

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4458804号
(P4458804)

(45) 発行日 平成22年4月28日(2010.4.28)

(24) 登録日 平成22年2月19日(2010.2.19)

(51) Int.Cl.
H01L 33/00 (2010.01)

F I
H01L 33/00

請求項の数 9 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-358575 (P2003-358575)</p> <p>(22) 出願日 平成15年10月17日(2003.10.17)</p> <p>(65) 公開番号 特開2005-123484 (P2005-123484A)</p> <p>(43) 公開日 平成17年5月12日(2005.5.12)</p> <p>審査請求日 平成18年9月28日(2006.9.28)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 000131430 シチズン電子株式会社 山梨県富士吉田市上暮地1丁目23番1号</p> <p>(74) 代理人 100085280 弁理士 高宗 寛暁</p> <p>(72) 発明者 深澤 孝一 山梨県富士吉田市上暮地1丁目23番1号 株式会社シチズン電子内</p> <p>(72) 発明者 大石 和 山梨県富士吉田市上暮地1丁目23番1号 株式会社シチズン電子内</p> <p>審査官 瀬川 勝久</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 白色LED

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

発光波長の互いに異なる第1のLED素子と第2のLED素子を有し、すくなくとも第1のLED素子は黄色の励起光を発する蛍光体を含有する封止部材により封止されてなり、全体として外部に白色系の照明光を出射する白色LEDにおいて、

前記第1のLED素子はピーク波長が470nm～490nmの長波長の青色を発光する長波長青色LED素子であり、前記第2のLED素子はピーク波長が620nm～660nmの赤色を発光する赤色LED素子であり、前記長波長青色LED素子と前記赤色LED素子はYAG蛍光体を含有する前記封止部材により一括して封止され、前記封止部材の前記長波長青色LED素子の真上を除く上面が、発光している前記赤色LED素子が点状のものとして上部から見えるのを防止する遮光膜で、前記封止部材の側面が樹脂枠で囲われることにより、前記長波長の青色光と前記黄色の励起光と前記赤色光とによる混合色が赤味がからない白色光になって前記長波長青色LED素子の真上からのみ投射されることを特徴とする白色LED。

【請求項2】

前記第1のLED素子と前記第2のLED素子は、それぞれ独立した端子に電氣的に接続され、前記第1のLED素子である長波長青色LED素子と前記第2のLED素子である赤色LED素子の通電の制御が個別にできるようにされていることを特徴とする請求項1に記載の白色LED。

【請求項3】

前記第2のLED素子である赤色LED素子は1個であり、前記第1のLED素子である長波長青色LED素子は複数個よりなることを特徴とする請求項2に記載の白色LED

【請求項4】

前記複数個の長波長青色LED素子の各々は、それぞれ独立した端子に電氣的に接続され、それぞれに対し通電の制御が個別にできるようにされていることを特徴とする請求項3に記載の白色LED。

【請求項5】

前記第1のLED素子と前記第2のLED素子は、それぞれに対応する導通電極手段が形成された共通の基板に搭載され、黄色の励起光を発する蛍光体を含有する封止部材により封止されてなることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の白色LED

10

【請求項6】

前記第1のLED素子と前記第2のLED素子が搭載された共通の基板上の前記封止部材の周辺に、凹部に形成した反射面を有する反射部材を取り付けたことを特徴とする請求項5に記載の白色LED。

【請求項7】

前記長波長青色LED素子は、GaN系であることを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の白色LED。

【請求項8】

前記赤色LED素子はGaAlAsもしくはGaAlInPよりなることを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の白色LED。

20

【請求項9】

前記独立した端子は、スルーホールに導通するスルーホール電極であることを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の白色LED。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、カラー表示を行う液晶表示装置のバックライトや、動画、静止画の撮影用のフラッシュの照明、その他一般の照明用の発光源として用いられる発光ダイオードに関し、特に白色又は白色に近い発光を目的とする白色発光ダイオード（以下白色LEDという。）の改良に関する。

30

【背景技術】

【0002】

近年、発光ダイオードチップ（以下LED素子という。）は半導体素子であるため、長寿命で優れた駆動特性を有し、小型で発光効率が良く、鮮やかな発光色を有することから、半導体チップとしてのLED素子を基板に搭載したLED装置（以下単にLEDという。）は照明用の小型の電子部品として上記のように広く利用されるようになってきた。

【0003】

特に近年、赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の三原色をそれぞれ発光する高効率のLED素子が開発されたことから、白色の発光を目的として、R、G、BのLED素子からなる多色混合型のLEDが従来より知られている（例えば特許文献1参照）。

40

【0004】

しかし、このようなLED素子の組み合わせよりなるLEDに関して言えば、各LED素子すなわち、RLED素子、GLED素子、BLEDD素子はそれぞれ優れた単色性ピーク波長を有するが故に、白色系発光光源などとさせるためには、演色性に欠けるとい問題がある。ここに演色性とは、同一の物体でも照明光源が異なれば色の見えは異なるところ、ある照明光源のこの物体色の見えに及ぼす影響を、基準となる照明光源（昼の自然光等）を基準にして現したものを演色といい、この演色の特性を演色性という。演色性は色

50

の見えの一致度が高いほどよいが、物体色によっても変わるので、CIEの演色評価の方法においては、物体色として、複数種類(15種類)のものを決めておき、これらのうちの特定の数種類に対する演色性の平均値 R_a をもって、演色性の評価を行う。例えば、上記の特許文献1の記載に類するようなR、G、BのLED素子の組み合わせよりなる発光ダイオード(LED)の場合、発光スペクトルは図7(a)のS1に示すようになり、RとG、GとBの間にスペクトル強度の弱い谷間が広く存在する。特に、RとGの谷間の領域は(550nm~610nm)は幅も広くスペクトル強度の落ち込みも大きい。

即ち、自然光のスペクトル特性とは違いが大きくなる。そのために、演色性は低くなり、 $R_a = 12$ 程度となる(自然光の場合は $R_a = 100$)。なお、演色性が低くなると、物体の反射光を検出するスキャナー装置等読み取り装置、その他の照明の光源として用いるには不適当となると考えられる。

