

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5363116号  
(P5363116)

(45) 発行日 平成25年12月11日(2013.12.11)

(24) 登録日 平成25年9月13日(2013.9.13)

(51) Int.Cl.

F I

G09G 3/30 (2006.01)  
 G09G 3/20 (2006.01)  
 H01L 51/50 (2006.01)  
 H05B 33/12 (2006.01)

G09G 3/30 K  
 G09G 3/20 611A  
 G09G 3/20 641D  
 G09G 3/30 J  
 G09G 3/20 642J

請求項の数 3 (全 28 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-547269 (P2008-547269)  
 (86) (22) 出願日 平成18年12月6日(2006.12.6)  
 (65) 公表番号 特表2009-520241 (P2009-520241A)  
 (43) 公表日 平成21年5月21日(2009.5.21)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2006/046461  
 (87) 国際公開番号 W02007/075276  
 (87) 国際公開日 平成19年7月5日(2007.7.5)  
 審査請求日 平成21年12月4日(2009.12.4)  
 (31) 優先権主張番号 11/312,872  
 (32) 優先日 平成17年12月20日(2005.12.20)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 510059907  
 グローバル オーエルイーディー テクノ  
 ロジー リミティド ライアビリティ カ  
 ンパニー  
 アメリカ合衆国, バージニア 2017  
 1, ハーンドン, パーク センター ロー  
 ド 13873, スイート 330  
 (74) 代理人 100099759  
 弁理士 青木 篤  
 (74) 代理人 100077517  
 弁理士 石田 敬  
 (74) 代理人 100087413  
 弁理士 古賀 哲次  
 (74) 代理人 100128495  
 弁理士 出野 知

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電力性能が改善されたOLEDディスプレイ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

フル・カラー画像を生成させるためのOLEDディスプレイであって、

a) アドレス可能な3つの異なる色の色域決定画素と、アドレス可能な4番目の色域内画素とが含まれる異なる少なくとも4色の複数のカラー画素(ただし各画素は、第1の電極および第2の電極と、これら電極の間に設けられた1つ以上の有機発光層とを有する有機発光ダイオードを備えている)を備えていて;

b) 上記OLEDディスプレイは、選択されたディスプレイ白色点と、ディスプレイ・ピーク輝度と、色域決定画素ピーク輝度と、色域内画素ピーク輝度とを持ち;

c) 上記OLEDディスプレイはさらに、上記各カラー画素の有機発光ダイオードの輝度を調節して、上記色域決定画素ピーク輝度の和が上記ディスプレイ・ピーク輝度よりも小さくなるようにする駆動手段を備え、かつ

上記輝度調節を、それぞれの入力信号が1つの色域決定画素の輝度に対応している複数の入力信号のある範囲を、色域決定画素の輝度のより狭い範囲にマッピングすることにより行うことを特徴とするOLEDディスプレイ。

【請求項2】

上記ディスプレイ・ピーク輝度が、上記色域内画素によって、またはその色域内画素と1つ以上の上記色域決定画素によって提供される、請求項1に記載のOLEDディスプレイ。

【請求項3】

アドレス可能な3つの異なる色の上記色域決定画素が、赤色光、緑色光、青色光をそれ

10

20

ぞれ発生させ、アドレス可能な上記4番目の色域内画素が白色光を発生させる、請求項1に記載のOLEDディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アクティブ・マトリックス式OLEDディスプレイの画素を効率的に駆動することに関する。

【背景技術】

【0002】

最も簡単な形態の有機エレクトロルミネッセンス（EL）デバイスは、正孔を注入するためのアノードとして機能する第1の電極と電子を注入するためのカソードとして機能する第2の電極との間に配置された有機エレクトロルミネッセンス媒体で構成されている。有機エレクトロルミネッセンス媒体は正孔と電子の再結合をサポートして光を発生させる。このようなデバイスは、一般に有機発光ダイオードまたはOLEDとも呼ばれる。基本的な1つの有機EL素子が、アメリカ合衆国特許第4,356,429号に記載されている。ディスプレイ（例えばテレビ、コンピュータのモニタ、携帯電話のディスプレイ、デジタル・カメラのディスプレイ）として役立つ画素化されたOLEDディスプレイを構成するには、個々の有機EL素子を画素としてマトリックスのパターンに配置することができる。これらの画素は、すべてが同じ色を出すように製造してモノクロ・ディスプレイにすること、または多数の色を出すように製造して例えば3画素赤、緑、青（RGB）ディスプレイにすることができる。この明細書では、1つの画素は個別の最小単位であると見なされ、独立に刺激して光を発生させることができる。そのため赤画素、緑画素、青画素は、3つの異なる画素であると見なされる。

【0003】

4つの異なるカラー画素を備える構成のカラー有機ELディスプレイも最近報告されている。赤、緑、青、白という4つの異なるカラー画素を有する1つのタイプのディスプレイは、RGBW設計として知られている。このような4画素ディスプレイの例が、アメリカ合衆国特許第6,771,028号、アメリカ合衆国特許出願公開第2002/0186214 A1号、第2004/0113875 A1号、第2004/0201558 A1号に示されている。このようなRGBWディスプレイは、赤画素、緑画素、青画素のためにそれぞれ赤色フィルタ、緑色フィルタ、青色フィルタを備えた白色有機EL発光層を用いて構成することができる。白色画素の領域は、フィルタなしにされる。この設計は、色の異なる画素の間で有機エレクトロルミネッセンス媒体をパターンニングする必要がないため、製造プロセスが簡単化されるという利点を有する。さらに、フィルタなしの白色画素が含まれていることで、赤画素、緑画素、青画素のためにそれぞれ赤フィルタ、緑フィルタ、青フィルタを備える白色有機EL発光層を持つ同様のRGBディスプレイと比べて少ない電力消費で、たいいていの色を表示することが可能になる。

【0004】

アクティブ・マトリックス回路を用いて駆動されるOLEDディスプレイも知られている。アクティブ・マトリックス回路は、一般に、能動回路素子（例えば、画素1つにつき存在する多数のトランジスタと1つ以上のキャパシタ）と、いろいろな信号線（例えば、1つの画素行または画素列に共有されるデータ線、走査線、電力線）を含んでいる。アクティブ・マトリックス式OLEDディスプレイの各画素には少なくとも1つのパワー・トランジスタが設けられている。パワー・トランジスタは、データ線に供給されるデータ信号にตอบสนองして画素の有機EL素子に流入する電流を調節する。パワー・トランジスタは、電圧源に電氣的に接続されている電力線から電流を取り込む。この電流は、画素の有機EL素子の第1の電極と有機EL媒体へと流れる。次に、有機EL媒体とアクティブ・マトリックス回路の上に配置された第2の電極が第2の電圧源に電氣的に接続されて電流路が完成する。アクティブ・マトリックス回路によって駆動される有機ELディスプレイの例が、アメリカ合衆国特許第5,550,066号、第6,281,634号、第6,456,013号に示してある。

【0005】

10

20

30

40

50

しかしアクティブ・マトリックス回路を用いて駆動されるOLEDディスプレイでは、画素が最高レベルの強度のとき、電力線に電氣的に接続された電圧源と、第2の電極に電氣的に接続された電圧源の間の電圧差は、その電力線に接続されたすべての画素に電力を供給するのに十分な大きさである。この電圧差または電圧低下は、有機EL素子と少なくとも1つのパワー・トランジスタの間に分配される。したがって画素がより低いレベルの強度で動作するときには、供給される電圧が必要以上の大きさになる。この場合、これら画素内のパワー・トランジスタでの電圧低下の割合が大きくなる。電力消費は電流と電圧低下の関数であるため、この過剰な電圧低下によって電力効率が悪くなる。

【0006】

色の異なる画素が同じ電力線に接続されたアクティブ・マトリックス式OLEDディスプレイが、例えばアメリカ合衆国特許第6,456,013号に示してある。また、隣り合った画素列が同じ電力線を共有するアクティブ・マトリックス式OLEDディスプレイがアメリカ合衆国特許第6,522,079号に示してある。同様に、RGBW型アクティブ・マトリックス式ディスプレイに関し、同じ電力線が、色の異なる画素または隣り合った行の画素によって共有される例が、アメリカ合衆国特許第6,771,028号に示してある。しかしそのように色の異なる画素は、必要な最大電圧レベルが異なることがしばしばある。そのようなディスプレイでは、電圧は、一般に、最もよく使われる画素を駆動するレベルに設定されるため、電力効率が悪くなる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

したがって本発明の1つの目的は、電力効率が改善されたOLEDディスプレイを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この目的は、フル・カラー画像を生成させるためのOLEDディスプレイであって、

a) アドレス可能な3つの異なる色の色域決定画素と、アドレス可能な4番目の色域内画素とが含まれる異なる少なくとも4色の複数のカラー画素（ただし各画素は、第1の電極および第2の電極と、これら電極の間に設けられた1つ以上の有機発光層とを有する有機発光ダイオードを備えている）を備えていて；

b) このOLEDディスプレイは、選択されたディスプレイ白色点と、ディスプレイ・ピーク輝度と、色域決定画素ピーク輝度と、色域内画素ピーク輝度とを持ち；

c) このOLEDディスプレイはさらに、各カラー画素の有機発光ダイオードの輝度を調節して、該色域決定画素ピーク輝度の和が該ディスプレイ・ピーク輝度よりも小さくなるようにする駆動手段を備えているOLEDディスプレイによって達成される。

【0009】

この目的はさらに、OLEDディスプレイをより少ない電力で動作させてフル・カラー画像を生成させるため、

a) アドレス可能な3つの異なる色の色域決定画素と、アドレス可能な4番目の色域内画素とが含まれる異なる少なくとも4色の複数のカラー画素（ただし各画素は、第1の電極および第2の電極と、これら電極の間に設けられた1つ以上の有機発光層とを有する有機発光ダイオードを備えている）を用意するステップと；

b) ディスプレイ白色点と、ディスプレイ・ピーク輝度と、色域決定画素ピーク輝度と、色域内画素ピーク輝度とを選択するステップと；

c) 各カラー画素の有機発光ダイオードの輝度を調節して、該色域決定画素ピーク輝度の和が該ディスプレイ・ピーク輝度よりも小さくなるようにするステップとを含む方法によって達成される。

【発明の効果】

【0010】

本発明の1つの利点は、必要な電流がより少ないOLEDディスプレイが提供されるため、

10

20

30

40

50

そのデバイスの全電力消費がより少なくなることである。本発明のいくつかの実施態様の別の利点は、デバイスの寿命を長くできることである。本発明のいくつかの実施態様の別の利点は、デバイスに必要とされる電圧を低くできるため、電力消費がさらに少なくなることである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

デバイスの特徴的なサイズ（例えば層の厚さ）は1  $\mu\text{m}$ 未満の範囲であることがしばしばあるため、図面は、サイズを正確にというよりは、見やすくなるように描いてある。

【0012】

“OLEDデバイス”または“有機発光ディスプレイ”という用語は、画素として有機発光ダイオード（OLED）を備えるディスプレイ装置というこの分野で知られている意味で用いる。カラーOLEDデバイスは、少なくとも1つの色の光を出す。“マルチカラー”という用語は、異なる領域では分光分布が異なる光を出すことのできるディスプレイ・パネルを記述するのに用いる。この用語は、特に、いろいろな色からなる画像を表示することのできるディスプレイ・パネルを記述するのに用いる。領域は、必ずしも互いに連続している必要はない。“フル・カラー”という用語は、分光分布の異なる光を選択的に発生させてそれらの光を変化させたり混合したりすることのできるマルチカラー・ディスプレイ・パネルを記述するのに用いる。したがってマルチカラー画素をさまざまに混合すると、見る人は、いろいろな色相が広く組み合わせられた印象を受ける。一般に、赤色、緑色、青色が三原色を構成し、その三原色を適切に混合することによって他の多くの色を作り出すことができる。しかし本発明では、フル・カラーに他の色の画素も含まれていてよい。“画素”という用語は、この分野で知られている意味で用いられ、ディスプレイ・パネル内で刺激を与えることによって他の領域とは独立に光を出させることのできる領域を指す。しかしフル・カラー・システムでは、色が異なるいくつかの画素を合わせて使用して広い範囲の色を作り出すことが知られていて、そのような一群の画素を単一の画素と呼ぶことが一般的である。例えば3色RGBフル・カラー・ディスプレイでは、一群の画素は、一般に、三原色の画素、すなわち青、緑、赤（RGB）の画素を備えている。本発明では、“OLEDデバイス”という用語は、1つの画素を指すのにも用いられる。

