



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114207394 A

(43) 申请公布日 2022. 03. 18

(21) 申请号 202080050100.9

(22) 申请日 2020.05.11

(30) 优先权数据

19173900.2 2019.05.10 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.01.10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2020/062979 2020.05.11

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2020/229385 EN 2020.11.19

(71) 申请人 爱色丽欧洲有限公司

地址 瑞士雷根斯多夫

(72) 发明人 M·维格穆勒

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 张健 周学斌

(51) Int.Cl.

G01J 3/10 (2006.01)

G01J 3/02 (2006.01)

G01J 3/42 (2006.01)

G01J 3/50 (2006.01)

G01J 3/51 (2006.01)

G01N 21/31 (2006.01)

G01N 21/33 (2006.01)

G01N 21/35 (2014.01)

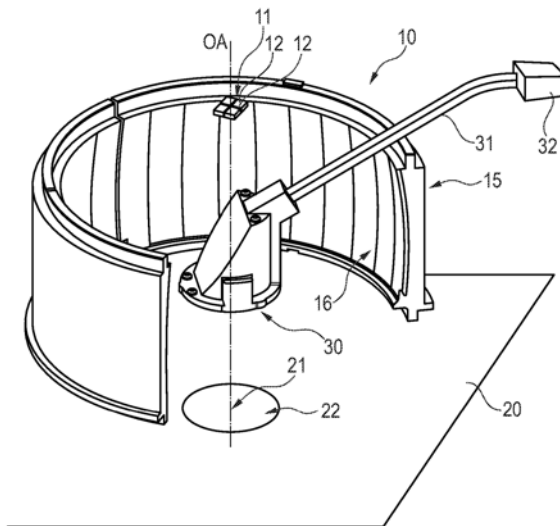
权利要求书2页 说明书10页 附图17页

(54) 发明名称

针对具有集成混合光学器件的分光光度计的照明设备和用于对样本进行照明的方法

(57) 摘要

一种针对谱光学测量设备的照明设备包括：相对于所述照明设备的光轴而布置，所述光轴在测量操作期间沿法线延伸到要照明的样本的区域中心点。以环的形状存在的镜的一个或多个段在所述光轴上居中。所述镜具有内部反射表面，所述内部反射表面被布置成使得在所述测量操作期间所述内部反射表面接收从所述光源发射的光并在要照明的样本的区域上反射所述光。所述内部反射表面在与所述光轴平行的平面(例如，所述光轴存在于其中)中穿过所述内部反射表面的横截面中具有自由形式形状，并且在与所述光轴垂直的平面中的所述镜的横截面中，所述内部反射表面由直线表示。



1. 一种针对谱光学测量设备的照明设备(10),所述照明设备(10)包括:

相对于所述照明设备(10)的光轴(OA)而布置的光源(11),所述光轴(OA)在测量操作期间沿法线延伸到要照明的样本(20)的区域的中心点;以及

在所述光轴(OA)上居中的以环的形状存在的镜(15)的至少一个段,所述镜(15)具有内部反射表面(16),所述内部反射表面(16)被布置成使得在所述测量操作期间所述内部反射表面(16)接收从所述光源(11)发射的光并在要照明的样本(20)的区域上反射所述光,

其特征在于,

所述内部反射表面在与所述光轴(OA)平行的平面中穿过所述内部反射表面(16)的横截面中具有自由形式形状,并且在与所述光轴(OA)垂直的平面中的所述镜(15)的横截面中,所述内部反射表面(16)由直线表示。

2. 根据前一权利要求所述的照明设备(10),其中所述光源(11)包括多个发光二极管(12),所述发光二极管(12)中的至少两个通过具有不同颜色、不同色温、不同功率谱分布和不同辐射度形状中的至少一个而彼此不同。

3. 根据前一权利要求所述的照明设备(10),其中所述多个发光二极管包括四个发光二极管(12),其包括具有不同功率谱分布的至少两个发光二极管(12)和比其他发光二极管(12)之一大的至少一个发光二极管(12)。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的照明设备(10),其中所述自由形式形状是通过下述操作来定义的:将边缘光线原理应用于所述光源的大小、要照明的样本(20)的区域的大小和锥体角。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的照明设备(10),其中所述内部反射表面(16)的自由形式形状的聚焦功率沿所述镜(15)的所述至少一个段的高度而变化。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的照明设备(10),其中所述镜(15)的所述至少一个段包括至少两个小面。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的照明设备(10),其中所述镜(15)包括至少两个段,在段之间具有一个或多个空间,所述段和所述空间一起形成所述环。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的照明设备(10),其中所述镜(15)的所述至少一个段以全环的形状存在。

9. 根据前一权利要求所述的照明设备(10),其中所述全环是小面化的。

10. 根据前一权利要求所述的照明设备(10),其中所述光源(11)的大小小于要照明的样本的区域。

11. 一种谱光学测量设备,例如分光光度计或色度计,包括根据前述权利要求中任一项所述的照明设备(10)。

12. 一种用于使用根据权利要求1至10中任一项所述的照明设备(10)在测量操作期间对样本(20)进行照明的方法,所述方法包括:

使用相对于所述照明设备(10)的光轴(OA)而布置的光源(11)来发射光,所述光轴(OA)沿法线延伸到在所述测量操作期间照明的样本(20)的区域的中心点;以及

由在所述光轴(OA)上居中的以环的形状存在的镜(15)的至少一个段的内部反射表面(16)偏转所述光,所述内部反射表面(16)被布置成使得所述内部反射表面(16)接收从所述光源(11)发射的光并在所述样本(20)的区域上反射所述光,所述内部反射表面在与所述光

轴(OA)平行的平面中穿过所述内部反射表面(16)的横截面中具有自由形式形状,并且在与
所述光轴(OA)垂直的平面中的所述镜(15)的横截面中,所述内部反射表面(16)由直线表
示。

13. 根据权利要求1至10中任一项所述的照明设备(10)的使用,包括对样本(20)进行照
明的步骤。

14. 根据权利要求11所述的谱光学测量设备的使用,包括对样本进行照明的步骤。

15. 一种针对谱光学测量设备的照明设备(10),所述照明设备包括:

相对于所述照明设备(10)的光轴(OA)而布置的光源(11),所述光轴(OA)在测量操作期
间沿法线延伸到要照明的样本(20)的区域中心点;以及

在所述光轴(OA)上居中的以环的形状存在的镜(15)的至少一个段,所述镜(15)具有内
部反射表面(18),所述内部反射表面被布置成使得在所述测量操作期间所述内部反射表面
(16)接收从所述光源(11)发射的光并在要照明的样本(20)的区域上反射所述光,所述内部
反射表面(16)在与所述光轴(OA)平行的平面中穿过所述内部反射表面(16)的横截面中具
有自由形式形状,并且在与所述光轴(OA)垂直的平面中的所述镜(15)的横截面中,所述内
部反射表面(16)由与环形状不同的弯曲线表示。

16. 根据前一权利要求所述的照明设备(10),其中由弯曲线表示的内部反射表面(16)
是自由形式形状的。

针对具有集成混合光学器件的分光光度计的照明设备和用于对样本进行照明的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及分光光度法,并且具体涉及针对谱光学测量设备的照明设备,其中光源对要测量的样本进行照明。本发明进一步涉及用于对样本进行照明的方法和包括照明设备的谱光学测量设备(例如,分光光度计或色度计)。

背景技术

[0002] 分光光度计用于测量样本材料的谱反射或透射特性。分光光度计用于例如确定材料的颜色特性。一些分光光度计还被适配成进一步表征材料的附加表面特征,例如光泽参数或纹理和设备外观度量中的一个或多个。分光光度计中使用的标准几何结构是所谓的(45°a:0°)几何结构,其中以相对于样本表面的法线45度的入射角对样本进行照明,并且以相对于法线0度的角接收从样本反射的光。

[0003] 美国专利No. 8,345,230描述了遵循(45°a:0°)或(45°c:0°)测量几何结构的照明装置。具有朗伯体(Lambertian)特性的白色平面光源被定位在样本上面,该样本是沿穿过该样本的所测量的区域的中心的法线而居中的。为了减少扫描操作期间的照明中的改变并更好地维持(45°a:0°)几何结构而不论由扫描操作导致的距样本表面的距离中的波动如何,将具有内部反射表面的柱面镜也在法线上居中并定位在要测量的样本的表面与朗伯体漫射光源之间,以便以相对于法线45度的入射角将来自朗伯体漫射光源的光反射到样本表面上。所反射的光由反射镜以相对于法线0度的角接收,该反射镜将所收集的光导向通过物镜且向下游到分光计以用于分析。内部反射表面的任何径向横截面与样本表面上的法线平行。当沿法线从上面观看样本表面时,内部反射表面的形状是圆形的或多边形的。

[0004] 在一些分光光度计中,另外期望提供来自多个彩色光源的照明。对于使用多个白色和/或彩色光源的颜色测量仪器,将以混合光学器件的形式存在的附加部件添加到照明装置的光源,以便在光进入成像光学器件之前在空间和角度域中对光源进行均质化,该成像光学器件提供针对(45°a:0°)测量几何结构的照明光路径。空间和角度域中的混合意味着:对于每个波长并且在发射区域的每个空间点处,实现基本上相同的角度发射特性。这些附加部件例如以积分球、混合光导和/或强扩散片的形式存在。美国专利No. 5,268,749提供了使用这种附加部件的混合的典型示例。在本发明中,混合光学器件未与如现有技术中的照明的光源部分合并,而是被并入到照明的成像光学器件部分中。这允许更高灵活性,例如,光源在混合之后确实不再需要具有朗伯体弥漫发射行为,并且更有成本效益且更紧致的设置是可行的。US 7,006,690公开了颜色测量头被提供有照明单元、光接收光学系统、颜色图像拾取单元、驱动控制器和测量控制器,且拾取测试图表的图像作为测量样品,该测量样品被放置成面向穿过环形反射器的样品开口。US 2010/277728 A1公开了用于以极好的照明效率对样本表面进行照明的照明装置和使用该照明装置的反射特性测量装置。照明装置包括:平面光源,位于样本表面的中心处的法线上;以及环形镜,具有位于平面光源与样本表面之间的内部反射表面。

[0005] 以下公开了本发明的方面、示例和示例性步骤及其实施例。根据本发明,可以在技术上可取和可行的任何地方将本发明的不同示例性特征进行组合。

发明内容

[0006] 在第一方面中,本发明提供了一种针对谱光学测量设备(诸如,分光光度计或色度计)的照明设备。所述照明设备包括相对于光轴(OA,图2)而布置的光源,所述光轴在测量操作期间沿法线延伸到要照明的样本的区域的中心点。以环的形状存在的镜的一个或多个段(段例如由一个或多个小面表示)在所述光轴上居中。所述一个或多个段是沿所述环(具体地,所述环形镜)的周界(例如,内周界)在圆形方向上设置的。该镜具有内部反射表面,所述内部反射表面被布置成使得在所述测量操作期间所述内部反射表面接收从所述光源发射的光并在要照明的样本的区域上反射所述光。所述内部反射表面在所述内部反射表面的径向横截面中具有自由形式形状(即,反射表面与包括所述光轴OA的平面的交线),且是直的,即,穿过所述内部反射表面的切向横截面中的非弯曲的线(即,反射表面与垂直于OA的平面的交线)。可替换地,所述线可以是弯曲的而不是直的,从而导致非平坦的小面。

