



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107250896 B

(45)授权公告日 2020.08.11

(21)申请号 201680011213.1

(22)申请日 2016.01.14

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107250896 A

(43)申请公布日 2017.10.13

(30)优先权数据
2015-009835 2015.01.21 JP
2015-109883 2015.05.29 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.08.21

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2016/050994 2016.01.14

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/117448 JA 2016.07.28

(73)专利权人 索尼株式会社
地址 日本东京都
专利权人 索尼互动娱乐股份有限公司

(72)发明人 菊地晃司 荒木孝昌 中村匡利
只正太郎 宫崎礼

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

代理人 岳雪兰

(51)Int.Cl.
G02B 27/02(2006.01)
G09F 9/00(2006.01)
H04N 5/64(2006.01)

(56)对比文件
US 2012/0293700 A1, 2012.11.22
US 5991087 A, 1999.11.23
JP 特开2013-76881 A, 2013.04.25
US 2009/0231698 A1, 2009.09.17
JP 特开2011-39114 A, 2011.02.24

审查员 裴显

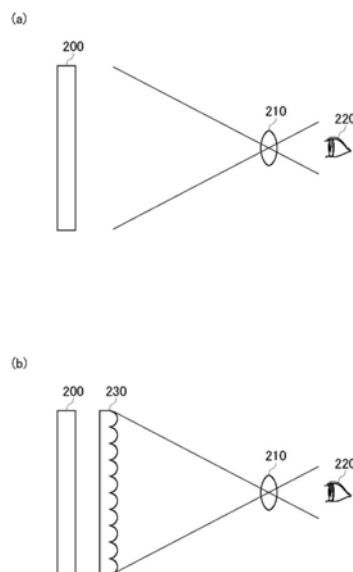
权利要求书2页 说明书12页 附图18页

(54)发明名称

可穿戴式显示装置及图像显示方法

(57)摘要

本发明提供一种可穿戴式显示装置及图像显示方法。在头戴式显示器等图像显示装置中，使用者的眼睛(220)经由目镜(210)放大观察在显示面板(200)上显示的图像。在从显示面板(200)向目镜(210)的光路中插入用做光学低通滤镜的光学元件的一个例子即微透镜阵列片材(230)。



1. 一种可穿戴式显示装置,其特征在于,具有:
显示面板;
目镜;
光学元件,其插入从所述显示面板向所述目镜的光路,并用做光学低通滤镜;
用做所述光学低通滤镜的光学元件在所述显示面板的中心部使光学低通滤镜效果增大而具有扩散效果,在周边部使光学低通滤镜效果降低而具有聚光效果。
2. 如权利要求1所述的可穿戴式显示装置,其特征在于,
用做所述光学低通滤镜的光学元件为微透镜阵列片材、防眩片、双折射元件中的任一元件。
3. 如权利要求1所述的可穿戴式显示装置,其特征在于,
用做所述光学低通滤镜的光学元件被预先进行设计,以使所述显示面板的像素尺寸越大,作为光学低通滤镜的效果越大。
4. 如权利要求2所述的可穿戴式显示装置,其特征在于,
用做所述光学低通滤镜的光学元件被预先进行设计,以使所述显示面板的像素尺寸越大,作为光学低通滤镜的效果越大。
5. 如权利要求1所述的可穿戴式显示装置,其特征在于,
用做所述光学低通滤镜的光学元件为微透镜阵列片材,
根据所述显示面板的像素尺寸,调整所述微透镜阵列片材的厚度或微透镜的曲率来设计所述微透镜阵列片材。
6. 如权利要求2所述的可穿戴式显示装置,其特征在于,
用做所述光学低通滤镜的光学元件为微透镜阵列片材,
根据所述显示面板的像素尺寸,调整所述微透镜阵列片材的厚度或微透镜的曲率来设计所述微透镜阵列片材。
7. 如权利要求1至6中任一项所述的可穿戴式显示装置,其特征在于,
用做所述光学低通滤镜的光学元件为微透镜阵列片材,
为了防止因所述显示面板的像素阵列所具有的二维空间频率与所述微透镜阵列片材的微透镜的阵列图案所具有的二维空间频率的干涉而产生的摩尔纹,通过使所述微透镜阵列片材的微透镜中心的二维阵列坐标从蜂巢网格偏离,来调整微透镜的阵列图案所具有的二维空间频率来进行设计。
8. 如权利要求1至6中任一项所述的可穿戴式显示装置,其特征在于,
用做所述光学低通滤镜的光学元件为微透镜阵列片材,
为了防止因所述显示面板的像素阵列所具有的二维空间频率与所述微透镜阵列片材的微透镜的阵列图案所具有的二维空间频率的干涉而产生的摩尔纹,以所述显示面板的像素的排列与微透镜阵列片材的微透镜的排列呈规定的角度的方式来配置微透镜阵列片材。
9. 如权利要求1至6中任一项所述的可穿戴式显示装置,其特征在于,
用做所述光学低通滤镜的光学元件为微透镜阵列片材,
为了防止因所述显示面板的像素阵列所具有的二维空间频率与所述微透镜阵列片材的微透镜的阵列图案所具有的二维空间频率的干涉而产生的摩尔纹,设计成微透镜阵列片材的微透镜的曲率或高度随机不同。

10. 如权利要求1至6中任一项所述的可穿戴式显示装置,其特征在于,
用做所述光学低通滤镜的光学元件为微透镜阵列片材,

为了防止因所述显示面板的像素阵列所具有的二维空间频率与所述微透镜阵列片材的微透镜的阵列图案所具有的二维空间频率的干涉而产生的摩尔纹,对在所述显示面板上显示的图像数据预先施加消除摩尔纹的光强度分布的图像校正处理。

11. 一种图像显示方法,其特征在于,

在具有显示面板与目镜的可穿戴式显示装置中,在从所述显示面板向所述目镜的光路中插入用做光学低通滤镜的光学元件来显示图像,

用做所述光学低通滤镜的光学元件在所述显示面板的中心部使光学低通滤镜效果增大而具有扩散效果,在周边部使光学低通滤镜效果降低而具有聚光效果。

可穿戴式显示装置及图像显示方法

技术领域

[0001] 本发明涉及防止可穿戴式显示器的像素网格可视的技术。

背景技术

[0002] 头戴式显示器及平视显示器、以及眼睛式可穿戴式显示器是采用应用了虚像的放大光学系统,在十分接近使用者眼球的距离上显示影像的显示装置。特别是头戴式显示器构成为,谋求小型轻量化,另一方面为了在使用者的眼前显示广角影像而采用曲率高的光学透镜,使用者经由透镜来窥视显示面板。

发明内容

[0003] 发明所要解决的技术问题

[0004] 在上述为了在眼前显示广角影像而使用曲率高的透镜的头戴式显示器中,因为显示面板的像素看起来被放大,所以存在像素网格明显、像素作为点阵的排列而可视、画质降低的问题。而且,因为这样用于头戴式显示器的透镜的倍率高,光斑最小径变小,所以存在后焦的调节灵敏度变高的倾向。其结果是,存在组装头戴式显示器时后焦的调整范围非常狭小、在制造方面成品率差这样的问题。

[0005] 本发明是鉴于上述问题而提出的,其目的在于,在像头戴式显示器这样通过透镜观察在显示面板上显示的图像的可穿戴式显示装置中,提供一种防止显示器的像素网格可视的技术。而且,另一个目的在于,在头戴式显示器等可穿戴式显示装置中,提供一种使光学系统的后焦调节灵敏度降低的技术。

[0006] 用于解决技术问题的技术方案

[0007] 为了解决上述问题,本发明某方式的可穿戴式显示装置具有:显示面板、目镜、以及插入从所述显示面板向所述目镜的光路的用做光学低通滤镜的光学元件。

[0008] 本发明的另一方式为图像显示方法。该方法在具有显示面板与目镜的可穿戴式显示装置中,在从所述显示面板向所述目镜的光路中插入用做光学低通滤镜的光学元件来显示图像。

[0009] 需要说明的是,上述结构部件的任意组合、以及将本发明的表达在方法、装置、系统、计算机程序、数据结构、记录介质等之间进行变换的方式作为本发明的方式也仍是有效的。

[0010] 发明的效果

[0011] 根据本发明,能够防止显示器的像素网格可视。而且,能够使光学系统的后焦调节灵敏度降低。

附图说明

[0012] 图1是本实施方式的头戴式显示器的外观图。

[0013] 图2(a)是表示现有头戴式显示器的内部结构的图,图2(b)是表示本实施方式的头

戴式显示器100的内部结构的图。

[0014] 图3 (a) 及图3 (b) 是说明图2 (b) 的微透镜阵列片材的低通滤镜效果的图。

[0015] 图4是表示在显示面板插入微透镜阵列片材而观察的图像实例的图。

[0016] 图5是说明微透镜阵列片材相对于显示面板的配置位置的图。

[0017] 图6 (a) 及图6 (b) 是说明微透镜阵列片材的厚度的图。

[0018] 图7 (a) 及图7 (b) 是说明微透镜阵列片材的微透镜曲率的图。

[0019] 图8 (a) ~图8 (c) 是针对显示面板的像素与微透镜阵列片材的微透镜的错位进行说明的图。

[0020] 图9是说明微透镜阵列与面板像素的相对位置的拍频的图。

[0021] 图10是说明微透镜阵列片材的微透镜的二维阵列图案的图。

[0022] 图11是说明以像素的排列与微透镜的排列形成规定的角度的方式配置在显示面板的微透镜阵列片材的图。

[0023] 图12是说明第一实施例的图像显示装置的结构图。

[0024] 图13 (a) 是表示在现有图像显示装置的内部结构中得到的PSF特性的图,图13 (b) 是表示在第一实施例的图像显示装置中得到的PSF特性的图。

[0025] 图14是表示在第一实施例的图像显示装置中观察的图像的图。

[0026] 图15 (a) ~图15 (c) 是表示在第二实施例的图像显示装置中观察的图像的图。

[0027] 图16 (a) ~图16 (c) 是表示在第三实施例的图像显示装置中观察的图像的图。

[0028] 图17 (a1) ~图17 (a4) 是表示在现有图像显示装置的内部结构中观察的图像的图,图17 (b1) ~图17 (b4) 是表示在第四实施例的图像显示装置中观察的图像的图。

[0029] 图18 (a) ~图18 (c) 是说明第四实施例的图像显示装置的结构图。

[0030] 图19 (a) ~图19 (c) 是说明第五实施例中微透镜阵列片材的微透镜的二维阵列图案的图。

[0031] 图20 (a) ~图20 (c) 是表示在第五实施例的图像显示装置中观察的摩尔纹图像的图。

[0032] 图21 (a) ~图21 (d) 是表示在第六实施例的图像显示装置中观察的摩尔纹图像的图。

[0033] 图22 (a) ~图22 (d) 是表示在第七实施例的图像显示装置中观察的摩尔纹图像的图。

[0034] 图23 (a1) 及图23 (a2) 是表示在现有图像显示装置中观察的图像的图,图23 (b1) 及图23 (b2) 是表示在第八实施例的图像显示装置中观察的图像的图。

[0035] 图24 (a) 及图24 (b) 是说明虚像距离与后焦的关系的图。

[0036] 图25 (a) 是表示未使用微透镜阵列片材的情况下后焦可调整范围的图,图25 (b) 是表示使用了微透镜阵列片材230的情况下后焦可调整范围的图。

[0037] 图26是表示未使用微透镜阵列片材的情况下虚像距离与后焦距离的关系的曲线图。

[0038] 图27是概念性地表示使用了微透镜阵列片材的情况下虚像距离与后焦距离的关系的曲线图。

[0039] 图28是说明像面上光斑尺寸的图。

[0040] 图29(a)是表示未使用微透镜阵列片材的情况下面板中心部与面板周边部的分辨率的图,图29(b)是表示使用了微透镜阵列片材的情况下面板中心部与面板周边部的分辨率的图。

具体实施方式

[0041] 图1是本实施方式的头戴式显示器100的外观图。头戴式显示器100是“可穿戴式显示装置”的一个例子。头戴式显示器100具有:主体部110、前头部接触部120、以及侧头部接触部130。

[0042] 头戴式显示器100是安装于使用者头部,用来观看在显示器中显示的静态图像或视频等,并且倾听从耳机输出的声音或音乐等的显示装置。

[0043] 通过内置或外接于头戴式显示器100的姿态传感器,能够测量装备了头戴式显示器100的使用者头部的旋转角及倾斜度这样的姿态信息。

[0044] 在此,虽然以头戴式显示器100为例说明本实施方式的图像显示装置,但本实施方式的图像显示装置不限于狭义的头戴式显示器100,也能够应用在对装备了眼镜、眼镜式显示器、眼镜式相机、头戴式耳机、耳麦(带麦克风的耳机)、耳机、耳环、挂耳式相机、帽子、附带相机的帽子、发带等的使用者显示图像的情况。

[0045] 参照图2(a)及图2(b),说明本实施方式的头戴式显示器100的内部结构。

[0046] 为了进行比较,图2(a)表示现有头戴式显示器的内部结构。头戴式显示器是使用者的眼睛220经由目镜210观察在显示面板200上显示的图像的结构。虽然头戴式显示器的显示面板200是小型的,但因为显示面板200通过目镜210被放大观察,所以使用者眼前所见恰如大型显示器。因为显示面板200的各像素通过目镜210被放大,所以像素网格变得明显,点阵的排列被突出,因而可视。

[0047] 图2(b)表示本实施方式的头戴式显示器100的内部结构。在本实施方式中,在从显示面板200向目镜210的光路中插入作为用做光学低通滤镜的光学元件的一个例子的微透镜阵列片材230。

