



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104736927 B

(45)授权公告日 2016.12.14

(21)申请号 201380053645.5

瓦迪姆·N·萨瓦蒂夫

(22)申请日 2013.10.21

托马斯·R·J·科里甘

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104736927 A

(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理
有限公司 11112

(43)申请公布日 2015.06.24

代理人 顾红霞 彭会

(30)优先权数据
61/720,124 2012.10.30 US

(51)Int.Cl.
F21S 11/00(2006.01)
F21S 19/00(2006.01)
F21V 8/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.04.14

(56)对比文件

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2013/065840 2013.10.21

US 5894539 A, 1999.04.13,
JP 2003217326 A, 2003.07.31,
CN 101126494 A, 2008.02.20,
JP 2000182421 A, 2000.06.30,
US 2012057350 A1, 2012.03.08,
JP 2008140729 A, 2008.06.19,

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/070495 EN 2014.05.08

(73)专利权人 3M创新有限公司
地址 美国明尼苏达州

审查员 吴坤军

(72)发明人 戴维·G·弗赖尔

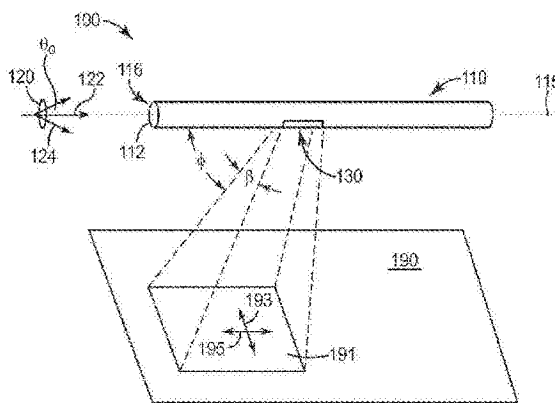
权利要求书3页 说明书13页 附图5页

(54)发明名称

弯曲的光管道提取

(57)摘要

本公开描述一种管道式照明系统的光递送和分布部件,该管道式照明系统具有包括至少一个弯曲部分的横截面和光源。该递送和分布系统(即,光管道和光管道提取器)可有效地与任何能够递送光的光源发挥作用,所述光关于所述光管道的纵轴基本上准直并且另外优选地在所述光管道的入口上方基本上相同。



1. 一种照明元件,包括:

光管道,所述光管道具有纵轴、限定腔体的反射内表面和弯曲的横截面;

多个空隙,所述多个空隙设置在所述反射内表面中并限定所述弯曲的横截面的光输出表面,其中所述多个空隙设置在围绕所述纵轴测量的径向输出角内,其中所述多个空隙设置成使得空隙的面密度在所述径向输出角上变化;以及

转向膜,所述转向膜邻近所述光输出表面设置并位于所述腔体外部,所述转向膜包括多个平行脊状微观结构,每个所述平行脊状微观结构具有顶点,所述顶点邻近所述光管道的外表面,

其中穿过所述光管道传播并且与所述多个空隙相交的光线径向地穿过所述多个空隙离开所述光管道,并且在垂直于所述平行脊状微观结构的平面内由所述转向膜改变方向。

2. 根据权利要求1所述的照明元件,其中每个所述平行脊状微观结构被取向成垂直于所述纵轴。

3. 根据权利要求1所述的照明元件,其中每个所述平行脊状微观结构紧邻所述光输出表面。

4. 根据权利要求1所述的照明元件,其中光线沿光管道传播方向在所述纵轴的准直半角内传播,并且沿与所述光管道传播方向不同的离开传播方向离开。

5. 根据权利要求1所述的照明元件,其中所述弯曲的横截面包括圆形、卵形、椭圆形、弧形或它们的组合。

6. 根据权利要求1所述的照明元件,其中所述多个空隙径向地、纵向地或以它们的组合设置在所述反射内表面中。

7. 根据权利要求1所述的照明元件,其中所述多个空隙中的至少两个空隙具有不同的横截面积。

8. 根据权利要求1所述的照明元件,其中所述空隙的面密度平行于所述纵轴变化。

9. 根据权利要求1所述的照明元件,其中所述多个空隙中的每个空隙具有相同的横截面积。

10. 根据权利要求1所述的照明元件,其中每个平行脊状微观结构的所述顶点具有相等的顶角。

11. 根据权利要求1所述的照明元件,其中所述平行脊状微观结构中的至少两个平行脊状微观结构的所述顶点具有不同的顶角。

12. 根据权利要求1所述的照明元件,其中所述多个空隙包括穿过所述反射内表面的穿孔或所述反射内表面的可见光透明区域。

13. 一种照明元件,包括:

光管道,所述光管道具有纵轴、限定腔体的反射内表面和具有弯曲的光输出表面的横截面;

多个空隙,所述多个空隙设置在所述反射内表面的所述弯曲的光输出表面中,其中所述多个空隙设置在围绕所述纵轴测量的径向输出角内,其中所述多个空隙设置成使得空隙的面密度在所述径向输出角上变化;以及

转向膜,所述转向膜邻近所述弯曲的光输出表面设置并位于所述腔体外部,所述转向膜包括多个平行脊状微观结构,每个所述平行脊状微观结构具有顶点,所述顶点邻近所述

光管道的外表面，

其中穿过所述光管道传播并且与所述多个空隙相交的光线径向地穿过所述多个空隙离开所述光管道，并且在垂直于所述平行脊状微观结构的平面内由所述转向膜改变方向。

14. 根据权利要求13所述的照明元件，其中所述横截面包括邻近所述弯曲的光输出表面的平面部分。

15. 根据权利要求13所述的照明元件，其中每个所述平行脊状微观结构被取向成垂直于所述纵轴。

16. 根据权利要求13所述的照明元件，其中每个所述平行脊状微观结构紧邻所述弯曲的光输出表面。

17. 根据权利要求13所述的照明元件，其中所述光线沿光管道传播方向在所述纵轴的准直半角内传播，并且沿与所述光管道传播方向不同的离开传播方向离开。

18. 根据权利要求13所述的照明元件，其中所述弯曲的光输出表面包括圆形、卵形、椭圆形、弧形或它们的组合的一部分。

19. 根据权利要求13所述的照明元件，其中所述多个空隙径向地、纵向地或以它们的组合设置在所述反射内表面中。

20. 根据权利要求13所述的照明元件，其中所述多个空隙中的至少两个空隙具有不同的横截面积。

21. 根据权利要求13所述的照明元件，其中所述空隙的面密度平行于所述纵轴变化。

22. 根据权利要求13所述的照明元件，其中所述多个空隙中的每个空隙具有相同的横截面积。

23. 根据权利要求13所述的照明元件，其中每个所述平行脊状微观结构的所述顶点具有相等的顶角。

24. 根据权利要求13所述的照明元件，其中所述平行脊状微观结构中的至少两个平行脊状微观结构的所述顶点具有不同的顶角。

25. 根据权利要求13所述的照明元件，其中所述多个空隙包括穿过所述反射内表面的穿孔或所述反射内表面的可见光透明区域。

26. 一种照明元件，包括：

圆柱形光管道，所述圆柱形光管道具有纵轴和圆形横截面；

反射内表面，所述反射内表面设置在围绕所述纵轴的圆周上并限定腔体；

多个空隙，所述多个空隙设置在所述反射内表面的光输出表面上，

其中所述多个空隙设置在围绕所述纵轴测量的径向输出角内，

其中所述多个空隙设置成使得空隙的面密度在所述径向输出角上变化；和

转向膜，所述转向膜邻近所述多个空隙设置并位于所述腔体外部，

所述转向膜包括垂直于所述纵轴的多个平行脊状微观结构，

其中穿过所述圆柱形光管道传播并且与所述多个空隙相交的光线径向地穿过所述多个空隙离开所述光管道，并且在垂直于所述平行脊状微观结构的平面内由所述转向膜改变方向。

27. 根据权利要求26所述的照明元件，其中每个所述平行脊状微观结构被取向成垂直于所述纵轴。

28. 根据权利要求26所述的照明元件,其中每个所述平行脊状微观结构紧邻所述光输出表面。

29. 根据权利要求26所述的照明元件,其中光线沿光管道传播方向在所述纵轴的准直半角内传播,并且沿与所述光管道传播方向不同的离开传播方向离开。

30. 根据权利要求26所述的照明元件,其中所述多个空隙径向地、纵向地或以它们的组合设置在所述反射内表面中。

31. 根据权利要求26所述的照明元件,其中所述多个空隙中的至少两个空隙具有不同的横截面积。

32. 根据权利要求26所述的照明元件,其中所述空隙的面密度平行于所述纵轴变化。

33. 根据权利要求26所述的照明元件,其中所述多个空隙中的每个空隙具有相同的横截面积。

34. 根据权利要求26所述的照明元件,其中每个所述平行脊状微观结构具有顶点,所述顶点邻近所述光管道的外表面,并且每个平行脊状微观结构的所述顶点具有相等的顶角。

35. 根据权利要求26所述的照明元件,其中每个所述平行脊状微观结构具有顶点,所述顶点邻近所述光管道的外表面,并且所述平行脊状微观结构中的至少两个平行脊状微观结构的所述顶点具有不同的顶角。

