

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4064400号
(P4064400)

(45) 発行日 平成20年3月19日(2008.3.19)

(24) 登録日 平成20年1月11日(2008.1.11)

(51) Int.Cl.	F I
G09G 3/30 (2006.01)	G09G 3/30 J
G09G 3/20 (2006.01)	G09G 3/30 K
HO1L 51/50 (2006.01)	G09G 3/20 611A
	G09G 3/20 612F
	G09G 3/20 623R
請求項の数 15 (全 24 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2004-514051 (P2004-514051)
 (86) (22) 出願日 平成15年6月12日(2003.6.12)
 (65) 公表番号 特表2005-530203 (P2005-530203A)
 (43) 公表日 平成17年10月6日(2005.10.6)
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2003/002550
 (87) 国際公開番号 W02003/107318
 (87) 国際公開日 平成15年12月24日(2003.12.24)
 審査請求日 平成18年6月8日(2006.6.8)
 (31) 優先権主張番号 0213989.7
 (32) 優先日 平成14年6月18日(2002.6.18)
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)

(73) 特許権者 597063048
 ケンブリッジ ディスプレイ テクノロジ
 ー リミテッド
 イギリス・ケンブリッジシャー・CB23
 ・6DW・キャンボーン・キャンボーン・
 ビジネス・パーク・(番地なし)・ビルデ
 イング・2020
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100089037
 弁理士 渡邊 隆
 (74) 代理人 100108453
 弁理士 村山 靖彦
 (74) 代理人 100110364
 弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 定電流源を使用した、エレクトロルミネセントディスプレイ用のディスプレイドライバ回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エレクトロルミネセントディスプレイ用のディスプレイドライバを制御するディスプレ
 イドライバ制御回路であって、

前記エレクトロルミネセントディスプレイは、

少なくとも1つのエレクトロルミネセントディスプレイ素子と、

該エレクトロルミネセントディスプレイ素子に接続された駆動ラインと

を備え、

前記ディスプレイドライバは、

前記駆動ラインに、実質的に一定の電流を供給する少なくとも1つの定電流源と、

該定電流源に電源電圧を供給する電源と

を備え、

前記ディスプレイドライバ制御回路は、

前記駆動ライン上に現れる駆動電圧を感知するための駆動電圧センサと、

該駆動電圧センサに結合されていて、前記感知された駆動電圧に応じて、前記電源が供
 給する電源電圧を制御する電圧コントローラと

を備え、

前記電圧コントローラは、前記電源が供給する電源電圧を所定量だけ変化させ、このと
 きの駆動電圧の変動を前記駆動電圧センサによって読み取り、変動が所定のしきい値以下
 の場合には、前記電源電圧を下げ、変動が所定のしきい値より大きい場合には、前記電源

電圧を上げる

ことを特徴とするディスプレイドライバ制御回路。

【請求項2】

エレクトロルミネセントディスプレイ用のディスプレイドライバを制御するディスプレイドライバ制御回路であって、

前記エレクトロルミネセントディスプレイは、

複数のエレクトロルミネセントディスプレイ素子と、

該エレクトロルミネセントディスプレイ素子に接続された複数の駆動ラインとを備え、

前記ディスプレイドライバは、

前記複数の駆動ラインに、同時に、実質的に一定の電流を供給する複数の定電流源と、

該定電流源に電源電圧を供給する電源と

を備え、

前記ディスプレイドライバ制御回路は、

前記複数の駆動ライン上に現れる複数の駆動電圧を検知するための駆動電圧センサと、

該駆動電圧センサに結合されていて、前記感知された複数の駆動電圧のうちの最大駆動電圧を判別し、この最大駆動電圧に応じて、前記電源が供給する電源電圧を制御する電圧コントローラと

を備え、

前記電圧コントローラは、前記電源が供給する電源電圧を所定量だけ変化させ、このときの最大駆動電圧の変動を前記駆動電圧センサによって読み取り、変動が所定のしきい値以下の場合には、前記電源電圧を下げ、変動が所定のしきい値より大きい場合には、前記電源電圧を上げる

ことを特徴とするディスプレイドライバ制御回路。

【請求項3】

前記ディスプレイは、パッシブマトリックス型ディスプレイを含み、前記電圧コントローラは、前記電源電圧をフレーム毎に制御するように構成される請求項2に記載のディスプレイドライバ制御回路。

【請求項4】

前記エレクトロルミネセントディスプレイ素子は、有機発光ダイオードを含む請求項1から3のいずれか一項に記載のディスプレイドライバ制御回路。

【請求項5】

請求項1から4のいずれか一項に記載のディスプレイドライバ制御回路を含むディスプレイドライバ。

【請求項6】

エレクトロルミネセントディスプレイ用のディスプレイドライバを制御するディスプレイドライバ制御方法であって、

前記エレクトロルミネセントディスプレイは、

少なくとも1つのエレクトロルミネセントディスプレイ素子と、

該エレクトロルミネセントディスプレイ素子に接続された駆動ラインとを備え、

前記ディスプレイドライバは、

前記駆動ラインに、実質的に一定の電流を供給する少なくとも1つの定電流源と、

該定電流源に電源電圧を供給する電源と

を備え、

前記ディスプレイドライバ制御方法は、

前記駆動ライン上に現れる駆動電圧を検知するステップと、

前記感知された駆動電圧に応じて、前記電源が供給する電源電圧を制御するステップとを有していて、

前記電源電圧を制御するステップでは、前記電源電圧を所定量だけ変化させ、このとき

10

20

30

40

50

の駆動電圧の変動を読み取り、変動が所定のしきい値以下の場合には、前記電源電圧を下げ、変動が所定のしきい値より大きい場合には、前記電源電圧を上げることを特徴とするディスプレイドライバ制御方法。

【請求項 7】

エレクトロルミネセントディスプレイ用のディスプレイドライバを制御するディスプレイドライバ制御方法であって、

前記エレクトロルミネセントディスプレイは、

複数のエレクトロルミネセントディスプレイ素子と、

該エレクトロルミネセントディスプレイ素子に接続された複数の駆動ラインとを備え、

前記ディスプレイドライバは、

前記複数の駆動ラインに、同時に、実質的に一定の電流を供給する複数の定電流源と、

該定電流源に電源電圧を供給する電源とを備え、

前記ディスプレイドライバ制御方法は、

前記複数の駆動ライン上に現れる複数の駆動電圧を感知するステップと、

前記感知された複数の駆動電圧のうちの最大駆動電圧を判別し、この最大駆動電圧に応じて、前記電源電圧を制御するステップとを有していて、

前記電源電圧を制御するステップでは、前記電源電圧を所定量だけ変化させ、このときの最大駆動電圧の変動を読み取り、変動が所定のしきい値以下の場合には、前記電源電圧を下げ、変動が所定のしきい値より大きい場合には、前記電源電圧を上げることを特徴とするディスプレイドライバ制御方法。

【請求項 8】

前記実質的に一定の電流を供給する定電流源は、1つの電流ソースを含む請求項 6 または 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記実質的に一定の電流を供給する定電流源は、1つの電流シンクを含む請求項 6 または 7 に記載の方法。

【請求項 10】

エレクトロルミネセントディスプレイ用のディスプレイドライバを制御するディスプレイドライバ制御方法であって、

前記エレクトロルミネセントディスプレイは、

複数のエレクトロルミネセントディスプレイ素子と、

該エレクトロルミネセントディスプレイ素子に接続された複数の行ラインおよび列駆動ラインとを備え、

前記ディスプレイドライバは、

前記複数の列駆動ラインに、同時に、実質的に一定の電流を供給する複数の定電流源と

、該定電流源に電源電圧を供給する電源とを備え、

前記ディスプレイドライバ制御方法は、

前記複数の列駆動ライン上に現れる複数の駆動電圧を感知するステップと、

前記感知された複数の駆動電圧のうちの最大駆動電圧を判別し、この最大駆動電圧に応じて、前記電源電圧を制御するステップとを有していて、

前記電源電圧を制御するステップでは、前記電源電圧を所定量だけ変化させ、このときの最大駆動電圧の変動を読み取り、変動が所定のしきい値以下の場合には、前記電源電圧を下げ、変動が所定のしきい値より大きい場合には、前記電源電圧を上げる

10

20

30

40

50

ことを特徴とするディスプレイドライバ制御方法。

【請求項 1 1】

前記感知し制御するステップは、行毎に実行される請求項 1 0 に記載の方法。

【請求項 1 2】

前記感知し制御するステップは、フレーム毎に実行される請求項 1 0 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記エレクトロルミネセントディスプレイ素子は、有機発光ダイオードを含む請求項 6 から 1 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 4】

請求項 6 から 1 3 のいずれか一項に記載の方法を実現するためのプロセッサ制御コードを搬送するキャリア。

10

【請求項 1 5】

請求項 6 から 1 3 のいずれか一項に記載の方法を実現するように構成されたディスプレイドライバ回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、一般に、電気光学ディスプレイ用のディスプレイドライバ回路に関するものであり、より具体的には、有機発光ダイオードディスプレイ、特にパッシブマトリックスディスプレイをより高い効率で駆動するための回路および方法に関するものである。

20

【背景技術】

【0 0 0 2】

有機発光ダイオード(OLED)は、電気光学ディスプレイの特に都合のよい形態を持つ。明るく、カラフルであり、スイッチングが高速であり、視角が広く、さらに、さまざまな基板上に簡単かつ安価に作製できる。有機LEDは、使用する材料に応じて、ポリマーまたは低分子(small molecule)を使用して、さまざまな色で(または多色ディスプレイで)作製することができる。ポリマーベースの有機LEDの実施例については、WO90/13148、WO95/06400、およびWO99/48160で説明されており、いわゆる低分子ベースのデバイスの実施例はUS4,539,507で説明されている。

