

發明專利說明書

公告本

(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：94/02912

※ 申請日期：94.1.31

※IPC 分類：~~E21F~~ G02B 6/42

一、發明名稱：(中文/英文)

重塑光源模組及使用其之照明系統

RESHAPING LIGHT SOURCE MODULES AND ILLUMINATION
SYSTEMS USING THE SAME

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

美商3M新設資產公司

3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY

代表人：(中文/英文)

卡洛林 A 貝提斯

BATES, CAROLYN A.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國明尼蘇答州聖保羅市3M中心

3M CENTER, SAINT PAUL, MINNESOTA 55133-3427, U.S.A.

國 籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

三、發明人：(共 1 人)

姓 名：(中文/英文)

艾莉 理查 康納

CONNER, ARLIE RICHARD

國 籍：(中文/英文)

美國 U.S.A.

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項 ☐ 第一款或 ☐ 第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 美國；2004年02月11日；10/776,155

2.

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1.

2.

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於重塑光源模組及使用其之照明系統，其可用於投影系統中。更特定言之，本發明係關於包括錐形集光器之光源模組及使用至少一個該光源模組之照明系統。

【先前技術】

照明系統具有各種應用，其中包括投影顯示器、液晶顯示器(LCD)之背光及其它。投影系統通常包括光源、照明光學器件、成像裝置、投影光學器件及投影螢幕。照明光學器件自光源收集光並以預定方式將其導向一或多個成像裝置。該(等)由一經電子地調節並處理之數位視訊訊號所控制的成像裝置產生一對應於該視訊訊號之影像。接著，投影光學器件將該影像放大並將其投影至投影螢幕上。結合以色輪之諸如弧光燈的白色光源已經且仍然主要被用作投影顯示器系統之光源。然而，近來引入了發光二極體(LED)作為替代物。LED光源的某些優勢包括壽命更長、效率更高且具有優良的熱特徵。

通常用於數位光處理系統中的成像裝置之一實例為數位微晶鏡片(DMD)。DMD之主要特徵為一可旋轉微鏡面之矩形陣列。每一鏡面之傾角係由負載至與每一鏡面相關聯之記憶體單元內的資料來獨立控制，從而導引反射光並將一視訊資料之像素空間地映射至一投影螢幕上之像素。由打開狀態下之鏡面所反射的光穿過投影光學器件並被投影至螢幕上以產生一明視野。另一方面，由關閉狀態下之鏡面

所反射的光無法達到投影光學器件，從而產生一暗視野。亦可使用DMD產生彩色影像，例如使用一個DMD時利用色彩定序(color sequencing)或者使用三個DMD，每個DMD對應一種原色。

成像裝置之其它實例包括諸如通常為矩形的矽上液晶裝置(LCOS)之液晶面板。在液晶面板中，液晶材料之對準根據對應於視訊訊號之資料而日益(逐像素地)受到控制。視液晶材料之排列而定，入射光之偏振可隨液晶結構的不同而改變。因此，適當地使用偏振器或偏振分光器可產生對應於輸入視訊資料之暗區及亮區。已藉由以類似於DMD之方式使用液晶面板形成了彩色影像。

諸如投影系統之照明光學器件的光學系統的效能可以大量參數為特徵，其中之一為光學展度(etendue)。光學展度 ε 可藉由使用以下公式計算：

$$\varepsilon = A * \Omega \cong \pi * A * \sin^2 \theta = \pi * A * NA^2 ,$$

其中 Ω 為發射或接受之立體角(以球面度為單位)；A為接收器或發射器之面積， θ 為發射或接受角，且NA為數值孔徑。若一光學系統之某種元件的光學展度小於上游光學元件之光學展度，則此失配情形可引起光的損失，從而降低光學系統之效率。因此，光學系統之效能通常受限於具有最小光學展度之元件。通常在光學系統中採用如下技術以減少光學展度之降級，其中包括：增加系統效率(lm/w)、減小光源之尺寸、減小光束立體角及避免引入額外的孔徑光闌。

用於照明系統中之傳統光學器件已包括有各種組態，但

其離軸效能僅在窄小的適應範圍內令人滿意。另外，傳統照明系統中的光學器件已展現出收集特徵不充足的情形。詳言之，若光源輸出中的一顯著部分出現在遠離光軸之角度上(大部分LED為此種情況)，則傳統照明系統無法獲取該光的大部分。另外，儘管某些傳統反射式準直儀具有可接受之收集特徵，例如橢圓體及拋物面反射器，該等反射器通常以旋轉地對稱偏壓為特徵。該偏壓通常致使所得影像變圓並且光源上的點與目標平面上的點之間缺乏整體對應，從而引起失序及光學展度之降級。該等及其它缺陷促使對光學元件及系統進行複雜的設計，其涉及(例如)利用複雜的非球面及許多元件之複雜組合。

【發明內容】

本發明針對一種光源模組，其包括一具有一發光表面之發射器及一安裝於該發射器上並處於該發光表面上方之錐形集光器。該錐形集光器之近端面向該發光表面且該錐形集光器之遠端面向遠離該發光表面的方向。在本發明之適當的例示性實施例中，錐形集光器之近端與發光表面相接觸。錐形集光器之近端的尺寸及形狀與發光表面之尺寸及形狀可大致相同。舉例而言，近端與遠端均可大致呈正方形或近端可大致呈正方形而遠端大致呈矩形。在某些例示性實施例中，錐形集光器之近端被裝配於發光表面周圍。同樣，在某些實施例中，錐形集光器之遠端具有大致為針墊狀之組態。

根據本發明，錐形集光器可組態為收集由發射器所發出

之光的至少約70%。根據本發明之某些例示性實施例建構之錐形集光器的近端與遠端之間的距離通常比該集光器之遠端的最大對角線長約3倍至5倍。在某些例示性實施例中，錐形集光器具有自遠端至近端以自約2度至約6度之角度逐漸變小之側面。在某些其它例示性實施例中，錐形集光器具有以不超過約10度之角度自遠端至近端逐漸變小之側面。

根據本發明建構之例示性光源模組進一步包括一設置於鄰近錐形集光器之遠端的平直矩形管道部分。其中包括平直管道部分及圓頂部分兩者，該平直管道部分可設置於該圓頂部分與錐形集光器之間。視情況，錐形集光器包括設置於圓頂部分與錐形集光器之間的大致為碟狀之凸緣。

本發明亦針對包括兩個或兩個以上光源模組、一照明目標及一設置於該至少一光源模組與該照明目標之間的光學元件系統之照明系統。每一光源模組包括一具有一發光表面之發射器及一安裝於該發射器上並處於該發光表面上方之錐形集光器。每一錐形集光器具有一面向該發光表面之近端及一面向遠離該發光表面的方向之遠端。該等光源模組可以陣列方式被設置於非徑向對稱孔徑內。其中該照明目標設置為以一角度被照明且具有複數個可沿樞軸旋轉之鏡面的成像裝置，該非徑向對稱孔徑具有一長邊及一短邊並被定向以使得該長邊對準該成像裝置之鏡面的樞軸。視情況，該等光源模組及該光學元件系統可組態為形成複數個大體上瞄準該照明目標之通道。在此等例示性照明系統

中，該等光源模組可設置為沿一球形表面並與之相切。

根據本發明之某些例示性實施例，每一錐形集光器之近端及遠端均可大致呈正方形或每一錐形集光器之近端可大致呈正方形而每一集光器之遠端大致呈矩形。可將光學元件系統組態為使每一錐形集光器之遠端成像至照明目標上。在此等例示性照明系統中，發光表面之影像可大體疊加以形成一可大體上填充或過度填充該照明目標之照明斑點。或者可將發光表面之影像緊密集中或其可重疊以形成該照明斑點。錐形集光器之至少一遠端的形狀與照明目標之形狀大體相匹配。舉例而言，照明目標可大致呈正方形或大致呈矩形。

自以下結合圖式之詳細描述中，一般熟習此項技術者將易瞭解，本發明之光源模組及照明系統之該等及其它態樣。

【實施方式】

現參看圖式，其中相同參考數字指示類似元件，圖1示意性地展示了本發明之照明系統的例示性實施例，其可用於投影應用中。圖1所示照明系統10包括由光源模組72、72'、72"所說明之一組光源模組12及光學元件系統15。一或多個光源模組可包括一LED光源。一般熟習此項技術者將瞭解，隨著具有增加的效率及輸出之LED的發展並完善，且由於具有最大輸出之LED通常係較佳，因而此等LED將有利地用於本發明之例示性實施例中。或者，可使用有機發光二極體(OLED)、垂直空腔表面發射雷射器(VCSEL)或其它合適之發光裝置。

