



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104769355 B

(45)授权公告日 2017. 10. 20

(21)申请号 201380052714.0

(22)申请日 2013.10.21

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104769355 A

(43)申请公布日 2015.07.08

(30)优先权数据
61/720,118 2012.10.30 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.04.09

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2013/065877 2013.10.21

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/070498 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

(72)发明人 戴维·G·弗赖尔
瓦迪姆·萨瓦蒂夫
托马斯·R·科里甘

(74)专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理
有限公司 11112

代理人 顾红霞 彭会

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

审查员 黄锦胜

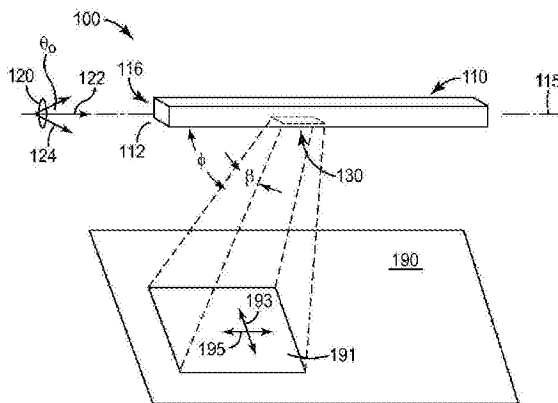
权利要求书3页 说明书16页 附图7页

(54)发明名称

矩形光管道提取

(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,所述管道式照明系统具有包括平坦管道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,所述光基本上关于所述光管道的纵向轴线准直并且另外优选地在所述光管道的入口上方基本上均匀。



1. 一种照明元件,包括:

光管道,所述光管道具有纵向轴线、垂直于所述纵向轴线的光管道横截面、限定空气填充的腔体的反射内表面、以及外表面;

多个空隙,所述多个空隙设置在限定平坦的光输出表面的所述反射内表面中,由此光能够离开所述空气填充的腔体;

转向膜,所述转向膜邻近所述光输出表面设置并位于所述空气填充的腔体的外部,所述转向膜包括多个平行棱镜微观结构,每个所述平行棱镜微观结构具有顶点,所述顶点邻近所述光管道的所述光输出表面;和

包括多个脊的导向膜,所述导向膜邻近所述转向膜并位于所述转向膜的背向所述光输出表面的一侧,每个脊平行于所述纵向轴线并被设置成折射来自所述转向膜的入射光线,

其中穿过所述光输出表面离开所述空气填充的腔体的光线在垂直于所述光管道横截面的第一平面内由所述转向膜改变方向,并在平行于所述光管道横截面的第二平面内由所述导向膜进一步改变方向。

2. 根据权利要求1所述的照明元件,其中每个所述平行棱镜微观结构被取向成垂直于所述纵向轴线。

3. 根据权利要求1所述的照明元件,其中所述光管道横截面沿所述纵向轴线是恒定的。

4. 根据权利要求1所述的照明元件,其中所述光管道横截面包括多边形。

5. 根据权利要求1所述的照明元件,其中所述光管道沿所述纵向轴线的纵向尺寸比所述光管道横截面的最大尺寸大至少八倍。

6. 根据权利要求1所述的照明元件,其中至少一个所述空隙包括通孔。

7. 根据权利要求1所述的照明元件,其中至少一个所述空隙包括可见光透明区域。

8. 根据权利要求7所述的照明元件,其中所述可见光透明区域包括变形区域。

9. 根据权利要求8所述的照明元件,其中所述变形区域通过热变形和/或压力变形而形成。

10. 根据权利要求1所述的照明元件,其中所述转向膜和所述导向膜各自设置在单独的聚合物基板上。

11. 根据权利要求1所述的照明元件,其中所述顶点包括介于54度和86度之间的顶点夹角。

12. 根据权利要求11所述的照明元件,其中所述平行棱镜微观结构中的至少两个平行棱镜微观结构的顶点夹角不同。

13. 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。

14. 根据权利要求1所述的照明元件,其中所述多个空隙被设置成使得空隙的面密度在与所述纵向轴线垂直的方向上变化、在与所述纵向轴线平行的方向上变化、或在这两种方向的组合上变化。

15. 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均匀的空隙横截面积。

16. 一种照明元件,包括:

光管道,所述光管道具有纵向轴线、垂直于所述纵向轴线的光管道横截面、限定空气填

充的腔体的反射内表面、以及外表面；

多个空隙，所述多个空隙设置在限定平坦的光输出表面的所述反射内表面中，由此光能够离开所述空气填充的腔体；

转向膜，所述转向膜邻近所述光输出表面设置并位于所述空气填充的腔体的外部，所述转向膜包括多个平行棱镜微观结构，每个所述平行棱镜微观结构具有顶点，所述顶点邻近所述光管道的所述光输出表面；和

包括多个微观结构的二维导向膜，所述二维导向膜邻近所述转向膜并位于所述转向膜的背向所述光输出表面的一侧，每个微观结构被设置成折射来自所述转向膜的入射光线，

其中穿过所述光输出表面离开所述空气填充的腔体的光线在垂直于所述光管道横截面的第一平面内由所述转向膜改变方向，并在所述第一平面和平行于所述光管道横截面的第二平面内由所述二维导向膜进一步改变方向。

17. 根据权利要求16所述的照明元件，其中每个所述平行棱镜微观结构被取向成垂直于所述纵向轴线。

18. 根据权利要求16所述的照明元件，其中所述光管道横截面沿所述纵向轴线是恒定的。

19. 根据权利要求16所述的照明元件，其中所述光管道横截面包括多边形。

20. 根据权利要求16所述的照明元件，其中所述光管道沿所述纵向轴线的纵向尺寸比所述光管道横截面的最大尺寸大不到八倍。

21. 根据权利要求16所述的照明元件，其中至少一个所述空隙包括通孔。

22. 根据权利要求16所述的照明元件，其中至少一个所述空隙包括可见光透明区域。

23. 根据权利要求22所述的照明元件，其中所述可见光透明区域包括变形区域。

24. 根据权利要求23所述的照明元件，其中所述变形区域通过热变形和/或压力变形而形成。

25. 根据权利要求16所述的照明元件，其中所述转向膜和所述二维导向膜各自设置在单独的聚合物基板上。

26. 根据权利要求16所述的照明元件，其中所述顶点包括介于54度和86度之间的顶点夹角。

27. 根据权利要求26所述的照明元件，其中所述平行棱镜微观结构中的至少两个平行棱镜微观结构的顶点夹角不同。

28. 根据权利要求16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。

29. 根据权利要求16所述的照明元件，其中所述多个空隙被设置成使得空隙的面密度在与所述纵向轴线垂直的方向上变化、在与所述纵向轴线平行的方向上变化、或在这两种方向的组合上变化。

30. 根据权利要求16所述的照明元件，其中所述多个空隙中的每个空隙具有均匀的空隙横截面积。

31. 一种照明系统，包括：

根据权利要求1或权利要求16所述的照明元件；和

光源，所述光源被构造成在平行于所述纵向轴线的纵向的小于30度的准直半角内将光

注入所述照明元件中，

由此当光沿所述空气填充的腔体行进穿过所述多个空隙离开所述空气填充的腔体并且由所述转向膜和所述导向膜改变方向时保持所述光的所述准直半角。

32. 根据权利要求31所述的照明系统，还包括反射器，所述反射器被设置成垂直于所述纵向轴线并位于所述光管道的背向所述光源的端部处。

33. 根据权利要求31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向的小于30度的准直半角内将第二光注入所述照明元件中。

34. 根据权利要求33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。

35. 根据权利要求34所述的照明系统，其中所述太阳能光源包括太阳能聚光器。

36. 根据权利要求1或权利要求16所述的照明元件，其中所述多个空隙包括选自下列的形状：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。

37. 一种用于照明区域的方法，包括：

提供根据权利要求1或权利要求16所述的照明元件；

选择位于所述照明元件外部的照明区域；

选择所述多个空隙、所述转向膜和所述导向膜，以将离开所述空气填充的腔体的光束导向到所述照明区域；以及

在平行于所述纵向轴线的传播的小于30度的准直半角内将光注入所述光管道中，由此离开所述空气填充的腔体的所述光束被导向到所述照明区域。

38. 根据权利要求4所述的照明元件，其中所述多边形包括矩形。

39. 根据权利要求4所述的照明元件，其中所述多边形包括正方形。

矩形光管道提取

[0001] 相关案例

[0002] 本申请涉及与它同一天提交的以下美国专利申请：名称为“弯曲的光管道提取” (CURVED LIGHT DUCT EXTRACTION) (代理人案卷号70224US002)，所述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部件，所述管道式照明系统具有包括平坦管道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，所述光基本上关于所述光管道的纵向轴线准直并且另外优选地在所述光管道的入口上方基本上均匀。在一个方面，本公开提供一种包括光管道的照明元件，所述光管道具有纵向轴线、垂直于所述纵向轴线的光管道横截面、限定腔体的反射内表面和外表面。所述照明元件还包括多个空隙，所述多个空隙设置在限定光输出表面的所述反射内表面中，由此光可离开所述腔体；和转向膜，所述转向膜邻近所述光输出表面设置并位于所述腔体的外部，所述转向膜具有多个平行棱镜微观结构，每个所述平行棱镜微观结构具有顶点，所述顶点邻近所述光管道的所述光输出表面。所述照明元件还包括具有多个脊的导向膜，所述导向膜邻近所述转向膜并位于所述转向膜的背向所述光输出表面的一侧，每个脊平行于所述纵向轴线并被设置成折射来自所述转向膜的入射光线，其中穿过所述光输出表面离开所述腔体的光线在垂直于所述光管道横截面的第一平面内由所述转向膜改变方向，并在平行于所述光管道横截面的第二平面内由所述导向膜进一步改变方向。

