

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02B 6/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480004346.3

[43] 公开日 2006 年 8 月 30 日

[11] 公开号 CN 1826544A

[22] 申请日 2004.2.10

[21] 申请号 200480004346.3

[30] 优先权

[32] 2003.2.17 [33] EP [31] 03075453.5

[86] 国际申请 PCT/US2004/003886 2004.2.10

[87] 国际公布 WO2004/074889 英 2004.9.2

[85] 进入国家阶段日期 2005.8.16

[71] 申请人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 玛塞拉·M·佩森蒂
路易吉·塔索尼

[74] 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司

代理人 丁业平 张天舒

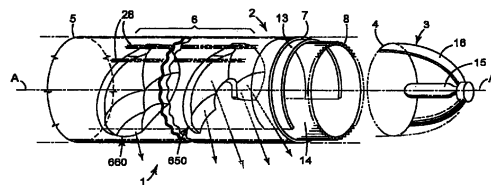
权利要求书 4 页 说明书 19 页 附图 12 页

[54] 发明名称

光导系统

[57] 摘要

本发明涉及一种光导系统(1)，其包括中空的光导管(2)和光源(3)，所述光源被置于将光从一端(4)导入到光导管(2)中的位置，光导管(2)具有导光壁，所述导光壁使得光在光导管(2)的空间中向其另一端(5)传播；在光导管(2)的空间中，至少有一个具有至少一个曲面的取光元件(650, 660)，其充当非透射的镜面或窄或宽散射反射器，所述弯曲的反射面被制成一定的形状，使得其反射的来自光源的光以能从光导管(2)射出的角度入射到光导管(2)的导光壁上。



1. 一种光导系统(1, 1a), 其包括中空的光导管(2)和光源(3, 3a), 所述光源被置于将光从一端(4)导入到光导管(2)中的位置, 光导管(2)具有导光壁, 所述导光壁使得光在光导管(2)的空间中向其另一端(5)传播; 在光导管(2)的空间中, 至少有一个具有至少一个曲面(31-36)的取光元件(610-680), 所述曲面充当非透射的镜面或窄或宽散射反射器, 该弯曲的反射面(31-36)被制成一定的形状, 使得其反射的来自光源的光以能从光导管(2)射出的角度入射到光导管(2)的导光壁上。

2. 根据权利要求1所述的光导系统(1, 1a), 其中, 多个取光元件(610-680)位于光导管(2)的空间中, 并且沿光导管(2)的长度彼此间隔开, 每个取光元件(610-680)具有至少一个弯曲的反光面(31-36), 其充当非透射的镜面或窄或宽散射反射器, 该弯曲的反射面(31-36)被制成一定的形状, 使得其反射的来自光源(3, 3a)的光以能从光导管(2)射出的角度入射到光导管(2)的导光壁上。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的光导系统(1, 1a), 其中, 每个弯曲的反射面(31-36)的至少一部分被定形和/或被定位成能直接接收来自光导管(2)的光。

4. 根据权利要求3所述的光导系统(1, 1a), 其中, 至少一个弯曲的反射面(31-36)被定形和/或被定位成能进一步接收从光导管(2)的壁反射的光。

5. 根据上述权利要求中任一项所述的光导系统(1, 1a), 其中, 每个取光元件(610-680)具有至少两个互为镜像的弯曲的反射面(31-36), 该两个面的交接处位于包括光导管(2)的纵轴(A)

的平面(29)中。

6. 根据权利要求2所述的光导系统(1, 1a), 其中, 取光元件(610-680)在远离光源(3, 3a)的方向上沿光导管(2)的长度彼此非渐增地间隔开。

7. 根据权利要求2所述的光导系统(1, 1a), 其中, 在远离光源(3, 3a)的方向上, 取光元件(610-680)在光导管(2)的横截面中具有非渐减的尺寸。

8. 根据上述权利要求中任一项所述的光导系统(1, 1a), 其中, 每个弯曲的反射面(31-36)相对于光导管(2)的纵轴(A)是非对称的。

9. 根据上述权利要求中任一项所述的光导系统(1, 1a), 其中, 每个弯曲的反射面(31-36)通常在面向光源(3, 3a)的方向上是凹形的。

10. 根据上述权利要求中任一项所述的光导系统(1, 1a), 其中, 每个弯曲的反射面(31-36)是通过二次曲线或对数曲线绕其轴旋转而得到的三维面的一部分。

11. 根据上述权利要求中任一项所述的光导系统(1, 1a), 其中, 每个弯曲的反射面(31-36)是通过抛物线绕其轴(A1-A6)旋转而得到的三维面(37, 38)的一部分。

12. 根据权利要求11所述的光导系统(1, 1a), 其中, 每个弯曲的反射面(31-36)的轴(A1-A6)平行于光导系统(1, 1a)的轴(A), 自该轴(A)朝光导管(2)要照射的表面的方向间隔开。

13. 根据权利要求 11 所述的光导系统 (1, 1a), 其中, 每个取光元件 (610-680) 包括多对弯曲的反射面 (31-36), 这些反射面对之间的交接处位于平行于光导管 (2) 的纵轴 (A) 并平行于光导管 (2) 要照射的表面的平面中。

14. 根据权利要求 13 所述的光导系统 (1, 1a), 其中, 成对的反光面 (31-36) 的轴 (A1-A6) 自平面 (29) 向外偏离, 并且朝要照射的表面的方向的偏离距离逐渐下降, 所述平面 (29) 通过光导管 (2) 的轴 (A) 并与光导管 (2) 要照射的表面正交, 同一对的反光面 (31-36) 的轴 (A1-A6) 在所述平面 (29) 的两侧上偏离相同的距离。

15. 根据权利要求 13 或权利要求 14 所述的光导系统 (1, 1a), 其中, 成对的反光面 (31-36) 的轴 (A1-A6) 自平面 (29) 偏离, 并且朝要照射的表面的方向的偏离距离逐渐增大, 所述平面 (29) 通过光导管 (2) 的轴 (A) 并平行于光导管 (2) 要照射的表面, 同一对的反光面 (31-36) 的轴 (A1-A6) 以相同的距离偏离所述的平面。

16. 根据权利要求 13 至 15 中的任一项权利要求所述的光导系统 (1, 1a), 其中, 所述成对的反光面 (31-36) 的焦距朝光导管 (2) 要照射的表面的方向下降。

17. 根据权利要求 13 至 16 中的任一项权利要求所述的光导系统 (1, 1a), 其中, 每个反光面 (31-36) 是截取三维面 (37, 38) 的一半的非中心部分而得到的, 所述三维面 (37, 38) 通过逆着要照射的表面的方向将抛物线旋转而得到的。

18. 根据上述权利要求中任一项所述的光导系统 (1, 1a), 其中, 每个取光元件 (610-680) 与光导管 (2) 壁相邻, 并且位于光导管 (2) 的壁的一侧, 以在另一侧将光从光导管 (2) 中导出。

19. 根据上述权利要求中任一项所述的光导系统（1，1a），其中，每个光导管（2）的导光壁包括棱镜薄膜（8），棱镜薄膜（8）被放置在使得该棱镜沿光导的纵向方向延伸的位置上。

20. 根据上述权利要求中任一项所述的光导系统（1，1a），其中，光导系统（1，1a）是圆柱形的。

21. 根据上述权利要求中任一项所述的光导系统（1，1a），其中，来自光源（3，3a）的光被每个取光元件（610-680）反射，然后以单个离散的光束（24）从光导管（2）中射出，所述的光束（24）具有在与光导管（2）的长度横交的方向上细长的横截面。

22. 根据权利要求 21 所述的光导系统（1，1a），其中，单个离散的光束（24）是具有椭圆形横截面的锥光束，其长轴在与光导管（2）的长度横交的方向上延伸。

23. 根据上述权利要求中任一项所述的光导系统（1，1a），包括置于能被来自光导管（2）的光照射的位置的表面，其中，在该能被照射的表面上，通过每个取光元件（610-680）从光导管（2）中射出的光束（24）的横截面在光导管（2）的长度方向上比相应的取光元件（610-680）延伸的距离更大。

24. 根据上述权利要求中任一项所述的光导系统（1，1a），其中，光束（24）的横截面在与光导管（2）的长度方向横交的方向上比相应的取光元件（610-680）延伸的距离更大。

25. 根据权利要求 2 所述的光导系统（1，1a），包括置于能被来自光导管（2）的光照射的位置的表面，其中，取光元件（610-680）被放置在使得在光导管（2）长度方向上对该表面的照射比较均匀的位置上。

光导系统

技术领域

本发明涉及一种光导系统，更具体地讲，涉及一种具有特定的提取装置的中空光导系统。

背景技术

光导系统是众所周知的，其基本上包括中空的管状结构，所述管状结构的内表面基本上是全内反射（例如参见 US 4,260,220）。光线通过光导系统的第一端进入这种中空光导系统，经过一系列的连续反射在管状结构中传播，从而到达其对端。

使用全内反射薄膜（或 TIR 薄膜，即为“全内反射”英文文字的首字母简略词）而获得的中空光导系统尤其有效。

例如，可从 EP 0 225 123 了解这些 TIR 薄膜，该文献对其特性进行了详细的描述；这些 TIR 薄膜的例子是那些可从 3M 公司（位于美国明尼苏达州的 St. Paul）得到的商品名为 3M™ “Optical Lighting Film” 的薄膜。它们呈柔性的片状或网状，其表面具有一列平行的微结构，所述微结构实质上具有三角形的横截面，下文称为微棱镜；这些薄膜可制成管状，其中微棱镜相对于管子同轴定向并且面向朝外，以产生如 US 4,805,984 中所述的有效的的光导系统。

适合的元件，称为取光器，可插入到中空光导系统中，或者置于其内壁上，以控制在光导管中传播的一部分光的散射，从而使得一些光线偏转并以能使其从光导管中出射的角度入射到该光导系统的内壁上。因此，通过光导系统发出的光可更均匀地分布，即，光导管在照明时得到相对均匀的整体外观。

例如，W0 02/23084 公开了一种用于这样的光导灯的取光器，所述光导灯的有用表面一即在使用取光器时面对光导灯的发射面的表

面一包括预先分布的散射点和互补分布的反射点。更具体而言,光导灯具有矩形的横截面,取光器基本上是扁平的,附着于光导管的内壁。

EP 1 180 640 公开一种用于光导灯的取光器,其具有散射面并旨在用来同轴地插入到光导灯的光导管中,其中,散射面相对于纵向方向至少部分倾斜,并使来自光入口端的光发散。取光器相对于纵向方向可按照对数、抛物线、椭圆或圆的曲线形状倾斜。

US 6,285,814 公开了一种光导照明器,其可能包括取光元件,所述取光元件的形式是固定到形成光导管的光学照明薄膜的内表面的漫反射材料薄板,或者是从散射光的壳体的内表面朝内径向地延伸的单独部件。这个文献还公开了这样的知识,当使用后一种取光元件时,尽管为了产生沿着照明器的长度适度均匀的光输出,光导管中的光量按照沿照明器的距离的函数而变化,但是取光元件的径向尺寸(即高度)或宽度也可能会按照沿照明器的距离的函数而变化。

