



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110286437 A

(43)申请公布日 2019.09.27

(21)申请号 201910049598.6

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2014.09.17

G02B 6/00(2006.01)

(30)优先权数据

F21K 9/61(2016.01)

61/878,764 2013.09.17 US

F21S 8/02(2006.01)

F21V 7/00(2006.01)

(62)分案原申请数据

G02B 19/00(2006.01)

201480062567.X 2014.09.17

F21Y 101/00(2016.01)

(71)申请人 夸克星有限责任公司

F21Y 103/10(2016.01)

地址 美国内华达州

F21Y 115/10(2016.01)

(72)发明人 艾伦·布伦特·约克

路易斯·勒曼

费迪南德·斯基纳哥 威尔逊·多

汉斯·彼得·施托姆贝格

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 张焕生 戚传江

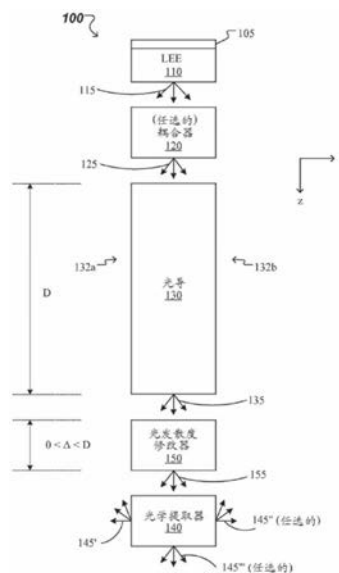
权利要求书2页 说明书18页 附图8页

(54)发明名称

照明装置

(57)摘要

照明装置,包括:发光元件(LEE);从第一端至第二端以向前方向延伸的光导,所述光导在第一端接收LEE光并引导光至第二端,使得在第一端接收的光的发散度和到达第二端的引导光的发散度基本上相同;在第二端光学耦合至光导以接收引导光的光发散度修改器,所述光发散度修改器修改引导光的发散度,使得由光发散度修改器提供的光具有不同于引导光的发散度的修改发散度;以及光学耦合至光发散度修改器的光学提取器,所述光学提取器将由光发散度修改器提供的光作为输出光以一个或多个输出角度范围输出至周围环境中。



1. 一种照明装置(100),其包括:

多个发光元件(110);

光导(130),该光导从该光导的第一端至该光导的第二端以向前方向延伸,所述光导设置成在所述第一端接收由所述发光元件发射的光并被配置成引导所述光至所述第二端,其中在所述第一端接收的所述光的发散度和到达所述第二端的被引导光的发散度基本上相同;

光发散度修改器(150),该光发散度修改器在所述第二端光学耦合至所述光导以接收所述被引导光,所述光发散度修改器被配置成修改所述被引导光的发散度,使得由所述光发散度修改器提供的光具有不同于所述被引导光的发散度的修改发散度;以及

光学提取器(140),该光学提取器光学耦合至所述光发散度修改器,该光学提取器被配置成把所述光发散度修改器提供的光作为输出光以一个或多个输出角度范围(145',145",145"')输出至周围环境中,

所述照明装置的特征在于所述光学提取器包括:

第一改向表面(242),该第一改向表面适于沿着第一方向反射所述光发散度修改器(150)提供的光的至少一部分,所述第一方向具有正交于所述向前方向的分量,和

第二改向表面(244),该第二改向表面适于沿着第二方向反射所述光发散度修改器(150)提供的光的至少一部分,所述第二方向具有正交于所述向前方向且反平行于所述第一方向的正交分量的分量,和

第一弯曲输出表面和/或第二弯曲输出表面(246,248),被设置在从所述第一改向表面和/或第二改向表面(242,244)反射的光的路径上,

其中,所述第一弯曲输出表面和/或所述第二弯曲输出表面(246,248)被配置成以一个或多个向后角度范围把入射其上的光发射至所述周围环境。

2. 根据权利要求1所述的照明装置,其中

所述光发散度修改器是锥形的,使得所述光发散度修改器的输入孔径比所述光发散度修改器的输出孔径更大,以及

在所述光发散度修改器的所述输出孔径提供至所述光学提取器的光的修改发散度比所述被引导光的发散度更大。

3. 根据权利要求1所述的照明装置,其中

所述光发散度修改器是扩口的,使得所述光发散度修改器的输入孔径比所述光发散度修改器的输出孔径更小,以及

在所述光发散度修改器的所述输出孔径提供至所述光学提取器的光的修改发散度比所述被引导光的发散度更小。

4. 根据权利要求2或3所述的照明装置,其中所述光发散度修改器包括一对相对的侧表面,所述一对相对的侧表面沿所述输入孔径和所述输出孔径之间的所述光发散度修改器的长度延伸。

5. 根据权利要求2或3所述的照明装置,其中所述光发散度修改器包括在所述输入孔径和所述输出孔径之间延伸的截头锥形表面。

6. 根据权利要求4所述的照明装置,其中所述光发散度修改器被配置成在所述相对的侧表面通过全内反射(TIR)以所述向前方向引导在所述输入孔径接收的光。

7. 根据权利要求1所述的照明装置,其中所述光发散度修改器包括沿所述光发散度修改器的长度延伸的3D光栅(350-f),所述3D光栅被配置成使得在所述光发散度修改器的所述输出孔径提供至所述光学提取器的所述光的所述修改发散度比所述被引导光的所述发散度更小,或者其中所述光发散度修改器包括沿所述光发散度修改器的长度延伸的3D光栅(350-f),所述3D光栅被配置成使得在所述光发散度修改器的所述输出孔径提供至所述光学提取器的光的修改发散度比所述被引导光的发散度更大。

8. 根据权利要求4所述的照明装置,其中所述光发散度修改器的长度是所述光导的长度的分数,其中所述分数在5%和50%之间。

9. 根据权利要求7所述的照明装置,其中所述光发散度修改器的长度是所述光导的长度的分数,其中所述分数在5%和50%之间。

10. 根据权利要求7所述的照明装置,其中所述3D光栅包括全息元件和光子晶体中的一种或多种。

11. 根据权利要求1所述的照明装置,其中所述光发散度修改器包括会聚透镜(350-c),该会聚透镜被配置成使得提供至所述光学提取器的所述光的所述修改发散度比所述被引导光的所述发散度更小,或其中所述光发散度修改器包括发散透镜(350-d),该发散透镜被配置成使得提供至所述光学提取器的光的修改发散度比所述被引导光的发散度更大。

12. 根据权利要求1所述的照明装置,其中所述光发散度修改器包括配置为2D光栅(350-g)的光学界面,所述2D光栅被配置成使得提供至所述光学提取器的光的修改发散度比所述被引导光的发散度更小。

13. 根据权利要求1所述的照明装置,其中所述光发散度修改器包括配置为2D光栅(350-g)的光学界面,所述2D光栅被配置成使得提供至所述光学提取器的光的修改发散度比所述被引导光的发散度更大。

14. 根据权利要求1所述的照明装置,还包括一个或多个光学耦合器(120),其中由所述发光元件提供的所述光具有第一发散度,所述光学耦合器被布置成接收由所述发光元件提供的光并把接收的光以第二发散度改向至所述光导的所述接收端,

所述光导(230)包括一对相对的侧表面(232a, a32b),以及

所述光导的数值孔径使得从所述光学耦合器接收的具有所述第二发散度的光可由所述光导引导通过TIR离开所述一对相对的侧表面。

15. 根据权利要求1所述的照明装置,其中所述发光元件是发射白光的LED。

16. 根据权利要求1所述的照明装置,其中该照明装置向着所述向前方向正交地延伸,其中所述发光元件向着所述向前方向正交地布置。

## 照明装置

[0001] 本申请是分案申请,其原案申请是申请号PCT/US2014/056132、申请日2014年9月17日的国际申请,中国国家阶段2016年5月16日提交,中国申请号为201480062567.X,发明名称为“具有光发散度修改器的光导照明装置”。

### 技术领域

[0002] 本公开涉及具有光导和光发散度修改器的组合的照明装置。

### 背景技术

[0003] 光源用于多种应用中,如提供一般照明和提供用于电子显示器(如, LCD)的光。在历史上,白炽光源已广泛用于一般照明目的。白炽光源通过加热灯丝导线至直到其发光的高温而产生光。灼热灯丝借助用惰性气体填充或抽真空的玻璃封装阻止免于在空气中氧化。白炽光源在许多应用中正在逐步由其它类型电灯取代,诸如荧光灯、紧凑型荧光灯(CFL)、冷阴极荧光灯(CCFL)、高强度放电灯和诸如发光二极管(LED)的固态光源。

### 发明内容

[0004] 本公开涉及包括光导和光发散度修改器的组合的照明装置。

[0005] 通常,本文描述的技术的革新方面可以在包括下列方面的一个或多个的照明装置中实现:

[0006] 在一个方面中,照明装置包括多个发光元件(LEE);从光导的第一端至光导的第二端以向前方向延伸的光导,所述光导设置成在第一端接收由LEE发射的光并经配置引导光至第二端,其中在第一端接收的光的发散度和到达第二端的引导光的发散度基本上相同;在第二端光学耦合至光导以接收引导光的光发散度修改器,所述光发散度修改器经配置修改引导光的发散度,使得由光发散度修改器提供的光具有不同于引导光的发散度的修改发散度;以及光学耦合至光发散度修改器的光学提取器,所述光学提取器经配置将由光发散度修改器提供的光作为输出光以一个或多个输出角度范围输出至周围环境中。

[0007] 前述和其它实施方案可以每个任选单独或组合地包括以下特征的一个或多个。在一些实施方式中,光发散度修改器可以是锥形的,使得光发散度修改器的输入孔径比光发散度修改器的输出孔径更大,并且在光发散度修改器的输出孔径提供至光学提取器的光的修改发散度比引导光的发散度更大。在其它实施方式中,光发散度修改器可以是扩口的,使得光发散度修改器的输入孔径比光发散度修改器的输出孔径更小,并且在光发散度修改器的输出孔径提供至光学提取器的光的修改发散度比引导光的发散度更小。在前述实施方式的任一个中,光发散度修改器可包括沿在输入孔径和输出孔径之间的光发散度修改器的长度延伸的一对相对的侧表面。在一些情况下,相对的侧表面中的至少一个是平面的。在一些其它情况下,两个相对的侧表面都是平面的。可替代地,光发散度修改器可包括在输入孔径和输出孔径之间延伸的截头锥形表面。

[0008] 在一些实施方式中,光发散度修改器经配置在相对的侧表面通过全内反射(TIR)

以向前方向引导在输入孔径接收的光。

[0009] 在一些实施方式中,光发散度修改器可以包括沿光发散度修改器的长度延伸的3D光栅,3D光栅经配置使得在光发散度修改器的输出孔径提供至光学提取器的光的修改发散度比引导光的发散度更小。在一些实施方式中,光发散度修改器可以包括沿光发散度修改器的长度延伸的3D光栅,3D光栅经配置使得在光发散度修改器的输出孔径提供至光学提取器的光的修改发散度比引导光的发散度更大。

[0010] 在前述实施方式的任一个中,光发散度修改器的长度是光导的长度的分数。例如,该分数在5%和50%之间。进一步,3D光栅可以包括全息元件和光子晶体中的一种或多种。

[0011] 在一些实施方式中,光发散度修改器包括经配置使得提供至光学提取器的光的修改发散度比引导光的发散度更小的会聚透镜。在其它实施方式中,光发散度修改器包括经配置使得提供至光学提取器的光的修改发散度比引导光的发散度更大的发散透镜。这里,与透镜相关联的折射率不同于与光导相关联的折射率及与光学提取器相关联的折射率。在一些情况下,透镜可以是菲涅耳透镜。

[0012] 在前述实施方式的任一个中,光导、光发散度修改器和光学提取器可以一体形成或粘合在一起。

[0013] 在一些实施方式中,光发散度修改器可包括配置为2D光栅的光学界面,2D光栅经配置使得提供至光学提取器的光的修改发散度比引导光的发散度更小。在一些实施方式中,光发散度修改器可包括配置为2D光栅的光学界面,2D光栅经配置使得提供至光学提取器的光的修改发散度比引导光的发散度更大。

[0014] 在一些实施方式中,光导可以经配置引导在第一端接收的光以向前方向通过全内反射(TIR)离开相对的侧表面。在一些实施方式中,由LEE提供的光具有第一发散度,并且光导的数值孔径使得从LEE接收的具有第一发散度的光可由光导引导通过TIR离开所述对相对的侧表面。

[0015] 在一些实施方式中,所公开的照明器模块可以进一步包括一个或多个光学耦合器。这里,由LEE提供的光具有第一发散度,光学耦合器被布置为接收由LEE提供的光,并将其改向至光导的接收端具有第二发散度,并且光导的数值孔径使得从光学耦合器接收的具有第二发散度的光可以由光导引导通过TIR离开所述对相对的侧表面。

