



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112654902 A

(43) 申请公布日 2021.04.13

(21) 申请号 201980053978.5

(22) 申请日 2019.08.09

(30) 优先权数据

16/101,333 2018.08.10 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.02.10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2019/045988 2019.08.09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/033882 EN 2020.02.13

(71) 申请人 威尔乌集团

地址 美国华盛顿

(72) 发明人 J·M·哈德曼

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 李隆涛

(51) Int.Cl.

G02B 5/30 (2006.01)

G02B 27/01 (2006.01)

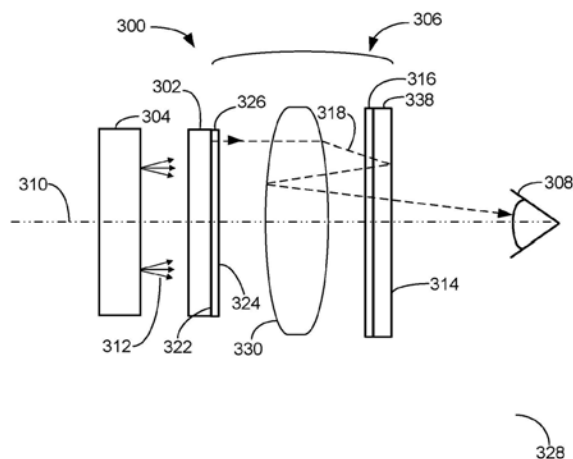
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54) 发明名称

具有空间变化相移器光学器件的头戴式显示器 (HMD)

(57) 摘要

头戴式显示器或其他近眼显示器包含光学器件,该光学器件包括空间变化相移器(SVR)。SVR可以包括一层或多层双折射材料。进入和离开SVR的光经历偏振的变化,其中光的相位被修改,修改的量对于SVR的不同部分是不同的。由像素化显示设备产生的图像的光的焦距被光学器件缩短,使得图像可以聚焦到相对靠近像素化显示设备的用户的眼睛上。



1. 一种系统,其包括:
信息显示器;和
透镜组件,其用于将来自所述信息显示器的光导向用户的眼睛,其中所述透镜组件包括:
所述光进入所述透镜组件的入射侧;
所述光从所述透镜组件射出的出射侧;
空间变化相移器 (SVR),其用于将通过所述SVR的光的相位修改,修改的量对于所述SVR的不同部分是不同的;和
偏振分束器或部分反射镜中的至少一个,其设置在所述SVR与所述透镜组件的所述出射侧之间。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述SVR包括一层或多层双折射材料。
3. 根据权利要求2所述的系统,其中所述一层或多层双折射材料包括液晶元件的多个扭曲的双折射层。
4. 根据权利要求1所述的系统,其中所述系统被结合到可头戴式设备中。
5. 根据权利要求1所述的系统,其中所述SVR是四分之一波片的一部分。
6. 根据权利要求1所述的系统,其中所述透镜组件还包括:
第一四分之一波片;
第二四分之一波片;和
在第一四分之一波片和第二四分之一波片之间的透镜,
其中所述SVR是第一四分之一波片或第二四分之一波片中至少一个的一部分。
7. 根据权利要求6所述的系统,其中:
第一四分之一波片设置在所述信息显示器上
第二四分之一波片设置在所述偏振分束器或所述部分反射镜上;和
所述SVR是第二四分之一波片的一部分。
8. 根据权利要求7所述的系统,其中所述SVR是第一SVR,并且其中所述透镜组件还包括第二SVR,所述第二SVR是所述第一四分之一波片的一部分。
9. 一种方法,其包括:
使用像素化显示设备生成图像;
将所述图像的光引导至透镜组件以将所述图像的焦距修改为修改的焦距,所述透镜组件包括:
空间变化相移器 (SVR),其被配置为将通过所述SVR的光的相位修改,修改的量对于所述SVR的不同部分是不同的;和
偏振分束器、部分反射镜或线性偏振器中的至少一个,其设置在所述SVR与所述透镜组件的出射侧之间;和
将具有所述修改的焦距的图像投影到用户的眼睛上。
10. 根据权利要求9所述的方法,其中所述SVR包括可聚合液晶的多个双折射层。
11. 根据权利要求9所述的方法,其中所述SVR是四分之一波片的一部分。
12. 根据权利要求11所述的方法,其中所述四分之一波片包括第一四分之一波片,并且其中所述透镜组件还包括:

第二四分之一波片;和

在第一四分之一波片和第二四分之一波片之间插入的分束器。

13. 根据权利要求11所述的方法,其中所述SVR是第一SVR,并且所述四分之一波片包括第一四分之一波片,并且其中所述透镜组件还包括作为所述第二四分之一波片的一部分的第二SVR。

14. 根据权利要求9所述的方法,其中所述像素化显示设备和所述透镜组件在头戴式显示器中。

15. 根据权利要求9所述的方法,其中所述透镜组件被配置为至少部分地基于所述光的偏振,使用轴上光学折叠将来自所述像素化显示设备的光引导向用户的眼睛。

16. 一种系统,其包括:

信息显示器,其包括被配置为共同形成图像的像素;

背光组件,其用于照亮所述信息显示器的像素;和

光学子系统,其用于将来自所述信息显示器的图像的光导向用户的眼睛,其中所述光学子系统包括:

空间变化相移器(SVR),其被配置为在所述光通过所述SVR时将所述光的相位修改为修改的相位,其中所述光的相位被修改的量对于所述SVR的不同部分是不同的;和

偏振分束器、部分反射镜或线性偏振器中的至少一个,其定位为在所述光通过所述SVR后接收具有所述修改的相位的光,并选择性地允许所述光通过并从所述光学子系统的出射面朝向用户的眼睛出射。

17. 根据权利要求16所述的系统,其中所述SVR包括一层或多层双折射材料,所述一层或多层双折射材料包括可聚合液晶。

18. 根据权利要求16所述的系统,其中所述SVR是四分之一波片的一部分。

19. 根据权利要求16所述的系统,其中所述光学子系统还包括:

第一四分之一波片;

第二四分之一波片;和

在第一四分之一波片和第二四分之一波片之间的透镜,

其中所述SVR是第一四分之一波片或第二四分之一波片中至少一个的一部分。

20. 根据权利要求19所述的系统,其中:

所述光学子系统包括偏振分束器;

所述第一四分之一波片设置在所述信息显示器上;

所述第二四分之一波片设置在所述偏振分束器上;和

所述SVR是第一四分之一波片的一部分。

具有空间变化相移器光学器件的头戴式显示器 (HMD)

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 这是要求于2018年8月10日提交的题为“具有空间变化相移器光学器件的头戴式显示器 (HMD)”的美国专利申请序列号16/101,333的优先权的PCT申请,所述美国专利申请特此通过引用以其全文并入。

