



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I601318 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：102117448

(22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 05 月 16 日

(51)Int. Cl. : **H01L33/50 (2010.01)**

(30)優先權：2012/06/01 美國

61/654,278

(71)申請人：3 M新設資產公司(美國) 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY (US)
美國(72)發明人：奧德奇爾克 安卓 約翰 OUDERKIRK, ANDREW JOHN (US)；賓德 艾倫 愛
麗絲 BINDER, ERIN ALICE (US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 200428677

TW 200805717

US 20070024191A1

審查人員：張展溢

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：15 共 58 頁

(54)名稱

使用遠端磷光發光二極體及直接發光之發光二極體之組合的混合型燈泡

HYBRID LIGHT BULBS USING COMBINATIONS OF REMOTE PHOSPHOR LEDS AND DIRECT
EMITTING LEDS

(57)摘要

本發明係關於一種適於一般照明應用之光源，其將至少一個遠端磷光 LED 與至少一個直接發光之 LED 組合成單個單元。該遠端磷光 LED 與該直接發光之 LED 兩者由基座承載且由球狀物或其他合適覆蓋元件覆蓋，該覆蓋元件可為光漫射型。該遠端磷光 LED 包括第一 LED、磷光層及第一分色反射器。來自該第一 LED 之激發光由該第一分色反射器反射於該磷光層上以產生磷光，磷光實質上由該第一分色反射器透射。來自該直接發光之 LED 之至少一些光傳播至該覆蓋元件而不通過任何分色反射器，包括該第一分色反射器。該光源可使用相對較小量之磷光材料提供白光輸出。

A light source suitable for general lighting applications combines at least one remote phosphor LED and at least one direct emitting LED in a single unit. Both the remote phosphor LED and the direct emitting LED are carried by a base and covered by a bulb or other suitable cover member, which may be light-diffusing. The remote phosphor LED includes a first LED, a phosphor layer, and a first dichroic reflector. Excitation light from the first LED is reflected by the first dichroic reflector onto the phosphor layer to generate phosphor light, which is substantially transmitted by the first dichroic reflector. At least some light from the direct emitting LED propagates to the cover member without passing through any dichroic reflector, including the first dichroic reflector. The light source may provide white light output using relatively small amounts of phosphor material.

指定代表圖：

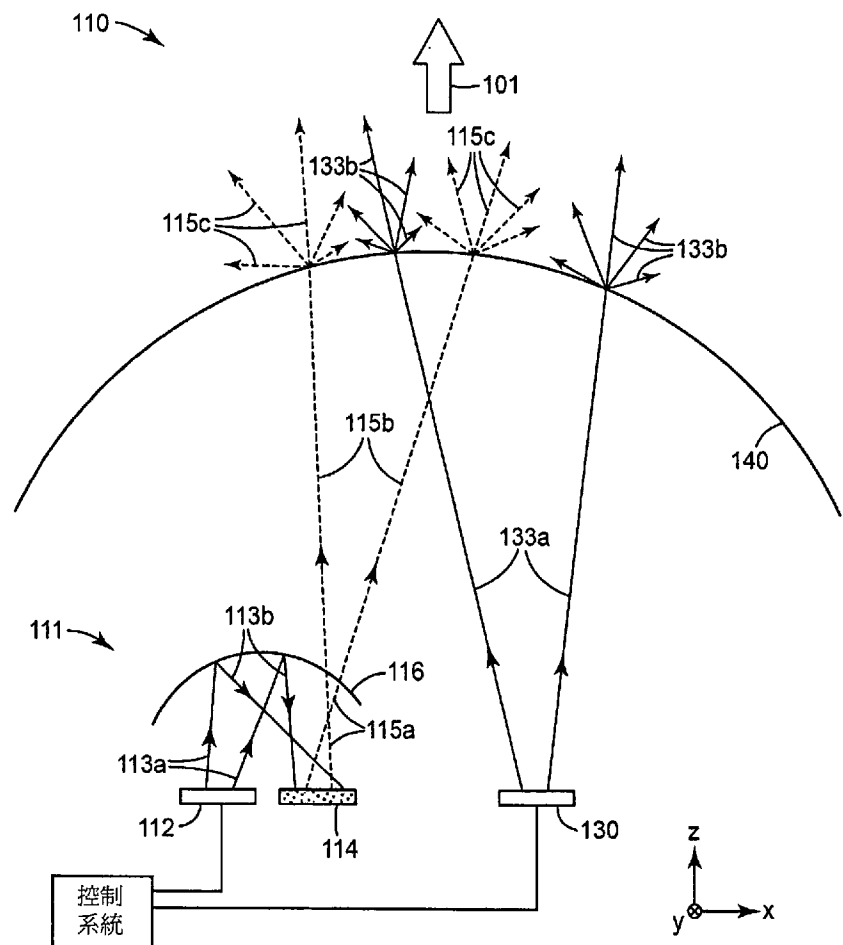


圖1

- 符號簡單說明：
- 101 . . . 寬頻帶輸出光
 - 110 . . . 寬頻帶固態光源
 - 111 . . . 遠端磷光LED
 - 112 . . . 泵浦LED
 - 113a . . . 激發光
 - 113b . . . 反射激發光
 - 114 . . . 磷光層
 - 115a . . . 磷光
 - 115b . . . 透射磷光
 - 115c . . . 磷光
 - 116 . . . 分色反射器
 - 130 . . . 直接發光之LED
 - 133a . . . LED光
 - 133b . . . 透射LED光
 - 140 . . . 光透射覆蓋元件

發明摘要

※ 申請案號：102111448

※ 申請日：102. 5. 16

※ IPC 分類：H01L37/50

(2010.01)

【發明名稱】

使用遠端磷光發光二極體及直接發光之發光二極體之組合的
混合型燈泡

HYBRID LIGHT BULBS USING COMBINATIONS OF REMOTE
PHOSPHOR LEDS AND DIRECT EMITTING LEDS

【中文】

本發明係關於一種適於一般照明應用之光源，其將至少一個遠端磷光LED與至少一個直接發光之LED組合成單個單元。該遠端磷光LED與該直接發光之LED兩者由基座承載且由球狀物或其他合適覆蓋元件覆蓋，該覆蓋元件可為光漫射型。該遠端磷光LED包括第一LED、磷光層及第一分色反射器。來自該第一LED之激發光由該第一分色反射器反射於該磷光層上以產生磷光，磷光實質上由該第一分色反射器透射。來自該直接發光之LED之至少一些光傳播至該覆蓋元件而不通過任何分色反射器，包括該第一分色反射器。該光源可使用相對較小量之磷光材料提供白光輸出。

【英文】

A light source suitable for general lighting applications combines at least one remote phosphor LED and at least one direct emitting LED in a single unit. Both the remote phosphor LED and the direct emitting LED are carried by a base and covered by a bulb or other suitable cover member, which may be light-diffusing. The remote phosphor LED includes a first LED, a phosphor layer, and a first dichroic reflector. Excitation light from the first LED is reflected by the first dichroic reflector onto the phosphor layer to generate phosphor light, which is substantially transmitted by the first dichroic reflector. At least some light from the direct emitting LED propagates to the cover member without passing through any dichroic reflector, including the first dichroic reflector. The light source may provide white light output using relatively small amounts of phosphor material.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

101	寬頻帶輸出光
110	寬頻帶固態光源
111	遠端磷光LED
112	泵浦LED
113a	激發光
113b	反射激發光
114	磷光層
115a	磷光
115b	透射磷光
115c	磷光
116	分色反射器
130	直接發光之LED
133a	LED光
133b	透射LED光
140	光透射覆蓋元件

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

（無）

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

使用遠端磷光發光二極體及直接發光之發光二極體之組合的
混合型燈泡

HYBRID LIGHT BULBS USING COMBINATIONS OF REMOTE
PHOSPHOR LEDS AND DIRECT EMITTING LEDS

【技術領域】

本發明大體上關於光源，尤其關於併有發光二極體(LED)及磷光體之固態光源。本發明亦關於相關物品、系統及方法。

【先前技術】

發射寬頻帶光之固態光源為已知的。在一些情況下，該等光源係藉由將一層發黃光磷光體施用於藍色LED上來製造。當藍色LED之光通過磷光層時，一些藍光被吸收且實質部分之吸收能由磷光體再發射為可見光譜中較長波長之斯托克位移光(Stokes-shifted light)，通常為黃光。磷光體厚度小到足以使一些藍色LED光完全通過磷光層且與磷光體之黃光結合以提供具有白色外觀之寬頻帶輸出光。

亦已提出其他LED泵浦磷光源。在美國專利7,091,653(Ouderkirk等人)中，論述LED之紫外(UV)光藉由長通反射器反射於磷光層上之光源。磷光層發射可見(較佳白色)光，此光實質上藉由長通反射器透射。LED、磷光層及長通濾光器以一定方式配置，使得當UV光自LED行進至長通反射器時，UV光不通過磷光層。

【發明內容】

吾等已開發出寬頻帶固態光源之一個新家族。此等光源可經製造以用作一般照明應用中之燈泡，將至少一個遠端磷光LED及至少一

個直接發光之LED組合在單個「混合型」單元中。遠端磷光LED及直接發光之LED兩者由基座承載且由球狀物或其他合適覆蓋元件覆蓋，該等覆蓋元件可為光漫射型。遠端磷光LED包括第一LED、磷光層及第一分色反射器。來自第一LED之激發光由第一分色反射器反射於磷光層上以產生磷光，磷光實質上由第一分色反射器透射。來自直接發光之LED之至少一些光傳播至覆蓋元件而不通過任何分色反射器，包括第一分色反射器。光源可使用相對較小量之磷光材料提供白光輸出。

吾等在本文中尤其描述發射寬頻帶輸出光之混合型光源，且該等混合型光源包括基座、附接至該基座之光透射覆蓋元件、由該基座攜帶且由該覆蓋元件覆蓋的第一LED、第二LED、第一磷光層及第一分色反射器。第一分色反射器經組態以將來自第一LED之至少一些激發光反射於第一磷光層上，以使第一磷光層發射第一磷光。第一分色反射器亦經組態以實質上透射第一磷光。第二LED經安置以發射至少一些光自第二LED傳播至覆蓋元件而不通過任何分色反射器，包括第一分色反射器。光源亦可包括經組態以分別使用第一及第二驅動信號控制第一及第二LED之控制器。

第一LED、第一磷光層及第一分色反射器可經排列以使得至少一些激發光自第一LED傳播至第一分色反射器而不通過第一磷光層。由光源發射之寬頻帶輸出光對於一般觀察者而言可為實質上白色外觀。第一LED可發射峰值波長介於340至480 nm、或400至470 nm之光。

第二LED可為複數個非泵浦LED中之一者。非泵浦LED可包括具有範圍介於445至500 nm之峰值波長的藍色發射LED，及具有範圍介於600至650 nm之峰值波長的紅色發射LED。

覆蓋元件可為光漫射型，且可為凹形。第一分色反射器可為凹形，且可覆蓋第一LED及第一磷光層兩者。由光源發射之寬頻帶輸出

光可為實質上白色且具有至少80之演色指數。

第一LED可為複數個泵浦LED中之一者。另外，第一磷光層可為複數個磷光層中之一者，且第一分色反射器可為複數個分色反射器中之一者。每一分色反射器可經組態以將來自至少一個泵浦LED之激發光反射於一個對應磷光層上。泵浦LED可各具有主要發射表面，主要發射表面具有主要發射表面積，主要發射表面積之總和為LED總表面積 A_{LED} 。另外，磷光層可各具有光入射於上面的主要表面，磷光入射表面積之總和為總磷光表面積 $A_{磷光體}$ 。 $A_{磷光體}/A_{LED}$ 之比率可不超過50、或20、或15、或10、或5、或2。

吾等亦描述方法，包括提供第一LED、第二LED及第一磷光層，且排列第一分色反射器以攔截來自第一LED之至少一些激發光，且將該激發光反射於第一磷光層上以使第一磷光層發射第一磷光。該等方法亦可包括使第一磷光實質上透射穿過第一分色反射器，且組合透射穿過第一分色反射器之第一磷光與由第二LED發射且並未通過任何分色反射器(包括第一分色反射器)之LED光，以得到寬頻帶輸出光。

在該方法中，提供步驟可包括提供複數個泵浦LED，該複數個泵浦LED包括第一LED及第三LED。在一些情況下，第一分色反射器亦可經排列以攔截來自第三LED之至少一些激發光，及將該激發光反射於第一磷光層上以使第一磷光層發射更多第一磷光。提供亦可包括提供第二磷光層，且該方法可進一步包括排列第二分色反射器以攔截來自該第三LED之至少一些激發光，及將該激發光反射於第二磷光層上以使第二磷光層發射第二磷光。組合可包括使透射穿過第二分色反射器之第二磷光與透射穿過第一分色反射器之第一磷光，及與由第二LED發射且並未通過任何分色反射器之LED光組合，得到寬頻帶輸出光。

提供第二LED可包括提供複數個非泵浦LED，該複數個非泵浦

LED包括第二LED及第四LED，且寬頻帶輸出光亦可包括由第四LED發射且並未通過任何分色反射器之LED光。

亦論述相關方法、系統及物品。

本申請案之此等及其他態樣將由以下實施方式而顯而易見。然而，以上概述不應視為對所主張之主題的限制，該主題僅由隨附申請專利範圍定義，因而可在審批期間修正。

【圖式簡單說明】

圖1為組合遠端磷光LED及直接發光之LED之寬頻帶光源的示意性側視圖或截面視圖；

圖2a至2d為說明可用於給定遠端磷光LED之一些不同色彩或波長組合的功能圖；

圖3為遠端磷光LED之示意性透視圖；

圖4為另一遠端磷光LED之示意性透視圖；

圖5為組合若干遠端磷光LED及若干直接發光之LED之寬頻帶光源的示意性透視圖；

圖6為組合若干遠端磷光LED及若干直接發光之LED之另一寬頻帶光源的示意性側視圖或截面視圖；

圖6a為圖6之光源中所用之遠端磷光LED的示意性側視圖或截面視圖；

圖7為分色反射器之光譜反射率的圖；

圖8為用於遠端磷光LED之兩種磷光材料之光譜性質的圖；

圖9-12為四個不同模擬寬頻帶光源之光譜功率輸出的圖；及

圖13-15為提供寬頻帶光之三個不同模擬參考裝置之光譜功率輸出的圖。

在圖式中，類似參考數字表示類似元件。

【實施方式】

吾等已發現具有尤其有利的設計特徵的寬頻帶固態光源可藉由組合一或多個遠端磷光LED之光輸出及一或多個直接發光之LED之光輸出來構建。所得混合型光源可具有穩固的固態設計，且可高效率利用LED及磷光材料。光源亦可提供具有所需特性(諸如高演色指數(CRI))之白光輸出。光源可用作一般照明應用中之燈泡，或可用於其他更專業的應用中。

在本申請案中，「發光二極體」或「LED」係指發射可見光、紫外光或紅外光之二極體，但在許多實際實施例中，發射光將具有範圍介於約340至650 nm或約400至650 nm之峰值波長。術語LED包括作為習知或超輻射種類之「LED」銷售的非相干裝箱或封裝半導體裝置，以及諸如雷射二極體之相干半導體裝置，包括(但不限於)垂直共振腔面射型雷射(vertical cavity surface emitting laser, VCSEL)。「LED晶粒」為最基本形式之LED，亦即呈藉由半導體加工程序製得之單個組分或晶片形式。舉例而言，LED晶粒可由一或多個第III族元素及一或多個第V族元素之組合形成(III-V半導體)。合適之III-V半導體材料的實例包括氮化物，諸如氮化鎵；及磷化物，諸如磷化鎵銦。亦可使用其他類型之III-V材料，以及元素週期表其他族之無機材料。組分或晶片可包括適於施加功率以給裝置供能之電接點。實例包括線接合、捲帶式自動接合(TAB)或覆晶接合(flip-chip bonding)。組件或晶片之單層及其他功能元件通常形成於晶圓級上，且最終晶圓可隨後切成個別部件以產生許多LED晶粒。LED晶粒可經組態以用於表面黏著、板面晶片或其他已知黏著組態。一些封裝LED係藉由在LED晶粒及相關反射杯上形成聚合物封閉物來製得。LED可在若干基板中之一者上形成。舉例而言，GaN LED可藉由在藍寶石、矽及氮化鎵上磊晶而形成。出於本申請案之目的，「LED」亦應視為包括有機發光二極體，一般稱為OLED。

