



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I576541 B

(45)公告日：中華民國 106 (2017) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：100100986

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 01 月 11 日

(51)Int. Cl. : F21V7/22 (2006.01)

(30)優先權：2010/01/11 美國 12/685,287

(71)申請人：奇異電器公司(美國) GENERAL ELECTRIC COMPANY (US)  
美國(72)發明人：艾倫 蓋瑞 R ALLEN, GARY R. (US)；威佛 史坦頓 E 二世 WEAVER,  
STANTON E., JR. (US)；穆德勒 R 史帝芬 MULDER, R. STEPHEN (CA)；杜  
狄克 大衛 C DUDIK, DAVID C. (US)；卡密斯基 馬克 E KAMINSKI, MARK E.  
(US)

(74)代理人：陳長文

(56)參考文獻：

TW	M344443	CN	1404564A
CN	1766409A	CN	101027794A
CN	101373049A	JP	2003-5677A
JP	2009-49239A	JP	2009-140778A
US	5174649	US	2009/0161356A1
US	2009/0296384A1		

審查人員：柯登才

申請專利範圍項數：32 項 圖式數：31 共 63 頁

(54)名稱

小型混光 LED 光機，具有窄光束及高演色性指標之白光 LED 燈

COMPACT LIGHT-MIXING LED LIGHT ENGINE AND WHITE LED LAMP WITH NARROW BEAM  
AND HIGH CRI USING SAME

(57)摘要

本發明揭示一種方向性燈，其包括：一光源；一光束形成光學系統，其經組態以將來自該光源之光形成為一光束；及一混光擴散器，其經配置以擴散該光束。該光源、光束形成光學系統及混光擴散器固定至一起作為一單一燈。該光束形成光學系統包含：一集光反射器，其具有接收來自該光源之光的一入口孔隙及比該入口孔隙大的一出口孔隙；及一透鏡，其安置於該集光反射鏡之該出口孔隙處，該光源定位在沿著該光束形成光學系統之一光軸上距該透鏡之一距離處，該距離係於該透鏡之一焦距之正負百分之十之內。

A directional lamp comprises a light source, a beam forming optical system configured to form light from the light source into a light beam, and a light mixing diffuser arranged to diffuse the light beam. The light source, beam forming optical system, and light mixing diffuser are secured together as a unitary lamp. The beam forming optical system includes: a collecting reflector having an entrance aperture receiving light from the light source and an exit aperture that is larger than the entrance aperture, and a lens disposed at the exit aperture of the collecting reflector, the light source being positioned along an optical axis of the beam

forming optical system at a distance from the lens that is within plus or minus ten percent of a focal length of the lens.

指定代表圖：

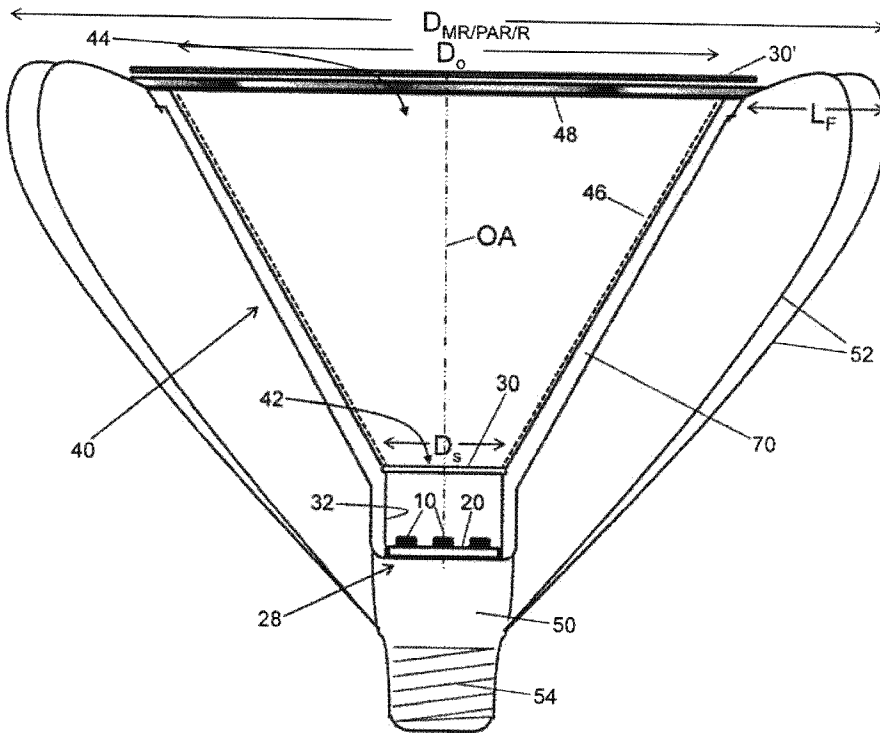


圖 23

符號簡單說明：

- 10 . . . 發光二極體  
器件/LED 器件
- 20 . . . (平面)反射  
性表面
- 28 . . . 平面光源
- 30 . . . 擴散器/擴散  
元件
- 30' . . . 擴散器/擴散  
元件
- 32 . . . (反射性)側  
壁
- 40 . . . 光束形成光  
學器件
- 42 . . . (入口)孔隙
- 44 . . . (出口)孔隙
- 46 . . . 圓錐形(光集  
光)反射器/反射器
- 48 . . . (菲涅爾)透  
鏡/成像透鏡
- 50 . . . 散熱器本體
- 52 . . . 散熱鰭片
- 54 . . . 螺紋 Edison  
基座
- 70 . . . 圓錐形成型  
器/圓錐形散熱結構
- $D_0$  . . . 直徑
- $D_s$  . . . 直徑

## 發明專利說明書

105年9月26日修(更)正替換頁

中文說明書替換本(105年9月26日)

(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：100100986

※ 申請日：100年1月11日

※IPC 分類：F21V 7/22 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

小型混光LED光機，具有窄光束及高演色性指標之白光LED燈  
COMPACT LIGHT-MIXING LED LIGHT ENGINE AND WHITE LED  
LAMP WITH NARROW BEAM AND HIGH CRI USING SAME

## 二、中文發明摘要：

本發明揭示一種方向性燈，其包括：一光源；一光束形成光學系統，其經組態以將來自該光源之光形成為一光束；及一混光擴散器，其經配置以擴散該光束。該光源、光束形成光學系統及混光擴散器固定至一起作為一單一燈。該光束形成光學系統包含：一集光反射器，其具有接收來自該光源之光的一入口孔隙及比該入口孔隙大的一出口孔隙；及一透鏡，其安置於該集光反射鏡之該出口孔隙處，該光源定位在沿著該光束形成光學系統之一光軸上距該透鏡的一距離處，該距離係於該透鏡之一焦距之正負百分之十之內。

105年9月26日修(更)正替換頁

### 三、英文發明摘要：

A directional lamp comprises a light source, a beam forming optical system configured to form light from the light source into a light beam, and a light mixing diffuser arranged to diffuse the light beam. The light source, beam forming optical system, and light mixing diffuser are secured together as a unitary lamp. The beam forming optical system includes: a collecting reflector having an entrance aperture receiving light from the light source and an exit aperture that is larger than the entrance aperture, and a lens disposed at the exit aperture of the collecting reflector, the light source being positioned along an optical axis of the beam forming optical system at a distance from the lens that is within plus or minus ten percent of a focal length of the lens.

#### 四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 ( 23 ) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

10	發光二極體器件/LED器件
20	(平面)反射性表面
28	平面光源
30	擴散器/擴散元件
30'	擴散器/擴散元件
32	(反射性)側壁
40	光束形成光學器件
42	(入口)孔隙
44	(出口)孔隙
46	圓錐形(光集光)反射器/反射器
48	(菲涅爾)透鏡/成像透鏡
50	散熱器本體
52	散熱鰭片
54	螺紋Edison基座
70	圓錐形成型器/圓錐形散熱結構
$D_0$	直徑
$D_s$	直徑

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)

## 六、發明說明：

### 【先前技術】

下文係關於照明技術、發光技術、固態發光技術及相關技術。

白熾燈及鹵素燈習知地用作全向性及方向性光源兩者。一方向性燈由美國能源部在其對於一體式LED燈之Energy Star Eligibility準則(草案3)中定義，因為一燈使其至少80%之光輸出在120度的一錐角內(強度之半峰全幅值，FWHM)。其可具有寬光束圖案(泛光燈)或窄光束圖案(例如，聚光燈)，例如具有特徵為一FWHM $<20^{\circ}$ 的一光束強度分佈，其中一些燈標準經指定用於小至 $6^{\circ}$ 至 $10^{\circ}$ FWHM的角度。白熾燈及鹵素燈組合具有高演色性指標(CRI)的此等期望之光束特性，以對於零售商品、住宅及醫院發光、藝術作品等等的顯示提供較好光源。對於在北美的商業應用，此等燈經設計以配合進入至一標準MR-x、PAR-x或R-x燈夾具中，其中「x」指示該夾具之外徑，以八分之一英寸為單位(例如，PAR38具有4.75"之燈直徑約120 mm)。在其他市場中具有一均等之標示術語。此等燈具有快速回應時間、輸出高光強度及具有較好CRI特性，尤其對於飽和紅色(例如R9 CRI參數)，但遭受較差效能及相對較短的燈壽命。然而對於更高的強度，係使用高強度放電(HID)燈，但由於在該燈開啟之後的暖機階段期間需要加熱液體及固體劑量而以減少回應時間作為代價，且通常亦減小色彩品質、更高的成本及減少燈之壽命約10k至20k小時。

儘管此等存在之MR/PAR/R聚光燈技術提供大致上可接受之效能，在效能上及/或色彩品質上之進一步的增強，及/或在製造成本上的減小，及/或增加牆上插座之能量效率及/或增加燈壽命及可靠性將為期望的。為此，已朝向發展固態發光技術而做出努力，諸如發光二極體(LED)器件技術。白熾聚光燈及鹵素聚光燈期望之特性包含：色彩品質；色彩均一性；光束控制；及低購置成本。不期望之特性包含：較差效能；較短壽命；產生過多熱及高壽命循環操作成本。

對於MR/PAR/R聚光燈應用，LED器件技術在替代白熾燈及鹵素燈上並不令人滿意。對於聚光燈，使用LED器件技術以同時達成較好色彩及較好光束控制兩者的一組合係較困難的。以LED為主的窄光束點發光已使用白光LED作為點光源，與適宜透鏡或其他準直光學器件耦合而達成。此類型之LED器件可製造為在一燈外殼中具有較窄的FWHM，該燈外殼與MR/PAR/R夾具之規範一致。然而，此等燈具有對應於該等白光LED之CRI特性的CRI特性，其在一些應用中係不令人滿意的。例如，此等LED器件通常產生小於30的R9值，及對於諸如產品顯示，劇院及博物館照明、飯店及住宅照明等等的聚光燈應用不可接受之約80至85的CRI(其中100之一值係理想的)。

另一方面，除了點發光以外的以LED為主的發光應用已藉由將白光LED器件與紅光LED器件組合而成功達成高CRI，該等紅光LED器件補償典型白光LED器件之紅色缺

乏光譜。例如參見 Van De Ven 等人之美國專利第 7,213,940 號。為確保來自該等白光及紅光 LED 器件之光的混合，利用一大面積擴散器，其包含紅光及白光 LED 器件之陣列。基於此技術之燈已提供較好的 CRI 特性，但由於大光束 FWHM 值（通常在  $100^\circ$  的數量級或更高），尚未產生點發光。

藉由使用一深（或長）混色腔，亦已達成在光束中之較好色彩品質、較好光束控制及均一照度及色彩的一組合，該腔提供該光的多重反射，或在該 LED 陣列與擴散器板之間的一較長距離，而代價係由於腔吸收性及燈大小增加而增加光損失。

亦已提出將此等技術組合。例如，Harbers 等人之美國公開申請案第 2009/0103296 A1 號揭示組合一混色腔，其由安裝於一延伸之平面基板上的一陣列之 LED 器件組成，該基板安裝於一複合拋物線集中器之小孔隙末端處。此等設計經計算以藉由使用足夠小之孔隙的一混色腔而理論上提供任意的小光束 FWHM。例如，在具有 120 mm 之一燈直徑的一 PAR 38 燈之情況中，理論上預知與一複合拋物線集中器耦合的 32 mm 直徑之一混色腔可提供  $30^\circ$  的一光束 FWHM。

然而，如 Harbers 等人所提到，該複合拋物線集中器設計趨向於較高。此對於一 MR 或 PAR 燈可能有問題，該 MR 或 PAR 燈具有由 MR/PAR/R 法規標準而賦予的一指定最大長度，以確保與現存 MR/PAR/R 燈插座的相容性。Harbers

等人亦提出使用一具有一截頂長度的截頂複合拋物線集中器以取代經模擬之複合拋物線反射鏡。然而，Harbers等人指示該截頂預期增加光束之角度。Harbers等人提出的另一方法係將該混色腔設計為透過使用一角錐體或圓頂形之中央反射器而部分向前準直。然而，此方法可能損及混色及因此該等CRI特性，且亦可負面地影響與該複合拋物線集中器之光學耦合，因為每一光線在側壁上彈回的次數及在色彩上及空間分佈上變得混合係大幅減少。

