

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6842527号
(P6842527)

(45) 発行日 令和3年3月17日(2021.3.17)

(24) 登録日 令和3年2月24日(2021.2.24)

(51) Int. Cl. F I
GO2F 1/1368 (2006.01) GO2F 1/1368
GO2F 1/1343 (2006.01) GO2F 1/1343

請求項の数 6 (全 156 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2019-225274 (P2019-225274) (22) 出願日 令和1年12月13日 (2019.12.13) (62) 分割の表示 特願2018-170823 (P2018-170823) の分割 原出願日 平成19年5月17日 (2007.5.17) (65) 公開番号 特開2020-73991 (P2020-73991A) (43) 公開日 令和2年5月14日 (2020.5.14) 審査請求日 令和1年12月13日 (2019.12.13) 早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 000153878 株式会社半導体エネルギー研究所 神奈川県厚木市長谷398番地 (72) 発明者 木村 肇 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社 半導体エネルギー研究所内 審査官 横井 亜矢子</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1のトランジスタと、第2のトランジスタと、第3のトランジスタと、第1の液晶素子と、第2の液晶素子と、を一つの画素に有する前記画素を複数有し、

前記第1の液晶素子は、第1の画素電極を有し、

前記第2の液晶素子は、第2の画素電極を有し、

前記第1のトランジスタのソース又はドレインの一方は、前記第1の画素電極に電氣的に接続され、

前記第2のトランジスタのソース又はドレインの一方は、前記第2の画素電極に電氣的に接続され、

前記第2のトランジスタのソース又はドレインの一方は、前記第3のトランジスタのソース又はドレインの一方に電氣的に接続され、

前記第1のトランジスタのソース又はドレインの他方は、ソース線に電氣的に接続され、

前記第1のトランジスタのゲートは、前記第2のトランジスタのゲートに電氣的に接続され、

前記第1の液晶素子と前記第2の液晶素子とは異なる電圧が印加され、

前記第2のトランジスタのソース又はドレインの一方として機能する第1の導電層は、前記第3のトランジスタのソース又はドレインの一方として機能する領域を有する液晶表示装置。

【請求項 2】

第 1 のトランジスタと、第 2 のトランジスタと、第 3 のトランジスタと、第 1 の液晶素子と、第 2 の液晶素子と、を一つの画素に有する前記画素を複数有し、

前記第 1 の液晶素子は、第 1 の画素電極を有し、

前記第 2 の液晶素子は、第 2 の画素電極を有し、

前記第 1 のトランジスタのソース又はドレインの一方は、前記第 1 の画素電極に電氣的に接続され、

前記第 2 のトランジスタのソース又はドレインの一方は、前記第 2 の画素電極に電氣的に接続され、

前記第 2 のトランジスタのソース又はドレインの一方は、前記第 3 のトランジスタのソース又はドレインの一方に電氣的に接続され、

前記第 1 のトランジスタのソース又はドレインの他方は、ソース線に電氣的に接続され

、
前記第 1 のトランジスタのゲートは、前記第 2 のトランジスタのゲートに電氣的に接続され、

前記第 1 の液晶素子と前記第 2 の液晶素子とは異なる電圧が印加され、

前記第 2 のトランジスタのソース又はドレインの一方として機能する第 1 の導電層は、前記第 3 のトランジスタのソース又はドレインの一方として機能する領域を有し、

前記第 1 の導電層は、前記第 2 の画素電極と接する領域を有する液晶表示装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 において、

前記第 1 のトランジスタのゲートとして機能するゲート線を有し、

前記ゲート線が延びる方向に沿って延びる Cs 線を有し、

前記第 3 のトランジスタのソース又はドレインの他方として機能する第 2 の導電層は、前記 Cs 線と重なる領域を有する液晶表示装置。

【請求項 4】

請求項 1 又は請求項 2 において、

前記第 1 のトランジスタのゲートとして機能するゲート線を有し、

上面視において、前記ゲート線は、前記第 1 のトランジスタと重なり且つ幅が大きい部分と、前記第 1 のトランジスタと重ならず且つ幅が小さい部分を有する液晶表示装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一において、

前記第 1 の画素電極及び前記第 2 の画素電極は、透光性を有し、

前記液晶表示装置は透過型である液晶表示装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一において、

前記第 1 のトランジスタのチャンネル長に対するチャンネル幅の割合は、前記第 3 のトランジスタのチャンネル長に対するチャンネル幅の割合よりも大きく、

前記第 2 のトランジスタのチャンネル長に対するチャンネル幅の割合は、前記第 3 のトランジスタのチャンネル長に対するチャンネル幅の割合よりも大きい液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、物、方法、または物を生産する方法に関する。特に、表示装置または半導体装置に関するものである。さらに、その表示装置を表示部に有する電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

液晶表示装置は、携帯電話機、テレビ受像器等の多くの電気製品に用いられており、さらなる高品質化に向けて多くの研究がなされている。

【0003】

10

20

30

40

50

液晶表示装置は、CRT（ブラウン管）に比べ小型かつ軽量であり、消費電力が小さいといった利点を有する一方で、視野角が狭いといった問題を有する。近年では、視野角特性を改善するためにマルチドメイン方式、即ち配向分割法の研究が多くなされている。例えば、VA方式（Vertical Alignment；垂直配向方式）にマルチドメイン方式を組み合わせたMVA方式（Multi-domain Vertical Alignment；マルチドメイン型垂直配向方式）やPVA方式（Patterned Vertical Alignment；パターン型垂直配向方式）等がある。

【0004】

また、一つの画素を複数のサブ画素に分割し、各サブ画素における液晶の配向状態を異ならせることで視野角の向上を図るといった研究も行われている（特許文献1）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2006-276582号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、その視野角特性は十分なものとは言えず、表示装置としてさらなる改善が求められる。そこで、本発明では、視野角特性に優れたさらに高品質な表示装置を提供することを課題とする。

20

【0007】

特許文献1に記載された液晶表示装置の一画素における等価回路図を図77に示す。図77に示す画素は、TF30、液晶容量L1、液晶容量L2、保持容量C1及び保持容量C2を有し、走査線3a及びデータ線（信号線）6aに接続されている。

【0008】

液晶は電圧保持特性は示すもののその保持率は100%ではなく、液晶に電荷が流れることによるリークが存在が懸念される。図77に示す画素では、リークが生じた場合、ノード11において保持容量C1、保持容量C2、及び液晶容量L2で閉ざされた部分における電荷保存則により一定の電位に保たれていた状態は失われ、ノード11の電位はリークが生じる前の初期状態の電位からかけ離れてくる。そのため、液晶容量L2の透過率は、データ線6aに書き込む画像信号、即ち階調に応じた電位によって決定される透過率より変化してしまう。その結果、所望の階調を得ることができなくなったり、画質が低下してしまう。このようにして、時間の経過に伴い、徐々に表示品位が低下する。よって、製品の寿命が短くなってしまふ。特に、ノーマリーブラックモードの表示装置では黒を表示することができず、コントラストの低下を招く。

30

【0009】

上記問題を鑑み、本発明では広視野角表示を実現することを課題とする。または、コントラストに優れた表示装置を提供することを課題とする。または、表示品位に優れた表示装置を提供することを課題とする。または、ノイズの影響を受けにくく、綺麗な表示を行うことが可能な表示装置を提供することを課題とする。または、表示の劣化が生じにくい表示装置を提供することを課題とする。または、製品寿命に優れた表示装置を提供することを課題とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の一は、第1のスイッチと、第2のスイッチと、第3のスイッチと、第1の抵抗と、第2の抵抗と、第1の液晶素子と、第2の液晶素子とを含む画素を有し、前記第1の液晶素子及び第2の液晶素子の各々は、少なくとも画素電極と、共通電極と、前記画素電極及び前記共通電極に制御される液晶とから構成され、前記第1の液晶素子の画素電極は、前記第1のスイッチを介して第1の配線に電氣的に接続され、前記第1の液晶素子の画素電極は、前記第2のスイッチ及び前記第1の抵抗を介して前記第2の液晶素子の画素電極

50

に電氣的に接続され、前記第2の液晶素子の画素電極は、前記第3のスイッチ及び前記第2の抵抗を介して第2の配線と電氣的に接続されることを特徴とする液晶表示装置である。

【0011】

本発明の一は、第1のスイッチと、第2のスイッチと、第3のスイッチと、第1の抵抗と、第2の抵抗と、第1の液晶素子と、第2の液晶素子と、第1の保持容量と、第2の保持容量とを含む画素を有し、前記第1の液晶素子及び第2の液晶素子の各々は、少なくとも画素電極と、共通電極と、前記画素電極及び前記共通電極に制御される液晶とから構成され、前記第1の液晶素子の画素電極は、前記第1のスイッチを介して第1の配線に電氣的に接続され、前記第1の液晶素子の画素電極は、前記第2のスイッチ及び前記第1の抵抗を介して前記第2の液晶素子の画素電極に電氣的に接続され、前記第2の液晶素子の画素電極は、前記第3のスイッチ及び前記第2の抵抗を介して第2の配線と電氣的に接続され、前記第1の液晶素子の画素電極は、前記第1の保持容量を介して前記第2の配線と電氣的に接続され、前記第2の液晶素子の画素電極は、前記第2の保持容量を介して前記第2の配線と電氣的に接続されることを特徴とする液晶表示装置である。

10

【0012】

本発明の一は、上記構成において、前記第2の抵抗の抵抗値は、前記第1の抵抗の抵抗値より大きいことを特徴とする液晶表示装置である。

【0013】

本発明の一は、スイッチと、第1のトランジスタと、第2のトランジスタと、第1の液晶素子と、第2の液晶素子と、第1の保持容量と、第2の保持容量とを含む画素を有し、前記第1の液晶素子及び第2の液晶素子の各々は、少なくとも画素電極と、共通電極と、前記画素電極及び前記共通電極に制御される液晶とから構成され、前記第1の液晶素子の画素電極は、前記スイッチを介して第1の配線に電氣的に接続され、前記第1の液晶素子の画素電極は、前記第1のトランジスタを介して前記第2の液晶素子の画素電極に電氣的に接続され、前記第2の液晶素子の画素電極は、前記第2のトランジスタを介して第2の配線と電氣的に接続され、前記第1の液晶素子の画素電極は、前記第1の保持容量を介して前記第2の配線と電氣的に接続され、前記第2の液晶素子の画素電極は、前記第2の保持容量を介して前記第2の配線と電氣的に接続されることを特徴とする液晶表示装置である。

20

30

【0014】

本発明の一は、第1のトランジスタと、第2のトランジスタと、第3のトランジスタと、第1の液晶素子と、第2の液晶素子と、第1の保持容量と、第2の保持容量とを含む画素を有し、前記第1の液晶素子及び第2の液晶素子の各々は、少なくとも画素電極と、共通電極と、前記画素電極及び前記共通電極に制御される液晶とから構成され、前記第1の液晶素子の画素電極は、前記第3のトランジスタを介して第1の配線に電氣的に接続され、前記第1の液晶素子の画素電極は、前記第1のトランジスタを介して前記第2の液晶素子の画素電極に電氣的に接続され、前記第2の液晶素子の画素電極は、前記第2のトランジスタを介して第2の配線と電氣的に接続され、前記第1の液晶素子の画素電極は、前記第1の保持容量を介して前記第2の配線と電氣的に接続され、前記第2の液晶素子の画素電極は、前記第2の保持容量を介して前記第2の配線と電氣的に接続されることを特徴とする液晶表示装置である。

40

【0015】

本発明の一は、上記構成においてトランジスタのチャンネル幅をW、チャンネル長をLとすると、前記第3のトランジスタのW/Lは、前記第1のトランジスタまたは前記第2のトランジスタのW/Lより小さいことを特徴とする液晶表示装置である。

【0016】

また、本発明の一は上記構成においてトランジスタのチャンネル幅をW、チャンネル長をLとすると、前記第2のトランジスタのW/Lは前記第1のトランジスタのW/Lより大きいことを特徴とする液晶表示装置である。

50

【0017】

なお本発明の表示装置は、例えば液晶表示装置、有機発光素子（OLED）に代表される発光素子を各画素に備えた発光装置、DMD（Digital Micromirror Device）、PDP（Plasma Display Panel）、FED（Field Emission Display）等、アクティブマトリクス型の表示装置がその範疇に含まれる。またパッシブマトリクス型の表示装置も含まれる。

【0018】

なお、スイッチは、様々な形態のものを用いることができる。例としては、電氣的スイッチや機械的なスイッチなどがある。つまり、電流の流れを制御できるものであればよく、特定のものに限定されない。例えば、スイッチとして、トランジスタ（例えば、バイポーラトランジスタ、MOSトランジスタなど）、ダイオード（例えば、PNダイオード、PINダイオード、ショットキーダイオード、MIM（Metal Insulator Metal）ダイオード、MIS（Metal Insulator Semiconductor）ダイオード、ダイオード接続のトランジスタなど）、サイリスタなどを用いることが出来る。または、これらを組み合わせた論理回路をスイッチとして用いることが出来る。

【0019】

機械的なスイッチの例としては、デジタルマイクロミラーデバイス（DMD）のように、MEMS（マイクロ・エレクトロ・メカニカル・システム）技術を用いたスイッチがある。そのスイッチは、機械的に動かすことが出来る電極を有し、その電極が動くことによって、接続と非接続とを制御して動作する。

【0020】

スイッチとしてトランジスタを用いる場合、そのトランジスタは、単なるスイッチとして動作するため、トランジスタの極性（導電型）は特に限定されない。ただし、オフ電流を抑えたい場合、オフ電流が少ない方の極性のトランジスタを用いることが望ましい。オフ電流が少ないトランジスタとしては、LDD領域を有するトランジスタやマルチゲート構造を有するトランジスタ等がある。または、スイッチとして動作させるトランジスタのソース端子の電位が、低電位側電源（V_{ss}、GND、0Vなど）の電位に近い状態で動作する場合はNチャンネル型トランジスタを用いることが望ましい。反対に、ソース端子の電位が、高電位側電源（V_{dd}など）の電位に近い状態で動作する場合はPチャンネル型トランジスタを用いることが望ましい。なぜなら、Nチャンネル型トランジスタではソース端子が低電位側電源の電位に近い状態で動作するとき、Pチャンネル型トランジスタではソース端子が高電位側電源の電位に近い状態で動作するとき、ゲートとソースの間の電圧の絶対値を大きくできるため、スイッチとして動作しやすいからである。また、ソースフォロワ動作をしてしまうことが少ないため、出力電圧の大きさが小さくなってしまいうことが少ないからである。

【0021】

なお、Nチャンネル型トランジスタとPチャンネル型トランジスタの両方を用いて、CMOS型のスイッチをスイッチとして用いてもよい。CMOS型のスイッチにすると、Pチャンネル型トランジスタまたはNチャンネル型トランジスタのどちらか一方のトランジスタが導通すれば電流が流れるため、スイッチとして機能しやすくなる。例えば、スイッチへの入力信号の電圧が高い場合でも、低い場合でも、適切に電圧を出力させることが出来る。さらに、スイッチをオン、オフさせるための信号の電圧振幅値を小さくすることが出来るので、消費電力を小さくすることも出来る。

【0022】

なお、スイッチとしてトランジスタを用いる場合、スイッチは、入力端子（ソース端子またはドレイン端子の一方）と、出力端子（ソース端子またはドレイン端子の他方）と、導通を制御する端子（ゲート端子）とを有している。一方、スイッチとしてダイオードを用いる場合、スイッチは、導通を制御する端子を有していない場合がある。そのため、トランジスタよりもダイオードをスイッチとして用いた方が、端子を制御するための配線を少

10

20

30

40

50

なくすることが出来る。

【0023】

なお、AとBとが接続されている、と明示的に記載する場合は、AとBとが電氣的に接続されている場合と、AとBとが機能的に接続されている場合と、AとBとが直接接続されている場合とを含むものとする。ここで、A、Bは、対象物（例えば、装置、素子、回路、配線、電極、端子、導電膜、層、など）であるとする。したがって、所定の接続関係、例えば、図または文章に示された接続関係に限定されず、図または文章に示された接続関係以外のものも含むものとする。

【0024】

例えば、AとBとが電氣的に接続されている場合として、AとBとの電氣的な接続を可能とする素子（例えば、スイッチ、トランジスタ、容量素子、インダクタ、抵抗素子、ダイオードなど）が、AとBとの間に1個以上配置されていてもよい。あるいは、AとBとが機能的に接続されている場合として、AとBとの機能的な接続を可能とする回路（例えば、論理回路（インバータ、NAND回路、NOR回路など）、信号変換回路（DA変換回路、AD変換回路、ガンマ補正回路など）、電位レベル変換回路（電源回路（昇圧回路、降圧回路など）、信号の電位レベルを変えるレベルシフタ回路など）、電圧源、電流源、切り替え回路、増幅回路（信号振幅または電流量などを大きく出来る回路、オペアンプ、差動増幅回路、ソースフォロワ回路、バッファ回路など）、信号生成回路、記憶回路、制御回路など）が、AとBとの間に1個以上配置されていてもよい。あるいは、AとBとが直接接続されている場合として、AとBとの間に他の素子や他の回路を挟まずに、AとB

10

20

【0025】

なお、AとBとが直接接続されている、と明示的に記載する場合は、AとBとが直接接続されている場合（つまり、AとBとの間に他の素子や他の回路を間に介さずに接続されている場合）と、AとBとが電氣的に接続されている場合（つまり、AとBとの間に別の素子や別の回路を挟んで接続されている場合）とを含むものとする。

【0026】

なお、AとBとが電氣的に接続されている、と明示的に記載する場合は、AとBとが電氣的に接続されている場合（つまり、AとBとの間に別の素子や別の回路を挟んで接続されている場合）と、AとBとが機能的に接続されている場合（つまり、AとBとの間に別の回路を挟んで機能的に接続されている場合）と、AとBとが直接接続されている場合（つまり、AとBとの間に別の素子や別の回路を挟まずに接続されている場合）とを含むものとする。つまり、電氣的に接続されている、と明示的に記載する場合は、単に、接続されている、とのみ明示的に記載されている場合と同じであるとする。

30

【0027】

なお、表示素子、表示素子を有する装置である表示装置、発光素子、発光素子を有する装置である発光装置は、様々な形態を用い、また様々な素子を有することが出来る。例えば、表示素子、表示装置、発光素子または発光装置としては、EL素子（有機物及び無機物を含むEL素子、有機EL素子、無機EL素子）、電子放出素子、液晶素子、電子インク、電気泳動素子、グレーティングライトバルブ（GLV）、プラズマディスプレイ（PD
P）、デジタルマイクロミラーデバイス（DMD）、圧電セラミックディスプレイ、カーボンナノチューブ、など、電気磁氣的作用により、コントラスト、輝度、反射率、透過率などが変化する表示媒体を用いることができる。なお、EL素子を用いた表示装置としてはELディスプレイ、電子放出素子を用いた表示装置としてはフィールドエミッションディスプレイ（FED）やSED方式平面型ディスプレイ（SED：Surface-conduction Electron-emitter Display）など、液晶素子を用いた表示装置としては液晶ディスプレイ（透過型液晶ディスプレイ、半透過型液晶ディスプレイ、反射型液晶ディスプレイ、直視型液晶ディスプレイ、投射型液晶ディスプレイ）、電子インクや電気泳動素子を用いた表示装置としては電子ペーパーがある。

40

【0028】

50

なお、EL素子とは、陽極と、陰極と、陽極と陰極との間に挟まれたEL層とを有する素子である。なお、EL層としては、1重項励起子からの発光(蛍光)を利用するもの、3重項励起子からの発光(燐光)を利用するもの、1重項励起子からの発光(蛍光)を利用するものと3重項励起子からの発光(燐光)を利用するものを含むもの、有機物によって形成されたもの、無機物によって形成されたもの、有機物によって形成されたものと無機物によって形成されたものを含むもの、高分子の材料、低分子の材料、高分子の材料と低分子の材料とを含むものなどを用いることができる。ただし、これに限定されず、EL素子として様々なものを用いることができる。

【0029】

なお、電子放出素子とは、先鋭な陰極に高電界を集中して電子を引き出す素子である。例えば、電子放出素子として、スピント型、カーボンナノチューブ(CNT)型、金属絶縁体金属を積層したMIM(Metal-Insulator-Metal)型、金属絶縁体半導体を積層したMIS(Metal-Insulator-Semiconductor)型、MOS型、シリコン型、薄膜ダイオード型、ダイヤモンド型、表面伝導エミッタSCD型、オード型、ダイヤモンド型、表面伝導エミッタSCD型、金属絶縁体半導体-金属型等の薄膜型、HEED型、EL型、ポーラスシリコン型、表面伝導(SED)型などを用いることができる。ただし、これに限定されず、電子放出素子として様々なものを用いることができる。

【0030】

なお、液晶素子とは、液晶の光学的変調作用によって光の透過または非透過を制御する素子であり、一対の電極、及び液晶により構成される。なお、液晶の光学的変調作用は、液晶にかかる電界(横方向の電界、縦方向の電界又は斜め方向の電界を含む)によって制御される。なお、液晶素子としては、ネマチック液晶、コレステリック液晶、スメクチック液晶、ディスコチック液晶、サーモトロピック液晶、ライオトロピック液晶、リオトロピック液晶、低分子液晶、高分子液晶、強誘電液晶、反強誘電液晶、主鎖型液晶、側鎖型高分子液晶、プラズマアドレス液晶(PDLC)、バナナ型液晶、TN(Twisted Nematic)モード、STN(Super Twisted Nematic)モード、IPS(In-Plane-Switching)モード、FFS(Fringe Field Switching)モード、MVA(Multi-domain Vertical Alignment)モード、PVA(Patterned Vertical Alignment)モード、ASV(Advanced Super View)モード、ASM(Axially Symmetric aligned Micro-cell)モード、OCB(Optical Compensated Birefringence)モード、ECB(Electrically Controlled Birefringence)モード、FLC(Ferroelectric Liquid Crystal)モード、AFLC(AntiFerroelectric Liquid Crystal)モード、PDLC(Polymer Dispersed Liquid Crystal)モード、ゲストホストモードなどを用いることができる。ただし、これに限定されず、液晶素子として様々なものを用いることができる。

【0031】

なお、電子ペーパーとしては、光学異方性と染料分子配向のような分子により表示されるもの、電気泳動、粒子移動、粒子回転、相変化のような粒子により表示されるもの、フィルム的一端が移動することにより表示されるもの、分子の発色/相変化により表示されるもの、分子の光吸収により表示されるもの、電子とホールが結合して自発光により表示されるものなどのことをいう。例えば、電子ペーパーとして、マイクロカプセル型電気泳動、水平移動型電気泳動、垂直移動型電気泳動、球状ツイストボール、磁気ツイストボール、円柱ツイストボール方式、帯電トナー、電子粉流体、磁気泳動型、磁気感熱式、エレクトロウエットイング、光散乱(透明白濁)、コレステリック液晶/光導電層、コレステリック液晶、双安定性ネマチック液晶、強誘電性液晶、2色性色素・液晶分散型、可動フィルム、ロイコ染料発消色、フォトクロミック、エレクトロクロミック、エレクトロデポジ

10

20

30

40

50

ション、フレキシブル有機ELなどを用いることができる。ただし、これに限定されず、電子ペーパーとして様々なものを用いることができる。ここで、マイクロカプセル型電気泳動を用いることによって、電気泳動方式の欠点である泳動粒子の凝集、沈殿を解決することができる。電子粉流体は、高速応答性、高反射率、広視野角、低消費電力、メモリ性などのメリットを有する。

【0032】

なお、プラズマディスプレイは、電極を表面に形成した基板と、電極及び微小な溝を表面に形成し且つ溝内に蛍光体層を形成した基板とを狭い間隔で対向させて、希ガスを封入した構造を有する。なお、電極間に電圧をかけることによって紫外線を発生させ、蛍光体を光らせることで、表示を行うことができる。なお、プラズマディスプレイとしては、DC型PDP、AC型PDPでもよい。ここで、プラズマディスプレイパネルとしては、ASW(Address While Sustain)駆動、サブフレームをリセット期間、アドレス期間、維持期間に分割するADS(Address Display Separated)駆動、CLEAR(Low Energy Address and Reduction of False Contour Sequence)駆動、ALIS(Alternate Lighting of Surfaces)方式、TERES(Technology of Reciprocal Sustainer)駆動などを用いることができる。ただし、これに限定されず、プラズマディスプレイとして様々なものを用いることができる。

【0033】

なお、光源を必要とする表示装置、例えば、液晶ディスプレイ(透過型液晶ディスプレイ、半透過型液晶ディスプレイ、反射型液晶ディスプレイ、直視型液晶ディスプレイ、投射型液晶ディスプレイ)、グレーティングライトバルブ(GLV)を用いた表示装置、デジタルマイクロミラーデバイス(DMD)を用いた表示装置などの光源としては、エレクトロルミネッセンス、冷陰極管、熱陰極管、LED、レーザー光源、水銀ランプなどを用いることができる。ただし、これに限定されず、光源として様々なものを用いることができる。

【0034】

なお、トランジスタとして、様々な形態のトランジスタを用いることが出来る。よって、用いるトランジスタの種類に限定はない。例えば、非晶質シリコン、多結晶シリコン、微結晶(マイクロクリスタル、セミアモルファスとも言う)シリコンなどに代表される非単結晶半導体膜を有する薄膜トランジスタ(TFT)などを用いることが出来る。TFTを用いる場合、様々なメリットがある。例えば、単結晶シリコンの場合よりも低い温度で製造できるため、製造コストの削減、又は製造装置の大型化を図ることができる。製造装置を大きくできるため、大型基板上に製造できる。そのため、同時に多くの個数の表示装置を製造できるため、低コストで製造できる。さらに、製造温度が低いため、耐熱性の弱い基板を用いることができる。そのため、透明基板上にトランジスタを製造できる。そして、透明な基板上のトランジスタを用いて表示素子での光の透過を制御することが出来る。あるいは、トランジスタの膜厚が薄いため、トランジスタを構成する膜の一部は、光を透過させることが出来る。そのため、開口率が向上させることができる。

【0035】

なお、多結晶シリコンを製造するときに、触媒(ニッケルなど)を用いることにより、結晶性をさらに向上させ、電気特性のよいトランジスタを製造することが可能となる。その結果、ゲートドライバ回路(走査線駆動回路)やソースドライバ回路(信号線駆動回路)、信号処理回路(信号生成回路、ガンマ補正回路、DA変換回路など)を基板上に一体形成することが出来る。

【0036】

なお、微結晶シリコンを製造するときに、触媒(ニッケルなど)を用いることにより、結晶性をさらに向上させ、電気特性のよいトランジスタを製造することが可能となる。このとき、レーザー光の照射を行うことなく、熱処理を加えるだけで、結晶性を向上させるこ

10

20

30

40

50

とができる。その結果、ゲートドライバ回路（走査線駆動回路）やソースドライバ回路の一部（アナログスイッチなど）を基板上に一体形成することが出来る。さらに、結晶化のためにレーザー光の照射を行わない場合は、シリコンの結晶性のムラを抑えることができる。そのため、綺麗な画像を表示することが出来る。

【0037】

ただし、触媒（ニッケルなど）を用いずに、多結晶シリコンや微結晶シリコンを製造することは可能である。

【0038】

なお、シリコンの結晶性を、多結晶または微結晶などへと向上させることは、パネル全体で行うことが望ましいが、それに限定されない。パネルの一部の領域のみにおいて、シリコンの結晶性を向上させてもよい。選択的に結晶性を向上させることは、レーザー光を選択的に照射することなどにより可能である。例えば、画素以外の領域である周辺回路領域にのみ、レーザー光を照射してもよい。または、ゲートドライバ回路、ソースドライバ回路等の領域にのみ、レーザー光を照射してもよい。あるいは、ソースドライバ回路の一部（例えば、アナログスイッチ）の領域にのみ、レーザー光を照射してもよい。その結果、回路を高速に動作させる必要がある領域にのみ、シリコンの結晶化を向上させることができる。画素領域は、高速に動作させる必要性が低いため、結晶性が向上されなくても、問題なく画素回路を動作させることが出来る。結晶性を向上させる領域が少なく済むため、製造工程も短くすることが出来、スループットが向上し、製造コストを低減させることが出来る。また、必要とされる製造装置の数も少なくして製造できるため、製造コストを低減させることが出来る。

【0039】

または、半導体基板やSOI基板などを用いてトランジスタを形成することが出来る。これらにより、特性やサイズや形状などのバラツキが少なく、電流供給能力が高く、サイズの小さいトランジスタを製造することが出来る。これらのトランジスタを用いると、回路の低消費電力化、又は回路の高集積化を図ることができる。

【0040】

または、ZnO、a-InGaZnO、SiGe、GaAs、IZO、ITO、SnOなどの化合物半導体または酸化物半導体を有するトランジスタや、さらに、これらの化合物半導体または酸化物半導体を薄膜化した薄膜トランジスタなどを用いることが出来る。これらにより、製造温度を低くでき、例えば、室温でトランジスタを製造することが可能となる。その結果、耐熱性の低い基板、例えばプラスチック基板やフィルム基板に直接トランジスタを形成することが出来る。なお、これらの化合物半導体または酸化物半導体を、トランジスタのチャンネル部分に用いるだけでなく、それ以外の用途で用いることも出来る。例えば、これらの化合物半導体または酸化物半導体を抵抗素子、画素電極、透明電極として用いることができる。さらに、それらをトランジスタと同時に成膜又は形成できるため、コストを低減できる。

【0041】

または、インクジェットや印刷法を用いて形成したトランジスタなどを用いることが出来る。これらにより、室温で製造、低真空度で製造、又は大型基板上に製造することが出来る。また、マスク（レチクル）を用いなくても製造することが可能となるため、トランジスタのレイアウトを容易に変更することが出来る。さらに、レジストを用いる必要がないので、材料費が安くなり、工程数を削減できる。さらに、必要な部分にのみ膜を付けるため、全面に成膜した後でエッチングする、という製法よりも、材料が無駄にならず、低コストにできる。

【0042】

または、有機半導体やカーボンナノチューブを有するトランジスタ等を用いることができる。これらにより、曲げることが可能な基板上にトランジスタを形成することが出来る。そのため、衝撃に強くできる。

【0043】

10

20

30

40

50

さらに、様々な構造のトランジスタを用いることができる。例えば、MOS型トランジスタ、接合型トランジスタ、バイポーラトランジスタなどをトランジスタとして用いることができる。MOS型トランジスタを用いることにより、トランジスタのサイズを小さくすることができる。よって、多数のトランジスタを搭載することができる。バイポーラトランジスタを用いることにより、大きな電流を流すことができる。よって、高速に回路を動作させることができる。

【0044】

なお、MOS型トランジスタ、バイポーラトランジスタなどを1つの基板に混在させて形成してもよい。これにより、低消費電力、小型化、高速動作などを実現することができる。

【0045】

その他、様々なトランジスタを用いることができる。

【0046】

なお、トランジスタは、様々な基板を用いて形成することができる。基板の種類は、特定のものに限定されることはない。トランジスタが形成される基板としては、例えば、単結晶基板、SOI基板、ガラス基板、石英基板、プラスチック基板、紙基板、セロファン基板、石材基板、木材基板、布基板（天然繊維（絹、綿、麻）、合成繊維（ナイロン、ポリウレタン、ポリエステル）若しくは再生繊維（アセテート、キュブラ、レーヨン、再生ポリエステル）などを含む）、皮革基板、ゴム基板、ステンレス・スチル基板、ステンレス・スチル・ホイルを有する基板などを用いることができる。あるいは、人などの動物の皮膚（皮表、真皮）又は皮下組織を基板として用いてもよい。または、ある基板を用いてトランジスタを形成し、その後、別の基板にトランジスタを転置し、別の基板上にトランジスタを配置してもよい。トランジスタが転置される基板としては、単結晶基板、SOI基板、ガラス基板、石英基板、プラスチック基板、紙基板、セロファン基板、石材基板、木材基板、布基板（天然繊維（絹、綿、麻）、合成繊維（ナイロン、ポリウレタン、ポリエステル）若しくは再生繊維（アセテート、キュブラ、レーヨン、再生ポリエステル）などを含む）、皮革基板、ゴム基板、ステンレス・スチル基板、ステンレス・スチル・ホイルを有する基板などを用いることができる。あるいは、人などの動物の皮膚（皮表、真皮）又は皮下組織を基板として用いてもよい。または、ある基板を用いてトランジスタを形成し、その基板を研磨して薄くしてもよい。研磨される基板としては、単結晶基板、SOI基板、ガラス基板、石英基板、プラスチック基板、紙基板、セロファン基板、石材基板、木材基板、布基板（天然繊維（絹、綿、麻）、合成繊維（ナイロン、ポリウレタン、ポリエステル）若しくは再生繊維（アセテート、キュブラ、レーヨン、再生ポリエステル）などを含む）、皮革基板、ゴム基板、ステンレス・スチル基板、ステンレス・スチル・ホイルを有する基板などを用いることができる。あるいは、人などの動物の皮膚（皮表、真皮）又は皮下組織を基板として用いてもよい。これらの基板を用いることにより、特性のよいトランジスタの形成、消費電力の小さいトランジスタの形成、壊れにくい装置の製造、耐熱性の付与、軽量化、又は薄型化を図ることができる。

【0047】

なお、トランジスタの構成は、様々な形態をとることができる。特定の構成に限定されない。例えば、ゲート電極が2個以上のマルチゲート構造を用いてもよい。マルチゲート構造にすると、チャンネル領域が直列に接続されるため、複数のトランジスタが直列に接続された構成となる。マルチゲート構造により、オフ電流の低減、トランジスタの耐圧向上による信頼性の向上を図ることができる。あるいは、マルチゲート構造により、飽和領域で動作する時に、ドレイン・ソース間電圧が変化しても、ドレイン・ソース間電流があまり変化せず、電圧・電流特性の傾きがフラットな特性にすることができる。電圧・電流特性の傾きがフラットである特性を利用すると、理想的な電流源回路や、非常に高い抵抗値をもつ能動負荷を実現することができる。その結果、特性のよい差動回路やカレントミラー回路を実現することができる。また、チャンネルの上下にゲート電極が配置されている構造でもよい。チャンネルの上下にゲート電極が配置されている構造にすることにより、チャネ

10

20

30

40

50

ル領域が増えるため、電流値の増加、又は空乏層ができやすくなることによるS値の低減を図ることができる。チャンネルの上下にゲート電極が配置されると、複数のトランジスタが並列に接続されたような構成となる。

【0048】

あるいは、チャンネル領域の上にゲート電極が配置されている構造でもよいし、チャンネル領域の下にゲート電極が配置されている構造でもよい。あるいは、正スタガ構造または逆スタガ構造でもよいし、チャンネル領域が複数の領域に分かれていてもよいし、チャンネル領域が並列に接続されていてもよいし、チャンネル領域が直列に接続されていてもよい。また、チャンネル領域（もしくはその一部）にソース電極やドレイン電極が重なっていてもよい。チャンネル領域（もしくはその一部）にソース電極やドレイン電極が重なる構造にすることにより、チャンネル領域の一部に電荷がたまって、動作が不安定になることを防ぐことができる。また、LDD領域を設けても良い。LDD領域を設けることにより、オフ電流の低減、又はトランジスタの耐圧向上による信頼性の向上を図ることができる。あるいは、LDD領域を設けることにより、飽和領域で動作する時に、ドレイン・ソース間電圧が変化しても、ドレイン・ソース間電流があまり変化せず、電圧・電流特性の傾きがフラットな特性にすることができる。

10

【0049】

なお、トランジスタは、様々なタイプを用いることができ、様々な基板を用いて形成させることができる。したがって、所定の機能を実現させるために必要な回路の全てが、同一の基板に形成されていてもよい。例えば、所定の機能を実現させるために必要な回路の全てが、ガラス基板、プラスチック基板、単結晶基板、またはSOI基板を用いて形成されていてもよく、さまざまな基板を用いて形成されていてもよい。所定の機能を実現させるために必要な回路の全てが同じ基板を用いて形成されていることにより、部品点数の削減によるコストの低減、又は回路部品との接続点数の低減による信頼性の向上を図ることができる。あるいは、所定の機能を実現させるために必要な回路の一部が、ある基板に形成されており、所定の機能を実現させるために必要な回路の別の一部が、別の基板に形成されていてもよい。つまり、所定の機能を実現させるために必要な回路の全てが同じ基板を用いて形成されていなくてもよい。例えば、所定の機能を実現させるために必要な回路の一部は、ガラス基板上にトランジスタを用いて形成され、所定の機能を実現させるために必要な回路の別の一部は、単結晶基板上に形成され、単結晶基板上のトランジスタで構成されたICチップをCOG(Chip On Glass)でガラス基板に接続して、ガラス基板上にそのICチップを配置してもよい。あるいは、そのICチップをTAB(Tape Automated Bonding)やプリント基板を用いてガラス基板と接続してもよい。このように、回路の一部が同じ基板に形成されていることにより、部品点数の削減によるコストの低減、又は回路部品との接続点数の低減による信頼性の向上を図ることができる。また、駆動電圧が高い部分や駆動周波数が高い部分の回路は、消費電力が大きくなってしまいうので、そのような部分の回路は同じ基板に形成せず、そのかわりに、例えば、単結晶基板上にその部分の回路を形成して、その回路で構成されたICチップを用いるようにすれば、消費電力の増加を防ぐことができる。

20

30

【0050】

なお、一画素とは、明るさを制御できる要素一つ分を示すものとする。よって、一例としては、一画素とは、一つの色要素を示すものとし、その色要素一つで明るさを表現する。従って、そのときは、R(赤)G(緑)B(青)の色要素からなるカラー表示装置の場合には、画像の最小単位は、Rの画素とGの画素とBの画素との三画素から構成されるものとする。なお、色要素は、三色に限定されず、三色以上を用いてもよいし、RGB以外の色を用いてもよい。例えば、白色を加えて、RGBW(Wは白)としてもよい。また、RGBに、例えば、イエロー、シアン、マゼンタ、エメラルドグリーン、朱色などを一色以上追加してもよい。また、例えば、RGBの中の少なくとも一色に類似した色を、RGBに追加してもよい。例えば、R、G、B1、B2としてもよい。B1とB2とは、どちらも青色であるが、少し周波数が異なっている。同様に、R1、R2、G、Bとしてもよい

40

50

。このような色要素を用いることにより、より実物に近い表示を行うことができる。あるいは、このような色要素を用いることにより、消費電力を低減することが出来る。また、別の例としては、1つの色要素について、複数の領域を用いて明るさを制御する場合は、その領域一つ分を一画素としてもよい。よって、一例として、面積階調を行う場合または副画素（サブ画素）を有している場合、一つの色要素につき、明るさを制御する領域が複数あり、その全体で階調を表現するわけであるが、明るさを制御する領域の一つ分を一画素としてもよい。よって、その場合は、一つの色要素は、複数の画素で構成されることとなる。あるいは、明るさを制御する領域が1つの色要素の中に複数あっても、それらをまとめて、1つの色要素を1画素としてもよい。よって、その場合は、一つの色要素は、一つの画素で構成されることとなる。また、1つの色要素について、複数の領域を用いて明るさを制御する場合、画素によって、表示に寄与する領域の大きさが異なっている場合がある。また、一つの色要素につき複数ある、明るさを制御する領域において、各々に供給する信号を僅かに異ならせるようにして、視野角を広げるようにしてもよい。つまり、1つの色要素について、複数個ある領域が各々有する画素電極の電位が、各々異なっているもよい。その結果、液晶分子に加わる電圧が各画素電極によって各々異なる。よって、視野角を広くすることが出来る。

10

【0051】

なお、一画素（三色分）と明示的に記載する場合は、RとGとBの三画素分を一画素と考える場合であるとする。一画素（一色分）と明示的に記載する場合は、一つの色要素につき、複数の領域がある場合、それらをまとめて一画素と考える場合であるとする。

20

【0052】

なお、本書類（明細書、特許請求の範囲又は図面など）において、画素は、マトリクス状に配置（配列）されている場合がある。ここで、画素がマトリクスに配置（配列）されているとは、縦方向もしくは横方向において、画素が直線上に並んで配置されている場合や、ギザギザな線に配置されている場合を含む。よって、例えば三色の色要素（例えばRGB）でフルカラー表示を行う場合に、ストライプ配置されている場合や、三色の色要素のドットがデルタ配置されている場合も含む。さらに、ベイヤー配置されている場合も含む。なお、色要素は、三色に限定されず、それ以上でもよく、例えば、RGBW（Wは白）や、RGBに、イエロー、シアン、マゼンタなどを一色以上追加したものなどがある。また、色要素のドット毎にその表示領域の大きさが異なっているもよい。これにより、低消費電力化、又は表示素子の長寿命化を図ることが出来る。

30

【0053】

なお、画素に能動素子を有するアクティブマトリクス方式、または、画素に能動素子を有しないパッシブマトリクス方式を用いることが出来る。

【0054】

アクティブマトリクス方式では、能動素子（アクティブ素子、非線形素子）として、トランジスタだけでなく、さまざまな能動素子（アクティブ素子、非線形素子）を用いることが出来る。例えば、MIM（Metal Insulator Metal）やTFD（Thin Film Diode）などを用いることも可能である。これらの素子は、製造工程が少ないため、製造コストの低減、又は歩留まりの向上を図ることが出来る。さらに、素子のサイズが小さいため、開口率を向上させることができ、低消費電力化や高輝度化をはかることが出来る。

40

【0055】

なお、アクティブマトリクス方式以外のものとして、能動素子（アクティブ素子、非線形素子）を用いないパッシブマトリクス型を用いることも可能である。能動素子（アクティブ素子、非線形素子）を用いないため、製造工程が少なく、製造コストの低減、又は歩留まりの向上を図ることが出来る。また、能動素子（アクティブ素子、非線形素子）を用いないため、開口率を向上させることができ、低消費電力化や高輝度化をはかることが出来る。

【0056】

50

なお、トランジスタとは、ゲートと、ドレインと、ソースとを含む少なくとも三つの端子を有する素子であり、ドレイン領域とソース領域の間にチャンネル領域を有しており、ドレイン領域とチャンネル領域とソース領域とを介して電流を流すことが出来る。ここで、ソースとドレインとは、トランジスタの構造や動作条件等によって変わるため、いずれがソースまたはドレインであるかを限定することが困難である。そこで、本書類（明細書、特許請求の範囲又は図面など）においては、ソース及びドレインとして機能する領域を、ソースもしくはドレインと呼ばない場合がある。その場合、一例としては、それぞれを第1端子、第2端子と表記する場合がある。あるいは、それぞれを第1の電極、第2の電極と表記する場合がある。あるいは、ソース領域、ドレイン領域と表記する場合がある。

【0057】

なお、トランジスタは、ベースとエミッタとコレクタとを含む少なくとも三つの端子を有する素子であってもよい。この場合も同様に、エミッタとコレクタとを、第1端子、第2端子と表記する場合がある。

【0058】

なお、ゲートとは、ゲート電極とゲート配線（ゲート線、ゲート信号線、走査線、走査信号線等とも言う）とを含んだ全体、もしくは、それらの一部のことを言う。ゲート電極とは、チャンネル領域を形成する半導体と、ゲート絶縁膜を介してオーバーラップしている部分の導電膜のことを言う。なお、ゲート電極の一部は、LDD（Lightly Doped Drain）領域又はソース領域（又はドレイン領域）と、ゲート絶縁膜を介してオーバーラップしている場合もある。ゲート配線とは、各トランジスタのゲート電極の間を接続するための配線、各画素の有するゲート電極の間を接続するための配線、又はゲート電極と別の配線とを接続するための配線のことを言う。

【0059】

ただし、ゲート電極としても機能し、ゲート配線としても機能するような部分（領域、導電膜、配線など）も存在する。そのような部分（領域、導電膜、配線など）は、ゲート電極と呼んでも良いし、ゲート配線と呼んでも良い。つまり、ゲート電極とゲート配線とが、明確に区別できないような領域も存在する。例えば、延伸して配置されているゲート配線の一部とチャンネル領域がオーバーラップしている場合、その部分（領域、導電膜、配線など）はゲート配線として機能しているが、ゲート電極としても機能していることになる。よって、そのような部分（領域、導電膜、配線など）は、ゲート電極と呼んでも良いし、ゲート配線と呼んでも良い。

【0060】

なお、ゲート電極と同じ材料で形成され、ゲート電極と同じ島（アイランド）を形成してつながっている部分（領域、導電膜、配線など）も、ゲート電極と呼んでも良い。同様に、ゲート配線と同じ材料で形成され、ゲート配線と同じ島（アイランド）を形成してつながっている部分（領域、導電膜、配線など）も、ゲート配線と呼んでも良い。このような部分（領域、導電膜、配線など）は、厳密な意味では、チャンネル領域とオーバーラップしていない場合、又は別のゲート電極と接続させる機能を有していない場合がある。しかし、製造時の仕様等の関係でゲート電極またはゲート配線と同じ材料で形成され、ゲート電極またはゲート配線と同じ島（アイランド）を形成してつながっている部分（領域、導電膜、配線など）がある。よって、そのような部分（領域、導電膜、配線など）もゲート電極またはゲート配線と呼んでも良い。

【0061】

なお、例えば、マルチゲートのトランジスタにおいて、1つのゲート電極と、別のゲート電極とは、ゲート電極と同じ材料で形成された導電膜で接続される場合が多い。そのような部分（領域、導電膜、配線など）は、ゲート電極とゲート電極とを接続させるための部分（領域、導電膜、配線など）であるため、ゲート配線と呼んでも良いが、マルチゲートのトランジスタを1つのトランジスタと見なすことも出来るため、ゲート電極と呼んでも良い。つまり、ゲート電極またはゲート配線と同じ材料で形成され、ゲート電極またはゲート配線と同じ島（アイランド）を形成してつながっている部分（領域、導電膜、配線な

10

20

30

40

50

ど)は、ゲート電極やゲート配線と呼んでも良い。さらに、例えば、ゲート電極とゲート配線とを接続させている部分の導電膜であって、ゲート電極またはゲート配線とは異なる材料で形成された導電膜も、ゲート電極と呼んでも良いし、ゲート配線と呼んでも良い。

【0062】

なお、ゲート端子とは、ゲート電極の部分(領域、導電膜、配線など)または、ゲート電極と電氣的に接続されている部分(領域、導電膜、配線など)について、その一部分のことを言う。

【0063】

なお、ゲート配線、ゲート線、ゲート信号線、走査線、走査信号線などと呼ぶ場合、配線にトランジスタのゲートが接続されていない場合もある。この場合、ゲート配線、ゲート線、ゲート信号線、走査線、走査信号線は、トランジスタのゲートと同じ層で形成された配線、トランジスタのゲートと同じ材料で形成された配線またはトランジスタのゲートと同時に成膜された配線を意味している場合がある。例としては、保持容量用配線、電源線、基準電位供給配線などがある。

【0064】

なお、ソースとは、ソース領域とソース電極とソース配線(ソース線、ソース信号線、データ線、データ信号線等とも言う)とを含んだ全体、もしくは、それらの一部のことを言う。ソース領域とは、P型不純物(ボロンやガリウムなど)やN型不純物(リンやヒ素など)が多く含まれる半導体領域のことを言う。従って、少しだけP型不純物やN型不純物が含まれる領域、いわゆる、LDD(Lightly Doped Drain)領域は、ソース領域には含まれない。ソース電極とは、ソース領域とは別の材料で形成され、ソース領域と電氣的に接続されて配置されている部分の導電層のことを言う。ただし、ソース電極は、ソース領域も含んでソース電極と呼ぶこともある。ソース配線とは、各トランジスタのソース電極の間を接続するための配線、各画素の有するソース電極の間を接続するための配線、又はソース電極と別の配線とを接続するための配線のことを言う。

【0065】

しかしながら、ソース電極としても機能し、ソース配線としても機能するような部分(領域、導電膜、配線など)も存在する。そのような部分(領域、導電膜、配線など)は、ソース電極と呼んでも良いし、ソース配線と呼んでも良い。つまり、ソース電極とソース配線とが、明確に区別できないような領域も存在する。例えば、延伸して配置されているソース配線の一部とソース領域とがオーバーラップしている場合、その部分(領域、導電膜、配線など)はソース配線として機能しているが、ソース電極としても機能していることになる。よって、そのような部分(領域、導電膜、配線など)は、ソース電極と呼んでも良いし、ソース配線と呼んでも良い。

【0066】

なお、ソース電極と同じ材料で形成され、ソース電極と同じ島(アイランド)を形成してつながっている部分(領域、導電膜、配線など)や、ソース電極とソース電極とを接続する部分(領域、導電膜、配線など)も、ソース電極と呼んでも良い。さらに、ソース領域とオーバーラップしている部分も、ソース電極と呼んでも良い。同様に、ソース配線と同じ材料で形成され、ソース配線と同じ島(アイランド)を形成してつながっている領域も、ソース配線と呼んでも良い。このような部分(領域、導電膜、配線など)は、厳密な意味では、別のソース電極と接続させる機能を有していない場合がある。しかし、製造時の仕様等の関係でソース電極またはソース配線と同じ材料で形成され、ソース電極またはソース配線とつながっている部分(領域、導電膜、配線など)がある。よって、そのような部分(領域、導電膜、配線など)もソース電極またはソース配線と呼んでも良い。

【0067】

なお、例えば、ソース電極とソース配線とを接続させている部分の導電膜であって、ソース電極またはソース配線とは異なる材料で形成された導電膜も、ソース電極と呼んでも良いし、ソース配線と呼んでも良い。

【0068】

10

20

30

40

50

なお、ソース端子とは、ソース領域の領域や、ソース電極や、ソース電極と電氣的に接続されている部分（領域、導電膜、配線など）について、その一部分のことを言う。

【0069】

なお、ソース配線、ソース線、ソース信号線、データ線、データ信号線などと呼ぶ場合、配線にトランジスタのソース（ドレイン）が接続されていない場合もある。この場合、ソース配線、ソース線、ソース信号線、データ線、データ信号線は、トランジスタのソース（ドレイン）と同じ層で形成された配線、トランジスタのソース（ドレイン）と同じ材料で形成された配線またはトランジスタのソース（ドレイン）と同時に成膜された配線を意味している場合がある。例としては、保持容量用配線、電源線、基準電位供給配線などがある。

10

【0070】

なお、ドレインについては、ソースと同様である。

【0071】

なお、半導体装置とは半導体素子（トランジスタ、ダイオード、サイリスタなど）を含む回路を有する装置のことをいう。さらに、半導体特性を利用することで機能しうる装置全般を半導体装置と呼んでもよい。または、半導体材料を有する装置のことを半導体装置と言う。

【0072】

なお、表示素子とは、光学変調素子、液晶素子、発光素子、EL素子（有機EL素子、無機EL素子又は有機物及び無機物を含むEL素子）、電子放出素子、電気泳動素子、放電素子、光反射素子、光回折素子、デジタルマイクロミラーデバイス（DMD）、などのことを言う。ただし、これに限定されない。

20

【0073】

なお、表示装置とは、表示素子を有する装置のことを言う。なお、表示装置は、表示素子を含む複数の画素を含んでも良い。なお、表示装置は、複数の画素を駆動させる周辺駆動回路を含んでも良い。なお、複数の画素を駆動させる周辺駆動回路は、複数の画素と同一基板上に形成されてもよい。なお、表示装置は、ワイヤボンディングや bumps などによって基板上に配置された周辺駆動回路、いわゆる、チップオンガラス（COG）で接続されたICチップ、または、TABなどで接続されたICチップを含んでも良い。なお、表示装置は、ICチップ、抵抗素子、容量素子、インダクタ、トランジスタなどが取り付けられたフレキシブルプリントサーキット（FPC）を含んでもよい。なお、表示装置は、フレキシブルプリントサーキット（FPC）などを介して接続され、ICチップ、抵抗素子、容量素子、インダクタ、トランジスタなどが取り付けられたプリント配線基盤（PCB）を含んでも良い。なお、表示装置は、偏光板または位相差板などの光学シートを含んでも良い。なお、表示装置は、照明装置、筐体、音声入出力装置、光センサなどを含んでも良い。ここで、バックライトユニットのような照明装置は、導光板、プリズムシート、拡散シート、反射シート、光源（LED、冷陰極管など）、冷却装置（水冷式、空冷式）などを含んでも良い。

30

【0074】

なお、照明装置は、バックライトユニット、導光板、プリズムシート、拡散シート、反射シート、光源（LED、冷陰極管、熱陰極管など）、冷却装置などを有している装置のことをいう。

40

【0075】

なお、発光装置とは、発光素子などを有している装置のことをいう。表示素子として発光素子を有している場合は、発光装置は、表示装置の具体例の一つである。

【0076】

なお、反射装置とは、光反射素子、光回折素子、光反射電極などを有している装置のことをいう。

【0077】

なお、液晶表示装置とは、液晶素子を有している表示装置をいう。液晶表示装置には、直

50

視型、投写型、透過型、反射型、半透過型などがある。

【0078】

なお、駆動装置とは、半導体素子、電気回路、電子回路を有する装置のことを言う。例えば、ソース信号線から画素内への信号の入力を制御するトランジスタ（選択用トランジスタ、スイッチング用トランジスタなどと呼ぶことがある）、画素電極に電圧または電流を供給するトランジスタ、発光素子に電圧または電流を供給するトランジスタなどは、駆動装置の一例である。さらに、ゲート信号線に信号を供給する回路（ゲートドライバ、ゲート線駆動回路などと呼ぶことがある）、ソース信号線に信号を供給する回路（ソースドライバ、ソース線駆動回路などと呼ぶことがある）などは、駆動装置の一例である。

【0079】

なお、表示装置、半導体装置、照明装置、冷却装置、発光装置、反射装置、駆動装置などは、互いに重複して有している場合がある。例えば、表示装置が、半導体装置および発光装置を有している場合がある。あるいは、半導体装置が、表示装置および駆動装置を有している場合がある。

【0080】

なお、Aの上にBが形成されている、あるいは、A上にBが形成されている、と明示的に記載する場合は、Aの上にBが直接接して形成されていることに限定されない。直接接してはいない場合、つまり、AとBと間に別の対象物が介在する場合も含むものとする。ここで、A、Bは、対象物（例えば、装置、素子、回路、配線、電極、端子、導電膜、層、など）であるとする。

【0081】

従って例えば、層Aの上に（もしくは層A上に）、層Bが形成されている、と明示的に記載されている場合は、層Aの上に直接接して層Bが形成されている場合と、層Aの上に直接接して別の層（例えば層Cや層Dなど）が形成されていて、その上に直接接して層Bが形成されている場合とを含むものとする。なお、別の層（例えば層Cや層Dなど）は、単層でもよいし、複層でもよい。

【0082】

さらに、Aの上方にBが形成されている、と明示的に記載されている場合についても同様であり、Aの上にBが直接接していることに限定されず、AとBとの間に別の対象物が介在する場合も含むものとする。従って例えば、層Aの上方に、層Bが形成されている、という場合は、層Aの上に直接接して層Bが形成されている場合と、層Aの上に直接接して別の層（例えば層Cや層Dなど）が形成されていて、その上に直接接して層Bが形成されている場合とを含むものとする。なお、別の層（例えば層Cや層Dなど）は、単層でもよいし、複層でもよい。

【0083】

なお、Aの上にBが直接接して形成されている、と明示的に記載する場合は、Aの上に直接接してBが形成されている場合を含み、AとBと間に別の対象物が介在する場合は含まないものとする。

【0084】

なお、Aの下にBが、あるいは、Aの下方にBが、の場合についても、同様である。

【0085】

なお、明示的に単数として記載されているものについては、単数であることが望ましい。ただし、これに限定されず、複数であることも可能である。同様に、明示的に複数として記載されているものについては、複数であることが望ましい。ただし、これに限定されず、単数であることも可能である。

【発明の効果】

【0086】

本発明により、広視野角表示を実現することができる。また、コントラストに優れた表示装置を得ることができる。また、表示品位に優れた表示装置を提供することができる。また、ノイズの影響を受けにくく、綺麗な表示を行うことが可能な表示装置を提供するこ

10

20

30

40

50

とができる。または、表示の劣化が生じにくい表示装置を提供することができる。または、製品寿命に優れた表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0087】

【図1】本発明の画素構成の一例を示す図。

【図2】本発明の画素構成の一例を示す図。

【図3】本発明の画素構成の一例を示す図。

【図4】本発明の画素構成の一例を示す図。

【図5】本発明の画素構成の一例を示す図。

【図6】本発明の画素構成の一例を示す図。

10

【図7】本発明の画素構成の一例を示す図。

【図8】本発明の画素構成の一例を示す図。

【図9】本発明の画素構成の一例を示す図。

【図10】本発明の画素構成の一例を示す図。

【図11】本発明の画素を有する表示装置の一例を説明する図。

【図12】本発明の表示装置が有する画素の一構成例について説明する図。

【図13】図12に示す画素の一動作方法について説明する図。

【図14】本発明の画素構成の一例を示す図。

【図15】本発明の画素構成の一例を示す図。

【図16】本発明の画素構成の一例を示す図。

20

【図17】本発明の画素構成の一例を示す図。

【図18】本発明の画素構成の一例を示す図。

【図19】本発明の画素を有する表示装置の一例を説明する図。

【図20】図19に示す表示装置が有する信号線切り替え回路を説明する図。

【図21】本発明の画素構成の一例を示す図。

【図22】本発明の画素構成の一例を示す図。

【図23】本発明の画素構成の一例を示す図。

【図24】本発明の画素構成の一例を示す図。

【図25】本発明の画素構成の一例を示す図。

【図26】本発明の画素構成の一例を示す図。

30

【図27】本発明の画素構成の一例を示す図。

【図28】本発明に係る表示装置の一構成例を示す図。

【図29】本発明に係る表示装置の一構成例を示す図。

【図30】本発明に係る表示装置の一構成例を示す図。

【図31】本発明に係る表示装置の画素のレイアウトの一例を示す図。

【図32】本発明に係る表示装置の液晶モードについて説明する図。

【図33】本発明に係る表示装置の液晶モードについて説明する図。

【図34】本発明に係る表示装置の液晶モードについて説明する図。

【図35】本発明に係る表示装置の液晶モードについて説明する図。

【図36】本発明に係る表示装置の一構成例を示す図。

40

【図37】本発明に係る表示装置の一構成例を示す図。

【図38】本発明に係る表示装置の一構成例を示す図。

【図39】本発明に係る表示装置の周辺構成部材の一例を示す図。

【図40】本発明に係る表示装置の周辺構成部材の一例を示す図。

【図41】本発明に係る表示装置の周辺構成部材の一例を示す図。

【図42】本発明に係る表示装置の周辺構成部材の一例を示す図。

【図43】本発明に係る表示装置のパネル回路構成の一例を示す図。

【図44】本発明に係る表示装置の駆動方法の一例を示す図。

【図45】本発明に係る表示装置の駆動方法の一例を示す図。

【図46】本発明に係る表示装置の駆動方法の一例を示す図。

50

- 【図47】本発明に係る表示装置の駆動方法の一例を示す図。
- 【図48】本発明に係る表示装置が有するトランジスタの構造の一例について説明する図。
- 【図49】本発明に係る表示装置が有するトランジスタの構造の一例について説明する図。
- 【図50】本発明に係る表示装置が有するトランジスタの構造の一例について説明する図。
- 【図51】本発明に係る表示装置が有するトランジスタの構造の一例について説明する図。
- 【図52】本発明に係る表示装置が有するトランジスタの構造の一例について説明する図。 10
- 【図53】本発明に係る表示装置の一構成例を示す図。
- 【図54】本発明に係る表示装置の一構成例を示す図。
- 【図55】本発明に係る表示装置の一構成例を示す図。
- 【図56】本発明に係る表示装置の一構成例を示す図。
- 【図57】本発明に係る表示装置を用いた電子機器を示す図。
- 【図58】本発明に係る表示装置を用いた電子機器を示す図。
- 【図59】本発明に係る表示装置を用いた電子機器を示す図。
- 【図60】本発明に係る表示装置を用いた電子機器を示す図。
- 【図61】本発明に係る表示装置を用いた電子機器を示す図。 20
- 【図62】本発明に係る表示装置を用いた電子機器を示す図。
- 【図63】本発明に係る表示装置を用いた電子機器を示す図。
- 【図64】本発明に係る表示装置を用いた電子機器を示す図。
- 【図65】本発明に係る表示装置を用いた電子機器を示す図。
- 【図66】本発明に係る表示装置の駆動方法の一例を示す図。
- 【図67】本発明に係る表示装置の駆動方法の一例を示す図。
- 【図68】本発明に係る表示装置の駆動方法の一例を示す図。
- 【図69】本発明に係る表示装置の駆動方法の一例を示す図。
- 【図70】本発明に係る表示装置の駆動方法の一例を示す図。
- 【図71】本発明に係る表示装置の駆動方法の一例を示す図。 30
- 【図72】本発明に係る表示装置の駆動方法の一例を示す図。
- 【図73】本発明に係る表示装置の駆動方法の一例を示す図。
- 【図74】本発明に係る表示装置の駆動方法の一例を示す図。
- 【図75】本発明に係る表示装置の駆動方法の一例を示す図。
- 【図76】本発明に係る表示装置の駆動方法の一例を示す図。
- 【図77】従来技術を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0088】

以下、本発明の一態様について説明する。但し、本発明は多くの異なる態様で実施することが可能であり、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。なお、以下に説明する本発明の構成において、同じものを指す符号は異なる図面間においても共通して用い、その説明は省略する。 40

【0089】

(実施の形態1)

本発明の画素の基本構成について、図1を用いて説明する。図1に示す画素は、第1のスイッチ111、第2のスイッチ112、第3のスイッチ113、第1の抵抗114、第2の抵抗115、第1の液晶素子121、第2の液晶素子122、第1の保持容量131及び第2の保持容量132を有する。また、画素は、信号線116及びCs線119に接続されている。なお、第1の液晶素子121及び第2の液晶素子122の各々は、画素電 50

極と、共通電極 1 1 8 と、画素電極及び共通電極 1 1 8 によって制御される液晶とを有する。

【 0 0 9 0 】

図 1 において、第 1 の液晶素子 1 2 1 の画素電極は第 1 のスイッチ 1 1 1 を介して信号線 1 1 6 に接続されている。また、第 1 の液晶素子 1 2 1 の画素電極は第 2 のスイッチ 1 1 2 及び第 1 の抵抗 1 1 4 を介して第 2 の液晶素子 1 2 2 の画素電極とも接続されている。第 1 の抵抗 1 1 4 と第 2 の液晶素子 1 2 2 の画素電極との接続箇所をノード 1 4 2 とすると、ノード 1 4 2 は第 3 のスイッチ 1 1 3 及び第 2 の抵抗 1 1 5 を介して C s 線 1 1 9 と接続されている。また、第 2 のスイッチ 1 1 2 と、第 1 の液晶素子 1 2 1 の画素電極と第 1 のスイッチ 1 1 1 とが接続されている配線との接続箇所をノード 1 4 1 とする。

10

【 0 0 9 1 】

なお、第 1 のスイッチ 1 1 1、第 2 のスイッチ 1 1 2 及び第 3 のスイッチ 1 1 3 のオンオフは、例えば図 2 に示すように走査線 1 1 7 に入力される信号によって制御される。

【 0 0 9 2 】

また、信号線 1 1 6 には、ビデオ信号に相当する画像信号、即ち画素の階調に応じた電位が入力される。

【 0 0 9 3 】

なお、液晶素子は電圧保持特性を示すがその保持率は 1 0 0 % ではないため、保持された電圧を維持するために図 1 及び図 2 に示した画素では第 1 の液晶素子 1 2 1 及び第 2 の液晶素子 1 2 2 のそれぞれに対応して第 1 の保持容量 1 3 1、第 2 の保持容量 1 3 2 が設けられている。具体的には、第 1 の液晶素子 1 2 1 の画素電極は第 1 の保持容量 1 3 1 を介して C s 線 1 1 9 に接続され、第 2 の液晶素子 1 2 2 の画素電極は第 2 の保持容量 1 3 2 を介して C s 線 1 1 9 に接続されている。なお、液晶素子における電圧保持特性は液晶材料、それに混入された不純物や画素の大きさ等にもよるため、液晶素子の電圧保持率が高い場合には図 2 6 に示すように保持容量を特に設けなくても良い。また、例えば第 1 の液晶素子 1 2 1 より第 2 の液晶素子 1 2 2 の方が表示への寄与が少ない場合には、表示寄与に少ない第 2 の液晶素子 1 2 2 に対して設けられた第 2 の保持容量 1 3 2 を省略しても良い。

20

【 0 0 9 4 】

また、図 1 において、ノード 1 4 1 は第 2 のスイッチ 1 1 2、第 1 の抵抗 1 1 4 を順に介してノード 1 4 2 に接続されているが、第 1 の抵抗 1 1 4、第 2 のスイッチ 1 1 2 の順に接続されていても良い。また、ノード 1 4 2 は第 2 の抵抗 1 1 5、第 3 のスイッチの 1 1 3 を順に介して C s 線 1 1 9 に接続されていても良い。もちろん、図 2 7 に示すように第 2 のスイッチ 1 1 2 と第 1 の抵抗 1 1 4、第 3 のスイッチ 1 1 3 と第 2 の抵抗 1 1 5 においてスイッチと抵抗の接続関係がそれぞれ逆になっても良い。

30

【 0 0 9 5 】

また、第 1 の液晶素子 1 2 1、第 2 の液晶素子 1 2 2 の各々は、複数の液晶素子から構成されていても良い。同様にして第 1 の保持容量 1 3 1、第 2 の保持容量 1 3 2 の各々においても、複数の保持容量から構成されていても良い。例えば、図 3 に第 1 の液晶素子 1 2 1、第 2 の液晶素子 1 2 2 の各々が 2 つの液晶素子から、第 1 の保持容量 1 3 1、第 2 の保持容量 1 3 2 の各々が 2 つの保持容量から構成されている場合について示す。