[0016] 在一些实施方式中,LEE可以是发射白光的LED。在一些实施方式中,光学提取器可包括至少一个改向表面,光学提取器的至少一个改向表面适于以具有正交于向前方向的分量的方向反射由光发散度修改器提供的光的至少一部分。在一些实施方式中,光学提取器可以包括适于以具有正交于向前方向的分量的第一方向反射由光发散度修改器提供的光的至少一部分的第一改向表面;以及适合于以具有正交于向前方向且反平行于第一方向的正交分量的分量的第二方向反射由光发散度修改器提供的光的至少一部分的第二改向表面。在前述的实施方式任一个中,第一改向表面和/或第二改向表面可以透射由光发散度修改器提供的光的剩余部分以便光的透射部分以向前方向射出光学提取器至周围环境中。另外,光学提取器可以包括设置在从第一改向表面和/或第二改向表面反射的光的一个或多个路径中的第一弯曲输出表面和/或第二弯曲输出表面,并且第一弯曲输出表面和/或第二弯曲输出表面经配置以一个或多个向后角度范围透射入射其上的光至周围环境。

[0017] 在一些实施方式中,所公开的照明器模块可以向着向前方向正交地延伸。这里,

LEE向着向前方向正交地布置。

[0018] 本文所描述的技术的一个或多个实施方式的细节在附图和以下描述中阐述。所公开的技术的其它特征、方面和优点将通过说明书、附图和权利要求变得显而易见。

[0019] 附图简述

[0020] 图1A示出了照明器模块的示例，照明器模块包括光导和光发散度修改器的组合。

[0021] 图1B是在图1A中所示的照明器模块的示例强度轮廓。

[0022] 图2A-2F示出包括光导和光发散度修改器的组合的示例照明器模块的各方面。

[0023] 图3A-3G示出包括光导与不同光发散度修改器的不同组合的照明器模块的各个示例。

[0024] 在各附图中参考数字和标记指示本公开的特定特征的示例性方面、实施方式。

### 具体实施方式

[0025] 本公开涉及用于提供直接和/或间接照明的照明装置。所公开的照明装置可朝向工作表面和/或朝向背景区域有效地引导和分布由固态光源发射的光。所公开的照明装置的各种发光表面和它们各自强度向量可以在照明环境内操纵以通过所公开的照明装置提供光分布输出的良好实用性。本技术可以利用多个固态光源的集合输出并创建具有独特性质的虚拟光源，所述性质可引起相对于被照明环境占用空间小的紧凑照明器。

[0026] 这里，来自固态光源的光在光导的输入端被接收并且引导至输出端。相比于在光导的输入端接收的光，在光导的输出端的引导光可具有相同或不同（在测量误差内）的发散度。本文中被称为光发散度修改器的光学元件设置在所公开的照明装置的光导和光学提取器之间。以这种方式，光发散度修改器接收引导光并修改引导光的发散度，使得由光发散度修改器提供至光学提取器的光具有与引导光的发散度不同的修改发散度。

[0027] (i) 具有光导和光发散度修改器的组合的照明装置

[0028] 图1A示出了包括光导130和光发散度修改器150的组合的照明装置100的方框图。被称为照明器模块100的照明装置100进一步包括一个或多个发光元件（LEE）110、光学提取器140。LEE 110可被设置在衬底105上。在一些实施方式中，照明装置100进一步包括一个或多个耦合器120。

[0029] 通常，LEE（也称为光发射器）是在激活时在来自可见光区域、红外光区域和/或紫外光区域中的电磁光谱的一个或多个区域中发射辐射的装置。例如，可通过施加跨越LEE的组件的电势差或使电流通过LEE的组件来实现激活LEE。LEE可以有单色、准单色、多色或宽带光谱发射特性。LEE的示例包括半导体、有机、聚合物/聚合发光二极管、其它单色的、准单色的或其它发光元件。在一些实施方式中，LEE是例如LED管芯的发射辐射的特定装置。在其它实施方式中，LEE包括发射辐射的特定装置（如，LED管芯）与在其内放置所述特定装置或多个特定装置的外壳或包装的组合。LEE的示例也包括激光器并且更具体地包括半导体激光器，诸如垂直腔表面发射激光器（VCSEL）和边发射激光器。LEE的进一步示例包括超发光二极管和其它超发光装置。

[0030] 在工作期间，LEE 110提供在第一角度范围115内的光。这种光可以具有相对于一个或多个LEE 110的光轴（如，在图1A中示出的笛卡尔参考系的z轴）的朗伯分布。如本文所用，以“角度范围”提供光是指提供以一个或多个方向传播的光，所述一个或多个方向相对

于传播的相应普遍方向具有发散度。在此背景下,术语“传播的普遍方向”是指某一方向,沿所述方向传播光的强度分布的全部或部分具有例如最大值、均值、中值,或其它限定的方向。例如,与角度范围相关联的传播的普遍方向可以是强度分布的波瓣的定向。(参见,如,图1B)。同时在此背景下,术语“发散度”指的是立体角,在其外传播光的强度分布降低于在强度分布的普遍方向的强度的预定分数。例如,与角度范围相关联的发散度可以是强度分布的波瓣的宽度。预定分数可以为最大强度的10%、5%、1%或其它部分,这取决于照明应用。

[0031] 光导130可以由实心的透明材料制成。这里,光导130布置成在光导130的一端接收由LEE 110提供的光并以向前方向(如,沿z轴)从光导130的接收端引导所接收的光至相对端。这里,光导130的接收端和它的相对端之间的距离D可以是例如5、10、20、50或100cm。(i)在其中光由光导130在接收端接收的角度范围和(ii)光导130的数值孔径的组合经配置使得所接收的光从接收端通过反射离开光导130的光导侧表面132a、132b引导至相对端。取决于实施方式,(如果不是所有则至少一些)这种反射是经由全内反射(TIR)。在一些实施方式中,光导130的数值孔径使得由LEE 110以角度范围115提供的所有光可以在光导130的接收端直接注射至光导130中。

[0032] 在其它实施方式中,照明器模块100包括在第一角度范围115内从LEE 110接收光并在第二角度范围125内提供光至光导130的接收端的一个或多个耦合器120。一个或多个耦合器120成形为经由全内反射、镜面反射或这二者来转换第一角度范围115为第二角度范围125。这样,一个或多个耦合器120可包括用于将光从一个或多个耦合器120的每个的输入端传播至输出端的实心透明材料。这里,第二角度范围125的发散度比第一角度范围115的发散度更小,使得由耦合器120以角度范围125提供的所有光可以在光导130的接收端注射至光导130中。

[0033] 光导侧表面132a、132b中的一个或多个可以是平面的、弯曲的或其它形状。光导侧表面132a、132b可以是平行的或不平行的。在具有不平行光导侧表面132a、132b的实施方案中,在光导130的相对端的引导光的第三角度范围135不同于在接收端接收的光的角度范围115(在光导130直接从LEE 110接收光时)或125(在光导130从耦合器120接收光时)。这里,光导侧表面132a、132b可以是光学上平滑的以允许引导光在光导130内通过TIR向前(如,在z轴的正方向)传播。在这种情况下,光导侧表面132a、132b关于z轴及彼此成形和布置,使得引导光从光导130的输入端至输出端通过整个距离D以大于临界角的入射角照射在光导侧表面132a、132b上。在具有平行光导侧表面132a、132b的实施方案中,不论光导130是实心的或空心的,在光导130的相对端的引导光的第三角度范围135具有与在接收端接收的光的角度范围115(在光导130直接从LEE 110接收光时)或125(在光导130直接从耦合器120接收光时)基本上相同的发散度。

[0034] 此外,光导130的长度D(沿z轴)、宽度L(沿y轴)和厚度T(沿x轴)被设计成均匀化由沿y轴分布的分立LEE 110发射的光,因为光从光导130的接收端引导至相对端。以这种方式,发射光的均匀化-因为其通过光导130引导-引起沿第一角度范围115(在光导130直接从LEE 110接收光时)或第二角度范围125(在光导130从耦合器120接收光时)的y轴的分立轮廓的改变为沿其中分立轮廓部分地或完全地模糊的第三角度范围135的y轴的连续轮廓。

[0035] 光发散度修改器150设置在光导130的输出端和光学提取器140之间。在一些实施

方式中,光发散度修改器150从输入孔径至输出孔径延伸距离 $\Delta$ 。距离 $\Delta$ 表示光发散度修改器150的长度,并且它是有限的( $\Delta > 0$ ),但小于如结合图3A-3F如下所述的所述光导130的深度D。

[0036] 在一些实施方式中,光发散度修改器150的长度 $\Delta$ 在 $0.05D \leq \Delta \leq 0.5D$ 之间,例如,0.1D、0.2D、0.3D或0.4D。在一些情况下,光发散度修改器150是由实心透明的材料制成。例如,光发散度修改器材料具有相同于光导材料或光学提取器材料的折射率。作为另一示例,光发散度修改器材料具有不同于光导材料和光学提取器材料中的至少一个的折射率。在后者的示例中,光导130或光学提取器140或这两者是空心的。在其它情况下,有限长度的光发散度修改器150是空心的。在这样的情况下,光导130或光学提取器140或这两者是空心的。

[0037] 在其它实施方式中,光发散度修改器150配置为界面光发散度修改器,其包括光导130和光学提取器140之间的光学界面。这里,前述光学界面设计成(如结合图3G在下面描述的)修改引导光的角度范围135。在后一种情况下,光发散度修改器150的长度 $\Delta$ 缩小至零, $\Delta \rightarrow 0$ 。

[0038] 在光导130的输出端提供的具有引导角度范围135的引导光由光发散度修改器150在输入孔径接收。光发散度修改器150经配置修改所接收的引导光的角度范围135以使得由光发散度修改器150在输出孔径提供的光具有修改角度范围155。以这种方式,修改角度范围155的发散度不同于引导的角度范围135的发散度,或者等效地,由光发散度修改器150提供至光学提取器140的修改光的发散度不同于由光发散度修改器150从光导130接收的引导光的发散度。

[0039] 光学提取器140以一个或多个输出角度范围输出从光发散度修改器150接收的具有修改角度范围155的光作为输出光至周围环境中。这样,由提取器140输出的光具有第一输出角度范围145',其可以沿y轴基本上连续并且具有第一输出传播方向,第一输出传播方向具有相对于向前方向(如,反平行于z轴)的分量。在一些实施方式中,除了第一输出角度范围145'外,由提取器140输出的光还具有第二输出角度范围145'',其沿y轴基本上连续并且具有第二输出传播方向,第二输出传播方向具有相对于向前方向(如,反平行于z轴)的分量。在这种情况下,第一输出传播方向和第二输出传播方向具有各自分量,它们正交于向前方向,彼此相对(反平行)(如,反平行和平行于x轴)。在一些实施方式中,除了第一输出角度范围145'和第二输出角度范围145''外,由提取器140输出的光还具有第三输出角度范围145''',其可以沿y轴基本上连续并具有沿向前方向(如,沿z轴)的第三输出传播方向。

[0040] 如上所述,照明装置100的光导130和光学提取器140经布置和配置在光输出至周围环境中之前将由LEE 110发射的光远离LEE平移和改向。产生光的地方(也称为物理(光源)距光提取的地方(也称为虚拟光源或虚拟灯丝)的空间间隔可以便于照明装置100的设计。以这种方式,虚拟灯丝可以经配置提供关于平行于照明装置的光轴(例如z轴)的平面基本上非各向同性的光发射。与此相反,典型白炽灯丝通常发射基本上各向同性地分布的光量。一个或多个虚拟灯丝可视为从其中大量光出现散发的空间的一个或多个部分。此外,借助LEE 110的预定的光学、热、电和机械约束从光提取的地方分离LEE 110可便于照明装置100的更大设计自由度并允许延长的光学路径,其可以在光从照明装置100输出前准许光混合的预定水平。



[0041] 另外,在照明装置100中使用光发散度修改器150以在将由光导 130引导的光提供给光学提取器140之前修改所述光的发散度对于在由照明装置100输出的光的近场和远场强度性质需要进一步定制的情况是有利的。例如,具有窄于输入孔径的输出孔径的光发散度修改器 150(例如结合图3A如下描述)可用于相对于引导角度范围135的发散度扩大修改角度范围155的发散度。由光发散度修改器150提供至提取器表面的修改光的较宽发散度可以利用以增加由光学提取器140输出至周围环境中的光的发散度用于较低发光强度和也许更均匀的空间近场照度。相对地,可以使用具有宽于输入孔径的输出孔径的光发散度修改器150(例如,结合图3B如下描述的)。因而后面的实施方案可以以给定的峰值方向提供更高输出发光强度,这是因为相对于引导角度范围135的发散度较窄的修改角度范围155的发散度。作为另一个示例,相对于y-z平面不对称的光发散度修改器150可用于相对于引导的角度范围135的普遍传播方向改变修改角度范围155的普遍传播方向。这些变化的每个指向操纵提取器140的发射表面的带状发光强度轮廓和近场照度性质的能力。

