



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110865480 A

(43)申请公布日 2020.03.06

(21)申请号 201810980453.3

(22)申请日 2018.08.27

(71)申请人 成都理想境界科技有限公司
地址 610041 四川省成都市高新区世纪城
路1129号天府软件园A区8栋1层

(72)发明人 周旭东 王佳舟 常函清

(51)Int.Cl.
G02F 1/1334(2006.01)
G02B 27/01(2006.01)

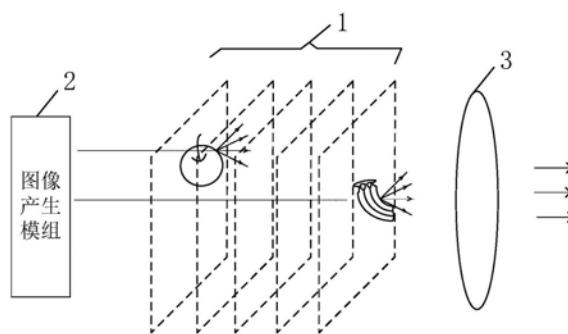
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

一种图像深度调制模组及其应用

(57)摘要

本发明公开了一种图像深度调制模组,包括堆叠设置的多层电控调光板,每层电控调光板由若干电控调光单元组成,每个电控调光单元具有独立开关,每个电控调光单元可被调控为透射状态或散射状态。同时,本发明还公开了应用该图像深度调制模组的显示模组和近眼显示设备,通过物理结构给图像加载景深,实现像素级或准像素级景深调节,可以解决视觉辐辏冲突效应、使人眼观察到的图像更符合人眼的聚焦习惯、使显示图像的深度排布更接近现实光场的深度规律。



1. 一种图像深度调制模组,其特征在於,包括堆叠设置的多层电控调光板,每层电控调光板由若干电控调光单元组成,每个电控调光单元具有独立开关,每个电控调光单元可被调控为透射状态或散射状态。

2. 如权利要求1所述的图像深度调制模组,其特征在於,所述电控调光单元为聚合物稳定液晶光电单元或聚合物分散液晶光电单元。

3. 如权利要求2所述的图像深度调制模组,其特征在於,多层电控调光板平行间隔设置。

4. 一种显示模组,其特征在於,包括图像产生模组、图像深度调制模组和物镜系统,图像深度调制模组为权利要求1至3任一项所述的图像深度调制模组,图像产生模组产生的图像光先经图像深度调制模组,再经物镜系统出射。

5. 如权利要求4所述的显示模组,其特征在於,所述的每层电控调光板上的每个电控调光单元对应图像产生模组产生的一个或多个像素点。

6. 如权利要求5所述的显示模组,其特征在於,所述图像深度调制模组包括堆叠设置的12层电控调光板。

7. 如权利要求4至6任一项所述的显示模组,其特征在於,每层电控调光板的成像距离 P_n 按如下公式设计:

$$P_n = \frac{L}{4L - 2\epsilon n + \epsilon}$$

其中, L 为人眼瞳孔直径, ϵ 表示人眼分辨率, n 为电控调光板的层数, n 为1时,代表离物镜系统最近的第一层电控调光板。

8. 如权利要求7所述的显示模组,其特征在於, ϵ 范围为1' 到3', L 范围为2mm-5mm。

9. 如权利要求7所述的显示模组,其特征在於, ϵ 为2', L 为3.5mm。

10. 如权利要求4至6任一项所述的显示模组,其特征在於,每个所述电控调光单元的散射角小于 60° 且大于 5° 。

11. 一种近眼显示设备,包括一组或两组近眼显示光学系统,其特征在於,每组近眼显示光学系统包括一组如权利要求4至10任一项所述的显示模组和导光系统,图像产生模组产生的图像光先经图像深度调制模组,再经物镜系统入射至导光系统,由导光系统出射至人眼。

12. 如权利要求11所述的近眼显示设备,其特征在於,近眼显示设备还包括处理器,处理器控制图像产生模组产生图像光的同时,控制图像深度调制模组根据图像光不同区域对应的不同景深,控制每层电控调光板中每个电控调光单元调整为透射状态或散射状态。

13. 如权利要求12所述的近眼显示设备,其特征在於,控制图像深度调制模组根据图像光不同区域对应的不同景深,控制每层电控调光板中每个电控调光单元调整为透射状态或散射状态,具体为:

