

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-227681

(P2007-227681A)

(43) 公開日 平成19年9月6日(2007.9.6)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 33/00 (2006.01)	H O 1 L 33/00 N	3 K O 7 3
H O 5 B 37/02 (2006.01)	H O 5 B 37/02 L	5 F O 4 1
F 2 1 S 2/00 (2006.01)	F 2 1 S 1/00 E	
F 2 1 Y 101/02 (2006.01)	H O 1 L 33/00 J	
	F 2 1 Y 101:02	
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁)		

(21) 出願番号 特願2006-47497 (P2006-47497)
 (22) 出願日 平成18年2月23日 (2006.2.23)

(71) 出願人 000005832
 松下電工株式会社
 大阪府門真市大字門真1048番地
 (74) 代理人 100087767
 弁理士 西川 恵清
 (74) 代理人 100085604
 弁理士 森 厚夫
 (72) 発明者 岩堀 裕
 大阪府門真市大字門真1048番地 松下
 電工株式会社内
 Fターム(参考) 3K073 AA16 AA48 AA62 AA75 AA81
 AB02 AB04 CG10 CG13 CG44
 CH07 CJ17
 5F041 AA11 BB03 BB06 BB12 BB33
 FF11

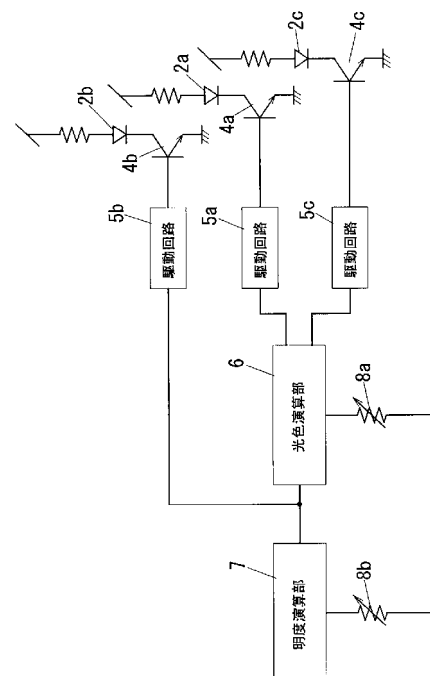
(54) 【発明の名称】 発光ダイオードを用いた白色照明装置

(57) 【要約】

【課題】 3色以上の発光ダイオードからの光を混色させることにより2色の混色よりも演色性を高め、かつ2色を混色させる場合と同様の簡単な調節のみで色度を変化させる。

【解決手段】 可視光域で発光色の異なる3色の発光ダイオード2a、2b、2cが混色するように配置される。各発光ダイオード2a、2b、2cは、色度図上において2色の発光ダイオード2a、2bの発光色を2個の頂点とする三角形を設定したときに、残りの頂点に相当する色度が、発光ダイオード2a、2cの混色光により得られるように発光色が選択される。明度演算部7は明度設定器8bに指示された明度が得られるように、各発光ダイオード2a、2b、2cに接続されたスイッチング素子4a、4b、4cのオンデューティを決定する。また、光色演算部6は光色設定器8aに指示された色度が得られるように発光ダイオード2a、2cの光出力の比率を定める。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

可視光域で発光色の異なる 3 色または 4 色の発光ダイオードと、各発光ダイオードの光出力を個別に調節し各発光色の混合比を変化させることにより色温度の異なる白色系の混色光を取り出す白色照明装置であって、各発光ダイオードは、色度図上においていずれか 2 色の発光ダイオードの発光色を 2 個の頂点とする三角形を設定したときに、三角形の残りの頂点に相当する色度が 2 色の発光ダイオードの混色光により得られるように発光色が選択され、制御回路は、当該混色光を生成する 2 個の発光ダイオードの光出力の比率が調節可能であることを特徴とする発光ダイオードを用いた白色照明装置。

【請求項 2】

10

前記発光ダイオードは 3 色であって、前記三角形の 1 つの頂点の色度を 2 色の発光ダイオードの混色光により生成し、当該 2 色の発光ダイオードの一方が前記三角形の他の頂点の発光色を有する発光ダイオードと兼用されていることを特徴とする請求項 1 記載の発光ダイオードを用いた白色照明装置。