[0007] 在一个示例中,针对分光光度计的照明设备,所述照明设备包括:相对于所述照明设备的光轴而布置的光源,所述光轴在测量操作期间沿法线延伸到要照明的样本的区域的中心点;以及在所述光轴上居中的以环的形状存在的镜的至少一个段,所述镜具有内部反射表面,所述内部反射表面被布置成使得在所述测量操作期间所述内部反射表面接收从所述光源发射的光并在要照明的样本的区域上反射所述光,所述内部反射表面具有带有自由形式形状的径向横截面。

[0008] 在照明设备的进一步示例中,所述光源包括多个发光二极管(LED),所述LED中的至少两个通过具有不同颜色、不同色温、不同功率谱分布和不同辐射度(radiance)形状中的至少一个而彼此不同。在该示例的进一步开发中,所述多个LED包括四个LED,其包括具有不同功率谱分布的至少两个LED和比其他LED之一大的至少一个LED。

[0009] 在照明设备的进一步示例中,所述径向横截面的自由形式形状是通过下述操作来定义的:将边缘光线原理应用于所述光源的大小、要照明的样本的区域的大小和锥体角。所述自由形式形状可以由小直(即,非弯曲)线或弯曲线来近似,使得将在径向和切向方向两者上得到小面化的内部反射表面。

[0010] 在照明设备的进一步示例中,所述内部反射表面的自由形式形状的聚焦功率沿所述镜的所述至少一个段的高度而变化。

[0011] 在照明设备的进一步示例中,所述镜的所述至少一个段包括至少两个小面。

[0012] 在照明设备的进一步示例中,所述镜包括至少两个段,在段之间具有一个或多个空间,所述段和所述空间一起形成所述环。

[0013] 在照明设备的进一步示例中,所述镜的所述至少一个段以全环的形状存在。在该示例的进一步开发中,所述全环是小面化的。

[0014] 在照明设备的进一步示例中,所述光源的区域的大小小于要照明的样本的区域。

[0015] 在第二方面中,本发明涉及一种谱光学测量设备,例如分光光度计或色度计,包括根据第一方面的照明设备。

[0016] 在第三方面中,,本发明涉及一种用于使用根据第一方面的照明设备和/或根据第

二方面的谱光学测量设备在测量操作期间对样本进行照明的方法,所述方法包括:

使用在所述照明设备的光轴周围的区域内布置的光源来发射光,所述光轴沿法线延伸到在所述测量操作期间照明的样本的区域的中心点;以及

由在所述光轴上居中的以环的形状存在的镜的至少一个段的内部反射表面偏转所述光,所述内部反射表面被布置成使得所述内部反射表面接收从所述光源发射的光并在所述样本的区域上反射所述光,所述内部反射表面至少基本上在所述光轴的方向上具有自由形式形状,其中在与所述光轴垂直的平面中的所述镜的横截面中,所述内部反射表面由直的非弯曲的线表示。

[0017] 在根据第三方面的方法的示例中,所述光源包括多个发光二极管(LED),所述LED中的至少两个通过具有不同颜色、不同色温、不同功率谱分布和不同辐射度形状中的至少一个而彼此不同。

[0018] 在根据第三方面的方法的进一步示例中,所述多个LED包括四个或更多个LED,其包括具有不同功率谱分布的至少两个LED和比其他LED之一大的至少一个LED。

[0019] 在根据第三方面的方法的进一步示例中,所述自由形式形状是通过下述操作来定义的:将边缘光线原理应用于所述光源的大小、要照明的样本的区域的大小和锥体角。

[0020] 在根据第三方面的方法的进一步示例中,所述内部反射表面的自由形式形状的聚焦功率沿所述镜的所述至少一个段的高度而变化。

[0021] 在根据第三方面的方法的进一步示例中,所述镜的所述至少一个段包括至少两个小面。

[0022] 在根据第三方面的方法的进一步示例中,所述镜包括至少两个段,在段之间具有一个或多个空间,所述段和所述空间一起形成所述环。

[0023] 在根据第三方面的方法的进一步示例中,所述镜的所述至少一个段以全环的形状存在。在该示例的进一步开发中,所述全环是小面化的。

[0024] 在根据第三方面的方法的进一步示例中,所述光源的大小小于由所述光在被具有自由形式形状的镜的内部反射表面偏转之后照明的样本的区域。

附图说明

[0025] 下面将基于示例性附图来甚至更详细地描述本发明。本发明不限于示例性实施例。可以在本发明实施例中单独地使用本文描述和/或图示的所有特征或者以不同组合将本文描述和/或图示的所有特征进行组合。通过参考附图阅读以下详细描述,本发明的各种实施例的特征和优势将变得明显,附图图示了以下内容:

图1是根据本发明实施例的照明设备的示意性透视图;还示出了拾取光学系统;

图2是照明设备的前视图;还示出了拾取光学系统;

图3a) - i) 示出了本发明实施例的光学设计的最大源区域内容纳的光源的特殊实施例;

图4图示了根据本发明实施例的镜的内部反射表面的自由形式表面的轮廓;

图5是镜的水平切片的透视图;

图6是具有被分段成提供光泽、相机和参考通道中的一个或多个的镜的照明设备的透视图;

图7是具有被分段成提供环照明的镜的照明设备的透视图；

图8是具有下述镜的照明设备的透视图：该镜具有带有用于定向照明的两个小面的单个段；

图9示出了来自具有自由形式内部反射表面的镜的单个小面的混合结果的分析；

图10示出了来自具有自由形式内部反射表面的小面化的环境的混合结果的分析；

图11至15示出了进一步镜实施例；以及

图16图示了与光轴垂直的横截面中的内部反射表面的几何结构。

具体实施方式

[0026] 用于对来自不同颜色或色温的照明源的光进行混合的光学部件通常引起辐射强度的减小、成本的升高和物理尺寸的增大中的一个或多个。根据本设备的实施例，来自在多个波长处同时照明的多个光源的光的混合由下述镜引起：该镜被形成为绕实施例的光轴的旋转的表面，且包括镜的内表面上布置的多个小面。与其他解决方案相比，例如：i) 具有从照明源到目标的直接光学路径的解决方案；ii) 包括用于将来自照明源的光反射到目标上的光滑柱面镜的解决方案；或者iii) 包括多个镜（例如，在圆形或圆柱周围布置的平面镜）的解决方案，本设备的实施例实现了更宽范围的使用和改进的测量。例如，与其他解决方案相比，该实施例的小面化的镜改进了光滑度，使顶部平坦，且扩展了所照明的点的强度分布的宽度（图9、10）。因此，与其他解决方案相比，该实施例的小面化的镜提供了改进的光分布和在更宽区域上照明强度的均匀性。此外，可以通过减少针对附加部件（例如，混合室、混合光杆中的一个或多个）的需要来使本设备的实施例比其他解决方案且在更低成本下更紧致。本设备的实施例中包括的镜的实施例可以与其他光学配置（例如，在光源与目标之间包括扩散滤光器的光学配置）相比引起更少光强度损耗。将混合性质与照明的光学成像部分进行组合还提供了测量角度的更高效控制（光的混合仅需要在所要求的锥体角内被考虑），并且，实现了用于从照明源到所照明的目标的光的收集的更大隅角覆盖，从而导致提高的功率吞吐量。

[0027] 图1和2示意性地图示了包括光源11和镜15的示例性照明设备10，光源11和镜15均是沿光轴0A定位的，光轴0A沿法线延伸到样本20的照明区域22的中心点21。图1是透视图并且图2是前视图。在每个视图中，镜15的段被移除，以提供镜15的内部反射表面16的更好视图。沿光轴0A，镜15被定位在样本20的照明区域22与光源11之间。在图1和2中所示的实施例中，从光轴0A到内部反射表面16的中心的径向距离 r 至少基本上等于样本20的表面与光源11之间的沿光轴0A的距离 d 的一半，或存在于在从 $d/2 - 0.2d$ 至 $d/2 + 0.2d$ 的范围内变化的区间中（例如，对于 $45^\circ \pm 5^\circ$ 角度分布），但根据本发明实施例，其他关系也是可能的。表面16的中心被定义为对光源11的中心到样本20的中心进行成像的反射点。因此，从光源11发射的光14从镜15的内部反射表面16反射，且对样本20进行照明。然后大致沿光轴0A从样本20反射光14到拾取光学器件30。拾取光学器件包括例如透镜、反射器和光导端口（例如，光纤端口或插座）中的一个或多个。在一些实施例中，透镜是球面或非球面透镜。反射器是例如被取向成向着光纤端口的光轴反射来自透镜的光轴的光的平面。反射器是例如基于总内部反射的镜。光纤端口是例如光纤或光纤束抵靠其而接收由透镜收集的光的表面，例如，平坦表面或被弯曲成形成透镜的表面。在一些实施例中，拾取光学器件组件等同于样本测量平

面的空间中的焦阑透镜。拾取光学器件例如被集成为单个部件,例如由透明聚合物模制。光纤端口是例如单个部件内的柱状腔。光纤31将来自拾取光学器件30的光引导到检测器32。在一些实施例中,光导例如对输入光进行空间均质化和去极化。在另一示例实施例中,光导是下述各项中的一个或多个:与拾取光学器件组件集成,例如集成为光管;或者提供到检测器32的自由空间耦合。

[0028] 检测器32包括例如分光计。分光计32的实施例包括例如格栅和光电检测器,例如线性光电检测器阵列,例如光电检测器矩阵。光电检测器是例如CMOS半导体或CCD半导体。检测器32的可替换实施例包括例如色度计,例如包括位于来自光纤的传入光与光电检测器之间的滤色器集合。检测器的其他实施例是下述各项中的一个或多个:包括入口狭缝、全息聚焦格栅和二极管阵列检测器(例如,CMOS二极管阵列检测器、具有滤色器的检测器阵列和线性可变滤光器(LVF)中的一个或多个)的光度计;傅里叶变换光度计(FTS);以及具有多个(例如,三个)滤色器的色度计。它还可以是具有不同谱滤光器的成像传感器,从而允许空间和谱分辨率两者。

