

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：94126390

※ 申請日期：94.8.3

※IPC 分類：F21V 7/22
B60G 1/00

一、發明名稱：(中文/英文)

光引擎

LIGHT ENGINE

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

荷蘭商皇家飛利浦電子股份有限公司

KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.

代表人：(中文/英文)

J L 凡 德 渥

VAN DER VEER, J. L.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

荷蘭愛因和文市格羅尼渥街1號

GROENEWOUDSEWEG 1, 5621 BA EINDHOVEN, THE NETHERLANDS

國 籍：(中文/英文)

荷蘭 THE NETHERLANDS

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 喬翰 瑪拉

MARRA, JOHAN

2. 漢斯 凡 史普藍

VAN SPRANG, HANS

國 籍：(中文/英文)

1. 荷蘭 THE NETHERLANDS

2. 荷蘭 THE NETHERLANDS

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. 歐洲專利機構；2004年08月06日；04103783.9

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】

本發明係關於一種包含一腔室之光引擎，至少一孔徑及許多LED元件位於該腔室內。

【先前技術】

存在對高度強烈且高度光亮之局部光源的普遍需要是為了(例如)將該光耦合成一光纖或耦合成複數個光纖，進而允許遠離單一光源傳輸光至若干遠程位置，例如至許多汽車前燈/尾燈等等，或者(例如)根據某些所要規格，為了使發射光束成形及/或準直，直接發射非常明亮之集中光束至外界中或一些光導實施例中或準直元件中。一實例為包含單一強光源之光引擎，例如HID燈。用通常包含至少一拋物面鏡及一準直透鏡之二級光學器件，將來自光源之光投射及聚焦至供光傳輸用之光纖陣列上。後者之實例包括顯示器背光及汽車前燈。最近幾年，由於當與傳統光源相比較時LED光源之一些熟知優點，人們對使用LED光源代替傳統光源之興趣已顯著增加。

過去十年，關於LED(尤其是固態無機LED)之設計及製造之技術已迅速改良達到現可在稍超過40流明/瓦之效率下製造無機白色發光LED的程度。此明顯優於傳統白熾燈(最多16流明/瓦)及大部分鹵素燈(最多30-35流明/瓦)。來自單一LED晶粒之流明輸出(lumen output)現已增加至遠超過100流明且預期幾年內在每LED晶粒2.7瓦之輸入功率下應可能達到75流明/瓦之效率，從而得出200流明/LED。另

一方面，在通往可預知之未來中用於照明目的之普通LED應用的道路上，每個LED晶粒之有限發光輸出仍存在有待克服之困難。普通照明源必須產生在500-1000流明範圍內之光通量供家庭用，且產生在1000-3000流明範圍內之光通量供辦公用，意即普通白熾及螢光照明源之電流輸出。當自高達幾十個LED晶粒輸出之光與單一燈具結合時，此僅可用LED來完成，從而產生所謂之光引擎。在其自身內，此應該不成問題，然而，當需要高亮度光源時，其開始成為問題，因為(例如)來自所有經組合之LED之發射光必須借助於小尺寸緊密準直元件加以校準。後者之熟知實例為汽車前燈。在此，人們通常利用發射約1500流明之H7鹵素燈(55 W輸入功率)。在約30 Mcd/m²之亮度下發射此等流明。在使用氙HID燈的情況下，可達成亮度增至約80 Mcd/m²。相反，當使單一1 mm² LED晶粒發射50流明白光時，其為使用當前可用之技術可達成之最好效果，單一晶粒之亮度僅為8 Mcd/m²，仍比鹵素燈之亮度低幾倍且比習知HID燈之亮度低一數量級。當需要多個LED晶粒時，歸因於相鄰晶粒間之必要間距，情況顯著變壞。

於US 6,402,347中揭示LED光引擎(亦稱為"光產生器")之一實例，其能夠將自各種LED晶粒輸出之光結合在一起以達成發射光之單一集中(準直)光束。其中，將個別LED元件安裝在一背板上，每一該等LED元件均配備有一準直圓頂。鄰近對準之菲涅耳(Fresnel)透鏡用於將個別LED光束投射至單一輸出元件上，例如光學光導。該系統之一主要

問題為巨大光損失，歸因於來自各種光學介面之反射，其可總計高達約60%。該光引擎之其它缺點為：其主體、及對二級光學器件之精確對準的需要、該光引擎之成本增加。到目前為止，該LED光引擎之尺寸及成本遠超過一般高強度光源之尺寸及成本。

【發明內容】

因此，本發明之一目的係提供一基於LED之光引擎，其製造更容易、更廉價，具有緊密尺寸，且展示比已知基於LED之光引擎更好之效能。

為此，本發明提供一包含一腔室之光引擎，至少一孔徑及許多LED元件位於該腔室內部，其中該腔室之所有內表面被有效地實現為在所要波長區域(尤其是可見區域、UV區域及/或紅外線區域)內對光基本上非吸收之高反射性表面，較佳為漫反射性(亦稱為"白反射性")表面。術語"高反射性"應被理解為反射率接近100%，較佳 $\geq 95\%$ ，更佳 $\geq 98\%$ 。

根據本發明，若未被LED元件佔用之所有內表面(包括LED元件間之表面積)為高反射性表面，則或許在多次、可能無數次反射之後，基本上所有由LED元件發射之光將通過該孔徑離開該腔室。此種光在腔室內部多次反射之現象被認為是"內部光再循環"。在該構造中，每一內腔室表面有效為發射性表面，無論其自身發射光(此係LED元件之表面的情況)還是反射光。根據本發明之光引擎不包含來自先前技術光引擎之內部二級光學器件，且因此製造更便

宜。必要時，根據本發明之光引擎可具備外部二級光學器件，較佳提供於接近光引擎孔徑處，以使來自光引擎之發射光束成形及/或準直。

在以此種方式設計、構造為"積光球"或所謂"烏而伯利特(Ulbricht)球"之腔室中，到目前為止由腔室內LED發射之光的最大部分將確實通過孔徑離開腔室。顯然，整個光引擎之效率最終取決於腔室之內表面之可達到的反射率。儘管內表面之反射率不可能達到正好100%，但是仍可相當好地接近該極限。在下文中，證明用根據本發明之光引擎可達到異常優良之效能，從而最終達到之值將始終取決於光引擎之精確構造參數，諸如腔室內之LED裝填密度、LED之反射率及孔徑開口與光引擎曝露於光之整個內表面積相比之尺寸。因此，應選擇精確構造參數以適合所要應用。

在下文中，假設LED為固態無機晶粒，因為此等晶粒當前可用且具有充足發光強度。然而，可使用任何其它電致發光元件，例如，雷射二極體、其它類型半導體發光元件或有機LED，只要此等元件釋放充足效能。因此，下文中將認為術語"LED"是任何類型之適當電致發光元件之同義詞。

附屬項及隨後說明揭示本發明之特別有利實施例及特徵。

內表面之反射率可基本上以任何方式達成。唯一關鍵在於反射率足夠高，較佳 $\geq 98\%$ 。較佳地，可藉由在腔室壁

之內表面上分佈漫反射材料來實現高反射性表面。例如，內表面可塗有適當材料，該材料呈足夠厚之顆粒/黏合劑塗層的形態。

在本發明之特別較佳實施例中，漫反射材料封圍於腔室壁之內表面與至少在所要波長區域中透明之蓋板之間。漫反射材料因而"夾於"腔室壁之內表面與透明蓋板之間。該構造允許使用漫反射材料，諸如反射性乾粉，較佳為自由流動粉末。適宜之反射性白色粉末可包含諸如 Al_2O_3 、 YBO_3 、 BaSO_4 、 TiO_2 、焦磷酸鈣、鹵代磷酸鈣、 MgO 之無機顆粒，或此等顆粒之混合物。沒有任何有機黏合劑材料會增加粉末顆粒之反射率及避免隨時間流逝之逐漸變色。尤其推薦使用平均顆粒直徑為 $5\text{-}15\mu\text{m}$ 之焦磷酸鈣是因為其廉價及現成可用性；化學純度；耐高溫 ($>1000^\circ\text{C}$) 性；當與大約 1% w/w Alon-C 奈米顆粒 (意即德國 Degussa GmbH 的 Al_2O_3 奈米顆粒) 混合時其表現為自由流動粉末之能力，該能力可用於致能用乾粉顆粒輕鬆填充腔室壁之內表面與蓋板之間相對狹窄之空間；及在 900°C 退火後其經證實之對於可見光之非吸收特性。關於焦磷酸鈣粉末，反射粉末層應較佳具有至少 2 mm 之厚度以達到至少 98-99% 之反射率。

關於將輸入功率轉化成光，為了獲得最大可能效率，需要產生於 LED 元件內部之盡可能多的光實際上離開 LED 進入腔室內部。由於發生在 LED 晶粒表面與環境間之邊界層處的內反射，此並非沒有問題。因此，在本發明之較佳實

施例中，光引擎包含用於增強由LED元件發射至腔室內之光之外耦合(outcoupling)的外耦合構件。

外耦合構件可包括例如由聚矽氧樹脂及/或一些有機聚合材料製得之透明圓頂，每一該等透明圓頂以光學方式連接至一相關LED元件之發光表面。較佳地，當蓋板用於覆蓋腔室壁，LED元件及/或LED裝置體安裝於該腔室壁上，並用於覆蓋/夾住漫反射白色材料時，該等圓頂通過蓋板中之孔伸出。LED元件周圍該等透明圓頂之存在促進來自LED晶粒之光外耦合。另一方面，其存在可不利影響光引擎內腔室內部可實現之內部光再循環之效率。視LED特性及有關波長而定，光吸收可發生於該等圓頂之底部，該等圓頂位於相關LED元件內部或直接鄰接於相關LED元件。此外，光引擎內部上之高反射性塗層僅存在於位於該等圓頂之間的內壁表面積上，該等圓頂具有比相關LED晶粒自身之截面顯著更大之截面。

