



(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 201201414 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：100107952

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 03 月 09 日

(51)Int. Cl. : H01L33/48 (2010.01)

(30)優先權：2010/03/09 美國 12/720,390

2011/01/31 美國 13/017,983

(71)申請人：克立公司(美國) CREE, INC. (US)

美國

(72)發明人：柯林斯 布萊恩 湯瑪斯 COLLINS, BRIAN THOMAS (US)；卡巴魯 賈斯柏

CABALU, JASPER (PH)；多諾福力歐 馬修 DONOFRIO, MATTHEW (US)；凱

能 奈森尼歐 O CANNON, NATHANIEL O. (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：29 項 圖式數：20 共 117 頁

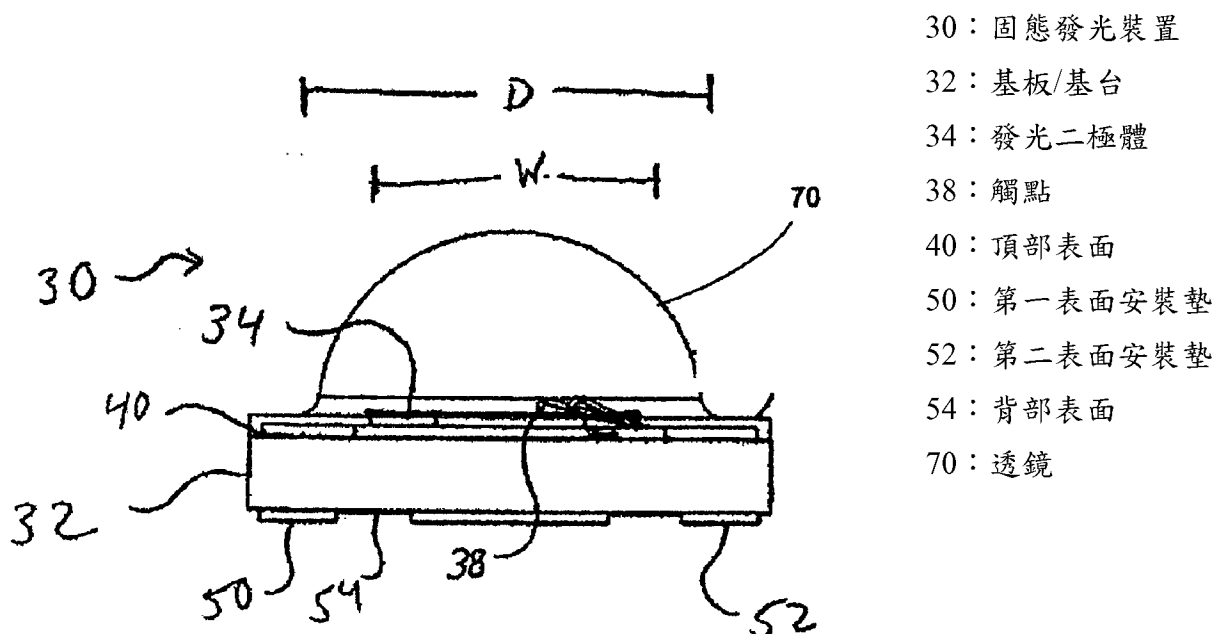
(54)名稱

形成具有高演色性指數值的暖白發光裝置之方法及相關發光裝置

METHODS OF FORMING WARM WHITE LIGHT EMITTING DEVICES HAVING HIGH COLOR RENDERING INDEX VALUES AND RELATED LIGHT EMITTING DEVICES

(57)摘要

本發明提供形成一發光裝置之方法，在該等方法中，加熱一固態照明源且將一發冷光溶液施加至該經加熱固態照明源以形成該發光裝置。該發冷光溶液包括：一第一材料，其將該固態照明源所發射之輻射降頻轉換成具有在綠色色彩範圍中之一峰值波長之輻射且其具有延伸至青色色彩範圍中之一半高全寬發射頻寬；及至少一種額外材料，其將該固態照明源所發射之該輻射降頻轉換成具有在另一色彩範圍中之一峰值波長之輻射。





(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 201201414 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：100107952

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 03 月 09 日

(51)Int. Cl. : H01L33/48 (2010.01)

(30)優先權：2010/03/09 美國 12/720,390

2011/01/31 美國 13/017,983

(71)申請人：克立公司(美國) CREE, INC. (US)

美國

(72)發明人：柯林斯 布萊恩 湯瑪斯 COLLINS, BRIAN THOMAS (US)；卡巴魯 賈斯柏

CABALU, JASPER (PH)；多諾福力歐 馬修 DONOFRIO, MATTHEW (US)；凱

能 奈森尼歐 O CANNON, NATHANIEL O. (US)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：29 項 圖式數：20 共 117 頁

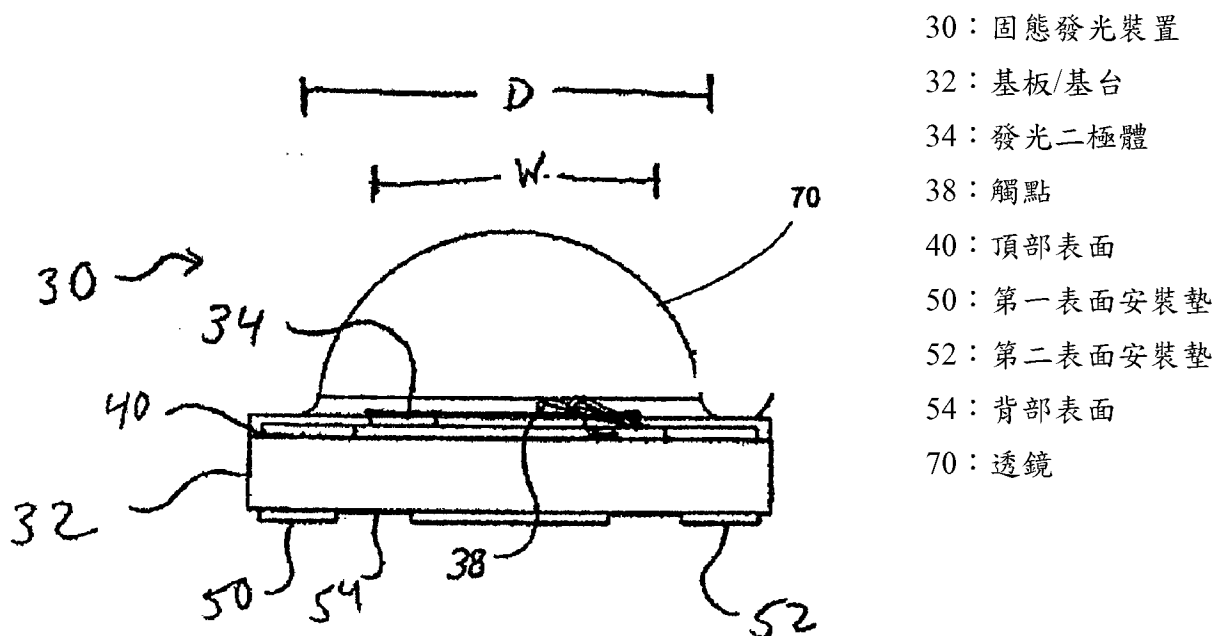
(54)名稱

形成具有高演色性指數值的暖白發光裝置之方法及相關發光裝置

METHODS OF FORMING WARM WHITE LIGHT EMITTING DEVICES HAVING HIGH COLOR RENDERING INDEX VALUES AND RELATED LIGHT EMITTING DEVICES

(57)摘要

本發明提供形成一發光裝置之方法，在該等方法中，加熱一固態照明源且將一發冷光溶液施加至該經加熱固態照明源以形成該發光裝置。該發冷光溶液包括：一第一材料，其將該固態照明源所發射之輻射降頻轉換成具有在綠色色彩範圍中之一峰值波長之輻射且其具有延伸至青色色彩範圍中之一半高全寬發射頻寬；及至少一種額外材料，其將該固態照明源所發射之該輻射降頻轉換成具有在另一色彩範圍中之一峰值波長之輻射。



## 六、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明係關於發光裝置，且更特定而言係關於形成具有高演色性指數(「CRI」)值之發光裝置之方法及具有此等高CRI值之發光裝置。

本申請案請求作為在2010年3月9日提出申請之12/720,390號美國專利申請案之一部分接續申請案在35 U.S.C. § 120下之優先權，該專利申請案之揭示內容以全文引用之方式併入本文中。

### 【先前技術】

本發明係關於發光裝置，且更特定而言係關於形成具有高演色性指數(「CRI」)值之發光裝置之方法及具有此等高CRI值之發光裝置。

發光二極體(「LED」)係能夠產生光之眾所周知之固態照明裝置。LED通常包括可磊晶生長於一半導體或非半導體基板(諸如(例如)藍寶石、矽、碳化矽、氮化鎵或砷化鎵基板)上之複數個半導體層。一個或多個半導體p-n接面形成於此等磊晶層中。當跨越p-n接面施加一充足電壓時，n型半導體層中之電子及p型半導體層中之電洞朝向該p-n接面流動。當電子及電洞朝向彼此流動時，某些電子將與一電洞「碰撞」且重組。此情形每次發生時，發射一光子，此即為LED如何產生光。一LED所產生之光之波長分佈通常相依於所使用之半導體材料及組成該裝置之「作用區」之薄磊晶層之結構(亦即，電子與電洞重組之區域)。

LED通常具有緊緊以一「峰值」波長(亦即，LED之無線電度量發射光譜在彼處達到一光電偵測器所偵測之其最大值之單個波長)為中心之一窄波長分佈。舉例而言，一典型LED之光譜功率分佈可具有(舉例而言)約10至30 nm之一全寬，其中該寬度係在半高照射下量測(稱作半高全寬或「FWHM」寬度)。因此，LED通常由其「峰值」波長或替代地由其「主」波長來識別。一LED之主波長係具有與該LED所發射之光相同之外觀色彩(如人眼所感知)之單色光之波長。因此，主波長不同於峰值波長，乃因主波長計及人眼對不同波長之光之敏感度。

由於多數LED係表現為發射具有一單個色彩之光之幾乎單色光源，因此已使用包括發射不同色彩之光之多個LED之LED燈，以便提供產生白色光之固態發光裝置。在此等裝置中，個別LED晶片所發射之不同色彩之光組合，以產生一合意強度及/或色彩之白色光。舉例而言，藉由同時致能紅色、綠色及藍色發光LED，所得經組合光可表現為白色，或近乎白色，此相依於(舉例而言)源紅色、綠色及藍色LED之相對強度、峰值波長及光譜功率分佈。

亦可藉由用將一單色彩LED所發射之某些光轉換成其他色彩之光之一發冷光材料包圍該LED來產生白色光。該單色彩LED所發射之通過該發冷光材料之光與該發冷光材料所發射之不同色彩之光之組合可產生一白色或近乎白色光。舉例而言，可將一單個發射藍色之LED晶片(例如，由氮化銦鎵及/或氮化鎵製成)與一黃色磷光體、聚合物或染

料(諸如(例如)摻雜鈣之鈮鋁石榴石,其具有化學式 $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ 且通常稱作YAG:Ce)組合使用,該黃色磷光體「降頻轉換」該LED所發射之某些藍色光之波長,從而將其色彩改變為黃色。由氮化銦鎵製成之藍色LED展現高效率(例如,高達60%之外部量子效率)。在一藍色LED/黃色磷光體燈中,藍色LED晶片產生具有約450至460奈米之一主波長之一發射,且磷光體回應於該藍色發射而產生具有約550奈米之一峰值波長之黃色螢光。某些藍色光通過磷光體(及/或在磷光體粒子之間)而不被降頻轉換,而光之實質部分由磷光體吸收,該磷光體變得被激發且發射黃色光(亦即,藍色光被降頻轉換成黃色光)。藍色光與黃色光之組合可對於一觀察者而言表現為白色。此光通常被感知為在色彩上為冷白色。在另一方法中,可藉由用多色磷光體或染料包圍一發射藍紫色或紫外光之LED而將來自該LED之光轉換成白色光。在任一情形中,亦可添加發射紅色之磷光體粒子(例如,一基於 $CaAlSiN_3$ (「CASN」)之磷光體)以改良光之演色性性質(亦即,以使光表現得更「暖」),尤其當單個色彩LED發射藍色或紫外光時。

如上所述,磷光體係一種已知種類之發冷光材料。一磷光體可係指吸收一個波長之光且重新發射可見光譜中之一不同波長之光之任何材料,而不管吸收與重新發射之間之延遲如何且不管所涉及之波長如何。因此,在本文中術語「磷光體」可用來指有時稱為發螢光及/或發磷光之材料。一般而言,磷光體可吸收具有第一波長之光且重新發

射具有不同於該第一波長之第二波長之光。舉例而言，「降頻轉換」磷光體可吸收具有較短波長之光且重新發射具有較長波長之光。

藉由在LED上方分配含磷光體囊封劑材料(例如，環氧樹脂或聚矽氧)以覆蓋LED來將LED與磷光體層組合。然而，可難以控制磷光體層之幾何形狀及/或厚度。作為一結果，以不同角度自該LED發射之光可通過不同量之發冷光材料，此可形成具有依據視角而變化之不均勻色溫之一LED。由於難以控制幾何形狀及厚度，因而可能亦難以一致地複製具有相同或相似發射特性之LED。

用於將一磷光體層塗佈至一LED上之另一習用方法係藉由模板印刷。在一模板印刷方法中，將多個發LED配置於一基板上，其中毗鄰之LED之間具有一合意距離。提供具有與LED對準之開口之一模板，其中該等孔略大於該等LED且該模板比該等LED厚。將該模板定位於該基板上，其中該等LED中之每一者皆位於該模板中之開口中之一各別開口內。接著將一組合物沈積於該等模板開口中，從而覆蓋該等LED，其中一典型組合物係在可藉由熱或光固化之一聚矽氧聚合物中之一磷光體。在填充該等孔之後，自該基板移除該模板，且使該模板印刷組合物固化為一固態。

與上文所闡述之體積分配方法一樣，該模板印刷方法亦可在控制含磷光體之聚合物之幾何形狀及/或層厚度上存在困難。該模板印刷組合物可能未完全填充該模板開口，

從而形成不均勻層。含磷光體之組合物亦可黏至模板開口，此可減少保留在該LED上之組合物之量。此等問題可形成具有不均勻色溫之LED及難以一致地複製具有相同或相似發射特性之LED。

用於用一磷光體塗佈LED之另一習用方法利用電泳沈積(EPD)。將磷光體粒子懸浮於一基於電解質之溶液中。將複數個LED浸沒於該電介質溶液中。將來自一電源之一個電極耦合至該等LED，且將另一電極配置於該電解質溶液中。跨越該等電極自該電源施加偏壓，此致使電流通過該溶液到達該等LED。此形成一電場，該電場致使該等磷光體粒子被吸引至該等LED，從而用該轉換材料覆蓋該等LED。

在該等LED由該等磷光體粒子覆蓋之後，將其自該電解質溶液中移除，以使得該等LED及其磷光體粒子可由一保護性樹脂覆蓋。此將一額外步驟添加至該製程，且在施加環氧樹脂之前該等磷光體粒子可被干擾。在沈積製程期間，電解質溶液中之電場亦可變化，使得可跨越該等LED沈積不同濃度之磷光體粒子。另外，電介質溶液中之電場可根據粒子大小而優先作用，從而增加了沈積不同粒子大小之混合磷光體之難度。該等磷光體粒子亦可在該溶液中沈澱，此亦可導致跨越該等LED之不同之磷光體粒子濃度。可攪動該電解質溶液以防止沈澱，但此存在干擾已在該等LED上之粒子之危險。

用於LED之又另一塗佈方法使用類似於在一噴墨印刷設

備中之系統之系統來利用微滴沈積。自一印刷頭噴塗一液體含磷光體材料之微滴。含磷光體微滴回應於在該印刷頭中藉由一熱氣泡及/或藉由壓電晶體振動所產生之壓力而自該印刷頭上之一噴嘴噴射。然而，為控制來自噴墨印刷頭之含磷光體組合物之流動，印刷頭噴嘴可必需相對小。實際上，可期望設計磷光體粒子之大小及/或形狀以防止其被捕獲於噴嘴中及堵塞印刷頭。

LED用於大量應用中，包括(舉例而言)液晶顯示器之背光、指示器燈、汽車前燈、閃光燈、專業照明應用且甚至作為對一般照明及照射應用中之習用白熾及/或螢光照明之替代品。在諸多此等應用中，可能期望使用磷光體或其他發光體介質來提供產生具有特定性質之光之一照明源。亦可能期望將該等磷光體或其他發光體介質施加至此等照明源以使得其具有良好一致性及/或均勻度。

### 【發明內容】

根據本發明之某些實施例，提供形成發光裝置之方法，在該等方法中，加熱一固態照明源。接著將一發冷光溶液施加至該經加熱固態照明源以形成發光裝置。該發冷光溶液包括：一第一材料，其將該固態照明源所發射之輻射降頻轉換成具有在綠色色彩範圍中之一峰值波長之輻射且其具有延伸至青色色彩範圍中之一半高全寬發射頻寬；及至少一種額外材料，其將該固態照明源所發射之輻射降頻轉換成具有在另一色彩範圍中之一峰值波長之輻射。

在某些實施例中，當該固態照明源處於至少約90攝氏度

之一溫度時，可將該發冷光溶液施加至該固態照明源。在某些實施例中，該方法進一步涉及使該發冷光溶液固化以在該固態照明源上提供一受體發光體介質。該發冷光溶液可包括一黏結劑材料及/或一溶劑。該發冷光溶液之固化可使該溶劑中之至少一些溶劑蒸發。

在某些實施例中，該第一材料可係一第一磷光體，其將該固態照明源所發射之輻射降頻轉換成具有在525奈米與550奈米之間之一峰值波長之一輻射且其具有在500奈米以下延伸之一半高全寬發射頻寬。該至少一種額外材料可係一第二磷光體及一第三磷光體，其一起將該固態照明源所發射之輻射降頻轉換成具有至少一個大於580奈米之峰值波長之一輻射。在某些實施例中，該第二磷光體可將該固態照明源所發射之輻射降頻轉換成具有在530奈米與585奈米之間之一峰值波長之一輻射，且該第三磷光體可將該固態照明源所發射之輻射降頻轉換成具有在600奈米與660奈米之間之一峰值波長之一輻射。

在某些實施例中，該固態照明源可係發射具有在藍色色彩範圍中之一主波長之光之一發光二極體，且該發光裝置可發射具有在約2500K與4500K之間之一相關色溫且具有至少90之一CRI值之一暖白色光。該發冷光溶液可係懸浮於包括一揮發性溶劑及一黏結劑材料之一溶液中之波長轉換粒子。該揮發性溶劑可藉由該經加熱固態照明源中之熱能量蒸發。在其他實施例中，該發冷光溶液可係懸浮於包括一非揮發性溶劑及一黏結劑材料之一溶液中之波長轉換

粒子。在此等實施例中，該非揮發性溶劑及/或黏結劑可藉由該經加熱固態照明源中之熱能量固化。

在某些實施例中，該固態照明源可係具有一頂部表面及在該頂部表面上之一線接合墊之一經單個化發光二極體。一線可在加熱該經單個化發光二極體之前接合至該線接合墊。在其他實施例中，該固態照明源可係一發光二極體晶圓。可在將該發冷光溶液施加至此晶圓之後將該晶圓單個化成複數個發光二極體晶片。在某些實施例中，可藉由將一第一經霧化發冷光溶液之一層噴塗至該經加熱固態照明源上、接著使該第一經霧化發冷光溶液之該層固化且接著將一第二經霧化發冷光溶液之一層噴塗至該第一經霧化發冷光溶液之該經固化層上來將該發冷光溶液施加至該經加熱固態照明源。

在某些實施例中，該第一磷光體可係一第一基於鋁石榴石之磷光體，該第二磷光體可係一第二基於鋁石榴石之磷光體，且該第三磷光體可係一基於氮化物或氮氧化物之磷光體。在某些實施例中，該第一磷光體可係一鈾活化磷光體，該第二磷光體可係一鈾活化磷光體，且該第三磷光體可係一鎔活化磷光體。

根據本發明之其他實施例，提供包括發射具有在藍色色彩範圍中之一主波長之光之一發光二極體(「LED」)及經組態以降頻轉換該LED所發射之光中之至少某些光之一保形受體發光體介質之發光裝置。該受體發光體介質包括：至少一第一磷光體，其將該LED所發射之輻射降頻轉換成

具有在綠色色彩範圍中之一峰值波長之輻射；一第二磷光體，其將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有在一第二色彩範圍中之一峰值波長之輻射，該第二色彩範圍具有高於綠色色彩範圍之波長；第三磷光體，其將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有在第三色彩範圍中之一峰值波長之輻射，該第三色彩範圍具有高於綠色色彩範圍之波長；及一黏結劑材料，其在將該保形受體發光體介質層施加至該LED時藉由該LED中之熱能量固化。

在某些實施例中，該第一磷光體具有延伸至青色色彩範圍中之一半高全寬發射頻寬。該第二磷光體可將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有在黃色色彩範圍中之一峰值波長之輻射，且該第三磷光體可將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有在紅色色彩範圍中之一峰值波長之輻射。該受體發光體介質中所包括之磷光體及該LED可經組態以一起發射具有在約2500K與3300K之間之一相關色溫且具有至少90之一CRI之暖白色光。該第一磷光體可係一LuAG:Ce磷光體，且該LED之主波長係在約460奈米與470奈米之間。該保形受體發光體介質可包括直接在該LED上之一第一保形受體發光體介質層及在該第一保形受體發光體介質層上之一第二保形受體發光體介質層，其中該第一保形受體發光體介質層及該第二保形受體發光體介質層中之至少一者包括光漫射體粒子。根據本發明之各種實施例之發光裝置可經設計以提供具有一高演色性指數之一暖白色光。

根據本發明之另外其他實施例，提供經封裝發光裝置，

其包括一基台、安裝於該基台上之一LED及保形地塗佈於該LED上及該基台上之一受體發光體介質。此受體發光體介質包括：至少一第一材料，其將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有一第一峰值波長之輻射；一第二材料，其將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有一第二峰值波長之輻射；及一第三材料，其將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有一第三峰值波長之輻射。

在某些實施例中，該LED發射具有在藍色色彩範圍中之一主波長之光，且該第一材料將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有在綠色色彩範圍中之一峰值波長之輻射，該第一材料具有延伸至青色色彩範圍中之一半高全寬發射頻寬。該第二材料可將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有在黃色色彩範圍中之一峰值波長之輻射。該第三材料可將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有在紅色色彩範圍中之一峰值波長之輻射。在某些實施例中，經峰值發光裝置進一步包括包含安裝於該基台上之一額外LED。該額外LED可發射具有在(舉例而言)紅色色彩範圍或藍色色彩範圍中之一主波長之光。

根據本發明之另外其他實施例，提供經封裝發光裝置，其包括一基台、安裝於該基台上之一LED及保形地塗佈於該LED上及該基台上之一受體發光體介質。該接受發光介質可包括：一第一材料，其將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有在綠色色彩範圍中之一峰值波長之輻射，該第一材料具有延伸至青色色彩範圍中之一半高全寬發射頻寬；

及一第二材料，其將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有在一色彩範圍中之一第二峰值波長之輻射，該色彩範圍具有高於綠色色彩範圍之波長。

根據本發明之又額外實施例，提供經封裝LED，其包括一基台、安裝於該基台上之發射具有在藍色色彩範圍中之一主波長之光之至少兩個LED及經安裝以接受該至少兩個藍色LED所發射之光之一保形受體發光體介質。該保形接受發光介質可包括：一第一磷光體，其將該至少兩個藍色LED所發射之輻射降頻轉換成具有在綠色色彩範圍中之一峰值波長之輻射，該第一磷光體具有延伸至青色色彩範圍中之一半高全寬發射頻寬；及一第二磷光體，其將該至少兩個藍色LED所發射之輻射降頻轉換成具有在一第二色彩範圍中之一峰值波長之輻射，該第二色彩範圍具有高於綠色色彩範圍之波長。在某些實施例中，該第二磷光體可將該至少兩個藍色LED所發射之輻射降頻轉換成具有在黃色色彩範圍中之一峰值波長之輻射，且該保形受體發光體介質可進一步包括一第三磷光體，其將該至少兩個藍色LED所發射之輻射降頻轉換成具有在紅色色彩範圍中之一峰值波長之輻射。

根據本發明之額外實施例，提供其中將一LED安裝於一基台上之形成一經封裝LED之方法。製備一發冷光溶液，其包括：至少一第一材料，其將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有一第一峰值波長之輻射；一第二材料，其將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有一第二峰值波長之輻射。

射；及一第三材料，其將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有一第三峰值波長之輻射。接著將此發光溶液保形地塗佈至該LED上及塗佈於該基台上。

在某些實施例中，將該發冷光溶液噴塗至該LED上及噴塗於該基台上。在某些實施例中，加熱該LED以使得當將該發冷光溶液噴塗至該LED上時該LED處於至少約90攝氏度之一溫度。來自該經加熱LED之熱可使該發冷光溶液固化以在該LED上形成一保形受體發光體介質。

### 【實施方式】

下文將參照其中展示本發明之實施例之隨附圖式來更全面地闡述本發明。然而，本發明不應被視為限於本文中所陳述之實施例。而是，提供此等實施例以使得本發明全面及完整，且將本發明之範疇完全傳達給熟習此項技術者。在圖式中，為清楚起見，放大層及區之厚度。通篇中相同編號指代相同元件。如本文中所使用，術語「及/或」包括相關聯之所列物項中之一者或多者之任何及全部組合。

本文中所使用之術語僅用於闡述特定實施例之目的而並非意欲限制本發明。如本文中所使用，單數形式「一(a)」、「一(an)」及「該(the)」意欲包括複數形式，除非上下文另外明確指明。應進一步理解，當本說明書中使用術語「包含(comprise)」及/或「包括(including)」以及其派生詞時，其指定存在所述特徵、操作、元件及/或組件，但並不排除存在或添加一個或多個其他特徵、操作、元件、組件及/或其群組。

應理解，當稱一元件(諸如一層、區或基板)為「位於」或「延伸至」另一元件「上」時，其可直接位於或延伸至另一元件上，或亦可存在介入元件。相反，當稱一元件「直接位於」或「直接延伸至」另一元件「上」時，則不存在介入元件。亦應瞭解，當稱一元件「連接」或「耦合」至另一元件時，其可直接連接或耦合至另一元件，或者可存在介入元件。相反，當稱一元件「直接連接」或「直接耦合」至另一元件時，則不存在介入元件。

應理解，儘管本文中可使用第一、第二等術語來闡述各種元件、組件、區及/或層，但此等元件、組件、區及/或層不應受限於此等術語。使用此等術語僅用以區分一個元件、組件、區或層與另一元件、組件、區或層。因此，下文所論述之一第一元件、組件、區或層可稱為一第二元件、組件、區或層，而此並不背離本發明之教示。

此外，本文中可使用相對術語(例如，「下部」或「底部」及「上部」或「頂部」來闡述圖中所圖解說明之一個元件與另一元件之關係。應理解，除圖中所繪示之定向之外，相對術語意欲囊括裝置之不同定向。舉例而言，若翻轉圖中之裝置，則闡述為在其他元件之「下部」側上之元件將定向於該等其他元件之「上部」側上。例示性術語「下部」因此可囊括「下部」及「上部」之一定向兩者，此相依於圖之特定定向。

