

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6352932号
(P6352932)

(45) 発行日 平成30年7月4日(2018.7.4)

(24) 登録日 平成30年6月15日(2018.6.15)

(51) Int.Cl.
H05B 37/02 (2006.01)

F I
H05B 37/02 J

請求項の数 11 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2015-536823 (P2015-536823)	(73) 特許権者	390041542
(86) (22) 出願日	平成25年10月8日 (2013.10.8)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公表番号	特表2015-535128 (P2015-535128A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
(43) 公表日	平成27年12月7日 (2015.12.7)		45、スケネクタデイ、リバーロード、1
(86) 国際出願番号	PCT/US2013/063775		番
(87) 国際公開番号	W02014/058815	(74) 代理人	100137545
(87) 国際公開日	平成26年4月17日 (2014.4.17)		弁理士 荒川 聡志
審査請求日	平成28年10月7日 (2016.10.7)	(74) 代理人	100105588
(31) 優先権主張番号	13/649,280		弁理士 小倉 博
(32) 優先日	平成24年10月11日 (2012.10.11)	(74) 代理人	100129779
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 黒川 俊久
		(74) 代理人	100113974
			弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 輪番消灯調色LED照明源

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

各々異なる色の光を与えるN個の色チャンネルを備える光源を付勢するためのシステムであって、当該システムが、色コントローラと、色コントローラと電氣的に接続され、複数の連続した期間の各々においてN - 1個の色チャンネルを選択的に付勢するように構成されたスイッチであって、複数の連続した期間の各々においてN - 1個の色チャンネルが作動状態で、常にいずれか1個の色チャンネルだけが非作動状態となるように循環させる、スイッチと、各々の期間において作動状態のN - 1個の色チャンネルからの光を測定して、測定値の出力を与えるように構成されたセンサとを備えており、測定値の出力に従って各々の期間の持続時間を調整する、システム。

【請求項2】

時分割多重化を用いてN個の色チャンネルを選択的に付勢して、所定の時間平均色の照明を発生する電源であって、時分割多重化の期間よりも長い時間スケールで実質的に一定の二乗平均平方根駆動電流を発生する電力源を含む電源をさらに備えており、スイッチが電力源と通信して、実質的に一定の二乗平均平方根駆動電流を時分割多重化することによってN個の色チャンネルを選択的に付勢する、請求項1記載のシステム。

【請求項 3】

電力源と通信して、実質的に一定の二乗平均平方根駆動電流の電流レベルを調整するように構成された電流コントローラをさらに備える、請求項 2 記載のシステム。

【請求項 4】

実質的に一定の二乗平均平方根駆動電流が、実質的に一定の直流駆動電流である、請求項 2 又は請求項 3 記載のシステム。

【請求項 5】

色コントローラが、センサによって供給される、設定点値と比較したフィードバックに基づいて、時分割を調整するように構成されている、請求項 2 乃至請求項 4 のいずれか 1 項記載のシステム。

10

【請求項 6】

前記循環が行われる所定の時間平均色が白色である、請求項 2 乃至請求項 5 のいずれか 1 項記載のシステム。

【請求項 7】

N 個の色チャンネルの各々が、同じ色の範囲の複数の発光ダイオードを含む、請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項記載のシステム。

【請求項 8】

各々の期間がフリッカ融合閾値より短くなるように選択される、請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 項記載のシステム。

【請求項 9】

20

各々異なる色の光を与える N 個の色チャンネルを備える光源を点灯させるシステムにおいて調整可能な色を発生する方法であって、

複数の連続した期間の各々において N - 1 個の色チャンネルが作動状態で、常にいずれか 1 個の色チャンネルだけが非作動状態となるように循環させ、複数の連続した期間の各々で異なる色チャンネルが非作動状態となるように、スイッチによって、N 個の連続した期間で N 個の色チャンネルを選択的に付勢するステップと、

各々の期間において、センサによって、その期間の N - 1 個の色チャンネルに対応する光エネルギーを測定するステップと

を含んでおり、センサが、測定されたエネルギーを表すエネルギー信号を与え、色コントローラが、対応するエネルギー信号に従って各々の期間の持続時間を調整する、方法。

30

【請求項 10】

付勢ステップが、サイクリングの時間スケールで実質的に一定の二乗平均平方根電流値を有する電流を供給することを含む、請求項 9 記載の方法。

【請求項 11】

各々の期間がフリッカ融合閾値より短くなるように選択される、請求項 9 又は請求項 10 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

40

本開示は、照明、光及び関連技術における調色光源に関する。特に、本開示は、白色光を生成し、LED において徐々に生じる色シフト又は劣化を安定化するために、連続して複数の発光ダイオード (LED) チップ色の各々に対するオフ時間を変化させる、調整可能な発光ダイオード (LED) 照明デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

異なる色の複数の LED を含む固体点灯デバイスでは、強度及び色の両方の制御は、一般にパルス幅変調 (PWM) を用いて達成される。このような PWM 制御はよく知られており、実際、特に LED を駆動するために、長く、商用の PWM コントローラが利用可能となってきた。例えば、Motorola Semiconductor Tech

50

nical Data Sheet for MC68HC05D9 8-bit microcomputer with PWM outputs and LED drive (Motorola Ltd., 1990)を参照されたい。PWMでは、一連のパルスが固定の周波数で印加され、パルス幅(すなわちパルスの持続時間)は、発光ダイオードに印加される電力の時間積分を制御するように変調される。したがって時間積分された印加電力は、0%デューティサイクル(電力は印加されない)から、100%デューティサイクル(全期間の間、電力が印加される)までに及び得るパルス幅に直接比例する。