因此，在一替代性實施例中，完全省略LED圓頂。於是白反射塗層可應用於LED晶粒元件之間，且當與使用圓頂之情況比較將覆蓋內壁表面積之實質上更大部分。由於來自裸LED晶粒之光外耦合本質上效率更低，曝露之LED晶粒表面較佳由透明散射塗層所覆蓋，該塗層與晶粒處於光學接觸，或直接將微觀結構應用於LED晶粒表面。此等後者方法促進來自LED晶粒之光外耦合。

在一最佳實施例中，覆蓋反射材料之透明蓋板亦覆蓋LED元件，且外耦合構件包括許多透明外耦合元件，每一

該等外耦合元件自相關LED元件之發光表面延伸至透明蓋板。藉此，光學透明外耦合元件自身可組成蓋板之部分。

透明外耦合元件較佳具有在外耦合元件與透明蓋板間之介面處比在外耦合元件與相關LED元件間之介面處更寬之橫截面。例如，透明外耦合元件可具有圓錐形、拋物線或錐形形態，其以在面向遠離相關LED元件之方向中變寬之截面為特徵。該形態確保透明外耦合元件不僅有助於外耦合產生於LED晶粒中之光並如同光導體一般通過透明蓋板將光傳導至腔室內部中，而且有助於充當LED之準直儀，限制LED之發射角。

基本上可使用任何LED元件，例如由光轉換物質(通常稱作螢光或僅"磷光體"塗層)所塗覆之LED晶粒。該等LED之磷光體塗層確保將LED以一定波長發射之光的至少一部分轉換成不同波長，因此總體上發射具有所要波長特性(即一定顏色)之光。光學干擾層可配置於LED晶粒與塗覆在LED晶粒表面上之磷光體之間，其用以促進產生於LED晶粒內部之光傳輸至磷光體層中並用以減少經磷光體轉換之光自磷光體層傳輸至LED晶粒中。

在使用磷光體轉換LED的情況下，諸如磷光顆粒之光轉換物質可分佈於反射材料上或反射材料中，例如白反射粉末，其作為粒子/黏合劑塗層分佈於腔室壁之內表面上或作為無黏合劑乾粉層夾於腔室壁之內表面與透明蓋板之間。從加工/裝填觀點，此不僅更容易、更廉價，而且提供阻礙磷光體飽和現象之策略且應有助於提高來自晶粒之

流明輸出。通過例如簡單混合乾粉而在漫反射白色粉末中併入磷光體，簡化了LED元件之製造且避免高光強度下之磷光體飽和，因為較大量磷光體可接著擴展越過相對大的表面積。漫反射白色粉末層或漫反射粒子/黏合劑塗層中之磷光體之量及定位可經最優化以便獲得適宜之色點。在此情況下，亦可使用無磷光體元件。

另外或其他，可使用具有不同波長特性(例如紅色、綠色、藍色)之LED元件，其按需要定位於光引擎內。當利用根據本發明之光引擎時，足夠色彩混合之問題自動得到解決，因為自外部不可直接觀察到個別LED晶粒且由內部光再循環過程處理內部色彩混合。

孔徑基本上可由腔室壁中之簡單開口組成。稍後將詳細論述孔徑參數對光引擎效能之影響。光導體元件可配置於接近孔徑處、孔徑中或孔徑上，例如光纖或類似物，產生於光引擎中之光被限制在其中。在本發明之較佳實施例中，光束形成元件配置於孔徑中或接近孔徑處。例如呈透鏡、圓錐形元件、錐體元件或拋物線元件形態之光準直元件尤其受到青睞。該準直元件使通過孔徑離開之光在已界定發射角內準直及/或在已界定空間/角光強度分佈圖案內成形。

為使存在於光引擎內之各種光學介面處通過內反射之光損失最小，該等光學介面例如腔室內部與透明蓋板之間及/或腔室內部與外耦合構件之間及/或腔室內部與安置於光引擎孔徑處之準直元件之間及/或腔室內部與LED晶粒表面

之間的介面，較佳用一材料填充該腔室，該材料具有接近，或更佳匹配透明蓋板之折射率及/或外耦合構件之折射率及/或準直元件之折射率及/或LED元件之折射率的折射率，且該材料因此對於可見光及/或對於產生於內部且自LED晶粒發射之光降低或甚至消除各種光學介面之"光學可見性"。

該材料可為有機介質，諸如透明液體，特別是油；固體樹脂，尤其是聚矽氧樹脂，其具有所要(匹配)折射率，且其對於可見光及/或對於產生於內部且自LED晶粒發射之光較佳為大體上非吸收的。當空腔內部之填充材料與光學元件處於光學接觸時，該方法亦使來自定位於光引擎之孔徑處之光學元件的菲涅耳(Fresnel)反射最小。當材料為亦用於LED元件之前端冷卻之液體材料時，獲得一較佳實施例。較佳地，為了增加流體之冷卻效應，接著在光引擎空腔與一些額外外部冷卻裝置之間抽吸該液體材料使其成為流體。

根據本發明之光引擎可用於任何LED照明器應用，其特徵在於該照明器具有有限面積之光輸出孔徑，其具有可調整亮度及顏色之光輸出光束，自該孔徑可將光傳輸至若干遠程位置，尤其在諸如汽車前燈之汽車光系統中。藉由改變傳送至光引擎內部個別LED元件之電功率可便利地調整發射光輸出光束之亮度。在光引擎內部存在不同波長特性LED元件(例如紅色、綠色及藍色LED元件)的情況下，亦可藉由改變傳送至個別LED元件之電功率來調整發射光輸

出光束之顏色。

【實施方式】

為清楚起見，已選擇圖中物件之尺寸且該等尺寸不一定反映實際相對尺寸。

圖1及2表示根據本發明之光引擎之尤其較佳實施例，藉此圖1表示通過整個光引擎之截面，且圖2表示通過腔室壁之放大截面。

光引擎1包括一(例如)以矩形或圓柱形樣式建構之腔室6。表面積為 A_{exit} 之開口或孔徑7位於腔室6之頂部且連接至準直元件8。LED元件13定位於腔室6之內壁10上距彼此一定距離處，意即在特殊柵格中，沿著套且在與孔徑7相對之內表面上。此等LED元件13經由外耦合元件15連接至透明蓋板11。

該透明蓋板11定位於腔室6中距腔室6之內壁一定距離處。透明蓋板11覆蓋腔室6之所有壁10，包括具有孔徑7之頂側。以漫反射白色粉末填充透明蓋板11與腔室6之壁10之內表面之間的間隙。白色粉末之適宜候選物為 Al_2O_3 、 TiO_2 、 YBO_3 、 $BaSO_4$ 、焦磷酸鈣、鹵代磷酸鈣或 MgO 。透明蓋板11之適宜材料包括PMMA(聚甲基丙烯酸甲酯)、PC(聚碳酸酯)、樹脂聚矽氧化合物，及玻璃。該構造確保腔室6之所有未被LED晶粒佔有之內表面20為高反射性表面。

在圖2中可詳細看到該等壁之構造。在此，在安裝塊14上安裝個別LED晶粒13，較佳地，該等安裝塊亦以LED晶

粒周圍之反射頂面為特徵。透明截頂反向錐體或錐形物充當以光學方式耦合於透明蓋板11之外耦合元件15。此外，此等外耦合元件15藉由樹脂或一些其他適宜之膠狀材料以光學方式耦合於LED晶粒13。代替用樹脂或類似材料以光學方式將此等外耦合元件15耦合於透明蓋板11，較佳亦可將該等外耦合元件直接形成為透明蓋板11之部分。外耦合元件15朝著光引擎1之內部9導引已發射光。圓錐形外耦合元件15之截面在向遠離相關LED晶粒13之方向中變寬。較佳地，外耦合元件15以關於垂直線在 5° 與 65° 之間的傾角為特徵，更佳以關於垂直線在 20° 與 50° 之間的傾角為特徵，最佳以關於垂直線約 45° 之傾角為特徵。

透明蓋板11與腔室6之非透明外壁10之內表面之間的距離，意即漫反射粉末層12之厚度，較佳約為2-3 mm。粉末層12提供腔室6之高反射性表面20，該等表面致能內部光再循環。在孔徑7上配置一準直元件8，且其由(例如)透明塑料材料製成，且接收自光引擎1之孔徑7發射之光。選擇準直元件8之形狀，以使得大體上沒有光以大於關於發射光束之傳播方向所量測之準直半角 θ_c 的角自準直元件8之出口表面發射。

為了改良自透明蓋板11至腔室6之內部中的光外耦合，且為了簡化自腔室6至準直元件8中之光耦合，以固體或液體媒介22填充整個腔室6之內部9，該媒介具有接近，或更佳地匹配透明蓋板11之折射率且亦可能匹配準直元件8之折射率的折射率。藉此避免或至少減少在邊界面蓋板11

與媒介22之間的邊界面處及在準直元件8與媒介22之間的界面處引發不良光損失之發射。在媒介22為液體媒介之情況下，液體亦可用於前端LED冷卻目的，例如藉由在腔室9與外部冷卻裝置之間抽吸液體媒介22。