### 【發明內容】

在此揭示之作為說明性實例的一些實施例中，一方向性燈包括一光源；經組態以將來自該光源之光形成為一光束的一光束形成光學系統；及一混光擴散器，其經配置以擴散該光束。該光源、光束形成光學系統及混光擴散器固定至一起作為一單一燈。該光束形成光學系統包含：一集光反射器，其具有接收來自該光源之光的一入口孔隙，及比該入口孔隙大的一出口孔隙；及安置於該集光反射器之該出口孔隙處的一透鏡，該光源係定位在沿著該光束形成光學系統之一光軸上距該透鏡的一距離處，該距離係在該透鏡之一焦距之正負百分之十之內。

在此揭示之作為說明性實例的一些實施例中，一方向性燈包括：一光源；一透鏡，其經配置以將由該光源發射之光形成為沿著一光軸而引導的一光束，該光源以在該透鏡之一焦距之正負百分之十之內的一距離沿著該光軸與該透鏡隔開；及一反射器，其經配置以將來自該光源之錯過該

透鏡之光反射進入至該透鏡，以對該光束作用；其中該光源、透鏡及反射器固定至一起，作為一單一燈。

在此揭示之作為說明性實例的一些實施例中，一發光裝置包括：一混光腔，其包含一平面光源，該光源包括安置於一平面反射性表面上的一個或多個發光二極體(LED)器件；最大橫向尺寸L之一平面光透射及光散射擴散器，其經配置為與該平面光源平行，且與該平面光源隔開一間距S，其中比率S/L小於3，且反射性側壁將該平面光源之一周界與該擴散器之一周界連接。

#### 【實施方式】

本發明可採取多種組件及組件之配置及多種處理操作及處理操作之配置的形式。圖式僅出於繪示較佳之實施例的目的，且並不視作限制本發明。

在此揭示用於設計以LED為主之聚光燈的一方法，該方法提供一靈活設計範例，其可滿足致能改良至該光機之光學及熱接達的一系列MR/PAR/R燈或小型LED模組之無數設計參數。在此揭示之該等聚光燈利用一低外形的以LED為主的光源，其與光束形成光學器件光學耦合。該低外形之以LED為主的光源通常包含安置於一電路板或其他支撐件上的一個或多個LED器件，視需要在內部安置一低外形混光腔。在一些實施例中，一光擴散器安置於該混光腔之該出口孔隙處。在一些實施例中，該光擴散器緊密接近該LED陣列而安置，其中該低外形之以LED為主的光源有時在此稱為一藥盒，其中支撐該等LED器件的該電路板係該

藥盒之一「底部」，在該出口孔隙處之該光擴散器係該藥盒之「頂部」，且該藥盒之「側面」從該電路板之週邊延伸至該擴散器之週邊。為形成一混光腔，該電路板及該藥盒之側面較佳地為光反射性的。因為該藥盒具有低外形，其係約圓盤形的，且因此在此利用之該等以LED為主的光源有時亦稱為圓盤光源。在其他實施例中，該擴散器位於該光束路徑中之別處。例如，在一些實施例中，該擴散器位於該光束形成光學器件之外，以便於形成之光束上操作。揭示與一擴散器耦合之此配置，其經設計以操作於相對較窄之半峰全幅值(FWHM)的一光束上，以提供實質的優點。

此燈設計之一第一態樣拋棄修改一現存最佳光束形成光學器件組態的方法。相反地，在此揭示之方法係基於光學設計之首要原理。例如，在此顯示一照明之圓盤光源，其可由光束形成光學器件而最佳地控制，該光束形成光學器件滿足對於該圓盤光源之光展(etendue)及偏斜不變數之一組合。一個此設計利用包含一透鏡(例如，一菲涅爾透鏡或凸透鏡)的光束形成光學器件，其中該圓盤光源置於該透鏡焦點處，使得該圓盤光源以在無窮遠處「成像」，與一集光反射鏡耦合以捕獲否則將錯過該成像透鏡的光線。在一些變化實施例中，該圓盤光源置於一略微散焦之位置，例如沿著光軸在該焦距之正負10%之內。該散焦實際上在從該光束FWHM溢出之一些光之程度上產生較不完美的光束構成-然而，對於一些實際設計，此光溢出係在美

學上期望的。該散焦亦產生一些混光，其當該光源包含離散發光元件(例如，LED器件)及/或當此等離散發光元件為不同色彩或以別的方式具有有利混合的不同光輸出特性時係有利的。此外或替代地，可添加一混光擴散器以達成在該FWHM之外的一設計量之光溢出及/或在該光束內的一設計量之混光。

該光束之效能可由通常在遠場(通常考慮為以該燈之出口孔隙大小之至少5至10倍的一距離，或通常離開該燈約半米或更遠)中量測之若干特性而量化。下文的定義係各別對於峰值接近該光束之中央、該燈之光軸上的一光束圖案，其從該光軸向外移動至該光束之邊緣且超過邊緣而大致上減少強度。第一效能特性係最大光束強度，其稱為最大光束燭光(MBCP)，或因為該MBCP通常在該光軸處或接近該光軸處找到，其亦可稱為中央光束燭光(CBCP)。其量測光在該光束圖案之最大處或中央處經感知之亮度。第二係由半峰全幅值(FWHM)代表之光束寬度，其係該光束以等於該光束中之最大強度(該MBCP)之二分之一的一強度處之角寬度。與FWHM關聯的係光束流明，定義為自該光束之中央向外至具有該最大強度之二分之一的強度輪廓的流明之積分，即經積分至該光束之FWHM的流明。此外，若該整體流明之積分連續在該光束中向外至具有最大強度之10%的強度輪廓，則積分流明可稱為該燈之場流明。最後，若在該光束圖案中之所有流明經積分，結果稱為該燈之面流明，即，從該光束產生燈之面處發射之所有光。該

面流明通常約與總流明相同，如於一經積分球中量測到，因為通常除了通過該燈之輸出孔隙或面之外較少光或沒有光從該燈發射。

此外，可量化該光束中之強度分佈及色彩之均一性。下文中使用一習知圓柱座標系統以描述該MR/PAR/R燈，包含半徑 $r$ ，極角 $\theta$ ，及方位角 $\phi$ ，圓柱座標方向(見圖24A、圖24B及圖24C中描繪之圓柱座標系統，其中該燈包含一光機LE及光束形成光學器件BF，該光束形成光學器件包含一圓錐形反射器及透鏡)。雖然其在大致上大多數照明應用中較佳，即在該光束圖案中之光的強度峰值在軸上，且在強度上於該極角( $\theta$ )方向從軸單調遠離而下降，另一方面，在直角(方位角，或「 $\phi$ 」)方向上沒有強度變動係大致上較佳的，且貫穿該光束圖案的均一光色彩為亦係大致上較佳的。人眼通常可偵測超過約20%之強度不均一性。所以，儘管該光束強度在該極角 $\theta$ 之方向上減小，從軸上( $\theta=0$ )之100%至FWHM處的50%，至該光束之「邊緣」處之10%，至超過該光束之邊緣的零強度，該強度應較佳地包含在繞該方位角( $\phi$ )方向小於 $\pm 20\%$ 之一範圍內，其於該光束內的一給定極角輪廓處。再者，人眼可通常認出超過1931 ccx-ccy中或1976 u'-v' CIE色彩座標中約0.005至0.010的色彩差異，或在對於2700 K至6000 K之範圍內的CCT在CCT中約100 K至200 K的色彩差異。所以，貫穿該光束圖案之色彩均一性應包含於約 $Du'v'$ 或 $Dxy$ 之 $\pm 0.005$ 至0.010之一範圍內，或等於從該光束之平均CCT之 $\pm 100$  K至

200 K，或更少。

一般而言，對於至該燈的一給定電輸入，期望最大化該光束中之光的面流明(總流明)。總面流明(積分球形量測)對至該燈的電輸入功率之比率係以流明每瓦特(LPW)為單位的效能。為最大化該燈之效能，已知(參見 Roland Winston 等人撰寫之 Non-Imaging Optics，Elsevier Academic Press，2005，第11頁)已知為光展(亦稱為「外延(extent)」或「接受度」或「拉格朗日(Lagrange)不變數」或「光學不變數」)的光學參數應匹配於該光源(諸如在一白熾燈情況中之燈絲，或在一弧光燈之情況中之弧，或在以LED為主的一燈之情況中之該LED器件等等)與該燈之該輸出孔隙(通常附接至一反射鏡之敞開面的透鏡或蓋玻璃，或一折射性、反射性或繞射性光束形成光學器件之輸出面)之間。該光展(E)定義為大約該孔隙(光通過該孔隙(垂直於其傳播方向))之表面積(A)乘以立體角( $\Omega$ )(光經該立體角而傳播)， $E=A\Omega$ 。光展量化在面積及角度中光如何「展開」。

大多數習知光源可由一右圓形圓柱粗略地近似，該右圓形圓柱具有從該圓柱(例如，一白熾燈絲或鹵素燈絲，或一HID或螢光燈弧，等等)之表面發射的均一照度，且該源之光展(該光學系統之該入口孔隙)由 $E=A_s\Omega_s$ 近似，其中 $A_s$ 係該源圓柱之表面積( $A_s=\pi RL$ ，其中 $R$ =半徑， $L$ =長度)，且 $\Omega$ 通常係 $4\pi(12.56)$ 球面度之一大分率，通常 $\sim 10$  sr，意味著該光幾乎均一地在所有方向上輻射。一更好的近似可

為該光以一朗伯 (Lambertian) 強度分佈輻射，或所發射之光可由一實際上量測到空間及角度之6維分佈函數表示，但一均一分佈係說明性的。例如，具有  $R=0.7 \text{ mm}$ ， $L=5 \text{ mm}$ ，及  $\Omega=10 \text{ sr}$  的一典型鹵素線圈具有一光展  $E_s \sim 100 \text{ mm}^2\text{-sr} \sim 1 \text{ cm}^2\text{-sr}$ 。類似地，具有  $R=1 \text{ mm}$  及  $L=3.5 \text{ mm}$  的一 HID 弧亦具有  $E_s \sim 100 \text{ mm}^2\text{-sr} \sim 1 \text{ cm}^2\text{-sr}$ ，即使該線圈與該弧之形狀不同，且即使該 HID 弧可發射比該鹵素線圈多許多倍的流明。該光展係該光源在空間及角度尺度兩者上的「光學外延」或大小。該光展不應與該光源之「亮度」或「照度」混淆-照度係說明該光源之光學外延及光量(流明)兩者的一不同定量的測量。

在一方向性反射器燈之輸出面之情況中，該出口孔隙可近似為具有通過其之均一照度的一圓形圓盤，且該光展近似為  $E=A_o\Omega_o$ ，其中  $A_o$  係該圓盤之面積 ( $\pi R_o^2$ ，其中  $R_o$ =半徑)，且  $\Omega_o$  通常係  $2\pi$  球面度之一小分率，特徵為該光之光束之一半角度， $\theta_o = \text{FWHM}/2 = \text{HWHM}$  (半高半寬)，其中  $\Omega_o = 2\pi(1 - \cos(\theta_o))$ ，例如，對於  $\theta_o = 90^\circ$ ， $\Omega_o = 2\pi$ ；對於  $\theta_o = 60^\circ$ ， $\Omega_o = \pi$ ；對於  $\theta_o = 30^\circ$ ， $\Omega_o = 0.84$ ；對於  $\theta_o = 10^\circ$ ， $\Omega_o = 0.10$ 。

隨著光通過任意給定光學系統而傳播，該光展可僅增加或保持恆定，因此具有術語「光學不變數」。在一無損失及無散射之光學系統中，該光展將保持恆定，但在任何顯示光之散射或擴散之真實光學系統中，該光展通常隨光傳播通過該系統而變大。光展之不變數係對於一熱力學系統中熵(或隨機性)守恆之一光學類比。無法使  $E=A\Omega$  隨著光傳

播通過一光學系統而變小之陳述，意味著為減小該光分佈之立體角，必須增加光通過之孔隙。相應地，從具有一輸出孔隙  $A_o$  的一方向性燈發射之最小光束角給出為  $E_o = A_o \Omega_o = A_s \Omega_s = E_s$ 。重新配置且代入  $\Omega_o = 2\pi(1 - \cos(\theta_o))$ ，產生  $\cos(\theta_o) = 1 - \frac{E_s}{2\pi A_o}$ 。對於  $\theta_o \ll 1$  弧度(即，對於  $\theta_o \ll 57^\circ$ )，該餘弦函數可近似為  $\cos(\theta_o) \cong 1 - \theta^2$ ，其中  $\theta$  以弧度表達。將上文之表式組合，產生下述輸出光束半角  $\theta_o$ ：

$$\theta_o \cong \sqrt{\frac{\Omega_s A_s}{2\pi A_o}} = \sqrt{\frac{E_s}{2\pi A_o}} \quad (1)。$$