US 4,615,579 公开了一种用于棱镜光导系统的照明器,并且教导了将凸透镜或更常用的反射镜与光导管轴不垂直且不在同一平面地放在照明器的端部上,以使到达照明器端部的光反射同时增大其发散角,从而沿照明器的长度的释放光的亮度保持恒定不变。

US 4,850,665 涉及一种用于控制从光导管中发射光的设备及其方法,其目的在于使光在选定的区域(与连续地沿光导管的给定的表面的长度相对的区域)并以相对于光导管的选定的角度方向从光导管中逃逸出,以实现内部照明应用的最佳利用率,并且具有最少的闪光。US 4,850,665 具体地涉及一种内、外表面位于八面体中的光导系统,尤其涉及所述光导系统的一种优选情形,其中,相对于光发生折射的导管部分的内平面成 90° 的角度,使逃逸光从该光导管中逃逸出。US 4,850,665 描述了平面光反射元件的使用,所述反射元件精确地定位在光导管中,以便(i)使某一部分光无衰减地通过从而在沿光导管更远的区域进行处理,(ii)将其它光反射向选定的光导管壁部分,从而当光折射通过壁时,光就会以相对于光导管的选定角度方向从光导管中逃逸出。如其中所述,光以基本上准直光束的形式从光导管中发射出,所述准直光束将在被照射的表面上产生相对局部的照明。

发明内容

一种光导系统具有改进的取光装置，其允许更精确地控制由光导系统提供的亮度，并且其取光效率更大。

本发明是基于这样的实现，该实现可通过在光导系统中设置取光元件来实现，所述的取光元件减少了光在被提取之前在光导管中经过的无效反射的次数，并且被构造成在要照射的表面上产生需要的亮度模式，而不是在其光导管自身的表面上产生均匀的亮度。

本发明提供一种光导系统，其包括中空的光导管和光源，所述光源被置于将光从一端导入到光导管中的位置，光导管具有导光壁，所述导光壁使得光在光导管的空间中向其另一端传播；在光导管的空间中，至少有一个具有至少一个曲面的取光元件，所述曲面充当非透射的镜面或窄或宽散射反射器，所述弯曲的反射面被制成一定的形状，使得其反射的来自光源的光以能从光导管射出的角度入射到光导管的导光壁上。

在根据本发明的光导系统中，选择弯曲的反光面的形状，以确保入射到其上的光被提取，并且在光导管的其它地方没有剩余的光可被提取。

优选地，多个取光元件位于光导管的空间中，并且沿光导管的长度彼此间隔开，每个取光元件具有至少一个弯曲的反光面，其充当非透射的镜面或窄或宽散射反射器，所述弯曲的反射面被制成一定的形状，使得其反射的来自光源的光以能从光导管射出的角度入射到光导管的导光壁上。

另外选择每个取光元件的弯曲的反光面的数目、形状和位置，以使光导系统在要照射的表面上能产生需要的亮度模式。具体而言，可调整每个取光元件，以将光导向要照射的表面上位于取光元件在该表面上的“覆盖区”（即取光元件沿位于与光导管的轴垂直的平面上的直线在该表面上的投影）以外的区域，所以，例如，使一系列间隔开的取光元件能对沿光导系统的长度的表面，甚至在取光元件之间的区域上，提供连续均匀的亮度。

可以将每个弯曲的反射面的至少一个部分定形和/或定位成用于直接接收来自光源的光。

另外,可以将至少一个弯曲的反射面定形和/或定位成接收从光导管的壁反射的光。

在一个实施例中,取光元件包括至少两个彼此为镜像的曲反射面,该两个面的交接处位于包括光导管的纵轴的平面中。

优选地,在远离光源的方向上,取光元件沿光导管的长度彼此非渐增地间隔开。

另外或者作为一种选择,在远离光源的方向上,取光元件在光导管的横截面上具有非渐减的尺寸。

有利地,每个弯曲的反射面相对于光导管的纵轴是非对称的。

每个弯曲的反射面通常可能凹向面对光源的方向。

每个弯曲的反射面可以通过二次曲线或对数曲线绕其轴旋转而得到的三维面的一部分。

在优选的实施例中,每个反射面是通过抛物线绕其轴旋转而得到的三维面一部分。

优选地,每个弯曲的反射面的轴平行于光导系统的轴,自所述光导系统的轴朝光导管要照射的表面的方向间隔开。

在一个实施例中,每个取光元件包括多对弯曲的反射面,这些对之间的交接处位于平行于光导管的纵轴和光导管要照射的表面的平面中。

在这种情况下,优选地,成对的反光面的轴自一个平面向外偏离,并且朝要照射的表面的方向的偏离距离逐渐下降,所述平面通过光导管的轴并与光导管要照射的表面正交,同一对的反光面的轴在这个平面的两侧上偏离相同的距离。

此外,优选地,成对的反光面的轴自一个平面偏离,并且朝要照射的表面的方向的偏离距离逐渐增大,所述平面通过光导管的轴并平行于光导管要照射的表面,同一对的反光面的轴以相同的距离偏离所述的平面。

此外,成对的反光面的焦距朝光导管要照射的表面的方向下降。

优选地，每个反射面是截取三维面的一半的非中心部分而得到的，所述三维面是通过逆着要照射的表面的方向将抛物线旋转而得到的。

在一个实施例中，每个取光元件与光导管壁相邻，并且位于光导管壁的一侧，以在另一侧将光从光导管中导出。

通常，每个光导管的导光壁包括棱镜薄膜，这样设置棱镜薄膜使得该棱镜沿光导的纵向方向延伸。

此外，通常，光导系统是圆柱形的。

优选地，来自光源的光被每个取光元件反射，然后以单个离散的光束从光导管中射出，所述光束具有在与光导管的长度横交的方向上细长的横截面。

具体而言，单个离散的光束可以是具有椭圆形横截面的锥光束，其长轴在与光导管的长度横交的方向上延伸。

在光导系统包括置于能被来自光导管的光照射的表面的情况下，在该能被照射的表面上，通过每个取光元件从光导管中射出的光的光束的横截面在光导管的长度方向上比相应的取光元件延伸的距离更大。

有利的情况是，光束的横截面在与光导管的长度方向横交的方向上比相应的取光元件延伸的距离更大。

在光导系统包括置于能被来自光导管的光照射的表面的情况下，这样设置取光元件使得在光导管的长度的方向上对表面的照射比较均匀。

附图说明

现在将参照由附图示出的非限制性的例子代表的实施例来解释本发明的特征和优点，其中：

图1示出根据本发明的单向光导系统的透视图；

图2示出沿根据本发明的双向光导系统的示意横截面；

图3和图4示出根据本发明的光导系统的两种实际应用；

图5示出沿根据本发明的光导系统的两个不同位置的极角分布；

图 6 以前透视图的形式示出根据本发明的光导系统的提取装置的取光器；

图 7 示出图 6 的取光器的侧截面，只示出了中垂面的左侧部分；

图 8 示出图 6 的取光器的仰视图；

图 9 示出图 6 的取光器的前视图；

图 10 示出怎样得到图 6 的取光器的两个曲面；

图 11 示出图 6 的取光器的前透视图，并示出了光如何被其反射；

图 12 示出了图 6 的取光器及被其照明的区域的俯视图；

图 13 示出图 6 的取光器的后透视图；

图 14a-f 示出从图 6 的取光器如何得到根据本发明的取光装置的其它取光器；

图 15 示出根据本发明的提取装置的另一实施例的透视图。

具体实施方式

图 1 示出根据本发明的圆柱形的光导系统 1，为了照明平行于并位于光导管下面的表面（照明平面），例如路面、建筑物的地面、书桌、餐桌及工作台面等，所述光导系统水平地设置。

从下面描述中明显可知，根据本发明的光导系统还可垂直设置使用，以便照明如建筑物的墙壁或建筑物的一对相邻墙壁等平面。因此，对这种水平设置的任何描述，例如像“水平中面”、“中垂面”之类的表述等，不应该解释为限制性的。从下面描述中还应该明白，本发明不限于圆柱形的光导系统，而且还延伸到采用例如矩形横截面的光导管以及沿曲路径而行的光导的系统。本发明也不局限于其中光导管与被照射的表面之间的距离沿光导管的长度保持恒定不变的系统。

一般并从其本身意义而言，图 1 的光导系统 1 包括中空光导管 2 和光源组件 3，所述光源组件适用于将光从光导管 2 第一（或光入口）端 4 引导到中空光导管 2 中。光导管 2 包括管状的、足够刚硬的结构，所述结构的壁约束或引导部分光在光导管 2 中从光入口端 4 向第二段 5 传播，并且允许一些光从光导管 2 中出射。通常用 6 表示并且稍后

将更加详细地描述的取光装置，也设置在光导管 2 中，以便通过受控的方式来增加允许沿光导管 2 出射的光量。因此，单向光导系统 1 将光从第一端 4 传输到第二端 5，同时照亮平行于并位于在光导管 2 外的表面。

如系统 1 之类的光导系统的主要优点在于，实际光源及其电连接位于组件 3，但是提供的照明可延伸到几米，甚至超过 40 米。从而使光源组件 3 的维修和冷却容易，这尤其在公路照明方面是一个突出的优点。此外，长的光导管发射冷光，所述冷光对于例如工艺品和珠宝以及需要很多光并在常用照明中变得很热的工作场所可能会有用，例如剧院、TV 和电影舞台、生产线等。

在如图 2 示意性示出的双向光导系统 1a 的情况中，设置两个光源组件 3、3a，在中空光导管 2 的每一端 4、4a 上都有一个光源组件，每个光源组件都适用于将光从相应的端 4、4a 引导到光导管 2 中。双向光导系统 1a 有效地对应于以反射镜的形式设置的两个单向光导系统 1，其中每个单向光导系统将光从相应光源组件 3、3a 引导到光导管 2 长度的大约一半处，该处在图 2 中用 5 表示。这样的双向光导管适用于非常长跨距的照明。

更具体而言，光导管 2 通常可能由刚性的管状材料 7 例如聚碳酸酯圆筒制成，内部涂有全内反射或 TIR 薄膜 8，即光学透明材料例如丙烯酸塑料之类的聚合物薄板，其具有一个光滑面，并在背面具有微结构表面。所述微结构化的表面包括一系列并排设置的平行棱镜或微棱镜，其大小在微米数量级上。微棱镜通常是直角棱镜，可使其垂直边相对于薄膜的光滑面的切线成大约 45° 的角。

这样设置 TIR 薄膜 8，其光滑面面向光导管 2 内，其微棱镜面向光导管 2 外并定向在纵向方向上，即平行于光导管 2 的纵轴 A。众所周知，来自组件 3 的光入射到光导管 2 的内表面，然后光根据其入射角可能会反射回到光导管 2 中，或者穿过薄膜 8 和管状材料 7，从而从光导管中逃逸出。

