

明 細 書

発明の名称：

表示装置、それを備える電子機器、および表示装置の駆動方法

技術分野

[0001] 本発明は、表示装置に関し、特に、休止駆動を行う表示装置、その表示装置を備える電子機器、およびその表示装置の駆動方法に関する。

背景技術

[0002] 従来から、液晶表示装置等の表示装置において、消費電力の低減が求められている。そこで、例えば特許文献 1 には、液晶表示装置のゲートラインを走査して画面のリフレッシュを行う走査期間（リフレッシュ期間ともいう。）T 1 の後に、全てのゲートラインを非走査状態にしてリフレッシュを休止する休止期間（非リフレッシュ期間ともいう。）T 2 を設ける表示装置の駆動方法が開示されている。この休止期間 T 2 では例えば、ゲートドライバおよび／またはソースドライバに制御用の信号などを与えないようにすることができる。これにより、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。この特許文献 1 に記載の駆動方法のように、リフレッシュ期間の後に非リフレッシュ期間を設けることにより行う駆動は、例えば「休止駆動」と呼ばれる。なお、この休止駆動は「低周波駆動」または「間欠駆動」とも呼ばれる。このような休止駆動は、静止画表示に好適である。休止駆動に関する発明は、特許文献 1 以外にも例えば特許文献 2 ～ 5 などに開示されている。

[0003] また、低消費電力化に関する技術として、バックライトを備える液晶表示装置などの表示装置において、その表示部の画面に表示すべき画像（以下、単に「表示すべき画像」ということがある。）の明るさに応じてバックライト輝度を変化させる C A B C（Content Adaptive Brightness Control）機能が知られている。C A B C 機能では、例えば、液晶表示装置内の表示制御回路から出力されるパルス幅変調信号に基づいてバックライト輝度が制御され

る。バックライト輝度はパルス幅変調信号のデューティー比により決定される。すなわち、このようなC A B C機能を有する液晶表示装置では、表示すべき画像とバックライト輝度（パルス幅変調信号のデューティー比）とが互いに連動する。以下では、パルス幅変調信号のデューティー比の値を符号「D R」で表す。表示すべき画像とバックライト輝度とを互いに連動させるC A B C機能により、例えば暗い画像を表示するような場合に、バックライトの輝度を低く設定できるので、バックライトの低消費電力化を図ることができる。なお、C A B C機能は例えば、ある一定の明るさよりも暗い画像を表示させる場合に有効（オン）となる。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献1：日本の特開2001-312253号公報
特許文献2：日本の特開2000-347762号公報
特許文献3：日本の特開2002-278523号公報
特許文献4：日本の特開2004-78124号公報
特許文献5：日本の特開2005-37685号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] ここで、C A B C機能を有する従来の液晶表示装置において、休止駆動が行われる場合について考える。図11は、このような従来の液晶表示装置において、表示すべき画像を明るい画像Xから暗い画像Yに切り替える様子を示す。図11における「R」は、画面をリフレッシュするフレーム（以下「リフレッシュフレーム」という。）表し、「N」は画面のリフレッシュを休止するフレーム（以下「非リフレッシュフレーム」という。）を表す。リフレッシュレートは7.5Hzであるとする。すなわち、8フレーム毎に1回、画面のリフレッシュが行われる。C A B C機能では、パルス幅変調信号のデューティー比をある程度大きく切り替える（例えばD R = 100からD R

＝90に切り替える）必要がある場合に、表示すべき画像およびデューティー比を段階的に切り替える遷移期間が設けられる。通常駆動（60Hz）が行われる場合には、1フレーム毎に画面がリフレッシュされるので、デューティー比の変化に合わせて画面を変化させることができる。これにより、例えば明るい画像が継続して画面に表示されている場合に急に暗い画像に画面が切り替わる際に、バックライト輝度が急激に変化して視聴者が違和感を覚えること（表示品位の低下）が防止される。

[0006] しかし、図11に示すように休止駆動が行われる場合、1フレーム毎に画面がリフレッシュされるわけではないので、表示すべき画像およびパルス幅変調信号のデューティー比と画面とが互いに連動して変化しない。すなわち、遷移期間において表示すべき画像が画像Aから画像Iの順に5フレーム毎に変化し、これに対応してDRの値が5フレーム毎に変化する場合でも、リフレッシュは8フレーム毎にしか行われない。このため、図11に示すように、画面に表示される画像は、画像B、画像C、画像E、画像G、画像Hの順に変化する。ここで、表示すべき画像の明るさの関係は、画像X>画像A>画像B>…>画像H>画像I>画像Yである。休止駆動では、図11に示すように、遷移期間中に画面に本来表示されるべき画像が間引かれてしまう。このため、画面に表示される画像が、当該画像に本来対応すべきパルス幅変調信号のデューティー比に対応しなくなる。すなわち、画面に表示される画像が、当該画像に本来対応すべきバックライト輝度に対応しなくなる。したがって、遷移期間において、画面に表示される画像が本来の明るさと異なるものになる。その結果、通常駆動を行う場合に比べて、休止駆動を行う場合には、CABC機能を使用する際の表示品位の低下を十分に抑制できない。

[0007] そこで、本発明は、休止駆動を行う場合でも表示品位の低下を抑制しつつ表示すべき画像に応じて光源の輝度を変更可能な表示装置、その表示装置を備える電子機器、およびその表示装置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

- [0008] 本発明の第1の局面は、複数の画素形成部を含む表示部と前記表示部に光を照射する光源とを備え、前記表示部の画面に表示すべき画像に応じて光源の輝度を変更可能な表示装置であって、
- 前記表示部を駆動する表示駆動部と、
- 前記光源を駆動する光源駆動部と、
- 外部から受け取るデータに基づいて前記表示駆動部を制御する制御部とを備え、
- 前記制御部は、
- 前記画面をリフレッシュするためのリフレッシュ期間と前記画面のリフレッシュを休止するための非リフレッシュ期間との割合によって決定されるリフレッシュレートを制御するリフレッシュレート制御部を含み、
- 前記表示すべき画像が第1の画像から第2の画像に段階的に変化する場合に前記表示すべき画像の変化に応じて前記光源の輝度が段階的に変化する遷移期間において、前記リフレッシュ期間の開始時点から当該リフレッシュ期間の直後のリフレッシュ期間の開始時点までの第1の期間の長さを、前記光源の輝度の各段階の第2の期間の長さ以下にするように構成されていることを特徴とする。
- [0009] 本発明の第2の局面は、本発明の第1の局面において、
- 前記制御部は、外部から受け取るデータに含まれる、前記表示すべき画像を示すデータに応じて前記光源の輝度を変更するための制御を行う輝度制御部をさらに含むことを特徴とする。
- [0010] 本発明の第3の局面は、本発明の第2の局面において、
- 前記リフレッシュレート制御部は、前記遷移期間における前記第1の期間が前記リフレッシュ期間からなるように前記リフレッシュレートを変更することを特徴とする。
- [0011] 本発明の第4の局面は、本発明の第2の局面において、
- 前記遷移期間における前記第1の期間は、前記リフレッシュ期間および前

記非リフレッシュ期間からなることを特徴とする。

- [0012] 本発明の第5の局面は、本発明の第4の局面において、
前記リフレッシュレート制御部は、前記遷移期間における前記第1の期間の長さを前記第2の期間の長さに応じて設定することを特徴とする。
- [0013] 本発明の第6の局面は、本発明の第4の局面において、
前記輝度制御部は、前記遷移期間における前記第2の期間の長さを前記第1の期間の長さに応じて設定することを特徴とする。
- [0014] 本発明の第7の局面は、本発明の第1の局面において、
前記第2の期間の長さは前記第1の期間の長さの自然数倍であることを特徴とする。
- [0015] 本発明の第8の局面は、本発明の第1の局面から第7の局面までのいずれかにおいて、
前記画素形成部は、前記表示部内の走査線に制御端子が接続され、前記表示部内の信号線に第1導通端子が接続され、前記表示すべき画像に応じた電圧が印加されるべき、前記表示部内の画素電極に第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。
- [0016] 本発明の第9の局面は、電子機器であって、
本発明の第1の局面に係る表示装置と、
前記表示すべき画像に応じて前記光源の輝度を変更するための制御を行う輝度制御部とを備えることを特徴とする。
- [0017] 本発明の第10の局面は、本発明の第9の局面において、
前記リフレッシュレート制御部は、前記遷移期間における前記第1の期間が前記リフレッシュ期間からなるように前記リフレッシュレートを変更することを特徴とする。
- [0018] 本発明の第11の局面は、本発明の第9の局面において、
前記遷移期間における前記第1の期間は、前記リフレッシュ期間および前記非リフレッシュ期間からなることを特徴とする。