背景技术

[0003] 作为虚拟现实(“VR”)或增强现实(“AR”)系统的一部分,近眼显示技术可用于向用户呈现信息和图像。这样的近眼显示器可以被结合到头戴式显示器(“HMD”)设备或头戴式耳机中。尽管这些近眼信息显示器可以定向为直接查看,但通常这些信息显示器与HMD中的一个或多个透镜耦合。透镜系统可包括透镜、各种光学元件、孔径光阑和透镜壳体,以容纳彼此光学对准的各种部件。这样的透镜可以增强VR或AR的体验,但是透镜系统的性能部分取决于系统每个元件的设计以及系统的总体设计,这些设计阐明了这些元件之间的光学相互作用。

[0004] 传统的信息显示器,例如液晶显示器,通常在广角锥或视场上发光。这些传统显示器的角度发散范围可超过160度,甚至接近180度。直接观看时,此角度较宽的光线可能不会引起不期望的效果。但是,当在HMD(例如VR或AR系统)中使用传统信息显示器时,角度较宽的发射可能导致不期望的结果。当信息显示器发出的光以超出透镜成像能力的入射角入射到HMD透镜时,就是这种情况。这样的光至少部分由于偏轴光表现出略微椭圆形的偏振而没有被正确地成像到用户的眼睛。即,轴上的光是线性偏振的,而轴外的光表现出一定程度的椭圆偏振。因此,超出HMD透镜聚焦能力的角度的光可能导致不期望的视觉效果,例如泛光照明、重影、眩光、散射和其他杂散光效果。这种杂散的未成像光可导致VR或AR头戴式耳机的用户体验到不期望的视觉伪像。

附图说明

[0005] 参考附图描述具体实施方式。在图中,附图标记的最左边的一个或多个数字标识附图标记首次出现的图。在不同附图中相同的附图标记指示类似或相同的事项。

[0006] 图1是描绘其中可以实施本文描述的技术和配置的用户和可穿戴设备的示意图。

[0007] 图2是相对于用户的眼睛定位的示例可穿戴设备的一部分的示意性截面图。

[0008] 图3是根据一些实施例的包括显示器和光学子系统的系统的示意性截面图,该光学子系统包括空间变化相移器(spatially-varying retarder) (SVR)。

[0009] 图4是根据一些实施例的包括显示器和光学子系统的系统的示意性截面图,该光学子系统包括空间变化相移器(SVR)。

[0010] 图5是根据一些实施例的包括显示器和光学子系统的系统的示意性截面图,该光学子系统包括空间变化相移器(SVR)。

[0011] 图6是根据一些实施例的示例空间变化相移器(SVR)的示意图。

[0012] 图7是根据一些实施例的包括显示器和光学子系统的系统的示意性截面图,该光

学子系统包括空间变化相移器 (SVR)。

[0013] 图8是示出根据一些示例实施例的用于向显示设备的用户的眼睛提供聚焦图像的过程的流程图。

具体实施方式

[0014] 在本文描述的各种实例中,技术和架构可以用于产生聚焦在可穿戴设备的用户的眼睛(一只或两只)上的图像。可穿戴设备的实例可以包括戴在用户头上或作为头盔一部分的显示设备,例如头戴式显示器(“HMD”)设备或头戴式耳机,并且可以包括位置和/或运动传感器以测量可穿戴设备的惯性位置或方向。显示设备可以包括在一只眼睛、每只眼睛或两只眼睛前面的显示器。显示设备可以包括液晶显示器(LCD)、有机发光二极管(OLED)、硅上液晶(LCOS)或阴极射线管(CRT),仅举几个例子。可穿戴设备可以显示计算机生成的图像,称为虚拟图像。例如,如下所述,可穿戴设备的处理器可以渲染并显示合成(虚拟)场景,以使观看者(可穿戴设备的穿戴者)将该场景感知为现实(或增强现实)。

[0015] 在一些实例中,LCD显示设备包括几个部件。其中两个部件是显示矩阵和光源或背光,该显示矩阵以颗粒状或像素化方式阻挡光以生成图像。光源通常位于显示矩阵的后面并照亮图像。对于彩色显示器,背光通常发射诸如白光之类的广谱光。

[0016] 作为虚拟现实(“VR”)或增强现实(“AR”)系统的一部分,近眼显示技术可用于向用户呈现信息和图像,其可以是可穿戴设备的形式,例如上面介绍的。VR或AR HMD可以使用一个或多个透镜来将与在一个或多个信息显示器(例如,像素化LCD显示设备)上显示的图像相关联的光引导到用户的眼睛。透镜用于弯曲来自信息显示器的光,以使信息显示器对用户来说看起来比实际距离更远,诸如此类。这为用户提供了虚拟环境中更大的景深,并允许用户更轻松地聚焦在显示的图像上。透镜也可以用于VR或AR头戴式耳机,以给用户增加信息显示器的视野。较大的视野可以增强VR或AR系统的沉浸效果。透镜还可用于VR或AR头戴式耳机,以使来自单个显示器的光整形,从而为用户的左眼和右眼分别定制用户接收的光。例如,使用为每只眼睛单独定制的图像可以使用户感知到立体图像或三维图像。进一步在近眼环境中设计透镜,并限制用户的眼睛相对靠近信息显示器。

[0017] 在各种实例中,可穿戴设备的光学系统结合了空间变化相移器(SVR)。还包括信息显示器等等的该系统允许涉及将图像聚焦在相对靠近信息显示器的用户眼睛上的近眼应用。SVR用于以对于SVR不同部分是不同的量修改光的相位(信息显示器产生的图像)。因此,SVR为变化的入射角提供适当的延迟水平,这减轻了不期望的视觉效果,如泛光照明、重影、眩光、散射和在常规光学系统中存在的其他杂散光效果。如下所述,通过SVR进行的这种相位修改与光学系统中的各种光学元件协同工作。

[0018] 本领域普通技术人员将意识到,以下描述仅是说明性的,而绝不是限制性的。受益于本公开,本领域技术人员将容易想到其他实施例。现在将详细参考附图中所示的具体实施方式。在整个附图和以下描述中将使用相同的附图标记来指代相同或相似的部件。

[0019] 图1是根据一些实施例的描绘用户102和可穿戴设备104的示意图。与可穿戴设备104相关联的计算设备可以将与各个虚拟内容项相关联的渲染数据提供给可穿戴设备104,并使各个虚拟内容项被呈现在与可穿戴设备104相关联的显示器上。渲染数据可以包括用于经由设备的显示器渲染虚拟内容项的图形表示的指令。例如,渲染数据可以包括描述与

虚拟内容项相关联的几何形状、视点、纹理、照明、阴影等的指令。在说明性实例中,虚拟内容项可以被呈现在可穿戴设备104的显示器上,作为用户102可以使用可穿戴设备104玩的游戏的一部分。

[0020] 在一些实例中,计算设备可以在诸如互联网的网络中远离可穿戴设备104定位。在其他实施例中,计算设备可以与可穿戴设备104并置(例如,嵌入在可穿戴设备104中)。此外,可穿戴设备104可以以任何方式通信地耦合至网络,诸如通过全球或本地有线或无线连接(例如,局域网(LAN)、内联网、蓝牙等)。网络可以促进计算设备和与诸如用户102的一个或多个用户相关联的可穿戴设备104之间的通信。

