

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6396431号
(P6396431)

(45) 発行日 平成30年9月26日(2018.9.26)

(24) 登録日 平成30年9月7日(2018.9.7)

(51) Int.Cl. F I
H05B 37/02 (2006.01) H05B 37/02 L

請求項の数 11 (全 17 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-511001 (P2016-511001) (86) (22) 出願日 平成26年4月21日 (2014.4.21) (65) 公表番号 特表2016-520973 (P2016-520973A) (43) 公表日 平成28年7月14日 (2016.7.14) (86) 国際出願番号 PCT/EP2014/058035 (87) 国際公開番号 W02014/177409 (87) 国際公開日 平成26年11月6日 (2014.11.6) 審査請求日 平成29年4月20日 (2017.4.20) (31) 優先権主張番号 13166445.0 (32) 優先日 平成25年5月3日 (2013.5.3) (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)</p>	<p>(73) 特許権者 516043960 フィリップス ライティング ホールディ ング ビー ヴィ オランダ国 5656 アーエー アイン トホーフェン ハイ テク キャンパス 45 (74) 代理人 110001690 特許業務法人M&Sパートナーズ (72) 発明者 ピータース ヘンリクス マリエ オランダ国 5656 アーエー アイン ドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング 5 審査官 山崎 晶</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 LED照明回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の色の発光ダイオードからなる一次セットと、
 他の色の発光ダイオードからなる二次セットと、
 光束比固定装置と、
 を含む照明回路であって、
 前記第1の色の前記発光ダイオードからなる前記一次セットの光出力の温度に依存する
 減少は、前記他の色の前記発光ダイオードからなる前記二次セットの光出力の温度に依存
 する減少よりも大きく、

前記光束比固定装置は、前記照明回路の前記発光ダイオードの光出力全体の温度に依存
 する減少の間、前記一次セットの前記光出力と前記二次セットの前記光出力との間に、実
 質的に一定の比率を維持し、

前記光束比固定装置は、前記一次セットの前記発光ダイオードの順電圧の降下に基づい
 て、前記二次セットの前記発光ダイオードを流れる電流を減少させるか、又は、前記光束
 比固定装置は、前記二次セットの前記発光ダイオードの順電圧の降下に基づいて、前記一
 次セットの前記発光ダイオードを流れる電流を増加させ、

前記光束比固定装置は、

前記一次セットに電流を供給するために、当該一次セットと直列の第1の電流源と、
 前記二次セットに電流を供給するために、当該二次セットと直列の第2の電流源と、
 前記一次セットと前記第1の電流源との直列接続に並列であり、前記二次セットと前

10

20

記第 2 の電流源との直列接続に並列である DC 定電圧源と、

前記第 1 の色の前記発光ダイオードからなる前記一次セットに接続される補償抵抗器と、を含み、前記補償抵抗器の抵抗は一定であり、前記第 1 の色の前記発光ダイオードからなる前記一次セットの前記光出力の温度に依存する前記減少と、前記他の色の前記発光ダイオードからなる前記二次セットの前記光出力の温度に依存する前記減少との差に基づいて選択されている、
照明回路。

【請求項 2】

発光ダイオードセットに電流を供給する線形電流源を含む、請求項 1 に記載の照明回路。

10

【請求項 3】

前記線形電流源は、温度依存型ドライバを含む、請求項 2 に記載の照明回路。

【請求項 4】

前記線形電流源は、温度非依存型ドライバを含む、請求項 2 又は 3 に記載の照明回路。

【請求項 5】

前記補償抵抗器は、前記第 1 の色の前記発光ダイオードからなる前記一次セットの前記線形電流源と並列に接続される、請求項 2 乃至 4 の何れか一項に記載の照明回路。

【請求項 6】

前記補償抵抗器は、前記第 1 の色の前記発光ダイオードからなる前記一次セットと、前記他の色の前記発光ダイオードからなる前記二次セットとの間に接続される、請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の照明回路。

20

【請求項 7】

前記補償抵抗器は、前記第 1 の色の前記発光ダイオードからなる前記一次セットと、前記他の色の前記発光ダイオードからなる前記二次セットの前記線形電流源の電流検知抵抗器との間に接続される、請求項 2 乃至 5 の何れか一項に記載の照明回路。

【請求項 8】

少なくとも 2 つの一次発光ダイオードセットを含み、各一次セットは、異なる色の光を放出する、請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載の照明回路。

【請求項 9】

所定のカラーポイントの光で物体を照射する照明装置であって、
請求項 1 乃至 8 の何れか一項に記載の照明回路を少なくとも 1 つ含み、
前記照明回路の前記発光ダイオードセットは、組み合わせ、初期温度において、前記所定のカラーポイントの光を放出するように選択され、前記照明回路の前記光束比固定装置は、前記初期温度よりも高い温度において、前記所定のカラーポイントを維持する、照明装置。

30

【請求項 10】

前記照明回路の前記一次セットの前記発光ダイオードは、約 660 nm の領域における波長を有する光を放出し、前記照明回路の前記二次セットの前記発光ダイオードは、実質的に白色の光を放出する、食料品の照明のための請求項 9 に記載の照明装置。

【請求項 11】

前記照明回路の前記一次セットの前記発光ダイオードは、約 740 nm の領域における波長を有する光を放出し、前記照明回路の前記二次セットの前記発光ダイオードは、約 660 nm の領域における波長の光を放出する、植物の照明のための請求項 9 に記載の照明装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、LED 照明回路と、所定のカラーポイントの光で物体を照射する照明装置とについて説明する。

50

【背景技術】

【0002】

様々な照明明用途のために、様々な色の発光ダイオード（LED）を組み合わせ、特定の所望のカラーポイントを有する光が提供される。LEDは、光スペクトルの可視領域における緑色光、青色光又は赤色光を放出できる。青色LEDによって放出された光を白色光に変換する蛍光体を使用して、「白色」LEDを得ることもできる。同様に、青色発光LEDからの青色光は、適切な蛍光体を使用して、赤色光に変換することもできる。しかし、これは、蛍光体変換がストークス（Stokes）シフト損失に関連付けられていることにより、赤色発光LEDから赤色光を直接得るのに比べてあまり効率的ではない。「白色」LEDと着色LEDとの適切な組み合わせによって、特定の効果を有する光が達成される。例えば「白色」LEDは、赤色LEDと組み合わせられて、赤みを帯びた色合いを有する光が得られる。「純粋」な白色光を使用した赤い物体の演色は、通常、芳しくないことから、このような組み合わせは、肉、果物、赤い色をした野菜等といった特定の食料品といった赤い又は赤みを帯びた物体の演色を高めることが望まれる場合に有用である。複合色光源のカラーポイントは、使用される白色LED及び着色LEDの数によって、及び/又は、これらのLEDを動作させる方法によって決定される。例えば1つの方法では、特定のLED色の寄与は、当該色のLEDの公称順電流を調節することによって、増減される。或いは、所望の全体的な色を得るために、追加のLEDが作動されてもよい。

