



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108369339 B

(45) 授权公告日 2022. 08. 26

(21) 申请号 201680073919.0  
(22) 申请日 2016.10.17  
(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108369339 A  
(43) 申请公布日 2018.08.03  
(30) 优先权数据  
62/242963 2015.10.16 US  
15/294447 2016.10.14 US  
(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2018.06.15  
(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2016/057418 2016.10.17  
(87) PCT国际申请的公布数据  
W02017/066802 EN 2017.04.20  
(73) 专利权人 奥斯坦多科技公司  
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 H.S.埃尔-戈劳里 庄奇理  
B.阿戈斯蒂内利  
(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001  
专利代理师 周学斌 郑冀之  
(51) Int.Cl.  
G02B 27/00 (2006.01)  
G02B 27/02 (2006.01)  
G02B 13/08 (2006.01)  
G06T 19/00 (2006.01)  
(56) 对比文件  
CN 102591016 A, 2012.07.18  
CN 101655605 A, 2010.02.24  
CN 102959972 A, 2013.03.06  
CN 104597602 A, 2015.05.06  
CN 103424803 A, 2013.12.04  
审查员 吴松江

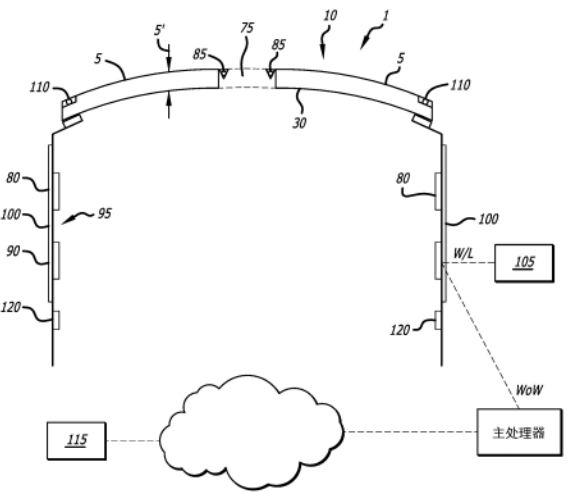
权利要求书2页 说明书12页 附图7页

(54) 发明名称

双模式增强/虚拟现实 (AR/VR) 近眼可佩戴显示器

(57) 摘要

一种用于与弯曲透镜元件一起使用的双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器。该透镜被提供有设置在透镜厚度内的一个或多个透明波导元件。该波导元件被配置成将显示图像从图像源(诸如发射显示成像器)直接耦合至观看者的视场内的出口孔径或多个出口孔径子区。在一个优选实施例中,多个图像源被设置在透镜的外围表面上,由此每个图像源都具有专用输入图像孔径和出口孔径子区,它们中的每一个都是“分段平坦的”并且具有匹配的面积和发散角,由此向观看者呈现多个图像源图像在观看者的视场内的输出。



1. 一种近眼显示设备,包括:  
光学透镜,具有弯曲或非平面表面和剖面,包括:  
面向场景的表面;  
面向观看者的表面,包括观看者的眼睛瞳孔可视区;  
多个光学波导结构,位于所述面向观看者的表面上,包括相应的多个波导层,所述相应的多个波导层限定所述可视区的多个相应子区;和  
边缘表面,位于面向场景的表面和面向观看者的表面之间;  
多个发射类型图像源,直接设置在所述边缘表面上,每个发射类型图像源耦合到相应的光学波导结构并且生成可视图像的相应部分;以及  
其中每个相应波导结构接收生成的可视图像的相应部分并通过相应的波导层将它中继到在所述面向观看者的表面的可视区的相应子区中它被显示的位置,  
其中位于所述面向观看者的表面上的所述多个光学波导结构,包括所述可视区的所述多个相应子区,是分段平坦的,用于提供以平铺布置组合以便限定具有所述弯曲或非平面表面和剖面的光学透镜的可视图像的相应部分。
2. 根据权利要求1所述的近眼显示设备,其中每个发射类型图像源包括多个像素,每个像素都是在空间、颜色和时间上能寻址的。
3. 根据权利要求2所述的近眼显示设备,其中所述多个波导层准许被接收到所述多个光学波导结构中的光被全内反射通过所述光学透镜到达所述可视区的相应子区。
4. 根据权利要求2所述的近眼显示设备,其中所述可视图像是存储在存储器中或按照需要生成或者这二者的更大图像的一部分,并且进一步包括:  
多个头部移动传感器,其用于感测佩戴所述近眼显示设备的观看者的头部的移动;和  
处理元件,其对头部移动传感器作出响应,以控制通过相应波导层可视的所述更大图像的一部分以及随着头部移动如何显示所述更大图像的一部分以便保持现实和增强图像在增强现实模式中的对准,或在虚拟现实模式中固定来自所述多个发射类型图像源的可视图像的空间位置。
5. 根据权利要求2所述的近眼显示设备,进一步包括:图像检测传感器,其在与观看者的眼睛光学通信以跟踪观看者的一只或多只眼睛的参数中与相应发射类型图像源相关联。
6. 根据权利要求1所述的近眼显示设备,其中所述光学透镜的所述面向场景的表面包括电着色层,所述电着色层具有设置在第一和第二导电透明薄膜层之间的电子可变光学透射层。
7. 根据权利要求6所述的近眼显示设备,其中所述可变光学透射层包括聚合物分散液晶材料。
8. 根据权利要求6所述的近眼显示设备,其中第一和第二导电透明薄膜层中的至少一个包括氧化铟锡材料。
9. 根据权利要求6所述的近眼显示设备,进一步包括至少一个周围光传感器和处理元件,所述处理元件对周围光传感器作出响应以控制发射类型图像源和所述电着色层从而控制所述发射类型图像源和通过电着色层可视的真实图像之间的相对亮度。
10. 根据权利要求6所述的近眼显示设备,进一步包括音频接口,所述音频接口包括用于与所述近眼显示设备音频通信的麦克风和扬声器。

11. 根据权利要求6所述的近眼显示设备,进一步包括用于控制所述近眼显示设备或电着色层的操作模式的触摸传感器。

12. 根据权利要求11所述的近眼显示设备,其中所述触摸传感器包括触摸和拖拽传感器。

13. 根据权利要求1所述的近眼显示设备,其中所述多个波导层包括微压印面结构。

14. 根据权利要求13所述的近眼显示设备,其中所述微压印面结构包括表面浮雕光学元件。

15. 根据权利要求1所述的近眼显示设备,其中所述波导层包括体积浮雕衍射光学元件。

16. 根据权利要求1所述的近眼显示设备,其中所述波导层包括衍射光栅。

17. 根据权利要求1所述的近眼显示设备,其中所述波导层包括闪耀光栅。

18. 根据权利要求1所述的近眼显示设备,其中所述波导层包括多级光栅。

19. 根据权利要求1所述的近眼显示设备,其中所述波导层包括布拉格光栅。

20. 根据权利要求1所述的近眼显示设备,其中所述近眼显示设备具有弯曲外观。

21. 根据权利要求1所述的近眼显示设备,其中所述光学透镜是第一光学透镜,其中所述近眼显示设备进一步包括第二光学透镜,其中所述第一光学透镜和所述第二光学透镜在框中被紧固,所述框包括眼镜腿组件。

22. 根据权利要求1所述的近眼显示设备,进一步包括至主处理器和/或服务器的有线或无线通信链路。

23. 根据权利要求1所述的近眼显示设备,进一步包括:

处理元件;并且

其中所述处理元件用于在处理元件存储器中跟踪在所述可视图像内出现的对象、图标和标记的参考图像或其部分。

24. 根据权利要求1所述的近眼显示设备,进一步包括:

处理元件;并且

其中所述处理元件用于以逐个帧为基础分析要被显示在所述近眼显示设备上的场景的内容以推断在多个色域原色的坐标方面的色域尺寸,然后命令所述多个发射类型图像源使用在正被显示的可视图像的调制中的所述多个色域原色来合成所推断的色域尺寸。

25. 根据权利要求1所述的近眼显示设备,进一步包括:

处理元件,被配置成感测观看者何时识别出所显示的可视图像并且修改识别出的所显示的可视图像。

## 双模式增强/虚拟现实(AR/VR)近眼可佩戴显示器

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求保护2015年10月16日提交的美国临时专利申请No. 62/242,963的权益,就像在这里完全阐述一样通过引用将其内容由此并入。

### 技术领域

[0003] 本发明总体上涉及可佩戴电子设备并且更特别地涉及双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器。

### 背景技术

[0004] 随着集成电路尺寸、重量和功率(SWaP)以及成本规模下行,可佩戴光学电子设备正变得越来越常见。可佩戴光学电子设备具有为数众多的商业、军事和消费应用。就可佩戴光学电子设备来说,存在现有技术,但它们中没有一个解决对拥有具有非平面剖面 and 表面的弯曲透镜形式的高分辨率、双模式、增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器的需要,这样的弯曲透镜剖面几乎专有地用于消费者和其他应用,并被认为是时尚和美观的。本文中公开的发明解决对此类近眼可佩戴显示器的需要并且实现此类近眼可佩戴显示器。

### 附图说明

[0005] 图1描绘本发明的双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器的透视图。

[0006] 图2描绘本发明的双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器的俯视图。

[0007] 图3A描绘本发明的光学透镜。

[0008] 图3B描绘图3A的透镜的横截面。

[0009] 图3C描绘图3A的透镜元件的顶视图。

[0010] 图4描绘本发明的双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器的透镜并图示透镜的光波导结构。

[0011] 图5描绘示出电池和显示框的眼镜腿(temple)的连接器的本发明的双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器的透视图。

### 具体实施方式

[0012] 在被呈现为本发明在后续权利要求中的说明性示例的优选实施例的以下描述中阐述本发明以及其实施例的各种变体。明确地指出,如由此类权利要求限定的发明比下面描述的说明性实施例更广泛。

[0013] 转向描述和各个图,在其中相似的参考表示若干视图之间的相似元件,所公开的是用于与弯曲光学透镜一起使用(但不限于弯曲光学透镜)的双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器。

[0014] 在本发明的第一方面中,公开一种双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器,并且该双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器可以包括光学透镜,该光学透镜包括第一(面向

场景的)表面、透镜厚度和透镜周界边缘或表面。该第一表面可以包括电着色(electro-tinting)层,其包括设置在第一和第二导电透明薄膜层之间的可变光学透射层。该第一和第二导电透明薄膜层中的每一个可以耦合至被配置成改变可变光学透射层的光学透射率的控制电路系统。在透镜厚度内提供一个或多个光波导结构并且该一个或多个光波导结构可以包括至少一个输入图像孔径和至少一个出口孔径,该出口孔径可以被分成多个出口孔径子区。诸如电子显示元件的一个或多个图像源光学耦合至它们相应的输入图像孔径。图像源可以被设置在透镜的外围(即边缘或侧面)表面上并且被配置成直接将所显示的光学图像从图像源直接光学耦合到输入图像孔径中并且然后光学耦合至出口孔径或者从多个输入图像孔径光学耦合至多个相应出口孔径子区。该出口孔径的或出口孔径子区的光学特性优选地被配置成与相应输入图像孔径的预定面积和预定发散角相匹配。

[0015] 可以提供该双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器,其中可变光学透射层由聚合物分散液晶(PDLC)材料组成。可以提供该双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器,其中设置在透镜元件内的多个光波导结构中的每一个都是各自“分段平坦的”。

[0016] 可以提供该双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器,其中分段平坦的多个光波导结构提供以平铺布置共同组合以便限定具有弯曲或非平面表面和剖面的光学透镜的图像部分。可以提供该双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器,其中该多个光波导结构中的每一个都被配置成将从其相应输入图像孔径耦合的图像重定向至其相应出口孔径或出口孔径子区中。还公开了对使用分段平坦的光波导结构的替换。

[0017] 可以进一步提供该双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器,其中该多个光波导结构共同限定该双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器的输出眼盒。可以提供该双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器,其中该多个光波导结构中的每一个都具有专用输入图像孔径和耦合至相应专用各个图像源的出口孔径子区。可以提供该双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器,其中该图像源包括发射微尺度像素阵列,其由各个空间上、色彩上和时间内可寻址的像素组成。

[0018] 还可以进一步提供该双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器,其中该多个光波导结构中的每一个都具有耦合至专用输入图像孔径中的专用图像源,该专用输入图像孔径被配置成显示共同图像的一部分以便显示给观看者。可以提供该双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器,其中该多个光波导结构中的每一个都被光学配置成中继并放大从单独图像源耦合至其双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器的相应出口孔径子区的图像部分。

[0019] 还可以进一步提供该双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器,其中该波导结构与被配置成跟踪观看者的一只或多只眼睛的位置的图像检测器传感器进行光通信或电子通信。可以提供该双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器,其中至少一个薄膜层由氧化铟锡材料组成。该双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器可以进一步包括处理电路系统,其被配置成感测观看者何时识别所显示的图像以及以预定图像数据补充或修改被识别并显示的图像或者在观看者的视场中修改或补充所显示的场景中的一些或所有。

[0020] 还可以进一步提供该双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器,其中该光波导结构包括作为波导层的微压印面(micro-imprinted facet)结构。该光波导层可以包括微压印面结构。该微压印面结构可以包括表面浮雕光学元件或体积浮雕衍射波导。该微压印面结构可以包括衍射光栅波导、闪耀光栅波导、多级光栅波导或布拉格光栅波导。

[0021] 如所描绘的,例如在图1中,本发明的近场可佩戴显示器1优选地被配置为常规外观的眼睛佩戴框架和具有至少一个光学透镜5的透镜组件。该透镜5可以包括非平面表面或分段平面表面并且被配置成以增强现实(AR)、虚拟现实(VR)或混合AR/VR模式操作。

[0022] 转向图2、3A-C和4,该透镜5由透镜厚度5'和透镜外围或边缘表面5''组成。如在图3B的透镜5横截面中详述的,在优选实施例中,所公开的双模式AR/VR近眼可佩戴显示器1的透镜5的前侧、面向场景的表面10可以被提供有电着色层15。电着色层15可以包括被设计成电气控制通过透镜5的透射率(或着色水平)的多个薄膜层20。多个薄膜层20可以包括可变光透射材料(诸如聚合物分散液晶(PDLC)材料)或夹在薄膜层20之间的等效适当材料的至少一个可变光透射层25。薄膜层20可以包括导电光透明材料诸如氧化铟锡(ITO)。薄膜层20被配置成实现电信号或电位跨可变光透射层25的耦合,以达到使透镜5的着色或透射水平电变化(或控制)的目的。在可变光透射层25的相对侧上的薄膜层20优选地被电隔离且单独电耦合至适当的控制电路系统以实现每个透镜5的有效透射率的多级或连续可变控制,并且能够从透明或清楚变成不透明或暗的。

[0023] 在一个优选实施例中,透镜5的电着色层15被设计成准许观看者限定的多电压水平电信号通过透明导电ITO薄膜层20的耦合以控制可变光透射PDLC层25的晶体对准并且因此准许透镜5着色水平跨着色水平的离散或连续范围从清楚到暗的可控变化。

[0024] 提供具有一个或多个光波导结构40的透镜5的背侧、面向观看者的表面30(图4)。在一个优选实施例中,背侧表面30可以被提供有聚合物的光薄膜层,该聚合物的光薄膜层由设置在透镜厚度5'内的多个波导层50组成,该多个波长层50中的每一个都限定相应的出口孔径。该波导层50可以被提供为多个微压印面或等效光学结构,其被配置成准许被接收到定位成接近透镜5中的每一个的外围表面5''(优选地观看者的眼睛瞳孔观察区外部)的波导结构40中的光被全内反射(TIR)或者被“波导引导”通过透镜的厚度5'的相应部分到达由位于观看者的眼睛瞳孔的观察区内的相应波导层50限定的预定出口孔径子区45',如在图4中描绘的。(没有示出所有波导层以便不会没必要地模糊图的其他方面)。图4总体上图示耦合到透镜5观察区域内的多个出口孔径子区45'的多个波导结构40。该波导层50总体上跨过整个相应出口孔径子区45',除了邻近相应透镜5的外围区的边界区之外,以便实现由每个孔径子区45'的各个图像部分的平铺引起的不具有间隙或死区的共同图像的创建。