[0021] 图2是相对于用户的眼睛206定位的可穿戴设备204的一部分202的示意性截面图。例如,可穿戴设备204可以与可穿戴设备104相同或相似。在某些实施例中,可穿戴设备204可以被配置为显示由用户的左眼和右眼看到的图像。这可以使用单独的左和右LCD显示器实现,或可以使用单个LCD显示器实现。类似地,可穿戴设备204(例如,以VR或AR头戴式耳机的形式)可以包括单个透镜组件,或者它可以使用单独的左和右透镜组件。

[0022] 示例光线208和210示出了从可穿戴设备204到眼睛206的角膜212的光的可能路径。角膜212可以被视为具有基本球形的形状。可穿戴设备204可以包括近眼显示器,使得光线208和210的路径相对较短,从而例如提供大约20毫米的眼睛缓解。在这种情况下,可穿戴设备204的光学器件被配置为将光聚焦到相对接近可穿戴设备的表面(例如,角膜212)上。这样的配置可以涉及具有相对薄的轮廓的煎饼式光学系统,其使得煎饼式光学系统能够装配到可穿戴设备204中,同时允许与用户的眼睛206的物理间隙。

[0023] 图3是根据一些实施例的包括显示器和光学子系统的系统300的示意性截面图,该光学子系统包括空间变化相移器(SVR)。系统300可以被结合在例如可穿戴设备104/204的可头戴设备中。然而,应当理解,系统300可以结合在其他类型的设备中,包括但不限于照相机、双筒望远镜、办公设备、科学仪器等。系统300可以包括有时被称为信息显示器302的像素化显示设备302,背光组件304和光学子系统306。还示出了用户的眼睛308的示意图。这些元件沿光轴310对准。

[0024] 发光的背光组件304可包括光源,例如一个或多个发光二极管(LED)、一个或多个OLED、一个或多个冷阴极荧光灯(CCFL)、一个或多个激光器、一个或多个量子点或这些示例光源的任意组合。背光组件304中的光源可以发射广谱的光(例如,白光),使得信息显示器302可以产生跨可见光谱的彩色图像。背光组件304可以例如在大约160度至180度的范围内在其整个正面上均匀地发光。

[0025] 信息显示器302与背光组件304配合,可以在高达约180度的角度范围内发射光(光稍稍不平行于背光组件304的面)。该发射角范围有时被称为背光组件304的视场或背光组件304的光锥。在一些实施例中,信息显示器302可以是LCD矩阵,其包括一个或多个偏振层、液晶层和薄膜晶体管层。LCD矩阵通过以像素化方式遮盖部分背光来创建图像。当光312从背光组件304发射并且穿过信息显示器302(例如,LCD矩阵)时,显示图像。为了清楚起见,图3示出了背光组件304和信息显示器302之间的分离。但是,这两个部件之间可能被夹在一起,在它们之间的空间很小(如果有的话)。

[0026] 光学子系统306可以包括透镜组件,以将来自信息显示器302的光引向用户的眼睛308。光学子系统306可以具有例如煎饼构造。在这种情况下,如下所述,光学子系统306可以

包括光学元件的组件,其被配置为至少部分地基于光的偏振使用轴上光学折叠将来自信息显示器302的光朝着用户的眼睛308引导。在一些实施例中,光学子系统306的透镜组件包括除透镜之外的各种光学元件。例如,光学子系统306可以包括至少一个偏振分束器338和空间变化相移器(SVR) 316。偏振分束器338可以位于SVR 316和光学子系统306的出射表面(或侧面) 314之间。SVR 316被配置为修改通过SVR 316的光的相位,修改的量对于SVR 316的不同部分是不同的。例如,从显示器的外围朝向用户的眼睛发射的光可以以相对大的入射角进入光学子系统306。如果将SVR 316配置为在整个SVR 316上进行不同程度的相位修改,则其可以为来自任何角度和所有角度的光提供适当的延迟水平,以减轻不期望的视觉效果(例如,去除不想要的杂散光以免到达用户的眼睛308)。

[0027] 偏振分束器338可以表示仅使线性偏振光通过的光束分离器,从而反射所有非线性偏振的光。偏振分束器338可以被认为线性偏振器反射器或反射线性偏振器。即,偏振分束器338可以将线性偏振器和分束器的功能组合成单个元件。

[0028] 在一些实施例中,偏振分束器338可以被部分反射镜(例如50/50反射镜)代替。即,根据一些实施例,光学子系统306可以包括位于SVR 316和光学子系统306的出射表面(或侧面) 314之间的至少一个部分反射镜(例如,该部分反射镜可以在图3中的附图标记338的位置处)。

[0029] 图3示出了由信息显示器302产生的图像的光的示例光线路径318。为了简单起见,光学子系统306被示意性地示出为包括至少一个透镜形元件。然而,光学子系统306可以包括不需要透镜的多种类型的光学元件中的任何一种。现在描述光学子系统306的特定实例。

[0030] 光学子系统306可以包括具有正面322和背面324的第一四分之一波片326。正面322可以被认为是光进入光学子系统306的光学子系统306(例如,透镜组件)的入射侧。第一四分之一波片326的正面322可以设置在信息显示器302上。如本文所用,“设置在……上”可以意指“与……接触”或“与……相邻”,使得在布置在另一层上的层之间可以存在空间。因此,第一四分之一波片326可以与信息显示器302接触,或者与信息显示器302隔开一定距离,但仍在信息显示器和透镜330之间。还应理解,“设置在……上”可以意指直接设置在或间接设置在其上(例如,具有一个或多个中间层)。透镜330可以插在第一四分之一波片326和SVR 316之间。SVR 316可以设置在偏振分束器338上(或者,替代地,SVR 316可以设置在部分反射镜上,该部分反射镜在图3中的附图标记338的位置)。

[0031] 在实例中,SVR 316可以是第二四分之一波片的一部分。以这种方式,第二四分之一波片(其插入在透镜330和偏振分束器338(或部分反射镜)之间)可以包括材料、特征或另一种合适的机制,以修改通过SVR 316的光的相位,对于SVR 316的不同部分,修改的量不同。尽管在图3中示出并描述SVR 316为置于透镜330和偏振分束器338(或部分反射镜)之间,但应理解,可选地,SVR 316可以替代地为第一四分之一波片326的一部分。在该替代实施例中,图3中所示的SVR 316可以被标准的四分之一波片(即不带SVR的四分之一波片)代替。即,光学子系统306可以包括两个四分之一波片(一个在326的位置,一个在316的位置),其中SVR可以是两个四分之一波片中任一个的一部分。在一些实施例中,当光学子系统306包括两个四分之一波片(一个在326的位置并且一个在316的位置)时,SVR可以是两个四分之一波片的一部分。

[0032] 为了说明光学子系统306的操作原理,光线路径318在第一四分之一波片326的正

面322处进入偏振的第一四分之一波片326(例如,线性偏振到一个取向,p)。离开第一四分之一波片326的背面324的光可以是圆偏振的。该光穿过透镜330。然后,从透镜330出射的光通过SVR 316,并从偏振分束器338反射(或者,替代地,通过SVR 316的光在图3中的附图标记338的位置被部分反射镜反射)。该反射光沿相反方向穿过SVR 316,从而使光改变其倾向,同时保持圆偏振和45度定向。沿相反方向通过SVR 316的光再次被透镜330反射,以使光沿向前方向(即,朝向用户的眼睛308)第三次通过SVR 316。该反射光通过偏振分束器338(或者,替代地,该光在图3中附图标记338的位置通过部分反射镜)以从光学子系统306的出射侧314(或表面)出射。

