



(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 201238473 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：101106311

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 02 月 24 日

(51)Int. Cl. : A01G9/20 (2006.01)

A01G7/06 (2006.01)

(30)優先權：2011/02/25 美國

61/446,881

(71)申請人：伊魯米堤斯公司(美國) ILLUMITEX, INC. (US)

美國

(72)發明人：克勞斯 尼克拉斯 彼得 KLASE, NICHOLAS PETER (US)；朵恩 唐 T DUONG, DUNG T. (US)；瑞寇夫 米爾 RADKOV, EMIL (US)；溫布格 保羅 N WINBERG, PAUL N. (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：33 項 圖式數：22 共 53 頁

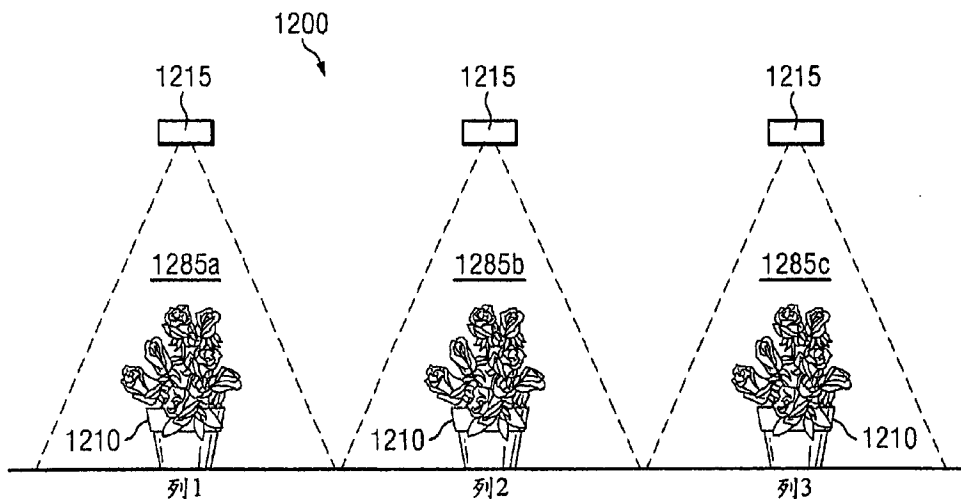
(54)名稱

植物生長照光裝置及方法

PLANT GROWTH LIGHTING DEVICE AND METHOD

(57)摘要

本文描述之實施例提供用於促進植物生長之系統及方法，其組合射束角控制與光譜控制。在一個實施例中，一光學裝置可經組態而以特定波長發射多個顏色之光。該光學裝置亦可經組態以產生具有多個峰值之一發射光譜。該光譜可基於刺激一植物之生物過程來加以選擇。



1210：植物

1215：光棒

1285a：受控照光區

1285b：受控照光區

1285c：受控照光區



(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 201238473 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 10 月 01 日

(21)申請案號：101106311

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 02 月 24 日

(51)Int. Cl. : A01G9/20 (2006.01)

A01G7/06 (2006.01)

(30)優先權：2011/02/25 美國

61/446,881

(71)申請人：伊魯米堤斯公司(美國) ILLUMITEX, INC. (US)

美國

(72)發明人：克勞斯 尼克拉斯 彼得 KLASE, NICHOLAS PETER (US)；朵恩 唐 T DUONG, DUNG T. (US)；瑞寇夫 米爾 RADKOV, EMIL (US)；溫布格 保羅 N WINBERG, PAUL N. (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：33 項 圖式數：22 共 53 頁

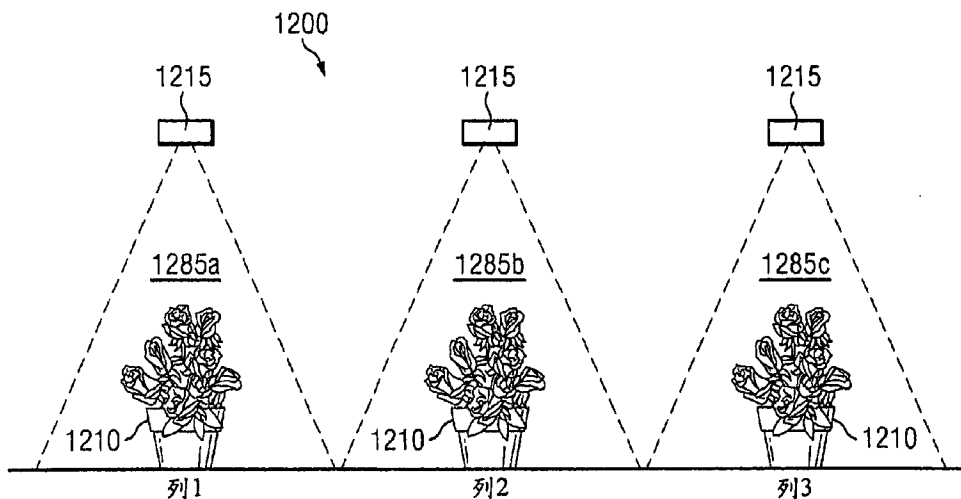
(54)名稱

植物生長照光裝置及方法

PLANT GROWTH LIGHTING DEVICE AND METHOD

(57)摘要

本文描述之實施例提供用於促進植物生長之系統及方法，其組合射束角控制與光譜控制。在一個實施例中，一光學裝置可經組態而以特定波長發射多個顏色之光。該光學裝置亦可經組態以產生具有多個峰值之一發射光譜。該光譜可基於刺激一植物之生物過程來加以選擇。



1210：植物

1215：光棒

1285a：受控照光區

1285b：受控照光區

1285c：受控照光區

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明大體而言係關於LED照光，該LED照光適於廣泛範圍之植物生長應用，例如，藻類培養、組織培養、發芽及生長箱、溫室、垂直農場、此類設施中之補充照光及類似者。更特定言之，本發明係關於使用經組態而以特定波長發射光以增強植物生長之LED。

本申請案根據35 U.S.C. 119(e)主張2011年2月25日申請之Klase等人的名為「Plant Growth Lighting System and Method」的美國臨時專利申請案第61/446,881號之優先權，該案以引用的方式全部併入本文中。

【先前技術】

人口增長、自然事件及其他事件已刺激農業生產在種植作物方面尋求技術進步。研究指示至2050年可能有90億人居住在地球上。相對於人口增長，已知土地面積有限，農業生產率受到限制。結果，促使考慮解決有限作物生產率之解決方案。一個此類所關心區域為垂直農場領域。在垂直農場中，建築物可用以生長原本無法在土地上生長的作物。

在建築物及垂直農場內生長作物要求使用供電照光以給建築物內生長之植物提供基本光。此等「植物」燈或「生長」燈可為電燈，其發射用於光合作用之一光譜之光。各種「植物」光源之實例包括金屬鹵素燈、螢光燈、高壓鈉燈、白熾燈及LED(發光二極體)。

此等燈中之大多數製造成最大化流明內容或針對人眼回應、感光回應(photopic response)而特製。植物一般並不最佳回應於對綠光敏感之人類感光曲線(photopic vision curve)。光合葉綠素及其他輔助色素較佳回應於藍光及紅光。綠光主要自植物反射，且因此植物傾向於展現各種範圍之綠色。

特定言之，LED燈對於生長室內作物最有幫助，此係因為LED提供明亮的、成本有效的且持久的燈，該燈可發射促進植物中之光合過程的各種波長之光。除了適於垂直農場之外，LED照光亦適於廣泛範圍之植物生長應用，例如，藻類培養、組織培養、發芽及生長箱、溫室、水生植物、此類設施中之補充照光及類似者。已知刺激對紅光及藍光之回應以利於植物生長，用於園藝照光之當前LED產品主要著重於藍色及紅色光譜。

【發明內容】

本文描述之實施例提供用於刺激植物生長之系統及方法。一般而言，可藉由選定之光譜之光來刺激植物以促進特定生物過程。根據一個實施例，一光譜之光可在多個顏色區域中包括發射峰值以促進各種過程。光譜控制可與射束控制組合以提供用於刺激植物生長之極有效系統。

本文揭示之一個實施例可包括一種用於植物生長之系統，其包含：一第一LED裝置，其經組態而以任何所要半角之受控射束角(例如，小於或等於60度、小於或等於45度、小於或等於30度、小於或等於15度之半角)發射一第

一顏色之光；及一第二LED裝置，其經組態而以一受控半角發射一第二顏色之光。該系統可經組態以產生具有在500 nm以下出現之一第一發射峰值及在600 nm以上出現之一第二發射峰值的發射光譜。該系統亦可包括額外LED裝置(例如，經組態以發射一第三顏色之光的第三LED裝置)。

另一實施例可包含一種用於照明植物之方法，其包括提供包含以下各者之系統：i)一第一LED裝置，其經組態而以一受控射束角(例如，小於或等於60度、45度、30度或15度之射束半角)發射一第一顏色之光；及一第二LED裝置，其經組態而以一受控半角來發射一第二顏色之光。該方法可進一步包括使用該系統來照明植物以產生具有在500 nm以下出現之一第一發射峰值及在600 nm以上出現之一第二發射峰值的一發射光譜。

根據一個實施例，該發射光譜可具有在425 nm至475 nm下出現之第一發射峰值及在635 nm至685 nm出現之第二發射峰值。該光譜亦可具有在500 nm至600 nm下出現之第三發射峰值。該發射光譜可具有各種量之紅光、綠光、藍光及遠紅光。在一個實施例中，該發射光譜之光子通量含有5%至30%之綠光及5%至30%之藍光。藉由實例而非限制，該發射光譜之光子通量可含有5%與10%之間的綠光及10%與15%之間的藍光。在另一實施例中，該發射光譜之光子通量可含有10%與15%之間的綠光及5%與30%之間的藍光。在另一實施例中，該發射光譜之光子通量可含有20%

與30%之間的綠光及5%與30%之間的藍光。

本文揭示之一個實施例可包括一種用於植物生長之系統，其包含：一第一LED裝置，其經組態以發射一第一顏色之光，其中該第一LED裝置經組態而以小於或等於60度之射束角發射射束中至少65%的光；及一第二LED裝置，其經組態以發射一第二顏色之光，其中該第一LED裝置經組態而以小於或等於60度之射束角發射射束中至少65%的光。該系統可經調適以產生具有在500 nm以下出現之一第一發射峰值及在600 nm以上出現之一第二發射峰值的發射光譜。

另一實施例可包括一種方法，其包含：藉由一第一LED裝置發射具有一第一輻射功率之一第一顏色；藉由一第二LED裝置發射具有一第二輻射功率之一第二顏色；及藉由具有至少部分由來自該第一LED裝置及該第二LED裝置之光形成之一光譜的光來照明一植物，其中光譜分佈具有在500 nm以下出現之一第一發射峰值及在600 nm以上出現之一第二發射峰值，且其中大多數輻照度落在紅光區域之外。

另一實施例可包括一種方法，其包含：藉由一第一LED裝置發射一第一顏色；藉由一第二LED裝置發射一第二顏色；及藉由具有至少部分由來自該第一LED裝置及該第二LED裝置之光形成之一光譜的光來照明一植物，其中該發射光譜具有在600 nm以上出現之至少一個發射峰值及在600 nm以下出現之至少一個發射峰值。根據一個實施例，

大多數輻照度落在紅光區域之外。

本文揭示之實施例的一個優勢在於顏色及光譜可經定製選擇以提供物種特定之植物生長。此可經由物種特定之植物生長週期來幫助最大化植物生長。

本文揭示之實施例之另一優勢在於可在同一光學裝置處達成光束圖案控制及調色以用於植物生長。提供光束圖案控制確保在光之最少浪費的情況下將所要量之光發射至目標植物。調色幫助確保植物將最佳地發育及生長。藉由提供光束圖案控制及調色，本文揭示之實施例可確保在最希望且有利之條件下發生最大植物生長。

可由本文描述之實施例提供之另一優勢在於：可動態地控制發射光譜以隨著當日時間、當月時間或當年時間而改變或隨著植物生長週期而改變。

【實施方式】

包括隨附於本說明書並形成本說明書之一部分的附圖以描繪本發明之特定態樣。本發明以及具備本發明之系統之組件及操作的較清楚表示將藉由參考圖式中說明之例示性且因此非限制性之實施例而變得更易於瞭解，其中相同參考數字指定相同組件。應注意圖式中所說明之特徵未必按比例繪製。

參考附圖中所說明且在下文之描述中詳細描述之例示性且因此非限制性之實例更充分解釋本發明之實施例及各種特徵及有利細節。可省略已知起始材料及程序之描述以便不會不必要地在細節上混淆本發明。然而，應理解，僅藉

由說明而非藉由限制方式來給出詳細描述及特定實例(雖然其指示較佳實施例)。熟習此項技術者將自本發明顯而易見在本發明基礎概念之精神及/或範疇內的各種替代、修改、添加及/或重新配置。

如本文所使用，術語「包含」、「包括」、「具有」或其任何其他變體意欲涵蓋非排他性包括。舉例而言，包含一列元件之程序、產品、物品或設備未必僅限於彼等元件，而是可包括未明確列出或此類程序、程序、物品或設備中固有之其他元件。此外，除非明確相反地指出，否則「或」指代包含性或者且並非排他性。舉例而言，條件A或B由以下情況中之任一者滿足：A為真(或存在)及B為假(或不存在)，A為假(或不存在)及B為真(或存在)，以及A及B兩者為真(或存在)。

另外，本文中給出之任何實例或說明不應以任何方式被視為對與其一起利用之任何一或多個術語之約束、限於該任何一或多個術語或該任何一或多個術語之明確定義。實情為，此等實例或說明應被視為關於一個特定實施例而描述且視為僅為說明性的。一般熟習此項技術者應瞭解，與此等實例或說明一起利用之任何一或多個術語涵蓋可能或可能不與其一起給出或在本說明書中其他處給出之其他實施例以及其實施及調適，且所有此等實施例意欲包括於該一或多個術語之範疇內。指定此等非限制性實例及說明之語言包括但不限於：「舉例而言」、「例如」、「在一個實施例中」及類似者。

現將詳細參考本發明之例示性實施例，其實例說明於附圖中。在可能的情況下，相同數字將遍及圖式用以指代各圖之相同及對應部分(元件)。

藉由研究藻類培養物、組織培養物、藍藻細菌培養物及植物對各種光譜之回應，有可能藉由特定波長光譜來更改此等培養物及植物之生長特性。取決於消費者之所描述之需求，LED可利用不同晶片及磷光體來產生針對特定植物物種定製之光內容。如上文所論述，LED之陣列可經組態以達成各種光譜(例如，經由磷光體及LED之選擇)。在一些狀況下，LED可經控制以使得光譜動態地偏移。各種光譜可用以更改生化過程，諸如，目標植物之光合作用及/或光形態形成回應。光形態形成過程可包括可在發育上引導植物的植物之生化、生理及分子構成方面的改變。

先前研究已指明基於不同物種之不同光合作用及光形態形成反應速率。因此，LED封裝可經定製以滿足每一植物之特定要求。藉由使用具有如上文論述之經定製光譜的經封裝之LED，本文描述之實施例可使用受控光來更改目標植物內之維生素、鹽、酸、抗氧化劑、類黃酮、類胡蘿蔔素、葉綠體及輔助色素含量。此可適用於植物生長需要對日光之補充的條件。

本文描述之實施例尋求最佳化提供至植物之光之光譜。LED提供廣泛多種光譜，自AlGa_{0.3}N(UV)、InGa_{0.4}N(藍光及綠光)、AlInGa_{0.5}P(紅光)至AlGaAs(NIR)。亦存在添加特定磷光體摻合物至高能藍光及UV LED以產生任何光譜的機