36. 根据权利要求26所述的照明元件,其中所述多个空隙包括穿过所述反射内表面的穿孔或所述反射内表面的可见光透明区域。

37. 根据权利要求1、权利要求13或权利要求26所述的照明元件,其中所述多个空隙包括选自以下的形状:弧形、圆形、椭圆形、卵形、三角形、矩形、五边形、X形、“之”字形、条形、斜线形、星形以及它们的组合。

38. 一种照明系统,包括:

光分布管道,所述光分布管道包括至少一个根据权利要求1、权利要求13或权利要求26所述的照明元件;和

至少一个光源,所述至少一个光源能够沿平行于所述纵轴的传播方向注入光,所述光具有小于约30度的准直半角。

39. 根据权利要求38所述的照明系统,还包括第二光源,所述第二光源被构造成在所述纵轴的小于30度的准直半角内将第二光注入到所述光分布管道中。

40. 根据权利要求39所述的照明系统,其中所述光源或所述第二光源中的至少一者包括太阳能光源。

41. 根据权利要求40所述的照明系统,其中所述太阳能光源包括太阳能聚光器。

弯曲的光管道提取

[0001] 相关案例

[0002] 本申请涉及与它在同一天提出申请的且名称为矩形光管道提取(RECTANGULAR LIGHT DUCT EXTRACTION)(代理人案卷号70058US002)的以下美国专利申请,所述美国专利申请以引用方式并入本文。

背景技术

[0003] 可见光穿过建筑物的长距离传输可使用大的反射镜内衬管道或者使用利用了全内反射的较小实心纤维。反射镜内衬管道包括如下优点:横截面积大且数值孔径大(允许较大的通量,而聚集较少),传播介质(即,空气)稳固且透光从而使得衰减较低且寿命较长,并且所传输的每单位光通量的重量可能较低。

发明内容

[0004] 本公开描述一种管道式照明系统的光递送和分布组件,所述管道式照明系统具有包括至少一个弯曲部分的横截面和光源。所述递送和分布系统(即,光管道和光管道提取器)可有效地与任何能够递送光的光源发挥作用,所述光关于所述光管道的纵轴基本上准直并且另外优选地在所述光管道的入口上方基本上相同。在一个方面,本公开提供一种包括光管道的照明元件,所述光管道具有纵轴、限定腔体的反射内表面和弯曲的横截面;多个空隙,所述多个空隙设置在所述反射内表面中并限定所述弯曲横截面的光输出表面;以及转向膜,所述转向膜邻近所述光输出表面设置并位于所述腔体外部,所述转向膜包括多个平行脊状微观结构,每个所述平行脊状微观结构具有顶点,所述顶点邻近所述光管道的外表面。穿过所述光管道传播并且与所述多个空隙相交的光线径向地穿过所述多个空隙离开所述光管道,并且在垂直于所述平行脊状微观结构的平面内由所述转向膜改变方向。在另一个方面,本公开提供一种包括光分布管道的照明系统,所述光分布管道包括至少一个照明元件;和至少一个光源,所述至少一个光源能够沿平行于所述纵轴的传播方向注入光,所述光具有小于约30度的准直半角。

[0005] 在另一个方面,本公开提供一种包括光管道的照明元件,所述光管道具有纵轴、限定腔体的反射内表面和具有弯曲的光输出表面的横截面;多个空隙,所述多个空隙设置在所述反射内表面的所述弯曲的光输出表面中;以及转向膜,所述转向膜邻近所述弯曲的光输出表面设置并位于所述腔体外部,所述转向膜包括多个平行脊状微观结构,每个所述平行脊状微观结构具有顶点,所述顶点邻近所述光管道的所述外表面。穿过所述光管道传播并且与所述多个空隙相交的光线径向地穿过所述多个空隙离开所述光管道,并且在垂直于所述平行脊状微观结构的平面内由所述转向膜改变方向。在另一个方面,本公开提供一种包括光分布管道的照明系统,所述光分布管道包括至少一个照明元件;和至少一个光源,所述至少一个光源能够沿平行于所述纵轴的传播方向注入光,所述光具有小于约30度的准直半角。

[0006] 在另一个方面,本公开提供一种包括圆柱形光管道的照明元件,所述圆柱形光管

道具有中央纵轴；反射内表面，所述反射内表面设置在围绕所述纵轴的圆周上并限定腔体；多个空隙，所述多个空隙设置在所述反射内表面的光输出表面上；和转向膜，所述转向膜邻近所述多个空隙设置并位于所述腔体外部，所述转向膜包括垂直于所述纵轴的多个平行脊状微观结构。穿过所述圆柱形光管道传播并且与所述多个空隙相交的光线径向地穿过所述多个空隙离开所述光管道，并且在垂直于所述平行脊状微观结构的平面内由所述转向膜改变方向。在另一个方面，本公开提供一种包括光分布管道的照明系统，所述光分布管道包括至少一个照明元件；和至少一个光源，所述至少一个光源能够沿平行于所述纵轴的传播方向注入光，所述光具有小于约30度的准直半角。

[0007] 上述发明内容并非意图描述本发明的每个所公开实施例或每种实施方式。以下附图和具体实施方式更具体地举例说明了示例性实施例。

附图说明

[0008] 整个说明书参考附图，在附图中，类似的附图标号表示类似的元件，并且其中：

[0009] 图1显示照明系统的透视示意图；

[0010] 图2A显示照明元件的分解透视示意图；

[0011] 图2B显示照明元件的透视示意图；

[0012] 图2C显示照明元件的纵向示意性剖视图；

[0013] 图2D显示照明元件的示意性剖视图；

[0014] 图3A到图3C显示照明元件的横截面示意性实施例；并且

[0015] 图4A到图4C显示具有不同分布的多个空隙的照明元件的示意性平面图。

[0016] 附图未必按比例绘制。附图中使用的类似标号是指类似部件。然而，应当理解，使用标号来指代给定附图中的部件并非旨在限制在另一附图中以相同标号标记的部件。

具体实施方式

[0017] 本公开描述一种管道式照明系统的光递送和分布部件，所述管道式照明系统具有包括至少一个弯曲部分的横截面和光源。所述递送和分布系统(即，光管道和光管道提取器)可有效地与任何能够递送光的光源发挥作用，所述光关于所述光管道的纵轴基本上准直并且另外优选地在所述光管道的入口上方基本上相同。

[0018] 在以下说明中参考附图，附图形成说明书的一部分并且通过例证的方式示出。应当理解，在不脱离本公开的范围或精神的情况下，设想并可做出其它实施例。因此，以下的具体实施方式不具有限制性意义。

[0019] 除非另外指明，否则本说明书和权利要求中使用的表示特征尺寸、数量和物理特性的所有数字均应该理解为在所有情况下均是由术语“约”来修饰的。因此，除非有相反的说明，否则在上述说明书和所附权利要求中列出的数值参数均为近似值，根据本领域的技术人员利用本文所公开的教导内容寻求获得的所需特性，这些近似值可以变化。

[0020] 除非本文内容另外清楚指明，否则如本说明书和所附权利要求中使用的，单数形式“一种”、“一个”和“所述”涵盖了具有多个指代物的实施例。除非本文内容另外清楚指明，否则如本说明书和所附权利要求中所使用的，术语“或”一般以包括“和/或”的意思使用。

[0021] 空间相关的术语，包括但不限于“下部”、“上部”、“在...下面”、“在...下方”、

“在...上方”和“在顶部”，如果在本文中使用，则用于便于说明以描述一个元件相对于另一个元件的空间关系。除示出于附图中并且描述于本文中的特定取向之外，此类空间相关的术语涵盖装置在使用或操作中的不同取向。例如，如果图中所示出的对象翻过来或翻转过来，那么先前描述的在其他元件下方或下面的部分就在这些其他元件上方。

[0022] 如本文所用，例如当元件、部件或层描述为与另一元件、部件或层形成“一致界面”，或在另一元件、部件或层“上”、“连接到”、“耦合到”或“接触”另一元件、部件或层时，其可以直接在所述特定元件、部件或层之上、直接连接到、直接耦合到、直接接触所述特定元件、部件或层，或者居间的元件、部件或层可能在所述特定元件、部件或层之上，或连接到、耦合到或接触所述特定元件、部件或层。例如，当元件、部件或层被称为“直接在”另一元件“上”、“直接连接到”、“直接耦合到”或“直接接触”另一元件时，则没有居间的元件、部件或层。

[0023] 可提供合适的太阳光输入的光源的元件和构造在别处有所描述，例如在名称为离轴式卡塞格林太阳能收集器(OFF AXIS CASSEGRAIN SOLAR COLLECTOR)(代理人案卷号68150US002,2012年1月23日提交的)的美国专利申请序列号61/589,544和名称为集中日光的收集器(CONCENTRATING DAYLIGHT COLLECTOR)(代理人案卷号66518US002,2010年8月13日提交的)的PCT专利公布第W02012021471号中有所描述，所述美国专利申请和所述PCT专利公布大体描述了可提供具有所需特性的日光的太阳能收集器。单独或与太阳能收集器结合来添加人造光源可用于扩展本文所述光递送和分布系统的实用性。为了本公开的目的，对“照明系统”的说明参考太阳能和人造源两者。