[0005] 在另一方面，本公开提供一种包括光管道的照明元件，所述光管道具有纵向轴线、垂直于所述纵向轴线的光管道横截面、限定腔体的反射内表面和外表面。所述照明元件还包括多个空隙，所述多个空隙设置在限定光输出表面的所述反射内表面中，由此光可离开所述腔体；和转向膜，所述转向膜邻近所述光输出表面设置并位于所述腔体的外部，所述转向膜包括多个平行棱镜微观结构，每个所述平行棱镜微观结构具有顶点，所述顶点邻近所述光管道的所述光输出表面。所述照明元件还包括具有多个微观结构二维导向膜，所述二维导向膜邻近所述转向膜并位于所述转向膜的背向所述光输出表面的一侧，每个微观结构被设置成折射来自所述转向膜的入射光线，其中穿过所述光输出表面离开所述腔体的光线在垂直于所述光管道横截面的第一平面内由所述转向膜改变方向，并且在所述第一平面和平行于所述光管道横截面的第二平面内由所述二维导向膜进一步改变方向。

[0006] 在另一方面,本公开提供一种包括照明元件和光源的照明系统,所述光源被构造成在平行于所述纵向轴线的纵向的小于30度的准直半角内将光注入所述照明元件中。所述照明元件包括光管道,所述光管道具有纵向轴线、垂直于所述纵向轴线的光管道横截面、限定腔体的反射内表面和外表面。所述照明元件还包括多个空隙,所述多个空隙设置在限定光输出表面的所述反射内表面中,由此光可离开所述腔体;和转向膜,所述转向膜邻近所述光输出表面设置并位于所述腔体的外部,所述转向膜具有多个平行棱镜微观结构,每个所述平行棱镜微观结构具有顶点,所述顶点邻近所述光管道的所述光输出表面。所述照明元件还包括具有多个脊的导向膜,所述导向膜邻近所述转向膜并位于所述转向膜的背向所述光输出表面的一侧,每个脊平行于所述纵向轴线并被设置成折射来自所述转向膜的入射光线,其中穿过所述光输出表面离开所述腔体的光线在垂直于所述光管道横截面的第一平面内由所述转向膜改变方向,并在平行于所述光管道横截面的第二平面内由所述导向膜进一步改变方向。当所述光沿所述光管道的腔体行进穿过所述多个空隙离开所述腔体并且由所述转向膜改变方向时保持所述光的所述准直半角。

[0007] 在另一方面,本公开提供一种包括照明元件和光源的照明系统,所述光源被构造成在平行于所述纵向轴线的纵向的小于30度的准直半角内将光注入所述照明元件中。所述照明元件包括光管道,所述光管道具有纵向轴线、垂直于所述纵向轴线的光管道横截面、限定腔体的反射内表面和外表面。所述照明元件还包括多个空隙,所述多个空隙设置在限定光输出表面的所述反射内表面中,由此光可离开所述腔体;和转向膜,所述转向膜邻近所述光输出表面设置并位于所述腔体外面,所述转向膜包括多个平行棱镜微观结构,每个所述平行棱镜微观结构具有顶点,所述顶点邻近所述光管道的所述光输出表面。所述照明元件还包括具有多个微观结构的二维导向膜,所述二维导向膜邻近所述转向膜并位于所述转向膜的背向所述光输出表面的一侧,每个微观结构被设置成折射来自所述转向膜的入射光线,其中穿过所述光输出表面离开所述腔体的光线在垂直于所述光管道横截面的第一平面内由所述转向膜改变方向,并且在所述第一平面和平行于所述光管道横截面的第二平面内由所述二维导向膜进一步改变方向。

[0008] 在另一方面,本公开提供一种用于照明区域的方法,所述方法包括提供照明元件;和选择位于所述照明元件外部的照明区域。所述照明元件包括光管道,所述光管道具有纵向轴线、垂直于所述纵向轴线的光管道横截面、限定腔体的反射内表面和外表面。所述照明元件还包括多个空隙,所述多个空隙设置在限定光输出表面的所述反射内表面中,由此光可离开所述腔体;和转向膜,所述转向膜邻近所述光输出表面设置并位于所述腔体的外部,所述转向膜具有多个平行棱镜微观结构,每个所述平行棱镜微观结构具有顶点,所述顶点邻近所述光管道的所述光输出表面。所述照明元件还包括具有多个脊的导向膜,所述导向膜邻近所述转向膜并位于所述转向膜的背向所述光输出表面的一侧,每个脊平行于所述纵向轴线并被设置成折射来自所述转向膜的入射光线,其中穿过所述光输出表面离开所述腔体的光线在垂直于所述光管道横截面的第一平面内由所述转向膜改变方向,并在平行于所述光管道横截面的第二平面内由所述导向膜进一步改变方向。所述用于照明区域的方法还包括选择所述多个空隙、所述转向膜和所述导向膜,以将离开所述腔体的光束导向到所述照明区域;和在平行于所述纵向轴线传播的小于30度的准直半角内将光注入所述光管道中,由此离开所述腔体的所述光束被导向到所述照明区域。

[0009] 在另一方面,本公开提供一种用于照明区域的方法,所述方法包括提供照明元件;和选择位于所述照明元件外部的照明区域。所述照明元件包括光管道,所述光管道具有纵向轴线、垂直于所述纵向轴线的光管道横截面、限定腔体的反射内表面和外表面。所述照明元件还包括多个空隙,所述多个空隙设置在限定光输出表面的所述反射内表面中,由此光可离开所述腔体;和转向膜,所述转向膜邻近所述光输出表面设置并位于所述腔体的外部,所述转向膜包括多个平行棱镜微观结构,每个所述平行棱镜微观结构具有顶点,所述顶点邻近所述光管道的所述光输出表面。所述照明元件还包括具有多个微观结构的二维导向膜,所述二维导向膜邻近所述转向膜并位于所述转向膜的背向所述光输出表面的一侧,每个微观结构被设置成折射来自所述转向膜的入射光线,其中穿过所述光输出表面离开所述腔体的光线在垂直于所述光管道横截面的第一平面内由所述转向膜改变方向,并且在所述第一平面和平行于所述光管道横截面的第二平面内由所述二维导向膜进一步改变方向。所述用于照明区域的方法还包括选择所述多个空隙、所述转向膜和所述导向膜,以将离开所述腔体的光束导向到所述照明区域;和在平行于所述纵向轴线传播的小于30度的准直角内将光注入到所述光管道中,由此离开所述腔体的所述光束被导向到所述照明区域。

[0010] 上述发明内容并非旨在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

[0011] 整个说明书参考附图,在附图中,类似的参考标号表示类似的元件,并且其中:

[0012] 图1示出照明系统的透视示意图;

[0013] 图2A示出照明元件的分解透视示意图;

[0014] 图2B示出照明元件的透视示意图;

[0015] 图2C示出照明元件的纵向示意性剖视图;

[0016] 图2D示出照明元件的示意性剖视图;

[0017] 图2E示出穿过导向膜的光线路径的示意图;

[0018] 图3示出照明元件的示意性剖视图;

[0019] 图4A到图4C示出具有不同分布的多个空隙的照明元件的示意性平面图;和

[0020] 图5示出暗灯槽照明元件的透视示意图。

[0021] 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

[0022] 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平坦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,所述光基本上围绕所述光管道的纵向轴线准直,并且另外优选地在所述光管道的入口上方基本上均匀。

[0023] 在以下说明中参考附图,附图形成说明的一部分并且通过举例说明的方式示出。应当理解,在不脱离本发明的范围或实质的情况下,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。

[0024] 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,否则上述说明书和所附权利要求书中列出的数值参数均是近似值,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。

[0025] 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,单数形式“一种”、“一个”和“该”涵盖了具有多个指代物的实施例。如本说明书以及附加的权利要求中所使用,术语“或”一般以包括“和/或”的意思使用,除非内容另外清楚声明。

[0026] 空间相关的术语(包括但不限于“下面”、“上面”、“在...下面”、“在...之下”、“在...之上”和“在顶部”),如果在本文中使用时,则用于便于描述一个元件相对于另一个元件的空间关系。此类空间相关术语涵盖除示于附图中并且描述于本文中的特定取向之外的装置在使用或运行中的不同取向。例如,如果图中所描绘的对象翻过来或翻转过来,那么先前描述的在其他元件之下或下面的部分就在这些其他元件之上。

[0027] 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”另一元件、“直接耦合到”另一元件或“直接接触”另一元件时,则没有居间的元件、部件或层。

[0028] 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阳光的太阳能收集器。单独或与太阳能收集器相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。