[0042] 图1B示出了沿y轴伸长的照明装置100的示例远场光强度轮廓 101的x-z横截面(垂直于图1A的截面平面)。在一些实施方式中,远场光强度轮廓101包括第一输出波瓣145a,其表示由照明装置100以第一输出角度范围145'输出的光。在这种情况下,第一输出角度范围145'的传播方向是沿第一输出波瓣145a的约-130°平分线。在一些实施方式中,除了第一输出波瓣145a之外,远场光强度轮廓101还包括第二输出波瓣145b或第三输出波瓣145c中的一个或多个,所述第二输出波瓣145b表示由照明装置100以第二输出角度范围145''输出的光,所述第三输出波瓣145c表示由照明装置100以第三输出角度范围145'''输出的光。在这种情况下,第二输出角度范围145''的传播方向是沿第二输出波瓣145b的约+130°平分线并且第三输出角度范围145'''的传播方向是沿第三输出波瓣145c的约0°平分线。

[0043] 在这种情况下,第一输出角度范围145'的发散度(由第一输出波瓣 145a的宽度表示)和第二输出角度范围145''的发散度(由第二输出波瓣 145b的宽度表示)的每个比第三输出角度范围145'''的发散度(由第三输出波瓣145c的宽度表示)更小。通常,照明装置100的耦合器120、光导130、光发散度修改器150及提取器140的组合和几何形状可以影响远场光强度轮廓101,如,影响与第一输出波瓣145a相关联的传播方向和发散度,并且任选地影响与第二145b和第三145c输出波瓣相关联的传播方向和发散度。如下面详细描述,输出角度范围145'、145''和145'''的发散度(由第一输出波瓣145a、第二输出波瓣145b和第三输出波瓣145c的各自宽度表示)可具体地取决于光发散度修改器150的配置。此外,光发散度修改器150的配置也可以影响至少第三输出角度范围145'''的普遍传播方向(由第三输出波瓣145c的定向表示)。

[0044] 在描述经配置具有光导和光发散度修改器的组合的照明装置100 的各种实施方案的细节之前,描述光导照明装置,其中光导提供引导光直接至光学提取器而不使用光发散度修改器。

[0045] (ii) 没有光发散度修改器的光导照明器模块

[0046] 参照图2A,其中示出笛卡尔坐标系以供参考,照明器模块200包括具有沿底座212的第一表面分布的多个LEE 210的底座212。具有 LEE 210的底座设置在光导230的第一(例如,上)边缘231。再一次,正z方向称为“向前”方向并且负z方向是“向后”方向。平行于x-z平面通过照明器模块200的截面称为照明器模块的“横截面”或者“剖面”。同时,照明器模块

200沿y方向延伸,所以这个方向称为照明器模块的“纵向”方向。照明器模块的实施方式可以具有平行于y-z平面对称的平面、被弯曲或以其它方式成形。这称为照明器模块的“对称平面”。

[0047] 多个LEE 210设置在底座212的第一表面上,但多个LEE 210中的仅一个在图2A中示出。例如,多个LEE 210可以包括多个白色LED。LEE 210与一个或多个光学耦合器220(仅其中一个示出在图2A中)光学耦合。光学提取器240设置在光导230的第二(例如,下)边缘232。

[0048] 底座212、光导230以及光学提取器240沿y方向延伸长度L,因此照明器模块是具有L伸长的伸长照明器模块,其可约平行于房间壁(如,房间天花板)。一般地,L可以根据需要变化。典型地,L在从约1cm至约200cm的范围中(如20cm或以上、30cm或以上、40cm或以上、50cm或以上、60cm或以上、70cm或以上、80cm或以上、100cm或以上、125cm或以上或者150cm或以上)。

[0049] 在底座212上LEE 210的数量一般尤其将取决于长度L,其中更多LEE用于更长的照明器模块。在一些实施方式中,多个LEE 210可包括10和1,000个之间的LEE(如,约50个LEE、约100个LEE、约200个LEE、约500个LEE)。通常,LEE的密度(如,每单位长度的LEE数目)也将取决于LEE的额定功率和照明器模块所需的照度。例如,相对高的LEE密度可用在需要高照度或使用低功率LEE的应用中。在一些实施方式中,照明器模块200具有沿其长度每厘米0.1个LEE或更多的LEE密度(如,每厘米0.2个或更多、每厘米0.5个或更多、每厘米1个或更多、每厘米2个或更多)。LEE的密度也可以基于多个LEE发射的光的混合的所需量。在实施方式中,LEE可以沿照明器模块的长度L均匀地间隔开。在一些实施方式中,散热器205可以附接到底座212以提取由所述多个LEE 210发出的热量。散热器205可设置在底座212的表面上,所述表面与其上设置LEE 210的底座212的侧面相对。照明器模块200可以包括一种或多种类型的LEE,例如其中每个子集可具有不同颜色或色温的LEE的一个或多个子集。

[0050] 光学耦合器220包括透明光学材料(如,玻璃材料或透明塑料,诸如聚碳酸酯或丙烯酸)的一个或多个实心片,其具有定位成从LEE 210朝向光导230反射光的表面221和222。通常,表面221和222成形为收集和至少部分地准直从LEE发射的光。在x-z横截面平面中,表面221和222可以是直的或弯曲的。曲面的示例包括具有恒定曲率半径、抛物线或双曲线形状的表面。在一些实施方式中,表面221和222涂覆有高反射材料(如,反射金属,诸如铝或银),以提供高反射光学界面。光学耦合器220的横截面轮廓可以是沿照明器模块200的长度L均匀的。可替代地,横截面轮廓可以变化。例如,表面221和/或222可以在x-z平面外弯曲。

[0051] 相邻于光导231上边缘的光学耦合器220的射出孔径光学地耦合到边缘231以便于来自光学耦合器220的光有效地耦合到光导230中。例如,实心耦合器和实心光导的表面可使用材料附接,所述材料基本上匹配形成光学耦合器220或光导230或这两者的材料的折射率(如,跨越界面的折射率相差2%或更少)。光学耦合器220可使用折射率匹配的流体、油脂或粘合剂固定到光导230。在一些实施方式中,光学耦合器220熔合到光导230或者它们由单件材料一体形成(如,耦合器和光导可以是单片的并可由实心透明光学材料制成)。

[0052] 光导230由透明材料片形成(如,玻璃材料诸如BK7、熔融二氧化硅或石英玻璃,或透明塑料,诸如聚碳酸酯或丙烯酸),所述材料可以与形成光学耦合器220的材料相同或不

同。光导230在y方向上延伸长度L,在x方向上具有均匀的厚度T并在z方向上具有均匀的深度D。尺寸D和T通常基于光导的所需光学性质(如,支持哪些空间模式)和/或直接/间接强度分布而选择。在工作期间,从光耦合器220耦合到光导230中的光(具有角度范围225)由TIR反射离开光导的平表面并在光导内在空间上混合。混合可在光学提取器240在光导232的远端部分帮助实现沿y轴的照度和/或颜色均匀度。光导230的深度D可以选择以在光导的射出孔径(即在端部232)实现足够的均匀性。在一些实施方式中,D是在约1cm至约20cm的范围中(如,2cm或以上、4cm或以上、6cm或以上、8cm或以上、10cm或以上、12cm或以上)。

[0053] 通常,光学耦合器220设计成限制进入光导230的光的角度范围(如,到 $\pm 40$ 度内),使得光的至少显著量(如,95%或更多的光)在平表面经历TIR的光导230中光学地耦合到空间模式中。光导230可以具有均匀的厚度T,其是分离光导的两个平面相对表面的距离。通常,T是足够大的,以致光导在第一(如,上)表面231具有足够大的孔径以大致匹配(或超过)光学耦合器220的射出孔径。在一些实施方式中,T是在从约0.05cm至约2cm的范围中(如,约0.1cm或更大、约0.2cm或更大、约0.5cm或更大、约0.8cm或更大、约1cm或更大、约1.5cm或更大)。取决于实施方式,光导越窄,则其可越好地在空间上混合光。窄光导也提供窄射出孔径。这样,从光导发射的光可以被认为相似于从一维线性光源(也称为细长虚拟灯丝)发射的光。

[0054] 虽然光学耦合器220和光导230由透明光学材料的实心片形成,但空心结构也是可以的。例如,光学耦合器220或光导230或这两者可以是具有反射内表面的空心而不是实心的。这样,材料成本可以减少并且光导中吸收可以缓解。多种镜面反射材料可以适合于这个目的,包括诸如来自Alanod Corporation的3M Vikuiti™或Miro IV™片的材料,在该材料中大于90%的入射光可以有效地引导至光学提取器。

[0055] 光学提取器240也由透明光学材料(如,玻璃材料或透明塑料,诸如聚碳酸酯或丙烯酸)的实心片组成,所述光学材料可以相同或不同于形成光导230的材料。在图2A中所示的示例实施方式中,光学提取器240包括改向(如,平的)表面242和244及弯曲表面246和248。平表面242和244表示改向表面243的第一和第二部分,而弯曲表面246和248表示照明器模块200的第一和第二输出表面。

[0056] 表面242和244涂覆有反射材料(如,高反射的金属,诸如铝或银),保护性涂层可设置在其上。例如,形成这种涂层的材料可反射在其上以适当(如,可见)波长入射的光的约95%或更多。这里,表面242和244提供用于从光导230进入光学提取器232'的输入端的具有角度范围225的光的高反射光学界面。作为另一示例,表面242和244包括对在光学提取器240的输入端232'进入的光是透明的部分。这里,这些部分可以是表面242和244的未涂覆区域(如,部分涂银的区域)或不连续处(如,狭槽、狭缝、孔径)。这样,一些光以输出角度范围225'通过光学提取器240的表面242和244以向前方向(沿z轴)透射。在一些情况下,以输出角度范围透射的光被折射。以这种方式,改向表面243作用为分束器而非反射镜,并以输出角度范围225'透射入射光的所需部分,同时以角度范围138和138'反射剩余的光。

[0057] 在x-z横截面平面中,相应于表面242和244的线具有相同的长度并形成顶点或顶端241,如,在顶点241会合的v形。通常,改向表面242、244的夹角(如,表面244和242之间的最小夹角)可根据需要而变化。例如,在一些实施方式中,夹角可以是相对小的(如,从 $30^\circ$ 至 $60^\circ$ )。在某些实施方式中,夹角在 $60^\circ$ 至 $120^\circ$ 的范围中(如,约 $90^\circ$ )。夹角也可以是相对大的

(如,在从120°到150°或更大的范围中)。在图2A中所示的示例实施方式中,光学提取器240的输出表面246、248以与这两者相同的恒定曲率半径弯曲。在一个方面中,输出表面246、248可具有光学功率(如,可聚焦或散焦光)。因此,照明器模块200具有与平行于y-z平面的顶点241相交的对称平面。

[0058] 相邻于光导230的下边缘232的光学提取器240的表面光学地耦合到边缘232。例如,光学提取器240可使用折射率匹配的流体、油脂或粘合剂固定至光导230。在一些实施方式中,光学提取器240熔合到光导230或者它们由单件材料一体形成。

[0059] 照明器模块200的发射光谱相应于LEE 210的发射光谱。然而,在一些实施方式中,波长转换材料可以设置在照明器模块中,例如远离LEE,使得照明器模块的波长光谱取决于LEE的发射光谱和波长转换材料的组成两者。通常,波长转换材料可以放置在照明器模块200中的各种不同位置中。例如,波长转换材料可以贴近LEE 210、相邻于光学提取器240的表面242和244、在光学提取器240的射出表面246和248上和/或在其它位置设置。

[0060] 波长转换材料(例如,磷光体)的层可以附接到光导230,光导230经由合适支撑结构(未示出)保持在适当位置、设置在提取器(也未示出)内或例如以其它方式布置。设置在提取器内的波长转换材料可以配置为壳体或其它物体并设置在限制于 $R/n$ 和 $R*(1+n^2)^{-1/2}$ 之间的假想区域内,其中R是提取器240的光射出表面(在图2A中的246和248)的曲率半径,并且n是提取器的从反射表面(图2A中的242和244)看来与波长转换材料相对的部分的折射率。所述支撑结构可以是透明自支撑结构。随着波长转换材料转换波长,所述波长转换材料漫射光,提供光的混合并可以帮助均匀地照亮周围环境的表面。