【0 0 0 3】

30

代表的な有機LEDの基本構造100が図1aに示されている。ガラスまたはプラスチック基板102は、正孔輸送層106、エレクトロルミネセント層108、およびカソード110が蒸着されている、例えば、インジウムスズ酸化物(ITO)を含む、透明アノード層104を支えている。エレクトロルミネセント層108は、例えば、PPV (ポリ(p-フェニレンビニレン))を含むことができ、アノード層104およびエレクトロルミネセント層108の正孔エネルギーレベルの整合を助ける正孔輸送層106は、例えば、PEDOT:PSS (ポリスチレンスルホン酸をドーブしたポリエチレンジオキシチオフェン)を含むことができる。カソード層110は、通常、カルシウムなどの低仕事関数金属を含み、電子エネルギーレベルの整合性を改善するためにアルミニウムの層などのエレクトロルミネセント層108に直接隣接した追加層を備えることができる。それぞれアノードとカソードへのコンタクトワイヤ114および116は、電源118に

40

【0 0 0 4】

図1aに示されている実施例では、放出された光120は透明アノード104および基板102を透過し、該デバイスは「ボトムエミッタ」と呼ばれる。カソードに光を通すデバイスは、例えば、カソードが実質的に透明になるようにカソード層110を約50~100nm未満の厚さに保つことにより構成することもできる。

【0 0 0 5】

有機LEDを基板上に蒸着し複数のピクセルからなるマトリクスにすることにより、単色または多色ピクセル表示を形成することができる。多色表示は、赤色、緑色、および青色の発光ピクセルのグループを使用して構成することができる。このようなディスプレイ

50

では、個々の素子は、一般的に、複数の行(row) (または列(column)) ラインを活性化してピクセルを選択するという形でアドレス指定され、複数のピクセルからなる行(または列)に書き込みが行われ、表示が行われる。いわゆるアクティブマトリックス型ディスプレイは、各ピクセルに関連付けられているメモリ素子、通常、蓄積キャパシタおよびトランジスタを備えるが、パッシブマトリックス型ディスプレイは、そのようなメモリ素子は持たず、その代わりにいくぶんテレビ画像に似た方法で繰り返し走査され、安定したイメージの印象を与える。

【 0 0 0 6 】

図1bは、図1のと類似の要素は類似の番号で示されているパッシブマトリックス型OLEDディスプレイ150の断面を示している。パッシブマトリックス型ディスプレイ150では、エレクトロルミネセント層108は、複数のピクセル152を含み、カソード層110は、複数の相互に電氣的に絶縁されている導電性ライン154を含み、これらは図1bのページに続いており、それぞれ関連する接点156を持つ。同様に、ITOアノード層104も、複数のアノードライン158を含み、そのうち1本のみが図1bに示されており、カソードラインに直角に続いている。さらに接点(図1bには示されていない)が、アノードライン毎に用意されている。カソードラインおよびアノードラインの交差点にあるエレクトロルミネセントピクセル152は、関連するアノードラインとカソードラインとの間にある電圧を印加することによりアドレス指定できる。

【 0 0 0 7 】

そこで図2aを参照すると、これは、図1bに示されているタイプのパッシブマトリックス型OLEDディスプレイ150の駆動配置を概念的に示している。複数の定電流源200が用意されており、それぞれ電源ライン202および複数の列ライン204のうちの1つに接続されているが、分かりやすくするためそのうち1本のみが示されている。さらに、複数の行ライン206(そのうち1本のみが示されている)が用意され、それぞれ、切り換え接続部210によりグラウンドライン208に選択的に接続できる。図に示されているように、正の電源電圧がライン202にかかっており、列ライン204はアノード接続部158を含み、行ライン206はカソード接続部154を含むが、それらの接続部は、電源ライン202が負であった場合、グラウンドライン208に関して反転される。

【 0 0 0 8 】

例示されているように、ディスプレイのピクセル212は、電力が加えられたことで点灯している。イメージを形成するために、行に対する接続210は行全体のアドレス指定が終わるまで列ラインのそれぞれが順繰りに活性化されると保持され、その後次の行が選択され、このプロセスが繰り返される。それとは別に、行が選択されてすべての列が並列に書き込まれる、つまり行が選択されて駆動電流が列ラインのそれぞれに同時に送られ、所望の輝度で1つの行内の各ピクセルを同時に点灯させることもできる。後者の配置ではさらに多くの列ドライバ回路が必要になるが、各ピクセルのリフレッシュを高速化できるため好ましい。他の代替え配置では、列内の各ピクセルが順繰りにアドレス指定された後、次の列のアドレス指定が行われるが、これは、後述のようになかんとく列の静電容量が作用するため好ましくない。図2aの配置では、列ドライバ回路の機能と行ドライバ回路の機能とを入れ替えられることは理解されるであろう。

【 0 0 0 9 】

OLEDを電圧制御ではなく電流制御で駆動するのがふつうであるが、それは、OLEDの輝度はそれを流れる電流により決定され、これが出力される光子の個数を決定するからである。電圧制御構成では、輝度は、表示面積ならびに時間、温度、使用期間によって変わり、そのため、与えられた電圧により駆動されたときにピクセルがどれだけ明るいかを予測することは困難である。カラー表示では、色表現の精度も影響を受けることがある。

【 0 0 1 0 】

図2bから2dでは、それぞれ、ピクセルに適用される電流駆動220、ピクセルにかかる電圧222、およびピクセルがアドレス指定されるときに時間226によるピクセルからの光出力224を例示している。ピクセルを含む行がアドレス指定され、点線228により示されている

10

20

30

40

50

時刻に、電流がそのピクセルに対する列ライン上に駆動される。列ライン(およびピクセル)は、関連する静電容量を持ち、したがって、電圧は徐々に、最大値230まで上昇する。このピクセルは、点232に到達するまで発光を開始せず、そこで、ピクセルにかかる電圧はOLEDダイオード電圧降下よりも大きい。同様に、駆動電流が時刻234でオフにされると、電圧および光出力は列静電容量が放出されるにつれ徐々に下がる。行内のピクセルがすべて同時に書き込まれると、つまり、列が並列に駆動されると、時刻228から234までの時間間隔はライン走査期間に対応する。

【0011】

多くのアプリケーションが、個々のピクセルの見かけの輝度が単純にオンまたはオフにセットされるのではなく可変であるグレースケールタイプの表示を行えることが望ましいが、それは決して本質的ではない。ここで「グレースケール」とは、ピクセルが白色であろうとカラーであろうと関係なくそのような可変輝度表示のことである。

【0012】

ピクセルの輝度を変化させる従来の方法では、パルス幅変調(PWM)を使用してピクセルを正確な時間で変化させる。上の図2bに関して、見かけのピクセル輝度は、駆動電流が加えられる時刻228から234の間隔のパーセンテージを変化させることにより変えることができる。PWM方式では、ピクセルは完全にオンであるか、または完全にオフのいずれかであるが、ピクセルの見かけの輝度は、時間積分は観察者の目の届く範囲内であるため変化する。

【0013】

パルス幅変調方式は、よい線形輝度応答を示すが、遅延ピクセルターンオンに関連する効果を克服するためには、一般的に、駆動電流波形の前縁236で再充電電流パルス(図2bには示されていない)を使用し、ときには、波形の後縁238で放電パルスを使用する。その結果、列静電容量の充電(および放電)が、このタイプの輝度制御機能を組み込むディスプレイ内の全消費電力のおおよそ半分を占めることがある。出願人側でディスプレイとドライバとの組合せの電力消費に寄与すると識別している他の重要な要因には、OLED自体の中の損失(OLEDの効率の関数)、行ラインおよび列ラインの抵抗性損失、および実用回路において重要なものとして、後述のように制限された電流ドライバのコンプライアンスの効果がある。

【0014】

図3は、パッシブマトリックス型OLEDディスプレイ用の汎用ドライバ回路の概略図300を示している。OLEDディスプレイは、点線302で示されており、それぞれ対応する行電極接点306を持つ複数のn本の行ライン304および対応する複数の列電極接点310を持つ複数のm本の列ライン308を含む。OLEDは、例示されている配置では列ラインに接続されているアノードとともに、行ラインおよび列ラインのそれぞれのペアの間に接続される。yドライバ314は、定電流で列ライン308を駆動し、xドライバ316は、選択的にグラウンドに接続される、行ライン304を駆動する。yドライバ314およびxドライバ316は、通常、両方ともプロセッサ318の制御の下にある。電源320は、回路に電力を供給し、特にyドライバ314に電力を供給する。

【0015】

OLEDディスプレイドライバの具体的実施例は、US 6,014,119、US 6,201,520、US 6,332,661、EP 1,079,361A、およびEP 1,091,339Aで説明されており、OLEDディスプレイドライバの集積回路は、米国マサチューセッツ州ベバリーのClare Micronix of Clare, Inc.社によっても販売されている。Clare Micronixドライバは、電流制御駆動を行い、従来のPWM方式を使用してグレースケール表示を実現している。US 6,014,119では、パルス幅変調を使用して輝度を制御するドライバ回路を説明している。US 6,201,520では、それぞれの列ドライバが定電流源を備え、デジタル(オン/オフ)ピクセル制御を行うドライバ回路を説明している。US 6,332,661では、基準電流源により複数の列に対する定電流ドライバの電流出力が設定されるピクセルドライバ回路を説明しているが、ここでもまた、この配置は、可変輝度表示には適当でなく、EP 1,079,361AおよびEP 1,091,339Aは両方とも、電流

10

20

30

40

50

駆動ではなく電圧駆動が使用されている有機エレクトロルミネセントディスプレイ素子用の類似のドライバについて説明している。

【 0 0 1 6 】

一般に、特にグレースケール表示機能を保持しつつディスプレイとドライバとの組合せの消費電力を下げるのが望ましい。さらに、ディスプレイとドライバとの組合せに必要な最大電源電圧も下げるのが望ましい。

