



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109031668 B

(45) 授权公告日 2020.12.01

(21) 申请号 201811091134.3
 (22) 申请日 2018.09.18
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 109031668 A
 (43) 申请公布日 2018.12.18
 (73) 专利权人 京东方科技集团股份有限公司
 地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥路10号
 专利权人 北京京东方显示技术有限公司
 (72) 发明人 王明超 李砚秋
 (74) 专利代理机构 北京中博世达专利商标代理
 有限公司 11274
 代理人 张雨竹
 (51) Int.Cl.
 G02B 27/01 (2006.01)

(56) 对比文件
 CN 106412400 A, 2017.02.15
 US 2018196263 A1, 2018.07.12
 WO 2014066662 A1, 2014.05.01
 CN 101414425 A, 2009.04.22
 CN 106406517 A, 2017.02.15
 CN 206039053 U, 2017.03.22
 CN 107783291 A, 2018.03.09
 CN 106896432 A, 2017.06.27
 CN 107993260 A, 2018.05.04
 CN 107942517 A, 2018.04.20

审查员 王硕

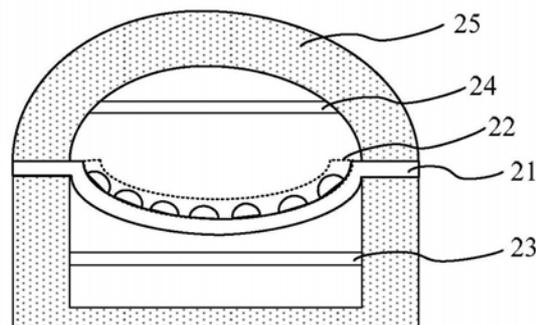
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称
 一种虚拟现实装置及其焦距智能调节方法

(57) 摘要

本发明的实施例提供一种虚拟现实装置及其焦距智能调节方法,涉及虚拟现实技术领域,可实现焦距的自动调节,以使用户看到清晰的像。一种虚拟现实装置,包括:框体;两个透明的调焦成像结构,间隔设置于所述框体内;所述调焦成像结构包括成像部和弹性微透镜阵列,所述成像部用于模仿人眼的视网膜进行成像并输出成像信号,所述弹性微透镜阵列位于所述成像部的入光侧;处理器,用于将所述成像部输出的成像信号形成图片,并根据所述图片调节所述弹性微透镜阵列的焦距,直至所述图片达到清晰为止。

20



1. 一种虚拟现实装置,其特征在于,包括:

框体;

两个透明的调焦成像结构,间隔设置于所述框体内;所述调焦成像结构包括成像部和弹性微透镜阵列,所述成像部用于模仿人眼的视网膜进行成像并输出成像信号,所述弹性微透镜阵列设置于所述成像部上,位于所述成像部的入光侧;

处理器,用于将所述成像部输出的成像信号形成图片,并根据所述图片调节所述弹性微透镜阵列的焦距,使所述图片清晰;

所述成像部包括柔性基底,所述柔性基底的材料包括电致变形的柔性材料;

所述调焦成像结构还包括第一电极和第二电极;所述处理器通过控制加载于所述第一电极和所述第二电极上的电压,可使成像部的柔性基底发生伸缩变形,来调节所述弹性微透镜阵列的焦距。

2. 根据权利要求1所述的虚拟现实装置,其特征在于,所述处理器根据所述图片调节所述弹性微透镜阵列的焦距,使所述图片清晰,包括:

所述处理器根据所述图片,获取所述图片的张量,并利用神经网络模型对获取的张量进行数学运算和处理,不断调节所述弹性微透镜阵列的焦距,以使所述图片清晰。

3. 根据权利要求1所述的虚拟现实装置,其特征在于,所述成像部还包括设置于所述柔性基底上的至少一个感光元件。

4. 根据权利要求3所述的虚拟现实装置,其特征在于,所述弹性微透镜阵列和所述成像部设置于所述第一电极和所述第二电极之间,且所述弹性微透镜阵列和所述成像部与所述第一电极和所述第二电极之间具有间距。

5. 根据权利要求4所述的虚拟现实装置,其特征在于,所述第一电极包括多个相互绝缘的第一子电极,且所述第一子电极呈网格结构;

所述第二电极包括多个相互绝缘的第二子电极,且所述第二子电极呈网格结构。

6. 根据权利要求4所述的虚拟现实装置,其特征在于,所述调焦成像结构还包括腔体;

所述弹性微透镜阵列、所述成像部、所述第一电极和所述第二电极封装于所述腔体内。

7. 根据权利要求3所述的虚拟现实装置,其特征在于,所述柔性基底的材料包括聚氨酯弹性体。

8. 根据权利要求1所述的虚拟现实装置,其特征在于,所述弹性微透镜阵列的材料包括透明的高分子材料。

9. 根据权利要求1所述的虚拟现实装置,其特征在于,还包括主视板,所述主视板包括对应于人双眼位置的两个通孔;

两个所述调焦成像结构与两个所述通孔一一对应设置;

