



(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 I545811 B

(45)公告日：中華民國 105 (2016) 年 08 月 11 日

(21)申請案號：100149350

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 12 月 28 日

(51)Int. Cl. : **H01L33/60 (2010.01)**

(30)優先權：2010/12/29 美國

61/428,034

(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)；潘拉尼斯西娃
萊維 PALANISWAMY, RAVI (IN)；傑蘇多斯 艾羅奇亞瑞杰 JESUDOSS,
AROKIARAJ (IN)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW 200529472A

TW 200802956A

TW 200910654A

WO 2010143093A1

審查人員：吳松屏

申請專利範圍項數：23 項 圖式數：11 共 65 頁

(54)名稱

遠端磷光體發光二極體結構

REMOTE PHOSPHOR LED CONSTRUCTIONS

(57)摘要

一種白色光源包括短波長 LED，及發射在較長可見波長下之光之磷光體層。二向色反射器透射該較長波長光，且將一些 LED 光反射至該磷光體上，使得隨著光自該 LED 行進至該二向色反射器，該光並不傳遞通過該磷光體。該 LED 可發射藍色光，且該二向色反射器可透射該 LED 光之第二部分，使得該光源輸出光包括該 LED 光之該第二部分及該較長波長磷光體光兩者。該 LED 可裝配於具有空腔區及相鄰區之可撓性基板上，該 LED 裝配於該空腔區中。介電層在該空腔區中相比於在該相鄰區中可較薄，或孔可在該空腔區中完全地延伸通過該介電層。

A white light source includes a short wavelength LED and a phosphor layer that emits light at longer visible wavelengths. A dichroic reflector transmits the longer wavelength light, and reflects some LED light onto the phosphor such that as light travels from the LED to the dichroic reflector it does not pass through the phosphor. The LED may emit blue light, and the dichroic reflector may transmit a second portion of the LED light, such that the light source output light includes both the second portion of the LED light and the longer wavelength phosphor light. The LED may be mounted on a flexible substrate having a cavity region and neighboring region, the LED being mounted in the cavity region. A dielectric layer may be thinner in the cavity region than in the neighboring region, or a hole may extend completely through the dielectric layer in the cavity region.

指定代表圖：

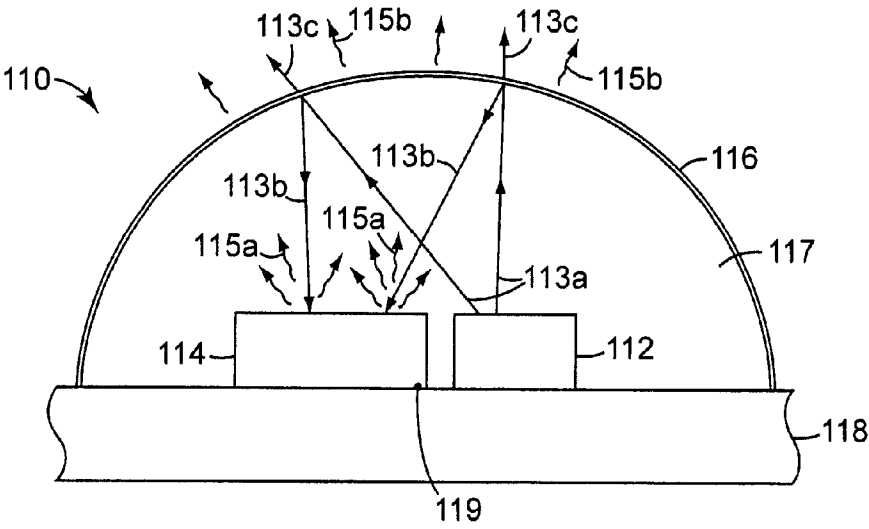
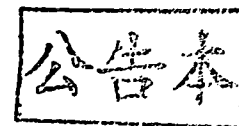


圖1

符號簡單說明：

- 110 . . . 寬頻光源
- 112 . . . 發藍色光 LED
- 113a . . . 藍色光
- 113b . . . 經反射藍色光
- 113c . . . 經透射 LED 光
- 114 . . . 磷光體層
- 115a . . . 磷光體光
- 115b . . . 磷光體光
- 116 . . . 二向色反射器/鏡面
- 117 . . . 內部空間
- 118 . . . 基板
- 119 . . . 點/曲率中心



發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：100149330

※申請日：100.12.28

※IPC 分類：H01L 33/00 (2010.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

遠端磷光體發光二極體結構

REMOTE PHOSPHOR LED CONSTRUCTIONS

二、中文發明摘要：

一種白色光源包括短波長LED，及發射在較長可見波長下之光之磷光體層。二向色反射器透射該較長波長光，且將一些LED光反射至該磷光體上，使得隨著光自該LED行進至該二向色反射器，該光並不傳遞通過該磷光體。該LED可發射藍色光，且該二向色反射器可透射該LED光之第二部分，使得該光源輸出光包括該LED光之該第二部分及該較長波長磷光體光兩者。該LED可裝配於具有空腔區及相鄰區之可撓性基板上，該LED裝配於該空腔區中。介電層在該空腔區中相比於在該相鄰區中可較薄，或孔可在該空腔區中完全地延伸通過該介電層。

三、英文發明摘要：

A white light source includes a short wavelength LED and a phosphor layer that emits light at longer visible wavelengths. A dichroic reflector transmits the longer wavelength light, and reflects some LED light onto the phosphor such that as light travels from the LED to the dichroic reflector it does not pass through the phosphor. The LED may emit blue light, and the dichroic reflector may transmit a second portion of the LED light, such that the light source output light includes both the second portion of the LED light and the longer wavelength phosphor light. The LED may be mounted on a flexible substrate having a cavity region and neighboring region, the LED being mounted in the cavity region. A dielectric layer may be thinner in the cavity region than in the neighboring region, or a hole may extend completely through the dielectric layer in the cavity region.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

110	寬頻光源
112	發藍色光LED
113a	藍色光
113b	經反射藍色光
113c	經透射LED光
114	磷光體層
115a	磷光體光
115b	磷光體光
116	二向色反射器/鏡面
117	內部空間
118	基板
119	點/曲率中心

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明大體上係關於光源，特別適用於併入發光二極體(LED)及磷光體之固態光源。本發明亦係關於關聯物品、系統及方法。

【先前技術】

發射寬頻光之固態光源為吾人所知。在一些狀況下，藉由將發黃色磷光體層施加至藍色LED上來製造此等光源。隨著來自藍色LED之光傳遞通過磷光體層，藍色光中之一些被吸收，且經吸收能量之絕大部分係藉由磷光體重新發射為在可見光譜中之較長波長下之斯托克移位光(Stokes-shifted light)，通常為黃色光。磷光體厚度足夠小，使得藍色LED光中之一些一直傳遞通過磷光體層，且與來自磷光體之黃色光組合以提供具有白色外觀之寬頻輸出光。

亦已提議其它LED激升磷光體光源。在美國專利第7,091,653號中，論述一種光源，在該光源中，來自LED之紫外線(UV)光係藉由長通反射器反射至磷光體層上。磷光體層發射可見(較佳地為白色)光，該光藉由長通反射器大體上透射。LED、磷光體層及長通濾光器係以如下方式而配置：隨著UV光自LED行進至長通反射器，UV光並不傳遞通過磷光體層。

【發明內容】

已開發出新的寬頻固態光源家族。此等光源利用藉由來自一或多個LED之光激升或激發之磷光體層或材料。該等

源亦包括二向色反射器，該二向色反射器將該LED光中至少一些反射至該磷光體層上。隨著光自該LED行進至該二向色反射器，該光並不傳遞通過該磷光體層。

在一些狀況下，該LED發射藍色光，且該二向色反射器將該藍色LED光之第一部分反射至該磷光體層上，該二向色反射器亦透射該藍色LED光之第二部分。該經透射藍色LED光與藉由該磷光體發射之較長波長光(其亦藉由該二向色反射器透射)組合以提供寬頻輸出光束，例如，具有白色外觀之光。已發現，藉由此等源發射之光可展現令人驚訝之程度的空間色彩均一性。

在一些狀況下，該LED及/或該磷光體安置於具有空腔區及相鄰區之可撓性基板上，該LED及/或該磷光體在該空腔區中裝配或附接至該基板。該可撓性基板較佳地包括介電層，該介電層在該空腔區中相比於在該相鄰區中較薄。在一些狀況下，孔可在該空腔區中完全地延伸通過該介電層，且該可撓性基板之一或多個其它組件(諸如，導電層及/或導熱層)可接著在該空腔區中提供針對該LED及/或該磷光體之實體支撐。不管孔是否在該空腔區中完全地延伸通過該介電層，皆已發現，此等源可提供例示性熱特性、機械特性及光學特性。

因此，本申請案尤其揭示包括第一發藍色光LED、磷光體材料層及二向色反射器之光源。該磷光體材料可經調適以回應於來自藉由該第一LED發射之該藍色光之激發而發射在長於該LED之可見波長下之光。該二向色反射器可經

組態成以如下方式將藉由該第一LED發射之該光之第一部分反射至該磷光體材料層上：隨著光自該第一LED傳播至該二向色反射器，該光並不傳遞通過該磷光體材料層，該二向色反射器亦大體上透射藉由該磷光體發射之在該等較長可見波長下之光。該二向色反射器可經組態以透射藉由該第一LED發射之該藍色光之第二部分，使得該光源發射諸如白色光之寬頻光，該寬頻光包括藉由該第一LED發射之該光之該第二部分與藉由該磷光體材料發射之在較長波長下之該光的組合。

在一些狀況下，該第一LED及該磷光體材料層可為大體上共平面的。在一些狀況下，該光源可進一步包括經安置有至少該第一LED之基板。在一些狀況下，該磷光體材料層亦可安置於該基板上。在一些狀況下，該光源亦可包括安置於該基板上之第二發藍色光LED。在一些狀況下，該基板可為可撓性的，且可包括具有空腔區及鄰近於該空腔區之相鄰區之介電層，該第一LED及/或該磷光體安置於該空腔區中。在一些狀況下，該空腔區之特徵可為在該介電層中之凹陷，該介電層在該相鄰區中具有第一厚度且在該空腔區中具有第二厚度，該第二厚度大於零，但小於該第一厚度。在一些狀況下，該第一厚度可為至少20微米，且該第二厚度可不大於10微米。在一些狀況下，該空腔區之特徵可為完全地延伸通過該介電層之孔。在一些狀況下，該基板亦可包括安置於該介電層上之導電材料，該LED安置於該導電材料上。在一些狀況下，該導電層可安置於該

介電層之第一側上，且該基板亦可包括安置於與該介電層之該第一側相對置的第二側上的導熱層。

亦揭示包括可撓性基板、第一LED、磷光體材料層及二向色反射器之光源。該第一LED經調適以發射LED光，且可安置於該可撓性基板上。該磷光體材料經調適以回應於來自該第一LED光之激發而發射在較長波長下之光。該二向色反射器可經組態成以如下方式將藉由該第一LED發射之該光之至少第一部分反射至該磷光體材料層上：隨著光自該第一LED傳播至該二向色反射器上，該光並不傳遞通過該磷光體材料層。該二向色反射器亦可大體上透射藉由該磷光體發射之在該等較長波長下之光。該可撓性基板可包括具有空腔區及鄰近相鄰區之介電層，且該第一LED及/或該磷光體材料可安置於該空腔區中。該光源可發射寬頻光，該寬頻光包括藉由該磷光體材料發射之在較長波長下之該光。

在一些狀況下，該第一LED可發射藍色光。在一些狀況下，該二向色反射器可經組態以透射藉由該第一LED發射之該光之第二部分，且藉由該光源發射之該寬頻光可包含白色光，且可包括藉由該LED發射之該光之該第二部分與藉由該磷光體材料發射之在較長波長下之該光的組合。

在一些狀況下，該第一LED可發射UV光。在一些狀況下，該二向色反射器可經組態以透射極少或無藉由該第一LED發射之該光，且藉由該光源發射之該寬頻光可包含白色光，且可包括藉由該磷光體材料發射之在較長波長下之

該光及極少或無藉由該第一LED發射之該光。

在一些狀況下，該空腔區之特徵可為在該介電層中之凹陷，該介電層在該相鄰區中具有第一厚度且在該空腔區中具有第二厚度，該第二厚度大於零，但小於該第一厚度。在一些狀況下，該第一厚度可為至少20微米，且該第二厚度可不大於10微米。在一些狀況下，該空腔區之特徵可為完全地延伸通過該介電層之孔。在一些狀況下，該基板亦可包括安置於該介電層上之導電材料，且該第一LED可安置於該導電材料上。在一些狀況下，該導電層可安置於該介電層之第一側上，且導熱層可安置於與該介電層之該第一側相對置的第二側上。在一些狀況下，該磷光體材料層亦可安置於該可撓性基板上。在一些狀況下，該光源亦可包括安置於該可撓性基板上之第二LED。

亦論述相關方法、系統及物品。

本申請案之此等及其它態樣將自以下【實施方式】而顯而易見。然而，以上概述決不應被理解為對所主張標的之限制，該標的僅係藉由附加申請專利範圍界定，附加申請專利範圍可在實施期間予以修正。

【實施方式】

如上文所提及，本申請案描述利用磷光體層或材料之寬頻固態光源，該磷光體層或材料藉由來自一或多個LED之光激升或激發。源亦包括二向色反射器，其將LED光中之至少一些反射至磷光體層上。隨著光自LED行進至二向色反射器，光並不傳遞通過磷光體層。在一些狀況下，LED