[0025] 可以例如使用透镜厚度5'内的表面浮雕或体积浮雕衍射光学结构(DOC)来制造波导结构40,并且可以将该波导结构40提供为例如衍射光栅、闪耀光栅、多级或布拉格光栅或者如光学领域中已知的等效结构。

[0026] 波导层50可以被设计成使优选地覆盖可见光谱的衍射宽带光。

[0027] 波导层50优选地被设计成将从一个或多个图像源55发射的光光学耦合至每个透镜5中以及到观看者的眼睛瞳孔区。连同形成图像源55的一部分的适当微透镜阵列一起的波导结构被配置成适当地光学放大并重定向耦合至每个透镜子区45'中的图像。特别地,反射式棱镜状光栅元件上的微压印面可以被提供有彼此不同的单独、观看者限定的面角,例如它们在波导层50自身上逐渐变大或变小以重定向在限定相应图像部分的出口孔径处的光以便向着观看者的眼睛会聚。

[0028] 本发明的双模式AR/VR近眼可佩戴显示器1可以进一步包括直接光学耦合至透镜5中的每一个的相应波导结构40的至少一个图像源55,由此每个图像源55能够生成并输出包

括多色像素的2D阵列的数字光学图像部分。如之前阐述的,每个图像源55向相应输入孔径40提供要被呈现给相应透镜5的相应出口孔径子区45'的相应出口孔径的图像部分,以使得每个图像部分将填充除了透镜5的外部边缘处的小部分之外的相应出口孔径子区45'以能够通过相应图像部分的平铺在每个透镜中提供单个组合图像。

[0029] 光学耦合至透镜5的图像源55可以被提供有用来调制双模式增强/虚拟现实近眼可佩戴显示器中的单视图图像或多视图光场图像的能力。

[0030] 光学耦合至透镜5的图像源55优选地在不使双模式AR/VR可佩戴显示器观看者的视场模糊的情况下足够紧凑地耦合至透镜5。

[0031] 图像源55被提供用来通过在优选实施例中存在发射型(如与“背后照明”或“透射”图像源相对)且能够生成基本上匹配透镜5的输入图像孔径40的所需发散角和显示区域的图像来实现可佩戴显示器的必备的紧凑性。发射成像器可以在不需要不合期望地使观看者的视场模糊的中继元件或庞大光学接口的情况下直接从它们的发射表面光学耦合通过发射成像器的微透镜阵列。

[0032] 可以例如从在例如美国专利号7,623,560、7,829,902、8,567,960、7,767,479、8,049,231、和8,243,770(它们是本申请的受让人转让给Ostendo技术有限公司的多个专利和专利申请的主题)中描述的被称作量子光子成像器(“QPI™”,Ostendo技术有限公司的商标)的一类发射显示设备提供光学耦合至透镜5的图像源55。

[0033] 适于用作伴随本发明的图像源55的示例性发射显示元件包括但不限于如在例如美国专利No.9,195,053、8,854,724和8,928,969(它们中的每一个都题为“Spatio-temporal Directional Light Modulator”)中教导的光场发射显示设备、或在美国专利No 7,623,560、7,829,902、8,567,960、7,767,479、8,049,231、和8,243,770(它们中的每一个都题为“Quantum Photonic Imagers And Methods Of Fabrication Thereof”)中教导的发射显示元件;这些专利中的每一个都被转让给本文中的申请人并且通过引用将它们中的每一个的整个内容合并于此。

[0034] 作为上面引用的相应美国专利的主题的上面引用的图像源值得拥有的特征是在包括所有必要显示驱动电路系统的单个发射显示设备中的高亮度、高分辨率和多色光非常快速响应,一些具有空间调制能力。尽管上面引用的专利中公开的设备非常适合于在本发明中使用,但是明确考虑的是在此发明的上下文内,如在本文中使用的术语一个或多个图像源涵盖任何光电子设备,其包括适当尺寸的发射微尺度固态光(SSL)发射像素阵列。此类设备(在下文中被统称为图像源)的SSL发光像素可以是发光二极管(LED)或激光二极管(LD)结构或其通断状态由驱动电路系统来控制的任何固态发光(优选地多色)结构,并且备选地可以包括(作为一个示例)图像源55,其包括OLED成像器设备。

[0035] 通过相关联的驱动CMOS电路系统将上面引用的美国专利的图像源的发射微尺度阵列内的像素有益地提供为各个可寻址的、空间的、色彩的和时间的,使得此类图像源能够发射空间上、色彩上和时间上调制的光。由上面引用的专利中公开的图像源发射的多种颜色期望共享相同像素孔径。该像素孔径发射发散角范围从约 $\pm 5^\circ$ 至约 $\pm 45^\circ$ 的多色且准直(或非朗伯)光。包括上面引用的专利的图像源的发射阵列的像素尺寸通常在近似5-20微米的范围中,其中图像源的典型发射表面积在近似15-150平方毫米的范围中。作为上面的专利的主题的图像源被提供有其发射像素阵列和设备的物理边缘之间的最小间隔或边界,使

得要被“平铺的”大量图像源设备能够创建观看者限定的任意尺寸显示面积。然而,如在图3A、3C和4中示出并且如上面描述的当在本发明的透镜的外围周围单独分配时,被平铺的图像部分不是图像源自身,以使得图像源自身上的边界并不重要,除非图像源本身以某种方式被平铺。

[0036] 光学耦合至本发明的透镜5的图像源55能够优选地以最小功率消耗生成具有在优选地从1-15流明延伸的范围内可数字控制的亮度的视频图像,以便在所公开的双模式AR/VR可佩戴显示器1的紧凑配置内实现实际集成。

[0037] 图像源55的可控亮度水平能够生成适当的亮度水平以便与双模式AR/VR可佩戴显示器1的多个操作模式相匹配。

[0038] 光学耦合至透镜5的图像源55可以被配置成生成可以数字控制的图像尺寸和形状(就被调制并耦合至输入图像孔径40中的像素的数目和边界来说),由此可控的图像尺寸和形状被用来将具有可变控制的尺寸和形状的图像耦合至透镜5的出口孔径45或出口孔径子区45'中。

[0039] 光学耦合至透镜5的图像源55优选地包括专用于如上面描述的每个透镜5的至少一个图像源55或耦合至每个透镜5的多个波导结构中的多个图像源55,由此每个图像源55被耦合至不同的子区45',如在图4中描绘的。

[0040] 使用耦合至每个透镜5的多个输入图像孔径40中的多个图像源55(由此每个图像源55被有效地耦合至单独专用出口孔径子区45')准许仅跨透镜厚度5'内的透镜5的一小部分所需的波导平坦条件(通常是维持TIR波导条件所需的),因此要求透镜5仅在各个出口孔径子区45'上“分段平坦”。这进而实现使用具有非平面表面和弯曲横截面剖面的整体弯曲透镜5。

[0041] 用来将透镜5提供为“分段平坦”的能力使得当使用典型波导光学器件时能够使用弯曲形状的透镜而不是所需要的基本平面的透镜。该弯曲透镜的分段平坦部分允许将更具审美情趣的眼镜透镜形状和流线型外观用于本发明的双模式AR/VR近眼可佩戴显示器1。

[0042] 作为可能的备选,取决于双模式AR/VR近眼可佩戴显示器1的整体设计,可能有可能将图像从图像源55直接投影在波导层50上。作为进一步地备选,因为全内反射仅仅需要光至内表面的入射角低于临界角,并且内反射的数目通常将不会很大(诸如在1至3的范围中),并且透镜5的曲率不需要很大来获得所需的美学效果,可能有可能使用连续弯曲透镜5而不是分段平坦透镜5。尽管显示给观看者的图像部分将是失真的,但是图像部分可以是相反预失真的(诸如通过图像源55的适当微透镜层)和/或电子校正以移除该失真。还应该指出,如果使用的话全内反射仅在使用内反射,即邻近每个透镜5的边缘的情况下需要。否则,透镜5可以像普通眼镜一样轻微地连续弯曲并且波导层50相应地改变,并且如果期望的话眼镜框的边缘可以被悬伸的边缘部分覆盖,所以仅连续弯曲部分将是正常可见的。