所述框体远离所述主视板的前端还设置有手机放置槽。

10. 一种如权利要求1-9任一项所述的虚拟现实装置的焦距智能调节方法,其特征在于,包括:

将所述虚拟现实装置中成像部输出的成像信号形成图片,并根据所述图片调节弹性微透镜阵列的焦距,直至使所述图片清晰。

11. 根据权利要求10所述的虚拟现实装置的焦距智能调节方法,其特征在于,根据所述图片调节弹性微透镜阵列的焦距,直至使所述图片清晰,包括:

根据所述图片,获取所述图片的张量,并利用神经网络模型对获取的张量进行数学运算和处理,不断调整所述弹性微透镜阵列的焦距,直至使所述图片清晰。

12.一种计算机可读介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被执行时,实现如权利要求10或11所述的虚拟现实装置的焦距智能调节方法。

一种虚拟现实装置及其焦距智能调节方法

技术领域

[0001] 本发明涉及虚拟现实技术领域,尤其涉及一种虚拟现实装置及其焦距智能调节方法。

背景技术

[0002] VR(Virtual Reality,虚拟显示)是指将虚拟的信息应用到真实世界,真实的环境和虚拟的物体实时地叠加到了同一个画面或空间同时存在。

[0003] 目前的虚拟现实装置主要通过诸如红外测距或者陀螺仪等方式判断使用者与显示器之间的距离,进而通过各种偏光系统进行手动调节显示器与透镜之间的距离,或者提供纷繁复杂的数据库对最佳明视距离进行调节,从而实现较强的沉浸感。

发明内容

[0004] 本发明的实施例提供一种虚拟现实装置及其焦距智能调节方法,可实现焦距的自动调节,以使用户看到清晰的像。

[0005] 为达到上述目的,本发明的实施例采用如下技术方案:

[0006] 一方面,提供一种虚拟现实装置,包括:框体;两个透明的调焦成像结构,间隔设置于所述框体内;所述调焦成像结构包括成像部和弹性微透镜阵列,所述成像部用于模仿人眼的视网膜进行成像并输出成像信号,所述弹性微透镜阵列位于所述成像部的入光侧;处理器,用于将所述成像部输出的成像信号形成图片,并根据所述图片调节所述弹性微透镜阵列的焦距,使所述图片清晰。

[0007] 可选的,所述处理器根据所述图片调节所述弹性微透镜阵列的焦距,使所述图片清晰,包括:所述处理器根据所述图片,获取所述图片的张量,并利用神经网络模型对获取的张量进行数学运算和处理,不断调节所述弹性微透镜阵列的焦距,以使所述图片清晰。

[0008] 可选的,所述成像部包括柔性基底以及设置于所述柔性基底上的至少一个感光元件;所述柔性基底的材料包括电致变形的柔性材料。

[0009] 进一步可选的,所述弹性微透镜阵列设置于所述成像部上。

[0010] 可选的,所述调焦成像结构还包括第一电极和第二电极;所述弹性微透镜阵列和所述成像部设置于所述第一电极和所述第二电极之间,且所述弹性微透镜阵列和所述成像部与所述第一电极和所述第二电极之间具有间距;所述处理器通过控制加载于所述第一电极和所述第二电极上的电压,来调节所述弹性微透镜阵列的焦距。

[0011] 可选的,所述第一电极包括多个相互绝缘的第一子电极,且所述第一子电极呈网格结构;所述第二电极包括多个相互绝缘的第二子电极,且所述第二子电极呈网格结构。

[0012] 可选的,所述调焦成像结构还包括腔体;所述弹性微透镜阵列、所述成像部、所述第一电极和所述第二电极封装于所述腔体内。

[0013] 可选的,所述柔性基底的材料包括聚氨酯弹性体。

[0014] 可选的,所述弹性微透镜阵列的材料包括透明的高分子材料。

[0015] 可选的,所述虚拟现实装置还包括主视板,所述主视板包括对应于人双眼位置的两个通孔;两个所述调焦成像结构与两个所述通孔一一对应设置;所述框体远离所述主视板的前端还设置有手机放置槽。

[0016] 另一方面,提供一种如上述的虚拟现实装置的焦距智能调节方法,包括:将所述虚拟现实装置中成像部输出的成像信号形成图片,并根据所述图片调节弹性微透镜阵列的焦距,直至使所述图片清晰。

[0017] 可选的,根据所述图片调节弹性微透镜阵列的焦距,直至使所述图片清晰,包括:根据所述图片,获取所述图片的张量,并利用神经网络模型对获取的张量进行数学运算和处理,不断调整所述弹性微透镜阵列的焦距,直至使所述图片清晰。

[0018] 再一方面,提供一种计算机可读介质,其上存储有计算机程序,所述计算机程序被执行时,实现如上述的虚拟现实装置的焦距智能调节方法。

[0019] 本发明的实施例提供一种虚拟现实装置及其焦距智能调节方法,通过在虚拟现实装置中设置包括成像部和弹性微透镜阵列的调焦成像结构,并使成像部模仿人眼的视网膜进行成像,可相当于在人眼进行成像,这样,当处理器调节弹性微透镜阵列的焦距,直至成像部输出的成像信号形成的图片达到清晰时,可使用户看到清晰的像,从而使得本发明虚拟现实装置的沉浸效果较好。此外,由于上述的调焦过程是自动调节过程,无需手动以及外联设备调节,因而能够更好的实现虚拟现实装置的独立性,用户体验较高。