[0029] 使用反射镜内衬光管道的建筑采光可将阳光深入传送到多层建筑物的核心。此类反射镜内衬光管道可独特地利用3M光学膜(包括反射镜膜(诸如Vikuiti™ESR膜))来实现,所述光学膜在光的整个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收集阳光的装置和用于在建筑物内传输和分布阳光的光管道和提取器。使用阳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,对于办公人员而言常常更宜人。

[0030] 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相当一部分。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)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,以消除炫光);(2)促进对来自灯具中每一个LED的照明设备所发出亮度的均匀贡献(即,促进色彩混合并降低装置合并需求);(3)使LED光

源保持小的展度以控制由照明设备发出的亮度的角分布(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能够对设备进行定制(即,提供模块化架构);以及(6)管理由LED生成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他们的应用性能(即,提供有效的、重量轻的且成本低的热管理)。

[0031] 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涉及LED照明元件的具体设计):

[0032] (1)由LED发出的光通量是以在发射面积上方基本上均匀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数量级,使得最大亮度小许多数量级。

[0033] (2)任何准直光源中的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均匀地分布在阵列上方。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。

[0034] (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意味着伴随的调整由照明设备所发出的亮度的角分布的能力,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该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面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。

[0035] (4)由于它们紧密地物理接近,LED光源可在不干扰或更换大多数照明系统的情况下被移除和更换。

[0036] (5)系统的每一个性能属性均主要受一个部件影响。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有限系列的分立的部件(例如,具有一系列开口面积百分比和一系列用于均匀照明的标准半角的不准直膜的穿孔ESR)是可行的。

[0037] 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(诸如集中的阳光)或用于室内照明的LED生成的照明的吸引力。

[0038] 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允许光以已知预定的方式透射出所述装置。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允许光以预定方式离开所述装置,如本文所述。

[0039] 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合到支

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。

[0040] 一般来讲,所述多个空隙的定位和分布、转向膜的结构化表面和导向膜的结构化表面的组合可被独立地调节以控制离开穿过光管道提取器的光束的方向和准直。对在管道向下方向上的发射的控制可能会受到所述多个空隙的分布和邻近所述多个空隙设置的转向膜的结构的影响。对在横越管道方向上的发射的控制还可受到所述多个空隙的分布和邻近转向膜设置的导向膜的结构的影响。这在图1中示出为矩形光管道和水平目标表面。光管道平坦表面上的不同位置可照亮目标表面上的不同局部区,如在别处所述。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照度图案的方式。

[0041] 图1示出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,所述光管道具有纵向轴线115和围绕腔体116的反射内表面112。具有中央光线122和设置在纵向轴线115的准直半角 θ_0 内的边界光线124的部分准直光束120可沿光管道110有效地传输。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的任何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向轴线115的第一方向193并且还沿平行于纵向轴线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。离开光输出表面130的光线可被构造成在照明区域191上形成具有任何期望水平和图案的照明,如在别处所述。

[0042] 在一个具体实施例中,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 可介于约0度至约30度、或从约0度至约25度、或从约0度至约20度、或甚至约0度至约15度的范围内。在一个具体实施例中,部分准直光束120的发散角 θ_0 可为约23度。

[0043] 部分准直光线沿光管道的轴线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。(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。

[0044] 在圆周方向上的半角能与光管道内准直的半角相比。在纵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离开。因此,沿所需方向对光进行导向的精度随着光管道内半角的减小而增加。

[0045] 穿过穿孔的光线接着会遇到棱镜转向膜。光线沿基本上平行于转向膜的平面且垂直于棱镜轴线的方向照在转向膜的棱镜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的。这些光线中的大多数光线通过折射穿过所遇到的第一棱镜面,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线的传播方向的净变化。沿光管道轴线的方向的净变化可通过利用转向膜棱镜材料的折射率和各棱镜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。

[0046] 穿过转向膜的光线可接着遇到不准直膜或板(也被称为导向膜),如在别处所述。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、并且穿过底表面。对于这些光线来讲,不存在沿光管道轴线的传播方向的净变化。垂直于轴线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)或者可以是分段平坦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照度的指定分布。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。

[0047] 在许多情况下,转向膜和导向膜(如果存在)可使用围绕光管道的透明支撑板或管(根据光管道构型)。在一个具体实施例中,透明支撑物可被层合到最外侧膜部件,并且可在最外侧表面上包括减反射涂层。层合和AR涂布均会增大穿过最外侧部件的透射并减少从最外侧部件的反射,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。

[0048] 图2A示出根据本公开的一个方面,包括矩形光管道提取器的照明元件200的分解透视图。图2A所示元件210-230中的每一个均对应于图1所示类似编号的元件110-130,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,所述光管道具有纵向轴线215和围绕腔体216的反射表面212。具有中央光线222和设置在纵向轴线215的输入准直半角 θ_0 内的边界光线224的部分准直光束220可沿光管道210有效地传输。部分准直光束220的一部分可离开光管道210穿过提取光的光输出表面230中的设置在反射表面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,使得对应于每一个平行脊状微观结构252的顶点254定位在光管道210的外表面214的近侧。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。

[0049] 具有多个平行脊253且其中每一个平行脊均具有导向顶点255的导向膜251邻近转向膜250定位,并位于所述转向膜的背向光管道210的光输出表面230的一侧。所述多个平行脊253中的每一个被定位成平行于光管道210的纵向轴线215,使得所述多个平行脊253中的每一个可将离开转向膜250的光线折射到垂直于纵向轴线215的方向,从而使得离开腔体穿过光输出表面230的光线由转向膜改变方向到设置在垂直于光管道横截面的第一平面内的第一方向,并且由导向膜改变方向到平行于光管道横截面的第二平面内的第二方向,如在别处所述。

[0050] 在一个具体实施例中,所述多个空隙240中的每一个均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)。在一个具体实施例中,所述多个空隙240中的每一个均可被替代为形成在反射表面212中的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指定光可从中穿过而不是从所述表面反射的反射表面212的一个区域。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。

[0051] 所述多个空隙240可被制备成具有介于约5%至约95%的任何所需开口(即,非反射)面积百分比。在一个具体实施例中,开口面积百分比介于约5%至约60%或约10%至约50%的范围内。单个空隙的尺寸范围也可变化,在一个具体实施例中,空隙的主要尺寸范围可介于约0.5mm至约5mm、或约0.5mm至约3mm、或约1mm至约2mm。

[0052] 在一些情况下,空隙可在整个光输出表面230上均匀地分布并且可具有均匀的尺寸。然而,在一些情况下,空隙可在整个光输出表面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(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。

[0053] 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。允许光透射穿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。可利用各种技术将部分反射率赋予到面积中的多层光学膜。

[0054] 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7,147,903(Ouderkirk等人)中所述。在另一方面,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此类扭曲,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W02010075357(Merrill等人)中所述。

[0055] 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。

[0056] 在一个具体实施例中,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

于一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引导光的各种夹角,如在别处所述。

[0057] 图2B示出根据本公开的一个方面,图2A的照明元件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的方面。图2B所示元件210-250中的每一个均对应于图2A所示类似编号的元件210-250,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垂直于纵向轴线215,并且穿过纵向轴线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218一般包括设置在平坦表面上的光输出表面230;在一些情况下,光输出表面230包括平坦表面管道的不同平坦区段,如在别处所述。一些典型横截面图形的实例包括三角形、正方形、矩形、五边形或其它多边形形状。

[0058] 照明元件200还包括邻近转向膜250设置的导向膜251,使得转向膜250定位在导向膜251与光管道210的外部214之间。导向膜251被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)的角展度。

[0059] 图2C示出根据本公开的一个方面,包括矩形光管道提取器的照明元件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的照明元件200的横截面。图2C所示元件210-250中的每一个均对应于图2B所示类似编号的元件210-250,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。

[0060] 照明元件201包括光管道210,所述光管道具有纵向轴线215和围绕腔体216的反射表面212。具有中央光线222和设置在纵向轴线215的输入准直半角 θ_0 内的边界光线224的部分准直光束220可沿光管道210有效地传输。部分准直光束220的一部分可穿过提取光的光输出表面230中的设置反射表面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,使得对应于每一个平行脊状微观结构252的顶点254定位在光管道210的外表面214的近侧。在一个具体实施例中,每一个顶点254均可紧邻外表面214;然而,在一些情况下,每一个顶点254均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。

[0061] 对应于每一个平行脊状微观结构252的顶点254在平行脊状微观结构252的各平坦面之间具有夹角,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75度,以改变方向入射在微观结构上的光。在一个具体实施例中,夹角介于约55度至约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改变方向成远离纵向轴线215。部分准直光束220的改变方向部分作为具有中央光线272和边界光线274的部分准直输出光束270离开,所述边界光线设置在输出准直半角 θ_1 内并且以相对于纵向轴线215的纵向角 ϕ 被导向。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。根据微观结构的夹角,相对于纵向轴线的纵向角 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、或者可为大约90度。

[0062] 导向膜251邻近转向膜250定位并位于所述转向膜的背向光管道210的光输出表面230的一侧,以拦截并折射部分准直输出光束270。部分准直输出光束270作为具有中央导向

光线273和边界导向光线275的部分准直导向光束271离开导向膜251,所述边界导向光线设置在导向准直半角 θ_2 内,如在别处所述。

[0063] 图2D示出根据本公开的一个方面,包括矩形光管道提取器的照明元件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的照明元件200的横截面。图2D所示元件210-250中的每一个均对应于图2B所示类似编号的元件210-250,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。