控制某区域图像光对应景深所对应的电控调光板的对应区域电控调光单元调整为散射状态,堆叠设置的其他层电控调光板的对应区域电控调光单元调整为透射状态。

一种图像深度调制模组及其应用

技术领域

[0001] 本发明涉及图像显示领域,尤其涉及一种图像深度调制模组,及应用该图像深度调制模组的近眼显示光学模组和近眼显示设备。

背景技术

[0002] 现有的HMD (HeadMountDisplay,头戴式可视设备)虚拟现实/增强现实的显示系统,大部分光学显示系统是按照一固定成像距离设计,因此图像源经光学显示系统后在人眼前方显示的虚像距人眼的距离是固定的,这种不带图像景深的显示,会造成视觉辐辏调节冲突(Vergence-Accommodation Conflict,VAC)导致“晕动症”,用户体验极差。且如果将这样的HMD设备用于增强现实应用,由于虚像距人眼的距离是不变的,而所处环境是时刻改变的,通过这些显示系统看到的虚像就是飘浮在空中的,与实际环境脱离,不能达到真正的增强显示效果。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种图像深度调制模组,及应用该图像深度调制模组的近眼显示光学模组和近眼显示设备,实现具有景深的图像显示,同时解决近眼显示设备视觉辐辏冲突问题。

[0004] 为了实现上述发明目的,本发明提供了一种图像深度调制模组,包括堆叠设置的多层电控调光板,每层电控调光板由若干电控调光单元组成,每个电控调光单元具有独立开关,每个电控调光单元可被调控为透射状态或散射状态。

[0005] 优选的,所述电控调光单元为聚合物稳定液晶光电单元或聚合物分散液晶光电单元。

[0006] 优选的,多层电控调光板平行间隔设置。

[0007] 相应的,本发明还提供了一种显示模组,包括图像产生模组、图像深度调制模组和物镜系统,图像深度调制模组为上述的图像深度调制模组,图像产生模组产生的图像光先经图像深度调制模组,再经物镜系统出射。

[0008] 优选的,所述的每层电控调光板上的每个电控调光单元对应图像产生模组产生的一个或多个像素点。

[0009] 优选的,所述图像深度调制模组包括堆叠设置的12层电控调光板。

[0010] 优选的,每层电控调光板的成像距离 P_n 按如下公式设计:

$$[0011] \quad P_n = \frac{L}{4L - 2\varepsilon n + \varepsilon}$$

[0012] 其中, L 为人眼瞳孔直径, ε 表示人眼分辨率, n 为电控调光板的层数, n 为1时,代表离物镜系统最近的第一层电控调光板。

[0013] 优选的, ε 范围为1'到3', L 范围为2mm-5mm。

[0014] 优选的, ε 为2', L 为3.5mm。

[0015] 优选的,每个所述电控调光单元的散射角小于 60° 且大于 5° 。

[0016] 相应的,本发明还提供了一种近眼显示设备,包括一组或两组近眼显示光学系统,每组近眼显示光学系统包括一组如上述的显示模组和导光系统,图像产生模组产生的图像光先经图像深度调制模组,再经物镜系统入射至导光系统,由导光系统出射至人眼。

[0017] 优选的,近眼显示设备还包括处理器,处理器控制图像产生模组产生图像光的同时,控制图像深度调制模组根据图像光不同区域对应的不同景深,控制每层电控调光板中每个电控调光单元调整为透射状态或散射状态。

[0018] 其中,控制图像深度调制模组根据图像光不同区域对应的不同景深,控制每层电控调光板中每个电控调光单元调整为透射状态或散射状态,具体为:

[0019] 控制某区域图像光对应景深所对应的电控调光板的对应区域电控调光单元调整为散射状态,堆叠设置的其他层电控调光板的对应区域电控调光单元调整为透射状态。

[0020] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果:

[0021] 本发明实施例方案通过物理结构给图像加载景深,实现像素级或准像素级景深调节,可以解决视觉辐辏冲突效应、使人眼观察到的图像更符合人眼的聚焦习惯、使显示图像的深度排布更接近现实光场的深度规律。

附图说明

[0022] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图:

[0023] 图1为本发明实施例图像深度调制模组结构示意图;

[0024] 图2为图1中每层电控调光板的结构示意图;

[0025] 图3为本发明实施例显示模组的一种结构示意图;

[0026] 图4为本发明实施例显示模组的另一种结构示意图;

[0027] 图5为本发明实施例图像产生模组产生一幅风景图像示意图;

[0028] 图6为本发明实施例近眼显示设备中近眼显示光学系统的一种结构示意图;

[0029] 图7为本发明实施例近眼显示设备的一种结构示意图。

具体实施方式

[0030] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0031] 参见图1,为本发明实施例图像深度调制模组结构示意图,本发明实施例图像深度调制模组包括堆叠设置的多层电控调光板10,每层电控调光板10由若干电控调光单元101组成,每层电控调光板10的结构示意图参见图2,每个电控调光单元101具有独立开关,开关可以采用透明或半透明半导体开关,每个电控调光单元可被调控为透射状态或散射状态。

