



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104641265 B

(45)授权公告日 2018.03.23

(21)申请号 201380049132.7

(22)申请日 2013.09.03

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104641265 A

(43)申请公布日 2015.05.20

(30)优先权数据
61/703,326 2012.09.20 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.03.20

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2013/058253 2013.09.03

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/045147 EN 2014.03.27

(73)专利权人 飞利浦灯具控股公司

地址 荷兰埃因霍温

(72)发明人 W.P.A.J.米奇伊斯 S.T.德兹瓦特
M.P.C.M.克里伊恩

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 孙之刚 景军平

(51)Int.Cl.
G02B 5/04(2006.01)
G02B 27/09(2006.01)

审查员 吴腊红

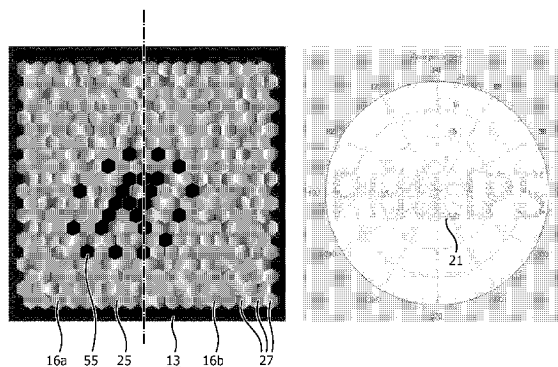
权利要求书1页 说明书13页 附图15页

(54)发明名称

光学设备、透镜、照明设备、系统和方法

(57)摘要

光学设备包括具有多个微小尺寸刻面的第一表面,每一个刻面具有相应取向。所述多个刻面具有平行于所有所述相应取向的平均取向的法向矢量延伸的光轴。多个微小尺寸刻面包括形成刻面的子集的有意义的图案。所述子集具有选自以下中的至少一个特征:与相邻刻面的相等取向(倾斜和方位)、类似颜色、类似标记(刮痕、磨砂、有棱纹)、类似间隔。



1. 一种包括具有多个微小尺寸刻面的第一表面的光学设备,所述微小尺寸刻面具有大于等于 $25\mu\text{m}$ 并且小于 $250\mu\text{m}$ 的尺寸,每一个刻面具有相应取向,所述多个刻面具有平行于所有所述相应取向的平均取向的法向矢量延伸的光轴,

其特征在于其包括形成多个刻面(15)中的刻面(16)的子集的有意义的图案(55),子集的所有刻面相互至少具有与相邻刻面的基本上相等的取向、类似的颜色、类似的标记表面、或者类似的间隔,有意义的图案被提供在光学设备的第一表面(25)上。

2. 如权利要求1中要求保护的光学设备,其特征在于所述取向为倾斜角 α 和方位角 ϕ 。

3. 如权利要求1中要求保护的光学设备,其特征在于所述标记表面为磨砂、刮痕、或者有棱纹的表面。

4. 如权利要求1中要求保护的光学设备,其特征在于子集中的刻面数目在多个刻面的1%至15%之间。

5. 如权利要求1至4中任一项中要求保护的光学设备,其特征在于每一个刻面组被布置成在光学设备的操作期间显示所显示的图案的子图案,光学设备上的相应刻面组的相对位置基本上等于所显示的图案中的相应相关联的子图案的相对位置。

6. 如权利要求1至4中任一项中要求保护的光学设备(13),其特征在于其被制成单片。

7. 如权利要求6中要求保护的光学设备(13),其特征在于其由箔或板制成。

8. 一种包括至少一个如权利要求1至7中任一项中要求保护的光学设备(13)的透镜(43)。

9. 包括至少一个光源(3)和至少一个如前述权利要求1至7中任一项中要求保护的光学设备(13)或至少一个如权利要求8中要求保护的透镜(43)的照明设备(1)。

10. 如权利要求9中要求保护的照明设备(1),其特征在于照明设备为灯/反射器单元(35)、机车头灯、发光体或显示设备和/或提供有至少一个光学设备(13)或透镜(43)作为初级光学器件的LED或LED管芯(37)。

11. 如权利要求9中要求保护的照明设备(1),其特征在于光源(3)在操作期间充当点光源或者充当平行光束(11)的生成器。

12. 包括多个如权利要求9至11中任一项中要求保护的照明设备(1)和至少一个如权利要求1至7中任一项中要求保护的光学设备(13)或如权利要求8中要求保护的透镜(43)的系统。

13. 制作如权利要求1中要求保护的光学设备(13)或相应地如权利要求8中要求保护的透镜(43)的方法,所述方法包括以下步骤:

(1) 选择期望的有意义的图案(55)和要显示的图案(21),

(2) 将图案划分成具有特定位置的子图案(39),

(3) 确定刻面组和包括组光轴的针对刻面(27)的配置以用于将射束部分定向或重定向到子图案位置以用于形成要显示的图案并且用于形成光学设备的第一表面(25)上的水印图案(55),

(4) 根据所确定的配置生成多个刻面(15)。

光学设备、透镜、照明设备、系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及包括具有多个微小尺寸刻面的第一表面的光学设备,所述微小尺寸刻面具有大于等于 $25\mu\text{m}$ 并且小于 $250\mu\text{m}$ 的尺寸,每一个刻面具有相应取向,所述多个刻面具有平行于所有所述相应取向的平均取向的法向矢量延伸的光轴。

背景技术

[0002] 用于使光均匀的常规技术利用阵列化的微透镜、衍射漫射器、毛玻璃漫射器和全息生成漫射器。微透镜阵列通过创建重叠的光发散锥体的阵列使光均匀。每个锥体源自相应的微透镜并且发散到透镜的焦斑之外。在常规的阵列中,各个透镜彼此相同。通过利用研磨材料对玻璃进行打磨以生成玻璃表面中的光散射结构来形成毛玻璃漫射器。

[0003] 微透镜阵列、毛玻璃漫射器和全息漫射器都具有不能控制均匀化的发散光的角扩展的缺点。光一般具有在期望的角域之上相当均一的角扩展,但是角域的边界是模糊的。利用常规的漫射器方法,在期望的角扩展的边缘处的能量滚降(roll-off)能够良好地延伸到该区域之外。

[0004] 衍射漫射器可以被用来控制输出光的角扩展,但是这样的漫射器在它们能够给予输出光的扩展的量的方面受限制。由于针对可见或其以下的短波长源的制作限制、以及针对较长波长的结构的物理方面中的限制,最大角扩展受限制。另外,以其传统二元形式使用的衍射漫射器可以包括大量背景能量,并且图案必须是关于光轴对称的。

[0005] 为了克服这些常规设备的所述缺点,US20070223095公开了具有由多个光学元件形成的多个方形刻面的光学设备。刻面被用来在预定的相应方向上定向入射光束的部分。刻面在二维阵列中彼此相邻地形成。刻面在阵列中的位置关于对应光束部分的方向是随机的。这种已知的光学设备的缺点在于光学设备的标识相对困难。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供具有改进的性能的如在开头段落中描述的类型的光学设备。本发明的另一目的是提供制作改进的光学设备的方法。该目的通过如在开头段落中描述的类型的光学设备来实现,其特征在于其包括形成多个刻面的刻面子集的有意义的图案,子集的所有刻面相互至少具有与相邻刻面的基本上相等取向(相同倾斜角 α 和方位角 ϕ)、或者类似颜色、或者类似标记(磨砂、刮痕、有棱纹)表面、或者类似间隔,有意义的图案被提供在光学设备的第一表面(25)上。优选地,子集在数目上包括多个刻面中的1%至15%。因而,刻面的子集形成一种有意义的图案,其还被称为光学设备的水印(图案),其可以充当标识标签和/或提供关于光学设备的可容易读取的信息。可替换地或同时地,其可以服务于检测并且因而阻止通过第三方的中国拷贝的制造。为此目的,水印可以以不醒目的方式提供,例如通过将其限制成包括多个刻面中的至多5%。如果子集中的刻面的数目高于15%,则其不再是不醒目的并且更可能展现出光学设备的质量的视觉降级。如果子集中的刻面的数目低于1%,则变得难以辨识水印并且检测不太明显,此外关于规避的风险增加,因为不再要求用于透

镜的基本上全新的设计并且仅相对低数目的刻面不得被变更以破坏水印。创建水印的可替换的方式是通过提供刻面之间的间隙或间隔,或者通过做出刻面上的小刮痕、有棱纹的刻面、磨砂刻面或者通过为刻面着色,然而,不会对光学设备的性能影响到(普通用户)可察觉的程度。

[0007] 在这一点上,紧凑地布置意味着在刻面的组内,刻面不是广泛布置的而是在一起被紧密地布置为一个,例如,其中至少50%的刻面由相同组的刻面完全地环绕或邻接,或者例如其中刻面的组具有表面S和周界P,并且P与 $\sqrt{S}$ 的比值至多为6。在这一点上,邻近意味着在刻面的组内,基本上组中的所有刻面经由它们的组中的刻面直接连接到彼此。

[0008] 光学设备由刻面的组的平铺式(tiled)阵列形成,其中每个组具有多个刻面,例如(伪)随机布置的刻面,图案可以通过单独匹配由一个或多个相应组的贡献发出的子图案来形成。刻面通过具有特定取向的刻面表面可确定,刻面表面由周界划界,并且一般以非连续的方式邻接相邻刻面,即相邻刻面表面的取向不同。由于相邻刻面表面的相互不同的取向,在它们的周界处连接相邻刻面的过渡表面可以具有显著的高度。所述过渡表面可能不会完美地形成,并且因此可能不会完美地陡直延伸,然而,这些过渡表面不被视为分离的刻面。根据本发明的光学设备的实施例的特征在于每个刻面组与相应的子图案相关联,其中在光学设备的操作期间,光学设备上的刻面组的相对位置基本上等于所显示的图案中的子图案的相对位置。在本发明的光学设备中,光线的重定向是按组方式完成的,而不是在预定的相应方向上随机地重定向入射光束的光线。在描述光学设备的光线的所述重定向的原理的一种方式中,考虑具有垂直于光轴的x-y轴的笛卡尔坐标系统,其中x=0和y=0在光轴上,并且望向下游,即在从光源朝向所显示的图案的方向上沿着光轴。入射在具有所述第一组光轴并且该组例如位于光学设备的坐标系统的第一象限中的第一刻面组上的光线将主要(例如,至少75%)在所述第一组光轴的方向上被(伪)随机地重定向到所显示的图案的对应第一象限,其余25%可以被(伪)随机地投影在其它象限中的一个或多个中。类似的推论适用于分别位于第二、第三和第四象限中的第二、第三和第四刻面组,其分别沿着它们相应的组光轴将光线分别重定向到所显示的图案的第二、第三和第四象限。如果所显示的图案要求通过光学设备在相对于光轴的相对大角度之上的光扩展(比如在具有大顶角的锥体之上的扩展),则每个象限和组光学可以被进一步子划分成例如两半或者四个子象限,每个子象限具有其相应的相关联的刻面组光学。然后,可以维持光学设备中的子象限和所显示的图案之间的类似关系。因而,光束的相对大(或甚至过大)折射被抵消或者甚至被避免,并且相比于完全随机布置的刻面,刻面的倾斜可以减小。因此,由于在刻面表面处发生较少的反射,光学设备的效率得以改进,这是因为所述刻面表面上的光线的入射角平均起来更加靠近所述刻面表面的法向。为了进一步减少光学设备对光的非期望的反射,如由点状光源发出的光的方向处于与所述发出的光入射在其上的刻面组的组光轴的相对小角度处。换言之,平均来说,看起来光在穿过本发明的光学设备之前和之后比通过已知光学设备传播的光的情况在某种程度上更多地相同方向上传播。另外,每个刻面具有周界边缘,每个刻面通过周界边缘邻接其相邻刻面,所述周界边缘是针对所显示的图案的变形的源。作为上面提到的发明技术特征的结果,由周界边缘引起的所显示的图案/图像的变形减少,因为周界边缘的平均高度低于不具有所述组光学分割而是具有完全随机化的刻面取向的已知光学设备中的周界边缘,因此改进了图像的质量。

[0009] 当与刻面组相关联的图像的部分通过所述刻面组以期望的分辨率/细节构建时,光学设备的实施例的特征在于包括在刻面组中的刻面的数目至少为100。包括在组中的刻面的期望最小数目取决于由所述组构建的图像的部分的尺寸、复杂性和期望的细节,因此组中的刻面的所述数目可以容易地共达1000或者甚至10000。

[0010] 光学设备的实施例的特征在于至少第一和第二刻面组基本上具有相同的尺寸和/或相同的形状。这样,使得能够获得组中的光学设备的第一表面的相对简单的分割。可选地,所述组通过小间隔相互分离,或者组形成超结构,例如其中每个组形成第一表面的超刻面。此外,相对于光的重分布/重定向,具有基本上相同尺寸和/或形状的组的光学设备更加均衡。在这一点上,当第一刻面组中的刻面的相应数目与第二刻面组中的刻面的相应数目在1:1至1:10的范围中时,其似乎是有利的。此外,当所述组通过间隔分离时,它们相对简单地彼此可区分,因而使得能够实现特定组的容易的操纵/校正。如果刻面组在光学设备上不是直接可区分或可确定的,则(事实上)将第一表面上的多个刻面划分成刻面组的方法要考虑一个所选刻面,优选地不在第一表面的边界处。至少能够在相邻/邻接的刻面之上以三步到达的所有刻面或者在距所述所选一个刻面 $\leq 3 \times$ 平均刻面尺寸的距离内的所有刻面被视为所述刻面组的部分。该方法自动地致使刻面组被紧凑地布置并且具有或多或少相同的尺寸和形状。注意,对于组光轴以及所述组光轴之间的角度 β 的确定而言,刻面不能是多于一个的刻面组的部分。