【0005】

そこで、このような問題点を改善するために、LED素子の発光色を蛍光体で色変換させた白色LEDが開発された(例えば特許文献2)。

この白色LEDの構造を、便宜上、表面実装型のLEDの構造に直して図8に示す。図8(a)は全体の構造を示す図、図8(b)はその要部を示す図である。図8において、110は白色LEDである。白色LED110は、接続用の電極パターン103、104を設けた絶縁基板102の上にINGaN系の青色LED素子101を固定し、青色LED素子101の一方の電極101a(p層電極)をワイヤー106により電極パターン103に接続し、他方の電極101b(n層電極)をワイヤー106により電極パターン104に接続した後、YAG蛍光体等の蛍光体108を分散させた樹脂よりなる封止部材107によりこれらを封止することにより形成される。このような構成により、例えば460nm付近にピーク波長を有する青色LED素子101の発光sbの一部は上記の蛍光体108に吸収され、ピーク波長が560nm前後の黄緑色syの光に波長変換される。この結果、この白色LED110の発光のスペクトルは図7(b)のS2に示すように、ピーク波長が460nmの青色LED素子101からの発光と、ピーク波長が560nmの蛍光体108からの発光が見られる。これからもわかるように、この白色LED110は可視光線領域のほとんどの領域で発光するため、演色性が良く、平均演色評価数 R_a が80を超えている。よって、前記の多色混合型のLED(特許文献1)のような演色性の低下の問題は改善される。

【0006】

しかし、このような前記の青色LED素子とYAG等の蛍光体による従来の白色LED(110)には次のような問題がある。これは図7(b)のS2に示す発光スペクトルからもわかるように、赤色領域のうち特に波長が650nmを超える領域においては他の波長領域(可視光)における発光スペクトルの強度と比較してかなり低下している。よって、かかる赤色領域における再現性に欠けることとなる。例えば、赤色領域における物体色を有する照明対象を照明した場合、その反射光(又は透過光)の赤色成分は自然光で照明した場合に比して大幅に低下し、再現性が欠けることとなる。

【0007】

そこで、上記従来の蛍光体混色型の白色LEDの問題点を解決する手段として、青色LED素子に蛍光体を組み合わせ、更に赤色LED素子を付加してなる、赤色補正方式の蛍光体混色型の白色LEDが知られている(例えば特許文献3参照)。

以下に、この赤色補正方式の蛍光体混色型の白色LEDについて説明する。

【0008】

かかる赤色補正方式の蛍光体混色型の白色LEDは、従来の蛍光体混色型の白色LED(図8の110に示すようなもの)に赤色LED素子を付加し、同時発光させることとなる。図9は特許文献3に示すような、従来の赤色補正方式の蛍光体混色型の白色LEDの発光のスペクトルS3を示す図であり、青色光の成分である450nm付近に大きなピーク

p 1 と黄色光の成分である 560 nm 付近にピーク p 2 があり、更に、赤色光の成分である 650 nm 付近には前記赤色 LED 素子の発光による大きなピーク p 3 が存在する。すなわち、前記赤色補正方式の蛍光体混色型の白色 LED においては、可視光領域において、特に赤色領域におけるスペクトルが補強され、赤色領域における再現性が改善される。

【特許文献 1】特開平 7 - 15044 号公報 (図 1)

【特許文献 2】特許第 2927279 号公報 (図 1、図 3)

【特許文献 3】特開 2002 - 57376 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

前記の特許文献 3 に示すような赤色補正方式の蛍光体混色型の白色 LED においては、前記多色混合型の白色 LED (特許文献 1) や、蛍光体混色型の白色 LED (特許文献 2) に比べると、その演色性と赤色領域における再現性はかなり改善されている。しかし、フルカラー表示装置のバックライトに用いる白色光源としては、演色性が十分とは言えず、特に、図 9 のスペクトル S 3 に示すように緑色の領域の 500 nm 付近の発光成分が不足している。

【0010】

また、蛍光灯に代わる照明光として使用する場合には、赤色が目立つ不自然な照明となり、自然な照明光として蛍光灯に代替することができないという問題がある。この点に関し、図 10 に示す色度図を用いて説明する。図 10 において、前記赤色補正方式の蛍光体混色型の白色 LED の赤色 LED 素子の赤色発光の色度点を c_r 、蛍光体の黄色発光の色度点を c_y 、青色 LED 素子の青色発光の色度点 (代表的 450 ~ 470 nm のうちの代表的なもの) を c_b で表すことができる (これらの色度点は単色光の軌跡 ST の近傍にあるものとみなす)。今、赤色光を点灯せず、青色 LED 素子のみを点灯すると、前記白色 LED の色度は、青色発光と黄色発光 (蛍光) の割合に応じて、 c_y と c_b を結ぶ直線 L の上をたどるが、直線 L は白色の色度点 c_0 又はその近傍を通る。ここで、白色を狙っていても、赤色 LED 素子を点灯して、赤色範囲の再現性を上げようとするれば、全体としての色度点は矢印 F に示すように c_r に向かって移動し、色度の x 座標が増え、赤味がかって見えるようになる。更にこの他に、赤色光と他の色の光の混色が不十分で均一に行われないために、赤色光が上面から見て点状に見えてしまうという問題もあった。

【0011】

本発明は、青色 LED 素子に蛍光体を組み合わせ、更に赤色 LED 素子を付加してなる、赤色補正方式の蛍光体混色型の白色 LED に関する上記の問題点を改善することを課題とするものであり、カラー表示装置のバックライトや自然な照明光として蛍光灯に代替することが可能な白色 LED を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記の課題を解決するために、その第 1 の手段として、本発明は、発光波長の互いに異なる第 1 の LED 素子と第 2 の LED 素子を有し、すくなくとも第 1 の LED 素子は黄色の励起光を発する蛍光体を含有する封止部材により封止されてなり、全体として外部に白色系の照明光を出射する白色 LED において、前記第 1 の LED 素子はピーク波長が 470 nm ~ 490 nm の長波長の青色を発光する長波長青色 LED 素子であり、前記第 2 の LED 素子はピーク波長が 620 nm ~ 660 nm の赤色を発光する赤色 LED 素子であり、前記長波長青色 LED 素子と前記赤色 LED 素子は YAG 蛍光体を含有する前記封止部材により一括して封止され、前記封止部材の前記長波長青色 LED 素子の真上を除く上面が、発光している前記赤色 LED 素子が点状のものとして上部から見えるのを防止する遮光膜で、前記封止部材の側面が樹脂枠で囲われることにより、前記長波長の青色光と前記黄色の励起光と前記赤色光とによる混合色が赤味がからない白色光になって前記長波長青色 LED 素子の真上からのみ投射されることを特徴とする。

