



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201017863 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：098131651

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 09 月 18 日

(51)Int. Cl. : **H01L25/075 (2006.01)**

G09F9/33 (2006.01)

H01L21/302 (2006.01)

(30)優先權：2008/10/03 美國 61/102,760

(71)申請人：港大科橋有限公司 (香港地區) VERSITECH LIMITED (HK)

香港

(72)發明人：蔡凱威 CHOI, HOI WAI (HK) ; 許冠南 HUI, KWUN NAM (HK) ; 王向華 WANG, XIANGHUA (CN)

(74)代理人：陳展俊；林聖富

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：32 項 圖式數：15 共 46 頁

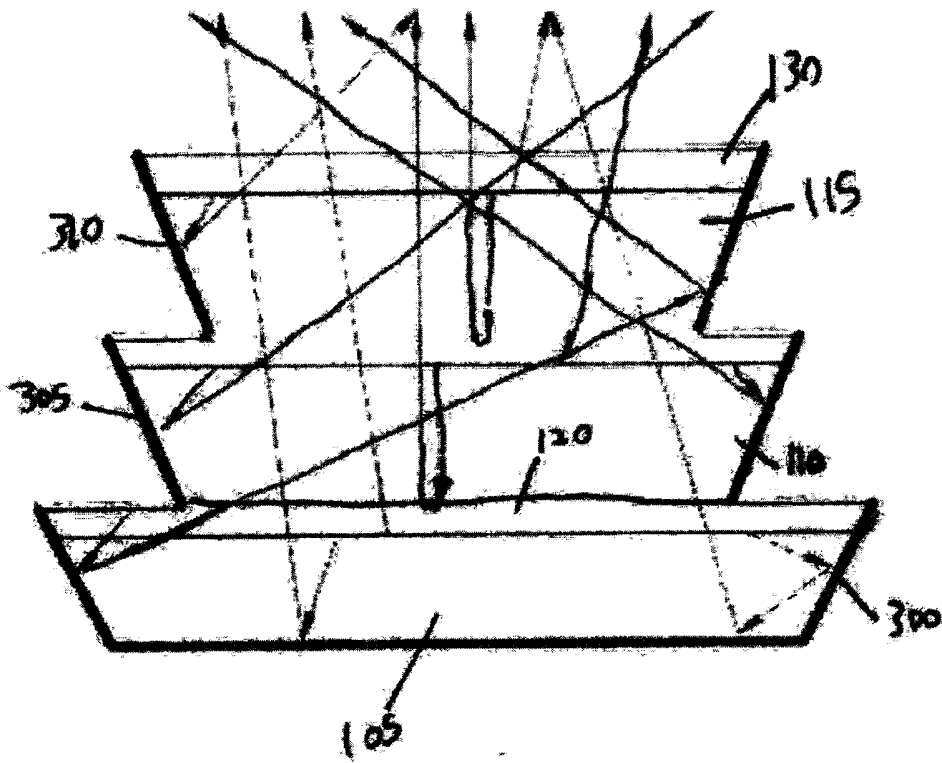
(54)名稱

半導體可調色的寬波段光源及全彩微顯示器

SEMICONDUCTOR COLOR-TUNABLE BROADBAND LIGHT SOURCES AND FULL-COLOR MICRODISPLAYS

(57)摘要

本發明提供了可用於採用和製造光源裝置的方法和系統。第一發光二極體發射具有第一波長的光，以及第二發光二極體用於發射具有第二波長的光。所述第一和第二發光二極體中的每一個包括成角小平面以便在朝向所述第一發光二極體頂端的方向上反射入射光。所述第二發光二極體包括成角小平面以便在朝向所述第二發光二極體頂端的方向上反射入射光。第一分散式布拉格反射器佈置在所述第一發光二極體的頂端和所述第二發光二極體底端之間以便允許來自所述第一發光二極體的光通過並且反射來自所述第二發光二極體的光。



- 105 : 紅色 LED 器件
- 110 : 綠色 LED 器件
- 115 : 藍色 LED 器件
- 120 : 分散式布拉格發射器
- 130 : 頂部表面
- 300 : 鏡面
- 305 : 鏡面
- 310 : 鏡面



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201017863 A1

(43)公開日：中華民國 99 (2010) 年 05 月 01 日

(21)申請案號：098131651

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 09 月 18 日

(51)Int. Cl.：

H01L25/075 (2006.01)

G09F9/33 (2006.01)

H01L21/302 (2006.01)

(30)優先權：2008/10/03 美國 61/102,760

(71)申請人：港大科橋有限公司 (香港地區) VERSITECH LIMITED (HK)

香港

(72)發明人：蔡凱威 CHOI, HOI WAI (HK)；許冠南 HUI, KWUN NAM (HK)；王向華 WANG, XIANGHUA (CN)

(74)代理人：陳展俊；林聖富

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：32 項 圖式數：15 共 46 頁

(54)名稱

半導體可調色的寬波段光源及全彩微顯示器

SEMICONDUCTOR COLOR-TUNABLE BROADBAND LIGHT SOURCES AND FULL-COLOR MICRODISPLAYS

(57)摘要

本發明提供了可用於採用和製造光源裝置的方法和系統。第一發光二極體發射具有第一波長的光，以及第二發光二極體用於發射具有第二波長的光。所述第一和第二發光二極體中的每一個包括成角小平面以便在朝向所述第一發光二極體頂端的方向上反射入射光。所述第二發光二極體包括成角小平面以便在朝向所述第二發光二極體頂端的方向上反射入射光。第一分散式布拉格反射器佈置在所述第一發光二極體的頂端和所述第二發光二極體底端之間以便允許來自所述第一發光二極體的光通過並且反射來自所述第二發光二極體的光。

六、發明說明：

相關申請的交叉引用

本申請要求 2008 年 10 月 3 日提交的序列號為 61/102,760 的美國臨時申請的權益，通過對其整體引用而被結合於此。

【發明所屬之技術領域】

本發明涉及發光二極體(LED)器件。

【先前技術】

LED 是光電器件，其通過再結合注入的電子和電洞輻射發光。依賴於特定光電器件中活性物質的帶隙，LED 可發射從紫外到紅外的寬範圍波長的光。然而，主要關注的光波長在可見光區域。在可見光譜段(典型地從~400 nm (紫色)到~700 nm (紅色))發光的 LED 對於人眼是可見的，並因此對照明用途有用。為了發射可見波長的光，經常使用的 III 族和 V 族元素(即分別在週期表中第三列或第五列中的元素)是鎵(Ga)、銦(In)和氮(N)。經常用來自週期表中其他列的雜質對這樣的材料進行摻雜以賦予電活性，再通過電子從導電態到價態的再結合而產生光。

上述器件被稱作(In, Ga)N 材料族。已經採用由這種材料體系製作的 LED。LED 典型地包括單色光源，該單色光源發射單光譜峰值和窄線寬(例如~30 nm)的光。通過改變

材料系中的銦成份可使得使用(In, Ga)N 材料體系製作的 LED 發射範圍從~380 nm (近 UV)到~540 nm (即綠色)的單色光。具有其單色特性的 LED 在其中僅要求單色的、例如光指示器的應用中是有用的。

另一方面，白光是無法利用單個 LED 直接產生的寬波段多色光。然而，如果可使得 LED 在許多離散的或連續的波長上產生光，則由此得到的光譜可為多色的並且來自這樣的 LED 的發射可顯示為白色。這可能是有用的，因為對於照明用途來說，白光通常是理想的。就發光效率、壽命以及光譜純度而言，作為照明光源的 LED 要優於例如白熾燈和螢光管等以前的照明技術。

有兩種主要的製作寬波段 LED 光源的傳統方法。第一種方法使用磷光體以用於顏色向下轉換。傳統上使用曝露於某些波長的輻射時發光的磷光材料以用於發光二極體(LED)中的顏色轉換。器件可發射高能光子，磷光體可吸收之，然後重發射低能且因此為不同顏色的光子。

這種磷光體吸收較短波長的光子並且重發射更長波長的光子。對於白光發射，可使用綠色和紅色發光磷光體。應該注意的是任何形式的顏色轉換會帶來能量損失。雖然綠色磷光體可具有高達 90% 的量子效率，但是紅色磷光體的量子效率典型地被限制到 40% 左右。這又解釋了低牆裝插頭(wall-plug)效率。

在這種顏色向下轉換方案中，可將例如發射 460 nm (藍色)光的 InGaN LED 的較短波長單色 LED 用作激勵光源。

這種光可用於激勵發射例如綠色和紅色的較長波長的磷光體的發光。產生的光由可見光譜的不同部分的成分組成，並因此被認為是寬波段光。因為磷光體粒子小(例如在奈米量級)並且裸眼不能分辨，如果不同顏色的比例合適，發出的光顯示為白色。這種白光產生的形式類似於螢光燈管採用的形式。

但是，存在與磷光體關聯的許多缺點，包括有限的壽命、斯托克斯波(Stokes-wave)能量損失、低可靠性和低發光效率。

另一種製作寬波段LED光源的方法是將分立的LED晶片安裝在單個封裝之上。這經常被稱作多晶片LED，其中將發射基色光(即藍、綠和紅)的LED安裝到單個封裝之上。然而，使用這種技術無法獲得白光。每個LED晶片的尺寸典型地在100微米以上，而LED晶片的間隔具有相同的量級。結果顏色不均勻並因此對於裸眼呈現分立的顏色，除非將其放置在很遠的距離，但此時LED的強度已極大下降。

【發明內容】

為克服現有技術的缺陷，本發明提供了半導體可調色寬波段光源和全彩微顯示器，以及製造半導體可調色寬波段光源和全彩微顯示器的方法。按照本發明的第一方面，提供了一種光源裝置，包括：第一發光二極體，用於發射具有第一波長的光，所述第一發光二極體包括成角小平面

以便在朝向所述第一發光二極體頂端的方向上反射入射光；第二發光二極體，用於發射具有第二波長的光，所述第二發光二極體佈置在所述第一發光二極體的頂端之上，並且所述第二發光二極體包括成角小平面以便在朝向所述第二發光二極體頂端的方向上反射入射光；以及第一分散式布拉格反射器，佈置在所述第一發光二極體的頂端和所述第二發光二極體底端之間以便允許來自所述第一發光二極體的光通過並且反射來自所述第二發光二極體的光。

按照本發明的第二方面，提供了一種光電器件，包括單色微顯示器的疊層，所述單色微顯示器的疊層包括：發射具有第一波長的光的第一微顯示器；發射具有第二波長的光的至少第二微顯示器，所述第一波長不同於所述第二波長；以及分散式布拉格反射器，佈置在所述第一微顯示器和所述至少第二微顯示器之間以便允許來自所述第一微顯示器的光通過並且反射來自所述至少第二微顯示器的光。

按照本發明的第三方面，提供了一種電子和光電器件的晶圓切割過程，所述晶圓切割過程基於鐳射顯微機械加工以便形成具有成角小平面的切割晶片，所述晶圓切割過程包括：在上表面上設置具有多個製造器件的加工過的晶圓；在晶片表面引導鐳射光束以用於晶圓切割；將鐳射光束反射離開鐳射反射鏡，其中所述鐳射光束以與垂直軸傾斜的角度入射到加工過的晶圓上，通過去除半導體、金屬或絕緣材料，入射光束在入射點形成槽；平移所述加工過

