



(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 201251114 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 12 月 16 日

(21)申請案號：101116960

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 05 月 11 日

(51)Int. Cl. : **H01L33/32 (2010.01)**

H01L33/50 (2010.01)

(30)優先權：2011/05/11 美國

13/105,184

(71)申請人：克立公司 (美國) CREE, INC. (US)

美國

(72)發明人：皮卡 保羅 PICKARD, PAUL (US)；凡 安東尼 保羅 VAN DE VEN, ANTONY

PAUL (AU)；勒托金 羅南 P LETOQUIN, RONAN P. (FR)

(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：10 共 93 頁

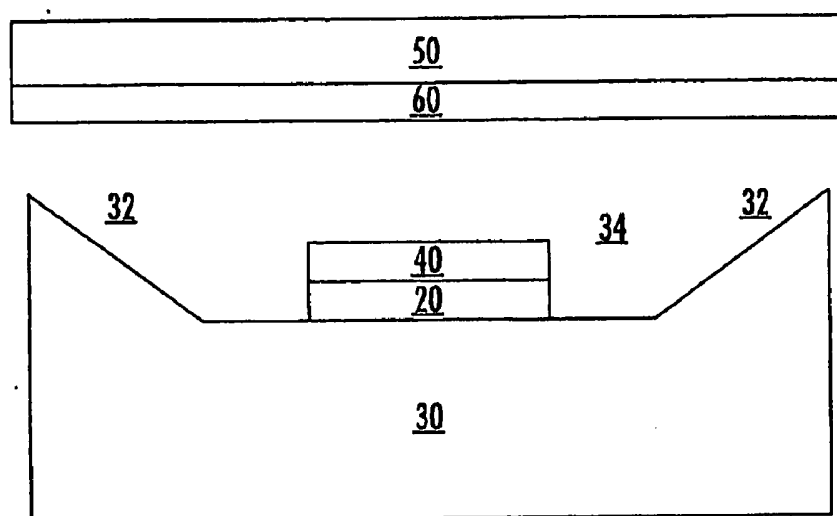
(54)名稱

具有由發光磷光體轉換之半導體激發源所激發之遠端發光磷光體之照明裝置

LIGHTING DEVICES HAVING REMOTE LUMIPHORS THAT ARE EXCITED BY LUMIPHOR-
CONVERTED SEMICONDUCTOR EXCITATION SOURCES

(57)摘要

本發明揭示一種照明裝置，其包含一半導體發光裝置及間隔開之第一與第二發光磷光體。該第一發光磷光體具有經定位以接收由該半導體發光裝置發射之輻射之一第一表面及與該第一表面對置之一第二表面。該第二發光磷光體具有經定位以接收由該半導體發光裝置發射之輻射及由該第一發光磷光體中之發光材料發射之輻射之一第一表面。該第一發光磷光體係一漏溢發光磷光體，此乃因其中的該等發光材料波長轉換來自入射於該第一發光磷光體上之半導體發光裝置光之輻射的少於 90%。



10：照明裝置

20：發光二極體/藍色
發光二極體/第一發光
二極體

30：反射元件

32：側壁

34：光學腔

40：本端發光磷光體/
第一本端發光磷光體/
發光磷光體層

50：透明元件

60：遠端發光磷光體



(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 201251114 A1

(43)公開日：中華民國 101 (2012) 年 12 月 16 日

(21)申請案號：101116960

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 05 月 11 日

(51)Int. Cl. : **H01L33/32 (2010.01)**

H01L33/50 (2010.01)

(30)優先權：2011/05/11 美國

13/105,184

(71)申請人：克立公司 (美國) CREE, INC. (US)

美國

(72)發明人：皮卡 保羅 PICKARD, PAUL (US)；凡 安東尼 保羅 VAN DE VEN, ANTONY

PAUL (AU)；勒托金 羅南 P LETOQUIN, RONAN P. (FR)

(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：10 共 93 頁

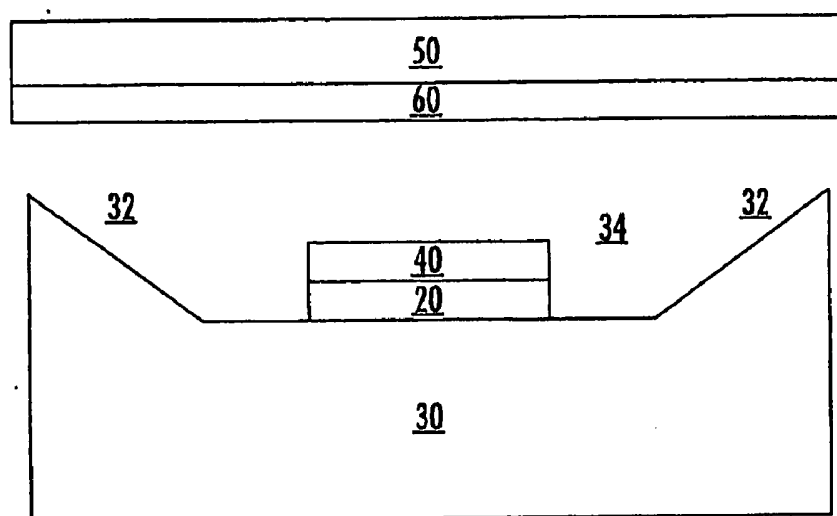
(54)名稱

具有由發光磷光體轉換之半導體激發源所激發之遠端發光磷光體之照明裝置

LIGHTING DEVICES HAVING REMOTE LUMIPHORS THAT ARE EXCITED BY LUMIPHOR-CONVERTED SEMICONDUCTOR EXCITATION SOURCES

(57)摘要

本發明揭示一種照明裝置，其包含一半導體發光裝置及間隔開之第一與第二發光磷光體。該第一發光磷光體具有經定位以接收由該半導體發光裝置發射之輻射之一第一表面及與該第一表面對置之一第二表面。該第二發光磷光體具有經定位以接收由該半導體發光裝置發射之輻射及由該第一發光磷光體中之發光材料發射之輻射之一第一表面。該第一發光磷光體係一漏溢發光磷光體，此乃因其中的該等發光材料波長轉換來自入射於該第一發光磷光體上之半導體發光裝置光之輻射的少於 90%。



10：照明裝置

20：發光二極體/藍色
發光二極體/第一發光
二極體

30：反射元件

32：側壁

34：光學腔

40：本端發光磷光體/
第一本端發光磷光體/
發光磷光體層

50：透明元件

60：遠端發光磷光體

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於照明裝置，且更特定而言係關於包含一半導體發光裝置及用於升頻轉換及/或降頻轉換由該半導體發光裝置發射之輻射之一發光磷光體之照明裝置。

本申請案主張作為來自2007年1月19日提出申請之美國專利申請案序列號第11/624,811號之一部分接續案之優先權，該專利申請案又主張來自2006年1月20日提出申請之美國臨時專利申請案序列號第60/760,455號、2006年1月23日提出申請之美國臨時專利申請案序列號第60/761,310號及來自2006年4月24日提出申請之美國臨時專利申請案序列號第60/794,379號之優先權。上述申請案中每一者之整個內容以引用的方式併入本文中，猶如在本文中完全地陳述。

【先前技術】

此項技術中已知各種各樣的照明裝置，包含(舉例而言)白熾燈泡、螢光燈及諸如發光二極體(「LED」)之半導體發光裝置。LED相對於習用白熾燈或螢光燈具有展現極高效率之潛能。然而，在提供基於LED之照明裝置方面仍存在以下顯著挑戰：同時達成高效率、高光通量、良好色彩再現及可接受的色彩穩定性。

LED通常包含可磊晶生長於一基板(諸如，舉例而言，一藍寶石、矽、碳化矽、氮化鎵或砷化鎵基板)上之一系列半導體層。在此等磊晶層中形成一或多個半導體p-n接

面。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。在電子與電洞朝向彼此流動時，該等電子中之某些電子將與對應電洞重新組合，且每當此發生時，便發射光之一光子，此即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，其中產生光之區域)。

多數LED係近乎單色光源，其顯現為發射具有一單個色彩之光。因此，由多數LED發射之光之光譜功率分佈係圍繞一「峰值」波長為中心，該「峰值」波長係其中LED之光譜功率分佈或「發射光譜」到達由一光偵測器所偵測之其最大值的波長。多數LED之光譜功率分佈之「寬度」係在約10 nm與30 nm之間，其中該寬度係在發射光譜之每一側上之最大照度一半處量測(此寬度係稱為半極大處全寬度(full-width-half-maximum)或「FWHM」寬度)。LED通常由其「峰值」波長識別，或替代地由其「主」波長識別。一LED之主波長係與該LED所發射之光(如人眼所感知)具有相同表觀色彩之單色光之波長。由於人眼不能同等地感知所有波長(與紅色及藍色相比，其對黃色及綠色感知得更好)，且由於LED所發射之光跨越一定範圍之波長延伸，因此所感知的色彩(亦即，主波長)可不同於峰值波長。

為使用LED產生白色光，已提供包含各自發射一不同色彩之光之數個LED之LED照明裝置。該等不同色彩相組合

以產生一所要強度及/或色彩之白色光。舉例而言，藉由同時致能紅色、綠色及藍色LED，所得組合光可相依於(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而顯現為白色或近乎白色。

亦可藉由用一或多個發光材料(諸如磷光體)部分地或完全地圍繞一藍色、紫色或紫外LED來產生白色光，該一或多個發光材料將LED所發射之光中之某些光轉換成一或多個其他色彩之光。未被該(等)發光材料轉換之由LED發射之光與由該(等)發光材料發射之其他色彩之光的組合可產生一白色或近白色光。

作為一項實例，可藉由用一發黃色光發光材料(諸如鈾摻雜之鈮鋁石榴石磷光體，其具有化學式 $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ ，且通常稱為YAG:Ce)塗佈一基於氮化鎵之發藍色光LED來形成一發白色光照明裝置。該藍色LED產生具有一峰值波長為(舉例而言)約460 nm之一發射。由該LED發射之藍色光中之某些藍色光通過該等YAG:Ce顆粒之間及/或通過該等YAG:Ce顆粒而不被該等磷光體顆粒影響，而由LED發射之藍色光中之其他藍色光被YAG:Ce磷光體吸收，該等YAG:Ce磷光體變得被激發並發射具有一峰值波長為約550 nm之黃色螢光(亦即，藍色光被「降頻轉換」至黃色光)。一觀察者將把藍色光與經塗佈之LED發射之黃色光之組合感知為白色光。此光通常係在色彩上感知為冷白色，此乃因其包含在可見發射光譜之下半部分中(較短波長側)之較大百分比之藍色光。為使得所發射白色光顯現得更「暖」

及/或展現更好的演色性質，可將諸如基於 CaAlSiN_3 之磷光體顆粒之發紅色光發光材料添加至該塗佈。另一選擇係，來自該藍色LED與YAG:Ce磷光體之組合之冷白髮光可增補有一紅色LED（例如，具有一主波長為大致619 nm之一基於AlInGaP之LED）以提供較暖的白色光，如在美國專利申請公開案第2007/0170447號中所闡述。

磷光體係廣泛地用於將單色彩（通常為藍色或紫色）LED轉換成白色LED之一發光材料。於此處，術語「磷光體」可係指吸收在一個波長處之光且重新發射在可見或紫外光譜中之一不同波長處之光之任何材料，而不管吸收與重新發射之間的延遲如何且不管所涉及之波長如何。因此，術語「磷光體」涵蓋有時稱為螢光及/或磷光之材料。大體而言，磷光體可吸收具有在一第一波長分佈中之發射之光並重新發射具有在不同於第一波長分佈之一第二波長分佈中之發射之光。舉例而言，「降頻轉換」磷光體可吸收具有較短波長之光並重新發射具有較長波長之光。除磷光體外，其他發光材料包含閃爍體、晝光帶(day glow tape)、奈米磷光體、量子點及在用光照射時在可見光譜中發出輝光之油墨。

在本文中將經定位以接收由一LED或其他半導體發光裝置發射之光的包含一或多個發射材料之一媒體稱為一「發光磷光體」。關於LED，實例性發光磷光體包含含有發光材料之層或「團塊」，該等發光材料係：(1)直接塗佈或噴灑至LED上，(2)塗佈或噴灑至LED之封裝之一透鏡或其他

元件之表面上，及/或(3)包含於定位於LED上面或上方之透明囊封物(例如，基於環氧樹脂或基於聚矽氧之可固化樹脂或玻璃或陶瓷)內。一發光磷光體可包含一或多種類型之發光材料。一發光磷光體內亦可包含其他材料，諸如(舉例而言)填充劑、擴散劑、著色劑或可改良材料之效能或成本之其他材料。若在一發光磷光體中提供多種類型之發光材料，其可(舉例而言)一起混合於一單個層中或順序地沈積於連續層中。

【發明內容】

依照本發明之某些實施例，提供包含一半導體發光裝置及間隔開之第一與第二發光磷光體之照明裝置。第一發光磷光體具有經定位以接收由半導體發光裝置發射之輻射之一第一表面，及與該第一表面對置之一第二表面。第二發光磷光體具有經定位以接收由該半導體發光裝置發射之輻射及由該第一發光磷光體中之發光材料發射之輻射之一第一表面。第一發光磷光體係一漏溢發光磷光體，此乃因其中的發光材料轉換來自入射於第一發光磷光體上之半導體發光裝置光之輻射的少於90%。在其他實施例中，第一發光磷光體可轉換來自入射於第一發光磷光體上之半導體發光裝置光之輻射的少於75%。在仍其他實施例中，第一發光磷光體可轉換來自入射於第一發光磷光體上之半導體發光裝置光之輻射的少於50%。在某些實施例中，與第一發光磷光體之一上部表面對置之第二發光磷光體之一下部表面之一表面積可比第一發光磷光體之上部表面大至少二十

倍。

在某些實施例中，該發光裝置可係一藍色LED，其發射具有在400 nm與489 nm之間之一峰值波長的光，且第二發光磷光體可包含發射具有在510 nm與599 nm之間之一峰值波長之光的發光材料。第一發光磷光體中之發光材料可發射具有在490 nm與515 nm之間之一峰值波長的光，或另一選擇係，可發射具有至少600 nm之一主波長之光。在某些實施例中，可將第一發光磷光體直接塗佈至藍色LED上。該裝置亦可包含發射具有一主波長為至少600 nm之飽和輻射之一紅色LED。

在某些實施例中，第一發光磷光體與第二發光磷光體中之發光材料之平均顆粒大小之比率可係至少4:1。由藍色LED發射之藍色光與由第二發光磷光體中之發光材料發射之光的組合可具有落入以下範圍中之一色彩點：(1)在由x, y色度座標(0.32, 0.40)、(0.36, 0.48)、(0.43, 0.45)、(0.36, 0.38)、(0.32, 0.40)界定之1931 CIE色度圖上之區內，或(2)在由x, y色度座標(0.35, 0.48)、(0.26, 0.50)、(0.13, 0.26)、(0.15, 0.20)、(0.26, 0.28)、(0.35, 0.48)界定之1931 CIE色度圖上之區內。該照明裝置可發射具有在約2500 K與約4100 K之間的一相關色溫及至少90之一CRI Ra值之一暖白色光。

在某些實施例中，該裝置可包含：一第二藍色LED，其發射具有在400 nm與489 nm之間之一峰值波長的輻射；一第三發光磷光體，其包含與包含於第一發光磷光體及第二

發光磷光體中之發光材料不同的發光材料，該第三發光磷光體具有經定位以接收由第二藍色LED發射之輻射之一第一表面。在此等實施例中，第二發光磷光體可經定位以接收由第二藍色LED發射之輻射且可與第三發光磷光體間隔開。第一發光磷光體中之發光材料可發射具有在490 nm與515 nm之間之一峰值波長的光，第二發光磷光體中之發光材料可發射具有在540 nm與590 nm之間之一峰值波長的光，且第三發光磷光體中之發光材料可發射具有至少600 nm之一主波長之光。

依照本發明之進一步實施例，提供一種照明裝置，其包含發射具有在400 nm與489 nm之間之一峰值波長之光的一藍色LED及間隔開之第一與第二發光磷光體。第一發光磷光體係毗鄰於藍色LED定位，且包含發射具有在490 nm與515 nm之間之一峰值波長之光的發光材料及/或發射具有至少600 nm之一主波長之光之發光材料。第二發光磷光體經定位以接收由該藍色LED發射之輻射且包含發射具有在530 nm與599 nm之間之一峰值波長之光的發光材料。

在某些實施例中，第一發光磷光體包含發射具有至少600 nm之一主波長之光之發光材料。在其他實施例中，第一發光磷光體包含發射具有在490 nm與515 nm之間之一峰值波長之光的發光材料。該照明裝置亦可包含發射具有至少600 nm之一主波長之飽和輻射之一紅色LED。第一發光磷光體與第二發光磷光體中之發光材料之平均顆粒大小之比率可係至少4:1。與該第一發光磷光體之一上部表面對

置之第二發光磷光體之一下部表面之表面積可比第一發光磷光體之上部表面大至少二十倍。

依照本發明之額外實施例，提供包含複數個半導體發光裝置之照明裝置，該等裝置中之至少某些裝置包含一各別相關聯第一發光磷光體，該第一發光磷光體具有經定位以接收由其相關聯半導體發光裝置發射之輻射之一第一表面。此等照明裝置亦包含一不同第二發光磷光體，該第二發光磷光體經定位以接收由該半導體發光裝置發射之輻射且與第一發光磷光體間隔開。該等第一發光磷光體中之至少一者中之發光材料之平均顆粒大小與第二發光磷光體中之發光材料之平均顆粒大小之比率係至少4:1。

在某些實施例中，該等半導體發光裝置中之至少一者係一藍色LED，其發射具有在400 nm與489 nm之間之一峰值波長的光，且該第二發光磷光體包含發射具有在540 nm與599 nm之間之一峰值波長之光的發光材料。該等第一發光磷光體中之至少一者可包含發射具有在490 nm與515 nm之間之一峰值波長的光或具有至少600 nm之一主波長之光之發光材料。

依照本發明之又其他實施例，提供包含以下各項之照明裝置：一半導體發光裝置；一第一發光磷光體，其經定位以接收由該半導體發光裝置發射之輻射；及一第二發光磷光體，其經定位以接收由該半導體發光裝置發射之輻射及由該第一發光磷光體發射之輻射，該第二發光磷光體與該第一發光磷光體及與該半導體發光裝置間隔開。第二發光

磷光體之一表面積比該半導體發光裝置之一表面積大至少十倍。

在某些實施例中，第一發光磷光體可包含發射具有至少 600 nm 之一主波長或具有在 490 nm 與 515 nm 之間之一峰值波長之光的發光材料，且第二發光磷光體可包含發射具有在 540 nm 與 599 nm 之間之一峰值波長之光的發光材料。此等裝置亦可包含一或多個紅色 LED，該一或多個紅色 LED 發射具有至少 600 nm 之一主波長之飽和輻射。

【實施方式】

本發明之實施例旨在包含至少一個半導體發光裝置(諸如一 LED)及第一與第二發光磷光體之照明裝置。第一發光磷光體可係一「本端」發光磷光體，其係直接施加(例如，塗佈、噴灑等)至 LED 上或以其他方式位於緊密毗鄰於 LED 處，而第二發光磷光體可係與 LED 及第一發光磷光體兩者間隔開之一「遠端」發光磷光體。此等照明裝置可經設計以發射對一人類觀察者而言顯現為白色之光。在某些實施例中，此等照明裝置可經設計以發射具有良好演色性質之暖白色光。