發射藍色光，且二向色反射器將藍色LED光之第一部分反射至磷光體層上，二向色反射器亦透射藍色LED光之第二部分。經透射藍色LED光與藉由磷光體發射之較長波長光(亦藉由二向色反射器透射)組合以提供寬頻輸出光束(例如，具有白色外觀之光)。在一些狀況下，LED及/或磷光體安置於具有空腔區及相鄰區的可撓性基板上，LED及/或磷光體在空腔區中裝配或附接至基板。可撓性基板包括介電層，該介電層在空腔區中相比於在相鄰區中較薄。

在此點上，「發光二極體」或「LED」指代發射光(不管為可見光、紫外線抑或紅外線)的二極體。該二極體包括作為「LED」出售之不相干包裝或囊封之半導體裝置，不管為習知種類抑或超輻射種類。「LED晶粒」為呈其最基本形式之LED，亦即，呈藉由半導體處理程序製造之個別組件或晶片形式的LED。舉例而言，LED晶粒可由一或多種第III族元素之組合及一或多種第V族元素之組合(III-V半導體)形成。合適III-V半導體材料之實例包括諸如氮化鎵之氮化物及諸如銦鎵磷化物之磷化物。亦可使用其它類型之III-V材料以及來自元素週期表之其它族的無機材料。組件或晶片可包括適合於施加電力以激勵裝置之電接觸點。實例包括導線結合、捲帶式自動結合(TAB)或浮片結合。組件或晶片之個別層及其它功能元件通常按晶圓尺度形成，且可接著將成品晶圓切塊成個別單一零件以產生許多LED晶粒。LED晶粒可經組態用於表面黏著、板上晶片封裝或其它已知裝配組態。藉由在LED晶粒及關聯反射器

碗上形成聚合物囊封劑來製造一些經封裝LED。對本申請案而言，亦應認為「LED」包括統稱為OLED之有機發光二極體。

利用發藍色光LED之寬頻固態光源之所有所揭示實施例亦可能或可能不利用例示性可撓性基板，且利用例示性基板之所有所揭示實施例亦可能或可能不利用發藍色光LED。以包括一或多個發藍色光LED之一些實施例的論述開始。

在圖1中，可見寬頻光源110之示意性側視圖或橫截面圖。源110包括發藍色光LED 112及附接至基板118之磷光體層114。LED 112自其暴露外表面在所有方向上發射藍色光113a，其中在圖上標註此光之兩個射線。

來自LED 112之藍色光113a照射二向色反射器116。有時亦稱為二向色鏡面之二向色反射器為經設計以針對一些光學波長具有高反射率(且低透射)且針對其它光學波長具有低反射率(且高透射)的反射器。此等反射器一般具有可忽略之吸收，使得至少在可見光及近紅外線波長上，大體上透射未經反射之任何光，且反之亦然。此等反射器包含光學上薄之微層通常以具有大折射率失配之材料的交替配置(諸如，二氧化矽與二氧化鈦之交替層)的堆疊，但亦可使用其它合適之無機或有機材料。此等反射器可藉由交替層在玻璃或其它合適基板上之真空沈積來製造。或者，合適之反射性膜可藉由(例如)如在美國專利第5,882,774號及第6,783,349號中所描述之連續製程來製造，該連續製程可涉

及交替聚合物材料之共擠壓及拉伸所得多層聚合物腹板。無關於在二向色反射器中使用之材料及所使用之製造方法，如本文中在其它地方所描述，反射器具備經修整以提供所要反射特性(為波長之函數)的微層堆疊之層厚度剖面(thickness profile)。在此點上，參看美國專利第6,967,778號。舉例而言，厚度剖面可經修整以提供作為長通濾光器或陷波濾光器操作的二向色反射器。在一些狀況下，二向色反射器可為或包含多層鏡面膜、反射性偏光器及/或諸如鏡面之部分偏光反射器，該部分偏光反射器在給定波長下反射一偏光之光的全部且部分反射正交偏光。

二向色反射器116經修整以反射藍色LED光之第一部分，且透射藍色LED光之大體上互補的第二部分。反射器116亦經塑形或以其它方式經組態以將經反射藍色光113b導引至磷光體層114上。舉例而言，如圖中所示，二向色反射器可具有一朝向LED及磷光體開啟或涵蓋LED及磷光體的凸起形狀。該凸起形狀可為簡單之半球形或球體之其它部分，或凸起形狀可為拋物線、橢圓或任一其它規則或不規則之非球面形狀，或凸起形狀可為(例如)藉由由複數個小或大之平坦小平面構成的分段半球形或非球體，該等平坦小平面經配置以接近所要平滑形狀。在一些狀況下，二向色反射器可為獨立式的，而在其它狀況下，二向色反射器可(例如)作為薄膜施加至另一組件之內表面、外表面或嵌入式表面。舉例而言，在源110之狀況下，內部空間117可包含囊封LED及磷光體的合適之透光玻璃或聚合物

材料，且二向色反射器可應用至此囊封劑之外表面。囊封劑可不僅向光源設計提供結構完整性及穩健性，而且可藉由減小由LED晶粒內之全內反射截獲之光的量來改良光源之效率。或者，內部空間117可為未填充的，例如，內部空間117可包含僅空氣或真空。

在例示性實施例中，二向色反射器可經修整以反射範圍為50%至95%之量的來自LED之藍色光，且透射此光之剩餘部分。舉例而言，例示性二向色反射器亦可透射藉由磷光體發射之較長波長可見光的大部分(較佳大於此光之75%、80%、85%或90%)。

二向色反射器116之形狀或其它組態較佳經修整以將來自發藍色光LED之經反射光113b導引至磷光體層114上。較佳地，反射器以在磷光體層之至少一部分上形成LED之實質影像或LED之部分之實質影像的方式導引經反射光。

「影像」在此點上於照相含義上不需要為高品質影像，而是可僅為形狀至少接近LED之形狀或其任一發光部分的具有增大之亮度的區域。在簡單實施例中，反射器116可具有半球形或其它球體部分之形狀，該形狀之曲率中心在圖1中描繪為點119。球形反射性表面具有等於球形反射性表面之曲率半徑之一半的(近軸)焦距，且含有曲率中心之平面中的任一物點藉由球形表面成像至位於同一平面上的影像點，且接合物點與影像點之線段藉由曲率中心二等分。在圖1之實施例中，LED 112展示為偏移至曲率中心119之右側，且磷光體層114展示為偏移至左側。儘管LED 112之

上發光表面可能並非精確地位於含有點119之水平平面中(請注意，LED 112之高度展示為在圖之示意圖中予以誇示)，但在許多狀況下，其為足夠靠近的，使得實質影像一與LED發光表面之大小及形狀類似一形成於點119之對置側上。此處，置放磷光體層114以便有效地截取經反射LED光。請注意，儘管磷光體層可經圖案化以具有與LED相同或類似之大小及形狀，但一般而言不需要為此狀況，且在許多狀況下，使磷光體層大於LED或相對於LED或其影像過大為有利的，如此能藉由磷光體截取盡可能多之經反射LED光。甚至在圖1之示意圖中，例如，可見磷光體層114在橫向(平面內)尺寸上大於LED 112。

保持LED靠近曲率中心119且靠近光源之光軸(在目前狀況下，光軸為垂直於基板118且通過點119的軸線)是有利的。藉由保持LED及其影像靠近光軸，輸出光可經更好地準直，且可具有較低光展。若使用多個LED，則較低光展可大體上藉由在不阻斷其它LED之影像的情況下盡可能靠近光軸地定位每一LED來達成。熱管理在判定多個LED之最佳置放中亦可起一定作用，此係由於靠近地隔開之LED可導致較高操作溫度，此情形可有害地影響LED之輸出功率。

除安置於曲率中心119之對置側上外，定位LED及磷光體層使得其大體上共平面通常亦為有利的。「共平面」在此點上不需要LED之給定表面精確地位於與磷光體層之表面相同的幾何平面中或反之亦然，而是亦可理解為包括如

下狀況：組件足夠靠近同一平面，使得磷光體層截取來自LED之經反射光的全部或至少絕大部分。

光源110及本文中所揭示之其它光源的顯著設計特徵為，隨著光自LED行進至二向色反射器，光並不傳遞通過磷光體層114。此設計特徵不同於許多LED激升之磷光體源的設計，在該等LED激升之磷光體源中，來自LED之光在照射於LED光之任一反射器上之前通過磷光體層。所揭示設計之顯著益處為，磷光體層之藉由經反射LED光最初照射之側或表面亦為磷光體層之面向光源之輸出的側或表面。換言之，參看圖1，來自LED之經反射光最初照射在磷光體層114之上表面之上，該上表面朝向光源110之輸出而面向上或外。經反射LED光視該層中吸收及散射之量而透入至磷光體層114中達某一程度，但在任一狀況下，此光之強度隨著上表面下方之深度增大而減小。結果，在磷光體層114之容積中產生之螢光的強度在上表面處最亮，且隨著該表面下方之深度增大而減小。此配置可提供減小之LED光及磷光體光的吸收及散射，及增強之光源的總效率。

在一些狀況下，磷光體層114在LED光之波長下的實體厚度及吸收係數可經修整，使得LED光之照射磷光體層之大體上全部經吸收或以其它方式散射，使得大體上無光到達磷光體層之後或背表面，該表面可與基板118接觸。

在其它狀況下，磷光體層之實體厚度可經減小，及/或其在LED波長下之吸收係數經減小，使得照射LED光之絕

大部分可到達磷光體層之背或後表面。在此等後面狀況下，在磷光體層之背表面處可提供反射性層，以允許剩餘LED光再次傳播通過磷光體層之厚度以便產生更多螢光。利用減小厚度之磷光體層的實施例自熱管理觀點為大體上有利的，此係因為磷光體層之經減小厚度可用以增大磷光體層之上部分至下伏散射片的通常不良之熱耦接。磷光體層相比於LED通常具有顯著較低之熱導率，且可有助於汲取熱以遠離磷光體層之任何設計技術可有利地有助於減低磷光體的操作溫度。

如本文中在其它地方所解釋，磷光體材料藉由吸收LED光及作為較低能量(較長波長)輻射發射經吸收之能量而發射具有相比於LED之波長通常較長之波長的光。光轉換過程涉及與至較低能量之斯托克移位相關聯之損耗以及非輻射損耗，所有此等損耗通常將自身表明為在磷光體層中產生之熱。例示性磷光體材料吸收藍色光(例如，在自約430至470 nm之波長範圍內的光)，且提供在可見光譜之較低能量部分中(例如，在自500至700 nm之範圍內)的螢光發射。例示性磷光體材料為經鈾摻雜之鈮鋁石榴石(Ce:YAG)。其它合適磷光體材料包括其它已知類型之經摻雜的YAG、正矽酸酯、氮化物或硫化物材料。在一些狀況下，磷光體層或材料可包含一或多種類型之磷光體微粒在合適黏結料中的混合物。

藉由磷光體層發射之較長可見波長的光在圖1中標註為115a。二向色反射器116經修整以大體上透射此等較長波

長光。結果，磷光體光115a經有效地透射為磷光體光115b，此光亦視填充內部空間117之材料(若存在)及反射器116之外部或對置側上之材料(若存在)而在反射器116處潛在地經折射。在例示性實施例中，內部空間117可藉由清澈玻璃或聚合物囊封劑填充，且鏡面116之對置側上的空間可為空氣或真空，使得藉由囊封劑進行之折射提供來自LED及磷光體層之光的某一程度之準直，倘若彼等組件相對靠近曲率中心119或光源之光軸而安置。除透射磷光體光115a外，二向色反射器116亦經修整，以透射LED光113a之一部分，此經透射LED光在圖式中標註為113c。經透射光113c及經透射光115b空間組合以提供光源110之寬頻輸出光。

任一合適基板可用作基板118以攜載LED 112及磷光體層114。基板可包括導電層或跡線以將電力攜載至LED。基板亦較佳地具有相對高之熱傳導及相對低之熱阻，以便有效地攜載熱量遠離LED及/或磷光體層以便維持LED及/或磷光體層的較低操作溫度。為了促成此較低操作溫度，基板可包括或熱耦接至合適散熱件，例如，相對厚之銅、鋁或其它合適金屬或其它導熱材料的層。在一些狀況下，基板可為或包含諸如金屬鏡面、具有介電塗層之金屬鏡面的高反射性表面以增強反射率，或諸如微孔聚酯或經二氧化鈦填充之聚合物的漫反射性表面，或諸如3M™ Vikuiti™ 增強型鏡面反射器(ESR)膜的多層光學膜。基板亦可為或包含本文中在其它地方論述之任何基板。

圖2展示另一寬頻光源210之示意性透視圖。光源210包括安置於基板218上之兩個發藍色光LED 212a、212b，該基板在其上亦具有磷光體層214，該磷光體層214在暴露至來自LED之藍色光時發射較長波長可見光。LED 212a、212b較佳發射同一色彩之藍色光，亦即，LED 212a、212b具有相同或類似發射光譜。LED亦可具有相同大小及形狀，儘管此情形為不必要的，且亦預期到具有不同大小及形狀之LED以及具有些許不同之藍色光發射光譜的LED。

源210亦包括具有凸起形狀之二向色反射器216，該凸起形狀朝向LED及過大磷光體層214之盤狀部分開啟並涵蓋LED及過大磷光體層214之盤狀部分。盤狀部分之中心藉由點219標記，點219亦對應於反射器216之曲率中心。LED 212a、212b相對靠近點219而定位，但沿正交之平面內軸線配置，使得LED皆不阻斷其它LED之藉由凸起二向色反射器形成的影像。

