



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105556374 B

(45)授权公告日 2019.03.08

(21)申请号 201480046307.3

(22)申请日 2014.08.22

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105556374 A

(43)申请公布日 2016.05.04

(30)优先权数据

13181278.6 2013.08.22 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.02.19

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2014/067882 2014.08.22

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/025028 EN 2015.02.26

(73)专利权人 飞利浦照明控股有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬市

(72)发明人 O·德洛斯

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 郑立柱 郑振

(51)Int.Cl.

G02B 27/09(2006.01)

G02B 19/00(2006.01)

(56)对比文件

DE 102008036845 A1,2010.02.18,

CN 201796189 U,2011.04.13,

CN 202791801 U,2013.03.13,

US 6755556 B2,2004.06.29,

O.DROSS 等.《Köhler integrators

embedded into illumination optics add

functionality》.《PROCEEDINGS OF SPIE》

.2008,第7103卷第7103G页.

审查员 李妍

权利要求书2页 说明书7页 附图5页

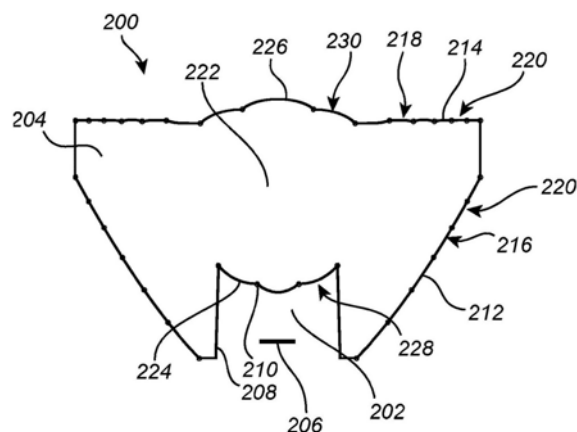
(54)发明名称

用于产生均匀照明的光学系统

(57)摘要

一种用于对目标产生均匀照明的光学系统,包括透镜主体(204),形成在所述透镜主体(204)的底部侧上的其中心区域处的凹部(202),用以容纳布置在积分区(206)中的光源,该凹部(202)具有侧进入表面(208)和中心进入表面(210),提供在所述透镜主体(204)的侧表面处的全内反射表面(212),其中所述全内反射表面(212)包括多个第一小透镜(216);并且在所述透镜主体(204)的顶部侧提供出射表面(214),所述出射表面(214)包括多个第二小透镜(218),其中所述第一小透镜(216)中的每一个与所述第二小透镜(218)中的每一个形成配对(220),其中所述配对(220)中的第一小透镜(216)将来自所述积分区(206)的光聚焦在所述配对(220)中的第二小透镜(218)上,并且其中所述配对(220)中的第二小透镜(218)将目标聚焦在所述配对(220)中的所

述第一小透镜(216)上,使得所述透镜(200)对目标产生了均匀的照明。



1. 一种用于对目标产生均匀照明的光学系统,所述光学系统包括:

主体 (204);

形成在所述主体 (204) 的底部侧上在所述底部侧的中心区域处的凹部 (202),用以容纳布置在积分区 (206) 中的光源,所述凹部 (202) 具有侧进入表面 (208) 和中心进入表面 (210);

提供在所述主体 (204) 的侧表面处的全内反射表面 (212),其中所述全内反射表面 (212) 包括多个第一小透镜 (216);以及

提供在所述主体 (204) 的顶部侧处的出射表面 (214),所述出射表面 (214) 包括多个第二小透镜 (218),

其中所述第一小透镜 (216) 中的每一个与所述第二小透镜 (218) 中的每一个形成配对 (220),

其中所述配对 (220) 中的所述第一小透镜 (216) 将来自所述积分区 (206) 的光聚焦在所述配对 (220) 中的所述第二小透镜 (218) 上,

其中所述配对 (220) 中的所述第二小透镜 (218) 将所述目标聚焦在所述配对 (220) 中的所述第一小透镜 (216) 上,使得所述光学系统 (200) 对所述目标产生均匀照明,以及

其中每个第一小透镜 (216) 具有广义的笛卡尔卵圆的自由形态的形状,其被布置为将起源于所述积分区 (206) 的中心并且在所述侧进入表面 (208) 处折射的波前和起源于相对应的所述第二小透镜 (218) 的中心的波前进行耦合。

2. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述全内反射表面 (212) 包括非球旋转表面。

3. 根据权利要求1或2所述的光学系统,其中所述出射表面 (214) 从包括平坦表面、倾斜表面和非球旋转表面的几何形状群组中选择。

4. 根据权利要求1至2中任一项所述的光学系统,进一步包括中心透镜 (222),所述中心透镜 (222) 包括:

布置在所述凹部 (202) 的所述中心进入表面 (210) 处的中心透镜进入表面 (224),其中所述中心透镜进入表面 (224) 包括多个第三小透镜 (228);

以及布置在所述光学系统 (200) 的所述出射表面 (214) 上中心处的中心透镜出射表面 (226),其中所述中心透镜出射表面 (226) 包括多个第四小透镜 (230),