[0011] 光学设备的实施例的特征在于基本上组内的每个刻面具有关于相应组光轴的倾斜角 α_t ,其中所述倾斜角 α_t 在由以下等式确定的范围内:

[0012] $\alpha_t \leq 0.8 * \alpha_c$, 优选地 $\alpha_t \leq 0.6 * \alpha_c$,

[0013] 其中 $\alpha_c = \arcsin(n_2/n_1)$ 并且 α_c 是针对全内反射的临界角,其中 n_1 是较高折射率并且 n_2 是较低折射率。

[0014] 特别地,该准则在折射光学设备上适用,但是在某种程度上,也在反射光学设备上适用。将倾斜角的上限范围仅限制到显著低于 α_c (即,小于 $0.8 * \alpha_c$)的角度将具有以下效果:相比于没有倾斜角中的所述限制的已知类似光学设备,周界边缘具有针对其最大高度的绝对较低上限。这一般将导致周界边缘的平均较低高度并且因此导致周界边缘表面与刻面表面的较低比值以及因此导致优于已知光学设备的光学设备的改进的性能。此外,以高于针对TIR的临界角的角度入射在表面上的光束总是被部分地反射和部分地透射。因此,由于在本发明的光学设备中,刻面一般比已知光学设备中的刻面更加横向于入射光束进行取向,因此更少的光将被反射并且更多的光将被透射,因而提高了优于已知光学设备的发明光学设备的效率。此外,如果光学设备的特征在于 $\alpha_t \leq 0.6 * \alpha_c$,则刻面相对于光轴的倾斜因而被限制到相对低值,然而,该倾斜仍足以在期望的方向上对源自发出平行射束的光源的光进行重定向。通过该措施,在光学设备的效率、眩光和厚度减小方面,进一步改进光学设备的性能。源自点源的光作为发散光束以相对宽的角度范围撞击在光学设备上。因此,对于该发散光在期望的方向上的完全随机的折射,在已知设备中一般要求具有较大倾斜角的刻面。然而,在根据本发明的光学设备中,不利的较大倾斜角的出现却被所述刻面组中的第一表面的子划分抵消。将倾斜角限制到 $\alpha_t \leq 0.8 * \alpha_c$ 可以被视为发明本身。

[0015] 用于光学设备的合适的高折射率材料例如是玻璃、PMMA、聚乙烯、聚碳酸酯,低折射率材料一般为空气。

[0016] 为了通过光学设备获得足够随机化的效果,优选地,刻面组内的相邻第一和第二刻面一般具有在取向方面的最小相互差异,并且因而以显著不同的方向定向入射光束。所述最小相互不同的取向可以被定义为所述第一和第二刻面表面的法向矢量之间的角度,该角度至少为 3° 。然而,并不是所有相邻刻面都需要具有不同的取向,例如当利用具有相同取向的相邻刻面时,可以向光学设备提供水印图案。

[0017] 光学设备可以由透明或者反射材料形成。各个刻面表面和/或组合的多个刻面表面可以是平坦的和平面的或者它们可以是弯曲的和非平面的。根据本发明的另一方面,光学设备可以被用来形成角图案。光学设备可以被布置成将到来的射束分裂为子射束。一般地,光学设备包括至少100个刻面,典型地为5000或10000个刻面,甚至高达100000、1000000个刻面或更多。正如在现有技术中已知的,适当的阶段皮重(phase tare)表面可以被用来将刻面表面划分成阶梯式或台阶式刻面表面,从而减小光学设备的总厚度。此外,被定义为 $P_f : \sqrt{S_f}$ 比值的周界边缘(P_f)和刻面表面(S_f)之间的比值优选地至多为4.6,以抵消如可能由相比于刻面表面的相对大量的周界边缘所引起的非期望的显示图案变形效应。

[0018] 优选地,对于至少85%的相邻刻面表面,相邻刻面的所述刻面表面是不连续的,更优选地,法向矢量以至少 3° 、优选地至少 5° 或者至少 7° 相互成角度。因而,通过相邻刻面获得被重定向的光的更加发散的方向,这典型地提高了光学设备的期望的均匀化效果。

[0019] 光学设备的实施例的特征在于高折射率材料的高折射率 n_1 至少是1.45,则对于相同折射,相比于具有小于1.45的折射率的材料,要求刻面的较小倾斜,(具有小于1.45的折射率的材料示例是含氟聚合物,例如PVDF(=聚偏二氟乙烯, $n_1=1.41$),ETFE(=乙烯四氟乙烯共聚物, $n_1=1.40$)或者Cytop(=环化透明光学聚合物, $n_1=1.34$))。所述较小倾斜一般减小边缘高度并且因此改进光学设备的性能。针对 $\lambda = 589 \text{ nm}$ 具有相对于空气的至少1.45的折射率的合适材料是SiO₂(熔融硅石或石英玻璃, $n_1=1.45$)、各种类型的玻璃(n_1 的范围从大约1.45至1.9)、PMMA(聚甲基丙烯酸甲酯, $n_1=1.49$)、PET(聚对苯二甲酸乙二醇酯, $n_1=1.57$)、以及聚碳酸酯($n_1=1.59$)。

[0020] 光学设备的实施例的特征在于其被制成单片。优选地,由箔或板制成,因为这些材料处理起来相对容易,并且在形状和尺寸方面可相对容易地适配于衬底和/或照明设备。作为单片的优点在于避免了如在一些已知光学设备中完成的并且是对应于本发明的多个刻面的部分的多个微楔形的繁琐相互衔接。特别地,具有高折射率的材料的使用和刻面的倾斜角中的限制使得能够将相对薄的箔用作光学设备。在片、板或箔材料中经由激光烧蚀可容易地获得所述刻面,因而多个刻面形成在制成单片的片、板或箔材料中。所述单片材料可以容易地被成形为期望的形状,例如作为抛物线或椭圆的分支的回转体,可替换地,其可以是略微起伏的、弯曲的或者平坦的。

[0021] 光学设备的实施例的特征在于其包括多个刻面中的形成图案的刻面的子集,子集中的所有刻面相互具有基本上相等的取向,即相等的倾斜角和方位角,优选地子集在数目上包括多个刻面的1%至15%。因而,刻面的子集形成一种有意义的图案,例如,光学设备的水印图案,其可以充当标识标签和/或提供关于光学设备的可容易读取的信息。可替换地或同时地,其可以服务于检测并且因此阻止通过第三方的中国拷贝的制造。为此,可以以不醒目的方式提供水印,例如通过将其限制为包括多个刻面中的至多5%。如果子集的数目高于15%,则它不再是不醒目的并且更可能表现出光学设备的质量的视觉降级。如果子集的数目

低于1%,则变得难以辨识水印并且检测不太明显,此外关于规避的风险增加,因为不再要求针对透镜的基本上全新的设计并且仅相对低数目的刻面不得被变更以破坏水印。创建水印的可替换方式是通过提供刻面之间的间隙或间隔,或者通过做出刻面上的小刮痕、有棱纹的刻面、磨砂刻面,或者通过对刻面进行着色,然而不会对光学设备的性能影响到(普通用户)可察觉的程度。根据上面提到的措施为光学设备提供水印可以被视为发明本身。

[0022] 本发明还涉及包括根据本发明的至少一个光学设备的透镜。透镜在显示设备、投影设备以及比如例如发光体或者汽车头灯系统的照明设备中找到广泛应用。所述透镜极其适合于控制由所述设备发出的光束。透镜可以包括多个相互等同的光学设备作为子设备。根据本发明的这方面,光学设备由子设备的平铺式阵列形成,其中每个子设备具有(伪)随机布置的刻面。这样的平铺式光学设备可以例如被用来处理大直径输入射束或处理多个分离的(发散)射束。因而,例如通过叠加由每个子设备和相关联的LED生成的射束来使用多个LED,使得能够生成相对非常均匀的光束或者在暗区和亮区之间具有相对非常尖锐的边缘的射束图案,这对于如由汽车头灯系统发出的典型弱光束的要求是特别相关的。然后每个子设备(铺块(tile))以基本上相同的方式生成整个图案,对于n个子设备,图案则以基本上全重叠被投影n次。因而,使得能够不使用一个非常亮的光源而是使用不太亮的光源矩阵来设计汽车头灯设备,并且还获得满足关于这样的弱汽车头灯射束所提出的要求的特定弱头灯射束光图案。

[0023] 透镜的可替换实施例的特征在于其包括多个相互不同的光学设备作为子设备。虽然在前述的实施例中,每个子设备(铺块)可以生成整个图案,但是现在它以相互不同的方式。对于n个子设备,则以基本上全重叠投影图案n次,典型地n在从4至100的范围中,例如49或60,但是例如其可以共达400。平铺式设备可以例如被用来处理大直径输入射束或者处理如由多个LED发出的多个分离的(发散)射束。类似于之前的实施例,该实施例也非常适合于机车头灯系统。此外,在这样的设备中,以及在之前的设备中,由于子设备中可能存在缺陷所致的光束中可能存在的小变形得到平衡。这对于所显示的图像的暗区和亮区的图像边缘是相关的。如存在于光学设备/透镜上的每个刻面的形状,可以说是在所显示的图像中被显示为所述形状(通常例如为诸如方形、矩形或六边形之类的多边形),导致所述边缘的阶梯式轮廓。由于所述射束的叠加的相互略微的位移,因此使得能够实现所述边缘显得不太为阶梯式的而是显得更加流畅/平滑,因而提高了所显示的图像的实际分辨率。所述位移的幅度取决于所显示的图像的期望的尺寸和期望的分辨率/细节来选取。关于本发明的光学设备/透镜的该叠加原理可以被视为发明本身。每个铺块的尺寸可以略微不同于邻近铺块,以消除否则可能由重复图案引起的干涉效应。透射通过每个铺块的光的强度可以是不同的,这可能引起给予图案中的每个子图案位置的能量的量中的略微改变。然而,通过每个铺块内的刻面的随机放置,这种效应被减小。可替换地,每个子设备可以生成图案的相应部分,即子图案,子图案一起形成整个图案。如果图案中的子图案的数目少于期望被布置在光学设备中的刻面的数目,则一些刻面表面可以具有相同的倾斜角、方位角以及可选地甚至相同的尺寸。然后,类似的刻面将光定向到相同的位置或者子图案区域或位置。然而,具有类似的倾斜角和方位角的刻面表面优选地不被定位成彼此相邻。

[0024] 本发明还涉及包括至少一个光源和根据本发明的至少一个光学设备的照明设备。照明设备可以例如是灯/反射器单元、发光体或显示设备。在灯/反射器单元的情况下,发光

元件在内部被提供于抛物面反射器的焦点处,并且所述反射器由包括光学设备的(优选为可交换的)板闭合。发光元件和反射器的组合形成可以充当入射在板上的平行光束的生成器的光源。因此,通过板的简单选择/交换,可容易控制由灯/反射器单元发出的光。通过发光体和用于显示设备的直接点亮或侧点亮式背光可获得类似的构造,其发出到光学设备上的平行光束。可替换地,照明设备的特征在于照明设备是包括LED染料以及具有作为初级光学器件的光学设备/透镜的LED。一般地,LED染料具备圆顶透镜作为第一初级光学器件。当光学设备是LED的初级光学器件时,每一个单独LED可以被给出由每一个单独LED发出的期望的射束图案。光学设备的设计取决于LED染料和圆顶的尺寸的比值。例如,如果染料(=发光元件)的尺寸相比于圆顶(=光学设备)是小的,例如半球状圆顶具有至少10倍大的直径,则当LED管芯位于(半)球圆顶的中央时,发光元件被光学设备大致当作点光源。然后,通过对发光元件所发出的光束的子射束进行重定向的相关联的刻面组形成图案的子图案。可替换地,如果例如管芯(=发光元件)以及圆顶(=光学设备)的尺寸是大约相同的尺寸,例如半球状圆顶具有至多2倍大的直径,则发光元件可以被看作是发出平行光束的源。在该情形下,光学设备是优选地包括具有仅一个单元和有限数目(例如,2、3或4个)刻面组的仅一个光学设备的透镜。在2至10的比值中,从点源到发出平行射束的光源的过渡区适用,并且因此在光学设备的设计中,必须考虑发光元件的特定维度。

[0025] 本发明还涉及具有多个光源和至少一个光学设备的光学系统。可替换地,提供多个光学设备,甚至到这样的程度:每个光源与相应光学设备相关联。多个光源可以相互配合以通过重叠由每一个单独光源发出的图案来生成单个图案,因此使得能够实现照明图案的容易调光。可替换地,可以通过各个光源发出的匹配子图案的单独贡献来形成图案,因而通过独立地切换至少一个单独的光源或多个光源的子集来使得能够实现图案的容易改变。在本发明的优选实施例中,相邻刻面可以形成有不同的三维配置(conjuration)。

[0026] 本发明还涉及制作多刻面光学设备的方法。该方法包括如下步骤:

[0027] (1) 选择要被显示的期望的图案,

[0028] (2) 将图案划分成具有特定位置的子图案,

[0029] (3) 确定刻面组和包括组光轴的针对刻面的配置以用于将射束部分(重)定向到子图案位置,这考虑到

[0030] 对于第一刻面组的相应第一组光轴与第二刻面组的相应第二组光轴的至少一个组合,所述第一组光轴和所述第二组光轴以至少 5° 的角度 θ 相互成角度,

[0031] (4) 根据所确定的配置,生成多个刻面。

[0032] 可选地,对于本发明的又一方面,由编程通用计算机基于期望的图案中的相应子图案位置的位置来计算刻面组、针对刻面表面的倾斜角以及方位角,例如,对于刻面组的各个刻面的布置就是这种情形。开发了将期望的光图案翻译成针对对应的刻面阵列的设计的特定算法和软件。利用该技术,已经实现了具有被雕刻到其中的刻面的薄透明箔的原型。该技术要求借助脉冲激光束以及掩模和透明塑料层之间的投影透镜来将具有刻面的布局的掩模成像到透明塑料层上。在激光束碰撞塑料的位置处,从透明塑料移除材料,从而创建刻面表面的特定倾斜角和方位角。激光能量密度越高,(激光)烧蚀移除的材料就越多。刻面被设计成以便将平行射束或点源状射束变换成壁上的远场中的光图案。

[0033] 因而,本发明提供了用于控制光束的方法和设备。本发明利用在多个刻面的表面

之上分割的微结构,其中实际上每个光学元件或刻面表面在尺寸、旋转取向和倾斜角(斜率)上与其相邻邻居是不同的。被分割的不同刻面可以控制(例如,均匀化)由光源发出的光束,而没有现有技术的缺点。被分割的刻面的各种组合和变更可以包括:向刻面添加相位偏置以进一步混乱到来的光束和/或向光学设备的包括多个刻面表面的第一表面或向与第一表面相对定位的背表面添加透镜功能。

[0034] 越过刻面的光的角扩展越小,可以投影到壁上的特征越尖锐。优选的是小于 20° FWHM(半高全宽)的角扩展。更优选的是小于 10° 的角扩展。甚至更优选的是小于 5° 的扩展。

[0035] 刻面表面的尺寸和倾斜(斜率)越大,刻面高度越大。优选的是不超过 $100\mu\text{m}$ 的最大高度。有限高度的优点是使用(热)模压作为用于以低成本大量制造的技术的可能性。对于低成本的大量制造,其还使得能够实现卷对卷过程。最低成本的解决方案被预期为基于箔状光学器件的那些解决方案:预见到具备专用微结构化表面的薄透明光学箔能够履行对由LED发射的光束进行成型的光学功能。使得能够实现这样的低成本解决方案的制造是本发明的益处。

[0036] 优选的是具有小于 $250\mu\text{m}$ 的尺寸的刻面:有限的刻面尺寸暗示有限的刻面高度以及在不具有大刻面高度的情况下具有大刻面斜率的可能性。大刻面斜率暗示能够将光重定向到大角度。优选的最小刻面尺寸是大约 $25\mu\text{m}$ 。在低成本解决方案中,较小的刻面更加难以制作并且可能导致越过它们的光的非期望衍射。

[0037] 本发明可以被用来执行射束分裂操作,使光源均匀和/或在给定方向上对光进行重定向,例如光束在贡献于预定图案的部分的第一和第二方向上出射。光学设备可以被提供到衬底(例如,板或片)上,衬底包括与光学设备的刻面表面相对的光滑的规则形状的外表面。

[0038] 本发明的这些和其它优点和特征将从结合附图提供的本发明的以下详细描述变得显而易见。

附图说明

[0039] 图1A示出了根据本发明的第一实施例的照明设备的示意性透视图;

[0040] 图1B更详细示出了图1A的光学设备;

[0041] 图2示出了根据本发明的第二实施例的照明设备的示意性侧视图;

[0042] 图3示意性地示出了适于构成靠近其显示的图案的根据本发明的光学设备的平面视图;

[0043] 图4A-4B示出了根据本发明的照明设备的两个实施例,图4A中的实施例示出了提供在LED的TIR准直器上的光学设备,图4B中的实施例示出了作为具有直接相关联的光学设备的点光源的LED;

[0044] 图5A-5B示出了根据现有技术的光学设备的实施例中的刻面的位置,该位置与它们在所显示/生成的图案中相关联的位置有关;

[0045] 图6A-6B示出了根据本发明的光学设备的实施例中的刻面的位置,利用子划分成刻面组/象限,该位置与它们在所显示/生成的图案中相关联的位置有关;

[0046] 图7A-7B示出了根据本发明的包括4个光学设备的透镜和如由所述透镜生成的图案;

[0047] 图7C-7D示出了根据本发明的照明设备和如由照明设备生成的典型射束图案;

[0048] 图8示出了通过根据本发明的各种光学设备可获得的图案的一些示例;

[0049] 图9A示出了根据本发明的具有刻面阵列的光学设备的3D绘图,所述刻面具有规则的六边形形状;

[0050] 图9B示出了如图9A中示出的根据本发明的物理光学设备的一部分的扫描电子显微镜图像;

[0051] 图10A-B示出了作为刻面、倾斜角、方位角和取向角的物理参数的抽象(数学)表示;

[0052] 图11示出了如由根据本发明的方法获得的根据本发明的光学设备的第一表面的泰森多边形(Voronoi)表面分割;

[0053] 图12示出了具有图11的光学设备的n个节点的刻面数目的柱状图;

[0054] 图13A-B示出了如何确定刻面组的示例。

具体实施方式

[0055] 现在参照各图,其中相同的参考标记指代相同的元件,在图1A中示出了根据本发明的第一实施例的照明设备1的示意性透视图。照明设备包括灯/反射器单元35来作为具有定位在反射器主体9的焦点7中的发光元件5的光源3,发光元件5优选点状光,例如LED,或者诸如UHP-灯之类的高压气体放电灯。在操作期间,灯/反射器单元生成随后入射在透明光学设备13上的平行光束11。所述光学设备被定位成横向于平行射束并且包括多个刻面15,多个刻面15被子划分成至少第一刻面组16a和第二刻面组16b以及另外的刻面组16c-16g,为了简单起见,这些刻面被示出为方形,刻面表面的平均取向定义了光轴17。每个刻面组具有相应周界53。每个刻面经由其刻面表面处的折射将入射在所述刻面上的光束(或光线)重定向在朝向显示屏19的特定方向上,这利用包括x和y轴的笛卡尔坐标系统示出。所述特定方向取决于相对于所述刻面表面的正向y轴测量的倾斜角和方位角,并且如果期望的话,则被选取为使得可获得所显示的图案21的光强度中的均匀化,或者可替换地,使得可获得具有预定阴影值和/或带有预定(不同)光强度值的部分的图案。在图中,每个刻面组16a-g与所显示的图案21的相应子图案39相关联。刻面组在光学设备上的相对位置与所显示的图案中的子图案的“相同”相对位置相关联。因此,如在图中示出的示例那样,第一刻面组16a位于第一表面的第一象限I中并且与位于图案的第一象限I中的子图案39相关联。在图中,光学设备由PMMA制成。

[0056] 图1B更加详细地示出了图1A的光学设备13。光学设备略微朝向光源(未示出)凹形弯曲,具有光轴17,并且包括具有多个刻面15的第一表面25。所述第一表面被子划分成刻面组16a-16g,其中每个刻面组具有其相应周界53。刻面组之间的分离通过表示小间隔的粗线指示。如图中所示,每个组形成第一表面25的超刻面61。每个刻面组具有如通过属于相应刻面组的刻面27的平均取向的法向定义的相应组光轴17a-17g(示出的仅为17a-17c)。每个刻面具有相应的周界边缘51。组光轴以相应角度 β 相互成角度,如图中针对相应地具有轴17b和17c的刻面组16b和16c所示出的那样。轴17b和17c之间的角度 β 大约为 10° ,其它对组光轴之间的相应角度 β 不需要都具有相同的值而是可以具有不同的值。

[0057] 图2示出了根据本发明的第二实施例的照明设备1的示意性侧视图。照明设备包括

作为光源3的灯/反射器单元35,光源3具有定位于反射器主体9中的发光元件5。在操作期间,灯/反射器单元生成随后入射在反射光学设备13上的会聚光束11。所述光学设备包括多个刻面,这些刻面的平均取向定义了光轴17。多个刻面被子划分成第一刻面组16a、第二刻面组16b、第三刻面组16c和第四刻面组16d。每个刻面组具有相应的组光轴17a-17d,所述轴中的至少一对以至少 5° 的角度 β 、 β' 相互成角度,在图中,在组光轴17a-17b之间 $\beta=15^{\circ}$,并且在组光轴17c-17d之间 $\beta'=10^{\circ}$ 。每个刻面经由反射将入射在所述刻面上光束(或光线)重定向在朝向显示屏19的特定方向上,所述特定方向取决于所述刻面的倾斜角和方位角。在图中,光学设备由涂覆有镜面反射铝层23的玻璃制成。注意,在反射光学设备的情况下,TIR的限制要求(如对折射光学设备适用的那样)不适用。然而,为了将周界壁和刻面表面的比值限制到4.6以下的合理值,倾斜角和相邻刻面之间的角度可以被类似地限制。对于折射光学设备的周界/表面面积比值的的要求仍同等地适用于反射光学设备。如从图1A-B和2明显的,第一表面可以是基本上平坦的,或者朝向光源凹形弯曲或凸形弯曲。

[0058] 图3示意性地示出了适于生成如靠近光学设备所示出的图案21的根据本发明的光学设备13的第一表面25的平面视图(的一部分)。第一表面被子划分成第一刻面组16a和第二刻面组16b,第一刻面组随机地构建了图案“PHILIPS”中的部分“PHILI”,并且第二刻面组随机地构建了图案“PHILIPS”中的部分“ILIPS”。第一表面被规则的六边形刻面(六边形)27分割,相应六边形的阴影指示所述六边形的刻面表面相对于垂直于绘图平面取向的光轴17的倾斜角 α 和方位角 ϕ 。入射在所述光学设备上的光通过所述光学设备传播并且随后被所述经分割的表面上的刻面折射以构成如图3的右边部分中示出的图案“PHILIPS”。原则上,通过根据本发明的各种光学设备可以生成实际上无限数目的任意图案。在图8中示出了一些说明性示例。注意,不需要投影透镜。结果,不需要手动地聚焦投影到壁上的光的图案。只要壁到具有刻面的光学设备的距离相比于通过光学设备传播的光束的直径是大的,它就将会对焦,而不管该距离如何。此外,光学设备包括水印55,即符号“®”,为了清楚起见并且作为示例,其通过黑颜色的刻面表示。

[0059] 图4A-4B示出了根据本发明的照明设备1的两个实施例。为了清楚起见,以相对于光学设备的维度过大的维度绘制刻面。图4A中的照明设备1示出了具有雕刻的刻面27的透明箔29,其被提供为作为光源3的LED 37的TIR准直器33的出射表面31上的光学设备13。刻面也可以直接模压到准直器或另一光学元件的出射表面中。TIR准直器具有旋转对称的形状并且依赖于针对射束的外部部分的全内反射并且依赖于针对内部部分的折射。TIR准直器的功能是收集由LED发射的大部分光线并且将它们再成形为在线越过具有雕刻的刻面的箔的每个位置处不具有或仅有小的角扩展(即,在图中扩展小于 5°)的平行射束。

[0060] 图4B中的照明设备1的实施例包括作为点光源3的LED 37,点光源3容纳在具有作为第一初级光学器件的直接相关联的板状光学设备13的反射盒38中。盒的壁38a可以是吸光的,或者可替换地可以被设计为使得来自LED的光被反射在朝向光学设备13的期望方向上。典型地,LED管芯的直径 d 和光学设备的直径 D 的比值大约为10或者更大,例如25,则LED管芯相比于光学设备被视为点光源。正如将通过下面的示例说明的,使光源具有发散射束可能是有利的:假定人想要将矩形光图案投影到壁上。在该情况下,准直器和壁之间的距离以及光源(和可选的发散准直器)的发散性(可选地,借助于附加发散准直器)可以被选取为使得(准直器和)LED单独在具有等于意图的矩形图案的面积的面积 A 的壁上投影圆形光图

案。现在,具有刻面的板状光学设备的功能是简单地将圆形图案再成形为矩形图案,其中仅在小角度之上折射光,并且因此仅要求具有相对小倾斜角的刻面,因而改进了光学设备的性能。与此相反,在准直器将平行射束投影成壁上的小斑点的情形中,必须仅借助于板状光学设备来实现发散射束,即光学设备必须将该小斑点再成形为相对大的矩形并且因此在大角度之上折射,尤其是对于矩形图案的拐角而言。这要求具有相对大倾斜角和较精确的形状的刻面,这是缺点所在。

[0061] 图5A-5B示出了根据现有技术的光学设备的实施例中的刻面27的位置,即处于与其在所显示/生成的图案21中的相关联的位置的随机关系中。尽管为了清楚起见,仅示出了分布在四个四刻面组16a-d(每个组具有周界53)之上的16个刻面,但是光学设备13可以具有一万个或者更多的刻面。本发明的一个目的是使得能够实现在没有GOBO的情况下任何期望的光图案在距该多个刻面15一定距离处的壁上的投影。图5A示出了周期性刻面阵列,其中每个刻面被编号,作为示例,对于刻面编号“2”,以粗线指示周界边缘51。本发明的另一目的是制作远场中(即,在距带有雕刻的刻面的箔的相对大距离处)的光图案,例如,被再成形为如图5B中示出的字符“A”的图案。该图案被划分成许多子图案39;子图案的数目与刻面的数目相同。这些子图案中的每个被给出编号。现在,具有某个编号的每个刻面链接到具有对应编号的光图案中的子图案或者与其相关联。现在,由于针对壁上的光图案中的每个部分的坐标是已知的,因此在给定图10A-B处所描述的公式的情况下,随后可能计算对应刻面的斜率和取向。该实施例的可选特征是刻面阵列内的每个刻面的位置被随机化,这在图5A和5B中示出。

