

明 細 書

発明の名称：表示装置およびその駆動方法

技術分野

[0001] 本発明は表示装置に関し、より詳細には、休止駆動を行う表示装置およびその駆動方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、小型で軽量の電子機器の開発が活発に行われている。このような電子機器に搭載される液晶表示装置は低消費電力であることが求められている。液晶表示装置の消費電力を低減するための有力な技術の1つとして、休止駆動が提案されている。休止駆動を行う液晶表示装置は、走査線を走査してデータ電圧の書き込みを行うことにより画面のリフレッシュを行うための駆動期間と、全ての走査線を非選択状態にしてデータ電圧の書き込みを休止するための休止期間とを交互に繰り返す。休止期間では、直前の駆動期間において画素形成部の液晶層に印加された電圧（以下「液晶印加電圧」という。）が保持されるので、画像の表示も維持される。このため、休止期間では、ゲートドライバおよび／またはソースドライバの動作を休止させることができるので低消費電力化を図ることができる。このような休止駆動を行う液晶表示装置は、例えば特許文献1に開示されている。

[0003] 液晶表示装置に用いられる液晶パネルは、2枚の電極の間に液晶層が挟み込まれている。液晶の誘電率異方性のために、液晶層に電圧を印加すると、液晶層内の液晶分子の配向方向（長軸方向）が変化する。液晶分子の配向方向が変化すると、液晶層を透過する光の偏光方向が変化する。このため、液晶層に印加された電圧に応じて、液晶層を透過する光の光量を制御することができる。これにより、各画素形成部の輝度を所望の階調輝度にし、液晶パネルに画像を表示することができる。なお、液晶層を挟む一方の電極である画素電極には薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor：TFT）を介してデータ電圧が与えられ、液晶層を挟む他方の電極である共通電極には、各画

素形成部に共通の共通電圧が与えられる。共通電圧は、液晶表示装置において液晶印加電圧の基準となる電圧である。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開2001-312253号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 例えば1Hzのリフレッシュレートで画面のリフレッシュが行われる休止駆動の場合、リフレッシュは1秒間に1回しか行われない。このため、休止期間中に画像更新があったとき、更新された画像が破棄されて表示されない可能性がある。そこで、休止期間中に画像更新があったときに強制的に画面のリフレッシュを行うことが考えられる。本明細書では、所定の周期で行うリフレッシュのことを「カウンタリフレッシュ」といい、休止期間中に画像の更新があったときに強制的に行うリフレッシュのことを「強制リフレッシュ」という。また、カウンタリフレッシュが行われる駆動期間の開始時点から次のカウンタリフレッシュが行われる駆動期間の開始時点までの期間のことを「休止駆動周期」という。

[0006] ところで、液晶表示装置では、液晶層に同じ極性の電圧を印加し続けると焼き付きが生じて液晶層が劣化する。そこで、液晶表示装置では、液晶層の劣化を防止すべく、液晶印加電圧の極性バランスをとるために交流駆動が行われる。ここで、交流駆動による休止駆動を行う液晶表示装置を行う場合について考える。図15は、従来の液晶表示装置が行う交流駆動による休止駆動を説明するための図である。ここでは、液晶表示装置において画像を構成する最小単位である1画素（カラー画像の場合は1サブ画素を指すが、以下では白黒画像であるかカラー画像であるに関わらず「1画素」という。）に着目して説明する。本明細書では、このように着目する1画素のことを便宜上「着目画素」という。図15において、縦軸および横軸はそれぞれデータ

電圧および時間を表す。図 15 に示すように、液晶印加電圧の極性バランスをとるために、カウンタリフレッシュ毎にデータ電圧の極性が反転され、強制リフレッシュ時のデータ電圧の極性が直前のカウンタリフレッシュ時のデータ電圧の極性と同じにされる。具体的には、第 1～第 4 休止駆動周期のカウンタリフレッシュ時にはそれぞれ正極性、負極性、正極性、および負極性のデータ電圧が画素形成部に書き込まれる。このため、第 1～第 4 休止駆動周期のカウンタリフレッシュ時にはそれぞれ正極性、負極性、正極性、および負極性の液晶印加電圧が液晶層に印加される。

[0007] 第 3 休止駆動周期では休止期間中に強制リフレッシュが行われ、第 3 休止駆動周期のカウンタリフレッシュと同様に正極性のデータ電圧の書き込みが行われる。ここで、第 3 休止駆動周期の画像更新では、着目画素の階調値は変化せず、他の画素の階調値が変化するものとする。本明細書では、画像更新によって階調値に変化がない画素（カラー画像の場合はサブ画素）のことを「不変画素」といい、画像更新によって階調値が変化する画素のことを「変化画素」という。図 15 における着目画素は不変画素である。このため、第 3 休止駆動周期の強制リフレッシュ時には、第 3 休止駆動周期のカウンタリフレッシュ時と同じ大きさのデータ電圧が画素形成部に書き込まれる。このため、第 3 休止駆動周期の強制リフレッシュ時には、第 3 休止駆動周期のカウンタリフレッシュ時と同じ大きさの液晶印加電圧が液晶層に印加される。このように、第 3 休止駆動周期の強制リフレッシュ時には、第 3 休止駆動周期のカウンタリフレッシュ時に書き込まれるデータ電圧と同極性且つ同じ大きさのデータ電圧が画素形成部に書き込まれる。

[0008] 図 16 は、図 15 に示す休止駆動における液晶印加電圧（絶対値）および輝度のそれぞれの変化を示す図である。ここでは、ノーマリブラック方式の液晶パネルを採用しているとする。なお、図 16 における左から 2 番目のカウンタリフレッシュから左から 3 番目のカウンタリフレッシュまでの期間が図 15 における第 3 休止駆動周期に相当する。液晶印加電圧は、図 16 に示すように、リフレッシュ時にデータ電圧が画素形成部に書き込まれて大きく

なった後、休止期間中に時間経過と共に小さくなる。これは、液晶の応答によって誘電率が変化するためである。なお、本明細書において「液晶印加電圧が大きくなるまたは小さくなる」とは、「液晶印加電圧の絶対値が大きくなるまたは小さくなる」ことを意味する。画像が更新されない場合、休止駆動周期の液晶印加電圧の変化は他の休止駆動周期とほぼ同様であるので、液晶印加電圧の実効値もほぼ同様になる。このため、画像が更新されない場合、各休止駆動周期で輝度はほぼ一定になる。これに対して、画像が更新される場合（ただし、上述のように着目画素の階調値は変化しない。）、カウンタリフレッシュ時にデータ電圧の書き込みが行われて液晶印加電圧が大きくなった後、液晶印加電圧が時間経過と共に小さくなっている途中に強制リフレッシュが行われる。強制リフレッシュ時は、カウンタリフレッシュ時と同極性且つ同じ大きさのデータ電圧の書き込みが行われることにより、液晶印加電圧が再度大きくなる。このため、画像が更新される休止駆動周期では、図16にハッチングで表した部分に相当する値だけ、画像が更新されない休止駆動周期よりも液晶印加電圧の実効値が大きくなる。その結果、意図しない輝度変化が生じる。具体的には、図16に示すように、意図しない輝度上昇が生じる。なお、ノーマリホワイト方式の液晶パネルを採用する場合には、液晶印加電圧に対する輝度変化が逆になるので、意図しない輝度低下が生じる。

[0009] そこで、本発明は、休止駆動を行う際に画像更新時に生じ得る輝度変化を抑制可能な表示装置およびその駆動方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の第1の局面は、画素形成部を含む表示部を備え、外部から受け取る画像データに基づくデータ電圧を前記画素形成部に書き込んで前記表示部の画面をリフレッシュするための駆動期間と前記画素形成部への前記データ電圧の書き込みを休止するための休止期間とを交互に繰り返す休止駆動を行う表示装置であって、

前記画素形成部に前記データ電圧を書き込む駆動部と、

所定のタイミングで前記駆動期間を設けると共に、外部から受け取る画像データが示す画像が前記休止期間中に更新されたときに前記休止期間を中断して前記駆動期間を強制的に設けるように前記駆動部を制御する表示制御部とをさらに備え、

前記表示制御部は、

強制的に設けられた駆動期間における前記データ電圧の極性が直前の駆動期間における前記データ電圧の極性と同じになるように前記駆動部を制御する極性指示部と、

前記画像データの少なくとも一部を受け取り、前記強制的に設けられた駆動期間において前記画素形成部に書き込むべきデータ電圧が、直前の駆動期間において前記画素形成部に書き込まれたデータ電圧よりも、基準となる共通電圧に近い値になるように、前記休止期間中に更新された画像を構成する画素のうち画像更新によって階調値に変化がない画素の階調値を補正した、前記画像データの少なくとも一部を出力する階調補正部とを含み、

前記駆動部は、前記強制的に設けられた駆動期間では、前記階調補正部により階調値が補正された前記画像データの少なくとも一部に基づくデータ電圧を前記画素形成部に書き込むことを特徴とする。

[0011] 本発明の第2の局面は、本発明の第1の局面において、

前記階調補正部は、前記画像データを受け取り、前記強制的に設けられた駆動期間において前記画素形成部に書き込むべきデータ電圧が、直前の駆動期間において前記画素形成部に書き込まれたデータ電圧よりも前記共通電圧に近い値になるように、前記休止期間中に更新された画像を構成する画素のうち画像更新によって階調値に変化がない画素の階調値を補正した画像データを出力し、

前記駆動部は、前記強制的に設けられた駆動期間では、前記階調補正部により階調値が補正された画像データに基づくデータ電圧を前記画素形成部に書き込むことを特徴とする。

[0012] 本発明の第3の局面は、本発明の第2の局面において、

前記表示制御部は、

外部から受け取る 1 フレーム分の画像データを格納する画像データ格納部と、

前記所定のタイミングにおいてアクティブな第 1 リフレッシュ信号およびアクティブな極性反転信号を出力する第 1 リフレッシュ制御部と、

アクティブな前記第 1 リフレッシュ信号に基づいて、前記画像データ格納部に格納された画像データを、前記画像データ格納部から前記階調補正部へ出力させるリフレッシュ部とをさらに含み、

前記階調補正部は、アクティブな前記第 1 リフレッシュ信号に基づいて前記画像データ格納部から出力された画像データを、階調値の補正を行うことなく出力し、

前記極性指示部は、アクティブな極性反転信号に基づいて、前記データ電圧の極性を前記駆動部に反転させることを特徴とする。

[0013] 本発明の第 4 の局面は、本発明の第 3 の局面において、

前記表示制御部は、外部から受け取る画像データが示す画像が前記休止期間中に更新されたときに、アクティブな第 2 リフレッシュ信号およびアクティブな補正指示信号を出力する第 2 リフレッシュ制御部をさらに含み、

前記リフレッシュ部は、アクティブな前記第 2 リフレッシュ信号に基づいて、前記画像データ格納部に格納された画像データを、前記画像データ格納部から前記階調補正部へ出力させ、

前記階調補正部は、アクティブな前記補正指示信号に基づいて、前記画像データ格納部から受け取った画像データの階調値を補正することを特徴とする。

[0014] 本発明の第 5 の局面は、本発明の第 4 の局面において、

前記表示制御部は、

外部から受け取る 1 フレーム分の画像データが示す画像の情報を取得し、取得した前記画像の情報を出力する画像情報取得部と、

前記画像情報取得部で得られた前記画像の情報を格納する画像情報格納

部とをさらに含み、

前記第２リフレッシュ制御部は、前記画像情報取得部で取得された現フレームの前記画像の情報と前記画像情報格納部に格納された前フレームの前記画像の情報とを比較し、前記現フレームの前記画像の情報と前記前フレームの前記画像の情報とが異なれば、アクティブな前記第２リフレッシュ信号を出力することを特徴とする。