【 0 0 1 7 】

液晶ディスプレイ(LCD)の消費電力を下げる従来技術の手法は、US 6,323,849およびEP 0 811 866Aで説明されている。US 6,323,849では、制御回路でディスプレイドライバを制御し有用な情報を表示しない表示の一部をオフにする部分表示モードを備えるLCDディスプレイを説明している。LCDモジュールが部分表示モードの場合、同じフレームリフレッシュ速度を維持したままライン周波数を下げられる場合があり、同じ電荷量を発生するのに少ない電圧で済む。しかし、ユーザは、表示のどの部分を使用するかを予め決定しておかなければならず、通常、表示が行われるデバイス内に制御用の機能およびソフトウェアを付加する必要がある。EP 0 811 866Aでは、より柔軟な駆動配置を備えているにもかかわらず、類似の手法について説明している。ユーザ実装をより透過的なものにする改善された低消費電力のディスプレイドライバが、出願人の英国同時係属特許出願番号0209502.4で説明されている。

【 0 0 1 8 】

US 4,823,121では、1ラインのイメージデータ内のELパネルのスポット照明を表すHIGHレベル信号が存在していないことを検出し、それに対する応答として、4つの回路(再充電回路、プルアップ回路、ライトイン回路、ソース回路)が活性化されるのを防ぐエレクトロルミネセント(EL)パネル駆動システムを説明している。しかし、この手法により実現される節電は、エレクトロルミネセントパネルのタイプに対する駆動配置に特有のものであり、容易に一般化できない。さらに、節約は比較的控えめである。

【 0 0 1 9 】

図4aは、OLEDの典型的な光度-電圧曲線400を示しており、これは、すぐわかるように、非線形であり、OLEDターンオン電圧(通常、1.5V~2V)に対応する死角を示す。高い電圧ではなく低い電圧でOLEDディスプレイを動作させることが望ましいが、それは、デバイスの効率(エネルギー入力に関する光出力)を高め、減衰率を下げるからである。抵抗性損失も下がり、イメージデータが変化している場合は、容量性損失(電圧の平方に依存する)も下がる。

【 0 0 2 0 】

図4bは、OLEDの光度-電流曲線402を示しており、曲線400とは対照的に、ほぼ直線的である。

【 0 0 2 1 】

図4cは、図3のディスプレイ302などのパッシブマトリックス型OLEDディスプレイの1つの列ラインに対する電流ドライバ402の概略を示している。通常、そのような複数の電流ドライバは、複数のパッシブマトリックス型ディスプレイの列電極を駆動する図3のyドライバ314などの列ドライバ集積回路内に装備される。

【 0 0 2 2 】

電流ドライバ402の特に有利な形態が、出願人の「Display Driver Circuits」という表題の英国特許出願番号0126120.5で説明されている。図4cの電流ドライバ402は、この回路の主要な特徴の概略を示しており、エミッタ端子が電源ライン404の電源電圧 V_S に実質的に直接接続されているバイポーラトランジスタ416を組み込んでいる電流ドライバブロック406を備える。(これは、必ずしも、エミッタ端子が最も直接的なルートでドライバの電源ラインまたは端子に接続されることを要求しているわけではなく、むしろ、エミッタと電源レールとの間のドライバ回路内のトラックまたは接続部の固有抵抗を別にして、介在コンポーネントがないのが好ましいとしている。)列ドライバ出力408は、OLED 412を電流駆動し、これはさらに、通常は行ドライバMOSスイッチ(図4cには示されていない)を介し

10

20

30

40

50

てグラウンド接続414を持つ。電流ドライバブロック406に電流制御入力410が用意されており、説明のため、実際には電流ミラー配置が好ましいのであるが、トランジスタ416のベースに接続されている様子が示されている。電源制御ライン410上の信号は、電圧または電流信号のいずれかを含み、これは、インターフェイスを簡単にするためデジタル/アナログコンバータ(図4cには示されていない)から供給される。

【0023】

電流源では、実質的に一定の電流を接続先の負荷に送ろうとするが、出力電圧が電源電圧に近づくにつれある点に至り、そこではこれはもはや可能ではないことを理解されよう。電流源がほぼ一定の電流を負荷に供給する電圧範囲は、電流源のコンプライアンスと呼ばれる。コンプライアンスは、 $(V_S - V_O)$ で特徴付けられるが、ただし、 V_S は電源電圧であり、 V_O は、 $V_S - V_O$ が小さい場合にコンプライアンスは高い、またその逆も成り立つという点でほぼ電流源の最大出力電圧である。(本明細書では、便宜上、1つまたは複数の電流源を参照するが、これらは電流シンクまたはシンクで置き換えられる)。

10

【0024】

図4cの配置は、(任意選択で可変の)電流源は、コンプライアンスが高い、つまり、 $V_S - V_O$ の値が低い場合有用である。電流ドライバのコンプライアンスが低いほど(つまり、 $V_S - V_O$ が大きいほど)、ドライバのコンプライアンスが制限されるため電力損失が大きい。ドライバ回路のコンプライアンスが低いほど、所望の最大ピクセル輝度を得るために電流ドライバに供給される電源電圧を大きくしなければならず、したがって、電力損失が大きくなる。これは、特に、ピクセル輝度が、例えば、パルス幅変調ではなく、駆動電流を変化させることにより変えられる場合に当てはまる。

20

【0025】

すでに説明されているように、電流制御は、図4aに示されている光-電圧曲線の非線形性を克服するのに役立つのでOLEDの電圧制御よりも好ましく、OLEDの光-電流曲線は実質的に線形である。図4dは、制御可能な定電流源から駆動される有機LEDディスプレイ素子に対する電源から取り出される電流と電源電圧とのグラフ420を示している。この曲線は、「死角」となる初期領域を持ち、そこでは、順方向電圧がOLEDをオンにできる十分な高さになるまで電流は実質的にいっさい流れない。続いて、非線形領域422の後に、点線426で示される電圧よりも高い曲線の実質的に平坦な部分424が続き、一般に「S」字曲線を描く。直線426で示される電圧では、電源電圧は電流源のコンプライアンス限界を超えない十分な高さである。つまり、点線426で示されている電圧は、供給が制御される電流で定電流源が正常な挙動を示すようにするために必要な最低電圧である。

30

【0026】

グラフ420の曲線の領域424で電源出力電圧を高くしても単に、過剰な、無駄な電力損失が増えるだけであったことがわかり、したがって、この無駄な電力を最小限に抑えるために点線426により示されているコンプライアンス限界でまたはその付近で動作するのが好ましい。しかし、このコンプライアンス限界に対する電源電圧は、ディスプレイの寿命、ディスプレイの温度、および可変電流駆動が採用されている場合は、定電流源により供給されている電流を含むさまざまな要因に依存する。例えば、OLEDが一定の輝度の場合(つまり、実質的に一定の駆動電流)、OLEDにかかる電圧は、温度が上昇するにつれ低下し、逆もまた同様である。こうした理由から、一般的には大きなオーバーヘッドを電源電圧に作り込み、ディスプレイとそのドライバとの組合せが所望の仕様に従って、一定の温度範囲にわたり、動作可能であることを保証する。この結果、指定された温度範囲の大部分および/または最大輝度以下で、駆動されるドライバは最大効率よりも著しく低い効率で動作する可能性がある。

40

【特許文献1】W090/13148

【特許文献2】W095/06400

【特許文献3】W099/48160

【特許文献4】US4,539,507

【特許文献5】US 6,014,119

50

【特許文献 6】US 6,201,520

【特許文献 7】US 6,332,661

【特許文献 8】EP 1,079,361A

【特許文献 9】EP 1,091,339A

【特許文献 10】US 6,323,849

【特許文献 11】EP 0 811 866A

【特許文献 12】英国特許出願番号0209502.4

【特許文献 13】英国特許出願番号0126120.5

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0027】

出願人は、発光型ディスプレイ技術、とりわけ、有機発光ダイオードベースのディスプレイでは、ディスプレイの駆動電圧を感知し、ディスプレイ用の定電流ドライバへの電源を制御することにより、著しい節電を実現できることを認識している。出願人は、定電流ドライバがコンプライアンス限界でまたはその付近で動作するように電源を制御することにより特に著しい節電を行えることを認識している。

【課題を解決するための手段】

【0028】

そこで、本発明の第1の態様では、エレクトロルミネセントディスプレイ用のディスプレイドライバを制御するディスプレイドライバ制御回路を提供し、ディスプレイは少なくとも1つのエレクトロルミネセントディスプレイ素子を備え、ドライバはディスプレイ素子を駆動するための少なくとも1つの実質的に一定の定電流源を含み、制御回路は前記定電流源により電流が安定化される第1のライン上の電圧を感知するための駆動電圧センサを備え、電圧コントローラは前記感知された電圧に対する応答として前記定電流源用の電源の電圧を制御するために前記駆動電圧センサに結合され、前記ディスプレイドライバの効率を高めるため前記電源電圧を制御するように構成されている。

20

【0029】

定電流源により電流が安定化されるライン上の電圧に対する応答として電流ソースまたは電流シンクのいずれでもよい少なくとも1つの定電流源への電源電圧を制御することにより、温度、ディスプレイの寿命、および電流駆動変化などの外部要因として自動的に電源電圧を変化させ、ディスプレイドライバのより効率的な動作、より具体的には、同じ認知されたレベルの輝度に対するディスプレイとドライバとの組合せの消費電力の低減を実現できる。したがって、電源電圧は、安定化された電流を供給するために定電流源で必要としている電圧よりも高い場合には下げ、好ましくはさらに、電源電圧が不十分な場合には高めることができる。ディスプレイドライバ制御回路は、その効率を高めるために既存のディスプレイドライバ回路に合わせて改造することができ、その場合、駆動電圧センサは、ドライバの外部駆動ラインを感知するように配置することができるが、他の実施形態では、制御回路をドライバ回路の他の部品とともに集積化し、第1のラインをドライバの「内部」ラインとすることができる。同様に、(電力)電源にドライバまたは制御回路の一部を含めるか、または別の制御可能モジュールにより電力を供給することができる。定電流源は、例えば、色に対するピクセル輝度を変えられる調整可能または制御可能な定電流源を含むか、または実質的に固定された電流ソースまたはシンクを、例えば、ピクセル輝度がパルス幅変調(PWM)で変えられる場合、またはピクセル輝度が固定されているディスプレイに備えることができる。