在已知的 TIR 薄膜中，尤其适合光导管 2 的薄膜是由 3M 公司（位于美国明尼苏达州的 St. Paul）销售的商品名为 3M™ Optical

Lighting Film 901 的薄膜。

将外盖 13 绕 TIR 薄膜 8 延伸地设置于除希望光从光导管 2 中释放的地方外的光导管 2 的那些壁部分上,从而限定光释放窗口 14(参见图 1 的部分 14)。从下面描述中应该知道,外盖 13 不是光导系统的必要部件,仅为了减少或消除光从光导管 2 中泄漏而设置外盖 13。如下所述,光导管中的取光装置 6 将确保,即使没有外盖 13,来自光源组件 3 中的大部分光也会通过光释放窗口 14 的区域而离开光导管。

虽然为了使光导管的内部可见,图 1 中仅示出外盖 13 沿光导管 2 的非常短的长度延伸,但是应该明白,实际上外盖 13 可沿光导管 2 的整个长度延伸。在某些情况下,外盖 13 可沿光导管 2 间歇地延伸,完全包围光导管,从而限定一系列沿光导管长度的离散的、间隔开的光释放窗口。

外盖 13 通常由光反射和/或散射材料制成,优选地如漫反射材料即具有高反射但不是平面镜面发射器之类的材料,使得入射光线扩散成变宽的反射光束,从而使光稍后以被折射并从其射出的角度入射到光释放窗口 14 的几率更高。

此外,虽然图 1 中示出外盖 13 为置于刚性管状材料或支撑体 7 和 TIR 薄膜 8 之间的隔离层,但是在本领域中,外盖 13 的其它实施方式是常用的,并且也很适用于本发明,例如置于支撑体 7 外的隔离层,或者涂覆于支撑体 7 的内部或外部的油漆或清漆。刚性支撑体 7 本身还可以由反射和/或散射材料制成,以达到外盖 13 的程度。

根据光导系统 1 的计划的实际照明应用来选择光释放窗口 14 的角度范围,通常在 90° 至 180° 的范围内。

而且,根据计划的实际照明应用来选择相对于要照明的表面的光释放窗口 14 的取向。

例如,在计划置于要照明的表面中心之上位置的光导系统 1 的情况中,例如路面的单向车道、生产线或更常见的在建筑物中的任何房间,光释放窗口 14 通常相对于光导系统 1 的中垂面对称地延伸(例如参见图 3)。

相反，当光导系统 1 非对称地置于要照明的表面之上时，光释放窗口 14 将相应地相对于光导系统 1 的中垂面非对称地定位。例如，非对称定位的光导系统 1 将用于照明双向车道路面，如图 4 所示，从而提供这样的好处，光导系统 1 的更换或维修仅需要直接在光导管之下的车道上的交通停止。

光源组件 3 包括光源 15 和反射抛物面 16（更具体地讲，从抛物线或抛物体的旋转而得到的反射面），所述的抛物面的轴与光导管的轴 A 一致。光源 15 位于反射抛物面 16 的焦点上，从而如果光源 15 是理想的点光源，则入射到抛物面 16 上的光线将被抛物面反射，然后与抛物面的纵轴 A 平行地进入光导管 2；此外，将反射抛物面制成一定的大小，使得如果光源 15 是理想的点光源，则直接投入到光导管 2 即没有被反射抛物面 16 反射的光线将以一定的角度入射到光导管 2 的内表面上，即入射到 TIR 薄膜 8 上，使得这些光线始终被 TIR 薄膜反射，而不能穿过光导管。

在实际的情况下，光源 15 具有有限的尺寸，从光源组件 3 中发出的光通量具有如图 5 中曲线 17 定性示出的极角分布。曲线 17 更具体地示出了光亮度是相对于光导管 2 纵轴 A 的角度的函数。

因此，对于实际有限光源 15，情况将稍微不同于上面所述的，也有些光线以这样的角度进入光导管 2，使得光线被 TIR 薄膜折射，然后被外盖 13 反射和/或散射或者从光释放窗口 14 中射出光导管 2，从而有助于照明。

然而，大部分光仍将以相对于光导管纵轴 A 的相对小的角度进入光导管 2。这将确保，靠近光入口端 4 的大部分光不会逃逸出光导管 2，但是（在没有提取装置 6 的情况下）将继续通过全内反射而沿光导管 2 被导向其第二端 5（或者在双向光导系统 1a 的情况下被导向光导管 2 的纵向中心处）。因此，在沿光导管 2 距离光入口端 4 的一定距离的远处，光通量的绝对值降低，但是光通量仍定性具有与如图 6 中曲线 18 所示的形状相同的极角分布，如同在光入口端 4 一样（曲线 17）。

设置提取装置 6，以便允许控制光的偏转，从而以受控的方式提

高以一定的角度入射到位于光释放窗口 14 的 TIR 薄膜 8 上的光量，该入射角度使得光被折射然后从光导管 2 中射出，从而有助于照明。现在将更加详细地描述根据本发明的提取装置 6 的设计。

取光装置 6 包括多个沿光导管 2 设置的取光元件或取光器。每个取光器包括弯曲的反射面，其中反射面凹向光导管 2 的光入口端 4。

每个弯曲的反射面可以是镜面反射面例如由铬和铝制成的或涂有铬和铝的表面，或者可以是窄或宽散射反射面例如由模铸的树脂制成的白色表面，这些与取光装置领域中最常用的漫反射面完全不同。

术语“窄散射反射材料”、“宽散射反射材料”和“漫反射材料”（例如参见“Daylighting in Architecture-A European Reference Book” (ISBN number 1-873936-21-4), 第 4.3-4.5 页）分别指的是将入射的准直光束反射成具有大约 0° 和 15° 之间、大约 15° 和 45° 之间及大约 45° 和 60° 之间的色散角的展宽光束的材料。术语“色散角”指的是反射光的最大强度 ($I_{\max}$) 的方向与强度值为 $I_{\max}/2$ 的方向之间的角度，假定反射光分布曲线的强度是相对于 $I_{\max}$ 的方向对称的。如果反射光的强度分布曲线不是相对于 $I_{\max}$ 的方向对称的，则术语“色散角”指的是 $I_{\max}$ 的方向和强度为 $I_{\max}/2$ 的方向之间的平均角。展宽的反射光束在最大强度的方向上可能会或可能不会表现出明显的峰值。

使用镜面反射面，被反射的入射光线将具有较低的吸收损失，即具有非常高的反射系数—可高达 92%。在本文中更重要的是，入射光线将按预定的角度反射（反射角等于入射角）。关于取光装置 6 的单个取光器，通过适当地设计反射面的局部曲率来控制从取光器中反射的光线的方向，以便将光以一定的角度反射到光导管 2 的光释放窗口 14 上，从而使得光被 TIR 薄膜 8 折射并从光导管射出。

白色的散射反射面具有这样的优点，即制造成本低廉，但是它们往往具有较高的光吸收率，虽然它们还使得比镜面反射面更难控制反射光线的方向，但仍比漫反射材料更容易控制反射光线的方向。

作为例子，图 1 中所示的提取装置 6 包括两个独立的取光器 650、660。

更常用的设置示于图 2 中, 其中, 七个取光器 610、610a、620、620a、640、650、660 (稍后将描述基于图 14 的取光器的引用) 沿光导管 2 设置在光传播方向上, 即从光入口端 4 到双向光导系统 1a 的纵向中心处。如上面所指出的, 双向光导系统 1a 的每一半可作为单向光导系统的代表。

所示的设置适用于沿光导系统的整个长度对外面提供基本上均匀的照明。因此, 可从图 2 中知道, 各个取光器 610、610a、620、620a、640、650、660 沿光传播方向设置, 相邻的取光器之间的距离逐渐减小 (但是, 在某些情况下, 取光器可能是等间距的)。此外, 沿光传播方向, 相邻的取光器 610、610a、620、620a、640、650、660 具有相等的或逐渐增大 (即不减少) 的在径向方向上延伸的表面, 换句话说, 相邻的取光器 610、610a、620、620a、640、650、660 越来越多地向光导管的轴靠近, 然后延伸通过该轴。此外, 下面将参照图 17 来描述, 沿光传播方向, 相邻的取光器 610、610a、620、620a、640、650、660 还具有沿角度方向 (即绕光导管的纵轴) 延伸的越来越大的表面。

在选择取光器的数目、每个取光器的径向和/或角度范围及其沿光导管 2 的位置时需考虑的标准有多个, 并且取决于光导系统 1 的长度和横截面以及需要的照明类型, 例如对沿整个光导系统 1 的外面基本上均匀的照明, 或者对沿光导系统 1 的外面上离散的区域照明。一般而言, 从下面的描述可知, 为了沿光导管的长度在连续的区域或离散的区域上提供均匀的表面照明, 连续的取光器 (从光导管的光入口端 4 开始进行) 应该堵塞光导管的横截面的逐渐增大的部分。

作为例子, 如前所述图 3 示出根据本发明的用于露天工作场所或学校教室的光导系统 1。这样的光导系统 1 应该沿光导管 2 的整个长度提供一定的照明, 并且还应该在其下的每个桌面上提供高亮度的明亮区域 25、26。如该图所示, 一个取光器 610、620 位于每个桌面之上, 并且离光入口端 4 比离桌面中心更远, 因为在这种情况下的每个取光器 610、620 被设计成使光锥相对于光导管的光入口端 4 倾斜地投射, 如下所述。

类似类型的照明可能在生产线、火车和飞机等场所上是有用的，在所述的生产线中，每个工作台必需高亮度，在所述火车和飞机上，每个座位上必需高亮度。

作为另一个例子，如前所述图 4 示出根据本发明的用于公路隧道的光导系统 1。这样的光导系统 1 应该沿光导管 2 的整个长度对公路提供尽可能均匀的照明。因此，沿光导管 2 设置几个取光器，使得由相邻的取光器投射的光锥在纵向方向上相邻或稍微重叠。类似的照明在长廊或通道是有用的。

在上述的两个例子中，每个取光器应该产生相同强度的照明，但是这不是总是必需的。

在沿光导管 2 的整个长度上需要尽可能均匀的照明的情况下，下面的标准必须考虑。

第一标准是，因为将光导管向第二端 5 的内反射的次数与光导管长度和光导管圆横截面的直径的比值 L/D 成比例地上升，并且一些光沿光导管 1 输出，所以发光效率的损失与光导管长度和光导管圆横截面的直径的比值 L/D 成比例，从而离光入口端 4 越远可用的光通量将减少。

因此，远离光入口端 4 的取光器应该具有较大的表面，以提取与更靠近光入口端 4 的取光器一样的光量。

第二标准是，沿光导系统 1 的某一位置上的可用光通量必须分成在该位置上输出的光和沿光导系统 1 传播的光，以便有助于下游的照明。换句话说，在传播方向上被第一取光器提取的光越多，可用于在传播方向上被第二及其它取光器提取的光就越少。