圖3展示腔室6之壁10之內表面的稍微修改的構造。在此，將LED晶粒13直接安裝在腔室壁10之內表面上。將一光學接觸層16定位於每個LED晶粒13上。該接觸層16可包含散射顆粒以促進自LED晶粒13之光外耦合。透明蓋板11以方塊形外耦合元件15'為特徵，其自透明蓋板11向LED晶粒13伸出，充當延伸物或橋狀物，且提供與接觸層16之光學接觸。透明蓋板11與壁10之內表面間之間隙在此亦由反射性白色乾粉12所填充。

圖4展示另外可能之構造。如圖3中一般，LED晶粒13定位於內壁10上。為促進LED晶粒13通過LED晶粒表面發射之光的外耦合，LED晶粒13較佳由與LED晶粒表面處於光學接觸之透明散射層17所環繞，進而促進自LED晶粒13至腔室6中之光外耦合。高度漫反射性白色顆粒/黏合劑層18覆蓋內壁10之位於個別LED晶粒13間之表面。

在圖5中，可看到另外可能之構造，其中將LED裝置體23安裝在外壁10之內表面上，每個LED裝置體具有一LED晶粒元件(在圖中未展示)。LED晶粒元件自身封圍於LED圓頂19中，其確保自LED晶粒發射之光之良好外耦合。具有呈柵格圖案之適宜開口之蓋板21覆蓋LED裝置體23，LED圓頂19通過該等開口伸出。用具有足夠厚度以得到高



反射性塗層 18 之白色漫反射顆粒/黏合劑塗層 18 覆蓋蓋板 21 在 LED 圓頂 19 之間之表面。

在圖 6 中展示光引擎 2 之另外實例構造。其與圖 1 中所示實例間之基本差異係腔室 6 與圖 1 中光引擎 1 之腔室構造不同。在此，腔室 6 以底壁 10 為特徵，如圖 1 所示之實例中一樣在其上安裝個別 LED。然而，側壁 10' 現自底壁 10 向孔徑 7 成圓錐形延伸。沒有 LED 定位於此等側壁 10' 上。為得到所要高反射性內表面 20，透明蓋板 11 (至於底壁 10) 配置於距側壁 10' 之內側約 2-3 mm 之距離處，且透明蓋板 11 與側壁 10' 之間的空間，以及 LED 安裝元件 14、晶粒 13 及外耦合元件 15 之間的底壁 10 與蓋板 11 之間的空間均由高反射性白色粉末 12 所填充。此外，將準直元件 8 配置於孔徑 7 處。該光引擎 2 優於光引擎 1 之優點在於其體積減小，詳言之，在於其高度減小。另一方面，相對於腔室內壁之總面積，LED 元件之數量更低，因為 LED 元件不佔有側壁 10'。

在圖 7 中展示根據本發明之光引擎 3 之另外實施例。該光引擎 3 之外殼 6 以與光引擎 2 之外殼相同之幾何形狀為特徵。然而，以圖 5 中所示之相同方式將 LED 元件安裝在基底 10 上，意即支撐 LED 圓頂 19 之 LED 裝置體 23，佔有基底 10，LED 晶粒 (在圖中未展示) 封圍於該等 LED 圓頂中。以白色漫反射塗層 18 覆蓋其上安裝了 LED 之基底壁 10 之表面以及 LED 裝置體 23 之側壁及頂部，僅讓伸出之圓頂 19 保持不被塗覆。具有呈柵格圖案之適宜開口之透明蓋板 11' 覆蓋 LED 裝置體 23，LED 圓頂 19 通過該等開口伸出。該透明蓋

板11'與外壁10之內表面之間的空間由反射性白色乾粉12所填充。以與圖6之光引擎2相同的方式建構具有配置於側壁10'之內表面與透明蓋板11之間的反射材料12之逐漸朝孔徑7變窄的圓錐形側壁10'。

圖8展示根據本發明之光引擎4之另外實施例，關於外殼6，其係以與圖7中所描述之實例相似之方式建構。然而不同於圖7中之實例，在此既不使用透明蓋板11'，也不使用反射性白色乾粉12。實情為，圓錐形腔室壁10'現亦在內側由漫反射顆粒/黏合劑層18所覆蓋，以得到高反射性表面20。另外，白色漫反射顆粒/黏合劑層18存在於腔室壁10之內表面上，且存在於LED裝置體23位於透明圓頂19之間的表面上。

圖9展示根據本發明之光引擎5之另外實施例，其基本上僅在腔室6之外形上不同於圖1及圖6中之實例。腔室6之下部為圓柱形或矩形，具有一基底壁10及側壁10，該等壁均被按一定柵格圖案配置之LED元件13佔有。腔室6之上部以圖6中之光引擎2之成圓錐形形成之側壁10'相同之方式朝孔徑7成圓錐形逐漸變窄。腔室6之上部該圓錐形壁10'在內部未被LED元件13佔有，僅具有高反射性表面20。該高反射性表面20再次由配置於距壁10、10'一距離處之透明蓋板11及填充壁10、10'之內表面與蓋板11之間的空間之白色反射性粉末12形成。

在圖6至9所示之所有情況中，腔室6之內部9較佳由具有適宜折射率之固體或液體媒介22所填充，如關於圖1之光

引擎1所描述。

不同實例展示腔室6基本上可具有任何種類之外部幾何形狀。此外，必須強調孔徑7不一定必須為側壁中之圓形開口，且其不必具有光學元件8。任何側壁，較佳相對小尺寸之側壁，可完全不計構造，從而得到孔徑7。此由圖10中簡化示意圖之圓柱形腔室6來展示。基本上，該腔室6可具有任何基本表面幾何形狀，例如在相對側上之孔徑。例如，人們亦可設想狹長之光引擎立方體，其兩個小表面均向外界開放。此取決於光引擎之預期功能，及光引擎操作之空間約束。

精確構造參數，諸如腔室幾何形狀、腔室中之LED元件之數量、孔徑尺寸等，取決於諸如光引擎之最大尺寸及所要輸出參數之約束。因此，下文描述可得到之輸出參數如何取決於光引擎之構造參數：

認為圖1中描述之光引擎箱具有表面積為 A_{exit} 之單一孔徑或出口7，及包括出口表面積 A_{exit} 之總內部表面積 A_{engine} 。假如將總數 N_{LED} 個個別LED晶粒元件13(各具有一(投射)平坦頂部區域 A_{LED})安裝在光引擎1之壁10之內表面上。假定每個LED元件13具有反射率 R_{LED} 並自其晶粒區域 A_{LED} 發射流明通量 ϕ_{LED} 。反射率為 R_{wall} 之白色漫反射壁20橫向存在於LED元件13周圍。

經由孔徑出口7逸出至外部之在內部產生光之透射分率 T 由以下級數得出：

$$T = \frac{A_{\text{exit}}}{A_{\text{engine}}} + \left(1 - \frac{A_{\text{exit}}}{A_{\text{engine}}}\right) R_{\text{av}} \frac{A_{\text{exit}}}{A_{\text{engine}}} + \left(1 - \frac{A_{\text{exit}}}{A_{\text{engine}}}\right)^2 R_{\text{av}}^2 \frac{A_{\text{exit}}}{A_{\text{engine}}} + \dots$$

其中，"孔徑分率"

$$f = \frac{A_{\text{exit}}}{A_{\text{engine}}}$$

等於

$$T = \frac{f}{1 - R_{\text{av}}(1 - f)} \quad (1)$$

藉此， R_{av} 根據下式表示光引擎內壁表面之非出口部分之平均內部反射率 R_{av}

$$R_{\text{av}} = \frac{N_{\text{LED}} A_{\text{LED}} R_{\text{LED}} + (A_{\text{engine}} - A_{\text{exit}} - N_{\text{LED}} A_{\text{LED}}) R_{\text{wall}}}{A_{\text{engine}} - A_{\text{exit}}} \quad (2)$$

$$= \theta_{\text{LED}} R_{\text{LED}} + (1 - \theta_{\text{LED}}) R_{\text{wall}}$$

其中

$$\theta_{\text{LED}} = \frac{N_{\text{LED}} A_{\text{LED}}}{A_{\text{engine}} - A_{\text{exit}}} \quad (3)$$

表示由 LED 元件 13 覆蓋之內部反射光引擎表面積 $A_{\text{engine}} - A_{\text{exit}}$ 之分率。

以上方程式並不假定任何特殊形狀之內部光引擎壁。另一方面，方程式(1)中之級數展開僅適用於小孔徑分率 f 。在光引擎包含單一平坦發光表面之極端情況下，具有最大值 $f=0.5$ ，且根據界定， $T=1$ ，因為在發光源之傳輸道路中沒有反射表面。在此情況下，方程式(1)錯誤地預測到 $T < 1$ ，但是只要 $R_{\text{av}} > 0.90$ 誤差仍非實質性的，可容易達到 $R_{\text{av}} > 0.90$ 。

對於實際光引擎，應較佳保持上限 $f \approx 0.3-0.4$ ，但是根據本發明之光引擎之概念對於 f 之較小值明顯更有興趣。例如，體現為在其六面之僅一面上開放之正方形立方體的光

引擎具有孔徑分率 $f=0.17$ 。藉由使得立方體更為矩形化同時保持其兩小面之僅一面開放，可容易獲得孔徑分率 f 之較小值。在本發明之較佳實施例中，孔徑分率 f 應為 ≤ 0.15 ，更佳 ≤ 0.1 。例如，根據圖 1 之具有 2 cm 直徑、3 cm 腔室長度及 1 cm 孔徑直徑之光引擎 1 具有孔徑分率 $f=0.03$ 。