[0015] 本発明の第６の局面は、本発明の第５の局面において、

前記画像情報取得部は、外部から受け取る１フレーム分の画像データの階調値の和を前記画像の情報とすることを特徴とする。

[0016] 本発明の第７の局面は、本発明の第５の局面において、

前記画像情報取得部は、外部から受け取る１フレーム分の画像データの階調値のヒストグラムを前記画像の情報とすることを特徴とする。

[0017] 本発明の第８の局面は、本発明の第５の局面において、

前記画像情報取得部は、外部から受け取る１フレーム分の画像データを前記画像の情報とすることを特徴とする。

[0018] 本発明の第９の局面は、本発明の第３の局面において、

前記第１リフレッシュ制御部は、外部から受け取る同期信号に基づいて前記所定のタイミングを決定することを特徴とする。

[0019] 本発明の第１０の局面は、本発明の第３の局面において、

前記表示制御部は、画像更新時にのみ外部から前記画像データを受け取ることを特徴とする。

[0020] 本発明の第１１の局面は、本発明の第１０の局面において、

前記第１リフレッシュ制御部は、内部でクロック信号を発生させ、前記クロック信号に基づいて前記所定のタイミングを決定することを特徴とする。

[0021] 本発明の第１２の局面は、本発明の第３の局面において、

前記階調補正部は、強制的に設けられた駆動期間において、外部から前記画像データを受けとることを特徴とする。

[0022] 本発明の第１３の局面は、本発明の第１の局面において、

前記表示制御部は、外部から受け取る画像データが示す画像の一部が前記休止期間中に更新されたときに、更新された前記一部を含む更新領域において前記休止期間を中断して前記駆動期間を強制的に設けるように前記駆動部を制御し、

前記階調補正部は、前記画像データのうちの前記更新領域に対応するデータを受け取り、前記強制的に設けられた駆動期間において前記画素形成部に書き込むべきデータ電圧が、直前の駆動期間において前記画素形成部に書き込まれたデータ電圧よりも前記共通電圧に近い値になるように、前記更新領域に含まれる画素のうち画像更新によって階調値に変化がない画素の階調値を補正した、前記更新領域に対応するデータを出力し、

前記駆動部は、前記強制的に設けられた駆動期間では、前記階調補正部により階調値が補正された前記更新領域に対応するデータに基づくデータ電圧を前記画素形成部に書き込むことを特徴とする。

[0023] 本発明の第 14 の局面は、本発明の第 13 の局面において、

前記表示制御部は、

外部から受け取る 1 フレーム分の画像データを格納する画像データ格納部と、

前記所定のタイミングにおいてアクティブな第 1 リフレッシュ信号を出力する第 1 リフレッシュ制御部と、

アクティブな前記第 1 リフレッシュ信号に基づいて、前記画像データ格納部に格納された画像データを、前記画像データ格納部から前記階調補正部に出力させるリフレッシュ部とをさらに含み、

前記階調補正部は、アクティブな前記第 1 リフレッシュ信号に基づいて前記画像データ格納部から出力された画像データを、階調値の補正を行うことなく出力し、

前記極性指示部は、アクティブな極性反転信号に基づいて、前記データ電圧の極性を前記駆動部に反転させることを特徴とする。

[0024] 本発明の第 15 の局面は、本発明の第 14 の局面において、

前記表示制御部は、外部から受け取る画像データが示す画像の前記一部が前記休止期間中に更新されたときに、アクティブな第2リフレッシュ信号およびアクティブな補正指示信号を出力する第2リフレッシュ制御部をさらに含み、

前記リフレッシュ部は、アクティブな前記第2リフレッシュ信号に基づいて、前記画像データ格納部に格納された画像データのうちの前記更新領域に対応するデータを前記画像データ格納部から前記階調補正部に出力させ、

前記階調補正部は、アクティブな前記補正指示信号に基づいて、前記画像データ格納部から受け取った前記更新領域に対応するデータの階調値を補正することを特徴とする。

[0025] 本発明の第16の局面は、画素形成部を含む表示部を備え、外部から受け取る画像データに基づくデータ電圧を前記画素形成部に書き込んで前記表示部の画面をリフレッシュするための駆動期間と前記画素形成部への前記データ電圧の書き込みを休止するための休止期間とを交互に繰り返す休止駆動を行う表示装置の駆動方法であって、

所定のタイミングで前記駆動期間を設けると共に、外部から受け取る画像データが示す画像が前記休止期間中に更新されたときに前記休止期間を中断して前記駆動期間を強制的に設けると共に、強制的に設けられた駆動期間における前記データ電圧の極性を直前の駆動期間における前記データ電圧の極性と同じにして前記データ電圧を前記画素形成部に書き込む書き込みステップと、

前記画像データの少なくとも一部を受け取り、前記強制的に設けられた駆動期間において前記画素形成部に書き込むべきデータ電圧が、直前の駆動期間において前記画素形成部に書き込まれたデータ電圧よりも、基準となる共通電圧に近い値になるように、前記休止期間中に更新された画像を構成する画素のうち画像更新によって階調値に変化がない画素の階調値を補正した、前記画像データの少なくとも一部を出力する階調補正ステップとを備え、

前記書き込みステップでは、前記強制的に設けられた駆動期間において、

前記階調補正ステップで階調値が補正された前記画像データの少なくとも一部に基づくデータ電圧が前記画素形成部に書き込まれることを特徴とする。

発明の効果

- [0026] 本発明の第1の局面によれば、休止駆動を行う表示装置において、画像更新によって階調値に変化がない画素を形成する画素形成部には、強制的に設けられた駆動期間に、直前の駆動期間に書き込まれるデータ電圧と同極性且つそのデータ電圧よりも共通電圧に近い値のデータ電圧が書き込まれる。このため、強制的に設けられた駆動期間での画素形成部の印加電圧（表示装置が液晶表示装置であれば液晶印加電圧）の増大が抑制されるので、画素形成部の印加電圧の実効値の増大も抑制される。これにより画像更新時に生じ得る輝度変化を抑制することができる。
- [0027] 本発明の第2の局面によれば、画面内で一律に駆動期間および休止期間が設定されて、本発明の第1の局面と同様の効果を奏する。
- [0028] 本発明の第3の局面によれば、第1リフレッシュ信号に基づいて、所定のタイミングで設けられた駆動期間においてフレームメモリに格納された画像データに基づくデータ電圧を画素形成部に書き込むことによりリフレッシュを行うことができる。このため、休止期間中に時間経過と共に変化する画素形成部の印加電圧を定期的に元に戻すことができる。これにより、画面に表示される画像を維持することができる。また、極性反転信号に基づいて、所定のタイミングで設けられた駆動期間毎にデータ電圧の極性を決定することにより、極性バランスを確実にとることができる。
- [0029] 本発明の第4の局面によれば、第2リフレッシュ信号に基づいて、強制的に設けられた駆動期間において、画像データ格納部に格納された画像データを階調補正部が読み出す。このようにして、強制的に設けられた駆動期間において、画素形成部の印加電圧を直前の駆動期間よりも小さくすることができる。
- [0030] 本発明の第5の局面によれば、1フレーム分の画像データが示す画像の情報を現フレームと前フレームとで比較することにより、画像更新が行われた

か否かを判定することができる。

- [0031] 本発明の第6の局面によれば、外部から受け取る1フレーム分の画像データの階調値の和が画像の情報として画像情報格納部に格納される。外部から受け取る1フレーム分の画像データの階調値の和のデータサイズは比較的小さいので、画像情報格納部のメモリ容量を比較的小さくすることができる。
- [0032] 本発明の第7の局面によれば、外部から受け取る1フレーム分の画像データの階調値のヒストグラムが画像の情報として画像情報格納部に格納されるので、第2リフレッシュ制御部による画像更新の判定精度を本発明の第6の局面よりも高めることができる。
- [0033] 本発明の第8の局面によれば、外部から受け取る1フレーム分の画像データが画像の情報として画像情報格納部に格納されるので、第2リフレッシュ制御部による画像更新の判定精度を本発明の第7の局面よりも計算精度を高めることができる。
- [0034] 本発明の第9の局面によれば、外部から受け取る同期信号に基づいて、所定のタイミングで駆動期間を設けることができる。
- [0035] 本発明の第10の局面によれば、画像更新時にのみ画像データ格納部に1フレーム分の画像データが書き込まれるので、消費電力を低減することができる。
- [0036] 本発明の第11の局面によれば、第1リフレッシュ制御部が内部でクロック信号を発生させることにより、外部から同期信号を受け取ることなく所定のタイミングで駆動期間を設けることができる。
- [0037] 本発明の第12の局面によれば、強制的に設けられた駆動期間において外部からの画像データが階調補正部に直接与えられるので、画像更新時に、階調補正部により補正された画像データに基づくデータ電圧の書き込みを即座に行うことができる。
- [0038] 本発明の第13の局面によれば、画面内の更新領域に対してのみ駆動期間を強制的に設け、画面内の他の領域に対しては休止期間を継続させることができる。このため、消費電力を低減することができる。更新領域に含まれる

画素のうちの画像更新によって階調値に変化がない画素を形成する画素形成部では、本発明の第 1 の局面と同様に、強制的に設けられた駆動期間に、直前の駆動期間に書き込まれるデータ電圧と同極性且つそのデータ電圧よりも共通電圧に近い値のデータ電圧が画素形成部に書き込まれる。これにより、更新領域に含まれる画素のうちの画像更新によって階調値に変化がない画素を形成する画素形成部については、強制的に設けられた駆動期間での画素形成部の印加電圧の増大が抑制されるので、画素形成部の印加電圧の実効値の増大も抑制される。したがって、更新領域において画像更新時に生じ得る輝度変化が抑制されるので、更新領域と他の領域との輝度差を抑制することができる。

[0039] 本発明の第 1 4 の局面によれば、画像更新時に、画面内の更新領域に対してのみ駆動期間を強制的に設け、画面内の他の領域に対しては休止期間を継続させる態様において、本発明の第 3 の局面と同様の効果を奏する。

[0040] 本発明の第 1 5 の局面によれば、画像更新時に、画面内の更新領域に対してのみ駆動期間を強制的に設け、画面内の他の領域に対しては休止期間を継続させる態様において、本発明の第 4 の局面と同様の効果を奏する。

[0041] 本発明の第 1 6 の局面によれば、表示装置の駆動方法において、本発明の第 1 の局面と同様の効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0042] [図1]本発明の第 1 の実施形態に係る液晶表示装置の構成を説明するためのブロック図である。

[図2]図 1 に示す液晶パネルに含まれる画素形成部の等価回路図である。

[図3]図 1 に示す表示制御回路の構成を説明するためのブロック図である。

[図4]上記第 1 の実施形態の休止駆動を説明するための図である。

[図5]上記第 1 の実施形態の休止駆動における液晶印加電圧および輝度のそれぞれの変化を示す図である。

[図6]上記第 1 の実施形態の第 1 の変形例における階調ヒストグラムの一例を示す図である。

[図7]上記第1の実施形態の第3の変形例における表示制御回路の構成を説明するためのブロック図である。

[図8]上記第1の実施形態の第4の変形例における表示制御回路の構成を説明するためのブロック図である。

[図9]上記第1の実施形態の第5の変形例における表示制御回路の構成を説明するためのブロック図である。

[図10]部分休止駆動を説明するための図である。

[図11]部分休止駆動に従来の休止駆動を適用した場合について説明するための図である。

[図12]本発明の第2の実施形態における表示制御回路の構成を説明するためのブロック図である。

[図13]上記第2の実施形態の部分休止駆動を説明するための図である。

[図14]本発明の第3の実施形態の休止駆動を説明するための図である。

[図15]従来の休止駆動を説明するための図である。

[図16]従来の休止駆動における液晶印加電圧および輝度のそれぞれの変化を示す図である。

発明を実施するための形態

[0043] 以下、添付図面を参照しながら、本発明の第1～第3の実施形態について説明する。以下では、アクティブな信号を出力する構成要素がアクティブな信号を出力していないとき、その構成要素は、非アクティブな信号を出力していても良く、また、信号の出力を停止していても良い。以下では、データ線の延伸方向を列方向とし、走査線の延伸方向を行方向とする。また、列方向に並んだ構成要素を「列」といい、行方向に並んだ構成要素を「行」という場合がある。