除非另有規定，否則本文中所使用之所有術語(包括技術及科學術語)具有與熟習此項技術者所通常理解之相同

含義。應進一步理解，應將術語(諸如常用字典中所定義之彼等術語)解釋為具有與其在本說明書之上下文及相關技術中之含義相一致之一含義，而不應以一理想化或過分形式化之意義來解釋，除非本文中明確規定如此。

本文係參照示意性圖解說明本發明之理想化實施例(及中間結構)之剖視圖解來闡述本發明之實施例。在該等圖式中，為清楚起見，可放大層及區之厚度。另外，預計圖解中之形狀會因(例如)製造技術及/或公差而變化。因此，本發明之實施例不應被視為僅限於本文中所圖解說明的區之特定形狀，而是欲包括因(舉例而言)製造而引起之形狀偏差。

如本文中所使用，術語「固態發光裝置」可包括一發光二極體、雷射二極體及/或其他半導體裝置，其包括一個或多個半導體層(其可包括矽、碳化矽、氮化鎵及/或其他半導體材料)、一可選基板(其可包括藍寶石、矽、碳化矽及/或其他微電子基板)及一個或多個接觸層(其可包括金屬及/或其他導電材料)。固態發光裝置之設計及製作為熟習此項技術者所習知。本文中所使用之表達「發光裝置」只受其係能夠發射光之一裝置之限制。

根據本發明之實施例之固態發光裝置可包括製作於碳化矽、藍寶石或氮化鎵基板上之基於III-V氮化物(例如，氮化鎵)之LED或層，諸如Cree, Inc. of Durham, N.C.製造及/或銷售之彼等裝置。此等LED及/或雷射器可以(或可不)經組態以操作而使得光發射沿所謂的「覆晶」定向穿過基板

而發生。根據本發明之實施例之固態發光裝置包括其中一陰極觸點在晶片之一個側上且一陽極觸點在晶片之一相對側上之垂直裝置及其中兩個觸點在裝置之同一側上之裝置兩者。本發明之某些實施例可使用固態發光裝置、裝置封裝、固定件、發冷光材料/元素、電力供應源、控制元件及/或方法，諸如在美國專利第 7,564,180、7,456,499、7,213,940、7,095,056、6,958,497、6,853,010、6,791,119、6,600,175、6,201,262、6,187,606、6,120,600、5,912,477、5,739,554、5,631,190、5,604,135、5,523,589、5,416,342、5,393,993、5,359,345、5,338,944、5,210,051、5,027,168、5,027,168、4,966,862、及/或 4,918,497 號以及美國專利申請公開案第 2009/0184616、2009/0080185、2009/0050908、2009/0050907、2008/0308825、2008/0198112、2008/0179611、2008/0173884、2008/0121921、2008/0012036、2007/0253209、2007/0223219、2007/0170447、2007/0158668、2007/0139923 及/或 2006/0221272 號中所闡述。

可見光可包括具有諸多不同波長之光。可參照二維色度圖來圖解說明可見光之表觀色彩，諸如圖 1 中所圖解說明之 1931 CIE 色度圖。色度圖提供用於將色彩定義為色彩之經加權和之一有用參考。

如圖 1 中所示，一 1931 CIE 色度圖上之色彩係由落在一大體 U 形區域內之 x 及 y 座標（即，色度座標或色彩點）界定。在該區域之外部上或附近之色彩係由具有一單個波長或一極小波長分佈之光組成之飽和色彩。該區域之內部上

之色彩係由不同波長之一混合物組成之飽和色彩。白色光(其可係諸多不同波長之一混合物)通常在該圖之中部附近(在圖1中標記為10之區中)找到。存在可被視為「白色」之諸多不同光色調，如區10之大小所證明。舉例而言，某些「白色」光(諸如，鈉蒸氣照明裝置產生之光)在色彩上可表現為帶黃色，而其他「白色」光(諸如，某些螢光照明裝置所產生之光)在色彩上可表現為帶藍色。

表現為綠色或包括一實質綠色分量之光描繪於白色區10上方之區11、12及13中，而白色區10下方之光通常表現為粉色、紫色或洋紅色。舉例而言，描繪於圖1之區14及15中之光通常表現為洋紅色(即，紅紫色或紫紅色)。

另外知道，來自兩個不同光源之光之二元組合可表現為具有不同於該兩個組成色彩中之任一者之一色彩。該經組合光之色彩相依於該兩個光源之波長之相對強度。舉例而言，一藍色源與一紅色源之一組合所發射之光對於一觀察者而言可表現為紫色或洋紅色。類似地，一藍色源與一黃色源之一組合所發射之光對於一觀察者而言可表現為白色。

圖1之曲線圖中之每一點稱作一光源之「色彩點」，其發射具有彼色彩之一光。如圖1中所示，存在稱作「黑體」軌跡16的之一色彩點軌跡，其對應於一黑體輻射器所發射之被加熱至各種溫度之光之色彩點之位置。黑體軌跡16亦稱作「普朗克」軌跡，乃因沿黑體軌跡定位之色度座標(亦即，色彩點)遵守普朗克之方程式： $E(\lambda)=A\lambda^{-5}/(e^{B/T}-1)$ ，

其中E係發射強度， $\lambda$ 係發射波長，T係黑體之色溫，且A及B係常數。位於黑體軌跡16上或附近之色彩座標產生對於一人類觀察者而言悅目之白色光。

隨著一經加熱物件變為白熾的，其首先帶紅色，接著帶黃色，接著係白色，且最後帶藍色，乃因與黑體輻射器之峰值輻射相關聯之波長隨著溫度增加而漸進地變得較短。此發生係由於與黑體輻射器之峰值輻射相關聯之波長隨著溫度增加而漸進地變得較短，此符合維恩位移定律(Wien Displacement Law)。因此可按照其相關色溫(CCT)來描述產生在黑體軌跡16上或附近之光之發光體。如本文中所使用，術語「白色光」係指被感知為白色、在一1931 CIE色度圖之黑體軌跡之7 MacAdam橢圓內且具有範圍自2000K至10,000K之一CCT之光。具有4000K之一CCT之白色光在色彩上可表現為帶黃色，而具有8000K或更大之一CCT之光在色彩上可表現為更帶藍色，且可稱作「冷」白色光。可使用「暖」白色光來描述具有在約約2500K與4500K之間之一CCT之白色光，其在色彩上更帶紅色或黃色。暖白色光通常係對於一人類觀察者而言悅目之一色彩。具有2500K至3300K之一CCT之暖白色光對於某些應用而言可係較佳的。

一光源準確地複製被照射物件中之色彩之能力通常使用演色性指數(「CRT」)來表徵-一光源之CRI係一照射系統之演色性與一參考黑體輻射器在照射八個參考色彩時之演色性相比之相對量測之一經修改平均值。因此，CRI係一

物件在由一特定燈照明時該物件之表面色彩之移位之一相對量測。若正由照射系統照射之一組測試色彩之色彩座標與正由黑體輻射器輻射之相同測試色彩之座標相同，則CRI等於100。日光通常具有接近100之一CRI，白熾燈泡具有約95之一CRI，螢光照明通常具有約70至85之一CRI，而單色光源具有實質零之一CRI。具有小於50之一CRI之用於一般照射應用之光源通常被視為不良的且通常僅用於其中經濟問題排除其他替代物之應用中。具有在70與80之間之一CRI值之光源應用於其中物件之色彩不重要之用於一般照射之應用中。對於某種一般內部照射，大於80之一CRI值係可接受的。具有在普朗克軌跡16之4 MacAdam步階橢圓內之色彩座標及超過85之一CRI值之一光源更適於一般照射用途。具有大於90之CRI值之光源提供較高色彩品質。

對於背光、一般照射及各種其他應用而言，通常期望提供產生具有一相對高CRI之白色光之一光源，以使得由照明源照射之物件可表現為具有對於人眼而言更自然之色彩。因此，此等照明源通常可包括固態照明裝置(包括紅色、綠色及藍色發光裝置)之一陣列。當同時致能紅色、綠色及藍色發光裝置時，所得經組合光可表現為白色或近乎白色，此相依於該等紅色、綠色及藍色源之相對強度。然而，即使係紅色、綠色及藍色發射器之一組合之光亦可具有一低CRI，尤其在該等發射器產生飽和光之情形下，乃因此光可缺少來自諸多可見波長之貢獻。

根據本發明之某些實施例，提供發射具有高CRI值之暖白色光之LED及其他固態發光裝置。根據本發明之實施例之固態照明裝置可發射具有超過90之CRI值之光且可具有在一1931 CIE色度圖上之黑體軌跡之7 MacAdam橢圓內且具有在約2500K與約4500K之間之一相關色溫之一色彩點。在其他實施例中，該等固態照明裝置可發射具有超過90之CRI值之光且可具有在該1931 CIE色度圖上之0.385與0.485 ccx及0.380與0.435 ccy之間之一色彩點且可具有在約2500K與約4500K之間之一相關色溫。在某些實施例中，相關色溫在約2500K與約3300K之間。與使用一相當LED且具有一相當色彩點之習用單晶粒LED相比，根據本發明之實施例之LED可達成此等高CRI值及具有一相對高光通量之暖白色光輸出，乃因此等習用LED通常具有較低CRI值或減小之光通量。

根據本發明之某些實施例之LED使用發光體介質來提供具有高CRI值之暖白色光。本文中，術語「發光體介質」係指包括一種或多種發冷光材料(諸如(例如)磷光體)之一介質。已知各種各樣之發冷光材料，其中例示性材料揭示於(舉例而言)美國專利第6,600,175號及美國專利申請公開案第2009/0184616號中。除磷光體之外，其他發冷光材料亦包括在藉由(例如，紫外)光照射時以可見光譜發輝光之閃爍體、日輝帶、奈米磷光體、量子點及油墨。例示性發光體介質包括包括塗佈於固態發光裝置上之發冷光材料之層及包括經配置以部分地或完全地覆蓋一個或多個固態發

光裝置之發冷光材料之透明囊封劑(例如，基於環氧樹脂或基於聚矽氧之可固化樹脂)。

當前，可購得包含發射具有在藍色色彩範圍中之一主波長之輻射(例如，具有465奈米之一主波長之輻射)之一LED的單晶粒固態照明裝置。一發光體介質被塗佈或放置於晶粒上方及/或周圍，或以其他方式經配置以接收LED所發射之藍色光(本文中，經配置以接收固態照明源(諸如一LED)所發射之光之一發光體介質稱作一「受體發光體介質」)。該受體發光體介質包含一囊封劑材料，諸如(例如)具有YAG:Ce磷光體粒子及懸浮於其中之 $(Ca_{1-x}Sr_x)SiAlN_3:Eu^{2+}$ 磷光體粒子之聚矽氧。該等YAG:Ce磷光體粒子將自LED接收之藍色光降頻轉換成黃色光，且該等 $(Ca_{1-x}Sr_x)SiAlN_3:Eu^{2+}$ 磷光體粒子將自LED接收之該藍色光降頻轉換成紅色光。圖2係圖解說明作為波長之一函數之由此一固態照明裝置發射之輻射之強度的一曲線圖。用以產生圖2之曲線圖之例示性裝置使用具有456奈米之一主波長之一藍色LED，且產生具有80.1之一CRI之一暖白色光。通過(或繞過)發光體介質而未被降頻轉換之來自藍色LED之光在456奈米處產生圖2之曲線A中之窄峰。由黃色及紅色磷光體降頻轉換之來自藍色LED之光在恰恰高於600奈米處產生圖2之曲線A中之寬峰。本文中，包括具有一黃色磷光體及一紅色磷光體之受體發光體介質之單晶粒固態照明裝置(諸如，用以產生圖2之曲線圖之裝置)稱作黃色/紅色磷光體裝置。

當前亦可購得包含發射具有在藍色色彩範圍中之一主波長之輻射之一LED之單晶粒固態照明裝置，其具有一受體發光體聚矽氧囊封材料，該材料包括將自該LED接收之藍色光降頻轉換成綠色光之磷光體粒子及將自該LED接收之藍色光降頻轉換成紅色光之磷光體粒子。此等裝置產生具有一顯著較高CRI值(諸如(例如)在84至94之間之一CRI)之一暖白色光。本文中，此等裝置稱作綠色/紅色磷光體裝置。然而，由於發射具有在綠色色彩範圍中之一峰值波長之光之磷光體可不如各種其他磷光體高效，因此綠色/紅色磷光體裝置可具有比一相當黃色/紅色磷光體裝置之光通量值顯著低(例如，25%至30%或更大)之光通量值。

為增加習用黃色/紅色磷光體裝置之CRI值，增加裝置中所包括之藍色LED之主波長。特定而言，圖3係圖解說明由三個不同黃色/紅色磷光體裝置發射之輻射之強度之一曲線圖，其中該三個裝置之間之唯一差異係其中所包括之藍色LED之主波長。

在圖3中，曲線A圖解說明具有具有456奈米之一主波長之一藍色LED之一固態發光裝置之輸出(曲線A與圖2之曲線圖中之曲線A相同)。曲線B圖解說明具有具有464奈米之一主波長之一藍色LED之一固態發光裝置的輸出，且曲線C圖解說明具有具有472奈米之一主波長之一藍色LED之一固態裝置的輸出。在用以產生曲線A至C之裝置中，使黃色磷光體比紅色磷光體之比率變化，以使得該等裝置中之每一者將產生具有在圖1中所圖解說明之1931 CIE色度圖

上之大致相同位置處之一色彩之一光。特定而言，隨著增加藍色LED所發射之光之主波長，改變黃色比紅色磷光體之比率以包括較多紅色磷光體及較少黃色磷光體。因此，用以產生曲線B之裝置之受體發光體介質比用以產生曲線A之裝置之受體發光體介質具有更高之一紅色比黃色磷光體比率，且用以產生曲線C之裝置之受體發光體介質比用以產生曲線B之裝置之受體發光體介質具有更高之一紅色比黃色磷光體比率。

對於曲線A至C中之每一者，y軸表示裝置之正規化光通量，其中每一波長之光通量圖示為彼特定曲線之峰值發射波長之光通量之一百分比。因此，圖3展示作為每一裝置之波長之一函數之光通量之相對強度，但未圖解說明三個裝置之間之相對光通量值。

如圖3之曲線A及B中所示，當藍色LED之主波長自456奈米(曲線A)增加至464奈米(曲線B)時，與包括456奈米藍色LED之裝置相比，青色色彩範圍(青色色彩範圍在本文中定義為具有在約480奈米與500奈米之間之一峰值波長之光)中之光通量之百分比增加。亦如圖3中所示，此改變將裝置之CRI自曲線A之裝置之80.1增加至曲線B之裝置之84.3。

如圖3之曲線C中所示，當藍色LED之主波長進一步增加至472奈米時，青色色彩範圍中之光通量之百分比進一步增加，乃因藍色LED之主波長現在恰恰在青色色彩範圍外部。因此，在用以產生圖3之曲線C之裝置之情形下，青色

範圍中之光通量約為由紅色與黃色磷光體之組合發射之光之峰值處之光通量之一半，而在用以產生曲線A之裝置之情形下，青色範圍中之光通量約為由紅色與黃色磷光體之組合發射之光之峰值處之光通量之僅10%至20%。如圖3中進一步所示，藉由進一步藍色LED之主波長移位至472奈米，裝置之CRI進一步增加至88.1。

雖然圖3之曲線C之裝置展現改良之CRI，但存在其中需要具有大於90之CRI值之單晶粒暖白色LED之應用。根據本發明之實施例，提供發射暖白色光且具有相對高CRI值(諸如(例如)可超過90之CRI值)之單晶粒固態發光裝置。

在某些實施例中，此等固態發光裝置包含一藍色LED，其包括其中包括有第一、第二及第三磷光體之一受體發光體介質。該第一磷光體可將自該藍色LED接收之光降頻轉換成具有在綠色色彩範圍中之一峰值波長之光。此磷光體可具有一充分寬廣之FWHM頻寬，以使得其FWHM發射光譜落至青色色彩範圍之至少一部分中。在某些實施例中，此第一磷光體可包含一LuAG:Ce磷光體(亦即，摻雜鈰之LuAG)。LuAG:Ce磷光體可具有在535與545奈米之間之一峰值發射波長及在約110至115奈米之間之一FWHM頻寬。因此，LuAG:Ce磷光體之FWHM頻寬可貫穿整個青色色彩範圍而延伸。該第二磷光體可將自該藍色LED接收之光降頻轉換成具有在黃色色彩範圍中之一峰值波長之光。在某些實施例中，此第二磷光體可包含一YAG:Ce磷光體。該第三磷光體可將自該藍色LED接收之光降頻轉換長具有在

紅色色彩範圍中之一峰值波長之光。在某些實施例中，此第三磷光體可包含一 $(\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{SiAlN}_3:\text{Eu}^{2+}$ 磷光體。

在某些實施例中，該LuAG:Ce磷光體及該YAG:Ce可以包括鑷、鈮、鋁及氧之一單個摻雜鈣之結構一起生長。舉例而言，該LuAG:Ce磷光體及該YAG:Ce可一起實施為一 $\text{Lu}_{1-x}\text{Y}_x\text{Al}_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 材料。此一材料將充當像一LuAG:Ce磷光體一樣發射光之一第一磷光體及像一YAG:Ce磷光體一樣發射光之一第二磷光體兩者(其將提供具有在該LuAG:Ce磷光體之峰值波長與該YAG:Ce磷光體之峰值波長之間之一峰值之一經組合光譜)。因此，應瞭解，該第一及第二磷光體可包含兩種單獨的磷光體、混合在一起之兩種單獨的磷光體及/或其中兩種磷光體以同一結構一起生長之一組合物。

亦應瞭解，根據本發明之某些實施例，該第一磷光體可包含一第一基於鋁石榴石之磷光體，該第二磷光體可包含一第二基於鋁石榴石之磷光體，且該第三磷光體包含一基於氮化物或氮氧化物之磷光體。在此等實施例中之某些實施例中，該第一磷光體可發射在綠色色彩範圍中之光且該第二磷光體可發射在黃色色彩範圍中之光。在某些實施例中，該第一磷光體可包含一LuAG:Ce磷光體或可包含任何其他基於鋁石榴石之磷光體，且該第二磷光體可包含一YAG:Ce或可包含任何其他基於鋁石榴石之磷光體。該第三磷光體可包含任何合適的基於氮化物或氮氧化物之磷光體，且並不限於基於基於鈣及鋇之氮化物或氮氧化物之磷

光體。應理解，第一及第二基於鋁石榴石之磷光體之使用在特定實施方案中可具有某些優點，乃因當該兩種基於鋁石榴石之磷光體(舉例來說)在一黏結劑中混合在一起時其可具有良好之相容性，且因基於鋁石榴石之磷光體可展現良好之穩定性且具有供用於發光體介質中之其他合意特徵。

圖4係圖解說明作為波長之一函數之由根據本發明之實施例之三個不同固態照明裝置發射之輻射之強度之一曲線圖。在圖4中，所有固態裝置使用具有464奈米之一主波長之一藍色LED。在用以產生曲線D之裝置中，發光裝置係包括具有一黃色磷光體(YAG:Ce)及一紅色磷光體 $((Ca_{1-x}Sr_x)SiAlN_3:Eu^{2+})$ 之一受體發光體介質之一黃色/紅色磷光體裝置；在用以產生曲線E之裝置中，該LED包括具有一綠色磷光體(LuAG:Ce)、一黃色磷光體(YAG:Ce)及一紅色磷光體 $((Ca_{1-x}Sr_x)SiAlN_3:Eu^{2+})$ 之一受體發光體介質(在本文中係「一綠色/黃色/紅色磷光體裝置」)；其在用以產生曲線F之裝置中，該LED包括具有一綠色磷光體(LuAG:Ce)及一紅色磷光體 $((Ca_{1-x}Sr_x)SiAlN_3:Eu^{2+})$ 之一受體發光體介質(在本文中係「一綠色/紅色磷光體裝置」)。

如曲線D中所示，該黃色/紅色磷光體裝置展現86.6之一CRI值。此裝置類似於用以產生圖2之曲線B之裝置，但展現改良之CRI，乃因其具有在圖1之1931 CIE色度圖上之一不同位置處之一色彩點。然而，該裝置仍具有在青色色彩範圍中之光通量之一相對低百分比，且不能達成大於90之

— CRI。

相比而言，曲線E及F兩者之裝置皆達成大於90之CRI值。特定而言，用以產生曲線E之該綠色/黃色/紅色磷光體裝置達成90.6之一CRI值，且用以產生曲線F之該綠色/紅色磷光體裝置達成91.4之一CRI值。在每一情形中，此等裝置具有其在青色色彩範圍中之光通量之一增加之百分比，此歸因於包括具有在青色色彩範圍中之顯著發射之綠色磷光體。曲線F亦展示用以產生曲線F之裝置中之任何黃色磷光體之省略將光譜中之主峰(亦即，在600與700奈米之間之峰值)向右(亦即，向更高波長)移位。在用以產生曲線D至F之裝置中，在此使黃色磷光體比紅色磷光體之比率變化以使得該等裝置中之每一者將產生具有在圖1中所圖解說明之1931 CIE色度圖上之大致相同位置處之一色彩之一光。此藉由增加包括綠色磷光體之裝置中之紅色磷光體之百分比來實現。

可自圖4看到，在用以產生曲線E及F之固態發光裝置中，在發光體介質中包括一綠色磷光體可有助於「填充」可存在於習用黃色/紅色磷光體裝置所發射之光中之青色色彩範圍中之某光譜間隙。因此，根據本發明之實施例之發光裝置可展現高CRI值。

圖5A及圖5B提供展示在發光體介質中包括一綠色磷光體以提供一綠色/黃色/紅色磷光體裝置與一習用黃色/紅色磷光體裝置相比如何影響一裝置之效能之額外資料。特定而言，圖5A圖解說明落在兩個不同暖白色方格內之根據本

發明之實施例之複數個綠色/黃色/紅色磷光體裝置之中位CRI(一色彩方格係指在1931 CIE色度圖上之一區)與落在相同兩個暖白色方格內之複數個習用黃色/紅色磷光體裝置之中位CRI相比較。如圖5A中所示，在第一色彩方格中，綠色磷光體之添加將CRI平均增加5%(自85至90)，而在第二色彩方格中，綠色磷光體之添加將CRI平均增加7%(自83至90)。因此，綠色磷光體之添加產生CRI之6%之一平均增加。

圖5B圖解說明用以產生圖5A之裝置之中位光通量(以流明為單位)。如圖5B中所示，落在第一暖白色方格內之綠色/黃色/紅色磷光體裝置之光通量比落在相同色彩方格內之黃色/紅色磷光體裝置之中位光通量小10%。關於第二色彩方格，綠色磷光體之添加將光通量平均降低14%。因此，綠色磷光體之添加產生光通量之約12%之一平均降低。光通量之此降低顯著小於習用綠色/紅色磷光體裝置所展現之光通量降低，其可係25%至30%或更大。

圖6A及圖6B圖解說明在黃色/紅色磷光體裝置及根據本發明之實施例之綠色/黃色/紅色磷光體裝置兩者上之藍色LED之主波長之效應。特定而言，圖6A之圖表圖解說明複數個黃色/紅色磷光體裝置在藍色LED之三個主波長(458、462及466奈米)中之每一者處之經量測CRI，以及複數個綠色/黃色/紅色磷光體裝置在藍色LED之七個主波長(455、457、462、464、470、471及474奈米)中之每一者處之經量測CRI。圖6B以繪圖方式圖解說明來自圖6A之圖表之資

料，且提供一曲線擬合以更好地圖解說明該等黃色/紅色磷光體裝置(曲線G)及該等綠色/黃色/紅色磷光體裝置(曲線H)之CRI值如何作為藍色LED之主波長之一函數而變化。

如圖6B中所示，該等綠色/黃色/紅色磷光體裝置通常在相同波長處比該等黃色/紅色磷光體裝置提供更高之一CRI值。此外，該等綠色/黃色/紅色磷光體裝置所展現之該等CRI值比該等黃色/紅色磷光體裝置所展現之該等CRI值更慢地遠離峰值而下降。因此，根據本發明之實施例之固態照明裝置可提供較高CRI值，且亦可在裝置中所包括之藍色LED之一較寬廣主波長範圍上展現可接受之CRI效能。

圖7A及圖7B係進一步圖解說明根據本發明之實施例製成之綠色/黃色/紅色磷光體裝置與習用黃色/紅色磷光體裝置相比在作為裝置中所包括之藍色LED之主波長之一函數之CRI及光通量上之差異。圖7A圖解說明各個裝置之作為該藍色LED之主波長之一函數之中位CRI值，而圖7B圖解說明該等綠色/黃色/紅色磷光體裝置之作為具有具有相同主波長之藍色LED之黃色/紅色磷光體裝置之光通量之一百分比之光通量。

特定而言，圖7A中之曲線I圖解說明該等綠色/黃色/紅色磷光體裝置之CRI，而曲線J圖解說明該等習用黃色/紅色磷光體裝置之CRI。如自圖7A明瞭，該等綠色/黃色/紅色磷光體裝置針對具有小於471奈米之一主波長之藍色LED提供較高CRI值。在約464奈米之一波長處提供峰值CRI，

其中CRI值比習用黃色/紅色磷光體裝置之CRI值高5.1%。在小於464奈米之主波長處CRI值之改良較高(亦即，在456奈米處之一7.8%之改良)。圖7A進一步包括標記為曲線K之一單個資料點，其圖解說明使用具有464奈米之一主波長之一藍色LED之一綠色/紅色磷光體裝置之經量測CRI值。如圖7A中所示，此裝置展現一甚至更高之近乎92之CRI值，其比具有具有464奈米之一主波長之一藍色LED之黃色/紅色磷光體裝置之CRI值大7.1%。

現在翻至圖7B，曲線L圖解說明數個習用黃色/紅色磷光體裝置之光通量(以流明為單位)。所有此等光通量值已正規化成0。曲線M圖解說明數個綠色/黃色/紅色磷光體裝置之光通量(以流明為單位)，其中光通量值圖示為自具有處於相同主波長之一藍色LED之黃色/紅色磷光體裝置之光通量值之百分比改變。如圖7A中所示，與該等黃色/紅色磷光體裝置相比，該等綠色/黃色/紅色磷光體裝置提供降低之光通量。藍色LED之主波長越低，光通量降低越大(亦即，對於具有472奈米之一主波長之一藍色LED而言，與一相當黃色/紅色磷光體裝置相比之光通量降低係8.2%，而對於具有456奈米之一主波長之一藍色LED而言，與一相當黃色/紅色磷光體裝置相比之光通量降低係12.5%)。圖7B進一步包括標記為曲線N之一單個資料點，其圖解說明使用具有464奈米之一主波長之一藍色LED之一綠色/紅色磷光體裝置之經正規化光通量。如圖7B中所示，與習用黃色/紅色磷光體裝置相比，此裝置展現31.3%之一顯著光

通量損失。因此，雖然與習用黃色/紅色磷光體裝置相比根據本發明之實施例之綠色/黃色/紅色磷光體裝置的確展現一光通量損失，但此損失僅約為8%至12%，而任一習用綠色/紅色磷光體裝置及曲線N之綠色/紅色磷光體裝置所展現之比較性光通量損失約高兩倍或多倍。

