

(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2009-65137

(P2009-65137A)

(43) 公開日 平成21年3月26日(2009.3.26)

(51) Int.Cl.
H01L 33/00 (2006.01)

F I
H01L 33/00

テーマコード(参考)
5F041

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2008-203746 (P2008-203746)
 (22) 出願日 平成20年8月7日(2008.8.7)
 (31) 優先権主張番号 特願2007-208000 (P2007-208000)
 (32) 優先日 平成19年8月9日(2007.8.9)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 000003757
 東芝ライテック株式会社
 東京都品川区東品川四丁目3番1号
 (74) 代理人 100077849
 弁理士 須山 佐一
 (72) 発明者 林田 裕美子
 東京都品川区東品川四丁目3番1号 東芝
 ライテック株式会社内
 (72) 発明者 川島 浄子
 東京都品川区東品川四丁目3番1号 東芝
 ライテック株式会社内
 (72) 発明者 高橋 晶子
 東京都品川区東品川四丁目3番1号 東芝
 ライテック株式会社内

最終頁に続く

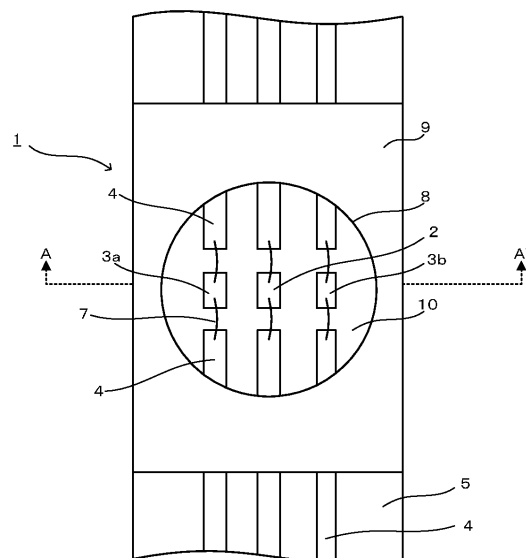
(54) 【発明の名称】 発光装置

(57) 【要約】

【課題】 赤色蛍光体を使う場合に比べて発光効率を向上させつつ、平均演色評価数Raを向上させることが可能な発光装置を提供する。

【解決手段】 本発明の発光装置は、発光素子として、青色LEDチップ2と主波長の異なる2種以上の赤色LEDチップ3a、3bを有する。赤色LEDチップ3a、3bからの赤色光を混合した光の半値幅が40~80nmとなっている。またこれらのLEDチップ2、3a、3bは、波長490~510nmと530~580nmにそれぞれ発光ピークを有する蛍光体(緑色蛍光体)を透明樹脂に混合・分散させた蛍光体含有樹脂層10により覆われている。蛍光体含有樹脂層10から出射される光における波長550nmの発光強度に対する波長500nmの発光強度の割合が0.4以上である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

青色光を放射する青色発光素子と；

主波長の異なる赤色光を放射する 2 種以上の赤色発光素子から成り、各赤色発光素子から放射される赤色光を混合した光の半値幅が 40 ~ 80 nm である赤色発光素子体と；

前記青色発光素子から放射される青色光により励起されて可視光を発する蛍光体を含有する蛍光体層と；

を具備することを特徴とする発光装置。

【請求項 2】

前記蛍光体が、波長 490 ~ 510 nm と波長 530 ~ 580 nm にそれぞれ発光ピークを有し、かつ波長 530 ~ 580 nm の発光ピークの強度に対する波長 490 ~ 510 nm の発光ピークの強度の割合が 0.4 以上である可視光を発することを特徴とする請求項 1 記載の発光装置。

10

【請求項 3】

前記蛍光体が、少なくとも波長 490 ~ 510 nm に発光ピークを有するとともに、前記青色光との混色により、波長 470 ~ 490 nm に発光強度の谷部を有し、かつ前記青色光のピーク波長の発光強度に対する前記谷部の波長の発光強度の割合が 0.7 ~ 0.9 である可視光を発することを特徴とする請求項 1 記載の発光装置。

【請求項 4】

前記蛍光体層がシート状であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項記載の発光装置。

20

【請求項 5】

前記青色発光素子と前記 2 種以上の赤色発光素子に供給する電流を調整し、これらの発光素子からの発光の出力をそれぞれ調整することにより演色性を制御する手段を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項記載の発光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光ダイオードランプなどの発光装置に関する。

【背景技術】

30

【0002】

発光ダイオード (LED: Light Emitting Diode) を用いた LED ランプは、液晶ディスプレイ、携帯電話、情報端末などのバックライト、屋内外広告など、多方面への展開が飛躍的に進んでいる。さらに、LED ランプは、長寿命で信頼性が高く、また低消費電力、耐衝撃性、高純度表示色、軽薄短小化の実現などの特徴を有することから、産業用途のみならず一般照明用途への適用も試みられている。このような LED ランプを種々の用途に適用する場合、白色発光を得ることが重要となる。

【0003】

LED ランプで白色発光を実現する代表的な方式としては、(1) 青、緑および赤の各色に発光する 3 つの LED チップを使用する方式、(2) 青色発光の LED チップと黄色発光の蛍光体とを組合せる方式、(3) 紫外線発光の LED チップと青色、緑色および赤色発光の三色混合蛍光体とを組合せる方式、の 3 つが挙げられる。これらのうち、一般には (2) の方式が広く実用化されている (例えば、特許文献 1 参照)。

40

【0004】

このような LED ランプの構造としては、表面実装型 (SMD) や砲弾型のようなカップ形状の中に LED チップを配置し、所望の色を発する蛍光体を混合した透明樹脂を流し込み、これを固化させて蛍光体を含有する蛍光体層を形成した構造が一般的である。

【0005】

ところで、一般照明用の発光装置に求められている特性として、高い発光効率に加え、演色性と呼ばれる色の見え方が重視されている。演色性は、太陽光や白熱灯に近い白色光

50

を基準光として、その基準光の色彩を忠実に再現しているかを評価したものである。演色性を評価するための指標として、JIS Z 8726で定められた演色評価数がある。演色評価数は、JISに定められている試験色を試料光源と基準光とでそれぞれ照明したときの色ずれの大きさを、基準光で見たときを100とし、色ずれが大きくなるにしたがって数値が小さくなるように数値化したものである。演色評価数には、平均演色評価数Raと特殊演色評価数Riがあり、平均演色評価数Raは、試験No. 1～8の演色評価数(R1～R8)の平均値として表される。原則として100に近いほど演色性がよく、一般照明用としては、平均演色評価数Raが83以上であることが好ましいとされている。

【0006】

現在主流となっている白色LEDは上記(2)の方式であるが、この方式では、赤み成分が不足し演色性が十分ではない。平均演色評価数Raを向上させるために、黄色発光の蛍光体に加えて、窒化物系や硫化物系などの赤色発光の蛍光体を配合することが行われている。

10

【0007】

しかしながら、赤色蛍光体が窒化物系などの場合には、青色LEDチップからの青色発光(波長460nm)だけでなく、黄色系蛍光体から発光される緑色ないし黄色の光も吸収して励起に使用するため、赤色蛍光体を使用するとLEDランプの発光効率が約半減と大幅に下がるという問題を抱えている。

【0008】

LEDランプの発光効率を低下させずに、赤み成分を補って演色性を向上させる対策として、赤色蛍光体ではなく赤色LEDチップを用いる策が考えられる(例えば、特許文献2参照)。

20

【特許文献1】特開2001-148516公報

【特許文献2】特開2002-57376公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかし、赤色LEDチップからの発光スペクトルは、赤色蛍光体からの発光スペクトルに比べて半値幅が30nm程度と狭いので、赤みは増すものの十分に演色性を高めることができなかった。