- [0019] 本発明の第１２の局面は、本発明の第１１の局面において、
前記リフレッシュレート制御部は、前記遷移期間において、前記遷移期間における前記第１の期間の長さを前記第２の期間の長さに応じて設定することを特徴とする。
- [0020] 本発明の第１３の局面は、本発明の第１１の局面において、
前記輝度制御部は、前記遷移期間における前記第２の期間の長さを前記第１の期間の長さに応じて設定することを特徴とする。
- [0021] 本発明の第１４の局面は、本発明の第９の局面から第１３の局面までのいずれかにおいて、
前記画素形成部は、前記表示部内の走査線に制御端子が接続され、前記表示部内の信号線に第１導通端子が接続され、前記表示すべき画像に応じた電圧が印加されるべき、前記表示部内の画素電極に第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。
- [0022] 本発明の第１５の局面は、複数の画素形成部を含む表示部と、前記表示部を駆動する表示駆動部と、前記表示部に光を照射する光源と、前記光源を駆動する光源駆動部と、外部から受け取るデータに基づいて前記表示駆動部を制御する制御部とを備える表示装置の駆動方法であって、
前記表示すべき画像が第１の画像から第２の画像に段階的に変化する場合に前記表示すべき画像の変化に応じて前記光源の輝度が段階的に変化する遷移期間において、前記画面をリフレッシュするためのリフレッシュ期間の開始時点から当該リフレッシュ期間の直後のリフレッシュ期間の開始時点までの第１の期間の長さを、前記光源の輝度の各段階の第２の期間の長さ以下にする遷移ステップを備え、
前記遷移ステップは、前記リフレッシュ期間と、前記画面のリフレッシュを休止するための非リフレッシュ期間との割合によって決定されるリフレッシュレートを制御するリフレッシュレート制御ステップを含むことを特徴とする。

- [0023] 本発明の第１６の局面は、本発明の第１５の局面において、
前記リフレッシュレート制御ステップでは、前記遷移期間における前記第１の期間が前記リフレッシュ期間からなるように前記リフレッシュレートが変更されることを特徴とする。
- [0024] 本発明の第１７の局面は、本発明の第１５の局面において、
前記遷移期間における前記第１の期間は、前記リフレッシュ期間および前記非リフレッシュ期間からなることを特徴とする。
- [0025] 本発明の第１８の局面は、本発明の第１７の局面において、
前記リフレッシュレート制御ステップでは、前記遷移期間における前記第１の期間の長さが前記第２の期間の長さに応じて設定されることを特徴とする。
- [0026] 本発明の第１９の局面は、本発明の第１７の局面において、
前記遷移ステップでは、前記遷移期間における前記第２の期間の長さが前記第１の期間の長さに応じて設定されることを特徴とする。
- [0027] 本発明の第２０の局面は、本発明の第１５の局面において、
前記遷移ステップでは、前記第２の期間の長さは、前記第１の期間の長さの自然数倍に設定されることを特徴とする。

発明の効果

- [0028] 本発明の第１の局面によれば、表示すべき画像が第１の画像から第２の画像に段階的に変化する場合には表示すべき画像の変化に応じて光源の輝度が段階的に変化する遷移期間において、第１の期間の長さが第２の期間の長さ以下になる。このため、光源の輝度が変化する各段階で画面が必ずリフレッシュされる。これにより、遷移期間において、画面に表示される画像が、当該画像に本来対応すべき光源の輝度に対応する。したがって、遷移期間において、画面に表示される画像が本来の明るさになる。その結果、例えばリフレッシュ期間の後に非リフレッシュ期間を設ける休止駆動を行う場合であっても、リフレッシュ期間のみを設ける通常駆動を行う場合と同様に、画面に表示すべき画像に応じて光源の輝度を変更する機能（例えばＣＡＢＣ機能）を

使用する際の表示品位の低下を十分に抑制することができる。

[0029] 本発明の第2の局面によれば、輝度制御部が制御部内に設けられた態様において、本発明の第1の局面と同様の効果を奏することができる。

[0030] 本発明の第3の局面または第10の局面によれば、遷移期間における光源の輝度が変化する各段階で、画面が常時リフレッシュされる。このため、遷移期間において、画面に表示される画像を、当該画像に本来対応すべき光源の輝度により確実に対応させることができる。

[0031] 本発明の第4の局面または第11の局面によれば、遷移期間に休止駆動が行われる。このため、本発明の第3の局面または第10の局面よりも消費電力を低減することができる。

[0032] 本発明の第5の局面または第12の局面によれば、遷移期間における第1の期間の長さが第2の期間の長さに応じて設定されることにより、本発明の第4の局面または第11の局面と同様の効果を奏することができる。

[0033] 本発明の第6の局面または第13の局面によれば、遷移期間における第2の期間の長さが第1の期間の長さに応じて設定されることにより、本発明の第4の局面または第11の局面と同様の効果を奏することができる。また、第1の期間の長さを変更する必要がない、すなわち、リフレッシュレートを変更する必要がないので、例えば遷移期間以外で比較的低いリフレッシュレートで駆動を行っている場合には、本発明の第5の局面または第12の局面よりも消費電力を低減することができる。

[0034] 本発明の第7の局面によれば、第2の期間の長さを第1の期間の長さの自然数倍にすることにより、画面に表示される画像と当該画像に本来対応すべき光源の輝度とをより確実に対応させることができる。

[0035] 本発明の第8の局面または第14の局面によれば、画素形成部内の薄膜トランジスタとしてチャンネル層が酸化物半導体により形成された薄膜トランジスタが用いられる。このため、画素形成部に書き込まれた電圧を十分に保持できる。表示品位の低下をさらに抑制することができる。

[0036] 本発明の第9の局面によれば、表示装置および輝度制御部を備える電子機

器において、本発明の第 1 の局面と同様の効果を奏することができる。

[0037] 本発明の第 15 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ことができる。

[0038] 本発明の第 16 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 3 の局面または第 10 の局面と同様の効果を奏することができる。

[0039] 本発明の第 17 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 4 の局面または第 11 の局面と同様の効果を奏することができる。

[0040] 本発明の第 18 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 5 の局面または第 12 の局面と同様の効果を奏することができる。

[0041] 本発明の第 19 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 6 の局面または第 13 の局面と同様の効果を奏することができる。

[0042] 本発明の第 20 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 7 の局面と同様の効果を奏することができる。

図面の簡単な説明

[0043] [図1]本発明の第 1 の実施形態に係る電子機器の構成を示すブロック図である。

[図2]上記第 1 の実施形態における、ビデオモード RAM スルーに対応した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3]上記第 1 の実施形態における、ビデオモード RAM キャプチャーに対応した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 の実施形態における、コマンドモード RAM ライトに対応した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5]上記第 1 の実施形態における液晶表示装置の動作の一例を説明するための図である。

[図6]本発明の第 2 の実施形態における液晶表示装置の動作の一例を説明するための図である。

[図7]本発明の第 3 の実施形態における液晶表示装置の動作の一例を説明するための図である。

[図8]本発明の第4の実施形態におけるホストおよびビデオモードRAMスルーに対応した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4の実施形態におけるホストおよびビデオモードRAMキャプチャに対応した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]上記第4の実施形態におけるホストおよびコマンドモードRAMライトに対応した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11]CABC機能を有する従来の液晶表示装置の動作を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0044] 以下、添付図面を参照しながら、本発明の第1～第4の実施形態について説明する。以下の各実施形態における「1フレーム」とは、リフレッシュレートが60Hzである一般的な表示装置における1フレーム（16.67ms）をいう。また、以下では、XHz（ $X > 0$ ）のリフレッシュレートで行う駆動のことを「XHzの駆動」という。また、以下では、画面のリフレッシュを行うことを単に「リフレッシュを行う」ということがある。