[0062] 图6A-6B示出了与其在所显示/生成的图案21中的相关联的位置相关的根据本发明的光学设备13的实施例中的刻面27的位置。与图5A和5B中所示出的相反,在图6A和6B中,多个刻面15内的每个刻面的位置不是完全随机化的,而是伪随机相关联的。特别地,具有光学设备的刻面的第一表面(图6A)和图案(图6B)二者被划分成4个象限41,在光学设备和图案二者上应用相同的x,y笛卡尔坐标系。光学设备的每个象限形成刻面组,该刻面组与图案中的相同对应象限相关联,并且在这点上刻面与图案的关联不是随机的。然而,在每个刻面组内,刻面与对应象限中的子图案39的关联再次是完全随机的。因而,获得了刻面位置与其在所显示/生成的图案中的相关联的位置的伪随机关系。对于每个刻面组,指示周界53。

[0063] 图7A示出了根据本发明的包括四个光学设备13的透镜43,每个光学设备包括十六个相同布置的多个刻面27,然而在此仅为了简单起见而这样做,因为实际上每个光学设备可能容易地包括几千个(例如5000个)刻面。而且为了简单起见,做出包括四个光学设备的透镜,透镜一般完全可以包括十至百个相同或者略微相同而基本上不同的光学设备。由于图7A中的透镜具有带有相互相同的刻面布置的四个光学设备,因此当用平行光束11照射时,通过透镜四次构成如图7B中示出的图案/图像21。图7B示出了如由图7A的透镜构成的四次重叠图案。作为有目的地做出的小的相互位移/偏移 δ 的结果,叠加的图像的重叠不是100%,以抵消所显示的图像的暗区和亮区处的阶梯式边缘的可见性。该偏移可以在一个方向上,但是也可以在更多的方向上做出(如图7B中所示)并且导致边缘更加流畅/平滑,当然 δ 的幅度取决于所显示的图像的复杂性和/或细节(例如参见图8),但是一般每个刻面的叠加图像的重叠大约是50%至95%,例如80%。

[0064] 图7C示出了包括透镜43和作为示例的50个光学设备13a、b的根据本发明的照明设备1,光学设备13a形成包括相同布置的多个刻面的光学设备的第一集合,类似地光学设备13b形成包括相同布置的多个刻面的光学设备的第二集合,其不同于光学设备13a的集合。LED及其相应的相关联的光学设备的数目例如共达25、50或100个LED以及一个透镜上的25、50或100个基本上相同的光学设备。图7C中的透镜具有与带有相互相同的刻面布置的二十六个LED 37a的第一集合相关联的二十六个光学设备13a的第一集合,当由LED 37a的第一集合照射时,通过透镜二十六次构成如图7D中示出的图案/图像部分82。图案/图像部分88和90将通过二十四四个LED 37b的第二集合及其相关联的二十四四个光学设备13b的集合来构成。在图7C-D中示出的实施例中,两个集合的组合13a-37a以及13b-37b一起在两个组合的操作期间构成机车头灯设备的高射束。可替换地,可能的是一个组合(例如13b-37b)发出弱光束,并且另一组合(例如13a-37a)本身发出高射束,组合13b-37b然后被关断。LED和相关联的光学设备的两个组合的这种基本上相互交叉(或者或多或少交替)的布置特别适合于使得能够让其发出窄光束(斑点状)、宽光束(泛光)(例如,蝙蝠翼状光束)或者窄和宽光束的组合的照明器。然而,在所有操作条件下,照明器具有实际上恒定的外观并且以均匀方式从其整个光发射窗发射光。这样的设备/照明器可以被视为发明本身。

[0065] 图7D示出了根据如图7A和7C中示出的原理构建的机车头灯设备发出的弱光束图案,因此没有如在常规机车头灯中的一般情形那样屏蔽光束的部分。测量屏80在图7D中被布置在头灯前方的一定距离处,并且被头灯所发射的光照射。测量屏80的水平中心平面被标识为HH并且竖直中心屏被标识为VV。水平中心平面HH和竖直中心平面VV在点HV处彼此相交。由光源发射的光照射区域82中的测量屏80。区域82从上方受到由透镜的特定重定向属性总体,即如由每个相应LED结合其相关联的相应光学设备发出的所有光束的叠加,产生的暗光界限限制。所示出的实施例,头灯被确定用于右边通行并且亮-暗界限在相反通行侧上或者在测量屏80的左侧处具有在水平中心平面HH下方基本上水平延伸的部分84。在通行侧,或者换言之,在测量屏80的右侧,亮-暗界限具有从水平部分84向外延伸到测量屏80的右边缘或者水平中心平面HH的扬起部分86。可替换地,通行侧处的亮-暗界限可以具有被布置为比部分84更高并且也是水平的部分。区域82中的光照强度的分布由法律考量(legal consideration)提供,并且在点HH下方的区带中,可得到最高光照强度。如由LED 13a发出并且由透镜43的光学设备37a重定向的光不照射或者欠佳地照射亮-暗界限84、86上方的测量屏80。例如,鉴于代理ECE规范,定义其中光照强度总计最大到0.4勒克斯的测量点92,以避免相反通行的眩目(blinding)。光照强度分布可以例如被选择为使得在位于测量屏80上的亮-暗界限84、86正上方的区域90中,如由头灯发出的光仅欠佳地照射,区域90例如在水平中心平面HH上方延伸直至大致 2° 并且在竖直中心平面VV的两侧处延伸到基本上 4° 以下。位于区域90上方并且侧向地在区域90之上的下落区域88在水平中心平面HH之上例如竖直地延伸直至 4° 并且在竖直中心平面VV的两侧处侧向地延伸直至基本上 80° 并且在区域90中被更强地消除。

[0066] 实施例的可选特征是光学设备中的每个内的每个刻面的位置是随机化的。这具有以下优点:在具有雕刻在其中的许多这种刻面并且被窄光束照射的透明箔的情形中,光将仅仅越过几个刻面。结果是仅获得期望的光图案的整形(fair)表示。在射束被拓宽的情形中,光束将越过更多刻面并且光图案的表示得以改进。换言之,随机化刻面阵列内的每个刻

面的位置使得具有刻面的箔以可预测的方式表现:被照射的刻面越多,壁上的光图案的质量就越佳。在这一点上,发明光学设备具有与全息术的行为的强烈类似性。然而,与全息术相反,发明光学对于白光(即,宽光谱)也良好地工作,但是不限于此,并且似乎是独立于波长的。由于衍射漫射器被调谐至特定波长并且在不同波长处具有降低的效率,因此这是优于衍射漫射器的优点。同样在射束不均匀的情形中,刻面的位置的随机化注意仍获得壁上的光图案的良好表示。

[0067] 图9A示出根据本发明的具有多个刻面15的光学设备13的计算机计算的3D绘图45,多个刻面45具有规则的六边形形状刻面表面。图9B示出了如在图9A中示出的根据本发明的物理光学设备的一部分的扫描电子显微镜图像。在图9A-B中清楚地示出了刻面27的刻面表面27a、27b的特性“倾斜”、“方位”和“取向”的含义。图10A中示出了沿着线X—X的图9B的物理光学设备的截面。

[0068] 如图10A中所示,从光学角度来看,每个刻面27的功能是对通过该刻面透射的光线进行重定向。每个刻面27具有相应的刻面表面27a、27b。所述刻面表面27a、27b具有相应的法向矢量28a、28b,对于相邻的刻面表面,这些法向矢量优选地以至少 $\gamma = 3^\circ$ 相互成角度。在图中示出的示例中,对于相邻的刻面表面27a、27b的法向矢量28a、28b, $\gamma = 45^\circ$ 。

[0069] 假定由多个发光元件或光源(未示出)发出的平行光束11被定向为垂直于包括具有第一表面25的薄透明箔29的光学设备,第一表面25具有雕刻于其中的刻面27。每一个单独的刻面将截取平行光束的相等部分并且对其进行重定向。

[0070] 给定矢量 $n = (x, y, z)$,刻面的法向,该刻面的斜率(倾斜角 α)和旋转取向(方位角 ϕ)为(还参见图10B):

$$\begin{aligned} \alpha &= \tan^{-1} \left(\frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{z} \right), \\ \phi &= \tan^{-1} (y/x). \end{aligned}$$

[0072] 由该刻面截取的光将被重定向到的角度 θ 从以下关系式产生:

$$\theta = \arcsin(n \sin(\alpha)) - \alpha.$$

[0074] 在该关系式中, n 是制成透明衬底的材料折射率。给定 θ 、 ϕ 二者以及到截取由该刻面重定向的光的壁的距离 z' ,光碰撞壁的位置 (x', y') 从以下关系式简单地产生:

$$\begin{aligned} x' &= z' \tan(\theta) \cos(\phi + \pi), \\ y' &= z' \tan(\theta) \sin(\phi + \pi). \end{aligned}$$

[0076] 因此,描述了雕刻在透明衬底中的刻面集及其对光束的效应。

[0077] 图11示出了如通过根据本发明的方法获得的根据本发明的光学设备13的第一表面25的泰森多边形表面分割47。替代于将第一表面分割成方形网格,优选的是将其分割成具有平均多于四个节点的多边形,更优选地多边形是凸多边形。为了获得 n 个刻面27,首先在平面中绘出 n 个点。如果期望或多或少恒定的尺寸的刻面,则点被绘成使得它们或多或少是相等间隔的。另一方面,如果想要变化的尺寸,则使点之间的距离变化。大密度的顶点将导致小刻面,小密度的点导致大刻面。随后,应用Fortune算法以获得针对节点的泰森多边形图。该图可以被解释为刻面板:泰森多边形图的每个元胞与刻面对应。最终,因此获得的刻面中的每个刻面的取向不得不取决于将被显示的总图案和将由相应刻面显示的子图案

来确定。图11给出了泰森多边形图的示例。图12示出了针对该图的柱状图49,其中多边形中的节点数目在x轴上并且与所述节点数目一起出现的分数(或百分数)在y轴上。其示出由泰森多边形图引起的刻面具有以下有利属性:它们中的许多具有许多节点,即至少5个。

[0078] 图13A-B示出如何(实际上)将第一表面25上的多个刻面15划分成刻面组16a的一些示例,考虑一个所选刻面59,优选地不在第一表面的边界处。至少如图13B中通过编号1、2、3示出的能够在相邻/邻接刻面之上以三步到达的所有刻面,或者在距所述所选一个刻面 $\leq 3 \times$ 平均刻面尺寸的距离(如图13A中示出的并且指示为R)内的所有刻面被视为所述刻面组的部分。该方法自动地致使刻面组被紧凑地布置并且具有或多或少相同的尺寸和形状。

[0079] 在描述发明时已经对优选实施例做出了参考。然而,本领域技术人员可以实现将落在权利要求中所限定的本发明的范围内的添加、删除、减除或其它修改,而不脱离本发明的精神或范围。因此,本发明不被视为受前述描述限制,而是仅仅受所附权利要求的范围限制。

