

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02B 5/10 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380105214.5

[45] 授权公告日 2008 年 8 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 100409040C

[22] 申请日 2003.10.10

[21] 申请号 200380105214.5

[30] 优先权

[32] 2002.10.11 [33] US [31] 10/269,479

[86] 国际申请 PCT/US2003/032076 2003.10.10

[87] 国际公布 WO2004/034100 英 2004.4.22

[85] 进入国家阶段日期 2005.6.6

[73] 专利权人 光处方革新有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 P·本尼兹 J·C·米纳诺

F·姆诺兹

[56] 参考文献

US6301064B1 2001.10.9

CN1213785A 1999.4.14

US2002/0080615A1 2002.6.27

WO01/69300A2 2001.9.20

US6166866A 2000.12.26

审查员 魏会敏

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 钱慰民

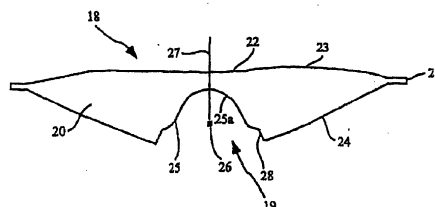
权利要求书 2 页 说明书 21 页 附图 17 页

[54] 发明名称

密致折叠型光学元件照明透镜

[57] 摘要

一种装置制造法，所述装置配置成把输入辐射第一分布转换到输出辐射第二分布。该法包括步骤：对光学设备的至少三个有效光学表面形成一种二维表示法，包括把基于边缘光线组的一段第一表面计算为第一通用笛卡儿椭圆，把基于边缘光线组的一段入射表面计算为第二通用笛卡儿椭圆，把基于边缘光线组的一段第二表面计算为第三通用笛卡儿椭圆，再连续重复沿朝向光源的方向计算该段第一表面和计算该段第二表面的步骤，而且围绕中心轴线旋转地扫描该二维表示法，得出光学设备的三维表示法。



1. 一种折叠式光学装置，其特征在于，所述折叠式光学装置包括：
透明体，它包括第一表面、第二表面和形成在至少第二表面内的腔；
其中，所述腔具有第三表面；
所述第二表面包括径向离开腔延伸的反射区；和
所述第一表面包括环形区，所述环形区被配置成提供内反射折叠以及在透明体与透明体外部之间的折射过渡。
2. 如权利要求 1 所述的装置，其中腔配置成位于光学设备附近，使第三表面贴近光学设备，第一表面发射输出光束。
3. 如权利要求 2 所述的装置，其特征在于，还包括限定在光学设备与第三表面之间的间隙。
4. 如权利要求 2 所述的装置，其中光学设备是一光源，第三表面是让发自光源的光通过第三表面进入透明体的入射表面。
5. 如权利要求 1 所述的装置，其中第一、第二和第三表面都是光学有效表面。
6. 如权利要求 5 所述的装置，其中第一表面内反射在透明体内传播的光束，并在光束通过第一表面时折射所述光束；
第二表面反射在透明体内传播的光束；而
第三表面在光束通过第三表面时折射地再分布光束。
7. 如权利要求 1 所述的装置，其中腔通过透明体延伸到形成通孔的第一表面。
8. 如权利要求 1 所述的装置，其中光束从第一表面出射，出射束被准直到作为第一表面的孔径和有效光源直径的函数的聚光本领极限。
9. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于还包括至少部分定位在腔内靠近腔第三表面的检光器，使透明体第一表面接收的光通过腔第三表面撞击检光器。
10. 如权利要求 1 所述的装置，其中腔配置成位于白炽灯光源附近，使第三表面靠近光源，让发自光源的光通过第三表面进入透明体。
11. 如权利要求 1 所述的装置，其中第一表面还包括吸收性的中心区。
12. 如权利要求 1 所述的装置，其中第一表面还包括反射性的中心区。
13. 如权利要求 1 所述的装置，其中第一表面还包括折射性的中心区。
14. 如权利要求 1 所述的装置，其中第一表面是平面。
15. 如权利要求 1 所述的装置，其中第一表面有一反射的中心尖形凹部。

16. 如权利要求 1 所述的装置，其中透明体由多个不对称部构成，多个不对称部提供双向不对称分布。

17. 如权利要求 1 所述的装置，其中第一、第二和第三表面构成一折叠式边缘光线设备。

18. 如权利要求 1 所述的装置，其中腔包括一种抑制光源角度范围的钟形状。

19. 如权利要求 1 所述的装置，其中腔包括一削尖的弓形，配置使光偏离第一表面的中心区。

20. 如权利要求 1 所述的装置，其中第一、第二和第三表面被配置成使输出光束具有跨越出射直径的可变准直度，以符合特定的照明要求。

21. 如权利要求 1 所述的装置，其中透明体用玻璃、硅酮或注射模压塑料构成。

22. 如权利要求 1 所述的装置，其中第三表面包括一防反膜。

23. 如权利要求 1 所述的装置，其中透明体包括具有安装凸缘的外围部。

24. 一种把输入辐射第一分布转换到输出辐射第二分布的光学设备，其特征在于，所述光学设备包括：

第一、第二和第三有效表面，其中第一和第二表面是相对的有效非球面光学表面，第一、第二和第三有效表面由对称扩展的二维表示法限定而形成一种三维设备；和

第一和第三有效表面在所述三维设备被第一、第二和第三表面限定的主体的内外部之间为第一和第二辐射提供过渡。

密致折叠型光学元件照明透镜

技术领域

本发明一般涉及光学照明透镜，尤其涉及折叠式通路光学照明透镜。

背景技术

先前的非成像折叠式光学元件，应用必须浸没透镜介质的光源，光源埋设意味着含该源(通常为LED源)的封装件与透镜永远粘合。粘合还要求使用透明粘剂，较费人工。

或者，先前的光学元件通过注射模产生，要求LED坚固得足以承受注射模工艺的严格性。在任一场合中，光源都深深地埋在设备体内。

本发明有利地针对上述与其它要求。

发明内容

本发明通过提供一种设计和/或通过光学设备的方法，有利地解决了以上要求和其它要求。该方法包括步骤：对光学设备的至少三个有效光学表面产生二维表示法，并绕中心轴线旋转扫描该二维表示，由此提供该光学设备的三维表示。另外，产生二维表示的步骤包括步骤：根据源的边缘光线组，把一部分第一表面作为通用笛卡儿椭圆来计算；根据同一边缘光线组的内反射光线和其该部分第一表面的折射，把一部分第二反射表面作为通用笛卡儿椭圆来计算；并沿朝源的方向连续重复计算该部分第一表面和该部分第二反射表面的步骤。

在一些实施例中，本发明提供一种紧凑的折叠式通路光学照明透镜，具有包绕源的装置和关联的机械特征或带充气隙(一般为空气)的辅助光学元件。

在另一实施例中，本发明以一种光束生成光为特征。该法包括步骤：折射初始光；使光全内反射；再反射该光；使光折射，由此产生至少部分准直的输出光。在一些实施例中，本发明产生中心光线基本上平行于透镜轴线出射的输出光。

在另一实施例中，本发明以折叠式光学元件装置为特征，包括：含第一表

面、第二表面与形成在至少第二表面内的腔的透明体；有第三表面的腔；第二表面包括径向延伸离开该腔的发射区；和包含一环形区的第一表面，该环形区被配置成提供内反射折叠和在透明体与其外部之间的光学折射过渡。

在另一实施例中，本发明表征为一种制造将输入辐射第一分布转换到输出辐射第二分布的光学设备的方法，包括步骤：设置一个二维模型，把输入辐射的第一分布描述为边缘光线输入束，把输出辐射的第二分布描述为边缘光线输出来，并在相位-空间表示法中以各光线用折射率加权的长度上角度-正弦量纲的位置代表各个输入和输出边缘光线束；响应于相位-空间表示法的边缘光线边界条件，定义三个有效光学表面的二维表示法，包括连续计算几部分至少第一和第二表面；对称地延伸所述光学表面的所述二维表示法，提供三维光学设备。

在一附加实施例中，本发明被表征为一种把输入辐射第一分布转换到输出辐射第二分布的光学设备，包括：第一、第二和第三有效表面，其中第一和第二表面是相对的有效非球形光学表面，第一、第二和第三有效表面由对称延伸的二维表示法限定，形成一种三维设备；而第一与第三有效表面在第一、第二与第三表面形成的三维设备主体的内外部之间提供了第一和第二辐射的转换。

参照以下对提出应用本发明原理的示例实施例的发明内容与附图的详细，能更好地理解本发明的诸特征与优点。

附图说明

通过以下结合下列附图所作的更具体的描述，本发明的各个方面、特征与优点将更清楚了，其中：

图 1 示出先前的 RXI(折射与反射和内反射)发射器透镜；

图 2 示出本发明一实施例中透镜的简化截面图；

图 3 示出位于光学源上面类似于图 2 的透镜；

图 4 示出透镜的准直作用，透镜类似于图 2 和 3；

图 5 示出一源的放大截面图，光线扇页自源辐射；

图 6 示出一部分光源和一部分位于源附近入射表面的放大截面图；

图 7~12 示出本发明一实施例中位于源附近的透镜的一系列用于测定和/或配置透镜参数的局部截面图；

图 13 按照本发明一实施例示出一例透镜与光源配置的光度输出；

图 14 示出本发明一实施例的透镜的简化截面图；

图 15 示出本发明另一实施例的 RXIR 装置简化的截面图；

图 16 示出本发明另一实施例的 RXIR 装置简化的截面图；

图 17 示出本发明一实施例的 RXIR 装置简化的截面图；

图 18 示出本发明一实施例的光折叠准直装置简化的截面图；

图 19 示出图 18 所示光学装置简化的俯视正面图；

图 20 是图 18 和 19 所示装置中央放大的正视图；和

图 21 是有多个不对称部分的透镜简化的俯视正面图。

诸附图中相应的标号指相应的元件。

具体实施方式

下面实施本发明较佳的方式并无限制意义，只用于描述发明的一般原理，发明的范围由权利项决定。

在一实施例中，为有效地准直发光二极管(LED)等光源的光学发射，本发明的装置设置了一条折叠式光路。在一实施例中，本发明设置了一种可提供折叠光路的紧凑型光学透镜。本发明还提供一种该装置的配置与生成方法，为有效的准直提供折叠光路。

先前的高效非成像光学元件把光源埋在透镜介质内。在 2001 年 9 月 20 日公布的题为 HIGH-EFFICIENCY NON-IMAGING OPTICS 的国际专利申请 PCT 公开号 WO-01/69300-A2 中，描述了一例埋没光源的先前的系统，该申请通过引用包括在这里。

光源埋没意味着光源即通常含光源或 LED 源的封装件永久固定或粘合在透镜介质内。另外，粘合光源要用粘剂，而且相当费人工。再者光源(如 LED)要坚固得足以承受注射模制的严密性。在任一种情况下，光源都在设备主体内埋得很深，阻碍了故障发射体的调换。将 LED 深置在透镜里更难排热，一般要用支座把 LED 升到高于印刷电路板(PCB)。另外，这种光学埋置法很难配用于火炽光源。热应力因素表明，热灯泡不能与透镜粘合，因厚度大得多。

本发明特地提供了众多允许有附加设计自由度的实施例，其方法是部分地改变光输入表面形状，以截获大部分光源产生的输出光。

本发明对先前的 RXI 透镜难以用于照明提供一种非埋置的解法，这里的 RXI 是先前设备的简称，由向里回到源的出射束限定，其中存在折射(R)、反射(X)与内反射(I)。或者，根据寻迹回到源的输出束，本发明提供一种折射、反射、内反射与折射(RXIR)，终端折射(R)是附加的入射面折射。在一实施例中，对于密致性与应用性优良的折叠光学照明透镜而言，中心腔作为入射面。

本发明提供照明，在一些实施例中发射源自中央光源的被准直光。在一些实施例中，同类配置结构可将光束聚集到一目标诸如光通信接收器(如光二极管)上。在一实施例中，本发明包括单件专门配置的透明介质，其第一和第二表面都被分成中央与外围区域，中央区离光源(或光学接收器)最近。在一些实施例中，中央区位于光源周期，至少部分包封或围绕光源，允许辐射光折射地进入透镜内部，于是光传播通过反射折叠的光学元件，从第一表面折射地出射为已准直束。在另一些实施例中，透镜配置成包括穿通透镜体一般沿中心轴线对准的通孔、腔孔或管件，经向围绕或包封到光源，诸如高温源(如管状白炽灯)。

上述非贯穿型透镜通常在其第二面(如下面)包括一位于中央的凹口或腔，该凹口包括一折射入射面，它位于光源附近，包封至少一部分较佳地几乎所有的来自源的光。在一些实施例中，非贯通型透镜配用工作温度足够低的光源，使透镜可用塑料诸如丙烯酸或聚碳酸酯制作。至少一部分余下的第二表面配置成包绕腔与入射面的二次曲面形成，还可包含一反射涂层。或者，将一独立的保角反射器定位成直接靠近第二表面。

根据期望的效应与透镜具体的配置，相对的第一表面的中心区或部分为反射、吸收或折射。第一表面包括一外围区，它配置成对朝源的方向提供内反射，并对来自第二表面的方向提供折射的出射面。

第一和第二表面一般都承载构成光学折叠的反射器。第二表面反射一般由表面上的反射涂层实现，而顶反射一般通过全内反射(TIR)实现，除了上表面中心附近的反射涂层以外。在利用改成一折叠光学元件的入射面方面，本发明提供了密致、有效和便于制造的特征，还便于调换故障的光源(或接收器)，能应付较高温光源。