在某些實施例中，本端發光磷光體可包括一「漏溢」發光磷光體，此乃因其允許能夠激發發光磷光體中之發光材料之來自一激發源之輻射的至少 10% 通過該發光磷光體而無升頻轉換或降頻轉換。為提供此一漏溢本端發光磷光體，該本端發光磷光體可具有一低濃度之發光材料、具有大顆粒大小及/或包括一相對薄層之發光材料。在某些實

施例中，該漏溢本端發光磷光體可允許來自激發源之一定量輻射(例如，25%至75%)無轉換地通過本端發光磷光體，且然後可用於激發遠端發光磷光體中所含有之發光材料。在某些實施例中，該漏溢本端發光磷光體可轉換來自入射於其上之半導體發光裝置光之輻射的少於90%。在其他實施例中，該漏溢本端發光磷光體可轉換來自入射於其上之半導體發光裝置光之輻射的少於75%。在又其他實施例中，該漏溢本端發光磷光體可轉換來自入射於其上之半導體發光裝置光之輻射的少於50%。包含於本端發光磷光體中之發光材料可敬選擇以使得由本端發光磷光體發射之光之多數將不激發包含於遠端發光磷光體中之發光材料。此可有利地減少其中多次降頻轉換(或升頻轉換)由LED發射之光之發生次數，此可改良照明裝置之效率。

在某些實施例中，照明裝置可包含具有一本端發光磷光體之至少一個LED，該本端發光磷光體包含發射具有一峰值波長在青色範圍中之光之發光材料。在其他實施例中，該照明裝置可包含具有一本端發光磷光體之至少一個LED，該本端發光磷光體包含發射具有一主波長在紅色範圍中之光之發光材料。在更進一步之實施例中，該照明裝置可包含：一第一LED群組，其包含發青色光本端發光磷光體；及一第二LED群組，其包含發紅色光本端發光磷光體。在上述實施例中之每一者中，遠端發光磷光體可包含發射具有一峰值波長在黃色範圍中之光之發光材料，及/或發射具有一峰值波長在綠色範圍中之光之發光材料。於

此處，黃色範圍係指具有波長在571 nm與599 nm之間的光，且綠色範圍係指具有波長在510 nm與570 nm之間的光。

在某些實施例中，該照明裝置可包含至少一個本端發光磷光體及至少一個遠端發光磷光體，其中該等本端發光磷光體中之一第一本端發光磷光體中之發光材料之平均顆粒大小與該等遠端發光磷光體中之一第一遠端發光磷光體中之發光材料之平均顆粒大小之比率係至少4:1。在其他實施例中，該比率可係6:1、8:1或甚至10:1。此外，在某些實施例中，所有本端發光磷光體之上部表面之表面積之總和可比遠端發光磷光體之下部表面之表面積之總和小10%。

如本文所使用，術語「半導體發光裝置」係指LED、雷射二極體及包含一或多個半導體層之任何其他發光裝置，而不管此等發光裝置是否與封裝元件、發光磷光體、光混合元件、光聚焦元件、電引線、電觸點或共同地包含於一經封裝之照明裝置中之其他元件組合。此等半導體發光裝置可包含(舉例而言)矽、碳化矽、氮化鎵、氧化鋅及/或其他半導體層、一選用半導體或非半導體基板及一或多個導電接觸層。如本文所使用之術語「發光裝置」不受限定，但其係能夠發射光之一裝置，且術語「照明裝置」係關於包含至少一個發光裝置之一裝置。

根據本發明之實施例之半導體發光裝置可包含製造於碳化矽、藍寶石、氮化鎵或矽基板上之基於III至V族氮化物

(例如，氮化鎵)之LED，諸如由Cree, Inc. of Durham (北卡羅來納(North Carolina))製造及/或出售之各種裝置。此等LED可(或可不)經組態以操作使得發光以一所謂的「覆晶」定向穿過基板發生。此等LED可在LED之一個側上具有一陰極觸點，且在LED之一相反側上具有一陽極觸點，或可替代地在裝置之同一側上具有兩個觸點。本發明之某些實施例可使用半導體發光裝置、裝置封裝、夾具、發光材料、電力供應器及/或控制元件，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。半導體發光裝置之設計及製造係熟習此項技術者所熟知，且因此將省略其進一步說明。

如上文提及，根據本發明之實施例之照明裝置可經設計以產生暖白色光及/或具有良好演色性質之光。在詳細闡述此等裝置之前，論述何者有資格作為暖白色光及良好演色性係有利的。特定而言，可參照一個二維色度圖來圖解

說明可見光對人的表觀色彩，諸如圖1中所圖解說明之1931 CIE色度圖，該1931 CIE色度圖定義不同色彩之可見光作為色彩之一加權總和。

如圖1中所展示，一1931 CIE色度圖上之色彩由落在一大體U形區域內之x及y座標(亦即，色度座標或色彩點)界定。在該區域之外側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。在該區域之內部上之色彩係由不同波長之一混合物組成之不飽和色彩。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2之區中)找到。存在可被視為「白色」之諸多不同光色調，如區2之大小所證明。舉例而言，某些「白色」光(諸如，由鎢絲白熾照明裝置產生之光)在色彩上可顯現為帶黃色，而其他「白色」光(諸如，由某些螢光照明裝置產生之光)在色彩上可顯現為更帶藍色。

圖1之圖式中之每一點稱為發射具有彼色彩之一光之一光源之「色彩點」。如圖1中所展示，存在稱作「黑體」軌跡4之一色彩點軌跡，其對應於被加熱至各種溫度之由一黑體輻射器發射之光之色彩點之位置。黑體軌跡4亦稱作「普朗克(planckian)」軌跡，此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， λ 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4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。

隨著一被加熱物件變得白熱，其隨溫度增加而首先發出帶紅色輝光，然後是帶黃色，且最後是帶藍色。此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而發生，符合維恩位移定律(Wien Displacement Law)。因此可按照其相關色溫(CCT)來闡述產生在黑體軌跡4上或附近之光之照射體。圖1之1931 CIE圖包含沿黑體軌跡之溫度列表，該溫度列表展示致使此等溫度之增加之一黑體輻射器之色彩路徑。如本文中所使用，術語「白色光」係指被感知為白色、在一1931 CIE色度圖上之黑體軌跡之7階MacAdam橢圓內且具有介於自2000 K至10,000 K之範圍內之一CCT之光。具有3000 K之一CCT之白色光在色彩上可顯現為帶黃色，而具有8000 K或更多之一CCT之白色光在色彩上可顯現為更帶藍色，且可稱為「冷」白色光。可使用「暖」白色光來闡述具有在約2500 K與4500 K之間之一CCT的白色光，其在色彩上更帶紅色或黃色。暖白色光大體而言係對一人類觀察者而言悅目之一色彩。具有2500 K至3300 K之一CCT之暖白色光對於某些應用而言可係較佳的。

一光源準確地再現所照射物件中之色彩之能力通常使用演色性指標(「CRI Ra」)特徵化。一光源之CRI Ra係在照射八個參考色彩時一照射系統之色彩演示與一參考黑體輻射器之色彩演示相比如何之相對量測之一經修改平均值。因此，CRI Ra係一物件在由一特定燈照射時其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照之相同測試色彩之座標相同，則CRI Ra等於100。日光通常具有近乎100之一CRI Ra，白熾燈泡具有約95之一CRI Ra，螢光照明通常具有約70至85之一CRI Ra，而單色光源具有實質零之一CRI Ra。具有小於50之一CRI Ra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了其他替代物之應用中。具有在70與80之間之一CRI Ra值的光源具有用於其中物件之色彩不重要之一般照射之應用。對於某種一般內部照射，大於80之一CRI Ra值係可接受的。具有在黑體軌跡4之4階MacAdam橢圓內之色彩座標及超過85之一CRI Ra值之一光源更適合用於一般照射及各種其他應用，此乃因藉助此等應用，通常期望提供產生具有一相對高之CRI Ra之白色光之一照明裝置，以使得由該照明裝置照射之物件可對人眼而言顯現得具有更自然著色。具有大於90之CRI Ra值之光源提供良好色彩品質。

如上文提及，各種方法可用於使用一或多個半導體發光裝置產生暖白色光。舉例而言，已提供包含單獨之紅色、綠色及藍色半導體發光裝置之照明裝置，該等半導體發光裝置在同時激發時產生可相依於紅色、綠色及藍色源之相對強度而顯現為白色或近乎白色之一組合光輸出。然而，該組合光儘管顯現為白色，但可具有一低CRI Ra值，尤其是在發射器產生飽和光之情況下，此乃因此光可缺乏來自諸多可見波長之貢獻。

如上文亦提及，在另一習用方法中，可藉由組合以下各

項來形成發射相對暖白色光之一照明裝置：(1)一發藍色光 LED，其塗佈有一發黃色光發光磷光體，諸如包含 YAG:Ce 磷光體顆粒之一發光磷光體，與 (2)一發紅色光 AlInGaP LED。一觀察者將把通過該發光磷光體之未經轉換藍色光、由該發光磷光體中之磷光體發射之黃色光與由 AlInGaP LED 發射之紅色光之組合感知為白色光。此等照明裝置儘管具有高 CRI Ra 值 (通常為 85 至 95) 及極好效力，但使用在兩個不同材料系統中形成之 LED (即基於 GaN 之藍色 LED 及基於 AlInGaP 之紅色 LED 兩者)。不幸地是，形成於互異材料系統中之 LED 可在諸如溫度之各種環境參數下不同地反應，及 / 或可隨時間以不同速率降級。因此，使用在互異材料系統中形成之 LED 之照明裝置可要求包含 (舉例而言) 基於溫度或基於用途之補償電路之更複雜驅動電路，該電路可增加照明裝置之大小、成本及複雜度。

用於使用半導體發光裝置以產生暖白色光之一第三途徑係使用來自同一材料系統之一或多個 LED 連同包含發射在跨越可見光譜之各種色彩範圍中之光之發光材料之發光磷光體。在此一途徑之代表性實例中，一基於氮化鎵之藍色 LED 可塗佈有包含發綠色光、發黃色光及發紅色光發光材料之一發光磷光體，或另一選擇係，可提供三個基於氮化鎵之 LED，其每一者塗佈有包含發綠色光、發黃色光或發紅色光發光材料之一發光磷光體，且可提供混合由該三個 LED 輸出之光之一漫射體。由於此等照明裝置僅使用基於氮化鎵之 LED，因此可減少或消除對基於溫度或基於用途

之補償電路之需要。

然而，可隨此等照明裝置出現若干問題。舉例而言，通常用於將藍色光轉換成紅色光之發光材料趨於漏溢(例如，由於發光材料具有大的顆粒大小)，且因此來自LED之顯著量的藍色光未經轉換地通過此等發光材料，此可不利地影響照明裝置之色溫及CRI Ra值兩者。為解決此問題，可將包含發紅色光發光材料之發光磷光體更快速地塗佈至藍色LED上，但此增加材料成本，且較厚的發光磷光體可增加所發射光之反向散射，且可增加操作中之發光磷光體溫度，此可需要減少至LED之驅動電流及其光輸出之一對應降低。另外，在將多個發光材料混合於同一發光磷光體內(在同一層中或在連續層中)時，多次轉換之次數增加(亦即，藉由一第一發光材料將藍色光轉換成綠色光，且然後藉由一第二發光材料將所產生之綠色光轉換成黃色或紅色光)。由於一光子之每次轉換皆具有一效率損耗，因此次數增加之多次轉換會減少照明裝置之光輸出。

依照本發明之實施例，提供可經設計以發射暖白色光且具有高CRI Ra值(包含可超過90之CRI Ra值)之半導體發光裝置。此等裝置亦可展現高的光功率輸出及良好效力。如上文所論述，此等照明裝置可藉由採用一本端發光磷光體及與該本端發光磷光體間隔開之一遠端發光磷光體兩者而達成此效能，其中至少部分地使用該本端發光磷光體之輸出來激發遠端發光磷光體中之發光材料。

圖2A及圖2B分別係根據本發明之某些實施例之一照明

裝置10之示意性剖面圖及平面圖。圖2C係根據本發明之實施例之一照明裝置之一示意性平面圖，其圖解說明其中所包含之一對發光磷光體可具有互異的大小。

如圖2A至圖2B中所展示，照明裝置10包含安裝於一反射元件30中或上之一LED 20、一本端發光磷光體40、一透明元件50及一遠端發光磷光體60。

舉例而言，LED 20可包括一基於氮化鎵之LED，該LED發射具有在藍色光範圍中(即在400 nm與490 nm之間)之一峰值波長之光。可對LED 20之適當表面做出電連接(未展示)以將連接提供至一外部電路(未展示)，該外部電路將一驅動電流提供至LED 20。適當電連接係此項技術中眾所周知，包含線接合、接合墊、電路跡線、接觸墊及諸如此類。可相依於LED 20之定向及觸點對其p型層與n型層之定位而做出對LED 20之一或兩側之電連接。儘管在照明裝置10中僅包含一單個LED 20，但在其他實施例中，可提供多個LED 20。在此等實施例中，該多個LED可(舉例而言)串聯地、並聯地、以串聯及並聯連接之一組合地電連接，及/或可被分組至單獨驅動之LED之多個群組中。

LED 20可安裝於反射元件30中或上。反射元件30可包括(舉例而言)一反射杯、一基台、一印刷電路板或任一其他適當的安裝元件。反射元件30之一上部表面之全部或部分可包括一反射材料，諸如(舉例而言)一反射金屬。反射元件30可包含一或多個成角度之側壁32，其促進自(舉例而言)反射元件30之側壁32與上部表面所界定之一光學腔34

傳輸出反射光。

本端發光磷光體40可覆蓋LED 20之一上部表面。在某些實施例中，本端發光磷光體40亦可部分地或完全地覆蓋LED 20之側壁。在某些實施例中，可藉由將包含發光材料之一媒體塗佈、噴灑或以其他方式施加至LED 20上而將本端發光磷光體40施加至LED 20。本端發光磷光體40可(舉例而言)以液態形式施加至LED 20且然後藉由熱量或某一其他固化劑而固化，以在LED 20上留下其中具有發光材料之一樹脂層。本端發光磷光體40可包含(舉例而言)發光材料及一或多個接合劑材料，諸如聚矽氧或環氧樹脂。本端發光磷光體40亦可包含其他元件，諸如(舉例而言)漫射體顆粒(例如，二氧化鈦顆粒)。可在本端發光磷光體40中使用任何適合的發光材料。

在某些實施例中，第一本端發光磷光體40可包含由來自藍色LED 20之輻射激發以發射具有在約490 nm與約515 nm之間(亦即，在青色範圍中)之一峰值波長之光的發光材料，諸如(舉例而言)發射具有在青色範圍中之一峰值波長之光之一磷光體。本端發光磷光體40中之磷光體顆粒(或其他發光材料)之平均大小可係相對大的，諸如具有至少20微米之一平均直徑之顆粒(例如，多數顆粒大小可具有在25微米與40微米之間之範圍中的直徑)。將瞭解，該等顆粒未必係修圓的；並非修圓之發光顆粒之「直徑」應視為與該顆粒具有相同表面積之一球體之直徑。可自Intematrix獲得具有大直徑之發青色光磷光體顆粒。在某

些實施例中，發射青色光之波長轉換材料可係量子點而非磷光體顆粒。

在某些實施例中，本端發光磷光體40可具有小於約60微米之一厚度。若使用具有在25微米與40微米之間之一平均直徑的磷光體顆粒，則顯而易見在本端發光磷光體40中之多數地點中將僅存在一單個磷光體顆粒用於光之一光子通過(亦即，多個光子將不垂直堆疊於層中，此乃因多數該等顆粒之大小將大於發光磷光體層40之厚度之50%)。結果，本端發光磷光體40中之毗鄰磷光體顆粒之間的多數間隙提供其中光之一光子可「漏溢」穿過本端發光磷光體而不接觸一磷光體顆粒之一傳輸路徑(此乃因在多數地點中，磷光體顆粒將不彼此上下堆疊)。

在其他實施例中，本端發光磷光體40可包含由來自藍色LED 20之輻射激發以發射具有至少600 nm之一峰值波長之光之發光材料，諸如(舉例而言)發射具有在紅色範圍中之一峰值波長之光之一磷光體。此等實施例之適合發光材料可包含 $\text{Lu}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ 磷光體、 $(\text{Sr}_{2-x}\text{La}_x)(\text{Ce}_{1-x}\text{Eu}_x)\text{O}_4$ 磷光體、 $\text{Sr}_2\text{Ce}_{1-x}\text{Eu}_x\text{O}_4$ 磷光體、 $\text{Sr}_{2-x}\text{Eu}_x\text{CeO}_4$ 磷光體、 $\text{SrTiO}_3:\text{Pr}^{3+},\text{Ga}^{3+}$ 磷光體、 $(\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{SiAlN}_3:\text{Eu}^{2+}$ 磷光體及/或 $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}^{2+}$ 磷光體。

透明元件30可包括(舉例而言)一透明圓盤、一透明透鏡或諸如此類，其係安裝於LED 20及本端發光磷光體40上面。在某些實施例中，透明元件30可具有諸多不同形狀，諸如(舉例而言)半球形、橢圓球形、扁平面、六角形、方

形等。透明元件30可由各種材料形成，包含(舉例而言)聚矽氧、塑膠、環氧樹脂或玻璃。透明元件30可經紋理化以改良光提取，且可經設計以藉由混合照於其上之光而充當一漫射體。

遠端發光磷光體60可被(舉例而言)塗佈、噴灑或以其他方式施加至透明元件30之一表面(例如，一內表面或外表面)。在某些實施例中，可將遠端發光磷光體60施加至透明元件30之內表面，且透明元件30可經設計以混合光，以使得射出透明元件30之光係由LED 20、本端發光磷光體40中之發光材料及遠端發光磷光體60中之發光材料發射之光之一經充分混合之混合物。

在某些實施例中，遠端發光磷光體60可包含由來自藍色LED 20之輻射激發以發射具有在約571 nm與約599 nm之間之一峰值波長之光的發光材料，諸如(舉例而言)發射具有在黃色範圍中之一峰值波長之光之一磷光體。在某些實施例中，可使用YAG:Ce磷光體顆粒。可使用之其他適合發黃色光發光材料包含(舉例而言)基於 $(\text{Gd}, \text{Y})_3(\text{Al}, \text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$ 系統之其他磷光體、 $\text{Tb}_{3-x}\text{RE}_x\text{O}_{12}:\text{Ce}(\text{TAG})$ 磷光體(其中 $\text{RE}=\text{Y}$ 、 Gd 、 La 、 Lu)及/或 $\text{Sr}_{2-x-y}\text{Ba}_x\text{Ca}_y\text{SiO}_4:\text{Eu}$ 磷光體。

在其他實施例中，本端發光磷光體60可包含由來自藍色LED 20之輻射激發以發射具有在約510 nm與約570 nm之間之一峰值波長之光的發光材料，諸如(舉例而言)發射具有在綠色範圍中之一峰值波長之光之一磷光體。適合的發綠色光發光材料包含(舉例而言) $\text{LuAG}:\text{Ce}$ 磷光體顆粒、