的晶圓使得所述鐳射光束在所述加工過的晶圓上的器件的週邊附近形成槽。

【實施方式】

這裏描述的某些示範方法和系統可用於採用和製造包括發光二極體(LED)疊層的固態光源。還提供了製造這種固態光源的工藝。這種固態光源能夠發射分立的基色光(即紅色、藍色和綠色),或包括白色的混合色。這種LED疊層可由堆疊在綠色LED上的藍色LED組成,該綠色LED可隨後堆疊在紅色LED之上。這樣的堆疊策略可確保最佳的顏色混合。該三個LED器件可以是單獨可控的。如果點亮所有三個LED,則光學混合的輸出可產生白光。可通過僅開啟LED疊層的單個LED器件來獲得單色光。可通過同時開啟兩個或三個LED器件並通過調節適當的偏壓來調諧其他顏色。

器件中分立的藍色、綠色、紅色LED可以被單獨驅動,並且可以改變各種顏色成分的強度。但是,顏色未被混合,因此無法構成可調色器件。到目前為止市場上還沒有真正的可調色LED。

近年,已經展示了使用LED材料的、基於半導體的發射微顯示器。但是,由於LED晶片的單色特性,這些微顯示器只能發射單色光。雖然可使用三色圖元實現全彩微顯示器,但是存在有若干不利之處。這些不利之處包括(1)如上所討論的與磷光體關聯的所有不利之處,(2)在微米量級

給單獨的圖元塗覆磷光體的複雜性，以及(3)驅動電路的複雜性。

如這裏所討論的堆疊 LED 設計不採用顏色轉換來產生白光。疊層中的每個 LED 器件可包括透明材料以便允許光通過。通過採用正確的 LED 疊層順序(也就是，藍色 LED 器件在綠色 LED 器件之上，接著是紅色 LED 器件位於底部)，發射的光可穿越上面的透明器件並具有最小的吸收損失。由於 LED 器件彼此堆疊的事實，來自三個 LED 器件的光子都從相同的窗口(也就是，經過頂部的藍色 LED 器件)發射的，使得輸出的顏色被充分光學混合。在 LED 器件之間積體分散式布拉格發射器(DBR)可確保向發射視窗的方向發射光，這歸因於介質鏡的波長選擇反射特性。

LED 器件中的每一個可包括顯微機械加工的成角小平面，該成角小平面具有塗覆的金屬反射鏡以便抑制單色光從 LED 小平面洩漏。這種實際應用也可消除與使用磷光體進行顏色轉換有關的問題，包括有限的壽命、斯托克斯波能量損失、低可靠性和低發光效率。通過避免傳統白光 LED 器件的這些不利之處，可開發 LED 的全部潛能以提供高量子效率、長壽命和高可靠性。

還可使用類似的堆疊策略將實際應用擴展到全彩微顯示器。例如，可適當對準彼此堆疊三個單色微顯示器以實現全彩微顯示器。可將藍色微顯示器堆疊在綠色微顯示器之上，隨後又將綠色微顯示器堆疊在紅色微顯示器之上。三個微顯示器可具有相同的設計和尺寸，使得如果堆疊在

一起，單獨的圖元彼此交迭(例如，這可被稱作“圖元疊層”)。因此，每個圖元可實際包括由三個彼此堆疊其上的 LED 器件組成的器件。通過控制三個 LED 器件的強度，可控制圖元的輸出顏色。這樣，可獲得具有全彩發射的任何圖元尺寸和解析度的微顯示器。

圖 1 示出了本發明的 LED 疊層 100。這種 LED 疊層可由紅色 LED 器件 105、綠色 LED 器件 110 和藍色 LED 器件 115 組成。紅色 LED 器件 105 可發射具有大約 650 nm 範圍波長的光，綠色 LED 器件 110 可發射具有大約 510 nm 範圍波長的光，而藍色 LED 器件 115 可發射具有大約 475 nm 範圍波長的光。LED 疊層 100 可包括佈置在綠色 LED 器件 110 之下的紅色 LED 器件 105 頂部邊緣上的第一分散式布拉格反射器(DBR) 120。第二 DBR 125 可佈置在藍色 LED 器件 115 之下的綠色 LED 器件 110 的頂部邊緣上。該 DBR 可允許來自下面的 LED 的光通過並且還可反射來自佈置在上面的 LED 的光。例如，來自綠色 LED 器件 110 的光可通過 DBR 125 而且任何向下反射經過 DBR 125 頂部表面上的藍色 LED 器件 115 的光可在朝向藍色 LED 器件 115 的頂部表面 130 的方向上被反射。

圖 2 示出了本發明的、通過對紅色 LED 器件 105、綠色 LED 器件 110 和藍色 LED 器件 115 選擇性供電可產生不同顏色的光的一些示例。在本示例中，紅色 LED 105 可發射紅色光束 200，其經過 DBR 120、綠色 LED 110、DBR 125、藍色 LED 115 並且經過藍色 LED 器件 115 的頂部表

面 130 向上傳播。綠色 LED 器件 110 可發射綠色光束 205，其經過 DBR 125、藍色 LED 115 並且經過藍色 LED 器件 115 的頂部表面 130 向上傳播。綠色 LED 器件還可產生第二綠色光束 210，其初始沿著朝向 DBR 120 的方向傳播。但是，DBR 120 可在經過 DBR 125、藍色 LED 115 並且經過藍色 LED 器件 115 的頂部表面 130 的方向上反射第二綠色光束 210。

藍色 LED 器件 115 可發射藍色光束 215，其經過藍色 LED 器件 115 的頂部表面 130 向上傳播。藍色 LED 器件 115 還可產生第二藍色光束 220，其初始沿著朝向 DBR 125 的方向傳播。但是，DBR 125 可在經過藍色 LED 器件 115 的頂部表面 130 的方向上反射第二藍色光束 220。

紅色 LED 器件 105、綠色 LED 器件 110 和藍色 LED 器件 115 可共用公共陽極 230 且可經由它們自身的陰極選擇性供電。例如，藍色 LED 器件 115 可採用第一陰極 235，綠色 LED 器件 110 可採用第二陰極 240，而紅色 LED 器件 105 可採用第三陰極 245。

圖 3 示出了本發明的、光束在紅色 LED 器件 105、綠色 LED 器件 110 和藍色 LED 器件 115 內傳播的各種角度。在本示例中，可對紅色 LED 器件 105、綠色 LED 器件 110 和藍色 LED 器件 115 中每一個的成角小平面或壁塗覆鏡面材料，以確保光束不會從 LED 器件的側面逃逸，而是被引導經過藍色 LED 器件 115 的頂部表面 130。在本示例中，紅色 LED 器件 105 包括第一鏡面 300，綠色 LED 器件 110

包括第二鏡面 305，藍色 LED 器件 115 包括第三鏡面 310。任一鏡面可塗覆例如鋁或銀的金屬。

圖 4 示出了本發明的三 LED 疊層的示意圖。如圖所示，將第一 LED 器件 400 佈置在第二 LED 器件 405 和第三 LED 器件 410 之下。相對於圖 1，第一 LED 器件 400 可對應於紅色 LED 器件 105，第二 LED 器件 405 可對應於綠色 LED 器件 110，而第三 LED 器件可對應於藍色 LED 器件 115。

圖 5 示出了本發明已裝配的三 LED 疊層的掃描電子顯微鏡 (SEM) 圖像。如圖所示，該三 LED 疊層可包括佈置在第二 LED 器件 505 和第三 LED 器件 510 之下的第一 LED 器件 500。

圖 6 示出了本發明的第一 DBR 層 (例如圖 1 的 DBR 120) 和第二 DBR 層 (例如圖 1 的 DBR 125) 的層的反射光譜。如圖所示，DBR 120 的反射光譜具有位於 550 nm 附近的峰值，而 DBR 125 具有位於 470 nm 附近的峰值。

圖 7 示出了本發明的、來自 LED 疊層的單色藍光發射 700 以及相應的光譜 705。如圖所示，作為峰值功率分佈的光譜位於 475 nm 附近。

圖 8 示出了本發明的、通過混合藍光和紅光發射的、來自 LED 疊層的多色粉紅光發射 800 連同其相應的光譜 805。如圖所示，該光譜具有位於 475 nm 和 650 nm 附近的峰值功率分佈。

圖 9 示出了本發明的 LED 疊層發射的不同顏色的範圍

連同其相應的光譜。如圖所示，可發射各種不同顏色的光，而且該不同顏色可由各種峰值功率分佈組成。發射的各種顏色包括示例(a)中的青綠色、示例(b)中的海軍藍、示例(c)中的深紫色、示例(d)中的淺紫色、示例(e)中的黃色、示例(f)中的栗色，以及示例(g)中的黑色。

圖 10 示出了本發明的紅色、綠色和藍色三個微顯示器的示意圖。如圖所示，可將紅色微顯示器 1000 佈置在綠色微顯示器 1005 之下，又可將綠色微顯示器 1005 佈置在藍色微顯示器 1010 之下。

圖 11 示出了本發明製作的藍色單色微顯示器的縮微照片 1100。圖 12 示出了本發明已裝配的堆疊的微顯示器的正交視圖。如圖所示，可將紅色微顯示器 1200 佈置在綠色微顯示器 1205 之下，又可將綠色微顯示器 1205 佈置在藍色微顯示器 1210 之下。圖 13 示出了本發明已裝配的堆疊的微顯示器 1300 的頂視圖。

如這裏所討論的包含疊層 LED 的器件的實際應用，可消除或基本減少與傳統的塗覆磷光體的白色 LED 相關聯的不利之處，開發 LED 的全部潛能以實現固態照明。首先，消除對例如磷光體的顏色轉換媒介的需求轉化為無損白光生成。其次，例如磷光體的顏色轉換媒介的壽命限制了傳統白光 LED 的壽命。但是，通過避免使用磷光體，白光 LED 的壽命只是 LED 疊層中單獨 LED 的壽命，眾所周知其具有延長的壽命並且極其可靠。

第三，可消除與顏色轉換媒介關聯的所有其他的缺

點，例如有限的壽命，斯托克斯波能量損失、低可靠性和低發光效率。第四，通過在兩個 LED 之間插入反射來自上部 LED 的光但仍允許傳輸來自下部 LED 的光的分散式布拉格反射器 (DBR) (例如圖 1 的 DBR 120 和 125) 來解決下面的器件的光吸收問題。第五，將以另外的方式影響發射均勻性的、來自器件小平面的潛在光洩漏問題通過塗覆鏡面的成角小平面的引入而得到解決，使得橫向傳播的光被反射並被改變方向以用於從器件頂部表面發射。最後，該堆疊拓撲確保了光學顏色混合，提供了均勻的多色光發射。

可使用標準 LED 加工順序製作綠色、藍色和紅色 LED，包括光微影法、乾法蝕刻和金屬沉積。可使用 LED 晶片製作綠色和藍色 LED，其中在透明藍寶石基材上通過 MOCVD 磊晶生長 InGaN 材料。在 LED 結構中嵌入一系列多量子 (multi-quantum) 阱以獲得期望的發射波長 (通過裁剪帶隙)。可使用 LED 晶片製作紅色 LED，其中在非透明 GaAs 基材上通過 MOCVD 磊晶生長 AlInGaP 材料。

可通過首先利用光微影法定義 LED 的臺面 (mesa) 區域來製作綠色或藍色 LED。將光阻劑層旋轉塗覆到 LED 晶片上，並將其曝光於通過遮罩對準器上具有預定圖案的光遮罩的紫外光。曝光後的樣品可在光阻劑顯影劑中顯影。所要求的圖案被轉移到樣品上。隨後可使用具有 Cl_2 和 BCl_3 氣體的感應耦合電漿 (ICP) 乾法蝕刻形成臺面結構。隨後以 500 nm/min 的典型速率將 GaN 材料蝕刻掉。