[0029] 图3a)-i)示出了光源11的不同实施例。光源11包括组合地在两个或更多个波长(例如,两个或更多个波长范围)处发射光的多个发光部件,例如发光二极管(LED)12。在一些实施例中,每个LED可以发射不同颜色(例如,一个或多个不同可见或不可见颜色)的光。不同LED颜色可以例如是从下述各项中的一个或多个中选择的:白色、蓝色、绿色、红色、红外、紫色或紫外。在一些实施例中,在样本20的表面处组合或混合的光可以对应于某个标准发光物的光,该标准发光物例如是CIE A、B、C、D、E、F和L发光物中的一个或多个,例如D50、D55、D65和D75发光物中的一个或多个。设备的一些实施例包括多个光源11。例如,每个光源11是通过下述操作来激活的:单独地或众多地对不同LED进行照明,例如对不同LED进行照明,例如同步地或关于重叠持续时间对两个或更多个LED进行照明。例如,白色和紫外被一起照明,例如同步地。在一些实施例中,LED的照明后跟有仅一个LED或另一对LED或多个LED的照明。在不同示例性实施例中,每个不同光源11在获取一个或多个测量结果之前被机械地定位或被带到与光轴0A对齐。由根据本发明实施例的镜设计提供的混合质量和高吞吐量典型地在设计区域外降低。因此,源11的LED应当大部分被包含在该设计区域内,以确保样本的高效且完好混合的照明。因此,通常,LED被尽可能接近地布置在光轴0A周围。可以比要求最佳可能吞吐量和/或混合的LED更远地移出可给予更低吞吐量或更低混合质量的LED。例如,照明设备的实施例包括4个LED 12。LED例如是相对于光轴0A对称地布置的,例如以便形成正方形或矩形,如图3a)中所示。然而,其他可能实施例包括下述各项中的一个或多个:相对于光轴0A的非对称布置(图3b));相对于光轴0A对称地旋转(例如,平面内)和布置的LED(图3c));不同大小的LED(图3d);与光轴0A重叠的LED之一(图3d));多于四个LED(图3e));以及不同布置中的少于四个LED,例如在三角形中(图3f),其中所对齐的对角线瞄准光轴(图3g),或者在一个或多个列中(图3h)。在图3i)中,单个光源例如被布置为在光轴0A上居中,其中可能非均质的光发射(空间和角度域)将被本混合光学器件均质化。除图3i)的实施例外,光源11都包括从下述各项的组中选择的至少两个LED 12:发射不同功率谱密度的LED(包括不同色温的彩色LED和白色LED);以及具有相同功率谱密度但不同辐射度形状(例如,空间和角度辐射度分布中的一个或多个)的LED。根据实施例还可能的是,该至少两个LED是相同的且具有相对于光轴0A的各种位置布置。此外,示例中的LED 12具有不同大

小(参见图3d),以便将加权提供给LED 12,例如供第一颜色提供比第二颜色更强的照明强度。例如,在图3d)的实施例中,(一个或多个)更大LED是例如白色LED和/或青色LED。为了比其他更小LED(例如,紫外LED和蓝色LED中的一个或多个)更强地对这些谱进行加权。

[0030] 例如,为了覆盖380 nm至730 nm的测量波长范围,LED 12例如包括下述各项中的一个或多个:白色LED,其例如在从420 nm至700 nm的波长范围内照明;紫外/蓝色LED,其例如在420 nm以下的波长范围内照明;青色LED;以及近红外或红色LED,其例如在700 nm以上的波长范围内照明。白色、紫外、青色和近红外或红色LED的组合提供了针对颜色测量装置(例如,包括小面化的环境的设备)的方法,以生成在宽波长范围(例如,从380 nm至730 nm)内具有均匀强度的照明,由此,白色LED的谱中的照明强度下降被青色LED的照明补偿,并且由此,白色LED的有限谱被由紫外LED和近红外或红色LED提供的照明扩展。根据一个实施例,LED 12在大小方面均为1 mm×1 mm左右。在一个实施例中,在光源11上包括LED的区的总宽度、对角线或直径中的一个或多个是约3 mm。LED 12的其他颜色和布置也是可能的,以形成不同的辐射度谱和图案。例如,一个布置可以包括绿色、蓝色和红色LED 12。另一布置可以包括多个白色LED 12,例如具有不同谱范围或谱分布的白色LED。布置例如包括不同色温的白色LED 12、以及紫外和/或近红外LED 12。另一布置可以包括多个彩色和白色LED,其中个体LED可以是个体地接通的。结合谱选择性拾取传感器(例如,分光计)顺序地使用它们将使得能够实现用于表征样本的荧光性质的简单双谱测量系统。

[0031] 优选地,因为该实施例中的镜15的总体形状是圆形的,所以光源11的总体形状也至少基本上是圆形的,例如具有小于3或小于 $\sqrt{2}$ 的半轴长度之间的比率。以该方式,可以避免由圆形区域内或外的空的空间造成的损耗。然而,如上所提及,即使光源11中的LED 12的设计偏离于规则形状,仍可以实现良好的混合和相对高的吞吐量。取决于源11与样本20之间的距离d、它们的大小和照明区域22中的所允许的入射角,所收集的源隅角可以非常大(例如,对于图4中所示的镜,为 π ,其为对于对应平柱面镜的情况的4倍大)。

[0032] 参考图4,更详细地示出了来自图2的前视图的内部反射面16的垂直形状。这里,内部反射表面16具有自由形式形状,或者更精确地,内部反射表面16的径向横截面具有自由形式形状(包括光轴0A和表面16的平面的横截面)。在本申请的上下文内,“自由形式形状”应被理解为不规则形状(包括非球表面),且从其定义中排除规则形状(诸如平坦、椭圆形、抛物线形或双曲线形)和在径向横截面上具有公共焦点的形状。根据本发明实施例,自由形式形状已经被发现为提供许多优势,包括更好的颜色混合、更高的吞吐量和相对于光源11的更小大小而实现更大照明区域22的能力。

[0033] 在图4中所示的实施例中,内部反射表面16的径向横截面的构造点40使得:点40存在于来自照明区域22的中心(OA与22的交点)且与OA有45°角(对于本发明中设为目标的期望(45a:0)几何结构——它可以针对不同目标几何结构而不同)的光线上。在所示的实施例中,光源11的发光表面与要测量的样本20的表面之间的距离d的一半至少基本上等于径向距离 r_1 ,或者存在于到构造点40在从 $0.8 r_1$ 至 $1.2 r_1$ 的范围内变化的区间中。在该示例中,具有近似3 mm的有效发光表面的光源11被用于以 45 ± 5 度的入射角对12 mm的期望照明区域进行照明(图4以实线示出了45度角处的光线,且以虚线示出了40度和50度处的光线)。在该情况下, $r_1 = d/2 = 9.20$ mm。

[0034] 使用这些设计约束,根据公知的边缘光线原理、通过下述操作来确定根据本发明

实施例的自由形式表面:将源的边界成像到图像的边界,以便确保中间的光线也落在图像内。在图4的示例中,左边缘光线源在-1.5 mm处,以50度入射,到+6 mm处的图像贴片;中心光线源在0 mm处,以45度入射,到0 mm处的图像贴片;以及右边缘光线源在+1.5 mm处,以40度入射,到-6 mm处的图像贴片。由端点41和42限定的内部反射表面16的高度h被选择成使得该实施例中的 ± 5 度的期望贴片锥体角被实现。

[0035] 然后如图11中图示的那样从中心点40逐段地确定镜15的内部反射表面16的径向横截面的形状:对于镜高度h中的区间改变+dh,表面斜度被修改成使得它反映从 $P=\text{patch_center}-dp$ 向 $S=\text{source_center}+ds$ 的光线(即,局部地,镜是具有P和S中的焦点的椭圆)。该关系使得如果 $H_{\text{top}}-H_{\text{center}}=N*dh$,那么 $N*ds=D_{\text{src}}/2$ 并且 $N*dp=D_{\text{patch}}/2$ 。区间dh、dp和ds例如被选择为如以下图中那样恒定的,或者作为H、P和S的函数。将这一点应用于图4的示例,底部端点42处的距光轴OA的半径 r_2 是8.70 mm,并且顶部端点处的距光轴OA的半径 r_3 是8.18 mm。

[0036] 图4中所示的自由形式表面的设计已经被发现为具有由于从源收集的相对大的角度所致的高吞吐量,且具有大致焦阑贴片辐照度(irradiance)。然而,该设计例如被适配用于优选地遵照如上所讨论的边缘光线原理的不同应用或者针对自由形式或非球表面的可替换光学设计途径。例如,镜的直径例如被扩缩以在中心提供更多或更少空间。此外,光源11和/或期望照明区域22的不同大小和/或不同期望贴片锥体角将根据边缘光线原理被应用于相应大小来得到不同自由形式形状。

[0037] 根据实施例,自由形式表面的形状例如被适配成计及不具有朗伯体分布的光源11。例如,基于光源11的辐射度分布,例如相应地沿镜15的高度h适配内部反射表面16的聚焦功率,以维持均质功率分布。因此,如果光源11在较大辐射度角度中与较小角度相比具有更大功率,则接收较大辐射度角度的镜15的顶部区段例如相对于镜15的底部区段具有更低聚焦功率。

[0038] 根据本发明实施例的用于产生内部反射表面16的形状和大小的另一设计准则将是:计算大小和形状,以便优化测量场中的照明强度分布,以便实现针对距离变化的大的不灵敏度。这将提供:拾取光学器件30中的所测量的光水平针对不同距离保持恒定。经整合的光水平是针对不同距离通过场内的照明强度分布来确定的。

[0039] 已经通过例如使用注塑模来制造镜15,注塑模是使用超精密加工(具有典型地5个或更多个加工轴)来生产的。这得到了内部反射表面16的形状,其被提供有例如在可见谱范围内(例如,在存在于305 nm与380 nm之间的紫外光至存在于730 nm与1000 nm之间的近红外光的范围内变化的波长区间中)创建高反射率的光学镜涂层。涂层材料将是金属涂层,诸如铝或银或金或铬,或者更一般地,是宽带介电涂层,可选地与附加薄膜干涉层组合。

[0040] 图5是图1和2的镜15的水平切片的透视图。在该实施例中,镜15是包括三个段的小面化的镜,例如小面化的环境。根据本发明实施例已经发现,结合至少基本上平行于光轴而存在的方向上内部反射表面16的径向横截面的自由形式形状而将镜15小面化成圆形方向上(即,下述方向上:该方向绕着照明设备的光轴圆形延展,使得例如小面17的边界平行于光轴而存在)的小面17得到极大改进的混合质量。在与照明设备的光轴垂直的平面中穿过每个小面17的横截面(在本公开内,也被称为水平平面或水平横截面)中,面向光源11的反射表面存在于其上的小面17的边由直的非弯曲的线表示。然后,当小面17被安装在环形镜

中时与照明设备的光轴垂直的平面中穿过小面17的整个阵列的横截面由多边形(例如,具有n个角的规则多边形,其中n是环形镜中包括的小面的数目)表示。除上面讨论的自由形式形状的优势外,水平方向上的小面17例如另外用于跨照明区域22散布光源11的图像的热点。包括多个小面17的内部反射表面16在沿光轴0A从上面观看时在形状上是多边形的。在所示的实施例中,镜15优选地包括 $n = 30$ 个小面17,位于 $360^\circ/n$ 的区间处,诸如位于相对于彼此12度的区间处。数目为约30个小面17已经被发现为在没有拾取功率的显著损耗的情况下提供高混合。然而,其他数目的小面也是可能的,诸如存在于在从4至28的范围内变化的区间中的数目(例如,12)或者存在于在从32至120的范围内变化的区间中的数目(例如,75)。一般地,从直接几何考虑明显的是,更宽的小面17将使与小面平行的方向上的照明散开得更多,从而导致更大的损耗(照明在期望照明区域22外下降),但导致更好的均质化(源11的单个LED覆盖照明区域22中的更宽区域,从而更好地盖住源11的也被散开得更大的其他LED)。

