

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

G02B 6/32
F21V 7/04

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97193785.0

[43]公开日 1999年5月26日

[11]公开号 CN 1217794A

[22]申请日 97.2.7 [21]申请号 97193785.0

[30]优先权

[32]96.2.14 [33]US [31]08/599,970

[86]国际申请 PCT/US97/01847 97.2.7

[87]国际公布 WO97/30367 英 97.8.21

[85]进入国家阶段日期 98.10.13

[71]申请人 遥控源照明国际公司

地址 美国加利福尼亚州

[72]发明人 A·P·里瑟尔 R·F·赖科夫斯基

S·S·维尔森

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

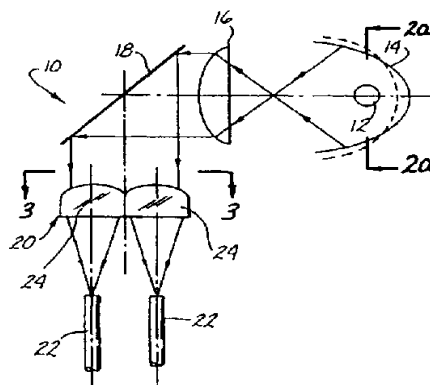
代理人 邹光新 张志醒

权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图页数 4 页

[54]发明名称 光耦合器

[57]摘要

光纤集管用于将光源(12)发出的光耦合到多个间隔开的、大口径输出光纤或光传输线,光纤或光传输线可用于各种用途,例如照明工具、spas、危险材料区域、监狱和其它直接照明十分危险、且难以维护或容易受到伤害的应用领域。集管利用定制的使光源(12)例如弧光灯和多个输出光纤的纤芯(22)之间的光传输效率最大化的光反射器。制作定制的光反射器的方法包括测绘出所使用的特定光源的辐射图,生成这些辐射图的数据库,并利用数据库制造优化的光反射器结构。这种计算机生成的反射器事实上总是非锥形的一部分,这是因为光源不是优化的。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种用于将光源发出的光线耦合到多根输出光纤的光纤集管，每根输出光纤都具有接收光线的近端，所述集管包含接收光源发出的光线并将其导向各根输出光纤近端的光反射器，该光反射器具有非圆形剖面并且是非椭圆形和非抛物线形的。

2. 根据权利要求 1 的光纤集管，还包括将光线分别汇聚到每根光纤的纤芯的透镜。

3. 根据权利要求 2 的光纤集管，其中透镜包含多个部分，每一部分均具有独立的焦点，所述透镜用来汇聚光源发出的光线，每根光纤的近端位于对应部分的焦点，以便在那里接收光线。

4. 根据权利要求 1 的光纤集管，其中光源包含一盏灯。

5. 根据权利要求 1 的光纤集管，其中光源包含用于传输初始光源发出的光线的输入光纤，这样光纤集管包含将输入光纤耦合到多根输出光纤的分束器。

6. 根据权利要求 1 的光纤集管，其中光反射器包含多个部分，每一部分均具有独立的焦点，所述透镜用来汇聚光源发出的光线，每根光纤的近端位于对应部分的焦点，以便在那里接收光线。

7. 根据权利要求 1 的光纤集管，其中光反射器包含一对背对背放置的反射器，并消除了反射器中包含峰值区域的部分，光源基本上位于一对反射器的中央，每个反射器包含多个将光源发出的光线分别聚焦到相应输出光纤的纤芯的反射器部分。

8. 根据权利要求 1 的光纤集管，其中光反射器包含一对背对背放置的反射器，并消除了反射器中包含峰值区域的部分，光源基本上位于一对反射器的中央，一对输出光纤位于光纤集管的另一面，并且与其它输出光纤同轴，光源沿着集管的光轴，每个反射器将光源发出的光线汇聚到相应输出光纤的纤芯。

9. 根据权利要求 3 的光纤集管，其中透镜部分不是等尺寸的，调节每个透镜部分的尺寸以便对光纤中不同的损耗因子进行补偿，这样，离开输出光纤的光线基本上具有均匀的强度。

10. 根据权利要求 6 的光纤集管，其中反射器部分不是等尺寸的，调节每个反射器部分的尺寸以便对光纤中不同的损耗因子进行补偿，这样，离开输出光纤的光线基本上具有均匀的强度。

11. 根据权利要求 3 的光纤集管，其中射入透镜的光线是偏心的，以便可控地调节进入各根光纤的光线。

12. 根据权利要求 6 的光纤集管，其中射入反射器的光线是偏心的，以便可控地调节进入各根光纤的光线。

5 13. 根据权利要求 3 的光纤集管，其中透镜部分与相应的输出光纤近端对接，由此，每个透镜部分的焦点基本上与出射平面重合。

14. 根据权利要求 13 的光纤集管，其中透镜部分包含增透膜以便减小透镜部分和输出光纤之间的光损耗。

10 15. 根据权利要求 3 的光纤集管，其中多个构成透镜的部分环绕透镜的径向中心配置。

16. 根据权利要求 3 的光纤集管，其中所述透镜包含径向中心透镜，其余的透镜部分环绕中心透镜配置。

17. 根据权利要求 3 的光纤集管，还包括多个锥形光传输线扩展部分，每个锥形光传输线扩展部分与一个透镜部分输出端相接。

15 18 一种制造具有光源的照明系统的光学元件的方法，包括：

测绘光源的辐射图；

生成光源发出的辐射图的数据库；

利用数据库生成能够在照明系统内部产生最佳光分布和最佳光强的光学元件结构。

20 19. 根据权利要求 18 的方法，其中测绘步骤包括在距光源恒定的径向距离上搜集空间强度分布的测量值。

20. 根据权利要求 19 的方法，其中通过在球坐标系中环绕光源移动校准后的图象检测器阵列直到逐点地获得光源的具体辐射图的细节，可以得到空间强度分布的测量值。

25 21. 根据权利要求 18 的方法，其中照明系统包含将光源发出的光线耦合到多根输出光纤的光纤集管，光学元件包含光反射器，使用数据库的步骤包括使用数据库生成在每根输出光纤的近端产生优化光分布和优化光强的光反射器结构。

30 22. 一种将光源发出的光线耦合到多根输出光纤的光纤集管，输出光纤均具有接收光线的近端，集管包含具有多个分别具有独立焦点的部分的透镜，每一部分具有与光源发出的光线的主局域传播矢量重合的纵轴，并用来将光源发出的光线汇聚到各自的焦点，每根光纤的