30

【0010】

本発明はこのような問題を解決するためになされたもので、赤色蛍光体を使う場合に比べて発光効率を向上させつつ、平均演色評価数を向上させることが可能な発光装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0011】

請求項1記載の発光装置は、青色光を放射する青色発光素子と；主波長の異なる赤色光を放射する2種以上の赤色発光素子から成り、各赤色発光素子から放射される赤色光を混合した光の半値幅が40～80nmである赤色発光素子体と；前記青色発光素子から放射される青色光により励起されて可視光を発する蛍光体を含有する蛍光体層と；を具備することを特徴としている。

40

【0012】

請求項2記載の発光装置は、請求項1記載の発光装置において、前記蛍光体が、波長490～510nmと波長530～580nmにそれぞれ発光ピークを有し、かつ波長530～580nmの発光ピークの強度に対する波長490～510nmの発光ピークの強度の割合が0.4以上である可視光を発することを特徴としている。

【0013】

請求項3記載の発光装置は、請求項1記載の発光装置において、前記蛍光体が、少なくとも波長490～510nmに発光ピークを有するとともに、前記青色光との混色により、波長470～490nmに発光強度の谷部を有し、かつ前記青色光のピーク波長の発光

50

強度に対する前記谷部の波長の発光強度の割合が0.7~0.9である可視光を発することを特徴としている。

【0014】

請求項4記載の発光装置は、請求項1乃至3のいずれか1項記載の発光装置において、前記蛍光体層がシート状であることを特徴としている。

【0015】

請求項5記載の発光装置は、請求項1乃至4のいずれか1項記載の発光装置において、前記青色発光素子と前記2種以上の赤色発光素子に供給する電流を調整し、これらの発光素子からの発光の出力をそれぞれ調整することにより演色性を制御する手段を備えることを特徴としている。

10

【0016】

本発明における用語の定義および技術的意味は、特に指定しない限り以下の通りである。

【0017】

青色光を放射する青色発光素子は、青色光を放射し、放射した青色光により蛍光体を励起して可視光を発光させるものである。本発明に用いられる青色発光素子としては、例えば、青色発光タイプのLEDチップなどが挙げられるが、これに限定されるものではない。本発明において、青色発光素子から放射される青色光の主波長（ピーク波長）は特に限定されないが、例えば420~480nmである。

20

【0018】

赤色光を放射する赤色発光素子は、赤色光を放射するものであり、例えば赤色発光タイプのLEDチップなどが挙げられるが、これに限定されるものではない。本発明においては、主波長の異なる2種以上の赤色発光素子が用いられる。それぞれの赤色発光素子から放射される赤色光の主波長（ピーク波長）は特に限定されないが、例えば600~700nmである。そして、これらの赤色発光素子から放射される赤色光を混合し合成した光の半値幅は、40~80nmとする。なお、半値幅は、発光ピークにおける強度（ピーク強度）の1/2の強度におけるスペクトルの広がり幅（波長）をいう。本発明において、赤色発光素子から放射される赤色光を混合した光の発光ピークが完全に1つの山にならない場合には、2つの山の間に発光ピークを想定し、この発光ピークに対して半値幅を求める。2種以上の赤色発光素子の主波長の差が10~40nmの範囲にある場合に、これらの赤色発光素子からの赤色光を混合した光の半値幅が、40~80nmの範囲に調整される。

30

【0019】

蛍光体は、青色発光素子から放射される青色光により励起されて可視光を発し、この可視光と、青色発光素子から放射される青色光と、赤色発光素子から放射される赤色光との混色によって、発光装置として所望の発光色を得るものである。

【0020】

本発明において、蛍光体としては、波長490~510nmの範囲と波長530~580nmの範囲にそれぞれ発光ピークを有する計1種類の蛍光体を使用することができる。また、各波長範囲にそれぞれ1つの発光ピークを有する2種類の蛍光体を混合して使用してもよい。すなわち、主波長が490~510nmの緑色蛍光体と、主波長が530~580nmの黄色蛍光体との計2種類の蛍光体を混合した蛍光体を使用することができる。

40

【0021】

これら1種類または2種類の蛍光体の透明樹脂に対する配合割合は、発光装置からの発光の平均演色評価数Raが高く、かつ高い発光効率を得られるように調整される。

【0022】

本発明では、蛍光体層から出射される光において、波長490~510nmの発光ピーク（第1の発光ピーク）の強度の波長530~580nmの発光ピーク（第2の発光ピーク）の強度に対する割合が、0.4以上になるように構成することが好ましい。これにより、太陽光、白熱灯の発光スペクトルに近づけることができるので、平均演色評価数Ra

50

を向上させることができる。

【0023】

また、蛍光体として、少なくとも波長490～510nmの範囲に発光ピークを有する蛍光体を使用し、青色発光素子から放射された青色光との混色により、波長470nm～490nmに発光強度の谷部を有し、この谷部の発光強度の波長490nm～510nmの発光ピークの強度に対する割合が0.7～0.95になるようなスペクトルの光が発せられるように構成することができる。さらに、この蛍光体を、波長490～510nmの範囲の発光ピーク(第1の発光ピーク)とともに波長530～580nmの範囲にも発光ピーク(第2の発光ピーク)を有し、かつ第1の発光ピークの強度の第2の発光ピークの強度に対する割合が0.4以上になるものとするすることができる。

10

【0024】

蛍光体を含む蛍光体層は、前記1種類または2種類の蛍光体を、シリコーン樹脂やエポキシ樹脂のような透明樹脂に加えて混合・分散させた層として形成される。発光素子の外側を覆うように形成することができるが、発光素子を直接覆うようにして透明樹脂層を形成し、その上に前記した1種類または2種類の蛍光体を含む層を設けることも可能である。さらに、前記蛍光体含有樹脂をシート状に成形し加熱硬化させた蛍光体シートを、発光素子を直接覆うように形成された透明樹脂層の上に配置することもできる。

【0025】

制御手段は、青色発光素子と2種以上の赤色発光素子のそれぞれに供給する電流を調整し、これらの発光素子からの発光の出力をそれぞれ調整することにより、装置全体の演色性を色温度ごとに調整するものである。

20

【発明の効果】

【0026】

請求項1記載の発明によれば、主波長の異なる2種以上の赤色発光素子を用いて赤色領域の発光を得ており、これらの赤色発光素子は赤色蛍光体のように励起のために黄色光を吸収することがないので、発光効率を向上させることができる。また、これらの赤色発光素子から放射される赤色光を混合した光の半値幅が40～80nmとなっているので、演色性の高い発光を得ることができる。

【0027】

請求項2記載の発明によれば、蛍光体層から出射される光における波長530～580nmの発光ピークの強度に対する波長490～510nmの発光ピークの強度の割合が0.4以上となっているので、波長500nm付近の発光強度の低下が緩和されており、さらに平均演色評価数Raを向上させることができる。この値が0.4未満の場合には、高い色温度において平均演色評価数Raの低下が大きく、平均演色評価数Raが70付近になると物体の色再現性が劣るようになり、好ましくない。

30

【0028】

請求項3記載の発明によれば、青色発光素子から放射された青色光と、赤色発光素子から放射された赤色光、および青色発光素子から放射された青色光により励起されて蛍光体から発せられた少なくとも波長490～510nmに発光ピークを有する可視光(緑色光)とにより、平均演色評価数Raを向上させることができる。そして、これらの光の混色により発せられる光が、波長470nm～490nmの範囲に発光強度の谷部を有し、この谷部における発光強度の前記青色光のピーク波長の発光強度に対する割合が0.7～0.9となるスペクトルを有しているので、平均演色評価数Raの低下を抑制しつつ、エネルギー効率の向上を図ることができる。