[0045] <1. 第1の実施形態>

<1. 1 全体構成および動作概要>

図1は、本発明の第1の実施形態に係る電子機器の構成を示すブロック図である。この電子機器は、ホスト（システム）1および液晶表示装置2により構成されている。ホスト1は、主としてCPUにより構成される。液晶表示装置2には、液晶表示パネル10、光源駆動部としてのバックライトユニット駆動回路30、およびバックライトユニット40が含まれている。液晶表示パネル10は、透過型または半透過型である。液晶表示パネル10には、外部との接続用のFPC（Flexible Printed Circuit）20が設けられている。また、液晶表示パネル10の基板には、表示部100、制御部としての表示制御回路200、信号線駆動回路300、および走査線駆動回路400が設けられている。なお、信号線駆動回路300および走査線駆動回路400の双方またはいずれか一方は表示制御回路200内に設けられてい

も良い。また、信号線駆動回路300および走査線駆動回路400の双方またはいずれか一方は表示部100と一体的に形成されていても良い。

[0046] 表示部100には、複数本(m本)の信号線SL1~SLmと、複数本(n本)の走査線GL1~GLnと、これらのm本の信号線SL1~SLmとn本の走査線GL1~GLnとの交差点に対応して設けられた複数個(m×n個)の画素形成部110とが形成されている。以下、m本の信号線SL1~SLmを区別しない場合にはこれらを単に「信号線SL」といい、n本の走査線GL1~GLnを区別しない場合にはこれらを単に「走査線GL」という。m×n個の画素形成部110はマトリクス状に形成されている。各画素形成部110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、当該交差点を通過する信号線SLに第1導通端子としてのソース端子が接続されたTF T111と、そのTF T111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112と、m×n個の画素形成部110に共通的に設けられた共通電極113と、画素電極112と共通電極113との間に挟持され、m×n個の画素形成部110に共通的に設けられた液晶層とにより構成される。そして、画素電極112および共通電極113により形成される液晶容量により、画素容量Cpが構成される。なお、典型的には、画素容量Cpに確実に電圧を保持すべく液晶容量に並列に補助容量が設けられるので、実際には画素容量Cpは液晶容量および補助容量により構成される。

[0047] 本実施形態ではTF T111として、例えば酸化物半導体をチャネル層に用いたTF T(以下「酸化物TF T」という。)が用いられる。より詳細には、TF T111のチャネル層は、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IGZO(InGaZnO_x)により形成されている。以下では、IGZOをチャネル層に用いたTF Tのことを「IGZO-TF T」という。IGZO-TF Tは、アモルファスシリコンなどをチャネル層に用いたシリコン系のTF Tに比べてオフリーク電流が遙かに小さい。このため、画素容量Cpに書き込んだ電圧をより

長い期間保持することができる。なお、I G Z O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（C u）、シリコン（S i）、錫（S n）、アルミニウム（A l）、カルシウム（C a）、ゲルマニウム（G e）、および鉛（P b）のうち少なくとも1つを含んだ酸化物半導体をチャネル層に用いた場合でも同様の効果が得られる。また、T F T 1 1 1として酸化物T F Tを用いるのは単なる一例であり、これに代えてシリコン系のT F Tなどを用いても良い。

[0048] 表示制御回路200は、典型的にはI C（Integrated Circuit）として実現される。表示制御回路200は、F P C 20を介してホスト1からデータD A Tを受信し、これに応じて信号線用制御信号S C T、走査線用制御信号G C T、パルス幅変調信号P W M、および共通電位V c o mを生成し出力する。信号線用制御信号S C Tは信号線駆動回路300に与えられる。走査線用制御信号G C Tは走査線駆動回路400に与えられる。パルス幅変調信号P W Mはバックライトユニット駆動回路30に与えられる。共通電位V c o mは共通電極113に与えられる。本実施形態では例えば、ホスト1と表示制御回路200との間におけるデータD A Tの送受信は、M I P I（Mobile Industry Processor Interface）A l l i a n c eによって提案された、D S I（Display Serial Interface）規格に準拠したインターフェースを介して行われる。このD S I規格に準拠したインターフェースによれば、高速なデータ伝送が可能となる。本実施形態では、D S I規格に準拠したインターフェースのビデオモードまたはコマンドモードを用いる。

[0049] 信号線駆動回路300は、信号線用制御信号S C Tに応じて、信号線S Lに与えるべき駆動用映像信号を生成し出力する。信号線用制御信号S C Tには、例えばR G BデータR G B Dに対応するデジタル映像信号、ソーススタートパルス信号、ソースクロック信号、およびラッチストロープ信号などが含まれる。信号線駆動回路300は、ソーススタートパルス信号、ソースクロック信号、およびラッチストロープ信号に応じて、その内部の図示しないシフトレジスタおよびサンプリングラッチ回路などを動作させ、デジタル映

像信号に基づいて得られたデジタル信号を図示しないD/A変換回路でアナログ信号に変換することにより駆動用映像信号を生成する。

[0050] 走査線駆動回路400は、走査線用制御信号GCTに応じて、アクティブな走査信号の走査線GLへの印加を所定周期で繰り返す。走査線用制御信号GCTには、例えばゲートクロック信号およびゲートスタートパルス信号が含まれる。走査線駆動回路400は、ゲートクロック信号およびゲートスタートパルス信号に応じて、その内部の図示しないシフトレジスタなどを動作させ、走査信号を生成する。走査線駆動回路400および上述の信号線駆動回路300は、表示駆動部として機能する。

[0051] バックライトユニット40は、液晶表示パネル10の背面側に設けられ、液晶表示パネル10の背面にバックライト光を照射する。バックライトユニット40は、典型的には複数の光源としてのLED (Light Emitting Diode) を含んでいる。なお、LEDに代えて、例えばCCFL (Cold Cathode Fluorescent Lamp) を使用しても良い。LED輝度(上述のバックライト輝度に相当する。)は、バックライトユニット駆動回路30により制御される。バックライトユニット駆動回路30は、パルス幅変調信号PWMに応じてLED輝度を決定する。具体的には、パルス幅変調信号PWMのデューティ比が高いほどLED輝度が高くなる。ただし、LED輝度の調整方法はこれに限定されるものではなく、種々変更可能である。

[0052] 以上のようにして、信号線SLに駆動用映像信号が印加され、走査線に走査信号が印加され、バックライトユニット40が駆動されることにより、ホスト1から送信された画像データに応じた画面が液晶表示パネル10の表示部100に表示される。

[0053] <1. 2 表示制御回路の構成>

以下では、表示制御回路200の構成について、3つの態様に分けて説明する。第1の態様は、ビデオモードを用い、かつRAM (Random Access Memory) を設けない態様である。以下では、このような第1の態様のことを「ビデオモードRAMスルー」という。第2の態様は、ビデオモードを用い、か

つRAMを設ける態様である。以下では、このような第2の態様のことを「ビデオモードRAMキャプチャー」という。第3の態様は、コマンドモードを用い、かつRAMを設ける態様である。以下では、このような第3の態様のことを「コマンドモードRAMライト」という。なお、本発明はDSI規格に準拠したインターフェースに限定されるものではないので、表示制御回路200の構成は、ここで説明する3種類の態様に限定されるものではない。

[0054] <1. 2. 1 ビデオモードRAMスルー>

図2は、本実施形態における、ビデオモードRAMスルーに対応した表示制御回路200（以下「ビデオモードRAMスルーの表示制御回路200」という。）の構成を説明するためのブロック図である。図2に示すように、表示制御回路200は、インターフェース部210、コマンドレジスタ220、NVM（Non-volatile memory：不揮発性メモリ）221、タイミングジェネレータ230、OSC（Oscillator：発振器）231、ラッチ回路240、CABC回路250、内蔵電源回路260、信号線用制御信号出力部270、走査線用制御信号出力部280により構成されている。インターフェース部210にはDSI受信部211が含まれている。なお、上述のように、信号線駆動回路300および走査線駆動回路400の双方またはいずれか一方が表示制御回路200内に設けられていても良い。