[0044] <1. 第1の実施形態>

<1. 1 全体構成>

図1は、本発明の第1の実施形態に係る液晶表示装置100の構成を説明するためのブロック図である。液晶表示装置100は、液晶パネル10、表

示制御回路20、ソースドライバ30、ゲートドライバ40、およびVcomドライバ50を備えている。表示制御回路20は表示制御部に相当する。ソースドライバ30はデータ線駆動回路に相当する。ゲートドライバ40は走査線駆動回路に相当する。Vcomドライバ50は共通電極駆動回路に相当する。本実施形態では、ソースドライバ30、ゲートドライバ40、およびVcomドライバ50が駆動部を構成している。ソースドライバ30およびゲートドライバ40の双方またはいずれか一方は液晶パネル10と一体的に形成されていても良い。液晶表示装置100の外部には、主として中央処理装置（Central Processing Unit：CPU）により構成されるホスト110が設けられている。

[0045] 液晶パネル10には、複数本のデータ線と、複数本のゲート線と、それらの複数本のデータ線と複数本のゲート線との交差点に対応して設けられた複数個の画素形成部が形成されている。複数個の画素形成部はマトリクス状に配置されている。各画素形成部は、対応する交差点を通過するデータ線およびゲート線に接続されている。また、液晶パネル10には、複数個の画素形成部に共通的に設けられた共通電極が形成されている。本実施形態では、液晶パネル10としてノーマリブラック方式の液晶パネルを採用する。

[0046] 表示制御回路20は、外部のホスト110から画像データおよび同期信号を受け取る。本明細書では、画像データが示す画像の階調は8ビット階調（階調数が256）であるとする。表示制御回路20は、受け取った画像データおよび同期信号に基づき、ソースドライバ30およびゲートドライバ40を制御する各種信号を生成し出力する。また、表示制御回路20は、カウンタリフレッシュ時および強制リフレッシュ時には画像データをソースドライバ30に出力する。なお、表示制御回路20は、Vcomドライバ50を制御する各種信号を生成し出力しても良い。また、表示制御回路20は、ホスト110から受け取る画像データに基づくデータ電圧を画素形成部に書き込んで液晶パネル10の画面をリフレッシュするための駆動期間と、画素形成部へのデータ電圧の書き込みを休止するための休止期間とを交互に繰り返す

休止駆動を交流駆動で行うように、ソースドライバ30およびゲートドライバ40を制御する。また、表示制御回路20は、所定のタイミングで駆動期間を設けると共に、ホスト110から受け取る画像データが示す画像が休止期間中に更新されたときに休止期間を中断して駆動期間を強制的に設ける。すなわち、表示制御回路20は、カウンタリフレッシュおよび強制リフレッシュを行う。また、本実施形態における表示制御回路20は、画面内で一律に駆動期間および休止期間を設定する。表示制御回路20は、駆動期間では、ソースドライバ30およびゲートドライバ40にそれぞれデータ線および走査線を駆動させ、休止期間では、ソースドライバ30およびゲートドライバ40にそれぞれデータ線および走査線の駆動を停止させる。

[0047] ソースドライバ30は、駆動期間では、表示制御回路20から受け取った各種信号および画像データに基づいてデータ電圧を生成し、そのデータ電圧をデータ線に与える。ゲートドライバ40は、駆動期間では、表示制御回路20から受け取った各種信号に基づいて走査線を順に選択する。Vcomドライバ50は、共通電極に共通電圧を与える。選択された走査線に接続された画素形成部には、データ電圧が書き込まれる。このようにしてデータ電圧が各画素形成部に書き込まれることにより、画面のリフレッシュが行われる。なお、休止期間ではデータ電圧の書き込みが行われないので、画面のリフレッシュは行われない。

[0048] なお、本実施形態では、ソースドライバ30が表示制御回路20による制御に基づいて、交流駆動の1つであるドット反転駆動を行うとする。このため、ソースドライバ30はデータ電圧の極性を次のようにして制御する。すなわち、ソースドライバ30は、1本のデータ線毎にデータ電圧の極性を反転させると共に、1本の走査線の選択期間（1水平期間）毎にも反転させる。すなわち、1列毎且つ1行毎にデータ電圧の極性を反転させる。これにより、正極性のデータ電圧が書き込まれた画素形成部は負極性のデータ電圧が書き込まれた画素形成部によって囲まれ、負極性のデータ電圧が書き込まれた画素形成部は正極性のデータ電圧が書き込まれた画素形成部によって囲ま

れる。また、ソースドライバ30は、カウンタリフレッシュ毎に各画素形成部には書き込むデータ電圧の極性を反転させる。詳細は後述するが、ソースドライバ30は、強制リフレッシュ時に各画素形成部には書き込むデータ電圧の極性を、直前のカウンタリフレッシュ時にその画素形成部には書き込まれデータ電圧の極性と同じにする。

[0049] ただし、ソースドライバ30は、所定数行毎にデータ電圧の極性を反転させるライン反転駆動、または所定数列毎にデータ電圧の極性を反転させるカラム反転駆動を行っても良い。なお、ソースドライバ30は、ライン反転駆動およびカラム反転駆動のいずれにおいても、ドット反転駆動と同様に、カウンタリフレッシュ毎に各画素形成部には書き込むデータ電圧の極性を反転させる。また、ソースドライバ30は、全画素形成部に同極性のデータ電圧を書き込むと共に、カウンタリフレッシュ毎に各画素形成部には書き込むデータ電圧の極性を反転させるフレーム反転駆動を行っても良い。

[0050] <1. 2 画素形成部>

図2は、図1に示す液晶パネルに含まれる画素形成部11の等価回路図である。画素形成部11は、対応する交差点を通過する走査線GLに制御端子としてのゲート端子が接続されると共に、その交差点を通過するデータ線SLに第1導通端子としてのソース端子が接続されたTFT12と、そのTFT12の第2導通端子としてのドレイン端子に接続された画素電極13と、複数個の画素形成部11に共通的に設けられた共通電極14と、画素電極13と共通電極14との間に挟持され、複数個の画素形成部11に共通的に設けられた液晶層とを備えている。画素電極13と共通電極14とにより形成される液晶容量C_{lc}は画素容量を構成する。なお、画素容量に確実に電圧を保持すべく液晶容量C_{lc}に並列に補助容量が設けられることも多いが、本明細書では説明の便宜上、画素容量が液晶容量C_{lc}のみによって構成されているものとする。TFT12がオン状態のときに、データ線SLから液晶容量C_{lc}にデータ電圧が書き込まれる。液晶容量C_{lc}の他端である共通電極14には、V_{com}ドライバ50から共通電圧が与えられる。このよ

うにして、液晶容量 C_{lc} が保持する電圧である液晶印加電圧は、データ電圧および共通電圧によって決定され、より詳細には、リフレッシュ直後はデータ電圧と共通電圧との差となる。ただし、リフレッシュ後に液晶の応答によって誘電率が変化して、液晶印加電圧は、データ電圧と共通電圧との差よりも小さくなる。

[0051] なお、液晶パネル10内の液晶層の配向方式は特に限定されるものではなく、例えば、垂直配向（Vertical Alignment：VA）方式、ツイストネマティック（Twisted Nematic：TN）方式、マルチドメイン垂直配向（Multi-domain Vertical Alignment：MVA）方式、またはインプレーンスイッチング（In-Plane Switching：IPS）方式などを採用することができる。

[0052] ところで、上述のように、本実施形態ではソースドライバ30がドット反転駆動を行うので、Vcomドライバ50が共通電極14に与える共通電圧は固定値である。このため、本明細書では、「データ電圧を保持すること」を「液晶印加電圧を保持すること」と同義として扱う場合がある。なお、実際には、Vcomドライバ50は、リフレッシュレートなどに応じて共通電圧の値を変化させても良いが、ここではその説明を省略する。また、ソースドライバ30がライン反転駆動を行う場合にはVcomドライバ50に共通電圧を1水平期間毎にシフトさせ、ソースドライバ30がフレーム反転駆動を行う場合にはVcomドライバ50に共通電圧をカウンタリフレッシュ毎にシフトさせても良い。これにより、データ電圧の振幅を小さくしつつ、十分な大きさの液晶印加電圧が得られるので、ソースドライバ30の消費電力を低減することができる。

[0053] TFT12は、データ電圧を液晶容量 C_{lc} に書き込むためにオン状態になり、書き込まれたデータ電圧（言い換えると画素電極13の電位）を保持し続けるためにオフ状態になるスイッチング素子として機能する。このようなTFT12としては、例えば酸化物半導体によりチャネル層が形成された酸化物TFTが使用される。酸化物TFTとしては、特に、インジウム（In）、ガリウム（Ga）、亜鉛（Zn）、および酸素（O）を主成分とする

酸化物半導体である InGaZnOx によりチャネル層が形成された TFT (以下「IGZO-TFT」という。) が挙げられる。IGZO-TFTは、アモルファスシリコンなどによりチャネル層が形成されたシリコン系の TFT に比べてオフリーク電流が非常に小さい。このため、液晶容量 C_{lc} に書き込まれたデータ電圧を長期間保持することができる。なお、 InGaZnOx 以外の酸化物半導体として、例えばインジウム、ガリウム、亜鉛、銅 (Cu)、シリコン (Si)、錫 (Sn)、アルミニウム (Al)、カルシウム (Ca)、ゲルマニウム (Ge)、および鉛 (Pb) のうち少なくとも 1 つを含む酸化物半導体によりチャネル層を形成した場合でも同様の効果が得られる。

[0054] <1. 3 表示制御回路>

図3は、図1に示す表示制御回路20の構成を説明するためのブロック図である。表示制御回路20は、フレームメモリ101、画像情報取得部102、画像情報格納部103、強制リフレッシュ判定部104、リフレッシュ回路105、アンダーシュート回路106、リフレッシュカウンタ107、極性指示部108、およびタイミングジェネレータ109を備えている。フレームメモリ101は画像データ格納部に相当する。強制リフレッシュ判定部104は第2リフレッシュ制御部に相当する。リフレッシュ回路105はリフレッシュ部に相当する。アンダーシュート回路106は階調補正部に相当する。リフレッシュカウンタ107は第1リフレッシュ制御部に相当する。

[0055] フレームメモリ101は、ホスト110から1フレーム分の画像データ (以下、単に「画像データ」という場合がある。) を受け取り、その1フレーム分の画像データを格納する。なお、画像データの1フレームの区切りは、例えばホスト110が出力する同期信号に基づいて判定されるが、ここではその説明を省略する。また、フレームメモリ101は、リフレッシュ回路105から後述のアクティブな出力制御信号を受け取ると、格納された1フレーム分の画像データをアンダーシュート回路106に出力する。

- [0056] 画像情報取得部 102 は、フレームメモリ 101 と同様にホスト 110 から 1 フレーム分の画像データを受け取る。画像情報取得部 102 は、受け取った 1 フレーム分の画像データが示す画像の情報（以下「画像情報」という。）を取得し、その画像情報を画像情報格納部 103 および強制リフレッシュ判定部 104 に出力する。本実施形態における画像情報取得部 102 は、具体的には、受け取った 1 フレーム分の画像データの階調値の和を求めて、それを画像情報とする。すなわち、画像情報取得部 102 は、1 フレーム分の画像データの階調値のチェックサム値を求めて、そのチェックサム値を画像情報とする。このチェックサム値のデータサイズは比較的小さい。
- [0057] 画像情報格納部 103 は、画像情報取得部 102 から画像情報を受け取り、その画像情報を格納する。画像情報格納部 103 は、格納した画像情報を、次フレームにおいて強制リフレッシュ判定部 104 に出力する。なお、画像情報取得部 102 から受け取る画像情報の格納は、すでに格納されている画像情報が強制リフレッシュ判定部 104 に出力された後に行われる。
- [0058] 強制リフレッシュ判定部 104 は、画像情報取得部 102 および画像情報格納部 103 からそれぞれ現フレームの画像情報および前フレームの画像情報を受け取り、それらの画像情報を比較する。強制リフレッシュ判定部 104 は、現フレームの画像情報が前フレームの画像情報と異なれば、画像データが示す画像が更新されたと判定し、アクティブな強制リフレッシュ信号をリフレッシュ回路 105 に出力すると共に、アクティブな補正指示信号をアンダーシュート回路 106 に出力する。なお、強制リフレッシュ判定部 104 は、現フレームの画像情報が前フレームの画像情報と僅かに異なる場合には、画像データが示す画像が更新されていないと判定しても良い。強制リフレッシュ信号は第 2 リフレッシュ信号に相当する。本実施形態では、画像情報取得部 102、画像情報格納部 103、および強制リフレッシュ判定部 104 により、強制リフレッシュを行うタイミングを指定することができる。
- [0059] リフレッシュ回路 105 は、強制リフレッシュ判定部 104 からアクティブな強制リフレッシュ信号を受け取るか、またはリフレッシュカウンタ 10