近端位于相应透镜部分的焦点上，以便在那里接收光线。

23. 根据权利要求 21 的光纤集管，其中集管具有一个纵向主轴，至少有一个透镜部分的轴与集管的纵轴不平行。

说明书

光耦合器

该申请是 1995 年 1 月 17 日提交的、题为光耦合器的美国专利第 08/374,163 号的继续部分。

大口径光纤，通常称为“韧性光传输线”，在本领域中是众知的，它通常包含单个由盖层和护套或保护层环绕的实芯光纤。纤芯是光传输线中传输光线的部分，其直径通常为 2 至 12 毫米。它由非常柔软、半液态塑性材料制造，例如位于（美国）宾夕法尼亚州的费城的 Rohm&Haas 公司制造的 OPTIFLEX。盖层通常包含聚四氟乙烯（PTFE 或 TEFLON），或类似材料，而外护套由聚氯乙烯（PVC）制造。与一般用于在相对复杂的控制系统内部传输信息的小口径光纤不同，这些大口径“光传输线”通常用在直接照明难于维护且危险或容易受到伤害的各种照明系统中。例如建筑物的照明，显示箱，池塘和 spas（避免水附近的电气连接），危险材料区域（不必进行密闭照明），或监狱。这种应用是十分有利的，因为只需要维护单一的中央照明系统，而不是多个分立的光源。

然而，由于很难用单光源照明多个光传输线，所以在应用这种光传输线照明系统的过程中存在一些问题。为了提高效率，必须将光纤尽可能紧密地捆扎在一起，以确保纤芯面积（每根光传输线中实际上传输光线的部分）和总面积的比值最大化。然而，为了用单光源照明光传输线而将大口径光传输线捆扎在一起很难实现高效率。独立光传输线中的每一根都是圆的，因此由于存在盖层和保护层，所以它们之间存在大量的空隙。表示现有技术的图 1 示例了这一问题的，其中显示了一捆大口径光纤 2 或光传输线 4。如上所述，每根光纤 4 包含纤芯 6、盖层 7 和保护层或护套 8。为了获得高效率，期望只照明捆扎光纤束 4 中的每根光纤的纤芯 6。因此，如果光源发出的光散布在光纤阵列上，光线将不仅照明光纤 4 的纤芯 6，而且还照明盖层 7 和保护层 8。此外，光源发出的光还照射光纤之间的空隙 9，由于光纤具有圆形结构，这是不可避免的。所有照射除纤芯 6 之外的任何部分的光线均被浪费了，使效率受到损失，因为这些部分不能被光纤传输。另外，将光纤紧密地包裹在一起还产生一些问题，例如配置和安装照明系统

过程中的机械困难，以及在替换独立捆扎光纤中的一根光纤时遇到的困难。这种设计通常还导致光纤间的颜色差异，除非使用特定的技术来解决这一问题。

一种现有技术解决方案，其变例公开在专利申请USSN08/374,163，
5 授予 Saadarnanesh 等的美国专利第 5,396,571 号和授予 Davenport 等的美国专利第 5,222,793 号中，只照明每根输出光纤的纤芯，而不照明整个光纤束。这种方法是有利的，例如，因为可以防止光线照射光纤的其它部分，例如保护层或盖层以及光纤之间的空隙，照明系统的效率和光输出显著地得到提高。同样，因为每根独立光纤接收到弧
10 光灯的完整图象，而非由整个光纤来收集成以致每根光纤接收到弧光灯图象的不同部分，可以消除光纤间的颜色变化。此外，利用这种概念，有可能将光纤间隔地放置，而不是捆扎在一起，这将丰富它们在各种应用中的适应性。

然而，这些新型系统的一个缺点是它们用来在光源和输出光纤之
15 间传输光线的光反射器是传统二次曲面的一部分；即，椭圆或抛物线反射器。这种反射器对于优化光源即点光源是最佳的，但是对于真实的光源，将会降低光传输效率。

本发明是对上述现有技术的改进，因为，它采用定制的使光源例如弧光灯和多根输出光纤中的每一根的纤芯之间的光传输效率最大
20 化的光反射器。制作定制的光反射器的方法包括测绘出所使用的特定光源的辐射图，生成这些辐射图的数据库，并利用数据库制造优化的光反射器结构。这种计算机生成的反射器事实上总是非二次曲线的一部分，这是因为光源是非优化化的。

具体地讲，公开了一种将光源发出的光耦合到多根输出光纤的光
25 纤集管。每根输出光纤均具有一个接收光线的近端，集管包括接收光源发出的光线并将其重新导向每根输出光纤的近端的光反射器。光反射器设计得和与之配对的光源互补，因此具有计算机生成的非圆形剖面，既不是椭圆形也不是抛物线形。

在本发明的另一方面，公开了制造光纤集管中使用的光反射器的
30 方法。该方法中的步骤包括测绘出光源的辐射图，生成这些辐射图的数据库。然后，利用数据库制造出能够在每根输出光纤的近端产生最佳光分布和最佳光强度的光反射器结构。

在本发明的另一个方面，公开了将光源发出的光线耦合到多根输出光纤的光纤集管，其中每根输出光纤具有接收光线的近端，集管包含由多个具有离散的焦点的部分构成的透镜。每个部分具有与光源发出的光线的主局部传播矢量重合的纵轴，并用来将光源发出的光线汇聚到各自的焦点。每根光纤的近端位于相应透镜部分的焦点上，以便接收光线。集管具有一个纵向主轴，通常至少有一个透镜部分的主轴不平行于集管的纵轴。