40

【0029】

請求項4記載の発光装置によれば、蛍光体層をシート状にすることで、蛍光体層を所定の位置に配置する作業を容易にかつ確実に行うことができ、作業性の向上を図ることができる。また、蛍光体を含む樹脂をシート状に成形することによって、製造歩留まりを低下させることなく粒径の大きな蛍光体粒子を使用することができ、発光効率を向上させることが可能となる。

50

【0030】

請求項5記載の発光装置によれば、制御手段により、平均演色評価数 R_a を低下させることなく、色温度を変えることができる。また、青色発光素子からの出力は変えず、2種以上の赤色発光素子のそれぞれからの出力を調整してこれらの出力の比を変えることにより、平均演色評価数 R_a および特殊演色評価数 R_9 をより高めることができる。

【0031】

したがって、本発明によれば、従来に比べて発光効率を向上させつつ、演色性を向上させることが可能な発光装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

以下、本発明を実施するための形態について、図面を参照して説明する。図1は、本発明の発光装置をLEDランプ1に適用した第1の実施形態の構成を示す平面図、図2は図1のA-A'線断面図、図3は、図1に示すLEDランプ1の複数個を、例えば一平面上に3行3列のマトリクス状に配置したLEDモジュール21の一例を示す平面図、図4は図3のB-B'線断面図である。

10

【0033】

これらの図に示すLEDランプ1は、発光素子として、青色LEDチップ2と、主波長の異なる2種の赤色LEDチップ(第1の赤色LEDチップ3aおよび第2の赤色LEDチップ3b)とを有している。ここで、主波長が小さい方の赤色LEDチップを、第1の赤色LEDチップ3aとする。2種の赤色LEDチップ3a, 3bの主波長の差は10~40nmの範囲にあり、これらの赤色LEDチップ3a, 3bからの赤色光を混合した光(赤色光)の半値幅は、40~80nmの範囲にある。

20

【0034】

2種の赤色LEDチップ3a, 3bからの赤色光を混合した光の半値幅が40nm未満の場合には、LEDランプ1の発光が十分に高い演色性(平均演色評価数 R_a)を有することができず、好ましくない。半値幅が80nmを超える場合には、2種の赤色LEDチップ3a, 3bから放射された赤色光のピークが統合されず、混合光の発光スペクトルが完全に分離した2山のピークとなり、演色性の向上効果が小さい。

【0035】

青色LEDチップ2と2種の赤色LEDチップ3a, 3bは、回路パターン4を有する基板5上に搭載されている。基板5としては、放熱性と剛性を有するアルミニウム(Al)やニッケル(Ni)、ガラスエポキシ樹脂などから成る平板が用いられ、この基板5上に、青色LEDチップ接続用、第1の赤色LEDチップ接続用および第2の赤色LEDチップ接続用の回路パターン4が、それぞれ形成されている。回路パターン4は、CuとNiの合金やAuなどの導電性物質から構成されており、基板5が絶縁性を呈する場合は基板5上に直接形成され、基板5が電気導電性を呈する場合は、電気絶縁層(図示を省略。)を介して形成されている。

30

【0036】

青色LEDチップ2および2種の赤色LEDチップ3a, 3bは、それぞれ接着層6を介して基板5上に接着され、各々の上面電極が前記した回路パターン4に、金線などのボンディングワイヤ7を介して電氣的に接続されている。青色LEDチップ2の電極接続構造としては、フリップチップ接続構造を適用することもできる。フリップチップ接続構造によれば、青色LEDチップ2の前面への光取出し効率が向上する。2種の赤色LEDチップ3a, 3bの接続についても同様である。

40

【0037】

基板5上には、凹部8を有する樹脂製などのフレーム9が設けられている。凹部8を有するフレーム9は、例えばPBT(ポリブチレンテレフタレート)、PPA(ポリフタルアミド)、PC(ポリカーボネート)などの合成樹脂から構成され、凹部8内に青色LEDチップ2と2種の赤色LEDチップ3a, 3bが配置され、收容されている。なお、これら3個のLEDチップの配置順は、青色LEDチップ2を凹部8の中央部に配置し、そ

50

の両側に第1の赤色LEDチップ3aと第2の赤色LEDチップ3bをそれぞれ配置することが好ましい。このように配置することで、凹部8内の蛍光体を均等にバランスよく発光させ、高効率の光を得ることができる。

【0038】

青色LEDチップ2と2種の赤色LEDチップ3a, 3bが収容された凹部8内には、青色LEDチップ2から放射された光の一部を吸収して励起され可視光を発する蛍光体を含む透明樹脂が塗布・充填されている。そして、青色LEDチップ2と2種の赤色LEDチップ3a, 3bは、このような蛍光体含有樹脂層10により覆われている。透明樹脂としては、例えばシリコン樹脂やエポキシ樹脂などが用いられる。

【0039】

LEDランプ1から所望の光量を得るために、蛍光体含有樹脂層10に含有させる蛍光体は、透明樹脂に対して5~40質量%(重量%)の割合で含有されていることが好ましく、10~30重量%の割合で含有されていることがより好ましい。蛍光体としては、波長490~510nmの範囲に1つ以上の発光ピークを有する緑色蛍光体を使用することができる。また、波長490~510nmの範囲に1つ以上の発光ピークを有する緑色蛍光体と、波長530~580nmの範囲に1つ以上の発光ピークを有する黄色蛍光体とを混合して用いることができる。さらに、波長490~510nmの範囲と波長530~580nmの範囲にそれぞれ発光ピークを有する1種類の緑色蛍光体を用いてもよい。

【0040】

波長490~510nmの範囲に半値幅の広い第1の発光ピークを有するとともに、波長530~580nmの範囲に半値幅の広い第2の発光ピークを有し、かつ第1の発光ピーク(波長500nm近傍)から第2の発光ピーク(波長550nm近傍)の範囲の発光強度の低下が少ない連続スペクトルを有する緑色蛍光体を用いることがより好ましい。このように、500nm近傍から550nm近傍まで連続したスペクトルを有する緑色蛍光体を含む場合には、黄色蛍光体を別途含有させる必要がない。

【0041】

緑色蛍光体としては、例えば、 $(A E_x (S i, A l)_{12} (N, O)_{16} : E u$ 蛍光体等のサイアロン蛍光体(AEは、Sr、Ba、Caなどのアルカリ土類元素を示す。)、 $R E_3 (A l, G a)_5 O_{12} : C e$ 蛍光体(REは、Y、GdおよびLaから選ばれる少なくとも1種を示す。)などのYAG蛍光体、 $(C a_x, C e_y) S c_z (S i_n G e_m) O_{12}$ 蛍光体(ただし $3 \leq x, y, z, n, m \leq 10$)、 $(S r, B a, C a) S i O_4 : E u_x C e_y$ 蛍光体(ただし $1 \leq x, y \leq 10$)、 $S r_3 S i O_5 : E u^{2+}$ 蛍光体等の珪酸塩蛍光体を用いられる。

【0042】

黄色蛍光体としては、例えば $R E_3 (A l, G a)_5 O_{12} : C e$ 蛍光体(REはY、GdおよびLaから選ばれる少なくとも1種を示す。)等のYAG蛍光体、 $A E_2 S i O_4 : E u$ 蛍光体(AEはSr、Ba、Ca等のアルカリ土類元素である。)、 $S r_3 S i O_5 : E u^{2+}$ 蛍光体等の珪酸塩蛍光体、n-UVLDBGR、窒化物蛍光体、酸窒化物蛍光体等が用いられる。

【0043】

そして、このような蛍光体が配合された蛍光体層から出射される光のスペクトル(発光スペクトル)において、波長490~510nmの範囲の発光ピーク(第1の発光ピーク)の強度の、波長530~580nmの範囲の発光ピーク(第2の発光ピーク)の強度に対する割合が0.4以上となるようにする。このとき、波長460nmの発光強度に対する波長550nmの発光強度の割合を1以上とすることができる。また、青色LEDチップ2から放射された青色光と蛍光体から発せられた少なくとも波長490~510nmに発光ピークを有する緑色光との混色により発せられる光が、波長470~490nmの範囲に発光強度の谷部を有し、かつこの谷部における強度が青色光の発光ピークの強度に対して、0.7~0.9の割合となるようなスペクトルを有することができる。