用以激發或「泵浦」獨立磷光材料之LED可在本文中稱為「泵浦LED」。磷光體吸收一些或全部由泵浦LED發射之光，且一些吸收能再發射為呈斯托克位移(較長波長)磷光。出於本申請案之目的，磷光通常實質上在可見光波長範圍內，且來自泵浦LED之激發光通常處於或接近可見光譜之短波長端(例如藍綠色、藍色或紫色)或在近紫外區。未用於激發或泵浦獨立磷光材料之LED可在本文中稱為「非泵浦LED」。如本文中所用，術語「遠端磷光LED」係指包括以下之子系統：至少一個泵浦LED；實際上在結構上與泵浦LED分離但與其光學耦合之至少一個磷光層或磷光體；及實質上反射來自泵浦LED之光至磷光體且實質上透射斯托克位移磷光之分色反射器。此等組件較佳經配置以使得激發光自泵浦LED傳播至分色反射器而不通過磷光層。

圖1以粗略示意的形式展示例示性寬頻帶固態光源**110**。光源**110**包括遠端磷光LED **111**、直接發光之LED **130**及光透射覆蓋元件**140**。支架結構及其他組件(未圖示)用以使經標記之組件相對於彼此保持在固定空間位置，從而產生所需寬頻帶輸出光**101**。

遠端磷光LED **111**為照明子系統，包括至少一個泵浦LED **112**、至少一個磷光層**114**及分色反射器**116**。泵浦LED **112**發射能夠激發磷光體之光**113a**。圖中僅展示激發光**113a**之兩種光線，但讀者應瞭解LED一般發射跨越寬廣方向範圍(例如呈朗伯分佈(Lambertian distribution))且跨越波長帶之激發光。激發光**113a**通常處於或接近可見光譜之短波長端或在近紫外區。舉例而言，激發光可具有範圍介於340至480 nm、或400至470 nm之峰值波長。雖然圖中僅展示一個泵浦LED **112**，但如本文中別處所論述，給定遠端磷光LED子系統中可包括一個以上。激發光**113a**實質上由分色反射器**116**反射成為反射激發光**113b**。

遠端磷光LED **111**亦包括實際上在結構上與泵浦LED **112**分離但

與泵浦LED 112光學耦合之磷光層114。磷光層114吸收一些或所有入射(反射)激發光113b，且一些吸收能再發射為較長波長磷光115a。磷光115a通常由磷光材料沿各個方向發射，且該光本身通常如以下進一步所論述呈寬頻帶。一些磷光115a朝著分色反射器116的方向傳播。該光實質上由反射器116透射產生透射磷光115b。在一些情況下，反射器116亦可透射一些(通常微小部分)激發光113a。透射磷光115b以及來自泵浦LED 112且透射穿過分色反射器116之任何光接著向前傳播至覆蓋元件140，在其中透射並視情況伴以如圖所說明之所需程度之混濁度或散射，成為磷光115c。

分色反射器116可在一些情況下與透鏡元件之外表面一致，其出於一般性而未展示於圖1中但展示在本文其他圖式中有展示。分色反射器116及外部透鏡表面(若存在)可具有凹面及/或彎曲形狀，使得由泵浦LED 112發射且由反射器116反射之光主要指向於磷光層114上。分色反射器可經成形以在磷光層114處或附近形成泵浦LED 112之至少近似影像，例如藉由使照射於磷光層114上及/或實際上由磷光層114所吸收之反射激發光之量達到最大而使效率達到最大。

分色反射器有時亦稱為分色鏡或分色濾光片。其經設計以對一些光學波長具有高反射率及低透射率，及對其他光學波長具有低反射率及高透射率。該等反射器通常至少在可見、近紅外及近紫外波長上具有可忽略的吸收，使得任何未反射的光實質上透射，及任何未透射的光實質上反射。該等反射器包含光學薄微層之堆疊，通常交替排列具有較大折射率失配之材料，諸如二氧化矽及二氧化鈦之交替層，但亦可使用其他合適無機或有機材料。該等反射器可藉由真空沈積交替層於玻璃或其他合適基板上，例如直接於透鏡元件之外表面上或於可隨後施用於該表面上之膜或基板上來製得。或者，合適反射膜可藉由可涉及共擠壓交替聚合物材料及拉伸所得多層聚合物網之連續方法製

得，例如，如美國專利5,882,774(Jonza等人)及6,783,349(Neavin等人)中所述。不考慮分色反射器所用材料及所用製造方法，反射器具有適於提供與波長相關之所需反射特性之微層堆疊的層厚度分佈。厚度分佈可適於提供充當長通濾光器或陷波濾光器(notch filter)之分色反射器，例如藉以在入射角範圍內實質上透射相對較長波長磷光且主要反射相對較短波長LED激發光。分色反射器可例如具有至少50%、或至少60%、或至少70%之磷光透射率。分色反射器可在一些情況下實質上反射可見藍光且實質上透射可見紫紅光。在一些情況下，分色反射器可為或包含多層鏡膜、反射性偏光器及/或部分偏光反射器，諸如在給定波長下，差異反射正交偏光狀態之鏡面。

分色反射器之反射性及透射性通常隨著光照射於反射器上之入射角變化而變化。舉例而言，分色反射器**116**對於傾斜入射於反射器上之LED光線可具有與垂直入射於反射器上之LED光線相比較大的透射率。此特徵可用於生產遠端磷光固態光源，該遠端磷光固態光源之輸出色彩可藉由控制配置在透鏡組下方的多個LED的相對驅動強度來調節，如共同讓渡的申請中PCT專利公開案第WO 2012/091973號中更充分地所論述。

磷光層**114**含有一或多種發螢光或以其他方式發射較之所吸收之LED光斯托克位移之光的合適磷光材料。磷光材料較佳吸收波長範圍與LED發射光譜重疊之光，使得LED可激發磷光體且使其發螢光或以其他方式發射磷光。在多數情況下，給定磷光材料可吸收電磁波譜紫外、藍色及/或藍綠色部分之光，且可發射可見光區或近可見光區之光。所發射之磷光通常為寬頻帶，例如其可具有至少100奈米之頻譜寬度。寬頻帶磷光可分佈於連續寬頻帶中，或如在間隔窄發射線集合之情況下，其可具有尖峰分佈，或其可為窄發射線及連續寬頻帶之組合。例示性磷光材料包括已知螢光染料及磷光體。摻雜鈾之釔鋁石榴

石(Ce:YAG)為可使用之磷光體的一個實例。其他摻雜稀土之石榴石或其他摻雜稀土之材料亦可為合適的，例如摻雜鎔及/或鋇之矽酸鹽、氮化物及鋁酸鹽，視設計細節及光源限制而定。合適磷光材料可包括有機及無機螢光或磷光物質，諸如包括II-VI及III-V物質之經摻雜之無機氧化物或氮化物、量子點及半導體。

本文中所揭示之磷光層可為或包含一層光透射黏合劑或基質材料，一或多種類型之螢光粒子(例如本文中所提及之摻雜稀土之石榴石或其他螢光物質)以所需濃度分散於其中。黏合劑或基質材料可為有機或無機的。聚矽氧為合適黏合劑材料之一個實例。或者，可使用陶瓷作為黏合劑材料。使用陶瓷之優勢為熱導率實質上比諸如聚矽氧之材料大。該較大熱導率使整個磷光層具有較大熱導率，可與散熱片結合使用以使磷光層維持在較低操作溫度下以便提高效率。

在另一態樣中，磷光層**114**可包含圖案化磷光體。此圖案化磷光體可包括兩種或兩種以上具有不同發射帶之磷光體。在一個態樣中，磷光層**114**可包括多個彼此空間分開的圖案化磷光體。圖案可包含以條紋、光柵圖案或任何其他對齊圖案形式形成的各具有一種色彩的奇異區。在一個實例中，磷光層**114**可包括綠色磷光體第一部分/圖案及紅色磷光體第二部分/圖案。由於此等磷光體部分為分開的，故可減少再吸收或斯托克位移相關效率損失。部分/圖案可經由安置於不同磷光體圖案之間の間隔或結構(例如壁)分開。圖案化可經由諸如噴墨印刷之習知程序實現。或者，不同磷光層部分/圖案可在某些區域接觸或重疊。

遠端磷光LED **111**亦可在磷光層**114**下面或後面包括寬頻帶反射器(未展示於圖1中)。至少一些激發光可通過磷光層**114**隨後到達寬頻帶反射器。寬頻帶反射器較佳為LED激發光及較長波長磷光兩者提供高反射率。磷光層對LED光之透明度或透射度可適於增加照明系統之

寬頻帶光輸出。該增加可實際上藉由減少磷光層中所用之磷光體之量來達成。磷光層對LED光之單程透射率可為30%至65%，且寬頻帶反射器之反射率可為至少90%、94%或98%。更多細節提供於共同讓渡的申請中PCT專利公開案第WO 2012/091975號中。

除遠端磷光LED **111**之外，光源**110**亦包括直接發光之LED **130**。吾等將LED **130**稱為直接發射，因為由此LED發射之光**133a**基本上不用於泵浦磷光層。實際上，該LED光**133a**自LED **130**傳播至覆蓋元件**140**而不通過任何分色反射器，包括分色反射器**116**。注意LED通常在寬廣角度範圍發射光，且因此視分色反射器**116**及磷光層**114**之設計細節及其相對於LED **130**之定向而定，少量LED光**133a**可照射於磷光層**114**上且產生極少量螢光。儘管如此，LED **133a**仍可稱為非泵浦LED或直接發光之LED，因為其發射之LED光相當大部分自LED **130**傳播至覆蓋元件**140**而未通過任何分色反射器且未在任何獨立磷光材料中產生螢光。

與透射磷光**115b**類似，LED光**133a**向前傳播至覆蓋元件**140**，在此如圖所說明透射並視情況伴以所需程度之混濁度或散射成為透射LED光**133b**。透射LED光**133b**、透射磷光**115c**及透射穿過分色反射器**116**及覆蓋元件**140**之任何激發光組合產生光源**110**之寬頻帶輸出光**101**。輸出光**101**在圖中以單個箭頭形式示意性展示，但讀者應瞭解輸出光**101**分佈在寬廣範圍之方向上，例如呈朗伯分佈或近朗伯分佈。輸出光**101**可能或可能關於光源**110**之光軸不對稱，該光軸例如為平行於笛卡爾x-y-z座標系統z軸之軸。透射磷光**115c**之光譜分佈又不同於透射LED光**133b**之光譜分佈，且由於此等光組分組合於輸出光**101**中，故輸出光**101**通常具有比任何個別組分大的光譜分佈。

輸出光**101**為寬頻帶，例如其可具有至少100、或150、或200、或250奈米之頻譜寬度。輸出光**101**可在光譜上分佈於連續寬頻帶中，

或如在間隔窄發射線集合之情況下，其可具有尖峰分佈，或其可為窄發射線及連續寬頻帶之組合。在例示性實施例中，輸出光**101**對於一般觀察者具有實質上白光外觀。由CIE x 色彩座標及CIE y 色彩座標組成之CIE色度座標表徵由Commission international de l'eclairage(「CIE」或國際照明委員會)在1931年開發之數學定義的色空間。 x 及 y 色彩座標不應與同物理位置或位移相關的 x 及 y 座標混淆。與物理座標不同， (x,y) 色度座標無單位。出於本申請案之目的，吾人可將白光定義為CIE色彩座標 (x,y) 滿足 $0.25 \leq x \leq 0.45$ 且 $0.25 \leq y \leq 0.45$ 之光，其中所定義區域內之不同點對應於白光之不同色調或色相，例如暖(帶紅色)白色對冷(帶藍色)白色。

藉由適當選擇直接發光之LED及遠端磷光LED，可得到比若僅使用遠端磷光LED或若僅使用直接發光之LED更高效率地提供寬頻帶光(例如白光)之光源**110**。已引伸出且將繼續引伸出LED技術及磷光體技術。在現有或新近開發的技術下，以下可具有最高效率：使用直接發光之LED而非遠端磷光LED產生具有一個特定波長帶或色彩之光(例如紅光)；及使用遠端磷光LED(使用例如高效率藍色或UV泵浦LED與綠色發射磷光體組合)而非直接發光之LED產生不同特定波長帶或色彩之光(例如綠光)。藉由將寬頻帶(例如白色)輸出光之構成組分(色彩)之最高效率產生器組合於單個光源中，可使該光源之總效率最大化或最佳化。

覆蓋元件**140**可由玻璃、塑膠或其他合適之光透射材料製成。覆蓋元件**140**可呈球狀物形式，諸如習知一般照明燈泡所用的任何已知球狀物。在此方面，覆蓋元件**140**及遠端磷光LED **111**及直接發光之LED **130**之間的一些或實質上所有空間可為空氣、或惰性氣體或真空。或者，該空間可部分或完全填充以固體、液體或其他有形光透射材料。覆蓋元件可由僅一層或一個光學元件製成，或其可包含複數個

層或光學元件，例如包圍較小內部球狀物之外部球狀物。覆蓋元件**140**可經「磨砂」，亦即適合於散射光，或其可為透明的，幾乎無光散射。球狀物亦可連接於與習知照明燈具相容的基礎元件，例如基座元件可帶螺紋或以其他方式適合於與現有照明插座搭配，且可視需要具有電接點及適於將住宅或商用供電電壓位準轉換成與LED相容的電壓及電流之電路。光源**110**亦可耦接至給光源**110**中之各種LED供能的控制系統(參見圖1)，或該控制系統可作為組件包括在光源**110**內。

現轉向圖2a-2d、3及4，吾等結合此等圖式提供與合適遠端磷光LED有關的其他資訊。亦參考以下共同讓渡PCT公開案，其描述可用於或容易地經調適以用於目前所揭示之光源的各種類型遠端磷光LED：WO 2012/091971；WO 2012/091973；WO 2013/055412；及WO 2012/091975。

可用於給定遠端磷光LED之若干不同色彩或波長組合示意性展示於圖2a至2d中。此等圖式及其描述應視為例示性而非限制性。在圖2a中，遠端磷光LED **211a**包括發射可見藍色激發光之泵浦LED **212a**，該可見藍色激發光大部分經反射且較佳藉由分色反射器**216a**成像於磷光層**214a**上。磷光層發射特定色彩(例如黃色)之磷光。色彩黃色僅為例示性，且亦可使用其他色彩之磷光。黃色磷光實質上由分色反射器**216a**透射。在此實施例中，認為分色反射器對來自泵浦LED **212a**之激發光具有顯著透射率。雖然透射率可為顯著的，但其通常小於50%，例如小於40%、30%、20%或10%，且對激發光之反射率通常大於50%，例如至少60%、70%、80%或90%。在任何情況下，一些藍色激發光透射穿過分色反射器**216a**且與黃色磷光組合以提供遠端磷光LED **211a**之白光輸出。若黃色磷光經不同色彩之磷光置換，則遠端磷光LED **211a**之輸出將具有非白色色彩。

在圖2b中，遠端磷光LED **211b**包括發射可見藍色激發光之泵浦

LED **212b**，該可見藍色激發光之大部分或全部經反射且較佳藉由分色反射器**216b**成像於磷光層**214b**上。磷光層發射特定色彩(例如黃色)之磷光。色彩黃色僅為例示性，且亦可使用其他色彩之磷光。黃色磷光實質上由分色反射器**216b**透射。在此實施例中，據認為分色反射器對來自泵浦LED **212b**之激發光幾乎不透射。因此，幾乎無藍色激發光透射穿過分色反射器**216b**。黃色磷光本身為遠端磷光LED **211b**提供光輸出。若黃色磷光經不同色彩之磷光置換，則遠端磷光LED **211b**之輸出將具有該不同色彩之輸出。

