



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108954227 B

(45) 授权公告日 2024. 10. 25

(21) 申请号 201810946907.5

F21Y 115/10 (2016.01)

(22) 申请日 2018.08.20

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 106924882 A, 2017.07.07

申请公布号 CN 108954227 A

CN 200972715 Y, 2007.11.07

(43) 申请公布日 2018.12.07

CN 207539833 U, 2018.06.26

(73) 专利权人 上海彩丞新材料科技有限公司

CN 208779386 U, 2019.04.23

地址 201613 上海市松江区中创路68号6幢
2楼

ES 2399604 A2, 2013.04.02

US 6282027 B1, 2001.08.28

审查员 陈敏

(72) 发明人 徐日民 孙利强

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

专利代理师 蒋亮珠

(51) Int. Cl.

F21V 5/04 (2006.01)

F21V 5/00 (2018.01)

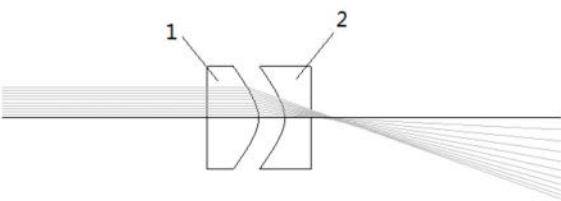
权利要求书2页 说明书7页 附图9页

(54) 发明名称

一种可改变光斑大小的透镜组件

(57) 摘要

本发明涉及一种可改变光斑大小的透镜组件,包括透镜A和透镜B,所述的透镜A一面为平面,一面为凸面,所述的透镜B为凹面,一面为平面,透镜A的凸面与透镜B的凹面具有相同的曲面。与现有技术相比,本发明透镜组件位置调节范围小;在任何大小光斑下面实现100%光线收集效率;不同光斑下面可以实现前后一致的光形。同时,由于这是薄片式的光学透镜设计不仅美观大方,还极大的减少透镜所使用的材料,成本更加低。



1. 一种可改变光斑大小的透镜组件,其特征在于,包括透镜A和透镜B,所述的透镜A一面为平面,一面为凸面,所述的透镜B为凹面,一面为平面,透镜A的凸面与透镜B的凹面具有相同的曲面;

所述的透镜A装配在灯具的出光面,透镜A的平面与灯具的出光面相贴合,透镜A的凸面与透镜B的凹面相贴合;

通过调整透镜A与透镜B之间的间距实现对光斑大小的调节;

当两个透镜完全贴合时改变的角度最小,光斑与原始灯具的光斑相当;随着两个透镜之间距离变大,灯具光斑也随着变大;当两个透镜之间的距离增大到设定距离,光斑不再变大,不再随着距离变大而变大;

所述的设定距离为d,d的定义为:当光线经过透镜A进行汇聚后产生一个汇聚焦点,移动透镜B,使透镜B的凹面的有效外边缘和汇聚焦点相重合,此时透镜b的凹面顶点与透镜A凸面顶点的距离为两个透镜分开的最大距离;

所述的设定距离d通过以下公式计算确定:

$$d = x_{\max} / \tan(\theta_{\max})$$

其中 $x_{\max}$ 为最外边沿光线对应的透镜宽度; $\theta_{\max}$ 最外边沿光线对应的出射光角度;

所述的透镜A和透镜B的曲面通过以下公式计算确定:

$$\theta_i = a_1 x^4 + a_2 x^3 + a_3 x^2 + a_4 x + b$$

其中: θ_i 为第i条光线经过透镜A后与水平线的夹角;

a_1, a_2, a_3, a_4, b 为系数;

x为归一化的有效透镜宽度,有效透镜宽度指对光线起控制作用的宽度,其宽度是归一化,取值范围为(0,1);

所述的透镜A和透镜B的曲面取值范围为:以归一化x为坐标的横坐标,以出射光线的角度为纵坐标,下限C和上限D分别对应的曲线方程如下:

取值下限C的各个系数 (a_1, a_2, a_3, a_4, b) 取值为: (-0.4229, -0.3895, -0.1696, -9.4054, -0.0003),其各条光线出射光所对应的角度为:

$$\theta_{Ci} = -0.4229x^4 - 0.3895x^3 - 0.1696x^2 - 9.4054x - 0.0003;$$

取值上限D的各个系数 (a_1, a_2, a_3, a_4, b) 取值为: (17.315, -78.684, 132.56, -106.05, 0.081),其各条光线出射光所对应的角度为:

$$\theta_{Di} = 17.315x^4 - 78.684x^3 + 132.56x^2 - 106.05x + 0.081.$$

2. 根据权利要求1所述的一种可改变光斑大小的透镜组件,其特征在于,所述的透镜组件为由至少一对透镜A和透镜B组成的组件,或者为由多个透镜A和透镜B排成整列组成阵列透镜平板。

3. 根据权利要求2所述的一种可改变光斑大小的透镜组件,其特征在于,所述的阵列透镜平板是回旋体或拉伸体。

4. 根据权利要求2或3所述的一种可改变光斑大小的透镜组件,其特征在于,同一阵列透镜中的多个透镜A有序或无序排布,各透镜A匹配对应的透镜B。

5. 根据权利要求2或3所述的一种可改变光斑大小的透镜组件,其特征在于,同一阵列透镜中的多个透镜A的曲面单元相同或不同,各透镜A匹配对应的透镜B。

6. 根据权利要求2或3所述的一种可改变光斑大小的透镜组件,其特征在于,所述的阵

列透镜中的各透镜可根据需要进行排布,根据装配灯具的形状大小需求将阵列透镜进行裁切。

一种可改变光斑大小的透镜组件

技术领域

[0001] 本发明涉及LED等光斑改变系统,尤其是涉及一种可改变光斑大小的透镜组件。

背景技术

[0002] 为满足照明应用的需要,通常都会使用二次光学对LED发出的各个角度的光学进行控制,以便实现均匀照明或方向照明的应用需要,在一些重点照明领域,由于需要被照射的物体有一定的尺寸大小,为了更好的突出被照射的物体,往往要求灯具出射的光线控制在一定的角度范围以内。市面上的灯具出射光的角度一般是固定角度,例如窄角配光,中角度配光,宽角度配光。但是在实际应用中,由于被照射的物体各种各样,尺寸差异比较大,同时受制于安装条件,灯具与被照物体的距离也完全一样。使用一种或几种固定角度的配光分布不能很好的满足这个多样化应用的需要。为解决这个业内难题,市面上推出一种使用单透镜的光学透镜,通过调节单透镜与发光LED之间的距离来改变光斑的大小,单透镜与LED的距离越靠近,光斑的变得越大;反之,单透镜与LED的距离越远,光斑就会变得越小。这种调节光斑大小的方式存在一些弊端:

[0003] 1. 为得到明显的光斑变化,需要改变透镜与LED之间的距离范围比较大,其范围往往需要20mm以上。这不利于灯具的小型化设计。

[0004] 2. 由于透镜的大小是固定的。透镜收集的由LED发出的光通量随着两者之间的距离越远距其收集效率变得越低,进而使系统光效变得低下。不利于节约能源,是LED为代表的绿色照明名不符实。

[0005] 3. 利用改变单个透镜与LED的相对位置来达到改变灯具光斑的方法还存在,不同位置下面得到的光形差异非常大,使得照明质量不稳定,在实际使用中,造成单个店面的照明风格不统一,影响最终的照明所呈现的效果。

发明内容

[0006] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种可改变光斑大小的透镜组件,通过精确的光学设计,可以有效的解决上面提到的三个难题。不仅位置调节范围小;在任何大小光斑下面实现100%光线收集效率;不同光斑下面可以实现前后一致的光形。同时,由于这是薄片式的光学透镜设计不仅美观大方,还极大的减少透镜所使用的材料,成本更加低。

[0007] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:一种可改变光斑大小的透镜组件,其特征在于,包括透镜A和透镜B,所述的透镜A一面为平面,一面为凸面,所述的透镜B为凹面,一面为平面,透镜A的凸面与透镜B的凹面具有相同的曲面。

[0008] 所述的透镜A装配在灯具的出光面,透镜A的平面与灯具的出光面相贴合,透镜A的凸面与透镜B的凹面相贴合。

[0009] 通过调整透镜A与透镜B之间的间距实现对光斑大小的调节。

[0010] 当两个透镜完全贴合时改变的角度最小,光斑与原始灯具的光斑相当;随着两个

透镜之间距离变大,灯具光斑也随着变大;当两个透镜之间的距离增大到设定距离,光斑不再变大,不再随着距离变大而变大。

[0011] 所述的设定距离为 d , d 的定义为:当光线经过透镜A进行汇聚后产生一个汇聚焦点,移动透镜B,使透镜B的凹面的有效外边缘和汇聚焦点相重合,此时透镜b的凹面顶点与透镜A凸面顶点的距离为两个透镜分开的最大距离。

[0012] 所述的设定距离 d 通过以下公式计算确定:

$$[0013] \quad d = x_{\max} / \tan(\theta_{\max}) + |z_{\max} - z_0|$$

[0014] 其中 $x_{\max}$ 为最外边沿光线对应的透镜宽度; $\theta_{\max}$ 最外边沿光线对应的出射光角度; $z_{\max}$ 为最外边沿光线对应透镜的 z 轴坐标; z_0 为透镜中心对应的 z 轴坐标 z_0 。

[0015] 所述的透镜A和透镜B的曲面通过以下公式计算确定:

$$[0016] \quad \theta_i = a_1 x^4 + a_2 x^3 + a_3 x^2 + a_4 x + b$$

[0017] 其中: θ_i 为第 i 条光线经过透镜A后与水平线的夹角;

[0018] a_1, a_2, a_3, a_4, b 为系数;

[0019] x 为归一化的有效透镜宽度,有效透镜宽度指对光线起控制作用的宽度,其宽度是归一化,取值范围为 $(0, 1)$ 。

[0020] 所述的透镜A和透镜B的曲面取值范围为:以归一化 x 为坐标的横坐标,以出射光线的角度为纵坐标,下限C和上限D分别对应的曲线方程如下:

[0021] 取值下限C的各个系数(a_1, a_2, a_3, a_4, b)取值为: $(-0.4229, -0.3895, -0.1696, -9.4054, -0.0003)$,其各条光线出射光所对应的角度为:

$$[0022] \quad \theta_{Ci} = -0.4229x^4 - 0.3895x^3 - 0.1696x^2 - 9.4054x - 0.0003;$$

[0023] 取值上限D的各个系数(a_1, a_2, a_3, a_4, b)取值为: $(17.315, -78.684, 132.56, -106.05, 0.081)$,其各条光线出射光所对应的角度为:

$$[0024] \quad \theta_{Di} = 17.315x^4 - 78.684x^3 + 132.56x^2 - 106.05x + 0.081。$$

[0025] 所述的透镜组件为由至少一对透镜A和透镜B组成的组件,或者为由多个透镜A和透镜B排成整列组成阵列透镜平板。

[0026] 所述的阵列透镜平板是回旋体或拉伸体,

[0027] 同一阵列透镜中的多个透镜A有序或无序排布,各透镜A匹配对应的透镜B;

[0028] 同一阵列透镜中的多个透镜A的曲面单元相同或不同,各透镜A匹配对应的透镜B。

[0029] 所述的阵列透镜中的各透镜可根据需要进行排布,根据装配灯具的形状大小需求将阵列透镜进行裁切。

[0030] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0031] 1. 本发明透镜组仅仅需要改变几毫米的相对位置就可以实现配光角度大小的变化,有利于缩短灯具体积,节省材料,降低灯具成本。

[0032] 2. 本发明的可改变光斑大小的透镜组在改变配光角度的过程中始终保持99%的光线收集效率,基本没有光线本浪费,节约能源。

[0033] 3. 本发明的可改变光斑大小的透镜组在改变配光角度的过程中始终配光的光线始终保持一致。保证了在不同配光分布下光品质的一致性。

[0034] 4. 本发明的可改变光斑大小的透镜组,不受限于灯具发光面积,灯具原始出光角度,结构定位等因素限制,都可以实现对其灯具的光斑大小的改变,可以应用在任何射灯

里,有很好的通用性,并不需要为某款灯具进行定制。这不仅加快了灯具的开发时间,也节约了灯具开发的成本投入。

[0035] 5.此透镜组可以做成平板结构,这相比于市面上的透镜方案,可以做的更薄,更美观。

[0036] 6.本发明不仅可以实现圆形光斑的大小变化,也可以实现椭圆光斑的大小变化。

[0037] 7.通过简单的切割,本发明可以非常容易实现异形的外观结构。可以满足异形灯具设计的需求,满足个性化的灯具设计需求。

[0038] 8.透镜材料为透镜的光学塑料或玻璃。

附图说明

[0039] 图1为光线经过透镜A的结构示意图;

[0040] 图2为光线经过透镜B的结构示意图;

[0041] 图3为透镜A和透镜B贴合在一起的结构示意图;

[0042] 图4为透镜A和透镜B改变光斑的结构示意图;

[0043] 图5为透镜A和透镜B处于最大间距处的结构示意图;

[0044] 图6为透镜A和透镜B最大间距计算原理图;

[0045] 图7为透镜A曲面设计的原理图;

[0046] 图8为根据曲线方程透镜A的曲面设计可选择范围的示意图;

[0047] 图9为实施例1中透镜A的曲线方程;

[0048] 图10为由多个透镜A阵列得到阵列透镜A的结构示意图;

[0049] 图11为图9中阵列透镜A的侧视图;

[0050] 图12为由多个透镜B阵列得到阵列透镜B的结构示意图;