7から後述のアクティブなカウンタリフレッシュ信号を受け取ると、アクティブな出力制御信号をフレームメモリ101に出力する。なお、画像が更新されたときにはフレームメモリ101の格納データが書き換えられるが、画像が更新されたと強制リフレッシュ判定部104が判定してすぐにフレームメモリ101に格納された画像データをアンダーシュート回路106に出力させると、更新前の画像を示す画像データがアンダーシュート回路106に出力される可能性がある。このため、リフレッシュ回路105は、アクティブな強制リフレッシュ信号を受け取ってからアクティブな出力制御信号をフレームメモリ101に出力するまで、例えば1フレーム程度の期間を設けることが望ましい。なお、これに代えて、強制リフレッシュ判定部104からのアクティブな強制リフレッシュ信号の出力を1フレーム程度遅らせるようにしても良い。

[0060] アンダーシュート回路106は、フレームメモリ101に格納された画像データを受け取る。アンダーシュート回路106は、アクティブな補正指示信号を強制リフレッシュ判定部104から受け取っているとき、フレームメモリ101から受け取った画像データに減算処理を施して補正し、補正後の画像データをタイミングジェネレータ109に出力する。アンダーシュート回路106は、具体的には、フレームメモリ101から受け取った画像データの階調値を小さくする。階調値を変化させる単位（以下「階調単位」という。）は1階調である。例えば、128階調の画像データは、階調値を1階調小さくすると127階調の画像データに補正され、階調値を2階調小さくすると126階調の画像データに補正される。

[0061] ここで、不変画素に着目すると、強制リフレッシュ時の画像データの階調値が、直前のカウンタリフレッシュ時の画像データの階調値よりも小さくなる。このため、不変画素については、強制リフレッシュ時に液晶容量C_lcに書き込むべきデータ電圧が、直前のカウンタリフレッシュ時に液晶容量C_lcに書き込まれたデータ電圧よりも共通電圧に近い値になる。なお、共通電圧が0V、正極性のデータ電圧が正電圧、負極性のデータ電圧が負電圧で

表されるとすると、「データ電圧が共通電圧に近い値になる」とは、データ電圧の絶対値が小さくなることを意味する。上述のように、液晶パネル１０としてノーマリブラック方式の液晶パネルを採用しているので、アンダーシュート回路１０６が行う補正により階調値が小さくなると、強制リフレッシュ時において液晶容量Ｃ１ｃに書き込むべきデータ電圧の絶対値が本来の値よりも小さくなる。すなわち、データ電圧がアンダーシュートされる。

[0062] ところで、アンダーシュート回路１０６では、更新された画像の画素のうち、不変画素の階調値のみを小さくすれば良く、変化画素の階調値を小さくする必要はない。ただし、更新された画像の全画素の階調値を小さくすることにより、不変画素と変化画素とを判別する必要がなくなるので、アンダーシュート回路１０６での処理を簡易にすることができる。このため、本実施形態におけるアンダーシュート回路１０６は、アクティブな補正指示信号を強制リフレッシュ判定部１０４から受け取っているときに、フレームメモリ１０１から受け取った画像データの全画素の階調値を小さくするものとする。しかし、本発明はこれに限定されるものではなく、アンダーシュート回路１０６は、不変画素と変化画素とを判別して、不変画素の階調値のみを小さくするようにしても良い。また、アンダーシュート回路１０６は、フレームメモリ１０１から受け取った画像データの全画素の階調値を小さくする際に、階調値の変化量を全画素で一致させる必要はない。これに対して、アンダーシュート回路１０６がフレームメモリ１０１から受け取った画像データの全画素の階調値を小さくする際に、階調値の変化量を全画素で一致させることにより、アンダーシュート回路１０６での処理をより簡易にすることができる。

[0063] リフレッシュカウンタ１０７は、ホスト１１０から同期信号を受け取り、その同期信号に基づいて、カウンタリフレッシュを行うタイミングを決定するためのカウント値を１フレーム毎にインクリメントする。カウント値が所定値に達したとき、リフレッシュカウンタ１０７は、アクティブなカウンタリフレッシュ信号をリフレッシュ回路１０５に出力し、データ電圧の極性を

反転させるためのアクティブな極性反転信号を極性指示部 108 に出力する。カウンタリフレッシュ信号は第 1 リフレッシュ信号に相当する。リフレッシュカウンタ 107 は、カウント値が所定値に達した後、カウント値をリセットする。なお、ここで示したカウント値の設定は単なる一例であり、他の設定方法を採用しても良い。

[0064] 極性指示部 108 は、ソースドライバ 30 にデータ電圧の極性を指示する極性信号を出力する。極性指示部 108 は、リフレッシュカウンタ 107 からアクティブな極性反転信号を受け取ると、極性信号が示す極性を反転させる。このため、カウンタリフレッシュ毎にデータ電圧の極性が反転する。なお、強制リフレッシュ時には、極性指示部 108 はアクティブな極性反転信号を受け取らないので、データ電圧の極性が反転しない。

[0065] タイミングジェネレータ 109 は、駆動期間であるか休止期間であるかに関わらずホスト 110 から同期信号を受け取ると共に、駆動期間にはアンダーシュート回路 106 から画像データを受け取る。タイミングジェネレータ 109 が強制リフレッシュ時に受け取る画像データは、アンダーシュート回路 106 による補正後の画像データである。カウンタリフレッシュ時には、アンダーシュート回路 106 は、アクティブな補正指示信号を受け取っていないので、フレームメモリ 101 から受け取った画像データに対して補正を行わずにその画像データをそのままタイミングジェネレータ 109 に出力する。タイミングジェネレータ 109 は、受け取った同期信号に基づき、ソーススタートパルス信号およびソースクロック信号などのソース制御信号を生成してソースドライバ 30 に出力し、ゲートスタートパルス信号およびゲートクロック信号などのゲート制御信号を生成してゲートドライバ 40 に出力する。タイミングジェネレータ 109 は、画像データを受け取ると、同期信号に基づいて出力タイミングを調整し、その画像データをソースドライバ 30 に出力する。

[0066] なお、タイミングジェネレータ 109 は、画像データを受け取っていないとき、ソースドライバ 30 およびゲートドライバ 40 にそれぞれデータ線お

よび走査線の駆動を停止させる。例えば、タイミングジェネレータ 109 が画像データを受け取っていないときにゲート制御信号およびソース制御信号の出力を停止することにより、ソースドライバ 30 およびゲートドライバ 40 にそれぞれデータ線および走査線の駆動を停止させることができる。または、タイミングジェネレータ 109 が画像データを受け取っているときに、ソースドライバ 30 およびゲートドライバ 40 がそれぞれデータ線および走査線を駆動できる状態にするアクティブなイネーブル信号をソースドライバ 30 およびゲートドライバ 40 に出力するようにし、タイミングジェネレータ 109 が画像データを受け取っていないとき、そのようなアクティブなイネーブル信号を出力しないことにより、ソースドライバ 30 およびゲートドライバ 40 にそれぞれデータ線および走査線の駆動を停止させることができる。なお、アクティブなイネーブル信号は、タイミングジェネレータ 109 に代えてリフレッシュカウンタ 107 などがソースドライバ 30 およびゲートドライバ 40 に出力するようにしても良い。

[0067] <1. 4 休止駆動>

図 4 は、本実施形態の休止駆動を説明するための図である。なお、図 4 は、強制リフレッシュ時のデータ電圧を除き図 15 と同様であるので、図 15 と共通する部分については適宜説明を省略する。ここで、着目画素は不変画素であるとする。第 1 ～第 4 休止駆動周期のカウンタリフレッシュ時はそれぞれ正極性、負極性、正極性、および負極性のデータ電圧が液晶容量 C_{lc} に書き込まれる。このため、第 1 ～第 4 休止駆動周期のカウンタリフレッシュ時にはそれぞれ正極性、負極性、正極性、および負極性の液晶印加電圧が液晶層に印加される。カウンタリフレッシュを行うことにより、画像が更新されないときに、休止期間中に時間経過と共に変化する液晶印加電圧を定期的に元に戻すことができる。このため、画面に表示される画像を維持することができる。

[0068] 第 3 休止駆動周期では休止期間中に強制リフレッシュが行われ、第 3 休止駆動周期のカウンタリフレッシュと同様に正極性のデータ電圧の書き込みが

行われる。本実施形態では、強制リフレッシュ時には、アンダーシュート回路106で画像データの階調値が補正されるので、液晶容量C1cに書き込むべきデータ電圧が、第3休止駆動周期のカウンタリフレッシュ時に液晶容量C1cに書き込まれたデータ電圧よりも共通電圧に近い値になる。このため、第3休止駆動周期における強制リフレッシュ時には、第3休止駆動周期のカウンタリフレッシュ時よりも小さい液晶印加電圧が液晶層に印加される。このように、本実施形態では、図15に示す休止駆動と異なり、第3休止駆動周期における強制リフレッシュ時に、第3休止駆動周期のカウンタリフレッシュ時に書き込まれるデータ電圧と同極性且つそのデータ電圧よりも共通電圧に近い値のデータ電圧が液晶容量C1cに書き込まれる。

[0069] 図5は、図4に示す休止駆動における液晶印加電圧（絶対値）および輝度のそれぞれの変化を示す図である。なお、図5における左から2番目のカウンタリフレッシュから左から3番目のカウンタリフレッシュまでの期間が図4における第3休止駆動周期に相当する。液晶印加電圧は、図5に示すように、リフレッシュ時にデータ電圧が液晶容量C1cに書き込まれて大きくなった後に時間経過と共に小さくなる。画像が更新される場合（ただし、着目画素は上述のように不変画素である。）、カウンタリフレッシュ時にデータ電圧の書き込みが行われて液晶印加電圧が大きくなった後、液晶印加電圧が時間経過と共に小さくなっている途中に強制リフレッシュが行われる。本実施形態では、図15および図16に示す例と異なり、強制リフレッシュ時には、直前のカウンタリフレッシュ時に書き込まれるデータ電圧と同極性且つそのデータ電圧よりも共通電圧に近い値のデータ電圧が液晶容量C1cに書き込まれる。このため、強制リフレッシュ時の液晶印加電圧の増大が抑制されるので、液晶印加電圧の実効値の増大も抑制される。これにより、図5に示すように、画像更新時に生じ得る輝度変化を抑制することができる。

[0070] ところで、図5では、強制リフレッシュ時の液晶印加電圧とその直前の液晶印加電圧とが僅かに異なるように図示しているが、カウンタリフレッシュ後の液晶印加電圧の変化を考慮して、それらの液晶印加電圧を一致させるよ

うに画像データの階調値を補正することが望ましい。すなわち、強制リフレッシュ時の液晶印加電圧とその直前の液晶印加電圧とが一致するように、アンダーシュート回路106における階調値の変化量を決定することが望ましい。しかし、強制リフレッシュ時の液晶印加電圧とその直前の液晶印加電圧とを一致させるために、例えば128階調を1.5階調だけ小さくして126.5階調にする補正が必要な場合、階調単位は上述のように1であるので、このような補正を厳密に行うことはできない。すなわち、128階調を1階調だけ小さくして127階調に補正するか、または階調値を2階調だけ小さくして126階調に補正することになり、強制リフレッシュ時の液晶印加電圧をその直前の液晶印加電圧に厳密に一致させることが困難である。