(Sr,Ca,Ba)(Al,Ga)₂S₄:Eu²⁺ 磷光體、Ba₂(Mg,Zn)Si₂O₇:Eu²⁺ 磷光體、Gd_{0.46}Sr_{0.31}Al_{1.23}O_xF_{1.38}:Eu²⁺_{0.06} 磷光體、(Ba_{1-x-y}Sr_xCa_y)SiO₄:Eu 磷光體、Ba_xSiO₄:Eu²⁺ 磷光體、Sr₆P₅BO₂₀:Eu 磷光體、MSi₂O₂N₂:Eu²⁺ 磷光體及/或具有(Zn,Cd)S:Cu:Al之硫化鋅：Ag磷光體。

在又其他實施例中，本端發光磷光體60可包含由來自藍色LED 20之輻射激發以發射具有在約490 nm與約515 nm之間之一峰值波長之光的發光材料，諸如(舉例而言)發射具有在青色範圍中之一峰值波長之光之一磷光體。

在某些實施例中，LED 20與遠端發光磷光體60可一起構成一所謂的藍色偏移黃色(blue-shifted-yellow)或「BSY」LED。一「BSY LED」係指一藍色LED與一相關聯發光磷光體，其一起發射具有落入由以下x, y色度座標界定之1931 CIE色度圖上之一梯形「BSY區」內之一色彩點之光：(0.32, 0.40)、(0.36, 0.48)、(0.43, 0.45)、(0.36, 0.38)、(0.32, 0.40)，該梯形BSY區大體而言係在黃色範圍內。在其他實施例中，LED 20與遠端發光磷光體60可一起構成一所謂的藍色偏移綠色(blue-shifted-green)或「BSG」LED。一「BSG LED」係指一藍色LED與一相關聯發光磷光體，其一起發射具有落入由以下x, y色度座標界定之1931 CIE色度圖上之一梯形「BSG區」內之一色彩點之光：(0.35, 0.48)、(0.26, 0.50)、(0.13, 0.26)、(0.15, 0.20)、(0.26, 0.28)、(0.35, 0.48)，該梯形BSG區大體而言係在綠色範圍內。圖3係1931 CIE色度圖之一再現，其以圖表方式圖解

說明BSY區6及BSG區8，且展示BSY區6與BSG區8相對於黑體軌跡4之位置。

再次參照圖2A至圖2B，在某些實施例中，遠端發光磷光體60可包含具有典型顆粒大小分佈及(舉例而言)在2微米與6微米之間之一平均顆粒大小的發光材料。在某些實施例中，本端發光磷光體40中之發光材料之平均顆粒大小與遠端發光磷光體60中之發光材料之平均顆粒大小之比率可係至少4:1。在其他實施例中，本端發光磷光體40中之發光材料之平均顆粒大小與遠端發光磷光體60中之發光材料之平均顆粒大小之比率可係至少6:1。在其他實施例中，該比率可係8:1或甚至10:1。照明裝置10可發射具有在約2500 K與約4100 K之間的一相關色溫及至少90之一CRI Ra值之一暖白色光。

遠端發光磷光體60可厚達約10微米與約50微米之間。在某些特定實施例中，遠端發光磷光體60可厚達約15微米與約25微米之間。舉例而言，假設遠端發光磷光體60中之平均顆粒大小(直接)係在3微米與5微米之間，則一20微米厚的發光磷光體60可具有垂直貫穿該發光磷光體堆疊之約4至6個磷光體顆粒。此堆疊配置趨於填充該等間隙，且因此發光磷光體可轉換入射於其上之較高百分比之光子，此乃因光子之間將存在較少間隙延伸穿過該層之全部路程(或大部分路程)。

現參照圖2B及圖2C，面對本端發光磷光體40之一第一表面之遠端發光磷光體60之一第一表面之表面積將大於本

端發光磷光體40之第一表面之表面積。如圖2C中所展示，在某些實施例中，遠端發光磷光體60之第一表面之表面積(亦即，遠端發光磷光體60之下部表面之表面積)可大大超過本端發光磷光體40之對置第一表面(亦即，上部表面)之表面積。在某些實施例中，遠端發光磷光體60與本端發光磷光體40之面向表面之表面積之比率可超過10:1或甚至20:1。在其他實施例中，此比率可超過50:1或甚至100:1。在某些情形中，如本文中論述，藉由將裝置10設計成具有一遠端發光磷光體60與本端發光磷光體40(其具有面向表面)，其中遠端發光磷光體60之表面之表面積大大超過本端發光磷光體40之表面之表面積，可改良來自裝置10之光提取。

圖4係根據本發明之進一步實施例之一照明裝置100之一示意性俯視平面圖。如自圖2與圖4之一比較顯而易見，照明裝置100可極為類似於圖2之照明裝置10，但除其上施加有本端發光磷光體40之第一LED 20外，照明裝置100亦包含其上施加有一第二本端發光磷光體40'之一第二LED 20'。另外，亦已在照明裝置100中修改反射元件30及透明元件50及遠端發光磷光體60之形狀以更好地配合照明裝置100之兩個LED設計。

在圖4之照明裝置100之一項實例性實施例中，第一LED 20及第二LED 20'可各自包括發射具有在400 nm與490 nm之間之一峰值波長之光的LED，本端發光磷光體40可包含發射具有在青色範圍中之一峰值波長之光之發光材料，且

本端發光磷光體40'可包含發射具有在紅色範圍中之一峰值波長之光之發光材料。在另一實例性實施例中，第一LED 20可包括發射具有在400 nm與490 nm之間之一峰值波長之光的一LED，第二LED 20'可包括發射具有至少600 nm之一峰值波長之近乎飽和光之一LED，本端發光磷光體40可包含發射具有在青色範圍中之一峰值波長之光之發光材料，且可省略本端發光磷光體40'。在此等實施例中之每一者中，自LED 20、LED 20'與本端發光磷光體40、40'之組合發射藍色光、青色光及紅色光。此光係入射於遠端發光磷光體60上。未經轉換地通過本端發光磷光體40及本端發光磷光體40' (若提供)之藍色光激發遠端發光磷光體60中之發黃色光或發綠色光發光材料，以將黃色光或綠色光添加至裝置100之發射光譜。

上文所述之照明裝置10及100可展現優於各種先前技術照明裝置之若干設計及/或效能優勢。

舉例而言，包含一藍色LED、一黃色發光磷光體及一紅色光源(例如，一發紅色光磷光體或一紅色LED)之一照明裝置可具有類似於圖5之圖表中所展示之光譜之一發射光譜。在圖5中，標識為70之曲線表示未經轉換地通過發黃色光磷光體之來自藍色LED之發射，標識為72之曲線表示來自發黃色光磷光體之發射，且標識為74之曲線表示來自紅色光源之發射，且標識為80之曲線表示裝置之總組合發射。如自圖5顯而易見，所得發射光譜(曲線80)可具有落入藍色範圍與綠色範圍之間之青色範圍中的一明顯穀值。如

上文論述，根據本發明之實施例，本端發光磷光體可包含發射具有在青色範圍中之一峰值波長之光之發光材料。如此發射之光可有助於「填補」發射光譜中之此間隙，此可改良照明裝置之CRI Ra值。

作為另一實例，在使用發射具有在青色範圍中之一峰值波長之光之情況下之一個潛在問題係此等磷光體可趨於具有大的平均顆粒大小。儘管較大大小小的磷光體顆粒有利地趨於比較小磷光體顆粒更有效，但包含較大磷光體顆粒之發光磷光體亦趨於漏溢，此乃因其趨於轉換通過發光磷光體之較小百分比之激發輻射。如上文提及，舉例而言，若過多藍色光穿過一發光磷光體逸出，則照明裝置之輸出可具有「較冷」白色光及/或一較低CRI Ra值。然而，藉由提供由無轉換地行進穿過本端發光磷光體之藍色光激發之一遠端發光磷光體，可避免藍色光漏溢之潛在缺點。此外，第一本端發光磷光體中之較大顆粒大小更有效之事實仍保留為一優勢。因此，上文所述之照明裝置10及100可具有改良效率。本端發光磷光體可經設計以發射並未明顯地激發遠端發光磷光體之光(例如，由本端發光磷光體發射之輻射的少於25%將激發遠端發光磷光體中之發光材料)。此可減少「多次轉換」之出現，其中光之一光子在激發照明裝置之前被發光材料進行一次以上波長轉換。此可係有利的，此乃因所發生之多次轉換越多，照明裝置之效率越低。

另外，如上文提及，在本發明之某些實施例中，遠端發

光磷光體與本端發光磷光體之面向表面之表面積之比率可超過20:1、50:1或甚至100:1。如下文參照圖6所論述，此一設計可減少照明裝置之吸收損耗。

特定而言，圖6係圖解說明光之反向散射可如何導致吸收之一示意圖，該吸收會減少(舉例而言)圖2A及圖2B之照明裝置10之光輸出。如圖6中展示，由藍色LED 20發射之藍色光200進入本端發光磷光體40。此藍色光之一第一部分202向回反射至LED晶片20中，一第二部分204無轉換地通過本端發光磷光體40，且一第三部分206被本端發光磷光體40中之諸如磷光體顆粒(於此處，將假設此等磷光體顆粒發射在青色範圍中之光)之發光材料吸收。反射至LED晶片20中之藍色光202中之某些藍色光將由LED晶片20吸收，而藍色光202之其他部分將向回反射至本端發光磷光體40中，其中將顯現為恰如藍色光200且因此將變為上文所述之藍色光之第一部分至第三部分202、204、206之部分。

由磷光體顆粒吸收之藍色光之第三部分206將致使該等磷光體顆粒中之某些磷光體顆粒發射青色光210。亦如圖6中所展示，此青色光之一第一部分212將向回反射至LED晶片20中(舉例而言，由於與本端發光磷光體40中之其他元件碰撞)，該青色光之一第二部分214經過穿過本端發光磷光體40之其餘路程，該青色光之一第三部分216被磷光體顆粒吸收，此可或可不導致額外青色光之重新發射。反射至LED晶片20中之青色光212中之某些青色光將由LED晶

片20吸收，而青色光212之其他部分將向回反射至本端發光磷光體40中，其中其將顯現為恰如青色光210且因此將變為上文所述之青色光之第一部分至第三部分212、214、216之部分。

未經轉換地通過本端發光磷光體40之藍色光204將包含以下部分：(1)傳遞至遠端發光磷光體中(直接地或在各種反射之後)或(2)向回反射至本端發光磷光體40中。特定而言，未經轉換地通過本端發光磷光體40之藍色光204包含：一第一部分222，其向回反射至本端發光磷光體40中(例如，在反射離開光學腔中之一反射表面、遠端發光磷光體60等之後)；一第二部分224，其傳遞至遠端發光磷光體60中且無轉換地通過遠端發光磷光體60；及一第三部分226，其係由遠端發光磷光體60中之諸如磷光體顆粒(於此處，將假設此等磷光體顆粒發射在黃色範圍中之光)之發光材料吸收。反射至本端發光磷光體40中之藍色光222中之某些藍色光將由本端發光磷光體40或下伏LED晶片20吸收，而藍色光222之其他部分將向回反射至光學腔中，其中其將顯現為恰如藍色光204。

由遠端發光磷光體60中之磷光體顆粒吸收之藍色光之第三部分226將致使該等磷光體顆粒中之某些磷光體顆粒發射黃色光230。如在圖6中亦展示，此黃色光之一第一部分232可向回反射至光學腔中(舉例而言，由於與遠端發光磷光體60中之其他元件碰撞)，該黃色光之一第二部分234傳遞通過遠端發光磷光體60之剩餘路程，且該黃色光之一第

三部分236係由遠端發光磷光體60中之其他磷光體顆粒吸收，此可或可不導致額外黃色光之重新發射。反射至光學腔中之黃色光232中之某些黃色光將由LED晶片20或本端發光磷光體40吸收，而黃色光232之其他部分將向回反射至遠端發光磷光體60中，其中其將顯現為恰如黃色光236。

同樣，逸出本端發光磷光體40之青色光214將包含以下部分：(1)傳遞至遠端發光磷光體60中(直接地或在各種反射之後)或(2)向回反射至本端發光磷光體40中。特定而言，逸出本端發光磷光體40之青色光214包含：一第一部分242，其向回反射至本端發光磷光體40中(例如，在反射離開光學腔中之一反射表面、遠端發光磷光體60等之後)；一第二部分244，其傳遞至遠端發光磷光體60中且無轉換地通過遠端發光磷光體60；及一第三部分246，其係由遠端發光磷光體60中之磷光體顆粒吸收。反射至本端發光磷光體40中之青色光242中之某些青色光將由本端發光磷光體40或下伏LED晶片20吸收，而青色光242之其他部分將向回反射至光學腔中，其中其將顯現為恰如青色光214。

由遠端發光磷光體60中之磷光體顆粒吸收之青色光之第三部分246將通常不致使磷光體顆粒發射黃色光230，此乃因磷光體顆粒可經選擇以使得其對青色光具有低激發，此將有助於限制遠端發光磷光體60中之磷光體顆粒對青色光之吸收量。如圖6中所展示，射出照明裝置10之光可包含未經轉換之藍色光224、來自遠端發光磷光體中之磷光體

顆粒之黃色光234、及未經轉換地通過遠端發光磷光體之來自本端發光磷光體中之磷光體顆粒之青色光244。

大量參數會影響一經發光磷光體塗佈之LED之效率。彼等參數包含：(1)由LED發射之由光學腔內之元件吸收及損耗之光的量，及(2)光在激發光學腔之前由發光材料多次吸收及重新發射之程度，因此磷光體轉換亦包含效率損耗。關於圖6之以上論述有助於圖解說明根據本發明之實施例之照明裝置可如何提供增加的效率。

特定而言，如藉由以上論述所展示，各種色彩之光皆可反射離開本端發光磷光體40及/或遠端發光磷光體60中之元件。此等反射通常稱為「反向散射」。到達光學腔中之反射表面之經反向散射之光趨於僅被再次反射，其中其可傳遞至本端發光磷光體40中，或更可能地，傳遞至大得多的遠端發光磷光體60中。儘管到達此等反射表面之少量光可被吸收，但至反射表面中之吸收量趨於係小的(例如，2%至3%)且因此可不明顯地影響照明裝置10之效率。

相比而言，向回反射至LED 20中之光趨於經歷高得多之吸收損耗，此等損耗可更明顯地影響照明裝置10之效率。若將遠端發光磷光體60直接塗佈於本端發光磷光體40之頂部上，則在遠端發光磷光體60中反射之相當高百分比之光可向回反射至本端發光磷光體40及LED晶片20中，其中可出現高吸收損耗。然而，藉由將遠端發光磷光體60與本端發光磷光體40間隔開，由遠端發光磷光體60反射之多數光將到達光學腔中之各種反射表面，而非照在本端發光磷光

體40及LED晶片20上，此乃因由遠端發光磷光體60發射之光之圖案大小將隨距離以指數方式增加，與一獵槍所發射之子彈之圖案極相似。結果，若使得遠端發光磷光體60之一下部表面之面積實質上大於LED晶片20之一上部表面之面積，且若LED晶片20與遠端發光磷光體60之間的距離增加，則可能大大減少重新吸收至LED晶片20中並損耗之光的量。

如上文亦提及，一照明裝置10之效率亦可相依於光由其發光磷光體40、60中所包含之發光材料多次吸收及重新發射之程度。再次地，藉由自本端發光磷光體40分離遠端發光磷光體60，可能減少進入本端發光磷光體40（其中可出現此重新吸收）之經反向散射光的量。

鑒於上文，依照本發明之某些實施例，遠端發光磷光體60可定位於離開本端發光磷光體40至少2 mm處。在某些實施例中，遠端發光磷光體60可定位於離開本端發光磷光體40至少4 mm或甚至至少6 mm處。如上文提及，藉由將遠端發光磷光體60與本端發光磷光體40間隔開，可有利地減少反向散射至本端發光磷光體40及/或LED 20中之光的量。

來自LED 20之光之光子可通過本端發光磷光體40並射出其一頂部表面，且然後通過光學腔並經由其一下部表面進入遠端發光磷光體60。如上文提及，在某些實施例中，接收來自本端發光磷光體40之光之遠端發光磷光體60之下部表面之表面積可至少十倍或甚至二十倍地大於本端發光磷

光體40之上部表面之表面積。在其他實施例中，遠端發光磷光體60之下部表面之表面可至少五十倍地大於本端發光磷光體40之上部表面之表面積。在又其他實施例中，遠端發光磷光體60之下部表面之表面積可至少100倍地大於本端發光磷光體40之上部表面之表面積。

如上文提及，在某些實施例中，可將多於一單個LED晶片20包含於光學腔中。在此等實施例中，可將一單個本端發光磷光體40塗佈於包含發光磷光體之所有LED晶片20上方，可針對每一此種LED晶片20提供一單獨本端發光磷光體40，或可組合此兩個途徑。在此等裝置中，照明裝置可包含一單個遠端發光磷光體60，或另一選擇係，可提供複數個遠端發光磷光體60。在本發明之此等多LED晶片實施例中，一或多個遠端發光磷光體60之下部表面之表面積之總和可至少十倍、二十倍、五十倍或甚至100倍地大於一或多個本端發光磷光體40之上部表面之表面積之總和。

由於關於經反向散射光而出現於LED晶片中之吸收損耗可超過出現於本端發光磷光體40中之損耗，因此本發明之實施例亦定義遠端發光磷光體60之下部表面之表面積與LED晶片20之頂部表面之表面積之總和的比率。在某些實施例中，一或多個遠端發光磷光體60之下部表面之表面積可至少十倍或甚至至少二十倍地大於LED晶片20之頂部表面之表面積之總和。在其他實施例中，一或多個遠端發光磷光體60之下部表面之表面積可至少五十倍地大於LED晶片20之頂部表面之表面積之總和。在又其他實施例中，一

或多個遠端發光磷光體60之下部表面之表面積可至少100倍地大於LED晶片20之頂部表面之表面積之總和。

圖7A至圖7Q係根據本發明之各種實施例之照明裝置之示意性方塊圖。特定而言，圖7A至圖7Q圖解說明可用於提供發射暖白色光及/或具有相對高CRI Ra值之照明裝置之LED、本端發光磷光體與遠端發光磷光體之不同組合。在圖7A至圖7Q中，僅繪示包含於照明裝置中之每一不同類型之LED（及任何相關聯本端發光磷光體）中之一者以簡化圖式。然而，將瞭解，可在每一所繪示實施例中提供此等LED中之某些或所有LED及相關聯本端發光磷光體中之一個以上。

首先轉至圖7A，繪示包含一藍色LED 302之一照明裝置300。包含發青色光發光材料之一本端發光磷光體304係沈積於藍色LED 302上及/或周圍。包含發黃色光發光材料之一遠端發光磷光體306與本端發光磷光體304間隔開且經定位以接收由本端發光磷光體304發射之光。由發青色光發光材料產生之青色光與來自LED 302之未經該等發青色光發光材料中之任一者轉換之藍色光兩者係穿過本端發光磷光體304之頂部表面發射。本端發光磷光體304可係一「漏溢」發光磷光體，此乃因其可允許所接收藍色光之至少10%未經轉換地通過其。通過本端發光磷光體304之未經轉換藍色光可激發遠端發光磷光體306中之該等發黃色光發光材料。未經轉換地通過本端發光磷光體304與遠端發光磷光體306兩者之藍色光、在本端發光磷光體304中產生