其中所述第三小透镜 (228) 中的每一个与所述第四小透镜 (230) 中的每一个形成配对,

其中所述配对中的所述第三小透镜 (228) 将来自所述积分区 (206) 的光聚焦在所述配对中的所述第四小透镜 (230) 上,并且

其中所述配对中的所述第四小透镜 (230) 将所述目标聚焦在所述配对中的所述第三小透镜 (228) 上,

使得所述光学系统 (200) 对所述目标产生均匀照明。

5. 根据权利要求4所述的光学系统,其中所述多个第三小透镜 (228) 中的每一个为具有非球面轮廓的旋转对称形状的表面的离轴区段。

6. 根据权利要求4所述的光学系统,其中所述第二小透镜 (218) 和所述第四小透镜 (230) 中的每一个在将光投射到无穷远时具有旋转对称性,所述旋转对称性具有椭圆形轮廓以聚焦光学介质内的点来成为平行光束。

7. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述自由形态的形状由球面、椭球表面或由两

个交叉球面部分所描述的圆环表面来逼近。

8. 根据权利要求1、2、5、6和7中任一项所述的光学系统,其中所述积分区(206)被布置在所述光学系统(200)的所述凹部(202)中。

9. 根据权利要求1、2、5、6和7中任一项所述的光学系统,其中所述积分区(206)为平坦的、碟状或者球状体。

10. 一种照明设备,包括根据权利要求1到9中任一项的光学系统(200)以及光源。

11. 根据权利要求10所述的照明设备,其中所述光源为固态光源。

12. 根据权利要求11所述的照明设备,其中所述固态光源是具有红色、绿色、蓝色、白色中的一个或多个颜色的单芯片或多芯片封装,或者单独包装的LED阵列。

## 用于产生均匀照明的光学系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种光学系统并且特别地涉及一种用于在对目标产生均匀照明的光学透镜。

### 背景技术

[0002] 为了提供有效的照明,控制光的聚焦和分布的能力很关键。许多光学系统采用一个或多个光学元件来达到希望的光分布和/或希望的照明均匀度。取决于情形和要求,采用了各种光源,包括白炽灯、荧光灯和基于固态的光源。光学系统的设计典型地依赖于所使用的光源而变化。然而,在针对所使用的光源的强度和/或颜色的空间和/或强度变化进行补偿时存在问题,当产生均匀照明时这是很关键的。当例如使用形式为标准全内反射(TIR)准直器的光学系统时所遇到的典型的问题有1)光源颜色随角度的变化,导致了在远场中不同离轴角度上的颜色;2)光源颜色随位置的变化,其同样导致了颜色假像;以及3)当使用在其间具有黑暗区域(即,不产生光的区域)的光源的阵列时在准直器强度上的强烈的不均匀度。

[0003] 消减这些问题的一个方法是利用在全内反射(TIR)准直器的出射表面上使用了漫射元件或切面(facet)的用以分散并且再分布或者混合光的技术。例如US 2013/0058103公开了一种准直器(或者如在US 2013/0058103中被称为透镜),其包括:透镜体;提供在透镜体的外侧上的全反射表面,该反射表面的形式为鳞片状的多面体;形成在透镜体的底部侧上的其中心区域处的用于容纳LED的凹部,该凹部具有侧表面以及中心表面;在凹部的中心表面处形成的微透镜阵列;以及提供在透镜体的顶部侧处的发光表面;其中由透镜形成了基本上均匀的圆形光斑。

[0004] 然而,采用US 2013/0058103的准直镜来缓解上面所提及的所有问题是具有挑战的,尤其是当光源在亮度随位置变化强烈时。切面和漫射元件必须相应地被凸显出来以对光进行混合从而使得与光源的不匀质性有关的效应得以被抹掉。结果是可以提供一种均匀的照明,但是同时离开光学系统的光的光束角度增加,其阻碍了光的准直并且降低了光分布的控制。

[0005] 因此存在对于寻找到提供更佳的照明均匀度和光分布控制的光学系统的需要。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于解决或至少部分减少上面所讨论的问题。

[0007] 特别地,根据本发明的第一方面提供一种用于对目标产生均匀照明的光学系统,所述光学系统包括主体,形成在主体的底部侧上的其中心区域处的凹部,用以容纳布置在积分区中的光源,该凹部具有侧进入表面和中心进入表面,提供在主体的侧表面处的全内反射表面,其中全内反射表面包括多个第一小透镜,并且在主体的顶部侧提供出射表面,该出射表面包括多个第二小透镜,其中第一小透镜中的每一个与第二小透镜中的每一个形成配对,其中配对中的第一小透镜将来自积分区的光聚焦在配对中的第二小透镜上,并且其

中配对中的第二小透镜将目标聚焦在配对中的第一小透镜上,因此光学系统对目标产生了均匀的照明。

[0008] 用语“积分区”(integration zone)应当被解释为一个区域或者容积,其相对于光学系统而布置,这样来自于积分区内部的基本上每个点的光照亮整个目标。应当注意到如果积分区比光源大,光源可以在积分区内部移动而基本上不会影响到系统的性能,其将有助于缓解光学组件的放置容差。

[0009] “小透镜”在本申请中应当被理解为具有典型地为光学系统的主体直径的 $1/100$ 到 $1/5$ 的直径的小光学透镜并且可以为透镜阵列的部分。每个小透镜可以具有相同或者不同的焦距。小透镜可以进一步布置在平坦的、弯曲的或者自由形状表面上,如下面将描述的。