【0044】

10

20

30

40

50

さらに、第1の実施形態においては、蛍光体層をシート状にすることができる。すなわち、青色LEDチップ2と2種の赤色LEDチップ3a, 3bを覆うように透明樹脂層を形成し、その上に、前記蛍光体を含有する透明樹脂をシート状に成形し加熱硬化させた蛍光体シートを配置することもできる。シート状蛍光体層は、0.5~1.0mmの厚さのものが好ましく、凹部8を被覆するようにして固定することが好ましい。シート状蛍光体層の厚さが0.5mm未満であると十分な量の蛍光体を含有させることができず、1.0mmを超えると光の透過率が低下し所望の光量を得られにくくなる。このように蛍光体を含む樹脂をシート状に成形することによって、製造歩留まりを低下させることなく粒径の大きな蛍光体粒子を使用することができ、発光効率を向上させることができるという利点もある。

10

【0045】

第1の実施形態のLEDランプ1においては、青色LEDチップ2に印加された電気エネルギーが、主波長が420~480nm(例えば460nm)の青色光に変換されて放射される。放射された青色光は、蛍光体含有樹脂層10中に含有された前記緑色蛍光体を含む蛍光体により、より長波長の光に変換される。また、2種の赤色LEDチップ3a, 3bに印加された電気エネルギーが、これらの赤色LEDチップ3a, 3bにより、主波長がいずれも600~700nmの範囲にありかつ主波長の差が10~40nmの赤色光に変換され、それぞれの赤色LEDチップ3a, 3bから放射される。そして、これらの赤色LEDチップ3a, 3bから放射される赤色光を混合した光(赤色光)の半値幅は、40~80nmとなっている。このような赤色光の混合光と、前記青色LEDチップ2から放射される青色光、および上記蛍光体の発光色とが交じり合った色である白色光(混色光)が、LEDランプ1から放出される。

20

【0046】

そして、第1の実施形態のLEDランプ1では、赤色LEDチップ3a, 3bから放射される赤色光を混合した光の半値幅が40~80nmとなっているので、十分に高い平均演色評価数Raの値(例えば、Ra83以上)を確保することができるうえに、好ましい演色性を有している。

【0047】

また、第1の実施形態のLEDランプ1では、上記蛍光体が配合された蛍光体層から放射される光のスペクトルにおける波長490~510nmの発光ピーク(第1の発光ピーク)の強度の、波長530~580nmの発光ピーク(第2の発光ピーク)の強度に対する割合が、0.4以上となっており、従来の白色光LEDランプからの発光スペクトルにおける当該割合よりも大きくなっている。このような分光分布は、蛍光体含有樹脂層10に波長490~510nmに発光ピークを有する緑色蛍光体を所定量含有させることにより得ることができる。また、波長460nmの発光強度に対する波長550nmの発光強度の割合が1以上となっている。このような分光分布は、蛍光体層に、波長530~580nmの範囲に発光ピークを有する緑色ないし黄色蛍光体を所定量含有させることにより得ることができる。

30

【0048】

また、第1の実施形態においては、青色LEDチップ2から放射された青色光と、蛍光体から発せられた少なくとも波長490~510nmに発光ピークを有する緑色光との混色により発せられる光が、波長470nm~490nmの範囲に発光強度の谷部を有しており、かつこの谷部における強度が青色光の発光ピークの強度に対して、0.7~0.9の割合となるようなスペクトルを有している。このように、より視感度が高い波長(例えば490~510nm)範囲への光変換がなされ、視感度が悪い波長範囲に発光強度の谷部が形成された発光スペクトルとなっているので、平均演色評価数Raの低下が抑制されるとともに、エネルギー効率が向上している。なお、青色光の発光ピークの強度に対する発光谷部の強度の割合が0.7未満では、平均演色評価数Raの大幅な低下が生じるため好ましくない。また、谷部の波長(470nm~490nm)の光は視感度が悪く、発光強度が高くても視覚的効果が小さいので、谷部の強度の発光ピークの強度に対する割合が

40

50

0.9を超える場合には、エネルギー効率の点で好ましくない。

【0049】

このように、第1の実施形態のLEDランプ1においては、従来のLEDランプの発光スペクトルには存在しなかった、主波長が490～510nmの発光が加えられているので、波長500nm近傍の発光強度の低下を十分に緩和することができる。したがって、本発明においては、太陽光、白熱灯の発光スペクトルに近づけることができ、それにより、平均演色評価数Raを向上させることができる。

【0050】

また、第1の実施形態のLEDランプ1においては、2種の赤色LEDチップ3a, 3bを用いることで赤み成分を得ており、励起のために他の色成分の光を吸収することがないので、光を有効に取り出すことができる。

10

【0051】

さらに、第1の実施形態のLEDランプ1においては、青色LEDチップ2と2種の赤色LEDチップ3a, 3bのそれぞれに供給する電流を調整し、これらのLEDチップからの発光の出力をそれぞれ制御することにより、LEDランプ1としての発光の色温度を調整することができ、平均演色評価数Raを低下させることなく色温度を変えることができる。また、各LEDチップからの発光の出力制御については、青色LEDチップ2からの発光の出力は一定とし、第1の赤色LEDチップ3aからの発光の出力と第2の赤色LEDチップ3bからの発光の出力をそれぞれ別々に（独立して）増減させて、出力の比率を変えることにより、平均演色評価数Raをより高めることができる。

20

【0052】

色温度の調整についてより詳しく説明すると、青色LEDチップ2からの出力は一定にして、第1の赤色LEDチップ3aからの出力と第2の赤色LEDチップ3bからの出力をそれぞれ上げることにより、LEDランプ1からの発光の色温度を下げるができる。また、青色LEDチップ2からの出力は一定で、第1の赤色LEDチップ3aからの出力と第2の赤色LEDチップ3bからの出力をそれぞれ下げることにより、LEDランプ1からの発光の色温度を上げることができる。さらに、これらの色温度の変更において、第1の赤色LEDチップ3aからの出力と第2の赤色LEDチップ3bからの出力との比を、以下に示すように色温度に対応して調整することで、平均演色評価数Raをより向上させることができる。

30

【0053】

すなわち、第1の赤色LEDチップ3aからの出力と第2の赤色LEDチップ3bからの出力との比は、CIE標準イルミナントの発光スペクトルにおける各波長の発光強度の比に合うように調整することが好ましい。例えば、色温度6500KのCIE標準イルミナントは、図5に示すように、波長600～700nmの赤色発光領域で発光強度が連続的に低下する発光スペクトルを有するので、主波長がより小さい（例えば630nm）第1の赤色LEDチップ3aの出力に比べて、主波長がより大きい（例えば675nm）第2の赤色LEDチップ3bの出力を低く調整することで、平均演色評価数Raを極めて高くすることができる。

【0054】

また、色温度5000KのCIE標準イルミナントは、図6に示すように、波長600～700nmの赤色発光領域で発光強度がほとんど変わらない発光スペクトルを有するので、第1の赤色LEDチップ3aの出力と第2の赤色LEDチップ3bの出力が同程度になるように調整（例えば、出力比50：50）することで、平均演色評価数Raを高めることができる。さらに、色温度4000KのCIE標準イルミナントは、図7に示すように、波長600～700nmの赤色発光領域で発光強度が連続的に上昇する発光スペクトルを有するので、第1の赤色LEDチップ3aの出力に比べて第2の赤色LEDチップ3bの出力を高めることで、平均演色評価数Raを向上させることができる。さらに、色温度3000KのCIE標準イルミナントは、図8に示すように、波長600～700nmの赤色発光領域で発光強度が比例的に上昇する発光スペクトルを有するので、その発光ス