可將該組光源模組12組態成諸如線形、笛卡兒式或六角形陣列之陣列。諸如72、72'、72"之光源模組可共同或單獨地安裝於一或多個基板上，使得由光源模組產生之熱量很快地經由該(等)基板之材料或經由其它構件而消散。適合安裝光源模組之基板的實例包括諸如金屬芯印刷電路板之印刷電路板、諸如具有銅跡線之聚醯亞胺薄膜之可撓性電路、陶瓷基板及其它基板。一般熟習此項技術者將瞭解，該組光源模組12及諸如72、72'、72"之單個光源模組的許多組態屬於本發明之範疇內。另外，光源模組之數目及類型可隨應用、所要之系統組態、系統之尺寸及系統之輸出亮度而變化。

在圖1所說明之例示性實施例中，光學元件系統15包括一由微透鏡74、74'、74"所例示之透鏡組14、聚光器18、場透鏡16及諸如TIR稜鏡之其它光學元件19。該透鏡組14中之微透鏡的數目與光源模組的數目相類似，其可視應用、所要之系統組態及所要之系統尺寸而變化。在本發明之適當實施例中，每一光源模組具有一光學元件或具有與之相關的(多個)元件，以促進光之收集並達到所要之成像特徵。本文中將一光源模組及與其相關的光學器件共同稱作一"通道"。

舉例而言，在圖1所說明之例示性實施例中，微透鏡74與光源模組72相關聯，微透鏡74'與光源模組72'相關聯，且微透鏡74"與光源模組72"相關聯。透鏡組14之透鏡宜為平凸的，且可使凸表面為非球面以降低像差，並避免光損失。儘管如此，一般熟習此項技術者將很快瞭解，微透鏡之整

體形狀及大小可隨特定應用、系統之組態、系統之大小及成本因素而變化。透鏡之材料宜為丙烯酸系，但亦可使用聚碳酸酯、聚苯乙烯、玻璃或任何其它合適的材料。一般而言，以具有較高折射率之材料較佳，但最終的選擇將取決於諸如成本、成型性、折射率易於與光學膠或環氧樹脂相匹配之程度等對於特定應用十分重要之因素。在本發明之適當的實施例中，可自光學元件系統15中完全省略透鏡組14，使得該等光源模組可共用相同的光學器件。

在某些例示性實施例中，光學元件系統可包括聚光器18，其可為或可包括平凸透鏡。或者聚光器可為或可包括一用以降低像差之凹凸透鏡或一個或多個視所要的輸出光特徵而定的其它任何類型之透鏡。光學元件系統15可包括除聚光器18之外或代替聚光器18的適用於特定應用之其它元件，例如其可包括用於將不同顏色的光束分離或組合之雙向色鏡或其它分離器或組合器。

進一步參看圖1，照明目標17之性質可視特定應用而變化。舉例而言，照明目標17可為光隧道之入口。例如在第5,625,738號及第6,332,688號美國專利案中描述了適用於本發明之適當的例示性實施例中之光隧道，該等案件之揭示內容中與本發明相一致的內容均以引用方式併入本文中。光隧道可用於將諸如72、72'、72"之發光模組之輸出均質化且其可為通常呈實心或中空的矩形鏡面隧道，或為一實心玻璃桿組成的伸長隧道，其依靠全內反射使光自其中穿過。一般熟習此項技術者將瞭解，光隧道之輸入及輸出端

的許多形狀組合為可能的。在其它例示性實施例中，照明目標17可為例如DMD或LCOS之成像裝置。

圖2A-2C示意性地展示適用於本發明之適當實施例的光源模組之例示性組態。特定言之，圖2A-2C展示一光源模組172，其中圖2A為側視圖，圖2B為正視圖，且圖2C為俯視圖。該光源模組172包括具有發光表面724之發射器722及安裝於發射器上並處於發光表面724上方的短錐形集光器727。短錐形集光器727較佳為大體上光學透明之物件，例如由丙烯酸系、聚碳酸酯或另一合適材料製成，其側面運作為自一或多個發光表面以一定角度放出之光的簡易反射器，該等角度係足夠大以致使該光之全內反射處於錐形集光器內。一般熟習此項技術者將易瞭解，使用由較高折射率材料製成之錐形集光器將改良收集光之效率。

發光表面724可為或可包括一LED之一或多個發光表面、磷光層或任何其它發光材料。一般熟習此項技術者應理解，術語"發光表面"可用於指代光源模組之任何發光表面，諸如封裝於大體上光學透明之材料中的發光半導體層或晶片之任何表面部分。若發光表面724為一LED發光表面(其可包括若干發光條紋)，則錐形集光器727較佳地置於該或該等發光表面上方並由合適的大體光學透明之膠凝材料附著至LED或直接模製於其上，以使其接觸並覆蓋LED之整個發光表面或其多個發光表面。將LED發光表面與錐形集光器之間的氣隙最小化或將其移除通常可提高收集效率。膠凝材料之折射率應視錐形集光器材料之折射率而選擇。

若膠凝材料之折射率高於錐形集光器材料之折射率，則歸因於兩者界面處之反射，可能損失大部分的發射光。因此膠凝材料之折射率較佳地大體與錐形集光器折射率相匹配或略低於錐形集光器折射率以促使更有效地收集光。

如圖2A-2C所示，此例示性實施例之錐形集光器727具有面向發光表面724之大致呈正方形的近端725及面向遠離發光表面724之方向的大致呈矩形的遠端729。對於具有諸如InGaN LED活性表面之外形大致為正方形且側邊約為1 mm之發光表面的發射器而言，錐形集光器727之合適尺寸的實例包括具有側邊約1 mm的大致呈正方形之近端725，約4.3 mm×約2.4 mm的大致呈矩形之遠端729且錐形集光器之高度(近端與遠端之間的距離)為約5 mm至約15 mm。遠端之形狀(包括縱橫比)較佳與圖1所示照明目標17之形狀相匹配。

入射至錐形集光器727側面上的光之至少一部分可被全內反射或其可被錐形集光器727側面上所具有的反射器723內部地反射。反射器723較佳環繞錐形集光器727之至少一部分。反射器723可能或可能未在錐形集光器727之整個長度上延伸。例如，如圖2A-2C所示可於接近發光表面724之側面上具備反射器723，此處該光以大於用於製造該元件的材料之臨界角的角度入射的可能性較大。在該等例示性實施例中，因為光以大於臨界角之角度入射的可能性可降低，所以錐形集光器727之側面可依賴較接近錐形集光器727遠端729之全內反射。反射器723可利用反射塗層或其可安裝至發射器722之合適部分處。在某些例示性實施例中，

反射器 723 可為鍍銀鏡或鍍鋁鏡。反射器 723 可由模製件形成或其可被製成為形成所要形狀之薄金屬表面。

視情況，光源模組 172 可包括一添加至錐形集光器 727 上的平直矩形管道部分 730。該管道部分 730 可由丙烯酸系、聚碳酸酯或其它合適的塑膠材料模製而成。管道 730 之橫截面尺寸較佳地大體與錐形集光器 727 遠端 729 之尺寸相匹配，同時管道部分 730 之合適的長度為約 1 mm 至約 2 mm，或在某些例示性實施例中甚至長達光源模組 172 全長的約一半。一般而言，將基於以下因素選擇管道部分之長度：輸出照明之所要均質度、錐形集光器之尺寸及諸如所要之光源模組的全長之其它因素。舉例而言，在一包括管道部分 730 之例示性實施例中，大致呈正方形之錐形集光器 727 近端 725 的大小為約 1.0 mm x 1.0 mm 以與類似大小之發光表面相匹配，遠端 729 大致呈矩形且大小為約 4.3 mm x 約 2.5 mm，錐形集光器 727 之近端與遠端之間的距離為約 5 mm 且矩形管道部分 730 之長度為約 2 mm。

圖 3A-3C 示意性地展示適用於本發明之適當實施例的另一例示性光源模組組態。光源模組 272 包括具有發光表面 724 之發射器 722 及安裝於發射器 722 上並處於發光表面 724 上方之錐形集光器 727。若發光表面 724 為 LED 發光表面 (其可包括若干發光條紋)，則錐形集光器 727 較佳置於該或該等發光表面上方並由合適的大體光學透明之膠凝材料附著至發射器 722 或直接模製於其上，以使其覆蓋發射器 722 之整個發光表面 724 或多個發光表面。

類似於圖2A-2C所示之光源模組172，此例示性光源模組之錐形集光器727具有大致呈正方形的面向發光表面724之近端725及大致呈矩形的面向遠離發光表面724的方向之遠端729。視情況，光源模組272亦可包括一添加至錐形集光器727上之平直矩形管道部分730。光源模組272之尺寸通常與參看圖2A-2C所描述之光源模組的例示性尺寸大致相同。在某些例示性實施例中，諸如參看圖2A-2C所描述，錐形集光器727可包括反射器723。