源210與源110之間的一差異為，磷光體相對於LED之橫向尺寸及二向色反射器之基座的橫向尺寸。在源110中，磷光體層具有類似於LED之橫向尺寸但大體上小於二向色反射器基座之橫向尺寸的橫向尺寸。在源210中，磷光體層具有遠大於LED之橫向尺寸但大體上類似於二向色反射器基座之橫向尺寸的橫向尺寸。實際上，源210之磷光體層214完全地填充二向色反射器216之外部周邊或基座。此方法之一優點為避免了相對於LED或相對於二向色反射器對準磷光體層的任一需要。一缺點為磷光體材料之不必要

使用，此係由於整個磷光體層214之僅小部分將藉由來自LED之經反射光激發，磷光體層之該小部分亦為對光源之輸出光有貢獻的部分。光源110相對於光源210之該方法的相應優點為更有效地分配磷光體材料。

結合圖1及本文中在其它地方論述之LED、磷光體、二向色反射器、基板及其它光源元件之設計細節將理解為同等應用至光源210之相應元件。

圖3a為例示性藍色LED及例示性磷光體之光譜強度分佈的理想化曲線圖。詳言之，曲線310以示意性樣式表示發藍色光LED之近似光譜分佈。曲線312以示意性樣式表示藉由例示性磷光體材料在暴露至來自藍色LED之光時發射之光的近似光譜分佈。讀者將理解，此等曲線經提供以輔助理解本發明，且並不意欲為限制性的。讀者亦將理解，來自曲線310之光與來自曲線312之光的組合可提供寬頻輸出光，該寬頻輸出光具有係大體上白色或具有其它所要色調之外觀。藉由改變藍色LED光與較長波長磷光體光之相對比例，可提供色溫可經調諧至所要值的白色輸出光。在自克氏3000至7000度之範圍內之色溫係在本發明之範疇內。

圖3b為與藍色LED及發射黃色或其它寬頻可見光之磷光體一起使用的例示性二向色反射器之光譜反射或透射的理想化曲線圖。再者，讀者將理解，此等曲線經提供以輔助理解本發明，且並不意欲為限制性的。曲線320以示意性樣式表示二向色反射器針對垂直入射光之反射百分數，且

曲線322表示相應透射百分數。此等曲線因為多數二向色反射器之低損耗本質而為大體上互補的。以不同於垂直入射之角度照射二向色反射器之光可經歷類似於或大體上不同於曲線320、322之透射及反射特性，該類似或不同之程度視入射角且亦潛在地視光之偏光狀態而定。一般而言，以中等不垂直角入射之光經歷相對於垂直入射曲線320、322僅向左(朝向較短波長)移位的反射及透射特性。在多數狀況下，來自LED或來自磷光體層之光在入射角之分佈或範圍上照射二向色反射器的給定部分，且範圍或分佈以二向色反射器之考慮中的部分之函數改變。

部分歸因於此等情形潛在地使與二向色反射器相關聯之幾何因數複雜化，定位LED使得其相對靠近光源之光軸且靠近二向色反射器之曲率中心時常大體上為有利的。此配置可有助於保持來自LED之光及來自磷光體之光的入射角在二向色反射器之區域上合理地靠近垂直入射。

讀者將注意到，曲線322展現藍色光(例如)在430至470 nm附近之小但非零量之透射。以此方式修整二向色反射器確保，一些藍色LED光將藉由二向色反射器透射，並與來自磷光體之較長波長光混合以提供寬頻輸出光。二向色反射器之可涉及以下兩者之合適調整可經進行以改變輸出光束中藍色LED光與較長波長磷光體光的比例：增大或減少藍色光譜區及/或自500至700 nm起之較長波長區中之反射或透射的漸近位準，及/或將曲線320、322移位至較短或較長波長。如上文所論述，此等改變可允許調整白色輸出

光之色溫。

圖3c為展示光源330之示意圖，在該光源330中，來自藍色LED 332之一些光與藉由磷光體334發射之較長波長光經組合以提供寬頻白色輸出光。來自磷光體之長波長光視所使用之磷光體材料而可具有黃色外觀或其它色彩。再次僅示意性展示之二向色反射器336允許來自LED 332之一些藍色光經透射，且將剩餘藍色LED光反射至磷光體334上。經反射藍色LED光激發磷光體，且使磷光體發射經斯托克移位之較長波長光，該較長波長光藉由二向色反射器336高度透射。來自LED之藍色光與來自磷光體之較長波長光的組合或混合物提供寬頻輸出光，例如，白色光。

圖4為在許多方面類似於圖1及圖2之光源的寬頻光源410之示意性平面圖。光源410具有僅一安置於基板418上之發藍色光LED 412，該基板在其上亦具有過大磷光體層414，該磷光體層414在暴露至來自LED之藍色光時發射較長波長可見光。

源410亦包括二向色反射器416。在圖4之平面圖中，可見二向色反射器之下基座之僅形狀或圓周，但讀者將理解，反射器具有類似於圖1及圖2之二向色反射器的凸起形狀。反射器416朝向LED及磷光體層414之盤狀部分開啟，並涵蓋LED及磷光體層414之盤狀部分。盤狀部分之中心藉由點419標記，點419亦對應於凸起反射器416之曲率中心。LED 412相對靠近點419而定位。凸起反射器416在影像區412'中產生LED 412的影像。

光源 410 之實施例使用 LightTools™ 光學設計軟體來模擬。一些相關設計參數包括以下各者：

- 假設磷光體層由浸沒於折射率為 1.41 之聚矽氧黏結材料中的折射率為 1.8 之 Ce:YAG 微粒構成，層具有 0.1 mm 之實體厚度；
- 假設 LED 係正方形，其中平面內尺寸為 1 mm × 1 mm，厚度為 10 微米且輸出波長為 460 nm。亦假設 LED 在其背表面（鄰近於磷光體層）上具有薄反射性塗層，該反射性塗層具有 50% 反射率及 50% 吸收率；
- 假設二向色反射器安置於由 BK7 玻璃製成之平凸透鏡之半球形凸起表面上，該透鏡具有 5 mm 之直徑及 2.5 mm 之曲率半徑。假設二向色反射器對於在 460 nm LED 波長下垂直入射光具有 90% 反射率及 10% 透射。亦假設二向色反射器對於波長為 490 nm 或更大之垂直入射光具有約 100% 透射。
- 平凸透鏡經定位，使得其平面側安置於 LED 之頂面處，且透鏡之平面側與磷光體層之頂部之間的空間藉由折射率為 1.41 之聚矽氧材料填充，聚矽氧材料因此亦囊封 LED。

藉由光源 410 之此實施例提供之輸出光使用 LightTools 軟體而模擬。特別所關注為輸出光之如在安置於 LED 平面上方 5 mm 的觀測平面中所觀測之實體分佈，該觀測平面係在平凸透鏡及二向色反射器 416 之頂點上方約 2.5 mm。圖

4a描繪輸出光在此觀測平面中的總輻照度或亮度與平面中之位置呈函數關係。圖4b及圖4c描繪輸出光在觀測平面中之沿兩個正交平面內軸線的CIE色度座標，其中曲線430及432描繪CIE「x」座標與觀測平面中之位置呈函數關係，且曲線440及442描繪CIE「y」座標與觀測平面中之位置呈函數關係。(讀者不應混淆此等CIE「x」及「y」座標與圖4a中之空間x及y座標，在觀測平面中，空間x及y座標以相對於光軸之以毫米為單位之位移給出。)曲線430及440對應於沿一平面內軸線之量測，且曲線432及442對應於沿觀測平面中之正交平面內軸線的量測。

圖4a論證，光源410能夠發射高亮度、低光展之輸出光束。圖4b與圖4c中之曲線的比較顯露，輸出光束在輸出光束之區域上展現出乎意料之色彩均一分佈，即使在凸起二向色反射器下方之不同位置或地點處產生了顯著不同之色彩。舉例而言，在LED及磷光體之平面中，LED 412發射藍色光，而磷光體層在影像區412'處之部分發射大體上黃色光。

圖5為寬頻光源510之示意性平面圖，該寬頻光源510類似於圖4之光源410(除光源510具有兩個發藍色光LED 512a、512b外)。LED 512a、512b安置於基板518上，該基板518在其上亦具有過大磷光體層514，該磷光體層514在暴露至來自LED之藍色光時發射較長波長可見光。

源510亦包括二向色反射器516。在圖5之平面圖中，可見二向色反射器之下基座之僅形狀或圓周，但讀者將理

解，反射器具有類似於圖1及圖2之二向色反射器的凸起形狀。反射器516朝向LED及磷光體層514之盤狀部分開啟，並涵蓋LED及磷光體層514之盤狀部分。盤狀部分之中心藉由點519標記，點519亦對應於凸起反射器516之曲率中心。LED 512a、512b沿正交平面內軸線相對靠近點519而定位。凸起反射器516在影像區512a'中產生LED 512a之影像，且在影像區512b'中產生LED 512b之影像。

光源510之實施例以類似於自光源410模擬之光源的方式使用LightTools™光學設計軟體而模擬。光源510之模擬實施例的一些相關設計參數包括以下各者：

- 假設磷光體層由浸沒於折射率為1.41之聚矽氧黏結材料中的折射率為1.8之Ce:YAG微粒構成，層具有0.1 mm之實體厚度；
- 各自假設LED係正方形，其中平面內尺寸為1 mm × 1 mm，厚度為10微米且輸出波長為460 nm。亦假設每一LED在其背表面(鄰近於磷光體層)上具有反射性塗層，該反射性塗層具有50%反射率及50%吸收率；
- 假設二向色反射器安置於由BK7玻璃製成之平凸透鏡之半球形凸起表面上，該透鏡具有5 mm之直徑及2.5 mm之曲率半徑。假設二向色反射器對於在460 nm LED波長下垂直入射光具有90%反射率及10%透射。亦假設二向色反射器對於波長為490 nm或更大之垂直入射光具有約100%透射。

- 平凸透鏡經定位，使得其平面側安置於LED之頂面處，且透鏡之平面側與磷光體層之頂部之間的空間藉由折射率為1.41之聚矽氧材料填充，聚矽氧材料因此亦囊封LED。

藉由光源510之此實施例提供之輸出光使用 LightTools 軟體而模擬。特別所關注為輸出光之如在安置於LED平面上方5 mm的觀測平面中所觀測之實體分佈，該觀測平面係在平凸透鏡及二向色反射器516之頂點上方約2.5 mm。圖5a描繪輸出光在此觀測平面中的總輻照度或亮度與平面中之位置呈函數關係。圖5b及圖5c描繪輸出光在觀測平面中之沿兩個正交平面內軸線的CIE色度座標，其中曲線530及532描繪CIE「x」座標與觀測平面中之位置呈函數關係，且曲線540及542描繪CIE「y」座標與觀測平面中之位置呈函數關係。(讀者不應混淆此等CIE「x」及「y」座標與圖5a中之空間x及y座標，在觀測平面中，空間x及y座標以相對於光軸之以毫米為單位之位移給出。)曲線530及540對應於沿一平面內軸線之量測，且曲線532及542對應於沿觀測平面中之正交平面內軸線的量測。

圖5a論證，光源510能夠發射高亮度、低光展之輸出光束。圖5b與圖5c中之曲線的比較顯露，輸出光束在輸出光束之區域上展現出乎意料之色彩均一分佈，即使在凸起二向色反射器下方之不同位置或地點處產生了顯著不同之色彩。舉例而言，在LED及磷光體之平面中，LED 512a、512b發射藍色光，而磷光體層在影像區512a'、512b'處之

部分發射大體上黃色光。

圖6為寬頻光源610之示意性平面圖，該寬頻光源610類似於圖4之光源410及圖5之光源510(除光源610具有三個發藍色光LED 612a、612b、612c外)。LED 612a、612b、612c安置於基板618上，該基板618在其上亦具有過大磷光體層614，該磷光體層614在暴露至來自LED之藍色光時發射較長波長可見光。

源610亦包括二向色反射器616。在圖6之平面圖中，可見二向色反射器之下基座之僅形狀或圓周，但讀者將理解，反射器具有類似於圖1及圖2之二向色反射器的凸起形狀。反射器616朝向LED及磷光體層614之盤狀部分開啟，並涵蓋LED及磷光體層614之盤狀部分。盤狀部分之中心藉由點619標記，點619亦對應於凸起反射器616之曲率中心。LED 612a、612b、612c沿不同平面內軸線相對靠近點619而定位，該等不同平面內軸線彼此分離約120度之角度。凸起反射器616在影像區612a'中產生LED 612a之影像，在影像區612b'中產生LED 612b之影像，且在影像區612c'中產生LED 612c的影像。

光源610之實施例以類似於自光源410及510模擬之光源的方式使用LightTools™光學設計軟體而模擬。光源610之模擬實施例的一些相關設計參數包括以下各者：

- 假設磷光體層由浸沒於折射率為1.41之聚矽氧黏結材料中的折射率為1.8之Ce:YAG微粒構成，層具有0.1 mm之實體厚度；

- 各自假設LED係正方形，其中平面內尺寸為1 mm × 1 mm，厚度為10微米且輸出波長為460 nm。亦假設每一LED在其背表面(鄰近於磷光體層)上具有反射性塗層，該反射性塗層具有50%反射率及50%吸收率；
- 假設二向色反射器安置於由BK7玻璃製成之平凸透鏡之半球形凸起表面上，該透鏡具有5 mm之直徑及2.5 mm之曲率半徑。假設二向色反射器對於在460 nm LED波長下垂直入射光具有90%反射率及10%透射。亦假設二向色反射器對於波長為490 nm或更大之垂直入射光具有約100%透射。
- 平凸透鏡經定位，使得其平面側安置於LED之頂面處，且透鏡之平面側與磷光體層之頂部之間的空間藉由折射率為1.41之聚矽氧材料填充，聚矽氧材料因此亦囊封LED。