【0003】

知られているPWM照明制御は、いくつかの欠点を有する。特に、知られているシステム及び方法は、電源に対して非常に不均一な負荷をもたらす。例えば照明源が、赤色、緑色、及び青色照明チャンネルを含み、3つすべてのチャンネルを同時に駆動すると100%の電力を消費する場合は、電力出力は0%、33%、66%、又は100%になる場合が常にあり、各パルス幅変調期間の間に電力出力は、これらのレベルの2つ、3つ、又は4つすべての間で循環し得る。このような電力サイクリングは電源にストレスがかかり、急速な電力サイクリングに対応するのに十分に速いスイッチング速度を有する電源の使用を決定付ける。加えて電源は、最大限の100%の電力は一部の時間でしか消費されないにもかかわらず、その大きさの電力を供給するのに十分に大きくなければならない。

【0004】

PWM時の電力変動は、各「オフ」チャンネルの電流を「ダミー負荷」抵抗器を通して迂回することによって回避することができる。しかし迂回された電流は光出力に寄与せず、したがってかなりの電力非効率性をもたらす。

【0005】

知られているPWM制御システムはまた、フィードバック制御に関して問題がある。知られているPWM技法を使用して、色調整可能な照明源のフィードバック制御を実現するためには、赤色、緑色、及び青色チャンネルの各々の電力レベルを独立して測定しなければならない。これは通常は、各々の赤色、緑色、及び青色波長を中心とする狭いスペクトル受信ウィンドウを各々が有する、3つの異なる光センサの使用を決定付ける。スペクトルのさらなる分割が望まれる場合は、この問題は解決するのに非常に費用がかかるものとなる。例として5チャンネルシステムが、互いに非常に近い2つの色を有する場合は、非常に狭い帯域の検出器だけが、2つの発生源の間の変動を検出できる。

【0006】

これらの問題を克服するために、1つの知られている照明システムは、異なるチャンネルに対応する異なる色の照明を発生する、異なるチャンネルを有する多チャンネル光源を利用する。システムは、時分割多重化(TDM)を利用することによってチャンネルを選択的に付勢して、選択された時間平均された色の照明を発生する電源を含む。しかしこのシステムは、大きな色空間を対象とするように設計された。この大きな色空間を達成するために、システムはTDMを用いて、指定された持続時間の間、一時に1つの個々のLED色の「オン」時間を選択的に変化させる。したがって一時にLEDの1つの色だけが用いられるので、いくつかの色、特に白色光を生成するためには、多数のLEDが必要となる。さらにこの手法は、利用可能なLEDチップのすべての範囲内の任意の色をもたらすことができるが、LEDの利用率は低い。この大量のLEDは広い全色域をもたらすが、LEDを効率的に利用していない。

【0007】

したがって、システム内のLEDチップの大部分を平行して利用することによって、白色光を経済的に且つ効果的に生成する照明システムの必要性がある。またLEDにおいて徐々に生じる色シフト又は劣化を速やかに且つ効率的に安定化する照明システムの必要性がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

【特許文献 1】国際公開第 2 0 1 0 / 0 3 0 4 6 2 A 1 号

【発明の概要】

【 0 0 0 9 】

少なくとも 1 つの態様では本開示は、チャンネル毎に異なる色の照明を発生させるための異なるチャンネルを有する光源と、異なるチャンネルの各々に関連する 1 組の発光ダイオードとを備える調色光源を提供する。動作時には異なるチャンネルは、白色光などの選択された時間平均された色を生成するために、常に、異なるチャンネルのうちの 1 つを除くすべてを作動中状態に維持するように、選択的に付勢される。少なくとも 1 つの他の態様では本開示は、時分割多重化を用いて異なるチャンネルを選択的に付勢して、選択された時間平均された色の照明を発生する電源を提供する。電源は、時間スケール上で時分割多重化の期間より長い、実質的一定の二乗平均平方根駆動電流を発生する電力源と、実質的一定の二乗平均平方根駆動電流を、異なるチャンネルのうちの選択されたものへ時分割多重化する回路とを含む。

10

【 0 0 1 0 】

少なくとももう 1 つの態様では本開示は、LED の異なる組を有する光源を含む調整可能な光源であって、LED の各組は単一の特有の色から形成される、調整可能な光源を提供する。LED の組は各々、異なるチャンネルに対応する異なる色の照明を発生するチャンネルを形成し、電源は、時分割多重化を用いてチャンネルを選択的に付勢して、選択された時間平均された色の照明を発生する。光源は、N 個のチャンネルにグループ化された固体点灯デバイスを含み、各チャンネルの固体点灯デバイスは、チャンネルが選択的に付勢されたときに一緒に電氣的に付勢される。電源は、動作時には常に、チャンネルのうちの 1 つを除くすべてを付勢するスイッチング回路と、選択された時間平均された色の照明を発生するように、スイッチング回路を、ある時間間隔の選択された時分割に従って、時間間隔にわたって動作させる色コントローラとを含む。

20

【 0 0 1 1 】

別の態様では本開示は、調整可能な色を発生する方法であって、駆動電流を発生し、駆動電流を用いて多チャンネル光源の選択されたチャンネルを付勢することを含み、選択されたチャンネルは多チャンネル光源のチャンネルのうちの 1 つを除くすべてを含む、方法を提供する。方法はさらに、視覚的に知覚可能なフリッカを実質的に抑圧するのに十分に速く、多チャンネル光源の選択されたチャンネルの間で付勢することを巡回することを含む。方法はさらに、選択された時間平均された色を発生するために、巡回することの時分割を制御することを含み、選択された時間平均された色は白色光である。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本開示の少なくとも 1 つの実施形態による照明システムの図である。