另一光微影步驟可定義 LED 的活動區域。可再使用相

同的 ICP 方法對晶片進行乾法蝕刻，將 n 型 GaN 區域的一部分曝光以用於後續的 n 接觸。電流擴散區域可通過光微影法來定義。通過電子束蒸發來沉積包括 5nm Au 和 5nm Ni 的電流擴散層。接著可在丙酮中剝除 (lift off) 金屬層，使得金屬雙層留在電流擴散區域中。該層可充當該器件的 p 型接觸。

可通過光微影法來定義 n 型和 p 型接觸墊片區域。可通過電子束蒸發來沉積厚度分別為 20/200 nm 的 Ti/Al 金屬雙層。可在丙酮中剝除金屬層，使得金屬僅留在接觸墊片區域，充當 n 型和 p 型接觸墊片。可使晶片的藍寶石面變薄到大約 100 微米以改進熱消散，並對其進行拋光以增強通過藍寶石基材的光傳輸。

通過在頂部 LED 表面上沉積 Au p 型接觸以及在底部 GaAs 表面上沉積 Au n 型接觸來製作紅色 LED。與基於 GaN 的 LED 不同，垂直電流傳導是可能的，因為 GaAs 是導體。

如果需要可在 LED 晶片之上生長 DBR。DBR 可包括波長選擇反射鏡，其可反射反射帶 (reflectance band) 內某些波長的光並在傳輸帶內傳輸其他波長的光，包括具有折射率差的交替電介質材料對。DBR 的特徵取決於設計參數，包括電介質材料和它們厚度的選擇。

在紅—綠—藍 (“RGB”) 疊層的情況下，可在綠色 LED 晶片和紅色 LED 晶片之上生長 DBR 層。在綠色 LED 之上的 DBR 可反射來自上面的藍色 LED 的藍光，而允許分別

來自綠色 LED 和紅色 LED 的綠光和紅光通過。在紅色 LED 之上的 DBR 可反射來自上面的綠色 LED 的綠光，而允許來自紅色 LED 的紅光通過。

可使用訂製的鐳射顯微機械加工系統切割晶片。可獲得具有期望尺寸的有成角小平面的單獨的 LED 晶片。

圖 14 示出了鐳射顯微機械加工系統 1400，其可包括若干主要部件，包括高功率紫外(UV)鐳射器 1405、光束擴展器 1410、鐳射線反射鏡 1415、聚焦 UV 物鏡 1420、寬波段 UV 傾斜反射鏡 1425、晶片 1430 以及 X-Y 平移台 1435。當聚焦的鐳射光束照射到晶片 1430 上時，通過 X-Y 平移台 1435 可移動晶片 1430。

在傳統鐳射顯微機械加工中，聚焦透鏡將鐳射光束聚焦到小點，其入射到將要垂直顯微機械加工的晶片上。然而，根據這裏的實際應用，將寬波段 UV 反射鏡插入聚焦透鏡和晶片之間。以傾斜角度放置該反射鏡，其目的是將光束反射離開反射鏡，使得聚焦光束可以任意傾斜角度入射到晶片上。可通過轉動該反射鏡來調整該角度。結果，切割後的器件晶片可具有帶任意傾斜角度的成角小平面。

LED 疊層的裝配始於使用導熱和導電的加銀環氧樹脂將紅色 LED 片固定(chip-bind)到 TO-can 封裝。通過施加 UV 粘合劑(例如 Norland63)層將綠色 LED 安裝到紅色 LED 之上，同時將紅色 LED 的上部 p 型銲接墊曝光。一旦對準了器件，就可在 UV 照射下硬化元件。

接著在元件之上安裝藍色 LED，確保下方器件的銲接

墊被曝光。再次在 LED 晶片之間使用 UV 粘合劑。通過在 UV 輻射下曝光而將 LED 疊層固定在適當的位置上。

可以倒轉 LED 疊層，並且通過濺射的電子束蒸發、典型地使用鋁或銀來塗覆金屬反射鏡。將在疊層中晶片的成角小平面上對金屬反射鏡進行塗覆。這種反射鏡可防止光傳過小平面。

來自全部三個晶片的光發射可以發射通過頂部藍色 LED。這是可能的，因為頂部藍色 LED 對綠光和紅光是透明的。這遵循光吸收規則。向下的光發射，就是，朝向下方的 LED 的光傳播可因為 DBR 層的存在而被抑制。結果，將光損失減少到最小。依靠用來向上反射橫向傳播的光的塗覆反射鏡的成角小平面也抑制了來自側面小平面的光發射。

可能需要五個絲焊來建立與晶片的電連接，包括紅色 LED 的 p 墊片以及綠色和藍色 LED 的 p 墊片和 n 墊片。可以利用導電的加銀粘合劑來連接紅色 LED 的 n 墊片。可以互連這樣的 n 墊片以便形成公共陽極。最終，獲得包括分別用於紅色、綠色和藍色 LED 的一個公共陽極和三個陰極的 4-端子器件。

通過對單個陰極施加偏壓，開啟單個器件而整個疊層發射單色光。通過施加偏壓到一個以上的陰極可發射多色光。通過調整相應的陰極可調諧發射顏色。通過調整紅色、綠色和藍色的適當成分(例如相應的強度和量)，可獲得白光發射。

這可能是白光產生的無損方法，涉及來自交迭的單色器件的光譜成分的相加(總計)。

可堆疊單色發射微光發射二極體二維陣列以形成全彩二維微顯示器。可使用藍色、綠色和紅色 LED 晶片製作單色 2D 微顯示器。該 LED 陣列可以是單石 LED 陣列。

X 乘 Y 陣列的設計可基於矩陣定址方案。該陣列可包括形成陣列的基的 X 列，和 y 數目個沿每列均勻分佈的微 LED 元件(微米尺寸)。

所以，列上的器件共用公共 n 型區域，以及因此共用公共 n 型電極。可通過穿過列的金屬線互連每個微 LED 之上的 p 型區域。接觸墊片的總數目因此是 $(x+y)$ ，比如果每個圖元具有自己單獨的電極的數目 $(x*y)$ 要小很多。

由感應耦合電漿(ICP)蝕刻來形成列和微 LED 圖元。調諧該加工條件以蝕刻具有與垂直方向成 30° 到 45° 傾角的側壁的臺面結構。通過電子束蒸發來沉積 40 nm 的 SiO_2 層以用於 n 和 p 摻雜區域的絕緣。

可使用剝除工藝對每個單獨圖元的頂部平面進行後續曝光以用於接觸形成。使用電子束蒸發通過剝除沉積 Ti/Al (20/200 nm) 和 Ni/Au (30/30 nm) 作為 n 型和 p 型歐姆接觸。接觸可在氮氣環境中經受 5 分鐘的 550°C 快速熱退火(RTA)。這種金屬互連可覆蓋微 LED 圖元的側壁以確保僅經過頂部表面發射光。

可在綠色微顯示器之上堆疊藍色微顯示器、繼之堆疊在紅色 LED 微顯示器上來裝配全彩微顯示器。可設計紅

色、綠色和藍色微顯示器使得它們的圖元對準，但它們的銲接墊處於不同位置。

可將紅色微顯示器片固定(chip-bond)到合適的陶瓷封裝。通過施加 UV 粘合劑(Norland63)層而將綠色微顯示器安裝到紅色微顯示器之上，同時將紅色微顯示器的銲接墊曝光。一旦對準了單獨的圖元，就可在 UV 照射下硬化組件。

在元件之上安裝藍色微顯示器，確保下方器件的銲接墊被曝光。再次在 LED 晶片之間使用 UV 粘合劑。

通過在 UV 輻射下曝光而將 LED 疊層固定在適當的位置上。通過絲焊將銲接墊連接到封裝。可將整個器件連接到用於操作的適當的外部矩陣驅動器。可控制圖元以便發射可見光譜中的任何顏色。

圖 15 示出了根據另一實施例的 LED 疊層。參考圖 15，為了均勻，光發射通過堆疊的器件。類似於上面討論的三 LED 器件堆疊的 LED 設計，在底部形成紅色 LED 1505 而在頂部堆疊藍色 LED 1510。對於圖 15 提供的實施例，省略了中間的綠色 LED 器件。取而代之，通過使用佈置在藍色 LED 1510 上的綠色螢光微球體 1515 實現綠光的產生。在另一實施例中，可使用磷光體和量子點(quantum dots)來提供可激發的綠光波長。用兩個堆疊的 LED 代替三個堆疊的 LED，裝配更加容易並且可以改善熱消散。另外，頂部絲焊的數目可從 5 個頂部絲焊減少到 3 個頂部絲焊。因此，該混合器件可能更容易裝配，具有更好的散熱能力，並且

可因頂部絲焊的減少而更容易封裝。一些能量損失可能會發生，但在綠色螢光微球體下的藍色 LED 能有效地激發綠色螢光，使能量損失最小。

可使用類似的策略將實際應用擴展到全彩微顯示器。例如，可適當地在彼此之上堆疊對準兩個單色微顯示器，其中將染色螢光微球體佈置在頂部微顯示器上。可將藍色微顯示器堆疊在紅色微顯示器之上，可在藍色微顯示器上設置綠色螢光微球體。在將藍色微顯示器堆疊在紅色微顯示器之上前，可在藍色微顯示器上設置綠色螢光微球體。這兩個微顯示器可具有相同的設計和尺寸，使得如果堆疊在一起則單獨的圖元彼此交迭。

根據一個實際應用，可使用任何適當的工藝製作紅色 LED 和藍色 LED。還可在 LED 晶片的頂部表面上生長 DBR。在一個實際應用中，在紅色 LED 1505 的頂部表面上生長 DBR 1520 以反射來自上面的藍色 LED 1510 的藍光，而允許來自紅色 LED 1505 的紅光通過。在另一個實際應用中，還在藍色 LED 1510 的頂部表面上生長 DBR 1530 以反射來自綠色螢光微球體的綠光。

混合 LED 疊層的裝配可始於在對紅色 LED 的頂部 p 型銲接墊曝光時使用例如 UV 粘合劑層在選擇的紅色 LED 上安裝藍色 LED。對於其中 LED 包括成角小平面的實際應用來說，紅色 LED/藍色 LED 疊層可倒轉並且可在疊層中的晶片的成角小平面上塗覆金屬反射鏡。可在藍色 LED 的頂部表面上均勻塗覆綠色螢光微球體。

能夠利用的示範螢光微球體可包括 Duke 科技公司和 Merck Estapor 提供的微球體。這些螢光微球體典型地懸浮在去離子水中，並且它們的尺寸範圍是直徑在幾十奈米到幾十微米。可提供具有球體形狀和尺寸均勻的微球體。

為了在藍色 LED 的表面均勻塗覆微球體，使用滴管、注射器或吸液管將微球體懸浮液分配到藍色 LED 上。

可使用旋塗器通過旋轉塗覆將微球體均勻地塗覆在藍色 LED 上。對於該工藝可使用 1–5 rpm 的轉速。也可通過傾斜散開微球體。例如，在將微球體懸浮液施加到 LED 晶片上後，將該器件傾斜到與垂直方向成約 45 度的夾角。