藉由光源610之此實施例提供之輸出光使用LightTools軟體模擬。特別所關注為輸出光之如在安置於LED平面上方5 mm的觀測平面中所觀測之實體分佈，該觀測平面係在平凸透鏡及二向色反射器616之頂點上方約2.5 mm。圖6a描繪輸出光在此觀測平面中的總輻照度或亮度與平面中之位置呈函數關係。圖6b及圖6c描繪輸出光在觀測平面中之沿兩個正交平面內軸線的CIE色度座標，其中曲線630及632描繪CIE「x」座標與觀測平面中之位置呈函數關係，且曲線640及642描繪CIE「y」座標與觀測平面中之位置呈函數

關係。(讀者不應混淆此等CIE「x」及「y」色度座標與圖6a中之空間x及y座標，在觀測平面中，空間x及y座標提供相對於光軸之以毫米為單位之位移。)曲線630及640對應於沿一平面內軸線之量測，且曲線632及642對應於沿觀測平面中之正交平面內軸線的量測。

圖6a論證光源610能夠發射高亮度、低光展之輸出光束。圖6b與圖6c中之曲線的比較顯露輸出光束在輸出光束之區域上展現出乎意料之色彩均一分佈，即使在凸起二向色反射器下方之不同位置或地點處產生了顯著不同之色彩。舉例而言，在LED及磷光體之平面中，LED 612a、612b、612c發射藍色光，而磷光體層在影像區 612a'、612b'、612c'處之部分發射大體上黃色光。

現轉至圖7，可見寬頻光源710之展示例示性可撓性基板之構造細節的示意性側視圖或橫截面圖，該可撓性基板經包括作為光源之元件。除基板及其構成組件外，光源710之實際上所有其它所描繪元件具有圖1之光源110中的對應元件。

因此，光源710包括安置於基板718上之發藍色光LED 712，該基板在其上亦具有磷光體層714，該磷光體層714在暴露至來自LED之藍色光時發射較長波長可見光。LED 712可藉由導線結合併720連接至導電跡線。

源710亦包括具有凸起形狀之二向色反射器716，該凸起形狀朝向LED及磷光體層714開啟並涵蓋LED及磷光體層714。反射器716之曲率中心藉由點719標記。LED 712相對

靠近點 719 而定位，且磷光體層 714 亦是如此。正如同圖 1 中一般，磷光體層 714 展示為相對於 LED 為稍微過大的。

亦類似於圖 1，藉由 LED 712 發射之藍色光 713a 藉由二向色反射器 716 部分反射以產生經反射 LED 光 713b，且經部分透射以產生經透射 LED 光 713c。將經反射 LED 光 713b 導引至磷光體層 714 上，該情形激發磷光體且使磷光體層發射較長波長光 715a。此較長波長光藉由二向色反射器 716 高度透射以產生磷光體光 715b。經透射光 713c 及經透射光 715b 空間上組合以提供光源 710 之寬頻輸出光(諸如，白色光)。內部空間 717 可包含囊封 LED 及磷光體的合適之透光玻璃或聚合物材料，且二向色反射器可應用至此囊封劑之外表面。或者，可不填充內部空間 717。

源 710 與源 110 之間的一差異為針對光源之基板部分所提供之細節。在源 710 中，基板 718 為了可撓性、至下伏散熱件(未圖示)之較大熱傳導(及較低熱阻)且為了節省空間而較佳為薄的。儘管為大體上薄的，基板 718 仍依所需地經模製、蝕刻或以其它方式塑形以與在鄰近或相鄰區 721b 中相比較在空腔區 721a 中為甚至更薄的，此等區展示為藉由斜面過渡區分離。相對於相鄰區在空腔區中提供甚至更大之熱傳導的所減小厚度依所需地與介電層 718a 之所減小厚度相關聯，介電層 718a 形成基板之部分。在圖中，介電層 718a 展示為在相鄰區 721b 中具有厚度 T_1 ，且在空腔區 721a 中具有較小厚度 T_2 。安置於介電層 718a 頂上為導電層 718b，該導電層 718b 可按需要經圖案化以向 LED 提供電

力。導熱層 718c 相比於層 718b 安置於介電層之對置主表面上。在一些狀況下，層 718b、718c 可由相同材料(例如，銅)構成，而在其它狀況下可使用不同材料。因此，導電層 718b 亦可為導熱的，且導熱層 718c 亦可為導電的。導熱層 718c 較佳(例如)使用合適熱界面材料結合至合適散熱件。

基板 718 之薄化區較佳係與介電層 718a 之相應薄化區相關聯，介電層 718a 在許多狀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購得之以下各者：以商標名稱 KAPTON 可購自 DuPont 之聚醯亞胺、以 APICAL 可購自 Kaneka Texas 公司之聚醯亞胺、以 SKC Kolon PI 可購自 SKC Kolon PI Inc. 的聚醯亞胺，及以 UPILEX 及 UPISEL 可購自 Ube Industries 之聚醯亞胺。皆可購自日本 Ube Industries 的以商標名稱 UPILEX S、UPILEX SN 及 UPISEL VT 購得之聚醯亞胺在許多應用中為尤其有利的。此等聚醯亞胺由諸如聯苯四羧酸二酐(BPDA)及苯基二胺(PDA)之單體製成。

介電層 718a 可使用諸如以下各者之任一合適方法而在空腔區中經薄化：化學蝕刻、電漿蝕刻、聚焦離子束蝕刻、雷射切除及衝壓。關於蝕刻，可使用任一合適蝕刻劑，且較佳蝕刻劑可視介電層中使用之材料而定。合適蝕刻劑可包括(例如)氫氧化鉀之鹼性金屬鹽；鹼性金屬鹽與增溶劑(例如，胺)及醇(諸如，乙二醇)中之一或兩者。合適化學

蝕刻劑可包括KOH/乙醇胺/乙二醇蝕刻劑，諸如在以引用之方式併入本文中之美國專利公開案第US 2007/0120089號中更詳細描述的彼等蝕刻劑。其它合適化學蝕刻劑可包括KOH/甘胺酸蝕刻劑，諸如在以引用之方式併入本文中之於2010年11月3日申請之共同讓與的美國申請案第61/409,791號中更詳細描述的彼等蝕刻劑。在蝕刻之後，介電層可藉由鹼性KOH/高錳酸鉀(PPM)溶液(例如，約0.7至約1.0 wt% KOH及約3 wt% KMnO₄的溶液)進行處理。介電層在一側或兩側上可藉由導電層(例如，圖7之層718b及718c)包覆。導電層可由任一合適導電及/或導熱材料構成，但通常包含銅。若導電層形成為電路，則其在需要時可經預圖案化。在一些狀況下，可撓性基板可具有多層構造，該多層構造包括介電材料及導電材料之呈堆疊配置的多個層。

所使用之薄化程序之類型可影響空腔區與相鄰區之間的過渡，以及介電層及其它層之側壁在過渡區中的特性。化學蝕刻可用以產生相對淺之側壁，例如，自可撓性基板之平面量測範圍為約5度至60度或約25度至28度的典型側壁角度。諸如衝壓、電漿蝕刻、聚焦離子束蝕刻及雷射切除之其它技術可產生陡峭得多之側壁，例如高達約90度之壁角度。在一些狀況下，諸如藉由衝壓，孔可完全地通過介電層而形成，下文中進一步論述該情形。在此等狀況下，可撓性基板之其它層(諸如，導電層718b及/或718c)可用以在空腔區中提供針對LED及/或磷光體層之實體支撐。

在例示性實施例中，介電層在空腔區721a中與在相鄰區721b中相比較為顯著較薄的以增大遠離LED及/或磷光體層之熱傳導及將此等組件維持於較低操作溫度。舉例而言，厚度T2可為T1之約5%至25%。此外，T2可大於零，但不大於10微米，而T1可為至少20微米。在例示性實施例中，T1可不大於200微米。除增大熱傳導外，空腔區之薄化本質亦可提供諸如形成斜置側壁之其它優點，該等斜置側壁可塗佈有反射材料以提供增強之效率。又，藉由在薄化空腔區中將LED及/或磷光體層附接至基板，此等組件並不延伸高達可撓性基板之平面上方，從而產生更好地適合於低形式因數應用的較低輪廓裝置。

適用於所揭示實施例中之例示性可撓性基板的額外設計細節可在以下以引用之方式併入本文中的共同擁有之美國專利申請案中找到：2010年11月3日申請之美國申請案第61/409,796號；2010年11月3日申請之美國申請案第61/409,801號。

圖8為包括例示性可撓性基板之另一寬頻光源810的示意性側視圖或橫截面圖。除在基板之空腔區中提供於介電層中之通孔外，光源810之實際上所有其它所描繪元件具有圖7之光源710中的對應元件。

因此，光源810包括安置於基板818上之發藍色光LED 812，該基板在其上亦具有磷光體層814，該磷光體層814在暴露至來自LED之藍色光時發射較長波長可見光。LED 812可藉由導線結合併820連接至導電跡線。

源810亦包括具有凸起形狀之二向色反射器816，該凸起形狀朝向LED及磷光體層814開啟並涵蓋LED及磷光體層814。反射器816之曲率中心藉由點819標記。LED 812相對靠近點819而定位，且磷光體層814亦是如此。正如同圖1中一般，磷光體層814展示為相對於LED為稍微過大的。

亦類似於圖7，藉由LED 812發射之藍色光813a藉由二向色反射器816部分反射以產生經反射LED光813b，且經部分透射以產生經透射LED光813c。將經反射LED光813b導引至磷光體層814上，該情形激發磷光體且使磷光體層發射較長波長光815a。此較長波長光藉由二向色反射器816高度透射以產生磷光體光815b。經透射光813c及經透射光815b空間組合以提供光源810之寬頻輸出光(諸如，白色光)。內部空間817可包含囊封LED及磷光體的合適之透光玻璃或聚合物材料，且二向色反射器可應用至此囊封劑之外表面。或者，可不填充內部空間817。

源810主要借助於可撓性基板818之介電層818a具有在空腔區821a中完全地延伸通過介電層的孔或「導通孔」而不同於源710。因此，在空腔區821a中不剩餘介電層818a'，且可認為介電層在空腔區821a中之厚度(參見圖7中之T2)係零。介電層818a在相鄰區821b中之厚度為T1，該厚度T1可相同或類似於圖7中之厚度T1。

安置於介電層818a頂上為導電層818b，該導電層818b可相同或類似於圖7之層718b。導熱層818c相比於層818b安置於介電層之對置主表面上，且此導熱層可相同或類似於

圖 7 之層 718c。鑒於在空腔區 821a 中無介電層 818a，層 818b、818c 中之一或兩者可經組態以在該區中提供針對 LED 及磷光體層之實體支撐。

光源 810 之辨別特徵(其中孔在空腔區中完全地延伸通過基板之介電層)亦可應用至本文中所論述之其它實施例，該等實施例包括結合圖 1、圖 2、圖 4、圖 5、圖 6 及圖 7 論述的光源。當然，結合圖 7 所論述之例示性可撓性基板亦可併入至本文中所論述之其它寬頻光源中的任一者中，該等寬頻光源包括圖 1、圖 2、圖 4、圖 5 及圖 6 之彼等光源。

併入結合圖 7 及圖 8 所論述之例示性可撓性基板的所揭示寬頻光源不僅可利用發藍色光 LED，而且亦可利用發紫外線(UV)光 LED。因此，對於包括(但不限於)圖 7 及圖 8 之實施例的本文中所論述之利用具有空腔區及較厚相鄰區之例示性可撓性基板的每一實施例而言，每一藍色 LED 可由大體上發射 UV 光之 LED 替換。在此替換或取代之情況下，亦可按需改變每一此光源之兩個其它組件：二向色反射器可經修整以透射少得多之(現 UV)LED 光，使得極少或無 UV LED 光對光源之寬頻輸出光有貢獻，且二向色反射器亦可經修整以在可見光譜之藍色區中具有較高透射以便使可藉由磷光體層發射之藍色光更易於透射；且磷光體層可按需藉由另一磷光體層替換以確保磷光體對 UV 激發光做出回應，及/或使得藉由磷光體回應於 UV LED 光而發射之較長波長光包括可見光譜之藍色區中的光。在暴露至藍色激發光時發射較長波長可見光之許多磷光體材料在暴露至 UV

激發光時亦發射較長波長可見光。

在任一狀況下，在圖9a、圖9b及圖9c中提供利用發射UV光而非藍色光之一或多個LED的寬頻光源之相關態樣。

圖9a為例示性UV LED及例示性磷光體之光譜強度分佈的理想化曲線圖。曲線910以示意性樣式表示發UV光LED之近似光譜分佈。曲線912以示意性樣式表示藉由例示性磷光體材料在暴露至來自UV LED之光時發射之光的近似光譜分佈。讀者將理解，此等曲線經提供以輔助理解本發明，且並不意欲為限制性的。讀者亦將理解，曲線912之光可自身提供寬頻輸出光，該寬頻輸出光具有為大體上白色或具有其它所要色調的外觀。

圖9b為與UV LED及發射白色或其它寬頻可見光之磷光體一起使用的例示性二向色反射器之光譜反射或透射的理想化曲線圖。再者，讀者將理解，此等曲線經提供以輔助理解本發明，且並不意欲為限制性的。曲線920以示意性樣式表示二向色反射器針對垂直入射光之反射百分數，且曲線922表示相應透射百分數。此等曲線因為多數二向色反射器之低損耗本質而為大體上互補的。以不同於垂直入射之角度照射二向色反射器之光可經歷類似於或大體上不同於曲線920、922之透射及反射特性，該類似或不同之程度視入射角且亦潛在地視如上文結合圖3b所論述的光之偏光狀態而定。因此，由於類似原因，定位UV LED使得其相對靠近光源之光軸且靠近二向色反射器之曲率中心時常為大體上有利的。此配置可有助於保持來自LED之光及來