在圖2c中，遠端磷光LED **211c**包括發射紫外(UV)激發光之泵浦LED **212c**，該紫外激發光之大部分或全部經反射且較佳藉由分色反射器**216c**成像於磷光層**214c**上。磷光層發射白色磷光。白色磷光實質上由分色反射器**216c**透射。在此實施例中，據認為分色反射器對來自泵浦LED **212c**之激發光幾乎不透射。因此，幾乎無UV激發光透射穿過分色反射器**216c**。白色磷光本身為遠端磷光LED **211c**提供光輸出。

圖2d展示除磷光層發射特定非白色色彩(例如黃色)光以外，與圖2c之遠端磷光LED類似的遠端磷光LED **211d**。因此，遠端磷光LED **211d**包括發射UV激發光之泵浦LED **212d**，該UV激發光之大部分或全部經反射且較佳藉由分色反射器**216d**成像於磷光層**214d**上。磷光層發射特定非白色色彩(例如黃色)之磷光。色彩黃色僅為例示性，且亦可使用其他色彩之磷光。黃色磷光實質上由分色反射器**216d**透射。在此實施例中，據認為分色反射器對來自泵浦LED **212d**之激發光幾乎不透射。因此，幾乎無UV激發光透射穿過分色反射器**216d**。黃色磷光本身為遠端磷光LED **211d**提供光輸出。若黃色磷光經不同色彩之磷光置換，則遠端磷光LED **211d**之輸出將具有該不同色彩之輸出。

圖3為遠端磷光LED **311**之示意性透視圖，其更多細節可見於以上所引用之PCT公開案第WO 2012/091973號中。遠端磷光LED **311**，

在本文中稱為子系統**311**，且展示於笛卡爾x-y-z座標系統之情形中。子系統**311**包括基板**312**，其承載具有外表面**329a**及參考點**329b**之磷光層**329**。十八個LED安置在磷光層頂部或以其他方式貼近磷光層，該等LED排列於由六個相鄰LED組成之三個楔形組**330**、**332**、**334**中，每組相鄰LED安置於基板之楔形區中。三個楔形組LED之佈局及每一組中所描繪之LED的數目及定向為許多可能排列中之一者，且不應以限制性方式解釋。舉例而言，亦涵蓋除楔狀形狀以外的形狀。LED較佳封裝於透明聚合物或玻璃或其他合適光透射材料中，且封裝物之外表面可為凹形且彎曲的，使得分色反射器**316**可得以應用且在形狀上可與該表面一致。分色反射器可與本文所述之其他分色反射器相同或類似。分色反射器**316**之形狀可定義頂點**316a**及對稱軸或光軸**316b**。光軸**316b**可與子系統**311**之光軸重合，且可通過參考點**329b**及頂點**316a**。

相鄰LED之組藉由磷光層**329**之無阻擋楔形部分**340**、**342**、**344**彼此分隔開。「無阻擋」在此方面係指實質上不存在LED之一部分磷光層**329**。另外，每一組相鄰LED存在於基板之楔形區，自點**329b**觀察，該楔形區一般與磷光層無阻擋的楔形部分中之一者相對。每一對基板楔形區(例如LED之楔形組**330**所存在之區域)及其對應磷光層楔形部分(例如部分**340**)亦可一般相對於點**329b**對稱。藉由組態分色反射器**316**使得光軸**316b**通過點**329b**，及藉由選擇分色反射器之合適曲率半徑，來自每一楔形組相鄰LED且由分色反射器反射之部分LED光可(至少大致)成像於其對應磷光層楔形部分上。

亦展示三個LED組每一者之相鄰LED以距離點**329b**及/或光軸**316b**之不同徑向距離(平行於x-y面量測)排列。在所描繪之排列中，例如，每一組中之一個LED安置在離軸**316b**最近，每一組中之三個LED安置在離軸**316b**最遠，且每一組中之兩個LED安置在離軸**316b**之中間

距離。

在子系統**311**之一個實施例中，所有十八個LED可根據相同LED發射光譜發射LED光，且磷光層**329**可具有統一組成及結構，使得遍及且處於楔形部分**340**、**342**、**344**中之磷光層的組成及結構相同；然而，分色反射器之性質可適合於提供具有不同色彩之不同寬頻帶光部分(與不同LED相關)。詳言之，與一個「近」LED之子組(在每一組相鄰LED中)相關的第一寬頻帶光部分之色彩可不同於與兩個「中間」LED之子組(在每一組相鄰LED中)相關的第三寬頻帶光部分之色彩，繼而可不同於與三個「遠」LED之子組(在每一組相鄰LED中)相關的第三寬頻帶光部分之色彩。此種情況可藉由確保至少在一些入射角下，分色反射器平均透射或反射光譜之光譜帶邊緣或過渡區域與至少兩個「中間」LED之子組及三個「遠」LED之子組的光譜發射重疊，使得與一個近LED之子組相比，分色反射器透射較大分率之來自兩個中間LED之子組的LED光，與兩個中間LED之子組相比，分色反射器亦透射較大分率之來自三個遠LED之子組的LED光來實現。透射短波長LED光隨著距離光軸**316b**之徑向距離增加的相對增加可提供不同色彩之不同寬頻帶光部分。且來自光源**310**之總寬頻帶光發射之色彩可藉由控制給一個近LED子組、兩個中間LED子組及三個遠LED子組供能的相對程度來控制或調節。

在子系統**311**之另一實施例中，可藉由在與不同LED相關之磷光層部分使用不同組成及/或結構以便不同寬頻帶光部分獲得不同色彩。舉例而言，由LED組**330**之六個LED激發之磷光層**329**之楔形部分**340**可具有與部分**342**及/或**344**之組成及/或結構不同的組成及/或結構。子系統之總寬頻帶光發射之色彩可隨後藉由控制或調節給一組相鄰LED(例如LED組**330**)相比其他組相鄰LED(例如LED組**332**、**334**)供能的相對程度來控制或調節。或者或另外，一個、一些或所有楔形部

分**340**、**342**、**344**可在距離光軸**316b**或參考點**329b**之不同徑向距離處具有不同的組成及/或結構。由於彎曲分色反射器**316**之成像性質，每一組相鄰LED之一個近LED子組傾向於較佳激發楔形磷光體部分最接近參考點**329b**的部分，且每一組相鄰LED之兩個中間LED子組傾向於較佳激發楔形磷光體部分的中間部分，且每一組相鄰LED之三個遠LED子組傾向於較佳激發楔形磷光體部分最遠離參考點**329b**之部分。徑向變化磷光層可因此用以藉由調節或控制給一個近LED子組、兩個中間LED子組及三個遠LED子組供能的相對程度來控制或調節光源**310**之總寬頻帶光發射的色彩。或者或另外，一個、一些或所有楔形部分**340**、**342**、**344**可包含圖案化磷光體，該圖案化磷光體包括兩個或兩個以上如上所述具有不同發射帶之磷光體。

在子系統**311**之另一實施例中，可藉由選擇具有不同發射光譜之個別LED且隨後控制或調節給具有不同發射性質之LED供能的相對程度而使不同寬頻帶光部分獲得不同色彩。

圖4為遠端磷光LED **411**之示意性透視圖，其更多細節可見於以上所引用之PCT公開案第WO 2012/091973號中。遠端磷光LED **411**，在本文中稱為子系統**411**，且展示於笛卡爾x-y-z座標系統之情形中。子系統**411**包括置於基板**418**上之藍光發射LED **412**，該基板上亦具有當暴露於來自LED之藍光時發射較長波長可見光之磷光層**414**。LED **412**可藉由線接合**420**連接至導電跡線。

子系統**411**亦包括具有朝向LED及磷光層**414**開放且涵蓋LED及磷光層**414**之凸形的分色反射器**416**。反射器**416**之曲率中心以點**419**標記。LED **412**相對接近於點**419**置放，且磷光層**414**亦是如此。展示磷光層**414**較之LED尺寸略微較大。

由LED **412**發射之藍光**413a**由分色反射器**416**部分反射產生反射LED光**413b**，且部分透射產生透射LED光**413c**。反射LED光**413b**指向

於磷光層**414**上，激發磷光體且致使磷光層發射較長波長光**415a**。此較長波長光由分色反射器**416**高度透射產生磷光**415b**。透射光**413c**及透射光**415b**在空間上組合以提供子系統光源**411**之寬頻帶輸出光，諸如白光。內部空間**417**可包含封裝LED及磷光體之合適光透射玻璃或聚合物材料，且分色反射器可施用於該封裝物外表面。或者，內部空間**417**可為未填充的。

在子系統**411**中，基板**418**較佳較薄以便可撓性、較大熱傳導(及較低熱阻)至下層散熱片(未展示)及節省空間。雖然一般較薄，但基板**418**按期望模製、蝕刻或以其他方式成形以使凹槽區域**421a**與相鄰或鄰近區域**421b**相比甚至更薄，此等區域顯示為由傾斜過渡區域分開。厚度減小在凹槽區域提供較之鄰近區域甚至更大的熱傳導，合意地與形成基板之一部分的介電層**418a**之厚度減小相關。在圖中，介電層**418a**經展示具有在鄰近區域**421b**中之厚度T1及在凹槽區域**421a**中之較小厚度T2。安置在介電層**418a**頂部的為導電層**418b**，導電層**418b**可按需要經圖案化以向LED提供功率。導熱層**418c**安置於與層**418b**相對的介電層主表面上。在一些情況下，層**418b**、**418c**可由相同材料(例如銅)組成，而在其他情況下，可使用不同材料。因此，導電層**418b**亦可導熱，且導熱層**418c**亦可導電。導熱層**418c**較佳黏合於合適散熱片，例如使用合適熱界面材料。

基板**418**之變薄區域較佳與介電層**418a**之相應變薄區域相關，其在多數情況下為基板之關鍵結構組件。合適介電層包括聚酯、聚碳酸酯、液晶聚合物及聚醯亞胺。合適聚醯亞胺包括可以如下商標名購得之聚醯亞胺：可購自DuPont之KAPTON；可購自Kaneka Texas corporation之APICAL；可購自SKC Kolon PI Inc.之SKC Kolon PI；及可購自Ube Industries之UPILEX及UPISEL。以商標UPILEX S、UPILEX SN及UPISEL VT可購得之聚醯亞胺(均可購自Ube Industries,

Japan)在許多應用中尤其有利。此等聚醯亞胺由諸如聯苯二酐(BPDA)及苯二胺(PDA)之單體製成。

可使用任何合適方法，諸如化學蝕刻、電漿蝕刻、聚焦離子束蝕刻、雷射切除及衝壓，使凹槽區域之介電層**418a**變薄。關於蝕刻，可使用任何合適蝕刻劑，且較佳蝕刻劑可視介電層所用之材料而定。合適蝕刻劑可包括鹼金屬鹽，例如氫氧化鉀；鹼金屬鹽及一種或兩種增溶劑，例如胺及醇，諸如乙二醇。合適化學蝕刻劑可包括KOH/乙醇胺/乙二醇蝕刻劑，諸如更詳細地描述於美國專利公開案US 2007/0120089(Mao等人)中之蝕刻劑，該公開案以引用的方式併入本文中。其他合適化學蝕刻劑可包括KOH/甘胺酸蝕刻劑，諸如更詳細地描述於共同讓渡的PCT專利公開案WO 2012/061010中之蝕刻劑，該公開案以引用的方式併入本文中。在蝕刻後，介電層可用鹼性KOH/高錳酸鉀(PPM)溶液，例如約0.7 wt%至約1.0 wt% KOH及約3 wt% KMnO₄之溶液處理。介電層可覆蓋於導電層一側或兩側上，例如圖4之層**418b**及**418c**。導電層可由任何合適導電及/或導熱材料組成，但通常包含銅。若欲使導電層形成電路，則其必要時可經預圖案化。在一些情況下，可撓性基板可具有多層構造，包括堆疊排列中之多層介電材料及導電材料。

所用變薄程序之類型可影響凹槽區域與鄰近區域之間的過渡，以及過渡區域中介電層及其他層之側壁的特徵。化學蝕刻可用於產生相對較淺的側壁，例如自可撓性基板平面所量測之範圍介於約5至60度、或約25至28度之典型側壁角度。諸如衝壓、電漿蝕刻、聚焦離子束蝕刻及雷射切除之其他技術可產生更陡的側壁，例如壁角達到約90度。在一些情況下，諸如在衝壓下，可形成完全貫穿介電層之孔洞，如下文進一步所論述。在該等情況下，可利用可撓性基板之其他層(諸如導電層**418b**及/或**418c**)為凹槽區域中之LED及/或磷光層提供實

體支持。

在例示性實施例中，與鄰近區域**421b**相比，凹槽區域**421a**之介電層明顯更薄，增加傳導遠離LED及/或磷光層之熱量及使此等組件保持在冷卻操作溫度下。舉例而言，厚度T2可為T1之約5%至25%。此外，T2可大於零，但不超過10微米，而T1可為至少20微米。在例示性實施例中，T1可不超過200微米。除增加熱傳導之外，凹槽區域之變薄性質可提供其他優勢，諸如形成傾斜側壁，該等傾斜側壁可塗有反射材料以增強效率。同樣，藉由使LED及/或磷光層附接於變薄凹槽區域之基板，此等組件並未在高度上延伸超出可撓性基板之平面，產生較佳適於低外觀尺寸應用之較低輪廓裝置。

提醒讀者圖3及4之遠端磷光LED及在本文中別處所述之遠端磷光LED為例示性的，且具有其他設計及特徵之遠端磷光LED亦可用於所揭示之寬頻帶光源。

一種該寬頻帶光源**510**示意性展示於圖5中。此光源**510**組合若干遠端磷光LED **511a**、**511b**、**511c**、**511d**及若干直接發光之LED **530a**、**530b**。一些或所有此等組件可穿過一或多個中間層或元件直接或間接附接至支撐基座**502**。光透射球狀物或其他覆蓋元件**540**可直接或間接附接至基座**502**，以密封或以其他方式封閉遠端磷光LED及直接發光之LED。

遠端磷光LED **511a**、**511b**、**511c**、**511d**之每一者可與圖1之遠端磷光LED **111**或本文中所揭示之其他遠端磷光LED相同或類似。為簡單起見，圖5之每一遠端磷光LED展示為具有正好一個泵浦LED(參見元件**512a**、**512b**、**512c**、**512d**)及正好一個磷光層(參見元件**514a**、**514b**、**514c**、**514d**)以及凹面分色反射器(參見元件**516a**、**516b**、**516c**、**516d**)。然而，更多泵浦LED，及/或更多及/或經不同組態之磷光層亦可用於圖5中所示之一個、一些或所有遠端磷光LED中。圖中

展示四個遠端磷光LED，但可使用其他數目之遠端磷光LED，包括僅1個、或2個、或3個、或4個以上。當使用一個以上遠端磷光LED時，其可經設計以彼此相同或類似，或其可具有不同設計，例如不同數目之泵浦LED、及/或不同LED類型(例如色彩或波長)、及/或不同數目之磷光層、及/或不同磷光層厚度、及/或不同磷光體類型、及/或不同分色反射器，使其個別提供不同輸出光。遠端磷光LED可相對於光源**510**之中心點或光軸對稱排列，或其可不對稱及/或不規則地排列。

直接發光之LED **530a**、**530b**之每一者可與圖1之直接發射磷光LED **130**或本文中所揭示之其他直接發光之LED相同或類似。圖中展示兩個直接發光之LED，但可使用其他數目之直接發光之LED，包括僅1個、或3個、或4個、或4個以上。當使用一個以上直接發光之LED時，其可經設計以彼此相同或類似，或其可具有不同設計，例如不同光譜分佈(包括不同光譜寬度，例如，如由半峰全寬(FWHM)所量測)、及/或不同峰值波長或色彩、及/或不同輸出功率，使其個別提供不同輸出光。直接發光之LED可相對於光源**510**之中心點或光軸對稱排列，或其可不對稱及/或不規則地排列。