可將微球體的厚度控制為若干單層。這歸因於與磷光體相比螢光微球體較大的尺寸(幾百奈米到微米的直徑)。通過獲得薄的微球體塗層(例如不超過幾層)，微球體將其自身組織成六角形陣列。這成為奈米粒子的自裝配有序陣列。

可通過使用電子束蒸發塗覆例如 SiO_2 的電介質層來保護和適當固定螢光微球體。還可在塗覆微球體的晶片上應用環氧樹脂類的密封以保護混合 LED 疊層不受外部環境影響。

微球體塗覆的另一種方法是將微球體與密封劑預先混合。將微球體懸浮液放入試管裏並加熱以去除水分(去離子水 DI water)。往試管裏加入密封劑。將試管放在混合器上以用於均勻混合。然後可使用滴管、注射器或吸液管將混合物施加到 LED 疊層上。

在一個方面，可改變比例以獲得不同級別“白度”(whiteness)，也就是不同色溫，來混合具有不同發射波長的不同染色微球體。

雖然這裏使用各種方法和系統描述和顯示了某些示範的技術，但是本領域技術人員應當理解，在沒有背離要求保護的主題的情況下，可進行各種其他修改，以及可用等同物進行替代。另外，在沒有背離這裏所描述的中心概念的情況下，可進行許多修改以使特定的情形適於要求保護的主題的教導。因此，其目的是要求保護的主題不限於所公開的特定示例，而是這種要求保護的主題還可包括落入所附的申請專利範圍的保護範圍及其等同物的範圍內的所有實際應用。

【圖式簡單說明】

參考下列附圖描述了本發明的非限制性和非窮盡的方面。除非另外說明，在各附圖中，相同的附圖標記指相同的部件。

圖 1 示出了本發明的 LED 疊層；

圖 2 示出了本發明的、通過對紅色 LED 器件、綠色 LED 器件和藍色 LED 器件進行選擇性供電可產生不同顏色的光的一些示例；

圖 3 示出了本發明的、光束可在紅色 LED 器件、綠色 LED 器件和藍色 LED 器件內傳播的不同角度；

圖 4 示出了本發明的三 LED 疊層的示意圖；

圖 5 示出了本發明已裝配的三 LED 疊層的掃描電子顯微鏡 (SEM) 圖像；

圖 6 示出了本發明的第一分散式布拉格反射器 (DBR) 層和第二 DBR 層的層的反射光譜；

圖 7 示出了本發明的、來自 LED 疊層的單色藍光發射以及相應的光譜；

圖 8 示出了本發明的、通過混合藍色和紅色發射的、來自 LED 疊層的多色粉紅色光發射連同相應的光譜；

圖 9 示出了本發明的、由 LED 疊層發射的不同顏色範圍連同其相應的光譜；

圖 10 示出了本發明的紅色、綠色、藍色三個微顯示器的示意圖；

圖 11 示出了本發明製作的藍色單色微顯示器的縮微照片；

圖 12 示出了本發明已裝配的堆疊的微顯示器的正交視圖；

圖 13 示出了本發明已裝配的堆疊的微顯示器的頂視圖；

圖 14 示出了本發明的鐳射顯微機械加工系統和 X-Y-Z 平移系統，所述鐳射顯微機械加工系統可包括若干主要部件，包括高功率紫外 (UV) 鐳射器、光束擴展器、鐳射線反射鏡、聚焦透鏡、寬波段 UV 反射鏡、晶片；

圖 15 示出了本發明的 LED 疊層。

【主要元件符號說明】

100..LED 疊層； 105..紅色 LED 器件；
110..綠色 LED 器件； 115..藍色 LED 器件；
120、125..分散式布拉格發射器 DBR； 130..頂部表面；
200..紅色光束； 205、210..綠色光束；
215、220..藍色光束； 230..陽極； 235、240、245...陰極；
300、305、310..鏡面；
400、405、410、500、505、510..LED 器件；
700..藍光發射； 705、805..光譜； 800..多色粉紅光發射；
1000、1200..紅色微顯示器； 1005、1205..綠色微顯示器；
1010、1210..藍色微顯示器； 1300..微顯示器；
1405..鐳射器； 1410..光束擴展器；
1415..鐳射線反射鏡； 1420..UV 物鏡；
1425..UV 傾斜反射鏡； 1430..晶片； 1435..XY 平移台

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98131651

※申請日：98-9-18

※IPC 分類：H01L 25/075 (2006.01)
G09F 9/33 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

H01L 21/302 (2006.01)

半導體可調色的寬波段光源及全彩微顯示器

Semiconductor Color - Tunable Broadband Light Sources and Full -Color
Microdisplays

二、中文發明摘要：

本發明提供了可用於採用和製造光源裝置的方法和系統。第一發光二極體發射具有第一波長的光，以及第二發光二極體用於發射具有第二波長的光。所述第一和第二發光二極體中的每一個包括成角小平面以便在朝向所述第一發光二極體頂端的方向上反射入射光。所述第二發光二極體包括成角小平面以便在朝向所述第二發光二極體頂端的方向上反射入射光。第一分散式布拉格反射器佈置在所述第一發光二極體的頂端和所述第二發光二極體底端之間以便允許來自所述第一發光二極體的光通過並且反射來自所述第二發光二極體的光。

三、英文發明摘要：

Methods and systems are provided that may be used to utilize and manufacture a light sources apparatus. A first light emitting diode emits light having a first wavelength, and a second light emitting diode for emitting light

having a second wavelength. Each of the first and second light emitting diodes may comprise angled facets to reflect incident light in a direct toward a top end of the first light emitting diode. The second light emitting diode comprising angled facets may reflect incident light in a direction toward a top end of the second light emitting diode. A first distributed Bragg reflector is disposed between the top end of the first light emitting diode and a bottom end of the second light emitting diode to allow light from the first light emitting diode to pass through and to reflect light from the second light emitting diode.

七、申請專利範圍：

1. 一種光源裝置，包括：

第一發光二極體，用於發射具有第一波長的光，所述第一發光二極體包括成角小平面以便在朝向所述第一發光二極體頂端的方向上反射入射光；

第二發光二極體，用於發射具有第二波長的光，所述第二發光二極體佈置在所述第一發光二極體的頂端之上，並且所述第二發光二極體包括成角小平面以便在朝向所述第二發光二極體頂端的方向上反射入射光；以及

第一分散式布拉格反射器，佈置在所述第一發光二極體的頂端和所述第二發光二極體底端之間以便允許來自所述第一發光二極體的光通過並且反射來自所述第二發光二極體的光。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的光源裝置，其中所述第一發光二極體和第二發光二極體中的至少一個基本為單石。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述的光源裝置，其中所述第一波長比所述第二波長更長。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述的光源裝置，還包括第三發光二極體，用於發射具有第三波長的光，所述第三發光二極體佈置在所述第二發光二極體頂端之上，並且所述

第三發光二極體包括成角小平面以便在朝向所述第三發光二極體頂端的方向上反射入射光。

5. 如申請專利範圍第 4 項所述的光源裝置，還包括第二分散式布拉格反射器，所述第二分散式布拉格反射器佈置在所述第二發光二極體的頂端和所述第三發光二極體底端之間以便允許來自所述第二發光二極體的光通過並且反射來自所述第三發光二極體的光。

6. 如申請專利範圍第 4 項所述的光源裝置，其中所述第一、第二和第三發光二極體具有基本相同的設計和發射面積，在具有不同帶隙的不同半導體材料上製作所述第一、第二和第三發光二極體。

7. 如申請專利範圍第 4 項所述的光源裝置，其中從所述第一發光二極體發射的光因為相應的帶隙而基本無損失地通過所述第二和第三發光二極體。

8. 如申請專利範圍第 4 項所述的光源裝置，其中所述第一發光二極體發射紅光，所述第二發光二極體發射綠光，所述第三發光二極體發射藍光。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述的光源裝置，其中所述光源裝置回應於僅開啟所述第一發光二極體而發射紅光，

所述光源裝置回應於僅開啟所述第二發光二極體而發射綠光，所述光源裝置回應於僅開啟所述第三發光二極體而發射藍光。

10. 如申請專利範圍第 8 項所述的光源裝置，其中所述光源裝置同時從所述第一發光二極體發射紅光、從所述第二發光二極體發射綠光以及從所述第三發光二極體發射藍光，以便產生多色光。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述的光源裝置，其中所述多色光包括白光。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述的光源裝置，其中產生所述白光未使用顏色轉換。

13. 如申請專利範圍第 10 項所述的光源裝置，其中通過改變紅光、藍光和綠光的強度或量，使得能夠調諧所述光源裝置的光學輸出。

14. 如申請專利範圍第 4 項所述的光源裝置，還包括單獨 LED 的成角小平面上的反射鏡塗層，所述反射鏡塗層包括金屬層並且適於反射光以及抑制來自所述第一、第二和第三發光二極體的成角小平面的光的洩漏。

15. 如申請專利範圍第 1 項所述的光源裝置，還包括在所述第二發光二極體上的螢光微球體層，當被來自所述第一發光二極體或所述第二發光二極體的光激發時，所述螢光微球體層發射具有第三波長的光。

16. 如申請專利範圍第 15 項所述的光源裝置，其中所述第一發光二極體發射紅光，所述第二發光二極體發射藍光，所述螢光微球體層發射綠光。

17. 如申請專利範圍第 16 項所述的光源裝置，其中所述光源裝置同時從所述第一發光二極體發射紅光、從所述第二發光二極體發射藍光以便通過所述螢光微球體層產生多色光。

18. 一種光電器件，包括單色微顯示器的疊層，所述單色微顯示器的疊層包括：

發射具有第一波長的光的第一微顯示器；

發射具有第二波長的光的至少第二微顯示器，所述第一波長不同於所述第二波長；以及

分散式布拉格反射器，佈置在所述第一微顯示器和所述至少第二微顯示器之間以便允許來自所述第一微顯示器的光通過並且反射來自所述至少第二微顯示器的光。

19. 如申請專利範圍第 18 項所述的光電器件，其中所

述第一微顯示器和所述至少第二微顯示器包括在紅色微顯示器之上堆疊的綠色微顯示器以及在所述綠色微顯示器之上堆疊的藍色微顯示器。

20. 如申請專利範圍第 19 項所述的光電器件，其中所述綠色、藍色和紅色微顯示器具有基本相同的設計和尺寸。

21. 如申請專利範圍第 20 項所述的光電器件，其中在具有與發射顏色相對應的帶隙的不同半導體材料上製作所述綠色、藍色和紅色微顯示器。

22. 如申請專利範圍第 19 項所述的光電器件，其中每個單獨的單色微顯示器包括至少一個圖元，所述圖元包括矩陣可定址微米量級的發光二極體的二維陣列。

23. 如申請專利範圍第 22 項所述的光電器件，其中將所述紅色、綠色和藍色微顯示器中每一個上的單獨圖元堆疊在彼此之上以便形成圖元疊層。

24. 如申請專利範圍第 23 項所述的光電器件，其中所述圖元疊層中的部件是單獨可控的以便獲得不同的發射強度。

25. 如申請專利範圍第 23 項所述的光電器件，其中對

圖元疊層中來自發光二極體的發射進行光學混合。

26. 如申請專利範圍第 23 項所述的光電器件，其中將圖元疊層佈置為發光二極體疊層的二維陣列，所述發光二極體疊層中的至少一個是可調色的。

27. 如申請專利範圍第 18 項所述的光電器件，其中將所述第二微顯示器堆疊在所述第一微顯示器之上，所述光電器件還包括在所述第二微顯示器上的至少一個螢光微球體層。