會。LED提供有效光源以傳遞特定光譜至植物以最大化特定生長特性。裝置可在特定顏色及在特定波長方面允許對LED燈進行植物特定定製選擇，以促進選定之植物物種之最佳生長。

具有各種光譜之照光可在不同波長下顯示各種發射峰值。此分佈可為針對特定植物物種而定製選定的。光譜分佈之峰值可呈現各種波長之強度，其可適用於有助於植物生長之生化過程。出於此論述之目的，在400 nm以下出現光譜之紫外光區域，在400 nm與499 nm之間出現光譜之藍光區域，在500 nm與599 nm之間出現綠光區域，在600 nm與699 nm之間出現紅光區域，且在700 nm以上出現遠紅光區域。類似地，紫外光LED具有在400 nm以下出現之峰值發射波長，藍光LED具有在400 nm與499 nm之間出現的峰值發射波長，綠光LED具有在500 nm與599 nm之間出現的峰值發射波長，紅光LED具有在600 nm與699 nm之間出現的峰值發射波長，且遠紅光LED具有在700 nm以上且較佳在720 nm至740 nm下出現之峰值發射波長。

本申請案之實施例可應用在各種波長中具有發射峰值的光。取決於光譜，在一些波長下之發射峰值可大於在其他波長下之發射峰值。因此，舉例而言，光譜可在藍光區域中具有強發射峰值而在紅光區域中具有較弱發射峰值，或可在紅光區域中具有強發射峰值而在藍光區域中具有較弱發射峰值。取決於應用，所應用之光譜可在兩個或兩個以上區域中具有發射峰值，但某些裝置亦可提供在單一區域

中具有發射峰值的光譜。此外，光譜可在單一區域中具有多個發射峰值。一般而言，紫外光區域(uv)、藍光區域(b)、綠光區域(g)、紅光區域(r)及遠紅光區域(fr)之光子通量遵守 $uv+b+g+r+fr=100\%$ 。較佳地，對於一般應用而言， $b\geq 10\%$ 且 $r\geq 50\%$ 。對於其他應用，r可小於50%。不同光譜可用以刺激不同植物以實現光學效應。

圖1至11提供可傳遞至植物之光譜之各種實例。在以下實例中，x軸表示波長且y軸表示通量。圖1描繪在藍光區域中具有發射峰值及在紅光區域中具有發射峰值之光譜分佈的一個實例。在450 nm +/- 25 nm下(即，在藍光區域中)出現峰值110，且在約660 nm +/- 25 nm下(即，在紅光區域中)，出現峰值120。光譜分佈100可適用於在整個生長週期中幫助植物物種。在此實施例中，紅光區域中之強發射峰值可促進營養生長階段期間之光合作用且有助於開花階段。藍光區域中之發射峰值適用於控制植物高度。亦可瞭解，積分通量幾乎完全分佈於藍光區域與紅光區域之間，其中極少通量來自綠光區域、紫外光區域或遠紅光區域。

圖2描繪具有兩個發射峰值之光譜分佈200之另一實例，一個發射峰值在藍光區域中且一個發射峰值在紅光區域中。在約450 nm +/- 25 nm下(即，在藍光區域中)出現峰值210，且在約660 nm +/- 25 nm下(即，在紅光區域中)出現峰值220。光譜分佈200具有「藍」光之強發射，其可適用於以短模態間距離種植粗短植物。此光譜分佈可在移植之前的籽苗階段為需要的。紅光區域中之較小發射峰值可幫

助促進生長。亦可瞭解，積分通量幾乎完全分佈於藍光區域與紅光區域之間，其中極少通量來自綠光區域、紫外光區域或遠紅光區域。

圖3描繪具有兩個發射峰值之實例光譜分佈300，一個發射峰值在紅光區域中且一個發射峰值在藍光區域中。在此實例中，在約450 nm +/- 25 nm下(即，在藍光區域中)出現峰值310，且在約660 nm +/- 25 nm下(即，在紅光區域中)出現峰值320。在此光譜分佈中，在峰值310下存在強烈藍光區域，其可提供快速營養生長結果。強烈藍光區域可降低植物高度且改良植物外觀及利用。此可適用於種植綠葉蔬菜。紅光區域中之發射可有助於營養生長。此外，可瞭解，積分通量幾乎完全分佈於藍光區域與紅光區域之間，其中極少通量來自綠光區域、紫外光區域或遠紅光區域。

可進一步注意到，圖1至3之實例光譜在可見光區域中僅具有兩個不同發射峰值，即，在藍光區域中具有單一峰值，且在紅光區域中具有單一峰值。根據一個實施例，紅光區域中之通量可大於、小於或等於藍光區域中之通量。舉例而言，來自紅光區域中之光的通量可大於自藍光區域中之光提供的通量的兩倍或小於其一半。

圖4描繪光譜分佈之另一實例。在此實例中，光譜分佈400在可見光譜中具有三個不同發射峰值，一個發射峰值在藍光區域中，一個發射峰值在紅光區域中且一個發射峰值在綠光區域中。在約450 nm +/- 25 nm下(即，在藍光區域中)出現峰值410，在約660 nm +/- 25 nm下(即，在紅光

區域中)出現發射峰值420，且在約550 nm +/- 50 nm下(即，在綠光區域中)出現發射峰值430。在光譜分佈400中，紅光區域中之光發射可使發芽需要光之植物物種快速發芽。藍光區域中之峰值可幫助降低植物高度。綠光區域中之峰值可幫助調節植物生理學之態樣且幫助輔助色素產生生化產物。在圖4所示之特定實例中，綠光為總光子通量之約8%，藍光為約12%，其餘通量為紅光/遠紅光光譜區域中之通量，其中遠紅光具有可忽略之量(小於2%)。一般而言，儘管並非必須，藍光之量隨著高度延伸降低而增加。較佳地，在此實例中，綠光之量在5%至10%範圍中，且藍光之量在5%至30%範圍內。

圖5描繪在可見光譜中具有四個不同發射峰值的光譜分佈500的另一實例：峰值520在藍光區域中；峰值525在綠光區域中；峰值530在紅光區域中；且峰值510在遠紅光區域中。可藉由混合在遠紅光區域中具有發射峰值之光、分別在藍光區域及綠光區域中具有發射峰值之冷白光、在紅光區域中具有發射峰值之光以及在遠紅光區域中具有發射峰值之光而達成該光譜。藉由實例而非限制，可藉由使用以下比率產生由線555表示之總發射光譜來達成圖5之光譜：以遠紅光區域(例如，730 nm +/-25 nm)中之峰值發射波長發射之1個LED(由線540表示)；以紅光區域(例如，660 nm +/-25 nm)中之發射峰值發射之兩個LED(由線545表示)；發射在藍光區域(例如，450 nm +/-25 nm)及綠光區域(560 nm +/-25 nm)中具有發射峰值之冷白光的一個LED(由

線 550 表示)。

圖 6 描繪在可見光譜中具有四個不同發射峰值之實例光譜分佈 600：峰值 610 在藍光區域中；峰值 615 在綠光區域中；峰值 620 在紅光區域中；且峰值 625 在遠紅光區域中。可藉由混合在遠紅光區域中具有發射峰值之光、在紅光區域中具有發射峰值之光、在綠光區域中具有發射峰值之光及在藍光區域中具有發射峰值之光而達成該光譜。藉由實例而非限制，可藉由使用以下比率產生總發射光譜來達成圖 6 之光譜：以遠紅光區域(例如，730 nm +/-25 nm)中之峰值發射波長發射之 1 個 LED(由線 640 表示)；以紅光區域(例如，660 nm +/-25 nm)中之發射峰值發射之一個 LED(由線 645 表示)；發射在綠光區域(525 nm +/-25 nm)中具有發射峰值之光的一個 LED(由線 550 表示)；以及發射在藍光區域(例如，450 nm +/-25 nm)中具有發射峰值之光的一個 LED(由線 555 表示)。

圖 7 描繪具有四個發射峰值之光譜分佈 700 的另一實例：峰值 720 在藍光區域中；峰值 725 在綠光區域中；峰值 730 在紅光區域中且峰值 710 在遠紅光區域中。可藉由混合在遠紅光區域中具有發射峰值之光、分別在藍光區域及綠光區域中具有發射峰值之冷白光、在紅光區域中具有發射峰值之光以及在藍光區域中具有發射峰值之光而達成該光譜。藉由實例而非限制，可藉由使用以下比率產生由線 760 表示之總發射光譜來達成圖 7 之光譜：以遠紅光區域(例如，730 nm +/-25 nm)中之峰值發射波長發射之 1 個

LED(由線 740 表示)；以紅光區域(例如， $660\text{ nm} \pm 25\text{ nm}$)中之發射峰值發射之一個LED(由線 745 表示)；發射在藍光區域(例如， $450\text{ nm} \pm 25\text{ nm}$)及綠光區域($550\text{ nm} \pm 55\text{ nm}$)中具有發射峰值之「冷白」光的一個LED(由線 750 表示)；以及發射在藍光區域(例如， $450\text{ nm} \pm 25\text{ nm}$)中具有發射峰值之光的一個LED(由線 755 表示)。對比圖 5 及圖 7，可注意到，用圖 7 之藍光發光裝置替代圖 5 之第二紅光發光裝置顯著增加了在藍光區域中之發射峰值之強度，同時降低了紅光區域中之發射峰值。如圖 7 之實例中所示，此系統之光譜可經組態以發射在 $550\text{ nm} \pm 50\text{ nm}$ 區域中具有峰值之綠光而未必使用綠光LED晶片，例如藉由使用塗有綠光發光磷光體(上文稱作「冷白」)之藍色晶片。該等磷光體在此項技術中係已知的。

圖 8 描繪類似於圖 4 中所表示之光譜分佈的光譜分佈的實例，但具有較高綠光含量及較低藍光含量(相應地，為光子通量之約 11% 及約 5%，其中其餘通量為紅光以及小於 2% 之遠紅光)。已發現含有介於 10% 與 20% 之間的綠光的光譜分佈對於萵苣及菸草之生長尤其有益。其中，藍光之較佳量介於 5% 與 30% 之間。根據一個實施例，可使用以下比率而產生圖 8 之發射光譜：1 列藍光LED，其塗有磷光體以添加綠色；以及 3 列LED，其發射在紅光區域(例如， $660\text{ nm} \pm 25\text{ nm}$)中具有發射峰值之光。

圖 9 中展示光譜分佈之另一實例，其具有更高量之綠光(光子通量之 20% 至 30%)及 10% 至 30% 之藍光，其中其餘通

量為紅光以及小於2%之遠紅光。根據一個實施例，可使用以下比率產生圖9之光譜：2列藍光LED晶片，其塗有磷光體以添加適當量之綠色(例如，淺綠色冷白LED)；以及2列660 nm \pm 25 nm紅光LED。此光譜已展示為增強莖莖之生長。

在一些狀況下，可能需要用特定波長之補充光來補充現有光譜，該等特定波長經選擇以刺激特定生物過程。圖10至圖13描繪具有單一發射峰值之補充發射光譜之實例實施例。

圖10中，補充發射光譜800可在450 nm \pm 25 nm下具有單一發射峰值810。藍光區域中之單一發射峰值810可藉由生物植物成分(諸如，隱花色素(cryptochrome)及向光素(phototropin))來制定調節，從而調解各種植物回應，諸如向光性曲率、延伸生長之抑制、葉綠體移動、氣孔開放及籽苗生長調節。此光可直接由葉綠素在光合作用中吸收。此可在籽苗及幼苗之生長週期之營養階段期間適用於該等籽苗及幼苗，尤其當必須減少或消除植物「伸長」時。植物伸長據說在植物與來自戶外生長之相同栽培品種之類似重量的植物相比而在高度上不相稱增加時出現。

圖11描繪補充發射光譜900之另一實例實施例。在此實例中，存在可在約624 nm \pm 25 nm下出現之單一發射峰值910。在此實施例中，紅光區域中之峰值910針對一範圍內之植物可具有有利的光合相對量子產率。此外，在此實例中，對紅色吸收植物色素之作用與660 nm之「紅」光相比

可能較弱，且可用以將植物色素均衡向較低值平衡，諸如較接近日光之值。

圖 12 描繪補充發射光譜 1000 之實施例。在此實施例中，可在紅光區域內之約 660 nm \pm 25 nm 下出現單一發射峰值 1010。光譜 1000 可具有強的光合作用，且亦可展現對紅色吸收植物色素調節發芽、開花及其他過程之極大作用。補充光譜 1000 對於照光循環延伸或暗期光中斷 (night interruption) 可為有效的以誘導長日照植物開花或防止短日照植物開花。一般而言，長日照植物可能需要每 24 小時時段中黑暗少於特定小時數以誘導開花。另一方面，短日照植物通常在暗期比臨界長度長時開花。本文所揭示之實施例可為所有可用補充 LED 中用於光合作用的節能型光源。

圖 13 描繪補充發射光譜 1100。在此實施例中，光譜 1100 可具有在「深紅」光區域內之約 730 nm \pm 25 nm 下出現的單一發射峰值 1110。儘管此光譜可在光合活性範圍之外，但其可對植物色素之遠紅光吸收形式具有強作用，從而將其轉換回至紅光吸收形式。圖 13 之光譜可適用於需要相對低值之植物色素光均衡來開花之植物。此實施例補充光譜可在每一照光循環之結束時使用以促進短日照植物開花。

藉由實施例但並非以限制形式來提供前述光譜，且可提供多種光譜。在一些實施例中，所提供之光譜可取決於經刺激之植物。此外，可隨著時間(例如，當日時間、當月時間、當年時間)動態地更改光譜以在生長週期期間較佳地

刺激植物。此外，可注意到，可提供多種光譜，其中大多數輻照度落在600 nm以下(例如，在藍光區域、綠光區域或藍光區域及綠光區域中)、在700 nm以上(例如，在遠紅光區域中)或以其他方式在紅光區域外部(例如，在藍光區域、綠光區域及/或遠紅光區域中)。此外，光譜可具備兩個、三個、四個或更多發射峰值。較佳地，每區域存在單一發射峰值。

如上文所論述，可將各種光譜之光提供至植物以刺激各種生物過程。較佳地，可使用LED燈來提供各種光譜。因此，提供用於提供光至植物之一系統之實例實施例。圖14為系統之實施例之圖解表示，其中平行光棒1215經配置以提供光至植物1210。雖然針對每一光棒1215僅說明一列植物1210，但可存在由多個光棒照明之多列。在圖14之實施例中，每一光棒1215包含經封裝之LED。由每一經封裝之LED提供之照明圖案由每一顏色通道之調合光產生。每一經封裝之LED 1350(未圖示)因此可提供受控照光區1285而無需多個平行光棒。

圖14之配置可導致顯著之垂直及水平空間節省，從而提高每面積/體積之生長空間之較大產率。此可尤其適用於存在用於植物生長之有限空間之垂直農場應用。若受控照光區1285a、1285b及1285c具有相同顏色剖面，則可實現額外空間節省，此係因為平行光棒1215之照明圖案之重疊將具有極小影響或不具有影響。此配置可提供最大調色。