[0064] 照明元件202包括光管道210,所述光管道具有纵向轴线215和围绕腔体216的反射表面212。具有中央光线222和设置在纵向轴线215的输入准直半角 θ_0 内的边界光线224的部分准直光束220可沿光管道210有效地传输,如图2D所示被示出为定向到纸张中。部分准直光束220的一部分可穿过设置在提取光的反射表面212中的多个空隙240离开光管道210。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,使得对光线的改变方向发生在穿过纵向轴线215的第一平面260中。在一个具体实施例中,转向膜250不会影响光线在垂直于纵向轴线的第二平面265内的路径。

[0065] 光线在第二平面265内(即,沿围绕纵向轴线215的径向方向)的路径受导向膜251的影响。导向膜251包括平坦输出表面259和多个平行脊253,其中每一个平行脊均具有导向顶点255,所述导向顶点邻近转向膜250定位并位于所述转向膜的背向光管道210的光输出表面230的一侧。在一个具体实施例中,每一个导向顶点255均可紧邻转向膜250;然而,在一些情况下,每一个导向顶点255可被替代为与转向膜250分隔开分隔距离257。

[0066] 所述多个平行脊253中的每一个均可被定位成平行于光管道210的纵向轴线215,使得所述多个平行脊253中的每一个均可将离开转向膜250的光线折射到垂直于纵向轴线215的方向中,从而使得离开腔体穿过光输出表面230的光线由转向膜改变方向到设置在垂直于光管道横截面的第一平面内的第一方向中,并且由导向膜改变方向到平行于光管道横截面的第二平面内的第二方向中。

[0067] 在一个具体实施例中,部分准直输出光束270作为具有中央导向光线273和设置在转向准直半角 θ_2 内的边界导向光线275的部分准直导向光束271离开导向膜251。中央导向光线273的第一分量在第二平面265内沿相对于第一平面260成径向角 β 的第二方向进行导向。中央导向光线273的第二分量在第一平面260内沿相对于纵向轴线成纵向角 Φ 的第一方向进行导向。在一些情况下,输入准直半角 θ_0 、输出准直半角 θ_1 和导向准直半角 θ_2 中的每一个均可相同,并且保留光的准直。光管道210围绕纵向轴线的径向角 β 可从约0度变化到约 ± 90 度、或从约0度变化到约 ± 45 度、或从约0度变化到约 ± 30 度。

[0068] 图2E示出根据本公开的一个方面,穿过导向膜251的光线路径的示意图。图2E所示元件251-273中的每一个均对应于图2D所示类似编号的元件251-273,上文已对其进行了描述。例如,图2E所示导向膜251对应于图2D所示导向膜251,等等。来自图2D的转向膜250的中央输出光线272在第二平面265中行进并且拦截所述多个脊253中的一个脊,所述脊具有局部切线279和局部法线277,所述局部法线被设置成与第一平面260成局部坡度角 α 。中央输出光线272折射穿过脊253、传播穿过导向膜251并且在离开穿过平坦底表面259时以相对于第一平面260成导向输出角 β 来进行折射。

[0069] 图3示出根据本公开的一个方面,具有两个平坦输出表面的光管道提取器的示意

性剖视图。图3所示元件310-351中的每一个均对应于图2B所示类似编号的元件210-251,上文已对其进行了描述。例如,图3所示纵向轴线315对应于图2B所示纵向轴线215,等等。

[0070] 在图3中,照明元件302包括光管道310,所述光管道具有纵向轴线315、围绕腔体316的反射内表面312、第一平坦输出表面330a和第二平坦输出表面330b。第一平坦输出表面330a和第二平坦输出表面330b分别包括第一多个空隙340a和第二多个空隙340b。第一转向膜350a和第二转向膜350b邻近各第一多个空隙340a和第二多个空隙340b设置。任选的第一导向膜351a和第二导向膜351b邻近各第一导向膜350a和第二导向膜350b设置。在一些情况下,任选的导向膜351a,351b可被省略,因为第一平坦输出表面330a和第二平坦输出表面330b的取向可能足以在需要时对光进行导向。矩形光管道310a在包括平坦部分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坦部分的所设想到的光管道横截面,包括三角形、矩形、正方形、五边形和类似形状的横截面。

[0071] 图4A到图4C示出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,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涵盖在本公开内,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内的多个尺寸均匀的空隙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)。在一个具体实施例中,所述多个尺寸均匀的空隙440a可均匀地分布在整个输出区域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。

[0072] 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内的多个尺寸不均匀的空隙440b。在一个具体实施例中,所述多个尺寸不均匀的空隙440b可分布在整个输出区域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。

[0073] 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内的多个尺寸均匀的空隙440c。在一个具体实施例中,所述多个尺寸均匀的空隙440c可分布在整个输出区域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。

[0074] 图5示出根据本公开的一个方面,暗灯槽照明元件500的透视示意图。图5所示元件510-551中的每一个均对应于图2B所示类似编号的元件210-251,上文已对其进行了描述。例如,图5所示纵向轴线515对应于图2B所示纵向轴线215,等等。暗灯槽照明元件500可被视为对图2A到图2D所示矩形光管道200的短的、浅的和广泛的应用;即,暗灯槽照明元件500的长度L和宽度W的尺寸是相当的(即, $L \sim W$),而矩形光管道200通常所具有的长度L比横截面的最大尺寸大若干倍(例如8倍或以上)(即, $L \geq 8W$)。暗灯槽照明元件500的典型用途是作为分立的顶篷安装的照明设备,且暗灯槽常常包括多个光源以提供均匀的照明,但也可使用单独光源。

[0075] 暗灯槽照明元件500包括光管道510,所述光管道具有纵向轴线515和围绕腔体516的反射表面512。类似于图2B的部分准直光束220的多个部分准直光束520a-520d可注入到光管道510的第一端部513中,且反射器(图中未示出)可置于光管道的第二端部517处以改变方向到达第二端部517并返回到腔体516的光的路径,从而有效地在整个光管道210上传

输光。部分准直光束520a-520d的一部分可穿过提取光的光输出表面中的设置在反射表面512中的多个空隙540离开光管道510。转向膜550邻近光输出表面被定位在光管道510的外表面514的近侧。转向膜550可拦截穿过所述多个空隙540中的一个空隙离开腔体516的光线。

[0076] 导向膜551邻近转向膜550定位并位于所述转向膜的背向光管道510的外表面514的一侧。转向膜550与导向膜551以类似于图2A到图2D所述说明的方式来定位,使得穿过所述多个空隙540离开腔体的光线由转向膜改变方向到设置在垂直于光管道横截面的第一平面内的第一方向中,并且由导向膜改变方向到位于平行于光管道横截面的第二平面内的第二方向中,如在别处所述。

[0077] 本领域的普通技术人员将易于认识到,在一个具体实施例中,暗灯槽照明元件500的导向膜551和转向膜550可包括二维导向膜551,所述二维导向膜结合导向膜551和转向膜550中的每一个的功能,即,沿两个正交方向对所提取的部分准直光束进行转向和导向。在一些情况下,这可通过在二维导向膜551上形成三维微观结构来实现。

[0078] 可易于获得如下公式,所述公式用于形成由矩形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、和导向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、这些部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。在对部件和其组装的输入说明准确的情况下,对很好地执行模拟的预测可基本上正确。

[0079] 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照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。

[0080] 例如,沿管道的分布大约是以指数为1.6、度数为69的转向棱镜的法线为中心。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)的棱镜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度的棱镜构成的膜相比具有较大的沿管道的半角。

[0081] 实例

[0082] 照明系统被设计成用于宽度为36英尺(11m)、从前到后为58.9英尺(17.9m)且具有从前到后递减以适应斜坡式座位的地面到顶篷高度的大型礼堂。前方地面到顶篷的高度针对第一个20英尺(6.1m)是21.5英尺(6.55m),然后针对下一个23.125ft(7.05m)线性递减到为9.25ft(2.82m)的地面到顶篷的高度,并且对于最后的15.75ft(4.8m)保持在这一高度处。

[0083] 礼堂最初是由靠近礼堂前部使用的聚光灯照明以照明演讲者和白色书写板。座位区最初是由另外包含在顶篷中的五个凹槽内的聚光灯来照明,但随后被改变成荧光灯具以解决与聚光灯相关联的问题。需要使用可用的凹槽的更新的照明系统。这些凹槽跨越礼堂的宽度并被设置成相隔8.25ft (2.51m),其中“槽1”位于距礼堂前部14.875ft (4.53m)处,且“槽5”位于距礼堂后部11ft (3.35m)处。

[0084] 地面上的目标照度是可连续地调光到零的均匀的暖白光35fc。槽足够宽且足够深以适应6英寸乘6英寸(15.2平方厘米)的光管道。6英寸乘6英寸(15.2平方厘米)的延伸礼堂的全部宽度的光管道的长度对宽度比是 $L/W \approx 72$ 。该长宽比显著小于针对单端照明所确定的极限($L/W \leq 120$),其中光管道的一个端部包括反射器以使穿过管道的光进行循环。每一个光管道可使用一个光引擎,其中预期系统效率超过70%。