[0061] 在工作期间,通过端部232射出光导230的光照射在改向表面242和244的部分处的反射界面上,并分别朝向输出表面246和248远离照明器模块的对称平面向外反射。改向表面242的第一部分提供具有朝向输出表面246的角度分布138的光,改向表面244的第二部分提供具有朝向输出表面246的角度分布138'的光。光通过输出表面246和248射出光学提取器。通常,输出表面246和248具有光学功率以分别改向以角度范围142和142'射出光学提取器240的光。例如,光学提取器240可以经配置向上(即,朝着相交于LEE且平行于x-y平面的平面)、向下(即,远离该平面)或既向上又向下发射光。通常,通过表面246和248射出照明器模块的光的方向取决于射出光导230的光的发散度与表面242和244的定向。

[0062] 表面242和244可定向以使很少或没有来自光导230的光由光学提取器240以某些方向输出。在照明器模块200附接至房间天花板(如,向前方向是朝向地板)的实施方式中,这样的配置可以帮助避免眩光和非均匀照度的外观。

[0063] 通常,由照明器模块200提供的光强度分布反映了关于y-z平面的照明器模块结构的对称性。例如,参考图1B,以角度范围142'输出的光相应于远场光强度分布101的第一输出波瓣145a,以角度范围142输出的光相应于远场光强度分布101的第二输出波瓣145b,且以角度范围225'输出(泄漏)的光相应于远场光强度分布101的第三输出波瓣145c。通常,照明器模块200的强度轮廓将取决于光学耦合器220、光导230和光学提取器240的配置。例如,光学耦合器220的形状、光学提取器240的改向表面243的形状和光学提取器240的输出表面246、248的形状之间的相互影响可用于控制在远场光强度轮廓101中的输出第一145a和第二145b波瓣的角宽度和普遍方向(定向)。此外,在第一145a和第二145b输出波瓣的组合中的光量和在第三输出波瓣145c中的光量的比例由改向表面242和244的反射率和透射

率控制。例如,对于改向表面242、244的反射率90%和透射率10%,光的45%可以相应于第一输出波瓣142a的输出角度范围142'输出,45%的光可以相应于第二输出波瓣142b的输出角度范围142输出,以及光的10%可以相应于第三输出波瓣142c的输出角度范围225'输出。

[0064] 在一些实施方式中,输出波瓣145a、145b的定向可以基于由改向表面242和244的部分形成的v形槽241的夹角调整。例如,相比于远场光强度分布101的输出波瓣145a、145b(其起因于大于第一角度的第二夹角),第一夹角引起具有位于相对较小角度的输出波瓣145a、145b的远场光强度分布101。以此方式,针对由改向表面243的部分242、244形成的两个夹角的较小夹角,光可以从照明器模块200中以更向前方向提取。

[0065] 而且,虽然表面242和244描绘为平表面,但其它形状也是可以的。例如,这些表面可以是弯曲的或带刻面的。弯曲改向表面242和244可以用于收窄或加宽输出波瓣145a、145b。取决于在光学提取器232'的输入端接收的光的角度范围225的发散度,凹反射表面242、244可收窄由光学提取器240输出的波瓣145a、145b(并且在图1B中示出),而凸反射表面242、244可加宽由光学提取器240输出的波瓣145a、145b。这样,适当配置的改向表面242、244可以引入会聚或发散至光中。这样的表面可以具有恒定的曲率半径,可以是抛物线、双曲线或具有一些其它曲率。

[0066] 通常,元件的几何形状可以使用各种方法来建立。例如,几何形状可以根据经验建立。可替代地,或附加地,几何形状例如可使用光学仿真软件建立,诸如LightTools™、Tracepro™、FRED™或Zemax™。

[0067] 通常,照明器模块200可以设计成从图2A中所示的那些输出光至不同输出角度范围142、142'中。在一些实施方式中,照明装置可以输出光至波瓣145a、145b中,其具有不同于在图1B中示出的那些的发散度或传播方向。例如,通常,输出波瓣145a、145b可具有最多约90°的宽度(如,80°或更小、70°或更小、60°或更小、50°或更小、40°或更小、30°或更小、20°或更小)。通常,其中输出波瓣145a、145b被定向的方向也可以不同于在图1B中示出的方向。“方向”是指波瓣最亮所在的方向。在图1B中,例如,输出波瓣145a、145b被定向在约-130°和约+130°。通常,输出波瓣145a、145b可以更朝向水平导向(如,在从-90°到-135°范围中的角,诸如在约-90°、约-100°、约-110°、约-120°、约-130°,以及在从+90°至+135°范围中的角,例如在约+90°、约+100°、约+110°、约+120°、约+130°)。

[0068] 照明器模块可以包括可用于定制强度轮廓的其它特征。例如,在一些实施方式中,照明器模块可以包括光学漫射材料,其可以以受控的方式漫射光以有助于均匀化照明器模块的强度轮廓。例如,表面242和244可粗糙化,或漫反射材料而非镜面反射材料可涂覆在这些表面上。因此,相比于由在表面242和244的光学界面利用镜面反射的类似结构提供的波瓣,在表面242和244的光学界面可以漫反射光、散射光到更宽的波瓣中。在一些实施方式中这些表面可包括便于各种强度分布的结构。例如,表面242和244各自可以在不同定向具有多个平面刻面。因此,每个刻面将反射光到不同的方向中。在一些实施方式中,表面242和244可以具有在其上的结构(如,散射或衍射光的结构特征)。

[0069] 表面246和248不必是具有恒定曲率半径的表面。例如,表面246和248可以包括具有不同曲率的部分和/或可以具有在其上的结构(如,散射或衍射光的结构特征)。在某些实施方式中,光散射材料可以设置在光学提取器240的表面246和248上。

[0070] 在一些实施方式中,光学提取器240结构化使得由表面242或244反射的在至少一

个平面(如,  $x-z$ 横截面平面)内传播的光的可忽略量(例如, 小于1%) 在光射出表面246或248经历TIR。对于某些球形或圆柱形的结构, 所谓的魏尔斯特拉斯条件可避免TIR。魏尔斯特拉斯条件针对圆形结构(即, 通过圆柱体或球体的横截面) 示出, 所述圆形结构具有半径为 $R$ 的表面和半径 $R/n$ 的同心假想圆, 其中 $n$ 是该结构的折射率。经过横截面平面内的假想圆的任何光线入射在圆形结构的表面上并具有小于临界角的入射角并将射出圆形结构而不经历TIR。在平面中球形结构内传播但不从假想表面内传出的光线可以临界角或更大入射角照射在半径 $R$ 的表面上。因此, 这样的光可以经受TIR并且将不会射出圆形结构。而且, 经过由具有小于 $R/(1+n^2)^{-1/2}$ 的曲率半径(其小于 $R/n$ ) 的区域限制的假想空间的 $p$ -偏振光在射出圆形结构时将在半径 $R$ 的表面处经受小菲涅尔反射。该条件可称为布鲁斯特几何形状。可以相应地配置实施方式。

[0071] 再次参照图2A, 在一些实施方式中, 表面242和244的全部或一部分可以位于由表面246和248限定的假想魏尔斯特拉斯表面内。例如, 接收通过端部232射出光导230的光的表面242和244的部分可以驻留在该表面内, 使得在 $x-z$ 平面内从表面242和244反射的光分别通过表面246和248射出而不经历TIR。

[0072] 在上面结合图2A所述的示例实施方式中, 照明器模块200经配置输出光到输出角度范围142和142'中。在其它实施方式中, 修改基于光导的照明器模块200从而输出光至单一输出角度范围142'中。图2B 示出经配置在光导的单侧上输出光的这种基于光导的照明器模块200\* 称为单侧照明器模块。单侧照明器模块200\*如同图2A中所示的照明器模块200沿 $y$ 轴伸长。也如同照明器模块200, 单侧照明器模块200\* 包括底座212和沿 $y$ 轴设置在底座212的表面上以第一角度范围发射光的LEE 210。单侧照明器模块200\*还包括光学耦合器220, 其布置并经配置改向由LEE 210以第一角度范围发射的光到至少在 $x-z$ 横截面中具有比第一角度范围的发散度更小的发散度的第二角度范围225中。单侧照明器模块200\*也包括光导230, 其以第二角度范围225将由光学耦合器220改向的光从光导的第一端231引导至光导的第二端232。此外, 单侧照明器模块200\*包括单侧提取器(标注为240\*)以接收由光导230引导的光。单侧提取器240\*包括改向从光导230接收的光至第三角度范围138'中的改向表面244(如参照图2A针对照明器模块200所描述), 以及输出由改向表面244以第三角度范围138'改向的光至第四角度范围142'中的输出表面248。

[0073] 单侧照明器模块200\*的光强度轮廓在图1B中表示为单个输出波瓣145a。单个输出波瓣145a相应于由单侧照明器模块200\*以第四角度范围142'输出的光。

[0074] 图2C示出也沿垂直于向前方向(如, 沿 $z$ 轴)的轴线(如,  $y$ 轴)伸长的照明器模块200的实施方式200'。在这种情况下, 沿照明器模块200'的伸长尺寸的光导230的长度 $L$ 可以是例如2'、4'或8'。正交于伸长尺寸 $L$ (如, 沿 $x$ 轴)的光导230的厚度 $T$ 选择为由引导光从光导230的接收端至相对端行进的距离 $D$ 的分数。例如, 对于 $T=0.05D$ 、 $0.1D$ 或 $0.2D$ , 来自在接收端被边缘耦合到光导230中的多个点状LEE 210(其沿伸长尺寸 $L$ 分布)的光在其传播至相对端的时刻可以沿 $y$ 轴有效地混合并变得均匀(准连续)。

[0075] 图2D示出照明器模块200'', 其具有围绕向前方向(如,  $z$ 轴)的(如, 连续的或分立的)旋转对称性。这里, 光导230的直径 $T$ 是由引导光从光导230的接收端至相对端行进的距离 $D$ 的分数。例如, 光导230的直径可以是例如 $T=0.05D$ 、 $0.1D$ 或 $0.2D$ 。

[0076] 照明器模块200的其它打开和闭合形状是可以的。图2E和2F分别示出照明器模块

200''的透视图和底视图,针对该照明器模块,光导 230具有形成厚度 $T$ 的闭合圆柱壳的两个相对的侧表面232a、232b。在图2E和2F所示示例中,由相对的侧表面232a、232b形成的圆柱壳的 $x$ - $y$ 横截面是椭圆形。在其它情况下,圆柱壳的 $x$ - $y$ 横截面可以是圆形或可以具有其它形状。示例照明器模块200''的一些实施方式可包括在光导230的侧表面232a上的镜面反射涂层。例如对于 $T=0.05D$ 、 $0.1D$ 或 $0.2D$ ,来自在接收端被边缘耦合至光导230的沿长度 $L$ 的椭圆形路径分布的多个点状LEE 210的光在其传播到相对端的时刻可沿此椭圆路径有效地混合并变得均匀(准连续)。

[0077] 类似于本节中描述的那些光引导照明器模块(光导直接提供引导光至光学提取器而不使用光发散度修改器)可用于获得包括光导和光发散度修改器的组合的照明器模块,如在下面节中描述的。

[0078] (iii)具有不同的光发散度修改器的光导照明装置

[0079] 图3A-3G示出包括光导330和光发散度修改器350-j的组合的照明装置300-j的各方面,其中 $j$ 是在 $\{a, b, c, d, e, f, g\}$ 中。在这些示例中,照明装置300-j还包括LEE 310、一个或多个相应光学耦合器320和光学提取器340。在一些实施方式中,照明装置300-j具有伸长配置,如,如图2C所示,具有沿 $y$ 轴(垂直于在图3A中的页面)的纵向尺寸 $L$ 。在这种情况下, $L$ 可以是例如 $1'$ 、 $2'$ 或 $4'$ 。在其它实施方式中,照明装置300-j可以具有另一伸长配置,如图2E-2F所示。在一些其它实施方式中,照明装置300-j可以具有非伸长的配置,如,具有围绕 $z$ 轴的旋转对称性,如图2D所示。

[0080] LEE 310布置在衬底312上并具有结构,所述结构类似于结合图 1A在上面描述的照明装置100的LEE 110的结构或结合图2A-2E在上面描述的照明器模块200、200\*、200'、200''、200'''的LEE 210的结构。

[0081] 进一步,光学耦合器320具有结构,所述结构类似于结合图1A在上面描述的照明装置100的光学耦合器120的结构或以上结合图2A-2E 描述的照明器模块200、200\*、200'、200''、200'''的光学耦合器220的结构。而且,光导330具有结构,所述结构类似于结合图1A在上面描述的照明装置100的光导130的结构或结合图2A-2E在上面描述的照明器模块200、200\*、200'、200''、200'''的光导230的结构。这里,光导330具有沿 $z$ 轴从接收端至相对端的长度 $D$ ,如 $D=10$ 、 $20$ 、 $50$ cm,和沿 $x$ 轴的可以比长度 $D$ 小得多的厚度 $T$ ,如 $T\approx 5\%D$ 、 $10\%D$ 或 $20\%D$ 。光学耦合器320光学耦合到光导330的输入端。在一些实施方式中,光学耦合器320粘合到光导330的输入端。在其它实施方式中,光学耦合器320和光导330一体形成。