之通過遠端發光磷光體306之青色光與在遠端發光磷光體306中產生且通過其之黃色光之組合相組合以產生白色光。在所發射之發射光譜中提供青色光可改良裝置300之CRI Ra值。

圖7B繪示包含一藍色LED 312之一照明裝置310。包含發紅色光發光材料之一本端發光磷光體314係沈積於藍色LED 312上及/或周圍。包含發黃色光發光材料之一遠端發光磷光體316與本端發光磷光體314間隔開且經定位以接收由本端發光磷光體314發射之光。由發紅色光發光材料產生之紅色光與來自LED 312之未經發紅色光發光材料中之任一者轉換之藍色光兩者通過可係一「漏溢」發光磷光體之本端發光磷光體314。通過本端發光磷光體314之未經轉換藍色光可激發遠端發光磷光體316中之發黃色光發光材料。自遠端發光磷光體316發射之藍色光、黃色光及紅色光之組合相組合以產生暖白色光。

圖7C繪示包含一第一藍色LED 322之一照明裝置320。包含發青色光發光材料之一第一本端發光磷光體324係沈積於第一藍色LED 322上及/或周圍。提供一第二藍色LED 326，且包含發紅色光發光材料之一第二本端發光磷光體328係沈積於第二藍色LED 326上及/或周圍。包含發黃色光發光材料之一遠端發光磷光體330與第一本端發光磷光體324及第二本端發光磷光體328間隔開且經定位以接收由第一本端發光磷光體324及第二本端發光磷光體328發射之光。由發青色光發光材料產生之青色光、由發紅色光發光

材料產生之紅色光及來自LED 322、326之未經轉換藍色光傳遞至遠端發光磷光體330中。未經轉換之藍色光可激發遠端發光磷光體330中之發黃色光發光材料。自遠端發光磷光體330發射之藍色光、青色光、黃色光及紅色光之組合相組合以產生可具有一高CRI Ra值之暖白色光。

圖7D繪示包含一藍色LED 342之一照明裝置340。包含發青色光發光材料之一本端發光磷光體344係沈積於藍色LED 342上及/或周圍。包含發綠色光發光材料之一遠端發光磷光體346與本端發光磷光體344間隔開且經定位以接收由本端發光磷光體344發射之光。由發青色光發光材料產生之青色光與來自LED 342之未經發青色光發光材料中之任一者轉換之藍色光兩者通過可係一漏溢發光磷光體之本端發光磷光體344。通過本端發光磷光體344之未經轉換藍色光可激發遠端發光磷光體346中之發綠色光發光材料。自遠端發光磷光體346發射之藍色光、青色光及綠色光之組合相組合以產生白色光。

圖7E示意性地繪示包含一藍色LED 352之一照明裝置350。包含發紅色光發光材料之一本端發光磷光體354係沈積於藍色LED 352上及/或周圍。包含發綠色光發光材料之一遠端發光磷光體356與本端發光磷光體354間隔開且經定位以接收由本端發光磷光體354發射之光。由發紅色光發光材料產生之紅色光與來自LED 352之未經發紅色光發光材料中之任一者轉換之藍色光兩者通過可係一漏溢發光磷光體之本端發光磷光體354。通過本端發光磷光體354之未

經轉換藍色光可激發遠端發光磷光體356中之發綠色光發光材料。自遠端發光磷光體356發射之藍色光、綠色光及紅色光之組合相組合以產生暖白色光。

圖7F繪示包含一第一藍色LED 362之一照明裝置360。包含發青色光發光材料之一第一本端發光磷光體364係沈積於第一藍色LED 362上及/或周圍。提供一第二藍色LED 366，且包含發紅色光發光材料之一第二本端發光磷光體368係沈積於第二藍色LED 366上及/或周圍。包含發綠色光發光材料之一遠端發光磷光體370與第一本端發光磷光體364及第二本端發光磷光體368間隔開且經定位以接收由第一本端發光磷光體364及第二本端發光磷光體368發射之光。由發青色光發光材料產生之青色光、由發紅色光發光材料產生之紅色光及來自LED 362、366之未經轉換藍色光傳遞至遠端發光磷光體370中。未經轉換之藍色光可激發遠端發光磷光體370中之發綠色光發光材料。自遠端發光磷光體370發射之藍色光、青色光、綠色光及紅色光之組合相組合以產生可具有一高CRI Ra值之暖白色光。

圖7G繪示根據本發明之更進一步實施例之一照明裝置380。如圖7G中所展示，照明裝置380包含具有一第一本端發光磷光體384之一第一藍色LED 382，該第一本端發光磷光體包含沈積於其上之發青色光發光材料。提供一第二藍色LED 386，且包含發紅色光發光材料之一第二本端發光磷光體388係沈積於第二藍色LED 386上及/或周圍。提供一第三藍色LED 390，且包含發綠色光發光材料之一第三

本端發光磷光體392係沈積於第三藍色LED 390上及/或周圍。包含發黃色光發光材料之一遠端發光磷光體394與第一本端發光磷光體384、第二本端發光磷光體388及第三本端發光磷光體392間隔開且經定位以接收由第一本端發光磷光體384、第二本端發光磷光體388及第三本端發光磷光體392發射之光。由發青色光發光材料產生之青色光、由發紅色光發光材料產生之紅色光、由發綠色光發光材料產生之綠色光及來自LED 382、386、390之未經轉換藍色光傳遞至遠端發光磷光體394中。未經轉換之藍色光可激發遠端發光磷光體394中之發黃色光發光材料。自遠端發光磷光體394發射之藍色光、青色光、黃色光、綠色光及紅色光之組合相組合以產生可具有一高CRI Ra值之暖白色光。

圖7H繪示根據本發明之更進一步實施例之一照明裝置400，該照明裝置包含具有一第一本端發光磷光體404之一第一藍色LED 402，該第一本端發光磷光體包含沈積於其上之發青色光發光材料。提供一第二藍色LED 406，且包含發紅色光發光材料之一第二本端發光磷光體408係沈積於第二藍色LED 406上及/或周圍。提供一第三藍色LED 410，且包含發黃色光發光材料之一第三本端發光磷光體412係沈積於第三藍色LED 410上及/或周圍。包含發綠色光發光材料之一遠端發光磷光體414與第一本端發光磷光體404、第二本端發光磷光體408及第三本端發光磷光體412間隔開且經定位以接收由第一本端發光磷光體404、第

二本端發光磷光體408及第三本端發光磷光體412發射之光。由發青色光發光材料產生之青色光、由發紅色光發光材料產生之紅色光、由發黃色光發光材料產生之綠色光及來自LED 402、406、410之未經轉換藍色光傳遞至遠端發光磷光體414中。未經轉換之藍色光可激發遠端發光磷光體414中之發綠色光發光材料。自遠端發光磷光體414發射之藍色光、青色光、黃色光、綠色光及紅色光之組合相組合以產生可具有一高CRI Ra值之暖白色光。

圖7I繪示包含一藍色LED 422之一照明裝置420。包含發青色光發光材料之一本端發光磷光體424係沈積於藍色LED 422上及/或周圍。包含發黃色光發光材料之一遠端發光磷光體426與本端發光磷光體424間隔開且經定位以接收由本端發光磷光體424發射之光。由發青色光發光材料產生之青色光與來自LED 422之未經發青色光發光材料中之任一者轉換之藍色光兩者通過本端發光磷光體424。未經轉換之藍色光可激發遠端發光磷光體426中之發黃色光發光材料。裝置420進一步包含一發紅色光LED 428，諸如一基於AlInGaP之LED，且來自LED 428之光亦可未經轉換地通過遠端發光磷光體426。自遠端發光磷光體426發射之藍色光、黃色光、紅色光及青色光之組合相組合以產生白色光。

圖7J繪示包含一藍色LED 432之一照明裝置430。包含發青色光發光材料之一本端發光磷光體434係沈積於藍色LED 432上及/或周圍。包含發綠色光發光材料之一遠端發

光磷光體436與本端發光磷光體434間隔開且經定位以接收由本端發光磷光體434發射之光。由發青色光發光材料產生之青色光與來自LED 432之未經發青色光發光材料中之任一者轉換之藍色光兩者通過本端發光磷光體434。未經轉換之藍色光可激發遠端發光磷光體436中之發綠色光發光材料。裝置430進一步包含一發紅色光LED 438，諸如一基於AlInGaP之LED，且來自LED 438之光亦可未經轉換地通過遠端發光磷光體436。自遠端發光磷光體436發射之藍色光、綠色光、紅色光及青色光之組合相組合以產生白色光。

圖7K繪示包含一第一藍色LED 442之一照明裝置440。包含發青色光發光材料之一第一本端發光磷光體444係沈積於第一藍色LED 442上及/或周圍。提供一第二藍色LED 446，且包含發綠色光發光材料之一第二本端發光磷光體448係沈積於第二藍色LED 446上及/或周圍。包含發黃色光發光材料之一遠端發光磷光體450與第一本端發光磷光體444及第二本端發光磷光體448間隔開且經定位以接收由第一本端發光磷光體444及第二本端發光磷光體448發射之光。由發青色光發光材料產生之青色光、由發綠色光發光材料產生之綠色光及來自LED 442、446之未經轉換藍色光傳遞至遠端發光磷光體450中。未經轉換之藍色光可激發遠端發光磷光體450中之發黃色光發光材料。裝置440進一步包含一發紅色光LED 452，諸如一基於AlInGaP之LED，且來自LED 452之光亦可未經轉換地通過遠端發光磷光體

450。由裝置440發射之藍色光、青色光、綠色光、黃色光及紅色光之組合相組合以產生可具有一高CRI Ra值之暖白色光。

圖7L繪示包含一第一藍色LED 462之一照明裝置460。包含發青色光發光材料之一第一本端發光磷光體464係沈積於第一藍色LED 462上及/或周圍。提供一第二藍色LED 466，且包含發黃色光發光材料之一第二本端發光磷光體468係沈積於第二藍色LED 466上及/或周圍。包含發綠色光發光材料之一遠端發光磷光體470與第一本端發光磷光體464及第二本端發光磷光體468間隔開且經定位以接收由第一本端發光磷光體464及第二本端發光磷光體468發射之光。由發青色光發光材料產生之青色光、由發黃色光發光材料產生之黃色光及來自LED 462、466之未經轉換藍色光傳遞至遠端發光磷光體470中。未經轉換之藍色光可激發遠端發光磷光體470中之發綠色光發光材料。裝置460進一步包含一發紅色光LED 472，諸如一基於AlInGaP之LED，且來自LED 472之光亦可未經轉換地通過遠端發光磷光體470。由裝置460發射之藍色光、青色光、綠色光、黃色光及紅色光之組合相組合以產生可具有一高CRI Ra值之暖白色光。

圖7M繪示包含一藍色LED 482之一照明裝置480。包含發黃色及/或綠色光發光材料之一本端發光磷光體484係沈積於藍色LED 482上及/或周圍。包含發青色光發光材料之一遠端發光磷光體486與本端發光磷光體484間隔開且經定

位以接收由本端發光磷光體484發射之光。由發黃色及/或綠色光發光材料產生之黃色及/或綠色光與來自LED 482之未經發黃色及/或綠色光發光材料中之任一者轉換之藍色光兩者通過可係一「漏溢」發光磷光體之本端發光磷光體484。通過本端發光磷光體484之未經轉換藍色光可激發遠端發光磷光體486中之發青色光發光材料。在某些情形中，由本端發光磷光體484發射之黃色及/或綠色光亦可激發遠端發光磷光體486中之發青色光發光材料。自遠端發光磷光體486發射之藍色光、黃色及/或綠色光及青色光之組合相組合以產生暖白色光。

圖7N繪示包含一第一藍色LED 492之一照明裝置490。包含發黃色及/或綠色光發光材料之一第一本端發光磷光體494係沈積於第一藍色LED 492上及/或周圍。提供一第二藍色LED 496，且包含發紅色光發光材料之一第二本端發光磷光體498係沈積於第二藍色LED 496上及/或周圍。包含發青色光發光材料之一遠端發光磷光體499與第一本端發光磷光體494及第二本端發光磷光體498間隔開且經定位以接收由第一本端發光磷光體494及第二本端發光磷光體498發射之光。由發黃色及/或綠色光發光材料產生之黃色及/或綠色光、由發紅色光發光材料產生之紅色光及來自LED 492、496之未經轉換藍色光傳遞至遠端發光磷光體499中。未經轉換之藍色光可激發遠端發光磷光體499中之發青色光發光材料。在某些情形中，由本端發光磷光體494發射之黃色及/或綠色光亦可激發遠端發光磷光體499

中之發青色光發光材料。自遠端發光磷光體330發射之藍色光、青色光、黃色及/或綠色光及紅色光之組合相組合以產生可具有一高CRI Ra值之暖白色光。

圖70繪示根據本發明之又進一步實施例之一照明裝置800。如圖70中所展示，照明裝置800包含具有一第一本端發光磷光體804之一第一藍色LED 802，第一本端發光磷光體804包含沈積於其上之發黃色光發光材料。提供一第二藍色LED 806，且包含發紅色光發光材料之一第二本端發光磷光體808係沈積於第二藍色LED 806上及/或周圍。提供一第三藍色LED 810，且包含發綠色光發光材料之一第三本端發光磷光體812係沈積於第三藍色LED 810上及/或周圍。包含發青色光發光材料之一遠端發光磷光體814與第一本端發光磷光體804、第二本端發光磷光體808及第三本端發光磷光體812間隔開且經定位以接收由第一本端發光磷光體804、第二本端發光磷光體808及第三本端發光磷光體812發射之光。由發黃色光發光材料產生之黃色光、由發紅色光發光材料產生之紅色光及來自LED 802、806、810之未經轉換藍色光傳遞至遠端發光磷光體814中。未經轉換之藍色光可激發遠端發光磷光體814中之發青色光發光材料。在某些情形中，由本端發光磷光體804發射之黃色光及/或由本端發光磷光體812發射之綠色光亦可激發遠端發光磷光體814中之發青色光發光材料。自遠端發光磷光體814發射之藍色光、青色光、黃色光、綠色光及紅色光之組合相組合以產生可具有一高CRI Ra值之暖白色光。

圖 7P 繪示包含一藍色 LED 822 之一照明裝置 820。包含發黃色及/或綠色光發光材料之一本端發光磷光體 824 係沈積於藍色 LED 822 上及/或周圍。包含發青色光發光材料之一遠端發光磷光體 826 與本端發光磷光體 824 間隔開且經定位以接收由本端發光磷光體 824 發射之光。由遠端發光磷光體 826 接收由發黃色及/或綠色光發光材料產生之黃色及/或綠色光與來自 LED 822 之未經發黃色及/或綠色光發光材料中之任一者轉換之藍色光兩者。未經轉換之藍色光可激發遠端發光磷光體 826 中之發青色光發光材料。在某些情形中，由本端發光磷光體 824 發射之黃色及/或綠色光亦可激發遠端發光磷光體 826 中之發青色光發光材料。裝置 820 進一步包含一發紅色光 LED 828，諸如一基於 AlInGaP 之 LED，且來自 LED 828 之光亦可未經轉換地通過遠端發光磷光體 826。自遠端發光磷光體 826 發射之藍色光、黃色光、紅色光及青色光之組合相組合以產生白色光。

圖 7Q 繪示包含一第一藍色 LED 832 之一照明裝置 830。包含發黃色光發光材料之一第一本端發光磷光體 834 係沈積於第一藍色 LED 832 上及/或周圍。提供一第二藍色 LED 836，且包含發綠色光發光材料之一第二本端發光磷光體 838 係沈積於第二藍色 LED 836 上及/或周圍。包含發青色光發光材料之一遠端發光磷光體 840 與第一本端發光磷光體 834 及第二本端發光磷光體 838 間隔開且經定位以接收由第一本端發光磷光體 834 及第二本端發光磷光體 838 發射之光。由發黃色光發光材料產生之黃色光、由發綠色光發光

材料產生之綠色光及來自LED 832、836之未經轉換藍色光傳遞至遠端發光磷光體840中。未經轉換之藍色光可激發遠端發光磷光體840中之發青色光發光材料。在某些情形中，由本端發光磷光體834發射之黃色光及/或由本端發光磷光體838發射之綠色光亦可激發遠端發光磷光體840中之發青色光發光材料。裝置830進一步包含一發紅色光LED 842，諸如一基於AlInGaP之LED，且來自LED 842之光亦可未經轉換地通過遠端發光磷光體840。由裝置830發射之藍色光、青色光、綠色光、黃色光及紅色光之組合相組合以產生可具有一高CRI Ra值之暖白色光。

在包含諸如發紅色光LED之一或多個飽和LED（其不包含一相關聯發光磷光體）之上文論述實施例中，可允許來自LED之光通過遠端發光磷光體，或另一選擇係，該裝置可經設計以使得由飽和LED發射之光中之某些或全部在遠端發光磷光體周圍或旁邊傳遞。在其中來自飽和LED之光通過遠端發光磷光體之某些實施例中，遠端發光磷光體可經設計以混合通過其之各種色彩的光以使得由照明裝置輸出之光將在色彩上顯現為白色。在其他實施例中，可提供一單獨的光混合器/漫射體，其將該等各種色彩混合在一起以產生在色彩上顯現為白色之光。

同樣，將瞭解，在圖7A至圖7Q中繪示之照明裝置中之任一者亦可包含一或多個額外藍色LED，該一或多個藍色LED不包含一相關聯本端發光磷光體。此等額外藍色LED可用於提供額外藍色光以增加激發遠端發光磷光體中之發

光材料之藍色光的量，及/或用於提供通過遠端發光磷光體之在藍色光範圍中之額外光，此乃因此可係達成該照明裝置之一所要色彩點所必需。

在某些實施例中，本端發光磷光體或遠端發光磷光體可包含一種類型以上的發光材料。藉由實例，圖7C之照明裝置320可經修改以具有一單個藍色LED 322及在藍色LED 322上之一單個本端發光磷光體324'（其包含發青色光及發紅色光發光材料兩者），以使得可省略藍色LED 326及第二本端發光磷光體328。作為另一實例，可替代地修改圖7C之照明裝置320以使其包含單個藍色LED 322及第一本端發光磷光體324，且可用包含發黃色光及發紅色光發光材料兩者之一遠端發光磷光體330'取代遠端發光磷光體330。此設計亦將允許省略第二藍色LED 326及第二本端發光磷光體328。將瞭解，在圖7C、圖7F至圖7H、圖7K至圖7L、圖7N至圖7O及圖7Q中繪示之至少上述實施例可以上述方式修改以在本端發光磷光體及/或遠端發光磷光體中之任一者或兩者中包含該等發光材料中之兩者或兩者以上。亦將瞭解，可在本端發光磷光體及遠端發光磷光體兩者中包含相同類型之發光材料。舉例而言，在圖7A之實施例中，可在本端發光磷光體304及遠端發光磷光體306兩者中包含黃色發光材料。