除了空間節省之優點之外，圖14之配置亦可按照成本有

效之方式實現有利量的所傳遞光合光子通量密度(PPFD)。舉例而言，藉由利用較少光棒以藉由傳遞用於植物之所要量的光子來最佳地照明相同數目之植物可針對用於所照明植物之每個所傳遞光子在金錢方面實現成本有效性。PPFD可為每秒落在所量測之平方面積上之光子數目的量測值。PPFD可為光合可用輻射(PAR)之量測值。PAR為光合生物能夠在光合作用過程中使用之輻射的光譜範圍。一般而言，此光譜範圍對應於可見光(400 nm至700 nm)之範圍。針對目標區具有最佳量之PPFD為有利的，因為未傳遞至植物之光可能被浪費。受控照光區1285a至1285c可確保目標植物1210在最小浪費的情況下接收最大量之光。圖14之實施例可允許使用較少燈而使最佳量之PPFD到達植物目標區，藉此消耗較少能量來實現有利照光。

圖15為光棒1215之一個實施例之圖解表示，光棒1215包含界定光源固持區1345之光棒框架1340，在該光源固持區1345中配置了一組隔開之經封裝之光源1350。光棒框架1340可由任何適當材料或材料之組合製成。一個實例為擠製鋁。光棒1215可具有任何適當尺寸，但較佳具有約1"×2"至2"×4"之橫截面尺寸及介於6"與96"之間的長度。

經封裝之光源1350之間的空間可填充有灌注材料。光棒1215可包括連接件1360，其包括任何必要之電力及資料連接件。光棒1215可包括用以防止環境損害之特徵。作為一些實例，灌注材料及連接件1360可為IP66或更高標準的以提供充分的灰塵及水侵入防護。

每一經封裝之光源 1350(「經封裝之LED」)可包括一個或一個以上LED。在圖 15之實施例中，每一經封裝之LED 1350包括十六個光學裝置，每一經封裝之LED 1350包括具有對應主要光學裝置之LED。可選擇LED、磷光體或其他組件以產生所要光譜。藉由使用具有十六個LED之經封裝之陣列的實例，可使用四個藍光LED及十二個紅光LED達成圖 1之光譜，可使用十二個藍光LED及四個紅光LED達成圖 2之光譜，可使用八個藍光LED及八個紅光LED達成圖 3之光譜。作為另一實例，可使用四個藍光LED及十二個紅光LED以及用以產生 8%至 10%綠光之磷光體(諸如，摻有 Ce^{3+} 之鈮鋁石榴石(YAG:Ce))達成圖 4之光譜。在一個實施例中，每一經封裝之LED陣列 1350可經組態以產生特定光譜之光。根據另一實施例，同一光棒 1215中之經封裝之LED可對應於不同光譜。

在另一實施例中，單一封裝可支援多個光譜。為提供實例，具有十六個光學裝置之經封裝之LED可包括四個顏色通道 1355、1360、1365及 1370。藉由實例而非限制，光學裝置 1355之群組可發射對應於「遠紅光」光譜之光，光學裝置 1360之群組可發射對應於「綠光」光譜之光，光學裝置 1365之群組可發射對應於「紅光」光譜之光，且光學裝置 1370之群組可發射對應於「藍光」光譜之光。在此狀況下，單一光棒可用以將多個光譜之光提供至植物 1210。藉由控制光之每一顏色通道，可控制到達植物 1210之經調合之顏色。

在一些狀況下，可將用於調節顏色通道之控制硬體建立至光棒中。圖16為光棒1215之另一實施例之圖解表示，其說明置放於經封裝之LED 1350之間的板載硬體1435。

可選擇陣列以組合所要光譜發射與光束控制，使得可將具有均一輻照度之光譜均一的光提供至植物。較佳地，陣列包括以受控射束角發射光之光學裝置，該受控射束角小於120度、較佳小於90度且更佳小於60度(例如，小於60度、較佳小於45度且更佳小於30度之半角)。因此，根據一個實施例，經封裝之光源可如以下專利申請案所描述而形成：2010年3月31日申請之Ko等人的名為「System and Method for Phosphor Coated Lens」之美國專利申請案第61/319,739號；2009年12月23日申請之Ko等人的名為「System and Method for a Phosphor Coated Lens」之美國專利申請案第12/646,570號；2009年8月11日申請之Ko等人的名為「Phosphor Coated Lens for Phosphor Converting Type White Light Engine」之美國臨時專利申請案第61/235,491號；以及2011年3月31日申請之名為「System and Method for Color Mixing Lens Array」之美國專利申請案第13/077,594號，該等申請案中之每一者以引用的方式全部併入本文中。實例光源包括但不限於Texas之Austin之Illumitex Inc.的Aduro、Surexi及Abeo LED。較佳地，經封裝之LED之光學裝置經調適而以受控射束角發射光，其在一範圍之射束角(例如，20度至120度(半高全寬))中在射束中具有高百分比的光(例如，大於50%、大於60%、大於

70%至大於90%及接近100%)。

因此，圖15及圖16中所描繪之實施例針對用於最佳植物生長之光之有效應用可包括受控光譜分佈及窄射束角。實施例可利用窄射束角以提供傳遞至目標植物之有利量之光子，從而確保至植物之光能之較少浪費。此外，藉由控制光譜分佈，本文揭示之實施例提供促進植物正生長之有利調色。藉由利用用於高光子分佈之窄射束角及受控光譜分佈兩者，本文揭示之實施例提供有助於植物生長之有利平台。

在上述實例中，可使用單一經封裝之陣列來產生所要光譜之光。在另一實例中，使來自多個經封裝之陣列之光調合以達成所要光譜。舉例而言，圖17揭示植物照光系統之替代實施例。在此實例中，每一光棒1515可產生具有不同峰值發射波長之光(例如，在紅光區域中，如由1515(r)表示；在藍光區域中，如由1515(b)表示；在遠紅光區域中，如由1515(fr)表示；及在綠光區域中，如由1515(g)表示)。具有平行光棒1515之群組(群組1575a及1575b)之系統可經配置以提供光至鄰近列之植物1510。來自光棒1515中之每一者之照明圖案在各別受控照光區1580中重疊，其中，受控照光區1580中之光譜分佈(亦即，提供至植物1510之光之顏色)由對應光棒群組1575中之每一光棒提供之光的量所產生。

在一個實施例中，受控照光區1580可發射受控植物生長所尋求之定製光譜。因此，光棒可間隔開以使得當來自一

群組內之光棒之光在目標平面(亦即，植物1510)處重疊時，其不會與鄰近群組之光棒所提供之受控光1580重疊(或最低限度地重疊)。為了準確控制提供至每一列植物之光，較佳的是，來自第一列光棒之光不與第二列光棒所提供之受控照光區1580重疊。亦即，較佳的是，群組1575a所提供之光不與受控照光區1580b重疊且群組1575b所提供之光不與受控照光區1580a重疊。在其他實施例中，來自多個群組之光棒之光可在植物照明區中重疊。

圖18為經封裝之陣列1600之一個實施例之圖解表示，其可達成受控射束角及極均一之光輸出。在圖18之實施例中，經封裝之陣列1600包含子基板1625、主外殼1604及透鏡陣列。子基板1625給LED提供機械支撐及電連接。子基板材料之實施例包括但不限於：具有熱通孔之低溫共燒陶瓷(LTCC)、具有熱通孔之高溫共燒陶瓷(HTCC)、氧化鈹(BeO)陶瓷、氧化鋁陶瓷、矽、氮化鋁(AlN)、金屬(Cu、Al等)及撓性電路。

主外殼1604可由包括但不限於以下各者之適當材料形成：塑膠材料、熱塑性材料及其他類型之聚合材料。亦可使用複合材料或其他工程材料。在一些實施例中，主外殼1604可由塑膠射出模製製造程序製造。亦可使用各種模製製程及其他類型之製造程序。在一些實施例中，主外殼1604可為不透明的。在一些實施例中，主外殼1604可為透明的或半透明的。主外殼1604可結合或以其他方式耦接至一層材料1615以完成圍繞LED及透鏡之外殼。在其他實施

例中，外殼可由許多層或片適當材料形成，其將不會在操作期間歸因於加熱而不可接受地變形且可在使用、運輸或製造期間保護LED及透鏡免受預期接觸或衝擊。

在圖18之實施例中，經封裝之陣列1600為4×4陣列，且每一群組4個透鏡共用與該等透鏡整合之一部分1610。部分1610可充當將透鏡連接成單一陣列的連接構件且充當保護透鏡的蓋子。在其他實施例中，單一蓋子可用於所有透鏡，或每一透鏡可具有其自身的蓋子。根據一個實施例，部分1610可具有充分厚度以防止透鏡在經封裝之陣列1600之處置期間損壞。

圖19為經封裝之陣列1600之一個實施例之橫截面圖的圖解表示，其說明主外殼1604、透鏡1705、部分1610、LED 1710、LED空腔1730、外殼層1615及子基板1625(為清晰起見僅指示每一者之一個例子)。在圖19之實施例中，部分1610與透鏡1705整合使得其形成單一透鏡總成。部分1610可與其他透鏡1705整合以使得單一透鏡總成將具有連接部分及多個透鏡部分。透鏡1705之主體1707及部分1610可由單片模製塑膠、聚碳酸酯、PMMA或其他材料製成。在其他實施例中，部分1610可使用黏著劑耦接至透鏡1705。部分1610亦可僅與透鏡1705接觸或可與透鏡1705分離達一間隙。在其他實施例中，可選擇透鏡主體1707之形狀以顧及至部分1610中之轉變。

根據一個實施例，透鏡1705形成有根據美國專利第7,772,604號之入射面1750、自透鏡主體1707至部分1610之

出射界面及側壁1757形狀(該專利以引用的方式全部併入本文中)，從而以所要射束角發射光(在射束中具有高百分比之光)並保留輻射或以其他方式具有高效率。藉由實例而非限制，透鏡1705之主體部分可經塑形以保留輻射或某一百分比之輻射(例如，大於50%、大於60%、大於70%至大於90%及接近100%)。另外，主體部分可在一範圍之射束角(例如，但不限於20度至120度之全射束角(半高全寬))中在射束中達成高百分比之光(例如，大於50%、大於60%、大於70%至大於90%及接近100%)。因為個別透鏡1705裝置在射束中提供高百分比之光，所以此類光學單元之陣列(例如，在經封裝之陣列1600中)亦可在射束中提供高百分比之光(例如，大於50%、大於60%、大於70%至大於90%及接近100%)。另外，可選擇透鏡以使得光學單元提供均一照明圖案。

主外殼1604形成經設定大小以配合透鏡1705之透鏡空腔1720。透鏡空腔1720之側壁1725可為彎曲的以匹配或接近透鏡1705之側壁1757形狀，使得透鏡空腔1720之大小在接近對應LED空腔1730處較小且在遠離LED空腔1730處較大。在其他實施例中，側壁1725可為在垂直方向上直的(自圖19之透視圖)或可為錐形的。側壁1725可包括反射塗層或其他塗層以將自透鏡1705之側面洩漏之任何光反射至透鏡總成之出口。在另一實施例中，主外殼1604可由白色塑膠或其他彩色材料形成，以使得側壁11725形成反射器。

根據一個實施例，透鏡空腔1720可經設定大小以使得在透鏡主體1707之側壁與透鏡空腔1720之側壁1725之間存在間隙，以將在透鏡主體1707中保持TIR。該間隙之大小可為恆定的或可自透鏡空腔1720之基底進一步增加或減少。該間隙可填充有空氣或其他材料。較佳地，該材料具有比透鏡1705之主體1707低的折射率。在其他實施例中，側壁1725可接觸透鏡主體1707之側壁且充當透鏡主體1707中之光的反射器。

主外殼1604可包括肩狀物1731，部分1610之突出部分1735擱置於該肩狀物1731上。可使用黏著劑、機械扣件或其他適當繫固機構將部分1610耦接至主外殼1604。在其他實施例中，次要結構(諸如夾持結構)可維持蓋子1610抵靠主外殼1604。

根據一個實施例，藉由將部分1610耦接至主外殼1604，將透鏡1705固持於透鏡空腔1720中之所要位置中。在此狀況下，透鏡1705可不需要另外附接至外殼1604。在其他實施例中，透鏡1705之一部分可在透鏡空腔1720之基底處黏著至或以其他方式耦接至肩狀物1740，或透鏡1705之其他部分可耦接至主外殼1604。

主外殼1604界定與子基板1625及外殼層1615合作之LED空腔1730之一部分或全部。儘管LED空腔1730展示為具有垂直側壁，但LED空腔1730可具有錐形、彎曲或其他形狀之側壁以充當轉向器透鏡。LED空腔1730之開口可具有與LED 1710相同之形狀且與LED 1710以旋轉方式對準，或

可具有另一形狀或對準。

磷光體層可安置成接近入射面1750，以使得自LED空腔1730出射之光可入射於磷光體層上。磷光體層在光進入透鏡主體1707之前降頻轉換光。經降頻轉換之光經引導穿過透鏡1705且自部分1610出射。透鏡主體1707之入射面1750可為與LED空腔1730之開口相同之形狀且與LED空腔1730之開口以旋轉方式對準，或具有另一形狀或對準。

關於圖20至圖22進一步論述使用具有受控射束角之光學裝置來產生所要光譜的能力。圖20說明具有受控射束角之光學裝置1815。根據一個實施例，光學單元1815可包含如美國專利第7,772,604號所述之LED及獨立光學裝置組合，該案以引用的方式全部併入本文中。光學單元可使用透鏡、塑形基板或塑形發射器層，其可保留輻射或某一百分比之輻射(例如，大於50%、大於60%、大於70%至大於90%及接近100%)。另外，光學單元可經選擇以在一範圍之射束角(例如，但不限於10度至120度之全射束角(半高全寬))中在射束中達成高百分比之光(例如，大於50%、大於60%、大於70%至大於90%及接近100%)。因為個別光學單元在射束中提供高百分比之光，所以此類光學單元之陣列(例如，在經封裝之陣列1350中)亦可在射束中提供高百分比之光(例如，大於50%、大於60%、大於70%至大於90%及接近100%)。另外，可選擇光學單元以使得光學單元提供均一照明圖案。

出於論述目的，光學單元1815可包括LED 1820(或LED

之陣列)及透鏡1825。來自LED 1820之光可視情況由磷光體降頻轉換。若使用磷光體，則磷光體塗層可安置於透鏡1825、LED 1820上或以其他方式安置於LED 1820與透鏡1825之主體的入口之間。透鏡1825可經建構而以銳截光角或軟截光角按均一分佈圖案發射光，其中，在射束中具有光之高提取效率及百分比。

圖21為單元1815之照明圖案之圖解表示，其中目標表面1927相比單元1815之大小遠離實質距離(在此實例中為約20:1)。在20倍於透鏡出射面之大小之距離處，發光場尺寸將為出射面寬度之 $20 \times 2 \times \tan(30) = 23$ 倍。在此距離處，該圖案為均一的且具有良好界定之邊緣。

圖22說明可用於植物生長之光學單元1815之陣列2030。當一個單元置放成彼此靠近另一單元時，其將具有與第一單元相同之場大小(假定類似幾何形狀)，但該場將僅位到達透鏡出射面之寬度(假定該等透鏡經緊密包裝以使得在鄰近透鏡之間存在極少距離或不存在距離)。此效應在於光學單元1815發射總光剖面，其具有i)重疊照明區2035，其由多個色度之混合照明，從而提供非常均一照明之區，及ii)較不均一之邊界區2036。

隨著照明表面與陣列2030之間的距離增長，照明區增長而邊界區2036之寬度保持相同大小。在遠場，邊界區2036變得不明顯。多個陣列可經配置以使得邊界區重疊以在該等邊界區中產生較大均一性，從而導致具有均一剖面之較大照明區。歸因於陣列2030所產生之照明區之方形或矩形