另外，圖3A-3C所示之例示性光源模組包括圓頂部分750，其凸表面大致為(例如)曲率半徑為約4 mm至約5 mm之球形表面。圓頂部分750有助於將先前結構之輸出壓縮至較緊密的角度範圍內。視光源模組在錐形集光器727後部是否包括矩形管道部分730而定，圓頂部分750可附著至錐形集光器727之遠端729或附著至矩形管道部分730。可將圓頂部分截短為大體接近其所附著之元件的尺寸，或可將過剩材料留在收集路徑之外以形成安裝輪緣752。諸如具有圓頂之錐形集光器、具有平直管道及圓頂之錐形集光器或具有平直管道之錐形集光器之光源模組的被動元件可被模製為一個單元或其可被分別製造並隨後組合在一起。

圖4表示示意性地說明在類似於參看圖3A-3C所表示並描述之光源模組的光源模組中收集光之光線跡線。在此自具有大致呈正方形之發光表面的InGaN LED收集光。一般而言，在本發明之適當實施例中，因為大部分光藉由全內反射而被反射並保持於錐形集光器內，所以自LED的幾乎為

朗伯發光表面之收集效率相對較高。然而，小部分光將免於被收集，其中包括幾乎垂直於光軸之射線及某些被反射回發射器之射線。結果，發射器輸出之多達約70%或在某些實施例中為約82%或更多的輸出被收集至錐形集光器727及諸如管道部分730及圓頂部分750之相關元件中，且結果為產生具有大體均一地近似矩形之橫截面的照明，其具有相對窄的角度範圍及相對高的收集效率。

圖5表示一用於判定離開光源模組72之照明光線的形狀之電腦模擬測試組態。該測試組態包括用於將離開光源模組72之照明光線聚焦至放置於照明目標平面處的陣列偵測器84上之成像光學器件16。圖6表示由偵測器84產生之模擬輸出影像，並展示當使用圖5之系統測試光源模組272時所得的輸出輻射度。可將光源模組組合並將其輸出疊加，以增加輸出照明並隨之相當地增加角度範圍。

儘管參看圖2A-2C及圖3A-3C所描述之例示性組態適用於大多數應用且鑒於諸如某些例示性實施例成本較低之各種因素其係較佳之選，但是自圖6中可見儘管光源模組272之輸出的模擬影像看似大致為矩形，但成像光學器件16繼續傳遞具有某些桶形失真之影像。該失真可致使照明斑點無法填滿矩形照明目標之角落。

為消除桶形失真，可將諸如錐形集光器172或272(圖2A-3C)之具有大致平坦側壁的錐形集光器重塑成諸如圖7所示之針墊形狀。圖7示意性地說明一具有大致呈正方形之近端735及針墊狀之遠端739的錐形集光器737。使該錐形集

光器 737 之側面 737a、737b、737c 及 737d 成型為圓柱形、橢圓形或大致為圓錐形之表面。錐形集光器 737 可由丙烯酸系、聚碳酸酯或任何其它合適之材料模製成圖 7 所示之形狀。或者，可於最初製造為具有平直側壁之錐形集光器中形成適當形狀之切口。

例如，錐形集光器 737 之遠端 739 具有約 16:9 之縱橫比。錐形集光器之其它例示性尺寸包括約 1.0 mm×1.0 mm 之正方形近端，約 4.3 mm×2.4 mm 之遠端且近端與遠端之間的距離約 4 mm。大體上為圓柱形之表面的例示性參數包括在較長側邊上半徑約 3 mm 且在較短側邊上半徑約 1.1 mm。亦可使用具有近似相同半徑之大體上為圓錐形之表面。錐形集光器 737 安裝於發射器上且處於其一(或多個)發光表面上方。舉例而言，錐形集光器可經由大體上光學透明膠、環氧樹脂或另一具有適當選擇之折射率的合適材料而被模製於 LED 發光表面上方或被膠黏至 LED 發光表面上。

如圖 8 所示意性地展示，包括有用於收集來自發射器 722 之光的針墊狀錐形集光器 737 之例示性光源模組 372 亦包括圓頂部分 760，其凸表面為例如半徑約 5 mm 之大致球形表面。圓頂部分有助於將先前結構之輸出壓縮至較緊密之角度範圍內。圓頂部分 760 可附著至錐形集光器 737 之遠端 739 或與之整合地模製在一起，且其可被截短至大體接近其所附著之元件的尺寸。或者可將過剩材料留在收集路徑之外以形成安裝輪緣 762。較佳地，諸如具有圓頂之錐形集光器的光源模組之被動元件被模製為一個單元以無需光學耦

合。

圖8亦表示示意性地說明在類似於參看圖3A-3C及圖7所表示並描述的光源模組之光源模組中收集光的光線跡線。在此自具有大致為正方形之發光表面的InGaN LED收集光。如上文所提及，在本發明之適當實施例中，因為大部分光係藉由全內反射而被反射並保持於錐形集光器內，所以自LED的幾乎為朗伯發光表面之收集效率相對較高。小部分光免於被收集，其中包括幾乎垂直於光軸之射線及某些被反射回發射器之射線。結果，發射器輸出之多達約78%的輸出被收集至錐形集光器737及圓頂760內並被繼續傳遞至特定區域。

所得之照明具有大體均一地近似矩形之橫截面，其具有相對窄的角度範圍及相對高的收集效率。圖9表示當使用圖5之模擬測試組態測試光源模組372時，由偵測器84所產生之模擬輸出影像。可將光源模組組合並將其輸出疊加，以增加輸出照明並隨之相當地增加角度範圍。例如，可將諸如光源模組737之五至十個光源模組加以組合，以超過典型微顯示器投影系統之可允許的光學展度。

圖10A-10C示意性地展示適用於本發明之適當實施例中之光源模組的另一例示性組態。特定言之，圖10A-10C展示一光源模組182，其中圖10A為側視圖，圖10B為正視圖，而圖10C為俯視圖。該光源模組182包括具有發光表面824之發射器822及安裝於發射器822上並處於發光表面824上方之錐形集光器827。錐形集光器827宜為由(例如)丙烯酸

系、聚碳酸酯、玻璃或另一合適材料製成之大體上光學透明之物件，其側面運作為自該或該等發光表面以一定角度發出之光的簡易反射器，該等角度係足夠大以於錐形集光器內產生該光之全內反射。

如本發明之其它例示性實施例，發光表面824可為或可包括LED之一或多個發光表面、磷層或任何其它發光材料。若發光表面824為一LED發光表面(其可包括若干發光條紋)，則錐形集光器827宜被置於該或該等發光表面上方並藉由合適之膠凝材料附著至發射器822或直接模製於其上，使其覆蓋發射器822之整個發光表面824或其多個發光表面。如上文所解釋，應視錐形集光器材料之折射率選擇膠凝材料之折射率。

如圖10A-10C所示，此例示性實施例之錐形集光器827具有面向發光表面824的大致為正方形之近端825及面向遠離發光表面824方向的大致為矩形之遠端829。對於具有諸如InGaN LED活性表面之外形大致為正方形且側邊約為1 mm之發光表面的發射器而言，錐形集光器827之較佳尺寸包括具有側邊約1 mm的大致呈正方形之近端825，約3.4 mm×約2 mm的大致呈矩形之遠端829且錐形集光器之高度(近端與遠端之間的距離)為約12 mm。遠端之形狀(包括縱橫比)較佳與圖1所示照明目標17之形狀或縱橫比相匹配。

視情況，光源模組182可包括添加至錐形集光器827上之盤狀凸緣830。凸緣830可由丙烯酸系或聚碳酸酯或另一光學塑膠材料模製而成。在某些包括凸緣830之例示性實施例

中，凸緣之外徑為約12 mm且其厚度為約1.5 mm。另外，例示性光源模組182包括圓頂部分850，其凸表面為例如具有約5 mm之半徑及約10 mm之外徑的球形表面。視光源模組是否包括凸緣830而定，圓頂部分850可被附著至錐形集光器827之遠端829或附著至凸緣830。可將圓頂部分截短至大體接近其所附著之元件的尺寸，或可將過剩材料留在收集路徑之外以形成安裝輪緣852。諸如具有圓頂之錐形集光器或具有凸緣及圓頂之錐形集光器的光源模組之被動元件較佳被模製為一個單元以無需光學耦合。

圖11表示示意性地說明在類似於參看圖10A-10C所表示並描述之彼等光源模組的光源模組中收集光之光線跡線。在此自具有大致為正方形之發光表面的InGaN LED收集光。如上文所提及，在本發明之適當實施例中，因為大部分光係藉由全內反射而被反射並保持於錐形集光器內，所以自LED的幾乎為朗伯發光表面之收集效率相對較高。小部分光免於被收集，其中包括幾乎垂直於光軸之射線及某些被反射回發射器之射線。結果發射器輸出之多達約80%的輸出被收集至錐形集光器827內。

所得照明具有大體均一地近似矩形之橫截面，其具有相對窄的角度範圍及相對高的收集效率。圖12表示當使用圖11之使用聚焦透鏡26的模擬測試組態測試光源模組182時由偵測器94(參見圖11)產生之模擬輸出影像。聚焦透鏡26將自光源模組182發出之光繼續傳遞至置於照明目標平面處之偵測器94上。