[0055] インターフェース部210内のDSI受信部211はDSI規格に準拠している。ビデオモードにおけるデータDATには、表示すべき画像に関するデータを示すRGBデータRGBDと、同期信号である垂直同期信号VSYNC、水平同期信号HSYNC、データイネーブル信号DE、およびクロック信号CLKと、コマンドデータCMとが含まれている。コマンドデータCMには、各種制御に関するデータが含まれている。DSI受信部211は、ホスト1からデータDATを受信すると、当該データDATに含まれるRGBデータRGBDをラッチ回路240に送信し、垂直同期信号VSYNC、水平同期信号HSYNC、データイネーブル信号DE、およびクロック信号

C L Kをタイミングジェネレータ230に送信し、コマンドデータCMをコマンドレジスタ220に送信する。なお、コマンドデータCMは、I2C (Inter Integrated Circuit) 規格またはS P I (Serial Peripheral Interface) 規格に準拠したインターフェースを介してホスト1からコマンドレジスタ220に送信されても良い。この場合、インターフェース部210にはI2C規格またはS P I規格に準拠した受信部が含まれる。

[0056] コマンドレジスタ220はコマンドデータCMを保持する。NVM221には各種制御用の設定データS E Tが保持されている。コマンドレジスタ220は、NVM221に保持された設定データS E Tを読み出し、また、コマンドデータCMに応じて設定データS E Tを更新する。コマンドレジスタ220は、コマンドデータCMおよび設定データS E Tに応じて、タイミング制御信号T Sをタイミングジェネレータ230に送信し、電圧設定信号V Sを内蔵電源回路260に送信する。

[0057] タイミングジェネレータ230は、垂直同期信号V S Y N C、水平同期信号H S Y N C、データイネーブル信号D E、およびクロック信号C L Kとタイミング制御信号T Sとに応じて、O S C 231で生成される内蔵クロック信号I C Kに基づいて、ラッチ回路240、信号線用制御信号出力部270、および走査線用制御信号出力部280を制御する制御信号を送信する。また、タイミングジェネレータ230は、垂直同期信号V S Y N C、水平同期信号H S Y N C、データイネーブル信号D E、およびクロック信号C L Kとタイミング制御信号T Sとに応じて、O S C 231で生成される内蔵クロック信号I C Kとに基づいて生成したリクエスト信号R E Qをホスト1に送信する。リクエスト信号R E Qは、ホスト1に対してデータD A Tの送信を要求する信号である。なお、ビデオモードR A Mスルーの表示制御回路200ではO S C 231は必須でない。タイミングジェネレータ230はまた、C A B C回路250から後述のC A B C処理データC A B C Dを受け取り、これに応じてパルス幅変調信号P W Mを生成し、バックライトユニット駆動回路30に送信する。なお、パルス幅変調信号P W Mはコマンドレジスタ22

0を介してバックライトユニット駆動回路30に送信されても良い。

[0058] ラッチ回路240は、タイミングジェネレータ230の制御に基づいて1ライン分のRGBデータRGBDを信号線用制御信号出力部270に送信する。

[0059] CABC回路250は、ラッチ回路240から受け取ったRGBデータRGBDが示す、表示すべき画像の明るさを判定する。そして、その判定結果として、CABC回路250はタイミングジェネレータ230にCABC処理データCABCDを送信する。CABC処理データCABCDは、例えば、RGBデータRGBDが示す表示すべき画像の明るさを示す。CABC処理データCABCDは、直前に受け取ったRGBデータRGBDが示す画像からの明るさの変化を示すものであっても良い。CABC処理データCABCDを受け取ったタイミングジェネレータ230は、上述のようにCABC処理データCABCDに応じてパルス幅変調信号PWMを生成し、バックライトユニット駆動回路30に送信する。送信されるパルス幅変調信号PWMは、CABC処理データCABCDに応じてそのデューティ比が変更される。例えばRGBデータRGBDが示す表示すべき画像が明るいほど、パルス幅変調信号PWMのデューティ比は高く設定され、RGBデータRGBDが示す表示すべき画像が暗いほど、パルス幅変調信号PWMのデューティ比は低く設定される。このようにして、CABC回路250は輝度制御部として機能する。なお、本明細書では、 $DR = 100$ であるときは「CABC機能がオフ」になっており、 $DR < 100$ であるときは「CABC機能がオン」になっていると表現する。

[0060] CABC回路250は、判定結果として上述のようにCABC処理データCABCDを送信すると共に、受け取ったRGBデータRGBDのデータ変換を行う。例えば、CABC処理データCABCDに応じて生成されるパルス幅変調信号PWMから得られるLED輝度が低くなるのに合わせて、表示すべき画像を明るくするようにRGBデータRGBDを変換する（以下、このような変換のことを「LED輝度に合わせたデータ変換」という。）。こ

れにより、LED輝度を下げながらも、画面に表示される画像が所望の明るさよりも暗くなることを防止できる。変換後のRGBデータRGBDは、信号線用制御信号出力部270に送信される。

[0061] 内蔵電源回路260は、ホスト1から与えられる電源およびコマンドレジスタから与えられる電圧設定信号VSに基づいて、信号線用制御信号出力部270および走査線用制御信号出力部280で用いるための電源電圧および共通電位Vcomを生成し出力する。

[0062] 信号線用制御信号出力部270は、CABC回路250からのRGBデータRGBD、タイミングジェネレータ230からの制御信号、および内蔵電源回路260からの電源電圧に基づいて信号線用制御信号SCTを生成し、これを信号線駆動回路300に送信する。

[0063] 走査線用制御信号出力部280は、タイミングジェネレータ230からの制御信号および内蔵電源回路260からの電源電圧に基づいて走査線用制御信号GCTを生成し、これを走査線駆動回路400に送信する。

[0064] <1. 2. 2 ビデオモードRAMキャプチャー>

図3は、本実施形態における、ビデオモードRAMキャプチャーに対応した表示制御回路200（以下「ビデオモードRAMキャプチャーの表示制御回路200」という。）の構成を説明するためのブロック図である。ビデオモードRAMキャプチャーの表示制御回路200は、図3に示すように、上述のビデオモードRAMスルーの表示制御回路200にフレームメモリ（RAM）290を追加したものである。

[0065] ビデオモードRAMスルーの表示制御回路200ではDSI受信部211からラッチ回路240にRGBデータRGBDが直接送信されるが、ビデオモードRAMキャプチャーの表示制御回路200ではDSI受信部211から送信されるRGBデータRGBDはフレームメモリ290に保持される。そして、フレームメモリ290に保持されたRGBデータRGBDは、タイミングジェネレータ230で生成される制御信号に応じてラッチ回路240に読み出される。また、タイミングジェネレータ230は、上記リクエスト

信号REQに代えて垂直同期出力信号VSOUTをホスト1に送信する。垂直同期出力信号VSOUTは、フレームメモリ290のRGBデータRGBDの書き込みタイミングと読み出しタイミングが重複しないようにホスト1からのデータDATの送信タイミングを制御する信号である。ビデオモードRAMキャプチャーの表示制御回路200のその他の構成および動作は、ビデオモードRAMスルーの表示制御回路200におけるものと同様であるので、その説明を省略する。なお、ビデオモードRAMキャプチャーの表示制御回路200ではOSC231は必須でない。

[0066] ビデオモードRAMキャプチャーの表示制御回路200では、フレームメモリ290にRGBデータRGBDを保持できるので、画面の更新がない場合には改めてホスト1から表示制御回路200にデータDATを送信する必要がない。