10

【0003】

どのダイオードでも、P/N接合点の活性化エネルギーレベルは、温度依存性を示し、これは、接合部温度とダイオード順電圧における降下との関係として定量化できる。この関係は、ダイオードに使用される材料に、非常に依存する。この理由から、様々な着色LEDは、様々な温度特性を有し、LEDの光束又は光子束、したがって、LEDの光出力は、したがって、温度に依存する。つまり、LEDの光出力は、特定の温度より上になると、減少し始める。したがって、様々な色のLEDを使用する光源のカラーポイントは、最初のカラーポイントからずれる。例えば1つ以上の異なる色（例えば白色）のLEDと組み合わせられる赤色LEDは、温度が増加するにつれて、赤色から「離れる」ようにずれる。人間の目は、僅かな色変化、即ち、僅かなカラーポイント変動に非常に敏感であるため、これは問題になる。例えば冷蔵機能を備えたディスプレイ照明又は棚照明のための赤色成分が重要である照明明用途では、このようなカラーポイントにおけるずれは、認識され、照明の知覚品質に悪影響を及ぼすことがある。例えば「赤色」LED（約660nmの波長）及び「遠赤色」のLED（約730nmの波長）である特定の色範囲内の光を放出するLEDの光出力も、接合部温度が上昇するにつれて、著しく異なる。人間の観察者には知覚されないが、光スペクトルの赤色成分と遠赤色成分との関係は、このようなLEDの組み合わせを使用する照明装置によって照射される植物に、顕著な効果を有する。これは、植物のフィトクロムは、赤色光と遠赤色光とのバランスを必要とし、また、開花誘導、茎の伸長、発芽等といった植物の生理的な過程は、この植物のフィトクロムによって大きく制御されるからである。

20

30

【0004】

温度上昇に伴うカラーポイントの「ずれ」の問題に対処するために、複合色LED照明装置は、通常、LEDの温度を検出する及び/又はLEDによる光出力の色を感知するある種のセンサを利用する。例えば温度センサを使用する従来技術の照明装置は、特定の接合部温度に到達したときを決定でき、赤色LED電流を増加させることによって、より温度に敏感な赤色LEDを動作させる。別の従来技術の照明装置は、複合色出力を連続的にモニタリングするために、例えば3色又は2色フォトダイオードアレイである光学色センサを使用する。色ずれ又はカラーポイントドリフトを補正するためには、色フィードバック制御回路を使用して、「弱い」色のLEDが全体の光出力により寄与するように、当該「弱い」色のLEDを動作させる。ここでも、これらのLEDのLED電流を増加することによって、又は、より多くの当該色のLEDを作動させることによって、達成される。もう1つの既知の方法は、一列の赤色LEDといった温度に敏感なLEDの順電圧にお

40

50

る降下を測定するように、回路内に電圧測定手段を含めることである。順電圧降下値は、次に、コントローラによって、より多くの温度に敏感なLEDの電流増加に変換される。

【0005】

しかし、このようなセンサ又は測定回路は、高価であり、照明装置の全体の費用を増加する。高温における可能な色ずれを補償するために、「追加の」LEDが含まれると、これらのLEDも、照明装置の費用を増加させてしまうが、これらのLEDは、高温時の色調節の間だけに使用され、それ以外は使用されない。

【0006】

米国特許出願公開第2011/0115406号は、LEDの一次セット及び二次セット、具体的には、赤色光のセット及び青色光のセットを有する白色発光デバイスについて説明している。デバイスは、放出生成物における赤色光と青色光との比率の動作温度による変動を補償する駆動回路を含む。この回路は、発光強度は補償しない。ドライバは、温度センサ及び/又は温度依存抵抗器を適用する。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

したがって、本発明は、より経済的で、好ましく一定の色出力を有する複合色LED照明装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の目的は、請求項1の照明回路によって、請求項12に記載の所定のカラーポイントの光で物体を照射する照明装置によって、請求項15に記載の照明回路を動作させる方法によって達成される。

20

【0009】

本発明によれば、照明回路は、第1の色の発光ダイオードからなる1つ以上の一次セットと、少なくとも1つの第2の色の発光ダイオードからなる1つ以上の二次セットと、光束比固定装置とを含み、発光ダイオードからなる一次セットの光出力の温度に依存する減少は、発光ダイオードからなる二次セットの光出力の温度に依存する減少よりも大きく、光束比固定装置は、照明回路の発光ダイオードの光出力全体の温度に依存する減少の間、発光ダイオードからなる一次セットの光出力と発光ダイオードからなる二次セットの光出力との間に、実質的に一定の比率を維持する。

30

【0010】

「光出力」との用語は、放射光の波長に応じて、発光ダイオードセットの光束又は光子束を意味するものと理解されるべきである。可視スペクトルにおいて発光するLEDについては、用語「光出力」は、「光束」と解釈されるべきである。同様に、可視スペクトル外、例えばスペクトルの遠赤端において発光するLEDは、用語「光出力」は、「光子束」と解釈されるべきである。

【0011】

ダイオードの温度と、そのダイオードの順電圧との関係は、はっきりと説明されている。即ち、温度の特定の変化は、対応する特定の変化を順電圧にもたらす。幾つかのタイプの従来技術の複合色照明回路は、この理由から、ダイオードを温度センサとして使用する。本発明による照明回路の「光束比固定装置」は、この事実を違う方法で利用する。従来技術の補正装置とは異なり、光束比固定装置は、測定回路又はセンサを使用して光出力の降下を測定又は定量化することを試みず、更に、照明回路の一定の全体の又は組み合わされた光出力を維持することも試みない。それよりむしろ、光出力の降下は容認され、光束比固定装置は、事実上、LEDの一次セットの両端間に電圧降下を直接的に適用して、LEDの一次セット(又は両方のセット)を流れる電流を調節して、一次セットの光出力の大きい減少と、二次セットの光出力のそこまで厳しくない減少との間の「差を縮め」、これにより、発光ダイオードからなる一次セットの光出力が発光ダイオードからなる二次セットの光出力よりも温度に依存するとしても、光出力比が実質的に一定のままであること