[0082] 光发散度修改器350-j( $j$ 在 $\{a, b, c, d, e, f\}$ 中)具有以距离 $\Delta$ 隔开的输入孔径和输出孔径,距离 $\Delta$ 表示光发散度修改器350-j的长度。这里,光发散度修改器350-j的长度 $\Delta$ 在 $0.05D\leq\Delta\leq 0.5D$ 之间,如, $0.1D$ 、 $0.2D$ 、 $0.3D$ 或 $0.4D$ 。光发散度修改器350-j的输入孔径光学耦合到光导330的输出端。在一些实施方式中,光发散度修改器350-j的输入孔径粘合到光导330的输出端。在其它实施方式中,光导330和光发散度修改器350-j一体形成。光发散度修改器350-j的输出孔径光学耦合到光学提取器340。在一些实施方式中,光发散度修改器350-j的输出孔径粘合到光学提取器340。在其它实施方式中,光发散度修改器350-j和光学提取器340一体形成。可替代地,照明装置300-g的光发散度修改器350-g是在光导330和光学提取器340之间配置为二维(2D)光栅的界面。在这种情况下,光发散度修改器150的长度 $\Delta$ 骤减至零, $\Delta\rightarrow 0$ ,并且光发散度修改器350-g的输入孔径表示与光导330相邻的界面



的侧面,并且发散度修改器350-g的输出孔径表示与光学提取器340相邻的界面的侧面。

[0083] 另外,光学提取器340具有结构,所述结构类似于结合图1A在上面描述的照明装置100的光学提取器130的结构或结合图2A-2E在上面描述的照明器模块200、200\*、200'、200''、200'''的光学提取器240/240\* 的结构。

[0084] 在工作期间,LEE 310相对于z轴在第一角度范围115内发射光。一个或多个耦合器320经配置在第一角度范围115内接收来自LEE 310 的光并在第二角度范围125内提供光至光导330。这里,第二角度范围 125的发散度比第一角度范围115的发散度更小,使得(i) 第二角度范围 125和(ii)光导330的数值孔径的组合选择为允许在光导330的接收端从一个或多个耦合器320接收的光例如经由TIR传播到光导330的相对端。

[0085] 以这种方式,在接收端由光导330从一个或多个耦合器320以第二角度范围125接收的光由光导330从其接收端向前引导(沿z轴)至相对端。在相对端,引导光具有第三角度范围135。在一些实施方式中,第三角度范围135基本上相同于第二角度范围125。在相对端由光导 330以角度范围135提供的引导光在光发散度修改器350-j的输入孔径接收。在输入孔径接收的引导光被光发散度修改器350-j修改使得在光发散度修改器350-j的输出孔径提供的修改光具有不同于引导的角度范围135的修改角度范围155。由光发散度修改器350-j在输出孔径以角度范围155提供的修改光由光学提取器340接收。由光学提取器340 接收的修改光由光学提取器340以第一向后输出角度范围145' 和第二向后输出角度范围145''输出,并且任选地以第三向前输出角度范围 145'''输出。在本示例中,在第一向后输出角度范围145'中的输出光的传播方向具有在向后方向(与z轴反平行)中的分量和光导330的右边的另一分量(与x轴平行)。进一步,在第二向后输出角度范围145''中的输出光的传播方向具有在向后方向(与z轴反平行)中的分量和光导130的左边的另一分量(与x轴反平行)。任选地,在第三向前输出角度范围 145'''中的输出光的传播方向沿向前方向(与z轴平行)。

[0086] 光发散度修改器350-j(其中j在{a,b,c,d,e,f,g}中)的各种实施方案在下面描述。

[0087] 示例1:锥形光发散度修改器

[0088] 图3A示出了照明装置300-a,其包括光导330和锥形光发散度修改器350-a的组合。锥形光发散度修改器350-a具有输入孔径和输出孔径,这种输入孔径比输出孔径更宽。进一步,输入和输出孔径以距离 $\Delta$  隔开,所述距离 $\Delta$  表示锥形光发散度修改器350-a的长度。这里,锥形光发散度修改器350-a的长度 $\Delta$  在 $0.05D \leq \Delta \leq 0.5D$ 之间,如,0.1D、0.2D、0.3D或0.4D,其中D是在光导330的输入端和输出端之间的距离。锥形光发散度修改器350-a的输入孔径光学耦合到光导330的输出端。在一些实施方式中,锥形光发散度修改器350-a的输入孔径粘合到光导 330的输出端。在其它实施方式中,光导330和锥形光发散度修改器 350-a 一体形成。锥形光发散度修改器350-a的输出孔径光学耦合到光学提取器340。在一些实施方式中,锥形光发散度修改器350-a的输出孔径粘合到光学提取器340。在其它实施方式中,锥形光发散度修改器 350-a和光学提取器340一体形成。

[0089] 进一步,锥形光发散度修改器350-a可以由具有折射率 $n_{350a}$ 的材料制成, $n_{350a}$ 与制成光导330的材料的折射率 $n_{330}$ 相同, $n_{350a} \approx n_{330}$ ,和/或与制成光学提取器340的材料的折射率 $n_{340}$ 相同, $n_{350a} \approx n_{340}$ 。在一些这样的情况下, $n_{330} \approx n_{340}$ 。可替代地,锥形光发散度修改器 350-a 可以由相对于制成光导330的材料的折射率 $n_{330}$ 和/或相对于制成光学提取器340的



材料的折射率 $n_{340}$ 具有不同折射率 $n_{350a}$ 的材料制成,  $n_{350a} \neq n_{330}$ ,  $n_{350a} \neq n_{340}$ 。当光导330、锥形光发散度修改器350-a和/或光学提取器340由实心材料制成时, 其各自折射率 $n_{330}$ 、 $n_{350a}$ 和/或 $n_{340}$ 大于1。当光导330、锥形光发散度修改器350-a和/或光学提取器340是空心时, 其各自折射率 $n_{330}$ 、 $n_{350a}$ 和/或 $n_{340}$ 等于1。

[0090] 因为锥形光发散度修改器350-a的输入孔径比其输出孔径更大, 所以由锥形光发散度修改器350-a在输出界面提供的修改光的修改角度范围155的发散度比由锥形光发散度修改器350a在输入孔径接收的引导光的引导角度范围135的发散度更大。一组参数确定由锥形光发散度修改器350-a在输出界面提供的修改光的修改角度范围155的发散度与由锥形光发散度修改器350-a在输入孔径接收的引导光的引导角度范围135的发散度的比例。这组参数包括(i) 输入孔径的横截面 $S_{in}$ (如, 在x-y平面中)与输出孔径的横截面 $S_{out}$ (如, 在x-y平面中)的比例; (ii) 锥形光发散度修改器350-a的长度 $\Delta$ ; (iii) 制成光导330的材料和制成锥形光发散度修改器350-a的材料的相对折射率 $n_{330}/n_{350a}$ ; 以及(iv) 制成锥形光发散度修改器350-a的材料和制成光学提取器340的材料的相对折射率 $n_{350a}/n_{340}$ 。

[0091] 当照明装置300-a沿y轴(垂直于页面)伸长时, 锥形光发散度修改器350-a包括沿输入孔径和输出孔径之间的锥形光发散度修改器350-a 的长度 $\Delta$ (沿z轴)延伸的一对相对的侧表面(如, 正交于x-z平面)。例如, 在输入孔径接收的光通过在所述对相对的侧表面之间的镜面反射传播至输出孔径。作为另一个示例, 当锥形光发散度修改器350-a由实心材料制成时, 在输入孔径接收的光经由在所述对相对的侧表面之间的TIR反射传播至输出孔径。在后者的示例中, 参数(i)、(ii)、(iii)和(iv)被选择使得通过锥形光发散度修改器350-a传播的光在大于临界角的角度在锥形光发散度修改器350-a的整个长度 $\Delta$ 上入射在所述对相对的侧表面的每个上。

[0092] 另外, 在一些情况下, 相对的侧表面的至少一个是平面的。在一些情况下, 两个相对的侧表面均是平面的。这里, 锥形光发散度修改器350-a可成形为具有矩形底面的截短棱镜(例如, 其中所述底面平行于x-y平面。)当照明装置300-a具有围绕z轴的旋转对称性时, 锥形光发散度修改器350-a可成形为具有旋转对称底面的截短棱镜(例如, 其中底面平行于x-y平面)。旋转对称底面的示例是圆形、等边三角形、正方形、六边形、八边形等。

[0093] 示例2: 扩口的光发散度修改器

[0094] 图3B示出了包括光导330和扩口的光发散度修改器350-b的组的照明装置300-b的一部分。扩口的光发散度修改器350-b具有输入孔径和输出孔径, 这种输入孔径比输出孔径更窄。进一步, 输入和输出孔径由距离 $\Delta$ 隔开, 所述距离 $\Delta$ 表示扩口的光发散度修改器350-b的长度。这里, 扩口的光发散度修改器350-b的长度 $\Delta$ 在 $0.05D \leq \Delta \leq 0.5D$ 之间, 如,  $0.1D$ 、 $0.2D$ 、 $0.3D$ 或 $0.4D$ , 其中D是光导330的输入端和输出端之间的距离。扩口的光发散度修改器350-b的输入孔径光学耦合到光导330的输出端。在一些实施方式中, 扩口的光发散度修改器350-b的输入孔径粘合到光导330的输出端。在其它实施方式中, 光导330和扩口的光发散度修改器350-b一体形成。扩口的光发散度修改器350-b的输出孔径光学耦合到光学提取器340。在一些实施方式中, 扩口的光发散度修改器350-b的输出孔径粘合到光学提取器340。在其它实施方式中, 扩口的光发散度修改器350-b和光学提取器340一体形成。

[0095] 进一步, 扩口的光发散度修改器350-b可以由具有折射率 $n_{350b}$ 的材料制成,  $n_{350b}$ 与制成光导330的材料的折射率 $n_{330}$ 相同,  $n_{350b} \approx n_{330}$ , 和/或与制成光学提取器340的材料的折

射率 $n_{340}$ 相同, $n_{350b} \approx n_{340}$ 。在一些这样的情况下, $n_{330} \approx n_{340}$ 。可替代地,扩口的光发散度修改器350-b可以由相对于制成光导330的材料的折射率 $n_{330}$ ,和/或相对于制成光学提取器340的材料的折射率 $n_{340}$ 具有不同折射率 $n_{350b}$ 的材料制成, $n_{350b} \neq n_{330}$ , $n_{350b} \neq n_{340}$ 。当光导330、扩口的光发散度修改器350-b和/或光学提取器340由实心材料制成时,它们各自的折射率 $n_{330}$ 、 $n_{350b}$ 和/或 $n_{340}$ 大于1。当光导330、扩口的光发散度修改器350-b和/或光学提取器340是空心时,它们各自的折射率 $n_{330}$ 、 $n_{350b}$ 和/或 $n_{340}$ 等于1。

[0096] 因为扩口的光发散度修改器350-b的输入孔径比其输出孔径更大,所以由扩口的光发散度修改器350-b在输出界面提供的修改光的修改角度范围155的发散度比由扩口的光发散度修改器350-b在输入孔径接收的引导光的引导角度范围135的发散度更小。一组参数确定由扩口的光发散度修改器350-b在输出界面提供的修改光的修改角度范围155的发散度与由扩口的光发散度修改器350-b在输入孔径接收的引导光的引导角度范围135的发散度的比例。这组参数包括(i)输入孔径的横截面 $S_{in}$ (如,在x-y平面中)与输出孔径的横截面 $S_{out}$ (如,在x-y平面中)的比例;(ii)扩口的光发散度修改器350-b的长度 $\Delta$ ;(iii)制成光导330的材料和制成扩口的光发散度修改器350-b的材料的相对折射率 $n_{330}/n_{350b}$ ;以及(iv)制成扩口的光发散度修改器350-b的材料和制成光学提取器340的材料的相对折射率 $n_{350b}/n_{340}$ 。

[0097] 当该照明装置300-b沿y轴(垂直于页面)伸长时,扩口的光发散度修改器350-b包括沿在输入孔径和输出孔径之间的扩口的光发散度修改器350-b的长度 $\Delta$ (沿z轴)延伸的一对相对的侧表面(例如,正交于x-z平面)。例如,在输入孔径接收的光通过在所述对相对的侧表面之间的镜面反射传播至输出孔径。作为另一个示例,当扩口的光发散度修改器350-b由实心材料制成时,在输入孔径接收的光经由所述对相对的侧表面之间的TIR反射传播至输出孔径。