第三标准是，相邻的取光器之间的间距应该足够大，从而更靠近光入口端 4 的取光器不会完全地掩盖相邻的取光器，以确保直接被光源组件 3 发出和/或被光导管 2 反射的一些光也会到达距离光入口端 4 最远的取光器。

第四标准是，如上所述，相邻的取光器之间的间距以及取光器的形状应该是这样的，即被两个相邻的取光器投射的光锥在光导系统 1 的纵向方向上是相邻的或稍微重叠的。

将通过下面的描述来理解设计每个取光器的实际形状和尺寸的有关标准。

根据本发明的优选实施例，所有形成提取装置 6 的取光器可分别被视为通过从最靠近单向光导管的第二端 5 的取光器 660 或者从位于双向光导管的中间的取光器除去一部分而获得的。的确，在相应除去部分的位置上，没有光需要提取出来用于进一步的传播，从而上述的标准使提取的光最大化，即所述光被偏转以从光导管 2 的光释放窗口 14 出射。

首先参照图 6（前透视图）、图 7（朝中垂面的左侧截取的截面）和图 8（仰视图），计划置于离光入口端 4 最远的取光器 660 是整体形状如圆盘的刚性元件，在相对于光导管 2 的横向面稍微倾斜的平面上延伸。

取光器 660 包括用于连接到光导系统 1 的装置，例如一对靠近其顶部的 T 形凹槽 27，可滑动地悬挂于图 1 中所图示的一对横杆 28。横杆 28 可适宜地是这样结构（未示出）的一部分，所述结构用以纵向地连接 TIR 薄膜 8 和可能的外盖 13 的边缘，和/或将 TIR 薄膜 8 和可能的外盖 13 固定到管状支撑体 7。

取光器 660 的前表面，即面向光入口端 4 的表面，包括三对曲面 31-36，相邻曲面对 31-32、33-34、35-36 的相交线沿两个基本水平的平面延伸，同一曲面对 31 和 32、33 和 34、35 和 36 的相交线沿光导系统 1（和取光器 660）的中垂面 29 延伸，从而取光器 660 相对于中垂面 29 是镜向对称的。

最优选地，每个曲面 31-36 由抛物体的一部分形成，即为通过抛物线绕其轴旋转而生成的表面的一部分。为了简便起见，这些抛物体的部分在下文中简称为抛物面 31-36。

所述三对抛物面 31-36 的轴都是平行于光导系统 1 的轴 A 并位于该轴之下（在这种情况下，其中光释放窗口 14 位于光导管 2 的底部）。更具体地讲，抛物面 31-36 的轴 A1-A6 及其顶点 V1-V6 和焦点 F1-F6 按逐渐增大的距离（从上端抛物面对 31、32 到下端抛物面对 35、36）与光导系统 1 的轴 A 间隔开，这从图 7 和图 9（其中还示出

了到焦点 F1-F6 和顶点 V1-V6 的图平面上的投射)中可能会看得非常清楚。

轴 A1-A6 中没有一个轴位于光导系统 1 的中垂面 29 内。实际上, 所述三对抛物面 31-36 的轴 A1-A6 逐渐增大地偏向中垂面 29 外(从下端抛物面对 35、36 到上端抛物面对 31、32), 抛物面对 31 和 32、33 和 34 及 35 和 36 的轴在中垂面 29 的两侧上偏移相同的距离, 这从图 8 可能会看得非常清楚, 图 8 是取光器 660 的仰视图, 其中还示出了焦点 F1-F6、顶点 V1-V6 和轴 A1-A6。

换句话说, 上端抛物面对 31、32 的轴 A1、A2 彼此平行, 并且平行于光导系统 1 的轴 A, 在轴 A 下与轴 A 间隔最短距离, 而彼此以最大距离间隔开; 中间抛物面对 33、34 的轴 A3、A4 彼此平行, 并且平行于光导系统 1 的轴 A, 在轴 A 下与轴 A 间隔中等距离, 而彼此以中等距离间隔开; 下端抛物面对 35、36 的轴 A5、A6 彼此平行, 并且平行于光导系统 1 的轴 A, 在轴 A 下与轴 A 间隔最大距离, 而彼此以最短距离间隔开。

更具体而言, 每个抛物面 31-36 所属的每个抛物体的轴 A1-A6 相对于抛物面 31-36 下降并偏移(朝左或朝右), 换句话说, 每个抛物面 31-36 是作为其抛物体的上半部分的非中心部分而截取的, 从图 10 中可非常清楚地知道这点, 在图 10 中, 为了清楚起见, 仅示出上端抛物面对 31、32 及其所隶属的抛物体 37、38。

最后, 上端抛物面对 31、32 的焦距(即顶点和焦点之间的距离)是最大的, 中间抛物面对 33、34 的焦距是中等的, 下端抛物面对 35、36 的焦距是最短的, 这从图 7 和图 8 中非常清楚地可知。

众所周知, 沿平行轴入射到抛物面的光线将沿通过抛物面的焦点的方向反射。如上所解释的, 由于光源组件 3 的结构和 TIR 薄膜 8 的性质, 沿光导管 2 传播的大部分光平行于或近似平行于光导管 2 的轴。结果, 入射到取光器 660 的大部分光将被取光器反射, 从而会聚于或接近于六个抛物面 31-36 的六个焦点 F1-F6。在每个焦点的下游, 聚焦于或接近于抛物面 31-36 的焦点 F1-F6 的光将再次发散。光路径示意地示于图 7 和图 11 中。

设定抛物面 31-36 的大小和如此设置抛物面 31-36,使得反射光以一定的角度入射到 TIR 薄膜 8,以使光折射并离开光导管,从而有助于照明。更具体而言,如此设定它们的大小和将它们布置,使得来自六个抛物面 31-36 的照明区域相邻或者部分重叠,从而在水平地位于光导管 2 下面的表面的整个照明区域 24 具有椭圆的形状,该椭圆的长轴垂直于光导管的轴 A 的方向,其短轴从取光器 660 的覆盖区的稍后面向光导系统 1 的光入口端 4 延伸到这个覆盖区前的一个相当大的距离,如图 12 的俯视图所示。

在图 7-11 所示的焦点 F1-F6 的设置中,可能会出现这样的情况,靠近纵轴 A 的抛物面 31-36 的一少部分仍将以使其在 TIR 薄膜 8 上发生内反射的方向反射入射光。如果仍满足来自六个抛物面 31-36 的照明区域相邻或部分重叠的条件,则通过改变抛物面 31-36 的焦点 F1-F6 的位置可控制这些少部分的范围甚至存在与否。然而,这些少部分对光导系统的整体性能的影响不是特定明显,理由如下:

第一,如上所述,入射到取光器 660 的大部分光线平行于光导管的轴 A 延伸,但是还存在不平行于轴 A 的光线。第二,如上所述,取光器 660 往往设置在光导系统 1 的第二端 5 附近(或者在双向光导系统 1a 的中点附近),从而在没有任何提取装置时所有的入射光会损失的位置上(除非在该位置上放置一个镜子,如现有技术所示),即使部分 41、42、45、46、49 和 50 的提取效率低于抛物面 31-36 的剩余部分的提取效率,一些提取仍然也会发生。第三,如下面更详细地所述,通过从取光器 660 中除去某些部分而获得根据本发明的提取装置 6 的其它取光器,对除去的部分加以选择,以使靠近光导管的轴 A 的所述的低提取效率的少部分的范围最小化,或者一起消除它们。为此,优选地,取光器 660 的背面包括由优选的切割线(preferential cutting line)构成的丝网,通常用 51 表示,并且下面马上将参照图 16 来进一步说明它。这有一个优点,对于给定的直径的光导系统 1,可只使用一个模子来铸造提取装置 6 的所有取光器。

取光器 660 的背面,即面向光导系统 1 的第二端 5 或者面向双向光导系统 1a 的中心的表面可以是镜面或窄或宽反射性的面,但是

它还可由任何材料制成,因为它对于控制光导系统 1 中的光不起主要的作用,或者根本不起作用。

如图 13 所示,优选地,取光器 660 的背面还包括加固边 52。优选地,加固边 52 沿上半周或更少部分延伸,并且径向延伸较短距离。另外,制造这样小的加固边 52 的原因在于有助于从取光器 660 中除去选取的部分,以制造根据本发明的其它的取光器,即更靠近光导管 2 的光入口端 4 设置的那些取光器。

在取光器 660 的背面上的优选切割线的丝网 51 包括:多个基本均匀间隔的同心圆 53-57;多个扇区 58-67,从取光器 660 的外围径向地延伸到内同心圆 53,以相对于取光器 660 的顶部成从大约 30° 至大约 120° 的角度位于中垂面 29 的每一侧上;中垂面 29;在中水平面内与第二最里面的同心圆 54 相切并延伸到取光器 660 的底边的两个扇区 68、69;以及从第二最里面同心圆 54 和上径向扇区 58、63 的相交处延伸到第四同心圆 56 和中垂面 29 的相交处的两个扇区 70、71。

选择同心圆 53-57 的半径,以基本均匀地间隔开。

应该明白,所述优选的切割线的数目和设置可能不同于根据在特定的光导系统 1 中需要的取光器的数目而显示的数目和设置。图 13 中所示的特定丝网 51 尤其适合于基于六个不同形状和大小的取光器的取光装置。图 14a-f 示出了六个这样的不同大小和形状的取光器 610-660,以及通过从第六完整的取光器 660 除去选定的部分可如何得到前五个取光器。

关于第五取光器 650,通过最里面的同心圆 53、通过最低的径向扇区 62、67 的内部以及通过垂直扇区 68、69 的较低部分来限定除去的部分。注意,最低的径向扇区 62、67 间隔大约 90° 。从而倒数第二个取光器 650 包括两个上抛物面 31、32 的几乎全部表面、两个中抛物面 33、34 的大部分表面和两个下抛物面 35、36 的仅少部分。

通过第二同心圆 54、上扇区部分 68、69 和两个最低径向扇区 62、67 的外部来限定第四取光器 640 的除去部分,所述的第二同心圆的半径大约是光导管 2 的半径的六分之二。因此,第四取光器 640

包括两个上抛物面 31、32 的大部分表面和两个中间抛物面 33、34 的表面的大约一半，而不包括两个下抛物面 35、36 的表面。通过第三同心圆 55、径向扇区 61 的外部来限定第三取光器 630 的除去部分，所述的第三同心圆的半径大约是光导管 2 的半径的六分之三，所述的径向扇区间隔大约 120° 。因此，第三取光器 630 包括两个上抛物面 31、32 的大部分表面和两个中间抛物面 33、34 的表面的大约一半，而不包括两个下抛物面 35、36。