[0032] 一幅影像从图像深度调制模组的一侧入射,影像的第一部分通过一层电控调光板10的第一区域,由于电控调光板上每个电控调光单元都可独立调控,所以此时能够控制第一区域中的电控调光单元变为散射状态,则影像的第一部分在该电控调光板的第一区域被散射,此时影像的第一部分被加载一个深度信息;影像的第二部分通过另一个电控调光板上的第二区域并被散射,此时影像的第二部分被加载另一个深度信息;以此类推,每个电控调光板可负责一个深度,最终实现能够将多个深度信息加载在影像上。当组成电控调光板10的每个电控调光单元101的大小做到足够小,则可以实现像素或者准像素级别的深度调制。

[0033] 优选的,所述电控调光单元可以选择采用聚合物稳定液晶光电单元PSLC (polymer stabilized liquid crystal) 或反向PSLC,也可以选择采用聚合物分散液晶光电单元PDLC (polymer dispersed liquid crystal) 等具备同样物理特性的光电单元,所述电控调光单元通过施加电压或不施加电压切换状态为透射状态或散射状态。以电控调光单元为PSLC为例:控制PSLC的电极可选用TFT (Thin Film Transistor) 或ITO等类似的技术,做成类似于TFT式显示屏,只不过TFT中的每个液晶像素点替换成像素级大小的PSLC,这样每个PSLC便能够被对应位置的半导体开关控制,一般采用电脉冲控制;每个PSLC便可分别独立地由各自对应位置的半导体开关进行独立控制。例如,一个PSLC电控调光板的参数可以设计为尺寸3*4.5mm,分辨率640*540,厚度10 μm ~30 μm ,组成PSLC电控调光板的每个PSLC的大小做到足够小,例如一个PSLC的大小做到边长为10 μm 的正方形,这样入射的影像的两个不同深度对应的部分能够互相配合得更平滑。

[0034] 为了使整个图像画面深度调制匀称,优选多层电控调光板平行间隔设置,至于相邻电控调光板之间的间隔距离,需根据预设调焦距离的不同,是否配合其他放大光学元件使用等方式不同,可设计为不同间距,在此不做限定。

[0035] 参见图3,为本发明实施例显示模组结构示意图,本发明实施例近眼显示光学模组包括图像产生模组2、图像深度调制模组1和物镜系统3,图像深度调制模组1为前述实施例所述的图像深度调制模组,图像产生模组2产生准直图像光,先经图像深度调制模组1加载深度信息后,再经物镜系统3出射。在本发明实施例中,所述的每层电控调光板上的每个电控调光单元可以设计为对应图像产生模组产生的一个或多个像素点,当每个电控调光单元设计为对应图像产生模组产生的一个像素点时,即实现了像素级深度调制。

[0036] 图3中图像深度调制模组1为前向散射,在具体实施时,也可以采用图4方式,将图像产生模组2放置在图像深度调制模组1的另一侧,通过后向散射方式实现。

[0037] 本发明实施例方案通过物理结构给图像加载景深,可以解决视觉辐辏冲突效应、使人眼观察到的图像更符合人眼的聚焦习惯、使显示图像的深度排布更接近现实光场的深度规律。由于人眼一般只对12层深度敏感,因此12层电控调光板构成图像深度调制模组最佳,当然如果为了减小近眼显示光学模组的体积和重量,则可选用3、4、5或6、7、8层等,同样具备景深效果,只是效果无法达到12层的自然。

[0038] 下面结合图5描述本发明显示模组如何实现景深,假设电控调光单元为PSLC,如图5,为图像产生模组产生一幅风景图像,该风景图像从图像深度调制模组的一侧入射,树的图像区域和山的图像区域具有不同的深度。例如:树的图像区域由图像深度调制模组的第一层电控调光板负责,第一层电控调光板上被树的图像区域辐照的多个PSLC被控制成散射

状态,树的显示位置位于第一层电控调光板的位置,即聚焦位置位于第一层电控调光板的位置,第一层电控调光板上其他区域的PSLC则被控制成透射状态,第一层电控调光板上散射状态PSLC在其他层电控调光板上的投影区域的PSLC则也须被控制为透射状态;山的图像区域由图像深度调制模组的第二层电控调光板负责,第二层电控调光板上被山的图像区域辐照的多个PSLC被控制成散射状态,山的显示位置位于第二层电控调光板的位置,即聚焦位置位于第二层电控调光板的位置,第二层电控调光板上其他区域的PSLC则被控制成透射状态,第二层电控调光板上散射状态PSLC在其他层电控调光板上的投影区域的PSLC则也须被控制为透射状态;以此类推,风景图像的其他深度的图像部分均被显示在某层电控调光板上。由于人眼的聚焦特性,当人眼聚焦在某层电控调光板上时,其他层电控调光板则在人眼中会呈为模糊像,以实现景深的效果。只要每个PSLC的大小足够小,那么第一深度区域~第五深度区域对应的五幅深度图像互相之间便会衔接得更为平滑。