40

50

ペクトルの上昇率に合わせて第2の赤色LEDチップ3bの出力を高めることで、平均演色評価数Raを極めて高くすることができる。

【0055】

なお、上記実施形態では、LEDランプ1をマトリックス状に複数個配置したLEDモジュール21について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば複数個のLEDランプ1を1列状に配置して形成してもよい。

【0056】

図9および図10は、本発明の第2の実施形態に係わるLEDパッケージを形成する発光装置を示している。図9は、この発光装置の平面図であり、図10は、図9に示す発光装置をF-F線に沿って切断した縦断面図である。なお、図9および図10において、第1の実施形態に関する図面と同様の構成要素については同じ参照数字を用いて、その説明を簡略化または省略する。

10

【0057】

図9および図10に示す発光装置(LEDランプ)1は、パッケージ基板例えば装置基板5と、反射層31と、回路パターン4と、複数対好ましくは多数対の半導体発光素子(青色LEDチップ2の対と第1の赤色LEDチップ3aの対および第2の赤色LEDチップ3bの対)と、接着層32と、リフレクタ34と、蛍光体含有樹脂層10と、光拡散部材33とを備えて形成されている。蛍光体含有樹脂層10は封止部材としても機能する。青色LEDチップ2の対はリフレクタ34内の中央部に配置され、その外側すなわち周辺側に第1の赤色LEDチップ3aの対と第2の赤色LEDチップ3bの対がそれぞれ配置されている。このような配置では、リフレクタ34内で蛍光体含有樹脂層10をバランスよく均等にかつ効率的に発光させることができる。

20

【0058】

装置基板5は、金属または絶縁材、例えば合成樹脂製の平板からなり、発光装置1に必要とされる発光面積を得るために、所定形状例えば長方形をなしている。装置基板5を合成樹脂製とする場合、例えば、ガラス粉末入りのエポキシ樹脂等で形成することができる。装置基板5を金属製とする場合は、この装置基板5の裏面からの放熱性が向上し、装置基板5の各部温度を均一にすることができ、同じ波長域の光を発する半導体発光素子2, 3a, 3bの発光色のばらつきを抑制することができる。なお、このような作用効果を奏する金属材料としては、10W/m・K以上の熱伝導性に優れた材料、具体的にはアルミニウムまたはその合金を例示することができる。

30

【0059】

反射層31は、所定数の半導体発光素子2, 3a, 3bを配設し得る大きさであって、例えば、装置基板5の表面全体に被着されている。反射層31は、400~740nmの波長領域で85%以上の反射率を有する白色の絶縁材料により構成することができる。このような白色絶縁材料としては、接着シートからなるプリプレグ(pre-preg)を使用することができる。このようなプリプレグは、例えば、酸化アルミニウム等の白色粉末が混入された熱硬化性樹脂をシート基材に含浸させて形成することができる。反射層31はそれ自体の接着性により、装置基板5の表面となる一面に接着される。

40

【0060】

回路パターン4は、各半導体発光素子2, 3a, 3bへの通電要素として、反射層31の装置基板5が接着された面とは反対側の面に接着されている。この回路パターン4は、例えば各半導体発光素子2, 3a, 3bを直列に接続するために、装置基板5および反射層31の長手方向に所定間隔ごとに点在して6列に形成されている。一方の回路パターン4の列の一端側に位置する端側回路パターン4aには、給電パターン部4cが一体に連続して形成され、同様に他方の回路パターン4の列の一端側に位置する端側回路パターン4aには、給電パターン部4dが一体に連続して形成されている。

【0061】

給電パターン部4c, 4dは反射層31の長手方向一端部に並べて設けられ、互いに離間して反射層31により絶縁されている。これらの給電パターン部4c, 4dのそれぞれ

50

に、電源に至る図示しない電線が個別に半田付け等で接続されるようになっている。

【0062】

回路パターン4は以下に説明する手順で形成される。まず、未硬化の前記熱硬化性樹脂が含浸されたプリプレグからなる反射層31を装置基板5上に貼付けた後、反射層31上にこれと同じ大きさの銅箔を貼付ける。次に、こうして得た積層体を加熱するとともに加圧して、熱硬化性樹脂を硬化させることによって、装置基板5と銅箔を反射層31に圧着し接着を完了させる。次いで、銅箔上にレジスト層を設けて、銅箔をエッチング処理した後に、残ったレジスト層を除去することによって、回路パターン4を形成する。銅箔からなる回路パターン4の厚みは例えば35 μm である。

【0063】

図10に示すように、半導体発光素子2は、例えば窒化物半導体を用いてなるダブルワイヤー型のLEDチップからなり、透光性を有する素子基板2b一面に半導体発光層2aを積層して形成されている。素子基板2bは、例えばサファイア基板で作られている。この素子基板2bの厚みは、回路パターン4より厚く、例えば90 μm とする。なお、青色LEDチップである半導体発光素子2について説明するが、赤色LEDチップである半導体発光素子3a, 3bについても同様に構成されている。

【0064】

半導体発光層2aは、素子基板2bの主面上に、バッファ層、n型半導体層、発光層、p型クラッド層、p型半導体層を順次積層して形成されている。発光層は、バリア層とウェル層を交互に積層した量子井戸構造をなしている。n型半導体層にはn側電極が設けられ、p型半導体層上にはp側電極が設けられている。この半導体発光層2aは、反射膜を有しておらず、厚み方向の双方に光を放射できる。

【0065】

各半導体発光素子2は、装置基板5の長手方向に隣接した回路パターン4間にそれぞれ配置され、白色の反射層31の同一面上に接着層32により接着されている。具体的には、半導体発光層2aが積層された素子基板2bの一面と平行な他面が、接着層32により反射層31に接着されている。この接着により、回路パターン4および半導体発光素子2は反射層31の同一面上で直線状に並べられるので、この並び方向に位置した半導体発光素子2の側面と回路パターン4とは、近接して対向するように設けられている。

【0066】

接着層32の厚みは、例えば5 μm 以下とすることができる。接着層32には、例えば5 μm 以下の厚みで光透過率が70%以上の透光性を有した接着剤、例えばシリコン樹脂系の接着剤を好適に使用できる。

【0067】

図9および図10に示すように、各半導体発光素子2, 3a, 3bの電極と半導体発光素子2, 3a, 3bの両側に近接配置された回路パターン4とは、ボンディングワイヤ7で接続されている。さらに、前記6列の回路パターン4の他端側に位置された端側回路パターン4b同士も、ボンディングワイヤ7で接続されている。したがって、この実施形態の場合、各半導体発光素子2, 3a, 3bは直列に接続されている。

【0068】

以上の装置基板5、反射層31、回路パターン4、各半導体発光素子2, 3a, 3b、接着層32、およびボンディングワイヤ7により、発光装置1の面発光源が形成されている。

【0069】

リフレクタ34は、一個一個または数個の半導体発光素子2, 3a, 3bごとに個別に設けられるものではなく、反射層31上の全ての半導体発光素子2, 3a, 3bを包囲する単一のものであり、例えば長方形の枠で形成されており、半導体発光素子2, 3a, 3bは前記枠で形成された凹部8内に配置されている。リフレクタ34は反射層31に接着止めされていて、その内部に複数の半導体発光素子2, 3a, 3bおよび回路パターン4が収められているとともに、前記3対の給電パターン部4c, 4dはリフレクタ34の外