如上文論述，儘管本發明之實施例不排除在同一發光磷光體中包含兩種不同類型之發光材料，但在某些情形中，在每一本端發光磷光體及遠端發光磷光體中僅包含一單個類型之發光材料可係有利的。特定而言，如上文論述，在

光通過具有不同發光材料之發光磷光體時可出現多次轉換，此可降低效率及因此照明裝置之光通量。因此，在某些實施例中，在每一本端發光磷光體及遠端發光磷光體中包含一單個類型之發光材料可係更有效的。因此，舉例而言，在圖7C之照明裝置320中，發青色光發光材料係包含於與藍色LED 322相關聯之第一本端發光磷光體324中，且發紅色光發光材料係包含於與第二藍色LED 326相關聯之第二本端發光磷光體328中，且因此第一本端發光磷光體324及第二本端發光磷光體328與遠端發光磷光體330中之每一者僅包含一單個類型之發光材料。

另外，如上文參照圖6所論述，藉由在空間上分離本端發光磷光體與遠端發光磷光體，可由於來自遠端發光磷光體之多數反向散射將照至光學腔中之反射表面上而非照於本端發光磷光體上之事實而減少兩個發光磷光體中之發光材料之間的交互作用。作為一實例，根據上文圖7A之設計構造之一照明裝置可包含九個1 mm×1 mm方形藍色LED，其每一者具有在其頂部表面上塗佈有青色磷光體之一薄本端發光磷光體。因此，此九個LED之本端發光磷光體之頂部表面之總表面積係大致9平方mm。該九個LED係安裝於毗鄰反射杯中呈一3×3陣列。一平面玻璃圓盤係安裝於(舉例而言)該3×3 LED陣列上方大致2至5 mm處，且該圓盤可具有(舉例而言)25 mm之一直徑。包含YAG:Ce磷光體之一遠端發光磷光體係塗佈於該玻璃圓盤之下部表面上。遠端發光磷光體之下部表面之表面積因此係約490平方mm，其

係本端發光磷光體之頂部表面之表面積之超過50倍。結果，若假設經反向散射之光將具有一相對均勻分佈，則該經反向散射光的少於2%至3%將照於本端發光磷光體上，其中該經反向散射光經受多次轉換及/或在一下伏LED內被吸收，而剩餘97%至98%之經反向散射光將到達反射表面，諸如反射杯。儘管離開此等反射表面之反射中之某些可將光引導至一本端發光磷光體中，且少量衝擊光將由反射表面吸收，但到達反射表面之絕大部分將(直接或間接地)向回反射至遠端發光磷光體中。若用一38 mm玻璃圓盤取代該25 mm玻璃圓盤，則遠端發光磷光體之表面積增加至約1134平方mm，且因此裝置可經設計以使得可能經反向散射光之僅約1%可直接照於本端發光磷光體上。結果，藉由使用與本端發光磷光體充分地空間分離且具有一大得多的表面積之一遠端發光磷光體，可進一步改良裝置之效率。

如上文提及，在某些實施例中，在遠端發光磷光體中包含諸如(舉例而言) YAG:Ce之發黃色光發光材料。在遠端發光磷光體中使用此等磷光體可係有利的，此乃因遠端發光磷光體可具有比本端發光磷光體大得多之一表面積。一定數目個發黃色光磷光體係可用的，其與(舉例而言)適合的發紅色光及/或發青色光發光材料相比相對廉價。因此，可藉由在遠端發光磷光體中使用發黃色光(或發綠色光)發光材料來減少照明裝置之總成本。此外，如上文論述，某些發青色光及發紅色光發光材料可趨於具有大的顆

粒大小，且因此允許更多藍色光未經轉換地通過，在某些情況下此可係有利的。另外，YAG:Ce磷光體可對青色或紅色範圍中之光具有一相對低的激發回應。舉例而言，在470 nm之波長處，某些YAG:Ce磷光體之激發回應可係低的，且在500 nm之波長處，激發回應亦可係低的。因此，將激發YAG:Ce磷光體顆粒之青色及/或紅色光之量可係相對低的，且因此在遠端發光磷光體中使用一YAG:Ce磷光體可有利地減少在由本端發光磷光體發射之紅色或青色光處出現的多次轉換之量，藉此改良照明裝置之效率。

在某些實施例中，遠端發光磷光體可被塗佈至一光漫射體上或可經設計以充當一光漫射體。由於來自諸多白色LED中之各種源(例如，藍色LED、青色磷光體、黃色磷光體、紅色磷光體或LED等)之光必須經混合以用於輸出以對一人類觀察者而言顯現為白色之光而通常採用此等光漫射體。由於光漫射體通常增加一照明裝置之低效性，因此設計遠端發光磷光體以充當一漫射體可允許照明裝置之效率增加。

現將參照圖8A至圖8D闡述根據本發明之實施例之一照明裝置540。圖8A係裝置540之一俯視透視圖。圖8B係裝置540之一側剖面圖。圖8C係裝置540之一仰視透視圖。圖8D係裝置540之一俯視平面圖。

如圖8A中所展示，裝置540包含支撐LED 548之一陣列之一基台542。基台542可係由包含絕緣材料、導電材料或其一組合之諸多不同材料形成。舉例而言，基台542可係

由礬土、氧化鋁、氮化鋁、碳化矽、有機絕緣體、藍寶石、銅、鋁、鐵、其他金屬或金屬合金、矽、或由一聚合材料(諸如，聚醯亞胺、聚酯等)形成。在某些實施例中，基台542可包括一印刷電路板(PCB)，其可促進提供對複數個LED 548及其之間的電連接。基台542之部分可包含或塗佈有一高反射性材料，諸如一反射陶瓷或金屬(例如，銀)以增強自裝置540之光提取。

每一LED 548係安裝至提供於基台542之頂部表面上之一各別晶粒墊544。導電跡線546亦係提供於基台542之頂部表面上。晶粒墊544及導電跡線546可包括諸多不同材料，諸如金屬(例如，銅)或其他導電材料，且可(舉例而言)經由電鍍及使用表面光微影製程圖案化而沈積。晶種層及/或黏合層可提供於晶粒墊544下方。晶粒墊544亦可包含或電鍍有反射層、障壁層及/或介電層。LED 548可使用諸如焊接之習用方法安裝至晶粒墊544。

LED 548可包括(舉例而言)上文參照圖7A至圖7L論述之LED組合中之任一者。舉例而言，若裝置540經設計以具有上文圖7C之裝置320之組態，則一定數目(例如，14)個LED 548可構成具有塗佈於其上之一發青色光本端發光磷光體之藍色LED，一定數目(例如，10)個LED 548可構成具有塗佈於其上之一發紅色光本端發光磷光體之藍色LED，且一定數目(例如，1)個LED 548可構成一額外藍色LED，該額外藍色LED不包含一本端發光磷光體且可經提供以提供用於激發遠端發光磷光體中之磷光體顆粒之額外藍色

光。

每一LED 548可包含夾於經相反摻雜之磊晶層之間的至少一個作用層/區。LED 548可生長為LED之晶圓，且此等晶圓可被單粒化成個別LED晶粒以提供LED 548。可視情況地自每一LED 548完全地或部分地移除下伏生長基板。每一LED 548可包含額外層及元件，包含(舉例而言)成核層、接觸層、電流擴散層、光提取層及/或光提取元件。經相反摻雜層可包括多個層及子層以及超級晶格結構及夾層。作用區可包含(舉例而言)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係由各種材料系統製造，包含(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，經摻雜層係GaN及/或AlGaN層，且作用區係一InGaN層。

每一LED 548可包含在其頂部表面上之一導電電流擴散結構以及在其頂部表面處可接達用於線接合之一或多個接觸墊/接合墊。該電流擴散結構及接觸墊/接合墊可係由一導電材料(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。電流擴散結構可包括間隔開的導電指狀件，該等導電指狀件經配置以增強自接觸墊/接合墊擴散至其各別LED 548之頂部表面中之電流。在操作中，藉助一線接合將一電信號施加至一接觸墊/接合墊，且該電信號穿過電流延展結構之指狀件擴散至LED 548中。

如上文提及，LED 548中之某些或全部LED可具有包含一或多種發光材料之一相關聯本端發光磷光體549。由LED 548中之一各別者發射之光可傳遞至其相關聯本端發光磷光體549中。傳遞至本端發光磷光體549中之光中之某些光係由其中所含有之發光材料吸收，且該等發光材料回應於所吸收之光而發射具有一不同波長分佈之光。本端發光磷光體549可被直接塗佈至其各別LED 548上或以其他方式安置以接收由其各別LED 548發射之光之某些或全部。用於將本端發光磷光體549施加至LED 548之適合方法包含(舉例而言)在美國專利申請案序列號第11/656,759及11/899,790號中所述之塗佈方法、在美國專利申請案序列號第11/473,089號中所述之電泳沈積方法及/或在美國專利申請案序列號第12/717,048號中所述之噴塗方法。

一光學元件或透鏡555可係提供於LED 548上方以提供環境及/或機械保護。透鏡555可使用不同模製技術來模製，諸如在美國專利申請案序列號第11/982,275號中闡述之彼等技術。透鏡555可係諸多不同形狀，諸如(舉例而言)半球形、橢圓球形、扁平面、六面形及方形，且可係由各種材料形成，諸如聚矽氧、塑膠、環氧樹脂或玻璃。透鏡555可經紋理化以改良光提取。針對一大體圓形LED陣列，透鏡555之直徑可與LED陣列之直徑大致相同或比其更大。

透鏡555亦可包含經配置以漫射或散射光之特徵或元件，包含散射顆粒或結構。此等顆粒可包含諸如二氧化鈦、礬土、碳化矽、氮化鎵或玻璃微球體之材料，其中該

等顆粒較佳地分散於該透鏡中。另一選擇係，或結合該等散射顆粒，可將氣泡或具有一不同折射率之一聚合物不互溶混合物提供於該透鏡中或結構化於該透鏡上以促進光的漫射。散射顆粒或結構可貫穿透鏡555均勻分散，或可在一透鏡中或上之不同區域中以不同濃度或量提供。在一項實施例中，散射顆粒可提供於透鏡內之若干層中，或可與LED 548 (例如，具有不同色彩)在經封裝裝置540內之位置相關地以不同濃度提供。在其他實施例中，一漫射層或膜(未展示)可遠離透鏡555安置，在距透鏡555諸如(舉例而言) 1 mm、5 mm、10 mm、20 mm或更大之一適合距離處。該漫射膜可以任何適合形狀提供，其可相依於透鏡555之組態。一彎曲漫射膜可與透鏡間隔開但在形狀上與其相符，且以半球形或穹形提供。

照明裝置540進一步包含至少一個遠端發光磷光體554。在某些實施例中，遠端發光磷光體554可被塗佈至透鏡555之一表面上、噴灑或以其他方式施加至透鏡555之一表面。遠端發光磷光體554可包含(舉例而言)不同於本端發光磷光體549中所含有之發光材料之發光材料。在某些實施例中，遠端發光磷光體554中之發光材料可由來自LED 548中之某些或全部LED之「漏溢穿過」本端發光磷光體549之光激發。如上文提及，LED 548中之某些LED可不包含一本端發光磷光體549，且來自此等「裸」LED 548之光中之某些光亦可用於激發遠端發光磷光體554中之發光材料。在某些實施例中，遠端發光磷光體554可與本端發光

磷光體549間隔開平均至少3 mm。遠端發光磷光體554之下部表面之表面積(亦即，自本端發光磷光體549接收光之表面)可超過本端發光磷光體549之上部表面之表面積總和至少十倍(或二十倍或更多)。

照明裝置540可包含一選用保護層556，其覆蓋基台542之頂部表面，例如在未被透鏡555覆蓋之區域中。保護層556對頂部表面上之元件提供額外保護以減少在後續處理步驟及使用期間的損害及污染。保護層556可係與透鏡555同時形成，且視情況包括與透鏡555相同的材料。

照明裝置540亦包含一或多個觸點對570，該一或多個觸點對提供將電流提供至LED 548之外部電連接。

為促進熱耗散，經封裝裝置540可在基台542之一底部表面上包含一熱傳導(例如，金屬)層592。傳導層592可覆蓋基台542之底部表面之不同部分；在如所展示之一項實施例中，金屬層592可覆蓋實質上整個底部表面。傳導層592可係至少部分地與LED 548垂直對準。在一項實施例中，傳導層不與安置於基台542之頂部表面上之元件(例如，LED)電連通。可聚集於個別LED 548下方之熱量將傳遞至直接安置於每一LED 548下方及周圍之基台542中。傳導層592可藉由允許此熱量自接近LED之聚集區域擴散至層592之較大區域中以促進耗散及/或傳導轉移至一外部散熱裝置(未展示)來輔助熱耗散。傳導層592可包含提供接達至基台542之孔594，以緩解在製造期間及/或在操作期間基台542與金屬層592之間的應力。在某些實施例中，可提供至

少部分地通過基台 542 且與傳導層 592 熱接觸之熱傳導導孔或插塞。該等傳導導孔或插塞促進熱量自基台 542 傳送至傳導層 592 以進一步增強熱管理。

儘管圖 8A 至圖 8D 圖解說明根據本發明之實施例之發光裝置之一項實例性封裝組態，但將瞭解，可使用任何適合封裝配置。

包含一遠端發光磷光體之另一潛在益處係其可減小本端發光磷光體之厚度。如上文提及，發光磷光體通常包含諸如聚矽氧或環氧樹脂之接合劑材料。不幸地是，若此等接合劑材料係固持於升高的溫度處，則可隨時間而斷裂。為減小此斷裂出現的可能性，可將供應至塗佈有一本端發光磷光體之 LED 之驅動電流限定至預選定量。較低驅動電流趨於減少由照明裝置產生的光之量。

由於根據本發明之實施例之照明裝置包含一遠端發光磷光體，因此可減少直接施加至 LED 之任何本端發光磷光體之厚度。該塗佈越薄，LED 穿過該塗佈耗散熱量之能力越好，且因此包含遠端發光磷光體之 LED 可能夠在無接合劑材料之斷裂之情況下處置較高操作電流。

圖 9A 至圖 9C 係圖解說明根據本發明之實施例之遠端發光磷光體之實例性組態之示意圖。

如圖 9A 中所展示，在某些實施例中，照明裝置包含一反射杯或其他安裝表面 600。一 LED 602 係安裝於反射杯 600 中。一本端發光磷光體 604 係塗佈於 LED 602 之頂部表面及側表面上。反射杯 600 界定一光學腔 606。一半球形穹頂

608經安裝以覆蓋光學腔606。一遠端發光磷光體610係塗佈至半球形穹頂608上。

圖9B圖解說明另一實施例，其中照明裝置包含一平面基台620。一LED 622係安裝於基台620上。一本端發光磷光體624係塗佈至LED 622之頂部表面及側表面上。一燈泡形穹頂628係安裝於基台620上。基台620及穹頂628界定一光學腔626。一遠端發光磷光體630係塗佈至穹頂628上。

圖9C圖解說明另一實施例，其中照明裝置包含一平面基台640。一LED 642係安裝於基台640上。一本端發光磷光體644係塗佈於LED 642之頂部表面及側表面上。一子彈形穹頂648係安裝於基台640上。基台640及穹頂648界定一光學腔646。一遠端發光磷光體650係塗佈至穹頂648上。

根據本發明之又進一步實施例，在上述實施例中之任一項中之本端發光磷光體可與其相關聯LED及遠端發光磷光體兩者空間分離。圖10示意性地圖解說明此一照明裝置700。

如圖10中所展示，照明裝置700包含具有一基底704及側壁706之一反射杯702。一LED 710係安裝於反射杯702之基底704上。側壁706之頂部表面比LED 710之頂部表面更遠地在基底704上面延伸。一透明元件720係放置於LED 710上方。該透明元件與LED 710之頂部表面間隔開。一本端發光磷光體730係塗佈於透明元件720之一上部表面上。本端發光磷光體730因此與LED 710間隔開，且因此將自LED 710接收較少熱量。一透明透鏡740係定位於LED 710、反

射杯702、透明元件720及本端發光磷光體730上方。一遠端發光磷光體750可塗佈(舉例而言)於透鏡740之一內表面上。遠端發光磷光體750與本端發光磷光體730間隔開。

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一組合及子組合將係過度重複及混亂的。因此，本說明書(包含圖式)應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子組合之一完全書面說明，且應支援對任何此種組合或子組合之申請專利範圍。

雖然上文已主要關於包含LED之半導體發光裝置來論述本發明之實施例，但應意識到，根據本發明之進一步實施例，可提供包含上文所論述之發光磷光體媒體之雷射二極體及/或其他半導體照明裝置。

上文已參照隨附圖式闡述本發明，其中展示本發明之某些實施例。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此揭示內容將係全面及完整的，且將把本發明之範疇完全傳達給熟習此項技術者。在圖式中，為清楚起見而放大層及區之厚度。通篇中相同編號指代相同元件。如本文中所使用，術語「及/或」包含相關聯之所列物項中之一或多者之任何及全部組合。

本文中所使用之術語僅係出於闡述特定實施例之目的，且不意欲限定本發明。如本文中所使用，單數形式「一」、「一個」及「該」亦意欲包括複數形式，除非上

下文另外明確指示。進一步將瞭解，當本說明書中使用術語「包括」及/或「包含」及其派生詞時，其指定所述特徵、操作、元件及/或組件之存在，但並不排除一或多個其他特徵、操作、元件、組件及/或其群組之存在或添加。

將瞭解，當將一元件(諸如一層、區或基板)稱為「在」或「延伸至」另一元件「上」時，其可係直接在或直接延伸至另一元件上，或亦可存在介入元件。相比而言，當將一元件稱為「直接在」或「直接延伸至」另一元件「上」時，則不存在介入元件。亦將瞭解，當將一元件稱為「連接」或「耦合」至另一元件時，其可係直接連接或耦合至另一元件，或可存在介入元件。相比而言，當將一元件稱為「直接連接」或「直接耦合」至另一元件時，則不存在介入元件。

將瞭解，儘管在本文中可使用第一、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，在本文中可使用相對術語(諸如，「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。將瞭解，除圖中所繪示之定向外，相對術語亦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」因此可相依於圖之特定定向而囊括「下部」及「上部」兩者之一定向。

本文係參照作為本發明之理想化實施例(及中間結構)之示意性圖解說明之剖面圖解說明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，期望因(舉例而言)製造技術及/或容差而引起之圖解說明中之形狀之變化。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，而是欲包含因(舉例而言)製造而引起之形狀偏差。

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係圖解說明黑體軌跡之位置之一1931 CIE色度圖之一圖表。