[0024] 使用反射镜内衬光导管的建筑采光可将日光深入递送至多层建筑物的核心。此类反射镜内衬光管道可独特地利用3M光学膜包括镜膜(诸如Vikuiti™ ESR膜)来实现，所述光学膜在光的可见光谱上具有大于98%的镜面反射率。建筑采光是多部件系统，所述多部件系统包括用于聚集日光的装置和用于在建筑物内传送和分布日光的光管道和提取器。使用日光进行内部照明的典型益处可包括将用于办公照明的能量平均减少25%，由于递送全光谱光而提高了光品质，并且对于办公人员而言常常更宜人。

[0025] 可用于建筑采光的管道式照明系统也可用于在整个建筑上有效地分布辅助性或人工生成的光。例如，人们广泛接受LED照明可最终取代作为世界安装基础的白炽灯、荧光灯、金属卤素灯和钠蒸汽灯具的大部分。各主要驱动力中的一种是相比于这些其它光源的LED的预计照明效能。利用LED照明的一些挑战包括：(1)会使由照明设备所发出的最大亮度降低到远低于由LED所发出的亮度(例如，消除炫光)；(2)促进对来自灯具中每一个LED的照明设备所发出亮度的相同贡献(即，促进色彩混合并降低装置的像素混合需求)；(3)使LED光源保持小的展度以控制由照明设备所发出亮度的角分布(即，保持对方向控制的可能性)；(4)面对LED性能的快速进化避免照明设备的快速退化(即，在不更换照明设备的条件下有利于LED的更新)；(5)有利于不熟悉光学设计的用户接触照明设备的定制(即，提供模块化架构)；以及(6)管理由LED所产生的热通量以便在重量、成本或复杂性不会过高的情况下始终实现它们的权利性能(即，提供有效的、重量轻的且成本低的热管理)。

[0026] 当耦合到准直LED光源时，本文所述的管道式光分布系统可以如下方式解决挑战(1)到(5)(挑战6关系到LED照明元件的具体设计)：

[0027] (1)由LED所发出的光通量是以在发射面积上方基本上相同的亮度的角分布从照

明设备发出。照明设备的发射面积通常比装置的发射面积大许多个数量级,使得最大亮度是较小者的许多个数量级。

[0028] (2)任何准直源极中的LED装置可紧密地聚集在占据小面积的阵列内,且从这些LED装置到观察者的所有路径涉及相当大的距离和多次反弹。对于相对于照明设备在任何位置并看照明设备的发射表面上的任何地方的任何观察者来说,入射在人眼上的光线可在其角分辨率内进行追踪向后穿过系统到达LED装置。这些踪迹将由于光管道内的多次反弹、行进的距离和所述阵列的小尺寸而被近乎相同地分布在阵列上方。这样,观察者的眼睛无法分辨出单个装置的发射,而仅分辨出多个装置的平均值。

[0029] (3)照明设备的发射面积相对于LED的发射面积增加的典型数量级暗含伴随的调整由照明设备所发出的亮度角分布的能力,不管由LED所发出的角分布如何。来自LED的发射由光源准直并通过保持这种准直的反射镜内衬管道指引到发射面积。接着在发射表面内通过包括适当的微观结构表面来调整所发出的亮度角分布。作为另外一种选择,通过调节穿过一系列朝向不同方向的周边区段所发出的通量来调整照明设备远场中的角分布。这两种角控制的方式均可能仅仅是由于光管道内准直的形成和维持。

[0030] (4)由于它们紧密的物理接近,LED光源可在不干扰或不更换大多数照明系统的情况下被移除和更换。

[0031] (5)系统的每个性能属性均主要受一个部件的影响。例如,穿孔ESR的局部开口面积百分比决定发射的空间分布,且任选的不准直膜结构(本文中也被称为“导向膜”结构)的形状在很大程度上决定横越管道的角分布。因此,制造和销售使得用户能够组装各种照明系统的一有限系列的分立部件(例如,具有一系列开口面积百分比和一系列用于相同照明的标准半角的不准直膜的穿孔ESR)是可行的。

[0032] 照明系统的光管道部分的一个部件具有从光管道的所需部分有效地提取光且不会不利地降低穿过光管道到达管道式照明系统的剩余部分的光通量的能力。如果没有有效地提取光的能力,则任何建筑照明系统将仅限于短期光管道,从而可显著地降低分布高强度光诸如集中的日光或用于室内照明的LED产生的照明的吸引力。

[0033] 对于被设计成使光从一个位置透射到另一个位置的那些装置诸如光管道,需要光学表面吸收和透射入射在所述光学表面上的最小量的光同时反射基本上所有的光。在装置的部分中,可能需要使用一般反射光学表面来将光递送到所选区并接着容许以已知预定的方式使光透射出所述装置。在此类装置中,可能需要提供光学表面的一部分作为部分反射表面以容许光以预定方式离开所述装置,如本文所述。

[0034] 当多层光学膜用于任何光学装置中时,应当理解,所述多层光学膜可被层压到支撑物(其自身可以是透明的、不透明反射的或它们的任何组合),或者否则所述多层光学膜可使用任何合适的框架或其它支撑结构来支撑,因为在一些情况下,所述多层光学膜自身的刚性可能不足以在光学装置中实现自支撑。

[0035] 对沿横越管道方向的发射的控制可用于弯曲的光管道,所述弯曲的光管道的横截面从所述光管道的中心线到一个或多个目标受照面上的各点包含多个连续或分立的外表面法线。这在图1中示出用于圆形光管道和水平目标表面,且不准直板在这种情况下是不必要的。相反,滚动转向膜以形成圆柱并将其插入到具有平滑壁的透明管中,其中棱柱的各项端面向内和它们的圆周轴线。然后,可滚动穿孔ESR以形成圆柱并将其插入转向膜内部。当

平行棱柱微观结构的夹角是约69度时,穿过这一光提取管道的发射以表面的法线为中心。光管道表面上的不同圆周位置可照亮目标表面上的不同局部区。调整穿孔ESR在不同位置处的开口面积百分比以改变所发出亮度的局部强度会提供在目标表面上形成所需亮度图案的方式。

[0036] 图1显示根据本公开的一个方面的照明系统100的透视示意图。照明系统100包括光管道110,所述光管道110具有纵轴115和环绕腔体116的反射内表面112。具有中央光线122和边界光线124并设置在纵轴115的准直半角 θ_0 内的部分准直光束120可有效地沿光管道110传输。部分准直光束120的一部分可离开光管道110穿过提取光的光输出表面130,如在别处所述。一般来讲,任何期望数量的光输出表面可设置在本文所述任一光管道上的不同位置处。离开光输出表面130的光线被导向到拦截表面190的照明区域191上。照明区域191可根据需要沿垂直于纵轴115的第一方向193并且还沿平行于纵轴115的第二方向195定位在拦截表面190上。照明区域191的尺寸和形状也可有所变化,从而导致相对于光管道110的径向输出角 β 和纵向输出角 Φ 具有不同值,如在别处所述。

[0037] 在一个特定实施例中,部分准直光束120包括光锥,所述光所具有的传播方向处于相对于中央光线122的输入光发散角 θ_0 (即,准直半角 θ_0)内。部分准直光束120的发散角 θ_0 可对称地分布在围绕中央光线122的锥体中,或者其可非对称地分布。在一些情况下,部分准直光束120的发散角 θ_0 可介于从约0度到约30度、或从约0度到约25度、或从约0度到约20度、或甚至从约0度到约15度的范围内。在一个特定实施例中,部分准直光束120的发散角 θ_0 可以是约23度。

[0038] 部分准直光线沿光管道轴的方向被注入到光管道的内部。光管道的穿孔反射内衬(例如,穿孔3M增强型镜面反射器(ESR)膜)使光管道排成行。照到各穿孔之间的ESR上的光线发生镜面反射并在与入射光相同的椎体方向内返回到光管道。一般来讲,ESR的反射内衬在大部分可见波长处会发生至少98%的反射,其中不超过2%的被反射的光被导向为离开镜面反射方向超出0.5度。照在穿孔内的光线穿过ESR而方向不会发生改变。(需注意,假设穿孔在ESR平面内的尺寸相对于其厚度大,从而使极少的光线照在穿孔的内边缘上。)光线照在穿孔上并因此离开光管道的概率与穿孔ESR的局部开口面积百分比对应成比例。因此,从光管道提取光的速率可通过调节所述开口面积百分比来控制。

[0039] 在圆周方向上的半角能与光管道内准直的半角相比。纵向方向上的半角大约是光管道内的半角的二分之一;即,紧靠ESR内部的各方向中只有一半的方向可能会穿过穿孔逃逸。因此,沿所需方向对光进行导向的精度会随着光管道内半角的减小而提高。