图 1 是现有技术的大口径光纤束的端视图，示例出每根光纤的结构，包括护套、盖层和纤芯。

图 2 是本发明第一实施方案的顶视简图，示例出光源、光反射器，多区透镜和多个输出光纤。

图 2a 是沿图 2 中的线 2a-2a 得到的剖面图，详细地示例出根据本发明原理的制备的光反射器。

图 3 是沿图 2 中的多区透镜中的线 3-3 得到的端视图。

图 4 是本发明替代实施方案的侧视简图，示例出多区透镜和多根输出光纤，其中每根输出光纤与相应的透镜部分对接。

图 5 是本发明第二替代实施方案的侧视简图，示例出利用多区透镜将第一光纤发出的光线耦合到多根分支输出光纤的分光器。

图 6 是沿图 5 中的多区透镜中的线 6-6 得到的端视图。

图 7 是本发明第三替代实施方案的顶视简图，示例出利用多区透镜将第一光纤发出的光线耦合到多根分支输出光纤的分光器。

图 8 是本发明第四替代实施方案的侧视简图，示例出光源、多区反射器和多根输出光纤。

图 9 是图 4 所示的多区透镜的端视图。

图 10 是图 8 所示的多区反射器的端视图。

图 11 是本发明第五替代实施方案的侧视简图，示例出利用多区透镜的分光器。

图 12 是沿图 11 中的线 12-12 得到的端视图。

图 13 是本发明第六替代实施方案的侧视简图，示例出光源、多区反射器和多根输出光纤。

图 14 是图 13 所示的多区反射器的端视图。

现在更加具体地参照附图，图 2、2a 和 3 示例出根据本发明原理

构造的、包含光源 12 的光纤集管，其中光源包括任何传统光源，例如弧光灯等。在所示实施方案中与灯 12 集成在一起的光反射器 14 通过准直透镜 16 反射灯发出的光。然后，离开准直透镜 16 的光被折射镜 18 反射到凹坑分段透镜 20。如果需要，折射透镜 18 上可以安装冷光镜涂层以便滤除红外或紫外波段中的任何光线。折射透镜 18 反射的光线由分段透镜 20 传送到多根间隔开的输出光纤 22。本发明的一个重要特征是段或区域 24 的数目对应于输出光纤 22 的数目。每个透镜段 24 将光源 12 发出的光在相应输出光纤 22 的输入面上汇聚或聚焦成一个光点，该光点的束宽小于纤芯的宽度。因此，每根光纤 22 只接收来自相应段 24 的光线，如图 2 中的光迹追踪法所示。示例的优选实施方案是用来照明八根独立光纤 22 的，所以，具有八个段 24，但是，段或光纤的数目是可变的。

一个显著地提高本发明系统效率的重要方面是在设计光反射器 14 的过程中使用了非传统、非二次曲线的一部分。与此相反，在现有技术中，光反射器设计中通常采用传统的二次曲面形剖面制造椭圆形或抛物线形反射器。顺便说一下命名背景，传统的二次曲线形部分之所以这样称呼是因为它们可以通过对将圆锥劈开后暴露出来的平面成象而得到（特别重要的是视觉上的感受）。例如，如果将圆锥沿垂直于其长轴的方向劈开，产生的暴露面是一个圆。这是最简单的二次曲线形部分的例子。类似于其它二次曲线形部分，圆可以用代数方法描述，在这里，可以用下式描述：

$$(x^2 + y^2)^{1/2} = r \quad (1)$$

其中， r 是圆的半径， x 是半径的 x 坐标值， y 是半径的 y 坐标值。换句话说，圆半径的幅度等于 x - y 坐标值的平方和的平方根。圆的一个特性是它具有与周长上的各点等距离单个焦点，这个焦点是圆心。这种性质在光学仪器中特别有用。

如果，理论圆锥的劈开面不垂直于长轴，将产生其它经典的二次曲线形，其数学描述并不比圆复杂，但是具有更加诱人的特性。从光学设计历史上看，最重要的两种线形是椭圆和抛物线。

椭圆是一个封闭的卵形，可以通过随着圆形硬币逐渐地相对于观察者的视线发生倾斜而观察其边缘构成的图形得到椭圆。椭圆的特性是具有两个聚焦点，或焦点，它们均位于等分椭圆长轴的线上（实际

上，圆是椭圆的一个特例，两个焦点叠加在一起，占据了相同的空间点）。椭圆的光学特性是这样的，即精确地由椭圆一侧焦点发出的任何光线将被精确地汇聚到互补焦点上，而不管其初始方向如何。

与椭圆不同，抛物线具有开放的形状。沿与其长轴平行的线将圆锥劈开一直到达其底部可以得到抛物线。得到的图形在其小端具有峰值点和与之相对的开口。抛物线有且只有单个焦点。其光学特性是这样的，即离开焦点并经抛物线反射器反射的光迹将精确地沿着平行于抛物线长轴的方向离开开口，而不论光迹打到反射器上的位置如何。闪光灯反射器通常是抛物线形的，通过使光线准直（即，使所有的光迹沿相互平行的方向传输），可以将闪光灯光束射到所需的位置，并将大多数光线输送到感兴趣的区域，而不是象非定向的灯泡那样昏暗地照明大范围区域。

作为光接收器，抛物线能够接收射向它的准直光线，并将光线汇集到焦点。这使得抛物线形状十分适用于太阳能搜集器。

然而，本发明人发现使用经典椭圆和抛物线反射器的问题是，如现有技术所考虑的，上述的分析是以优化的假设条件为基础的；即，光源在空间只占据纯粹数学意义上的一个“点”，因为它是无限小的。如果照明椭圆或抛物线反射器的光源占据的空间为零，那么可以实现这些形状的、易于描述且性能优良的优化特性。然而，这种光源在现实世界是不存在的；根据定义，零尺寸的光源是无限亮的。在现实世界中，任何光源都是一个真实的三维物体，不论它是白炽灯的钨丝，还是弧光灯的弧，或者是荧光灯的发光表面。与理论上的优化“点光源”相比，所有这些光发射器不仅很大，而且通常具有复杂的、有时甚至是奇怪的形状。

其含义是对于“真实”光源，“优化”二次曲线或抛物线发射器不仅不会遵从其理论预期的性能，而且通常远远地偏离预期的特性。在现有技术中，这种二次曲线发射器的理论和实际特性之间的差异只是现实中的一种困难而已。没有什么较好的分析工具用来分析它，也没有什么设计工具用来克服它。

新颖的发明性非传统方法使用了非二次曲面剖面。设计者抛弃了经典的、使用易于描述形状的方法，这种方法的实际性能可能受到严重的损害，而采用难于描述但适于利用现代个人计算机的强大功能进

行分析的非经典形状。

由此，图 2 和 2a 所示的制造发射器 14 的本发明方法首先测绘在特定装置中使用的真实灯 12 的复杂辐射图。在定制的应用中，用在各个独立设备中的灯通常分别进行测绘。然而，更具体地讲，考虑到制造的5 实际性和成本的合理性，通常忽略特定型号或类型的各盏灯之间的差异，这种差异通常是很小的，而只是按照型号进行标识，测绘特定生产者制造的灯。从这种意义上讲，测绘是在距离灯恒定的辐射距离上搜集空间强度分布测量值。通过在球坐标系内环绕光源移动校准后的图象检测器阵列直到获得逐点的、关于灯的具体辐射图的详细数据文件为止，可以完成这种测量。这种详细的文件实际上并不关注光源的相对“优化性”；而是，在文件中描述光源辐射出的辐射图，这种辐射图按照定义是可以被反射器表面“看到”的。