[0041] 尽管图5中所示的实施例中的小面17均是相同大小且在水平平面中观看时是平坦的,但根据其他示例,小面17具有不同大小和/或具有水平平面中的曲率。例如,提供如图18b、c中描绘的曲率允许相对小的小面17,以实现被覆盖的贴片的照明区22中的更宽区域,从而增强光混合。特别地,偏离于以图5中所示的圆形形式存在的小面17的平坦面以提供更强或更弱(例如,平坦)曲率带来了附加的设计自由度。根据本发明实施例,在水平平面中观看时跨小面的曲率例如具有与在垂直平面中观看时镜15的内部反射表面16的自由形式形状相似的自由形式形状。因此,将设计的边缘光线原理应用于水平平面中的小面17可以以垂直平面中的自由形式形状针对与小面17正交的维度而进行的类似方式,更好地约束/均质化到与小面17平行的贴片维度。进一步地,小面17的自由形式形状可以沿镜15的高度h而变化,从而允许移除/减少单个小面的梯形功率分布(图9)。

[0042] 图6-8图示了其中镜15未形成全环的实施例。如图6中所示,在不显著影响跨照明区域的混合的情况下例如在镜的周界附近移除镜15的一个或多个段或小面17。这可以被完成,例如以便提供针对一个或多个附加部件35(诸如,相机)的空间或者提供针对用于确定光泽的设备的通道或参考通道。如图7中所示,具有分布在镜15的周界附近的中间的相等大小的空间的镜15的三个段可以提供圆周照明。例如通过提供包括至少一个小面17(在图8的示例中示出了两个小面17)的镜15的一个段来提供定向照明。

[0043] 图7中所示的构思可以被容易地扩展以促进照明设备的进一步应用:

例如,每个镜段可以针对从当前居中轴移位的其个体光轴0A而优化。关于这一点,获得针对每个镜段而不同的对应地去中心化的源区域,从而有助于实现甚至更大的总体源和照明区域。

[0044] LED光源可以被拆分成可个体地寻址和控制的两个或多个光源。光源可以存在于一个平面中或不同平面中。光学系统可以由附加挡板修改,使得每个光源可以对镜的仅一个或某些段进行照明。

[0045] 该构思还包括:不同镜段可以具有不同的光学设计。这允许实现附加测量特征。

[0046] 第一可能实施例,不同光源和光学成像镜段可以是针对不同照明点大小而设计的。这使得能够在不机械地移动部分的情况下在不同测量点大小之间切换。

[0047] 第二可能实施例:不同光源和成像镜是针对不同机械工作距离而设计的。这实现

了不同距离处的测量。

[0048] 第三实现方式可以实现关于不同镜段的不同样本照明角度。这实现了多角度测量几何结构。

[0049] 另一可能实施例将是：在有极化滤光器的情况下实现一个光源和成像镜段，在没有极化滤光器的情况下实现第二光源。这使得能够实现具有可切换极化性质的照明系统。

[0050] 图9图示了根据具有根据图4的自由形式形状的镜15的设计而设计的单个小面17的混合分析的结果，并且图10示出了具有根据图4的自由形式形状的全小面化环境镜15的混合分析的结果。关于具有自由形式形状的单个小面17的混合分析，发现了：自由形式形状控制与镜15正交的贴片辐照度中的分布的能力比具有平坦面（即，平行于光轴0A）的小面提供了显著更好的混合结果。换言之，如上所讨论的被适配成在照明区域22上提供更均质功率分布的自由形式形状在照明区域22上提供了具有显著更好混合和照明的定向照明。此外，与平坦或其他形状相比，自由形式表面允许与光源11的大小相比大得多的大小的照明区域22以及照明区域22上的入射角的控制。

[0051] 除上面讨论的自由形式表面的更好混合和其他优势外，分析还已经示出：单个段或小面以及整个小面化环境提供了与平行于光轴0A的平坦表面相比吞吐量方面的显著增益。自由形式表面允许收集从光源发射的光的更大角度，且允许根据边缘光线原理来控制其在照明区域22上的入射角和/或实现功率分布均质性。下表1示出了相对于根据图4的实施例的小面化自由形式表面的不同镜设计的吞吐量的分析的结果。如可以看到的那样，相对于柱面镜，获得功率方面的几乎3倍，而来自对自由形式镜进行小面化的损耗相对于具有较差混合的非小面化自由形式镜仅13%。

具有宽度12°的所有小面	相对吞吐量[源通量的%]	相对于小面自由形式的通量[%]
平坦(柱面镜)	14.0	36
自由形式	44.5	113
平坦小面化(多边形镜)	12.6	32
自由形式小面化(图4的实施例)	39.4	100

[0052] 图11至15示出了与上面在图4的上下文中描述的不同物理量的以下值相关联的进一步镜实施例。边缘光线以粗线示出，中心光线被示为粗虚线，并且在贴片中心和边缘上入射的光线锥体针对锥体中心和边缘光线以实线和点线示出。

[0053] 图11示出了针对100个长度单位的源直径、45°的入射角、±5°的入射锥体角、400个长度单位的贴片直径和616个长度单位的源-贴片距离而计算的镜的示例。

[0054] 图12和13示出了其中构造点40被定位为相对于贴片中心20%更远离(图12)和20%更接近(图13)的镜的示例。

[0055] 图14示出了针对1417个长度单位的扩大的源-贴片距离的镜的示例。

[0056] 图15最后示出了使用点源和267个长度单位的更小贴片宽度以及±6°入射锥体角而设计的镜的示例。

[0057] 图16A1表示了与光轴0A垂直的平面中穿过环形镜15A的横截面，且示出了镜的小面17A的内部反射表面16A由该横截面中的直线表示。换言之，每个个体小面的内部反射表面不是弯曲的，在绕着光轴0A的圆形方向上具有有限曲率半径。这也在图16A2中描绘，图16A2示出了小面17A的3维视图。图16B呈现了另一实施例，其中小面17B是凹的(其表面在图

16B2中以透视法示出),具有比环的平均半径的曲率半径小或大的发射表面16B的曲率半径。图16C呈现了进一步的实施例,其中反射表面16C的小面17C是凸的。

[0058] 在例如分光光度计的实施例中,大致沿光轴OA(OA与光线之间的角度 $\leq 3^\circ$ 、 $\leq 5^\circ$ 、 $\leq 30^\circ$)从样本20反射测量光到拾取光学器件30中且到检测器32上,检测器32生成例如与所检测到的光的功率谱密度相关的一个或多个信号。

[0059] 尽管已经在附图和以上描述中详细图示和描述了本发明,但这种图示和描述应被视为图示性或示例性的而非限制性的。应当理解,本领域技术人员可以在所附权利要求书的范围内作出改变和修改。特别地,本发明利用来自上面和下面描述的不同实施例的特征的任何组合覆盖进一步实施例。另外,本文作出的表征本发明的声明指代本发明的实施例,而非必然指代所有实施例。

[0060] 权利要求书中使用的术语应当被理解成具有与以上描述一致的最宽合理解释。例如,冠词“一个”或“该”在引入元素时的使用不应当被解释为排除多个元素。同样地,“或”的记载应当被解释为包含性的,使得“A或B”的记载不排除“A和B”,除非从上下文或以上描述中清楚可见A和B中的仅一个是所预期的。进一步地,“A、B和C中的至少一个”的记载应当被解释为包括A、B和C(例如,由A、B和C构成)的元素组中的一个或多个元素,而不应当被解释为要求每个所列出的元素A、B和C中的至少一个,不论A、B和C是作为类别而相关的还是以其他方式。此外,“A、B和/或C”或“A、B或C中的至少一个”的记载应当被解释为包括来自所列出的元素的任何单数实体(例如,A)、来自所列出的元素的任何子集(例如,A和B)或元素A、B和C的整个列表。