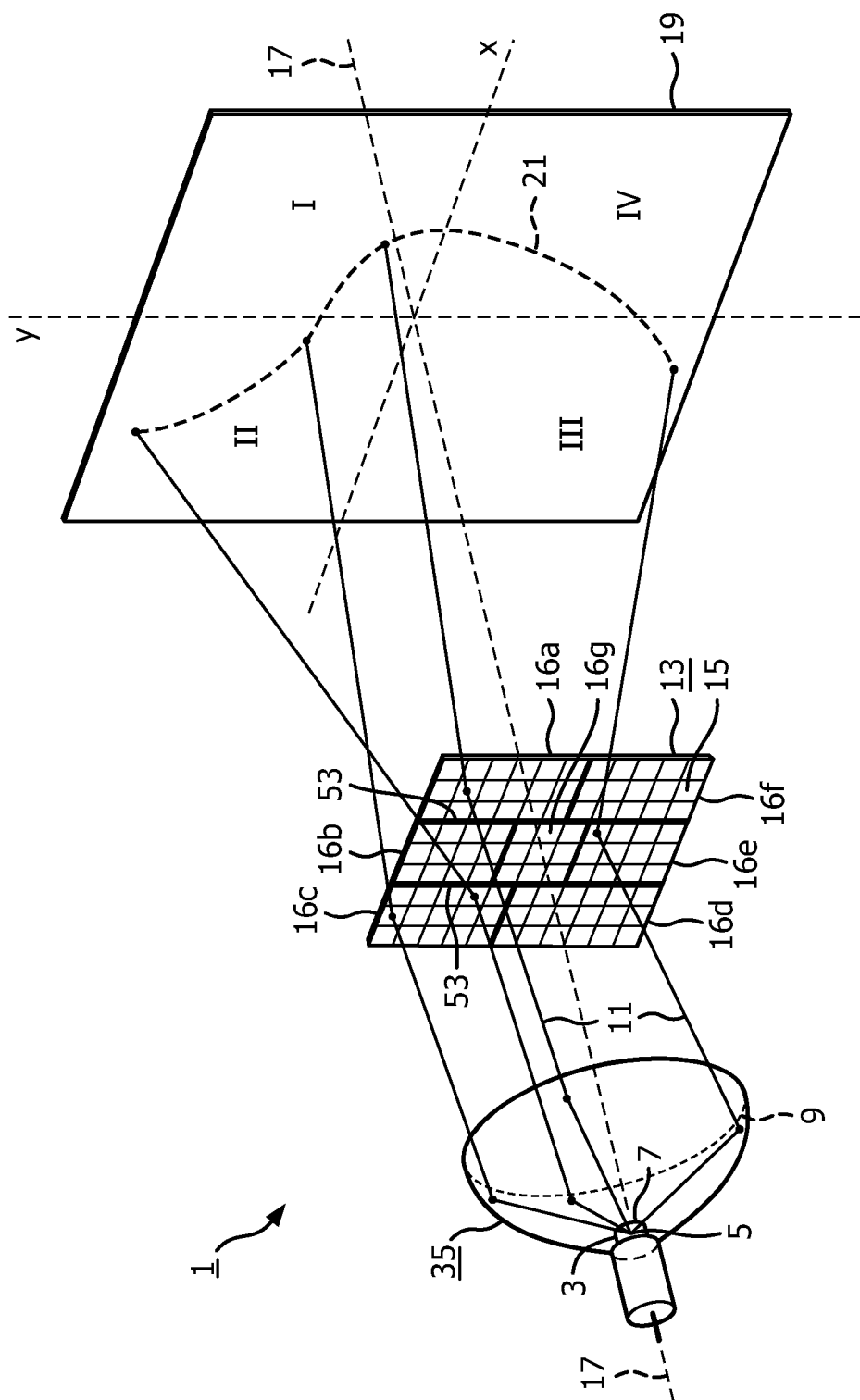


图 1A

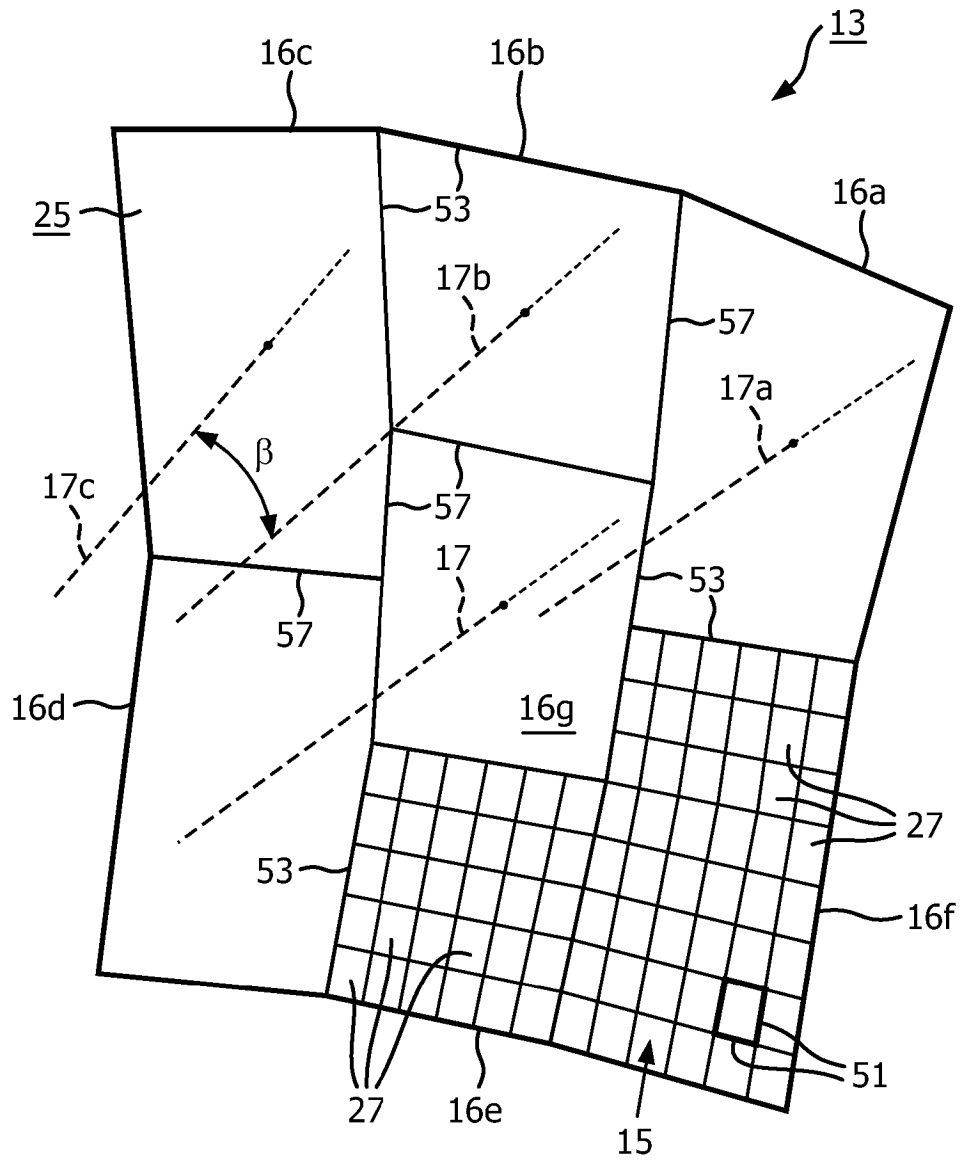


图 1B

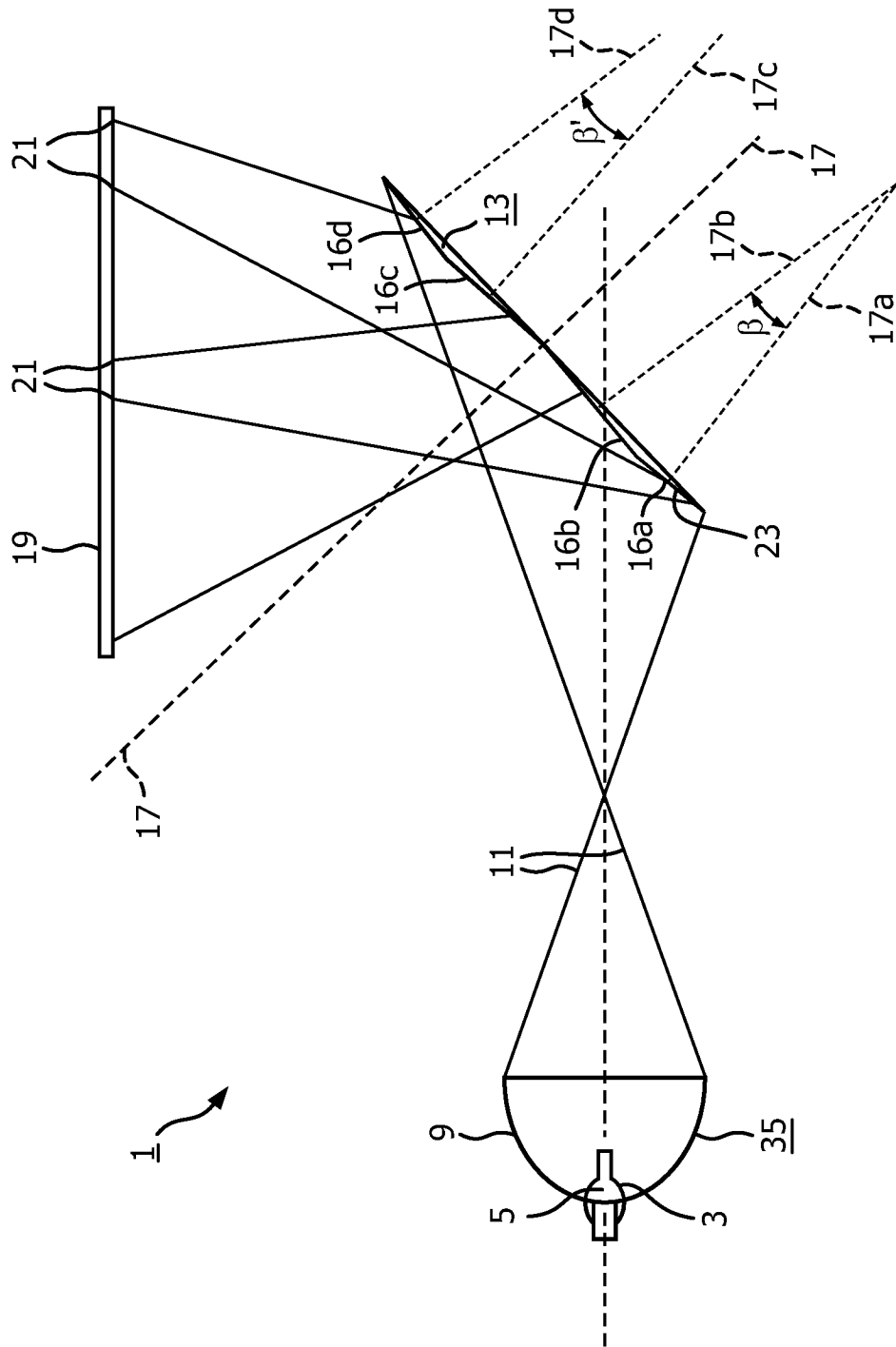


图 2

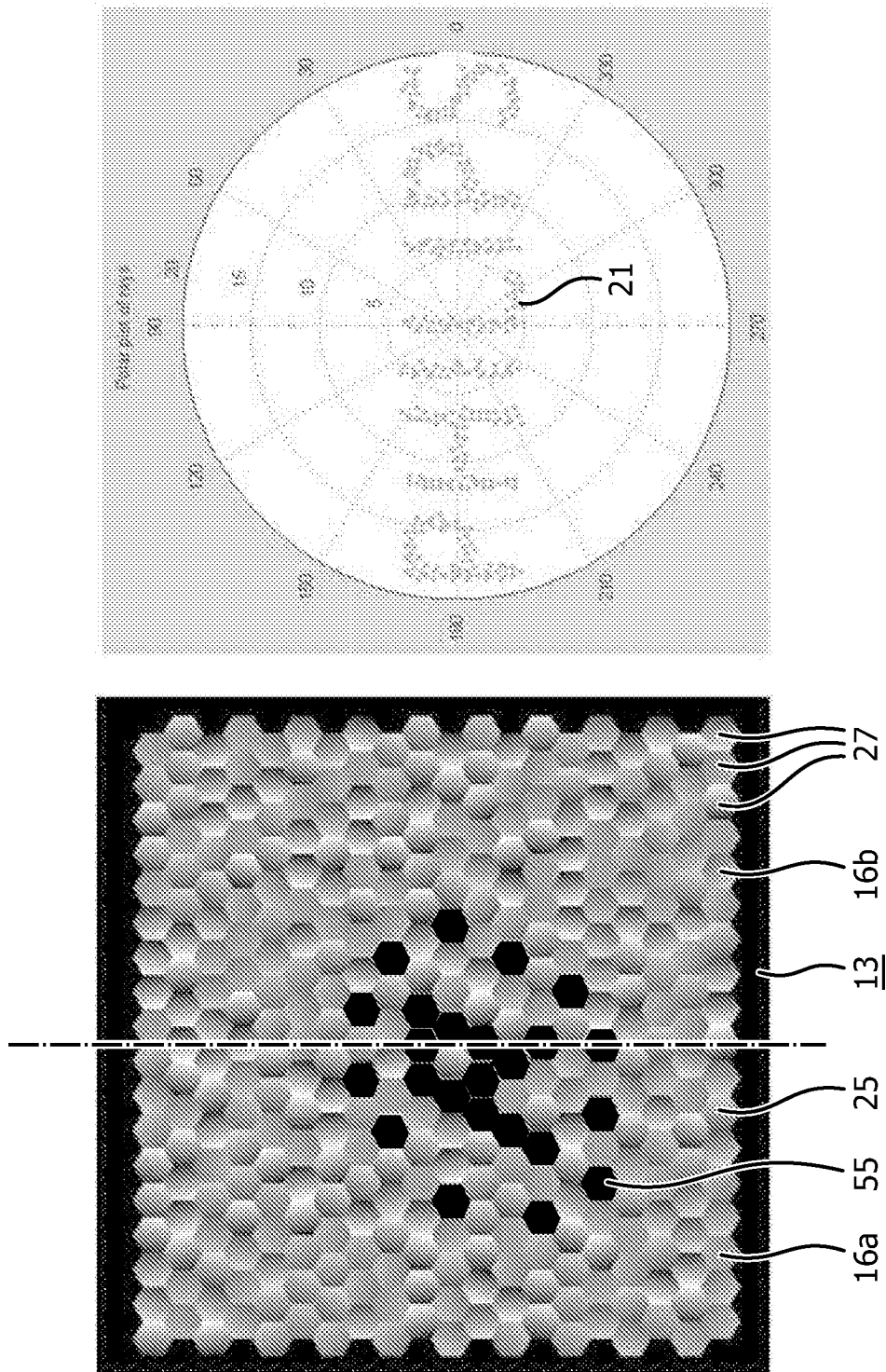


图 3

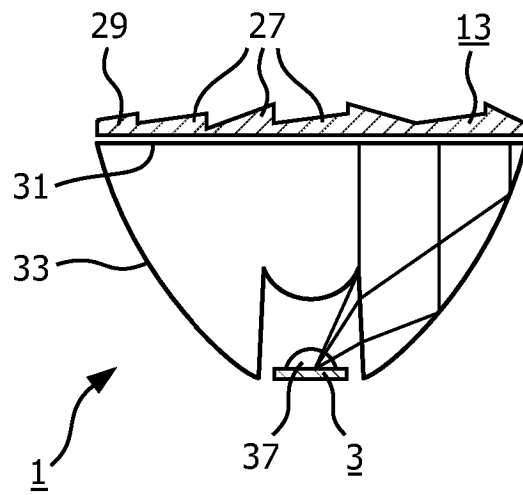


图 4A

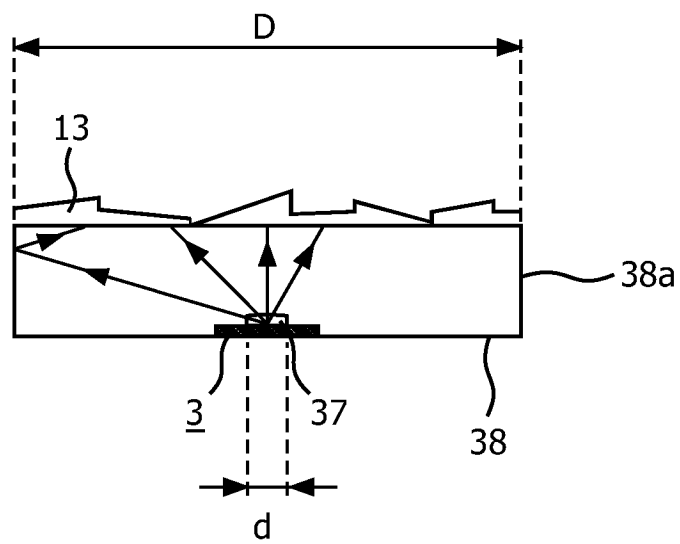
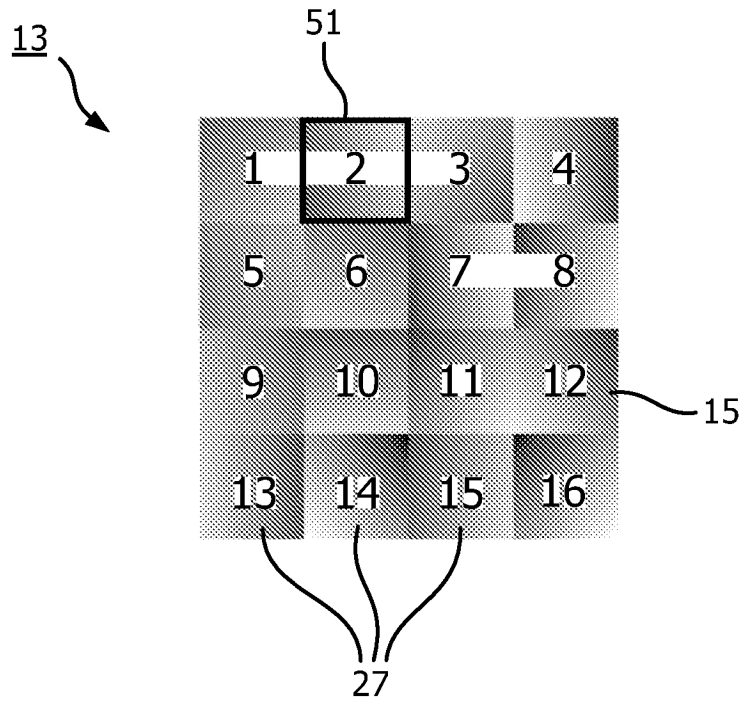
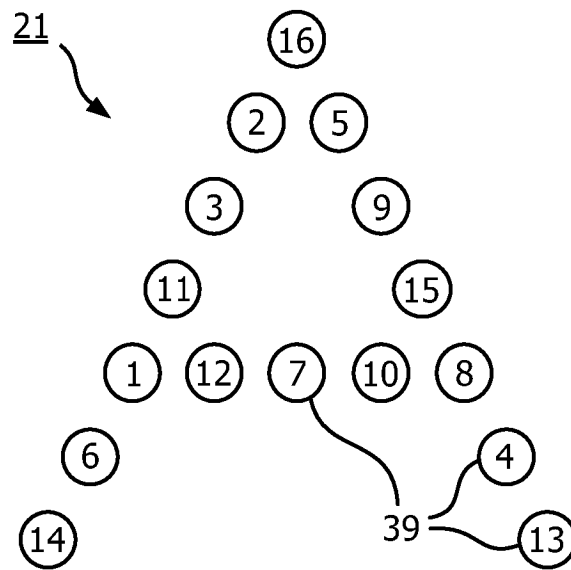