10

20

30

40

50

部に位置されている。

【0070】

リフレクタ34は、例えば合成樹脂で成形することができ、その内周面は反射面となっている。リフレクタ34の反射面は、AlやNi等の反射率の高い金属材料を蒸着またはメッキして形成することができる他、可視光の反射率の高い白色塗料を塗布して形成することができる。あるいは、リフレクタ34の成形材料中に白色粉末を混入して、リフレクタ34自体を可視光の反射率が高い白色にすることもできる。前記白色粉末としては、酸化アルミニウム、酸化チタン、酸化マグネシウム、硫酸バリウム等の白色フィラーを用いることができる。なお、リフレクタ34の反射面は、発光装置1の照射方向に次第に開くように形成することが望ましい。

10

【0071】

蛍光体含有樹脂層10は、前記第1の実施形態と同様に、蛍光体を混合した液状の熱硬化性樹脂をディスペンサ等の注入装置を用いて、反射層31表面および一直線上に配列された各半導体発光素子2, 3a, 3bおよびボンディングワイヤ7等を満遍なく埋めるようにして充填し、加熱により熱硬化性樹脂を硬化させることにより形成されている。

【0072】

反射層31表面とボンディングワイヤ7との間に流れ込んだ液状の透明樹脂は、毛細管現象等により各半導体発光素子2, 3a, 3bおよびボンディングワイヤ7に行きわたり、その膜厚等がほぼ均一になっており、蛍光体も透明樹脂にほぼ均一に分散している。

20

【0073】

このように構成される第2の実施形態においても、十分に高い平均演色評価数Raの値を確保することができるうえに、好ましい演色性を有している。また、エネルギー効率の向上を図ることができ、発光効率を高めることができる。さらに、青色LEDチップ2の対と第1の赤色LEDチップ3aの対および第2の赤色LEDチップ3bの対に供給する電流をそれぞれ調整し、これらのLEDチップからの発光の出力をそれぞれ別々に制御することにより、発光の色温度を調整することができ、平均演色評価数Raを低下させることなく色温度を変えることができる。

【実施例】

【0074】

次に、本発明の実施例およびその評価結果について、比較例と比較しながら説明する。

30

【0075】

実施例1~4、比較例1, 2

実施例1~4においては、以下に示す青色発光素子と主波長が異なる2種の赤色発光素子、および蛍光体をそれぞれ使用し、図1に示す構成を有するLEDランプを作製した。いずれの例においても、青色発光素子としては、発光の主波長が460nmである青色LEDチップを用いた。

【0076】

実施例1および実施例3では、赤色発光素子として、主波長が630nmの第1の赤色LEDチップ(赤色チップ1)と主波長が645nmの第2の赤色LEDチップ(赤色チップ2)をそれぞれ使い、蛍光体として、波長500nmと波長550nmにそれぞれ半値幅の広い発光ピークを有し、かつ波長500nm~550nmまで発光強度の低下が少ない連続スペクトルを有する緑色蛍光体(YAG蛍光体)を用いた。

40

【0077】

実施例2および実施例4では、赤色発光素子として、主波長が630nmの第1の赤色LEDチップ(赤色チップ1)と主波長が675nmの第2の赤色LEDチップ(赤色チップ2)をそれぞれ使い、蛍光体としては、実施例1および実施例3と同じ緑色蛍光体(YAG蛍光体)を用いた。

【0078】

そして、この蛍光体をシリコン樹脂中に、表1に示す配合比(シリコン樹脂に対する配合割合;重量%)でそれぞれ混合し、分散させた。次いで、得られた蛍光体含有シリ

50

コーン樹脂を、ディスペンサを用いて深さ 1.0 mm、開口径 3 mm の凹部 8 内に充填した後、シリコン樹脂を硬化させ、光路長 0.5 mm の蛍光体層（蛍光体含有樹脂層 10）を形成し、図 1 に示す構成を有する LED ランプを得た。

【0079】

また、比較例 1, 2 においては、赤色発光素子として赤色 LED チップ 1 個だけを使用して LED ランプを作製した。すなわち、比較例 1 では、主波長が 630 nm の赤色 LED チップ（赤色チップ 1）のみを使用し、その他は実施例 1 と同様にして、LED ランプを作製した。また、比較例 2 では、主波長が 630 nm の赤色 LED チップ（赤色チップ 1）のみを使用し、その他は実施例 3 と同様にして、LED ランプを作製した。

【0080】

次いで、実施例 1 ~ 4 および比較例 1, 2 で得られた LED ランプをそれぞれ点灯した。このとき、所定の色温度の発光が得られるように、2 種の赤色 LED チップのそれぞれに供給する電流を調整し、第 1 の赤色 LED チップ（赤色チップ 1）からの発光出力と第 2 の赤色 LED チップ（赤色チップ 2）からの発光出力との比を、表 1 に示すように調整した。そして、これらの LED ランプの発光スペクトルを分光光度計（大塚電子製の瞬間分光光度計 MCPD - 7000）を用いて測定した。測定された分光スペクトルを図 11 および図 12 にそれぞれ示す。

【0081】

次に、こうして測定された分光スペクトルから、色温度、平均演色評価数 Ra および R9 をそれぞれ算出した。また、第 1 の赤色 LED チップ（赤色チップ 1）からの発光と第 2 の赤色 LED チップ（赤色チップ 2）からの発光とを混合した光の半値幅を算出するとともに、波長 550 nm の発光強度に対する波長 500 nm の発光強度の割合（波長 500 nm の発光強度 / 波長 550 nm の発光強度）を算出した。これらの結果を表 1 に示す。

【0082】

10

20

【 表 1 】

	緑色蛍光体		発光強度比 500nm/ 550nm	赤色チップ ¹		赤色チップ ²		赤色チップ 主波長差 (nm)	赤色発光の 半値幅 (nm)	発光特性		
	ピーク 波長(nm)	配合比 (wt%)		主波長 (nm)	出力 (%)	主波長 (nm)	出力 (%)			色温度(K)	R a	R 9
実施例 1	500~550	25.0	1.0/1.0	630	50	645	50	15	45	4200	86	75
実施例 2	500~550	25.0	1.1/1.0	630	30	675	70	45	75	4200	90	89
比較例 1	500~550	25.0	0.9/1.0	630	100	—	—	—	—	4200	80	50
実施例 3	500~550	20.0	1.0/1.4	630	60	645	40	15	45	6500	86	75
実施例 4	500~550	20.0	1.0/1.3	630	55	675	45	45	75	6500	90	89
比較例 2	500~550	20.0	1.0/1.5	630	100	—	—	—	—	6500	80	50

表 1 からわかるように、実施例 1 ~ 4 で得られた LED ランプは、2 種の赤色 LED チップを有し、これらのチップの発光の半値幅が 40 ~ 80 nm となるように構成されているので、赤色 LED チップが 1 個だけである比較例 1 および比較例 2 で得られた LED ランプに比べて、平均演色評価数 Ra が 85 以上となり、極めて演色性の高い発光が得られた。そのうえ、赤色の見え方についての演色性を示す R9 も極めて高かった。また、2 種の赤色 LED チップを混合した光の半値幅が 40 nm 未満のものを使用し同様に LED ランプを作成し、点灯して得られた分光スペクトルから平均演色評価数 Ra を算出したところ、Ra が 83 に達することはできなかった。

【0084】

また、実施例 1 および実施例 2 では、いずれも色温度 4200 K の発光が得られているが、実施例 2 においては、2 種の赤色チップの出力比がその色温度の CIE 標準イルミネンスのスペクトルに合うように、すなわち赤色チップ 2 の出力が赤色チップ 1 より高くなるように制御されているので、Ra がより高く 90 以上になっていることがわかる。さらに、実施例 3 および実施例 4 では、いずれも色温度 6500 K の発光が得られているが、実施例 4 においては、2 種の赤色チップの出力比がその色温度の CIE 標準イルミネンスのスペクトルに合うように、すなわち赤色チップ 2 の出力が赤色チップ 1 より低くなるように制御されているので、Ra がより高く 90 以上になっていることがわかる。