自磷光體之光的入射角在二向色反射器之區域上合理地靠近垂直入射。

在一些狀況下，曲線 922 可展現對 UV 光之極少透射或無透射(例如，在 400 nm 或更小附近)，使得極少或無來自 LED 之 UV 光包括於寬頻光源之輸出中(且使得實際上所有照射二向色反射器之 UV LED 光經反射至磷光體層上)。在其它狀況下，一些 UV 光可藉由二向色反射器透射，且可不認為寬頻光源之輸出中的某一量之 UV 光是有害的。曲線 922 可經修整以在大部分可見波長光譜上(例如，在可見光譜之紅色、綠色及藍色區上)具有高透射。二向色反射器之此特性不僅允許藉由磷光體層發射之紅色光及綠色光而且允許藍色光包括於寬頻光源的輸出中。來自光源之寬頻輸出光可為大體上白色，且可本質上由藉由磷光體層發射之光組成而有極少或無來自 UV LED 的光。此白色光之色溫可藉由磷光體層之明智設計(例如，藉由選擇在混合物中使用之不同磷光體材料的適當相對量)修整，以確保紅色波長、綠色波長及藍色波長之所要比例或其它所選擇波長或色彩之所要比例以達成目標色溫或色調。

圖 9c 為展示光源 930 之示意圖，在該光源 930 中，來自 UV LED 932 之光用以在磷光體 934 中激發較長波長光，較長波長光自身提供光源之寬頻(例如，白色)可見輸出光。來自磷光體之長波長光視所使用之磷光體材料而可具有白色外觀或其它色彩。再次僅示意性展示之二向色反射器 936 可允許極少來自 LED 932 之 UV 光透射或不允許來自

LED 932之UV光透射，且可將大體上所有照射UV LED光反射至磷光體934上。經反射UV LED光激發磷光體，且使磷光體發射經斯托克移位之較長波長光，該較長波長光藉由二向色反射器936高度透射。來自磷光體之較長波長光自身可提供寬頻輸出光(例如，白色光)。

圖10為經熱模擬之寬頻光源1010之部分的示意性側視圖或橫截面圖。光源包括安置於薄可撓性基板1018上之LED 1012及磷光體層1014。假設LED為由GaN構成之發藍色光LED，其中外在效率為25%。可考慮可撓性基板1018包括以下各者或本質上由以下各者組成：由聚醯亞胺構成之介電層1034、安置於介電層之一主表面上之由銅構成的導電層1032，及安置於介電層之對置主表面上之亦由銅構成的導熱層1036。介電層經圖案化或以其它方式塑形以在空腔區1021a中具有第一厚度，且在相鄰區1021b中具有第二厚度(大於第一厚度)。LED經由焊料層1030a附接至基板1018。磷光體層1014經由反射性層1030b附接至基板。在基板1018下方，熱界面材料1038用以將基板附接或熱耦接至散射片1040，假設散射片1040由鋁構成。

儘管在圖10中未展示凸起二向色反射器，模型仍藉由假設以下兩者而本質上包括凸起二向色反射器：藉由LED 1012發射之所有藍色光照射磷光體層1014之上表面，且所有此藍色光藉由磷光體層1014吸收。模型進一步假設，磷光體層將來自所吸收LED光之能量之80%轉換為重新發射之較長波長光，且將來自所吸收LED光之能量之20%轉換

成熟。假設磷光體層主要由聚矽氧樹脂構成(在該聚矽氧樹脂內可分散有磷光體微粒)，聚矽氧樹脂之熱導率小於GaN LED材料之熱導率的1%。

假設磷光體層1014之厚度為100微米，且假設LED 1012之厚度為300微米。假設反射器層1030b為1微米厚之銀層。假設焊料層1030a為30微米厚之包含10%金的錫層。假設聚醯亞胺層1034在相鄰區1021b中為15微米厚，且在空腔區1021a中為5微米厚。各自假設銅層1032、1036為35微米厚。

模型接著假設，以1瓦特之功率操作1 mm² LED以發射光，且估算源1010之各個部分的穩態溫度。假設散熱件1040之溫度為25°C。發現LED 1012貫穿幾乎其所有容積具有在自38°C至44°C之範圍內的溫度，其中LED之小部分經冷卻低於38°C。另一方面，發現磷光體層1014沿厚度方向具有大幅的溫度梯度，其中層1014之最上部分具有在自83°C至89°C之範圍內的溫度，且層1014之最下部分具有在自57°C至64°C之範圍內的溫度。

磷光體層之所計算之較高溫度係與聚矽氧之熱導率與GaN之熱導率之間的已知巨大差異一致。然而，LED及磷光體層兩者之所估算溫度實際上表示相對於並不併入介電層1034在空腔區1021a中之薄化的實施例之顯著改良(亦即，LED及磷光體層之穩態操作溫度的減小)。此外，磷光體層之前光照明組態結合反射器層在磷光體層後方之置放允許磷光體層厚度係在類似磷光體層塗佈於LED之頂部發

射表面情況下磷光體層之將需要之厚度的約一半(且因此並非在來自LED之光行進至二向色反射器而不傳遞通過磷光體層的組態中)，且磷光體層厚度之此減小亦有助於減小磷光體層的操作溫度。

現回看圖2，上述光源210之實施例以類似於自光源410、510及610模擬之光源的方式使用LightTools™光學設計軟體而模擬。光源210之模擬實施例的一些相關設計參數包括以下各者：

- 假設磷光體層由浸沒於折射率為1.41之聚矽氧黏結材料中的折射率為1.8之Ce:YAG微粒構成，層具有0.1 mm之實體厚度；
- 各自假設LED係正方形，其中平面內尺寸為1 mm × 1 mm，厚度為10微米且輸出波長為460 nm。亦假設每一LED在其背表面(鄰近於磷光體層)上具有反射性塗層，該反射性塗層具有50%反射率及50%吸收率；
- 假設二向色反射器安置於由BK7玻璃製成之平凸透鏡之半球形凸起表面上，該透鏡具有5 mm之直徑及2.5 mm之曲率半徑。假設二向色反射器對於在自400 nm至490 nm之範圍內之垂直入射光具有90%反射率及10%透射。亦假設二向色反射器對於波長為490 nm或更大之垂直入射光具有約100%透射。
- 平凸透鏡經定位，使得其平面側安置於LED之頂面處，且透鏡之平面側與磷光體層之頂部之間的空間

藉由折射率為1.41之聚矽氧材料填充，聚矽氧材料因此亦囊封LED。

藉由光源210之此實施例提供之輸出光使用LightTools軟體而模擬。不同於在圖4a、圖5a及圖6a中所描繪之模擬強度分佈，本研究所關注為輸出光在內部觀測平面中之實體分佈，該內部觀測平面經安置以大體上與LED 212a、212b之上表面及平凸透鏡之下(平面)表面重合。在此內部觀測平面中，光具有展示於圖11a中之輻照度的所估算空間分佈。輻照度在該圖中藉由灰度表示來表示，其中此圖之灰度與輻照度的對應展示於圖11b之關鍵部分中。

在圖中可見，藉由由LED發射之藍色光產生且在形狀及位置上大體上分別對應於LED 212b、212a的最亮區1112a、1112b。亦可見，藉由由磷光體層部分發射之較長波長(黃色)光產生且大體上分別對應於區1112a、1112b之影像的明亮區1112a'、1112b'。區1112a、1112b及其各別影像形成於中心點1119之對置側上，中心點1119可表示二向色反射器之近似曲率中心及光源210之光軸與內部觀測平面的交叉點。

除非另外指示，否則在說明書及申請專利範圍中使用之表達數量、性質量測等的所有數字應理解為在藉由術語「約」來修飾。因此，除非相反地指示，否則在說明書及申請專利範圍中闡述之數字參數為近似值，該等近似值可視藉由熟習此項技術者利用本申請案之教示設法獲得之所要性質而變化。並非作為將等效準則之應用限於申請專利

範圍之範疇的嘗試，每一數字參數應至少按照所報告之有效位之數字且藉由應用一般捨位技術來解譯。儘管闡述本發明之廣泛範疇之數值範圍及參數為近似值，但在本文中所描述之特定實例中闡述任何數值之程度，仍盡可能合理地精確地報告數值範圍及參數。然而，任一數值可又含有與測試或量測限制相關聯的誤差。

本發明之各種修改及變更對於熟習此項技術者將顯而易見而不偏離本發明之精神及範疇，且應理解，本發明並不限於本文中所闡述之說明性實施例。舉例而言，讀者應假設，一所揭示實施例之特徵亦可應用至所有其它所揭示實施例，除非以其它方式指示。亦應理解，在並不與前述揭示內容抵觸的程度上以引用之方式併入本文中提及之所有美國專利、專利申請公開案以及其它專利及非專利文獻。

【圖式簡單說明】

圖1為寬頻光源之示意性側視圖或橫截面圖；

圖2為寬頻光源之示意性透視圖；

圖3a為例示性藍色LED及例示性磷光體之光譜強度分佈的理想化曲線圖；

圖3b為例示性二向色反射器之光譜反射或透射的理想化曲線圖；

圖3c為展示來自藍色LED之一些光可如何與藉由磷光體發射之較長波長光組合以提供寬頻白色輸出光的示意圖；

圖4為寬頻光源之示意性平面圖；

圖4a為模擬/估算之輻照度與具有類似於圖4之設計的設

計之光源的橫向位置呈函數關係的曲線圖，輻照度在光源上方或前方之平面中予以量測；

圖 4b 為圖 4a 之輻照度分佈的 CIE x 色彩座標經量測為沿兩個正交軸線之位置之函數的曲線圖；

圖 4c 為圖 4a 之輻照度分佈的 CIE y 色彩座標經量測為沿兩個正交軸線之位置之函數的曲線圖；

圖 5 為包括兩個 LED 之寬頻光源的示意性平面圖；

圖 5a 為模擬/估算之輻照度與具有類似於圖 5 之設計的設計之光源的橫向位置呈函數關係的曲線圖，輻照度在光源上方或前方之平面中予以量測；

圖 5b 為圖 5a 之輻照度分佈的 CIE x 色彩座標經量測為沿兩個正交軸線之位置之函數的曲線圖；

圖 5c 為圖 5a 之輻照度分佈的 CIE y 色彩座標經量測為沿兩個正交軸線之位置之函數的曲線圖；

圖 6 為包括三個 LED 之寬頻光源的示意性平面圖；

圖 6a 為模擬/估算之輻照度與具有類似於圖 6 之設計的設計之光源的橫向位置呈函數關係的曲線圖，輻照度在光源上方或前方之平面中予以量測；

圖 6b 為圖 6a 之輻照度分佈的 CIE x 色彩座標經量測為沿兩個正交軸線之位置之函數的曲線圖；

圖 6c 為圖 6a 之輻照度分佈的 CIE y 色彩座標經量測為沿兩個正交軸線之位置之函數的曲線圖；

圖 7 為寬頻光源之展示例示性可撓性基板之構造的細節之示意性側視圖或橫截面圖；

圖 8 為包括例示性可撓性基板之另一寬頻光源的示意性側視圖或橫截面圖；

圖 9a 為例示性 UV LED 及例示性磷光體之光譜強度分佈的理想化曲線圖；

圖 9b 為例示性二向色反射器之光譜反射或透射的理想化曲線圖；

圖 9c 為展示藉由磷光體發射之長波長光如何在極少或無來自 LED 之光的情況下提供光源之寬頻白色輸出光的示意圖；

圖 10 為經熱模擬之寬頻光源的示意性側視圖或橫截面圖；

圖 11a 為經估算之強度對具有兩個 LED 之模擬寬頻光源之位置的曲線圖，兩個 LED 在基板上之位置已經最佳化；及

圖 11b 為圖 11a 之展示灰色度位準(grayness level)如何對應於輻照度的關鍵部分。

在諸圖中，類似參考數字指定類似元件。

【主要元件符號說明】

110	寬頻光源
112	發藍色光 LED
113a	藍色光
113b	經反射藍色光
113c	經透射 LED 光
114	磷光體層

115a	磷光體光
115b	磷光體光
116	二向色反射器/鏡面
117	內部空間
118	基板
119	點/曲率中心
210	光源
212a	發藍色光LED
212b	發藍色光LED
214	磷光體層
216	二向色反射器
218	基板
219	點/曲率中心
310	曲線
312	曲線
320	曲線
322	曲線
330	光源
332	藍色LED
334	磷光體
336	二向色反射器
410	寬頻光源
412	發藍色光LED
412'	影像區

414	過大磷光體層
416	二向色反射器
418	基板
419	點/曲率中心
430	曲線
432	曲線
440	曲線
442	曲線
510	寬頻光源
512a	發藍色光LED
512a'	影像區
512b	發藍色光LED
512b'	影像區
514	過大磷光體層
516	二向色反射器
518	基板
519	點/曲率中心
530	曲線
532	曲線
540	曲線
542	曲線
610	寬頻光源
612a	發藍色光LED
612a'	影像區

612b	發藍色光LED
612b'	影像區
612c	發藍色光LED
612c'	影像區
614	過大磷光體層
616	二向色反射器
618	基板
619	點/曲率中心
630	曲線
632	曲線
640	曲線
642	曲線
710	寬頻光源
712	發藍色光LED
713a	藍色光
713b	經反射LED光
713c	經透射LED光
714	磷光體層
715a	較長波長光
715b	磷光體光
716	二向色反射器
717	內部空間
718	基板
718a	介電層