[0085] 座位区内的地面空间可被划分成五个交叠的20英尺(6.1m)宽的条形区,其中一个与各自的光管道相关联。如果每一个光管道是由一个30,000流明光引擎来照明,且如果来自每一个光管道的发射被分布成仅均匀地照明其20英尺宽的条形区(通过用于横越管道角控制的不准直/导向膜的定制设计),则来自每一个管道的期望照度是 $30,000\text{Lm} \times 0.75 / (36\text{ft} \times 20\text{ft}) = 31\text{fc}$ 。仅由一个光管道照明的礼堂前部和后部的两个10英尺的条形区将接收到该均匀的31-fc的照明。所述条形区之间的四个10英尺条形区中的每一个将接收到来自两个管道的相等的照度,从而形成均匀的72-fc的照明。所述设计包括由两个光管道同时照明以减少来自任何单独管道的遮蔽。另外,光管道包括多个棱镜转向膜(即,62度、69度和78度的夹角)以将沿管道发射的半角增大到 ± 25 度,以进一步减少遮蔽并且降低所发出的最大亮度从而限制炫光。

[0086] 由本公开提供的横越管道方向控制和沿管道的均匀度允许将照明表面分成不同的区段,各自与特定的照明设备相关联,以确保对来自其照明设备的每一个区段内的照度的贡献将是基本上均匀的。这转而允许对照度水平和亮度均匀度两者进行非常简单的估算,而这对于传统照明系统来讲是不可能的。在这种意义上,管道式照明为线性照明系统设计提供了新的和简化的范例。

[0087] 用于槽中的光管道系统中每一个由八个4英尺(1.23m)的区段组成,所述区段在一个端部处由2英尺(0.61m)长的光引擎照明并且在相对端部处由反射镜结束。因此,每一个照明设备的发射部分是32英尺(9.75m)长,且在36英尺(11m)宽的礼堂内居中。每一个照明设备利用具有相同图案的各穿孔ESR膜(15%、19%、19%、30%、30%、40%、51%、51%),所述膜选自现有的具有9%、15%、19%、30%、40%和51%的开口面积的膜。每一个照明设备使用相同的62度、69度、78度的多棱镜转向膜,然而使用被计算用于在整个地面上均匀地散布光的不准直/导向膜,以补偿变化的地面到顶篷的距离。正如所预期的,所计算出的系统效率略大于70%。

[0088] 横越管道的照明图案以近乎均匀的照度填充目标区,即使在其中目标区基本上倾斜(照明设备3)或包含不连续坡度(照明设备5)的那些位置中。沿管道的均匀度非常好,除了位于礼堂壁的几英尺内之外。来自墙壁的反射(在模拟时未考虑)将可能填补这种不足中的一些。由任一照明设备所发出的最大亮度在全功率下大约是 $22,000\text{cd}/\text{m}^2/\text{sr}$ 。作为参考,标准输出T8的荧光灯的表面明亮度大约是 $14,000\text{cd}/\text{m}^2/\text{sr}$ 。

[0089] 总功率消耗在全功率下不到2kW。尽管荧光灯系统的基准数据无法与此进行比较,

然而,很可能管道式系统的功率消耗在照明水平相当时将大大低于荧光灯系统的功率消耗。这并不是因为LED光源的较高的照明效能,而相反是仅在需要时递送光并因此使用较少的光的结果。

[0090] 最后,由管道式照明来点亮的礼堂的外观将与今天显著不同。顶篷和在较小程度上的墙壁将会非常黑暗。且从大多数视角来看,管道的发射表面将是均匀的和暗淡的。这些审美属性(其可能被领会到或可能不被领会到)是对来自光管道的所提取光的发射进行精密角控制的直接结果。

[0091] 以下为本发明各个实施例的列表。

[0092] 项1是一种照明元件,包括:光管道,所述光管道具有纵向轴线、垂直于所述纵向轴线的光管道横截面、限定腔体的反射内表面和外表面;多个空隙,所示多个空隙设置在限定光输出表面的所述反射内表面中,由此光可离开所述腔体;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的外部,所述转向膜包括多个平行棱镜微观结构,每个所述平行棱镜微观结构具有顶点,所述顶点邻近所述光管道的所述光输出表面;和包括多个脊的导向膜,所述导向膜邻近所述转向膜并位于所述转向膜的背向所述光输出表面的一侧,每个脊平行于所述纵向轴线并被设置成折射来自所述转向膜的入射光线,其中穿过所述光输出表面离开所述腔体的光线在垂直于所述光管道横截面的第一平面内由所述转向膜改变方向,并且在平行于所述光管道横截面的第二平面内由所述导向膜进一步改变方向。

[0093] 项2是根据项1所述的照明元件,其中每个所述平行棱镜微观结构被取向成垂直于所述纵向轴线。

[0094] 项3是根据项1或项2所述的照明元件,其中所述光管道横截面沿所述纵向轴线是恒定的。

[0095] 项4是根据项1到项3所述的照明元件,其中所述光管道横截面包括多边形、矩形或正方形。

[0096] 项5是根据项1到项4所述的照明元件,其中所述光管道沿所述纵向轴线的纵向尺寸比所述光管道横截面的最大尺寸大至少八倍。

[0097] 项6是根据项1到项5所述的照明元件,其中至少一个所述空隙包括通孔。

[0098] 项7是根据项1到项6所述的照明元件,其中至少一个所述空隙包括可见光透明区域。

[0099] 项8是根据项7所述的照明元件,其中所述可见光透明区域包括变形区域。

[0100] 项9是根据项8所述的照明元件,其中所述变形区域是通过热变形和/或压力变形而形成。

[0101] 项10是根据项1到项9所述的照明元件,其中所述转向膜和所述导向膜各自设置在单独的聚合物基板上。

[0102] 项11是根据项1到项10所述的照明元件,其中所述顶点包括介于54度与86度之间的顶点夹角。

[0103] 项12是根据项11所述的照明元件,其中所述平行棱镜微观结构中的至少两个平行棱镜微观结构的顶点夹角不同。

[0104] 项13是根据项1到项12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。

[0105] 项14是根据项1到项13所述的照明元件,其中所述多个空隙被设置成使得空隙的面密度在与所述纵向轴线垂直的方向上变化、在与所述纵向轴线平行的方向上变化、或在这两种方向的组合上变化。

[0106] 项15是根据项1到项14所述的照明元件,其中所述多个空隙中的每个空隙具有均匀的空隙横截面积。

[0107] 项16是一种照明元件,包括:光管道,所述光管道具有纵向轴线、垂直于所述纵向轴线的光管道横截面、限定腔体的反射内表面、和外表面;多个空隙,所述多个空隙设置在限定光输出表面的所述反射内表面中,由此光可离开所述腔体;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的外部,所述转向膜包括多个平行棱镜微观结构,每个所述平行棱镜微观结构具有顶点,所述顶点邻近所述光管道的所述光输出表面;和包括多个微观结构的二维导向膜,所述二维导向膜邻近所述转向膜并位于所述转向膜的背向所述光输出表面的一侧,每个微观结构被设置成折射来自所述转向膜的入射光线,其中穿过所述光输出表面离开所述腔体的光线在垂直于所述光管道横截面的第一平面内由所述转向膜改变方向,并且在所述第一平面和平行于所述光管道横截面的第二平面内由所述二维导向膜进一步改变方向。

[0108] 项17是根据项16所述的照明元件,其中每个所述平行棱镜微观结构被取向成垂直于所述纵向轴线。

[0109] 项18是根据项15或项16所述的照明元件,其中所述光管道横截面沿所述纵向轴线是恒定的。

[0110] 项19是根据项15到项18所述的照明元件,其中所述光管道横截面包括多边形、矩形或正方形。

[0111] 项20是根据项15到项19所述的照明元件,其中所述光管道沿所述纵向轴线的纵向尺寸比所述光管道横截面的最大尺寸大不到八倍。

[0112] 项21是根据项15到项20所述的照明元件,其中至少一个所述空隙包括通孔。

[0113] 项22是根据项15到项21所述的照明元件,其中至少一个所述空隙包括可见光透明区域。

[0114] 项23是根据项22所述的照明元件,其中所述可见光透明区域包括变形区域。

[0115] 项24是根据项23所述的照明元件,其中所述变形区域是通过热变形和/或压力变形而形成。

[0116] 项25是根据项15到项24所述的照明元件,其中所述转向膜和所述二维导向膜各自设置在单独的聚合物基板上。

[0117] 项26是根据项15到项25所述的照明元件,其中所述顶点包括介于54度与86度之间的顶点夹角。

[0118] 项27是根据项26所述的照明元件,其中所述平行棱镜微观结构中的至少两个平行棱镜微观结构的顶点夹角不同。

[0119] 项28是根据项15到项27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。

[0120] 项29是根据项15到项28所述的照明元件,其中所述多个空隙被设置成使得空隙的面密度在与所述纵向轴线垂直的方向上变化、在与所述纵向轴线平行的方向上变化、或在