圖2A至圖2B係根據本發明之某些實施例之一照明裝置之示意性剖面圖及俯視平面圖。

圖2C係根據本發明之實施例之一照明裝置之一示意性俯視平面圖，其圖解說明其中所包含之一對發光磷光體可具有互異的表面積。

圖3係另一版本之1931 CIE色度圖，其包含圖解說明可

由藍色偏移黃色及藍色偏移綠色LED產生之色彩點之梯形。

圖4係根據本發明之進一步實施例之一照明裝置100之一示意性俯視平面圖。

圖5係針對包含一藍色LED、一發黃色光磷光體及一紅色光源之一半導體發光裝置之一實例性發射光譜之一圖表。

圖6係圖解說明光之反向散射可如何導致減少一照明裝置之光輸出之吸收之一示意圖。

圖7A至圖7Q係根據本發明之各種實施例之照明裝置之示意性方塊圖。

圖8A至圖8D係根據本發明之某些實施例之一照明裝置之各種視圖。

圖9A至圖9C係圖解說明根據本發明之實施例之遠端發光磷光體之實例性組態之示意圖。

圖10係圖解說明具有間隔開之發光磷光體之一照明裝置之一示意圖，其中無任何發光磷光體係直接在該照明裝置之一LED上。

【主要元件符號說明】

2	白色光之區
4	「黑體」軌跡/「普朗克」軌跡
6	藍色偏移黃色區
8	藍色偏移綠色區
10	照明裝置

20	發光二極體/藍色發光二極體/第一發光二極體
20'	第二發光二極體
30	反射元件
32	側壁
34	光學腔
40	本端發光磷光體/第一本端發光磷光體/發光磷 光體層
40'	第二本端發光磷光體
50	透明元件
60	遠端發光磷光體
70	未經轉換地通過發黃色光磷光體之來自藍色 發光二極體之發射
72	來自發黃色光磷光體之發射
74	來自紅色光源之發射
80	裝置之總組合發射
100	照明裝置
200	藍色光
202	藍色光之第一部分
204	藍色光之第二部分
206	藍色光之第三部分
210	青色光
212	青色光之第一部分
214	青色光之第二部分
216	青色光之第三部分

222	藍色光 204 之第一部分
224	藍色光 204 之第二部分
226	藍色光 204 之第三部分
230	黃色光
232	黃色光之第一部分
234	黃色光之第二部分
236	黃色光之第三部分
242	青色光 214 之第一部分
244	青色光 214 之第二部分
246	青色光 214 之第三部分
300	照明裝置
302	藍色發光二極體
304	本端發光磷光體
306	遠端發光磷光體
310	照明裝置
312	藍色發光二極體/發光二極體
314	本端發光磷光體
316	遠端發光磷光體
320	照明裝置
322	第一藍色發光二極體/發光二極體
324	第一本端發光磷光體
326	第二藍色發光二極體/發光二極體
328	第二本端發光磷光體
330	遠端發光磷光體

340	照明裝置
342	藍色發光二極體/發光二極體
344	本端發光磷光體
346	遠端發光磷光體
350	照明裝置
352	藍色發光二極體/發光二極體
354	本端發光磷光體
356	遠端發光磷光體
360	照明裝置
362	第一藍色發光二極體/發光二極體
364	第一本端發光磷光體
366	第二藍色發光二極體/發光二極體
368	第二本端發光磷光體
370	遠端發光磷光體
380	照明裝置
382	第一藍色發光二極體/發光二極體
384	第一本端發光磷光體
386	第二藍色發光二極體/發光二極體
388	第二本端發光磷光體
390	第三藍色發光二極體/發光二極體
392	第三本端發光磷光體
394	遠端發光磷光體
400	照明裝置
402	第一藍色發光二極體/發光二極體

404	第一本端發光磷光體
406	第二藍色發光二極體/發光二極體
408	第二本端發光磷光體
410	第三藍色發光二極體/發光二極體
412	第三本端發光磷光體
414	遠端發光磷光體
420	照明裝置
422	藍色發光二極體/發光二極體
424	本端發光磷光體
426	遠端發光磷光體
428	紅色發光二極體/發光二極體
430	照明裝置
432	藍色發光二極體/發光二極體
434	本端發光磷光體
436	遠端發光磷光體
438	紅色發光二極體/發光二極體
440	照明裝置
442	第一藍色發光二極體/發光二極體
444	第一本端發光磷光體
446	第二藍色發光二極體/發光二極體
448	第二本端發光磷光體
450	遠端發光磷光體
452	紅色發光二極體/發光二極體
460	照明裝置

464	第一本端發光磷光體
466	第二藍色發光二極體/發光二極體
468	第二本端發光磷光體
470	遠端發光磷光體
472	紅色發光二極體/發光二極體
480	照明裝置
482	藍色發光二極體/發光二極體
484	本端發光磷光體
486	遠端發光磷光體
490	照明裝置
492	第一藍色發光二極體/發光二極體
494	第一本端發光磷光體
496	第二藍色發光二極體/發光二極體
498	第二本端發光磷光體
499	遠端發光磷光體
800	照明裝置
802	第一藍色發光二極體/發光二極體
804	第一本端發光磷光體
806	第二藍色發光二極體/發光二極體
808	第二本端發光磷光體
810	第三藍色發光二極體/發光二極體
812	第三本端發光磷光體
814	遠端發光磷光體
820	照明裝置

822	藍色發光二極體/發光二極體
824	本端發光磷光體
826	遠端發光磷光體
828	紅色發光二極體/發光二極體
830	照明裝置
832	第一藍色發光二極體/發光二極體
834	第一本端發光磷光體
836	第二藍色發光二極體/發光二極體
838	第二本端發光磷光體
840	遠端發光磷光體
842	紅色發光二極體/發光二極體
540	照明裝置/裝置
542	基台
544	晶粒墊
546	導電跡線
548	發光二極體
549	相關聯本端發光磷光體/本端發光磷光體
554	遠端發光磷光體
555	光學元件/透鏡
556	選用保護層
570	觸點對
592	熱傳導層/傳導層/金屬層
594	孔
600	其他安裝表面/反射杯

602	發光二極體
604	本端發光磷光體
606	光學腔
608	半球形穹頂/穹頂
610	遠端發光磷光體
620	平面基台/基台
622	發光二極體
624	本端發光磷光體
626	光學腔
628	燈泡形穹頂/穹頂
630	遠端發光磷光體
640	平面基台/基台
642	發光二極體
644	本端發光磷光體
646	光學腔
648	子彈形穹頂/穹頂
650	遠端發光磷光體
700	照明裝置
702	反射杯
704	基底
706	側壁
710	發光二極體
720	透明元件
730	本端發光磷光體

201251114

740	透 明 透 鏡
750	遠 端 發 光 磷 光 體

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：101116960

※申請日：101.5.11

※IPC 分類：H01L 33/32 (2010.01)

H01L 33/50 (2010.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

具有由發光磷光體轉換之半導體激發源所激發之遠端發光磷光體之照明裝置

LIGHTING DEVICES HAVING REMOTE LUMIPHORS THAT ARE
EXCITED BY LUMIPHOR-CONVERTED SEMICONDUCTOR
EXCITATION SOURCES

二、中文發明摘要：

本發明揭示一種照明裝置，其包含一半導體發光裝置及間隔開之第一與第二發光磷光體。該第一發光磷光體具有經定位以接收由該半導體發光裝置發射之輻射之一第一表面及與該第一表面對置之一第二表面。該第二發光磷光體具有經定位以接收由該半導體發光裝置發射之輻射及由該第一發光磷光體中之發光材料發射之輻射之一第一表面。該第一發光磷光體係一漏溢發光磷光體，此乃因其中的該等發光材料波長轉換來自入射於該第一發光磷光體上之半導體發光裝置光之輻射的少於90%。

三、英文發明摘要：

Lighting devices include a semiconductor light emitting device and first and second spaced-apart lumiphors. The first lumiphor has a first surface that is positioned to receive radiation emitted by the semiconductor light emitting device and a second surface opposite the first surface. The second lumiphor has a first surface that is positioned to receive radiation emitted by the semiconductor light emitting device and radiation emitted by the luminescent materials in the first lumiphor. The first lumiphor is a leaky lumiphor in that the luminescent materials therein wavelength convert less than 90% of the radiation from the semiconductor light emitting device light that is incident on the first lumiphor.

七、申請專利範圍：

1. 一種照明裝置，其包括：

一半導體發光裝置；

一第一發光磷光體，其包含發光材料，該第一發光磷光體具有經定位以接收由該半導體發光裝置發射之輻射之一第一表面及與該第一表面對置之一第二表面；

一第二發光磷光體，其不同於該第一發光磷光體，該第二發光磷光體具有經定位以接收由該半導體發光裝置發射之輻射及由該第一發光磷光體中之該等發光材料發射之輻射之一第一表面，該第二發光磷光體與該第一發光磷光體及與該半導體發光裝置間隔開；

其中該第一發光磷光體包括一漏溢發光磷光體，此乃因其中的該等發光材料波長轉換來自入射於該第一發光磷光體上之半導體發光裝置光之該輻射的少於90%。

2. 如請求項1之照明裝置，其中該發光裝置包括發射具有在400 nm與489 nm之間之一峰值波長之光的一藍色發光二極體(「LED」)。

3. 如請求項2之照明裝置，其中該第二發光磷光體包含發射具有在510 nm與599 nm之間之一峰值波長之光的發光材料。

4. 如請求項1之照明裝置，其中該第一發光磷光體中之該等發光材料發射具有在490 nm與515 nm之間之一峰值波長的光。

5. 如請求項1之照明裝置，其中該第一發光磷光體中之該

等發光材料發射具有至少 600 nm 之一主波長的光。

6. 如請求項 1 之照明裝置，其中該第一發光磷光體中之該等發光材料之一平均顆粒大小與包含於該第二發光磷光體中之發光材料之一平均顆粒大小之一比率係至少 4:1。

7. 如請求項 2 之照明裝置，其中該第一發光磷光體係直接塗佈至該藍色 LED 上。

8. 如請求項 2 之照明裝置，其中該藍色 LED 包括一第一藍色 LED，該照明裝置進一步包括：

一第二藍色 LED，其發射具有在 400 nm 與 489 nm 之間之一峰值波長的輻射；及

一第三發光磷光體，其包含不同於包含於該第一發光磷光體及該第二發光磷光體中之該等發光材料的發光材料，該第三發光磷光體具有經定位以接收由該第二藍色 LED 發射之輻射之一第一表面，

其中該第二發光磷光體亦經定位以接收由該第二藍色 LED 發射之輻射且與該第三發光磷光體間隔開。

9. 如請求項 8 之照明裝置，其中該第一發光磷光體中之該等發光材料發射具有在 490 nm 與 515 nm 之間之一峰值波長的光，其中該第二發光磷光體中之該等發光材料發射具有在 540 nm 與 590 nm 之間之一峰值波長的光，且其中該第三發光磷光體中之該等發光材料發射具有至少 600 nm 之一主波長之光。

10. 如請求項 3 之照明裝置，其中由該藍色 LED 發射之該藍光與由該第二發光磷光體中之該等發光材料發射之該光

- 之一組合具有落入由x, y色度座標(0.32, 0.40)、(0.36, 0.48)、(0.43, 0.45)、(0.36, 0.38)、(0.32, 0.40)界定之1931 CIE色度圖上之區內之一色彩點。
11. 如請求項2之照明裝置，其進一步包括發射具有至少600 nm之一主波長之飽和輻射之一紅色LED，其中該第一發光磷光體中之該等發光材料發射具有在490 nm與515 nm之間之一峰值波長的光，且其中該第二發光磷光體亦經定位以接收由該紅色LED發射之輻射。
12. 如請求項3之照明裝置，其中由該藍色LED發射之該藍光與由該第二發光磷光體中之該等發光材料發射之該光之一組合具有落入由x, y色度座標(0.35, 0.48)、(0.26, 0.50)、(0.13, 0.26)、(0.15, 0.20)、(0.26, 0.28)、(0.35, 0.48)界定之1931 CIE色度圖上之區內之一色彩點。
13. 如請求項2之照明裝置，其中該照明裝置發射具有在約2500 K與約4100 K之間之一相關色溫及至少90之一CRI Ra值之一暖白色光。
14. 如請求項1之照明裝置，其中與該第一發光磷光體之一上部表面對置之該第二發光磷光體之一下部表面之一表面積比該第一發光磷光體之該上部表面大至少二十倍。
15. 一種照明裝置，其包括：
- 一藍色發光二極體(「LED」)，其發射具有在400 nm與489 nm之間之一峰值波長的光；
 - 一第一發光磷光體，其毗鄰於該藍色LED而定位，該第一發光磷光體包含以下發光材料：(a)發射具有在490

nm與515 nm之間之一峰值波長之一第一類型光及/或發射具有至少600 nm之一主波長之光之發光材料；或(b)發射具有在530 nm與599 nm之間之一峰值波長之一第二類型光；

一第二發光磷光體，其不同於該第一發光磷光體，該第二發光磷光體經定位以接收由該藍色LED發射之輻射且與該第一發光磷光體間隔開，該第二發光磷光體包含以下發光材料：若該第一發光磷光體中之該等發光材料發射該第二類型光，則該第二發光磷光體中之該等發光材料發射該第一類型光；或若該第一發光磷光體中之該等發光材料發射該第一類型光，則該第二發光磷光體中之該等發光材料發射該第二類型光。

16. 如請求項15之照明裝置，其中該第一發光磷光體包含發射具有至少600 nm之一主波長之光之發光材料。
17. 如請求項15之照明裝置，其中該第一發光磷光體包含發射具有在490 nm與515 nm之間之一峰值波長之光的發光材料。
18. 如請求項17之照明裝置，其進一步包括發射具有至少600 nm之一主波長之飽和輻射之一紅色LED。
19. 如請求項15之照明裝置，其中該第一發光磷光體中之該等發光材料之一平均顆粒大小與包含於該第二發光磷光體中之發光材料之一平均顆粒大小之比率係至少4:1。
20. 如請求項15之照明裝置，其中與該第一發光磷光體之一上部表面對置之該第二發光磷光體之一下部表面之一表

面積比該第一發光磷光體之該上部表面大至少二十倍。

21. 一種照明裝置，其包括：

複數個半導體發光裝置，其中該等半導體發光裝置中之至少某些半導體發光裝置包含一各別相關聯第一發光磷光體，該第一發光磷光體具有經定位以接收由其相關聯半導體發光裝置發射之輻射之一第一表面；

一第二發光磷光體，其不同於該等第一發光磷光體，該第二發光磷光體經定位以接收由該等半導體發光裝置發射之輻射且與該等第一發光磷光體間隔開；

其中該等第一發光磷光體中之至少一者中之該等發光材料之平均顆粒大小與該第二發光磷光體中之該等發光材料之平均顆粒大小之比率係至少4:1。

22. 如請求項21之照明裝置，其中該等半導體發光裝置中之至少一者包括發射具有在400 nm與489 nm之間之一峰值波長之光的一藍色發光二極體(「LED」)，且其中該第二發光磷光體包含發射具有在540 nm與599 nm之間之一峰值波長之光的發光材料。

23. 如請求項21之照明裝置，其中該等半導體發光裝置中之至少一者包括發射具有在400 nm與489 nm之間之一峰值波長之光的一藍色發光二極體(「LED」)，且其中該等第一發光磷光體中之至少一者包含發射具有在490 nm與515 nm之間之一峰值波長之光的發光材料。

24. 如請求項21之照明裝置，其中該等半導體發光裝置中之至少一者包括發射具有在400 nm與489 nm之間之一峰值

波長之光的一藍色發光二極體(「LED」)，且其中該等第一發光磷光體中之至少一者包含發射具有至少600 nm之一主波長之光之發光材料。

25. 如請求項21之照明裝置，其中每一第一發光磷光體與其各別半導體發光裝置及該第二發光磷光體間隔開且在其各別半導體發光裝置與該第二發光磷光體之間。

26. 一種照明裝置，其包括：

一半導體發光裝置；

一第一發光磷光體，其具有經定位以接收由該半導體發光裝置發射之輻射之一上部表面；

一第二發光磷光體，其不同於該第一發光磷光體，該第二發光磷光體具有經定位以接收由該半導體發光裝置發射之輻射及由該第一發光磷光體發射之輻射之一下部表面，該第二發光磷光體與該第一發光磷光體及與該半導體發光裝置間隔開，

其中該第二發光磷光體之該下部表面之一表面積比該半導體發光裝置之一表面積大至少十倍。

27. 如請求項26之照明裝置，其中該第一發光磷光體包含發射具有至少600 nm之一主波長之光之發光材料，且其中該第二發光磷光體包含發射具有在540 nm與599 nm之間之一峰值波長之光的發光材料。

28. 如請求項26之照明裝置，其中該第一發光磷光體包含發射具有在490 nm與515 nm之間之一峰值波長之光的發光材料，且其中該第二發光磷光體包含發射具有在540 nm