將方程式(1)之半角  $\theta_o$  加倍，產生該光束 FWHM。

例如在具有一圓形輸出孔隙之一 PAR38 燈之情況中，在該燈之面處的最大光學孔隙之面積由該燈面之直徑 = 4.75" = 12 cm 而決定，所以最大可允許  $A_o$  係 114 cm<sup>2</sup>。對於上文給出之一鹵素線圈或一 HID 弧的光展實例，則從由具有  $E_s \sim 1$  cm<sup>2</sup>-sr 之一光源驅動之一 PAR38 燈的該最小可能半角  $\theta_o$  為  $\theta_o = \sim 0.053 \sim 3.0^\circ$ ，所以該光束之該 FWHM 將為  $6.0^\circ$ 。在實踐中，在 PAR38 燈中可用之最窄光束通常具有 FWHM  $\sim 6^\circ$  至  $10^\circ$ 。若使在該燈之面處可用的孔隙(即，該透鏡或蓋玻璃)較小，則該光束角將與該面孔隙之直徑上之縮減成比例地變大，如依方程式(1)。

在一燈具有直徑  $D_o$  之一圓形面孔隙及一光源係直徑  $D_s$  之一平坦圓盤之情況中，該光束之輸出半角  $\theta_o$  由方程式(1)根據以下而給出：

$$\begin{aligned}
 \theta_o &\cong \sqrt{\frac{E_s}{2\pi A_o}} = \sqrt{\frac{\Omega_s A_s}{2\pi A_o}} \\
 &= \frac{D_s}{D_o} \sqrt{\frac{\Omega_s}{2\pi}} = \frac{D_s}{D_o} \sqrt{\frac{2\pi(1-\cos(\theta_s))}{2\pi}} = \frac{D_s}{D_o} \sqrt{1-\cos\theta_s} \quad (2) \\
 &\cong \frac{D_s}{D_o} \theta_s
 \end{aligned}$$

為在使用LED器件或習知白熾光源、鹵素光源或弧光源之一燈中提供一較窄點光束，該光源應具有一較小光展。在實踐中，包括一單一LED晶片的一LED器件通常具有線性尺寸~0.5 mm至2.0 mm ( $A_s \sim 0.25 \text{ mm}^2$ 至 $4.0 \text{ mm}^2$ )的一正方形發光面積，提供一粗略的朗伯強度分佈 ( $\Omega_s \sim \pi$ ) 的一選用囊封，及通常具有約 $1 \text{ mm}^2\text{-sr}$ 至 $10 \text{ mm}^2\text{-sr}$ 之較小光展的選用波長轉換磷光體，使得藉由對於每一LED器件提供一較小、分開光束形成光學器件，可產生一窄光束。若需要額外光，則可添加額外LED器件，每個具有一分開光學器件。此係對於達成窄光束LED燈的一已知設計方法。此方法之一問題為來自個別LED器件的光並不充分混合。在可市購之LED PAR/MR燈中，此設計方法通常導致相對較差之色彩品質(例如，較差的CRI)，因為該等個別LED通常限於CRI~85或更小。此設計方法的另一問題係該光束形成光學器件通常僅具有80%至90%之效率，所以該系統之光學效率與其他光耦合損失一起係通常~60%至80%。

若期望將多個LED器件之光輸出組合成為一單一光束，以將該等個別LED器件之色彩混合成為具有均一照度及色彩的一均勻光源，以增加該光束之CRI或一些其他色彩品質，則可利用一混光LED光機。一混光LED光機通常包含

安置於一混光腔內的複數個LED器件。藉由將該混光腔製造地較大且高度反射性，且將該等LED器件在該混光腔內間隔開，可使該光經歷多重反射，以便將來自該等間隔開之LED器件的光混合。此設計方法的一可市購實例係Cree LLF LR6向下式照明器LED燈。其提供具有FWHM~110°的CRI~92。除無法建立一點光束之外，此設計方法亦遭受該混光腔室內光的每一反射或散射之至少~5%的光學損失。為該光之色彩及發光度的完全混合，會利用若干反射，所以該系統光學效率通常<90%。

一混光LED光機之光展通常大體上大於該等個別LED之光展的總和。由於在個別LED發射體之間之間距(其應足以避免阻塞來自鄰近LED發射體之光)及由於在該混光腔內的光散射，光展增加。例如，若一陣列之正方形LED晶片，每個為 $1.0 \times 1.0 \text{ mm}^2$ 的晶片以鄰近LED晶片之間 $1.0 \text{ mm}$ 之間距而構造，則每一LED晶片佔用之有效面積從 $1 \text{ mm}^2$ 增加至 $4 \text{ mm}^2$ ，且該燈之最小可允許光束角根據方程式(2)中之(效率) $D_s$ 之增加而增加一倍數2。由該混光腔提供之該混光亦可增加該光機之總光展，因為該光展可僅隨著該光傳播通過一光學系統而增加或保持相同。所以，將來自個別LED之光混合成為一均勻、均一單一光源大致上增加該燈的最小可達成光束角。基於此等觀察，在此已認識到為提供來自包含複數個LED器件之一混光LED光機的一窄點光束，期望將該光機之面積( $A_s$ )最小化。若一燈使用一混色LED光機而構造，則該燈孔隙之光展亦應與該LED光機之

光展匹配。此等設計約束基於面流明而確保利用一混色LED光機的方向性LED燈之效率最大化。

在此進一步認識到，為基於光束流明而最大化該燈之效能，除基於面流明而最大化效能之外，對於具有圍繞一光軸旋轉對稱的任何反射器，亦必須匹配另一光學不變數，該LED光機之旋轉偏斜不變數與該燈孔隙之旋轉偏斜不變數。該旋轉偏斜不變數 $s$ 對於一給定光線由下式定義：

$$s = nr_{\min} \sin(\gamma) \quad (3)。$$

其中 $n$ 係其中傳播該光線之媒體的折射率， $r_{\min}$ 係在該光線與該燈或該光學系統之光軸之間的最短距離，且 $\gamma$ 係該光線與該光軸之間之角度(參見Roland Winston等人撰寫之Non-Imaging Optics, Elsevier Academic Press, 2005年, 第237頁)。偏斜不變性係對一機械系統中之角動量之守恆的一光學類比。類似於其中能量及動量兩者必須守恆且熵可能不在一機械系統之運動中減小的該機械系統，在一光學系統中，光展及旋轉偏斜兩者的守恆在通過一旋轉對稱之光學系統的任何損失較少的光線傳播中係需要的。藉由在方程式(3)中 $r_{\min}$ 係0，通過該燈之該光軸之任何光線之偏斜係0。穿過該光軸之光線已知為子午光線。並不穿過該光軸之光線具有非零偏斜。即使此等光線可通過在該透鏡或面板處之該出口孔隙從該燈中離開，取決於該源(該入口孔隙)之偏斜與該燈之出口孔隙之偏斜多充分匹配，其可能或可能不包含於該光束流明中。

經控制之光(將該面流明及光束流明兩者之效率最大化)

通過一圓盤輸出孔隙(諸如一MR/PAR/R燈之輸出面)之最佳光學效率可藉由使用一圓盤光源而達成，使得該圓盤源(入口孔隙)之光展及偏斜不變數兩者與該燈出口孔隙匹配。除一圓盤之外的任何源幾何形狀(僅將該源之光展與該燈之輸出孔隙匹配，不考慮偏斜不變數，如在鹵素燈及HID燈之傳統設計中所完成)可通過該輸出孔隙而引導最大可能量的光，但並不同時滿足該偏斜不變數之該光之分率將不包含於該光束之經控制部分中，且將以大於該控制之光束的角度而發射。更大致而言，通過一給定幾何形狀之一輸出孔隙之經控制之光的最佳光學效率可藉由使用一光源而達成，該光源之光發射面積具有與該輸出孔隙相同的幾何形狀。例如，若該光輸出孔隙具有長寬比 $a/b$ 的一矩形幾何形狀，則通過該矩形輸出孔隙之經控制之光的最佳光學效率可藉由使用具有長寬比 $a/b$ 之矩形光發射面積之一光源而達成。如另一實例中已注意到，對於係圓盤形之一光輸出孔隙，通過該輸出孔隙之經控制之光的該最佳光學效率可藉由使用具有圓盤幾何形狀之一光發射面積之一光源而達成。如在此使用，應理解，該光發射面積幾何形狀可為離散的-例如，一圓盤光源可包括一光反射性圓盤形之電路板，其具有橫跨該圓盤形電路板而分佈的一個或多個(離散)LED器件(例如，參見圖1至圖15，及圖16至圖18，例如具有定義多邊形或矩形光發射面積幾何形狀之離散光源的光源)。

因此，在此認識到藉由滿足兩個光學不變數-光展及偏

斜-該燈之輸出光束各別對於總效能(面流明)及光束效能(光束流明)兩者而最佳化。達成此的一方式是利用一圓盤光源及一光束形成光學系統，其將該圓盤光源在無窮遠處「成像」。更大致而言，對於此光展-及-偏斜匹配條件之一較好近似係可對於一略微散焦之條件達成的。例如，若「成像」光束形成光學系統包含一透鏡，且藉由將該圓盤光源精確地置於該成像透鏡之焦點處而將在無窮遠處提供成像，則藉由將該圓盤光源置於靠近該透鏡之該焦點位置的一散焦位置(例如在該焦距之正或負10%之內)中，可達成保持完美的光展-及-偏斜匹配之大多數優點的一幾乎光展-及-偏斜匹配的條件。

由於該偏斜不變數，從一桿形光源處不可能達成最佳光束效能。因為一白熾線圈或HID弧係一近似桿形光源，因而斷定由於該偏斜不變性，在一白熾燈或HID燈中不可能達成最佳的光束效能。在實踐中，由一有限長度之旋轉對稱光學系統之一桿形光源形成之光束通常具有該光束之FWHM之外的一相對較寬的光分佈。從白熾光源及HID光源處獲得之平滑光束邊緣通常係期望的，但在許多點光束應用中，該光束之邊緣無法足夠好地控制，且在該光束之邊緣之外範圍中浪費過多流明，以光束流明及CBCP為代價。相反地，在具有光展及偏斜與該圓盤形燈孔隙之光展及偏斜匹配的一圓盤形光源之情況中，能夠建立具有基本上所有面流明包含於該光束中的一光束，所以較少或沒有光落在該光束FWHM之外。若此陡峭的光束圖案對於一特

105年9月26日修(更)正替換頁

定應用並不符合需要，則該光束邊緣可藉由散射或重定向一精確控制量的光離開該光束進入至該光束圖案之邊緣而平滑化，無須浪費該光束圖案之較遠邊緣處的流明。此可例如藉由在該光路徑中添加一擴散或散射元件而完成，或藉由不完美地將該圓盤光源用該光學系統成像(即，散焦)。以此方式，面流明及光束流明兩者可獨立地最佳化，以建立恰好期望的光束圖案。

在此認識到該偏斜不變性在一二維光源之情況中(例如具有一圓形或圓盤孔隙)係一有用的設計參數。有利地，一二維圓盤源可理想地匹配於一反射性燈的一二維出口孔隙，以便提供該面流明及該光束流明兩者之最大效能。此係因為此一燈幾何形狀可經設計以具有匹配偏斜及光展不變數的入口及出口孔隙，以便提供各別對於總效能(面流明)及光束效能(光束流明)兩者而最佳化的一輸出光束。使用於所揭示之方向性燈中之適宜「圓盤形」光源的一些其他實例揭示於Aanegola等人之美國專利第7,224,000號中，其揭示在一電路板上包含LED器件且進一步包含遮蓋該等LED器件的一磷光體塗佈之半球形圓頂的光源。此等光源具有類似於一理想圓盤(或其他延伸之光發射面積)光源的發射特性，例如，具有一朗伯發射分佈或具有一大發射FWHM角的其他發射分佈。

此外，在方程式(2)中給出之該光展匹配準則及方程式(3)中給出之該偏斜匹配準則顯示該光束形成光學列中之長度並非最佳化中的一參數。即，在該光束形成光學器件之

整體長度上沒有賦予約束。確實，唯一的長度約束係形成該光束的該光學元件之焦距，其對於一菲涅爾透鏡或凸透鏡通常可比擬輸出孔隙大小。例如，在具有一燈直徑  $D_{PAR} \sim 120$  mm 及一出口孔隙  $D_o \sim 80$  mm 的一 PAR38 燈之情況中，則可選擇諸如具有一焦距  $f \sim 80$  mm 之菲涅爾透鏡或凸透鏡的一成像透鏡。若該成像透鏡以一距離  $S_1$  遠離該圓盤光源而置於該燈之該出口孔隙處，則該光源之一影像將以一距離  $S_2$  形成於該透鏡之後，其由透鏡方程式  $\frac{1}{f} = \frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2}$  給出。對於  $f = S_1$  的特殊情況，其中從該光源至該透鏡的距離等於該透鏡之焦距，則從該透鏡至由該透鏡建立之光源之影像的距離係  $S_2 = \infty$ 。若該光源係具有均一照度及色彩的一圓形圓盤，則在無窮遠處之該影像將為具有均一照度及色彩的一圓形光束圖案。在實踐中，在無窮遠處之該光束圖案係幾乎與該光學遠場中的光束圖案相同，以遠離該燈至少  $5f$  或  $10f$  的距離，或在一 PAR38 燈的情況中，至少約  $1/2$  米至  $1$  米遠或更遠。若該透鏡略微地散焦，使得  $\frac{S_1}{f} \cong 0.9 - 1.1$ ，則在無窮遠處或在該遠場中之光束圖案將被散焦或平滑，使得在該光束之邊緣處的照度將會遠離該光束之中央而平穩且單調地減小，且在該光束圖案中之任意離散的不均一性將被平滑，例如由於該等個別 LED 之離散性。該透鏡可從其焦點位置移動至更接近該光源的一位置，或遠離該光源，且用任一方式，該平滑效果將為類似的。將該透鏡移動至更接近該光源有利地實現一更小型的燈。若該透鏡以一較大量散焦，例如  $\frac{S_1}{f} < 0.9$  或  $\frac{S_1}{f} > 1.1$ ，則光之一實質量投射