[0039] 上一段讲述了多层电控调光板怎样实现景深的方法,下面介绍在上一段基础上,怎样设计每层电控调光板的图像聚焦位置来更好地解决视觉辐辏冲突、更好地模拟现实光场。

[0040] 下面我们对人眼的景深进行简单的计算,人眼的分辨率用 ε 表示,瞳孔直径为 L 。当人眼调焦距离为 P 时,其远景 P_1 和近景 P_2 的距离为:

$$[0041] \quad P_1 = \frac{PL}{L + P\varepsilon}$$

$$[0042] \quad P_2 = \frac{PL}{L - P\varepsilon}$$

[0043] 用屈光度 φ 进行表示,调焦、远景和近景位置可以分别表示为:

$$[0044] \quad \varphi = \frac{1}{P}$$

$$[0045] \quad \varphi_1 = \frac{L + P\varepsilon}{PL}$$

$$[0046] \quad \varphi_2 = \frac{L - P\varepsilon}{PL}$$

[0047] 对应的景深用屈光度可以表示为:

$$[0048] \quad \Delta_1 = \varphi_1 - \varphi = \frac{\varepsilon}{L}$$

$$[0049] \quad \Delta_2 = \varphi - \varphi_2 = \frac{\varepsilon}{L}$$

$$[0050] \quad \Delta = \Delta_1 + \Delta_2 = 2\frac{\varepsilon}{L}$$

[0051] 可以看出,当用屈光度表示景深时,其只与人眼分辨率 ε 和瞳径的 L 有关,计算可得到人眼景深 Δ 。人眼的调焦范围一般为0.25m到无穷,用屈光度表示为0-4L。因此在设计波导的过程中,如果我们需要 n 层电控调光板用以满足其成像,各层电控调光板的成像距离 P_n

根据调焦公式可表示为：

$$[0052] \quad P_n = \frac{1}{4 - \Delta / 2 - \Delta \cdot (n-1)} = \frac{L}{4L - 2\varepsilon n + \varepsilon}$$

[0053] 其中，L为瞳孔直径， ε 表示人眼分辨率，n为电控调光板的层数，n为1时，代表离物镜系统最近的第一层电控调光板。第一层电控调光板的成像距离令n=1计算可得，第二层电控调光板的成像距离令n=2计算可得，依次可计算其他层电控调光板的成像距离。根据上述公式得到的各层电控调光板的成像距离能使人眼在空间内任意焦距处看到清晰图像，最终满足全空间成像。在此段中，成像距离的设置可通过以下但不限于的两种方式：第一、可通过透镜等调焦方式实现不同电控调光板的成像距离；第二、可通过设置电控调光板的位置，而每个电控调光板的成像距离位于其自身位置处。考虑到第二种方案在实际实施时，体积过大，实用性低，通常我们都会选择采用透镜等调焦方式实现不同电控调光板的成像距离，如图3中的透镜3，该透镜同时实现了距离和像的放大，使得电控调光板之间的物理距离可以按比例进行压缩，实现模组的小型化。

[0054] 人眼的分辨率 ε 一般为1'到3'，瞳孔直径L为2mm-5mm。下面我们选取分辨率 ε 为2'和瞳径的L为3.5mm为例，根据下面公式：

$$[0055] \quad \Delta = \Delta_1 + \Delta_2 = 2 \frac{\varepsilon}{L}$$

[0056] 其中，以角度表示的分辨率 ε 在计算时需要转换为弧度进行计算，计算可得到景深 Δ 为0.3323L，人眼的调焦范围为0.25m到无穷，用屈光度表示为0-4L。因此在设计图像深度调制模组的过程中，如果我们需要12层电控调光板用以满足其成像，各个电控调光板对应的调焦距离为：0.2608m、0.2856m、0.3155m、0.3525m、0.3992m、0.4603m、0.5434m、0.6632m、0.8507m、1.1860m、1.9573m、5.5991m。由于人眼的瞳孔直径和角分辨率，每个平面对于人眼都有个景深范围，12个平面能使景深范围相连，能使人眼在空间内任意位置处清晰成像。能够满足全空间成像，使人眼聚焦在任意位置处都能有个焦平面能清晰成像。

[0057] 在本发明实施例中，为了防止散射角过大，某个调光板的散射光对排在后面的调光板造成影响，优选每个所述电控调光单元的散射角小于60°且大于5°。比如某个图像的某个位置被第二个调光板的三号电控调光单元散射，第二个调光板的三号电控调光单元散射出的光进入第三个调光板，并且被第二调光板上三号电控调光单元的投影面之外的第三调光板上的电控调光单元散射，这样该图像的该位置会被多个调光板散射，造成干扰。散射角越小，干扰程度越小，但若散射角小于~5°，两个调光板的成像景深相差太小，人眼难以分辨不同调光板的景深，造成深度调制效果不够好。