[0010] 本发明基于这样一种洞见,即如果光学系统的积分区中的光源或者光源影像的每个点对整个目标进行照明,则在积分区内的辐照度变化针对目标的照明的均匀度仅具有有限的影响。然而,这不能使用单一的元件来实现,这种单一的元件例如为透镜或者反射镜,用以对由光源产生的光收集为可以在照明中看见的光谱或强度变化。根据本发明的主题,提供小透镜阵列来代替使用聚焦在彼此之上的单一透镜配对。在全反射表面上使用多个第一小透镜以及在出射表面处使用多个第二小透镜获得了所希望的效果。因此本发明的优势在于即使在积分区内的光源为非均匀,也能提供均匀的光。因此,用于产生均匀照明的光源例如由一个或多个具有不同颜色的光源构成,或者由具有产生较少或没有光发射的区域的光源阵列构成,只要在积分区内发光。

[0011] 传统的光源基本上在所有方向上发射光,其导致了固有损失以及降低的照明性能。大部分的固态光源,例如发光二极管其本质上是仅发射光进入一个半球内的朗伯(Lambertian)光源。在大多数情况下,LED光束角度在没有引入一些次级光学元件从而将发射角度引入可接受数值的情况下对于用于照明目的来说过于宽泛。

[0012] 因此,根据本发明提供了一种光学系统,针对其在主体的侧表面处布置了全反射表面使得照明的效率得到改善。

[0013] 用语“全反射表面”应当被解释为在该处可以发生全反射(TIR)的表面。TIR是当光射线以相对于边界表面的法线的大于临界角度的角度到达第一介质和第二介质之间的边界处时发生的光学效应。为了发生TIR,即为了光射线在边界处全部反射从而没有光穿越边界而进行传播并且基本上所有的光在边界处被反射,需要第一介质的折射率大于第二介质的折射率。

[0014] 在业已设计的光学系统的表面上添加小透镜可以进一步改善光学系统性能,而保持其初始功能。另一个优势在于没有附加的光学元件被添加。因此从透镜输出的光可以就其强度和光束准直性而言变得更为有效并且进一步较少依赖于光源的特性。

[0015] 利用TIR的光学系统可以因此被视为所形成的准直器从而使得光学系统对来自积分区的光进行准直并且将光束发送出光学系统。典型的基于TIR的光学系统具有基本上为锥形的形式,其具有其中可以放置光源的空腔或者凹部,正如底下将描述的。

[0016] 通过进一步形成小透镜配对从而使得第一小透镜的每一个与第二小透镜的每一个形成配对,小透镜可以被布置为使得配对的第一小透镜将来自积分区的光聚焦在配对的第二小透镜上,并且其中配对的第二小透镜将目标聚焦在配对的第一小透镜上。换句话说,

在小透镜的每个配对中的小透镜形成使得每个第一小透镜将光源成像在第二小透镜上，而同时第二小透镜将第一小透镜成像在目标上。由于光源像，即光源没有投射在目标上，照明不均匀性和光源在积分区内的错位将不会影响目标照明。因此这种布置可以提供改善的照明均匀性并且由于没有如在现有技术解决方案中所通常使用地使用遮蔽或漫射器，可以同时获得高照明效率和紧凑性。

[0017] 根据本发明的实施例，全内反射表面由非球旋转表面构成。其具有优势指出在于其提供了在光学系统内的旋转对称，这导致了最大旋转对称照明。

[0018] 出射表面可以从包括平坦表面、倾斜表面和非球旋转表面的几何形状群组中选择，这允许了目标照明区域的几何形状的设计，其中光学设计可以被调整为改善紧凑性或者影响基本准直特性。

[0019] 光学系统可以进一步包括中心透镜，其包括布置在凹部的中心进入表面处的中心透镜进入表面，其中中心透镜进入表面包括多个第三小透镜，并且中心透镜出射表面呈中心地布置在透镜的出射表面上，其中中心透镜出射表面包括多个第四小透镜，其中第三小透镜的每一个与第四小透镜的每一个形成配对，其中配对中的第三小透镜将来自积分区的光聚焦在配对中的第四小透镜上，并且其中配对中的第四小透镜将目标聚焦在配对中的第三小透镜上，因此透镜产生对目标的均匀照明。进入光学系统的中心区域的光可以由此被有效地利用于提供对目标照明的增加的均匀性。

[0020] 根据本发明的实施例，多个第三小透镜中的每一个为具有非球面轮廓的旋转对称形状的表面的离轴区段。将小透镜叠加在非线性表面上的优势在于初始的TIR准直器尺度得以保持。

[0021] 根据另一个实施例，第二小透镜和第四小透镜中的每一个在将光投射到无穷远时具有围绕通过相对应的第一小透镜或第三小透镜的中心的轴的旋转对称性，其带有椭圆形轮廓以聚焦光学介质内的点成为平行光束。

[0022] 第三小透镜在将来自光源的光投射到第四小透镜上时具有围绕通过相对应的第四小透镜的中心的轴的旋转对称性，其具有非球笛卡尔卵圆 (Cartesian oval) 轮廓从而聚焦光源内的点到第四小透镜的中心上。

[0023] 所有的轮廓在许多实践的例子中可以由球面轮廓来逼近。

[0024] 因此，作为特殊的例子，第二小透镜和第四小透镜具有带有球面轮廓的旋转对称性。

[0025] 因此有可能获得改善的均匀照明以及对离开光学系统的光的准直性的控制。

[0026] 每个第一小透镜可以具有广义的笛卡尔卵圆的自由形态的形状，从而将起源于积分区的中心并且在侧进入表面处折射的波前和起源于相对应的第二小透镜的中心的球面波前相耦合。

[0027] 用语“自由形态的形状”应当被解释为任何不具有线性轴或旋转对称性或者围绕任何不是其对称轴的轴进行旋转的对称表面的形状。当设计光学元件时这些表面提供了附加的自由度。