10/26  
年 9 月 日修(更)正替換頁

於該光束之該FWHM之外，進入至該光束邊緣中，使得該CBCP不期望的減小，且FWHM不期望地增加。該等光束邊緣期望的略微平滑及不均一性亦可使用該光學路徑中一較弱的散射擴散器而達成，或藉由將一較弱散射擴散器與一略微散焦之透鏡的效果組合。

然而此外，若用作該圓盤源的該混光LED光機具有比得上該輸出光束中期望之色彩及照度上之均一性，則在該圓盤源外部不需要額外的光混合，使得光束形成光學器件亦可具有最高可能之效率。該光束形成光學器件可使用簡單的光學組件而構造，諸如一圓錐形反射器、菲涅爾透鏡或簡單透鏡，等等。

若在該圓盤源處期望的色彩及照度均一性可用光線與混光表面之一較小數目之交互作用(反射或透射)及在每一交互作用中之較低吸收損失而獲得，則該圓盤源之光學效率亦將為較高(參見圖19至圖22及在此相關的文字)。即，與該光束形成光學器件中之高輸出量效率耦合，導致該燈或照明器件之高整體光學效率。在一變化方法中，若在該等LED之平面處的色彩及照度之不均一性可由一高效率的單程擴散器而在該燈之該輸出孔隙處混合，則該燈之該整體效率可進一步明顯增強。結果，該光源可經組態以滿足MR/PAR/R設計參數，同時達成對於一期望之光束FWHM及光出口孔隙大小的最佳光束控制及光學效率。該混光可在環繞該等LED的一小圓盤形之封閉體中完成，或在該光束形成光學器件中，或在超過該光束形成光學器件的一位

置處(例如,由位於該光束形成光學器件之外的一單程混光擴散器)。此設計方法亦致能使用增強製造力的簡單化光束形成光學器件,諸如利用一圓錐形反射器/菲涅爾透鏡組合的一說明性設計,其中該圓錐形反射器視需要由一片高度反射性之可撓性平面反射器材料、一塗佈之鋁片或其他反射性片而構造。

在一些揭示之設計中,一混光LED光機(例如,圖19至圖22)提供來自複數個LED器件之光的混合,以達成期望之色彩特性。在一些此等實施例中,該圓盤形光機包含接近該等LED的一擴散器,以提供大多數或所有混色。結果,可使該圓盤光源之深度(或長度)較小,導致容易符合由該MR/PAR/R標準所賦予之幾何設計約束的一較低長寬比。在一些此等實施例中,從該低外形混色腔室中離開的大部分光在該圓盤腔室內沒有反射或至多少許反射,因此藉由減少光線交互作用(反射或透射)損失而使得該光機有效率。在一些其他實施例中(例如,圖24C),該光未混合地從該等LED之平面中離開,且主要由該光學系統內(但遠離該等LED)的一單程擴散器散射或擴散光而混合,使得由該擴散器背向散射的大部分光並不回到該等LED之平面,以減少由該LED平面處之吸收所致之光損失。若該光束形成光學器件(該圓錐形或成形的反射器)之反射係數非常高(例如 $>90\%$ 或更佳地 $>95\%$ ),則此一實施例係尤其有利的。亦應瞭解,該等揭示之低外形混光LED光機(諸如圖19至圖22中所顯示的混光LED光機)在用於顯示及商品或住宅發光應

用等等的方向性燈中係有用的，但更大致而言，可在可用一低外形均一照明之圓盤光源的任何地方應用，諸如櫥櫃內之環境發光中，一般的照明應用，發光模組應用，等等，或在一小型及重量與較好的光束控制及較好色彩品質組合係重要的任意燈或發光系統中。在此揭示之多種實施例中，該發光強度及色彩之空間及角度不均一性由該光之一單一通過一高效率光擴散器而混合至一足夠均一的分佈，諸如由Luminit, LLC生產之具有85%至92%之可見光透射的光成形擴散器材料，其取決於材料的選擇提供 $1^{\circ}$ 至 $80^{\circ}$ FWHM之透射光的擴散。在一些其他實施例中，該光擴散器可依點刻該透鏡或該擴散器之表面的形式，如使用於習知PAR及MR燈之設計中。

在一些揭示之實施例中，該擴散元件並不位於接近該等LED器件，但相反地位於該光束形成光學系統之該菲涅爾透鏡之外。為達成該圓盤光源在無窮遠處的成像(可能略微散焦)，該菲涅爾透鏡之焦點在該LED晶粒平面上或接近該LED晶粒之平面。為獲得適當混光，僅位於該藥盒之前方的一單一擴散器應提供大量擴散。即使該藥盒用較低吸收性材料構造，適當混光可涉及在光從該擴散器離開之前該藥盒內的多重反射，此繼而減小效率。隨著在該藥盒的擴散減少，效率增加但混色減少。當該擴散器從該藥盒處移除時，效率可增強，且該方向性燈之集光反射器延伸至該LED晶粒位準，因此減小或消除該藥盒之側壁之長度。然而，因為在該藥盒之該出口孔隙處沒有擴散器，由該方

向性燈之該光束形成光學系統形成成為一光束的光並不混合或僅部分混合。為提供額外混光，一光形成擴散器適宜地置於距該LED晶粒平面之末梢，例如接近或超過該光束形成光學系統之該出口孔隙。若該擴散器超過該光束形成光學系統之該出口孔隙，則因為入射於該擴散器的光線係大體上由該光束形成光學器件準直之形成光束，該擴散器可經選擇為經設計以對於一準直光束以高效率(~92%，或更佳地>95%，或甚至更佳地>98%)操作。減少數目的反射連同最佳擴散器效率導致整體光學效率(>90%)中之明顯增加。

該等揭示之方向性燈之設計的另一態樣係關於散熱器。在此揭示之光學設計實現：(i)對於一給定光束角度，待在大小上減小該光束形成光學器件之出口孔隙；及(ii)包含該圓盤(或其他延伸光發射面積)光源及該光束形成光學器件之該燈的長度大體上減小，同時提供充分的混光。後者之優點源自光束形成光學器件上對長度約束的減少，及該光源之低外形。因為此等優點，可用一散熱器環繞大體上整個燈總成，包含光束形成光學器件，該散熱器包含環繞光束形成光學器件的鰭片，同時提供較好的光束控制、較高光學效率及該光束中充分混色。所得之較大散熱器表面積之一增效優點為改良之熱驅散實現一較小直徑低外形圓盤光源的設計，此繼而實現該光束FWHM中的進一步縮減。

該等揭示之設計實現符合該等MR/PAR/R標準之嚴格大

105年9月26日修(更)正替換頁

小、長寬比及光束FWHM約束的燈的構造，如在此由實際縮減的報告而證實，以實踐使用在此揭示之設計技術而構造的以LED為主之方向性燈。實際上構造之方向性燈符合該MR/PAR/R標準且提供極佳CRI特性兩者。此外，該等揭示之設計技術提供對於較大或較小燈大小及光束寬度的主要比例縮放，同時仍符合該MR/PAR/R標準，實現不同大小及光束寬度之一系列MR/PAR/R燈的合宜發展。

參考圖1至圖15，在此揭示之一些發光裝置實施例利用包含一平面光源的一混光腔。如圖1至圖15中所顯示，該平面光源包含安置於一平面反射性表面20上的一個或多個發光二極體(LED)器件10、12、14。繪示於圖1至圖15之該等實施例中的該平面反射性表面20具有一圓形周界，且可例如為一印刷電路板(PCB)，金屬芯印刷電路板(MC-PCB)或其他支撐件。圖1至圖9繪示小LED器件10的多種配置。圖10繪示四個大LED器件14的一配置。圖11至圖12分別繪示五個中等大小之LED器件12及四個中等大小之LED器件12之配置。圖13及圖14繪示中等及大LED器件12及14之配置。在混色實施例中，該等不同LED器件12、14可為不同類型-例如，該等中等LED器件12可為藍綠光LED器件，而該等大LED器件14可為紅光LED器件，或反之亦然，該藍綠色及紅色光譜經選擇以當由在此所描述之一較強擴散器混色時提供白光。儘管在圖13及圖14中，該等不同類型(例如，不同色彩)之LED器件12、14具有不同大小，亦預期不同類型之該等LED器件具有相同大小。如圖15中所顯

示，然而在其他實施例中，一個或多個LED器件之圖案可包含少至一單一LED器件，諸如所繪示之單一大LED器件，在圖15中經由實例而顯示。

參考圖16至圖18，在該光源之其他變化實施例中，該平面反射性表面具有除圓形之外的一周界。圖16經由實例繪示安置於具有一多邊形(更特定言之，為六邊形)周界之一平面反射性表面22上的三個大LED器件14。圖17經由實例繪示安置於具有六邊形周界之該平面反射性表面22上的七個小LED器件10。圖18經由實例繪示安置於具有一矩形周界之一平面反射性表面24上的五個中等大小之LED器件12。

如在此所使用，術語「LED器件」應理解為涵蓋無機或有機LED的裸半導體晶片，無機或有機LED之囊封半導體晶片，其中LED晶片安裝於一個或多個中間元件上的LED晶片「封裝」，該等中間元件諸如一子基板、一引線框、一表面安裝支撐件等等，包含用一囊封件或不用一囊封件塗佈之一波長轉換磷光體的無機或有機LED之半導體晶片(例如，用一黃色、白色、琥珀色、綠色、橙色、紅色或其他磷光體塗佈的一紫外線或紫光或藍光LED晶片，其經設計以協作產生白光)，多個晶片之無機或有機LED器件(例如，包含分別發射紅色、綠色及藍色光及可能地發射其他色彩的光之三個LED晶片之一白光LED器件，以便共同地產生白光)等等。在混色實施例之情況中，每一色彩之LED器件之數目經選擇使得該混色強度具有期望之組合

光譜。經由實例，在圖 13 中，該大 LED 器件 14 可經選擇以發射紅光，且該等 LED 器件 12 可經選擇以發射帶藍色的光或藍綠光或白光，且 9 個 LED 器件 12 及僅一個 LED 器件 14 的選擇可適宜地反映對比於該等 LED 器件 12，該 LED 器件 14 的一大體上高強度輸出，使得該混色輸出係具有期望之光譜分佈的白光。

參考圖 19 及圖 20，一藥盒圓盤之一說明性實施例包含接近於該等 LED 的一低外形混光腔。如圖 7 中所顯示之一平面光源 28 形成該藥盒之「底部」，且最大橫向尺寸 L 之一平面光透射性及光散射性擴散器 30 經配置為平行於該平面光源，且與該平面光源 28 隔開一間距 S，以形成該藥盒之「頂部」。反射性側壁 32 將該平面光源 28 的一周界與該擴散器 30 的一周界連接。在一些實施例中，該擴散器 30 被省略，有利於位於該菲涅爾透鏡之外部或別處的一擴散器，作為光束形成光學器件之部分-在此等實施例中，該等反射性側壁 32 可終止於光束形成光學器件處且定義其一入口孔隙，或該反射性側壁可保留以定義該入口孔隙。在圖 19 及圖 20 中，該等反射性側壁 32 未實際顯示，以揭露內部組件。此外，應理解，內部側壁(即，面對該混光腔內的側壁)係反射性的-外部側壁可能或可能不為反射性的。因此，一反射性腔由該平面光源 28 之反射性表面 20 及該等反射性側壁 32 而定義。此反射性腔具有填充其出口孔隙之擴散器 30-換句話說，光從該反射性腔經由該擴散器 30 而離開。圖 19 顯示組裝之混光腔，其包含安置於該反射性腔之

