

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5243531号
(P5243531)

(45) 発行日 平成25年7月24日 (2013. 7. 24)

(24) 登録日 平成25年4月12日 (2013. 4. 12)

(51) Int. Cl.

F I

H05B 37/02 (2006.01)

F21S 2/00 (2006.01)

F21V 23/00 (2006.01)

G02F 1/133 (2006.01)

F21Y 101/02 (2006.01)

H05B 37/02 L

F21S 2/00 480

F21V 23/00 113

F21V 23/00 140

G02F 1/133 535

請求項の数 24 (全 33 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2010-509334 (P2010-509334)
 (86) (22) 出願日 平成20年5月7日 (2008. 5. 7)
 (65) 公表番号 特表2010-528420 (P2010-528420A)
 (43) 公表日 平成22年8月19日 (2010. 8. 19)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2008/005827
 (87) 国際公開番号 W02008/153642
 (87) 国際公開日 平成20年12月18日 (2008. 12. 18)
 審査請求日 平成22年1月20日 (2010. 1. 20)
 (31) 優先権主張番号 11/751, 364
 (32) 優先日 平成19年5月21日 (2007. 5. 21)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 592054856
 クリー インコーポレイテッド
 CREE INC.
 アメリカ合衆国 ノースカロライナ州 2
 7703 ダラム シリコン ドライブ
 4600
 (74) 代理人 110000855
 特許業務法人浅村特許事務所
 (74) 代理人 100066692
 弁理士 浅村 皓
 (74) 代理人 100072040
 弁理士 浅村 肇
 (74) 代理人 100159525
 弁理士 大日方 和幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 組合せ光出力測定結果を使用して固体照明パネルを校正するためのシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

各セグメントが、各デューティサイクルを有するパルス幅変調制御信号に対する応答として第1の色の光および第2の色の光を放射するように構成されている複数のセグメントを備える照明パネルを校正する方法であって、

前記第1の色の光および前記第2の色の光を同時に放射するように前記複数のセグメントを励起するステップと、

測定位置において前記複数のセグメントに対する組合せ光出力を測定して、前記照明パネルの前記複数のセグメントに対する総放射データを取得するステップと、

前記第1の色の光および前記第2の色の光のそれぞれに対する個別のスペクトル分布を、これらの光に対応する各波長帯にわたって前記総放射データに基づいて計算するステップを含む方法。

【請求項 2】

請求項1に記載の方法において、

前記個別のスペクトル分布を計算するステップは、

前記第1の色の光および前記第2の色の光のそれぞれに対する前記個別のスペクトル分布を、前記第1の色の光および前記第2の色の光のそれぞれに対する前記総放射データおよびレファレンス放射データに基づいて導出するステップを含む方法。

【請求項 3】

請求項2に記載の方法において、

10

20

前記個別のスペクトル分布を計算するステップは、さらに、
局所的ピークに関する第 1 の波長および第 2 の波長を、前記総放射データに基づいて前記第 1 の色および第 2 の色のそれぞれに対応する各波長帯において決定するステップと、
アルゴリズムに対する各点を、前記第 1 の波長値および前記第 2 の波長値に基づいて選択するステップと、
前記各開始点に基づいて前記アルゴリズムを使用して、前記第 1 の色の光および前記第 2 の色の光のそれぞれに対する前記個別のスペクトル分布を計算するステップとを含む方法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の方法において、
前記各点は前記アルゴリズムに対する開始点を含み、前記第 1 の色の光および前記第 2 の色の光のそれぞれに対する前記個別のスペクトル分布を計算するステップは、
前記第 1 の波長と前記第 2 の波長との間の波長帯に対する前記個別のスペクトル分布の部分を外挿するステップを含む方法。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の方法であって、さらに、
前記測定位置における前記第 1 の色の光および / または前記第 2 の色の光に対する個別の輝度および / または色度データを、前記個別のスペクトル分布に基づいて決定するステップを含む方法。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の方法であって、さらに、
前記複数のセグメントのうちの少なくとも 1 つに対する前記第 1 の色の光および前記第 2 の色の光のうちの少なくとも 1 つの放射の前記デューティサイクルを、前記個別のスペクトル分布に基づいて光の輝度変動を低減するように調節するステップを含む方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の方法において、
前記複数のセグメントのそれぞれは、さらに、前記パルス幅変調制御信号に対する応答として第 3 の色の光を放射するように構成され、前記複数のセグメントを励起するステップは、さらに、前記第 1、第 2、および第 3 の色の光を同時に放射するように前記複数のセグメントを励起するステップを含み、前記個別のスペクトル分布を計算するステップは、さらに、前記総放射データに基づいて、前記第 1、第 2、および第 3 の色の光のそれぞれに対する個別のスペクトル分布を導出するステップを含む方法。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の方法において、
前記第 1 の色の光は赤色波長帯の光を含み、前記第 2 の色の光は緑色波長帯の光を含み、前記第 3 の色の光は青色波長帯の光を含む方法。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の方法であって、さらに、
前記総放射データに基づいて、前記照明パネルに対する平均セグメント輝度を決定するステップと、
前記平均セグメント輝度に対する前記複数のセグメントのうちの 1 つのセグメントの輝度変動を決定するステップと、
前記複数のセグメントのうちの前記 1 つのセグメントの前記輝度変動を閾値と比較するステップと、
前記閾値を超える前記複数のセグメントのうちの前記 1 つのセグメントの前記輝度変動に応じて、前記複数のセグメントのうちの前記 1 つのセグメントに対する前記第 1 の色の光および前記第 2 の色の光のうちの少なくとも一方の放射の前記デューティサイクルを調節して前記輝度変動を低減するステップとを含む方法。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の方法において、

前記測定位置は、前記照明パネルのほぼ中心の位置を含む方法。

【請求項 1 1】

請求項 1 に記載の方法において、

前記複数のセグメントのそれぞれのセグメントは、タイルのグループを含む方法。

【請求項 1 2】

請求項 1 に記載の方法において、

前記複数のセグメントのそれぞれのセグメントは、タイルのバーを含む方法。

【請求項 1 3】

各セグメントが、各デューティサイクルを有するパルス幅変調制御信号に対する応答として赤色、緑色、および青色の光を放射するように構成されている複数のセグメントを備える照明パネルを校正する方法であって、

10

赤色、緑色、および青色の光を同時に放射するように前記複数のセグメントを励起するステップと、

測定位置において前記複数のセグメントに対する赤色、緑色、および青色の組合せ光出力を測定して総放射データを取得するステップと、

前記赤色、緑色、および青色の光のそれぞれに対応する波長帯に対する個別のスペクトル分布を、前記赤色、緑色、および青色の光に対する前記総放射データおよび予想放射データの外挿に基づいて計算するステップとを含む方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載の方法であって、さらに、

20

前記複数のセグメントのうちの少なくとも 1 つに対する前記赤色、緑色、および青色の光のうちの少なくとも 1 つの放射の前記デューティサイクルを、前記個別のスペクトル分布に基づいて光の輝度変動を低減するように調節するステップを含む方法。

【請求項 1 5】

各セグメントが、各デューティサイクルを有するパルス幅変調制御信号に対する応答として第 1 の色の光および第 2 の色の光を放射するように構成されている複数のセグメントを備える照明パネルを校正するための校正システムであって、

前記照明パネルに結合されるように構成された校正コントローラと、

前記校正コントローラに結合され、比色計を備える校正ユニットとを備え、

前記校正コントローラは、前記複数のセグメントを励起して前記第 1 の色の光および前記第 2 の色の光を同時に放射するように構成され、前記校正ユニットは、測定位置において前記複数のセグメントからの組合せ光出力を測定して総放射データを取得するように構成され、前記校正コントローラは、前記総放射データに基づいてこれらの光に対応する各波長帯にわたって前記第 1 の色の光および前記第 2 の色の光のそれぞれに対する個別のスペクトル分布を計算するように構成される校正システム。

30

【請求項 1 6】

請求項 1 5 に記載の校正システムにおいて、

前記校正コントローラは、前記第 1 の色の光および前記第 2 の色の光のそれぞれに対する前記個別のスペクトル分布を、前記第 1 の色の光および前記第 2 の色の光のそれぞれに対する前記総放射データおよびレファレンス放射データに基づいて導出するように構成される校正システム。

40

【請求項 1 7】

請求項 1 6 に記載の校正システムにおいて、

前記校正コントローラは、さらに、前記総放射データに基づいて前記第 1 の色および前記第 2 の色のそれぞれに対応する各波長帯において局所的ピークに関する第 1 の波長および第 2 の波長を決定し、前記第 1 の波長値および第 2 の波長値に基づいてアルゴリズムに対する各点を選択し、前記各開始点に基づいて前記アルゴリズムを使用して前記第 1 の色の光および前記第 2 の色の光のそれぞれに対する前記個別のスペクトル分布を計算するように構成される校正システム。

【請求項 1 8】

50

請求項 17 に記載の校正システムにおいて、

前記各点は前記アルゴリズムに対する開始点を含み、前記校正コントローラは、前記第 1 の波長と前記第 2 の波長との間の波長帯に対する前記個別のスペクトル分布の部分を外挿するように構成される校正システム。

【請求項 19】

請求項 18 に記載の校正システムにおいて、

前記校正コントローラは、前記測定位置における前記第 1 の色の光および / または前記第 2 の色の光に対する個別の輝度および / または色度データを、前記個別のスペクトル分布に基づいて決定するように構成される校正システム。

【請求項 20】

請求項 19 に記載の校正システムにおいて、

前記校正コントローラは、前記複数のセグメントのうちの少なくとも 1 つに対する前記第 1 の色の光および前記第 2 の色の光のうちの少なくとも 1 つの放射の前記デュティサイクルを調節して、前記個別のスペクトル分布に基づいて光の輝度変動を低減するように構成される校正システム。

【請求項 21】

請求項 20 に記載の校正システムにおいて、

前記複数のセグメントのそれぞれは、さらに、前記パルス幅変調制御信号に対する応答として第 3 の色の光を放射するように構成され、前記校正コントローラは、前記複数のセグメントを励起して前記第 1、第 2、および第 3 の色の光を同時に放射し、前記総放射データに基づいて前記第 1、第 2、および第 3 の色の光のそれぞれに対する個別のスペクトル分布を導出するように構成される校正システム。

【請求項 22】

請求項 21 に記載の校正システムにおいて、

前記第 1 の色の光は赤色波長帯の光を含み、前記第 2 の色の光は緑色波長帯の光を含み、前記第 3 の色の光は青色波長帯の光を含む校正システム。

【請求項 23】

請求項 15 に記載の校正システムにおいて、

前記校正ユニットは、さらに、前記比色計に接続され、前記比色計を二次元平面内の前記測定位置に移動するように構成されている X Y ポジショナーを備える校正システム。

【請求項 24】

請求項 15 に記載の校正システムにおいて、

前記校正ユニットは、さらに、

入口を有するエンクロージャと、

前記エンクロージャの外部から前記入口を通して前記エンクロージャの内部に入るコンベヤーと、

前記コンベヤー上に載り、校正時に前記照明パネルを保持するように構成されているパレットと、

前記コンベヤーおよび前記パレットは、前記照明パネルをエンクロージャ内に持ち込むように構成され、前記比色計は、前記照明パネルの前記複数のセグメントから放射される前記組合せ光出力を検出するように前記エンクロージャ内に位置決めされる校正システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、2005 年 11 月 18 日に出願された「System and Method for Interconnection and Integration of LED Backlighting Modules」という表題の米国仮特許出願第 60 / 738,305 号明細書の優先権を主張するものであり、その開示の全体を参照により本明細書に組み込む。本出願は、2006 年 3 月 6 日に出願した「Adaptive Adjustm

10

20

30

40

50

ent of Light Output of Solid State Lighting Panels」という表題の米国特許出願第 11 / 368,976 号明細書の一部継続出願であり、また 2006 年 11 月 17 日に出願した「Systems And Methods For Calibrating Solid State Lighting Panels」という表題の米国特許出願第 11 / 601,410 号明細書からの優先権を主張するものであり、それらの開示の全体を参照により本明細書に組み込む。

【0002】

本発明は、固体照明に関するものであり、より詳細には、調節可能な固体照明パネル、ならびに固体照明パネルの光出力を調節するためのシステムおよび方法に関するものである。

【背景技術】

10

【0003】

多くの照明用途に固体照明アレイが使用されている。例えば、固体照明デバイスのアレイを含む固体照明パネルは、これまで建築照明および／またはアクセント照明などにおける直接照明光源として使用されてきた。固体照明デバイスとしては、例えば、1つまたは複数の発光ダイオード（LED）を含むパッケージ化された発光デバイスが挙げられる。無機LEDは、典型的には、pn接合を形成する半導体層を備える。有機発光層を備える有機LED（OLED）は、別の種類の固体発光デバイスである。典型的には、固体発光デバイスは、発光層または領域中のキャリア、つまり電子と正孔の再結合を通じて光を発生する。

【0004】

20

固体照明パネルは、携帯用電子機器で使用されるLCDディスプレイ画面などの小型液晶ディスプレイ（LCD）ディスプレイ画面用のバックライトとして一般に使用されている。それに加えて、液晶テレビディスプレイなどの大型のディスプレイ用のバックライトとしての固体照明パネルの利用に対する関心が高まってきている。

【0005】

より小型のLCD画面では、バックライトアセンブリは、典型的には、LEDによって放射された青色の光の一部を黄色の光に変換する波長変換リン光体でコーティングされた青色発光LEDを備える白色LED照明デバイスを使用する。その結果得られる光は、青色光と黄色光とを組み合わせた光であり、観察者には白色のように見えることがある。しかし、このような配列構成によって発生する光は白色に見えることがあるが、そのような光を照射された物体は、光のスペクトルが限定されているため、自然な色を持つように見えないことがある。例えば、光は可視スペクトルの赤色部分においてほとんどエネルギーを有していない場合があるため、物体の赤色は、そのような光では照らせない。その結果、物体は、そのような光源の下で見たときに不自然な色を持つように見えることがある。