[0058] 上述实施例中的显示模组可运用于近眼显示设备，如虚拟现实VR设备或增强现实AR设备，也可运用于背投显示设备，如电视机、广告屏等。以近眼显示设备为例，近眼显示设备包括一组或两组近眼显示光学系统，每组近眼显示光学系统包括一组本发明实施例中的显示模组和导光系统，如图6，为近眼显示光学系统一种结构示意图，显示模组400中的图像产生模组产生的图像光先经图像深度调制模组，再经物镜系统出射，经耦入系统4耦入导光系统5，由导光系统5出射至人眼。近眼显示设备的结构示意图可参考图7，显示模组400可以设计在镜框两侧，也可以设计在镜腿上，波导系统5可以设计为镜片。

[0059] 具体实施时,近眼显示设备还包括处理器,处理器控制图像产生模组产生图像光的同时,控制图像深度调制模组根据图像光不同区域对应的不同景深,控制每层电控调光板中每个电控调光单元调整为透射状态或散射状态,具体为:

[0060] 控制某区域图像光对应景深所对应的电控调光板的对应区域电控调光单元调整为散射状态,堆叠设置的其他层电控调光板的对应区域电控调光单元调整为透射状态。同样用图4举例,如图4图像,树对应的景深所对应的电控调光板假设为第一层电控调光板,山对应的景深所对应的电控调光板假设为第二层电控调光板,则第一层电控调光板上被树的图像区域辐照的多个电控调光单元被控制成散射状态,第一层电控调光板上散射状态的电控调光单元在其他层电控调光板上的投影区域电控调光单元则也须被控制为透射状态;第二层电控调光板上被山的图像区域辐照的多个电控调光单元被控制成散射状态,第二层电控调光板上散射状态电控调光单元在其他层电控调光板上的投影区域电控调光单元则也须被控制为透射状态。

[0061] 本发明采用多层电控调光板以物理方法实现景深效果,使人眼看到的图像更符合现实光场的规律;另外多层电控调光板的成像距离的合理设计,能够更符合现实空间光场的规律,使人眼调焦更自然更接近现实光场中的调焦方式,使人眼更为舒适。最终通过上述两点有效解决现有技术中VR及AR显示中眩晕眼胀的不适感。

[0062] 本说明书中公开的所有特征,或公开的所有方法或过程中的步骤,除了互相排斥的特征和/或步骤以外,均可以以任何方式组合。

[0063] 本说明书(包括任何附加权利要求、摘要和附图)中公开的任一特征,除非特别叙述,均可被其他等效或具有类似目的的替代特征加以替换。即,除非特别叙述,每个特征只是一系列等效或类似特征中的一个例子而已。