[0043] 耦合在每个透镜5的多个输入波导结构40上的多个图像源55的使用(由此每个图像源55耦合至不同且专用出口孔径子区45')进一步允许从多个图像源55至出口孔径子区45'的波导光路具有从不同方向会聚在观看者的眼睛瞳孔中的每一个上的光线。

[0044] 耦合至多个输入图像孔径40(其中每个输入图像孔径40都被耦合至不同出口孔径子区45'和从多个相应图像源55通过多个相应出口孔径子区45'的相应波导光程)中的多个图像源55的使用促使从不同图像源55发射的光从不同方向会聚在观看者的眼睛瞳孔中的



每一个上,其中与每个出口孔径子区45'相关联的图像源55优选地调制不同透视图并且使得双模式AR/VR近眼可佩戴显示器1能够显示多视图光场场景。

[0045] 耦合至多个波导结构40(其中每个波导结构40都被耦合至不同子区45'和从多个图像源55通过相应出口孔径子区45'的波导光程)中的多个多视图光场图像源55的使用促使从不同图像源55发射的多视图光场从不同方向会聚在观看者的眼睛瞳孔中的每一个上,其中与每个出口孔径子区45'相关联的图像源55调制不同多视图视角。这使得双模式AR/VR近眼可佩戴显示器1能够在宽视场(FOV)上调制精细(小)的角(间距)分辨率光场,由此通过会聚在观看者的眼睛中的多个图像源55主光线角来完成粗糙方向调制(例如在全FOV内的主光线之间的15°角分离),并且通过调制由它们相应出口孔径子区45'方向内的精细角分离间距分开的一组不同视角的图像源55来完成光场的精细方向调制(例如子区FOV内的视图之间的0.5°角分离)。

[0046] 耦合至多个波导结构40中的多个多视图光场图像源55的使用使得向观看者的瞳孔(优选地每个瞳孔8-12幅视图,其中至少六个视图沿着水平视差)中的每一个提供足够数目的视图的光场的调制能达到基本上消除所谓的“收敛调节冲突”(VAC)效应(这引起严重的观看者不适并且在现有技术近眼立体显示中常常碰到)的程度,因此将所公开的双模式AR/VR近眼可佩戴显示器1制成无VAC的显示器。

[0047] 耦合至多个波导结构40中的多个图像源55的使用使得能够通过以下方式增加显示分辨率(就要被显示给观看者的像素数目来说):或者增加光学耦合至显示透镜5中的每一个的图像源55的数目(例如并且不通过限制的方式)使用八个图像源55(每个都具有125,000个10微米像素来实现每只眼睛一百万像素),或者通过减小例如图像源的55像素尺寸(例如并且不通过限制的方式使用)与上面的示例相同的物理尺寸的8个图像源55(但每个都具有500,000个5微米像素来实现每只眼睛两百万像素的显示)。

[0048] 耦合至每个透镜5的相应多个波导结构40中的多个图像源55的使用实现将足够数目的视图调制至观看者的瞳孔中的每一个的每只眼睛的高像素分辨率,使得有可能将数字全息图像或光场图像调制至观看者。

[0049] 具有电可控图像尺寸和形状的图像源55可以被用来生成使双模式AR/VR可佩戴显示器1的各个操作模式与光学图像失真匹配的适当的图像尺寸和形状。

[0050] 转回图2,该双模式AR/VR近眼可佩戴显示器1可以包括每只眼睛至少一个眼睛跟踪传感器65,眼睛跟踪传感器65的输出被配置成检测观看者的眼睛的多个预定参数,包括但不限于每只眼睛的角位置(或观察角)、虹膜直径和两个瞳孔之间的距离。

[0051] 眼睛跟踪传感器65可以包括多个图像检测传感器(诸如CMOS检测器阵列器件),它们耦合至透镜5中的每一个的输入图像孔径40,由此每个眼睛跟踪传感器65都紧密接近图像源55定位以利用每个透镜5的光波导结构40的光学传递功能。这使得能够使用每个透镜5的光波导结构40来起到两个作用;一个起的作用为从多个图像源55至波导层并且从那里至每只眼睛的光路,并且第二起的作用为从每只眼睛至一个或多个图像检测眼睛跟踪传感器65的反向光路。

[0052] 由多个图像检测眼睛跟踪传感器65捕获的多个图像可以混合(融合)在一起以形成所捕获的每个瞳孔的图像并且还形成要被用来推断跨多个出口孔径子区45'的颜色和亮度均匀性的显示出口孔径45或出口孔径子区45'的图像。

[0053] 眼睛跟踪传感器65可以被利用来检测跨多个显示出口孔径子区45'的亮度和颜色均匀性,由此分析由(一个或多个)眼睛跟踪传感器65捕获的图像来确定显示出口孔径子区45'中的每一个的亮度和颜色。然后,比较所确定的值并且可以相应调整耦合到多个波导结构40中的多个图像源55的亮度和/或颜色以促使跨整组出口孔径子区45'的颜色和亮度在给定观看者限定的阈值(例如10%)内变得均匀。

[0054] 随后可以利用眼睛跟踪传感器65的眼睛参数输出来通过以下这样调整每只眼睛的显示参数:调整耦合至每个透镜5的多个输入图像孔径40的多个多视图光场图像源55的参数(例如将显示分辨率调整至其在1°至2°区内的“眼睛观看”方向上的最高水平)、或者在从所检测的眼睛参数推断的深度处选择光场压缩参考全息元件(hogel)、或者调整所合成的全息3D图像的深度来匹配眼睛聚焦的位置的深度、或者调整在1°至2°区的眼睛观看方向内的亮度或颜色(例如使1°至2°区的眼睛观看方向之外的图像区内的透射、分辨率、亮度和/或颜色模糊、降低和/或得以调整)。

[0055] 图像源55以及被配置成执行光学耦合至透镜5的图像均匀性功能的一个或多个眼睛跟踪传感器65可以电耦合至接口控制和处理元件(ICPE),其被配置为优选地被集成在双模式AR/VR可佩戴显示器1的眼镜的框架眼镜腿75组件内的紧凑印刷电路(诸如在图1和图2中或在眼镜的眼镜腿中图示的)。ICPE通常将在程序控制下操作。

[0056] 从双模式AR/VR可佩戴显示器接口、控制和处理元件(ICPE)耦合至图像源55的电耦合可以合并例如数字视频图像输入信号、亮度控制和图像尺寸和形状控制信号。

[0057] 该双模式AR/VR可佩戴显示器1的接口、控制和处理元件(ICPE)可以进一步包括在眼镜的框架眼镜腿组件75中的无线和有线接口以及连接能力二者,该连接能力使得双模式AR/VR可佩戴显示器1能够接合并无线地或有线连接至图像存储源或控制主处理器和/或服务器(诸如在图2中看到的)。

[0058] 可以在双模式AR/VR可佩戴显示器1的接口、控制和处理元件(ICPE)内实施处理来自眼睛跟踪传感器65的反馈输入所要求的图像处理能力。

[0059] 该双模式AR/VR可佩戴显示器1的接口、控制和处理元件(ICPE)可以进一步包括使所显示的图像在透视以及时间方面二者上与两只眼睛同步的能力。

[0060] 该双模式AR/VR可佩戴显示器1的接口、控制和处理元件(ICPE)可以进一步包括倾斜和取向传感器80,其优选地使用微尺度陀螺仪和加速度计来实施以实现如图2中描绘的双模式AR/VR可佩戴显示器1倾斜和取向(头部跟踪能力)的感测。

[0061] 该双模式AR/VR可佩戴显示器1的接口、控制和处理元件(ICPE)可以进一步包括用来实现感测双模式AR/VR可佩戴显示器的周围光环境的亮度的一个或多个周围光传感器85。