[0028] 自由形态的形状可以由球面、椭球表面或由两个交叉球面部分所描述的圆环 (toroid) 表面来逼近。这在一些实施例中可能具有优势，在于其简化了光学系统的设计和制造。

[0029] 用语“笛卡尔卵圆”应当被理解为使得两个规定的波前之间的光学路径长度恒定的光学表面。在这个上下文中，笛卡尔卵圆问题在于寻找到将两个球面波前进行耦合的光学表面（折射或反射）。如果不要要求波前为球面，这个问题则被命名为广义笛卡尔卵圆问题。确定广义笛卡尔的问题可以通过要求入射波前和出射波前之间恒定的路径长度来解决。

[0030] 根据实施例，积分区可以布置在光学系统的凹部中。其优势在于由于光学系统可以轻易地定位在光源上方因此有助于光学系统和光源的简易装配。

[0031] 积分区可以是平坦的、碟状或者球状体，形状取决于光源的尺度的几何形状以及放置容差。

[0032] 根据本发明的另一个实施例，提供了一种照明设备，其中该照明设备包括光学系统和光源。这允许了照明设备用于照明应用的简易实施。

[0033] 光源可以是固态光源，因为其如上面所讨论地，可以提供更为有效的光源。使用固态光源的进一步的优势在于其可以具有较之传统光源而言更小的尺度。

[0034] 固态光源可以是具有红色、绿色、蓝色、白色或任何其他颜色中的一个或多个颜色的单芯片或多芯片封装，或者单独包装的LED阵列。这些光源已知为高度有效并且不同的颜色可以用来提供例如白色光。通过这些光源与根据本发明的光学系统相合并，就有可能提供均匀的照明，尽管在这些光源的辐照度中可能存在空间变化。因此在设计对目标的有效且均匀照明时提供了更大的自由度。

## 附图说明

[0035] 下面参照示出了本发明的实施例的附图对本发明的这些以及其他方面进行详细描述。如附图中所描述的，层和区域的尺寸出于描述目的而被夸大并且由此被提供用于描述本发明实施例的大致结构。贯穿全文的相同的参考标号指代相同的元件。

[0036] 图1描述了Koehler集成小透镜阵列的工作。

[0037] 图2为根据本发明实施例的光学系统的示意图。

[0038] 图3为根据本发明实施例的光学系统的示意图。

[0039] 图4为根据本发明实施例的光学系统的示意图。

[0040] 图5示出了用于根据图4的光学系统的计算机仿真。

## 具体实施方式

[0041] 现在将在下文参照附图对本发明进行更为全面地描述，在附图中示出了本发明的当前优选实施例。然而，本发明可以实施为许多不同的形式并且不应当被解释为限于这里所列举出的实施例，相反，出于彻底性和完整性而提供这些实施例，其将本发明的范围充分地传达给本领域的技术人员。

[0042] 用于介绍性的解释，图1示出了基本积分器100的横截面，基本积分器100包括前小透镜阵列102和相同但相反定位的后阵列104，它们由与其焦距相等的距离分隔开。假设像差微弱，所有以相对垂直方向为半角106而入射在阵列104上的光线理想地与所有在等于角度106的半角108之内离开阵列102的光线相耦合。这个角度106（以及108）由远光源（未示出）的半角尺寸给出。

[0043] 图1还示出了与积分器100相同的110，但是其具有倾斜的入射平行光线扇区。将平

行光线扇区112的入射角从法线入射修改到角度106并不会影响出射光线的远场。仅仅是发射点114偏移。

[0044] 这样光学积分器具有产生这样的强度图案的属性,该强度图案对于点光源(例如,在图1中产生平行光线的遥远的一个)或者更为普遍地对于在角度接受内的扩展光源(在图1中,任何具有在最大接受角度106之内的非零角度程度的光线束)的横向源位置误差极不敏感。对于包含包括在正角度106和负角度106之间的光线的扩展的光源,积分器100既不准直光也不漫射光,因为在输出处的光束具有相同的角度展度。典型地这种积分器连同单独的准直或聚集光学器件一起使用。

[0045] 接下来,我们将讨论根据本发明的主题的形式为具有叠加的小透镜的全内反射(TIR)准直器的光学系统。图2图示了本发明的一个实施例,其即使在用于光生成的光源显示出空间强度和光谱变化的情况下也提供对目标照明的改善的均匀性和颜色混合。TIR准直器200,还称为准直透镜,利用了TIR现象的优势。当光线以大于临界角度 $\theta_{\text{critical}} = \arcsin(n_2/n_1)$ 的相对于边界表面法线的角度 $\theta$ 到达在具有折射率 $n_1$ 的第一介质和具有折射率 $n_2$ 的第二介质之间的边界时会发生TIR。以这种角度 $\theta$ ,光线在边界处全部被反射从而没有光将穿越边界而传播并且因此基本上所有的光在边界处被反射。因此在此无需反射器用于对光进行准直并且产生聚集的光束。

[0046] TIR准直器200具有基本上为锥形的形状,其具有约延伸通过主体204一半的凹部202。凹部202形成在主体204的底部侧上的中心区域处。TIR准直器200包括积分区206,其中布置有光源或光源影像。凹部202具有侧进入表面208和中心进入表面210。TIR表面212提供在主体204的侧表面处并且出射表面214提供在主体204的顶部侧处。TIR表面212包括多个第一小透镜216。出射表面214包括多个第二小透镜218。