覆蓋元件**540**可與圖1之覆蓋元件**140**或本文中所揭示之其他覆蓋元件相同或類似。

基座**502**可與本文中所揭示之其他基座相同或類似。舉例而言，基座**502**可與習知照明燈具相容，且視需要可具有電接點及適於將輸入電功率轉換成與LED相容之電壓及電流的電路。基座**502**較佳包括上面安裝直接發光之LED及遠端磷光LED之反射面**502a**。合適反射器包括鋁、銀或其他合適金屬之層或塗層，及/或增強反射率之介電材料，諸如多層有機或無機薄膜堆疊，及/或色素層，諸如二氧化鈦填充之樹脂層。基座**502**亦較佳具有良好熱導率及散熱片性質，使得各種LED及磷光層並未在光源**510**操作期間變得過熱。過熱可降低該等

組件之效率及使用壽命。光源**510**亦可包括或耦接至給光源**510**中之各種LED供能之控制系統(參見圖1)。

如例如結合圖1所論述，在光源**510**中，來自各種遠端磷光LED之光及來自各種直接發光之LED之光由覆蓋元件**540**透射且組合提供該光源之寬頻帶輸出光。在一個例示性實施例中，LED **530a**可發射例如具有範圍介於600至650 nm之峰值波長的紅光，且LED **530b**可發射例如具有範圍介於445至500 nm之峰值波長的藍光，且四個遠端磷光LED之每一者可使用藍色或UV泵浦LED且發射黃色磷光，且光源**510**之輸出光可為實質上白色。在其他實施例中，多個標稱具有相同色彩(例如藍色或紅色)但具有不同峰值波長之直接發光之LED可用於增加光源之寬頻帶光輸出的演色指數(CRI)及/或色彩品質標度(CQS)以及發光效率。舉例而言，可使用各發射藍光但具有不同峰值波長之兩個直接發光之LED及/或各發射紅光但具有不同峰值波長之兩個直接發光之LED。峰值波長差可為例如至少5或10 nm、但小於50或40 nm。例如，一個直接發射藍色LED可具有445 nm之峰值波長，且另一直接發射藍色LED可具有480 nm之峰值波長。

另一寬頻帶光源**610**以側視圖或截面視圖形式示意性展示於圖6中。此光源**610**組合若干遠端磷光LED **611a**、**611b**及若干直接發光之LED **630a**、**630b**。一些或所有此等組件可穿過一或多個中間層或元件直接或間接附接至支撐基座**602**。光透射球狀物或其他覆蓋元件**640**可直接或間接附接至基座**602**，以密封或以其他方式封閉遠端磷光LED及直接發光之LED。光源**610**展示為具有對稱軸或光軸**604**。

除磷光層排列之外，遠端磷光LED **611a**、**611b**可與圖5之遠端磷光LED類似，磷光層排列較詳細地展示於圖6a中。圖6之每一遠端磷光LED展示為具有正好一個泵浦LED(參見元件**612a**、**612b**)、及特定磷光層排列(參見元件**614a**、**614b**)以及凹面分色反射器(參見元件

616a、**616b**)。然而，更多泵浦LED，及/或更多及/或經不同組態之磷光層亦可用於圖6中所示之一個或兩個遠端磷光LED中。兩個遠端磷光LED以側視圖形式展示於圖6中，但光源**610**可具有如例如圖5中所排列之總共4個遠端磷光LED，或光源**610**可經修改以具有其他數目之遠端磷光LED，諸如僅1個、或3個、或5個或5個以上。遠端磷光LED **611a**、**611b**以側視圖形式展示於圖6中，相對於光源**610**之對稱軸或光軸**641**對稱置放。在其他實施例中，遠端磷光LED不需要對稱置放。如以上所討論，當使用一個以上遠端磷光LED時，其可彼此相同或不同。

直接發光之LED **630a**、**630b**可與圖5之直接發射磷光LED **530a**、**530b**相同或類似。圖中展示兩個直接發光之LED，但可使用其他數目之直接發光之LED，包括僅1個、或3個、或4個、或4個以上。如以上所討論，當使用一個以上直接發光之LED時，其可為相同或不同的。在圖6之側視圖中，LED **630a**、**630b**展示為相對於光軸**641**對稱置放。在其他實施例中，直接發光LED不需要對稱置放。

覆蓋元件**640**可與圖5之覆蓋元件**540**相同或類似，且基座**602**可與圖5之基座**502**相同或類似。

如例如結合圖5所論述，在光源**610**中，來自遠端磷光LED **611a**、**611b**之光及來自直接發光之LED **630a**、**630b**之光由覆蓋元件**640**透射且組合提供該光源之寬頻帶輸出光。在一個例示性實施例中，LED **630a**可發射例如具有範圍介於600至650 nm之峰值波長的紅光，且LED **630b**可發射例如具有範圍介於445至500 nm之峰值波長的藍光，且兩個遠端磷光LED之每一者可使用藍色或UV泵浦LED且發射黃色磷光，且光源**610**之輸出光可實質上為白色。

圖6a為遠端磷光LED **611**之示意性側視圖或截面視圖，遠端磷光LED **611**可與圖6中所示之一個或兩個遠端磷光LED **611a**、**611b**相

同。在圖6a中，遠端磷光LED 611具有泵浦LED 612、磷光層614及分色反射器616。分色反射器616覆蓋平凸透鏡或平凸體619之整個外曲面，但在其他實施例中，可製造僅覆蓋外曲面之一部分的分色反射器。反射器616相對於LED 612及磷光層614為凹面。分色反射器616亦覆蓋LED 612及磷光層614兩者。平凸體619具有定義遠端磷光LED 611之光軸621的對稱軸。平凸體619之外曲面為曲率中心安置在點620處之球形的區段。泵浦LED 612位於靠近點620但沿著y軸方向與點620隔開。以此方式定位且由於反射器616呈凹形，反射器616大致使來自LED 612之激發光成像於點620相對側(亦即根據圖6a之透視圖在點620左側)之一部分磷光層614上。

磷光層614分成兩個可由不同磷光材料組成的較薄磷光層617、618。一般，磷光層可具有多種組態，且可在不同層、區帶或圖案化區域中包含相同或不同磷光材料。在一個例示性實施例中，上部磷光層618發射紅色磷光，且下部磷光層617發射綠色磷光。透明光透射層615可例如為一層光學黏著劑，其使磷光層614(更特定言之上部磷光層618)與平凸體619之平面表面分隔開。泵浦LED 612之上部發射主表面613可如所示安置在層615內。

基座603可與圖6中之基座602相同，或基座603可為用於製造遠端磷光LED 611之不同支撐基板，基座603隨後黏著、黏合或以其他方式附接至圖6之基座602。基座603較佳具有良好熱導率以自LED 612及磷光層614提取熱量。基座603可包括連接至泵浦LED之電接點或跡線(未展示)以允許電控制泵浦LED。基座603亦較佳具有面向磷光層614及泵浦LED 612之反射面601，使得到達遠端磷光LED背面及將被吸收或以其他方式損失之激發光及磷光可改變方向朝著遠端磷光LED前端，從而提高遠端磷光LED 611之效率及光輸出。

實例

模型化或模擬本文中所揭示之一些混合型寬頻帶光源，且評估其輸出特性。模擬使用LightTools™光學設計軟體。每一實例使用排列於基座上且具有球狀物或覆蓋元件的四個遠端磷光LED及兩個直接發光之LED，一般如圖5及6所示，但其中遠端磷光LED具有圖6及6a中所示之構造。

模擬使用最佳化常式，每一實例之常式實施如下：藉由將目標值及相對權重指派給一些特定輸出參數來建立優點函數，且出於最佳化之目的，將若干設計參數處理為獨立變數，且指派上限及下限。軟體隨後計算每一獨立變數設計參數(在其相應上限及下限內)之最佳化值，從而使由特定輸出參數定義之優點函數最大化。

最值得關注之輸出參數為依據CIE x 及 y 色彩座標量測之由光源發射的寬頻帶輸出光之色彩。為達成此等CIE x 及 y 色彩座標之目的，在尺寸為20 mm×20 mm且與凹面覆蓋元件(圖5之覆蓋元件**540**、圖6之覆蓋元件**640**)之頂點相切且中心處於該頂點之正方偵測平面中空間平均光源之輸出光。所關注且被指派的相對權重數量級小於輸出顏色因而並不實質上影響最佳化之其他輸出參數為：按瓦計量的光源的輻射量測輸出；按流明計量的光源的光度量測輸出；光源輸出之演色指數(CRI)；光源輸出之一般色彩品質標度(CQS)，其中CQS係指由美國國家標準與技術協會(U.S. National Institute of Standards and Technology, NIST)所開發的替代CRI作為白光光源發光品質量度的已知標度；及光源輸出之相關色溫(CCT)。對於在規定偵測平面處所偵測之來自寬頻帶光源之所有光，評估所有此等輸出參數。

每一模擬中使用六個獨立變數設計參數：兩個直接發光之LED每一者之輻射量測功率輸出，各限制在0瓦與3瓦之間；每一直接發光之

LED之峰值輻射波長 λ ，一個(藍色發射)LED之峰值輻射波長 λ 限制在450 nm與480 nm之間且另一(紅色發射)LED之峰值輻射波長 λ 限制在550 nm與620 nm之間；及兩個磷光層(參見圖6a中之層617、618)之磷光粒子密度，其各限制在每立方毫米0.0001個粒子與100,000,000個粒子之間。

模擬實施例之額外設計特徵包括以下：

- 兩個直接發光之LED(參見圖5之**530a**、**530b**，及圖6之**630a**、**630b**)各具有正方形1×1 mm發射面積，且相對於光源中心(圖6之軸**641**)對稱置放，各LED之中心距離光源中心0.75 mm。此等LED為10微米厚且在其背面具有反射塗層，反射塗層具有50%反射率及50%吸收率。

- 將覆蓋元件模製為以朗伯分佈散射前向光之漫射球狀物。覆蓋元件之形狀為半球形，曲率半徑為約10 mm且厚度為0.1 mm。假定覆蓋元件內(亦即覆蓋元件與遠端磷光LED之間)的空間為空氣。

- 假定各模擬實施例中之四個遠端磷光LED構造相同，且其距離光源中心(圖6之軸**641**)3.5 mm對稱置放。各遠端磷光LED實質上如圖6a中所示，其中：

- 平凸體**619**具有2 mm曲率半徑及1.8 mm厚度，且假定由BK7玻璃製成；

- 分色反射器**616**覆蓋體**619**之整個外曲面，且為13層交替SiO₂/TiO₂微層堆疊，該堆疊提供如圖7中所示之普通入射光的光譜反射率；

- 層**615**為0.1 mm厚且具有1.41之折射率；泵浦LED **612**之發射表面**613**處於此層中心(關於z軸)；

- 泵浦LED **612**如其他LED一般具有正方形1×1 mm發射面積的發射表面**613**，及10微米厚度及背部反射器。LED **612**經置放以使得曲

率點中心**620**與LED **612**邊緣之間形成0.05之間隙(沿著圖6a之y軸)。LED **612**之輻射輸出功率為1瓦。在一些實例中，四個遠端磷光LED中之LED **612**具有445 nm之峰值波長及19 nm之光譜寬度(FWHM)，而在另一實例中，LED **612**具有415 nm之峰值波長及19 nm之光譜寬度(FWHM)。

- 磷光層**617**、**618**各為0.1 mm厚。假定上層**618**發射紅色磷光，且具有由圖8之曲線**810**定義的正規化吸收光譜及由圖8之曲線**812**定義的正規化發射光譜。假定下層**617**發射綠色磷光，且具有由圖8之曲線**814**定義的正規化吸收光譜及由圖8之曲線**816**定義的正規化發射光譜。假定層**617**、**618**各由浸於折射率為1.41之聚矽氧黏合劑中之折射率為1.8的磷光體粒子組成；綠色發射磷光層之量子效率為91%，且紅色發射磷光層之量子效率為59%；且

- 假定下部磷光層**617**之背面為具有98%反射率之朗伯散射體。

實例1

在第一實例中，泵浦LED **612**具有445 nm之峰值波長，且光源(參見圖5之**510**及圖6之**610**)之目標輸出色彩分別設定在(0.44, 0.40)之(x, y)CIE色彩座標。其他輸出參數之目標值及其在優點函數中之相應權重提供於下表1中。

接著運行光學設計軟件。作為模擬之一部分，計算輸出參數之最佳化值。此等計算之結果包括於表1中。亦計算六個獨立變數設計參數之最佳化值。此等計算之結果展示於下表2中。注意在此表中，「紅色LED」係指直接發光之LED **530a**(圖5)或**630a**(圖6)，且「藍色LED」係指直接發光LED **530b**(圖5)或**630b**(圖6)。亦計算規定偵測平面之光譜功率輸出，假定所有相應參數為最佳化值。實例1之此光譜功率輸出展示於圖9中。

表1

輸出參數	目標值	權重	最佳化值	差值
總功率	6.0瓦	0.01	1.5671瓦	-4.4329瓦
CIE x	0.44	1.0	0.44107	0.0010661
CIE y	0.40	1.0	0.39829	-0.0017105
一般CQS	100	0.001	79.035	-20.965
流明	1,049.4	0.00001	949.57	-99.874
一般CRI	73.681	0.00001	81.056	7.3750
CCT	2,923	0.00001	3,028.3	105.35

表2

參數參數	下限	上限	最佳化值
綠色磷光體密度	0.0001	100,000,000	25,512
紅色磷光體密度	0.0001	100,000,000	480.29
紅色LED中心 λ	550 nm	620 nm	612.34 nm
藍色LED中心 λ	450 nm	480 nm	473.97 nm
紅色LED功率	0瓦	3瓦	0.77657瓦
藍色LED功率	0瓦	3瓦	0.10287瓦

實例2

接著使用光學設計軟體模擬第二實例。除目標輸出色彩分別變為(0.35, 0.35)之(x, y)CIE色彩座標以外，此實例2與實例1相同。其他輸出參數之目標值及其在優點函數中之相應權重為相同的，如下表3所示。

光學設計軟體再次計算輸出參數之最佳化值，其包括於表3中。亦計算六個獨立變數設計參數之最佳化值，且展示於下表4中。亦計算規定偵測平面之光譜功率輸出，假定所有相應參數為最佳化值。實例2之此光譜功率輸出展示於圖10中。

表3

參數參數	目標值	權重	最佳化值	差值
總功率	6.0瓦	0.01	1.9863瓦	-4.0137瓦
CIE x	0.35	1.0	0.36108	0.011085
CIE y	0.35	1.0	0.39829	-0.0042327
一般CQS	100	0.001	85.940	-14.060
流明	1,049.4	0.00001	976.53	-72.915
一般CRI	73.681	0.00001	83.711	10.031
CCT	2,923	0.00001	4,451.3	1,528.3

表 4

參數參數	下限	上限	最佳化值
綠色磷光體密度	0.0001	100,000,000	6,965.2
紅色磷光體密度	0.0001	100,000,000	1,956.8
紅色LED中心λ	550 nm	620 nm	617.49 nm
藍色LED中心λ	450 nm	480 nm	478.37 nm
紅色LED功率	0瓦	3瓦	0.55854瓦
藍色LED功率	0瓦	3瓦	0.99886瓦

實例 3

接著使用光學設計軟體模擬第三實例。除目標輸出色彩分別變為(0.32, 0.28)之(x, y)CIE色彩座標以外，此實例3與實例1及2相同。其他輸出參數之目標值及其在優點函數中之相應權重為相同的，如下表5所示。

光學設計軟體再次計算輸出參數之最佳化值，其包括於表5中。亦計算六個獨立變數設計參數之最佳化值，且展示於下表6中。亦計算規定偵測平面之光譜功率輸出，假定所有相應參數為最佳化值。實例3之此光譜功率輸出展示於圖11中。

表 5

參數參數	目標值	權重	最佳化值	差值
總功率	6.0瓦	0.01	1.9187瓦	-4.0813瓦
CIE x	0.30	1.0	0.31950	0.019497
CIE y	0.32	1.0	0.30826	-0.011740
一般CQS	100	0.001	79.826	-20.174
流明	1,049.4	0.00001	856.41	-193.04
一般CRI	73.681	0.00001	76.263	2.5822
CCT	2,923	0.00001	6,351.3	3,428.3