【0013】

図1に、本発明によるアクティブ・マトリックス式OLEDディスプレイのアクティブ・マトリックス駆動回路の概略回路図を示してある。図1には、いくつかの画素行と画素列を示してある。限られた数の行と列しか図示していないが、当業者であれば、この回路をより多数の行と列に拡張することができよう。OLEDディスプレイ5は、フル・カラー画像を生成させるために異なる少なくとも4色の画素を備えるRGBX型OLEDディスプレイである。それぞれの画素（例えば画素20r、画素20gなど）は、第1の電極および第2の電極（例えばカソードとアノード）と、これら電極間に設けられた1つ以上の有機発光層とを有する1つの有機発光ダイオードを備えている。各画素はアドレス可能である。すなわち各画素の強度を独立に制御することができる。OLEDディスプレイ5では、異なる少なくとも3色の画素（例えば画素20r、画素20g、画素20b）が色域決定画素であって色の異なる光を出し、これらの色がディスプレイの色域を決定する。この場合、色域決定画素20rは赤色光を発生させる構成にされ、色域決定画素20gは緑色光を発生させる構成にされ、色域決定画素20bは青色光を発生させる構成にされている。色域決定画素の概念を図9に示してある。この図はCIE 1931 xy色度図であり、スペクトルの位置900、赤色発光体901、緑色発光体902、青色発光体903が示してある。赤色発光体、緑色発光体、青色発光体がこの明細書で説明する色域決定画素であり、色域905を規定している。しかし色域決定画素として他の色を用いることもできる。Borosonらのアメリカ合衆国特許出願公開第2005/0225232号に記載されているように、4つ以上の色域決定画素を用いることもできる。色域決定画素のうちの2つ以上をさまざまな強度で光らせると、色域905内の他の色を発生させることができる。そのような色は色域内カラーと呼ばれる。OLEDディスプレイ5は、色域内画素と呼ばれる少なくとも1つの追加の画素（例えば画素20w）も備えていて、1つの色域内カラーの光

を発生させる構成にされている（例えば図9の白色発光体904）。色域内画素20wは白色光を発生させることが最も一般的であり、その場合にはディスプレイはRGBWディスプレイになる。白色という用語は、本発明では、見る人がほぼ白色であると認識するあらゆる発光を指すのに用いる。しかし本発明が白色画素に限定されることはなく、他の色（例えばより青、緑、赤、黄、マゼンタ、シアンに見える色）も使用することができる。例えばRGBY（赤、緑、青、黄）ディスプレイを得ることができる。このようなディスプレイはRGBXディスプレイと呼ぶことができる（ただしXは1つの色域内画素を指す）。本発明を実施する際には、RGBWディスプレイをより一般的なRGBXディスプレイとも呼べることが理解されよう。

#### 【0014】

OLEDディスプレイ5は、従来のRGB型ディスプレイと比べて電力消費を少なくするために色域内画素を使用している。色域内画素は、色域決定画素のうちの少なくとも1つよりも効率的であり、一般にすべての色域決定画素よりも効率的である。効率はcd/Aを単位として測定することができ、デバイスから単位電流で発生する光の量（輝度）として決まる。デバイスの電力消費は、例えばワット（W）で測定することができ、望む輝度を発生させるのに必要な電流と、有機発光ダイオードのほか、有機発光ダイオードと電圧源の間を電氣的に接続するあらゆる回路部品を通過したときの印加電圧の低下（V）との積によって決まる。RGBW型OLEDディスプレイでは、色域内カラーは、色域内画素をさまざまな強度の1つ以上の色域決定画素と組み合わせて光らせることによって表示できる。このようにして、RGBW型OLEDディスプレイは、より少ない電力でフル・カラーを発生させることができる。

#### 【0015】

OLEDディスプレイ5は、選択されたディスプレイ白色点を有する。これは、一般に、CIE 1931 xy色度座標で指定される。これは、色域内画素が白色発光画素である場合には、色域内画素20wと同じ色度座標を持つことができる。多くの場合、色域内画素20wの色度座標は、選択されたディスプレイ白色点の色度座標と一致しない。そのような場合、選択されたディスプレイ白色点は、色域内画素20wと1つ以上の色域決定画素をアクティブにすることによって提供できる。ディスプレイ白色点は色域決定画素の色域内にあるため、色域決定画素だけをいくつか組み合わせてアクティブにすることによってディスプレイ白色点を提供することもできる。ディスプレイ白色点の色度座標と一致させるのに必要なそれぞれの色域決定画素の割合を計算する方法は従来技術でよく知られている。

#### 【0016】

OLEDディスプレイ5は、選択されたディスプレイ・ピーク輝度を持ち、カンデラ/m<sup>2</sup>などの単位で、または100%などの単に規格化された値（100%というのは、選択されたディスプレイ白色点の色度座標におけるディスプレイの最大輝度である）として表現される。計算を目的として、選択されたディスプレイ白色点の色度座標と一致させるのに必要なそれぞれの色域決定画素の割合をディスプレイ・ピーク輝度でスケールするとよい。その結果、それぞれの色域決定画素のピーク輝度の理論値が得られる。ピーク輝度の理論値は、ディスプレイで色域内画素を使用していないかのように決定される。それぞれの色域決定画素は、ピーク輝度の理論値を与えるピーク電流の理論値と、各画素のサイズに基づいたピーク電流密度の理論値を有する。実際には、これら理論値は、常に実現可能であったり有用であったりするわけではない。したがって本発明の目的のため、われわれは、各画素について、公称ピーク輝度、公称ピーク電流、公称ピーク電流密度を定義する。そのそれぞれは、ピークの理論値であるか、それに近い値が可能である。3つの色域決定画素（例えばRGB）を持ち、色域内画素がないディスプレイでは、それぞれの色域内画素の公称ピーク輝度の値は、ディスプレイ・ピーク輝度においてディスプレイ白色点が提供されるようになっていなくてはならない。本発明のRGBWシステムでは、ディスプレイ白色点とディスプレイ・ピーク輝度は、同じようにして提供すること、あるいは色域内画素20wだけが、色域内画素20wを1つ以上の色域決定画素と何らかの形で組み合わせてアクティブにすることによって提供することができる。色域内画素の公称ピーク輝度は、ディスプレイ・

10

20

30

40

50

ピーク輝度においてディスプレイ白色点をこの場合に再現するのに必要な輝度である。

【0017】

便宜上、所定の画素（この明細書で説明する色域決定画素または色域内画素）の公称ピーク輝度は、その画素の単位強度と呼ぶことができる。強度は、定義により、公称ピーク輝度に対する割合であり、ディスプレイの画素の組み合わせは、強度値の組み合わせとして記述することができる。したがってRGBディスプレイは、そのディスプレイ白色点を、そのディスプレイ・ピーク輝度において、(1, 1, 1)という三値を持つ強度で発生させる。同様に、色域内画素がディスプレイ白色点の色度座標を共有するRGBWディスプレイは、ディスプレイ白色点を、そのディスプレイ・ピーク輝度において、(1, 1, 1, 0)、または(0, 0, 0, 1)、または他の多くの組み合わせ（例えば(0.5, 0.5, 0.5, 0.5)、(0.25, 0.25, 0.25, 0.75)など）という四値を持つ強度で発生させることができる。

10

【0018】

輝度、したがって強度は、OLEDデバイスの中を通過する電流とほぼ線形な相関がある。所定のディスプレイの所定の画素に関しては、輝度は電流と相関しており、その電流は、所定の画素面積に関しては電流密度と関係している。同様に、公称ピーク輝度は、公称ピーク電流と関係しており、その公称ピーク電流は、所定の画素面積に関しては公称ピーク電流密度と関係している。本発明の一実施態様によるRGBWディスプレイ・システムでは、色域決定画素のうちの少なくとも1つのピーク輝度は、対応する公称ピーク輝度よりも小さい。その結果、その色域決定画素に関してピーク電流が公称ピーク電流よりも小さくなる。ピーク電流がより小さいと、その画素の電力効率が改善され、場合によってはその画素の寿命が長くなる。

20

【0019】

ピーク電流密度は、OLEDデバイスの第1の電極と第2の電極の間に印加すべき電圧の大きさを決定する。画素に必要なOLED電圧は、所定のOLEDに関する電流密度と電圧のグラフから決定することができる。図10は、そのようなグラフの一例である。例えばピーク電流密度を100mA/cm<sup>2</sup>にするには、電圧は少なくとも5.5ボルトでなければならない。本発明の一実施態様によるシステムでは、色域決定画素のピーク電流密度が低下し、その結果として画素に必要な電圧が低下することがしばしばある。必要な電圧がより低くなると、画素の電力効率がさらに改善される。この改善は、それぞれの色域決定画素について独立に実現できるが、3つの色域決定画素すべてで改善を実現することが好ましい。

30

【0020】

OLEDディスプレイ5のアクティブ・マトリックス駆動回路は、信号線（例えば選択線113、キャパシタ線114、データ線112r、データ線112g、データ線112b、データ線112w、電力線111r、電力線111g、電力線111b、電力線111w）からなる。これらの信号線は、図示してあるように1つの画素行または画素列に共通であり、その行または列の画素を駆動する構成にされている。このアクティブ・マトリックス駆動回路はさらに、選択トランジスタ120r、パワー・トランジスタ140r、記憶用キャパシタ130rなどの部品を備えており、1つ以上の信号線と組み合わせられて画素20rの有機発光ダイオード10rを駆動する構成にされている。他の画素にも、その画素の各有機発光ダイオードを駆動するための同様の部品が設けられている。駆動回路は、電流をゼロと画素のピーク電流の間で調節することによって各カラー画素の有機発光ダイオードの輝度を調節している。ピーク電流は、駆動回路が所定の画素の中を流すことのできる最大電流であり、最大で公称ピーク電流にすることができる。しかし本発明の目的のためには、1つ以上の色域決定画素のピーク電流が、対応する公称ピーク電流よりも小さいであろう。これについて以下に説明する。パワー・トランジスタは、カラー画素の有機発光ダイオードの中を流れる電流を調節する。例えばパワー・トランジスタ140rは、画素20rの有機発光ダイオード10rの中を流れる電流を調節する。電力線が、異なる各カラー画素のパワー・トランジスタに付随している。例えば電力線111rが、赤色発光画素20rのパワー・トランジスタ140rに付随している。異なる各カラー画素のパワー・トランジスタに付随している電力線（例えば電力線111r、111g、111b、111w）は互いに接続されて、第1の電圧源70（V1と表記する）に接続されている。電氣的接続と

40

50

いう用語は、この明細書では、導電体を通じて直接に接続されていること、またはスイッチ、トランジスタ、ダイオードなどの部品を通じて間接的に接続されていることを意味するのに用いる。共通の上部電極がすべての有機発光ダイオードのカソードに接続されて回路が完成している。この共通する上部電極は、第2の電圧源80（ $V_c$ と表記する）に電氣的に接続されている。しかし本発明が、上部電極が共通しているこの場合に限定されることはない。例えばこの上部電極が1つの画素列だけに共通しているようにし、各画素列に異なる上部電極を設けることもできる。個別の上部電極が個々の画素行またはそれ以外の画素群に設けられた構成や、各画素に専用の独立した上部電極が設けられた構成も実現できる。