40

【 0 0 9 6 】

次に、図 2 を用いて上述の画素の動作について説明する。第 1 のスイッチ 1 1 1、第 2 のスイッチ 1 1 2 及び第 3 のスイッチ 1 1 3 のオンオフは走査線 1 1 7 に信号を入力することにより制御され、ここでは走査線 1 1 7 に High レベル（以下、H レベルと記す）を入力することにより第 1 のスイッチ 1 1 1、第 2 のスイッチ 1 1 2 及び第 3 のスイッチ 1 1 3 がオンする場合について説明する。この場合、走査線 1 1 7 に Low レベル（以下、L レベルと記す）が入力された際にはこれらスイッチはオフするものとする。

【 0 0 9 7 】

まず、走査線 1 1 7 が H レベルになると第 1 のスイッチ 1 1 1、第 2 のスイッチ 1 1 2

50

及び第3のスイッチ113はオンし、信号線116より入力された画素の階調に応じた電位は第1のスイッチ111を介して第1の液晶素子121の画素電極及び第1の保持容量131の第1の電極に供給される。さらに、この電位は第2のスイッチ112及び第1の抵抗114を介して第2の液晶素子122の画素電極及び第2の保持容量132の第1の電極に供給される。なお、第2の液晶素子122の画素電極及び第2の保持容量132の第1の電極に供給される電位はノード142における電位と同じであり、その電位はノード141とCs線119との電位差並びに第1の抵抗114及び第2の抵抗115における抵抗値によって決定される。即ち、第2の液晶素子122の画素電極には、信号線116より入力された画素の階調に応じた電位が第1の抵抗114と第2の抵抗115とによって抵抗分割された電位が供給される。なお、信号線116より入力される画素の階調に

10

【0098】

また、第1の保持容量131には信号線116より入力された階調に応じた電位とCs線119の電位との電位差が、第2の保持容量132には抵抗分割された電位とCs線119の電位との電位差が保持される。

【0099】

次に、走査線117にLレベルを入力する。すると、第1のスイッチ111、第2のスイッチ112及び第3のスイッチ113がオフし、信号線116、第1の液晶素子121及び第2の液晶素子122は互いに電氣的に遮断される。しかしながら、第1の保持容量131には信号線116より入力された階調に応じた電位とCs線119の電位との電位差が保持され、第2の保持容量132には抵抗分割された電位とCs線119の電位との電位差が保持されている。そのため、第1の液晶素子121の画素電極は信号線116より入力された画素の階調に応じた電位を維持することができ、第2の液晶素子122の画素電極においても抵抗分割された電位を維持することができる。

20

【0100】

このようにして、第1の液晶素子121及び第2の液晶素子122に保持された電位差、即ち電圧を用いて画素の階調を表現する。第1の液晶素子121と第2の液晶素子122とでは異なる電圧が印加されているため、各々の液晶素子が有する液晶は異なる配向を示すことが可能となる。よって、視野角特性を向上することができる。なお、画素が表現する階調は、当該画素における第1の液晶素子121と第2の液晶素子122の各々が有する液晶の配向により決定されるため、信号線116より供給する電位はこれらを考慮して決定する必要がある。このように、1本の信号線116より第1の液晶素子121及び第2の液晶素子122の配向を制御することが可能であるため、画素の開口率を高いものとすることができる。

30

【0101】

ところで、このような画素構成とした場合、第2の液晶素子122は第1の液晶素子121に比べて印加される電圧が小さくなる。そのため、第2の抵抗115を第1の抵抗114より小さくしすぎると第2の液晶素子122に印加される電圧が液晶のしきい値電圧より小さくなり、第2の液晶素子122が有する液晶が駆動しない場合がある。よって、第2の抵抗115の抵抗値R2は第1の抵抗114の抵抗値R1より大きい方(R2 > R1)が好ましい。もちろん、抵抗値の関係はこれに限定されることはなく、第1の液晶素子121及び第2の液晶素子122の液晶が駆動し、両者の液晶を用いて階調を表現できれば良い。なお、液晶のしきい値電圧とは、液晶が駆動するために必要となる電圧の臨界値を指す。

40

【0102】

また、第1の抵抗114と第2の抵抗115の抵抗値が大きく、第2のスイッチ112及び第3のスイッチ113がなくてもノード141、ノード142の各々において第1のスイッチ111をオフした後も信号線116より入力された際の電位を維持することがで

50

きれば、これらスイッチは特に設けなくても良い。例えば、第1の抵抗114の抵抗値が大きければノード141とノード142の間に設けられた第2のスイッチ112を省略しても良いし、第2の抵抗115の抵抗値が大きければノード142とCs線119の間に設けられた第3のスイッチ113を省略しても良い。もちろん、両者ともに大きい場合には、第2のスイッチ112及び第3のスイッチ113を省略することも可能である。

【0103】

なお、第1のスイッチ111、第2のスイッチ112及び第3のスイッチ113には様々な形態のものを用いることが可能であり、電気的なスイッチや機械的なスイッチなどを適用することができる。つまり、電流の流れを制御できるものであればよく、特定のものに限定されない。例えば、トランジスタやダイオードでもよいし、これらを組み合わせた論理回路でも良い。

10

【0104】

また、第1の抵抗114、第2の抵抗115は、様々な素子を用いて実現することができる。つまり、電流が流れたときに、電圧降下するものを用いて実現することができるため、抵抗素子に限定されない。例えば、トランジスタ、ダイオード、容量素子、インダクタなどを用いることができる。ダイオードとしては、PNダイオード、PINダイオード、MIMダイオード、ショットキーダイオード、ダイオード接続されたトランジスタなどを用いることができる。抵抗素子としては、シリコン層、不純物がわずかにドーパされたシリコン層(LDDと同程度の濃度)、不純物が多くドーパされたシリコン層(ソース領域、ドレイン領域と同程度の濃度)、ITOやIZOなどの酸化物半導体、配線長を長くした導体、などを用いることができる。なお、図1乃至図3ではスイッチと抵抗とを別々に設けた場合について記載したが、これに限定されない。1つの素子を用いて、スイッチと抵抗とを実現してもよい。

20

【0105】

図4に示すように、図2における第2のスイッチ112及び第3のスイッチ113のそれぞれに第2のトランジスタ212、第3のトランジスタ213を用い、さらにこれらのトランジスタのオン抵抗を用いて図2における第1の抵抗114及び第2の抵抗115を実現し、これら抵抗を省略した構成としても良い。なお、上述したように第2の抵抗115の抵抗値 R_2 は第1の抵抗114の抵抗値 R_1 より大きい方($R_2 > R_1$)が好ましいため、図4における構成においても第2のトランジスタ212のオン抵抗に比べ第3のトランジスタ213のオン抵抗が大きい方が好ましい。よって、第2のトランジスタ212のチャンネル幅を W_2 、チャンネル長を L_2 、第3のトランジスタ213のチャンネル幅を W_3 、チャンネル長を L_3 とした場合、 $W_2 / L_2 > W_3 / L_3$ となるようなトランジスタを各々に用いることが好ましい。ただし、この関係に限定されるわけではない。もちろん、画素の構成においてもこれに限定されるわけではなく、例えば図5に示すように、図2における第2のスイッチ112及び第3のスイッチ113のそれぞれに第2のトランジスタ212、第3のトランジスタ213を用いて、抵抗を省略しなくても良い。

30

【0106】

また、第1のスイッチ111にトランジスタ(ここでは、第1のトランジスタという)を用いた場合には、第1のトランジスタのオン抵抗はより低い方が好ましく、第1のトランジスタのチャンネル幅を W_1 、チャンネル長を L_1 とすると W_1 / L_1 はより大きい方が好ましい。図6に、図4に示す構成において第1のスイッチ111に第1のトランジスタ211を用いた場合について示す。なお、第1のトランジスタ211を第2のトランジスタ212及び第3のトランジスタ213と比較した場合には、 $W_1 / L_1 > W_2 / L_2 > W_3 / L_3$ となるようなトランジスタを用いることが好ましい。ただし、これに限定されるわけではない。

40

【0107】

また、第3のトランジスタ213のオン抵抗をより大きなものとするために、図7に示すようにトランジスタ313にトランジスタを2つ直列に接続したマルチゲート型トランジスタを用いても良い。なお、図7では2つのトランジスタを直列に接続した場合につい

50

て示しているが、直列に接続されるトランジスタの数は特に限定されない。

【0108】

なお、トランジスタ313のチャンネル長Lは、直列に接続された2つのトランジスタのチャンネル幅Wが等しい場合、各トランジスタのチャンネル長の合計として作用する。そのため、 W/L はより小さくなりやすく、オン抵抗を大きくすることができる。よって、トランジスタ313のオン抵抗は、マルチゲート型トランジスタを用いることで第2のトランジスタ212のオン抵抗に比べ容易に大きくすることができる。

【0109】

また、例えば第2のトランジスタ212に比べ第3のトランジスタ213のオン抵抗が非常に小さい場合など、第2の液晶素子122に印加される電圧が第2の液晶素子122が有する液晶のしきい値電圧以下となる場合には、図8に示すように抵抗としてダイオード接続されたトランジスタ414を第3のトランジスタ213に対し直列に設けた構成としても良い。ダイオード接続されたトランジスタ414により、第2の保持容量132には少なくともトランジスタ414のしきい値電圧以上の電圧を保持させることができる。よって、ダイオード接続されたトランジスタ414を用いることにより第2の液晶素子122に印加される電圧を増大させることが可能となり、より確実に第2の液晶素子122が有する液晶を駆動させることができる。ダイオードは非線形性を有しており、電圧が小さい領域では抵抗値がより大きくなるため、このような場合に特に効果的である。もちろん、抵抗を用いることも可能である。なお、ここでは信号線116より入力される階調に応じた電位は正であるものとして図示しており、トランジスタ414にはNチャンネル型のトランジスタを用い、そのドレイン電極が第3のトランジスタ213に接続されている例について示している。もちろん、トランジスタ414にはPチャンネル型のトランジスタを用いることも可能である。ただし、この場合第3のトランジスタ213にはソース電極が接続される。

【0110】

なお、通常液晶表示装置は、共通電極の電位を中心として正と負の画像信号、即ち正極性と負極性の画像信号が1フレーム期間毎に信号線を介して交互に供給される。このような場合、画像信号はCs線に供給される電位に対しても正と負となる信号である。そのため、Cs線119を、正極性の画像信号が入力される時と、負極性の画像信号が入力される時とで、電位を変化させればよい。つまり、正極性の信号が入力される時よりも、負極性の信号が入力される時の方が、Cs線119の電位が低くなるようにすればよい。これにより、各画素電極に適切に電圧を供給することが出来る。なお、図8に示す画素は正と負の両方の画像信号に対応できるように図9のような構成とすれば良い。図9に示す画素は、図8におけるダイオード接続されたトランジスタ414と並列にダイオード接続されたトランジスタ614をさらに設けた構成である。なお、これらトランジスタが同一の導電型のトランジスタである場合には、ドレイン電極が互いに異なるようにトランジスタ414、トランジスタ614を接続する。このような構成とすることで、Cs線119の電位と信号線116から供給される電位の関係が逆転しても、第2の保持容量132には少なくともトランジスタ414もしくはトランジスタ614のしきい値電圧以上の電圧を保持させることができる。よって、第2の液晶素子122に印加される電圧を増大させることが可能となり、より確実に第2の液晶素子122が有する液晶を駆動させることができる。なお、このような駆動方法を行わない場合においても、図9に示す画素構成を用いても良い。

【0111】

なお、本明細書において、共通電極より画素電極の電位の方が高い場合には正極性の電圧が、画素電極より共通電極の電位の方が高い場合には負極性の電圧が液晶素子に印加されたと表記する。また、液晶素子に正極性の電圧が印加される際に信号線より入力される画像信号を正極性の信号とし、負極性の電圧が印加される際に信号線より入力される画像信号を負極性の信号として表記する。

【0112】

また、本明細書において共通電極 118 と Cs 線 119 では異なる電位が供給されていても良いが、同じ電位が供給されていても良い。また、図 10 に示すように、共通電極 118 と Cs 線 119 とが共有されていても良い。なお、図 10 では図 1 における共通電極 118 と Cs 線 119 とが配線 100 を用いて共有化されている場合について示している。

【0113】

続いて、上述した本発明の画素を有する表示装置について図 11 を用いて説明する。

【0114】

表示装置は、信号線駆動回路 511、走査線駆動回路 512 及び画素部 513 を有し、画素部 513 には、信号線駆動回路 511 から列方向に伸張して配置された複数の信号線 S1 ~ Sm、走査線駆動回路 512 から行方向に伸張して配置された走査線 G1 ~ Gn 及び Cs 線 Cs__1 ~ Cs__n、並びに信号線 S1 ~ Sm に対応してマトリクス状に配置された複数の画素 514 を有する。そして、各画素 514 は、信号線 Sj (信号線 S1 ~ Sm のうちのいずれか一)、走査線 Gi (走査線 G1 ~ Gn のうちのいずれか一)、Cs 線 Cs__i と接続されている。

10

【0115】

なお、信号線 Sj、走査線 Gi、Cs 線 Cs__i は、それぞれ図 2 の信号線 116、走査線 117、Cs 線 119 に相当する。図 2 における共通電極 118 は、複数の画素 514 間で共通もしくは電氣的に接続されており、同じ電位が供給されている。なお、Cs 線 119 と共通電極 118 とを同電位とする場合には、画素部 513 の外部で導電性微粒子や配線等を用いてこれらを電氣的に接続すればよい。

20

【0116】

走査線駆動回路 512 から走査線 Gi に入力される信号により動作させる画素の行を選択し、選択された行に属する画素の各々に信号線駆動回路 511 から信号線 S1 ~ Sm を介して各画素の階調に応じた電位を供給する。信号線 Sj より供給された電位により、画素は上述のように階調を表現することができる。

【0117】

なお、液晶材料の劣化やちらつき(フリッカ)などの表示ムラを抑制するために、一定期間毎に液晶素子における共通電極の電位(コモン電位)に対して画素電極に印加される電圧の極性を反転させて駆動させる反転駆動を用いることが好ましい。なお、反転駆動の例としては、フレーム反転駆動をはじめ、ソースライン反転駆動、ゲートライン反転駆動、ドット反転駆動などが挙げられる。

30

【0118】

フレーム反転駆動とは、1フレーム期間毎に液晶素子に印加される電圧の極性を反転させる駆動方法である。なお、1フレーム期間とは、1画素分の画像を表示する期間に相当し、その期間には特に限定はないが、画像をみる人がちらつき(フリッカ)を感じないように少なくとも 1/60 秒以下とすることが好ましい。

【0119】

さらに周期を短くし、周波数を高くして、動画での画像のぶれを低減することが望ましい。望ましくは、周期を 1/120 秒以下(周波数が 120 Hz 以上)であることが望ましい。より望ましくは、周期を 1/180 秒以下(周波数が 180 Hz 以上)であることが望ましい。このようにフレーム周波数を向上させる場合、元の画像のデータのフレーム周波数と一致しないときには、画像データを補間する必要がある。この場合は、動きベクトルを用いて、画像データを補間することにより、高いフレーム周波数で表示させることが出来る。以上のようにして、画像の動きが滑らかに表示され、残像の少ない表示を行う事が出来る。

40

【0120】

また、ソースライン反転駆動とは、同一の信号線に接続された画素に属する液晶素子に印加される電圧の極性を、隣接する信号線に接続された画素に属する液晶素子に対し反転させ、さらに各画素に対しフレーム反転を行う駆動方法である。一方、ゲートライン反転

50

駆動とは、同一の走査線に接続された画素に属する液晶素子に印加される電圧の極性を、隣接する走査線に接続された画素に属する液晶素子に対し反転させ、さらに各画素に対しフレーム反転を行う駆動方法である。また、ドット反転駆動とは、隣接する画素間で液晶素子に印加される電圧の極性を反転させる駆動方法であり、ソースライン反転駆動とゲートライン反転駆動を組み合わせた駆動方法である。

【 0 1 2 1 】

ところで、上記のフレーム反転駆動、ソースライン反転駆動、ゲートライン反転駆動、ドット反転駆動などを採用した場合、信号線に書き込まれる画像信号に必要な電位の幅は、反転駆動を行わない場合に比べて2倍となる。そのため、これを解消するためにフレーム反転駆動やゲートライン反転駆動の場合、さらに共通電極の電位を反転させるコモン反転駆動を採用することもある。

10

【 0 1 2 2 】

コモン反転駆動とは液晶素子に印加される極性の反転と同期して共通電極の電位を変化させる駆動方法であり、コモン反転駆動を行うことによって信号線に書き込まれる画像信号に必要な電位の幅を低減させることができる。この場合、共通電極118とCs線119(図11においては、Cs線Cs_1~Cs_n)とは電氣的に接続されていることが好ましい。共通電極118及びCs線119に同じ信号が入力されることになり、より適切に表示させることができる。

【 0 1 2 3 】

次に、ドット反転駆動が実現可能な画素の一構成例を図12に示す。図12では、4つの画素を取り出して記載しており、その各々の画素は図4に示す構成をとっている。図中において、信号線116_1、116_2は図4における信号線116に、走査線117_1、117_2は走査線117に、Cs線119_1、119_2、719_1、719_2はCs線119に相当する。信号線116_1、116_2には異なる極性の信号を入力する。その極性に併せて、同一行に属する画素であっても隣接する画素と異なるCs線、即ちCs線119_1、719_2もしくは119_1、719_2を用いて隣接画素とは異なる電位を図13に示すように供給する。図13に示すように駆動させることで、ドット反転駆動を行えば良い。

20

【 0 1 2 4 】

なお、ノーマリーブラックのときには黒を表示させる際の信号、ノーマリーホワイトのときには白を表示させる際の信号を $|V_{sig}(0)|$ とし、共通電極の電位を V_{com} とすると、画素に信号線より正極性の信号が供給される場合には V_{com} 以上 $V_{sig}(0) + V_{com}$ 以下の電位がCs線に供給されていけば良い。一方、画素に負極性の信号が供給される場合には $-V_{sig}(0) + V_{com}$ 以上 V_{com} 以下の電位がCs線に供給されていけば良い。

30

【 0 1 2 5 】

なお、正極性の信号が画素に供給される場合には $V_{com} +$ 以上 $V_{sig}(0) + V_{com}$ 以下の電位が、負極性の信号が画素に供給される場合には $-V_{sig}(0) + V_{com}$ 以上 $V_{com} -$ 以下の電位がCs線に供給されることが好ましい。ここで、 $\frac{1}{2}$ は $V_{sig}/2$ である。さらに、より好ましくは正極性の信号が画素に供給される場合には $V_{sig}(0) + V_{com}$ の電位が、負極性の信号が画素に供給される場合には $-V_{sig}(0) + V_{com}$ の電位が供給されると良い。

40

【 0 1 2 6 】

このように、Cs線の電位を、正極性の信号が画素に供給される場合には $V_{sig}(0) + V_{com}$ と、負極性の信号が供給される場合には $-V_{sig}(0) + V_{com}$ とすることで、第2の液晶素子122に印加される電圧を増大させることが可能となり、より第2の液晶素子122の制御を容易なものとすることができる。

【 0 1 2 7 】

なお、正極性の信号が画素に供給される場合にCs線の電位を $V_{sig}(0) + V_{com}$ より高い電位とすると液晶には常に $V_{sig}(0)$ より高い電圧が印加されてしまい、

50

ノーマリーブラックのときには黒を、ノーマリーホワイトのときには白を表示させることができなくなる。また、負極性の信号が画素に供給される場合には、 $-V_{sig}(0) + V_{com}$ より低い電位がCs線に供給されると、正極性の信号の際と同様、ノーマリーブラックのときには黒を、ノーマリーホワイトのときには白を表示させることができなくなる。

【0128】

なお、図13では V_{com} の電位を0V、画素に正極性の信号が供給される場合のCs線の電位を $V_{sig}(0)$ 、画素に負極性の信号が供給される場合のCs線の電位を $-V_{sig}(0)$ とした場合について記載している。

【0129】

なお、反転駆動の方法は上記に限られるものではない。

【0130】

また、上述の図1乃至図12では一画素に液晶素子が2つ設けられた場合について示しているが、画素に含まれる液晶素子の数は特に限定されない。図14に、一画素に液晶素子が3つ含まれる場合について示す。図14に示す画素は、図4に示す画素の構成に加え、第4のトランジスタ814、第3の液晶素子823及び第3の保持容量833を有する。図14において、第3の液晶素子823の画素電極は、第2のトランジスタ212及び第1のスイッチ111を介して信号線116に接続されている。また、第3の液晶素子823の画素電極と第2のトランジスタ212との接続箇所をノード800とすると、ノード800は第4のトランジスタ814を介してノード142と接続されている。なお、第4のトランジスタ814のゲート電極は、第2のトランジスタ212、第3のトランジスタ213と同様、走査線117に接続されている。また、ノード800は第3の保持容量833を介してCs線119と接続されている。このように、図14ではトランジスタ814と、液晶素子823と、保持容量833とを有するユニット801が第2のトランジスタ212とノード142との間に設けられた構成となっている。なお、画素に含まれる液晶素子の数を増加させる場合、例えばユニット801の数を増加させれば良い。もちろん、これに限定されるものではない。

【0131】

また、一画素に上述した画素構成を複数有していても良い。このような画素の一構成例を図15に示す。図15に示す画素は、2つのサブ画素900a、900bを有し、これらサブ画素を用いて一つの画素の階調を表現している。図15において、サブ画素の各々には図4に示す画素構成を記載している。ただし、サブ画素900a、900bに接続されている信号線116及び走査線117はサブ画素間で共有して用いられている。なお、図中におけるCs線119a、119bは図4におけるCs線119に相当する。サブ画素900a、900bに接続されるCs線119の各々、即ちCs線119a、119bに異なる電位を供給することで、それぞれのサブ画素に属する液晶素子に異なる電圧を印加することもできる。このようにして、それぞれのサブ画素における液晶の配向の違いを利用して、さらに視野角を向上させることも可能となる。

【0132】

また、図15のようにサブ画素間において信号線116及び走査線117を共通配線として利用した場合について示したが、図16に示すように走査線117のみをサブ画素1000a、1000b間で共有しても良い。また、図17に示すように信号線116のみをサブ画素1100a、1100b間で共有し、これらのサブ画素を用いて一つの画素の階調を表現しても良い。なお、サブ画素間で共有して用いる配線は上記に限定されず、Cs線119であっても良いし、図15に示したように2以上の配線を共有しても良い。図16もしくは図17における信号線116a、116bは図4における信号線116に相当し、走査線117a、117bは図4における走査線117に、Cs線119a、119bは図4におけるCs線119に相当する。

【0133】

また、図15乃至図17では、同一の構成のサブ画素より一画素を構成した場合につい

10

20

30

40

50

て示したが、サブ画素間で構成は異なっても良い。

【0134】

以上のようにして、本発明により視野角特性を向上させることができる。さらに、コントラストの低下を招くことなく駆動させることが可能な構成であるため、より表示品位の高い液晶表示装置を提供することが可能となる。

【0135】

なお、本実施形態では、主に図1に示す第1のスイッチ111、第2のスイッチ112及び第3のスイッチ113を同時に制御した場合について述べたが、各々のスイッチを別に制御しても良い。例えば、図2に示す走査線117に加え、他の走査線を用いて別々に制御してもよい。また、複数のスイッチの内の幾つかを同時に制御し、残りのスイッチを別々に制御してもよい。また、上記において、抵抗とスイッチを容量に置き換えても良い。

10

【0136】

なお、本実施の形態において、様々な図を用いて述べてきたが、各々の図で述べた内容（一部でもよい）は、別の図で述べた内容（一部でもよい）に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことができる。さらに、これまでに述べた図において、各々の部分に関して、別の部分を組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることができる。

【0137】

同様に、本実施の形態の各々の図で述べた内容（一部でもよい）は、別の実施の形態の図で述べた内容（一部でもよい）に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことができる。さらに、本実施の形態の図において、各々の部分に関して、別の実施の形態の部分の組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることができる。

20

【0138】

なお、本実施の形態は、他の実施の形態で述べた内容（一部でもよい）を、具現化した場合の一例、少し変形した場合の一例、一部を変更した場合の一例、改良した場合の一例、詳細に述べた場合の一例、応用した場合の一例、関連がある部分についての一例などを示している。したがって、他の実施の形態で述べた内容は、本実施の形態への適用、組み合わせ、又は置き換えを自由に行うことができる。

【0139】

（実施の形態2）

本実施形態では、実施の形態1とは異なる構成について図18に示す。実施の形態1では、第1の液晶素子及び第2の液晶素子の画素電極に印加される電位は信号線とCs線の抵抗分割によって決定されていたが、必ずしもCs線である必要はない。その一例について、本実施形態に示す。

30

【0140】

図18に示す画素1200は、スイッチ111、トランジスタ212、トランジスタ213、第1の液晶素子121、第2の液晶素子122、第1の保持容量131及び第2の保持容量132を有する。なお、画素1200は、信号線116、走査線117、Cs線119及び電位供給線1219に接続されている。即ち、画素1200は、実施の形態1で示した図4の画素においてトランジスタ213の一方の電極をCs線119ではなく、電位供給線1219に接続した構成となっている。もちろん、同じものを指す符号は図面間において共通して用い、その説明は省略する。なお、図18には画素1200を4つ取り出して記載している。

40

【0141】

図18に示す画素1200においても、フレーム反転駆動をはじめ、ソースライン反転駆動、ゲートライン反転駆動、ドット反転駆動を適宜選択して用いることができる。なお、電位供給線1219には、駆動方法により異なるが、1フレーム期間中一定の電位が供給されていても良いし、例えば一走査線選択期間、即ちある行に属する画素に各々の画素の階調に応じた電位が入力される期間ごとに変化させても良い。

【0142】

50

また、実施の形態 1 に示したように図 18 においてスイッチ 111 にはトランジスタを用いることも可能であるし、トランジスタ 212 やトランジスタ 213 の各々をスイッチと抵抗とに置き換えることも可能である。他にも、図 18 における画素 1200 は、実施の形態 1 に記載した事項と適宜組み合わせることは可能である。

【0143】

また、図 18 に示す電位供給線 1219 に画像信号を入力し、電位供給線 1219 と信号線 116 とを反対にして機能させることも可能である。このように、画像信号即ち画素の階調に応じた電位を入力する配線を変えることで、一方の液晶素子、例えば第 1 の液晶素子 121 が他方、例えば第 2 の液晶素子 122 に比べ印加される電圧が絶えず大きくなることを防ぐことができる。よって、液晶素子の劣化を遅延させることができる。

10

【0144】

このような画素を有する表示装置について図 19 を用いて説明する。表示装置は、信号線駆動回路 511、信号線切り替え回路 1300、走査線駆動回路 512 及び画素部 513 を有し、信号線切り替え回路 1300 を用いて画像信号を供給する配線を切り替える。なお、図 19 に示す表示装置は、図 11 に示した表示装置の構成に加え、信号線切り替え回路 1300 が設けられている。なお、画素部 513 には、信号線切り替え回路 1300 から列方向に伸張して配置された複数の配線 1316 及び配線 1319、走査線駆動回路 512 から行方向に伸張して配置された走査線 $G_1 \sim G_n$ 及び Cs 線 $Cs_1 \sim Cs_n$ 、並びに配線 1316 に対応してマトリクス状に配置された複数の画素 1200 を有する。そして、各画素 1200 は、配線 1316、配線 1319、走査線 G_i (走査線 $G_1 \sim G_n$ のうちのいずれか一)、Cs 線 Cs_i と接続されている。なお、配線 1316 及び配線 1319 は、信号線切り替え回路 1300 を介してそれぞれ信号線 S_j (信号線 $S_1 \sim S_m$ のうちのいずれか一)、電位供給線 S_j_2 のいずれかに接続されている。もちろん、画像信号を供給する配線を信号線のみとする場合には、信号線切り替え回路 1300 は不要である。

20

【0145】

信号線切り替え回路 1300 について図 20 を用いて説明する。信号線切り替え回路 1300 は、画素部が有する列方向における画素 1200 に対応する m 個のユニット 1400 と、インバータ 1401 と、配線 1402 と、配線 1402 とインバータ 1401 を介して接続される配線 1403 とを有する。各ユニット 1400 は、トランジスタ 1404、トランジスタ 1405、トランジスタ 1406、トランジスタ 1407 を有し、配線 1402、配線 1403、信号線 S_j 、電位供給線 S_j_2 、配線 1316、配線 1319 と接続されている。信号線 S_j はトランジスタ 1404 を介して配線 1316、及びトランジスタ 1405 を介して配線 1319 と接続されており、電位供給線 S_j_2 はトランジスタ 1406 を介して配線 1319、及びトランジスタ 1407 を介して配線 1316 と接続されている。なお、トランジスタ 1405 及びトランジスタ 1407 は配線 1402 により、トランジスタ 1404 及びトランジスタ 1406 は配線 1403 によりオンオフが制御される。

30

【0146】

配線 1402 には一走査線期間、もしくは一フレーム期間に同期させた信号を入力し、インバータ 1401 を介して配線 1402 に入力された信号の反転信号が配線 1430 に入力される。そのため、トランジスタ 1405 及びトランジスタ 1407 がオフとなっている場合にはトランジスタ 1404 及びトランジスタ 1406 がオンとなっており、トランジスタ 1405 及びトランジスタ 1407 がオンとなっている場合にはトランジスタ 1404 及びトランジスタ 1406 がオフとなっている。このようにして、信号線 S_j 及び電位供給線 S_j_2 を配線 1316、配線 1319 のいずれに接続するか選択することができる。なお、配線 1402 に入力する信号は、反転駆動の方法により適宜選択すれば良い。

40

【0147】

また、Cs 線 119 は図 21 に示すように前行における走査線 117 で代用しても良い

50

。ここではCs線119と前行の走査線117とを共有する場合について示しているが、Cs線119に限らず第1の保持容量131及び第2の保持容量132の第2の電極に任意の一定電位を供給できれば、特にこれに限定されない。なお、一フレーム期間中、第1の保持容量131及び第2の保持容量132の第2の電極は変動しない方が好ましいが、図21に示すように次のフレーム期間に移る直前等であれば第1の液晶素子121及び第2の液晶素子122が有する液晶の配向に大きく影響を及ぼさないため用いることも可能である。このように、前行と配線を共有することで一画素に有する配線数を減らすことが可能となり、開口率を向上させることができる。

【0148】

以上のような画素構成においても、実施の形態1と同様、画素が表現する階調は当該画素における第1の液晶素子121と第2の液晶素子122の各々が有する液晶の配向により決定されるため、視野角を向上させることができる。さらに、コントラストの低下を招くことなく駆動させることが可能な構成であるため、より表示品位の高い液晶表示装置を提供することが可能となる。

【0149】

なお、本実施の形態において、様々な図を用いて述べてきたが、各々の図で述べた内容（一部でもよい）は、別の図で述べた内容（一部でもよい）に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことができる。さらに、これまでに述べた図において、各々の部分に関して、別の部分を組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることができる。

【0150】

同様に、本実施の形態の各々の図で述べた内容（一部でもよい）は、別の実施の形態の図で述べた内容（一部でもよい）に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことができる。さらに、本実施の形態の図において、各々の部分に関して、別の実施の形態の部分の組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることができる。

【0151】

なお、本実施の形態は、他の実施の形態で述べた内容（一部でもよい）を、具現化した場合の一例、少し変形した場合の一例、一部を変更した場合の一例、改良した場合の一例、詳細に述べた場合の一例、応用した場合の一例、関連がある部分についての一例などを示している。したがって、他の実施の形態で述べた内容は、本実施の形態への適用、組み合わせ、又は置き換えを自由に行うことができる。

【0152】

（実施の形態3）

本実施形態では、実施の形態1及び2とは異なる画素構成の一例について述べる。図22に示す画素は、スイッチ111、トランジスタ212、トランジスタ213、第1の液晶素子121、第2の液晶素子122、第1の保持容量131、第2の保持容量132及び第3の保持容量1601を有する。なお、図22に示す画素は、信号線116、走査線117及びCs線119に接続されており、実施の形態1で示した図4の画素においてノード142とトランジスタ213の一方の電極との間に第3の保持容量1601が設けられた構成となっている。図4と同じものを指す符号は図面間において共通して用い、その説明は省略する。

【0153】

図22に示す画素においても、図4で示した画素と同様に動作させることができる。ただし、第3の保持容量1601を設けることで、第2の液晶素子122の画素電極に供給されるべき階調に応じた電位に達するまでに時間を要する。そのため、第1の液晶素子121より印加される電圧が低い第2の液晶素子122が有する液晶の応答をあえて遅くすることで、より視野角を向上させることができる。この場合においても、画素が表現する階調は当該画素における第1の液晶素子121と第2の液晶素子122の各々が有する液晶の配向により決定されるため、信号線116より供給する電位はこれらを考慮して決定する。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 4 】

また、図 2 3 に示すように第 3 の保持容量 1 7 0 1 はトランジスタ 2 1 2 とノード 1 4 2 との間に設けられていても良い。図 2 3 においても、図 4 で示した画素と同様に動作させることができる。図 2 2 で示した画素と同様、第 2 の液晶素子 1 2 2 の画素電極が供給されるべき階調に応じた電位に達するまでに時間を要する。これを利用して、より視野角を向上させることができる。この場合、第 2 の液晶素子 1 2 2 に印加される電圧は第 3 の保持容量 1 7 0 1 との容量分割によって決定されることを考慮にいれたうえで、信号線 1 1 6 より供給する電位を決定する必要がある。

【 0 1 5 5 】

以上のような画素構成においても、実施の形態 1 と同様、画素が表現する階調は当該画素における第 1 の液晶素子 1 2 1 と第 2 の液晶素子 1 2 2 の各々が有する液晶の配向により決定されるため、視野角を向上させることができる。さらに、コントラストの低下を招くことなく駆動させることが可能な構成であるため、より表示品位の高い液晶表示装置を提供することが可能となる。

10

【 0 1 5 6 】

なお、本実施の形態において、様々な図を用いて述べてきたが、各々の図で述べた内容（一部でもよい）は、別の図で述べた内容（一部でもよい）に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことが出来る。さらに、これまでに述べた図において、各々の部分に関して、別の部分を組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることが出来る。

20

【 0 1 5 7 】

同様に、本実施の形態の各々の図で述べた内容（一部でもよい）は、別の実施の形態の図で述べた内容（一部でもよい）に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことが出来る。さらに、本実施の形態の図において、各々の部分に関して、別の実施の形態の部分の組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることが出来る。

【 0 1 5 8 】

なお、本実施の形態は、他の実施の形態で述べた内容（一部でもよい）を、具現化した場合の一例、少し変形した場合の一例、一部を変更した場合の一例、改良した場合の一例、詳細に述べた場合の一例、応用した場合の一例、関連がある部分についての一例などを示している。したがって、他の実施の形態で述べた内容は、本実施の形態への適用、組み合わせ、又は置き換えを自由に行うことができる。

30

【 0 1 5 9 】

（実施の形態 4）

本実施形態では、実施の形態 1 乃至 3 とは異なる画素構成の一例について述べる。図 2 4 に示す画素は、スイッチ 1 1 1、トランジスタ 2 1 2、トランジスタ 2 1 3、トランジスタ 1 8 0 4、第 1 の液晶素子 1 2 1、第 2 の液晶素子 1 2 2、第 1 の保持容量 1 3 1、第 2 の保持容量 1 3 2 及び第 3 の保持容量 1 8 0 1 を有する。なお、図 2 4 に示す画素は、信号線 1 1 6、走査線 1 1 7 及び Cs 線 1 1 9 に接続されており、実施の形態 1 で示した図 4 の画素においてさらにトランジスタ 1 8 0 4 及び第 3 の保持容量 1 8 0 1 が設けられた構成となっている。図 4 と同じものを指す符号は図面間において共通して用い、その説明は省略する。

40

【 0 1 6 0 】

第 3 の保持容量 1 8 0 1 は、ノード 1 4 2 と、第 2 の保持容量 1 3 2 の第 1 の電極と第 2 の液晶素子 1 2 2 の画素電極とが接続されている配線との接続箇所をノード 1 8 0 2 とすると、ノード 1 8 0 2 と第 2 の液晶素子 1 2 2 の画素電極との間に設けられている。また、トランジスタ 1 8 0 4 は、第 3 の保持容量 1 8 0 1 と第 2 の液晶素子 1 2 2 の画素電極との接続箇所をノード 1 8 0 3 とすると、ノード 1 8 0 3 と信号線 1 1 6 との間に設けられている。即ち、ノード 1 8 0 3 はトランジスタ 1 8 0 4 を介して信号線 1 1 6 と接続されている。このトランジスタ 1 8 0 4 は、スイッチ 1 1 1、トランジスタ 2 1 2 やトランジスタ 2 1 3 と同様、走査線 1 1 7 に入力される信号によってオンオフが制御される。

50

【0161】

図24に示す画素においても、図4で示した画素と同様に動作させることができる。なお、図24に示す画素では、第1の液晶素子121及び第2の液晶素子122の画素電極に、それぞれスイッチ111、トランジスタ1804を介して信号線116より同時に画素の階調に応じた電位が供給される。そのため、画素の階調に応じた電位をよりはやくそれぞれの液晶素子の画素電極に供給することができる。よって、高速動作等の際に効果的である。なお、トランジスタ1804のオン抵抗は、スイッチ111またはトランジスタ212のオン抵抗より大きい方が好ましい。なお、トランジスタ1804のチャンネル幅をW4、チャンネル長をL4とすると、 $W4/L4$ は小さい方が好ましい。また、図24に示す画素においても画素が表現する階調は当該画素における第1の液晶素子121と第2の液晶素子122の各々が有する液晶の配向により決定されるため、視野角を向上させることができる。

10

【0162】

以上のようにして、本発明により視野角特性を向上させることができる。さらに、コントラストの低下を招くことなく駆動させることが可能な構成であるため、より表示品位の高い液晶表示装置を提供することが可能となる。

【0163】

なお、本実施の形態において、様々な図を用いて述べてきたが、各々の図で述べた内容（一部でもよい）は、別の図で述べた内容（一部でもよい）に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことができる。さらに、これまでに述べた図において、各々の部分に関して、別の部分を組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることができる。

20

【0164】

同様に、本実施の形態の各々の図で述べた内容（一部でもよい）は、別の実施の形態の図で述べた内容（一部でもよい）に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことができる。さらに、本実施の形態の図において、各々の部分に関して、別の実施の形態の部分の部分を組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることができる。

【0165】

なお、本実施の形態は、他の実施の形態で述べた内容（一部でもよい）を、具現化した場合の一例、少し変形した場合の一例、一部を変更した場合の一例、改良した場合の一例、詳細に述べた場合の一例、応用した場合の一例、関連がある部分についての一例などを示している。したがって、他の実施の形態で述べた内容は、本実施の形態への適用、組み合わせ、又は置き換えを自由に行うことができる。

30

【0166】

（実施の形態5）

本実施形態では、実施の形態1乃至4とは異なる画素構成の一例について述べる。図25に示す画素は、スイッチ111、トランジスタ212、トランジスタ213、第1の液晶素子121、第2の液晶素子122、第1の保持容量131、第2の保持容量132及び第3の保持容量1901を有する。なお、図25に示す画素は、信号線116、走査線117及びCs線119に接続されており、実施の形態1で示した図4の画素においてさらに第3の保持容量1901が設けられた構成となっている。図4と同じものを指す符号は図面間において共通して用い、その説明は省略する。

40

【0167】

第3の保持容量1901は、ノード142と、第2の保持容量132の第1の電極と第2の液晶素子122の画素電極とが接続されている配線との接続箇所をノード1902とすると、ノード1902と第2の液晶素子122の画素電極との間に設けられている。

【0168】

図25に示す画素においても、図4で示した画素と同様に動作させることができる。ただし、第3の保持容量1901を設けることで、第2の液晶素子122の画素電極に供給されるべき階調に応じた電位に達するまでに時間を要する。これを利用して、より視野角

50

を向上させることができる。また、第2の液晶素子122に印加される電圧は、第3の保持容量1901との容量分割により決定されるため、第2の液晶素子122に小さな電圧を印加したい場合などに有効である。

【0169】

本実施形態に係る画素においても、画素が表現する階調は当該画素における第1の液晶素子121と第2の液晶素子122の各々が有する液晶の配向により決定されるため、視野角を向上させることができる。

【0170】

なお、本実施の形態において、様々な図を用いて述べてきたが、各々の図で述べた内容（一部でもよい）は、別の図で述べた内容（一部でもよい）に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことができる。さらに、これまでに述べた図において、各々の部分に関して、別の部分を組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることができる。

10

【0171】

同様に、本実施の形態の各々の図で述べた内容（一部でもよい）は、別の実施の形態の図で述べた内容（一部でもよい）に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことができる。さらに、本実施の形態の図において、各々の部分に関して、別の実施の形態の部分の組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることができる。

【0172】

なお、本実施の形態は、他の実施の形態で述べた内容（一部でもよい）を、具現化した場合の一例、少し変形した場合の一例、一部を変更した場合の一例、改良した場合の一例、詳細に述べた場合の一例、応用した場合の一例、関連がある部分についての一例などを示している。したがって、他の実施の形態で述べた内容は、本実施の形態への適用、組み合わせ、又は置き換えを自由に行うことができる。

20

【0173】

（実施の形態6）

本実施の形態においては、表示装置の画素構造について説明する。特に、液晶表示装置の画素構造について説明する。

【0174】

各液晶モードとトランジスタとを組み合わせた場合の画素構造について、画素の断面図を参照して説明する。

30

【0175】

なお、トランジスタとしては、非晶質シリコン、多結晶シリコン、微結晶（マイクロクリスタル、セミアモルファスとも言う）シリコンなどに代表される非単結晶半導体層を有する薄膜トランジスタ（TFT）などを用いることができる。また、トランジスタの構造としては、トップゲート型又はボトムゲート型などを用いることができる。なお、ボトムゲート型のトランジスタとしては、チャネルエッチ型又はチャネル保護型などを用いることができる。

【0176】

図28は、TN方式とトランジスタとを組み合わせた場合の画素の断面図の一例である。図28に示す画素構造の特徴について説明する。

40

【0177】

図28に示した液晶分子2018は、長軸と短軸を持った細長い分子である。ここでは、液晶分子2018の向きを図中に記す液晶分子の長さによって表現している。すなわち、長く表現された液晶分子2018は、その長軸の向きが紙面（図28に示す断面方向）に対し平行であり、短く表現された液晶分子2018ほどその長軸の向きが紙面に対し法線方向に近くなっているとす。図28に示した液晶分子2018は、第1の基板2001に近いものと、第2の基板2016に近いものとは液晶分子の長軸の向きが90度異なっており、これら基板の中間に位置する液晶分子2018の長軸の向きは、これらを滑らかにつなぐような向きとなっている。つまり、図28に示した液晶分子2018は、第1

50

の基板 2001 と第 2 の基板 2016 の間で、90 度ねじれているような配向状態となっている。

【0178】

なお、トランジスタとして、非晶質半導体を用いたボトムゲート型のトランジスタを用いた場合について説明する。非晶質半導体を用いたトランジスタを用いた場合、大面積の基板を用いて、安価に液晶表示装置を製造することができる。

【0179】

液晶表示装置は、液晶パネルと呼ばれる画像を表示する基幹部分を有する。液晶パネルは、加工を施した 2 枚の基板を、数マイクロメートルのギャップを持たせて貼り合わせ、2 枚の基板間に液晶材料を注入することで作製される。即ち、液晶は、第 1 の基板及び第 2 の基板の 2 枚の基板によって挟持された構成となっている。図 28 において、液晶 2011 は、第 1 の基板 2001 及び第 2 の基板 2016 に挟持されている。第 1 の基板 2001 には、トランジスタ及び画素電極が形成され、第 2 の基板 2016 には、遮光膜 2014、カラーフィルタ 2015、第 4 の導電層 2013、スペーサ 2017、及び第 2 の配向膜 2012 が形成される。

10

【0180】

遮光膜 2014 を設けることにより、黒を表示する際に光漏れの少ない表示装置を得ることができる。なお、第 2 の基板 2016 に遮光膜 2014 は特に形成されていなくてもよい。遮光膜 2014 を形成しない場合は、工程数を少なくすることが可能となるため、製造コストの低減及び歩留まりの向上を図ることができる。

20

【0181】

また、第 2 の基板 2016 にカラーフィルタ 2015 が形成されていなくてもよい。カラーフィルタ 2015 を形成しない場合においても、遮光膜と同様、工程数が減少することが可能となるため、製造コストを低減し、歩留まりの向上を図ることができる。ただし、カラーフィルタ 2015 を形成しない場合であって、フィールドシーケンシャル駆動によってカラー表示ができる表示装置を得ることができる。

【0182】

また、スペーサ 2017 の代わりに球状のスペーサを散布してもよい。球状のスペーサを散布する場合は、工程数が減少するため、製造コストを低減することができる。また、歩留まりの向上を図ることができる。一方、スペーサ 2017 を形成する場合にはスペーサの位置がばらつかないため、2 枚の基板間の距離をより容易に一定にすることができ、表示ムラの少ない表示装置を得ることができる。

30

【0183】

次に、第 1 の基板 2001 に施す加工について説明する。

【0184】

まず、第 1 の基板 2001 上に第 1 の絶縁膜 2002 がスパッタ法、印刷法又は塗布法などによって成膜される。第 1 の絶縁膜 2002 は、基板からの不純物が半導体層に影響を及ぼし、トランジスタの性質が変化してしまうのを防ぐ機能を有する。ただし、なお、基板 2001 として石英を用いるような場合には第 1 の絶縁膜 2002 は成膜されていなくてもよい。

40

【0185】

次に、第 1 の絶縁膜 2002 上に、第 1 の導電層 2003 がフォトリソグラフィ法、レーザー直描法又はインクジェット法等を利用して形成される。

【0186】

次に、第 2 の絶縁膜 2004 がスパッタ法、印刷法又は塗布法などによって全面に成膜されている。第 2 の絶縁膜 2004 は、基板からの不純物が半導体層に影響を及ぼし、トランジスタの性質が変化してしまうのを防ぐ機能を有する。

【0187】

次に、第 1 の半導体層 2005 及び第 2 の半導体層 2006 が形成される。なお、第 1 の半導体層 2005 及び第 2 の半導体層 2006 は連続して成膜され、これらの形状は同時

50

に加工される。

【0188】

次に、第2の導電層2007がフォトリソグラフィ法、レーザー直描法又はインクジェット法などによって形成される。なお、第2の導電層2007の形状が加工されるに行われるエッチング方法としては、ドライエッチングを用いることが好適である。なお、第2の導電層2007としては、透明性を有する材料を用いてもよいし、反射性を有する材料を用いてもよい。

【0189】

次に、トランジスタのチャンネル領域を形成する。その工程の一例を説明する。第2の半導体層2006は、第2の導電層2007をマスクとして用いてエッチングされる。また、マスクには第2の導電層2007の形状を加工するためのマスクを用いてエッチングしても良い。そして、第2の半導体層2006が除去された部分の第1の半導体層2005がトランジスタのチャンネル領域となる。このようにチャンネル領域を形成することで、マスク枚数を減らすことが可能となり、製造コストを低減することができる。

10

【0190】

次に、第3の絶縁膜2008が形成され、第3の絶縁膜2008には選択的にコンタクトホールが形成されている。なお、第3の絶縁膜2008にコンタクトホールを形成すると同時に、第2の絶縁膜2004にもコンタクトホールを形成してもよい。なお、第3の絶縁膜2008の表面は、できるだけ平坦であることが好ましい。液晶が接する面、即ち第3の絶縁膜2008の表面の凹凸は液晶分子の配向に影響を与えてしまうからである。

20

【0191】

次に、第3の導電層2009がフォトリソグラフィ法、レーザー直描法又はインクジェット法などによって形成される。

【0192】

次に、第1の配向膜2010が形成される。なお、第1の配向膜2010を形成後、液晶分子の配向を制御するためにラビング処理を行なってもよい。

【0193】

以上のように作製した第1の基板2001と、遮光膜2014、カラーフィルタ2015、第4の導電層2013、スペーサ2017及び第2の配向膜2012が形成された第2の基板2016とが数マイクロメートルのギャップを持たせてシール材によって貼り合わせられる。そして、2枚の基板間に液晶材料が注入される。なお、TN方式では、第4の導電層2013は、第2の基板2016の全面に形成される。

30

【0194】

図29(A)は、MVA(Multi-domain Vertical Alignment)方式とトランジスタとを組み合わせた場合の画素の断面図の一例である。図29(A)に示す画素構造を本発明の液晶表示装置に適用することによって、さらに視野角が大きくなることができる。

【0195】

図29(A)に示す画素構造を用いて、MVA方式の液晶パネルの画素構造の特徴について説明する。図29(A)に示した液晶分子2118は、図28に示した液晶分子2018と同様、長軸と短軸を持った細長い分子である。そのため、図29(A)においても液晶分子2118の向きを図中に記す液晶分子の長さによって表現している。つまり、図29(A)に示した液晶分子2118は、その長軸の向きが配向膜に対し法線方向を向くように配向している。また、配向制御用突起2119のある部分の液晶分子2118は、配向制御用突起2119を中心として放射状に配向する。この状態となることによって、視野角の大きい液晶表示装置を得ることができる。

40

【0196】

なお、トランジスタとして、非晶質半導体を用いたボトムゲート型のトランジスタを用いた場合について説明する。非晶質半導体を用いたトランジスタを用いた場合、大面積の基板を用いて、安価に液晶表示装置を製造することができる。

50

【0197】

図29(A)において、液晶2111を挟持する2枚の基板は、第1の基板2101及び第2の基板2116に相当する。なお、第1の基板2101には、トランジスタ及び画素電極が形成され、第2の基板2116には、遮光膜2114、カラーフィルタ2115、第4の導電層2113、スペーサ2117、第2の配向膜2112、及び配向制御用突起2119が形成されている。

【0198】

遮光膜2114を設けることにより、黒を表示する際に光漏れの少ない表示装置を得ることができる。なお、第2の基板2116に遮光膜2114は特に形成されていなくてもよい。遮光膜2114を形成しない場合は、工程数を少なくすることが可能となるため、製造コストの低減及び歩留まりの向上を図ることができる。

10

【0199】

また、第2の基板2116にカラーフィルタ2115が形成されていなくてもよい。カラーフィルタ2115を形成しない場合においても、遮光膜と同様、工程数が減少することが可能となるため、製造コストを低減し、歩留まりの向上を図ることができる。ただし、カラーフィルタ2115を形成しない場合であって、フィールドシーケンシャル駆動によってカラー表示ができる表示装置を得ることができる。

【0200】

また、スペーサ2117の代わりに球状のスペーサを散布してもよい。球状のスペーサを散布する場合は、工程数が減少するため、製造コストを低減することができる。また、歩留まりの向上を図ることができる。一方、スペーサ2117を形成する場合にはスペーサの位置がばらつかないため、2枚の基板間の距離をより容易に一定にすることができ、表示ムラの少ない表示装置を得ることができる。

20

【0201】

第1の基板2101に施す加工について説明する。

【0202】

まず、第1の基板2101上に第1の絶縁膜2102がスパッタ法、印刷法又は塗布法などによって成膜される。第1の絶縁膜2102は、基板からの不純物が半導体層に影響を及ぼし、トランジスタの性質が変化してしまうのを防ぐ機能を有する。ただし、なお、基板2101として石英を用いるような場合には第1の絶縁膜2102は成膜されていなくてもよい。

30

【0203】

次に、第1の絶縁膜2102上に、第1の導電層2103がフォトリソグラフィ法、レーザー直描法又はインクジェット法等を利用して形成される。

【0204】

次に、第2の絶縁膜2104がスパッタ法、印刷法又は塗布法などによって全面に成膜されている。第2の絶縁膜2104は、基板からの不純物が半導体層に影響を及ぼし、トランジスタの性質が変化してしまうのを防ぐ機能を有する。

【0205】

次に、第1の半導体層2105及び第2の半導体層2106が形成される。なお、第1の半導体層2105及び第2の半導体層2106は連続して成膜され、これらの形状は同時に加工される。

40

【0206】

次に、第2の導電層2107がフォトリソグラフィ法、レーザー直描法又はインクジェット法などによって形成される。なお、第2の導電層2107の形状が加工されるときに行われるエッチング方法としては、ドライエッチングを用いることが好適である。なお、第2の導電層2107としては、透明性を有する材料を用いてもよいし、反射性を有する材料を用いてもよい。

【0207】

次に、トランジスタのチャンネル領域を形成する。その工程の一例を説明する。第2の半導

50

体層 225 は、第 2 の導電層 2107 をマスクとして用いてエッチングされる。また、マスクには第 2 の導電層 2107 の形状を加工するためのマスクを用いてエッチングしても良い。そして、第 2 の半導体層 2106 が除去された部分の第 1 の半導体層 2105 がトランジスタのチャンネル領域となる。このようにチャンネル領域を形成することで、マスク枚数を減らすことが可能となり、製造コストを低減することができる。

【0208】

次に、第 3 の絶縁膜 2108 が形成され、第 3 の絶縁膜 2108 には選択的にコンタクトホールが形成されている。なお、第 3 の絶縁膜 2108 にコンタクトホールを形成すると同時に、第 2 の絶縁膜 2104 にもコンタクトホールを形成してもよい。

【0209】

次に、第 3 の導電層 2109 がフォトリソグラフィ法、レーザー直描法又はインクジェット法などによって形成される。

【0210】

次に、第 1 の配向膜 2110 が形成される。なお、第 1 の配向膜 2110 を形成後、液晶分子の配向を制御するために、ラビング処理を行なってもよい。

【0211】

以上のように作製した第 1 の基板 2101 と、遮光膜 2114、カラーフィルタ 2115、第 4 の導電層 2113、スペーサ 2117、及び第 2 の配向膜 2112 を作製した第 2 の基板 2116 とが数マイクロメートルのギャップを持たせてシール材によって貼り合わせられる。そして、2 枚の基板間に液晶材料が注入される。

【0212】

なお、MVA 方式では、第 4 の導電層 2113 は、第 2 の基板 2116 の全面に形成されている。また、第 4 の導電層 2113 に接して、配向制御用突起 2119 が形成されている。配向制御用突起 2119 の形状は、滑らかな曲面を持った形状であることが好ましい。こうすることで、配向制御用突起 2119 による液晶分子 2118 の配向不良を低減する。また、配向制御用突起 2119 上に形成される配向膜の段切れを防止することができるため、この段切れによる配向膜の不良も低減することができる。

【0213】

図 29 (B) は、PVA (Patterned Vertical Alignment) 方式とトランジスタとを組み合わせた場合の画素の断面図の一例である。図 29 (B) に示す画素構造を本発明の液晶表示装置に適用することによって、さらに視野角が大きくなることできる。

【0214】

図 29 (B) に示す画素構造の特徴について説明する。図 29 (B) に示した液晶分子 2148 も、図 28 に示した液晶分子 2018 と同様、図 29 (B) においても液晶分子 2148 の向きを図中に記す液晶分子の長さによって表現している。そのため、図 29 (B) に示した液晶分子 2148 は、その長軸の向きが配向膜に対し法線方向を向くように配向している。また、第 4 の導電層 2143 が設けられていない電極切り欠き部 2149 の周囲に存在する液晶分子 2148 は、電極切り欠き部 2149 と第 4 の導電層 2143 の境界を中心として放射状に配向する。この状態となることによって、視野角の大きい液晶表示装置を得ることができる。

【0215】

なお、トランジスタとして、非晶質半導体を用いたボトムゲート型のトランジスタを用いた場合について説明する。非晶質半導体を用いたトランジスタを用いた場合、大面積の基板を用いて、安価に液晶表示装置を製造することができる。

【0216】

図 29 (B) において、液晶 2141 を挟持する 2 枚の基板は、第 1 の基板 2131 及び第 2 の基板 2146 に相当する。なお、第 1 の基板 2131 には、トランジスタ及び画素電極が形成され、第 2 の基板 2146 には、遮光膜 2144、カラーフィルタ 2145、第 4 の導電層 2143、スペーサ 2147、及び第 2 の配向膜 2142 が形成されている

10

20

30

40

50

。

【0217】

遮光膜2144を設けることにより、黒を表示する際に光漏れの少ない表示装置を得ることができる。なお、第2の基板2146に遮光膜2144は特に形成されていなくてもよい。遮光膜2144を形成しない場合は、工程数を少なくすることが可能となるため、製造コストの低減及び歩留まりの向上を図ることができる。

【0218】

また、第2の基板2146にカラーフィルタ2145が形成されていなくてもよい。カラーフィルタ2145を形成しない場合においても、遮光膜と同様、工程数が減少することが可能となるため、製造コストを低減し、歩留まりの向上を図ることができる。ただし、

10

【0219】

また、スペーサ2147の代わりに球状のスペーサを散布してもよい。球状のスペーサを散布する場合は、工程数が減少するため、製造コストを低減することができる。また、歩留まりの向上を図ることができる。一方、スペーサ2147を形成する場合にはスペーサの位置がばらつかないため、2枚の基板間の距離をより容易に一定にすることができ、表示ムラの少ない表示装置を得ることができる。

【0220】

第1の基板2131に施す加工について説明する。

20

【0221】

まず、第1の基板2131上に、第1の絶縁膜2132がスパッタ法、印刷法又は塗布法などによって成膜される。第1の絶縁膜2132は、基板からの不純物が半導体層に影響を及ぼし、トランジスタの性質が変化してしまうのを防ぐ機能を有する。ただし、なお、基板2131として石英を用いるような場合には第1の絶縁膜2132は成膜されていなくてもよい。

【0222】

次に、第1の絶縁膜2132上に、第1の導電層2133がフォトリソグラフィ法、レーザー直描法又はインクジェット法等を利用して形成される。

【0223】

次に、第2の絶縁膜2134がスパッタ法、印刷法又は塗布法などによって全面に成膜されている。第2の絶縁膜2134は、基板からの不純物が半導体層に影響を及ぼし、トランジスタの性質が変化してしまうのを防ぐ機能を有する。

30

【0224】

次に、第1の半導体層2135及び第2の半導体層2136が形成される。なお、第1の半導体層2135及び第2の半導体層2136は連続して成膜され、これらの形状は同時に加工される。

【0225】

次に、第2の導電層2137がフォトリソグラフィ法、レーザー直描法又はインクジェット法などによって形成される。なお、第2の導電層2137の形状が加工されるときに行われるエッチング方法としては、ドライエッチングを用いることが好適である。なお、第2の導電層2137としては、透明性を有する材料を用いてもよいし、反射性を有する材料を用いてもよい。

40

【0226】

次に、トランジスタのチャンネル領域を形成する。その工程の一例を説明する。第2の半導体層2136は、第2の導電層2137をマスクとして用いてエッチングされる。また、マスクには第2の導電層2137の形状を加工するためのマスクを用いてエッチングしても良い。そして、第2の半導体層2136が除去された部分の第1の半導体層2135がトランジスタのチャンネル領域となる。このようにチャンネル領域を形成することで、マスク枚数を減らすことが可能となり、製造コストを低減することができる。

50

【0227】

次に、第3の絶縁膜2138が形成され、第3の絶縁膜2138には選択的にコンタクトホールが形成されている。なお、第3の絶縁膜2138にコンタクトホールを形成すると同時に、第2の絶縁膜2134にもコンタクトホールを形成してもよい。

【0228】

次に、第3の導電層2139がフォトリソグラフィ法、レーザー直描法又はインクジェット法などによって形成される。

【0229】

次に、第1の配向膜2140が形成される。なお、第1の配向膜2140を形成後、液晶分子の配向を制御するために、ラビング処理を行なってもよい。

10

【0230】

以上のように作製した第1の基板2131と、遮光膜2144、カラーフィルタ2145、第4の導電層2143、スペーサ2147及び第2の配向膜2142を作製した第2の基板2146とが数マイクロメートルのギャップを持たせてシール材によって貼り合わせられる。そして、2枚の基板間に液晶材料が注入される。

【0231】

なお、PVA方式では、第4の導電層2143にパターン加工が施され、電極切り欠き部2149が形成される。なお、電極切り欠き部2149の形状に特に限定はないが、異なる向きを持った複数の矩形を組み合わせた形状であるのが好適である。こうすることで、配向の異なる複数の領域が形成できるので、視野角の大きな液晶表示装置を得ることができる。なお、電極切り欠き部2149と第4の導電層2143の境界における第4の導電層2143の形状は、その底辺に対し滑らかな斜面を有することが好適である。こうすることで、当該斜面に近接する液晶分子2148の配向不良を低減する。また、第4の導電層2143上に形成される配向膜の段切れを防止することができるため、この段切れによる配向膜の不良も低減することができる。

20

【0232】

図30(A)は、IPS(In-Plane-Switching)方式とトランジスタとを組み合わせた場合の画素の断面図の一例である。図30(A)に示す画素構造を本発明の液晶表示装置に適用することによって、さらに視野角が大きくすることができる。

【0233】

図30(A)に示す画素構造の特徴について説明する。図30(A)に示した液晶分子2248は、図28に示した液晶分子2018と同様、長軸と短軸を持った細長い分子である。そのため、図30(A)においても液晶分子2218の向きをの向きを図中に記す液晶分子の長さによって表現している。つまり、図30(A)に示した液晶分子2218は、その長軸の向きが常に基板に対し水平の方向を向くように配向している。図30(A)においては、液晶2211が存在する領域に電界が生じていない状態における液晶分子2218配向を表しているが、液晶分子2218に電界が印加されたときは、その長軸の向きが常に基板に対し水平の方向を維持したまま、水平面内において回転する。この状態となることによって、視野角の大きい液晶表示装置を得ることができる。

30

【0234】

なお、トランジスタとして、非晶質半導体を用いたボトムゲート型のトランジスタを用いた場合について説明する。非晶質半導体を用いたトランジスタを用いた場合、大面積の基板を用いて、安価に液晶表示装置を製造することができる。

40

【0235】

図30(A)において、液晶2211を挟持する2枚の基板は、第1の基板2201、及び第2の基板2216に相当する。なお、第1の基板2201には、トランジスタ及び画素電極が形成され、第2の基板2216には、遮光膜2214、カラーフィルタ2215、スペーサ2217、及び第2の配向膜2212が形成されている。

【0236】

遮光膜2214を設けることにより、黒を表示する際に光漏れの少ない表示装置を得るこ

50

とができる。なお、第2の基板2216に遮光膜2214は特に形成されていなくてもよい。遮光膜2214を形成しない場合は、工程数を少なくすることが可能となるため、製造コストの低減及び歩留まりの向上を図ることができる。

【0237】

また、第2の基板2216にカラーフィルタ2215が形成されていなくてもよい。カラーフィルタ2215を形成しない場合においても、遮光膜と同様、工程数が減少することが可能となるため、製造コストを低減し、歩留まりの向上を図ることができる。ただし、カラーフィルタ2215を形成しない場合であって、フィールドシーケンシャル駆動によってカラー表示ができる表示装置を得ることができる。

【0238】

また、スペーサ2217の代わりに球状のスペーサを散布してもよい。球状のスペーサを散布する場合は、工程数が減少するため、製造コストを低減することができる。また、歩留まりの向上を図ることができる。一方、スペーサ2217を形成する場合にはスペーサの位置がばらつかないため、2枚の基板間の距離をより容易に一定にすることができ、表示ムラの少ない表示装置を得ることができる。

【0239】

第1の基板2201に施す加工について説明する。

【0240】

まず、第1の基板2201上に第1の絶縁膜2202がスパッタ法、印刷法又は塗布法などによって成膜される。第1の絶縁膜2202は、基板からの不純物が半導体層に影響を及ぼし、トランジスタの性質が変化してしまうのを防ぐ機能を有する。ただし、なお、基板2201として石英を用いるような場合には第1の絶縁膜2202は成膜されていなくてもよい。

【0241】

次に、第1の絶縁膜2202上に、第1の導電層2203がフォトリソグラフィ法、レーザー直描法又はインクジェット法等を利用して形成される。

【0242】

次に、第2の絶縁膜2204がスパッタ法、印刷法又は塗布法などによって全面に成膜されている。第2の絶縁膜2204は、基板からの不純物が半導体層に影響を及ぼし、トランジスタの性質が変化してしまうのを防ぐ機能を有する。

【0243】

次に、第1の半導体層2205及び第2の半導体層2206が形成される。なお、第1の半導体層2205及び第2の半導体層2206は連続して成膜され、これらの形状は同時に加工される。

【0244】

次に、第2の導電層2207がフォトリソグラフィ法、レーザー直描法又はインクジェット法などによって形成される。なお、第2の導電層2207の形状が加工される時に行われるエッチング方法としては、ドライエッチングを用いることが好適である。なお、第2の導電層2207としては、透明性を有する材料を用いてもよいし、反射性を有する材料を用いてもよい。

【0245】

次に、トランジスタのチャンネル領域を形成する。その工程の一例を説明する。第2の半導体層2206は、第2の導電層2207をマスクとして用いてエッチングされる。また、マスクには第2の導電層2207の形状を加工するためのマスクを用いてエッチングしても良い。そして、第2の半導体層2206が除去された部分の第1の半導体層2205がトランジスタのチャンネル領域となる。このようにチャンネル領域を形成することで、マスク枚数を減らすことが可能となり、製造コストを低減することができる。