[0048] 作为在从显示面板200向目镜210的光路中插入微透镜阵列片材230的方式,微透镜阵列片材230可以在显示面板200制造后粘贴在显示面板200前表面,或者也可以在显示面板200之前隔着距离进行设置。或者也可以在显示面板200的制造阶段,将微透镜阵列片材230与显示面板200组装而一体化。注意在此使用的“插入”这一用语表示包括上述所有的设置方式。

[0049] 当插入微透镜阵列片材230时,虽然显示面板200通过目镜210而被放大观察,但由于微透镜阵列片材230的低通滤镜效果,图像变得模糊,所以显示面板200的像素网格变得不明显,点阵排列变得不可视。

[0050] 图3(a)及图3(b)是说明图2(b)的微透镜阵列片材230的低通滤镜效果的图。如图3(a)所示,在显示面板200配置红色像素240R、绿色像素240G、蓝色像素240B(当统称这些像素时则称为“像素240”),在这些像素240之间存在黑色网格部242。在未插入微透镜阵列片材230的状态下,当通过目镜210放大观察像素240的排列时,因为黑色网格部242明显,所以像素240作为点阵排列而可视。

[0051] 然而,如果插入微透镜阵列片材230,则如图3(a)所示,来自像素240G的光通过微

透镜阵列片材230的微透镜,如附图标记250般扩散,所以像素240G看起来模糊。如图3(b)所示,在像素240之间的边界部分,通过微透镜的扩散效果,来自相邻不同颜色的像素240的光如附图标记251~254般被扩散而混合颜色,所以相邻像素240之间的黑色网格部242模糊,像素网格变得不明显。当这样将微透镜阵列片材230插在显示面板200之前时,通过微透镜阵列片材230的低通滤镜效果,能够防止显示面板200的像素网格可视。

[0052] 微透镜阵列片材通常设置在CCD (Charge Coupled Device:电荷耦合器件) 图像传感器等的前面,用来将光聚集于传感器,但注意在此是设置在显示面板200的前面,用来扩散来自面板像素的光。

[0053] 图4是表示在显示面板200上插入微透镜阵列片材230而观察的图像实例的图。图4所示的例子中,为了进行比较,在显示面板200的左半部分未插入微透镜阵列片材230,只在右半部分插入微透镜阵列片材230,通过目镜210观察在显示面板200上显示的图像。

[0054] 图4的图像左半部分因为是未插入微透镜阵列片材230而通过目镜210放大的图像,所以显示面板200的像素网格明显,点阵被突出。图4的图像右半部分因为是插入微透镜阵列片材230而通过目镜210放大的图像,所以通过扩散效果,显示面板200的像素网格变得不明显,点阵未被突出。

[0055] 图5是说明微透镜阵列片材230相对于显示面板200的配置位置的图。

[0056] 虽然微透镜阵列片材230可以以覆盖显示面板200的整个面的方式同样地配置,但也可以只设置在显示面板200的中心部。

[0057] 因为目镜210中心部的成像性能高于透镜的周边部,在周边部焦点不聚焦,所以显示面板200周边部的像比中心部的像模糊。因此,需要在显示面板200的中心部设置微透镜阵列片材230,使像素网格变得不明显,但显示面板200的周边部即使不设置微透镜阵列片材230,像素网格原本也不明显。

[0058] 因此,以这样的透镜的成像性能为前提,如图5所示,可以在显示面板200的中心部设置微透镜阵列片材230,在显示面板200的周边部不设置微透镜阵列片材230。在图5中,微透镜阵列片材230的形状是长方形,但微透镜阵列片材230的形状也可以配合透镜的形状而为圆形,配置在显示面板200的中心。

[0059] 作为其它的方法,也可以改变微透镜阵列片材230的微透镜的曲率或阵列片的厚度、或透镜配置密度,以使微透镜阵列片材230的光学低通滤镜的作用从微透镜阵列片材230的中心部向周边部递减。如果将这样的微透镜阵列片材230设置在显示面板200,能够使图像模糊的效果随着从显示面板200的中心向周边而降低。

[0060] 虽然通过微透镜阵列片材230的光学低通滤镜的作用,需要将图像模糊到显示面板200的像素网格不明显的程度,但当该低通滤镜的作用过强时,图像的高频部分下降,图像本身变得模糊。

[0061] 因此,需要根据显示面板200的像素大小及RGB像素的阵列图案,通过调整微透镜阵列片材230的厚度及微透镜的曲率、微透镜阵列的间距等来最佳地设计光学低通滤镜的强度。

[0062] 图6(a)及图6(b)是说明微透镜阵列片材230的厚度的图。如图6(a)及图6(b)所示,通过调整微透镜阵列片材230的厚度 d_1 、 d_2 ,能够调整光学低通滤镜效果。片材的厚度越大,光学低通滤镜效果越大,图像越模糊。

[0063] 图7(a)及图7(b)是说明微透镜阵列片材230的微透镜的曲率的图。透镜的曲率 R 通过曲率半径 r 的倒数给出。如图7(a)及图7(b)所示,通过调整微透镜阵列片材230的微透镜的曲率半径 r_1 、 r_2 ,能够调整光学低通滤镜效果。透镜的曲率半径越小,即曲率越大,光学低通滤镜效果越大,图像越模糊。

[0064] 根据显示面板200的像素大小,通过调整微透镜阵列片材230的厚度或微透镜的曲率、或它们双方,来调整光学低通滤镜效果的强度进行最佳设计。显示面板200的像素越大,使低通滤镜效果越大,使图像越模糊。而且,配合显示面板200的像素阵列图案,还能够调整微透镜阵列的排列或间距。

[0065] 这样,微透镜阵列片材230通过调整片材的厚度、微透镜的曲率、以及微透镜阵列的间距等,能够容易地调整光学特性,所以,具有配合显示面板200的像素尺寸及像素阵列而易于进行最佳设计的优点。

[0066] 图8(a)~图8(c)是针对显示面板200的像素240与微透镜阵列片材230的微透镜的错位进行说明的图。

[0067] 在图8(b)中,微透镜阵列片材230的微透镜的中心位置与配置在显示面板200上的像素240的中心位置300一致,像素中心与透镜中心的偏离 ΔP 是0。

[0068] 与之相对,在图8(c)中,微透镜阵列片材230的微透镜的中心位置310相对于配置在显示面板200上的像素240的中心位置300向右偏离,像素中心与透镜中心的偏离 ΔP 为正。

[0069] 在图8(a)中,微透镜阵列片材230的微透镜的中心位置310相对于配置在显示面板200上的像素240的中心位置300向左偏离,像素中心与透镜中心的偏离 ΔP 为负。

[0070] 通过上述微透镜与像素的相对位置关系,从显示面板200的某一点发出的信号光中的透过微透镜阵列片材230且经由目镜210而到达使用者眼睛220的光的强度被决定。当遍及显示面板200发光的像素区域对该光强度进行累计时,由于面板像素所具有的二维空间频率 $G_{PX}(f_x, f_y)$ 与微透镜的阵列图案所具有的二维空间频率 $G_{MLA}(f_x, f_y)$ 的干涉,在光强度的分布中产生周期性的拍频。由于该光强度分布拍频,在经由微透镜阵列片材230观察的图像上产生摩尔纹。

[0071] 图9是说明由于微透镜阵列与面板像素的相对位置关系而产生的光强度分布拍频的图。由于排列在显示面板200上的红色像素240R、绿色像素240G、蓝色像素240B所具有的二维空间频率 $G_{PX}(f_x, f_y)$ 与微透镜阵列片材230的微透镜的阵列图案所具有的二维空间频率 $G_{MLA}(f_x, f_y)$ 的干涉,在光强度上产生相对于平均光强度 I_{AVE} 的光强度变化 ΔI ,光强度变化 ΔI 如附图标记400所示,具有某种特定的空间频率 $G_{MOIRE}(f_x, f_y)$ 而周期性地变化。由于该光强度分布拍频而产生摩尔纹。说明几种避免上述摩尔纹现象的方法。

[0072] 图10是说明在微透镜阵列片材230中为防止产生摩尔纹而调整的微透镜的阵列图案的图。当微透镜的阵列图案设为微透镜的基本间距 P_{MLA} 、所述显示面板的像素尺寸 P_{PX} 时,满足 $10\mu m \leq P_{MLA} \leq P_{PX}$,且微透镜阵列片材中的微透镜中心的二维阵列坐标 (X, Y) 可以利用整数组 (I, J) 而由下面的条件式决定。

[0073] [数式1]

$$[0074] \quad X = P_{MLA} \times I + \frac{1 + (-1)^J}{2} \times \frac{P_{MLA}}{2} - \frac{1 + (-1)^J}{2} \times S$$

$$[0075] \quad Y = P_{MLA} \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times J - \frac{1 + (-1)^I}{2} \times T$$

[0076] 在上式中,在表示坐标X的公式右边的三项之中的第一项至第二项、以及表示坐标Y的公式右边的两项之中的第一项表示普通的蜂巢状的网格图案,表示坐标X的公式右边的含有S的第三项与表示坐标Y的公式右边的含有T的第二项是为了防止发生摩尔纹,根据面板像素所具有的二维空间频率 $G_{PX}(f_x, f_y)$ 进行调整的项。

[0077] 在微透镜阵列片材230中,当微透镜中心采取上述二维阵列时,微透镜的阵列图案因含有多个频率成分而丧失周期性,能够减弱与面板像素所具有的周期性的干涉。由此,能够消除图9中说明的光强度分布拍频,能够防止产生摩尔纹。即,根据面板的像素阵列适当地选择S及T的值,对于预防摩尔纹是有效果的。

[0078] 因为由上述条件式决定的微透镜的二维阵列并非完全的随机阵列,所以在微透镜阵列片材230面内不会产生光学性质上的不均匀,能够得到相同的光学低通滤镜效果。

[0079] 而且,在制造方面,因为由上述条件式决定的微透镜的二维阵列能够公式化,所以在对微透镜阵列片材的成型中使用的模具进行机械加工时,与随机阵列相比,动作程序的制作不繁琐,不会降低加工效率,因而是有利的。

[0080] 在上述说明中,为了防止产生摩尔纹,例举了说明了图10所示的微透镜的阵列图案,即说明了相对于(X,Y)的各方向,重复 2×2 个的最小单位的阵列图案,但不限于该阵列图案。在此,在将重复的最小单位表示为 $N \times M$ 个的情况下,在微透镜的阵列图案所具有的周期性丧失的基础上,在对加工没有障碍的范围内,取较大的整数组(N,M)值即可。

[0081] 作为另一其它的防摩尔纹方法,图11是说明以像素的排列与微透镜的排列形成规定的角度的方式配置在显示面板200上的微透镜阵列片材230的图。当使微透镜阵列片材230旋转而配置在显示面板200上时,能找出消除图9中说明的光强度分布拍频、摩尔纹消失的角度。在该角度下将微透镜阵列片材230设置在显示面板200上,由此能够防止摩尔纹。此时,微透镜的排列优选采用图10中说明的二维阵列,通过同时使用上述方法,能够得到更高的防摩尔纹效果。

[0082] 作为另一其它的防摩尔纹方法,也可以使微透镜阵列片材230的微透镜的曲率或顶点的高度随机变化来进行设计。通过使曲率及顶点的高度随机,能够减少图9中说明的光强度分布拍频,防止产生摩尔纹。此时,微透镜的排列优选采用图10中说明的二维阵列,通过同时使用上述方法,能够得到更高的防摩尔纹效果。

[0083] 作为另一其它的防摩尔纹方法,通过对在所述显示面板上显示的图像数据增加用来消除摩尔纹的图像校正处理,能够防止产生摩尔纹。作为所述图像校正处理,只要提前确定图9中说明的光强度分布拍频,将用来消除该光强度分布的亮度校正数据与在所述显示面板上显示的图像数据合成即可。此时,微透镜的排列优选采用图10中说明的二维阵列,通过同时使用上述方法,能够得到更高的防摩尔纹效果。

[0084] 在上述说明中,例举说明了微透镜阵列片材230来作为用做光学低通滤镜的光学

元件,但可以使用任意光学元件用做光学低通滤镜。例如,用做光学低通滤镜的光学元件可以是防眩片或双折射(複屈折)元件。防眩片或双折射元件通过光的扩散,与微透镜阵列片材230一样能够使通过目镜210放大时的显示面板200的像素网格变得不明显。

[0085] 防眩片通过粘贴在显示面板的表面,具有降低显示器面的反射、便宜且重量轻这样的优点,但也具有难以调节光学特性、模糊过大、具有色斑这样的缺点。

[0086] 作为双折射元件,具有水晶等双折射板。在双折射元件中,因偏光成分而使折射角不同,所以光线分离成两部分。利用该特点可以使光扩散,但具有成本高且重量重的缺点。

[0087] 根据本实施方式,通过在从显示面板200向目镜210的光路中,插入例如微透镜阵列片材、防眩片、双折射元件等作为用做光学低通滤镜的光学元件,能够使通过目镜210放大时的显示面板200的像素网格不明显,防止像素点阵的排列可视。由此,在头戴式显示器100中,即使在使用光学透镜而在眼前显示广角影像的情况下,也能够维持画质。

[0088] 上面,根据实施方式说明了本发明。实施方式是例示,本领域的技术人员应该能够理解在上述各结构部件及各处理流程的组合中可以具有各种变形例,并且那样的变形例也包括在本发明的范围内。