【請求項 3】

前記発光ダイオードのうち前記三角形の 1 つの頂点の色度を混色光により生成する 2 色の発光ダイオードの発光色のドミナント波長は 470～490 nm と 540～560 nm とであり、残りの発光ダイオードの発光色のドミナント波長は 590～610 nm であることを特徴とする請求項 2 記載の発光ダイオードを用いた白色照明装置。

【請求項 4】

20

前記発光ダイオードは 4 色であって、前記三角形の 1 つの頂点の色度を 2 色の発光ダイオードの混色光により生成し、当該 2 色の発光ダイオードは前記三角形の他の頂点の発光色を有する発光ダイオードとは異なることを特徴とする請求項 1 記載の発光ダイオードを用いた白色照明装置。

【請求項 5】

前記発光ダイオードのうち前記三角形の頂点の色度を混色光により生成する 2 色の発光ダイオードの発光色のドミナント波長は 490～510 nm と 560～570 nm とであり、残りの 2 個の発光ダイオードの発光色のドミナント波長は 470～490 nm と 590～610 nm とであることを特徴とする請求項 4 記載の発光ダイオードを用いた白色照明装置。

30

【請求項 6】

可視光域で発光色の異なる 3 色の発光ダイオードと、各発光ダイオードの光出力を個別に調節し各発光色の混合比を変化させることにより色温度の異なる白色系の混色光を取り出す白色照明装置であって、各発光ダイオードは、色度図上においていずれか 2 色の発光ダイオードの発光色を第 1 および第 2 の頂点とする三角形を設定したときに、三角形の第 3 の頂点に相当する色度が単色の発光ダイオードチップからの光と当該光により励起される蛍光体からの光との混色光を放射する発光ダイオードにより得られるように発光色が選択され、制御回路は、蛍光体を用いていない 2 個の発光ダイオードの光出力の比率が調節可能であることを特徴とする発光ダイオードを用いた白色照明装置。

【請求項 7】

40

前記発光ダイオードチップの発光色のドミナント波長は 490～510 nm であり、前記蛍光体の発光色のドミナント波長は 540～570 nm であり、前記発光ダイオードの発光色のうち前記三角形の第 1 および第 2 の頂点となる発光色のドミナント波長はそれぞれ 470～490 nm と 580～620 nm とであることを特徴とする請求項 6 記載の発光ダイオードを用いた白色照明装置。

【請求項 8】

前記発光ダイオードへの給電経路にそれぞれスイッチング素子が直列接続され、前記制御回路は、各スイッチング素子のオンデューティを変化させる PWM 信号を出力することの特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか 1 項に記載の発光ダイオードを用いた白色照明装置。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光ダイオードを用いた白色照明装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、省エネルギー、長寿命、低発熱などの利点を有することから発光ダイオードを光源に用いた照明装置が種々提案されている。無影灯、化粧灯、リビング室内灯に適する照明装置としては、白色の主光源LEDとともに1種類または2種類の光色の補助光源LEDを設けたもの、3色のLEDからの発光色を混色させるもの、LEDからの光により励起される蛍光体を設けLEDからの光と蛍光体からの光とを混色させるもの、複数のLEDからの光によりそれぞれ励起される複数色の蛍光体を設け各蛍光体からの光を混色させるものなどが知られている（たとえば、特許文献1参照）。 10

【特許文献1】国際公開第03／019072号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ところで、特許文献1には、発光ダイオード(LED)から放射された光のみを用いて混色光を得る技術と、発光ダイオードから放射した光を蛍光体の励起に用い蛍光体から得られた光のみを用いて混色光を得る技術とが記載されている。また、いずれの構成も混色させる複数色の光を異なる発光ダイオードを用いて生成しているから、発光ダイオードの光出力(光出力)を調節することにより、色度を変化させることが可能になっている。 20

【0004】

演色性を高めるには、スペクトル分布に様々な波長を含むことが望ましく蛍光体を用いるほうが演色性を高めやすいが、蛍光体を用いて光色を変化すると光の一部が熱エネルギーに変換されて損失が生じ、また蛍光体内での散乱によって光のエネルギーの一部が利用されずに消失するから、供給電力に対して取り出すことのできる光出力が低下するという問題を生じる。