如上所述，在某些實施例中，受體發光體介質可包括：發射具有在535奈米與545奈米之間之一峰值頻率及110至115奈米之一FWHM之光之一LuAG:Ce磷光體，其主要在綠色色彩範圍中；發射具有在545奈米與565奈米之間之一峰值頻率及115至120奈米之一FWHM之光之一YAG:Ce磷光體，其主要在黃色色彩範圍中；及發射具有在630奈米與650奈米之間之一峰值頻率及85至95奈米之一FWHM之光之一 $(Ca_{1-x}Sr_x)SiAlN_3:Eu^{2+}$ 磷光體，其主要在紅色色彩範圍中。在某些實施例中，LuAG:Ce磷光體比YAG:Ce磷光體之比率可在約3比1及1比3重量比之間。在一更具體實施例中，LuAG:Ce磷光體比YAG:Ce磷光體之比率可在約1.5比1及1比1.5重量比之間。在某些實施例中，LuAG:Ce磷光體與YAG:Ce磷光體之組合比紅色磷光體之比率可在約1比1及9比1重量比之間。

在本發明之某些實施例中，提供包括一固態照明源(諸如(例如)一藍色或紫外LED)及用於降頻轉換該固態照明源所發射之輻射中之至少某些輻射之一受體發光體介質之發光裝置。該發光體介質可包括：一材料，諸如將該固態照明源所發射之輻射降頻轉換成具有在綠色色彩範圍中之一

峰值波長之輻射之一第一磷光體，該第一磷光體具有延伸至青色色彩範圍中之一FWHM頻寬；及一種或多種額外材料，其將該固態照明源所發射之輻射降頻轉換成具有在另一色彩範圍中之一峰值波長之輻射。

在某些實施例中，該第一磷光體可將該固態照明源所發射之輻射降頻轉換成具有在525奈米與550奈米之間之一峰值波長之一輻射且具有在500奈米以下延伸之一FWHM發射頻寬。在某些實施例中，該一種或多種額外材料可係將該固態照明源所發射之輻射一起降頻轉換成具有大於580奈米之一峰值波長之輻射之第二及第三磷光體。在某些實施例中，該第二磷光體可將該固態照明源所發射之輻射降頻轉換成具有在黃色色彩範圍中之一峰值波長之輻射，且該第三磷光體可將該固態照明源所發射之輻射降頻轉換成具有在紅色色彩範圍中之一峰值波長之輻射。該第一磷光體可係一LuAG:Ce磷光體，該第二磷光體可係一YAG:Ce磷光體，且該第三磷光體可係一 $(Ca_{1-x}Sr_x)SiAlN_3:Eu^{2+}$ 磷光體。此一發光裝置可發射具有在約2500K與4500K之間之一相關色溫、至少90之一CRI值及在一1931 CIE色度圖上之黑體軌跡之7 MacAdam橢圓內之一色彩點之一暖白色光。在某些實施例中，該相關色溫可在約2500K與3300K之間。

在本發明之其他實施例中，提供包括發射具有在藍色色彩範圍中之一主波長之光之一LED及經組態以降頻轉換該LED所發射之光中之至少某些光之一受體發光體介質之發

光裝置。該受體發光體介質可包括：一第一磷光體，其將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有在綠色色彩範圍中之一峰值波長之輻射；一第二磷光體，其將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有在一第二色彩範圍中之一峰值波長之輻射，該第二色彩範圍具有高於綠色色彩範圍之波長；及一第三磷光體，其將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有在一第三色彩範圍中之一峰值波長之輻射，該第三色彩範圍具有高於綠色色彩範圍之波長。該第一磷光體可具有延伸至青色色彩範圍中之一FWHM發射頻寬。

在某些實施例中，該受體發光體介質中所包括之磷光體及該LED經組態以便一起發射具有在約2500K與4500K之間(或甚至在約2500K與3300K之間)之一相關色溫及/或具有至少90之一CRI之暖白色光。在某些實施例中，該第二磷光體將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有在黃色色彩範圍中之一峰值波長之輻射，且該第三磷光體將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有在紅色色彩範圍中之一峰值波長之輻射。該第一磷光體可包含一LuAG:Ce磷光體，該第二磷光體包含一YAG:Ce磷光體，且該第三磷光體包含一 $(Ca_{1-x}Sr_x)SiAlN_3:Eu^{2+}$ 磷光體。

在另外其他實施例中，提供包括發射具有在藍色色彩範圍中之一主波長之光之一LED及經組態以降頻轉換該LED所發射之光中之至少某些光之一受體發光體介質之發光裝置。該受體發光體介質包括：一第一材料，其將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有在綠色色彩範圍中之一峰值波

長之輻射；及一第二材料，其將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有在一第二色彩範圍中之一峰值波長之輻射，該第二色彩範圍具有高於綠色色彩範圍之波長。該發光裝置所發射之光譜在可見光譜中具有兩個不同峰值，包括在藍色色彩範圍中之一第一峰值、處於長於與綠色色彩範圍相關聯之波長之波長之一第二峰值。

在某些實施例中，該第一材料可係將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有在綠色色彩範圍中之一峰值波長之輻射且其具有延伸到青色色彩範圍中之一FWHM發射頻帶之一第一磷光體，諸如(例如)一LuAG:Ce磷光體，且該第二材料可係將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有在黃色色彩範圍中之一峰值波長之一輻射之一第二磷光體(諸如(例如)一YAG:Ce磷光體)及將該LED所發射之輻射降頻轉換成具有在紅色色彩範圍中之一峰值波長之一輻射之一第三磷光體(諸如(例如) $(Ca_{1-x}Sr_x)SiAlN_3:Eu^{2+}$ 磷光體)。該LED可發射具有在約2500K與4500K之間(或甚至在約2500K與3300K之間)之一相關色溫及至少90之一CRI值。

在某些實施例中，該LED(或其他固態發光裝置)可發射具有在約430奈米至470奈米之間之一主頻率之光。該第一磷光體可發射具有在約525奈米至545奈米之間之一峰值頻率之光。該第二磷光體可發射具有在約545奈米至585奈米之間之一峰值頻率之光。該第三磷光體可發射具有在約600奈米至650奈米之間之一峰值頻率之光。

該等綠色、黃色及紅色磷光體之磷光體粒子在直徑上範

圍可自約1微米至約30微米(術語直徑係寬鬆地使用，乃因該等粒子將未必具有一球形形狀)，其中約一半粒子在直徑上係在自約4微米至約20微米之間。在某些實施例中，該等綠色、黃色及紅色磷光體之至少一半粒子可具有在2微米與20微米之間之範圍中之一大小(直徑)。

現在將參照圖8A至圖8D闡述包括根據本發明之實施例之一發光體介質之一固態發光裝置30。固態發光裝置30包含一經封裝LED。特定而言，圖8A係其上不具有一透鏡之固態發光裝置30之一透視圖。圖8B係自相反側觀看裝置30之一透視圖。圖8C係其中一透鏡覆蓋LED晶片之裝置30之一側視圖。圖8D係裝置30之一仰視透視圖。

如圖8A中所示，固態發光裝置30包括一基板/基台(「基台」)32，其上安裝有一單個LED晶片或「晶粒」34。基台32可由諸多不同材料(諸如(例如)氧化鋁、氮化鋁、有機絕緣體、一印刷電路板(PCB)、藍寶石或矽)形成。LED 34可具有以不同方式配置之諸多不同半導體層。LED結構及其製作及操作在此項技術中通常係已知的且因此本文中僅予以簡要論述。LED 34之層可使用已知製程(諸如(例如)金屬有機化學氣相沈積(MOCVD))來製作。LED 34之層可包括夾於第一與第二經相反摻雜磊晶層之間之至少一個作用層/區，所有該等層相繼形成於一生長基板上。通常，諸多LED形成於一生長基板(諸如(例如)一藍寶石、碳化矽、氮化鋁(A1N)或氮化鎵(GaN)基板)上以提供一經生長半導體晶圓，且可接著將此晶圓單個化成個別LED晶粒，其安

裝於一封裝中以提供個別經封裝LED。該生長基板可保留作為最終經單個化LED之一部分，或另一選擇係，可完全地或部分地移除該生長基板。在其中該生長基板保留之實施例中，其可經成形及/或紋理化以增強光提取。

亦應理解，LED 34中亦可包括額外層及元件，包括但不限於緩衝、成核、接觸及電流擴散層以及光提取層及元件。亦應理解，經相反摻雜層可包含多個層及次層以及超級晶格結構及夾層。作用區可包含(舉例而言)一單量子井(SQW)、多量子井(MQW)、雙異質結構及/或超級晶格結構。作用區及經摻雜層可由不同材料系統製作，包括(舉例而言)基於III族氮化物(諸如GaN、氮化鋁鎵(AlGaN)、氮化銦鎵(InGaN)及/或氮化鋁銦鎵(AlInGaN))之材料系統。在某些實施例中，該等經摻雜層係GaN及/或AlGaN層，且該作用區係一InGaN層。

LED 34可係發射具有在約380 nm至約475 nm之一範圍中之一主波長之輻射之一紫外、藍紫色或藍色LED。

LED 34可包括其頂部表面上之一導電電流擴散結構36以及在其頂部表面處可接近用於線接合之一個或多個觸點38。擴散結構36及觸點38兩者可由一導電材料(諸如Au、Cu、Ni、In、Al、Ag或其組合)、傳導氧化物及透明傳導氧化物製成。電流擴散結構36可包含在LED 34上配置成一圖案之導電指狀物37，其中該等指狀物間隔開以增強自觸點38擴散至LED 34之頂部表面中之電流。在操作中，經由如下文所闡述之一線接合將一電信號施加至觸點38，且該

電信號經由電流擴散結構36之指狀物37而擴散至LED 34中。電流擴散結構通常用於其中頂部表面係p型之LED中，但亦可用於n型材料。

LED 34可塗佈有根據本發明之實施例之一發光體介質39。如上文所論述，此受體發光體介質39可包括多種磷光體(或其他發冷光材料)，其吸收LED光中之至少某些光且發射一不同波長之光以使得該LED發射來自該LED及該等磷光體之光之一組合。在某些實施例中，受體發光體介質39包括混合於其中(一起及/或在單獨的層中)之一綠色磷光體之粒子、一黃色磷光體之粒子及一紅色磷光體之粒子。應理解，受體發光體介質39可包含本發明中所論述之受體發光體介質中之任一者。

受體發光體介質39可使用諸多不同方法塗佈於LED 34上，其中合適的方法闡述於兩者標題皆為 *Wafer Level Phosphor Coating Method and Devices Fabricated Utilizing Method* 之美國專利申請案第11/656,759及11/899,790號中。另一選擇係，受體發光體介質39可使用其他方法(諸如一電泳沈積(EPD))塗佈於LED 34上，其中一合適的EPD方法闡述於標題為 *Close Loop Electrophoretic Deposition of Semiconductor Devices* 之美國專利申請案第11/473,089號中。下文闡述將受體發光體介質39塗佈或以其他方式施加至LED 34上之數種例示性方法。

一光學元件或透鏡70(參見圖8C至圖8D)在LED 34上方形成於基台32之頂部表面40上，以提供環境及/或機械保護

兩者。透鏡70可使用不同模製技術來模製，諸如標題為 *Light Emitting Diode Package and Method for Fabricating Same* 之美國專利申請案第11/982,275號中所闡述之彼等技術。透鏡70可係諸多不同形狀，諸如(例如)半球形。諸多不同材料可用於透鏡70，諸如聚矽氧、塑膠、環氧樹脂或玻璃。透鏡70亦可經紋理化以改良光提取。在某些實施例中，替代將一發光體介質39直接塗佈至LED晶片34上及/或除將一發光體介質39直接塗佈至LED晶片34上之外，透鏡70可包含受體發光體介質39及/或可用以在LED 34上方將一發光體介質39固持在合適位置。

固態發光裝置30可包含具有不同大小或佔用面積之一LED封裝。在某些實施例中，LED晶片34之表面區域可覆蓋基台32之表面區域之大於10%或甚至15%。在某些實施例中，LED晶片34之寬度W比透鏡70之直徑D(或寬度D，針對方形透鏡)之比率可大於0.5。舉例而言，在某些實施例中，固態發光裝置30可包含具有為大約 $3.45 \text{ mm}^2$ 之一基台32之一LED封裝及具有為大約2.55 mm之一最大直徑之一半球形透鏡。該LED封裝可經配置以固持為大約 $1.4 \text{ mm}^2$ 之一LED晶片。在此實施例中，LED晶片34之表面面積覆蓋基台32之表面區域之大於16%。

基台32之頂部表面40可具有經圖案化導電特徵，其可包括具有一晶粒附接墊42與一組成第一接觸墊44。基台32之頂部表面40上亦包括一第二接觸墊46，其中LED 34大致安裝於附接墊42之中心處。附接墊42以及第一及第二接觸墊

44、46可包含金屬或其他導電材料，諸如(例如)銅。銅墊42、44、46可鍍敷至一銅種層上，該銅種層又形成於一鈦黏合層上。墊42、44、46可使用標準微影製程來圖案化。此等經圖案化導電特徵使用已知接觸方法提供用於電連接至LED 34之導電路徑。LED 34可使用已知方法及材料安裝至附接墊42。

第二接觸墊46與附接墊42之間包括一間隙48(參見圖8A)，其向下到達基台32之表面。經由第二墊46及第一墊44將一電信號施加至LED 34，其中第一墊44上之電信號經由附接墊42直接傳遞至LED 34且來自第二墊46之信號經由線接合傳遞至LED 34中。間隙48提供第二墊46與附接墊42之間之電隔離以防止施加至LED 34之信號之短路。

參照圖8C及圖8D，可藉由經由第一及第二表面安裝墊50、52提供與第一及第二接觸墊44、46之外部電接觸來將一電信號施加至封裝30，第一及第二表面安裝墊50、52係形成於基台32之背部表面54上以分別與第一及第二接觸墊44、46至少部分地對準。導電通孔56在第一安裝墊50與第一接觸墊44之間穿過基台32而形成，以使得將施加至第一安裝墊50之一信號傳導至第一接觸墊44。類似地，導電通孔56在第二安裝墊52與第二接觸墊46之間形成以在兩者之間傳導一電信號。第一及第二安裝墊50、52允許LED封裝30之表面安裝，其中欲施加至LED 34之電信號跨越第一及第二安裝墊50、52而施加。

墊42、44、46提供延伸之導熱路徑以傳導熱離開LED

34。附接墊42比LED 34覆蓋更多之基台32之表面，其中附接墊自LED 34之邊緣朝向基台32之邊緣延伸。接觸墊44、46亦覆蓋通孔56與基台32之邊緣之間之基台32之表面。藉由延伸墊42、44、46，可改良自LED 34之熱擴散，此可改良LED之操作壽命及/或允許較高操作功率。

LED封裝30進一步包含在基台32之背部表面54上之在第一與第二安裝墊50、52之間之一經金屬化區域66。該經金屬化區域66可由一導熱材料製成且可與LED 34至少部分地垂直對準。在某些實施例中，該經金屬化區域66不與基台32之頂部表面上之元件或基台32之背部表面上之第一及第二安裝墊50、52電接觸。儘管來自LED之熱藉由附接墊42及墊44、46在基台32之頂部表面40上方擴散，但更多的熱將傳遞至直接在LED 34下方及周圍之基台32中。該經金屬化區域66可藉由允許此熱擴散至其在彼處可更容易地消散之該經金屬化區域66中而輔助此消散。該熱亦可穿過通孔56自基台32之頂部表面40傳導，其中該熱可擴散至其在彼處亦可消散之第一及第二安裝墊50、52中。

圖9A至圖9D圖解說明包括根據本發明之實施例之多個LED晶片及一個或多個受體發光體介質之一經封裝發光裝置100。圖9A係該經封裝發光裝置100之一透視圖。圖9B係該經封裝發光裝置100之一平面圖。圖9C係該經封裝發光裝置100之一側視圖。圖9D係該經封裝發光裝置100之一仰視圖。雖然由於圖9A至圖9C中之某些元件係在各種其他實施例中可省略或以不同方式定位之元件因此使用點線

展示此等元件，但應瞭解，可替代地藉由實線展示此等元件。應瞭解，圖9A至圖9C中之藉由實線繪製之各種元件亦可省略或重新定位。

如圖9A中所示，該經封裝發光裝置100包括四個LED晶粒104，其安裝於一共同基板或基台102上。基台102及LED 104可係(舉例而言)上文關於圖8A至圖8D所論述之基台及LED中之任一者。在某些實施例中，LED 104可各自係(舉例而言)發射具有在約380 nm至約475 nm之一範圍中之一主波長之輻射之一紫外、藍紫色或藍色LED。在其他實施例中，至少一個該等LED 104可係發射具有在約380 nm至約475 nm之一範圍中之一主波長之輻射之一紫外、藍紫色或藍色LED，同時LED 104中之至少一個其他LED 104可係發射具有高於550 nm之一主波長之輻射之一LED。舉例而言，在某些實施例中，LED 104可包括發射具有在藍色色彩範圍中之一主波長之輻射之一個或多個LED及發射具有在紅色色彩範圍中之一主波長之輻射之至少一個或多個LED 104。

在某些實施例中，LED 104中之每一者可塗佈有根據本發明之實施例之一受體發光體介質(未展示)。如上文所論述，此受體發光體介質可包括多種磷光體(或其他發冷光材料)，其吸收LED光中之至少某些光且發射一不同波長之光以使得該LED發射來自該LED及該等磷光體之光之一組合。在某些實施例中，該受體發光體介質包括混合於其中(一起及/或在單獨的層中)之一綠色磷光體之粒子、一黃色

磷光體之粒子及一紅色磷光體之粒子。應理解，該受體發光體介質可包含本發明中所論述之受體發光體介質中之任一者。

該受體發光體介質可以任一合適方式施加至LED 104，包括(舉例來說)藉由使用上文參考之美國專利申請案第11/656,759、11/899,790或11/473,089號中所闡述之塗佈方法來塗佈LED 104自其生長之晶圓，或藉由下文所闡述之在晶圓級或晶粒級將一受體發光體介質塗佈或以其他方式施加至一LED上之例示性方法中之任一者。如下文所闡述，該受體發光體介質可替代地沈積至及/或構建至經封裝發光裝置100之一透鏡110中，或可提供於透鏡110與LED 104之間。下文將論述用於將該受體發光體介質提供於一透鏡(諸如透鏡110)上或附近處之例示性技術。

經封裝發光裝置100中之每一LED 104可包括在其頂部表面上之一導電電流擴散結構106，諸如上文關於發光裝置30以及可在其頂部表面處接近用於線接合之一個或多個觸點108所論述之電流擴散結構36。一光學元件或透鏡110在四個LED 104上方形成於基台102之頂部表面上，以提供環境及/或機械保護。透鏡110可係任一合適透鏡，包括上文關於圖8A至圖8D之發光裝置30所論述之透鏡70中之任一者。在某些實施例中，替代將受體發光體介質直接提供於LED晶片104中之每一者上及/或除將受體發光體介質直接提供於LED晶片104中之每一者上之外，可將一受體發光體介質沈積於透鏡110上及/或包括於透鏡110內，或透鏡

110可用以在LED 104上方將此一受體發光體介質固持在合適位置。

雖然圖9A至圖9C圖解說明附接至每一LED 104之頂部側之兩個線接合，但應瞭解可使用更多或更少之線接合。在所繪示之實施例中，兩個線接合附接至每一LED 104，其可包含通往該LED之一n型層之兩個觸點、通往該LED之一p型層之兩個觸點或通往該LED之一n型層之一個觸點及通往該LED之一p型層之一個觸點。可在每一LED 104之底部側上提供額外觸點。舉例而言，若附接至圖9A至圖9C之發光裝置100中之LED 104中之一特定一者之兩個線接合包含附接至LED 104之一n型層上之接觸墊之線接合，則可在LED 104之底部側上提供一個或多個額外觸點(其可係(舉例而言)接觸墊)，以提供通往發光裝置104之p側層之一外部觸點。

亦應瞭解，可提供可用以串聯、並聯或以其一組合來電連接LED 104之額外線接合或其他接觸結構。兩個此等線接合109展示於圖9A至圖9B中。

基台102之頂部表面可具有可包括LED 104可安裝於其上之晶粒附接墊112之經圖案化導電特徵。可使用已知線接合及接觸方法(諸如(例如)上文關於圖8A至圖8B之發光裝置30所論述之彼等方法)及/或經由至晶粒附接墊112之電連接來完成至LED 104中之每一者之電接觸。包括晶粒附接墊112之經圖案化導電特徵可具有反射上部表面。根據本發明之實施例之受體發光體介質在某些實施例中可塗佈至

此等經圖案化導電特徵上或以其他方式沈積於此等經圖案化導電特徵上，且可藉此用以進一步降頻轉換LED 104所發射之撞擊於此等反射表面上之光。

經封裝發光裝置100之底部側(圖9D)可大致相同於經封裝發光裝置30之底部側(雖然可能較大)，且因此本文中將省略其進一步說明。可藉由提供與形成於基台102之背部表面上之第一及第二表面安裝墊(未展示)之外部電接觸來將一電信號施加至經封裝發光裝置100。可以上文所闡述之將一電信號提供至圖8A至8D之LED 34之相同方式來將此電信號施加至LED 104中之每一者。

圖10A至圖10D圖解說明包括根據本發明之實施例之多個LED晶片及一個或多個受體發光體介質之另一經封裝發光裝置120。特定而言，圖10A係該經封裝發光裝置120之一透視圖。圖10B係該經封裝發光裝置120之一平面圖。圖10C及圖10D係該經封裝發光裝置120之側視圖及仰視圖。

自該等圖可明瞭，圖10A至圖10D之經封裝發光裝置120極類似於圖9A至圖9D之經封裝發光裝置100。兩個裝置100、120之間之主要差異在於，裝置100使用之LED 104具有兩個頂部側觸點且因此在每一LED晶片104與基台102之間具有兩個頂部側線接合109，而裝置120使用之LED 124具有一單個頂部側觸點且因此在每一LED晶片124與基台122之間具有一單個頂部側線接合。經封裝發光裝置120中之LED 124中之每一者可結合根據本發明之實施例之一受體發光體介質(未展示)來操作，具體而言包括具有混合於

其中(一起及/或在單獨的層中)之一綠色磷光體之粒子、一黃色磷光體之粒子及一紅色磷光體之粒子之受體發光體介質。該受體發光體介質可沈積於LED 124之一頂部表面上，沈積於及/或包括於經封裝發光裝置120之一透鏡130內，及/或提供於透鏡130與LED 124之間。

該受體發光體介質可以任一合適方式施加至LED 124或透鏡130，或者安裝於其之間，該任一合適方式包括(舉例而言)上文關於經封裝發光裝置100所論述之方法及/或下文所論述之各種額外方法中之每一者。

圖11A至圖11C圖解說明包括根據本發明之實施例之多個LED晶片及一個或多個受體發光體介質之另一經封裝發光裝置140。特定而言，圖11A係該經封裝發光裝置140之一透視圖。圖11B係該經封裝發光裝置140之一平面圖。圖11C係該經封裝發光裝置140之一側視圖。

圖11A至圖11D之經封裝發光裝置140類似於圖9A至圖9D之經封裝發光裝置100，其中主要差異在於，該經封裝發光裝置包括總共十二個LED 144，此不同於經封裝發光裝置100中包括四個LED 104。經封裝發光裝置140中之LED 144中之每一者可結合根據本發明之實施例之一受體發光體介質來操作，具體而言包括具有混合於其中(一起及/或在單獨的層中)之一綠色磷光體之粒子、一黃色磷光體之粒子及一紅色磷光體之粒子之受體發光體介質。該(等)受體發光體介質可沈積於LED 144之一頂部表面上，沈積於及/或包括於經封裝發光裝置140之一透鏡150內，及/或提

供於透鏡150與LED 144之間。該受體發光體介質可使用(舉例而言)本文中所論述之沈積一受體發光體介質之方法中之任一者施加至LED 144或透鏡150，或者安裝於其之間。由於除具有一不同數目之LED以及(因此)適當的線接合及觸點以外，經封裝發光裝置140可實質上相同於經封裝發光裝置100，因此將省略對經封裝發光裝置140之進一步論述。

應瞭解，雖然圖8A至圖11C圖解說明可包括根據本發明之實施例之受體發光體介質之數個例示性經封裝發光裝置，但此等受體發光體介質通常可與任何合適的經封裝發光裝置一同使用。藉由進一步舉例之方式，額外的例示性經封裝LED揭示於在2009年4月28日提出申請之美國臨時專利申請案第61/173,550號中，該申請案之整體內容就像其被整體陳述一樣以引用方式併入本文中。根據本發明之實施例之受體發光體介質可關於此臨時專利申請案中所揭示之經封裝LED中之任一者而使用。

如上所述，在某些實施例中，根據本發明之實施例之受體發光體介質可在一半導體晶圓被單個化成(舉例而言)個別LED晶片之前直接塗佈至該晶圓之一表面上。現在將關於圖12A至12E論述一種用於施加受體發光體介質之此製程。在圖12A至圖12E之實例中，將受體發光體介質塗佈至複數個LED晶片210上。在此實施例中，每一LED晶片210係具有一頂部觸點224及一底部觸點222之一垂直結構化之裝置。

參照圖 12A，在複數個 LED 晶片 210 之製作製程之一晶圓級來展示該複數個 LED 晶片 210 (僅展示兩個) (亦即，在該晶圓被分離/單個化成個別 LED 晶片之前)。LED 晶片 210 中之每一者包含形成於一基板 220 上之一半導體 LED。LED 晶片 210 中之每一者具有第一及第二觸點 222、224。第一觸點 222 在基板 220 之底部上且第二觸點 224 在 LED 晶片 210 之頂部上。在此特定實施例中，頂部觸點 224 係一 p 型觸點且基板 220 之底部上之觸點 222 係一 n 型觸點。然而，應瞭解，在其他實施例中，觸點 222、224 可以不同方式配置。舉例而言，在某些實施例中，觸點 222 及觸點 224 兩者可形成於 LED 晶片 210 之一上部表面上。

如圖 12B 中所示，一導電接觸基座 228 形成於頂部觸點 224 上，導電接觸基座 228 用以在 LED 晶片 210 塗佈有一發光體介質之後完成至 p 型觸點 224 之電接觸。基座 228 可由諸多不同導電材料形成且可使用諸多不同已知物理或化學沈積製程 (諸如，電鍍、遮罩沈積 (電子束、濺鍍)、無電鍍敷或螺柱凸塊形成) 來形成。基座 228 之高度可相依於發光體介質之合意厚度而變化且應足夠高以匹配在一稍後步驟中沈積之發光體介質塗層之頂部表面或在其上方延伸。

如圖 12C 中所示，晶圓由覆蓋 LED 晶片 210、觸點 222 及基座 228 中之每一者之一受體發光體介質 232 毯覆。發光體介質塗層 232 可包含一黏結劑及複數種磷光體。該等磷光體可包含 (舉例而言) 上文論述之根據本發明之實施例之磷光體組合。用於該黏結劑之材料可係在固化之後強健且在

可見波長光譜中大致透明之一材料，諸如(例如)一聚矽氧、環氧樹脂、玻璃、無機玻璃、旋塗玻璃、電介質、BCB、聚醯亞胺、聚合物及諸如此類。發光體介質塗層232可使用不同製程(諸如旋塗、分配、電泳沈積、靜電沈積、噴墨印刷或絲網印刷)來施加。又一合適塗佈技術揭示於在2010年3月3日提出申請之美國專利申請案第12/717,048中，該申請案之內容以引用方式併入本文中。接著可使用一適當固化方法(例如，熱、紫外(UV)、紅外(IR)或空氣固化)使發光體介質塗層232固化。