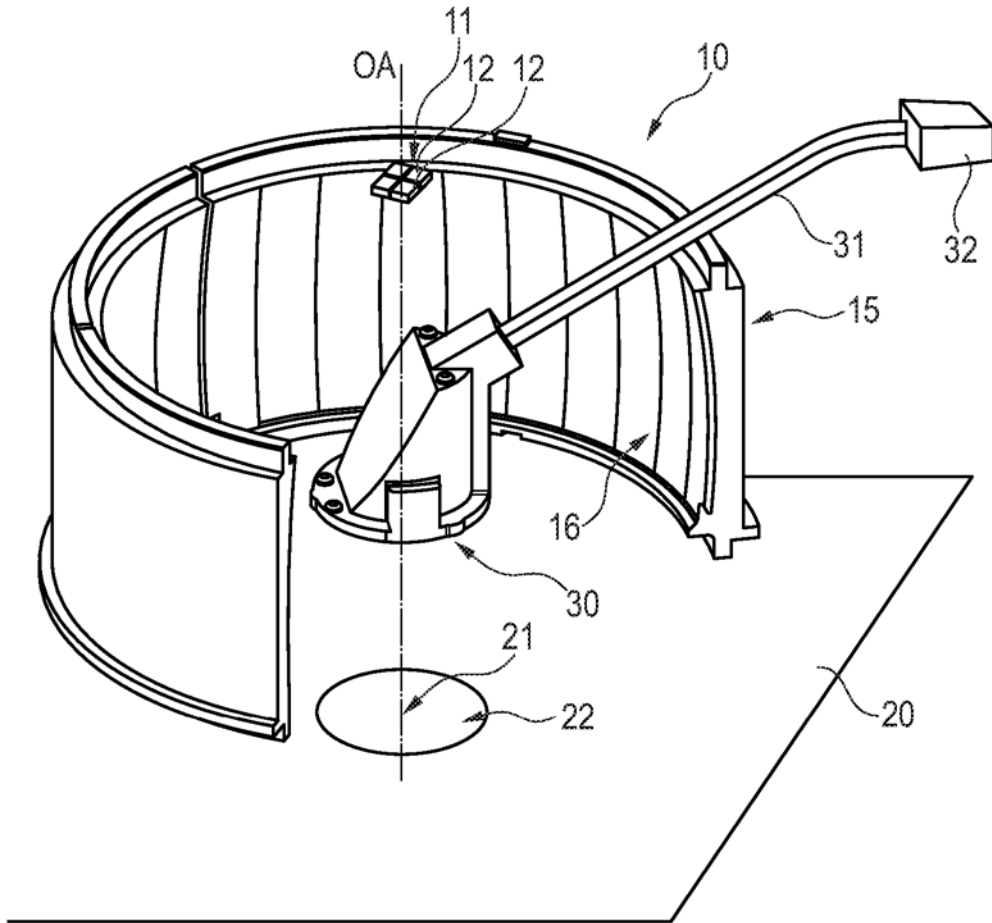


图 1

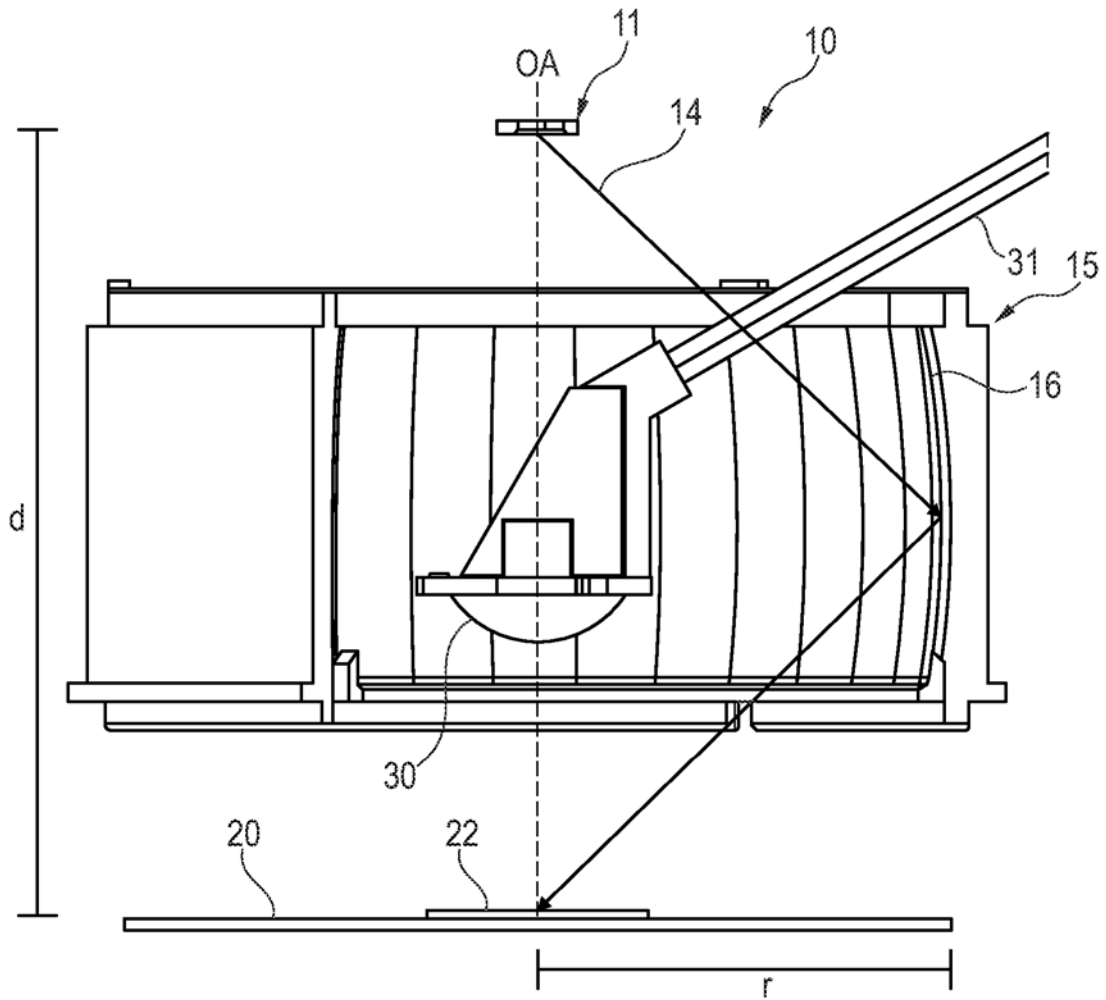


图 2

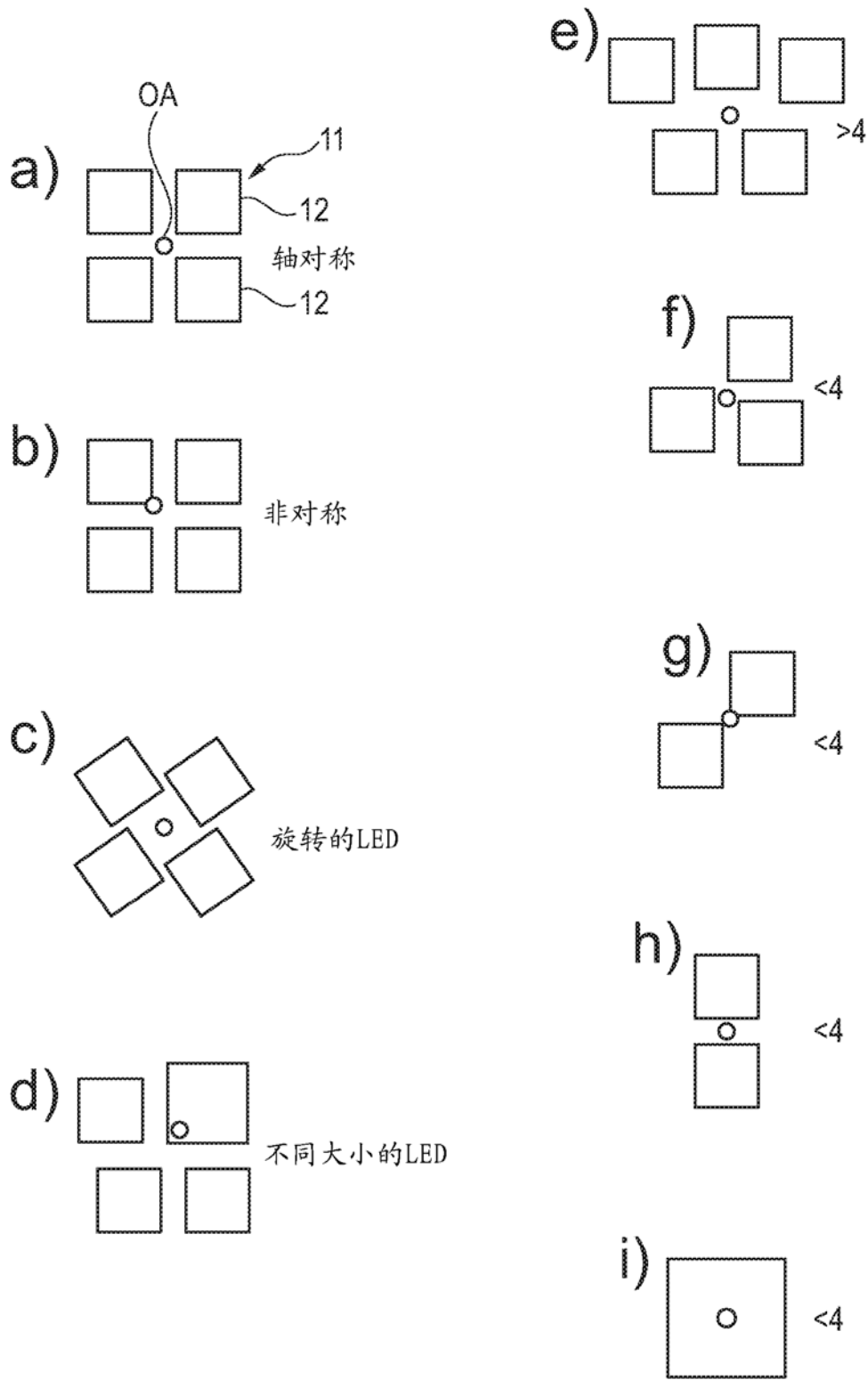


图 3

预先设计自由形式镜A
[src D3.0mm, 图像 D12.0mm具有 45°+/-5°]