图 4B



现有技术

图 5A



现有技术

图 5B

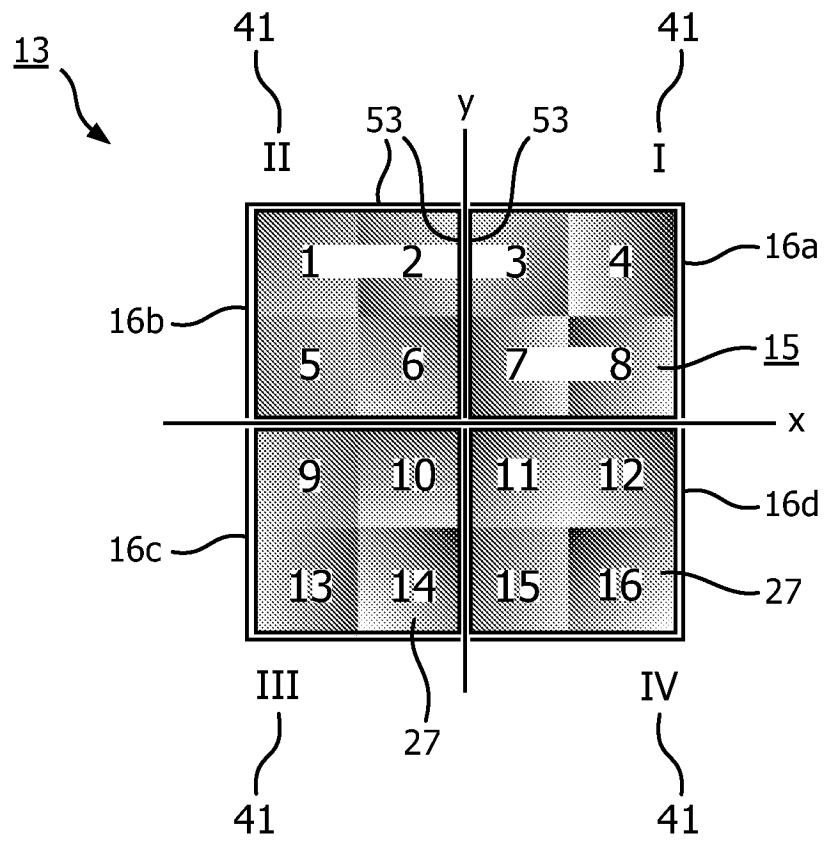


图 6A

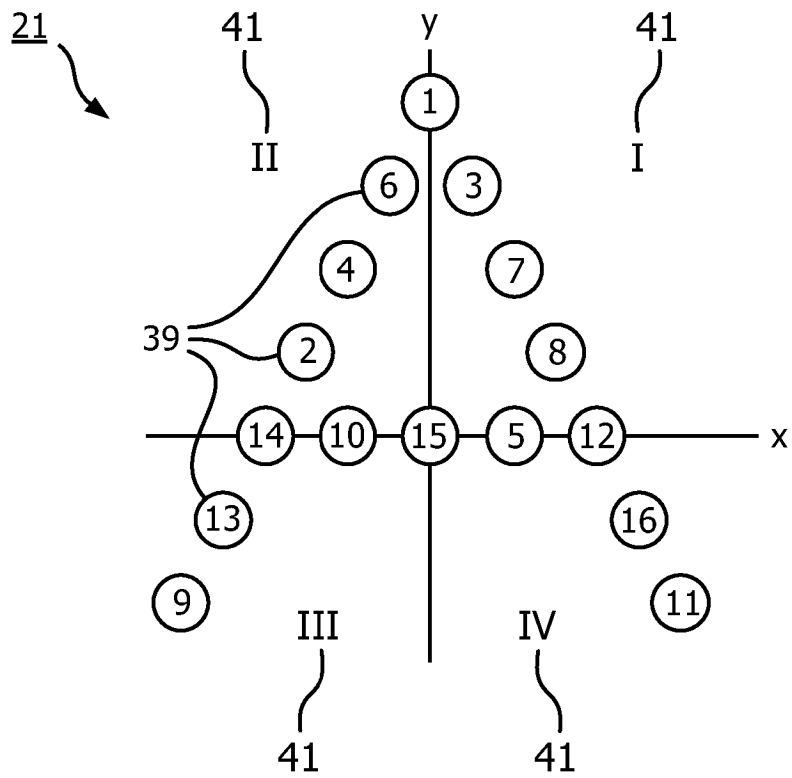


图 6B

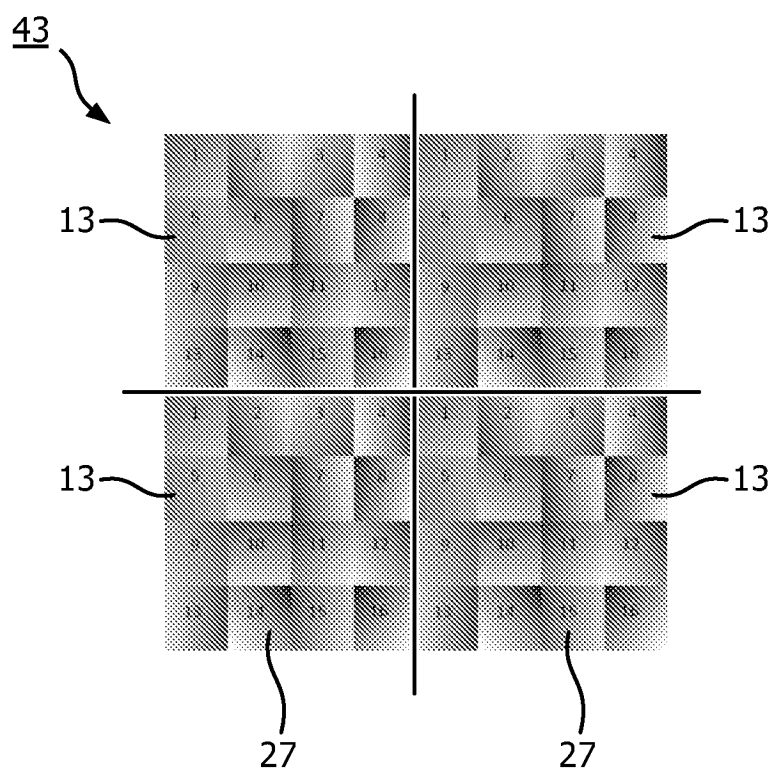


图 7A

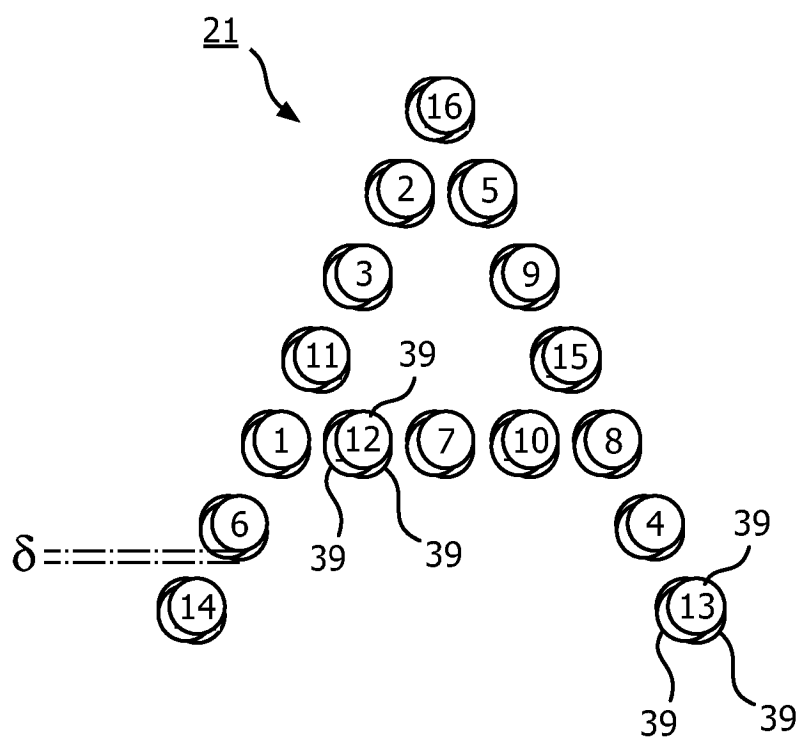


图 7B

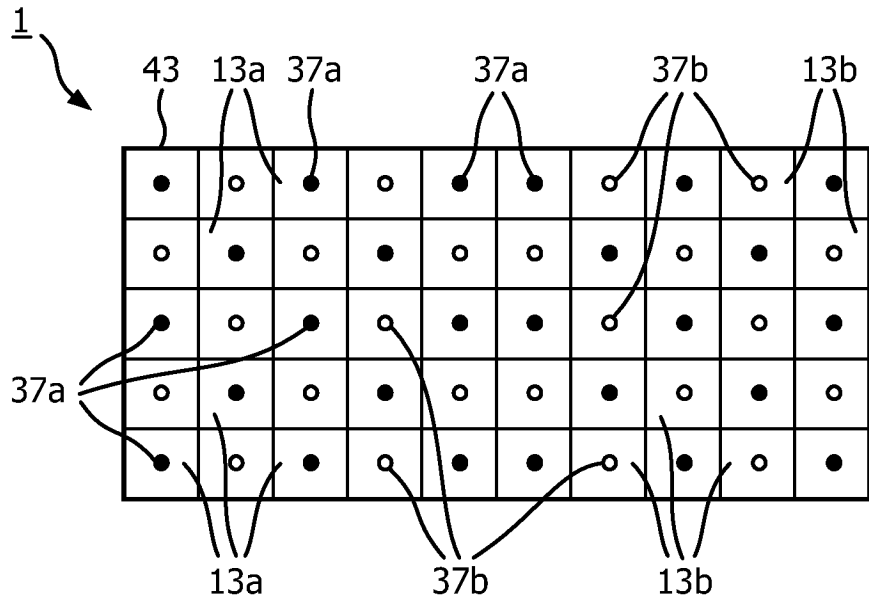