表 6

參數	下限	上限	最佳化值
綠色磷光體密度	0.0001	100,000,000	5,364.4
紅色磷光體密度	0.0001	100,000,000	5,481.1
紅色LED中心λ	550 nm	620 nm	614.81 nm
藍色LED中心λ	450 nm	480 nm	476.12 nm
紅色LED功率	0瓦	3瓦	0.19349瓦
藍色LED功率	0瓦	3瓦	1.2824瓦

實例 4

接著使用光學設計軟體模擬第四實例。除泵浦LED **612**具有415 nm而非445 nm之峰值波長以外，此實例4與實例1相同。由於此激發波長變化，紅色及綠色磷光材料之量子效率自實例1之91%減小至此實例4之59%。除目標輻射量測功率自6瓦減小至3瓦以外，輸出參數之目標值及其在優點函數中之相應權重與實例1之彼等者相同，如下表7所示。

光學設計軟體再次計算輸出參數之最佳化值，其包括於表7中。亦計算六個獨立變數設計參數之最佳化值，且展示於下表8中。亦計算規定偵測平面之光譜功率輸出，假定所有相應參數為最佳化值。實例4之此光譜功率輸出展示於圖12中。

表7

參數	目標值	權重	最佳化值	差值
總功率	3.0瓦	0.01	1.9112瓦	-1.0888瓦
CIE x	0.44	1.0	0.44310	0.0031020
CIE y	0.40	1.0	0.40368	0.0036762
一般CQS	100	0.001	88.371	-11.629
流明	1,049.4	0.00001	1,123.9	74.469
一般CRI	73.681	0.00001	90.006	16.325
CCT	2,923	0.00001	2,955.5	32.466

表8

參數	下限	上限	最佳化值
綠色磷光體密度	0.0001	100,000,000	3,672.2
紅色磷光體密度	0.0001	100,000,000	4,134.6
紅色LED中心 λ	550 nm	620 nm	618.02 nm
藍色LED中心 λ	450 nm	480 nm	462.42 nm
紅色LED功率	0瓦	3瓦	0.77765瓦
藍色LED功率	0瓦	3瓦	0.43909瓦

參考裝置

出於比較目的，亦模擬替代性寬頻帶光源，此處稱為「參考裝置」。除以下變化之外，此等光源在構造上與實例1至4類似：

- 四個平凸體**619**每一者外曲面上之分色反射器經抗反射塗層置換；

• 半球形覆蓋元件經具有相同尺寸及幾何形狀的第一經修改之覆蓋元件置換，該第一經修改之覆蓋元件具有0.1 mm之等厚度且均勻地由用於層**617**或**618**之磷光材料(基質中之磷光粒子)中之一者組成。第二經修改之覆蓋元件亦為半球形及0.1 mm厚，且其外徑與第一經修改之覆蓋元件的內徑接合，將其併入第一經修改之覆蓋元件內。第二經修改之覆蓋元件均勻地由來自層**617**、**618**之其他磷光材料組成。換言之，若第一經修改之覆蓋元件由層**618**之紅色發射磷光材料組成，則第二經修改之覆蓋元件由層**617**之綠色發射磷光材料組成，反之亦然。

鑒於此等變化，先前稱為遠端磷光LED **611**之各子系統本身不再為遠端磷光LED，因為來自LED **612**之光實質上不再反射於磷光層**617**、**618**上以激發磷光體。另外，先前稱為直接發光LED **530a-b**、**630a-b**之LED不再直接發光，因為來自此等LED之光現需要傳播至經修改之覆蓋元件中之磷光材料。

參考裝置1

使用如前所述相同的光學設計軟體模擬第一參考裝置。除以上標註之變化之外，此參考裝置與實例1相同。LED **612**具有445 nm之峰值波長。第一(外部)經修改之覆蓋元件由用於層**618**之相同紅色發射磷光材料組成，且第二(內部)經修改之覆蓋元件由用於層**617**之相同綠色發射磷光材料組成。輸出參數之目標值及其在優點函數中之相應權重與實例1之彼等者相同，如下表9所示。

光學設計軟體再次用於計算輸出參數之最佳化值，其包括於表9中。亦計算六個獨立變數設計參數之最佳化值，且展示於下表10中。亦計算用於以上實例之相同偵測平面之光譜功率輸出，假定所有相應參數為最佳化值。參考裝置1之此光譜功率輸出展示於圖13中。

表9

參數	目標值	權重	最佳化值	差值
總功率	6.0瓦	0.01	1.8379瓦	-4.1621瓦
CIE x	0.44	1.0	0.43475	-0.0052465
CIE y	0.40	1.0	0.40303	0.0030267
一般CQS	100	0.001	66.448	-33.552
流明	1,049.4	0.00001	1,088.8	39.370
一般CRI	73.681	0.00001	70.574	-3.1070
CCT	2,923	0.00001	3,055.5	132.48

表10

參數	下限	上限	最佳化值
綠色磷光體密度	0.0001	100,000,000	11,588
紅色磷光體密度	0.0001	100,000,000	846.43
紅色LED中心 λ	550 nm	620 nm	605.08 nm
藍色LED中心 λ	450 nm	480 nm	472.40 nm
紅色LED功率	0瓦	3瓦	0.93259瓦
藍色LED功率	0瓦	3瓦	0.41854瓦

參考裝置2

接著使用光學設計軟體模擬第二參考裝置。除經修改之覆蓋元件中所用之磷光材料顛倒以外，此參考裝置2與參考裝置1相同。因此，第一(外部)經修改之覆蓋元件由用於層**617**之相同綠色發射磷光材料組成，且第二(內部)經修改之覆蓋元件由用於層**618**之相同紅色發射磷光材料組成。其他輸出參數之目標值及其在優點函數中之相應權重為相同的，如下表11所示。

光學設計軟體再次計算輸出參數之最佳化值，其包括於表11中。亦計算六個獨立變數設計參數之最佳化值，且展示於下表12中。亦計算規定偵測平面之光譜功率輸出，假定所有相應參數為最佳化值。參考裝置2之此光譜功率輸出展示於圖14中。

表 11

參數	目標值	權重	最佳化值	差值
總功率	6.0瓦	0.01	3.0161瓦	-2.9839瓦
CIE x	0.44	1.0	0.44	-0.0000024
CIE y	0.40	1.0	0.39231	-0.0076922
一般CQS	100	0.001	83.0	-17.0
流明	1,049.4	0.00001	1,938.4	888.92
一般CRI	73.681	0.00001	85.582	11.901
CCT	2,923	0.00001	2,843.8	-79.187

表 12

參數	下限	上限	最佳化值
綠色磷光體密度	0.0001	100,000,000	12,067
紅色磷光體密度	0.0001	100,000,000	264.62
紅色LED中心 λ	550 nm	620 nm	611.26 nm
藍色LED中心 λ	450 nm	480 nm	479.79 nm
紅色LED功率	0瓦	3瓦	2.1350瓦
藍色LED功率	0瓦	3瓦	2.8104瓦

參考裝置3

接著使用光學設計軟體模擬第三參考裝置。除LED 612具有415 nm而非445 nm之峰值波長以外，此參考裝置3與參考裝置2相同。輸出參數之目標值及其在優點函數中之相應權重與參考裝置2之彼等者相同，如下表13所示。

光學設計軟體再次計算輸出參數之最佳化值，其包括於表13中。亦計算六個獨立變數設計參數之最佳化值，且展示於下表14中。亦計算規定偵測平面之光譜功率輸出，假定所有相應參數為最佳化值。參考裝置3之此光譜功率輸出展示於圖15中。

表 13

參數	目標值	權重	最佳化值	差值
總功率	6.0瓦	0.01	2.2971瓦	-3.7029瓦
CIE x	0.44	1.0	0.43101	-0.0089937
CIE y	0.40	1.0	0.40362	0.0036221
一般CQS	100	0.001	77.746	-22.254
流明	1,049.4	0.00001	1,258.3	208.84
一般CRI	73.681	0.00001	80.198	6.5171
CCT	2,923	0.00001	3,034.5	111.52

表14

參數	下限	上限	最佳化值
綠色磷光體密度	0.0001	100,000,000	8,827.1
紅色磷光體密度	0.0001	100,000,000	1,871.1
紅色LED中心 λ	550 nm	620 nm	615.95 nm
藍色LED中心 λ	450 nm	480 nm	455.24 nm
紅色LED功率	0瓦	3瓦	1.0429瓦
藍色LED功率	0瓦	3瓦	0.99711瓦

其他論述

由於實例中所用之遠端磷光LED與參考裝置較大的經修改之覆蓋元件相比尺寸相對較小，故實例中所用之紅色發射及綠色發射磷光體之量明顯小於參考裝置中所用之量。

吾等可依據具有光入射於上面的磷光體主要表面之面積定量所用磷光材料之量。舉例而言，在圖6a之實施例中，磷光層**614**與層**615**共有界面，此共有界面與激發光入射於上面的磷光層**614**之主要表面(亦即具有最大表面積之表面)重合。若吾等為簡單起見忽略或估計由LED **612**佔據之體積或面積且假定磷光層**614**連續且與平凸體**619**之平面表面同延，則磷光層**614**之入射主要表面之面積為約12.6 mm²。由於寬頻帶光源中包括四個遠端磷光LED，故總磷光體表面積(吾等可稱為A磷光體)為約50 mm²。因此，對於實例1至4每一者，光源中激發光入射於上面的磷光層之總表面積或更簡單而言，總磷光體表面積或A磷光體為約50 mm²。若需要，此磷光體之量可甚至進一步明顯減少，因為由於凹形分色反射器之聚焦性質及泵浦LED之置放，磷光層可經圖案化以僅覆蓋平凸體**619**平面表面之一部分尺寸，而光源輸出光幾乎無減小或變化。舉例而言，總磷光體表面積A磷光體可自50 mm²減小至至少20 mm²或甚至10 mm²，而輸出光幾乎無減小或變化。

相比之下，用於參考裝置之磷光體之量明顯較大。泵浦光入射於上面的組合經修改之覆蓋元件的表面積為至少約半徑10 mm之半球

的表面積或至少約 628 mm^2 。此表面積忽略平凸體**619**之基座處所保留之小得多的磷光層表面積，該等較小磷光層可自參考裝置省去而輸出光幾乎無減小或變化。

一般而言，磷光體之量亦可依據光源中所有泵浦LED之總磷光體表面積除以總發射表面積表示為比率。在實例1-4之情況下，使用四個泵浦LED **612**，此等泵浦LED各具有 1 mm^2 之主要發射表面積。總泵浦LED表面積(吾等可稱為ALED)則為 4 mm^2 。在實例1-4之每一者中，A磷光體與ALED之比率為 $50/4\approx 10$ 。若如上所述藉由圖案化使總磷光體表面積A磷光體減小至20或 10 mm^2 ，LED發射表面積未減少，A磷光體/ALED之比率伴隨地減小至 $20/4\approx 5$ 或 $10/4\approx 2$ 。

相比之下，參考裝置中A磷光體與ALED之比率為至少 $628/6\approx 105$ ，其中吾等不僅將LED **612**之主要發射表面積而且LED **530a/630a**及LED **530b/630b**之主要發射表面積包括於分母中，因為來自此等LED之光需要傳播至經(磷光體填充)修改之覆蓋元件中之磷光材料。

所揭示之利用至少一個遠端磷光LED及至少一個直接發光之LED之寬頻帶光源的比率A磷光體/ALED較佳不大於50、或20、或15、或10、或5、或2。

實例1、參考裝置1及參考裝置2各具有x, y色彩座標(0.44, 0.40)之目標輸出色彩，且每一者亦使用445 nm峰值波長LED作為四個LED **612**。表15中比較此三個實施例之各種最佳化輸出參數以及如上所述之總磷光體表面積A磷光體。亦比較由接收器偵測之總流明輸出除以由遠端磷光LED及直接發光之LED發射之光的總輻射功率(以瓦為單位)之比率，稱為「lm/輻射W」。

表15

最佳化輸出參數	實例1	參考裝置1	參考裝置2
lm/輻射W	195	196	217
CCT	3,028	3,056	2,843
CIE x	0.441	0.435	0.440
CIE y	0.398	0.403	0.392
一般CRI	81.1	70.6	85.6
一般CQS	79	66.5	83
A磷光體 (mm ²)	50	至少628	至少628

實例4及參考裝置3各具有x, y色彩座標(0.44, 0.40)之目標輸出色彩，且每一者亦使用415 nm峰值波長LED作為四個LED 612。在表16中比較此三個實施例之各種最佳化輸出參數。

表16

最佳化輸出參數	實例4	參考裝置3
lm/輻射W	215	208.2
CCT	2,955	3,034.5
CIE x	0.443	0.431
CIE y	0.404	0.404
一般CRI	90	80.2
一般CQS	88.4	77.8
A磷光體 (mm ²)	50	至少628

表15及16及以上模擬結果證明所揭示之利用至少一個遠端磷光LED及至少一個直接發光之LED之寬頻帶光源可提供具有合適CCT、CRI、CQS之值的寬頻帶白光，且同時利用實質上減小量之磷光體。直接發光之LED可包括發藍光LED。藉由供應直接來自直接發光之LED之藍光而非(或除了)由泵浦LED透射穿過例如分色反射器之藍光，吾等可提高燈泡發光效率及色彩品質之組合效能。

除非另外指明，否則本說明書及申請專利範圍中所用之表示數量、性質量測值等之所有數目應理解為由術語「約」修飾。因此，除非作相反說明，否則本說明書及申請專利範圍中所闡述的數值參數為可視熟習此項技術者利用本申請案之教示設法獲得的所需性質而變化之近似值。並非試圖限制等效物原則應用於申請專利範圍之範疇，每

一數值參數至少應根據所報導之有效數位的數目且藉由應用普通捨入技術來解釋。儘管闡述本發明之廣泛範疇的數值範圍及參數為近似值，但在一定程度上本文所述之特定實例中闡述任何數值，該等數值已儘可能適度精確地報導。然而，任何數值完全可能含有與測試或量測侷限性相關的誤差。

在不悖離本發明之精神及範疇的情況下，本發明之各種改進及變化將對熟習此項技術者顯而易見，且應瞭解，本發明不限於本文中所闡述之說明性實施例。舉例而言，所揭示之透明導電物品亦可包括抗反射塗層及/或保護性硬塗層。除非另外指明，否則讀者應假定一個所揭示實施例的特徵亦可應用於所有其他所揭示實施例。亦應瞭解，本文中提及之所有美國專利、專利申請公開案、及其他專利及非專利文件以引用的方式併入，併入程度使得其並不與以上揭示內容矛盾。

【符號說明】

101	寬頻帶輸出光
110	寬頻帶固態光源
111	遠端磷光LED
112	泵浦LED
113a	激發光
113b	反射激發光
114	磷光層
115a	磷光
115b	透射磷光
115c	磷光
116	分色反射器
130	直接發光之LED

133a	LED光
133b	透射LED光
140	光透射覆蓋元件
211a	遠端磷光LED
211b	遠端磷光LED
211c	遠端磷光LED
211d	遠端磷光LED
212a	泵浦LED
212b	泵浦LED
212c	泵浦LED
212d	泵浦LED
214a	磷光層
214b	磷光層
214c	磷光層
214d	磷光層
216a	分色反射器
216b	分色反射器
216c	分色反射器
216d	分色反射器
311	遠端磷光LED/子系統
312	基板
316	分色反射器
316a	頂點
316b	對稱軸或光軸
329	磷光層
329a	外表面

329b	參考點
330	LED楔形組
332	LED楔形組
334	LED楔形組
340	無阻擋楔形部分
342	無阻擋楔形部分
344	無阻擋楔形部分
411	遠端磷光LED/子系統
412	藍光發射LED
413a	藍光
413b	反射LED光
413c	透射LED光
414	磷光層
415a	長波長光
415b	透射磷光
416	分色反射器
417	內部空間
418	基板
418a	介電層
418b	導電層
418c	導熱層
419	點
420	線接合
421a	凹槽區域
421b	鄰近區域
502	支撐基座