在 $R_{LED}=R_{wall}=R_{av}=1$ 的情況下，對於任何任意小的孔徑分率 f ，不存在光損失且根據方程式 (1) 獲得 $T=1$ 。當 $f \rightarrow 0$ 時，理論上將允許產生極高亮度等級。然而，實際上此係不可能的，因為光損失決不可完全避免。

因此，亦關心對於光引擎 1 之孔徑出口 7 處可獲得之亮度作為系統參數之函數導出一方程式。亮度比率 B 表示相對於個別 LED 晶粒元件 13 之亮度等級 B_{LED} 加以標準化之孔徑出口 7 (假設不存在準直元件 8) 之亮度 B_{exit} ，其自下式得出：

$$\begin{aligned}
 B &= \frac{B_{exit}}{B_{LED}} = \frac{\frac{TN_{LED}\phi_{LED}}{A_{exit}}}{\frac{\phi_{LED}}{A_{LED}}} \\
 &= \frac{TN_{LED}A_{LED}}{A_{exit}} = T \frac{N_{LED}A_{LED}}{A_{engine} - A_{exit}} \frac{A_{engine} - A_{exit}}{A_{exit}} \\
 &= T\theta_{LED} \left(\frac{1}{f} - 1 \right) = \frac{f}{1 - R_{av}(1-f)} \theta_{LED} \frac{1-f}{f} = \frac{1-f}{1 - R_{av}(1-f)} \theta_{LED} \\
 &= \frac{(1-f)\theta_{LED}}{1 - (1-f)[\theta_{LED}R_{LED} + (1-\theta_{LED})R_{wall}]} \quad (3)
 \end{aligned}$$

當 LED 晶粒 13 及孔徑出口 7 兩者均發射非準直光時 (意即具有 $\theta_c=90^\circ$ 之藍伯遜 (Lambertian) 光) 時，上式有效。

另外，有益之舉係導出第二亮度比率 $L(\theta_c)$ 之關係，其在下文中亦稱為"亮度濃度因子"，且：

$$L(\theta_c) = \frac{B_{\text{exit}}(\theta_c)}{B_{\text{screen}}(\theta_c)} \quad (4)$$

其表示發光出口表面(其可為準直元件8之投射發光出口表面 A_{col})之亮度 $B_{\text{exit}}(\theta_c)$ 與表面積 $A_{\text{screen}}=A_{\text{engine}}-A_{\text{exit}}$ 之虛構平坦螢幕之螢幕平均亮度 $B_{\text{screen}}(\theta_c)$ 之比率，LED元件13以裝填密度 θ_{LED} 安裝在該虛構平坦螢幕上。在此，假想光被發射為相對於光束之傳播方向在角度上侷限於準直半角 θ_c 內之準直光束。對於非準直光， $\theta_c=90^\circ$ 。

亮度濃度因子 $L(\theta_c)$ 之認識表明，與僅以相同表面裝填密度將 N_{LED} 個晶粒安裝於平坦發光螢幕上之更簡單情況相比較，藉由將 N_{LED} 個晶粒一起以表面裝填密度 θ_{LED} 裝填在光引擎1內部是否已達成淨光濃度。值 $L(\theta_c) > 1$ 表明相對光(亮度)濃縮且值 $L(\theta_c) < 1$ 表明相對光(亮度)稀釋。顯然，通常需要盡可能大，且必然高於1之 $L(\theta_c)$ 值。

在使光引擎1發射二維準直光的情況下，如圖1中所示，相關出口表面積變成安裝在光引擎1之孔徑開口7上之準直元件8的投射輸出表面 A_{col} 之表面積。按照集光率(etendue)規律，對於給定準直半角 θ_c ，在圖1中之光引擎1之準直元件8所需最小輸出表面積 A_{col} 有關於孔徑7之輸出面積 A_{exit} ，其係根據：

$$A_{\text{col}} = \frac{A_{\text{exit}}}{\sin^2 \theta_c} \quad (5)$$

且因此表明在漸減之 θ_c 下，發射表面 A_{col} 必然增大。

螢幕平均亮度等級 $B_{\text{screen}}(\theta_c)$ 有關於 $B_{\text{LED}}(\theta_c)$ ，其係根據：

$$B_{\text{screen}}(\theta_c) = \theta_{\text{LED}} B_{\text{LED}}(\theta_c) \quad (6)$$

根據圖 1 在光引擎 1 之實施例中，個別 LED 元件具有呈錐體外耦合元件 15 形態之準直元件。因此，個別 LED 之視發光表面積亦增加，但只要滿足在平坦安裝螢幕上之 LED 裝填密度約束

$$\theta_{\text{LED}} \leq \sin^2(\theta_c) \quad (7)$$

此等表面積便可直接容納於安裝螢幕(上文為導出方程式(4)而界定之表面積為 A_{screen} 之虛構平坦螢幕)上而無需擴大螢幕。於是可認為螢幕表面積 A_{screen} 獨立於 θ_c 。

根據上文，且記住一旦 $\theta_c < 90^\circ$ ，方程式(4)中之 B_{exit} 便表示安裝在光引擎 1 之孔徑開口 7 上之準直元件 8 之光輸出表面處的亮度 B_{col} ，由此可見 $L(\theta_c)$ 可獲自：

$$\begin{aligned} L(\theta_c) &= \frac{B_{\text{col}}}{B_{\text{screen}}} = \frac{\frac{\text{TN}_{\text{LED}} \phi_{\text{LED}}}{A_{\text{col}}}}{\theta_{\text{LED}} B_{\text{LED}}} = \frac{\sin^2 \theta_c}{\theta_{\text{LED}}} \left(\frac{\frac{\text{TN}_{\text{LED}} \phi_{\text{LED}}}{A_{\text{exit}}}}{\frac{\phi_{\text{LED}}}{A_{\text{LED}}}} \right) \\ &= \frac{\sin^2 \theta_c}{\theta_{\text{LED}}} B = \frac{(1-f) \sin^2(\theta_c)}{1 - (1-f)[\theta_{\text{LED}} R_{\text{LED}} + (1-\theta_{\text{LED}}) R_{\text{wall}}]} \quad (8) \end{aligned}$$

對於特殊情況 $\theta_c = 90^\circ$ (藍伯遜光)，圖 11 展示對應於實際條件之裝填密度 $\theta_{\text{LED}} = 0.05$ 且反射率 $R_{\text{wall}} = 0.98$ 且 $R_{\text{LED}} = 0.50$ 時，對於傳輸 T 及亮度比率 B 作為孔徑分率 f 之函數之計算值。

自圖 11 很明顯，當孔徑分率減少時，在出口可獲得之亮度比率 B 增加，雖然光輸出顯著減少，光輸出與離開光引

擊之內部產生光之傳輸分率 T 成比例。因為流明通量及亮度在其與孔徑分率 f 之關係中表現出相反趨勢,所以根據下式界定質量參數 Q 係有意義的:

$$Q = BT = \frac{\theta_{LED}(1-f)f}{[1 - [\theta_{LED}R_{LED} + (1-\theta_{LED})R_{wall}](1-f)]^2} \quad (9)$$

在圖 11 中,亦將質量參數 Q 繪製為孔徑分率 f 之函數。由此圖表,顯然 Q 在最佳孔徑分率 f_{opt} 處經歷最大值。 f_{opt} 之值由下式得出:

$$f_{opt} = \frac{1 - R_{av}}{2 - R_{av}} \quad (10)$$

R_{av} 由方程式 (2) 給出。

然而, Q 並不強烈取決於接近 $f=f_{opt}$ 之孔徑分率 f 。在高 T 比高 B 更為重要之情況下(例如當涉及到普通照明應用),建議選擇值 $f > f_{opt}$ 。當高 B 比高 T 更為重要時,則反之。

圖 12 展示在裝填密度 $\theta_{LED}=0.05$ 時且對於 $\theta_c=90^\circ$,對於 R_{LED} 及 R_{wall} 之各種值,質量參數 Q 因子作為孔徑分率 f 之函數之計算值。(I: $R_{wall}=0.98$ 且 $R_{LED}=0.7$; II: $R_{wall}=0.98$ 且 $R_{LED}=0.5$; III: $R_{wall}=0.96$ 且 $R_{LED}=0.5$)。對於在 f_{opt} 周圍之孔徑分率,質量參數 Q 顯著下降,意即若反射率 R_{LED} 及 R_{wall} 減少,則曲線變平。

此外,圖 13 展示在恆定 $R_{wall}=0.98$ 及 $R_{LED}=0.5$ 時且對於 $\theta_c=90^\circ$,對於各種值 θ_{LED} 質量參數 Q 作為孔徑分率 f 之函數之計算值。如可看出,質量參數 Q 在裝填密度 θ_{LED} 漸增時在 f 之整個範圍內增加。

圖 14、15 及 16 展示對於孔徑分率 f 之各種值(在圖 14 中具

有恆定裝填密度 $\theta_{LED}=0.05$)，及對於各種值 θ_{LED} (在圖15中具有恆定孔徑分率 $f=0.05$ 且在圖16中具有恆定孔徑分率 $f=0.1$)，在實際反射率 $R_{wall}=0.98$ 及 $R_{LED}=0.5$ 時對於光濃度因子 $L(\theta_c)$ 之計算值。在所有圖形中繪製之線受根據方程式(7)之約束。