图 7C

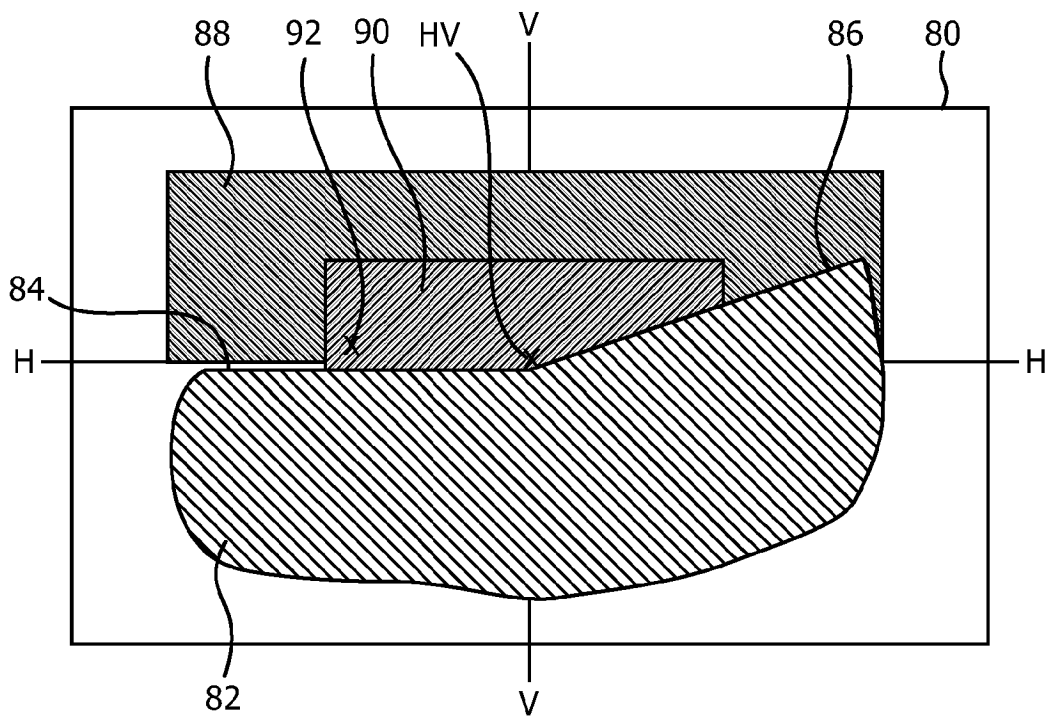


图 7D

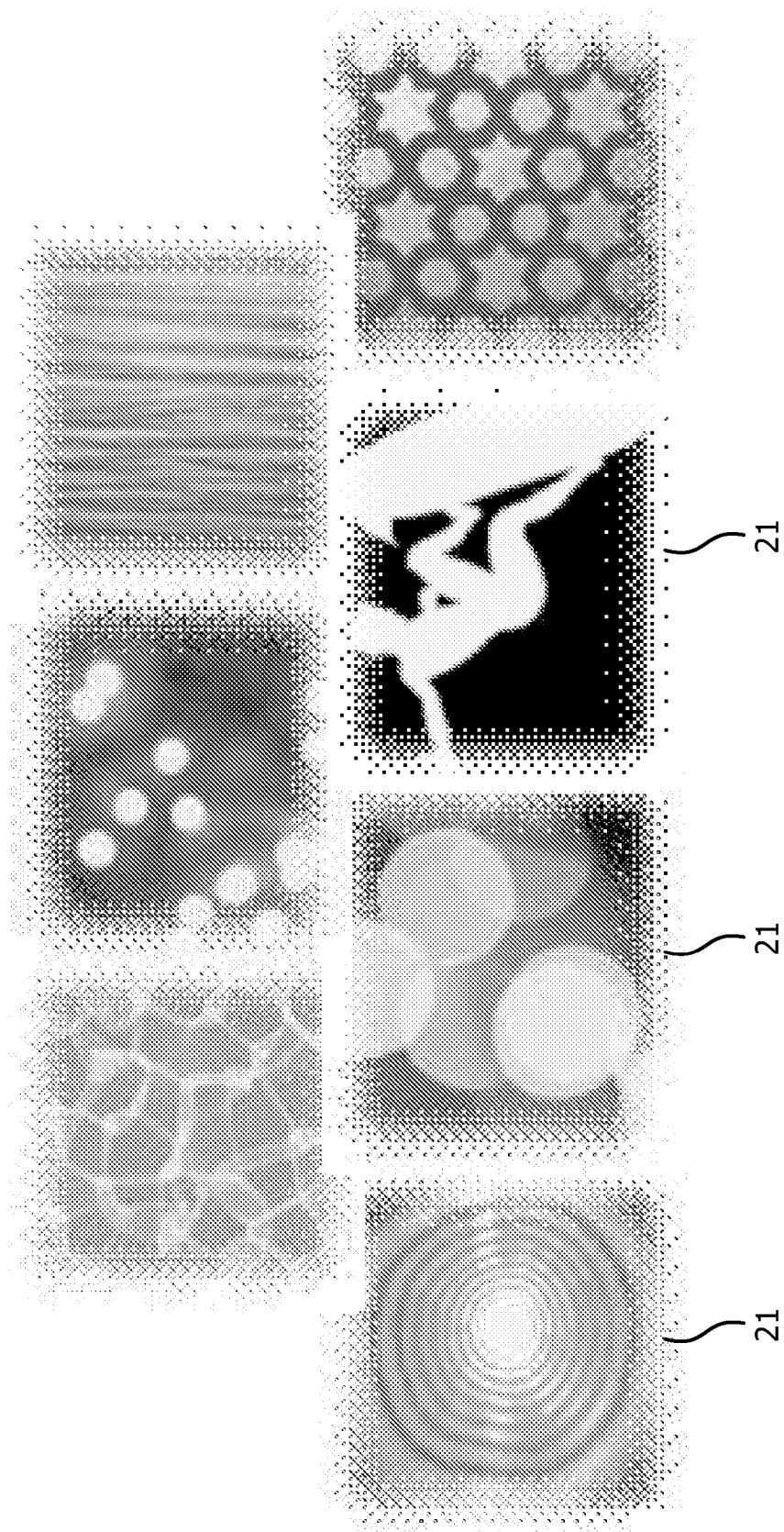


图 8

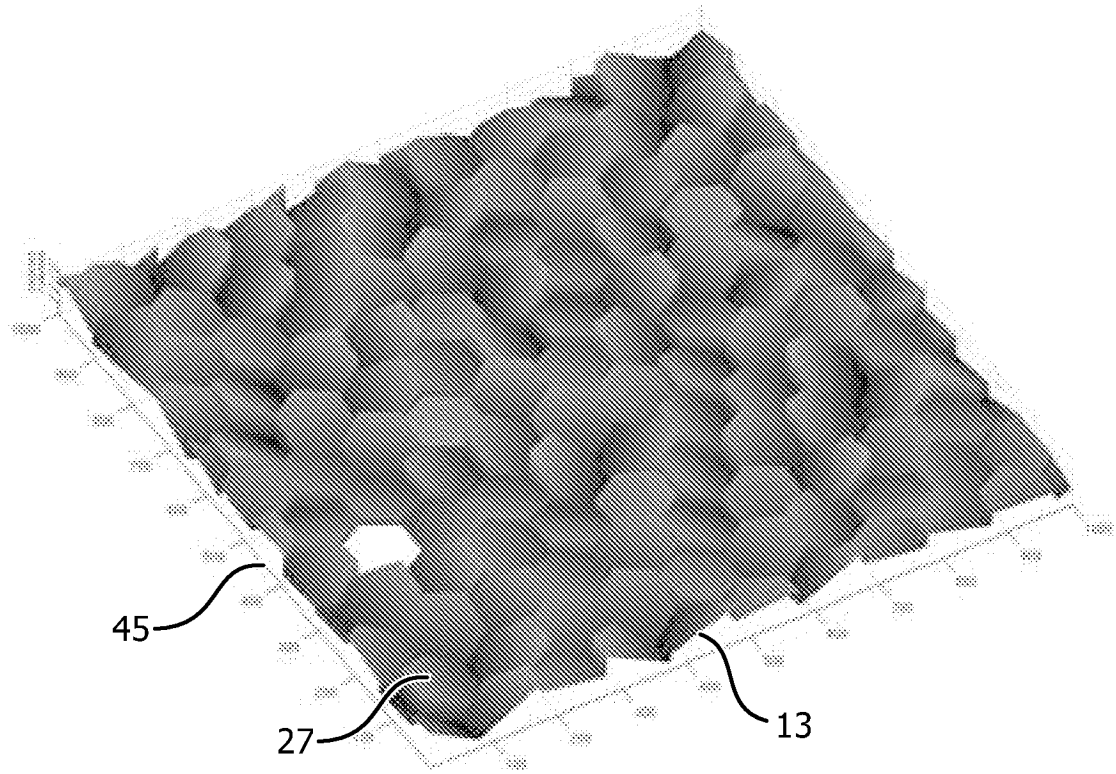


图 9A

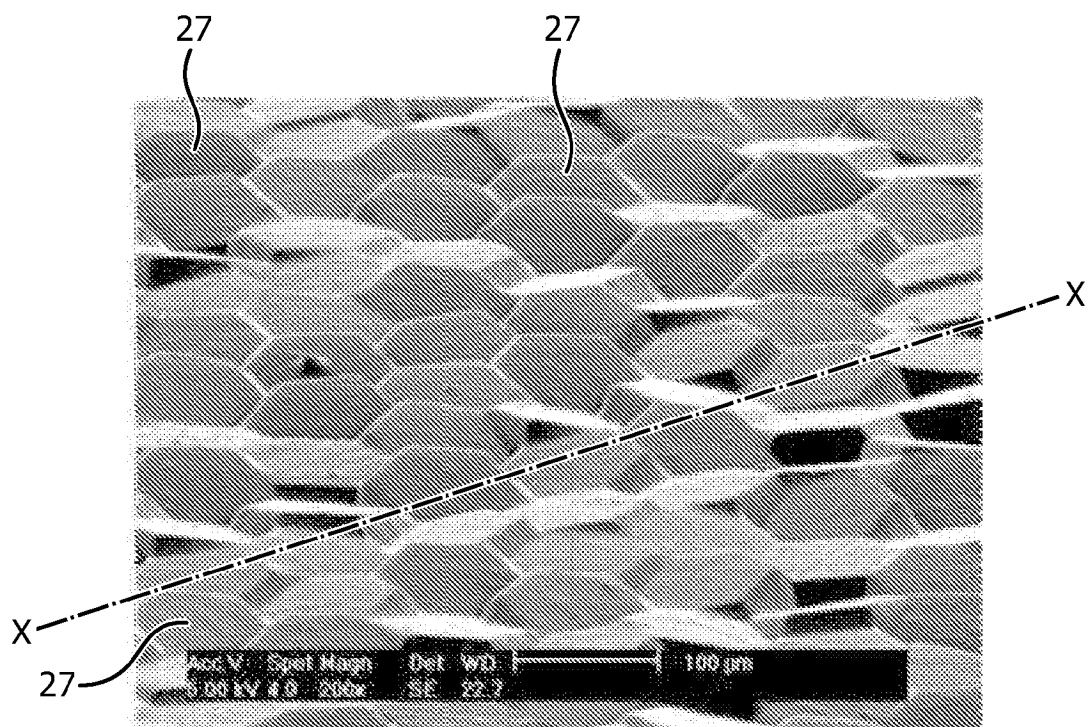


图 9B

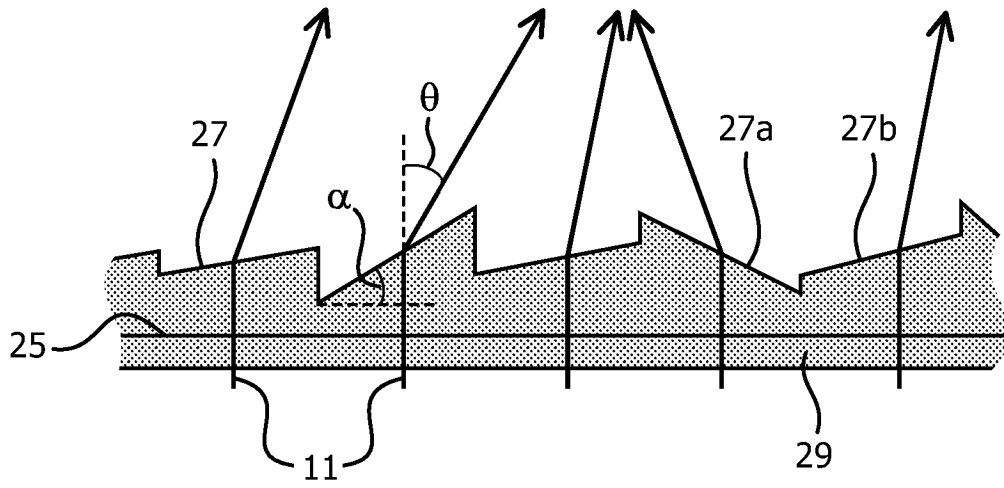