[0064] 本发明并不局限于前述的具体实施方式。本发明扩展到任何在本说明书中披露的新特征或任何新的组合,以及披露的任一新的方法或过程的步骤或任何新的组合。

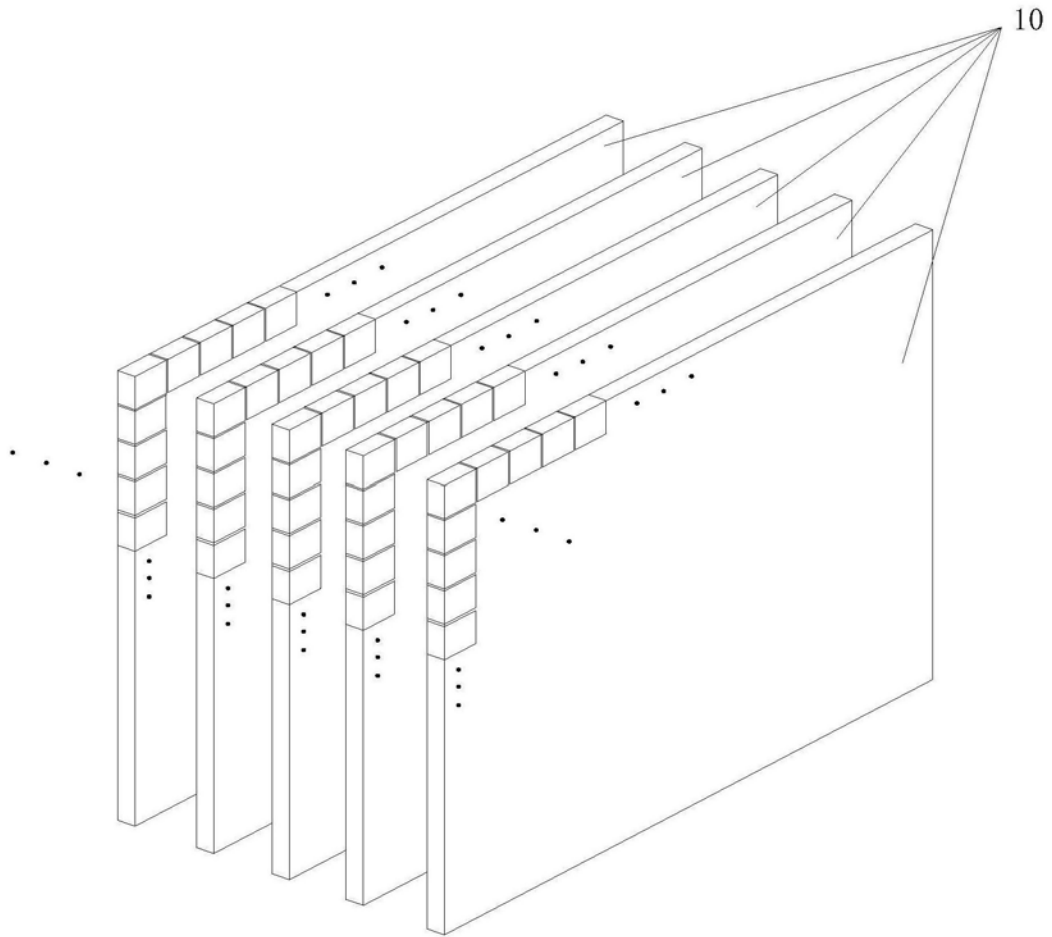