顯然，至少對於 $\theta_c=60^\circ$ (普通照明應用)，使用根據本發明之光引擎允許在80%流明輸出(意即 $T=0.8$)時達到顯著亮度濃度，其數值高達因子5。同樣，可藉由孔徑分率 f 達成更高亮度濃度因子 L ，但是以減少流明效率為代價。

如果想當然地總是選擇盡可能高之 R_{wall} 及 R_{LED} ，那麼主要是內壁上之LED元件之裝填密度 θ_{LED} 影響作為孔徑分率 f 之函數之效能。將總是不得不在一方面亮度與另一方面流明效率之間尋找折衷。同樣亦必須考慮總需要流明輸出，藉此使光引擎之尺寸與總光輸出直接成比例。

在高流明效率是最重要的情況下，明智之舉係在低 $\theta_{LED} \approx 0.01$ 時選擇孔徑分率 $f \approx 0.10 - 0.12$ 。此允許 $T \approx 0.8$ 及 $B \approx 0.07$ ，其在 $\theta_c=90^\circ$ 時仍比安裝壁之螢幕平均亮度亮七倍。在 θ_c 減少但大體上保持下至 $\theta_c=40^\circ$ 時，亮度濃度因子 $L(\theta_c)$ 減少。

在高亮度為最重要的情況下，明智之舉係選擇較高或若可行甚至更大之LED裝填密度 $\theta_{LED} \approx 0.05$ 。為提高最大可獲得LED裝填密度，應提供對LED元件之冷卻，例如，如以上建議藉由匹配折射率冷卻液體。在 $f \approx 0.1$ 時，有較小 $T=0.65$ 但較高亮度比率 $B=0.3$ ，其在 $\theta_c=90^\circ$ 時仍比安裝壁之

螢幕平均亮度 $B = \theta_{LED}$ 亮六倍。可藉由減少孔徑分率 f 下至 (例如) $f = 0.05$ 來進一步增加亮度。在 $f \approx 0.1$ 時，在 θ_{LED} 增加時質量參數 Q 顯著改良。為自根據本發明之光引擎獲得最大利益，因此在增加 θ_{LED} 高達 $\theta_{LED} = 0.10$ 及超過 $\theta_{LED} = 0.10$ 之等級十分重要。

雖然已經以較佳實施例及其變體之形式揭示本發明，但是應理解，在不脫離本發明之範疇的情況下，可對其做許多額外修改及變化。為了清晰起見，亦應理解貫穿本申請案對"一"之使用不排除複數個，且"包含"不排除其他步驟或元件。

【圖式簡單說明】

自先前併同隨附圖式考量之詳細敘述可清楚瞭解本發明之其他目的及特徵。但須知所設計之圖式僅供闡釋之用，並無限制本發明之意。圖式中類似參考符號係指相同元件：

圖1展示根據本發明之光引擎之第一實施例；

圖2展示根據圖1之光引擎之腔室之壁的一部分之放大影像；

圖3展示根據本發明之第二實施例之光引擎之腔室的壁之放大部分；

圖4展示根據本發明之第三實施例之光引擎之腔室的壁之放大部分；

圖5展示根據本發明之第四實施例之光引擎之腔室的壁之放大部分；

圖 6 展示根據本發明之光引擎之第五實施例；

圖 7 展示根據本發明之光引擎之第六實施例；

圖 8 展示根據本發明之光引擎之第七實施例；

圖 9 展示根據本發明之光引擎之第八實施例；

圖 10 展示根據本發明之第九實施例之光引擎的腔室形狀之簡化圖示；

圖 11 係說明孔徑分率 f 對以下各項之影響的圖：

- 自光引擎發射之內部產生之光的分率 T ；
- 亮度比率 B ，其相對於個別 LED 元件之亮度表示來自經標準化光引擎之孔徑之發射光束之亮度；
- 品質參數 Q 。

圖 12 係對於內部反射壁表面及 LED 表面之各種反射率展示品質參數 Q 對孔徑分率 f 之依賴性的圖；

圖 13 係對於光引擎之內壁上之 LED 元件的若干裝填密度 θ_{LED} 展示品質參數 Q 對孔徑分率 f 之依賴性的圖；

圖 14 係對於各種孔徑分率 f ，展示光濃度因子 L 對準直角 θ_C 之依賴性的圖；

圖 15 係對於特殊第一孔徑分率 f 之各種 LED 裝填密度 θ_{LED} ，展示光濃度因子 L 對準直角 θ_C 之依賴性的圖；

圖 16 係對於特殊第二孔徑分率 f 之各種 LED 裝填密度 θ_{LED} ，展示光濃度因子 L 對準直角 θ_C 之依賴性的圖。

【主要元件符號說明】

1、2、3、4、5 光引擎

6 腔室

7	孔徑
8	準直元件
9	內部
10	腔室壁/基底/基底壁
10'	腔室壁/側壁
11	透明蓋板
11'	透明蓋板
12	反射性乾粉
13	LED元件
14	安裝塊
15、15'	外耦合構件/元件
16	接觸層
17	透明散射層
18	塗層
19	透明圓頂
20	高反射性表面
21	蓋板
22	孔

五、中文發明摘要：

本發明描述一種包含一腔室(6)之光引擎(1、2、3、4、5)，至少一孔徑(7)及許多LED元件(13)定位於該腔室內部，其中該腔室(6)之所有內表面被有效地實現為在所波長區域內對光基本上為非吸收之高反射性表面(20)。