这两种方向的组合上变化。

[0121] 项30是根据项15到项29所述的照明元件,其中所述多个空隙中的每个空隙具有均匀的空隙横截面积。

[0122] 项31是一种照明系统,包括:根据项1到项30中的任一项所述的照明元件;和光源,所述光源被构造成在平行于所述纵向轴线的纵向的小于30的准直半角内将光注入所述照明元件中,由此当所述光沿所述光管道的腔体行进穿过所述多个空隙离开所述腔体并且由所述转向膜和所述导向膜改变方向时保持所述光的所述准直半角。

[0123] 项32是根据项31所述的照明系统,还包括反射器,所述反射器被设置成垂直于所述纵向轴线并位于所述光管道的背向所述光源的端部处。

[0124] 项33是根据项31或项32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向的小于30度的准直半角内将第二光注入所述照明元件中。

[0125] 项34是根据项33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。

[0126] 项35是根据项34所述的照明系统,其中所述太阳能光源包括太阳能聚光器。

[0127] 项36是根据项1到项35所述的照明元件,其中所述多个空隙包括选自下列的形状: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。

[0128] 项37是一种用于照明区域的方法,包括:提供根据项1到项36中任一项所述的照明元件;选择位于所述照明元件外部的照明区域;选择所述多个空隙、所述转向膜和所述导向膜,以将离开所述腔体的光束导向到所述照明区域;和在平行于所述纵向轴线传播的小于30度的准直半角内将光注入所述光管道中,由此离开所述腔体的所述光束被导向到所述照明区域。

[0129] 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,根据所属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。

[0130] 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具体实施例。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型。因此,预期本发明应仅由权利要求书和其等同形式限制。