通过第四同心圆 56 和径向水平扇区 60、65 的外部来限定第二取光器 620 的除去部分，所述的第四同心圆的半径大约是光导管 2 的半径的六分之四。因此，第二取光器 620 几乎全部由两个上抛物面 31、32 的一部分表面组成。

通过第五同心圆 57 和径向扇区 59、64 的外部来限定第一取光器 610 的除去部分，所述的第五同心圆的半径大约是光导管 2 的半径的六分之五。因此，第一取光器 610 全部由两个上抛物面 31、32 的一部分表面组成。

应该明白，如取光器 660 一样，取光器 610-650 使光偏转，从而光以一定的角度入射到光导管 2 的光释放窗口 14，所述入射角使得光折射并通过 TIR 薄膜 8 透射到外面。虽然可使用如上所述的产生窄或宽散射反射的材料，但是如果取光器 610-660 由镜面反射材料制成，则这就可非常有效地得以实现。

如关于取光器 660 所述，由取光器 610-650 提供的位于光导管 2 之下的表面上的照明区域是椭圆的，并且延伸超出取光器 610-650 在所述表面上的投影（覆盖区）（参见图 12）

图 15 示出根据本发明的取光装置 6a 的另一实施例，适用于圆柱形光导管（只示意性地在图的左边示出它的截面）。取光装置 6a 包括五个取光器，所示的五个取光器如只作为例子的图 13 中一样等间距。最右端的取光器，即最远离光入口端的取光器，对应于图 12 中所示的取光器 660。在它之前的两个取光器 670、670a 彼此相同，通过从取光器 660 中除去由第四内圆 56 限定的部分来得到其形状，也就是说，其形状是环状的圈。最靠近光入口端 4 的两个取光器 680、

680a 彼此相同，通过从取光器 660 中除去由第五内圆 57 和垂直扇区 68、69 的两个外部限定的部分来得到其形状。

在根据本发明的取光装置的又一实施例（未显示）中，取光器都是相同的，并且随着远离光源组件 3，其间隔越来越紧密。具体而言，取光器可以像图 14a 中所示的取光器 610 一样。

应该明白，示出和描述的实施例仅作为非限制性的例子而被提出，在不脱离本发明的范围的情况下，可以进行各种修改和替换。

可设计的用以取光器的其它可选形式包括，例如延伸通过光导管的条带，其具有合适形状的朝向光导管的光入口端的反光曲面。

还有取光器不必非得是镜向对称的，或者曲面不必非得凹向光导管的光入口端。在某些情况下，其它的曲面可能会更合适，例如，当需要取光器将来自光导管的光引导远离光源（而不是导向光源）时。

抛物面的对数可以不是三，其范围从只有一对到任何需要的对数，这取决于所用的取光器的数目和光导系统 1 的直径。

甚至通常而言，如图 6 至图 9 和图 14 所示，在取光器上的多个离散形状的曲面不是必需的，其可以被替换为单个连续的曲面。然而，对于具有圆横截面的光导管，图 6 至图 9 和图 14 的盘状取光器的特定形状是有利的，因为它使单个设计能够在几个不同位置上的取光器使用，从而更容易制造，并且更经济。

虽然这些取光器的效率已经比较高，但是它们的效率还可提高，通过置换较小效率的部分，例如靠近轴 A 的部分，以及通过将入射光再引导到适合于光导管的提取的方向的另一形式的反射面。

此外，取光器的各曲面不必是旋转的抛物体的一部分，可以是旋转椭圆体的一部分，可以是球体的一部分，还可以是通过任何曲线例如对数曲线等旋转而得到的三维曲线的一部分。

在如图 2 中所示的双向光导管的情况中，可以采用两侧具有弯曲的反光面的取光器，以从两个光源中提取光。在这种情况下，来自每个光源的光将超过光导管的中点继续传播。

如果取光器由允许其弯曲的材料制成，则这常常使得由光导管提供的照明能够微调。

通过使用相对较少的取光器提供稍微重叠的照明区域，以产生在沿光导管的长度延伸的均匀照明的区域（例如，公路上），使用根据本发明的取光器用以照明延伸超出取光器的“覆盖区”的区域成为可能。或者，通过使用合适形状的取光器，可产生两个平行的照明区域（在光导管的每一侧上都有一个）。