[0067] <1. 2. 3 コマンドモードRAMライト>

図4は、本実施形態における、コマンドモードRAMライトに対応した表示制御回路200（以下「コマンドモードRAMライトの表示制御回路200」という。）の構成を説明するためのブロック図である。コマンドモードRAMライトの表示制御回路200は、図4に示すように、上述のビデオモードRAMキャプチャーの表示制御回路200と同様の構成であるが、データDATに含まれるデータの種類が異なる。

[0068] コマンドモードにおけるデータDATには、コマンドデータCMが含まれ、RGBデータRGBD、垂直同期信号VSYNC、水平同期信号HSYNC、データイネーブル信号DE、およびクロック信号CLKは含まれない。ただし、コマンドモードにおけるコマンドデータCMには、画像に関するデータおよび各種タイミングに関するデータが含まれている。コマンドレジスタ220は、コマンドデータCMのうちの、表示すべき画像に関するデータに相当するRAMライト信号RAMWをフレームメモリ290に送信する。このRAMライト信号RAMWは、上記RGBデータRGBDに相当する。また、コマンドモードでは、タイミングジェネレータ230は垂直同期信号

V S Y N C および水平同期信号 H S Y N C を受信しないので、内蔵クロック信号 I C K およびタイミング制御信号 T S に基づいてそれらに相当する内部垂直同期信号 I V S Y N C および内部水平同期信号 I H S Y N C を内部で生成する。タイミングジェネレータ 230 は、これらの内部垂直同期信号 I V S Y N C および内部水平同期信号 I H S Y N C に基づいてラッチ回路 240、信号線用制御信号出力部 270、走査線用制御信号出力部 280、およびフレームメモリ 290 を制御する。また、タイミングジェネレータ 230 は、上記垂直同期出力信号 V S O U T に相当する送信制御信号 T E をホスト 1 に送信する。

[0069] < 1. 3 動作 >

図 5 は、本実施形態における液晶表示装置 2 の動作の一例を説明するための図である。ここでは、表示すべき画像を、第 1 の画像としての明るい画像 X から第 2 の画像としての暗い画像 Y に切り替える例を挙げて説明する。図 5 の上から順に、フレームの種類 (R / N)、リフレッシュレート、パルス幅変調信号 P W M のデューティ比 D R、および表示される画像を示す。図 5 に示す例では、60 Hz 以下 (例えば 7.5 Hz など) の駆動である休止駆動と 60 Hz の駆動である通常駆動との 2 種類の駆動が行われる。以下で説明する動作は、ビデオモード R A M スルー、ビデオモード R A M キャプチャー、およびコマンドモード R A M ライトのいずれにおいても基本的に同様である。ここで、本実施形態における通常駆動とは、各フレームで画面をリフレッシュする駆動のことをいう。また、本実施形態における休止駆動とは、リフレッシュフレームの後に、非リフレッシュフレームを設け、これらのリフレッシュフレームと非リフレッシュフレームを所定フレーム数ずつ交互に繰り返す駆動のことをいう。図 5 中のフレームの種類に対応する各矩形ボックスは 1 フレームを示し、リフレッシュフレームには「R」を付し、非リフレッシュフレームには「N」を付している。なお、本実施形態では極性反転駆動 (交流駆動) が行われ、例えば 1 回のリフレッシュ毎に画素容量 C p に書き込まれる電位の極性が反転するものとする。これにより、液晶電圧の

正負のバランスをとることができるので、液晶の劣化が抑制される。

[0070] 本明細書では、リフレッシュフレームの開始時点から当該リフレッシュフレームの直後のリフレッシュフレームの開始時点までの期間である第1の期間のことを「垂直表示期間」という。また、遷移期間中に変化するLED輝度（およびこれに対応する表示すべき画像）の各段階の期間である第2の期間のことを「副遷移期間」という。垂直表示期間および副遷移期間のそれぞれの長さはフレーム数で表す。

[0071] リフレッシュフレームでは、上述のように画面のリフレッシュが行われる。より詳細には、RGBデータRGBDに対応するデジタル映像信号を含む信号線用制御信号SCTに応じて信号線駆動回路300から信号線SL1～SLmに駆動用映像信号が供給されると共に、走査線用制御信号GCTに応じて走査線駆動回路400により走査線GL1～GLnが走査される（順次選択される。）。選択された走査線GLに対応したTFT111がオン状態になって画素容量Cpに駆動用映像信号の電圧が書き込まれる。このようにして、画面がリフレッシュされる。その後、TFT111がオフ状態になり、書き込まれた電圧、すなわち液晶電圧は、次に画面がリフレッシュされるまで保持される。

[0072] 非リフレッシュフレームでは、上述のように画面のリフレッシュが休止される。より詳細には、走査線用制御信号GCTの走査線駆動回路400への供給が停止するかまたは走査線用制御信号GCTが固定電位となることにより、走査線駆動回路400の動作が停止するので、走査線GL1～GLnの走査は行われない。すなわち、非リフレッシュフレームでは画素容量Cpに駆動用映像信号の電圧は書き込まれない。ただし、上述のように液晶電圧が保持されているので、直前のリフレッシュフレームでリフレッシュされた画面が引き続き表示される。また、非リフレッシュフレームでは、信号線用制御信号SCTの信号線駆動回路300への供給が停止するかまたは信号線用制御信号SCTが固定電位となることにより、信号線駆動回路300の動作が停止する。非リフレッシュフレームでは、このように走査線駆動回路40

0 および信号線駆動回路 300 の動作が停止するので、消費電力を低減することができる。ただし、信号線駆動回路 300 は動作させるようにしても良い。この場合、所定の固定電位を駆動用映像信号として出力するようにすることが望ましい。

[0073] ここで、本明細書で例示されるリフレッシュレートのフレーム構成例を説明する。リフレッシュレートが 60 Hz である場合、リフレッシュフレームが繰り返され、非リフレッシュフレームは設けられない。リフレッシュレートが 60 Hz である場合、垂直表示期間は 1 フレームである。リフレッシュレートが 12 Hz である場合、1 フレームのリフレッシュフレームの直後に 4 フレームの非リフレッシュフレームが設けられる。リフレッシュレートが 12 Hz である場合、垂直表示期間は 5 フレームである。リフレッシュレートが 7.5 Hz である場合、1 フレームのリフレッシュフレームの直後に 7 フレームの非リフレッシュフレームが設けられる。リフレッシュレートが 7.5 Hz である場合、垂直表示期間は 8 フレームである。リフレッシュフレームが低いほど非リフレッシュフレームの割合が高くなるので、消費電力の低減量が大きくなる。

[0074] 各リフレッシュレートにおけるリフレッシュフレームおよび非リフレッシュフレームのフレーム数などのデータ（以下「レートデータ」という。）は、例えばコマンドデータ CM に含まれる。レートデータに応じたタイミング制御信号 TS がタイミングジェネレータ 230 に送信されることにより、そのリフレッシュレートに応じた駆動が行われる。このようにして、タイミングジェネレータ 230 はリフレッシュレート制御部として機能する。リフレッシュレートの切り替えは例えば、切り替え後のリフレッシュレートのレートデータがホスト 1 からコマンドレジスタ 220 に送信され、コマンドレジスタ 220 に保持されたレートデータが更新されることにより行われる。タイミングジェネレータ 230 は例えば、このように新たなレートデータをホスト 1 から送信させるための制御信号をホスト 1 に対して送信することができる。また、リフレッシュレートの切り替えは、CABC 回路 250 からタ

イミングジェネレータ230に送信されるCABC処理データCABCDに基づいて行われても良い。

[0075] 本実施形態では、表示すべき画像を明るい画像Xから暗い画像Yに切り替える場合に、表示すべき画像を段階的に変化させ、この変化に合わせておよびパルス幅変調信号PWMのデューティ比を段階的に変化させる遷移期間が設けられる。画像Xの表示時は $DR = 100$ であり、画像Yの表示時は $DR = 90$ である。遷移期間では、表示すべき画像は画像Aから画像Iに段階的に変化し、この変化に合わせてパルス幅変調信号PWMのデューティ比は $DR = 99$ から $DR = 91$ に段階的に変化する。すなわち、表示すべき画像A～Iにそれぞれ $DR = 99 \sim 91$ が対応している。画像X, Y, A～Iの明るさの関係は、画像X > 画像A > 画像B > … > 画像H > 画像I > 画像Yである（後述の図6および図7でも同様）。本実施形態では、副遷移期間の長さは5フレームとなっている。ただし、副遷移期間の長さはこれに限定されるものではない。