[0040] 穿过穿孔的光线接着会遇到棱柱转向膜。光线沿基本上平行于转向膜的平面且垂直于棱柱轴的方向照在转向膜的棱柱上一光线入射相对于法线的发散是由光管道内的准直来决定。这些光线中的大多数光线通过折射穿过所遇到的第一棱柱面、然后经过来自相对面的全内反射(TIR)而进入膜,并且最终折射穿过膜的底部。不存在垂直于光管道轴的传播方向的净变化。沿光管道轴的方向的净变化可通过利用转向膜棱柱材料的折射率和各棱柱的夹角来容易地计算。一般来讲,这些光线被选择成产生以膜的朝下法线为中心的透射的角分布。由于大部分光线被透射,因此极少的光返回到光管道,从而有利于维持光管道内的准直。

[0041] 如果需要,穿过转向膜的光线可接着遇到任选的不准直膜或板(也被称为导向

膜),如在名称为矩形管道光提取(RECTANGULAR DUCT LIGHT EXTRACTION)、代理人案卷号第70058US002号并与它在同一天提出申请的共同待审美国临时专利申请中所述。遇到导向膜的光线照在所述膜的基本上垂直于膜的平面的结构化表面上。大多数的这些光线穿过结构化表面、被折射到由所述结构的局部坡度所确定的方向中、并且穿过底表面。对于这些光线来讲,不存在沿光管道轴的传播方向的净变化。垂直于轴的方向的净变化取决于所述结构的折射率和表面坡度的分布。导向膜结构可以是平滑的弯曲表面(诸如圆柱形或非球面脊状透镜)或者可以是分段平面的诸如近似为平滑弯曲的透镜结构。一般来讲,导向膜结构被选择成与发射表面的横越管道尺寸相比在距光管道一定距离处出现的目标表面上产生亮度的指定分布。再次,由于大部分光线被透射,因此极少的光返回到光管道,从而保持光管道内的准直。

[0042] 在许多情况下,转向膜和导向膜(如果存在)可使用环绕光管道的透明支撑板或管(根据光管道构型)。在一个特定实施例中,透明支撑物可被层压到最外侧膜组件,并且可在最外侧表面上包括抗反射涂层。层压和AR涂布均会增大穿过最外侧组件的透射并且减少从最外侧组件的反射,从而提高照明系统的总效率并且更好地保持光管道内的准直。

[0043] 图2A显示根据本公开的一个方面,包括照明元件的照明元件200的分解透视示意图。图2A所示元件210到230中的每个对应于图1所示类似编号的元件110到130,上文已对其进行了描述。例如,图2A所示光管道210对应于图1所示光管道110,等等。照明元件200包括光管道210,所述光管道具有纵轴215和环绕腔体216的反射表面212。具有中央光线222和边界光线224并且设置在纵轴215的输入准直半角 θ_0 内的部分准直光束220可有效地沿光管道210传输。部分准直光束220的一部分可离开光管道210穿过设置在提取光的光输出表面230中反射表面212中的多个空隙240。具有多个平行脊状微观结构252的转向膜250邻近光输出表面230定位,使得对应于每个平行脊状微观结构252的顶点254紧邻光管道210的外表面214。转向膜250可拦截穿过所述多个空隙240中的一个空隙离开腔体216的光线。

[0044] 在一个特定实施例中,所述多个空隙240中的每个可以是完全穿过反射表面212或者仅穿过反射表面212的厚度的一部分的物理孔隙(诸如,孔)。在一个特定实施例中,所述多个空隙240中的每个可被替代为形成在反射表面212中的且基本上不反射光的实心透光或透明区域(诸如,窗)。在任一种情况下,所述多个空隙240指定光可由此穿过而不是从所述表面反射的反射表面212的区域。空隙可具有任何合适的形状(规则的或不规则的),并且可包括弯曲的形状,诸如弧形、圆形、椭圆形、卵形等等;多边形形状,诸如三角形、矩形、五边形等等;不规则形状,包括X形、“之”字形、条形、斜线形、星形等等;以及它们的组合。

[0045] 所述多个空隙240可被制作成具有任何介于从约5%到约95%的所需开口(即,非反射)面积百分比。在一个特定实施例中,开口面积百分比处于从约5%到约60%或从约10%到约50%的范围内。单个空隙的尺寸范围也可有所变化,在一个特定实施例中,空隙的主要尺寸范围可介于从约0.5mm到约5mm、或从约0.5mm到约3mm、或从约1mm到约2mm。

[0046] 在一些情况下,空隙可在光输出表面230上相同地分布并且可具有相同的尺寸。然而,在一些情况下,空隙可在光输出表面230上具有不同的尺寸和分布,并且可导致空隙(即,开口)在整个输出区域上的可变的面上分布,如在别处所述。所述多个空隙240可任选地包括可转换元件(图中未示出),所述可转换元件可用于通过将空隙开口面积逐渐地从完全闭合改变到完全打开来调节来自光管道的光输出,诸如在例如名称为可转换的光管道提

取(SWITCHABLE LIGHT-DUCT EXTRACTION)的共同待审的美国专利公布第US2012-0057350号中所述的那些。

[0047] 空隙可以是可通过任何合适的技术(包括例如模切、激光切割、模制、成型等等)形成的物理孔隙。空隙可被替代为可由许多不同材料或构造提供的透明窗。所述面积可由多层光学膜或任何其它透射或部分透射材料制成。允许光透射过所述面积的一种方法是将面积设置在部分反射和部分透射的光学表面中。可利用各种技术使面积中的多层光学膜具有部分反射率。

[0048] 在一个方面,面积可包括多层光学膜,所述多层光学膜单向延伸以允许透射具有一个偏振平面的光同时反射具有与所透射光正交的偏振平面的光,诸如例如在名称为“高效率光学装置(High Efficiency Optical Devices)”的美国专利第7,147,903号(Ouder Kirk等人)中所述。在另一个方面,面积可包括已在所选区域中被扭曲以将反射膜转变成光透射膜的多层光学膜。可例如通过加热膜的多个部分以减少膜的分层结构来实现这种扭曲,例如在名称为“使用空间选择性双折射减少的内部图案化多层光学膜(internally Patterned Multilayer Optical Films using Spatially Selective Birefringence Reduction)”的PCT公布第W02010075357号(Merrill等人)中所述。

[0049] 选择性双折射减少可通过下述方法进行:将适当量的能量审慎地递送至第二区,以便将其中的内层中的至少一些选择性加热至下述温度,所述温度为足够高,以在减少或消除原有光学双折射的材料中产生松弛,而且为足够低,以保持膜内的层结构的物理完整性。双折射的减少可以为部分减少,或其可以为完全减少,在此情况下,使第一区中为双折射的内层变成第二区中的光学各向同性的层。在示例性实施例中,至少部分地通过将光或其它辐射能量选择性地递送至膜的第二区来实现选择性加热。

[0050] 在一个特定实施例中,转向膜250可以是微观结构化膜,诸如,例如可得自3M公司的Vikuiti™图像导向膜。转向膜250可包括所述多个平行脊状微观结构形状中的一个或多个不同的平行脊状微观结构形状,诸如具有用于沿不同方向导向光的各种夹角,如在别处所述。

[0051] 图2B显示根据本公开的一个方面,图2A所示照明元件200的透视示意图。图2B所示透视示意图可用于进一步描述照明元件200的各个方面。图2B所示元件210到250中的每个对应于图2A所示类似编号的元件210到250,上文已对其进行了描述。例如,图2B所示光管道210对应于图2A所示光管道210,等等。在图2B中,包括外部214的光管道210的横截面218垂直于纵轴215,并且穿过纵轴215和转向膜250的第一平面260垂直于横截面218。以类似的方式,第二平面265平行于横截面218并且垂直于第一平面260和转向膜250两者。如本文所述,横截面218一般包括弯曲的光输出表面230;在一些情况下,光输出表面230包括圆形横截面、卵形横截面或平面表面光管道的弧形区域的一部分,如在别处所述。一些典型横截面图形的例子包括圆形、椭圆形、多边形、封闭的不规则曲线、三角形、方形、矩形或其它多边形形状。

[0052] 在一些实施例中,照明元件200还包括邻近转向膜250设置的多个导向元件(图中未示出),使得转向膜250定位在所述导向元件与光管道210的外部214之间。导向元件设置成拦截从转向膜250离开的光并提供光沿径向方向(即,沿第二平面265内的方向)的进一步的角展度,诸如在名称为矩形管道光提取(RECTANGULAR DUCT LIGHT EXTRACTION)、代理人

案卷号第70058US002号并且与它同一天提出申请的共同待审的美国临时专利申请中所述。

[0053] 图2C显示根据本公开的一个方面,照明元件201的纵向示意性剖视图。照明元件201可以是沿第一平面260的图2B所示照明元件200的横截面。图2C所示元件210到250中的每个对应于图2B所示类似编号的元件210到250,上文已对其进行了描述。例如,图2C所示光管道210对应于图2B所示光管道210,等等。

[0054] 照明元件201包括光管道210,所述光管道具有纵轴215和环绕腔体216的反射表面212。具有中央光线222和边界光线224并且设置在纵轴215的输入准直半角 θ_0 内的部分准直光束220可有效地沿光管道210传输。部分准直光束220的一部分可穿过设置在提取光的光输出表面230中反射表面212中的多个空隙240离开光管道210。具有多个平行脊状微观结构252的转向膜250邻近光输出表面230定位,使得对应于每个平行脊状微观结构252的顶点254紧邻光管道210的外表面214。在一个特定实施例中,每个顶点254可紧邻外表面214;然而,在一些情况下,每个顶点254可被替代为与外表面214分隔开分隔距离255。转向膜250被定位成拦截并改变方向穿过所述多个空隙240中的一个空隙离开腔体216的光线。