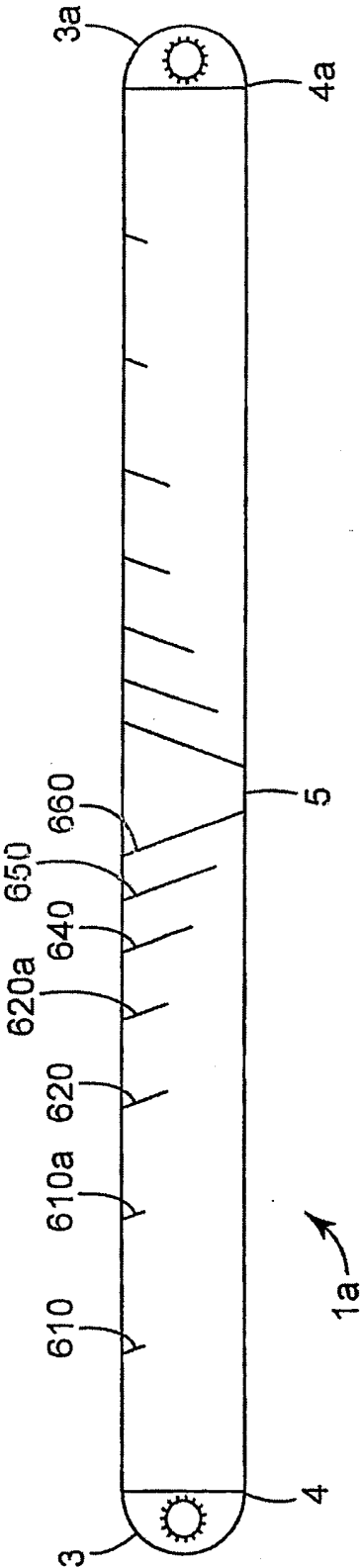


图 2

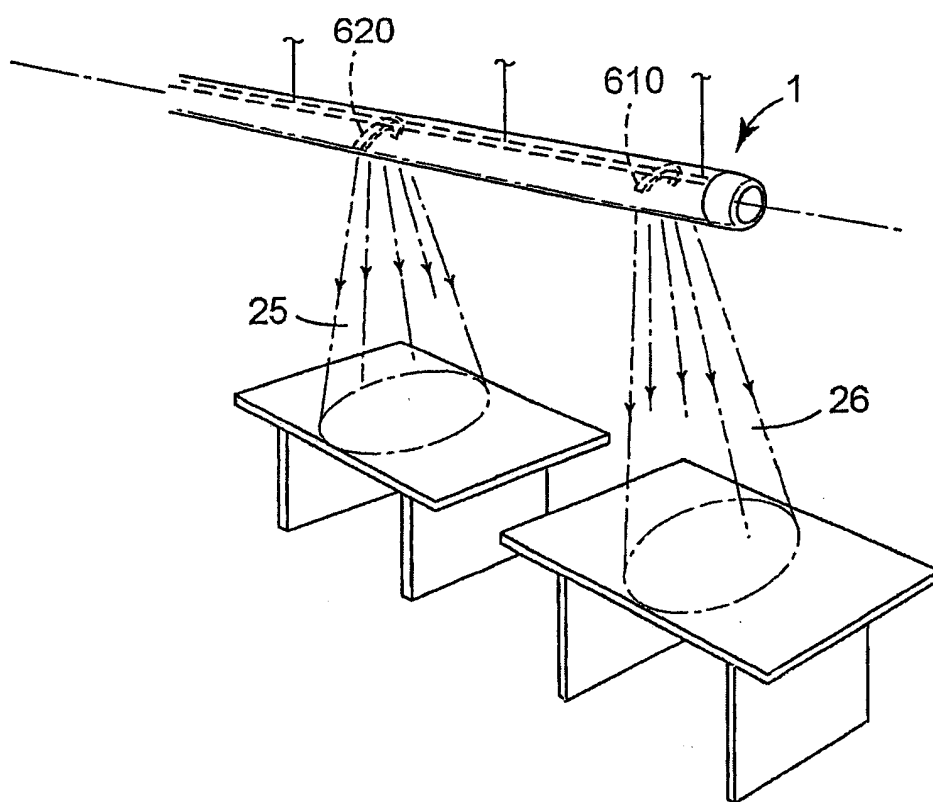


图 3

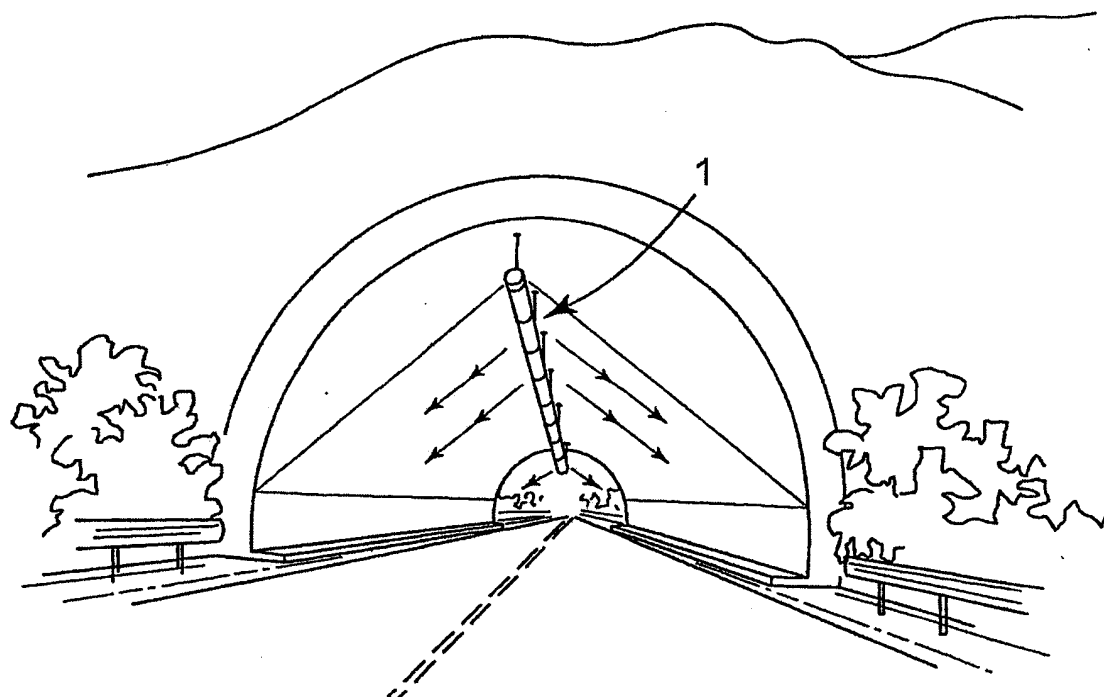


图 4

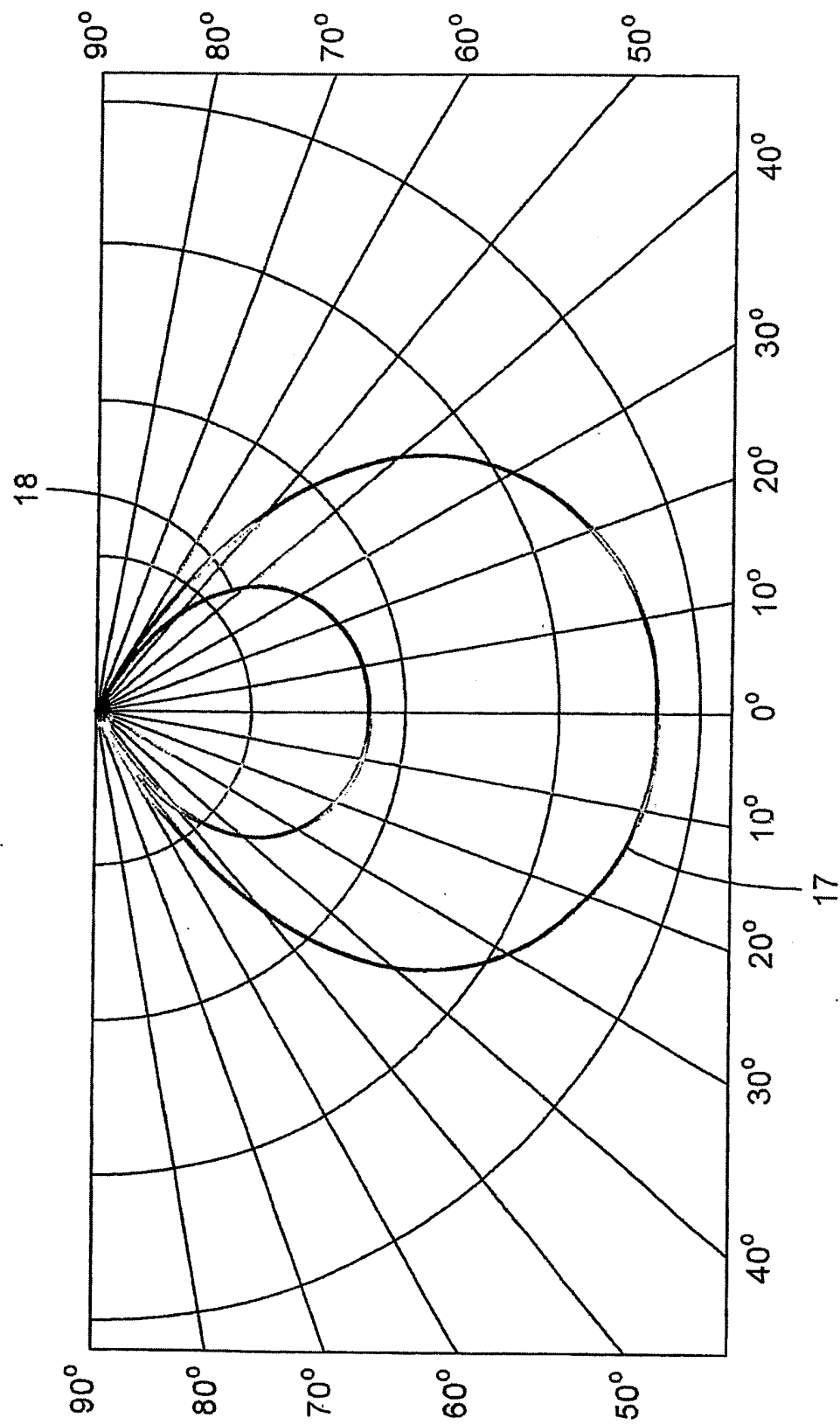


图 5

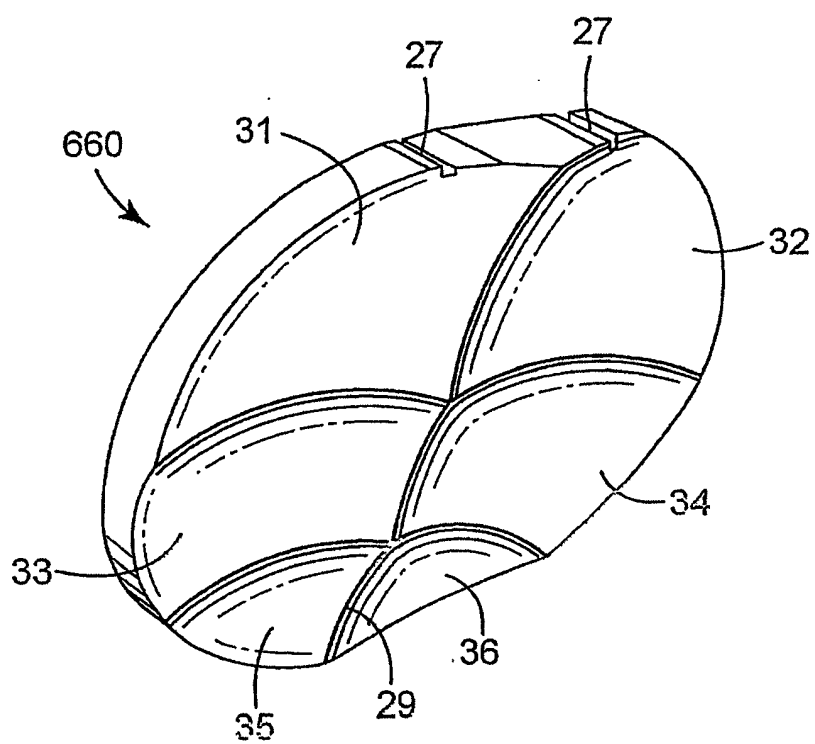


图 6

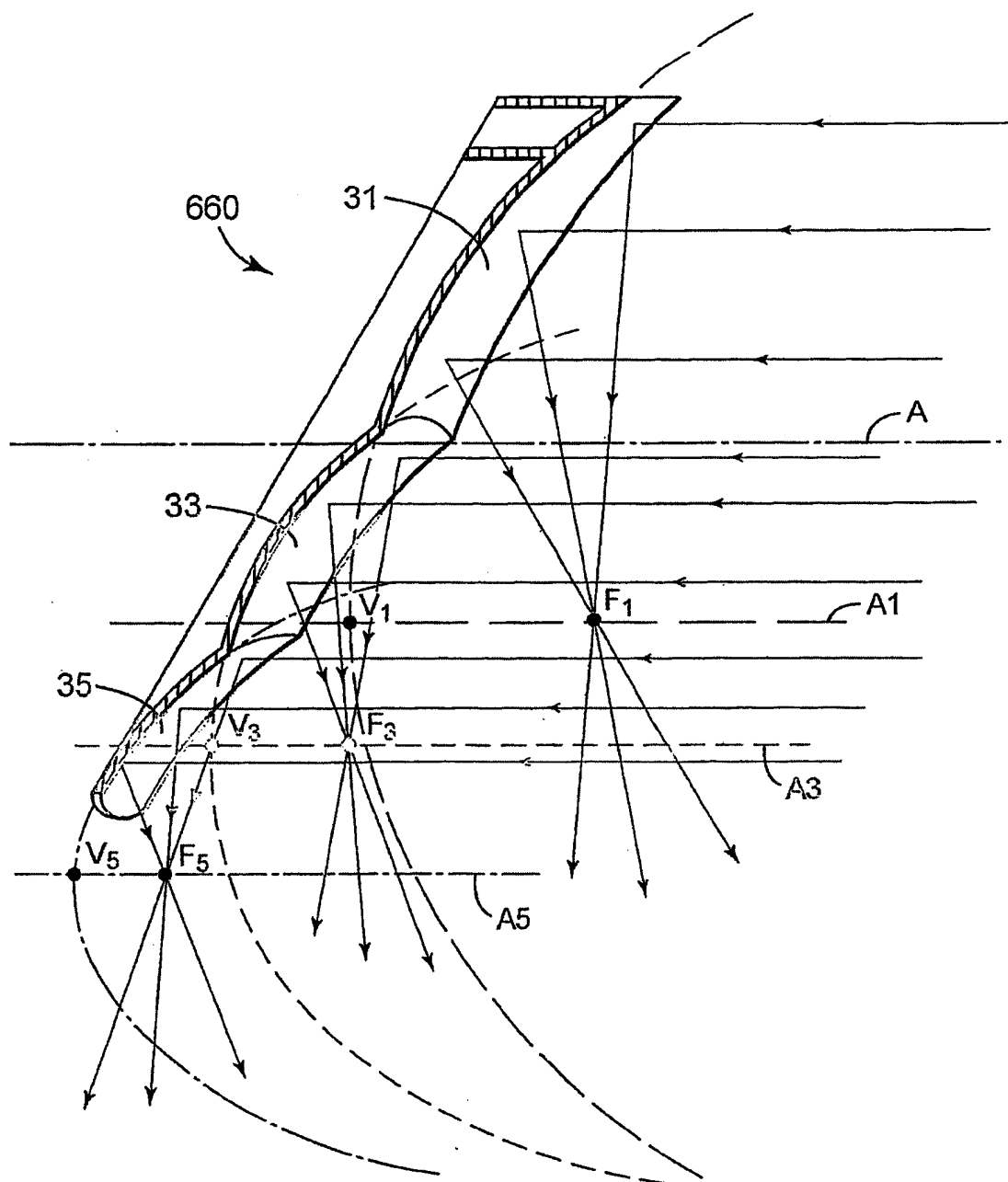


图 7