[0089] 下面,说明上述变形例。在上述实施方式中,通过插入微透镜阵列片材、防眩片、双折射元件等用做光学低通滤镜的光学元件,使图像模糊,由此使显示面板200的像素网格变得不明显,但由此也具有图像的边缘部分劣化、图像整体模糊这样的副作用。因此,通过在显示面板200上显示图像时提前加强高频成分,即使插入用做光学低通滤镜的光学元件,也能够不使图像本来的边缘部分劣化。这样,能够使显示器的像素网格变得不明显,并且防止失去图像本来的边缘部分。

[0090] 在上述实施方式中,作为可穿戴式显示装置的一个例子,例举说明了头戴式显示器100,但在眼睛式的可穿戴式显示器等任意的可穿戴式显示器中也适用相同的技术。而且,应该注意,本说明书中提及的“可穿戴式显示装置”的意思是,不但指在装备于使用者身体上的理论意义上的可穿戴式显示器,在广义上也包括例如平视显示器那样不直接装备在使用者身体上、但在使用者的眼前显示广角影像的显示器。这是因为只要是那种具有在使用者眼前显示广角影像效果的显示器,就能够适用本说明书中说明的技术,而与是否能够装备(可穿戴)没有关系,不需要按照字面意思解读“可穿戴”这一用语。

[0091] 下面参照附图,详细地说明上述实施方式的图像显示装置的实施例。需要说明的是,在本说明书及附图中,由于针对实质上具有相同功能结构的结构部件使用相同的标记,所以省略重复的说明。

[0092] [第一实施例]

[0093] 图12表示第一实施例的图像显示装置的内部结构。在第一实施例中,在从显示面板200向目镜210的光路中插入作为用做光学低通滤镜的光学元件的一个例子的微透镜阵列片材230,该微透镜阵列片材230与显示面板200的显示侧紧密接触而贴合。

[0094] 图13(b)是在图12的结构中,在使用者眼睛220的视网膜上得到的PSF(point spread function)(点扩散函数)特性的模拟结果,图13(a)表示用于比较的、在未插入微透镜阵列片材230的现有结构的PSF特性的模拟结果。微透镜阵列片材230是将曲率半径30 μ m的微透镜以基本间距20 μ m排列成普通蜂巢网格状而形成的。在本实施例中,通过插入微透镜阵列片材230,虽然能够确认PSF已放大,但通过该光扩散效果,使观察图像的空间频率响

应降低,意味着实现了作为光学低通滤镜的性能。由此,能够降低面板像素的采样噪声,防止像素网格明显。

[0095] 图14是表示在第一实施例的图像显示装置中观看的图像实例的图。为了比较,如图14表示在显示面板200的左半部分未插入微透镜阵列片材230,只在右半部分插入微透镜阵列片材230并只经由目镜210观察在显示面板200上显示的图像。

[0096] 图14的图像左半部分因为是未插入微透镜阵列片材230而通过目镜210放大的图像,所以显示面板200的像素网格明显,点阵被突出。图14的图像右半部分因为是插入微透镜阵列片材230而通过目镜210放大的图像,所以通过扩散效果,显示面板200的像素网格变得不明显,点阵未被突出,能够得到良好的画质。

[0097] [第二实施例]

[0098] 下面,针对第二实施例的图像显示装置进行说明。需要说明的是,本实施例的图像显示装置是第一实施例的图像显示装置的变形例,在未特别说明的情况下,是与第一实施例的图像显示装置相同的结构。

[0099] 在第二实施例中,如图6所示,通过选择微透镜阵列片材230的厚度,调整光学低通滤镜效果。

[0100] 图15是表示在第二实施例的图像显示装置中观察的图像实例的图。微透镜阵列片材230的厚度分别在图15(a)中是100 μm ,图15(b)中是200 μm ,图15(c)中是300 μm 。阵列片的厚度越大,光学低通滤镜的作用越大,能够确认图像强烈的模糊效果。

[0101] [第三实施例]

[0102] 下面,针对第三实施例的图像显示装置进行说明。需要说明的是,本实施例的图像显示装置是第一实施例的图像显示装置的变形例,在未特别说明的情况下,是与第一实施例的图像显示装置相同的结构。

[0103] 在第三实施例中,如图7所示,通过选择微透镜阵列片材230的微透镜的曲率半径 r ,调整光学低通滤镜效果。

[0104] 图16是表示在第三实施例的图像显示装置中观察的图像实例的图。微透镜的曲率半径 r 分别在图16(a)中是30 μm ,图16(b)中是40 μm ,图16(c)中是50 μm 。微透镜的曲率半径 r 越小,即透镜的曲率 R 越大,光学低通滤镜的作用越大,能够确认图像强烈的模糊效果。

[0105] [第四实施例]

[0106] 下面,针对第四实施例的图像显示装置进行说明。需要说明的是,本实施例的图像显示装置是第一实施例的图像显示装置的变形例,在未特别说明的情况下,是与第一实施例的图像显示装置相同的结构。

[0107] 在第四实施例中,设计为微透镜阵列片材230的光学低通滤镜的作用随着从微透镜阵列片材230的中心部向周边部而逐渐降低。

[0108] 图17是表示在第一实施例的图像显示装置中观察的图像实例的图。图17(b1)~图17(b4)是通过图像模拟得出在显示面板200的不同像高上观察的解析感(解像感)的结果,分别在图17(b1)中是像高0%,图17(b2)中是像高30%,图17(b3)中是像高50%,图17(b4)中是像高70%。而且,为了比较,图17(a1)~图17(a4)表示作为现有图像显示装置的内部结构,通过图像模拟得出的未插入微透镜阵列片材230而只经由目镜210观察的像高不同的解析感的结果,分别在图17(a1)中是像高0%,图17(a2)中是像高30%,图17(a3)中是像高

50%，图17(a4)中是像高70%。根据上述图像可知，因为与透镜的周边部相比，目镜210中心部的成像性能高，在周边部焦点不聚焦，所以，可知显示面板200的周边部基于微透镜阵列片材230的光学低通滤镜效果降低。

[0109] 在第四实施例中，接受上述结果，如图18示意性所示，设计为光学低通滤镜的作用随着从微透镜阵列片材230的中心部向周边部而逐渐降低，分别在图18(a)调整了微透镜的曲率半径 r ，图18(b)调整了微透镜阵列片材的厚度 d ，图18(c)调整了透镜配置密度。

[0110] [第五实施例]

[0111] 下面，针对第五实施例的图像显示装置进行说明。需要说明的是，本实施例的图像显示装置是第一至第四实施例的图像显示装置的变形例，在未特别说明的情况下，是与第一至第四实施例的图像显示装置相同的结构。

[0112] 在第五实施例中，为了防止因图9中说明的光强度分布拍频而产生的摩尔纹，调整了微透镜阵列片材230的微透镜的阵列图案。

[0113] 为了避免产生摩尔纹，在实施方式中，提出了一个方案，即，当将微透镜阵列片材230的微透镜的基本间距设为 P_{MLA} 、显示面板200的像素尺寸设为 P_{PX} 时，满足 $10\mu m \leq P_{MLA} \leq P_{PX}$ ，并且微透镜阵列片材230的微透镜中心的二维阵列坐标 (X, Y) 使用一组整数 (I, J) ，由下述条件式决定。

[0114] [数式2]

$$[0115] \quad X = P_{MLA} \times I + \frac{1 + (-1)^J}{2} \times \frac{P_{MLA}}{2} - \frac{1 + (-1)^J}{2} \times S$$

$$[0116] \quad Y = P_{MLA} \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times J - \frac{1 + (-1)^I}{2} \times T$$

[0117] 在第五实施例中，通过选择上述条件式中的 (S, T) 的组，调整摩尔纹的抑制效果。图19表示当选择了 (S, T) 组合时决定的微透镜的阵列图案，表示分别在图19(b)中指定 $(S, T) = (5.7, 5.0)$ 、图19(c)中指定 $(S, T) = (1.0, 3.0)$ 时的阵列图案。而且，为了比较，图19(a)表示普通的蜂巢网格状阵列图案。

[0118] 图20是表示通过图像模拟得出在第五实施例的图像显示装置中观察的摩尔纹结果的图。上述条件式中 (S, T) 组合分别在图20(b)中是 $(S, T) = (5.7, 5.0)$ ，图20(c)中是 $(S, T) = (1.0, 3.0)$ 。而且，为了比较，图20(a)表示了通过图像模拟得出在微透镜阵列片材230中微透镜排列为普通蜂巢网格状时观察的摩尔纹结果的图。根据上述结果能够确认，摩尔纹的强度按照图20(a)、图20(b)、图20(c)的顺序降低，通过根据面板像素的排列适当选择上述条件式的 (S, T) 组合，能够防止产生摩尔纹。

[0119] [第六实施例]

[0120] 下面，针对第六实施例的图像显示装置进行说明。需要说明的是，本实施例的图像显示装置是第一至第五实施例的图像显示装置的变形例，在未特别说明的情况下，是与第一至第五实施例的图像显示装置相同的结构。

[0121] 在第六实施例中，为了防止因图9中说明的光强度分布拍频而产生的摩尔纹，在将微透镜阵列片材230与显示面板200贴合时，为了使像素的排列与微透镜的排列形成规定的角度而进行调整。

[0122] 图21是表示通过图像模拟得出在第六实施例的图像显示装置中观察的摩尔纹的结果的图。图21(a)~图21(d)表示在微透镜阵列片材230中微透镜排列为普通蜂巢网格状时的结果,显示面板200中的像素的排列与微透镜阵列片材230中的微透镜的排列所形成的角度在将图21(a)的状态规定为0度的情况下,分别在图21(b)中是15度(CW方向),图21(c)中是30度(CW方向),图21(d)中是45度(CW方向)。根据上述结果能够确认,在图21(b)、(c)中摩尔纹被抑制,通过适当地选择像素的排列与微透镜的排列形成的角度,能够防止产生摩尔纹。

[0123] [第七实施例]

[0124] 下面,针对第七实施例的图像显示装置进行说明。需要说明的是,本实施例的图像显示装置是第一至第五实施例的图像显示装置的变形例,在未特别说明的情况下,是与第一至第五实施例的图像显示装置相同的结构。

[0125] 在第七实施例中,为了防止因图9中说明的光强度分布拍频而产生的摩尔纹,通过选择第五实施例中说明的条件式的(S,T)组,来决定微透镜阵列片材230中的微透镜中心的二维阵列坐标,并且在将微透镜阵列片材230与显示面板200贴合时,为了如图11那样使像素的排列与微透镜的排列形成规定的角度而进行调整。

[0126] 图22是表示通过图像模拟得出在第七实施例的图像显示装置中观察的摩尔纹的结果的图。图22(a)~图22(d)表示为了以第五实施例5中说明的条件式成为 $(S,T)=(1.0,3.0)$ 而决定微透镜阵列片材230中的微透镜中心的二维阵列坐标时的结果,显示面板200中的像素的排列与微透镜阵列片材230中的微透镜的排列所成的角度在将图22(a)的状态规定为0度的情况下,分别在图22(b)中是15度(CW方向),图22(c)中是30度(CW方向),图22(d)中是45度(CW方向)。根据上述结果能够确认,在图22(b)、(c)中摩尔纹被抑制,在通过选择第五实施例5中说明的条件式中(S,T)组而决定微透镜中心的二维阵列坐标的情况下,通过适当地选择像素的排列与微透镜的排列所成的角度,也能够防止产生摩尔纹。

[0127] 而且,根据第五实施例与第六实施例所示的结果的比较,图22(a)~图22(d)所示的图像与图21(a)~图21(d)所示的图像相比,即使显示面板200中的像素的排列与微透镜阵列片材230中的微透镜的排列所成的角度发生变化,整体上摩尔纹的强度也会降低。其结果是,通过同时使用实施方式中提出的多个防摩尔纹方法,能够得到更高的防摩尔纹效果。

[0128] [第八实施例]

[0129] 下面,针对第八实施例的图像显示装置进行说明。需要说明的是,本实施例的图像显示装置是第一至第五实施例的图像显示装置的变形例,在未特别说明的情况下,是与第一至第五实施例的图像显示装置相同的结构。

[0130] 在第八实施例中,为了防止因图9中说明的光强度分布拍频而产生的摩尔纹,通过对显示面板200显示的图像数据进行图像校正处理,能够得到防摩尔纹效果。在将微透镜阵列片材230与显示面板200贴合后,拍摄摩尔纹,从图像确定摩尔纹的亮度分布。然后,对显示的图像数据进行消除其亮度分布的亮度校正处理。

[0131] 图23是说明第八实施例8的图像显示装置中的摩尔纹防止措施的效果的图。图23(a1)所示的图像是未插入微透镜阵列片材230、观察显示面板200的图像,图23(a2)所示的图像是插入微透镜阵列片材230后观察的结果。而且,图23(a1)、图23(a2)的结果为,可知不采用任何防摩尔纹方法,会在图23(a2)中产生摩尔纹。根据该摩尔纹图像,提前确定摩尔纹

的亮度分布,并且对在显示面板200上显示的图像数据进行亮度校正处理。图23 (b1) 所示的图像是未插入微透镜阵列片材230、观察显示校正后的图像数据的显示面板200的结果,图23 (b2) 所示的图像是插入微透镜阵列片材230而观察到的图像。根据上述结果能够确认,在图23 (b2) 中摩尔纹被抑制,通过对在显示面板200上显示的图像数据进行适当的图像校正处理,能够防止产生摩尔纹。

[0132] 接着,参照图24~图29,针对在实施方式的图像显示装置中插入微透镜阵列片材230的作用效果进行更详细的说明。

[0133] 如头戴式显示器100那样,在采用应用了虚像的放大光学系统、为了在眼前显示广角影像而使用曲率高的透镜的情况下,存在后焦可调整范围极端狭小这样的问题,通过将微透镜阵列片材230插入光路,能够降低后焦的调节灵敏度,提高设计的自由度。参照图24~图27详细地说明这一点。