源发射的光通过凹口入射面而进入透镜内部。在一实施例中，光起初反射离开第一表面，从而向反射性或全内反射型第二表面偏转，接着第二表面把光朝第一表面反射回去，于是光通过第一表面从透镜出射。随着光传出第一表面，

它在出射时通常经过一次折射偏转，形成准直输出束。

凹口或腔正确成形的入射表面，操作时至少部分包绕光源，接收来自几乎全部围绕光源的光。由于光源不埋在透镜内，本发明利用了建立在腔入射表面与光源外表面之间的光源周围空气一介质界而提供的增强的偏转容量。在原有技术的 RXI 埋设透镜中，没有该空气一介质界面。

来自光源的光一通过腔入射表面进入透镜本体，光就经历一次或多次反射，出射时再折射。光源来宽广的传播角在其折叠通过透镜期间减小了，形成角范围窄的准直的输出束。对透镜型面稍作设计修改，就可展宽光的角输出范围，以适应具体的照明规定，即汽车头灯的强度指标、表面上的照明图案或其它照明要求，例如在应用平面的法线时， $\cos^{-3}$ 强度图案将在其上形成均匀的亮度。

本发明增大了由多个部署在第一和第二透镜表面上的有效表面(如三个、四个或更多)所提供的自由度。若干实施例配置成配用 LED 光学发射器。若干实施例通过注射模制透明聚合物塑料诸如丙烯酸、聚碳酸酯、多芳基化合物与环烯而被制成，例如后者可用于高的操作温度，比如 161°C ，通常为 140°C ，其例子有日本 Zeon 公司生产的环烯基产品 Zeonor 1600R。

另一些实施例适用于高温。透镜可用玻璃、硅酮或其它类似的透明或部分透明材料制作，这些材料在高温下可保持其形态。此类透镜适应与白炽光源关联的如用于汽车头灯的高温和其它高温光源。在供高温光源使用的一些实施例中，透镜包括普通穿透整块透镜的中心腔，如管孔或管腔。管孔还可配置对流冷却热源。

部署在第一和第二透镜表面上的多个光学有效表面(如三个光学有效表面)的形状，通过一种联立多表面(SMS)法导出。根据一实施例，本发明在至少部分该方法中用 SMS 处理在一系统中共同连续生成两个光学有效表面。本方法应用了边缘光线、光线束和部分通用笛卡儿椭圆，从而在指定的具体初始条件诸如相对于光源的透镜尺寸下，本装置变换光源的输出而完成照明任务。

在一些实施例中，本发明的 SMS 法是一种二维 SMS 法，开始时先分析 LED 光源、LED 阵列或另一类光源的具体特性及其结构和/或外观如何相对于封装轴线的方向而变化。先前的光学准直器诸如抛物镜与凸透镜，因为 LED 呈现为不相干源(即不均匀)的源放射宽度而不适用。通过本文揭示的本 SMS 法测定了透

镜参数与配置,使透镜被应用于几乎任一种 LED 光源而不管其光学封装如何,还被应用于其它光源。在上述用作参考的国际专利申请中,更一般地部分揭示了 SMS 法。

本发明提供另一种求导透镜型面的方法,该法可供准面透镜应用,而且在一阶光学元件的框架内应用了来自光源中心的光线。在一实施例中,该过程对发射源小中心部分在数学上应用了以下全面描述的 SMS 法。

本 SMS 法应用了光源的边缘光线,把它们变换成准直的输出(如把它们形成可能最窄的输出)或变换成满足特定照明要求的输出。在这两种情况下, SMS 法在一实施例中生成一种径向分布,通过绕中心轴线旋转扫描该分布而形成三维透镜。边缘光线是一光束或光源代表源的角度或空间极值的光线,因而形成源的相位-空间边界。另外,相位空间是一种抽象的二维空间,代表源或束发射方向的空间变化。

除了此类旋转对称透镜外,本发明可以配置得略微偏离这种对称性,使分布在旋转扫描时经历适中变化,适应不对称的照明要求,诸如汽车头灯的照明要求。

在一实施例中,本发明对管状白炽光源包括一中心小孔。在一种配置中,本发明包括一种带四个四分体的透镜结构,各四分体的再生分布略微不同,但模制成单块透镜。在一种配置中,本发明包括一种双体聚集器,带左右对称的旋转可变分布,这种改进的双经透镜而若干有利的属性,其中两个优点是:优异的对流可冷却光源(如火炽光源),缩小的体积便于制造。这是因为在一些实施例中,可将双体聚集器模制成两块镜像自由形式的半透镜,当被置于光源任一侧时,其间有一小的垂直定向间隙,系统产生的烟道状气流消除了灯玻璃罩吸收的长波长热量。

这里使用的术语光和照明不限于 380~750 纳米的可见波长范围,还包括适合于几何光学元件的整个紫外与红外范围。在这些不可见范围内,本发明具有与在可见范围内类似的技术优点。

尽管适合紫外区的透明材料相对较少,但这里对汽车头灯揭示的火炽灯结构也适合半导体制造的远紫外石印术,因为本发明提供了高聚集效率和优异的束形成能力。本发明还同样适用于近紫外 LED,这种 LED 将作为用于激发可见光荧光体的主光源而异军突起。

在近红外区内(如 700~1100nm), 基于本发明的夜视照明器可把市售的近红外 LED 用作透镜光源, 它可以用上述的塑料模制, 方法与可见光照明器相同。本发明提供优良的准直作用, 使它适合最后一英里抽枝领域(the burgeoning field of last-mile)即自由空间光通信数据链路。在更大的中长波红外波长, 本发明提供的旋转对称性使它适合用红外光学元件使用的同样的钻石切削技术制造。本发明一例特别重要的应用是一种有成本效益的对信热寻导弹的小型机载红外干扰防御设施。

图 1 示出先前的 RXI(折射与反射和内反射)发射器透镜, 包括实心介质体 1 和位于其光学中心的埋置式 LED2。电极对 3 把电力从驱动/控制器 4 导向 LED2。LED 发射的中心光线束 5 反射离开中心镜涂层 6, 外围光线束 7 内反射离开正面 8。两组反射(示成向下)行进光线反射离开镀膜背面 9, 通过正面 8 出射为准直束 10。包括与之制作在一起的辅光学元件的 LED2 必须浸没透镜 1, 因而光源与透镜之间不存在气隙或其它此类折射率界面。

图 2 示出本发明一实施例中透镜 18 的简化截面图。点 26 指示的坐标原点位于光源腔 19 内入射表面 25 上部 25a 的弯曲中心, 坐标原点 26 一般也是光源 30 中心的标称位置(见图 4)。当该装置工作为光学接收器时, 该坐标原点带是接收光的焦点或焦区。

中心轴线 27 是旋转对称中心。透镜体 20 配置成在透镜外围包括安装凸缘 21。透镜的第一表面即上表面包括中心平坦表面或区 22, 包围弯曲约表面或区域 23。图 2a 示出透镜 18 上表面俯视透视图。

再参照图 2, 透镜下表面包括外反射表面或小镜 24, 并且包括腔 19, 腔实际上具有接纳光源的任一种形状或式样。在一实施例中, 腔 19 呈钟形, 入射表面 25 形成腔接纳表面, 在有些实施例中几乎闭了光源。无效表面 28(几乎不截取光)包围住指定给透镜容纳安装凸缘 21 厚度的额外厚度, 没有该额外厚度, 透镜将更加小巧, 应用不同的安装类别或方式。图 2b 示出透镜 18 带反射表面 24 的下表面和带入射表面 25 的腔 19 的透视图。图 2b 所示透镜 18 的实施例无凸缘, 具有作其它安装方式的外围锐缘 61。

本发明可应用若干不同的安装方式。在一实施例中, 用搭扣配合安装法紧固和精密地安装透镜。图 2c 示出透镜 900 的透视图, 示出了可用注射模制的透明聚合物形成的下表面。透镜 900 包括一交错的中心腔 922, 它被成形为接纳先前设想的 LED 封装件(如下面讨论的 Luxeon), 与其形状精密相符。

透镜 900 用配入安装凸缘 905 的紧固和/或定位器或装置安装。搭扣装置包括一条或多条槽 910~914(诸如方位槽)和栓钉或接头 915~917。搭扣元件与照明产品联锁部件上配合透镜 900 的相应搭扣元件一起作用,该搭扣保证组装符合要求的容差,同时不能及后镜表面 924。

图 3 示出的透镜 20 类似于图 2 的透镜,被定位在诸如圆顶封装型 LED30、LED 阵列等光源或其它光源上面,LED 实际上是任一种 LED。在有些实施例中,LED 辐射成几乎为半球形。图示 LED 类似于市售的 Lamileds 公司制造的 Luxeon 白色 LED,有 $\pm 100^\circ$ 放射图案。然而,通过这里描述的 SMS 法,可将透镜配置成应用几乎任一种 LED、宽角 LED、安装型 LED 和其它光源与宽角光源。同样地,这里提出的设计过程也可使用几乎任一种其它市售的光源到器件。Luxeon 提供高的白光发光度,由于 Luxeon 被称为倒装片,故顶电极不引入不均匀啮合阴影。

光源 30 的透明圆顶包括在其下面延伸到短柱段 32 的半球区 31。发射芯片 33 埋在例如折射率为 1.54 的圆顶媒体内并装在基片 34 上。芯片 33 和基片 34 被平反射表面或小镜 35 包绕。通常,包括圆顶 31 与芯片 33 的光源 30 同透镜共用一根旋转对称的中心轴线 27,图示成伸入透镜 20 与轴线 27 一起(另见图 2)。发射芯片 33 一般呈方形,因而轴线 27 与芯片 33 的四对称轴线相一致。

光源 30 至少部分定位在腔 19 内,透镜围绕光源 30 定位,使腔 19 的入射表面 25 定位得保持贴近 LED 源。在有些实施例中,腔的入射表面与相对于 LED 的预定位置保持在至少 $\pm 1.0\text{mm}$ 内,较佳地至少在 $\pm 0.1\text{mm}$ 内,更佳地至少在 $\pm 0.05\text{mm}$ 内。

图 4 示出透镜 20 提供的准直作用,透镜可以类似于图 2 和 3 的透镜。透镜 20 定位成靠近 LED 光源封装件 30 并在其上面,它发射的准直的中心光线 40 原来从坐标原点 26 发出,沿透镜内折叠的光路传播。

本发明还附带提出一种派生诸透镜实施例以实现所需输出 40 诸如所需准直束 40 的方法。在一实施例中,推导透镜的特性与结构的该方法以审察光源的辐射发射的光学结构开始,并应用了联立多表面(SMS)法。本发明还确定了一种新颖的附加第三入射表面 25,改进了先前的透镜配置。

本发明的旋转对称性围绕中心轴线 27(见图 3),围绕轴线 27 形成和集中组织了准直输出 40。该中心轴线一般穿过光源 33 的中心。图 3 和 4 的圆顶封装型 LED30 通常沿中心轴线 27 对准,而轴线 27 对准该透镜实施例的对称轴线(用

通常为光源 30 设计的光源腔 19 配置), 因此通过本方法产生的透镜分布一般位于图中所示并在下面讨论的模截平面内。透镜分布可以旋转掠过 360° 而生成本发明透镜的诸表面。

根据一较佳实施例, 在确定透镜配置的初始步骤之一中, 示意地图示和表征了规定贴近建议光源的详细的空间-角度发光度分布。这样在与其它参数诸如光源尺寸与准直光学元件直径等一起考虑了这一分布信息后, 就可对设计确定最大可能的准直度。因此, 图 5 和 5a 示出圆顶 LED30 和装在硅基座 34 上的发光芯片 33 简化的截面方块图, 硅基座 34 则装在平面反射表面即小镜 35 上。参照示出光源放大截面图的图 5, 光线扇 50 从第一角或丝例如芯片 33 最后角 36 辐射, 它代表通常从中向外传播的球形波前。

因波前离开圆顶 31 的中心, 故在所折射到圆顶 31 表面周围的空气后变为非球形(即畸变)。图 5 的光线向外延伸超过圆顶 31 的封装件边界, 示出表面的定向分布。在有些实施例中, 通常在圆顶表面 31 与透镜入射表面 25 之间形成气隙(如气隙宽 0.1mm)。本发明还要指出, 圆顶 31 外面的封装件上角 39 形成光线扇 50 的最后光线 50e。点 51 示出波前的折射, 一些光线在该点同其在半球表面 31 折射两偏转。这些光线属于折射波前, 代表一组用于较佳透镜 20 设计过程的边缘光线。

除了光线扇 50 外, 图 5a 还示出从芯片 33 第二角即最左角辐射并通过圆顶 31 向外传播的镜像光线扇 52。透镜配置法还应用了从中辐射的该边缘光线扇 52。

考虑了来自芯片 33 薄面(如高度为 0.15mm, 取决于光源与制造高)的光发射。透镜设计法应用了芯片该侧面部分得出的发光度, 因为在其表面上得到了高的发射亮度(芯片四个发射面的面积约占顶部面积的 60%, 侧面芯片上的荧光层产生与顶部一样的亮度)。图 56 示出装在不透明硅基座 34 上的发射芯片 33 的放大图, 基座 34 下面是小镜 35。芯片 33 的角 53 形成另一组边缘光线 55, 通常在透镜设计法的一实施例的初始阶段使用。边缘光线扇 55 代表芯片底角 53 发射的光线偏离刚好未射入到器件角 39 的最后光线约 100° 。