【図 2】本開示の少なくとも 1 つの実施形態によるタイミングサイクルの図である。

【図 3】本開示の少なくとも 1 つの実施形態による照明システムの色コントローラのための計算ループのフローチャートである。

【図 4】本開示の少なくとも 1 つの実施形態による調色照明システムの電気回路を示す図である。

40

【図 5】本開示の少なくとも 1 つの実施形態による調色照明システムの動作に対する制御プロセスのためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

本開示は、様々な構成要素及び構成要素の構成、並びに様々なプロセス動作及びプロセス動作の構成の形をとり得る。本開示は添付の図面に示され、その全体にわたって、様々な図において類似の参照番号は対応する又は同様な部分を示し得る。図面は、好ましい実施形態を示すためのみであり、本開示を限定するものと解釈されるべきではない。以下の図面の実施可能に為し得る説明を前提とすれば、当業者には本開示の新規な態様は明らか

50

になるであろう。

【0014】

以下の詳細な説明は、本質的に単に例示であり、本明細書において開示される応用例及び用途を限定するものではない。さらに先行する背景又は概要又は以下の詳細な説明において述べられるいずれの理論にも束縛されるものではない。本技術の実施形態は、本明細書では主として発光ダイオード（LED）に関連して述べられるが、概念は固体点灯デバイスを含む他のタイプの点灯デバイスにも応用可能である。固体点灯デバイスは、例えばLED、有機発光ダイオード（OLED）、半導体レーザダイオードなどを含む。本明細書では調色固体点灯デバイスが例として示されるが、本明細書で開示される調色制御技法及び装置は、白熱光源、白熱ハロゲン、他のスポットライト源などの、他のタイプの多色光源に容易に応用される。

10

【0015】

少なくとも1つの実施形態では、複数の色のLEDチップを利用して、所望の色温度を生成する調整可能なLED照明デバイスを実現するシステム及び方法が提供される。少なくとも1つの実施形態では、システム及び方法は、各LEDの「オフ」時間を変化させ、減算によりそのLEDから光出力を導き出す。1つ以上の実施形態ではシステムは、例えば劣化などによる光出力の変動を補償するために、光出力情報を利用して個々のLEDの出力を変化させる制御システムを含む。「オフ」時間を変化させることによってシステムはLEDの大部分を平行して利用し、それにより少ないLEDで安定な白色光の生成を可能にする。1つ以上の実施形態ではシステムは、より広く、より様な色のスペクトル分布（従来のLED白色方法と比べて）を生成するために、チップの色及び量の広い選択の幅を可能にし、それによってより優れた演色性をもたらす。

20

【0016】

図1は、本開示の一実施形態による照明システム100の図を示す。照明システム100は、例えば、R/G/B光源118、光センサ120、定電流源112、R/G/Bスイッチ114、及び色コントローラ116を含む、固体点灯システムとすることができる。定電流源112、R/G/Bスイッチ114、及び色コントローラ116は、光源118によって出力される光を制御する色制御回路又はR/G/B制御回路110を形成する。R/G/B光源118は、複数の赤色、緑色、及び青色発光ダイオード（LED）（図示せず）を含む。赤色LEDは、赤色入力ラインRによって駆動されるように電氣的に相互接続される。緑色LEDは、緑色入力ラインGによって駆動されるように電氣的に相互接続される。青色LEDは、青色入力ラインBによって駆動されるように電氣的に相互接続される。光源118は、例示的な例のみとして示される。一般に光源118は、異なる色チャンネルを定義するように電氣的に接続された固体光源の組を有する任意の多色光源とすることができる。いくつかの実施形態では、例えば赤色、緑色、及び青色LEDは、赤色、緑色、及び青色LEDストリングとして構成される。さらに、異なる色は、赤色、緑色、及び青色以外とすることができ、フルカラーRGB光源のものより狭い色の範囲に広がるが、青色及び黄色チャンネルの適切な混合によって得られる「白っぽい」色を含む、3つより多い又は少ない異なる色が存在することができる。LEDは、半導体ベースのLED（適宜、一体の蛍光体を含む）、有機LED（当技術分野では、時には頭字語OLEDによって表される）、半導体レーザダイオードなどとすることができる。

30

40

【0017】

定電流電力源112は、R/B/Gスイッチ114を通じて光源118を駆動する。定電流電力源112は、「一定の電流」又は一定のrms（二乗平均平方根）電流を出力する。いくつかの実施形態では、一定のrms電流は一定の直流である。しかし一定のrms電流は、一定のrms値を有する正弦波電流などとすることもできる。「一定の電流」は適宜調整可能であるが、定電流電力源112によって出力される電流は、PWMの場合のように急速にサイクリングされないことが理解されるべきである。定電流電力源112の出力は、R/B/Gスイッチ114に入力される。R/B/Gスイッチ114は、デマルチプレクサ（demux）又は一定の電流を常に3つの色チャンネルR、G、Bのうちの