#### 【0021】

電力線（例えば111r）は、第1の電圧源70からパワー・トランジスタ（例えば140r）と有機発光ダイオード（例えば10r）を通して第2の電圧源80へと電流を供給する。この例の回路では有機発光ダイオードが特定のバイアスとなるように構成されていて、カソードが共通の接続線に接続され、アノードがパワー・トランジスタに接続されているが、当業者であればこれとは逆の構成も利用でき、それも本発明の範囲に含まれる。

#### 【0022】

この駆動回路は、従来技術で知られているように動作する。各画素行は、その行に係る選択線（例えば選択線113）に電圧信号を印加することによって選択される。すると各画素の選択トランジスタ（例えば選択トランジスタ120r）がオンになる。各画素の輝度レベルまたは強度情報は、データ線（例えばデータ線112r）に設定されている電圧信号によって制御される。すると各画素の記憶用キャパシタ（例えば記憶用キャパシタ130r）が、その画素に係るデータ線のレベルの電圧まで充電され、次の画像フレームの間にその行が再び選択されるまでデータ電圧を維持する。記憶用キャパシタ130rは、パワー・トランジスタ140rのゲート端子に接続されている。パワー・トランジスタ140rは、記憶用キャパシタ130rによってゲート端子に維持されている電圧レベルに応答してソース端子とドレイン端子と有機発光ダイオード10rを流れる電流を調節し、そのことによって画素の輝度を制御する。次に、電圧信号を選択線に印加することによって各行が非選択状態にされ、選択トランジスタがオフになる。次に、データ線信号の値が次の行にとって望ましいレベルに設定され、次の行の選択線がオンになる。これがすべての画素行について繰り返される。

#### 【0023】

このようになっているため、選択線は、1つの画素行を分離してその行の画素に強度情報がロードされるようにする機能を持つ信号線である。データ線は、強度情報（すなわち所定の画素の輝度に対応する信号）を画素に供給する信号線である。この強度情報は、電圧信号または電流信号の形態にすることができる。電力線は、電力を画素の有機発光ダイオードに供給し、少なくとも画素行が選択線によって選択されていない間はその画素の輝度レベルを維持する信号線である。一般に、電力線は、画素が光っているときは常に電力を有機発光ダイオードに供給する。さまざまな構成、回路部品、信号線を持つ従来から知られている多くの別のタイプの回路配置は、これらの基本的な機能を果たす信号線を用いて構成されている。当業者であれば、こうした別のタイプの回路配置に基づいて本発明を実施することができよう。こうした別の配置としては、例えば、アメリカ合衆国特許第6,091,203号、第6,501,466号、第6,535,185号、第6,774,877号に記載されている電流ミラー型回路や、アメリカ合衆国特許第6,229,506号に記載されている画素回路、アメリカ合衆国特許出願公開第2004/0222746 A1号に記載されている画素回路などがある。

#### 【0024】

電圧差（ $V_1 - V_c$ ）は、表示に必要な電圧である。この電圧は、一般に、ディスプレイに必要なOLED電圧（ $V_{oled}$ ）と、OLEDの劣化に関する許容電圧（ $V_{aging}$ ）と、TFTに必要な電圧（ $V_{ds}$ ）と、供給線における抵抗損失に関する許容電圧（ $V_{res}$ ）を足し合わせることによって決定される。ディスプレイに必要なOLED電圧（ $V_{oled}$ ）は、各画素に必要なOLED電圧の最大値である。例えばRGBWシステムでは、 $V_{oled}$ は以下の式を利用して決定される。

10

20

30

40

50

$$\text{Voled} = \text{MAX} (\text{Voled}_R, \text{Voled}_G, \text{Voled}_B, \text{Voled}_W)$$

ただし $\text{Voled}_R$ は赤色画素に必要な電圧であり、 $\text{Voled}_G$ は緑色画素に必要な電圧であり、 $\text{Voled}_B$ は青色画素に必要な電圧であり、 $\text{Voled}_W$ は白色画素に必要な電圧である。本発明のシステムでは、色域決定画素のそれぞれに必要なOLED電圧は、各画素のピーク電流が低下するために低下する。色域決定画素に必要なOLED電圧が色域内画素に必要なOLED電圧よりも最初から大きかったのであれば、そして実際にそうになっていることがしばしばあるが、ディスプレイに必要なOLED電圧は低下するであろう。

#### 【0025】

さらに、各画素のピーク電流がより小さくなると、電力線（例えば111r）とパワー・トランジスタ（例えば140r）を流れるピーク電流がより小さくなる。電力線が同じサイズに留まるのであれば、ピーク・ディスプレイ電流がより小さくなると、抵抗による電圧低下の許容値（ $V_{res}$ ）がより小さくなる。したがってディスプレイに必要な電圧（ $V1-Vc$ ）をさらに低下させることができる。ディスプレイに必要な電圧がいくらかでも低下すると、そのディスプレイの電力効率が改善される。あるいは背面板の設計者は、電力線のサイズを小さくすることによって電圧低下を同じに維持することを選択してもよい。当業者であれば、電力線のサイズのこの減少は、ディスプレイの他の性能の向上（例えばディスプレイの寿命増大、より大きな解像度）とトレード・オフにすることができよう。同様に、パワー・トランジスタを流れる電流がより少なくなると、背面板の設計者は、これらパワー・トランジスタのサイズのこの減少は、ディスプレイの他の性能の向上（例えばディスプレイの寿命増大、より大きな解像度）とトレード・オフにすることができよう。Wintersは、アメリカ合衆国特許出願シリアル番号第11/069,652号に、少なくとも2つの異なる第1の電圧源を用意することによって電力消費を減らす方法を記載している。一方の電圧源は色域内画素のためのもの（例えば $V1-Vc$ ）であり、もう一方は色域決定画素のためのもの（例えば $V2-Vc$ ）である。このようにすると電圧消費が低下するが、デバイスはより複雑になるため、2つの異なる電圧レベルを制御するのに駆動回路内に少なくとも2つの独立した電力線のセットが必要となる。ディスプレイに供給する必要のある異なる電圧レベルの数は減らすことが望ましい。図示してあるように、各画素が異なる電圧を必要とする可能性があるとしても、すべての画素の電力線に同じ電圧レベルを供給することが好ましい。したがって2つの電圧レベル（ $V1$ および $Vc$ と表記する）だけを電力線と共通の上部電極に供給する必要がある。しかしOLEDディスプレイの電力消費を減らすことも望ましい。したがって本発明では、駆動回路から画素に供給される最大電圧の大きさ（すなわち $V1-Vc$ ）は、色域決定画素（ここでは画素20r、画素20g、画素20b）を十分に駆動するのに必要な電圧の大きさよりも小さいが、色域内画素（ここでは画素20w）を十分に駆動するのに必要な電圧以上となるように選択する。最大電圧は、異なるカラー画素の第1の電極と第2の電極の間に印加される。これらの電極については後でさらに説明する。最大電圧をこの明細書に記載したように選択することは可能である。なぜなら、各カラー画素の有機発光ダイオードの輝度は、色域決定画素のピーク輝度の和が、ディスプレイのピーク輝度よりも小さくなるように調節されるからである。言い換えるならば、1つ以上の色域決定画素の最大強度は、1よりも幾分か小さくなろう。これはディスプレイにおいて常に望ましいことではないが、少ない電力消費および/またはより長いデバイスの寿命が最大の考慮事項である場合には、許容できるトレード・オフとなる。

#### 【0026】

同じ色（例えば赤（R）、緑（G）、青（B）、白（W））を持つ複数の画素が複数の行と列の中に存在することができる。例えば所定の1つの画素列は、赤色の画素をすべて含むことができる。したがってその場合には、図示してあるように、その列全体を同じ電力線に接続することが好ましい。同様に、4番目ごとの画素列が同じ色のすべての画素を含むことができる。すべての画素を同じ電圧レベルに接続することが好ましい。異なる列の電力線を接続することは、これら電力線をまとめ、画素領域の外側でディスプレイの一方の側にある導電体に電氣的に接続することによって実現できる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 7 】

図2は本発明の一実施態様によるディスプレイの概念図であり、このディスプレイのさまざまな部分と区画のレイアウトと接続が示してある。このディスプレイは、画素領域30と、接続領域40と、選択線ドライバ50と、データ線ドライバ60を備えている。選択線ドライバ50は、すでに説明したように、各行の選択線（図示せず）を選択的にアクティブにする機能を有する。データ線ドライバ60は、すでに説明したように、各列のデータ線（図示せず）にデータ信号を供給する機能を持つ。画素領域30には、ディスプレイの発光画素が含まれる。画素領域30外の領域は非発光領域である。接続領域40には、複数の接続パッド（例えば接続パッド41、接続パッド42）が設けられている。これら接続パッドは、ディスプレイを外部電源（図示せず）または制御回路（図示せず）に電氣的に接続するワイヤまたはケーブルを接合する場所として機能する。例えば接続パッド41は第2の電圧源Vcの接続部として機能し、接続パッド42は第1の電圧源V1の接続部として機能する。すべての接続パッドをディスプレイの一辺に沿って形成するとともに、上に説明した異なるカラー画素のパワー・トランジスタに付随する電力線をディスプレイの一方の側にまとめて接続する（例えば画素領域30の外で接続パッド42を電力線（例えば電力線111r、電力線111g、電力線111b、電力線111w）に電氣的に接続する）ことで、ディスプレイの非発光領域のサイズを小さくするとともに、接続プロセスを簡単化することが好ましい。それぞれの電圧源を単一の接続パッドに電氣的に接続できるが、アメリカ合衆国特許第6,531,815号に記載されているように、複数の接続パッドを利用して1つ以上の電圧源を低抵抗値で電氣的に接続することもできる。

## 【 0 0 2 8 】

OLEDディスプレイのさまざまな層の鉛直方向の配置を示す断面図を図3に示してある。図3から、画素20r、画素20g、画素20b、画素20wが基板100の上に形成されていることがわかる。これらの画素は、電氣的に刺激されると、それぞれ光280r、280g、280b、280wを発生させる。絶縁層202、絶縁層204、絶縁層207を含むアクティブ・マトリックス回路層200を図示してある。画素間誘電層160が第1の電極（例えば第1の電極181）の縁部の上に形成されていることもわかる。図示してあるように光を基板を通して見る場合には、これら第1の電極は、インジウム-スズ酸化物などの非常に透明な材料で構成することが好ましい。しかし本発明がこの構成に限定されることはなく、反対方向に光を出すデバイスも構成することもできる。その場合、第1の電極は、アルミニウムや銀などの反射性材料で構成することが好ましい。

## 【 0 0 2 9 】

各画素はさらに、有機EL媒体210の一部を含んでいる。本発明をうまく実現できる有機EL媒体210層の構成は多数ある。有機EL媒体に関し、すべての画素が利用する波長の光を出す広帯域光源または白色光源を用いることで、画素ごとに有機EL媒体をパターンニングしなくても済むようにできる。その場合、色域決定画素用に光の通路にカラー・フィルタ素子（例えばカラー・フィルタ素子230r、カラー・フィルタ素子230g、カラー・フィルタ素子230b）を設けて広帯域光源または白色光源から望む色の光を発生させ、マルチ-カラー・ディスプレイにする。有機EL媒体と同じ白色光または広帯域光を発生させる画素（例えば画素20w）はフィルタなしにすることができる。その場合、場合によっては透明な充填剤230wをカラー・フィルタ素子の代わりに配置することができる。広帯域光または白色光を発生させる有機EL媒体のいくつかの例が、例えばアメリカ合衆国特許第6,696,177号に記載されている。しかし本発明は、各画素が別々にパターンニングされた1つ以上の有機EL媒体層を持っていて、特定の画素が異なる色を出す場合にも適用できる。有機EL媒体210は、いくつかの層で構成されている。すなわち、正孔注入層211と、正孔注入層211の上に配置された正孔輸送層212と、正孔輸送層212の上に配置された発光層213と、発光層213の上に配置された電子輸送層214である。より少ない層、またはより多くの層を有する有機EL媒体210の別の構成を利用して本発明をうまく実施することもできる。順番が逆になった有機EL媒体層も従来技術で知られており、本発明に適用することができる。有機EL媒体層は、従来技術で知られているように、有機材料として小分子材料またはポリマー材料を含