[0051] 图13为图9中阵列透镜B的侧视图;

[0052] 图14为原始灯具及其配光角度原理图,其中a为原始灯具,b为配方角度原理图;

[0053] 图15为原始灯具与透镜阵列A和透镜阵列B组合且两者间距 $d=0$ 的结构示意图及其配光角度原理图,其中a为原始灯具与透镜阵列组合结构示意图,b为配方角度原理图;

[0054] 图16为原始灯具与透镜阵列A和透镜阵列B组合且两者间距 $d=0.5$ 的结构示意图及其配光角度原理图,其中a为原始灯具与透镜阵列组合结构示意图,b为配方角度原理图;

[0055] 图17为原始灯具与透镜阵列A和透镜阵列B组合且两者间距 $d=1.9$ 的结构示意图及其配光角度原理图,其中a为原始灯具与透镜阵列组合结构示意图,b为配方角度原理图;

[0056] 图18为配光分布角度与透镜组的间隙的关系图;

[0057] 图19为拉伸阵列透镜的结构示意图,a为拉伸阵列透镜A,b为拉伸阵列透镜b;

[0058] 图20为回旋体结构阵列透镜的结构示意图,a为回旋体结构阵列透镜A,b为回旋体结构阵列透镜b。

具体实施方式

[0059] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0060] 实施例1

[0061] 一种可改变光斑大小的透镜组件,包括透镜A1和透镜B2,所述的透镜A1一面为平

面,一面为凸面,此凸面为特别设计的自由曲面;所述的透镜B2一面为凹面,一面为平面,此凹面为特别设计的自由曲面,此自由曲面与透镜A1的自由曲面是一样的,不同的是透镜A1是外凸结构,透镜B2是内凹结构。

[0062] 两透镜的自由曲面透镜一凸和一凹结构正好一一对应,可以完全进行贴合。

[0063] 在实际使用中,透镜A1的平面朝向LED,透镜B2的内凹面朝向LED进行放置。通过改变两个透镜之间的距离,来达到改变灯具出射配光角度的目的。两个透镜完全贴合,此时灯具出射光角度不增大;但随着两者之间的距离增加,灯具出射配光角度变大,这和市场上单透镜的方案相反。具体工作过程如下:

[0064] 如图1所示,光线传播由左到右,但光线经过透镜A1后,光线进行汇聚。

[0065] 如图2所示,光线传播由左到右,但光线经过透镜B2后,光线进行发散。

[0066] 透镜A1和透镜B2的曲面是完全一样的,所以透镜A1汇聚的角度等于透镜B2发散的角度。

[0067] 如图3所示,当两透镜贴合在一起时,由于透镜A1汇聚的角度等于透镜B2发散的角度,所以光线出射光角度不发生变化。

[0068] 如图4所示,当两个透镜分开时,由于透镜A1汇聚的角度与透镜B2发散的角度不相等,所以使光线出射角变大,随着两个透镜之间的距离增加,光线出射角度随着增加。

[0069] 如图5所示,透镜A1和透镜B2的间距最大为d,d的定义为:当光线经过透镜A1进行汇聚后产生一个汇聚的焦点,移动透镜B2,使透镜B2的凹面的有效外边缘和汇聚焦点相重合,此时透镜B2的凹面顶点与透镜A1凸面顶点的距离为两个透镜分开的最大距离。

[0070] 透镜A1与透镜B2相对最大分开距离即设定距离d通过以下公式计算确定:

$$[0071] \quad d = x_{\max} / \tan(\theta_{\max}) + |z_{\max} - z_0|$$

[0072] 其中 $x_{\max}$ 为最外边沿光线对应的透镜宽度; $\theta_{\max}$ 最外边沿光线对应的出射光角度; $z_{\max}$ 为最外边沿光线对应透镜的z轴坐标; z_0 为透镜中心对应的z轴坐标 z_0 。

[0073] 如图6所示,透镜A1和透镜B2的曲面的设计

[0074] 有一束平行光,其在X方向等间距排列,这束平行光的每条光线先经过透镜A的平面进入透镜A,然后经过曲面出射,在两个面上按照菲涅尔折射定律发生折射。此透镜对光线出射方向进行精确控制的为透镜的曲面。每条光线的出射角度 θ_i 和对应的每条光线的入射位置高度 ray_i 有下面的公式给出。

$$[0075] \quad \theta_i = a_1 x^4 + a_2 x^3 + a_3 x^2 + a_4 x^1 + b$$

[0076] 其中: θ_i 为第i条光线经过透镜A后与水平线的夹角;

[0077] a_1, a_2, a_3, a_4, b 为系数;

[0078] x 为归一化的有效透镜宽度,有效透镜宽度指对光线起控制作用的宽度,其宽度是归一化,取值范围为(0,1)。

[0079] 所述的透镜A和透镜B的曲面取值范围为:以归一化 x 为坐标的横坐标,以出射光线的角度为纵坐标(根据数学上坐标系,我们定义示意图由左上向右下方传播光线的角度为负数),下限C和上限D分别对应的曲线方程如下:

[0080] 取值下限C的各个系数(a_1, a_2, a_3, a_4, b)取值为: (-0.4229, -0.3895, -0.1696, -9.4054, -0.0003),其各条光线出射光所对应的角度为:

$$[0081] \quad \theta_{Ci} = -0.4229x^4 - 0.3895x^3 - 0.1696x^2 - 9.4054x - 0.0003;$$

[0082] 取值上限D的各个系数(a1,a2,a3,a4,b)取值为:(17.315,-78.684,132.56,-106.05,0.081),其各条光线出射光所对应的角度为:

[0083] $\theta_{Di} = 17.315x_4 - 78.684x_3 + 132.56x_2 - 106.05x + 0.081$ 。

[0084] 透镜A1和透镜B2的曲面按上述曲线方程进行设计,如图7所示,曲线方程在下限C,上限D,E三条线所包裹的区域为本发明透镜A1和透镜B2的曲面可选择区域。

[0085] 上述透镜组件可以是关于轴对称的回旋体,也可以是拉伸的只能控制一个方向的拉伸透镜。工作时可以是一组两个单透镜进行工作,也可以把单透镜作为阵列的单元,变成两个阵列透镜组合起来工作。

[0086] 本实施例中,把透镜组件作为阵列透镜单元,把两个阵列透镜单元组合起来工作光学材料为PMMA,光线可扩散的角度范围为0度到40度。所以最大的出射角度为 $40/2=20$ 度。

[0087] 光线经过透镜A1折射后的出射角度 θ_i 的公式如下

[0088] $\theta_i = -6.1932x^4 + 12.958x^3 + 2.2286x^2 - 28.621x + 0.0051$,

[0089] 通过作图8可以看出此方程曲线图落在图7所述CDE组成的区域内。

[0090] 透镜阵列单元的间距设为1.2mm,每个单元一六边形排布。为了简化透镜曲面设计,选择10条灯间距排布的光线进行计算。根据公式计算结果如下表1所示:

[0091] 表1:

光线对应的x宽度 (mm)	归一化宽度	对应光线的出射角度 (°)
0	0	0
0.06	0.1	-3
0.12	0.2	-6
0.18	0.3	-8
0.24	0.4	-10
0.3	0.5	-13
0.36	0.6	-14
0.42	0.7	-16
0.48	0.8	-17
0.54	0.9	-19
0.6	1	-20

[0092] 通过计算可以得到这十条光线所对应的出射光线的角度。根据已知光线的入射角和对应的出射角可以根据折射率公式(如下所示)可以计算出透镜曲面对应的点(如下表2所示),把这些点使用自由曲线连接起来可以得到曲面的样条曲线,样条曲线以中心轴进行旋转得到透镜的曲面。

[0094] $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

[0095] n_1 为入射光的折射率, θ_1 为入射角; n_2 为出射光的折射率, θ_2 为出射角

[0096] 表2:

[0097]

光线对应的x宽度 (mm)	z (mm)
0	1.000
0.06	0.997
0.12	0.988
0.18	0.974
0.24	0.955
0.3	0.932
0.36	0.905
0.42	0.875
0.48	0.843
0.54	0.809
0.6	0.773

[0098] 通过计算可以得到这十条光线所对应的出射光线的角度。根据已知光线的入射角和对应的出射角可以根据折射率公式(如下所示)可以计算出透镜曲面对应的点(如下表3所示),把这些点使用自由曲线连接起来可以得到曲面的样条曲线,样条曲线以中心轴进行旋转得到透镜的曲面。

[0099] $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

[0100] n_1 为入射光的折射率, θ_1 为入射角; n_2 为出射光的折射率, θ_2 为出射角

[0101] 表3:

[0102]

光线对应的x宽度 (mm)	z (mm)
0	1.000
0.06	0.997
0.12	0.988
0.18	0.974
0.24	0.955
0.3	0.932
0.36	0.905
0.42	0.875
0.48	0.843
0.54	0.809
0.6	0.773

[0103] 以此透镜曲面作为凸透镜的曲面构建透镜A,将多个透镜A按六边形分布、间距为1.2mm进行阵列得到阵列透镜A3。如图9~10所示。

[0104] 以此透镜曲面作为凹透镜的曲面构建透镜B,将多个透镜B按六边形分布、间距为1.2mm进行阵列得到阵列透镜B4。如图11~12所示。

[0105] 透镜A与透镜B相对最大分开距离d计算:

[0106] $d = x_{\max} / \tan(\theta_{\max}) + z_{\max} - z_0 = 0.6 / \tan 20^\circ + 1 - 0.773 = 1.9 \text{ mm}$

[0107] 照明模拟结果:

[0108] 原始灯具具有配光角度为15度,原始灯具及其配光角度原理图,其中图14a为原始灯具,图14b为配方角度原理图;

[0109] 在原始灯具出光面安装上本发明的透镜组件,将由多个透镜A组成的阵列透镜A3和由多个透镜B组成的阵列透镜B4相对,阵列透镜A3安装在里面,阵列透镜B4安装在外面,

如图15a所示。两者的距离 $d=0$,即各透镜A和透镜B完全贴合,之间没有空气间隙。此时的配光角度没有发生改变依然是15度,如图15b所示,光线收集效率为99%;

[0110] 增加阵列透镜A3和阵列透镜B4两者之间的距离 $d=0.5\text{m}$,此时配光分布变宽,其角度为20.8度,如图16a~16b所示,光线收集效率为99%;

[0111] 增加阵列透镜A3和阵列透镜B4两者之间的距离 $d=1.9\text{m}$,此时配光分布变宽,其角度为48度,如图17a~17b所示,光线收集效率为99%;

[0112] 通过调节透镜A和透镜B之间的间隙的大小,可以得到配光分布角度与透镜组的间隙的关系如图18所示。

[0113] 实施例2

[0114] 如图19所示,将透镜A做成拉伸结构,并由多个拉伸结构的透镜A并列排列组成拉伸阵列透镜A,如图19a所示,将透镜B做成拉伸结构,并由多个拉伸结构的透镜B并列排列组成拉伸阵列B,如图19b所示,其余同实施例1。

[0115] 实施例3

[0116] 如图20所示,将透镜A做成回旋体结构,并由多个回旋体结构的透镜A按同心圆结构排列组成拉伸阵列透镜A,如图20a所示,将透镜B做成回旋体结构,并由多个回旋体结构的透镜B按同心圆结构排列组成拉伸阵列透镜B,如图20b所示,其余同实施例1。