[0062] 该双模式AR/VR可佩戴显示器1的接口、控制和处理元件(ICPE)可以进一步包括用来将所感测的周围光、双模式AR/VR可佩戴显示器1的倾斜和取向(周围光、倾斜和取向传感器输出数据)输出至所连接的图像源55和控制主处理器和/或服务器的接口能力。

[0063] 该双模式AR/VR可佩戴显示器1的接口、控制和处理元件(ICPE)可以进一步包括用来转换、调节和管理提供给该双模式AR/VR可佩戴显示器1的输入功率的功率转换器电路和功率管理电路系统90。

[0064] 该双模式AR/VR可佩戴显示器1的接口、控制和处理元件(ICPE)可以进一步包括作

为功率管理电路系统的一部分的电池组,该功率管理电路系统耦合至功率转换器和功率管理电路以实现自主(或非插塞(not-plugged))操作模式。

[0065] 该双模式AR/VR可佩戴显示器1的接口、控制和处理元件(ICPE)可以进一步包括耦合至功率转换器和功率管理电路系统90以实现插塞操作模式的输入功率接口。

[0066] 该双模式AR/VR可佩戴显示器1的接口、控制和处理元件(ICPE)可以进一步包括实现功率、数据和控制接口至该双模式AR/VR可佩戴显示器的紧凑输入连接器,该功率、数据和控制接口优选地位于如在图5中描绘的双模式AR/VR可佩戴显示器1的可佩戴显示器框的眼镜腿组件95中的至少一个的终端部分处。

[0067] 可以利用其弯曲透镜5和光波导结构40特征来使该双模式AR/VR可佩戴显示器1弯曲以匹配具有眼镜腿组件75的观看者的(观看者)前头部轮廓和在垂直轴上延伸的透镜框,以便使过量周围光在该双模式AR/VR可佩戴显示器1的观看区内的泄漏充分最小化。

[0068] 该双模式AR/VR可佩戴显示器1可以被配置成按照由显示观看者(通过触摸显示眼镜腿或通过语音命令)或由嵌入在从图像源主处理器和/或服务器输入的接口、控制和处理元件数据内的命令来命令的以虚拟现实VR模式、增强现实AR模式或混合AR/VR模式来操作。

[0069] 在VR模式中,可以通过适当地设置耦合至透镜5的电着色层15中的电信号的水平来将双模式AR/VR可佩戴显示器1的透镜5的着色增加至最大值(或将透射率降低至最小值),由此降低透镜图像源55的输出图像亮度以匹配如按照显示观看者的偏好规定的VR亮度水平。

[0070] 在VR模式中,该双模式AR/VR可佩戴显示器1可以向图像源提供所感测的倾斜和取向数据以用于使该图像源依据观看者的头部倾斜和取向来向双模式AR/VR可佩戴显示器1提供适当生成的VR图像。特别地在AR模式中,如果没有响应于倾斜和取向数据而使观看者的头部的位置的倾斜或改变电子校正,则该位置的倾斜或改变将使增强图像而不是真实图像的表现位置倾斜或改变。

[0071] 在双模式AR/VR可佩戴显示器1的VR模式中,当观看者命令显示器将透镜倾斜降低至由显示观看者限定的最小水平时(或者通过触摸位于显示臂、显示眼镜腿的外部表面上的触摸传感器或者通过语音命令)或者当所感测的倾斜和取向数据指示观看者的头部在由观看者按照偏好陈述的默认观看体积(或框)之外时,可以将透镜倾斜降低至由显示观看者限定的最小水平。这通过设置某一特定物理观看框(在其外部减少显示透镜着色以允许显示观看者安全地走来走去)来使得显示观看者能够在仍佩戴该双模式AR/VR可佩戴显示器1的同时安全地来回移动。

[0072] 在VR模式中,该双模式AR/VR可佩戴显示器1可以被可重配置成显示2D或3D光场图像,由此使由显示器感测的倾斜和取向数据被图像源设备用来扩展可显示的视场(在操作的2D和3D模式二者中)或者实现操作的3D模式中的全视差3D观看体验。

[0073] 在AR模式中,可以将该双模式AR/VR可佩戴显示器1的透镜5的着色降低至匹配由显示器通过适当地设置耦合至透镜的着色层15中的电信号的水平而使用周围光传感器85感测的周围光水平的期望观看水平。可以通过降低透镜图像源55输出图像亮度来增加所显示的图像的亮度以使所感测的周围光水平与由显示观看者按照偏好陈述的亮度水平相匹配。

[0074] 在AR模式中,该双模式AR/VR可佩戴显示器1可以通过ICPE向图像源55提供倾斜和

取向数据,以用于图像源55依据观看者头部倾斜和取向来向双模式AR/VR可佩戴显示器1提供适当生成的AR图像。因为在AR模式中,以一种协调叠加的方式来使通过透镜5(现实世界)可见的图像和计算机生成的或以其他方式的增强图像二者对观看者可见,如果没有补偿的话,观看者的头部的倾斜和取向将干扰两个图像的相对位置。在一个优选实施例中,在任何时候显示的图像都可以被视为更大增强图像的一部分,诸如可以被存储在存储器中或者可以按照需要根据要求来生成(或者这二者),并且实际上,仅仅通过以补偿方式移动或扭曲该更大图像周围的可视区域就可以有效地纠正头部移动。因此,虽然显示在任何子区45'中的任何一个图像部分的物理尺寸不会改变,但被显示的较大图像的部分以及如何将它显示在任一个子区45'中随着头部移动由ICPE来改变以保持真实图像和增强图像的对准。该特征在VR模式中也可以是有价值的,还可以固定可视图像的空间位置,以增加观看者的VR体验。

[0075] 要指出,在AR或VR模式中,通常由图像源在透镜5的任何子区中显示的图像将具有在边缘周围不被使用(变黑或离开)的一个或多个图像源像素。这允许以像素增量电子精确地确定显示在子区中的图像的尺寸、位置和角位置以避免不合理的机械对准要求等。

[0076] 在该双模式AR/VR可佩戴显示器1的AR模式中,当观看者命令显示器将透镜着色增加至由显示观看者设置的水平(或者通过触摸位于显示眼镜腿的外部表面上的触摸传感器100或者通过语音命令)时或者当所感测的周围光数据指示周围光已增加至将会降低所显示的图像的对比度的点时,可以将透镜着色增加至由显示观看者设置的水平。

[0077] 在AR模式中,该双模式AR/VR可佩戴显示器1可以显示2D或3D光场图像,由此由显示器感测的倾斜和取向数据可以被图像源55用来在操作的2D和3D模式二者中扩展可显示的视场,或者实现在操作的3D模式中的全视差3D观看体验。

[0078] 在该双模式AR/VR近眼可佩戴显示器1的混合AR/VR模式中,可以由包含嵌入的模式控制命令数据包的显示内容来控制操作模式,该嵌入的模式控制命令包依据被显示的场景的内容和/或观看者的眼睛指向和聚焦在哪里来促使双模式AR/VR近眼可佩戴显示器1通过修改此类场景对象或焦深的着色水平和/或对对比度水平来在所显示的图像内强调某些对象或焦平面。

[0079] 该双模式AR/VR可佩戴显示器1可以包括触摸和语音控制能力二者,如上面解释的,它们被用来在操作的AR和VR模式之间切换和控制每个模式的各个操作参数。

[0080] 该触摸控制能力可以被实施为集成在壳(或外壳)外部的眼镜腿组件上的触摸传感器100。触摸传感器100可以被设计成对单次触摸、多次触摸或触摸和拖拽类型的命令作出响应。在AR和VR模式二者中,示例性右侧触摸传感器100的默认设置是用于控制触摸传感器来控制显示透镜着色水平的拖拽,并且左侧触摸传感器100是用于控制触摸传感器来控制显示亮度水平的拖拽。在VR模式中,对任一侧的单次触摸可以改变显示透镜的着色以允许显示观看者安全地走来走去。多次触摸可以被用来基于允许显示观看者设置并改变每个操作模式参数以匹配它们的需要的可编程菜单来改变触摸传感器的默认控制。