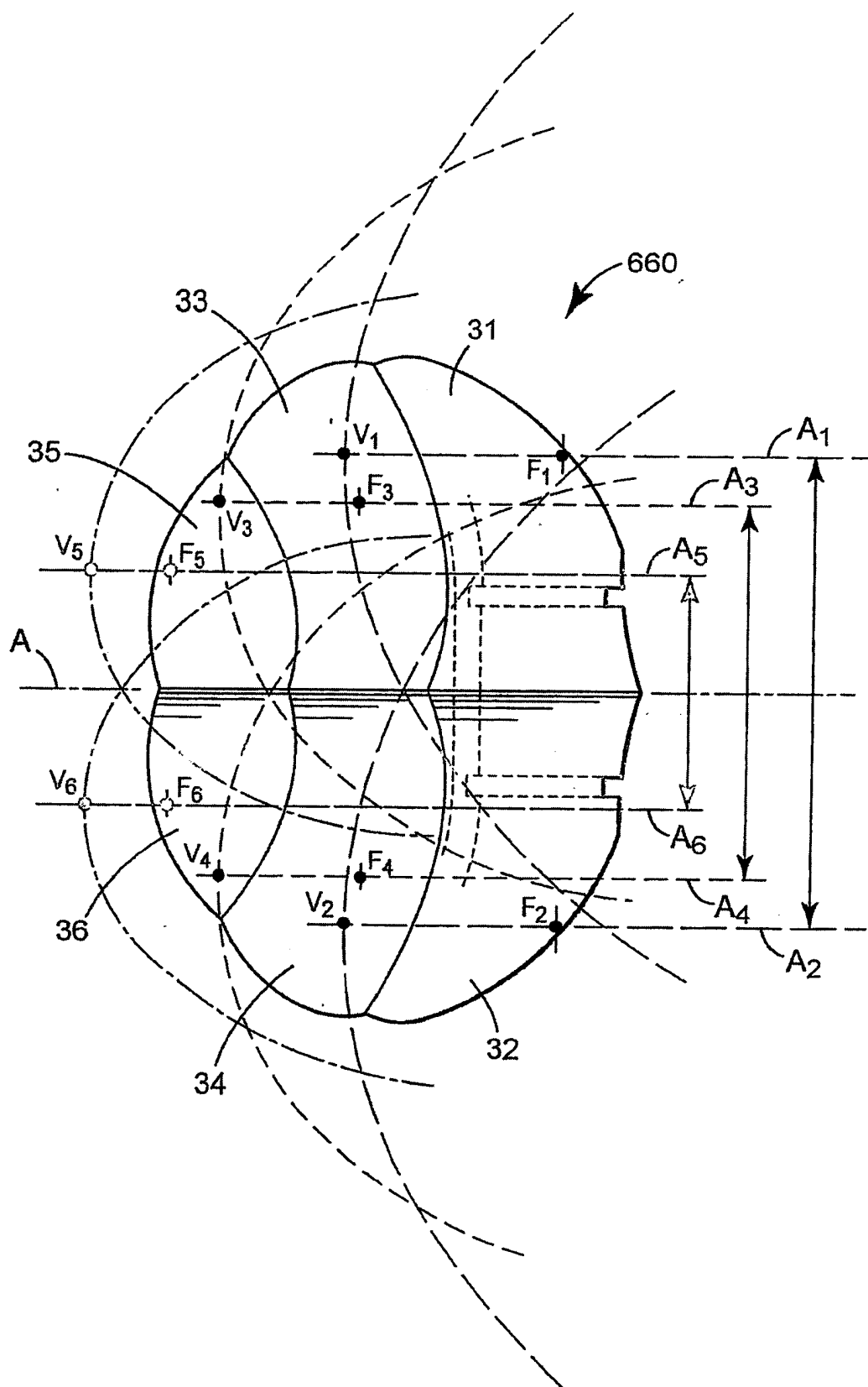


图 8

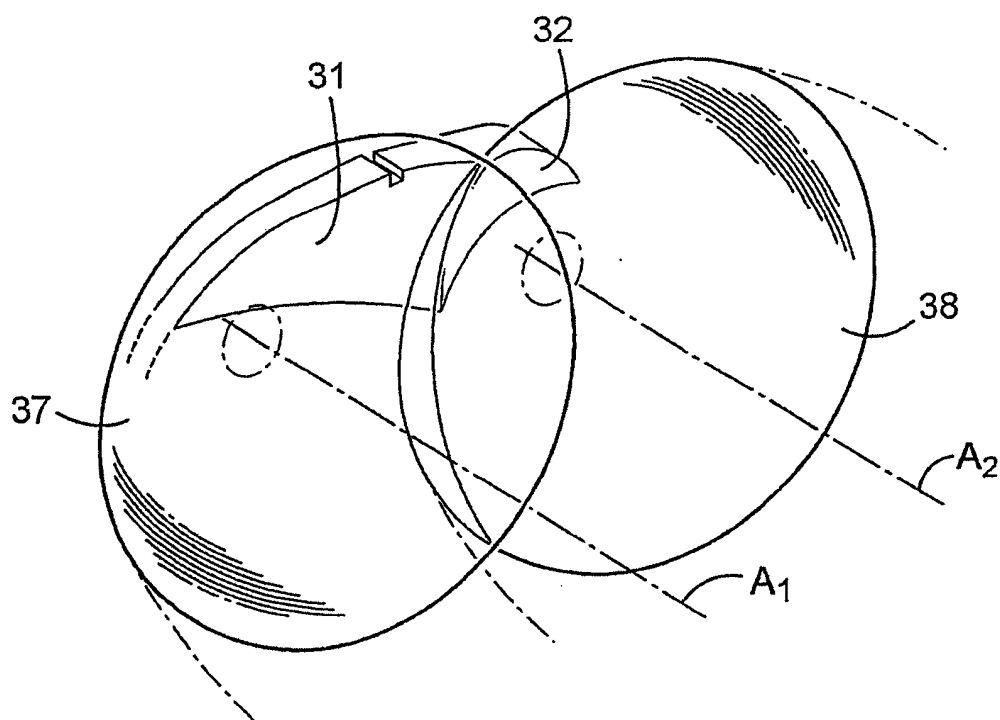


图 9

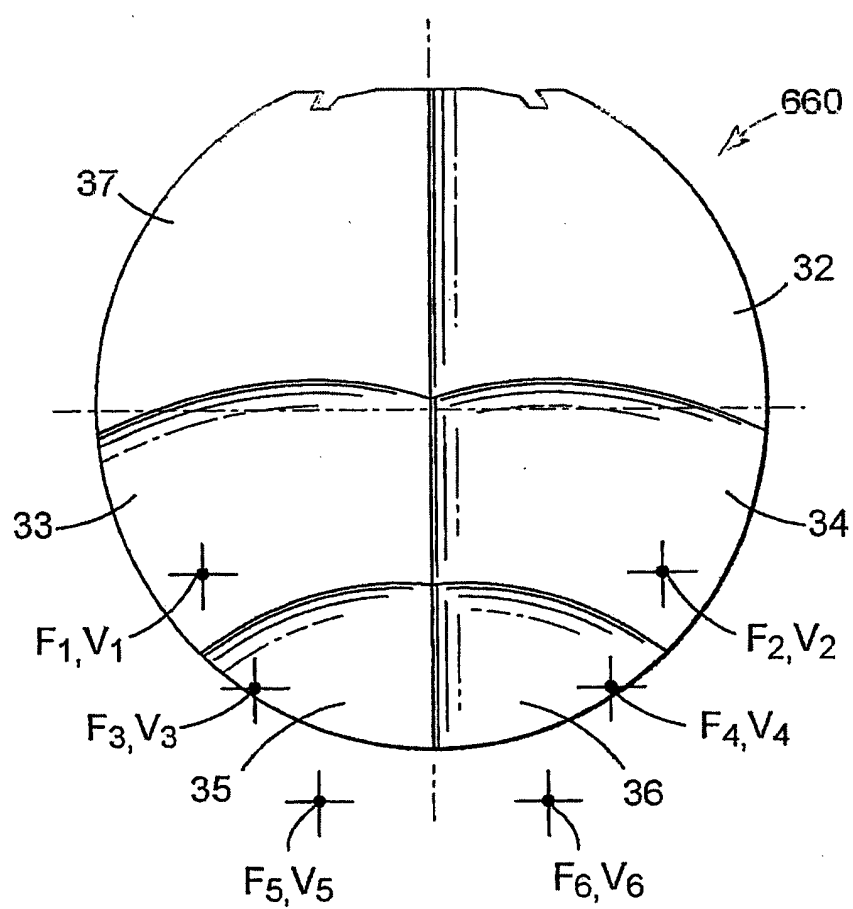


图 10

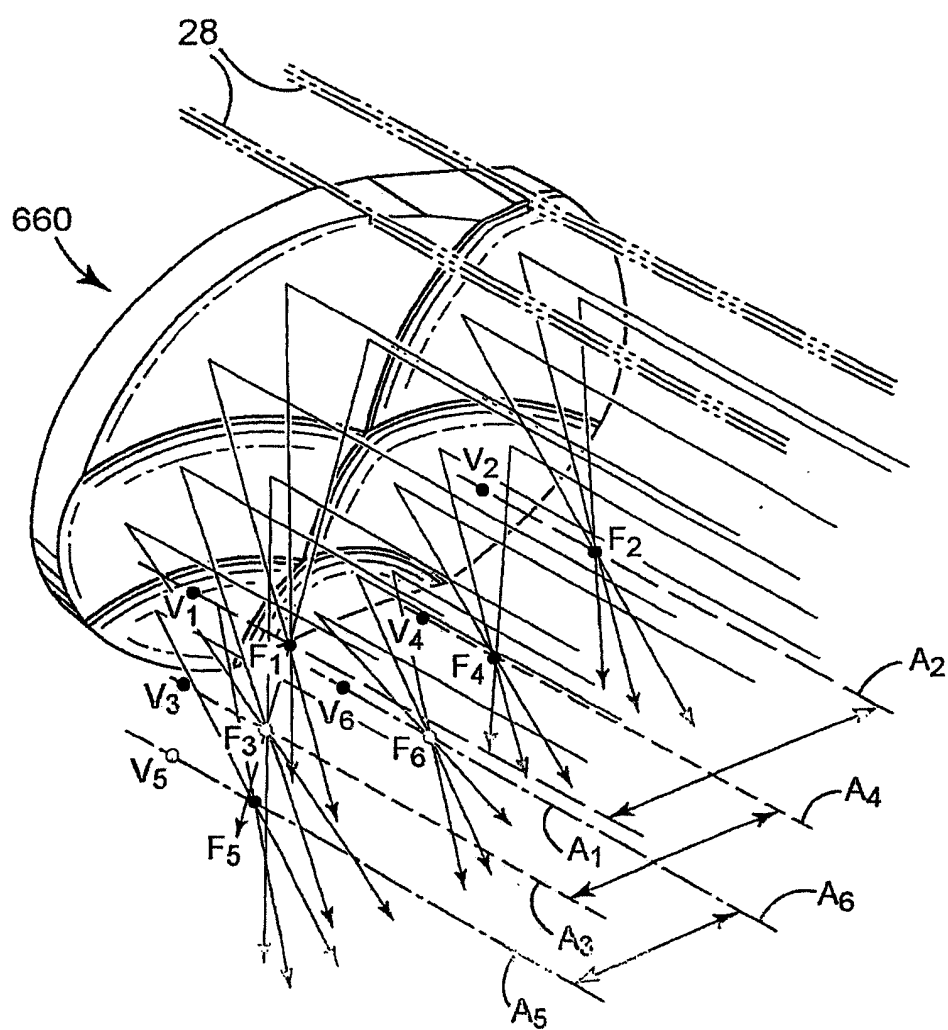


图 11

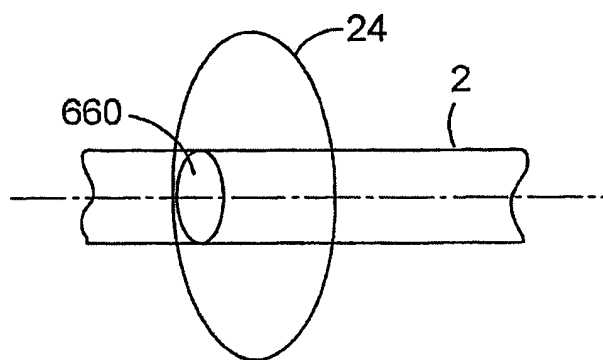


图 12

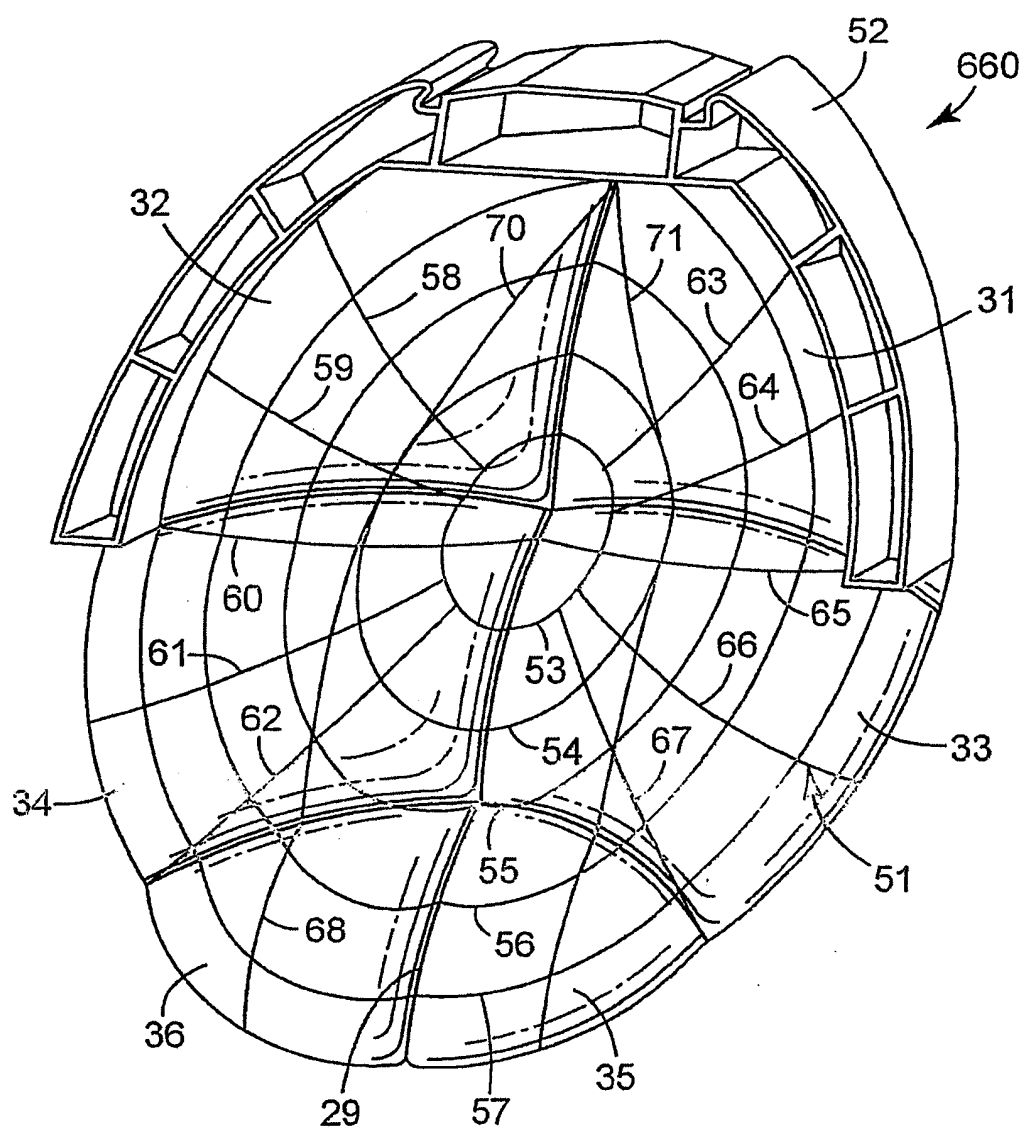


图 13

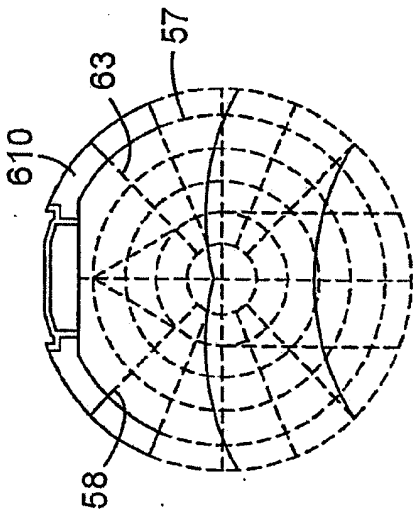