[0134] 图24 (a) 及图24 (b) 是说明虚像距离与后焦的关系的图。

[0135] 图24 (a) 表示目镜210、物体500、以及虚像510的位置关系。F1是前侧焦点,F2是后侧焦点,在头戴式显示器100中通过目镜210可看见虚像510。在头戴式显示器100的光学系统中,根据眼睛疲劳等卫生健康上的原因以及内容的辐辏角设定情况,需要在一定距离上管理虚像距离。在头戴式显示器100中虚像距离设定过近的情况下,可能会成为眼睛疲劳或眩晕的原因,所以,需要使虚像距离设定幅度例如为3.0m以上、5.0m以下等。

[0136] 另一方面,根据希望紧凑地设计头戴式显示器100、希望拓宽视角、以及希望具有高分辨率之类的各种原因,倾向于增高光学系统所使用的透镜倍率,减小光斑的最小径,提高后焦的调节灵敏度。其结果是,如图24 (b) 所示,具有在产品组装上后焦的调整范围非常狭小这样的问题。例如,后焦调整范围为 $\pm 0.1\text{mm}$ 等。在此,后焦是指透镜最后端至物体表面的距离。

[0137] 图25 (a) 是表示未使用微透镜阵列片材的情况下后焦可调整范围的图,图25 (b) 是表示使用了微透镜阵列片材230的情况下后焦可调整范围的图。

[0138] 如图25 (a) 所示,当在头戴式显示器100中使用曲率高的目镜210时,在没有微透镜阵列片材230的情况下,光斑尺寸非常小,达到可看见RGB像素的程度,后焦可调整范围变得极端狭小。

[0139] 另一方面,如图25 (b) 所示,当在光路上适当的位置上配置微透镜阵列片材230时,能够使光斑径无法收束为一定值以下,光斑尺寸增大,不会看见RGB像素,后焦调节灵敏度降低。

[0140] 因为通过这样插入微透镜阵列片材230,能够降低后焦调节灵敏度,所以具有能够提高组装制造上的成品率这样的效果。同时,通过微透镜阵列片材230的光学低通滤镜效果,能够具有将像素子像素适度模糊的效果,因而与提高画质这样的效果也紧密相关。

[0141] 图26是表示未使用微透镜阵列片材的情况下虚像距离与后焦距离的关系的曲线图。当将虚像距离设定幅度设定为3.0m以上、5.0m以下时,后焦的调整范围为 $\pm 0.1\text{mm}$ 。根据曲线图可知,虚像距离越大,后焦的调整范围越狭小。

[0142] 图27是概念性地表示在使用了微透镜阵列片材的情况下虚像距离与后焦距离的关系的曲线图。当使用微透镜阵列片材时,因为后焦调节灵敏度降低,由于理论上比图26中没有微透镜阵列片材的曲线图宽,因而,即使将虚像距离设定幅度设定为相同的3.0m以上、

5.0m以下,后焦的调整范围也可拓宽至 $\pm 0.3\text{mm}$ 。

[0143] 接着,参照图28及图29,针对使微透镜阵列片材230的中心部与周边部的光学低通滤镜的效果不同的作用效果进行说明。

[0144] 图28是说明像面的光斑尺寸的图。目镜210的最佳聚焦点位于附图标记520所表示的曲面,与之相对,头戴式显示器100的显示面板的表面(像面)如附图标记530所示,是平坦的。因此,如附图标记540所示,与面板中心相比,越往面板周边,像面上的光斑尺寸越大。这样,在广角的头戴式显示器100的光学设计上具有越是像高高的周边部、分辨率越差的倾向。

[0145] 因此,在插入微透镜阵列片材230时,在中心部使光学低通滤镜效果增大,通过扩散效果使像素网格变得不明显,另一方面,可以考虑在周边部使光学低通滤镜效果降低,或者反之通过聚光效果提高分辨率。

[0146] 图29(a)是表示未使用微透镜阵列片材的情况下面板中心部与面板周边部的分辨率的图,图29(b)是表示使用了微透镜阵列片材的情况下面板中心部与面板周边部的分辨率的图。

[0147] 如图29(a)所示,在未使用微透镜阵列片材的情况下,在面板中心部焦点聚集,分辨率最高,但在面板周边部焦点不聚集,分辨率降低。

[0148] 另一方面,如图29(b)所示,在使用了微透镜阵列片材230的情况下,在面板中心部,如标记230a所示,为了具有扩散效果而构成微透镜阵列片材230,在面板周边部,如标记230b所示,为了具有聚光效果而构成微透镜阵列片材230。由此,能够在中心部,通过光学低通效果而具有难以看见RGB子像素的效果,在周边部,则反之,通过聚光效果而具有改善分辨率的效果。

[0149] 工业实用性

[0150] 可以利用在可穿戴式显示装置中。

[0151] 附图标记说明

[0152] 100头戴式显示器;110主体部;120前头部接触部;130侧头部接触部;200显示面板;210目镜;220眼睛;230微透镜阵列片材;240像素。

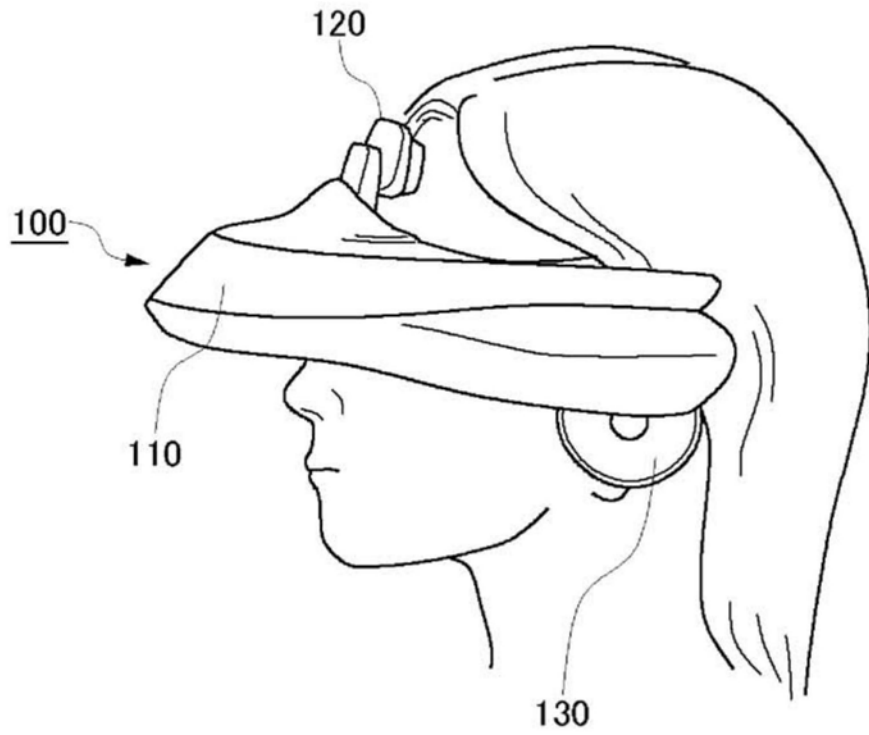
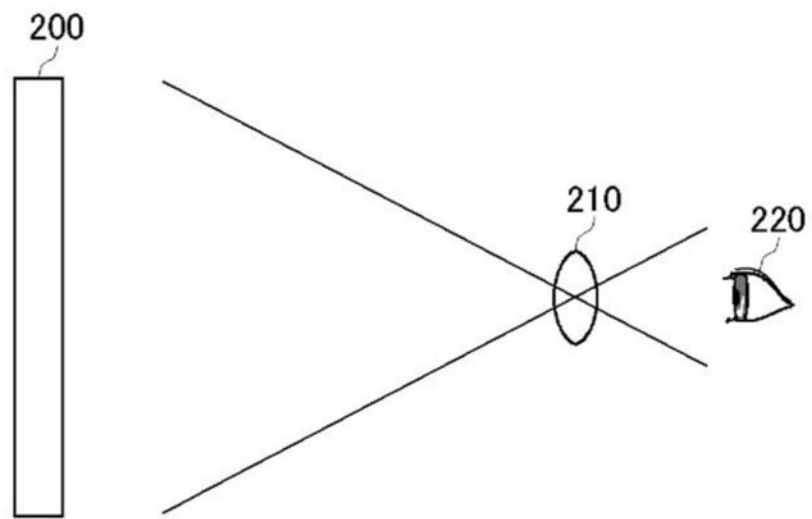


图1

(a)



(b)

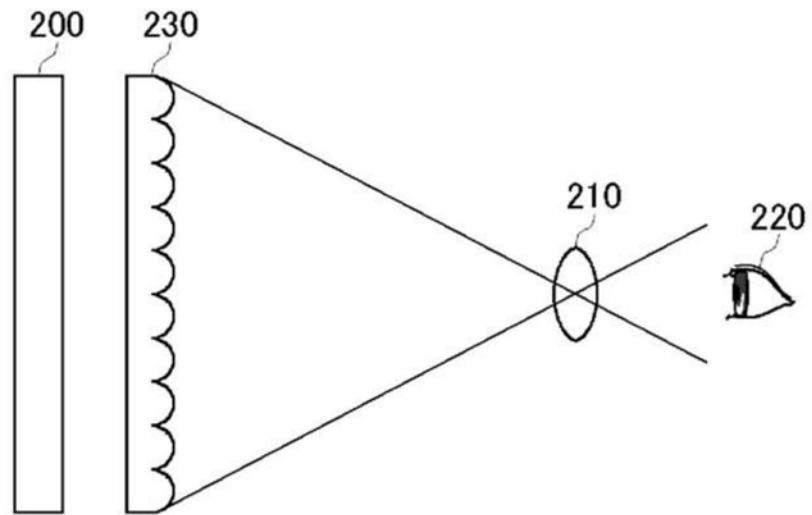
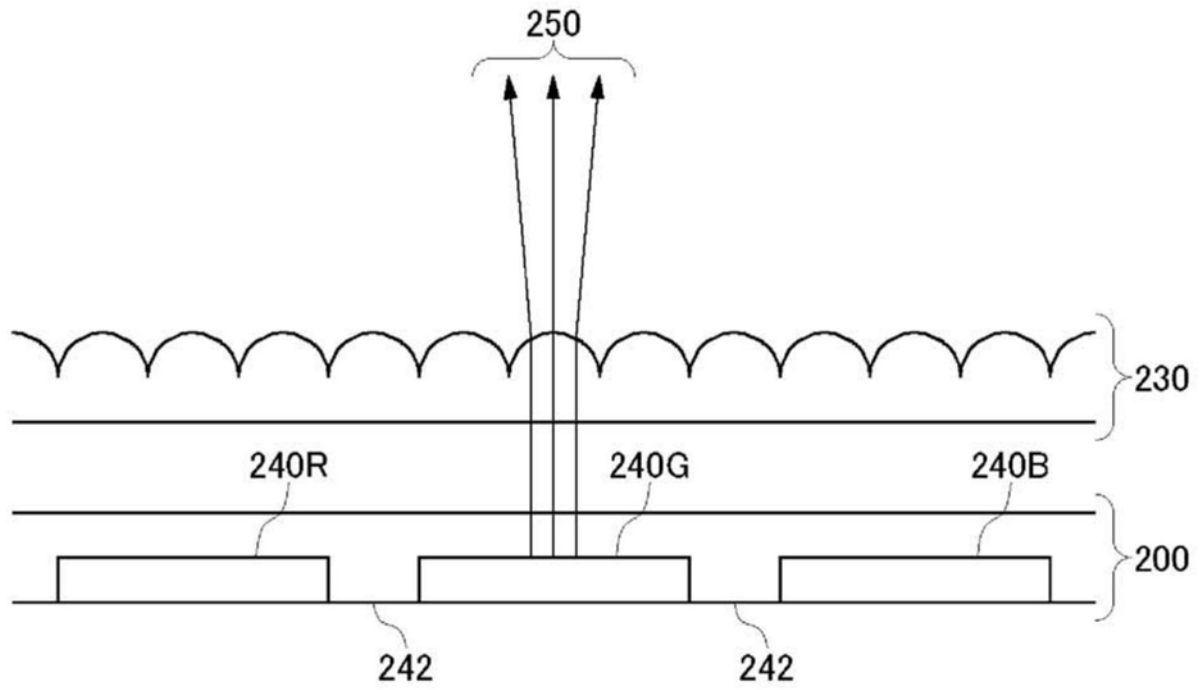


图2

(a)



(b)