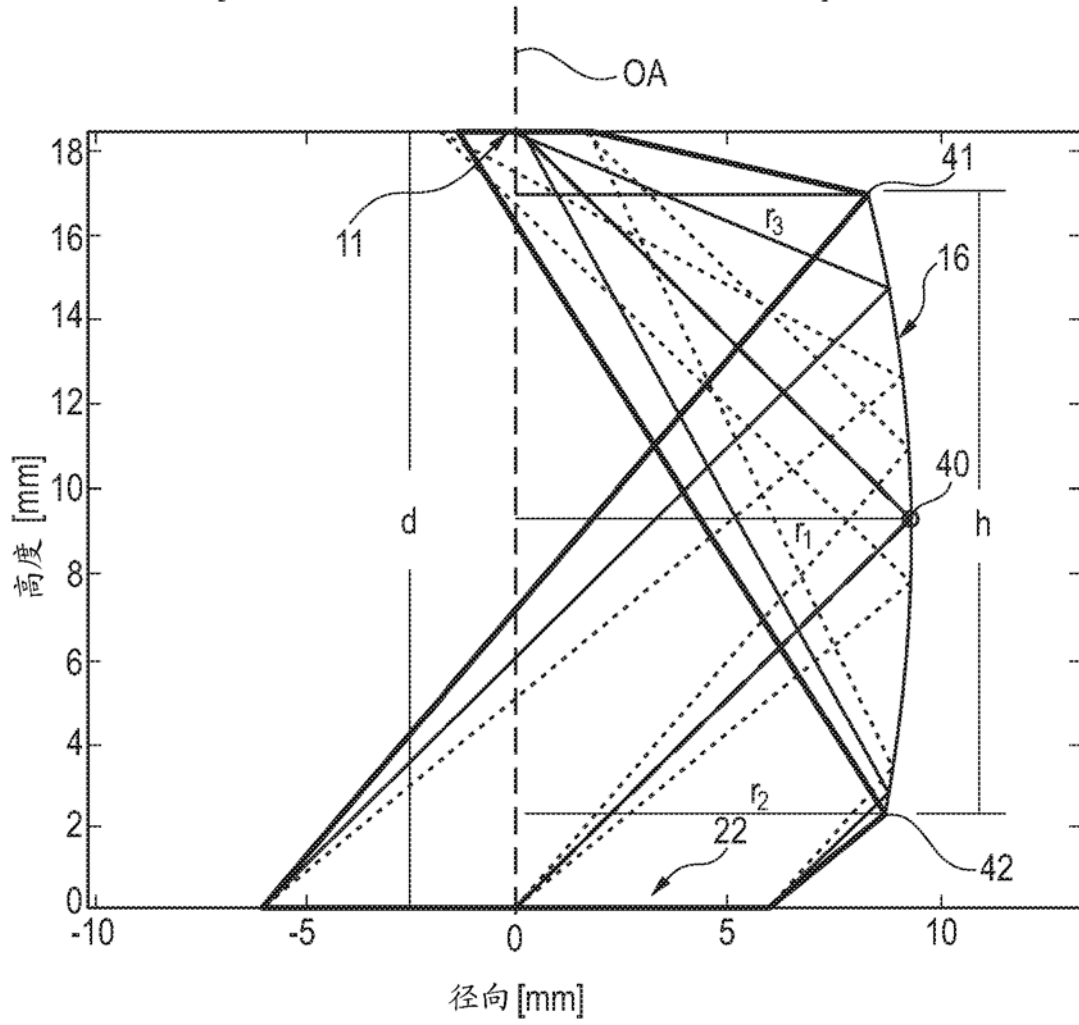


图 4

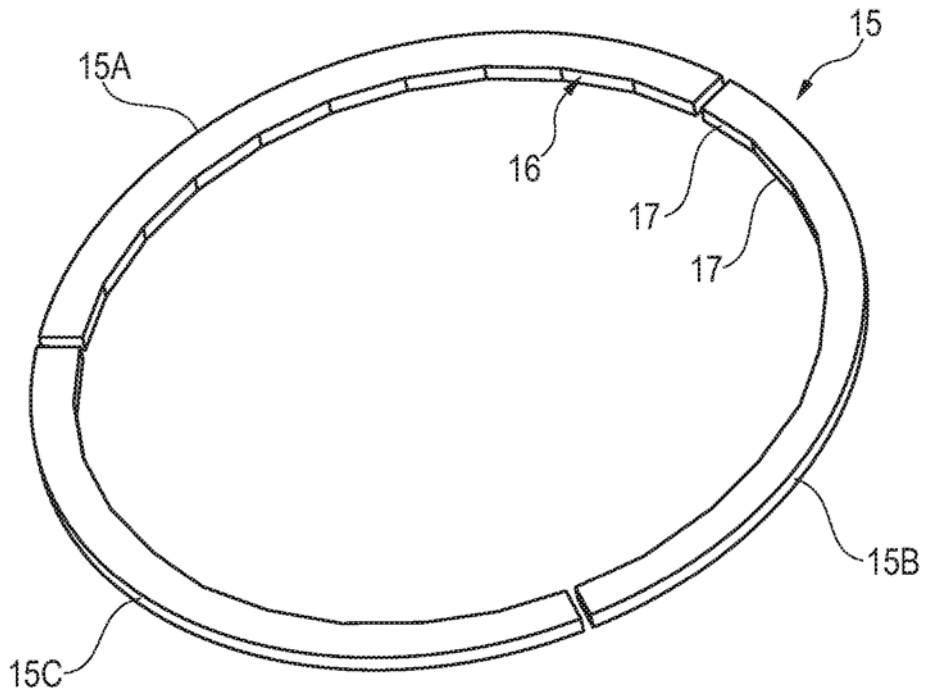


图 5

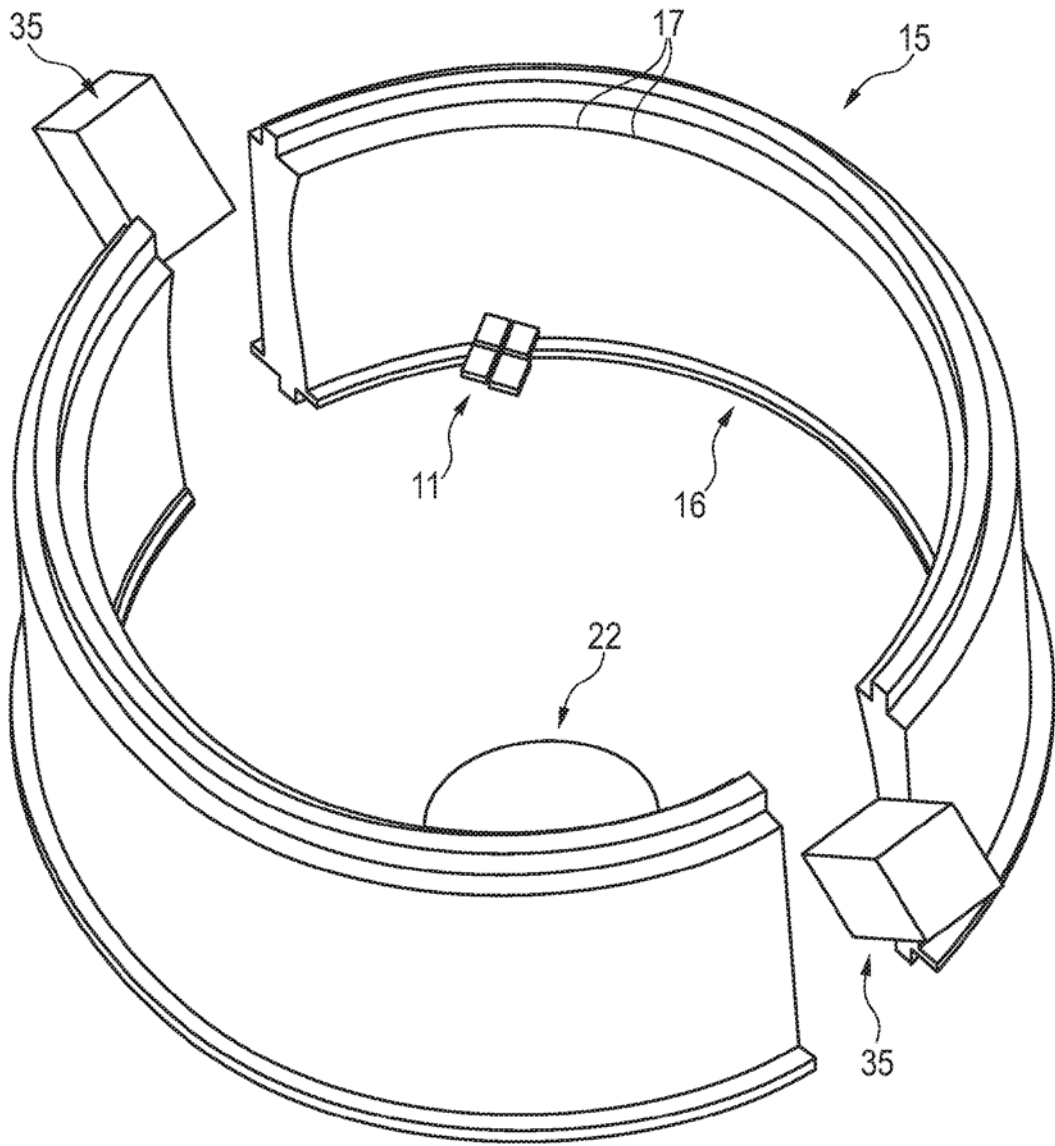


图 6

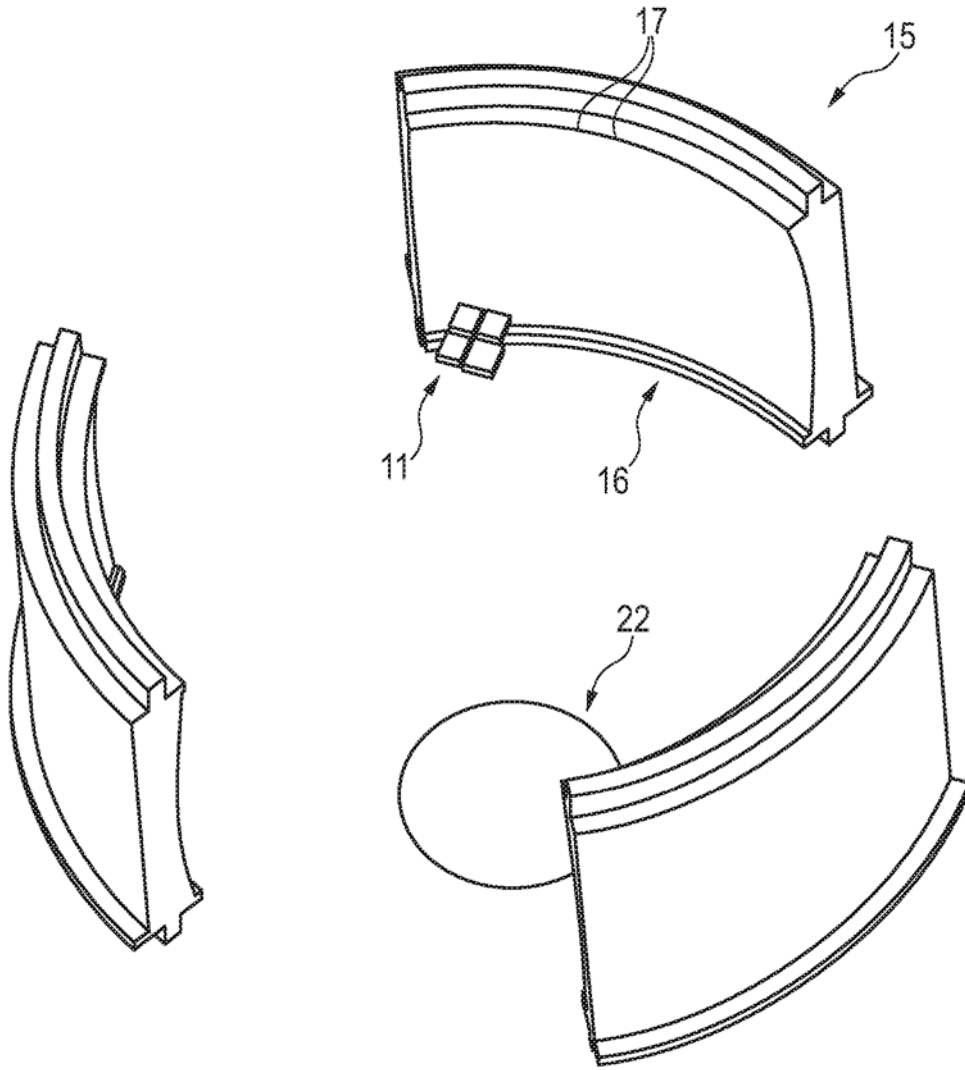


图 7

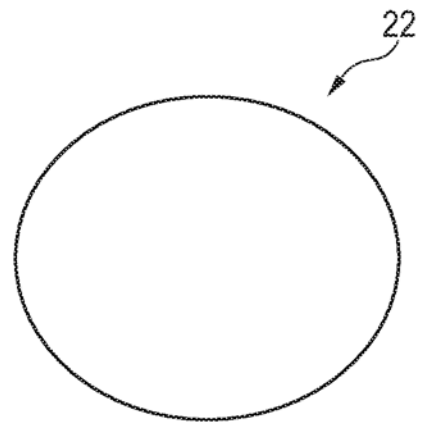
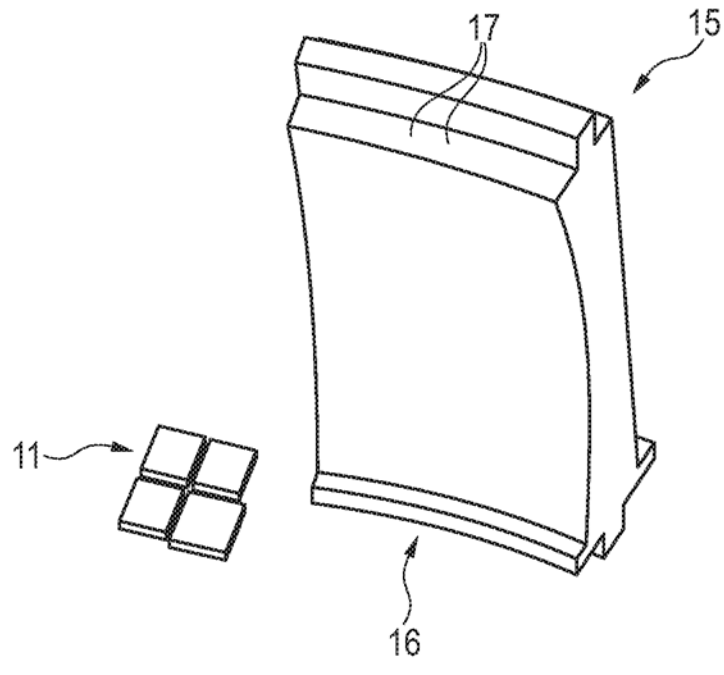