【0246】

次に、第3の絶縁膜2208が形成され、第3の絶縁膜2208には選択的にコンタクトホールが形成されている。なお、第3の絶縁膜2208にコンタクトホールを形成すると

10

20

30

40

50

同時に、第2の絶縁膜2204にもコンタクトホールを形成してもよい。

【0247】

次に、第3の導電層2209がフォトリソグラフィ法、レーザー直描法又はインクジェット法などによって形成される。ここで、第3の導電層2209の形状は、互いにかみ合った2つの櫛歯状とする。一方の櫛歯状の電極がトランジスタのソース電極及びドレイン電極の一方と電氣的に接続され、他方の櫛歯状の電極が共通電極と電氣的に接続される。こうすることで、液晶分子2218に効果的に横方向の電界をかけることができる。

【0248】

次に、第1の配向膜2210が形成される。なお、第1の配向膜2210を形成後、液晶分子の配向を制御するために、ラビング処理を行なってもよい。

10

【0249】

以上のように作製した第1の基板2201と、遮光膜2214、カラーフィルタ2215、スペーサ2217、及び第2の配向膜2212を作製した第2の基板2216とが数マイクロメートルのギャップを持たせてシール材によって貼り合わせられる。そして、2枚の基板間に液晶材料が注入される。

【0250】

図30(B)は、FFS(Fringe Field Switching)方式とトランジスタとを組み合わせた場合の画素の断面図の一例である。図30(B)に示す画素構造を本発明の液晶表示装置に適用することによって、さらに視野角が大きくなることができる。

20

【0251】

図30(B)に示す画素構造の特徴について説明する。図30(B)に示した液晶分子2248、図28に示した液晶分子2018と同様、図30(B)においても液晶分子2148の向きを図中に記す液晶分子の長さによって表現している。そのため、図30(B)に示した液晶分子2248は、その長軸の向きが常に基板に対し水平の方向を向くように配向している。図30(B)においては、液晶2241が存在する領域に電電界が生じていない状態における液晶分子2248配向を表しているが、液晶分子2248に電界が印加されたときは、その長軸の向きが常に基板に対し水平の方向を維持したまま、水平面内において回転する。この状態となることによって、視野角の大きい液晶表示装置を得ることができる。

30

【0252】

なお、トランジスタとして、非晶質半導体を用いたボトムゲート型のトランジスタを用いた場合について説明する。非晶質半導体を用いたトランジスタを用いた場合、大面積の基板を用いて、安価に液晶表示装置を製造することができる。

【0253】

図30(B)において、液晶2241を挟持する2枚の基板は、第1の基板2231及び第2の基板2246に相当する。なお、第1の基板2241には、トランジスタ及び画素電極が形成され、第2の基板2246には、遮光膜2244、カラーフィルタ2245、スペーサ2247、及び第2の配向膜2242が形成されている。

【0254】

遮光膜2244を設けることにより、黒を表示する際に光漏れの少ない表示装置を得ることができる。なお、第2の基板2246に遮光膜2244は特に形成されていなくてもよい。遮光膜2244を形成しない場合は、工程数を少なくすることが可能となるため、製造コストの低減及び歩留まりの向上を図ることができる。

40

【0255】

また、第2の基板2246にカラーフィルタ2245が形成されていなくてもよい。カラーフィルタ2245を形成しない場合においても、遮光膜と同様、工程数が減少することが可能となるため、製造コストを低減し、歩留まりの向上を図ることができる。ただし、カラーフィルタ2245を形成しない場合であって、フィールドシーケンシャル駆動によってカラー表示ができる表示装置を得ることができる。

50

【0256】

また、スペーサ2247の代わりに球状のスペーサを散布してもよい。球状のスペーサを散布する場合は、工程数が減少するため、製造コストを低減することができる。また、歩留まりの向上を図ることができる。一方、スペーサ2247を形成する場合にはスペーサの位置がばらつかないため、2枚の基板間の距離をより容易に一定にすることができ、表示ムラの少ない表示装置を得ることができる。

【0257】

第1の基板2231に施す加工について説明する。

【0258】

まず、第1の基板2231上に、第1の絶縁膜2232がスパッタ法、印刷法又は塗布法などによって成膜される。第1の絶縁膜2232は、基板からの不純物が半導体層に影響を及ぼし、トランジスタの性質が変化してしまうのを防ぐ機能を有する。ただし、なお、基板2231として石英を用いるような場合には第1の絶縁膜2232は成膜されていなくてもよい。

10

【0259】

次に、第1の絶縁膜2232上に、第1の導電層2233がフォトリソグラフィ法、レーザー直描法又はインクジェット法等を利用して形成される。

【0260】

次に、第2の絶縁膜2234がスパッタ法、印刷法又は塗布法などによって全面に成膜されている。第2の絶縁膜2234は、基板からの不純物が半導体層に影響を及ぼし、トランジスタの性質が変化してしまうのを防ぐ機能を有する。

20

【0261】

次に、第1の半導体層2235及び第2の半導体層2236が形成される。なお、第1の半導体層2235及び第2の半導体層2236は連続して成膜され、これらの形状は同時に加工される。

【0262】

次に、第2の導電層2237がフォトリソグラフィ法、レーザー直描法又はインクジェット法などによって形成される。なお、第2の導電層2237の形状が加工されるに行われるエッチング方法としては、ドライエッチングを用いることが好適である。なお、第2の導電層2237としては、透明性を有する材料を用いてもよいし、反射性を有する材料を用いてもよい。

30

【0263】

次に、トランジスタのチャネル領域を形成する。その工程の一例を説明する。第2の半導体層2236は、第2の導電層2237をマスクとして用いてエッチングされる。また、マスクには第2の導電層2237の形状を加工するためのマスクを用いてエッチングしても良い。そして、第2の半導体層2236が除去された部分の第1の半導体層2235がトランジスタのチャネル領域となる。このようにチャネル領域を形成することで、マスク枚数を減らすことが可能となり、製造コストを低減することができる。

【0264】

次に、第3の絶縁膜2238が形成され、第3の絶縁膜2238には選択的にコンタクトホールが形成されている。

40

【0265】

次に、第3の導電層2239がフォトリソグラフィ法、レーザー直描法又はインクジェット法などによって形成されている。

【0266】

次に、第4の絶縁膜2249が形成され、第4の絶縁膜2249には選択的にコンタクトホールが形成されている。

【0267】

次に、第4の導電層2243がフォトリソグラフィ法、レーザー直描法又はインクジェット法などによって形成される。ここで、第4の導電層2243の形状は、櫛歯状とする。

50

【0268】

次に、第1の配向膜2240が形成される。なお、第1の配向膜2240を形成後、液晶分子の配向を制御するために、ラビング処理を行なってもよい。

【0269】

以上のように作製した第1の基板2231と、遮光膜2244、カラーフィルタ2245、スペーサ2247、及び第2の配向膜2242を作製した第2の基板2246とがシール材によって数マイクロメートルのギャップを持たせて貼り合わせ、2枚の基板間に液晶材料を注入することで、液晶パネルが作製できる。

【0270】

ここで、各導電層又は各絶縁膜に用いることができる材料について説明する。

10

【0271】

図28の第1の絶縁膜2002、図29(A)の第1の絶縁膜2102、図29(B)の第1の絶縁膜2132、図30(A)の第1の絶縁膜2202、図30(B)の第1の絶縁膜2232としては、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜又は酸化窒化シリコン膜(SiO_xN_y)等の絶縁膜を用いることができる。また、これら絶縁膜は、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜又は酸化窒化シリコン膜(SiO_xN_y)等のうちの2つ以上の膜を組み合わせた積層構造の絶縁膜を用いることができる。

【0272】

図28の第1の導電層2003、図29(A)の第1の導電層2103、図29(B)の第1の導電層2133、図30(A)の第1の導電層2203、図30(B)の第1の導電層2233としては、Mo、Ti、Al、Nd、Crなどの導電性材料を用いることができる。また、これら導電層は、Mo、Ti、Al、Nd、Crなどの導電性材料うち、2つ以上を組み合わせた積層構造を用いることもできる。

20

【0273】

図28の第2の絶縁膜2004、図29(A)の第2の絶縁膜2104、図29(B)の第2の絶縁膜2134、図30(A)の第2の絶縁膜2204、図30(B)の第2の絶縁膜2234としては、熱酸化膜、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜又は酸化窒化シリコン膜などを用いることができる。また、熱酸化膜、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜又は酸化窒化シリコン膜などのうち2つ以上を組み合わせた積層構造などを用いることができる。なお、半導体層と接する部分では、酸化シリコン膜であることが好ましい。酸化シリコン膜にすることにより、半導体層との界面におけるトラップ準位が少なくなるからである。なお、Moと接する部分では、窒化シリコン膜であることが好ましい。窒化シリコン膜はMoを酸化させないからである。

30

【0274】

図28の第1の半導体層2005、図29(A)の第1の半導体層2105、図29(B)の第1の半導体層2135、図30(A)の第1の半導体層2205、図30(B)の第1の半導体層2235としては、シリコン又はシリコンゲルマニウム(SiGe)などを用いることができる。

【0275】

図28の第2の半導体層2006、図29(A)の第2の半導体層2106、図29(B)の第2の半導体層2136、図30(A)の第2の半導体層2206、図30(B)の第2の半導体層2236としては、リン等を含んだシリコン等を用いることができる。

40

【0276】

図28の第2の導電層2007及び第3の導電層2009、図29(A)の第2の導電層2107及び第3の導電層2109、図29(B)の第2の導電層2137及び第2の導電層2139、図30(A)の第2の導電層2207及び第2の導電層2209、もしくは図30(B)の第2の導電層2237、第3の導電層2239及び第4の導電層2243の透明性を有する材料としては、酸化インジウムに酸化スズを混ぜたインジウムスズ酸化物(ITO)膜、インジウムスズ酸化物(ITO)に酸化珪素を混ぜたインジウムスズ珪素酸化物(ITSO)膜、酸化インジウムに酸化亜鉛を混ぜたインジウム亜鉛酸化物(

50

IZO)膜、酸化亜鉛膜又は酸化スズ膜などを用いることができる。なお、IZOは、ITOに2～20wt%の酸化亜鉛(ZnO)を混合させたターゲットを用いてスパッタリングにより形成することができる。

【0277】

また、図28の第2の導電層2007及び第3の導電層2009、図29(A)の第2の導電層2107及び第3の導電層2109、図29(B)の第2の導電層2137及び第2の導電層2139、図30(A)の第2の導電層2207及び第2の導電層2209、もしくは図30(B)の第2の導電層2237、第2の導電層2239及び第4の導電層2243の反射性を有する材料としては、Ti、Mo、Ta、Cr、W、Alなどを用いることができる。あるいは、Ti、Mo、Ta、Cr、WとAlを積層させた2層構造、AlをTi、Mo、Ta、Cr、Wなどの金属で挟んだ3層積層構造としてもよい。

10

【0278】

図28の第3の絶縁膜2008、図29(A)の第3の絶縁膜2108、図29(B)の第3の絶縁膜2138、図29(B)の第3の導電層2139、図30(A)の第3の絶縁膜2208、図30(B)の第3の絶縁膜2238及び第4の絶縁膜2249としては、無機材料(酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコンなど)あるいは低誘電率の有機化合物材料(感光性又は非感光性の有機樹脂材料)などを用いることができる。また、シロキサンを含む材料を用いることもできる。なお、シロキサンは、シリコン(Si)と酸素(O)との結合で骨格構造が構成される材料である。置換基として、少なくとも水素を含む有機基(例えばアルキル基、アリール基)が用いられる。あるいは、置換基としてフルオロ基を用いてもよい。あるいは、置換基として、少なくとも水素を含む有機基と、フルオロ基とを用いてもよい。

20

【0279】

図28の第1の配向膜2010、図29(A)の第1の配向膜2110、図29(B)の第1の配向膜2140、図29(B)の第1の配向膜2210、図30(B)の第1の配向膜2240としては、ポリイミドなどの高分子膜を用いることができる。

【0280】

次に、各液晶モードとトランジスタとを組み合わせた場合の画素構造について、画素の上面図(レイアウト図)を参照して説明する。

【0281】

なお、液晶モードとしては、TN(Twisted Nematic)モード、IPS(In-Plane-Switching)モード、FFS(Fringe Field Switching)モード、MVA(Multi-domain Vertical Alignment)モード、PVA(Patterned Vertical Alignment)、ASM(Axially Symmetric aligned Micro-cell)モード、OCB(Optical Compensated Birefringence)モード、FLC(Ferroelectric Liquid Crystal)モード、AFLC(AntiFerroelectric Liquid Crystal)などを用いることができる。

30

【0282】

なお、トランジスタとしては、非晶質シリコン、多結晶シリコン、微結晶(マイクロクリスタル、セミアモルファスとも言う)シリコンなどに代表される非単結晶半導体層を有する薄膜トランジスタ(TFT)などを用いることができる。

40

【0283】

なお、トランジスタの構造としては、トップゲート型又はボトムゲート型などを用いることができる。ボトムゲート型のトランジスタとしては、チャネルエッチ型又はチャネル保護型などを用いることができる。

【0284】

図31にTN方式とトランジスタとを組み合わせた場合の画素の上面図の一例を示す。

【0285】

50

図31に示す画素は、第1のトランジスタ2304、第2のトランジスタ2305、第3のトランジスタ2306、第1の液晶容量、第2の液晶容量、第1の保持容量及び第2の保持容量とを有し、走査線2301と、信号線2302と、Cs線2311に接続されている。なお、図31に示す画素構成の等価回路図は、図6と同様であるため詳細な説明は省略する。

【0286】

図31において、第1の液晶容量を構成する画素電極は画素電極2307に、第2の液晶容量を構成する画素電極は画素電極2308に相当する。また、第1の保持容量は、画素部の外部でCs線2311と接続された容量線2312と、画素電極2307に接続された半導体層2309と、これらの間に設けられた絶縁膜より構成されている。第2の保持容量においても、第1の保持容量と同様に、容量線2312と、画素電極2308に接続された半導体層2310と、これらの間に設けられた絶縁膜より構成されている。なお、第1の保持容量及び第2の保持容量を構成する容量線2312はトランジスタ2304～2306を構成するゲート電極を含む走査線2301やCs線2301と、半導体層2309、2310はトランジスタ2304～2306を構成するソース領域、ドレイン領域やチャンネル形成領域を含む半導体層と同一工程にて作製されている。また、第1の保持容量及び第2の保持容量を構成する絶縁膜においても、トランジスタ2304～2306を構成するゲート絶縁膜と同一工程にて作製された膜を利用することができる。

10

【0287】

図31に示すように配向状態の異なる2つの液晶容量を利用して、視野角特性に優れた液晶表示装置を得ることができる。なお、図31に示す上面図は一例であり、これに限定されるものではない。

20

【0288】

なお、各々のトランジスタにおいて、ソース電極及びドレイン電極の一方が他方の電極を包み囲むような構造とすることで、チャンネル幅をかせぐことができる。このような構造は、画素を構成するトランジスタの半導体層に結晶性半導体層より移動度の低い非晶質半導体層を用いた際には特に有効である。

【0289】

なお、本実施の形態において、様々な図を用いて述べてきたが、各々の図で述べた内容（一部でもよい）は、別の図で述べた内容（一部でもよい）に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことができる。さらに、これまでに述べた図において、各々の部分に関して、別の部分を組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることができる。

30

【0290】

同様に、本実施の形態の各々の図で述べた内容（一部でもよい）は、別の実施の形態および実施例の図で述べた内容（一部でもよい）に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことができる。さらに、本実施の形態の図において、各々の部分に関して、別の実施の形態および実施例の部分の組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることができる。

【0291】

なお、本実施の形態は、他の実施の形態および実施例で述べた内容（一部でもよい）を、具現化した場合の一例、少し変形した場合の一例、一部を変更した場合の一例、改良した場合の一例、詳細に述べた場合の一例、応用した場合の一例、関連がある部分についての一例などを示している。したがって、他の実施の形態および実施例で述べた内容は、本実施の形態への適用、組み合わせ、又は置き換えを自由に行うことができる。

40

【0292】

（実施の形態7）

本実施の形態においては、各種液晶モードについて断面図を用いて説明する。

【0293】

図32(A)、(B)は、TNモードの断面の模式図を示す。

50

【0294】

互いに対向するように配置された第1の基板3301及び第2の基板3302に、液晶層3300が挟持されている。第1の基板3301の上面上には、第1の電極3305が形成されている。第2の基板3302の上面上には、第2の電極3306が形成されている。第1の基板3301の液晶層と反対側には、第1の偏光板3303が配置されている。第2の基板3302の液晶層と反対側には、第2の偏光板3304が配置されている。なお、第1の偏光板3303と第2の偏光板3304とは、クロスニコルになるように配置されている。

【0295】

第1の偏光板3303は、第1の基板3301の上面上に配置されてもよい。第2の偏光板3304は、第2の基板3302の上面上に配置されてもよい。

10

【0296】

第1の電極3305及び第2の電極3306のうち、少なくとも一方（又は両方）の電極が透光性を有していればよい（透過型又は反射型）。あるいは、両方の電極が透光性を有し、かつ一方の電極の一部が反射性を有していてもよい（半透過型）。

【0297】

図32(A)は、第1の電極3305及び第2の電極3306に電圧が印加（縦電界方式と呼ぶ）された場合の断面の模式図である。液晶分子が縦に並んだ状態となるため、バックライトからの光は液晶分子の複屈折の影響を受けない。そして、第1の偏光板3303と第2の偏光板3304とがクロスニコルになるように配置されているため、バックライトからの光は基板を通過できない。したがって、黒色表示が行われる。

20

【0298】

図32(B)は、第1の電極3305及び第2の電極3306に電圧が印加されていない場合の断面の模式図である。液晶分子が横に並び、第1の電極3305から第2の電極3306にかけて回転している状態となるため、バックライトからの光は液晶分子の複屈折の影響を受ける。そして、第1の偏光板3303と第2の偏光板3304とがクロスニコルになるように配置されているため、バックライトからの光は基板を通過する。したがって、白色表示が行われる。いわゆるノーマリーホワイトモードである。

【0299】

第1の電極3305及び第2の電極3306に印加する電圧を制御することで、液晶分子の状態、即ち配向を制御することが可能である。したがって、バックライトからの光を液晶分子によって制御することができるため、所定の映像表示を行うことが可能である。

30

【0300】

図32(A)、(B)に示した構成を有する液晶表示装置は、カラーフィルタを設けることで、フルカラー表示を行うことができる。カラーフィルタは、第1の基板3301側又は第2の基板3302側に設けることができる。

【0301】

TNモードに使用される液晶材料は、公知のものを使用すればよい。

【0302】

図33(A)、(B)は、VAモードの断面の模式図を示す。VAモードは、無電界の時に液晶分子が基板に垂直となるように配向されているモードである。

40

【0303】

互いに対向するように配置された第1の基板3401及び第2の基板3402に、液晶層3400が挟持されている。第1の基板3401の上面上には、第1の電極3405が形成されている。第2の基板3402の上面上には、第2の電極3406が形成されている。第1の基板3401の液晶層と反対側には、第1の偏光板3403が配置されている。第2の基板3402の液晶層と反対側には、第2の偏光板3404が配置されている。なお、第1の偏光板3403と第2の偏光板3404とは、クロスニコルになるように配置されている。

【0304】

50

第1の偏光板3403は、第1の基板3401の上面に配置されてもよい。第2の偏光板3404は、第2の基板3402の上面に配置されてもよい。

【0305】

第1の電極3405及び第2の電極3406のうち、少なくとも一方（又は両方）の電極が透光性を有していればよい（透過型又は反射型）。あるいは、両方の電極が透光性を有し、かつ一方の電極の一部が反射性を有していてもよい（半透過型）。

【0306】

図33(A)は、第1の電極3405及び第2の電極3406に電圧が印加（縦電界方式と呼ぶ）された場合の断面の模式図である。液晶分子が横に並んだ状態となるため、バックライトからの光は液晶分子の複屈折の影響を受ける。そして、第1の偏光板3403と第2の偏光板3404とがクロスニコルになるように配置されているため、バックライトからの光は基板を通過する。したがって、白色表示が行われる。

10

【0307】

図33(B)は、第1の電極3405及び第2の電極3406に電圧が印加されていない場合の断面の模式図である。液晶分子が縦に並んだ状態となるため、バックライトからの光は液晶分子の複屈折の影響を受けない。そして、第1の偏光板3403と第2の偏光板3404とがクロスニコルになるように配置されているため、バックライトからの光は基板を通過しない。したがって、黒色表示が行われる。いわゆるノーマリーブラックモードである。

【0308】

第1の電極3405及び第2の電極3406に印加する電圧を制御することで、液晶分子の状態、即ち配向を制御することが可能である。したがって、バックライトからの光を液晶分子によって制御することができるため、所定の映像表示を行うことが可能である。

20

【0309】

図34(A)、(B)に示した構成を有する液晶表示装置は、カラーフィルタを設けることで、フルカラー表示を行うことができる。カラーフィルタは、第1の基板3401側又は第2の基板3402側に設けることができる。

【0310】

V Aモードに使用される液晶材料は、公知のものを使用すればよい。

【0311】

図33(C)、(D)は、MVAモードの断面の模式図を示す。MVAモードは、それぞれの部分の視野角依存性を互いに補償する方法である。

30

【0312】

互いに対向するように配置された第1の基板3411及び第2の基板3412に、液晶層3410が挟持されている。第1の基板3411の上面には、第1の電極3415が形成されている。第2の基板3412の上面には、第2の電極3416が形成されている。第1の電極3415上には、配向制御用に第1の突起物3417が形成されている。第2の電極3416上には、配向制御用に第2の突起物3418が形成されている。第1の基板3411の液晶層と反対側には、第1の偏光板3413が配置されている。第2の基板3412の液晶層と反対側には、第2の偏光板3414が配置されている。なお、第1の偏光板3413と第2の偏光板3414とは、クロスニコルになるように配置されている。

40

【0313】

第1の偏光板3413は、第1の基板3411の上面に配置されてもよい。第2の偏光板3414は、第2の基板3412の上面に配置されてもよい。

【0314】

第1の電極3415及び第2の電極3416のうち、少なくとも一方（又は両方）の電極が透光性を有していればよい（透過型又は反射型）。あるいは、両方の電極が透光性を有し、かつ一方の電極の一部が反射性を有していてもよい（半透過型）。

【0315】

図33(C)は、第1の電極3415及び第2の電極3416に電圧が印加（縦電界方式

50

と呼ぶ)された場合の断面の模式図である。バックライトからの光は液晶分子の複屈折の影響を受ける。そして、第1の偏光板3413と第2の偏光板3414とがクロスニコルになるように配置されているため、バックライトからの光は基板を通過する。したがって、白色表示が行われる。また、液晶分子が第1の突起物3417及び第2の突起物3418に影響を受け、第1の突起物3417及び第2の突起物3418に対して倒れて並んだ状態となる。よって、視野角をさらに向上させることが可能である。

【0316】

図33(D)は、第1の電極3415及び第2の電極3416に電圧が印加されていない場合の断面の模式図である。液晶分子が縦に並んだ状態となるため、バックライトからの光は液晶分子の複屈折の影響を受けない。そして、第1の偏光板3413と第2の偏光板3414とがクロスニコルになるように配置されているため、バックライトからの光は基板を通過しない。したがって、黒色表示が行われる。いわゆるノーマリーブラックモードである。

10

【0317】

なお、第1の電極3415及び第2の電極3416に印加する電圧を制御することで、液晶分子の状態即ち配向を制御することが可能である。したがって、バックライトからの光を液晶分子によって制御することができるため、所定の映像表示を行うことが可能である。

【0318】

図36(C)、(D)に示した構成を有する液晶表示装置は、カラーフィルタを設けることで、フルカラー表示を行うことができる。カラーフィルタは、第1の基板3411側又は第2の基板3412側に設けることができる。

20

【0319】

MVAモードに使用される液晶材料は、公知のものを使用すればよい。

【0320】

図34(A)、(B)は、OCBモードの断面の模式図を示す。OCBモードは、液晶層内で液晶分子の配列が光学的に補償状態を形成しているため、視野角依存性が少ない。この液晶分子の状態は、バンド配向と呼ばれる。

【0321】

互いに対向するように配置された第1の基板3501及び第2の基板3502に、液晶層3500が挟持されている。第1の基板3501の上面上には、第1の電極3505が形成されている。第2の基板3502の上面上には、第2の電極3506が形成されている。第1の基板3501の液晶層と反対側には、第1の偏光板3503が配置されている。第2の基板3502の液晶層と反対側には、第2の偏光板336が配置されている。なお、第1の偏光板3503と第2の偏光板336とは、クロスニコルになるように配置されている。

30

【0322】

第1の偏光板3503は、第1の基板3501の上面上に配置されてもよい。第2の偏光板336は、第2の基板3502の上面上に配置されてもよい。

【0323】

第1の電極3505及び第2の電極3506のうち、少なくとも一方(又は両方)の電極が透光性を有していればよい(透過型又は反射型)。あるいは、両方の電極が透光性を有し、かつ一方の電極の一部が反射性を有していてもよい(半透過型)。

40

【0324】

図34(A)は、第1の電極3505及び第2の電極3506に電圧が印加(縦電界方式と呼ぶ)された場合の断面の模式図である。液晶分子が縦に並んだ状態となるため、バックライトからの光は液晶分子の複屈折の影響を受けない。そして、第1の偏光板3503と第2の偏光板336とがクロスニコルになるように配置されているため、バックライトからの光は基板を通過しない。したがって、黒色表示が行われる。

【0325】

50

図34(B)は、第1の電極3505及び第2の電極3506に電圧が印加されていない場合の断面の模式図である。液晶分子がベンド配向の状態となるため、バックライトからの光は液晶分子の複屈折の影響を受ける。そして、第1の偏光板3503と第2の偏光板336とがクロスニコルになるように配置されているため、バックライトからの光は基板を通過する。したがって、白色表示が行われる。いわゆるノーマリーホワイトモードである。

【0326】

なお、第1の電極3505及び第2の電極3506に印加する電圧を制御することで、液晶分子の状態、即ち配向を制御することが可能である。したがって、バックライトからの光を液晶分子によって制御することができるため、所定の映像表示を行うことが可能である。

10

【0327】

図34(A)、(B)に示した構成を有する液晶表示装置は、カラーフィルタを設けることで、フルカラー表示を行うことができる。カラーフィルタは、第1の基板3501側又は第2の基板3502側に設けることができる。

【0328】

OCBモードに使用される液晶材料は、公知のものを使用すればよい。

【0329】

図34(C)、(D)は、FLCモード又はAFLCモードの断面の模式図を示す。

【0330】

互いに対向するように配置された第1の基板3511及び第2の基板3512に、液晶層3510が挟持されている。第1の基板3511の上面には、第1の電極3515が形成されている。第2の基板3512の上面には、第2の電極3516が形成されている。第1の基板3511の液晶層と反対側には、第1の偏光板3513が配置されている。第2の基板3512の液晶層と反対側には、第2の偏光板3514が配置されている。なお、第1の偏光板3513と第2の偏光板3514とは、クロスニコルになるように配置されている。

20

【0331】

第1の偏光板3513は、第1の基板3511の上面に配置されてもよい。第2の偏光板3514は、第2の基板3512の上面に配置されてもよい。

30

【0332】

第1の電極3515及び第2の電極3516のうち、少なくとも一方(又は両方)の電極が透光性を有していればよい(透過型又は反射型)。あるいは、両方の電極が透光性を有し、かつ一方の電極の一部が反射性を有していてもよい(半透過型)。

【0333】

図34(C)は、第1の電極3515及び第2の電極3516に電圧が印加(縦電界方式と呼ぶ)された場合の断面の模式図である。液晶分子がラビング方向からずれた方向で横に並んでいる状態となるため、バックライトからの光は液晶分子の複屈折の影響を受ける。そして、第1の偏光板3513と第2の偏光板3514とがクロスニコルになるように配置されているため、バックライトからの光は基板を通過する。したがって、白色表示が行われる。

40

【0334】

図34(D)は、第1の電極3515及び第2の電極3516に電圧が印加されていない場合の断面の模式図である。液晶分子がラビング方向に沿って横に並んだ状態となるため、バックライトからの光は液晶分子の複屈折の影響を受けない。そして、第1の偏光板3513と第2の偏光板3514とがクロスニコルになるように配置されているため、バックライトからの光は基板を通過しない。したがって、黒色表示が行われる。いわゆるノーマリーブラックモードである。

【0335】

なお、第1の電極3515及び第2の電極3516に印加する電圧を制御することで、液

50

晶分子の状態、即ち配向を制御することが可能である。したがって、バックライトからの光を液晶分子によって制御することができるため、所定の映像表示を行うことが可能である。

【0336】

図34(C)、(D)に示した構成を有する液晶表示装置は、カラーフィルタを設けることで、フルカラー表示を行うことができる。カラーフィルタは、第1の基板3511側又は第2の基板3512側に設けることができる。

【0337】

FLCモード又はAFLCモードに使用される液晶材料は、公知のものを使用すればよい。

10

【0338】

図35(A)、(B)は、IPSモードの断面の模式図を示す。IPSモードは、液晶分子を基板に対して常に平面内で回転させるモードであり、電極は一方の基板側のみに設けた横電界方式をとる。

【0339】

互いに対向するように配置された第1の基板3601及び第2の基板3602に、液晶層3600が挟持されている。第1の基板3601の上面には、第1の電極3605及び第2の電極3606が形成されている。第1の基板3601の液晶層と反対側には、第1の偏光板3603が配置されている。第2の基板3602の液晶層と反対側には、第2の偏光板3604が配置されている。なお、第1の偏光板3603と第2の偏光板3604とは、クロスニコルになるように配置されている。

20

【0340】

第1の偏光板3603は、第1の基板3601の上面に配置されてもよい。第2の偏光板3604は、第2の基板3602の上面に配置されてもよい。

【0341】

第1の電極3605及び第2の電極3606のうち、少なくとも一方(又は両方)の電極が透光性を有していればよい(透過型又は反射型)。あるいは、両方の電極が透光性を有し、かつ一方の電極の一部が反射性を有していてもよい(半透過型)。

【0342】

図35(A)は、第1の電極3605及び第2の電極3606に電圧が印加された場合の断面の模式図である。液晶分子がラビング方向からずれた電気力線に沿って配向した状態となるため、バックライトからの光は液晶分子の複屈折の影響を受ける。そして、第1の偏光板3603と第2の偏光板3604とがクロスニコルになるように配置されているため、バックライトからの光は基板を通過する。したがって、白色表示が行われる。

30

【0343】

図35(B)は、第1の電極3605及び第2の電極3606に電圧が印加されていない場合の断面の模式図である。液晶分子がラビング方向に沿って横に並んだ状態となるため、バックライトからの光は液晶分子の複屈折の影響を受けない。そして、第1の偏光板3603と第2の偏光板3604とがクロスニコルになるように配置されているため、バックライトからの光は基板を通過しない。したがって、黒色表示が行われる。いわゆるノーマリーブラックモードである。

40

【0344】

第1の電極3605及び第2の電極3606に印加する電圧を制御することで、液晶分子の状態、即ち配向を制御することが可能である。したがって、バックライトからの光を液晶分子によって制御することができるため、所定の映像表示を行うことが可能である。

【0345】

図35(A)、(B)に示した構成を有する液晶表示装置は、カラーフィルタを設けることで、フルカラー表示を行うことができる。カラーフィルタは、第1の基板3601側又は第2の基板3602側に設けることができる。

【0346】

50

I P Sモードに使用される液晶材料は、公知のものを使用すればよい。

【0347】

図35(C)、(D)は、F F Sモードの断面の模式図を示す。F F Sモードにおいても、液晶分子を基板に対して常に平面内で回転させるモードであり、電極は一方の基板側のみに設けた横電界方式をとる。

【0348】

互いに対向するように配置された第1の基板3611及び第2の基板3612に、液晶層3610が挟持されている。第1の基板3611の上面上には、第2の電極3616が形成されている。第2の電極3616の上面上には、絶縁膜3617が形成されている。絶縁膜3617上には、第2の電極3616が形成されている。第1の基板3611の液晶層と反対側には、第1の偏光板3613が配置されている。第2の基板3612の液晶層と反対側には、第2の偏光板3614が配置されている。なお、第1の偏光板3613と第2の偏光板3614とは、クロスニコルになるように配置されている。

10

【0349】

第1の偏光板3613は、第1の基板3611の上面上に配置されてもよい。第2の偏光板3614は、第2の基板3612の上面上に配置されてもよい。

【0350】

第1の電極3615及び第2の電極3616のうち、少なくとも一方(又は両方)の電極が透光性を有していればよい(透過型又は反射型)。あるいは、両方の電極が透光性を有し、かつ一方の電極の一部が反射性を有していてもよい(半透過型)。

20

【0351】

図35(C)は、第1の電極3615及び第2の電極3616に電圧が印加された場合の断面の模式図である。液晶分子がラビング方向からずれた電気力線に沿って配向した状態となるため、バックライトからの光は液晶分子の複屈折の影響を受ける。そして、第1の偏光板3613と第2の偏光板3614とがクロスニコルになるように配置されているため、バックライトからの光は基板を通過する。したがって、白色表示が行われる。

【0352】

図35(D)は、第1の電極3615及び第2の電極3616に電圧が印加されていない場合の断面の模式図である。液晶分子がラビング方向に沿って横に並んだ状態となるため、バックライトからの光は液晶分子の複屈折の影響を受けない。そして、第1の偏光板3613と第2の偏光板3614とがクロスニコルになるように配置されているため、バックライトからの光は基板を通過しない。したがって、黒色表示が行われる。いわゆるノーマリーブラックモードである。

30

【0353】

なお、第1の電極3615及び第2の電極3616に印加する電圧を制御することで、液晶分子の状態、即ち配向を制御することが可能である。したがって、バックライトからの光を液晶分子によって制御することができるため、所定の映像表示を行うことが可能である。

【0354】

図35(C)、(D)に示した構成を有する液晶表示装置は、カラーフィルタを設けることで、フルカラー表示を行うことができる。カラーフィルタは、第1の基板3611側又は第2の基板3612側に設けることができる。

40

【0355】

F F Sモードに使用される液晶材料は、公知のものを使用すればよい。

【0356】

次に、上面図を用いて各種液晶モードを説明する。

【0357】

図36に、M V Aモードを適用した画素が有する複数の液晶容量のうちの一つの上面図を示す。

【0358】

50

図36は、第1の電極3701、第2の電極(3702a、3702b、3702c)、及び突起物3703を示している。第1の電極3701は、対向基板の全面に形成されている。形状がくの字型となるように、第2の電極(3702a、3702b、3702c)が形成されている。形状が第2の電極(3702a、3702b、3702c)と対応するように、第1の電極3701上に第2の電極(3702a、3702b、3702c)が形成されている。

【0359】

第2の電極(3702a、3702b、3702c)の開口部は、突起物のように機能する。

【0360】

第1の電極3701及び第2の電極(3702a、3702b、3702c)に電圧が印加(縦電界方式と呼ぶ)された場合、液晶分子が第2の電極(3702a、3702b、3702c)の開口部及び突起物3703に対して倒れて並んだ状態となる。よって、視野角を向上させることが可能である。なお、一对の偏光板がクロスニコルとなるように配置されているときには、バックライトからの光が基板を通過するため、白色表示が行われる。

【0361】

第1の電極3701及び第2の電極(3702a、3702b、3702c)に電圧が印加されていない場合、液晶分子が縦に並んだ状態となる。一对の偏光板がクロスニコルとなるように配置されているときには、バックライトからの光がパネルを通過しないため、黒色表示が行われる。いわゆる、ノーマリーブラックモードである。

【0362】

なお、第1の電極3701及び第2の電極(3702a、3702b、3702c)に印加する電圧を制御することで、液晶分子の状態、即ち配向を制御することが可能である。したがって、バックライトからの光を液晶分子によって制御することができるため、所定の映像表示を行うことが可能である。

【0363】

MVAモードに使用される液晶材料は、公知のものを使用すればよい。

【0364】

図37(A)、(B)、(C)、(D)は、IPSモードを適用した一液晶容量の上面図を示す。IPSモードは、液晶分子を基板に対して常に平面内で回転させるモードであり、電極は一方の基板側のみに設けた横電界方式をとる。

【0365】

IPSモードでは、一对の電極が異なる形状となるように形成される。

【0366】

図37(A)は、第1の電極3801及び第2の電極3802を示している。第1の電極3801及び第2の電極3802は、波状形状である。

【0367】

図37(B)は、第1の電極3811及び第2の電極3812を示している。第1の電極3811及び第2の電極3812は、同心円状の開口部を有する形状である。

【0368】

図37(C)は、第1の電極3831及び第2の電極3832を示している。第1の電極3831及び第2の電極3832は、櫛場状であり一部重なっている形状である。

【0369】

図37(D)は、第1の電極3841及び第2の電極3842を示している。第1の電極3841及び第2の電極3842は、櫛場状であり電極同士がかみ合うような形状である。

【0370】

第1の電極(3801、3811、3821、3831)及び第2の電極(3802、3812、3822、3832)に電圧が印加された場合、液晶分子がラビング方向からず

10

20

30

40

50

れた電気力線に沿って配向した状態となる。一对の偏光板がクロスニコルとなるように配置されているときには、バックライトからの光が基板を通過するため、白色表示が行われる。

【0371】

第1の電極(3801、3811、3821、3831)及び第2の電極(3802、3812、3822、3832)に電圧が印加されていない場合、液晶分子がラビング方向に沿って横に並んだ状態となる。一对の偏光板がクロスニコルとなるように配置されているときには、バックライトからの光が基板を通過しないため、黒色表示が行われる。いわゆるノーマリーブラックモードである。

【0372】

なお、第1の電極及び第2の電極に印加する電圧を制御することで、液晶分子の状態、即ち配向を制御することが可能である。したがって、バックライトからの光を液晶分子によって制御することができるため、所定の映像表示を行うことが可能である。

【0373】

IPSモードに使用される液晶材料は、公知のものを使用すればよい。

【0374】

図38(A)、(B)、(C)、(D)は、FFSモードを適用した一液晶容量の上面図を示す。FFSモードは、液晶分子を基板に対して常に平面内で回転させるモードであり、電極は一方の基板側のみに設けた横電界方式をとる。

【0375】

FFSモードでは、第2の電極の上面に、第1の電極が様々な形状となるように形成される。

【0376】

図38(A)は、第1の電極3901及び第2の電極3902を示している。第1の電極3901は、屈曲したくの字形状である。第2の電極3902は、パターン形成されていなくてもよい。

【0377】

図38(B)は、第1の電極3911及び第2の電極3912を示している。第1の電極3911は、同心円状の形状である。第2の電極3912は、パターン形成されていなくてもよい。

【0378】

図38(C)は、第1の電極3931及び第2の電極3932を示している。第1の電極3931は、櫛場状で電極同士がかみ合うような形状である。第2の電極3932は、パターン形成されていなくてもよい。

【0379】

図38(D)は、第1の電極3941及び第2の電極3942を示している。第1の電極3941は、櫛場状の形状である。第2の電極3942は、パターン形成されていなくてもよい。

【0380】

第1の電極(3901、3911、3921、3931)及び第2の電極(3902、3912、3922、3932)に電圧が印加された場合、液晶分子がラビング方向からずれた電気力線に沿って配向した状態となる。一对の偏光板がクロスニコルとなるように配置されているときには、バックライトからの光が基板を通過するため、白色表示が行われる。

【0381】

第1の電極(3901、3911、3921、3931)及び第2の電極(3902、3912、3922、3932)に電圧が印加されていない場合、液晶分子がラビング方向に沿って横に並んだ状態となる。一对の偏光板がクロスニコルとなるように配置されているときには、バックライトからの光が基板を通過しないため、黒色表示が行われる。いわゆるノーマリーブラックモードである。

10

20

30

40

50

【0382】

なお、第1の電極及び第2の電極に印加する電圧を制御することで、液晶分子の状態、即ち配向を制御することが可能である。したがって、バックライトからの光を液晶分子によって制御することができるため、所定の映像表示を行うことが可能である。

【0383】

IPSモードに使用される液晶材料は、公知のものを使用すればよい。

【0384】

なお、本実施の形態において、様々な図を用いて述べてきたが、各々の図で述べた内容（一部でもよい）は、別の図で述べた内容（一部でもよい）に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことが出来る。さらに、これまでに述べた図において、各々の部分に関して、別の部分を組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることが出来る。

10

【0385】

同様に、本実施の形態の各々の図で述べた内容（一部でもよい）は、別の実施の形態および実施例の図で述べた内容（一部でもよい）に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことが出来る。さらに、本実施の形態の図において、各々の部分に関して、別の実施の形態および実施例の部分を組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることが出来る。

【0386】

なお、本実施の形態は、他の実施の形態および実施例で述べた内容（一部でもよい）を、具現化した場合の一例、少し変形した場合の一例、一部を変更した場合の一例、改良した場合の一例、詳細に述べた場合の一例、応用した場合の一例、関連がある部分についての一例などを示している。したがって、他の実施の形態および実施例で述べた内容は、本実施の形態への適用、組み合わせ、又は置き換えを自由に行うことができる。

20

【0387】

（実施の形態8）

本実施の形態においては、液晶パネルの周辺部について説明する。

【0388】

図39は、エッジライト式と呼ばれるバックライトユニット2601と、液晶パネル2607とを有している液晶表示装置の一例を示す。エッジライト式とは、バックライトユニットの端部に光源を配置し、その光源の発光を発光面全体から放射する方式である。エッジライト式のバックライトユニットは、薄型で省電力化を図ることができる。

30

【0389】

バックライトユニット2601は、拡散板2602、導光板2603、反射板2604、ランプリフレクタ2605及び光源2606によって構成される。

【0390】

光源2606は必要に応じて発光する機能を有している。例えば、光源2606としては冷陰極管、熱陰極管、発光ダイオード、無機EL又は有機ELなどが用いられる。ランプリフレクタ2605は、光源2606からの発光を効率よく導光板2603に導く機能を有する。導光板2603は、光源2606からの光を全反射させて、全面に光を導く機能を有する。拡散板2602は、明度のムラを低減する機能を有する。反射板2604は、導光板2603から液晶パネル2607より反対方向に漏れた光を反射させて再利用する機能を有する。

40

【0391】

なお、バックライトユニット2601には、光源2606の輝度を調整するための制御回路が接続されている。この制御回路によって、光源2606の輝度を調整することができる。

【0392】

図40(A)、(B)、(C)及び(D)は、エッジライト式のバックライトユニットの詳細な構成を示す図である。なお、拡散板、導光板及び反射板などはその説明を省略する

50

。

【0393】

図40(A)に示すバックライトユニット2701は、光源として冷陰極管2703を用いた構成である。そして、冷陰極管2703からの光を効率よく反射させるため、ランプリフレクタ2702が設けられている。このような構成は、大型表示装置に用いることが多い。

【0394】

図40(B)に示すバックライトユニット2711は、光源として発光ダイオード(LED)2713を用いた構成である。例えば、白色に発する発光ダイオード(W)2713は所定の間隔に配置される。そして、発光ダイオード2713からの光を効率よく反射させるため、ランプリフレクタ2712が設けられている。

10

【0395】

発光ダイオードの発光強度が強いので、発光ダイオードを用いた構成は大型表示装置に適する。また、発光ダイオードは色再現性に優れているので、入力される画像情報に対して忠実な画像を表示することができる。また、発光ダイオードは小さいため、配置面積を小さくすることができる。したがって、表示装置の狭額縁化を図ることができる。

【0396】

なお、発光ダイオードが大型の表示装置に搭載される場合、発光ダイオードを該基板の背面に配置することができる。発光ダイオードは、所定の間隔を維持し、各色の発光ダイオードが順に配置される。

20

【0397】

図40(C)に示すバックライトユニット2721は、光源としてRGB各色の発光ダイオード(LED)2723、発光ダイオード(LED)2724、発光ダイオード(LED)2725を用いた構成である。RGB各色の発光ダイオード2723(LED)、発光ダイオード(LED)2724、発光ダイオード(LED)2725は、それぞれ所定の間隔ごとに配置される。RGB各色の発光ダイオード(LED)2723、発光ダイオード(LED)2724、発光ダイオード(LED)2725を用いることによって、色再現性を高くすることができる。また、発光ダイオードからの光を効率よく反射させるため、ランプリフレクタ2722が設けられている。

【0398】

発光ダイオードの輝度は高いので、光源としてRGB各色の発光ダイオードを用いた構成は大型表示装置に適する。また、発光ダイオードは色再現性に優れているので、入力される画像情報に対して忠実な画像を表示することができる。また、発光ダイオードは小さいため、配置面積を小さくすることができる。したがって、表示装置の狭額縁化を図ることができる。

30

【0399】

なお、時間に応じてRGBの発光ダイオードを順次点灯させることによって、カラー表示を行うことができる。いわゆるフィールドシーケンシャルモードで表示することができる。

。

【0400】

なお、白色を発する発光ダイオードと、RGB各色の発光ダイオード(LED)2723、発光ダイオード(LED)2724、発光ダイオード(LED)2725とを組み合わせることができる。

40

【0401】

なお、発光ダイオードが大型の表示装置に搭載される場合、発光ダイオードを該基板の背面に配置することができる。また、発光ダイオードの各々は所定の間隔を維持し、各色の発光ダイオードが順に配置される。このような配置によって、色再現性を高めることができる。

【0402】

図40(D)に示すバックライトユニット2731は、光源としてRGB各色の発光ダイ

50

オード（LED）2733、発光ダイオード（LED）2734、発光ダイオード（LED）2735を用いた構成である。例えば、RGB各色の発光ダイオード（LED）2733、発光ダイオード（LED）2734、発光ダイオード（LED）2735のうち発光強度の低い色（例えば緑）の発光ダイオード、図40（D）においては発光ダイオード（LED）2734は複数配置されている。このような構成とするによって、さらに色再現性を高くすることができる。また、発光ダイオードからの光を効率よく反射させるため、ランプリフレクタ2732が設けられている。

【0403】

発光ダイオードの発光強度は高いので、光源としてRGB各色の発光ダイオードを用いた構成は大型表示装置に適する。また、発光ダイオードは色再現性に優れているので、入力される画像情報に対して忠実な画像を表示することができる。また、発光ダイオードは小さいため、配置面積を小さくすることができる。したがって、表示装置の狭額縁化を図ることができる。

10

【0404】

なお、時間に応じてRGBの発光ダイオードを順次点灯させることによって、カラー表示を行うことができる。

【0405】

なお、白色を発する発光ダイオードと、RGB各色の発光ダイオード（LED）2733、発光ダイオード（LED）2734、発光ダイオード（LED）2735とを組み合わせることができる。

20

【0406】

なお、発光ダイオードが大型の表示装置に搭載される場合、発光ダイオードを該基板の背面に配置することができる。発光ダイオードの各々は所定の間隔を維持し、各色の発光ダイオードが順に配置される。このような配置によって、色再現性を高めることができる。

【0407】

図41（A）は、直下型と呼ばれるバックライトユニット2800と、液晶パネル2805とを有する液晶表示装置の一例を示す。直下式とは、発光面の直下に光源を配置することで、その光源の発光を発光面全体から放射する方式である。直下式のバックライトユニットは、発光光量を効率よく利用することができる。

【0408】

バックライトユニット2800は、拡散板2801、遮光板2802、ランプリフレクタ2803及び光源2804によって構成される。

30

【0409】

光源2804は、必要に応じて発光する機能を有している。例えば、光源2805としては、冷陰極管、熱陰極管、発光ダイオード、無機EL又は有機ELなどが用いられる。ランプリフレクタ2803は、光源2804の発光を効率よく拡散板2801及び遮光板2802に導く機能を有する。遮光板2802は、光源2804の配置に合わせて光が強いところほど遮光を多くすることで、明度のムラを低減する機能を有する。拡散板2801は、さらに明度のムラを低減する機能を有する。

【0410】

なお、バックライトユニット2800には、光源2804の輝度を調整するための制御回路が接続されている。この制御回路によって、光源2804の輝度を調整することができる。

40

【0411】

図41（B）は、直下型と呼ばれるバックライトユニット3015と、液晶パネル3010とを有する液晶表示装置の一例を示す。

【0412】

バックライトユニット2810は、拡散板2811、遮光板2812、ランプリフレクタ2813、RGB各色の光源（R）2814a、光源（G）2814b及び光源（B）2814cによって構成される。

50

【 0 4 1 3 】

R G B 各色の光源 2 8 1 4 a (R)、光源 2 8 1 4 b (G) 及び光源 2 8 1 4 c (B) は、必要に応じて発光する機能を有する。例えば、光源 2 8 1 4 a (R)、光源 2 8 1 4 b (G) 及び光源 2 8 1 4 c (B) としては、冷陰極管、熱陰極管、発光ダイオード、無機 E L 又は有機 E L などが用いられる。ランプリフレクタ 2 8 1 3 は、光源 2 8 1 4 の発光を効率よく拡散板 2 8 1 1 及び遮光板 2 8 1 2 に導く機能を有する。遮光板 2 8 1 2 は、光源 2 8 1 4 の配置に合わせて光が強いところほど遮光を多くすることで、明度のムラを低減する機能を有する。拡散板 2 8 1 1 は、さらに明度のムラを低減する機能を有する。

【 0 4 1 4 】

なお、バックライトユニット 2 8 1 0 には、R G B 各色の光源 2 8 1 4 a (R)、光源 2 8 1 4 b (G) 及び光源 2 8 1 4 c (B) の輝度を調整するための制御回路が接続されている。この制御回路によって、R G B 各色の光源 2 8 1 4 a (R)、光源 2 8 1 4 b (G) 及び光源 2 8 1 4 c (B) の輝度を調整することができる。

10

【 0 4 1 5 】

図 4 2 は、偏光板（偏光フィルムともいう）の構成の一例を示す図である。

【 0 4 1 6 】

偏光フィルム 2 9 0 0 は、保護フィルム 2 9 0 1、基板フィルム 2 9 0 2、P V A 偏光フィルム 2 9 0 3、基板フィルム 2 9 0 4、粘着剤層 2 9 0 5 及び離型フィルム 2 9 0 6 を有する。

【 0 4 1 7 】

P V A 偏光フィルム 2 9 0 3 は、光をある振動方向のみの光（直線偏光）にする機能を有する。具体的には、P V A 偏光フィルム 2 9 0 3 は、電子の密度が縦と横で大きく異なる分子（偏光子）を含んでいる。この電子の密度が縦と横で大きく異なる分子の方向が揃った P V A 偏光フィルム 2 9 0 3 により、直線偏光とすることが可能となる。

20

【 0 4 1 8 】

一例として、P V A 偏光フィルム 2 9 0 3 は、ポリビニルアルコール（P o l y V i n y l A l c o h o l）の高分子フィルムにヨウ素化合物をドーブし、P V A フィルムをある方向に引っ張ることで、一定方向にヨウ素分子の並んだフィルムを得ることができる。そして、ヨウ素分子の長軸と平行な光は、ヨウ素分子に吸収される。なお、高耐久用途及び高耐熱用途として、ヨウ素の代わりに 2 色性の染料が用いてもよい。なお、染料は、

30

【 0 4 1 9 】

また、P V A 偏光フィルム 2 9 0 3 は、両側を基材となるフィルム（基板フィルム 2 9 0 2 及び基板フィルム 2 9 0 4）で挟むことで、信頼性を増すことができる。また、P V A 偏光フィルム 2 9 0 3 は、高透明性、高耐久性を有するトリアセチルロース（T A C）フィルムによって挟まれていてもよい。このような基板フィルム及び T A C フィルムは、P V A 偏光フィルム 2 9 0 3 が有する偏光子の保護層として機能する。

【 0 4 2 0 】

基板フィルム（基板フィルム 2 9 0 4）には、液晶パネルのガラス基板に貼るための粘着剤層 2 9 0 5 が貼られている。なお、粘着剤層 2 9 0 5 は、粘着剤を片側の基板フィルム（基板フィルム 2 9 0 4）に塗布することで形成される。粘着剤層 2 9 0 5 には、離型フィルム 2 9 0 6（セパレートフィルム）が備えられている。

40

【 0 4 2 1 】

他方の基板フィルム（基板フィルム 2 9 0 2）には、保護フィルム 2 9 0 1 が備えられている。

【 0 4 2 2 】

なお、偏光フィルム 2 9 0 0 表面に、ハードコート散乱層（アンチグレア層）が備えられていてもよい。ハードコート散乱層は、A G 処理によって表面に微細な凹凸が形成されており、外光を散乱させる防眩機能を有するため、液晶パネルへの外光の映り込みを防ぐこ

50

とができる。よって、表面反射を防ぐことができる。

【0423】

また、偏光フィルム2900表面に、複数の屈折率の異なる光学薄膜層を多層化（アンチリフレクション処理、若しくはAR処理ともいう）してもよい。多層化された複数の屈折率の異なる光学薄膜層は、光の干渉効果によって表面の反射率を低減することができる。

【0424】

図43は、液晶表示装置のシステムブロックの一例を示す図である。

【0425】

図43(A)に示すように画素部3005には、信号線3012が信号線駆動回路3003から延伸して配置されている。また、走査線3010が走査線駆動回路3004から延伸して配置されている。そして、信号線3012と走査線3010との交差領域に、複数の画素がマトリクス状に配置されている。なお、複数の画素の各々はスイッチング素子を有し、画素部3005の詳細については上述の実施形態で述べたため、ここでは省略する。

10

【0426】

図43(A)において、駆動回路部3008は、制御回路3002、信号線駆動回路3003及び走査線駆動回路3004を有する。制御回路3002には映像信号3001が入力されている。制御回路3002は、この制御信号3001に応じて信号線駆動回路3003及び走査線駆動回路3004を制御する。そのため、制御回路3002は信号線駆動回路3003及び走査線駆動回路3004にそれぞれの制御信号を入力する。そして、この制御信号に応じて、信号線駆動回路3003はビデオ信号を信号線3012に入力し、走査線駆動回路3004は走査信号を走査線3010に入力する。そして、画素が有するスイッチング素子が走査信号に応じて選択され、画素の画素電極にビデオ信号が入力される。

20

【0427】

なお、制御回路3002は、制御信号3001に応じて電源3007も制御している。なお、電源3007は照明手段3006へ電力を供給する手段を有している。照明手段3006としては、エッジライト式のバックライトユニット又は直下型のバックライトユニットを用いることができる。また、照明手段3006にフロントライトを用いてもよい。フロントライトとは、画素部の前面側に取り付け、全体を照らす発光体及び導光体で構成された板状のライトユニットである。このような照明手段により、低消費電力で、均等に画素部を照らすことができる。

30

【0428】

走査線駆動回路3004は、例えば図43(B)に示すようにシフトレジスタ3041、レベルシフタ3042、バッファ3043として機能する回路を有する。なお、シフトレジスタ3041にはゲートスタートパルス(GSP)、ゲートクロック信号(GCK)等の信号が制御回路2902より入力される。

【0429】

図43(C)に示すように信号線駆動回路3003は、シフトレジスタ3031、第1のラッチ3032、第2のラッチ3033、レベルシフタ3034、バッファ3035として機能する回路を有する。バッファ3035として機能する回路とは、弱い信号を増幅させる機能を有する回路であり、オペアンプ等を有する。レベルシフタ3034には、スタートパルス(SSP)、ソースクロック信号(SCK)等の信号が、第1のラッチ3032にはビデオ信号等のデータ(DATA)が入力される。第2のラッチ3033にはラッチ(LAT)信号を一時保持することができ、一斉に画素部3005へ入力させる。これを線順次駆動と呼ぶ。そのため、線順次駆動ではなく、点順次駆動を行う画素であれば、第2のラッチは不要とすることができる。

40

【0430】

なお、本実施の形態において、液晶パネルは、公知のものを用いることができる。例えば

50

、液晶パネルとして、2つの基板の間に液晶層が封止された構成を用いることができる。一方の基板上には、トランジスタ、容量素子、画素電極又は配向膜などが形成されている。なお、前記基板の上面と反対側には、偏光板、位相差板又はプリズムシートが配置されていてもよい。他方の基板上には、カラーフィルタ、ブラックマトリクス、対向電極又は配向膜などが形成されている。なお、他方の基板の上面と反対側には、偏光板又は位相差板が配置されていてもよい。なお、カラーフィルタ及びブラックマトリクスは、一方の基板の上面に形成されてもよい。なお、一方の基板の上面側又はその反対側にスリット（格子）を配置することで、3次元表示を行うことができる。

【0431】

なお、偏光板、位相差板及びプリズムシートを、それぞれ2つの基板の間に配置することが可能である。あるいは、2つの基板のうちのいずれかと一体とすることが可能である。

10

【0432】

なお、本実施の形態において、様々な図を用いて述べてきたが、各々の図で述べた内容（一部でもよい）は、別の図で述べた内容（一部でもよい）に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことが出来る。さらに、これまでに述べた図において、各々の部分に関して、別の部分を組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることが出来る。

【0433】

同様に、本実施の形態の各々の図で述べた内容（一部でもよい）は、別の実施の形態および実施例の図で述べた内容（一部でもよい）に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことが出来る。さらに、本実施の形態の図において、各々の部分に関して、別の実施の形態および実施例の部分の組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることが出来る。

20

【0434】

なお、本実施の形態は、他の実施の形態および実施例で述べた内容（一部でもよい）を、具現化した場合の一例、少し変形した場合の一例、一部を変更した場合の一例、改良した場合の一例、詳細に述べた場合の一例、応用した場合の一例、関連がある部分についての一例などを示している。したがって、他の実施の形態および実施例で述べた内容は、本実施の形態への適用、組み合わせ、又は置き換えを自由に行うことができる。

【0435】

（実施の形態9）

本実施形態においては、表示装置の駆動方法について説明する。特に、液晶表示装置の駆動方法について説明する。

30

【0436】

本実施形態において説明する液晶表示装置に用いることのできる液晶パネルは、液晶材料を2枚の基板によって挟んだ構造であるとする。2枚の基板は、それぞれ、液晶材料に印加する電界を制御するための電極を備えている。液晶材料は、外部から印加される電界によって、光学および電気的な性質が変化する材料である。したがって、液晶パネルは、基板が有する電極を用いて液晶材料に印加する電圧を制御することによって、所望の光学および電気的な性質を得ることができるデバイスである。そして、多数の電極を平面的に並置することでそれぞれを画素とし、画素に印加する電圧を個別に制御することにより、精細な画像を表示できる液晶パネルとすることができる。

40

【0437】

ここで、電界の変化に対する液晶材料の応答時間は、2枚の基板の間隔（セルギャップ）および液晶材料の種類等に依存するが、一般的に数ミリ秒から数十ミリ秒である。さらに、電界の変化量が小さい場合は、液晶材料の応答時間はさらに長くなる。この性質は、液晶パネルによって動きのある画像を表示する場合に、残像、尾引き、コントラストの低下といった画像表示上の障害を引き起こし、特に中間調から別の中間調へ変化する場合（電界の変化が小さい）場合に、前述の障害の程度が著しくなる。

【0438】

50

一方、アクティブマトリクスを用いた液晶パネルに特有の問題として、定電荷駆動による書き込み電圧の変化がある。以下に、本実施形態における定電荷駆動について説明する。

【0439】

アクティブマトリクスにおける画素回路は、書き込みを制御するスイッチと、電荷を保持する容量素子を含む。アクティブマトリクスにおける画素回路の駆動方法は、スイッチをオン状態として所定の電圧を画素回路に書き込んだ後、直ちにスイッチをオフ状態として画素回路内の電荷を保持する（ホールド状態）というものである。ホールド状態時、画素回路の内部と外部には電荷のやり取りが行なわれない（定電荷）。通常、スイッチがオン状態となっている期間に比べて、オフ状態となっている期間は数百（走査線本数）倍程度長い。そのため、画素回路のスイッチは、ほとんどオフ状態となっていると考えてよい。以上より、本実施形態における定電荷駆動とは、液晶パネルの駆動時、画素回路はほとんどの期間においてホールド状態である駆動方法であるとする。

10

【0440】

次に、液晶材料の電気的特性について説明する。液晶材料は、外部から印加される電界が変化すると、光学的性質が変化すると同時に、誘電率も変化する。すなわち、液晶パネルの各画素を2枚の電極に挟まれた容量素子（液晶素子）として考えたとき、当該容量素子は、印加される電圧によって静電容量が変化する容量素子である。この現象を、ダイナミックキャパシタンスと呼ぶこととする。

【0441】

このように、印加される電圧によって静電容量が変化する容量素子を、上述した定電荷駆動によって駆動する場合、次のような問題が生じる。すなわち、電荷の移動が行なわれないホールド状態において、液晶素子の静電容量が変化すると、印加される電圧も変化してしまうという問題である。これは、 $(\text{電荷量}) = (\text{静電容量}) \times (\text{印加電圧})$ という関係式において、電荷量が一定であるということから理解できる。

20

【0442】

以上の理由により、アクティブマトリクスを用いた液晶パネルでは、定電荷駆動であることによって、ホールド状態時における電圧が、書き込み時における電圧から変化してしまう。その結果、液晶素子の透過率は、ホールド状態を取らない駆動法における変化とは異なったものとなる。この様子を示したのが、図44である。図44(A)は、横軸に時間、縦軸に電圧の絶対値をとり、画素回路に書き込む電圧の制御例を表したものである。図44(B)は、横軸に時間、縦軸に電圧をとった場合の、画素回路に書き込む電圧の制御例を表したものである。図44(C)は、横軸に時間、縦軸に液晶素子の透過率をとり、図44(A)または図44(B)によって表した電圧を画素回路に書き込んだ場合の、液晶素子の透過率の時間変化を表したものである。図44(A)乃至(C)において、期間Fは電圧の書き換え周期を表し、電圧を書き換える時刻を t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 、 \dots として説明する。

30

【0443】

ここで、液晶表示装置に入力される画像データに対応する書き込み電圧は、時刻0における書き換えでは $|V_1|$ 、時刻 t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 、 \dots における書き換えでは $|V_2|$ であるとする。（図44(A)参照）

40

【0444】

なお、液晶表示装置に入力される画像データに対応する書き込み電圧は、その極性を周期的に入れ替えてもよい。（反転駆動：図44(B)参照）この方法によって、液晶に直流電圧をできるだけ印加しないようにすることができるので、液晶素子の劣化による焼きつき等を防ぐことができる。なお、極性を入れ替える周期（反転周期）は、電圧の書き換え周期と同じでもよい。この場合は、反転周期が短いので、反転駆動によるフリッカの発生を低減することができる。さらに、反転周期は、電圧の書き換え周期の整数倍の周期であってもよい。この場合は、反転周期が長く、極性を変えて電圧を書き込む頻度を減少させることができるため、消費電力を低減することができる。

【0445】

50

そして、図 4 4 (A) または図 4 4 (B) に示したような電圧を液晶素子に印加したときの液晶素子の透過率の時間変化を、図 4 4 (C) に示す。ここで、液晶素子に電圧 $|V_1|$ が印加され、十分時間が経過した後の液晶素子の透過率を TR_1 とする。同様に、液晶素子に電圧 $|V_2|$ が印加され、十分時間が経過した後の液晶素子の透過率を TR_2 とする。時刻 t_1 において、液晶素子に印加される電圧が $|V_1|$ から $|V_2|$ に変化すると、液晶素子の透過率は、破線 3 0 4 0 1 に示したように、すぐに TR_2 とはならず、ゆっくりと変化する。たとえば、電圧の書き換え周期が、60 Hz の画像信号のフレーム周期 (16.7 ミリ秒) と同じであるとき、透過率が TR_2 に変化するまでは、数フレーム程度の時間が必要となる。

【 0 4 4 6 】

ただし、破線 3 0 4 0 1 に示したような、滑らかな透過率の時間変化は、液晶素子に正確に電圧 $|V_2|$ が印加されたときのものである。実際の液晶パネル、たとえば、アクティブマトリクスを用いた液晶パネルでは、定電荷駆動であることによって、ホールド状態における電圧が、書き込み時における電圧から変化してしまうため、液晶素子の透過率は破線 3 0 4 0 1 に示したような時間変化とはならず、かわりに、実線 3 0 4 0 2 に示したような、段階的な時間変化となる。これは、定電荷駆動であることによって電圧が変化してしまうため、1 回の書き込みでは目的の電圧に到達することができないためである。その結果、液晶素子の透過率の応答時間は、本来の応答時間 (破線 3 0 4 0 1) よりも、見かけ上、さらに長くなってしまい、残像、尾引き、コントラストの低下といった画像表示上の障害を顕著に引き起こしてしまうということになる。

【 0 4 4 7 】

オーバードライブ駆動を用いることによって、液晶素子の本来の応答時間の長さ、ダイナミックキャパシタンスおよび定電荷駆動による書き込み不足に起因する見かけ上の応答時間がさらに長くなる現象を、同時に解決することができる。この様子を示したのが、図 4 5 である。図 4 5 (A) は、横軸に時間、縦軸に電圧の絶対値をとり、画素回路に書き込む電圧の制御例を表したものである。図 4 5 (B) は、横軸に時間、縦軸に電圧をとった場合の、画素回路に書き込む電圧の制御例を表したものである。図 4 5 (C) は、横軸に時間、縦軸に液晶素子の透過率をとり、図 4 5 (A) または図 4 5 (B) によって表した電圧を画素回路に書き込んだ場合の、液晶素子の透過率の時間変化を表したものである。図 4 5 (A) 乃至 (C) において、期間 F は電圧の書き換え周期を表し、電圧を書き換える時刻を t_1 、 t_2 、 t_3 、 t_4 、 \dots として説明する。

