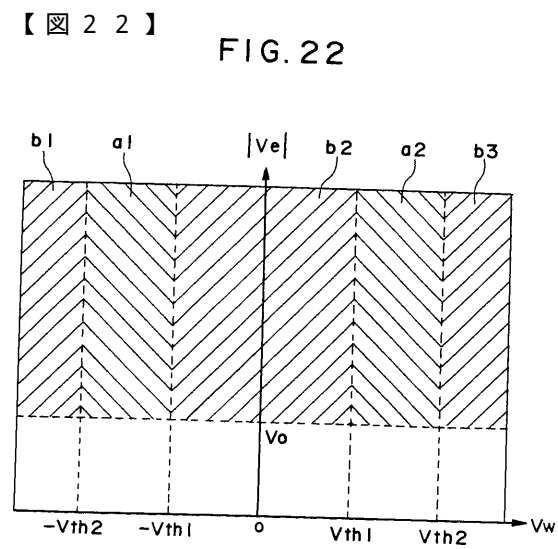
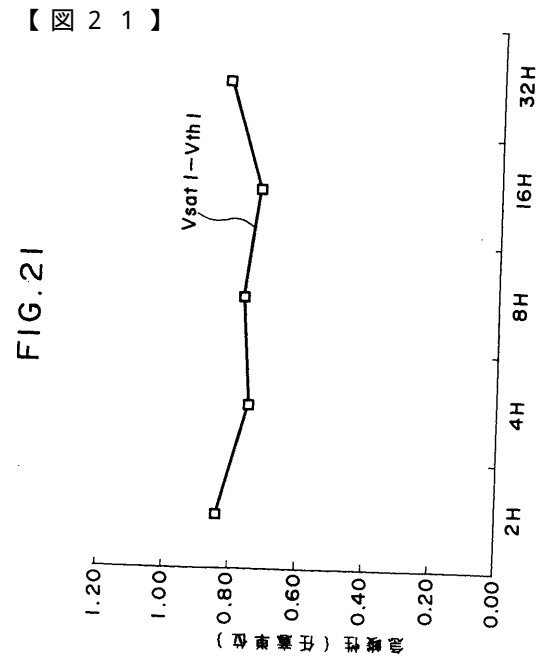
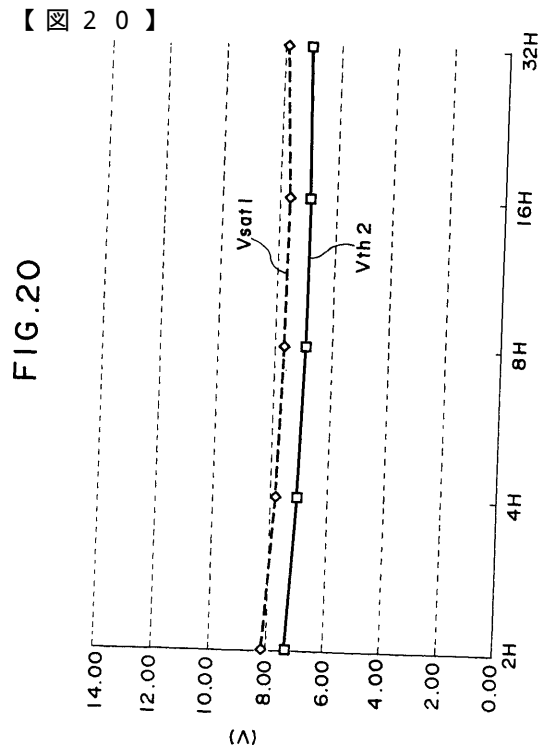
FIG.18



【図 19】

FIG.19





【図 24】

FIG. 24

Yドライバ出力の真理値表				
リセット R	セレクト S	交流化 FR	Y o u t 1	Y o u t 2
L	L	L	V6	V7
L	L	H	V3	V2
L	H	L	V8	V5
L	H	H	V1	V4
H	L	L	V1	V4
H	L	H	V8	V5
H	H	※	※	※

※ Don't care

フロントページの続き

審査官 柏崎 康司

- (56)参考文献 特開平04 - 143791 (JP, A)
特開平06 - 095625 (JP, A)
特開平04 - 113314 (JP, A)
特開平01 - 216323 (JP, A)
特開平06 - 230751 (JP, A)
特開昭63 - 068819 (JP, A)
特開昭63 - 081328 (JP, A)
米国特許第05251048 (US, A)

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