50

2つに導く、1対3のスイッチとして機能する。本実施形態のR/B/Gスイッチ114は、全体の利用可能な色のうちの1つだけが常に「オフ」であり、すなわち3つの色のうちの1つだけがいずれの時点でも「オフ」であることを確実にする。本実施形態については、ただ2つの色が平行して「オン」であり、第3の色は同時に「オフ」であることを確実にする、3チャンネルスイッチの観点から述べられたが、本開示から逸脱せずに、非限定的に例えば4つ又は5つの色を含む、異なる数の色を利用する他の実施形態が構想されることが留意されるべきである。4色を使用する実施形態では、常に4色のうちの3つが平行して「オン」となり、第4の色は同時に「オフ」である。同様に5色を使用する実施形態では、常に5色のうちの4つが平行して「オン」となり、第5の色は同時に「オフ」である。

10

【0018】

図2は、図1の調色照明システムの動作のためのタイミングサイクル200の図である。タイミング図200は、定電流電力源112及びR/G/Bスイッチ114を用いて達成される色制御の基本的な概念をもたらす。R/G/Bスイッチ114のスイッチングは、150Hz以上である時間間隔Tにわたって行われる。時間間隔は、各々フェーズP1、P2、及びP3に対応する、部分期間T1、T2、及びT3によって定義される3つのサブ時間間隔に分割される。部分期間T1は、式 $T1 = R1 + G1$ によって表され、対応するエネルギー測定値 $E1 = T1(R1 + G1)$ を含む。部分期間T2は、式 $T2 = R1 + B1$ によって表され、対応するエネルギー測定値 $E2 = T2(G1 + B1)$ を含む。部分期間T3は、式 $T3 = B1 + R1$ によって表され、対応するエネルギー測定値 $E3 = T3(B1 + R1)$ を含む。色コントローラ116は、部分期間 $T1 \times T2 \times T3$ を示す制御信号を出力する。例えば色コントローラ116は、例示的实施形態では、部分期間T1を示す値「00」を有し、部分期間T2を示すように値「01」に切り換わり、部分期間T3を示すように値「10」に切り換わり、部分期間T1の次の発生を示すようにもとの「00」に切り換わるなどとなる、2ビットデジタル信号を出力することができる。他の実施形態では制御信号は、アナログ制御信号（例えば各々第1、第2、及び第3の部分期間を示す0ボルト、0.5ボルト、及び1.0ボルト）とすることができ、又は他のフォーマットとすることができ、他の例示的手法として制御信号は、各期間を示す一定値を保持するのではなく、部分期間の間の遷移を示すことができる。後者の手法ではR/G/Bスイッチ114は単に、制御パルスを受け取ったときに、1対の色チャンネルから次のものに切り換えるように構成され、色コントローラ116は、1つの部分期間から次の部分期間への各遷移において制御パルスを出力する。

20

30

【0019】

定電流電力源112は、R/B/Gスイッチ114を通じて光源118を駆動する。定電流電力源112は、「一定の電流」又は一定のrms（二乗平均平方根）電流を出力する。いくつかの実施形態では、一定のrms電流は一定の直流である。しかし一定のrms電流は、一定のrms値を有する正弦波電流などとすることもできる。「一定の電流」は電流コントローラ（図示せず）によって適宜調整可能であるが、定電流電力源112によって出力される電流は、PWMの場合のように急速にサイクリングされないことが理解されるべきである。定電流電力源112の出力は、R/B/Gスイッチ114に入力される。R/B/Gスイッチ114は、デマルチプレクサ（demux）又は一定の電流を常に3つの色チャンネルR、G、Bのうちの2つに導く、1対3のスイッチとして機能する。本実施形態のR/B/Gスイッチ114は、全体の利用可能な色のうちの1つだけが常に「オフ」であり、すなわち3つの色のうちの1つだけがいずれの時点でも「オフ」であることを確実にする。本実施形態については、ただ2つの色が平行して「オン」であり、第3の色は同時に「オフ」であることを確実にする、3チャンネルスイッチの観点から述べられたが、本開示から逸脱せずに、非限定的に例えば4つ又は5つの色を含む、異なる数の色を利用する他の実施形態が構想されることが留意されるべきである。4色を使用する実施形態では、常に4色のうちの3つが平行して「オン」となり、第4の色は同時に「オフ」である。同様に5色を使用する実施形態では、常に5色のうちの4つが平行して「オン」

40

50

」となり、第5の色は同時に「オフ」である。

【0020】

期間Tは、フリッカ融合閾値より短くなるように選択され、フリッカ融合閾値は本明細書ではそれ未満では、光が実質的に一定の混合色として視覚的に知覚されるように、光の色の切り換えによって引き起こされるフリッカが実質的に視覚的に知覚できなくなる期間として定義される。すなわちTは、人間の目が均一な混合色を知覚するように、部分期間T1、T2、及びT3の間に人間の目が、出力される光を混合するのに十分に短くなるように選択される。例えば期間Tは、約1/10秒未満とすべきであり、約1/24秒未満とすることが好ましく、約1/30秒未満又はさらに短いことがより好ましい。期間Tに対する下限は、R/G/Bスイッチ114のスイッチング速度によって課され、これはその動作が電流レベルを変化させることを伴わないので、非常に高速とすることができる。

10

【0021】

色は以下のように定量的に算出することができる。第1の部分期間T1の間に赤色及び緑色LEDによって出力される赤色光及び緑色光の総エネルギーは、 $E1 = T1(R1 + G1)$ によって与えられる。第2の部分期間T2の間に緑色及び青色LEDによって出力される緑色光及び青色光の総エネルギーは、 $E2 = T2(G1 + B1)$ によって与えられる。第3の部分期間T3の間に青色及び赤色LEDによって出力される青色光及び赤色光の総エネルギーは、 $E3 = T3(B1 + R1)$ によって与えられる。部分期間が比例関係 $P1 : P2 : P3 = 1 : 1 : 1$ を有したならば、光出力は赤色、緑色、及び青色光の等しい混合として視覚的に知覚されることになり、これは全色域の中心にある光出力を生成することになる。したがって白色光の発生は、LEDの選択、及びP1対P2対P3の比に依存する。