[0055] 对应于每个平行脊状微观结构252的顶点254在平行脊状微观结构252的各平面之间具有夹角,所述夹角可从约30度变化到约120度、或从约45度变化到约90度、或从约55度变化到约75度,以改变方向入射在微观结构上的光。在一个特定实施例中,夹角介于从约55度到约75度的范围,并且穿过所述多个空隙240离开的部分准直光束220由转向膜250改变方向成远离纵轴215。部分准直光束220的改变方向部分离开作为具有中央光线272和边界光线274的部分准直输出光束270,所述部分准直输出光束设置在输出准直半角 θ_1 内并且被导向为相对于纵轴215成纵向角 Φ 。在一些情况下,输入准直半角 θ_0 与输出准直半角 θ_1 可以是相同的,并且保留光的准直。根据微观结构的夹角而定,相对于纵轴的纵向角 Φ 可从约45度变化到约135度、或从约60度变化到约120度、或从约75度变化到约105度、或者可以是大约90度。

[0056] 图2D显示根据本公开的一个方面,包括照明元件的照明元件202的示意性剖视图。照明元件202可以是沿第二平面265的图2B所示照明元件200的横截面。图2D所示元件210到250中的每个对应于图2B所示类似编号的元件210到250,上文已对其进行了描述。例如,图2D所示光管道210对应于图2B所示光管道210,等等。

[0057] 照明元件202包括光管道210,所述光管道具有纵轴215和环绕腔体216的反射表面212。具有中央光线222和边界光线224并且设置在纵轴215的输入准直半角 θ_0 内的部分准直光束220可有效地沿光管道210传输,如图2D所示被显示为导向到纸张中。部分准直光束220的一部分可离开光管道210穿过设置在提取光的反射表面212中的多个空隙240。转向膜250邻近所述多个空隙240定位,如参照图2C所述。转向膜250被定位成拦截和改变方向穿过所述多个空隙240中的一个空隙离开腔体216的光线,使得对光线的改变方向发生在穿过纵轴215的第一平面260中。在一个特定实施例中,转向膜250不会影响光线在垂直于纵轴的第二平面265内的路径。

[0058] 在一个特定实施例中,部分准直光束220随着其离开所述多个空隙240而在径向输出角 β 内径向地分布作为部分准直输出光束270,所述部分准直输出光束具有中央光线272和边界光线274、设置在输出准直半角 θ_1 内并且围绕纵轴215成径向角 β 导向。在一些情况下,输入准直半角 θ_0 与输出准直半角 θ_1 可以是相同的,并且保留光的准直。围绕纵轴的径向

角 β 可从约0度变化到约360度并且可包括光管道210的任何所需部分。

[0059] 图3A到图3C显示根据本公开的一个方面,具有弯曲光输出表面的照明元件的横截面示意性实施例。图3A到图3C所示元件310a到350中的每个对应于图2B所示类似编号的元件210到250,上文已对其进行了描述。例如,图3A所示纵轴315a对应于图2B所示纵轴215,等等。

[0060] 在图3A中,照明元件302a包括矩形光管道310a,所述矩形光管道具有纵轴315a、环绕腔体316a的反射内表面312a和弯曲部分380。所述弯曲部分包括设置在输出区域330a中的多个空隙340。转向膜350邻近所述多个空隙340设置。矩形光管道310a在包括平面部分在内的各种横截面形状中具有代表性,并且旨在还代表其它具有平面部分的所设想到的光管道横截面,包括三角形、矩形、方形、五边形和类似形状的横截面。

[0061] 在图3B中,照明元件302b包括卵形光管道310b,所述卵形光管道具有纵轴315b和环绕腔体316b的反射内表面312b。卵形光管道310b包括设置在输出区域330b中的多个空隙340。转向膜350邻近所述多个空隙340设置。

[0062] 在图3C中,照明元件302c包括圆形光管道310c,所述圆形光管道具有纵轴315c和环绕腔体316c的反射内表面312c。圆形光管道310c包括设置在两个不同输出区域中的多个空隙340;第一输出区域330c1和第二输出区域330c2。转向膜350邻近所述多个空隙340设置。

[0063] 图4A到图4C显示根据本公开的一个方面,具有多个空隙的不同分布的光管道提取器的示意性平面图。应当理解,本公开包含空隙的尺寸、空隙的形状和空隙的相对位置的任何所需的分布,并且提供图4A到图4C所提供的平面图仅为了进行示意性的说明。在图4A中,照明元件403a包括光管道410a,所述光管道具有输出区域430a和设置在输出区域430a内的多个尺寸相同的空隙440a。空隙的面密度可被定义为位于输出区域预定面积内的空隙的总面积(即,光可离开光管道410a的区域)。在一个特定实施例中,所述多个尺寸相同的空隙440a可相同地分布在输出区域430a上,使得空隙的第一面密度480a等于相对于空隙的第一面密度480a发生位移的空隙的第二面密度485a。

[0064] 在图4B中,照明元件403b包括光管道410b,所述光管道具有输出区域430b和设置在输出区域430b内的多个尺寸不相同的空隙440b。在一个特定实施例中,所述多个尺寸不相同的空隙440b可分布在输出区域430b上,使得空隙的第一面密度480b小于相对于空隙的第一面密度480b发生位移的空隙的第二面密度485b。

[0065] 在图4C中,照明元件403c包括光管道410c,所述光管道具有输出区域430c和设置在输出区域430c内的多个尺寸相同的空隙440c。在一个特定实施例中,所述多个尺寸相同的空隙440c可分布在输出区域430c上,使得空隙的第一面密度480c大于相对于空隙的第一面密度480c发生位移的空隙的第二面密度485c。

[0066] 可易于获得如下公式,所述公式用于形成由弯曲的光提取器所透射的亮度角分布的近似解析模型的基础和它对光管道内的准直半角、转向膜指数和夹角、以及任选的不准直膜的指数和坡度分布的依赖性。光线路径而不是主要路径的影响、弯曲光提取器内树脂、基板和支撑板之间的指数的细微差异、这些组件内吸收的可能性和其它特征(诸如支撑板上的AR涂布)的存在均可利用光度射线跟踪模拟来进行评估。在对组件和其组装的输入说明是准确的情况下,对很好地执行模拟的预测可在本质上是确切的。

[0067] 一般来讲,在穿过图1到图3所示形式的任何照明元件的发射的沿管道方向上的半角大约是光管道内的准直半角的二分之一,因为通常照在空隙上的光线锥体内的光线中只有二分之一的光线将离开光管道。在一些情况下,可能需要增大沿管道方向上的半角而无需改变沿横越管道方向发出的角分布。增大沿管道方向上的半角会使发射表面的对目标表面上任一点处的亮度具有实质性贡献的区段伸长。这反而会降低由表面附近的物体投射阴影的发生率,并且可降低入射在表面上的最大亮度,从而减小出现炫光的可能性。一般来讲,通过简单地增大光管道内的半角来增大沿光管道的半角是无法接受的,因为这将会改变横越管道的分布并最终降低对横越管道控制的精度。

[0068] 例如,沿管道的分布大约是以指数为1.6、度数为69的转向棱柱的法线为中心。当夹角小于69度时,所述分布是以具有朝后小分量(相对于光管道内的传播方向)的方向为中心,且当夹角大于69度时,所述分布是以具有朝前分量的方向为中心。因此,由具有多个夹角(其中包括小于69度的一些夹角和大于69度的一些夹角)的棱柱构成的转向膜可形成沿管道的分布,所述沿管道的分布大约以法线为中心但与全部由69度的棱柱构成的膜相比具有较大的沿管道的半角。

[0069] 以下为本发明各个实施例的列表。

[0070] 项1是一种照明元件,包括:光管道,所述光管道具有纵轴、限定腔体的反射内表面和弯曲的横截面;多个空隙,所述多个空隙设置在所述反射内表面中并限定所述弯曲横截面的光输出表面;转向膜,所述转向膜邻近所述光输出表面设置并位于所述腔体外部,所述转向膜包括多个平行脊状微观结构,每个所述平行脊状微观结构具有顶点,所述顶点邻近所述光管道的外表面,其中穿过所述光管道传播并与所述多个空隙相交的光线径向地穿过所述多个空隙离开所述光管道,并且在垂直于所述平行脊状微观结构的平面内由所述转向膜改变方向。