形狀，多個陣列可隔開所要距離以在大面積上提供目標均一照光。當試圖為一區中之目標植物提供最佳量之光時，提供均一光可尤其重要。

重疊區2035之顏色可取決於每一透鏡所發射之顏色，每一透鏡所發射之顏色又可取決於選定之LED及磷光體。根據一個實施例，每一LED可為結合純磷光體或多個磷光體之摻合使用之藍光LED或紫外光LED，使得相應透鏡發射所要顏色之光。在其他實施例中，選定之LED中之一些或全部可發射所要顏色之光而無需使用磷光體塗層。因此，舉例而言，陣列中之LED中之一些可為結合磷光體使用之藍光LED或紫外光LED(或其他顏色的LED)，而其他LED可為在無磷光體之情況下使用之紅光LED(或其他顏色的LED)。可使用之磷光體之實例包括但不限於：摻有 Ce^{3+} 之石榴石(諸如， $Y_3Al_5O_{12}: Ce$ ，即，YAG)、摻有 Eu^{2+} 之矽酸鹽(諸如， $(MgSrBa)_2SiO_4: Eu$ ，即，BOS)、摻有 Eu^{2+} 之氮化物(諸如， $(MgCaSr)AlSiN_3: Eu$)及此項技術中已知之其他適當材料。

使用單元之陣列之優勢在於提供具有窄射束角之「混合」解決方案之能力，其中一些透鏡塗有磷光體而另一些透鏡未塗有磷光體。舉例而言，陣列之一個實施例可在一組單元中使用結合黃綠色磷光體(諸如，YAG或BOS)之藍光LED或紫外光LED而在另一組單元中使用無磷光體之紅光LED。

根據一個實施例，磷光體可經選擇且LED可經控制以使

得重疊區 2035 中之組合輸出具有所要光譜功率分佈及顏色座標，以在 1931 CIE 色度圖中達成所要 x 及 y 值。舉例而言，藉由使用發射各種顏色之單元(添加或未添加磷光體)，可達成光之動態顏色控制(例如，藉由使用 RGB 做法)，或隨著當日時間而自暖色至中性色至冷色(且在必要時返回)的動態白光改變。使用經建構而以受控射束角發射均一光之光學單元同時實現極佳的混色/調色(不具有漫射體關聯損失)及優越之射束角控制。此尤其適用於提供最佳條件以達成最大植物生長。

此外，使用可經控制以發射具有各種發射光譜之光的 LED 之陣列允許使用單一類型之陣列，以給特定類型之植物提供最佳發射光譜。舉例而言，使用者可使用相同照光系統以給萵苣生長或番茄生長提供最佳光譜。使用者可僅選擇發射光譜用於經照明之特定類型之植物。

雖然本發明描述特定實施例，但應理解，該等實施例為說明性的且本發明之範疇不限於此等實施例。可對上文描述之實施例進行許多變化、修改、添加及改良。舉例而言，所提供之各種範圍及尺寸係以實例來提供，且 LED 及透鏡可使用其他尺寸在其他範圍內操作。預期此等變化、修改、添加及改良落入申請專利範圍之範疇內。

【圖式簡單說明】

圖 1 至圖 9 為具有至少兩個發射峰值之發射光譜之不同實施例的圖解表示；

圖 10 至圖 13 為具有一個發射峰值之發射光譜之不同實施

例的圖解表示；

圖 14 為照明植物之光棒的圖解表示；

圖 15 說明光棒之一個實施例；

圖 16 說明光棒之另一實施例；

圖 17 為照明植物之光棒的圖解表示；

圖 18 為經封裝之陣列之一個實施例的圖解表示；

圖 19 為經封裝之陣列之一實施例的橫截面的圖解表示；

圖 20 為展示具有 30 度半角之光學單元之圖解表示；

圖 21 為展示具有 30 度半角之光學單元之另一圖解表示；及

圖 22 為光學單元之陣列及所得光圖案之圖解表示。

【主要元件符號說明】

1210	植物
1215	光棒
1285a	受控照光區
1285b	受控照光區
1285c	受控照光區
1340	光棒框架
1345	光源固持區
1350	經封裝之光源/經封裝之LED/經封裝之LED 陣列
1355	顏色通道/光學裝置
1360	顏色通道/光學裝置
1365	顏色通道/光學裝置

1370	顏色通道/光學裝置
1435	板載硬體
1510	植物
1515(b)	光棒
1515(fr)	光棒
1515(g)	光棒
1515(r)	光棒
1575a	群組
1575b	群組
1580a	受控照光區
1580b	受控照光區
1600	經封裝之陣列
1604	主外殼
1610	部分/蓋子
1615	外殼層/材料
1625	子基板
1705	透鏡
1707	主體
1710	LED
1720	透鏡空腔
1725	側壁
1730	LED空腔
1731	肩狀物
1735	突出部分

1740	肩狀物
1750	入射面
1757	側壁
1815	光學裝置/光學單元
1820	LED
1825	透鏡
1927	目標表面
2030	陣列
2035	重疊照明區
2036	邊界區

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：101106311

A01G 9/20

※申請日：101.2.24

※IPC 分類：

A01G 7/06

一、發明名稱：(中文/英文)

植物生長照光裝置及方法

PLANT GROWTH LIGHTING DEVICE AND METHOD

二、中文發明摘要：

本文描述之實施例提供用於促進植物生長之系統及方法，其組合射束角控制與光譜控制。在一個實施例中，一光學裝置可經組態而以特定波長發射多個顏色之光。該光學裝置亦可經組態以產生具有多個峰值之一發射光譜。該光譜可基於刺激一植物之生物過程來加以選擇。

三、英文發明摘要：

Embodiments described herein provide systems and methods for promoting plant growth that combine beam angle control with spectral control. In one embodiment, an optical device can be configured to emit multiple colors of light at particular wavelengths. The optical device may also be configured to generate an emission spectrum with multiple peaks. The spectrum can be selected based on stimulating biological processes of a plant.

七、申請專利範圍：

1. 一種用於植物生長之系統，其包含：
 - 一第一LED裝置，其經組態以發射一第一顏色之光，其中該第一LED裝置經組態而以小於或等於60度之一受控射束半角發射光；及
 - 一第二LED裝置，其經組態以發射一第二顏色之光，其中該第二LED裝置經組態而以小於或等於60度之一受控射束半角發射光；且
 - 其中該系統經組態以產生具有在500 nm以下出現之一第一發射峰值及在600 nm以上出現之一第二發射峰值之一發射光譜。
2. 如請求項1之系統，其中該第一發射峰值係在425 nm至475 nm下出現，且一第二發射峰值係在635 nm至685 nm下出現。
3. 如請求項1之系統，其中該系統經組態以具有在500 nm至600 nm下出現之一第三發射峰值。
4. 如請求項3之系統，其中該發射光譜之光子通量含有5%與10%之間的綠光。
5. 如請求項4之系統，其中該發射光譜之該光子通量含有5%與30%之間的藍光。
6. 如請求項3之系統，其中該發射光譜之光子通量含有10%與20%之間的綠光。
7. 如請求項6之系統，其中該發射光譜之該光子通量含有5%與30%之間的藍光。

8. 如請求項3之系統，其中該發射光譜之光子通量含有20%與30%之間的綠光。
9. 如請求項8之系統，其中該發射光譜之該光子通量含有5%與30%之間的藍光。
10. 如請求項1之系統，其中該發射光譜在藍光區域、綠光區域及紅光區域中之每一者中具有至少一個發射峰值。
11. 如請求項1之系統，其中該發射光譜在至少三個顏色區域內具有發射峰值。
12. 如請求項1之系統，其中該發射光譜在至少四個顏色區域內具有發射峰值。
13. 一種照明植物之方法，其包含：
 - 提供一第一LED裝置，其經組態以發射一第一顏色之光，其中該第一LED裝置經組態而以小於或等於60度之一受控射束半角照光；及
 - 提供一第二LED裝置，其經組態以發射一第二顏色之光，其中該第二LED裝置經組態而以小於或等於60度之一受控射束半角發射；且
 - 使用系統照明植物以產生具有在500 nm以下出現之一第一發射峰值及在600 nm以上出現之一第二發射峰值的一發射光譜。
14. 如請求項13之方法，其中該第一發射峰值係在420 nm至470 nm下出現，且一第二發射峰值係在635 nm至685 nm下出現。
15. 如請求項13之方法，其中該系統經組態以具有在500 nm

至 600 nm 下出現之一第三發射峰值。

16. 如請求項 15 之方法，其中該發射光譜之光子通量含有 5% 與 10% 之間的綠光。
17. 如請求項 16 之方法，其中該發射光譜之該光子通量含有 5% 與 30% 之間的藍光。
18. 如請求項 15 之方法，其中該發射光譜之光子通量含有 10% 與 20% 之間的綠光。
19. 如請求項 18 之方法，其中該發射光譜之該光子通量含有 5% 與 30% 之間的藍光。
20. 如請求項 15 之方法，其中該發射光譜之光子通量含有 20% 與 30% 之間的綠光。
21. 如請求項 20 之方法，其中該發射光譜之該光子通量含有 5% 與 30% 之間的藍光。
22. 如請求項 13 之方法，其進一步包含動態地改變該發射光譜。
23. 如請求項 13 之方法，其中該發射光譜在至少三個顏色區域內具有發射峰值。
24. 如請求項 13 之方法，其中該發射光譜在至少四個顏色區域內具有發射峰值。
25. 如請求項 13 之方法，其中該系統可操作以產生多個光譜，且該方法進一步包含選擇該發射光譜用於經照明之一特定類型之植物。
26. 一種照明植物之方法，其包含：
提供一第一 LED 裝置，其經組態以發射一第一顏色之

光；

提供一第二LED裝置，其經組態以發射一第二顏色之光；及

使用系統照明植物以產生在至少四個顏色區域中具有多個發射峰值之一發射光譜，且該等發射峰值中之至少一者在綠光區域或uv區域中之至少一者中。

27. 如請求項26之方法，其中該發射光譜之光子通量含有5%與10%之間的綠光。
28. 如請求項27之方法，其中該發射光譜之該光子通量含有5%與20%之間的藍光。
29. 如請求項26之方法，其中該發射光譜之光子通量含有10%與20%之間的綠光。
30. 如請求項29之方法，其中該發射光譜之該光子通量含有5%與20%之間的藍光。
31. 如請求項26之方法，其中該發射光譜之光子通量含有20%與30%之間的綠光。
32. 如請求項31之方法，其中該發射光譜之該光子通量含有5%與20%之間的藍光。
33. 如請求項26之方法，其進一步包含動態地改變該發射光譜。