10

【0085】

本発明は上記実施の形態の記載内容に限定されるものではなく、構造や材質、各部材の配置等は、本発明の要旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

20

【図面の簡単な説明】

【0086】

【図 1】本発明の発光装置を LED ランプに適用した第 1 の実施形態の構成を示す平面図である。

【図 2】図 1 の A - A' 線断面図である。

【図 3】図 1 に示す LED ランプを複数配置した LED モジュールの一例を示す平面図である。

【図 4】図 3 の B - B' 線断面図である。

【図 5】色温度 6500 K の CIE 標準イルミネントの発光スペクトルを示すグラフである。

30

【図 6】色温度 5000 K の CIE 標準イルミネントの発光スペクトルを示すグラフである。

【図 7】色温度 4000 K の CIE 標準イルミネントの発光スペクトルを示すグラフである。

【図 8】色温度 3000 K の CIE 標準イルミネントの発光スペクトルを示すグラフである。

【図 9】本発明の発光装置の第 2 の実施形態に係わる発光装置の平面図である。

【図 10】図 9 の F - F 線断面図である。

【図 11】本発明の実施例 1, 2 および比較例 1 で得られた LED ランプの発光スペクトルを示すグラフである。

40

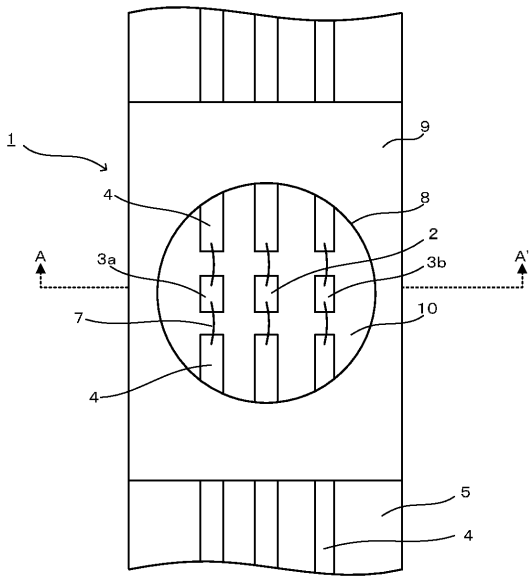
【図 12】本発明の実施例 3, 4 および比較例 2 で得られた LED ランプの発光スペクトルを示すグラフである。

【符号の説明】

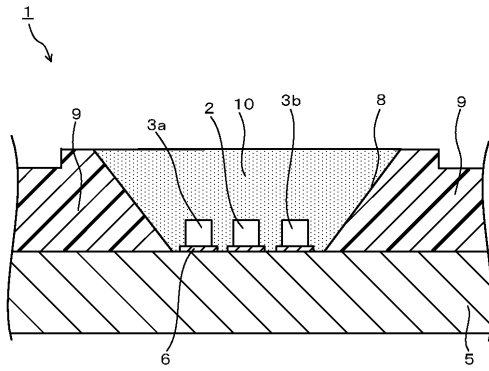
【0087】

1 ... LED ランプ、2 ... 青色 LED チップ、3 a ... 第 1 の赤色 LED チップ、3 b ... 第 2 の赤色 LED チップ、4 ... 回路パターン、5 ... 基板、6 ... 接着層、7 ... ボンディングワイヤ、8 ... 凹部、9 ... フレーム、10 ... 蛍光体含有樹脂層、21 ... LED モジュール。