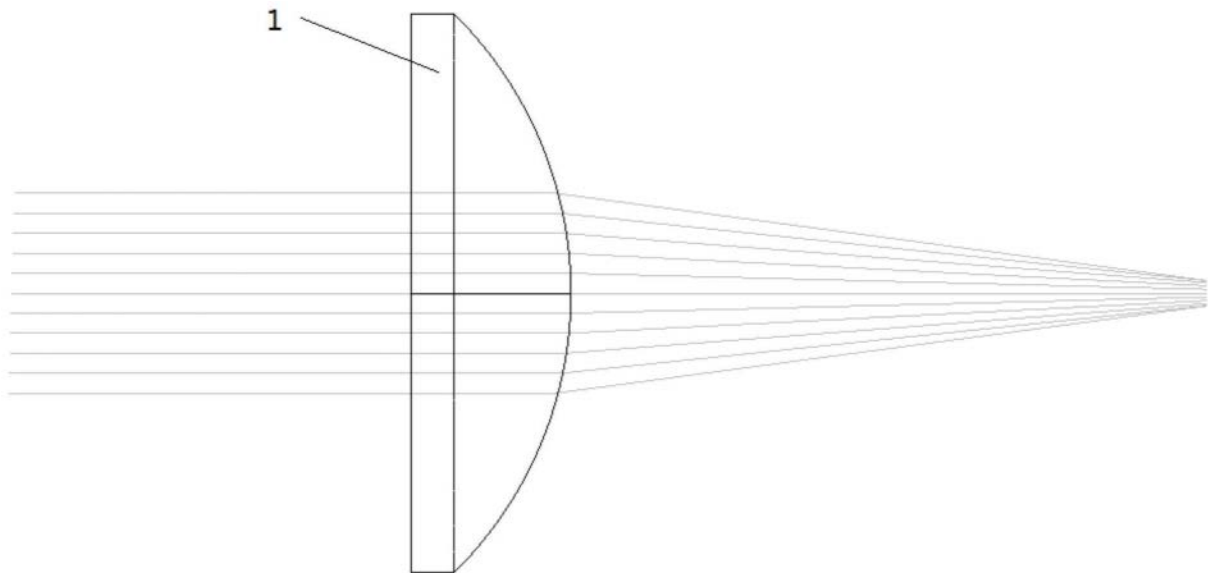


图1

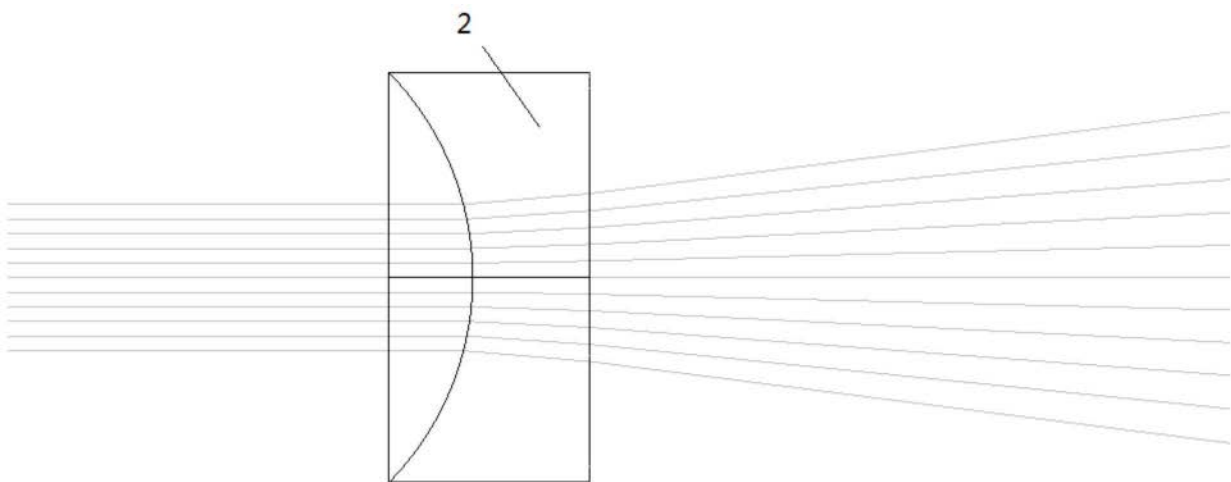


图2

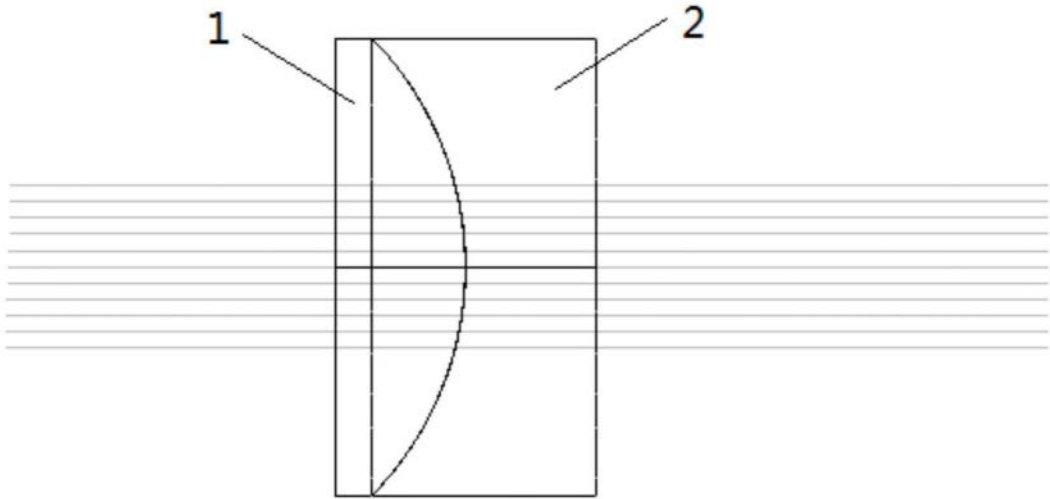


图3

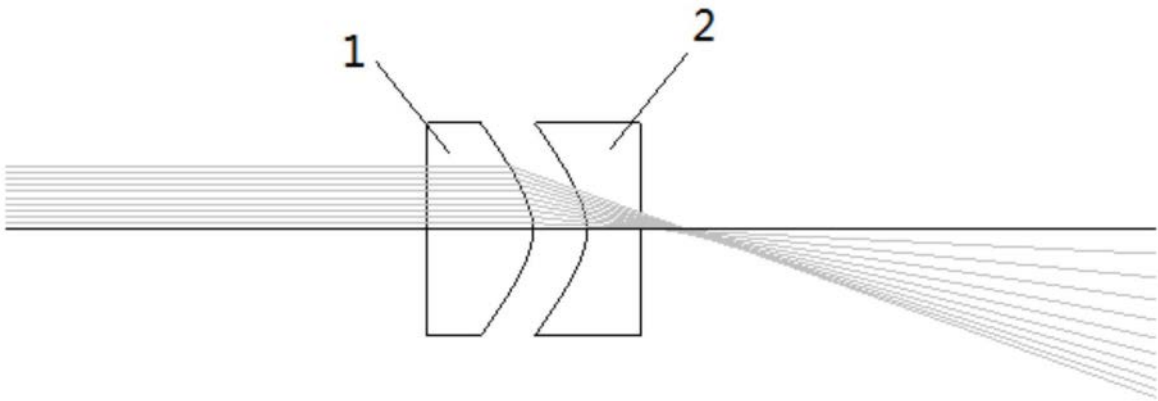


图4

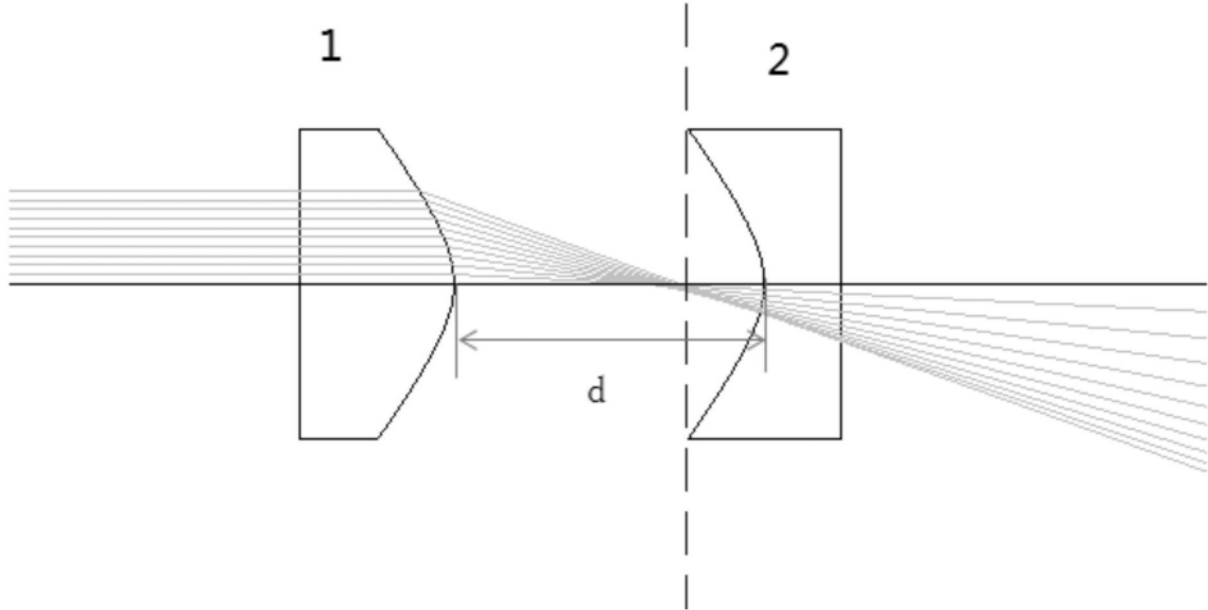