[0071] そこで、例えば、アンダーシュート回路106において、8ビット階調の画像データ（階調数が256である画像データ）を、10ビット階調の画像データ（階調数が1024である画像データ）に変換することにより、階調単位を実質的に $1/4$ にして、画像データを補正することが考えられる。以下では、 X ビット階調の画像データ（階調数が 2^X である画像データ）のことを「 X ビット階調画像データ」という。具体的な手法は次のとおりである。8ビット階調画像データが10ビット階調画像データに変換されることにより、例えば8ビット階調表現の128階調は、10ビット階調表現の512階調に変換される。階調単位が1であることには変わりはないが、10ビット階調表現の1階調は8ビット階調表現の0.25階調に相当するので、8ビット階調画像データから10ビット階調画像データへの変換により、階調単位が実質的に $1/4$ になる。例えば、10ビット階調表現の512階調を6階調だけ小さくして506階調に補正すると、実質的に、8ビット階調表現の126.5階調が得られる。ここで、補正後の10ビット階調画像データは8ビット階調画像データに再変換する必要があるが、単に再変換するだけでは、階調単位を実質的に $1/4$ にして行った補正が8ビット階調画像データに反映されない。このため、補正後の10ビット階調画像データを8ビット階調画像データに再変換すると共に、公知のフレームレートコントロー

ル（FRC）または公知のディザリングなどを行うことが望ましい。これにより、階調単位を実質的に $1/4$ にして行った補正内容を8ビット階調画像データに反映させることができる。なお、FRCまたはディザリングは、例えばアンダーシュート回路106およびタイミングジェネレータ109によって行われる。

[0072] <1.5 効果>

本実施形態によれば、交流駆動による休止駆動を行い、画面内で一律に駆動期間および休止期間を設定する液晶表示装置100において、不変画素を形成する画素形成部では、強制リフレッシュ時に、直前のカウンタリフレッシュ時に書き込まれるデータ電圧と同極性且つそのデータ電圧よりも共通電圧に近い値のデータ電圧が液晶容量C_lcに書き込まれる。このため、強制リフレッシュ時の液晶印加電圧の増大が抑制されるので、液晶印加電圧の実効値の増大も抑制される。これにより画像更新時に生じ得る輝度変化を抑制することができる。

[0073] また、本実施形態によれば、アクティブな極性反転信号に基づいて、カウンタリフレッシュ毎にデータ電圧の極性が反転するので、極性バランスを確実にとることができる。

[0074] また、本実施形態によれば、画像情報取得部102、画像情報格納部103、および強制リフレッシュ判定部104を使用して画像情報を現フレームと前フレームとで比較することにより、画像更新が行われたか否かを判定することができる。

[0075] また、本実施形態によれば、1フレーム分の画像データの階調値のチェックサム値が画像情報として画像情報格納部103に格納される。チェックサム値のデータサイズは比較的小さいので、画像情報格納部103のメモリ容量を比較的小さくすることができる。

[0076] また、本実施形態によれば、TFT12にIGZO-TFTが使用される。IGZO-TFTのオフリーク電流は非常に小さいので、液晶印加電圧の変動が抑制される。このため、休止期間を長く設けて、低消費電力化を図る

ことができる。

[0077] <1. 6 第1の変形例>

上記第1の実施形態の第1の変形例における画像情報取得部102は、ホスト110が受け取った1フレーム分の画像データの階調値のヒストグラム（以下「階調ヒストグラム」という。）を求めて、それを画像情報とする。図6は、本変形例における階調ヒストグラムの一例を示す図である。縦軸および横軸はそれぞれ頻度（度数ともいう。）および階調を表す。

[0078] 上記第1の実施形態のようにチェックサム値を画像情報とする手法では、例えば、全画素が中間階調である画像と、左半分の画素が白階調であり右半分の画素が黒階調である画像とが同じ画像であると判定されてしまう。これに対して、本変形例のように階調ヒストグラムを画像情報とすれば、各階調値が現れる頻度に基づいて判定が行われるので、上述のようにチェックサム値を画像情報とする手法で誤って同じ画像であると判定された画像を、互いに異なる画像であると判定することができる。このようにして、本変形例によれば、強制リフレッシュ判定部104による画像更新の判定精度を上記第1の実施形態よりも高めることができる。

[0079] <1. 7 第2の変形例>

上記第1の実施形態の第2の変形例における画像情報取得部102は、ホスト110から受け取った1フレーム分の画像データの階調値を求めて、それを画像情報とする。すなわち、画像情報取得部102は、ホスト110から受け取った1フレーム分の画像データを画像情報とする。このため、本変形例では、画像情報格納部103はフレームメモリ101と同様の構成となる。

[0080] 上記第1の実施形態の第1の変形例では、上記第1の実施形態によりも、強制リフレッシュ判定部104による画像更新の判定精度を高めることができるが、例えば、画像がカラー画像である場合には、全画素が同階調であるが互いに色が異なる画像が同じ画像であると判定される。また、例えば、左半分の画素が白階調であり右半分の画素が黒階調である画像と、左半分の画

素が黒階調であり右半分の画素が白階調である画素とが同じ画像であると判定される。これに対して、本変形例では、画像情報が１フレーム分の画像データであるので、画素毎に各色のデータを比較することができる。このため、上述のように階調ヒストグラムを画像情報とする手法で誤って同じ画像であると判定された画像を、互いに異なる画像であると判定することができる。このようにして、本変形例によれば、強制リフレッシュ判定部１０４による画像更新の判定精度を上記第１の実施形態の第１の変形例よりも高めることができる。

[0081] <１．８ 第３の変形例>

図７は、上記第１の実施形態の第３の変形例における表示制御回路２０の構成を説明するためのブロック図である。本変形例では、画像データおよび同期信号は、画像更新時にのみホスト１１０から出力される。このため、本変形例におけるリフレッシュカウンタ１０７は、同期信号に基づいたカウント値のインクリメントを行うことができないので、その内部で内部クロック信号を発生させるための内部クロック発生回路１０７ａを備えている。内部クロック信号は、上記第１の実施形態における同期信号に相当する信号である。

[0082] リフレッシュカウンタ１０７は、内部クロック信号に基づいて、上記第１の実施形態における同期信号に基づいた動作と同様の動作を行う。また、本変形例におけるタイミングジェネレータ１０９は、上記第１の実施形態のような同期信号に基づいた動作を行うことができないので、内部クロック発生回路１０７ａから内部クロック信号を受け取り、上記第１の実施形態と同様の動作を行う。なお、画像更新時にのみホスト１１０から出力される同期信号は、上述のように画像データの１フレームの区切りを判定するために使用される。この同期信号は、リフレッシュカウンタ１０７またはタイミングジェネレータ１０９に与えられても良い。以上のようにして、本変形例によれば、画像更新時にのみ、ホスト１１０から画像データおよび同期信号が出力されてフレームメモリ１０１に画像データが書き込まれるので、消費電力を

低減することができる。

[0083] <1. 9 第4の変形例>

図8は、上記第1の実施形態の第4の変形例における表示制御回路20の構成を説明するためのブロック図である。本変形例における表示制御回路20は、上記第1の実施形態の第3の変形例において、画像情報取得部102、画像情報格納部103、および強制リフレッシュ判定部104を省いたものである。上述のように、画像データおよび同期信号が画像更新時にのみホスト110から出力されるので、画像情報取得部102、画像情報格納部103、および強制リフレッシュ判定部104を設けなくても、強制リフレッシュを行うタイミングを指定することができる。このようにして、本変形例によれば、画像情報取得部102、画像情報格納部103、および強制リフレッシュ判定部104を省くことにより、表示制御回路20の回路規模を縮小することができる。

[0084] <1. 10 第5の変形例>

図9は、上記第1の実施形態の第5の変形例における表示制御回路20の構成を説明するためのブロック図である。本変形例における表示制御回路20は、上記第1の実施形態において、ホスト110から出力される画像データを、フレームメモリ101および画像情報取得部102のみならず、アンダーシュート回路106にも与えるようにしたものである。

[0085] 本変形例における強制リフレッシュ判定部104は、画像データが示す画像が更新されたと判定したときに、アクティブな補正指示信号は出力するが、アクティブな強制リフレッシュ信号は出力しない。このため、本変形例では、強制リフレッシュ時には、フレームメモリ101に格納された画像データがアンダーシュート回路106に出力されない。アンダーシュート回路106は、ホスト110から画像データを受け取るので、強制リフレッシュ時には、ホスト110から受け取った画像データの階調値を補正して、補正後の画像データをタイミングジェネレータ109に出力する。なお、アンダーシュート回路106は、アクティブな補正信号を受け取っているとき以外は

、ホスト110から受け取った画像データを補正して出力したり、ホスト110から受け取った画像データをそのまま出力したりしないように構成されている。

[0086] 上記第1の実施形態では、アンダーシュート回路106が強制リフレッシュ時にフレームメモリ101に格納された画像データを受け取るので、上述のように、リフレッシュ回路105がアクティブな強制リフレッシュ信号を受け取ってからアクティブな出力制御信号をフレームメモリ101に出力するまで1フレーム程度の期間を設けるか、または、強制リフレッシュ判定部104からのアクティブな強制リフレッシュ信号の出力を1フレーム程度遅らせる必要がある。これに対して、本変形例では、アンダーシュート回路106が強制リフレッシュ時にホスト110から出力された画像データを受け取る。このため、画像更新時に、アンダーシュート回路106により補正された画像データに基づくデータ電圧の書き込みを即座に行うことができる。

[0087] <2. 第2の実施形態>

<2.1 部分休止駆動>

休止期間中に画像の一部が更新されたときに、画面内の変化画像を含む一定領域（以下「更新領域」という。）では強制リフレッシュを行い、画面内の更新領域以外の領域（以下「非更新領域」という。）では強制リフレッシュを行わずに休止期間を継続する駆動（以下「部分休止駆動」という。）を考える。図10は、部分休止駆動を説明するための図である。図10の上下方向は列方向であり、左右方向は行方向である。ここでは、画面200が、更新領域201と、列方向において更新領域201を挟む2つの非更新領域202a、202bとに分割されているとする。図10に示すように、更新領域201および非更新領域202a、202bは行単位で決定される。画面200に表示される画像は、ポイント図形203が図10の左側から右側に移動するように更新される。このような部分休止駆動によれば、強制リフレッシュ時に画面の一部をリフレッシュすれば良いので、消費電力を低減することができる。

更新領域201は、変化画像および不変画像の双方により

構成され、強制リフレッシュ時は、上記第 1 の実施形態における画面全体に相当する。更新領域 201 は、より詳細には、当該更新領域 201 に対応する画素形成部 11 に接続された走査線 GL が強制リフレッシュ時に一括して順次選択される領域である。なお、本実施形態においても、上記第 1 の実施形態と同様に、ノーマリブラック方式の液晶パネル 10 を採用しているものとして説明する。

[0088] ここで、図 10 に示す部分休止駆動に、図 15 および図 16 に示す従来の休止駆動を適用することを考える。図 11 は、図 10 に示す部分休止駆動に、図 15 および図 16 に示す従来の休止駆動を適用した場合について説明するための図である。画像データが示す画像の各画素の階調値は、ポイント図形 203 を構成する画素を除き一定である。このような条件の下、更新領域 201 で強制リフレッシュが行われると、更新領域 201 内の不変画素を形成する画素形成部 11 の液晶容量 C_{lc} には、直前のカウンタリフレッシュ時と同極性且つ同じ大きさのデータ電圧が書き込まれる。このため、液晶印加電圧が再度大きくなり、液晶印加電圧の実効値が大きくなる。これにより、図 11 に示すように、更新領域 201 内の不変画素で輝度変化が生じ、更新領域 201 内の不変画素が非更新領域 202a, 202b 内の画素よりも明るく表示されてしまう。そこで、本発明の第 2 の実施形態では、図 10 に示す部分休止駆動に、上記第 1 の実施形態の休止駆動を適用する。以下では、2つの非更新領域 202a, 202b を区別しない場合、それらを単に符号 202 で表す。