[0033] SVR 316根据在SVR 316上的入射光入射在SVR 316上的位置,以适当的延迟水平修改通过SVR 316的光的相位。以这种方式,从SVR 316出射的光是水平偏振的。由于偏振分束器338允许水平偏振光通过到用户的眼睛308,并且否则会阻挡垂直偏振光,因此SVR 316进行后期相位修改,以允许光通过偏振分束器338。在图3的实例中,因为示例性光线路径318是偏轴的,所以进入SVR 316的光线路径318是椭圆偏振的,并且在SVR 316上的光线路径318入射在SVR 316上的位置包括将光的相位修改适当量以使入射的椭圆偏振光作为水平偏振光出射的材料(例如,双折射材料)和/或特征。这可以通过以等于零的入射角入射在光学子系统306上的轴上光线路径(未示出)来对比。这样的轴上光线路径不会被SVR 316改变其偏振态,因为相位被修改的量在SVR 316的整个区域内变化,而在SVR 316的中心几乎没有乃至没有相位修改。但是,对于偏轴更远的入射光,SVR 316配置为根据入射角以及因此SVR 316上的位置以适当的量修改该偏轴入射光的相位。尽管该实例描述了偏振分束器338允许水平偏振光穿过到用户的眼睛308,并且以其他方式反射未水平偏振光的所有其他光,但是应当理解,偏振分束器338可以允许垂直偏振光穿过到达用户的眼睛308,并且以其他方式反射未垂直偏振的所有其他光。

[0034] 图4是根据一些实施例的包括显示器和光学子系统的系统400的示意性截面图,该光学子系统包括空间变化相移器(SVR)。系统400可以被结合在例如可穿戴设备104/204的可头戴设备中。然而,应当理解,系统400可以结合在其他类型的设备中,包括但不限于照相机、双筒望远镜、办公设备、科学仪器等。系统400可以包括有时被称为信息显示器402的像素化显示设备402,背光组件404和光学子系统406。还示出了用户的眼睛408的示意图。这些元件沿着光轴410对准。

[0035] 发光的背光组件404可包括光源,例如一个或多个发光二极管(LED)、一个或多个OLED、一个或多个冷阴极荧光灯(CCFL)、一个或多个激光器、一个或多个量子点或这些示例光源的任意组合。背光组件404中的光源可以发射广谱的光(例如,白光),使得信息显示器402可以产生跨可见光谱的彩色图像。背光组件404可以例如在大约160度至180度的范围内在其整个正面上均匀地发光。

[0036] 信息显示器402与背光组件404配合,可以在高达约180度的角度范围内发射光(光稍稍不平行于背光组件404的面)。该发射角范围有时被称为背光组件404的视场或背光组件404的光锥。在一些实施例中,信息显示器402可以是LCD矩阵,其包括一个或多个偏振层、液晶层和薄膜晶体管层。LCD矩阵通过以像素化方式遮盖部分背光来创建图像。当光412从背光组件404发射并且穿过信息显示器402(例如,LCD矩阵)时,显示图像。为了清楚起见,图4示出了背光组件404和信息显示器402之间的分离。但是,这两个部件之间可能被夹在一

起,在它们之间的空间很小(如果有的话)。

[0037] 光学子系统406可以包括透镜组件,以将来自信息显示器402的光引向用户的眼睛408。光学子系统406可以具有例如煎饼构造。在这种情况下,如下所述,光学子系统406可以包括光学元件的组件,其被配置为至少部分地基于光的偏振使用轴上光学折叠将来自信息显示器402的光朝着用户的眼睛408引导。在一些实施例中,光学子系统406的透镜组件包括除透镜之外的各种光学元件。例如,光学子系统406可以包括至少一个线性偏振器438和空间变化相移器(SVR) 416。线性偏振器438可以位于SVR 416和光学子系统406的出射表面414之间。SVR 416被配置为修改通过SVR 416的光的相位,修改的量对于SVR 416的不同部分是不同的。例如,从显示器的外围朝向用户的眼睛发射的光可以以相对大的入射角进入光学子系统406。如果将SVR 416配置为在整个SVR 416上进行不同程度的相位修改,则其可以为来自任何角度和所有角度的光提供适当的延迟水平,以减轻不期望的视觉效果(例如,去除不想要的杂散光以免到达用户的眼睛408)。

[0038] 图4示出了由信息显示器402产生的图像的光的示例光线路径418。为了简单起见,光学子系统406被示意性地示出为包括至少一个透镜形元件。然而,光学子系统406可以包括不需要透镜的多种类型的光学元件中的任何一种。现在描述光学子系统406的特定实例。

[0039] 光学子系统406可以包括反射和折射元件430(有时称为“元件430”)。反射和折射元件430可以包括50/50反射镜,其允许约50%的入射光通过元件430,而约50%的入射光被元件430反射走。光学子系统406可以进一步包括具有正面422和背面424的第一四分之一波片426。第一四分之一波片426可以设置在分束器436上,该分束器具有与第一四分之一波片426的背面424相邻的正面,和背面428。分束器436可以设置在SVR 416上。SVR 416可以设置在线性偏振器438上。应理解,“设置在……上”可以意指直接设置在或间接设置在其上(例如,具有一个或多个中间层)。另外,应当理解,“设置在……上”可以意指“与……接触”或“与……相邻”,使得在布置在另一层上的层之间可以存在空间。

[0040] 在实例中,SVR 416可以是第二四分之一波片的一部分。以这种方式,第二四分之一波片(其插入在分束器436和线性偏振器438之间)可以包括材料、特征或另一种合适的机制,以修改通过SVR 416的光的相位,对于SVR 416的不同部分,修改的量不同。尽管在图4中示出并描述SVR 416为置于分束器436和线性偏振器438之间,但应理解,可选地,SVR 416可以替代地为第一四分之一波片426的一部分。在该替代实施例中,图4中所示的SVR 416可以被标准的四分之一波片代替。即,光学子系统406可以包括两个四分之一波片(一个在426的位置,一个在416的位置),其中SVR可以是两个四分之一波片中任一个的一部分。在一些实施例中,当光学子系统406包括两个四分之一波片(一个在426的位置并且一个在416的位置)时,SVR可以是两个四分之一波片的一部分。

[0041] 为了说明光学子系统406的操作原理,光线路径418在光学子系统406的入射侧(或表面)(例如,在元件430的入射侧)进入偏振(例如,线性偏振到一个取向,p)的光学子系统406。一些光穿过反射和折射元件430,而其余的光被元件430反射走。从元件430的出射侧出射的光线路径418表示穿过元件430的光的一部分。然后,从元件430射出的光穿过第一四分之一波片426并变为圆偏振的。该圆偏振光从分束器436反射并沿相反方向穿过第一四分之一波片426,从而使该光改变其倾向,同时保持圆偏振并以45度取向。在一些实施例中,分束器436包括另一个50/50反射镜。沿相反方向穿过第一四分之一波片426的光再次被反射以