20

【0022】

定電流電力源112によって光源118に出力される電流は、常時実質的に一定のままである。すなわち定電流電力源112は、構成要素114、118を備える負荷に、実質的に一定の電流を出力する。

【0023】

いくつかの実施形態では、色コントローラ116によって行われる部分期間の間のスイッチングは、オープンループの方法で、すなわち光学的フィードバックに依存せずに行われる。これらの実施形態では記憶された情報、例えばルックアップテーブル、記憶された数学的曲線、又は他の記憶された情報が、部分比率の値を様々な色に関連付ける。例えば $a1 = a2 = a3$ である場合は、値 $P1 = P2 = P3 = 1/3$ は「色」白に適切に関連付けることができる。

30

【0024】

他の実施形態では、色は適宜光学的フィードバックを用いて制御される。図1をさらに参照すると、光センサ120は、R/G/B光源118によって出力される光を監視する。光センサ120は、赤色、緑色、及び青色光のいずれも検知するために十分広い波長を有する。簡単にするために本明細書では、光センサ120は、赤色、緑色、及び青色光に対して等しい感度を有すると仮定する。しかし光センサ120が赤色、緑色、及び青色光に対して等しい感度をもたない実施形態では、スペクトル感度差を補償するために、適切なスケールングファクタを組み入れることができる。光センサ120は、連続する部分期間T1、T2、T3の間にR/G/B光源118によって出力される光を測定する。部分期間T1の間は、この期間の間は青色光は出力されないで、光センサ120は赤色及び緑色光のみを測定する。光センサ120はまた、この期間の間の第1の色エネルギーE1に対する測定出力を発生する。部分期間T2の間は、この期間の間は赤色光は出力されないで、光センサ120は緑色及び青色光のみを測定する。光センサ120はまた、この期間の間の第2の色エネルギーE2に対する測定出力を発生する。部分期間T3の間は、この期間の間は緑色光は出力されないで、光センサ120は青色及び赤色光のみを測定する。光センサ120はまた、この期間の間の第3の色エネルギーE3に対する測定出力

40

50

を発生する。光センサ 120 は、測定された第 1 の色エネルギー E 1、測定された第 2 の色エネルギー E 2、及び測定された第 3 の色エネルギー E 3 の 3 つすべてを発生することができる。

【0025】

指定された持続時間に対して一時に 1 つの色を測定する代わりに、R / G / B 制御回路 110 は、異なる色の LED のただ 2 つの組が、常に作動中（「オン」）となるように付勢されることを確実にする。一時に 2 組の作動中（「オン」）の異なる色の LED を利用することで、色コントローラ 116 が色出力、及び第 3 の組の LED の「オフ」時間を変化させることによって、各色フェーズの色出力における変化を計算し、次いで減算によって光出力を導き出すことを可能にする。これはシステムが、劣化などにより時間と共に LED において生じる小さな色シフトを安定化し補償することを可能にする。2 組の平行して作動中（「オン」）の LED を利用することで、一時に 1 組の作動中（「オン」）の LED だけを利用するシステムと比べて、システムがずっと少ない LED 及びより一様な色のスペクトル分布を有して、白色光を生成することを可能にし、それによってより効率的で経済的なシステムをもたらす。さらに、2 組の平行して作動中（「オン」）の LED を利用することはまた、劣化などによる色シフトのより急速で正確な修正を可能にし、それによって優れた演色性を生じ、システムの寿命にわたって 1 つの楕円内に色温度を維持するように色を追跡する能力をもたらす。

【0026】

色コントローラ 116 は、測定された色エネルギー E 1、E 2、E 3 を用いてフィードバック色制御をもたらす。動作時には光センサ 120 は、急速なシーケンスで、すなわち固有の人間の残像により、人が光強度の変化を知覚できなくなる速度において、光源 118 からの様々な光出力を測定する。光センサ 120 は、LED チャネルの各対に対する光出力の変化を測定する。色コントローラ 116 は、出力情報を使用し、それをベースラインと比較して、その LED の特定の組の光出力を導き出す。例えば色コントローラ 116 は、アルゴリズムを利用して、R / G / B 光源 118 の LED の各対に対する光出力を計算することができる。2 つの対の LED 又は発生源が同時にオンとなるので、システムは減算を利用して、LED の各対に対する光出力を決定する。

【0027】

P 1、P 2、及び P 3 が、各々 T 1、T 2、及び T 3 の間の光センサ測定値に対応する（すなわち P 1 = T 1 の間の光センサ、P 2 = T 2 の間の光センサ、及び P 3 = T 3 の間の光センサ）と仮定すると、赤色、緑色、及び青色の LED の組の各々に対するエネルギー出力の計算は、各々以下によりもたらされる。