图5

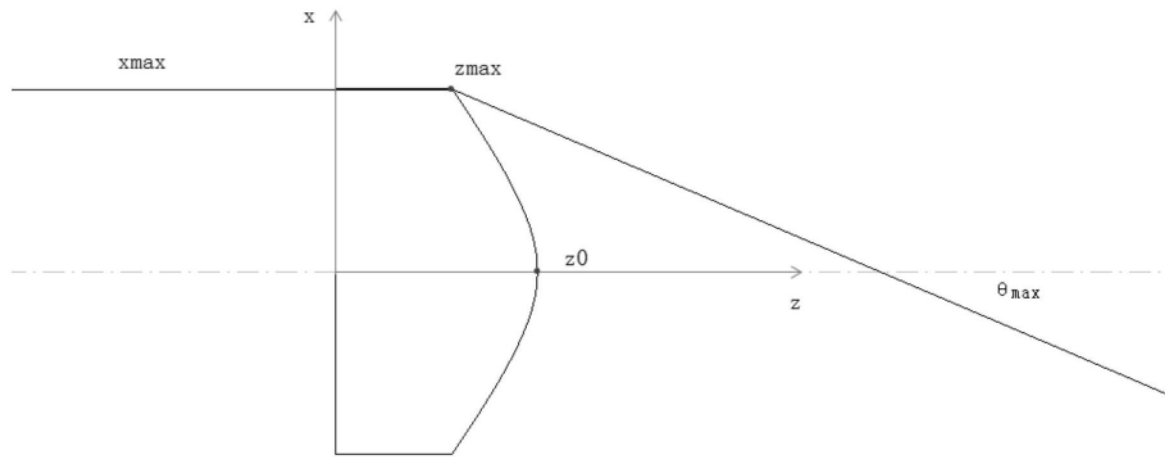


图6

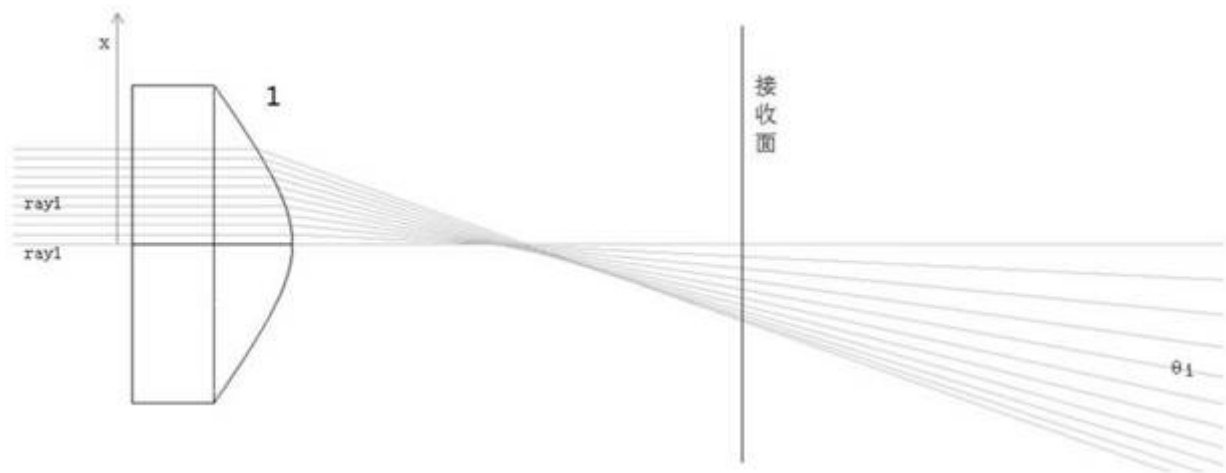


图7

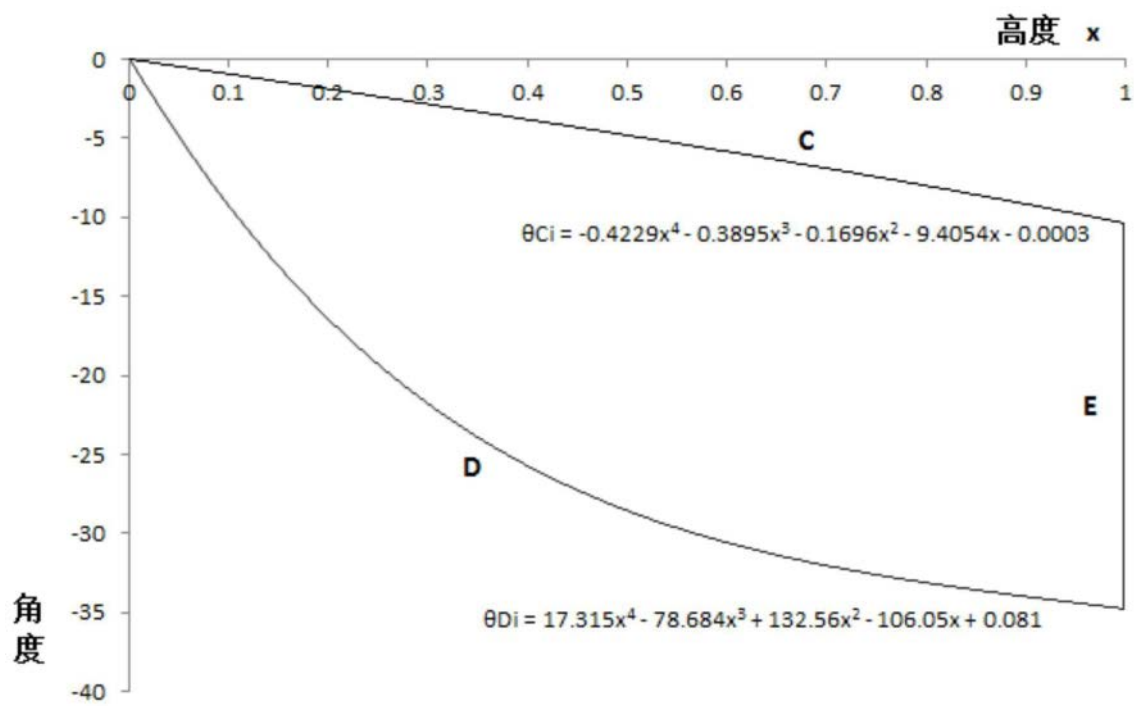


图8

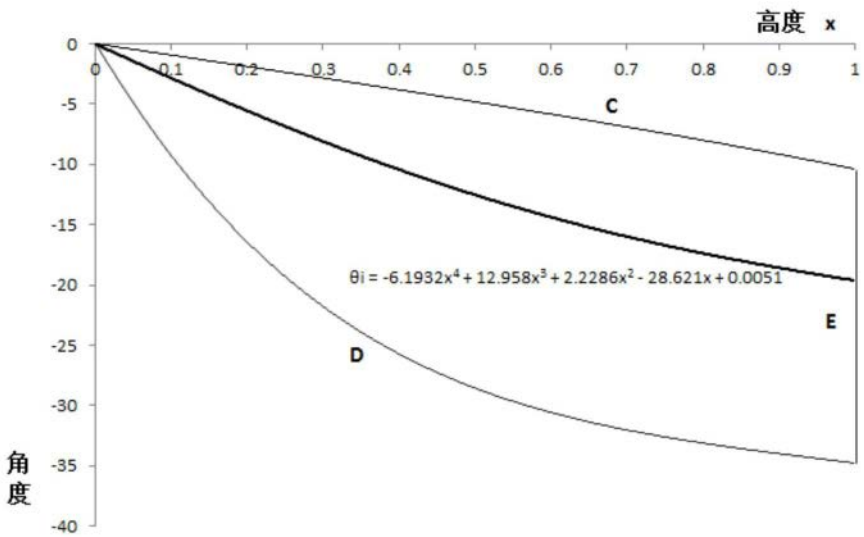


图9