六、英文發明摘要：

十一、圖式：

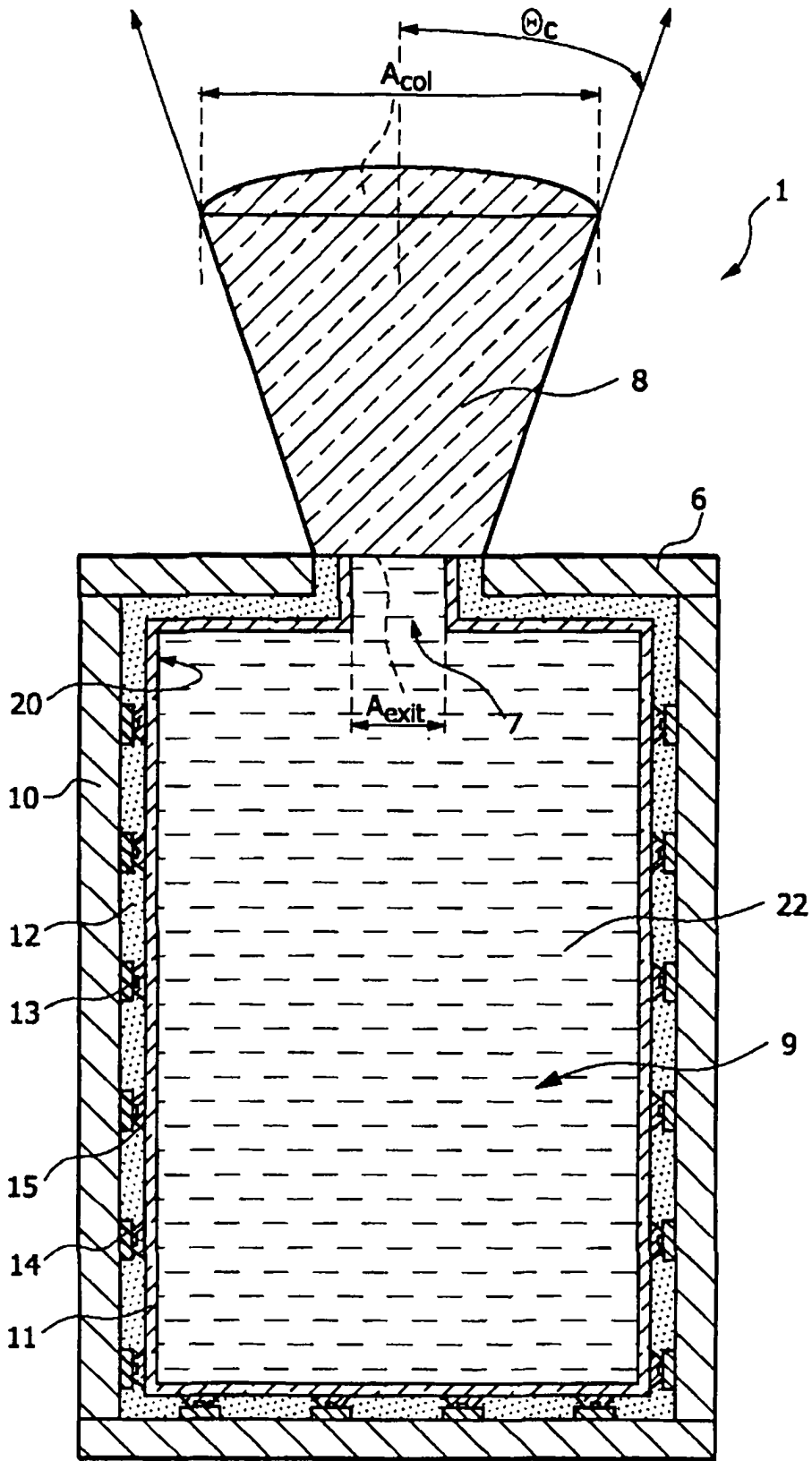


圖 1

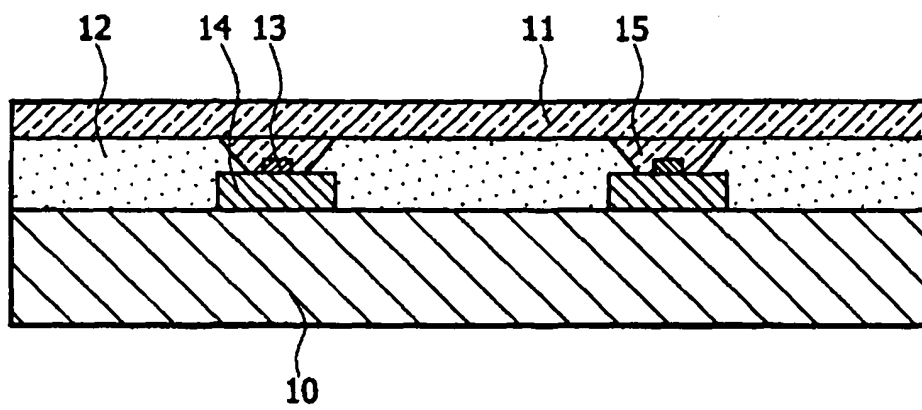


圖 2

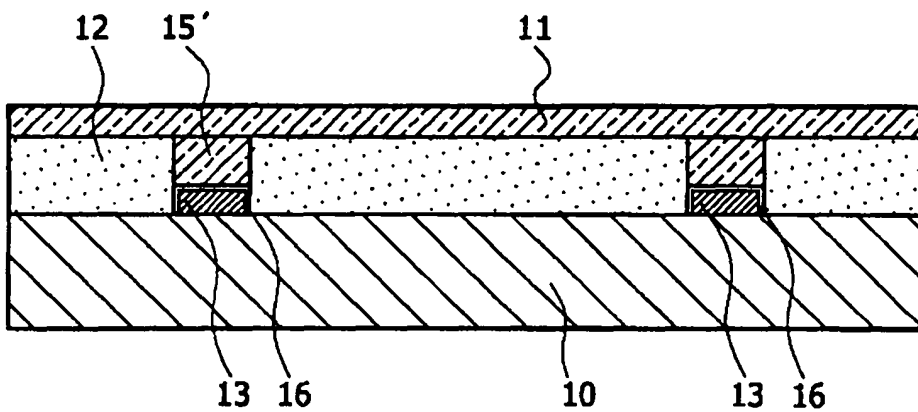


圖 3

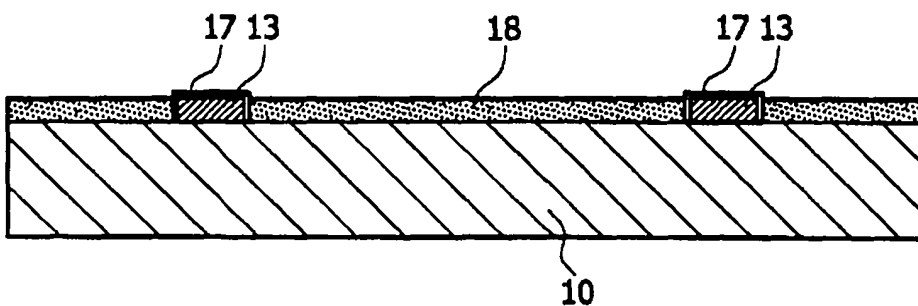


圖 4

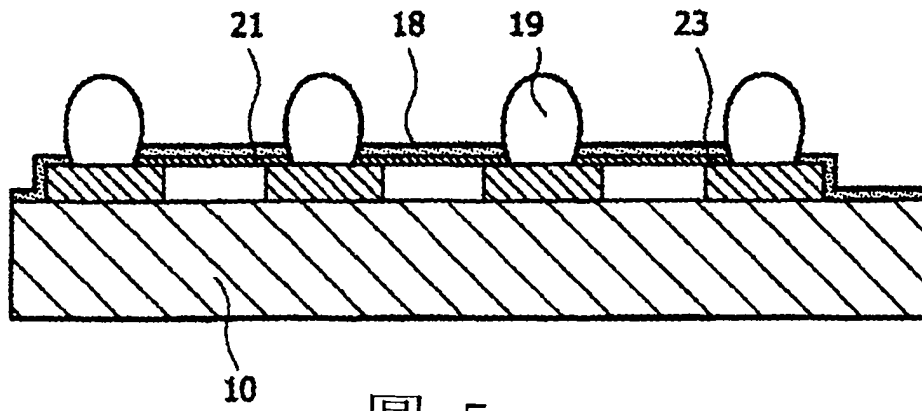


圖 5

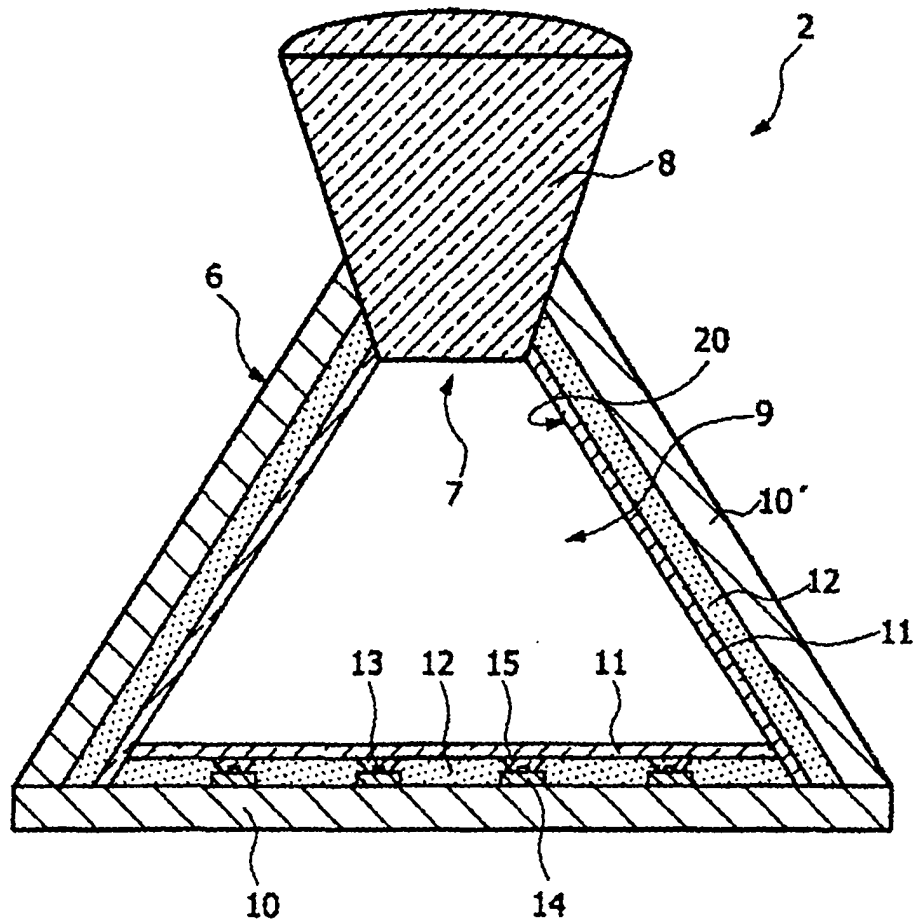


圖 6

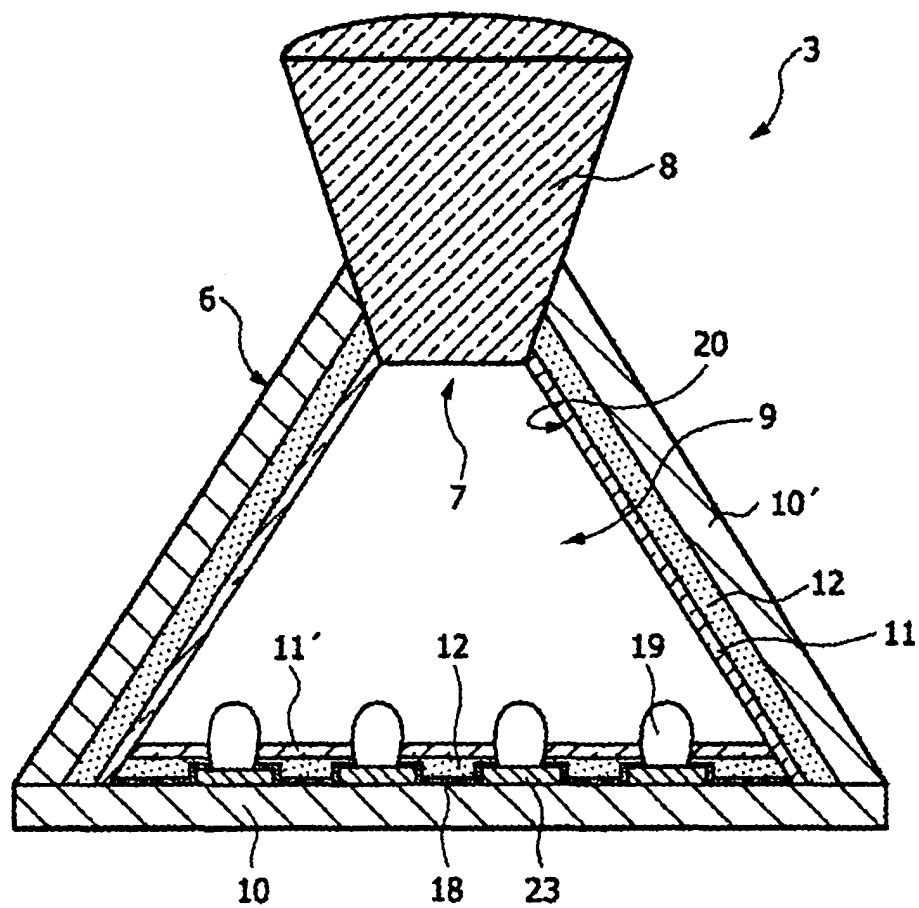


圖 7

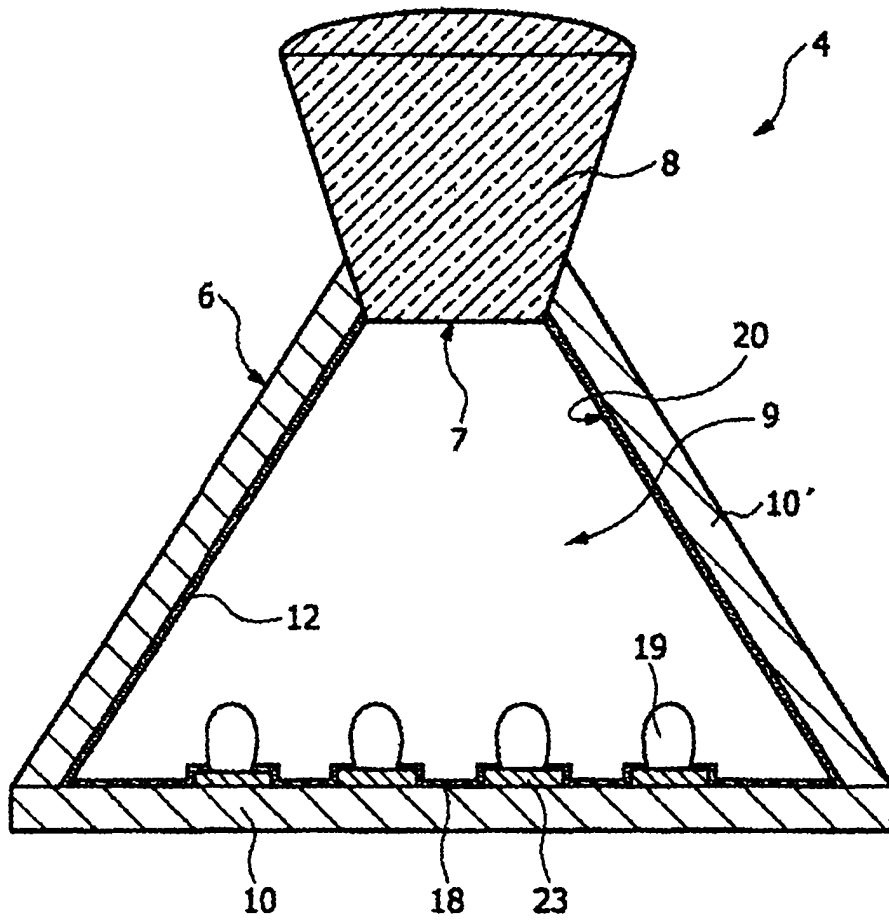


圖 8

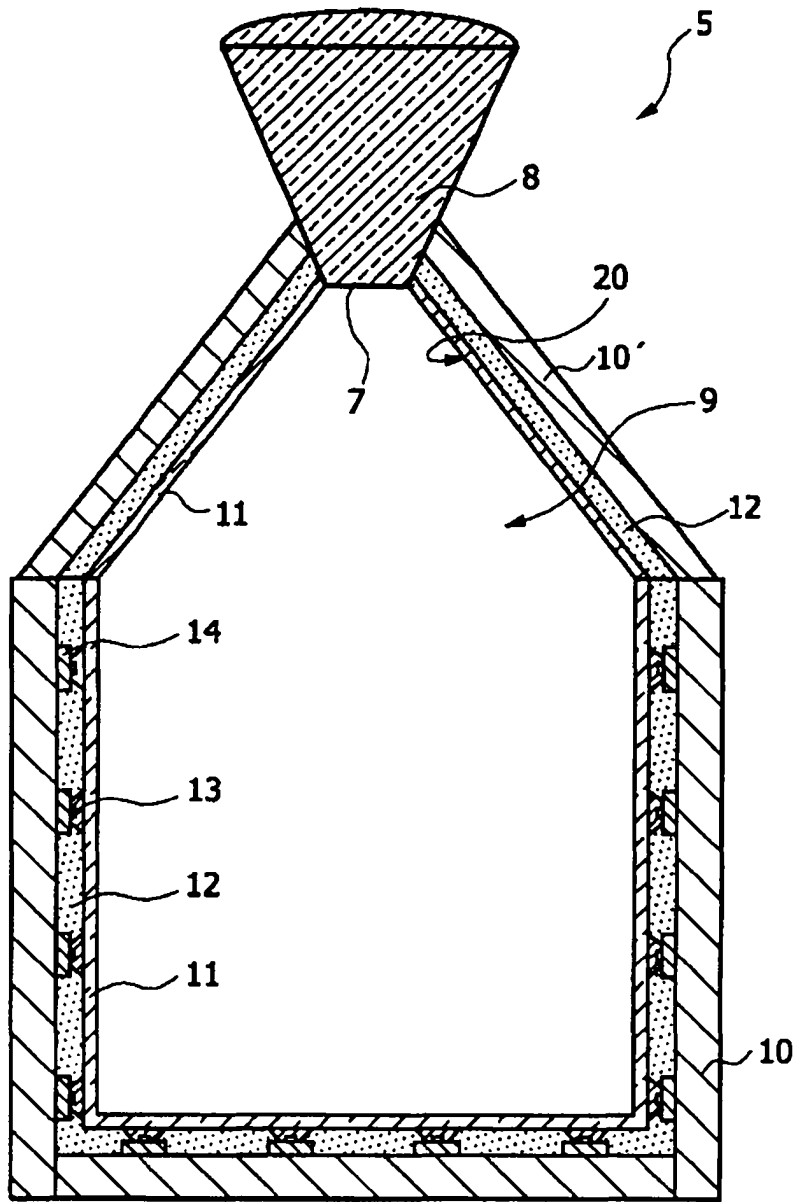


圖 9

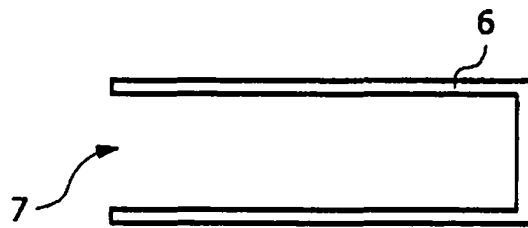


圖 10

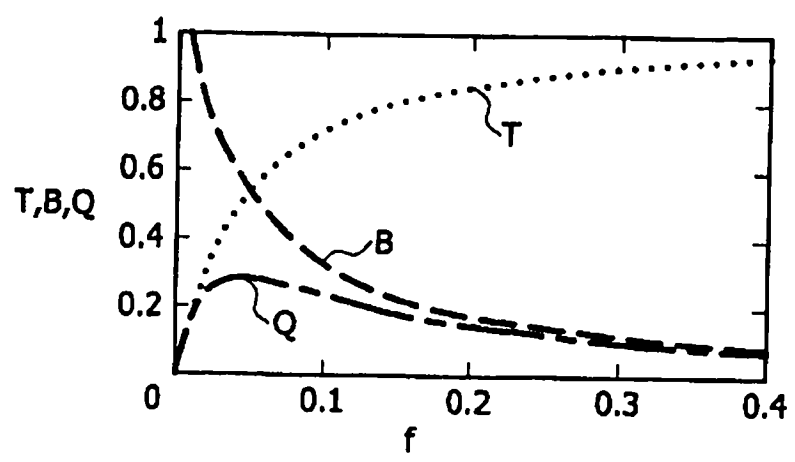


圖 11

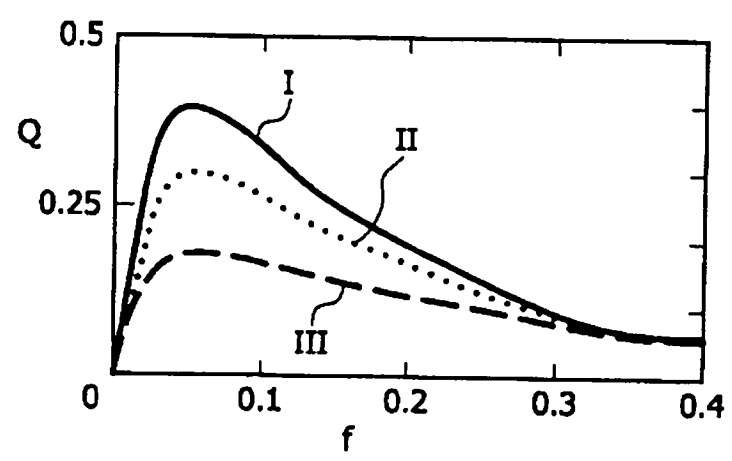


圖 12



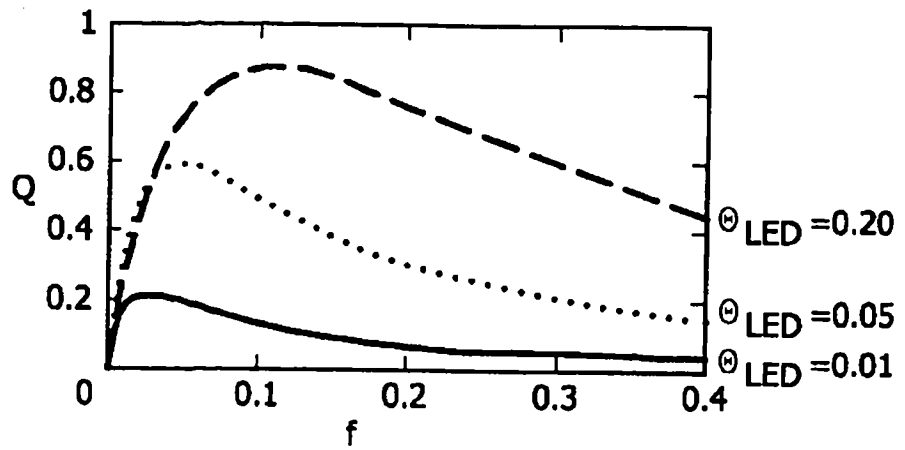


圖 13

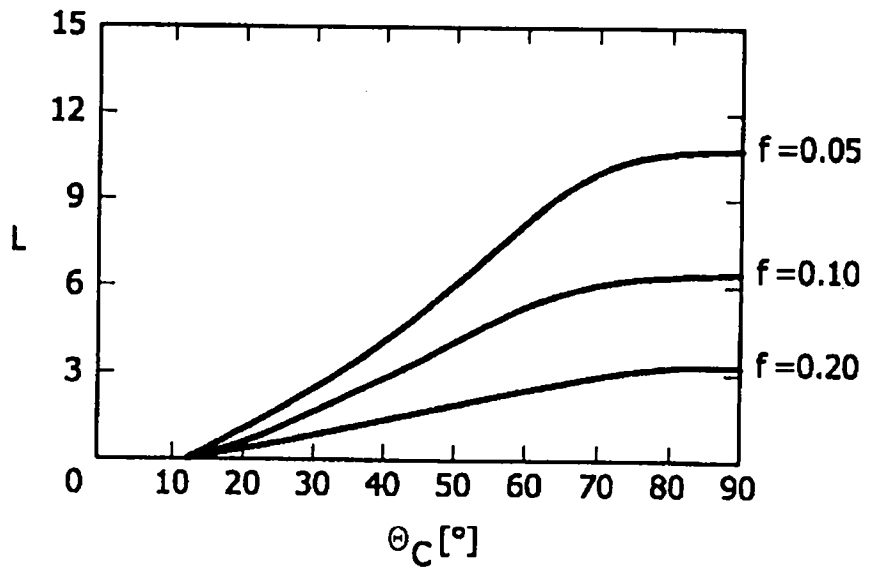


圖 14



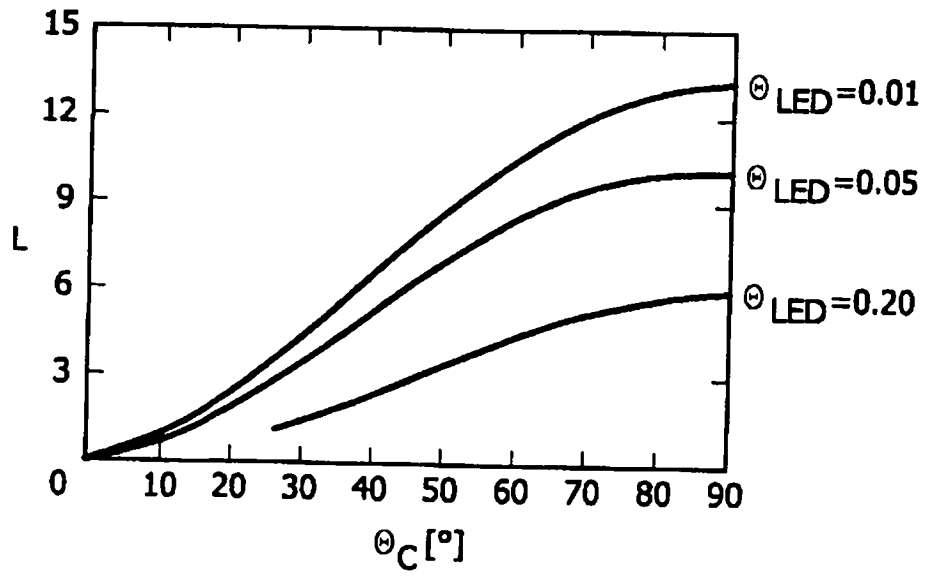


圖 15

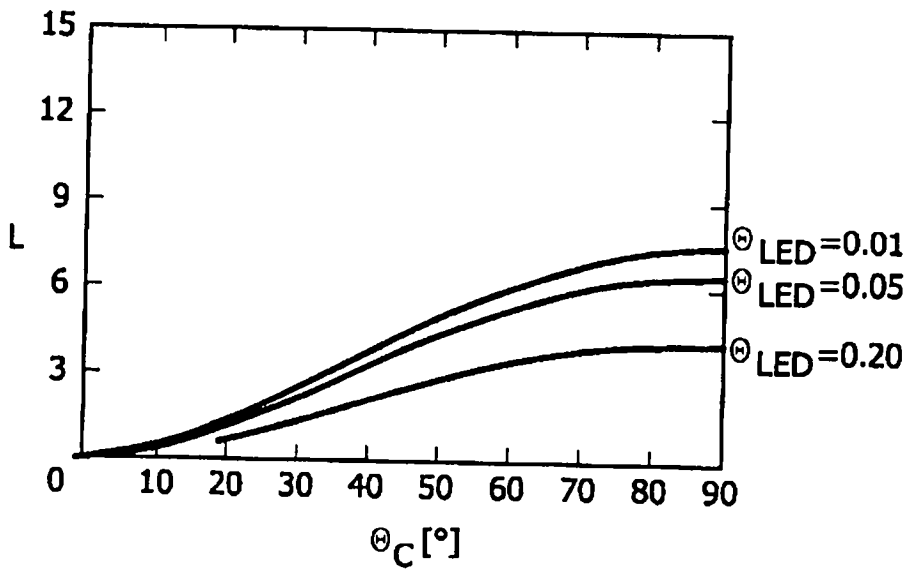