30

40

【0030】

電圧コントローラは、定電流源への電源電圧を下げて電流源から吐き出されるまたは電流源に吸い込まれる安定化電流が実質的に減らない場合、かつ/または定電流源への電源電圧を下げて定電流源により駆動されるディスプレイ素子の認知されている輝度が実質的に変化しない場合に、定電流源への電源電圧を下げるように構成するのが好ましい。大まかに言うと、要するに、電圧コントローラで電源を制御し、電流源がコンプライアンス

50

スの限界以下で動作している場合に定電流源への供給電圧を下げられるということである。電圧コントローラは、電源電圧を制御することにより定電流源がコンプライアンス限界の付近で動作するように構成されるのが好ましい。一般に、コンプライアンス限界よりも少し上または少し下のいずれかで動作することは、困難な制限ではありえず、満足な結果が得られ、いくつかの実施形態では、電源電圧をときどきコンプライアンス限界の上側または下側に設定できる、またはそうすることを要求するフィードバックメカニズムを使って電源電圧を制御できる。しかし、電源電圧は、制御回路の目的のために、電源電圧制御によるピクセル輝度の変動が通常の動作状態の下では人間の観察者からは認識することが困難であるというコンプライアンス限界に十分近い近似を表す電圧に実質的に保持されるように制御されるのが好ましい。制御回路は、これからわかるように、例えば、図4dに示されているものなどのグラフを検査することにより決定される実際のコンプライアンス限界と呼ばれるものと正確に対応している必要はないそのようなコンプライアンス限界を決定する手段を備えるのが好ましい(ある程度理想化したもの)。

10

【0031】

制御回路は、さらに、定電流源への電源電圧を感知するための電源電圧センサを備え、いくつかの実施形態では、同じセンサを電流源の出力(44シンク)に現れる電圧と電流源への電源の入力に現れる電圧の両方を感知するために使用することができる。次に、電圧コントローラは、電源電圧と第1のラインの駆動電圧との差を判別し、定電流源がコンプライアンス限界付近で動作しているかどうかを判別しやすくする手段を備えることができる。制御回路は、単一の定電流源のみを備えるディスプレイドライバとともに採用することができるが、ディスプレイドライバは、パッシブマトリックス型ディスプレイの行内のディスプレイ素子など、複数の対応するディスプレイ素子を同時に駆動するための複数の定電流源を備えると都合がよい。次に、制御回路では、定電流源の1つの出力に現れる最高電圧を判別し、この最高感知電圧に対する応答として電源電圧を制御する。この最高電圧で駆動されるディスプレイ素子またはピクセルは、大まかに言うと、どの時点においても、最高輝度を持つもののうちでピクセルに対する最も不効率なディスプレイ素子である。同時駆動されるディスプレイ素子はピクセル化された表示の行内のディスプレイ素子を含む場合、電源電圧は、その行を駆動する電流源の最高電圧に基づいて制御され、実際には、行毎に電源電圧を制御することができる。それとは別に、ピクセル化パッシブマトリックス型ディスプレイの場合には通例のことであるが、行が順次駆動される場合、最高電圧はディスプレイのすべての行の最高電圧であってよい、つまり、表示されるフレームの最高電圧であり、電源電圧はフレーム毎に制御することができる。この選択が利用可能なのは、ピクセル化パッシブマトリックス型ディスプレイが一般的には一度に1つの行しか駆動されないが、行のリフレッシュ速度が速いため人間の観察者には統一された表示を与えているように見えるからである。したがって、電源電圧は、これにより駆動されている特定の行の最高駆動電圧によりピクセルの安定化電流またはピクセル輝度が低下しない場合に、下げることができる。そのため、ディスプレイの各行がその特定の行内のピクセルの必要条件(つまり、輝度、効率など)に応じて駆動されるときに電源電圧を変更できる。この方法により節電能力を改善できる可能性があることがわかるであろう。ここでもまた、電源電圧は、電源電圧と最高決定駆動ライン電圧との差に対する応答として、または電源電圧と駆動ライン感知電圧との最小の差に対する応答として感知し制御することができるが、これらの差は数学的には同値である。

20

30

40

【0032】

ディスプレイは、小分子またはポリマーベースの有機発光ダイオード(OLED)ディスプレイなどのパッシブ型エレクトロルミネセントディスプレイであるのが好ましい。ディスプレイドライバ制御回路は、パッシブマトリックス型ディスプレイの行および/または列ドライバも組み込むことができる集積回路の回路の一部とすることができる。当業者であれば、数ラインのピクセルまたはディスプレイ素子を行および列として表すことは、本質的に、任意であること、またパッシブマトリックス型ディスプレイでは、マトリックスは矩形である必要はないことを理解するであろう。当業者であれば、さらに、制御回路は固定

50

または可変定電流源とともに使用できることも理解するであろう。定電流源用の電源は、スイッチモード電源などの電圧コンバータタイプであるのが好ましく、この場合、電源効率に実質的な影響を及ぼすことなく電源電圧を下げられる。スイッチモード電源が採用されている場合、これは比較的高いスイッチング周波数、例えば、1MHzを超える周波数を持つのが好ましく、これにより電源電圧の急速な変化が容易になる。

【0033】

電流ドライバのコンプライアンスが低いほど(つまり、 $V_S - V_O$ が大きいほど)、ドライバのコンプライアンスが制限されるため電力損失が大きい。したがって、コンプライアンスの高い定電流源またはドライバは、電源出力電圧を低くできるため、このような定電流源またはドライバを採用するのが好ましい。したがって、ディスプレイ用の定電流源は、少なくとも1つのバイポーラトランジスタをディスプレイへの電流駆動出力と直列に入れるのが好ましく、このトランジスタのエミッタ端子は、電源入力または接続部に実質的に直接に接続され、コレクタ端子は電極ドライバ出力に結合されるのが好ましい。エミッタ端子と電源接続部との間の電圧降下は、トランジスタの V_{be} の予想統計的変動よりも小さい、つまり、通常100mV未満、おそらくは50mV未満であるのが好ましい。

10

【0034】

制御可能電流源は、電流ミラーを備えるのが好ましく、これにより V_O は、通常、供給電圧の0.5V未満の範囲、ときには供給電圧の0.1Vの範囲内に近づく。電流ミラー回路は実際には複数のドライバ回路、例えば複数のディスプレイ列電極間で共有できるため、ドライバ回路毎にバイポーラトランジスタのペアを用意する必要はない(いくつかの実施形態では好ましい場合がある)。電流ミラーは、有限の出力インピーダンスを持つため、出力電流は、出力コンプライアンス範囲にわたって最大25%まで変化しうる(大まかに言うと、 V_{be} は与えられた駆動電流に対するコレクタ電圧とともにわずかに変動するからである)。この効果は、Wilson電流ミラーを採用することにより低減できるが、コンプライアンスは低下する。

20

【0035】

上述のディスプレイドライバ制御回路の機能は、ディスクリートコンポーネントおよび/または集積回路を使用して、またはシリコン、あるいはASIC(特定用途向け集積回路)またはFPGA(フィールドプログラマブルゲートアレイ)で、あるいは適切なプロセッサ制御コードによる専用プロセッサを使って実装することができる。

30

【0036】

本発明の他の態様により、エレクトロルミネセントディスプレイを駆動するディスプレイドライバの消費電力を低減する方法が提供され、ディスプレイは少なくとも1つのエレクトロルミネセントディスプレイ素子を備え、ドライバはディスプレイ素子を駆動するための少なくとも1つの実質的に一定の定電流源を含み、前記定電流源の電源電圧で電力を供給するための電源を備え、前記方法、定電流源に結合されている第1のライン上の電圧を感知することを含み、第1のラインの電流は、定電流源により安定化され、前記電源電圧を制御することは、前記感知された電圧に応じて、前記電源電圧を下げ、その際に、前記安定化電流を実質的に変えることなく電圧低減を行える。

40

【0037】

大まかに言って、この方法は、上述のディスプレイドライバ制御回路と似た長所および利点を備える。第1のラインは、一般に、「出力」用の電流ソースからの実質的に一定している電流を供給する定電流源の出力となり、それに従って電流は電流シンクにより制御される。制御することにより、定電流源がコンプライアンス限界でまたはその付近で動作するように電源電圧を制御することが好ましい。しかし、電圧感知で、直接定電流源の出力のところで電圧を感知する必要はないが、それは、コンプライアンス限界を、例えば、電圧の絶対値を検出するのではなく、定電流源の電流-電圧曲線内の二ーを見つけることにより判別できるからである。電源電圧による感知された電圧の変化を判別することにより(コンプライアンスの限界よりも下では、感知された電圧は電源電圧が下がってもほぼ一定のままなので)コンプライアンス限界を判別するか、またはコンプライアンスの知られ

50

ているまたは想定される限界に基づく感知された電圧を使用することができる。いくつかの実施形態では、この方法は、電源電圧を制御するために使用される定電流源コンプライアンス限界を判別することを含む。

【0038】

この方法は、ディスプレイの制御ラインまたは電極に出る電圧を感知することによりドライバに修正を加えることなく既存のディスプレイドライバに適用することができる。ディスプレイは、1行のパッシブマトリックス型ディスプレイなどの複数の同時駆動可能ディスプレイ素子を備えるのが好ましく、この方法はさらに、それらの素子のそれぞれについて駆動ライン上の電圧を感知することと、駆動ラインからの最大感知電圧に対する応答としてそれらの駆動ラインを駆動する定電流源への電源電圧を制御することを含む。また、電源電圧(または電源電圧に依存する電圧)は、測定することもでき、電源電圧は、電流駆動ライン上の電圧、または複数の駆動ラインがある場合には、最大駆動電圧と感知された電源電圧との間の電圧差に対する応答として制御することができる。複数の同時駆動ディスプレイ素子がある場合、この差は、最大感知電圧を判別するか、または電源電圧と感知駆動電圧との最小の差を判別することにより判別することができ、それにより、最大の駆動力を必要とするディスプレイ素子またはピクセルを、設定されている電流駆動レベルに対するディスプレイ素子の定電流源で高々必要な追加電圧を供給する電源から駆動することができる