[0081] 可以提供语音控制能力来使得显示观看者能够控制显示模式(诸如AR对VR或混合AR/VR)和显示操作参数(诸如亮度或图像尺寸)。

[0082] 通过眼镜的框架眼镜腿75组件中的其无线或有线接口能力,双模式AR/VR可佩戴显示器1实现与手势传感器105的接合,该手势传感器105允许显示观看者控制显示模式(诸

如AR对VR或混合AR/VR)和显示操作参数(诸如亮度或图像尺寸)以及还使用可通过手、语音或触摸手势而添加或从观看者显示区域移除的软按钮或图标来控制/或选择显示内容。

[0083] 该双模式AR/VR可佩戴显示器1可以进一步包括至少一个“现实”传感器110(优选地光场相机),其优选地捕获周围光场内容并且将所捕获的图像耦合至接口、控制和处理元件(ICPE),其然后混合或融合被显示的图像以适应并在光学上匹配在AR模式下观看的现实视角,或将由现实传感器捕获的图像集成到VR模式下显示的内容中。

[0084] 该双模式AR/VR可佩戴显示器1可以进一步包括用来接受处于压缩格式(例如诸如MPEG或JPEG)的输入图像数据或视频数据并且或者首先解压缩输入图像然后将它们显示给观看者或者使用如下面讨论的视觉解压技术直接将它们显示给观看者以降低解压处理和存储器要求并降低功率消耗的能力。

[0085] 该双模式AR/VR可佩戴显示器1的多个图像源55可以进一步包括用来使用( $n \times n$ )像素的高阶基(而不是标准1像素调制基)调制图像然后调制图像的相称离散小波的系数、(DWT)变换或离散余弦变换(DCT)表示(它们通常是MPEG和JPEG压缩技术所使用的系数)的视觉解压缩能力,因此使得双模式AR/VR可佩戴显示器1能够直接使用压缩的图像数据来调制图像。这进而导致了数据处理吞吐量和存储器使用的效率并且因此降低了双模AR/VR可佩戴显示器1的接口、控制和处理元件(ICPE)的体积和功率消耗要求。

[0086] 该双模式AR/VR可佩戴显示器1可以进一步包括用来接受使用光场压缩技术和格式压缩的输入图像或视频并应用已压缩的光场渲染以便解压缩和合成要从一组已压缩的参考全息元件(hogel)显示的光场,以便降低图像接口带宽、解压缩处理和存储器要求并降低功率消耗的能力。

[0087] 该双模式AR/VR可佩戴显示器1可以进一步包括与云服务器115接合并基于所检测的观看者的眼睛和头部位置和取向来向该服务器查询以下载所选的一组已压缩光场全息元件(hogel),然后从服务器接受一组请求的光场全息元件(hogel),然后应用已压缩的光场渲染以便解压缩并合成要从一组已压缩的参考全息元件(hogel)显示的光场的能力。这有益地进一步降低图像接口带宽以及解压缩处理和存储器要求和功率消耗。

[0088] 该双模式AR/VR可佩戴显示器1可以进一步包括与云服务器115接合并基于所检测的观看者的眼睛焦点深度或距离来向该服务器查询以下载所选的一组已压缩光场全息元件(hogel)(在这里被称为参考hogel),然后从该服务器接受一组请求的参考光场hogel,然后应用已压缩的光场渲染以便解压缩并合成要从一组已压缩的参考hogel显示的光场以便进一步降低图像接口带宽以及解压缩处理和存储器要求并降低功率消耗的能力。

[0089] 该双模式AR/VR可佩戴显示器1可以进一步包括用来与被配置为联网光场摄影云服务器的云服务器115接合,然后与服务器交互以上传由其现实传感器110捕获的周围光场图像并下载观看者扩展的光场的图像以便允许观看者观看超出其视觉到达的其周围光场(即扩展的光场)的内容或者以便允许显示观看者使用显示器的VR或AR模式来完全浏览下载的光场的能力。

[0090] 该双模式AR/VR可佩戴显示器1可以进一步包括用来与云服务器115接合并查询云服务器115以便依据由一个或多个眼睛跟踪传感器65检测的眼睛参数(例如观察角和焦深)来下载视频数据集的所选部分的视频内容的能力。

[0091] 该双模式AR/VR可佩戴显示器1可以进一步包括用来与音频接口120接合的能力,

该音频接口120可以包括集成在眼镜腿组件75的体积周界内的音频扬声器和麦克风二者，由此麦克风电耦合至接口、控制和处理元件(ICPE)并被用来将观看者语音命令接合至接口、控制和处理元件(ICPE)的语音识别处理元件(软件)并且扬声器电耦合至接口、控制和处理元件(ICPE)并被用于至观看者的音频内容接口。

[0092] 多个图像源55和眼睛跟踪传感器65、现实传感器110以及接口、控制和处理元件(ICPE)可以被相应地装饰在透镜边框的边缘和近眼可佩戴显示眼睛框的眼镜腿的体积周界内，以产生诸如图1中图示的当公众佩戴时产生作为美感与装饰外观的流线型外观近眼可佩戴显示眼镜。

[0093] 可以预期该双模式AR/VR可佩戴显示器1不时地显示对象、图标和/或标记的参考图像，并且该设备的处理元件可以进一步包括在其接口、控制和处理元件存储器中跟踪在所显示的内容内频繁出现的对象、图标和/或标记的参考图像的子集，然后随后简化精细节或降低参考图像的该子集的分辨率以便降低处理和存储器要求并降低功率消耗的能力。该特征通过虚拟填充识别和/或标识熟悉或先前视觉感测的对象和图像所需的细节来利用人类视觉系统(HVS)的认知感知能力，以便最大化该双模式AR/VR近眼可佩戴显示器1的在响应延迟、处理吞吐量和存储器要求和功率消耗方面的效率。

[0094] 该双模式AR/VR可佩戴显示器1可以进一步包括用来以逐个帧为基础地分析要被显示在设备上的内容以推断色域尺寸(就色域原色的坐标来说)，然后命令多个图像源55通过在正被显示给观看者的图像的调制中使用测得的色域原色来合成所推断的色域的能力。该特征利用逐帧的图像内容的色域通常比可以通过上面提到的激光二极管或基于LED的图像源55合成的全色域更小得多的事实，以便最大化该双模式AR/VR近眼可佩戴显示器1在亮度、颜色内容、处理吞吐量和存储器要求和功率消耗方面的效率。

[0095] 在这里提到图2中示出的ICPE和主处理器，这二者将包括一个或多个处理元件，该一个或多个处理元件进而将按照需要包括存储器。应该理解，可以使用无线或有线通信在图1的设备上或在图1的设备之外或通过这二者来完成任何处理，并且对下面权利要求中的处理元件的参考要被理解成指代在图1的设备上和/或图1的设备之外的一个或多个处理元件。

[0096] 本领域普通技术人员可以在不偏离本发明的精神和范围的情况下作出许多改变和修改。因此，必须理解已经仅为了示例的目的阐述了所图示的实施例并且不应将其理解为将本发明限制为由要求该申请的优先权的任何后续申请中的任何权利要求来限定。

[0097] 例如，尽管事实上可以以某种组合来阐述此类权利要求的要素，但是必须明确理解的是本发明包括在上面公开的更少、更多或不同元件的其他组合，即使在最初没有在此类组合中要求保护。

[0098] 在该说明书中用来描述本发明以及其各个实施例的词语要被理解成不仅仅在它们通常定义的含义的意义内，而且还通过在该说明书中的具体定义包括超出通常限定的含义的范围的结构、材料或动作。因此，如果一个要素在该说明书的上下文中理解为包括多于一个含义，则其在后续权利要求中的使用必须被理解为通用于通过说明书且通过其词语本身支持的所有可能的含义。

[0099] 因此，在要求该申请的优先权的任何后续申请中的任何权利要求的词语或要素的定义应该被定义成不仅包括文字上阐述的要素的组合，而且还包括用于以基本上相同的方法

式执行基本上相同的功能以获得基本上相同结果的所有等同结构、材料或动作。因此,从这个意义上讲,设想可以对以下此类权利要求中的要素中的任一个作出两个或更多要素的等效替代或者可以用单个要素来替代此类权利要求中的两个或更多要素。