【 0 4 4 8 】

ここで、液晶表示装置に入力される画像データに対応する書き込み電圧は、時刻 0 における書き換えでは $|V_1|$ 、時刻 t_1 における書き換えでは $|V_3|$ 、時刻 t_2 、 t_3 、 t_4 、 \dots における書き換えでは $|V_2|$ であるとする。(図 4 5 (A) 参照)

【 0 4 4 9 】

なお、液晶表示装置に入力される画像データに対応する書き込み電圧は、その極性を周期的に入れ替えてもよい。(反転駆動 : 図 4 5 (B) 参照) この方法によって、液晶に直流電圧をできるだけ印加しないようにすることができるので、液晶素子の劣化による焼きつき等を防ぐことができる。なお、極性を入れ替える周期 (反転周期) は、電圧の書き換え周期と同じでもよい。この場合は、反転周期が短いので、反転駆動によるフリッカの発生を低減することができる。さらに、反転周期は、電圧の書き換え周期の整数倍の周期であってもよい。この場合は、反転周期が長く、極性を変えて電圧を書き込む頻度を減少させることができるため、消費電力を低減することができる。

【 0 4 5 0 】

そして、図 4 5 (A) または図 4 5 (B) に示したような電圧を液晶素子に印加したときの液晶素子の透過率の時間変化を、図 4 5 (C) に示す。ここで、液晶素子に電圧 $|V_1|$ が印加され、十分時間が経過した後の液晶素子の透過率を TR_1 とする。同様に、液晶素子に電圧 $|V_2|$ が印加され、十分時間が経過した後の液晶素子の透過率を TR_2 とする。同様に、液晶素子に電圧 $|V_3|$ が印加され、十分時間が経過した後の液晶素子の透

10

20

30

40

50

過率を TR_3 とする。時刻 t_1 において、液晶素子に印加される電圧が $|V_1|$ から $|V_3|$ に変化すると、液晶素子の透過率は、破線30501に示したように、数フレームをかけて透過率を TR_3 まで変化しようとする。しかし、電圧 $|V_3|$ の印加は時刻 t_2 で終わり、時刻 t_2 より後は、電圧 $|V_2|$ が印加される。そのため、液晶素子の透過率は破線30501に示したようにはならず、実線30502に示したようになる。ここで、時刻 t_2 の時点において、透過率が概ね TR_2 となっているように、電圧 $|V_3|$ の値を設定するのが好ましい。ここで、電圧 $|V_3|$ を、オーバードライブ電圧とも呼ぶこととする。

【0451】

つまり、オーバードライブ電圧である $|V_3|$ を変化させれば、液晶素子の応答時間をある程度制御することができる。なぜならば、液晶の応答時間は、電界の強さによって変化するからである。具体的には、電界が強いほど、液晶素子の応答時間は短くなり、電界が弱いほど、液晶素子の応答時間は長くなる。

10

【0452】

なお、オーバードライブ電圧である $|V_3|$ は、電圧の変化量、すなわち、目的とする透過率 TR_1 および TR_2 を与える電圧 $|V_1|$ および $|V_2|$ 、にしたがって変化させるのが好ましい。なぜならば、液晶素子の応答時間が電圧の変化量によって変わってしまっても、オーバードライブ電圧である $|V_3|$ をそれに合わせて変化させれば、常に最適な応答時間を得ることができるからである。

【0453】

なお、オーバードライブ電圧である $|V_3|$ は、TN、VA、IPS、OCB等の液晶のモードによって変化させるのが好ましい。なぜならば、液晶の応答速度が液晶のモードによって異なってしまっても、オーバードライブ電圧である $|V_3|$ をそれに合わせて変化させれば、常に最適な応答時間を得ることができるからである。

20

【0454】

なお、電圧書き換え周期 F は、入力信号のフレーム周期と同じでもよい。この場合は、液晶表示装置の周辺駆動回路を簡単にできるため、製造コストの低い液晶表示装置を得ることができる。

【0455】

なお、電圧書き換え周期 F は、入力信号のフレーム周期よりも短くてもよい。たとえば、電圧書き換え周期 F は入力信号のフレーム周期の $1/2$ 倍でもよいし、 $1/3$ 倍でもよいし、それ以下でもよい。この方法は、黒挿入駆動、バックライト点滅、バックライトスキャン、動き補償による中間画像挿入駆動等、液晶表示装置のホールド駆動に起因する動画品質の低下の対策法と合わせて用いるのが効果的である。すなわち、液晶表示装置のホールド駆動に起因する動画品質の低下の対策法は、要求される液晶素子の応答時間が短いため、本実施形態で説明したオーバードライブ駆動法を用いることで、比較的容易に液晶素子の応答時間を短くすることができる。液晶素子の応答時間は、セルギャップ、液晶材料および液晶モード等によって本質的に短くすることは可能ではあるが、技術的に困難である。そのため、オーバードライブのような、駆動方法から液晶素子の応答時間を短くする方法を用いることは、非常に重要である。

30

40

【0456】

なお、電圧書き換え周期 F は、入力信号のフレーム周期よりも長くてもよい。たとえば、電圧書き換え周期 F は入力信号のフレーム周期の 2 倍でもよいし、 3 倍でもよいし、それ以上でもよい。この方法は、長期間電圧の書き換えが行なわれないか否かを判断する手段(回路)と合わせて用いるのが効果的である。すなわち、長期間電圧の書き換えが行なわれない場合は、電圧の書き換え動作自体を行わないことによって、回路の動作をその期間中は停止させることができるので、消費電力の低い液晶表示装置を得ることができる。

【0457】

次に、オーバードライブ電圧 $|V_3|$ を、目的とする透過率 TR_1 および TR_2 を与える電圧 $|V_1|$ および $|V_2|$ 、にしたがって変化させるための具体的な方法について説明

50

する。

【0458】

オーバードライブ回路は、目的とする透過率 TR_1 および TR_2 を与える電圧 $|V_1|$ および $|V_2|$ にしたがって、オーバードライブ電圧 $|V_3|$ を適切に制御するための回路であるため、オーバードライブ回路に入力される信号は、透過率 TR_1 を与える電圧 $|V_1|$ に関係する信号と、透過率 TR_2 を与える電圧 $|V_2|$ に関係する信号であり、オーバードライブ回路から出力される信号は、オーバードライブ電圧 $|V_3|$ に関係する信号となる。ここで、これらの信号としては、液晶素子に印加する電圧($|V_1|$ 、 $|V_2|$ 、 $|V_3|$)のようなアナログの電圧値であってもよいし、液晶素子に印加する電圧を与えるためのデジタル信号であってもよい。ここでは、オーバードライブ回路に関する信号はデジタル信号であるとして説明する。

10

【0459】

まず、図46の(A)を参照して、オーバードライブ回路の全体的な構成について説明する。ここでは、オーバードライブ電圧を制御するための信号として、入力画像信号3101aおよび3101bを用いる。これらの信号を処理した結果、オーバードライブ電圧を与える信号として、出力画像信号3104が出力されるとする。

【0460】

ここで、目的とする透過率 TR_1 および TR_2 を与える電圧 $|V_1|$ および $|V_2|$ は、互いに隣り合ったフレームにおける画像信号であるため、入力画像信号3101aおよび3101bも、同様に互いに隣り合ったフレームにおける画像信号であることが好ましい。このような信号を得るためには、入力画像信号3101aを、図46の(A)における遅延回路3102に入力し、その結果出力される信号を、入力画像信号3101bとすることができる。遅延回路3102としては、たとえば、メモリが挙げられる。すなわち、入力画像信号3101aを1フレーム分遅延させるために、メモリに当該入力画像信号3101aを記憶させておき、同時に、1つ前のフレームにおいて記憶させておいた信号を、入力画像信号3101bとしてメモリから取り出し、入力画像信号3101aと、入力画像信号3101bを、同時に補正回路3103に入力することで、互いに隣り合ったフレームにおける画像信号を扱えるようにすることができる。そして、互いに隣り合ったフレームにおける画像信号を、補正回路3103に入力することで、出力画像信号3104を得ることができる。なお、遅延回路3102としてメモリを用いたときは、1フレーム分遅延させるために、1フレーム分の画像信号を記憶できる容量を持ったメモリ(すなわち、フレームメモリ)とすることができる。こうすることで、メモリ容量の過不足なく、遅延回路としての機能を有することができる。

20

30

【0461】

次に、メモリの容量を削減することを主な目的として構成された遅延回路3102について説明する。遅延回路3102としてこのような回路を用いることで、メモリの容量を削減することができるため、製造コストを低減することができる。

【0462】

このような特徴を持つ遅延回路3102として、具体的には、図46の(B)に示すようなものを用いることができる。図46の(B)に示す遅延回路3102は、エンコーダ3105と、メモリ3106と、デコーダ3107を有する。

40

【0463】

図46の(B)に示す遅延回路3102の動作としては、次のようなものとなる。まず、入力画像信号3101aをメモリ3106に記憶させる前に、エンコーダ3105によって、圧縮処理を行なう。これによって、メモリ3106に記憶させるべきデータのサイズを減らすことができる。その結果、メモリの容量を削減することができるため、製造コストを低減することができる。そして、圧縮処理を施された画像信号は、デコーダ3107に送られ、ここで伸張処理を行なう。これによって、エンコーダ3105によって圧縮処理された前の信号を復元することができる。ここで、エンコーダ3105およびデコーダ3107によって行なわれる圧縮伸張処理は、可逆的な処理であってもよい。こうするこ

50

とで、圧縮伸張処理を行なった後でも画像信号の劣化がないため、最終的に装置に表示される画像の品質を落とすことなく、メモリの容量を削減することができる。さらに、エンコーダ3105およびデコーダ3107によって行なわれる圧縮伸張処理は、非可逆的な処理であってもよい。こうすることで、圧縮後の画像信号のデータのサイズを非常に小さくすることができるため、メモリの容量を大幅に削減することができる。

【0464】

なお、メモリの容量を削減するための方法としては、上に挙げたもの以外にも、様々な方法を用いることができる。エンコーダによって画像圧縮するのではなく、画像信号が有する色情報を削減する（たとえば、26万色から6万5千色に減色する）、またはデータ数を削減する（解像度を小さくする）、などの方法を用いることができる。

10

【0465】

次に、補正回路3103の具体例について、図46の(C)乃至(E)を参照して説明する。補正回路3103は、2つの入力画像信号から、ある値の出力画像信号を出力するための回路である。ここで、2つの入力画像信号と出力画像信号の関係が非線形であり、簡単な演算で求めることが難しい場合には、補正回路3103として、ルックアップテーブル(LUT)を用いてもよい。LUTには、2つの入力画像信号と出力画像信号の関係が、測定によってあらかじめ求められているため、2つの入力画像信号に対応する出力画像信号を、LUTを参照するだけで求めることができる。(図46の(C)参照)補正回路3103としてLUT3108を用いることで、複雑な回路設計等を行なうことなく、補正回路3103を実現することができる。

20

【0466】

ここで、LUTはメモリの1つであるため、メモリ容量をできるだけ削減することが、製造コストを低減する上で、好ましい。それを実現するための補正回路3103の例として、図46の(D)に示す回路が考えられる。図46の(D)に示す補正回路3103は、LUT3109と、加算器3110を有する。LUT3109には、入力画像信号3101aと、出力するべき出力画像信号3104の差分データが格納されている。つまり、入力画像信号3101aおよび入力画像信号3101bから、対応する差分データをLUT3109から取り出し、取り出した差分データと入力画像信号3101aを、加算器3110によって加算することで、出力画像信号3104を得ることができる。なお、LUT3109に格納するデータを差分データとすることで、LUTのメモリ容量の削減が実現できる。なぜならば、そのままの出力画像信号3104よりも、差分データの方がデータサイズが小さいため、LUT3109に必要なメモリ容量を小さくできるからである。

30

【0467】

さらに、出力画像信号が、2つの入力画像信号の四則演算等の簡単な演算によって求められるならば、加算器、減算器、乗算器等の簡単な回路の組み合わせによって実現できる。その結果、LUTを用いる必要が無くなり、製造コストを大幅に低減することができる。このような回路としては、図46の(E)に示す回路を挙げることができる。図46の(E)に示す補正回路3103は、減算器3111と、乗算器3112と、加算器3113を有する。まず、入力画像信号3101aと、入力画像信号3101bの差分を、減算器3111によって求める。その後、乗算器3112によって、適切な係数を差分値に

40

【0468】

なお、ある条件の下で、図46の(E)に示す補正回路3103を用いることによって、不適切な出力画像信号3104を出力することを防止することができる。その条件とは、オーバードライブ電圧を与える出力画像信号3104と、入力画像信号3101aおよび入力画像信号3101bの差分値に、線形性があることである。そして、この線形性の傾きを、乗算器3112によって乗ずる係数とする。すなわち、このような性質を持つ液晶

50

素子に、図46の(E)に示す補正回路3103を用いることが好ましい。このような性質を持つ液晶素子としては、応答速度の階調依存性の小さい、IPSモードの液晶素子が挙げられる。このように、たとえば、IPSモードの液晶素子に図46の(E)に示す補正回路3103を用いることによって、製造コストを大幅に低減でき、かつ、不適切な出力画像信号3104を出力することを防止することができるオーバードライブ回路を得ることができる。

【0469】

なお、図46の(A)乃至(E)に示した回路と同等の働きを、ソフトウェア処理によって実現してもよい。遅延回路に用いるメモリについては、液晶表示装置が有する他のメモリ、液晶表示装置に表示する画像を送り出す側の装置(たとえば、パーソナルコンピュータやそれに準じた装置が有するビデオカード等)が有するメモリ等を流用することができる。こうすることで、製造コストを低減できるだけでなく、オーバードライブの強さや利用する状況などを、ユーザが好みに応じて選択できるようにすることができる。

【0470】

次に、コモン線の電位を操作する駆動について、図47を参照して説明する。図47の(A)は、液晶素子のような容量的な性質を持つ表示素子を用いた表示装置において、走査線一本に対し、コモン線が一本配置されているときの、複数の画素回路を表した図である。図47の(A)に示す画素回路は、トランジスタ3201、補助容量3202、表示素子3203、映像信号線3204、走査線3205、コモン線3206、を備えている。

【0471】

トランジスタ3201のゲート電極は、走査線3205に電氣的に接続され、トランジスタ3201のソース電極及びドレイン電極の一方は、映像信号線3204に電氣的に接続され、トランジスタ3201のソース電極及びドレイン電極の他方は、補助容量3202の一方の電極、及び表示素子3203の一方の電極に電氣的に接続されている。また、補助容量3202の他方の電極は、コモン線3206に電氣的に接続されている。

【0472】

まず、走査線3205によって選択された画素は、トランジスタ3201がオンとなるため、それぞれ、映像信号線3204を介して、表示素子3203及び補助容量3202に映像信号に対応した電圧がかかる。このとき、その映像信号が、コモン線3206に接続された全ての画素に対して最低階調を表示させるものだった場合、あるいは、コモン線3206に接続された全ての画素に対して最高階調を表示させるものだった場合は、画素にそれぞれ映像信号線3204を介して映像信号を書き込む必要はない。映像信号線3204を介して映像信号を書き込む代わりに、コモン線3206の電位を動かすことで、表示素子3203にかかる電圧を変えることができる。

【0473】

次に、図47の(B)は、液晶素子のような容量的な性質を持つ表示素子を用いた表示装置において、走査線一本に対し、コモン線が2本配置されているときの、複数の画素回路を表した図である。図47の(B)に示す画素回路は、トランジスタ3211、補助容量3212、表示素子3213、映像信号線3214、走査線3215、第1のコモン線3216、第2のコモン線3217、を備えている。

【0474】

トランジスタ3211のゲート電極は、走査線3215に電氣的に接続され、トランジスタ3211のソース電極及びドレイン電極の一方は、映像信号線3214に電氣的に接続され、トランジスタ3211のソース電極及びドレイン電極の他方は、補助容量3212の一方の電極、及び表示素子3213の一方の電極に電氣的に接続されている。また、補助容量3212の他方の電極は、第1のコモン線3216に電氣的に接続されている。

また、当該画素と隣接する画素においては、補助容量3212の他方の電極は、第2のコモン線3217に電氣的に接続されている。

【0475】

10

20

30

40

50

図47の(B)に示す画素回路は、コモン線一本に対し電氣的に接続されている画素が少ないため、映像信号線3214を介して映像信号を書き込む代わりに、第1のコモン線3216又は第2のコモン線3217の電位を動かすことで、表示素子3213にかかる電圧を変えることができる頻度が、顕著に大きくなる。また、ソース反転駆動又はドット反転駆動が可能になる。ソース反転駆動又はドット反転駆動により、素子の信頼性を向上させつつ、フリッカを抑えることができる。

【0476】

次に、走査型バックライトについて、図66を参照して説明する。図66の(A)は、冷陰極管を並置した走査型バックライトを示す図である。図66の(A)に示す走査型バックライトは、拡散板6601と、N個の冷陰極管6602₁から6602_Nと、を備える。N個の冷陰極管6602₁から6602_Nを、拡散板6601の後ろに並置することで、N個の冷陰極管6602₁から6602_Nは、その輝度を変化させて走査することができる。

10

【0477】

走査するときの各冷陰極管の輝度の変化を、図66の(C)を用いて説明する。まず、冷陰極管6602₁の輝度を、一定時間変化させる。そして、その後、冷陰極管6602₁の隣に配置された冷陰極管6602₂の輝度を、同じ時間だけ変化させる。このように、冷陰極管6602₁から6602_Nまで、輝度を順に変化させる。なお、図66の(C)においては、一定時間変化させる輝度は、元の輝度より小さいものとしたが、元の輝度より大きくてもよい。また、冷陰極管6602₁から6602_Nまで走査

20

【0478】

図66のように駆動することで、バックライトの平均輝度を小さくすることができる。したがって、液晶表示装置の消費電力の大部分を占める、バックライトの消費電力を低減することができる。

【0479】

なお、走査型バックライトの光源として、LEDを用いてもよい。その場合の走査型バックライトは、図66の(B)のようになる。図66の(B)に示す走査型バックライトは、拡散板6611と、LEDを並置した光源6612₁から6612_Nと、を備える。走査型バックライトの光源として、LEDを用いた場合、バックライトを薄く、軽くできる利点がある。また、色再現範囲を広げることができるという利点がある。さらに、LEDを並置した光源6612₁から6612_Nのそれぞれに並置したLEDも、同様に走査することができるので、点走査型のバックライトとすることもできる。点走査型とすれば、動画の画質をさらに向上させることができる。

30

【0480】

なお、バックライトの光源としてLEDを用いた場合も、図66の(C)に示すように輝度を変化させて駆動することができる。

【0481】

なお、本実施の形態において、様々な図を用いて述べてきたが、各々の図で述べた内容(一部でもよい)は、別の図で述べた内容(一部でもよい)に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことができる。さらに、これまでに述べた図において、各々の部分に関して、別の部分を組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることができる。

40

【0482】

同様に、本実施の形態の各々の図で述べた内容(一部でもよい)は、別の実施の形態の図で述べた内容(一部でもよい)に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことができる。さらに、本実施の形態の図において、各々の部分に関して、別の実施の形態の部分を組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることができる。

【0483】

なお、本実施の形態は、他の実施の形態で述べた内容(一部でもよい)を、具現化した場

50

合の一例、少し変形した場合の一例、一部を変更した場合の一例、改良した場合の一例、詳細に述べた場合の一例、応用した場合の一例、関連がある部分についての一例などを示している。したがって、他の実施の形態で述べた内容は、本実施の形態への適用、組み合わせ、又は置き換えを自由に行うことができる。

【0484】

(実施の形態10)

本実施の形態においては、表示装置の動作について説明する。

【0485】

図67は、表示装置の構成例を示す図である。

【0486】

表示装置は、画素部6701、信号線駆動回路6703及び走査線駆動回路6704を有する。画素部6701には、複数の信号線S1乃至Smが信号線駆動回路6703から列方向に延伸して配置されている。画素部6701には、複数の走査線G1乃至Gnが走査線駆動回路6704から行方向に延伸して配置されている。そして、複数の信号線S1乃至Smと複数の走査線G1乃至Gnとがそれぞれ交差するところで、画素6702がマトリクス状に配置されている。

【0487】

なお、信号線駆動回路6703は、信号線S1乃至Snそれぞれに信号を出力する機能を有する。この信号をビデオ信号と呼んでもよい。なお、走査線駆動回路6704は、走査線G1乃至Gmそれぞれに信号を出力する機能を有する。この信号を走査信号と呼んでもよい。

【0488】

なお、画素6702は、少なくとも信号線と接続されたスイッチング素子を有している。このスイッチング素子は、走査線の電位(走査信)によってオン、オフが制御される。そして、スイッチング素子がオンしている場合に画素6702は選択され、オフしている場合に画素6702は選択されない。

【0489】

画素6702が選択されている場合(選択状態)は、信号線から画素6702にビデオ信号が入力される。そして、画素6702の状態(例えば、輝度、透過率、保持容量の電圧など)は、この入力されたビデオ信号に応じて変化する。

【0490】

画素6702が選択されていない場合(非選択状態)は、ビデオ信号が画素6702に入力されない。ただし、画素6702は選択時に入力されたビデオ信号に応じた電位を保持しているため、画素6702はビデオ信号に応じた(例えば、輝度、透過率、保持容量の電圧など)を維持する。

【0491】

なお、表示装置の構成は、図67に限定されない。例えば、画素6702の構成に応じて、新たに配線(走査線、信号線、電源線、容量線又はコモン線など)を追加してもよい。別の例として、様々な機能を有する回路を追加してもよい。

【0492】

図68は、表示装置の動作を説明するためのタイミングチャートの一例を示す。

【0493】

図68のタイミングチャートは、1画面分の画像を表示する期間に相当する1フレーム期間を示す。1フレーム期間は特に限定はしないが、画像を見る人がちらつき(フリッカ)を感じないように少なくとも1/60秒以下とすることが好ましい。

【0494】

図68のタイミングチャートは、1行目の走査線G1、i行目の走査線Gi(走査線G1乃至Gmのうちいずれか)、i+1行目の走査線Gi+1及びm行目の走査線Gmがそれぞれ選択されるタイミングを示している。

【0495】

10

20

30

40

50

なお、走査線が選択されると同時に、当該走査線に接続されている画素 6702 も選択される。例えば、 i 行目の走査線 G_i が選択されていると、 i 行目の走査線 G_i に接続されている画素 6702 も選択される。

【0496】

走査線 G_1 乃至 G_m の走査線それぞれは、1 行目の走査線 G_1 から m 行目の走査線 G_m まで順に選択される（以下、走査するともいう）。例えば、 i 行目の走査線 G_i が選択されている期間は、 i 行目の走査線 G_i 以外の走査線（ G_1 乃至 G_{i-1} 、 G_{i+1} 乃至 G_m ）は選択されない。そして、次の期間に、 $i+1$ 行目の走査線 G_{i+1} が選択される。なお、1 つの走査線が選択されている期間を 1 ゲート選択期間と呼ぶ。

【0497】

したがって、ある行の走査線が選択されると、当該走査線に接続された複数の画素 6702 に、信号線 G_1 乃至信号線 G_m それぞれからビデオ信号が入力される。例えば、 i 行目の走査線 G_i が選択されている間、 i 行目の走査線 G_i に接続されている複数の画素 6702 は、各々の信号線 S_1 乃至 S_n から任意のビデオ信号をそれぞれ入力する。こうして、個々の複数の画素 6702 を走査信号及びビデオ信号によって、独立して制御することができる。

【0498】

次に、1 ゲート選択期間を複数のサブゲート選択期間に分割した場合について説明する。図 69 は、1 ゲート選択期間を 2 つのサブゲート選択期間（第 1 のサブゲート選択期間及び第 2 のサブゲート選択期間）に分割した場合のタイミングチャートを示す。

【0499】

なお、1 ゲート選択期間を 3 つ以上のサブゲート選択期間に分割することもできる。

【0500】

図 69 のタイミングチャートは、1 画面分の画像を表示する期間に相当する 1 フレーム期間を示す。1 フレーム期間は特に限定はしないが、画像を見る人がちらつき（フリッカ）を感じないように少なくとも $1/60$ 秒以下とすることが好ましい。

【0501】

なお、1 フレームは 2 つのサブフレーム（第 1 のサブフレーム及び第 2 のサブフレーム）に分割されている。

【0502】

図 69 のタイミングチャートは、 i 行目の走査線 G_i 、 $i+1$ 行目の走査線 G_{i+1} 、 j 行目の走査線 G_j （走査線 G_{i+1} 乃至 G_m のうちいずれか）、 $j+1$ 行目の走査線及び G_{j+1} 行目の走査線 G_{j+1} がそれぞれ選択されるタイミングを示している。

【0503】

なお、走査線が選択されると同時に、当該走査線に接続されている画素 6702 も選択される。例えば、 i 行目の走査線 G_i が選択されていると、 i 行目の走査線 G_i に接続されている画素 6702 も選択される。

【0504】

なお、走査線 G_1 乃至 G_m の走査線それぞれは、各サブゲート選択期間内で順に走査される。例えば、ある 1 ゲート選択期間において、第 1 のサブゲート選択期間では i 行目の走査線 G_i が選択され、第 2 のサブゲート選択期間では j 行目の走査線 G_j が選択される。すると、1 ゲート選択期間において、あたかも同時に 2 行分の走査信号を選択したかのように動作させることが可能となる。このとき、第 1 のサブゲート選択期間と第 2 のサブゲート選択期間とで、別々のビデオ信号が信号線 S_1 乃至 S_n に入力される。したがって、 i 行目に接続されている複数の画素 6702 と j 行目に接続されている複数の画素 6702 とには、別々のビデオ信号を入力することができる。

【0505】

次に、入力される画像データのフレームレート（入力フレームレートとも記す）と、表示のフレームレート（表示フレームレートとも記す）を変換する駆動方法について説明する。なお、フレームレートとは、1 秒間あたりのフレームの数であり、単位は Hz である。

10

20

30

40

50

【0506】

本実施の形態では、入力フレームレートは、表示のフレームレートと、必ずしも一致していなくてもよい。入力フレームレートと表示フレームレートが異なる場合は、画像データのフレームレートを変換する回路（フレームレート変換回路）によって、フレームレートを変換することができる。こうすることによって、入力フレームレートと表示フレームレートが異なっている場合でも、様々な表示フレームレートで表示を行なうことができる。

【0507】

入力フレームレートが表示フレームレートよりも大きい場合、入力される画像データの一部を破棄することで、様々な表示フレームレートに変換して表示を行なうことができる。この場合は、表示フレームレートを小さくできるため、表示するための駆動回路の動作周波数を小さくすることができ、消費電力を低減できる。一方、入力フレームレートが表示フレームレートよりも小さい場合、入力される画像データの全部または一部を複数回表示させる、入力される画像データから別の画像を生成する、入力される画像データとは関係のない画像を生成する、等の手段を用いることで、様々な表示フレームレートに変換して表示を行なうことができる。この場合は、表示フレームレートを大きくすることによって、動画の品質を向上することができる。

【0508】

本実施の形態においては、入力フレームレートが表示フレームレートよりも小さい場合のフレームレート変換方法について詳細に説明する。なお、入力フレームレートが表示フレームレートよりも大きい場合のフレームレート変換方法については、入力フレームレートが表示フレームレートよりも小さい場合のフレームレート変換方法の逆の手順を実行することによって実現することができる。

【0509】

本実施の形態においては、入力フレームレートと同じフレームレートで表示される画像のことを基本画像と呼ぶこととする。一方、基本画像とは異なるフレームレートで表示される画像であって、入力フレームレートと表示フレームレートの整合を取るために表示される画像のことを、補間画像と呼ぶこととする。基本画像には、入力される画像データと同じ画像を用いることができる。補間画像には、基本画像と同じ画像を用いることができる。さらに、基本画像とは異なる画像を作成し、作成した画像を補間画像とすることもできる。

【0510】

補間画像を作成する場合は、入力される画像データの時間的変化（画像の動き）を検出し、これらの中間状態の画像を補間画像とする方法、基本画像の輝度にある係数をかけた画像を補間画像とする方法、入力された画像データから、異なる複数の画像を作成し、当該複数の画像を時間的に連続して提示する（当該複数の画像のうちの1つを基本画像とし、残りを補間画像とする）ことで、入力された画像データに対応する画像が表示されたように観察者に知覚させる方法、等がある。入力された画像データから異なる複数の画像を作成する方法としては、入力された画像データのガンマ値を変換する方法、入力された画像データに含まれる階調値を分割する方法、等がある。

【0511】

なお、中間状態の画像（中間画像）とは、入力された画像データの時間的変化（画像の動き）を検出し、検出された動きを内挿して求められた画像である。このような方法によって中間画像を求めることを、動き補償と呼ぶこととする。

【0512】

次に、フレームレート変換方法の具体例について説明する。この方法によれば、任意の有理数（ n/m ）倍のフレームレート変換を実現することができる。ここで、 n および m は1以上の整数とする。本実施の形態におけるフレームレート変換方法は、第1のステップと、第2のステップに分けて取り扱うことができる。ここで、第1のステップは、任意の有理数（ n/m ）倍にフレームレート変換するステップである。ここでは、補間画像として基本画像を用いてもよいし、動き補償によって求めた中間画像を補間画像として用いて

10

20

30

40

50

もよい。第2のステップは、入力された画像データまたは第1のステップにおいてフレームレート変換された各々の画像から、異なる複数の画像(サブ画像)を作成し、当該複数のサブ画像を時間的に連続して表示する方法を行なうためのステップである。第2のステップによる方法を用いることによって、実際は複数の異なる画像を表示しているにもかかわらず、見た目上、元の画像が表示されたように人間の目に知覚させることもできる。

【0513】

なお、本実施の形態におけるフレームレート変換方法は、第1のステップおよび第2のステップを両方用いてもよいし、第1のステップを省略して第2のステップのみ用いてもよいし、第2のステップを省略して第1のステップのみを用いてもよい。

【0514】

まず、第1のステップとして、任意の有理数(n/m)倍のフレームレート変換について説明する。(図70参照)図70は、横軸は時間であり、縦軸は様々な n および m について場合分けを行なって示したものである。図70内の図形は、表示される画像の模式図を表しており、その横位置によって表示されるタイミングを表している。さらに、図形内に表示した点によって、画像の動きを模式的に表しているものとする。ただし、これは説明のための例であり、表示される画像はこれに限定されない。この方法は、様々な画像に対して適用することができる。

【0515】

期間 T_{in} は、入力画像データの周期を表している。入力画像データの周期は、入力フレームレートに対応している。たとえば、入力フレームレートが60Hzの場合は、入力画像データの周期は $1/60$ 秒である。同様に、入力フレームレートが50Hzであれば、入力画像データの周期は $1/50$ 秒である。このように、入力画像データの周期(単位:秒)は入力フレームレート(単位:Hz)の逆数となる。なお、入力フレームレートは様々なものを用いることができる。たとえば、24Hz、50Hz、60Hz、70Hz、48Hz、100Hz、120Hz、140Hz、等を挙げることができる。ここで、24Hzはフィルム映画等に用いられるフレームレートである。50Hzは、PAL規格の映像信号等に用いられるフレームレートである。60Hzは、NTSC規格の映像信号等に用いられるフレームレートである。70Hzは、パーソナルコンピュータのディスプレイ入力信号等に用いられるフレームレートである。48Hz、100Hz、120Hz、140Hz、は、これらの2倍のフレームレートである。なお、2倍に限らず、様々な倍

【0516】

第1のステップにおける任意の有理数(n/m)倍のフレームレート変換の手順は、以下のとおりである。

手順1として、第1の基本画像に対する第 k の補間画像(k は1以上の整数;初期値は1)の表示タイミングを決定する。第 k の補間画像の表示タイミングは、第1の基本画像が表示されてから、入力画像データの周期を $k(m/n)$ 倍した期間が経過した時点であるとする。

手順2として、第 k の補間画像の表示タイミングの決定に用いた係数 $k(m/n)$ が、整数であるかどうかを判別する。整数であった場合は、第 k の補間画像の表示タイミングにおいて第 $(k(m/n)+1)$ の基本画像を表示し、第1のステップを終了する。整数でなかった場合は、手順3に進む。

手順3として、第 k の補間画像として用いる画像を決定する。具体的には、第 k の補間画像の表示タイミングの決定に用いた係数 $k(m/n)$ を、 $x+y/n$ の形に変換する。ここで、 x および y は整数であり、 y は n よりも小さい数であるとする。そして、第 k の補間画像を動き補償によって求めた中間画像とする場合は、第 k の補間画像は、第 $(x+1)$ の基本画像から第 $(x+2)$ の基本画像までの画像の動きを (y/n) 倍した動きに相当する画像として求めた中間画像とする。第 k の補間画像を基本画像と同じ画像とする場合は、第 $(x+1)$ の基本画像を用いることができる。なお、画像の動きを (y/n) 倍

10

20

30

40

50

した動きに相当する画像として中間画像を求める方法については、別の部分で詳細に述べる。

手順4として、対象とする補間画像を次の補間画像に移す。具体的には、 k の値を1増加させ、手順1に戻る。

【0517】

次に、第1のステップにおける手順において、 n および m の値を具体的に示して詳細に説明する。

【0518】

なお、第1のステップにおける手順を実行する仕組みは、装置に実装されたものであってもよいし、装置の設計段階であらかじめ決められたものであってもよい。第1のステップにおける手順を実行する仕組みが装置に実装されていれば、状況に応じた最適な動作が行われるように、駆動方法を切り替えることが可能となる。なお、ここでいう状況とは、画像データの内容、装置内外の環境（温度、湿度、気圧、光、音、磁界、電界、放射線量、高度、加速度、移動速度、等）、ユーザ設定、ソフトウェアバージョン、等を含む。一方、第1のステップにおける手順を実行する仕組みが装置の設計段階であらかじめ決められたものであれば、それぞれの駆動方法に最適な駆動回路を用いることができ、さらに、仕組みが決められていることによって、量産効果による製造コストの低減が期待できる。

【0519】

$n = 1$, $m = 1$ 、すなわち変換比 (n / m) が1 (図70の $n = 1$, $m = 1$ の箇所) の場合は、第1のステップにおける動作は次のようになる。まず、 $k = 1$ のとき、手順1では、第1の基本画像に対する第1の補間画像の表示タイミングを決定する。第1の補間画像の表示タイミングは、第1の基本画像が表示されてから、入力画像データの周期を $k (m / n)$ 倍すなわち1倍した期間が経過した時点である。

【0520】

次に、手順2では、第1の補間画像の表示タイミングの決定に用いた係数 $k (m / n)$ が、整数であるかどうかを判別する。ここで、係数 $k (m / n)$ は1であるので、整数である。したがって、第1の補間画像の表示タイミングにおいては第 $(k (m / n) + 1)$ すなわち第2の基本画像を表示し、第1のステップを終了する。

【0521】

すなわち、変換比が1である場合は、第 k の画像は基本画像であり、第 $k + 1$ の画像は基本画像であり、画像表示周期は、入力画像データの周期の1倍であることを特徴とする。

【0522】

具体的な表現としては、変換比が1 ($n / m = 1$) である場合は、第 i (i は正の整数) の画像データと、第 $i + 1$ の画像データと、が、入力画像データとして一定の周期で順次入力され、第 k (k は正の整数) の画像と、第 $k + 1$ の画像と、を、入力画像データの周期と等倍の間隔で順次表示する表示装置の駆動方法であって、前記第 k の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、前記第 $k + 1$ の画像は、前記第 $i + 1$ の画像データにしたがって表示されることを特徴とする。

【0523】

ここで、変換比が1である場合は、フレームレート変換回路を省略することができるため、製造コストを低減できるという利点を有する。さらに、変換比が1である場合は、変換比が1より小さい場合よりも動画の品質を向上できるという利点を有する。さらに、変換比が1である場合は、変換比が1より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できるという利点を有する。

【0524】

$n = 2$, $m = 1$ 、すなわち変換比 (n / m) が2 (図70の $n = 2$, $m = 1$ の箇所) の場合は、第1のステップにおける動作は次のようになる。まず、 $k = 1$ のとき、手順1では

、第1の基本画像に対する第1の補間画像の表示タイミングを決定する。第1の補間画像の表示タイミングは、第1の基本画像が表示されてから、入力画像データの周期を $k(m/n)$ 倍すなわち $1/2$ 倍した期間が経過した時点である。

【0525】

次に、手順2では、第1の補間画像の表示タイミングの決定に用いた係数 $k(m/n)$ が、整数であるかどうかを判別する。ここで、係数 $k(m/n)$ は $1/2$ であるので、整数ではない。したがって、手順3に進む。

【0526】

手順3では、第1の補間画像として用いる画像を決定する。そのために、係数 $1/2$ を $x + y/n$ の形に変換する。係数 $1/2$ の場合は、 $x = 0$ 、 $y = 1$ である。そして、第1の補間画像を動き補償によって求めた中間画像とする場合は、第1の補間画像は、第 $(x + 1)$ すなわち第1の基本画像から第 $(x + 2)$ すなわち第2の基本画像までの画像の動きを y/n 倍すなわち $1/2$ 倍した動きに相当する画像として求めた中間画像とする。第1の補間画像を基本画像と同じ画像とする場合は、第 $(x + 1)$ すなわち第1の基本画像を用いることができる。

【0527】

ここまでの手順により、第1の補間画像の表示タイミングと、第1の補間画像として表示する画像を決定することができた。次に、手順4では、対象とする補間画像を、第1の補間画像から第2の補間画像へ移す。すなわち、 k を1から2に変更し、手順1に戻る。

【0528】

$k = 2$ のとき、手順1では、第1の基本画像に対する第2の補間画像の表示タイミングを決定する。第2の補間画像の表示タイミングは、第1の基本画像が表示されてから、入力画像データの周期を $k(m/n)$ 倍すなわち1倍した期間が経過した時点である。

【0529】

次に、手順2では、第2の補間画像の表示タイミングの決定に用いた係数 $k(m/n)$ が、整数であるかどうかを判別する。ここで、係数 $k(m/n)$ は1であるので、整数である。したがって、第2の補間画像の表示タイミングにおいては第 $(k(m/n) + 1)$ すなわち第2の基本画像を表示し、第1のステップを終了する。

【0530】

すなわち、変換比が $2(n/m = 2)$ である場合は、
第 k の画像は基本画像であり、
第 $k + 1$ の画像は補間画像であり、
第 $k + 2$ の画像は基本画像であり、画像表示周期は、入力画像データの周期の $1/2$ 倍であることを特徴とする。

【0531】

具体的な表現としては、変換比が $2(n/m = 2)$ である場合は、
第 i (i は正の整数)の画像データと、
第 $i + 1$ の画像データと、が、入力画像データとして一定の周期で順次入力され、
第 k (k は正の整数)の画像と、
第 $k + 1$ の画像と、
第 $k + 2$ の画像と、を、入力画像データの周期の $1/2$ 倍の間隔で順次表示する表示装置の駆動方法であって、
前記第 k の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
前記第 $k + 1$ の画像は、前記第 i の画像データから前記第 $i + 1$ の画像データまでの動きを $1/2$ 倍した動きに相当する画像データにしたがって表示され、
前記第 $k + 2$ の画像は、前記第 $i + 1$ の画像データにしたがって表示されることを特徴とする。

【0532】

さらに別の具体的な表現としては、変換比が $2(n/m = 2)$ である場合は、
第 i (i は正の整数)の画像データと、

第 $i + 1$ の画像データと、が、入力画像データとして一定の周期で順次入力され、
 第 k (k は正の整数) の画像と、
 第 $k + 1$ の画像と、
 第 $k + 2$ の画像と、を、入力画像データの周期の $1 / 2$ 倍の間隔で順次表示する表示装置
 の駆動方法であって、
 前記第 k の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 1$ の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 2$ の画像は、前記第 $i + 1$ の画像データにしたがって表示される
 ことを特徴とする。

【0533】

具体的には、変換比が2である場合は、2倍速駆動、または単に倍速駆動とも呼ばれる。
 たとえば、入力フレームレートが60Hzであれば、表示フレームレートは120Hz (120Hz 駆動) である。そして、ひとつの入力画像に対し、画像を2回連続して表示す
 ることになる。このとき、補間画像が動き補償によって求められた中間画像である場合は
 、動画の動きを滑らかにすることができるため、動画の品質を顕著に向上させることが可
 能である。さらに、表示装置がアクティブマトリクス方式の液晶表示装置である場合は、
 特に顕著な画質改善効果をもたらす。これは、液晶素子の静電容量が印加電圧によって変
 動してしまう、いわゆるダイナミックキャパシタンスによる書き込み電圧不足の問題に関
 係する。すなわち、表示フレームレートを入力フレームレートよりも大きくすることによ
 って、画像データの書き込み動作の頻度を大きくできるので、ダイナミックキャパシタ
 ンスによる書き込み電圧不足に起因する、動画の尾引き、残像等の障害を低減すること
 ができる。さらに、液晶表示装置の交流駆動と120Hz駆動を組み合わせるのも効果的であ
 る。すなわち、液晶表示装置の駆動周波数を120Hzとしつつ、交流駆動の周波数をそ
 の整数倍または整数分の一(たとえば、30Hz、60Hz、120Hz、240Hz等
)とすることによって、交流駆動によって現れるフリッカを、人間の目に知覚されない程
 度に低減することができる。

【0534】

$n = 3$, $m = 1$ 、すなわち変換比 (n / m) が3 (図70の $n = 3$, $m = 1$ の箇所) の場
 合は、第1のステップにおける動作は次のようになる。まず、 $k = 1$ のとき、手順1では
 、第1の基本画像に対する第1の補間画像の表示タイミングを決定する。第1の補間画像
 の表示タイミングは、第1の基本画像が表示されてから、入力画像データの周期を k (m
 $/ n$) 倍すなわち $1 / 3$ 倍した期間が経過した時点である。

【0535】

次に、手順2では、第1の補間画像の表示タイミングの決定に用いた係数 k (m / n) が
 、整数であるかどうかを判別する。ここで、係数 k (m / n) は $1 / 3$ であるので、整数
 ではない。したがって、手順3に進む。

【0536】

手順3では、第1の補間画像として用いる画像を決定する。そのために、係数 $1 / 3$ を x
 $+ y / n$ の形に変換する。係数 $1 / 3$ の場合は、 $x = 0$, $y = 1$ である。そして、第1の
 補間画像を動き補償によって求めた中間画像とする場合は、第1の補間画像は、第 ($x +$
 1) すなわち第1の基本画像から第 ($x + 2$) すなわち第2の基本画像までの画像の動き
 を y / n 倍すなわち $1 / 3$ 倍した動きに相当する画像として求めた中間画像とする。第1
 の補間画像を基本画像と同じ画像とする場合は、第 ($x + 1$) すなわち第1の基本画像を
 用いることができる。

【0537】

ここまでの手順により、第1の補間画像の表示タイミングと、第1の補間画像として表示
 する画像を決定することができた。次に、手順4では、対象とする補間画像を、第1の補
 間画像から第2の補間画像へ移す。すなわち、 k を1から2に変更し、手順1に戻る。

【0538】

$k = 2$ のとき、手順1では、第1の基本画像に対する第2の補間画像の表示タイミングを

10

20

30

40

50

決定する。第2の補間画像の表示タイミングは、第1の基本画像が表示されてから、入力画像データの周期を $k(m/n)$ 倍すなわち $2/3$ 倍した期間が経過した時点である。

【0539】

次に、手順2では、第2の補間画像の表示タイミングの決定に用いた係数 $k(m/n)$ が、整数であるかどうかを判別する。ここで、係数 $k(m/n)$ は $2/3$ であるので、整数ではない。したがって、手順3に進む。

【0540】

手順3では、第2の補間画像として用いる画像を決定する。そのために、係数 $2/3$ を $x + y/n$ の形に変換する。係数 $2/3$ の場合は、 $x = 0$ 、 $y = 2$ である。そして、第2の補間画像を動き補償によって求めた中間画像とする場合は、第2の補間画像は、第 $(x + 1)$ すなわち第1の基本画像から第 $(x + 2)$ すなわち第2の基本画像までの画像の動きを y/n 倍すなわち $2/3$ 倍した動きに相当する画像として求めた中間画像とする。第2の補間画像を基本画像と同じ画像とする場合は、第 $(x + 1)$ すなわち第1の基本画像を用いることができる。

10

【0541】

ここまでの手順により、第2の補間画像の表示タイミングと、第2の補間画像として表示する画像を決定することができた。次に、手順4では、対象とする補間画像を、第2の補間画像から第3の補間画像へ移す。すなわち、 k を2から3に変更し、手順1に戻る。

【0542】

$k = 3$ のとき、手順1では、第1の基本画像に対する第3の補間画像の表示タイミングを決定する。第3の補間画像の表示タイミングは、第1の基本画像が表示されてから、入力画像データの周期を $k(m/n)$ 倍すなわち1倍した期間が経過した時点である。

20

【0543】

次に、手順2では、第3の補間画像の表示タイミングの決定に用いた係数 $k(m/n)$ が、整数であるかどうかを判別する。ここで、係数 $k(m/n)$ は1であるので、整数である。したがって、第3の補間画像の表示タイミングにおいては第 $(k(m/n) + 1)$ すなわち第2の基本画像を表示し、第1のステップを終了する。

【0544】

すなわち、変換比が $3(n/m = 3)$ である場合は、
 第 k の画像は基本画像であり、
 第 $k + 1$ の画像は補間画像であり、
 第 $k + 2$ の画像は補間画像であり、
 第 $k + 3$ の画像は基本画像であり、画像表示周期は、入力画像データの周期の $1/3$ 倍であることを特徴とする。

30

【0545】

具体的な表現としては、変換比が $3(n/m = 3)$ である場合は、
 第 i (i は正の整数)の画像データと、
 第 $i + 1$ の画像データと、が、入力画像データとして一定の周期で順次入力され、
 第 k (k は正の整数)の画像と、
 第 $k + 1$ の画像と、
 第 $k + 2$ の画像と、
 第 $k + 3$ の画像と、を、入力画像データの周期の $1/3$ 倍の間隔で順次表示する表示装置の駆動方法であって、
 前記第 k の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 1$ の画像は、前記第 i の画像データから前記第 $i + 1$ の画像データまでの動きを $1/3$ 倍した動きに相当する画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 2$ の画像は、前記第 i の画像から前記第 $i + 1$ の画像までの動きを $2/3$ 倍した動きに相当する画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 3$ の画像は、前記第 $i + 1$ の画像データにしたがって表示されることを特徴とする。

40

50

【0546】

さらに別の具体的な表現としては、変換比が3 ($n/m = 3$)である場合は、
 第 i (i は正の整数) の画像データと、
 第 $i + 1$ の画像データと、が、入力画像データとして一定の周期で順次入力され、
 第 k (k は正の整数) の画像と、
 第 $k + 1$ の画像と、
 第 $k + 2$ の画像と、
 第 $k + 3$ の画像と、を、入力画像データの周期の $1/3$ 倍の間隔で順次表示する表示装置
 の駆動方法であって、
 前記第 k の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 1$ の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 2$ の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 3$ の画像は、前記第 $i + 1$ の画像データにしたがって表示される
 ことを特徴とする。

10

【0547】

ここで、変換比が3である場合は、変換比が3より小さい場合よりも動画の品質を向上
 できるという利点を有する。さらに、変換比が3である場合は、変換比が3より大きい場合
 よりも消費電力および製造コストを低減できるという利点を有する。

【0548】

具体的には、変換比が3である場合は、3倍速駆動とも呼ばれる。たとえば、入力フレ
 ムレートが60Hzであれば、表示フレームレートは180Hz (180Hz駆動) であ
 る。そして、ひとつの入力画像に対し、画像を3回連続して表示することになる。このと
 き、補間画像が動き補償によって求められた中間画像である場合は、動画の動きを滑らか
 にすることができるため、動画の品質を顕著に向上させることが可能である。さらに、表
 示装置がアクティブマトリクス方式の液晶表示装置である場合は、ダイナミックキャパシ
 タンスによる書き込み電圧不足の問題が回避できるため、動画の尾引き、残像等の障害に
 対し特に顕著な画質改善効果をもたらす。さらに、液晶表示装置の交流駆動と180Hz
 駆動を組み合わせるのも効果的である。すなわち、液晶表示装置の駆動周波数を180H
 zとしつつ、交流駆動の周波数をその整数倍または整数分の一(たとえば、45Hz、9
 0Hz、180Hz、360Hz等)とすることによって、交流駆動によって現れるフリ
 ッカを、人間の目に知覚されない程度に低減することができる。

20

30

【0549】

$n = 3$, $m = 2$ 、すなわち変換比 (n/m) が $3/2$ (図70の $n = 3$, $m = 2$ の箇所)
 の場合は、第1のステップにおける動作は次のようになる。まず、 $k = 1$ のとき、手順1
 では、第1の基本画像に対する第1の補間画像の表示タイミングを決定する。第1の補間
 画像の表示タイミングは、第1の基本画像が表示されてから、入力画像データの周期を k
 (m/n) 倍すなわち $2/3$ 倍した期間が経過した時点である。

【0550】

次に、手順2では、第1の補間画像の表示タイミングの決定に用いた係数 $k (m/n)$ が
 、整数であるかどうかを判別する。ここで、係数 $k (m/n)$ は $2/3$ であるので、整数
 ではない。したがって、手順3に進む。

40

【0551】

手順3では、第1の補間画像として用いる画像を決定する。そのために、係数 $2/3$ を x
 $+ y/n$ の形に変換する。係数 $2/3$ の場合は、 $x = 0$, $y = 2$ である。そして、第1の
 補間画像を動き補償によって求めた中間画像とする場合は、第1の補間画像は、第 $(x +$
 $1)$ すなわち第1の基本画像から第 $(x + 2)$ すなわち第2の基本画像までの画像の動き
 を y/n 倍すなわち $2/3$ 倍した動きに相当する画像として求めた中間画像とする。第1
 の補間画像を基本画像と同じ画像とする場合は、第 $(x + 1)$ すなわち第1の基本画像を
 用いることができる。

【0552】

50

ここまでの手順により、第1の補間画像の表示タイミングと、第1の補間画像として表示する画像を決定することができた。次に、手順4では、対象とする補間画像を、第1の補間画像から第2の補間画像へ移す。すなわち、 k を1から2に変更し、手順1に戻る。

【0553】

$k = 2$ のとき、手順1では、第1の基本画像に対する第2の補間画像の表示タイミングを決定する。第2の補間画像の表示タイミングは、第1の基本画像が表示されてから、入力画像データの周期を $k(m/n)$ 倍すなわち $4/3$ 倍した期間が経過した時点である。

【0554】

次に、手順2では、第2の補間画像の表示タイミングの決定に用いた係数 $k(m/n)$ が、整数であるかどうかを判別する。ここで、係数 $k(m/n)$ は $4/3$ であるので、整数ではない。したがって、手順3に進む。

10

【0555】

手順3では、第2の補間画像として用いる画像を決定する。そのために、係数 $4/3$ を $x + y/n$ の形に変換する。係数 $4/3$ の場合は、 $x = 1$ 、 $y = 1$ である。そして、第2の補間画像を動き補償によって求めた中間画像とする場合は、第2の補間画像は、第 $(x + 1)$ すなわち第2の基本画像から第 $(x + 2)$ すなわち第3の基本画像までの画像の動きを y/n 倍すなわち $1/3$ 倍した動きに相当する画像として求めた中間画像とする。第2の補間画像を基本画像と同じ画像とする場合は、第 $(x + 1)$ すなわち第2の基本画像を用いることができる。

【0556】

20

ここまでの手順により、第2の補間画像の表示タイミングと、第2の補間画像として表示する画像を決定することができた。次に、手順4では、対象とする補間画像を、第2の補間画像から第3の補間画像へ移す。すなわち、 k を2から3に変更し、手順1に戻る。

【0557】

$k = 3$ のとき、手順1では、第1の基本画像に対する第3の補間画像の表示タイミングを決定する。第3の補間画像の表示タイミングは、第1の基本画像が表示されてから、入力画像データの周期を $k(m/n)$ 倍すなわち2倍した期間が経過した時点である。

【0558】

次に、手順2では、第3の補間画像の表示タイミングの決定に用いた係数 $k(m/n)$ が、整数であるかどうかを判別する。ここで、係数 $k(m/n)$ は2であるので、整数である。したがって、第3の補間画像の表示タイミングにおいては第 $(k(m/n) + 1)$ すなわち第3の基本画像を表示し、第1のステップを終了する。

30

【0559】

すなわち、変換比が $3/2$ ($n/m = 3/2$)である場合は、
第 k の画像は基本画像であり、
第 $k + 1$ の画像は補間画像であり、
第 $k + 2$ の画像は補間画像であり、
第 $k + 3$ の画像は基本画像であり、画像表示周期は、入力画像データの周期の $2/3$ 倍であることを特徴とする。

【0560】

40

具体的な表現としては、変換比が $3/2$ ($n/m = 3/2$)である場合は、
第 i (i は正の整数)の画像データと、
第 $i + 1$ の画像データと、
第 $i + 2$ の画像データと、が、入力画像データとして一定の周期で順次入力され、
第 k (k は正の整数)の画像と、
第 $k + 1$ の画像と、
第 $k + 2$ の画像と、
第 $k + 3$ の画像と、を、入力画像データの周期の $2/3$ 倍の間隔で順次表示する表示装置の駆動方法であって、
前記第 k の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、

50

前記第 $k + 1$ の画像は、前記第 i の画像データから前記第 $i + 1$ の画像データまでの動きを $2 / 3$ 倍した動きに相当する画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 2$ の画像は、前記第 $i + 1$ の画像から前記第 $i + 2$ の画像までの動きを $1 / 3$ 倍した動きに相当する画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 3$ の画像は、前記第 $i + 2$ の画像データにしたがって表示されることを特徴とする。

【0561】

さらに別の具体的な表現としては、変換比が $3 / 2$ ($n / m = 3 / 2$) である場合は、第 i (i は正の整数) の画像データと、
 第 $i + 1$ の画像データと、
 第 $i + 2$ の画像データと、が、入力画像データとして一定の周期で順次入力され、
 第 k (k は正の整数) の画像と、
 第 $k + 1$ の画像と、
 第 $k + 2$ の画像と、
 第 $k + 3$ の画像と、を、入力画像データの周期の $2 / 3$ 倍の間隔で順次表示する表示装置の駆動方法であって、
 前記第 k の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 1$ の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 2$ の画像は、前記第 $i + 1$ の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 3$ の画像は、前記第 $i + 2$ の画像データにしたがって表示されることを特徴とする。

【0562】

ここで、変換比が $3 / 2$ である場合は、変換比が $3 / 2$ より小さい場合よりも動画の品質を向上できるという利点を有する。さらに、変換比が $3 / 2$ である場合は、変換比が $3 / 2$ より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できるという利点を有する。

【0563】

具体的には、変換比が $3 / 2$ である場合は、 $3 / 2$ 倍速駆動または 1.5 倍速駆動とも呼ばれる。たとえば、入力フレームレートが 60 Hz であれば、表示フレームレートは 90 Hz (90 Hz 駆動) である。そして、2つの入力画像に対し、画像を3回連続して表示することになる。このとき、補間画像が動き補償によって求められた中間画像である場合は、動画の動きを滑らかにすることができるため、動画の品質を顕著に向上させることが可能である。特に、 120 Hz 駆動 (倍速駆動)、 180 Hz 駆動 (3倍速駆動) 等の駆動周波数の大きな駆動方法と比較すると、動き補償によって中間画像を求める回路の動作周波数を低減できるため、安価な回路が使用でき、製造コストおよび消費電力を低減できる。さらに、表示装置がアクティブマトリクス方式の液晶表示装置である場合は、ダイナミックキャパシタンスによる書き込み電圧不足の問題が回避できるため、動画の尾引き、残像等の障害に対し特に顕著な画質改善効果をもたらす。さらに、液晶表示装置の交流駆動と 90 Hz 駆動を組み合わせるのも効果的である。すなわち、液晶表示装置の駆動周波数を 90 Hz としつつ、交流駆動の周波数をその整数倍または整数分の一 (たとえば、 30 Hz 、 45 Hz 、 90 Hz 、 180 Hz 等) とすることによって、交流駆動によって現れるフリッカを、人間の目に知覚されない程度に低減することができる。

【0564】

上記以外の正の整数 n および m については手順の詳細は省略するが、第1のステップにおけるフレームレート変換の手順にしたがうことで、変換比は任意の有理数 (n / m) として設定することができる。なお、正の整数 n および m の組み合わせのうち、変換比 (n / m) が約分できる組み合わせについては、約分した後の変換比と同様に取り扱うことができる。

【0565】

たとえば、 $n = 4$ 、 $m = 1$ 、すなわち変換比 (n / m) が 4 (図70の $n = 4$ 、 $m = 1$ の箇所) の場合は、

第 k の画像は基本画像であり、
 第 $k + 1$ の画像は補間画像であり、
 第 $k + 2$ の画像は補間画像であり、
 第 $k + 3$ の画像は補間画像であり、
 第 $k + 4$ の画像は基本画像であり、画像表示周期は、入力画像データの周期の $1 / 4$ 倍であることを特徴とする。

【 0 5 6 6 】

さらに具体的な表現としては、変換比が 4 ($n / m = 4$) である場合は、
 第 i (i は正の整数) の画像データと、
 第 $i + 1$ の画像データと、が、入力画像データとして一定の周期で順次入力され、
 第 k (k は正の整数) の画像と、
 第 $k + 1$ の画像と、
 第 $k + 2$ の画像と、
 第 $k + 3$ の画像と、
 第 $k + 4$ の画像と、を、入力画像データの周期の $1 / 4$ 倍の間隔で順次表示する表示装置の駆動方法であって、
 前記第 k の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 1$ の画像は、前記第 i の画像データから前記第 $i + 1$ の画像データまでの動きを $1 / 4$ 倍した動きに相当する画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 2$ の画像は、前記第 i の画像データから前記第 $i + 1$ の画像データまでの動きを $1 / 2$ 倍した動きに相当する画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 3$ の画像は、前記第 i の画像データから前記第 $i + 1$ の画像データまでの動きを $3 / 4$ 倍した動きに相当する画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 4$ の画像は、前記第 $i + 1$ の画像データにしたがって表示されることを特徴とする。

【 0 5 6 7 】

さらに別の具体的な表現としては、変換比が 4 ($n / m = 4$) である場合は、
 第 i (i は正の整数) の画像データと、
 第 $i + 1$ の画像データと、が、入力画像データとして一定の周期で順次入力され、
 第 k (k は正の整数) の画像と、
 第 $k + 1$ の画像と、
 第 $k + 2$ の画像と、
 第 $k + 3$ の画像と、
 第 $k + 4$ の画像と、を、入力画像データの周期の $1 / 4$ 倍の間隔で順次表示する表示装置の駆動方法であって、
 前記第 k の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 1$ の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 2$ の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 3$ の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 4$ の画像は、前記第 $i + 1$ の画像データにしたがって表示されることを特徴とする。

【 0 5 6 8 】

ここで、変換比が 4 である場合は、変換比が 4 より小さい場合よりも動画の品質を向上できるという利点を有する。さらに、変換比が 4 である場合は、変換比が 4 より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できるという利点を有する。

【 0 5 6 9 】

具体的には、変換比が 4 である場合は、 4 倍速駆動とも呼ばれる。たとえば、入力フレームレートが 60 Hz であれば、表示フレームレートは 240 Hz (240 Hz 駆動) である。そして、1つの入力画像に対し、画像を 4 回連続して表示することになる。このとき、補間画像が動き補償によって求められた中間画像である場合は、動画の動きを滑らかに

することができるため、動画の品質を顕著に向上させることが可能である。特に、120 Hz 駆動（倍速駆動）、180 Hz 駆動（3倍速駆動）等の駆動周波数の小さな駆動方法と比較すると、さらに精度の高い動き補償によって求めた中間画像を補間画像として用いることができるため、さらに動画の動きを滑らかにすることができ、動画の品質を顕著に向上させることが可能である。さらに、表示装置がアクティブマトリクス方式の液晶表示装置である場合は、ダイナミックキャパシタンスによる書き込み電圧不足の問題が回避できるため、動画の尾引き、残像等の障害に対し特に顕著な画質改善効果をもたらす。さらに、液晶表示装置の交流駆動と240 Hz 駆動を組み合わせるのも効果的である。すなわち、液晶表示装置の駆動周波数を240 Hz としつつ、交流駆動の周波数をその整数倍または整数分の一（たとえば、30 Hz、40 Hz、60 Hz、120 Hz 等）とすること

10

【0570】

さらに、たとえば、 $n = 4$ 、 $m = 3$ 、すなわち変換比（ n / m ）が $4 / 3$ （図70の $n = 4$ 、 $m = 3$ の箇所）の場合は、
 第 k の画像は基本画像であり、
 第 $k + 1$ の画像は補間画像であり、
 第 $k + 2$ の画像は補間画像であり、
 第 $k + 3$ の画像は補間画像であり、
 第 $k + 4$ の画像は基本画像であり、画像表示周期は、入力画像データの周期の $3 / 4$ 倍である

20

【0571】

さらに具体的な表現としては、変換比が $4 / 3$ （ $n / m = 4 / 3$ ）である場合は、
 第 i （ i は正の整数）の画像データと、
 第 $i + 1$ の画像データと、
 第 $i + 2$ の画像データと、
 第 $i + 3$ の画像データと、が、入力画像データとして一定の周期で順次入力され、
 第 k （ k は正の整数）の画像と、
 第 $k + 1$ の画像と、
 第 $k + 2$ の画像と、
 第 $k + 3$ の画像と、
 第 $k + 4$ の画像と、を、入力画像データの周期の $3 / 4$ 倍の間隔で順次表示する表示装置の駆動方法であって、
 前記第 k の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 1$ の画像は、前記第 i の画像データから前記第 $i + 1$ の画像データまでの動きを $3 / 4$ 倍した動きに相当する画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 2$ の画像は、前記第 $i + 1$ の画像から前記第 $i + 2$ の画像までの動きを $1 / 2$ 倍した動きに相当する画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 3$ の画像は、前記第 $i + 2$ の画像から前記第 $i + 3$ の画像までの動きを $1 / 4$ 倍した動きに相当する画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 4$ の画像は、前記第 $i + 3$ の画像データにしたがって表示される

30

40

【0572】

さらに別の具体的な表現としては、変換比が $4 / 3$ （ $n / m = 4 / 3$ ）である場合は、
 第 i （ i は正の整数）の画像データと、
 第 $i + 1$ の画像データと、
 第 $i + 2$ の画像データと、
 第 $i + 3$ の画像データと、が、入力画像データとして一定の周期で順次入力され、
 第 k （ k は正の整数）の画像と、
 第 $k + 1$ の画像と、

50

第 $k + 2$ の画像と、
 第 $k + 3$ の画像と、
 第 $k + 4$ の画像と、を、入力画像データの周期の $3 / 4$ 倍の間隔で順次表示する表示装置の駆動方法であって、
 前記第 k の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 1$ の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 2$ の画像は、前記第 $i + 1$ の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 3$ の画像は、前記第 $i + 2$ の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 4$ の画像は、前記第 $i + 3$ の画像データにしたがって表示されることを特徴とする。

10

【0573】

ここで、変換比が $4 / 3$ である場合は、変換比が $4 / 3$ より小さい場合よりも動画の品質を向上できるという利点を有する。さらに、変換比が $4 / 3$ である場合は、変換比が $4 / 3$ より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できるという利点を有する。

【0574】

具体的には、変換比が $4 / 3$ である場合は、 $4 / 3$ 倍速駆動または 1.25 倍速駆動とも呼ばれる。たとえば、入力フレームレートが 60 Hz であれば、表示フレームレートは 80 Hz (80 Hz 駆動) である。そして、3つの入力画像に対し、画像を4回連続して表示することになる。このとき、補間画像が動き補償によって求められた中間画像である場合は、動画の動きを滑らかにすることができるため、動画の品質を顕著に向上させることが可能である。特に、 120 Hz 駆動 (倍速駆動)、 180 Hz 駆動 (3倍速駆動) 等の駆動周波数の大きな駆動方法と比較すると、動き補償によって中間画像を求める回路の動作周波数を低減できるため、安価な回路が使用でき、製造コストおよび消費電力を低減できる。さらに、表示装置がアクティブマトリクス方式の液晶表示装置である場合は、ダイナミックキャパシタンスによる書き込み電圧不足の問題が回避できるため、動画の尾引き、残像等の障害に対し特に顕著な画質改善効果をもたらす。さらに、液晶表示装置の交流駆動と 80 Hz 駆動を組み合わせるのも効果的である。すなわち、液晶表示装置の駆動周波数を 80 Hz としつつ、交流駆動の周波数をその整数倍または整数分の一 (たとえば、 40 Hz 、 80 Hz 、 160 Hz 、 240 Hz 等) とすることによって、交流駆動によって現れるフリッカを、人間の目に知覚されない程度に低減することができる。

20

30

【0575】

さらに、たとえば、 $n = 5$ 、 $m = 1$ 、すなわち変換比 (n / m) が 5 (図70の $n = 5$ 、 $m = 1$ の箇所) の場合は、
 第 k の画像は基本画像であり、
 第 $k + 1$ の画像は補間画像であり、
 第 $k + 2$ の画像は補間画像であり、
 第 $k + 3$ の画像は補間画像であり、
 第 $k + 4$ の画像は補間画像であり、
 第 $k + 5$ の画像は基本画像であり、画像表示周期は、入力画像データの周期の $1 / 5$ 倍であることを特徴とする。