んでいる。有機EL媒体層は、従来技術で知られているいくつかの方法のうちの1つ以上の方法で堆積させることができる。そのような方法として、例えば、真空チェンバー内で熱を利用した蒸着、ドナー基板からのレーザー転写、スピン・コーティングによる溶媒からの堆積、インク・ジェット印刷装置の利用などの方法がある。

#### 【0030】

有機EL媒体210の上には第2の電極220が形成される。図示してあるように光を基板を通して見る構成では、この電極は反射性が大きいことが好ましく、金属（例えばアルミニウム、銀、マグネシウム／銀合金）で構成することができる。しかし光を反対方向から見る別の実施態様では、この電極は非常に透明でなければならず、薄い金属（例えば厚さが25 nm未満の銀）、または透明な導電性酸化物（例えばインジウム-スズ-酸化物）、またはこれらの組み合わせで構成される。第2の電極220は、電子の注入を促進するリチウムなどの材料からなる電子注入層（図示せず）も備えることができる。有機EL媒体210のある領域が第1の電極（例えば第1の電極181）と第2の電極220の間を流れる電流によって刺激されると、有機EL媒体210のその領域から光が出る。

10

#### 【0031】

たいていのOLEDデバイスは、水分と酸素の一方または両方に敏感であるため、一般に不活性雰囲気（例えば窒素やアルゴン）中で、金属製またはガラス製のカバーを用い、乾燥剤（例えばアルミナ、ボーキサイト、硫酸カルシウム、粘土、シリカゲル、ゼオライト、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物、硫酸塩、ハロゲン化金属、過塩素酸塩）とともに封止装置（図示せず）によって密封される。封止と乾燥のための方法としては、アメリカ合衆国特許第6,226,890号に記載されている方法などがある。さらに、障壁層（例えば $\text{SiO}_x$ ）、テフロン（登録商標）、交互に積層された無機層／ポリマー層が、封止法として知られており、当業者であれば本発明に適用することができよう。

20

#### 【0032】

好ましい一実施態様では、図3に示したカラー・フィルタ素子は、色域決定画素の発光領域で発生した光の通路内に配置されるため、その光の色がフィルタされた後に見る人に到達する。色域内画素には、透明な充填材料、または色をわずかに変えるためのカラー・フィルタ素子を場合によっては取り付けることができる。あるいは色域内画素に透明な充填材料またはカラー・フィルタ素子を取り付けることなく、本発明をうまく実施することもできる。

30

#### 【0033】

図1に示した実施例は、ストライプのパターンに配置した画素を示している。ストライプ・パターンでは、同じ色の画素が同じ列または行に並んでいる。しかし本発明がこの場合に限定されることはなく、色の異なる画素が同じ行または列に配置された別のパターンも本発明に適用することができる。特に有用な1つの画素配置パターンは、異なる4つの色の画素が、2行2列の長方形に配置された四角形パターンである。四角形パターンは、異なる4つの色の画素がすべて互いに接近している点で有利である。そのため、ある画像またはある画像の一部の1つ以上の画素が光っていないとき、バンド状の欠陥が認識されにくくなる。

40

#### 【0034】

3つの色域決定画素（画素20r、画素20g、画素20bが含まれる）と1つの色域内画素（画素20w）からなる四角形パターンの配置を駆動するのに用いる本発明の別の実施態様による駆動回路の一部のレイアウト図を図4に示してある。色域決定画素20r、色域決定画素20g、色域決定画素20b、色域内画素20wは、赤色（R）光、緑色（G）光、青色（B）光、白色（W）光をそれぞれ発生する構成にできる。しかし本発明がこれらの特定の色に限定されることはなく、当業者であれば、他の色も本発明に適用することができよう。

#### 【0035】

画素に電源を提供するため電力線111が設けられていて、各画素に電氣的に接続されている。特に、パワー・トランジスタ（例えば140w）が、図示してあるようにピアを通じて電力線111に電氣的に接続されている。電力線111は、色域内画素と色域決定画素に印加さ

50

れる電圧の大きさを制御する電圧源（図示せず）に電氣的に接続されている。この構成では、異なる4つのカラー画素のために電力線111が1本だけ設けられていて、他の実施態様のうちのいくつかのストライプ・パターンに関して示した4本ではないため、基板上で電力線が占めるスペースが少なくなる。

#### 【0036】

図4にはさらに、さまざまな回路部品（例えば選択トランジスタ120r、記憶用キャパシタ130r、パワー・トランジスタ140r）の構成とレイアウトも示してある。駆動回路の部品は、公知の集積回路技術と薄膜トランジスタ技術を利用して製造される。選択トランジスタ120rは、従来技術でよく知られた方法を利用して第1の半導体領域121から形成される。選択トランジスタ120rは、二重ゲート型トランジスタとして示してあるが、本発明をうまく実施する上でその必要はなく、単一ゲート型トランジスタも利用できる。同様に、パワー・トランジスタ140rは、第2の半導体領域141に形成される。第1の半導体領域121と第2の半導体領域141は、同じ半導体層から形成されることが好ましい。この半導体層は、シリコン（例えば多結晶シリコンまたは結晶シリコン）が好ましいが、アモルファス・シリコンでもよい。従来から知られている他の無機と有機の半導体材料も使用できる。この第1の半導体領域121は、記憶用キャパシタ130rの一方の側も形成している。第1の半導体領域121と第2の半導体領域141の上には窒化ケイ素などの材料からなる絶縁層（図示せず）が存在していて、選択トランジスタ120rのゲート絶縁体と、パワー・トランジスタ140rのゲート絶縁体と、記憶用キャパシタ130rの絶縁層を形成している。選択トランジスタ120rのゲートは、第1の導体層の中に形成された選択線113の一部から形成される。パワー・トランジスタ140rは、独立したパワー・トランジスタのゲート143を有する。このゲートも第1の導体層の中に形成されていることが好ましい。記憶用キャパシタ130rの他の電極は、キャパシタ線114の一部として形成され、やはり第1の導体層から形成されることが好ましい。電力線111、データ線112r、データ線112g、データ線112b、データ線112wは、第2の導体層から形成されることが好ましい。1本以上の信号線（例えば選択線113）が少なくとも1本以上の他の信号線（例えばデータ線112r）を横断することがしばしばある。そのためこれらの信号線を複数の導体層から製造し、窒化ケイ素などの材料からなる少なくとも1つの中間絶縁層（図示せず）が間に配置されているようにすることが好ましい。有機発光ダイオードの第1の電極181は、パワー・トランジスタ140rに接続される、窒化ケイ素などの材料からなる絶縁層（図示せず）が、第1の電極181と第2の導電層の間に位置している。

#### 【0037】

層間の接続は、絶縁層に穴（またはビア）をエッチングすることによってなされる。ビア142は、パワー・トランジスタのゲート143を第1の半導体領域121に接続し、ビア149は、第2の半導体領域141を電力線111に接続し、ビア145は、第2の半導体領域141を第1の電極181に接続している。データ線112rを選択トランジスタ120rに接続できるようにするには、データ線112bは交差せねばならない。これは、導電性ブリッジ124を用いて実現する。この導電性ブリッジ124は、ビア125を通じてデータ線112rに接続され、ビア127を通じて選択トランジスタ120rに電氣的に接続される。導電性ブリッジ124は、データ線とは異なる導電層の中に構成される。この導電層は選択線と同じ導電層であることが好ましい。

#### 【0038】

第1の電極181は、有機発光ダイオードの有機エレクトロルミネッセンス媒体への電氣的コンタクトを提供する機能を持つ。第1の電極の周辺部の上に画素間誘電体層を形成して電極の縁部を覆うことで短絡を減らせる。このような画素間誘電体層は、アメリカ合衆国特許第6,246,179号にも記載されている。開口部182を画素間誘電体層の中に第1の電極181の上方に来るようにして形成し、第1の電極181を有機発光ダイオードの有機エレクトロルミネッセンス媒体と接触させることができる。画素20rの発光面積は、第1の電極181のうちで有機エレクトロルミネッセンス媒体と接触している面積によって規定される。そのため発光面積は、第1の電極181の面積から誘電体材料で覆われた全面積を差し引いた値になる。したがってここに説明したような画素間誘電体層を使用する場合には、発光面積は、

画素間誘電体層の開口部（例えば開口部182）の面積である。このような画素間誘電体層を用いることが好ましいが、本発明をうまく実現するのにそれが必須なわけではない。

【0039】

ここで図5に移り、図1と図3も参照する。図5には、本発明に従ってフル・カラー画像をより少ない電力で生成させるためのOLEDディスプレイを動作させる方法のブロック・ダイヤグラムが示してある。最初に、例えばこの明細書に記載したOLEDディスプレイを構成することによって少なくとも4つの異なるカラー画素（その中には、アドレス可能な3つの異なる色の色域決定画素と、アドレス可能な4番目の色域内画素が含まれる）を複数個用意する（ステップ310）。各画素は、第1の電極および第2の電極と、これら電極の間に設けられた1つ以上の有機発光層とを有する有機発光ダイオードを備えている。さらに、上に説明した駆動回路が、各画素に最大電圧を印加するとともに、各画素の電流、したがって輝度を調節するために設けられている。ディスプレイの白色点を選択する（ステップ320）。選択される正確なディスプレイ白色点は、多数の因子に依存する（例えばディスプレイの特性、予想される使用条件）。ディスプレイのピーク輝度を選択する（ステップ330）。ディスプレイのピーク輝度は、ディスプレイが発生させることのできる最大輝度であり、ディスプレイの構成を選択することによって選択できる。色域決定画素のピーク輝度を選択し（ステップ340）、色域内画素のピーク輝度を選択する（ステップ350）。これらは、ディスプレイと画素の構成を選択し、画素で利用されるであろう最大電流を選択することによって選択できる。ステップ320～350の順番は変えることができる。各カラー画素の有機発光ダイオードの輝度を調節し（ステップ360）、色域決定画素ピーク輝度の和がディスプレイ・ピーク輝度よりも小さくなるようにする。輝度調節ステップのより詳しいことに関してはあとで説明する。

【0040】

図6は、図5の輝度調節ステップ（ステップ360）をより詳細に示すブロック・ダイヤグラムである。輝度調節には、色域決定画素信号を、変更された色域決定画素信号と色域内画素信号に変換する操作を含むことができる（ステップ380）。このような変換ステップは、Murdochらによってアメリカ合衆国特許第6,897,876 B2号に教示されている（その内容は参考としてこの明細書に組み込まれているものとする）。この'876号特許では、色域決定三原色に対応する3つのカラー入力信号（R, G, B）を、3つの色域決定画素と4番目の色域内画素に対応する4つのカラー出力信号（R', G', B', W）に変換する方法が記載されている。これら入力信号と出力信号は画素の輝度に比例しているため、画素を流れる電流にも比例する。輝度の調節には、1つ以上の前処理ステップ（ステップ370）と1つ以上の後処理ステップ（ステップ390）も含めることができる。一般に、前処理ステップは、3つのカラー入力信号（R, G, B）のうちの1つ以上に対して実施する操作である。その操作に関しては以下に説明する。後処理ステップは、4つのカラー出力信号（R', G', B', W）のうちの1つ以上に対して実施する操作である。その操作に関しては以下に説明する。本発明の目的のためには、後処理ステップは、主としてR'信号、G'信号、B'信号に対して実施することになる。前処理ステップと後処理ステップについてはあとでより詳細に記述する。