使光沿向前方向(即,朝向用户的眼睛408)第三次通过第一四分之一波片426。该反射光穿过分束器436,然后穿过SVR 416(例如,包括SVR 416的第二个四分之一波片),然后穿过线性偏振器438,从光学子系统406的出射面414(或表面)出射。

[0042] SVR 416根据在SVR 416上的入射光入射在SVR 416上的位置,以适当的延迟水平修改通过SVR 416的光的相位。以这种方式,从SVR 416出射的光是水平偏振的。由于线性偏振438允许水平偏振光通过到用户的眼睛408,并且否则会阻挡垂直偏振光,因此SVR 416进行后期相位修改,以允许光通过线性偏振器438。在图4的实例中,因为示例性光线路径418是偏轴的,所以进入SVR 416的光线路径418是椭圆偏振的,并且在SVR 416上的光线路径418入射在SVR 416上的位置包括将光的相位修改适当量以使入射的椭圆偏振光作为水平偏振光出射的材料(例如,双折射材料)和/或特征。这可以通过以等于零的入射角入射在光学子系统406上的轴上光线路径(未示出)来对比。这样的轴上光线路径不会被SVR 416改变其偏振态,因为相位被修改的量在SVR 416的整个区域内变化,而在SVR 416的中心几乎没有乃至没有相位修改。但是,对于偏轴更远的入射光,SVR 416配置为根据入射角以及因此SVR 416上的位置以适当的量修改该偏轴入射光的相位。

[0043] 图5是根据一些实施例的包括显示器和光学子系统的系统500的示意性截面图。系统500可以被结合在例如头戴式设备例如可穿戴设备104/204中。然而,应当理解,系统500可以结合在其他类型的设备中,包括但不限于照相机、双筒望远镜、办公设备、科学仪器等。系统500可以包括有时被称为信息显示器502的像素化显示设备502,背光组件504和光学子系统506。还示出了用户的眼睛508的示意图。这些元件沿光轴510对准。

[0044] 发光的背光组件504可包括光源,例如一个或多个发光二极管(LED)、一个或多个OLED、一个或多个冷阴极荧光灯(CCFL)、一个或多个激光器、一个或多个量子点或这些示例光源的任意组合。背光组件504中的光源可以发射广谱的光(例如,白光),使得信息显示器502可以产生跨可见光谱的彩色图像。背光组件504可以例如在大约160度至180度的范围内在其整个正面上均匀地发光。

[0045] 信息显示器502与背光组件504配合,可以在高达约180度的角度范围内发射光(光稍稍不平行于背光组件504的面)。该发射角范围有时被称为背光组件504的视场或背光组件504的光锥。在一些实施例中,信息显示器502可以是LCD矩阵,其包括一个或多个偏振层、液晶层和薄膜晶体管层。LCD矩阵通过以像素化方式遮盖部分背光来创建图像。当光512从背光组件504发射并且穿过信息显示器502(例如,LCD矩阵)时,显示图像。为了清楚起见,图5示出了背光组件504和信息显示器502之间的分离。但是,这两个部件之间可能被夹在一起,在它们之间的空间很小(如果有的话)。

[0046] 光学子系统506可以包括透镜组件,以将来自信息显示器502的光引向用户的眼睛508。光学子系统506可以具有例如煎饼构造。在这种情况下,如下所述,光学子系统506可以包括光学元件的组件,其被配置为至少部分地基于光的偏振使用轴上光学折叠将来自信息显示器502的光朝着用户的眼睛508引导。在一些实施例中,光学子系统506的透镜组件包括除透镜之外的各种光学元件。例如,光学子系统506可以包括至少一个线性偏振器538和空间变化相移器(SVR) 516。线性偏振器538可以位于SVR 516和光学子系统506的出射表面514之间。SVR 516被配置为修改通过SVR 516的光的相位,修改的量对于SVR 516的不同部分是不同的。例如,如果背光/显示器以不同角度发射光,则从显示器的外围朝向用户的眼睛发

射的光可以以相对大的入射角进入光学子系统506。如果将SVR 516配置为在整个SVR 516上进行不同程度的相位修改,则其可以为来自任何角度和所有角度的光提供适当的延迟水平,以减轻不期望的视觉效果(例如,去除不想要的杂散光以免到达用户的眼睛508)。

[0047] 图5示出了由信息显示器502产生的图像的光的示例光线路径518。为了简单起见,光学子系统506被示意性地示出为包括至少一个透镜形元件的框。然而,光学子系统506可以包括不需要透镜的多种类型的光学元件中的任何一种。现在描述光学子系统506的特定实例。

[0048] 光学子系统506可包括具有正面522和背面524的线性偏振器520。线性偏振器520可以设置在四分之一波片526上,该四分之一波片具有与线性偏振器520的背面524相邻的正面,和背面528。四分之一波片526可以设置在双合透镜530上。在实例中,双合透镜530可包括具有平坦面532和凹面534的平凹单件。凹面534的曲率可以建立光学子系统506的焦距。可以包括光学涂层(例如,金属薄膜或多层介电膜)的第一反射偏振分束器可以位于(例如,设置在)双合透镜530的凹面534上。双合透镜530可以设置在SVR 516上。SVR 516可以设置在第二反射偏振分束器536上。第二反射偏振分束器536可以设置在可选的第二线性偏振器538上。应理解,“设置在……上”可以意指直接设置在或间接设置在其上(例如,具有一个或多个中间层)。另外,应当理解,“设置在……上”可以意指“与……接触”或“与……相邻”,使得在布置在另一层上的层之间可以存在空间。

[0049] 为了说明光学子系统506的操作原理,光线路径518在光学子系统506的入射侧(或表面)处未偏振地进入光学子系统506,并且光线路径518例如通过线性偏振器520偏振至一个取向p。在穿过四分之一波片526之后,光被右旋圆偏振。在穿过双合透镜530,然后穿过SVR 516后,所得的s偏振光从第二反射偏振分束器536反射,以相反方向穿过SVR 516,在双合透镜530的凹表面534再次从第一反射偏振分束器反射,并且第三次穿过SVR 516,以作为p偏振光从光学子系统506的出射侧514(或表面)出射。可以通过可选的第二线性偏振器538去除任何杂散s偏振光,以便纯p偏振光到达眼睛508。

[0050] 图6是根据一些实施例的示例性空间变化相移器(SVR) 600的示意图。SVR 600可以与图3/4/5中所示的SVR 316/416/516相同或相似。

[0051] 在一些实例中,SVR 600可以是单片结构,具有衬底602、对准层604和液晶元件的M个扭曲双折射层606A、606B、…606M,其中M是2或更大的整数。这样的层可以包括可聚合液晶。图6中的圆柱体对应于光轴(和向列导向场)。后续的扭曲双折射层606与先前的扭曲双折射层606对齐。椭圆608和610分别示意性地表示入射光612和出射光614的偏振。