从发射芯片 33 底 53 到侧面, 图 5c 示出发射芯片 33 的放大图, 扇边缘光线 54 用于透镜设计。芯片侧面 56 发射的边缘光线 54 传播到刚好未射入 LED 封装件遮断角 39 的圆顶表面 31 外面。

图 5d 示出一侧简化的相位-空间图, 这些边缘光线 50、52、54 与 55 代

表光涂相应相位—空间的边界。更具体地说，这些边缘光线代表芯片 33 顶部平面内发射的相位—空间边界。该例的光源封装件的介质折射率为 n 。相位—空间图右边，图示的光源芯片 33 在顶部和两侧有三条形成角 α 的表面法线。左边是按 $\pm n \sin \alpha$ 垂直延伸的“光源相位—空间”图， $n=1.54$ ， α 在 $\pm 90^\circ$ 内，与表面法线成逆时针角的光线为负值。发射芯片 33 顶部发出的光线处于相位空间在左边-0.5mm 与右边+0.5mm 之间的部分。任一侧面都是两个较小的侧面发射区。

对称轴线 27 还在光源相位空间的中心形成一同义点。这里用各种线条代表前述诸图中的光线扇。在光源相位空间内，左右边界线 52 与 50 代表图 5a 的左右光线扇 52 与 50。同样地，图 5b 的角光线扇 53 是最外面的线 53，直线 54 对应于图 5c 的限制光线 54。中心线 59 是中心光线束，源自芯片中心，这里定为点 27。

相位空间的概念是一种二维数学结构，一根轴线是与旋转对称轴线的距离 x 的空间坐标，另一根轴线是光线与该轴线的倾角 α 的正弦乘上光线在其中传播的介质的折射率 n 。这种坐标已为众所周知，在 Hamiltonian 光学原理中介绍。本发明方法使用了这些边缘光线，因为只要它们被准直，则在它们所形成的相位空间边界内的光线也被准直。因此，为建立透镜分布图，下述设计法应用了这些边缘光线。

芯片发射的相位—空间表示的总面积，通常称为聚光本领 E ，可在相位空间内作数值计算。该聚光本领还可定义为表征光源或光束的相位—空间面积，无法用光学设备增大。热力学第二定律在应用于不相干光源时，等效于聚光本领守恒定理，说明芯片发射的聚光本领在通过光学系统期间不能增大。若系统的出射孔径 D 固定，则聚光本领守恒对输出角准直固定一下限(若不丢失光功率)，当把输出束限到窄发射角 α 时可实现这一目的。该输出束的聚光本领由下式给出：

$$E=2D\sin\alpha$$

因此，聚光本领受限设备将有：

$$\alpha=\sin^{-1}(E/2D)$$

参照图 5e，图 3 中透镜表面 23 的光学有效直径对应于前述制造的透镜的 35 毫米。参照图 5d，光源芯片 33(如 Luxeon)宽度(如 1mm)辐射为 $\pm 90^\circ$ ，高度如为 0.15mm，使侧面辐射成 100° 角，全在折射率例如约 1.54 的圆顶介质内。

相位-空间轮廓线形成的聚光本领为：

$$E=[(2+2\times 0.15\times (1-\cos 100^\circ))\times 1.54]=3.62\text{mm}$$

这表明透镜输出束 20 可以不窄于：

$$\alpha=\sin^{-1}(3.62/2\times 35)=2.96^\circ$$

这样导致图 5e 示出空气中的输出孔径(上图)和输出相位空间(下图)刚好在透镜上方，这里假设 $n=1$ 。例如，孔径宽度 D 为 35mm，相位空间为 $\pm\sin(\alpha)(n=1)$ 跨越，聚光本领(相位-空间面积)与图 5d 的光源相位空间一样。注意，直线 89 代表跨过整个透镜宽度出射的平行光线，所有这些光线都在发射器中心发出且位于图 5d 的直线 59 上，因而光源上某一点在透镜出射处变为一条直线，同时光线离开该点的所有角度变成跨越透镜出射处的平行光线。这可以想像为相位-空间转动了 90° 。

这一 $\alpha=\pm 2.96^\circ$ 准直的小值实际上比同直径的抛物面镜的值更窄，因为从抛物面反射器的焦点到形成分布的诸点的距离变化很大，该缺点在成像光学中作为彗差是众所周知的。但在本发明中，多个折叠表面如上下表面 23 与 24 的形状所提供的自由度，使光路长度几乎同从光源到出射表面 23 上各个点的长度一样，得到跨过透镜基本上均匀的角度输出。

本文揭示的 SMS 方法通过适当改变边缘光线输出角 α ，能满足对整个束发光度归一化的规定的照明图案，但形状因子限制了边缘光线输出能变化的大小。或者或另外，如图 4 例示那样使中心光线呈现出发散或收剑，可修改输出强度图案。

图 6 示出光源 30 一部分放大的截面图，LED33 浸没圆顶内，腔 19 的一部分入射表面 25 定位得靠近光源 30 和圆顶表面 31。腔 19 的入射表面 25 的设计经特殊配置，影响着至少一部分边缘光线包括左右光线扇 52 与 50 的传播。

只通过光源封装件 30 的角 39 的最后光线 53，通过入射表面 25 从其原来的角度(如 100°)偏转一预定的角度变化 ϕ ，例如 30° 的角度变化。这一 30° 的角度变化对于折射率 $n=1.54$ 的单次折射等于实际的最大量，因而边缘光线在角度上被压缩到 $\pm 70^\circ$ ，较之先前的 RXI 设备如图 1 的设备有若干改进。其中的四个改进包括：

(1)光源 30 可以位于出射面或表面平面的下面，能直接朝向 PCB 安装。如图 1 所示，先前的设备要求光源芯片 2 位于下表面外缘 9 的上方；

(2)可减小整个透镜厚度，配置更密致。取消凸缘 21 和无效表面 28(见图

2)可再减小透镜厚度;

(3)能在图 1 所示从光源 2 到透镜顶部 8 限定的先前设备很小的距离增大通常在中心的透镜厚度; 和

(4)光源 33 不浸没透镜 18(见图 2), 便于置换或替代故障光源、选用光源或改进的光源, 还可取消先前设备中将光源粘合到图 1 透镜的麻烦而易于起泡的步骤。

推荐的埋没优点是在每一空气-塑料界面(表面 31 与 25)把菲涅耳反射损失减除了约 4%。在一些实施例中, 本发明通过在腔 19 入射表面 25 上应用防反膜, 减小了这种双重损失。在这些实施例中, 还对封装件 30 的半球表面 31 加了防反膜。

再参照图 6, 还示出了一拐点, 指示沿入射表面 25 该表面从一般中心球形闪亮的一点。中心球形一般与 LED 到装件的圆顶同心。注意, 在拐点 60 下面通过入射表面 25 的光线, 近似平行于最后光线 50e 的 70° 角, 正好绕过角 39 或到装件 30。透镜上下表面的每一点接收各自来自左右光线扇 52 和 50 的一条边缘光线(为清楚起见, 示出少量光线)。在后面的设计阶段中, 违反这一条件就意味着必须修改设计输入参数。在一实施例中, 本方法依赖于每一求出的只遇到单对边缘光线的点, 限制了本发明入射表面可能的形状。

图 7~12 按本发明一实施例示出定位成靠近光源 30 的透镜 20 的一系列截面图, 表示至少部分本方法用于确定和/或配置透镜参数的设计阶段。在这些图中, 为清楚起见, 图示的 LED 封装件 30 的相对尺寸减小了, 只将研究的部分示出上下透镜表面 23 和 24。这些图示出了透镜分布的推导, 因而只示出透镜分布的右侧, 左侧被理解为绕透镜中心轴线(即图 2 的轴线 27)的镜像。

设计步骤基于非成像光学的边缘光线理论, 通常在入射光学系统的所有边缘光线结束离开时限定, 因而所有光线都在它们形成的相位-空间边界内。应用边缘光线理论, 本发明把芯片的发射变换成聚光本领 e 有限的输出束, 为计算光学设备把芯片的边缘光线变换成 $\pm\alpha$ 输出束的边缘光线的分布, 这是必需而且充分的。期望的束直径在 Q 点具有直缘, 这可能是真的, 但此时为虚的(如图 7 中)。

再参照图 5e, 图中示出从最右点 71 延伸到最左点 72 的输出孔径 70, 还示出输出相位-空间矩形 80。点 71 和 72 分别对应于图 7 的 Q 点及其镜像 Q' (图 7 中未示出)。

仍参照图 5e, 准直束 73 从出射孔 70 最左点 72 发射, 代表相位空间矩形 80 的左边界 83。通过孔中心点 74 的中心束 75 代表中心线 85, 最右束 76 代表矩形 80 的右边界 86。上边界 87 代表来自搭跨孔 70 的最后准直边缘光线, 下称 $+\alpha$ 完成, 而下相位空间边界 88 代表来自横跨孔 70 的最左准直边缘光线, 下称 $-\alpha$ 光线。中心线 89 代表穿过该孔与孔 70 的表面法线 79 对准的光线。

图 7 表示透镜设计的第一阶段。发射芯片 33 从最左点 R' 延伸到最右点 R。在一实施例中, 本发明方法以预定次序连续计算图 7 的各元件, 例如先设定点 Q 的位置。水平位置只是设备光学有效孔的外半径, 通常对指定的应用场合确定。另外, 运用孔宽度 0、有效发射芯片宽度 d(如 1.3mm)与封装件折射率 n 的聚光本领极限公式, Q 的水平位置决定了发射角 α , 算式为:

$$D\sin\alpha=nd$$

另一方面, Q 的垂直位置为一自由参数。自虚源 Q 起, 经 r_1 出射边缘光线 r_{00} 的辐射对应于图 5e 的相位-空间边界线 86。

该法下一步如图 7 所示, 选择顶光源 23 的最外孔点 A。点 A 选成沿从光源 Q 向上传播的光线 r_1 , 实际上是点 C 的虚像。然后对顶表面 23 选择点 C 的位置, 用低次多项式规定出射表面分布段 AC, 最好无拐点。点 B 是曲线 AC 沿上表面 23 与光线 r_{00} 的交点, 而光线 r_{00} 的不折射反向迹线通过 Q。再计算光线 r_{00} 在被曲线 AC 代表的表面的折射。

刚好绕过封装件 30 最外角 39 的最低光线 r_0 向上折射到点 c, 这是在入射表面的 MN 段最外点 M 完成的, 而且还在点 N 与入射表面中心半球部分平滑地接合。段 MN 把来自光源 33 的点 R 和 R' 的光线折射成会聚在点 C 的光线, 因而段 MN 是一特定的通用化笛卡儿椭圆问题: 找出把一指定波前的光线变换成另一指定波前光线的折射或反射表面。在十七世纪由 Descartes 陈述并证明的原始笛卡儿问题, 找出了将源自一点的球面波前折射或反射成另一会聚取不同点的球面波前的表面(称为笛卡儿椭圆)。笛卡儿椭圆一般是一个四次多项式(但包括椭圆、双曲线与球面等特殊情况), 一旦对它固定了单个点, 就被唯一地确定(当然假定给出了球面波前与表面类型、折射或反射)。通用化笛卡儿椭圆问题的解法也是众所周知的(自 1900 年的 Levi-Civita 以来), 就是使与两个给定波前关联的程函方程相等(在忽略辐射通量而只应用光线的位置与方向时, 可将程函定义为电磁波的数学表示)。以下按同样的方法用该通用笛卡儿椭圆规定透镜上下表面分布的连续段。

在规定了入射表面的通用笛卡儿椭圆段 MN 和上表面的 AC 后,把反射底表面的段 ED 作为通用笛卡儿椭圆来计算,该通用笛卡儿椭圆将从 C 全内反射的光线变换成向上传播到段 AB 的光线,而段 AB 将光线变换成从虚源 Q 传播的出射光线扇,包括把光线 r_0 变换成光线 r_{00} 。

在发射芯片 33 上,发自点 R 与 R' 的边缘光线最终被变换成出射束 $\pm\alpha$, 其虚原点在 Q。若将 Q 与 A 选择相互接近,也会使点 A~E 靠近在一起,使底表面 24 向上偏移,直到消除无效表面 28 和凸缘 21(见图 2)。图 26 所示的这种配置是本发明的另一较佳实施例,该例的反射表面 24 配置成包围腔 19 并径向外延到镜缘 61。

入射表面 25 高于拐点 N 的部分(远离点 M)被选为简型半球的上部。如下所述,其它形状可形成不同的较佳实施例。

图 8 示出该透镜设计法的下一阶段。发自主发射芯片 33 最左点 R' 的边缘光线 $r_1 \sim r_2$ 被入射表面 25 的半球部(点 N 上方)折射,几乎平行地行进到分布段 CC' 段 CC' 是一个通用笛卡儿椭圆,对该组边缘光线($r_1 \sim r_2$)内反射,使它们传播到分布段 ED。段 ED 将光线向上反射成被分布 AB 折射为基本上平行的光线组 $+\alpha$ 。注意,发自光源空间边缘的光线在准直输出的角缘结束。

图 9 示出该方法确定下表面分布段 EE' 的下一步骤。发射芯片 33 的底角点 S 和顶角 R 限定光线刚好未射入而通过 LED 封装件 30 遮断角的原点。这些光线经反射传播,使它们被入射表面 25 所折射并被已求出的分布段 CC' 全内反射之后,作为基本上平行的出射表面组 $-\alpha$ 而结束。分布段 EE' 是通用笛卡儿椭圆,把这些边缘光线反射为从分布段 CC' 向下行进的光线。一旦被下边缘光线 24 的段 EE' 反射,光线就向上传播成被分布段 BC' 折射,从而在准直束 40 里出射(图 2)。