30

【0006】

光源の演色評価数は、光源が発する光がいろいろな種類の色の照射を正確に行う能力の客観的尺度である。演色評価数は、単色光源の場合の本質的に0から白熱光源の場合のほぼ100までの範囲である。リン光体ベースの固体光源から発生する光は、演色評価数が比較的低い場合がある。

【0007】

40

大規模なバックライトおよび照明用途では、多くの場合、高い演色評価数を有する白色光を発生する照明源を備えることが望ましく、したがって、照明パネルによって光を照射される物体および／またはディスプレイ画面がより自然に見える可能性がある。したがって、このような照明源は、典型的には、赤色、緑色、および青色の発光デバイスを備える固体照明デバイスのアレイを具備することができる。赤色、緑色、および青色の発光デバイスが同時に通電されると、その結果生じる組み合わせられた光は、赤色、緑色、および青色の光源の相対強度にもよるが、白色に見えるか、ほぼ白色に見えることがある。「白色」とみなせる、光の異なる色相は多数ある。例えば、ナトリウム蒸気照明デバイスが発生する光などのある種の「白色」光は、黄色みがかって見えることがあるが、いくつかの蛍光照明デバイスが発生する光などの他の「白色」光は、より青みがかって見えることがあ

50

る。

【 0 0 0 8 】

特定の光源の色度は、その光源の「カラーポイント」と称することができる。白色光源では、色度は、その光源の「ホワイトポイント」と称することができる。白色光源のホワイトポイントは、所定の温度まで熱せられた黒体放射体によって放射される光の色に対応する色度点の軌跡にそって減少しうる。したがって、ホワイトポイントは、熱せられた黒体放射体が光源の色相と一致する温度である光源の相関色温度（CCT）によって識別されうる。白色光は、典型的には、約 4 0 0 0 K から 8 0 0 0 K までの間の CCT を有する。CCT が 4 0 0 0 K である白色光は、黄色がかった色を有するが、CCT が 8 0 0 0 K である光は、より青みがかった色を有する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 9 】

【特許文献 1】米国特許出願第 1 1 / 6 0 1 , 5 0 0 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

大型のディスプレイおよび／または照明用途では、複数の固体照明タイルをつなぎ合わせて、例えば、二次元アレイの形にしてより大きな照明パネルを形成することができる。しかし残念なことに、発生する白色光の色相は、タイル毎におよび／または照明デバイス毎に異なりうる。このような変動は、異なる LED からの放射の強度の変動および／または照明デバイスおよび／またはタイルへの LED の配置の変動を含む、多くの要因により生じうる。したがって、タイル毎に一貫した色相の白色光を発生させるマルチタイルディスプレイパネルを製作するために、多数のタイルが発する光の色相および彩度、または色度を測定し、マルチタイルディスプレイに使用するために比較的近い色度を有するタイルの部分集合を選択することが望ましいと思われる。こうすると結果として、製造プロセスの歩留まりが下がり、および／または在庫コストが増大する可能性がある。

20

【 0 0 1 1 】

さらに、固体ディスプレイ／照明タイルが最初に製造されたときに一貫した望ましい色相の光を発している場合でも、タイル内の固体デバイスの色相および／または明度の不均一な変動が、時間の経過とともに、および／または温度変動の結果として生じ、これが、パネルの全体的カラーポイントが時間の経過とともに変化する原因となる可能性があり、および／または結果としてパネル上の色の不均一さを引き起こす可能性がある。それに加えて、ユーザ側で、所望の色相および／または明度レベルに達するようにディスプレイパネルの光出力特性を変えることを望む場合もある。

30

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

本発明のいくつかの実施形態は、各セグメントが、各デューティサイクルを有するパルス幅変調制御信号に対する応答として第 1 の色の光および第 2 の色の光を放射するように構成されている複数のセグメントを備える照明パネルを較正する方法を提供する。本発明のいくつかの実施形態によれば、複数のセグメントが、第 1 の色の光および第 2 の色の光を同時に放射するように励起され、測定位置において複数のセグメントに対する組合せ光出力が測定されて、総放射データが取得される。第 1 の色の光および第 2 の色の光に対する個別の放射データが、この総放射データに基づいて決定される。

40

【 0 0 1 3 】

いくつかの実施形態では、第 1 の色の光および第 2 の色の光に対する個別の放射データは、第 1 の色の光および第 2 の色の光の総放射データおよび予想放射データの外挿に基づいて導出されうる。例えば、第 1 の局所ピーク波長および第 2 の局所ピーク波長は、総放射データに基づいて第 1 の色および第 2 の色のそれぞれに対応する各波長帯において決定されうる。外挿アルゴリズムの開始点は、第 1 のピーク波長値および第 2 のピーク波長値

50

に基づいて決定することができ、個別のスペクトル分布は、各開始点に基づいて外挿アルゴリズムを使用して第1の色の光および第2の色の光のそれぞれについて計算できる。

【0014】

他の実施形態では、複数のセグメントはそれぞれ、さらに、パルス幅変調制御信号に対する応答として第3の色の光を放射するように構成されうる。これら複数のセグメントは、第1の色の光、第2の色の光、および第3の色の光を同時に放射するように励起することができ、第1の色の光、第2の色の光、および第3の色の光に対する個別の放射データは、総放射データに基づいて決定されうる。例えば、第1の色の光は赤色波長帯の光、第2の色の光は緑色波長帯の光、第3の色の光は青色波長帯の光とすることができる。

【0015】

いくつかの実施形態では、複数のセグメントのうちの少なくとも1つの第1の色の光および第2の色の光のうちの少なくとも1つの放射に対するデューティサイクルは、個別の放射データに基づいて光の輝度変動を低減するように調節されうる。

【0016】

いくつかの実施形態では、複数のセグメントのうちのそれぞれのセグメントをタイルのグループとすることができる。他の実施形態では、複数のセグメントのうちのそれぞれのセグメントはタイルのバーを含む。

【0017】

本発明の他の実施形態は、各セグメントが、各デューティサイクルを有するパルス幅変調制御信号に対する応答として赤色、緑色、および青色の光を放射するように構成されている複数のセグメントを備える照明パネルを校正する方法を提供する。本発明の他の実施形態によれば、複数のセグメントが赤色、緑色、および青色の光を同時に放射するように励起され、測定位置において複数のセグメントに対する赤色、緑色、および青色の光の組合せ光出力が測定されて、総放射データが取得される。赤色、緑色、および青色の光に対する個別の放射データが、この総放射データに基づいて決定される。

【0018】

本発明のさらなる実施形態は、各セグメントが、各デューティサイクルを有するパルス幅変調制御信号に対する応答として第1の色の光および第2の色の光を放射するように構成されている複数のセグメントを備える照明パネルを校正するための校正システムを提供する。本発明のさらなる実施形態によれば、これらの校正システムは、照明パネルに結合されるように構成されている校正コントローラと、校正コントローラに結合され、比色計を備える校正ユニットとを備える。校正コントローラは、第1の色の光および第2の色の光を同時に放射するように複数のセグメントを励起するように構成されている。校正ユニットは、測定位置において複数のセグメントからの組合せ光出力を測定して総放射データを取得するように構成され、また校正コントローラは、総放射データに基づいて第1の色の光および第2の色の光に対する個別の放射データを決定するように構成される。

【0019】

いくつかの実施形態による他の方法、システム、および/またはデバイスは、当業者にとっては以下の図面および詳細な説明を検討した後であれば明白であろう。そのような追加の方法、デバイス、および/またはコンピュータプログラムはすべて、この説明の中に含まれ、本発明の範囲内に収まり、付属の請求項によって保護されることが意図されている。

【0020】

本発明を理解しやすくするために含まれ、本出願に組み込まれ、本出願の一部をなす付属の図面は、本発明の特定の実施形態（複数可）を例示するものである。図面の説明を以下に示す。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】LCDディスプレイの略図である。

【図2A】本発明のいくつかの実施形態による固体照明タイルの正面図である。

10

20

30

40

50

【図 2 B】本発明のいくつかの実施形態による固体照明要素の正面図である。

【図 3】本発明のいくつかの実施形態による固体照明タイル内の L E D の電氣的相互接続部を例示する回路略図である。

【図 4 A】本発明のいくつかの実施形態による複数の固体照明タイルを含むバーアセンブリの正面図である。

【図 4 B】複数のバーアセンブリを含む本発明のいくつかの実施形態による照明パネルの正面図である。

【図 5】本発明のいくつかの実施形態による照明パネルシステムを例示するブロック略図である。

【図 6 A】本発明のいくつかの実施形態による照明パネル上の光センサの可能な構成を例示する略図である。

10

【図 6 B】本発明のいくつかの実施形態による照明パネル上の光センサの可能な構成を例示する略図である。

【図 6 C】本発明のいくつかの実施形態による照明パネル上の光センサの可能な構成を例示する略図である。

【図 6 D】本発明のいくつかの実施形態による照明パネル上の光センサの可能な構成を例示する略図である。

【図 7】本発明のいくつかの実施形態による照明パネルシステムの要素を例示する略図である。

【図 8】本発明のいくつかの実施形態による照明パネルシステムの要素を例示する略図である。

20

【図 9】本発明のいくつかの実施形態による較正方法を例示する流れ図である。

【図 10】本発明のいくつかの実施形態による較正システムを例示する略図である。

【図 11】本発明のいくつかの実施形態による較正システムを例示する略図である。

【図 12】本発明のいくつかの実施形態による較正システムを例示する略図である。

【図 13】本発明のいくつかの実施形態による較正操作を例示する流れ図である。

【図 14】本発明の一態様である、本発明のいくつかの本実施形態による個別の放射データの導出を例示するグラフである。

【図 15】本発明のいくつかの実施形態による導出操作を例示する流れ図である。

【図 16】本発明のいくつかの実施形態による較正操作を例示する略図である。

30

【図 17】本発明のいくつかの実施形態による較正操作を例示する略図である。

【図 18 A】本発明のいくつかの実施形態による較正操作を例示する略図である。

【図 18 B】本発明のいくつかの実施形態による較正操作を例示する略図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

次に、本発明の実施形態が示されている、付属の図面を参照しつつ、本発明の実施形態についてさらに詳しく以下で説明する。しかし、本発明は、多くの異なる形態で具現化することができ、本明細書で述べられている実施形態に限定されると解釈すべきではない。むしろ、これらの実施形態は、本開示が詳細で完全なものとなるように、また当業者に本発明の範囲が全部伝わるように用意されたものである。全体を通して、類似の番号は、類似の要素を指す。

40

【0023】

第 1、第 2 などの用語は、本明細書では、様々な要素を記述するために使用される場合があるが、これらの要素は、その用語によって限定されるものではないことは理解されるであろう。これらの用語は、要素を他の要素から区別するためにのみ使用される。例えば、第 1 の要素が、第 2 の要素と呼ばれ、同様に、第 2 の要素が、第 1 の要素と呼ばれることがあっても、本発明の範囲から逸脱することにならない。本明細書で使用されているように、「および/または」は、関連する列挙されている品目の 1 つまたは複数のありとあらゆる組合せを含む。

【0024】

50

層、領域、または基板などの要素が、他の要素の「上に」ある、または「上へ」広がる、届く、伸びるなどという場合、要素は、直接他の要素の上にあるか、上へ広がる、届く、伸びるか、または介在する要素も存在しうことは理解されるであろう。これと対照的に、要素が、他の要素の「上に直接」ある、「上へ直接」広がる、届く、伸びると言う場合、介在する要素は存在しない。また、要素が、他の要素に「結ばれている」、または「結合されている」と言う場合、要素は、直接他の要素に結ばれるか、または結合されうるか、あるいは介在する要素が存在しうると理解される。これとは対照的に、要素が、他の要素に「直接結ばれている」か、または「直接結合されている」と言う場合、介在する要素は存在しない。

【0025】

「下」または「上」または「上側」または「下側」または「水平」または「垂直」などの相対語は、本明細書では、図に示されているように一方の要素、層、または領域の他方の要素、層、または領域に対する関係を記述するために使用することができる。これらの単語は、図中に示されている配向に加えてデバイスの異なる配向をも包含することが意図されていると理解される。

【0026】

本明細書で使用されている用語は、特定の実施形態のみを説明することを目的としており、本発明の範囲を制限することは意図されていない。本明細書で使用されているように、「1つの（または使わない場合もある）」および「その（使わない場合もある）」（英語原文の単数形の冠詞「a」、「an」、および「the」）は、文脈上明らかにそうでないことを示していない限り、複数形も含むことが意図されている。さらに、「備える」、「備えること」、「含む」、および／または「含むこと」という言い回しは、本明細書で使用されている場合、記載されている特徴、整数、工程、動作、要素、および／またはコンポーネント（または構成要素）の存在を意味し、1つまたは複数の他の特徴、整数、工程、動作、要素、コンポーネント（または構成要素）、および／またはそれらからなる群の存在もしくは追加を除外しないことも理解されるであろう。

【0027】

断りのない限り、本明細書で使用されるすべての（技術および科学用語を含む）用語は、本発明が関係している技術分野の当業者に通常理解される意味と同じ意味を有する。さらに、本明細書で使用されている用語は、本明細書におけるまた関連する技術の文脈における意味と矛盾しない意味を有するものと解釈すべきであり、本明細書で明確に定められていない限り、理想化されたまたは過度に型にはまった意味で解釈されないことは理解されるであろう。

【0028】

本発明は、本発明の実施形態による方法、システム、およびコンピュータプログラム製品の流れ図図解および／またはブロック図を参照しつつ以下で説明される。流れ図図解および／またはブロック図のいくつかのブロック、流れ図図解および／またはブロック図中のいくつかのブロックの組合せは、コンピュータプログラム命令により実装されうことは理解されるであろう。これらのコンピュータプログラム命令は、マイクロコントローラ、マイクロプロセッサ、デジタルシグナルプロセッサ（DSP）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）、状態機械、プログラマブルロジックコントローラ（PLC）または他の処理回路、汎用コンピュータ、専用コンピュータ、または機械を生産するなどのための他のプログラム可能なデータ処理装置に格納されるか、または実装され、これにより、コンピュータまたは他のプログラム可能なデータ処理装置のプロセッサを介して実行される命令は、流れ図および／またはブロック図の1つまたは複数のブロック内で指定された機能／活動を実行する手段を作成することができる。