40

50

が確実にされる。つまり、ダイオードからなる二次セットの光出力が、順電圧の温度に関連する降下の結果、減少しても、光束比固定装置は、少なくともダイオードからなる一次セットの光出力が上方に補正されるように調節を行い、したがって、一次セットと二次セットとの光出力比は、温度に関係なく、実質的に一定のままである。このようにすると、上記照明回路は、照明回路全体の一定光出力を達成する努力をすることなく、どのように複色照明回路の知覚色が一定のままであることを確実にするかという課題に対し、単純な解決策を提示する。光束比固定装置は、本発明による照明回路の一体部分として具現化される。本発明は、光覚の別の特性、即ち、目は、僅かに異なる光レベルはあまりよく区別できないということを利用する。例えば人間の目は、照明回路の全体の光出力の減少を感じることができない。しかし、色の僅かな変化には気付く。1つの色の光出力の減少を、当該色のアクティブLEDの数を増やすことによって、又は、その光出力を増加させるようにLED電流を延長させることによって補償することを試みるのではなく、本発明による照明回路は、まったく異なったアプローチを取り、一次セットの光出力を、二次セットの光出力の減少に事実上「一致する」又は「従う」ように調整する。したがって、色の知覚ができるほどの変化は回避される。本発明による照明回路のもう1つの利点は、単純かつ経済的に、一定のカラーポイントが達成されることである。これは、光束比固定装置が、照明回路の一体部分として具現化され、また、以下に説明されるように、比較的少ない回路コンポーネントを使用して具現化されることによる。これは、温度センサ、光学センサ、電圧計等といった追加の測定回路が不要であり、また、そのようなセンサから取得される測定結果を、調節LED電流信号に変換するコントローラも不要であることを意味する。

10

20

【0012】

本発明によれば、所定のカラーポイントの光で物体を照射する照明装置は、このような照明回路を少なくとも1つ含み、照明回路の発光ダイオードセットは、組み合わせて、初期温度において、当該所定のカラーポイントの光を放出するように選択され、照明回路の光束比固定装置は、初期温度よりも高い温度において、当該カラーポイントを維持する。

【0013】

本発明による照明装置の利点は、様々な色をしたLEDの光出力が通常は著しく異なるレベルを超えて温度が増加する場合でも、物体が照射される光の色が変わらないことである。このようにすると、照明回路の全体の光出力が減少する場合でも、また、様々なLEDセットの光出力が、異なる度合いで温度に依存する場合でも、物体は、一定の色品質の光で照射される。

30

【0014】

本発明によれば、第1の色の発光ダイオードからなる一次セットと、他の色の発光ダイオードからなる二次セットとを含む照明回路であって、発光ダイオードからなる一次セットの光出力の温度に依存する減少が、発光ダイオードからなる二次セットの光出力の温度に依存する減少よりも大きい当該照明回路を動作させる方法は、照明回路の発光ダイオードの光出力全体の温度に依存する減少の間、一次セットの光出力と二次セットの光出力との間に、実質的に一定の比率が維持されるように、一次セットの光出力を増加させるステップを含む。

40

【0015】

本発明による方法の利点は、温度、電圧、色等といった任意の量を実際に測定する必要がないという点である。代わりに、光出力の「補正」は、基本的に、二次LEDセットの光出力の固有の降下に従うようにするための少なくとも一次LEDセットの光出力の調節を含む。ここでも、本発明による方法は、高温において、光出力の特定の全体レベルを維持することを試みるのではなく、温度に関係なく、単に光出力の特定の比率を維持し、複色照明回路の光出力の可能な全体の減少を容認する。

【0016】

従属請求項及び以下の説明は、本発明の特に有利な実施形態及び特徴について開示する。実施形態の特徴は、適宜、組み合わせられてもよい。1つの請求項のカテゴリのコンテキ

50

ストにおいて説明される特徴は、他の請求項のカテゴリにも同等に適用される。

【0017】

上記されたように、LEDの光出力は、温度に依存する。温度依存性は、LEDの色に関連している。LEDの接合部温度は、回路基板レベルにおいて測定されるそのパッド温度から推測される。例えばたった約50 のパッド温度において、アルミニウム インジウム ガリウム 蛍光体 (AlInGaP) 赤色LEDは、その定格又は公称光出力の約80%しか供給しない。蛍光体ベースの「白色」LEDの光出力の減少は、この温度では、それほど激しくはない。つまり、光出力の降下は、様々な色のLEDで異なる。より高いパッド温度において、光出力の差は、より一層顕著である(これは、以下にグラフで示され、また、図1を参照して説明される)。例えば100 において、赤色LEDの光出力は、たった約50%である。通常、このような赤色LEDの光出力の温度依存性は、絶対温度1ケルビンにつき0.6%の減少である。「白色」LEDについては、光出力の温度依存性は、絶対温度1ケルビンにつき約0.12%に過ぎない。したがって、光束の温度に依存する差は、絶対温度1ケルビンにつき約0.5%($0.5\%K^{-1}$)を含む。このようなLEDを使用する複色照明装置では、温度が増加するにつれて、赤色から離れて白色に近づく明らかに知覚可能な色ずれが生じる。ダイオードのパッド温度は、実験で測定され、通常、ダイオードの接合部温度に直接的に関連している。本発明は、はっきりと定義され知られている関係にある、接合部温度の増加は、接合点の両端間の順電圧の降下に関連付けられるという事実を利用する。したがって、本発明の特に好適な実施形態では、光束比固定装置は、一次セットの発光ダイオードを流れる電流を、二次セットの光出力に対して一次セットの光出力が減少する割合と実質的に同じ割合で増加する。例えば上記値を使用した場合、光束の $0.5\%K^{-1}$ の差は、一次セットのLEDを流れるダイオード電流の $0.5\%K^{-1}$ の増加によって補正される。つまり、照明回路の光束比固定装置は、一次セットの光束と二次セットの光束との差に対応する量で、一次セットのLEDを流れる電流を増加させるように作用する。

10

20

【0018】

本発明の特に好適な実施形態では、光束比固定装置は、発光ダイオードからなる一次セットに接続される補償抵抗器を含み、補償抵抗器の抵抗は、発光ダイオードからなる一次セットの光出力の温度に依存する減少と、発光ダイオードからなる二次セットの光出力の温度に依存する減少との差に基づいて選択される。 $U = IR$ (ここで、 U は電圧、 I は電流、 R は抵抗)の既知の関係を使用して、必要な抵抗値は、一次セットのLEDの両端間の絶対温度1ケルビン毎の順電圧の既知の全体の降下と、一次セットのLEDを流れるダイオード電流の所望の増加とに基づいて求められる。

30

【0019】

光束比固定装置は、一次LEDセットを流れる電流を増加することに限定されない。それどころか、一次セットの順電圧の降下も、二次セットに影響を与えるために使用される。したがって、本発明の好適な実施形態では、光束比固定装置は、一次セットの発光ダイオードの順電圧の降下に基づいて、二次セットの発光ダイオードを流れる電流を減少させる。このような具現化において、一次セットを流れるダイオード電流は増加される一方で、二次セットを流れるダイオード電流は減少される。ここでは、効果は、一次セットの光出力の「上向き」の補正と、二次セットの光出力の「下向き」の補正とを行うことである。

40

【0020】

一般に、照明回路におけるダイオードの列又はセットは、回路図では、電流源の電圧に比例する電流を供給する当該電流源(線形電流源)、又は、電流源の電圧に依存しない当該電流源(定電流源)として表される適切なドライバ回路によって動作させられる。本発明の好適な実施形態では、照明回路は、発光ダイオードセット用の線形電流源を含む。例えば本発明の好適な実施形態では、照明回路は、発光ダイオードセット用の温度依存型線形電流源を含む。そのような温度依存型線形電流源の一例として、バイポーラ接合トランジスタ(BJT)が挙げられる。これは、このトランジスタを流れる電流が、ダイオード