與 599 nm 之間之一峰值波長之光的發光材料。

29. 如請求項 28 之照明裝置，其進一步包括發射具有至少 600 nm 之一主波長之飽和輻射之一紅色 LED。

八、圖式：

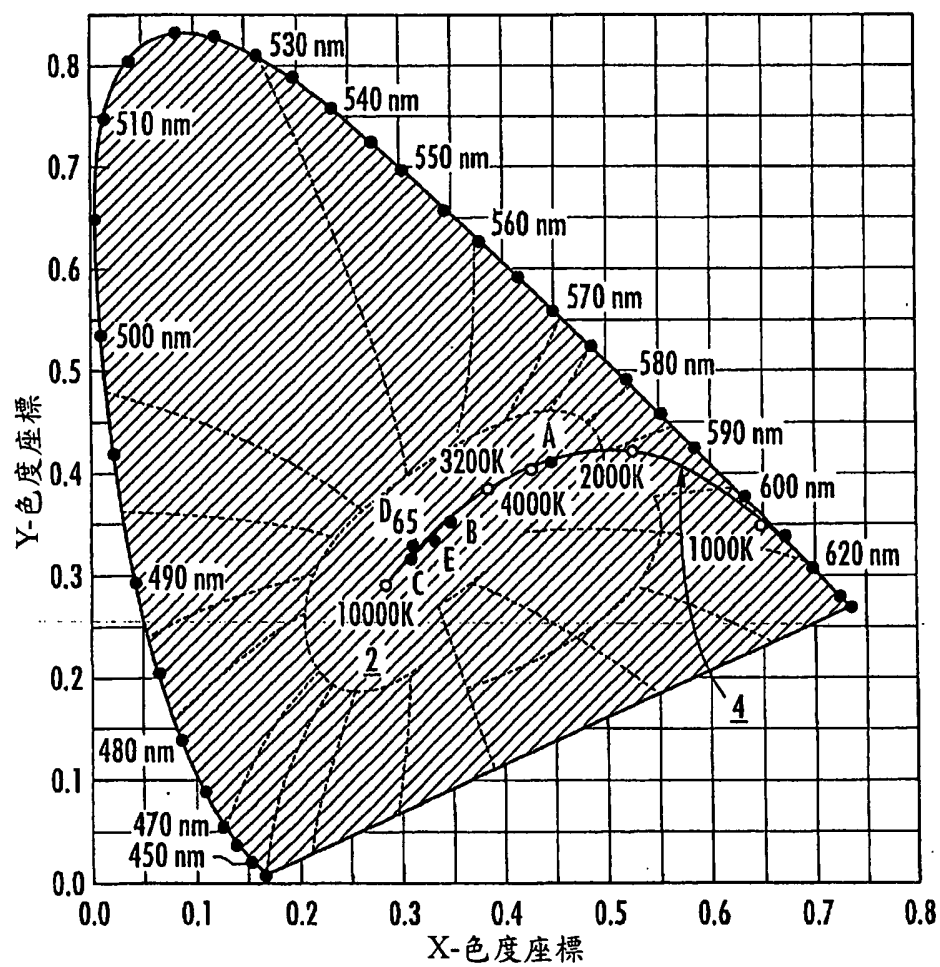


圖 1

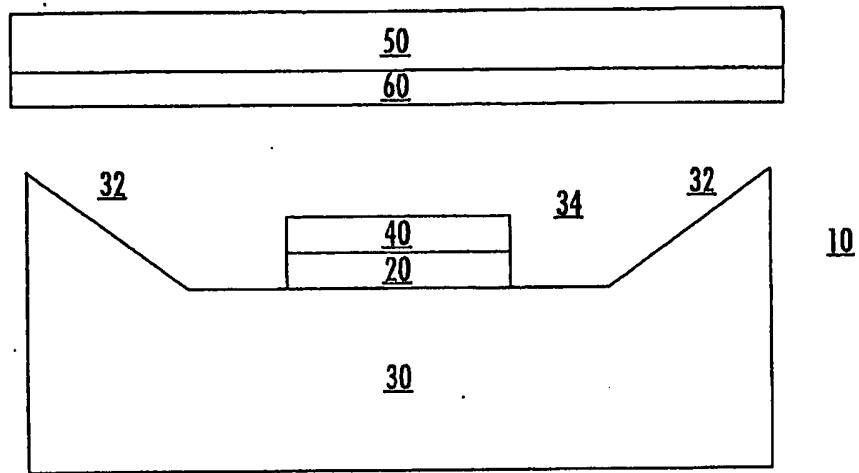


圖 2A

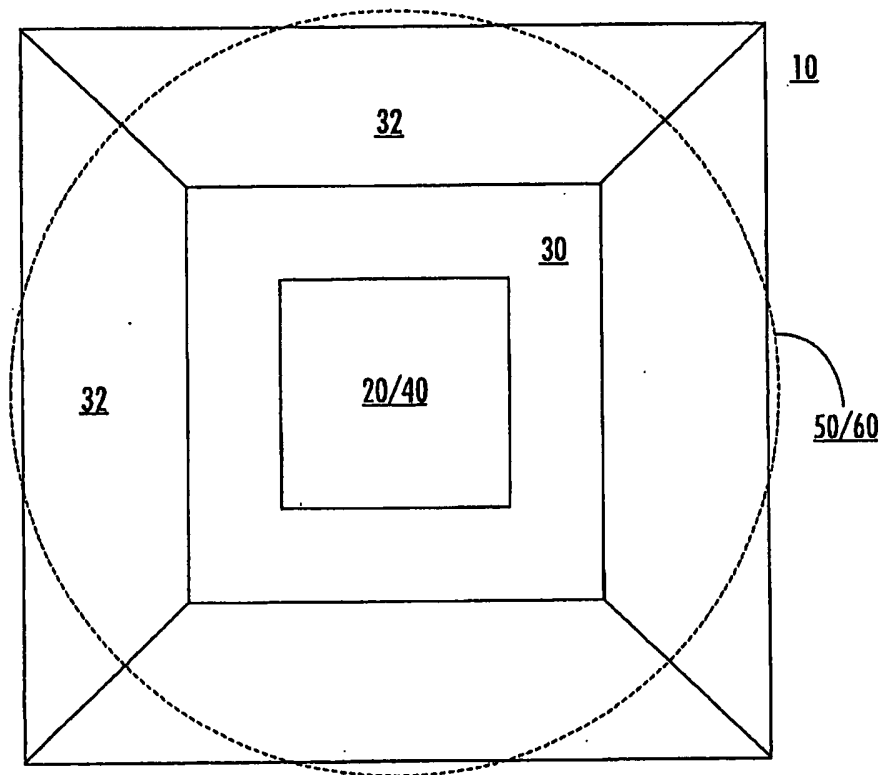


圖 2B

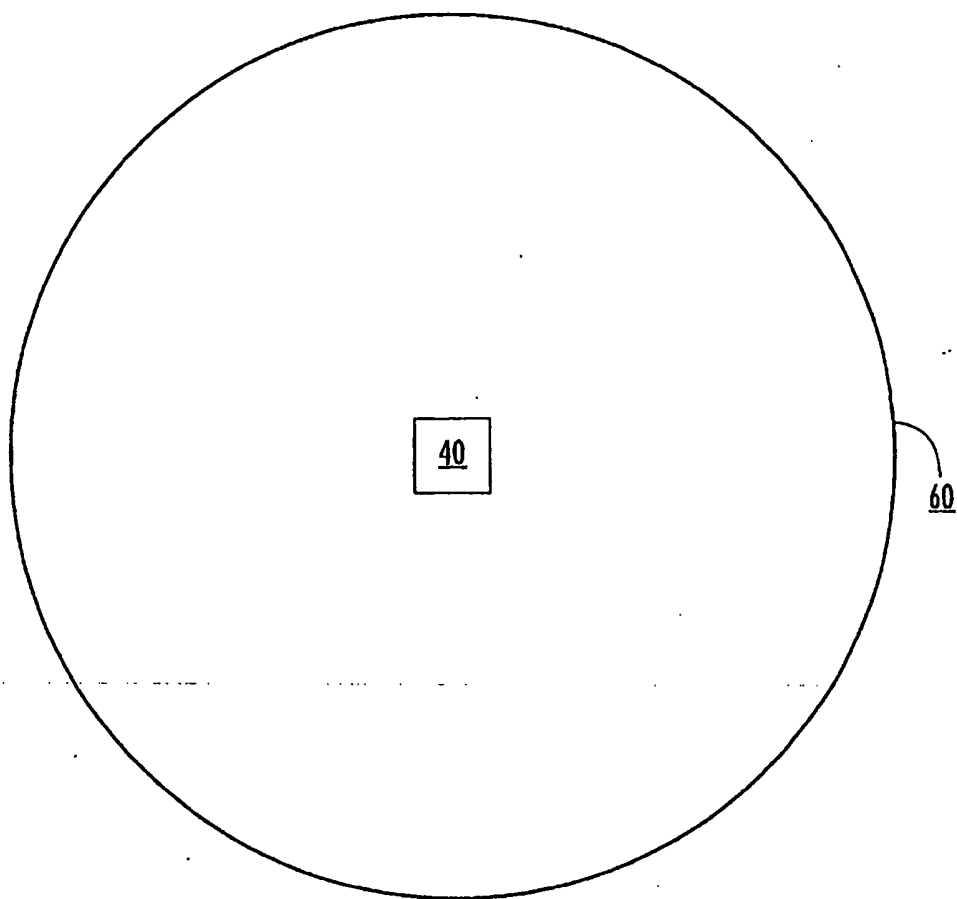


圖 2C

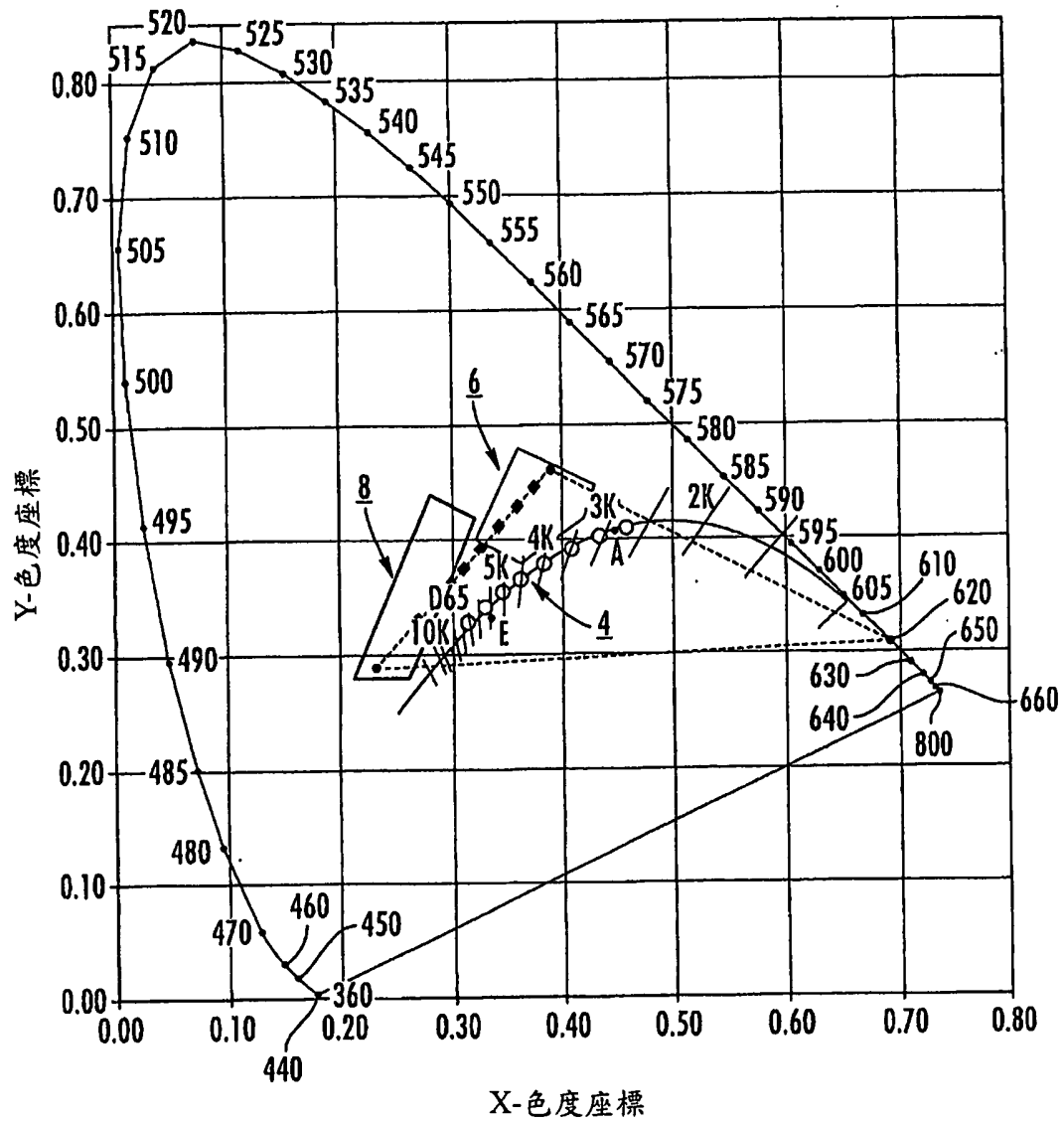


圖 3

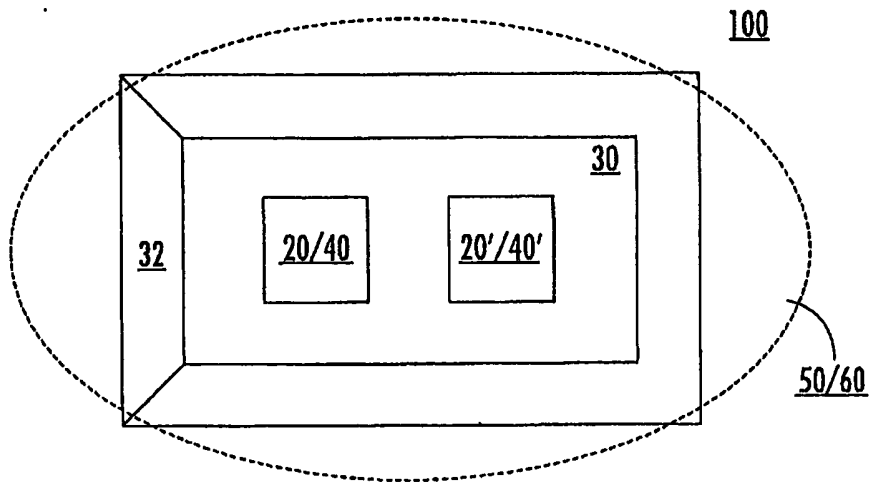


圖 4

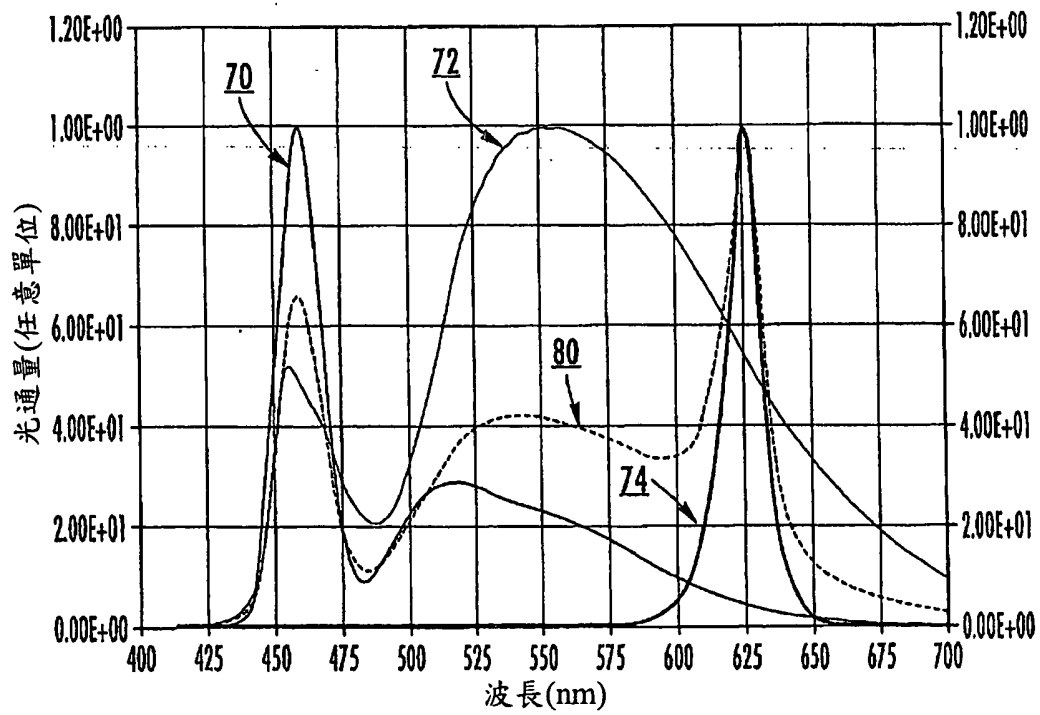


圖 5

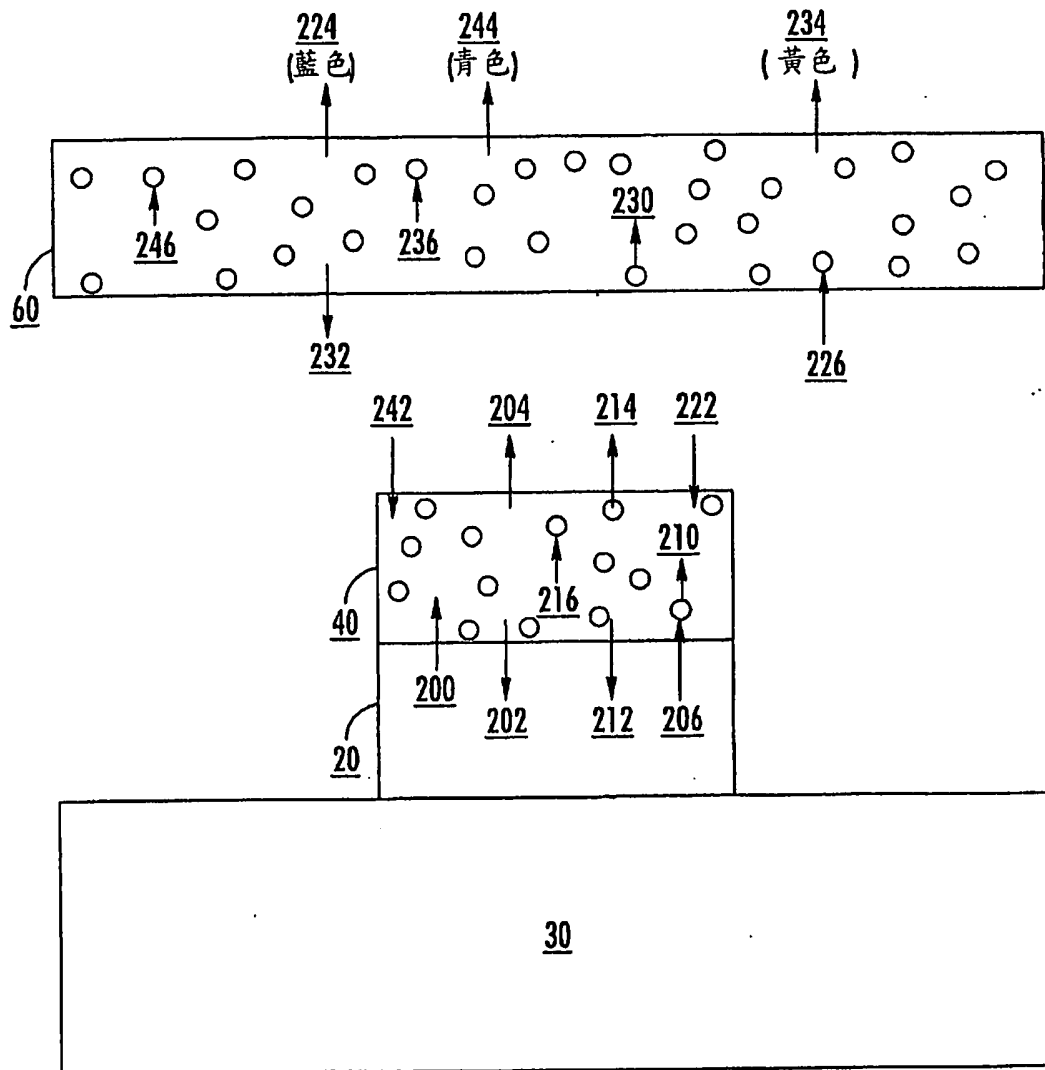


圖 6

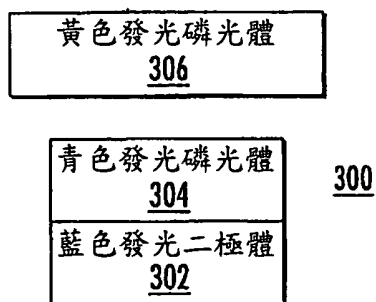


圖 7A

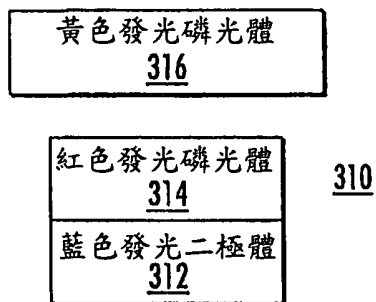


圖 7B

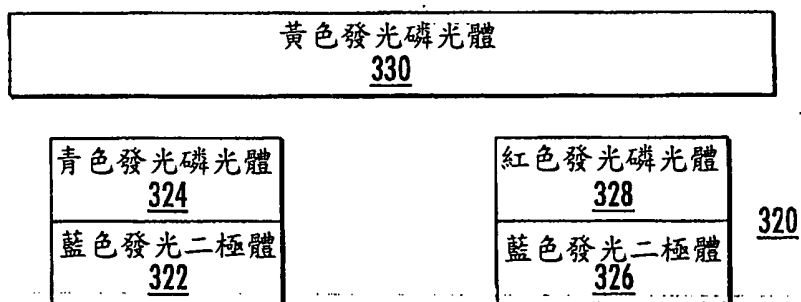


圖 7C

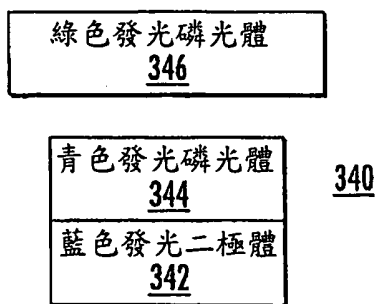


圖 7D

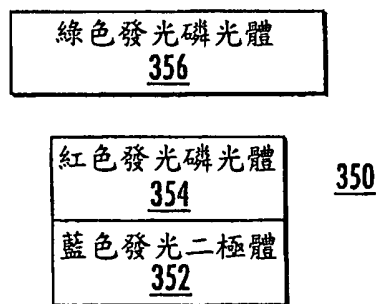


圖 7E

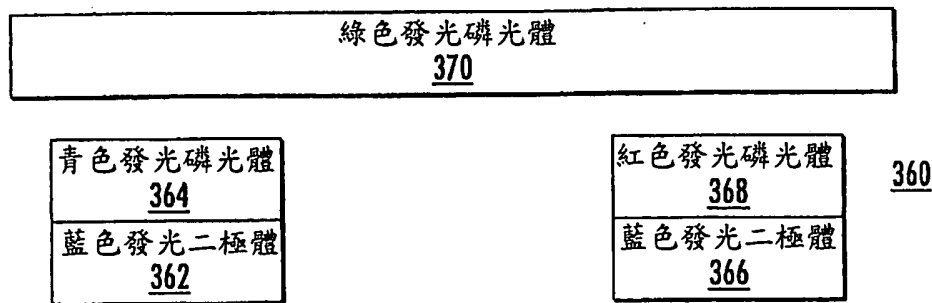


圖 7F

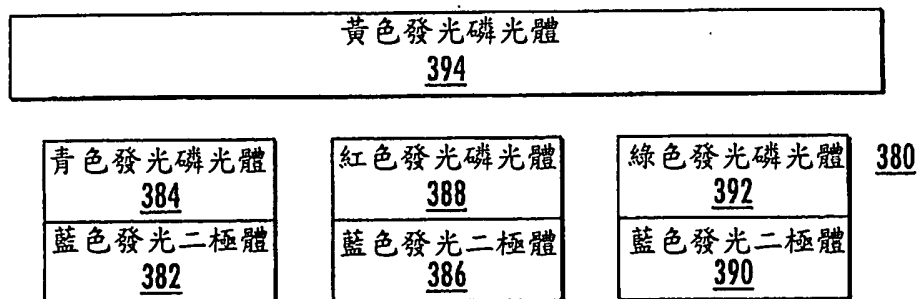


圖 7G

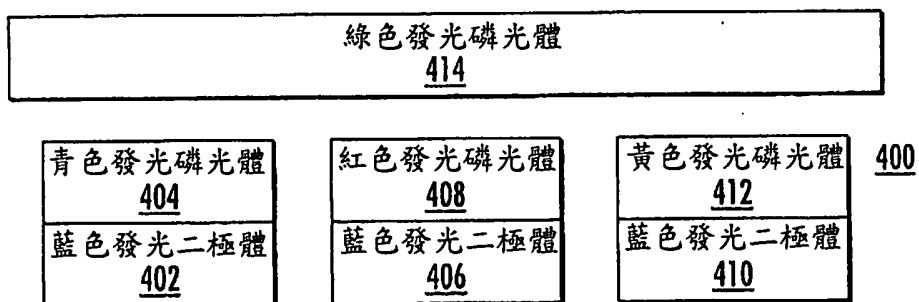


圖 7H

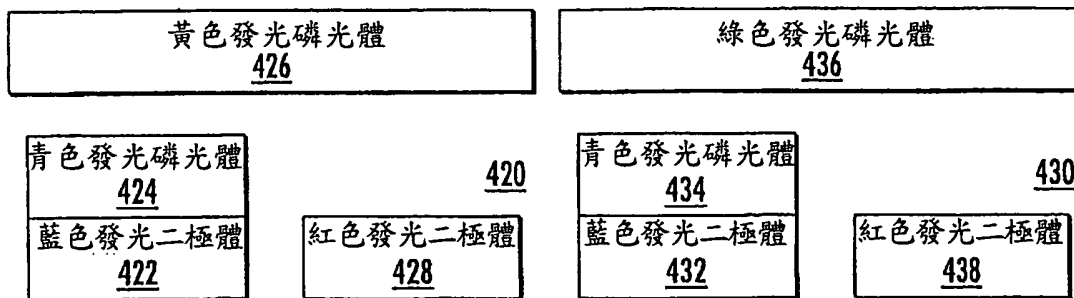


圖 7I

圖 7J

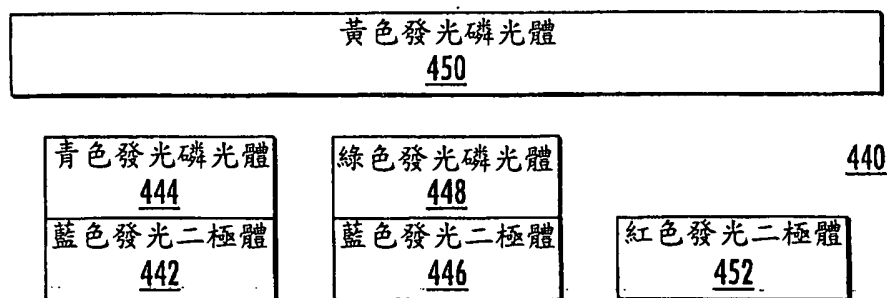