【0029】

コンピュータまたは他のプログラム可能なデータ処理装置を特定の方法で機能させるよう指令することができるこれらのコンピュータプログラム命令は、さらに、コンピュータ可読メモリ内に格納することもでき、これにより、コンピュータ可読メモリ内に格納され

10

20

30

40

50

ている命令で、流れ図および／またはブロック図の１つまたは複数のブロックで指定された機能／活動を実行する命令手段を収めた製造品を生産することができる。

【 0 0 3 0 】

これらのコンピュータプログラム命令は、さらに、コンピュータまたは他のプログラム可能なデータ処理装置上にロードされ、これにより、コンピュータまたは他のプログラム可能なデータ処理装置上で一連の動作ステップが実行され、コンピュータまたは他のプログラム可能なデータ処理装置上で実行される命令は、流れ図および／またはブロック図の１つまたは複数のブロックで指定された機能／活動を実行するステップを構成することができる。ブロック内に記されている機能／活動は、動作図解中に記されている順序から外れて実行されうことは理解されるべきである。例えば、連続して示されている２つのブロックは、実際には、実質的に同時に実行されうるか、またはそれらのブロックは、関連する機能／活動に応じて、逆順に実行されうこともある。図のいくつかは、通信の主方向を示すために通信経路上に矢印を記しているが、通信は示されている矢印と反対の方向に行われる場合のあることは理解すべきである。

10

【 0 0 3 1 】

固体バックライトユニット 2 0 0 を備える L C D ディスプレイ 1 1 0 の略図が、図 1 に示されている。そこに示されているように、固体バックライトユニット 2 0 0 が発生する白色光は、赤色 (R)、緑色 (G)、および青色 (B) のカラーフィルター 1 2 0 のマトリックスを透過する。特定のカラーフィルター 1 2 0 を通る光の透過は、カラーフィルター 1 2 0 に付随する個別にアドレッシング可能な液晶シャッター 1 3 0 によって制御される。液晶シャッター 1 3 0 の動作は、供給されるビデオデータに対する応答としてシャッターコントローラ 1 2 5 によって、例えば、ホストコンピュータ、T V チューナー、または他のビデオソースによって制御される。

20

【 0 0 3 2 】

L C D ディスプレイの多くのコンポーネントは、温度に依存する光学的特性を有する。例えば、透過率および／または周波数応答などの液晶シャッター 1 3 0 および／またはカラーフィルター 1 2 0 の光学的特性は、温度とともに偏移しうる。さらに、バックライト制御システム内の光センサの応答特性も、温度とともに偏移しうる。さらに問題を大きくするのが、バックライトユニット 2 0 0 の外部にあるディスプレイ 1 1 0 の要素の光学的特性の偏移が、バックライトユニット 2 0 0 内に配置されている光センサによって検出できない場合があることである。例えば、バックライトユニット 1 5 0 内に配置されている光センサは、液晶シャッター 1 3 0 および／またはカラーフィルター 1 2 0 の光学的特性が変化することにより生じるディスプレイ 1 1 0 の出力中のカラーポイントの偏移を検出することができない場合がある。較正温度に比べて実際のシステム温度の差が大きければ大きいほど、カラーポイントの誤差もさらに大きくなる可能性がある。

30

【 0 0 3 3 】

生産では、ディスプレイのカラーポイントは、ディスプレイ 1 1 0 がウォームアップ状態 (例えば、約 7 0) にあるときに較正できる。しかし、フルサイズのディスプレイの熱質量は大きいので、L C D ディスプレイ 1 1 0 がスイッチオン後に完全ウォームアップ状態に達するまでに比較的長い時間を要することがある。ウォームアップ期間中、ディスプレイの実際のカラーポイントは、バックライト制御システム内の光センサによって測定されたカラーポイントと異なることがある。つまり、バックライトユニット 2 0 0 は、特定のカラーポイントを有する光を発生するように構成され、制御されうが、ディスプレイ 1 1 0 によって出力される光の実際のカラーポイントは、所望のカラーポイントから偏移する可能性がある。最大のカラーポイント誤差は、最初に電源を入れたときに発生する可能性があり、システムが完全ウォームアップ状態になるまで徐々に減少しうるが、これは、1 ~ 2 時間ほどを要する。

40

【 0 0 3 4 】

L C D ディスプレイ用の固体バックライトユニットは、複数の固体照明要素を備えることができる。これらの固体照明要素は、二次元照明パネルを形成するように配列できる 1

50

つまたは複数の固体照明タイル上に配列され、ディスプレイまたは画面のサイズに合わせて単一ボード上に実装されうる。次に図2Aを参照すると、固体照明タイル10には、規則正しいおよび/または不規則な二次元アレイの形に配列された多数の固体照明要素12が備えられることがわかる。タイル10は、例えば、1つまたは複数の回路要素を実装できるプリント基板(PCB)を備えることができる。特に、タイル10は、パターンニングされた金属トレース(図に示されていない)が形成されうるポリマーコーティングを有する金属コアを含む金属コアPCB(MCPCB)を備えることができる。MCPCB材料、およびその材料に類似している材料は、例えばThe Bergquist Company社から市販されている。PCBには、さらに、重いクラッド(4オンス(0.113kg)以上の銅)および/またはサーマルバイアスを持つ従来のFR-4 PCB材料を使用することができる。MCPCB材料は、従来のPCB材料に比べて熱的性能が改善されうる。しかし、MCPCB材料はまた、金属コアを含まない場合がある従来のPCB材料よりも重くなる可能性がある。

【0035】

図2Aに例示されている実施形態では、照明要素12は、クラスタ1つにつき固体発光デバイス4つからなるマルチチップクラスタである。タイル10において、第1の経路20内に4つの照明要素12が直列に配列され、第2の経路21内に4つの照明要素12が直列に配列されている。第1の経路20の照明要素12は、例えばプリント回路を介して、タイル10の第1の端部に配列された4つのアノード接点22の集合およびタイル10の第2の端部に配列された4つのカソード接点24の集合に接続される。第2の経路21の照明要素12は、タイル10の第2の端部に配列された4つのアノード接点26の集合およびタイル10の第1の端部に配列された4つのカソード接点28の集合に接続される。

【0036】

図2Bおよび3を参照すると、固体照明要素12は、例えば、有機発光デバイスおよび/または無機発光デバイスを備えることができることがわかる。固体照明要素12は、複数のLEDチップ16A~16Dが実装されているキャリア基板を備えるパッケージ化されたディスクリート電子コンポーネントを具備することができる。他の実施形態では、1つまたは複数の固体照明要素12は、タイル10の表面上の電気トレース上に直接実装されているLEDチップ16A~16Dを備えることができる。好適なタイルは、文献に開示されている(例えば、参照により本明細書に組み込まれている、2006年11月17日に出願した「SOLID STATE BACKLIGHTING UNIT ASSEMBLY AND METHODS」という表題の同一出願人による特許文献1参照)。

【0037】

LEDチップ16A~16Dは、少なくとも赤色のLED 16A、緑色のLED 16B、および青色のLED 16Cを備えることができる。青色および/または緑色のLEDは、本発明の譲受人である本件特許出願人から市販されているInGaNベースの青色および/または緑色のLEDチップとすることができる。赤色LEDは、例えば、Epistar Corporation、Osram Opto Semiconductors GmbH社、および他の会社から市販されているAlInGaP LEDチップとすることができる。照明デバイス12は、緑色の強い光を利用できるようにするために追加の緑色LED 16Dを備えることができる。

【0038】

いくつかの実施形態では、LED 16A~16Dは、辺の長さが約900μm以上である正方形または矩形の外周を持つものとすることができる(つまり、いわゆる「パワーチップ」)。しかし、他の実施形態では、LEDチップ16A~16Dは、辺の長さを500μm以下とすることができる(つまり、いわゆる「スモールチップ」)。特に、小さなLEDチップは、パワーチップに比べて電気変換効率の高い動作が可能である。例えば、辺の最大寸法が500μm未満で、260μmと小さい緑色LEDチップは、一般に、900μmのチップに比べて高い電気変換効率を有し、消費電力1ワット当たり55ルー

10

20

30

40

50

メン程度の光束および消費電力１ワット当たり９０ルーメンの光束を発生する。

【００３９】

ＬＥＤ １６Ａ～１６Ｄは、透明な、および／または光散乱粒子、リン光体、および／または所望の放射パターン、色、および／または強度が得られる他の要素を含みうる、カプセル材料によって覆うことができる。照明デバイス１２は、さらに、ＬＥＤ １６Ａ～１６Ｄを囲む反射体カップ、ＬＥＤ １６Ａ～１６Ｄの上に取り付けられているレンズ、照明デバイスから熱を除去するための１つまたは複数のヒートシンク、静電放電保護チップ、および／または他の要素を備えることができる。

【００４０】

タイル１０内の照明要素１２のＬＥＤチップ１６Ａ～１６Ｄは、図３の回路略図に示されているように電気的に相互接続できる。その図に示されているように、これらのＬＥＤは、第１の経路２０内の青色ＬＥＤ １６Ａが直列に接続されてストリング２０Ａを形成するように相互接続できる。同様に、第１の経路２０内の第１の緑色ＬＥＤ １６Ｂは、ストリング２０Ｂを形成するように直列に配列され、第２の緑色ＬＥＤ １６Ｄは、別のストリング２０Ｄを形成するように直列に配列されうる。赤色ＬＥＤ １６Ｃは、ストリング２０Ｃを形成するように直列に配列されうる。それぞれのストリング２０Ａ～２０Ｄは、タイル１０の第１の端部に配列されたアノード接点２２Ａ～２２Ｄおよびタイル１０の第２の端部に配列されたカソード接点２４Ａ～２４Ｄに接続されうる。

【００４１】

ストリング２０Ａ～２０Ｄは、第１の経路２０および第２の経路２１内の対応するＬＥＤのすべて、またはすべてには満たない数の対応するＬＥＤを備えることができる。例えば、ストリング２０Ａは、第１の経路２０内の照明要素１２のすべてからの青色ＬＥＤのすべてを含むものとしてよい。その代わりに、ストリング２０Ａは、第１の経路２０内の対応するＬＥＤの部分集合のみを含むものとすることもできる。したがって、第１の経路２０は、タイル１０上に並列に配列された４本の直列ストリング２０Ａ～２０Ｄを備えることができる。

【００４２】

タイル１０上の第２の経路２１は、並列に配列された４本の直列ストリング２１Ａ、２１Ｂ、２１Ｃ、２１Ｄを備えることができる。ストリング２１Ａから２１Ｄは、タイル１０の第２の端部に配列されているアノード接点２６Ａから２６Ｄ、およびタイル１０の第１の端部に配列されているカソード接点２８Ａから２８Ｄに、それぞれ接続される。

【００４３】

図２Ａ、２Ｂ、および３に例示されている実施形態は、経路２０、２１のそれぞれについてＬＥＤ １６の少なくとも４本のストリングを形成するように電気的に接続されている照明デバイス１２毎に４つのＬＥＤチップ１６を備えるが、４つより多い、および／または少ないＬＥＤチップ１６を照明デバイス１２毎に備え、また４つより多い、および／または少ないＬＥＤストリングをタイル１０上の経路２０、２１毎に備えることができることは理解されるであろう。例えば、照明デバイス１２は、緑色ＬＥＤチップ１６Ｂを１つしか備えないが、この場合、経路２０、２１毎に３本のストリングを形成するようにＬＥＤを接続することができる。同様に、いくつかの実施形態では、照明デバイス１２内の２つの緑色ＬＥＤチップが互いに直列に接続され、この場合、経路２０、２２毎に緑色ＬＥＤチップの単一のストリングのみがありうる。さらに、タイル１０は、複数の経路２０、２１の代わりに単一の経路２０のみを含み、および／または２つより多い経路２０、２１を単一のタイル１０上に備えることができる。

【００４４】

図４Ａに例示されているようにさらに大きな照明バーアセンブリ３０を形成するように複数のタイル１０を組み立てることができる。図に示されているように、バーアセンブリ３０は、端と端を接して接続された２つ以上のタイル１０、１０'、１０''を備えることができる。したがって、図３および４Ａを参照すると、それぞれ、一番左にあるタイル１０の第１の経路２０のカソード接点２４は、中央のタイル１０'の第１の経路２０のアノ

10

20

30

40

50

ード接点 2 2 に電氣的に接続され、中央のタイル 1 0 ' の第 1 の経路 2 0 のカソード接点 2 4 は、一番右のタイル 1 0 " の第 1 の経路 2 0 のアノード接点 2 2 に電氣的に接続されうることがわかる。同様に、それぞれ、一番左にあるタイル 1 0 の第 2 の経路 2 1 のカソード接点 2 6 は、中央のタイル 1 0 ' の第 2 の経路 2 1 のカソード接点 2 8 に電氣的に接続され、中央のタイル 1 0 ' の第 2 の経路 2 1 のアノード接点 2 6 は、一番右のタイル 1 0 " の第 2 の経路 2 1 のカソード接点 2 8 に電氣的に接続されう。

【 0 0 4 5 】

さらに、一番右のタイル 1 0 " の第 1 の経路 2 0 のカソード接点 2 4 は、ループバックコネクタ 3 5 によって一番右のタイル 1 0 " の第 2 の経路 2 1 のアノード接点 2 6 に電氣的に接続されう。例えば、ループバックコネクタ 3 5 は、一番右のタイル 1 0 " の第 1 の経路 2 0 の青色 L E D チップ 1 6 A のストリング 2 0 A のカソード 2 4 A を一番右のタイル 1 0 " の第 2 の経路 2 1 の青色 L E D チップのストリング 2 1 A のアノード 2 6 A に電氣的に接続することができる。この方法で、第 1 の経路 2 0 のストリング 2 0 A を、ルートバックコネクタ 3 5 の導線 3 5 A によって第 2 の経路 2 1 のストリング 2 1 A と直列に接続し、青色 L E D チップ 1 6 の単一のストリング 2 3 A を形成することができる。タイル 1 0 、 1 0 ' 、 1 0 " の経路 2 0 、 2 1 の他のストリングも、同様にして接続できる。