在本發明之某些實施例中，例如725、735或825之近端的外部尺寸及形狀較佳地大體與發射器之尺寸及形狀相匹配且其大體上被裝配於發射器之該或該等發光表面周圍。然而，在某些實施例中，根據本發明之錐形集光器的近端的尺寸可大於發光表面的尺寸且其具有不同於發光表面的形狀之形狀。舉例而言，近端可具有大體上裝配於大致為矩形之發光表面周圍的大致呈環形的形狀。諸如729、739或829之遠端較佳為具有例如約16:9(其尤其適用於HDTV)、4:3之縱橫比或具有另一縱橫比之更大矩形。或者，遠端可大致呈正方形。在其它例示性實施例中，遠端可大致呈橢圓形。

對於大部分本發明預期之應用而言，根據本發明建構之錐形集光器的近端與遠端之間的距離將比其遠端之較長對角線長約3至5倍，且錐形集光器之側面將以不超過約10度，最一般為以自約2度至約6度之角度自遠端至近端逐漸變小。較大的角度亦屬於本發明之範疇內，但該等較大角度通常要求在錐形集光器內混合之光的所要角度與集光器的全長之間更細微的平衡。一般熟習此項技術者將易瞭解，視以下因素而定，錐形集光器之各種其它合適的尺寸及組態均屬於本發明之範疇內：發光表面之尺寸、形狀及一致性、收集光學器件之尺寸及形狀及其它相關系統參數。舉例而言，在某些實施例中，錐角之選擇可視如下因素而定：集光器之所要的全長、在集光器中混合之光的度數、收集效率及其它相關因素。

諸如錐形集光器727、737或827之錐形集光器之使用在發

光表面為未顯現出充足均一性之LED發光表面及/或正方形發光表面需經重塑以(例如)與矩形照明目標相匹配之情形下尤其具有優勢。另外，本發明之錐形集光器可收集相對大部分的發射器輸出並將其重新導引，以使其以相對於光軸較小範圍的角度離開錐形集光器且因此更易於由下游光學元件收集。另外，包括錐形集光器之例示性光源模組的遠場輸出可形成一圖案，該圖案可與其它圖案緊密集中(若需要，某些可重疊)以形成尤其適用於投影及背光應用中之組合的照明斑點。因此使用本發明之例示性實施例之優勢包括：輸出照明之改良的均一性、將發光表面自任何形狀或形狀之集合重塑為所要之形狀的能力，同時減小輸出角度範圍而不會引起光學展度降級且保持相對高的收集效率。

根據本發明之另一態樣，圖13說明了該組光源模組之例示性組態，其展示了照明系統之理論上為圓形的入射光瞳2及非徑向對稱孔徑4，以表示藉由適當定位該組光源模組12'而形成之入射光瞳。該組態及類似組態在利用一或多個以一角度經照明之DMD且在光源模組與成像裝置之間無需插入光隧道(將在下文進行描述)之投影系統中尤其具有優勢。一般而言，於該等系統中，在照明角度與藉由自鏡面圖框、自關閉狀態之DMD鏡面下方及自平直或過渡狀態之鏡面經反射而散佈至投影光瞳中之光的數量之間存在強相依性。增加照明角度增加了對比度，但若投影光學器件之數值孔徑未相應地增加，則增加照明角度亦引起照明光瞳

相對於投影光瞳之偏移以引入暗角(vignetting)。然而，若增加投影光學器件之孔徑以避免暗角，則其可收集更多平直狀態或過渡(既非打開亦非關閉)狀態之反射並使光自DMD周圍偏離且將其傳遞至螢幕，因此潛在地消除改良對比度之最初意圖。

在利用弧光燈之傳統照明系統中，藉由將截短之孔徑光闌放置於照明光瞳中以阻塞與打開狀態反射重疊之平直狀態反射的至少一部分而解決了此問題。然而，近來已展示出使用非對稱孔徑光闌可增強DMD投影系統之對比度。美國專利第5,442,414號描述了具有長邊及短邊之對比度增強非對稱孔徑，其長邊與鏡面之樞軸對準，該案中與本發明一致之處均以引用之方式併入本文中。

因此，在本發明之適當例示性實施例中，可選擇該組光源模組12'之組態以使得單個光源模組大體上被放置於具有最高對比度之光瞳區域中，其被說明為非徑向對稱孔徑4，藉此保存照明能量並減少所使用光源模組之數目。可相應地選擇與光源模組相關聯之光學元件組13的組態且其較佳仿照該組光源模組12'之組態，以使得後者亦具有如圖13所示大體上近似非徑向對稱孔徑之整體形狀。光源模組之組及如圖1所示之透鏡組14的光學元件組的其它組態亦處於本發明之範疇內，諸如大致為矩形或正方形之陣列，視特定應用及諸如系統之形狀及大小與其成本之其它考慮因素而定。

進一步參看圖1、圖2A-2C、圖3A-3C及圖10A-10C，在本

發明之某些例示性實施例中，光學元件系統15將例如遠端729、739或829的錐形集光器之一或多個遠端成像於照明目標17上。該成像方法使自光源模組至照明目標的能量轉移得以改良。將錐形集光器之遠端成像允許發光表面保持其原始形狀，諸如對於典型可購得之LED而言的正方形或條紋集合之形狀。錐形集光器將有效地產生光之矩形圖案，該圖案接著可被成像至矩形照明目標上而無需經由額外光學器件之均質化及重塑。另外，因為照明角度隨自錐形集光器之近端至遠端的區域之增加而成比例減小，所以此組態有助於保存光學展度。

若將發光表面成像至光隧道的入口上，則無需精確成像。另一方面，在不使用光隧道之實施例中，較精確之成像係所要的。另外，若將該等實施例用於(例如)利用一或多個DMD之投影系統中，則將光源模組設置為大體上近似如圖13所說明之對比度增強非對稱孔徑的形狀是有益的。

進一步參看圖1，可將光學元件系統15設計並組態為適當地放大錐形集光器之遠端的影像。典型投影顯示器之效能通常得益於，或在某些情況下甚至要求，照明斑點過度填充照明目標達一定數量，其在該等例示性實施例中將由錐形集光器之一或多個遠端的影像疊加而形成。舉例而言，對於約20.0 mm×12.0 mm之成像裝置而言，照明斑點在每一軸中可大於前者約10%或為約22.0 mm×13.4 mm。在某些例示性實施例中，要求使得過度填充之數量在所有側邊上大體相同，以(例如)適應機械上未對準之情形。在該等情況

中，可使錐形集光器之一或多個遠端的縱橫比略微不同於照明目標之縱橫比以產生所要形狀之影像。同時，如一般熟習此項技術者所已知：當要求時，可將來自具有諸如紅、綠及藍或其它原色之不同顏色的發射器之照明與雙向色組合器相組合或疊加。

圖14說明本發明之照明系統的另一組例示性實施例。在該等例示性實施例中，光學元件系統可具有如此之組態以使得可省略用於圖1所說明之實施例中的聚光器18。代替地，圖14所說明之實施例利用一或多個分別聚焦並瞄準之通道，其包括一或多個與每一光源模組相關聯的諸如一或多個透鏡之光學元件，其將一或多個光源模組所發射光的至少一部分導向並聚焦至照明目標上，較佳地使其在照明目標上疊加以形成照明斑點。舉例而言，圖14示意性地表示包括諸如光源模組72、72'、72"的光源模組之組22及光學元件系統25的照明系統20。組態該組光源模組22以使得每一光源模組所發射光的至少一部分大體瞄準照明目標27。舉例而言藉由將諸如72、72'、72"之該組光源模組22設置為沿著以照明目標為中心的球形表面並與之相切。

進一步參看圖14，在本發明之某些例示性實施例中，可將由微透鏡75、75'、75"等所例示之光學元件系統25組態為將錐形集光器之一或多個遠端成像至照明目標27上。如上文所解釋，照明目標27之性質視特定應用而改變。一般熟習此項技術者同樣易瞭解，光源模組之數目及類型以及與每一光源模組相關聯且因此形成單個瞄準通道的光學元件

之數目及類型視應用、所要之系統組態及系統之尺寸而改變。

本發明的例示性實施例，其中藉由將單個通道瞄準至照明目標而將來自一或多個光源模組之光聚焦至該相同的照明目標，可使用較少的部件，具有較低的成本，較高的效率且在某些實施例中可產生比利用共用聚光器之典型實施例更亮之輸出。然而，因為聚光器可用於調節輸出光束之角度、後焦距及放大率，所以利用聚光器之例示性實施例允許較大的可撓性。另外，在圖14所說明之例示性實施例中，光源模組並非共平面，從而不利於印刷電路板之安裝。另一方面，若光源模組安裝於諸如相同印刷電路板之相同基板上，則置於環繞系統周邊的相關聯之光學元件可經瞄準或傾斜，如(例如)題為"Illumination System"，代理人案號為59373US002之美國申請案所描述，該案與本文同時申請且其與本文相一致之處以引用的方式併入本文中。將光學元件傾斜可致使與(例如)光源模組指向球形之中心並與之相切地安裝之系統相比的亮度降低。