图 10A

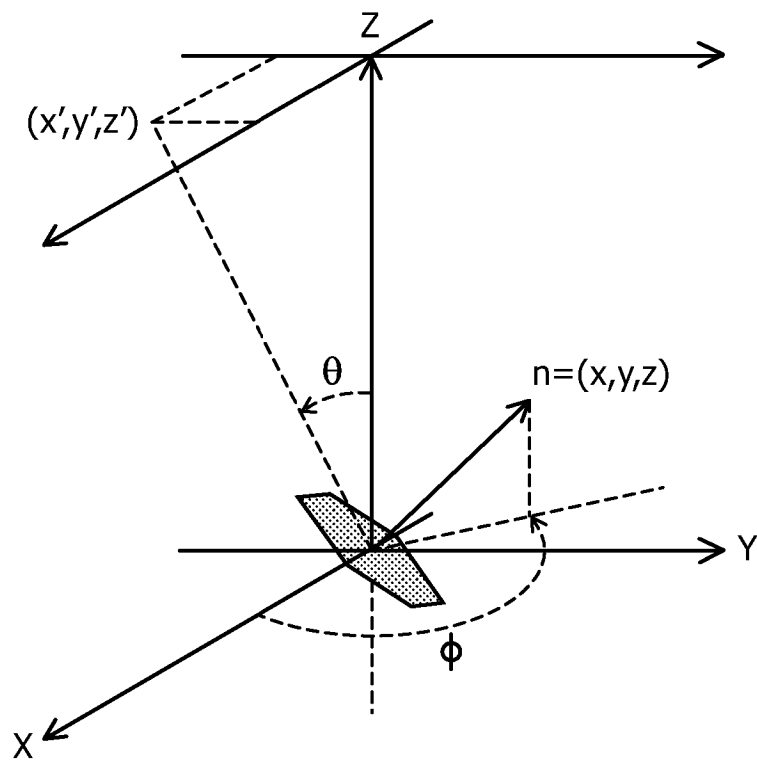


图 10B

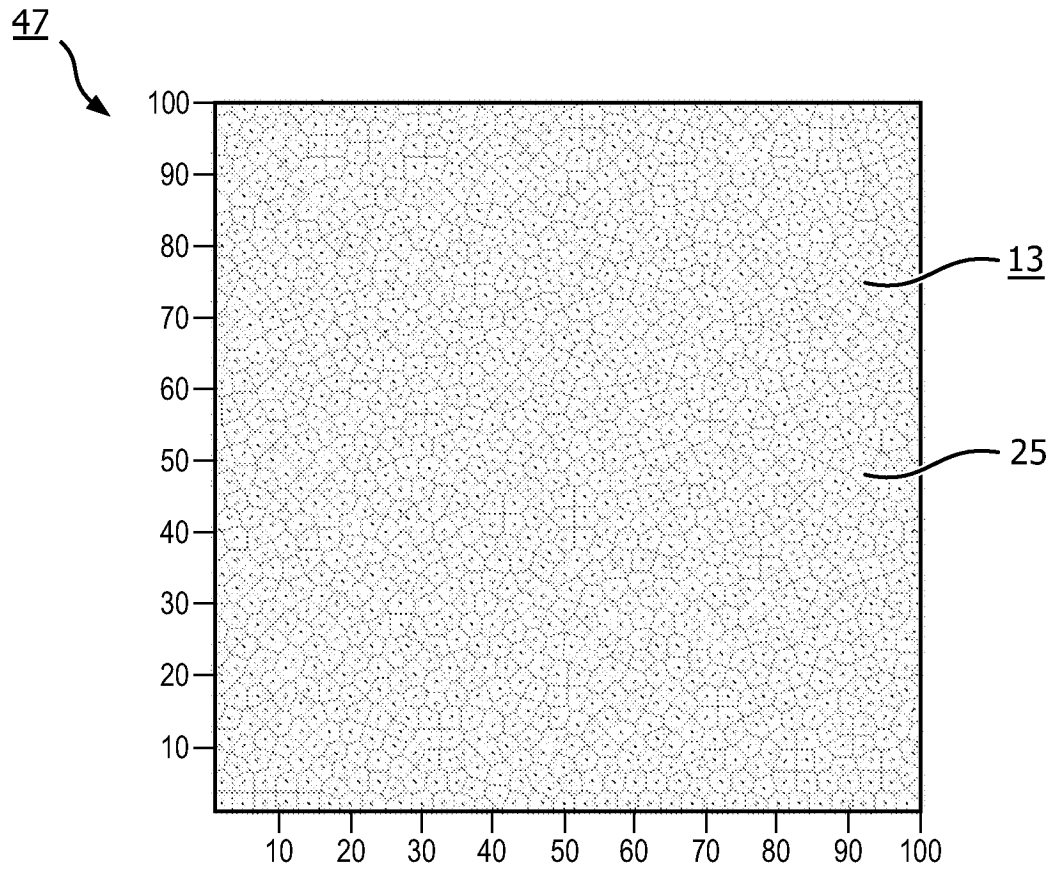


图 11

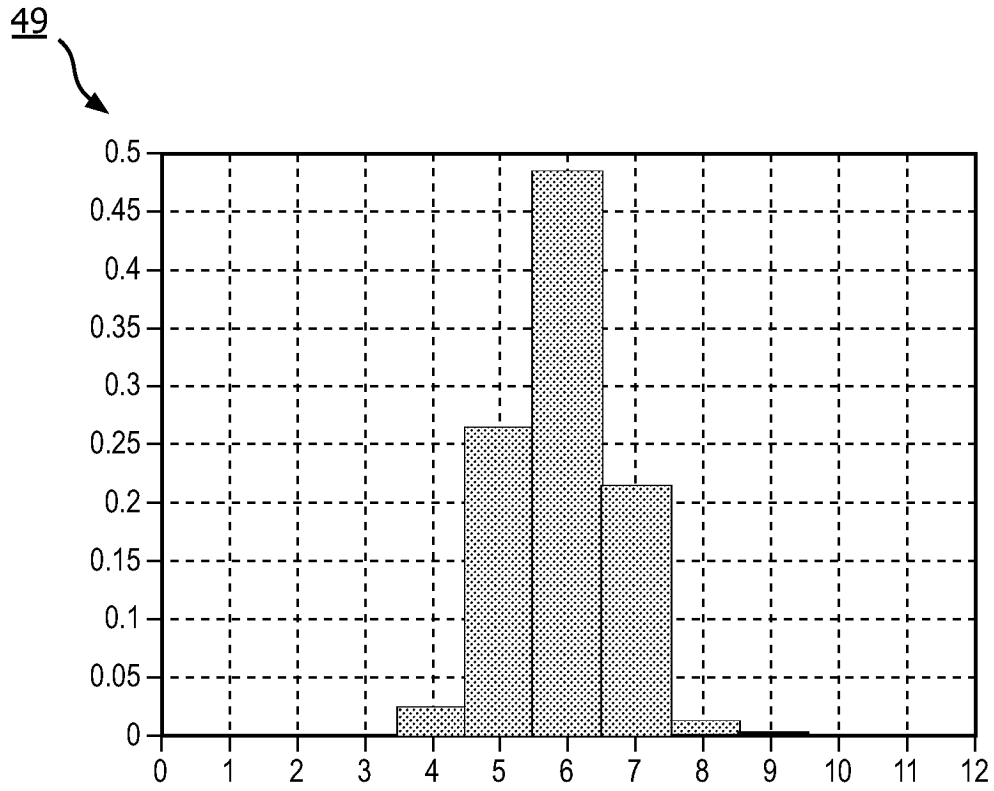


图 12

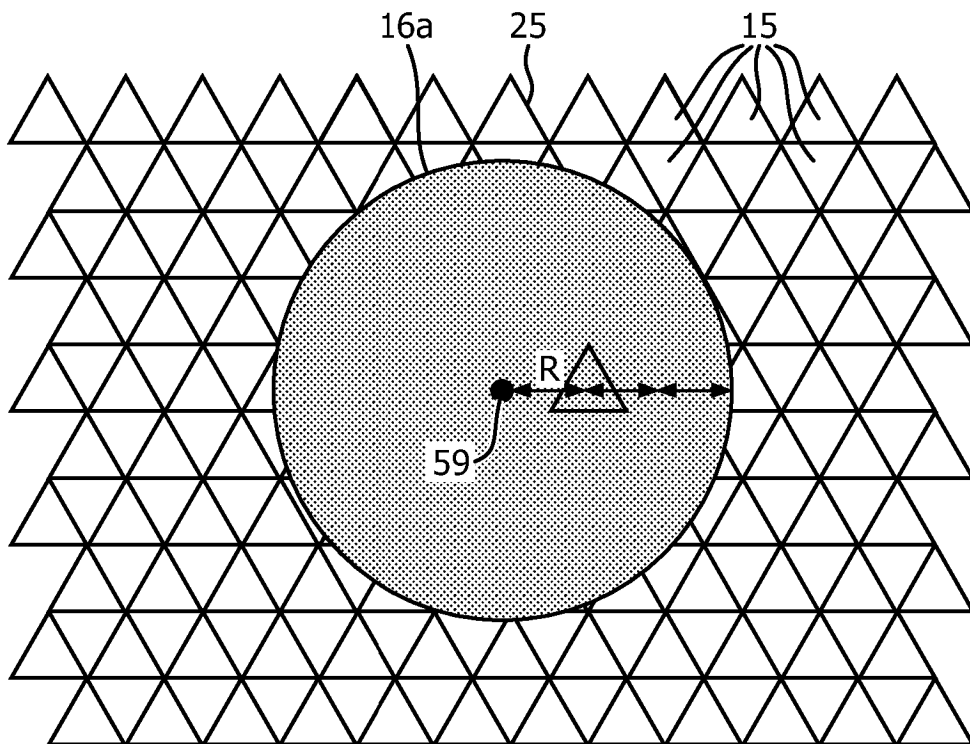


图 13A

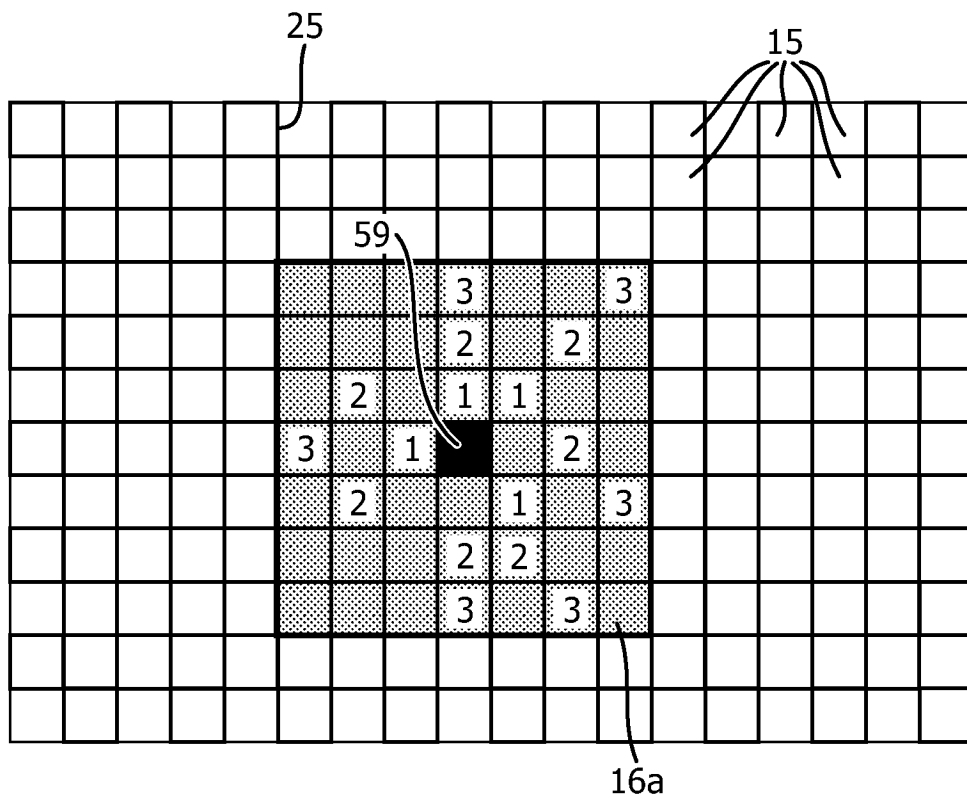


图 13B