該出口孔隙上且填充該反射性腔之該出口孔隙的該擴散器30，而圖20顯示移除該擴散器30的該反射性腔，以揭露該反射性腔之該出口孔隙34。

該等說明性混光腔利用顯示於圖7中之該平面光源28。然而，應瞭解，圖1至圖18之任意者中顯示之該等平面光源之任意者可類似地使用於構造一混光腔。在圖16及圖17之該等平面光源之情況中，該擴散器視需要具有一六邊形周界，以匹配該六邊形反射性表面22之該六邊形周界，且該等側壁適宜地具有一六邊形組態，將該反射性表面22之六邊形周界與該擴散器之該六邊形周界連接，或該擴散器及該側壁可具有一圓形組態，以匹配該燈之該出口孔隙。類似地，在圖18之該平面光源之情況中，該擴散器視需要具有一矩形或一正方形周界，以匹配該反射性表面24之該矩形或正方形周界，且該等側壁適宜地具有一矩形或正方形組態，將該反射性表面22之該矩形或正方形周界與該擴散器之該矩形或正方形周界連接，或該擴散器及該側壁可具有一圓形組態，以匹配該燈之該出口孔隙。

現存混光腔(並非在此繪示之混光腔)通常依賴於多重光反射，以達成混光。為此，現存混光腔利用該光源與該出口孔隙之間的一實質分離，使得一光線在從該混光腔離開之前平均作出許多反射。在一些現存光腔中，可利用額外反射性稜錐鏡或其他反射性結構，及/或該出口孔隙可製造地較小，以便增加一光線在經由該混光腔之該孔隙離開之前平均經歷的反射數目。現存混光腔亦通常製造地「較

長」，即，具有大比率之 $D_{spc}/A_p$ ，其中 $D_{spc}$ 係該光源與該孔隙之間的分離，且 $A_p$ 係該孔隙大小。一大比率之 $D_{spc}/A_p$ 具有習知被視為有利的兩個效果：(i)該大比率之 $D_{spc}/A_p$ 促進多重反射，且因此增加混光；及(ii)在一聚光燈或其他方向性燈的情況中，該大比率之 $D_{spc}/A_p$ 促進由該混光腔之反射性側壁的光的部分準直，且該部分準直預期幫助操作該光束形成光學器件。換句話說，一大比率之 $D_{spc}/A_p$ 意味著一較窄柱形混光腔具有在該較窄柱狀物之「底部」的光源，且該出口孔隙在該較窄柱狀物之「頂部」-該較窄反射性柱狀物提供光經過一較大數目之反射的部分準直。

在此揭示之該等混光腔利用一不同方法，其中該擴散器30係主要混光元件。為此，該擴散器30應為一相對較強的擴散器。例如，在一些實施例中，諸如一聚光燈，該擴散器具有至少5度至10度的一擴散角，且在一些實施例中，諸如一泛光燈中具有20度至80度的一擴散角。一較高擴散角趨向於提供更好的混光；然而，一更高擴散角亦可產生更強之光的背向散射，背向進入至該光學腔內導致更多吸收損失。在一低外形之混光腔的情況中，由該反射性表面20及該等側壁32形成之該反射性腔並非為對該混光的實質貢獻者。確實，使得該反射性腔中之一光線之平均反射數目為較小係有利(例如零次，或一次，或至多平均少許反射)，因為每一反射承受由於表面之不完美反射率的一些光學損失。另一優點為該反射性腔可製成低外形，即，可

具有一較小比率之S/L。使該比率S/L小減少從該側壁之平均反射數目。在一些實施例中，該比率S/L小於3。在一些實施例中，該比率S/L小於或約1.5(其經估計以提供每光線在零與一之間的一反射平均數)。在一些實施例中，該比率S/L小於或約為1.0。

諸如由具有較小S/L比率之一低外形反射性腔達成之一小數目之反射減少或消除由一「較長」反射性腔達成之光的部分準直。習知上，此對於一聚光燈或其他方向性燈係視為有問題的。

接著參考圖19且進一步參考圖21及圖22，其顯示該藥盒類型之三個變體混光腔。圖19顯示具有中間S/L比率之一混光腔。圖21顯示具有該擴散器30與該平面光源28之間之一較大間距S'之一混光腔，因此導致一較大比率之S'/L。圖22顯示具有該擴散器30與該平面光源28之間一較小間距S"之一混光腔。

一般而言，對於來自一藥盒類型之混光腔的高光學效率，期望 $S/L < 3$ ，且更佳地為S/L小於或約1.5(通常導致平均每光線約0至1的反射)，且然而又更佳地為S/L小於或約1.0。然而亦預期S/L比率之再更小值，諸如圖22中所顯示。該S/L比率之最小值由該混光腔之輸出處的照度及色彩之空間及角度均一性而決定，其由該等LED器件之間距及該擴散器30之該擴散角而限制。有利地，由該等LED器件產生之照度的角分佈通常相對較寬-例如，一典型LED器件通常具有一朗伯(即， $\cos(\theta)$ )照度分佈，其半高半寬

10<sup>5</sup>年9月26日修(更)正替換頁

(HWHM)係 $60^\circ$ (即,  $\cos(60^\circ)=0.5$ )。對於合理接近間隔開的LED器件, 諸如圖1至圖14或圖16至圖18中繪示之LED器件, 具有約 $5^\circ$ 至 $10^\circ$ 或更大的擴散角的一擴散器足夠用於提供從該等多個LED器件橫跨該擴散器30之面積的均一照明輸出, 若S/L大於或約1.0, 則不需依賴該反射性腔內的多重光線反射。在圖15之該單一LED器件之實施例的情況中, 該S/L比率之最小值較佳地經選擇以確保該單一LED器件14照明該擴散器30之整個面積, 以便產生橫跨該擴散器30之面積的均一照明輸出。若該單一LED器件發射具有一近似朗伯強度分佈的光, 則大於或約1.0的S/L又是足夠的。

參考圖1至圖22而在此揭示之該等混光腔適宜使用於其中一低外形光源產生橫跨一延伸橫向面積之均一照明的任意應用中, 大體上該輸出光之準直係沒有價值的。此等混光腔亦係有用於提供此一圓盤光源, 其中不同色彩或色彩溫度之LED器件(在白光LED器件之情況中)經混色以達成一期望光譜, 諸如白光或具有一特定演色性指標(CRI)、色彩溫度等等之白光。參考圖1至圖22而在此揭示之該等混光腔係低外形(即, 具有 $S/L < 3$ , 且更佳地為S/L小於或約為1.5, 且又更佳地為S/L小於或約為1.0)且對於諸如櫥窗內之照明、劇院地板照明或等等應用係有用的, 或在一小型及重量與具有較好光束控制及較好色彩品質組合的任意燈或發光系統中係重要的。

參考圖23, 參考圖1至圖22而在此揭示之該等混光腔適

105年9月8日修(更)正替換

宜使用於一方向性燈中。圖23繪示一方向性燈，其包含一低外形混光腔，由該平面光源28、該擴散器30及連接反射性側壁32(即，如在圖19中更詳細顯示)形成，該混光腔用於將光輸入至光束形成光學器件40。光束形成光學器件40包含一入口孔隙42，其由該擴散器30填充或由該擴散器30定義。該入口孔隙42具有最大橫向尺寸 $D_s$ ，其近似與該擴散器30之最大橫向尺寸 $L$ 相同。光束形成光學器件40亦具有一出口孔隙44，其具有最大橫向尺寸 $D_o$ 。圖23之該說明性方向性燈具有繞一光軸OA的旋轉對稱性，且該等孔隙42、44具有圓形周界，該入口孔隙42的該圓形周界大體上匹配該擴散器30之該圓形周界。相應地，該等最大橫向尺寸 $D_s$ 、 $D_o$ 及 $L$ 在此說明性實施例中均係直徑。說明性光束形成光學器件40包含一圓錐形光集光反射器46，其從該入口孔隙42延伸至該出口孔隙44，及安置於該出口孔隙44處的一菲涅爾透鏡48(其視需要可由另一類型之透鏡替代，諸如一凸透鏡，全像透鏡等等)。更精確而言，該圓錐形反射器46具有一圓錐體之一錐台的形狀，即，由兩個平行平面(即該等入口及出口孔隙42、44之平面)切割的一圓錐體之形狀。或者，該圓錐形集光反射器46可由一拋物線或複合拋物線或其他圓錐截面之反射器替代。由於該接近理想的圓盤形光源，該光束可藉由使用在該燈之該出口孔隙處的一菲涅爾透鏡或其他透鏡將該圓盤光源成像至該光學遠場而形成為具有較高效率及極佳光束控制。為在無窮遠處達成該圓盤光源之成像，該圓盤光源應位於該成像透鏡

48之焦點處。此一配置形成在一理想情形中含有該光束流明中所有面流明或在一實際燈中該光束流明中幾乎所有面流明的一光束，提供具有陡峭邊緣的一光束圖案。取而代之，若該配置係略微散焦的，例如該圓盤光源位於距該成像透鏡48一距離處，該距離在該透鏡焦距之正負10%內，但並不精確地在該透鏡焦距處，則該散焦產生仍然具有一窄FWHM的一光束，但其中強度邊緣被平滑化或消除。由於該等LED之幾乎朗伯角強度分佈，大多數光到達該燈孔隙而沒有從該圓錐形反射器反射，使得該反射器之主要目的係收集來自較高角度之較少量的光(換句話說，該反射器經配置以將錯過該透鏡48的光從該光源處反射進入至該透鏡48，以貢獻至該光束)。相反地，在習知光束形成光學器件中該反射器之主要目的係建立該光束圖案。因為圖23之該反射器46之主要目的係收集較高角度之光，而非提供對該光束形狀之主要控制，故傳統拋物線或CPC可由一較不複雜的設計替代，諸如該說明性圓錐形反射器46，其具有一重要優點，即，該圓錐體可由多種平坦、價廉、塗佈有極其高光學反射率(90%或更高)的材料構成。

如在此所使用，「光束形成光學器件」或「光束形成光學系統」包含一個或多個光學元件，其經組態以將從該入口孔隙42輸出之照明轉換成為具有特定特性之一光束，諸如由該光束之半峰全幅值(FWHM)代表之一特定光束寬度，一特定光束流明(其係該FWHM內該光束上的流明之積分)，一特定最小CBCP等等。

105年9月<sup>26</sup>日修(更)正替換

圖 23 之該方向性燈進一步包含散熱器。為獲得一高強度光束，該等 LED 器件 10 應為高功率 LED 器件，其通常包含以每 LED 晶片 100 mA 至 1000 mA 或更高量級的高電流而驅動的 LED 晶片。儘管 LED 大致上具有約 75 LPW 至 150 LPW (即，流明每瓦特) 的非常高的流明效能，此仍然係一理想光源 (其將提供約 300 LPW) 之僅約四分之一至二分之一之效能。供應至該 LED 而不輻射為光的任何功率從該 LED 處作為熱而耗散。結果，通常為供應至每個 LED 之功率的二分之一至四分之三的一實質量的熱產生於該平面光源 28 處。此外，LED 器件對比於白熾燈絲或鹵素燈絲係高度溫度敏感的，且該等 LED 器件 10 之操作溫度應限制至約 100°C 至 150°C，或較佳地更低。更進一步而言，此較低操作溫度繼而減小輻射及對流冷卻的效率。為提供足夠輻射及對流冷卻以符合此等嚴格的操作溫度參數，在已認知到單純繞該平面光源 28 而安置散熱器可能係不夠的。相應地，如圖 23 中所顯示，該散熱器包含一主散熱器本體 50，其接近該平面光源 28 (即，「在其下」) 安置；及在該光束形成光學器件 40 之外徑向延伸之散熱器散熱片 52 (其等視需要由散熱桿或具有較大表面積之其他結構替代)。即便使用以一風扇、一吹風機或一相位變化液體之形式的主動冷卻，以增強熱從該等 LED 處的移除，熱移除之量仍然通常與環繞該等 LED 之熱傳遞器件之可用表面積成比例，使得大致上期望提供一較大熱傳遞面積。

圖 23 所繪示之方向性燈係一 MR/PAR/R 設計，且為此包

105 9 26  
年 月 日修(東)正替換

含之一螺紋 Edison 基座 54，其經設計以與一配接之 Edison 類型之插座機械及電連接。或者，該基座可為一插旋型基座或其他標準基座，其經選擇以與該插座之選擇一致。根據該 MR/PAR/R 標準對該燈直徑  $D_{MR/PAR/R}$  賦予一上限的程度，應瞭解，在一方面該等散熱鰭片 52 之橫向範圍  $L_F$  與另一方面該光學出口孔隙 44 之直徑  $D_o$  之間存在一折衷。

在此揭示之該等方向性燈基於方程式 (2) 及 (3) 而構造，以便匹配該等入口及出口孔隙 42、44 之光展及偏斜不變數。換句話說，在此揭示之該等方向性燈基於方程式 (2) 及 (3) 而構造，以便匹配 (i) 由該入口孔隙 42 輸出之源光分佈及 (ii) 意欲從該出口孔隙 44 發出的光束之光展及偏斜不變數。