【 0 0 4 6 】

ループバックコネクタ 3 5 は、エッジコネクタ、フレキシブル配線板、または他の好適なコネクタを備えることができる。それに加えて、ループコネクタは、タイル 1 0 上にノ

【 0 0 4 7 】

図 4 A に示されているバーアセンブリ 3 0 は、タイル 1 0 の一次元アレイであるが、他の構成も可能である。例えば、タイル 1 0 は、同じ平面内にタイル 1 0 がすべて配置される二次元アレイで、または同じ平面内にタイル 1 0 がすべて配置されるわけではない三次元構成で接続することも可能である。さらに、タイル 1 0 は、矩形または正方形である必要はなく、例えば、六角形、三角形、または類似の形とすることも可能である。

【 0 0 4 8 】

図 4 B を参照すると、いくつかの実施形態において、複数のバーアセンブリ 3 0 を組み合わせることで、照明パネル 4 0 を形成することができ、例えばこれを L C D ディスプレイ用のバックライトユニット (B L U) として使用することができる。図 4 B に示されているように、照明パネル 4 0 は、4 つのバーアセンブリ 3 0 を備えることができ、またそれぞれのバーアセンブリは 6 つのタイル 1 0 を含む。それぞれのバーアセンブリ 3 0 の一番右のタイル 1 0 は、ループバックコネクタ 3 5 を備える。したがって、それぞれのバーアセンブリ 3 0 は、L E D の 4 つのストリング 2 3 (つまり、赤色 1 つ、緑色 2 つ、および青色 1 つ) を備えることができる。

【 0 0 4 9 】

いくつかの実施形態では、バーアセンブリ 3 0 は、4 つの L E D ストリング 2 3 (赤色 1 つ、緑色 2 つ、および青色 1 つ) を備えることができる。したがって、9 個のバーアセンブリを備える照明パネル 4 0 は、L E D の 3 6 個の個別ストリングを有することができる。さらに、それぞれ 8 つの固体照明要素 1 2 を含む 6 つのタイル 1 0 を備えるバーアセンブリ 3 0 では、L E D ストリング 2 3 は、直列に接続されている 4 8 個の L E D を備えることができる。

【 0 0 5 0 】

ある種の L E D では、特定の青色 L E D および / または緑色 L E D における順方向電圧 (V f) は、2 0 m A の標準駆動電流でチップ間の公称値から ± 0.75 V 程度変動しう。典型的な青色または緑色の L E D では、V f が 3.2 ボルトであるものとすることができる。したがって、このようなチップの順方向電圧は、25% 程度変動しう。48 個の L E D を含む L E D のストリングでは、20 m A でストリングを動作させるために必要な全 V f は、 ± 36 V 程度変動しう。

【 0 0 5 1 】

したがって、バーアセンブリ内のＬＥＤの特定の特性に応じて、一方の光バーアセンブリのストリング（例えば、青色ストリング）は、他方のバーアセンブリの対応するストリングと比較してかなり異なる動作電力を必要とする場合がある。これらの変動は、そのようなＶｆ変動がタイル毎に、および／またはバー毎に明度および／または色相の変動をもたらしうするため、複数のタイル１０および／またはバーアセンブリ３０を備える照明パネルの色および／または明度の一様性に著しい影響を及ぼすことがある。例えば、ストリング毎の電流差があると、結果として、ストリングによって出力される光束、ピーク波長、および／または主波長に大きさ差を生じさせる可能性がある。ＬＥＤ駆動電流の変動が５％以上のオーダーだと、結果として、ストリング毎、および／またはタイル毎の光出力の変動が許容できないくらい大きくなる可能性がある。このような変動は、照明パネルの色域全体、つまり、表示可能な色の範囲に著しい影響を及ぼす可能性がある。

10

【 0 0 5 2 】

それに加えて、ＬＥＤチップの光出力特性は、その動作寿命の間に变化する可能性がある。例えば、ＬＥＤによって出力される光は、時間の経過とともに、および／または周囲温度によって变化しうる。

【 0 0 5 3 】

照明パネルの光出力特性を一貫した、制御可能な特性にするために、本発明のいくつかの実施形態では、ＬＥＤチップの２つ以上の直列ストリングを有する照明パネルを形成する。ＬＥＤチップのストリング毎に独立した電流制御回路を備える。さらに、ストリングのそれぞれへの電流は、例えば、パルス幅変調（ＰＷＭ）および／またはパルス周波数変調（ＰＦＭ）を用いて個別に制御可能である。ＰＷＭ方式で特定のストリングに印加されるパルスの幅（またはＰＦＭ方式におけるパルスの周波数）は、例えば、ユーザ入力および／またはセンサ入力に基づいて動作中に修正可能な事前に格納されているパルス幅（周波数）値に基づくものとすることができる。

20

【 0 0 5 4 】

そこで、図５を参照すると、照明パネルシステム２００が示されている。ＬＣＤディスプレイ用のバックライトとすることができる、照明パネルシステム２００は、照明パネル４０を備える。照明パネル４０は、例えば、上述のように複数のタイル１０を備える、複数のバーアセンブリ３０を具備することができる。しかし、本発明のいくつかの実施形態は、他の構成で形成されている照明パネルとともに使用されうことは理解されるであろう。例えば、本発明のいくつかの実施形態は、単一の面積の広いタイルを備える固体バックライトパネルとともに使用することが可能である。

30

【 0 0 5 5 】

しかし、特定の実施形態では、照明パネル４０は、複数のアセンブリ３０を備え、それぞれのアセンブリは、それぞれが同じ主波長を有するＬＥＤの４つの独立したストリング２３のアノードおよびカソードに対応する４つのカソードコネクタおよび４つのアノードコネクタを有することができる。例えば、それぞれのバーアセンブリ３０は、赤色ストリング１つ、緑色ストリング２つ、および青色ストリング１つを有し、それぞれバーアセンブリ３０の片側に対応する一対のアノード／カソード接点を持つ。特定の実施形態において、照明パネル４０は、９つのバーアセンブリ３０を備えることができる。したがって、照明パネル４０は、３６個の個別のＬＥＤストリングを備えることができる。

40

【 0 0 5 6 】

電流ドライバ２２０は、照明パネル４０のＬＥＤストリング２３のそれぞれに対し独立した電流制御を行う。例えば、電流ドライバ２２０は、照明パネル４０内の３６個の個別のＬＥＤストリングに対し独立した電流制御を行うことができる。電流ドライバ２２０は、コントローラ２３０の制御の下で照明パネル４０の３６個の個別のＬＥＤストリングのそれぞれに電流を供給する定電流源となりうる。いくつかの実施形態では、コントローラ２３０は、３６個のＬＥＤストリング２３のドライバ２２０内で３６個の個別の電流供給ブロックのパルス幅変調（ＰＷＭ）制御を行うようにプログラムされうるＭｉｃｒｏｃｈ

50

ip Technology Inc. 社の PIC18F8722 などの 8 ビットマイクロコントローラを使用して実装されうる。

【0057】

36 個の LED スtring 23 のそれぞれに対するパルス幅情報は、カラーマネジメントユニット 260 からコントローラ 230 によって得られ、これは、いくつかの実施形態において、Agilent HJD-J822-SCR00 カラーマネジメントコントローラなどのカラーマネジメントコントローラを備えることができる。

【0058】

カラーマネジメントユニット 260 は、I2C (集積回路間) 通信リンク 235 を通じてコントローラ 230 に接続されうる。カラーマネジメントユニット 260 は、I2C 通信リンク 235 上のスレーブデバイスとして構成されうるが、コントローラ 230 は、リンク 235 上のマスターデバイスとして構成されうる。I2C 通信リンクは、集積回路デバイス間の通信を行うための低速信号送受信プロトコルを提供する。コントローラ 230、カラーマネジメントユニット 260、および通信リンク 235 は、一緒に、照明パネル 40 から出力される光を制御するように構成されたフィードバック制御システムを形成することができる。レジスタ R1 ~ R9 などは、コントローラ 230 内の内部レジスタに対応し、および / またはコントローラ 230 によってアクセス可能なメモリデバイス (図に示されていない) 内のメモリロケーションに対応しうる。

【0059】

コントローラ 230 は、それぞれの LED String 23 の、つまり、36 個の LED String 23 を備える照明ユニットのレジスタ、例えばレジスタ R1 ~ R9、G1A ~ G9A、B1 ~ B9、G1B ~ G9B を備えることができ、カラーマネジメントユニット 260 は、少なくとも 36 個のレジスタを備えることができる。これらのレジスタはそれぞれ、複数の LED String 23 のうちの 1 つの String に対するパルス幅情報を格納するように構成される。レジスタ内の初期値は、初期化 / 較正プロセスによって決定されうる。しかし、レジスタ値は、ユーザ入力 250 および / または照明パネル 40 に結合された 1 つまたは複数のセンサ 240A ~ C からの入力に基づいて時間の経過とともに変化して適応しうる。

【0060】

センサ 240A ~ C は、例えば、温度センサ 240A、1 つまたは複数の光センサ 240B、および / または 1 つまたは複数の他のセンサ 240C を備えることができる。特定の実施形態において、照明パネル 40 は、照明パネル内のそれぞれのバーアセンブリ 30 について 1 つの光センサ 240B を備えることができる。しかし、他の実施形態では、照明パネル内の LED String 30 毎に 1 つの光センサ 240B が備えられうる。他の実施形態では、照明パネル 40 内のそれぞれのタイル 10 は、1 つまたは複数の光センサ 240B を備えることができる。

【0061】

いくつかの実施形態では、光センサ 240B は、異なる主波長を有する光に優先的に反応するように構成された光感知領域を備えることができる。したがって、異なる LED String 23、例えば、赤色 LED String 23A および青色 LED String 23C が発生する光の波長は、光センサ 240B からの個別の出力を生成することができる。いくつかの実施形態では、光センサ 240B は、可視スペクトルの赤色、緑色、および青色部分内に主波長を有する光を独立して感知するように構成されうる。光センサ 240B は、フォトダイオードなどの 1 つまたは複数の感光性デバイスを備えることができる。光センサ 240B は、例えば、Agilent HJD S831-QT333 三色光センサを備えることができる。

【0062】

光センサ 240B からのセンサ出力は、そのような出力をサンプリングし、サンプリングされた値をコントローラ 230 に供給して対応する LED String 23 に対しレジスタ値を調節して String 毎に光出力の変動を補正するように構成されうるカラーマネジ

10

20

30

40

50

メントユニット260に供給することができる。いくつかの実施形態では、カラーマネジメントユニット260にセンサデータを供給する前にセンサデータを前処理するため1つまたは複数の光センサ240Bとともに特定用途向け集積回路(A S I C)をそれぞれのタイル10上に備えることができる。さらに、いくつかの実施形態では、コントローラ230によってセンサ出力および/またはA S I C出力が直接サンプリングされうる。

【0063】

光センサ240Bは、代表的なサンプルデータを得るために照明パネル40内の様々な位置に配置することができる。その代わりに、および/またはそれに加えて、照明パネル40内に光ファイバーなどの光導波路を設けて、所望の場所から光を集めることができる。その場合、光センサ240Bは、照明パネル40の光学的表示領域内に配列されなくてもよく、例えば、照明パネル40の後側に備えることが可能である。さらに、照明パネル40の異なる領域から光を集める異なる光導波路から光を光センサ240Bに切り替えるための光スイッチを備えることができる。したがって、照明パネル40上の様々な位置から光を順次集めるために単一の光センサ240Bが使用されうる。

10

【0064】

ユーザ入力250は、LCDパネル上の入力制御装置などのユーザ制御装置を使って色温度、明度、色相などの照明パネル40の属性をユーザ側で選択的に調節できるように構成されうる。

【0065】

温度センサ240Aは、温度情報をカラーマネジメントユニット260および/またはコントローラ230に供給し、これにより、ストリング23内のLEDチップ16の知られている/予測される明度と温度動作特性との対比結果に基づいてストリング毎におよび/または色毎に照明パネルから出力される光を調節することができる。

20

【0066】

したがって、センサ240A~C、コントローラ230、カラーマネジメントユニット260、および電流ドライバ220は、照明パネル40を制御するための閉ループフィードバック制御システムを形成する。例えば、フィードバック制御システムは、照明パネル40の出力を所望の輝度および/またはカラーポイントに維持するために使用されうる。カラーマネジメントユニット260は、別の要素として例示されているが、カラーマネジメントユニット260の機能は、いくつかの実施形態では、コントローラ230などの制御システムの他の要素によって実行されうることが理解されるであろう。

30

【0067】

光センサ240Bの様々な構成が、図6A~6Dに示されている。例えば、図6Aの実施形態では、照明パネル40内に単一の光センサ240Bが備えられる。光センサ240Bは、照明パネル内の複数のタイル/ストリングから平均した量の受光がなされうる位置に設けることができる。

【0068】

照明パネル40の光出力特性に関するより包括的なデータを供給するために、複数の光センサ240Bが使用できる。例えば、図6Bに示されているように、1つのバーアセンブリ30につき1つの光センサ240Bを配置できる。その場合、光センサ240Bは、バーアセンブリ30の端部に配置され、またそれらの光センサが付随するバーアセンブリ30から放射される平均した量/組み合わせた量の光の受光がなされるように配列されうる。

40

【0069】

図6Cに示されているように、光センサ240Bは、照明パネル40の光放射領域の周辺内の1つまたは複数の位置に配列されうる。しかし、いくつかの実施形態では、光センサ240Bは、照明パネル40の発光領域から離れた場所に配置され、照明パネル40の発光領域内の様々な位置からの光は、1つまたは複数の光導波路を通してセンサ240Bに伝送されうる。例えば、図6Dに示されているように、照明パネル40の発光領域内の1つまたは複数の位置249からの光は、タイル10を貫通し、および/またはタイル1