[0098] 另外,在一些情况下,相对的侧表面的至少一个是平面的。在一些情况下,两个相对的侧表面均是平面的。这里,扩口的光发散度修改器350-b可成形为具有矩形底面的截短棱镜(例如,其中底面平行于x-y平面。)当照明装置300-b具有绕z轴的旋转对称性时,扩口的光发散度修改器350-b可成形为具有旋转对称底面的截短棱镜(例如,其中底面平行于x-y平面)。旋转对称底面的示例是圆形、等边三角形、正方形、六边形、八边形等。

[0099] 示例3:透镜式光发散度修改器

[0100] 图3C、3D、3E示出包括光导330和透镜式光发散度修改器350-j的組合的照明装置300-j的各自部分,其中j在{c,d,e}中。透镜式光发散度修改器350-j是具有以距离 $\Delta$ 隔开的输入面和输出面的透镜(或包括2个、3个或更多个光学耦合透镜的透镜组件),所述距离 $\Delta$ 表示透镜式光发散度修改器350-j的厚度。这里,透镜式光发散度修改器350-j的长度 $\Delta$ 在 $0.02D \leq \Delta \leq 0.1D$ 之间,例如,0.04D、0.06D或0.08D,其中D是光导330的输入端和输出端之间的距离。另外,透镜式光发散度修改器350-j的输入面粘合到光导330的输出端,并且透镜式光发散度修改器350-j的输出面粘合到光学提取器340。这里,透镜式光发散度修改器350-j由相对于制成光导330的材料的折射率 $n_{330}$ 和/或相对于制成光学提取器340的材料的折射率 $n_{340}$ 具有不同折射率 $n_{350j}$ 的材料制成, $n_{350j} \neq n_{330}$ , $n_{350j} \neq n_{340}$ ,其中j在{c,d,e}中。

[0101] 一组参数确定由透镜式光发散度修改器350-j通过输出面提供的修改光的修改角度范围155的发散度与由透镜式光发散度修改器350-j通过输入面接收的引导光的引导角

度范围135的发散度的比例。这组参数包括(i)形成透镜式光发散度修改器350-j的透镜(或透镜组件)的有效焦距 $f_j$ ,其中j在{c,d,e}中;(ii)形成透镜式光发散度修改器350-j的透镜(或透镜组件)的厚度 $\Delta$ ;(iii)制成光导330的材料和制成透镜式光发散度修改器350-j的材料相对折射率 $n_{330}/n_{350j}$ ;以及(iv)制成透镜式光发散度修改器350-j的材料和制成光学提取器340的材料相对折射率 $n_{350j}/n_{340}$ 。

[0102] 在图3C所示的示例中,照明装置300-c的透镜式光发散度修改器350-c包括具有正焦距 $f_c$ 的会聚透镜。这样,由透镜式光发散度修改器350-c通过输出面提供的修改光的修改角度范围155的发散度比由透镜式光发散度修改器350-c通过输入面接收的引导光的引导角度范围135的发散度更小。当相对折射率 $n_{350c}/n_{330}$ 和 $n_{350c}/n_{340}$ 大于1时,在一些实施方式中,相对于通过透镜式光发散度修改器350-c的光的传播方向(如,沿z轴),会聚透镜的输入面是凸的并且会聚透镜的输出面是平的或凹的。在一些实施方式中,相对于通过透镜式光发散度修改器350-c的光的传播方向(如,沿z轴),会聚透镜的输入面是凸的或平的并且会聚透镜的输出面是凹的。然而,当相对折射率 $n_{350c}/n_{330}$ 和 $n_{350c}/n_{340}$ 小于1时,在一些实施方式中,相对于通过透镜式光发散度修改器350-c的光的传播方向(如,沿z轴),会聚透镜的输入面是凹的并且会聚透镜的输出面是平的或凸的。在一些实施方式中,相对于通过透镜式光发散度修改器350-c的光的传播方向(如,沿z轴),会聚透镜的输入面是凹的或平的并且会聚透镜的输出面是凸的。

[0103] 在图3D所示的示例中,照明装置300-d的透镜式光发散度修改器350-d包括具有负焦距 $f_d$ 的发散透镜。这样,由透镜式光发散度修改器350-d通过输出面提供的修改光的修改角度范围155的发散度比由透镜式光发散度修改器350-d通过输入面接收的引导光的引导角度范围135的发散度更大。当相对折射率 $n_{350d}/n_{330}$ 和 $n_{350d}/n_{340}$ 大于1时,在一些实施方式中,相对于通过透镜式光发散度修改器350-d的光的传播方向(如,沿z轴),发散透镜的输入面是凹的且发散透镜的输出面是平的或凸的。在一些实施方式中,相对于通过透镜式光发散度修改器350-d的光的传播方向(如,沿z轴),发散透镜的输入面是凹的或平的并且发散透镜的输出面是凹的。然而,当相对折射率 $n_{350d}/n_{330}$ 和 $n_{350d}/n_{340}$ 小于1时,在一些实施方式中,相对于通过透镜式光发散度修改器350-d的光的传播方向(如,沿z轴),发散透镜的输入面是凸的并且发散透镜的输出面是平的或凹的。在一些实施方式中,相对于通过透镜式光发散度修改器350-d的光的传播方向(如,沿z轴),发散透镜的输入面是凸的或平的并且发散透镜的输出面是凹的。

[0104] 在图3E中所示的示例中,照明装置300-e的透镜式光发散度修改器350-e包括具有所需正或负焦距 $f_e$ 的菲涅尔透镜。所述菲涅耳透镜的输入或输出面的至少一个被刻面。以这种方式,透镜式光发散度修改器350-e的厚度可以比透镜式光发散度修改器350-c的会聚透镜或透镜式光发散度修改器350-d的发散透镜的厚度更小。为了使由透镜式光发散度修改器350-e通过输出面提供的修改光的修改角度范围155的发散度比由透镜式光发散度修改器350-e通过输入面接收的引导光的引导角度范围135的发散度更小,透镜式光发散度修改器350-e的输入和输出面的刻面的形状和布置及相对折射率 $n_{350e}/n_{330}$ 和 $n_{350e}/n_{340}$ 被选择以引起菲涅耳透镜的正有效焦距。可替代地,为了使由透镜式光发散度修改器350-e通过输出面提供的修改光的修改角度范围155的发散度比由透镜式光发散度修改器350-e通过输入面接收的引导光的引导角度范围135的发散度更大,透镜式光发散度修改器350-e的输入

和输出面的刻面的形状和布置及相对折射率 $n_{350e}/n_{330}$ 和 $n_{350e}/n_{340}$ 被选择以引起菲涅耳透镜的负有效焦距。

[0105] 示例4:衍射光发散度修改器

[0106] 图3F和3G示出包括光导330和衍射光发散度修改器350-j的组的照明装置300-j的各自部分,其中j是在{f,g}中。

[0107] 在图3F所示的示例中,衍射光发散度修改器350-f是具有以距离 $\Delta$ 隔开的输入面和输出面的3D光栅,所述距离 $\Delta$ 表示衍射光发散度修改器350-f的厚度。这里,衍射光发散度修改器350-j的厚度 $\Delta$ 在 $0.02D \leq \Delta \leq 0.1D$ 之间,如,0.04D、0.06D或0.08D,其中D是在光导330的输入端和输出端之间的距离。衍射光发散度修改器的本示例称为3D衍射光发散度修改器350-f。在一些实施方式中,3D衍射光发散度修改器350-f的输入面粘合到光导330的输出端,并且3D衍射光发散度修改器350-f的输出面粘合到光学提取器340。在一些实施方式中,3D衍射光发散度修改器350-f与光导330、光学提取器340或这两者一体形成。

[0108] 3D光栅(也称为体积光栅)包括3D衍射光发散度修改器350-f的体积的部分,其折射率不同于形成3D衍射光发散度修改器350-f的主体的材料的折射率,使得这些部分以3D图案布置。例如,3D图案可以是3D晶格。作为另一示例,3D图案可以在至少一个方向上是有秩序的,并且在剩余方向上是无秩序的(如,随机地或伪随机地)。在一些情况下,形成3D图案的3D衍射光发散度修改器350-f的前述部分可以是衍射光发散度修改器350-f的主体中的空隙。在其它情况下,形成3D图案的3D衍射光发散度修改器350-f的前述部分可以是3D衍射光发散度修改器350-f的主体中的插入件(金属薄片、电介质球等),使得所述插入件的折射率不同于主体材料的折射率。

[0109] 在一些实施方式中,这样的3D光栅可以是光子晶体。在其它实施方式中,3D光栅可以是体积全息图。前述3D光栅的3D图案可使用微机械加工、激光写入/印刷、离子注入等来生成。

[0110] 另外,所述3D光栅可以经配置使得由3D衍射光发散度修改器350-f通过输出面提供的修改光的修改角度范围155的发散度和由3D衍射光发散度修改器350-f通过输入面接收的引导光的引导角度范围135的发散度遵守目标比例。在一些情况下,目标比例大于1,使得由3D衍射光发散度修改器350-f提供的修改光相对于由光导330提供的引导光散布。在其它情况下,目标比例小于1,使得由3D衍射光发散度修改器350-f提供的修改光相对于由光导330提供的引导光聚焦。

[0111] 当照明装置300-f沿y轴(垂直于页面)伸长时,3D衍射光发散度修改器350-f包括一对相对的侧表面(如,正交于x-z平面),其沿在输入面和输出面之间的3D衍射光发散度修改器350-f(沿z轴)的厚度 $\Delta$ 延伸。在输入面接收的光通过衍射传播至输出面离开包括在3D衍射光发散度修改器350-f中的3D光栅的3D图案。这里,3D衍射光发散度修改器350-f可以成形为具有矩形底面的棱镜(例如,其中底面平行于x-y平面)。当照明装置300-f具有围绕z轴的旋转对称性时,3D衍射光发散度修改器350-f可以成形为具有旋转对称底面的棱镜(例如,其中底面平行于x-y平面)。旋转对称底面的示例是圆形、等边三角形、正方形、六边形、八边形等。

[0112] 在图3G所示的示例中,衍射光发散度修改器350-g是在光导330的输出端和光学提取器340之间的光学界面。这里,光学界面配置为具有输入侧和输出侧的2D光栅。输入侧

相邻于光导330的输出端并且输出侧相邻于光学提取器340。衍射光发散度修改器的这个示例称为 2D衍射光发散度修改器350-g。

[0113] 2D光栅(也称为表面光栅)包括在光导330和光学提取器340之间的光学界面的部分,折射率不同于形成光导330的材料的折射率 $n_{330}$ 和/或形成光学提取器340的材料的折射率 $n_{340}$ ,使得这些部分以2D图案布置。例如,2D图案可以是2D晶格。作为另一示例,2D图案可以仅在一个方向上有序,并在剩余正交方向上无序(如,随机地或伪随机地)。在一些情况下,形成2D图案的2D衍射光发散度修改器350-g的前述部分可以是位于光导330和光学提取器340之间的界面处的空隙。在其它情况下,形成2D图案的2D衍射光发散度修改器350-g的前述部分可以是位于光导330和光学提取器340之间的界面处的插入件(金属薄片、电介质球等),使得所述插入件的折射率不同于形成光导330 的材料的折射率 $n_{330}$ 和/或形成光学提取器340的材料的折射率 $n_{340}$ 。在一些其它情况下,形成2D图案的2D衍射光发散度修改器350-g的前述部分可以是在光导330和光学提取器340之间的界面形成的槽、缺口或凸块。在又一些其它情况下,2D图案可以是在光导330和光学提取器340之间的界面形成的表面全息图。

[0114] 在任一前述的情况中,2D衍射光发散度修改器350-f的厚度 $\Delta$ 相比于在光导330的输入端和输出端之间的距离 $D$ 非常薄, $\Delta \ll D$ 或 $\Delta \rightarrow 0$ 。例如,2D光栅的平面外厚度 $\Delta$ 可以是0.01mm量级、0.1mm量级或1mm量级。

[0115] 另外,2D光栅可以经配置使得由2D衍射光发散度修改器350-g 通过输出侧提供的修改光的修改角度范围155的发散度和由2D衍射光发散度修改器350-g通过输入面接收的引导光的引导角度范围135的发散度遵守目标比例。在一些情况下,目标比例大于1,使得由2D衍射光发散度修改器350-g提供的修改光相对于由光导330提供的引导光散布。在其它情况下,目标比例小于1,使得由2D衍射光发散度修改器 350-g提供的修改光相对于由光导330提供的引导光聚焦。