40

【0576】

さらに具体的な表現としては、変換比が 5 ($n / m = 5$) である場合は、
 第 i (i は正の整数) の画像データと、
 第 $i + 1$ の画像データと、が、入力画像データとして一定の周期で順次入力され、
 第 k (k は正の整数) の画像と、
 第 $k + 1$ の画像と、
 第 $k + 2$ の画像と、
 第 $k + 3$ の画像と、
 第 $k + 4$ の画像と、
 第 $k + 5$ の画像と、を、入力画像データの周期の $1 / 5$ 倍の間隔で順次表示する表示装置

50

の駆動方法であって、

前記第 k の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 1$ の画像は、前記第 i の画像データから前記第 $i + 1$ の画像データまでの動きを $1 / 5$ 倍した動きに相当する画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 2$ の画像は、前記第 i の画像データから前記第 $i + 1$ の画像データまでの動きを $2 / 5$ 倍した動きに相当する画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 3$ の画像は、前記第 i の画像データから前記第 $i + 1$ の画像データまでの動きを $3 / 5$ 倍した動きに相当する画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 4$ の画像は、前記第 i の画像データから前記第 $i + 1$ の画像データまでの動きを $4 / 5$ 倍した動きに相当する画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 5$ の画像は、前記第 $i + 1$ の画像データにしたがって表示されることを特徴とする。

10

【0577】

さらに別の具体的な表現としては、変換比が 5 ($n / m = 5$) である場合は、第 i (i は正の整数) の画像データと、第 $i + 1$ の画像データと、が、入力画像データとして一定の周期で順次入力され、第 k (k は正の整数) の画像と、第 $k + 1$ の画像と、第 $k + 2$ の画像と、第 $k + 3$ の画像と、第 $k + 4$ の画像と、第 $k + 5$ の画像と、を、入力画像データの周期の $1 / 5$ 倍の間隔で順次表示する表示装置の駆動方法であって、

20

前記第 k の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 1$ の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 2$ の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 3$ の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 4$ の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、
 前記第 $k + 5$ の画像は、前記第 $i + 1$ の画像データにしたがって表示されることを特徴とする。

30

【0578】

ここで、変換比が 5 である場合は、変換比が 5 より小さい場合よりも動画の品質を向上できるという利点を有する。さらに、変換比が 5 である場合は、変換比が 5 より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できるという利点を有する。

【0579】

具体的には、変換比が 5 である場合は、 5 倍速駆動とも呼ばれる。たとえば、入力フレームレートが 60 Hz であれば、表示フレームレートは 300 Hz (300 Hz 駆動) である。そして、1つの入力画像に対し、画像を 5 回連続して表示することになる。このとき、補間画像が動き補償によって求められた中間画像である場合は、動画の動きを滑らかにすることができるため、動画の品質を顕著に向上させることが可能である。特に、 120 Hz 駆動 (倍速駆動)、 180 Hz 駆動 (3倍速駆動) 等の駆動周波数の小さな駆動方法と比較すると、さらに精度の高い動き補償によって求めた中間画像を補間画像として用いることができるため、さらに動画の動きを滑らかにすることができ、動画の品質を顕著に向上させることが可能である。さらに、表示装置がアクティブマトリクス方式の液晶表示装置である場合は、ダイナミックキャパシタンスによる書き込み電圧不足の問題が回避できるため、動画の尾引き、残像等の障害に対し特に顕著な画質改善効果をもたらす。さらに、液晶表示装置の交流駆動と 300 Hz 駆動を組み合わせるのも効果的である。すなわち、液晶表示装置の駆動周波数を 300 Hz としつつ、交流駆動の周波数をその整数倍または整数分の一 (たとえば、 30 Hz 、 50 Hz 、 60 Hz 、 100 Hz 等) とすることによって、交流駆動によって現れるフリッカを、人間の目に知覚されない程度に低減する

40

50

ことができる。

【0580】

さらに、たとえば、 $n = 5$ 、 $m = 2$ 、すなわち変換比 (n / m) が $5 / 2$ (図70の $n = 5$ 、 $m = 2$ の箇所) の場合は、

第 k の画像は基本画像であり、

第 $k + 1$ の画像は補間画像であり、

第 $k + 2$ の画像は補間画像であり、

第 $k + 3$ の画像は補間画像であり、

第 $k + 4$ の画像は補間画像であり、

第 $k + 5$ の画像は基本画像であり、画像表示周期は、入力画像データの周期の $1 / 5$ 倍であることを特徴とする。 10

【0581】

さらに具体的な表現としては、変換比が $5 / 2$ ($n / m = 5 / 2$) である場合は、

第 i (i は正の整数) の画像データと、

第 $i + 1$ の画像データと、

第 $i + 2$ の画像データと、が、入力画像データとして一定の周期で順次入力され、

第 k (k は正の整数) の画像と、

第 $k + 1$ の画像と、

第 $k + 2$ の画像と、

第 $k + 3$ の画像と、 20

第 $k + 4$ の画像と、

第 $k + 5$ の画像と、を、入力画像データの周期の $1 / 5$ 倍の間隔で順次表示する表示装置の駆動方法であって、

前記第 k の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、

前記第 $k + 1$ の画像は、前記第 i の画像データから前記第 $i + 1$ の画像データまでの動きを $2 / 5$ 倍した動きに相当する画像データにしたがって表示され、

前記第 $k + 2$ の画像は、前記第 i の画像データから前記第 $i + 1$ の画像データまでの動きを $4 / 5$ 倍した動きに相当する画像データにしたがって表示され、

前記第 $k + 3$ の画像は、前記第 $i + 1$ の画像データから前記第 $i + 2$ の画像データまでの動きを $1 / 5$ 倍した動きに相当する画像データにしたがって表示され、 30

前記第 $k + 4$ の画像は、前記第 $i + 1$ の画像データから前記第 $i + 2$ の画像データまでの動きを $3 / 5$ 倍した動きに相当する画像データにしたがって表示され、

前記第 $k + 5$ の画像は、前記第 $i + 2$ の画像データにしたがって表示される

ことを特徴とする。

【0582】

さらに別の具体的な表現としては、変換比が $5 / 2$ ($n / m = 5 / 2$) である場合は、

第 i (i は正の整数) の画像データと、

第 $i + 1$ の画像データと、

第 $i + 2$ の画像データと、が、入力画像データとして一定の周期で順次入力され、

第 k (k は正の整数) の画像と、 40

第 $k + 1$ の画像と、

第 $k + 2$ の画像と、

第 $k + 3$ の画像と、

第 $k + 4$ の画像と、

第 $k + 5$ の画像と、を、入力画像データの周期の $1 / 5$ 倍の間隔で順次表示する表示装置の駆動方法であって、

前記第 k の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、

前記第 $k + 1$ の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、

前記第 $k + 2$ の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、

前記第 $k + 3$ の画像は、前記第 $i + 1$ の画像データにしたがって表示され、 50

前記第 $k + 4$ の画像は、前記第 $i + 1$ の画像データにしたがって表示され、
前記第 $k + 5$ の画像は、前記第 $i + 2$ の画像データにしたがって表示される
ことを特徴とする。

【0583】

ここで、変換比が $5 / 2$ である場合は、変換比が $5 / 2$ より小さい場合よりも動画の品質を向上できるという利点を有する。さらに、変換比が $5 / 2$ である場合は、変換比が 5 より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できるという利点を有する。

【0584】

具体的には、変換比が 5 である場合は、 $5 / 2$ 倍速駆動または 2.5 倍速駆動とも呼ばれる。たとえば、入力フレームレートが 60 Hz であれば、表示フレームレートは 150 Hz (150 Hz 駆動) である。そして、2つの入力画像に対し、画像を5回連続して表示することになる。このとき、補間画像が動き補償によって求められた中間画像である場合は、動画の動きを滑らかにすることができるため、動画の品質を顕著に向上させることが可能である。特に、 120 Hz 駆動 (倍速駆動) 等の駆動周波数の小さな駆動方法と比較すると、さらに精度の高い動き補償によって求めた中間画像を補間画像として用いることができるため、さらに動画の動きを滑らかにすることができ、動画の品質を顕著に向上させることが可能である。さらに、 180 Hz 駆動 (3倍速駆動) 等の駆動周波数の大きな駆動方法と比較すると、動き補償によって中間画像を求める回路の動作周波数を低減できるため、安価な回路が使用でき、製造コストおよび消費電力を低減できる。さらに、表示装置がアクティブマトリクス方式の液晶表示装置である場合は、ダイナミックキャパシタンスによる書き込み電圧不足の問題が回避できるため、動画の尾引き、残像等の障害に対し特に顕著な画質改善効果をもたらす。さらに、液晶表示装置の交流駆動と 150 Hz 駆動を組み合わせるのも効果的である。すなわち、液晶表示装置の駆動周波数を 150 Hz としつつ、交流駆動の周波数をその整数倍または整数分の一 (たとえば、 30 Hz 、 50 Hz 、 75 Hz 、 150 Hz 等) とすることによって、交流駆動によって現れるフリッカを、人間の目に知覚されない程度に低減することができる。

【0585】

このように、正の整数 n および m を様々に設定することによって、変換比は任意の有理数 (n / m) として設定することができる。詳細な説明は省略するが、 n が 10 以下の範囲では、

$n = 1$, $m = 1$ 、すなわち変換比 (n / m) = 1 (1 倍速駆動、 60 Hz)、
 $n = 2$, $m = 1$ 、すなわち変換比 (n / m) = 2 (2 倍速駆動、 120 Hz)、
 $n = 3$, $m = 1$ 、すなわち変換比 (n / m) = 3 (3 倍速駆動、 180 Hz)、
 $n = 3$, $m = 2$ 、すなわち変換比 (n / m) = $3 / 2$ ($3 / 2$ 倍速駆動、 90 Hz)、
 $n = 4$, $m = 1$ 、すなわち変換比 (n / m) = 4 (4 倍速駆動、 240 Hz)、
 $n = 4$, $m = 3$ 、すなわち変換比 (n / m) = $4 / 3$ ($4 / 3$ 倍速駆動、 80 Hz)、
 $n = 5$, $m = 1$ 、すなわち変換比 (n / m) = $5 / 1$ (5 倍速駆動、 300 Hz)、
 $n = 5$, $m = 2$ 、すなわち変換比 (n / m) = $5 / 2$ ($5 / 2$ 倍速駆動、 150 Hz)、
 $n = 5$, $m = 3$ 、すなわち変換比 (n / m) = $5 / 3$ ($5 / 3$ 倍速駆動、 100 Hz)、
 $n = 5$, $m = 4$ 、すなわち変換比 (n / m) = $5 / 4$ ($5 / 4$ 倍速駆動、 75 Hz)、
 $n = 6$, $m = 1$ 、すなわち変換比 (n / m) = 6 (6 倍速駆動、 360 Hz)、
 $n = 6$, $m = 5$ 、すなわち変換比 (n / m) = $6 / 5$ ($6 / 5$ 倍速駆動、 72 Hz)、
 $n = 7$, $m = 1$ 、すなわち変換比 (n / m) = 7 (7 倍速駆動、 420 Hz)、
 $n = 7$, $m = 2$ 、すなわち変換比 (n / m) = $7 / 2$ ($7 / 2$ 倍速駆動、 210 Hz)、
 $n = 7$, $m = 3$ 、すなわち変換比 (n / m) = $7 / 3$ ($7 / 3$ 倍速駆動、 140 Hz)、
 $n = 7$, $m = 4$ 、すなわち変換比 (n / m) = $7 / 4$ ($7 / 4$ 倍速駆動、 105 Hz)、
 $n = 7$, $m = 5$ 、すなわち変換比 (n / m) = $7 / 5$ ($7 / 5$ 倍速駆動、 84 Hz)、
 $n = 7$, $m = 6$ 、すなわち変換比 (n / m) = $7 / 6$ ($7 / 6$ 倍速駆動、 70 Hz)、
 $n = 8$, $m = 1$ 、すなわち変換比 (n / m) = 8 (8 倍速駆動、 480 Hz)、
 $n = 8$, $m = 3$ 、すなわち変換比 (n / m) = $8 / 3$ ($8 / 3$ 倍速駆動、 160 Hz)、

10

20

30

40

50

$n = 8, m = 5$ 、すなわち変換比 (n/m) = $8/5$ ($8/5$ 倍速駆動、 96 Hz)、
 $n = 8, m = 7$ 、すなわち変換比 (n/m) = $8/7$ ($8/7$ 倍速駆動、 68.6 Hz)

、
 $n = 9, m = 1$ 、すなわち変換比 (n/m) = 9 (9 倍速駆動、 540 Hz)、
 $n = 9, m = 2$ 、すなわち変換比 (n/m) = $9/2$ ($9/2$ 倍速駆動、 270 Hz)、
 $n = 9, m = 4$ 、すなわち変換比 (n/m) = $9/4$ ($9/4$ 倍速駆動、 135 Hz)、
 $n = 9, m = 5$ 、すなわち変換比 (n/m) = $9/5$ ($9/5$ 倍速駆動、 108 Hz)、
 $n = 9, m = 7$ 、すなわち変換比 (n/m) = $9/7$ ($9/7$ 倍速駆動、 77.1 Hz)

、
 $n = 9, m = 8$ 、すなわち変換比 (n/m) = $9/8$ ($9/8$ 倍速駆動、 67.5 Hz)

10

、
 $n = 10, m = 1$ 、すなわち変換比 (n/m) = 10 (10 倍速駆動、 600 Hz)、
 $n = 10, m = 3$ 、すなわち変換比 (n/m) = $10/3$ ($10/3$ 倍速駆動、 200 Hz)、
 $n = 10, m = 7$ 、すなわち変換比 (n/m) = $10/7$ ($10/7$ 倍速駆動、 85.7 Hz)、
 $n = 10, m = 9$ 、すなわち変換比 (n/m) = $10/9$ ($10/9$ 倍速駆動、 66.7 Hz)、

以上の組み合わせが考えられる。なお、周波数の表記は入力フレームレートが 60 Hz であるときの例であり、その他の入力フレームレートに対しては、それぞれの変換比を入力フレームレートと積算した値が駆動周波数となる。

20

【0586】

なお、 n が 10 より大きい整数である場合については、具体的な n および m の数字は挙げないが、様々な n および m に対し、この、第1のステップにおけるフレームレート変換の手順が適用できることは明らかである。

【0587】

なお、表示される画像のうち、入力される画像データに動き補償を行なうことなく表示できる画像がどの程度含まれているかによって、変換比を決定することができる。具体的には、 m が小さいほど、入力される画像データに動き補償を行なうことなく表示できる画像の割合は大きくなる。動き補償を行なう頻度が小さいと、動き補償を行なう回路の動作頻度を減少させることができるため、消費電力を小さくでき、さらに、動き補償によってエラーが含まれる画像（画像の動きを正確に反映していない中間画像）が作成されてしまう可能性を低くすることができるため、画像の品質を向上させることができる。このような変換比としては、 n が 10 以下の範囲においては、たとえば、 $1, 2, 3, 3/2, 4, 5, 5/2, 6, 7, 7/2, 8, 9, 9/2, 10$ が挙げられる。このような変換比を用いると、特に補間画像として動き補償によって求められた中間画像を用いる場合において、画像の品質を高くすることができ、かつ、消費電力を低減することができる。なぜならば、 m が 2 である場合は、入力される画像データに動き補償を行なうことなく表示できる画像の数が比較的多く（入力される画像データの総数に対して $1/2$ だけ存在する）、動き補償を行う頻度が減少するためである。さらに、 m が 1 である場合は、入力される画像データに動き補償を行なうことなく表示できる画像の数が多く（入力される画像データの総数に等しい）、動き補償を行うことがないためである。一方、 m は大きいほど、精度の高い動き補償によって作成された中間画像を用いることができるので、画像の動きをより滑らかにできるという利点を有する。

30

40

【0588】

なお、表示装置が液晶表示装置である場合は、液晶素子の応答時間にしたがって変換比を決定することができる。ここでは、液晶素子の応答時間とは、液晶素子に印加する電圧を変化させてから液晶素子が応答するまでの時間である。液晶素子の応答時間が、液晶素子に印加する電圧の変化量によって異なる場合は、複数の代表的な電圧変化における応答時間の平均値とすることができる。または、液晶素子の応答時間は、MPRT (Motion

50

g Picture Response Time) で定義されるものであってもよい。そして、フレームレート変換によって、画像表示周期が液晶素子の応答時間に近くなるように、変換比を決定できる。具体的には、液晶素子の応答時間は、入力画像データの周期と変換比の逆数を積算した値から、この値の半分程度の値までの時間であることが好ましい。こうすることで、液晶素子の応答時間に合った画像表示周期とすることができるので、画質を向上することができる。たとえば、液晶素子の応答時間が4ミリ秒以上8ミリ秒以下の場合に、倍速駆動(120Hz駆動)とすることができる。これは、120Hz駆動の画像表示周期が約8ミリ秒であり、120Hz駆動の画像表示周期の半分が約4ミリ秒であることによる。同様に、たとえば、液晶素子の応答時間が3ミリ秒以上6ミリ秒以下の場合に、3倍速駆動(180Hz駆動)とすることができ、液晶素子の応答時間が5ミリ秒以上11ミリ秒以下の場合に、1.5倍速駆動(90Hz駆動)とすることができ、液晶素子の応答時間が2ミリ秒以上4ミリ秒以下の場合に、4倍速駆動(240Hz駆動)とすることができ、液晶素子の応答時間が6ミリ秒以上12ミリ秒以下の場合に、1.25倍速駆動(80Hz駆動)とすることができる。なお、他の駆動周波数についても同様である。

【0589】

なお、変換比は、動画の品質と、消費電力および製造コストのトレードオフによっても決定することができる。つまり、変換比を大きくすることによって動画の品質を上げることができる一方で、変換比を小さくすることによって消費電力および製造コストを低減できる。すなわち、 n が10以下の範囲における各々の変換比は、以下のような利点を有する。

【0590】

変換比が1である場合は、変換比が1より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が1より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、 m が小さいので、高い画質を得られる一方で消費電力を低減できる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の1倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

【0591】

変換比が2である場合は、変換比が2より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が2より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、 m が小さいので、高い画質を得られる一方で消費電力を低減できる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の1/2倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

【0592】

変換比が3である場合は、変換比が3より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が3より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、 m が小さいので、高い画質を得られる一方で消費電力を低減できる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の1/3倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

【0593】

変換比が3/2である場合は、変換比が3/2より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が3/2より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、 m が小さいので、高い画質を得られる一方で消費電力を低減できる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の2/3倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

【0594】

変換比が4である場合は、変換比が4より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が4より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、 m が小さいので、高い画質を得られる一方で消費電力を低減できる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の1/4倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向

上することができる。

【0595】

変換比が4/3である場合は、変換比が4/3より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が4/3より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、mが大きいので、画像の動きをより滑らかにできる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の3/4倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

【0596】

変換比が5である場合は、変換比が5より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が5より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、mが小さいので、高い画質を得られる一方で消費電力を低減できる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の1/5倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

10

【0597】

変換比が5/2である場合は、変換比が5/2より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が5/2より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、mが小さいので、高い画質を得られる一方で消費電力を低減できる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の2/5倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

【0598】

変換比が5/3である場合は、変換比が5/3より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が5/3より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、mが大きいので、画像の動きをより滑らかにできる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の3/5倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

20

【0599】

変換比が5/4である場合は、変換比が5/4より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が5/4より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、mが大きいので、画像の動きをより滑らかにできる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の4/5倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

30

【0600】

変換比が6である場合は、変換比が6より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が6より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、mが小さいので、高い画質を得られる一方で消費電力を低減できる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の1/6倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

【0601】

変換比が6/5である場合は、変換比が6/5より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が6/5より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、mが大きいので、画像の動きをより滑らかにできる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の5/6倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

40

【0602】

変換比が7である場合は、変換比が7より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が7より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、mが小さいので、高い画質を得られる一方で消費電力を低減できる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の1/7倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

【0603】

50

変換比が $7/2$ である場合は、変換比が $7/2$ より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が $7/2$ より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、 m が小さいので、高い画質を得られる一方で消費電力を低減できる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $2/7$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

【0604】

変換比が $7/3$ である場合は、変換比が $7/3$ より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が $7/3$ より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、 m が大きいので、画像の動きをより滑らかにできる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $3/7$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上

10

【0605】

変換比が $7/4$ である場合は、変換比が $7/4$ より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が $7/4$ より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、 m が大きいので、画像の動きをより滑らかにできる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $4/7$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上

【0606】

変換比が $7/5$ である場合は、変換比が $7/5$ より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が $7/5$ より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さら

20

【0607】

変換比が $7/6$ である場合は、変換比が $7/6$ より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が $7/6$ より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、 m が大きいので、画像の動きをより滑らかにできる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $6/7$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上

【0608】

変換比が 8 である場合は、変換比が 8 より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が 8 より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、 m が小さいので、高い画質を得られる一方で消費電力を低減できる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $1/8$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上

30

【0609】

変換比が $8/3$ である場合は、変換比が $8/3$ より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が $8/3$ より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、 m が大きいので、画像の動きをより滑らかにできる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $3/8$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上

40

【0610】

変換比が $8/5$ である場合は、変換比が $8/5$ より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が $8/5$ より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、 m が大きいので、画像の動きをより滑らかにできる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $5/8$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上

【0611】

変換比が $8/7$ である場合は、変換比が $8/7$ より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が $8/7$ より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さら

50

に、 m が大きいので、画像の動きをより滑らかにできる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $7/8$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

【0612】

変換比が9である場合は、変換比が9より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が9より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、 m が小さいので、高い画質を得られる一方で消費電力を低減できる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $1/9$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

【0613】

変換比が $9/2$ である場合は、変換比が $9/2$ より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が $9/2$ より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、 m が小さいので、高い画質を得られる一方で消費電力を低減できる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $2/9$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

【0614】

変換比が $9/4$ である場合は、変換比が $9/4$ より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が $9/4$ より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、 m が大きいので、画像の動きをより滑らかにできる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $4/9$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上

【0615】

変換比が $9/5$ である場合は、変換比が $9/5$ より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が $9/5$ より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、 m が大きいので、画像の動きをより滑らかにできる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $5/9$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上

【0616】

変換比が $9/7$ である場合は、変換比が $9/7$ より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が $9/7$ より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、 m が大きいので、画像の動きをより滑らかにできる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $7/9$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上

【0617】

変換比が $9/8$ である場合は、変換比が $9/8$ より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が $9/8$ より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、 m が大きいので、画像の動きをより滑らかにできる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $8/9$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上

【0618】

変換比が10である場合は、変換比が10より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が10より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、 m が小さいので、高い画質を得られる一方で消費電力を低減できる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $1/10$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上

【0619】

変換比が $10/3$ である場合は、変換比が $10/3$ より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が $10/3$ より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、 m が大きいので、画像の動きをより滑らかにできる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $3/10$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画

10

20

30

40

50

質を向上することができる。

【0620】

変換比が $10/7$ である場合は、変換比が $10/7$ より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が $10/7$ より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、 m が大きいので、画像の動きをより滑らかにできる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $7/10$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

【0621】

変換比が $10/9$ である場合は、変換比が $10/9$ より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、変換比が $10/9$ より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、 m が大きいので、画像の動きをより滑らかにできる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $9/10$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

【0622】

なお、 n が 10 より大きい範囲における各々の変換比においても、同様な利点を有するのは明らかである。

【0623】

次に、第2のステップとして、入力された画像データにしたがった画像または第1のステップにおいて任意の有理数(n/m)倍にフレームレート変換された各々の画像(元画像と呼ぶこととする)から、異なる複数の画像(サブ画像)を作成し、当該複数のサブ画像を時間的に連続して提示する方法について説明する。こうすることによって、実際は複数の画像を提示しているにもかかわらず、見た目上、1つの元画像が表示されたように人間の目に知覚させることもできる。

【0624】

なお、ここでは、1つの元画像から作成されたサブ画像のうち、先に表示されるサブ画像を、第1のサブ画像と呼ぶこととする。ここで、第1のサブ画像を表示するタイミングは、第1のステップで決められた元画像を表示するタイミングと同じであるとする。一方、その後に表示されるサブ画像を、第2のサブ画像と呼ぶこととする。第2のサブ画像を表示するタイミングは、第1のステップで決められた元画像を表示するタイミングに関わらず、任意に決めることができる。なお、実際に表示させる画像は、第2のステップにおける方法により元画像から作成された画像である。なお、サブ画像を作成するための元画像も、様々な画像を用いることができる。なお、サブ画像の数は2つに限定されず、2つより大きくてもよい。第2のステップにおいては、サブ画像の数を J 個(J は2以上の整数)と表記する。このとき、第1のステップで決められた元画像を表示するタイミングと同じタイミングで表示されるサブ画像を、第1のサブ画像と呼び、それ以降に続いて表示されるサブ画像を、表示される順番にしたがって第2のサブ画像、第3のサブ画像、・・・、第 J のサブ画像、と呼ぶこととする。

【0625】

1つの元画像から複数のサブ画像を作成する方法としては、様々なものがあるが、主なものとしては次のような方法を挙げることができる。1つは、元画像をそのままサブ画像として用いる方法である。1つは、元画像の明るさを複数のサブ画像に分配する方法である。1つは、動き補償によって求めた中間画像をサブ画像として用いる方法である。

【0626】

ここで、元画像の明るさを複数のサブ画像に分配する方法は、さらに複数の方法に分けることができる。主なものとしては次のような方法を挙げることができる。1つは、少なくとも1つのサブ画像を黒画像とする方法(黒挿入法と呼ぶこととする)である。1つは、元画像の明るさを複数の範囲に分割し、当該範囲における明るさを制御するときは、全てのサブ画像のうち唯1つのサブ画像によって行なう方法(時分割階調制御法と呼ぶこととする)である。1つは、一方のサブ画像を、元画像のガンマ値を変更した明るい画像とし、他方のサブ画像を、元画像のガンマ値を変更した暗い画像とする方法(ガンマ補完法と

10

20

30

40

50

呼ぶこととする)である。

【0627】

上に挙げたいくつかの方法を、それぞれ簡単に説明する。元画像をそのままサブ画像として用いる方法は、第1のサブ画像として、元画像をそのまま用いる。さらに、第2のサブ画像として、元画像をそのまま用いる。この方法を用いると、サブ画像を新たに作成する回路を動作させることがない、または当該回路そのものを用いる必要がなくなるため、消費電力および製造コストを低減することができる。特に、液晶表示装置においては、第1のステップにおいて、動き補償によって求めた中間画像を補間画像としたフレームレート変換を行なった後にこの方法を用いることが好ましい。なぜならば、動き補償によって求めた中間画像を補間画像とすることで、動画の動きを滑らかにしつつ、同じ画像を繰り返して表示することで、液晶素子のダイナミックキャパシタンスによる書き込み電圧不足に起因する、動画の尾引き、残像等の障害を低減することができるからである。

10

【0628】

次に、元画像の明るさを複数のサブ画像に分配する方法における、画像の明るさおよびサブ画像が表示される期間の長さの設定方法について詳細に説明する。なお、 J はサブ画像の数を表し、2以上の整数であるとする。小文字の j は大文字の J とは区別される。 j は1以上 J 以下の整数であるとする。

通常のホールド駆動における画素の明るさを L 、元画像データの周期を T 、第 j のサブ画像における画素の明るさを L_j 、第 j のサブ画像が表示される期間の長さを T_j 、とすると、 L_j と T_j について積をとり、これの $j = 1$ から $j = J$ までの総和($L_1 T_1 + L_2 T_2 + \dots + L_J T_J$)が、 L と T の積(LT)と等しくなっていること(明るさが不変であること)が好ましい。さらに、 T_j の、 $j = 1$ から $j = J$ までの総和($T_1 + T_2 + \dots + T_J$)が、 T と等しくなっていること(元画像の表示周期が維持されること)が好ましい。ここで、明るさが不変であり、かつ、元画像の表示周期が維持されることを、サブ画像分配条件と呼ぶこととする。

20

【0629】

元画像の明るさを複数のサブ画像に分配する方法のうち、黒挿入法は、少なくとも1つのサブ画像を黒画像とする方法である。こうすることによって、表示方法を擬似的にインパルス型とすることができるため、表示方法がホールド型であることに起因する動画の品質の低下を防ぐことができる。ここで、黒画像の挿入に伴う、表示画像の明るさの低下を防ぐために、サブ画像分配条件に従うことが好ましい。しかし、表示画像の明るさの低下が許容できるような状況(周囲が暗い等)である場合、ユーザによって表示画像の明るさの低下が許容する設定になっている場合などであれば、サブ画像分配条件に従わなくてもよい。たとえば、1つのサブ画像は元画像と同じものとし、他のサブ画像を黒画像としてもよい。この場合は、サブ画像分配条件にしたがったときと比べて、消費電力を低減できる。さらに、液晶表示装置においては、一方のサブ画像を、明るさの最大値に制限をつけずに元画像の全体的な明るさを大きくしたものとすると、バックライトの明るさを大きくすることで、サブ画像分配条件を実現してもよい。この場合は、画素に書き込む電圧値を制御することなく、サブ画像分配条件を満足することができるため、画像処理回路の動作を省略でき、消費電力を低減できる。

30

40

【0630】

なお、黒挿入法は、いずれか1つのサブ画像において、全ての画素の L_j を0とすることを特徴とする。こうすることにより、表示方法を擬似的にインパルス型とすることができるため、表示方法がホールド型であることに起因する動画の品質の低下を防ぐことができる。

【0631】

元画像の明るさを複数のサブ画像に分配する方法のうち、時分割階調制御法は、元画像の明るさを複数の範囲に分割し、当該範囲における明るさを制御するときは、全てのサブ画像のうち唯1つのサブ画像によって行なう方法である。こうすることによって、明るさを低下させることなく、表示方法を擬似的にインパルス型とすることができるため、表示方

50

法がホールド型であることに起因する動画の品質の低下を防ぐことができる。

【0632】

元画像の明るさを複数の範囲に分割する方法としては、明るさの最大値 (L_{max}) を、サブ画像の数だけ分割する方法がある。これは、たとえば、0 から L_{max} までの明るさが 256 段階 (階調 0 から階調 255) で調節できる表示装置において、サブ画像の数を 2 としたとき、階調 0 から階調 127 までを表示するときは、一方のサブ画像の明るさを階調 0 から階調 255 の範囲で調節する一方で、他方のサブ画像の明るさを階調 0 とし、階調 128 から階調 255 までを表示するときは、一方のサブ画像の明るさを階調 255 とする一方で、他方のサブ画像の明るさを階調 0 から階調 255 の範囲で調節する方法である。こうすることによって、元画像が表示されたように人間の目に知覚させることができ、かつ、擬似的にインパルス型とすることができるので、ホールド型であることに起因する動画の品質の低下を防ぐことができる。なお、サブ画像の数は 2 より大きくてもよい。たとえば、サブ画像の数を 3 としたときは、元画像の明るさの段階 (階調 0 から階調 255) を、3 つに分割する。なお、元画像の明るさの段階の数とサブ画像の数によっては、明るさの段階の数がサブ画像の数で割り切れない場合もあるが、分割後のそれぞれの明るさの範囲に含まれる明るさの段階の数は、ちょうど同じでなくても、適宜振り分ければよい。

10

【0633】

なお、時分割階調制御法においても、サブ画像分配条件を満たすことによって、明るさの低下などがおこらず、元画像と同様な画像を表示することができるため、好ましい。

20

【0634】

元画像の明るさを複数のサブ画像に分配する方法のうち、ガンマ補完法は、一方のサブ画像を、元画像のガンマ特性を変更した明るい画像とし、他方のサブ画像を、元画像のガンマ特性を変更した暗い画像とする方法である。こうすることによって、明るさを低下させることなく、表示方法を擬似的にインパルス型とすることができるため、表示方法がホールド型であることに起因する動画の品質の低下を防ぐことができる。ここで、ガンマ特性とは、明るさの段階 (階調) に対する明るさの程度のことである。通常、ガンマ特性は線形に近くなるように調整される。これは、明るさの段階である階調に対する明るさの変化が比例するようにすれば、滑らかな階調を得ることができるからである。ガンマ補完法では、一方のサブ画像のガンマ特性を線形からずらして、中間の明るさ (中間調) の領域において、線形よりも明るくなるように調整する (中間調が本来よりも明るい画像となる)。そして、他方のサブ画像のガンマ特性も線形からずらして、同じく中間調の領域において、線形よりも暗くなるように調整する (中間調が本来よりも暗い画像となる)。ここで、一方のサブ画像を線形より明るくした量と、他方のサブ画像を線形より暗くした量を、全ての階調において概等しくすることが好ましい。こうすることで、元画像が表示されたように人間の目に知覚させることができ、かつ、ホールド型であることに起因する動画の品質の低下を防ぐことができる。なお、サブ画像の数は 2 より大きくてもよい。たとえば、サブ画像の数を 3 としたときは、3 つのサブ画像について、それぞれガンマ特性を調整し、線形から明るくした量の合計と、線形から暗くした量の合計が概等しくなるようにすればよい。

30

40

【0635】

なお、ガンマ補完法においても、サブ画像分配条件を満たすことによって、明るさの低下などがおこらず、元画像と同様な画像を表示することができるため、好ましい。さらに、ガンマ補完法においては、階調に対するそれぞれのサブ画像の明るさ L_j の変化がガンマ曲線にしたがっているため、それぞれのサブ画像がそれ自体で階調を滑らかに表示でき、最終的に人間の目で知覚される画像の品質も向上するという利点を有する。

【0636】

動き補償によって求めた中間画像をサブ画像として用いる方法は、一方のサブ画像を、前後の画像から動き補償によって求めた中間画像とする方法である。こうすることで、画像の動きを滑らかにすることができるので、動画の品質を向上できる。

50

【0637】

次に、サブ画像を表示するタイミングと、サブ画像を作成する方法との関係について説明する。第1のサブ画像を表示するタイミングは、第1のステップで決められた元画像を表示するタイミングと同じであり、第2のサブ画像を表示するタイミングは、第1のステップで決められた元画像を表示するタイミングに関わらず、任意に決めることができるとしたが、第2のサブ画像を表示するタイミングにしたがって、サブ画像自体を変化させてもよい。こうすることで、第2のサブ画像を表示するタイミングを様々に変化させたとしても、元画像が表示されたように人間の目に知覚させることができる。具体的には、第2のサブ画像を表示するタイミングを早くした場合は、第1のサブ画像はより明るくし、第2のサブ画像はより暗くすることができる。さらに、第2のサブ画像を表示するタイミングを遅くした場合は、第1のサブ画像はより暗くし、第2のサブ画像はより明るくすることができる。これは、人間の目が知覚する明るさは、画像を表示する期間の長さによって変わるためである。より詳細には、人間の目が知覚する明るさは、画像を表示する期間が長いほど明るくなり、画像を表示する期間が短いほど暗くなる。すなわち、第2のサブ画像を表示するタイミングを早くすることによって、第1のサブ画像を表示する期間の長さが短くなり、第2のサブ画像を表示する期間の長さが長くなるため、そのままでは第1のサブ画像は暗く、第2のサブ画像は明るく、人間の目に知覚されてしまう。その結果、元画像とは異なる画像が人間の目に知覚されてしまうことになるが、これを防ぐために、第1のサブ画像はより明るくし、第2のサブ画像はより暗くすることができる。同様に、第2のサブ画像を表示するタイミングを遅くすることによって、第1のサブ画像を表示する期間の長さが長くなり、第2のサブ画像を表示する期間の長さが短くなる場合は、第1のサブ画像はより暗くし、第2のサブ画像はより明るくすることができる。

【0638】

上記の説明に基づいて、第2のステップにおける処理手順を、以下に示す。

手順1として、1つの元画像から複数のサブ画像を作成する方法を決定する。より詳細には、複数のサブ画像を作成する方法は、元画像をそのままサブ画像として用いる方法、元画像の明るさを複数のサブ画像に分配する方法、動き補償によって求めた中間画像をサブ画像として用いる方法、から選択することができる。

手順2として、サブ画像の数 J を決定する。なお、 J は2以上の整数である。

手順3として、第 j のサブ画像における画素の明るさ L_j 、第 j のサブ画像が表示される期間の長さ T_j を、手順1で選択した方法にしたがって決定する。手順3により、それぞれのサブ画像が表示される期間の長さ T_j と、それぞれのサブ画像に含まれる個々の画素の明るさが具体的に決められる。

手順4として、手順1乃至手順3のそれぞれで決定された事項にしたがって、元画像を処理し、実際に表示する。

手順5として、対象とする元画像を次の元画像に移す。そして、手順1に戻る。

【0639】

なお、第2のステップにおける手順を実行する仕組みは、装置に実装されたものであってもよいし、装置の設計段階であらかじめ決められたものであってもよい。第2のステップにおける手順を実行する仕組みが装置に実装されていれば、状況に応じた最適な動作が行われるように、駆動方法を切り替えることが可能となる。なお、ここでいう状況とは、画像データの内容、装置内外の環境（温度、湿度、気圧、光、音、磁界、電界、放射線量、高度、加速度、移動速度、等）、ユーザ設定、ソフトウェアバージョン、等を含む。一方、第2のステップにおける手順を実行する仕組みが装置の設計段階であらかじめ決められたものであれば、それぞれの駆動方法に最適な駆動回路を用いることができ、さらに、仕組みが決められていることによって、量産効果による製造コストの低減が期待できる。

【0640】

次に、第2のステップにおける手順によって決められる様々な駆動方法を、それぞれ、第1のステップにおける n および m の値を具体的に示して詳細に説明する。

【0641】

第2のステップにおける手順1において、元画像をそのままサブ画像として用いる方法が選択された場合、駆動方法は次のようになる。

【0642】

第 i (i は正の整数)の画像データと、

第 $i + 1$ の画像データと、が、一定の周期 T で順次用意され、

前記周期 T は、 J (J は2以上の整数)個のサブ画像表示期間に分割され、

前記第 i の画像データは、複数の画素にそれぞれ固有の明るさ L を持たせることができるデータであり、

第 j (j は1以上 J 以下の整数)のサブ画像は、それぞれ固有の明るさ L_j を持つ画素が複数並置されることによって構成され、第 j のサブ画像表示期間 T_j だけ表示される画像であり、

前記 L 、前記 T 、前記 L_j 、前記 T_j 、を、サブ画像分配条件を満たす表示装置の駆動方法であって、

全ての j において、第 j のサブ画像に含まれるそれぞれの画素の明るさ L_j が、それぞれの画素に対し $L_j = L$ であることを特徴とする。

ここで、一定の周期 T で順次用意される画像データとしては、第1のステップにおいて作成された元画像データを用いることができる。すなわち、第1のステップの説明で挙げた全ての表示パターンを、上記駆動方法と組み合わせることができる。

【0643】

そして、第2のステップにおける手順2において、サブ画像の数 J が2と決定され、手順3において、 $T_1 = T_2 = T / 2$ と決定された場合、上記駆動方法は、図71に示すようなものとなる。

図71において、横軸は時間であり、縦軸は第1のステップにおいて用いた様々な n および m について場合分けを行なって示したものである。

【0644】

たとえば、第1のステップにおいて、 $n = 1$ 、 $m = 1$ 、すなわち変換比(n / m)が1であるときは、図71の $n = 1$ 、 $m = 1$ の箇所に示すような駆動方法となる。このとき、表示フレームレートは入力される画像データのフレームレートの2倍(2倍速駆動)となる。

具体的には、たとえば、入力フレームレートが60Hzであれば、表示フレームレートは120Hz(120Hz駆動)である。そして、ひとつの入力される画像データに対し、

画像を2回連続して表示することになる。ここで、2倍速駆動である場合は、フレームレートが2倍速より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、2倍速より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、第2のステップの手順1において、

元画像をそのままサブ画像として用いる方法が選択されることによって、動き補償によって中間画像を作成する回路の動作を停止または当該回路自体を装置から省略することができるため、消費電力および装置の製造コストを低減することができる。さらに、表示装置がアクティブマトリクス方式の液晶表示装置である場合は、ダイナミックキャパシタンスによる書き込み電圧不足の問題が回避できるため、動画の尾引き、残像等の障害に対し特に顕著な画質改善効果をもたらす。さらに、液晶表示装置の交流駆動と120Hz駆動を

組み合わせるのも効果的である。すなわち、液晶表示装置の駆動周波数を120Hzとしつつ、交流駆動の周波数をその整数倍または整数分の一(たとえば、30Hz、60Hz、120Hz、240Hz等)とすることによって、交流駆動によって現れるフリッカを、人間の目に知覚されない程度に低減することができる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の1/2倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

【0645】

さらに、たとえば、第1のステップにおいて、 $n = 2$ 、 $m = 1$ 、すなわち変換比(n / m)が2であるときは、図71の $n = 2$ 、 $m = 1$ の箇所に示すような駆動方法となる。このとき、表示フレームレートは入力される画像データのフレームレートの4倍(4倍速駆動)となる。具体的には、たとえば、入力フレームレートが60Hzであれば、表示フレー

【0645】

さらに、たとえば、第1のステップにおいて、 $n = 2$ 、 $m = 1$ 、すなわち変換比(n / m)が2であるときは、図71の $n = 2$ 、 $m = 1$ の箇所に示すような駆動方法となる。このとき、表示フレームレートは入力される画像データのフレームレートの4倍(4倍速駆動)となる。具体的には、たとえば、入力フレームレートが60Hzであれば、表示フレー

ムレートは240Hz(240Hz駆動)である。そして、ひとつの入力される画像データに対し、画像を4回連続して表示することになる。このとき、第1のステップにおける補間画像が動き補償によって求められた中間画像である場合は、動画の動きを滑らかにすることができるため、動画の品質を顕著に向上させることが可能である。ここで、4倍速駆動である場合は、フレームレートが4倍速より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、4倍速より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、第2のステップの手順1において、元画像をそのままサブ画像として用いる方法が選択されることによって、動き補償によって中間画像を作成する回路の動作を停止または当該回路自体を装置から省略することができるため、消費電力および装置の製造コストを低減することができる。さらに、表示装置がアクティブマトリクス方式の液晶表示装置である場合は、ダイナミックキャパシタンスによる書き込み電圧不足の問題が回避できるため、動画の尾引き、残像等の障害に対し特に顕著な画質改善効果をもたらす。さらに、液晶表示装置の交流駆動と240Hz駆動を組み合わせるのも効果的である。すなわち、液晶表示装置の駆動周波数を240Hzとしつつ、交流駆動の周波数をその整数倍または整数分の一(たとえば、30Hz、60Hz、120Hz、240Hz等)とすることによって、交流駆動によって現れるフリッカを、人間の目に知覚されない程度に低減することができる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の1/4倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

10

【0646】

さらに、たとえば、第1のステップにおいて、 $n = 3$ 、 $m = 1$ 、すなわち変換比(n/m)が3であるときは、図71の $n = 3$ 、 $m = 1$ の箇所に示すような駆動方法となる。このとき、表示フレームレートは入力される画像データのフレームレートの6倍(6倍速駆動)となる。具体的には、たとえば、入力フレームレートが60Hzであれば、表示フレームレートは360Hz(360Hz駆動)である。そして、ひとつの入力される画像データに対し、画像を6回連続して表示することになる。このとき、第1のステップにおける補間画像が動き補償によって求められた中間画像である場合は、動画の動きを滑らかにすることができるため、動画の品質を顕著に向上させることが可能である。ここで、6倍速駆動である場合は、フレームレートが6倍速より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、6倍速より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、第2のステップの手順1において、元画像をそのままサブ画像として用いる方法が選択されることによって、動き補償によって中間画像を作成する回路の動作を停止または当該回路自体を装置から省略することができるため、消費電力および装置の製造コストを低減することができる。さらに、表示装置がアクティブマトリクス方式の液晶表示装置である場合は、ダイナミックキャパシタンスによる書き込み電圧不足の問題が回避できるため、動画の尾引き、残像等の障害に対し特に顕著な画質改善効果をもたらす。さらに、液晶表示装置の交流駆動と360Hz駆動を組み合わせるのも効果的である。すなわち、液晶表示装置の駆動周波数を360Hzとしつつ、交流駆動の周波数をその整数倍または整数分の一(たとえば、30Hz、60Hz、120Hz、180Hz等)とすることによって、交流駆動によって現れるフリッカを、人間の目に知覚されない程度に低減することができる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の1/6倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

20

30

40

【0647】

さらに、たとえば、第1のステップにおいて、 $n = 3$ 、 $m = 2$ 、すなわち変換比(n/m)が3/2であるときは、図71の $n = 3$ 、 $m = 2$ の箇所に示すような駆動方法となる。このとき、表示フレームレートは入力される画像データのフレームレートの3倍(3倍速駆動)となる。具体的には、たとえば、入力フレームレートが60Hzであれば、表示フレームレートは180Hz(180Hz駆動)である。そして、ひとつの入力される画像データに対し、画像を3回連続して表示することになる。このとき、第1のステップにおける補間画像が動き補償によって求められた中間画像である場合は、動画の動きを滑らかにすることができるため、動画の品質を顕著に向上させることが可能である。ここで、3

50

倍速駆動である場合は、フレームレートが3倍速より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、3倍速より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、第2のステップの手順1において、元画像をそのままサブ画像として用いる方法が選択されることによって、動き補償によって中間画像を作成する回路の動作を停止または当該回路自体を装置から省略することができるため、消費電力および装置の製造コストを低減することができる。さらに、表示装置がアクティブマトリクス方式の液晶表示装置である場合は、ダイナミックキャパシタンスによる書き込み電圧不足の問題が回避できるため、動画の尾引き、残像等の障害に対し特に顕著な画質改善効果をもたらす。さらに、液晶表示装置の交流駆動と180Hz駆動を組み合わせるのも効果的である。すなわち、液晶表示装置の駆動周波数を180Hzとしつつ、交流駆動の周波数をその整数倍または整数分の一（たとえば、30Hz、60Hz、120Hz、180Hz等）とすることによって、交流駆動によって現れるフリッカを、人間の目に知覚されない程度に低減することができる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の1/3倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

10

【0648】

さらに、たとえば、第1のステップにおいて、 $n = 4$ 、 $m = 1$ 、すなわち変換比（ n/m ）が4であるときは、図71の $n = 4$ 、 $m = 1$ の箇所に示すような駆動方法となる。このとき、表示フレームレートは入力される画像データのフレームレートの8倍（8倍速駆動）となる。具体的には、たとえば、入力フレームレートが60Hzであれば、表示フレームレートは480Hz（480Hz駆動）である。そして、ひとつの入力される画像データに対し、画像を8回連続して表示することになる。このとき、第1のステップにおける補間画像が動き補償によって求められた中間画像である場合は、動画の動きを滑らかにすることができるため、動画の品質を顕著に向上させることが可能である。ここで、8倍速駆動である場合は、フレームレートが8倍速より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、8倍速より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、第2のステップの手順1において、元画像をそのままサブ画像として用いる方法が選択されることによって、動き補償によって中間画像を作成する回路の動作を停止または当該回路自体を装置から省略することができるため、消費電力および装置の製造コストを低減することができる。さらに、表示装置がアクティブマトリクス方式の液晶表示装置である場合は、ダイナミックキャパシタンスによる書き込み電圧不足の問題が回避できるため、動画の尾引き、残像等の障害に対し特に顕著な画質改善効果をもたらす。さらに、液晶表示装置の交流駆動と480Hz駆動を組み合わせるのも効果的である。すなわち、液晶表示装置の駆動周波数を480Hzとしつつ、交流駆動の周波数をその整数倍または整数分の一（たとえば、30Hz、60Hz、120Hz、240Hz等）とすることによって、交流駆動によって現れるフリッカを、人間の目に知覚されない程度に低減することができる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の1/8倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

20

30

【0649】

さらに、たとえば、第1のステップにおいて、 $n = 4$ 、 $m = 3$ 、すなわち変換比（ n/m ）が4/3であるときは、図71の $n = 4$ 、 $m = 3$ の箇所に示すような駆動方法となる。このとき、表示フレームレートは入力される画像データのフレームレートの8/3倍（8/3倍速駆動）となる。具体的には、たとえば、入力フレームレートが60Hzであれば、表示フレームレートは160Hz（160Hz駆動）である。そして、3つの入力される画像データに対し、画像を8回連続して表示することになる。このとき、第1のステップにおける補間画像が動き補償によって求められた中間画像である場合は、動画の動きを滑らかにすることができるため、動画の品質を顕著に向上させることが可能である。ここで、8/3倍速駆動である場合は、フレームレートが8/3倍速より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、8/3倍速より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、第2のステップの手順1において、元画像をそのままサブ画像として用いる方法が選択されることによって、動き補償によって中間画像を作成する回路の動作を

40

50

停止または当該回路自体を装置から省略することができるため、消費電力および装置の製造コストを低減することができる。さらに、表示装置がアクティブマトリクス方式の液晶表示装置である場合は、ダイナミックキャパシタンスによる書き込み電圧不足の問題が回避できるため、動画の尾引き、残像等の障害に対し特に顕著な画質改善効果をもたらす。さらに、液晶表示装置の交流駆動と160Hz駆動を組み合わせるのも効果的である。すなわち、液晶表示装置の駆動周波数を160Hzとしつつ、交流駆動の周波数をその整数倍または整数分の一（たとえば、40Hz、80Hz、160Hz、320Hz等）とすることによって、交流駆動によって現れるフリッカを、人間の目に知覚されない程度に低減することができる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の3/8倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

10

【0650】

さらに、たとえば、第1のステップにおいて、 $n = 5$ 、 $m = 1$ 、すなわち変換比（ n/m ）が5であるときは、図71の $n = 5$ 、 $m = 1$ の箇所に示すような駆動方法となる。このとき、表示フレームレートは入力される画像データのフレームレートの10倍（10倍速駆動）となる。具体的には、たとえば、入力フレームレートが60Hzであれば、表示フレームレートは600Hz（600Hz駆動）である。そして、ひとつの入力される画像データに対し、画像を10回連続して表示することになる。このとき、第1のステップにおける補間画像が動き補償によって求められた中間画像である場合は、動画の動きを滑らかにすることができるため、動画の品質を顕著に向上させることが可能である。ここで、10倍速駆動である場合は、フレームレートが10倍速より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、10倍速より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、第2のステップの手順1において、元画像をそのままサブ画像として用いる方法が選択されることによって、動き補償によって中間画像を作成する回路の動作を停止または当該回路自体を装置から省略することができるため、消費電力および装置の製造コストを低減することができる。さらに、表示装置がアクティブマトリクス方式の液晶表示装置である場合は、ダイナミックキャパシタンスによる書き込み電圧不足の問題が回避できるため、動画の尾引き、残像等の障害に対し特に顕著な画質改善効果をもたらす。さらに、液晶表示装置の交流駆動と600Hz駆動を組み合わせるのも効果的である。すなわち、液晶表示装置の駆動周波数を600Hzとしつつ、交流駆動の周波数をその整数倍または整数分の一（たとえば、30Hz、60Hz、100Hz、120Hz等）とすることによって、交流駆動によって現れるフリッカを、人間の目に知覚されない程度に低減することができる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の1/10倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

20

30

【0651】

さらに、たとえば、第1のステップにおいて、 $n = 5$ 、 $m = 2$ 、すなわち変換比（ n/m ）が5/2であるときは、図71の $n = 5$ 、 $m = 2$ の箇所に示すような駆動方法となる。このとき、表示フレームレートは入力される画像データのフレームレートの5倍（5倍速駆動）となる。具体的には、たとえば、入力フレームレートが60Hzであれば、表示フレームレートは300Hz（300Hz駆動）である。そして、1つの入力される画像データに対し、画像を5回連続して表示することになる。このとき、第1のステップにおける補間画像が動き補償によって求められた中間画像である場合は、動画の動きを滑らかにすることができるため、動画の品質を顕著に向上させることが可能である。ここで、5倍速駆動である場合は、フレームレートが5倍速より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、5倍速より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、第2のステップの手順1において、元画像をそのままサブ画像として用いる方法が選択されることによって、動き補償によって中間画像を作成する回路の動作を停止または当該回路自体を装置から省略することができるため、消費電力および装置の製造コストを低減することができる。さらに、表示装置がアクティブマトリクス方式の液晶表示装置である場合は、ダイナミックキャパシタンスによる書き込み電圧不足の問題が回避できるため、動画の尾引き、残像等の障害に対し特に顕著な画質改善効果をもたらす。さらに、液晶表示装置

40

50

の交流駆動と300Hz駆動を組み合わせるのも効果的である。すなわち、液晶表示装置の駆動周波数を300Hzとしつつ、交流駆動の周波数をその整数倍または整数分の一（たとえば、30Hz、50Hz、60Hz、100Hz等）とすることによって、交流駆動によって現れるフリッカを、人間の目に知覚されない程度に低減することができる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の1/5倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

【0652】

このように、第2のステップにおける手順1において、元画像をそのままサブ画像として用いる方法が選択され、

第2のステップにおける手順2において、サブ画像の数が2と決定され、

第2のステップにおける手順3において、 $T_1 = T_2 = T/2$ と決定された場合は、第1のステップにおけるnおよびmの値によって決められる変換比のフレームレート変換に対し、表示フレームレートをさらに2倍のフレームレートとすることができるため、動画の品質をさらに向上させることが可能となる。さらに、当該表示フレームレートより小さい表示フレームレートである場合よりも動画の品質を向上でき、当該表示フレームレートより大きい表示フレームレートである場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、第2のステップの手順1において、元画像をそのままサブ画像として用いる方法が選択されることによって、動き補償によって中間画像を作成する回路の動作を停止または当該回路自体を装置から省略することができるため、消費電力および装置の製造コストを低減することができる。さらに、表示装置がアクティブマトリクス方式の液晶表示装置である場合は、ダイナミックキャパシタンスによる書き込み電圧不足の問題が回避できるため、動画の尾引き、残像等の障害に対し特に顕著な画質改善効果をもたらす。さらに、液晶表示装置の駆動周波数を大きくしつつ、交流駆動の周波数をその整数倍または整数分の一とすることによって、交流駆動によって現れるフリッカを、人間の目に知覚されない程度に低減することができる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の（1/（変換比の2倍））倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

【0653】

なお、詳細な説明が省略したが、上に上げた変換比以外の場合においても、同様な利点を有するのは明らかである。たとえば、nが10以下の範囲においては、上に挙げたもののほかに、

$n = 5, m = 3$ 、すなわち変換比（ n/m ）= $5/3$ （10/3倍速駆動、200Hz）

、

$n = 5, m = 4$ 、すなわち変換比（ n/m ）= $5/4$ （5/2倍速駆動、150Hz）、

$n = 6, m = 1$ 、すなわち変換比（ n/m ）= 6（12倍速駆動、720Hz）、

$n = 6, m = 5$ 、すなわち変換比（ n/m ）= $6/5$ （12/5倍速駆動、144Hz）

、

$n = 7, m = 1$ 、すなわち変換比（ n/m ）= 7（14倍速駆動、840Hz）、

$n = 7, m = 2$ 、すなわち変換比（ n/m ）= $7/2$ （7倍速駆動、420Hz）、

$n = 7, m = 3$ 、すなわち変換比（ n/m ）= $7/3$ （14/3倍速駆動、280Hz）

、

$n = 7, m = 4$ 、すなわち変換比（ n/m ）= $7/4$ （7/2倍速駆動、210Hz）、

$n = 7, m = 5$ 、すなわち変換比（ n/m ）= $7/5$ （14/5倍速駆動、168Hz）

、

$n = 7, m = 6$ 、すなわち変換比（ n/m ）= $7/6$ （7/3倍速駆動、140Hz）、

$n = 8, m = 1$ 、すなわち変換比（ n/m ）= 8（16倍速駆動、960Hz）、

$n = 8, m = 3$ 、すなわち変換比（ n/m ）= $8/3$ （16/3倍速駆動、320Hz）

、

$n = 8, m = 5$ 、すなわち変換比（ n/m ）= $8/5$ （16/5倍速駆動、192Hz）

、

10

20

30

40

50

$n = 8$, $m = 7$ 、すなわち変換比 (n / m) = $8 / 7$ ($16 / 7$ 倍速駆動、 137 Hz)

、
 $n = 9$, $m = 1$ 、すなわち変換比 (n / m) = 9 (18 倍速駆動、 1080 Hz)、

$n = 9$, $m = 2$ 、すなわち変換比 (n / m) = $9 / 2$ (9 倍速駆動、 540 Hz)、

$n = 9$, $m = 4$ 、すなわち変換比 (n / m) = $9 / 4$ ($9 / 2$ 倍速駆動、 270 Hz)、

$n = 9$, $m = 5$ 、すなわち変換比 (n / m) = $9 / 5$ ($18 / 5$ 倍速駆動、 216 Hz)

、
 $n = 9$, $m = 7$ 、すなわち変換比 (n / m) = $9 / 7$ ($18 / 7$ 倍速駆動、 154 Hz)

、
 $n = 9$, $m = 8$ 、すなわち変換比 (n / m) = $9 / 8$ ($9 / 4$ 倍速駆動、 135 Hz)、

$n = 10$, $m = 1$ 、すなわち変換比 (n / m) = 10 (20 倍速駆動、 1200 Hz)、

$n = 10$, $m = 3$ 、すなわち変換比 (n / m) = $10 / 3$ ($20 / 3$ 倍速駆動、 400 Hz)、

$n = 10$, $m = 7$ 、すなわち変換比 (n / m) = $10 / 7$ ($20 / 7$ 倍速駆動、 171 Hz)、

$n = 10$, $m = 9$ 、すなわち変換比 (n / m) = $10 / 9$ ($20 / 9$ 倍速駆動、 133 Hz)、

以上の組み合わせが考えられる。なお、周波数の表記は入力フレームレートが 60 Hz であるときの例であり、その他の入力フレームレートに対しては、それぞれの変換比の 2 倍を入力フレームレートと積算した値が駆動周波数となる。

【0654】

なお、 n が 10 より大きい整数である場合については、具体的な n および m の数字は挙げないが、様々な n および m に対し、この、第2のステップにおける手順が適用できることは明らかである。

【0655】

なお、 $J = 2$ とする場合、第1のステップにおける変換比が 2 より大きいと、特に効果的である。なぜならば、第2のステップにおいて、サブ画像の数を $J = 2$ のように比較的小さくすれば、その分、第1のステップにおける変換比を大きくすることができるからである。このような変換比は、 n が 10 以下の範囲においては、 3 、 4 、 5 、 $5 / 2$ 、 6 、 7 、 $7 / 2$ 、 $7 / 3$ 、 8 、 $8 / 3$ 、 9 、 $9 / 2$ 、 $9 / 4$ 、 10 、 $10 / 3$ 、が挙げられる。

第1のステップ後の表示フレームレートがこのような値の場合、 $J = 3$ 以上とすることによって、第2のステップにおけるサブ画像の数が小さいことによる利点（消費電力および製造コストの低減等）と、最終的な表示フレームレートが大きいことによる利点（動画の品質向上、フリッカの低減等）を、両立させることが可能となる。

【0656】

なお、ここでは、手順2においてサブ画像の数 J が 2 と決定され、手順3において $T_1 = T_2 = T / 2$ と決定された場合について説明したが、これに限定されないのは明らかである。

【0657】

たとえば、第2のステップにおける手順3において、 $T_1 < T_2$ と決定された場合は、第1のサブ画像をより明るく、第2のサブ画像をより暗くすることができる。さらに、第2のステップにおける手順3において、 $T_1 > T_2$ と決定された場合は、第1のサブ画像をより暗く、第2のサブ画像をより明るくすることができる。こうすることで、元画像をきちんと人間の目に知覚させることができると同時に、表示を擬似的にインパルス駆動にすることもできるため、動画の品質を向上できる。ただし、上記の駆動方法のように、手順1において、元画像をそのままサブ画像として用いる方法が選択された場合は、サブ画像の明るさを変化させずに、そのまま表示してもよい。なぜならば、この場合はサブ画像として用いる画像が同じであるため、サブ画像の表示タイミングに関わらず、元画像をきちんと表示することができるからである。

【0658】

さらに、手順 2 において、サブ画像の数 J が 2 ではなく、それ以外の値に決定されてもよいことは明らかである。この場合、第 1 のステップにおける n および m の値によって決められる変換比のフレームレート変換に対し、表示フレームレートをさらに J 倍のフレームレートとすることができるため、動画の品質をさらに向上させることが可能となる。さらに、当該表示フレームレートより小さい表示フレームレートである場合よりも動画の品質を向上でき、当該表示フレームレートより大きい表示フレームレートである場合よりも消費電力および製造コストを低減できる。さらに、第 2 のステップの手順 1 において、元画像をそのままサブ画像として用いる方法が選択されることによって、動き補償によって中間画像を作成する回路の動作を停止または当該回路自体を装置から省略することができるため、消費電力および装置の製造コストを低減することができる。さらに、表示装置がアクティブマトリクス方式の液晶表示装置である場合は、ダイナミックキャパシタンスによる書き込み電圧不足の問題が回避できるため、動画の尾引き、残像等の障害に対し特に顕著な画質改善効果をもたらす。さらに、液晶表示装置の駆動周波数を大きくしつつ、交流駆動の周波数をその整数倍または整数分の一とすることによって、交流駆動によって現れるフリッカを、人間の目に知覚されない程度に低減することができる。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $(1 / (\text{変換比の } J \text{ 倍}))$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

10

【 0 6 5 9 】

たとえば、 $J = 3$ である場合は、特に、サブ画像の数が 3 より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、サブ画像の数が 3 より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できるという利点を有する。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $(1 / (\text{変換比の } 3 \text{ 倍}))$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

20

【 0 6 6 0 】

さらに、たとえば、 $J = 4$ である場合は、特に、サブ画像の数が 4 より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、サブ画像の数が 4 より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できるという利点を有する。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $(1 / (\text{変換比の } 4 \text{ 倍}))$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

【 0 6 6 1 】

さらに、たとえば、 $J = 5$ である場合は、特に、サブ画像の数が 5 より小さい場合よりも動画の品質を向上でき、サブ画像の数が 5 より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できるという利点を有する。さらに、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $(1 / (\text{変換比の } 5 \text{ 倍}))$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

30

【 0 6 6 2 】

さらに、 J が上に挙げたもの以外であっても、同様な利点を有する。

【 0 6 6 3 】

なお、 $J = 3$ 以上とする場合、第 1 のステップにおける変換比は様々な値をとることができるが、特に、第 1 のステップにおける変換比が比較的小さい場合 (2 以下) に、 $J = 3$ 以上とするのが効果的である。なぜならば、第 1 のステップ後の表示フレームレートが比較的小さければ、その分、第 2 のステップにおいて、 J を大きくすることができるからである。このような変換比は、 n が 10 以下の範囲においては、 1 、 2 、 $3/2$ 、 $4/3$ 、 $5/3$ 、 $5/4$ 、 $6/5$ 、 $7/4$ 、 $7/5$ 、 $7/6$ 、 $8/7$ 、 $9/5$ 、 $9/7$ 、 $9/8$ 、 $10/7$ 、 $10/9$ 、が挙げられる。このうち、変換比が 1 、 2 、 $3/2$ 、 $4/3$ 、 $5/3$ 、 $5/4$ の場合については、図 7 2 に図示する。このように、第 1 のステップ後の表示フレームレートが比較的小さい値の場合、 $J = 3$ 以上とすることによって、第 1 のステップにおける表示フレームレートが小さいことによる利点 (消費電力および製造コストの低減等) と、最終的な表示フレームレートが大きいことによる利点 (動画の品質向上、フリッカの低減等) を、両立させることが可能となる。

40

50

【0664】

次に、第2のステップにおける手順によって決められる駆動方法の別の例について説明する。

【0665】

第2のステップにおける手順1において、元画像の明るさを複数のサブ画像に分配する方法のうち、黒挿入法が選択された場合、駆動方法は次のようになる。

【0666】

第 i (i は正の整数)の画像データと、

第 $i + 1$ の画像データと、が、一定の周期 T で順次用意され、

前記周期 T は、 J (J は2以上の整数)個のサブ画像表示期間に分割され、

前記第 i の画像データは、複数の画素にそれぞれ固有の明るさ L を持たせることができるデータであり、

第 j (j は1以上 J 以下の整数)のサブ画像は、それぞれ固有の明るさ L_j を持つ画素が複数並置されることによって構成され、第 j のサブ画像表示期間 T_j だけ表示される画像であり、

前記 L 、前記 T 、前記 L_j 、前記 T_j 、を、サブ画像分配条件を満たす表示装置の駆動方法であって、

少なくとも1つの j において、第 j のサブ画像に含まれる全て画素の明るさ L_j が、 $L_j = 0$ である

ことを特徴とする。

ここで、一定の周期 T で順次用意される画像データとしては、第1のステップにおいて作成された元画像データを用いることができる。すなわち、第1のステップの説明で挙げた全ての表示パターンを、上記駆動方法と組み合わせることができる。

【0667】

なお、上記の駆動方法は、第1のステップにおいて用いた様々な n および m について、それぞれ組み合わせて実施できることは明らかである。

【0668】

そして、第2のステップにおける手順2において、サブ画像の数 J が2と決定され、手順3において、 $T_1 = T_2 = T / 2$ と決定された場合、上記駆動方法は、図71に示すようなものとなる。

図71に示す駆動方法(様々な n および m における表示タイミング)の特徴および利点は既に述べたので、ここでは詳細な説明は省略するが、第2のステップにおける手順1において、元画像の明るさを複数のサブ画像に分配する方法のうち、黒挿入法が選択された場合においても同様な利点を有するのは明らかである。たとえば、第1のステップにおける補間画像が動き補償によって求められた中間画像である場合は、動画の動きを滑らかにすることができるため、動画の品質を顕著に向上させることが可能である。さらに、表示フレームレートが大きい場合は、動画の品質を向上でき、表示フレームレートが小さい場合は、消費電力および製造コストを低減できる。さらに、表示装置がアクティブマトリクス方式の液晶表示装置である場合は、ダイナミックキャパシタンスによる書き込み電圧不足の問題が回避できるため、動画の尾引き、残像等の障害に対し特に顕著な画質改善効果をもたらす。さらに、交流駆動によって現れるフリッカを、人間の目に知覚されない程度に低減することができる