50

0上に広がりうる光ファイバーとすることができる光導波路247を介して発光領域から離れる形で伝送される。図6Dに例示されている実施形態では、光導波路247は、コントローラ230および/またはカラーマネジメントユニット260から送られてくる制御信号に基づいて光センサ240Bに接続する特定の導波路247を選択する光スイッチ245で終端する。しかし、光スイッチ245は任意選択であり、また光導波路245はそれぞれ、光センサ240Bで終端しうることは理解されるであろう。さらに他の実施形態では、光導波路247は、光スイッチ245の代わりに、光導波路247で受け取った光を組み合わせ、その組み合わせた光を光センサ240Bに供給する光結合器で終端しうる。光導波路247は、タイル10上に部分的に広がり、および/またはタイル10を貫通することができる。例えば、いくつかの実施形態では、光導波路247は、パネル40の背後を回って様々な集光位置に進み、次いでそのような位置でパネルを通過することができる。さらに、光センサ240Bは、パネルの前側(つまり、照明デバイス16が取り付けられているパネル40の側)またはパネル40および/またはタイル10および/またはバーアセンブリ30の裏面に取り付けることができる。

10

【0070】

次に図7を参照すると、電流ドライバ220は、複数のバードライバ回路320A~320Dを含むことができることがわかる。照明パネル40内のバーアセンブリ30毎に1つのバードライバ回路320A~320Dが備えられうる。図7に示されている実施形態では、照明パネル40は、4つのバーアセンブリ30を備える。しかし、いくつかの実施形態では、照明パネル40は、9個のバーアセンブリ30を備えることができ、この場合、電流ドライバ220には、9個のバードライバ回路320が含まれうる。図8に示されているように、いくつかの実施形態では、それぞれのバードライバ回路320は、4つの電流供給回路340A~340D、例えば、対応するバーアセンブリ30のLEDストリング23A~23Dのそれぞれについて1つの電流供給回路340A~340Dを備えることができる。電流供給回路340A~340Bの動作は、コントローラ230からの制御信号342によって制御されうる。

20

【0071】

電流供給回路340A~340Bは、各ストリング13に対するパルス幅変調信号PWMが論理HIGHである間に対応するLEDストリング13に電流を供給するように構成されている。したがって、それぞれのタイミングループに関して、ドライバ220内のそれぞれの電流供給回路340のPWM入力は、タイミングループの第1のクロックサイクルで論理HIGHに設定される。コントローラ230内のカウンタがLEDストリング23に対応するコントローラ230のレジスタ内に格納されている値に達したときに、特定の電流供給回路340のPWM入力が論理LOWに設定され、これにより、対応するLEDストリング23への電流がオフにされる。したがって、照明パネル40内のそれぞれのLEDストリング23は同時にオンにされうるが、これらのストリングは、所定のタイミングループにおいて異なる時刻にオフにすることができ、これにより、そのタイミングループ内でLEDストリングに異なるパルス幅が与えられる。LEDストリング23の見かけの明度は、LEDストリング23のデューティサイクル、つまり、LEDストリング23が電流を供給されているタイミングループの割合にほぼ比例しうる。

30

40

【0072】

LEDストリング23は、これがオンにされている期間に実質的に一定の電流の供給を受けることができる。電流信号のパルス幅を操作することにより、オン状態電流を実質的に一定の値に維持しながらLEDストリング23を通る平均電流を変えることができる。したがって、印加される電流とともに変化しうる、LEDストリング23内のLED16の主波長は、LED16を通る平均電流が変化しているとしても実質的に安定を保つことができる。同様に、LEDストリング23によって消費される単位電力当たりの光束は、例えばLEDストリング23の平均電流が可変電流源を使用して操作されていた場合に比べて、様々な平均電流レベルでさらに一定の値を保つことができる。しかし、他の実施形態では、励起中に実質的に一定の電流がLEDストリング23に供給されない場合が

50

ある。

【 0 0 7 3 】

特定の L E D スtring に対応するコントローラ 2 3 0 のレジスタ内に格納されている値は、通信リンク 2 3 5 上でカラーマネジメントユニット 2 6 0 から受け取った値に基づくものとしてすることができる。その代わりに、および / またはそれに加えて、レジスタ値は、コントローラ 2 3 0 によってセンサ 2 4 0 から直接サンプリングされた値および / または電圧レベルに基づくものとしてすることができる。

【 0 0 7 4 】

いくつかの実施形態では、カラーマネジメントユニット 2 6 0 は、コントローラ 2 3 0 によってタイミングループ内のサイクルの数に基づいてレジスタ値に変換されうる、デューティサイクルに対応する値（つまり、0 から 1 0 0 までの範囲の値）を供給することができる。例えば、カラーマネジメントユニット 2 6 0 は、通信リンク 2 3 5 介してコントローラ 2 3 0 に対し特定の L E D スtring 2 3 が 5 0 % のデューティサイクルを持つべきであることを指示する。タイミングループが、1 0 , 0 0 0 クロックサイクルを含み、したがってコントローラがそれぞれのクロックサイクルでカウンタをインクリメントすると仮定すると、コントローラ 2 3 0 は、注目する L E D スtring に対応するレジスタ内に値 5 0 0 0 を格納することができる。したがって、特定のタイミングループにおいて、カウンタは、ループの先頭でゼロにリセットされ、L E D スtring 2 3 は、適切な P W M 信号を L E D スtring 2 3 で使用される電流供給回路 3 4 0 に送ることによりオンにされる。カウンタが値 5 0 0 0 までカウントされると、電流供給回路 3 4 0 の P W M 信号はリセットされ、これにより L E D スtring がオフになる。

【 0 0 7 5 】

いくつかの実施形態では、P W M 信号のパルス繰り返し周波数（つまり、パルス繰り返し数）は、6 0 H z を超えることがある。特定の実施形態では、P W M の周期は、2 0 0 H z 以上の P W M パルス繰り返し周波数全体について、5 m s 以下とすることができる。カウンタを単一のタイミングループで 1 0 0 回だけインクリメントできるように、ループ内に遅延を入れるとよい。したがって、与えられた L E D スtring 2 3 に対するレジスタ値は、L E D スtring 2 3 に対するデューティサイクルに直接対応しうる。しかし、L E D スtring 2 3 の明度が適切に制御されるとすれば、適切な任意のカウントプロセスを使用できる。

【 0 0 7 6 】

コントローラ 2 3 0 のレジスタ値を時々更新して、変化するセンサ値に対応するようにできる。いくつかの実施形態では、更新されたレジスタ値は、1 秒間に数回、カラーマネジメントユニット 2 6 0 から取得できる。

【 0 0 7 7 】

さらに、コントローラ 2 3 0 によってカラーマネジメントユニット 2 6 0 から読み出されたデータのフィルタ処理を行って、所定のサイクルで生じる変化の量を制限するようにできる。例えば、変化した値がカラーマネジメントユニット 2 6 0 から読み出されたときに、誤差値の計算およびスケールリングを行って、従来の P I D （比例 - 積分 - 微分）フィードバックコントローラの場合のように、比例制御（「 P 」）を行うことができる。さらに、誤差信号は、P I D フィードバックループの場合のように積分および / または微分を使用する方法でスケールリングされうる。変化した値のフィルタリングおよび / またはスケールリングは、カラーマネジメントユニット 2 6 0 および / またはコントローラ 2 3 0 で実行できる。いくつかの実施形態では、ディスプレイシステム 2 0 0 の較正は、例えば、光センサ 2 4 0 B からの信号を使用して、ディスプレイシステムそれ自体によって実行される（つまり、自己較正）。しかし、本発明のいくつかの実施形態では、ディスプレイシステム 2 0 0 の較正は、外部較正システムによって実行できる。

【 0 0 7 8 】

ディスプレイシステム 2 0 0 の自己較正のいくつかの態様は、図 9 に例示されている。いくつかの実施形態では、コントローラ 2 3 0 は、周辺光の尺度（例えば、暗信号値）を

10

20

30

40

50

取得するために照明パネル４０が一瞬暗くなる状態のときに（つまり、ユニット内の光源すべてが瞬間的にオフにされる状態のときに）カラーマネジメントユニット２６０に光センサ２４０Ｂのサンプリングを行わせることができる。コントローラ２３０は、さらに、ディスプレイの点灯時間間隔においてその時間間隔の少なくとも一部分の時間間隔でカラーマネジメントユニット２６０に光センサ２４０Ｂのサンプリングを行わせてディスプレイの明度の尺度（例えば、光信号値）を取得することができる。例えば、コントローラ２３０は、カラーマネジメントユニット２６０に、タイミングループ全体にわたってとった平均を表す値を光センサから取得させることが可能である。

【００７９】

より具体的には、図９を参照すると、照明パネル４０内のすべてのＬＥＤストリングはオフにされ（ブロック９１０）、光センサ２４０Ｂの出力のサンプリングが行われ、暗信号値が取得される（ブロック９２０）。次いで、ＬＥＤストリングが通電され（ブロック９３０）、光信号値を取得するためにパルス期間全体にわたってディスプレイ出力が積分され、サンプリングされる（ブロック９４０）。次いで、暗信号値および／または光信号値に基づいて照明パネル４０の出力の調節が行われる（ブロック９５０）。いくつかの実施形態では、図９の動作は、試験プロセスの一環として、および／または照明パネル４０の通常使用時に実行されうる。そのようなものとして、図９の動作は、定期的に、周辺光の変化を検出したことに対する応答として、および／またはパネル４０がオンにされたときに実行されうる。

【００８０】

照明パネル４０の明度は、周辺光の差を勘案するように調節できる。例えば、周辺光のレベルが高い状況では、コントラスト比を実質的に一定に維持するために、正のフィードバック信号を介して照明パネル４０の明度を上げるとよい。周辺光のレベルが低い他の状況では、低い明度でも十分なコントラスト比を維持することができるため、負のフィードバック信号によってディスプレイの明度を下げることができる。

【００８１】

上で説明されているように、照明パネル４０の明度は、照明パネル４０内のＬＥＤストリング２３の１つまたは複数（またはすべて）について電流パルスのパルス幅を調節することにより調節されうる。いくつかの実施形態では、パルス幅は、感知されたディスプレイの明度と感知された周辺明度との差に基づいて調節されうる。他の実施形態では、パルス幅は、感知されたディスプレイの明度（光信号値）と感知された周辺明度（暗信号値）との比に基づいて調節されうる。

【００８２】

したがって、いくつかの実施形態では、照明パネル４０、光センサ２４０Ｂ、カラーマネジメントユニット２６０、およびコントローラ２３０によって形成されるフィードバックループは、周囲照明と無関係に照明パネル４０の平均明度を維持する傾向を有するものとすることができる。他の実施形態では、フィードバックループは、照明パネル４０の平均明度と周囲照明のレベルとの間の所望の関係を維持するように構成されうる。

【００８３】

いくつかの実施形態では、フィードバックループは、デジタルインクリメンタルロジック回路を使用することができる。フィードバックループのデジタルインクリメンタルロジック回路では、デューティサイクル値などの値のリストを含むルックアップテーブルのインデックスを参照することができる。

【００８４】

照明パネル内の同じ色のＬＥＤストリングは、同じパルス幅で駆動される必要はない。例えば、バックライトパネル４０は、複数の赤色ＬＥＤストリング２３を備えることができ、それぞれのストリングは、異なるパルス幅で駆動され、その結果、異なる平均電流レベルが生じうる。そこで、本発明のいくつかの実施形態では、通電されたときに第１の主波長を有する狭帯域光学的放射線を放射する複数のＬＥＤチップ１６を中に収めた第１および第２のＬＥＤストリング２３、ならびに第１の主波長と異なる第２の主波長を有する

狭帯域光学的放射線を放射する複数のＬＥＤチップ１６を含む第３および第４のＬＥＤストリング２３を備える、ＬＣＤバックライトなどの照明パネル用の閉ループデジタル制御システムを実現する。

【００８５】

いくつかの実施形態では、第１および第２のＬＥＤストリング２３は、互いにそれでも実質的に同じであるオン状態電流で駆動されるのとは異なる平均電流レベルに維持される。同様に、第３および第４のＬＥＤストリングは、互いにそれでも実質的に同じであるオン状態電流で駆動されるのとは異なる平均電流レベルに維持される。

【００８６】

第１および第２のＬＥＤストリング２３のオン状態電流は、第３および第４のＬＥＤストリングのオン状態電流と異なってもよい。例えば、赤色ＬＥＤストリング２３を駆動するために使用されるオン状態電流は、緑色および／または青色のＬＥＤストリングを駆動するために使用されるオン状態電流と異なってもよい。ストリング２３の平均電流は、ストリング２３を通る電流のパルス幅に比例する。第１および第２のＬＥＤストリング２３の間の平均電流の比は、比較的一定に維持され、および／または第３および第４のＬＥＤストリング２３の間の平均電流の比も、比較的一定に維持されうる。さらに、第３および第４のＬＥＤストリング２３の間の平均電流と比較した第１および第２のＬＥＤストリング２３の間の平均電流の比は、所望のディスプレイのホワイトポイントを維持するために閉ループ制御の一部として変化することが許されるものとして行うことができる。

【００８７】

いくつかの実施形態では、所定のＬＥＤストリング２３に供給されるオン状態電流レベルは、コントローラ２３０からのコマンドに対する応答として電流供給回路３４０によって調節される。その場合、特定のＬＥＤストリングは、特定のＬＥＤストリング２３の主波長を調節するように選択されたオン状態電流レベルに駆動される。例えば、主波長のチップ間変動のため、特定のＬＥＤストリング２３が、照明パネル４０内で同じ色の他のＬＥＤストリング２３の平均主波長より高い平均主波長を有することがある。その場合、少し高いオン状態電流でより高い波長のＬＥＤストリングを駆動することが可能になり、これにより、ＬＥＤストリング２３の主波長が下がり、より短い波長のＬＥＤストリング２３の主波長との一致度が高まるようにできる。

【００８８】

いくつかの実施形態では、ＬＥＤストリング２３のうちのそれぞれのストリングの初期オン状態駆動電流は、ＬＥＤストリングのうちのそれぞれのストリングが個別に通電され、それぞれのストリングから出力される光が検出される較正プロセスによって較正される。それぞれのストリングの主波長が測定され、それぞれのＬＥＤストリングについて適切な駆動電流が計算され、これにより、必要に応じて主波長を調節することができる。例えば、特定の色のＬＥＤストリング２３のうちのそれぞれのストリングの主波長が測定され、特定の色に対する主波長の分散が計算される。この色に対する主波長の分散が、所定の閾値より大きい場合、または特定のＬＥＤストリング２３の主波長が、ＬＥＤストリング２３の平均主波長より、所定の数の標準偏差だけ高いか、または低い場合、主波長の分散が小さくなるように、ＬＥＤストリング２３のうちの１つまたは複数のストリングのオン状態駆動電流を調節することができる。この較正プロセスは、１回だけ、繰り返して、定期的に、および／または何らかの測定された変化があったことに対する応答として実行される。ストリング毎の主波長の差を補正／考慮するために、他の方法／アルゴリズムを使用することができる。