10

20

30

40

50

【0016】

上記の課題を解決するために、その第2の手段として、本発明は、前記第1の手段において、前記第1のLED素子と前記第2のLED素子は、それぞれ独立した端子に電氣的に接続され、前記第1のLED素子である長波長青色LED素子と前記第2のLED素子である赤色LED素子の通電の制御が個別にできるようにされていることを特徴とする。

【0017】

上記の課題を解決するために、その第3の手段として、本発明は、前記第2の手段において、前記第2のLED素子である赤色LED素子は1個であり、前記第1のLED素子である長波長青色LED素子は複数個よりなることを特徴とする。

10

【0018】

上記の課題を解決するために、その第4の手段として、本発明は、前記第3の手段において、前記複数個の長波長青色LED素子の各々は、それぞれ独立した端子に電氣的に接続され、それぞれに対し通電の制御が個別にできるようにされていることを特徴とする。

【0019】

上記の課題を解決するために、その第5の手段として、本発明は、前記第1の手段乃至第4の手段のいずれかにおいて、前記第1のLED素子と前記第2のLED素子は、それぞれに対応する導通電極手段が形成された共通の基板に搭載され、黄色の励起光を発する蛍光体を含有する封止部材により封止されてなることを特徴とする。

20

【0020】

上記の課題を解決するために、その第6の手段として、本発明は、前記第5の手段において、前記第1のLED素子と前記第2のLED素子が搭載された共通の基板上の前記封止部材の周辺に、凹部に形成した反射面を有する反射部材を取り付けたことを特徴とする。

【0022】

上記の課題を解決するために、その第7の手段として、本発明は、前記第1の手段乃至第6の手段のいずれかにおいて、前記長波長青色LED素子は、GaN系であることを特徴とする。

30

【0023】

上記の課題を解決するために、その第8の手段として、本発明は、前記第1の手段乃至第6の手段のいずれかにおいて、前記赤色LED素子はGaAlAsもしくはGaAlInPよりなることを特徴とする。

【0025】

上記の課題を解決するために、その第9の手段として、本発明は、前記第1の手段乃至第6の手段のいずれかにおいて、前記独立した端子は、スルーホールに導通するスルーホール電極であることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0026】

本発明は、赤色補正方式の蛍光体混色型の白色LEDに属するものであるが、前記の第1の手段によれば、赤色領域における再現性を確保すると共に、前記第1のLED素子として、従来の青色LED素子(450nm~470nm)に代えて長波長青色LED素子(470nm~490nm)を用いるので、緑色の領域で波長が500nm付近の発光成分を十分に確保することができるので、前記の特許文献3に示すような従来の赤色補正方

50

式の蛍光体混色型の白色LEDに比して緑色領域における演色性が改善され、フルカラー表示装置のバックライトに用いる白色光源として、十分な演色性をもって使用することができる。又、従来の青色LED素子を長波長青色LED素子に置き換えればよいので、構造は従来よりも複雑になることはなく、比較的簡単でよい。

【0028】

前記第2の手段乃至第4の手段のいずれかによれば、前記第1のLED素子である長波長青色LED素子の駆動電流と前記第2のLED素子である赤色LED素子の駆動電流を個別に制御できるので、目的に応じて長波長青色LED素子の発光強度と赤色LED素子の発光強度の割合を調整し、例えば動画、静止画の撮影等で赤色領域の再現性が要求される場合は赤色LED素子の発光強度を上げ、蛍光灯に代えて自然光に近い照明光として使用する場合には、赤色が目立たないように、長波長青色LED素子の発光強度を上げて、青色領域の発光とこれにより励起される蛍光体の発光による黄色の割合を上げるようにすることができる。

10

【0029】

前記第5の手段又は第6の手段によれば、本発明に係る赤色補正方式の蛍光体混色型の白色LEDを表面実装型のLEDとして小型に形成すること、及び/又は、反射手段を利用することにより、照明光の発散を防ぎ、照明対象に効率よく照明光を集めることができる。

20

【0030】

前記第7の手段又は第8の手段によれば、本発明において使用するLED素子等を所望の波長で発光させ、又はその品質かコストかの選択をすることができる。

【0031】

前記第9の手段によれば、スルーホール端子を用いることにより、複数LED素子に対し、個別の端子を設けた場合でも、白色LEDを小型で表面実装に適したものとすることができる。

【実施例1】

30

【0032】

以下に本発明の実施例1に係る白色LEDにつき図面を用いて説明する。図1は本実施例1に係る白色LED20の構成を示す図である。白色LED20は白色系の発光を目的とした赤色補正方式の蛍光体混色型のLEDに属する表面実装型のLEDである。図1(a)は上面図、図1(b)は正面図であり、図1(c)は図1(a)におけるA-A断面図である。図1において、1はガラス繊維入りのエポキシ樹脂等よりなる絶縁性の矩形状の基板であり、2a、2bは1対の青色用接続電極、3a、3bは1対の赤色用接続電極である。7は前記基板1の側面の形成された4個のスルーホールである。前記青色用接続電極2a、2bおよび赤色用接続電極3a、3bは前記基板1の上面にパターン形成され、それぞれに対応する前記スルーホール7の内面にまで延長して形成されている。4は長波長の青色(ピーク波長 $d = 470 \text{ nm} \sim 490 \text{ nm}$)を発光する長波長青色LED素子であり、5は赤色(ピーク波長 $d = 620 \text{ nm} \sim 660 \text{ nm}$)を発光する赤色LED素子である。図1(d)は図1(c)の部分的な拡大図であるが、同図に示すように、長波長青色LED素子4はGaN系のpn半導体層をサファイア絶縁基板4c上に形成してなるものであるが、サファイア絶縁基板4cを前記基板1上に直接に接着固定し、長波長青色LED素子4のn層電極4bをワイヤー6により前記青色用接続電極2bに、長波長青色LED素子4のp層電極11aをワイヤー6により青色用接続電極2a接続電極3に接続する(図1(c)参照)。一方、赤色LED素子5は安価を目的とするときは例えばGaAlAsにより形成され、性能を目標とするときは例えばGaAlInPにより形成される半導体のダイオードのp-n接合タイプであり、その赤色LED素子5のn層5b