[0089] <2. 2 表示制御回路>

図 12 は、本発明の第 2 の実施形態における表示制御回路 20 の構成を説明するためのブロック図である。本実施形態の構成要素のうち上記第 1 の実施形態と同一の要素については、同一の参照符号を付して適宜説明を省略する。本実施形態における表示制御回路 20 は、上記第 1 の実施形態と基本的に同様の構成であるが、画像情報格納部 103 が、1 行毎に画像情報を格納可能に構成されている。すなわち、画像情報格納部 103 は、図 12 に示す

ように、1行分の画像情報を格納するための行単位画像情報格納部103aを走査線GLの本数分だけ備えている。なお、本実施形態におけるカウンタリフレッシュ時の動作は上記第1の実施形態と同様であるので説明を省略し、強制リフレッシュ時の動作に着目して説明する。

[0090] 強制リフレッシュ判定部104は、画像情報取得部102から受け取った現フレームの画像情報と画像情報格納部103から受け取った前フレームの画像情報とを1行毎に比較し、画像情報が異なる行があれば、その行が更新領域201に含まれると判定する。このとき、強制リフレッシュ判定部104は、上記第1の実施形態と同様にアクティブな強制リフレッシュ信号をリフレッシュ回路105に出力し、アクティブな補正指示信号をアンダースhoot回路106に出力する。このようにして、画像の一部が更新されたか否かが判定される。なお、強制リフレッシュ判定部104は、現フレームと前フレームとで画像情報が一致する行については、その行が非更新領域202に含まれると判定する。強制リフレッシュ判定部104は、例えば、各行が更新領域201および非更新領域202のいずれに含まれるかを示す領域信号をタイミંગジェネレータ109に出力する。また、強制リフレッシュ判定部104は、領域信号をリフレッシュ回路105またはアンダースhoot回路106にも出力することが望ましい。

[0091] リフレッシュ回路105は、強制リフレッシュ判定部104からアクティブな強制リフレッシュ信号を受け取ると、アクティブな出力制御信号をフレームメモリ101に出力する。また、強制リフレッシュ判定部104が領域信号をリフレッシュ回路105に出力する場合、リフレッシュ回路105は、画像データのうち更新領域201に対応するデータ（以下「更新領域データ」という。）をフレームメモリ101に出力させるための領域指示信号をアクティブな出力制御信号と共にフレームメモリ101に出力する。

[0092] フレームメモリ101は、リフレッシュ回路105からアクティブな強制リフレッシュ信号のみを受け取る場合、格納された1フレーム分の画像データをアンダースhoot回路106に出力する。また、フレームメモリ101

は、リフレッシュ回路１０５からアクティブな強制リフレッシュ信号および領域指示信号を受け取る場合、格納された１フレーム分の画像データのうちの更新領域データをアンダーシュート回路１０６に出力する。

[0093] アンダーシュート回路１０６は、強制リフレッシュ判定部１０４からアクティブな補正指示信号のみを受け取る場合、フレームメモリ１０１からは更新領域データのみを受け取ることが望ましい。これにより、更新領域データのみに対して階調値の補正を行うことができる。また、アンダーシュート回路１０６は、強制リフレッシュ判定部１０４からアクティブな補正指示信号および領域信号を受け取る場合、フレームメモリ１０１から１フレーム分の画像データを受け取っても良く、更新領域データのみを受け取っても良い。これにより、更新領域データのみに対して階調値の補正を行うことができる。アンダーシュート回路１０６は、補正後の更新領域データをタイミングジェネレータ１０９に出力する。なお、アンダーシュート回路１０６は、１フレーム分の画像データ全体に対して階調値の補正を行い、補正後の画像データをタイミングジェネレータ１０９に出力しても良い。ただし、この場合、補正後の画像データのうち非更新領域２０２に対応するデータはリフレッシュに寄与しない。

[0094] タイミングジェネレータ１０９は、強制リフレッシュ判定部１０４から受け取った領域信号に基づいて、走査すべき走査線（更新領域２０１に対応する走査線）をゲートドライバ４０に指示する。例えば、タイミングジェネレータ１０９は、上述のアクティブなイネーブル信号をゲートドライバ４０に行毎に出力することにより、走査すべき走査線をゲートドライバ４０に指示することができる。具体的には、ゲートドライバ４０は、内部のシフトレジスタを動作させつつ、走査すべき走査線とシフトレジスタの各段との間に設けられたバッファアンプを動作させ、他のバッファアンプを休止させることにより、所望の走査線を走査することができる。なお、所望の走査線を走査する手法はここで説明した例に限定されるものではなく、公知の他の手法を採用することができる。アンダーシュート回路１０６から受け取る更新領域

データまたは画像データとホスト110から受け取る同期信号とに基づくタイミングジェネレータ109の動作は、上記第1の実施形態においてアンダーシュート回路106から受け取る画像データおよびホスト110から受け取る同期信号に基づく動作と基本的に同様であるので、ここではその説明を省略する。以上のようにして、更新領域201でのみ強制リフレッシュを行い、非更新領域201では休止期間を継続させることができる。

[0095] <2. 3 更新領域>

図13は、本実施形態の部分休止駆動を説明するための図である。本実施形態では、強制リフレッシュ時に、更新領域201に対して上記第1の実施形態と同様の駆動が適用される。このため、更新領域201で強制リフレッシュが行われると、更新領域201内の不変画素を形成する画素形成部11の液晶容量C_lcに書き込まれるデータ電圧が、直前のカウンタリフレッシュ時に液晶容量C_lcに書き込まれたデータ電圧よりも共通電圧に近い値になる。これにより、強制リフレッシュ時は、直前のカウンタリフレッシュ時よりも小さい液晶印加電圧が液晶層に印加される。このようにして、強制リフレッシュ時の液晶印加電圧の増大が抑制されるので、液晶印加電圧の実効値の増大も抑制される。したがって、更新領域201において画像更新時に生じ得る輝度変化が抑制される。

[0096] <2. 4 効果>

本実施形態によれば、部分休止駆動を行うことにより、上記第1の実施形態よりも消費電力を低減することができる。また強制リフレッシュ時に、更新領域201に対して上記第1の実施形態と同様の駆動が適用されるので、上記第1の実施形態と同様に、更新領域201において画像更新時に生じ得る輝度変化が抑制される。このため、図13に示すように、更新領域201と非更新領域202との輝度差を抑制することができる。

[0097] <3. 第3の実施形態>

<3. 1 極性反転時の輝度変化>

データ電圧の極性を反転させたとき、データ電圧の書き込み直後に輝度が

急激に変化することが知られている。これは、データ電圧の極性を反転させたときに液晶分子の配向方向がその変化に追従できないために生じる現象である。そこで、本発明の第3の実施形態では、極性を反転させる上述のカウンタリフレッシュ時にデータ電圧をオーバーシュートする。本実施形態は、上記第1の実施形態のように画面内で一律に駆動期間および休止期間を設定する駆動および上記第2の実施形態のような部分休止駆動のいずれにも適用することができる。なお、本実施形態では、上記第1、第2の実施形態と同様に、ノーマリブラック方式の液晶パネル10を採用しているものとして説明する。

[0098] <3. 2 休止駆動>

図14は、本実施形態の休止駆動を説明するための図である。なお、強制リフレッシュ時の動作については上記第1の実施形態または上記第2の実施形態と同様であるので、説明を省略する。本実施形態では、カウンタリフレッシュ時の駆動期間が複数の駆動フレームからなり、より詳細には、2つの駆動フレームからなる。最初の駆動フレームは、オーバーシュートされたデータ電圧を書き込むためのオーバーシュート駆動フレームである。オーバーシュート駆動フレーム後の駆動フレームは、オーバーシュートされない通常のデータ電圧を書き込むための通常駆動フレームである。なお、カウンタリフレッシュ時の駆動期間を3つ以上の駆動フレームで構成し、2つ以上（ただし、カウンタリフレッシュ時の駆動期間の全駆動フレーム数未満）の駆動フレームをオーバーシュート駆動フレームとしても良い。この場合、各オーバーシュート駆動フレームで電圧値を異ならせても良い。

[0099] なお、オーバーシュートを行うための階調値の補正は、第1の実施形態の構成（図3）または第2の実施形態の構成（図12）において下記のようにして実現することができる。例えばアンダーシュート回路106が、オーバーシュートを行うための階調値の補正を行う。この場合、アンダーシュート回路106はオーバーシュート駆動フレームにおいてオーバーシュート回路として機能し、アクティブな出力制御信号に基づいてフレームメモリ101

から出力された画像データを受け取り、受け取った画像データに加算処理を施して補正し、補正後の画像データをタイミングジェネレータ 109 に出力する。アンダーシュート回路 106 は、具体的には、フレームメモリ 101 から受け取った画像データの階調値を大きくする。これにより、補正後の画像データに基づくデータ電圧が、フレームメモリ 101 から受け取った画像データに基づくデータ電圧よりも共通電圧から遠い値になる。上述のように、共通電圧が 0 V、正極性のデータ電圧が正電圧、負極性のデータ電圧が負電圧で表されたとすると、補正後の画像データに基づくデータ電圧の絶対値が、フレームメモリ 101 から受け取った画像データに基づくデータ電圧の絶対値よりも大きくなる。すなわち、データ電圧がオーバーシュートされる。また、アンダーシュート回路 106 は、通常駆動フレームでは受け取った画像データを補正することなくタイミングジェネレータ 109 に出力する。このようにして、図 14 に示すような駆動が実現される。

[0100] なお、アンダーシュート回路 106 は、カウンタリフレッシュ時の駆動フレームがオーバーシュート駆動フレームであるか通常駆動フレームであるかを示す信号をリフレッシュ回路 105 またはリフレッシュカウンタ 103 などから受け取ることが望ましい。また、アンダーシュート回路 106 とは別にオーバーシュート回路を設けて、当該オーバーシュート回路がオーバーシュートを行うための階調値の補正を行っても良い。この場合、アンダーシュート回路 106 およびオーバーシュート回路が階調補正回路を構成する。

[0101] <3. 3 効果>

本実施形態によれば、カウンタリフレッシュ時のオーバーシュート駆動フレームにおいて、画像データの階調値が補正されてデータ電圧がオーバーシュートされる。このため、極性が反転するカウンタリフレッシュ時に生じ得る輝度変化を抑制することができる。

[0102] <4. その他>

本発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。例えば、休止期間中に

強制リフレッシュが1回のみ行われるとして説明したが、休止期間中に強制リフレッシュが複数回行われても良い。この場合、1回目の強制リフレッシュ時の動作については、上述の説明と同様である。2回目以降の強制リフレッシュ時については、1回目の強制リフレッシュ時と同様にデータ電圧の極性は直前のカウンタリフレッシュ時と同極性になり、データ電圧の値については、直前の強制リフレッシュ時よりも共通電圧に近いまたは直前の強制リフレッシュ時と同程度の値に設定される。

[0103] また、上記各実施形態ではノーマリブラック方式の液晶パネル10を採用しているので、強制リフレッシュ時にアンダーシュート回路106で階調値を小さくする補正を行うものとして説明したが、ノーマリホワイト方式の液晶パネル10を採用する場合には、強制リフレッシュ時にアンダーシュート回路106では階調値を大きくする補正を行えば良い。また、ノーマリホワイト方式の液晶パネル10を採用する場合、上記第3の実施形態では、オーバーシュート駆動フレームにおいてアンダーシュート回路106（またはオーバーシュート回路）では階調値を小さくする補正を行えば良い。

[0104] また、上記各実施形態では、TF T 1 2としてIGZO-TF Tなどの酸化物TF Tを使用しているが、本発明はこれに限定されるものではない。TF T 1 2として、アモルファスシリコンTF T、微結晶シリコンTF T、連続粒界結晶シリコンTF T、または低温ポリシリコンTF Tなどを使用しても良い。