图 8

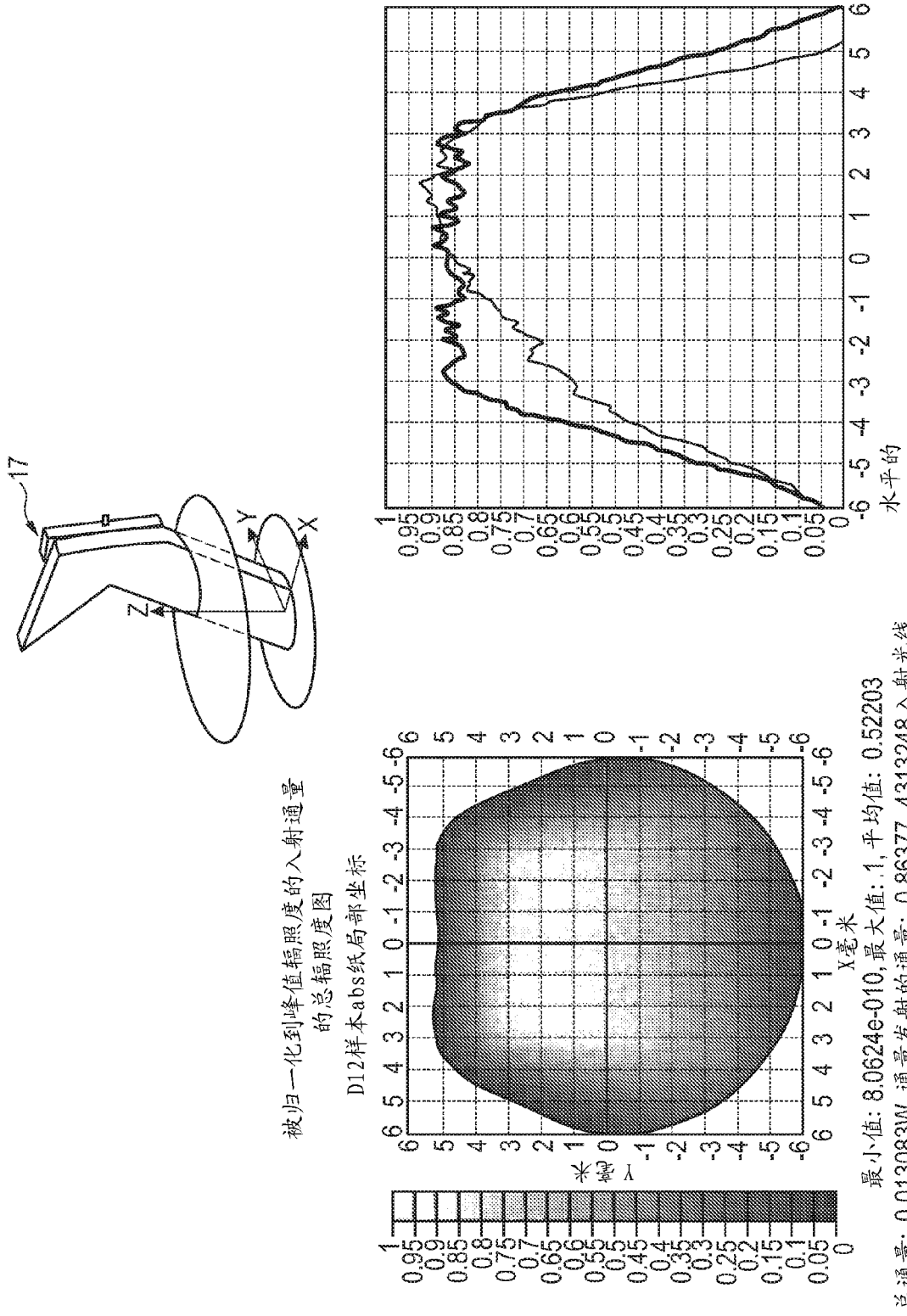


图 9

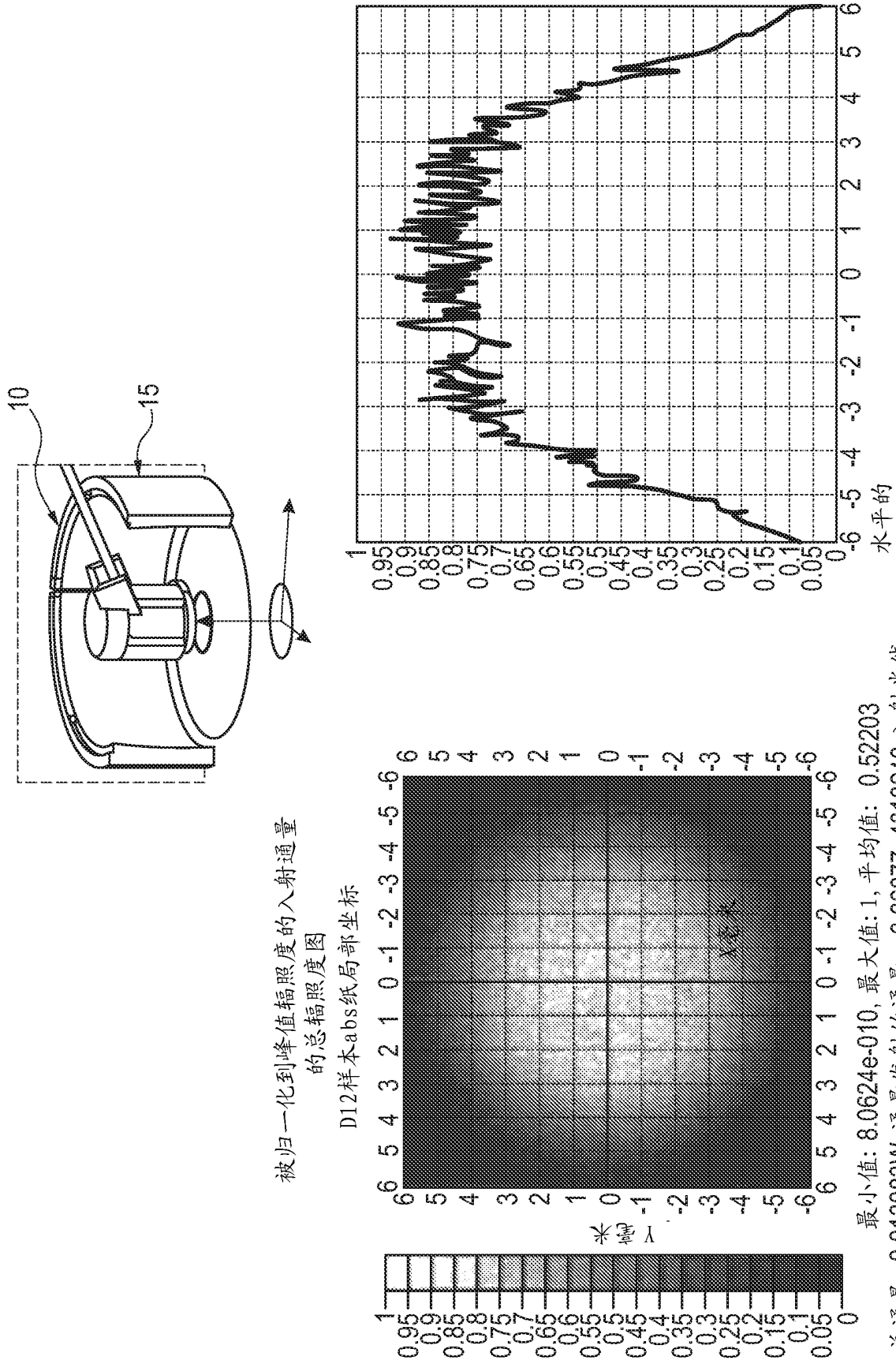


图 10

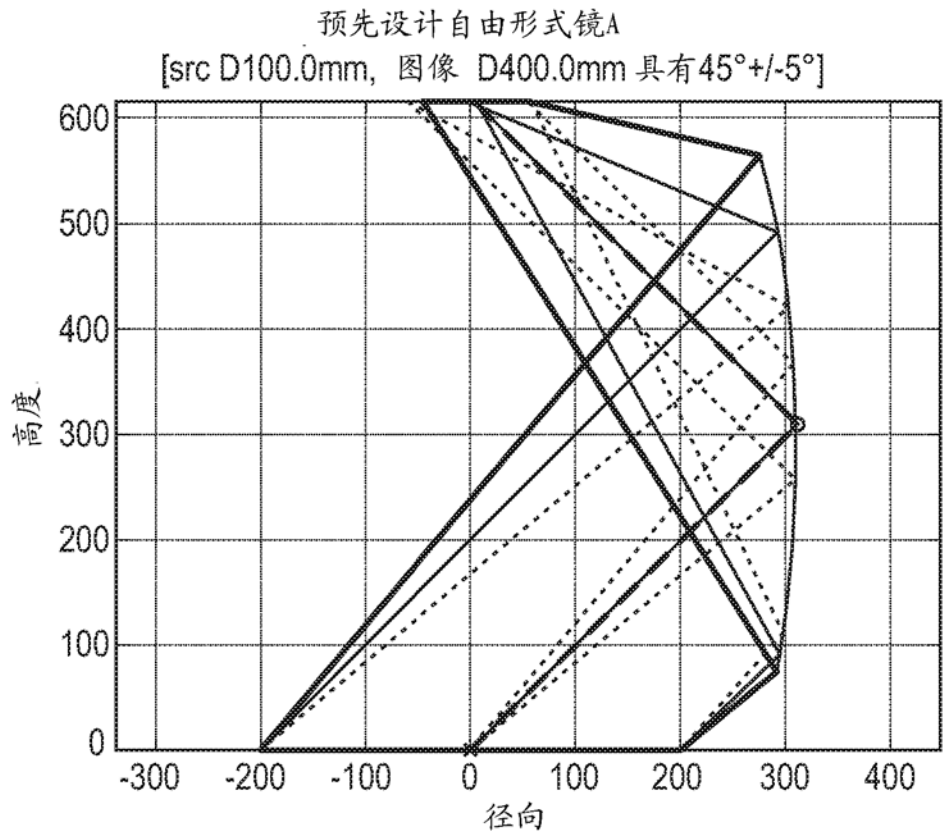


图 11

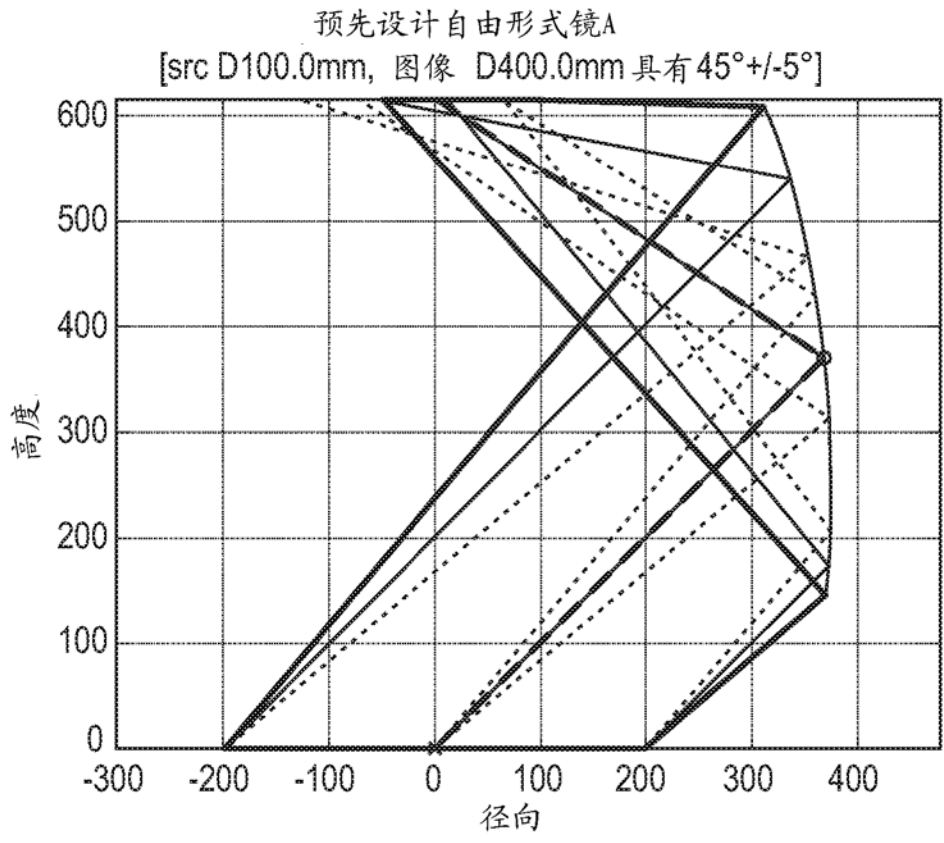


图 12

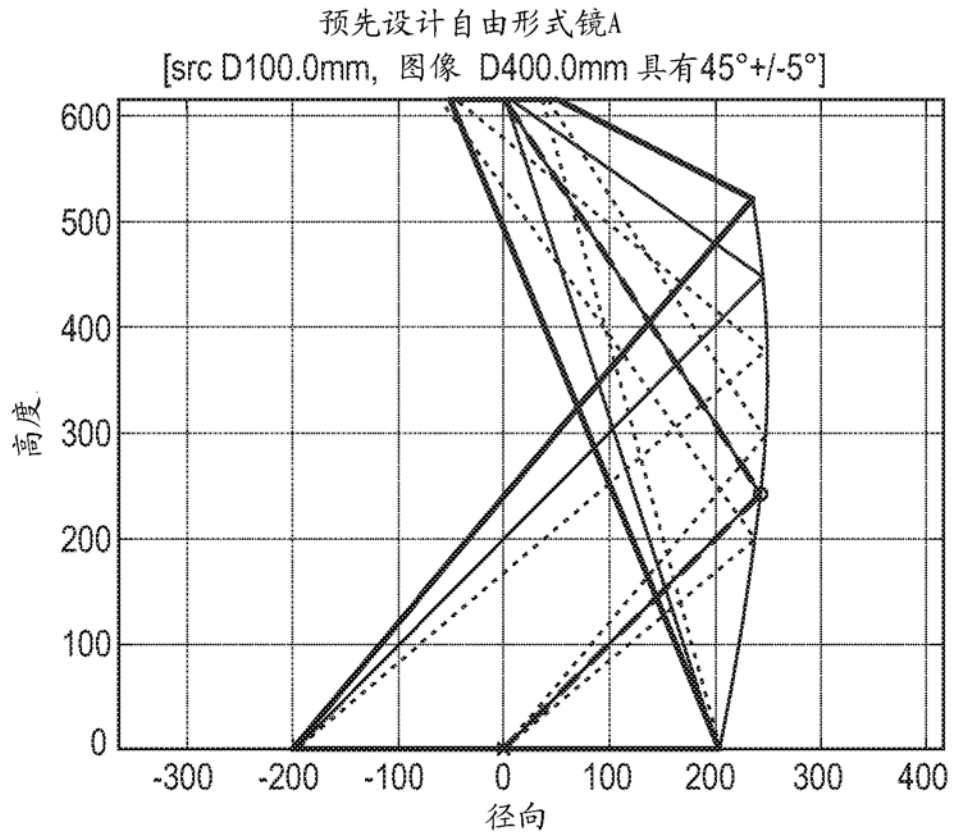


图 13

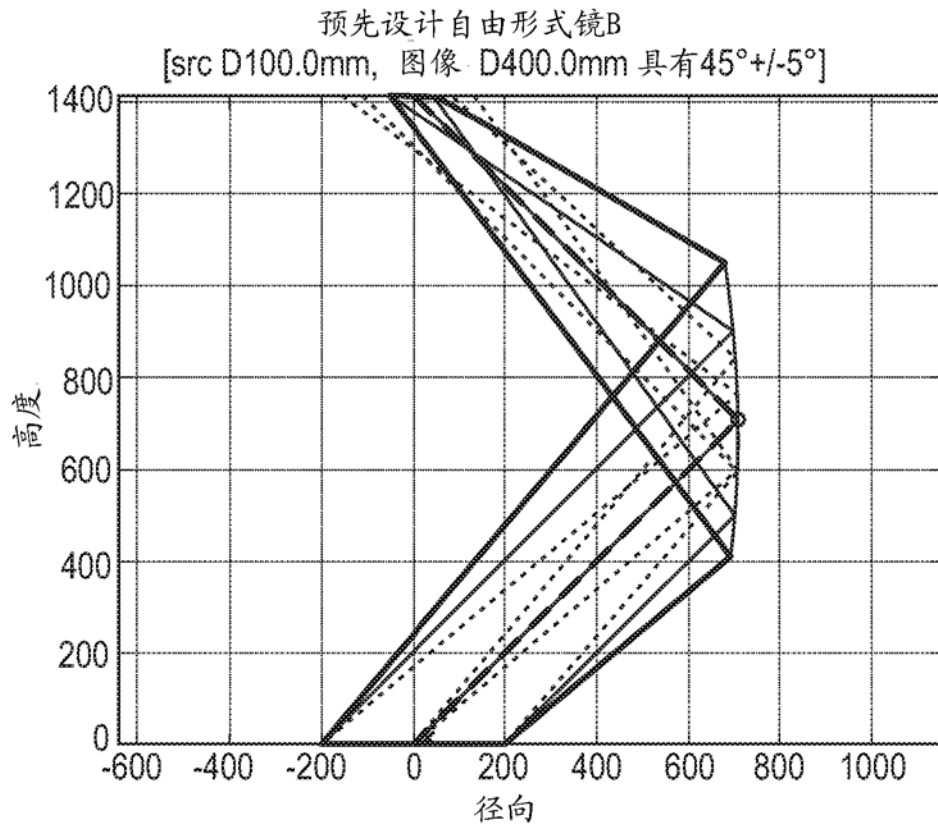