28. 如申請專利範圍第 27 項所述的光電器件，其中所述第一微顯示器是紅色微顯示器，所述第二微顯示器是藍色微顯示器，所述至少一個螢光微球體層包括綠色螢光微球體。

29. 一種電子和光電器件的晶圓切割方法，所述晶圓切割過程基於鐳射顯微機械加工以便形成具有成角小平面的切割晶片，所述晶圓切割過程包括：

在上表面上設置具有多個製造器件的加工過的晶圓；

在晶圓表面引導鐳射光束以用於晶圓切割；

將鐳射光束反射離開鐳射反射鏡，其中所述鐳射光束以與垂直軸傾斜的角度入射到加工過的晶圓上，通過去除半導體、金屬或絕緣材料，入射光束在入射點形成槽；

平移所述加工過的晶圓使得所述鐳射光束在所述加工過的晶圓上的器件的週邊附近形成槽。

30. 如申請專利範圍第 29 項所述的晶圓切割方法，其中傾斜角度的範圍是與垂直軸成大約 0 度到大約 89 度。

31. 如申請專利範圍第 29 項所述的晶圓切割方法，其中因為加工過的晶圓上存在鐳射顯微機械加工劃線道，所述加工過的晶圓為分開作好準備。

32. 如申請專利範圍第 29 項所述的晶圓切割方法，還包括通過消融或吸收中的至少一種將半導體、金屬或絕緣材料從所述加工過的晶圓中移去。

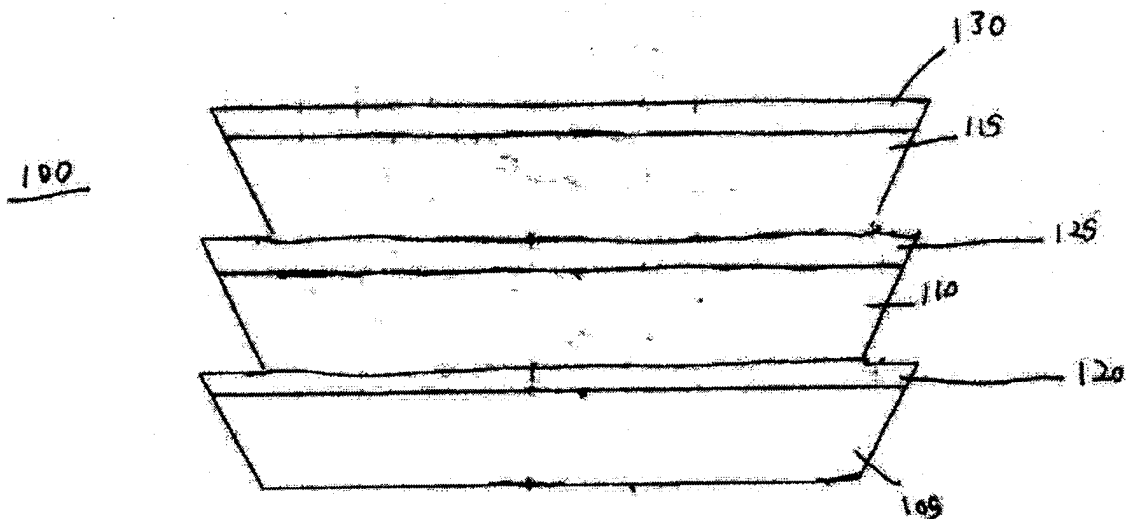


圖 1

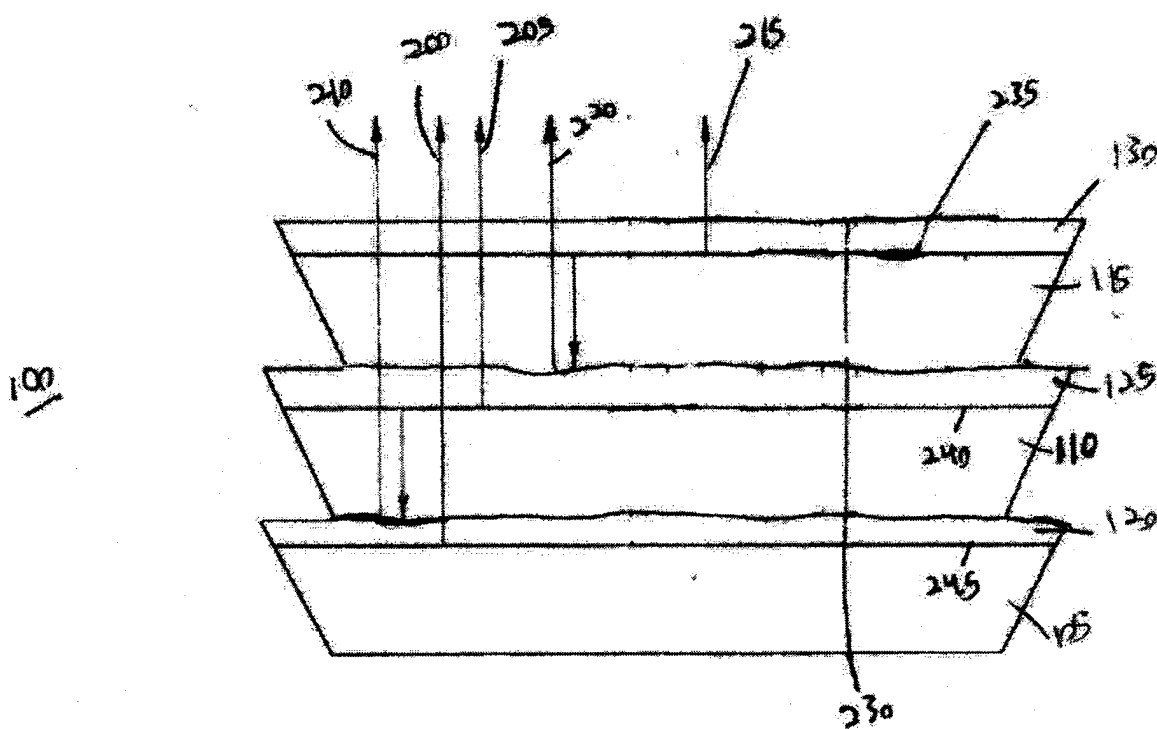


圖 2

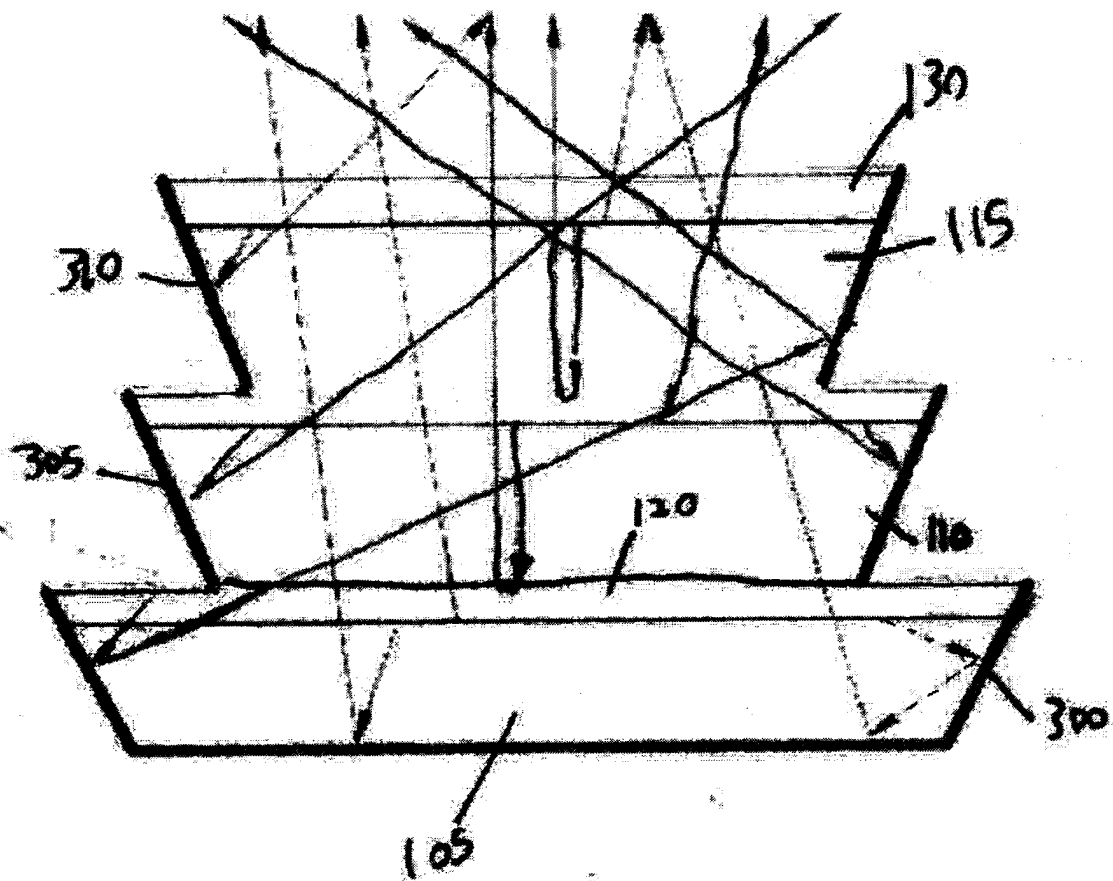


圖 3

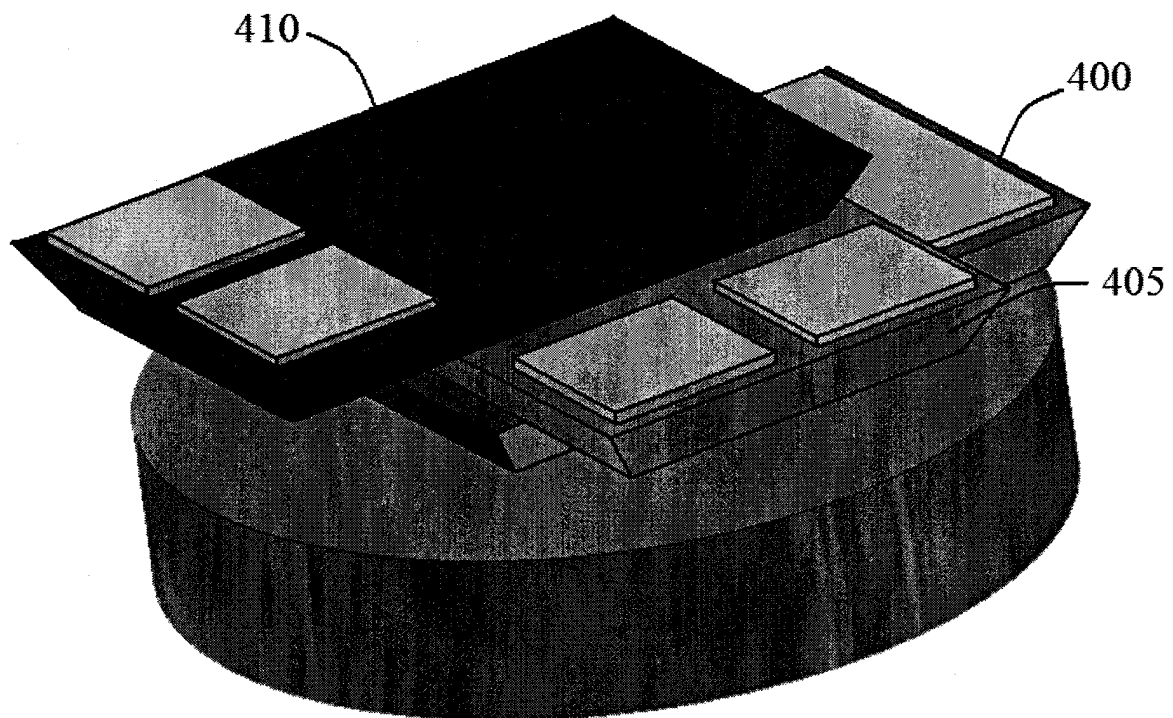


圖 4

201017863