[0105] また、上記第2，第3の実施形態に、上記第1の実施形態の各変形例を組み合わせても良い。

[0106] また、上記各実施形態では、表示装置として液晶表示装置を例に挙げて説明したが、休止駆動を行って休止期間中に各ドライバを休止させることが可能な他の表示装置に対しても本発明を適用することができる。

[0107] <5. 付記>

<付記1>

画素形成部を含む表示部を備え、外部から受け取る画像データに基づくデ

ータ電圧を前記画素形成部に書き込んで前記表示部の画面をリフレッシュするための駆動期間と前記画素形成部への前記データ電圧の書き込みを休止するための休止期間とを交互に繰り返す休止駆動を行う表示装置であって、

前記画素形成部に前記データ電圧を書き込む駆動部と、

所定のタイミングで前記駆動期間を設けると共に、外部から受け取る画像データが示す画像の一部が前記休止期間中に更新されたときに、更新された前記一部を含む更新領域において前記休止期間を中断して前記駆動期間を強制的に設けるように前記駆動部を制御する表示制御部とをさらに備え、

前記表示制御部は、

強制的に設けられた駆動期間における前記データ電圧の極性が直前の駆動期間における前記データ電圧の極性と同じになるように前記駆動部を制御する極性指示部と、

前記画像データのうちの前記更新領域に対応するデータを受け取り、前記強制的に設けられた駆動期間において前記画素形成部に書き込むべきデータ電圧が、直前の駆動期間において前記画素形成部に書き込まれたデータ電圧よりも、基準となる共通電圧に近い値になるように、前記更新領域に含まれる画素のうち画像更新によって階調値に変化がない画素の階調値を補正した、前記更新領域に対応するデータを出力する階調補正部とを含み、

前記駆動部は、前記強制的に設けられた駆動期間では、前記階調補正部により階調値が補正された前記更新領域に対応するデータに基づくデータ電圧を前記画素形成部に書き込み、

前記表示部は、前記画素形成部に接続された走査線をさらに含み、

前記更新領域は、対応する画素形成部に接続された走査線が一括して順次選択される領域であることを特徴とする、表示装置。

[0108] このような付記 1 に記載の表示装置によれば、画面内の更新領域（更新された画像の一部を含む領域であり、より詳細には、対応する画素形成部に接続された走査線が一括して順次選択される領域である。）に対してのみ駆動期間を強制的に設け、画面内の他の領域に対しては休止期間を継続させるこ

とができる。このため、消費電力を低減することができる。更新領域に含まれる画素のうちの画像更新によって階調値に変化がない画素を形成する画素形成部では、強制的に設けられた駆動期間に、直前の駆動期間に書き込まれるデータ電圧と同極性且つそのデータ電圧よりも共通電圧に近い値のデータ電圧が画素形成部に書き込まれる。これにより、更新領域に含まれる画素のうちの画像更新によって階調値に変化がない画素を形成する画素形成部については、強制的に設けられた駆動期間での画素形成部の印加電圧の増大が抑制されるので、画素形成部の印加電圧の実効値の増大も抑制される。したがって、更新領域において画像更新時に生じ得る輝度変化が抑制されるので、更新領域と他の領域との輝度差を抑制することができる。

[0109] <付記2>

画素形成部を含む表示部を備え、外部から受け取る画像データに基づくデータ電圧を前記画素形成部に書き込んで前記表示部の画面をリフレッシュするための駆動期間と前記画素形成部への前記データ電圧の書き込みを休止するための休止期間とを交互に繰り返す休止駆動を行う表示装置であって、

前記画素形成部に前記データ電圧を書き込む駆動部と、

所定のタイミングで前記駆動期間を設けると共に、外部から受け取る画像データが示す画像が前記休止期間中に更新されたときに前記休止期間を中断して前記駆動期間を強制的に設けるように前記駆動部を制御する表示制御部とをさらに備え、

前記表示制御部は、

強制的に設けられた駆動期間における前記データ電圧の極性が直前の駆動期間における前記データ電圧の極性と同じになるように前記駆動部を制御する極性指示部と、

前記画像データの少なくとも一部を受け取り、前記強制的に設けられた駆動期間において前記画素形成部に書き込むべきデータ電圧が、直前の駆動期間において前記画素形成部に書き込まれたデータ電圧よりも、基準となる共通電圧に近い値になるように、前記休止期間中に更新された画像を構成す

る画素のうち画像更新によって階調値に変化がない画素の階調値を補正した、前記画像データの少なくとも一部を出力する階調補正部とを含み、

前記駆動部は、前記強制的に設けられた駆動期間では、前記階調補正部により階調値が補正された前記画像データの少なくとも一部に基づくデータ電圧を前記画素形成部に書き込み、

前記表示部は、前記画素形成部に接続されたデータ線および走査線をさらに含み、

前記画素形成部は、前記走査線に制御端子が接続され、前記データ線に第1導通端子が接続され、前記データ電圧が与えられるべき画素電極に第2導通端子が接続され、酸化物半導体によりチャネル層が形成された薄膜トランジスタを含むことを特徴とする、表示装置。

[0110] このような付記2に記載の表示装置によれば、休止駆動を行う表示装置において、画像更新によって階調値に変化がない画素を形成する画素形成部には、強制的に設けられた駆動期間に、直前の駆動期間に書き込まれるデータ電圧と同極性且つそのデータ電圧よりも共通電圧に近い値のデータ電圧が書き込まれる。このため、強制的に設けられた駆動期間での画素形成部の印加電圧（表示装置が液晶表示装置であれば液晶印加電圧）の増大が抑制されるので、画素形成部の印加電圧の実効値の増大も抑制される。これにより画像更新時に生じ得る輝度変化を抑制することができる。また、酸化物半導体によりチャネル層が形成された薄膜トランジスタが使用される。この薄膜トランジスタのオフリーク電流は非常に小さいので、画素電極の電位変動が抑制される。これにより、休止期間を長く設けて、低消費電力化を図ることができる。

[0111] <付記3>

前記酸化物半導体は、インジウム、ガリウム、亜鉛、および酸素を主成分とすることを特徴とする、付記2に記載の表示装置。

[0112] このような付記3に記載の表示装置によれば、インジウム、ガリウム、亜鉛、および酸素を主成分とする酸化物半導体によりチャネル層が形成された

薄膜トランジスタを使用して、付記２と同様の効果を奏することができる。

[0113] <付記４>

画素形成部を含む表示部を備え、外部から受け取る画像データに基づくデータ電圧を前記画素形成部に書き込んで前記表示部の画面をリフレッシュするための駆動期間と前記画素形成部への前記データ電圧の書き込みを休止するための休止期間とを交互に繰り返し繰り返す休止駆動を行う表示装置であって、

前記画素形成部に前記データ電圧を書き込む駆動部と、

所定のタイミングで前記駆動期間を設けると共に、外部から受け取る画像データが示す画像が前記休止期間中に更新されたときに前記休止期間を中断して前記駆動期間を強制的に設けるように前記駆動部を制御する表示制御部とをさらに備え、

前記表示制御部は、

強制的に設けられた駆動期間における前記データ電圧の極性が直前の駆動期間における前記データ電圧の極性と同じになるように前記駆動部を制御する極性指示部と、

前記画像データを受け取り、前記強制的に設けられた駆動期間において前記画素形成部に書き込むべきデータ電圧が、直前の駆動期間において前記画素形成部に書き込まれたデータ電圧よりも前記共通電圧に近い値になるように、前記休止期間中に更新された画像を構成する画素のうち画像更新によって階調値に変化がない画素の階調値を補正した画像データを出力する階調補正部と、

外部から受け取る１フレーム分の画像データを格納する画像データ格納部と、

前記所定のタイミングにおいてアクティブな第１リフレッシュ信号およびアクティブな極性反転信号を出力する第１リフレッシュ制御部と、

アクティブな前記第１リフレッシュ信号に基づいて、前記画像データ格納部に格納された画像データを、前記画像データ格納部から前記階調補正部

に出力させるリフレッシュ部とを含み、

前記所定のタイミングで設けられた駆動期間は複数の駆動フレームからなり、

前記階調補正部は、アクティブな前記第1リフレッシュ信号に基づいて前記画像データ格納部から出力された画像データを受け取り、前記所定のタイミングで設けられた駆動期間の少なくとも最初の駆動フレームにおいて、前記画素形成部に書き込むべきデータ電圧が前記画像データ格納部から出力された画像データに基づくデータ電圧よりも前記共通電圧から遠い値になるように階調値を補正した画像データを出力し、

前記極性指示部は、アクティブな極性反転信号に基づいて、前記データ電圧の極性を前記駆動部に反転させ、

前記駆動部は、前記階調補正部から出力された画像データに基づくデータ電圧を前記画素形成部に書き込むことを特徴とする、表示装置。

[0114] このような付記4に記載の表示装置によれば、画面内で一律に駆動期間および休止期間を設定して休止駆動を行う表示装置において、画像更新によって階調値に変化がない画素を形成する画素形成部には、強制的に設けられた駆動期間に、直前の駆動期間に書き込まれるデータ電圧と同極性且つそのデータ電圧よりも共通電圧に近い値のデータ電圧が書き込まれる。このため、強制的に設けられた駆動期間での画素形成部の印加電圧（表示装置が液晶表示装置であれば液晶印加電圧）の増大が抑制されるので、画素形成部の印加電圧の実効値の増大も抑制される。これにより画像更新時に生じ得る輝度変化を抑制することができる。また、第1リフレッシュ信号に基づいて、所定のタイミングで設けられた駆動期間においてフレームメモリに格納された画像データに基づくデータ電圧を画素形成部に書き込むことによりリフレッシュを行うことができる。このため、休止期間中に時間経過と共に変化する画素形成部の印加電圧を定期的に元に戻すことができる。これにより、画面に表示される画像を維持することができる。また、極性反転信号に基づいて、所定のタイミングで設けられた駆動期間毎にデータ電圧の極性を決定することにより、極性バランスを確実にとることができる。また、所定のタイミン

グで設けられた駆動期間の少なくとも最初の駆動フレームにおいて、画素形成部に書き込むべきデータ電圧が画像データ格納部から出力された画像データに基づくデータ電圧よりも共通電圧から遠い値になるように階調値が補正される。このため、所定のタイミングで設けられた駆動期間において生じ得る輝度変化を抑制することができる。

[0115] <付記 5>

画素形成部を含む表示部を備え、外部から受け取る画像データに基づくデータ電圧を前記画素形成部に書き込んで前記表示部の画面をリフレッシュするための駆動期間と前記画素形成部への前記データ電圧の書き込みを休止するための休止期間とを交互に繰り返す休止駆動を行う表示装置であって、

前記画素形成部に前記データ電圧を書き込む駆動部と、

所定のタイミングで前記駆動期間を設けると共に、外部から受け取る画像データが示す画像の一部が前記休止期間中に更新されたときに、更新された前記一部を含む更新領域において前記休止期間を中断して前記駆動期間を強制的に設けるように前記駆動部を制御する表示制御部とをさらに備え、

前記表示制御部は、

強制的に設けられた駆動期間における前記データ電圧の極性が直前の駆動期間における前記データ電圧の極性と同じになるように前記駆動部を制御する極性指示部と、

前記画像データのうちの前記更新領域に対応するデータを受け取り、前記強制的に設けられた駆動期間において前記画素形成部に書き込むべきデータ電圧が、直前の駆動期間において前記画素形成部に書き込まれたデータ電圧よりも、基準となる共通電圧に近い値になるように、前記更新領域に含まれる画素のうち画像更新によって階調値に変化がない画素の階調値を補正した、前記更新領域に対応するデータを出力する階調補正部と、

外部から受け取る 1 フレーム分の画像データを格納する画像データ格納部と、

前記所定のタイミングにおいてアクティブな第 1 リフレッシュ信号を出

力する第１リフレッシュ制御部と、

アクティブな前記第１リフレッシュ信号に基づいて、前記画像データ格納部に格納された画像データを、前記画像データ格納部から前記階調補正部に出力させるリフレッシュ部とを含み、