附图说明

[0020] 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。

[0021] 图1为本发明的实施例提供的一种虚拟现实装置的示意图;

[0022] 图2为本发明的实施例提供的一种虚拟现实装置中调焦成像结构与处理器连接的示意图;

[0023] 图3为本发明的实施例提供的一种调焦成像结构的示意图;

[0024] 图4为本发明的实施例提供的一种图片色彩的张量示意图;

[0025] 图5a为本发明的实施例提供的一种BP神经网络模型示意图;

[0026] 图5b为本发明的实施例提供的另一种BP神经网络模型示意图;

[0027] 图6为本发明的实施例提供的再一种调焦成像结构的示意图;

[0028] 图7a为本发明的实施例提供的另一种调焦成像结构的示意图;

[0029] 图7b为对图7a的调焦成像结构中第一电极和第二电极加压后的示意图;

[0030] 图8a为本发明的实施例提供的一种第一电极的结构示意图;

[0031] 图8b为本发明的实施例提供的一种第二电极的结构示意图;

[0032] 图9为本发明的实施例提供的另一种虚拟现实装置的示意图。

[0033] 附图标记:

[0034] 10-框体;20-调焦成像结构;21-成像部;22-弹性微透镜阵列;23-第一电极;24-第二电极;25-腔体;30-处理器;40-主视板;41-通孔;50-手机放置槽;211-柔性基底;212-感

光元件;231-第一子电极;241-第二子电极。

具体实施方式

[0035] 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做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。

[0036] 本发明实施例提供一种虚拟现实装置,如图1和图2所示,包括:框体10、两个透明的调焦成像结构20以及处理器30。

[0037] 两个透明的调焦成像结构20,间隔设置于框体10内。如图3所示,调焦成像结构20包括成像部21和弹性微透镜阵列22,成像部21用于模仿人眼的视网膜进行成像并输出成像信号,弹性微透镜阵列22位于成像部21的入光侧。

[0038] 处理器30,用于将成像部21输出的成像信号形成图片,并根据所述图片调节弹性微透镜阵列22的焦距,使所述图片清晰。

[0039] 由于成像部21可模仿人眼的视网膜进行成像,且当用户佩戴本发明的虚拟现实装置时,成像部21位于弹性微透镜阵列22和人眼之间,成像部21模仿人眼的视网膜进行成像,成像部21输出的成像信号形成的图片清晰后再到达人眼,可使用户看到清晰的像。这样,当通过处理器30调节弹性微透镜阵列22的焦距,直至成像部21输出的成像信号形成的图片清晰时,意味着在此焦距下,人眼可以看到清晰的像。

[0040] 由此可知,当弹性微透镜阵列22的焦距调节到能使成像部21输出的成像信号形成的图片清晰后,即虚拟现实装置正常使用时,成像部21无需再工作,光线透过成像部21而射入人眼。

[0041] 需要说明的是,由于在虚拟现实装置正常使用时,光线必然先通过调焦成像结构20再到达人眼,因而,构成调焦成像结构20的各部件(包括上述的成像部21和弹性微透镜阵列22)都应透明。

[0042] 对于弹性微透镜阵列22而言,正是由于其具有弹性,因此,容易控制其变形,从而改变其焦距。

[0043] 本发明实施例提供一种虚拟现实装置,通过在虚拟现实装置中设置包括成像部21和弹性微透镜阵列22的调焦成像结构20,并使成像部21模仿人眼的视网膜进行成像,可相当于在人眼进行成像,这样,当处理器30调节弹性微透镜阵列22的焦距,使成像部21输出的成像信号形成的图片清晰时,可使用户看到清晰的像,从而使得本发明虚拟现实装置的沉浸效果较好。此外,由于上述的调焦过程是自动调节过程,无需手动以及外联设备调节,因而能够更好的实现虚拟现实装置的独立性,用户体验较高。

[0044] 可选的,处理器30根据所述图片调节弹性微透镜阵列22的焦距,使所述图片清晰,包括:处理器30根据所述图片,获取所述图片的张量,并利用神经网络模型对获取的张量进行数学运算和处理,不断调整弹性微透镜阵列22的焦距,以使所述图片清晰。

[0045] 以所述图片为R(红)G(绿)B(蓝)彩色图片为例,任意一张RGB彩色图片都可表示成一个三阶张量,三个维度分别是图片的高度、宽度和色彩数据。

[0046] 对于RGB彩色图片,按照RGB三原色,可以将其拆分成红、绿、蓝三张图片。如果将这

种表示方法用张量的形式表示,则如图4所示,表示图片色彩的张量。在表中每个方格代表一个像素点,其中 $[1.0,0,0]$ 表示红色, $[0,1.0,0]$ 表示绿色, $[0,0,1.0]$ 表示蓝色。