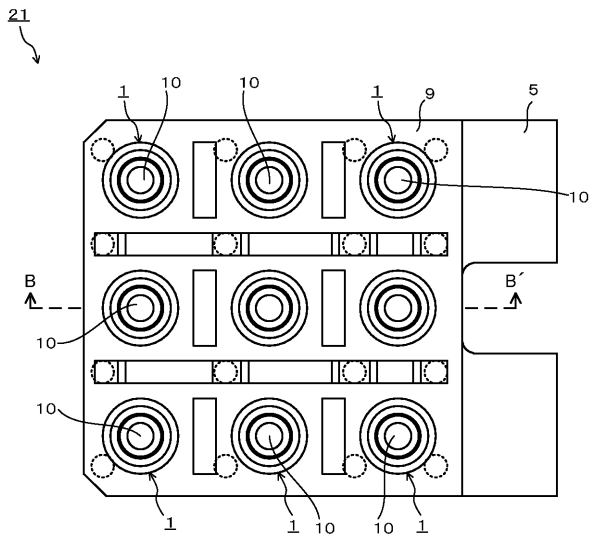
【 図 1 】



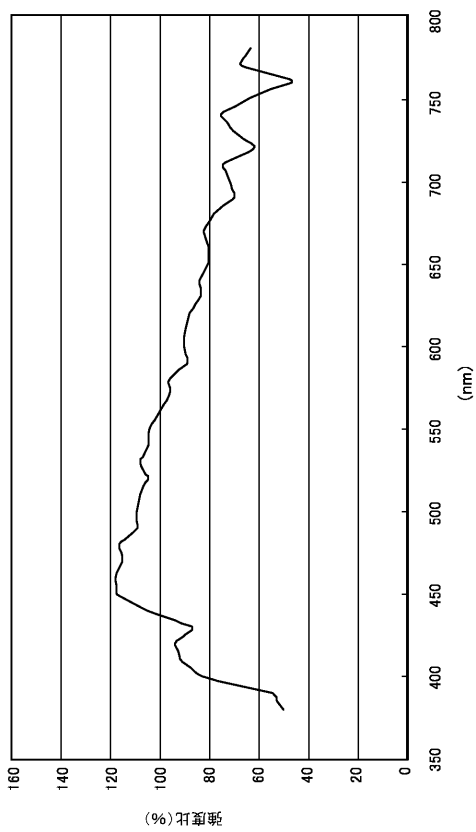
【 図 2 】



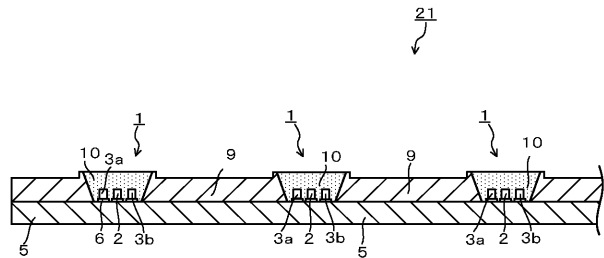
【 図 3 】



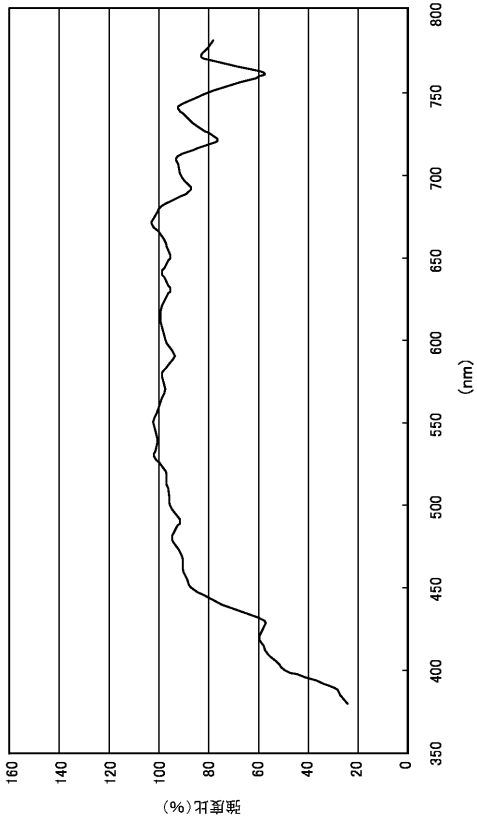
【 図 5 】



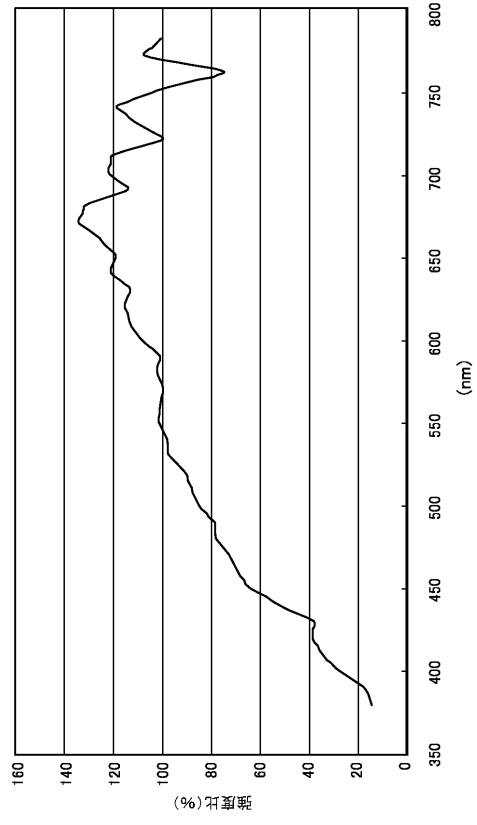
【 図 4 】



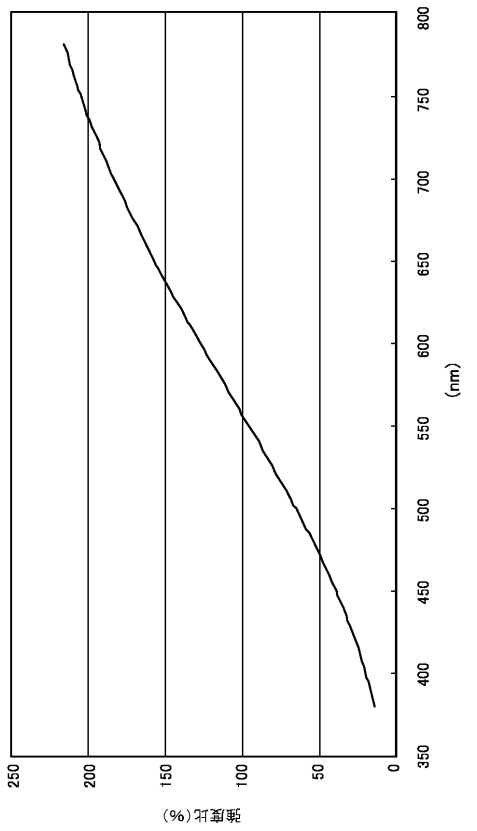
【図 6】



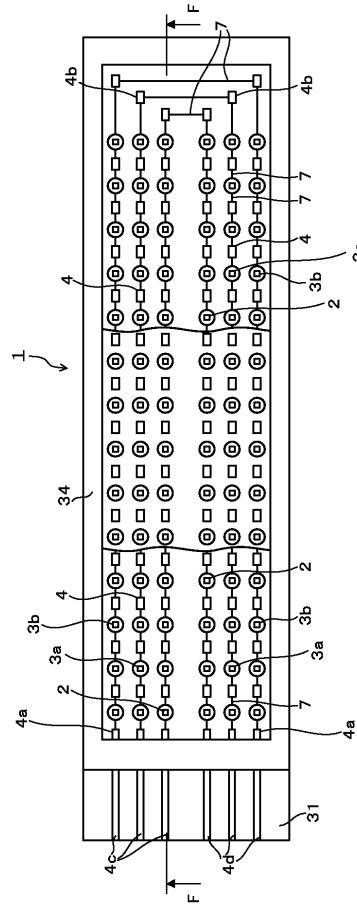
【図 7】



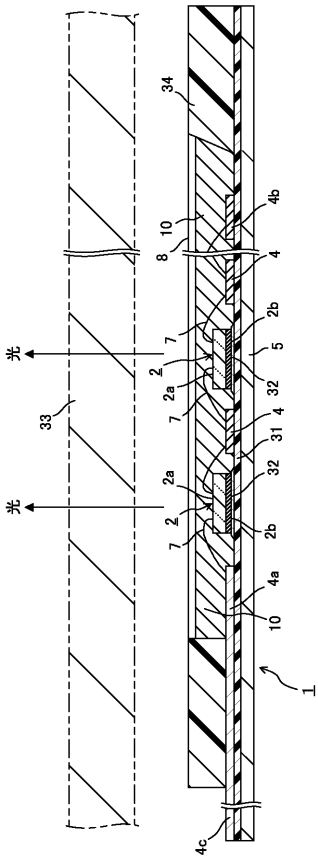
【図 8】



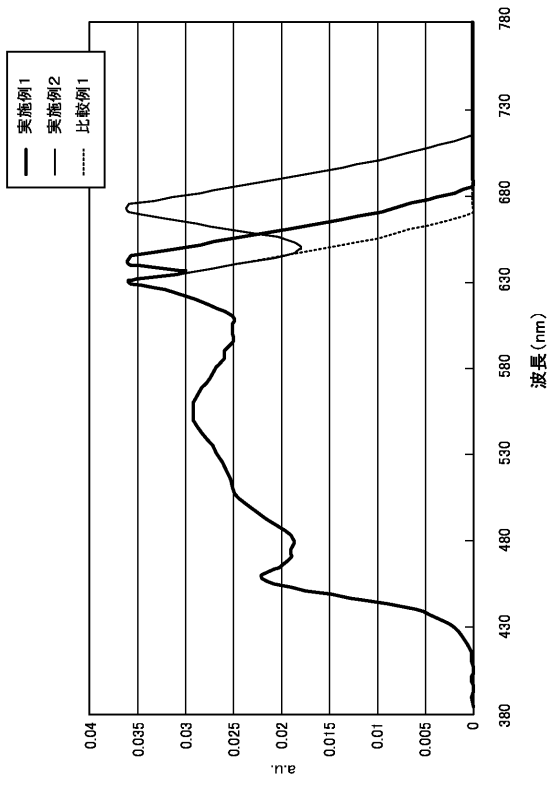
【図 9】



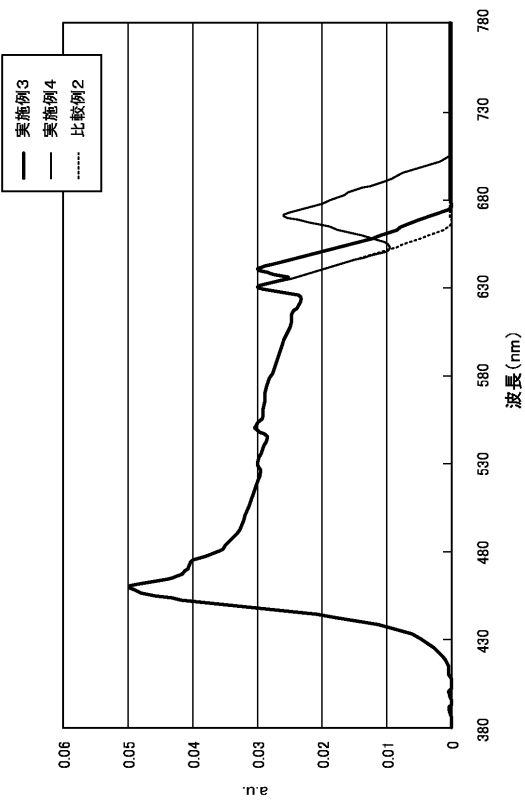
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

(72)発明者 岩本 正己

東京都品川区東品川四丁目3番1号 東芝ライテック株式会社内

Fターム(参考) 5F041 AA03 AA11 AA12 CA04 CA05 DA07 DA09 DA14 DA19 DA20
DA36 DA42 DA44 DA45 DA82 DB08