40

50

をAgペースト9により前記赤色用接続電極3bに接続し、赤色LED素子5のp層電極5aをワイヤー6により赤色用接続電極3aに接続する。

【0033】

このようにして、基板1の上に取り付けられ、接続がなされた長波長青色LED素子4

および赤色LED素子5の上を、粒子状のYAG蛍光体8を透明なモールド樹脂内に混入、分散させてなる封止樹脂部材10をモールドして被覆し封止する。ここで、11は基板1の上でその周辺部に配置され封止樹脂部材10を囲む樹脂枠であり、前記の、封止樹脂部材10を形成する際に、その形状を規定するとともにし、熔融したモールド樹脂が基板1の裏側やスルーホールにまで流れ出すのを防止する役割をなす。12は封止樹脂部材10の上面において、赤色LED素子5の上方の部分を覆うようにして形成された遮光性の遮光膜である。これにより、赤色LED素子5の発する赤色光srが点状の赤色として上面から直接に見えてしまうことを防止している。以上のようにして本実施例1に係る表面実装型の白色LED20が構成される。

【0034】

白色LED20の前記の青色用接続電極2a、2bおよび赤色用接続電極3a、3bを対応する前記スルーホール7を介して図示しない回路基板の対応する配線に接続し、青色用接続電極2aから2bの方向に正電圧を加え、赤色用接続電極3aから3bの方向に正電圧を加えることにより、長波長青色LED素子4および赤色LED素子5にそれぞれ所要の電流を流すことにより、それぞれのLED素子を同時に発光させる。その一例として、図1(c)に示すように長波長青色LED素子4は470nm~490nmのピーク波長で長波長青色光sb1を発光し、赤色LED素子5は620nm~660nmのピーク波長で赤色sr光を発光する。この場合、前記長波長青色光sb1の一部は封止樹脂部材10内に分散されたYAG蛍光体8に吸収されて波長変換され、ピーク波長が560nm付近の黄色光syが励起される。この場合、赤色光srは、赤色LED素子5の上方の部分は遮光皮膜12の存在により透過することができず、斜め方向に、長波長青色光sb1および黄色光syと混じりあった状態で出射するので、赤色光が単独で赤い点として上方から見えることはない。

【0035】

図5(a)はこのようにして生じ、封止樹脂部材10を通して外部に、出射する光線の中の長波長青色光sb1と蛍光体8の黄色光syとの合体した青・黄色合体光の発光スペクトルSBと赤色光srの発光スペクトルSRを個別に示す図であり、図5(b)はこれらの光線の成分が総合されて、白色LED20全体として外部に出射する照明光sのスペクトルSを示す図である。同図に示すようにこのスペクトルSは従来の赤色補正方式の蛍光体混色型のLEDの総合的な照明光のスペクトルとして、図9のS3に示したスペクトルと比較すると緑色の領域の500nm付近の発光成分の落込みが少なくなり、緑色の領域における演色性が向上している。このため、本第1実施例の白色LED20は、カラーLCD等カラー表示装置の照明用の白色系の照明手段として適している。

【0036】

図6は本第1実施例に係る白色LED20の発光の色度を従来の赤色補正方式の蛍光体混色型のLEDの発光の色度(図10に示したもの)と比較して示す色度図である。ここで、説明の便宜上、赤色LED素子5の発光(650nm)の色度点cr、蛍光体8の発光(560nm)の色度点cy、長波長青色LED素子5の発光(470nm~590nmのうち代表的なもの)の色度点b1、従来の青色LED素子の発光(450nm~470nmのうち代表的なもの)の色度点cbとし、これらがいずれも色度図における単色光を示す曲線STの近傍に存在するものと見なして以下の説明を行う。すなわち、今仮に、赤色LED素子(650nm)を発光させることなく従来の青色LED素子のみに通電した場合、そのLEDの全体の色度は青色LED素子の発光の強さと、蛍光体の発光強さの割合に応じて、青色LED素子の色度点cbと蛍光体の色度点cyを結ぶ直線L上を移動する。そして、この直線Lは白色の色度点c0(x=0.33 y=0.33)の近傍を

10

20

30

40

50

通過する（これはもともと、青色LED素子の発光と蛍光体の発光を合成して蛍光体白色光を得ることを目的としているからである。）。よって、このほかに赤色LED素子を発色させると、すでに、従来例で図10において説明したように、合成光の色度は白色を目的としようとしても、矢印Fに示すように白色よりも右側にずれてx成分が増加し、どうしても赤味がかかった色合いとなり、自然光に近い照明に不適切となる。

【0037】

これに対し、本実施例1においては、従来の青色LED素子に代えて長波長青色LED素子5（480nm）を使用しその色度点cb1は従来の色度点cbよりも左上のy方向にずれている。よって、この色度点cb1と蛍光体の色度点cyを結ぶ直線L1は前記の直線Lよりも左側にずれ、白色の色度点c0よりも左側を通ることとなる。よって、赤色LED素子5を発光させない状態で、長波長青色LED素子4の発光強度と蛍光体8の発光強度の割合を調整して直線L1で白色の色度点c0の左側の点、例えばc1となるように調整し（蛍光体8の含有量又は長波長青色LED素子5の発光強度を変えることにより調整できる。）この状態で赤色LED素子5を発光させれば、合成光の色度は矢印F1に示すように、白色の色度点c0に近づくことになる。このように本実施例1によれば、赤色LED素子5をある程度強く発光させても、全体の合成光の色度が白色に近い状態を保つことができるので、蛍光灯に代えて自然光に近い照明光として使用する場合に赤味がかかった照明光となるのを防ぐことができる。