[0047] 积分区206这样相对于主体204进行定位使得来自积分区206内的每个点的光照亮整个目标。应当注意到如果积分区206大于提供照明的光源(未示出),光源可以移动到积分区206内而不会影响到系统性能,其将有助于缓解光学组件的放置容差。凹部202进一步允许将TIR准直器200轻易地装配在诸如发光二极管(LED)的光源之上。

[0048] 根据这个实施例,TIR表面212为非球旋转表面。出射表面214在这个例子中为平坦的。将小透镜添加到业已设计好的光学透镜的表面上可以进一步改善光学系统的性能,而同时保有其初始的功能。另一个优势在于没有添加附加的光学元件以及因此的损耗。故而从准直器输出的光就强度和光束准直性而言更为有效并且进一步较少地依赖于光源的特性。这进一步具有优势之处在于其有助于具有圆形形状的均匀照明。本领域的技术人员认识到当需要时可以使用其他的诸如非球旋转或倾斜表面的表面,因为这增加设计从TIR准直器输出的光时的灵活性。

[0049] 接下来,我们参照图2和图3讨论根据本发明的主题分别提供在TIR表面212和出射表面214上的小透镜阵列216、218。第一小透镜216中的每一个进一步布置为使得其与第二小透镜218中的每一个形成配对220。

[0050] 与上面所讨论地使用仅仅数个光学元件相比较,当收集来自积分区206的光线时通过使用多个小透镜216、218而利用了小立体角度,其导致获得更为均匀的照射。通过进一步形成小透镜配对220,其中配对220中的第一小透镜216将来自积分区206的光聚焦在配对220中的第二小透镜218上,并且配对220中的第二小透镜218将目标(未示出)聚焦在配对



220中的第一小透镜216上,由TIR准直器200提供了对目标的均匀照明。用于产生均匀照明的光源可以因此例如由具有不同颜色的一个或多个光源构成,或者由具有产生较少或没有光发射的区域的阵列光源构成,只要在积分区内发射光。

[0051] TIR准直器200进一步包括中心透镜222,其包括布置在凹部202的中心进入表面210处的中心透镜进入表面224,以及中心地布置在主体204的出射表面214上的中心透镜出射表面226。进入主体204的中心区域的光通过这种布置还可以被用于对目标的均匀照明。

[0052] 与上面针对TIR表面212和出射表面214所讨论的相关联地,中心透镜进入表面224和中心透镜出射表面226分别进一步包括多个第三小透镜228和第四小透镜230。第三小透镜228中的每一个与第四小透镜230中的每一个形成配对,其中配对中的第三小透镜228将来自积分区206的光聚焦在配对中的第四小透镜230上,并且配对中的第四小透镜230将目标聚焦在配对中的第三小透镜228上,这样TIR准直器200产生了对目标的均匀照明。本实施例的优势与关于TIR表面212和出射表面214的小透镜的配对形成所描述的实施例的优势相同。

[0053] 根据本发明的一个实施例,小透镜可以具有广义的笛卡尔卵圆的自由形态的形状,其布置为将起源于积分区206的中心并且在侧进入表面208处折射的波前和起源于相对应的第二小透镜的中心的球面波前相耦合。自由形态的形状提供了设计光学元件时附加的自由度,因为相较于使用传统的旋转对称表面而言可以获得更小的系统尺寸。

[0054] 寻找具有上面给出的属性的小透镜表面的过程可以基于对提供以下表面的数值计算,该表面确保了针对所有包含在彼此耦合的两个波前中的光线的恒定路径长度。图4描述了本发明的一个实施例,其中TIR准直器200具有多个叠加的小透镜。应当注意到TIR准直器200上的各个小透镜的尺寸通过在出射表面上得到的积分区的像尺寸来设定。所示出的实施例具有包括在TIR表面和出射表面以及两个中心透镜表面中的小透镜。在出射表面上的小透镜的尺寸遵循积分区的程度:当在(中心透镜进入表面的)TIR表面上的小透镜的中心点上方追踪来自积分区的边沿的光线时,光线圆锥体在出射表面上标记出在出射表面上的小透镜所需要的尺寸从而确保所有的光被捕获。在TIR表面上的小透镜的尺寸通过同样的方法进行,但是代替开始于来自积分区的光线,而是开始于来自TIR准直器外部的光线。这足以构造如图3所示的一系列小透镜对并且接着在CAD程序中将它们布置成如图4所示的实体。这个实施例的优势在于虽然形状类似于标准TIR准直器,但是获得了就光束均匀性和颜色混合而言非常强的性能增强,而没有如例如US 2013/0058103所公开的常规切面一般严重地扩宽了光束。

[0055] 计算机仿真揭示了使用在图4中所公开的TIR准直器200的设计,即使在积分区内存在很强的辐照度的空间变化的情况下,也能提供对目标的均匀照明。图5描述了针对分别放置在积分区506内的两个不同位置502、504处的两个相同的方形光源(光源A和光源B)的光线追迹仿真结果。光源B定位在积分区506的中心502中,而光源A定位在积分区506的边沿504的附近。图5进一步示出了针对两个位置502、504的光线追迹仿真结果。从图中可以得出结论,即在远场的发光强度对于两个位置来说基本上相同。这些计算示出了即使在积分区506内存在显著的空间强度变化的情况下也能提供对目标照明的良好均匀性。

[0056] 本领域的技术人员认识到本发明绝不限于上面所描述的优选实施例。相反地,在权利要求的范围内有可能存在许多修改和变形。

[0057] 例如TIR准直器可以是任何透明材料的,诸如塑料、玻璃或例如蓝宝石的晶体材料。

[0058] 根据本发明的实施例,多个第三小透镜228中的每一个为非球面横截面的可旋转对称表面的区段。将小透镜叠加在非平坦表面上的优势在于降低了用于光准直的附加光学元件的需要。