【0005】

この問題を回避するには、複数の発光色の発光ダイオードからの光を混色させることが考えられるが、発光色が単色である発光ダイオードのスペクトルにおける波長成分は少ない(つまり、単色に近い)ものであるから、2色の発光ダイオードの発光色を混色させて白色系の光を生成しても、混色光に含まれる波長成分が少なく満足できる演色性を得ることは難しい。この問題は3色以上の発光色の発光ダイオードを用いることである程度は解消されるが、3色以上の発光ダイオードを用いて白色系の混色光を得る場合に、各色ごとに発光ダイオードの光出力を調節していたのでは、調節に手間がかかるという問題がある。 30

【0006】

本発明は上記事由に鑑みて為されたものであり、その目的は、3色以上の発光ダイオードからの光を混色させることにより蛍光体を用いる場合よりも電力利用効率を高めるとともに2色の混色よりは演色性を高めるようにし、しかも、2色を混色させる場合と同様の簡単な調節のみで色度を変化させることが可能な発光ダイオードを用いた白色照明装置を提供することにある。 40

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1の発明は、可視光域で発光色の異なる3色または4色の発光ダイオードと、各発光ダイオードの光出力を個別に調節し各発光色の混合比を変化させることにより色温度の異なる白色系の混色光を取り出す白色照明装置であって、各発光ダイオードは、色度図上においていずれか2色の発光ダイオードの発光色を2個の頂点とする三角形を設定したときに、三角形の残りの頂点に相当する色度が2色の発光ダイオードの混色光により得ら 50

れるように発光色が選択され、制御回路は、当該混色光を生成する2個の発光ダイオードの光出力の比率が調節可能であることを特徴とする。

【0008】

この構成によれば、3色または4色の発光ダイオードの混色光として白色を得るから2色を混色させる場合に比較すると演色性の高い白色を得ることができる。しかも、2色の発光ダイオードの光出力の比率を調節することにより色温度の調節を可能としているから、3色または4色を個別に調節する場合よりも色温度の調節を簡単に行うことができる。すなわち、色温度を調節するパラメータが2色の混合比のみであって、色温度の調節が容易になる。

【0009】

請求項2の発明では、請求項1の発明において、前記発光ダイオードは3色であって、前記三角形の1つの頂点の色度を2色の発光ダイオードの混色光により生成し、当該2色の発光ダイオードの一方が前記三角形の他の頂点の発光色を有する発光ダイオードと兼用されていることを特徴とする。

【0010】

この構成によれば、3色の発光ダイオードのうちの1色の発光ダイオードは光出力を調節する必要がないから、色温度の調節を簡単に行うことができる。

【0011】

請求項3の発明では、請求項2の発明において、前記発光ダイオードのうち前記三角形の1つの頂点の色度を混色光により生成する2色の発光ダイオードの発光色のドミナント波長は470～490nmと540～560nmとであり、残りの発光ダイオードの発光色のドミナント波長は590～610nmであることを特徴とする。

【0012】

この構成によれば、青色系の発光ダイオードと黄緑色系の発光ダイオードとからの光の混合比を調節することにより色温度を調節しているから、黒体軌跡に沿った色温度の調節が可能であって、蛍光灯において実現されている白色、昼光色、電球色に相当する混色光を容易に得ることができる。

【0013】

請求項4の発明では、請求項1の発明において、前記発光ダイオードは4色であって、前記三角形の1つの頂点の色度を2色の発光ダイオードの混色光により生成し、当該2色の発光ダイオードは前記三角形の他の頂点の発光色を有する発光ダイオードとは異なることを特徴とする。

【0014】

この構成によれば、4色の発光ダイオードのうちの2色の発光ダイオードは光出力を調節する必要がないから、色温度の調節を簡単に行うことができる。

【0015】

請求項5の発明では、請求項4の発明において、前記発光ダイオードのうち前記三角形の頂点の色度を混色光により生成する2色の発光ダイオードの発光色のドミナント波長は490～510nmと560～570nmとであり、残りの2個の発光ダイオードの発光色のドミナント波長は470～490nmと590～610nmとであることを特徴とする。

【0016】

この構成によれば、シアン系の発光ダイオードと黄色系の発光ダイオードとからの光の混合比を調節することにより色温度を調節しているから、請求項3の組み合わせよりもさらに黒体軌跡に沿った色温度の調節が容易であって、蛍光灯において実現されている白色、昼光色、電球色に相当する混色光を容易に得ることができる。しかも、相対的に発光効率が高く光出力の高い青色系と赤色系との発光ダイオードについては光出力を調節することなく色温度を変化させることができるから、電力の利用効率が高いという利点もある。