[0047] 在此基础上,可以根据需要进行扩展,例如可以使用4阶张量表示一个包含多张图片的数据集,其中,4个维度分别为图片在数据集中的编号、图片的高度、宽度和色彩数据。

[0048] 在获取图片的张量的基础上,利用神经网络模型对获取的张量进行数学运算和处理,通过不断的“学习”,不断纠正神经网络的实际输出结果和预期结果之间的误差,而纠正神经网络的实际输出结果的过程,也是调节弹性微透镜阵列22焦距的过程,从而最终使图片达到清晰为止。

[0049] 可选的,神经网络模型可以是BP神经网络模型。

[0050] BP神经网络模型的基本架构,如图5a和图5b所示。图5a中以隐藏层为一层进行示意,图5b中以隐藏层为两层(分别为隐藏层1和隐藏层2)进行示意,但本发明在实际应用中并不限于此,隐藏层也可以是两层以上。

[0051] 本发明实施例中,将图片的数据抽象成张量表示,然后再输入神经网络模型进行后续处理是一种非常高效的策略。因为如果没有这一步骤,就需要根据各种不同类型的数据组织形式定义各种不同类型的数据操作,这会浪费大量的开发者精力。

[0052] 此外,本发明实施例采用人工智能算法能够更好的实现焦距的自调节功能,相比于传统的数据库对比方式,本发明能够更有效的实现图像的真实再现从而达到增强用户体验的目的。

[0053] 可选的,如图3所示,成像部21包括柔性基底211、设置于柔性基底211上的至少一个感光元件212;柔性基底211的材料包括电致变形的柔性材料。在一些实施例中,如图3所示,感光元件212为多个。

[0054] 可以理解的是,感光元件212用于将光信号转换为电信号(即上述的成像信号),而为了将电信号输出,必然需要设置与感光元件212连接的引线,因而,在柔性基底211上还形成有与感光元件212连接引线。

[0055] 其中,感光元件212既可以使用二极管工艺制备,也可以使用半导体行业普遍流行的薄膜晶体管工艺制备。采用半导体行业的薄膜晶体管制备工艺进行制备感光元件212时,在制备过程中需要保证有源层具有良好感光性,即有源层采用光敏材料。

[0056] 将柔性基底211的材料设置为电致变形材料,可使柔性基底211在电场的作用下变形,从而形成半球形,而由于感光元件212位于柔性基底211上,因而,可使成像部21模仿人眼的视网膜进行成像。

[0057] 可选的,柔性基底211的材料包括柔性的高聚物。

[0058] 任何电介质在外电场(以E表示其电场强度)的作用下都会出现应力,应力的大小与E的2次方成线性关系,这种效应被称为电致伸缩效应。其中,上述的应力将使电介质产生相应的应变,而该应变称为电致伸缩应变。电致伸缩应变是由电场中电介质的极化所引起的,发生在所有的电介质中,电致伸缩效应的优点在于它的电场-应变关系非常稳定。由此可知,电致伸缩应变属于电致变形的一种。

[0059] 由于柔性的高聚物,特别是聚氨酯弹性体能够产生非常大的电场诱导应变,并且这一应变与外电场强度的2次方成正比,因此,可采用柔性的高聚物特别是聚氨酯弹性体来制备柔性基底211。

[0060] 其中,当采用聚氨酯弹性体制备柔性基底211时,可采用有机多元异氰酸酯和端羟基化合物为原料经过预聚反应和扩链反应形成薄膜状的聚氨酯弹性体柔性基底211。

[0061] 在柔性基底211的材料包括电致变形的柔性材料基础上,如图6所示,弹性微透镜阵列22设置于成像部21上。

[0062] 弹性微透镜阵列22可以采用透明的高分子材料,例如PDMS(聚二甲基硅氧烷)制备,在工艺上可通过涂胶、曝光、显影、刻蚀等工艺。

[0063] 将弹性微透镜阵列22设置在成像部21上,使得成像部21的柔性基底211在变形时,带动弹性微透镜阵列22变形,从而实现对弹性微透镜阵列22焦距的调节。这样,通过简单的结构既可以实现模仿人眼的视网膜进行成像,又可以实现对弹性微透镜阵列22焦距的调节。

[0064] 需要说明的是,弹性微透镜阵列22可直接形成于成像部21上,也可先在成像部21上形成其他膜层,然后在此膜层上形成弹性微透镜阵列22。但是,在弹性微透镜阵列22和成像部21之间还存在其他膜层时,应保证该膜层不会影响弹性微透镜阵列22在成像部21的柔性基底211的带动下变形。

[0065] 在此基础上,如图7a所示,调焦成像结构20还包括第一电极23和第二电极24;弹性微透镜阵列22和成像部21设置于第一电极23和第二电极24之间,且弹性微透镜阵列22和成像部21与第一电极23和第二电极24之间具有间距。