测绘过程完成之后，利用计算机软件在任意定义的发射器表面上显示包含灯的复杂三维辐射图的文件，不论反射器表面是否是经典二次曲线的一部分，15 是否是圆的（旋转表面），是否包含光滑曲线或离散平面阵列。沿真实反射器表面显示灯的真实辐射图的结果是产生了极高的预测精度，即产生的光斑看起来象空间的任意点。这种预测包括任意点的光强、光场中任意两点之间的光强变化率、通过确定点的光入射角和其它相关的测量值。这种分析能力能够对灯/反射器构成的组合体进行修正，以便更好地满足具体应用在空间强度和角分布方面的照明需求。

再次参照图 2 和 2a，数字 14 表示示例性的、利用上述方法制造的非二次曲线形光反射器。与此相反，数字 14a 表示在现有技术中使用的、具有圆形横截面（图 2a）的、经典二次曲线形光反射器。为了说明，图中夸大了反射器 14 的表面与经典二次曲线部分旋转而成的表面的差异。

根据本发明原理设计和制造的非二次曲线形光反射器 14 的另一个优点是能够在光纤端面使用较高的光强，而不会烧坏光纤端面。自然，光束的束内强度分布不会是均匀的。光学系统中的缺陷将产生峰值或其它非均匀性。即使在优化的系统中，光强分布也会趋向高斯分布。30 高斯光束具有一个由 $I = e^{-x^2}$ (2) 描述的具有峰值的强度分布。其中 I 是光束的强度， x 是偏离光束中心的距离。激光通常是高斯分布的。

经过光学系统的衍射，其它光束的强度分布也将趋于高斯分布。

如果光线射入光纤时存在强度峰，那么将会烧坏光纤。因此，这将限制稳定地射入光纤的最大光功率。例如，当光束射向光纤束的端部时，中部的光纤更易于烧坏，因为光强在中心附近存在一个峰值。

5 本发明方法制造的非二次曲线形光反射器形状不仅可以补偿灯的形状，而且可以在光纤端面产生更加均匀的光强分布。这种特性将允许安全地使用更高的光强，而不会烧坏光纤端部。

应当注意，这种测绘出光源辐射图、并开发出为照明系统设计反射器的数据库的技术不仅仅局限于光纤应用。对于其它类型的照明应用同样是有用的，例如投影系统。此外，如果需要，除反射器之外，
10 测绘过程得到的数据库还可以用来制造定制的透镜。

本发明的另一个显著的特征是如果进入分段输出透镜 20 的准直光束相对于透镜是离心的，那么就能够以可控的方式调节输出到各根输出光纤的相对光强。该发明性的特征还具有几个优点，当需要可控地调节射入每根光纤的光量时，有一些例子可以说明这一点。例如，
15 可控地将不同的光量分配到各根光纤的能力将提供一种补偿透过来自同一耦合器集管的长度不同的光纤而产生的光损耗的方法。由此，如果需要利用单中央光源照明沿走廊间隔开的灯，那么必需使用不同长度的光纤将光耦合到各个走廊灯。由于损耗不同，如果不能以某种方式补偿这种损耗，走廊灯将具有不同的亮度。以可控方式使校准光束离心的能力为补偿这种变化损耗提供了一种方法，从而确保每盏灯
20 都具有一致的光强。

图 4 和 9 示例了图 2 所示的本发明实施方案的替代实施方案，其中相同元件用相同数字后面加字母“a”表示。分段透镜 20a 包括边缘部分阵列 24a，以及中央透镜 26。每个透镜部分 24a，以及中央透
25 镜 26，按照与图 2 示例和描述的方式相同的方式分别与输出光纤 22a 对应。通常使用中央透镜是有利的，因为边缘部分透镜的直径较小，能够与较小的输出光纤 22a 耦合。

透镜 20a 和图 2 中的透镜 20 的另一个差异是，与透镜 20 相比，
30 透镜 20a 具有非对称的边缘透镜部分 24a，而不是对称的。这种非对称分布为可控地调节发射到各根输出光纤 22a 的光强提供了额外的方法。每个透镜部分 24a 对准不同的角度，因此对准不同的入射光区域，

结果将与其尺寸成比例的光量传送到相应的输出光纤。由此，图 9 所示的非对称透镜部分分布允许在不使校准光束偏心的前提下，通过确定每根输出光纤必需的、与其它输出光纤所需的尺寸相关的透镜部分尺寸并相应地调节各个透镜部分的尺寸来控制每根输出光纤的光强。

然而，图 4 中的透镜 20a 和图 2 中的透镜 20 之间的另一个差异是透镜 20a 在透镜/光纤接头 28 (图 4) 处直接与输出光纤 22a 相接。这是一个重要的优点，因为它能够使从分段透镜 20a 到输出光纤 22a 的菲涅尔反射产生的光损耗最小。为使之成为可能，需要分段透镜 20a，其中每个部分具有较短的内焦距，这样传送到每根输出光纤的光聚焦在透镜的引出面上，其光束宽度不大于光纤芯的直径。

在具体应用中，其中透镜和输出光纤由不同的材料制成，由于折射率不同，直接将它们相接将导致菲涅尔反射，因此在该系统中仍存在一定的光损耗。如果需要，可以在透镜 20a 上涂敷与光纤材料相匹配的增透膜来进一步降低这种光损耗。涂层可以包括任何所需的众知的增透膜，例如多层介电膜。

当然，本领域的普通技术人员可以理解参照图 4 实施方案讨论的每个优良特性都可以独立于其它特性而单独使用，或者按照需要与其它特性中的一个共同使用。

图 5 和 6 示例了本发明的另一个替代实施方案，其中相同的元件用相同的数字前面加数字 1 表示。发明性的光纤集管 110 包含一个将包含单个大光纤 112 的光源发出的光线透过准直透镜 116 和分段透镜 120 耦合到多个小输出光纤 122 的分束器。在该实施方案中，准直透镜 116 包含一个具有无球形畸变、无慧形象差的等光程面的超球面透镜，并且直接固定到源光纤 112 上。当然，也可以使用其它类型的准直透镜，如图 2 所示。在该实施方案中，还应当注意，如图 2 和 4 中的其它透镜实施方案一样，为了减小畸变，分段透镜 120 的每一部分 124 优选地具有球面或非球面透镜表面 130。

图 7 是与图 5 类似的分束器实施方案，其中相同的元件用相同的数字前面加 2 表示。这两种实施方案之间的主要差异是利用分段反射器 220，而不是分段透镜，将大口径源光纤发出的光线耦合到多个小口径输出或分支光纤 222。在该实施方案中，通过将反射器表面（优