50

と実質的に同じように、接合部温度によって影響を受けるからである。

【 0 0 2 1 】

本発明の更なる好適な実施形態では、発光ダイオードセット用の線形電流源は、温度非依存型電流源を含む。例えば線形電流源は、実質的に一定の電圧基準を含む。いずれの上記電流源も、比較的安価で、すぐに入手可能なコンポーネントを使用して実現できる。

【 0 0 2 2 】

使用される電流源のタイプに関係なく、光束比固定装置の補償抵抗器は、一次LEDセットと二次LEDセットとの光出力の「差を縮める」ように取られるアプローチに応じて、幾つかの方法で配置される。本発明の1つの好適な実施形態では、補償抵抗器は、発光ダイオードからなる一次セットの電流源と並列に接続される。このような配置では、接合部温度が上昇、即ち、増加するにつれて、一次セットを流れるダイオード電流のみが影響を受けて、一次LED（例えば赤色LED）の光出力が増加され、これにより、一次セットのLEDは、より高い接合部温度において、二次（例えば白色）LEDの光出力に一致する光出力レベルを供給する。或いは、補償抵抗器自体が、電流源の機能を果たしてもよい。

【 0 0 2 3 】

本発明の更なる好適な実施形態では、補償抵抗器は、一次セットと二次セットとの間に接続される。このようにすると、一次セットのLEDの順電圧の降下も、二次セットのLEDの光出力に影響を与えるように使用される。本発明の好適な実施形態では、補償抵抗器は、発光ダイオードからなる一次セットと、発光ダイオードからなる二次セットの電流源の電流検知抵抗器との間に接続される。このようにすると、一次セットのLEDの順電圧の降下は、一次（例えば赤色又は琥珀色）LEDを流れる電流を増加させるように使用され、また、二次（例えば白色）LEDを流れる電流を減少させるようにも使用される。最終的な効果は、より温度に依存するLEDの光出力を増加させると同時に、あまり温度に依存しないLEDの光出力を減少させることである。このような実施形態に使用される補償抵抗器の値は、二次LEDセットの電流源の温度依存性の結果としての二次LEDを流れる電流の変化を考慮して、選択される。

【 0 0 2 4 】

上記実施形態は、LEDの線形ドライバについて説明した。線形ドライバでは、順電圧と供給電圧との差は、例えば抵抗器によって消散され、事実上、無駄使いされている。上記線形電流源の代案として、本発明による照明回路は、代わりに、スイッチモード電流源を、それらが一般的により効率的であるため、使用する。スイッチモードドライバ回路では、「余剰」のエネルギーは消散されず、コンデンサ及びインダクタといったコンポーネントを使用して、蓄積及び放出される。このようなコンポーネントは、交流電圧又は電流が印加される場合に、インピーダンスとしてのみ作用する。したがって、スイッチモードドライバは、スイッチングデバイスにおけるトランジスタからなる装置を使用して、（高周波）の交流電圧及び電流を生成することが好適である。このような実施形態では、LEDは、常に駆動されるのではなく、高周波信号を使用して高速スイッチングされ、これにより、連続的に「点灯」しているように見えるだけで、実際には、全時間のうちのかなりの間、「消灯」している。このような実施形態では、一次セット（任意選択的には二次セットも）を流れる電流の大きさは、上記されたように補償抵抗器によって調整される一方で、適切な集積回路コンポーネントを使用して、電界効果トランジスタ（FET）といった適切なトランジスタに、高周波パルス幅変調（PWM）スイッチング信号を与えて、ダイオード電流を切り替えることができる。

【 0 0 2 5 】

各LEDセットは、ダイオード電流調節を信頼度が高くかつ正確に行えるように、単一の色及びタイプのLEDだけを含むことが好適である。しかし、照明回路は、1つ以上の一次LEDセット及び/又は1つ以上の二次LEDセットを含んでよい。例えば照明回路は、赤色LEDを有する一次セットに加えて、緑色LEDを有する一次セットだけでなく、「白色」LEDを有する二次セットと、青色LEDを有するもう1つの二次セットを含

10

20

30

40

50

む。光束比固定装置は、片方又は両方の一次セットの光出力のみを補正するように具現化される。同様に、光束比固定装置は、片方又は両方の二次セットの光出力を補正するように具現化されてもよい。

【0026】

本発明による照明装置の一実施形態は、肉、果物及び野菜といった食料品を照射するように使用される。例えば約2700K及び3500Kのカラーポイント又は色温度を有する「赤みを帯びた」光（「暖色」の白色）は、このような食料品を照射するのに最適である。したがって、このような照明装置は、赤色のLEDからなる一次セットと、例えば蛍光体がコーティングされた青色LEDである「白色」LEDからなる少なくとも1つの二次セットとを含むことが好適である。このような実施形態では、一次セットのLEDは、約660nmの範囲における波長を有する光を放出することが好適である一方で、二次セットのLEDは、実質的に白色の光を放出することが好適である。パッド温度が50、70又はそれ以上のレベルにまで増加される場合でも、照明回路の色温度は維持される。したがって、本発明による照明装置は、高価で複雑な温度センサ又は色センサを用いる必要なく、また、ダイオードの動作時の任意のダイオードの電圧降下を実際に測定する必要なく、所望のカラーポイント又は色温度を維持することができるようにする。光出力補正は、完全に自動的かつ即時的で、実質的に一定の所望の色温度が維持され、光出力全体の降下が許容される。

10

【0027】

代替実施形態では、「暖色の白色」は、一次LEDセットが、赤色蛍光体は含まないが、緑又は黄色蛍光体のみを含む「緑色を帯びた」LEDを含む本発明による照明回路によって得られる。二次LEDセットは、赤色又は橙色を直接的に放出するエミッタ、即ち、赤色又は橙色の光を直接的に放出するLEDからなる。一次LEDセットは、幾分「緑色を帯びた」色合いを有し、二次LEDセットは、赤く見えるので、この組み合わせによって放出される光は、白く見える。色温度は、2700乃至3500Kの範囲であり、この照明回路によって放出される光のカラーポイントは、黒体線上にある。

20

【0028】

本発明による照明装置のもう1つの実施形態は、植物の屋内照明のための園芸照明を提供するように使用される。ここでは、照明回路の一次セットの発光ダイオードは、約660nmの領域における波長を有する光（「赤色」光）を放出するように選択されることが好適である一方で、二次セットの発光ダイオードは、約760nmの領域における波長を有する光（「遠赤色」光）を放出するように選択されることが好適である。光束比固定装置は、赤色光対遠赤色光の比が1対1のままであり、これにより、植物が、成長を正しく促進する光に確実に露光されるように具現化されることが好適である。このような赤色/遠赤色補正のない既知の照明装置は、成長不良又は弱い植物をもたらす。これは、赤色光と遠赤色光とのバランスの取れていない関係は、植物の成長に有害な影響があるからである。