图 10 和 11 示出本透镜设计方法一实施例的继续,包括分别推导上表面分布段 C'C" 与下表面分布段 E'E"。图 10 示出由源自最后点 R' 的光线产生的平行出射边缘光线 $+\alpha$, 从而能在数学方法生成分布段 C'C"。图 11 同样示出用平行出射边缘光线 $-\alpha$ 生成分布段 E'E" 的方法。这一两步处理法沿上表面 23 继续向内重复,以完成整个透镜分布的推导,如图 2 所示。为了在全内反射条件(入射角 $>$ 临界角)不再保持时确保金属性反射,还计算了顶反射部或小镜 22(见图 2)的宽度或直径。一旦作出了点 M、A、C 和 Q 的原始选择,就独特地生成透镜分布,从而变成优化其位置选择的实际手段。就是说,可按不同的成组起始点

生成各种候选的透镜分布。

在设计过程中改变中心光线在出射孔的角度 α 和倾角 γ ，得出非均匀束，该束可以做成服从由强度 $I_{out}(Q)$ 规定的特定旋转对称照明要求，其中 Q 是与光轴的出射发射角。 $I_{out}(Q)$ 对输出束 40 整个 Q 范围的积分，等于无透镜损失的(入射与出射的菲涅尔反射比、表面或体积散射及吸收)封装件发光度。实际上，本方法可用任一对产生强度 $I_{OUT}(Q)$ 的函数 $\alpha(x)$ 与 $\gamma(x)$ 来求出离中心轴线每一距离 x 的上下表面分布高度。例如，由于 $r(x)=0$ 描绘出可能的最窄束，因而更宽的束应使用单调的 $r(x)$ ，或是发散($dr/dx>0$)，或是会聚($dr/dx<0$)，视透镜附近期望的束特性而定，在远场内，结果同为 $I_{OUT}(Q)$ 。

满足某种规定的透镜，是在一系列中生成各种光线迹线收敛于该规定的候选分布的结果。对 $\alpha(x)$ 和 $\gamma(x)$ 的初步试验，以多项式形式使用它们，系数可用常规的多参数优化法调整，再重复试验达到细调目的。

假设 $\beta(x)$ 是与经线中心光线 r_m 的光轴形成的角度，而光线 r_m 从芯片截面的中心点 O 发出，由设备出射，从出射孔在位置 x 的点以角 $\beta(x)$ 发射。芯片以方向 β 发射的强度为：

$$I_{IN}(\beta) = LD(\beta)d \quad , \quad (1)$$

式中 L 是芯片的亮度(变化公式为 $L(\beta)$)， d 是芯片顶面的横向宽度，而 $D(\beta)$ 是芯片的经线截面投射在垂直于光线 r_m 的平面内的大小。函数 $D(\beta)$ 为：

$$D(\beta) = \begin{cases} d \cos \beta + h \sin \beta & \text{如果 } 0 \leq \beta \leq \frac{\pi}{2} \\ h \sin \beta & \text{如果 } \frac{\pi}{2} \leq \beta \leq \beta_{MAX} \end{cases} \quad , \quad (2)$$

式中 h 为芯片高度(如这里所模拟的 Luxeon, $d=1\text{mm}, h=0.15\text{mm}$)。公式(2)的上部表示有两项，第一项对应于芯片的顶面发射，第二项对应于芯片的侧面发射。在下部表示中(对 β 超过 90° 的值)，只存在侧面发射(对于 Luxeon, $\beta_{MAX}=100^\circ$)。

前述的主光线发散角 $r(x)$ 的单调特性，规定了 β 与 θ 之间的单调相依性，这种相依性能使强度通过透镜传递期间的通量守恒由一次光学近似法给出如下：

$$\eta_{optics}(\beta)I_{IN}(\beta)d\beta = \pm I_{OUT}(\theta)d\theta \quad , \quad (3)$$

式中 η_{optics} 是在计及了沿光线通路中中心角 β 有关的折射与金属性反射而估算的。 $\pm\xi$ 用来选择收敛输出束设备(+)或发射型设备(-)。对公式(3)两边积分，得出函数 $\beta=f(\theta)$ ，积分常数不详，通过选择边界条件(如 $\theta=0$ 时， $\beta=0$)来决定。

在一次近似法中，由于束的中心光线在非成像光条构内起着流线的作用，故聚光本领守恒陈述为：

$$2\sin\alpha \cos\gamma d\rho = nD(\beta)d\beta = nD(f(\theta))f'(\theta)d\theta, \quad (4)$$

式中 n 是芯片周期的折射率。取 $\gamma \sim \theta$ ，得：

$$2\sin\alpha d\rho = \frac{nD(f(\gamma))f'(\gamma)}{\cos\gamma} d\gamma \quad (5)$$

因此， $\alpha(x)$ 可自由选择(除了单数情况)，而 $r(x)$ 可通过公式(5)的积分算出，反之亦然。

在一实施例中，该装置被配置成使光束发散，倾角随与光轴的距离而线性变化，光轴在光学设备后面产生芯片的视在虚像(给出发亮的深度)。这里揭示的一般类别是折射入射表面围绕其定位的折叠式照明透镜，至少部分包围光源(在照明透镜的情况下)或宽度受光器，LED 也能扮演这一角色。

若允许函数 $r=f(\theta)$ 为不单调，因部分输出束将发散而其余输出束将收敛，故自由度增大了。于是例如可在发散部自由选择 $\alpha(x)$ ，或自由选择 $r(x)$ 。通过上述方法计算收敛部的函数 $r(x)$ ，产生规定的强度 $I_{OUT}(\theta)$ 减去发射部产生的强度(它可以计算出来，因为 $\alpha(x)$ 与 $r(x)$ 早已设置在发散部里)。腔 19 入射表面 25 的半球形配置，可用于同光源封装件 30 的半球形状相符。图 12 示出定位得靠近光源 30 的透镜 20 的一部分放大截面图。一般而言，从发射芯片 33 相对两侧发射的向上行进的光线 U 与 V，被第一或上表面的中心透镜部 22 反射，于是光线被第二或下表面 24 反射回在规定准直角 $\pm\alpha$ 外面的出口。若光线 U 与 V 不能被精确地反射或有其它问题，还可将中心部 22 配成平坦且做成有吸收性。有了这种吸收性配置，就不存在超出指定输出束的杂散光。吸收区可以设计成对设备效率产生最小的影响(百分之几)。

图 13 示出一例本发明一实施例的透镜与光源配置的光度输出。生成光束的准直度那么严密(即聚光本领受限)，使以 90%与 10%等照度线标出的输出束具有像光源一样的方形。

用于数值透镜分布生成的该 SMS 方法，分别列出一系列上下光学表面 23 和 24 的点(如期望的那么多)。在一实施例中，本发明对于比单纯坐标清单更简单的表面指标，提供多个点例如与某个高次多项式的拟合，而该多项多能以足够的精度近似透镜表面分布数据。由于斜率误差是光学上最苛刻的，故在一实施例中，为实现精密拟合，本发明将二次斜率误差减至最小。举个例说，前述

35mm 透镜设计的一种较佳拟合，对顶表面按下列公式提供了后面的诸系数：

$$Z = \sum_{i=0}^n a_i \cdot x^i ;$$

对于底表面：

$$Z = \sum_{i=0}^n b_i \cdot x^i ;$$

对于入射表面：

$$Z = \sum_{i=0}^n c_i \cdot x^i$$

其中在执行表示该公式的算法时， $0^\circ=1$ 。表 1 示出几例顶表面、底表面和入射表面的许多点。

j	a_j	b_j	c_j
0	4.7517143955675234	-2.37422896547999551	3.27943985579559971
1	0.078213913593562695	0.0622292951208277545	-0.0246173121411210616
2	-0.0662978742367759943	-0.0389759664142950712	-0.0737882797784141786
3	0.0653268361785309115	0.0427753804903300075	-0.0371345035186528491
4	-0.028131071797561049	-0.0165057172583391483	-0.208828497656781797
5	0.00667342646261397977	0.00390454007192048754	0.0462095551333369797
6	-0.000909090274647977956	-0.000574432591739397437	0.563664059210326585
7	6.53740286835509241e-05	4.96008482510230716e-05	-0.710315520384180776
8	-1.71070606076973267e-06	-1.89908189331935791e-06	0.281466616893121468
9	3.69580831889232931e-09	-4.30655451796882795e-08	0.0267283041984665987
10	-7.55216398291593744e-09	5.60783797629530747e-09	-0.0433934461104145547
11	5.0798280142263671e-10	1.18989177906988579e-10	0.00432512014126843956
12	1.03085871377327384e-11	-2.94224248903500602e-11	0.00225536958553495094
13	9.46270040867123034e-14	1.29019160003313356e-12	-0.000173933726991574501
14	-9.88694721333669511e-14	-4.12512389072579956e-14	-8.12937989966903794e-05

15	-7.41902659979368428e-16	8.73443199845399005e-16	-7.14766252067262778e-06
16	3.60491708808995904e-17	1.89912240702166625e-16	1.20703334148528569e-06
17	1.62842051709098065e-17	-8.95609052302280274e-18	4.98012294447932047e-07
18	-8.52526011450971706e-20	-1.4236964742671865e-19	1.31956229687478493e-07
19	5.6513277964315026e-23	-3.26648998710840134e-20	1.02344717808129012e-08
20	-2.03202847331993117e-21	1.94006021694096199e-21	-7.71592468451516261e-09
21	-9.45109111076399026e-24	1.63203403326030414e-23	-1.15687396744118322e-09
22	-5.64169945062607058e-24	-2.39150069511507584e-24	-2.27355224407997751e-10
23	7.19729651975731253e-25	5.2690516533691285e-25	3.58182414730620312e-11
24	1.53396378378546122e-26	9.50454763650073265e-27	1.14396812818287773e-11
25	9.073506527840067e-28	-1.69824517836859919e-27	1.80840995751385356e-12
26	-1.83669245121739288e-28	-8.11566156767613041e-29	3.84529655691247707e-13
27	-3.3240050146999732e-30	3.5096580735441562e-30	-4.44916828079620503e-14
28	-2.57300919608035131e-31	-2.95601508863453337e-31	-1.71901119269923803e-14
29	3.55549030824495442e-32	6.18196343723693842e-33	-6.63206239661835948e-15
30	-8.43513155870074496e-34	8.25753015594589045e-34	-5.79336274978293154e-16
31	1.04545916297016553e-34	2.79078083511144539e-35	7.44350341188460437e-17
32	1.63271306677402734e-36	1.36142360482703487e-36	6.49464339107313353e-17
33	1.21819065774971929e-37	-2.30782421623554762e-38	1.37977429835118187e-17
34	-3.69585808585755392e-38	-1.2556670208535129e-38	-9.92758283229503948e-19
35	-4.15276497544421456e-40	7.32373456569378427e-41	-3.59739035272194971e-19
36	1.24075605775685041e-41	-1.7739149903472275e-41	-1.13116293900756739e-19
37	5.78413135083638718e-42	1.20954867838688467e-43	1.89020222050207292e-21
38	-1.09208941562968013e-43	9.60885532478781834e-44	5.00935015970486579e-21
39	-3.69155144939008431e-45	1.06168257852663409e-45	-1.39039045541811553e-22
40	5.2147664314650947e-47	1.42766719428987924e-46	-3.68639445686604908e-23

表 1

如上所述，入射表面在顶面 23 上从 N 到轴线和从 A 到 C 的中心部分通常随着选择，这种自由度缘于本发明的 SMS 法规定了两个表面。如上所述，能固定其另一些表面或部分，例如可将顶表面 23 固定为平坦，通过形成入射表面 25 和反射涂布的透镜底表面 24，实现透镜精度的光折叠设计。这种平顶适合某些应用场合，例如阵列呈扁平形。图 14 示出本发明一实施例中透镜 820 的简化截面图，透镜 820 配置了基本上平顶的表面 823。该透镜还包括按本 SMS

法设计的底反射器表面 824 和入射表面 825，其中入射点位于焦点 826 附近，中心轴线 827 垂直于平顶 823。

图 15 示出本发明另一实施例的 RXIR 装置 118 的简化截面图。装置 118 包括对入射表面 125 形状的另一种设计。LED 封装件 130 装在电路板 101 上。该 RXIR 装置 118 包括准直镜 120，位于靠近而且至少部分围住封装件 130。透镜 120 的上表面包括反射涂布的中心区 122 和延伸至安装凸缘 121 的外部全内反射区 123。透镜 120 还包括围绕腔 119 的下反射表面 124，腔 119 通过中心入射表面 125 形成。入射表面从下表面 124 拱起直到中心的尖形点 127。从位于中心焦点 126 的 LED 发出的输出光线 140，以良好准直的(不特别聚光本领受限)分布从透镜出射，类似于上述的本发明诸实施例。发出的中心光线 141 被入射表面 125 更加径向地折射，因而包含在准直束内。

图 16 示出本发明另一实施例的 RXIR 装置 218 的简化截成图，具有图 16 所示类似的中心断续微略，但适用于上表面 222、223 的中心。透镜 220 至少部分围绕 LED 和封装件 230，后者装在电路板 201 上。透镜的上表面包括反射涂布的中心区 222，它到达该尖形点 227，被全内反射外围表面 223 包围并延伸到安装凸缘 221。下表面包括有入射表面 225 和围绕反射涂布表面 224 的中心腔 219。光线 240 从焦点 226 向外传播，通过入射表面 225 进入透镜，被上表面反射到反射器 224 再反射，接着经上表面 223 射出透镜。