选的是椭圆)切成段,并绕源光纤 212 的轴线旋转各段而制出各个部分 224,这样每段的焦点都是离轴的。另外,反射器部分 224 可以利用上面参照图 2 中的反射器 14 描述的技术制造,这样,部分 224 是非椭圆形的,并具体地通过测绘光源即源光纤 212 的辐射图进行设计。然后,相应的输出光纤 222 安置在焦点以便接收该段搜集到的光线,光线只聚焦到一点,这样只有相应光纤 222 的纤芯受到照明。集管优选地包含在透明塑料制成的壳体 225 内部,当然也可以使用其它材料制造。尽管只有两个部分 224 和两根分支光纤 222 受到照明,仍然可以使用任意数目的部分和分支光纤,虽然它们优选地应当配对地使用。同样,与分段透镜情况一样,部分 224 可以是对称或非对称的,这取决于具体应用和期望的、对输入到各根输出光纤的光强的控制。如果期望将一根或多根输出光纤安置得与所示方向不同,例如安置在与源光纤平行的方向上,可以使用一个或多个折射镜重新定向反射光线。

图 8 和 10 示例了另一个替代实施方案,其中与前述实施方案相同的元件用相同的数字前面加 3 表示。在该实施方案中,利用分段反射器阵列将光源发出的光耦合到多根输出光纤。例如可以包含弧光灯的光源 312 位于两个背靠背的反射器 320a 和 320b 的公共中心。输出光纤 322 安排在光源 312 周围,接受来自于反射器 320a 和 320b 的光。这两个反射器包含多个部分 324,每个部分对应一根输出光纤。如图所示,除去了每个反射器 320a 和 320b 的椭圆中心或峰值区域,两个反射器在两个交叉点 326 和 328 相连。在优选实施方案中,反射器部分 324 是非椭圆形的,并利用首先测绘光源 312 的辐射图、然后生成使系统效率最大化的具体反射器结构的发明性方法制造,如上讨论,尽管部分 324 可以用标准的椭圆反射器制造,如果需要。

利用环绕灯 312 的背对背反射器,可以实现较大的搜集角度,且放大率相对较低,因为已经消除了反射器的峰值(将产生最高放大率)。通过降低放大率,可以在不增加指向光斑的光线角度的条件下实现更小的光斑尺寸。这对于将能量汇聚到相对较小的光纤芯是十分优化的。

在这种设计中,如果需要可以使用任何数目的折射镜,以便重新定向反射光线。另外,尽管只示出了 8 根输出光纤 324,在本发明范

围内可以使用任意数目的部分和光纤。在公开的全部实施方案中，输出光纤是间隔开的，与需要捆扎输出光纤的现有技术系统相比，这将提高系统对各种应用的适应性。同样，使光纤间隔开将极大地增强光纤的热扩散特性。

5 图 11 和 12 示例了另一个替代实施方案，其中与前述实施方案相同的元件用相同的数字前面加 4 表示。在该实施方案中，光纤集管 410 包含类似于图 5 的分束器，它将包含单根大光纤的光源发出的光线通过准直透镜 416 和分段透镜 420 耦合到多根小输出光纤 422。该实施方案与图 5 的主要差异是，在图 10 的实施方案中，分段透镜 420 在
10 透镜部分 424 的输出端包含锥形光传输线（光纤）扩展部分 423。输出透镜系统的锥形光传输线部分能够产生显著的光束压缩作用。因此，在透镜 420 的前端可以使用不是很严格的非球面透镜表面 430。这将降低透镜表面的畸变并可以实现更高的光压缩或光增益。该发明性结构的附加优点是减小了透镜中塑料的体积，便于铸模。

15 图 13 和 14 示例了第六替代实施方案，其中与前述实施方案相同的元件用相同的数字前面加 5 表示。在该实施方案中，类似于图 8 示例的方案，利用分段反射器阵列将光源发出的光线耦合到一对同轴输出光纤。更具体地讲，光源 512 位于两个反射器 520a 和 520b 的公共中心，这两个反射器是背对背的，优选地是非椭圆形的，如上所述。
20 输出光纤 522 沿着光纤集管 510 的轴线 523 与光源 512 同轴地放置。图 13 和图 8 实施方案的主要差异是，反射器表面是关于光轴 523 圆形对称的，如图 14 所示，而不是扇形的。在一些应用中，例如汽车前灯或走廊两侧的照明，反射器均匀地照明两根光纤 522。在所示的实施方案中，反射光线透过输出光纤 522，由波束聚焦透镜 525 聚焦
25 到需要照明的部分。双反射器表面具有与图 8 实施方案相同的效率优势；即，消除了两个反射器中的高放大率峰值区域，附带着提高了光线在光纤上的汇聚。

本发明的另一个有利特征较好地示例在图 5 和 11 的实施方案中。在图 5 中，例如，为了使每个透镜部分的主轴与光源发出的光线
30 的主局域传播矢量（注意在图 5 中表示光矢量的光迹）对准，透镜部分 124 分别具有与光纤 112 的纵轴 142（平行于光纤集管的主轴）不平行的纵轴 140。在图 11 中可以看到类似的透镜部分 424 的方向，其

中每个透镜部分的纵轴 440 与光纤 412 的纵轴 442 不平行。这种配置，其中透镜部分的纵轴不是平行于光源的主轴，而是与光源发出的光线的主局域传播矢量平行，对于减小光畸变和使光线以更高的效率射入光纤是一种十分重要的技术，在发明人所知的任何现有技术中均没有公开过。