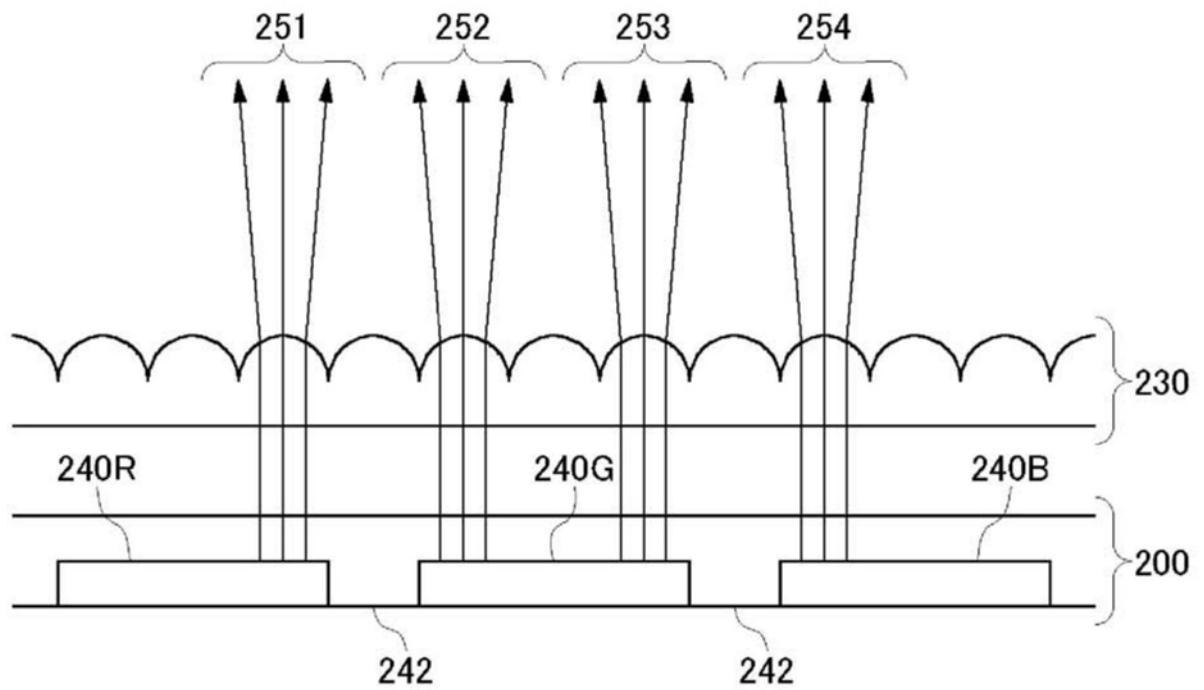


图3

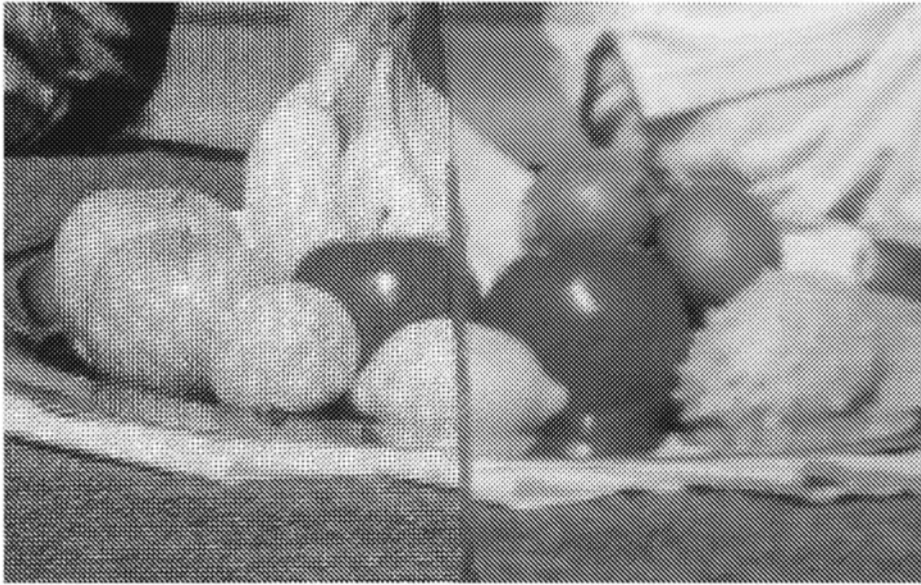


图4

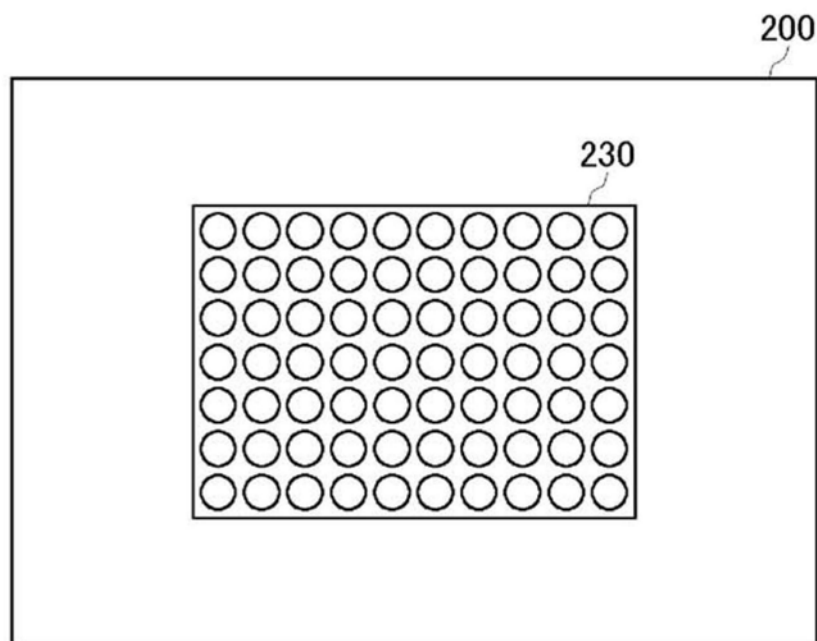


图5

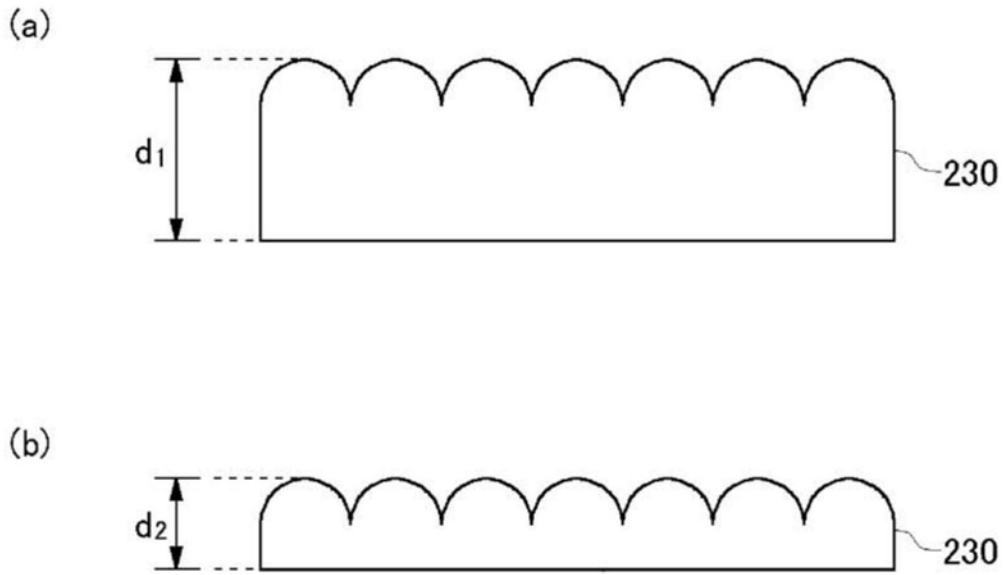


图6

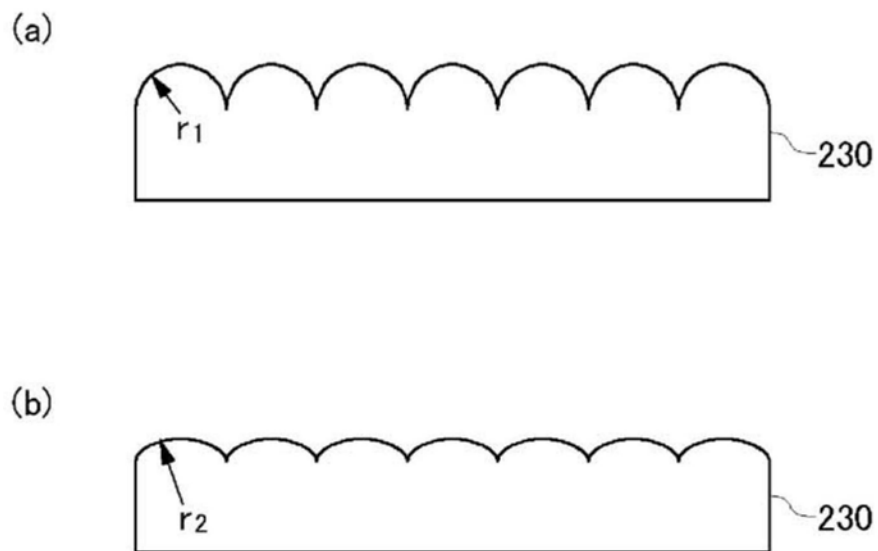


图7

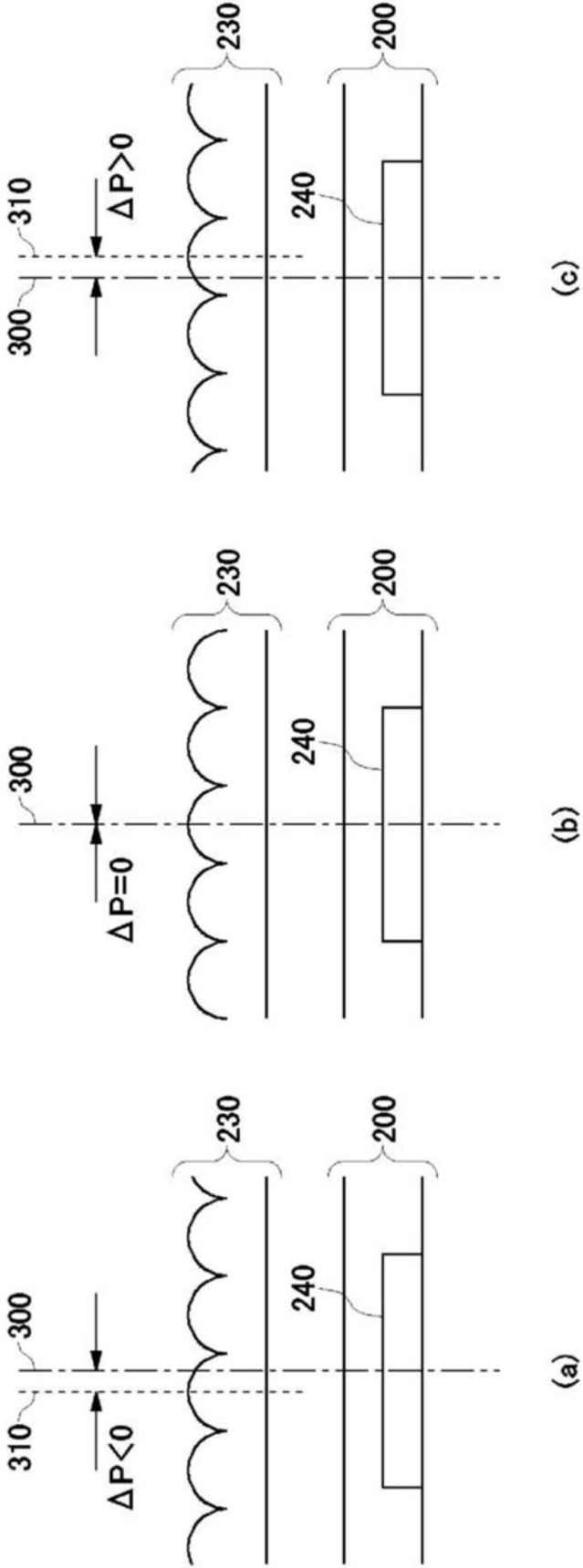


图8

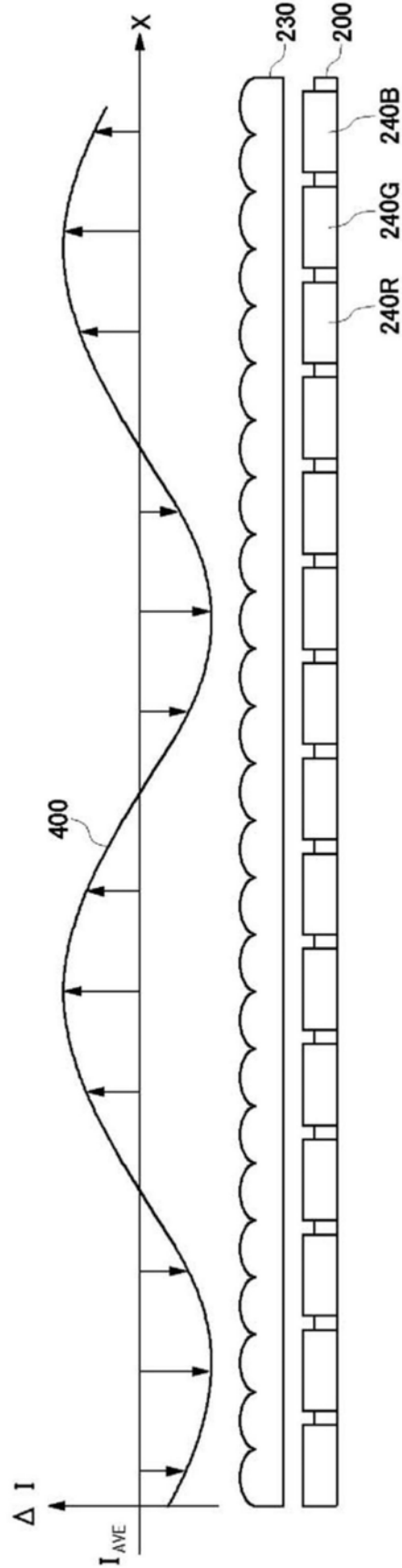