八、圖式：

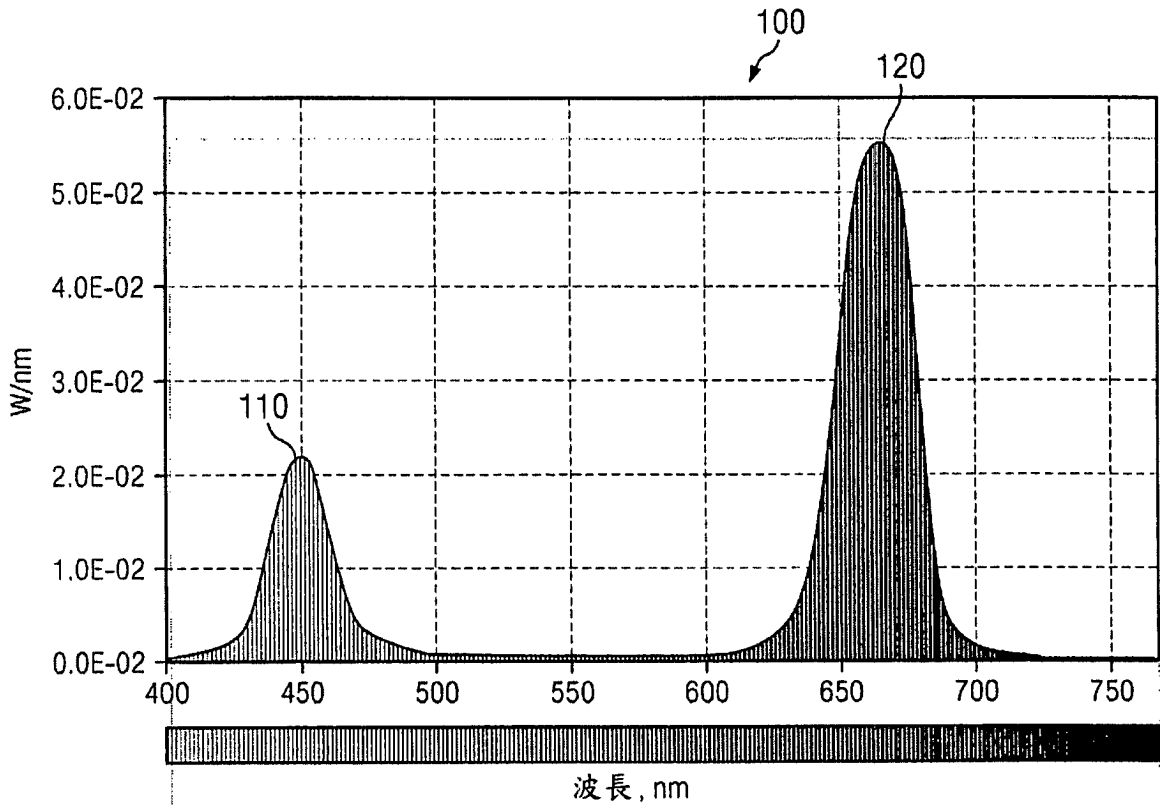


圖 1

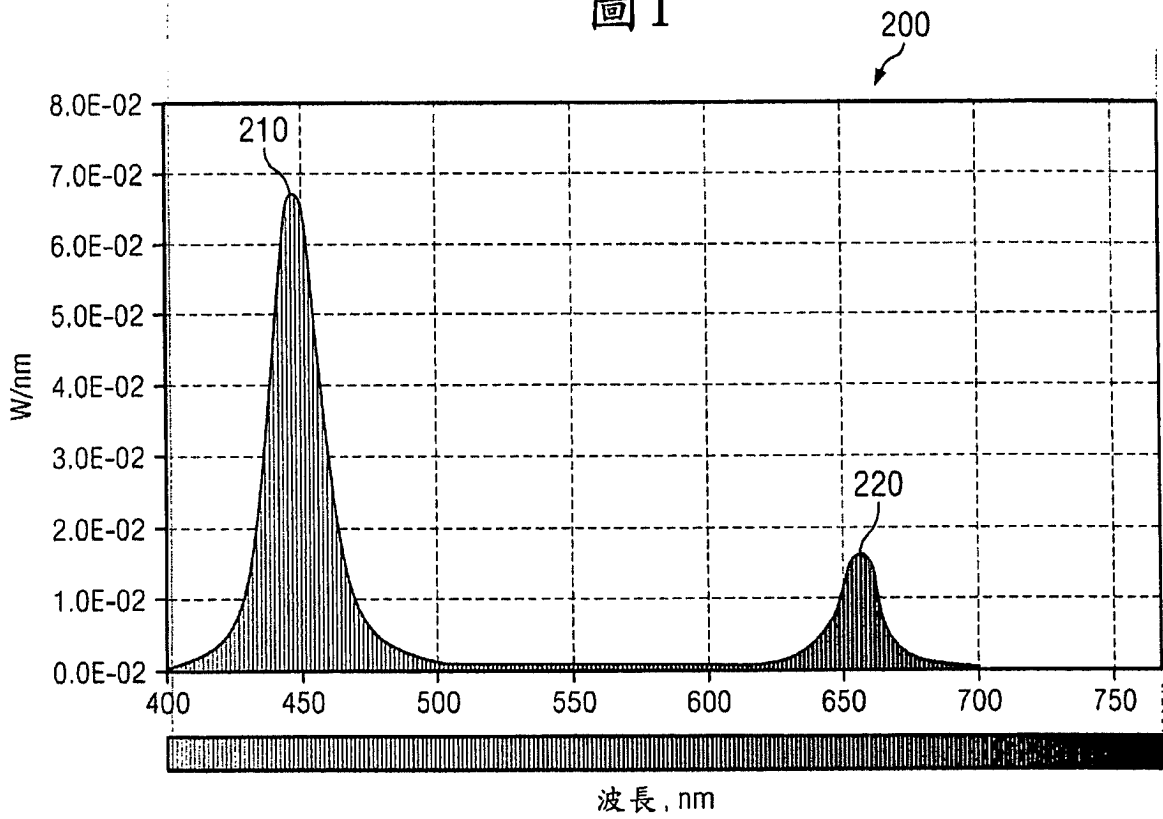


圖 2

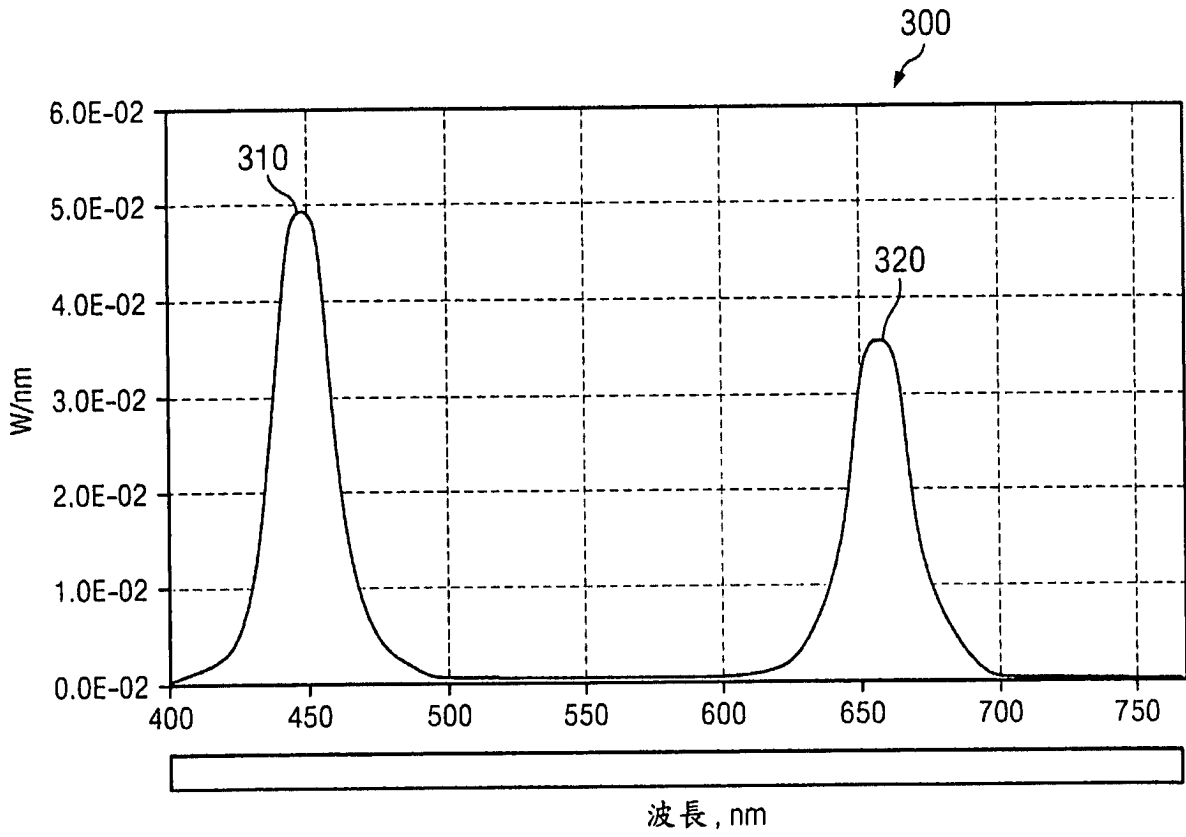


圖3

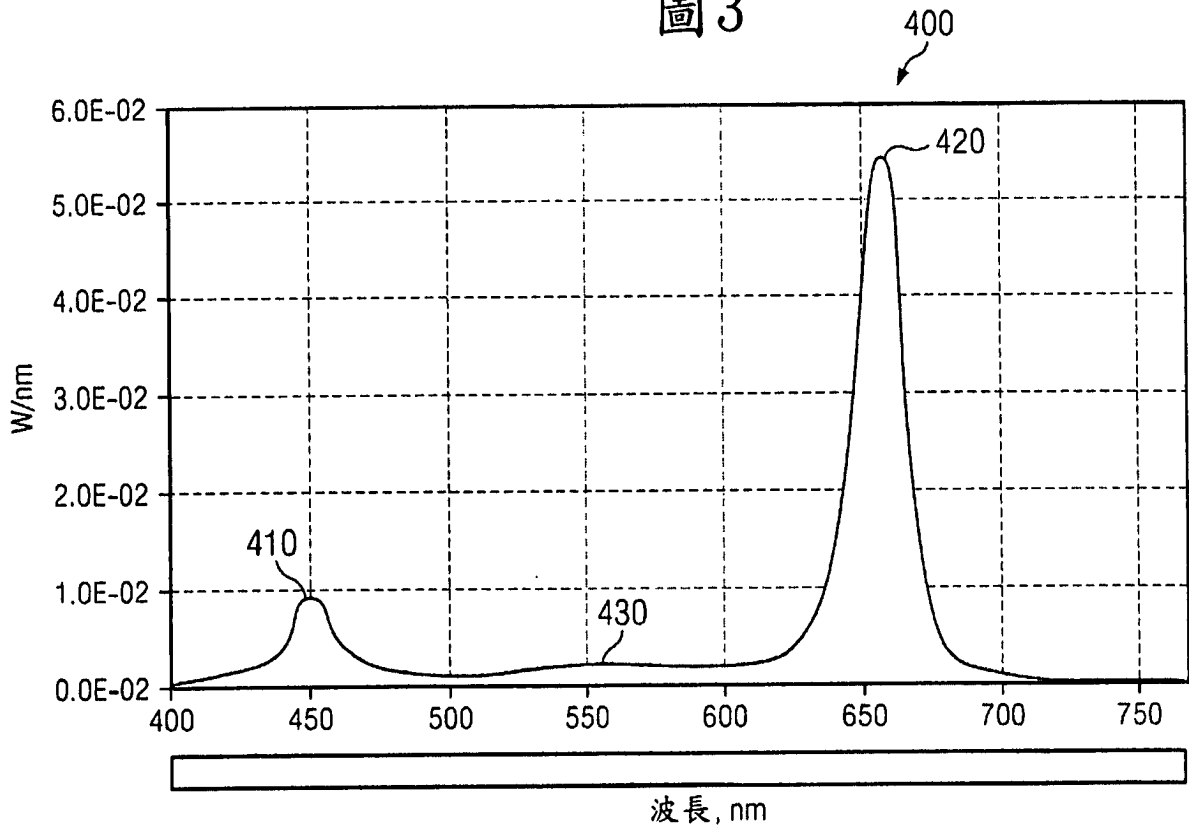


圖4

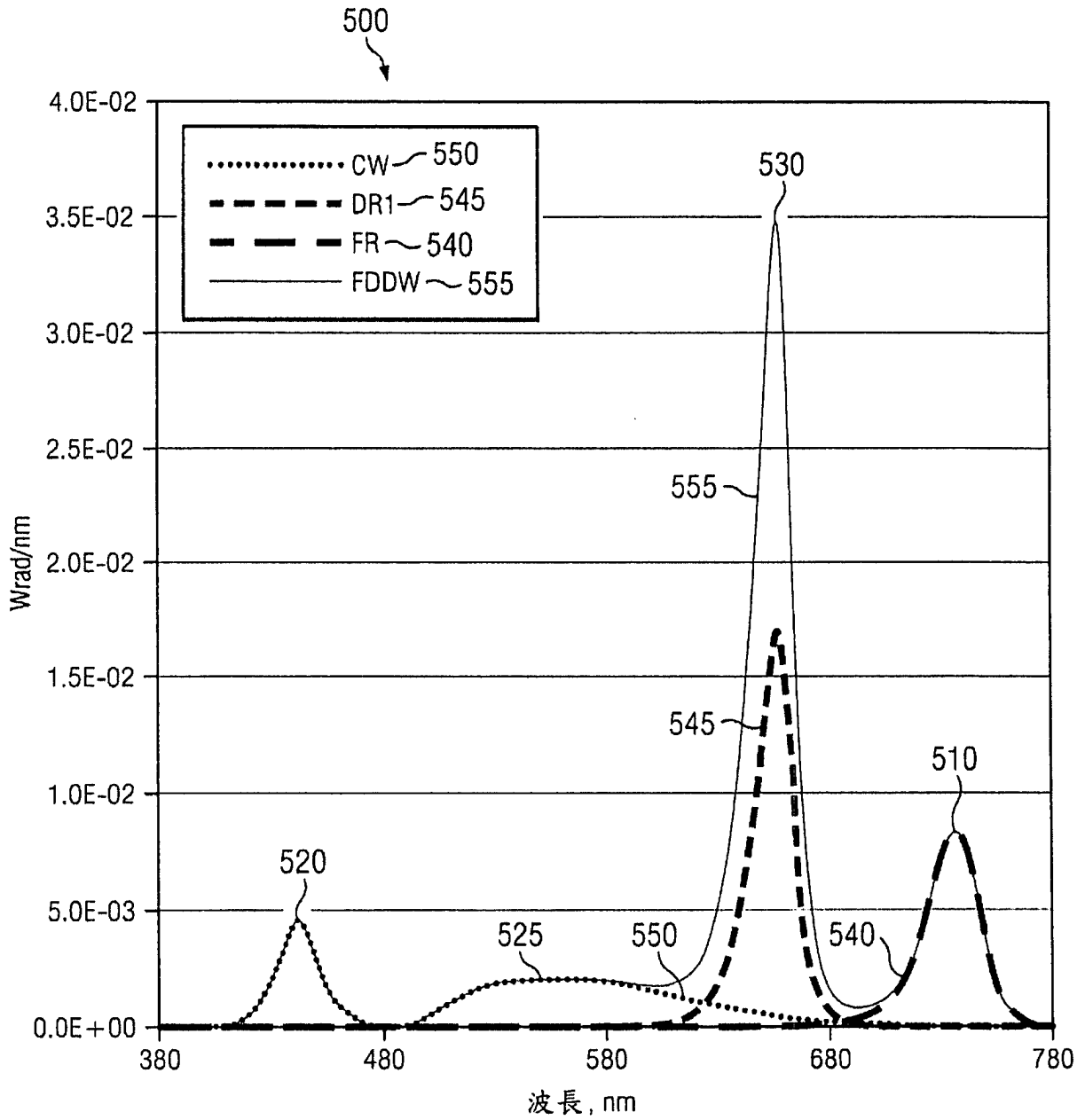


圖5

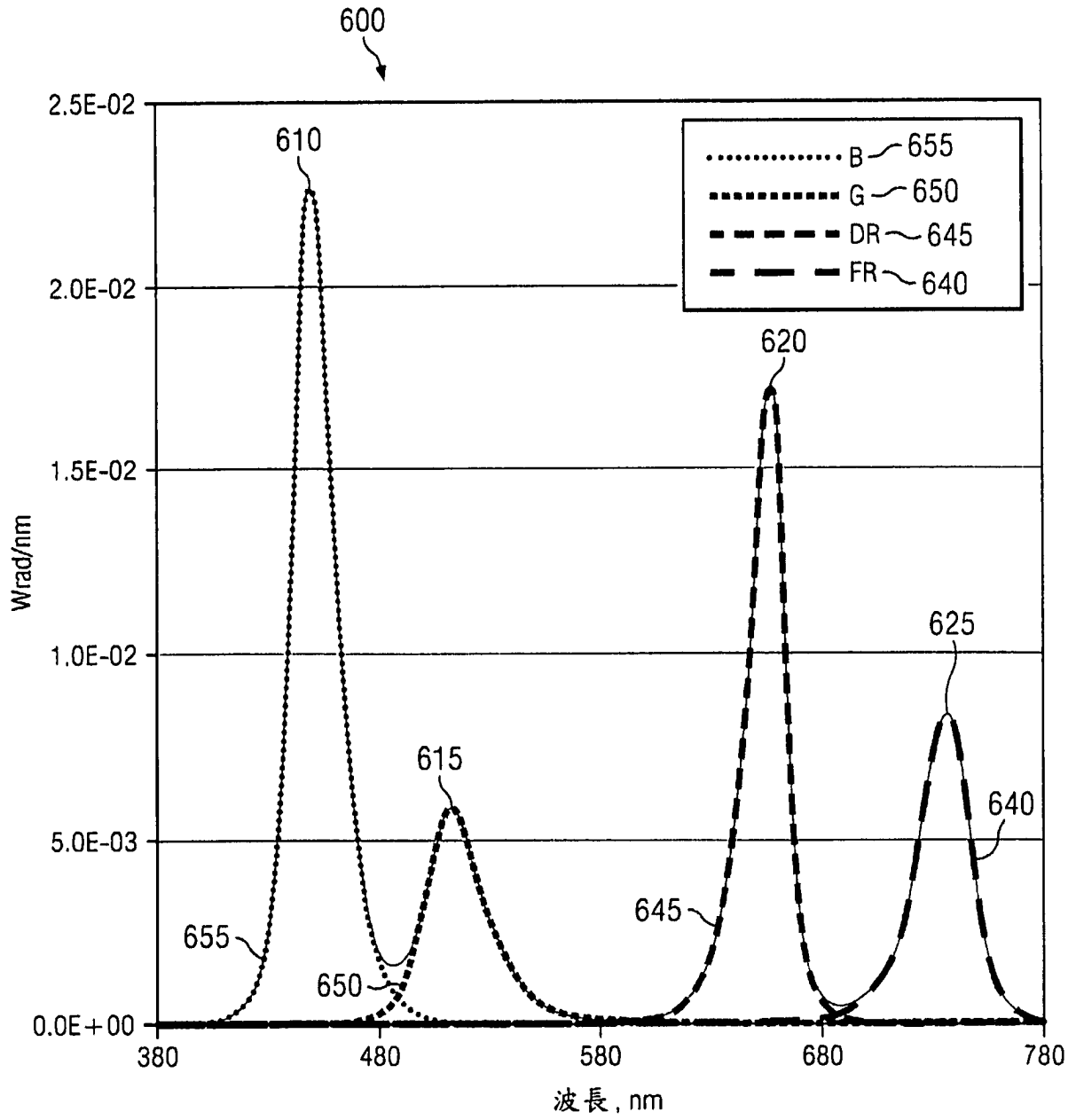


圖 6