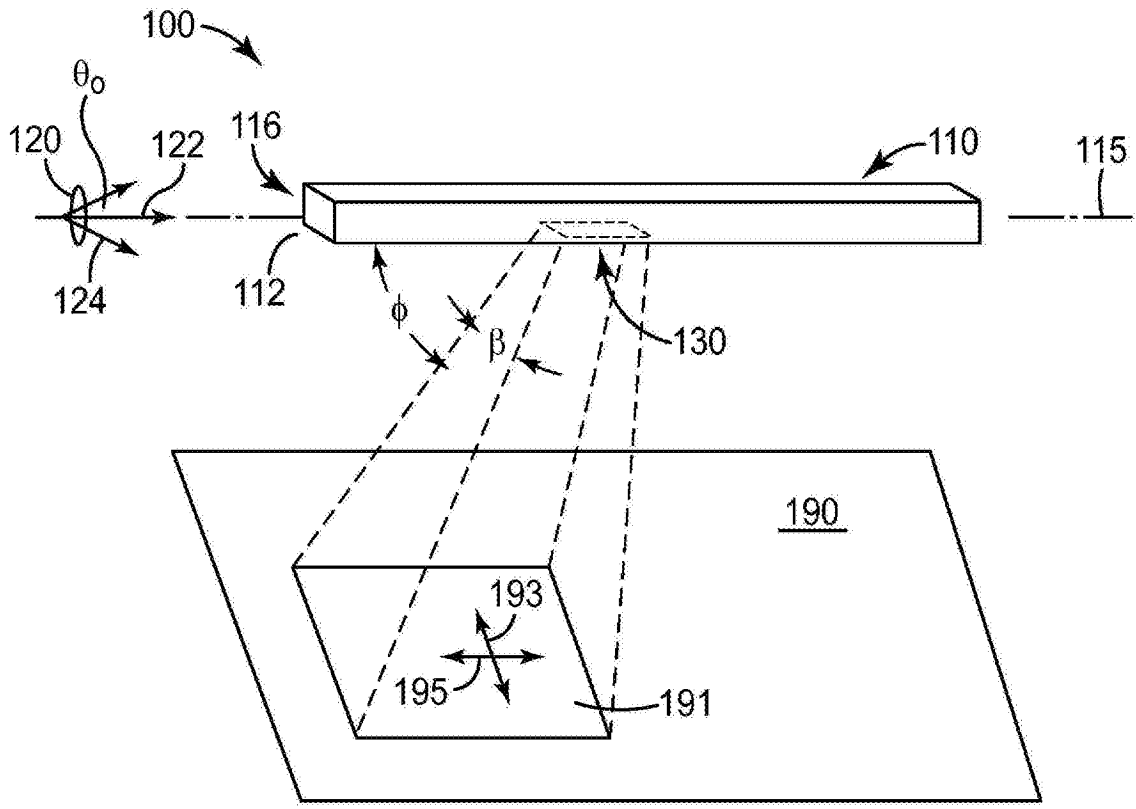


图1

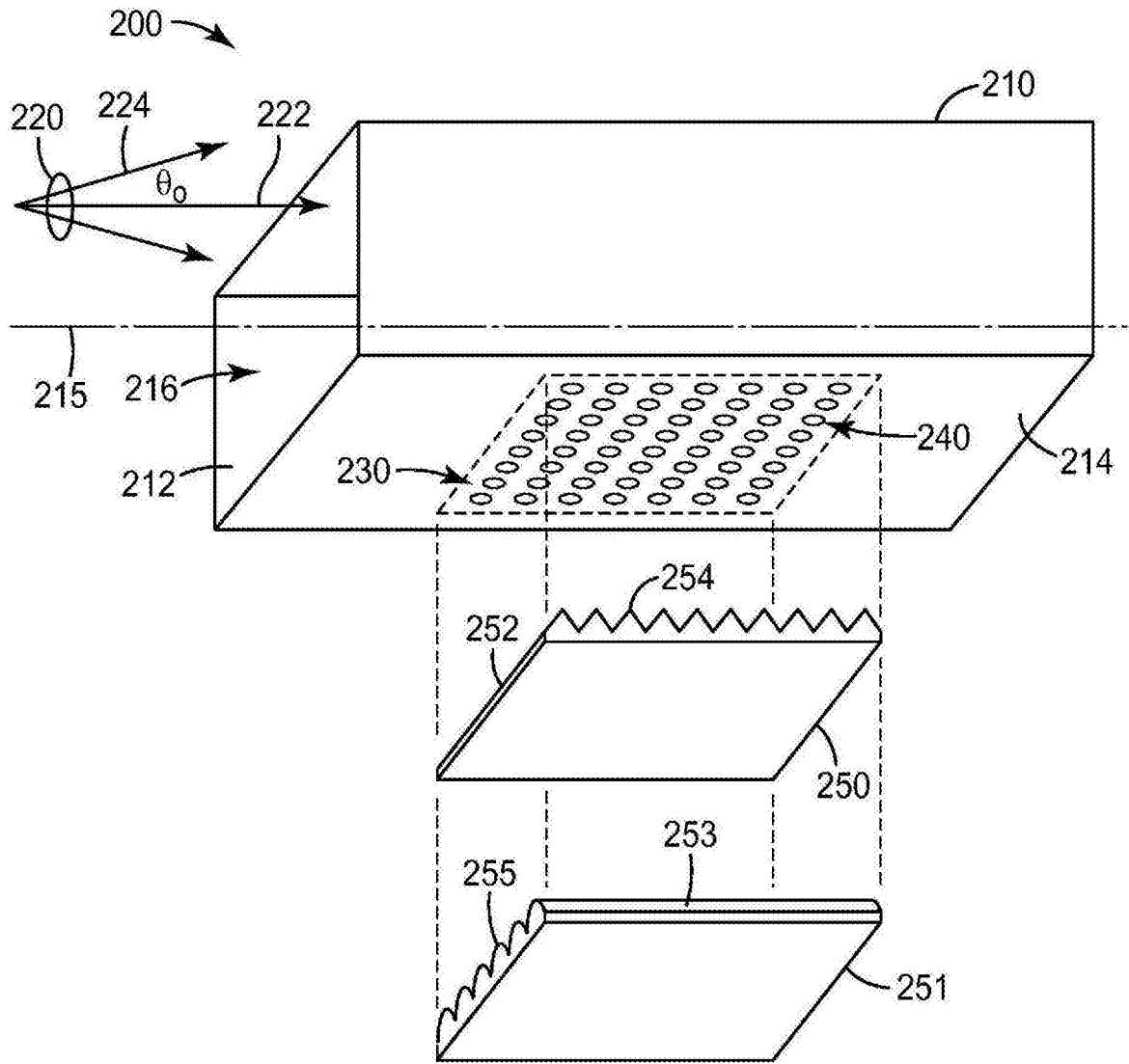


图2A

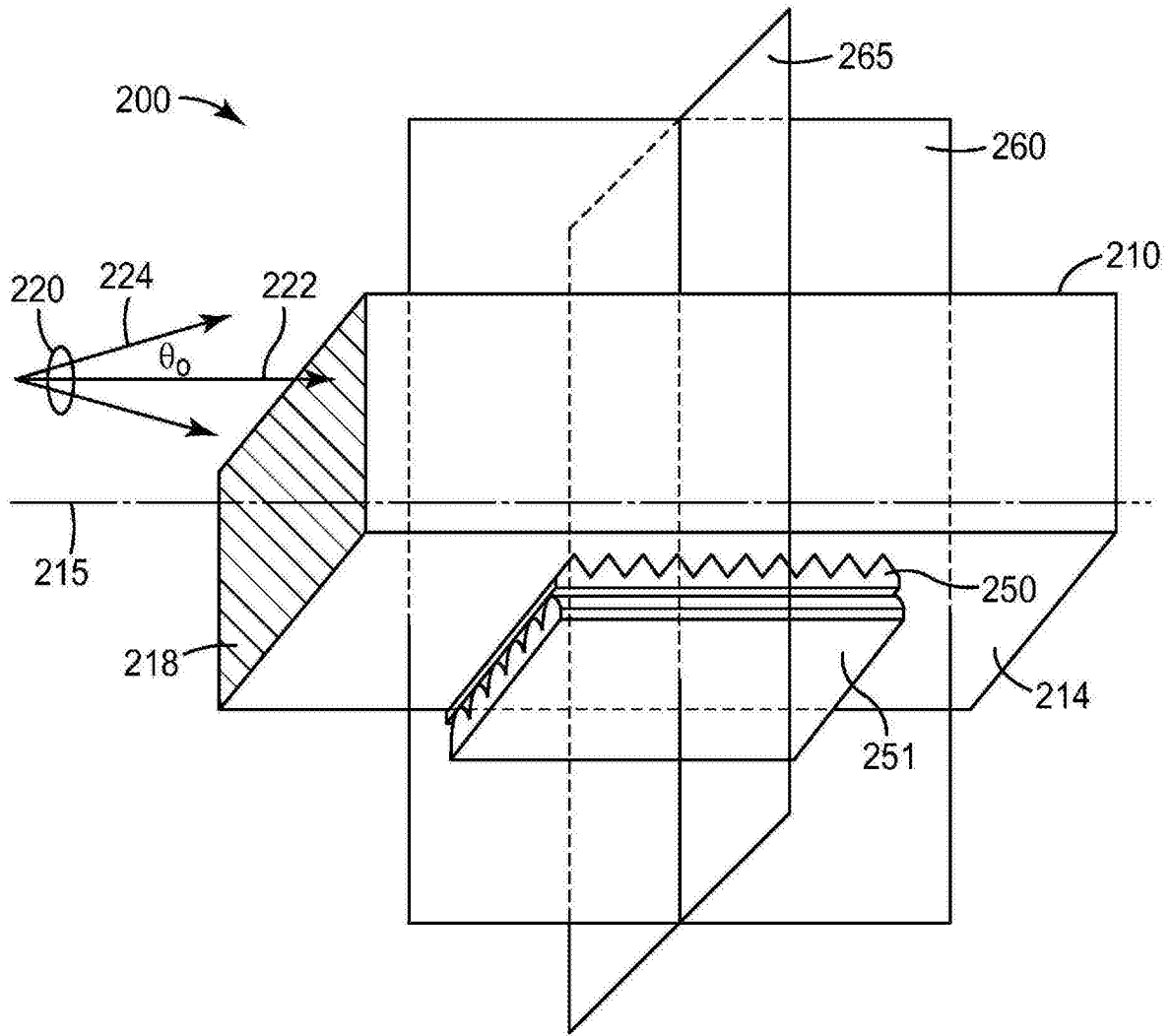


图2B

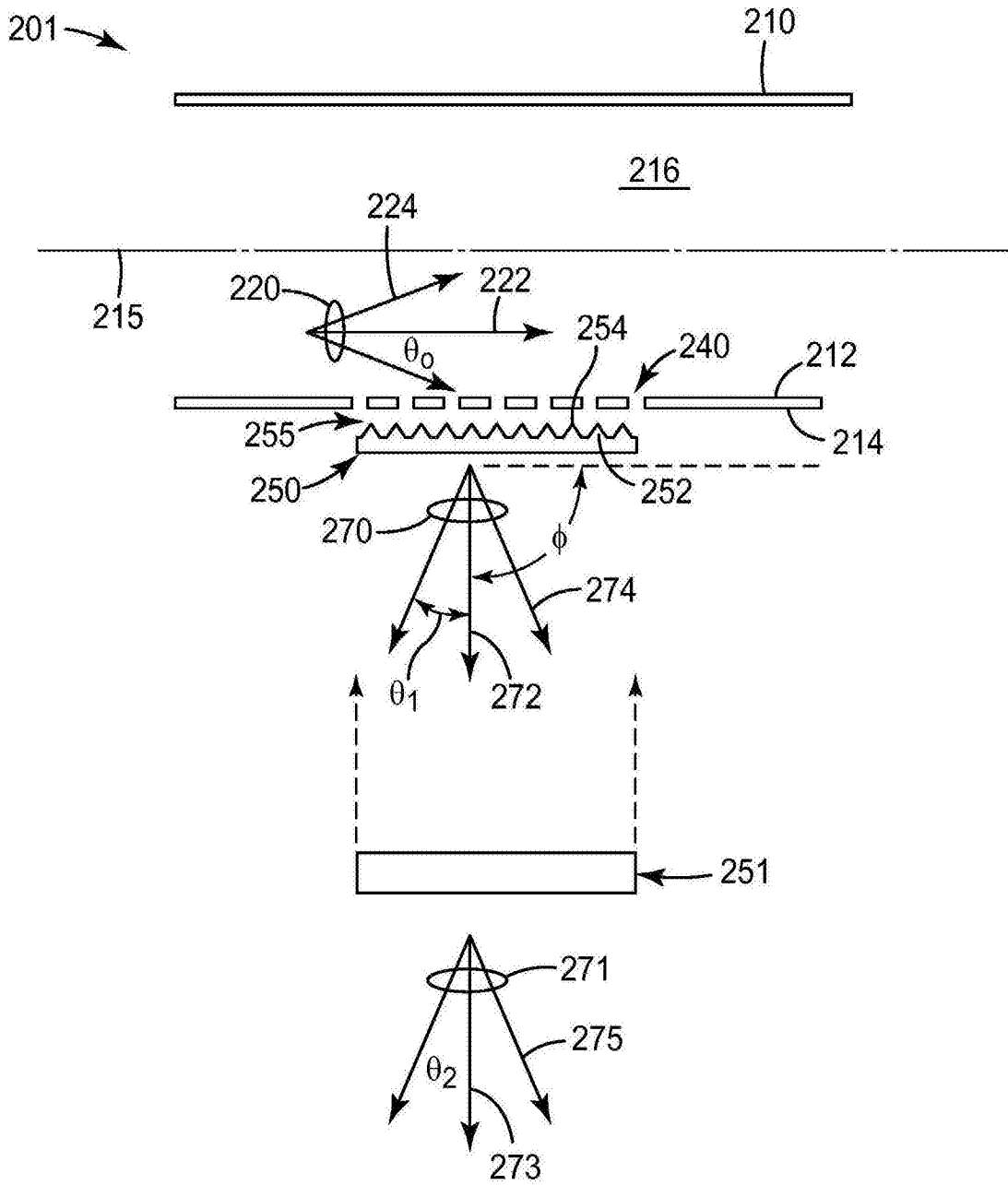


图2C

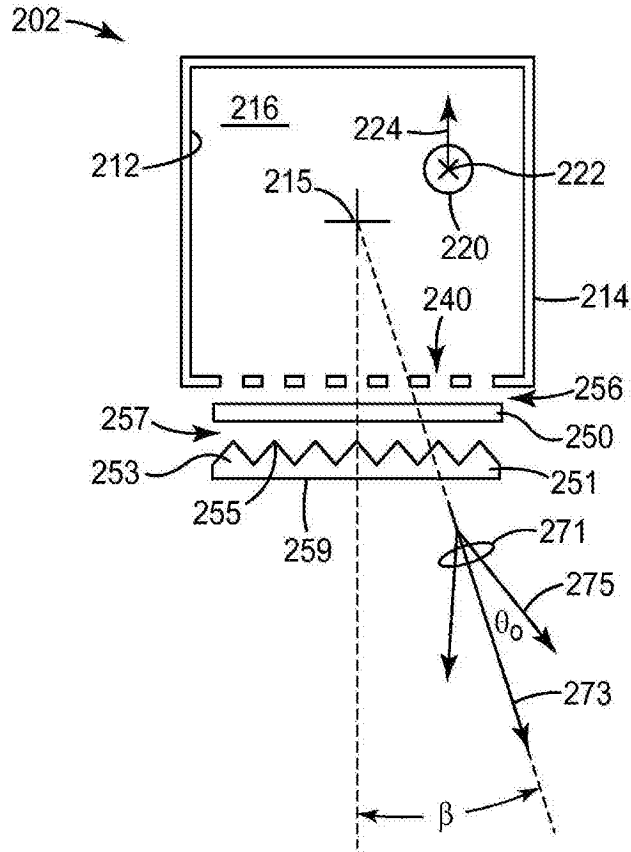


图2D

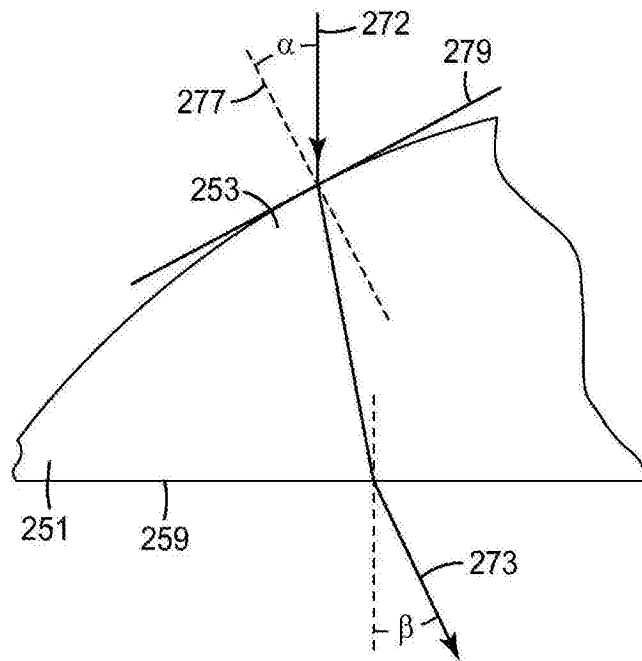