不同因素確定將由最終LED晶片210中之發光體介質塗層232吸收之LED光量，該等不同因素包括但不限於磷光體粒子之大小、磷光體裝載之百分比、黏結劑材料之類型、磷光體之類型與所發射光之波長之間之匹配效率及發光體介質塗層232之厚度。根據本發明，可在受體發光體介質塗層232中使用諸多不同磷光體。如上文所論述，在某些實施例中，受體發光體介質塗層232可包括一綠色磷光體、一黃色磷光體及一紅色磷光體。該綠色磷光體可具有延伸至青色色彩範圍中或甚至跨越整個青色色彩範圍之一FWHM頻寬。該綠色磷光體可包含(舉例而言)LuAG:Ce。以綠色色彩範圍或接近綠色色彩範圍發射之其他磷光體包括但不限於 $\text{Sr}_6\text{P}_5\text{BO}_{20}:\text{Eu}$ 、 $\text{MSi}_2\text{O}_2\text{N}_2:\text{Eu}^{2+}$ 及硫化鋅:Ag及 $(\text{Zn},\text{Cd})\text{S}:\text{Cu}:\text{Al}$ 或其他組合。該黃色磷光體可包含(舉例而言)YAG:Ce。其他合適的黃色磷光體包括： $\text{Tb}_{3-x}\text{RE}_x\text{O}_{12}:\text{Ce}(\text{TAG})$ ，其中 $\text{RE}=\text{Y}$ 、 $\text{Gd}$ 、 $\text{La}$ 、 $\text{Lu}$ ；及

$\text{Sr}_{2-x-y}\text{Ba}_x\text{Ca}_y\text{SiO}_4:\text{Eu}$ 。該紅色磷光體可包含(舉例而言) $(\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{SiAlN}_3:\text{Eu}^{2+}$ 。可用於某些實施例中之其他紅色或橙色磷光體包括 $\text{Lu}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ 、 $(\text{Sr}_{2-x}\text{La}_x)(\text{Ce}_{1-x}\text{Eu}_x)\text{O}_4$ 、 $\text{Sr}_2\text{Ce}_{1-x}\text{Eu}_x\text{O}_4$ 、 $\text{Sr}_{2-x}\text{Eu}_x\text{CeO}_4$ 、 $\text{SrTiO}_3:\text{Pr}^{3+},\text{Ga}^{3+}$ 、 $\text{CaAlSiN}_3:\text{Eu}^{2+}$ 及/或 $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$ 。應理解，可單獨使用或組合使用諸多其他磷光體以達成合意之經組合光譜輸出。

可使用不同大小之磷光體粒子，其包括但不限於10至100奈米(nm)大小之粒子至20至30  $\mu\text{m}$ 大小之粒子或更大。較小粒子大小通常比較大大小之粒子更好地散射及混合色彩以提供更均勻光。與較小粒子相比，較大粒子通常更高效地轉換光，但發射一較不均勻光。在某些實施例中，該等綠色、黃色及紅色磷光體之磷光體粒子在大小上範圍可自約1微米至約30微米，其中約一半粒子在自約4微米至約20微米之間。在某些實施例中，該等綠色、黃色及紅色磷光體之至少一半粒子可具有在2微米與20微米之間之範圍中之一大小(直徑)。在受體發光體介質塗層232被施加之前可在其中包括不同大小之磷光體，以使得最終塗層232可具有合意之較小大小組合以有效地散射及混合光，及具有較大大小以高效地轉換光。

塗層232亦可在黏結劑中具有不同之磷光體材料濃度或裝載，其中一典型濃度在30%至70%重量比之範圍中。在一個實施例中，該磷光體濃度係大約65%重量比，且可貫穿該黏結劑大體均勻地散佈。在其他實施例中，塗層232可包含不同濃度或類型之磷光體之多個層，且該多個層可

包含不同黏結劑材料。該等層中之一者或多者可經提供而不具有磷光體。舉例而言，可沈積透明聚矽氧之一第一塗層，隨後係裝載有磷光體之層。作為另一實例，該塗層可包含(舉例而言)三層塗層，其包括：一第一層，其具有直接塗佈於LED晶片210上之具有在綠色色彩範圍中之一峰值波長之一第一磷光體；一第二層，其具有直接塗佈於該第一層上之具有在黃色色彩範圍中之一峰值波長之一第二磷光體；及一第三層，其具有直接塗佈於該第二磷光體上之具有在紅色色彩範圍中之一峰值波長之一第三磷光體。眾多其他層結構係可能的，包括在同一層中包括多種磷光體之多層。亦可在層之間及/或在塗層與下伏LED晶片210之間提供介入層或元件。

在LED晶片210藉由受體發光體介質塗層232初始塗佈之後，需要進一步處理以曝露基座228。現在參照圖12D，將塗層232薄化或平坦化以經由塗層232之頂部表面曝露基座228。該薄化製程曝露基座228，平坦化塗層232且允許控制塗層232之最終厚度。基於跨越晶圓之LED 210之操作特性及所選磷光體(或螢光)材料之性質，可計算塗層232之最終厚度以達到一合意色彩點/範圍且仍曝露基座228。塗層232之厚度可跨越晶圓均勻或不均勻。

如圖12E中所示，在施加塗層232之後，可使用已知方法(諸如，切割、劃割及折斷或蝕刻)自晶圓單個化個別LED晶片210。該單個化製程分離LED晶片210中之每一者，其中每一LED晶片210具有大致相同之塗層232厚度，且因此

大致相同之磷光體量且因此大致相同之發射特性。在LED晶片210之單個化之後，塗層232之一層保留於LED 210之側表面上且自LED 210之側表面發射之光亦通過塗層232及其磷光體粒子。此產生側發射光中之至少某些光之轉換，此可提供在不同觀看角度處具有更一致光發射特性之LED晶片210。

在單個化之後，可在不需要進一步處理以添加磷光體之情形下將LED晶片210安裝於一封裝中，或安裝至一基台或印刷電路板(PCB)。在一個實施例中，該封裝/基台/PCB可具有習用封裝引線，其中基座228電連接至該等引線。一習用囊封接著可包圍LED晶片210及電連接。

根據本發明之其他實施例，在將一發光裝置曝露至一固化劑時將受體發光體介質施加至該發光裝置。該固化劑可係(舉例而言)熱、輻射、存在於該發光裝置上或中之一材料或加速受體發光體介質之固化之其他製劑。

現在參照圖13，其係圖解說明用於將一受體發光體介質施加至一發光裝置上之操作之一流程圖，其中在施加該受體發光體介質期間熱被作為一固化劑而施加。該發光裝置可包含(舉例來說)一經單個化LED晶片或在單個化之前之一LED晶圓。如圖13之流程圖中所示，藉由一個或多個加熱裝置加熱該發光裝置(方塊250) 該(等)加熱裝置可包括(舉例而言)電阻性加熱組件、電感性加熱組件及/或與燃燒相關之加熱組件。在某些例示性實施例中，可加熱該發光裝置且接著在加熱操作之後隨後對其進行處理，而在其他

例示性實施例中，加熱裝置可經組態以貫穿隨後闡述之操作提供熱。在某些實施例中，可將該發光裝置加熱至在約90攝氏度至約155攝氏度之一範圍中之一溫度。

將一受體發光體介質施加至該經加熱發光裝置(方塊252)。在某些實施例中，可以一發冷光溶液之形式施加該受體發光體介質，該發冷光溶液可使用一經加壓氣體流而霧化。雖然通常該發冷光溶液將包含一液體混合物，但術語「溶液」在本文中廣泛地使用以涵蓋物質之任何混合物，不管此混合是否是均質的且不管該等物質之形式如何。可使用該經加壓氣體流將該經霧化發冷光溶液噴塗或以其他方式沈積至該經加熱發光裝置上。藉由舉例之方式，可使用一經空氣加壓噴塗系統來將該經霧化發冷光溶液噴塗至該經加熱發光裝置上。應瞭解，可以不同及/或多個角度、方向及/或定向來施加該經霧化發冷光溶液。

在某些實施例中，該發冷光溶液包含懸浮於包括一揮發性液體溶劑及一黏結劑材料之一溶液中之波長轉換粒子，諸如磷光體粒子。在此等實施例中，可藉由該經加熱發光裝置中之熱能量使該揮發性液體溶劑至少部分地蒸發以在該發光裝置上提供一保形波長轉換粒子層。在某些實施例中，該發冷光溶液可替代地或另外地包括一非揮發性液體。在此等實施例中，可藉由該經加熱發光裝置中之熱能量使該非揮發性液體固化。

在某些實施例中，該發光裝置可係一經單個化發光裝置，其可具有其上有一個或多個線接合墊之一頂部表面

及/或其上有一個或多個線接合墊之一底部表面。

各別線可在加熱該發光裝置之前且在將該發冷光溶液噴塗至該發光裝置上之前接合至此等線接合墊。在其他實施例中，該發光裝置可包含接收該發冷光溶液之一半導體晶圓，且在該受體發光體介質層形成於此晶圓上之後其此後可被單個化成複數個個別發光裝置。

在某些實施例中，可將多個層施加至該發光裝置以形成該受體發光體介質。此等層可以或可不相同。舉例而言，一第一層可包括一第一組至少一種發冷光材料且一第二層可包括一第二組至少一種發冷光材料，其中該第一與第二組不同。由於每一層可在其被沈積於該經加熱發光裝置上之後迅速固化，因此此後可直接施加後續層。然而，某些實施例提供可允許發光裝置在層之間冷卻且接著再次加熱用於隨後施加之層。

圖 14A 至圖 14L 圖解說明根據本發明之其他實施例用於將一發冷光溶液 354 施加至一發光裝置以在該發光裝置上形成一受體發光體介質之操作。在關於圖 14A 及圖 14C 至圖 14L 所論述之實施例中，將發冷光溶液 354 施加至安裝於一基板 360 上之一經單個化發光裝置 370 (其在圖 14A 及 14C 至圖 14L 之實例中被圖解說明為一 LED 晶片 370)。基板 360 可包含發光裝置 370 之磊晶層生長於其上之一生長基板及/或該等磊晶層已轉移至其之一載體基板。亦可及/或替代地將發冷光溶液 354 施加至 LED 晶片 370 之一透鏡 394 及/或一反射器杯 362，如本文稍後將論述。可以一類似方式將

發冷光溶液354施加至(舉例而言)裸(亦即,未經安裝之)LED晶粒及/或LED晶圓(參見圖14B)。

如圖14A中所示,一加熱裝置337可提供熱至LED晶片370。某些實施例提供一噴嘴350經組態以將發冷光溶液354噴塗至經加熱LED晶片370上以在其上提供一受體發光體介質380。受體發光體介質380可係一保形層。

如圖14B中所示,發光裝置370可替代地包含由加熱裝置337加熱之一LED晶片晶圓370',且可將發冷光溶液354施加至該晶片晶圓370'之一曝露表面以在其上提供一保形受體發光體介質380。在圖14B之實施例中,可在施加發冷光溶液354之後將晶圓370'單個化以提供個別LED晶片。在噴塗大區域(諸如(例如)一晶圓)中,可調整噴嘴350之速度及高度以達成在此等區域上方之均勻覆蓋。某些實施例提供可在施加發冷光溶液354之前使用噴嘴350之一加速度以提供保形層之均勻度。在某些實施例中,可在該(等)相同操作中將發冷光溶液354施加至多個晶圓以進一步改良均勻度及/或減少在該加速度部分期間之該發冷光溶液之浪費。另外,藉由使製程溫度變化,可控制施加之後的一流動時間以達成合意覆蓋。

如圖14C中所示,LED晶片370可安裝於一基板360上。可藉由一中間結構(諸如一接合墊及/或基台(未展示))將LED晶片370安裝於基板360上。在某些實施例中,LED晶片370可安裝於由置於基板360上之一反射器杯362界定之一光學腔364中。反射器杯362包括經組態以將LED晶片

370所發射之光遠離光學腔364而反射之面向LED晶片370之一傾斜反射表面366。反射器杯362進一步包括界定用於接納及固持一透鏡94之一通道之向上延伸之側壁362A(參見圖14D)。

反射器杯362係可選的。舉例而言，LED晶片370可安裝於一基板360、印刷電路板或其他支撐部件上而在LED晶片370周圍無任何反射器。而且，反射器杯362與基板360可合併在一起作為一單一結構。基板360亦可包括一引線框架，且一封裝本體可形成於包圍LED晶片370之引線框架上以界定光學腔364。同樣，LED晶片370可安裝於上文參照圖8A至圖11C所論述之例示性封裝中之任一者中。因此，應瞭解，LED晶片370可以諸多不同方式安裝且本發明並不限於任一特定封裝組態。

仍參照圖14C，LED晶片370可包括一線接合墊372，且可形成自線接合墊372至基板360上或別處之一對應接觸墊(未展示)之一線接合連接374。然而，應瞭解，LED晶片370可係在晶片之同一側具有正極觸點及負極觸點兩者之一水平LED晶片，且可以覆晶方式安裝於基板360上，因而在某些實施例中不需要對LED晶片進行接合線連接。

如圖14C中所示，可穿過一液體供應線路336將發冷光溶液354供應至一噴塗噴嘴350。在某些實施例中，發冷光溶液354可包含一液體溶劑、一黏結劑及磷光體材料。加熱裝置337可施加熱339以增加LED晶片370、基板360、反射器杯362及線接合墊372之溫度。將供應線路336中之發冷

光溶液 354 噴塗至 LED 晶片 370 上，從而在其上形成充當一受體發光體介質 380 之經霧化黏結劑、溶劑及磷光體材料之一薄層。來自經加熱 LED 晶片 370 及基板 360 之熱能量可致使該經施加黏結劑、溶劑及磷光體迅速固化(本文中亦稱作「快速固化」)。藉由使所施加之黏結劑、溶劑及磷光體快速固化，可在 LED 晶片 370 及基板 360 上提供一大致均勻且保形之受體發光體介質 380。該黏結劑材料可包括諸如聚矽氧及/或環氧樹脂之一材料。某些實施例提供該液體溶劑可包括一揮發性液體溶劑，諸如酒精。在沈積發冷光溶液 354 之前可淨化供應線路 336。

可藉由經加熱基板 360 及 LED 晶片 370 之熱能量使該揮發性溶劑液體蒸發，從而留下該黏結劑材料中之磷光體粒子(及或許其他元素，諸如可在發冷光溶液 354 中之漫射體粒子)，以提供保形受體發光體介質 380。然而，在某些情形中，可將一非揮發性液體(諸如聚矽氧及/或環氧樹脂)用作用於磷光體/漫射體粒子之一載體液體，在此情形中該非揮發性液體可藉由經加熱基板 360 及 LED 晶片 370 之熱能量固化以在 LED 晶片 370 上提供一保形受體發光體介質 380。

參照圖 14D，在用黏結劑及磷光體材料之保形層 380 噴塗塗佈 LED 晶片 370 之後，可分配諸如聚矽氧及/或環氧樹脂之一囊封劑材料 392 以至少部分地填充光學腔 364，且可在 LED 晶片 370 上方定位一透鏡 394，諸如一玻璃透鏡或聚矽氧透鏡。使囊封劑材料 392 固化可將透鏡 394 固定至該結構，且反射器杯 362 之壁部分 362A 允許該透鏡在囊封劑材

料392隨加熱/冷卻循環而膨脹及收縮時行進。

如圖14E中所示，根據其他實施例，可將供應線路336中之發冷光溶液354噴塗至LED晶片370及包圍結構(諸如(例如)反射器杯362)上以在其上形成受體發光體介質380。如圖14F中所示，在另外其他實施例中，可在一透鏡394之一外部及/或內部表面上形成受體發光體介質380，當將受體發光體介質380施加至透鏡394時，加熱透鏡394以致使受體發光體介質380固化。如圖14G中所示，在另外其他實施例中，可將受體發光體介質380施加至二維結構，諸如(例如)一透鏡394或其他透射及/或反射光學元件。在其他實施例中，可使用上文所闡述之技術中之多種技術。藉由舉例之方式，如圖14H中所示，可將一第一受體發光體介質380A施加至一經加熱透鏡394且可將一第二受體發光體介質380B施加至經加熱LED晶片370。

如圖14I中所示，在另外其他實施例中，可在包括多個LED晶片370A至370D之一發光裝置上形成根據本發明之實施例之受體發光體介質。在某些此等實施例中，LED晶片370A至370D可包含不具有用於電端接之線接合而是藉由(舉例而言)接合墊(未展示)電連接至一下伏基板360之覆晶。LED晶片370A至370D可經組態以便以一個或多個不同主波長及/或其組合來發射光。在圖14I中所繪示之實施例中，在一透鏡394之外部上提供受體發光體介質380。圖14J、圖14K及圖14L圖解說明其中在一透鏡394內部提供多個非線接合之LED晶片370A至370D之額外例示性實施例，

透鏡394在其上包括一受體發光體介質380。在另外其他實施例中，可將受體發光體介質380施加至除透鏡394之外或替代透鏡394之多個LED晶片370A至370D中之一者或多者。在某些實施例中，該等LED晶片370A至370D可係線接合。

應瞭解，可在與LED晶片370A至370D組裝之前、期間及/或之後將受體發光體介質380施加至透鏡394。舉例而言，某些實施例提供可加熱多個透鏡之一陣列且接著將發冷光溶液354施加至其。在另外其他實施例中，可在一微型模具中噴塗或以其他方式沈積發冷光溶液354以形成受體發光體介質380，接著可將受體發光體介質380自該模具移除並置於發光裝置(例如，一LED晶片370)上。

亦應瞭解，在本文中所闡述之各種實施例中，受體發光體介質380可形成為複數個層。在此等實施例中，受體發光體介質380之各個層可在其中具有相同及/或不同發冷光材料(及/或其他材料)。舉例而言，圖15A圖解說明安裝至一基台或基板360之一LED晶片370，其上具有包含一第一層380A及一第二層380B之一多層受體發光體介質380。亦可提供額外及/或介入層。受體發光體介質380之不同層380A及380B可包括相同或不同材料。藉由舉例之方式，第一層380A可包括一第一磷光體，且第二層380B可包括該第一磷光體、一不同第二磷光體及/或其他元素(例如，漫射體粒子)。在某些實施例中，具有不同大小之磷光體粒子可處於不同層中。

在某些實施例中，可提供三個層380A、380B、380C。第一層380A可包括經組態以將入射光轉換成以第一峰值波長(例如，在黃色色彩範圍中之一峰值波長)為中心之波長之磷光體粒子，第二層380B可包括經組態以將入射光轉換成以在不同於該第一峰值波長之一色彩範圍中之一第二峰值波長(例如，在綠色色彩範圍中之一峰值波長)為中心之波長之磷光體粒子，且第三層380C可包括經組態以將入射光轉換成以在不同於該第一及第二峰值波長兩者之一色彩範圍中之一第三峰值波長(例如，紅色色彩範圍中之一峰值波長)為中心之波長之磷光體粒子。因此，由經封裝LED晶片370輸出之光可係LED晶片370所發射之主光與層380A、380B及380C中所包括之不同磷光體或其他發冷光材料所發射之次光之一混合物。此光與僅使用一種磷光體所產生之光相比較可具有改良之演色性性質。

如圖15B中所示，可將一受體發光體介質380施加至包括非平坦表面(諸如(例如)斜面)之一LED晶片370。來自經加熱LED晶片370及基板360之熱能量可使經施加黏結劑、溶劑及磷光體快速固化，以在LED晶片370及基板360上提供一大致均勻且保形之受體發光體介質380。

圖16係將根據本發明之實施例之受體發光體介質中之一者施加至一發光裝置之方法之一流程圖。如圖16中所示，根據此等方法，加熱一發光裝置(方塊402)。接著可使用(舉例而言)根據本發明之實施例之一噴塗沈積系統將包括(舉例而言)一液體溶劑、黏結劑材料及光學材料(諸如磷光

體粒子)之一發冷光溶液施加至一經加熱發光裝置(方塊404)。接著可藉助該經加熱發光裝置中之熱能量使該發冷光溶液中之液體溶劑迅速蒸發及/或固化(此相依於該溶劑係揮發性的還是非揮發性的)，以便可使黏結劑材料固化以將該等光學材料黏合至該發光裝置，從而形成一保形層380A(方塊406)。某些實施例提供接著可(例如)在室溫下儲存該發光裝置以便稍後取回用於進一步之調諧。

接著可(舉例而言)藉由跨越一發射部分之陽極及陰極端子施加一電壓來致能該發光裝置，且可量測所得裝置之一個或多個光學特性，諸如輸出功率、色彩點及/或相關色溫(方塊408)。舉例而言，可藉由一光學感測器335來量測該發光裝置所輸出之光，且可將結果提供至一控制器320(參見圖17)。接著可作出該發光裝置(其可係一經單個化LED、一LED晶圓等)之光學特性在(舉例而言)其滿足所建立之方格要求方面是否可接受之一確定(方塊410)。若該發光裝置之光學特性係不可接受的，則在方塊412作出丟棄該裝置(方塊416)還是重做該裝置之一決定。然而，若該等光學特性係令人滿意的，則該製造製程繼續至下一製造步驟。

若確定可重做該裝置，則可藉由確定校正該結構之色彩點/CCT所需要之額外磷光體之量及類型來調諧對應於該發光裝置之光輸出(方塊414)。可施加一第二保形層380B(方塊404)。在某些實施例中，可在仍在加熱該發光裝置之同時執行該測試。亦可在施加第二保形層380B期間加熱該發

光裝置。第二保形層380B可包括與第一保形層380A中所使用之磷光體相同及/或不同類型。可將方塊404至414之操作重複多次以達成合意光學特性。然而，若施加過多之磷光體，則發光特性可由於對來自光學元件之光的再吸收及/或過量吸收而惡化，此時在方塊410處該發光裝置可通不過測試。

圖17係圖解說明可用以用一發冷光溶液354塗佈一發光裝置310以形成根據本發明之實施例之一受體發光體介質380之一經加壓沈積系統300的一示意圖。發光裝置310可係(舉例而言)一LED晶圓、一經安裝LED晶粒及/或一未經安裝(亦即，裸)LED晶粒。在某些實施例中，發光裝置310可包含一LED結構，其可以或可不包括其他結構，諸如一光透射、反射結構及/或支撐結構以及其他結構。

可使用系統300將一發冷光溶液354噴塗至發光裝置310上。然而，應瞭解，在其他實施例中，可使用其他施加技術(諸如灌注、浸漬、滾塗及/或刷塗以及其他技術)來施加發冷光溶液354。在將發冷光溶液354噴塗至發光裝置310上之前，一加熱裝置337將熱(熱能量)339施加至發光裝置310以增加發光裝置310之溫度。如圖17中所示，一供應線路336將發冷光溶液354供應至一噴塗噴嘴350，噴塗噴嘴350將發冷光溶液354噴塗至發光裝置310上。穿過一高壓氣體供應線路344供應至噴塗噴嘴350之經加壓氣體將發冷光溶液354霧化且將其朝向發光裝置310引導。術語「霧化」以一般意義用於本文中以指將一液體減小至微小粒子

及/或一細霧。沈積於經加熱發光裝置310上之經霧化發冷光溶液354可迅速固化以在發光裝置310上形成一保形受體發光體介質380。施加至一經加熱發光裝置310之發冷光溶液354之固化時間大致短於施加至一未經加熱裝置之一發冷光溶液354之固化時間。因此，可減少受體發光體介質380中之磷光體或其他發冷光材料之沈澱、分離及/或層化。因此，可達成較好之層接合及更均勻之層厚度及組合物。

在某些實施例中，供應線路336中之液體可包括包括有機及/或有機-無機混合材料之一黏結劑。黏結劑材料可係(舉例而言)一液體聚矽氧及/或液體環氧樹脂，且揮發性或非揮發性溶劑材料可係(舉例而言)酒精、水、丙酮、甲醇、乙醇、酮、異丙醇、煙溶劑、己烷、乙烯乙二醇、甲基乙基酮、二甲苯、甲苯及其組合。在某些實施例中，該黏結劑可具有大於約1.25之一折射指數。某些實施例提供一黏結劑材料之折射指數可係大於約1.5。可期望跨越可見光譜具有高光透射率。在某些實施例中，該黏結劑在至少約440 nm至約470 nm之一波長範圍中可具有包括約90%或更大之一光透射率。在某些實施例中，該黏結劑在至少約440 nm至約470 nm之一波長範圍中可具有包括約95%或更大之一光透射率。在某些實施例中，該黏結劑在至少約440 nm至約470 nm之一波長範圍中可具有包括約98%或更大之一光透射率。在某些實施例中，該黏結劑對於可見光譜中之其他波長(諸如綠色、黃色及/或紅色)可具有至少約

90%或更大、約95%或更大及/或約98%或更大之一光透射率。一般而言，一揮發性溶劑可在被沈積之後不久變幹或蒸發掉。一揮發性或非揮發性溶劑材料可於其中包括欲沈積至LED結構上之粒子，諸如一發冷光材料(例如，一磷光體)之粒子及/或一光散射材料(諸如二氧化鈦)之粒子以及其他。可自複數個流體貯存器330A至330D中之一者提供供應線路336中之液體，貯存器330A至330D經由各別輸入線路332A至332D附接至供應線路336。可分別藉由電子控制之質量流控制器334A至334D來控制液體穿過輸入線路332A至332D之流動。

如圖17中所示，貯存器330A至330D可包括含有諸如酒精、水等之一揮發性液體溶劑之一溶劑貯存器330A及含有諸如液體聚矽氧及/或液體環氧樹脂之一液體黏結劑材料之一黏結劑貯存器330B。在某些實施例中，溶劑貯存器330A及黏結劑貯存器330B可包括「純」液體，亦即其中不含有任何磷光體、漫射體或其他粒子之液體。貯存器330A至330D亦可包括一磷光體貯存器330C，磷光體貯存器330C含有一定濃度之磷光體粒子懸浮於其中之一液體溶劑。在某些實施例中，磷光體貯存器330C可包括一濃度之磷光體粒子，該濃度大於該等磷光體粒子將被施加至發光裝置310上之一濃度。

在某些實施例中，貯存器330A至330D亦可包括一漫射體貯存器330D，漫射體貯存器330D含有一濃度之漫射體粒子懸浮於其中之一液體溶劑。在某些實施例中，漫射體

貯存器330D可包括一濃度之漫射體粒子，該濃度大於該等漫射體粒子將被施加至光學元件310上之一濃度。

可對貯存器330A至330D中之一者或多者加壓，以使得可藉由正壓力獲得自貯存器330A至330D進入供應線路363中之流動。特定而言，可對溶劑貯存器330A及黏結劑貯存器330B加壓。在某些實施例中，可不對磷光體貯存器330C及/或漫射體貯存器330D加壓，以使得可藉由由穿過供應線路336之流動引起之負壓力將來自磷光體貯存器330C及/或漫射體貯存器330D之流引入至供應線路336中。在某些實施例中，液體供應線路336中之壓力無需高，乃因用於將液體噴塗至光學元件310上之力可由一高壓氣體線路344提供。