图1

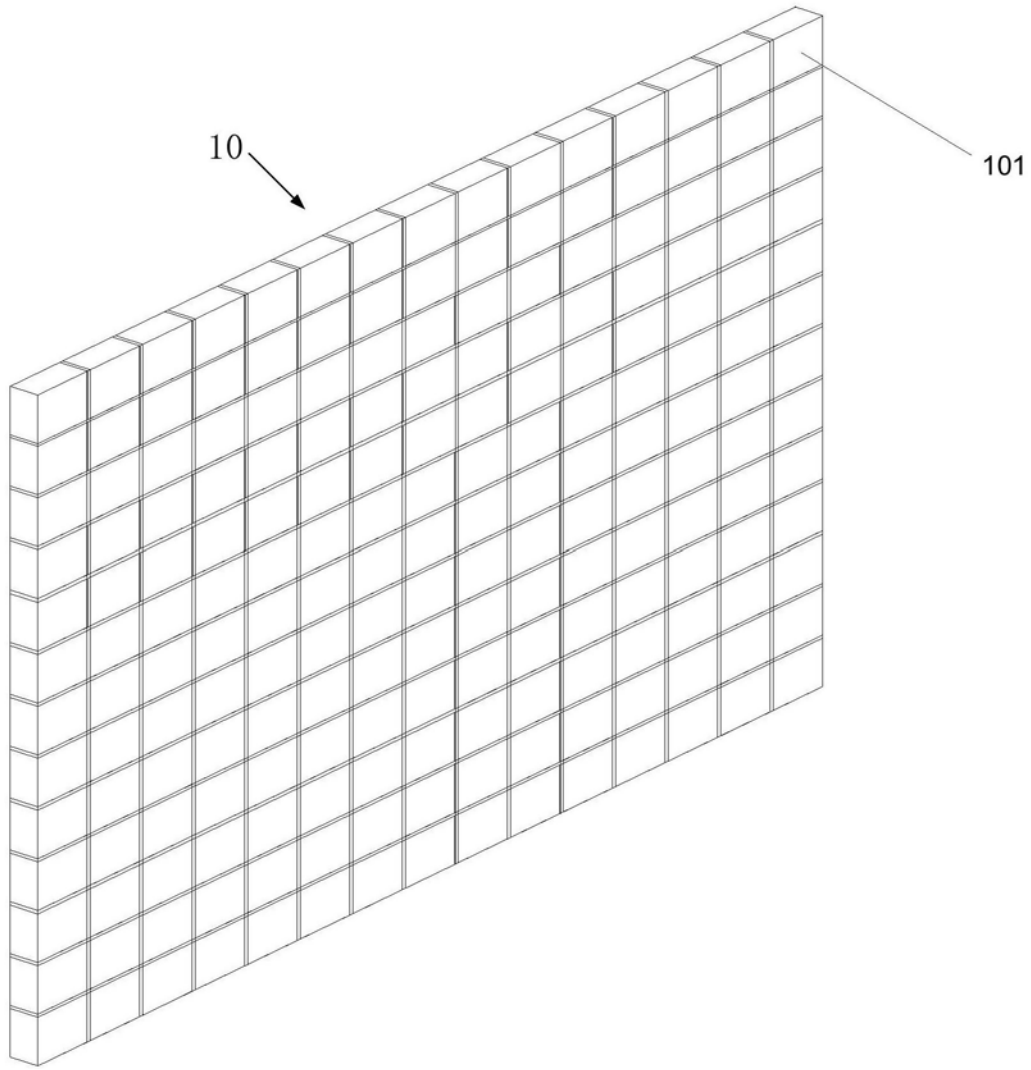


图2

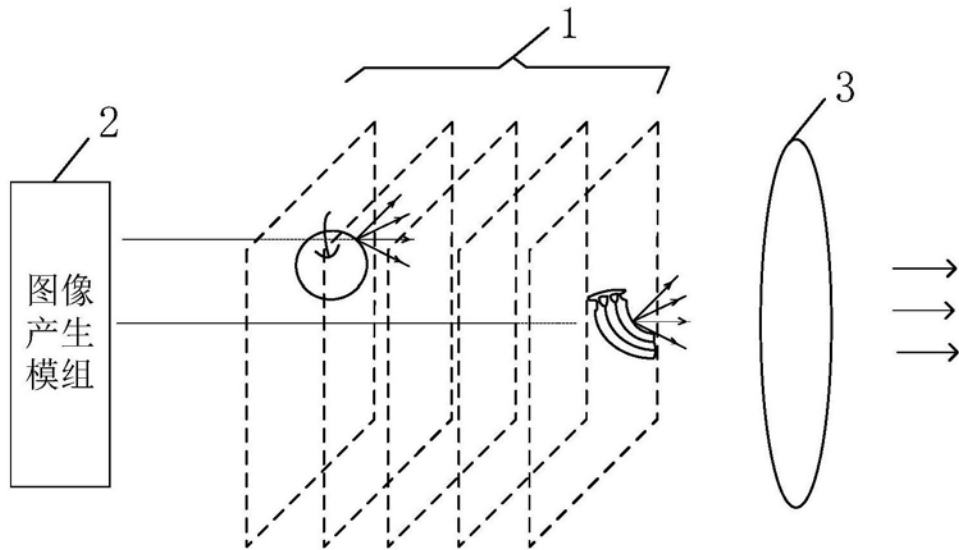


图3

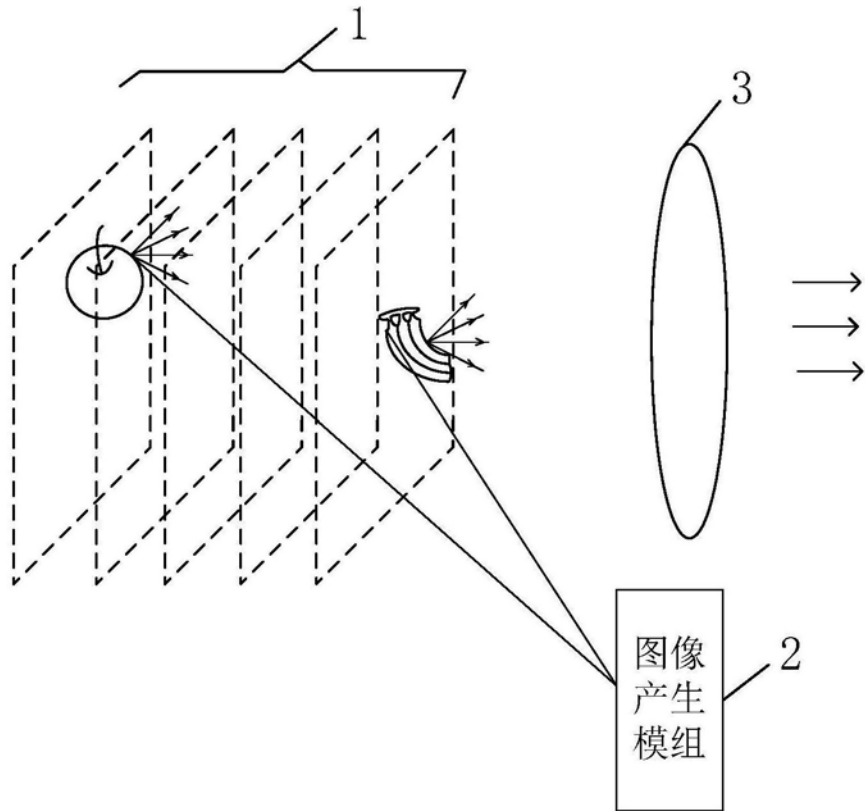