[0116] 当照明装置300-g沿y轴(垂直于页面)伸长时,2D衍射光发散度修改器350-g可成形为矩形带(例如,其中带的输入和输出侧平行于x-y 平面)。当照明装置300-g具有围绕z轴的旋转对称性时,2D衍射光发散度修改器350-d可以成形为具有旋转对称输入和输出侧(例如,它们平行于x-y平面)的补片。旋转对称底面的示例是圆形、等边三角形、正方形、六边形、八边形等。

[0117] 前述附图和伴随的描述示出用于照明的示例方法、系统和装置。将会理解的是,这些方法、系统和装置仅仅是用于说明的目的,并且所描述的或类似的技术可在任何合适的时间执行,包括同时地、个别地或以组合执行。此外,在这些过程中的许多步骤可以同时地、并行地进行和/或以与所示不同的顺序进行。而且,只要方法/装置保持适当,所述方法/装置可以使用附加的步骤/零件、更少的步骤/零件和/或不同的步骤/零件。

[0118] 换句话说,虽然本公开已经按照某些方面或实施方式及通常相关联的方法进行描述,但这些方面或实施方式的变更和排列对本领域技术人员将是显而易见的。因此,示例实施方式的上面描述不限定或约束本公开。进一步的实施方式在以下权利要求中描述。