[0059] 根据另一个实施例,第二小透镜218和第四小透镜230中的每一个在将光投射到无穷远时具有椭圆形轮廓的旋转对称性,从而使得点聚成平行光束。对于本领域的技术人员来说,清楚的是代替在远场中提供均匀强度,而是能够在近场提供相同的过程来提供均匀的照度。

[0060] 由于积分倾向于产生具有尖锐切断的光分布,如果希望更为平滑的光分布,则也可能将一些漫射属性包括到第二小透镜218表面和第四小透镜230表面。因此就有可能获得改善的均匀照明以及对离开TIR准直器200的光的准直性的控制。应当进一步注意到由于根据本发明的主题可以减少与光源或多个光源的非均匀有关的效应,根据本发明所提供的TIR准直器适于宽泛范围的光源或光源阵列。因此所提出的TIR准直器适于形成包括诸如中功率、多通道或间隔开RGB阵列的发光二极管(LED)的照明设备。本领域的技术人员理解这种光源可以用于聚光灯、MR16、GU10、AR111、零售照明、PAR灯或其他光源,针对该其他光源标准TIR准直器产生具有(在强度、颜色或者二者上的)非均匀性的光束图案,或者在该其他光源处,颜色以及或者位置和颜色随角度的混合为重要的。

[0061] 此外,在本领域的技术人员通过对附图、公开以及所附的权利要求进行研究从而实践要求保护的发明时,对于所公开的实施例的变形是可以被其所理解并实施的。在权利要求中,用词“包括”并不排除其他元素或步骤,并且不定冠词“一”、“一个”并不排除复数。在互相不同的从属权利要求中记载了特定措施这一单纯的事实并不指示着这些措施的合并不能被用来获取优势。