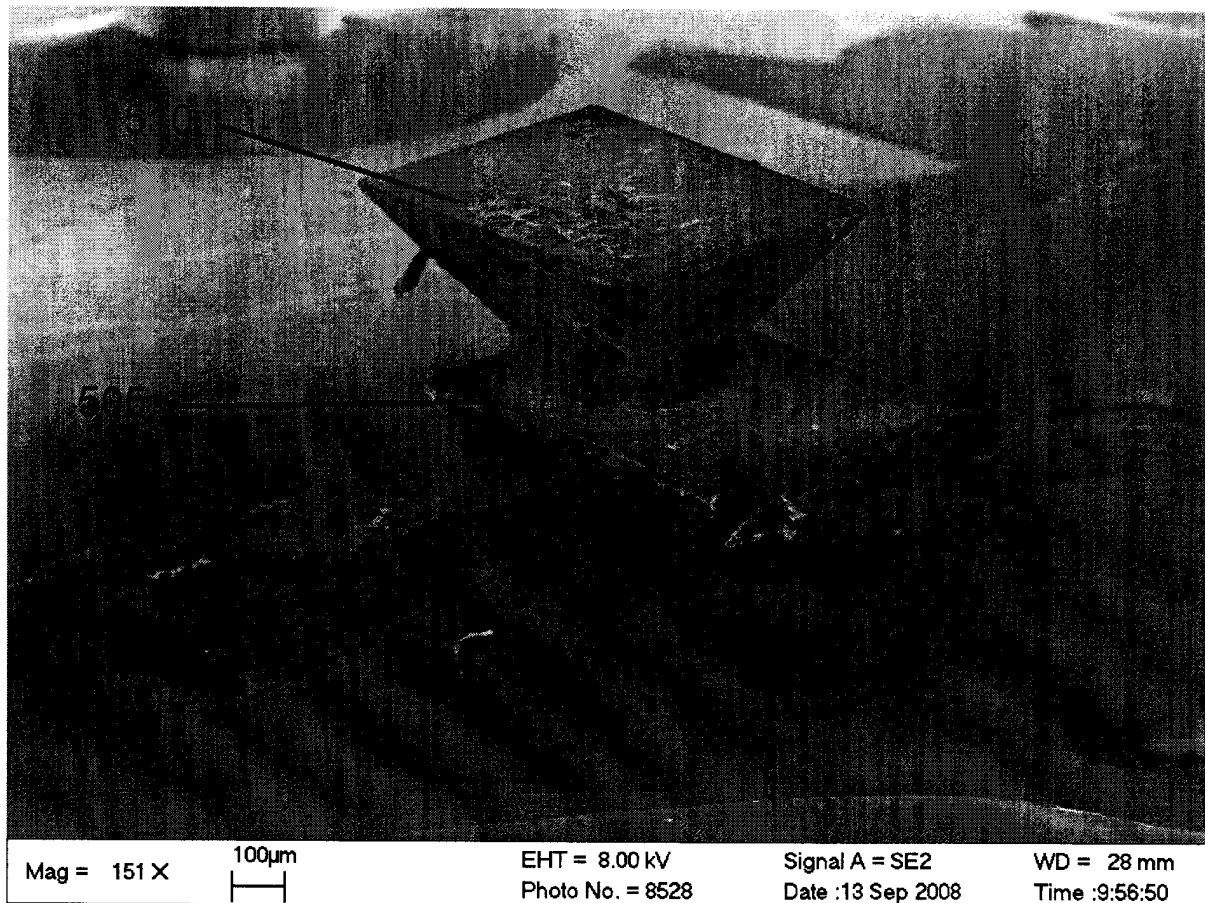


圖 5

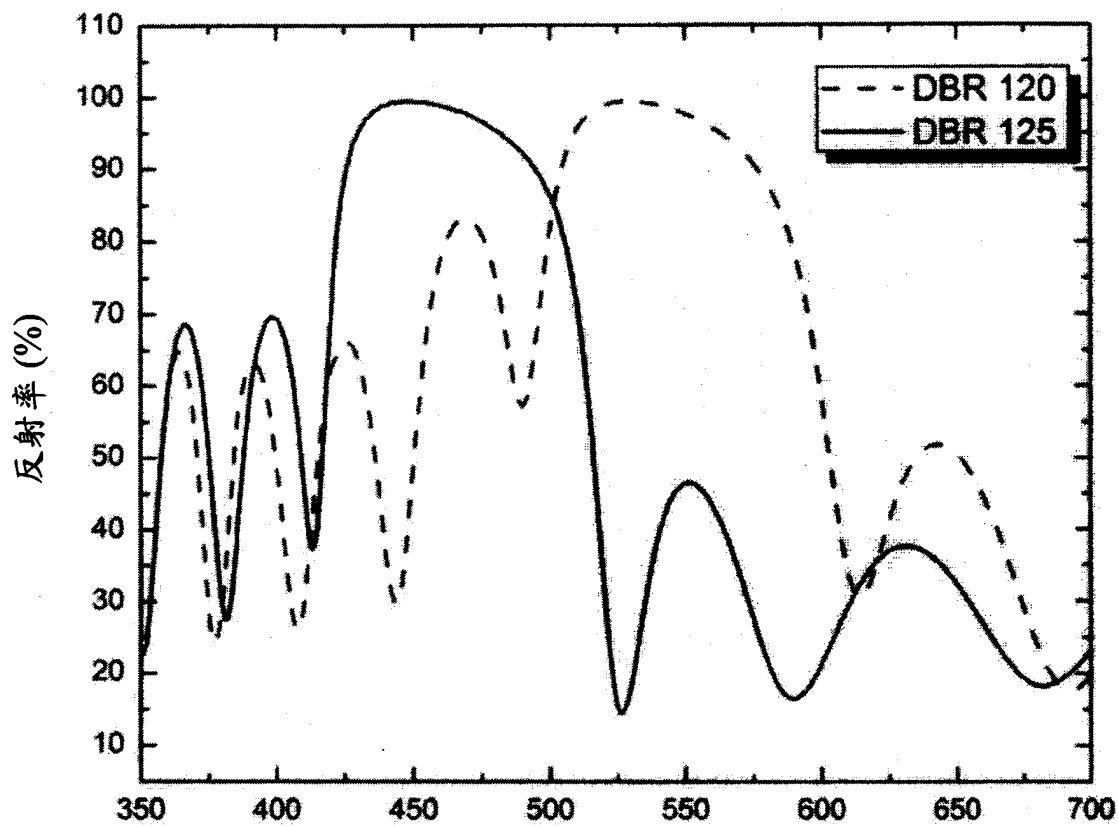


圖 6

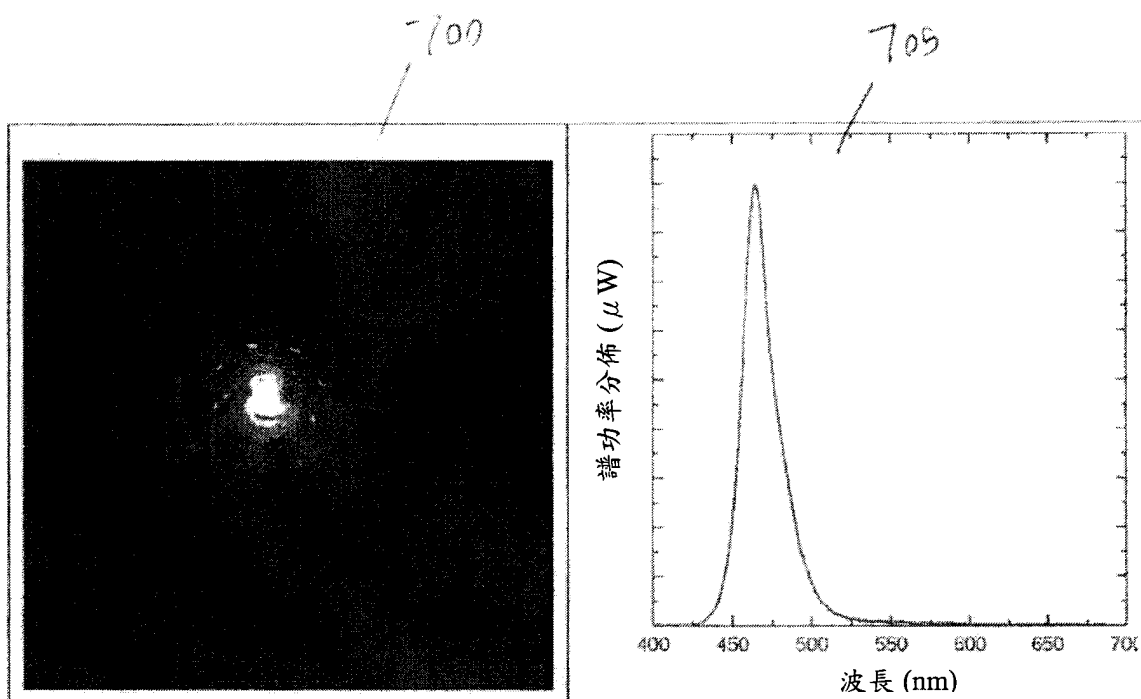


圖 7

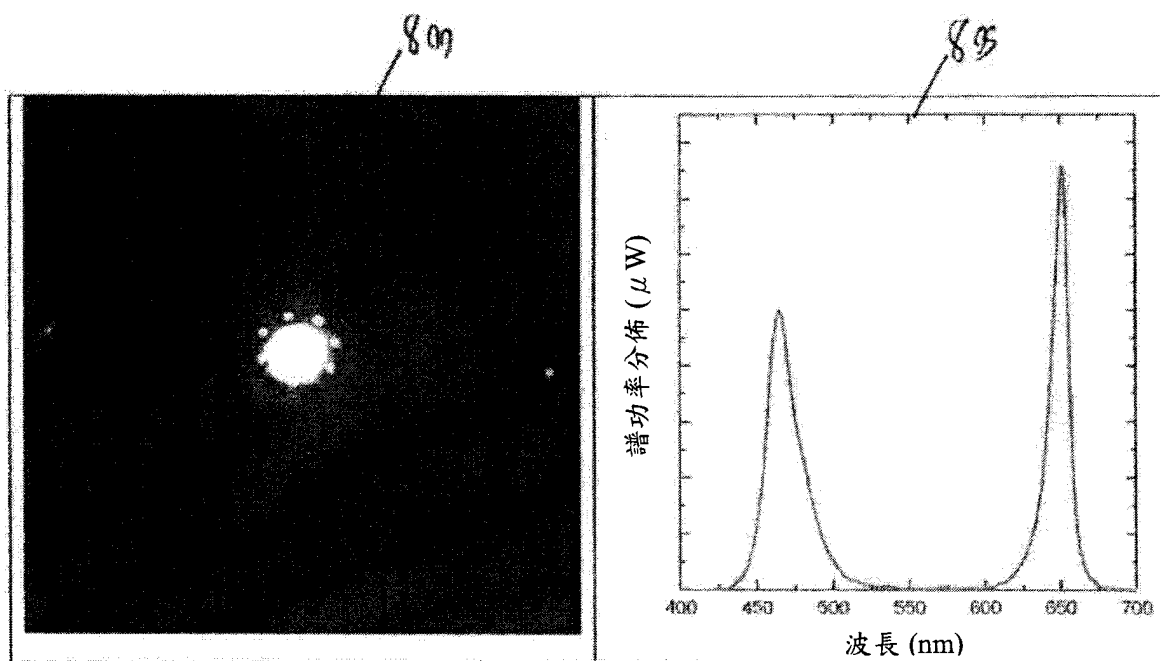


圖 8

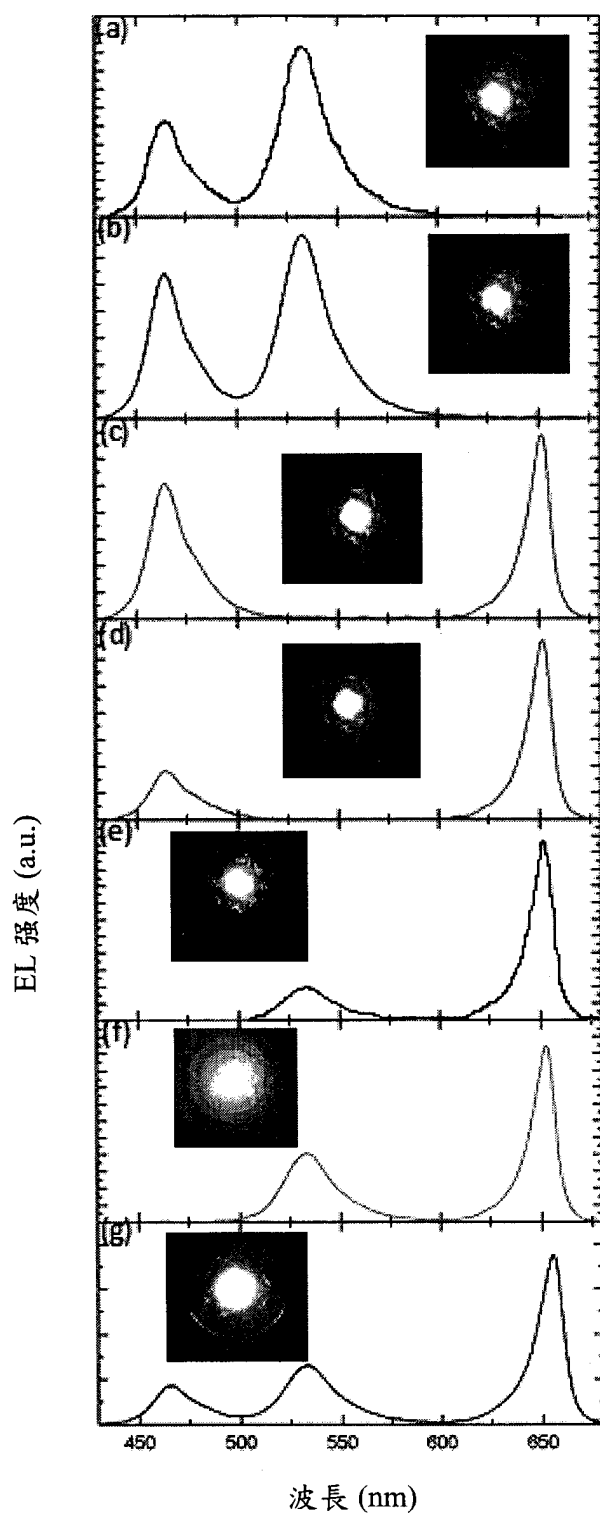


圖 9

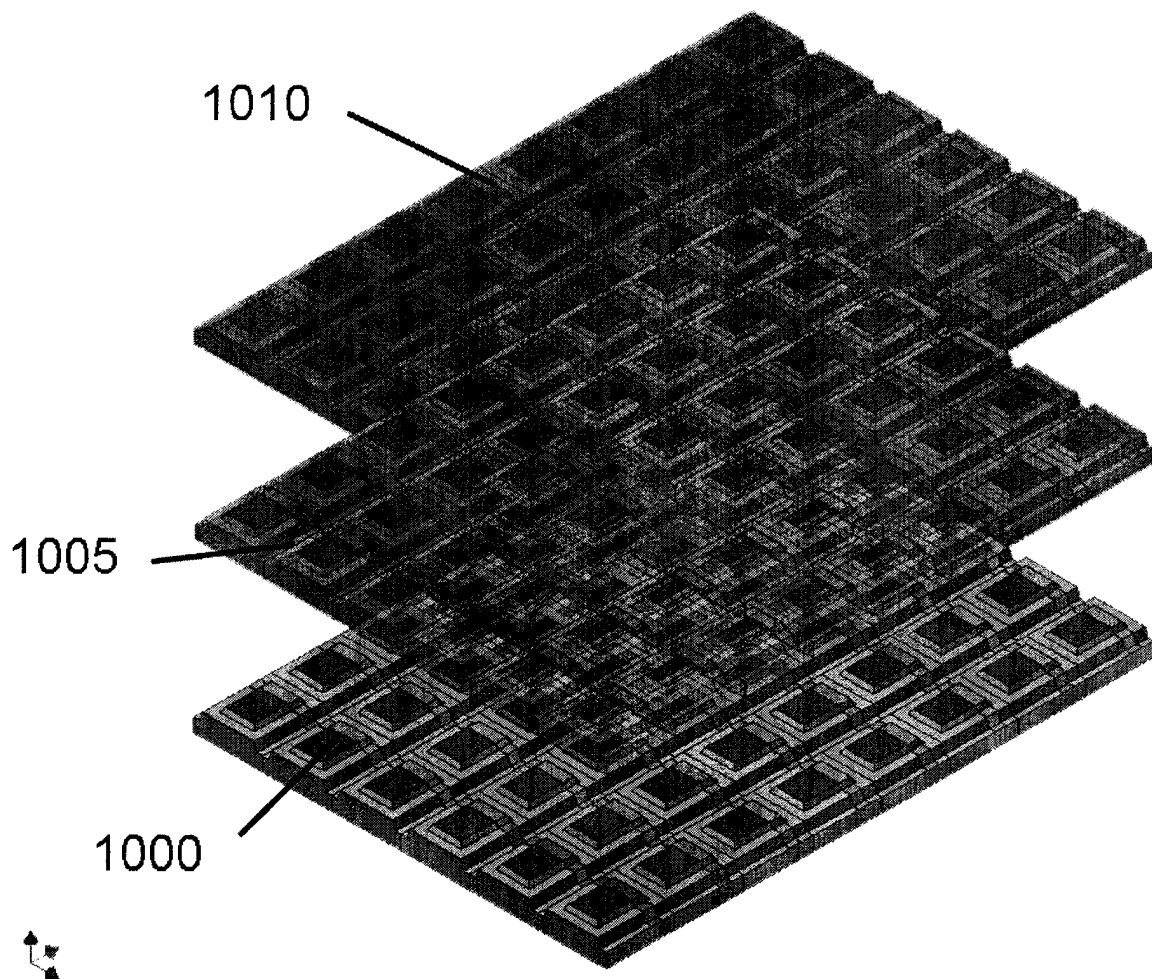


圖 10

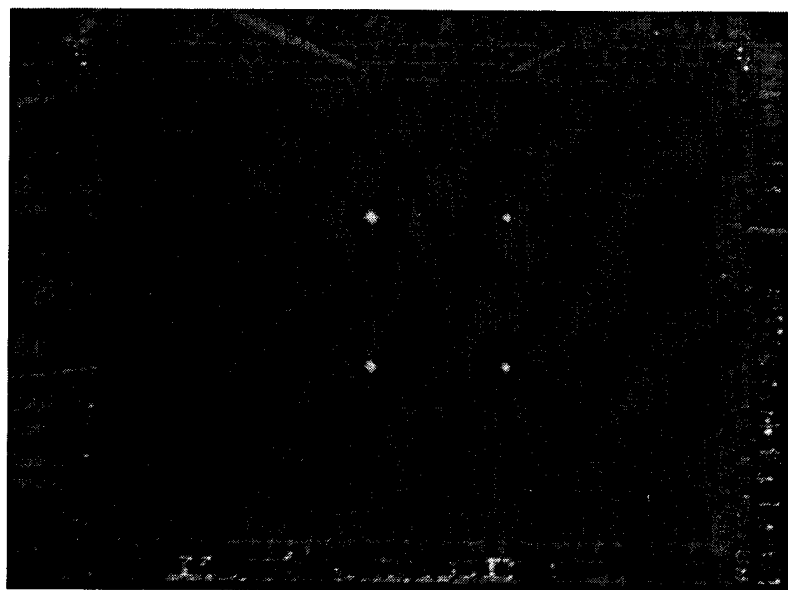


圖 11

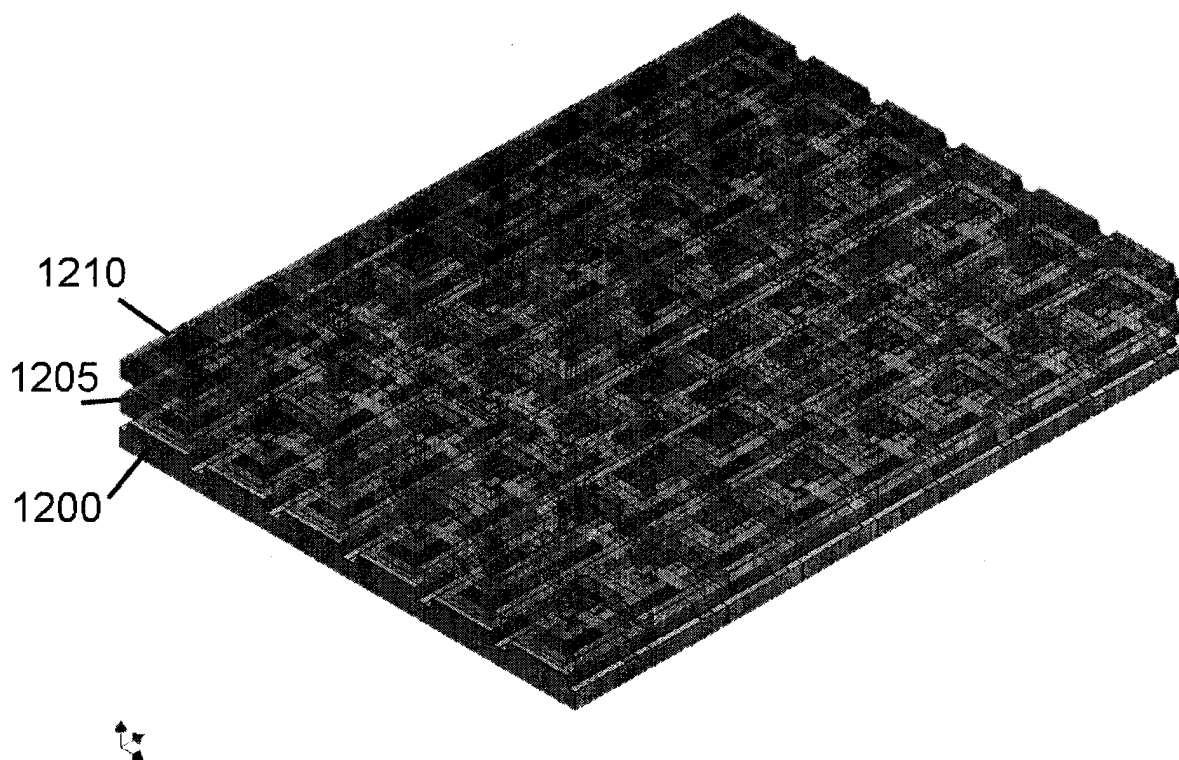


圖 12

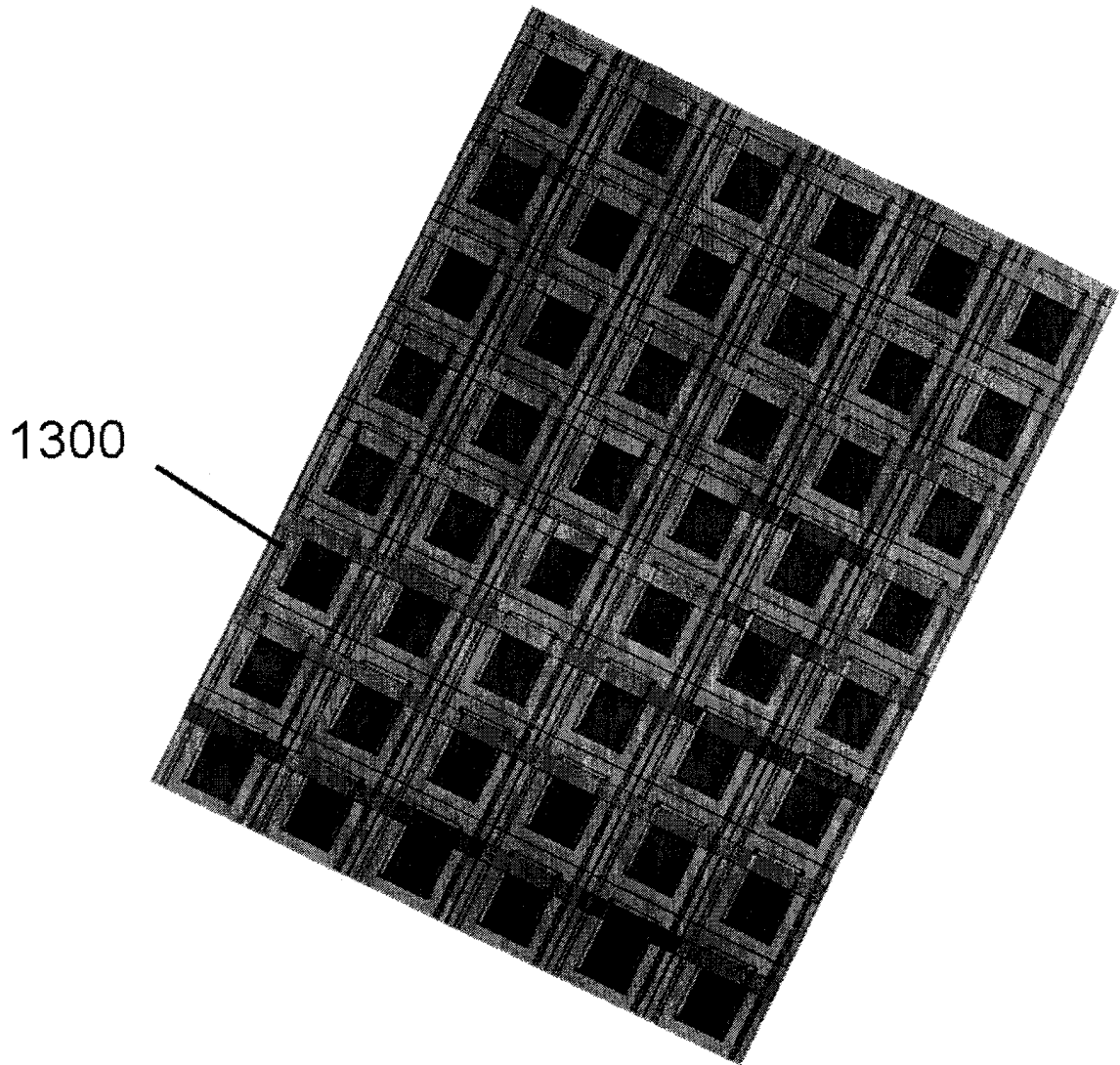
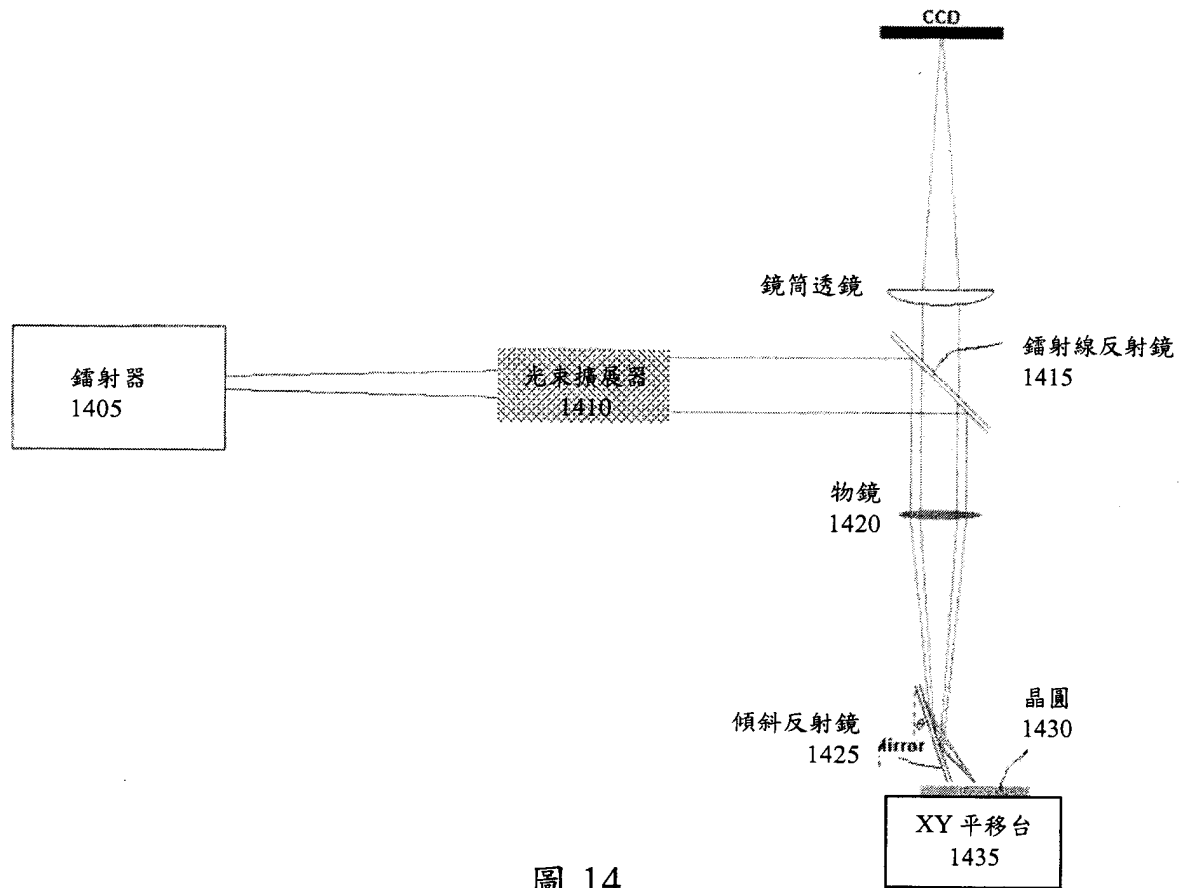


圖 13



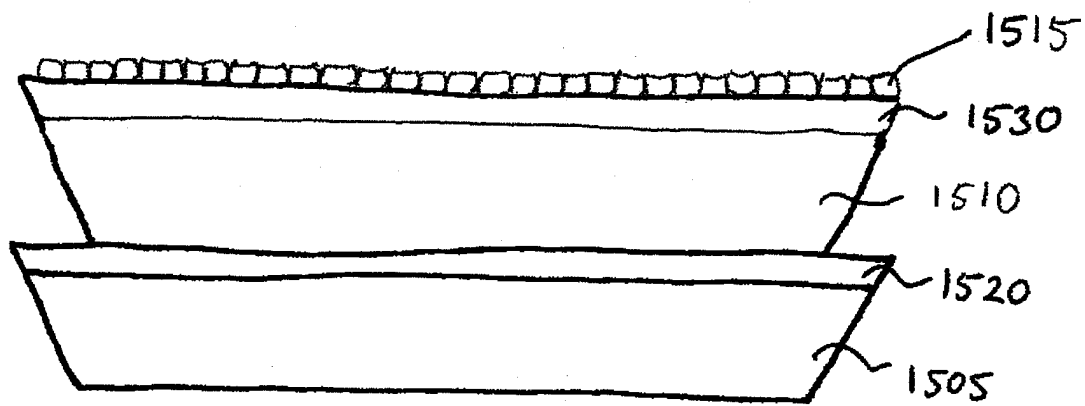


圖 15

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(3)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

105..紅色 LED 器件；110..綠色 LED 器件；

115..藍色 LED 器件；120..分散式布拉格發射器；

130..頂部表面；300、305、310..鏡面