10

この方法の好ましい実施形態では、1つまたは複数のエレクトロルミネセントディスプレイ素子は小分子またはポリマーのOLEDなどのOLEDを含む。

20

【0039】

本発明は、さらに、上述の方法実装するように構成されているディスプレイドライバ回路を実現する。

【0040】

本発明は、さらに、上述の方法およびディスプレイドライバ制御回路機能を実装するためのプロセッサ制御コード、およびコードを搬送するキャリア媒体を実現する。このコードは、従来のプログラムコードあるいはマイクロコードあるいはASICまたはFPGAをセットアップもしくは制御するためのコードを含むことができる。キャリアとしては、ハードディスク、フロッピー(登録商標)ディスク、CD-ROMもしくはDVD-ROM、または読み取り専用メモリ(ファームウェア)などのプログラムメモリなどの記憶媒体、あるいは光または電氣的信号搬送波などのデータ搬送波がある。当業者であれば、互いに通信で結合されている複数のコンポーネントの間でコードをやり取りできることを理解するであろう。

30

【0041】

本発明のこれらの態様およびその他の態様は、さらに、付属の図面を参照しつつ例のみを使って説明される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0042】

次に図5を参照すると、これは、本発明の一実施形態により、ディスプレイへの電源を制御するディスプレイ駆動電圧感知機能を実装し、効率を改善するパッシブマトリックス型OLEDドライバ500の概略図を示している。

40

【0043】

図5では、パッシブマトリックス型OLEDディスプレイ302は、図3を参照しつつ説明されているものと同様であり、行ドライバ回路512により駆動される行電極306および列ドライバ510により駆動される列電極310を備える。それぞれの行に対するドライバは、通常、MOSトランジスタを備え、行電極をグラウンドに選択的に接続し、好ましい実施形態におけるそれぞれの列ドライバは、図4cを参照しつつ説明されているようなものなどの実質的に一定の定電流源520(例示されているように、電流ソース)を備える。図5では、わかりやすくするために、定電流源のうちの1つのみ、列毎に1つずつ、示されている。定電流源520は、ライン515の電源電圧により電力が供給され、デジタル/アナログコンバータ522のアナログ出力により制御される。デジタル/アナログコンバータ552へのデジタル入力、制

50

御入力509により供給される。デジタル/アナログコンバータ522をライン524などの列電極ライン毎に用意するか、または単一のデジタル/アナログコンバータを、例えば、時分割多重化により列ライン間で共有することができる。

【0044】

図5に示されているように、電流ソースは、可変輝度またはグレースケール表示を可能にする制御可能な電流ソースであるか、または他の実施形態では、固定電流ソースを使用することができる。これらの他の実施形態では、パルス幅変調を使用することにより、人間の目に可変輝度であるかのように見せるか、またはそれとは別に、ディスプレイのピクセルに実質的に同じ相対的輝度を持たせることができる、つまり、ディスプレイはグレースケールディスプレイでなくてもよいということである。さらに他の実施形態では、ディスプレイは、異なる色のピクセルを使用することにより、可変カラー表示を実現できる。

10

【0045】

行ドライバ回路512は、グラウンドへの接続のため1つ(または複数の)行電極を選択する制御入力511を備える。列ドライバ510は、電流駆動を列電極のうち1つまたは複数に設定する制御入力509を備える。制御入力509および511は、インターフェイスを簡単にするためデジタル入力であるのが好ましく、また制御入力509により、ディスプレイ302のm個の列すべてに対する電源駆動を設定することが好ましい。二次元イメージをディスプレイ302に表示するには、各行を順繰りに選択し、列ドライバ510を使用して選択された行内のすべてのピクセルを駆動し、その後、次の行を選択し、従来のラスタースキャンパターンを使用してこのプロセスを繰り返しイメージを構築する。グレースケールまたはカラーディスプレイを備える場合、所望のピクセル輝度に応じて列毎に可変電流駆動が行われる。行ドライバ回路512のいくつかの実施形態では、ラスタースキャン機能は制御入力511の制御の下で行ドライバにより自動的に備えられる。

20

【0046】

電源ユニット514は、ディスプレイドライバ500のさまざまな素子に電力を供給し、特に、列ドライバ510に電力を供給するための出力515を備える。電源ユニット514は、さらに、ライン515上の列ドライバに出力電圧を制御する制御入力516も備える。

【0047】

電源ユニット514は、好ましくは典型的な携帯型消費者電子デバイスとの互換性のため比較的低い電圧、例えば3ボルトの電圧の電池602からの入力を持つスイッチモード電源であるのが好ましい。電源の出力ライン515で供給される電圧は、一般的に、電池電圧よりも高く、通常は、5ボルトから10ボルトの範囲にあり、これにより、パッシブマトリクス型ポリマーOLEDディスプレイを駆動し、望ましい輝度を発生させるが、一般的には、より高い電圧、例えば30ボルト以上の電圧がいわゆる小分子ベースのOLEDディスプレイに必要である。

30

【0048】

ディスプレイ302に表示するデータは、例えば、少なくとも1本のデータラインおよび書き込みラインを含むデータおよび制御バス502に出される。バス502は、パラレルバスまたはシリアルバスのいずれかである。バス502は、ディスプレイ302のピクセル毎に表示データを格納するフレームストアまたはメモリ504への入力を備え、これにより実際に表示用のデータのイメージをメモリ内に形成する。したがって、例えば、メモリの1つまたは複数のビットを各ピクセルに関連付け、グレースケールピクセル輝度レベルまたはピクセル色を定義することができる。フレームストア504内のデータは、行内のピクセルの輝度値が読み出されるように格納され、例示されている実施形態では、フレームストア504はデュアルポートを備え、フレームストアからデータを読み出して第2の読み出しデータバス505上に出力する。他の実施形態では、データバス502およびデータバス505の機能は、単一のデータバスにまとめることができる。

40

【0049】

パッシブマトリクス型OLEDドライバ500は、さらに、列ドライバ510の制御入力509に表示データを供給し、ディスプレイのラスター走査を制御するため行ドライバ512の制御

50

入力511に行選択または走査制御出力を供給するディスプレイ駆動ロジック506も組み込んでいる。ディスプレイ駆動ロジック506により実行されるタイミングまたは処理は、クロック発振器508からのクロック信号により制御される。ディスプレイ駆動ロジック506は、さらに、フレームメモリ504からデータを読み込むためデータ読み込みおよび制御バス505に結合されている。

【 0 0 5 0 】

ディスプレイ駆動ロジック506は、従来の方法で動作し、フレームメモリ504からデータを読み込み、制御データ信号を制御入力509および511に供給し、このデータをパッシブマトリクス型ディスプレイ302に表示する。しかし、ディスプレイ駆動ロジック506は、さらに、以下で詳述するように、駆動電圧感知ユニット526に应答する駆動電圧感知回路または制御コード526および電源制御回路または制御コード528を備える。

10

【 0 0 5 1 】

アナログ/デジタルコンバータ530は複数の入力532を、列電極ライン310a~310eのそれぞれについて1つ、スイッチモード電源514の電源電圧出力ライン515に対し1つ備える。アナログ/デジタルコンバータ530は、ライン310a~eおよび515上の電圧を感知し、シリアルバスまたはパラレルバスを含むことができる、出力534上のこれらの電圧のそれぞれに対応するデジタル出力を供給する。アナログ/デジタルコンバータ530は、感知ラインのそれぞれについて別々のアナログ/デジタルコンバータを備えるか、または例えば、時分割多重により共有される単一のアナログ/デジタルコンバータを備えることができる。このようにして、ディスプレイ駆動ロジック506は、駆動ライン310および電源515のそれぞれで感知された電圧に対応するデジタル値を含む入力を備える。ディスプレイ駆動ロジック506はこのロジックを処理するために、例えば、ASIC上に実装された、および/またはマイクロプロセッサを使用した従来のクロックまたは組合せロジックを使うことができる。

20

【 0 0 5 2 】

動作時に、専用ロジックまたはマイクロプロセッサ用の制御コードを使って実装することができる、駆動電圧感知モジュールは、例えば行が選択され、行のピクセル312が列データドライバ510の定電流源520により駆動される毎に制御バス(図に示されていない)を使用してライン310a~eおよびライン515の電圧を読み取ることによりアナログ/デジタルコンバータ530を制御する。図5には、簡単のため、単一の定電流ドライバ520のみが示されているが、ディスプレイ駆動ロジック506は、この定電流源への電源電圧515と実質的に一定の安定化電流を供給するこの定電流源の出力524、310e上の電圧の両方を読み取ることができることは理解できるであろう。同じことが、図5に示されていない列ドライバ510の他の定電流源にも当てはまる。このようにして、ディスプレイ駆動ロジック506は、定電流源520がコンプライアンス限界またはその付近にあるかどうかを判別することができる。

30

【 0 0 5 3 】

図5の列データドライバでは、可変電流駆動を列電極310に適用することができ、したがって、与えられた任意の行で、一部のピクセルを他のピクセルよりも明るくすることができる。列電極は電源駆動であるが、一般的に、図4aに示されているように、ピクセルが明るいほど、ピクセルに印加される電圧は大きいことがわかるであろう。しかし、実際には、ディスプレイのOLEDの特性は一様ではないので、同じ電流により駆動されるピクセルであっても、その効率、経年変化(使用に関する)、およびその他の要因に応じて異なる電圧を必要とする場合がある。定電流源520は、プログラムで設定したレベルの電流をピクセルに流そうとし、それに応じて出力電圧を変化させる。定電流源520への電源電圧が十分であれば、定電流源からの出力電圧はプログラムで設定した電流を維持するのに十分である。電源電圧が下がるにつれ、定電流源520の出力電圧は、定電流源のコンプライアンスの限界が固定されるまでほぼ一定を保ち、固定されたところで、電源電圧がさらに下がって、定電流源520の出力電圧が著しく下がることになり、その結果、出力するようにプログラムされた電流(ソースまたはシンク)をもはや供給できなくなる。