[0052] SVR 600具有许多优势,例如有效控制宽带极化转换。因为SVR 600包括直接由先前的层对齐的后续液晶层,所以SVR 600的制造相对简单,实现了自动的层配准,并导致了光轴连续变化的单片膜。SVR 600通常非常适合于图案化消色差相移器,并且可以在可见光到红外波长范围内实现大带宽和/或低延迟变化。例如,SVR 600可以在450-650纳米(nm)和400-800nm的带宽内以较高的消色差运行。

[0053] 应当理解,图6中所示的示例SVR 600仅是适合于在本文描述的技术和系统中实施的SVR 416/516的一种示例类型。在一些实施例中,示例SVR 416/516可包括一层或多层双折射材料,例如聚合物,其用作改变通过SVR的光的偏振态的机制,改变的量对于SVR的不同部分是不同的。在一些实施例中,示例SVR 416/516可以包括薄膜二向色性材料(例如,叠

层),其用作改变通过SVR的光的偏振态的机制,改变的量对于SVR的不同部分是不同的。在一些实施例中,示例性SVR 416/516可以包括具有纳米特征的衬底,其用作改变通过SVR的光的偏振态的机制,改变的量对于SVR的不同部分是不同的。在这些示例配置中的任何一个中,SVR 416/516根据SVR 416/516上的位置以不同的度数/数量改变偏振(例如,朝SVR 416/516的外围以较大量改变偏振态,而朝SVR 416/516的中心以较小的量改变偏振态)。

[0054] 图7是根据一些实施例的包括显示器和光学子系统的系统700的示意性截面图。系统700可以被结合在例如可穿戴设备104/204的可头戴设备中。系统700可以包括信息显示器702、背光组件704和光学子系统706。还示出了用户的眼睛708的示意图。这些元件沿光轴710对准。

[0055] 系统700可以类似于图5所示的系统500,其中添加了布置在光学子系统706的入射侧714(或表面)上的菲涅耳透镜712或在光学子系统706的出射侧718(或表面)上的菲涅耳透镜716。例如,菲涅耳透镜712可以设置在第四分之一波片426的正面422上,如参考图4描述的,或者在线性偏振器520的正面522上,如参考图5描述的。可选地,偏振分束器338、第二反射偏振分束器536或线性偏振器438/538,如参照图3/4/5所述的,可以设置在菲涅耳透镜716上。图7示出了菲涅耳透镜716和718二者作为光学子系统706的一部分,但是应当理解,光学子系统706可以包括菲涅耳透镜712而没有菲涅耳透镜716,或者光学子系统706可以包括菲涅耳透镜716而没有菲涅耳透镜712。菲涅耳透镜(712或716)向光学子系统706的这种添加可用于修改离开光学子系统706的光的焦距。可以在光学子系统706的侧面714和/或侧面718上附加地或替代地使用其他类型的透镜。

[0056] 图8是示出根据一些示例实施例的用于向显示设备的用户的眼睛提供聚焦图像的过程800的流程图。例如,这样的显示设备可以被包括在与可穿戴设备104相同或相似的HMD中。在框802中,显示设备可以使用例如LCD显示器的像素化显示设备来生成图像。例如,这种生成可以与照明背光协作。在框804处,显示设备可以将图像的光引导至透镜组件,例如光学子系统506,以将图像的焦距修改为修改的焦距。例如,透镜组件可包括空间变化相移器(SVR) 316/416/516/600,其配置为将通过SVR 316/416/516/600的光的相位修改,改变的量对于SVR 316/416/516/600的不同部分是不同的。在框806,显示设备可以将具有修改的焦距的图像投影到用户的眼睛上。