5 尽管示例和描述了本发明的典型实施方案，但是在不偏离本发明宗旨和范围的调节下，本领域的普通技术人员可以进行一些变化、修正和替换。

说明书附图

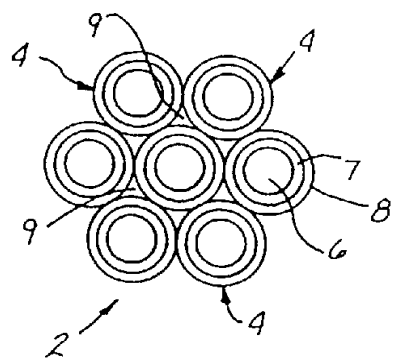


图1
现有技术

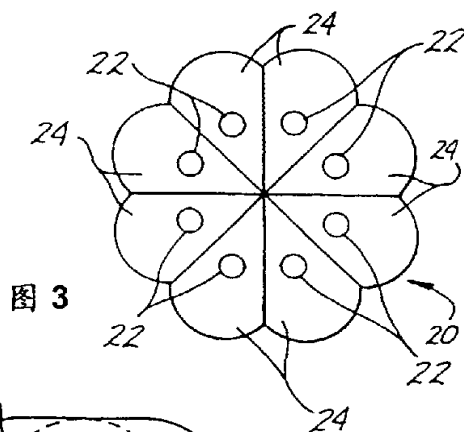


图3

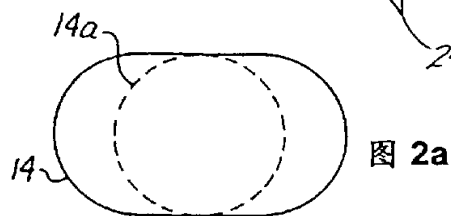


图2a

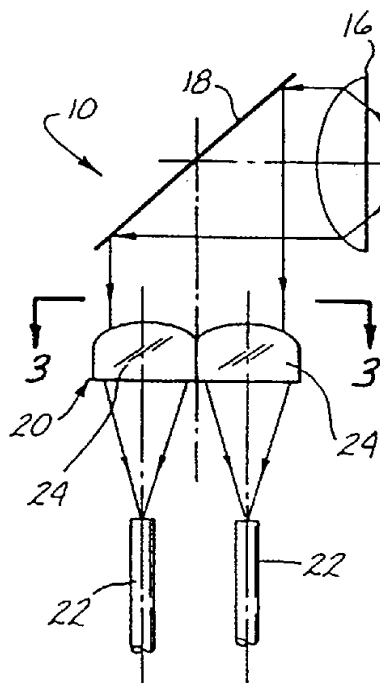


图2

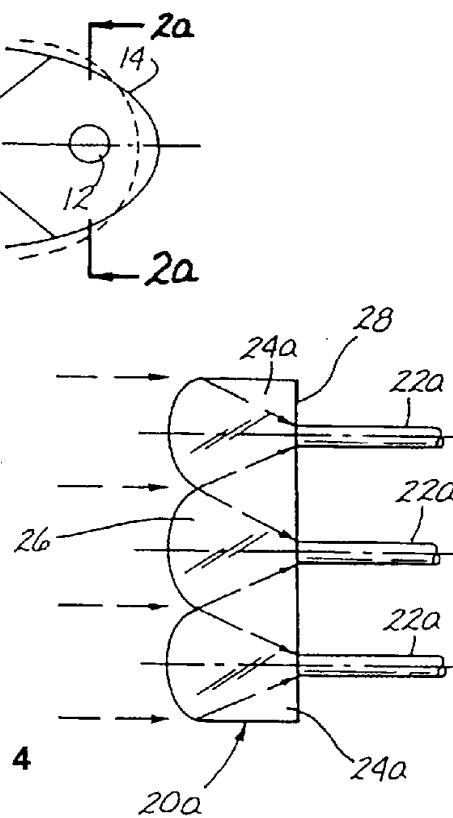
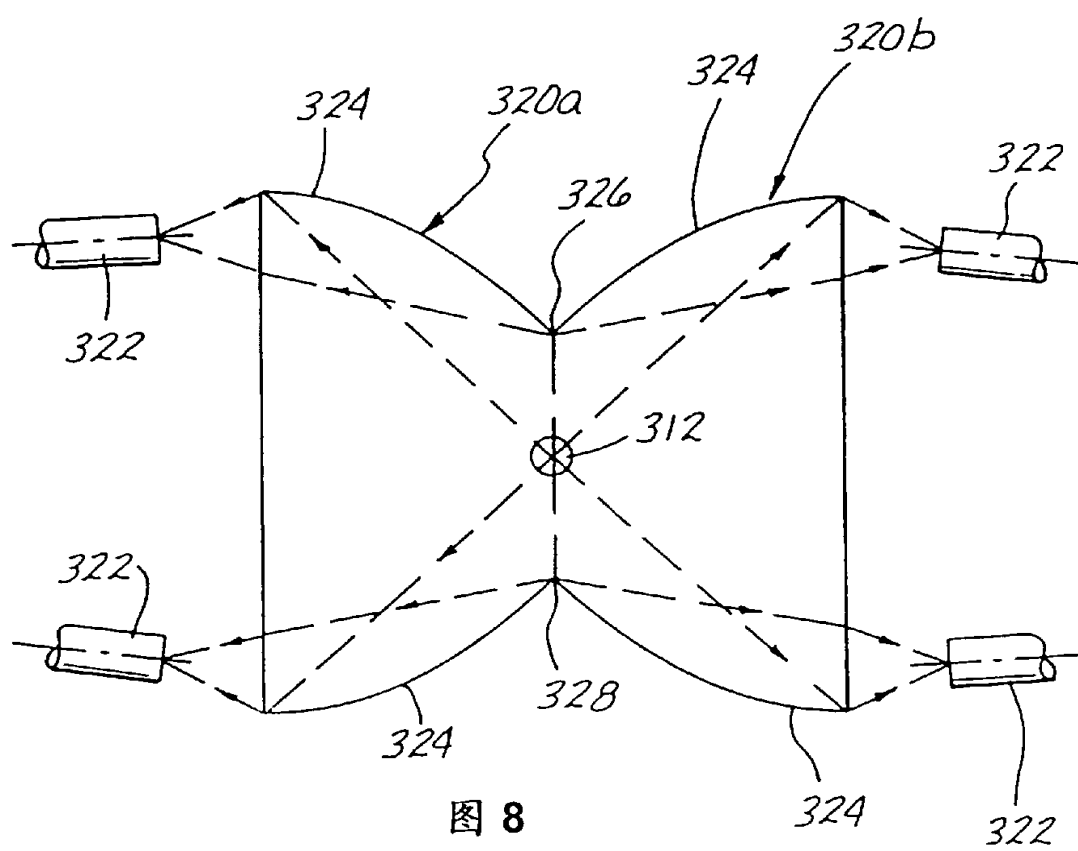
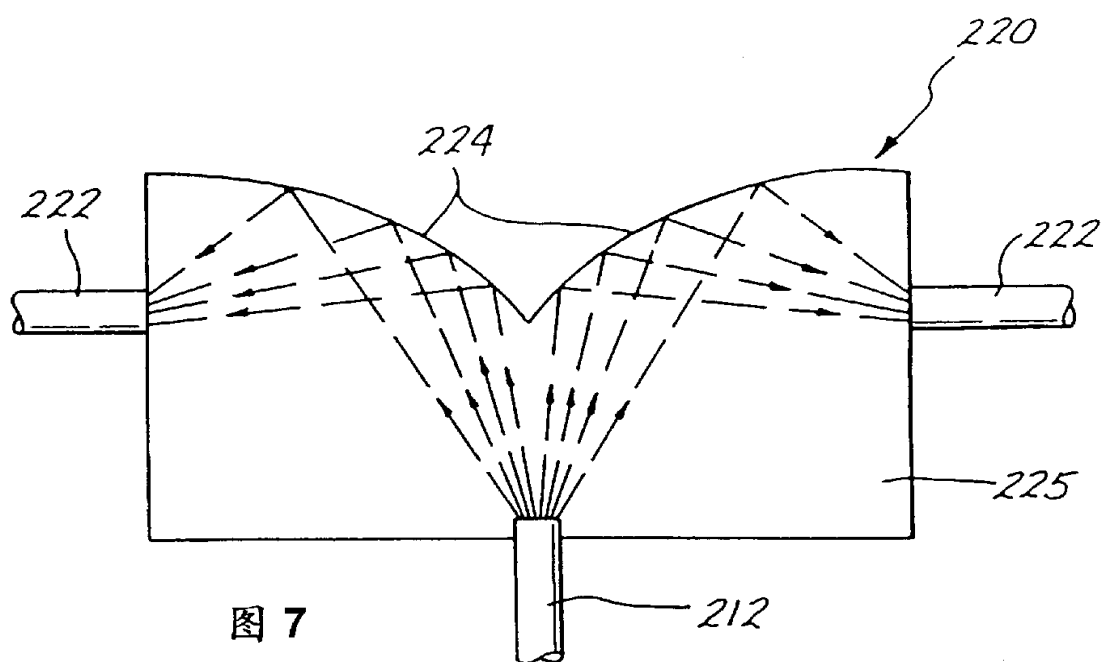