【0038】

なお、本実施例1においては、長波長青色LED素子4および赤色LED素子5に対し個別の接続端子となる接続電極（2a、2b、3a、3b）が設けられており、これらはいずれも対応する独立のスルーホール7の電極を端子として個別に所望の電流を流して長波長青色の発光強度と赤色光の発光強度を独立に調整することができるので、この調整により演色性（特に緑色の領域）を高め、目的に応じて赤色領域の再現性を高めたり、白色照明光としての赤味を減少させるような調整が容易にできるようになっている。又、スルーホールを電極端子とすることにより、複数のLED素子に対しこのように個別に端子を設けた場合でも、表面実装に適した小型の白色LEDとすることができる。（なお、図示は省略するが、各LED素子に対応する接続電極のマイナス側の電極を必要に応じて共通の接続電極とすることもできる。）

【0039】

なお、本発明によれば、構造的には従来の従来の赤色補正方式の蛍光体混色型のLED（特許文献3）の青色LED素子を長波長青色LED素子に置換すればよいので、従来よりも構造を特に複雑にしなくとも、従来と同様の比較的簡単な構造によって、従来の問題点を解決することができる。

【実施例2】

【0040】

以下に、本発明の実施例2に係る白色LEDにつき図面を用いて説明する。図2（a）は本実施例2に係る白色LED30の全体の示す斜視図であり、図2（b）はその分解斜視図である。図2（b）において、27は基板21に搭載された赤色LED素子5、第1の長波長青色LED素子14aおよび第2の長波長青色LED素子14bが蛍光体を含有する封止樹脂部材19により封止されてなる白色発光体であり、31は反射枠体である。白色発光体31の基板21に反射枠体32が取り付けられて図2（a）に示す白色LED30が構成される。図3（a）は、図2（b）に示す白色発光体27を示す上面図であり、図3（b）は図2（a）に示す白色LED30の組み立てられた状態の断面図である。図2（b）及び図3（a）に示すように、基板21の側面には6個のスルーホールが形成され、基板21の上面には第1青色用接続電極23a、23b、第2青色用接続電極24a、24bおよび赤色用接続電極25a、25bが対応するスルーホールの内面を含めて形成されている。第1の長波長青色LED素子14aは図1（d）に示して説明したのと同様にして基板21に固定されるとともにワイヤーにより第1青色用接続電極23a、23bにそれぞれ接続される。第2の長波長青色LED素子14bも、同様にして基板21に

10

20

30

40

50

固定されるとともにワイヤーにより第2青色用接続電極 24 a、24 b にそれぞれ接続される。赤色 LED 5 は図 1 (d) に示して説明したのと同様にして赤色用接続電極 25 b に導通固定されるとともに、ワイヤーにより赤色用接続電極 25 a に接続される。

【0041】

このようにして基板 21 の上に搭載され、所要の端子への接続がなされた前記赤色 LED 素子 5、第1の長波長青色 LED 素子 14 a および第2の長波長青色 LED 素子 14 b は、図示しない YAG 蛍光体を含有する封止樹脂部材 19 により封止される。封止樹脂部材 29 は略円板型にモールド成型される。このようにして、白色発光体 27 が形成される。反射枠体 31 は図 2 (b) に示すように、略直方体の基板の中央部に貫通したすり鉢状の凹部 32 を有する形状をなし、樹脂等により形成され、凹部 32 の表面にはメッキ処理等により図 3 (b) に示す反射膜 32 c が形成され、反射面となっている。反射枠体 31 はその凹部 32 が封止樹脂部材 29 を囲むような位置において、基板 21 上に載置され、接着または熱圧着により固定される。図 3 (b) はこの固定された状態を示す断面図である。

10

【0042】

図 2 および図 3 に示した本実施例 2 において、第1の長波長青色 LED 素子 14 a および第2の長波長青色 LED 素子 14 b はともに発光波長が 470 nm ~ 490 nm のものを用いる。この範囲に入っていれば、発光波長が一致していなくてもよい。本実施例 2 の動作原理は、基本的には図 1 に示した実施例 1 と共通なので、共通の原理の部分については説明を省略する。実施例 2 において、1 個の赤色 LED 素子 (5) に対して 2 個の長波長青色 LED 素子 (14 a、14 b) を用いる理由は、赤色領域の再現性を上げるには赤色 LED 素子の発光強度をある程度上げる必要があるところ、白色光として赤味がからない自然に近いものを発光させるには、長波長青色 LED 素子の発光の強度は従来の青色 LED 素子を用いた白色照明の場合よりも純粋の青色から外れている分だけ、逆に発光強度を上げる必要があるからである。又、このように、2 個の長波長青色 LED 素子を用いることにより、赤色 LED 素子の発光強度を下げることなく、白色を保持しつつ、全体の照明の明るさを上げることができる。更に本実施例 2 の場合は、前記反射枠体 31 を用いることにより、白色 LED 30 の本体部分である白色系発光体 27 から発散する光を反射させて照明対象物に効率よく照射し、実質的な照明光の明るさを上げることができる。なお、副次的な効果としては、例えば、発光波長が 480 nm を狙って製造した長波長青色 LED 素子の発光波長がバラついている場合、長波長青色 LED 素子 (14 a、14 b) として発光波長が 480 nm 以下のものと 480 nm 以上のものを組み合わせ、その発光強度を適切に調整することにより、緑色領域における演色性を所望の値に補正することも可能となる。

20

30

【実施例 3】

【0043】

以下に、本発明の実施例 3 に係る白色 LED につき図面を用いて説明する。図 4 は本実施例 3 に係る白色 LED 40 の構成を示す図であり、図 4 (a) は上面図、図 4 (b) は図 4 (a) の B - B 断面図、図 4 (c) は図 4 (a) の C - C 断面図である。図 4 において 41 は基板、45 は赤色 LED 素子、44 a、44 b、44 c、44 d は長波長青色 LED 素子である。赤色 LED 素子 45 の発光波長は略 650 nm であり、長波長青色 LED 素子 44 a、44 b、44 c、44 d の発光波長は 470 nm ~ 490 nm である。55 a、55 b は赤色接続電極である。54 a 1、54 a 2 は長波長青色 LED 素子 44 a に対応する 1 対の接続電極、54 b 1、54 b 2 は長波長青色 LED 素子 44 b に対応する 1 対の接続電極、54 c 1、54 c 2 は長波長青色 LED 素子 44 c に対応する 1 対の接続電極、54 d 1、54 d 2 は長波長青色 LED 素子 44 d に対応する 1 対の接続電極である。図 4 (a)、図 4 (b) に示すように、赤色 LED 素子 45 は基板 41 の中央部において、一方の赤色接続電極 55 b の上に固定されて導通し、他方の赤色接続電極 55 a とはワイヤーにより接続される。長波長青色 LED 素子 44 a、44 b、44 c、44 d は、図 4 (a)、図 4 (c) に示すように赤色 LED 素子 45 を囲む位置におい