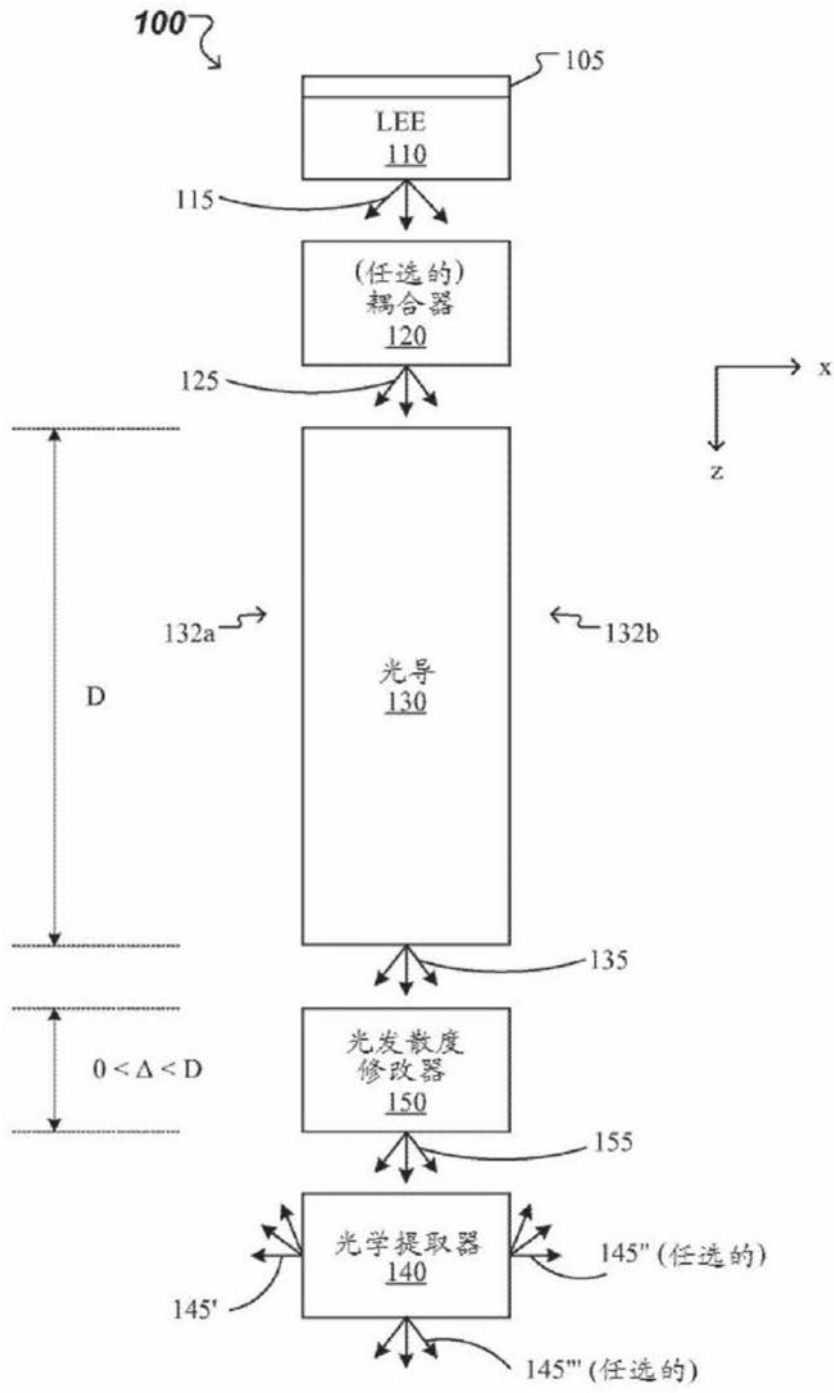


图1A

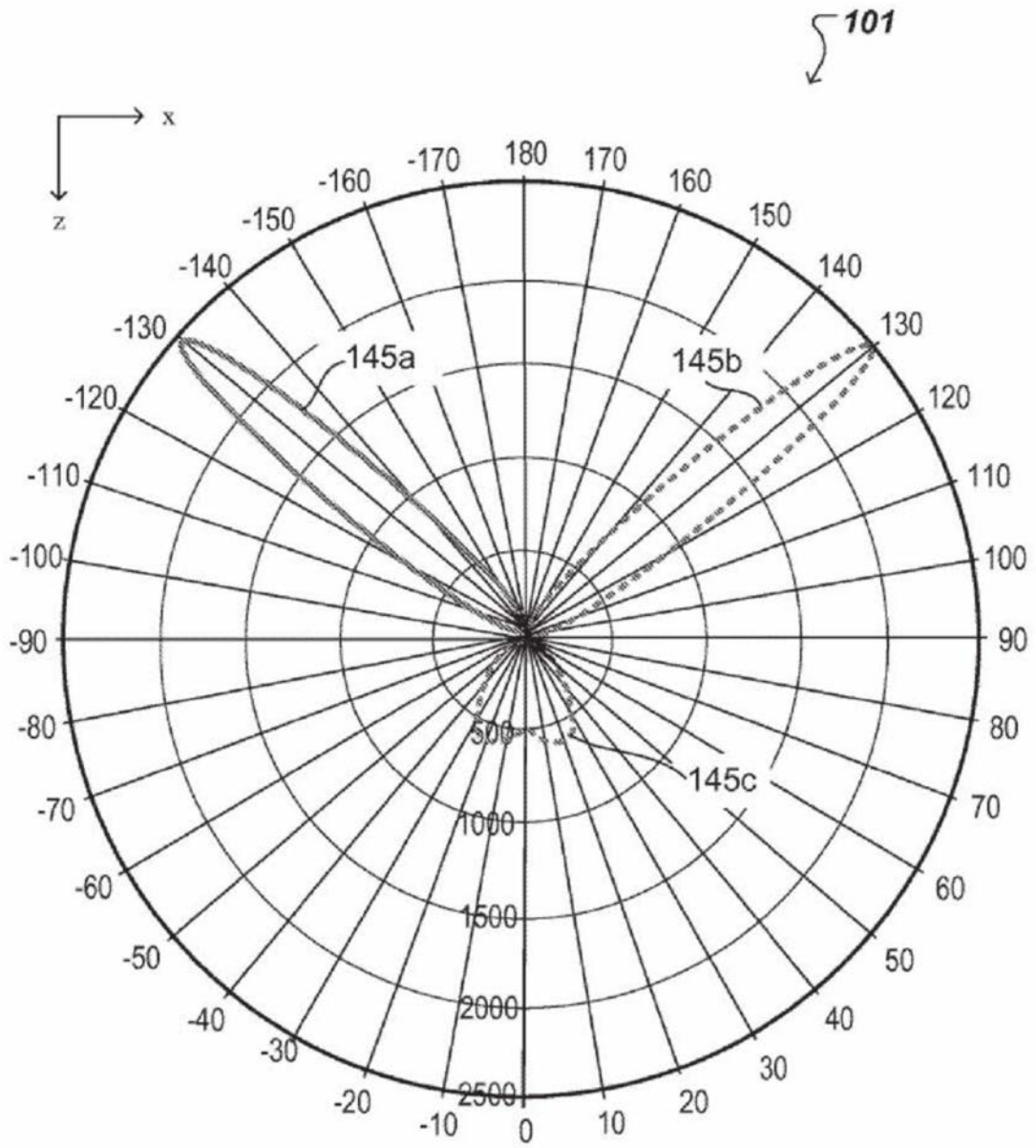


图1B





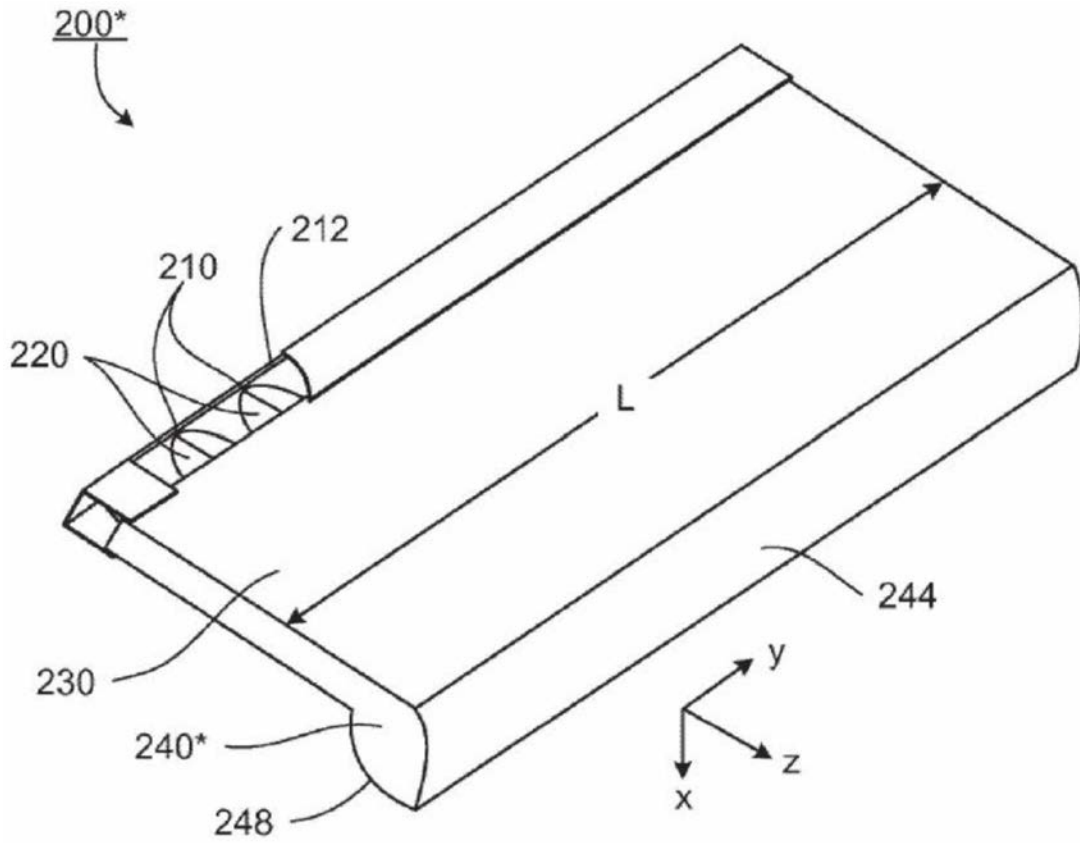


图2B

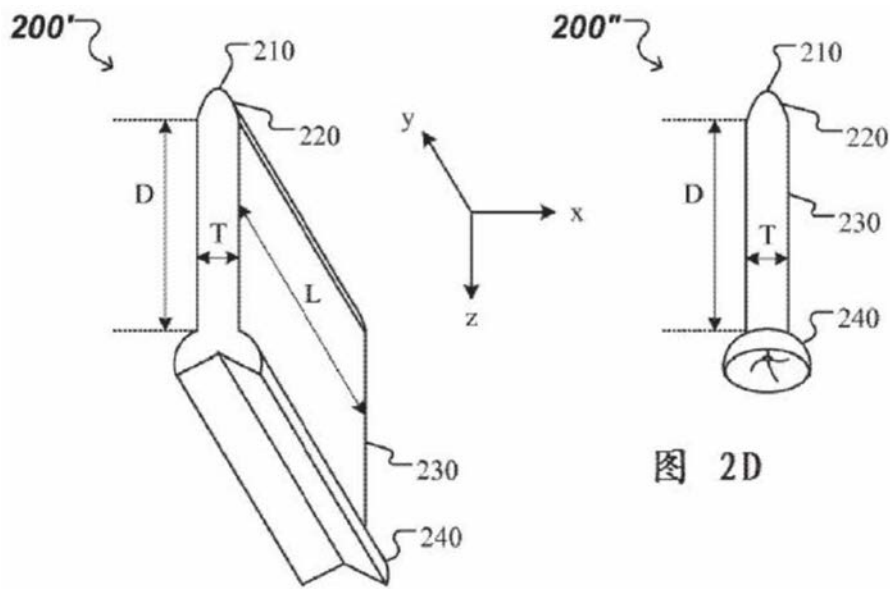


图 2C

图 2D

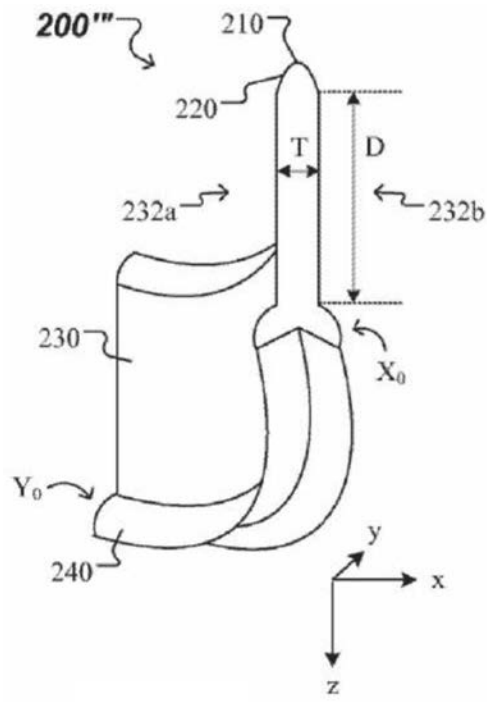


图2E

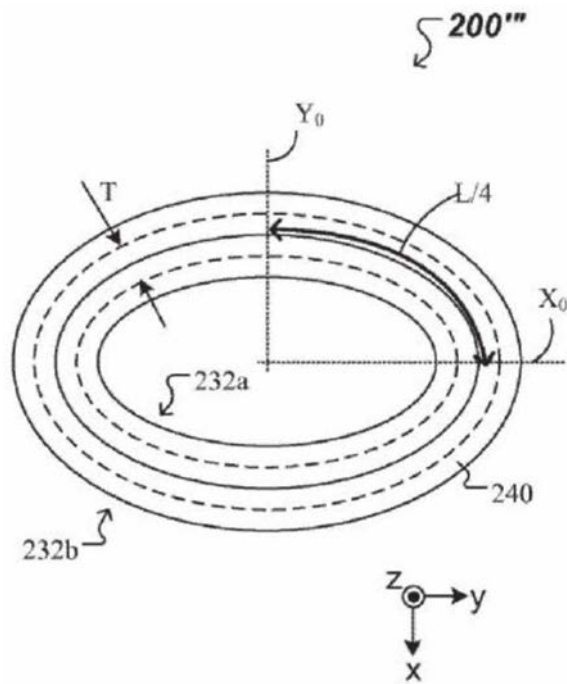


图2F

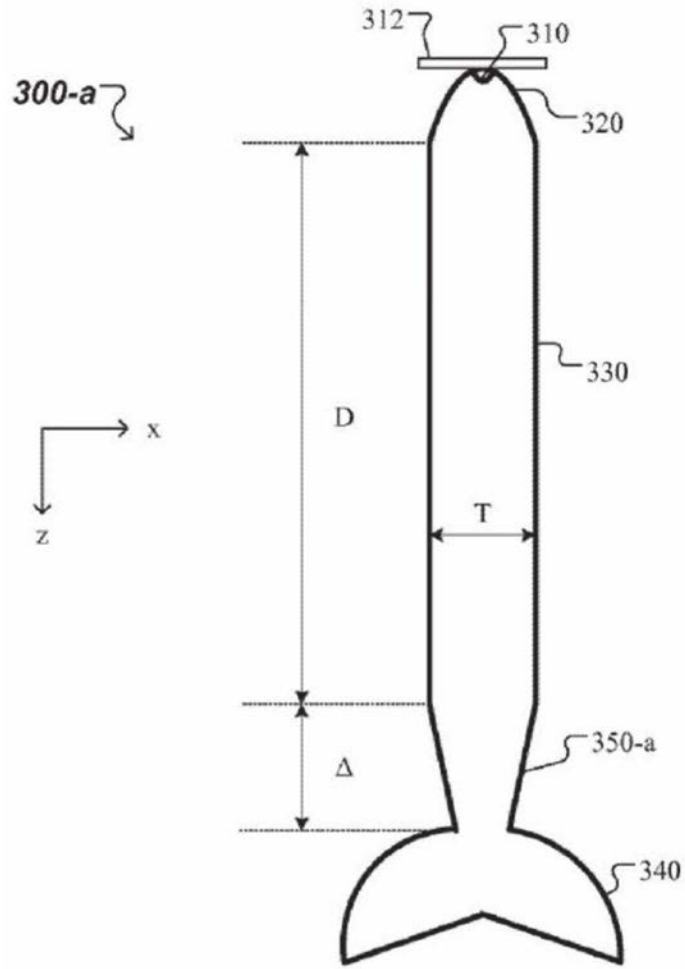


图3A

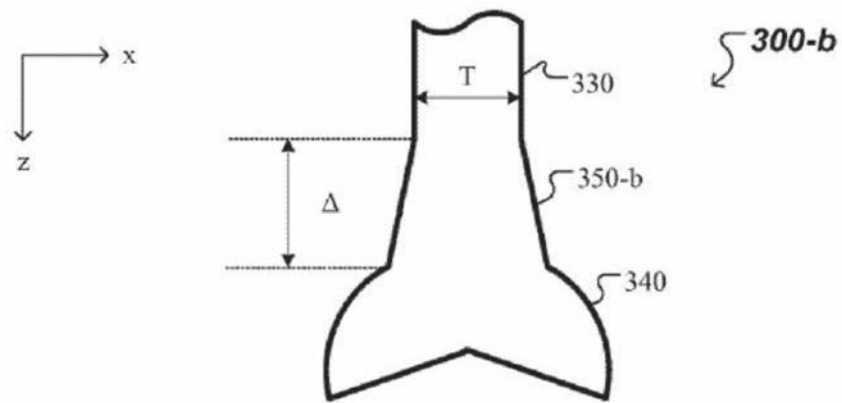


图3B

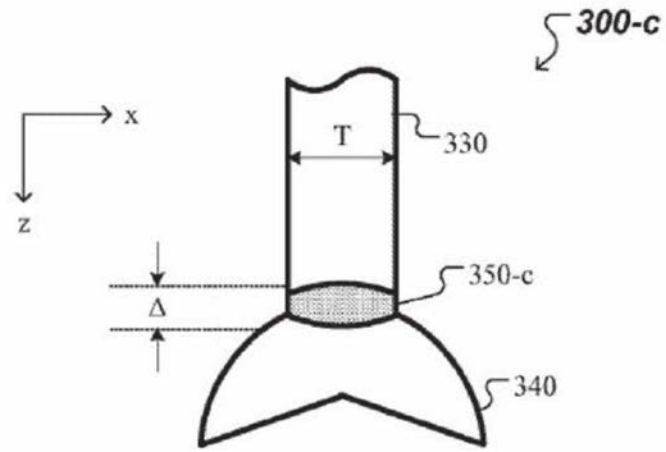


图3C

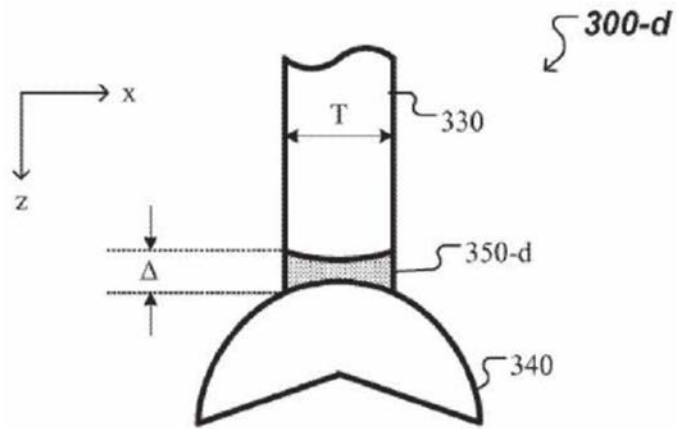


图3D

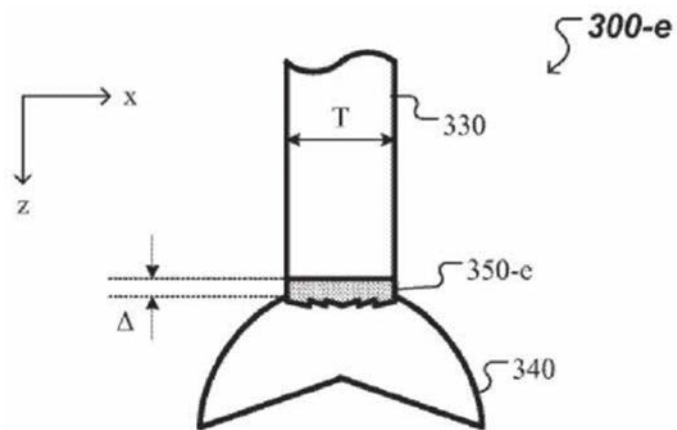


图3E

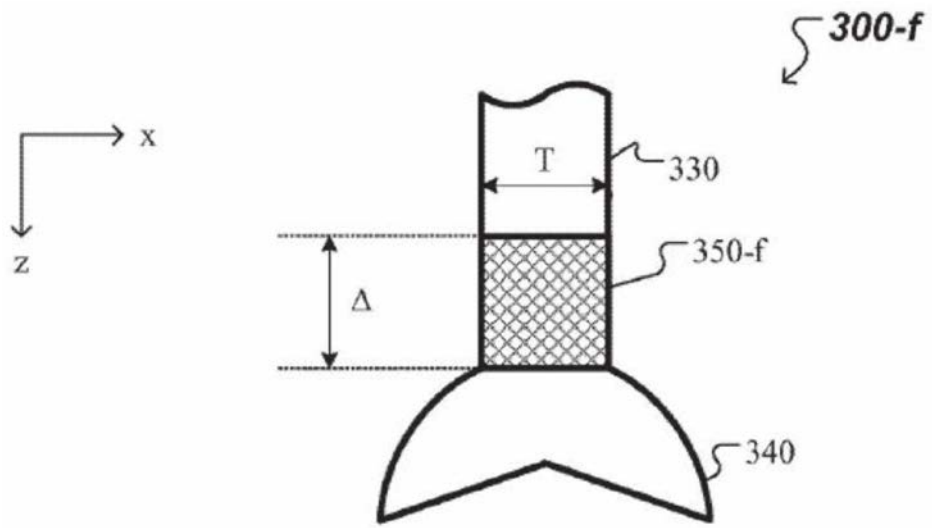


图3F

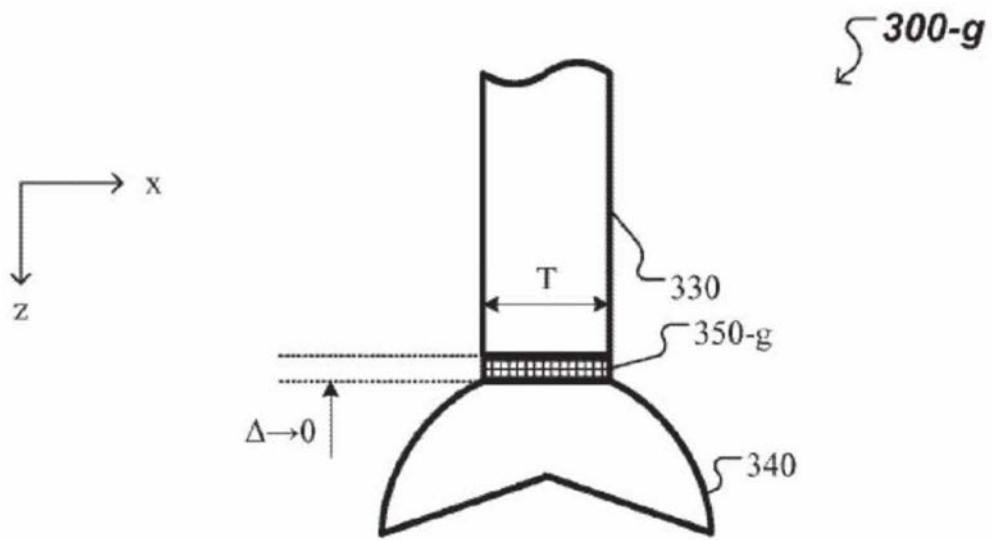


图3G