【0017】

請求項6の発明は、可視光域で発光色の異なる3色の発光ダイオードと、各発光ダイオ

10

20

30

40

50

ードの光出力を個別に調節し各発光色の混合比を変化させることにより色温度の異なる白色系の混色光を取り出す白色照明装置であって、各発光ダイオードは、色度図上においていずれか2色の発光ダイオードの発光色を第1および第2の頂点とする三角形を設定したときに、三角形の第3の頂点に相当する色度が単色の発光ダイオードチップからの光と当該光により励起される蛍光体からの光との混色光を放射する発光ダイオードにより得られるように発光色が選択され、制御回路は、蛍光体を用いていない2個の発光ダイオードの光出力の比率が調節可能であることを特徴とする。

【0018】

この構成によれば、3色の発光ダイオードの混色光として白色を得るから2色を混色させる場合に比較すると演色性の高い白色を得ることができる。とくに、3色のうちの1色は蛍光体を励起させて得られる発光色との混色光であるから、多くの波長成分を含んでおり、演色性を一層高めることができる。しかも、2色の発光ダイオードの光出力の比率を調節することにより色温度の調節を可能としているから、3色を個別に調節する場合よりも色温度の調節を簡単に行うことができる。すなわち、色温度を調節するパラメータが2色の混合比のみであって、1色の発光ダイオードは光出力を調節する必要がないから色温度の調節が容易になる。さらに、3色のうちの1色の発光ダイオードは蛍光体を用いているが、2色の発光ダイオードは蛍光体を用いていないから、すべての光を蛍光体に通す場合に比較すれば電力の利用効率が高くなる。

【0019】

請求項7の発明では、請求項6の発明において、前記発光ダイオードチップの発光色のドミナント波長は490～510nmであり、前記蛍光体の発光色のドミナント波長は540～570nmであり、前記発光ダイオードの発光色のうち前記三角形の第1および第2の頂点となる発光色のドミナント波長はそれぞれ470～490nmと580～620nmとであることを特徴とする。

【0020】

この構成によれば、シアン系の発光ダイオードチップと黄緑系ないし黄色系の蛍光体との混色光に対して、青色系と赤色系との発光ダイオードからの光の混合比を調節することにより色温度を調節しているから、黒体軌跡に沿った色温度の調節が可能であって、蛍光灯において実現されている白色、昼光色、電球色に相当する混色光を容易に得ることができる。しかも、青色系と赤色系との混合比を調節するから、混合比と寒色系と暖色系との対応関係がわかりやすくなる。

【0021】

請求項8の発明では、請求項1ないし請求項7のいずれかの発明において、前記発光ダイオードへの給電経路にそれぞれスイッチング素子が直列接続され、前記制御回路は、各スイッチング素子のオンデューティを変化させるPWM信号を出力することを特徴とする。

【0022】

この構成によれば、発光ダイオードごとにそれぞれスイッチング素子を直列接続し、スイッチング素子のオンデューティを制御することによって、各発光ダイオードの光出力を変化させるので、各発光ダイオードの光出力を広範囲に渡って変化させることができ、混色光の色度の変化範囲を広くとることができる。また、2色の発光ダイオードに対応したスイッチング素子のオンデューティの比率を変化させることによって色温度を調節することができるから、色温度を変化させるための制御が容易である。

【発明の効果】

【0023】

本発明の構成によれば、3色以上の発光ダイオードの混色光として白色を得るから2色を混色させる場合に比較すると演色性の高い白色を得ることができるという利点がある。また、2色の発光ダイオードの光出力の比率を調節するだけで色温度の調節が可能であるから、3色を個別に調節する場合よりも簡単に色温度の調節を行うことができるという利点がある。その結果、演色性の高い白色を得ることができる上に、色温度を調節するパラ

10

20

30

40

50

メータが２色の混合比のみであって、色温度の調節が容易になるという利点がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２４】

（実施形態１）

本実施形態は、図２に示すように、基板１に実装した３種類の発光色の発光ダイオード２a、２b、２cを備える。発光ダイオード２a、２b、２cは、半導体チップあるいはチップ部品であって、基板１にはフェイスアップ実装またはフェイスダウン実装により実装される。図示例では、３種類の発光ダイオード２a、２b、２cが一括してドーム状に形成された１個のカバー３により覆われている。カバー３は発光ダイオード２a、２b、２cから放射された光が混色しやすいように拡散透過性材料で形成するのが望ましい。なお、基板１に多数個の発光ダイオード２a、２b、２cを配列しておき、基板１の全体を覆う形で、拡散透過性材料により板状に形成した拡散パネルを基板１に対向する形で配置し、発光ダイオード２a、２b、２cから放射された光を拡散パネルによって混色させるようにしてもよい。