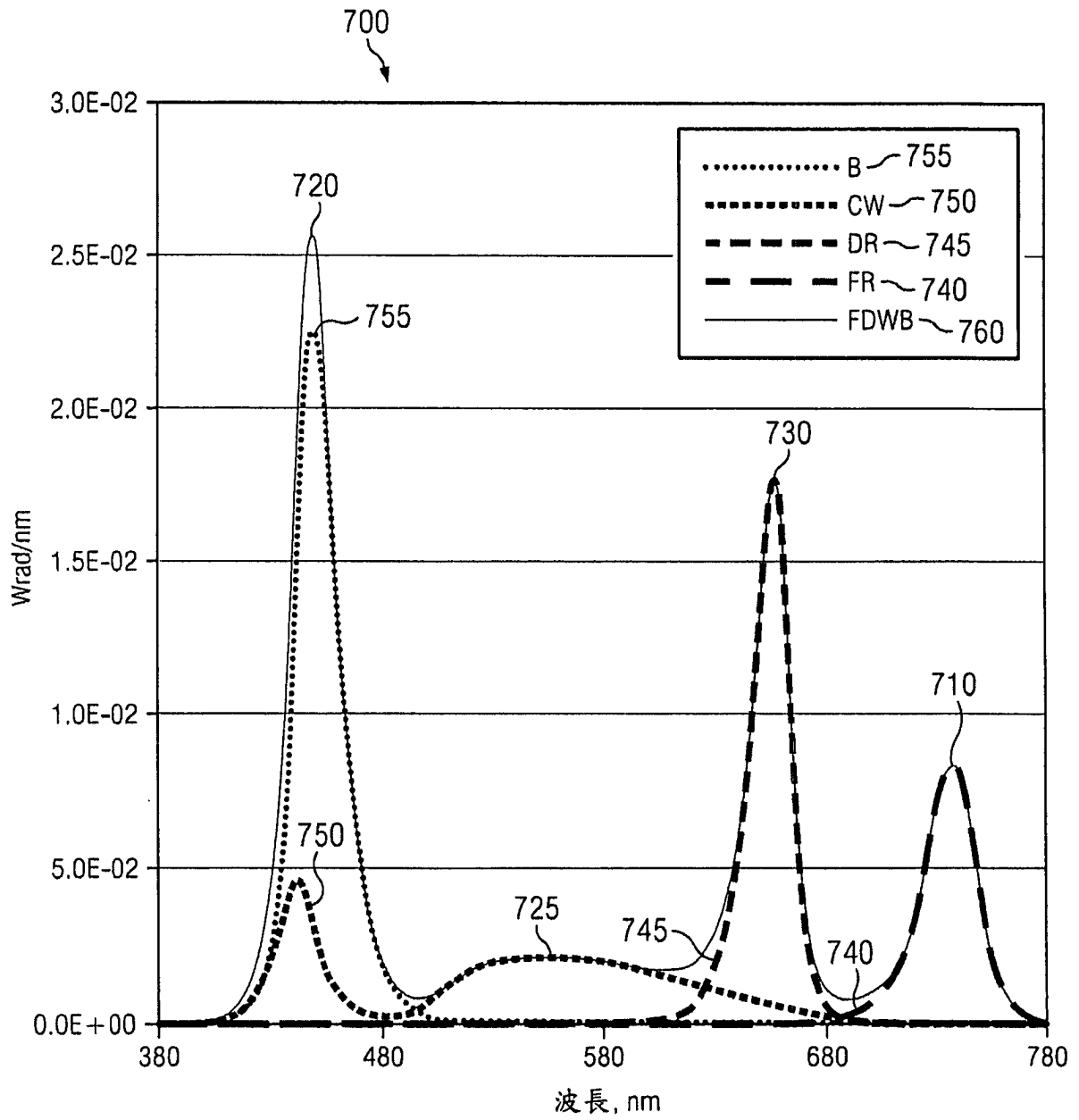


圖 7

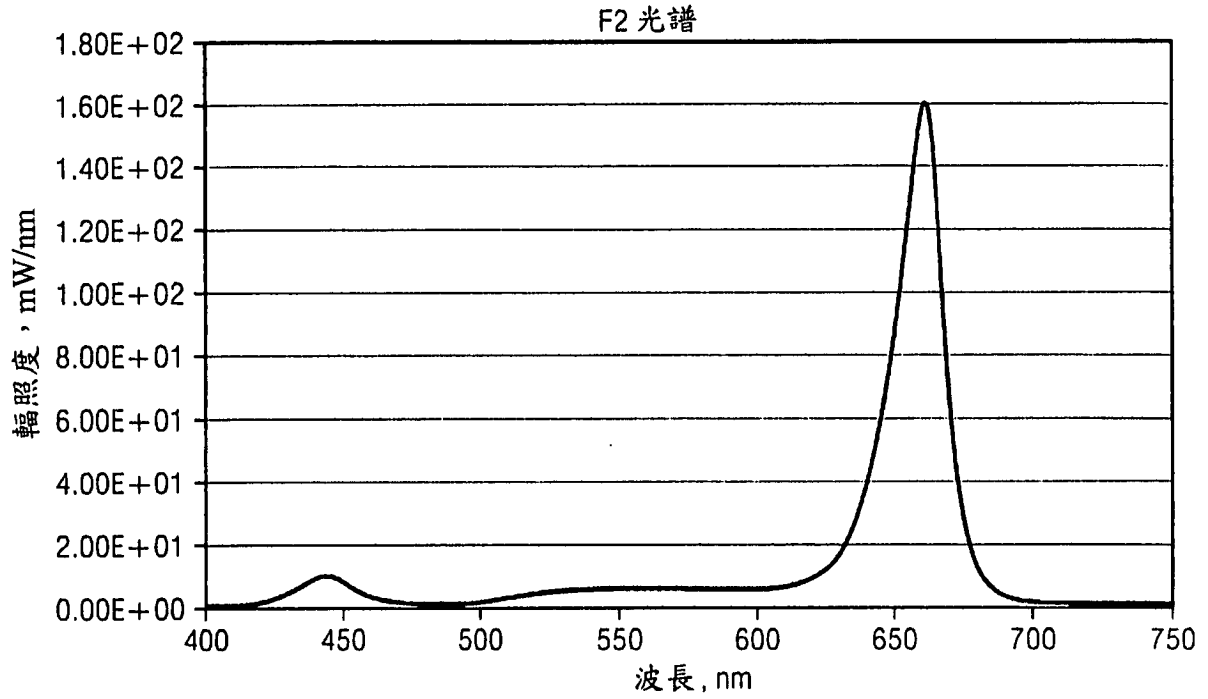


圖 8

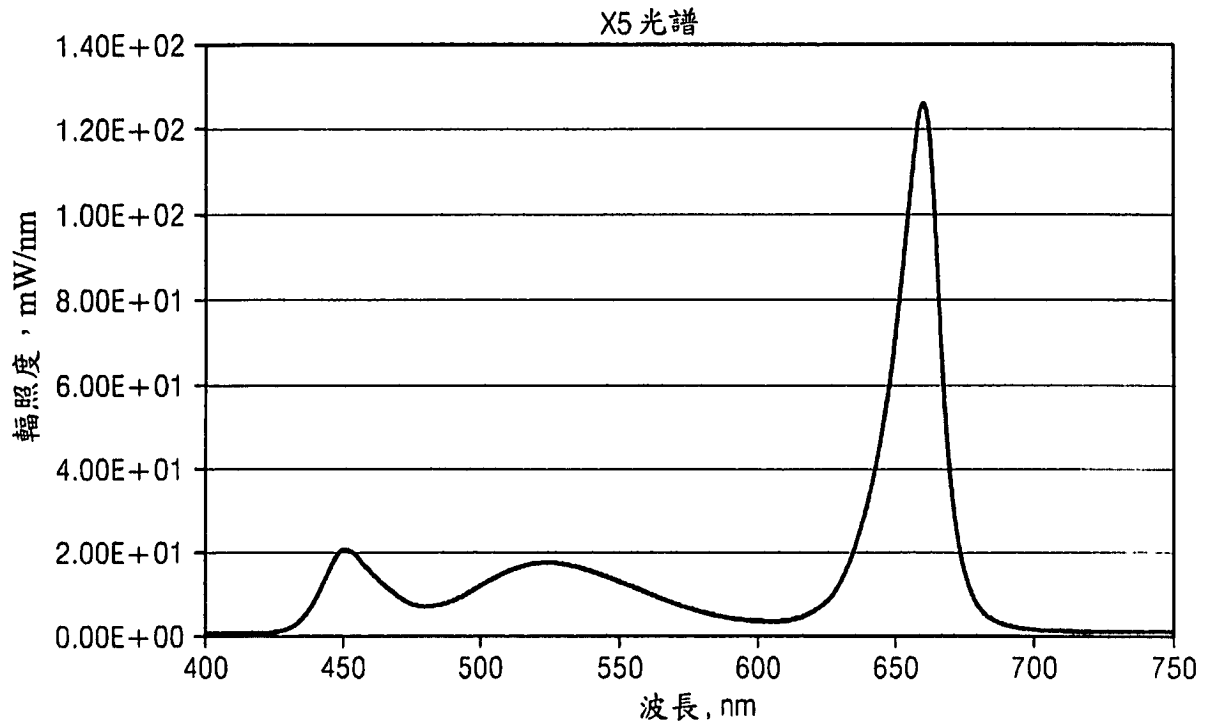


圖 9

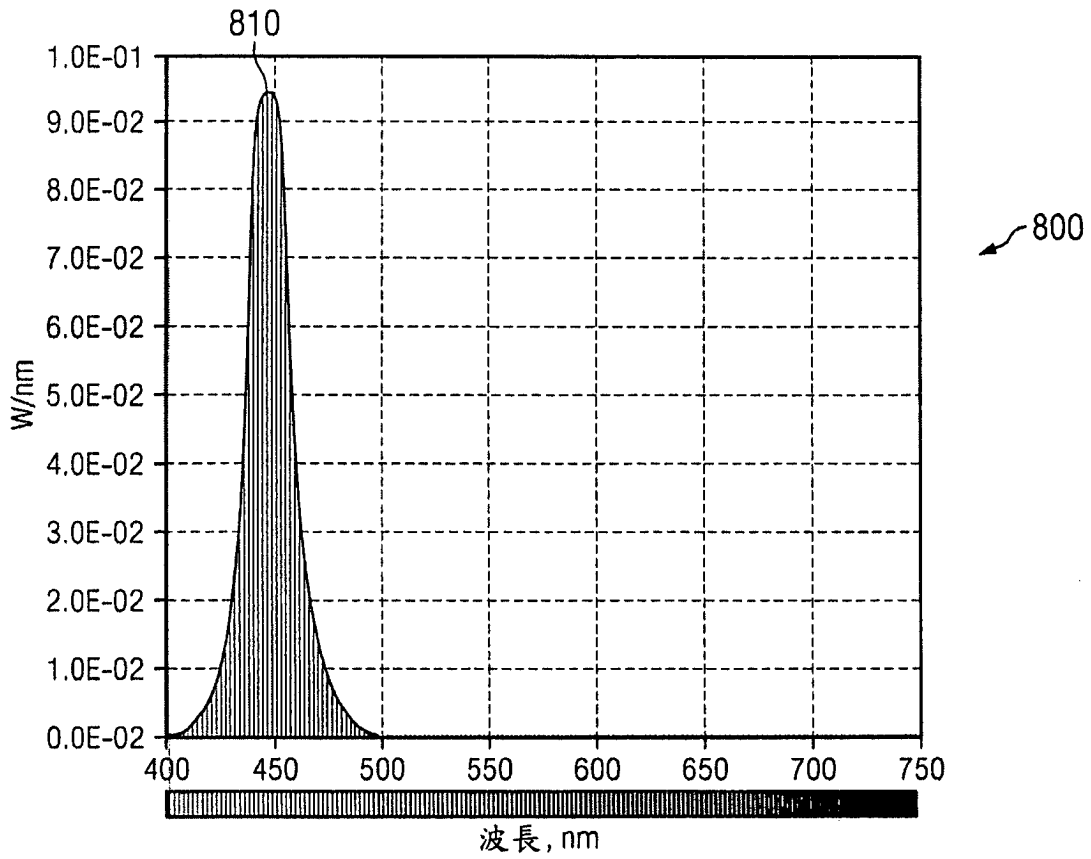


圖 10

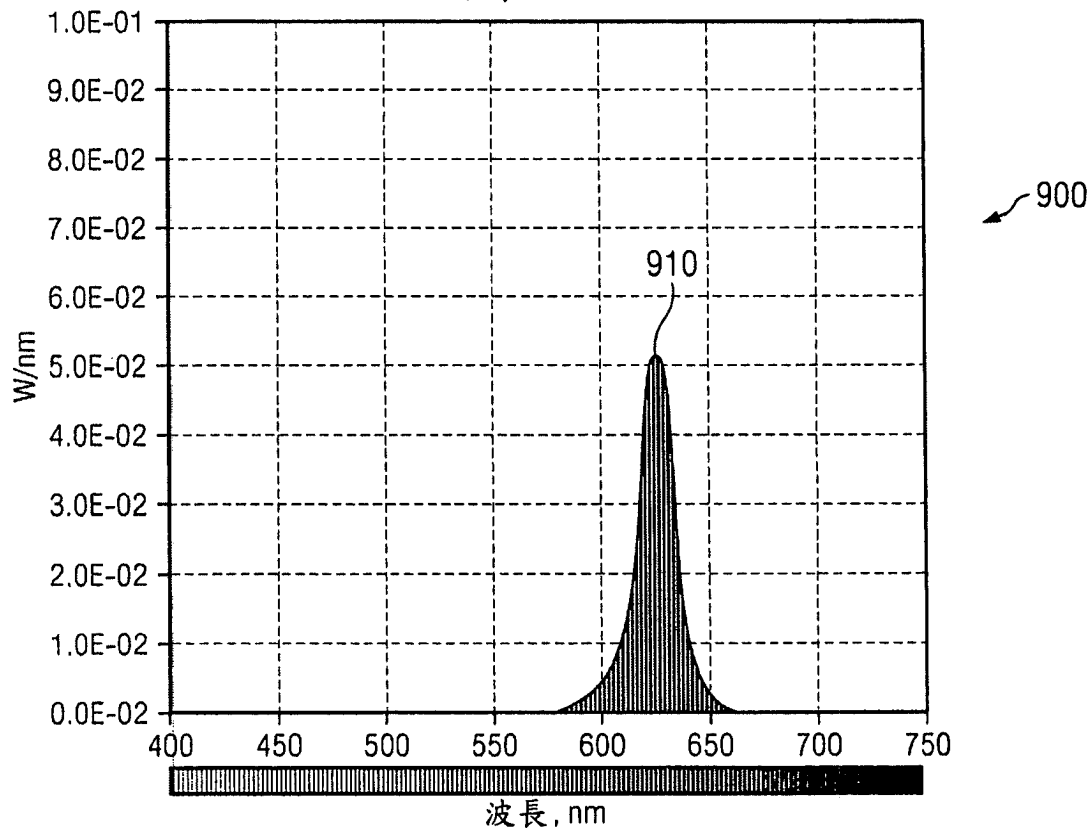
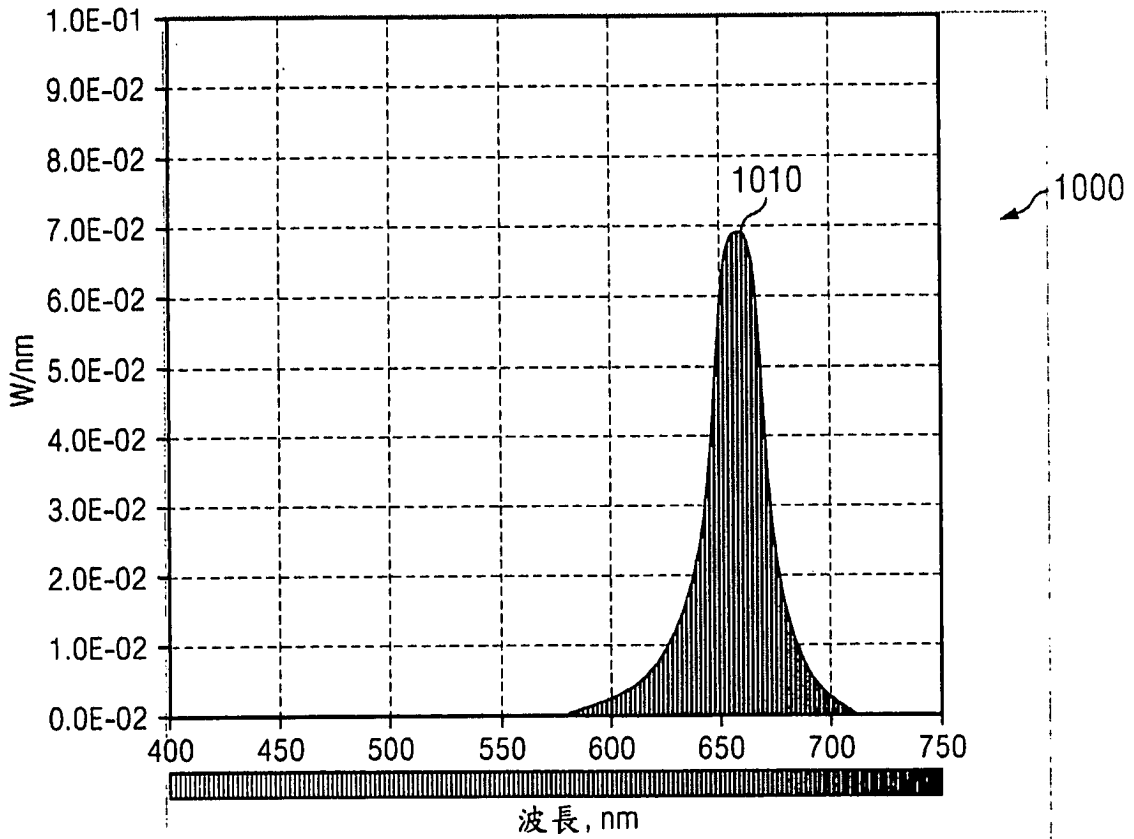
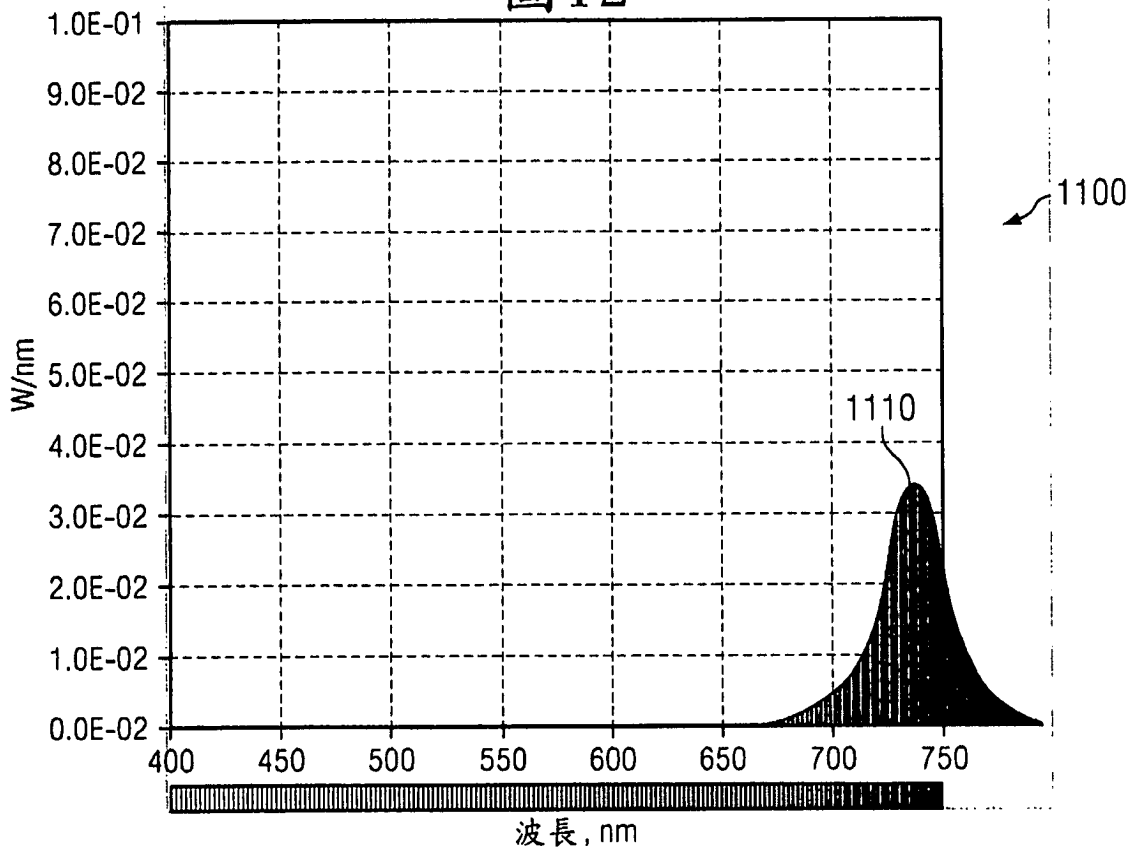