[0066] 基于此,处理器30通过控制加载于第一电极23和第二电极24上的电压,来调节弹性微透镜阵列22的焦距。

[0067] 其中,为保证调焦成像结构20的透光性,第一电极23和第二电极24应该使用透明性极高的导电材料,例如可以选用氧化铟锡(ITO)。在工艺上,第一电极23和第二电极24可通过镀膜、涂胶、曝光、显影、刻蚀等工艺形成。

[0068] 可以理解的是,使弹性微透镜阵列22和成像部21与第一电极23和第二电极24之间具有间距,目的在于预留出成像部21的柔性基底211的变形空间。

[0069] 处理器30通过控制加载于第一电极23和第二电极24上的电压,如图7b所示,可使成像部21的柔性基底211发生伸缩变形,从而调节弹性微透镜阵列22的焦距。

[0070] 进一步的,如图8a所示,第一电极23包括多个相互绝缘的第一子电极231,且第一子电极231呈网格结构。如图8b所示,第二电极24包括多个相互绝缘的第二子电极241,且第二子电极241呈网格结构。

[0071] 通过将第一电极23和第二电极24的结构均设置为网格结构,可提高调焦成像结构20整体透过率。在此基础上,通过将第一电极23设置为包括多个相互绝缘的第一子电极231的结构,将第二电极24设置为包括多个相互绝缘的第二子电极241的结构,容易控制柔性基底211在不同区域的弯曲程度不同,从而根据加载于第一电极23和第二电极24上的电压,可获得预期的形变。

[0072] 如图7a所示,调焦成像结构20还包括腔体25;弹性微透镜阵列22、成像部21、第一电极23和第二电极24封装于腔体25内。

[0073] 腔体25的主要作用是将弹性微透镜阵列22、成像部21、第一电极23和第二电极24等进行有效的封装。其中,腔体25的材料可以包括透明的高分子材料,例如PMMA(聚甲基丙烯酸甲酯)。腔体25的形状可以多种多样,例如腔体25的形状可以是圆形。

[0074] 基于上述的描述,如图9所示,所述虚拟现实装置还包括主视板40,主视板40包括对应于人双眼位置的两个通孔41;两个调焦成像结构20与两个通孔41一一对应设置。在此基础上,框体10远离主视板40的前端还设置有手机放置槽50。

[0075] 基于此,用户在使用该虚拟现实装置时,通过将手机置于手机放置槽50内,并使手机的屏幕面向主视板40,双眼与主视板40的两个通孔41对应,即可通过该虚拟现实装置进行用户体验,使用简单便捷,可适用各类人群。

[0076] 本发明的实施例还提供一种如上述的虚拟现实装置的焦距智能调节方法,包括:将虚拟现实装置中成像部21输出的成像信号形成图片,并根据所述图片调节弹性微透镜阵列22的焦距,直至使所述图片清晰。由于该调焦过程是自动调节过程,无需手动以及外联设备调节,因而能够更好的实现虚拟现实装置的独立性,用户体验较高。

[0077] 可选的,根据所述图片调节弹性微透镜阵列22的焦距,直至使所述图片清晰,包括:根据所述图片,获取所述图片的张量,并利用神经网络模型对获取的张量进行数学运算和处理,不断调整所述弹性微透镜阵列22的焦距,直至使所述图片清晰。

[0078] 对于图片的张量以及神经网络模型,可参考上述相关描述,在此不再赘述。

[0079] 在此基础上,基于神经网络模型,可根据相应的算法模型,通过不断的“学习”,不断纠正神经网络的实际输出结果和预期结果之间的误差。而纠正神经网络的实际输出结果的过程,也是调节弹性微透镜阵列22焦距的过程,从而最终使图片达到清晰为止。

[0080] 示例的,以图5a所示的BP神经网络模型为例。该神经网络由三部分组成,分别是最左侧的输入层、中间的隐藏层、以及最右侧的输出层。输入层、隐藏层和输出层中,层与层之间用线连接在一起,每条连接线都有一个对应的权重值。

[0081] 基于此,首先初始化神经网络的权重值。之后,利用初始化的权重值计算所有输入量对应的输出值。然后,将输出值与预期值对比,若对比结果低于阈值,则需要修正神经网络的权重值;利用更新得到的权重值重新计算所有输入量对应的输出值,重复上述过程,直至对比结果大于等于阈值。

[0082] 本领域普通技术人员可以理解:实现上述方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成,前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中,该程序在执行时,执行包括上述方法实施例的步骤;而前述的存储介质包括:ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0083] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