10

【００２５】

発光ダイオード２a、２b、２cから放射された光は混色させて照明に利用するから、隣接する発光ダイオード２a、２b、２cの距離は短いほうがよいが、照明する対象物までの距離や拡散透過板のような混色を促進する光学要素の有無などによって、発光ダイオード２a、２b、２cの配列ピッチは適宜に調節される。

【００２６】

各発光ダイオード２a、２b、２cは可視光域の発光色を有しており、たとえば、発光ダイオード２aの発光色は４７０～４９０nmにドミナント波長を有する青色系、発光ダイオード２bの発光色は５９０～６１０nmにドミナント波長を有する赤色系、発光ダイオード２cの発光色は５４０～５６０nmにドミナント波長を有する黄緑色系が選択される。発光ダイオード２a、２b、２cのこの組み合わせは、色度図において白色の領域を囲んでいるから（図３参照）、各発光ダイオード２a、２b、２cをそれぞれ定格の光出力で点灯させて混色光を得ると、一応は白色系の光色を得ることができると考えられる。ただし、各色の発光ダイオード２a、２b、２cの定格の光出力は異なっているから、混色光は白色系ではあっても色度図における白色点からのずれは大きくなる。各発光ダイオード２a、２b、２cの光出力を調節すれば色度図における白色点付近の色度を得ることが可能であるが、３色の発光ダイオード２a、２b、２cのすべてについて目的とする色度になるように混色光を調節するには手間がかかる。

20

30

【００２７】

ところで、図３に示す色度図（XYZ表色系のxy色度図）上で各発光ダイオード２a、２b、２cの発光色について考察すると、一般に蛍光灯の光色として用いられている電球色、昼光色、白色は、色温度では３０００～８０００Kの範囲であり、色温度のこの範囲において黒体軌跡BLは色度図では右肩上がりであって黒体軌跡BLを直線で近似可能である。また、青色系の発光ダイオード２aと赤色系の発光ダイオード２bとは、一般に黄緑色系の発光ダイオード２cよりも電力の利用効率が高く定格の光出力が高いことが知られており、後述するように３色の発光ダイオード２a、２b、２cのうちの２色について光出力を調節しながらも全体としての電力の利用効率の低下を抑制するには、青色系の発光ダイオード２aと赤色系の発光ダイオード２bとのいずれかについては、光出力を定格に保つことが望ましいと言える。

40

【００２８】

そこで、本実施形態では、青色系の発光ダイオード２aの発光色C（２a）と黄緑色系の発光ダイオード２cの発光色C（２c）との混合比を調節することにより、色温度を変化させている。すなわち、図３に示すように、色度図において青色系と赤色系との発光ダイオード２a、２bの発光色C（２a）、C（２b）を２個の頂点とする三角形を設定するとすれば、三角形の残りの頂点の位置を調節することにより混色光の色度を黒体軌跡BLにほぼ一致させるように調節可能であることがわかる。以下では、発光ダイオード２a

50

、2 c の発光色 C (2 a) , C (2 c) の混色光の色度を C (g) で表す。

【0029】

そこで、本実施形態では、各発光ダイオード 2 a , 2 b , 2 c の光出力を調節するために、図 1 に示すように、各発光ダイオード 2 a , 2 b , 2 c への給電経路にそれぞれスイッチング素子 4 a , 4 b , 4 c を直列接続してあり、各スイッチング素子 4 a , 4 b , 4 c のオンデューティを個別に制御する PWM 信号を各スイッチング素子 4 a , 4 b , 4 c に与えるために駆動回路 5 a , 5 b , 5 c を設けてある。駆動回路 5 a , 5 b , 5 c は、たとえば、一定周期の三角波を発生する三角波発生回路と、入力電圧を三角波電圧と比較し三角波電圧が入力電圧よりも高い期間にオンになるパルスを出力する比較回路とからなる。この構成では、入力電圧が高くなるほど出力されるパルスの幅が短くなる。つまり、10
入力電圧に応じてパルス幅が変化する PWM 信号を出力することができる。このような PWM 信号を用いてスイッチング素子 4 a , 4 b , 4 c のオンデューティを変化させることにより、各発光ダイオード 2 a , 2 b , 2 c の光出力を調節し、混色光の色度を変化させることができる。