[0076] 遷移期間におけるパルス幅変調信号PWMのデューティ比の段階的な変更は、例えば、CABC回路250からタイミングジェネレータ230に送信されるCABC処理データCABCDに基づいて行われる。また、遷移期間における表示すべき画像の段階的な変更は、例えば、ホスト1から表示制御回路200に送信されるデータDATに含まれるRGBデータRGBDの内容が段階的に変更されることにより行われる。ただし、表示すべき画像の段階的な変更を行う方法はこれに限定されるものではない。例えば、CABC回路250がRGBデータRGBDを変換することにより、表示すべき画像が段階的に変化するようにしても良い。

[0077] 遷移期間前の、画面に画像Xが表示されている期間では、7.5Hzの休止駆動が行われている。すなわち、垂直表示期間は副遷移期間よりも長い8フレームである。従来は、遷移期間が開始されても、遷移期間前の期間におけるリフレッシュレートと同じリフレッシュレートで引き続き駆動が行われていた（図11を参照）。しかし、本実施形態では図5に示すように、遷移

期間が開始すると7.5Hzの休止駆動が60Hzの通常駆動に切り替わる。60Hzの通常駆動時には、垂直表示期間の長さは1フレームとなる。そして、60Hzの通常駆動は遷移期間の終了時まで継続する。このように、垂直表示期間の長さを副遷移期間の長さ以下とすることにより、遷移期間中の各副遷移期間において、画面のリフレッシュが必ず行われる。より詳細には、各副遷移期間でリフレッシュが5回行われる。

[0078] DR=99の副遷移期間では画面が画像Aにリフレッシュされる。DR=98の副遷移期間では画面が画像Bにリフレッシュされる。DR=97の副遷移期間では画面が画像Cにリフレッシュされる。DR=96の副遷移期間では画面が画像Dにリフレッシュされる。DR=95の副遷移期間では画面が画像Eにリフレッシュされる。DR=94の副遷移期間では画面が画像Fにリフレッシュされる。DR=93の副遷移期間では画面が画像Gにリフレッシュされる。DR=92の副遷移期間では画面が画像Hにリフレッシュされる。DR=91の副遷移期間では画面が画像Iにリフレッシュされる。このように、遷移期間において、画面に表示される画像が、当該画像に本来対応すべきパルス幅変調信号PWMのデューティ比に対応する。すなわち、画面に表示される画像が、当該画像に本来対応すべきLED輝度に対応する。なお、遷移期間の終了後、画面は画像Yにリフレッシュされる。また、図5に示すように、遷移期間における最初の垂直表示期間の開始時点と最初の副遷移期間の開始時点が一致し、副遷移期間の長さ（5フレーム）は垂直表示期間の長さ（1フレーム）の自然数倍であるので、画面に表示される画像の当該画像に本来対応すべきLED輝度への対応が、より確実なものとなる。

[0079] <1.4 効果>

本実施形態によれば、遷移期間において、垂直表示期間の長さが副遷移期間の長さ以下になる。このため、休止駆動中にCABC機能を使用する際に、遷移期間の各副遷移期間で画面が必ずリフレッシュされる。このため、遷移期間において、画面に表示される画像が、当該画像に本来対応すべきLED

D輝度に対応する。これにより、遷移期間において、画面に表示される画像が本来の明るさになる。したがって、休止駆動を行う場合であっても、通常駆動を行う場合と同様にC A B C機能を使用する際の表示品位の低下を十分に抑制することができる。

[0080] また、本実施形態によれば、遷移期間における最初の垂直表示期間の開始時点が最初の副遷移期間の開始時点に一致し、副遷移期間の長さ（5フレーム）は垂直表示期間の長さ（1フレーム）の自然数倍である。このため、画面に表示される画像を、当該画像に本来対応すべきLED輝度に確実に対応させることができる。

[0081] また、本実施形態によれば、遷移期間において60Hzの通常駆動が行われることにより、遷移期間の各副遷移期間で画面が常時リフレッシュされる。このため、画面に表示される画像を、当該画像に本来対応すべきLED輝度により確実に対応させることができる。

[0082] また、本実施形態によれば、画素形成部110内のTF T111としてIGZO-TFTが用いられるので、画素容量Cpに書き込まれた電圧を十分に保持できる。これにより、特に休止駆動中の表示品位の低下をさらに抑制できる。

[0083] <2. 第2の実施形態>

<2. 1 動作>

図6は、本発明の第2の実施形態における液晶表示装置2の動作の一例を説明するための図である。なお、本実施形態は動作を除き上記第1の実施形態と基本的に同様であるので、共通する部分については説明を省略する。本実施形態では、上記第1の実施形態と同様に、副遷移期間の長さは5フレームであり、遷移期間前である、画面に画像Xが表示されている期間では7.5Hzの休止駆動が行われている。すなわち、垂直表示期間の長さが8フレームとなっている。上記第1の実施形態では、遷移期間が開始すると7.5Hzの休止駆動が60Hzの通常駆動に切り替わることにより、垂直表示期間の長さが8フレームから1フレームに切り替わる。

[0084] しかし、本実施形態では、遷移期間が開始すると7.5 Hzの休止駆動が12 Hzの休止駆動に切り替わる。このため、垂直表示期間の長さは、8フレームから副遷移期間の長さと同じ5フレームに切り替わる。このように、垂直表示期間の長さを副遷移期間の長さと同じ5フレームにすることにより、上記第1の実施形態と同様に、遷移期間中の各副遷移期間において、画面のリフレッシュが必ず行われる。なお、図6に示すように、遷移期間における最初の垂直表示期間の開始時点を最初の副遷移期間の開始時点に一致させることが望ましい。

[0085] 本実施形態は図6に示す例に限定されるものではない。例えば、副遷移期間の長さが6フレームであれば、遷移期間において、垂直表示期間の長さが6フレームである10 Hzの休止駆動に切り替わる。また、副遷移期間の長さが4フレームであれば、遷移期間において、垂直表示期間の長さが4フレームである15 Hzの休止駆動に切り替わる。また、遷移期間におけるフレッシュレートとして、垂直表示期間が副遷移期間よりも短くなるものを採用しても良い。ただし、副遷移期間の長さが垂直表示期間の長さの自然数倍になることが望ましい。例えば、副遷移期間の長さが6フレームである場合には、垂直表示期間の長さが3フレーム（副遷移期間の長さの $1/2$ ）である20 Hzの休止駆動に切り替えることができる。また、副遷移期間の長さが16フレームである場合には、垂直表示期間の長さが4フレーム（副遷移期間の長さの $1/4$ ）である15 Hzの休止駆動に切り替えることができる。

[0086] <2. 2 効果>

本実施形態によれば、遷移期間において休止駆動が行われ、垂直表示期間の長さが副遷移期間の長さと同じ（1倍）になる。このため、上記第1の実施形態と同様に画面に表示される画像を、当該画像に本来対応すべきLED輝度に対応させつつ、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。

[0087] <3. 第3の実施形態>

<3. 1 動作>

図 7 は、本発明の第 3 の実施形態における液晶表示装置 2 の動作の一例を説明するための図である。なお、本実施形態は動作を除き上記第 1 の実施形態と基本的に同様であるので、共通する部分については説明を省略する。本実施形態では、本実施形態では、上記第 1 の実施形態と同様に、副遷移期間の長さは 5 フレームであり、遷移期間前である、画面に画像 X が表示されている期間では上記第 1 の実施形態と同様に 7.5 Hz の休止駆動が行われている。すなわち、垂直表示期間の長さが 8 フレームとなっている。上記第 1 の実施形態では、遷移期間が開始すると 7.5 Hz の休止駆動が 60 Hz の通常駆動に切り替わることにより、垂直表示期間の長さが 8 フレームから 1 フレームに切り替わる。本実施形態では、遷移期間が開始しても、7.5 Hz の休止駆動が継続する。すなわち、遷移期間前後と同様に、垂直表示期間の長さは 8 フレームである。このように遷移期間とそれ以外の期間とで垂直表示期間の長さが変わらない点は、従来の液晶表示装置と同様である（図 1 を参照）。