40

50

て基板 4 1 に固着され、長波長青色 LED 素子 4 4 a はワイヤーにより、接続電極 5 4 a 1、5 4 a 2 にそれぞれ接続される。長波長青色 LED 素子 4 4 b はワイヤーにより、接続電極 5 4 b 1、5 4 b 2 にそれぞれ接続される。長波長青色 LED 素子 4 4 c はワイヤーにより、接続電極 5 4 c 1、5 4 c 2 にそれぞれ接続される。長波長青色 LED 素子 4 4 d はワイヤーにより、接続電極 5 4 d 1、5 4 d 2 にそれぞれ接続される。

【0044】

このようにして基板 4 1 上に搭載され、所要の接続がなされた赤色 LED 素子 4 5 および長波長青色 LED 素子 4 4 a、4 4 b、4 4 c、4 4 d の上を、以下に示すようにして封止する。すなわち、赤色 LED 素子 4 5 の周囲を 拡散剤入りエポキシ よりなる半透明樹脂 5 2 で一旦封止し、その半透明樹脂 5 2 の上および長波長青色 LED 素子 4 4 a、4 4 b、4 4 c、4 4 d の上を、図 4 (b)、(c) に示すように、YAG 蛍光体 8 を含有する封止樹脂部材 5 0 により封止する。5 1 は封止樹脂部材 5 0 の形状を保つために基板 4 1 上の周辺部に固定される樹脂枠である。図 4 (b) に示すように、赤色 LED 素子 4 5 からは、実施例 1 において図 1 に示したのと同様の赤色光線 s r を出射するが、半透明樹脂 5 2 内の図示しない拡散剤により拡散されて、封止樹脂部材 5 0 内では種々の方向に分散する。図 4 (c) に示すように、長波長青色 LED 素子 4 4 a、4 4 b 等により図 1 に示したのと同様の長波長青色光 s b l を発し、その長波長青色光 s b l の一部が YAG 蛍光体 8 に吸収されて黄色の励起光 s y を発する。このようにして、封止樹脂部材 5 0 内において、結果的には赤色光線 s r、長波長青色光 s b l、黄色の励起光 s y が適切に混じり合って混色がなされ、赤色光が点状のものとして上部から見えるのを防止することができる。このようにして構成された本実施例 3 に係る白色 LED 4 0 の作用原理および効果は、基本的には、図 1 に示した実施例 1 に係る白色 LED 2 0 と同様であるが、赤色 LED 素子 1 個に対し長波長青色 LED 素子 4 個を配し、長波長 LED 素子の数を増やした分だけ、より演色性を高め、発光色度の自由度を上げることや、赤味のない白色発光の発光強度を上げることが容易にできるようになっている。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図 1】本発明の実施例 1 に係る白色 LED の構成および作用を示す図である。

【図 2】本発明の実施例 2 に係る白色 LED の構成を示す図である。

【図 3】図 2 に示した白色 LED の要部等を示す図である。

【図 4】本発明の実施例 3 に係る白色 LED の構成および作用を示す図である。

【図 5】図 1 に示した白色 LED の発光のスペクトルを示す図である。

【図 6】図 1 に示した白色 LED の発光の色度を示す色度図である。

【図 7】従来の白色 LED の発光のスペクトルを示す図である。

【図 8】従来の白色 LED の構成および作用を示す図である。

【図 9】従来の改良型の白色 LED の発光のスペクトルを示す図である。

【図 10】図 9 に示す発光のスペクトルに対応する色度を示す色度図である。

【符号の説明】

【0046】

1、2 1、4 1 基板

2 a、2 b、2 3 a、2 3 b、2 4 a、2 4 b 青色用接続電極

3 a、3 b、2 5 a、2 5 b 赤色用接続電極

4、1 4 a、1 4 b 長波長青色 LED 素子

4 a、5 a p 層電極

4 b n 層電極

4 c サファイア絶縁基板

5 赤色 LED 素子

5 b n 層

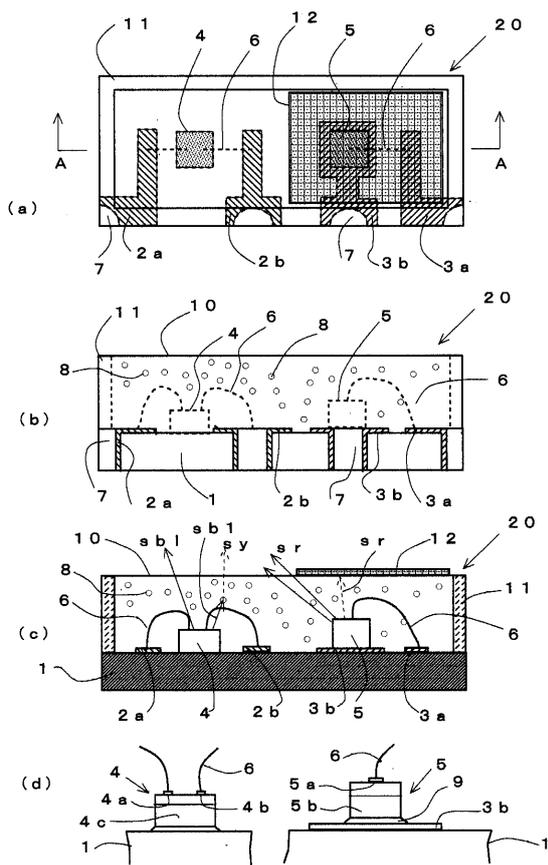
6 ワイヤー

- 7 スルーホール
- 8 YAG蛍光体
- 9 Agペースト
- 10、19、50 封止部材
- 11、51 樹脂枠
- 12 遮光膜
- 20、30、40 白色LED
- 31 反射枠体
- 32 凹部
- 32c 反射面
- 44a、44b、44c、44d 長波長青色LED素子
- 45 赤色LED素子
- 52 半透明樹脂
- 54a1、54b1、・・・、54d1、54d2 長波長青色LED素子対応接続電極
- 55a、55b 赤色接続電極
- sb1 長波長青色光
- sr 赤色光
- sy 蛍光体励起光