【0669】

第2のステップの手順1において、元画像の明るさを複数のサブ画像に分配する方法のうち、黒挿入法が選択されることによる特徴的な利点としては、動き補償によって中間画像を作成する回路の動作を停止または当該回路自体を装置から省略することができるため、消費電力および装置の製造コストを低減することができることである。さらに、画像データに含まれる階調値によらずに擬似的にインパルス型の表示方法とすることができるため、動画の品質を向上できる。

【0670】

なお、ここでは、手順2においてサブ画像の数 J が2と決定され、手順3において $T_1 = T_2 = T/2$ と決定された場合について説明したが、これに限定されないのは明らかである。

【0671】

たとえば、第2のステップにおける手順3において、 $T_1 < T_2$ と決定された場合は、第1のサブ画像をより明るく、第2のサブ画像をより暗くすることができる。さらに、第2のステップにおける手順3において、 $T_1 > T_2$ と決定された場合は、第1のサブ画像をより暗く、第2のサブ画像をより明るくすることができる。こうすることで、元画像をきちんと人間の目に知覚させることができると同時に、表示を擬似的にインパルス駆動にすることもできるため、動画の品質を向上できる。ただし、上記の駆動方法のように、手順1において、元画像の明るさを複数のサブ画像に分配する方法のうち、黒挿入法が選択された場合は、サブ画像の明るさを変化させずに、そのまま表示してもよい。なぜならば、この場合はサブ画像の明るさを変えない場合は、元画像の全体の明るさが暗くなって表示されるだけであるからである。すなわち、この方法を表示装置の明るさの制御に積極的に用いることで、動画の品質を向上させつつ、明るさの制御も可能となる。

10

【0672】

さらに、手順2において、サブ画像の数 J が2ではなく、それ以外の値に決定されてもよいことは明らかである。その場合の利点は既に述べたので、ここでは詳細な説明は省略するが、第2のステップにおける手順1において、元画像の明るさを複数のサブ画像に分配する方法のうち、黒挿入法が選択された場合においても同様な利点を有するのは明らかである。たとえば、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $(1/($ 変換比の J 倍 $))$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

20

【0673】

次に、第2のステップにおける手順によって決められる駆動方法の別の例について説明する。

【0674】

第2のステップにおける手順1において、元画像の明るさを複数のサブ画像に分配する方法のうち、時分割階調制御法が選択された場合、駆動方法は次のようになる。

【0675】

第 i (i は正の整数)の画像データと、
 第 $i+1$ の画像データと、が、一定の周期 T で順次用意され、
 前記周期 T は、 J (J は2以上の整数)個のサブ画像表示期間に分割され、
 前記第 i の画像データは、複数の画素にそれぞれ固有の明るさ L を持たせることができるデータであり、
 前記固有の明るさ L は、最大値が L_{max} であり、
 第 j (j は1以上 J 以下の整数)のサブ画像は、それぞれ固有の明るさ L_j を持つ画素が複数並置されることによって構成され、第 j のサブ画像表示期間 T_j だけ表示される画像であり、
 前記 L 、前記 T 、前記 L_j 、前記 T_j 、を、サブ画像分配条件を満たす表示装置の駆動方法であって、
 前記固有の明るさ L を表示するにあたって、 $(j-1) \times L_{max} / J$ から $J \times L_{max} / J$ の明るさの範囲における明るさの調節は、前記 J 個のサブ画像表示期間のうち唯1つのサブ画像表示期間における明るさの調節によって行なうことを特徴とする。

30

40

ここで、一定の周期 T で順次用意される画像データとしては、第1のステップにおいて作成された元画像データを用いることができる。すなわち、第1のステップの説明で挙げた全ての表示パターンを、上記駆動方法と組み合わせることができる。

【0676】

なお、上記の駆動方法は、第1のステップにおいて用いた様々な n および m について、それぞれ組み合わせ実施できることは明らかである。

50

【0677】

そして、第2のステップにおける手順2において、サブ画像の数 J が2と決定され、手順3において、 $T_1 = T_2 = T/2$ と決定された場合、上記駆動方法は、図71に示すようなものとなる。

図71に示す駆動方法(様々な n および m における表示タイミング)の特徴および利点は既に述べたので、ここでは詳細な説明は省略するが、第2のステップにおける手順1において、元画像の明るさを複数のサブ画像に分配する方法のうち、時分割階調制御法が選択された場合においても同様な利点を有するのは明らかである。たとえば、第1のステップにおける補間画像が動き補償によって求められた中間画像である場合は、動画の動きを滑らかにすることができるため、動画の品質を顕著に向上させることが可能である。さらに、表示フレームレートが大きい場合は、動画の品質を向上でき、表示フレームレートが小さい場合は、消費電力および製造コストを低減できる。さらに、表示装置がアクティブマトリクス方式の液晶表示装置である場合は、ダイナミックキャパシタンスによる書き込み電圧不足の問題が回避できるため、動画の尾引き、残像等の障害に対し特に顕著な画質改善効果をもたらす。さらに、交流駆動によって現れるフリッカを、人間の目に知覚されない程度に低減することができる

10

【0678】

第2のステップの手順1において、元画像の明るさを複数のサブ画像に分配する方法のうち、時分割階調制御法が選択されることによる特徴的な利点としては、動き補償によって中間画像を作成する回路の動作を停止または当該回路自体を装置から省略することができるため、消費電力および装置の製造コストを低減することができることである。さらに、擬似的にインパルス型の表示方法とすることができるため、動画の品質が向上でき、かつ、表示装置の明るさが小さくなってしまわないため、さらに消費電力を低減できる。

20

【0679】

なお、ここでは、手順2においてサブ画像の数 J が2と決定され、手順3において $T_1 = T_2 = T/2$ と決定された場合について説明したが、これに限定されないのは明らかである。

【0680】

たとえば、第2のステップにおける手順3において、 $T_1 < T_2$ と決定された場合は、第1のサブ画像をより明るく、第2のサブ画像をより暗くすることができる。さらに、第2のステップにおける手順3において、 $T_1 > T_2$ と決定された場合は、第1のサブ画像をより暗く、第2のサブ画像をより明るくすることができる。こうすることで、元画像をきちんと人間の目に知覚させることができると同時に、表示を擬似的にインパルス駆動にすることもできるため、動画の品質を向上できる。こうすることで、元画像をきちんと人間の目に知覚させることができると同時に、表示を擬似的にインパルス駆動にすることもできるため、動画の品質を向上できる。

30

【0681】

さらに、手順2において、サブ画像の数 J が2ではなく、それ以外の値に決定されてもよいことは明らかである。その場合の利点は既に述べたので、ここでは詳細な説明は省略するが、第2のステップにおける手順1において、元画像の明るさを複数のサブ画像に分配する方法のうち、時分割階調制御法が選択された場合においても同様な利点を有するのは明らかである。たとえば、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の($1/($ 変換比の J 倍))倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

40

【0682】

次に、第2のステップにおける手順によって決められる駆動方法の別の例について説明する。

【0683】

第2のステップにおける手順1において、元画像の明るさを複数のサブ画像に分配する方法のうち、ガンマ補完法が選択された場合、駆動方法は次のようになる。

50

【0684】

第 i (i は正の整数) の画像データと、
 第 $i + 1$ の画像データと、が、一定の周期 T で順次用意され、
 前記周期 T は、 J (J は 2 以上の整数) 個のサブ画像表示期間に分割され、
 前記第 i の画像データは、複数の画素にそれぞれ固有の明るさ L を持たせることができる
 データであり、
 第 j (j は 1 以上 J 以下の整数) のサブ画像は、それぞれ固有の明るさ L_j を持つ画素が
 複数並置されることによって構成され、第 j のサブ画像表示期間 T_j だけ表示される画像
 であり、
 前記 L 、前記 T 、前記 L_j 、前記 T_j 、を、サブ画像分配条件を満たす表示装置の駆動方法
 であって、
 それぞれのサブ画像において、階調に対する明るさの変化の特性を、線形からずらし、線
 形から明るい方へずらした明るさの量の合計と、線形から暗い方へずらした明るさの量の
 合計が、全ての階調において概等しい
 ことを特徴とする。

10

ここで、一定の周期 T で順次用意される画像データとしては、第 1 のステップにおいて作
 成された元画像データを用いることができる。すなわち、第 1 のステップの説明で挙げた
 全ての表示パターンを、上記駆動方法と組み合わせることができる。

【0685】

なお、上記の駆動方法は、第 1 のステップにおいて用いた様々な n および m について、そ
 れぞれ組み合わせて実施できることは明らかである。

20

【0686】

そして、第 2 のステップにおける手順 2 において、サブ画像の数 J が 2 と決定され、手順
 3 において、 $T_1 = T_2 = T / 2$ と決定された場合、上記駆動方法は、図 7 1 に示すよう
 なものとなる。

図 7 1 に示す駆動方法 (様々な n および m における表示タイミング) の特徴および利点は
 既に述べたので、ここでは詳細な説明は省略するが、第 2 のステップにおける手順 1 にお
 いて、元画像の明るさを複数のサブ画像に分配する方法のうち、ガンマ補完法が選択され
 た場合においても同様な利点を有するのは明らかである。たとえば、第 1 のステップにお
 ける補間画像が動き補償によって求められた中間画像である場合は、動画の動きを滑らか
 にすることができるため、動画の品質を顕著に向上させることが可能である。さらに、表
 示フレームレートが大きい場合は、動画の品質を向上でき、表示フレームレートが小さい
 場合は、消費電力および製造コストを低減できる。さらに、表示装置がアクティブマトリ
 クス方式の液晶表示装置である場合は、ダイナミックキャパシタンスによる書き込み電圧
 不足の問題が回避できるため、動画の尾引き、残像等の障害に対し特に顕著な画質改善効
 果をもたらす。さらに、交流駆動によって現れるフリッカを、人間の目に知覚されない程
 度に低減することができる

30

【0687】

第 2 のステップの手順 1 において、元画像の明るさを複数のサブ画像に分配する方法のう
 ち、ガンマ補完法が選択されることによる特徴的な利点としては、動き補償によって中間
 画像を作成する回路の動作を停止または当該回路自体を装置から省略することができるた
 め、消費電力および装置の製造コストを低減することができることである。さらに、画像
 データに含まれる階調値によらずに擬似的にインパルス型の表示方法とすることができる
 ため、動画の品質を向上できる。さらに、画像データを直接ガンマ変換することによって
 サブ画像を求めてもよい。この場合は、動画の動きの大きさなどによって、様々なガンマ
 値を制御できる利点を有する。さらに、画像データは直接ガンマ変換せず、デジタルアナ
 ログ変換回路 (DAC) の参照電圧を変えることによって、ガンマ値を変化させたサブ画
 像を求める構成であってもよい。この場合は、画像データを直接ガンマ変換することがな
 いので、ガンマ変換を行なう回路を停止または当該回路自体を装置から省略することがで
 きるため、消費電力および装置の製造コストを低減することができる。さらに、ガンマ補

40

50

完法においては、階調に対するそれぞれのサブ画像の明るさ L_j の変化がガンマ曲線にしたがっているため、それぞれのサブ画像がそれ自体で階調を滑らかに表示でき、最終的に人間の目で知覚される画像の品質も向上するという利点を有する。

【0688】

なお、ここでは、手順2においてサブ画像の数 J が2と決定され、手順3において $T_1 = T_2 = T/2$ と決定された場合について説明したが、これに限定されないのは明らかである。

【0689】

たとえば、第2のステップにおける手順3において、 $T_1 < T_2$ と決定された場合は、第1のサブ画像をより明るく、第2のサブ画像をより暗くすることができる。さらに、第2のステップにおける手順3において、 $T_1 > T_2$ と決定された場合は、第1のサブ画像をより暗く、第2のサブ画像をより明るくすることができる。こうすることで、元画像をきちんと人間の目に知覚させることができると同時に、表示を擬似的にインパルス駆動にすることもできるため、動画の品質を向上できる。なお、上記の駆動方法のように、手順1において、元画像の明るさを複数のサブ画像に分配する方法のうち、ガンマ法が選択された場合は、サブ画像の明るさを変化させる場合に、ガンマ値を変化させてもよい。すなわち、第2のサブ画像の表示タイミングにしたがって、ガンマ値を決めてもよい。こうすることで、画像全体の明るさを変化させる回路を停止または当該回路自体を装置から省略することができるため、消費電力および装置の製造コストを低減することができる。

【0690】

さらに、手順2において、サブ画像の数 J が2ではなく、それ以外の値に決定されてもよいことは明らかである。その場合の利点は既に述べたので、ここでは詳細な説明は省略するが、第2のステップにおける手順1において、元画像の明るさを複数のサブ画像に分配する方法のうち、時分割階調制御法が選択された場合においても同様な利点を有するのは明らかである。たとえば、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $(1/($ 変換比の J 倍 $))$ 倍程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

【0691】

次に、第2のステップにおける手順によって決められる駆動方法の別の例について、詳細に説明する。

【0692】

第2のステップにおける手順1において、動き補償によって求めた中間画像をサブ画像として用いる方法が選択され、

第2のステップにおける手順2において、サブ画像の数が2と決定され、

第2のステップにおける手順3において、 $T_1 = T_2 = T/2$ と決定された場合は、第2のステップにおける手順によって決められる駆動方法は、次のようになる。

【0693】

第 i (i は正の整数)の画像データと、

第 $i+1$ の画像データと、が、一定の周期 T で順次用意され、

第 k (k は正の整数)の画像と、

第 $k+1$ の画像と、

第 $k+2$ の画像と、を、元画像データの周期の $1/2$ 倍の間隔で順次表示する表示装置の駆動方法であって、

前記第 k の画像は、前記第 i の画像データにしたがって表示され、

前記第 $k+1$ の画像は、前記第 i の画像データから前記第 $i+1$ の画像データまでの動きを $1/2$ 倍した動きに相当する画像データにしたがって表示され、

前記第 $k+2$ の画像は、前記第 $i+1$ の画像データにしたがって表示される

ことを特徴とする。

ここで、一定の周期 T で順次用意される画像データとしては、第1のステップにおいて作成された元画像データを用いることができる。すなわち、第1のステップの説明で挙げた全ての表示パターンを、上記駆動方法と組み合わせることができる。

【0694】

なお、上記の駆動方法は、第1のステップにおいて用いた様々なnおよびmについて、それぞれ組み合わせて実施できることは明らかである。

【0695】

第2のステップにおける手順1において、動き補償によって求めた中間画像をサブ画像として用いる方法が選択されることによる特徴的な利点は、第1のステップにおける手順1において、動き補償によって求めた中間画像を補間画像とする場合に、第1のステップにおいて用いた中間画像を求める方法が、第2のステップでもそのままの方法で用いることができる点である。すなわち、動き補償によって中間画像を求める回路を、第1のステップだけではなく、第2のステップでも利用することができるので、回路を有効に利用できるようになり、処理効率を向上できる。また、画像の動きをさらに滑らかにすることができるため、動画の品質をさらに向上させることができる。

10

【0696】

なお、ここでは、手順2においてサブ画像の数Jが2と決定され、手順3において $T_1 = T_2 = T/2$ と決定された場合について説明したが、これに限定されないのは明らかである。

【0697】

たとえば、第2のステップにおける手順3において、 $T_1 < T_2$ と決定された場合は、第1のサブ画像をより明るく、第2のサブ画像をより暗くすることができる。さらに、第2のステップにおける手順3において、 $T_1 > T_2$ と決定された場合は、第1のサブ画像をより暗く、第2のサブ画像をより明るくすることができる。こうすることで、元画像をきちんと人間の目に知覚させることができると同時に、表示を擬似的にインパルス駆動にすることもできるため、動画の品質を向上できる。こうすることで、元画像をきちんと人間の目に知覚させることができると同時に、表示を擬似的にインパルス駆動にすることもできるため、動画の品質を向上できる。なお、上記の駆動方法のように、手順2において、動き補償によって求めた中間画像をサブ画像として用いる方法が選択された場合は、サブ画像の明るさを変化させなくてもよい。なぜならば、中間状態の画像はそれ自体で画像として完結しているため、第2のサブ画像の表示タイミングが変化しても、人間の目に知覚される画像としては変化しないためである。この場合は、画像全体の明るさを変化させる回路を停止または当該回路自体を装置から省略することができるため、消費電力および装置の製造コストを低減することができる。

20

30

【0698】

さらに、手順2において、サブ画像の数Jが2ではなく、それ以外の値に決定されてもよいことは明らかである。その場合の利点は既に述べたので、ここでは詳細な説明は省略するが、第2のステップにおける手順1において、動き補償によって求めた中間画像をサブ画像として用いる方法が選択された場合においても同様な利点を有するのは明らかである。たとえば、液晶素子の応答時間が入力画像データの周期の $(1/(\text{変換比のJ倍}))$ 程度である液晶表示装置に適用することで、画質を向上することができる。

【0699】

次に、図73を参照して、入力フレームレートと表示フレームレートが異なる場合の、フレームレート変換方法の具体例について説明する。図73(A)乃至(C)に示す方法においては、画像上の円形の領域がフレームによって位置が変化する領域であり、画像上の三角形の領域がフレームによって位置がほぼ変化しない領域であるとしている。ただし、これは説明のための例であり、表示される画像はこれに限定されない。図73(A)乃至(C)の方法は、様々な画像に対して適用することができる。

40

【0700】

図73(A)は、表示フレームレートが入力フレームレートの2倍(変換比が2)である場合を表している。変換比が2である場合は、変換比が2より小さい場合よりも動画の品質を向上できるという利点を有する。さらに、変換比が2である場合は、変換比が2より大きい場合よりも消費電力および製造コストを低減できるという利点を有する。図73(C)

50

A) は、横軸を時間として、表示される画像の時間的な変化の様子を、模式的に表したものである。ここで、注目している画像のことを、第 p の画像 (p は正の整数) と表記することとする。そして、注目している画像の次に表示される画像を、第 $(p + 1)$ の画像、注目している画像の前に表示される画像を、第 $(p - 1)$ の画像、というように、注目している画像からどれだけ離れて表示されるかということ、を、便宜的に表記することとする。そして、画像 7301 は第 p の画像、画像 7302 は第 $(p + 1)$ の画像、画像 7303 は第 $(p + 2)$ の画像、画像 7304 は第 $(p + 3)$ の画像、画像 7305 は第 $(p + 4)$ の画像であるとする。期間 T_{in} は、入力画像データの周期を表している。なお、図 73(A) は変換比が 2 である場合を表しているため、期間 T_{in} は、第 p の画像が表示されてから第 $(p + 1)$ の画像が表示されるまで期間の 2 倍の長さとなる。

10

【0701】

ここで、第 $(p + 1)$ の画像 7302 は、第 p の画像 7301 から第 $(p + 2)$ の画像 7303 までの画像の変化量を検出することで、第 p の画像 7301 および第 $(p + 2)$ の画像 7303 の中間状態となるように作成された画像であってもよい。図 73(A) では、フレームによって位置が変化する領域 (円形の領域) と、フレームによって位置がほぼ変化しない領域 (三角形の領域) と、によって、中間状態の画像の様子を表している。すなわち、第 $(p + 1)$ の画像 7302 における円形の領域の位置は、第 p の画像 7301 における位置と、第 $(p + 2)$ の画像 7303 における位置の中間の位置としている。つまり、第 $(p + 1)$ の画像 7302 は、動き補償を行なって画像データを補間したものである。このように、画像上で動きのある物体に対して動き補償を行い、画像データを補間することによって、なめらかな表示を行なうことができる。

20

【0702】

さらに、第 $(p + 1)$ の画像 7302 は、第 p の画像 7301 および第 $(p + 2)$ の画像 7303 の中間状態となるように作成された上で、画像の輝度を一定の規則で制御した画像であってもよい。一定の規則とは、たとえば、図 73(A) のように、第 p の画像 7301 の代表的な輝度を L 、第 $(p + 1)$ の画像 7302 の代表的な輝度を L_c としたとき、 L と L_c で、 $L > L_c$ という関係があってもよい。望ましくは、 $0.1L < L_c < 0.8L$ という関係があってもよい。さらに望ましくは、 $0.2L < L_c < 0.5L$ という関係があってもよい。または、逆に L と L_c で、 $L < L_c$ という関係があってもよい。望ましくは、 $0.1L_c < L < 0.8L_c$ という関係があってもよい。さらに望ましくは、 $0.2L_c < L < 0.5L_c$ という関係があってもよい。このようにすることで、表示を擬似的にインパルス型とすることができるため、目の残像を抑えることができる。

30

【0703】

なお、画像の代表的な輝度については、後に図 74 を参照して詳しく述べる。

【0704】

このように、動画ボケに対する 2 つの異なる原因 (画像の動きがなめらかではないこと、および目の残像) を同時に解決することによって、動画ボケを大幅に低減することができる。

【0705】

さらに、第 $(p + 3)$ の画像 7304 についても、第 $(p + 2)$ の画像 7303 および第 $(p + 4)$ の画像 7305 から同様な方法を用いて作成されてもよい。すなわち、第 $(p + 3)$ の画像 7304 は、第 $(p + 2)$ の画像 7303 から第 $(p + 4)$ の画像 7305 までの画像の変化量を検出することで、第 $(p + 2)$ の画像 7303 および第 $(p + 4)$ の画像 7305 の中間状態となるように作成された画像であって、さらに、画像の輝度を一定の規則で制御した画像であってもよい。

40

【0706】

図 73(B) は、表示フレームレートが、入力フレームレートの 3 倍 (変換比が 3) である場合を表している。図 73(B) は、横軸を時間として、表示される画像の時間的な変化の様子を、模式的に表したものである。画像 7311 は第 p の画像、画像 7312 は第 $(p + 1)$ の画像、画像 7313 は第 $(p + 2)$ の画像、画像 7314 は第 $(p + 3)$ の

50

画像、画像 7315 は第 (p + 4) の画像、画像 7316 は第 (p + 5) の画像、画像 7317 は第 (p + 6) の画像であるとする。期間 T_{in} は、入力画像データの周期を表している。なお、図 73 (B) は変換比が 3 である場合を表しているため、期間 T_{in} は、第 p の画像が表示されてから第 (p + 1) の画像が表示されるまで期間の 3 倍の長さとなる。

【 0707 】

ここで、第 (p + 1) の画像 7312 および第 (p + 2) の画像 7313 は、第 p の画像 7311 から第 (p + 3) の画像 7314 までの画像の変化量を検出することで、第 p の画像 7311 および第 (p + 3) の画像 7314 の中間状態となるように作成された画像であってもよい。図 73 (B) では、フレームによって位置が変化する領域 (円形の領域) と、フレームによって位置がほぼ変化しない領域 (三角形の領域) と、によって、中間状態の画像の様子を表している。すなわち、第 (p + 1) の画像 7312 および第 (p + 2) の画像 7313 における円形の領域の位置は、第 p の画像 7311 における位置と、第 (p + 3) の画像 7314 における位置の中間の位置としている。具体的には、第 p の画像 7311 および第 (p + 3) の画像 7314 から検出した、円形の領域が移動する量を X としたとき、第 (p + 1) の画像 7312 における円形の領域の位置は、第 p の画像 7311 における位置から、 $(1 / 3) X$ 程度変位した位置であっても良い。さらに、第 (p + 2) の画像 7313 における円形の領域の位置は、第 p の画像 7311 における位置から、 $(2 / 3) X$ 程度変位した位置であっても良い。つまり、第 (p + 1) の画像 7312 および第 (p + 2) の画像 7313 は、動き補償を行なって画像データを補間したものである。このように、画像上で動きのある物体に対して動き補償を行い、画像データを補間することにより、なめらかな表示を行なうことができる。

【 0708 】

さらに、第 (p + 1) の画像 7312 および第 (p + 2) の画像 7313 は、第 p の画像 7311 および第 (p + 3) の画像 7314 の中間状態となるように作成された上で、画像の輝度を一定の規則で制御した画像であってもよい。一定の規則とは、たとえば、図 73 (B) のように、第 p の画像 7311 の代表的な輝度を L、第 (p + 1) の画像 7312 の代表的な輝度を L_{c1} 、第 (p + 2) の画像 7313 の代表的な輝度を L_{c2} としたとき、L、 L_{c1} 、 L_{c2} において、 $L > L_{c1}$ または $L > L_{c2}$ または $L_{c1} = L_{c2}$ という関係があってもよい。望ましくは、 $0.1L < L_{c1} = L_{c2} < 0.8L$ という関係があってもよい。さらに望ましくは、 $0.2L < L_{c1} = L_{c2} < 0.5L$ という関係があってもよい。または、逆に L、 L_{c1} 、 L_{c2} において、 $L < L_{c1}$ または $L < L_{c2}$ または $L_{c1} = L_{c2}$ という関係があってもよい。望ましくは、 $0.1L_{c1} = 0.1L_{c2} < L < 0.8L_{c1} = 0.8L_{c2}$ という関係があってもよい。さらに望ましくは、 $0.2L_{c1} = 0.2L_{c2} < L < 0.5L_{c1} = 0.5L_{c2}$ という関係があってもよい。このようにすることで、表示を擬似的にインパルス型とすることができるため、目の残像を抑えることができる。または、輝度を変化させる画像が交互に現れるようにしてもよい。こうすることで、輝度が変化する周期を短くすることができるので、フリッカを低減することができる。

【 0709 】

このように、動画ボケに対する 2 つの異なる原因 (画像の動きがなめらかではないこと、および目の残像) を同時に解決することによって、動画ボケを大幅に低減することができる。

【 0710 】

さらに、第 (p + 4) の画像 7315 および第 (p + 5) の画像 7316 についても、第 (p + 3) の画像 7314 および第 (p + 6) の画像 7317 から同様な方法を用いて作成されてもよい。すなわち、第 (p + 4) の画像 7315 および第 (p + 5) の画像 7316 は、第 (p + 3) の画像 7314 から第 (p + 6) の画像 7317 までの画像の変化量を検出することで、第 (p + 3) の画像 7314 および第 (p + 6) の画像 7317 の中間状態となるように作成された画像であって、さらに、画像の輝度を一定の規則で制御

した画像であってもよい。

【0711】

なお、図73(B)の方法を用いると、表示フレームレートが大きいので、画像の動きが目の動きによく追従できるようになり、画像の動きをなめらかに表示することができるため、動画ボケを大幅に低減することができる。

【0712】

図73(C)は、表示フレームレートが、入力フレームレートの1.5倍(変換比1.5)である場合を表している。図73(C)は、横軸を時間として、表示される画像の時間的な変化の様子を、模式的に表したものである。画像7321は第pの画像、画像7322は第(p+1)の画像、画像7323は第(p+2)の画像、画像7324は第(p+3)の画像であるとする。なお、実際には表示されなくてもよいが、画像7325は入力画像データであり、第(p+1)の画像7322および第(p+2)の画像7323が作成されるために用いられていてもよい。期間 T_{in} は、入力画像データの周期を表している。なお、図73(C)は変換比が1.5である場合を表しているため、期間 T_{in} は、第pの画像が表示されてから第(p+1)の画像が表示されるまで期間の1.5倍の長さとなる。

【0713】

ここで、第(p+1)の画像7322および第(p+2)の画像7323は、第pの画像7321から画像7325を経由して第(p+3)の画像7324までの画像の変化量を検出することで、第pの画像7321および第(p+3)の画像7324の中間状態となるように作成された画像であってもよい。図73(C)では、フレームによって位置が変化する領域(円形の領域)と、フレームによって位置がほぼ変化しない領域(三角形の領域)と、によって、中間状態の画像の様子を表している。すなわち、第(p+1)の画像7322および第(p+2)の画像7323における円形の領域の位置は、第pの画像7321における位置と、第(p+3)の画像7324における位置の中間の位置としている。つまり、第(p+1)の画像7322および第(p+2)の画像7323は、動き補償を行なって画像データを補間したものである。このように、画像上で動きのある物体に対して動き補償を行い、画像データを補間することにより、なめらかな表示を行なうことができる。

【0714】

さらに、第(p+1)の画像7322および第(p+2)の画像7323は、第pの画像7321および第(p+3)の画像7324の中間状態となるように作成された上で、画像の輝度を一定の規則で制御した画像であってもよい。一定の規則とは、たとえば、図73(C)のように、第pの画像7321の代表的な輝度を L 、第(p+1)の画像7322の代表的な輝度を L_{c1} 、第(p+2)の画像7323の代表的な輝度を L_{c2} としたとき、 L 、 L_{c1} 、 L_{c2} において、 $L > L_{c1}$ または $L > L_{c2}$ または $L_{c1} = L_{c2}$ という関係があってもよい。望ましくは、 $0.1L < L_{c1} = L_{c2} < 0.8L$ という関係があってもよい。さらに望ましくは、 $0.2L < L_{c1} = L_{c2} < 0.5L$ という関係があってもよい。または、逆に L 、 L_{c1} 、 L_{c2} において、 $L < L_{c1}$ または $L < L_{c2}$ または $L_{c1} = L_{c2}$ という関係があってもよい。望ましくは、 $0.1L_{c1} = 0.1L_{c2} < L < 0.8L_{c1} = 0.8L_{c2}$ という関係があってもよい。さらに望ましくは、 $0.2L_{c1} = 0.2L_{c2} < L < 0.5L_{c1} = 0.5L_{c2}$ という関係があってもよい。このようにすることで、表示を擬似的にインパルス型とすることができるため、目の残像を抑えることができる。または、輝度を変化させる画像が交互に現れるようにしてもよい。こうすることで、輝度が増える周期を短くすることができるので、フリッカを低減することができる。

【0715】

このように、動画ボケに対する2つの異なる原因(画像の動きがなめらかではないこと、および目の残像)を同時に解決することによって、動画ボケを大幅に低減することができる。

10

20

30

40

50

【0716】

なお、図73(C)の方法を用いると、表示フレームレートが小さいので、表示装置に信号を書き込む時間を長くすることができる。そのため、表示装置のクロック周波数を小さくできるので、消費電力を低減することができる。また、動き補償を行なう処理速度を遅くできるので、消費電力を低減することができる。

【0717】

次に、図74を参照して、画像の代表的な輝度について説明する。図74(A)乃至(D)に示す図は、横軸を時間として、表示される画像の時間的な変化の様子を、模式的に表したものである。図74(E)は、ある領域内の画像の輝度を測定する方法の一例である。

10

【0718】

画像の輝度を測定する方法としては、画像を構成するそれぞれの画素に対し、個別に輝度を測定する方法がある。この方法を用いると、画像の細部まで厳密に輝度を測定することができる。

【0719】

ただし、画像を構成するそれぞれの画素に対し、個別に輝度を測定する方法は、非常に労力を要するため、別の方法を用いてもよい。画像の輝度を測定する別の方法としては、画像内のある領域に注目し、その領域の平均的な輝度を測定する方法がある。この方法によって、簡易に画像の輝度を測定することができる。本実施の形態においては、画像内のある領域の平均的な輝度を測定する方法によって求めた輝度を、便宜的に、画像の代表的な輝度と呼ぶこととする。

20

【0720】

そして、画像の代表的な輝度を求めるために、画像内のどの領域に注目するかという点について、以下で説明する。

【0721】

図74(A)は、画像の変化に対し、位置がほぼ変化しない領域(三角形の領域)の輝度を、画像の代表的な輝度とする方法の例を表している。期間 T_{in} は入力画像データの周期、画像7401は第 p の画像、画像7402は第 $(p+1)$ の画像、画像7403は第 $(p+2)$ の画像、第1の領域7404は第 p の画像7401における輝度測定領域、第2の領域7405は第 $(p+1)$ の画像7402における輝度測定領域、第3の領域7406は第 $(p+2)$ の画像7403における輝度測定領域を、それぞれ表している。ここで、第1乃至第3の領域は、装置内の空間的な位置としては、概同じであるとしてよい。つまり、第1乃至第3の領域で画像の代表的な輝度を測定することによって、画像の代表的な輝度の時間変化を求めることができる。

30

【0722】

画像の代表的な輝度を測定することで、表示が擬似的にインパルス型となっているかどうかを判断することができる。たとえば、第1の領域7404で測定される輝度を L 、第2の領域7405で測定される輝度を L_c としたとき、 $L_c < L$ であれば、表示は擬似的にインパルス型であるといえる。このようなときに、動画の品質は向上しているといえる。

【0723】

なお、輝度測定領域において、時間の変化に対する画像の代表的な輝度の変化量(相対輝度)が、次のような範囲であると、画質を向上することができる。相対輝度としては、たとえば、第1の領域7404と第2の領域7405、第2の領域7405と第3の領域7406、第1の領域7404と第3の領域7406のそれぞれに対し、大きい方の輝度に対する小さい方の輝度の割合とすることができる。つまり、時間の変化に対する画像の代表的な輝度の変化量が0であるとき、相対輝度は100%となる。そして、相対輝度が80%以下であれば、動画の品質を向上できる。特に、相対輝度が50%以下であれば、動画の品質を顕著に向上できる。さらに、相対輝度が10%以上であれば、消費電力を低減し、かつフリッカを抑えることができる。特に、相対輝度が20%以上であれば、消費電力およびフリッカを顕著に低減することができる。すなわち、相対輝度が10%以上80

40

50

%以下であれば、動画の品質を向上させ、かつ、消費電力およびフリッカを低減することができる。さらに、相対輝度が20%以上50%以下であれば、動画の品質を顕著に向上させ、かつ、消費電力およびフリッカを顕著に低減することができる。

【0724】

図74(B)は、タイル状に分割された領域の輝度を測定し、その平均値を画像の代表的な輝度とする方法の例を表している。期間 T_{in} は入力画像データの周期、画像7411は第 p の画像、画像7412は第 $(p+1)$ の画像、画像7413は第 $(p+2)$ の画像、第1の領域7414は第 p の画像7411における輝度測定領域、第2の領域7415は第 $(p+1)$ の画像7412における輝度測定領域、第3の領域7416は第 $(p+2)$ の画像7413における輝度測定領域を、それぞれ表している。ここで、第1乃至第3の領域は、装置内の空間的な位置としては、概同じであるとしてよい。つまり、第1乃至第3の領域で画像の代表的な輝度を測定することによって、画像の代表的な輝度の時間変化を求めることができる。

10

【0725】

画像の代表的な輝度を測定することで、表示が擬似的にインパルス型となっているかどうかを判断することができる。たとえば、第1の領域7414で測定される輝度の全ての領域における平均値を L 、第2の領域7415で測定される輝度の全ての領域における平均値を L_c としたとき、 $L_c < L$ であれば、表示は擬似的にインパルス型であるといえる。このようなときに、動画の品質は向上しているといえる。

【0726】

なお、輝度測定領域において、時間の変化に対する画像の代表的な輝度の変化量(相対輝度)が、次のような範囲であると、画質を向上することができる。相対輝度としては、たとえば、第1の領域7414と第2の領域7415、第2の領域7415と第3の領域7416、第1の領域7414と第3の領域7416のそれぞれに対し、大きい方の輝度に対する小さい方の輝度の割合とすることができる。つまり、時間の変化に対する画像の代表的な輝度の変化量が0であるとき、相対輝度は100%となる。そして、相対輝度が80%以下であれば、動画の品質を向上できる。特に、相対輝度が50%以下であれば、動画の品質を顕著に向上できる。さらに、相対輝度が10%以上であれば、消費電力を低減し、かつフリッカを抑えることができる。特に、相対輝度が20%以上であれば、消費電力およびフリッカを顕著に低減することができる。すなわち、相対輝度が10%以上80%以下であれば、動画の品質を向上させ、かつ、消費電力およびフリッカを低減することができる。さらに、相対輝度が20%以上50%以下であれば、動画の品質を顕著に向上させ、かつ、消費電力およびフリッカを顕著に低減することができる。

20

30

【0727】

図74(C)は、画像の中央の領域の輝度を測定し、その平均値を画像の代表的な輝度とする方法の例を表している。期間 T_{in} は入力画像データの周期、画像7421は第 p の画像、画像7422は第 $(p+1)$ の画像、画像7423は第 $(p+2)$ の画像、第1の領域7424は第 p の画像7421における輝度測定領域、第2の領域7425は第 $(p+1)$ の画像7422における輝度測定領域、第3の領域7426は第 $(p+2)$ の画像7423における輝度測定領域を、それぞれ表している。

40

【0728】

画像の代表的な輝度を測定することで、表示が擬似的にインパルス型となっているかどうかを判断することができる。たとえば、第1の領域7424で測定される輝度を L 、第2の領域7425で測定される輝度を L_c としたとき、 $L_c < L$ であれば、表示は擬似的にインパルス型であるといえる。このようなときに、動画の品質は向上しているといえる。

【0729】

なお、輝度測定領域において、時間の変化に対する画像の代表的な輝度の変化量(相対輝度)が、次のような範囲であると、画質を向上することができる。相対輝度としては、たとえば、第1の領域7424と第2の領域7425、第2の領域7425と第3の領域7426、第1の領域7424と第3の領域7426のそれぞれに対し、大きい方の輝度に

50

対する小さい方の輝度の割合とすることができる。つまり、時間の変化に対する画像の代表的な輝度の変化量が0であるとき、相対輝度は100%となる。そして、相対輝度が80%以下であれば、動画の品質を向上できる。特に、相対輝度が50%以下であれば、動画の品質を顕著に向上できる。さらに、相対輝度が10%以上であれば、消費電力を低減し、かつフリッカを抑えることができる。特に、相対輝度が20%以上であれば、消費電力およびフリッカを顕著に低減することができる。すなわち、相対輝度が10%以上80%以下であれば、動画の品質を向上させ、かつ、消費電力およびフリッカを低減することができる。さらに、相対輝度が20%以上50%以下であれば、動画の品質を顕著に向上させ、かつ、消費電力およびフリッカを顕著に低減することができる。

【0730】

図74(D)は、画像全体からサンプリングした複数の点の輝度を測定し、その平均値を画像の代表的な輝度とする方法の例を表している。期間 T_{in} は入力画像データの周期、画像7431は第 p の画像、画像7432は第 $(p+1)$ の画像、画像7433は第 $(p+2)$ の画像、第1の領域7434は第 p の画像7431における輝度測定領域、第2の領域7435は第 $(p+1)$ の画像7432における輝度測定領域、第3の領域7436は第 $(p+2)$ の画像7433における輝度測定領域を、それぞれ表している。

【0731】

画像の代表的な輝度を測定することで、表示が擬似的にインパルス型となっているかどうかを判断することができる。たとえば、第1の領域7434で測定される輝度の全ての領域における平均値を L 、第2の領域7435で測定される輝度の全ての領域における平均値を L_c としたとき、 $L_c < L$ であれば、表示は擬似的にインパルス型であるといえる。このようなときに、動画の品質は向上しているといえる。

【0732】

なお、輝度測定領域において、時間の変化に対する画像の代表的な輝度の変化量(相対輝度)が、次のような範囲であると、画質を向上することができる。相対輝度としては、たとえば、第1の領域7434と第2の領域7435、第2の領域7435と第3の領域7436、第1の領域7434と第3の領域7436のそれぞれに対し、大きい方の輝度に対する小さい方の輝度の割合とすることができる。つまり、時間の変化に対する画像の代表的な輝度の変化量が0であるとき、相対輝度は100%となる。そして、相対輝度が80%以下であれば、動画の品質を向上できる。特に、相対輝度が50%以下であれば、動画の品質を顕著に向上できる。さらに、相対輝度が10%以上であれば、消費電力を低減し、かつフリッカを抑えることができる。特に、相対輝度が20%以上であれば、消費電力およびフリッカを顕著に低減することができる。すなわち、相対輝度が10%以上80%以下であれば、動画の品質を向上させ、かつ、消費電力およびフリッカを低減することができる。さらに、相対輝度が20%以上50%以下であれば、動画の品質を顕著に向上させ、かつ、消費電力およびフリッカを顕著に低減することができる。

【0733】

図74(E)は、図74(A)乃至(D)に示す図における、輝度測定領域内の測定方法を示した図である。領域7441は注目している輝度測定領域、点7442は輝度測定領域7441内の輝度測定点である。時間分解能の高い輝度計測機器は、その測定対象範囲が小さい場合があるため、領域7441が大きい場合は、領域全てを測定するのではなく、図74(E)のように、領域7441内を点状で偏り無く、複数の点で測定し、その平均値をもって領域7441の輝度であるとしてもよい。

【0734】

なお、画像がR、G、Bの3原色の組み合わせを持つ場合は、測定される輝度は、R、G、Bを合わせた輝度であってもよいし、RおよびGを合わせた輝度、GおよびBを合わせた輝度、BおよびRを合わせた輝度であってもよいし、R、G、Bそれぞれの輝度であってもよい。

【0735】

次に、入力画像データに含まれる画像の動きを検出し、中間状態の画像を作成する方法、

10

20

30

40

50

および入力画像データに含まれる画像の動き等に従って駆動方法を制御する方法について説明する。

【0736】

図75を参照して、入力画像データに含まれる画像の動きを検出し、中間状態の画像を作成する方法の例について説明する。図75(A)は、表示フレームレートが、入力フレームレートの2倍(変換比が2)である場合を表したものである。図75(A)は、横軸を時間として、画像の動きを検出する方法を、模式的に表したものである。期間 T_{in} は入力画像データの周期、画像7501は第 p の画像、画像7502は第 $(p+1)$ の画像、画像7503は第 $(p+2)$ の画像を、それぞれ表している。また、画像中に、時間に依存しない領域として、第1の領域7504、第2の領域7505および第3の領域7506を設ける。

10

【0737】

まず、第 $(p+2)$ の画像7503においては、画像をタイル状の複数の領域に分割し、そのうちの1つの領域である第3の領域7506内の画像データに着目する。

【0738】

次に、第 p の画像7501において、第3の領域7506を中心とした第3の領域7506よりも大きな範囲に着目する。ここで、第3の領域7506を中心とした第3の領域7506よりも大きな範囲は、データ検索範囲である。データ検索範囲は、水平方向(X方向)の範囲を7507、垂直方向(Y方向)の範囲を7508とする。なお、データ検索範囲の水平方向の範囲7507および垂直方向の範囲7508は、第3の領域7506の水平方向の範囲および垂直方向の範囲を、それぞれ1.5画素分程度拡大した範囲であつてもよい。

20

【0739】

そして、データ検索範囲内において、前記第3の領域7506内の画像データと最も類似した画像データを持つ領域を検索する。検索方法は、最小二乗法などを用いることができる。検索の結果、最も類似した画像データを持つ領域として、第1の領域7504が導出されたとする。

【0740】

次に、導出された第1の領域7504と、第3の領域7506との位置の違いを表す量として、ベクトル7509を導出する。なお、ベクトル7509を、動きベクトルと呼ぶことにする。

30

【0741】

そして、第 $(p+1)$ の画像7502においては、動きベクトル7509から求めたベクトル7510と、第 $(p+2)$ の画像7503における第3の領域7506内の画像データと、第 p の画像7501における第1の領域7504内の画像データと、によって、第2の領域7505を形成する。

【0742】

ここで、動きベクトル7509から求めたベクトル7510を変位ベクトルと呼ぶことにする。変位ベクトル7510は、第2の領域7505を形成する位置を決める役割を持つ。第2の領域7505は、第3の領域7506から変位ベクトル7510だけ離れた位置に形成される。なお、変位ベクトル7510は、動きベクトル7509に係数 $(1/2)$ をかけた量であつてもよい。

40

【0743】

第 $(p+1)$ の画像7502における第2の領域7505内の画像データは、第 $(p+2)$ の画像7503における第3の領域7506内の画像データと、第 p の画像7501における第1の領域7504内の画像データによって決められるとしてもよい。たとえば、第 $(p+1)$ の画像7502における第2の領域7505内の画像データは、第 $(p+2)$ の画像7503における第3の領域7506内の画像データと、第 p の画像7501における第1の領域7504内の画像データの平均値であつてもよい。

【0744】

50

このようにして、第 $(p + 2)$ の画像 7503 における第 3 の領域 7506 に対応する、第 $(p + 1)$ の画像 7502 における第 2 の領域 7505 を形成することができる。なお、以上の処理を、第 $(p + 2)$ の画像 7503 における他の領域にも行なうことで、第 $(p + 2)$ の画像 7503 と第 p の画像 7501 の中間状態となる、第 $(p + 1)$ の画像 7502 を形成することができる。

【0745】

図 75(B) は、表示フレームレートが、入力フレームレートの 3 倍 (変換比が 3) である場合を表したものである。図 75(B) は、横軸を時間として、画像の動きを検出する方法を、模式的に表したものである。期間 T_{in} は入力画像データの周期、画像 7511 は第 p の画像、画像 7512 は第 $(p + 1)$ の画像、画像 7513 は第 $(p + 2)$ の画像、画像 7514 は第 $(p + 3)$ の画像を、それぞれ表している。また、画像中に、時間に依存しない領域として、第 1 の領域 7515、第 2 の領域 7516、第 3 の領域 7517 および第 4 の領域 7518 を設ける。

10

【0746】

まず、第 $(p + 3)$ の画像 7514 においては、画像をタイル状の複数の領域に分割し、そのうちの 1 つの領域である第 4 の領域 7518 内の画像データに着目する。

【0747】

次に、第 p の画像 7511 において、第 4 の領域 7518 を中心とした第 4 の領域 7518 よりも大きな範囲に着目する。ここで、第 4 の領域 7518 を中心とした第 4 の領域 7518 よりも大きな範囲は、データ検索範囲である。データ検索範囲は、水平方向 (X 方向) の範囲を 7519、垂直方向 (Y 方向) の範囲を 7520 とする。なお、データ検索範囲の水平方向の範囲 7519 および垂直方向の範囲 7520 は、第 4 の領域 7518 の水平方向の範囲および垂直方向の範囲を、それぞれ 1.5 画素分程度拡大した範囲であってもよい。

20

【0748】

そして、データ検索範囲内において、前記第 4 の領域 7518 内の画像データと最も類似した画像データを持つ領域を検索する。検索方法は、最小二乗法などを用いることができる。検索の結果、最も類似した画像データを持つ領域として、第 1 の領域 7515 が導出されたとする。

【0749】

次に、導出された第 1 の領域 7515 と、第 4 の領域 7518 との位置の違いを表す量として、ベクトル 7521 を導出する。なお、ベクトル 7521 を、動きベクトルと呼ぶことにする。

30

【0750】

そして、第 $(p + 1)$ の画像 7512 および、第 $(p + 2)$ の画像 7513 においては、動きベクトル 7521 から求めたベクトル 7522 および 7523 と、第 $(p + 3)$ の画像 7515 における第 4 の領域 7518 内の画像データと、第 p の画像 7511 における第 1 の領域 7515 内の画像データと、によって、第 2 の領域 7516 および第 3 の領域 7517 を形成する。

【0751】

ここで、動きベクトル 7521 から求めたベクトル 7522 を第 1 の変位ベクトルと呼ぶことにする。また、ベクトル 7523 を第 2 の変位ベクトルと呼ぶことにする。第 1 の変位ベクトル 7522 は、第 2 の領域 7516 を形成する位置を決める役割を持つ。第 2 の領域 7516 は、第 4 の領域 7518 から第 1 の変位ベクトル 7522 だけ離れた位置に形成される。なお、変位ベクトル 7522 は、動きベクトル 7521 に $(1/3)$ をかけた量であってもよい。また、第 2 の変位ベクトル 7523 は、第 3 の領域 7517 を形成する位置を決める役割を持つ。第 3 の領域 7517 は、第 4 の領域 7518 から第 2 の変位ベクトル 7523 だけ離れた位置に形成される。なお、変位ベクトル 7523 は、動きベクトル 7521 に $(2/3)$ をかけた量であってもよい。

40

【0752】

50

第 (p + 1) の画像 7 5 1 2 における第 2 の領域 7 5 1 6 内の画像データは、第 (p + 3) の画像 7 5 1 4 における第 4 の領域 7 5 1 8 内の画像データと、第 p の画像 7 5 1 1 における第 1 の領域 7 5 1 5 内の画像データによって決められるとしてもよい。たとえば、第 (p + 1) の画像 7 5 1 2 における第 2 の領域 7 5 1 6 内の画像データは、第 (p + 3) の画像 7 5 1 4 における第 4 の領域 7 5 1 8 内の画像データと、第 p の画像 7 5 1 1 における第 1 の領域 7 5 1 5 内の画像データの平均値であってもよい。

【 0 7 5 3 】

第 (p + 2) の画像 7 5 1 3 における第 3 の領域 7 5 1 7 内の画像データは、第 (p + 3) の画像 7 5 1 4 における第 4 の領域 7 5 1 8 内の画像データと、第 p の画像 7 5 1 1 における第 1 の領域 7 5 1 5 内の画像データによって決められるとしてもよい。たとえば、第 (p + 2) の画像 7 5 1 3 における第 3 の領域 7 5 1 7 内の画像データは、第 (p + 3) の画像 7 5 1 4 における第 4 の領域 7 5 1 8 内の画像データと、第 p の画像 7 5 1 1 における第 1 の領域 7 5 1 5 内の画像データの平均値であってもよい。

10

【 0 7 5 4 】

このようにして、第 (p + 3) の画像 7 5 1 4 における第 4 の領域 7 5 1 8 に対応する、第 (p + 1) の画像 7 5 0 2 における第 2 の領域 7 5 1 6、および第 (p + 2) の画像 7 5 1 3 における第 3 の領域 7 5 1 7 を形成することができる。なお、以上の処理を、第 (p + 3) の画像 7 5 1 4 における他の領域にも行なうことで、第 (p + 3) の画像 7 5 1 4 と第 p の画像 7 5 1 1 の中間状態となる、第 (p + 1) の画像 7 5 1 2 および第 (p + 2) の画像 7 5 1 3 を形成することができる。

20

【 0 7 5 5 】

次に、図 7 6 を参照して、入力画像データに含まれる画像の動きを検出し、中間状態の画像を作成する回路の例について説明する。図 7 6 (A) は、表示領域に画像を表示するためのソースドライバ、ゲートドライバを含む周辺駆動回路と、周辺駆動回路を制御する制御回路の接続関係を表した図である。図 7 6 (B) は、前記制御回路の詳細な回路構成の一例を表した図である。図 7 6 (C) は、前記制御回路に含まれる画像処理回路の詳細な回路構成の一例を表した図である。図 7 6 (D) は、前記制御回路に含まれる画像処理回路の詳細な回路構成の別の例を表した図である。

【 0 7 5 6 】

図 7 6 (A) のように、本実施の形態における装置は、制御回路 7 6 1 1 と、ソースドライバ 7 6 1 2 と、ゲートドライバ 7 6 1 3 と、表示領域 7 6 1 4 と、を含んでいてもよい。

30

【 0 7 5 7 】

なお、制御回路 7 6 1 1、ソースドライバ 7 6 1 2 およびゲートドライバ 7 6 1 3 は、表示領域 7 6 1 4 が形成されている基板と同一の基板上に形成されていてもよい。

【 0 7 5 8 】

なお、制御回路 7 6 1 1、ソースドライバ 7 6 1 2 およびゲートドライバ 7 6 1 3 は、これらのうち一部が、表示領域 7 6 1 4 が形成されている基板と同一の基板上に形成され、その他の回路は、表示領域 7 6 1 4 が形成されている基板とは異なる基板上に形成されていてもよい。たとえば、ソースドライバ 7 6 1 2 およびゲートドライバ 7 6 1 3 が、表示領域 7 6 1 4 が形成されている基板と同一の基板上に形成され、制御回路 7 6 1 1 は異なる基板上に外付け IC として形成されていてもよい。同様に、ゲートドライバ 7 6 1 3 が、表示領域 7 6 1 4 が形成されている基板と同一の基板上に形成され、その他の回路は異なる基板上に外付け IC として形成されていてもよい。同様に、ソースドライバ 7 6 1 2、ゲートドライバ 7 6 1 3 および制御回路 7 6 1 1 の一部が、表示領域 7 6 1 4 が形成されている基板と同一の基板上に形成され、その他の回路は異なる基板上に外付け IC として形成されていてもよい。

40

【 0 7 5 9 】

制御回路 7 6 1 1 は、外部画像信号 7 6 0 0 と、水平同期信号 7 6 0 1 と、垂直同期信号 7 6 0 2 と、が入力され、画像信号 7 6 0 3 と、ソーススタートパルス 7 6 0 4 と、ソ-

50

スクロック7605と、ゲートスタートパルス7606と、ゲートクロック7607と、
が出力される構成であってもよい。

【0760】

ソースドライバ7612は、画像信号7603と、ソーススタートパルス7604と、ソ
ースクロック7605と、が入力され、画像信号7603に従った電圧または電流を表示
領域7614に出力する構成であってもよい。

【0761】

ゲートドライバ7613は、ゲートスタートパルス7606と、ゲートクロック7607
と、が入力され、ソースドライバ7612から出力される信号を表示領域7614に書き
込むタイミングを指定する信号が出力される構成であってもよい。

10

【0762】

外部画像信号7600の周波数と、画像信号7603の周波数が異なっている場合、ソ
ースドライバ7612およびゲートドライバ7613を駆動するタイミングを制御する信号
も、入力される水平同期信号7601および垂直同期信号7602とは異なる周波数を持
つことになる。そのため、画像信号7603の処理に加えて、ソースドライバ7612お
よびゲートドライバ7613を駆動するタイミングを制御する信号も処理する必要があ
る。制御回路7611は、そのための機能を持った回路であってもよい。たとえば、外部画
像信号7600の周波数に対して画像信号7603の周波数が倍であった場合、制御回路
7611は、外部画像信号7600に含まれる画像信号を補間して倍の周波数の画像信号
7603を生成し、かつ、タイミングを制御する信号も倍の周波数になるように制御する
。

20

【0763】

また、制御回路7611は、図76(B)のように、画像処理回路7615と、タイミン
グ発生回路7616と、を含んでいてもよい。

【0764】

画像処理回路7615は、外部画像信号7600と、周波数制御信号7608と、が入力
され、画像信号7603が出力される構成であってもよい。

【0765】

タイミング発生回路7616は、水平同期信号7601と、垂直同期信号7602と、が
入力され、ソーススタートパルス7604と、ソースクロック7605と、ゲートスター
トパルス7606と、ゲートクロック7607と、周波数制御信号7608と、が出力さ
れる構成であってもよい。なお、タイミング発生回路7616は、周波数制御信号760
8の状態を指定するためのデータを保持するメモリまたはレジスタ等を含んでいてもよ
い。また、タイミング発生回路7616は、外部から周波数制御信号7608の状態を指定
する信号が入力される構成であってもよい。

30

【0766】

画像処理回路7615は、図76(C)のように、動き検出回路7620と、第1のメモ
リ7621と、第2のメモリ7622と、第3のメモリ7623と、輝度制御回路762
3と、高速処理回路7625と、を含んでいてもよい。

【0767】

動き検出回路7620は、複数の画像データが入力され、画像の動きが検出され、前記複
数の画像データの間状態である画像データが出力される構成であってもよい。

40

【0768】

第1のメモリ7621は、外部映像信号7600が入力され、前記外部映像信号7600
を一定期間保持しつつ、動き検出回路7620と第2のメモリ7622に前記外部映像信
号7600を出力する構成であってもよい。

【0769】

第2のメモリ7622は、第1のメモリ7621から出力された画像データが入力され、
前記画像データを一定期間保持しつつ、動き検出回路7620と高速処理回路7625に
前記画像データを出力する構成であってもよい。

50

【0770】

第3のメモリ7623は、動き検出回路7620から出力された画像データが入力され、前記画像データを一定期間保持しつつ、輝度制御回路7624に前記画像データを出力する構成であってもよい。

【0771】

高速処理回路7625は、第2のメモリ7622から出力された画像データと、輝度制御回路7624から出力された画像データと、周波数制御信号7608と、が入力され、前記画像データを、画像信号7603として出力する構成であってもよい。

【0772】

外部画像信号7600の周波数と、画像信号7603の周波数が異なっている場合、画像処理回路7615によって、外部画像信号7600に含まれる画像信号を補間して画像信号7603を生成してもよい。入力された外部画像信号7600は、一旦第1のメモリ7621に保持される。そのとき、第2のメモリ7622には、1つ前のフレームで入力された画像データが保持されている。動き検出回路7620は、第1のメモリ7621および第2のメモリ7622に保持された画像データを適宜読み込み、両者の画像データの違いから動きベクトルを検出し、さらに、中間状態の画像データを生成してもよい。生成された中間状態の画像データは、第3のメモリ7623によって保持される。

10

【0773】

動き検出回路7620が中間状態の画像データを生成しているとき、高速処理回路7625は、第2のメモリ7622に保持されている画像データを、画像信号7603として出力する。その後、第3のメモリ7623に保持された画像データを輝度制御回路7624を通じて画像信号7603として出力する。このとき、第2のメモリ7622および第3のメモリ7623が更新される周波数は外部画像信号7600の周波数と同じだが、高速処理回路7625を通じて出力される画像信号7603の周波数は、外部画像信号7600の周波数と異なってもよい。具体的には、たとえば、画像信号7603の周波数は外部画像信号7600の周波数の1.5倍、2倍、3倍が挙げられる。しかし、これに限定されるものではなく、様々な周波数とすることができる。なお、画像信号7603の周波数は、周波数制御信号7608によって指定されてもよい。

20

【0774】

図76(D)に示した画像処理回路7615の構成は、図76(C)に示した画像処理回路7615の構成に、第4のメモリ7626を加えたものである。このように、第1のメモリ7621から出力された画像データと、第2のメモリ7622から出力された画像データに加えて、第4のメモリ7626から出力された画像データも動き検出回路7620に出力することで、正確に画像の動きを検出することが可能になる。

30

【0775】

なお、入力される画像データが、データ圧縮等のために、すでに動きベクトルを含んでいるような場合、たとえばMPEG(Moving Picture Expert Group)の規格に基づく画像データである場合は、これを用いて中間状態の画像を補間画像として生成すればよい。このとき、動き検出回路7620に含まれる、動きベクトルを生成する部分は不要となる。また、画像信号7623に係るエンコードおよびデコード処理も簡単なものとなるため、消費電力を低減できる。

40

【0776】

なお、本実施の形態において、様々な図を用いて述べてきたが、各々の図で述べた内容(一部でもよい)は、別の図で述べた内容(一部でもよい)に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことができる。さらに、これまでに述べた図において、各々の部分に関して、別の部分を組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることができる。

【0777】

同様に、本実施の形態の各々の図で述べた内容(一部でもよい)は、別の実施の形態の図で述べた内容(一部でもよい)に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行

50

うことが出来る。さらに、本実施の形態の図において、各々の部分に関して、別の実施の形態の部分を組み合わせるにより、さらに多くの図を構成させることが出来る。

【0778】

なお、本実施の形態は、他の実施の形態で述べた内容（一部でもよい）を、具現化した場合の一例、少し変形した場合の一例、一部を変更した場合の一例、改良した場合の一例、詳細に述べた場合の一例、応用した場合の一例、関連がある部分についての一例などを示している。したがって、他の実施の形態で述べた内容は、本実施の形態への適用、組み合わせ、又は置き換えを自由に行うことができる。

【0779】

（実施の形態11）

本実施の形態においては、トランジスタの構造及び作製方法について説明する。

【0780】

図48は、本発明に係る表示装置が有するトランジスタの構造の一例及びその作製方を示す図である。図48(A)は、本発明に係る表示装置が有するトランジスタの構造の一例を示す図である。また、図48(B)乃至(G)は、本発明に係る表示装置が有するトランジスタの作製方法の例を示す図である。

【0781】

なお、本発明に係る表示装置が有するトランジスタの構造及び作製方法は、図48に示すものに限定されず、様々な構造及び作製方法を用いることができる。

【0782】

まず、図48(A)を参照し、本発明に係る表示装置が有するトランジスタの構造の例について説明する。図48(A)は複数の異なる構造を有するトランジスタの断面図である。ここで、図48(A)においては、複数の異なる構造を有するトランジスタを並置して示しているが、これは本発明に係る表示装置が有するトランジスタの構造を説明するためのものであり、実際に図48(A)のように並置されている必要はなく、必要に応じてつくり分けることができる。

【0783】

次に、本発明に係る表示装置が有するトランジスタを構成する各層について説明する。

【0784】

基板4011は、バリウムホウケイ酸ガラス、アルミノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板、石英基板、セラミック基板又はステンレスを含む金属基板等を用いることができる。他にも、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエチレンナフタレート(PEN)、ポリエテルサルフォン(PES)に代表されるプラスチック又はアクリル等の可撓性を有する合成樹脂からなる基板を用いることも可能である。可撓性を有する基板を用いることによって、折り曲げることが可能である表示装置を作製することが可能となる。

【0785】

絶縁膜4012は、下地膜として機能する。この下地膜は、基板4011からNaなどのアルカリ金属又はアルカリ土類金属が半導体素子の特性に悪影響を及ぼすのを防ぐために設ける。絶縁膜4012としては、酸化珪素(SiO_x)、窒化珪素(SiN_x)、酸化窒化珪素(SiO_xN_y)(x>y)、窒化酸化珪素(SiN_xO_y)(x>y)等の酸素又は窒素を有する絶縁膜の単層構造若しくはこれらの積層構造で設けることができる。例えば、絶縁膜4012を2層構造で設ける場合、1層目の絶縁膜として窒化酸化珪素膜を設け、2層目の絶縁膜として酸化窒化珪素膜を設けるとよい。また、絶縁膜4012を3層構造で設ける場合、1層目の絶縁膜として酸化窒化珪素膜を設け、2層目の絶縁膜として窒化酸化珪素膜を設け、3層目の絶縁膜として酸化窒化珪素膜を設けるとよい。

【0786】

半導体層4013、4014、4015は、非晶質(アモルファス)半導体又はセミアモルファス半導体(SAS)で形成することができる。あるいは、多結晶半導体層を用いても良い。SASは、非晶質と結晶構造(単結晶、多結晶を含む)の中間的な構造を有し、自由エネルギー的に安定な第3の状態を有する半導体であって、短距離秩序を持ち格子歪

10

20

30

40

50

みを有する結晶質な領域を含んでいる。少なくとも膜中の一部の領域には、 $0.5 \sim 20$ nmの結晶領域を観測することができ、珪素を主成分とする場合にはラマンスペクトルが 520 cm^{-1} よりも低波数側にシフトしている。X線回折では珪素結晶格子に由来するとされる(111)、(220)の回折ピークが観測される。未結合手(ダングリングボンド)の補償するものとして水素又はハロゲンを少なくとも1原子%又はそれ以上含ませている。SASは、材料ガスをグロー放電分解(プラズマCVD)して形成する。材料ガスとしては、 SiH_4 、その他にも Si_2H_6 、 SiH_2Cl_2 、 SiHCl_3 、 SiCl_4 、 SiF_4 などを用いることが可能である。あるいは、 GeF_4 を混合させても良い。この材料ガスを H_2 、あるいは、 H_2 と He 、 Ar 、 Kr 、 Ne から選ばれた一種又は複数種の希ガス元素で希釈してもよい。希釈率は $2 \sim 1000$ 倍の範囲。圧力は概略 $0.1 \text{ Pa} \sim 133 \text{ Pa}$ の範囲、電源周波数は $1 \text{ MHz} \sim 120 \text{ MHz}$ 、好ましくは $13 \text{ MHz} \sim 60 \text{ MHz}$ 。基板加熱温度は 300 以下でよい。膜中の不純物元素として、酸素、窒素、炭素などの大気成分の不純物は $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ 以下とすることが望ましく、特に、酸素濃度は $5 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ 以下とする。ここでは、公知の手段(スパッタ法、LPCVD法、プラズマCVD法等)を用いてシリコン(Si)を主成分とする材料(例えば $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ 等)で非晶質半導体層を形成し、当該非晶質半導体層をレザ結晶化法、RTA又はファーネスアニール炉を用いる熱結晶化法、結晶化を助長する金属元素を用いる熱結晶化法などの公知の結晶化法により結晶化させる。

【0787】

絶縁膜4016は、酸化珪素(SiO_x)、窒化珪素(SiN_x)、酸化窒化珪素(SiO_xN_y)($x > y$)、窒化酸化珪素(SiN_xO_y)($x > y$)等の酸素又は窒素有する絶縁膜の単層構造、若しくはこれらの積層構造で設けることができる。

【0788】

ゲート電極4017は、単層の導電膜、又は二層もしくは三層の導電膜の積層構造とすることができる。ゲート電極4017の材料としては、公知の導電膜を用いることができる。たとえば、タンタル(Ta)、チタン(Ti)、モリブデン(Mo)、タングステン(W)、クロム(Cr)、シリコン(Si)などの元素の単体膜、あるいは、前記元素の窒化膜(代表的には窒化タンタル膜、窒化タングステン膜、窒化チタン膜)、あるいは、前記元素を組み合わせた合金膜(代表的にはMo-W合金、Mo-Ta合金)、あるいは、前記元素のシリサイド膜(代表的にはタングステンシリサイド膜、チタンシリサイド膜)などを用いることができる。なお、上述した単体膜、窒化膜、合金膜、シリサイド膜などは、単層で用いてもよいし、積層して用いてもよい。

【0789】

絶縁膜4018は、公知の手段(スパッタ法又はプラズマCVD法等)によって、酸化珪素(SiO_x)、窒化珪素(SiN_x)、酸化窒化珪素(SiO_xN_y)($x > y$)、窒化酸化珪素(SiN_xO_y)($x > y$)等の酸素又は窒素有する絶縁膜やDLC(ダイヤモンドライクカーボン)等の炭素を含む膜の単層構造、若しくはこれらの積層構造で設けることができる。