[0071] 项2是根据项1所述的照明元件,其中每个所述平行脊状微观结构被取向成垂直于所述纵轴。

[0072] 项3是根据项1或项2所述的照明元件,其中每个所述平行脊状微观结构紧邻所述光输出表面。

[0073] 项4是根据项1到项3所述的照明元件,其中光线沿光管道传播方向在所述纵轴的准直半角内传播,并且沿与所述光管道传播方向不同的离开传播方向离开。

[0074] 项5是根据项1到项4所述的照明元件,其中所述弯曲的横截面包括圆形、卵形、椭圆形、弧形或它们的组合。

[0075] 项6是根据项1到项5所述的照明元件,其中所述多个空隙径向地、纵向地或以它们的组合设置在所述反射内表面中。

[0076] 项7是根据项1到项6所述的照明元件,其中所述多个空隙设置在围绕所述纵轴测量的径向输出角内。

[0077] 项8是根据项1到项7所述的照明元件,其中所述多个空隙中的至少两个空隙具有不同的横截面积。

[0078] 项9是根据项1到项8所述的照明元件,其中所述多个空隙设置成使得空隙的面密度在所述径向输出角上变化、平行于所述纵轴变化或在这两种方向的组合上变化。

[0079] 项10是根据项1到项9所述的照明元件,其中所述多个空隙中的每个具有相同的横

截面积。

[0080] 项11是根据项1到项10所述的照明元件,其中每个平行脊状微观结构的所述顶点具有相等的顶角。

[0081] 项12是项1到项11所述的照明元件,其中所述平行脊状微观结构中的至少两个平行脊状微观结构的所述顶点具有不同的顶角。

[0082] 项13是项1到项12所述的照明元件,其中所述多个空隙包括穿过所述反射内表面的穿孔或所述反射内表面的可见光透明区域。

[0083] 项14是一种照明元件,包括:光管道,所述光管道具有纵轴、限定腔体的反射内表面和具有弯曲的光输出表面的横截面;多个空隙,所述多个空隙设置在所述反射内表面的所述弯曲的光输出表面中;转向膜,所述转向膜邻近所述弯曲的光输出表面设置并位于所述腔体外部,所述转向膜包括多个平行脊状微观结构,每个所述平行脊状微观结构具有顶点,所述顶点邻近所述光管道的外表面,其中穿过所述光管道传播并与所述多个空隙相交的光线径向地穿过所述多个空隙离开所述光管道,并且在垂直于所述平行脊状微观结构的平面内由所述转向膜改变方向。

[0084] 项15是根据项14所述的照明元件,其中所述横截面包括邻近所述弯曲的光输出表面的平面部分。

[0085] 项16是根据项14或项15所述的照明元件,其中每个所述平行脊状微观结构被取向成垂直于所述纵轴。

[0086] 项17是根据项14到项16所述的照明元件,其中每个所述平行脊状微观结构紧邻所述弯曲的光输出表面。

[0087] 项18是根据项14到项17所述的照明元件,其中所述光线沿光管道传播方向在所述纵轴的准直半角内传播,并且沿与所述光管道传播方向不同的离开传播方向离开。

[0088] 项19是根据项14到项18所述的照明元件,其中所述弯曲的光输出表面包括圆形、卵形、椭圆形、弧形或它们的组合的一部分。

[0089] 项20是根据项14到项19所述的照明元件,其中所述多个空隙径向地、纵向地或以它们的组合设置在所述反射内表面中。

[0090] 项21是项14到项20所述的照明元件,其中所述多个空隙设置在围绕所述纵轴测量的径向输出角内。

[0091] 项22是项14到项21所述的照明元件,其中所述多个空隙中的至少两个空隙具有不同的横截面积。

[0092] 项23是根据项14到项22所述的照明元件,其中所述多个空隙设置成使得空隙的面密度在所述径向输出角上变化、平行于所述纵轴变化或在这两种方向的组合上变化。

[0093] 项24是根据项14到项23所述的照明元件,其中所述多个空隙中的每个具有相同的横截面积。

[0094] 项25是根据项14到项24所述的照明元件,其中每个平行脊状微观结构的所述顶点具有相等的顶角。

[0095] 项26是根据项14到项25所述的照明元件,其中所述平行脊状微观结构中的至少两个平行脊状微观结构的所述顶点具有不同的顶角。

[0096] 项27是根据项14到项26所述的照明元件,其中所述多个空隙包括穿过所述反射内

表面的穿孔或所述反射内表面的可见光透明区域。

[0097] 项28是一种照明元件,包括:圆柱形光管道,所述圆柱形光管道具有纵轴;反射内表面,所述反射内表面设置在围绕所述纵轴的圆周上并限定腔体;多个空隙,所述多个空隙设置在所述反射内表面的光输出表面上;和转向膜,所述转向膜邻近所述多个空隙设置并位于所述腔体外部,所述转向膜包括垂直于所述纵轴的多个平行脊状微观结构,其中穿过所述圆柱形光管道传播并与所述多个空隙相交的光线径向地穿过所述多个空隙离开所述光管道,并且在垂直于所述平行脊状微观结构的平面内由所述转向膜改变方向。

[0098] 项29是项28所述的照明元件,其中每个所述平行脊状微观结构被取向成垂直于所述纵轴。

[0099] 项30是根据项28或项29所述的照明元件,其中每个所述平行脊状微观结构紧邻所述光输出表面。

[0100] 项31是根据项28到项30所述的照明元件,其中光线沿光管道传播方向在所述纵轴的准直半角内传播,并且沿与所述光管道传播方向不同的离开传播方向离开。

[0101] 项32是根据项28到项31所述的照明元件,其中所述多个空隙径向地、纵向地或以它们的组合设置在所述反射内表面中。

[0102] 项33是根据项28到项32所述的照明元件,其中所述多个空隙设置在围绕所述纵轴测量的径向输出角内。

[0103] 项34是根据项28到项33所述的照明元件,其中所述多个空隙中的至少两个空隙具有不同的横截面积。

[0104] 项35是根据项28到项34所述的照明元件,其中所述多个空隙设置成使得空隙的面密度在所述径向输出角上变化、平行于所述纵轴变化或在这两种方向的组合上变化。

[0105] 项36是根据项28到项35所述的照明元件,其中所述多个空隙中的每个具有相同的横截面积。

[0106] 项37是根据项28到项36所述的照明元件,其中每个平行脊状微观结构的所述顶点具有相等的顶角。

[0107] 项38是根据项28到项37所述的照明元件,其中所述平行脊状微观结构中的至少两个平行脊状微观结构的所述顶点具有不同的顶角。

[0108] 项39是根据项28到项38所述的照明元件,其中所述多个空隙包括穿过所述反射内表面的穿孔或所述反射内表面的可见光透明区域。

[0109] 项40是根据项1到项39所述的照明元件,其中所述多个空隙包括选自以下的形状:弧形、圆形、椭圆形、卵形、三角形、矩形、五边形、X形、“之”字形、条形、斜线形、星形以及它们的组合。

[0110] 项41是一种照明系统,包括:光分布管道,所述光分布管道包括至少一个根据项1到项40所述的照明元件;和至少一个光源,所述至少一个光源能够沿平行于所述纵轴的传播方向注入光,所述光具有小于约30度的准直半角。

[0111] 项42是根据项41所述的照明系统,还包括第二光源,所述第二光源被配置成在所述纵轴的小于30度的准直半角内将第二光注入到所述光分布管道中。

[0112] 项43是根据项42所述的照明系统,其中所述光源或所述第二光源中的至少一者包括太阳能光源。

[0113] 项44是根据项43所述的照明系统,其中所述太阳能光源包括太阳能聚光器。

[0114] 除非另外指明,否则在说明书和权利要求中使用的表示特征尺寸、数量和物理特性的所有数字应当被理解为由术语“约”来修饰。因此,除非有相反的说明,否则在上述说明书和所附权利要求中列出的数值参数均为近似值,根据本领域内的技术人员利用本文所公开的教导内容寻求获得的所需特性,这些近似值可以变化。

[0115] 本文中引用的所有参考文献和出版物均明确地以全文引用方式并入本发明中,但其可能与本发明直接冲突的部分除外。尽管本文中已示出和描述了具体实施例,但本领域的普通技术人员应该明白,在不脱离本发明的范围的情况下,大量的替代形式和/或同等实施方式可以替代所示出和描述的特定实施例。本专利申请旨在覆盖本文论述的具体实施例的任何改动和变化。因此,预期本发明应仅由权利要求书和其等同形式限制。