圖 11



波長, nm
圖 12



波長, nm
圖 13

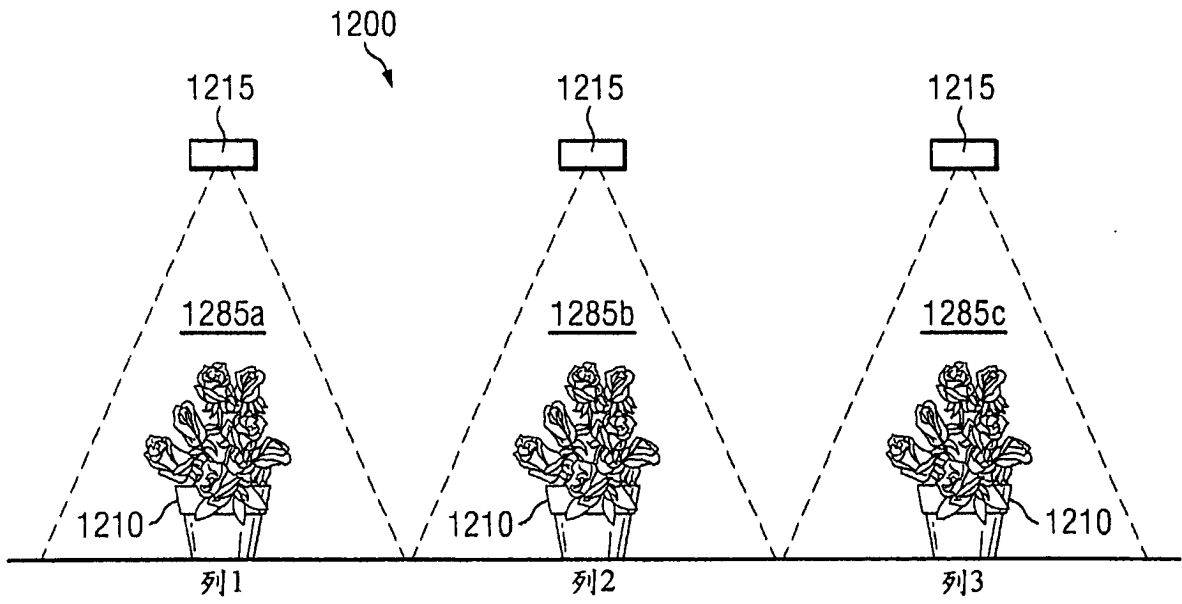


圖 14

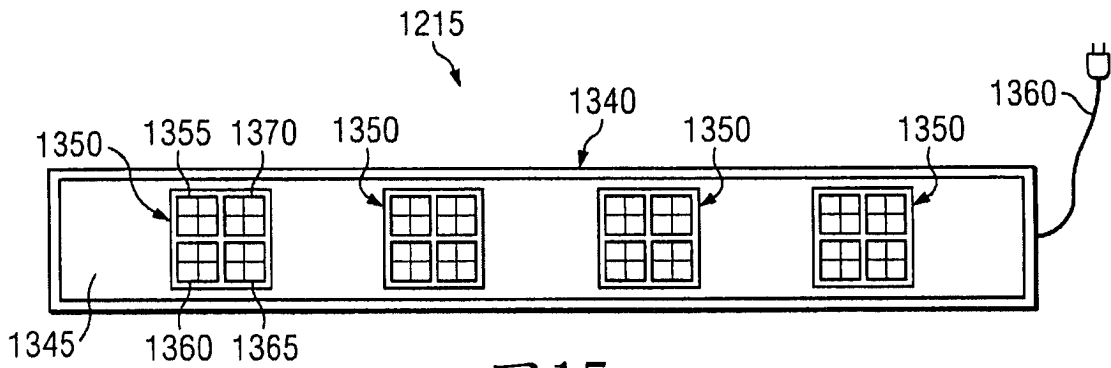


圖 15

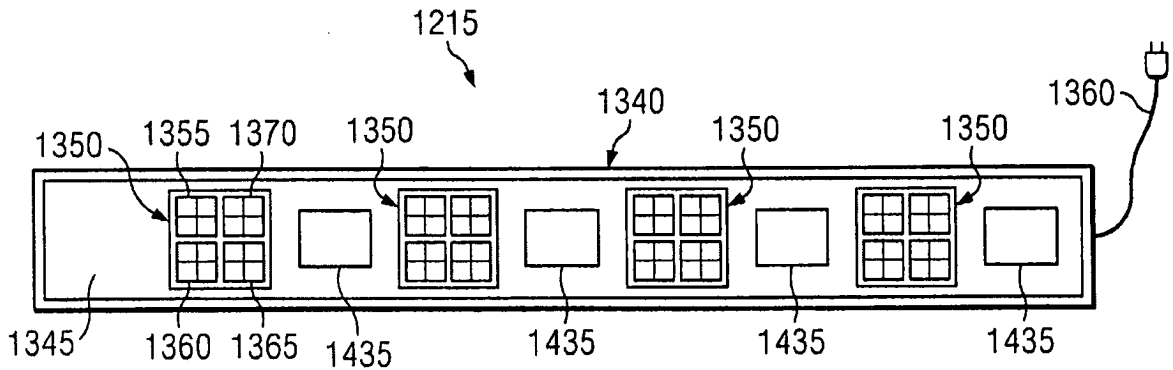


圖 16

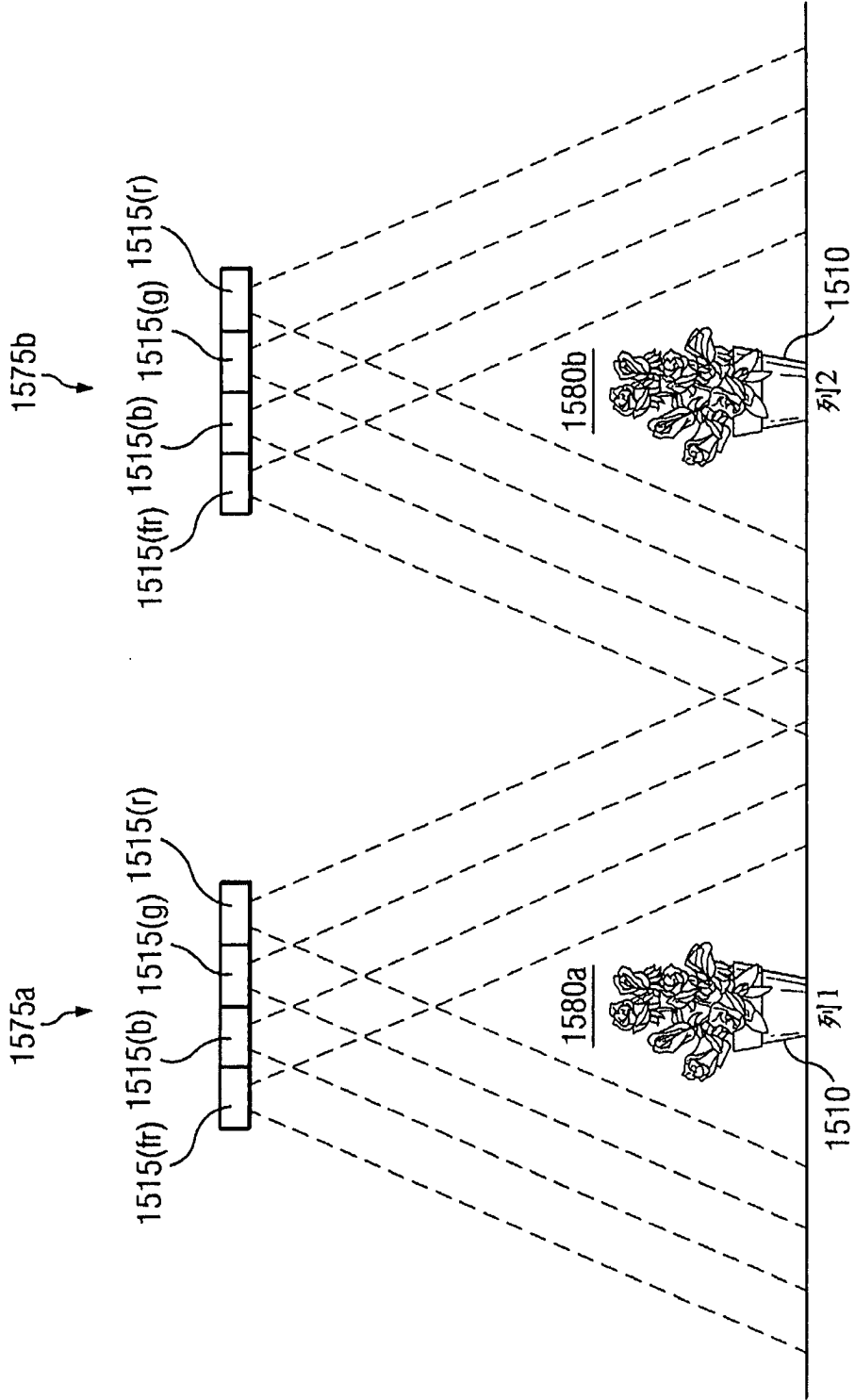


圖17

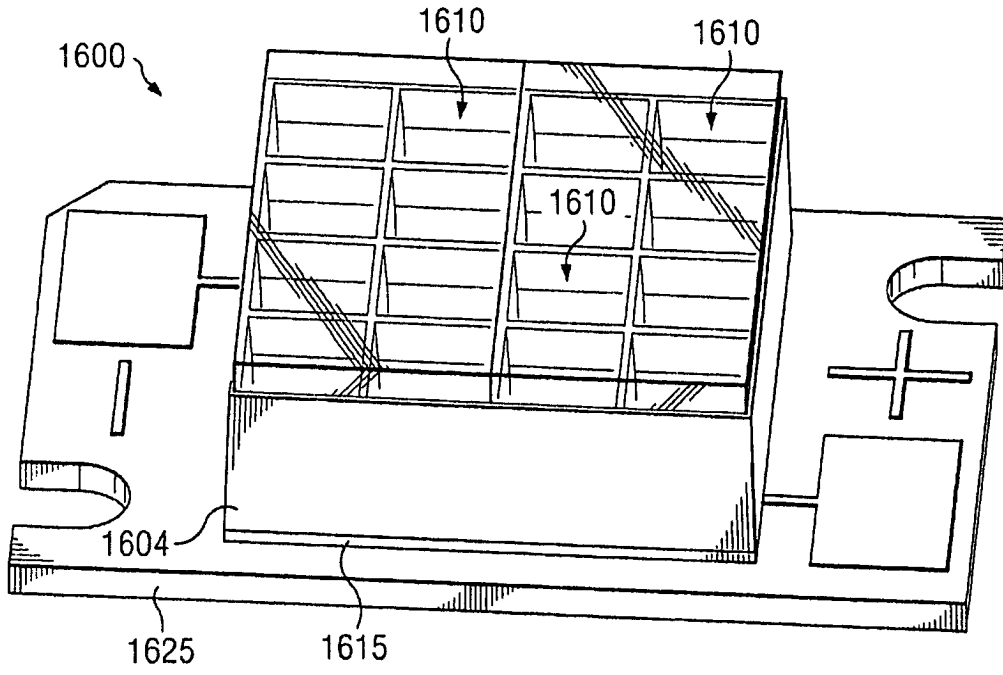


圖 18

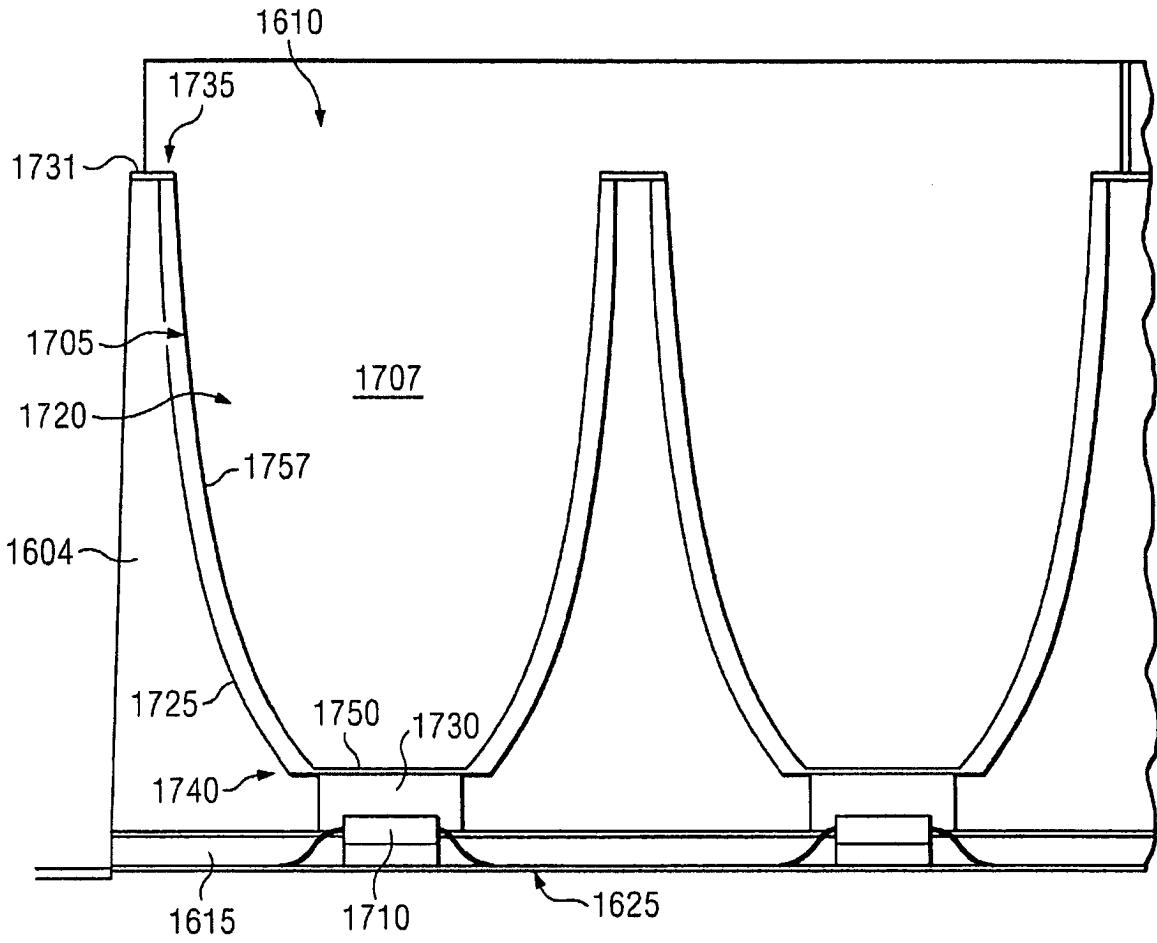


圖 19