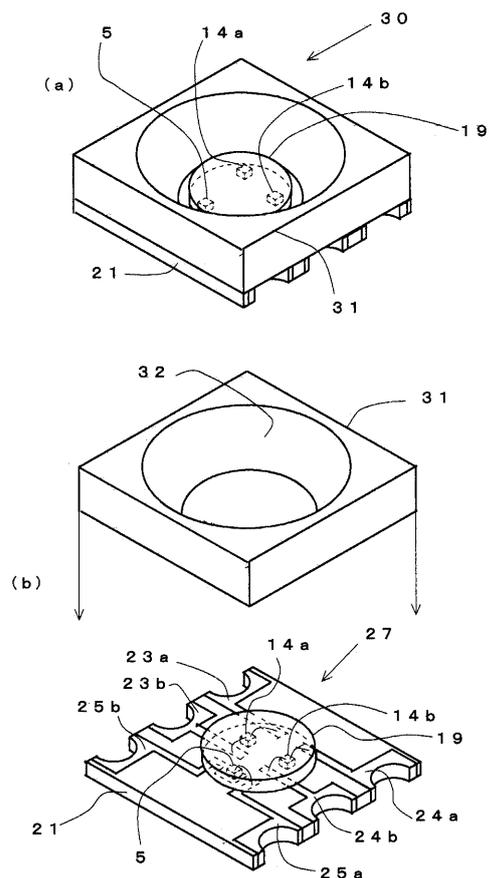
10

20

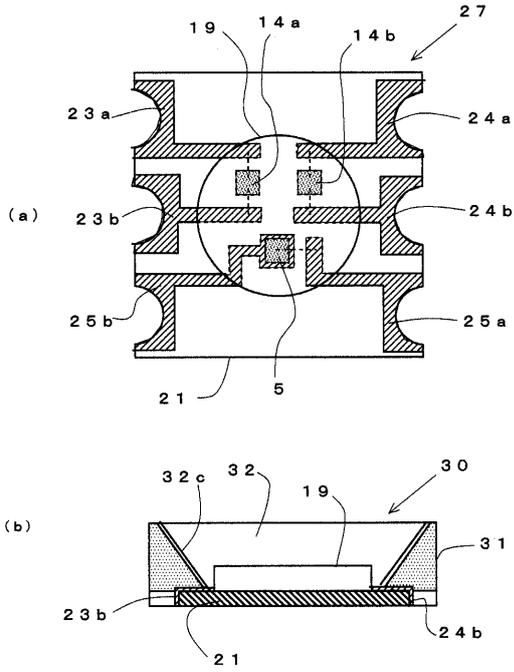
【図1】



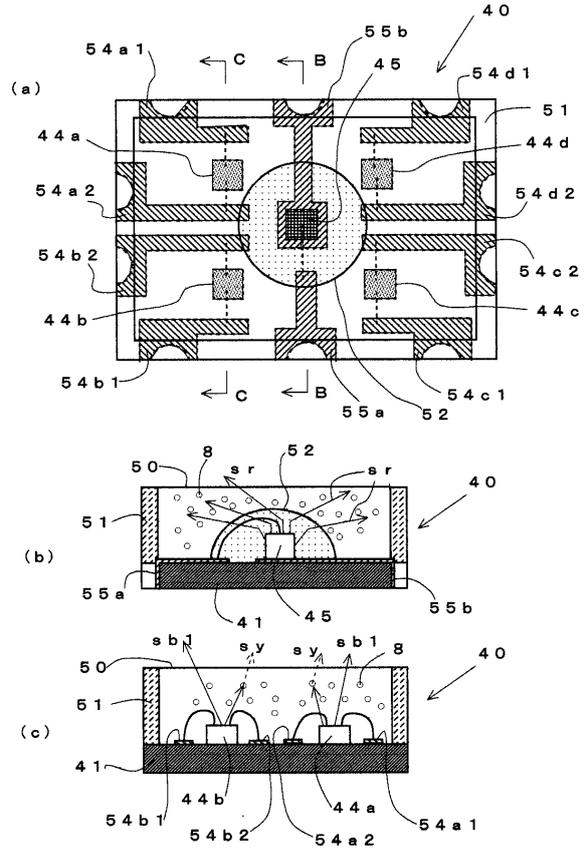
【図2】



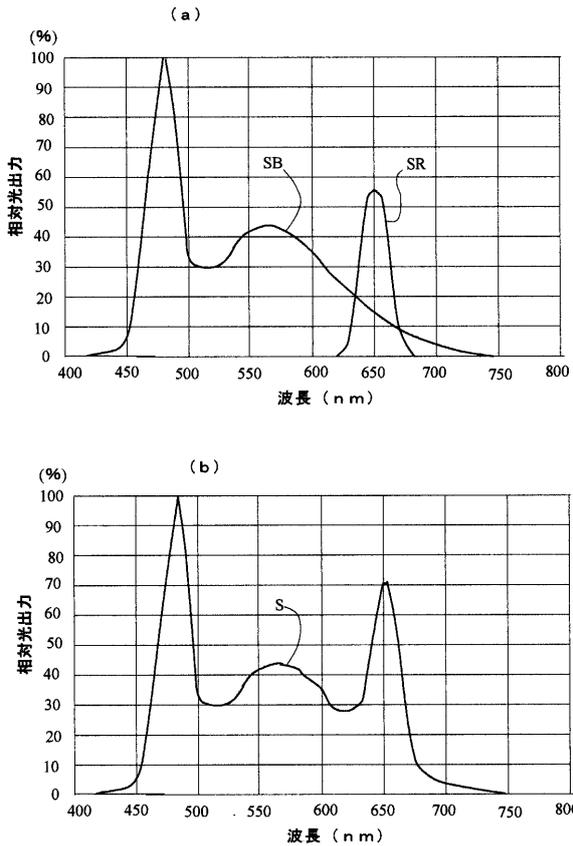
【図3】



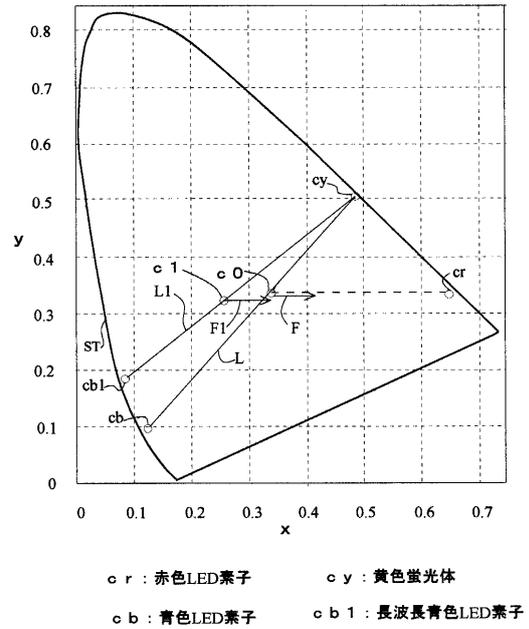
【図4】



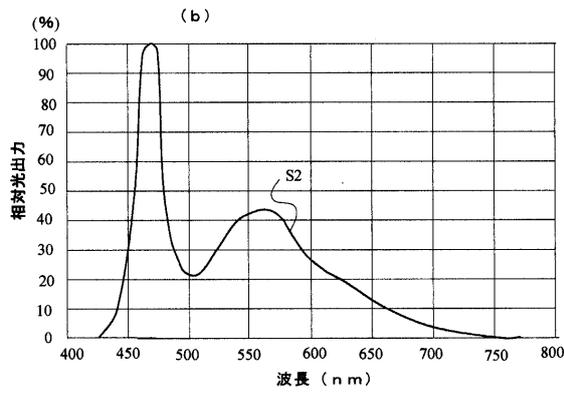
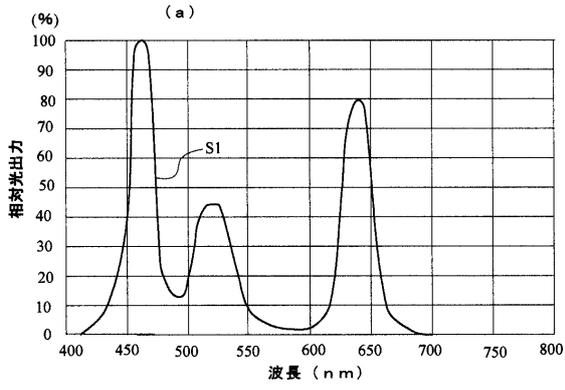
【図5】



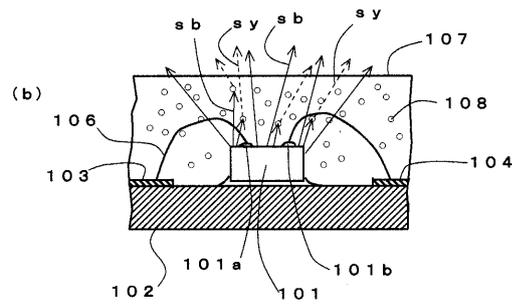
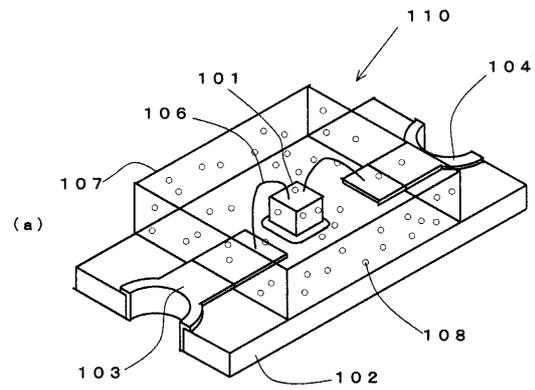
【図6】