[0057] 可以对上述实例进行许多变型和修改,其元件应被理解是其他可接受的实例。所有这些修改和变型旨在被包括在本公开的范围之内。

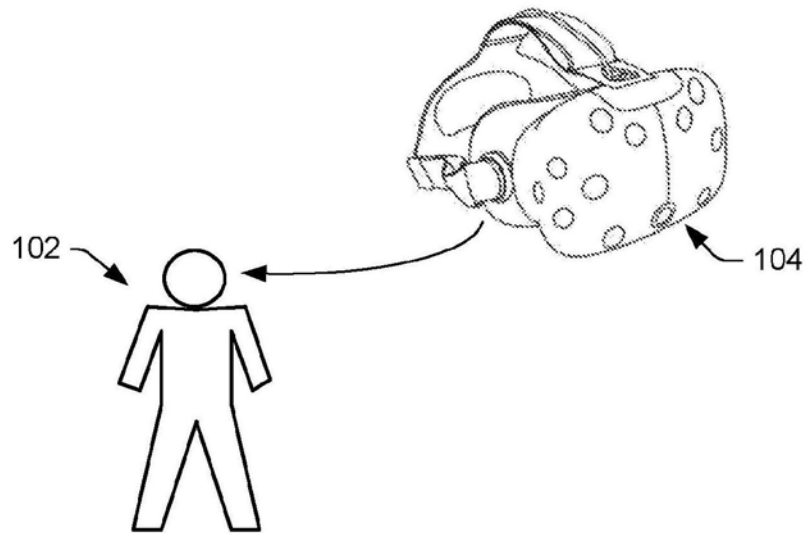


图1

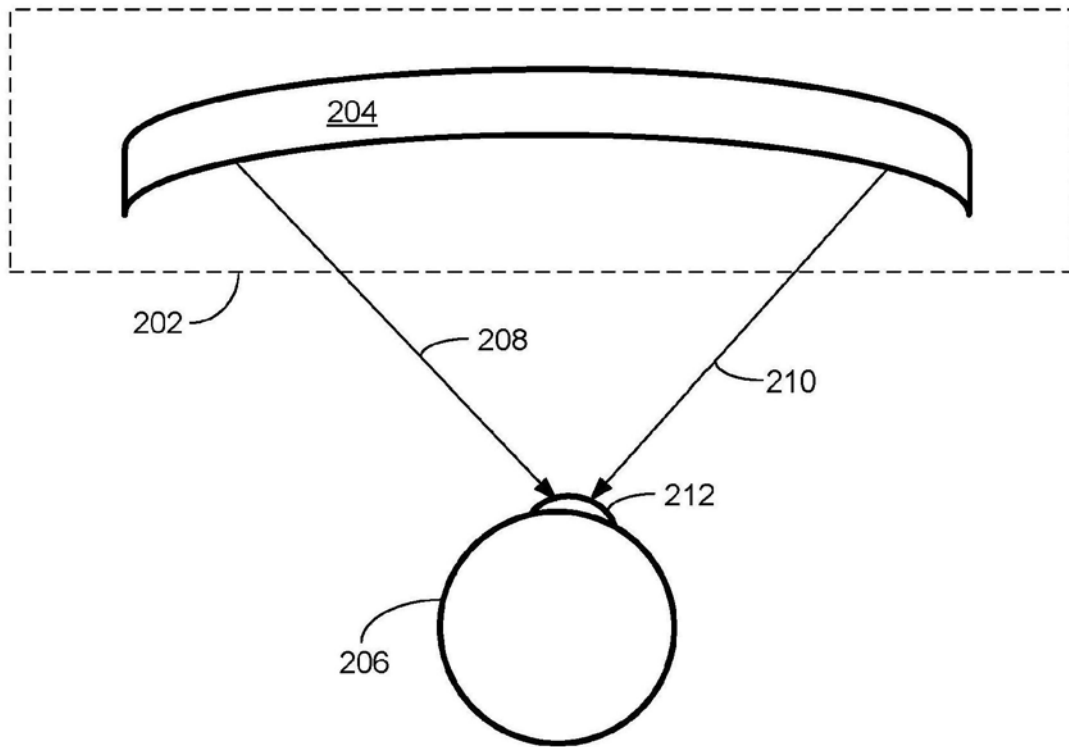


图2

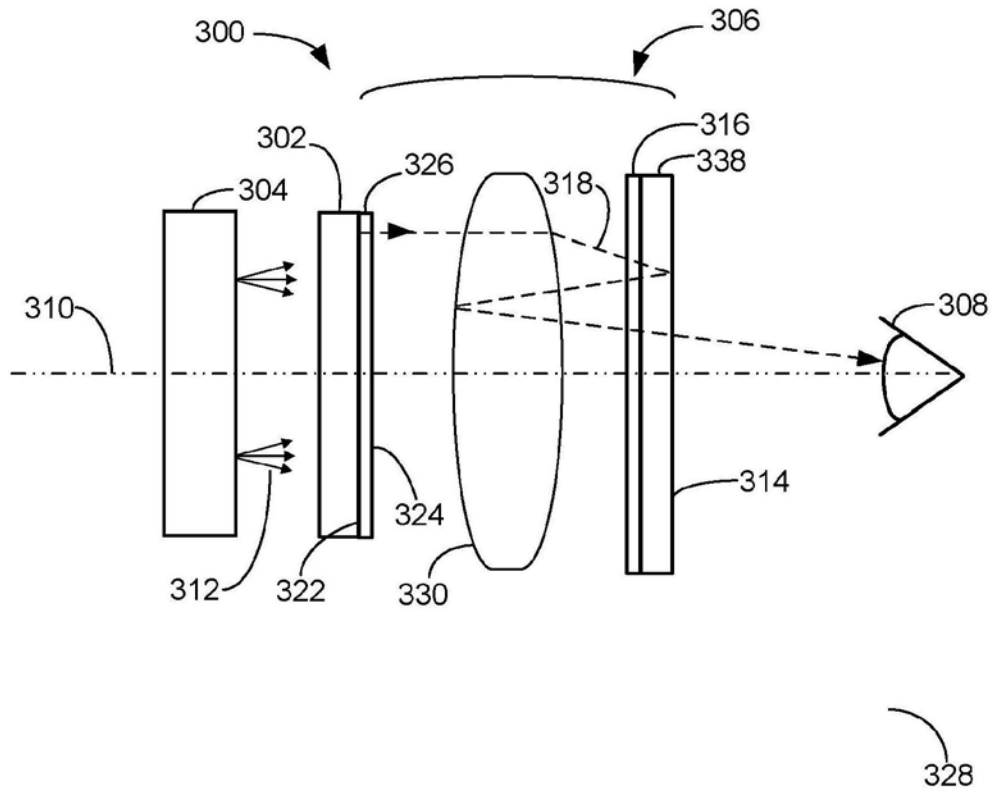


图3