图9

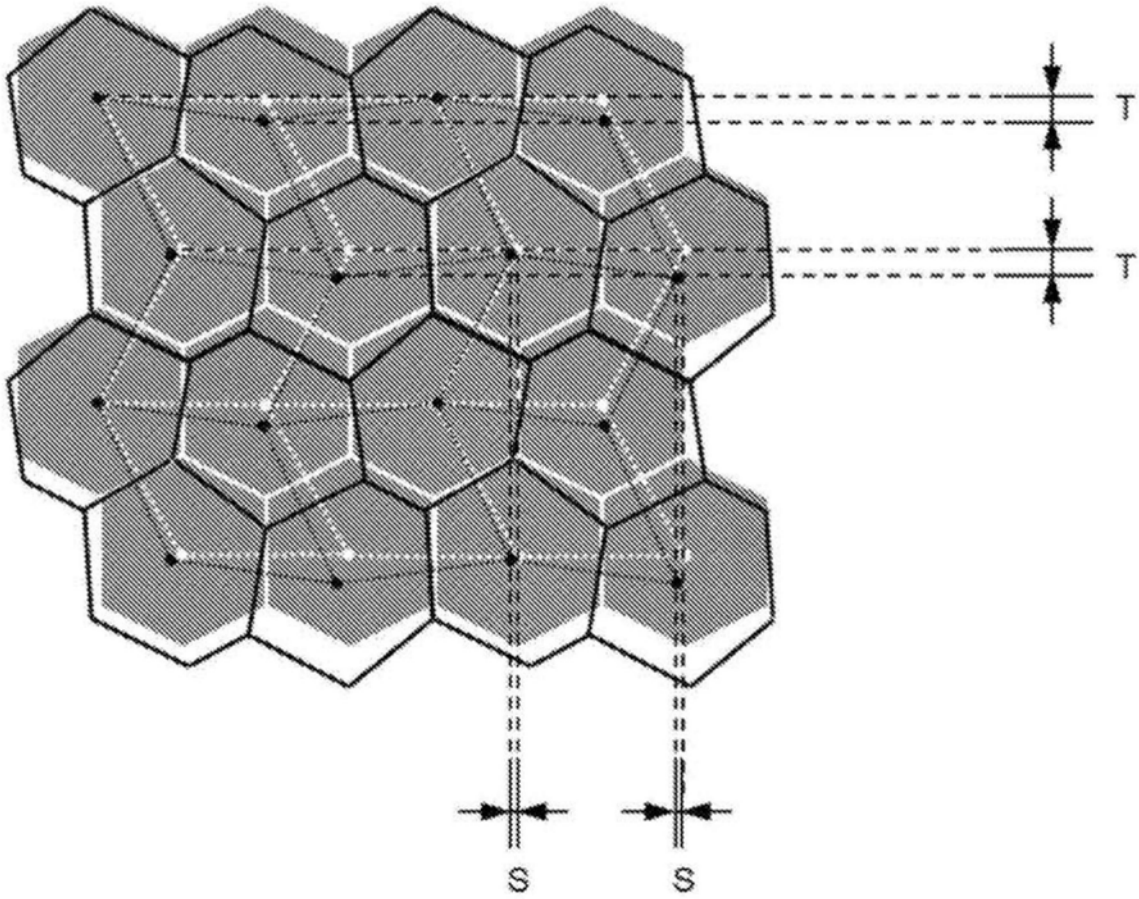


图10

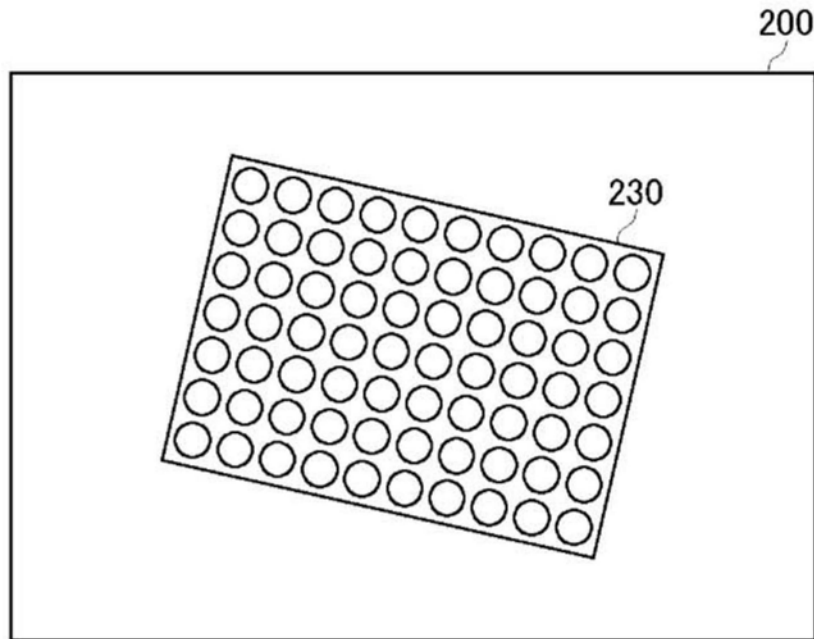


图11

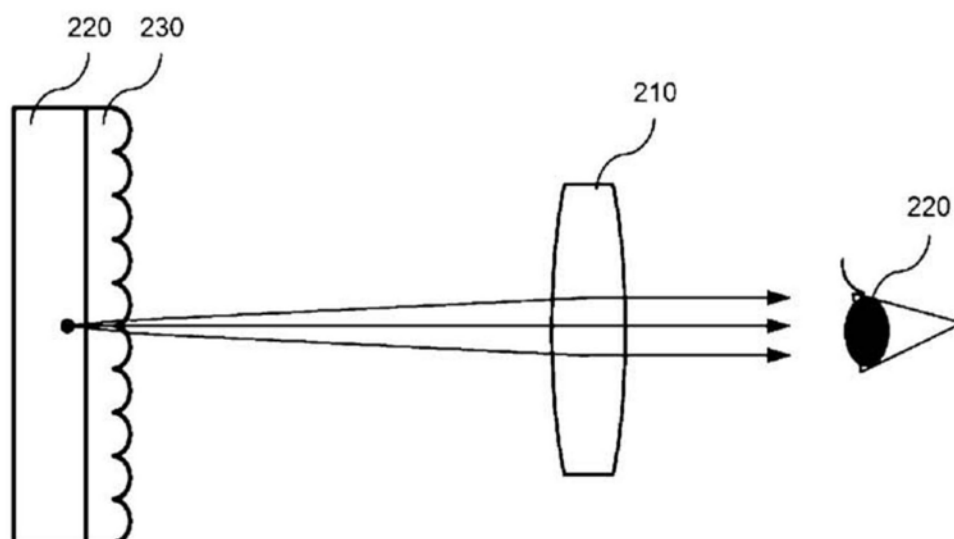


图12

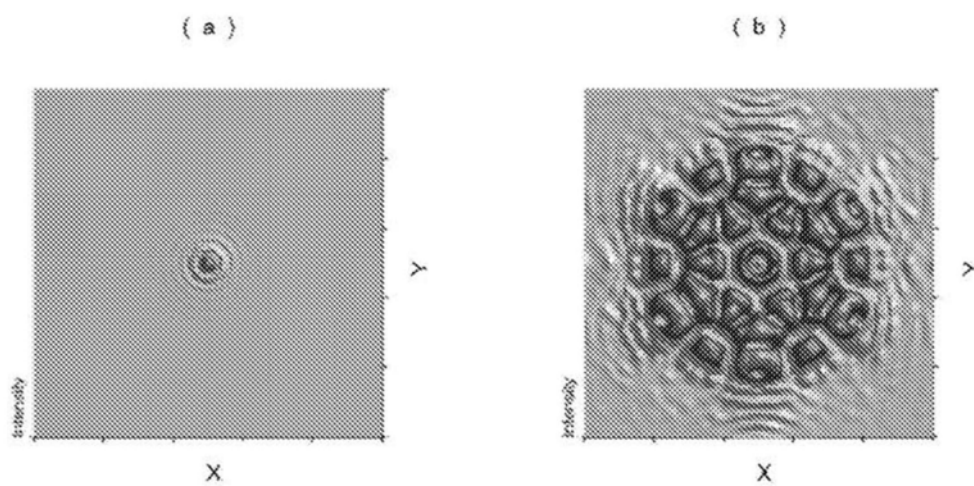


图13

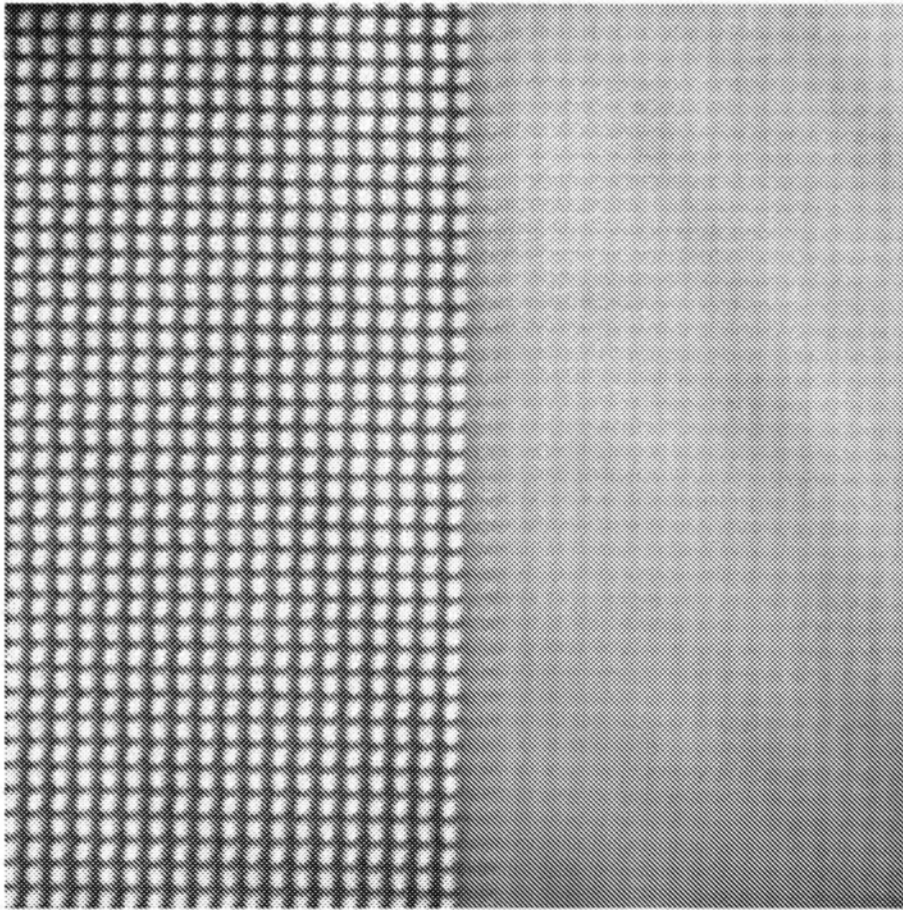


图14

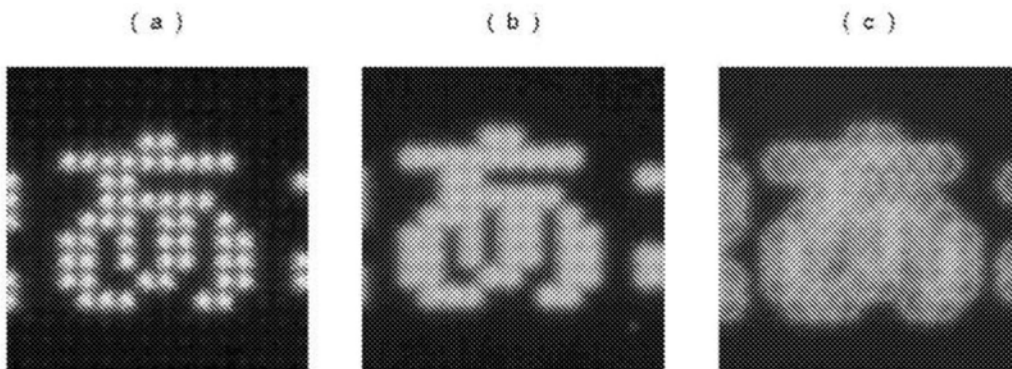


图15

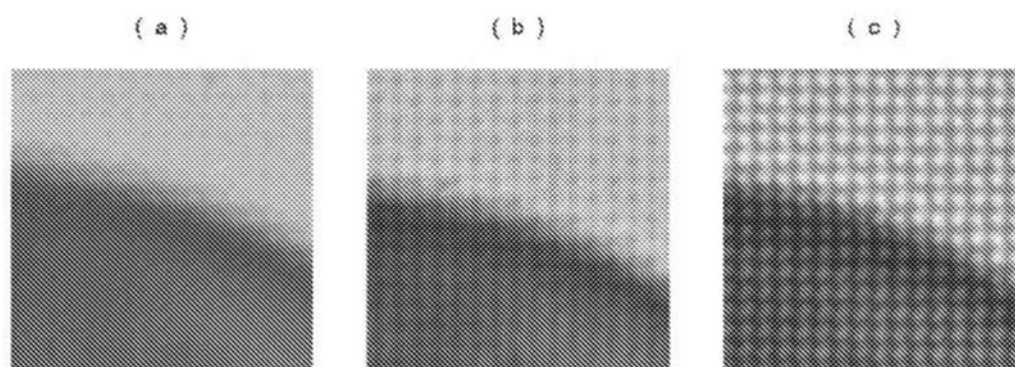