【0041】

上述のように、色域内画素は、色域決定画素のうちの少なくとも1つよりも効率的であり、一般にすべての色域決定画素よりも効率的である。これは、色域内画素を最大輝度で駆動するのに必要な電流（したがって電力も）が、効率がより低い色域決定画素で必要とされる電流よりも少ないことを意味する。色域内画素に必要な電圧だけを考慮することにより、ディスプレイの駆動電圧を低下させ、したがって必要な電力をより一層低下させつつ、最大輝度を相変わらず達成するという望ましい利点を実現することが可能である。その場合、色域決定画素ピーク輝度の和は、ディスプレイ・ピーク輝度よりも小さくなる。これは、電力の節約が実現する一方で、1つまたは2つだけの色を単位強度にする必要がある数少ない機会には1つ以上の色域決定画素のピーク輝度を単位輝度にはできないことを意味することになる。色域決定画素をどのようにして制限するかに応じ、ディスプレ

イ上に不快な効果（例えばテクスチャの喪失または色相のシフト）が生じる可能性がある。したがってこの場合には色域決定画素の輝度を調節して不快な色彩効果を最少にすると同時に電力も節約する方法が必要である。以下に説明する操作で入力信号（各入力信号が1つの色域決定画素輝度に対応する）の範囲を色域決定画素輝度のより狭い範囲にマッピングすることにより輝度調節がなされる。

#### 【 0 0 4 2 】

任意のカラー点（例えば白色点）は、その点のCIE 1931色度座標と輝度によって規定することができる。この三数値は一般にxyY値と呼ばれ、以下の式によってCIE XYZ三刺激値に変換することができる。

$$X = (x/y) \cdot Y$$

$$Y = Y$$

$$Z = \{ (1-x-y)/y \} \cdot Y$$

#### 【 0 0 4 3 】

一般に、Y値は輝度の単位（例えばcd/m<sup>2</sup>）を有する。しかし白色点の輝度は、100という値の無次元量に規格化することがしばしばある。すると輝度因子がうまくパーセント値になる。この明細書では、“輝度”という用語は、常に輝度因子パーセント値を指すのに用い、XYZ三刺激値も同じ意味で用いる。したがってxy色度座標値が（0.3127, 0.3290）のD65という一般的なディスプレイ白色点は、XYZ三刺激値が（95.0, 100.0, 108.9）である。典型的な従来のRGBWディスプレイ・システムでは、R画素、G画素、B画素の公称ピーク輝度は、これら3通りの画素がすべて公称ピーク電流を受け取って公称ピーク輝度で光を出すときにディスプレイ白色点とピーク輝度（例えばD65点において200cd/m<sup>2</sup>の輝度）が発生するように選択する。しかし電力効率を考え、すべてのRGB画素が同時にオンになることは決してない。というのも、Wがこれらの画素の代わりに用いられて輝度の一部またはすべてを発生させるからである。この事実にもかかわらず、加法混色RGB色域においてすべての色を正確に再現するには、RGB画素がその公称ピーク輝度に達する必要がある。

#### 【 0 0 4 4 】

このことをさらに説明するには、リン光体行列または原色列（pmat）を利用する必要がある。ITU-R Rec. BT.709（HDTV）原色と白色点（D65）を仮定し、輝度因子パーセント値で作業を行なうと、pmatは以下のようになる。

#### 【 0 0 4 5 】

#### 【 数 1 】

$$pmat_{RGB} = \begin{bmatrix} 41.2 & 35.8 & 18.0 \\ 21.3 & 71.5 & 7.2 \\ 1.9 & 11.9 & 95.1 \end{bmatrix}$$

#### 【 0 0 4 6 】

単純な加法混色カラー・モデルでは、所定のpmatとRGB強度の三数値を有するディスプレイから発生する色刺激（CIE 1931 XYZ三刺激値で表わす）は、以下の式によって決まる。この式は、pmatの9つの成分の意味を説明するのに役立つ。

#### 【 0 0 4 7 】

## 【数 2】

$$pmat_{RGB} \times \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

## 【0048】

第1列には、公称ピーク輝度におけるR画素のXYZ三刺激値が含まれており、第2列には、公称ピーク輝度におけるG画素のXYZ三刺激値、第3列には、公称ピーク輝度におけるB画素のXYZ三刺激値が含まれている。これは、pmatのまん中の行に関し、公称ピーク輝度におけるR画素の輝度Yが21.3であり、GとBはそれぞれ輝度が71.5と7.2であることを意味する。輝度は実際には輝度因子パーセント値であるため、ディスプレイ・ピーク輝度を100%として規格化されていることを意味する。これら3つの輝度因子パーセント値の和は100であり、白色を作るのにRは輝度で21.3%の寄与がある。

10

## 【0049】

RGBWシステムでは、pmatにW画素のXYZ三刺激値である第4列が加わっている。単純な場合には、W原色は、ディスプレイ白色点と同じ色度座標を持つ。これは、W原色単独で白色を発生させることを意味する。この単純な場合は便利である。なぜなら、RGBからRGBWへのアルゴリズムで利用される規格化ステップが不要だからである。一般に、W画素の強度はRGB画素がその色を再現できるように規格化され、この単位輝度をW公称ピーク輝度として用いることができる。その場合、pmatのW列が正確にD65白色点のXYZ三刺激値になっていることを意味する。

20

## 【0050】

## 【数 3】

$$pmat_{RGBW} = \begin{bmatrix} 41.2 & 35.8 & 18.0 & 95.0 \\ 21.3 & 71.5 & 7.2 & 100 \\ 1.9 & 11.9 & 95.1 & 108.9 \end{bmatrix}$$

30

## 【0051】

従来のディスプレイでは、RGBピーク輝度の和が、ディスプレイ・ピーク輝度の100%になる。しかしこの明細書で説明してあるように、RGBピーク輝度は、色域決定画素の1つ以上のピーク電流（したがってピーク輝度）を、対応する画素に関して公称ピーク電流（したがって公称ピーク輝度）よりも小さい値に調節することにより、幾分か小さな値、例えば75%に制限せねばならない可能性がある。そのような場合、ディスプレイ・ピーク輝度の赤の全輝度である21.3%を発生させる方法はない。なぜなら赤の最大値は今や21.3×0.75、すなわち輝度因子が16.0%だからである。この制限のもとで、赤ピーク輝度信号を小さくする多数の方法がある。それは例えばクリッピング、スケーリング、非線形圧縮、彩度低下（desaturation）、ディミングである。そのそれぞれについて以下に説明する。簡単のため、そして制限のケースが最悪のケースであるため、この明細書の実施態様では、RGBからRGBWへの変換が100%白色混合比（WMR）でなされると仮定する。この比は、共通輝度のうちでRGB画素からW画素に移される部分である。もちろん、この方法はWMRの他の値（例えば50%や75%）にも適用することができ、一般に必要な電力がいくらか増加する。説明を簡単にするため、共通の制限を3つの色域決定画素のすべてで用いることにするが、この方法が各画素で異なる制限を設けることを排除しているわけではない。ここでの説明では、最初の入力信号はRGBで表わすのに対し、Murdochらが記載しているRGBからRGB

40

50

Wへの変換によって生じる信号はR'G'B'Wとして表わす。図6の後処理ステップ390から生じる別の信号は、R"G"B"Wとして表わす。Wはこれら操作の多くにおいて変化しないことがしばしばあるため、すべての例で示すとは限らない。前処理ステップ370からの信号は、適用できる場合には、 $R^+G^+B^+$ で表わす。

【0052】

ここでの説明では、RGBW値をさまざまな方法で変化させる。RGBW値の相対的な比が、ディスプレイで再現されることになる色の色度座標を決定していることを思い起こすことが重要である。したがってRGBW四値(1, 0.5, 0, 0)と(0.5, 0.25, 0, 0)は、どちらもR : G : B : Wの比が2 : 1 : 0 : 0であるため、前者の全体輝度は後者の全体輝度の2倍であるにもかかわらず同じ色度座標である。R : G : B : Wの信号比を維持するアルゴリズムは一般に色度座標を変形させることはないため、“色の正確さを維持する”という表現は、この挙動を記述するのに用いられる。W画素とディスプレイ白色点が同じであるか似た色度座標を持つ場合には、W信号を無視することが適切である。その場合、R : G : Bの比はその色の“色相”を記述する。色相は、Wが変化し、同様に色度座標が変化する場合でさえ、一定に留まることができる。アルゴリズムはR : G : B信号比を保持することができ、“色相の保持”という表現は、この挙動を記述するのに用いられる。“彩度”という用語は、色の純度を記述するのに用いられる口語的表現である。色の純度は、RGBW値の間関係によっても記述される。彩度が大きい色はW値が小さく、RGB値の最大と最小の比が大きい(例えばRGBW四値(1, 0, 0.1, 0)は、Wが0であり、RGBの最大値(1)とRGBの最小値(0.1)の比が大きいので、彩度が非常に大きい色を表わす)。逆に、RGBW四値(1, 1, 0.9, 0)は彩度が小さい。なぜならWは0だが、最大値(1)と最小値(0.9)の比は1に近いからである。色の純度を低下させるアルゴリズムは彩度低下と呼ばれる。これは、画像に含まれる輝度情報を乱すことなく色情報の全体または一部を圧縮することを意味する。

【0053】

クリッピング(縮減)

【0054】

極めて単純な解決法は、RGB値の上端を最大制限値に縮減することである。一般に、クリッピング法は以下になる(Wは変化しない)。

【0055】

【数4】

$$\begin{bmatrix} R'' \\ G'' \\ B'' \end{bmatrix} = \max \left( \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} R'_{\text{lim}} \\ G'_{\text{lim}} \\ B'_{\text{lim}} \end{bmatrix} \right)$$

【0056】

この一般的な方法によってR'画素、G'画素、B'画素における制限を異なった値にできるが、すべて同じであることが多い。例えばR'G'B'で制限値を0.75にすると、0.75よりも小さいすべての値はそのままにされるのに対し、この制限値よりも大きなすべての値は0.75に減らされる。この区別しない縮減により、画像のカラー領域で変化が消え、したがってテクスチャが消える可能性がある。端点を考えると、制限値が1だと画像は変化しないのに対し、制限値が0だとW画像になる。入力画像に関しては、W画像の強度は輝度とは直接関連しており、彩度とは逆相関であるため、得られる画像は一般にどちらかと言えば不快なものになる。クリッピングは非線形操作であるため、R : G : B信号比も狂う可能性がある。すると色度座標が変化する可能性がある。例えば赤色信号が緑色信号よりも強い黄色を入力すると、赤色が最初に縮減されるため、黄色は緑色に向かってシフトして表示される可能性がある。

【0057】

## スケーリング

【0058】

別の単純な解決法は、R'G'B'値をその制限された最大値によってスケーリングするというものであり、それは以下の式による（Wは変化しない）。

【0059】

【数5】

$$\begin{bmatrix} R'' \\ G'' \\ B'' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R'_{\text{lim}} & 0 & 0 \\ 0 & G'_{\text{lim}} & 0 \\ 0 & 0 & B'_{\text{lim}} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix}$$

10

【0060】

例えばR'G'B'の制限値が0.75である場合には、R'G'B'W信号は[0.75, 0.75, 0.75, 1.0]によってスケーリングされる。その結果は、画像の色彩領域における輝度の喪失であり、ニュートラル、すなわち色度座標がディスプレイ白色点と同じか似ている色に対しては効果がない。スケーリングがクリッピングと異なっているのは、テクスチャは破壊されるのではなく圧縮されるが、それと引き換えにすべてのカラー領域で輝度の喪失があり、単に制限値を越えた領域でだけ輝度の喪失があるのではないことである。スケーリングはすべての非ニュートラル色に適用されるため、制限値が1から下がるにつれて品質が比較的早く失われる。しかしスケーリングの1つの利点は、色相が保持されることである。RGB信号はまとめてスケーリングされるため、R:G:B信号比は変化しない。