30

【0029】

本発明の他の目的及び特徴は、添付図面と合わせて考慮される以下の詳細な説明から明らかとなる。しかし、当然ながら、図面は、説明のためだけにデザインされたものであり、本発明の限定の定義としてデザインされたものではない。

40

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】図1は、従来の複合色LED照明回路の簡易回路図を示す。

【図2】図2は、白色LED及び赤色LEDの相対光束のグラフを示す。

【図3】図3は、本発明による照明回路の第1の実施形態の簡易回路図を示す。

【図4】図4は、図3の照明回路の回路図を示す。

【図5】図5は、本発明による照明回路の第2の実施形態の回路図を示す。

【図6】図6は、本発明による照明回路の第3の実施形態の回路図を示す。

【図7】図7は、本発明による照明回路の第4の実施形態の回路図を示す。

50

【図 8】図 8 は、本発明による照明回路の第 5 の実施形態の回路図を示す。

【図 9】図 9 は、本発明による照明装置の第 1 の実施形態を示す。

【図 10】図 10 は、本発明による照明装置の第 2 の実施形態を示す。

【0031】

図面において、同様の参照符号は、全体を通して、同様の物体を指している。図面中の物体は、必ずしも縮尺通りではない。

【発明を実施するための形態】

【0032】

図 1 は、従来の複色 LED 照明回路 100 の簡略回路図を示す。回路 100 は、2 列の LED 101、102 を含む。第 1 の列は、直列に接続された赤色 LED 101 を含み、第 2 の列は、直列にある白色 LED を含む。この従来表現は、LED 列の両端間に電位差を印加する電圧源 103 と、各 LED 列を動作させるドライバとを含む。照明回路 100 内の LED 数が、全体の色を決定する。全体の色は、LED が動作させられる方法によっても影響を受ける。照明回路の動作中、LED の接合部温度が増加する。これは、色ずれにつながる。この従来技術の照明回路は、適切なセンサを含む検知ユニット 105 によって、このような色ずれを検出できる。例えば温度センサが、温度増加を検出し、感知ユニット 5 の制御装置が、検出された温度増加に基づいて、必要な補正 LED 電流を決定する。電圧センサが、赤色 LED 101 の順電圧の降下を測定し、制御装置が、電圧降下に基づいて、必要な補正 LED 電流を決定する。フォトダイオードセンサが、実際の色ずれを検出し、制御装置が、色ずれに基づいて、必要な補正 LED 電流を決定する。検知ユニット 5 は、動作される白色 LED 及び/又は赤色 LED の数を調節することによって、及び/又は、アクティブ LED のデューティサイクルを調節することによって、測定量（温度、電圧、光出力）に対処する。このような検知回路を含める必要があるということは、このような従来の複色照明回路の費用及び複雑さが、比較的高いことを意味する。更に、色の極端なずれを補償するその能力は限られている場合がある。例えば当該照明回路が十分な赤色 LED を有さない場合、単一の LED が発光できる赤色光の最大量は、そのチップサイズ及び熱構造によって決定されるため、高温における目立った色ずれを補正することは不可能である。

【0033】

図 2 は、パッド温度 [] に対してプロットされた白色 LED 及び赤色 LED の相対光束の代表的なグラフを示す。このグラフは、複色照明装置において、色ずれが生じる様子を説明する。第 1 の曲線 200 は、白色 LED のかなり一定の光出力を示す。第 2 の曲線 201 は、赤色 LED の明らかに減少している光出力を示す。たった約 50 のパッド温度においても、第 1 の垂直線 d_{iff_0} によって示されるように、赤色 LED は、すでに約 80% の光束しか供給していない。白色 LED は、ほぼ 100% を供給し続けている。より高いパッド温度では、第 2 の垂直線 d_{iff_100} によって示されるように、差は、一層顕著である。例えば 100 では、赤色 LED の光束は、ほぼ半分になっている。例えばアルミニウム インジウム ガリウム 蛍光体赤色 LED である典型的な赤色 LED の光束の温度依存性は、摂氏又は華氏 1 度につき 0.6% の減少である。白色 LED については、光束の温度依存性は、絶対温度 1 ケルビンにつき約 0.12% に過ぎない。したがって、温度依存性の差は、絶対温度 1 ケルビンにつき約 0.5% を含む。このような LED を使用する複色照明装置では、温度が増加するにつれて、赤色 LED が供給する光が徐々に少なくなるので、赤色から明らかに知覚可能な色ずれが生じる。

【0034】

図 3 は、本発明の第 1 の実施形態による照明回路 1 の簡略回路図を示す。照明回路 1 は、赤色 LED 110 の一次セット 11 と、白色 LED 120 の二次セット 12 とを含む。電圧は、DC 電圧源 3 によって供給される。電流源 21、22 が、各 LED セット 11、12 と直列に配置されている。この回路の組み合わせられた光出力は、20 において所望の赤みを帯びたカラーポイントを有する。本発明による照明回路 1 は、以下に説明されるように、高温においても、このカラーポイントを維持することができる。

【0035】

LED110、120の温度特性は、上記図1において述べられた通りであると仮定する。即ち、白色LED及び赤色LEDは、絶対温度1ケルビンにつき約0.5%の光束差を示す。つまり、温度が増加するにつれて、赤色LED及び白色LEDの光出力は減少するが、赤色LED110の光出力の方が、白色LED120によって示される光出力の減少よりも、大きな程度で減少する(以下において、本発明の説明のために、この大きさのオーダーが仮定されるが、当然ながら、実際の値は、半導体デバイスの組成に依存するので、異なる)。温度依存型色補正は、補償抵抗器 R_{COMP} によって達成される。この補償抵抗器は、高温において、赤色LED110の順電圧が降下すると、赤色LED110を流れる電流を増加させる働きをする。例えば回路は、10個の赤色LED110を含む。赤色LED110の順電圧の降下は、1つの接合点毎に、絶対温度1ケルビンにつき2.0mVであると仮定される。したがって、10個の赤色LED110は、絶対温度1ケルビンにつき20.0mVの順電圧の組み合わせ降下を有する。赤色LED110を流れる公称電流 I_{red} は、この例では、20.0mAであると仮定される。したがって、光束における絶対温度1ケルビンにつき0.5%の差を補償するためには、赤色LED110を流れる電流は、絶対温度1ケルビン毎の温度増加に、0.5%で増加されるべきである。これは、補償抵抗器 R_{COMP} によって達成される。この抵抗の値は、直列にある赤色LED110の数によって選択され、次式を使用して計算される。

10

【数1】

$$R_{COMP} = \frac{n \cdot V_f}{K_{diff} \cdot I_{red}}$$

20

ここで、 R_{COMP} は、オームで表される抵抗の値であり、 n は、直列にある赤色LED110の数であり、 V_f は、1つの赤色LED110の順電圧の降下であり、 K_{diff} は、パーセンテージで表される赤色LEDと白色LED間の光束差であり、 I_{red} は、赤色LED110を流れる公称電流である。