718b	導電層
718c	導熱層
719	點/曲率中心
720	導線結合作
721a	空腔區
721b	鄰近或相鄰區
810	寬頻光源
812	發藍色光LED
813a	藍色光
813b	經反射LED光
813c	經透射LED光
814	磷光體層
815a	較長波長光
815b	磷光體光
816	二向色反射器
818	基板
818a	介電層
818b	導電層
818c	導熱層
817	內部空間
819	點/曲率中心
820	導線結合作
821a	空腔區
821b	相鄰區

910	曲 線
912	曲 線
920	曲 線
922	曲 線
930	光 源
932	UV LED
934	磷 光 體
936	二 向 色 反 射 器
1010	寬 頻 光 源
1012	LED
1014	磷 光 體 層
1018	可 撓 性 基 板
1021a	空 腔 區
1021b	相 鄰 區
1030a	焊 料 層
1030b	反 射 性 層
1032	導 電 層
1034	介 電 層
1036	導 熱 層
1038	熱 界 面 材 料
1040	散 射 片
1112a	最 亮 區
1112a'	明 亮 區
1112b	最 亮 區

1112b'	明 亮 區
1119	中 心 點
T1	厚 度
T2	厚 度

七、申請專利範圍：

1. 一種光源，其包含：

第一發藍色光LED；

磷光體材料層，該磷光體材料經調適以回應於來自藉由該第一LED發射之該藍色光之激發而發射在較長可見波長下之光；

二向色反射器，其經組態成以如下方式將藉由該第一LED發射之該光之第一部分反射至該磷光體材料層上：隨著光自該第一LED傳播至該二向色反射器，該光並不傳遞通過該磷光體材料層，該二向色反射器大體上透射在該等較長可見波長下之光；

其中該二向色反射器經組態以透射藉由該第一LED發射之該光之第二部分，使得該光源發射寬頻光，該寬頻光包括藉由該第一LED發射之該光之該第二部分與藉由該磷光體材料發射之在較長波長下之該光的組合。

2. 如請求項1之源，其中該第一LED及該磷光體材料層為大體上共平面的。
3. 如請求項1之源，其進一步包含經安置有至少該第一LED之基板。
4. 如請求項3之源，其中該磷光體材料層亦安置於該基板上。
5. 如請求項4之源，其進一步包含安置於該基板上之第二發藍色光LED。
6. 如請求項3之源，其中該基板為可撓性的，且包括具有

空腔區及鄰近於該空腔區之相鄰區之介電層，該第一LED安置於該空腔區中。

7. 如請求項6之源，其中該空腔區之特徵為在該介電層中之凹陷，該介電層在該相鄰區中具有第一厚度且在該空腔區中具有第二厚度，該第二厚度大於零，但小於該第一厚度。
8. 如請求項7之源，其中該第一厚度為至少20微米，且該第二厚度不大於10微米。
9. 如請求項6之源，其中該空腔區之特徵為完全地延伸通過該介電層之孔。
10. 如請求項6之源，該基板進一步包含安置於該介電層上之導電材料，該LED安置於該導電材料上。
11. 如請求項10之源，其中該導電層安置於該介電層之第一側上，該基板進一步包括安置於與該介電層之該第一側相對置的第二側上的導熱層。
12. 一種光源，其包含：

可撓性基板；

第一LED，其經調適以發射LED光，該第一LED安置於該可撓性基板上；

磷光體材料層，該磷光體材料經調適以回應於來自該第一LED光之激發而發射在較長波長下之光；

二向色反射器，其經組態成以如下方式將藉由該第一LED發射之該光之至少第一部分反射至該磷光體材料層上：隨著光自該第一LED傳播至該二向色反射器，該光

並不傳遞通過該磷光體材料層，該二向色反射器大體上透射在該等較長波長下之光；

其中該可撓性基板包括具有空腔區及鄰近相鄰區之介電層，該第一LED安置於該空腔區中；且

其中該光源發射寬頻光，該寬頻光包括藉由該磷光體材料發射之在較長波長下之該光。

13. 如請求項12之源，其中該第一LED發射藍色光。

14. 如請求項13之源，其中該二向色反射器經組態以透射藉由該第一LED發射之該光之第二部分，且其中藉由該光源發射之該寬頻光包含白色光，且包括藉由該LED發射之該光之該第二部分與藉由該磷光體材料發射之在較長波長下之該光的組合。

15. 如請求項12之源，其中該第一LED發射UV光。

16. 如請求項15之源，其中該二向色反射器經組態以透射極少或無藉由該第一LED發射之該光，且其中藉由該光源發射之該寬頻光包含白色光，且包括藉由該磷光體材料發射之在較長波長下之該光及極少或無藉由該第一LED發射之該光。

17. 如請求項12之源，其中該空腔區之特徵為在該介電層中之凹陷，該介電層在該相鄰區中具有第一厚度且在該空腔區中具有第二厚度，該第二厚度大於零，但小於該第一厚度。

18. 如請求項17之源，其中該第一厚度為至少20微米，且該第二厚度不大於10微米。

19. 如請求項12之源，其中該空腔區之特徵為完全地延伸通過該介電層之孔。
20. 如請求項12之源，該基板進一步包含安置於該介電層上之導電材料，該第一LED安置於該導電材料上。
21. 如請求項20之源，其中該導電層安置於該介電層之第一側上，該基板進一步包括安置於與該介電層之該第一側相對置的第二側上的導熱層。
22. 如請求項12之源，其中該磷光體材料層亦安置於該可撓性基板上。
23. 如請求項12之源，其進一步包含安置於該可撓性基板上之第二LED。