本文所描述之每一例示性實施例尤其適用於特定應用。可基於以下因素選擇特定實施例以用於具體應用：諸如亮度之光學效能、易於製造及低成本(經模製之塑膠元件)、現有的及所要的發光表面均一度、輸出角度之減小量及模組疊加之易受控制程度。與利用共用聚光器之例示性實施例相比，藉由增加光源模組之數目並使用"瞄準"組態通常亦可略微改良照明系統之效能。

本發明之方法簡化了用於各種特定應用之照明系統的設計且允許光源模組、成像光學器件及照明目標存在許多不同組態。本發明之例示性實施例能夠較之於傳統系統更有效地自諸如LED之朗伯型發射器收集光同時保持光學展度。因此，更多光可被傳輸至照明目標以產生較佳之整體效率。另外，本發明允許創建使用較少元件之照明系統，其係緊密、多用途、且製造較簡便且較便宜。

儘管已參考特定例示性實施例描述了本發明之照明系統，但一般熟習此項技術者將易瞭解，可在不背離本發明之精神及範疇的前提下作出變化及修改。舉例而言，光源模組之形狀及尺寸可變化。特定言之，鑒於特定應用所要求或為了便於安裝，例示性光源模組中可包括額外部分。

另一方面，用於本發明之若干實施例中的光學元件系統之尺寸及組態可視特定應用及照明目標之性質及尺寸而改變。另外，本發明之例示性實施例可併入有題為 "Illumination Systems"，代理人案號為59373US002之美國申請案及題為 "Light-Collecting Illumination System"，代理人案號為59516US002之美國申請案中所描述之光學元件、組份及系統，該等案件與本文同時申請且其揭示內容中與本發明一致之處以引用方式併入本文中。另外，如一般熟習此項技術者所已知，本發明預期在根據本發明建構之照明系統之例示性實施例中包括其它額外的光學元件。

一般熟習此項技術者亦將易瞭解，本發明之實施例可使用各種光源，其中包括白色LED及彩色LED(如紅色、藍色、

綠色或其它顏色)。RGB LED通常允許達成最佳之色彩效能，但白色LED適用於許多應用中。

【圖式簡單說明】

圖1為根據本發明之一例示性實施例建構的一照明系統之示意性橫截面圖；

圖2A為根據本發明之一例示性實施例建構的一光源模組之示意性側視圖；

圖2B為圖2A所示的例示性光源模組之示意性正視圖；

圖2C為圖2A及圖2B所示的例示性光源模組之示意性俯視圖；

圖3A為根據本發明之另一例示性實施例建構的一光源模組之示意性側視圖；

圖3B為圖3A所示的例示性光源模組之示意性正視圖；

圖3C為圖3A及圖3B所示的例示性光源模組之示意性俯視圖；

圖4表示示意性地說明在類似於參看圖3A-3C所表示並描述的例示性光源模組之光源模組中收集光的光線跡線；

圖5示意性表示一用於判定離開根據本發明之例示性實施例建構的光源模組之照明形狀之測試組態；

圖6表示當使用圖5之系統對於參看圖3A-3C所展示並描述之光源模組進行測試時得出的輸出輻射度；

圖7為根據本發明之另一例示性實施例建構之一光源模組的示意圖，其中說明了針墊狀組態；

圖8表示示意性地說明在類似於參看圖3A-3C及圖7所表

示並描述之例示性光源模組的光源模組中光之收集的光線跡線；

圖9表示當使用圖5之系統對於參看圖3A-3C及圖7所展示並描述之光源模組進行測試時所得的輸出輻射度；

圖10A為根據本發明之另一實施例建構的光源模組之示意性側視圖；

圖10B為圖10A所示的例示性光源模組之示意性正視圖；

圖10C為圖10A及圖10B所示的例示性光源模組之示意性俯視圖；

圖11表示一測試組態以及示意性地說明在類似於參看圖10A-10C所表示並描述的例示性光源模組之光源模組中光之收集的光線跡線；

圖12表示當使用圖11之系統對於參看圖10A-10C所展示並描述之光源模組進行測試時所得的輸出輻射度；

圖13示意性表示根據本發明之例示性實施例建構的一組光源模組之例示性實施例，其中說明將該組光源模組定位以大體上接近非徑向對稱孔徑；及

圖14為根據本發明之另一例示性實施例建構的照明系統之示意性橫截面圖。

【主要元件符號說明】

2	入射光瞳
4	非徑向對稱孔徑
10	照明系統
12	光源模組之組

12'	光源模組之組
13	光學元件組
14	透鏡組
15	光學元件系統
16	場透鏡
16	成像光學
17	照明目標
18	聚光器
19	光學元件
20	照明系統
22	光源模組之組
25	光學元件系統
26	聚焦透鏡
27	照明目標
72、72'、72"	光源模組
74、74'、74"	微透鏡
75、75"、75"	微透鏡
84	陣列偵測器
94	偵測器
172	光源模組
182	光源模組
272	光源模組
372	光源模組
724	發光表面

722	發射器
723	反射器
724	發光表面
725	近端
727	短錐形集光器
729	遠端
730	平直矩形管道部分
735	近端
737	錐形集光器
737a、737b、737c、737d	錐形集光器之側面
739	遠端
750	圓頂部分
752	安裝輪緣
760	圓頂部分
762	安裝輪緣
822	發射器
824	發光表面
827	錐形集光器
825	近端
829	遠端
830	凸緣
850	圓頂部分
852	安裝輪緣

五、中文發明摘要：

本發明揭示一種光源模組，其包括一具有一發光表面之發射器及一安裝於該發射器上並處於該發光表面上方之錐形集光器。本發明亦揭示一種照明系統，其包括複數個光源模組，其中每一光源模組包含一具有一發光表面之發射器及一安裝於該發射器上並處於該發光表面上方之錐形集光器。該等照明系統進一步包括一照明目標及一設置於該至少一光源模組與該照明目標之間的光學元件系統。