可藉由一電子可控制閥340控制液體穿過供應線路336之流動。當閥340打開時，供應線路336中之液體供應至噴塗噴嘴350。

圖18更詳細地圖解說明一噴塗噴嘴350。參照圖17及圖18，可穿過經加壓氣體供應線路344將由一氣體加壓器342產生之經加壓氣體(例如，經加壓空氣)供應至噴塗噴嘴350。經加壓氣體被引導穿過噴塗噴嘴350中之毗鄰一液體出口埠351之一氣體出口埠352。可藉由(舉例而言)控制一可縮進銷353之位置來調節液體穿過液體出口埠351之流動。當銷353縮進時，液體出口埠351打開。經加壓氣體流出氣體出口埠352相對於液體出口埠351形成一負壓力梯度，此致使自液體出口埠351分配之液體被霧化。接著藉

由來自氣體出口埠352之氣體流將經霧化發冷光溶液354噴塗至發光裝置310上。

如圖17中所進一步圖解說明，可由一控制器320經由電子控制線路322、324、326控制質量流控制器334A至334D、電子可控制流閥340及氣體加壓器342之操作。控制器320可係一習用可程式化控制器及/或可包括經組態以控制系統300之各別元件之操作之一專用積體電路(ASIC)或者一通用微處理器或控制器(例如，電腦)。

仍參照圖17，藉由控制質量流控制器(MFC)334A至334D及閥340之操作，控制器320可控制穿過供應線路336供應至噴塗噴嘴350之液體之組份。特定而言，控制器320可致使MFC 330A、330C及330D關閉同時打開MFC 330B及閥340，以藉此將黏結劑液體供應至噴塗噴嘴350。同樣，控制器320可致使MFC 330B、330C及330D關閉同時打開MFC 330A及閥340，以藉此僅將溶劑液體供應至噴塗噴嘴350。在來自溶劑貯存器330A之溶劑材料流動時，控制器320可致使MFC 334C及/或334D將帶有磷光體粒子(在磷光體貯存器330C之情形中)及/或漫射體粒子(在漫射體貯存器330D之情形中)之液體釋放至供應線路336中之流中。因此，控制器320可精確地控制噴塗噴嘴350噴塗至發光裝置310上之材料之組份。

應瞭解，雖然圖17圖解說明一單個磷光體貯存器330C及一單個漫射體貯存器330D，但可提供更多之貯存器並經由可由控制器320電子控制之各別MFC及/或供應閥附接至供

應線路。舉例而言，相依於產品要求，可為紅色磷光體、綠色磷光體、黃色磷光體、藍色磷光體等提供單獨磷光體貯存器。某些實施例提供，可將多於一種色彩之磷光體在各別單獨區中施加至一發光裝置310及/或將其混合以形成一單個層。此外，可使用不同漫射體貯存器選擇性地提供多於一種類型之漫射體粒子。舉例而言，可期望在一發光裝置310之一個部分上施加具有一第一組份及/或直徑之漫射體粒子並在發光裝置310之另一部分上施加具有一不同組份及/或直徑之漫射體粒子。可期望在LED結構之離散區域中施加多於一種磷光體(例如，不同色彩)。亦可期望將不同色彩之磷光體混合於LED結構之一單個層、區及/或區域中(類似於圖15A，只是不同色彩之磷光體係在一單個層內)。在此等情形中，可存在同時施加之至少兩種不同磷光體，其或者係來自單獨貯存器或者係來自含有多種磷光體之一單個貯存器。

如所圖解說明，在將發冷光溶液354噴塗至發光裝置310上之前，加熱裝置337將熱339施加至發光裝置310以增加發光裝置310之溫度。某些實施例提供可由控制器320經由電子控制線路329來電子控制加熱裝置337。在某些實施例中，加熱裝置337可在噴塗操作期間將熱339施加至發光裝置310。在某些實施例中，加熱裝置337可用以在噴塗操作之前加熱發光裝置310及/或可獨立於控制器320操作。

某些實施例提供加熱裝置337包括一導熱性加熱表面，經由該導熱性表面將熱339轉移至發光裝置310。在某些實

施例中，加熱裝置337可使用一熱轉移介質(諸如(例如)經加熱空氣及/或氣體)來將熱339轉移至發光裝置310。加熱裝置之實施例可包括電阻性及/或導電性及/或與燃燒相關之熱產生元件。

某些實施例提供將發光裝置310加熱至大於70攝氏度。某些實施例提供將發光裝置310加熱至大於90攝氏度。某些實施例提供將發光裝置310加熱至大於120攝氏度。在某些實施例中，將發光裝置310加熱至在約70攝氏度至約155攝氏度之一範圍中之一溫度。在某些實施例中，將發光裝置310加熱至在約90攝氏度至約155攝氏度之一範圍中之一溫度。在某些實施例中，將發光裝置310加熱至在約90攝氏度至約120攝氏度之一範圍中之一溫度。在某些實施例中，將發光裝置310加熱至在約90攝氏度至約155攝氏度之一範圍中之一溫度。當將經霧化發冷光溶液354沈積於發光裝置310上時，經加熱發光裝置310中之熱能量可使經霧化發冷光溶液354之溶劑部分迅速固化及/或蒸發。藉由使該溶劑迅速固化及/或蒸發，可減少在固化之前該等發冷光材料之沈澱及/或重新分佈。就此而言，可保持所施加層內之發冷光材料之一更均勻濃度，從而在發光裝置310上提供一大致保形層。

應進一步瞭解，如圖17中所圖解說明之一系統300可分割成數個部分。舉例而言，300系統可經修改而具有專用於自一第一方向及/或相對於發光裝置310以一第一角度噴塗施加一經霧化發冷光溶液354之一第一供應線路336及噴

嘴350以及專用於自一第二不同方向及/或相對於發光裝置310以一第二不同角度噴塗施加一經霧化發冷光溶液354之一第二供應線路336及噴嘴350。某些實施例提供第一及第二供應線路336及噴嘴350經組態以提供相同經霧化發冷光溶液354。在某些實施例中，第一及第二供應線路336及噴嘴350經組態以提供不同經霧化發冷光溶液354。因此，根據各種實施例涵蓋貯存器、供應線路及噴塗噴嘴之諸多不同組合。

可提供一混合器341以混合來自貯存器330A至330D中之各個不同貯存器之供應線路336成份。在某些實施例中，混合器341可包括一靜止混合元件，其藉助於穿過其間之流而致使供應線路336中之材料混合。在其他實施例中，可提供一活動混合元件，其攪拌供應線路336材料以保持粒子處於懸浮中及/或貫穿該等材料大致均勻地分佈。儘管未圖解說明，但可提供壓力控制器用於組件中之各組件。舉例而言，貯存器330A至330D及噴嘴350可包括壓力控制器以提供對供應及/或遞送壓力之控制以及其他。此外，某些實施例可包括貯存器330A至330D中之靜止及/或活動混合元件。舉例而言，磷光體貯存器330C及漫射體貯存器330D可使用混合元件維持粒子處於懸浮中。

如圖17中進一步展示，可提供經組態以感測發光裝置310所發射之光337之一光學感測器335。舉例而言，光學感測器335可偵測發光裝置310所發射之光之一色彩點及/或強度。可經由一通信線328將所偵測之光資訊提供至控

制器330，且可將其用作控制沈積系統300之操作之一回饋信號，如本文中更詳細地闡述。

現在參照圖19，其係圖解說明根據本發明之某些實施例用於用一發冷光溶液塗佈一發光裝置之一批量沈積系統500之一示意圖。如圖18及圖19中所示，由一氣體加壓器342產生之經加壓氣體(例如，經加壓空氣)可穿過一經加壓氣體供應線路344供應至一噴塗噴嘴350。經加壓氣體被引導穿過噴塗噴嘴350中之毗鄰一液體出口埠351之一氣體出口埠352。可(舉例而言)藉由控制一可縮進銷353之位置來調節液體穿過液體出口埠351之流動。

可提供包括一發冷光溶液354之一注射器357。發冷光溶液354可包括(舉例而言)一種或多種類型之磷光體粒子、一種或多種類型之漫射體粒子、一黏結劑及/或一種或多種溶劑。注射器357可在施加操作之前不久使用(舉例而言)一裝載器來裝載發冷光溶液354以減少其中之組份之沈澱及/或層化。在某些實施例中，可將注射器357直接及/或接近地耦合至噴嘴350以減少發冷光溶液354中之懸浮粒子之沈澱。某些實施例提供由於橫向流體路徑可導致發冷光溶液354中之發冷光材料之沈澱及/或層化，因此可減少及/或避免此等路徑。在某些實施例中，與注射器357一起提供或在注射器357內提供一活動及/或靜止混合元件以減少沈澱。

可提供一流體加壓器356以提供及/或控制在注射器357內之一流體壓力。某些實施例提供流體壓力可係大致低於

氣體加壓器342所提供之氣體壓力。

如在圖19中所進一步圖解說明，可由一控制器320經由電子控制線路324、326及329控制氣體加壓器342、流體加壓器356及加熱裝置337之操作。控制器320可係一習用可程式化控制器及/或可包括經組態以控制系統500之各別元件之操作之一專用積體電路(ASIC)或者一通用微處理器或控制器(例如，電腦)。藉由控制流體加壓器356及氣體加壓器342之操作，控制器320可控制供應至噴塗噴嘴350之液體之流動。

應瞭解，雖然圖19圖解說明一單個注射器357及噴嘴350，但可提供更多之注射器357及噴嘴350且將其附接至氣體加壓器342及流體加壓器356。在某些實施例中，可藉由控制器320電子控制額外氣體加壓器342及流體加壓器356。

如所圖解說明，在將發冷光溶液354噴塗至發光裝置310上之前，加熱裝置337將熱339施加至發光裝置310以增加其溫度。某些實施例提供加熱裝置337可由控制器320經由電子控制線329電子控制。在某些實施例中，加熱裝置337可在噴塗操作期間將熱339施加至發光裝置310。在某些實施例中，加熱裝置337可用以在噴塗操作之前加熱發光裝置310及/或可獨立於控制器320操作。

某些實施例提供加熱裝置337包括一導熱性加熱表面，經由該導熱性表面將熱339轉移至發光裝置310。在某些實施例中，加熱裝置337可使用一熱轉移介質(諸如(例如)經

加熱空氣及/或氣體)來將熱339轉移至發光裝置310。加熱裝置337之實施例可包括電阻性及/或導電性及/或與燃燒相關之熱產生元件。

應進一步瞭解，可將圖19中所圖解說明之一系統500分割成數個部分，以便(舉例而言)提供單獨注射器357及/或提供單獨噴塗噴嘴350。因此，根據各實施例涵蓋注射器357、噴嘴350、流體加壓器356及/或氣體加壓器342之諸多不同組合。

圖20A至圖20C圖解說明根據某些實施例與塗佈一晶圓(諸如一LED晶圓)相關聯之操作。參照圖20A，提供包括界定一發光二極體結構之複數個薄磊晶層之一LED晶圓610。該等磊晶層可由一生長基板及/或一載體基板支撐。可(舉例而言)藉由臺面及/或植入隔離將LED晶圓610之磊晶區劃分成複數個離散裝置區。在某些實施例中，可能在LED晶圓610中已經形成切割道(亦即，欲使用一切割鋸切割晶圓上之線性區)及/或劃線。複數個電觸點612係形成於LED晶圓610上。特定而言，LED晶圓610中之每一離散裝置可包括晶圓之欲於其上施加受體發光體介質之一側上之至少一個電觸點612。

一犧牲圖案614係形成於電觸點612上。犧牲圖案614可包括諸如可溶解聚合物及/或玻璃之一材料，該材料可經施加且係使用習用光微影技術進行圖案化。犧牲圖案614可與下伏電觸點612對準。另一選擇係，犧牲圖案614可僅覆蓋電觸點612之若干部分，而電觸點612之某些部分係曝

露的。在某些實施例中，犧牲圖案614可寬於電觸點612，以使得該等犧牲圖案亦覆蓋毗鄰電觸點之LED晶圓610之表面610A之若干部分。此等組態中之每一者圖解說明於圖20A中。

仍參照圖20A及20B，使用一加熱裝置337加熱LED晶圓610且使用(舉例而言)根據本發明之實施例之一經加壓沈積系統將一受體發光體介質380之一個或多個保形層施加至LED晶圓610之表面610A。將受體發光體介質380塗佈至LED晶圓610之表面610A上及犧牲圖案614上。在某些實施例中，亦可將受體發光體介質380塗佈至電觸點612之與LED晶圓610相對之若干上部部分上。

在噴塗塗佈LED晶圓610之後，可(舉例而言)藉由曝露於特定針對犧牲圖案材料之一液體溶劑來移除犧牲圖案614，從而形成圖20C中所示之一LED晶圓610，其包括LED晶圓610之表面上之曝露之電觸點612及一受體發光體介質380。儘管未具體圖解說明，但某些實施例提供可在使用在噴塗塗佈LED晶圓之後可被移除之一膜及/或帶來形成犧牲圖案614。

根據本發明之另外其他實施例，可將受體發光體介質380塗佈至個別經單個化發光裝置310上。舉例而言，根據一種此例示性方法，可藉由一焊料接合件或導電環氧樹脂將一發光裝置安裝於一反射杯上，且一囊封劑材料(諸如(例如)具有懸浮於其中之磷光體之聚矽氧)可用作受體發光體介質。可使用此受體發光體介質來(舉例而言)部分地或

完全地填充該反射杯。

雖然上文已論述根據本發明之實施例之施加一受體發光體介質380及以其他方式製作該等發光裝置之例示性方法，但應瞭解，眾多其他製作方法係可用的。舉例而言，在2007年9月7日提出申請之美國專利申請案第11/899,790號(其整體內容以引用方式併入本文中)揭示將一受體發光體介質塗佈至一固態發光裝置上之各種額外方法。

應理解，儘管已關於具有垂直幾何形狀之LED闡述了本發明，但本發明亦可應用於具有其他幾何形狀之LED(諸如(例如)應用於在LED晶片之同一側上具有兩個觸點之橫向LED)。

本文已結合以上說明及圖式揭示了諸多不同實施例。應理解，逐個闡述及圖解說明此等實施例之每個組合及次組合將係過度重複及混亂的。因此，本說明書(包括圖式)應被視為構成本文中所闡述之實施例以及製作及使用該等實施例之方式及製程之所有組合及次組合之一完全書面說明，且應支援對任一組合或次組合之請求。

雖然上文已主要關於包括LED之固態發光裝置論述了本發明之實施例，但應瞭解，根據本發明之其他實施例，可提供包括上文所論述之發光體介質之雷射二極體及/或其他固態照明裝置。因此，應瞭解，本發明之實施例並不限於LED，而是可包括諸如雷射二極體之其他固態照明裝置。

在圖式及說明書中，已揭示了本發明之實施例，且儘管

採用特定術語，但其僅係在一般及描述意義上使用且並非出於限制目的，本發明之範疇係陳述於以下申請專利範圍中。

### 【圖式簡單說明】

圖1係圖解說明普朗克軌跡之位置之一1931 CIE色度圖之一曲線圖；

圖2係圖解說明作為波長之一函數之由一習用暖白固態照明裝置發射之輻射之強度之一曲線圖；

圖3係圖解說明作為波長之一函數之由三個使用具有不同主波長之藍色LED之暖白固態照明裝置發射之輻射之強度之一曲線圖；

圖4係圖解說明作為波長之一函數之由根據本發明之實施例之三個不同固態照明裝置發射之輻射之強度之一曲線圖；

圖5A係圖解說明根據本發明之實施例之複數個固態發光裝置之中位CRI與複數個習用固態發光裝置之中位CRI相比較之一圖表；

圖5B係圖解說明用以產生圖5A之裝置之中位光通量之一圖表；

圖6A係圖解說明複數個習用固態發光裝置及根據本發明之實施例之複數個固態發光裝置之經量測CRI之一圖表；

圖6B係來自圖6A之圖表之資料之一曲線圖；

圖7A係圖解說明作為裝置中所包括之藍色LED之主波長之一函數之各種固態發光裝置之中位CRI之一曲線圖；

圖 7B 係圖解說明作為帶有具有相同主波長之藍色 LED 之習用固態發光裝置之光通量之一百分數的圖 7A 固態發光裝置之光通量的一曲線圖；

圖 8A 至圖 8D 係根據本發明之實施例之一固態發光裝置之各種視圖；

圖 9A 至圖 9D 係根據本發明之實施例之包括多個 LED 晶片之一經封裝發光裝置之各種視圖；

圖 10A 至圖 10D 係根據本發明之實施例之包括多個 LED 晶片之另一經封裝發光裝置之各種視圖；

圖 11A 至圖 11C 係根據本發明之實施例之包括多個 LED 晶片之又一經封裝發光裝置之各種視圖；

圖 12A 至圖 12E 係圖解說明根據本發明之某些實施例可用以將一發光體介質施加至一 LED 晶片晶圓之製作步驟之剖視圖；

圖 13 係圖解說明根據本發明之其他實施例用於將一受體發光體介質施加至一 LED 晶片晶圓之操作之一流程圖；

圖 14A 至圖 14L 係圖解說明根據本發明之某些實施例一受體發光體介質至一發光裝置之施加之一系列示意圖；

圖 15A 至圖 15B 圖解說明根據本發明之某些實施例一受體發光體介質之施加；

圖 16 係圖解說明根據本發明之某些實施例之操作之一流程圖；

圖 17 係圖解說明根據本發明之某些實施例用於沈積一受體發光體介質之一經加壓沈積系統之一示意圖；

圖 18 係圖解說明根據本發明之實施例之一噴塗噴嘴之一示意圖；

圖 19 係圖解說明根據本發明之某些實施例用於將一受體發光體介質沈積於一發光裝置上之一批量沈積系統之一示意圖；及

圖 20A 至圖 20C 係圖解說明根據本發明之某些實施例一受體發光體介質至一晶圓之施加之示意圖。

### 【主要元件符號說明】

30	固態發光裝置
32	基板/基台
34	發光二極體
36	擴散結構
37	導電指狀物
38	觸點
39	發光體介質
40	頂部表面
42	附接墊
44	第一接觸墊
46	第二接觸墊
48	間隙
50	第一表面安裝墊
52	第二表面安裝墊
54	背部表面
56	導電通孔

66	經金屬化區域
70	透鏡
100	經封裝發光裝置
102	基板或基台
104	發光二極體
106	導電電流擴散結構
108	觸點
109	線接合
110	透鏡
112	晶粒附接墊
120	經封裝發光裝置
122	基台
124	發光二極體晶片
130	透鏡
140	經封裝發光裝置
144	發光二極體
150	透鏡
210	發光二極體晶片
220	基板
222	底部觸點
224	頂部觸點
228	導電接觸基座
232	發光體介質塗層
300	經加壓沈積系統

310	發光裝置
320	控制器
322	電子控制線路
324	電子控制線路
326	電子控制線路
328	通信線
329	電子控制線路
330A	流體貯存器
330B	流體貯存器
330C	流體貯存器
330D	流體貯存器
332A	輸入線路
332B	輸入線路
332C	輸入線路
332D	輸入線路
334A	質量流控制器
334B	質量流控制器
334C	質量流控制器
334D	質量流控制器
335	光學感測器
336	供應線路
337	光
339	熱
340	閥

341	混合器
342	氣體加壓器
344	高壓氣體供應線路
350	噴嘴
351	液體出口埠
352	氣體出口埠
353	銷
354	發冷光溶液
356	流體加壓器
357	注射器
360	基板
362	反射器杯
362A	側壁
364	光學腔
366	傾斜反射表面
370	發光二極體晶片
370A	發光二極體晶片
370B	發光二極體晶片
370C	發光二極體晶片
370D	發光二極體晶片
372	線接合墊
374	線接合連接
380	保形受體發光體介質
380A	第一保形層

380B	第二保形層
392	囊封劑材料
394	透鏡
610	發光二極體晶圓
610A	表面
612	電觸點
614	犧牲圖案

# 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：100107951

※申請日：100.3.9

※IPC 分類：H01L 33/148 (2010.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

形成具有高演色性指數值的暖白發光裝置之方法及相關發光裝置

METHODS OF FORMING WARM WHITE LIGHT EMITTING  
DEVICES HAVING HIGH COLOR RENDERING INDEX VALUES  
AND RELATED LIGHT EMITTING DEVICES

## 二、中文發明摘要：

本發明提供形成一發光裝置之方法，在該等方法中，加熱一固態照明源且將一發冷光溶液施加至該經加熱固態照明源以形成該發光裝置。該發冷光溶液包括：一第一材料，其將該固態照明源所發射之輻射降頻轉換成具有在綠色色彩範圍中之一峰值波長之輻射且其具有延伸至青色色彩範圍中之一半高全寬發射頻寬；及至少一種額外材料，其將該固態照明源所發射之該輻射降頻轉換成具有在另一色彩範圍中之一峰值波長之輻射。

## 三、英文發明摘要：

Methods of forming a light emitting device are provided in which a solid state lighting source is heated and a luminescent solution is applied to the heated solid state lighting source to form the light emitting device. The luminescent solution includes a first material that down-converts the radiation emitted by the solid state lighting source to radiation that has a peak wavelength in the green color range and that has a full width half maximum emission bandwidth that extends into the cyan color range, and at least one additional material that down-converts the radiation emitted by the solid state lighting source to radiation having a peak wavelength in another color range.

## 七、申請專利範圍：

### 1. 一種發光裝置，其包含：

一固態照明源；

一受體發光體介質，其用於降頻轉換該固態照明源所發射之輻射中之至少某些輻射，該發光體介質包括：一第一材料，其將該固態照明源所發射之該輻射降頻轉換成具有在綠色色彩範圍中之一峰值波長之輻射，該第一材料具有延伸至青色色彩範圍中之一半高全寬發射頻寬；及至少一種額外材料，其將該固態照明源所發射之該輻射降頻轉換成具有在另一色彩範圍中之一峰值波長之輻射。

2. 如請求項1之發光裝置，其中該第一材料包含一第一磷光體，該第一磷光體將該固態照明源所發射之該輻射降頻轉換成具有在525奈米與550奈米之間之一峰值波長之一輻射且具有在500奈米以下延伸之一半高全寬發射頻寬，且其中將該固態照明源所發射之該輻射降頻轉換成具有在另一色彩範圍中之一峰值波長之一輻射之該至少一種額外材料包含一第二磷光體及一第三磷光體，該第二磷光體及該第三磷光體一起將該固態照明源所發射之該輻射降頻轉換成具有大於580奈米之一峰值波長之一輻射。

3. 如請求項1之發光裝置，其中該固態照明源包含發射具有在藍色色彩範圍中之一主波長之光之一發光二極體，其中該第一材料包含一第一磷光體，且其中將該固態照

明源所發射之該輻射降頻轉換成具有在另一色彩範圍中之一峰值波長之一輻射之該至少一種額外材料包含一第二磷光體及一第三磷光體，該第二磷光體將該固態照明源所發射之該輻射降頻轉換成具有在530奈米與585奈米之間之一峰值波長之一輻射，該第三磷光體將該固態照明源所發射之該輻射降頻轉換成具有在600奈米與660奈米之間之一峰值波長之一輻射。

4. 如請求項2之發光裝置，其中該第一磷光體包含一LuAG:Ce磷光體，該第二磷光體包含一YAG:Ce磷光體，且該第三磷光體包含一 $(Ca_{1-x}Sr_x)SiAlN_3:Eu^{2+}$ 磷光體。
5. 如請求項1之發光裝置，其中該發光裝置所發射之該光具有在一1931 CIE色度圖上之黑體軌跡之7 MacAdam橢圓內之一色彩點、至少90之一CRI值及在約2500K與約3300K之間之一相關色溫。
6. 如請求項1之發光裝置，其中該受體發光體介質包含一保形受體發光體介質。
7. 如請求項1之發光裝置，其中該受體發光體介質進一步包括一熱可固化黏結劑材料。
8. 如請求項1之發光裝置，其進一步包含包括至少一個反射部分之一基台，其中該固態照明源係安裝於該基台上，且其中該受體發光體介質係塗佈於該至少一個反射部分上。
9. 一種發光裝置，其包含：  
一發光二極體(「LED」)，其發射具有在藍色色彩範

圍中之一主波長之光；

一受體發光體介質，其經組態以降頻轉換該LED所發射之該光中之至少某些光，該受體發光體介質包括至少：

一第一磷光體，其將該LED所發射之該輻射降頻轉換成具有在綠色色彩範圍中之一峰值波長之輻射；

一第二磷光體，其將該LED所發射之該輻射降頻轉換成具有在一第二色彩範圍中之一峰值波長之輻射，該第二色彩範圍具有高於該綠色色彩範圍之波長；及

一第三磷光體，其將該LED所發射之該輻射降頻轉換成具有在一第三色彩範圍中之一峰值波長之輻射，該第三色彩範圍具有高於該綠色色彩範圍之波長。

10. 如請求項9之發光裝置，其中第一磷光體具有延伸至青色色彩範圍中之一半高全寬發射頻寬。
11. 如請求項10之發光裝置，其中該受體發光體介質中所包括之該等磷光體及該LED經組態以一起發射具有在約2500K與3300K之間之一相關色溫及至少90之一CRI之暖白色光。
12. 如請求項10之發光裝置，其中該第二磷光體將該LED所發射之該輻射降頻轉換成具有在黃色色彩範圍中之一峰值波長之輻射，且該第三磷光體將該LED所發射之該輻射降頻轉換成具有在紅色色彩範圍中之一峰值波長之輻射。
13. 如請求項9之發光裝置，其中該第一磷光體包含一

LuAG:Ce磷光體，該第二磷光體包含一YAG:Ce磷光體，且該第三磷光體包含一 $(Ca_{1-x}Sr_x)SiAlN_3:Eu^{2+}$ 磷光體。

14. 如請求項10之發光裝置，其中與該第一磷光體、該第二磷光體及該第三磷光體相關聯之該光發射之光譜包括一單個峰值，且其中與該第一磷光體相關聯之該光發射之該等光譜不產生在該青色色彩範圍中之一峰值。
15. 如請求項9之發光裝置，其中該受體發光體介質包含一保形受體發光體介質。
16. 如請求項9之發光裝置，其中該受體發光體介質進一步包括一熱可固化黏結劑材料。
17. 一種發光裝置，其包含：

一發光二極體(「LED」)，其發射具有在藍色色彩範圍中之一主波長之光；

一受體發光體介質，其經組態以降頻轉換該LED所發射之該光中之至少某些光，該受體發光體介質包括一第一材料及一第二材料，該第一材料將該LED所發射之該輻射降頻轉換成具有在綠色色彩範圍中之一峰值波長之輻射，該第二材料將該LED所發射之該輻射降頻轉換成具有在一第二色彩範圍中之一峰值波長之輻射，該第二色彩範圍具有高於該綠色色彩範圍之波長，

其中該發光裝置所發射之光譜具有在可見光譜中之兩個不同峰值，該兩個不同峰值包括在該藍色色彩範圍中之一第一峰值、在長於與該綠色色彩範圍相關聯之波長的波長下之一第二峰值。

18. 如請求項17之發光裝置，其中該第一材料具有延伸至青色色彩範圍中之一半高全寬發射頻寬。
19. 如請求項18之發光裝置，其中該第一材料包含一第一磷光體，且其中該第二材料包含一第二磷光體及一第三磷光體，該第二磷光體將該LED所發射之該輻射降頻轉換成具有在黃色色彩範圍中之一峰值波長之一輻射，該第三磷光體將該LED所發射之該輻射降頻轉換成具有在紅色色彩範圍中之一峰值波長之一輻射。
20. 如請求項17之發光裝置，其中該受體發光體介質包含一保形受體發光體介質。
21. 如請求項17之發光裝置，其中該受體發光體介質進一步包括一熱可固化黏結劑材料。
22. 如請求項17之發光裝置，其進一步包含包括至少一個反射部分之一基台，其中該LED係安裝於該基台上，且其中該受體發光體介質係塗佈於該至少一個反射部分上。
23. 一種發光體介質，其包含：
  - 一黏結劑；
  - 一第一磷光體，其經組態以將藍色光降頻轉換成具有在綠色色彩範圍中之一峰值波長之輻射，該第一磷光體具有延伸至青色色彩範圍中之一半高全寬頻寬；
  - 一第二磷光體，其經組態以將藍色光降頻轉換成具有在黃色色彩範圍中之一峰值波長之輻射；及
  - 一第三磷光體，其經組態以將藍色光降頻轉換成具有在紅色色彩範圍中之一峰值波長之輻射。