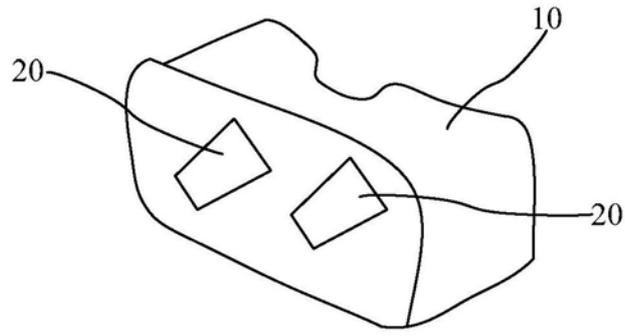


图1

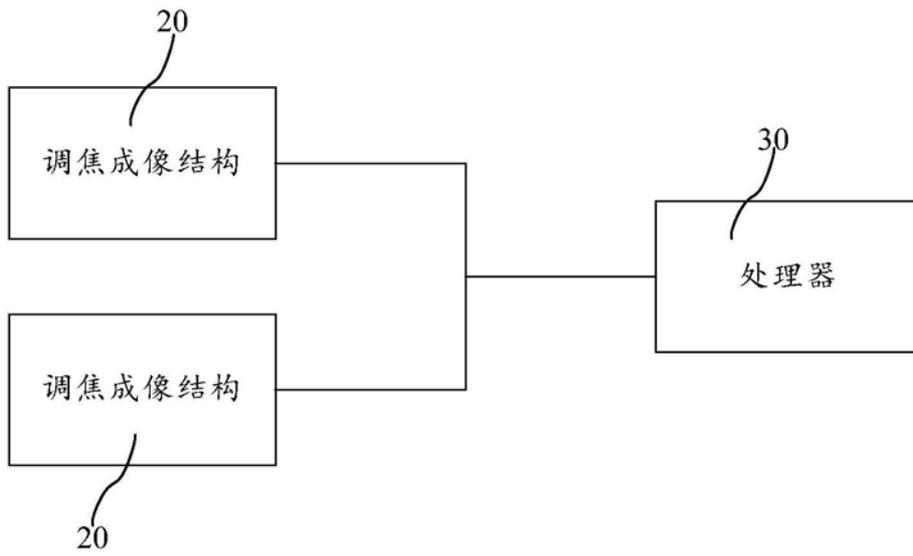


图2

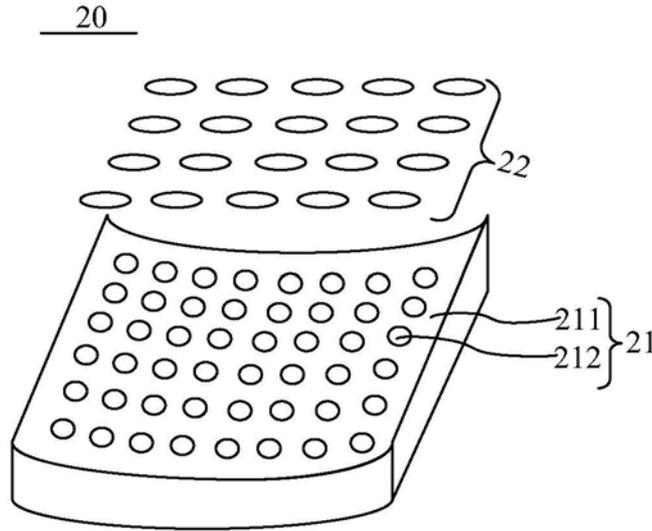


图3

	0	1	2	3	...	n
0	[1.0,1.0,2.0]	[1.0,1.0,2.0]	[1.0,1.0,2.0]	[1.0,1.0,1.0]	...	[1.0,1.0,3.0]
1	[1.0,1.0,2.1]	[1.0,1.0,2.2]	[1.0,1.0,2.3]	[1.0,1.0,2.4]	...	[1.0,1.0,2.4]
2	[1.0,1.0,2.2]	[1.0,1.0,2.3]	[1.0,2.0,2.4]	[2.0,2.0,2.5]	...	[2.7,2.0,2.5]
3	[1.0,1.0,2.3]	[1.0,1.5,2.4]	[1.0,2.0,2.5]	[2.0,3.0,2.6]	...	[2.7,3.0,2.6]
4	[1.0,1.0,2.4]	[1.0,1.5,2.5]	[1.0,2.0,2.6]	[2.0,2.0,2.7]	...	[2.7,2.0,2.7]
5	[1.0,1.0,2.5]	[1.0,1.0,2.6]	[1.0,1.0,2.7]	[2.0,2.5,2.8]	...	[2.7,2.5,2.8]
6	[1.0,1.0,2.6]	[1.0,1.5,2.7]	[1.0,1.0,2.8]	[2.6,2.0,2.9]	...	[2.6,2.0,2.9]
...
n	[1.0,2.0,3.6]	[1.0,1.0,2.7]	[2.0,3.0,2.6]	[2.7,2.0,2.7]	...	[2.0,2.7,2.9]