首先考慮該光展不變數，方程式 (2) 包含四個參數：該光束之輸出半角  $\theta_o$  (其係期望之 FWHM 角的二分之一)；在該入口孔隙 42 處之光分佈的半角  $\theta_s$ ；及該等入口及出口孔隙直徑  $D_s$ 、 $D_o$ 。其中，該光束之該輸出半角  $\theta_o$  係該方向性燈產生之一目標光束半角，且因此其可考慮為另外 3 個參數之結果。出口孔隙  $D_o$  應製造地儘可能小，以最大化該等散熱鰭片 52 之橫向範圍  $L_F$ ，以促進有效率的冷卻。在該入口孔隙 42 處之光分佈之半角  $\theta_s$  通常係約  $60^\circ$  (對應於近似一朗伯強度分佈)，使得對於該光學系統之大多數有影響之設計參數係該入口孔隙直徑  $D_s$  (其與  $\theta_s$  一起決定該源光展) 及出口孔隙直徑  $D_o$ 。對於一窄光束角度，該源光展應製造地儘可能小，即，應最小化  $D_s$  及  $\theta_s$ ，且應最大化該出口孔

隙直徑 $D_0$ 。然而，此等設計參數係在約束下最佳化，該等約束包含：由該MR/PAR/R直徑標準 $D_{MR/PAR/R}$ 賦予之最大孔隙直徑 $D_0$ ；足夠產生在該等鰭片橫向範圍 $L_F$ 上賦予一最小值之期望之光束強度的LED器件10之熱負載之散熱；由熱、機械、電及光學限制該等LED器件10可多接近地在該平面反射性表面20上隔開而賦予之該入口孔隙直徑 $D_s$ 之一最小值約束；及由該低外形混光源賦予之該源半角 $\theta_s$ 上的一下限，其並不提供由多重反射或由該LED強度分佈本身之部分準直。

轉向該偏斜不變數，一圓盤光源(即，具有一圓盤形光發射面積的一光源，視需要離散進入至安置於一反射性電路板或其他支撐件上的一個或多個個別LED器件)之使用實現偏斜不變數與該出口孔隙44之偏斜不變數的確切匹配，此提供在一理想情況中含有該光束流明內的所有面流明或在一實際燈中在該光束流明內的幾乎所有面流明之可能性，並提供該光束圖案之一極其陡峭邊緣之可能性。填充該出口孔隙，且與該圓錐形反射器46(或其他集光反射器)協作之該菲涅爾透鏡48(或凸透鏡、全像透鏡、複合透鏡等等)可用於產生該出口孔隙44處之照明輸出在光學遠場中的一影像，以產生在該光束之邊緣處具有一尖銳截斷的一光束圖案。或者，與該圓錐形反射器46(或其他集光反射鏡)協作之該菲涅爾透鏡(或凸透鏡、全像透鏡、複合透鏡等等)可用於在該出口孔隙44處產生照明輸出的一影像，其在該遠場中散焦，以產生在該光束之邊緣處具有一

105年9月26日修(更)正替換

逐漸截斷的一光束圖案。該菲涅爾透鏡48之一散焦佈置亦可用於補充主要由該擴散器提供之混光，因為該等離散LED光源之影像係因此在遠場中離焦，使得在該遠場光束圖案中出現之該等LED之間的空隙由來自鄰近LED之光填入。

應注意，該等設計考慮並不包含該燈沿著該光軸OA的「高度」或「長度」的任意限制。(該光軸OA由該光束形成光學系統定義，且更特定地由圖23之實施例中之該成像透鏡48之光軸定義)。賦予該高度或長度上之唯一限制係藉由該透鏡48之焦距，其對於一菲涅爾透鏡或一短焦距之凸透鏡可為小的。此外，在該反射器46之形狀上沒有賦予限制-例如，該繪示之圓錐形反射器46可由一拋物線集中器、一複合拋物線集中器等等替代。

繼續參考圖23，在一些實施例中，一擴散器30'安置於該菲涅爾透鏡48之外，即，使得來自該藥盒之光經過該菲涅爾透鏡48以到達該擴散器30'。如前文所述，若在該入口孔隙42(即，在該藥盒之該「頂部」)處之該擴散器30單獨利用，則通常利用大量擴散以達成適當混光。然而，此可導致從該擴散器30的背向反射，且結果增加光損失。添加位於該菲涅爾透鏡48之外的該擴散器30'可提供額外混光，使得在該入口孔隙42處之該擴散器30之擴散強度減小，或該擴散器30'可提供所有需要的混光，使得可消除在該入口孔隙42處之該擴散器30。對於位於該菲涅爾透鏡48之外的該擴散器30'，入射光線幾乎經準直，且因此該擴散器30'

05年9月26日修(東)正替換頁

可經選擇為一擴散器，其設計而以高效率(~92%，且更佳地為>95%，且然而又更佳地為>98%)操作於以用於準直輸入光。例如，在一些實施例中，僅利用該擴散器30'，但不用該擴散器30'，發光強度及色彩之空間及角度不均一性由該擴散器30'(其係一單程光擴散器)混合至一大體上均一的分佈。一些適宜單程光擴散器經設計以提供一選定之輸出(擴散)光散射分佈FWHM，包含由Luminit, LLC生產之Light Shaping Diffuser<sup>®</sup>材料，其具有可見光之85%至92%的透射，且取決於材料的選擇，提供具有在1°與80°FWHM之間的一光散射分佈(對於準直之輸入光)的透射光之擴散。另一適宜擴散器材料係ACEL<sup>™</sup>光擴散材料(可從Bright View Technologies處購得)。此等說明性設計之單程擴散器材料並非整體的擴散器(其中光散射粒子在一光透射性粘合劑中散佈)，而是介面擴散器，其中光擴散出現於一經工程設計之介面處，該介面經光散射及/或折射性微結構工程設計以提供用於輸入準直光的目標光散射分佈。此等擴散器適合使用作通過相對較小FWHM之光束的該擴散器30'。(相反地，入射於此一設計之擴散器上而不幾乎準直的光線將比期望的更可能散射至較高角度)。換句話說，存在一增效優點以(i)在該成像透鏡48後放置該擴散器30'，以便接收相對較小FWHM的一輸入光束，及(ii)使用一經工程設計之介面擴散器或有利地具有較低背向反射的其他單程擴散器。該減少數目之反射連同由該擴散器30'提供之最佳擴散器效率(該擴散器30'位於超過該等光束

形成光學器件，且經工程設計以提供一經設計之光散射分佈(FWHM)，導致在整體光學效率上的明顯增加(>90%)。在一些實施例中，包含該擴散器30，而省略該擴散器30'。在一些實施例中，包含兩個擴散器30、30'。

然而在其他實施例中，省略在該入口孔隙42處之該擴散器30，且包含在該菲涅爾透鏡48之外的該擴散器30'。在其中省略該擴散器30的此等實施例中，該反射器46之圓錐體視需要延伸至該LED晶粒位準-即，該平面光源28視需要與該入口孔隙42重合配置，且該等反射性側壁32視需要省略，連同省略該擴散器30。在此等實施例中，依賴該擴散器30'以提供混光。在該等實施例之任意者中，該透鏡亦可散焦以提供額外混光。

此等多種配置進一步顯示於圖24A、圖24B及圖24C中。圖24A以圖解顯示一燈，其含有一光機LE、包含一圓錐形反射器及透鏡的光束形成光學器件BF，及位於鄰近一光學反射性側壁的光學擴散元件30。在此實施例中，該光學擴散元件30係一大量擴散器，且在該輸出孔隙處沒有擴散器。圖24B以圖解顯示一燈，其含有該光機LE，包含一圓錐形反射器及透鏡的光束形成光學器件BF，及(i)位於鄰近一光學反射性側壁處的光學擴散元件30及(ii)位於接近該MR/PAR/R燈之輸出孔隙處的光學擴散元件30'兩者。在此實施例中，該光學擴散元件30係一軟擴散器，因為由該光形成擴散器30'在該燈之該輸出孔隙處提供進一步擴散。圖24C以圖解顯示一燈，其含有該光機LE，包含一圓錐形反

射器及透鏡的光束形成光學器件BF，及位於接近該MR/PAR/R燈之輸出孔隙處的光成形光學擴散元件30'。在圖24C之實施例中，省略該光擴散元件30。

參考圖25至圖27，該繪示之圓錐形反射器46之一優點係其可簡單化製造，減少成本，且改良效率。例如，圖25至圖27繪示該圓錐形反射鏡46可如何為遮蓋一圓錐形形成器之一內部圓錐形表面之一平面反射性片。圖25顯示一平面反射性片46<sub>p</sub>，其具有分別對應於該等入口及出口孔隙42、44的圓形下及上邊緣60、62，及側邊緣64、66。如圖26中所顯示，該平面反射性片46<sub>p</sub>可被捲軋以形成該圓錐形反射器46，側邊緣64、66在一連接68處結合(其等視需要可包含該等側邊緣64、66的一些重疊)，其接著可插入至一圓錐形形成器70中，如圖27中所繪示。再參考圖23，該圓錐形形成器70可例如為亦支撐該等散熱鰭片52的一圓錐形散熱結構70。除在製造中之簡化及成本縮減之外，該圓錐形反射器亦致能使用經塗佈之反射鏡材料，該等材料具有在可見光中極高的光學反射率，諸如名為Miro而由ALANOD Aluminium-Veredlung GmbH & Co. KG生產的一經塗佈之鋁材料，其具有約92%至98%之可見光反射係數；或名為Vikuiti而由3M生產的一聚合物膜，其具有約97%至98%之可見光反射係數。

圖28及圖29繪示該光束圖案以度數(在縱軸上)的FWHM角度相對於多種MR/PAR/R燈設計之該入口孔隙直徑D<sub>s</sub>(在橫軸上)之計算值。在圖28中，假定該燈之該出口孔隙具

有等於該燈外殼本身之直徑的最大可能值， $D_o = D_{MR/PAR/R}$ ，例如對於一PAR38燈， $D_o = 120$  mm；而在圖29中，假定該燈之該出口孔隙僅為該最大可能值之75%，例如，對於一PAR38燈， $D_o = 90$  mm，以允許散熱鰭片52的一環形空間(見圖23)，或其他高表面積結構，用於促進由繞該光束形成光學器件40的輻射及對流的熱移除。在圖28及圖29中，圖對於MR16、PAR20、PAR30及PAR38而顯示，其中數字以八分之一英寸為單位指示該MR/PAR/R燈直徑(因此，例如MR16具有一 $16/8 = 2$ 英寸之直徑)。該等圖假定 $\theta_s = 120^\circ$ ，對應於該LED陣列之一朗伯強度分佈。

圖30標繪該光束輸出角度FWHM(即， $2 \times \theta_o$ )作為縱座標，相對於比率 $D_s/D_o$ (或等於 $L/D_o$ )作為橫座標。此圖亦假定 $\theta_s = 120^\circ$ ，對應於該LED陣列之一朗伯強度分佈。

參考圖31A及圖31B，在一些實施例中，該菲涅爾透鏡48及位於該集光反射器46之該出口孔隙處之該擴散器30'組合於一單一光學元件中。在圖31A中，一光學元件100包含一透鏡側102，其係光輸入側，且藉由雷射蝕刻或其他圖案化技術經工程設計，以定義適宜地用作該菲涅爾透鏡48的一菲涅爾透鏡，且亦包含係光出口側之一光擴散側104，且藉由雷射蝕刻或其他圖案化技術而經工程設計，以定義適宜地用作該混光擴散器30'的一單程介面擴散器。換句話說，該混光擴散器包括一介面擴散器104，其經形成至該光束形成光學系統之該透鏡100之一主要表面中。在圖31A之組態中，該擴散側104在光由該透鏡側102形成

為一光束之後有利地通過光。或者，如圖31B中所顯示，一光學元件110具有與該光學元件100相同的結構，但該光擴散側104經配置為該光輸入側，且該透鏡側102經配置為該光出口側。

該混光擴散器包括具有對於該光束之小於10%的背向反射的一單程擴散器。該單程擴散器將經準直之輸入光散射成為具有一半峰全幅值(FWHM)小於或約為 $40^\circ$ 的一角分佈。該一個或多個LED器件包含至少兩個不同色彩之LED器件，且該混光擴散器有效地將在該FWHM光束角內之色度變動從CIE 1976 u'v'色彩空間圖上之加權平均點減少至0.006之內。該光源包括橫跨該集光反射器之該入口孔隙之面積而分佈之複數個空間離散發光元件，且由於該等離散發光元件之空間分離，由該混光擴散器之該光束擴散大體上減少或消除該光束圖案中之光強度的空間不均一性。由該混光擴散器提供之該光束之擴散連同該散焦將由於該複數個空間離散發光元件而具有多個強度峰值之該光束的一空間強度分佈，轉換成為在整個該光束圖案中沒有視覺可感知之局部強度變動的一光束。該透鏡具有小於1或約為1的一相對孔徑(f-number) $N=f/D$ ，其中f係該透鏡之焦距，且D係該透鏡之入口光瞳之一最大尺寸。該圓錐形集光反射器之反射性表面對於大於400 nm之可見光具有至少90%(較佳95%)之反射比。該集光反射器之該入口孔隙具有選自由橢圓的一周界。該集光反射器之該出口孔隙比該集光反射器之該入口孔隙大至少三倍(較佳至少五，且進