24. 如請求項23之發光體介質，其中該第一磷光體包含發射具有在525奈米與544奈米之間之一峰值波長之輻射之一磷光體，且具有在500奈米以下延伸之一半高全寬發射頻寬。
25. 如請求項23之發光體介質，其中該第一磷光體包含一LuAG:Ce磷光體，該第二磷光體包含一YAG:Ce磷光體，且該第三磷光體包含一 $(Ca_{1-x}Sr_x)SiAlN_3:Eu^{2+}$ 磷光體。
26. 一種發光裝置，其包含：
- 一發光二極體(「LED」)，其發射具有在藍色色彩範圍中之一主波長之光；
  - 一受體發光體介質，其經組態以降頻轉換該LED所發射之該光中之至少某些光，該受體發光體介質包括：
    - 一第一基於鋁石榴石之磷光體，其將該LED所發射之該輻射降頻轉換成具有在綠色色彩範圍中之一峰值波長之輻射；
    - 一第二基於鋁石榴石之磷光體，其將該LED所發射之該輻射降頻轉換成具有在一第二色彩範圍中之一峰值波長之輻射，該第二色彩範圍具有高於該綠色色彩範圍之波長；及
    - 一第三基於氮化物或基於氮氧化物之磷光體，其將該LED所發射之該輻射降頻轉換成具有在一第三色彩範圍中之一峰值波長之輻射，該第三色彩範圍具有高於該第二色彩範圍之波長。
27. 如請求項26之發光裝置，其中該受體發光體介質包含一

保形受體發光體介質。

28. 如請求項26之發光裝置，其中該受體發光體介質進一步包括一熱可固化黏結劑材料。
29. 如請求項26之發光裝置，其進一步包含包括至少一個反射部分之一基台，其中該LED係安裝於該基台上，且其中該受體發光體介質係塗佈於該至少一個反射部分上。