40

【 0 0 5 4 】

50

前記の説明から、電源ユニット514からの供給電圧は、最大の定電流源出力電圧を必要とする選択された行のピクセルを駆動する定電流源が実質的にこの電圧を供給できる十分な電圧でなければならないことは理解されるであろう。ここでもまた、専用のロジックまたはプロセッサ制御コード(もしくはそれら2つの組合せ)を含むことができる、電力制御モジュール528は、ライン516に出力信号を出し、スイッチモード電源ユニット514を制御してライン515に電源電圧出力を送りこれを実現する。一実施形態では、電力制御モジュール528は、列ライン310a-3上で感知された最大電圧を判別し、それをライン515から感知された電源電圧と比較して、定電流ドライバ520がコンプライアンス限界にあるかまたはその付近にあるかどうかを判別する。他の実施形態では、電力制御モジュール528は、入力電圧(ライン515上の)と出力(例えばライン524上の)との差を測定することによりそれぞれの定電流源520にかかる電圧を判別し、定電流源のいずれか1つにかかる最小電圧を識別し、その後、これをチェックしてその最小電圧が定電流源のコンプライアンス限界に十分かどうかを判別する。定電流源のコンプライアンス限界は、少なくとも近似的には知られているか、あるいは電力制御モジュール528もしくは駆動電圧感知モジュール526もしくはディスプレイ駆動ロジック506の他の部分により、または実際には、電源ユニット514により判別することができる。これについて、以下で詳述する。

【0055】

電力制御モジュール528は、定電流源520のいずれかがコンプライアンス限界にあるかまたはその付近にあるかを判別した後、ライン515の電源電圧を制御し、最も明るい/最も不効率的なピクセルに必要な電流を送るのに必要以上に高い電圧である場合に供給電圧を下げ、行内のピクセルの少なくとも1つの必要な電流駆動には不十分な場合に供給電圧を上げるようにすることができる。行毎の電源電圧制御では、電源ユニット514は、ライン周期と呼ばれることが多い行が点灯している間隔で、ある程度の節電を実現するのに十分な速さでライン516に出ている制御信号に応答できなければならないことは理解されるであろう。毎秒60フレームで動作している320列×240行表示の例を取りあげると(240×60行/秒)、ライン周期は、約70マイクロ秒で、120本の行のデュアル走査を使用して容量性損失を低減する場合には140マイクロ秒である。スイッチング周波数1MHz以上で動作し約10サイクルの平滑化を使用しているスイッチモード電源は、10マイクロ秒で応答することができ、そのようなディスプレイには十分である。解像度の高いディスプレイでは、より高い周波数、例えば10MHzで動作するスイッチモード電源を採用するとよい。

【0056】

上述の実施形態の一変更形態では、ディスプレイ駆動ロジック506は、各行がアドレス指定されるときにそれぞれの列電極ライン310上で感知された電圧を記憶する。この方法により、完全な表示フレームに必要な最大駆動電圧を決定することができ、したがってスイッチモード電源電圧を表示されるフレームのピクセルの必要な最大駆動電圧に必要な最小値まで下げることができる。したがって、この実施形態の電力制御モジュール528は、行毎にではなく、フレーム毎に動作するため、ライン515の電源電圧 V_s はもっとゆっくり制御される。この動作は、制御されるループが遅いのが望ましいとき、例えば、ディスプレイ駆動ロジック(またはマイクロプロセッサ)をゆっくり動作させ、それにより節電をさらに行えるようにするために、好ましい場合がある。しかし、行毎の制御も場合によっては、定電流源520において最大の節電を行えることがあることも理解されるであろう。

【0057】

この節電方式の実施形態は、可変定電流源ではなく固定された定電流源を採用する列データドライバ、および固定された定電流源を使用するオン/オフまたはパルス幅変調輝度制御を採用するドライバ回路に適用することができることを理解されよう。しかし、最大のメリットは、可変であるが実質的に一定の定電流源を使用してディスプレイを駆動することにより可変輝度が実現される表示ピクセル輝度(つまり、定電流源からのピクセル駆動電圧)に従って電源電圧を適応制御することにより得られる。

【0058】

次に図6を参照すると、これは、図5のパッシブマトリックス型OLEDディスプレイドライ

10

20

30

40

50

バの一変更形態の回路図の一部600を示している。図5の素子と類似の素子は、類似の参照番号により示されている。

【 0 0 5 9 】

図6では、アナログ/デジタルコンバータ530は、2つの入力、つまり前のように、スイッチモード電源ユニットの供給ライン515からの第1の入力602と最大電圧検出モジュール606からの第2入力604を持つ。前のように、入力602および604上の信号の2値化バージョンが感知ライン534上でディスプレイ駆動ロジック506に供給される。ここでもまた、アナログ/デジタルコンバータ530は、実際には、複数の単一アナログ/デジタルコンバータを含むことができる。

【 0 0 6 0 】

最大またはピーク電圧検出モジュール606は、列電極ライン310a~eのそれぞれから1つずつ、複数の入力608を備え、それらの独立した入力ライン上の最大電圧に対応する出力604を供給する。最大検出モジュール606は、それぞれの新しい行が選択されたときに列ラインからの検出された最大値がリセットされるようにディスプレイ駆動ロジック506により駆動されるリセット入力610を備える。最大検出モジュールは、図5で、ディスプレイ駆動ロジック506(駆動電圧感知ユニット526または電力コントローラ528のいずれかによる)により実行された処理の一部を実行することは理解できるであろう。これにより、ディスプレイ駆動ロジック506に対する処理の負担が軽くなり、アナログ/デジタルコンバータ530の個数(または速度)が減る。上述のように、電力コントローラ528は、ライン515の電圧とライン310a~eの電圧との最小の差に対する応答として電源514を制御する出力をライン512に出す。この最小電圧差は、列電極ライン310a~e上の最大電圧を測定し、その後、この最大電圧と電源出力ライン515上の電圧との差を調べることにより求めることができる。

【 0 0 6 1 】

図7は、図6のパッシブマトリックス型OLEDディスプレイドライバの一変更形態の回路図の一部700を示しており、ここでもまた、図6のものと類似の素子は類似の番号により示されている。

【 0 0 6 2 】

図7の配置では、最大検出モジュール606の出力604は、電源ユニット514の電圧制御入力516に直接結合され、必要な電源電圧制御機能はディスプレイ駆動ロジック506ではなくスイッチモード電源内に実装されている。大まかに言って、これらの機能は、図5および6を参照しつつ上述のと似たデジタル方式で実装することができるが、そのために、任意選択により、ディスプレイ駆動ロジック506(図7に示されていない)の行ドライバ出力511からスイッチモード電源514への入力を使用してそれぞれの新しい行をいつ選択するかを決定する。しかし、望む制御機能は、アナログ制御回路を使って電源ユニット514内により簡単に実装することができる。したがって、例えば、電源電圧出力515と列電極ライン、nライン516の最大検出電圧との差は、差動増幅器を使って求めることができる。次に、この差をしきい値、例えば、推定コンプライアンス限界または定電流発生器520と比較するか、または動的に決定されるコンプライアンス限界と比較することができる。例えば、小さな変動をライン515の電源電圧に重ね合わせ、出力604の変動の大きさを検出することができる(電源電圧が必要以上に大きいときには電源電圧を変化させても電極ライン電圧にはほとんど影響しないからである)。前記の比較に基づいて、ライン515の電源電圧を調整し、電源電圧を必要に応じて加減することができる。

【 0 0 6 3 】

図8は、図6および7の最大検出モジュール606として使用するのに適しているサンプル&ホールド回路806を備える最大電圧検出器800に結合されているパッシブマトリックス型OLEDディスプレイ302を示している。

【 0 0 6 4 】

図8では、それぞれの列電極310a~eがそれぞれのダイオード802a~eに接続され、それぞれの列ライン上でそれぞれの電圧X1、X2、X3、X4、XMをサンプリングする。ダイオード

10

20

30

40

50

のOR配置により、列電極ラインのどれか1つでの最大電圧max Xが出力ライン804に出される(ダイオード電圧降下より小さい)。ピーク検出回路805は、ライン804上の電圧を蓄積するキャパシタ806およびリセットライン810上の信号にตอบสนองして閉じられキャパシタ806の電荷をリセットする制御可能スイッチ808を備える。ライン804上の最大検出電圧出力は、高入力インピーダンス増幅器によりバッファリングすることができる。

【0065】

図9は、本発明の一態様を実現する電力制御機能を組み込んだパッシブマトリックス型LEDドライバの一般的回路図を示している。図9では、図5の素子と類似の素子は、類似の参照番号により示されている。

【0066】

各列ライン310は、それぞれ調整可能な定電流源520により駆動される。列ライン1、2、3、4、...mのそれぞれの電圧は、 X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 、... X_M と表され、これらの電圧にはライン524a~eにより取り出される。定電流列ドライバ520に供給するライン515上の入力または供給電圧 V_s は、ライン904により取り出される。制御回路902は、ライン904およびライン524a~eからの入力を持ち、ライン516上に制御出力を送り、スイッチモード電源514を制御する。他の配置では、ライン906などの内部列ドライバタップを使用して、定電流源への電源電圧を感知することができる。制御回路は、すでに説明したように、最小($V_s - X_i$)が実質的に X_i に対するドライバのコンプライアンス限界にあるように電源を制御する。したがって、電源は、最小値が高くなったときに電源電圧を下げ、最小値が低くなったときに電源電圧を上げるように制御される。