根据本发明比有些实施例更密致的一实施例，图 17 示出 RXIR 装置 320 的简化截面图。透镜 320 包括上表面中心的中心折射透镜 322，它位于装在电路板 301 上的 LED 封装件 330 的上面。透镜 320 的上表面包括被全内反射外围表面 323 包围并延伸到安装凸缘 321 的折射中心区 322。下表面包括带入射表面 325 和围绕反射表面 324 的中心腔 319，而在有些实施例中，该下表面近似为锥形。在有些实施例中，可将反射表面 324 构成类似于上述 TIR 表面的全内反射(TIR)表面和/或反射涂布的表面以形成反射。原来在焦点 326 从 LED 向外传播的准直光线 340，通过入射表面 325 进入透镜。原发光线的最外部或部分被表面 323 向下全内反射到反射器 324，再通过上表面 323 反射出透镜，中心透镜 322 与入射表面 325 的中心上部 329 一起形成内光束 341，这与某些其它实施例不同，其中在其近场环形束内有一中心空白区。中心光束 341 比主束光线 340 具有更大的束宽，因为中心透镜 322 的聚光本领受限直径更小。

本发明还可配用其它光源，如白炽光源。在本发明有些实施例中，透镜用

玻璃模制，与众不同的中心腔是一通孔。在有些实施例中，中心腔做成柱形孔，可以包封管状白炽光源。

图 18 示出本发明一实施例中光折叠准直装置 600 的简化截面图，该装置可用作头灯或其它光源。该装置包括可用玻璃制作的透镜 620。装置 600 包括有端节 611 的光源 610(如白炽灯)，玻璃透镜 620 有一通常用柱形入射表面 625 形成的中心孔或通道 621。透镜定位成让光源 610 定位于中心孔 621 内，使入射表面在四周围住光源 610。透镜 620 具有镜涂布的后表面 624 与前表面 623。通常由直线 629 指示的轴线把后反射表面 624 分成中心的内准抛物面段 628 与 SMS 设计的外表面 630，因而装置 600 应用一种双形透镜，其分布比常规全抛物面更稠密，准直度更优。准抛物面段 628 的性能与原来的后向光线内准直器一样好，见图 18。

图 19 示出图 18 所示光学装置 600 的简化俯视正面图。中心孔 621 包围着密封在中心端节 611 的光源 610，这一特征的光学意义在于能将足够的光散射成可在主束外看到。

图 20 是图 18 和 19 中装置 600 的中心特写或放大的正视图，中心管状孔 621 包封住白炽灯 610，还示了端节 611。在有些实施例中，灯 610 的设计直径决定于其玻壳的极限温度。中心孔 621 配置成对灯 610 直径有一最小间隙，以防过量热穿过间隙 614 传导。另外，间隙 614 还能配置成建立自然的对流，例如间隙可大于 2mm，较佳地大于 5mm。对流包括从孔 621 正面或后面进入的项高空气 646，左右侧气流 647 与 648 合成最后的气流 649，于是沿表面 625 μ 流出图 20 的平面，在孔 621 正面或后面排出。

在有些实施例中，为满足旋转上不对称的照明要求，诸如汽车头灯的法定照明要求，输出方式不按旋转对称性。在一实施例中，把透镜因而也把头粉分成多个部分或多件，例如四个分四分体，每一部分有一稍微不同的旋转对称透镜，差异可在背表面上实现。图 21 示出有多个不对称部分的透镜 600 的简化俯视正面图。该透镜包括上四分体 600U、下四分体 600D、左四分体 600L(示于右边，但在在些实施法中示于左边，例如汽车的头灯)和四分体 600R，各四分体具有略不同的正表面形状，但有一公共的中心气隙 641。这些形状是通过把本发明的 SMS 法限定于同一后镜表面而配置的。

在一实施例中，制造这种透镜的模具最好用从不同机加工正表面切下的四分体组装，然后在最后光制阶段混装在一起，消除会妨碍玻璃模制的任何脊部

或峭壁。用径向脊或突起 627a~627d 代替界面。得到的透镜 600 具有旋转不对称的炽光图案。在一实施例中，左右头灯的模具不同，可制成期望的双向不对称分布互为镜像的透镜。

应用本发明，可用基于 LED 的聚光灯代替使用小白炽灯的聚光灯。对于在型白炽灯，可配置本发明已在有些实施例中揭示过的玻璃型式。本发明提出了密致的透镜和确定透镜配置的方法，这些方法至少用三个光学上有效的表面形成严格限定的窄角输出来，无论是准直的还是规定的强度分布。透镜用其表面的径向截面规定，但这种分布的方位变化能满足不对称要求。较之先前设备的埋没折叠式光学元件，本装置改进了光信号传输和/或准直度。