105年9月26日修(更)正替換頁

一步較佳至少八倍)。由該擴散器產生之用於準直輸入光的一散射分佈具有小於 $40^\circ$  (較佳小於 $10^\circ$ )之FWHM。該平面反射性片對於大於400 nm之可見光具有至少90%(較佳至少95%)的反射比。該反射器之該入口孔隙具有一最大光瞳尺寸 $D_s$ ，且 $f/D_s$ 係小於或約為3.0，其中 $f$ 係該透鏡之該焦距。

已繪示及描述較佳之實施例。顯然，在其他人閱讀及理解前述之詳細描述時將出現修改及變更。本發明意欲視為包含所有此等修改及變更，以其落入隨附申請專利範圍或其均等內容之範圍內的程度。

#### 【圖式簡單說明】

圖1至圖15以圖解顯示多種LED陣列，其包含在一個大致上圓形電路板上的一個或多個LED，在該板上配置為對稱或不對稱。

圖16至圖18以圖解顯示多種LED陣列，其包含在一個大致上多邊形電路板上的一個或多個LED，在該板上配置為對稱或不對稱。

圖19至圖22以圖解顯示多種光機之實施例，其各包含在一電路板上的一個或多個LED之一陣列，一光學反射性側壁及一光學擴散元件。

圖23以圖解顯示含有一光機及光束形成光學器件的一燈，光束形成光學器件包含一圓錐形反射器及透鏡。

圖24A以圖解顯示含有一光機、光束形成光學器件及位於鄰近一光學反射性側壁的一光學擴散元件的一燈，光束

105年9月26日修(更)正替換頁
-------------------

形成光學器件包含一圓錐形反射器及透鏡。

圖 24B 以圖解顯示一燈，其含有一光機、包含一圓錐形反射器及透鏡的光束形成光學器件，位於鄰近一光學反射性側壁的一光學擴散元件，及位於接近 MR/PAR/R 燈之輸出孔隙的一光學擴散元件。

圖 24C 以圖解顯示一燈，其含有一光機、包含一圓錐形反射鏡及透鏡的光束形成光學器件，及位於接近 MR/PAR/R 燈之輸出孔隙的一光學擴散元件。

圖 25、圖 26 及圖 27 繪示用於構造圖 23 之該圓錐形反射器的一種方法。

圖 28 以圖解顯示根據近似公式： $\theta_o \cong \frac{D_s}{D_o} \theta_s$  之光束角度 (FWHM) 相對於圓盤光源直徑，其係用於對應於沒有散熱鰭片之 MR16、PAR20、PAR30 及 PAR38 燈之最大可能出口孔隙的燈出口孔隙 50 mm、63 mm、95 mm 及 120 mm 之一範圍，並假定該 LED 陣列之強度分佈具有一 FWHM  $\approx 120$  度 (即，接近朗伯 (Lambertian))。

圖 29 以圖解顯示根據近似公式： $\theta_o \cong \frac{D_s}{D_o} \theta_s$  之光束角度 (FWHM) 相對於該圓盤光源直徑，其係用於對應於具有環繞該出口孔隙之典型散熱鰭片之 MR16、PAR20、PAR30 及 PAR38 燈之一典型出口孔隙的燈出口孔隙 38 mm、47 mm、71 mm 及 90 mm 之一範圍，並假定該 LED 陣列之強度分佈具有一 FWHM  $\approx 120$  度 (即，接近朗伯)，且假定該出口孔隙直徑係最大可能之出口孔隙直徑之 75%。

圖 30 以圖解顯示該典型燈光束角度作為該光源孔隙對於

105 年 9 月 20 日修(更)正替換頁
---------------------------

該燈出口孔隙之比率的一函數，其假定該光源具有接近一朗伯強度分佈，特徵為約120度的一FWHM。

圖31A及圖31B顯示使得一光擴散器形成為該透鏡之一主要表面的透鏡之兩個實施例。

### 【主要元件符號說明】

10	發光二極體器件/LED器件
12	發光二極體器件
14	發光二極體器件/LED器件
20	(平面)反射性表面
22	(平面)反射性表面
24	(平面)反射性表面
28	平面光源
30	擴散器/擴散元件
30'	擴散器/擴散元件
32	(反射性)側壁
34	出口孔隙
40	光束形成光學器件
42	(入口)孔隙
44	(出口)孔隙
46	圓錐形(光集光)反射器/反射器
46 <sub>p</sub>	平面反射性片
48	(菲涅爾)透鏡/成像透鏡
50	散熱器本體
52	散熱鰭片

54	螺紋 Edison 基座
60	邊緣
62	邊緣
64	側邊緣
66	側邊緣
68	連接
70	圓錐形形成器/圓錐形散熱結構
100	光學元件/透鏡
102	透鏡側
104	(光)擴散側/介面擴散器
110	光學元件
BF	光束形成光學器件
D <sub>0</sub>	直徑
D <sub>s</sub>	直徑
LE	光機
OA	光軸

05年9月26日修(奠)正替換

## 七、申請專利範圍：

### 1. 一種方向性燈，其包括：

一平面光源，其包含複數發光二極體(LED)；

一光束形成光學系統，其能夠將來自該光源之光形成成為一光束，該光學系統包含：

一圓錐形反射鏡，其具有接收來自該光源之光的一入口孔隙及一出口孔隙，該圓錐形反射鏡包含一圓錐形形成器及一反射性片，該反射性片經彎曲以定義一圓錐體之一錐台且可插入至該圓錐形形成器，及

一透鏡，其安置於該圓錐形反射器之該出口孔隙處；及

一混光擴散器，其經配置以擴散該光束；

其中該光源、光束形成光學系統及混光擴散器固定至一起作為一單一燈。

2. 如請求項1之方向性燈，其中該混光擴散器包括具有對於該光束之小於10%的背向反射的一單程擴散器。

3. 如請求項2之方向性燈，其中該單程擴散器包括一介面擴散器。

4. 如請求項2之方向性燈，其中該單程擴散器將經準直之輸入光散射成為具有一半峰全幅值(FWHM)小於40°的一角分佈。

5. 如請求項1之方向性燈，其中該混光擴散器包括形成進入至該光束形成光學系統之該透鏡之一主要表面的一介面擴散器。

6. 如請求項1之方向性燈，其中該混光擴散器經安置以接收來自該光源之通過該透鏡之後的光。
7. 如請求項1之方向性燈，其中該光源包括：
  - 一電路板；及
  - 一個或多個發光二極體(LED)器件，其係安置於該電路板上且經由該電路板供電。
8. 如請求項7之方向性燈，其中該一個或多個LED器件包含至少兩個不同色彩之LED器件，且該混光擴散器有效地將在該FWHM光束角內之色度變動從CIE 1976 u'v'色彩空間圖上之加權平均點減少至0.006之內。
9. 如請求項1之方向性燈，其中該光源包括橫跨該反射器之該入口孔隙之面積而分佈之複數個空間離散發光元件，且由於該等離散發光元件之空間分離，由該混光擴散器之該光束擴散大體上減少或消除該光束圖案中之光強度的空間不均一性。
10. 如請求項9之方向性燈，其中：
  - 該光源定位在沿著該光束形成光學系統之光軸上各別對於該透鏡之一散焦位置處，以產生散焦，及
  - 由該混光擴散器提供之該光束之擴散連同該散焦將由於該複數個空間離散發光元件而具有多個強度峰值之該光束之一空間強度分佈，轉換成為在整個該光束圖案中沒有視覺可感知之局部強度變動之一光束。
11. 如請求項1之方向性燈，其中該混光擴散器包括：
  - 一第一擴散器，其與該光源安置於該反射器之該入口

105年9月26日修(更)正替換

孔隙處；及

一第二擴散器，其與該透鏡安置於該反射器之該出口孔隙處。

12. 如請求項1之方向性燈，其中該光源定位在沿著該光束形成光學系統之該光軸上各別對於該透鏡之一散焦位置處，除由該混光擴散器提供之該光束之擴散之外，該散焦產生該光束之擴散。
13. 如請求項1之方向性燈，其中該透鏡具有小於1一相對孔徑(f-number) $N=f/D$ ，其中f係該透鏡之焦距，且D係該透鏡之入口光瞳之一最大尺寸。
14. 如請求項1之方向性燈，其中該圓錐形集光反射器之反射性表面對於大於400 nm之可見光具有至少90%之反射比。
15. 如請求項1之方向性燈，其中該圓錐形反射器之反射性表面對於大於400 nm之可見光具有至少95%之反射比。
16. 如請求項1之方向性燈，其中該反射器之該出口孔隙比該反射器之該入口孔隙大至少三倍。
17. 如請求項1之方向性燈，其中該反射器之該出口孔隙比該反射器之該入口孔隙大至少五倍。
18. 如請求項1之方向性燈，其中該反射器之該出口孔隙比該反射器之該入口孔隙大至少八倍。
19. 如請求項1之方向性燈，其中該光束形成光學系統滿足對於該光源之一光展不變數及一偏斜不變數兩者。
20. 一種方向性燈，其包括：

108年9月26日修(更)正替換頁

一平面光源，其包含複數發光二極體(LED)；

一透鏡，其經配置以將由該光源發射之光形成為沿著一光軸引導之一光束，該光源沿著該光軸以該透鏡之一焦距之正負百分之十之內的一距離與該透鏡處間隔開；及

一反射器，其經配置以將來自該光源之錯過該透鏡的光反射進入至該透鏡，以貢獻至該光束，其中該反射器包含一圓錐形反射鏡；其中該圓錐形反射鏡包含一平面反射性片，該反射性片經彎曲以定義一圓錐體之錐台；

其中該光源、透鏡及反射器固定至一起作為一單一燈。

21. 如請求項20之方向性燈，其中該光源沿著該光軸以不同於該透鏡之焦距的一距離與該透鏡隔開，其中該光束經散焦以平滑或消除在該光束圖案中之可見的感知強度及色彩不均一性。
22. 如請求項21之方向性燈，其進一步包括一擴散器，其與該散焦協作以平滑或消除該光束圖案中之可見的感知強度及色彩不均一性。
23. 如請求項20之方向性燈，其進一步包括：
  - 一擴散器，其經配置以擴散由該透鏡形成之該光束。
24. 如請求項23之方向性燈，其中該透鏡沿著該擴散器與該光源之間之該光軸而安置。
25. 如請求項24之方向性燈，其中由該擴散器產生之用於準直輸入光的一散射分佈具有小於 $40^\circ$ 之FWHM。
26. 如請求項24之方向性燈，其中由該擴散器產生之用於準

105年9月26日修(更)正替換

直輸入光之一散射分佈具有小於 $10^\circ$ 之FWHM。

27. 如請求項20之方向性燈，其中該平面反射性片對於大於400 nm之可見光具有至少90%的反射比。
28. 如請求項20之方向性燈，其中該平面反射性片對於大於400 nm之可見光具有至少95%的反射比。
29. 如請求項20之方向性燈，其中該透鏡包括一菲涅爾透鏡。
30. 如請求項20之方向性燈，其中該透鏡選自由一菲涅爾透鏡、一凸透鏡及一集光全像透鏡組成之一群組。
31. 如請求項20之方向性燈，其中該反射器之該入口孔隙具有一最大光瞳尺寸 $D_s$ ，且 $f/D_s$ 係小於3.0，其中 $f$ 係該透鏡之該焦距。
32. 如請求項20之方向性燈，其中包括至少該透鏡及該反射器之一光學系統滿足對於該光源之一光展不變數及一偏斜不變數兩者。