图4



图5

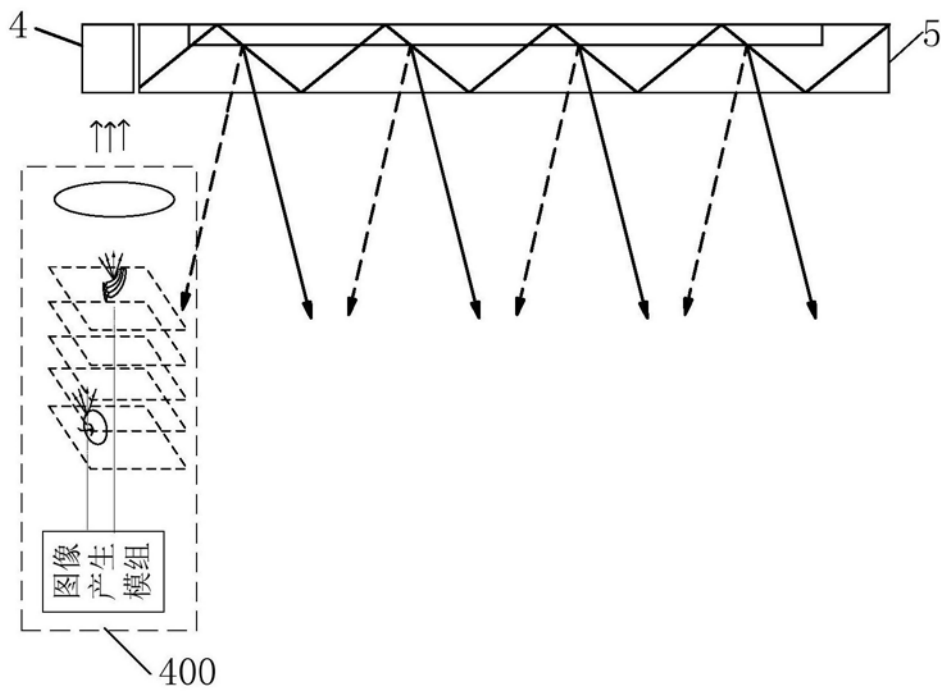


图6

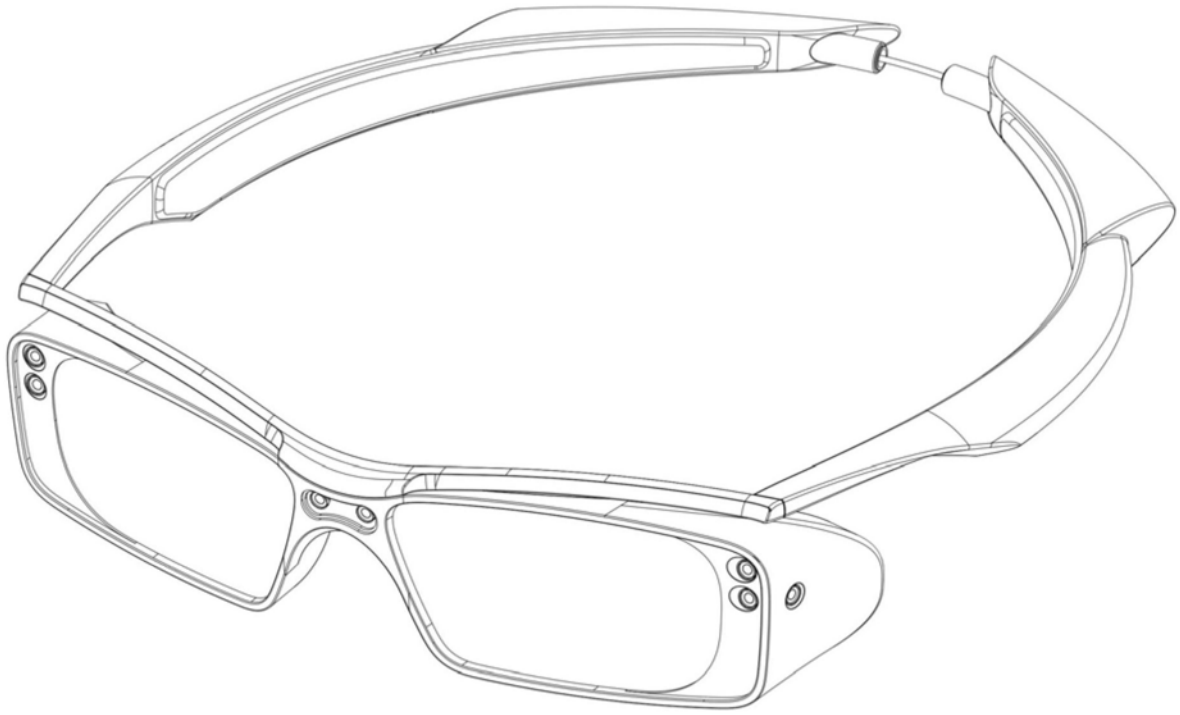


图7