【0036】

例えば直列にある10個のこのような赤色LED110では、順電圧における全体の降下は、絶対温度1ケルビンにつき20mVであり、絶対温度1ケルビン毎の所望の電流増加は、0.5%であり、20mAの0.5%は、0.1mAである。これらの値を、式(1)に当てはめると、式は、

30

【数2】

$$R_{COMP} = \frac{20 \text{ mV}}{0.1 \text{ mA}} = 200 \Omega$$

40

をもたらす。

【0037】

したがって、補償抵抗器 R_{COMP} は、高温に依存する赤色LED110と、あまり温度に依存しない白色LED120との間に、絶対温度1ケルビンにつき0.5%の温度補正を達成するように、200の値を有するべきである。10個ではなく、9個の赤色LEDを、200の抵抗と共に使用すると、光束補正は、絶対温度1ケルビンにつき0.46%を含む。ここでは、絶対温度1ケルビンにつき0.5%の所望の光束補正を達成するためには、180の抵抗が必要となる。この例では、赤色LEDを流れる電流のみが補償される。

50

【0038】

図4は、図3の照明回路1の回路図の一実施形態を示す。ここでは、補償抵抗器 R_{COMP} は、赤色LED110のセットの電流源21としての機能も果たす。白色LED120の電流源22は、抵抗 $Q22$ と、電流検知抵抗器 $R22$ と、温度非依存型電圧源 $U22$ とを含む。供給電流抵抗 R_{SC} は、電流源22と、LED120との間に接続され、電圧源の供給電流を提供する。白色LED120を流れる電流 I_{white} は、高温において減少する。同時に、補償抵抗器 R_{COMP} は、赤色LED110を流れる電流 I_{red} を増加させるように作動し、これにより、光束の白色対赤色比が、基本的に一定のままとなる。したがって、照明回路1の全体の光出力は、温度が増加すると減少するが、照明回路1によって放出される光のカラーポイント又は色温度は、基本的に変わらない。したがって、人間の観察者は、赤色からの色ずれに気付かず、また、光出力の減少も気付かない。

10

【0039】

図5は、本発明の第2の実施形態による照明回路1の回路図を示す。ここでは、白色LED120は、2つのトランジスタ $Q22A$ 、 $Q22B$ がアクティブフィードバックループで配置されている温度依存電流源22を使用して動かされる。原則的に、これは、上記された基準電圧を使用するフィードバックループと同じ方法で動作する。(温度補償のために幾つかのトランジスタからなる図4に説明される集積回路 $U22$ ではなく)1つのトランジスタ $Q22B$ を使用して、より安価な具現化が可能である。これは、より多くのドライバヘッドルームと、電流検知抵抗器 $R22$ の小さい電圧降下とを与える。通常、このような方法は、バイポーラ接合トランジスタ $Q22$ を有するフィードバックループは明らかに温度に依存するため、満足のいかないものと見なされる。しかし、本発明による照明回路では、この温度依存性は、有利に使用される。これは、白色LED電流 I_{white} 及び白色LEDの光出力は、トランジスタ $Q22$ の接合部温度が増加すると減少するからである。したがって、トランジスタ $Q22$ は、赤色LEDの光束における減少の部分的な補償を自動的に提供する。したがって、この照明回路の全体の光出力の減少は、図4の照明回路に比べてより顕著であるが、この回路は、より安価に製造できる。例えば白色LED120を流れる電流 I_{white} は、絶対温度1ケルビンにつき0.3%で減少する。したがって、赤色LED110について、0.2%の補償しか必要としない。20mAの赤色LED電流 I_{red} については、これは、たった0.04mAの電流増加が、照明回路1の色彩比が一定のままであることを確実にすることを意味する。直列にある9個の赤色LED110について、この補正は、図示されるように、トランジスタ $Q21$ と、温度非依存型電圧源 $U21$ と、125の値を有する電流検知抵抗器 $R21$ とを含む温度非依存型電流源21と並列にある450の補償抵抗器 R_{COMP} を使用することによって達成される。

20

30

【0040】

図6は、本発明の第3の実施形態による照明回路1の回路図を示す。ここでは、LED110、120の両セット11、12は、上記されたタイプの温度依存型電流源21、22を使用して動かされる。しかし、この実施形態では、補償抵抗器 R_{COMP} は、赤色LED110の一次セット11と、白色LEDの電流源22の電流検知抵抗器 $R22$ との間に接続されている。この場合、補償抵抗器 R_{COMP} は、赤色LED110を流れる電流 I_{red} を増加させるだけでなく、白色LED120を流れる電流 I_{white} も減少させる。「補償電流」 I_{COMP} は、上記図5の実施形態において計算される値の半分さえあればよく、また、白色LED電流 I_{white} が減少する量は、赤色LED電流 I_{red} が増加する量と同じである。ここに示されるように、温度依存型電流源21、22を使用する代わりに、上記されたような温度非依存型コンポーネント(図5におけるコンポーネント $U21$ 、図4におけるコンポーネント $U22$)が、トランジスタ $Q21B$ 及び $Q22B$ の代わりに使用されてもよい。

40

【0041】

LED照明回路を調光するために、LEDの電圧が減少される。低い光レベルでは、照明回路におけるLEDの接合部温度は、公称又は高光レベルにおけるよりも低い。様々な

50

着色LEDの様々な温度依存性によって、低い接合部温度は、複合色LED照明回路が調光される場合に、望ましくない色ずれにつながる。

【0042】

本発明による照明回路内の光束比固定装置によってもたらされるフィードフォワード温度補償は、調光時も、自動的に補償する。図7は、本発明による照明回路1の更なる実施形態を示す。ここでは、調光入力部5が、電流源21、22に接続され、LED電流 I_{red} 、 I_{white} が調節される。調光電圧が十分に低い限り、一部の電流が、調光電圧のレベルに比例して、ダイオードD3を流れる。特定の調光電圧よりも上では、電流源21、22は、LEDセット11、12を直接に動作させる。この実施形態では、(ここでは、赤色LEDの電流源21と並列に配置されている)光束比固定装置 R_{COMP} によつて提供される温度補償が、調光時の色ずれを防ぐ。したがって、組み合わされたLEDセットのカラーポイントは、所望のレベルに固定されたままとなる。代替実施形態では、電力線調光が適用されてもよく、この場合、供給電力は、例えばPWM動作されるスイッチ又はPOWERFETによって遮断される。