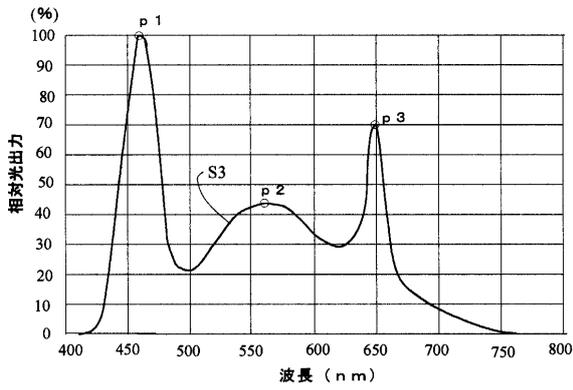
【 図 7 】



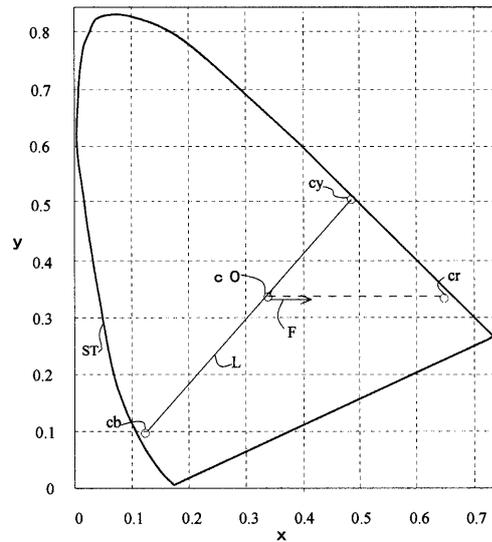
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



cr : 赤色LED素子 cy : 黄色蛍光体
 cb : 青色LED素子

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2001-144331(JP,A)
特開平04-137569(JP,A)
特開2002-057376(JP,A)
特開2001-148512(JP,A)
実開昭57-130385(JP,U)
特開平10-190065(JP,A)
特開平02-079084(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00 - 33/64