虽然本文揭示的本发明已通过诸特定实施例及其应用作了描述，但是本领域的技术人员可对此作出各种修改与变化而不建背权项所提出的本发明的范围。

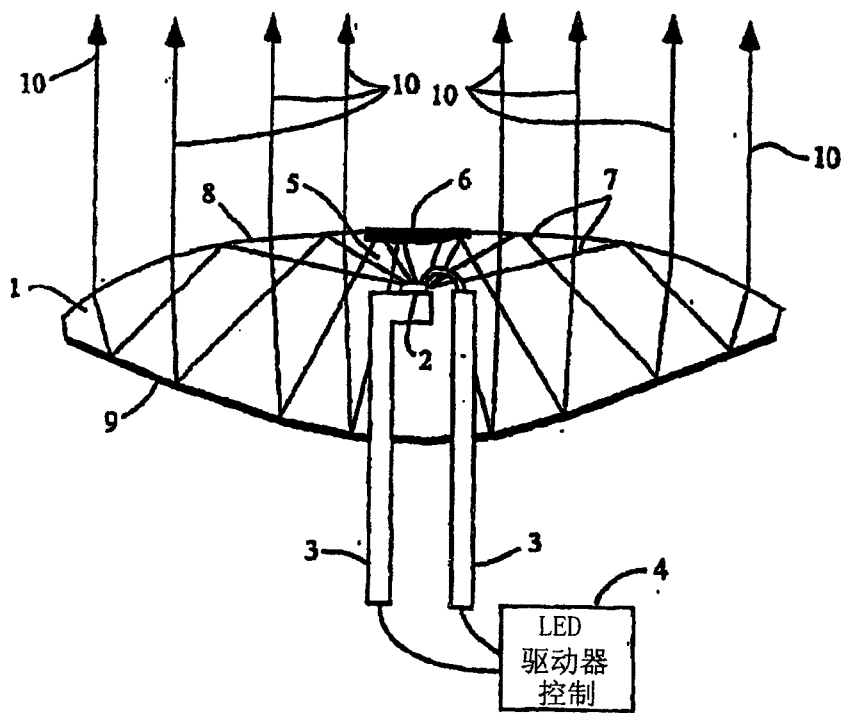


图 1
现有技术

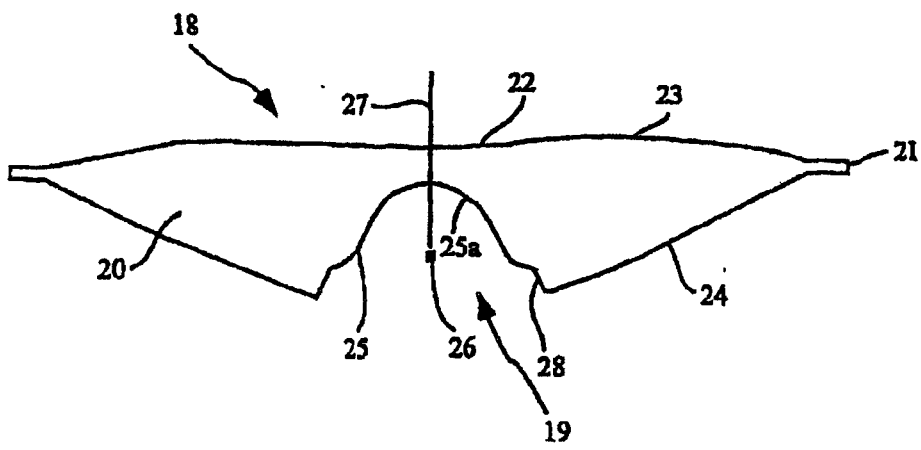


图 2

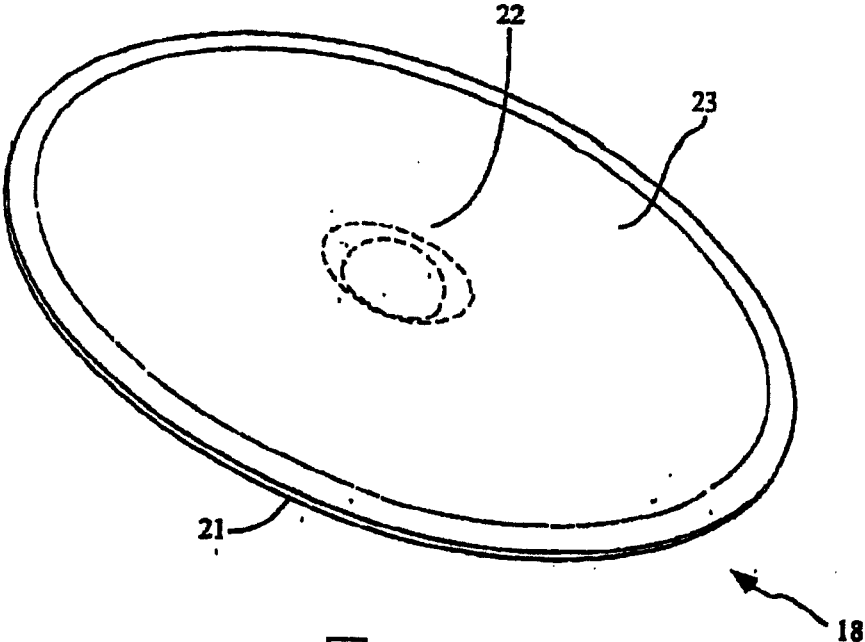


图 2A

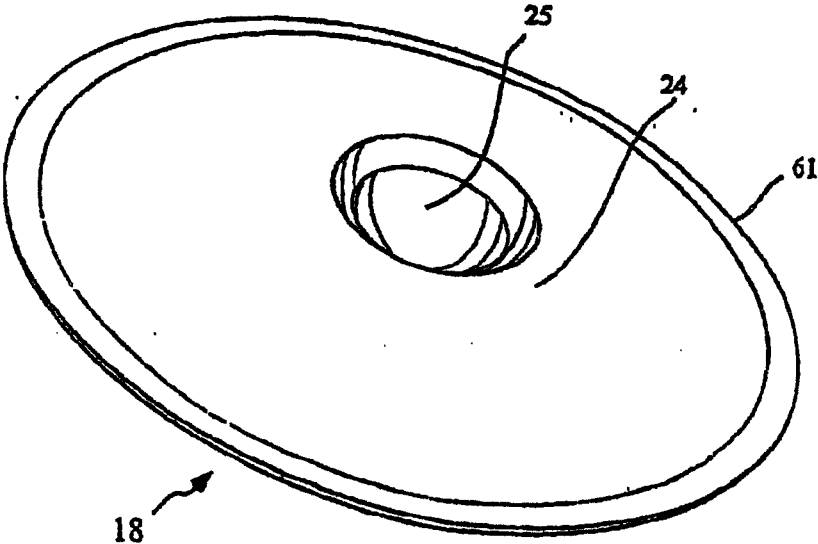


图 2B

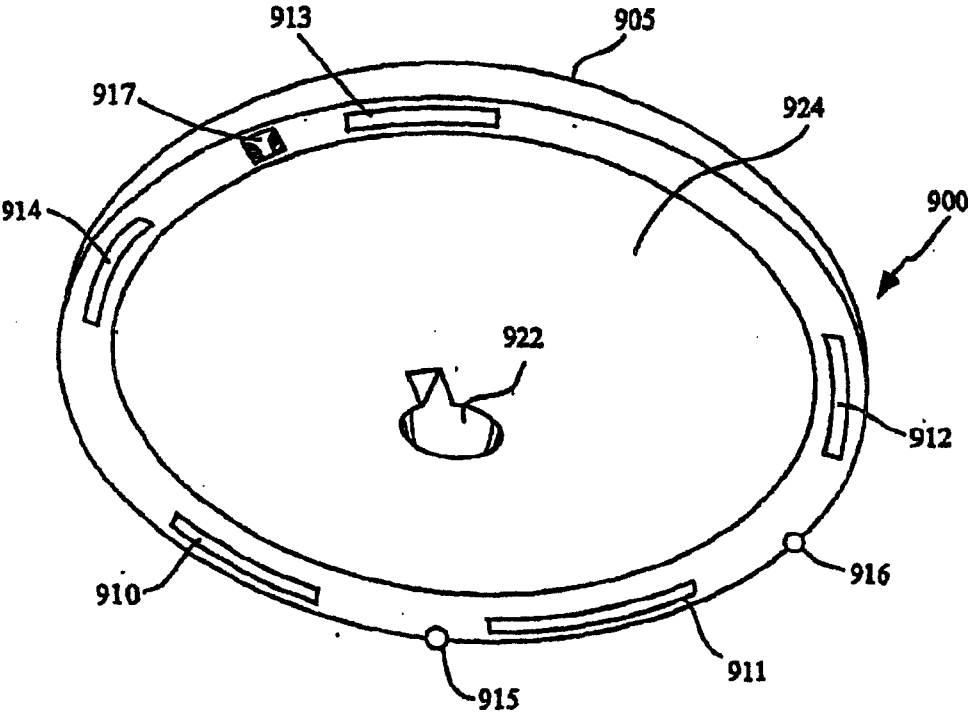


图 20

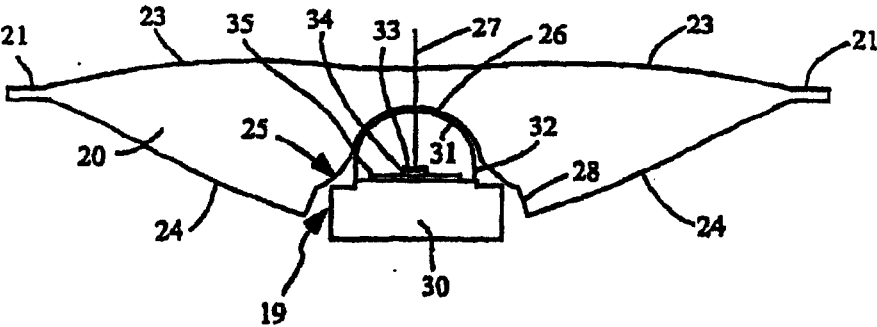


图 3

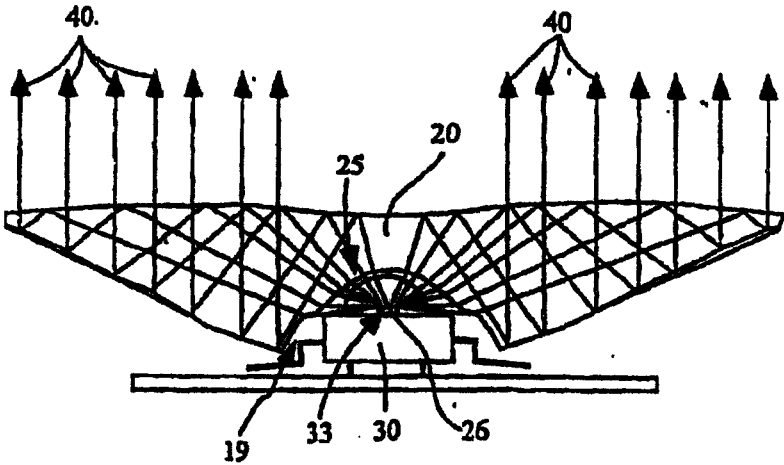


图 4

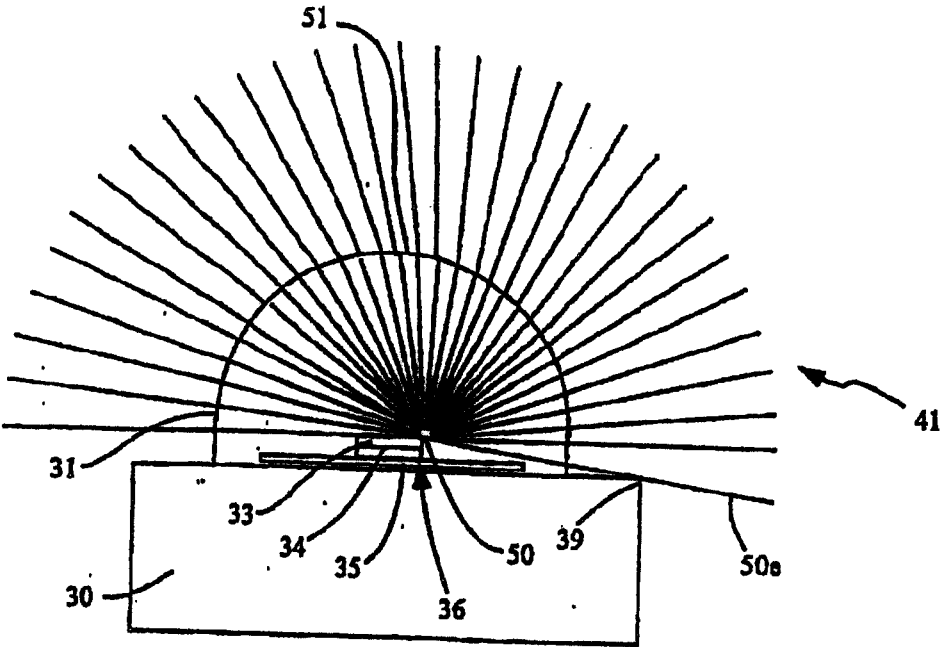


图 5

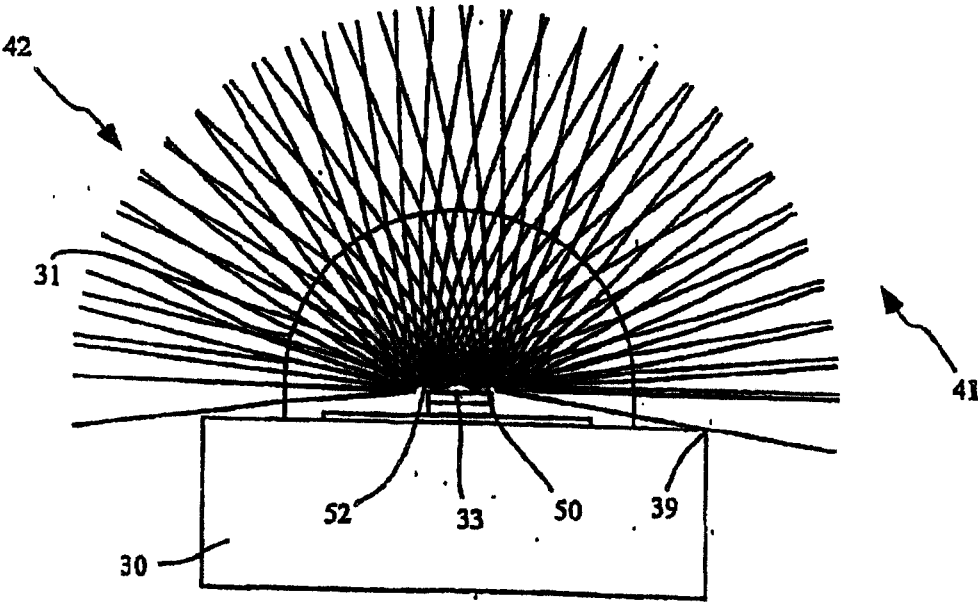