【0028】

$$R(T1) = (P1 + P3 - P2) / 2 \quad (1)$$

$$G(T2) = (P2 + P1 - P3) / 2 \quad (2)$$

$$B(T3) = (P3 + P2 - P1) / 2 \quad (3)$$

図 3 は、上述のように LED の各組のエネルギーを決定するために、本開示のシステムによって利用されるプロセスのための計算ループ 300 を示す。計算ループ 300 は、302 で開始する。302 でシステムは、各部分期間 T 1、T 2、T 3 に対して P 1、P 2、P 3 を測定する。304 でシステムは、各々赤色光、緑色光、及び青色光の各個々の組に対する対応するエネルギー出力 E_R、E_G、E_B を計算する。306 でシステムは、計算されたエネルギー出力を設定点値（又は最後に計算された出力値）と比較する。308 でシステムは、赤色光に対するエネルギー出力が設定点値未満であるかどうか、すなわち E_R が E_{RSET} 未満であるかどうかを判定する。E_R < E_{RSET} であるときは、システムは、T 1 と T 3 の両方を 1 だけ増加しすなわち (T 1 + 1 ; T 3 + 1)、T 2 を 2 だけ減少するすなわち (T 2 - 2)。310 でシステムは、緑色光に対するエネルギー出力が設定点値未満であるかどうか、すなわち E_G が E_{GSET} 未満であるかどうかを判定する。E_G < E_{GSET} であるときは、システムは、T 2 と T 1 の両方を 1 だけ増加しすなわち (T 2 + 1 ; T 1 + 1)、T 3 を 2 だけ減少するすなわち (T 3 - 2)。312 でシ

テムは、青色光に対するエネルギー出力が設定点値未満であるかどうか、すなわち E B が E B S E T 未満であるかどうかを判定する。E B < E B S E T であるときは、システムは、T 3 と T 2 の両方を 1 だけ増加しすなわち (T 3 + 1 ; T 2 + 1)。3 1 4 でシステムは、計算された時間を R / G / B 制御回路 1 1 0 に出力する。計算ループ 3 0 0 は、計算を更新するために連続して繰り返され、それにより色コントローラ 1 1 6 は、例えば色シフト、劣化などによる L E D における光出力変動を補償するように L E D の組の出力を変えることができる。

【 0 0 2 9 】

本明細書で用いられる「色」という用語は、視覚的に知覚可能な色として広く解釈されるものである。「色」という用語は白を含むものと解釈されるものであり、原色に限定されるものと解釈されるものではない。「色」という用語は、例えば 2 つ以上の互いに異なるスペクトルピークを出力する L E D (例えば互いに異なる赤色及び黄色スペクトルピークを有するオレンジ色のような色を得るように赤色及び黄色 L E D を含む L E D パッケージ)を指すことができる。「色」という用語はまた、例えば半導体チップからの電界発光によって励起される広帯域蛍光体を含む L E D パッケージなどの、広いスペクトルの光を出力する L E D を指すことができる。本明細書で用いられる「調色光源」とは、異なるスペクトルの光を選択的に出力することができる任意の光源として、広く解釈されるべきである。調色光源は、フルカラーのセレクションをもたらず光源に限定されない。例えばいくつかの実施形態では、調色光源は白色光のみをもたずることができるが、この白色光は色温度、演色特性などの観点から調整可能である。

【 0 0 3 0 】

図 4 は、本開示の一実施形態による調色光源 4 0 0 の概略図である。調色光源 4 0 0 は、1 組の、各々 5 つの L E D からなる 3 つの直列接続されたストリング S 1、S 2、S 3 を含む。第 1 のストリング S 1 は、薄い赤色に対応する約 6 1 7 n m のピーク波長において放射する 5 つの L E D を含む。第 2 のストリング S 2 は、緑色に対応する 5 3 0 n m において放射する 5 つの L E D を含む。第 3 のストリング S 3 は、青色に対応する約 4 5 5 n m のピーク波長において放射する 5 つの L E D を含む。駆動及び制御回路は、定電流源 C C と、各々第 1、第 2、及び第 3 の L E D ストリング S 1、S 2、S 3 を通る電流の流れを駆動するように構成された入力 R 1、G 1、B 1 を有する 3 つの導通トランジスタを含む。図 4 の調色光源のための作動中状態テーブルは、以下の表 1 に一覧表示される。

【 0 0 3 1 】

【表 1】

表 1

部分 期間	導通 トランジスタ	チャネル照明 ピーク波長	チャネル色 (定性的)
T1	R1 及び G1	617nm 及び 530nm	赤及び緑
T2	G1 及び B1	530nm 及び 455nm	緑及び青
T3	B1 及び R1	455nm 及び 617nm	青及び赤

本実施形態は、1 組の、各々 5 つの L E D からなる 3 つの直列接続されたストリングを開示しているが、本開示から逸脱せずに他の実施形態が企図される。L E D の組は、3 つ以外の数とすることができ、例えば異なる色の L E D の 4 つ又は 5 つのストリングを含むことができる。各実施形態では制御回路 1 1 0 は、いずれの時点でも L E D の唯一のストリングを「オフ」状態に維持するように動作し、すべての他の L E D のストリングは平行して作動中すなわち「オン」状態となる。同様に本実施形態は、ストリング当たり 5 つの L E D を開示しているが、L E D の数は、調色光源の用途及び技術的要件、例えば所望の

光出力などに基づいて選択することができる。したがって各ストリングは、本開示から逸脱せずに任意の数のＬＥＤを含むことができる。さらに本明細書では特定の波長のＬＥＤが開示されているが、これらの波長は簡単にするために（例えば各々赤色光、緑色光、青色光の範囲内にあるように）選択されたものであり、限定するものと見なされるべきではない。本開示から逸脱せずに、様々な波長のＬＥＤを利用することができる。さらにＬＥＤの各ストリングはまた、本開示から逸脱せずに、異なる波長のＬＥＤ、例えば同じ又は同様な色の範囲内の複数のＬＥＤを含むことができる。