【0043】

図8は、本発明の別の実施形態による複合色照明回路1のスイッチモードバージョンを示す。このバージョンの照明回路1は、赤色LED110を流れる電流 I_{red} を制御する第1の集積回路コンポーネントIC1と、白色LED120を流れる電流 I_{white} を制御する第2の集積回路コンポーネントIC2とを使用する。スイッチモードバージョンの照明回路1は、図3乃至図6において上記された回路よりも効率的である。NチャネルエンハンスメントモードMOSFETといった電界効果トランジスタ(FET)F1、F2が、各LED列11、12を「オン」又は「オフ」に切り替えるように使用され、「オン」時間の継続時間は、いずれの場合も、集積回路コンポーネントIC1、IC2によって制御され、各集積回路コンポーネントは、対応するFET F1、F2のバルクに高周波パルス幅変調(PWM)信号を供給する。各集積回路コンポーネントIC1、IC2は、他の通常の供給電圧及び接地ピンの他に、調光のための外部入力部(「D」とラベル付けされる)を有してよい。LEDの調光は、この場合、PWMによって行われる。ここでも、光束比固定装置 R_{COMP} によって提供される温度補償は、調光時の望ましくない色ずれを防ぐ。したがって、組み合わされたLEDセットのカラーポイントは、所望のレベルに固定されたままである。

【0044】

この具現化では、各電流検知抵抗器R21、R22は、そのダイオード列11、12の「前」に配置されている。各ダイオード列11、12と直列にあるインダクタL1、L2を使用して、滑らかなスイッチングが達成される。MOSFETスイッチF1、F2が「開かれた」ときに生じる電圧スパイクによって、ダイオード列11、12が損傷されないことを確実にするために、フライバックダイオードD1、D2が使用される。

【0045】

ツェナーダイオードZ1が、補償抵抗器 R_{COMP} における損失を最小限に抑えるために含められ、また、最低温度においても、即ち、ダイオード列11、12の最も高い全体の順電圧においても、最小補償電流 I_{COMP} が補償抵抗器 R_{COMP} を流れるように選択される。1つの例では、赤色ダイオード列11は、6個の赤色LED110を含み、赤色LED110を流れる電流 I_{red} は、1.0Aである。

【0046】

上昇温度における絶対温度1ケルビンにつき0.5%の色差を「補正」するには、電流は、絶対温度1ケルビンにつき5.0mAで増加されなければならない。ここでも、絶対温度1ケルビンにつき1つの接合点毎に2.0mVの順電圧降下では、補償抵抗器 R_{COMP} の値は、上記式(1)に与えられる関係を使用して求めることができ、これは、補償抵抗器 R_{COMP} に対し2.4の値をもたらす。

【0047】

図9に、3色を使用する一実施形態が示されている。ここでは、2つのLEDの「一次

10

20

30

40

50

セット」11、13があり、ともに、二次セット12の光出力を調節する。第1の一次セット11は、赤色LED110を含み、もう1つの一次セット13は、琥珀色LED130を含む。高アルミニウムドーピングされた琥珀色LEDは、通常、かなり非効率的で、赤色LEDよりもより一層、温度に依存する。即ち、その光束は、その接合部温度が増加するにつれて、より一層激しく減少する。典型的に、琥珀色LEDの光束は、LED赤色の光束の約3倍、減少する。照明回路1のこの実施形態では、光束比固定装置は、一次LEDセット11、13の両方に流れる電流 I_{red} 、 I_{amber} を増加させ、白色LEDセット12を流れる電流 I_{white} を減少させる。赤色LEDセット11の補償抵抗器 R_{COMP} は、白色LED電流源22の電流検知抵抗器R22に接続され、琥珀色LEDセット13の補償抵抗器 R_{COMP_13} も、電流検知抵抗器R22に接続されている。琥珀色LED130を流れる電流 I_{amber} は、赤色LED110を流れる電流 I_{red} の約3倍で増加される必要があるため、琥珀色LEDセット13の補償抵抗器 R_{COMP_13} の値は、赤色LEDセット11の補償抵抗器 R_{COMP} の値よりも低くなる。その値は、上記されたように、絶対温度1ケルビン毎の全体の順電圧降下と、琥珀色LEDを流れる公称電流と、絶対温度1ケルビン毎の琥珀色LEDと白色LEDとの光束のパーセンテージで表される差とに基づいて、計算される。

10

【0048】

図10は、新鮮な果物及び野菜といった商品40の表示の食欲をそそり、魅力的な照明のための本発明による照明装置4の第1の実施形態を示す。ここでは、照明装置4は、上記されたような照明回路1を1つ以上含む。ここでは、簡潔とするために、1つの照明回路1しか示されていない。照明回路1の一次セット11は、赤色LEDを含み、二次セット12は、「白色」LEDを含み、したがって、大気温度で、約2700~3500Kのカラーポイントが達成される。照明回路の光束比固定装置によって、食料品が常に最適に照射されるように、カラーポイントが基本的に2700~3500Kに確実に維持される。

20

【0049】

図11は、屋内園芸応用における植物41の最適な照明のための本発明による照明装置4の第2の実施形態を示す。ここでは、照明装置4は、上記されたような照明回路1を1つ以上含む。ここでは、簡潔とするために、1つの照明回路1しか示されていない。照明回路1の一次セット11は、遠赤色LEDを含み、二次セット12は、赤色LEDを含む。この装置は、通常、「赤色/遠赤色比」と呼ばれる光スペクトルの赤色部(約660nm)及び遠赤色部(約730nm)における感度ピークを有する植物フィトクロムの吸収スペクトルに最適な大気温度における「光レシビ」を提供する。照明装置は更に、例えば日光が最適にシミュレートされるように、適切な割合で青色、緑色及び/又は「白色」LEDを有する任意の数の追加の二次LEDセットを含んでもよい。このような照明回路のそれぞれの光束比固定装置によって、一次セットの光子束と二次セットの光子束との比が、確実に基本的に変わらず、これにより、全体的な光出力がフィトクロムの赤色/遠赤色要件が満たされ、また、植物が常に最適に照射されるように、LEDのパッド温度が増加しても維持され、植物の発芽及び/又は成長に有益な効果がもたらされる。約660nmにおいて発光する赤色LEDと、450nmにおいて発光する青色又は白色LEDとは、

30

40

【0050】

本発明は、好適な実施形態及びその変更態様の形で開示されたが、当然ながら、発明の範囲から離れることなく、当該好適な実施形態及びその変更態様は、更に修正及び変更されてもよい。

【0051】

明瞭とするために、本願全体における「a」又は「an」との使用は、複数を排除するものではなく、また、「含む」は、他のステップ又は要素を排除するものではないことは理解されるものとする。

50

【図1】

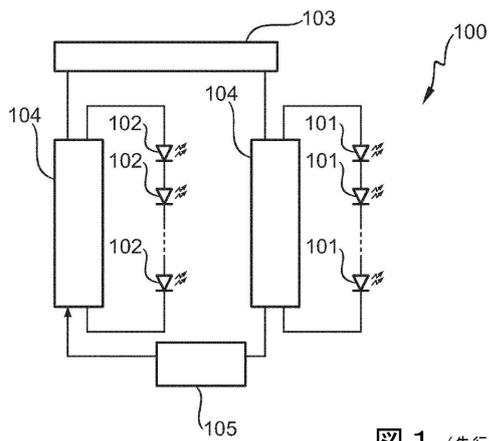


図1 (先行技術)