八、圖式：

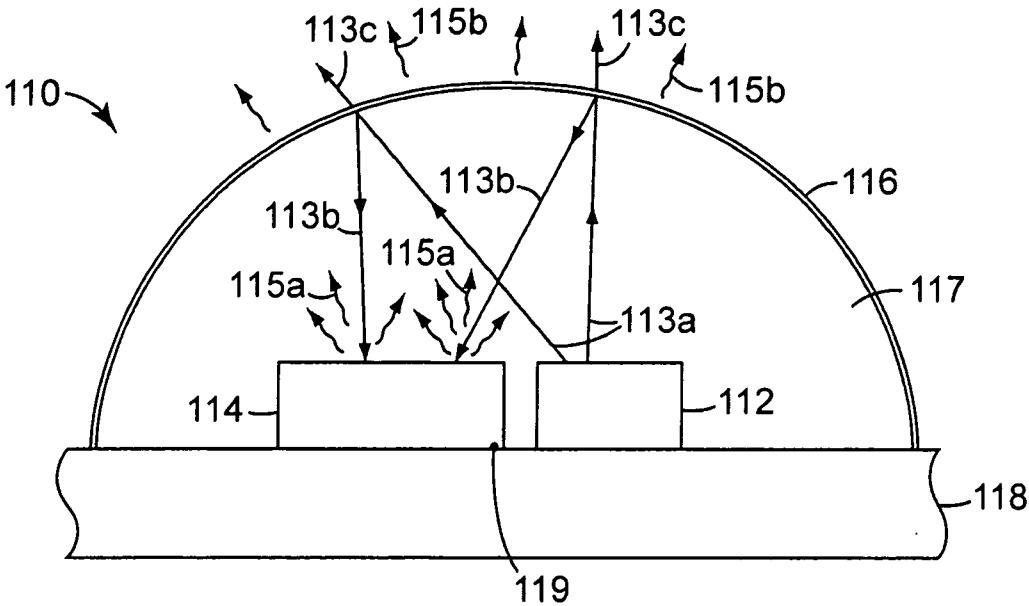


圖1

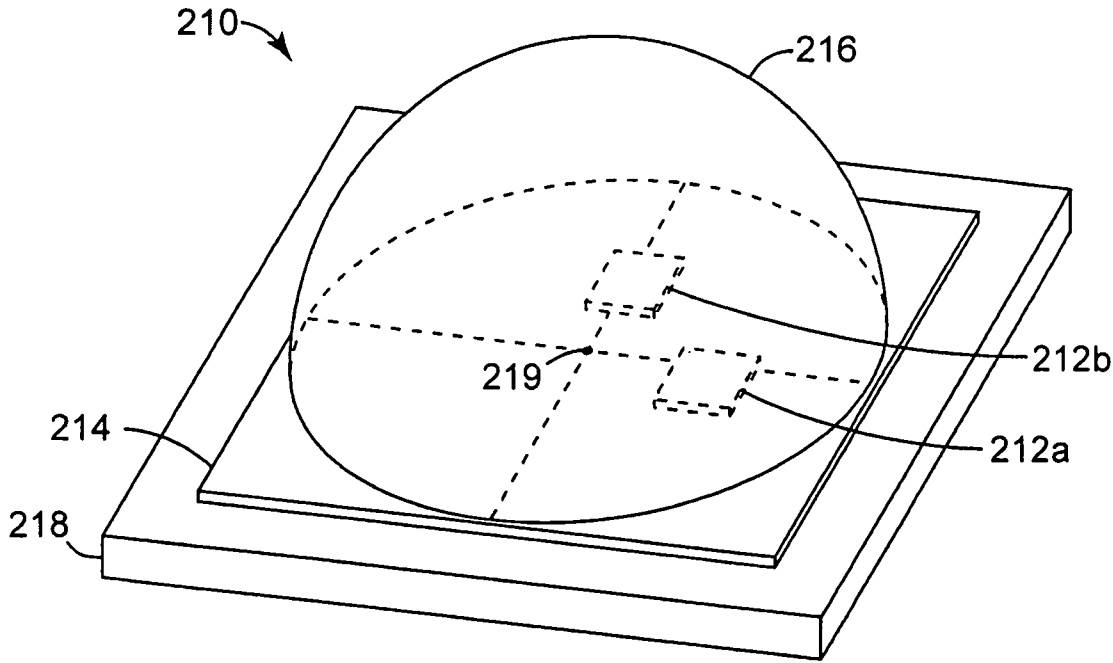


圖2

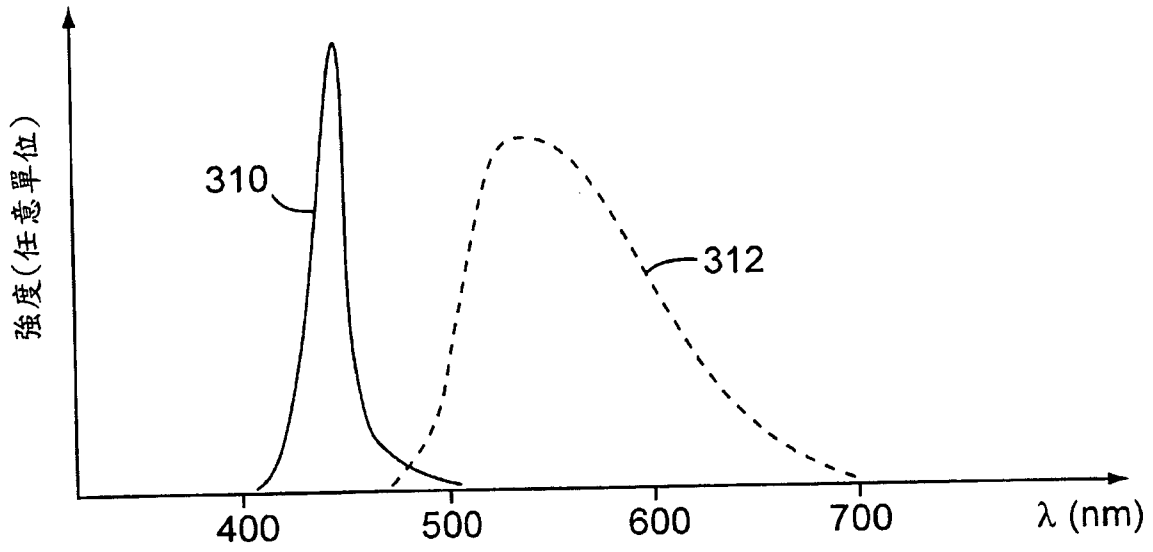


圖 3a

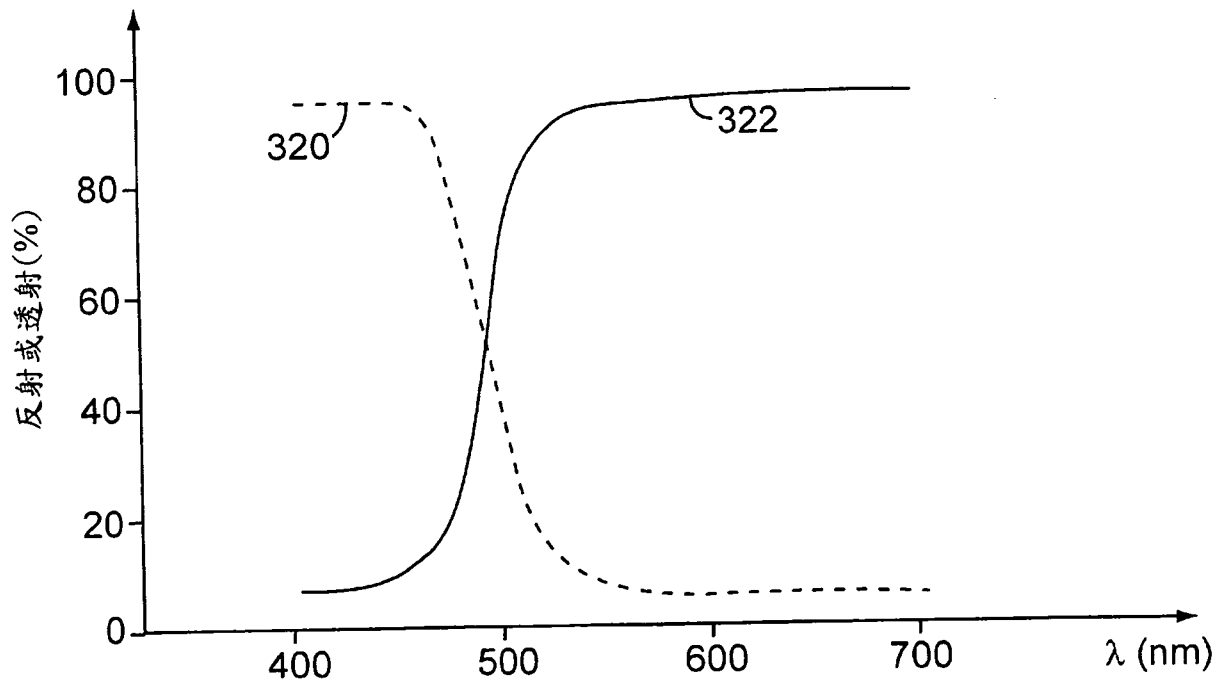


圖 3b

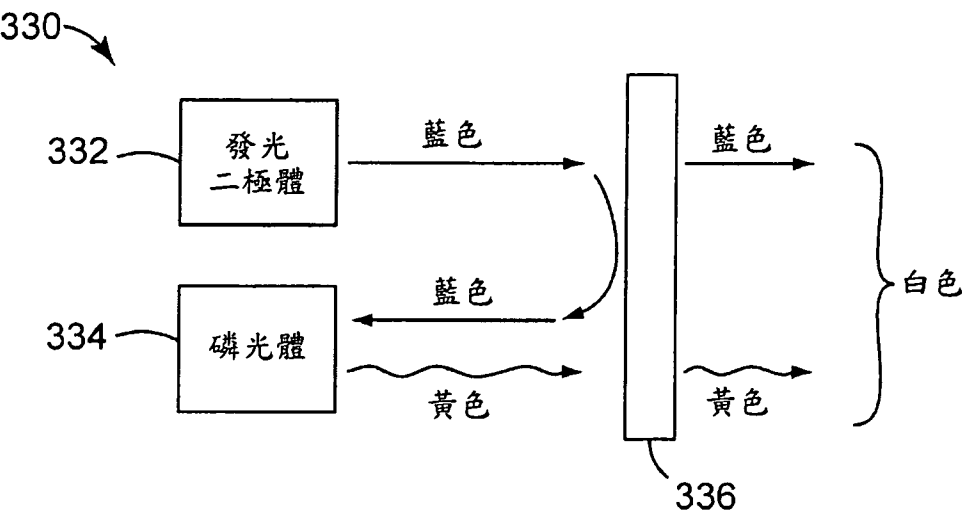


圖3c

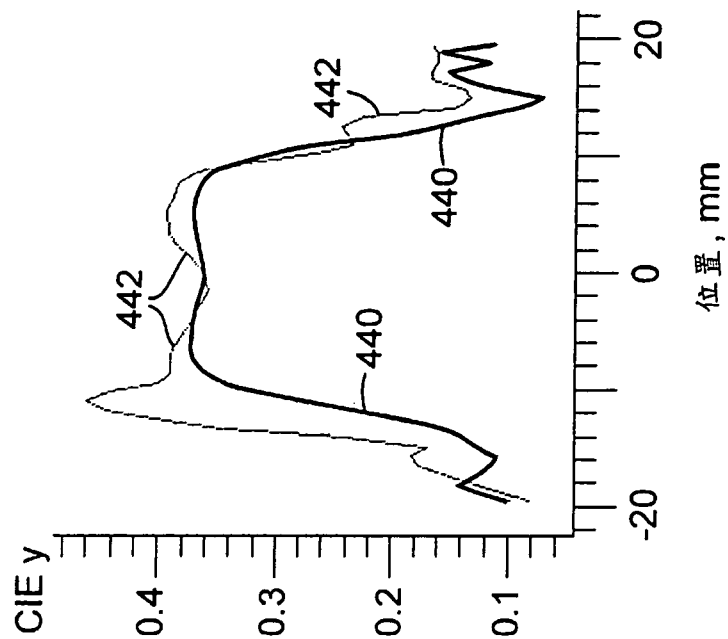


圖4b

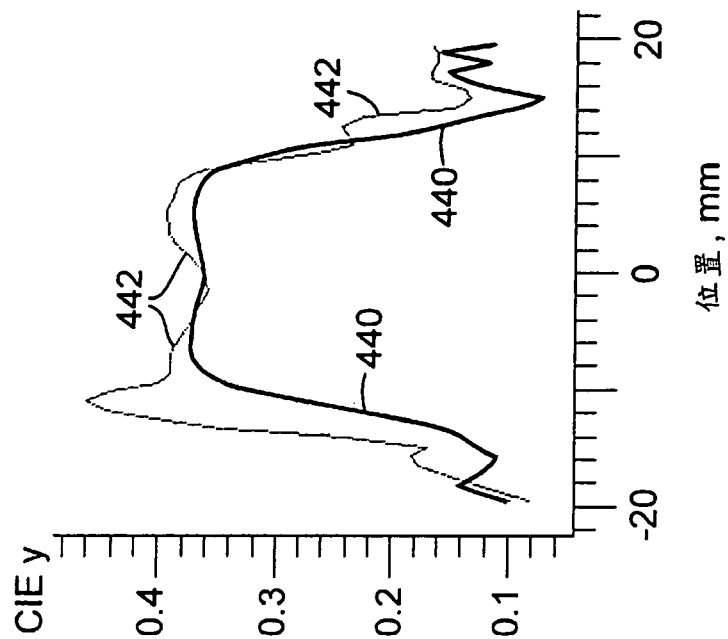


圖4c

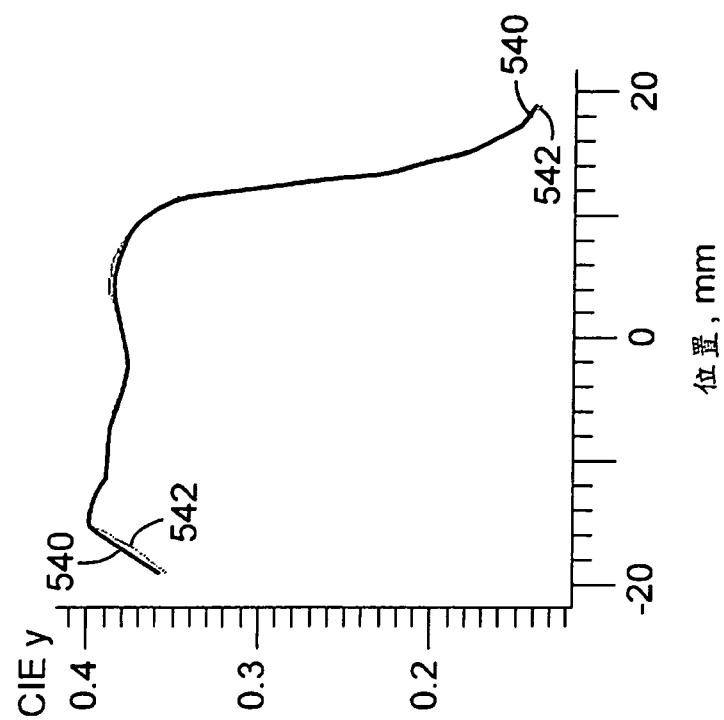


圖5b