【0030】

また、発光ダイオード 2 a と発光ダイオード 2 c とから放射された光の混合比を調節するために、駆動回路 5 a , 5 c への入力電圧は光色演算部 6 から与えられる。光色演算部 6 では、発光ダイオード 2 a , 2 c の光出力の比率を決定する。つまり、スイッチング素子 4 a , 4 c のオンデューティの比率を調節し、発光ダイオード 2 a , 2 c から放射された光の混合比を調節することにより、色度 C (g) を調節することができる。色度 C (g) 20
) を調節することは、図 3 に示す三角形の頂点のうちの 2 個の頂点である発光色 C (2 a) , C (2 b) を固定して残りの 1 個の頂点の位置を、発光色 C (2 a) と発光色 C (2 c) の間の直線上で移動させたことに相当し、結果的に、発光ダイオード 2 a , 2 b , 2 c の発光色 C (2 a) , C (2 b) , C (2 c) を混色させた色度を白色系の範囲で変化させることが可能になる。

【0031】

光色演算部 6 には可変抵抗器などを用いて構成された光色設定器 8 a が付設されており、光色設定器 8 a で光色を指定すると、発光ダイオード 2 a , 2 b , 2 c の発光色 C (2 a) , C (2 b) , C (2 c) を混色させた色度が所望の色度になるように、発光ダイオード 2 a , 2 c の光出力の比率 (スwitching 素子 4 a , 4 c のオンデューティの比率) 30
が決定される。言い換えると、光色演算部 6 には、光色設定器 8 a の指示値を、スイッチング素子 4 a , 4 c のオンデューティの比率に対応付けたデータテーブルが設けられており、光色設定器 8 a による指示値をスイッチング素子 4 a , 4 c のオンデューティの比率に変換する機能を有する。なお、データテーブルを用いることによって、混色光の色度を黒体軌跡 B L に一致させることが可能であるが、光色設定器 8 a による指示値を適宜の関数で変換することにより黒体軌跡 B L に近似する指示値を算出する構成を採用してもよい。

【0032】

光色演算部 6 は、2 個のスイッチング素子 4 a , 4 c のオンデューティの比率を決定するだけであって、スイッチング素子 4 a , 4 b , 4 c のオンデューティの絶対値は、光色 40
演算部 6 にとともに制御回路を構成する明度演算部 7 において決定される。明度演算部 7 には明度設定器 8 b が付設されており、明度設定器 8 b により明度に関する指示値が与えられると、明度演算部 7 ではスイッチング素子 4 a , 4 b , 4 c のオンデューティを指示する電圧値を発生させる。この電圧値はスイッチング素子 4 b のオンデューティの絶対値を決定する電圧信号であり、光色演算部 6 にも入力される。光色演算部 6 では明度演算部 7 から与えられた電圧信号に応じた絶対値を持ちかつ光色設定器 8 a で指示された光色に応じた比率になるように、スイッチング素子 4 a , 4 c のオンデューティを決定する。

【0033】

たとえば、明度演算部 7 から出力されたスイッチング素子 4 b のオンデューティを R b とし、光色設定器 8 a の指示値に対応するスイッチング素子 4 a , 4 c のオンデューティ 50

の比率を $r_a : r_c$ とするとき、スイッチング素子 4 a, 4 c のオンデューティを、それぞれ $\alpha \cdot R_b \cdot r_a$ 、 $\alpha \cdot R_b \cdot r_c$ (ただし、 α は比例定数) などのように決定するのである。

【0034】

上述した構成によって、光色設定器 8 a の調節により白色系の色度で色温度を調節することが可能になり、明度設定器 8 b の調節により色度を変化させることなく明度だけを変化させることが可能になる。

【0035】

なお、発光ダイオード 2 a, 2 b, 2 c に関して上述した発光色の組み合わせは一例であって、他の発光色を用いることが可能である。また、上述の例と同発光色の組み合わせとし、混合比を調節する発光色を青色系と黄緑色系との組み合わせではなく、他の発光色の組み合わせとしてもよい。

【0036】

(実施形態 2)