20

【0061】

非線形圧縮

【0062】

非線形圧縮は、ソフト・クリッピングと呼ぶこともできる。スケーリング法とクリッピング法の組み合わせである非線形圧縮では、R'G'B'強度範囲の一部をスケーリングし、残りの部分はそのままにする。例えば制限値が0.75だと、非線形圧縮では(0, 0.6)の区間はそのままにし、(0.6, 1)の区間を制限された(0.6, 0.75)の範囲に縮める。もちろん、これは、区分的線形関数ではなくて滑らかな関数を用いて行なうことができ、屈曲閾値（この例ではR'閾値の0.6）を調節してより大きな値またはより小さな値にすることができる。それは、一般には、それぞれの色についてルックアップ表（LUT）または区分的線形関数を用いて実現できる。R'画素に関しては以下になる。

30

【0063】

R' R'閾値である場合にはR'' = R'であり、

R'閾値 < R' 1である場合にはR'' = m(R' - 1) + R'制限値である。

ただし、m = (R'制限値 - R'閾値)/(1 - R'閾値)である。

【0064】

図7は、本発明の非線形マッピングによる輝度調節の一実施態様を示すグラフである。図7には特に、上記の区分的線形関数が示してある。これは、入力信号のある範囲を色域決定画素輝度のより狭いある範囲にマッピングするために用いるR'からR''へのLUTであると解釈することが容易にできよう。屈曲閾値であるR'閾値より下では傾きは1であり、入力値は変化しない。閾値よりも上では傾きmは1よりも小さい。非線形圧縮で処理する画像は、クリッピングとスケーリングの組み合わせのように見える。クリッピングとは異なりテクスチャの詳細が一部保持されるが、スケーリングよりはテクスチャが見えにくい。同様に、物体の輝度は、上に示した例のどこか中間になる。この非線形法には、クリッピングと同様に色相を変化させる副作用がある。なぜなら、各信号は独立に変えることができるため、R:G:B信号比が変化するからである。

40

【0065】

50

## 色相を維持した非線形圧縮

## 【0066】

上に示したクリッピングと非線形圧縮の例では、赤色輝度の量が多くて緑色輝度の量がわずかに少ない黄色領域は、緑色の色相になる傾向を示した。非線形アルゴリズムでは、R'は、その輝度に応じ、1とR'G'B'制限値の間の因子だけ圧縮される。G'は最初はより小さいため、より小さな因子で圧縮される。これは、得られるR:G比が開始時よりも小さくなることを意味する。非線形圧縮アルゴリズムは、色相維持ステップを含めることによって改善できる。その結果、上記のアルゴリズムにおいて赤、緑、青の比が回復する。これは、残った信号を、最大強度の信号に適用したのと同じスケール因子だけ小さくすることによってなされる。LUTまたは区分的線形関数を用いてそれぞれの色域決定画素信号についてスケール因子を計算することができる。R'画素に関しては以下ようになる。

10

## 【0067】

R' R' 閾値 である場合には  $s_{R'} = R'$  であり、

R' 閾値 < R' 1 である場合には  $s_{R'} = m(R' - 1) + R' \text{ 制限値}$  である。

ただし、 $m = (R' \text{ 制限値} - R' \text{ 閾値}) / (1 - R' \text{ 閾値})$  である。

## 【0068】

3色のうちの最小スケール因子をその3色すべてに適用する。したがって色相が保持される(Wは変化しない)。

## 【0069】

## 【数6】

20

$$s = \min(s_{R'}, s_{G'}, s_{B'})$$

$$\begin{bmatrix} R'' \\ G'' \\ B'' \end{bmatrix} = s \cdot \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix}$$

## 【0070】

同様に、3つの色域決定画素信号のうちの最大のものについて単一のスケール因子を計算することができ、その因子を3つの信号すべてに適用する。

30

## 【0071】

緑色の輝度よりも赤色の輝度が大きい黄色の場合には、G'を非線形圧縮の場合よりも圧縮してR:G比を回復させる。これを実現するには、3つの色域決定画素の強度値すべてを、最大値の非線形圧縮によって決まる因子だけスケールリングする。色相保持ステップにより、修正なしの非線形圧縮という解決法よりも電力が少なくなる。

## 【0072】

CMYの制限

## 【0073】

上記のアルゴリズムに対する1つの変形例は、原色ではなく等和色の輝度を制限することによって可能になる。RGBWシステムでは、色域を決定する原色はRGBであり、等和色は、これらをペアにした組み合わせである(R+G(黄色、Y)、R+B(マゼンタ色、M)、G+B(シアン色、C))。本発明の一実施態様には、任意の2つの色域決定画素についてピーク電流(とピーク輝度)の和を調節し、その和が、対応する画素の公称ピーク電流(と公称ピーク輝度)の和よりも小さくなるようにする操作が含まれる。この方法は、RGBのピーク輝度を調節する代わりに、またはRGBのピーク輝度を調節することと合わせて実施できる。この考え方は、ほとんど変更することなく、この明細書に記載したあらゆるアルゴリズムに適用することができる。例えば色相が保持された非線形圧縮を利用してCMYの制限を適用するには、例えば単純な行列演算を利用してCMY値を計算する。この演算には、CMY値を0~100%の範囲に維持するための1/2という規格化因子が含まれる。

40

50

【 0 0 7 4 】

【 数 7 】

$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix}$$

【 0 0 7 5 】

10

次に、CMY値をLUTまたは区分的関数に適用すると3つのスケール因子が得られる。最小スケール因子を選択し、それをR'G'B'値に適用する。ここでもWは変化しない。同様の変更により、RGBの制限を議論した位置ではどこでも、CMYの制限を単独で、またはRGBの制限と組み合わせて利用することができる。

【 0 0 7 6 】

所定の制限値に関し、CMYを制限するというのはRGBを制限するよりも影響が小さい。なぜなら原色は等和色の半分しか影響を受けないからである。その理由により、CMYの制限は、RGBピーク輝度を小さくする上でRGBの制限よりも効果が小さいが、ピーク輝度の和を小さくするには非常に有効である。100%WMRを利用したRGBWディスプレイでは、ディスプレイ上で再現される任意の1つの色に関して色域決定画素のうちの1つが光を出さないため、CMYを制限するというのは、他の2つの色域決定画素の輝度の合計を制限する優れた1つの方法であり、その結果として画素に必要とされる全電流が制限される。

20

【 0 0 7 7 】

彩度低下

【 0 0 7 8 】

上記のアルゴリズムはどれも、W信号を調節することなくR'G'B'信号を変化させる。これは、R'G'B'の制限がきつくなるほどW画像が不快になる方向に向かうことを意味する。より快適な方向は、純粋な輝度画像に向かうというものである。そのためのカギは、輝度を保持することである。輝度を保持する最も簡単な方法は、RGBからR'G'B'Wに変換する前に行列演算を行なってRGB画像の彩度を低下させるというものである。しかし、上記の任意のアルゴリズムにおいて失われた輝度をその後回復させることによっても同じ結果が得られる。彩度低下は、単純に、線形RGB強度空間において3×3彩度低下行列(dsmat)を用いて実現され、色抑制の程度は、以下に示すようにパラメータνを用いて容易にパラメータ化することができる。

30

【 0 0 7 9 】

【 数 8 】

$$dsmat = \nu \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} + \frac{(1-\nu)}{100} \begin{bmatrix} 21.3 & 71.5 & 7.2 \\ 21.3 & 71.5 & 7.2 \\ 21.3 & 71.5 & 7.2 \end{bmatrix}$$

40

【 0 0 8 0 】

dsmatは、単位行列と輝度行列を線形に組み合わせたものである。輝度行列のどの行もsRGB pmatの第2行のコピーであり、R画素、G画素、B画素の公称輝度ピークを表わす。したがってRGB信号に輝度行列を掛けると3つの同じ輝度値になり、それぞれ、3つの画素からの輝度への寄与の和に等しい。輝度行列は輝度因子パーセント値で表示されているため、100で割る。νの値が大きいと単位行列が優勢になる。これは、dsmatがRGB画像に対して効果をほとんど持たないこと、またはまったく持たないことを意味する。νの値が小さい

50

と輝度行列が優勢になる。中間の値は、2つの端点を滑らかに混合する。例えば  $v=0.75$  だと、 $dsmat$  は、対角項が大きく、非対角項は比較的小さな正の値になる。これは、RGBカラーがほぼ維持されるが、互いにわずかに混合されることを意味する。

【 0 0 8 1 】

【数 9】

$$dmat_{v=0.75} = \begin{bmatrix} 0.80 & 0.18 & 0.018 \\ 0.053 & 0.93 & 0.018 \\ 0.053 & 0.18 & 0.77 \end{bmatrix}$$

10

【 0 0 8 2 】

このアルゴリズムは以下のように一般化できる。ただし  $R^+$ 、 $G^+$ 、 $B^+$  は、彩度低下後だが、RGBからRGBWに変換する前のRGB値である。この変換は、RGB三値と白色混合比（WMR）の関数  $f$  である。

【 0 0 8 3 】

【数 10】

$$\begin{bmatrix} R^+ \\ G^+ \\ B^+ \end{bmatrix} = dmat_v \times \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \\ W' \end{bmatrix} = f \left( \begin{bmatrix} R^+ \\ G^+ \\ B^+ \end{bmatrix}, WMR \right)$$

20

【 0 0 8 4 】

彩度の低下が大きいほど画像の輝度が保持されるが、彩度は滑らかに低下する。すなわち画像は輝度のみの画像に近づく。

【 0 0 8 5 】

W信号に対する輝度調節を伴ったR'G'B'スケーリング操作に従うことにより、彩度低下と同じ結果に到達することができる。彩度低下のほうが実現が容易であるために好ましい。

【 0 0 8 6 】

彩度低下アルゴリズムは、W画素の強度を変化させるという理由で上記のアルゴリズムとは異なっている。上記のアルゴリズムはすべて、RGB値を小さくし、Wを変えないままにする。するとAMOLEDディスプレイで利用される電力は常により少なくなる。しかし彩度低下はRGBの減少を補償してWを大きくするため、W画素の効率がRGB画素の効率よりも十分に大きい場合に電力がより少なくなる。

40

【 0 0 8 7 】

ディミング

【 0 0 8 8 】

全体的な輝度を下げる代わりに相対的な色を正確にすることは、単に画像をR'G'B'制限値まで暗くすることによって可能である。こうすると、W画素が赤、緑、青と同じレベルにうまく制限される。するとR:G:B:W信号比のバランスの崩れがなくなり、小さくなった白色点輝度に関して色の正確さが維持される。これは、以下に示すように、共通のRGB

50

制限値 $l$ を用いた非常に簡単なアルゴリズムである。

【 0 0 8 9 】

【 数 1 1 】

$$\begin{bmatrix} R'' \\ G'' \\ B'' \\ W' \end{bmatrix} = l \cdot \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \\ W \end{bmatrix}$$

10

【 0 0 9 0 】

CIELABなどの相対空間では、白色点に規格化されているため画像はこの全体的なスケーリングによって変化しないが、絶対輝度が小さくなる。このアルゴリズムによって全画素の電力が一様に少なくなる。ディミング・アルゴリズムには、画像全体を一様にスケーリングする操作が含まれる。これは、 $R'G'B'W$ 信号にこのアルゴリズムを適用できるであろうこと、またはそれと同じことだがRGBから $R'G'B'W$ への変換を行なう前にRGB値に対してこのアルゴリズムを適用できるであろうことを意味する。前者は上に示したものであり、後者は以下の通りである。

【 0 0 9 1 】

【 数 1 2 】

$$\begin{bmatrix} R^{\dagger} \\ G^{\dagger} \\ B^{\dagger} \end{bmatrix} = l \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} R'' \\ G'' \\ B'' \\ W' \end{bmatrix} = f \left( \begin{bmatrix} R^{\dagger} \\ G^{\dagger} \\ B^{\dagger} \end{bmatrix}, WMR \right)$$