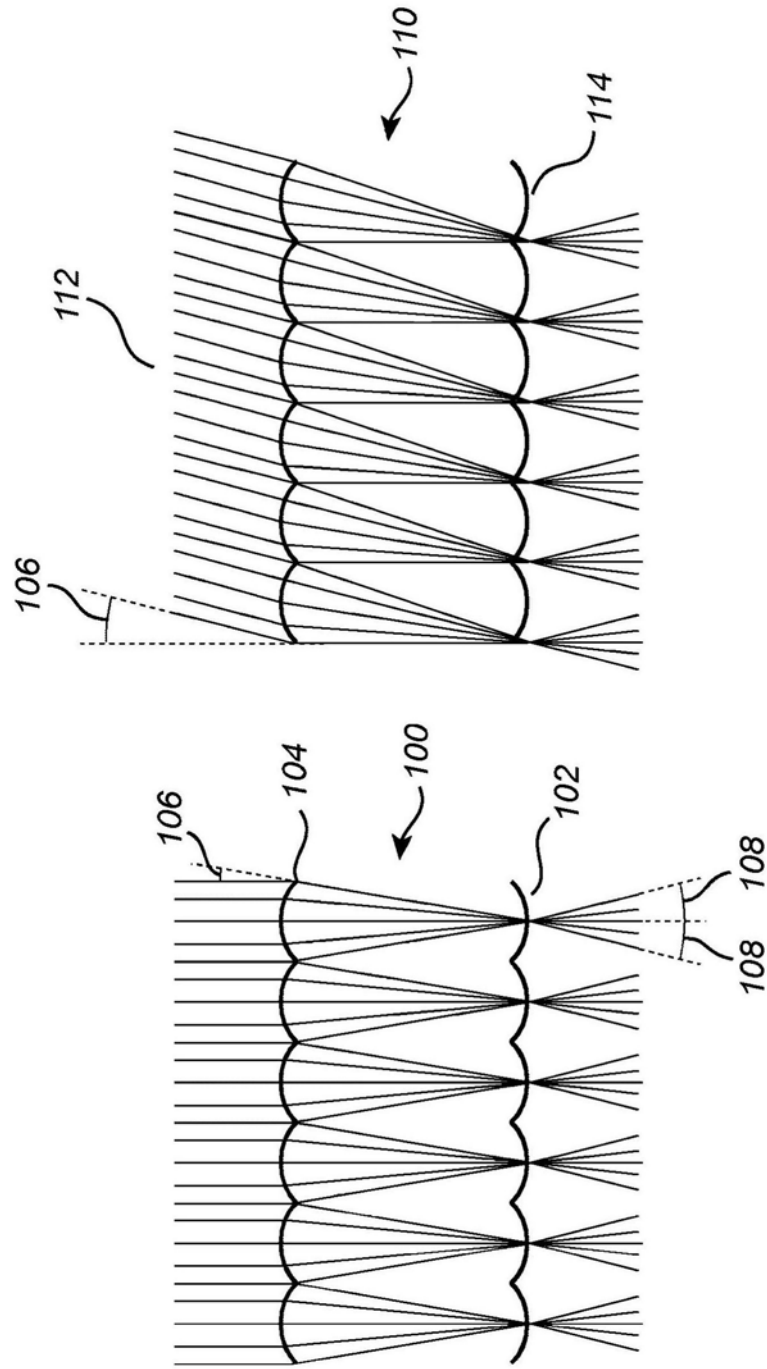


图1

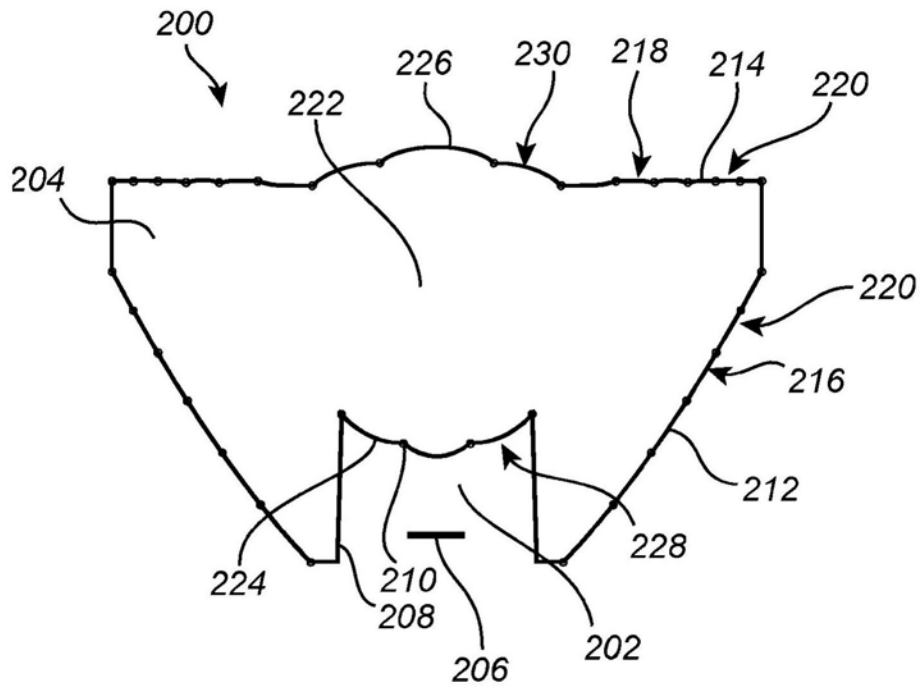


图2

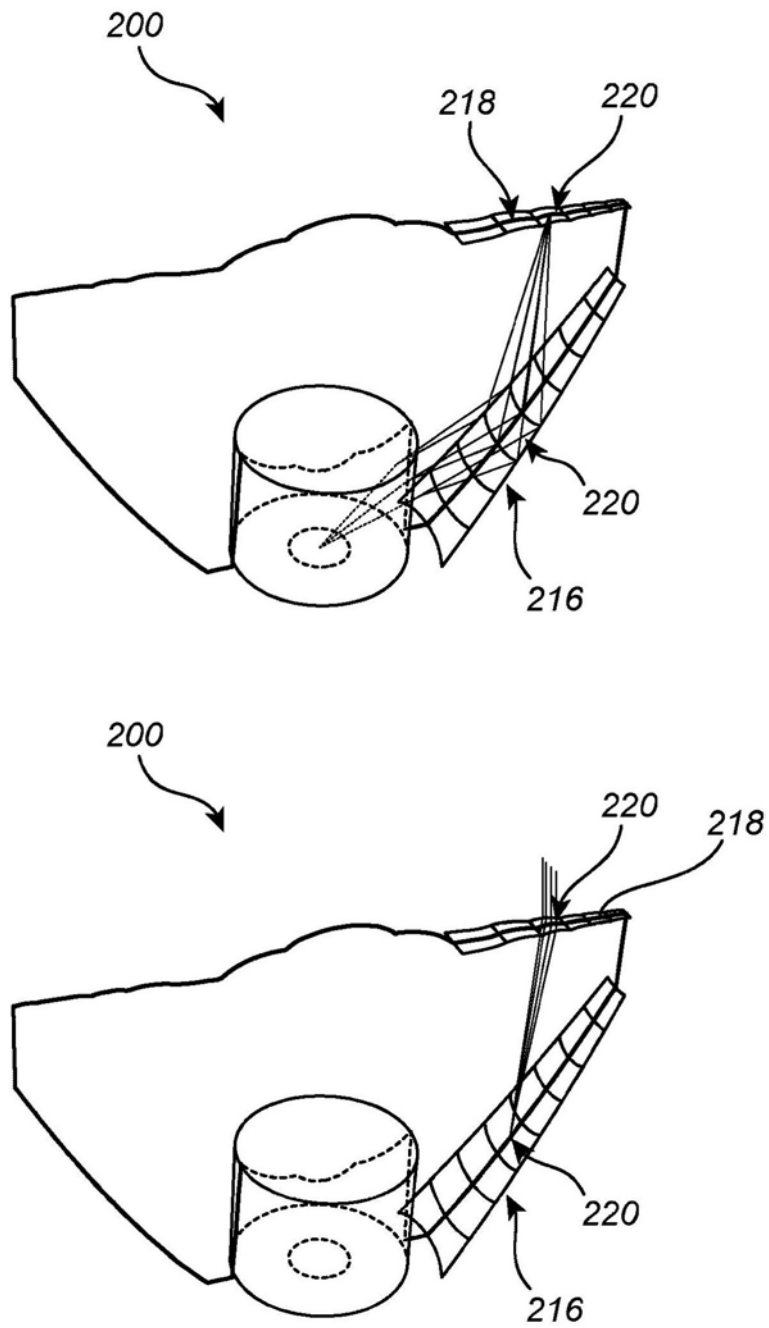