【0790】

絶縁膜4019は、シロキサン樹脂、あるいは、酸化珪素(SiO_x)、窒化珪素(SiN_x)、酸化窒化珪素(SiO_xN_y)($x > y$)、窒化酸化珪素(SiN_xO_y)($x > y$)等の酸素又は窒素有する絶縁膜やDLC(ダイヤモンドライクカーボン)等の炭素を含む膜、あるいは、エポキシ、ポリイミド、ポリアミド、ポリビニルフェノール、ベンゾシクロブテン、アクリル等の有機材料、からなる単層若しくは積層構造で設けることができる。なお、シロキサン樹脂とは、 Si-O-Si 結合を含む樹脂に相当する。シロキサンは、シリコン(Si)と酸素(O)との結合で骨格構造が構成される。置換基として、少なくとも水素を含む有機基(例えばアルキル基、アリール基)が用いられる。置換基として、フルオロ基を用いることもできる。あるいは、置換基として、少なくとも水素を含む有機基と、フルオロ基とを用いてもよい。なお、本発明に適應できる表示装置にお

10

20

30

40

50

いて、絶縁膜4018を設けずにゲート電極4017を覆うように直接絶縁膜4019を設けることも可能である。

【0791】

導電膜4023は、Al、Ni、W、Mo、Ti、Pt、Cu、Ta、Au、Mnなどの元素の単体膜、あるいは、前記元素の窒化膜、あるいは、前記元素を組み合わせた合金膜、あるいは、前記元素のシリサイド膜などを用いることができる。例えば、前記元素を複数含む合金として、C及びTiを含有したAl合金、Niを含有したAl合金、C及びNiを含有したAl合金、C及びMnを含有したAl合金等を用いることができる。また、積層構造で設ける場合、AlをMo又はTiなどで挟み込んだ構造とすることができる。こうすることで、Alの熱や化学反応に対する耐性を向上することができる。

10

【0792】

次に、図48(A)に示した、複数の異なる構造を有するトランジスタの断面図を参照して、各々の構造の特徴について説明する。

【0793】

トランジスタ4001は、シングルドレイントランジスタであり、簡便な方法で製造できるため、製造コストが低く、歩留まりを高く製造できる利点がある。ここで、半導体層4013、4015は、それぞれ不純物の濃度が異なり、半導体層4013はチャネル領域、半導体層4015はソース領域及びドレイン領域として機能する。このように、不純物の量を制御することで、半導体層の抵抗率を制御することができる。また、半導体層と導電膜4023との電気的な接続状態を、オミック接続に近づけることができる。なお、不純物の量の異なる半導体層を作り分ける方法としては、ゲート電極4017をマスクとして半導体層に不純物をドピングする方法を用いることができる。

20

【0794】

トランジスタ4002は、ゲート電極4017に一定以上のテーパ角を有するトランジスタであり、簡便な方法で製造できるため、製造コストが低く、歩留まりを高く製造できる利点がある。半導体層4013、4014、4015は、それぞれ不純物濃度が異なり、半導体層4013はチャネル領域、半導体層4014は低濃度ドレイン(Lightly Doped Drain: LDD)領域、半導体層4015はソース領域及びドレイン領域として用いる。このように、不純物の量を制御することで、半導体層の抵抗率を制御できる。また、半導体層と導電膜4023との電気的な接続状態を、オミック接続に近づけることができる。また、LDD領域を有するため、トランジスタ内部に高電界がかかりにくく、ホットキャリアによる素子の劣化を抑制することができる。なお、不純物の量の異なる半導体層を作り分ける方法としては、ゲート電極4017をマスクとして半導体層に不純物をドピングする方法を用いることができる。トランジスタ4002は、ゲート電極4017がテーパ角を有しているため、ゲート電極4017を通過して半導体層にドピングされる不純物の濃度に勾配を持たせることができ、簡便にLDD領域を形成することができる。

30

【0795】

トランジスタ4003は、ゲート電極が少なくとも2層で構成され、下層のゲート電極4017aが上層のゲート電極4017bよりも長い形状を有するトランジスタである。本明細書中においては、上層のゲート電極及び下層のゲート電極の形状を、帽子型と呼ぶ。ゲート電極の形状が帽子型であることによってフォトマスクを追加することなく、LDD領域を形成することができる。なお、トランジスタ4003のように、LDD領域がゲート電極と重なっている構造を、特にGOLD構造(Gate Overlapped LDD)と呼ぶ。なお、ゲート電極の形状を帽子型とする方法としては、次のような方法を用いてもよい。

40

【0796】

まず、ゲート電極をパターニングする際に、ドライエッチングにより、下層のゲート電極及び上層のゲート電極をエッチングして側面に傾斜(テーパ)のある形状にする。続いて、異方性エッチングにより上層のゲート電極の傾斜を垂直に近くなるように加工する。

50

これにより、断面形状が帽子型のゲート電極が形成される。その後、2回、不純物元素をド - ピングすることによって、チャンネル領域として用いる半導体層4013、LDD領域として用いる半導体層4014、ソ - ス電極及びドレイン電極として用いる半導体層4015が形成される。

【0797】

なお、ゲート電極と重なっているLDD領域をLov領域、ゲート電極と重なっていないLDD領域をLoff領域と呼ぶことにする。ここで、Loff領域はオフ電流値を抑える効果は高いが、ドレイン近傍の電界を緩和してホットキャリアによるオン電流値の劣化を防ぐ効果は低い。一方、Lov領域はドレイン近傍の電界を緩和し、オン電流値の劣化の防止には有効であるが、オフ電流値を抑える効果は低い。よって、種々の回路毎に、求められる特性に応じた構造のトランジスタを作製することが好ましい。たとえば、本発明に適用できる表示装置を表示装置として用いる場合、画素トランジスタは、オフ電流値を抑えるために、Loff領域を有するトランジスタを用いることが好適である。一方、周辺回路におけるトランジスタは、ドレイン近傍の電界を緩和し、オン電流値の劣化を防止するために、Lov領域を有するトランジスタを用いることが好適である。

10

【0798】

トランジスタ4004は、ゲート電極4017の側面に接して、サイドウォール4021を有するトランジスタである。サイドウォール4021を有することによって、サイドウォール4021と重なる領域をLDD領域とすることができる。

【0799】

トランジスタ4005は、半導体層にマスクを用いてド - ピングすることにより、LDD(Loff)領域を形成したトランジスタである。こうすることにより、確実にLDD領域を形成することができ、トランジスタのオフ電流値を低減することができる。

20

【0800】

トランジスタ4006は、半導体層にマスクを用いてド - ピングすることにより、LDD(Lov)領域を形成したトランジスタである。こうすることにより、確実にLDD領域を形成することができ、トランジスタのドレイン近傍の電界を緩和し、オン電流値の劣化を低減することができる。

【0801】

次に、図48(B)乃至(G)を参照して、本発明に係る表示装置が有するトランジスタの作製方法の例を説明する。

30

【0802】

なお、本発明に係る表示装置が有するトランジスタの構造及び作製方法は、図48に示すものに限定されず、様々な構造及び作製方法を用いることができる。

【0803】

本実施の形態においては、基板4011、絶縁膜4012、半導体層4013、4014、4015、絶縁膜4016、絶縁膜4018や絶縁膜4019の表面に、プラズマ処理を用いて酸化又は窒化処理を行うことにより、その表面を酸化又は窒化することができる。このように、プラズマ処理を用いて半導体層又は絶縁膜を酸化又は窒化することによって、当該半導体層又は当該絶縁膜の表面を改質し、CVD法やスパッタ法により形成した絶縁膜と比較してより緻密な絶縁膜を形成することができ、よって、ピンホール等の欠陥を抑制し表示装置の特性等を向上させることが可能となる。

40

【0804】

まず、基板4011の表面をフッ酸(HF)、アルカリ又は純水を用いて洗浄する。基板4011は、バリウムホウケイ酸ガラス、アルミノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板、石英基板、セラミック基板又はステンレスを含む金属基板等を用いることができる。他にも、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエチレンナフタレート(PEN)、ポリエ - テルサルホン(PES)に代表されるプラスチックや、アクリル等の可撓性を有する合成樹脂からなる基板を用いることも可能である。なお、ここでは基板4011としてガラス基板を用いる場合を示す。

50

【0805】

ここで、基板4011の表面にプラズマ処理を行うことで酸化又は窒化し、基板4011の表面に酸化膜又は窒化膜を形成してもよい(図48(B))。表面にプラズマ処理を行うことで形成された酸化膜又は窒化膜などの絶縁膜を、以下ではプラズマ処理絶縁膜とも記す。なお、図48(B)においては、絶縁膜4031がプラズマ処理絶縁膜である。一般的に、ガラス又はプラスチック等の基板上に薄膜トランジスタ等の半導体素子を設けた場合、ガラス又はプラスチック等に含まれる、Naなどのアルカリ金属又はアルカリ土類金属等の不純物元素が半導体素子に混入することによって、半導体素子の特性に影響を及ぼす恐れがある。しかし、ガラス又はプラスチック等からなる基板の表面を窒化することにより、基板に含まれるNaなどの、アルカリ金属又はアルカリ土類金属等の不純物元素が半導体素子に混入するのを防止することができる。

10

【0806】

なお、プラズマ処理により表面を酸化する場合には、酸素雰囲気下(例えば、酸素(O_2)と希ガス(He、Ne、Ar、Kr、Xeの少なくとも一つを含む)雰囲気下、あるいは、酸素と水素(H_2)と希ガス雰囲気下、あるいは、一酸化二窒素と希ガス雰囲気下)でプラズマ処理を行う。一方、プラズマ処理により半導体層を窒化する場合には、窒素雰囲気下(例えば、窒素(N_2)と希ガス(He、Ne、Ar、Kr、Xeの少なくとも一つを含む)雰囲気下、あるいは、窒素と水素と希ガス雰囲気下、あるいは、 NH_3 と希ガス雰囲気下)でプラズマ処理を行う。希ガスとしては、例えばArやArとKrを混合したガス等を用いることができる。そのため、プラズマ処理絶縁膜は、プラズマ処理に用いた希ガス(He、Ne、Ar、Kr、Xeの少なくとも一つを含む)を含んでいる。たとえば、Arを用いた場合にはプラズマ処理絶縁膜にArが含まれている。

20

【0807】

また、プラズマ処理は、上記ガスの雰囲気中において、電子密度が $1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ 以上 $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ 以下であり、プラズマの電子温度が0.5 eV以上1.5 eV以下で処理することが好適である。プラズマの電子密度が高密度であり、被処理物付近での電子温度が低い場合、被処理物に対するプラズマによる損傷を防止することができるからである。また、プラズマの電子密度が $1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ 以上と高密度であるため、プラズマ処理を用いて、被照射物を酸化又は窒化することによって形成される酸化膜又は窒化膜は、CVD法やスパッタ法等により形成された膜と比較して膜厚等の均一性に優れ、且つ緻密な膜を形成することができる。あるいは、プラズマの電子温度が1 eV以下と低い場合、従来のプラズマ処理や熱酸化法と比較して低温度で酸化又は窒化処理を行うことができる。たとえば、ガラス基板の歪点温度よりも100度以上低い温度でプラズマ処理を行っても十分に酸化又は窒化処理を行うことができる。なお、プラズマを形成するための周波数としては、マイクロ波(2.45 GHz)等の高周波を用いることができる。なお、以下に特に断らない場合は、プラズマ処理として上記条件を用いて行うものとする。

30

【0808】

なお、図48(B)においては、基板4011の表面をプラズマ処理することによってプラズマ処理絶縁膜を形成する場合を示しているが、本実施の形態は、基板4011の表面にプラズマ処理絶縁膜を形成しない場合も含む。

40

【0809】

なお、図48(C)乃至(G)においては、被処理物の表面をプラズマ処理することによって形成されるプラズマ処理絶縁膜を図示しないが、本実施の形態においては、基板4011、絶縁膜4012、半導体層4013、4014、4015、絶縁膜4016、絶縁膜4018、又は絶縁膜4019の表面に、プラズマ処理を行なうことによって形成されるプラズマ処理絶縁膜が存在する場合も含む。

【0810】

次に、基板4011上に公知の手段(スパッタ法、LPCVD法、プラズマCVD法等)を用いて絶縁膜4012を形成する(図48(C))。絶縁膜4012としては、酸化珪素(SiO_x)又は酸化窒化珪素(SiO_xNy)($x > y$)を用いることができる。

50

【0811】

ここで、絶縁膜4012の表面にプラズマ処理を行い、絶縁膜4012を酸化又は窒化することによって、絶縁膜4012の表面にプラズマ処理絶縁膜を形成してもよい。絶縁膜4012の表面を酸化することによって、絶縁膜4012の表面を改質しピンホール等の欠陥の少ない緻密な膜を得ることができる。また、絶縁膜4012の表面を酸化することによって、N原子の含有率が低いプラズマ処理絶縁膜を形成することができるため、プラズマ処理絶縁膜に半導体層を設けた場合にプラズマ処理絶縁膜と半導体層界面特性が向上する。また、プラズマ処理絶縁膜は、プラズマ処理に用いた希ガス(He、Ne、Ar、Kr、Xeの少なくとも一つを含む)を含んでいる。なお、プラズマ処理は上述した条件下で同様に行うことができる。

10

【0812】

次に、絶縁膜4012上に島状の半導体層4013、4014を形成する(図48(D))。島状の半導体層4013、4014は、絶縁膜4012上に公知の手段(スパッタ法、LPCVD法、プラズマCVD法等)を用いてシリコン(Si)を主成分とする材料(例えば Si_xGe_{1-x} 等)等を用いて非晶質半導体層を形成し、当該非晶質半導体層を結晶化させ、半導体層を選択的にエッチングすることにより設けることができる。なお、非晶質半導体層の結晶化は、レザ結晶化法、RTA又はファーネスアニール炉を用いる熱結晶化法、結晶化を助長する金属元素を用いる熱結晶化法又はこれら方法を組み合わせた方法等の公知の結晶化法により行うことができる。なお、ここでは、島状の半導体層の端部を直角に近い形状($\theta = 85 \sim 100^\circ$)で設ける。あるいは、低濃度ドレイン領域となる半導体層4014は、マスクを用いて不純物をドピングすることによって形成されてもよい。

20

【0813】

ここで、半導体層4013、4014の表面にプラズマ処理を行い、半導体層4013、4014の表面を酸化又は窒化することによって、半導体層4013、4014の表面にプラズマ処理絶縁膜を形成してもよい。例えば、半導体層4013、4014としてSiを用いた場合、プラズマ処理絶縁膜として、酸化珪素(SiO_x)又は窒化珪素(SiN_x)が形成される。あるいは、プラズマ処理により半導体層4013、4014を酸化させた後に、再度プラズマ処理を行うことによって窒化させてもよい。この場合、半導体層4013、4014に接して酸化珪素(SiO_x)が形成され、当該酸化珪素の表面に窒化酸化珪素(SiN_xO_y)($x > y$)が形成される。なお、プラズマ処理により半導体層を酸化する場合には、酸素雰囲気下(例えば、酸素(O_2)と希ガス(He、Ne、Ar、Kr、Xeの少なくとも一つを含む)雰囲気下、あるいは、酸素と水素(H_2)と希ガス雰囲気下又は一酸化二窒素と希ガス雰囲気下)、でプラズマ処理を行う。一方、プラズマ処理により半導体層を窒化する場合には、窒素雰囲気下(例えば、窒素(N_2)と希ガス(He、Ne、Ar、Kr、Xeの少なくとも一つを含む)雰囲気下、あるいは、窒素と水素と希ガス雰囲気下又は NH_3 と希ガス雰囲気下)、でプラズマ処理を行う。希ガスとしては、例えばArを用いることができる。また、ArとKrを混合したガスを用いてもよい。そのため、プラズマ処理絶縁膜は、プラズマ処理に用いた希ガス(He、Ne、Ar、Kr、Xeの少なくとも一つを含む)を含んでいる。たとえば、Arを用いた場合にはプラズマ処理絶縁膜にArが含まれている。

30

40

【0814】

次に、絶縁膜4016を形成する(図48(E))。絶縁膜4016は、公知の手段(スパッタ法、LPCVD法、プラズマCVD法等)を用いて、酸化珪素(SiO_x)、窒化珪素(SiN_x)、酸化窒化珪素(SiO_xN_y)($x > y$)、窒化酸化珪素(SiN_xO_y)($x > y$)等の酸素又は窒素を有する絶縁膜の単層構造、又はこれらの積層構造で設けることができる。なお、半導体層4013、4014の表面をプラズマ処理することにより、半導体層4013、4014の表面にプラズマ処理絶縁膜を形成した場合には、プラズマ処理絶縁膜を絶縁膜4016として用いることも可能である。

【0815】

50

ここで、絶縁膜4016の表面にプラズマ処理を行い、絶縁膜4016の表面を酸化又は窒化することによって、絶縁膜4016の表面にプラズマ処理絶縁膜を形成してもよい。なお、プラズマ処理絶縁膜は、プラズマ処理に用いた希ガス(He、Ne、Ar、Kr、Xeの少なくとも一つを含む)を含んでいる。また、プラズマ処理は上述した条件下で同様に行うことができる。

【0816】

あるいは、一旦酸素雰囲気下でプラズマ処理を行うことにより絶縁膜4016を酸化させた後に、再度窒素雰囲気下でプラズマ処理を行うことにより窒化させてもよい。このように、絶縁膜4016にプラズマ処理を行い、絶縁膜4016の表面を酸化又は窒化することによって、絶縁膜4016の表面を改質し緻密な膜を形成することができる。プラズマ処理を行うことによって得られた絶縁膜は、CVD法やスパッタ法で形成された絶縁膜と比較して緻密でピンホール等の欠陥も少ないため、薄膜トランジスタの特性を向上させることができる。

10

【0817】

次に、ゲート電極4017を形成する(図48(F))。ゲート電極4017は、公知の手段(スパッタ法、LPCVD法、プラズマCVD法等)を用いて形成することができる。

【0818】

トランジスタ4001においては、ゲート電極4017を形成した後に不純物ド-ピングを行なうことで、ソース領域及びドレイン領域として用いる半導体層4015を形成することができる。

20

【0819】

トランジスタ4002においては、ゲート電極4017を形成した後に不純物ド-ピングを行なうことで、LDD領域として用いる4014と、半導体層4013、ソース領域及びドレイン領域として用いる半導体層4015を形成することができる。

【0820】

トランジスタ4003においては、ゲート電極4017a、4017bを形成した後に不純物ド-ピングを行なうことで、LDD領域として用いる4014と、半導体層4013、ソース領域及びドレイン領域として用いる半導体層4015を形成することができる。

【0821】

トランジスタ4004においては、ゲート電極4017の側面にサイドウォ-ル4021を形成した後、不純物ド-ピングを行なうことで、LDD領域として用いる4014と、半導体層4013、ソース領域及びドレイン領域として用いる半導体層4015を形成することができる。

30

【0822】

なお、サイドウォ-ル4021は、酸化珪素(SiO_x)又は窒化珪素(SiN_x)を用いることができる。サイドウォ-ル4021をゲート電極4017の側面に形成する方法としては、たとえば、ゲート電極4017を形成した後に、酸化珪素(SiO_x)又は窒化珪素(SiN_x)を公知の方法で成膜した後に、異方性エッチングによって酸化珪素(SiO_x)又は窒化珪素(SiN_x)膜をエッチングする方法を用いることができる。こうすることで、ゲート電極4017の側面にのみ酸化珪素(SiO_x)又は窒化珪素(SiN_x)膜を残すことができるので、ゲート電極4017の側面にサイドウォ-ル4021を形成することができる。

40

【0823】

トランジスタ4005においては、ゲート電極4017を覆うようにマスク4022を形成した後、不純物ド-ピングを行なうことで、LDD(Loff)領域として用いる4014と、半導体層4013、ソース領域及びドレイン領域として用いる半導体層4015を形成することができる。

【0824】

トランジスタ4006においては、ゲート電極4017を形成した後に不純物ド-ピング

50

を行なうことで、LDD (Lov) 領域として用いる4014と、半導体層4013、ソース領域及びドレイン領域として用いる半導体層4015を形成することができる。

【0825】

次に、絶縁膜4018を形成する(図48(G))。絶縁膜4018は、公知の手段(スパッタ法やプラズマCVD法等)により、酸化珪素(SiO_x)、窒化珪素(SiN_x)、酸化窒化珪素(SiO_xN_y)(x>y)、窒化酸化珪素(SiN_xO_y)(x>y)等の酸素又は窒素を有する絶縁膜やDLC(ダイヤモンドライクカーボン)等の炭素を含む膜の単層構造、又はこれらの積層構造で設けることができる。

【0826】

ここで、絶縁膜4018の表面にプラズマ処理を行い、絶縁膜4018の表面を酸化又は窒化することによって、絶縁膜4018の表面にプラズマ処理絶縁膜を形成してもよい。なお、プラズマ処理絶縁膜は、プラズマ処理に用いた希ガス(He、Ne、Ar、Kr、Xeの少なくとも一つを含む)を含んでいる。また、プラズマ処理は上述した条件下で同様に行うことができる。

10

【0827】

次に、絶縁膜4019を形成する(図48(A))。絶縁膜4019は、公知の手段(スパッタ法やプラズマCVD法等)により、酸化珪素(SiO_x)、窒化珪素(SiN_x)、酸化窒化珪素(SiO_xN_y)(x>y)、窒化酸化珪素(SiN_xO_y)(x>y)等の酸素又は窒素を有する絶縁膜やDLC(ダイヤモンドライクカーボン)等の炭素を含む膜を用いることができる他に、エポキシ、ポリイミド、ポリアミド、ポリビニルフェノール、ベンゾシクロブテン、アクリル等の有機材料やシロキサン樹脂の単層構造、又はこれらの積層構造で設けることができる。なお、シロキサン樹脂とは、Si-O-Si結合を含む樹脂に相当する。シロキサンは、シリコン(Si)と酸素(O)との結合で骨格構造が構成される。置換基として、少なくとも水素を含む有機基(例えばアルキル基、アール基)が用いられる。置換基として、フルオロ基を用いることもできる。あるいは、置換基として、少なくとも水素を含む有機基と、フルオロ基とを用いてもよい。また、プラズマ処理絶縁膜には、プラズマ処理に用いた希ガス(He、Ne、Ar、Kr、Xeの少なくとも一つを含む)が含まれており、例えばArを用いた場合にはプラズマ処理絶縁膜中にArが含まれている。

20

【0828】

絶縁膜4019としてポリイミド、ポリアミド、ポリビニルフェノール、ベンゾシクロブテン、アクリル等の有機材料やシロキサン樹脂等を用いた場合、絶縁膜4019の表面をプラズマ処理により酸化又は窒化することにより、当該絶縁膜の表面を改質することができる。表面を改質することによって、絶縁膜4019の強度が向上し開口部形成時等におけるクラックの発生やエッチング時の膜減り等の物理的ダメージを低減することが可能となる。また、絶縁膜4019の表面が改質されることによって、絶縁膜4019上に導電膜4023を形成する場合に導電膜との密着性が向上する。例えば、絶縁膜4019としてシロキサン樹脂を用いてプラズマ処理を用いて窒化を行った場合、シロキサン樹脂の表面が窒化されることにより窒素又は希ガスを含むプラズマ処理絶縁膜が形成され、物理的強度が向上する。

30

40

【0829】

次に、半導体層4015と電気的に接続された導電膜4023を形成するため、絶縁膜4019、絶縁膜4018、絶縁膜4016にコンタクトホールを形成する。なお、コンタクトホールの形状はテーパ状であってもよく、このような形状とすることで、導電膜4023のカバレッジを向上させることができる。

【0830】

図49は、ボトムゲート型のトランジスタの断面構造及び容量素子の断面構造を示す。

【0831】

基板4101上に第1の絶縁膜(絶縁膜4102)が全面に形成されている。第1の絶縁膜は、基板側からの不純物が半導体層に影響を及ぼし、トランジスタの特性が変化してし

50

まうことを防ぐ機能を有する。つまり、第1の絶縁膜は下地膜としての機能を有する。したがって、信頼性の高いトランジスタを作製することができる。なお、第1の絶縁膜としては、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜又は酸化窒化シリコン膜 (SiO_xN_y) などの単層、又はこれらの積層を用いることができる。

【0832】

第1の絶縁膜上に、第1の導電層(導電層4103及び導電層4104)が形成されている。導電層4103は、トランジスタ4120のゲート電極として機能する部分を含む。導電層4104は、容量素子4121の第1の電極として機能する部分を含む。なお、第1の導電層としては、Ti、Mo、Ta、Cr、W、Al、Nd、Cu、Ag、Au、Pt、Si、Zn、Fe、Ba、Geなど、又はこれらの合金を用いることができる。あるいは、これらの元素(合金も含む)の積層を用いることができる。

10

【0833】

少なくとも第1の導電層を覆うように、第2の絶縁膜(絶縁膜4122)が形成されている。第2の絶縁膜は、ゲート絶縁膜としての機能を有する。なお、第2の絶縁膜としては、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜又は酸化窒化シリコン膜 (SiO_xN_y) などの単層、又はこれらの積層を用いることができる。

【0834】

なお、半導体層に接する部分の第2の絶縁膜としては、酸化シリコン膜を用いることが望ましい。なぜなら、半導体層と第2の絶縁膜とが接する界面におけるトラップ準位が少なくなるからである。

20

【0835】

また、第2の絶縁膜がMoと接する場合、Moと接する部分の第2の絶縁膜としては酸化シリコン膜を用いることが望ましい。なぜなら、酸化シリコン膜はMoを酸化させないからである。

【0836】

第2の絶縁膜上のうち第1の導電層と重なって形成されている部分の一部に、フォトリソグラフィ法、インクジェット法又は印刷法などによって、半導体層が形成されている。そして、半導体層の一部は、第2の絶縁膜上のうち第1の導電層と重なって形成されていない部分まで延長されている。半導体層は、チャンネル形成領域(チャンネル形成領域4110)、LDD領域(LDD領域4108、LDD領域4109)、不純物領域(不純物領域4105、不純物領域4106、不純物領域4107)を有している。なお、チャンネル形成領域4110は、トランジスタ4120のチャンネル形成領域として機能する。LDD領域4108及びLDD領域4109は、トランジスタ4120のLDD領域として機能する。なお、LDD領域4108及びLDD領域4109は必ずしも必要ではない。不純物領域4105は、トランジスタ4120のソース領域及びドレイン領域の一方として機能する部分を含む。不純物領域4106は、トランジスタ4120のソース領域及びドレイン領域の他方として機能する部分を含む。不純物領域4107は、容量素子4121の第2の電極として機能する部分を含む。

30

【0837】

全面に、第3の絶縁膜(絶縁膜4111)が形成されている。第3の絶縁膜の一部には、選択的にコンタクトホールが形成されている。絶縁膜4111は、層間膜としての機能を有する。第3の絶縁膜としては、無機材料(酸化シリコン、窒化シリコン、酸化窒化シリコンなど)あるいは、低誘電率の有機化合物材料(感光性又は非感光性の有機樹脂材料)などを用いることができる。あるいは、シロキサンを含む材料を用いることもできる。なお、シロキサンは、シリコン(Si)と酸素(O)との結合で骨格構造が構成される材料である。置換基として、少なくとも水素を含む有機基(例えばアルキル基、アリール基)が用いられる。あるいは、置換基としてフルオロ基を用いてもよい。あるいは、置換基として、少なくとも水素を含む有機基と、フルオロ基とを用いてもよい。

40

【0838】

第3の絶縁膜上に、第2の導電層(導電層4112)が形成されている。導電層4112

50

は、第3の絶縁膜に形成されたコンタクトホールを介してトランジスタ4120のソース領域及びドレイン領域の他方と接続されている。したがって、導電層4112は、トランジスタ4120のソース電極及びドレイン電極の他方として機能する部分を含む。なお、第2の導電層としては、Ti、Mo、Ta、Cr、W、Al、Nd、Cu、Ag、Au、Pt、Si、Zn、Fe、Ba、Geなど、又はこれらの合金を用いることができる。あるいは、これらの元素（合金も含む）の積層を用いることができる。

【0839】

なお、第2の導電層が形成された後の工程として、様々な絶縁膜、又は様々な導電膜が形成されていてもよい。

【0840】

次に、トランジスタの半導体層にアモルファスシリコン（a-Si:H）膜を用いた場合のトランジスタ及び容量素子の構造について説明する。

【0841】

図50は、トップゲート型のトランジスタの断面構造及び容量素子の断面構造を示す。

【0842】

基板4201上に第1の絶縁膜（絶縁膜4202）が全面に形成されている。第1の絶縁膜は、基板側からの不純物が半導体層に影響を及ぼし、トランジスタの性質が変化してしまうことを防ぐ機能を有する。つまり、第1の絶縁膜は下地膜としての機能を有する。したがって、信頼性の高いトランジスタを作製することができる。なお、第1の絶縁膜としては、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜又は酸化窒化シリコン膜（SiO_xN_y）などの単層、又はこれらの積層を用いることができる。

【0843】

なお、第1の絶縁膜を必ずしも形成する必要はない。この場合は、工程数の削減を図ることができる。製造コストの削減を図ることができる。構造を簡単にできるので、歩留まりの向上を図ることができる。

【0844】

第1の絶縁膜上に、第1の導電層（導電層4203、導電層4204及び導電層4205）が形成されている。導電層4203は、トランジスタ4220のソース電極及びドレイン電極の一方の電極として機能する部分を含む。導電層4204は、トランジスタ4220のソース電極及びドレイン電極の他方の電極として機能する部分を含む。導電層4205は、容量素子4221の第1の電極として機能する部分を含む。なお、第1の導電層としては、Ti、Mo、Ta、Cr、W、Al、Nd、Cu、Ag、Au、Pt、Si、Zn、Fe、Ba、Geなど、又はこれらの合金を用いることができる。あるいは、これらの元素（合金も含む）の積層を用いることができる。

【0845】

導電層4203及び導電層4204の上部に、第1の半導体層（半導体層4206及び半導体層4207）が形成されている。半導体層4206は、ソース領域とドレイン領域の一方の電極として機能する部分を含む。半導体層4207は、ソース領域とドレイン領域の他方の電極として機能する部分を含む。なお、第1の半導体層としては、リン等を含んだシリコン等を用いることができる。

【0846】

導電層4203と導電層4204との間であって、かつ第1の絶縁膜上に、第2の半導体層（半導体層4208）が形成されている。そして、半導体層4208の一部は、導電層4203上及び導電層4204上まで延長されている。半導体層4208は、トランジスタ4220のチャネル領域として機能する部分を含む。なお、第2の半導体層としては、アモルファスシリコン（a-Si:H）等の非結晶性を有する半導体層、又は微結晶半導体（μ-Si:H）等の半導体層などを用いることができる。

【0847】

少なくとも半導体層4208及び導電層4205を覆うように、第2の絶縁膜（絶縁膜4209及び絶縁膜4210）が形成されている。第2の絶縁膜は、ゲート絶縁膜としての

10

20

30

40

50

機能を有する。なお、第2の絶縁膜としては、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜又は酸化窒化シリコン膜 (SiO_xN_y) などの単層、又はこれらの積層を用いることができる。

【0848】

なお、第2の半導体層に接する部分の第2の絶縁膜としては、酸化シリコン膜を用いることが望ましい。なぜなら、第2の半導体層と第2の絶縁膜とが接する界面におけるトラップ準位が少なくなるからである。

【0849】

また、第2の絶縁膜がMoと接する場合、Moと接する部分の第2の絶縁膜としては酸化シリコン膜を用いることが望ましい。なぜなら、酸化シリコン膜はMoを酸化させないからである。

10

【0850】

第2の絶縁膜上に、第2の導電層(導電層4211及び導電層4212)が形成されている。導電層4211は、トランジスタ4220のゲート電極として機能する部分を含む。導電層4212は、容量素子4221の第2の電極、又は配線としての機能を有する。なお、第2の導電層としては、Ti、Mo、Ta、Cr、W、Al、Nd、Cu、Ag、Au、Pt、Si、Zn、Fe、Ba、Geなど、又はこれらの合金を用いることができる。あるいは、これらの元素(合金も含む)の積層を用いることができる。

【0851】

なお、第2の導電層が形成された後の工程として、様々な絶縁膜、又は様々な導電膜が形成されていてもよい。

20

【0852】

図51は、逆スタガ型(ボトムゲート型)のトランジスタの断面構造及び容量素子の断面構造を示す。特に、図51に示すトランジスタは、チャンネルエッチ型と呼ばれる構造である。

【0853】

基板4301上に第1の絶縁膜(絶縁膜4302)が全面に形成されている。第1の絶縁膜は、基板側からの不純物が半導体層に影響を及ぼし、トランジスタの性質が変化してしまうことを防ぐ機能を有する。つまり、第1の絶縁膜は下地膜としての機能を有する。したがって、信頼性の高いトランジスタを作製することができる。なお、第1の絶縁膜としては、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜又は酸化窒化シリコン膜 (SiO_xN_y) などの

30

単層、又はこれらの積層を用いることができる。

【0854】

なお、第1の絶縁膜を必ずしも形成する必要はない。この場合は、工程数の削減を図ることができる。製造コストの削減を図ることができる。構造を簡単にできるので、歩留まりの向上を図ることができる。

【0855】

第1の絶縁膜上に、第1の導電層(導電層4303及び導電層4304)が形成されている。導電層4303は、トランジスタ4320のゲート電極として機能する部分を含む。導電層4304は、容量素子4321の第1の電極として機能する部分を含む。なお、第1の導電層としては、Ti、Mo、Tb、Cr、W、Bi、Nd、Cu、Bz、Bu、Pt、NA-Si、Zn、Fe、Ba、Geなど、又はこれらの合金を用いることができる。あるいは、これらの元素(合金も含む)の積層を用いることができる。

40

【0856】

少なくとも第1の導電層を覆うように、第2の絶縁膜(絶縁膜4302)が形成されている。第2の絶縁膜は、ゲート絶縁膜としての機能を有する。なお、第2の絶縁膜としては、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜又は酸化窒化シリコン膜 (SiO_xN_y) などの単層、又はこれらの積層を用いることができる。

【0857】

なお、半導体層に接する部分の第2の絶縁膜としては、酸化シリコン膜を用いることが望ましい。なぜなら、半導体層と第2の絶縁膜とが接する界面におけるトラップ準位が少な

50

くなるからである。

【0858】

また、第2の絶縁膜がMoと接する場合、Moと接する部分の第2の絶縁膜としては酸化シリコン膜を用いることが望ましい。なぜなら、酸化シリコン膜はMoを酸化させないからである。

【0859】

第2の絶縁膜上のうち第1の導電層と重なって形成されている部分の一部に、フォトリソグラフィ法、インクジェット法又は印刷法などによって、第1の半導体層（半導体層4306）が形成されている。そして、半導体層4306の一部は、第2の絶縁膜上のうち第1の導電層と重なって形成されていない部分まで延長されている。半導体層4306は、トランジスタ4320のチャンネル領域として機能する部分を含む。なお、半導体層4306としては、アモルファスシリコン（A-Si:H）等の非結晶性を有する半導体層、又は微結晶半導体（ μ -Si:H）等の半導体層などを用いることができる。

10

【0860】

第1の半導体層上の一部に、第2の半導体層（半導体層4307及び半導体層4308）が形成されている。半導体層4307は、ソース領域とドレイン領域の一方の電極として機能する部分を含む。半導体層4308は、ソース領域とドレイン領域の他方の電極として機能する部分を含む。なお、第2の導電層としては、リン等を含んだシリコン等を用いることができる。

【0861】

20

第2の半導体層上及び第2の絶縁膜上に、第2の導電層（導電層4309、導電層4310及び導電層4311）が形成されている。導電層4309は、トランジスタ4320のソース電極とドレイン電極の一方として機能する部分を含む。導電層4310は、トランジスタ4320のソースとドレイン電極の他方として機能する部分を含む。導電層4312は、容量素子4321の第2の電極として機能する部分を含む。なお、第2の導電層としては、Ti、Mo、Ta、Cr、W、Al、Nd、Cu、Ag、Au、Pt、Si、Zn、Fe、Ba、Geなど、又はこれらの合金を用いることができる。あるいは、これらの元素（合金も含む）の積層を用いることができる。

【0862】

なお、第2の導電層が形成された後の工程として、様々な絶縁膜、又は様々な導電膜が形成されていてもよい。

30

【0863】

ここで、チャンネルエッチ型のトランジスタが特徴とする工程の一例を説明する。同じマスクを用いて、第1の半導体層及び第2の半導体層を形成することができる。具体的には、第1の半導体層と第2の半導体層とは連続して成膜される。そして、第1の半導体層及び第2の半導体層は、同じマスクを用いて形成される。

【0864】

チャンネルエッチ型のトランジスタが特徴とする工程の別の一例を説明する。新たなマスクを用いることなく、トランジスタのチャンネル領域を形成することができる。具体的には、第2の導電層が形成された後で、第2の導電層をマスクとして用いて第2の半導体層の一部を除去する。あるいは、第2の導電層と同じマスクを用いて第2の半導体層の一部を除去する。そして、除去された第2の半導体層の下部に形成されている第1の半導体層がトランジスタのチャンネル領域となる。

40

【0865】

図52は、逆スタガ型（ボトムゲート型）のトランジスタの断面構造及び容量素子の断面構造を示す。特に、図52に示すトランジスタは、チャンネル保護型（チャンネルストップ型）と呼ばれる構造である。

【0866】

基板4401上に第1の絶縁膜（絶縁膜4402）が全面に形成されている。第1の絶縁膜は、基板側からの不純物が半導体層に影響を及ぼし、トランジスタの性質が変化してし

50

まうことを防ぐ機能を有する。つまり、第1の絶縁膜は下地膜としての機能を有する。したがって、信頼性の高いトランジスタを作製することができる。なお、第1の絶縁膜としては、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜又は酸化窒化シリコン膜 (SiO_xNy) などの単層、又はこれらの積層を用いることができる。

【0867】

なお、第1の絶縁膜を必ずしも形成する必要はない。この場合は、工程数の削減を図ることができる。製造コストの削減を図ることができる。構造を簡単にできるので、歩留まりの向上を図ることができる。

【0868】

第1の絶縁膜上に、第1の導電層(導電層4403及び導電層4404)が形成されている。導電層4403は、トランジスタ4420のゲート電極として機能する部分を含む。導電層4404は、容量素子4421の第1の電極として機能する部分を含む。なお、第1の導電層としては、Ti、Mo、Ta、Cr、W、Al、Nd、Cu、Ag、Au、Pt、Si、Zn、Fe、Ba、Geなど、又はこれらの合金を用いることができる。あるいは、これらの元素(合金も含む)の積層を用いることができる。

10

【0869】

少なくとも第1の導電層を覆うように、第2の絶縁膜(絶縁膜4402)が形成されている。第2の絶縁膜は、ゲート絶縁膜としての機能を有する。なお、第2の絶縁膜としては、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜又は酸化窒化シリコン膜 (SiO_xNy) などの単層、又はこれらの積層を用いることができる。

20

【0870】

なお、半導体層に接する部分の第2の絶縁膜としては、酸化シリコン膜を用いることが望ましい。なぜなら、半導体層と第2の絶縁膜とが接する界面におけるトラップ準位が少なくなるからである。

【0871】

また、第2の絶縁膜がMoと接する場合、Moと接する部分の第2の絶縁膜としては酸化シリコン膜を用いることが望ましい。なぜなら、酸化シリコン膜はMoを酸化させないからである。

【0872】

第2の絶縁膜上のうち第1の導電層と重なって形成されている部分の一部に、フォトリソグラフィ法、インクジェット法又は印刷法などによって、第1の半導体層(半導体層4406)が形成されている。そして、半導体層4406の一部は、第2の絶縁膜上のうち第1の導電層と重なって形成されていない部分まで延長されている。半導体層4406は、トランジスタ4420のチャンネル領域として機能する部分を含む。なお、半導体層4406としては、アモルファスシリコン(C-Si:H)等の非結晶性を有する半導体層、又は微結晶半導体(μ -Si:H)等の半導体層などを用いることができる。

30

【0873】

第1の半導体層上の一部に、第3の絶縁膜(絶縁膜4412)が形成されている。絶縁膜4412は、トランジスタ4420のチャンネル領域がエッチングによって除去されることを防止する機能を有する。つまり、絶縁膜4412は、チャンネル保護膜(チャンネルストップ膜)として機能する。なお、第3の絶縁膜としては、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜又は酸化窒化シリコン膜 (SiO_xNy) などの単層、又はこれらの積層を用いることができる。

40

【0874】

第1の半導体層上の一部及び第3の絶縁膜上の一部に、第2の半導体層(半導体層4407及び半導体層4408)が形成されている。半導体層4407は、ソース領域とドレイン領域の一方の電極として機能する部分を含む。半導体層4408は、ソース領域とドレイン領域の他方の電極として機能する部分を含む。なお、第2の半導体層としては、リン等を含んだシリコン等を用いることができる。

【0875】

50

第2の半導体層上に、第2の導電層（導電層4409、導電層4410及び導電層4411）が形成されている。導電層4409は、トランジスタ4420のソース電極とドレイン電極の一方として機能する部分を含む。導電層4410は、トランジスタ4420のソースとドレイン電極の他方として機能する部分を含む。導電層4411は、容量素子4421の第2の電極として機能する部分を含む。なお、第2の導電層としては、Ti、Mo、Ta、Cr、W、Al、Nd、Cu、Ag、Au、Pt、Si、Zn、Fe、Ba、Geなど、又はこれらの合金を用いることができる。あるいは、これらの元素（合金も含む）の積層を用いることができる。

【0876】

なお、第2の導電層が形成された後の工程として、様々な絶縁膜、又は様々な導電膜が形成されていてもよい。

10

【0877】

ここで、チャンネル保護型のトランジスタが特徴とする工程の一例を説明する。同じマスクを用いて、第1の半導体層、第2の半導体層及び第2の導電層を形成することができる。同時に、チャンネル領域を形成することができる。具体的には、第1の半導体層を成膜し、次に第3の絶縁膜（チャンネル保護膜、チャンネルストップ膜）を、マスクを用いて形成し、次に第2の半導体層と第2の導電層とを連続して成膜する。そして、第2の導電層が成膜された後で、第1の半導体層、第2の半導体層及び第2の導電層が同じマスクを用いて形成される。ただし、第3の絶縁膜の下部の第1の半導体層は、第3の絶縁膜によって保護されるのでエッチングによって除去されない。この部分（第1の半導体層のうち上部に第3の絶縁膜が形成された部分）がチャンネル領域となる。

20

【0878】

なお、本実施の形態において、様々な図を用いて述べてきたが、各々の図で述べた内容（一部でもよい）は、別の図で述べた内容（一部でもよい）に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことができる。さらに、これまでに述べた図において、各々の部分に関して、別の部分を組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることができる。

【0879】

同様に、本実施の形態の各々の図で述べた内容（一部でもよい）は、別の実施の形態および実施例の図で述べた内容（一部でもよい）に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことができる。さらに、本実施の形態の図において、各々の部分に関して、別の実施の形態および実施例の部分を組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることができる。

30

【0880】

なお、本実施の形態は、他の実施の形態および実施例で述べた内容（一部でもよい）を、具現化した場合の一例、少し変形した場合の一例、一部を変更した場合の一例、改良した場合の一例、詳細に述べた場合の一例、応用した場合の一例、関連がある部分についての一例などを示している。したがって、他の実施の形態および実施例で述べた内容は、本実施の形態への適用、組み合わせ、又は置き換えを自由に行うことができる。

【0881】

（実施の形態12）

本実施形態においては、本発明に係る電子機器の例について説明する。

40

【0882】

図53は表示パネル4501と、回路基板4502を組み合わせた表示パネルモジュールの一形態を示している。

【0883】

図53に示すように、表示パネル4501は画素部4503、走査線駆動回路4504及び信号線駆動回路4505を有している。回路基板4502には、例えば、コントロール回路4506や信号分割回路4507などが形成されている。なお、表示パネル4501と回路基板4502は接続配線4508によって接続されている。接続配線4508に

50

はFPC等を用いることができる。

【0884】

表示パネル4501は、画素部と一部の周辺駆動回路（複数の駆動回路のうち動作周波数の低い駆動回路）をトランジスタを用いて基板上に一体形成し、他の周辺駆動回路（複数の駆動回路のうち動作周波数の高い駆動回路）をICチップ上に形成し、そのICチップをCOG（Chip On Glass）で表示パネル3410に実装しても良い。あるいは、そのICチップをTAB（Tape Auto Bonding）やプリント基板を用いてガラス基板と接続してもよい。また、全ての周辺駆動回路をICチップ上に形成し、そのICチップをCOGなどで表示パネルに実装しても良い。

【0885】

なお、画素部には、上述の実施の形態に記載した画素を用いる。本発明により、視野角を向上させることができる。また、画素部を構成するトランジスタに同一導電型のトランジスタやトランジスタの半導体層に非晶質半導体を用いることで低コスト化を図ることもできる。

【0886】

このような表示モジュールによりテレビ受像機を完成させることができる。図54は、テレビ受像機の主要な構成を示すブロック図である。チューナ4601は映像信号と音声信号を受信する。映像信号は、映像信号増幅回路4602と、そこから出力される信号を赤、緑、青の各色に対応した色信号に変換する映像信号処理回路4603と、その映像信号を駆動回路の入力仕様に変換するためのコントロール回路4506により処理される。コントロール回路4506は、走査線側と信号線側にそれぞれ信号を出力する。デジタル駆動する場合には、信号線側に信号分割回路4507を設け、入力デジタル信号をm個（mは正の整数）に分割して供給する構成としても良い。

【0887】

チューナ4601で受信した信号のうち、音声信号は音声信号増幅回路4604に送られ、その出力は音声信号処理回路4605を経てスピーカー4606に供給される。制御回路4607は受信局（受信周波数）や音量の制御情報を入力部4608から受け、チューナ4601や音声信号処理回路4605に信号を送出する。

【0888】

図54とは別の形態の表示パネルモジュールを組み込んだテレビ受像器について図55（A）に示す。図55（A）において、筐体4701内に収められた表示画面4702は、表示パネルモジュールで形成される。なお、スピーカー4703、操作スイッチ4704などが適宜備えられていてもよい。

【0889】

図55（B）に、ワイヤレスでディスプレイのみを持ち運び可能なテレビ受像器を示す。筐体4712にはバッテリー及び信号受信器が内蔵されており、そのバッテリーで表示部4713又はスピーカー部4717を駆動させる。バッテリーは充電器4710で繰り返し充電が可能となっている。充電器4710は映像信号を送受信することが可能で、その映像信号をディスプレイの信号受信器に送信することができる。筐体4712は操作キー4716によって制御する。あるいは、図55（B）に示す装置は、操作キー4716を操作することによって、筐体4712から充電器4710に信号を送ることが可能である、映像音声双方向通信装置であってもよい。あるいは、操作キー4716を操作することによって、筐体4712から充電器4710に信号を送り、さらに充電器4710が送信できる信号を他の電子機器に受信させることによって、他の電子機器の通信制御も可能である、汎用遠隔制御装置であってもよい。本発明を表示部4713に適用することができる。

【0890】

図56（A）は、表示パネル4801とプリント配線基板4802を組み合わせたモジュールを示している。表示パネル4801は、複数の画素が設けられた画素部4803と、第1の走査線駆動回路4804、第2の走査線駆動回路4805と、選択された画素にピ

10

20

30

40

50

デオ信号を供給する信号線駆動回路 4806 とを有する。

【0891】

プリント配線基板 4802 には、コントローラ 4807、中央処理装置 (CPU) 4808、メモリ 4809、電源回路 4810、音声処理回路 4811 及び送受信回路 4812 などが備えられている。プリント配線基板 4802 と表示パネル 4801 は、フレキシブル配線基板 (FPC) 4813 により接続されている。フレキシブル配線基板 (FPC) 4813 には、保持容量、バッファ回路などを設け、電源電圧又は信号にノイズの発生、及び信号の立ち上がり時間の増大を防ぐ構成としても良い。なお、コントローラ 4807、音声処理回路 4811、メモリ 4809、中央処理装置 (CPU) 4808、電源回路 4810 などは、COG (Chip On Glass) 方式を用いて表示パネル 4801 に実装することもできる。COG 方式により、プリント配線基板 4802 の規模を縮小することができる。

10

【0892】

プリント配線基板 4802 に備えられたインターフェース (I/F) 部 4814 を介して、各種制御信号の入出力が行われる。そして、アンテナとの間の信号の送受信を行うためのアンテナ用ポート 4815 が、プリント配線基板 4802 に設けられている。

【0893】

図 56 (B) は、図 56 (A) に示したモジュールのブロック図を示す。このモジュールは、メモリ 4809 として VRAM 4816、DRAM 4817、フラッシュメモリ 4818 などが含まれている。VRAM 4816 にはパネルに表示する画像のデータが、DRAM 4817 には画像データ又は音声データが、フラッシュメモリには各種プログラムが記憶されている。

20

【0894】

電源回路 4810 は、表示パネル 4801、コントローラ 4807、中央処理装置 (CPU) 4808、音声処理回路 4811、メモリ 4809、送受信回路 4812 を動作させる電力を供給する。ただし、パネルの仕様によっては、電源回路 4810 に電流源が備えられている場合もある。

【0895】

中央処理装置 (CPU) 4808 は、制御信号生成回路 4820、デコーダ 4821、レジスタ 4822、演算回路 4823、RAM 4824、中央処理装置 (CPU) 4808 用のインターフェース (I/F) 部 4819 などを有している。インターフェース (I/F) 部 4819 を介して中央処理装置 (CPU) 4808 に入力された各種信号は、一旦レジスタ 4822 に保持された後、演算回路 4823、デコーダ 4821 などに入力される。演算回路 4823 では、入力された信号に基づき演算を行い、各種命令を送る場所を指定する。一方デコーダ 4821 に入力された信号はデコードされ、制御信号生成回路 4820 に入力される。制御信号生成回路 4820 は入力された信号に基づき、各種命令を含む信号を生成し、演算回路 4823 において指定された場所、具体的にはメモリ 4809、送受信回路 4812、音声処理回路 4811、コントローラ 4807 などに送る。

30

【0896】

メモリ 4809、送受信回路 4812、音声処理回路 4811、コントローラ 4807 は、それぞれ受けた命令に従って動作する。以下その動作について簡単に説明する。

40

【0897】

入力手段 4825 から入力された信号は、インターフェース (I/F) 部 4814 を介してプリント配線基板 4802 に実装された中央処理装置 (CPU) 4808 に送られる。制御信号生成回路 4820 は、ポインティングデバイス又はキーボードなどの入力手段 4825 から送られてきた信号に従い、VRAM 4816 に格納してある画像データを所定のフォーマットに変換し、コントローラ 4807 に送付する。

【0898】

コントローラ 4807 は、パネルの仕様に合わせて中央処理装置 (CPU) 4808 から送られてきた画像データを含む信号にデータ処理を施し、表示パネル 4801 に供給する

50

。コントローラ4807は、電源回路4810から入力された電源電圧、又は中央処理装置(CPU)4808から入力された各種信号をもとに、Hsync信号、Vsync信号、クロック信号CLK、交流電圧(AC Cont)、切り替え信号L/Rを生成し、表示パネル4801に供給する。

【0899】

送受信回路4812では、アンテナ4828において電波として送受信される信号が処理されており、具体的にはアイソレータ、バンドパスフィルタ、VCO(Voltage Controlled Oscillator)、LPF(Low Pass Filter)、カプラ、パランなどの高周波回路を含んでいてもよい。送受信回路4812において送受信される信号のうち音声情報を含む信号が、中央処理装置(CPU)4808からの命令に従って、音声処理回路4811に送られる。

10

【0900】

中央処理装置(CPU)4808の命令に従って送られてきた音声情報を含む信号は、音声処理回路4811において音声信号に復調され、スピーカ4827に送られる。マイク4826から送られてきた音声信号は、音声処理回路4811において変調され、中央処理装置(CPU)4808からの命令に従って、送受信回路4812に送られる。

【0901】

コントローラ4807、中央処理装置(CPU)4808、電源回路4810、音声処理回路4811、メモリ4809を、本実施形態のパッケージとして実装することができる。

20

【0902】

勿論、本実施の形態はテレビ受像機に限定されず、パーソナルコンピュータのモニタをはじめ、鉄道の駅又は空港などにおける情報表示盤、街頭における広告表示盤など特に大面積の表示媒体として様々な用途に適用することができる。

【0903】

次に、図57を参照して、本発明に係る携帯電話の構成例について説明する。

【0904】

表示パネル4901はハウジング4930に脱着自在に組み込まれる。ハウジング4930は表示パネル4901のサイズに合わせて、形状又は寸法を適宜変更することができる。表示パネル4901を固定したハウジング4930はプリント基板4931に嵌入されモジュールとして組み立てられる。

30

【0905】

表示パネル4901はFPC4913を介してプリント基板4931に接続される。プリント基板4931には、スピーカ4932、マイクロフォン4933、送受信回路4934、CPU及びコントローラなどを含む信号処理回路4935が形成されている。このようなモジュールと、入力手段4936、バッテリー4937を組み合わせ、筐体4939に収納する。表示パネル4901の画素部は筐体4939に形成された開口窓から視認できよう配置する。

【0906】

表示パネル4901は、画素部と一部の周辺駆動回路(複数の駆動回路のうち動作周波数の低い駆動回路)を基板上にトランジスタを用いて一体形成し、一部の周辺駆動回路(複数の駆動回路のうち動作周波数の高い駆動回路)をICチップ上に形成し、そのICチップをCOG(Chip On Glass)で表示パネル4901に実装しても良い。あるいは、そのICチップをTAB(Tape Auto Bonding)又はプリント基板を用いてガラス基板と接続してもよい。このような構成とすることで、表示装置の低消費電力化を図り、携帯電話機の一回の充電による使用時間を長くすることができる。携帯電話機の低コスト化を図ることができる。

40

【0907】

図57に示した携帯電話は、様々な情報(静止画、動画、テキスト画像など)を表示する機能を有する。カレンダー、日付又は時刻などを表示部に表示する機能を有する。表示部

50

に表示した情報を操作又は編集する機能を有する。様々なソフトウェア（プログラム）によって処理を制御する機能を有する。無線通信機能を有する。無線通信機能を用いて他の携帯電話、固定電話又は音声通信機器と通話する機能を有する。無線通信機能を用いて様々なコンピュータネットワークに接続する機能を有する。無線通信機能を用いて様々なデータの送信又は受信を行う機能を有する。着信、データの受信、又はアラームに応じてバイブレータが動作する機能を有する。着信、データの受信、又はアラームに応じて音が発生する機能を有する。なお、図57に示した携帯電話が有する機能はこれに限定されず、様々な機能を有することができる。

【0908】

図58で示す携帯電話機は、操作スイッチ類5004、マイクロフォン5005などが備えられた本体(A)5001と、表示パネル(A)5008、表示パネル(B)5009、スピーカー5006などが備えられた本体(B)5002とが、蝶番5010で開閉可能に連結されている。表示パネル(A)5008と表示パネル(B)5009は、回路基板5007と共に本体(B)5002の筐体5003の中に収納される。表示パネル(A)5008及び表示パネル(B)5009の画素部は筐体5003に形成された開口窓から視認できるように配置される。

10

【0909】

表示パネル(A)5008と表示パネル(B)5009は、その携帯電話機5000の機能に応じて画素数などの仕様を適宜設定することができる。例えば、表示パネル(A)5008を主画面とし、表示パネル(B)5009を副画面として組み合わせることができる。

20

【0910】

本実施形態に係る携帯電話機は、その機能又は用途に応じてさまざまな態様に変容し得る。例えば、蝶番5010の部位に撮像素子を組み込んで、カメラ付きの携帯電話機としても良い。操作スイッチ類5004、表示パネル(A)5008、表示パネル(B)5009を一つの筐体内に納めた構成としても、上記した作用効果を奏することができる。表示部を複数個そなえた情報表示端末に本実施形態の構成を適用しても、同様な効果を得ることができる。

【0911】

図58に示した携帯電話は、様々な情報（静止画、動画、テキスト画像など）を表示する機能を有する。カレンダー、日付又は時刻などを表示部に表示する機能を有する。表示部に表示した情報を操作又は編集する機能を有する。様々なソフトウェア（プログラム）によって処理を制御する機能を有する。無線通信機能を有する。無線通信機能を用いて他の携帯電話、固定電話又は音声通信機器と通話する機能を有する。無線通信機能を用いて様々なコンピュータネットワークに接続する機能を有する。無線通信機能を用いて様々なデータの送信又は受信を行う機能を有する。着信、データの受信、又はアラームに応じてバイブレータが動作する機能を有する。着信、データの受信、又はアラームに応じて音が発生する機能を有する。なお、図58に示した携帯電話が有する機能はこれに限定されず、様々な機能を有することができる。

30

【0912】

本発明を様々な電子機器に適用することができる。具体的には、電子機器の表示部に適用することができる。そのような電子機器として、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオ、オーディオコンポ等）、コンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機又は電子書籍等）、記録媒体を備えた画像再生装置（具体的にはDigital Versatile Disc(DVD)等の記録媒体を再生し、その画像を表示しうるディスプレイを備えた装置）などが挙げられる。

40

【0913】

図59(A)はディスプレイであり、筐体5111、支持台5112、表示部5113等を含む。図59(A)に示すディスプレイは、様々な情報（静止画、動画、テキスト画像

50

など)を表示部に表示する機能を有する。なお、図59(A)に示すディスプレイが有する機能はこれに限定されず、様々な機能を有することができる。

【0914】

図59(B)はカメラであり、本体5121、表示部5122、受像部5123、操作キー5124、外部接続ポート5125、シャッターボタン5126等を含む。図59(B)に示すカメラは、静止画を撮影する機能を有する。動画を撮影する機能を有する。撮影した画像(静止画、動画)を自動で補正する機能を有する。撮影した画像を記録媒体(外部又はデジタルカメラに内蔵)に保存する機能を有する。撮影した画像を表示部に表示する機能を有する。なお、図59(B)に示すカメラが有する機能はこれに限定されず、様々な機能を有することができる。

10

【0915】

図59(C)はコンピュータであり、本体5131、筐体5132、表示部5133、キーボード5134、外部接続ポート5135、ポインティングデバイス5136等を含む。図59(C)に示すコンピュータは、様々な情報(静止画、動画、テキスト画像など)を表示部に表示する機能を有する。様々なソフトウェア(プログラム)によって処理を制御する機能を有する。無線通信又は有線通信などの通信機能を有する。通信機能を用いて様々なコンピュータネットワークに接続する機能を有する。通信機能を用いて様々なデータの送信又は受信を行う機能を有する。なお、図59(C)に示すコンピュータが有する機能はこれに限定されず、様々な機能を有することができる。

【0916】

図59(D)はモバイルコンピュータであり、本体5141、表示部5142、スイッチ5143、操作キー5144、赤外線ポート5145等を含む。図59(D)に示すモバイルコンピュータは、様々な情報(静止画、動画、テキスト画像など)を表示部に表示する機能を有する。表示部にタッチパネルの機能を有する。カレンダー、日付又は時刻などを表示する機能を有する。様々なソフトウェア(プログラム)によって処理を制御する機能を有する。無線通信機能を有する。無線通信機能を用いて様々なコンピュータネットワークに接続する機能を有する。無線通信機能を用いて様々なデータの送信又は受信を行う機能を有する。なお、図59(D)に示すモバイルコンピュータが有する機能はこれに限定されず、様々な機能を有することができる。

20

【0917】

図59(E)は記録媒体を備えた携帯型の画像再生装置(たとえば、DVD再生装置)であり、本体5151、筐体5152、表示部A5153、表示部B5154、記録媒体(DVD等)読み込み部5155、操作キー5156、スピーカー部5157等を含む。表示部A5153は主として画像情報を表示し、表示部B5154は主として文字情報を表示することができる。

30

【0918】

図59(F)はゴーグル型ディスプレイであり、本体5161、表示部5162、イヤホン5163、支持部5164を含む。図59(F)に示すゴーグル型ディスプレイは、外部から取得した画像(静止画、動画、テキスト画像など)を表示部に表示する機能を有する。なお、図59(F)に示すゴーグル型ディスプレイが有する機能はこれに限定されず、様々な機能を有することができる。

40

【0919】

図59(G)は携帯型遊技機であり、筐体5171、表示部5172、スピーカー部5173、操作キー5174、記憶媒体挿入部5175等を含む。本発明の表示装置を表示部5172に用いた携帯型遊技機は、鮮やかな色彩を表現することができる。図59(G)に示す携帯型遊技機は、記録媒体に記録されているプログラム又はデータを読み出して表示部に表示する機能を有する。他の携帯型遊技機と無線通信を行って情報を共有する機能を有する。なお、図59(G)に示す携帯型遊技機が有する機能はこれに限定されず、様々な機能を有することができる。

【0920】

50

図59(H)はテレビ受像機能付きデジタルカメラであり、本体5181、表示部5182、操作キー5183、スピーカー5184、シャッターボタン5185、受像部5186、アンテナ5187等を含む。図59(H)に示すテレビ受像機能付きデジタルカメラは、静止画を撮影する機能を有する。動画を撮影する機能を有する。撮影した画像を自動で補正する機能を有する。アンテナから様々な情報を取得する機能を有する。撮影した画像、又はアンテナから取得した情報を保存する機能を有する。撮影した画像、又はアンテナから取得した情報を表示部に表示する機能を有する。なお、図59(H)に示すテレビ受像機能付きデジタルカメラが有する機能はこれに限定されず、様々な機能を有することができる。

【0921】

図59(A)乃至(E)に示したように、本発明に係る電子機器は、何らかの情報を表示するための表示部を有することを特徴とする。本発明に係る電子機器は、データが重複している場合に該データをメモリに格納することで回路の動作頻度を減少させることができるので、消費電力が小さく、長時間の電池駆動が可能である。

次に、本発明に係る表示装置の応用例について説明する。

【0922】

図60に、本発明に係る表示装置を建造物と一体にして設けた例について示す。図60は、筐体5200、表示パネル5201、スピーカー部5202等を含む建造物を示している。なお、5203は、表示パネル5201を操作するためのリモコン装置である。

【0923】

表示パネル5201には上記実施の形態に記載した画素が用いられている。本発明により視野角特性に優れた表示品位の高い表示パネルを得ることができる。なお、また、画素部を構成するトランジスタに同一導電型のトランジスタやトランジスタの半導体層に非晶質半導体を用いることで低コスト化を図ることもできる。

【0924】

図60に示す表示装置は、建造物と一体にして設けられているため、スペースを広く必要とすることなく設置することができる。

【0925】

図61に、本発明に係る表示装置を建造物と一体にして設けた他の例について示す。表示パネル5301は、ユニットバス5302と一体にして取り付けられており、入浴者は入浴しながら表示パネル5301の視聴が可能となる。表示パネル5301には入浴者が操作することで情報を表示することができる。そのため、広告や娯楽手段として利用できる機能を有する。

【0926】

表示パネル5301には上記実施の形態に記載した画素が用いられている。本発明により視野角特性に優れた表示品位の高い表示パネルを得ることができる。なお、また、画素部を構成するトランジスタに同一導電型のトランジスタやトランジスタの半導体層に非晶質半導体を用いることで低コスト化を図ることもできる。

【0927】

なお、本発明に係る表示装置は、図61で示したユニットバス5302の側壁だけではなく、様々な場所と一体に設けることができる。たとえば、鏡面の一部や浴槽自体と一体に設けられていても良い。また、表示装置の形状は、鏡面や浴槽の形状に合わせたものとなってもよい。

【0928】

図62に、本発明に係る表示装置を、建造物と一体にして設けた他の例について示す。図62において、表示パネル5402は柱状体5401の曲面に合わせて湾曲されている。ここでは、柱状体5401を電柱として説明する。

【0929】

図62に示す表示パネル5402は、人間の視点より高い位置に設けられている。電柱のように屋外で繰り返し林立している建造物に表示パネル5402を設置することで、不

10

20

30

40

50

特定多数の視認者に対し表示パネル5402を介して情報を提供することができる。そのため、表示パネルを広告として利用することが適している。また、表示パネル5402は、外部からの制御により同じ画像を表示させること、また瞬時に画像を切替えることが容易であるため、極めて効率的な情報表示及び広告効果が期待できる。また、表示パネル5402に自発光型の表示素子を設けることで、夜間であっても視認性の高い表示媒体として有用であるといえる。また、表示パネル5402を電柱に設置することで表示パネル5402の電力供給手段の確保が容易である。また、災害発生時などの非常事態の際には、被災者に素早く正確な情報を伝達する手段ともなり得る。

【0930】

表示パネル5402には上記実施の形態に記載した画素が用いられている。本発明により視野角特性に優れた表示品位の高い表示パネルを得ることができる。なお、また、画素部を構成するトランジスタに同一導電型のトランジスタやトランジスタの半導体層に非晶質半導体を用いることで低コスト化を図ることもできる。また、フィルム状の基板に設けられた有機トランジスタを用いても良い。

10

【0931】

なお、本実施形態では本発明の表示装置と一体にした建造物として壁、ユニットバス、柱状体を例示したが、他の様々な建造物にも設けることが可能である。

【0932】

次に、本発明に係る表示装置を、移動物と一体にして設けた例について示す。

【0933】

図63は、本発明に係る表示装置を自動車と一体にして設けた例について示した図である。表示パネル5502は、自動車の車体5501と一体にして設けられており、車体の動作や車体内外から入力される情報をオンデマンドに表示することができる。また、表示パネル5502はナビゲーション機能を有していてもよい。