圖 16

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：

1	光引擎
6	腔室
7	孔徑
8	準直元件
9	內部
10	腔室壁
11	透明蓋板
12	反射性乾粉
13	LED元件
14	安裝塊
15	外耦合構件/元件
20	高反射性表面
22	孔

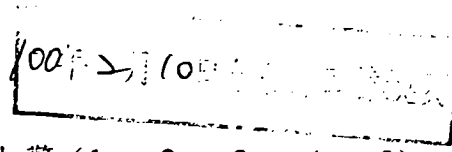
八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

(無)

第 094126390 號專利申請案

中文申請專利範圍替換本(100年2月)

十、申請專利範圍：



1. 一種包含一腔室(6)之光引擎(1、2、3、4、5)，至少一孔徑(7)及複數個LED元件(13)定位於該腔室(6)內部，其中該腔室(6)之所有內表面被有效地實現為在一所要波長區域內對光大體上非吸收之高反射性表面(20)，且該等高反射性表面(20)係藉由一分佈於該等腔室壁(10、10')之內表面上之漫反射材料(12、18)來實現，其特徵為該漫反射材料(12)被封圍於一透明蓋板(11、11')與該等腔室壁(10、10')之該內表面之間。
2. 如請求項1之光引擎，其包含用於增強由該等LED元件(13)發射至該腔室(6)中之光的外耦合之外耦合構件(15、15'、16、17、19)。
3. 如請求項1或2之光引擎，其中該漫反射材料(12)包含一反射性乾粉(12)。
4. 如請求項2之光引擎，其中該透明蓋板(11)覆蓋該等LED元件(13)，且該等外耦合構件(15、15')包含許多透明外耦合構件(15、15')，每一該等透明外耦合構件(15、15')自一相關LED元件(13)之一發光表面延伸至該透明蓋板(11)。