20

30

【 0 0 9 2 】

色相を保持した非線形圧縮と組み合わせた彩度低下

【 0 0 9 3 】

これまでのセクションでは、RGBが制限されたRGBWディスプレイ・システムで色の再現状態を変化させるさまざまなアルゴリズムの概略を示した。当業者は、異なるアルゴリズムからの要素を組み合わせてそれら要素の強度間の最適なトレードオフを実現することが容易にできよう。その一例として、彩度低下そのものは色相と輝度を保持するが、彩度が失われる。色相を保持した非線形圧縮は色度座標を保持するが、輝度は、彩度に依存した不自然なやり方で失われる。各アルゴリズムは利点と欠点を持つため、ハイブリッド式の組み合わせが魅力的な選択肢となる。完全な1つの組み合わせは、色相を保持し、各アルゴリズムの輝度と彩度の喪失を少なくし、大きなRGB制限値を可能にし、電力が少ない解決法を提供するものである。

40

【 0 0 9 4 】

色相の歪みがないという制約がある場合には、組み合わせアルゴリズムは主要な自由度を2つ持つ。すなわち、パラメータ $v$ によって上記のようにして決まる彩度低下の量と、非線形圧縮において適用されるRGB制限値である。追加の変数としては、非線形圧縮における屈曲閾値があり、より一般には、強度を制限するLUTの非線形な形状が挙げられる。

50

この例では、RGB制限値だけに依存するパラメータ化されたLUTが用いられるため、元の2つの自由度が残される。LUTは、図7の $R'$  閾値 において急激な跳びが現われるのを避けるために傾きが滑らかに変化していく区間的関数として定義される。図8は、本発明に従う非線形マッピングによって輝度調節を行なう別の実施態様を示しており、傾きのこの滑らかな変化が見られる。この図は、前の説明と同様、 $R'$  から $R''$  へのLUTと呼ばれる。LUTは移行領域よりも下では傾きが1であり、移行領域よりも上では傾きが $m$ であるため、移行領域またはそれより上の領域では入力値が圧縮される。灰色の移行領域における滑らかな曲線は、例えば、傾きが1である領域と傾きが $m$ である領域の端点において傾きが一致する三次関数である。この例では、 $R'$  閾値 は、 $R'$  制限値 の0.75倍と計算され、移行領域は $R'$  閾値  $\pm 0.1$ であるが、これらの値は必要に応じて変えることができる。このLUTは区間的関数によって以下のように記述することができる。

【0095】

$R' \quad R' \text{ 閾値} - w$ である場合には $R'' = R'$ であり、

$R' \text{ 閾値} - w < R' \quad R' \text{ 閾値} + w$ である場合には $R'' = aR'^3 + bR'^2 + cR' + d$ であり、

$R' \text{ 閾値} + w < R' \quad 1$ である場合には $R'' = m(R' - 1) + R' \text{ 制限値}$ である。

ただし、 $m$ は上に規定した上方領域の傾きであり、 $w$ は移行領域の半値であり、三次多項式の係数 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ は、三次関数の値と微分係数が移行領域の端点における一次関数と一致するように選択する。所定のシステムで端点の条件が与えられると、公知の方法で $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ を解くことができる。

【0096】

このようにして、選択されたRGB制限値を用い、前のステップを利用してLUTを計算することができ、独立に選択した彩度低下パラメータ $v$ を用いて彩度低下行列を計算することができる。選択される正確なパラメータは、多数の因子（例えば色域画素、色域内画素の特徴、デバイスに表示させて見る画像のタイプ、使用条件（例えば周囲の照明））に依存する。組み合わせアルゴリズムによって最初に彩度低下行列がRGBデータに適用され、次いで $R^+G^+B^+$  から $R'G'B'W$  への変換が実施され、その後、色相を保持したまま非線形圧縮が適用される。

【0097】

当業者には明らかなように、上記アルゴリズムの他の組み合わせも可能である。

【0098】

W画素の色の説明

【0099】

上記の例は、W画素がディスプレイ白色点と同じか似た色度座標を持つという単純な仮定を利用したものであった。この仮定が間違っている場合には、Wそのものの色に関して何らかの考察が追加してなされない限り、例示したこれらのアルゴリズムによって色が歪む可能性がある。W画素はRGB画素の色域の中にあるため、その色度座標はRGB三値で表現できる。例えばCIE 1931色度座標が(0.35, 0.34)であるW画素が与えられたとすると、対応するRGB三値は(1.0, 0.68, 0.61)である。これは、Wの単位強度が、R、G、Bをそれぞれ1単位、0.68単位、0.61単位組み合わせたものに等しいことを意味する。この関係を念頭に置き、本発明のアルゴリズムのどの例もW画素の色を考慮して変更することができる。

【0100】

上に引用したニュートラルでないWを用いてRGBWのセットにおけるRGB値をスケーリングするという簡単な場合を考える。例えば80%というRGB制限値を入力RGBW値(0.3, 0.4, 0.0, 0.5)に適用すると、(0.24, 0.32, 0.0, 0.5)になる。その結果、W画素の色のおかげで、予想される輝度の喪失に加えて色がシフトする。Wを変化させずにRGB値を0.8倍にすることは、Wだけを1.25倍にすることと同等である。これは、非ニュートラル色に0.25単位付加することを意味するため、色がシフトする。過剰なWがニュートラルでないことを考慮する必要がある。Wと同等なRGBが(1.0, 0.68, 0.61)であることを思い出し、その中の最小値を差し引くと、非ニュートラル部が(0.39, 0.07, 0.0)であることは明ら

10

20

30

40

50

かである。この例における過剰なWは  $(1 - 0.8) \times 0.5$  すなわち0.1であるため、上記のRGBW値の色を補正するには、RGB値から  $0.1 \times (0.39, 0.07, 0.0)$  を差し引かねばならない。すると  $(0.20, 0.31, 0.0, 0.5)$  になる。この結果は、色がバランスされているが、わずかに暗くなったバージョンである。

【0101】

より簡単に説明すると、ここで説明したW画素は、ニュートラルなディスプレイ白色点と比べて色がわずかに赤-オレンジ色になっている。RGBWを用いた満足のゆく色の再現から出発し、RGB値が低下してWが単独で残されるとすると、Wの赤-オレンジ色が支配的になり始めるであろう。これを補正するには、RGB値を微調整して画像から赤-オレンジ色のいくらか（この場合には大量の赤とわずかな緑）を取り除く必要がある。

10

【0102】

RGB制限値が1であり、Wと同等なRGBが  $(R_w, G_w, B_w)$  であることを利用し、これをスケーリング・アルゴリズムに一般化すると、以下の式を用いてRGB値からWの色の一部を差し引くことができる。

【0103】

【数13】

$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = l \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} - (1-l) \cdot W \cdot \left( \begin{bmatrix} R_w \\ G_w \\ B_w \end{bmatrix} - \min(R_w, G_w, B_w) \right)$$

20

【0104】

あるいは色がバランスされているがわずかにより明るい画像にするには、RGB値を“上方”に補正することができる。するとRGB値が制限に引っ掛かって縮減される危険性がある。理論的には、これはWの色の逆数をRGB値に付加するようなものである。範囲の制限に引っ掛かる危険性を無視すると、同様の式でこの別の方法が実現される。

【0105】

【数14】

$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = l \cdot \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} + (1-l) \cdot W \cdot \left( \begin{bmatrix} R_w \\ G_w \\ B_w \end{bmatrix} - \max(R_w, G_w, B_w) \right)$$

30

【0106】

単純なスケーリングを越えてあらゆるRGB値をコンシステントに変化させる（すなわち色相を保持する）あらゆるアルゴリズムに対して一般化するための考え方は簡単である。RGB値に関して得られたWのすべての単位は、RGBの組み合わせと同等であるため、この同等なRGBの非ニュートラル部を考慮する必要がある。単純な一例として、Wの色が赤-オレンジである場合、補正は、Wの色を差し引き、RGBから赤と緑をいくらか差し引くことによって実現するか、Wの色の逆数を付加し、RGBに緑と青をいくらか付加することによって実現できる。前者ではわずかに暗い画像になり、後者ではわずかに明るい画像になるであろう。この考え方をここに提示したあらゆる例に適用する方法は明らかであり、本発明の範囲に含まれる。

40

【図面の簡単な説明】

【0107】

【図1】本発明の一実施態様によるディスプレイのアクティブ・マトリックス駆動回路の

50

回路図である。

【図 2】本発明の一実施態様によるディスプレイのレイアウトと配線である。

【図 3】本発明の一実施態様によるディスプレイの断面図である。

【図 4】本発明の別の一実施態様によるディスプレイの画素を駆動するのに用いられる駆動回路の部品群の構成とレイアウトである。

【図 5】本発明によりOLEDディスプレイをより少ない電力で動作させてフル・カラー画像を生成させる方法のブロック・ダイアグラムである。

【図 6】図5の方法の一部をより詳しく示すブロック・ダイアグラムである。

【図 7】本発明による輝度調節の一実施態様を示すグラフである。

【図 8】本発明による輝度調節の別の一実施態様を示すグラフである。

10

【図 9】色域決定画素の概念を示すCIE 1931 xy色度図である。

【図 10】OLEDの電流密度と電圧の関係を示すグラフである。

【符号の説明】

【0108】

|      |            |    |
|------|------------|----|
| 5    | OLEDディスプレイ |    |
| 10r  | 有機発光ダイオード  |    |
| 20b  | 画素         |    |
| 20g  | 画素         |    |
| 20r  | 画素         |    |
| 20w  | 画素         | 20 |
| 30   | 画素領域       |    |
| 40   | 接続領域       |    |
| 41   | 接続パッド      |    |
| 42   | 接続パッド      |    |
| 50   | 選択線ドライバ    |    |
| 60   | データ線ドライバ   |    |
| 70   | 第1の電圧源     |    |
| 80   | 第2の電圧源     |    |
| 100  | 基板         |    |
| 111  | 電力線        | 30 |
| 111b | 電力線        |    |
| 111g | 電力線        |    |
| 111r | 電力線        |    |
| 111w | 電力線        |    |
| 112b | データ線       |    |
| 112g | データ線       |    |
| 112r | データ線       |    |
| 112w | データ線       |    |
| 113  | 選択線        |    |
| 114  | キャパシタ線     | 40 |
| 120r | 選択用ランジスタ   |    |
| 121  | 第1の半導体領域   |    |
| 124  | 導電性ブリッジ    |    |
| 125  | ビア         |    |
| 127  | ビア         |    |
| 130r | 記憶用キャパシタ   |    |
| 140r | パワー・トランジスタ |    |
| 140w | パワー・トランジスタ |    |
| 141  | 第2の半導体領域   |    |
| 142  | ビア         | 50 |

|      |                 |    |
|------|-----------------|----|
| 143  | パワー・トランジスタのゲート  |    |
| 145  | ビア              |    |
| 149  | ビア              |    |
| 160  | 画素間誘電層          |    |
| 181  | 第1の電極           |    |
| 182  | 開口部             |    |
| 200  | アクティブ・マトリックス回路層 |    |
| 202  | 絶縁層             |    |
| 204  | 絶縁層             |    |
| 207  | 絶縁層             | 10 |
| 210  | 有機EL媒体          |    |
| 211  | 正孔注入層           |    |
| 212  | 正孔輸送層           |    |
| 213  | 発光層             |    |
| 214  | 電子輸送層           |    |
| 220  | 第2の電極           |    |
| 230r | カラー・フィルタ素子      |    |
| 230g | カラー・フィルタ素子      |    |
| 230b | カラー・フィルタ素子      |    |
| 230w | カラー・フィルタ素子      | 20 |
| 280b | 発光              |    |
| 280g | 発光              |    |
| 280r | 発光              |    |
| 280w | 発光              |    |
| 310  | ステップ            |    |
| 320  | ステップ            |    |
| 330  | ステップ            |    |
| 340  | ステップ            |    |
| 350  | ステップ            |    |
| 360  | ステップ            | 30 |
| 370  | ステップ            |    |
| 380  | ステップ            |    |
| 390  | ステップ            |    |
| 900  | CIE色空間          |    |
| 901  | 赤色発光体           |    |
| 902  | 緑色発光体           |    |
| 903  | 青色発光体           |    |
| 904  | 白色発光体           |    |
| 905  | 色域              |    |