图4

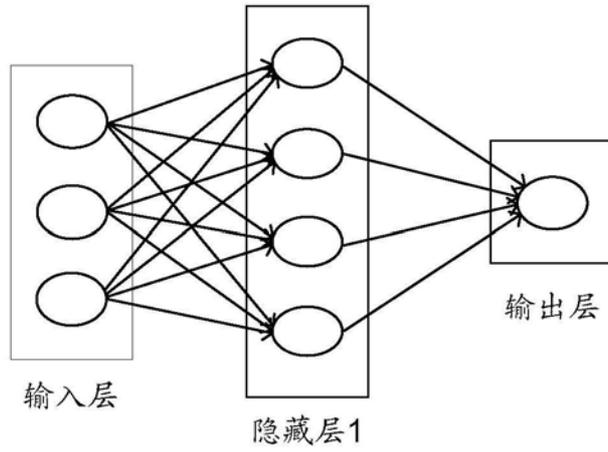


图5a

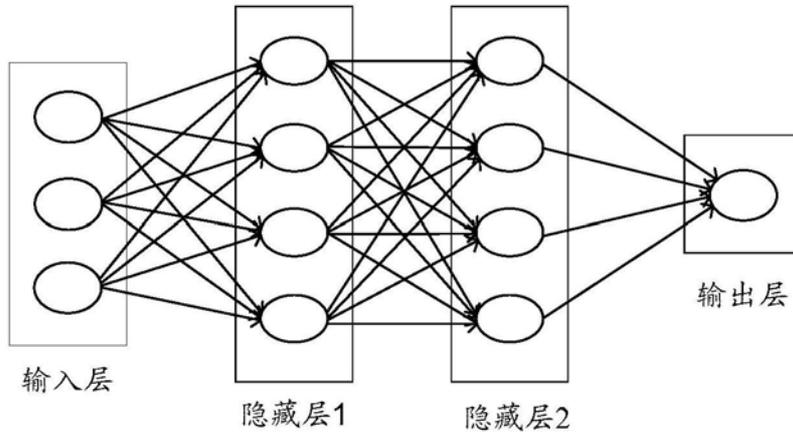


图5b

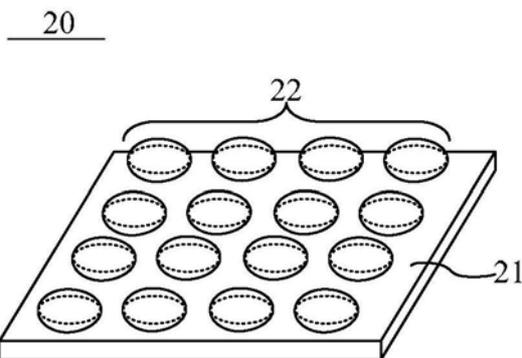


图6

20

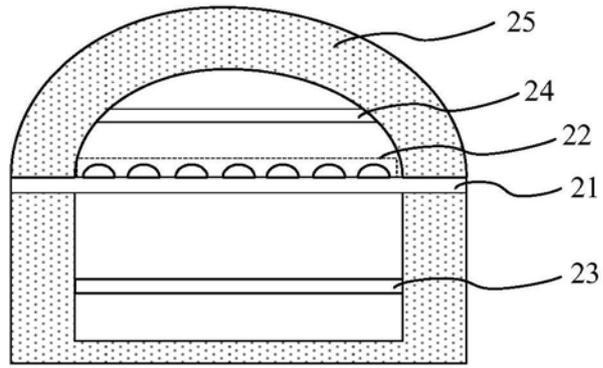