图 14a

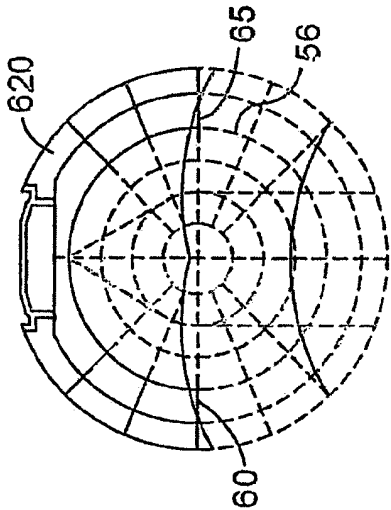


图 14b

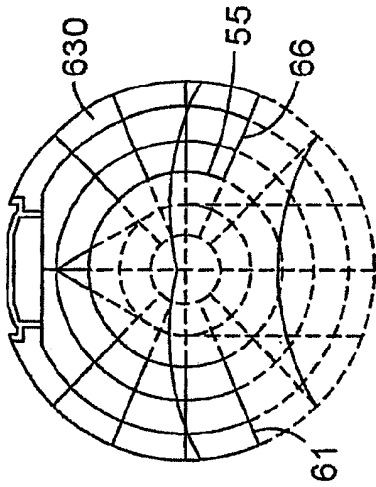


图 14c

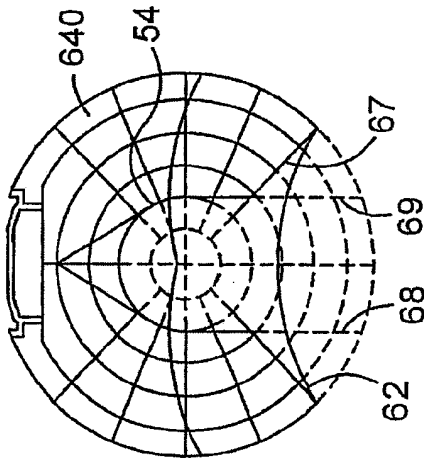


图 14d

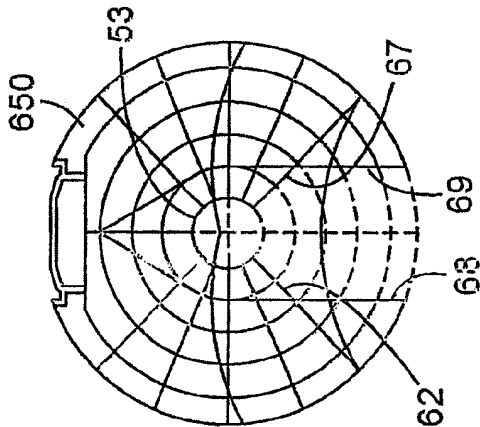


图 14e

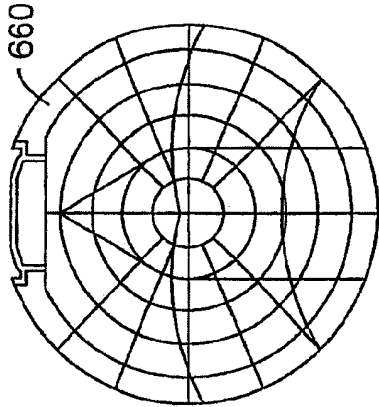


图 14f

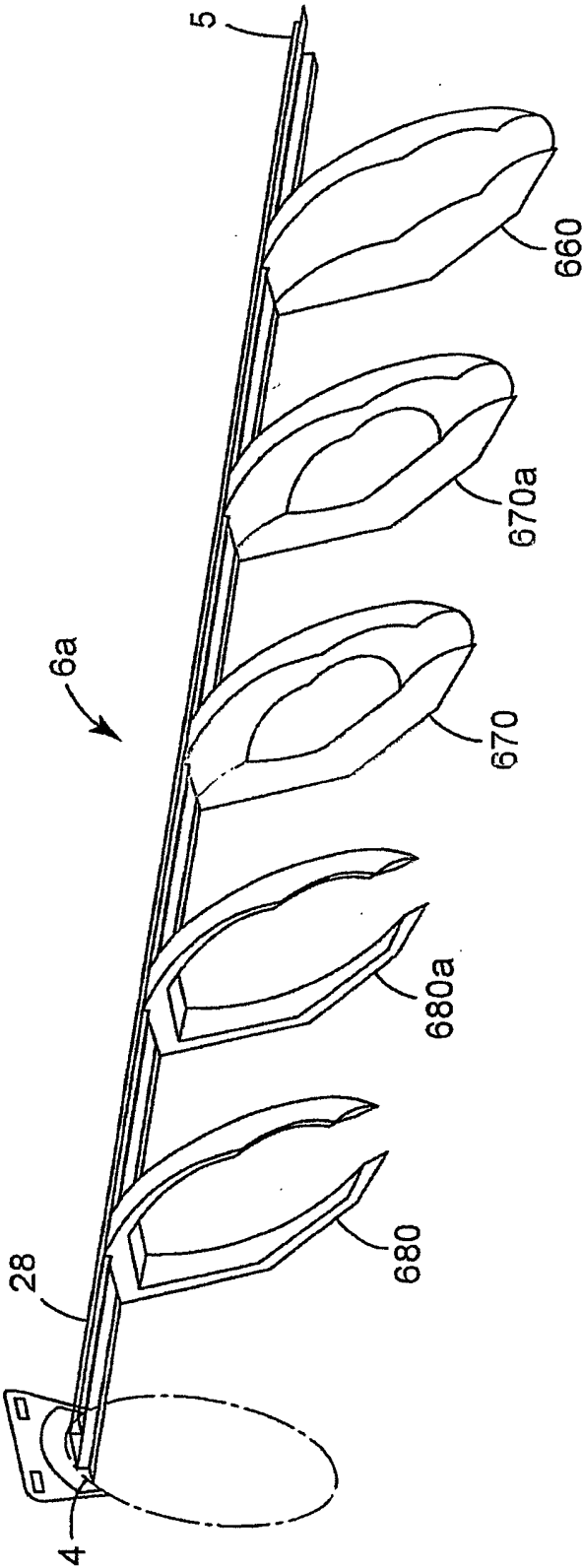


图 15