图 5A

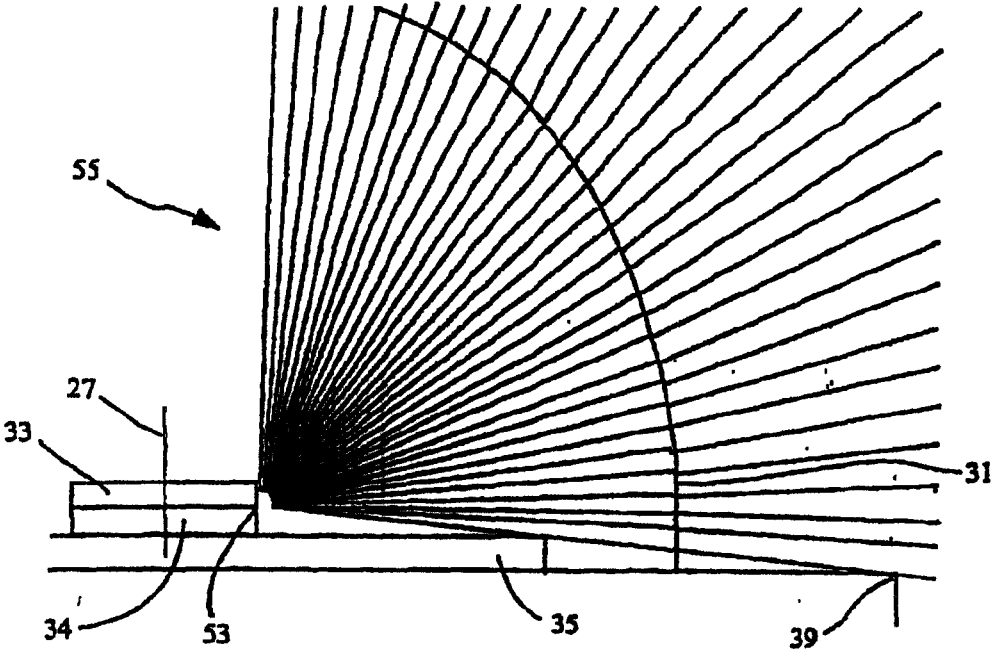


图 5B

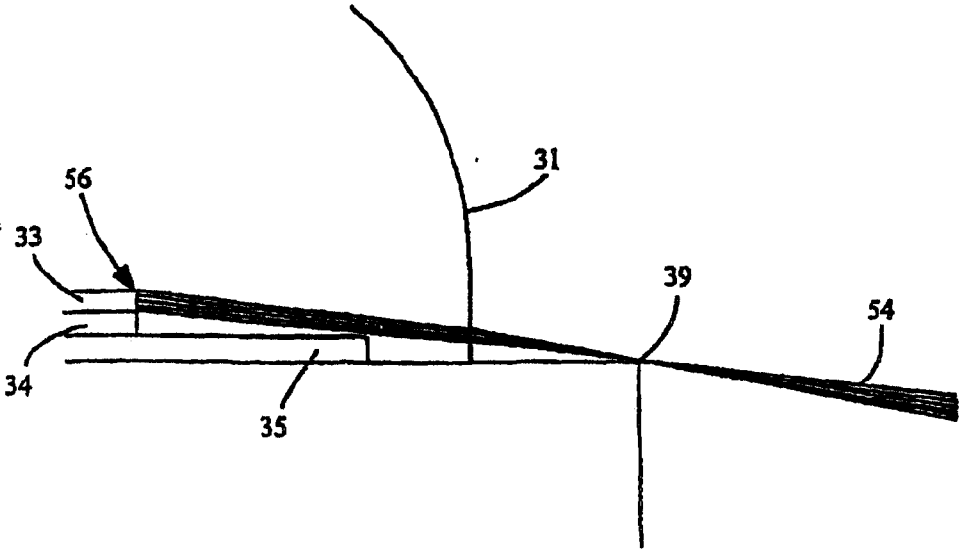


图 5C

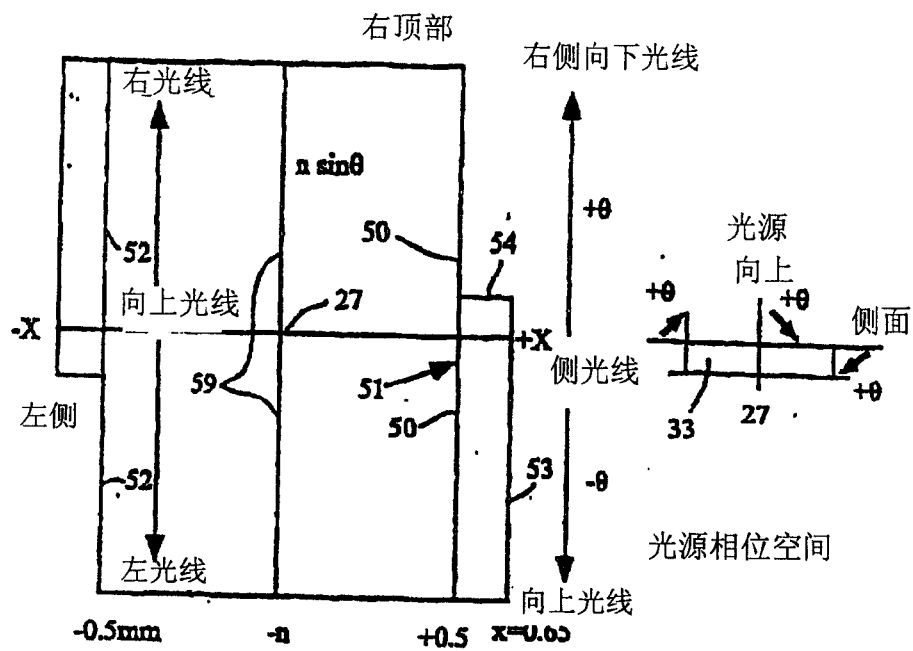


图 5D

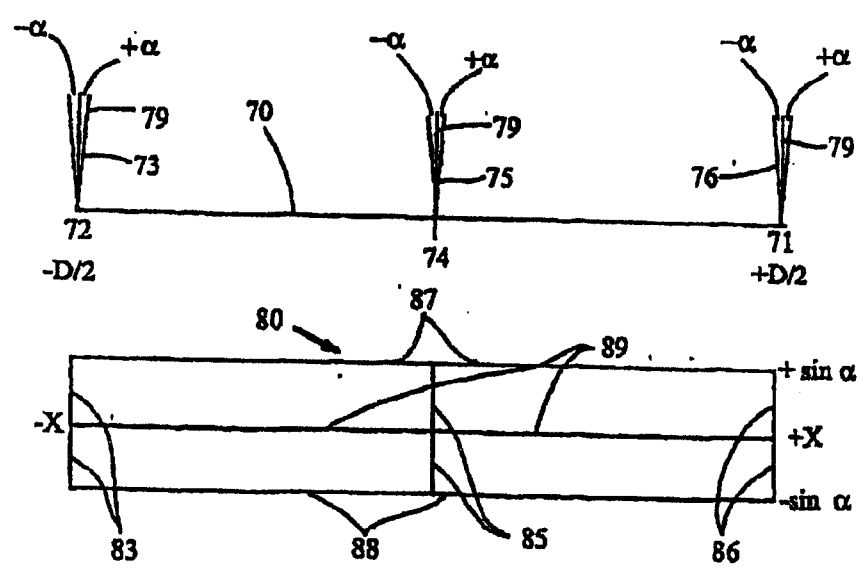


图 5E

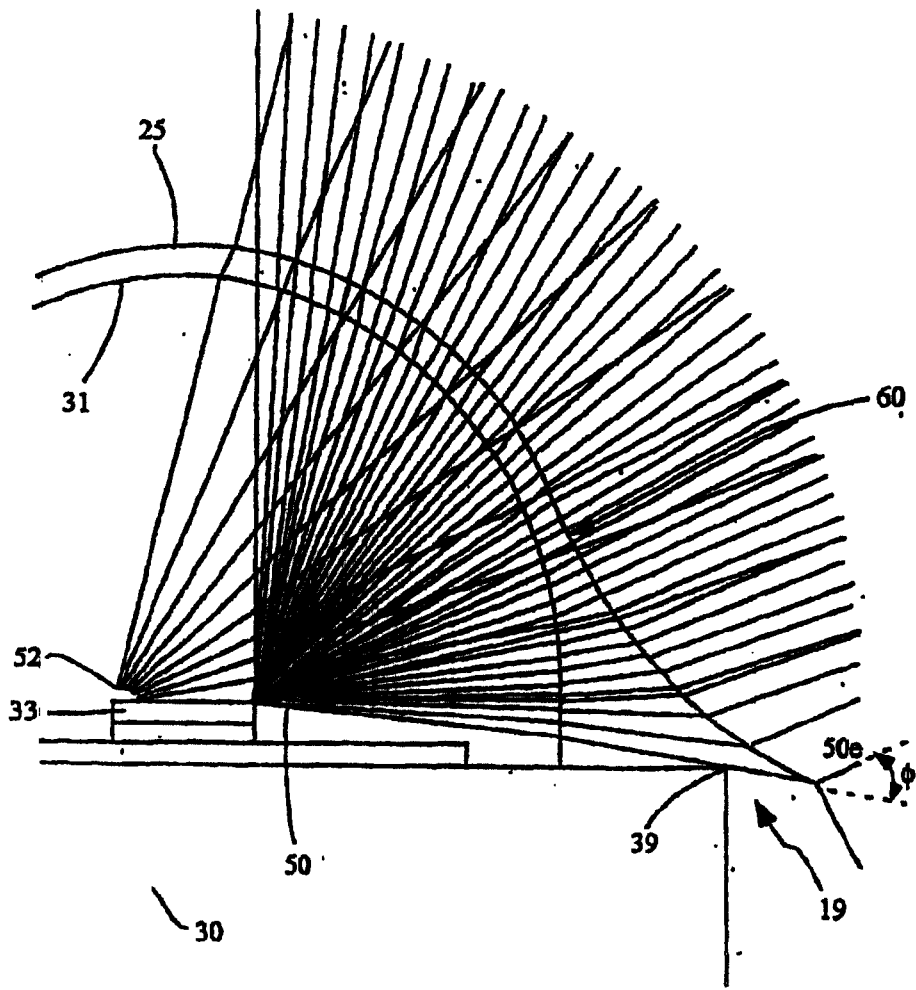


图 6

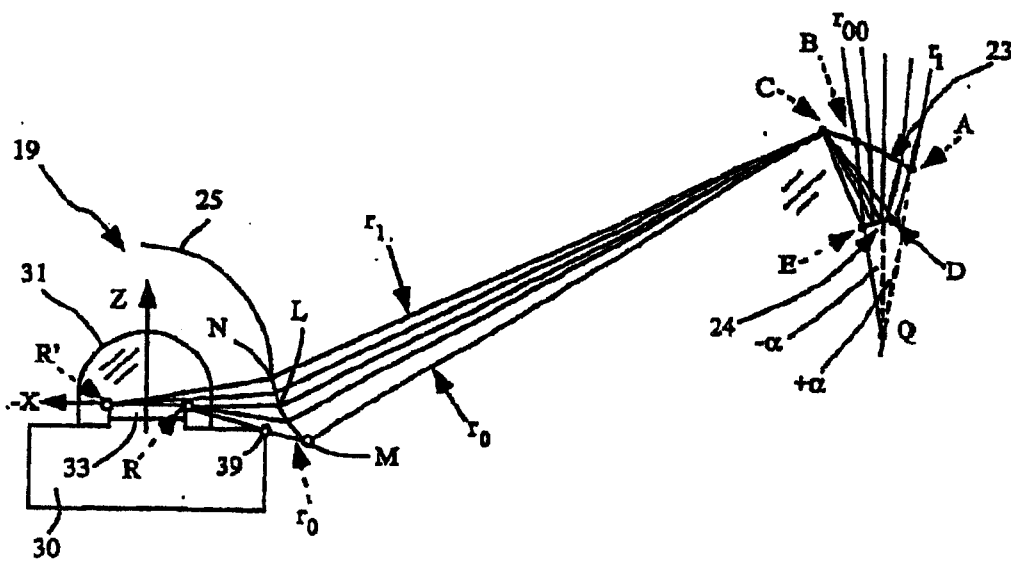


图 7

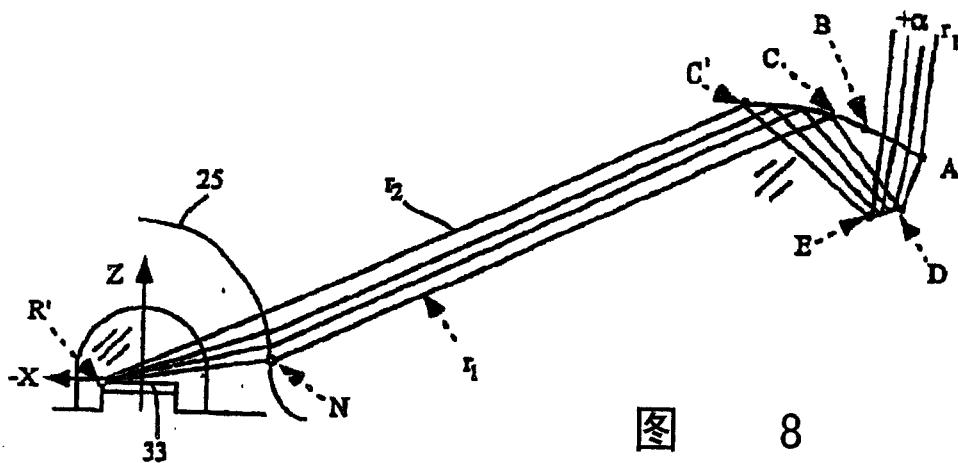


图 8

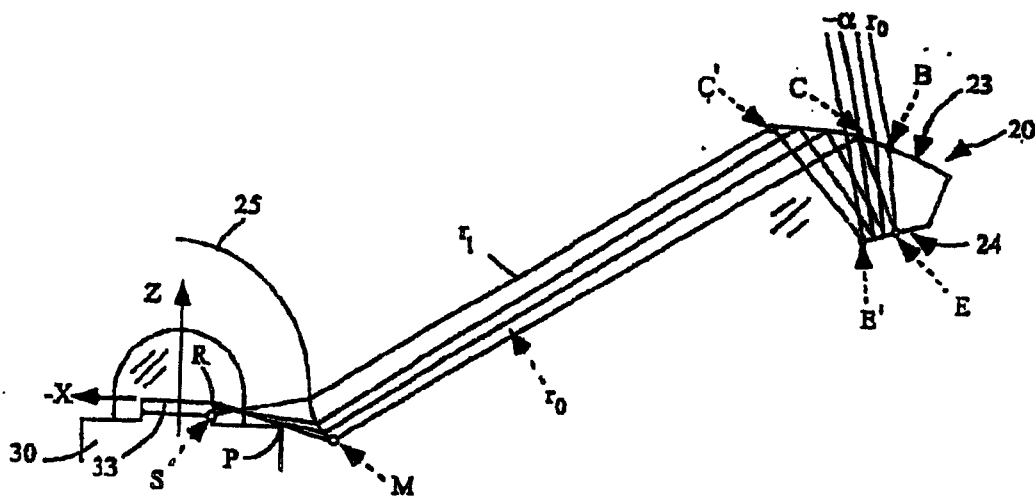


图 9

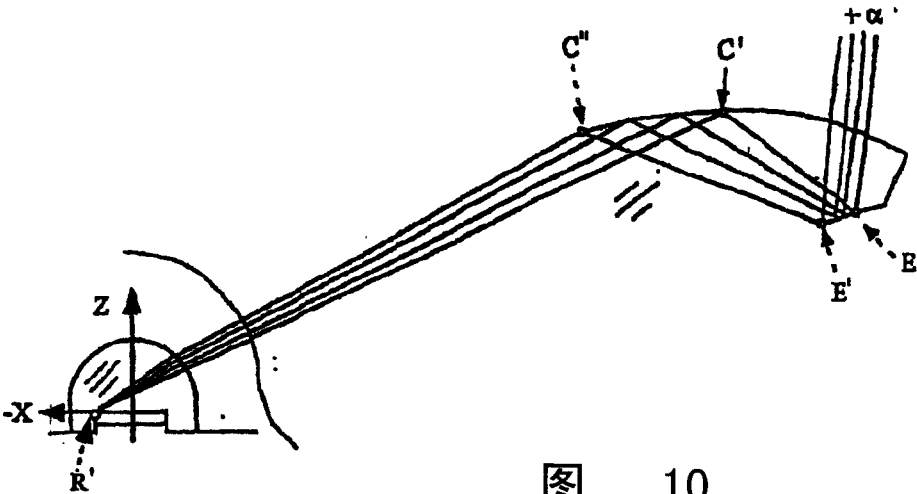


图 10

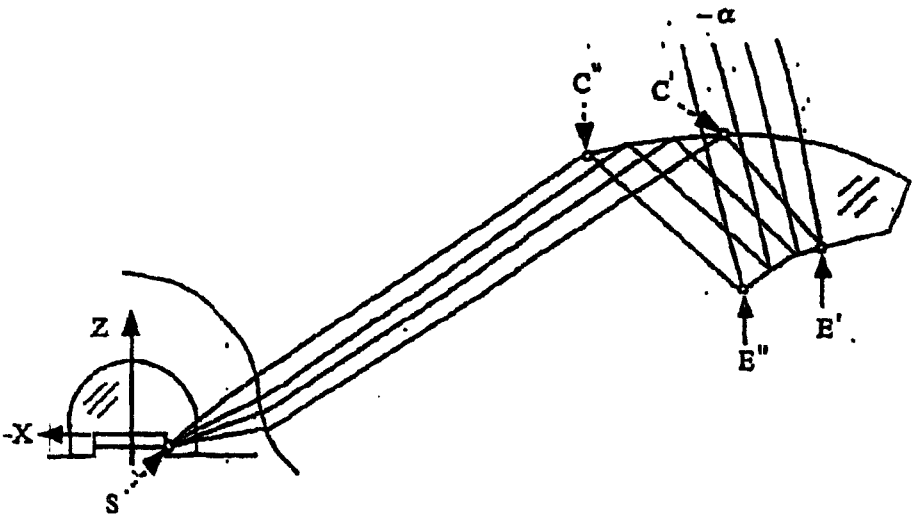