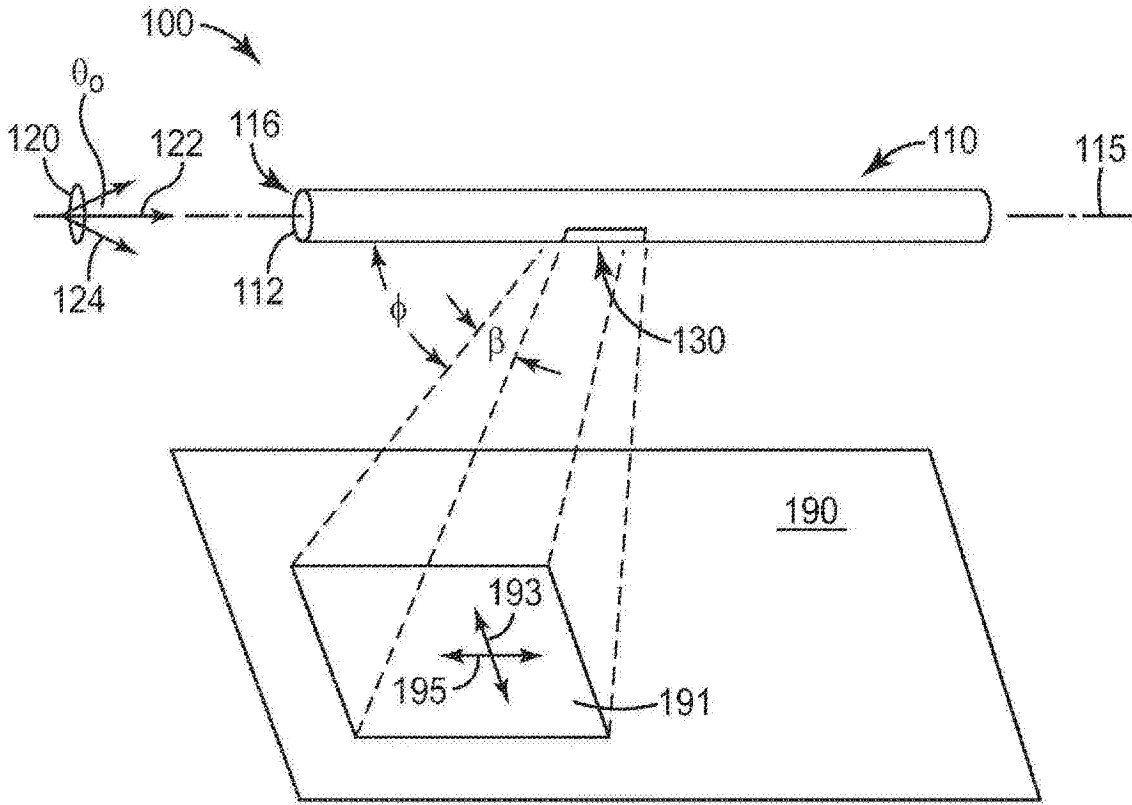


图1

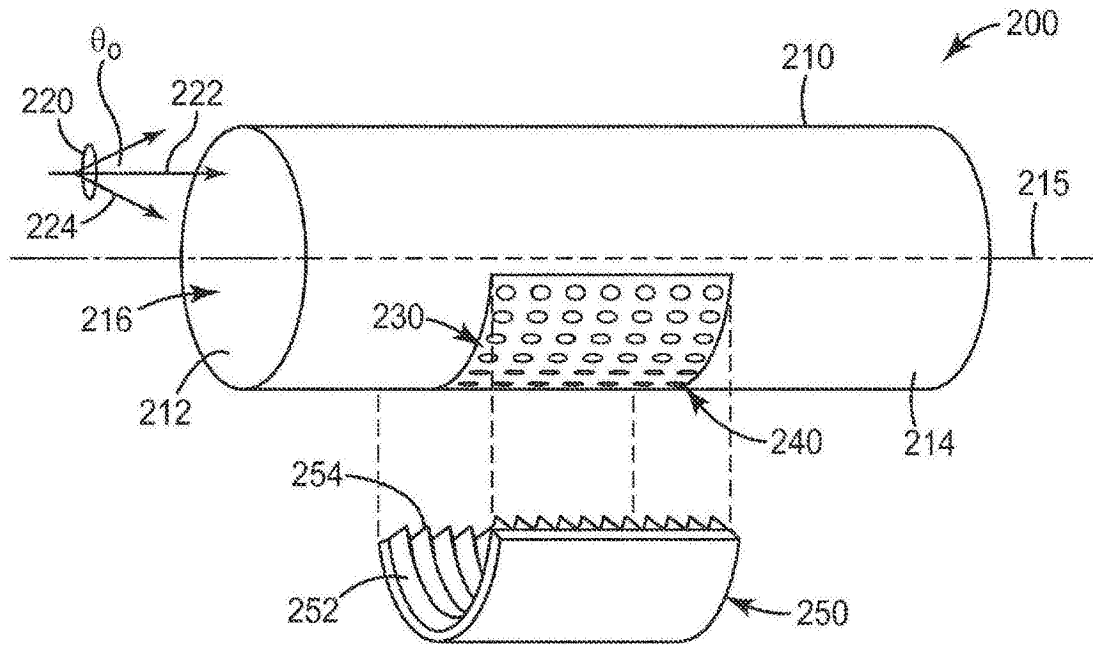


图2A

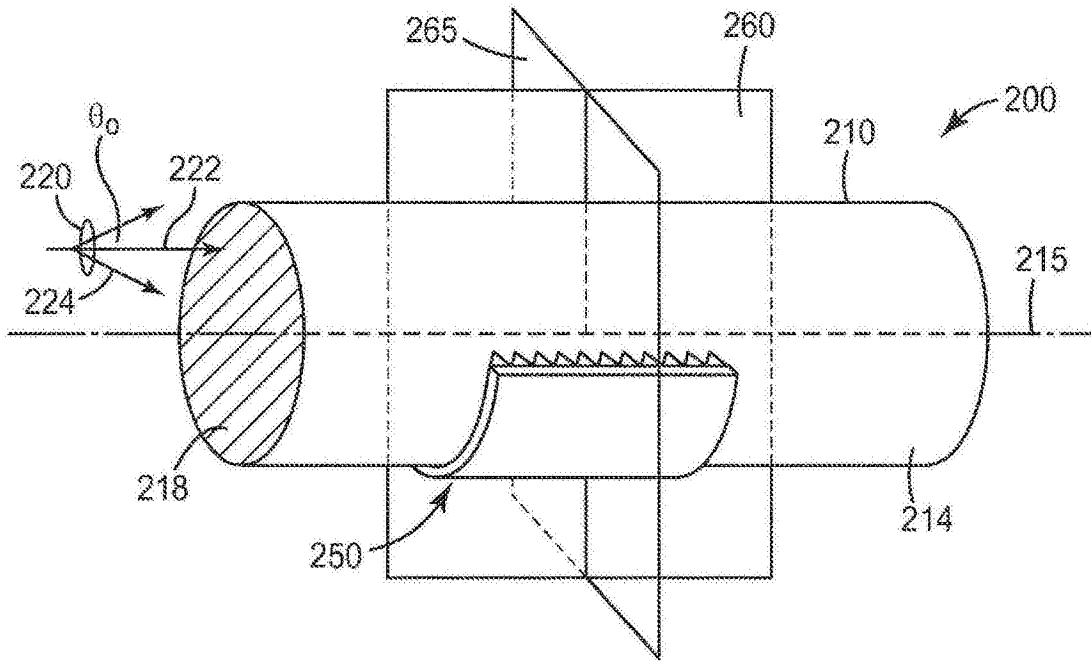


图2B

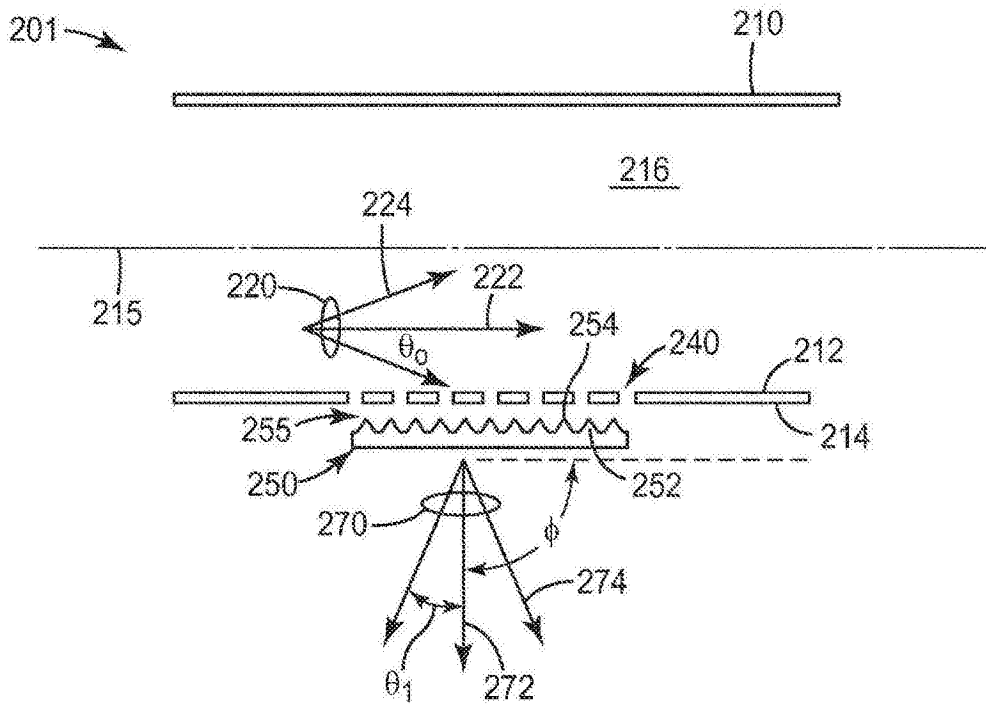


图2C

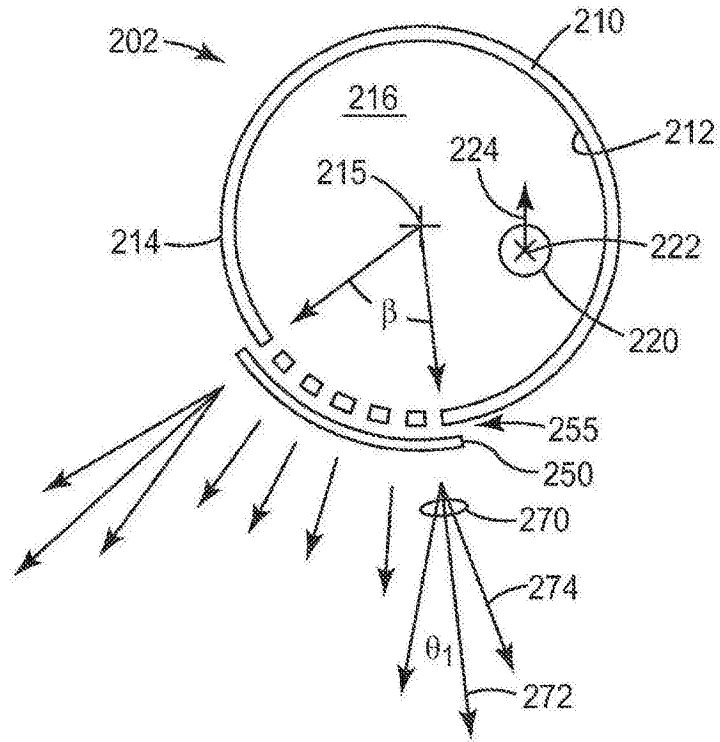


图2D

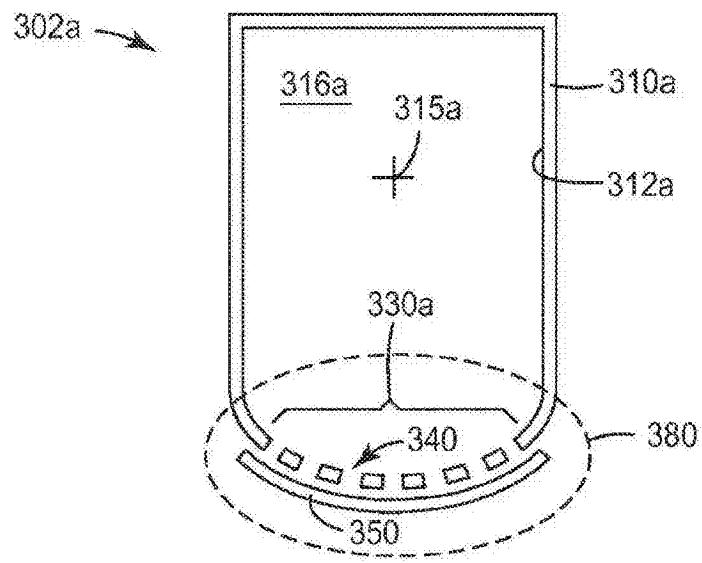