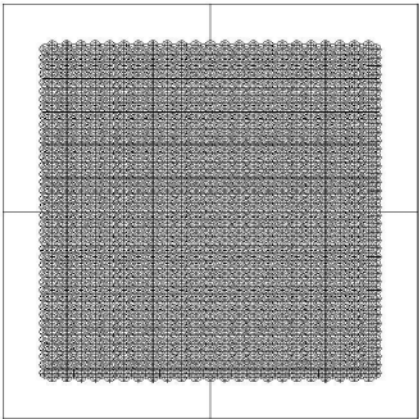


图10

3



图11

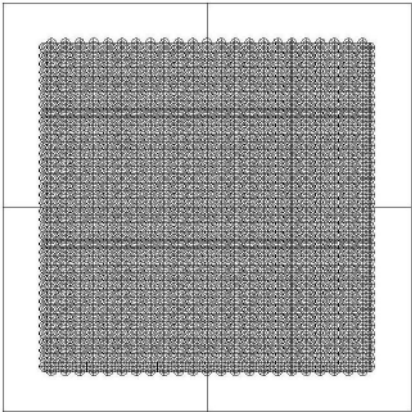


图12

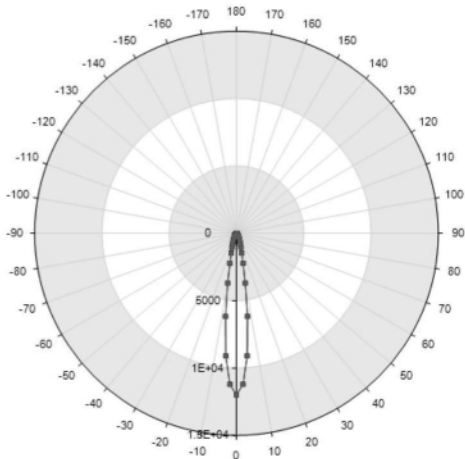
4



图13



a



b

图14

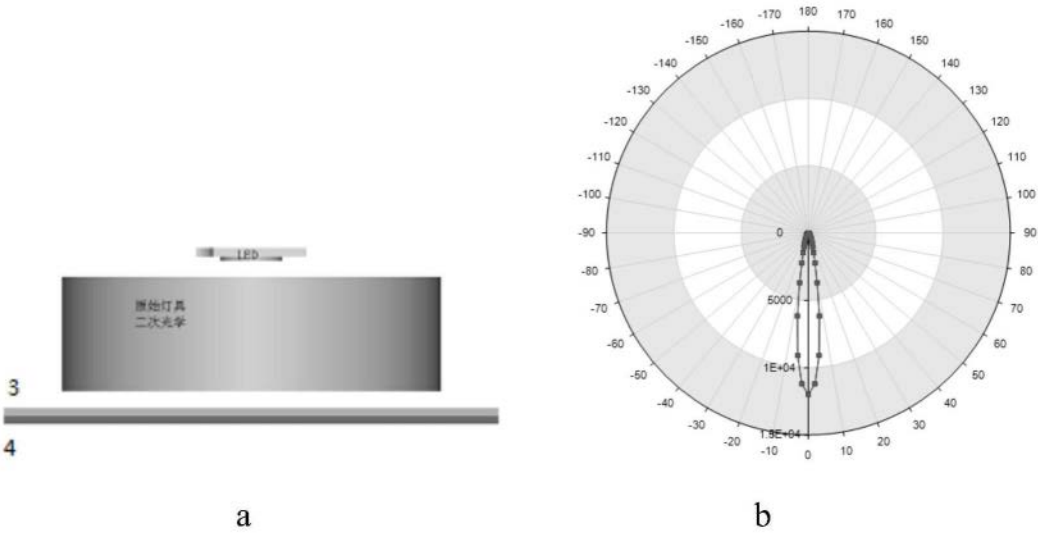


图15