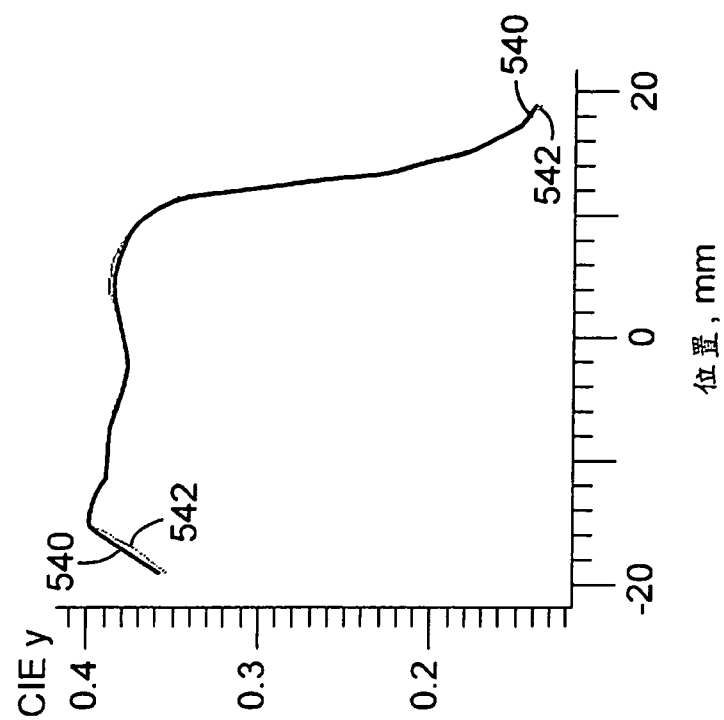


圖5c

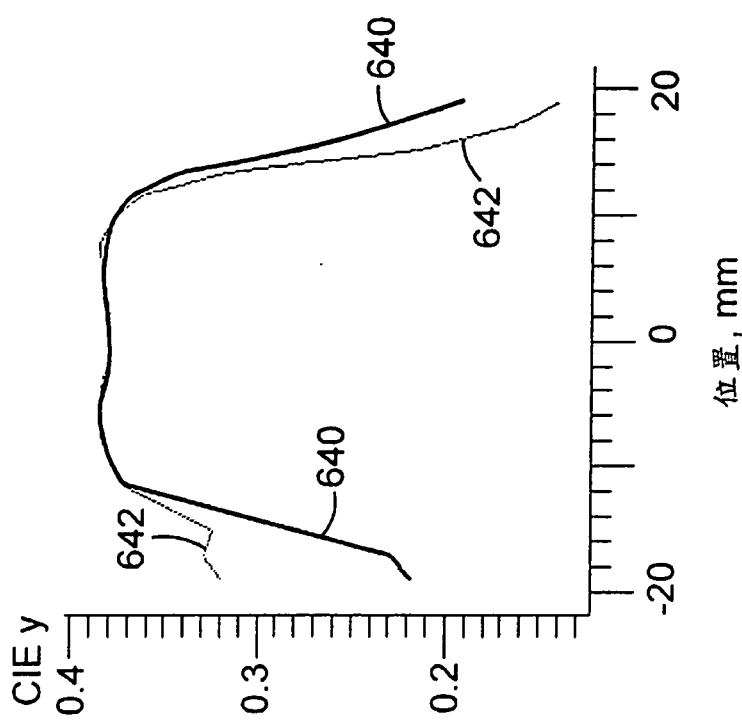


圖6b

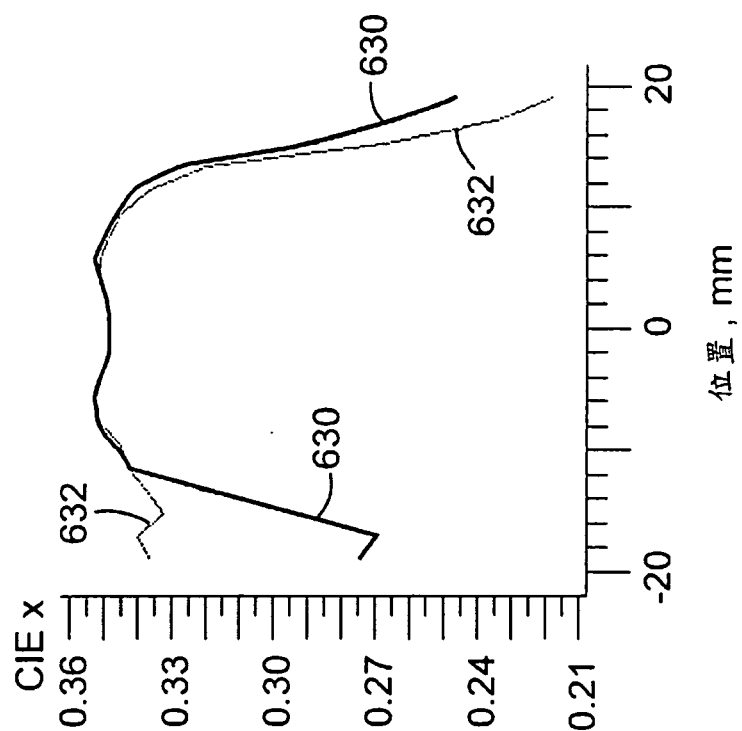


圖6c

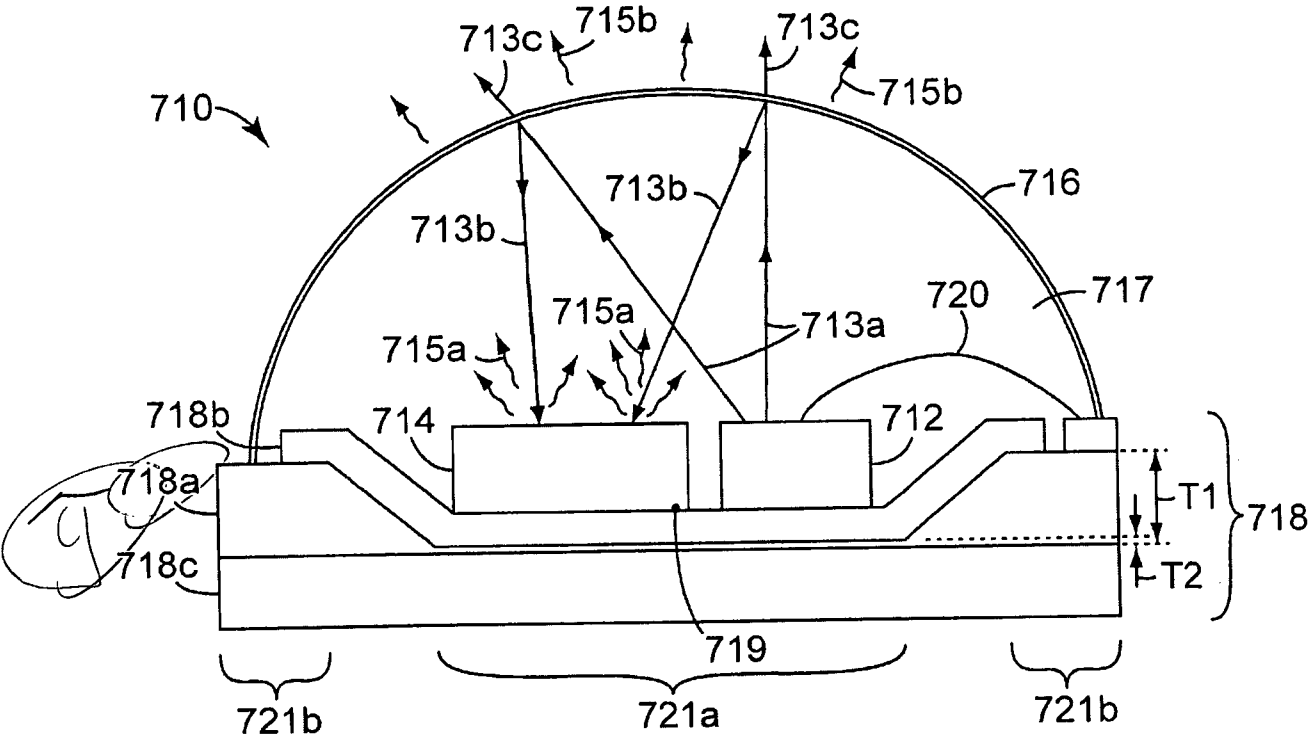


圖 7

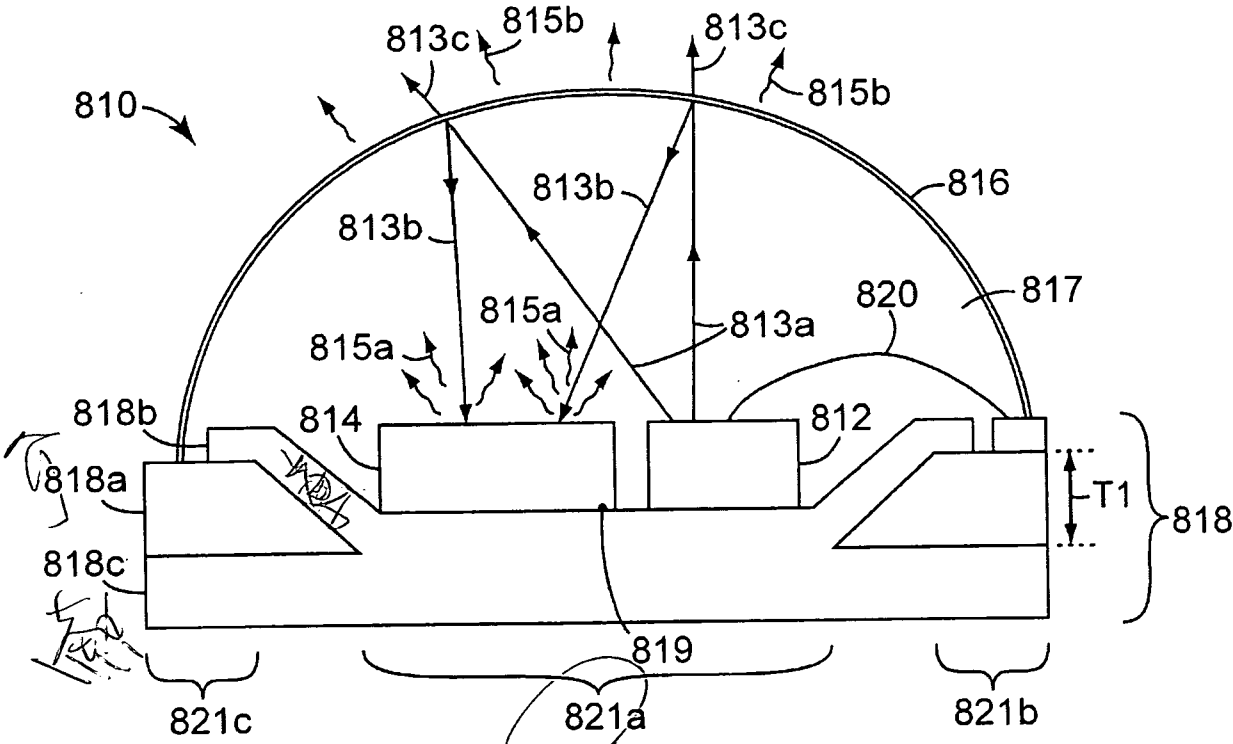


圖 8

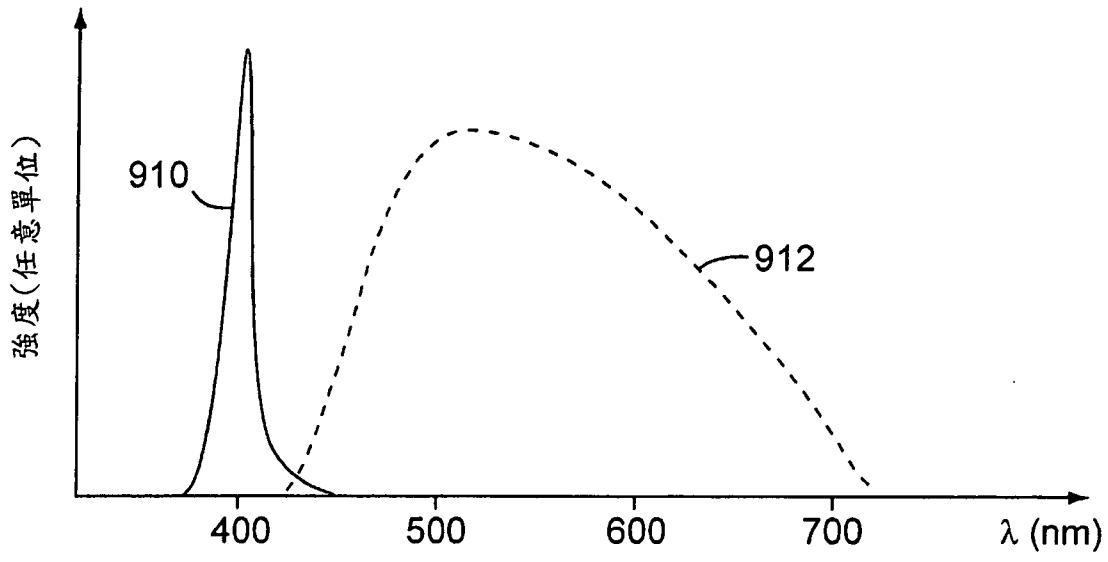


圖 9a

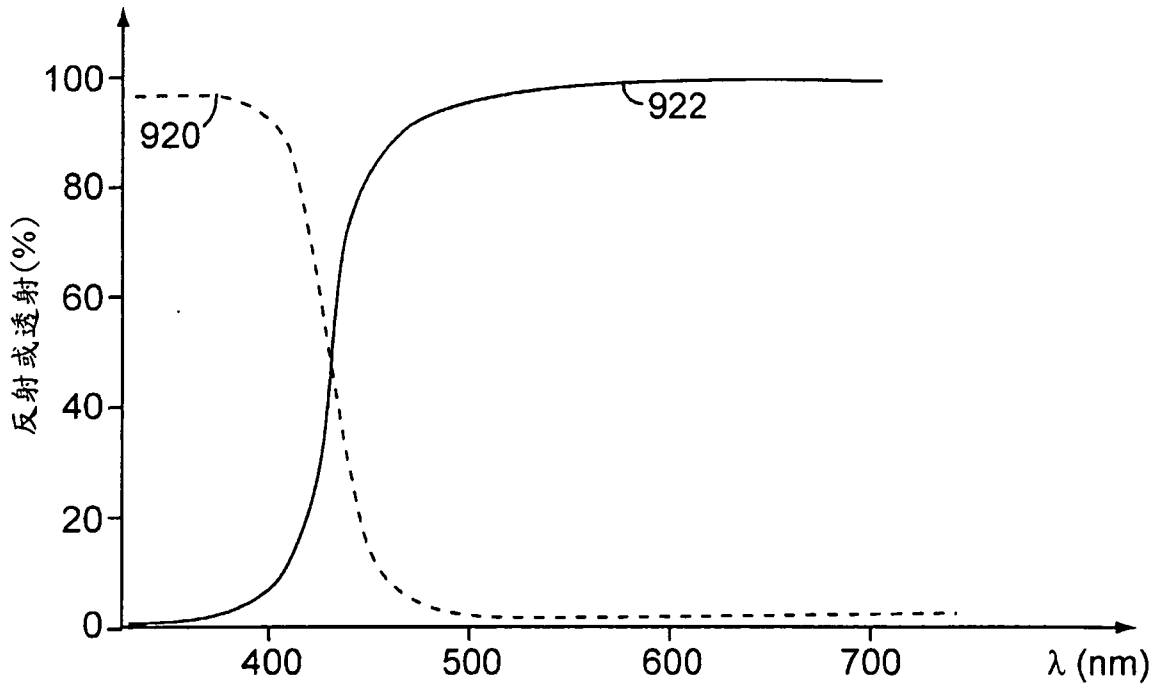


圖 9b

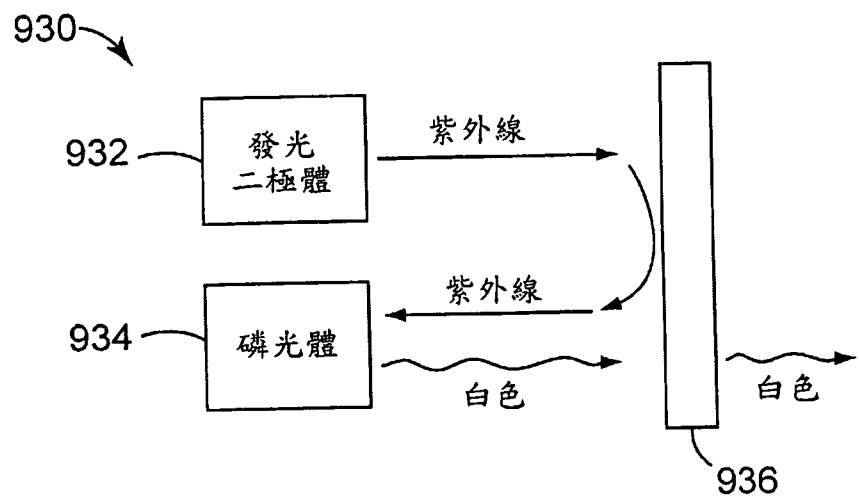


圖9c

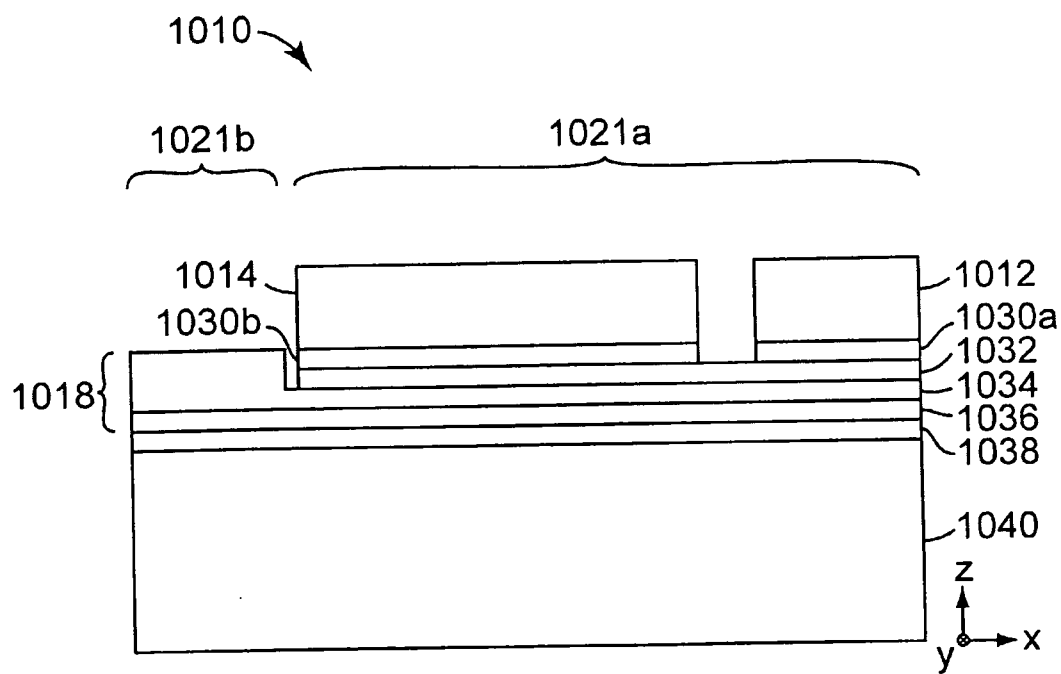


圖10