5. 如請求項4之光引擎，其中該等透明外耦合元件(15)具有一在該外耦合元件(15)與該透明蓋板(11)間之一介面處比在該外耦合元件(15)與該相關LED元件(13)間之一介面處更寬之橫截面。
6. 如請求項2之光引擎，其中該等外耦合構件(19)包含透明



- 圓頂(19)，每一該等透明圓頂(19)以光學方式連接至一相關LED元件之一發光表面。
7. 如請求項6之光引擎，其中該等圓頂(19)通過一覆蓋該腔室壁(10)之蓋板(11'、21)中之孔(22)伸出，該等LED元件安裝於該腔室壁(10)上。
 8. 如請求項1或2之光引擎，其中分佈於該等腔室壁(10、10')之該內表面上之該反射材料(12)包含一光轉換物質。
 9. 如請求項1或2之光引擎，其中具有不同波長特性之LED元件定位於該腔室內部。
 10. 如請求項1或2之光引擎，其包含一定位於該腔室(6)之該孔徑(7)處的光準直元件(8)。
 11. 如請求項1或2之光引擎，其中該腔室(6)由一材料(22)所填充，該材料(22)具有一接近，或較佳匹配該透明蓋板(11、11')及/或該等外耦合構件(15、15'、19)及/或該準直元件(8)及/或該等LED元件(13)之折射率的折射率。
 12. 如請求項11之光引擎，其中該材料(22)係一亦可用於該等LED元件(13)之前端冷卻之液體材料。
 13. 如請求項1或2之光引擎，其中一由該孔徑(7)之一表面積(A_{exit})與該光引擎(1、2、3、4、5)之一總內表面積(A_{engine})之比率所界定之孔徑分率(f)較佳為 ≤ 0.15 ，更佳 ≤ 0.1 ，該總內表面積(A_{engine})包括該孔徑(7)之該表面積(A_{exit})。
 14. 一種汽車光系統，其封圍有如前述請求項中任一項之光引擎(1、2、3、4、5)。