【0067】

図10は、電流制御パッシブマトリックス型ディスプレイドライバの電源電圧を制御し駆動されるディスプレイの効率を高める図5のディスプレイ駆動ロジック506などのディスプレイ駆動ロジックにより実装できる手順の流れ図を示している。ディスプレイ駆動ロジック506がマイクロプロセッサを備えている場合、図10の手順は、適切なプロセッサ制御コードを使用して実現することができる。

【0068】

図10の手順では、行毎の電源制御を想定しているが、フレーム毎の電源制御に類似の手順を使用することもできる。行毎の制御では、図10のステップは、各行について順々に実行され、フレーム毎の制御では、図10のステップは、各フレームについて実行される。

【0069】

ステップS1000では、プロセッサは、最大列電極電圧 X_i および行に対する列ドライバ電源電圧 V_s を読み込み、その後、ピーク検出器805をリセットする。次に、プロセッサは V_s (その行の)から最大 X_i を減算し、列ドライバの定電流源の最小電源電圧オーバーヘッドを決定する。

【0070】

ステップS1004からS1008は、定電流源がコンプライアンス限界に近いかどうかを判別する一手段を提供する。ステップS1004で、制御信号を電源に送り、電源電圧 V_s を少しだけ変化させ、その後、ステップS1006で、最大電圧 X_i の変動を読み取り(必要ならばサンプルホールドをリセットする)、最大電圧 X_i の変動を判別する。変動が小さい場合、定電流源はコンプライアンス限界の範囲内にあり、変動がしきい値よりも大きい場合、定電流源のコンプライアンス限界を超えている。この判定は、ステップS1008で行われる。

【0071】

ステップS1010の手順で、コンプライアンス限界を超えたかが判定される。ステップS1012でコンプライアンス限界を超えていた場合、列ドライバへの電源電圧 V_s を上げる制御信号が送られる。ステップS1014でコンプライアンス限界を超えていない場合、列定電流ドライバへの電源電圧 V_s を下げる制御信号が送られる。両方の場合に、これらの手順はループを終了してステップS1000に戻り、同じ行についてその手順を繰り返すか、または表示の次の行で手順を実行するが、ただしこれが選択されている場合である。各行またはライン周期で手順を複数回ループすると電源電圧制御は改善されるが、これはプロセ

10

20

30

40

50

ッサの速度およびライン周期の持続期間に左右される。

【0072】

当業者が多くの有効な代替手段を思い付くことは間違いない。例えば、ディスプレイ駆動ロジック506、より具体的には、駆動電圧感知および電力制御機能526、528は、少なくとも一部は、PLA(プログラマブルロジックアレイ)上に実装された状態機械を使用して実装することができる。マイクロプロセッサが駆動ロジック506内に採用されている場合、バス502および505は、共有アドレス/データ/制御バスで組み合わせることができるが、ここでもまた、フレームメモリ504はディスプレイと他のデバイスとのインターフェイス簡素化するためにデュアルポートであるのが好ましい。

【0073】

本発明は、説明されている実施形態に限られず、付属の請求項の精神および範囲に含まれる、当業者には明白な修正を包含することは理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0074】

【図1a】有機発光ダイオードの断面図である。

【図1b】パッシブマトリクス型OLEDディスプレイの断面図である。

【図2a】パッシブマトリクス型OLEDディスプレイの概念上のドライバ配置である。

【図2b】時間に対する表示ピクセルの電流駆動のグラフである。

【図2c】時間に対するピクセル電圧のグラフである。

【図2d】時間に対するピクセル光出力のグラフである。

【図3】従来技術によるパッシブマトリクス型OLEDディスプレイ用の汎用ドライバ回路の概略図である。

【図4a】OLEDディスプレイ素子の光-電圧曲線の図である。

【図4b】OLEDディスプレイ素子の光-電流曲線の図である。

【図4c】パッシブマトリクス型OLEDディスプレイの1列の電流ドライバの図である。

【図4d】OLEDディスプレイ素子および関連する電流ソースの電流-電圧曲線の図である。

。

【図5】本発明の第1の実施形態によるパッシブマトリクス型OLEDドライバ回路の概略図である。

【図6】本発明の第2の実施形態によるパッシブマトリクス型OLEDドライバ回路の概略図の一部である。

【図7】本発明の第3の実施形態によるパッシブマトリクス型OLEDドライバ回路の概略図の一部である。

【図8】本発明の複数の実施形態と共に使用される最大電圧検出器の回路図である。

【図9】本発明の一実施形態によるパッシブマトリクス型OLEDドライバ回路の一般的概略図である。

【図10】本発明の一実施形態による電源電圧制御手順の流れ図である。

【符号の説明】

【0075】

100 基本構造

102 ガラスまたはプラスチック基板

104 透明アノード層

106 正孔輸送層

108 エレクトロルミネセント層

110 カソード

114、116 リード線

118 電源

150 パッシブマトリクス型OLEDディスプレイ

152 複数のピクセル

154 相互に電氣的に絶縁されている導線

10

20

30

40

50

156	接点	
158	アノードライン	
200	定電流源	
202	電源ライン	
204	列ライン	
206	行ライン	
208	グラウンドライン	
210	接続	
212	ピクセル	
220	電流駆動	10
222	電圧	
224	光出力	
226、228、234	時刻	
230	最大値	
232	点	
234	時刻	
236	前縁	
238	後縁	
302	ディスプレイ	
304	行ライン	20
306	行電極接点	
308	列ライン	
310	列電極接点	
314	yドライバ	
316	xドライバ	
318	プロセッサ	
400	光度-電圧曲線	
402	電流ドライバ	
406	電流ドライバブロック	
408	列ドライバ出力	30
410	電流制御入力	
412	OLED	
414	グラウンド接続	
416	トランジスタ	
422	非線形領域	
424	平坦な部分	
500	パッシブマトリックス型OLEDドライバ	
502	バス	
504	フレームストア	
505	データバス	40
506	ディスプレイ駆動ロジック	
508	クロック発振器	
509	制御入力	
510	列ドライバ	
511	制御入力	
512	行ドライバ回路	
514	電源ユニット	
515	ライン	
516	制御入力	
520	定電流源	50

- 522 デジタル/アナログコンバータ
- 524 ライン
- 526 駆動電圧感知ユニット
- 528 電力制御モジュール
- 530 アナログ/デジタルコンバータ
- 532 入力
- 534 出力
- 552 デジタル/アナログコンバータ
- 602 第1の入力
- 604 第2の入力
- 606 最大電圧検出モジュール
- 608 入力
- 800 最大電圧検出器
- 804 ライン
- 805 ピーク検出回路
- 806 サンプル&ホールド回路
- 808 制御可能スイッチ
- 810 リセットライン
- 902 制御回路
- 904 ライン