图 11

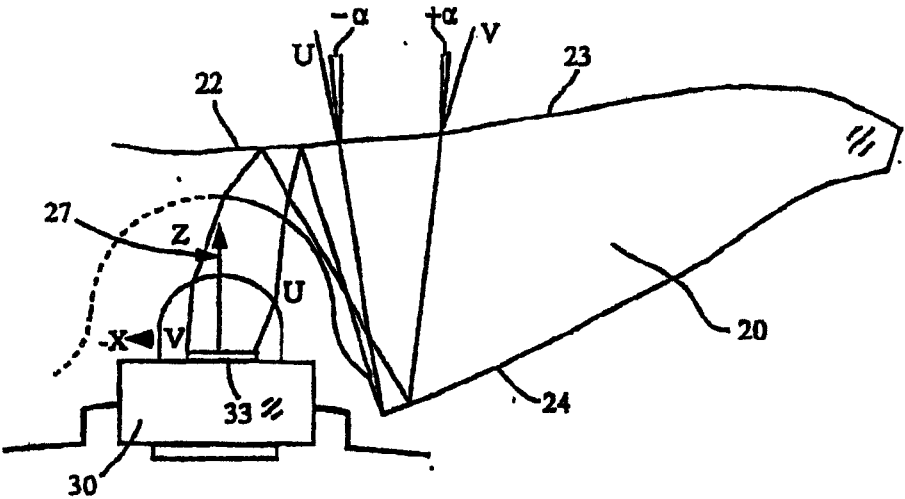


图 12

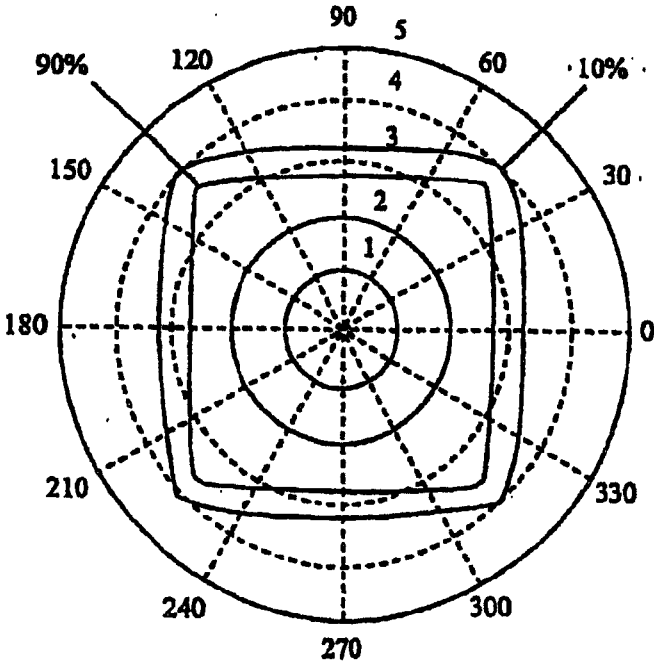


图 13

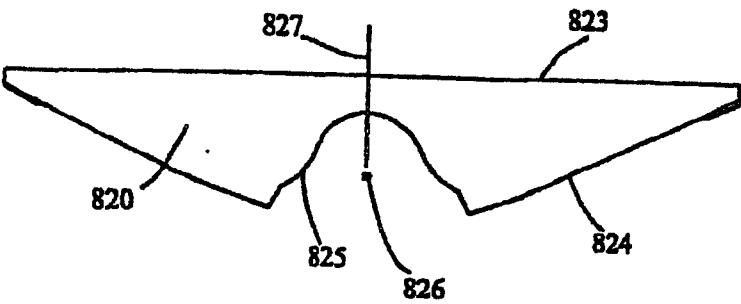


图 14

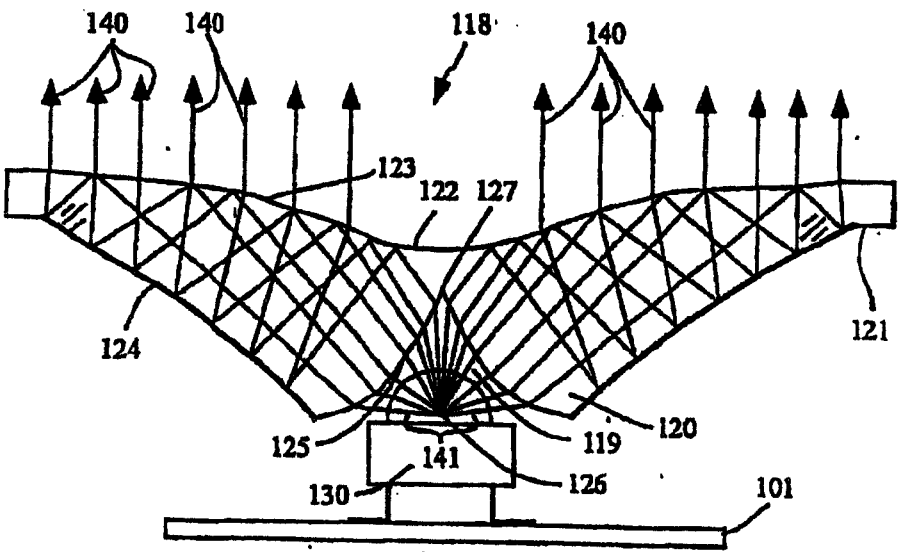


图 15

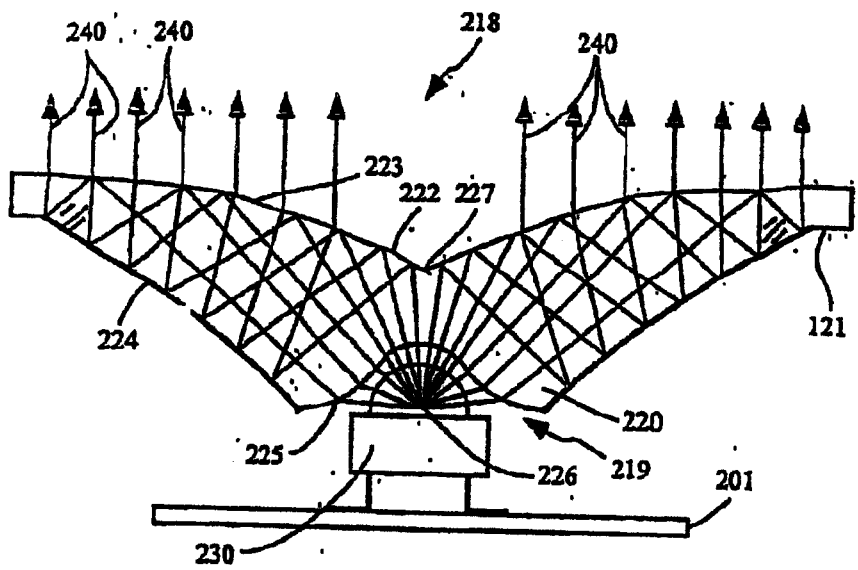


图 16

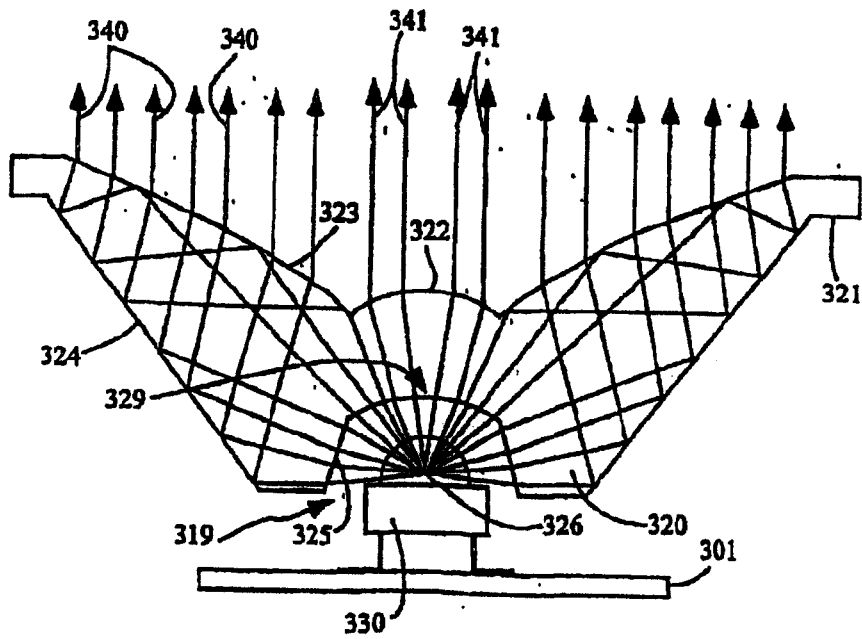


图 17

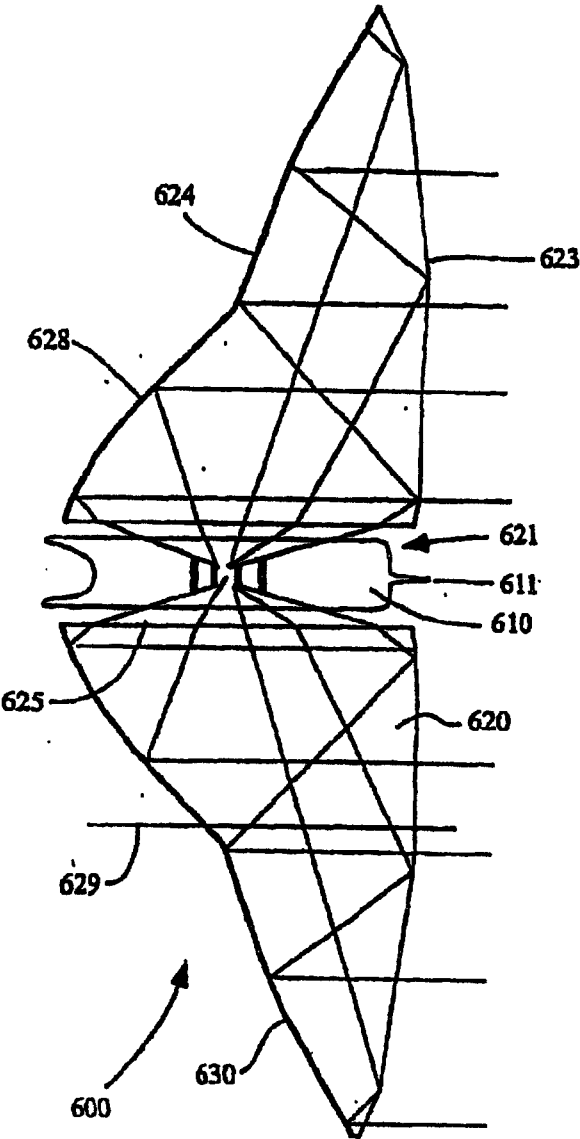


图 18

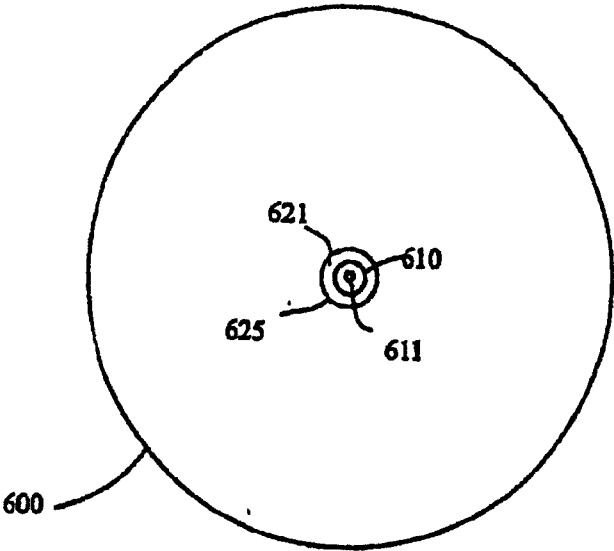


图 19

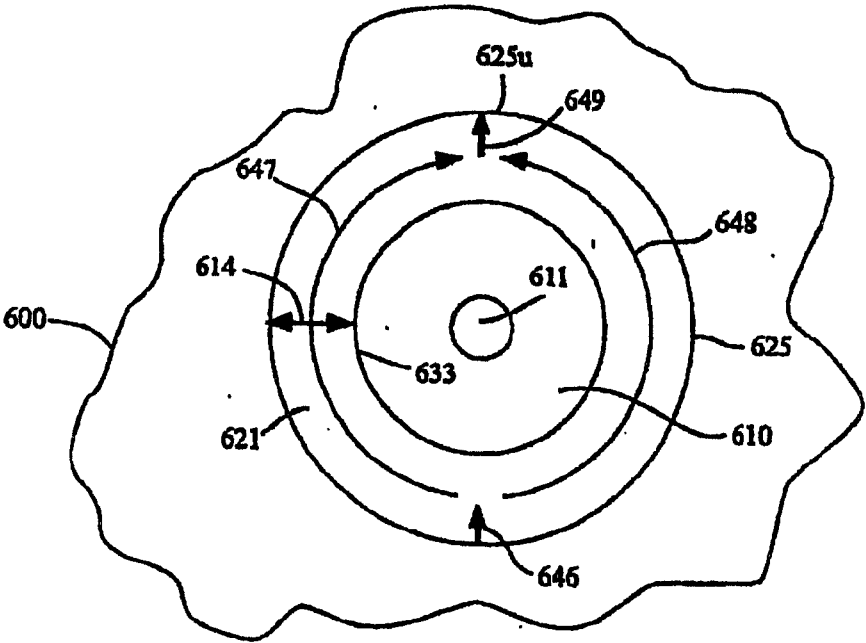


图 20

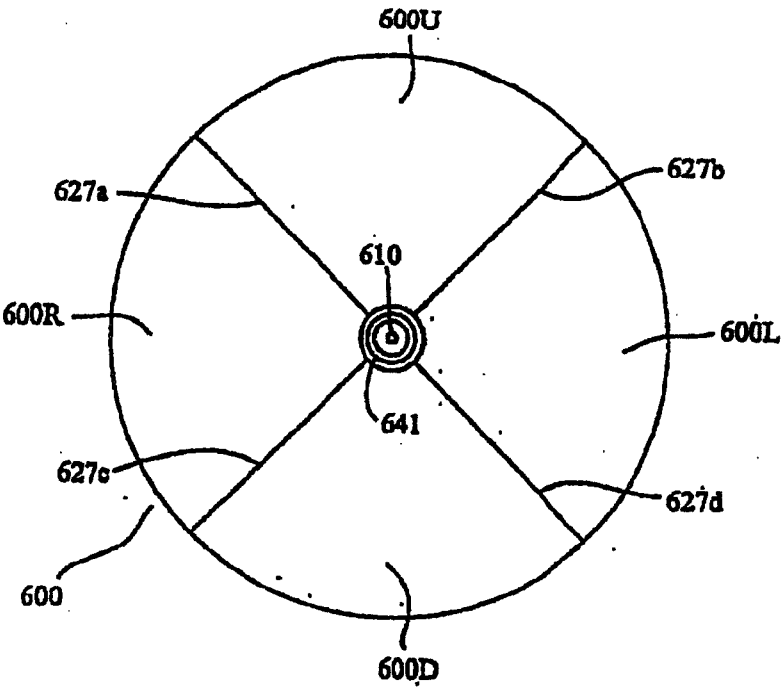


图 21