[0088] しかし、本実施形態では従来の液晶表示装置と異なり、遷移期間が開始すると、副遷移期間の長さが垂直表示期間の長さと同じ 8 フレームに設定される。このような設定方法は例えば、次のとおりである。垂直表示期間の長さ（リフレッシュレート）に応じてタイミングジェネレータ 230 がラッチ回路 240 などのタイミング制御を変更する。これにより、CABC 回路 250 が送信する CABC 処理データ CABC D および RGB データ RGB D の内容が垂直表示期間の長さに応じて変更される。すなわち、CABC 回路 250 により、垂直表示期間の長さに応じて副遷移期間の長さが設定される。ただし、副遷移期間の長さの設定方法はこれに限定されるものではなく、電子機器内のいずれかの構成要素により当該副遷移期間の長さを設定するものであれば、いかなる方法をも採用することができる。

[0089] このように、副遷移期間の長さを垂直表示期間の長さと同じ 8 フレームにすることにより、上記第 1 の実施形態と同様に、遷移期間中の各副遷移期間において、画面のリフレッシュが必ず行われる。なお、画面に表示される画

像を、当該画像に本来対応すべきLED輝度に対応させるために、副遷移期間の最初のフレームがリフレッシュフレームとなるようにリフレッシュレートを切り替えることが望ましい。なお、図7に示すように、各副遷移期間において、画面のリフレッシュが必ず行われる。なお、図6に示すように、遷移期間における最初の垂直表示期間の開始時点を最初の副遷移期間の開始時点に一致させることが望ましい。

[0090] 本実施形態は図7に示す例に限定されるものではない。例えば、垂直表示期間の長さが5フレームである12Hzの休止駆動が行われていれば、副遷移期間の長さは5フレームとなる。また、垂直表示期間の長さが6フレームである10Hzの休止駆動が行われていれば、副遷移期間の長さは6フレームとなる。また、副遷移期間を垂直表示期間よりも長くしても良い。ただし、副遷移期間の長さを垂直表示期間の長さの自然数倍とすることが望ましい。例えば、垂直表示期間の長さが8フレームの場合には、副遷移期間の長さを16フレーム（垂直表示期間の2倍）とすることができる。また、垂直表示期間の長さが4フレームの場合には、副遷移期間の長さを16フレーム（垂直表示期間の4倍）とすることができる。

[0091] <3. 2 効果>

本実施形態によれば、遷移期間において休止駆動が行われ、副遷移期間の長さが垂直表示期間の長さと同じ（1倍）になる。このため、上記第2の実施形態と同様の効果を奏することができる。また、遷移期間においてリフレッシュレートを変更する必要がない。これにより、上記第2の実施形態よりも消費電力を低減することができる。

[0092] <4. 第4の実施形態>

<4. 1 ホストおよび表示制御回路の構成>

上記第1の実施形態では、CABC回路250は表示制御回路200内に設けられている。しかし、本実施形態では、CABC回路250はホスト1内に設けられている。なお、本実施形態はホスト1および表示制御回路200の構成を除き上記第1の実施形態と基本的に同様であるので、共通する部

分については説明を省略する。また、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も、同一の参照符号を付して適宜説明を省略する。

[0093] 図 8 は、本実施形態におけるホスト 1 およびビデオモード RAM スルーの表示制御回路 200 の構成を説明するためのブロック図である。図 8 に示すように、本実施形態では、CABC 回路 250 は表示制御回路 200 内ではなくホスト 1 内に設けられている。本実施形態における CABC 回路 250 は、CABC 処理データ CABCD をタイミングジェネレータ 230 に送信する。また、CABC 回路 250 は、上記第 1 の実施形態ではタイミングジェネレータ 230 が生成していたパルス幅変調信号 PWM を生成し、バックライトユニット駆動回路 30 に送信する。

[0094] 本実施形態における CABC 処理データ CABCD は上記第 1 の実施形態におけるものと同様に、データ DAT に含まれる RGB データ RGBD が示す表示すべき画像の明るさおよび／または直前の RGB データ RGBD が示す画像からの明るさの変化を示す。また、本実施形態における CABC 処理データ CABCD は、CABC 回路 250 が生成するパルス幅変調信号 PWM が変化中であるか否かを示す 1 ビットデータであっても良い。また、CABC 処理データ CABCD は、タイミングジェネレータ 230 に直接送信されても良く、コマンドレジスタ 220 を介して送信されても良い。

[0095] 本実施形態におけるリフレッシュレートの切り替えは、上記第 1 の実施形態と同様に、コマンドレジスタ 220 に保持されたレートデータが更新されることにより行われる。また、リフレッシュレートの切り替えは、CABC 回路 250 からタイミングジェネレータ 230 に送信される CABC 処理データ CABCD に基づいて行われても良い。

[0096] 上記第 1 の実施形態では例えば、表示制御回路 200 内の CABC 回路 250 により、RGB データ RGBD に対して LED 輝度に合わせたデータ変換が行われる。これに対して、本実施形態では例えば、ホスト 1 から表示制御回路 200 に送信すべきデータ DAT に含まれる RGB データ RGBD に

対して、ホスト 1 内の C A B C 回路 2 5 0 により L E D 輝度に合わせたデータ変換が行われる。

[0097] 図 9 は、本実施形態におけるホスト 1 およびビデオモード R A M キャプチャの表示制御回路 2 0 0 の構成を説明するためのブロック図である。図 9 に示すように、C A B C 回路 2 5 0 は表示制御回路 2 0 0 内ではなくホスト 1 内に設けられている。なお、図 9 に示す C A B C 回路 2 5 0 およびタイミングジェネレータ 2 3 0 などの動作は、図 8 に示すものと同様であるので、その説明を省略する。

[0098] 図 1 0 は、本実施形態におけるホスト 1 およびコマンドモード R A M ライトの表示制御回路 2 0 0 の構成を説明するためのブロック図である。図 1 0 に示すように、C A B C 回路 2 5 0 は表示制御回路 2 0 0 内ではなくホスト 1 内に設けられている。図 1 0 に示す C A B C 回路 2 5 0 およびタイミングジェネレータ 2 3 0 などの動作は、図 8 に示すものと基本的に同様である。ただし、C A B C 回路 2 5 0 による L E D 輝度に合わせたデータ変換については、ビデオモード R A M スルーの例と異なり、例えば、ホスト 1 から表示制御回路 2 0 0 に送信すべきデータ D A T に含まれるコマンドデータ C M のうちの、表示すべき画像に関するデータに相当する R A M ライト信号 R A M W に対して、ホスト 1 内の C A B C 回路 2 5 0 により行われる。

[0099] < 4. 2 効果 >

本実施形態によれば、C A B C 回路 2 5 0 がホスト 1 内に設けられた態様において、上記第 1 の実施形態と同様の効果を奏することができる。

[0100] < 5. その他 >

上記各実施形態では、表示すべき画像を、第 1 の画像としての明るい画像 X から第 2 の画像としての暗い画像 Y に切り替える例に挙げてしたが、本発明はこれに限定されるものではない。表示すべき画像を、第 1 の画像としての暗い画像 Y から第 2 の画像としての明るい画像 Y に切り替える場合についても、本発明を適用することができる。この場合、上記各実施形態と同様の効果を奏することができる。