502a	反射面
510	寬頻帶光源
511a	遠端磷光LED
511b	遠端磷光LED
511c	遠端磷光LED
511d	遠端磷光LED
512a	泵浦LED
512b	泵浦LED
512c	泵浦LED
512d	泵浦LED
514a	磷光層
514b	磷光層
514c	磷光層
514d	磷光層
516a	凹面分色反射器
516b	凹面分色反射器
516c	凹面分色反射器
516d	凹面分色反射器
530a	直接發光之LED
530b	直接發光之LED
540	覆蓋元件
601	反射面
602	支撐基座
603	基座
610	寬頻帶光源
611	遠端磷光LED

611a	遠端磷光LED
611b	遠端磷光LED
612	泵浦LED
612a	泵浦LED
612b	泵浦LED
613	發射表面
614	磷光層
614a	磷光層
614b	磷光層
615	光透射層
616	凹面分色反射器
616a	凹面分色反射器
616b	凹面分色反射器
617	下部磷光層
618	上部磷光層
619	平凸透鏡或平凸體
620	曲率中心點
621	光軸
630a	直接發光之LED
630b	直接發光之LED
640	覆蓋元件
641	對稱軸或光軸
810	曲線
812	曲線
814	曲線
816	曲線

申請專利範圍

1. 一種用於發射寬頻帶輸出光之光源，其包含：

基座；

附接至該基座之光透射覆蓋元件；

由該基座承載且由該覆蓋元件覆蓋之第一LED、第二LED、第一磷光層及第一分色反射器，其中該第一LED、該第一磷光層及該第一分色反射器經排列，以使得該第一磷光層在結構上與該第一LED分離，且其中至少一些由該第一LED發射之激發光自該第一LED傳播至該第一分色反射器而不通過該第一磷光層；

其中該第一分色反射器經組態以將來自該第一LED之至少一些激發光反射於該第一磷光層上以使該第一磷光層發射第一磷光，該第一分色反射器亦經組態以實質上透射該第一磷光；

其中該第二LED經安置以發射至少一些自該第二LED傳播至該覆蓋元件而不通過包括該第一分色反射器之任何分色反射器的光。

2. 如請求項1之光源，其中由該光源發射之光實質上為白色。
3. 如請求項1之光源，其中該第一LED發射具有340至480 nm之峰值波長之光。
4. 如請求項1之光源，其中該第一LED發射具有400至470 nm之峰值波長之光。
5. 如請求項1之光源，其中該第二LED為複數個非泵浦LED中之一者。
6. 如請求項5之光源，其中該等非泵浦LED包括具有範圍介於445至500 nm間之峰值波長的藍色發射LED及具有範圍介於600至650 nm間之峰值波長的紅色發射LED。

7. 如請求項1之光源，其進一步包含：

經組態以分別使用第一及第二驅動信號控制該第一及第二LED之控制器。

8. 如請求項1之光源，其中該覆蓋元件為光漫射型。

9. 如請求項1之光源，其中該第一分色反射器為凹形的且覆蓋該第一LED與該第一磷光層兩者。

10. 如請求項1之光源，其中該覆蓋元件為凹形的。

11. 如請求項1之光源，其中由該光源發射之光實質上為白色且具有至少80之演色指數。

12. 如請求項1之光源，其中該第一LED為複數個泵浦LED中之一者。

13. 如請求項12之光源，其中該第一磷光層為複數個磷光層中之一者，且其中該第一分色反射器為複數個分色反射器中之一者，各分色反射器經組態以將來自該等泵浦LED中之至少一者之激發光反射於該等磷光層中之對應的一者上。

14. 如請求項12之光源，其中該等泵浦LED各具有主要發射表面，該主要發射表面具有主要發射表面積，該等主要發射表面積之總和為總LED表面積ALED，且其中該等磷光層各具有光入射於其上之主要表面，該等磷光體入射表面積之總和為總磷光體表面積A磷光體，且其中A磷光體/ALED不超過10。

15. 如請求項1之光源，其中該第一磷光層包含具有兩個或兩個以上具有不同發射帶之磷光體的圖案化磷光體。

16. 一種提供寬頻帶輸出光之方法，其包含：

提供第一泵浦LED、第二LED及第一磷光層，其中該第一泵浦LED、該第一磷光層及該第一分色反射器經排列，以使得該第一磷光層在結構上與該第一泵浦LED分離，且其中至少一些激發光

自該第一泵浦LED傳播至該第一分色反射器而不通過該第一磷光層；

排列第一分色反射器以攔截來自該第一泵浦LED之至少一些激發光，且將該激發光反射於該第一磷光層上以使該第一磷光層發射第一磷光；

使該第一磷光實質上透射穿過該第一分色反射器；且

使透射穿過該第一分色反射器之第一磷光與由該第二LED發射且未通過包括該第一分色反射器之任何分色反射器的LED光組合，以提供寬頻帶輸出光。

17. 如請求項16之方法，其中該提供包括提供複數個泵浦LED，該複數個泵浦LED包括該第一泵浦LED及第三泵浦LED。
18. 如請求項17之方法，其中該第一分色反射器亦經排列以攔截來自該第三泵浦LED之至少一些激發光，且將該激發光反射於該第一磷光層上以使該第一磷光層發射更多該第一磷光。
19. 如請求項17之方法，其中該提供進一步包括提供第二磷光層，該方法進一步包含：

排列第二分色反射器以攔截來自該第三泵浦LED之至少一些激發光，且將該激發光反射於該第二磷光層上以使該第二磷光層發射第二磷光；

其中該組合包括使透射穿過該第二分色反射器之第二磷光與透射穿過該第一分色反射器之第一磷光，及與由該第二LED發射且未通過任何分色反射器之LED光組合，以提供該寬頻帶輸出光。

20. 如請求項16之方法，其中提供該第二LED包括提供複數個非泵浦LED，該複數個非泵浦LED包括該第二LED及第四LED，且其中該寬頻帶輸出光亦包括由該第四LED發射且未通過任何分色反射器之LED光。