图16

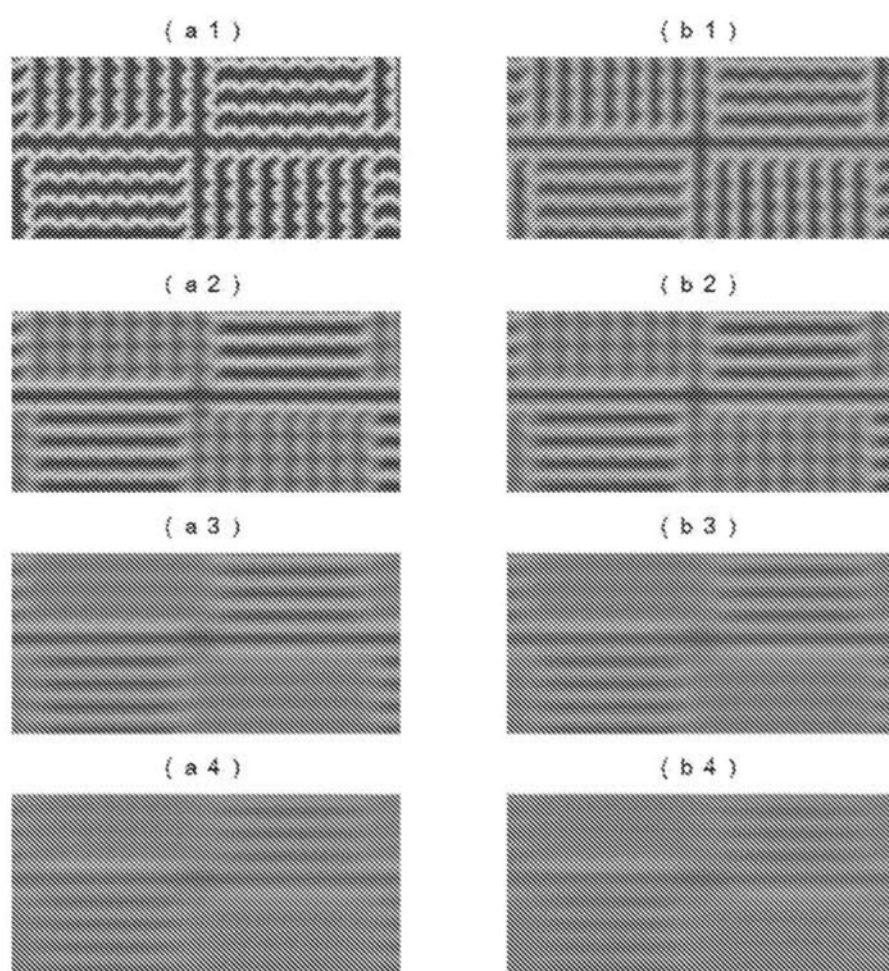


图17

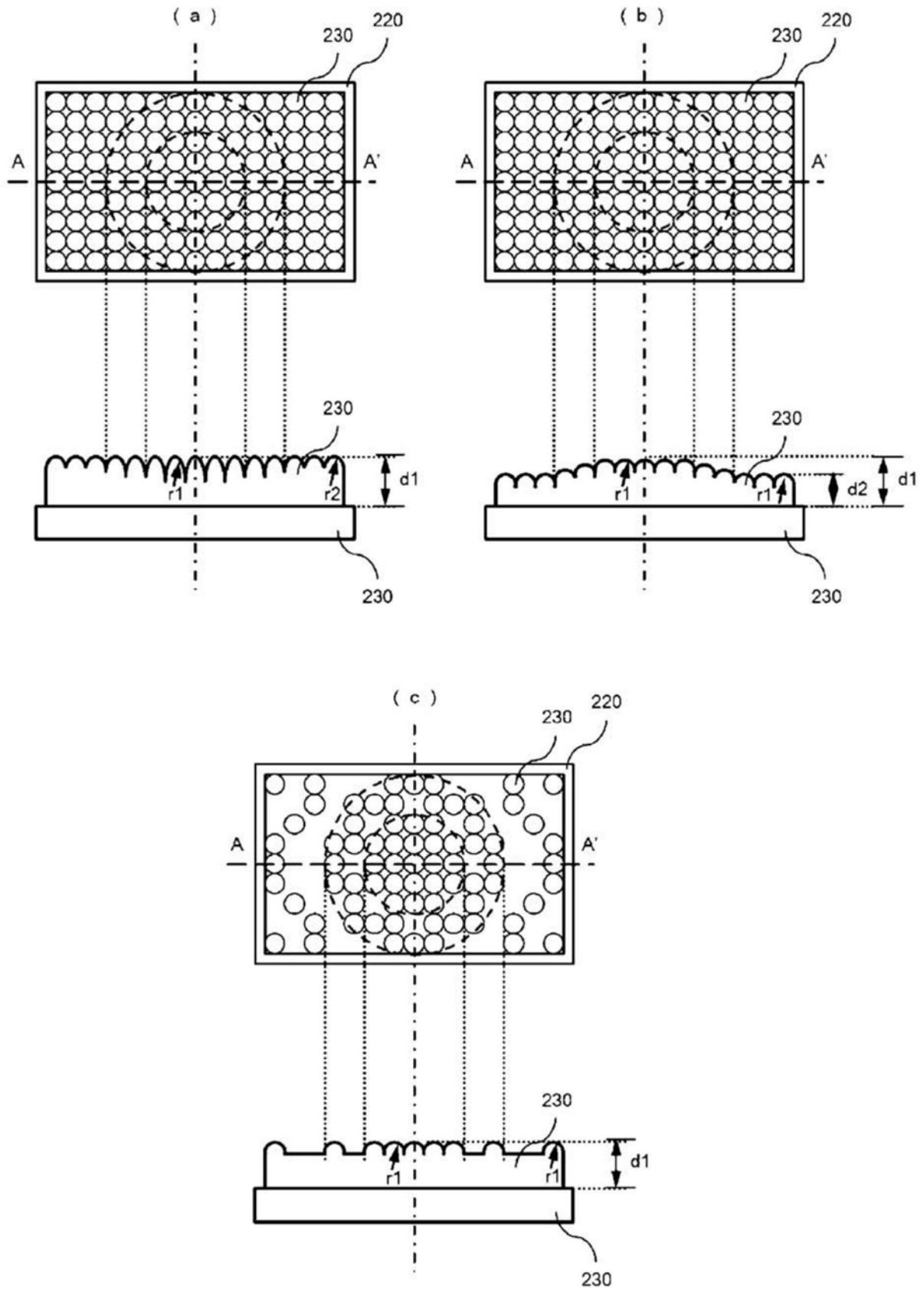


图18

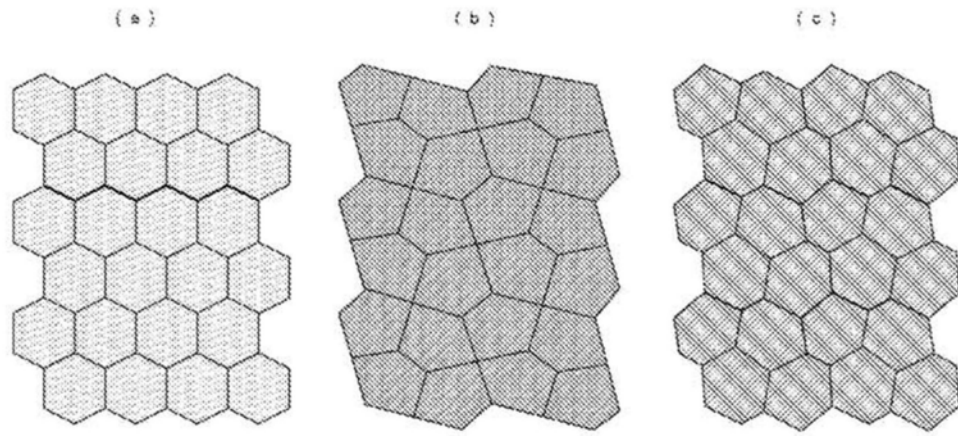


图19

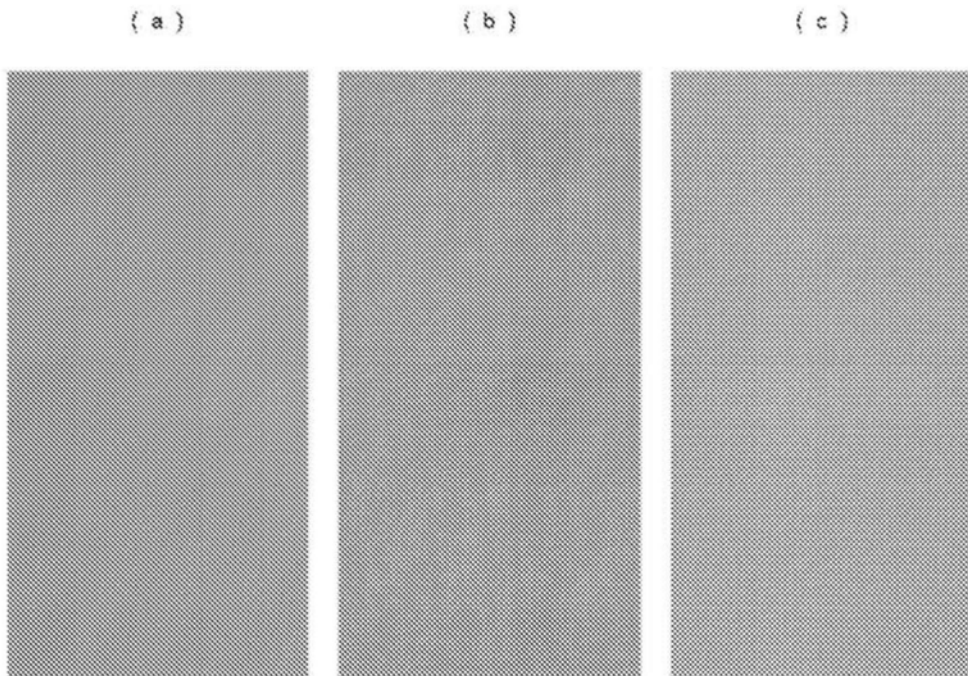


图20

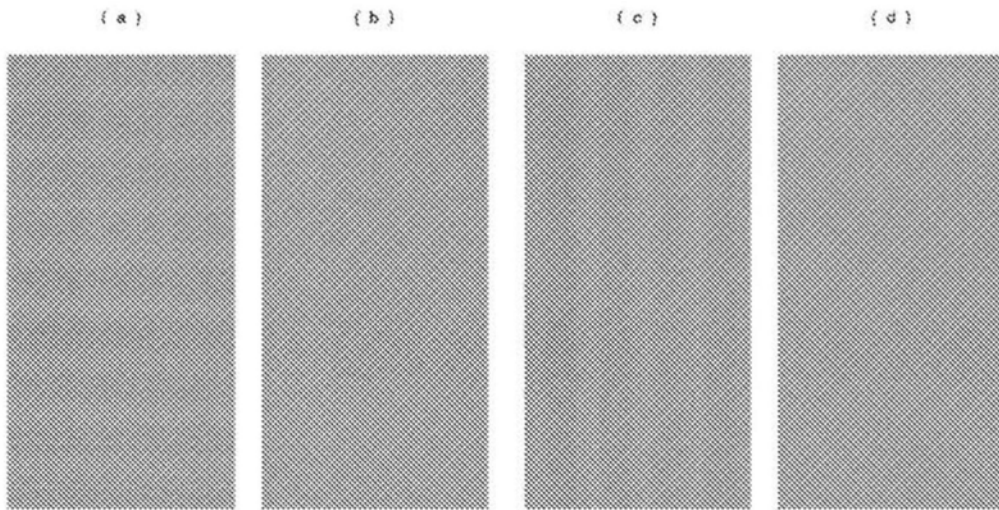


图21

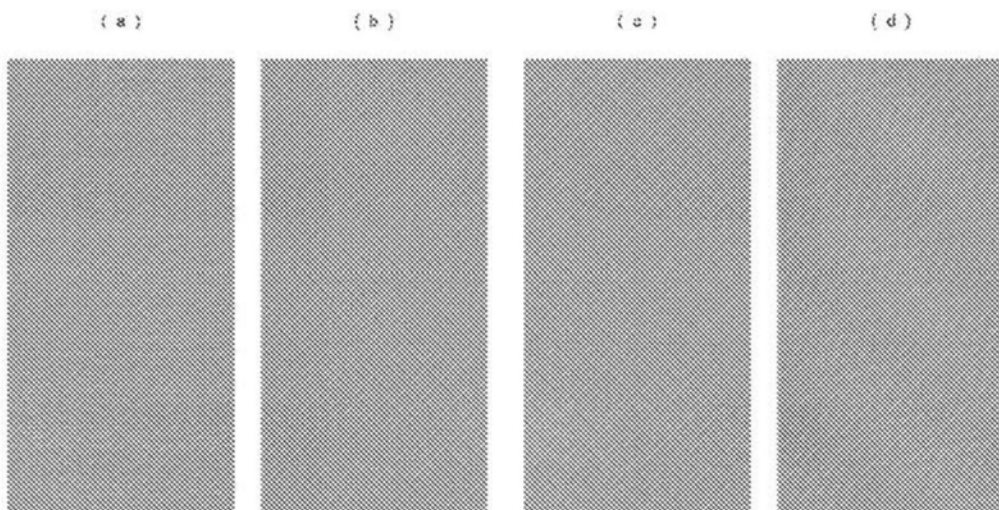


图22