【００８９】

図１０を参照すると、外部較正システム４００を照明システム２００に結合して、較正システム４００が照明システム２００を較正するために照明システム２００のいくつかの動作を制御できるようにすることが可能であることがわかる。例えば、較正システム２００は、照明システム２００によって出力される光を測定するために所望のデューティサイクルで所望の時間の間、照明システム２００に１つまたは複数のＬＥＤストリング２３の

10

20

30

40

50

選択的光照射を行わせることができる。

【 0 0 9 0 】

図 1 1 を参照すると、較正システム 4 0 0 は、照明システム 2 0 0 に結合され、照明システム 2 0 0 とともに較正システム 4 0 0 の他の要素のいくつかの動作を制御するように構成されている較正コントローラ 4 1 0 を備えることができることがわかる。較正システム 4 0 0 は、さらに、X Y ポジショナー 4 3 0 が取り付けられるスタンド 4 2 0、および X Y ポジショナー上に取り付けられた分光計または比色計 4 4 0 を備える。較正される照明パネルに関して所望の配置で比色計 4 4 0 を位置決めするために、比色計 4 4 0 を二次元内で（例えば、水平方向と垂直方向に）移動するように X Y ポジショナー 4 3 0 が構成される。X Y 位置決めシステム 4 3 0 は、Techno, Inc. 社製の線形位置決めシステムを備えることができる。比色計 4 4 0 としては、Photo Research Inc. 社の PR - 6 5 0 Spectra Scan（登録商標）比色計が挙げられる。

10

【 0 0 9 1 】

図 1 2 を参照すると、比色計 4 4 0 および X Y 位置決めシステム 4 3 0 は、外部光がエンクロージャ 4 5 0 内に入るのを低減 / 阻止するために垂直の黒色の細い布きりで包める入口 4 5 5 を備える暗くしたエンクロージャ 4 5 0 内に配置されうることがわかる。コンベヤー 4 6 0 は、エンクロージャ 4 5 0 の外側から入口 4 5 5 を通ってエンクロージャ 4 5 0 の内側に入る。照明システム 2 0 0 の照明パネル 4 0 は、コンベヤー 4 6 0 によってパレット 4 7 0 に載せられエンクロージャ 4 5 0 内に運ばれるが、そこで、比色計 4 4 0 は、較正コントローラ 4 1 0 からのコマンドに対する応答として照明パネル 4 0 によって出力される光を測定することができる。したがって、比色計 4 4 0 は、照明パネル 4 0 の周の様々な位置に配置され、様々な位置で照明パネル 4 0 によって出力される光の輝度および / または色を測定することができる。

20

【 0 0 9 2 】

図 1 3、1 4 A ~ B、および 1 5 は、バー 3 0 および / またはタイル 1 0 などの、M 個のセグメントを有する照明パネル 4 0 を較正することに付随する本発明のいくつかの実施形態によるさらなる動作を例示している。図 1 3、1 4 A ~ B、および 1 5 を参照しつつ本明細書で説明されているように、照明パネル 4 0 のセグメントは、それぞれがタイル 1 0 のグループを含みうるバー 3 0 を指している。照明パネル 4 0 は、N 個の異なる位置からバー 3 0 によって出力される光を測定することにより較正されうる。いくつかの実施形態では、バー 3 0 の個数は、9（つまり、M = 9）とすることができ、および / または測定位置の数 N は、3 とすることができ。

30

【 0 0 9 3 】

次に、図 1 3 を参照すると、照明パネル 4 0 の較正は、バー 3 0 が異なる色の光を同時に放射するようにバー 3 0 上の異なる色の LED スtring 2 3 を励起する操作を含みうる（ブロック 1 3 1 0）。より具体的には、バー 3 0 は、赤色光、緑色光、および青色光を同時に放射するように励起され、その結果の組合せが、照明パネル 4 0 によって出力される。組合せ光出力が、較正される照明パネル 4 0 に関して 1 つまたは複数の測定位置で測定され、これにより、例えば、比色計 4 4 0 を使用して、照明パネルの総放射データを取得する（ブロック 1 3 2 0）。より具体的には、照明パネル 4 0 のスペクトル分布全体（本明細書では「白色」スペクトル分布とも言う）は、異なる色の LED スtring 2 3 が励起されたときに組合せ光出力の測定結果に基づいて得られる。光のそれぞれの色に対する個別の放射データは、これにより、例えば、以下さらに詳しく説明される外挿法を使用して、組合せ光出力に対する総放射データに基づいて決定される（ブロック 1 3 3 0）。

40

【 0 0 9 4 】

図 1 4 A は、赤色光、緑色光、および青色光を同時に放射するように異なる色の LED スtring 2 3 が励起された場合、照明パネル 4 0 の組合せ光出力の測定結果に基づいて得られるスペクトル分布 1 4 0 0 全体の例を示すグラフである。図 1 4 A に示されているように、スペクトル分布 1 4 0 0 全体は、それぞれ青色光、緑色光、および赤色光に対応

50

する波長帯内に局所的ピーク B_0 、 G_0 、および R_0 を含む。スペクトル分布 1400 全体を構成する光の 3 つの色のそれぞれは、比較的狭帯域なので、スペクトル分布 1400 全体から個別の青色、緑色、および赤色の放射データを導出することができる。より具体的には、較正システム 400 によってデジタル方式でスペクトル分布 1400 全体を分析し、図 14B に示されているように、照明パネル 40 によって出力される青色光、緑色光、および赤色光にそれぞれ対応する 3 つの個別のスペクトル分布 1410、1420、および 1430 を生成することができる。例えば、個別の分布 1410、1420、および 1430 は、多項式型外挿法などの外挿法（本明細書では「カーブフィッティング」とも言う）を使用して、スペクトル分布 1400 全体および赤色光、緑色光、および青色光に対する予想スペクトル分布に基づいて生成されうる。次いで、個別のスペクトル分布 1410、1420、および 1430 から、測定位置における個別の色に関する情報（輝度および/または色度など）を算出することができる。

【0095】

それぞれの色に対する個別の放射データを決定するための操作がさらに図 15 に例示されている。図 15 に示されているように、局所的ピーク波長 B_0 、 G_0 、および R_0 は、スペクトル分布 1400 全体に基づいて青色光、緑色光、および赤色光に対応する波長帯のそれぞれについて決定される（ブロック 1510）。本明細書で使用されているように、局所的ピーク波長とは、与えられた波長帯内にスペクトル分布全体のピーク放射輝度が生じる波長のことである。局所的ピーク波長および相対的スペクトル放射輝度に基づいて、それぞれの色について個別のスペクトル分布に外挿法を適用する際に使用される開始点が決定される（ブロック 1520）。例えば、開始点は、それぞれの局所的ピーク波長に対するピーク放射輝度値のパーセンテージに対応する波長に基づきうる。より具体的には、開始点は、ピーク放射輝度値の約 30% に対応するスペクトル分布 1400 全体にそった波長に基づきうる。例えば、図 14A に示されているように、開始点 B_1 、 G_1 、 G_2 、および R_1 は、スペクトル分布 1400 全体にそって局所的ピーク値 B_0 、 G_0 、および R_0 の下約 30% の点のところに例示されている。

【0096】

それぞれの色に対する個別のスペクトル分布は、1 つまたは複数の外挿法アルゴリズムを使用して各開始点に基づいて計算される（ブロック 1530）。例えば、スペクトル分布 1400 全体の局所的ピーク B_0 、 G_0 、および R_0 のうちの隣接するものの間の波長帯について、それぞれの色に対する個別のスペクトル分布の一部分を外挿することができる。それぞれの色 $i = R, G, B$ に対する個別のスペクトル分布を生成するために使用される外挿法アルゴリズムは、三次多項式カーブフィッティングアルゴリズム

$$y_i = [a(\lambda - \lambda_j)^3 + b(\lambda - \lambda_j)^2 + c(\lambda - \lambda_j) + d] * P / 100 \quad (1)$$

とすることができ、式中、 P はそれぞれの色に対する局所的ピーク放射輝度値であり、 λ は波長であり、 λ_j は開始点 B_1 、 G_1 、 G_2 、および R_1 における波長に関する波長の変化であり、 a 、 b 、 c 、および d は係数値である。対応する開始点 $j = B_1$ 、 G_1 、 G_2 、および R_1 の波長 λ_j に関するそれぞれの色 $i = R, G, B$ に対する波長の変化 $\lambda - \lambda_j$ は、以下のように計算される。

$$p = (3ac - b^2) / ((3a^2)) \quad (2a)$$

$$q = (2b^3 - 9abc + 27a^2d) / (27a^3) \quad (2b)$$

$$= (q^2) / 4 + (p^3) / 27 \quad (2c)$$

$$z_1 = \{ [- (q/2) + \sqrt{(q/2)^2 - 3p^3}]^{1/3} + [- (q/2) - \sqrt{(q/2)^2 - 3p^3}]^{1/3} \}^{1/3} \quad (2d)$$

$$x_1 = z_1 - b / (3a) \quad (2e)$$

$$\lambda_j = x_1 - \lambda_j \quad (2f)$$

【0097】

したがって、スペクトル分布 1400 全体を使用して、青色光 $P_{B_{fit}}(\lambda)$ のスペクトル分布を導出することができる。より具体的には、局所的ピーク B_0 に対応する波長 B_0

および放射輝度 P_{B0} が決定され、ピーク放射輝度 P_{B0} より約 30% 低い、ピーク波長 B_0 より大きい波長 B_1 を有する点 B_1 が、外挿法アルゴリズムの開始点として選択される。開始点 B_1 に関する波長の変化 B は、上述のように (式 2 a ~ 2 f を使用して) 計算され、 $P_{Bfit}()$ の値は、約 380 nm から約 780 nm の範囲にわたる波長 について上述の三次多項式カーブフィッティングアルゴリズム y_B を使用して計算される。より具体的には、 B_1 より大きな波長 およびゼロ以上の y_B の値について、 $P_{Bfit}()$ の値は y_B の値に対応する。しかし、スペクトル分布 1400 全体のうちのこの部分における光の大半が青色 LED ストリング 23 によって放射される光に対応するので、 B_1 以下の波長については、 $P_{Bfit}()$ の値は、スペクトル分布 1400 全体の値に対応する。

10

【0098】

スペクトル分布 1400 全体を使用して、赤色光 $P_{Rfit}()$ のスペクトル分布を同様に導出することができる。より具体的には、局所的ピーク R_0 に対応する波長 R_0 および放射輝度 P_{R0} が決定され、ピーク放射輝度 P_{R0} より約 30% 低い、ピーク波長 R_0 より大きい波長 R_1 を有する点 R_1 が、外挿法アルゴリズムの開始点として選択される。開始点 R_1 に関する波長の変化 R は、上述のように (式 2 a ~ 2 f を使用して) 計算され、 $P_{Rfit}()$ の値は、約 380 nm から約 780 nm の範囲にわたる波長 について上述の三次多項式カーブフィッティングアルゴリズム y_R を使用して計算される。より具体的には、 R_1 より小さな波長 およびゼロ以上の y_R の値について、 $P_{Rfit}()$ の値は y_R の値に対応する。しかし、スペクトル分布 1400 全体のうちのこの部分における光の大半が赤色 LED ストリング 23 によって放射される光に対応するので、 R_1 以上の波長については、 $P_{Rfit}()$ の値は、スペクトル分布 1400 全体の値に対応する。

20

【0099】

スペクトル分布 1400 全体を使用して、緑色光 $P_{Gfit}()$ のスペクトル分布も導出することができる。より具体的には、局所的ピーク G_0 に対応する波長 G_0 および放射輝度 P_{G0} が決定され、ピーク放射輝度 P_{G0} より約 30% 低い点 G_1 および G_2 が、外挿法アルゴリズムの開始点として選択される。点 G_1 は、ピーク放射輝度 P_{G0} より約 30% 低く、ピーク波長 G_0 より小さい波長 G_1 を有する。点 G_2 も、ピーク放射輝度 P_{G0} より約 30% 低く、ピーク波長 G_0 より大きい波長 G_2 を有する。したがって、開始点 G_1 に関する波長の変化 G_1 および開始点 G_2 に関する波長の変化 G_2 は、上述のように (式 2 a ~ 2 f を使用して) 計算され、 $P_{Gfit}()$ の値は、約 380 nm から約 780 nm の範囲にわたる波長 について三次多項式カーブフィッティングアルゴリズム y_{G1} および y_{G2} を使用して計算される。より具体的には、 G_1 より小さな波長 およびゼロ以上の y_{G1} の値について、 $P_{Gfit}()$ の値は y_{G1} の値に対応する。同様に、 G_2 より大きな波長 およびゼロ以上の y_{G2} の値について、 $P_{Gfit}()$ の値は y_{G2} の値に対応する。しかし、スペクトル分布 1400 全体のうちのこの部分における光の大半が緑色 LED ストリング 23 によって放射される光に対応するので、 G_1 と G_2 の間の波長 については、 $P_{Rfit}()$ の値は、点 G_1 と G_2 との間のスペクトル分布 1400 全体の値に対応する。

30

【0100】

したがって、光の 3 色のそれぞれに対する個別の放射データは、それぞれの測定位置における組合せ光出力の単一の測定結果から導出できる。それとは対照的に、照明パネルを較正する他の方法は、赤色、緑色、および青色の LED ストリング 23 を順次通電することと、測定位置毎に個別の測定を 3 回行うことを伴い、これは大量生産では極端に時間のかかる作業になりうる。したがって、本発明のいくつかの実施形態は、較正プロセスに要する時間を著しく節約することができる。さらに、以下でさらに詳しく説明されるように、それぞれの色に対する個別の放射データを使用して LED ストリング 23 のデューティサイクルを調節することができる。