【図 1】

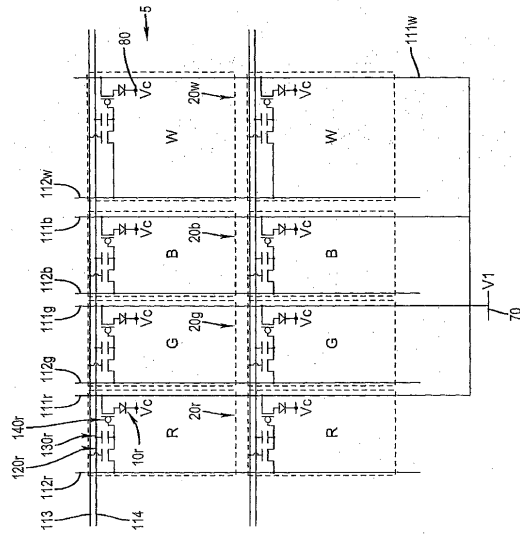


FIG. 1

【図 2】

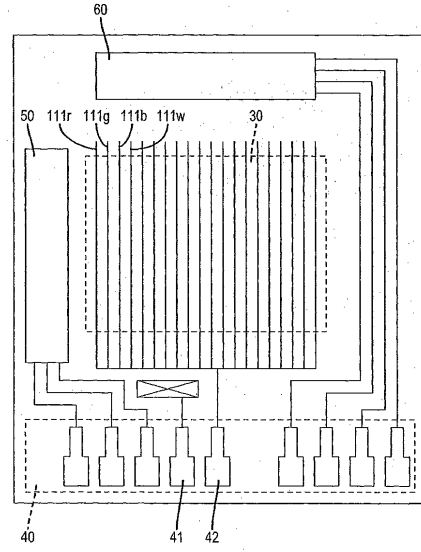


FIG. 2

【図 3】

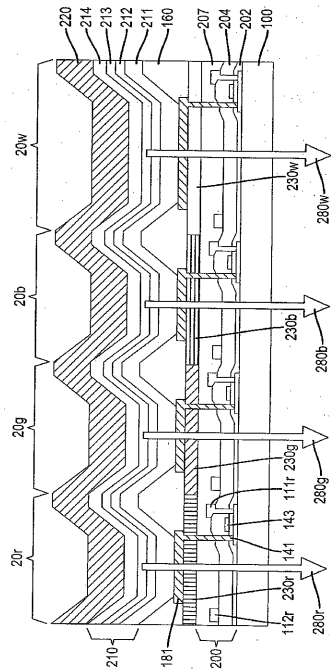


FIG. 3

【図 4】

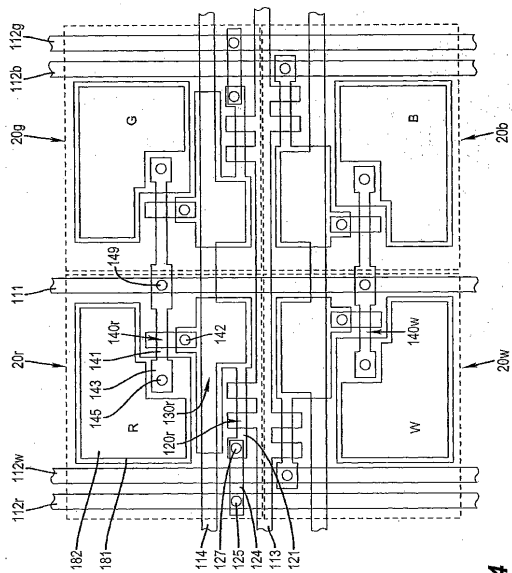


FIG. 4

【図 5】

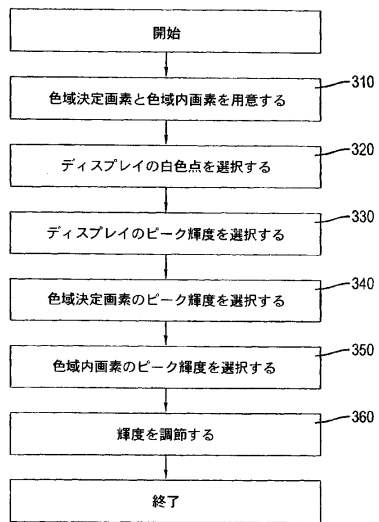


図 5

【図 6】

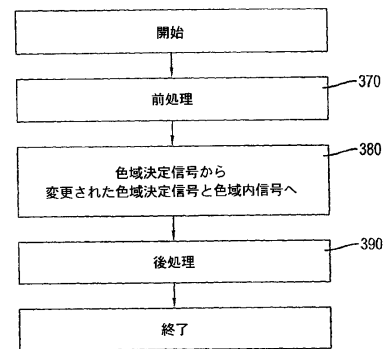


図 6

【図 7】

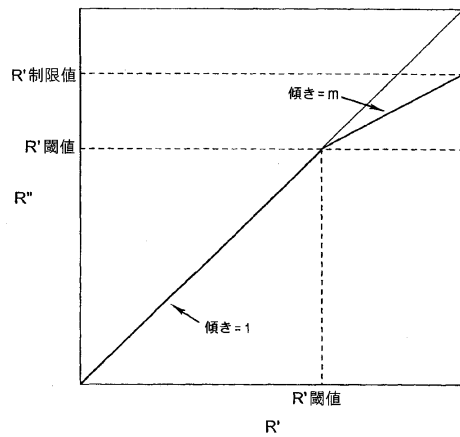


図 7

【図 8】

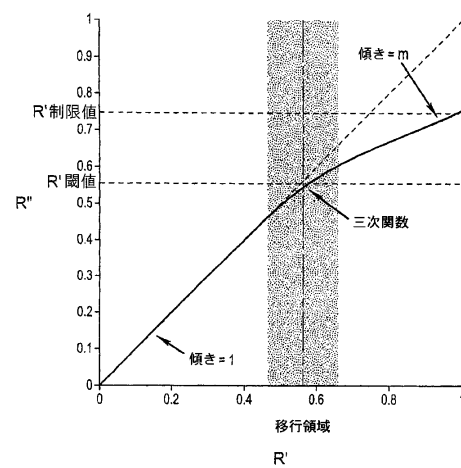


図 8

【図 9】

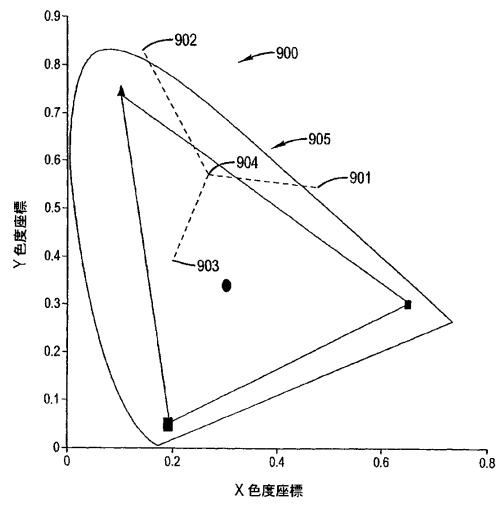


図 9

【図 10】

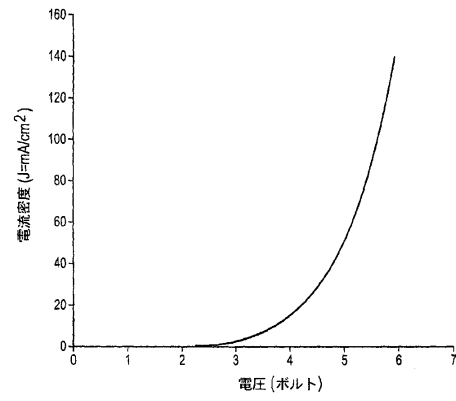


図 10

---

 フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

|         |       |         |
|---------|-------|---------|
| G 0 9 G | 3/20  | 6 4 2 K |
| H 0 5 B | 33/14 | A       |
| H 0 5 B | 33/12 | B       |
| G 0 9 G | 3/20  | 6 5 0 M |

(74)代理人 100111903

弁理士 永坂 友康

(74)代理人 100102990

弁理士 小林 良博

(74)代理人 100114018

弁理士 南山 知広

(72)発明者 ボロソン, マイケル ルイス

アメリカ合衆国, ニューヨーク 1 4 6 1 0 , ロチェスター, グローブナー ロード 2 8 1

(72)発明者 ルドウィッキ, ジョン エドワード

アメリカ合衆国, ニューヨーク 1 4 4 2 8 , チャーチビル, ノルウッド ドライブ 2

(72)発明者 マードック, マイケル ジョン

アメリカ合衆国, ニューヨーク 1 4 6 0 7 , ロチェスター, ハーレム ストリート 3 1

審査官 山崎 仁之

(56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 0 4 / 0 1 1 3 8 7 5 ( U S , A 1 )

特表 2 0 0 6 - 5 1 2 7 3 2 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 9 G 3 / 3 0

G 0 9 G 3 / 2 0

H 0 1 L 5 1 / 5 0

H 0 5 B 3 3 / 1 2

|                |                                                                                                                          |         |            |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | OLED显示屏具有改进的功率性能                                                                                                         |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">JP5363116B2</a>                                                                                              | 公开(公告)日 | 2013-12-11 |
| 申请号            | JP2008547269                                                                                                             | 申请日     | 2006-12-06 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 伊斯曼柯达公司                                                                                                                  |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 伊士曼柯达公司                                                                                                                  |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 全球豪迪E.技术Rimitido责任公司                                                                                                     |         |            |
| [标]发明人         | ボロソンマイケルルイス<br>ルドウィッキジョンエドワード<br>マードックマイケルジョン                                                                            |         |            |
| 发明人            | ボロソン,マイケル ルイス<br>ルドウィッキ,ジョン エドワード<br>マードック,マイケル ジョン                                                                      |         |            |
| IPC分类号         | G09G3/30 G09G3/20 H01L51/50 H05B33/12                                                                                    |         |            |
| CPC分类号         | G09G3/2003 G09G3/3225 G09G2300/0426 G09G2300/0452 G09G2330/021 G09G2340/06 H01L27/3213 H01L27/3244 H01L27/3276           |         |            |
| FI分类号          | G09G3/30.K G09G3/20.611.A G09G3/20.641.D G09G3/30.J G09G3/20.642.J G09G3/20.642.K H05B33/14.A H05B33/12.B G09G3/20.650.M |         |            |
| 代理人(译)         | 青木 笃<br>石田 敬<br>南山智博                                                                                                     |         |            |
| 优先权            | 11/312872 2005-12-20 US                                                                                                  |         |            |
| 其他公开文献         | JP2009520241A5<br>JP2009520241A                                                                                          |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>                                                                                                |         |            |

#### 摘要(译)

一种用于产生全色图像的OLED显示器，包括多个至少四个不同颜色的像素，包括三个不同颜色的可寻址色域限定像素和第四可寻址色域内像素，每个像素具有第一和第二有机发光二极管。第二电极和设置在电极之间的一个或多个有机发光层；OLED显示器具有选定的显示白点，显示峰值亮度，色域定义像素峰值亮度和色域内像素峰值亮度；用于调节每个彩色像素的有机发光二极管的亮度的驱动电路，其中色域限定像素峰值亮度的总和小于显示峰值亮度。

$$p_{mat}_{RGB} = \begin{bmatrix} 41.2 & 35.8 & 18.0 \\ 21.3 & 71.5 & 7.2 \\ 1.9 & 11.9 & 95.1 \end{bmatrix}'$$