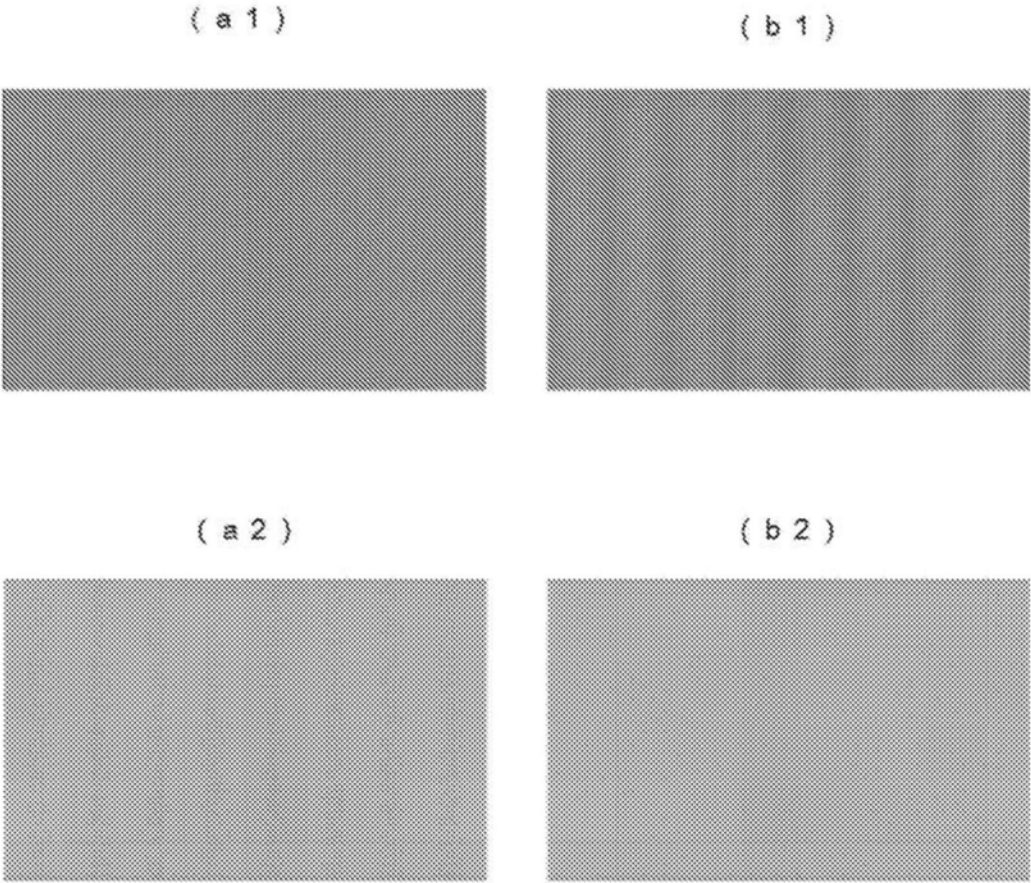


图23

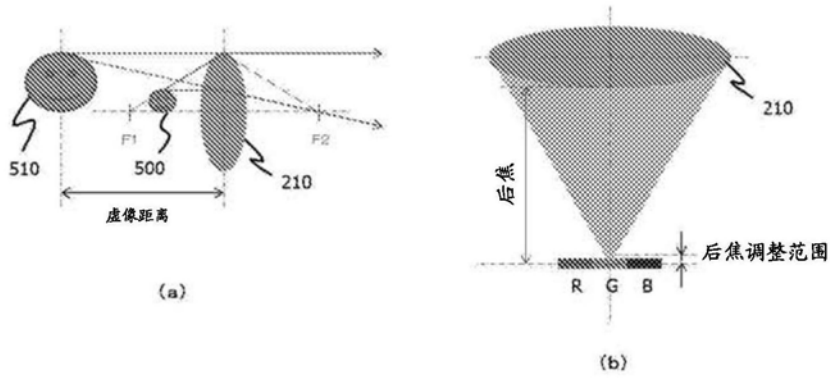


图24

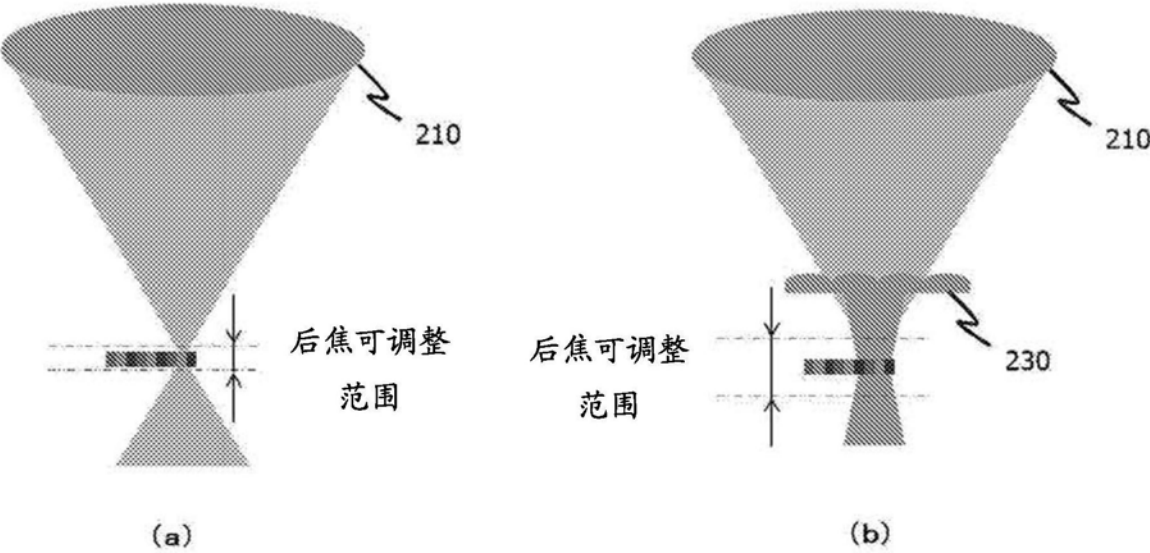


图25

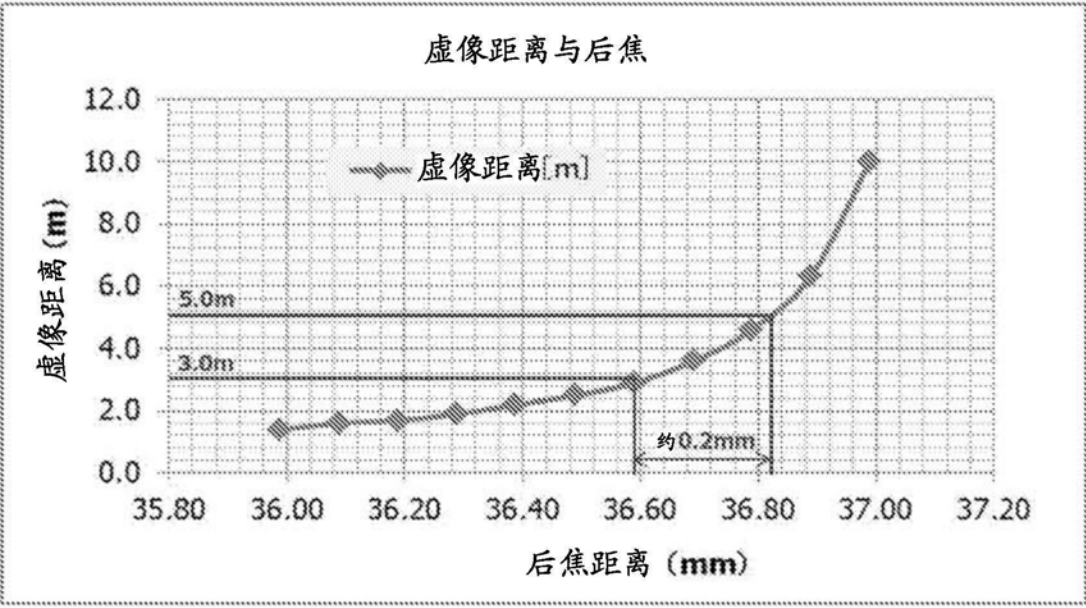


图26

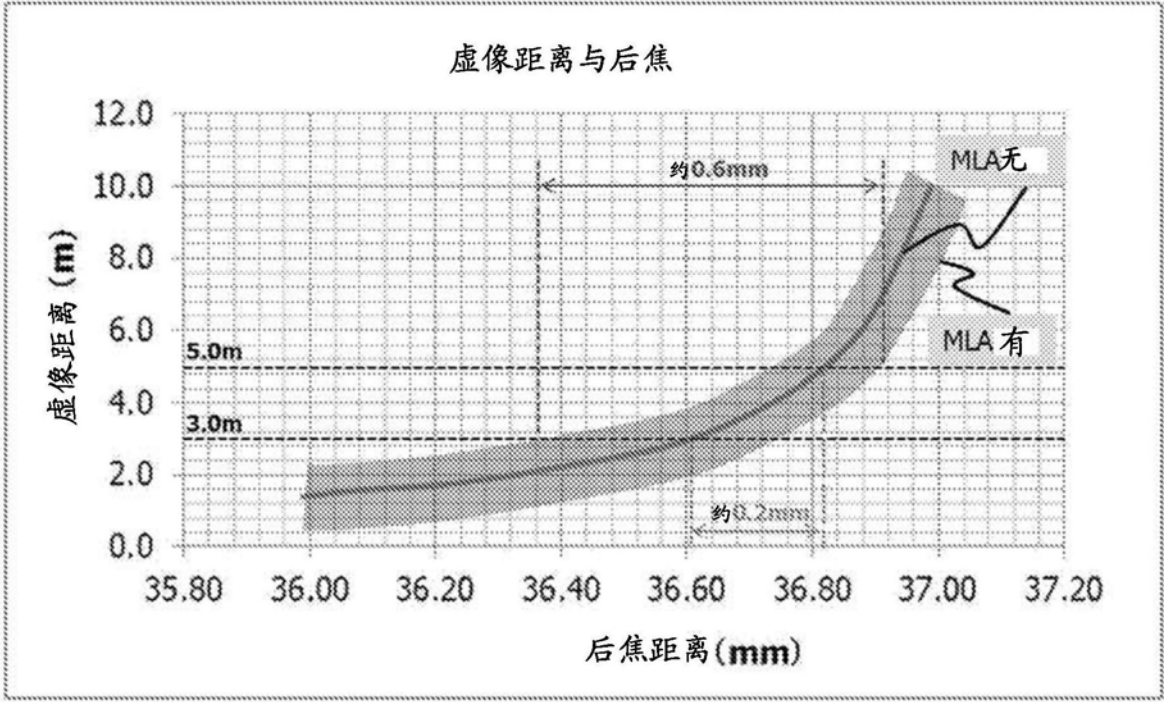


图27

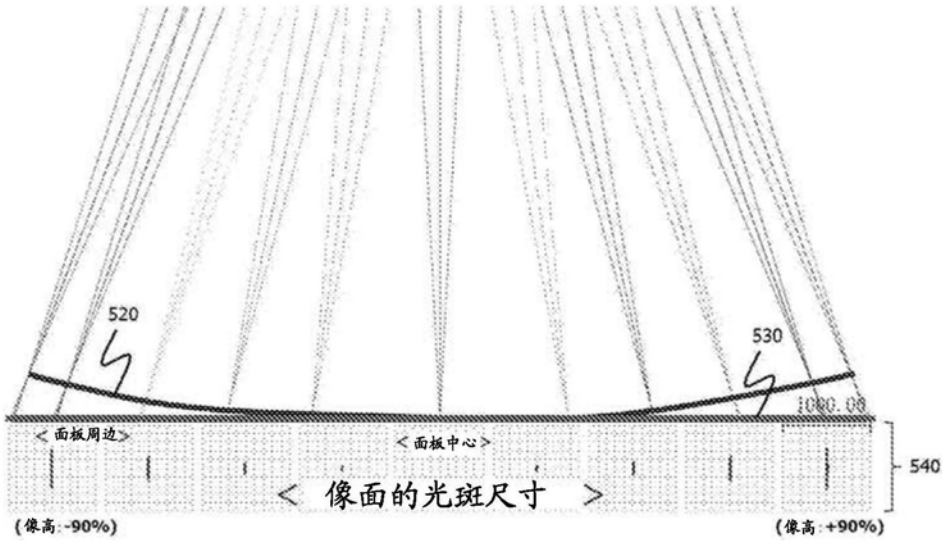


图28

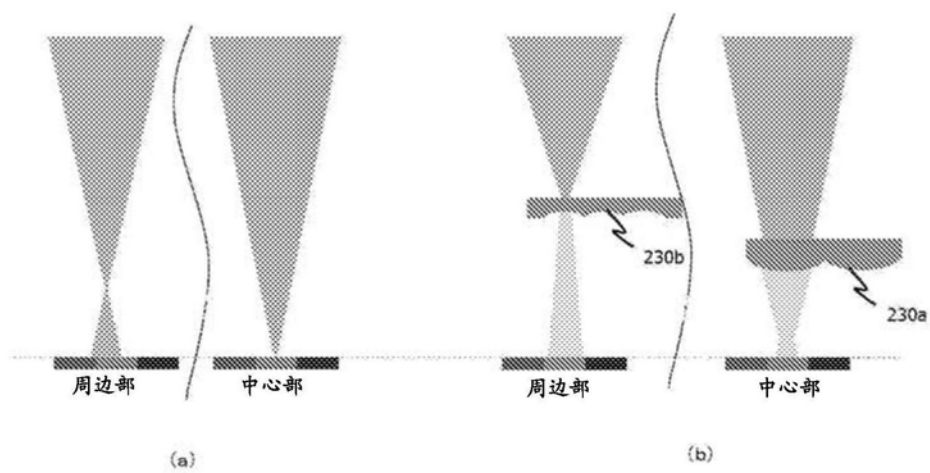


图29