- [0101] 上記各実施形態では、D S I規格に準拠したインターフェースを用いる態様を挙げて説明したが、その他の規格に準拠したインターフェースを用いてもよい。
- [0102] 上記第1の実施形態ではC A B C回路250がホスト1内に設けられた態様を例に挙げて説明し、上記第4の実施形態ではC A B C回路250がホスト1内に設けられた態様を例に挙げて説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。C A B C回路250は、ホスト1内および表示制御回路200内以外に設けられていても良い。なお、C A B C回路250が液晶表示装置2内かつ表示制御回路200外に設けられている場合、当該C A B C回路250および表示制御回路200が制御部として機能する。
- [0103] 上記第4の実施形態は、上記第2の実施形態また上記第3の実施形態と組み合わせて用いても良い。なお、上記第4の実施形態を上記第3の実施形態と組み合わせて用いる場合の、垂直表示期間の長さに応じた副遷移期間の長さの設定は例えば、タイミング制御信号C Sおよびレートデータなどの元となるコマンドデータC Mに相当するデータに応じて、ホスト1側でC A B C回路250が副遷移期間の長さを設定することにより行われる。
- [0104] その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で上記各実施形態を種々変形して実施することができる。
- [0105] 以上により、本発明によれば、休止駆動を行う場合でも表示品位の低下を抑制しつつ表示すべき画像に応じて光源の輝度を変更可能な表示装置、その表示装置を備える電子機器、およびその表示装置の駆動方法を提供することができる。

産業上の利用可能性

- [0106] 本発明は、休止駆動を行う表示装置、その表示装置を備える電子機器、およびその表示装置の駆動方法に適用することができる。

符号の説明

- [0107] 1…ホスト
2…液晶表示装置

1 0…液晶表示パネル
2 0…F P C
3 0…バックライトユニット駆動回路（光源駆動部）
4 0…バックライトユニット
1 0 0…表示部
1 1 0…画素形成部
1 1 1…T F T（薄膜トランジスタ）
2 0 0…表示制御回路
2 1 0…インターフェース部
2 1 1…D S I 受信部
2 2 0…コマンドレジスタ
2 2 1…N V M（不揮発性メモリ）
2 3 0…タイミングジェネレータ（リフレッシュレート制御部）
2 3 1…O S C（発振器）
2 4 0…ラッチ回路
2 5 0…C A B C 回路（輝度制御部）
2 6 0…内蔵電源回路
2 7 0…信号線用制御信号出力部
2 8 0…走査線用制御信号出力部
2 9 0…フレームメモリ（R A M）
3 0 0…信号線駆動回路
4 0 0…走査線駆動回路
S L…信号線
G L…走査線
R…リフレッシュ
N…非リフレッシュ

請求の範囲

- [請求項1] 複数の画素形成部を含む表示部と前記表示部に光を照射する光源とを備え、前記表示部の画面に表示すべき画像に応じて光源の輝度を変更可能な表示装置であって、
- 前記表示部を駆動する表示駆動部と、
- 前記光源を駆動する光源駆動部と、
- 外部から受け取るデータに基づいて前記表示駆動部を制御する制御部とを備え、
- 前記制御部は、
- 前記画面をリフレッシュするためのリフレッシュ期間と前記画面のリフレッシュを休止するための非リフレッシュ期間との割合によって決定されるリフレッシュレートを制御するリフレッシュレート制御部を含み、
- 前記表示すべき画像が第1の画像から第2の画像に段階的に変化する場合に前記表示すべき画像の変化に応じて前記光源の輝度が段階的に変化する遷移期間において、前記リフレッシュ期間の開始時点から当該リフレッシュ期間の直後のリフレッシュ期間の開始時点までの第1の期間の長さを、前記光源の輝度の各段階の第2の期間の長さ以下にするように構成されていることを特徴とする、表示装置。
- [請求項2] 前記制御部は、外部から受け取るデータに含まれる、前記表示すべき画像を示すデータに応じて前記光源の輝度を変更するための制御を行う輝度制御部をさらに含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] 前記リフレッシュレート制御部は、前記遷移期間における前記第1の期間が前記リフレッシュ期間からなるように前記リフレッシュレートを変更す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] 前記遷移期間における前記第1の期間は、前記リフレッシュ期間および前記非リフレッシュ期間からなることを特徴とする、請求項2に

記載の表示装置。

- [請求項5] 前記リフレッシュレート制御部は、前記遷移期間における前記第1の期間の長さを前記第2の期間の長さに応じて設定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] 前記輝度制御部は、前記遷移期間における前記第2の期間の長さを前記第1の期間の長さに応じて設定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7] 前記第2の期間の長さは前記第1の期間の長さの自然数倍であることを特徴とする、請求項1に記載の表示装置。
- [請求項8] 前記画素形成部は、前記表示部内の走査線に制御端子が接続され、前記表示部内の信号線に第1導通端子が接続され、前記表示すべき画像に応じた電圧が印加されるべき、前記表示部内の画素電極に第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、請求項1から7までのいずれか1項に記載の表示装置。
- [請求項9] 請求項1に記載の表示装置と、
前記表示すべき画像に応じて前記光源の輝度を変更するための制御を行う輝度制御部とを備えることを特徴とする、電子機器。
- [請求項10] 前記リフレッシュレート制御部は、前記遷移期間における前記第1の期間が前記リフレッシュ期間からなるように前記リフレッシュレートを変更することを特徴とする、請求項9に記載の電子機器。
- [請求項11] 前記遷移期間における前記第1の期間は、前記リフレッシュ期間および前記非リフレッシュ期間からなることを特徴とする、請求項9に記載の電子機器。
- [請求項12] 前記リフレッシュレート制御部は、前記遷移期間において、前記遷移期間における前記第1の期間の長さを前記第2の期間の長さに応じて設定することを特徴とする、請求項11に記載の電子機器。
- [請求項13] 前記輝度制御部は、前記遷移期間における前記第2の期間の長さを

前記第 1 の期間の長さに応じて設定することを特徴とする、請求項 1
1 に記載の電子機器。

[請求項14] 前記画素形成部は、前記表示部内の走査線に制御端子が接続され、
前記表示部内の信号線に第 1 導通端子が接続され、前記表示すべき画
像に応じた電圧が印加されるべき、前記表示部内の画素電極に第 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、請求項 9 から 13 までのいず
れか 1 項に記載の電子機器。

[請求項15] 複数の画素形成部を含む表示部と、前記表示部を駆動する表示駆動
部と、前記表示部に光を照射する光源と、前記光源を駆動する光源駆
動部と、外部から受け取るデータに基づいて前記表示駆動部を制御す
る制御部とを備える表示装置の駆動方法であって、

前記表示すべき画像が第 1 の画像から第 2 の画像に段階的に変化する
場合に前記表示すべき画像の変化に応じて前記光源の輝度が段階的
に変化する遷移期間において、前記画面をリフレッシュするためのリ
フレッシュ期間の開始時点から当該リフレッシュ期間の直後のリフレ
ッシュ期間の開始時点までの第 1 の期間の長さを、前記光源の輝度の
各段階の第 2 の期間の長さ以下にする遷移ステップを備え、

前記遷移ステップは、前記リフレッシュ期間と、前記画面のリフレ
ッシュを休止するための非リフレッシュ期間との割合によって決定さ
れるリフレッシュレートを制御するリフレッシュレート制御ステップ
を含むことを特徴とする、駆動方法。

[請求項16] 前記リフレッシュレート制御ステップでは、前記遷移期間における
前記第 1 の期間が前記リフレッシュ期間からなるように前記リフレ
ッシュレートが変更されることを特徴とする、請求項 15 に記載の駆動
方法。

[請求項17] 前記遷移期間における前記第 1 の期間は、前記リフレッシュ期間お
よび前記非リフレッシュ期間からなることを特徴とする、請求項 15

に記載の駆動方法。

- [請求項18] 前記リフレッシュレート制御ステップでは、前記遷移期間における前記第1の期間の長さが前記第2の期間の長さに応じて設定されることを特徴とする、請求項17に記載の駆動方法。
- [請求項19] 前記遷移ステップでは、前記遷移期間における前記第2の期間の長さが前記第1の期間の長さに応じて設定されることを特徴とする、請求項17に記載の駆動方法。
- [請求項20] 前記遷移ステップでは、前記第2の期間の長さは、前記第1の期間の長さの自然数倍に設定されることを特徴とする、請求項15に記載の駆動方法。