图3A

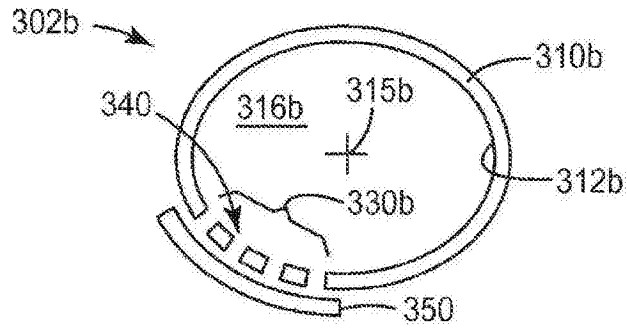


图3B

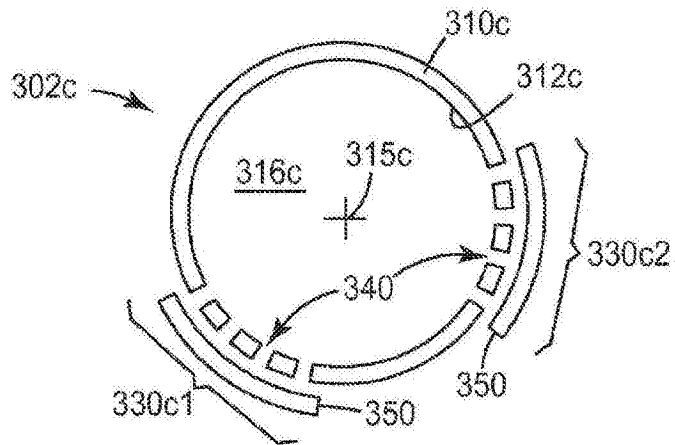


图3C

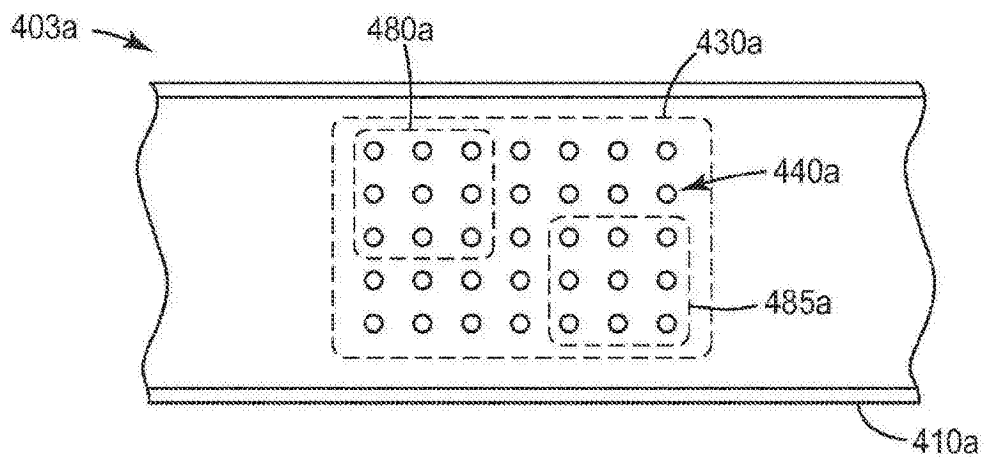


图4A

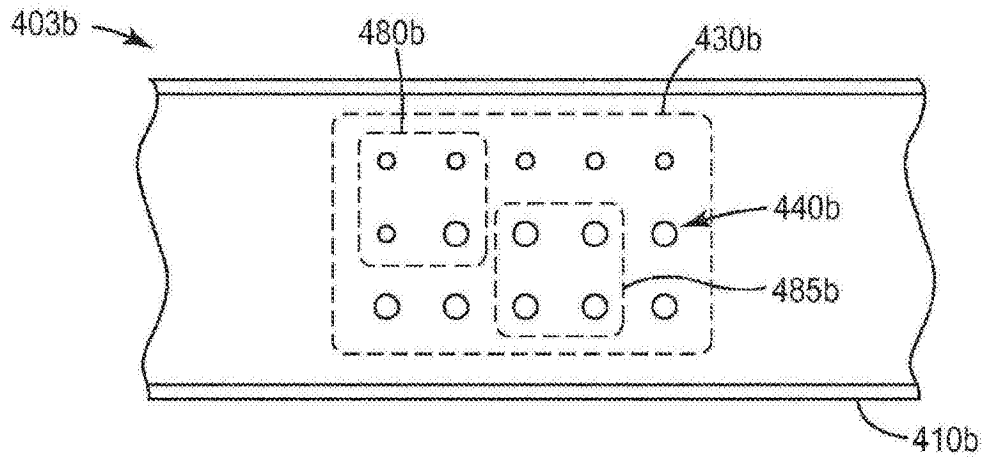


图4B

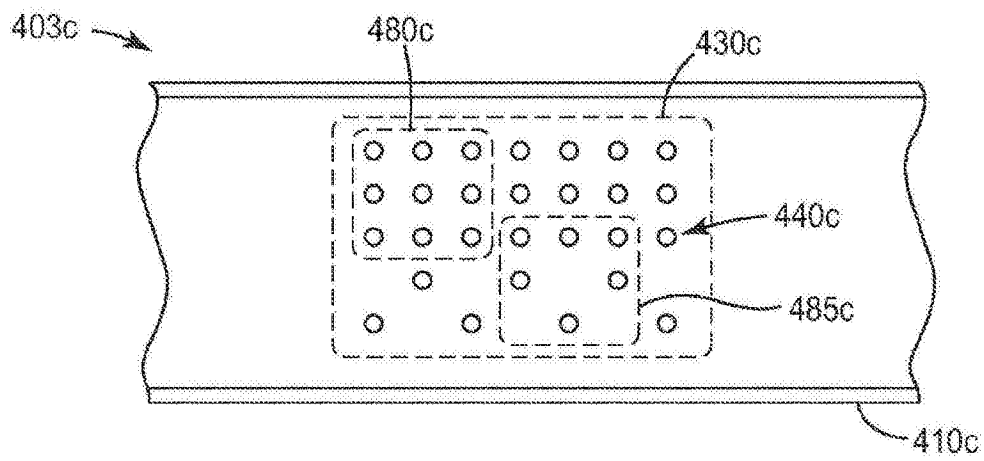


图4C