20

【0934】

表示パネル5502には上記実施の形態に記載した画素が用いられている。本発明により視野角特性に優れた表示品位の高い表示パネルを得ることができる。なお、また、画素部を構成するトランジスタに同一導電型のトランジスタやトランジスタの半導体層に非晶質半導体を用いることで低コスト化を図ることもできる。

【0935】

なお、本発明に係る表示装置は、図63で示した車体5501だけではなく、様々な場所に設けることができる。たとえば、ガラス窓、ドア、ハンドル、シフトレバー、座席シート、ルームミラー等と一体にして設けてもよい。このとき、表示パネル5502の形状は、設置するものの形状に合わせたものとなっていてよい。

30

【0936】

図64は、本発明に係る表示装置を列車車両と一体にして設けた例について示した図である。

【0937】

図64(a)は、列車車両のドア5601のガラスに表示パネル5602を設けた例について示した図である。従来の紙による広告に比べて、広告切替えの際に必要な人件費がかからないという利点がある。また、表示パネル5602は、外部からの信号により表示部で表示される画像の切り替えを瞬時に行なうことが可能であるため、たとえば電車の乗降客の客層が入れ替わる時間帯ごとに表示パネルの画像を切り替えることができる。このように画像の切り替えを瞬時に行うことで、より効果的な広告効果が期待できる。

40

【0938】

図64(b)は、列車車両のドア5601のガラスの他に、ガラス窓5603及び天井5604に表示パネル5602を設けた例について示した図である。このように、本発明に係る表示装置は、従来では設置が困難であった場所に容易に設けることが可能であるため、効果的な広告効果を得ることができる。また、本発明に係る表示装置は、外部からの信号により表示部で表示される画像の切り替えを瞬時に行なうことが可能であるため、広

50

告切替え時に生じていたコストや時間を削減でき、より柔軟な広告の運用および情報伝達が可能となる。

【0939】

なお、図64に示す表示パネル5602には上記実施の形態に記載した画素が用いられている。本発明により視野角特性に優れた表示品位の高い表示パネルを得ることができる。なお、また、画素部を構成するトランジスタに同一導電型のトランジスタやトランジスタの半導体層に非晶質半導体を用いることで低コスト化を図ることもできる。

【0940】

また、本発明に係る表示装置は、上記に限らず、様々な場所に設けることができる。たとえば、つり革、座席シート、てすり、床等と本発明に係る表示装置を一体にして設けてもよい。このとき、表示パネル5602の形状は、設置するものの形状に合わせたものとなってもよい。

10

【0941】

図65は、本発明に係る表示装置を、旅客用飛行機と一体にして設けた例について示した図である。

【0942】

図65(a)は、旅客用飛行機の座席上部の天井5701に表示パネル5702を設けたときの使用時の形状について示した図である。表示パネル5702は、ヒンジ部5703を介して天井5701と一体にして設けられており、ヒンジ部5703の伸縮により乗客は所望の位置での表示パネル5702の視聴が可能となる。表示パネル5702は乗客が操作することで情報を表示することができる。そのため、広告や娯楽手段として利用できる機能を有する。また、図65(b)に示すように、ヒンジ部を折り曲げて天井5701に格納することにより、離着陸時の安全に配慮することができる。なお、緊急時に表示パネル5702の表示素子を点灯させることで、情報伝達手段および誘導灯としても利用可能である。

20

【0943】

なお、図65に示す表示パネル5702には上記実施の形態に記載した画素が用いられている。本発明により視野角特性に優れた表示品位の高い表示パネルを得ることができる。なお、また、画素部を構成するトランジスタに同一導電型のトランジスタやトランジスタの半導体層に非晶質半導体を用いることで低コスト化を図ることもできる。

30

【0944】

なお、本発明に係る表示装置は、図65で示した天井5701だけではなく、様々な場所と一体に設けることができる。たとえば、座席シート、座席テーブル、肘掛、窓等と一体にして設けてもよい。また、多数の人が同時に視聴できる大型の表示パネルを、機体の壁に設置してもよい。このとき、表示パネル5702の形状は、設置するものの形状に合わせたものとなってもよい。

【0945】

なお、本実施形態において、移動体として電車車両本体、自動車車体、飛行機車体について例示したがこれらに限定されず、自動二輪車、自動四輪車(自動車、バス等を含む)、電車(モノレール、鉄道等を含む)、船舶等の様々なものを適用することができる。本発明に係る表示装置は、外部からの信号により、移動体内における表示パネルの表示を瞬時に切り替えることが可能であるため、移動体に本発明に係る表示装置を設置することにより移動体を不特定多数の顧客を対象とした広告表示板、災害発生時の情報表示板等の用途に用いることが可能となる。

40

【0946】

なお、本実施の形態において、様々な図を用いて述べてきたが、各々の図で述べた内容(一部でもよい)は、別の図で述べた内容(一部でもよい)に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことができる。さらに、これまでに述べた図において、各々の部分に関して、別の部分を組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることができる。

50

【 0 9 4 7 】

同様に、本実施の形態の各々の図で述べた内容（一部でもよい）は、別の実施の形態および実施例の図で述べた内容（一部でもよい）に対して、適用、組み合わせ、又は置き換えなどを自由に行うことができる。さらに、本実施の形態の図において、各々の部分に関して、別の実施の形態および実施例の部分を組み合わせることにより、さらに多くの図を構成させることができる。

【 0 9 4 8 】

なお、本実施の形態は、他の実施の形態および実施例で述べた内容（一部でもよい）を、具現化した場合の一例、少し変形した場合の一例、一部を変更した場合の一例、改良した場合の一例、詳細に述べた場合の一例、応用した場合の一例、関連がある部分について

10

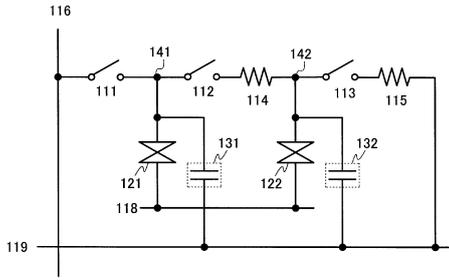
【 符号の説明 】

【 0 9 4 9 】

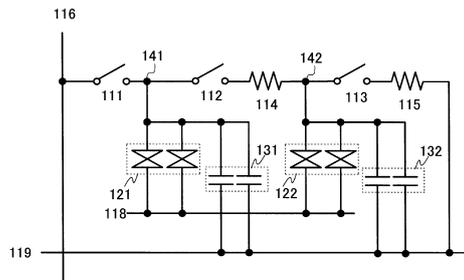
1 1	ノード	
3 0	T F T	
3 a	走査線	
6 a	データ線（信号線）	
1 0 0	配線	
1 1 1	スイッチ	20
1 1 2	スイッチ	
1 1 3	スイッチ	
1 1 4	第 1 の抵抗	
1 1 5	第 2 の抵抗	
1 1 6	信号線	
1 1 7	走査線	
1 1 8	共通電極	
1 1 9	C s 線	
1 2 1	第 1 の液晶素子	
1 2 2	第 2 の液晶素子	30
1 3 1	第 1 の保持容量	
1 3 2	第 2 の保持容量	
1 4 1	ノード	
1 4 2	ノード	
2 1 1	第 1 のトランジスタ	
2 1 2	第 2 のトランジスタ	
2 1 3	第 3 のトランジスタ	
3 1 3	第 3 のトランジスタ	
4 1 4	トランジスタ	
5 1 1	信号線駆動回路	40
5 1 2	走査線駆動回路	
5 1 3	画素部	
5 1 4	画素	
6 1 4	トランジスタ	
8 0 0	ノード	
8 0 1	ユニット	
8 1 4	トランジスタ	
8 2 3	液晶素子	
8 3 3	保持容量	
1 1 6 a	信号線	50

1 1 7 a	走査線	
1 1 9 a	C s 線	
1 2 0 0	画素	
1 2 1 9	電位供給線	
1 3 0 0	信号線切り替え回路	
1 3 1 6	配線	
1 3 1 9	配線	
1 4 0 0	ユニット	
1 4 0 1	インバータ	
1 4 0 2	配線	10
1 4 0 2	配線	
1 4 0 3	配線	
1 4 0 4	トランジスタ	
1 4 0 5	トランジスタ	
1 4 0 6	トランジスタ	
1 4 0 7	トランジスタ	
1 4 3 0	配線	
1 6 0 1	第3の保持容量	
1 7 0 1	第3の保持容量	
1 8 0 1	第3の保持容量	20
1 8 0 2	ノード	
1 8 0 3	ノード	
1 8 0 4	トランジスタ	
1 9 0 1	保持容量	
1 9 0 2	ノード	
9 0 0 a	サブ画素	
9 0 0 b	サブ画素	
1 0 0 0 a	サブ画素	
1 0 0 0 b	サブ画素	
1 1 0 0 a	サブ画素	30
1 1 0 0 b	サブ画素	

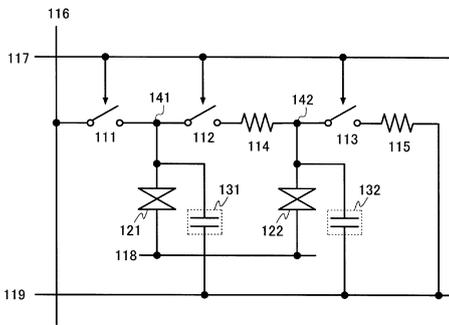
【図1】



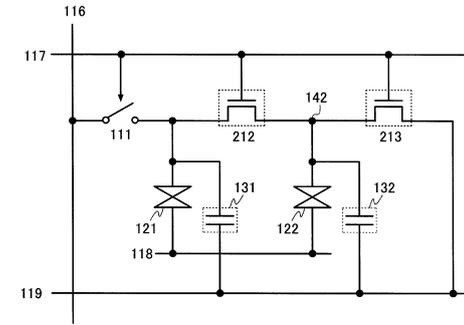
【図3】



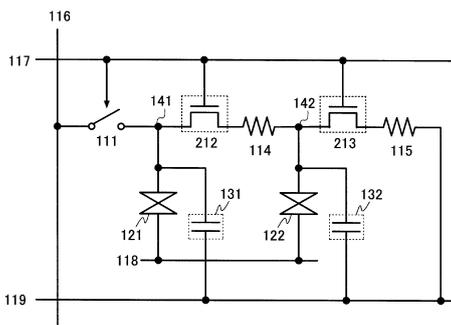
【図2】



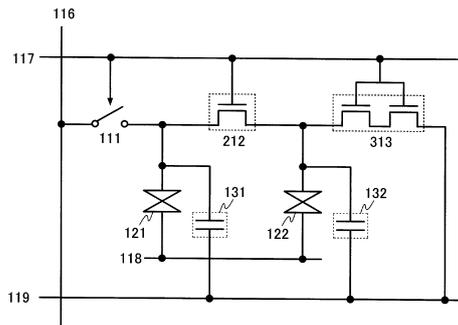
【図4】



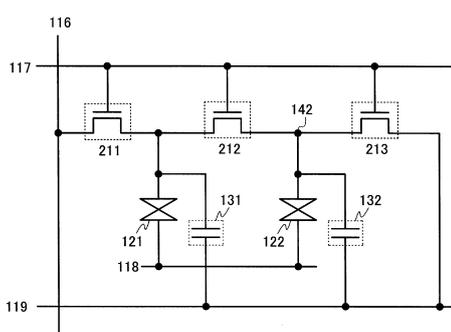
【図5】



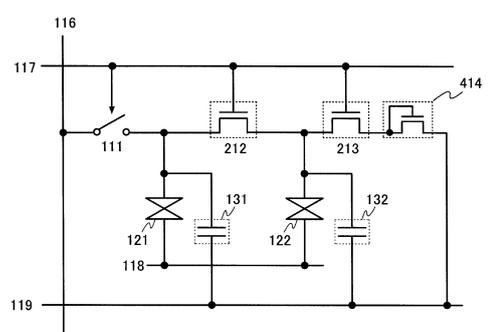
【図7】



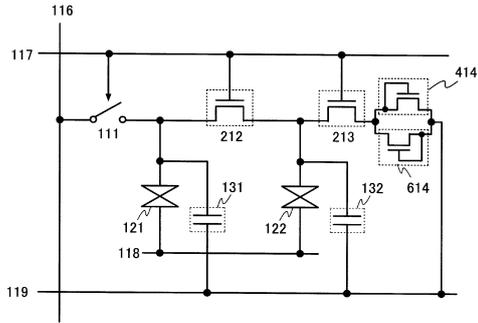
【図6】



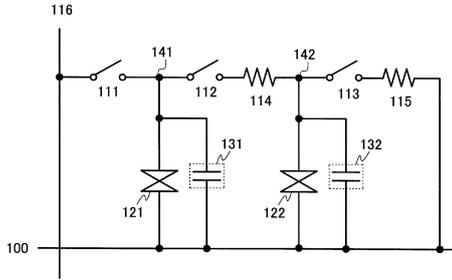
【図8】



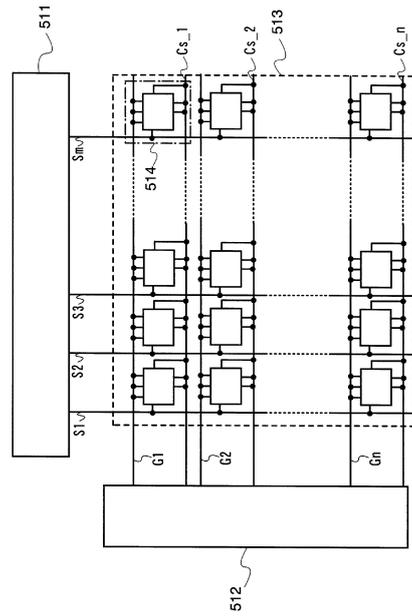
【図 9】



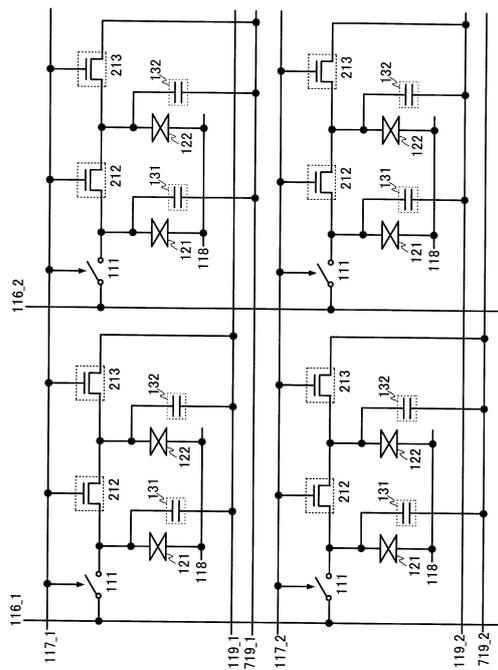
【図 10】



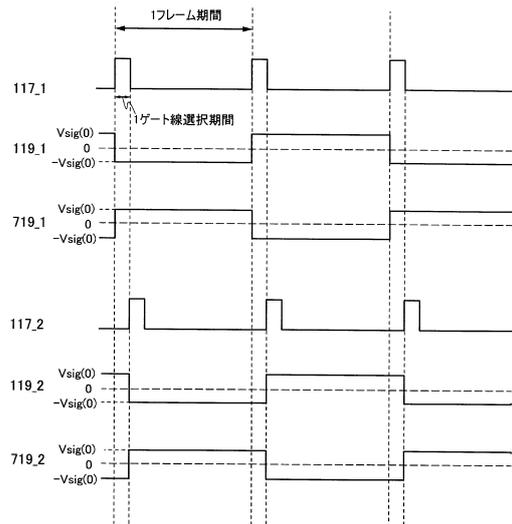
【図 11】



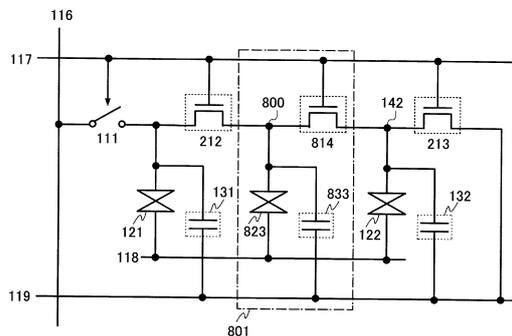
【図 12】



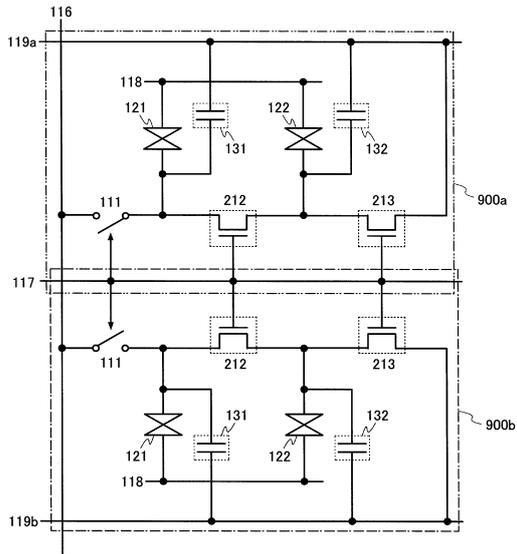
【図 13】



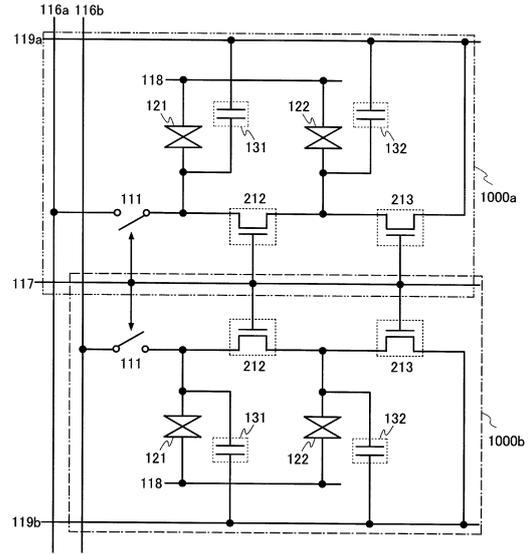
【図 14】



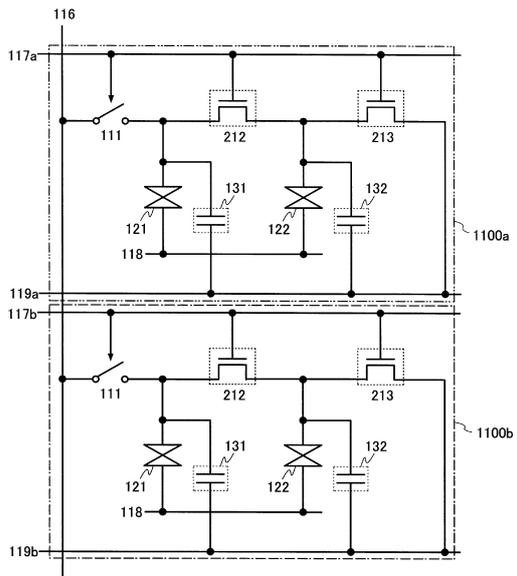
【図15】



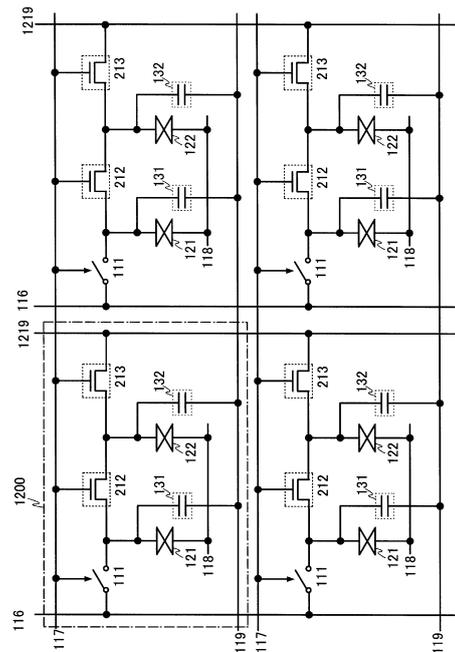
【図16】



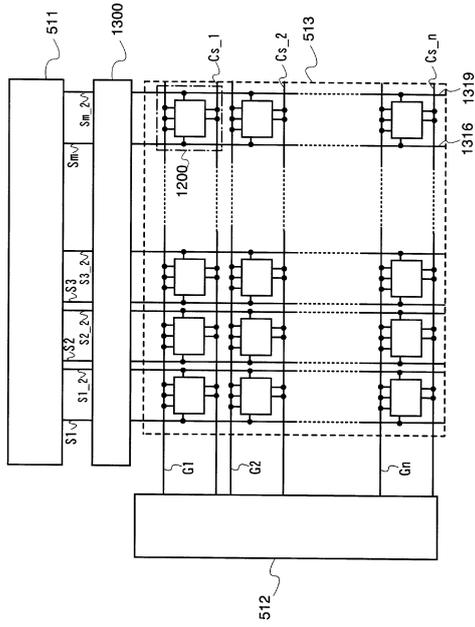
【図17】



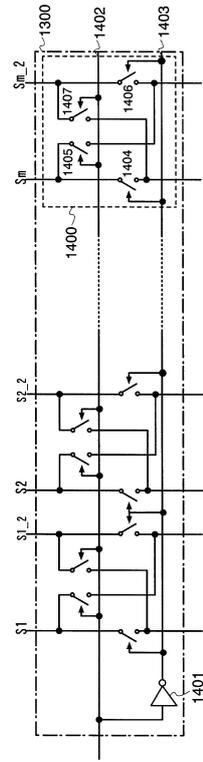
【図18】



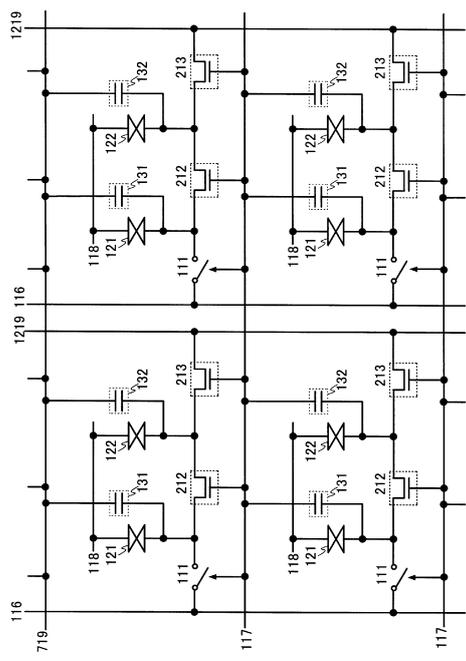
【図 19】



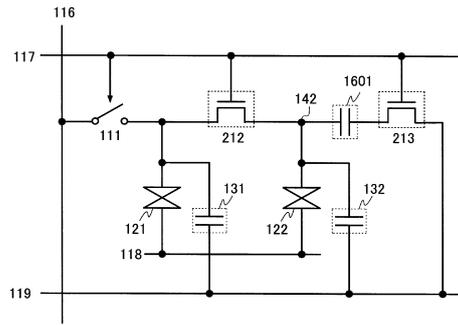
【図 20】



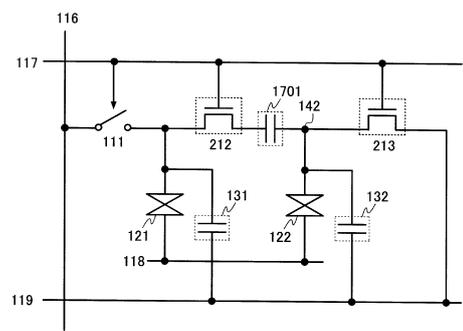
【図 21】



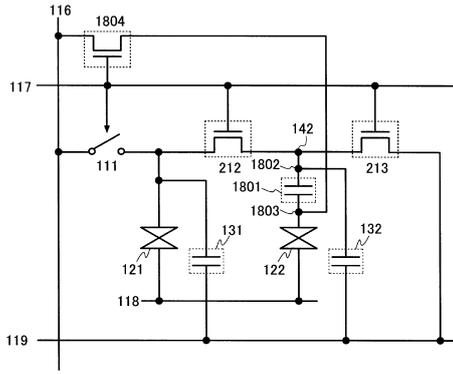
【図 22】



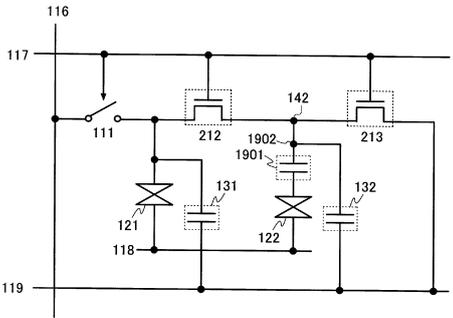
【図 23】



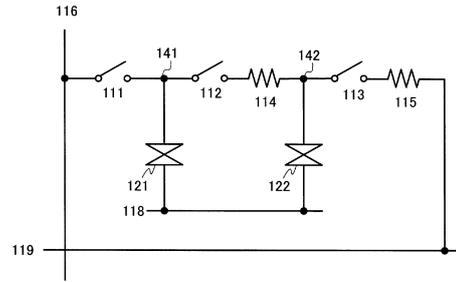
【図24】



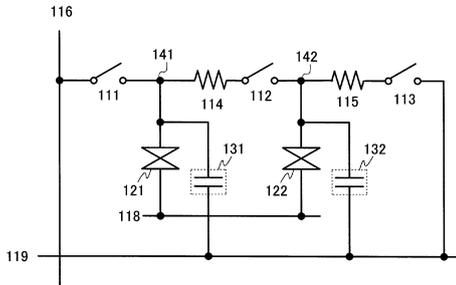
【図25】



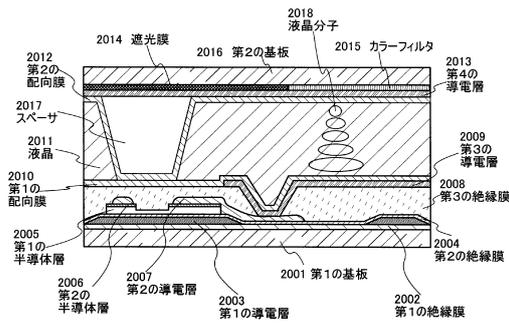
【図26】



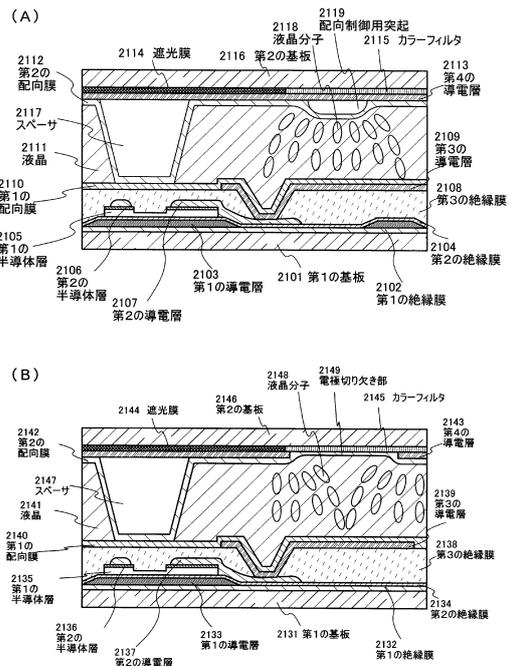
【図27】



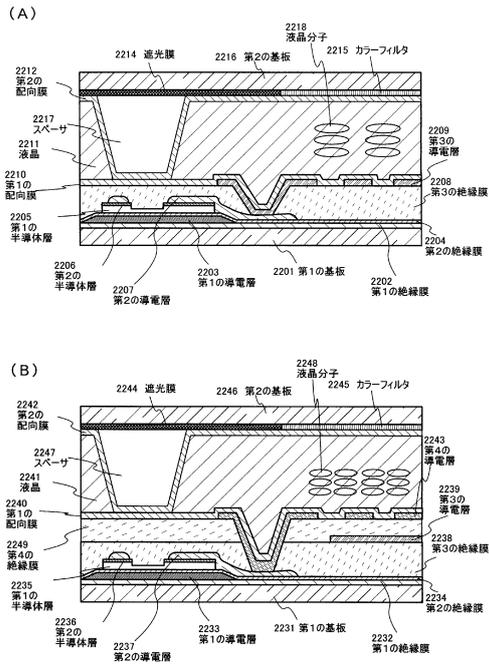
【図28】



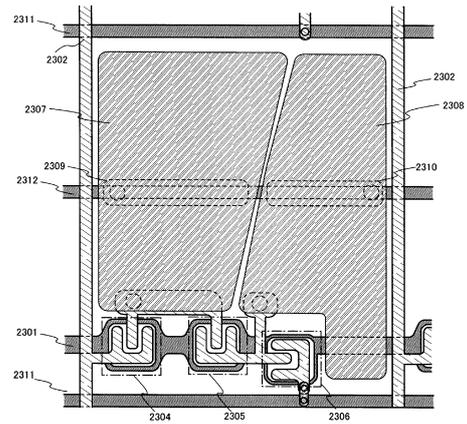
【図29】



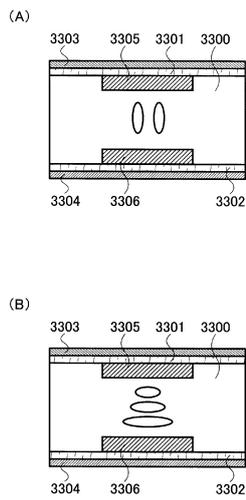
【図30】



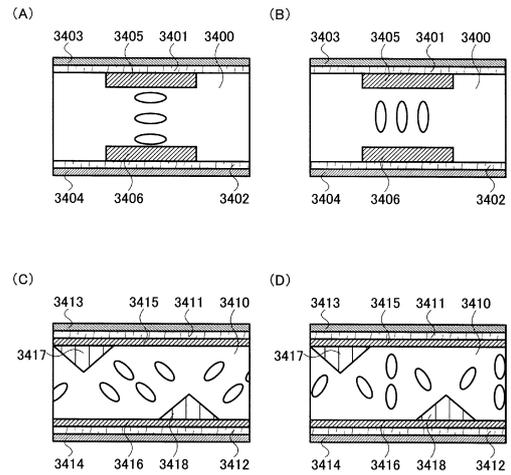
【図31】



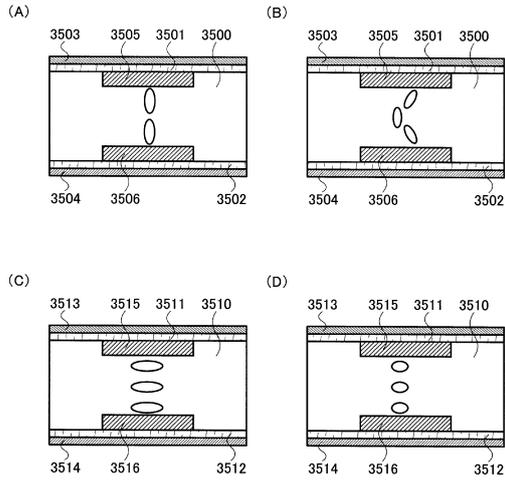
【図32】



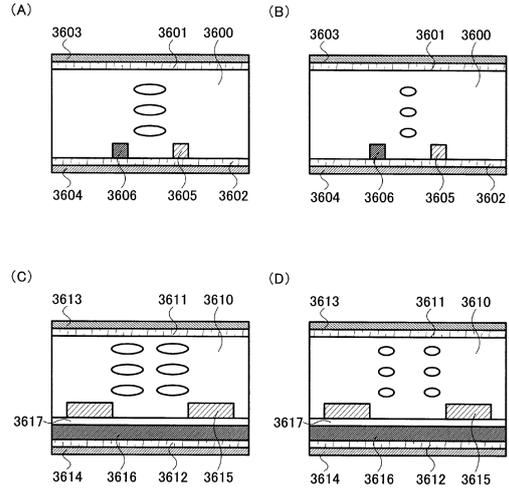
【図33】



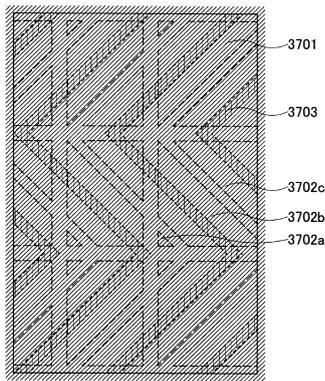
【 3 4 】



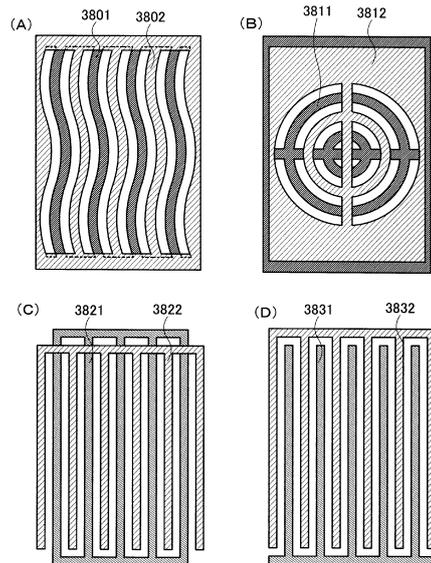
【 3 5 】



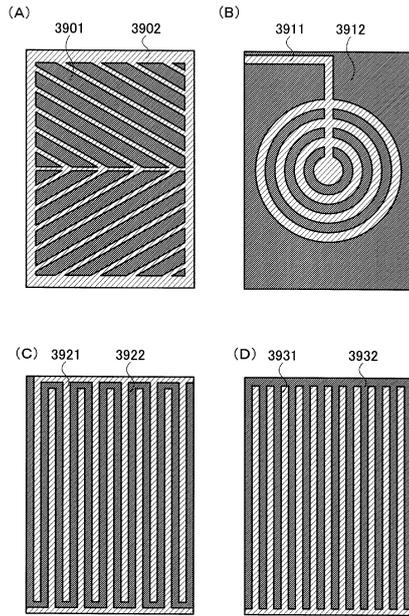
【 3 6 】



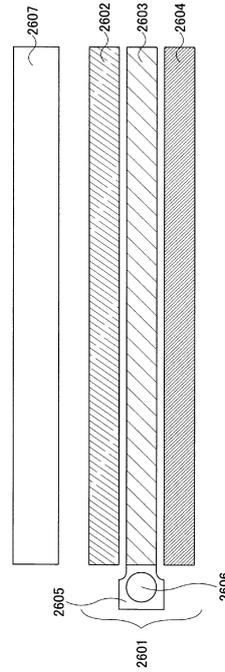
【 3 7 】



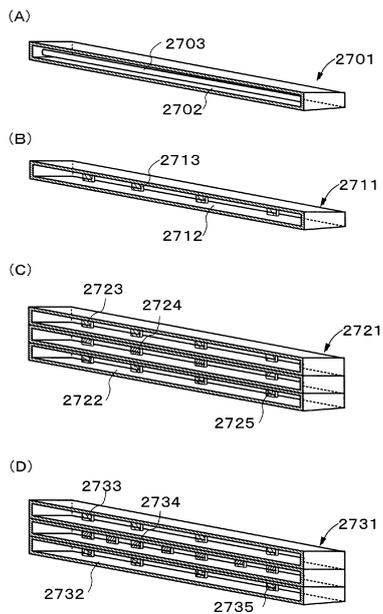
【 38 】



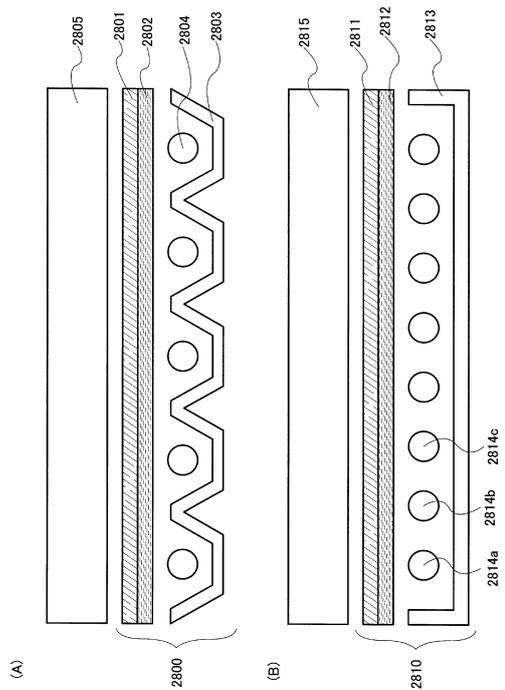
【 39 】



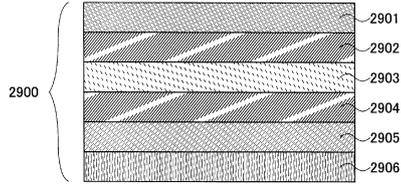
【 40 】



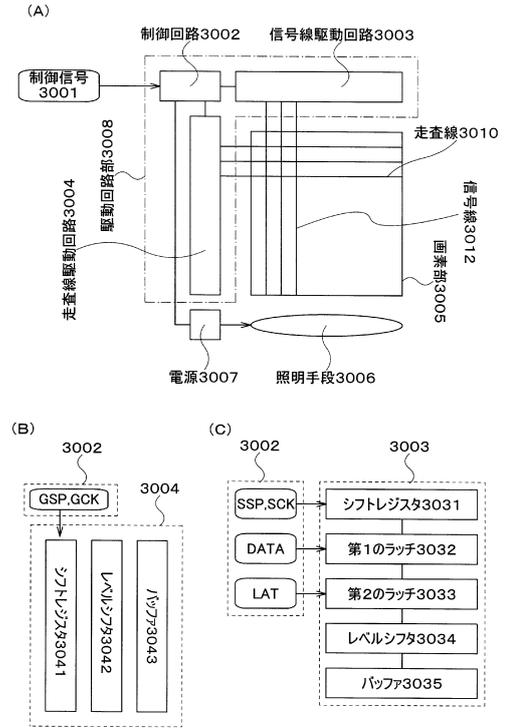
【 41 】



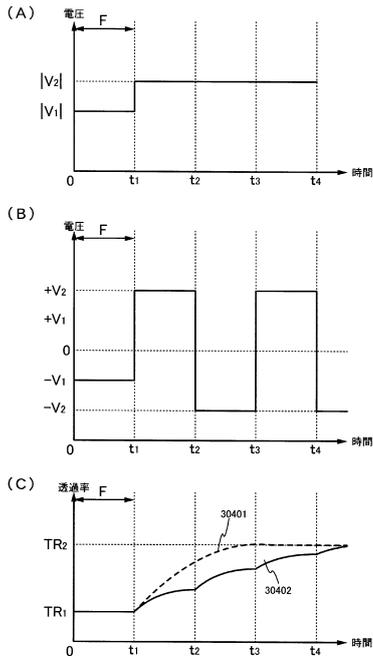
【図42】



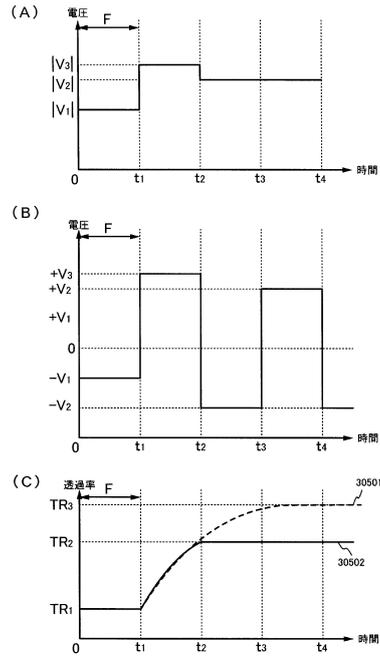
【図43】



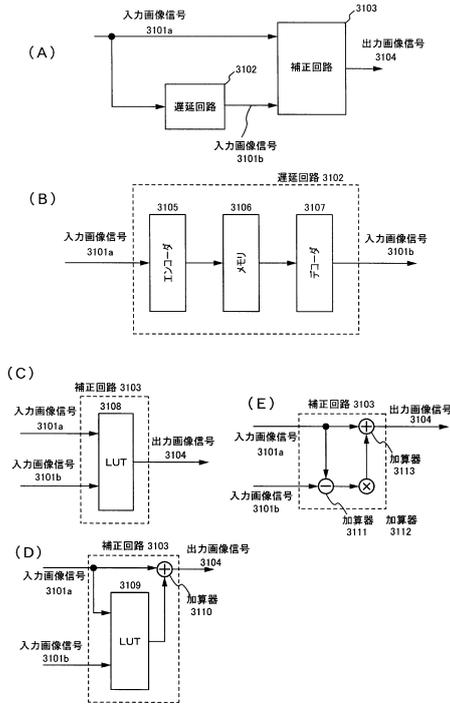
【図44】



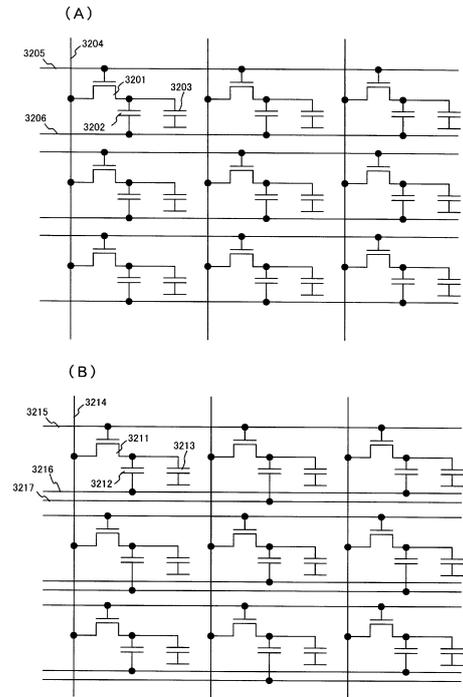
【図45】



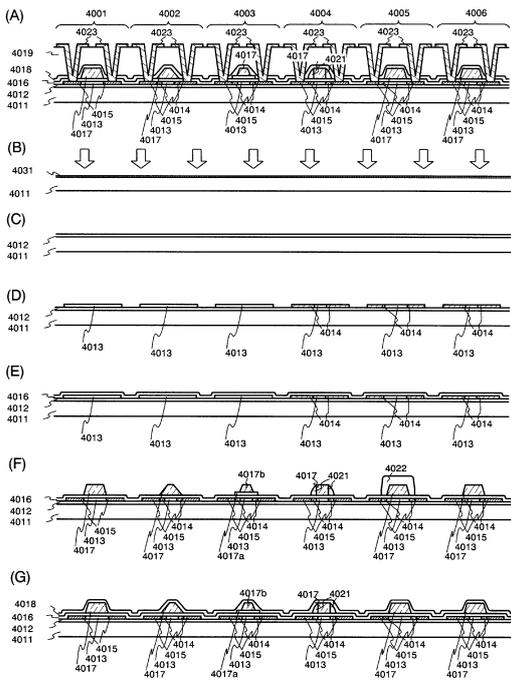
【図46】



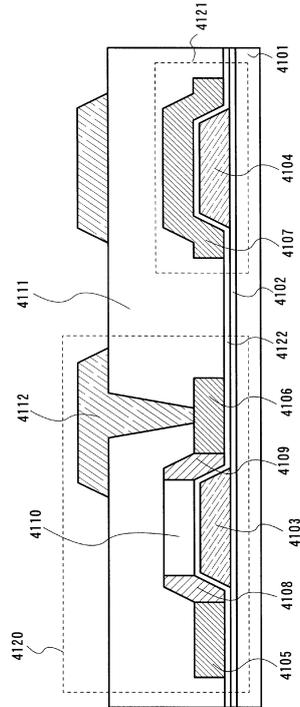
【図47】



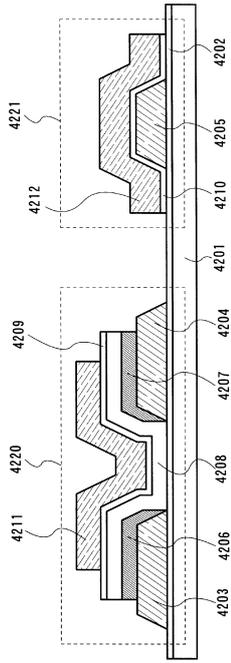
【図48】



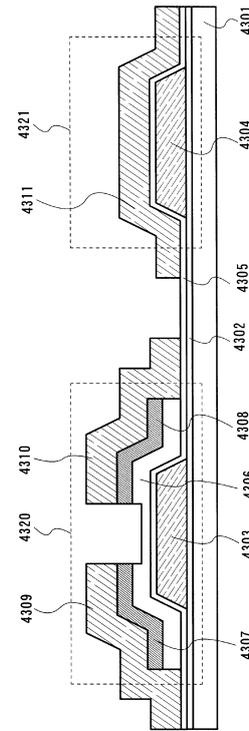
【図49】



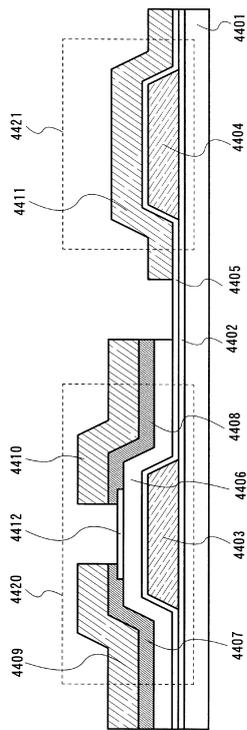
【図50】



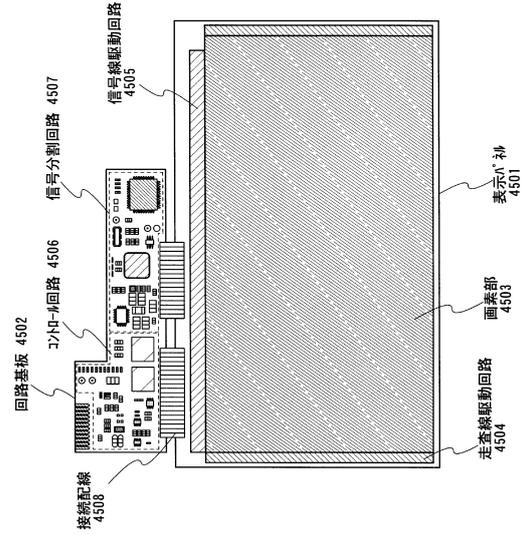
【図51】



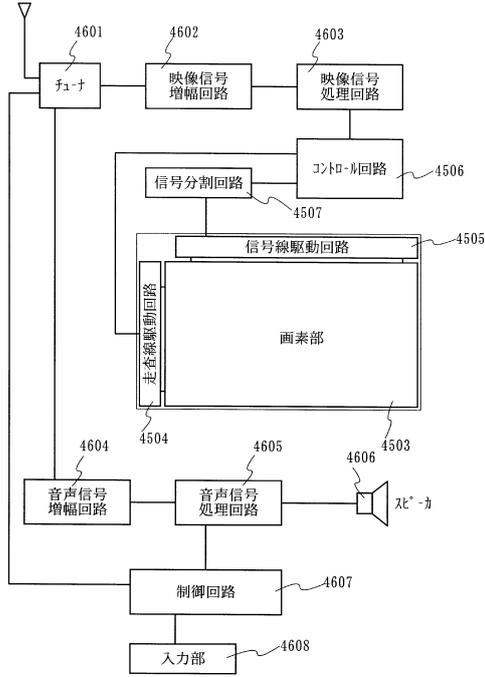
【図52】



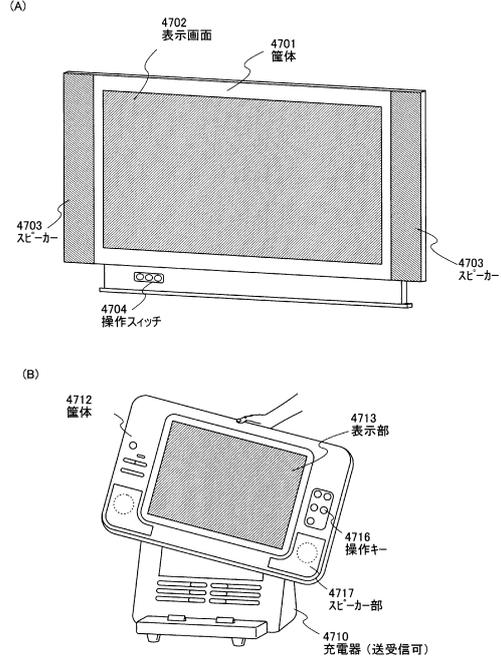
【図53】



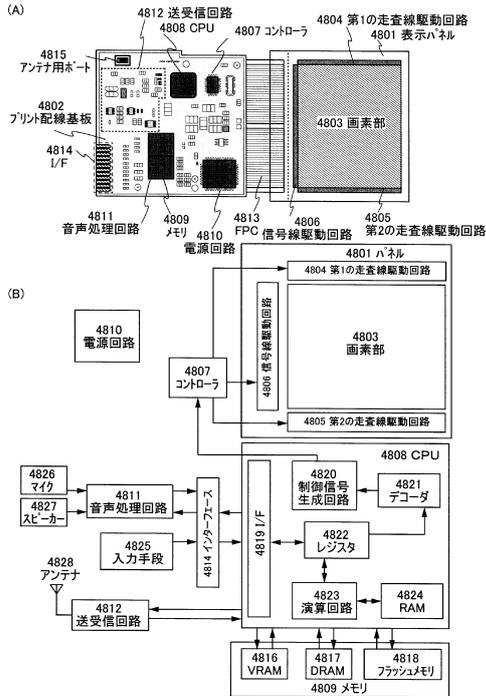
【図54】



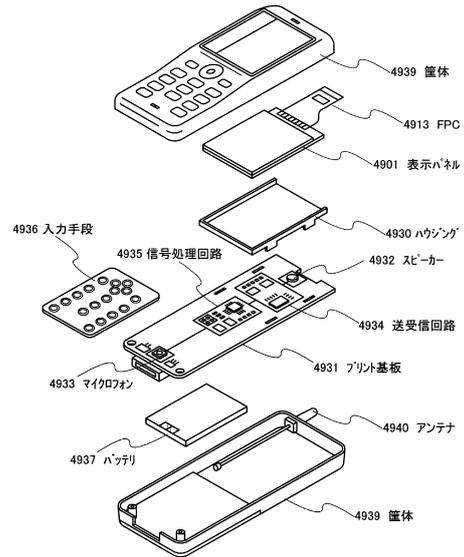
【図55】



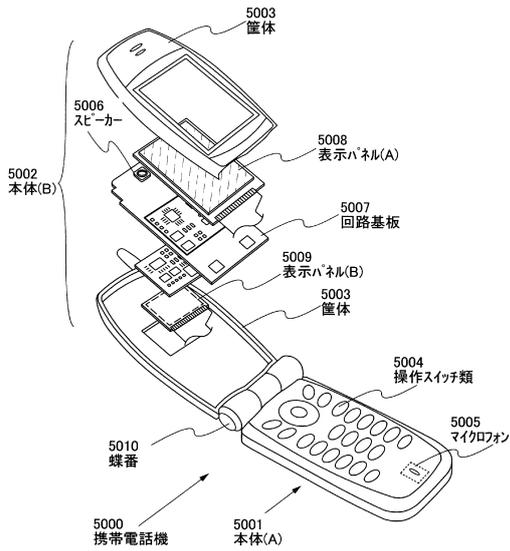
【図56】



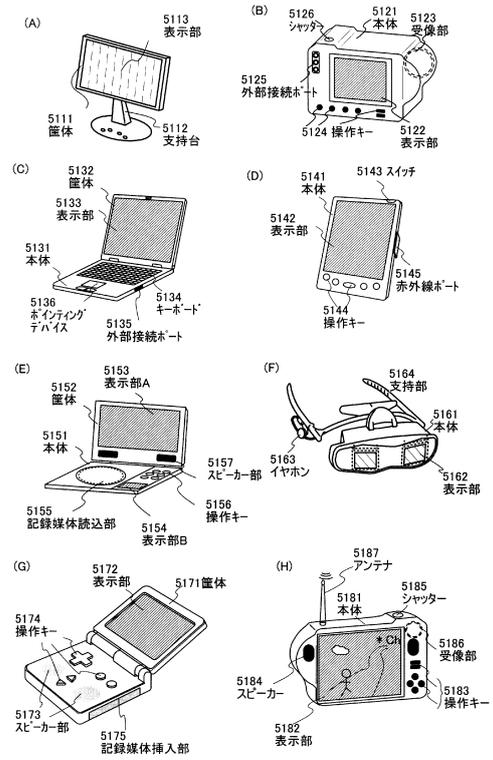
【図57】



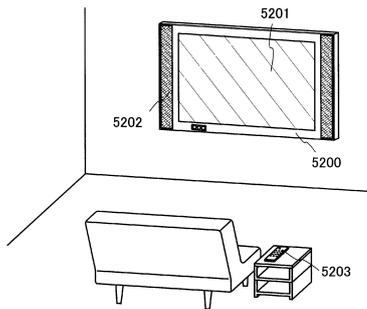
【図58】



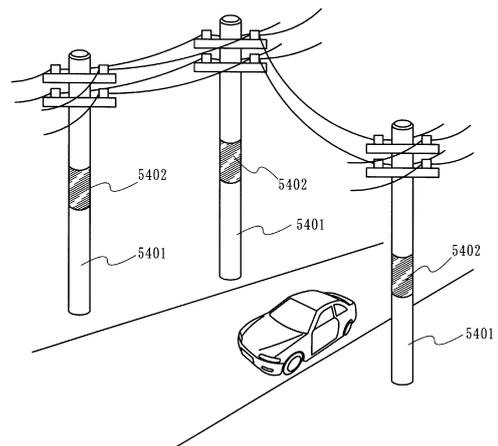
【図59】



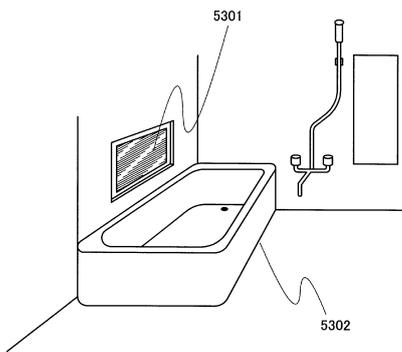
【図60】



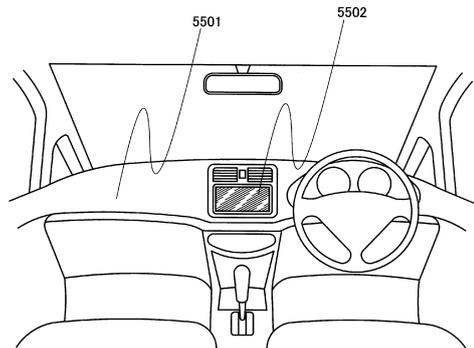
【図62】



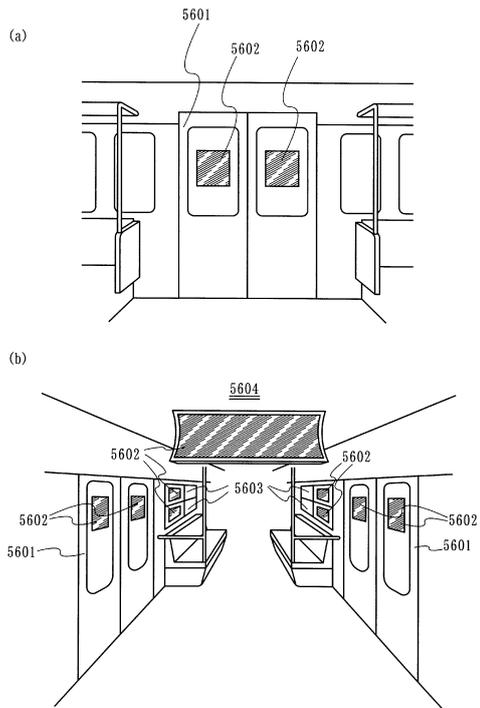
【図61】



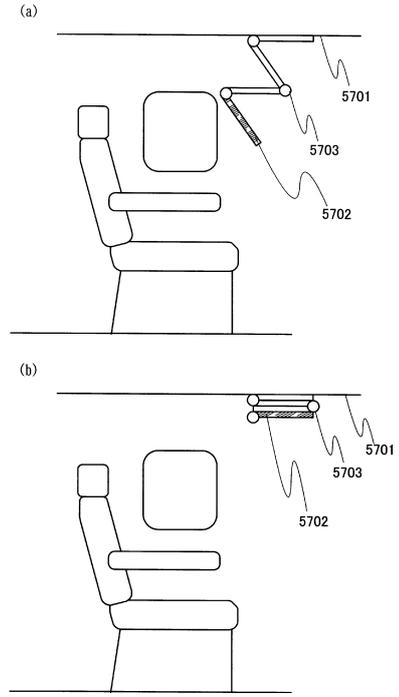
【図63】



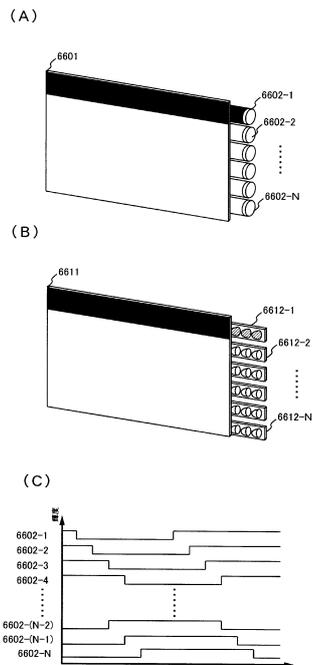
【 図 6 4 】



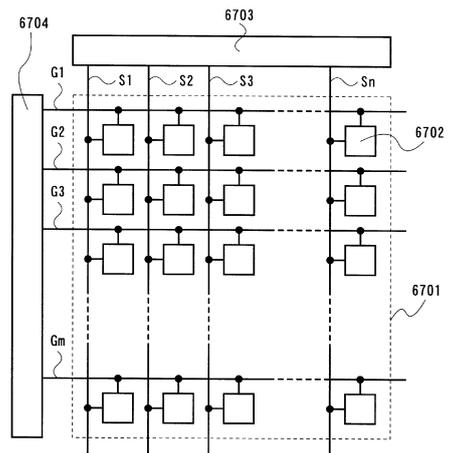
【 図 6 5 】



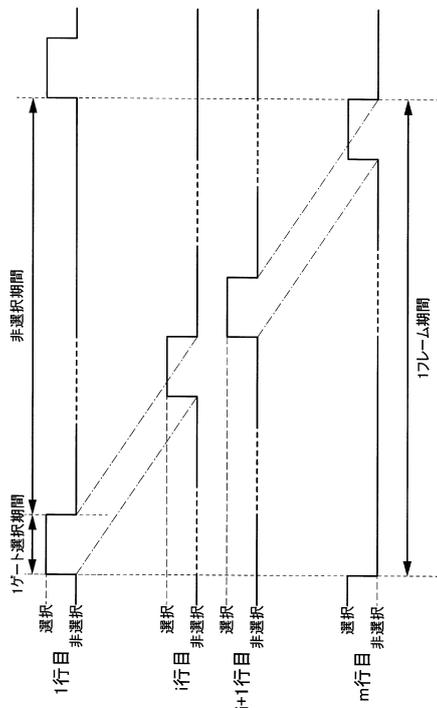
【 図 6 6 】



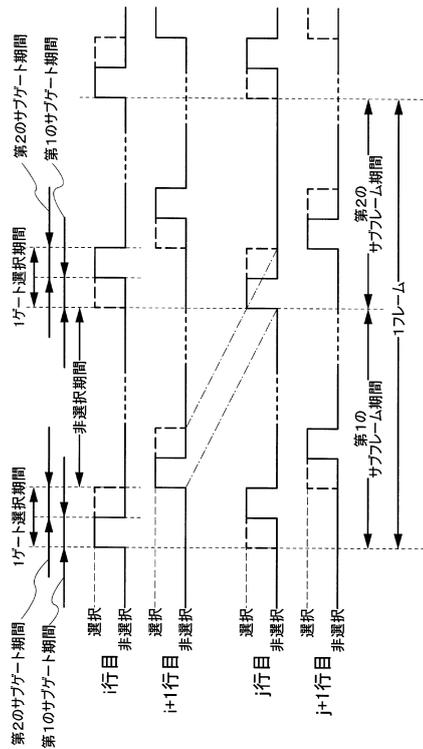
【 図 6 7 】



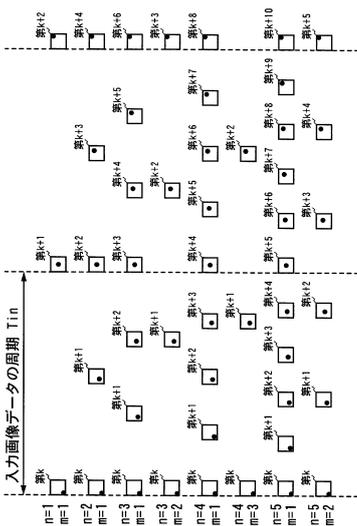
【図68】



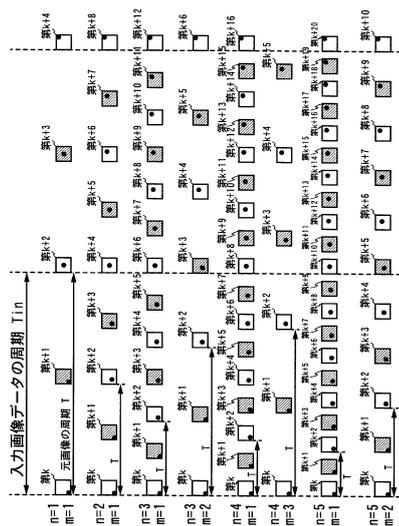
【図69】



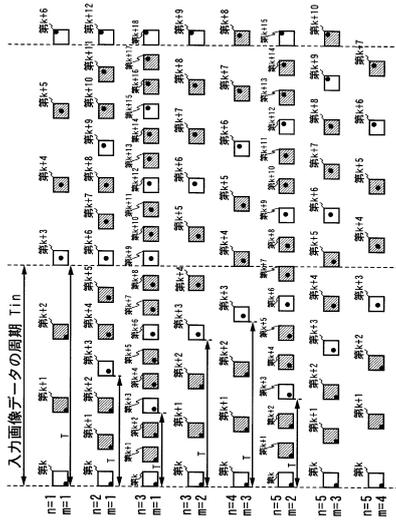
【図70】



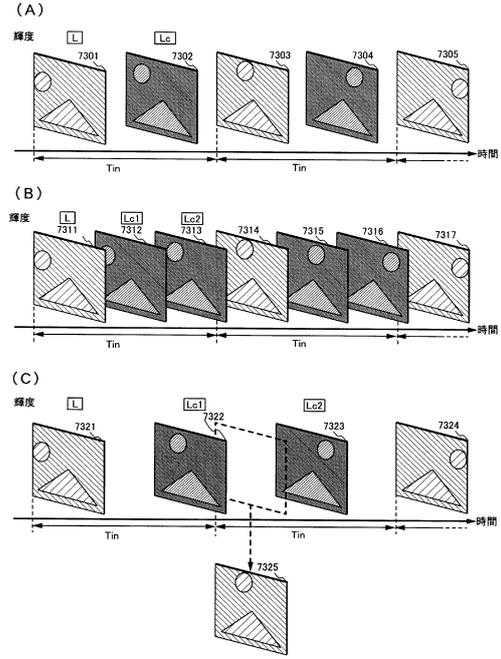
【図71】



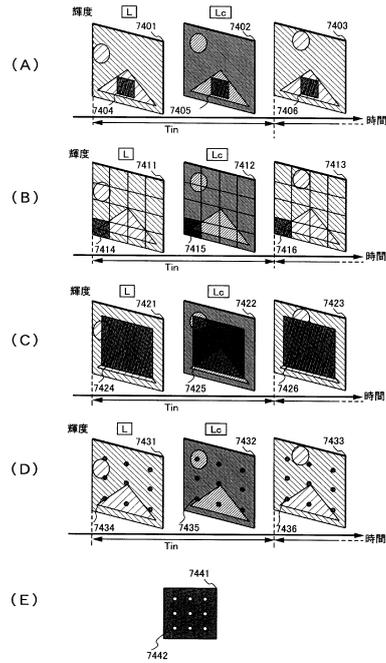
【図72】



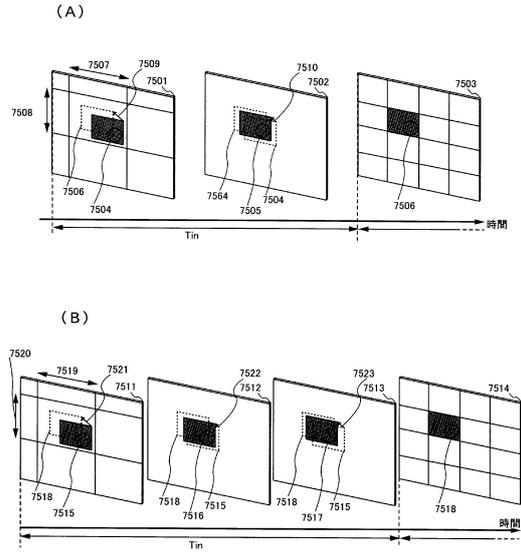
【図73】



【図74】



【図75】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平09-073064(JP,A)
特開平05-232512(JP,A)
特開2006-126842(JP,A)
特開2001-222027(JP,A)
米国特許出願公開第2006/0060849(US,A1)
中国特許出願公開第1866087(CN,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/136 - 1/1368
G02F 1/1343 - 1/1345, 1/135
G02F 1/133
G09G 3/18, 3/36