圖 7K

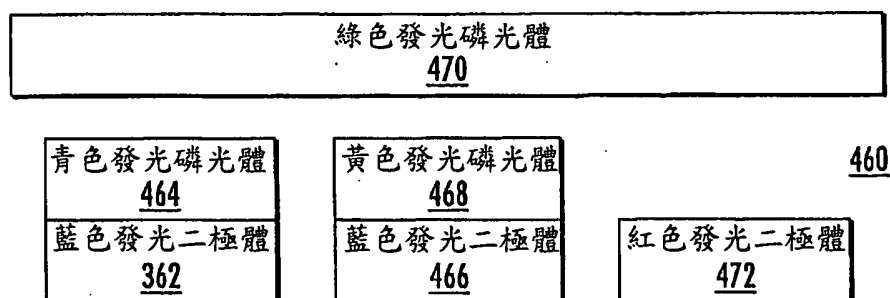


圖 7L

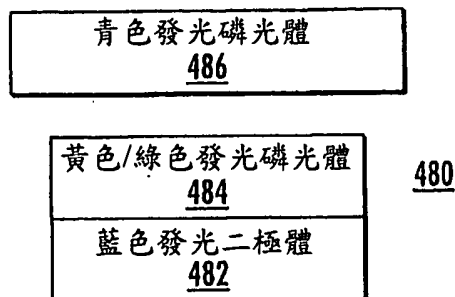


圖 7M

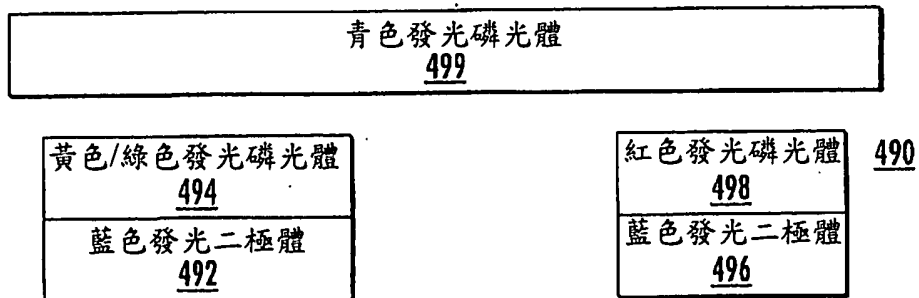


圖 7N

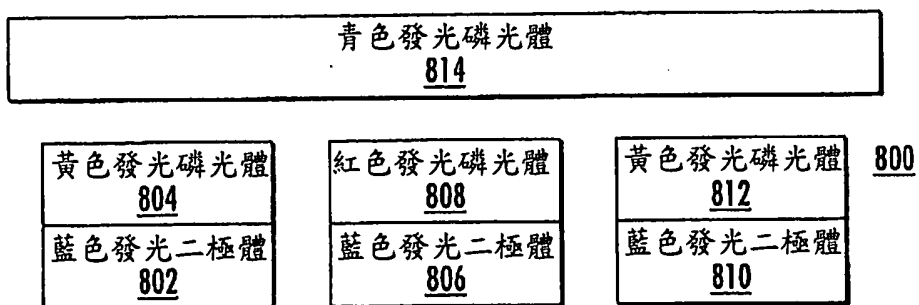


圖 7O

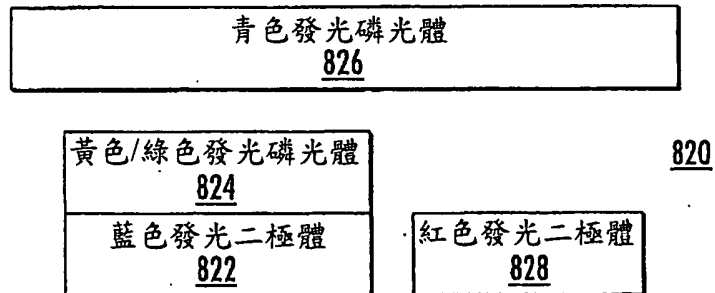


圖 7P

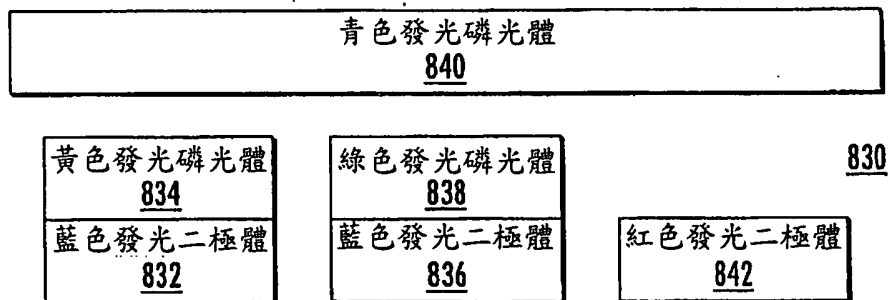


圖 7Q

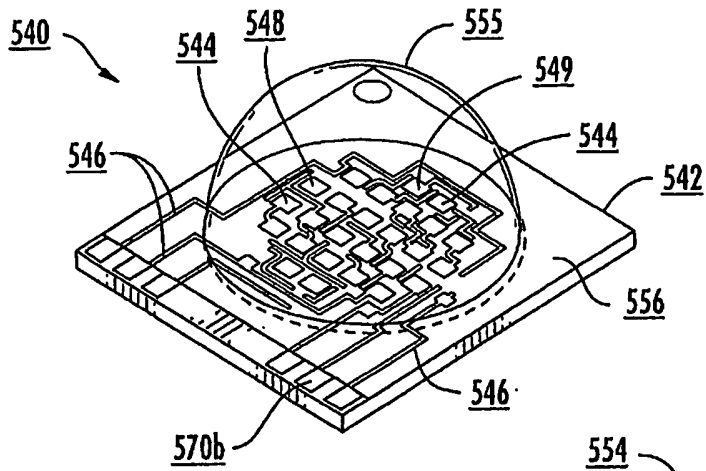


圖 8A

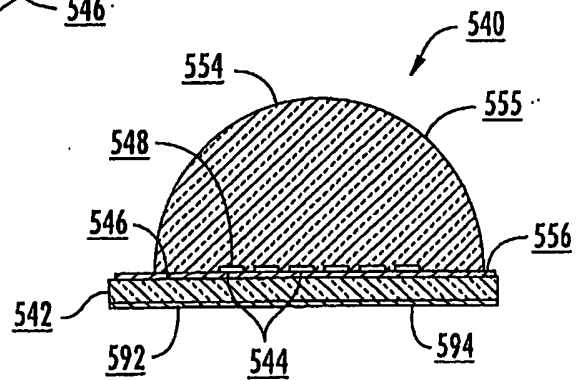


圖 8B

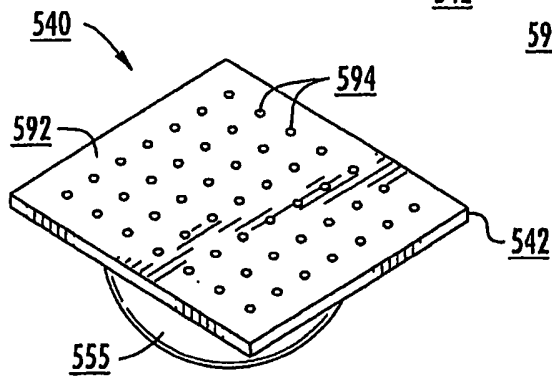


圖 8C

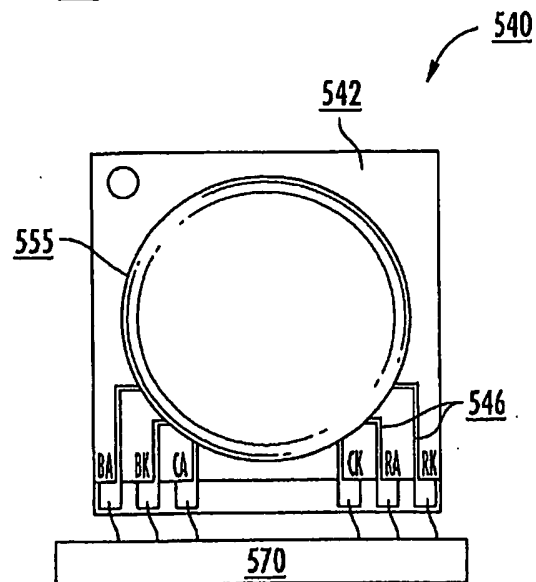


圖 8D

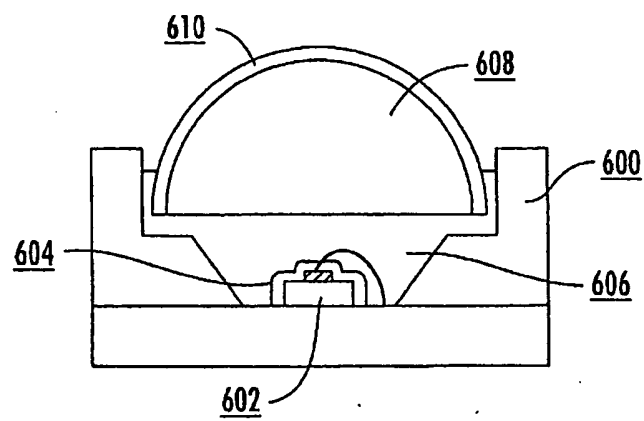


圖 9A

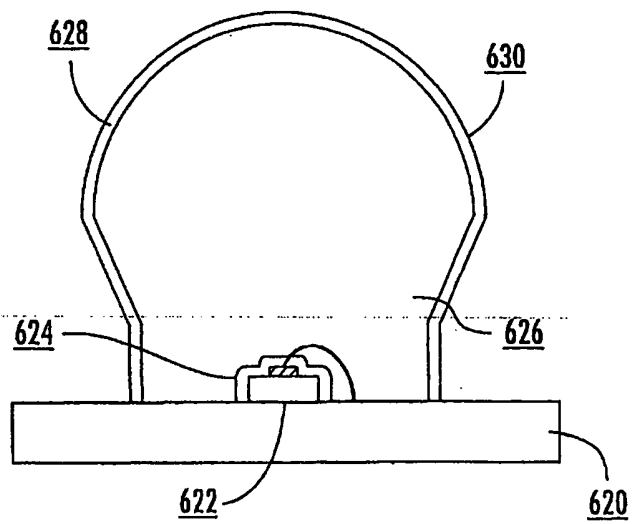


圖 9B

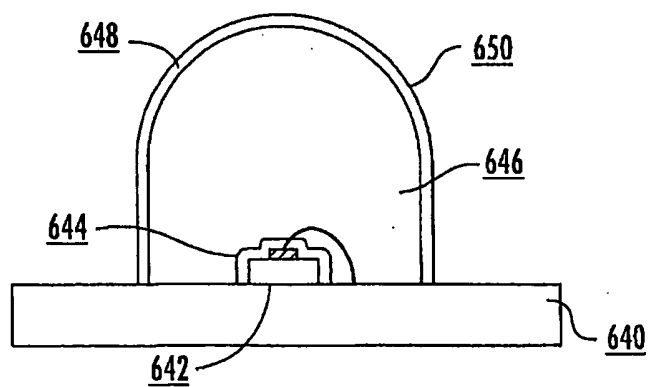


圖 9C

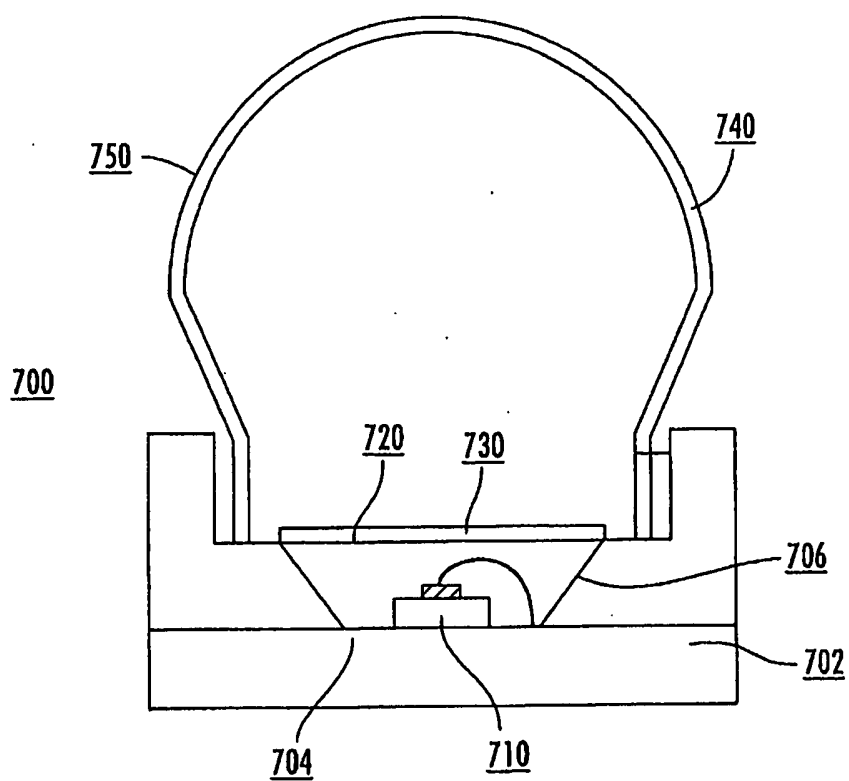


圖 10

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2A) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	照明裝置
20	發光二極體/藍色發光二極體/第一發光二極體
30	反射元件
32	側壁
34	光學腔
40	本端發光磷光體/第一本端發光磷光體/發光磷 光體層
50	透明元件
60	遠端發光磷光體

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)