六、英文發明摘要：

十一、圖式：

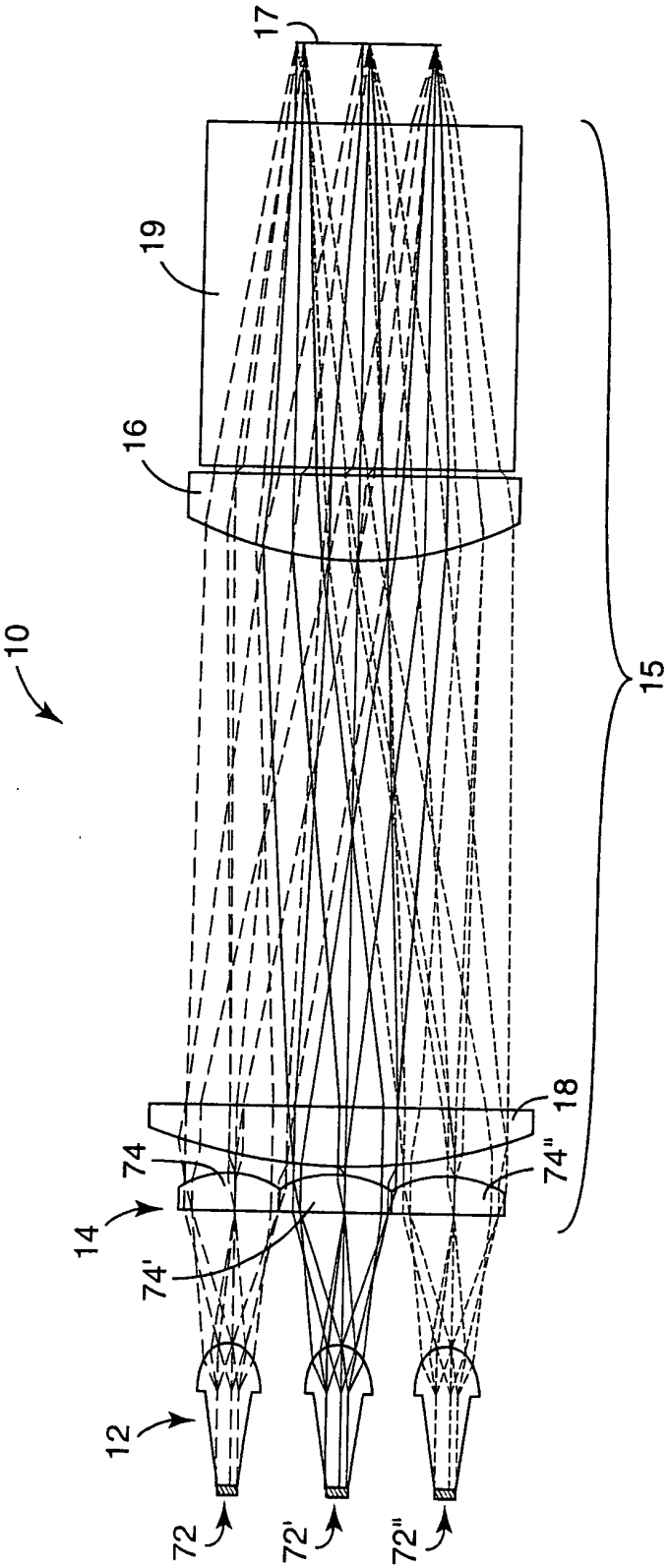


圖 1

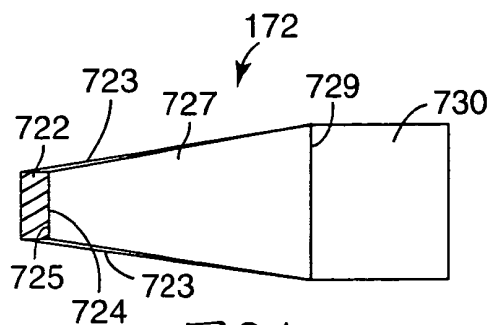


圖 2A

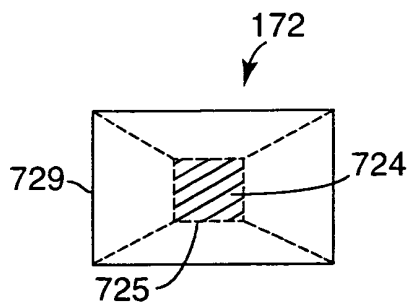


圖 2B

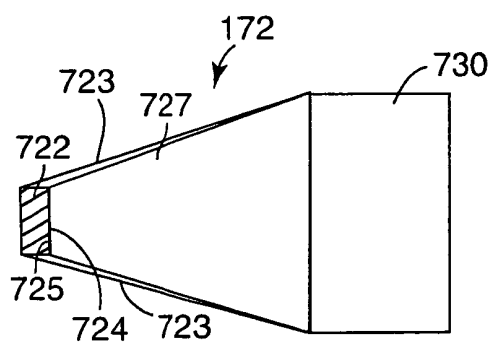


圖 2C

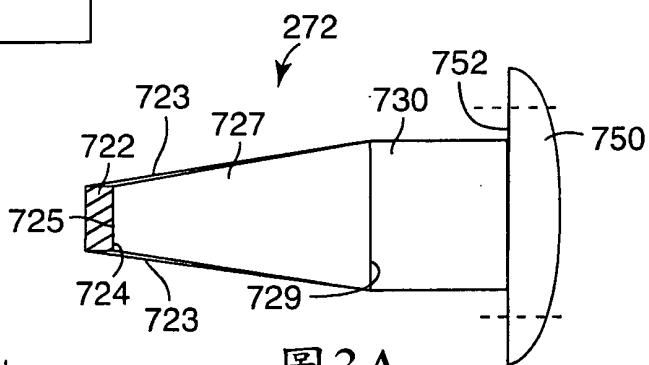


圖 3A

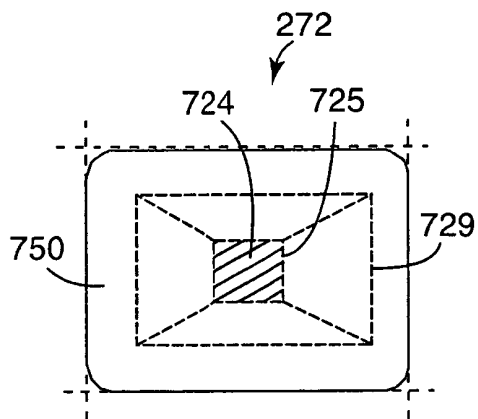


圖 3B

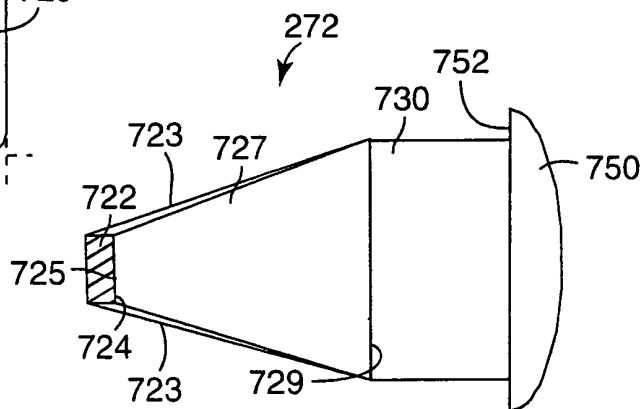


圖 3C

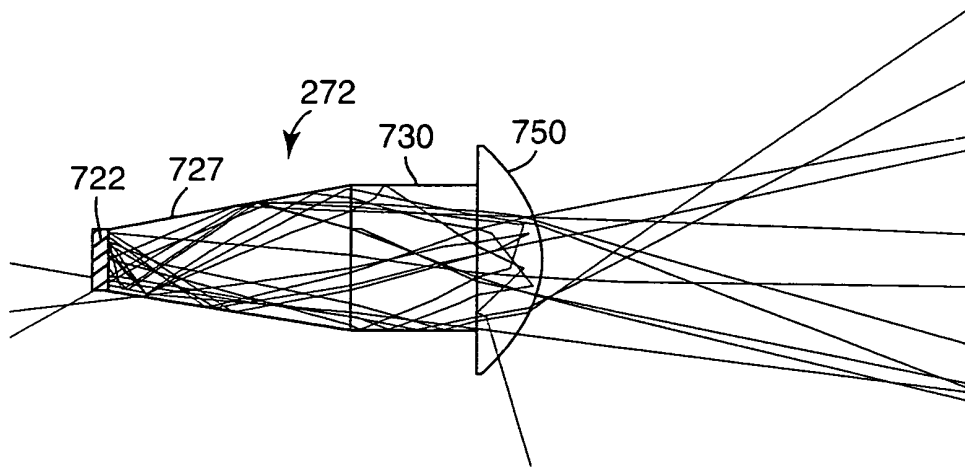


圖 4

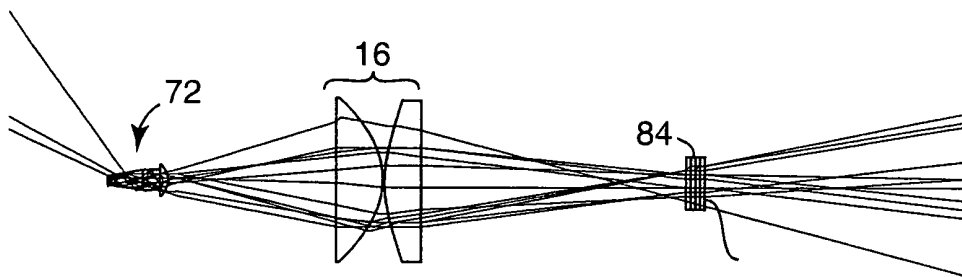


圖 5

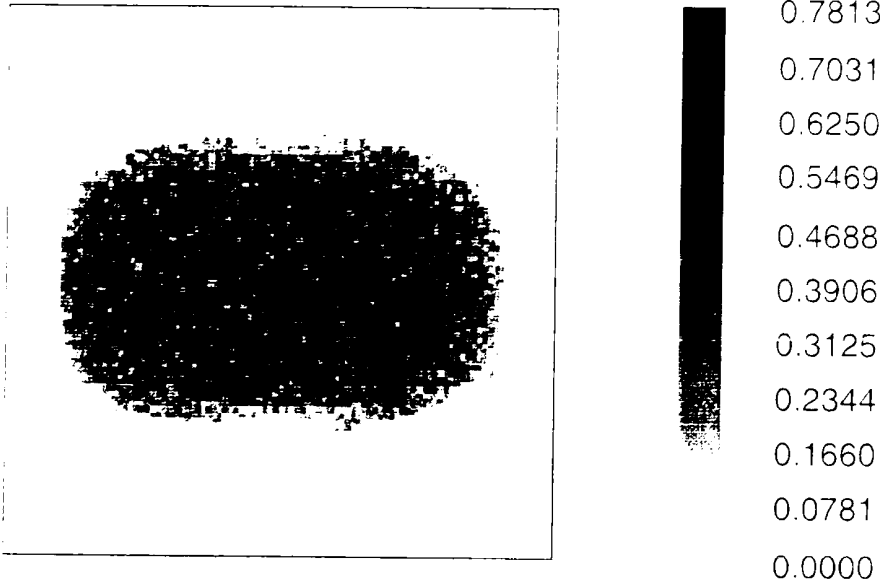