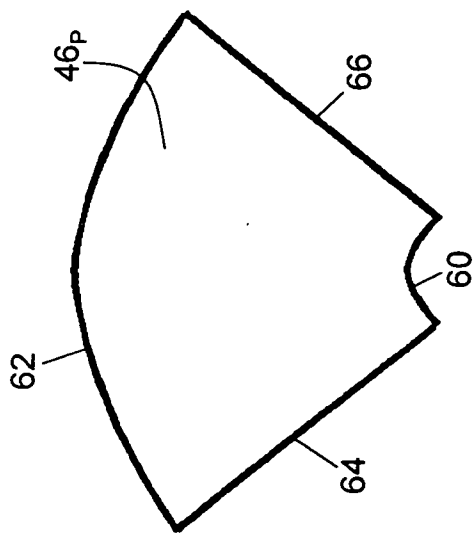


圖 25

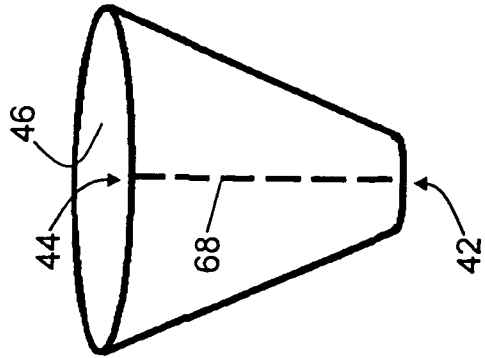


圖 26

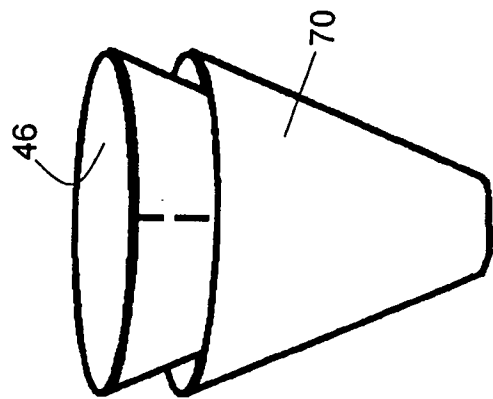


圖 27

假定最大可能出口孔隙沒有熱鍍片，光束角度相對於光源之圓盤直徑

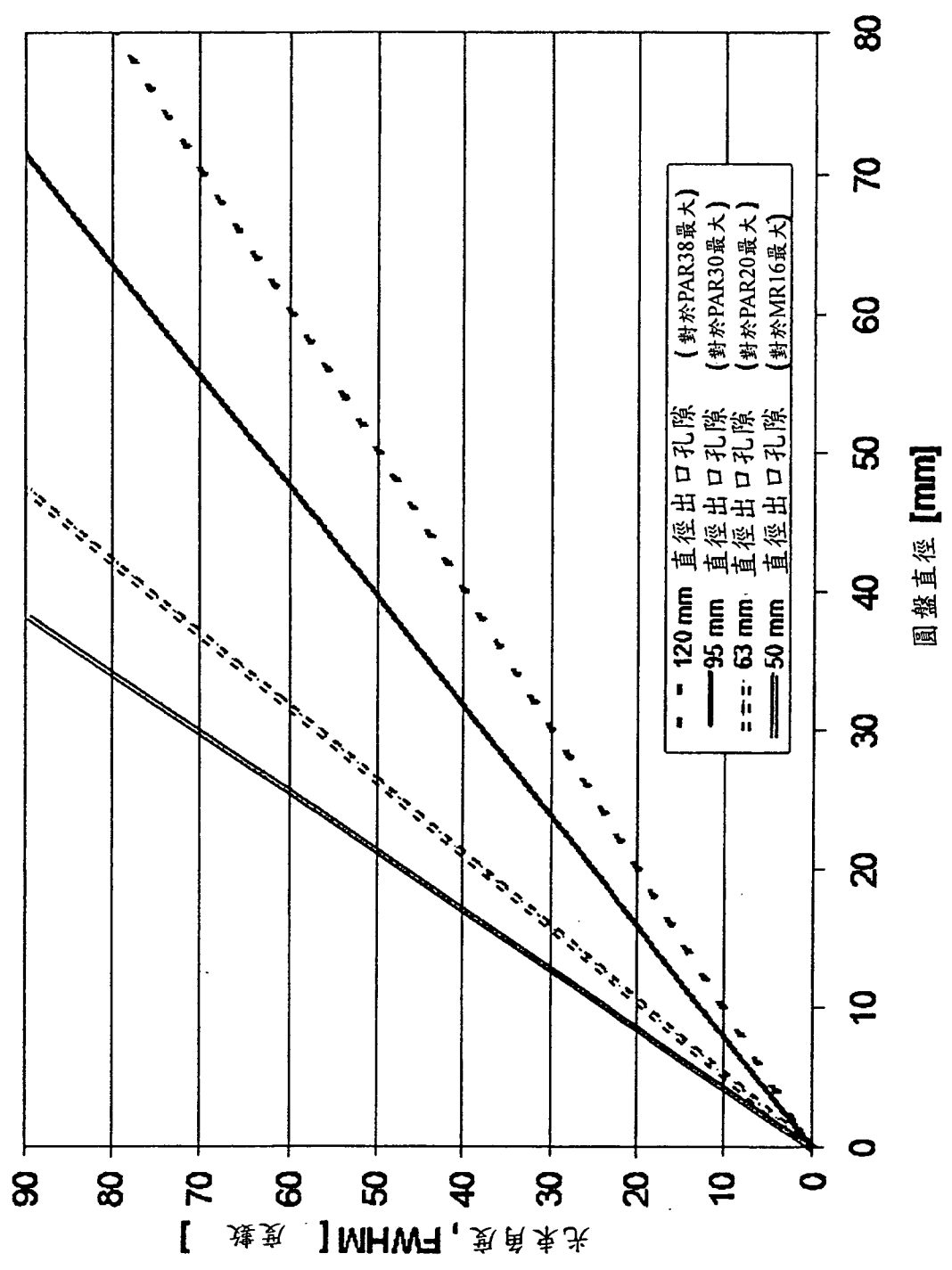


圖 28

假定一典型出口孔隙允許熱鍍片，光束角度相對於光源之圓盤直徑

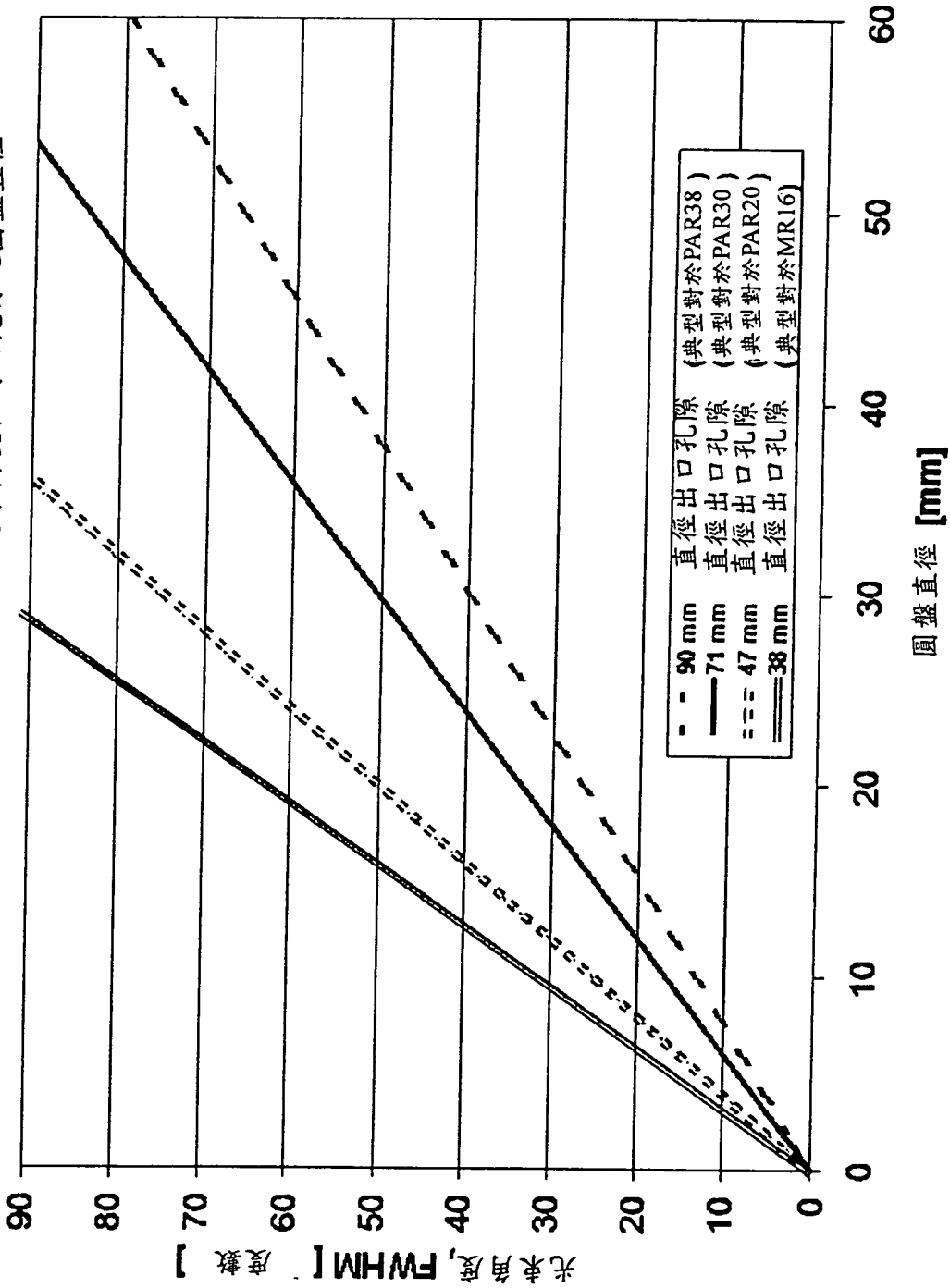


圖 29

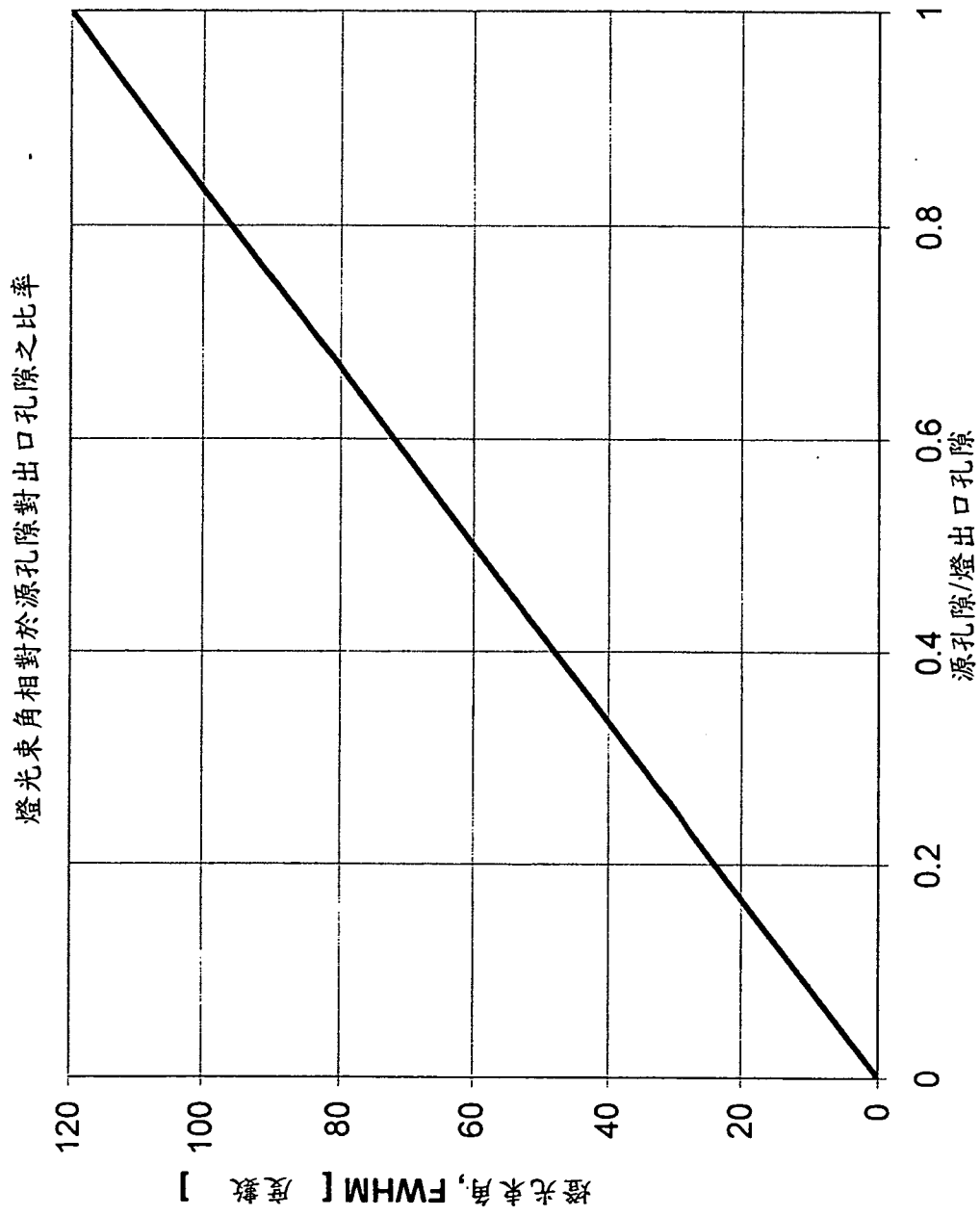


圖 30

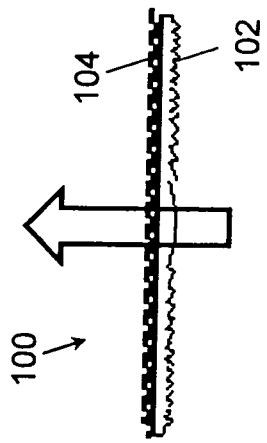


圖 31A

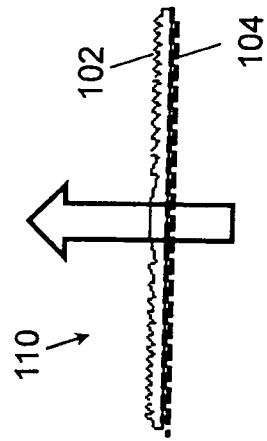


圖 31B