图7a

20

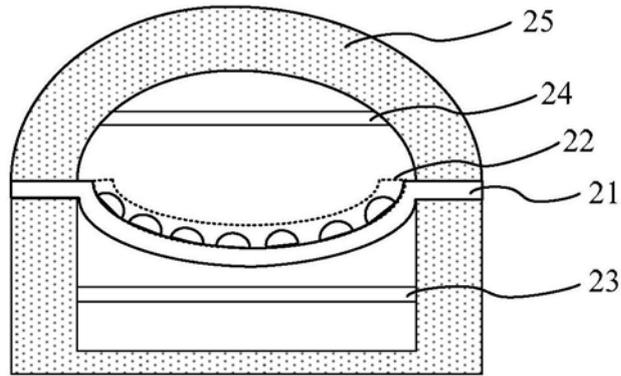


图7b

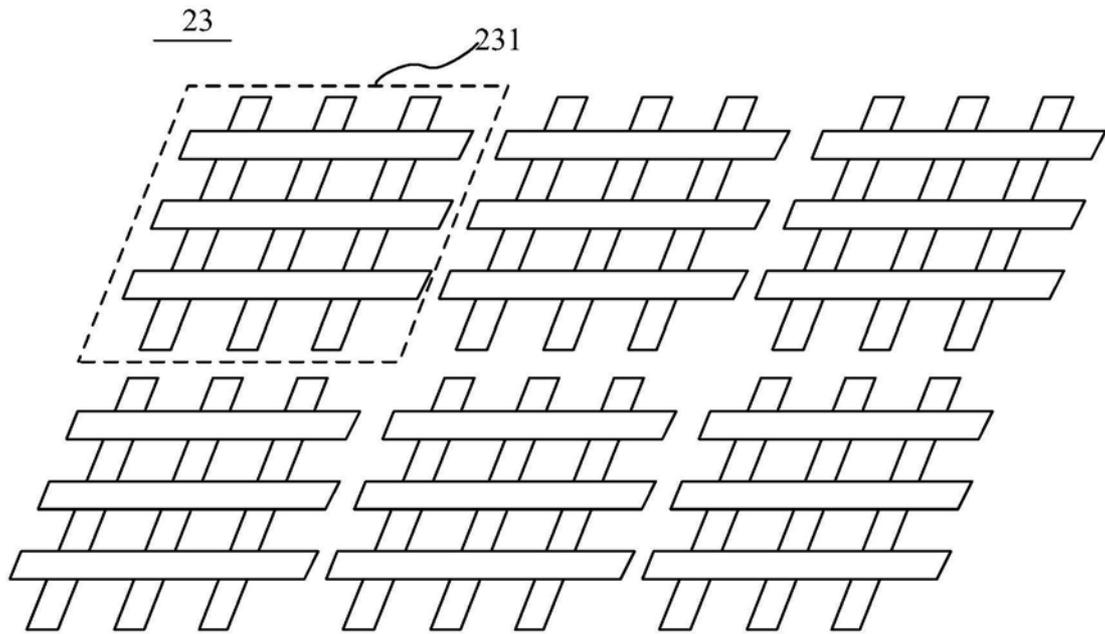


图8a

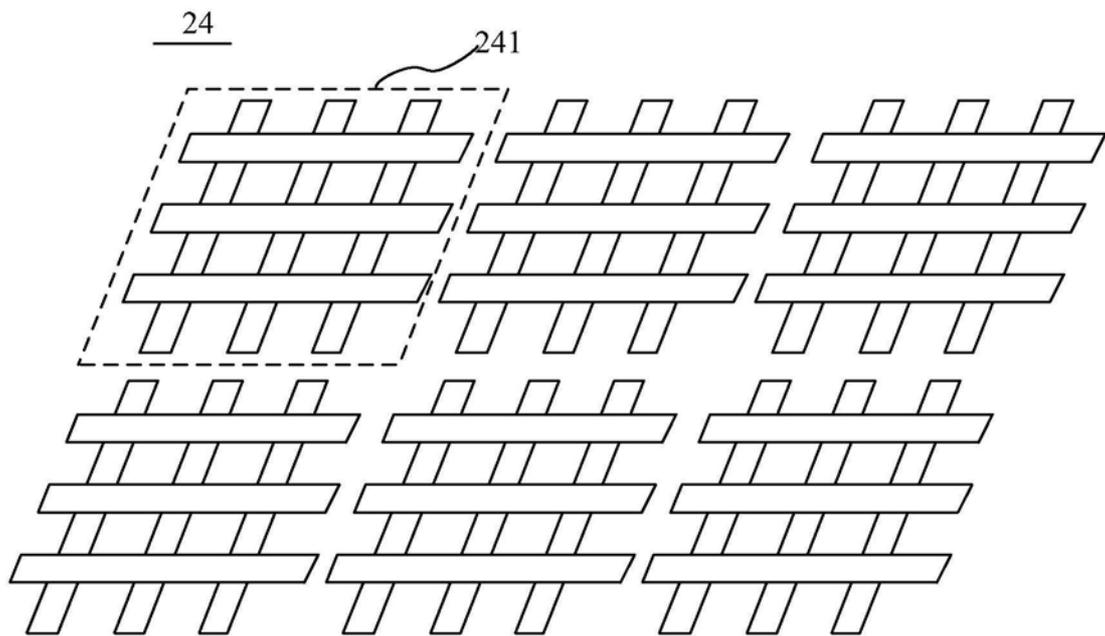


图8b

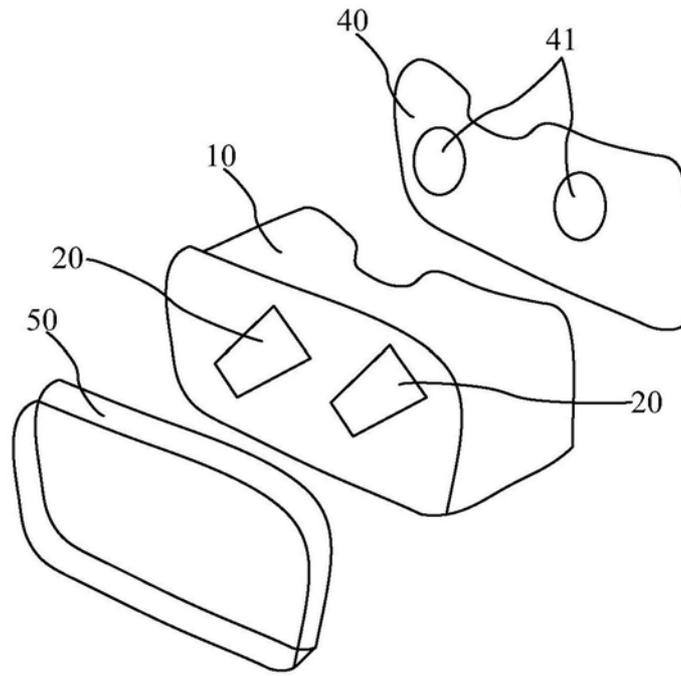


图9