10

20

【図1a】

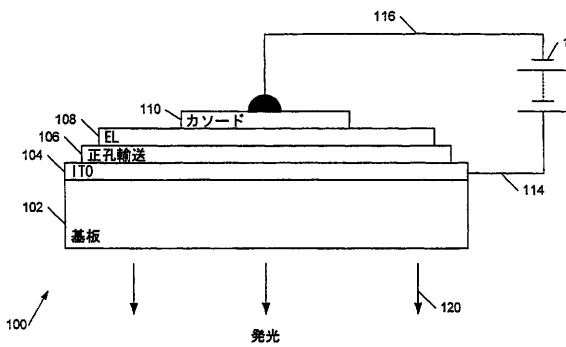


Figure 1a

【図2a】

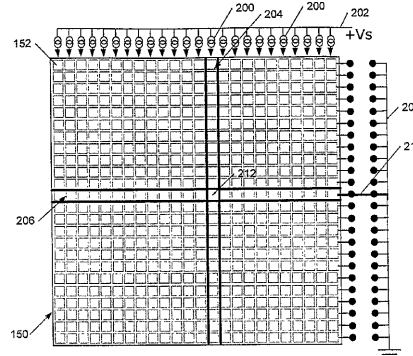


Figure 2a

【図1b】

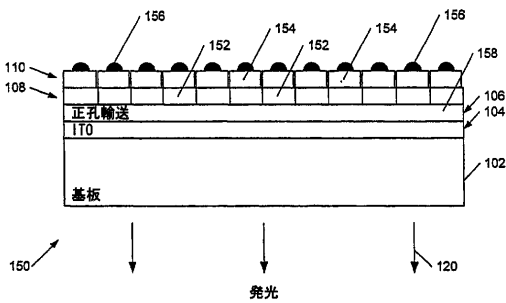


Figure 1b

【図2b】

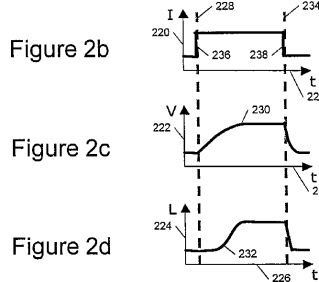


Figure 2b

Figure 2c

Figure 2d

【図 2 c】

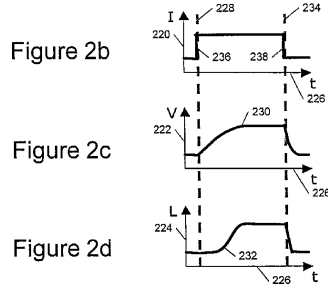


Figure 2b

Figure 2c

Figure 2d

【図 2 d】

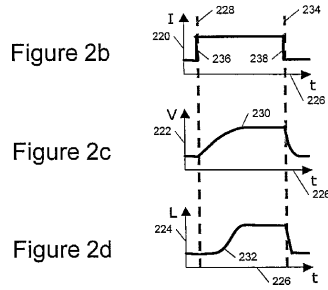


Figure 2b

Figure 2c

Figure 2d

【図 3】

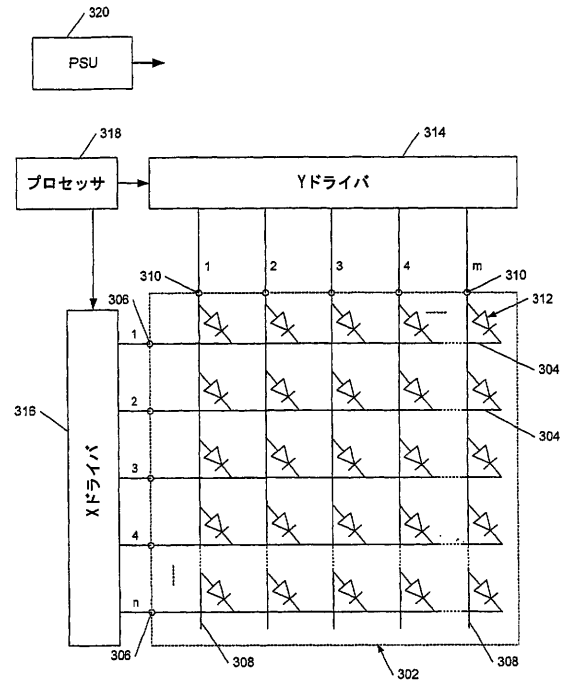


Figure 3

300 ↗

【図 4 a】

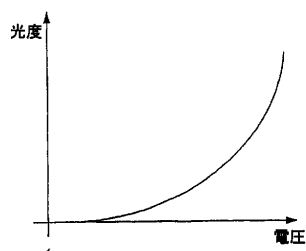


Figure 4a

【図 4 b】

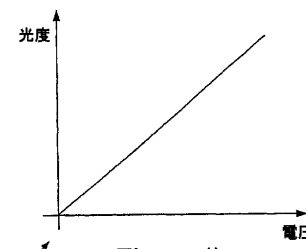


Figure 4b

【図 4 c】

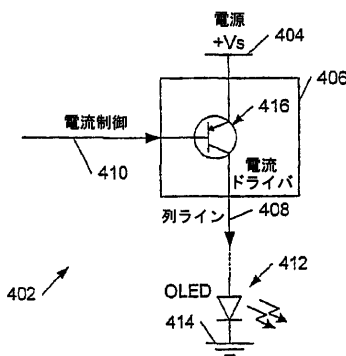


Figure 4c

402 ↗

【図 4 d】

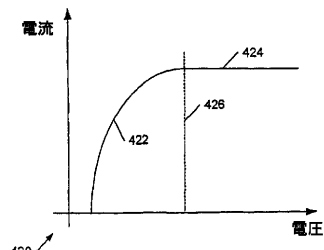


Figure 4d

420 ↗

【図5】

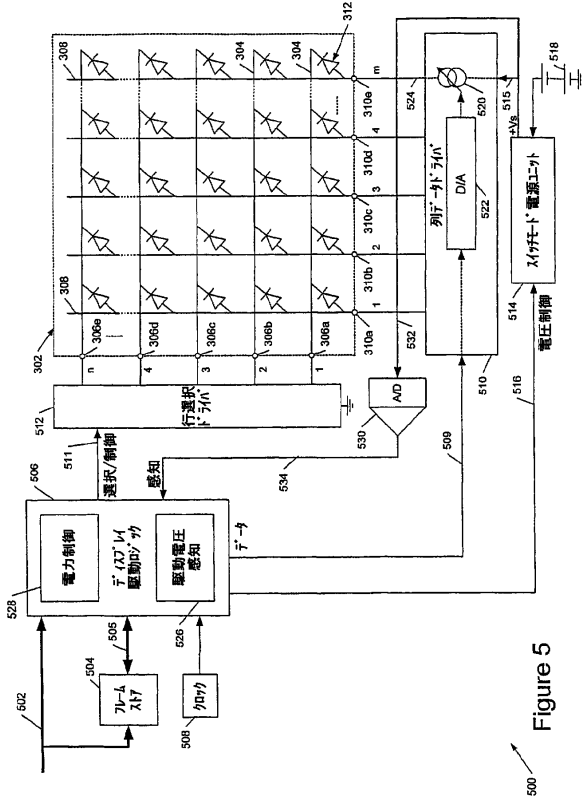


Figure 5

【図6】

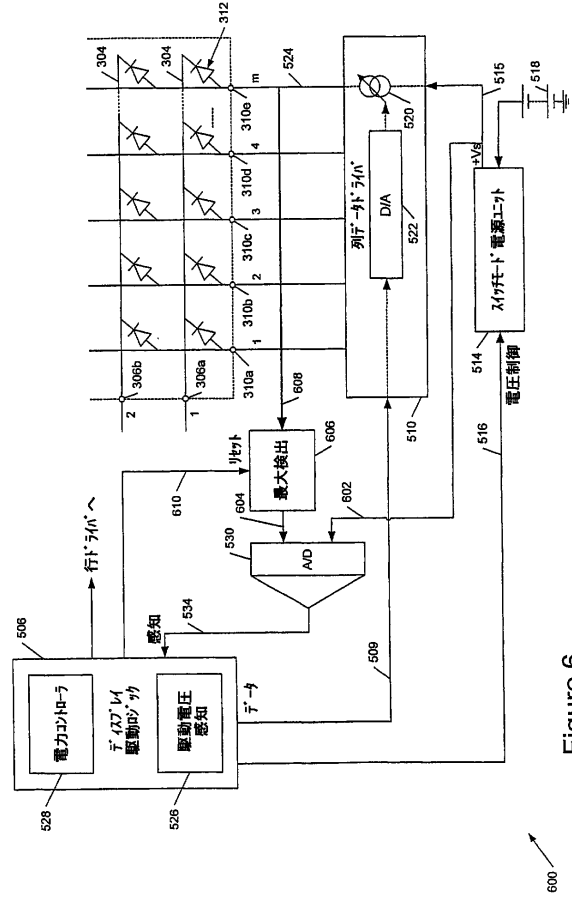


Figure 6

【図7】

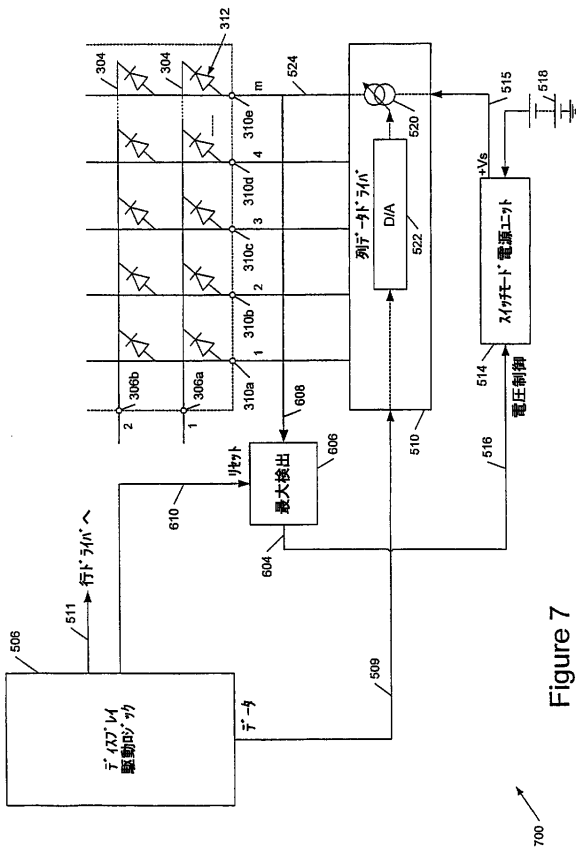


Figure 7

【図8】

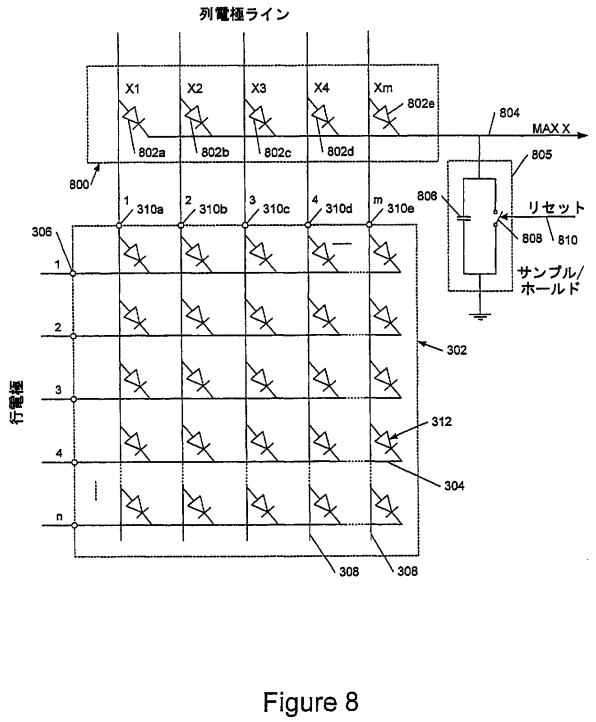


Figure 8

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 G 0 9 G 3/20 6 4 1 D
 G 0 9 G 3/20 6 4 2 C
 G 0 9 G 3/20 6 4 2 P
 H 0 5 B 33/14 A

(72)発明者 ポール・リチャード・ロートレイ
 イギリス・ケンブリッジシャー・CB3・0TX・ケンブリッジ・マディングリー・ロード・マデ
 ィングリー・ライズ・(番地なし)・ケンブリッジ・ディスプレイ・テクノロジー・リミテッド・
 グリニッジ・ハウス内

(72)発明者 エーアン・クリストファー・スミス
 イギリス・ケンブリッジシャー・CB3・0TX・ケンブリッジ・マディングリー・ロード・マデ
 ィングリー・ライズ・(番地なし)・ケンブリッジ・ディスプレイ・テクノロジー・リミテッド・
 グリニッジ・ハウス内

審査官 福村 拓

(56)参考文献 特開平07-036409(JP,A)
 特開平10-112391(JP,A)
 特開2000-347613(JP,A)
 国際公開第01/027910(WO,A1)
 特開平10-254410(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 G09G 3/30
 G09G 3/20