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]

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：9813165/

※申請日：98.9.18

※IPC 分類：

一、發明名稱：(中文/英文)

半導體可調色的寬波段光源及全彩微顯示器

Semiconductor Color - Tunable Broadband Light Sources and Full -Color
Microdisplays

二、中文發明摘要：

本發明提供了可用於採用和製造光源裝置的方法和系統。第一發光二極體發射具有第一波長的光，以及第二發光二極體用於發射具有第二波長的光。所述第一和第二發光二極體中的每一個包括成角小平面以便在朝向所述第一發光二極體頂端的方向上反射入射光。所述第二發光二極體包括成角小平面以便在朝向所述第二發光二極體頂端的方向上反射入射光。第一分散式布拉格反射器佈置在所述第一發光二極體的頂端和所述第二發光二極體底端之間以便允許來自所述第一發光二極體的光通過並且反射來自所述第二發光二極體的光。

三、英文發明摘要：

Methods and systems are provided that may be used to utilize and manufacture a light sources apparatus. A first light emitting diode emits light having a first wavelength, and a second light emitting diode for emitting light

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：9813165/

※申請日：98.9.18

※IPC 分類：

一、發明名稱：(中文/英文)

半導體可調色的寬波段光源及全彩微顯示器

Semiconductor Color - Tunable Broadband Light Sources and Full -Color
Microdisplays

二、中文發明摘要：

本發明提供了可用於採用和製造光源裝置的方法和系統。第一發光二極體發射具有第一波長的光，以及第二發光二極體用於發射具有第二波長的光。所述第一和第二發光二極體中的每一個包括成角小平面以便在朝向所述第一發光二極體頂端的方向上反射入射光。所述第二發光二極體包括成角小平面以便在朝向所述第二發光二極體頂端的方向上反射入射光。第一分散式布拉格反射器佈置在所述第一發光二極體的頂端和所述第二發光二極體底端之間以便允許來自所述第一發光二極體的光通過並且反射來自所述第二發光二極體的光。

三、英文發明摘要：

Methods and systems are provided that may be used to utilize and manufacture a light sources apparatus. A first light emitting diode emits light having a first wavelength, and a second light emitting diode for emitting light