图2E

302 →

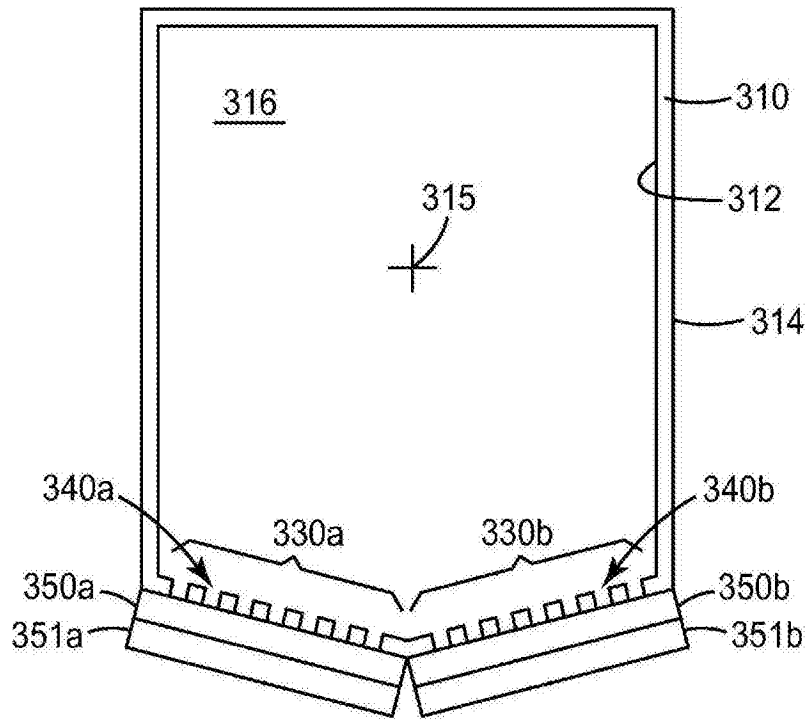


图3

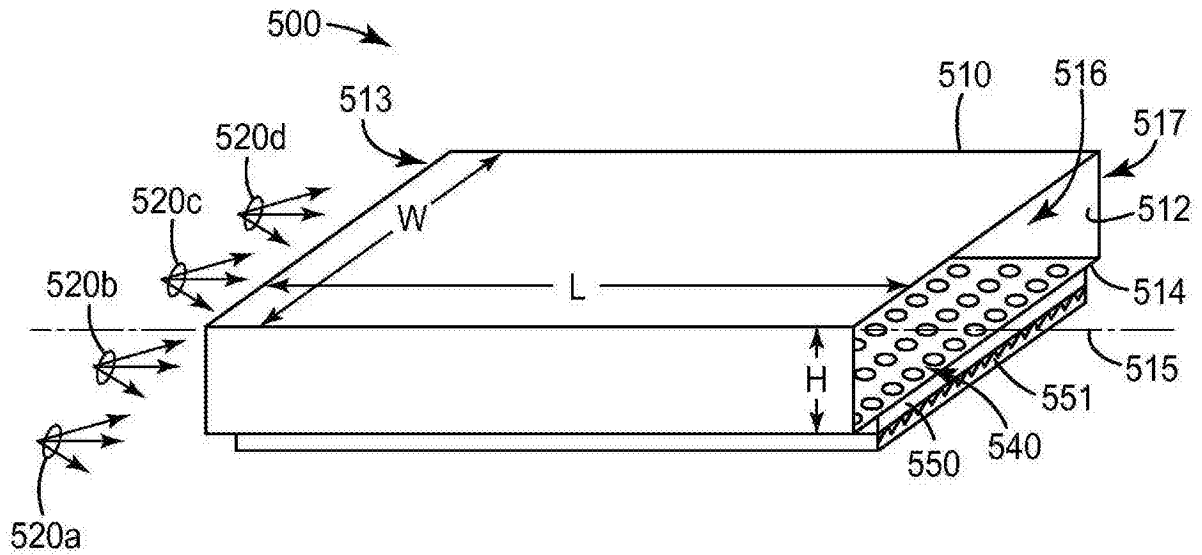


图5

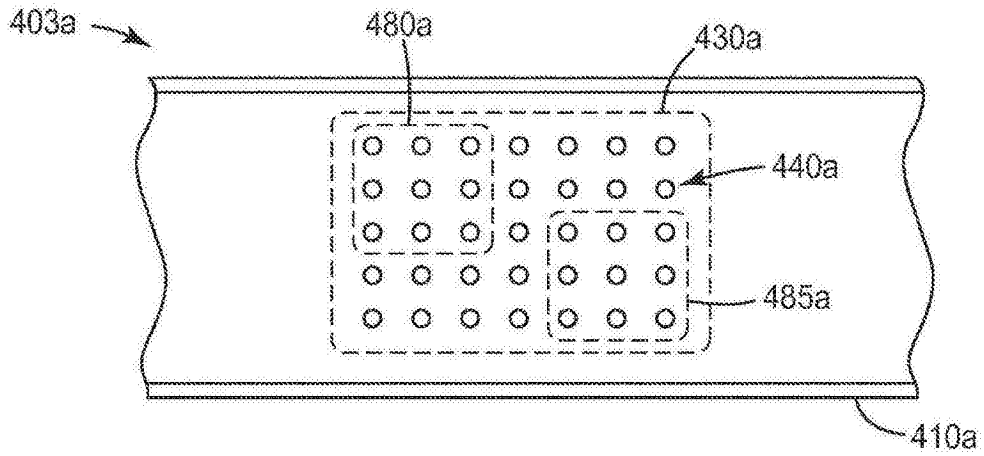


图4A

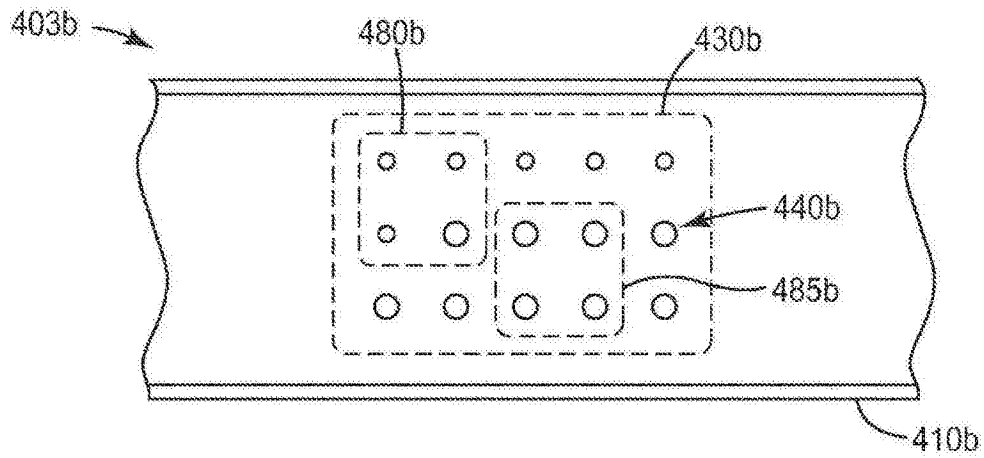


图4B

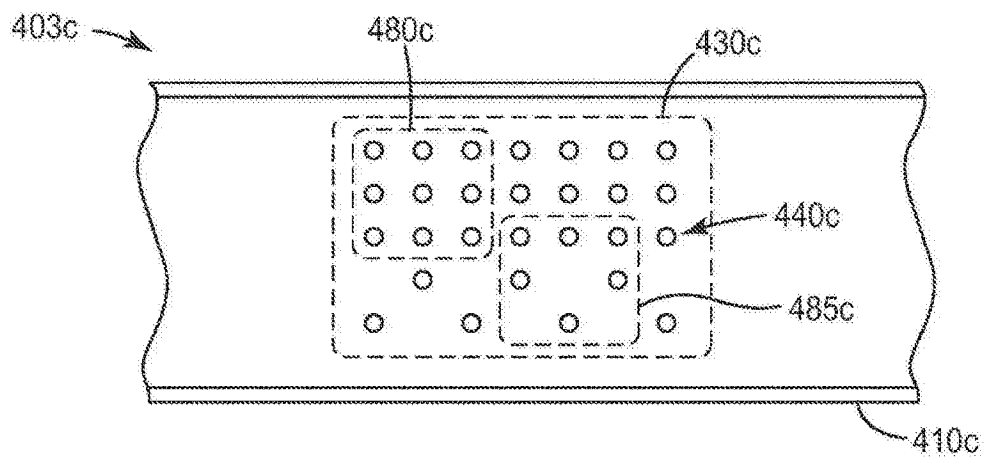


图4C