【 0 0 3 2 】

図２をさらに参照すると、タイミングサイクル２００はまた、図４の調色照明システムの動作のための図をプロットしている。図４の調色照明システムのＬＥＤ波長又は色は、調整可能なフルカラー照明をもたらすように選択されるのではなく、例えば暖白色光（赤色の方へバイアスされる）、又は冷白色光（青色の方へバイアスされる）を含む様々な性質の白色光を生じるように選択されることに留意されたい。図４の調色照明システムは、表１においてラベル付けられているように、３つの色チャネルを有する。３つのトランジスタは時間間隔Ｔにわたって３つのうちの２つをスイッチする動作をもたらすように動作され、時間間隔Ｔは図２において、選択された性質又は特性を有する白色光を発生するように、時間間隔Ｔの選択された時分割に従って、 $1 / 150$ 秒（ 6.67 ms ）である。時間間隔 $T = 1 / 150$ 秒は、通常の視聴者のフリッカ融合閾値より短い。時間間隔Ｔは、３つの部分期間 T_1 、 T_2 、 T_3 に時分割多重化され、３つの部分期間は重複せず、和が時間間隔Ｔ、すなわち $T = T_1 + T_2 + T_3$ である。図２の実施形態では、各々の部分期間に関連する色チャネルの各対に対するエネルギー測定値は、矢印によって示されるように各部分期間内を実質的に中心とする中間の時点において取得され、エネルギー測定値の表示 E_1 、 E_2 、 E_3 は、各色エネルギー測定における動作波長を示している。部分期間 T_1 は、式 $T_1 = R_1 + G_1$ によって表され、対応するエネルギー測定値 $E_1 = T_1 (R_1 + G_1)$ を含む。部分期間 T_2 は、式 $T_2 = R_1 + B_1$ によって表され、対応するエネルギー測定値 $E_2 = T_2 (G_1 + B_1)$ を含む。部分期間 T_3 は、式 $T_3 = B_1 + R_1$ によって表され、対応するエネルギー測定値 $E_3 = T_3 (B_1 + R_1)$ を含む。

【 0 0 3 3 】

図５は、上記で図４に関して述べられたように、３つのトランジスタを含む調色照明システムの動作のための制御プロセスを示す。制御プロセス５００は、５０２で部分期間 T_1 、 T_2 、 T_3 に対する既存の時間値をコントローラにロードすることによって開始する。５０４、５０６、５０８において、単一の光センサが各々のエネルギー測定をその間に行う、３つの部分期間 T_1 、 T_2 、 T_3 に対する、連続する動作が起動される。５１０で計算ブロックは、測定値を用いて部分期間 T_1 、 T_2 、 T_3 に対する更新された値を算出する。例えば、部分期間 T_1 及び T_2 を制約するように、 C_{12} を所望の赤 - 緑 / 緑 - 青色比率を反映した定数とする関係式 $[E_1 \times T_1] / [E_2 \times T_2] = C_{12}$ を適切に用いることができ、部分期間 T_2 及び T_3 を制約するように、 C_{23} を所望の緑 - 青 / 青 - 赤色比率を反映した定数とする関係式 $[E_2 \times T_2] / [E_3 \times T_3] = C_{23}$ を適切に用いることができ、部分期間 T_3 及び T_1 を制約するように、 C_{31} を所望の青 - 赤 / 赤 - 緑色比率を反映した定数とする関係式 $[E_3 \times T_3] / [E_1 \times T_1] = C_{31}$ を適切に用いることができる。計算ブロックは、制約条件 $T = T_1 + T_2 + T_3$ と共にこれら３つの式を適切に同時に解いて、部分期間 T_1 、 T_2 、 T_3 に対する更新された値を得る。いくつかの実施形態では計算ブロックは、時間間隔Ｔでの光源のサイクリングに対して、非同期的にバックグラウンドで動作する。５２０では、このような非同期動作に対応するために、判断ブロックは計算ブロックを監視し、タイミング計算が完了したかどうかを判定する。「いいえ」である場合は、５０２でタイミング計算がロードされる。「はい」である場合は、５２２で新しいタイミング値がロードされ、５０４で入力される。制御プロセス５００は、ＬＥＤの組によって出力されるエネルギーを測定するために連続して繰り返され、すなわちループし、それにより各々、フェーズ P_1 、 P_2 、及び P_3 の各々に関連付けられた部分期間 T_1 、 T_2 、 T_3 を適切に制御するように新しいタイミング値を算出することが

できる。

【 0 0 3 4 】

当業者により、特に上記の教示に照らして、本開示によって依然として包含され得る代替実施形態、実施例、及び変更を行うことができる。さらに本開示を説明するために用いられた用語は、限定するものではなく、本質的に説明の語であることが意図されることが理解されるべきである。

【 0 0 3 5 】

当業者はまた、上述の好ましい及び代替実施形態の様々な適合化及び変更が、本開示の範囲及び趣旨から逸脱せずに構成され得ることを理解するであろう。したがって添付の特許請求の範囲内で、本開示は本明細書において具体的に述べられたもの以外に実施され得ることが理解されるべきである。