圖式

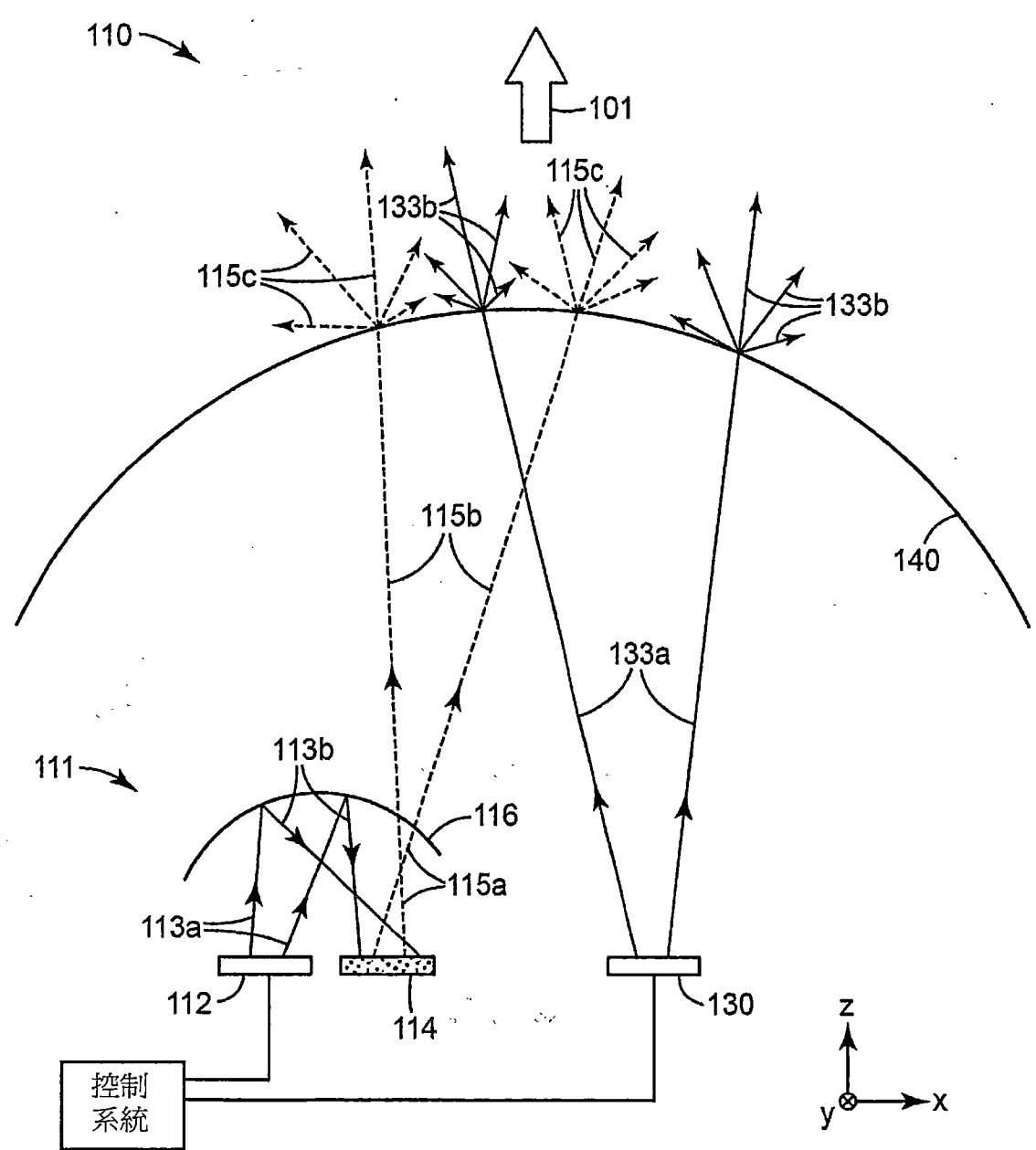


圖1

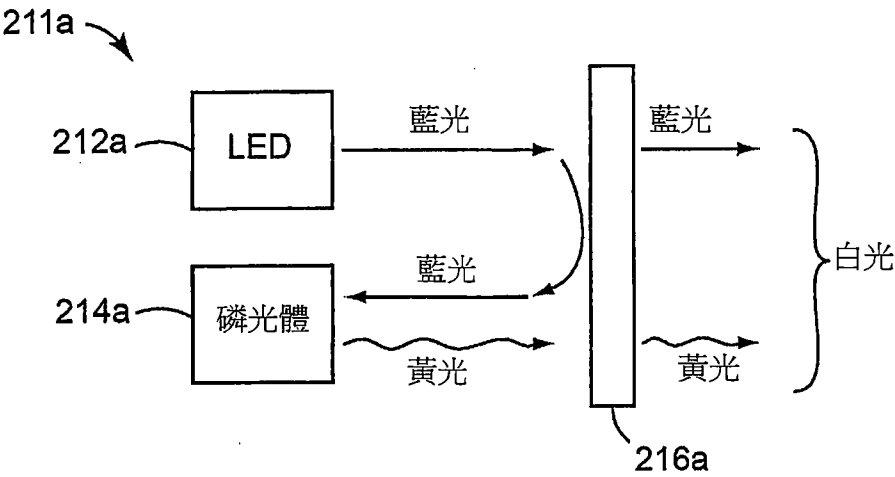


圖2a

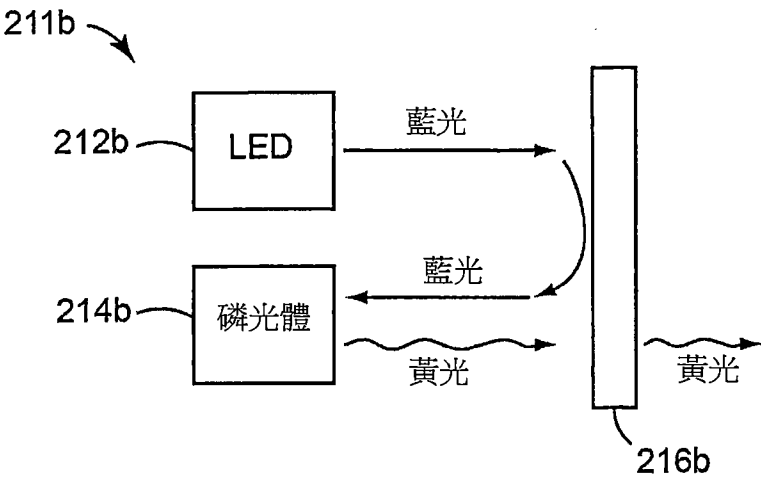


圖2b

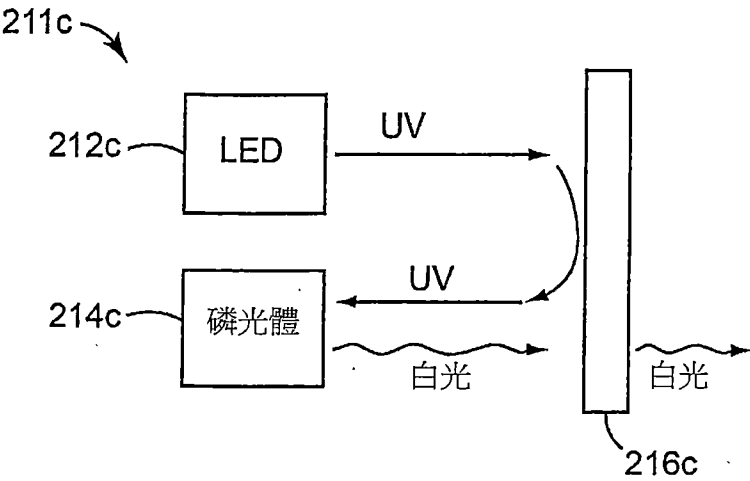


圖2c

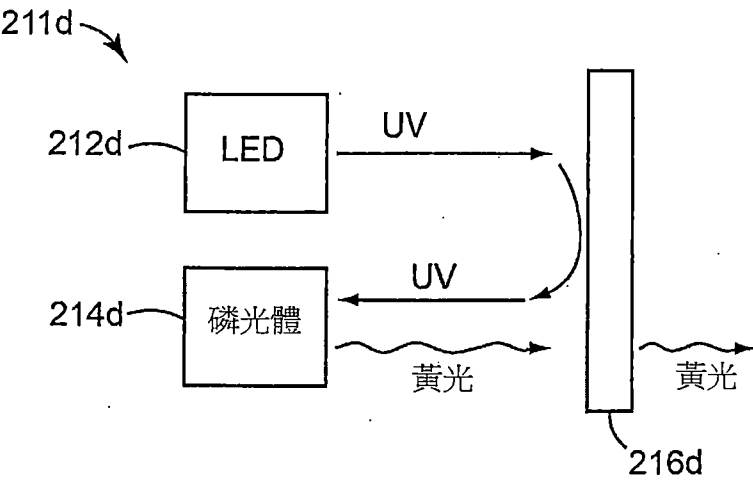


圖2d

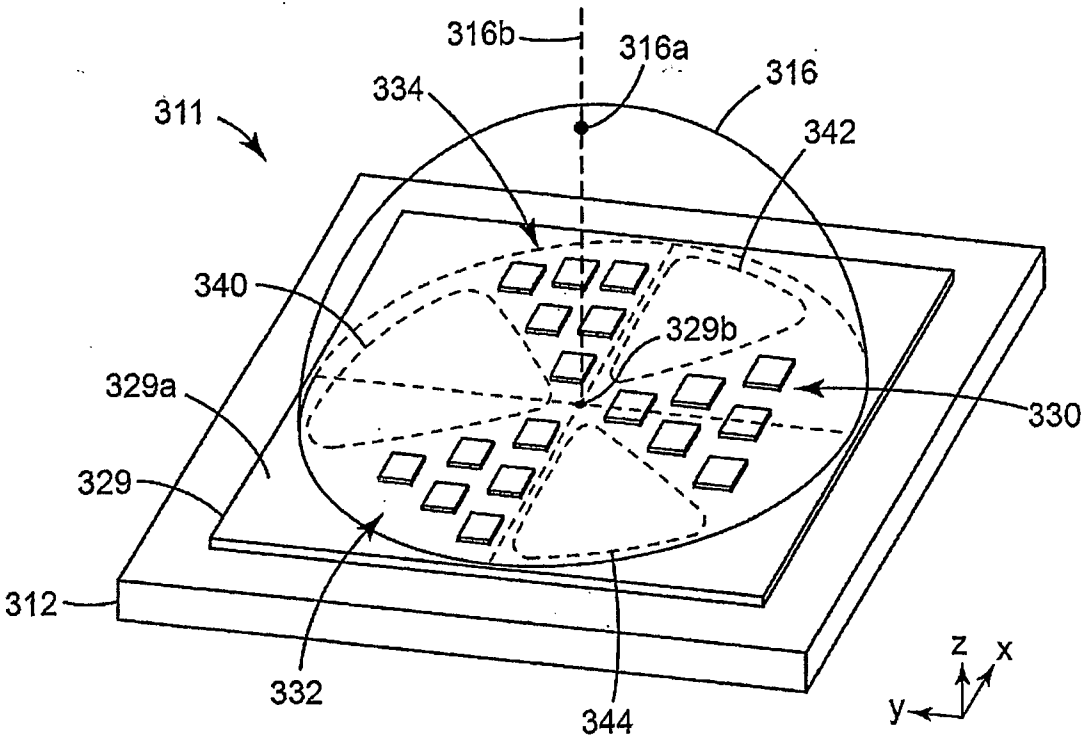


圖3

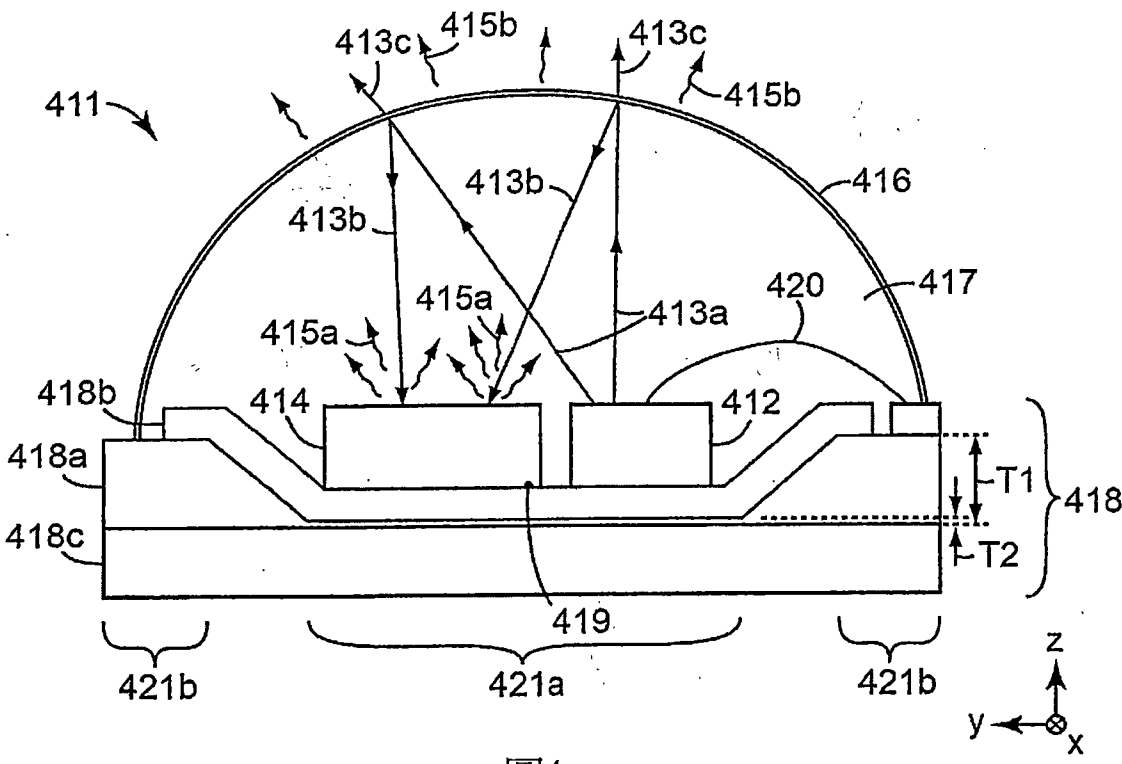


圖4

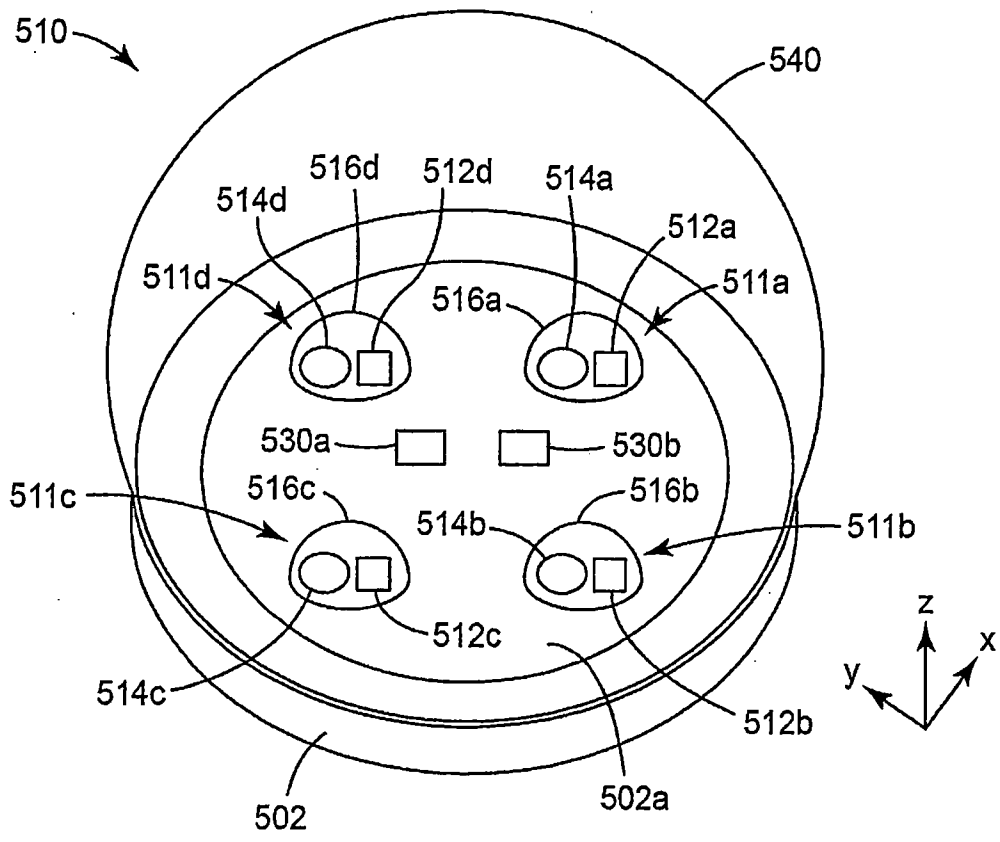


圖5

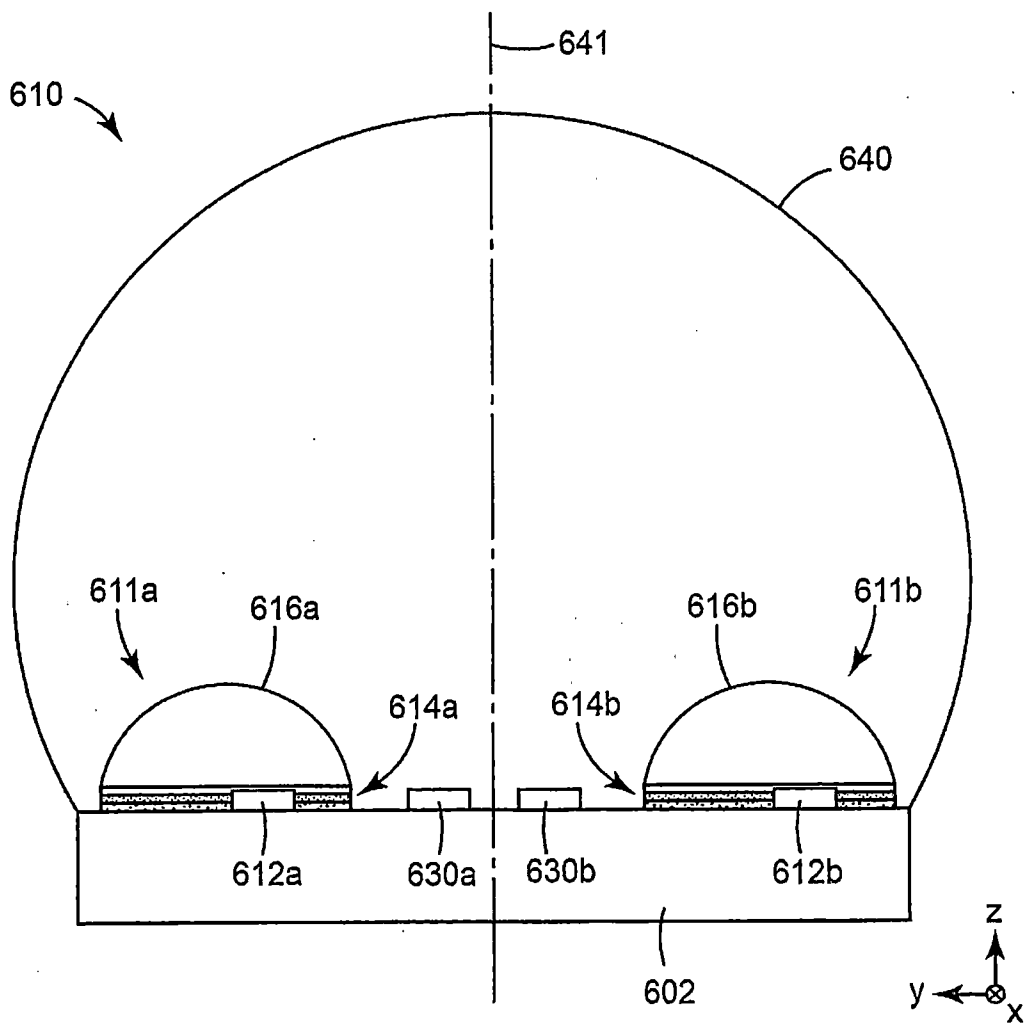


圖6

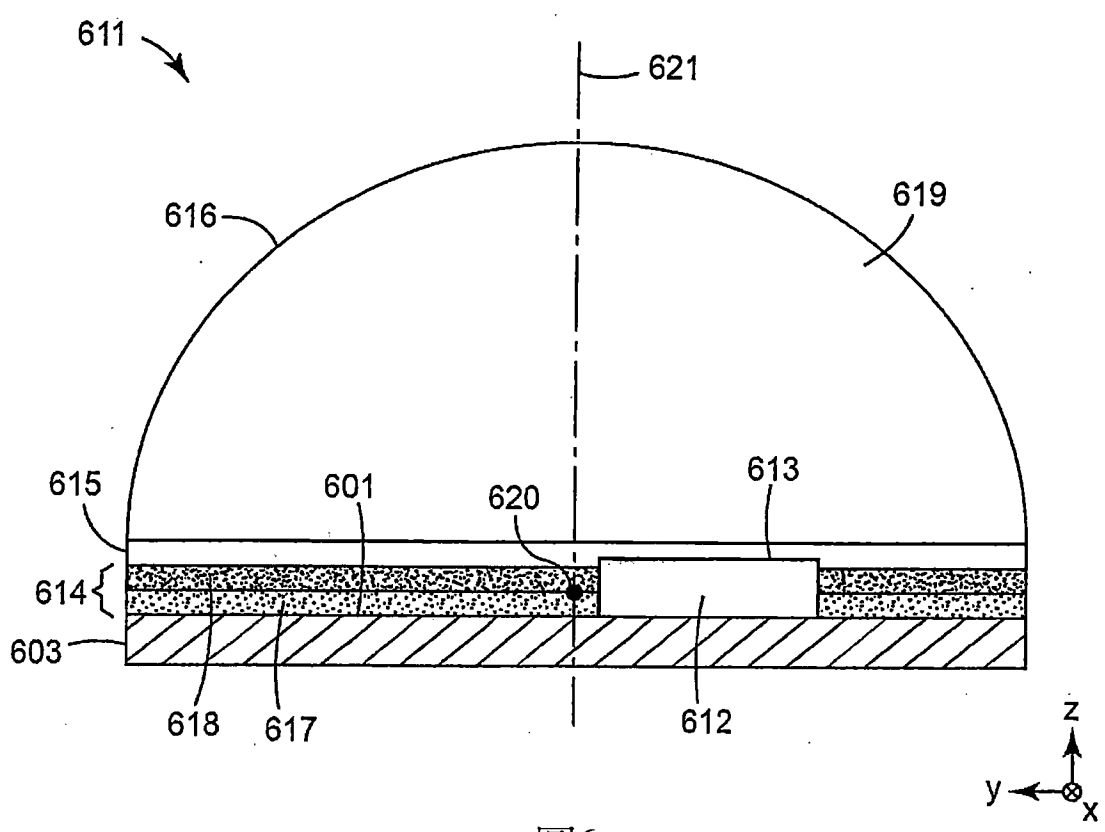