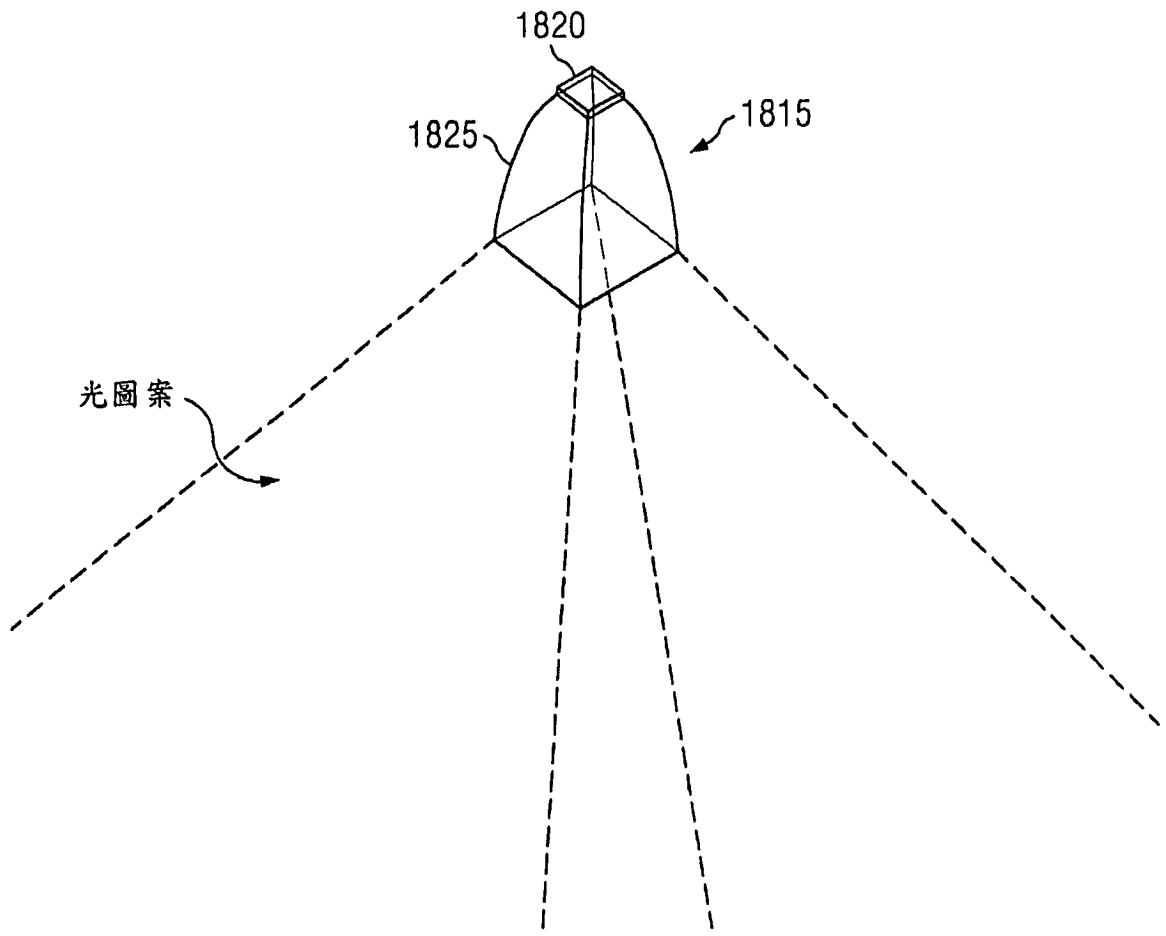


圖 20

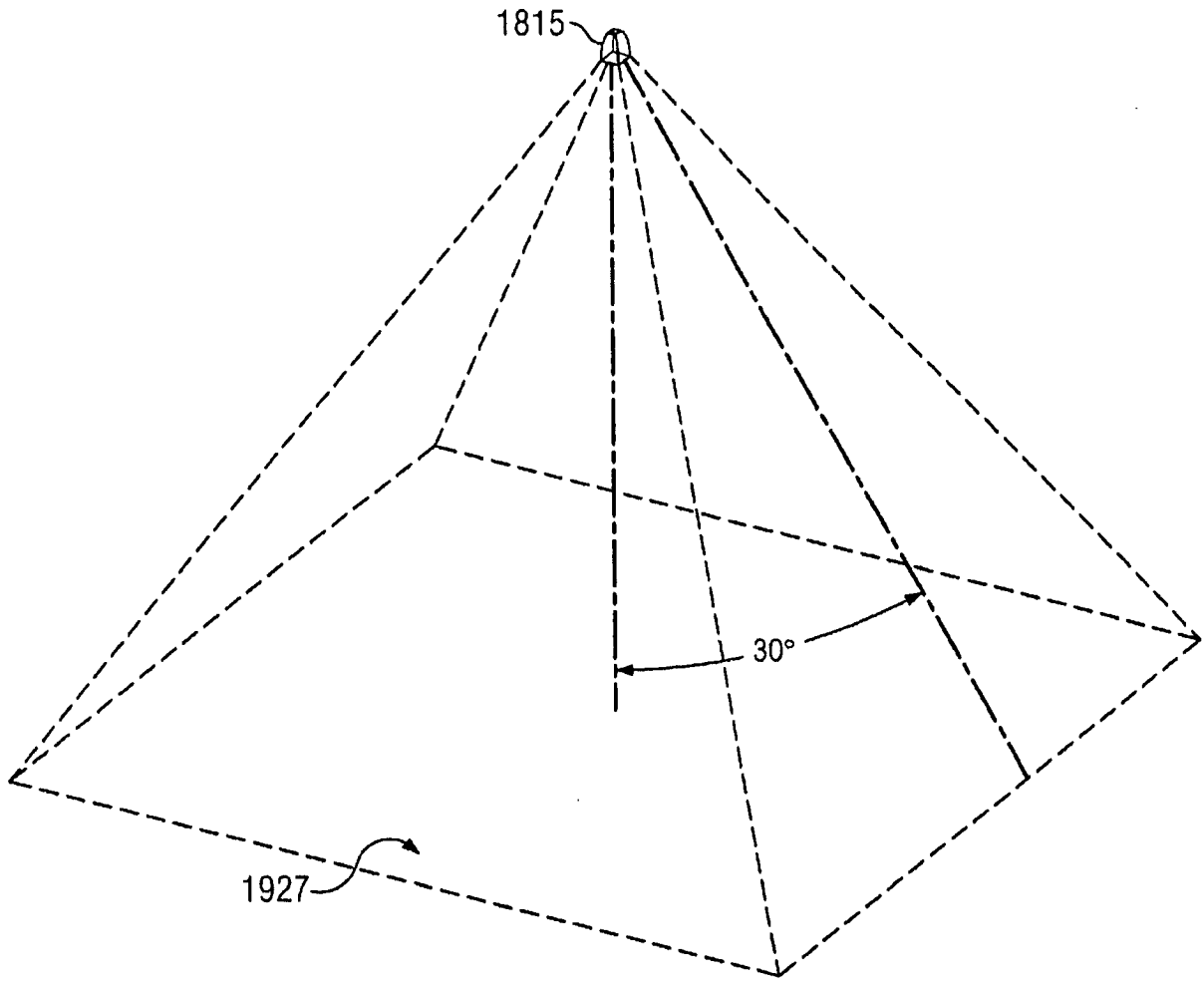


圖21

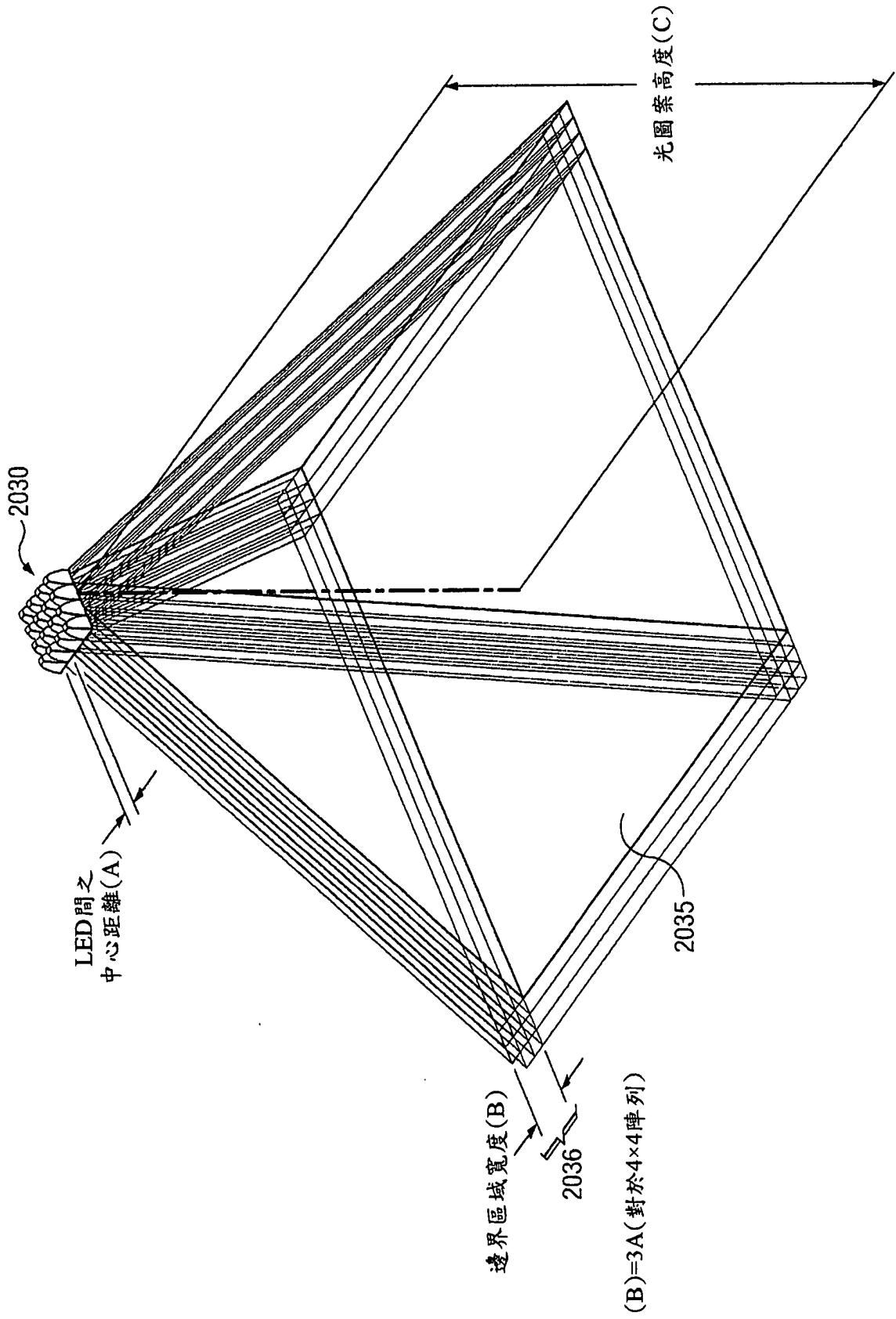


圖22

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(14)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1210	植物
1215	光棒
1285a	受控照光區
1285b	受控照光區
1285c	受控照光區

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)