图3

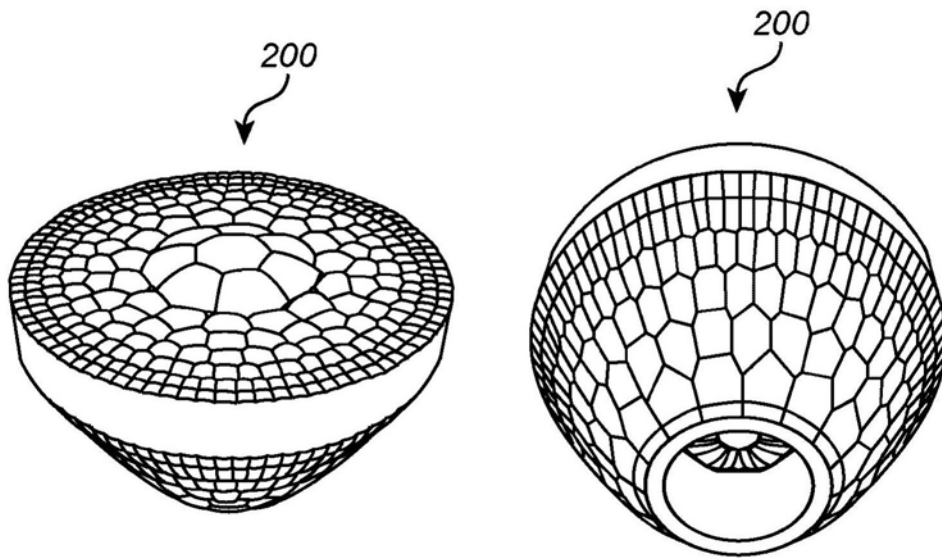


图4

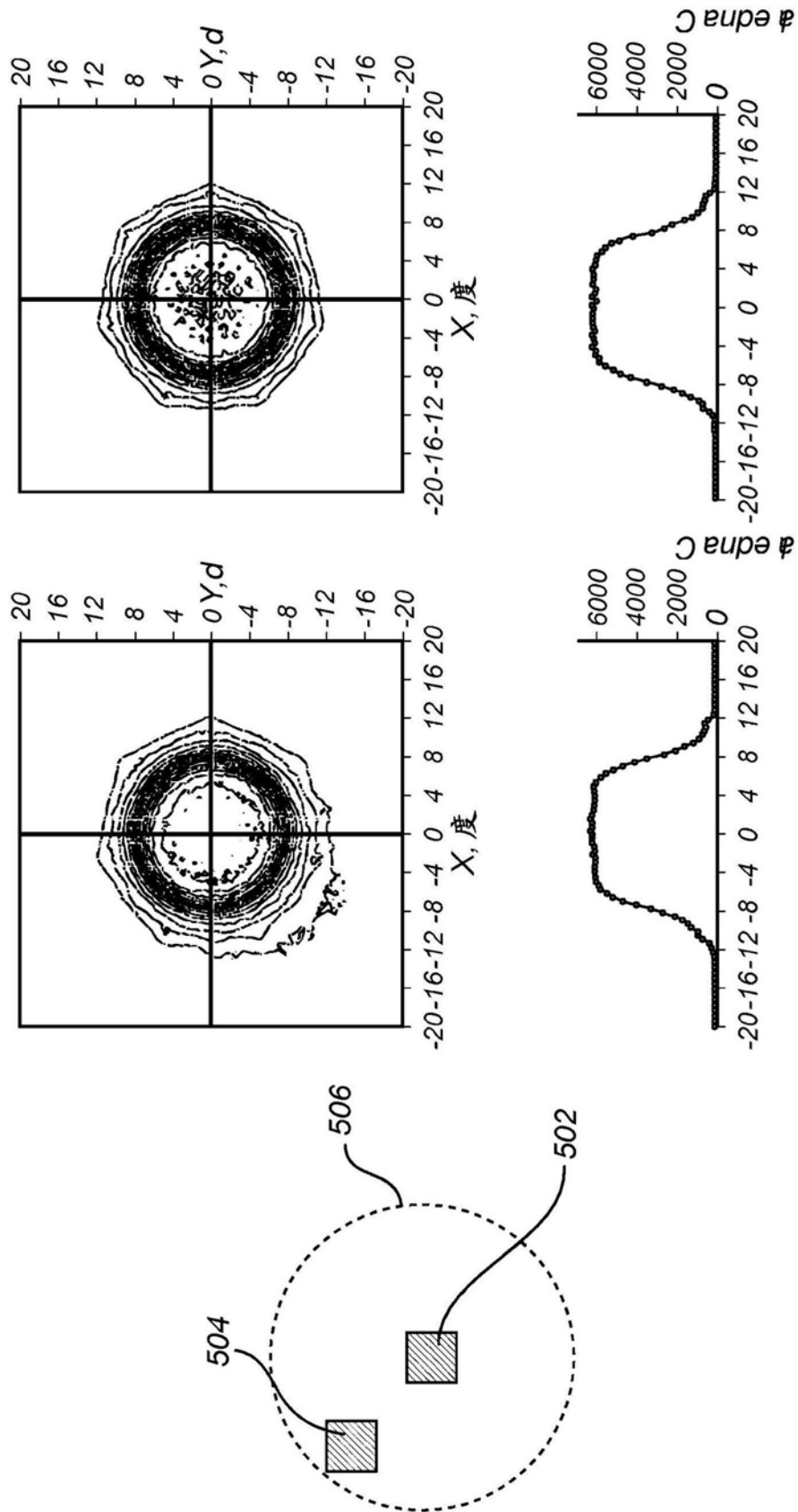


图5