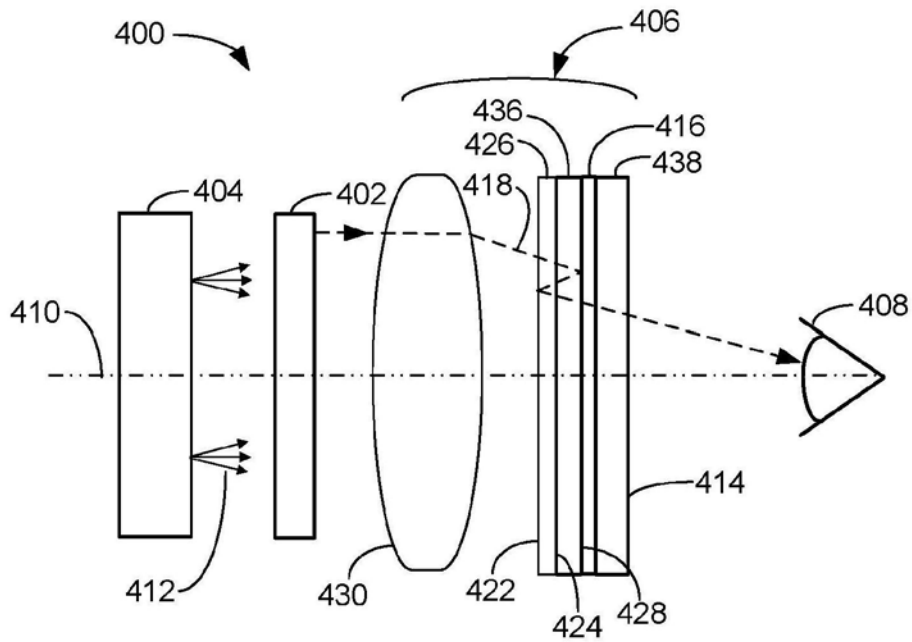


图4

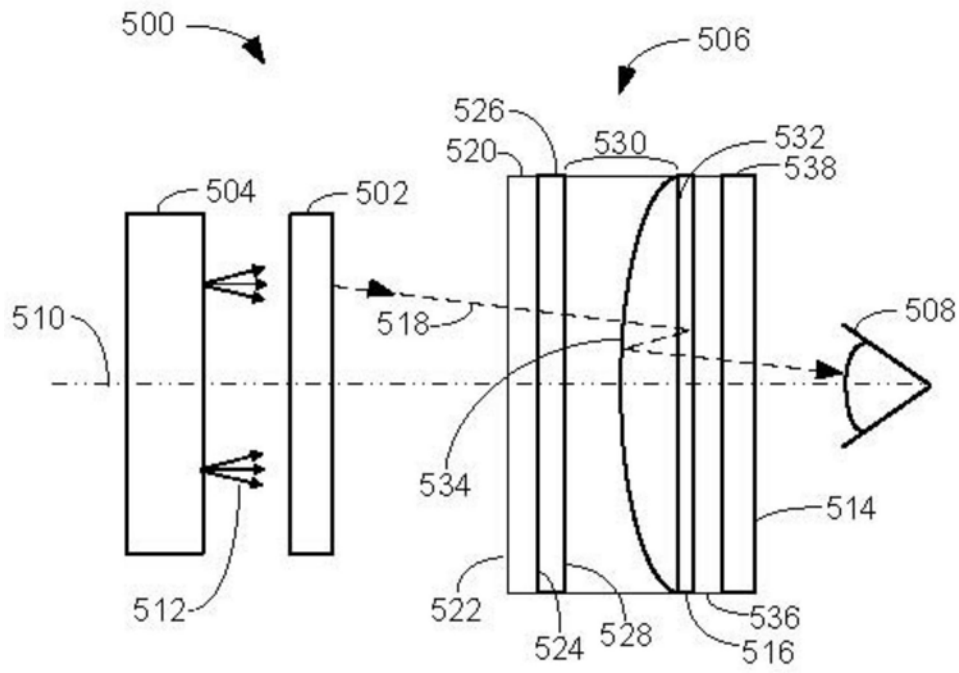


图5

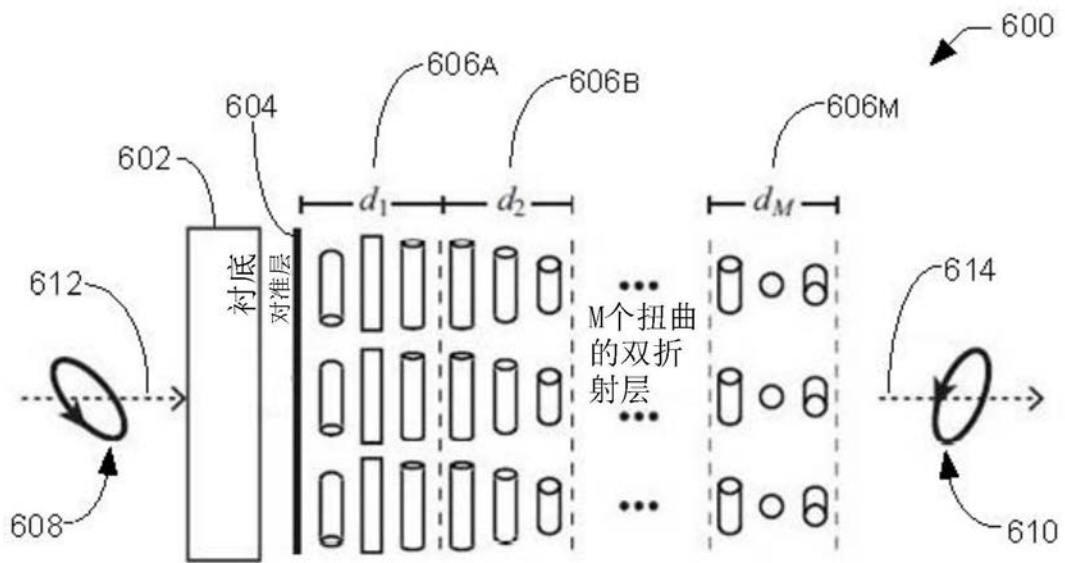


图6

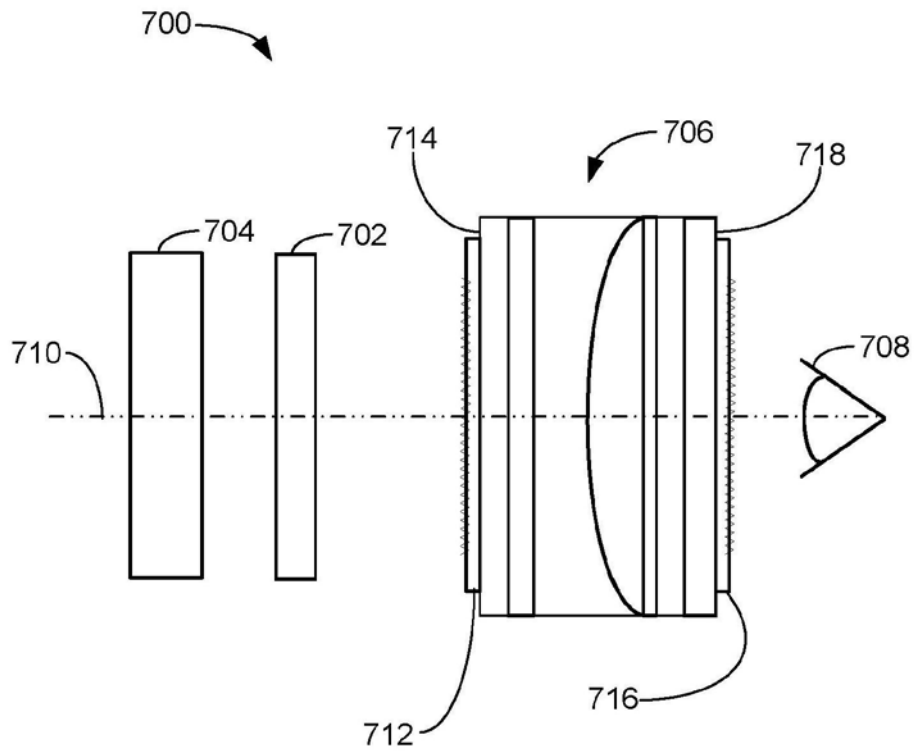


图7

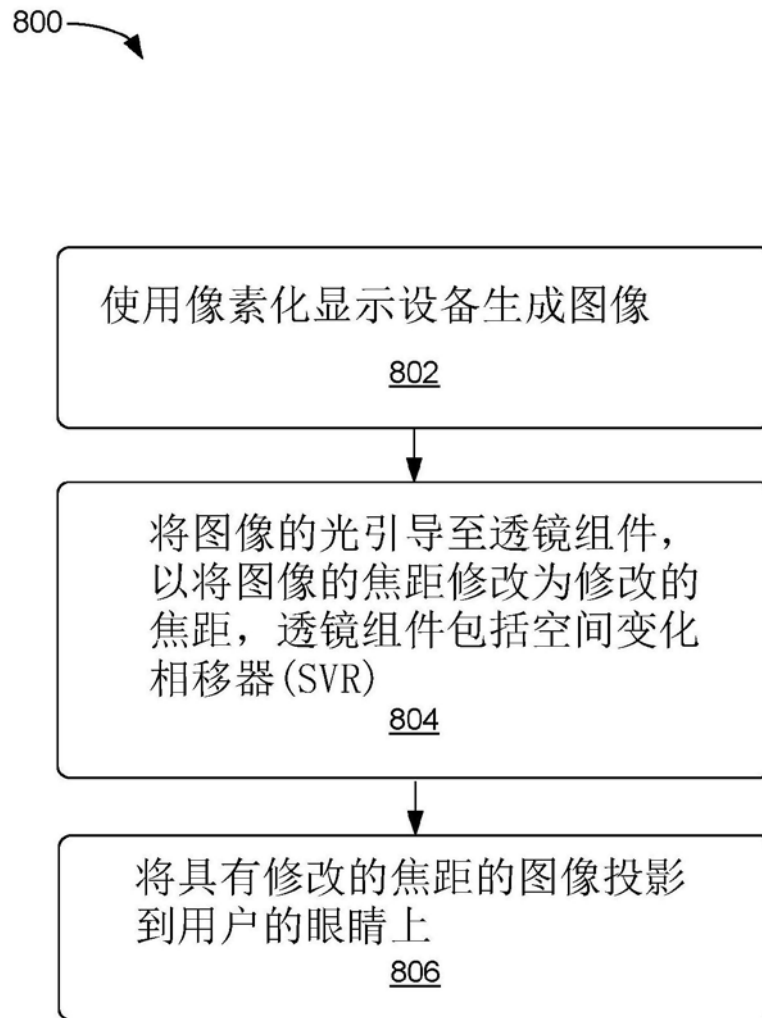


图8