前記駆動部は、前記強制的に設けられた駆動期間では、前記階調補正部により階調値が補正された前記更新領域に対応するデータに基づくデータ電圧を前記画素形成部に与え、

前記所定のタイミングで設けられた駆動期間は複数の駆動フレームからなり、

前記階調補正部は、アクティブな前記第１リフレッシュ信号に基づいて前記画像データ格納部から出力された画像データを受け取り、前記所定のタイミングで設けられた駆動期間の少なくとも最初の駆動フレームにおいて、前記画素形成部に書き込むべきデータ電圧が前記画像データ格納部から出力された画像データに基づくデータ電圧よりも前記共通電圧から遠い値になるように階調値を補正した画像データを出力し、

前記駆動部は、前記階調補正部から出力された画像データまたは前記更新領域に対応するデータに基づくデータ電圧を前記画素形成部に書き込むことを特徴とする、表示装置。

[0116] このような付記５に記載の表示装置によれば、画像更新時に、画面内の更新領域に対してのみ駆動期間を強制的に設け、画面内の他の領域に対しては休止期間を継続させる態様において、付記４と同様の効果を奏する。

産業上の利用可能性

[0117] 本発明は、休止駆動を行う表示装置およびその駆動方法に適用することができる。

符号の説明

[0118] １０…液晶パネル（表示部）

１１…画素形成部

１２…ＴＦＴ

1 3 …画素電極
1 4 …共通電極
2 0 …表示制御回路（表示制御部）
3 0 …ソースドライバ
4 0 …ゲートドライバ
5 0 …V c o mドライバ
1 0 0 …液晶表示装置
1 0 1 …フレームメモリ（画像データ格納部）
1 0 2 …画像情報取得部
1 0 3 …画像情報格納部
1 0 3 a …行単位画像情報格納部
1 0 4 …強制リフレッシュ判定部（第2リフレッシュ制御部）
1 0 5 …リフレッシュ回路（リフレッシュ部）
1 0 6 …アンダーシュート回路（階調補正部）
1 0 7 …リフレッシュカウンタ（第1リフレッシュ制御部）
1 0 7 a …内部クロック発生回路
1 0 8 …極性指示部
1 0 9 …タイミングジェネレータ
1 1 0 …ホスト
2 0 0 …画面
2 0 1 …更新領域
2 0 2 a, 2 0 2 b …非更新領域
2 0 3 …ポインタ図形
C l c …液晶容量
G L …走査線
S L …データ線

請求の範囲

[請求項1]

画素形成部を含む表示部を備え、外部から受け取る画像データに基づくデータ電圧を前記画素形成部に書き込んで前記表示部の画面をリフレッシュするための駆動期間と前記画素形成部への前記データ電圧の書き込みを休止するための休止期間とを交互に繰り返す休止駆動を行う表示装置であって、

前記画素形成部に前記データ電圧を書き込む駆動部と、

所定のタイミングで前記駆動期間を設けると共に、外部から受け取る画像データが示す画像が前記休止期間中に更新されたときに前記休止期間を中断して前記駆動期間を強制的に設けるように前記駆動部を制御する表示制御部とをさらに備え、

前記表示制御部は、

強制的に設けられた駆動期間における前記データ電圧の極性が直前の駆動期間における前記データ電圧の極性と同じになるように前記駆動部を制御する極性指示部と、

前記画像データの少なくとも一部を受け取り、前記強制的に設けられた駆動期間において前記画素形成部に書き込むべきデータ電圧が、直前の駆動期間において前記画素形成部に書き込まれたデータ電圧よりも、基準となる共通電圧に近い値になるように、前記休止期間中に更新された画像を構成する画素のうち画像更新によって階調値に変化がない画素の階調値を補正した、前記画像データの少なくとも一部を出力する階調補正部とを含み、

前記駆動部は、前記強制的に設けられた駆動期間では、前記階調補正部により階調値が補正された前記画像データの少なくとも一部に基づくデータ電圧を前記画素形成部に書き込むことを特徴とする、表示装置。

[請求項2]

前記階調補正部は、前記画像データを受け取り、前記強制的に設けられた駆動期間において前記画素形成部に書き込むべきデータ電圧が

、直前の駆動期間において前記画素形成部に書き込まれたデータ電圧よりも前記共通電圧に近い値になるように、前記休止期間中に更新された画像を構成する画素のうち画像更新によって階調値に変化がない画素の階調値を補正した画像データを出力し、

前記駆動部は、前記強制的に設けられた駆動期間では、前記階調補正部により階調値が補正された画像データに基づくデータ電圧を前記画素形成部に書き込むことを特徴とする、請求項 1 に記載の表示装置。

[請求項3]

前記表示制御部は、

外部から受け取る 1 フレーム分の画像データを格納する画像データ格納部と、

前記所定のタイミングにおいてアクティブな第 1 リフレッシュ信号およびアクティブな極性反転信号を出力する第 1 リフレッシュ制御部と、

アクティブな前記第 1 リフレッシュ信号に基づいて、前記画像データ格納部に格納された画像データを、前記画像データ格納部から前記階調補正部に出力させるリフレッシュ部とをさらに含み、

前記階調補正部は、アクティブな前記第 1 リフレッシュ信号に基づいて前記画像データ格納部から出力された画像データを、階調値の補正を行うことなく出力し、

前記極性指示部は、アクティブな極性反転信号に基づいて、前記データ電圧の極性を前記駆動部に反転させることを特徴とする、請求項 2 に記載の表示装置。

[請求項4]

前記表示制御部は、外部から受け取る画像データが示す画像が前記休止期間中に更新されたときに、アクティブな第 2 リフレッシュ信号およびアクティブな補正指示信号を出力する第 2 リフレッシュ制御部をさらに含み、

前記リフレッシュ部は、アクティブな前記第 2 リフレッシュ信号に

基づいて、前記画像データ格納部に格納された画像データを、前記画像データ格納部から前記階調補正部へ出力させ、

前記階調補正部は、アクティブな前記補正指示信号に基づいて、前記画像データ格納部から受け取った画像データの階調値を補正することを特徴とする、請求項 3 に記載の表示装置。

[請求項 5]

前記表示制御部は、

外部から受け取る 1 フレーム分の画像データが示す画像の情報を取得し、取得した前記画像の情報を出力する画像情報取得部と、

前記画像情報取得部で得られた前記画像の情報を格納する画像情報格納部とをさらに含み、

前記第 2 リフレッシュ制御部は、前記画像情報取得部で取得された現フレームの前記画像の情報と前記画像情報格納部に格納された前フレームの前記画像の情報とを比較し、前記現フレームの前記画像の情報と前記前フレームの前記画像の情報とが異なれば、アクティブな前記第 2 リフレッシュ信号を出力することを特徴とする、請求項 4 に記載の表示装置。

[請求項 6]

前記画像情報取得部は、外部から受け取る 1 フレーム分の画像データの階調値の和を前記画像の情報とすることを特徴とする、請求項 5 に記載の表示装置。

[請求項 7]

前記画像情報取得部は、外部から受け取る 1 フレーム分の画像データの階調値のヒストグラムを前記画像の情報とすることを特徴とする、請求項 5 に記載の表示装置。

[請求項 8]

前記画像情報取得部は、外部から受け取る 1 フレーム分の画像データを前記画像の情報とすることを特徴とする、請求項 5 に記載の表示装置。

[請求項 9]

前記第 1 リフレッシュ制御部は、外部から受け取る同期信号に基づいて前記所定のタイミングを決定することを特徴とする、請求項 3 に記載の表示装置。

[請求項10] 前記表示制御部は、画像更新時にのみ外部から前記画像データを受け取ることを特徴とする、請求項3に記載の表示装置。

[請求項11] 前記第1リフレッシュ制御部は、内部でクロック信号を発生させ、前記クロック信号に基づいて前記所定のタイミングを決定することを特徴とする、請求項10に記載の表示装置。

[請求項12] 前記階調補正部は、前記強制的に設けられた駆動期間において、外部から前記画像データを受けとることを特徴とする、請求項3に記載の表示装置。

[請求項13] 前記表示制御部は、外部から受け取る画像データが示す画像の一部が前記休止期間中に更新されたときに、更新された前記一部を含む更新領域において前記休止期間を中断して前記駆動期間を強制的に設けるように前記駆動部を制御し、

前記階調補正部は、前記画像データのうちの前記更新領域に対応するデータを受け取り、前記強制的に設けられた駆動期間において前記画素形成部に書き込むべきデータ電圧が、直前の駆動期間において前記画素形成部に書き込まれたデータ電圧よりも前記共通電圧に近い値になるように、前記更新領域に含まれる画素のうち画像更新によって階調値に変化がない画素の階調値を補正した、前記更新領域に対応するデータを出力し、

前記駆動部は、前記強制的に設けられた駆動期間では、前記階調補正部により階調値が補正された前記更新領域に対応するデータに基づくデータ電圧を前記画素形成部に書き込むことを特徴とする、請求項1に記載の表示装置。

[請求項14] 前記表示制御部は、

外部から受け取る1フレーム分の画像データを格納する画像データ格納部と、

前記所定のタイミングにおいてアクティブな第1リフレッシュ信号を出力する第1リフレッシュ制御部と、

アクタイズな前記第 1 リフレッシュ信号に基づいて、前記画像データ格納部に格納された画像データを、前記画像データ格納部から前記階調補正部に出力させるリフレッシュ部とをさらに含み、

前記階調補正部は、アクタイズな前記第 1 リフレッシュ信号に基づいて前記画像データ格納部から出力された画像データを、階調値の補正を行うことなく出力し、

前記極性指示部は、アクタイズな極性反転信号に基づいて、前記データ電圧の極性を前記駆動部に反転させることを特徴とする、請求項 13 に記載の表示装置。

[請求項 15]

前記表示制御部は、外部から受け取る画像データが示す画像の前記一部が前記休止期間中に更新されたときに、アクタイズな第 2 リフレッシュ信号およびアクタイズな補正指示信号を出力する第 2 リフレッシュ制御部をさらに含み、

前記リフレッシュ部は、アクタイズな前記第 2 リフレッシュ信号に基づいて、前記画像データ格納部に格納された画像データのうちの前記更新領域に対応するデータを前記画像データ格納部から前記階調補正部に出力させ、

前記階調補正部は、アクタイズな前記補正指示信号に基づいて、前記画像データ格納部から受け取った前記更新領域に対応するデータの階調値を補正することを特徴とする、請求項 14 に記載の表示装置。

[請求項 16]

画素形成部を含む表示部を備え、外部から受け取る画像データに基づいてデータ電圧を前記画素形成部に書き込んで前記表示部の画面をリフレッシュするための駆動期間と前記画素形成部への前記データ電圧の書き込みを休止するための休止期間とを交互に繰り返す休止駆動を行う表示装置の駆動方法であって、

所定のタイミングで前記駆動期間を設け、外部から受け取る画像データが示す画像が前記休止期間中に更新されたときに前記休止期間を中断して前記駆動期間を強制的に設けると共に、強制的に設けられた

駆動期間における前記データ電圧の極性を直前の駆動期間における前記データ電圧の極性と同じにして前記データ電圧を前記画素形成部に書き込む書き込みステップと、

前記画像データの少なくとも一部を受け取り、前記強制的に設けられた駆動期間において前記画素形成部に書き込むべきデータ電圧が、直前の駆動期間において前記画素形成部に書き込まれたデータ電圧よりも、基準となる共通電圧に近い値になるように、前記休止期間中に更新された画像を構成する画素のうち画像更新によって階調値に変化がない画素の階調値を補正した、前記画像データの少なくとも一部を出力する階調補正ステップとを備え、

前記書き込みステップでは、前記強制的に設けられた駆動期間において、前記階調補正ステップで階調値が補正された前記画像データの少なくとも一部に基づくデータ電圧が前記画素形成部に書き込まれることを特徴とする、駆動方法。