40

【0101】

図 16、17、および 18 A ~ B は、バー 30 などの、M 個のセグメントを有する照明パネル 40 を較正することに付随する本発明のいくつかの実施形態によるさらなる動作を

50

例示している流れ図である。図 16 を参照すると、照明パネル 40 の較正は、バー 30 上の LED スtring 23 のデューティサイクルを調節してそれぞれのバー 30 に対する最大色彩輝度変動を第 1 の閾値変動よりも低くすることと (ブロック 1610)、LED スtring 23 のデューティサイクルを調節して照明パネルの中心に対する最大輝度変動を第 2 の閾値よりも低くすること (ブロック 1620) を含みうる。

【0102】

バー 30 のデューティサイクルを調節して、それぞれのバーの最大色彩輝度変動を下げるが、図 17 に例示されている。そこに示されているように、すべてのバーの輝度は、最大デューティサイクルで測定される (ブロック 1710)。つまり、それぞれのバー 30 の赤色、青色、および緑色の LED は、100% のデューティサイクルで同時に通電され、バー毎に N 回の測定が行われる。この測定は、それぞれのバー $m0[1 \dots M]$ の総または全輝度の測定および / またはそれぞれの測定位置 $n0[1 \dots N]$ を含むことができる。CIE 色度 (x, y) も、バー / 位置毎に測定されうる。測定は、例えば、Photo Research Inc. 社の PR-650 SpectraScan (登録商標) 比色計を使用して実行することができ、これは、輝度、CIE 色度 ($1931xy$ および $1976u'v'$)、および / または相関色温度の直接的測定を行うために使用できる。それぞれの色に対する個々の輝度は、図 13 ~ 15 を参照しつつ上で説明されているように測定された全輝度 Y に基づいて個別の輝度データを計算することによりそれぞれの測定位置で測定された全輝度 Y から決定できる。

【0103】

次に、色毎に公称輝度比を計算する (ブロック 1720)。公称輝度比を計算するために、それぞれの色に対する全輝度値 $Y_{R,total}$ 、 $Y_{G,total}$ 、および $Y_{B,total}$ を、

【0104】

【数 1】

$$Y_{R,total} = \sum_{m,n} Y_{Rmn} \quad (3a)$$

$$Y_{G,total} = \sum_{m,n} Y_{Gmn} \quad (3b)$$

$$Y_{B,total} = \sum_{m,n} Y_{Bmn} \quad (3c)$$

【0105】

のように計算する。

【0106】

次いで、以下のように、それぞれの色について公称 RGB 輝度比を、1 つの色の全輝度とすべての色の全輝度との比として計算できる。

$$Y_R |_{ratio} = Y_{R,total} / (Y_{R,total} + Y_{G,total} + Y_{B,total}) \quad (4a)$$

$$Y_G |_{ratio} = Y_{G,total} / (Y_{R,total} + Y_{G,total} + Y_{B,total}) \quad (4b)$$

$$Y_B |_{ratio} = Y_{B,total} / (Y_{R,total} + Y_{G,total} + Y_{B,total}) \quad (4c)$$

【0107】

次に、以下のように、それぞれのバーについて、色毎に輝度比を計算する (ブロック 1730)。最初に、

【0108】

【数 2】

$$Y_{Rm,total} = \sum_n Y_{Rmn} \quad (5a)$$

$$Y_{Gm,total} = \sum_n Y_{Gmn} \quad (5b)$$

$$Y_{Bm,total} = \sum_n Y_{Bmn} \quad (5c)$$

10

【0109】

のようにそれぞれのバーについて全輝度を計算する。次いで、以下のように、それぞれの色に対する輝度比を、バーによって放射される1つの色の全輝度とバーによって放射されるすべての色の全輝度との比として計算する。

$$Y_{Rm|ratio} = Y_{Rm,total} / (Y_{Rm,total} + Y_{Gm,total} + Y_{Bm,total}) \quad (6a)$$

$$Y_{Gm|ratio} = Y_{Gm,total} / (Y_{Rm,total} + Y_{Gm,total} + Y_{Bm,total}) \quad (6b)$$

$$Y_{Bm|ratio} = Y_{Bm,total} / (Y_{Rm,total} + Y_{Gm,total} + Y_{Bm,total}) \quad (6c)$$

20

【0110】

次いで、以下のように、それぞれの色およびそれぞれのバーに対する公称輝度比からの変動を計算することにより、それぞれのバーに対する公称輝度比からの最大の変動を求めることができる(ブロック1740)。

$$Y_{Rm|ratio} = (Y_{Rm|ratio} - Y_{R|ratio}) / Y_{R|ratio} \quad (7a)$$

$$Y_{Gm|ratio} = (Y_{Gm|ratio} - Y_{G|ratio}) / Y_{G|ratio} \quad (7b)$$

$$Y_{Bm|ratio} = (Y_{Bm|ratio} - Y_{B|ratio}) / Y_{B|ratio} \quad (7c)$$

次いで、以下のように、それぞれのバーについて、公称輝度比からの最大変動を求めることができる。

$$Y_{m|ratio,max} = \max(Y_{Rm|ratio}, Y_{Gm|ratio}, Y_{Bm|ratio}) \quad (8)$$

30

【0111】

ブロック1750で、バーに対する公称輝度比からの最大変動が第1の閾値THRESH1より大きいと判定された場合、そのバーの色のデューティサイクルは、公称輝度比からの最大変動が第1の閾値THRESH1より低くなるように調節される(ブロック1760)。第1の閾値THRESH1は、1%未満とすることができる。例えば、第1の閾値THRESH1は、いくつかの実施形態では0.4%とすることができる。

【0112】

バーの色のデューティサイクルを、式

$$Y_{Km|ratio,min} = \min(Y_{Rm|ratio}, Y_{Gm|ratio}, Y_{Bm|ratio}) \quad (9)$$

40

により、最低相対輝度を持つ色を最初を選択することで調節できるが、ただし式中、 $K = R$ 、 G 、または B であり、色 K は最低相対輝度を有する。次いで、色の一様性を与えるために、それぞれの色に対するデューティサイクル係数を、式

$$C_{Km} = Y_{Km|ratio} / Y_{K|ratio} \quad (10)$$

により、それぞれのバーについて計算するが、ただし式中、 $K = R$ 、 G 、または B であり、色 K は最低相対輝度を有する。

【0113】

次いで、以下のように、それぞれの色に対するデューティサイクル(DC)を調節する

50

。

$$D C_{Rm} = C_{Km} * Y_{R|ratio} / Y_{Rm|ratio} \quad (11a)$$

$$D C_{Gm} = C_{Km} * Y_{G|ratio} / Y_{Gm|ratio} \quad (11b)$$

$$D C_{Bm} = C_{Km} * Y_{B|ratio} / Y_{Bm|ratio} \quad (11c)$$

【0114】

次に図18Aを参照すると、較正プロセスは、ディスプレイの中心点に対する輝度変動を決定することにより継続することがわかる（ブロック1870A）。最初に、それぞれのバー／色／測定点に対するカラーバランス（デューティサイクル調節）の後の輝度を以下のように計算する。

$$Y_{Rmn}' = D C_{Rm} * Y_{Rmn} \quad (12a) \quad 10$$

$$Y_{Gmn}' = D C_{Rm} * Y_{Gmn} \quad (12b)$$

$$Y_{Bmn}' = D C_{Rm} * Y_{Bmn} \quad (12c)$$

【0115】

次いで、位置毎にRGB混合輝度を、M個のバー（ $m0[1..M]$ ）およびN個の測定位置（ $n0[1..N]$ ）について式

$$Y_{mn}' = Y_{Rmn}' + Y_{Gmn}' + Y_{Bmn}' \quad (13)$$

により計算する。

【0116】

M = 9およびN = 3と仮定し、中心輝度平均値を、式

$$Y_{center} = (Y_{52}' + Y_{72}' + Y_{32}') / 3 \quad (14) \quad 20$$

により計算することができる。

【0117】

次いで、それぞれのバー／測定位置について、中心輝度平均値に対する輝度変動を、式

$$Y_{mn} = [Y_{mn}' - \max(Y_{mn}')] / Y_{center} \quad (15)$$

により計算することができる。

【0118】

次いで、中心輝度に対する最大変動をブロック1880Aで第2の閾値THRESH2と比較するが、これは例えば10%とすることができる。中心輝度に対する最大変動が第2の閾値THRESH2を超える場合、再びデューティサイクルを調節して最大変動を中心輝度まで下げる（ブロック1890A）。最初に、

$$C_m = [1 - \min(Y_{m1}, \dots, Y_{mn})] / 1.1 \quad (16) \quad 30$$

のようにそれぞれのバーについて一様性係数を計算する。

【0119】

次いで、以下のように新しいデューティサイクルを計算する。

$$D C_{Rm}' = C_m * D C_{Rm} \quad (17a)$$

$$D C_{Gm}' = C_m * D C_{Gm} \quad (17b)$$

$$D C_{Bm}' = C_m * D C_{Bm} \quad (17c)$$

【0120】

すべてのバー／色の最大デューティサイクルを、式

$$D C_{max} = \max(D C_{Km}') \quad (18) \quad 40$$

に従って決定するが、ただし式中、K = R、G、またはBであり、 $m0[1..M]$ である。

【0121】

次いで、以下のように、最大デューティサイクルが100%となるようにデューティサイクルを再正規化することができる。

$$D C_{Rm}'' = D C_{Rm}' / D C_{max} \quad (19a)$$

$$D C_{Gm}'' = D C_{Gm}' / D C_{max} \quad (19b)$$

$$D C_{Bm}'' = D C_{Bm}' / D C_{max} \quad (19c)$$

【0122】

図18Bに例示されている本発明のいくつかの実施形態では、中心輝度に対する輝度変

50

動を調節する際に、それぞれの色に対する最大デューティサイクルが決定され、バー／色のデューティサイクルは、それぞれの色に対する最大デューティサイクルに正規化される。つまり、赤色ストリングのデューティサイクルは、赤色ストリングの最大デューティサイクルに正規化され、青色ストリングのデューティサイクルは、青色ストリングの最大デューティサイクルに正規化され、というように続く。

【 0 1 2 3 】

次に図 1 8 B を参照すると、そこでは、ディスプレイの中心点に対する輝度変動が決定される（ブロック 1 8 7 0 B）。最初に、それぞれのバー／色／測定点に対するカラーバランス（デューティサイクル調節）の後の輝度を以下のように計算する。

$$Y_{Rmn}' = D C_{Rm} * Y_{Rmn} \quad (20a) \quad 10$$

$$Y_{Gmn}' = D C_{Gm} * Y_{Gmn} \quad (20b)$$

$$Y_{Bmn}' = D C_{Bm} * Y_{Bmn} \quad (20c)$$

【 0 1 2 4 】

次いで、位置毎に R G B 混合輝度を、M 個のバー（ $m0[1 \dots M]$ ）および N 個の測定位置（ $n0[1 \dots N]$ ）について式

$$Y_{mn}' = Y_{Rmn}' + Y_{Gmn}' + Y_{Bmn}' \quad (21)$$

により計算する。

【 0 1 2 5 】

M = 9 および N = 3 と仮定し、中心輝度平均値を、式

$$Y_{center} = (Y_{52}' + Y_{72}' + Y_{32}') / 3 \quad (22) \quad 20$$

により計算することができる。

【 0 1 2 6 】

次いで、それぞれのバー／測定位置について、中心輝度平均値に対する輝度変動を、式

$$Y_{mn} = [Y_{mn}' - \max(Y_{mn}')] / Y_{center} \quad (23)$$

により計算することができる。

【 0 1 2 7 】

次いで、中心輝度に対する最大変動をブロック 1 8 8 0 B で第 2 の閾値 T H R E S H 2 と比較するが、これは例えば 1 0 % とすることができる。中心輝度に対する最大変動が第 2 の閾値 T H R E S H 2 を超える場合、再びデューティサイクルを調節して最大変動を中心輝度まで下げる（ブロック 1 8 9 0 B）。最初に、

$$C_m = [1 - \min(Y_{m1}, \dots, Y_{mn})] / 1.1 \quad (24) \quad 30$$

のようにそれぞれのバーについて一様性係数を計算する。

【 0 1 2 8 】

次いで、以下のように新しいデューティサイクルを計算する。

$$D C_{Rm}' = C_m * D C_{Rm} \quad (25a)$$

$$D C_{Gm}' = C_m * D C_{Gm} \quad (25b)$$

$$D C_{Bm}' = C_m * D C_{Bm} \quad (25c)$$

【 0 1 2 9 】

次いで、それぞれの色に対するすべてのバーの最大デューティサイクルを、式

$$D C_{Rmax} = \max(D C_{Rm}') \quad (26a) \quad 40$$

$$D C_{Gmax} = \max(D C_{Gm}') \quad (26b)$$

$$D C_{Bmax} = \max(D C_{Bm}') \quad (26c)$$

に従って決定するが、ただし式中、 $m0[1 \dots M]$ である。

【 0 1 3 0 】

次いで、以下のように、最大デューティサイクルが 1 0 0 % となるようにデューティサイクルを再正規化することができる。

$$D C_{Rm}'' = D C_{Rm}' / D C_{Rmax} \quad (27a)$$

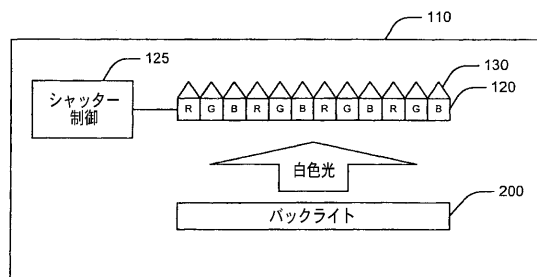
$$D C_{Gm}'' = D C_{Gm}' / D C_{Gmax} \quad (27b)$$

$$D C_{Bm}'' = D C_{Bm}' / D C_{Bmax} \quad (27c)$$

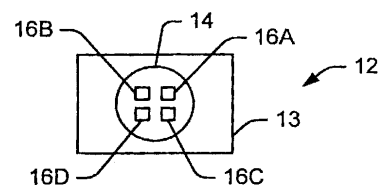
【 0 1 3 1 】

図面および明細書では、本発明のいくつかの典型的な実施形態が開示されており、また特定の用語が使用されているが、それらは、汎用的な、記述的な意味に限り、また制限することを目的とせず、請求項で規定されている本発明の範囲内で使用される。