実施形態 1 では 3 色の発光ダイオード 2 a, 2 b, 2 c を用いる例を示したが、図 5 に示すように、本実施形態では、4 色の発光ダイオード 2 a, 2 b, 2 d, 2 e を用いる例を示す。したがって、4 色の発光ダイオード 2 a, 2 b, 2 d, 2 e が 1 個のカバー 3 (図 2 参照) に覆われる。発光ダイオード 2 a, 2 b は実施形態 1 と同じ発光色 C (2 a), C (2 b) であって、発光ダイオード 2 d, 2 e には、発光色 C (2 d), C (2 e) のドミナント波長が、それぞれ 490~500 nm と 560~570 nm とであるシアン系と黄色系とのものを用いる。混色光の混合比は、発光ダイオード 2 d, 2 e について調節する。すなわち、実施形態 1 では、色度を変化させる際に、赤色系の発光ダイオード 2 b の光出力のみを固定しておき、青色系の発光ダイオード 2 a の光出力を調節する必要があったが、本実施形態では、色度を変化させるにあたって、青色系の発光ダイオード 2 a と赤色系の発光ダイオード 2 b とは光出力を調節せず、シアン系の発光ダイオード 2 d と黄色系の発光ダイオード 2 e との光出力を調節する。

【0037】

図 5 に示すように、色度図において発光ダイオード 2 a の発光色 C (2 a) と発光ダイオード 2 b の発光色 C (2 b) とを 2 個の頂点とする三角形を設定したときに、残りの頂点の色度は残りの 2 個の発光ダイオード 2 d, 2 e の混色光の色度によって決まることになる。つまり、2 個の発光ダイオード 2 d, 2 e の光出力の比率によって 4 色の混色光の色度が決定される。

【0038】

したがって、本実施形態では、図 4 に示すように、発光ダイオード 2 d, 2 e に直列接続されたスイッチング素子 4 d, 4 e のオンオフを制御する駆動回路 5 d, 5 e に光色演算部 6 の出力である電圧信号を与え、発光ダイオード 2 a, 2 b に直列接続されたスイッチング素子 4 a, 4 b のオンオフを制御する駆動回路 5 a, 5 b には、明度演算部 7 から出力される電圧信号が直列与えられる。

【0039】

他の構成および動作は実施形態 1 と同様であり、本実施形態では 4 色を混色させて白色系の混色色を得ているから、実施形態 1 のように 3 色を混色させる場合よりも演色性を高めることができる。また、電力利用効率の高い青色系および赤色系の発光ダイオード 2 a, 2 b の光出力は、光色の調節のためには変化させないから、実施形態 1 よりも電力の利用効率が高くなる。

【0040】

(実施形態 3)

上述した各実施形態では、単色の発光ダイオードからの光を混色させる構成を採用したが、本実施形態では実施形態 1 と同様に 3 色の発光ダイオードを用いるものの、そのうちの 1 色は単色の発光ダイオードではなく、単色の発光ダイオードチップから放射した光により蛍光体を励起し、発光ダイオードチップからの光と蛍光体からの光との混色光を放射

10

20

30

40

50

する発光ダイオードとしてある。したがって、3色の発光ダイオードのうちの1色については、混色光でありしかも蛍光体を用いているから、単色の発光ダイオードのみで構成する場合よりも波長成分を多くすることができ、演色性を高めることができる。

【0041】

発光ダイオードチップと蛍光体との組み合わせとしては、発光ダイオードチップの発光色のドミナント波長を490～510nmのシアン系とし、蛍光体の発光色のドミナント波長を540～570nmの黄緑系ないし黄色系とするのが望ましく、この組み合わせでは、図3に示す色度図上でC(g)に相当する色度の光を得ることができる。したがって、他の発光ダイオードの発光色のドミナント波長をそれぞれ470～490nmの青色系の発光色C(2a)と580～620nmの赤色系の発光色C(2b)とすれば、実施形態1と同様の混色光を得ることができる。

【0042】

ここに、本実施形態では、青色系と青色系との発光色の発光ダイオード（実施形態1の発光ダイオード2a, 2bに相当）について、放射される光の混合比を調節する。すなわち、青色系と赤色系との混合比を調節するから、色温度の変化と混合比とが対応してわかりやすくなる。なお、青色系の成分が多くなれば寒色系になり、赤色系の成分が多くなれば暖色系になる。他の構成および動作は実施形態1と同様である。