图4



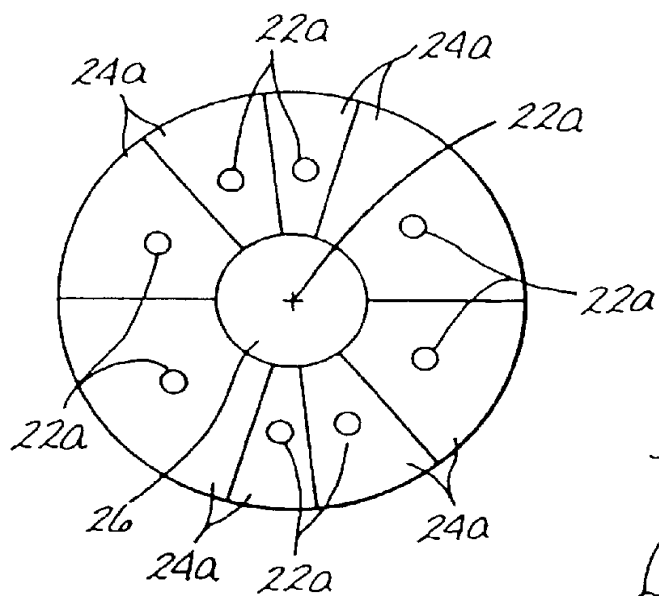


图 9

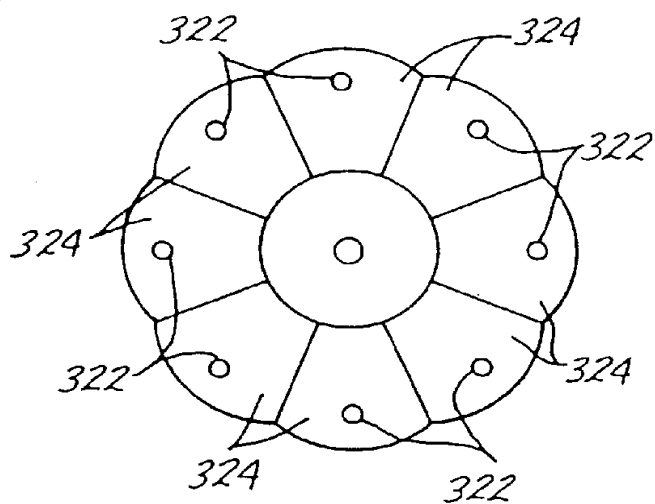


图 10

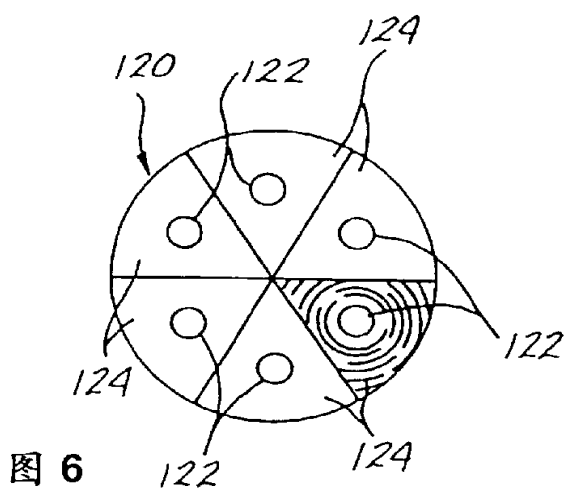


图 6

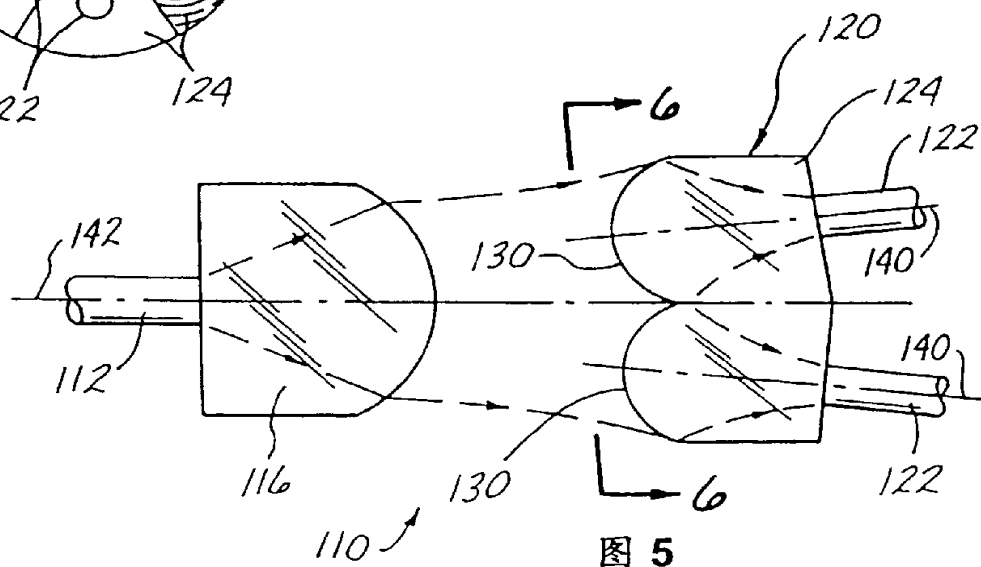