圖 6

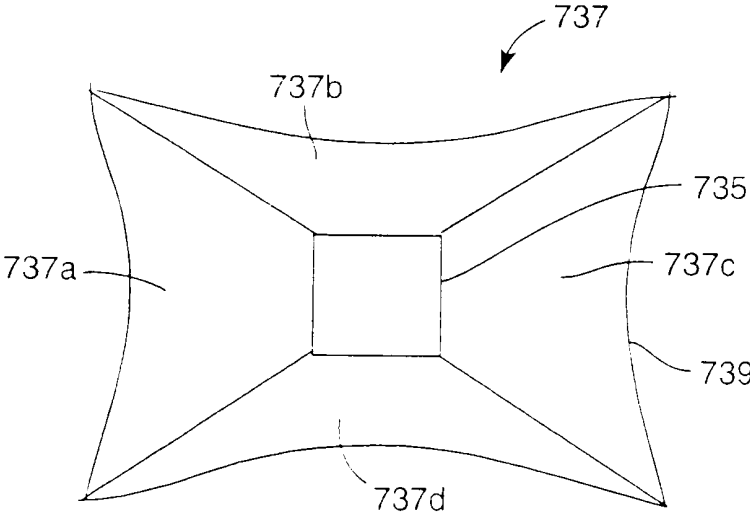


圖 7

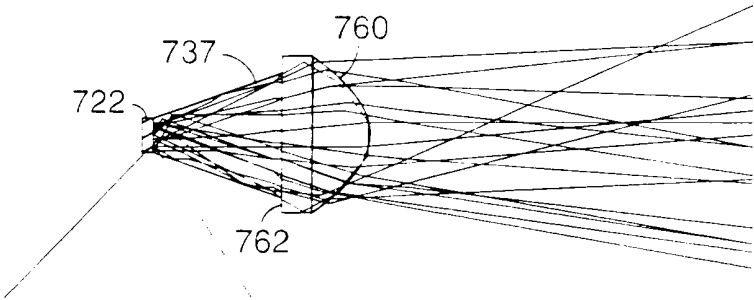


圖 8

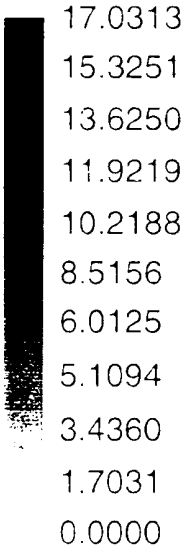
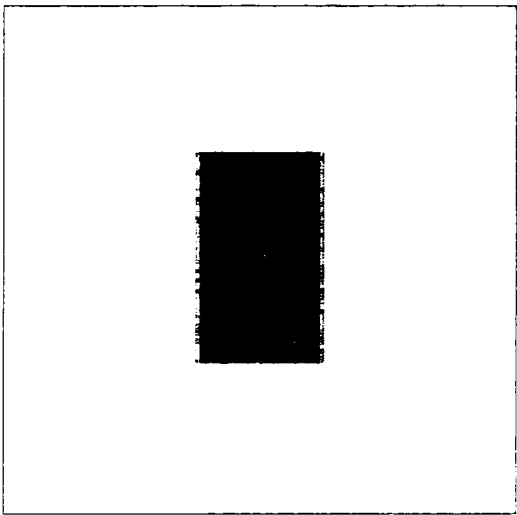


圖 9

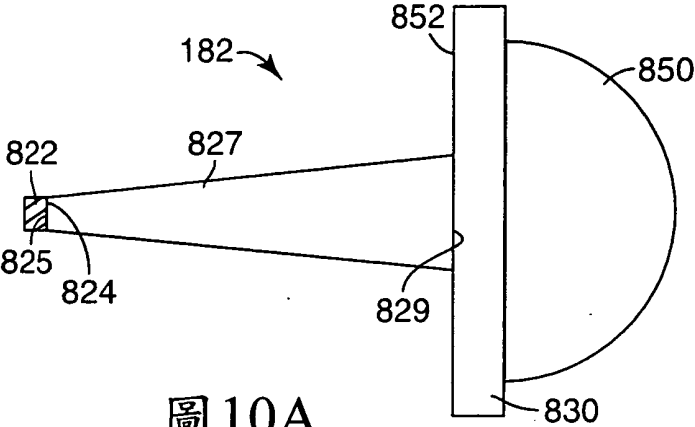


圖 10A

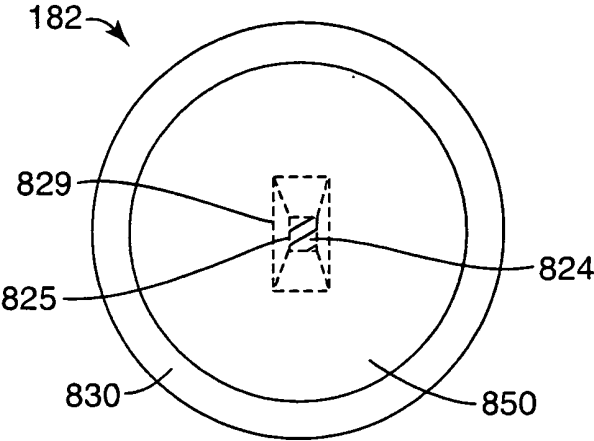


圖 10B

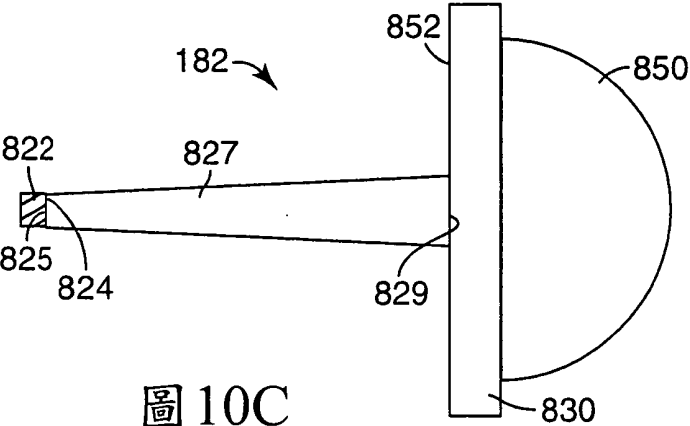


圖 10C

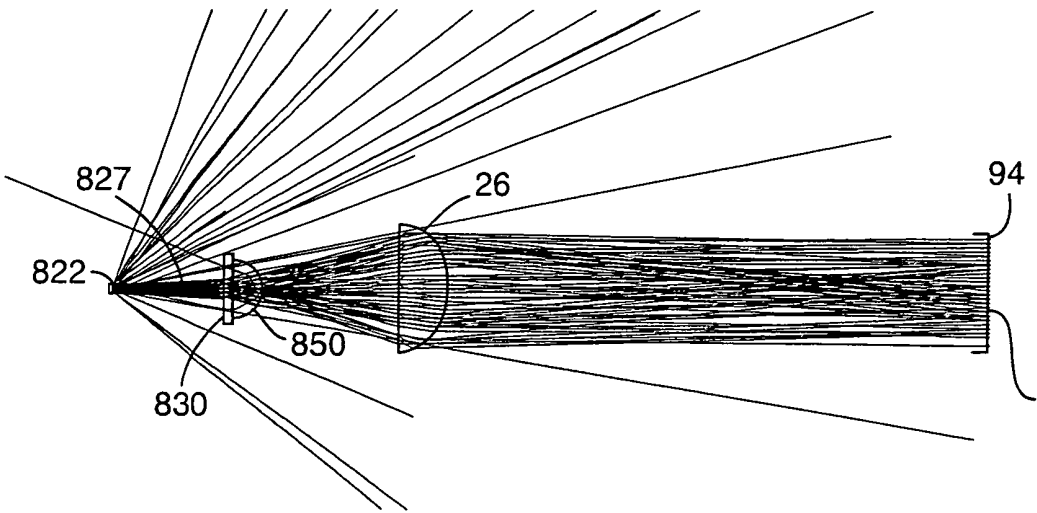


圖 11

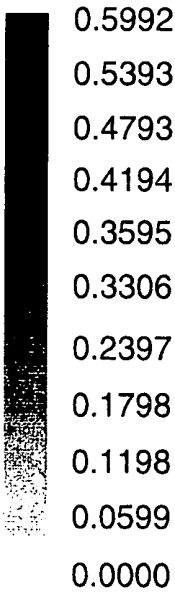
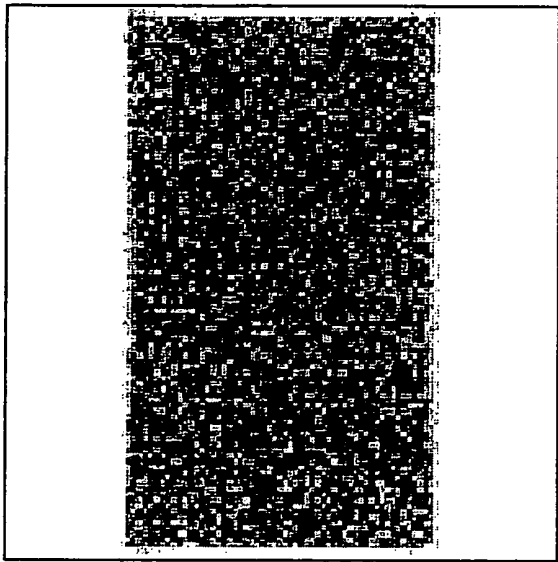