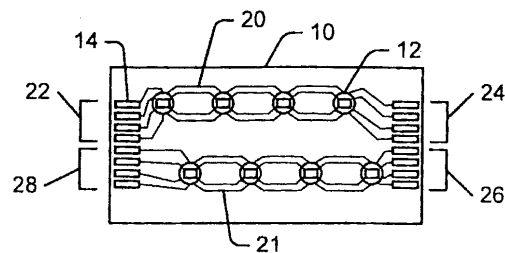
【図 1】



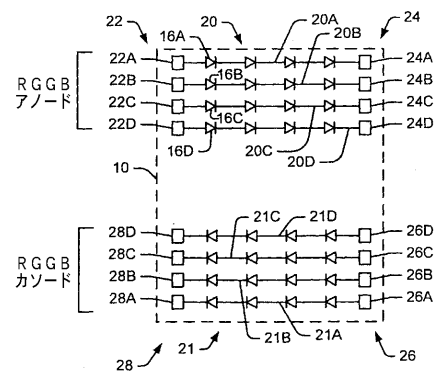
【図 2 B】



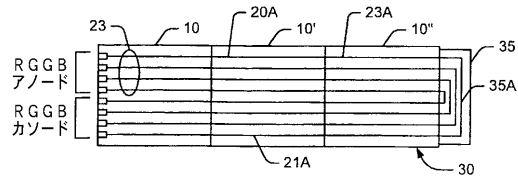
【図 2 A】



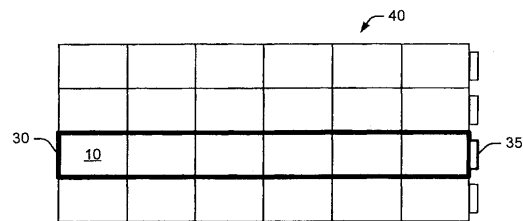
【図 3】



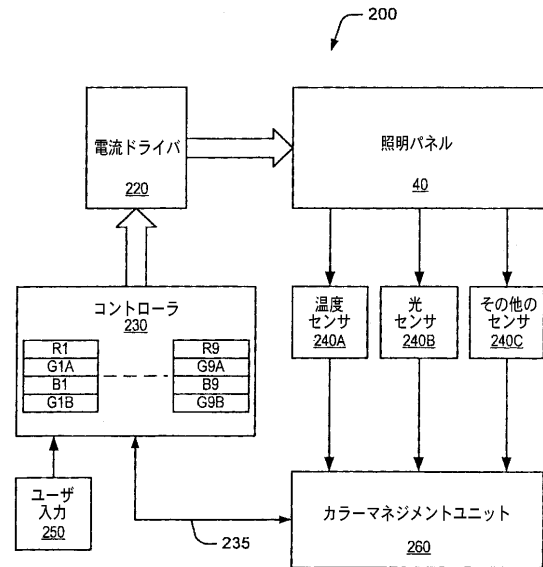
【図 4 A】



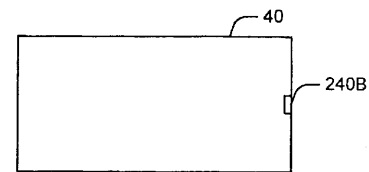
【図 4 B】



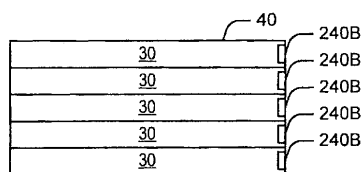
【図 5】



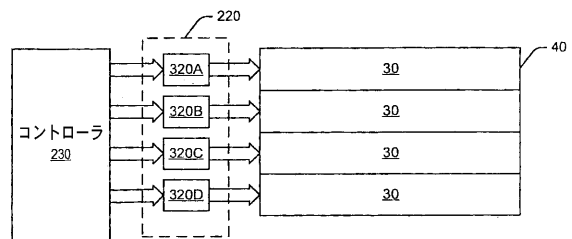
【図 6 A】



【図 6 B】



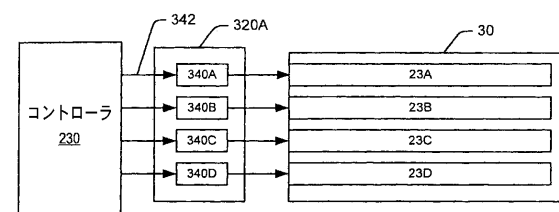
【図 7】



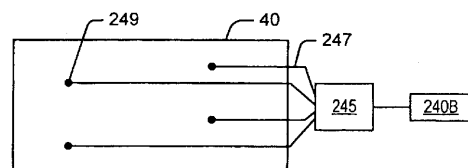
【図 6 C】



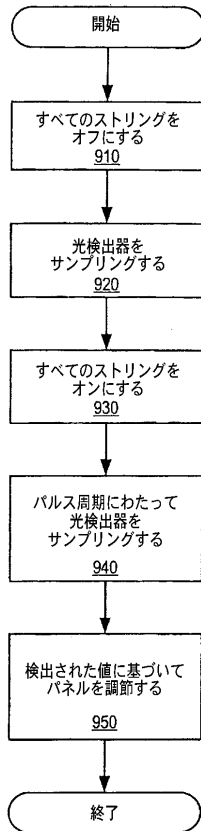
【図 8】



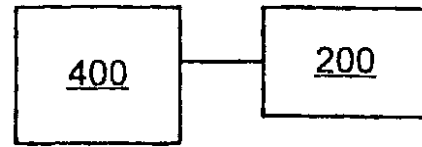
【図 6 D】



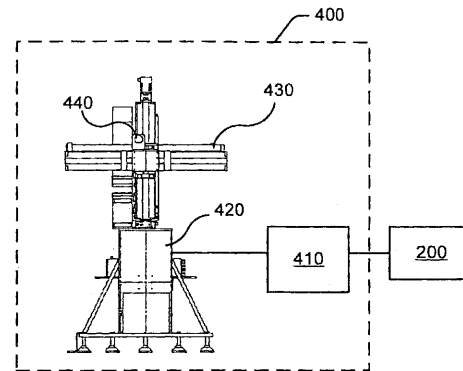
【図 9】



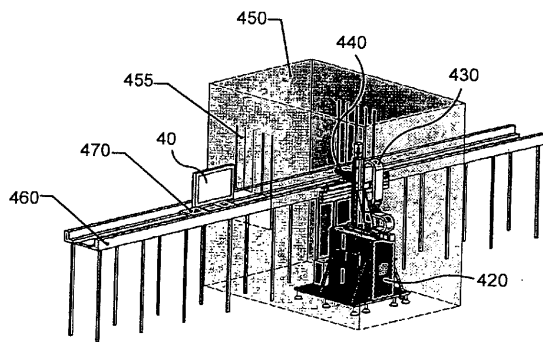
【図 10】



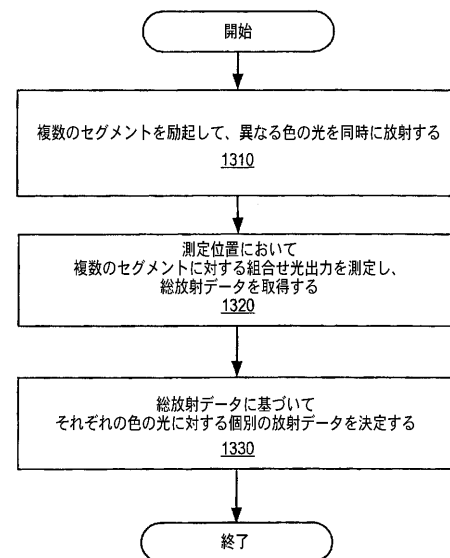
【図 11】



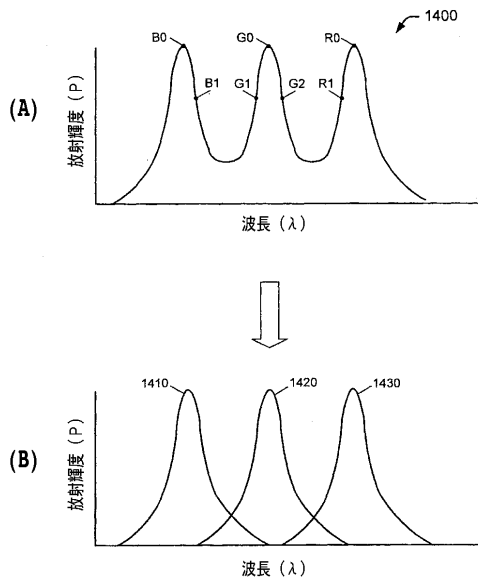
【図 12】



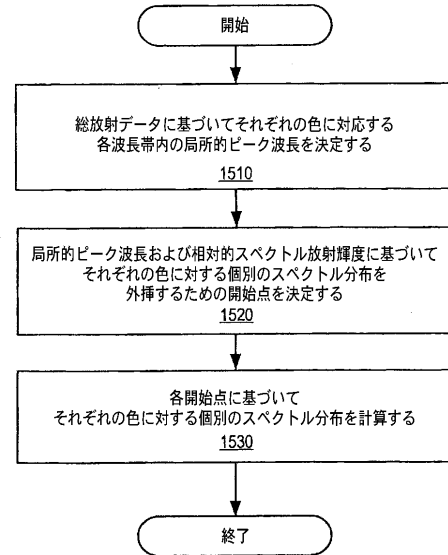
【図 13】



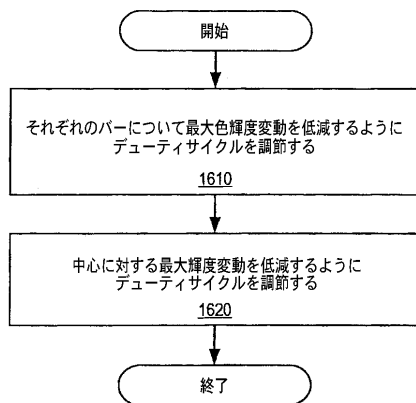
【図 14】



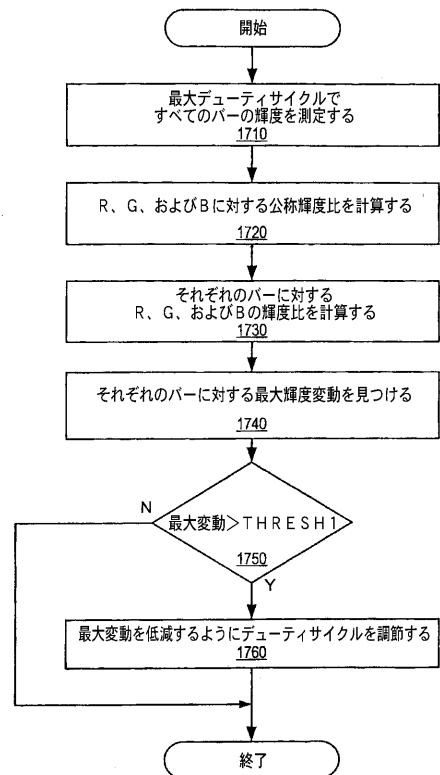
【図 15】



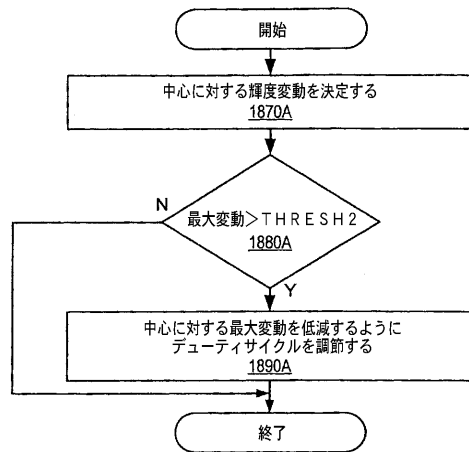
【図 16】



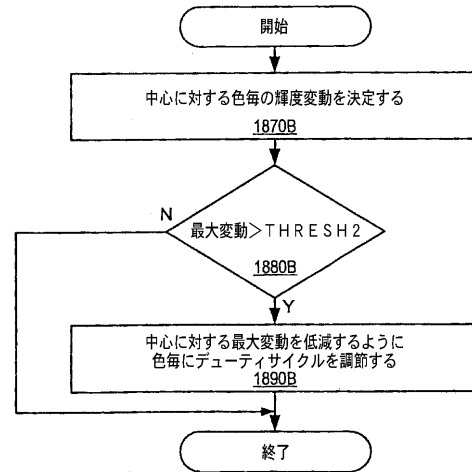
【図 17】



【図 18 A】



【図 18 B】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 2 1 Y 101:02

(74)代理人 100094673

弁理士 林 銘三

(74)代理人 100091339

弁理士 清水 邦明

(74)代理人 100138346

弁理士 畑中 孝之

(74)代理人 100147658

弁理士 岩見 晶啓

(72)発明者 ジョン ケー . ロバーツ

アメリカ合衆国 4 9 5 0 6 - 6 5 2 5 ミシガン州 グランド ラピッズ プリマス アベニュー
サウスイースト 1 0 6 1

(72)発明者 チェンホア ヨウ

アメリカ合衆国 2 7 5 1 9 ノースカロライナ州 カリー グリーブ ウェイ 2 0 9

(72)発明者 クリントン ビルカンズ

アメリカ合衆国 2 7 6 1 4 ノースカロライナ州 ローリー ウォーターウッド コート 9 4
2 8

審査官 桑 原 恭雄

(56)参考文献 国際公開第 2 0 0 6 / 1 1 0 3 4 0 (W O , A 1)

特開 2 0 0 7 - 0 8 0 8 8 2 (J P , A)

特開 2 0 0 6 - 1 4 7 1 7 1 (J P , A)

特表 2 0 0 8 - 5 3 8 0 5 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 5 B 3 7 / 0 2

F 2 1 S 2 / 0 0

F 2 1 V 2 3 / 0 0

G 0 2 F 1 / 1 3 3

F 2 1 Y 1 0 1 / 0 2