图 5

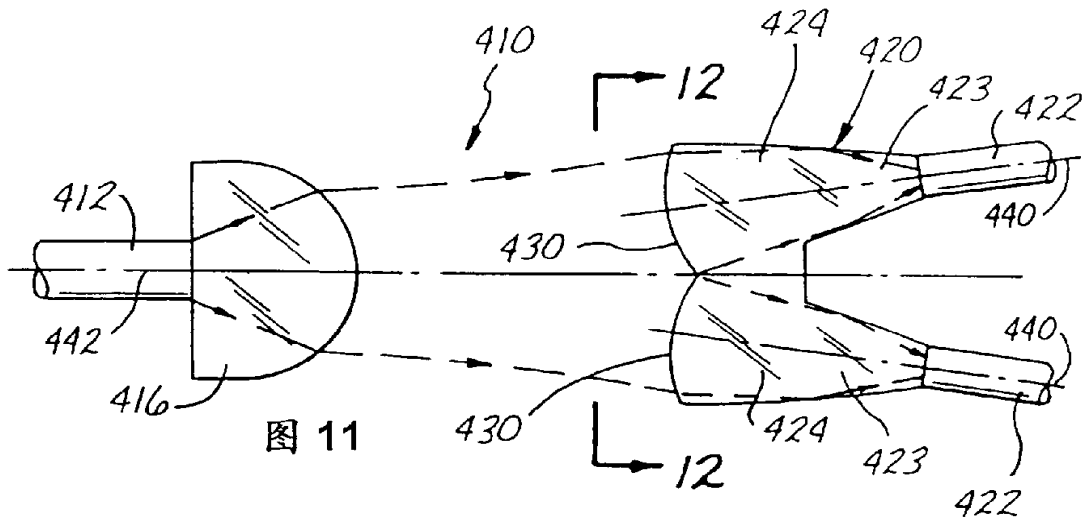


图 11

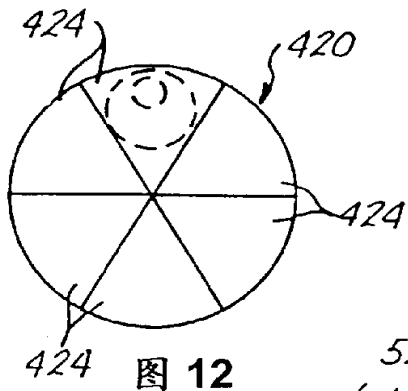


图 12

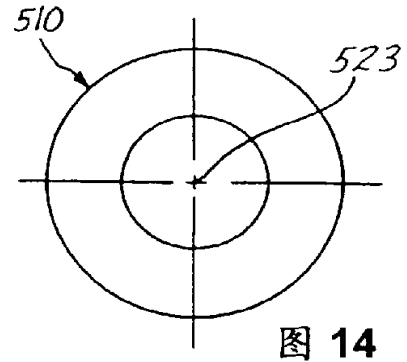


图 14

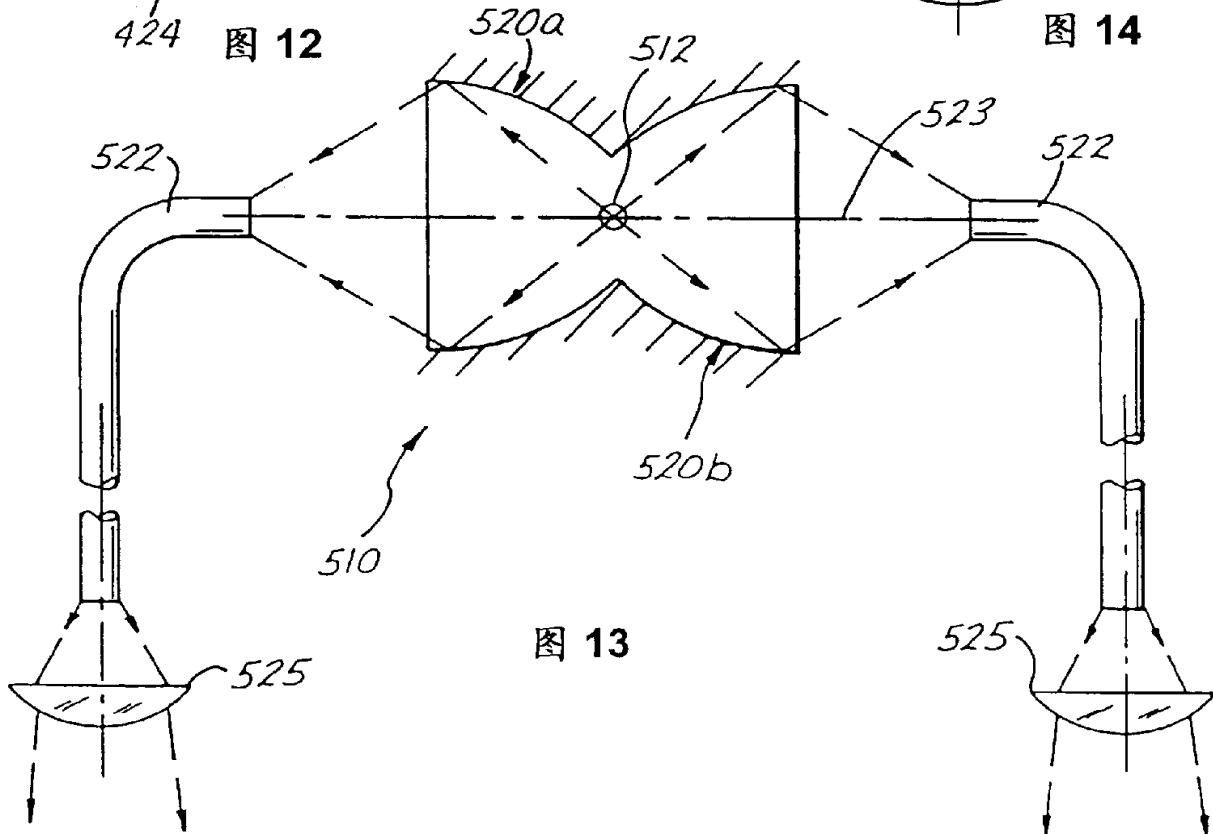


图 13