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】本発明の実施形態1を示すブロック図である。

【図2】同上の概略構成図である。

【図3】同上の原理説明図である。

【図4】本発明の実施形態2を示すブロック図である。

【図5】同上の原理説明図である。

【符号の説明】

【0044】

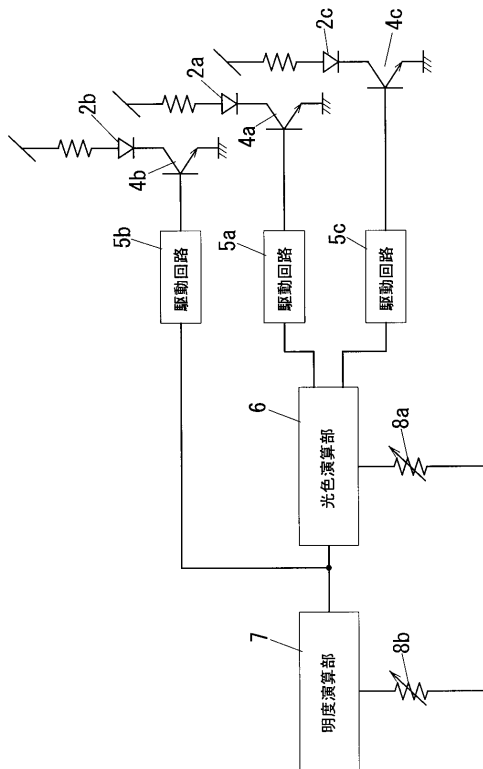
- 1 基板
- 2 a, 2 b, 2 c, 2 d, 2 e 発光ダイオード
- 3 カバー
- 4 a, 4 b, 4 c, 4 d, 4 e スイッチング素子
- 5 a, 5 b, 5 c, 5 d, 5 e 駆動回路
- 6 光色演算部（制御回路）
- 7 明度演算部（制御回路）
- 8 a 光色設定器
- 8 b 明度設定器

10

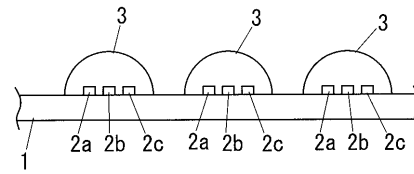
20

30

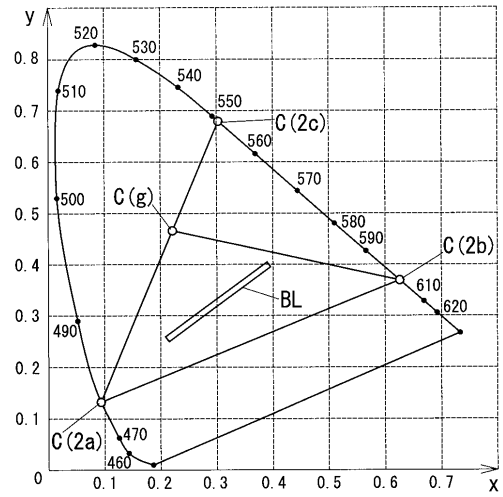
【図 1】



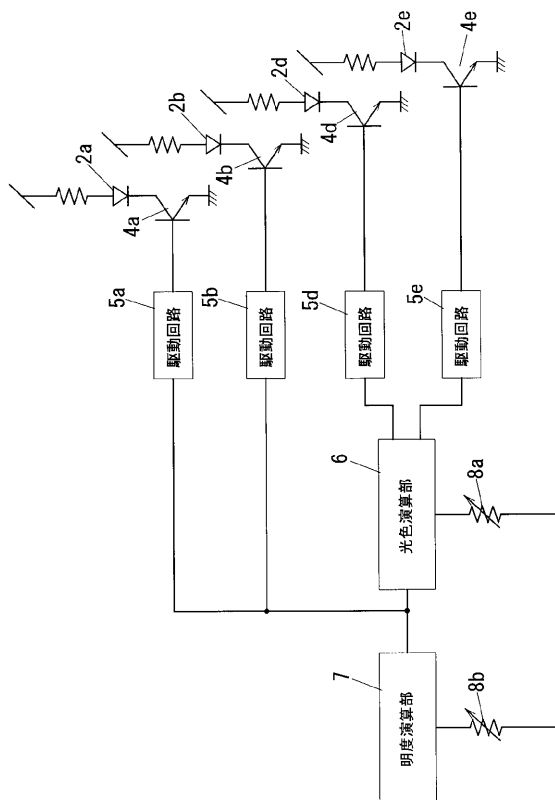
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