八、圖式：

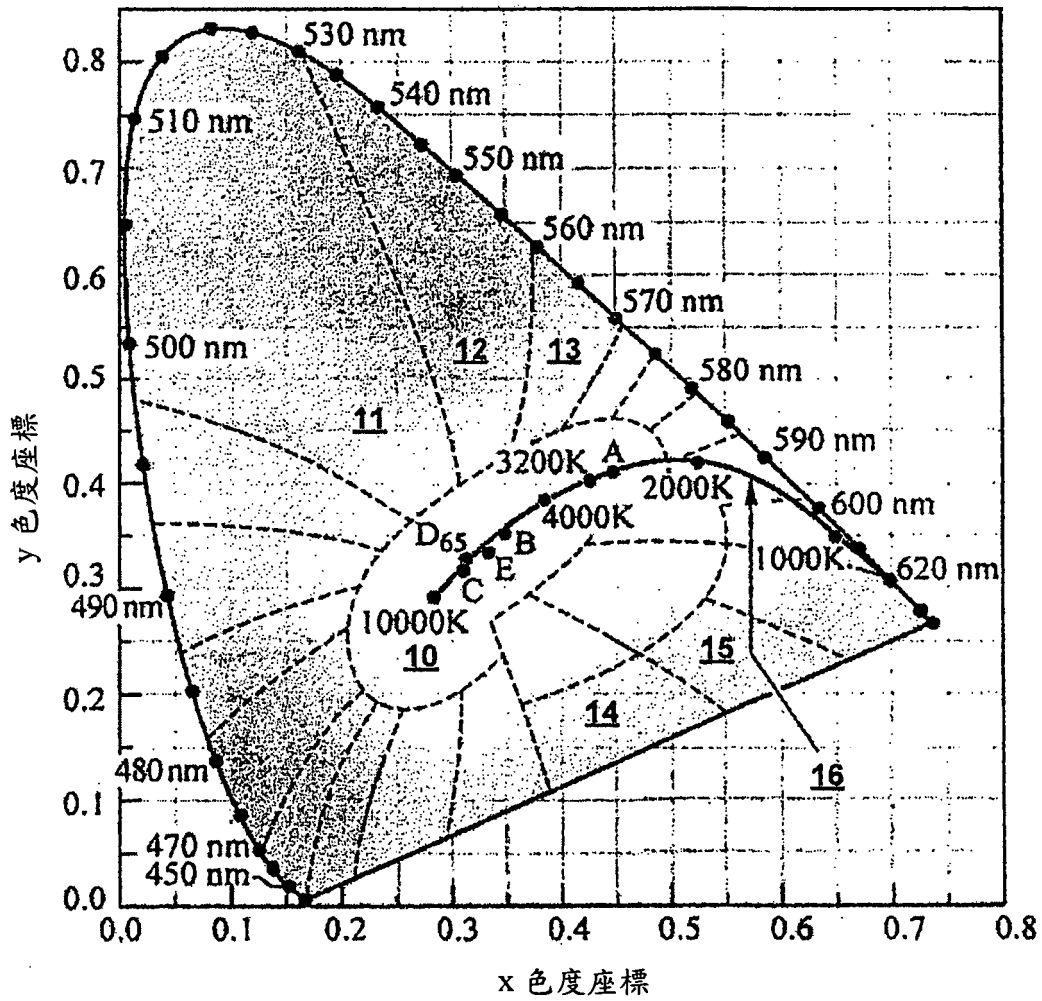


圖 1

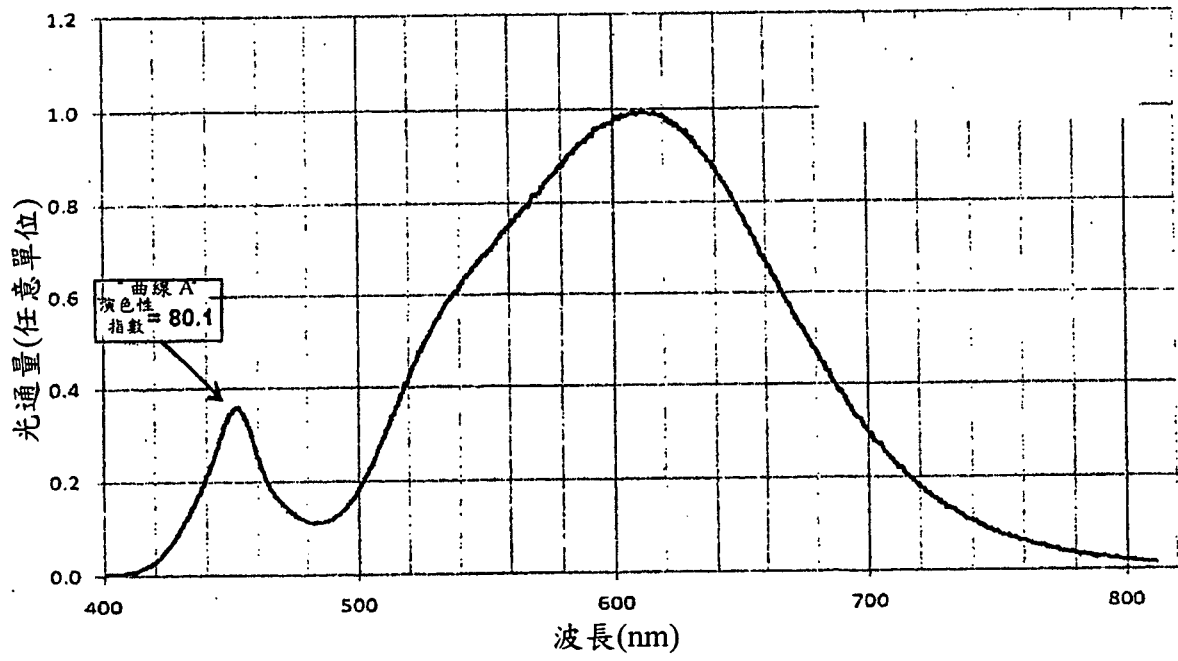


圖2

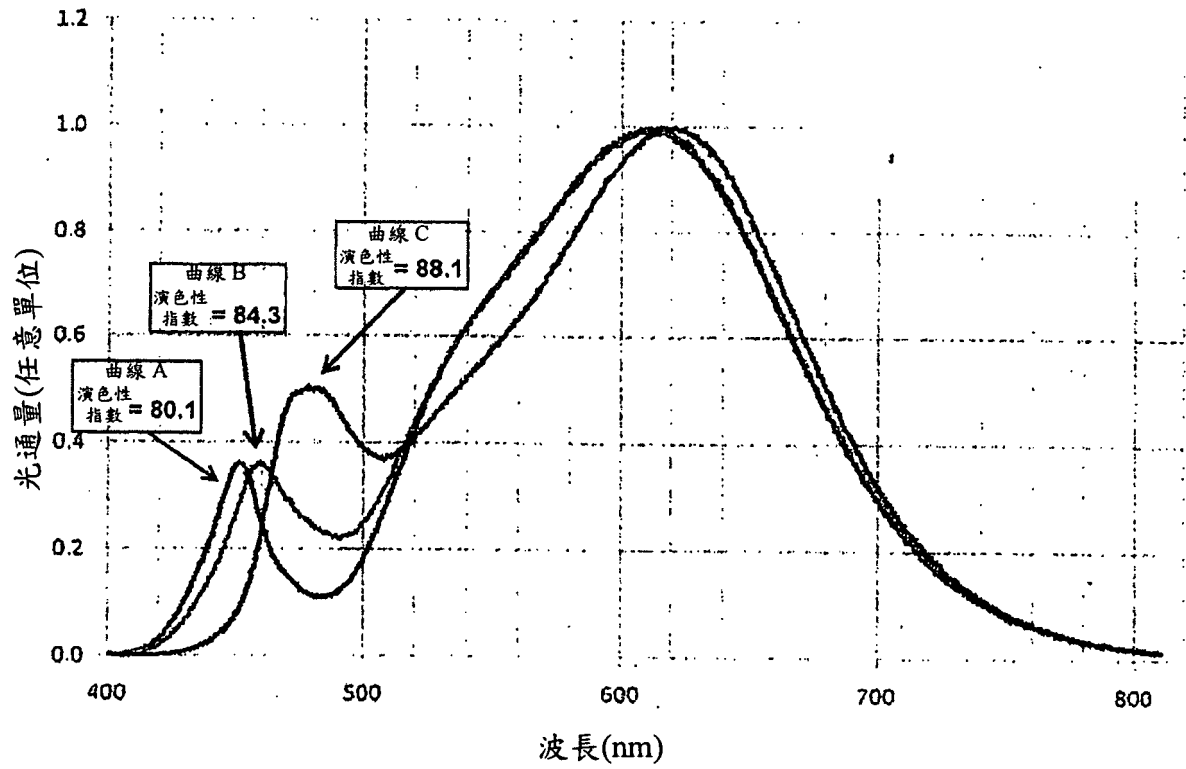


圖3

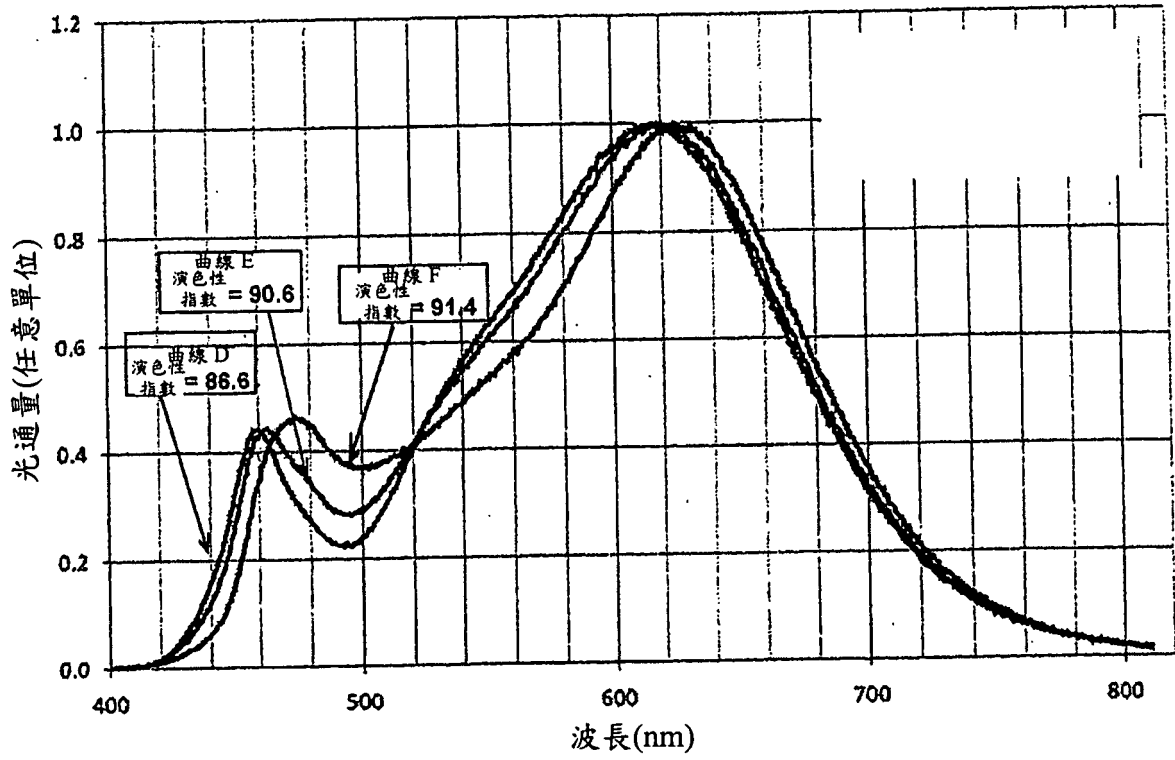


圖4

光通量之中位改變 = -12%

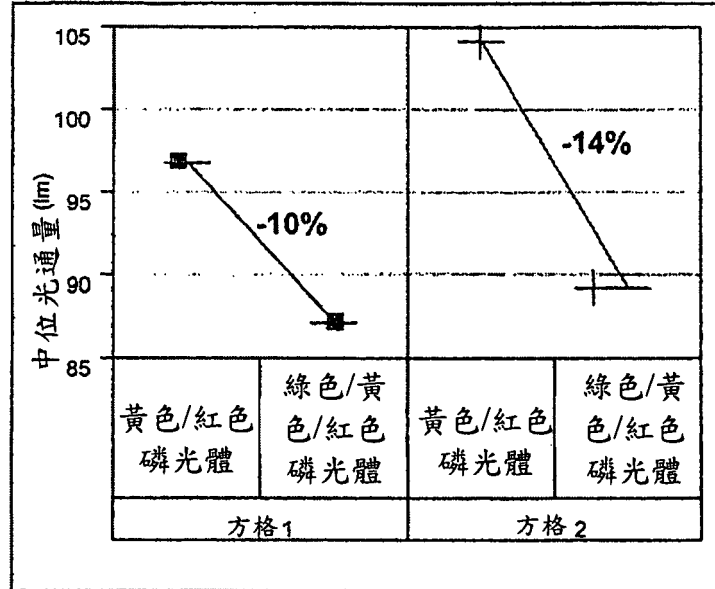


圖 5A

演色性指數之中位改變 = +6%

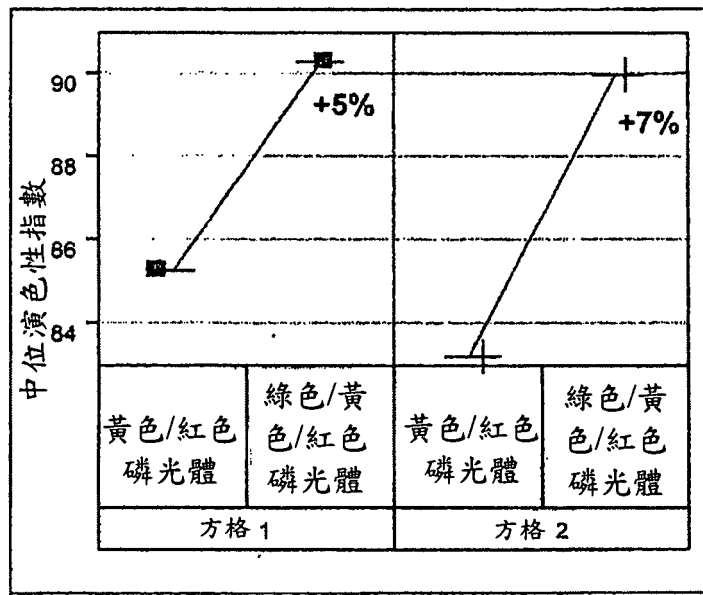


圖 5B

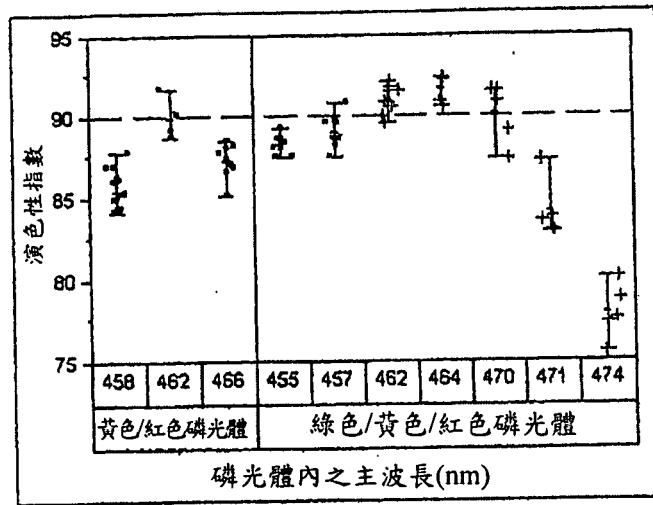


圖 6A

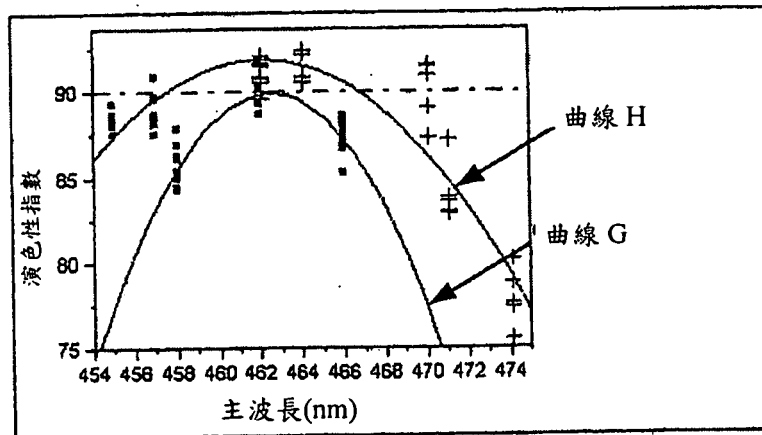


圖 6B

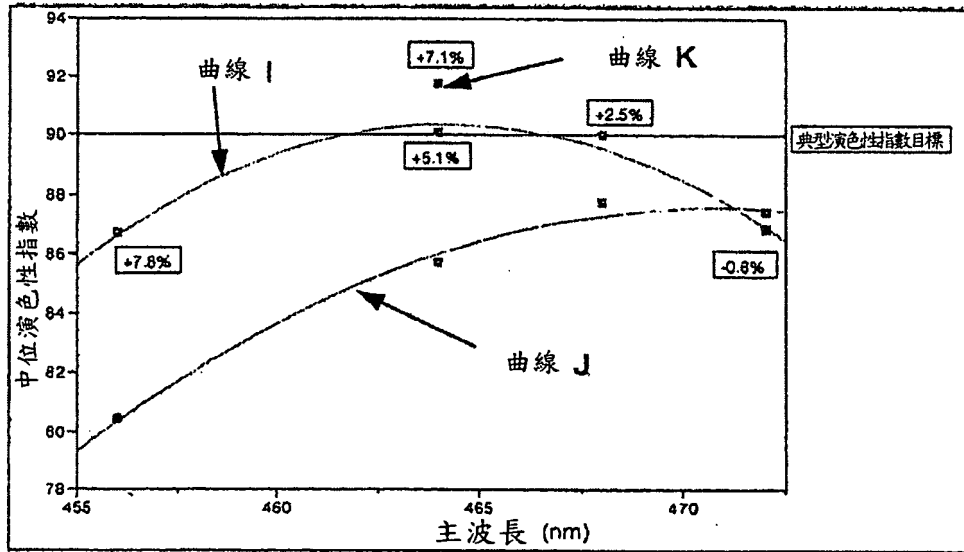


圖7A

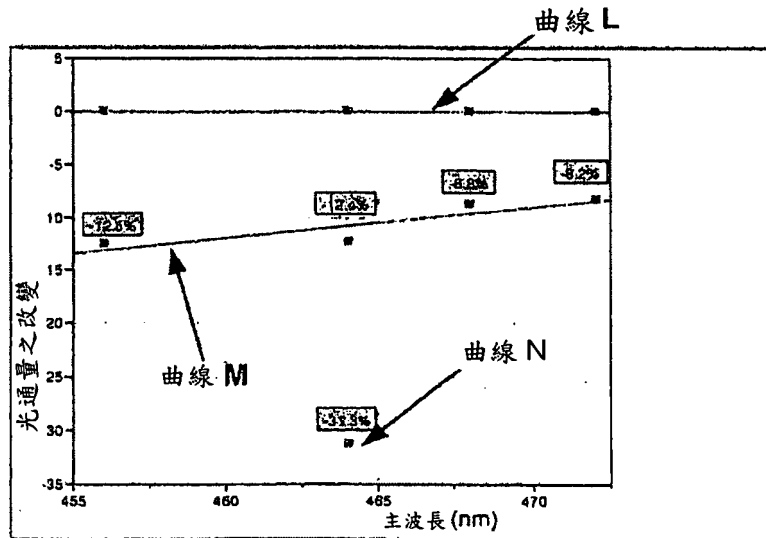


圖7B

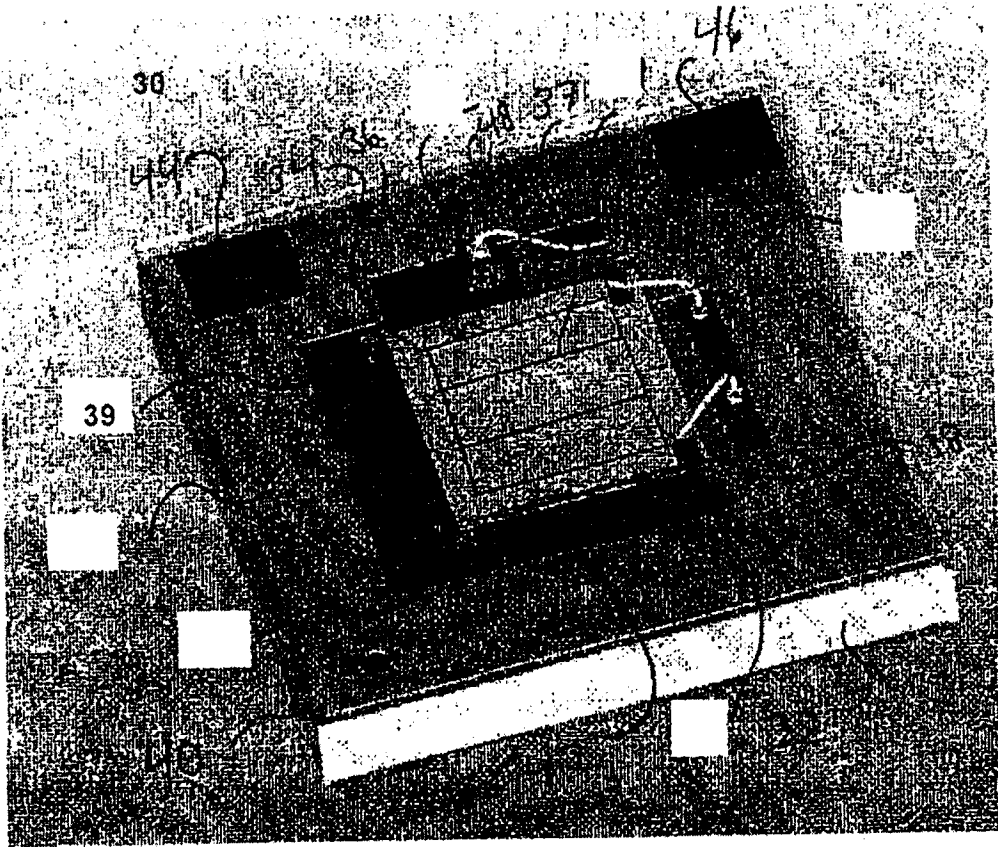


圖 8A

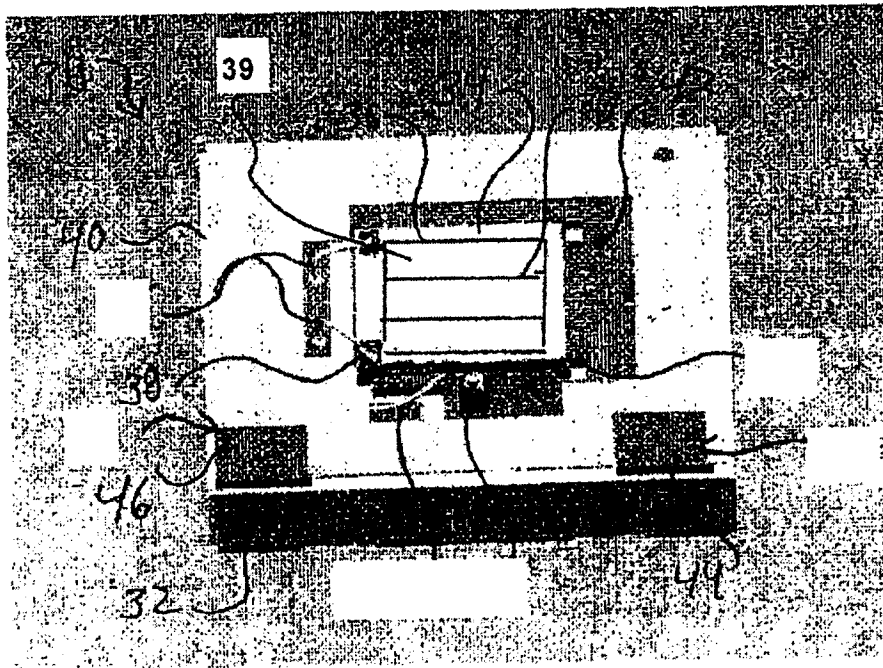


圖 8B

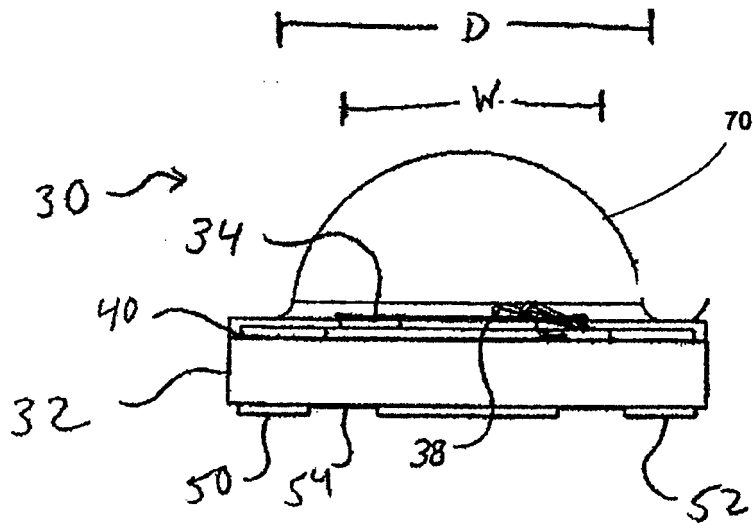


圖8C

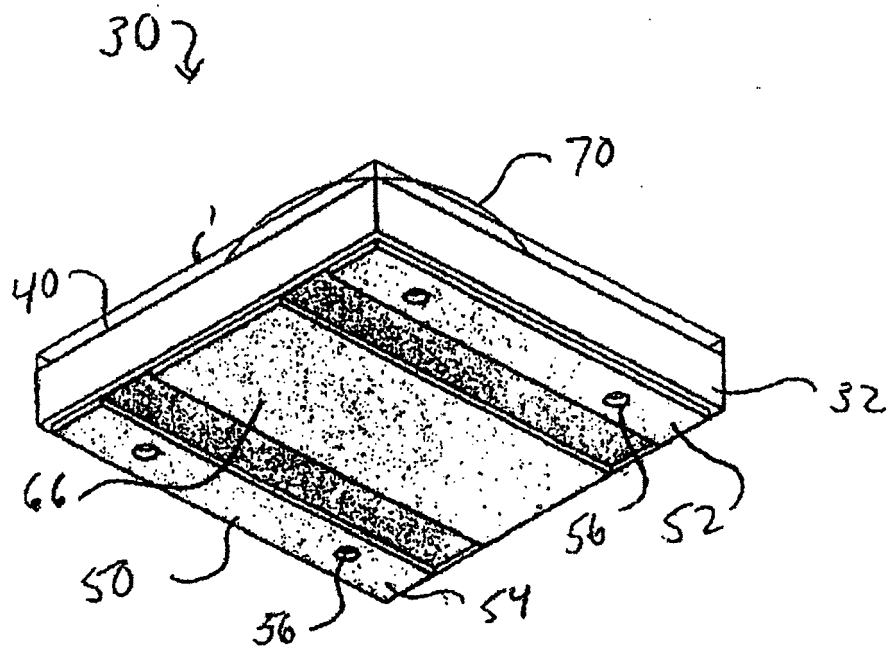


圖8D

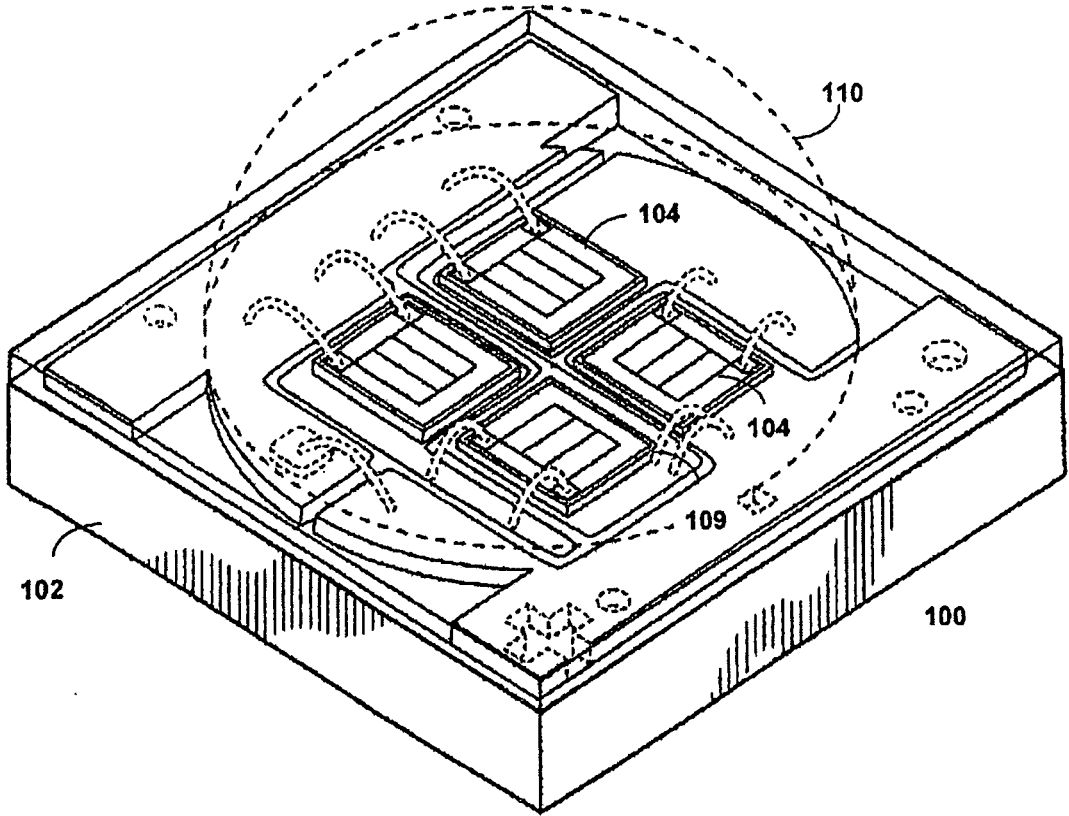


圖9A

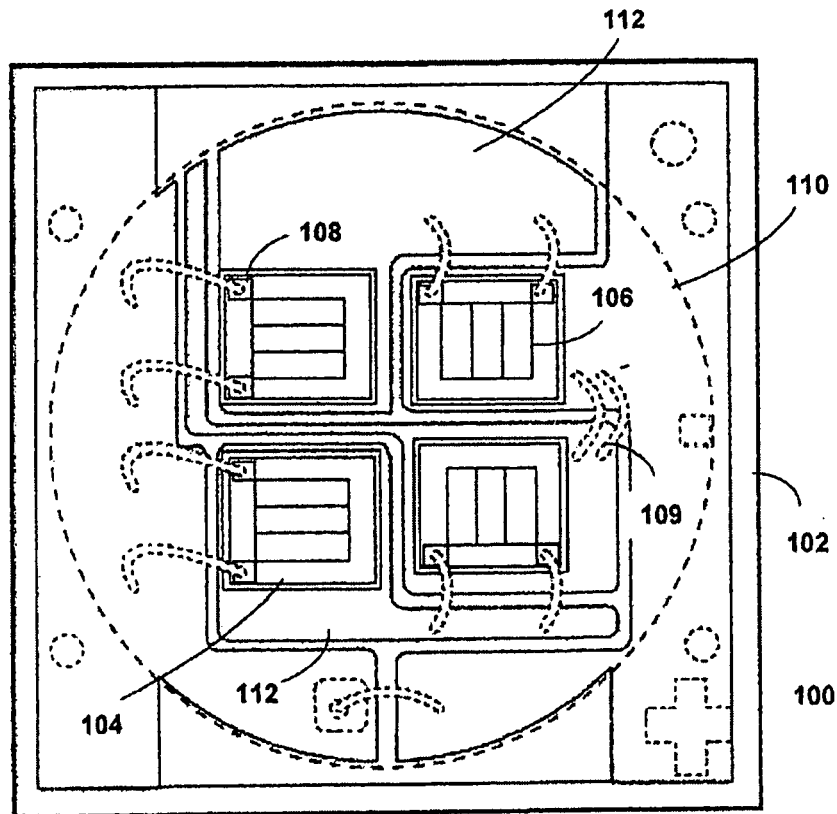


圖9B

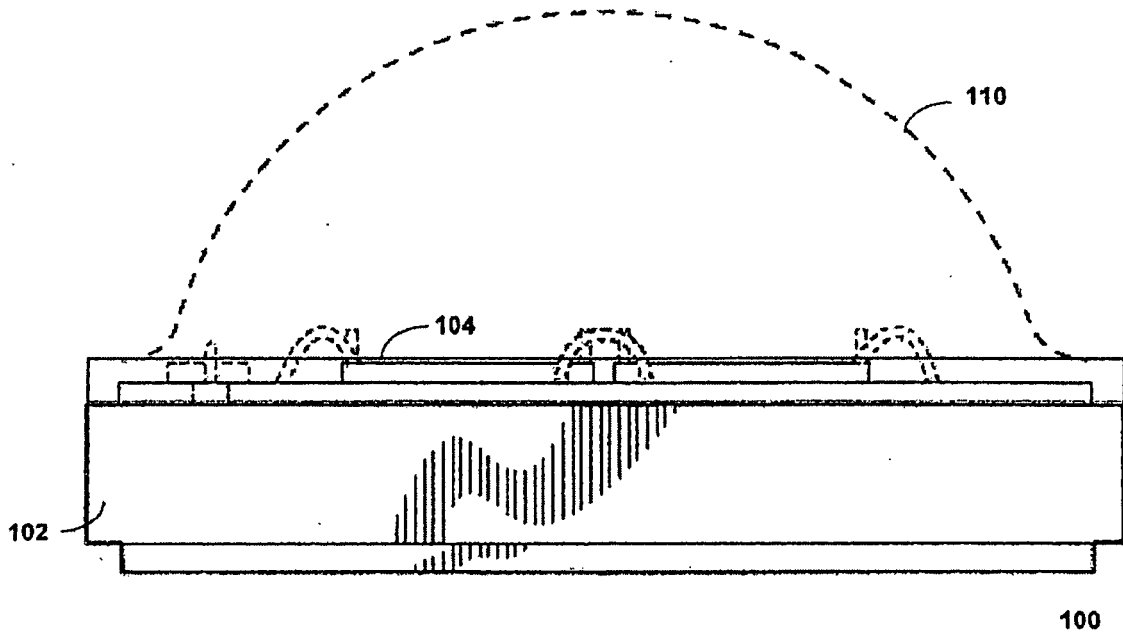


圖9C

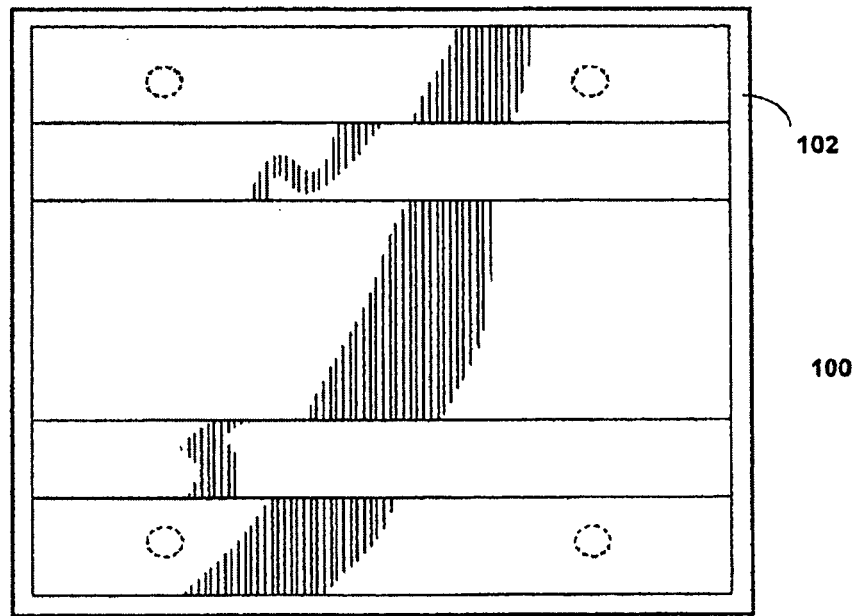


圖9D

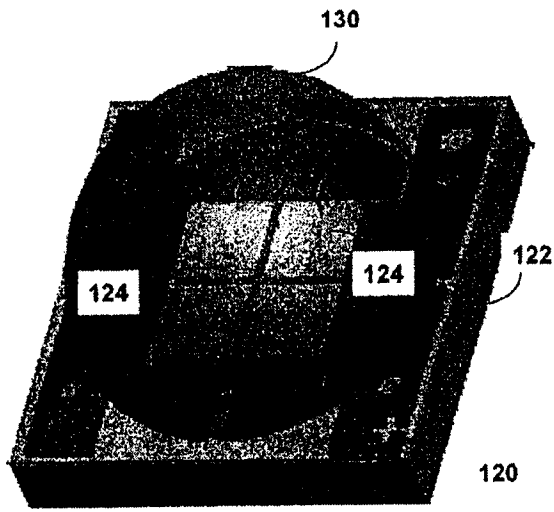
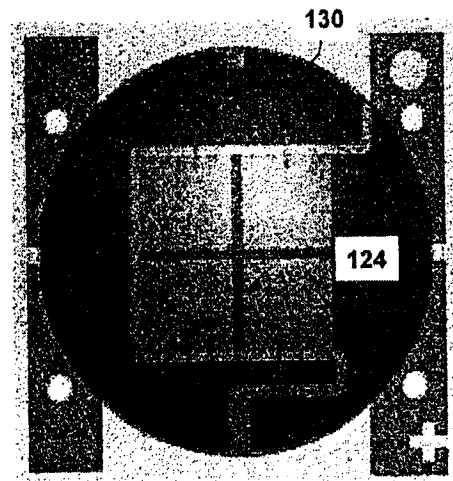


圖 10A



120

圖 10B

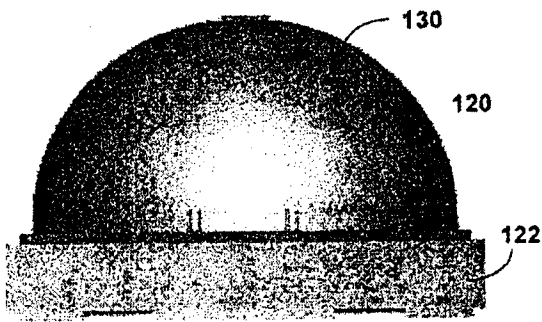
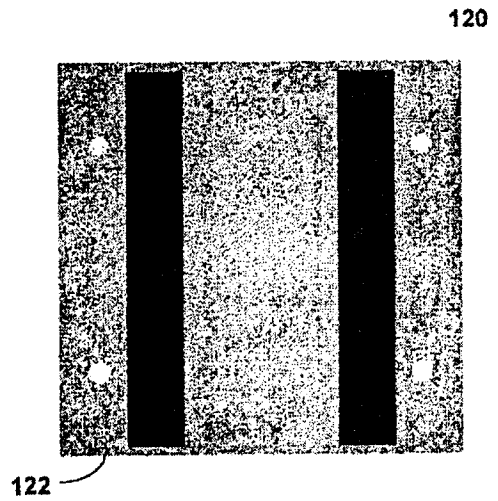