【図3】

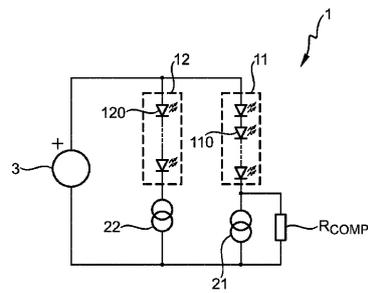


FIG. 3

【図2】

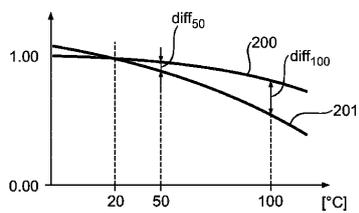


FIG. 2

【 図 4 】

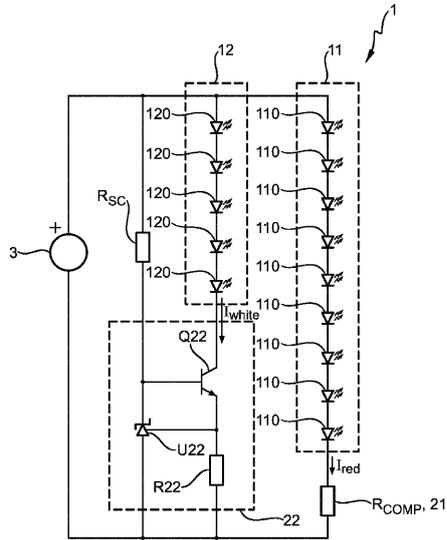


FIG. 4

【 図 5 】

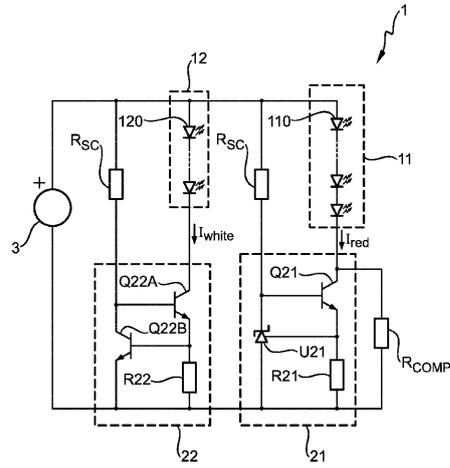


FIG. 5

【 図 6 】

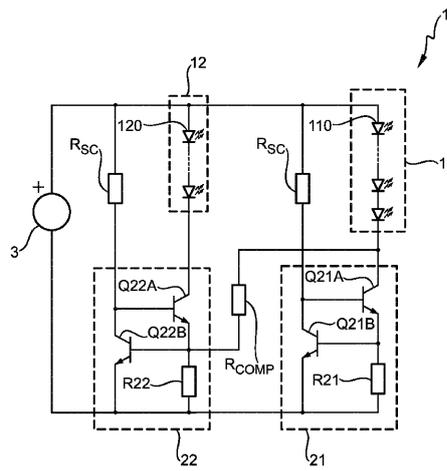


FIG. 6

【 図 7 】

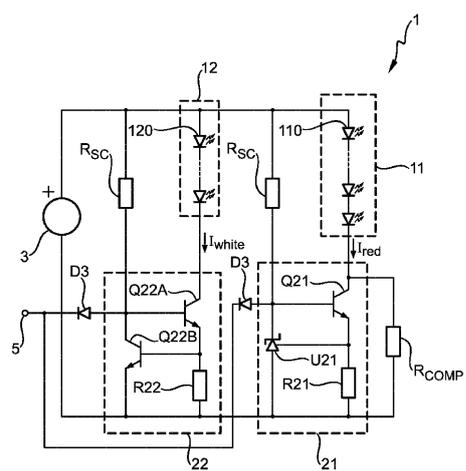


FIG. 7

【 図 8 】

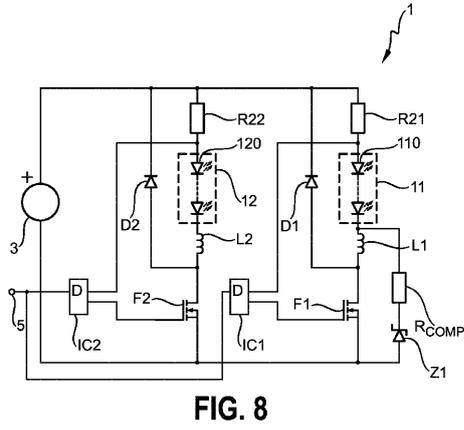


FIG. 8

【 図 9 】

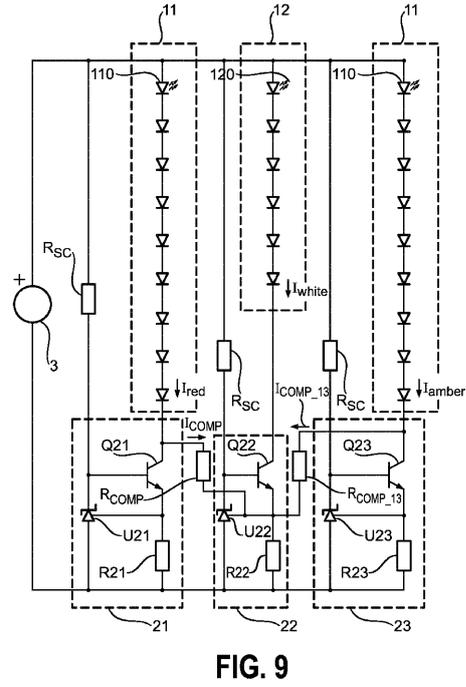


FIG. 9

【 図 10 】

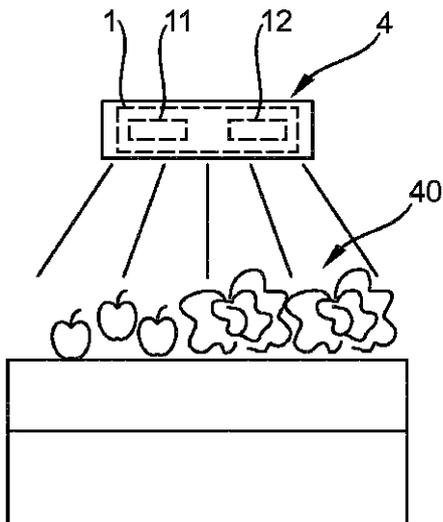


FIG. 10

【 図 11 】

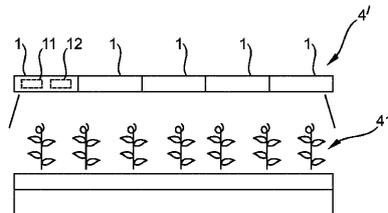


FIG. 11

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-201473(JP,A)
特開2009-240381(JP,A)
特開2011-040241(JP,A)
特開2012-130312(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 37/02 - 39/10
H01L 33/00