圖6a

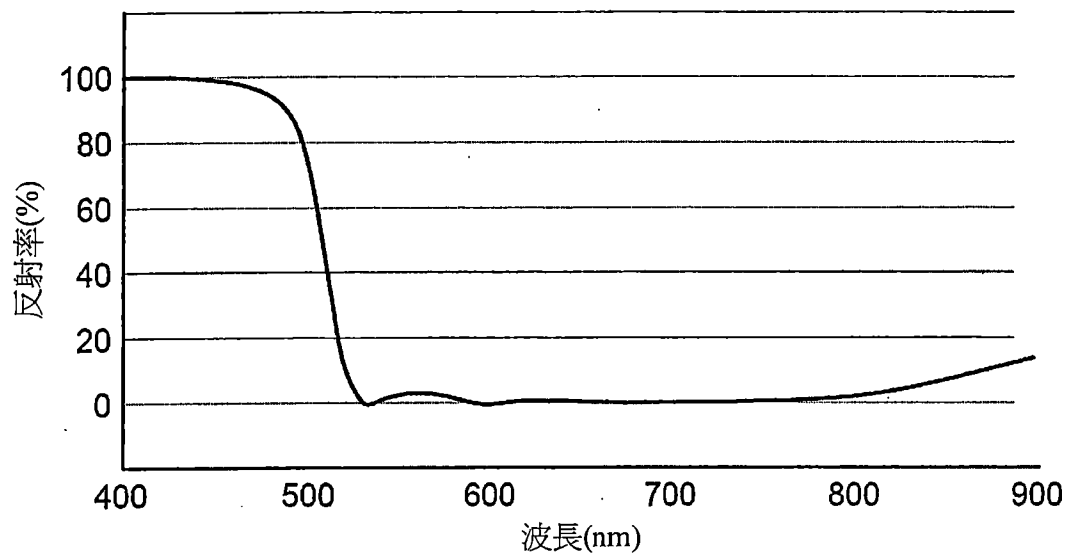


圖7

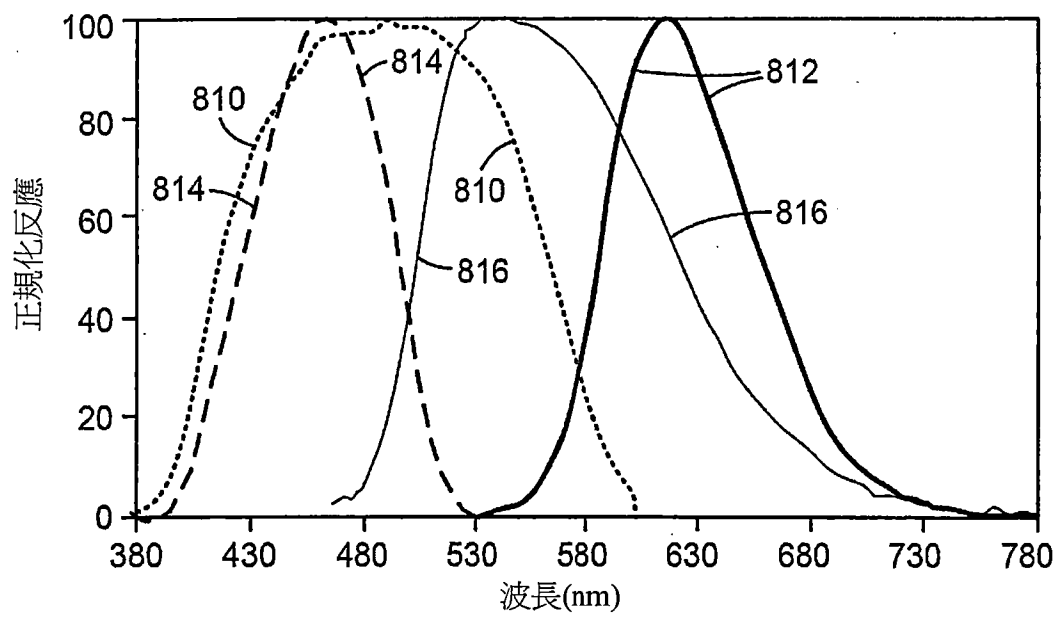


圖8

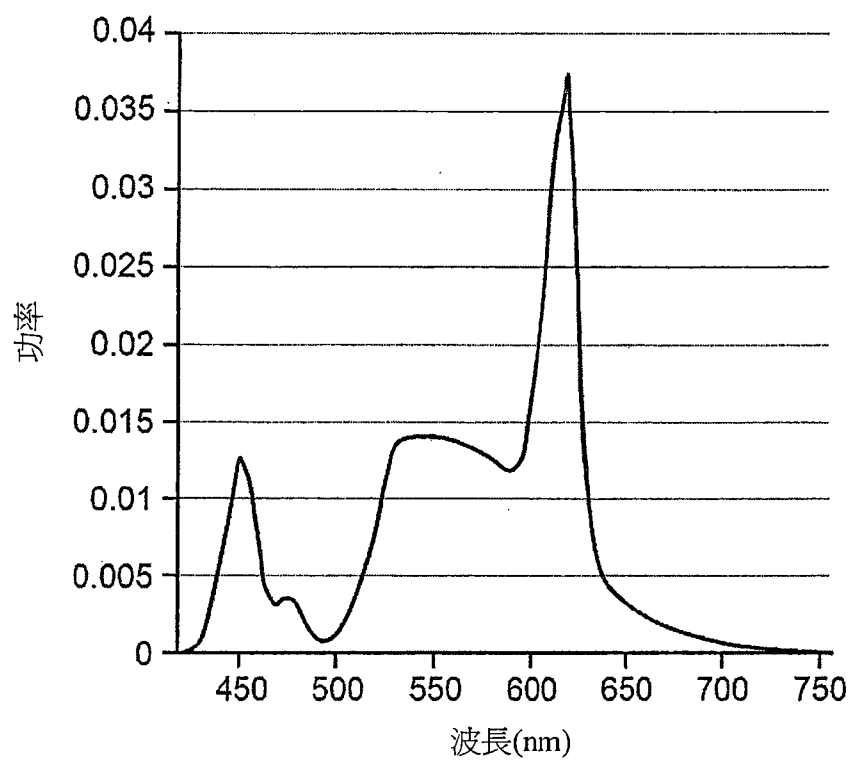


圖9

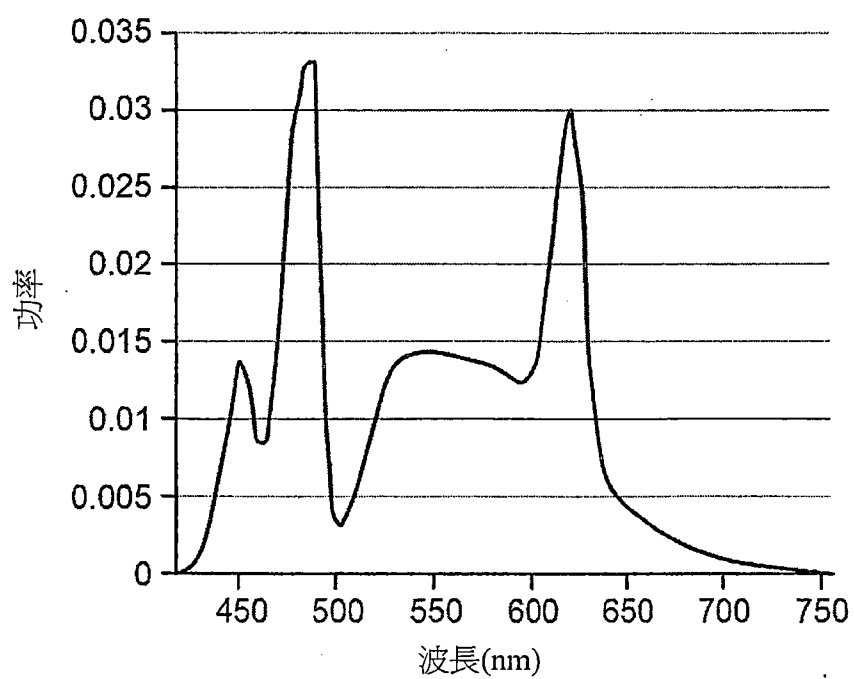


圖10

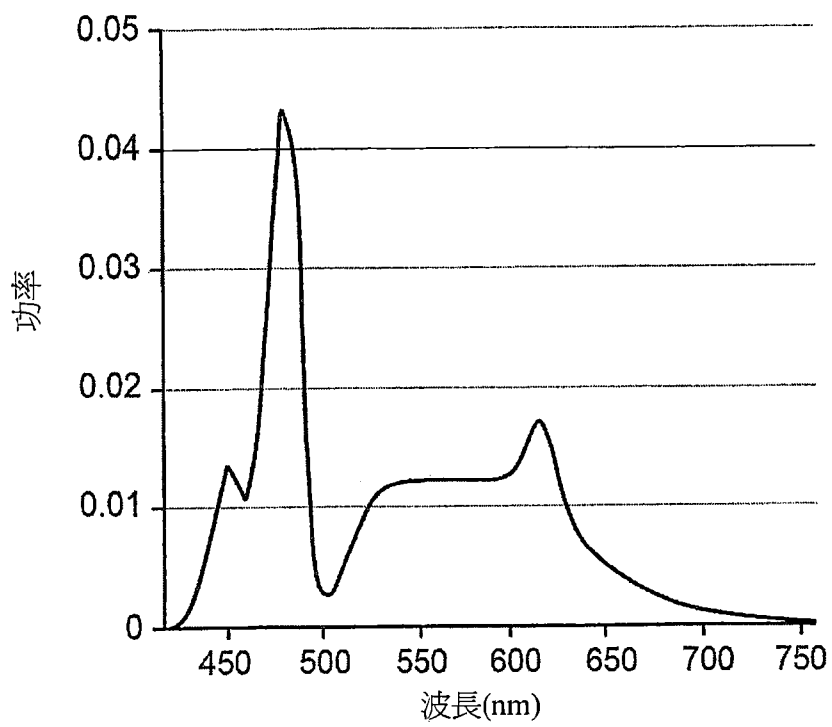


圖11

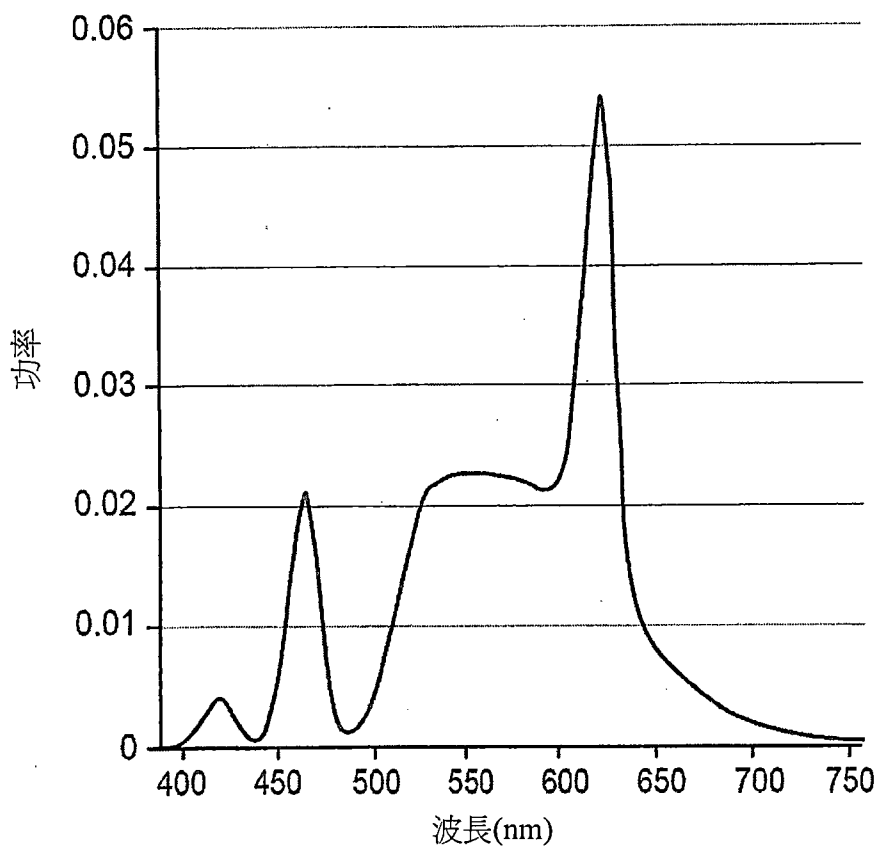


圖12

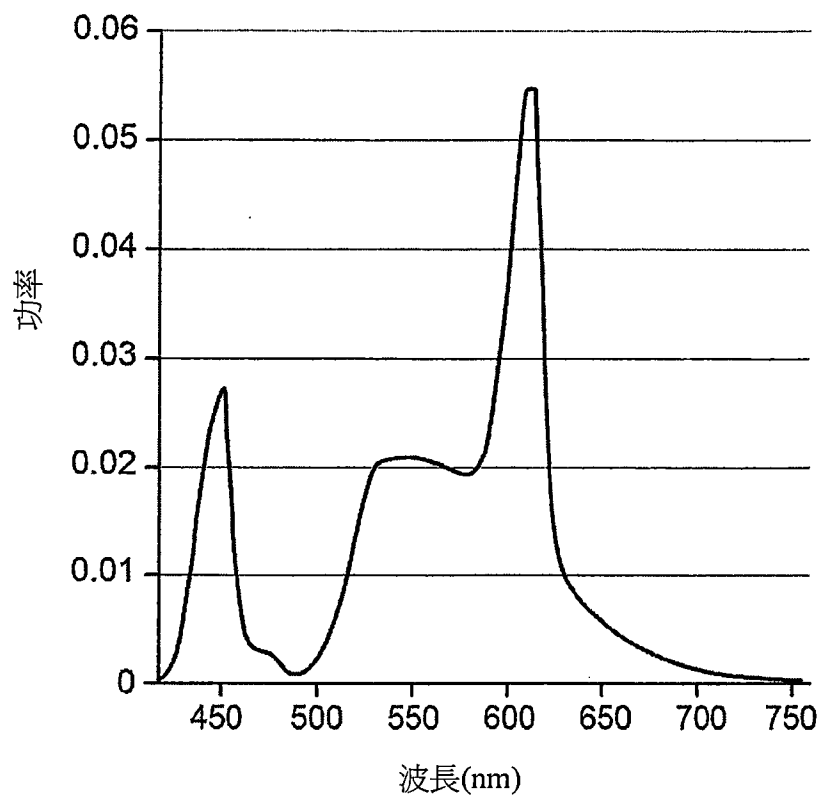


圖13

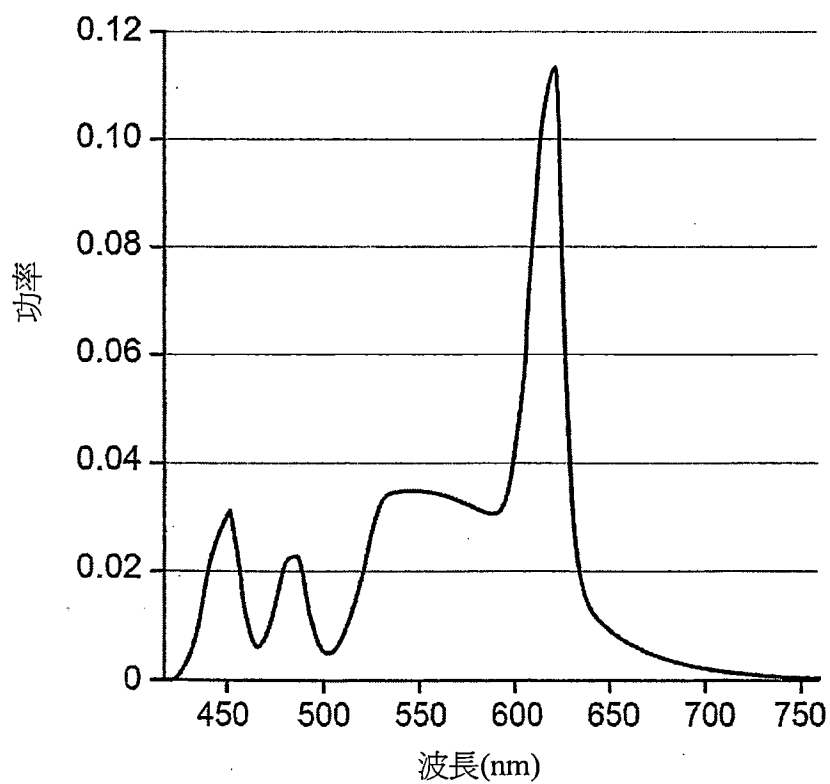


圖14

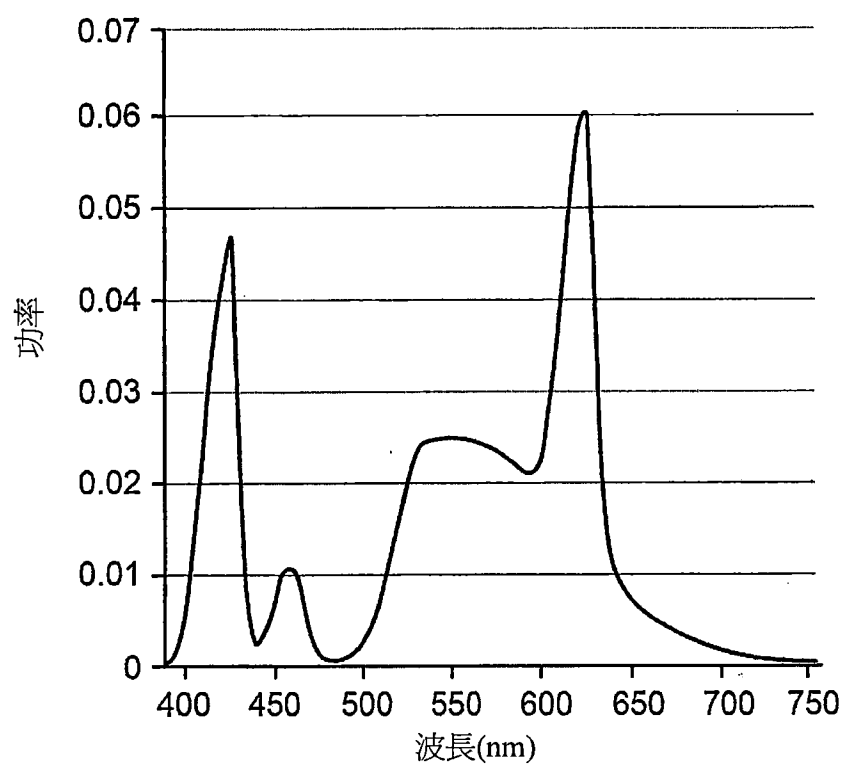


圖15