圖 10C



120

圖 10D

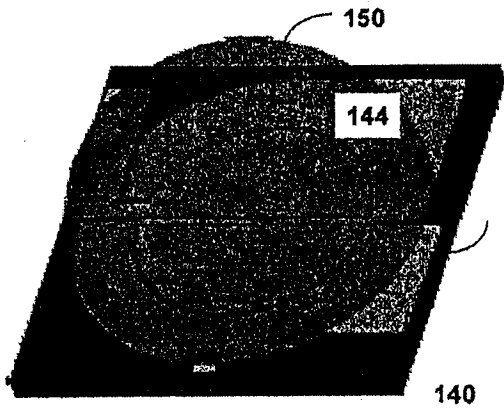


圖 11A

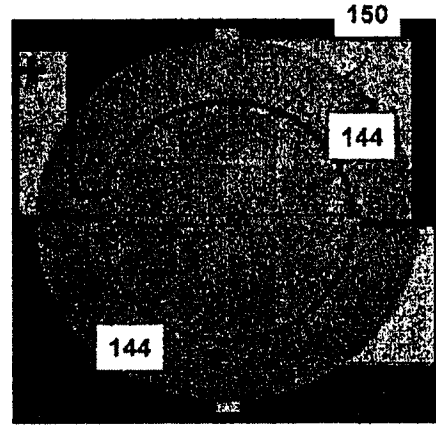


圖 11B

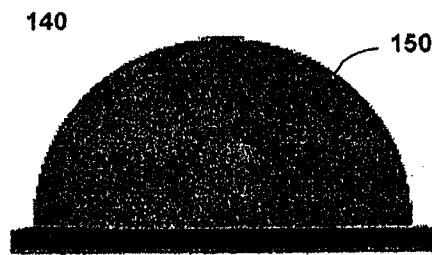


圖 11C

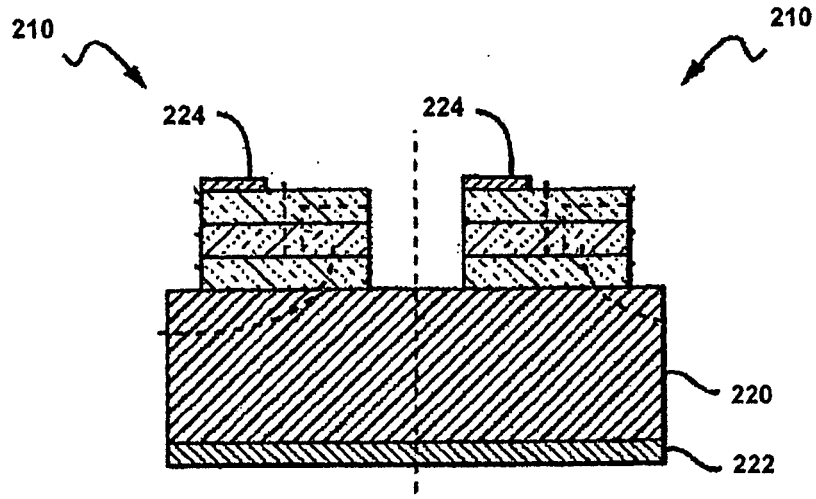


圖 12A

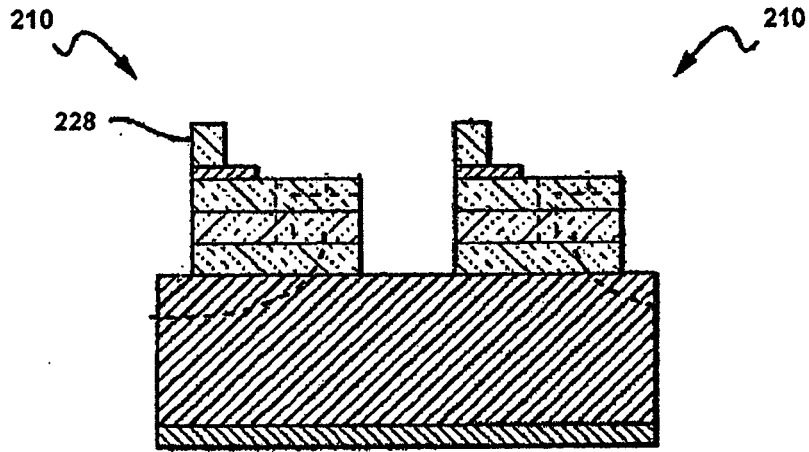


圖 12B

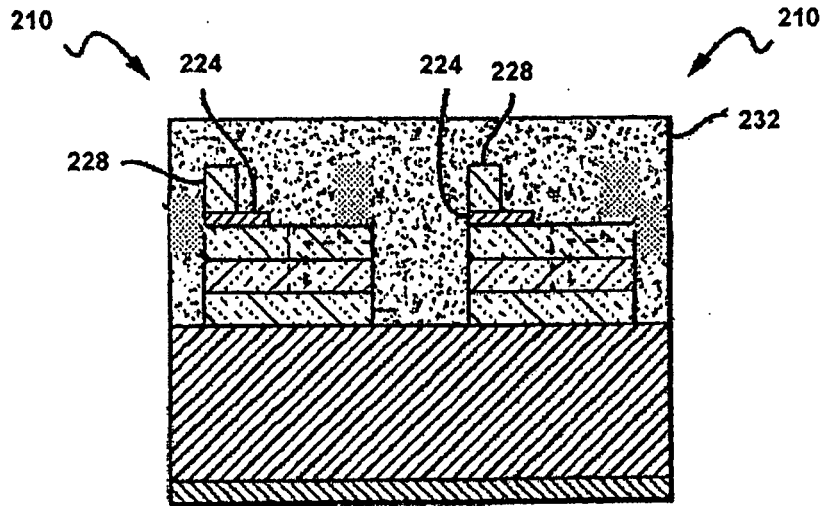


圖 12C

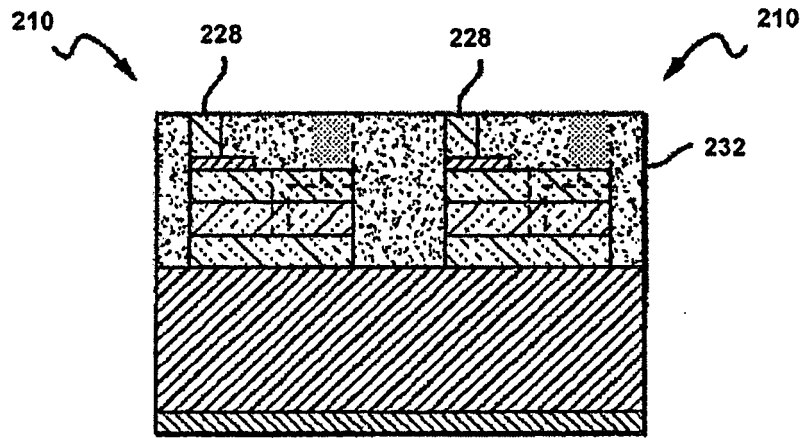


圖 12D

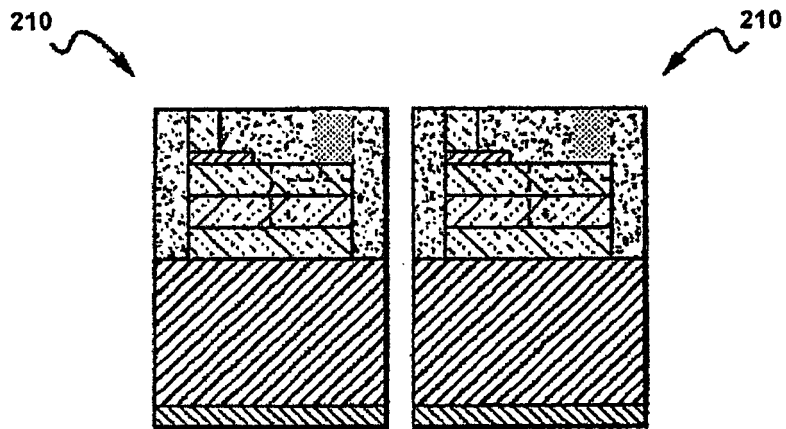


圖 12E

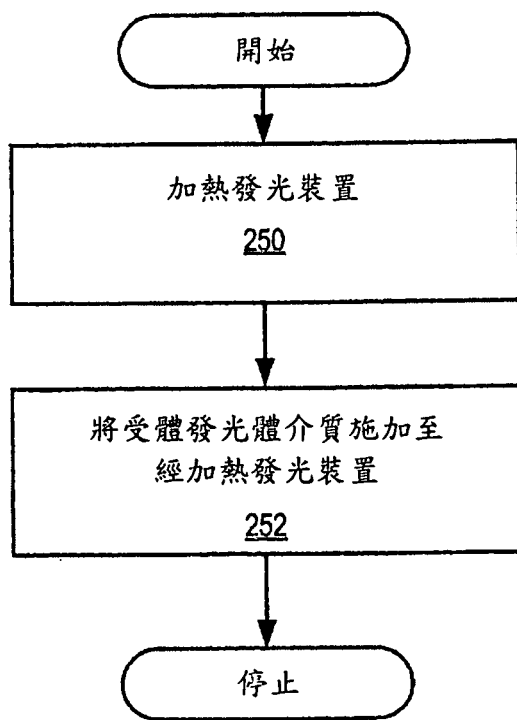


圖 13

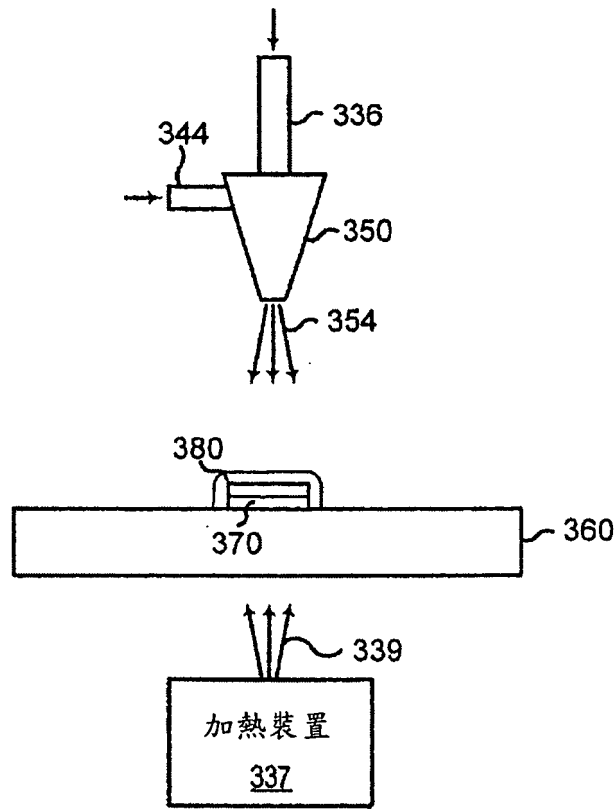


圖 14A

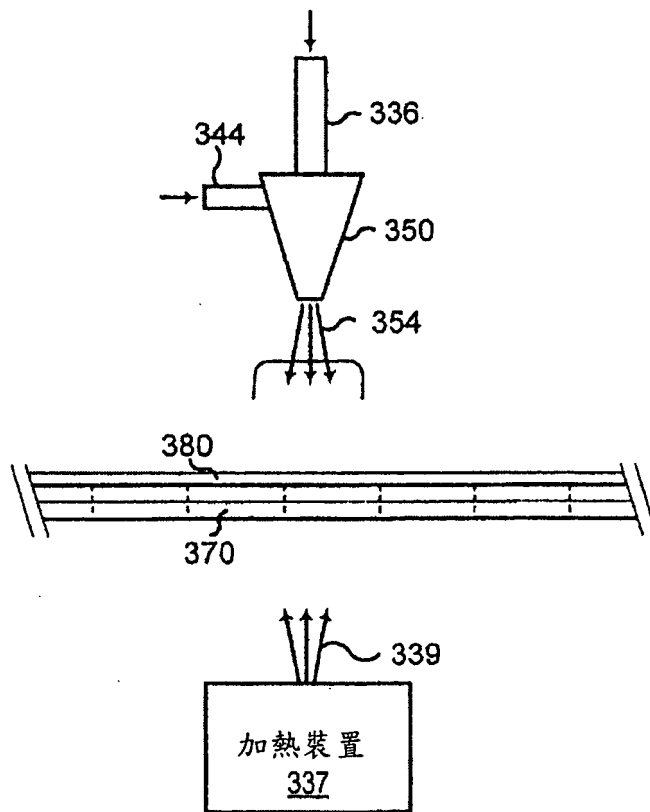


圖 14B

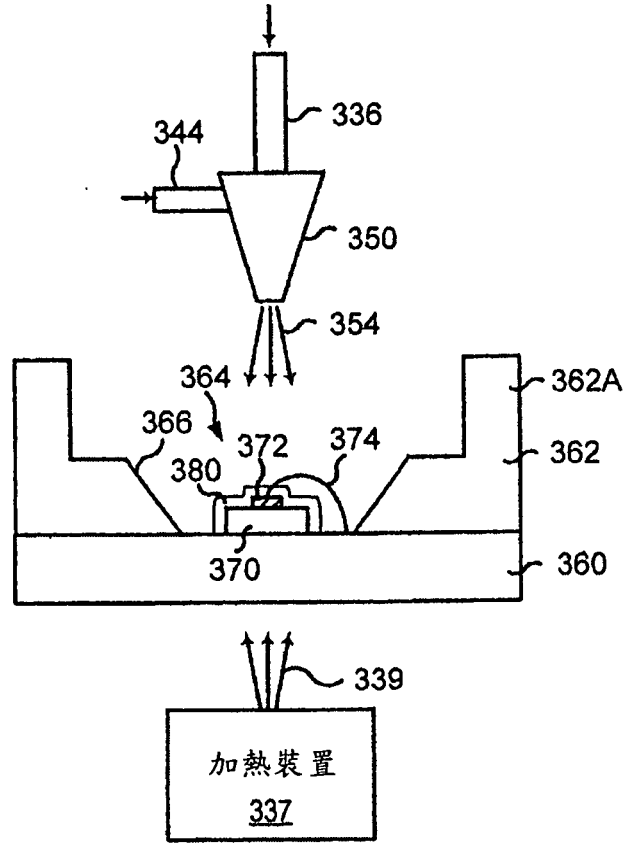


圖 14C

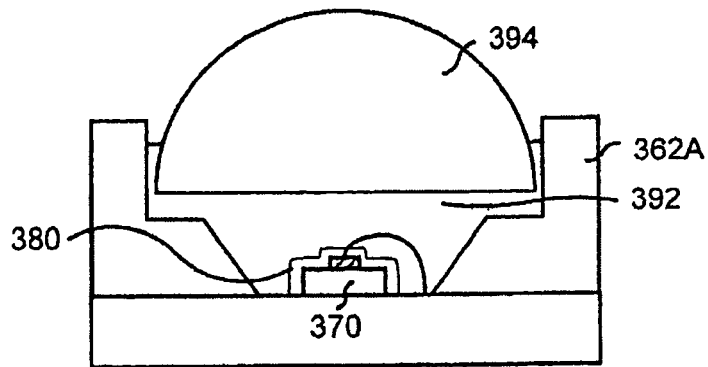


圖 14D

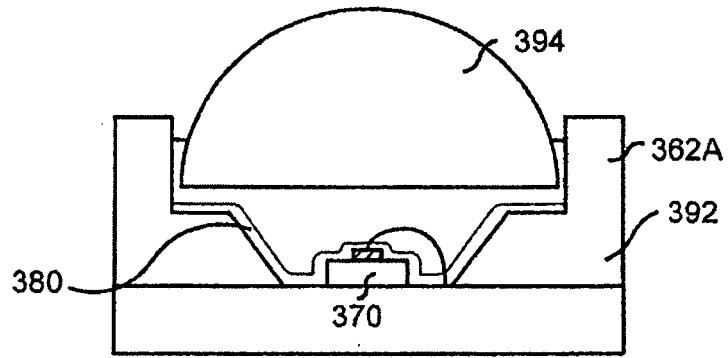


圖 14E

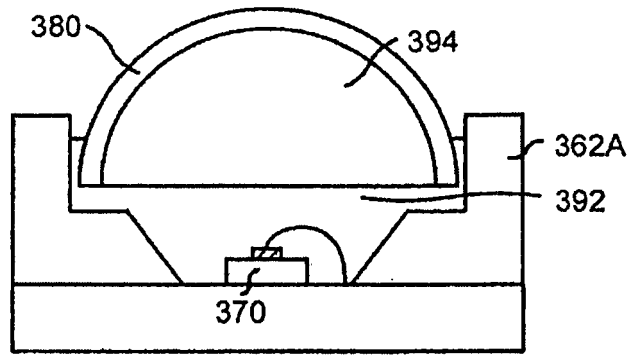


圖 14F

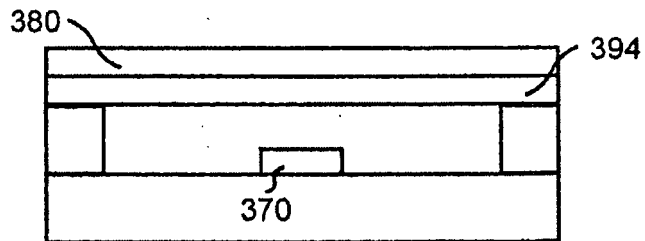


圖 14G

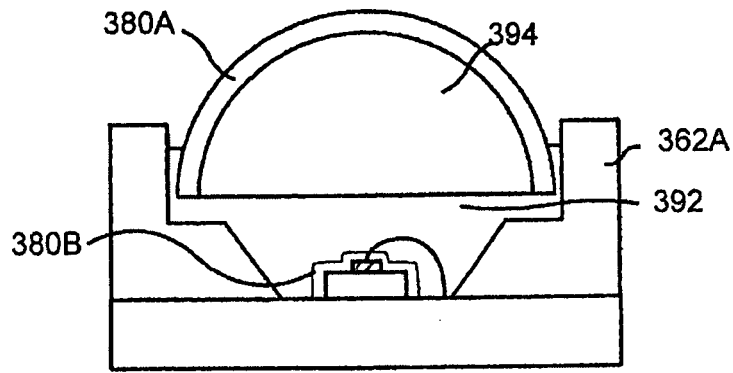


圖 14H

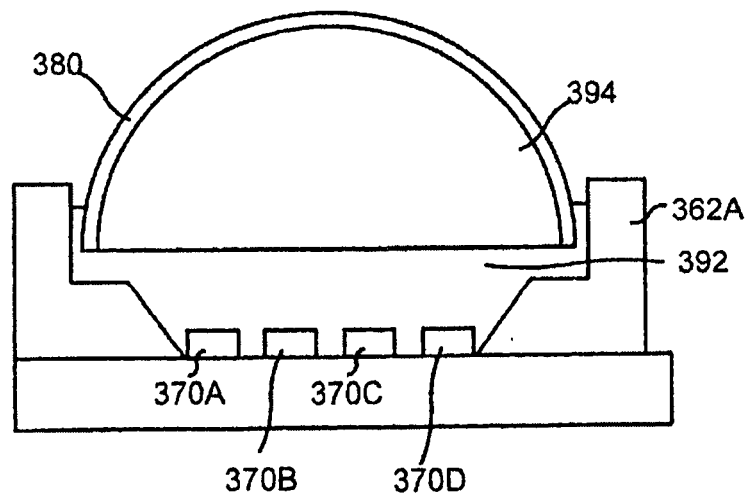


圖 14I

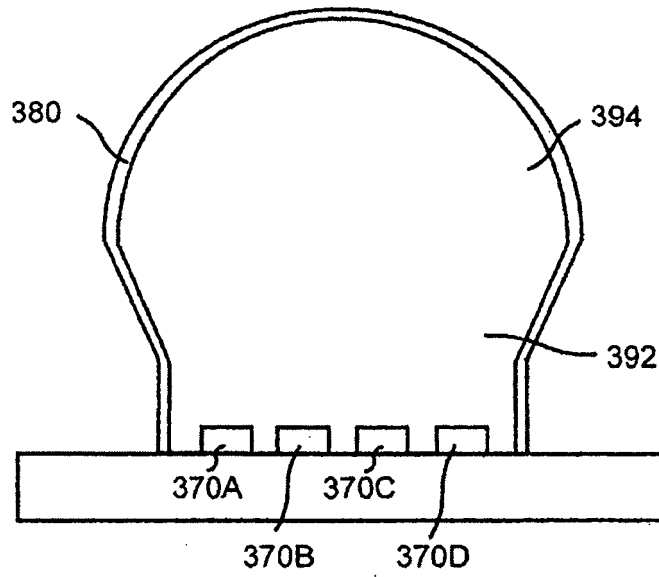


圖 14J

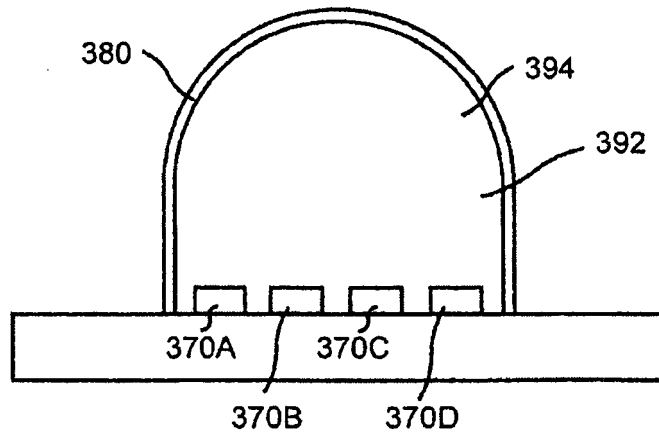


圖 14K

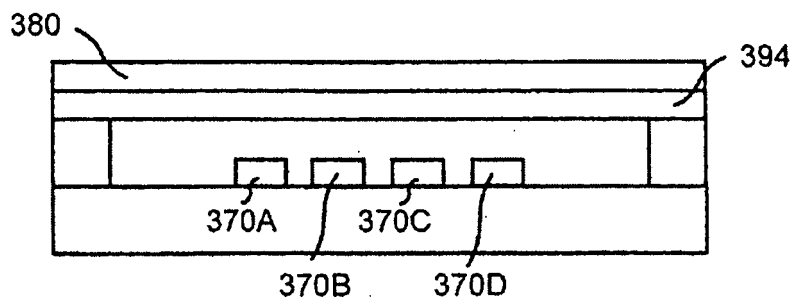


圖 14L

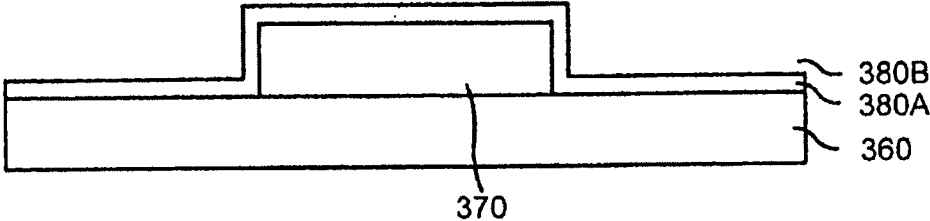


圖 15A

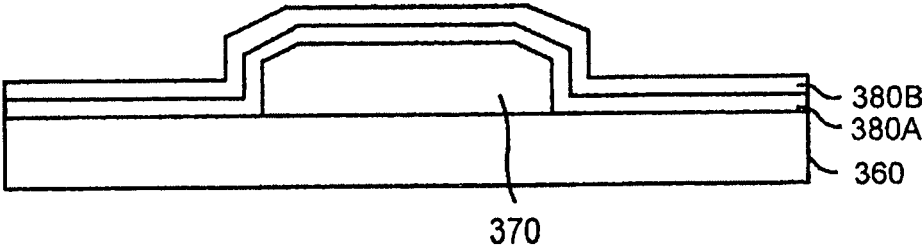


圖 15B

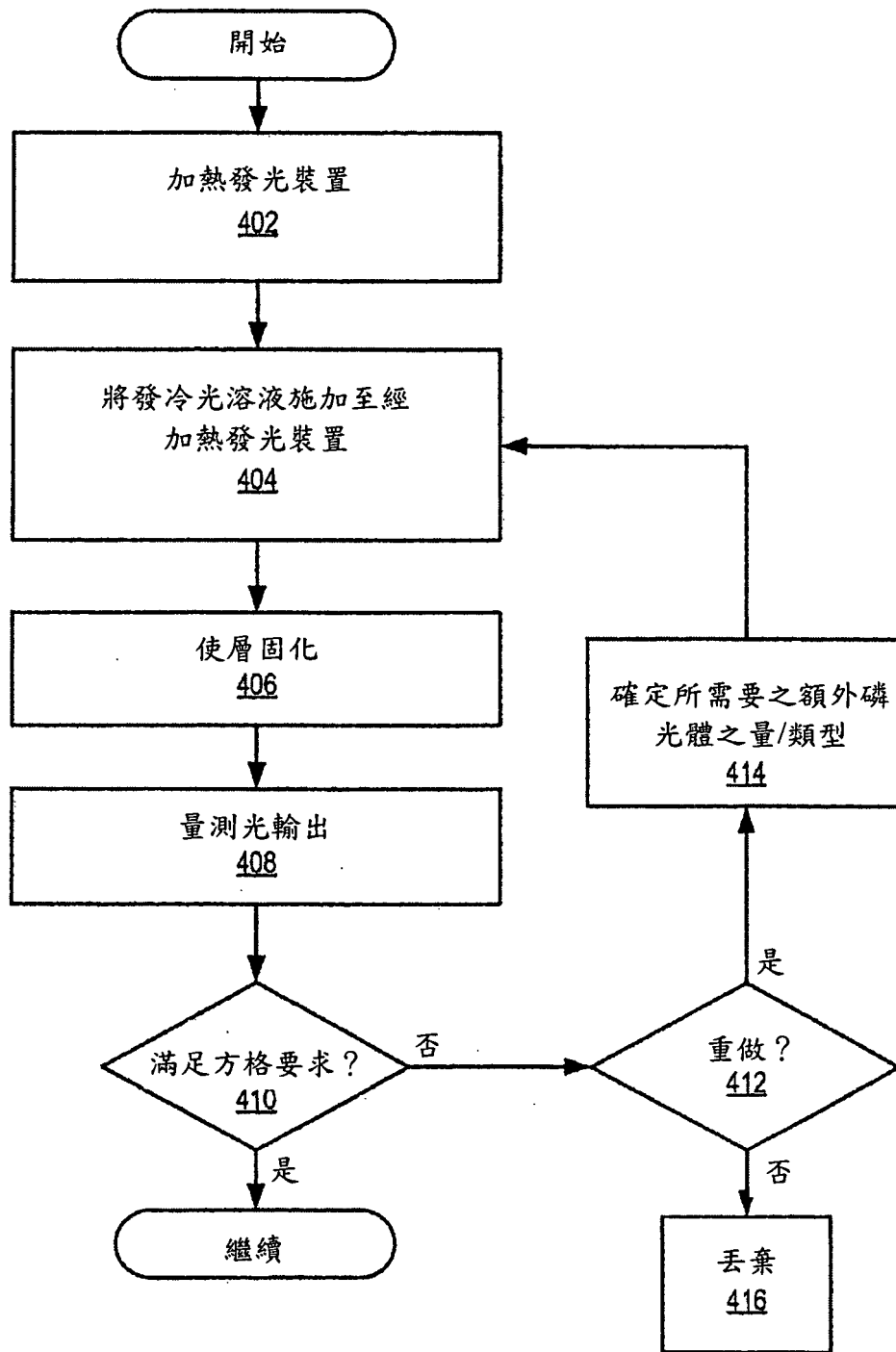


圖 16

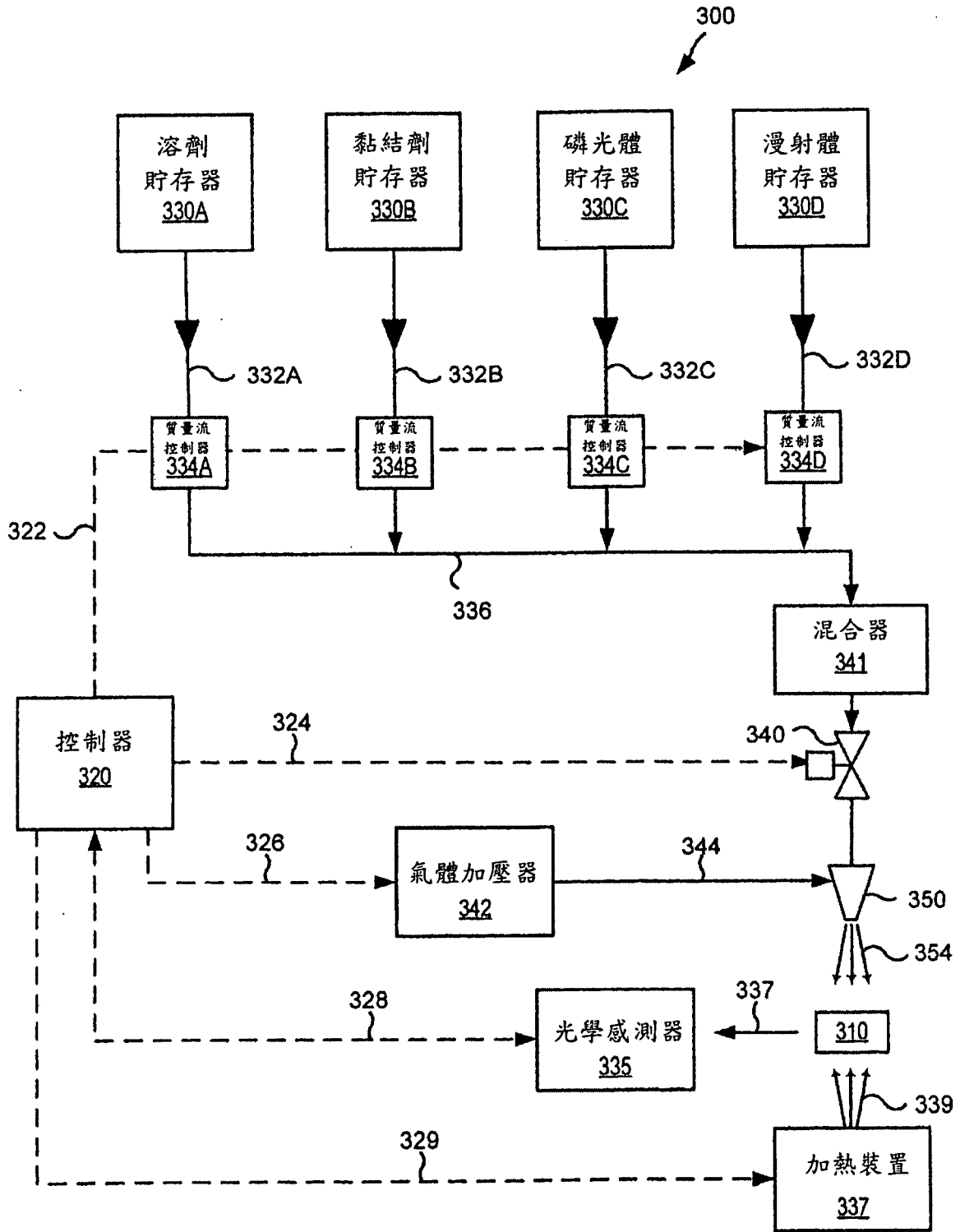


圖 17

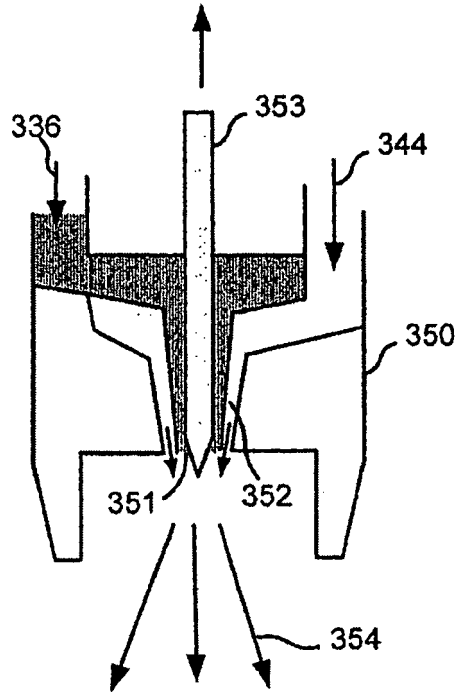


圖 18

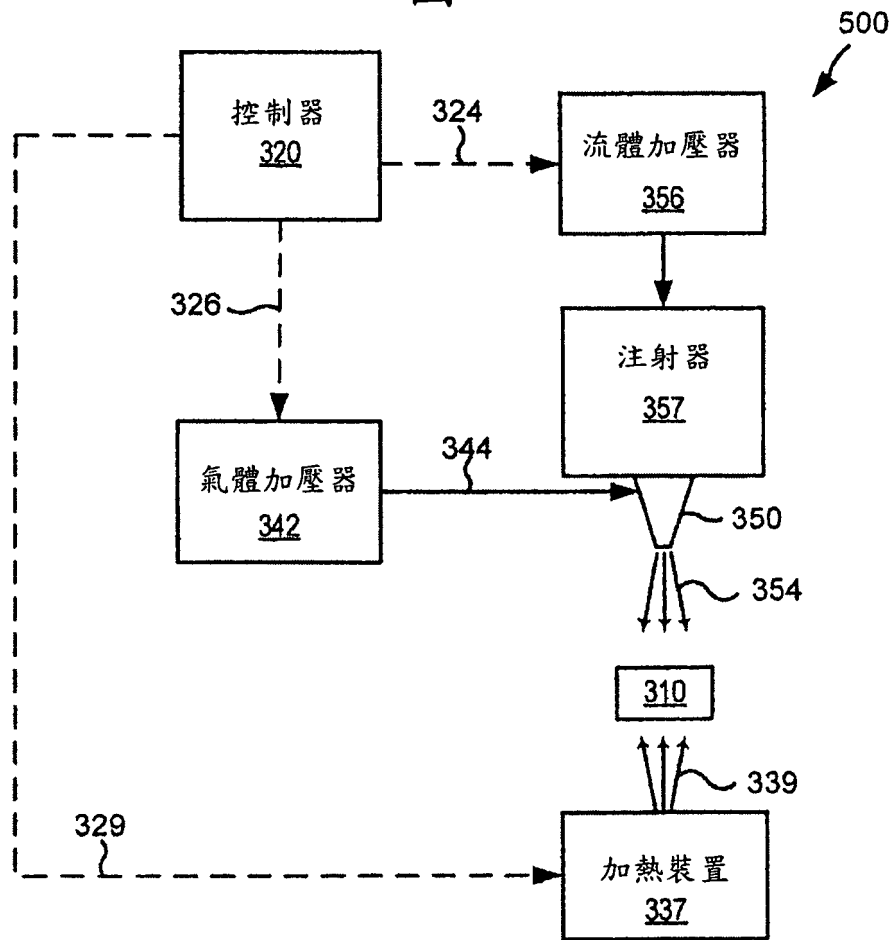


圖 19

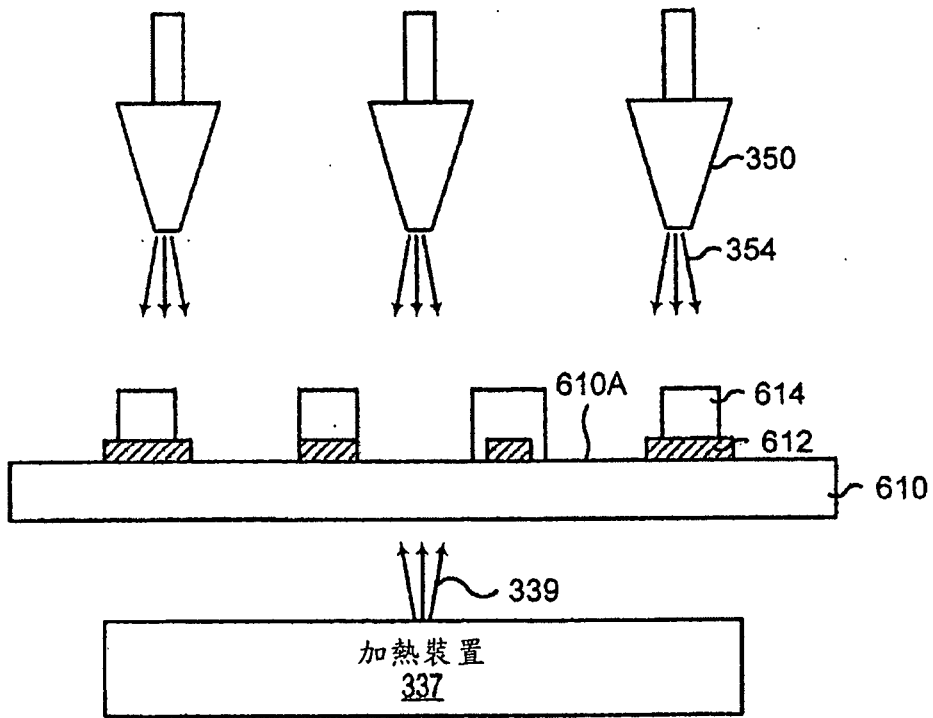


圖 20A

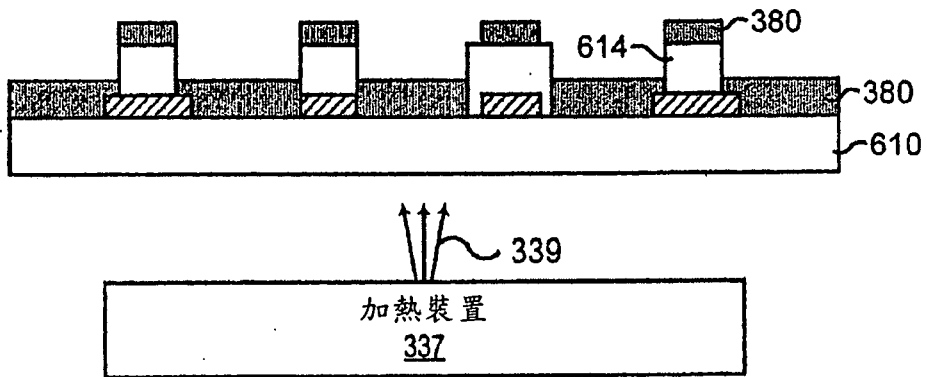


圖 20B

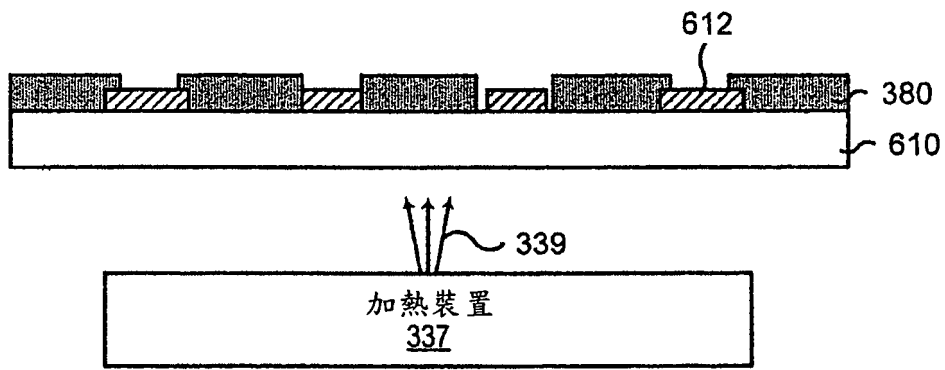


圖 20C

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第(8C)圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

30	固態發光裝置
32	基板/基台
34	發光二極體
38	觸點
40	頂部表面
50	第一表面安裝墊
52	第二表面安裝墊
54	背部表面
70	透鏡

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)