图 14

预先设计自由形式镜C
[src D0.0mm, 图像 D266.7 具有 $45^\circ \pm 5^\circ$]

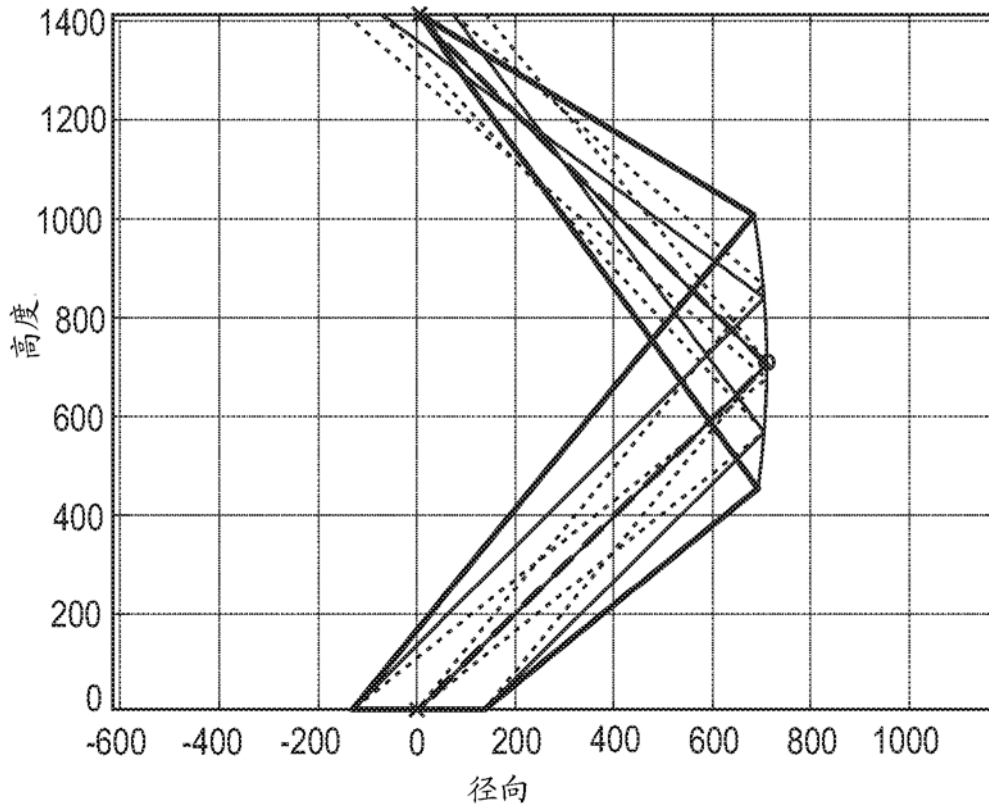


图 15

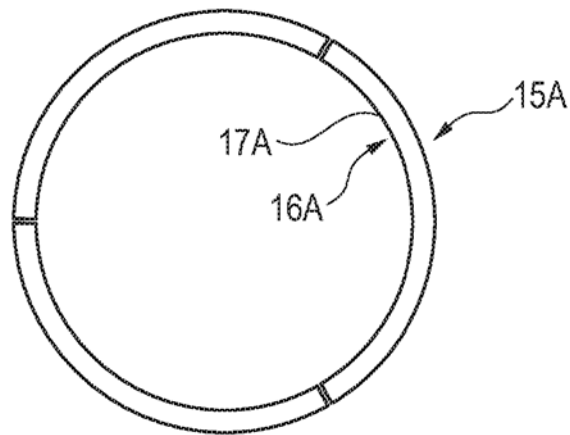


图 16A1



图 16A2

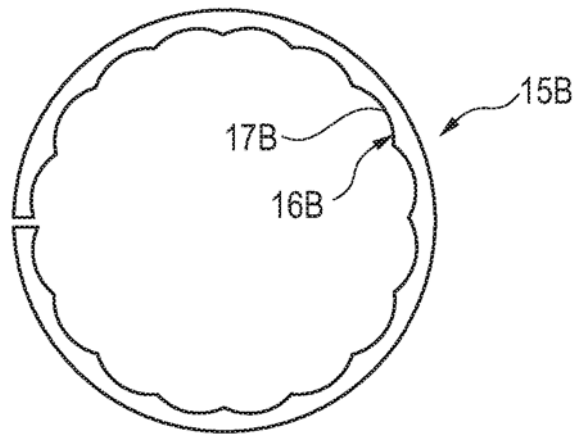


图 16B1



图 16B2

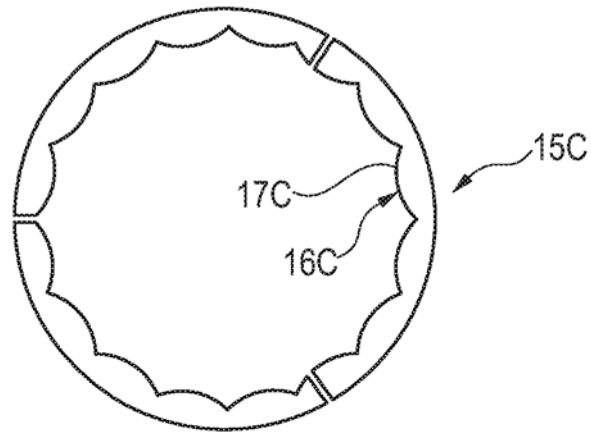


图 16C