10

【 図 1 】

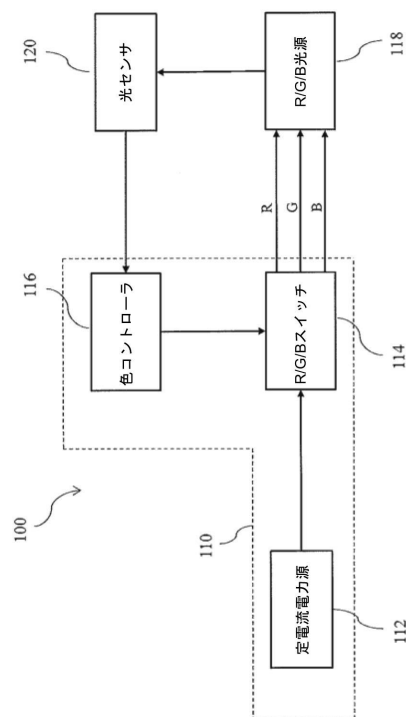


FIG. 1

【 図 2 】

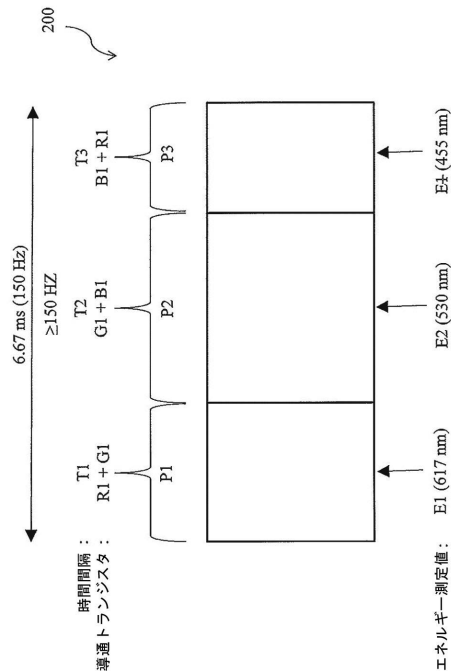


FIG. 2

【図3】

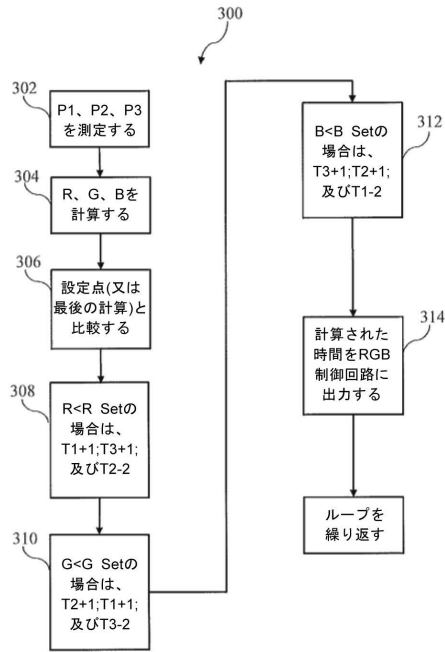


FIG. 3

【図4】

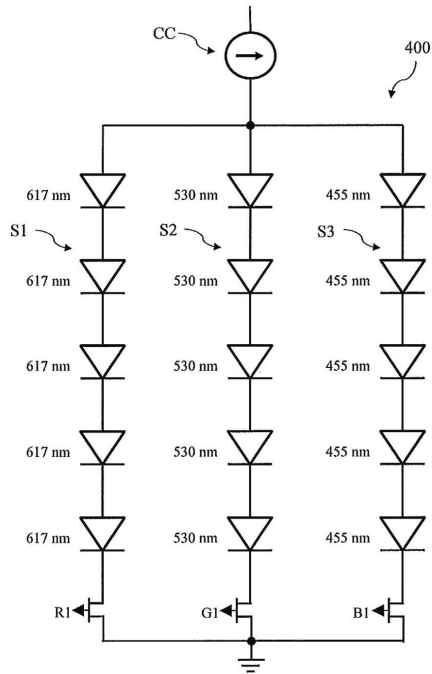


FIG. 4

【図5】

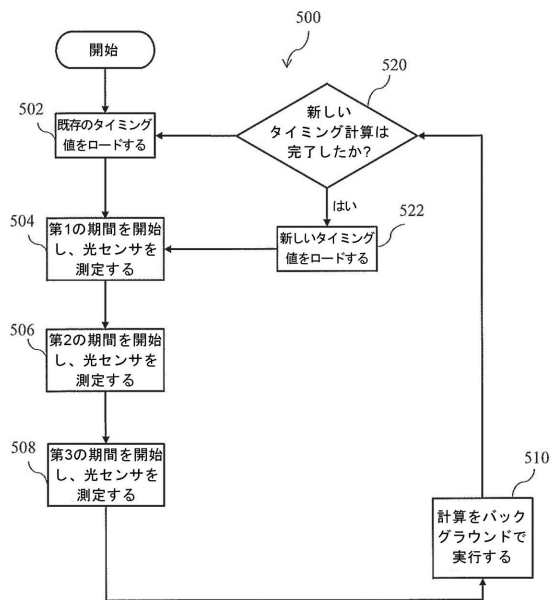


FIG. 5

フロントページの続き

(72)発明者 ロバーツ、ブルース・リチャード
アメリカ合衆国、オハイオ州・４４０６０ メンター・オン・ザ・レイク、フェンウッド・コート
５８１０番

(72)発明者 クエンツラー、グレン・ハワード
アメリカ合衆国、オハイオ州・４４１２２ イースト・クリーブランド、ノーブル・ロード １９
７５番

審査官 山崎 晶

(56)参考文献 特開２０１１－０３４７９１（ＪＰ，Ａ）
特表２０１２－５０２５００（ＪＰ，Ａ）
特表２００９－５２４９０９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０５Ｂ ３７／０２ - ３９／１０