圖 12

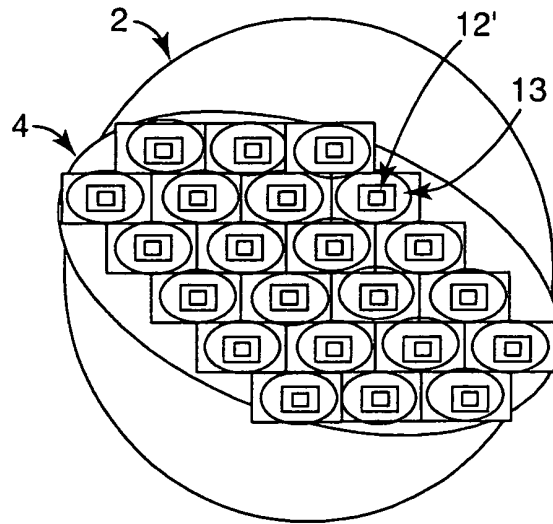


圖 13

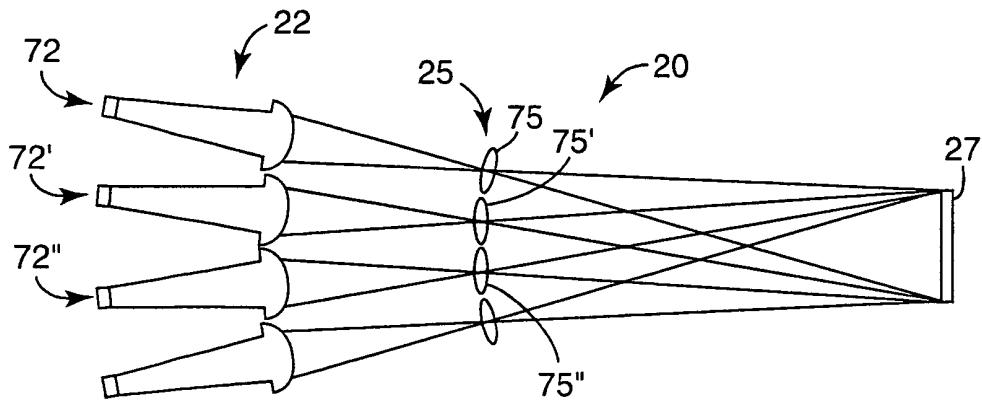


圖 14

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	照 明 系 統
12	光 源 模 組 之 組
14	透 鏡 組
15	光 學 元 件 系 統
16	場 透 鏡
17	照 明 目 標
18	聚 光 器
19	光 學 元 件
72、72'、72"	光 源 模 組
74、74'、74"	微 透 鏡

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

十、申請專利範圍：

1. 一種光源模組，其包含一具有一發光表面之發射器及一錐形集光器，其以一實質上光學透明之材料製成並安裝於一發射器上並處於其發光表面上方，且具有側面，其運作為自於若干角度的該發光表面放出光的簡易反射器，該若干角度為大到足以導致在該錐形集光器內的光之全內反射，該錐形集光器具有一面向該發光表面之近端及一面向遠離該發光表面方向之遠端；其中該近端之形狀與大小係不同於該遠端之形狀與大小。
2. 如請求項1之光源模組，其中該錐形集光器之該近端與該發光表面接觸。
3. 如請求項1之光源模組，其中該錐形集光器之該近端具有與該發光表面之尺寸及形狀近似相同的尺寸及形狀。
4. 如請求項1之光源模組，其中該近端呈一般之正方形且該遠端呈一般之矩形。
5. 如請求項1之光源模組，其中該錐形集光器之該近端被裝配於該發光表面的周圍。
6. 如請求項1之光源模組，進一步包含一設置於鄰近該錐形集光器之該遠端的平直矩形管道部分。
7. 如請求項1之光源模組，進一步包含一圓頂部分。
8. 如請求項7之光源模組，進一步包含一設置於該圓頂部分與該錐形集光器之間的平直管道部分。
9. 如請求項7之光源模組，進一步包含一設置於該圓頂部分與該錐形集光器之間之大致為碟狀之凸緣。

10. 如請求項1之光源模組，其中該錐形集光器之該遠端具有一大致為針墊狀之組態。
11. 如請求項1之光源模組，其中該錐形集光器至少收集由該發射器所發出之光的約70%。
12. 如請求項1之光源模組，其中該錐形集光器之該近端與該遠端之間的距離比其遠端之最大對角線長約3倍至5倍。
13. 如請求項1之光源模組，其中該錐形集光器具有以約2度至約6度之角度自該遠端至該近端逐漸變小之側面。
14. 如請求項1之光源模組，其中該錐形集光器具有以不超過約10度之角度自該遠端至該近端逐漸變小之側面。
15. 一種照明系統，其包含：

複數個光源模組，每一光源模組包含一具有一發光表面之發射器及一錐形集光器，其以一實質上光學透明之材料製成並安裝於一發射器上並處於其發光表面上方，且具有側面，其運作為自於若干角度的該發光表面放出光的簡易反射器，該若干角度為大到足以導致在該錐形集光器內的光之全內反射，每一錐形集光器具有一面向該發光表面之近端及一面向遠離該發光表面方向之遠端；其中該近端之形狀與大小係不同於該遠端之形狀與大小；

一照明目標；及

一設置於該至少一光源模組與該照明目標之間的光學元件系統。

16. 如請求項15之照明系統，其中該等複數個光源模組以一

陣列之方式設置於一非徑向對稱孔徑內。

17. 如請求項16之照明系統，其中該照明目標為一設置成以一角度被照明且具有複數個可沿一樞軸旋轉之鏡面的成像裝置，且其中該非徑向對稱孔徑具有一長邊及一短邊且其經定向以使該長邊與該成像裝置之該等鏡面的樞軸對準。
18. 如請求項15之照明系統，其中該等光源模組及該光學元件系統經組態以形成複數個實質上瞄準該照明目標之通道。
19. 如請求項18之照明系統，其中該等光源模組經設置以使其沿著一球形表面並與之相切。
20. 如請求項15之照明系統，其中每一錐形集光器之該近端與上面安裝有該錐形集光器之該發射器之該發光表面接觸。
21. 如請求項15之照明系統，其中每一錐形集光器之近端具有與上面安裝有該錐形集光器之該發射器之該發光表面的尺寸及形狀近似相同之尺寸及形狀。
22. 如請求項15之照明系統，其中每一錐形集光器之該近端被裝配於上面安裝有該錐形集光器之該光源模組之該發光表面的周圍。
23. 如請求項15之照明系統，其中每一光源模組進一步包含一設置於鄰近每一錐形集光器之該遠端的平直矩形管道部分。
24. 如請求項15之照明系統，其中每一光源模組進一步包含

一圓頂部分。

25. 如請求項24之照明系統，其中每一光源模組進一步包含一設置於該圓頂部分與該錐形集光器之間的平直管道部分。
26. 如請求項24之照明系統，其中每一光源模組進一步包含一設置於該圓頂部分與該錐形集光器之間之大致為碟狀之凸緣。
27. 如請求項15之照明系統，其中每一錐形集光器之該遠端具有一大致為針墊狀之組態。
28. 如請求項15之照明系統，其中每一錐形集光器至少收集上面安裝有該錐形集光器之該發射器所發出之光的約70%。
29. 如請求項15之照明系統，其中每一錐形集光器之該近端與該遠端之間的距離比該錐形集光器之遠端之一最大對角線長約3倍至5倍。
30. 如請求項15之照明系統，其中每一錐形集光器具有以約2度至約6度之角度自該錐形集光器之該遠端至該近端逐漸變小之側面。
31. 如請求項15之照明系統，其中每一錐形集光器具有以不超過約10度之角度自該錐形集光器之該遠端至該近端逐漸變小之側面。
32. 如請求項15之照明系統，其中每一錐形集光器之該近端呈一般之正方形且每一集光器之該遠端呈一般之矩形。
33. 如請求項15之照明系統，其中該光學元件系統經組態以

使每一錐形集光器之該遠端成像至該照明目標上。

34. 如請求項33之照明系統，其中該等發光表面之該等影像大體上經疊加以形成一照明斑點，該照明斑點實質上填充該照明目標。
35. 如請求項33之照明目標，其中將該等發光表面之該等影像緊密集中以形成一照明斑點，該照明斑點實質上填充該照明目標。
36. 如請求項33之照明系統，其中該等發光表面之該等影像重疊以形成一照明斑點，該照明斑點實質上填充該照明目標。
37. 如請求項15之照明系統，其中該等錐形集光器之該等遠端中之至少一遠端之形狀與該照明目標之形狀實質上相匹配。
38. 如請求項37之照明系統，其中該照明目標之形狀實質上為正方形。
39. 如請求項37之照明系統，其中該照明目標之形狀實質上為矩形。