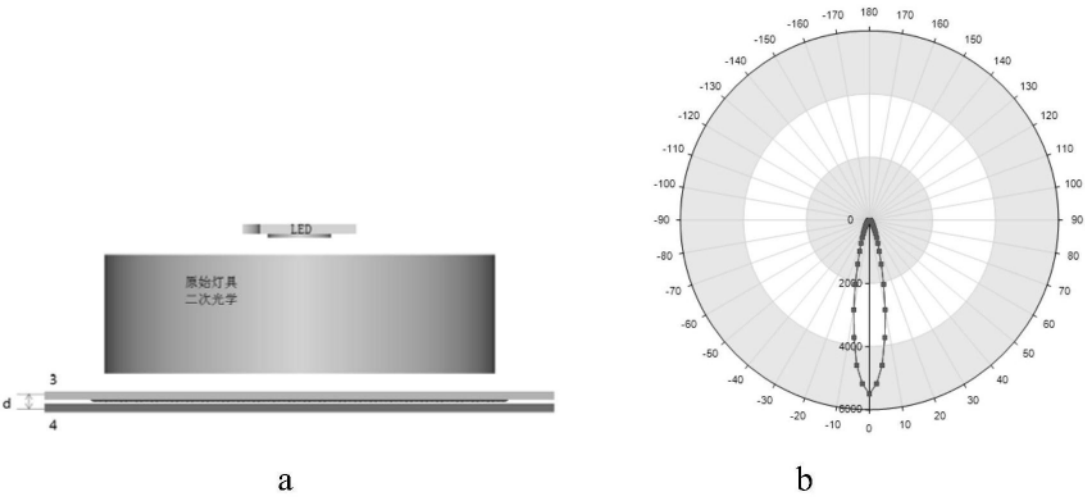


图16

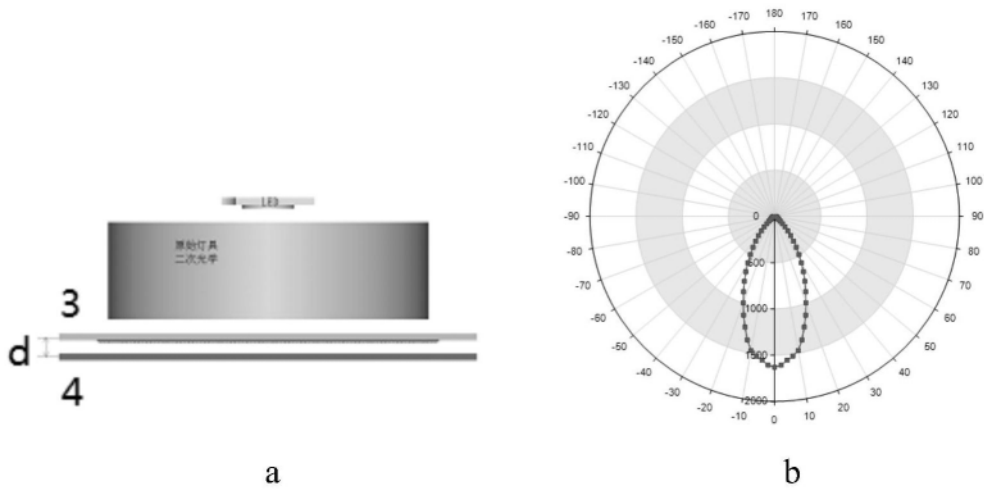


图17

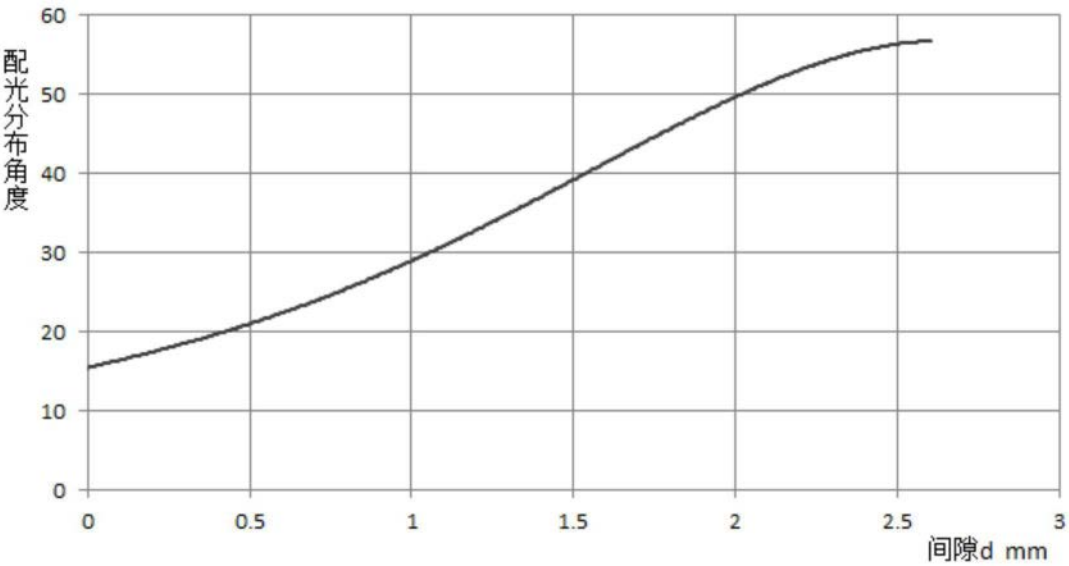


图18

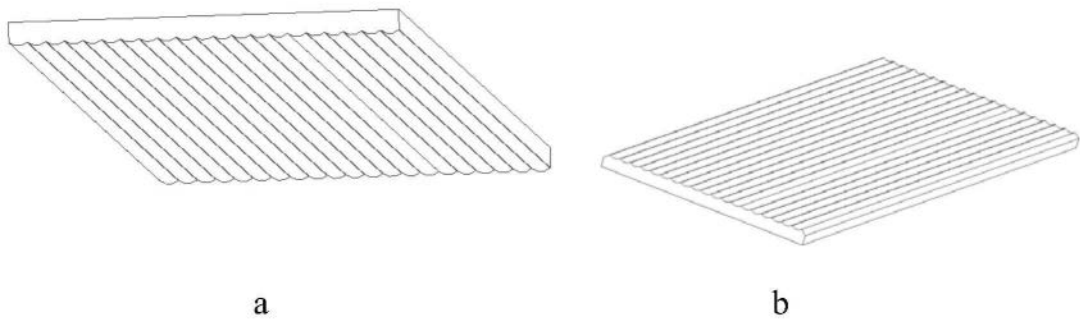


图19

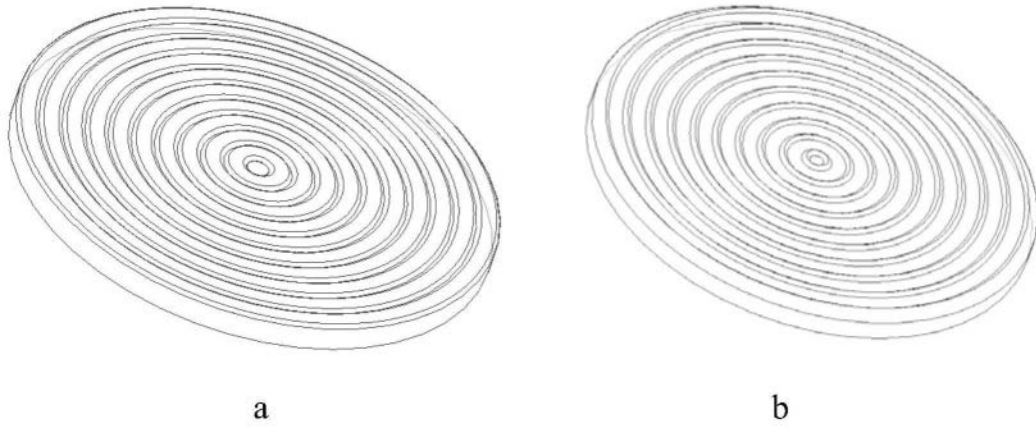


图20