[0100] 尽管要素可以在上面被描述为以某些组合来起作用并且甚至随后也同样地被要求保护,但是要明确理解来自所要求保护的组合的一个或多个要素在某些情况下可以从该组合删除掉并且可以将此类要求保护的组合引导至子组合或子组合的变化。

[0101] 如由本领域中的普通技术人员所观察(现在已知或稍后推断)的来自任何随后要求保护的主题的无实质变化都被明确视为等同地在此类权利要求的范围内。因此,本领域普通技术人员现在或后来已知的明显替代被限定为在所限定的要素的范围内。

[0102] 因此要求本申请的优先权的任何后续申请中的任何权利要求被理解成包括在上面具体说明并描述的那些、那些概念上的等同物、可以明显代替的那些和还有本发明的基本思想本质包含的那些。

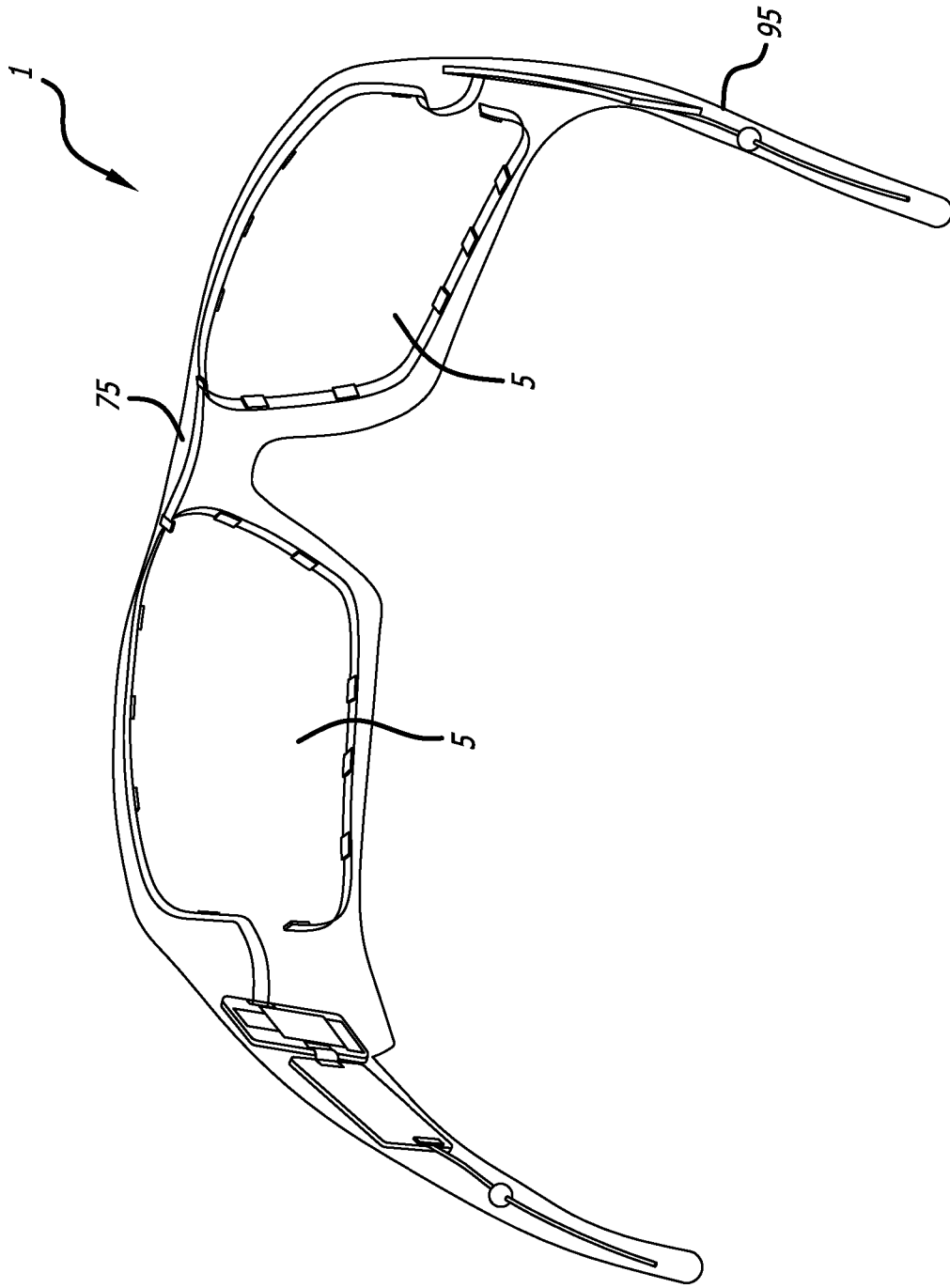


图 1



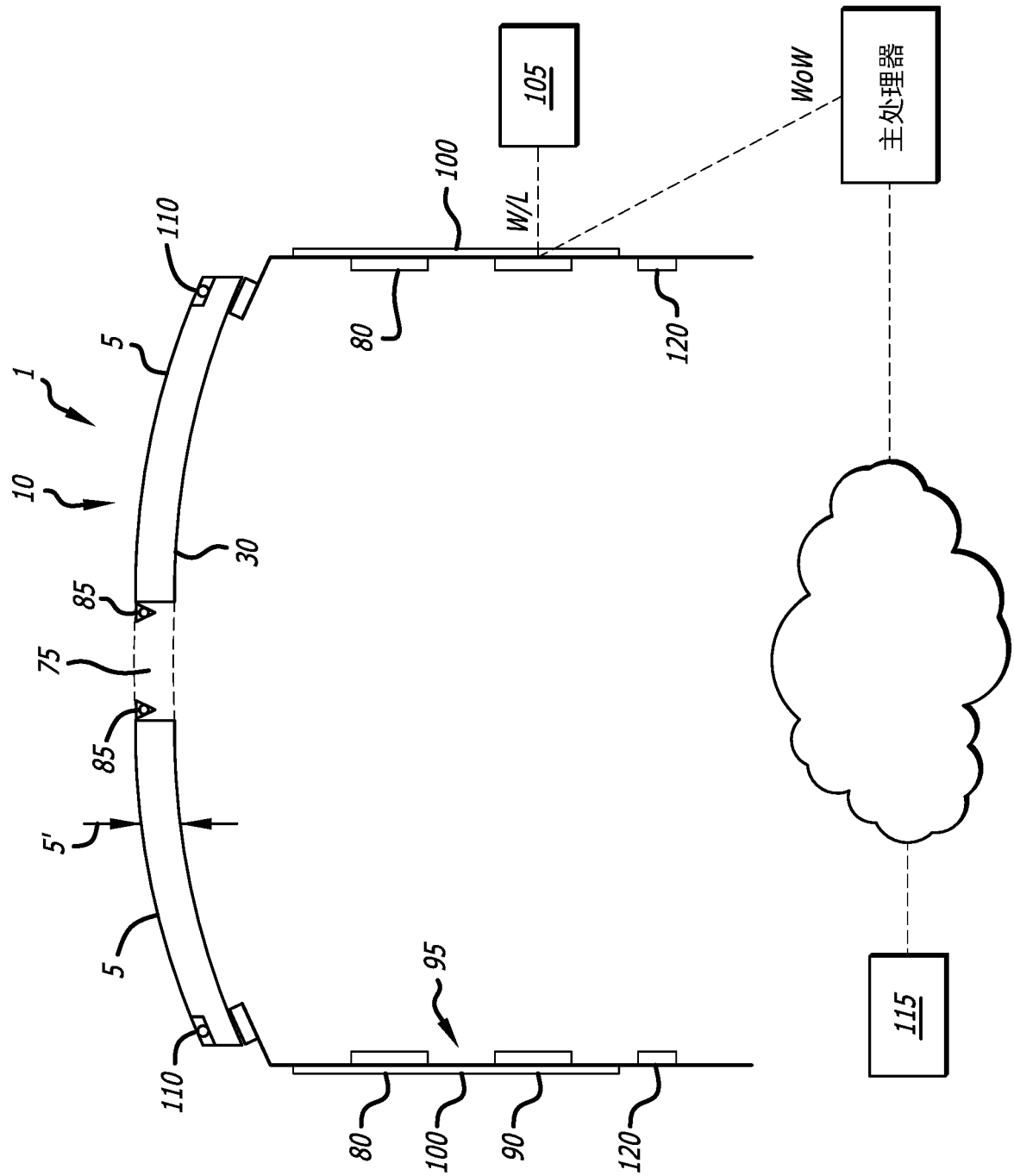


图 2

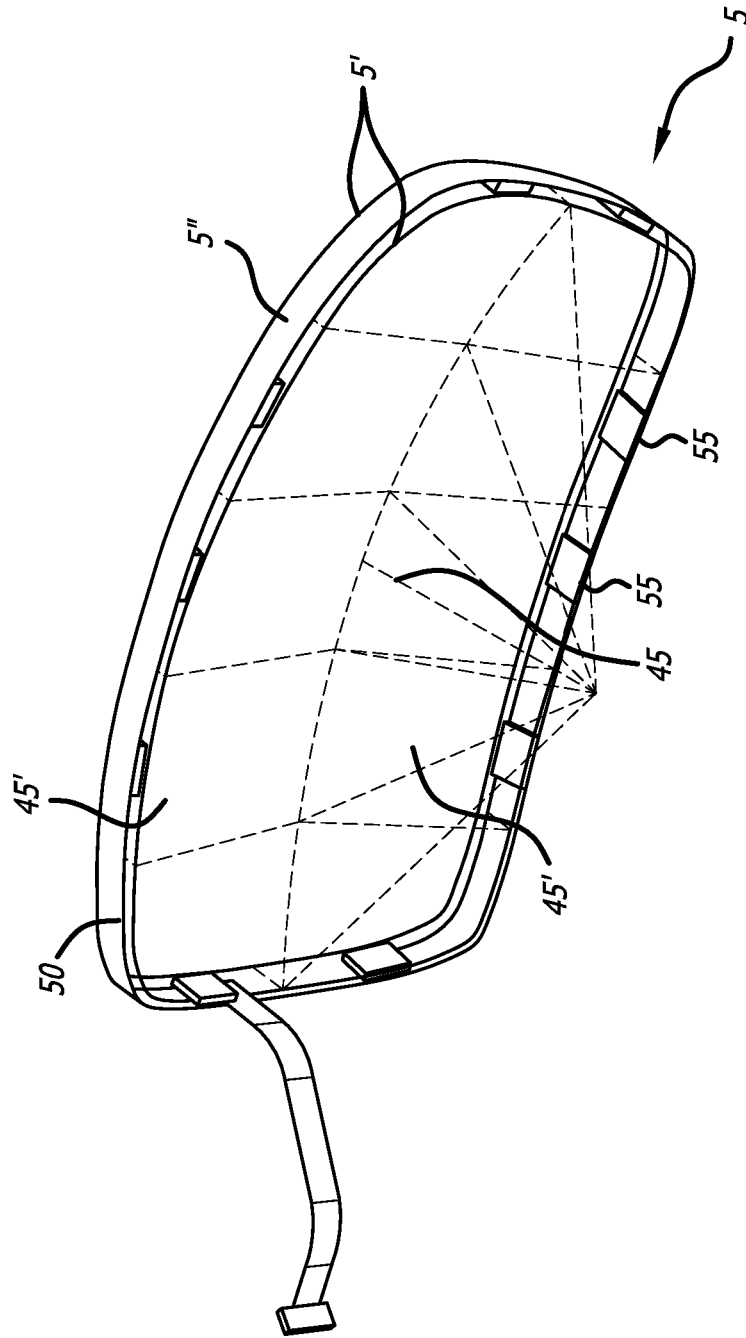


图 3A

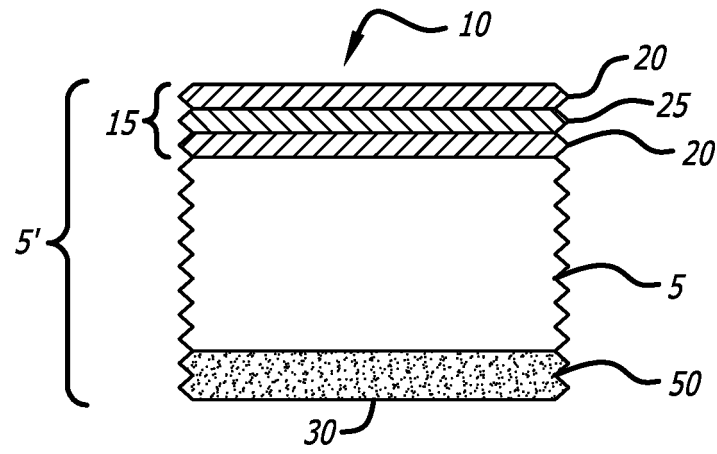


图 3B

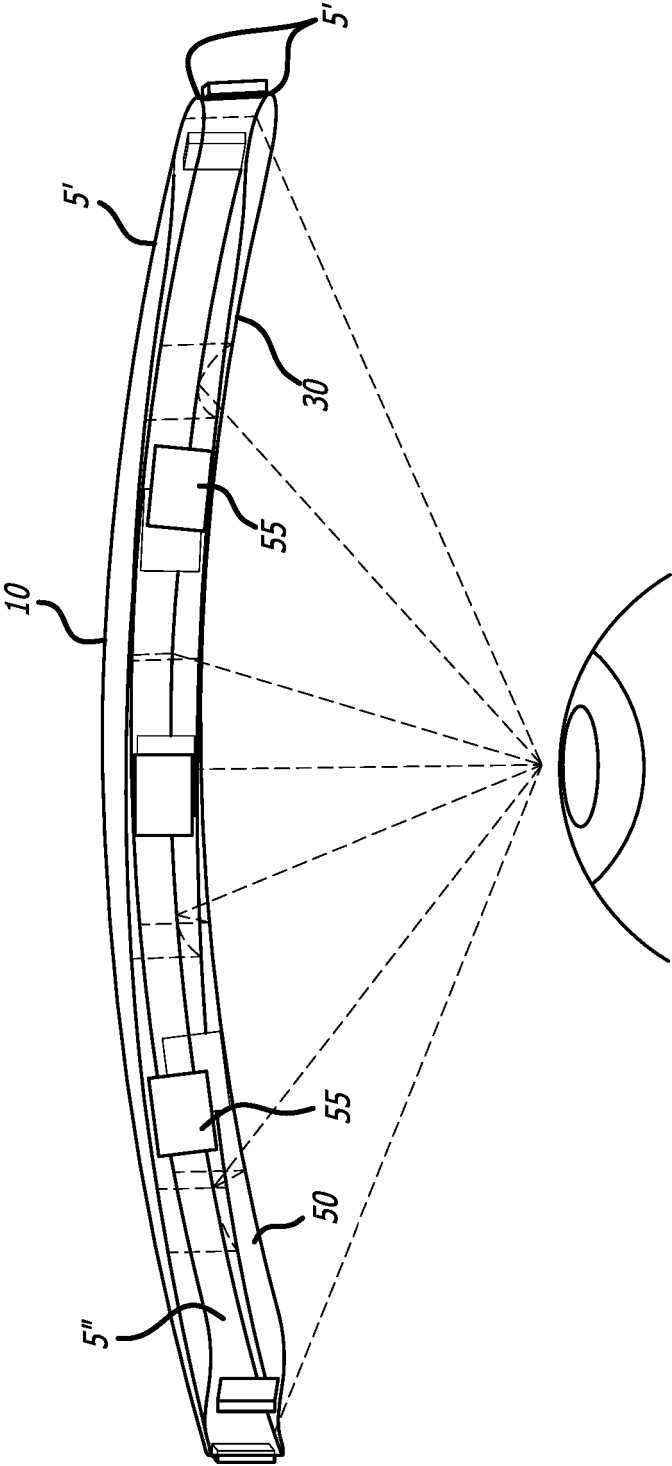


图 3C

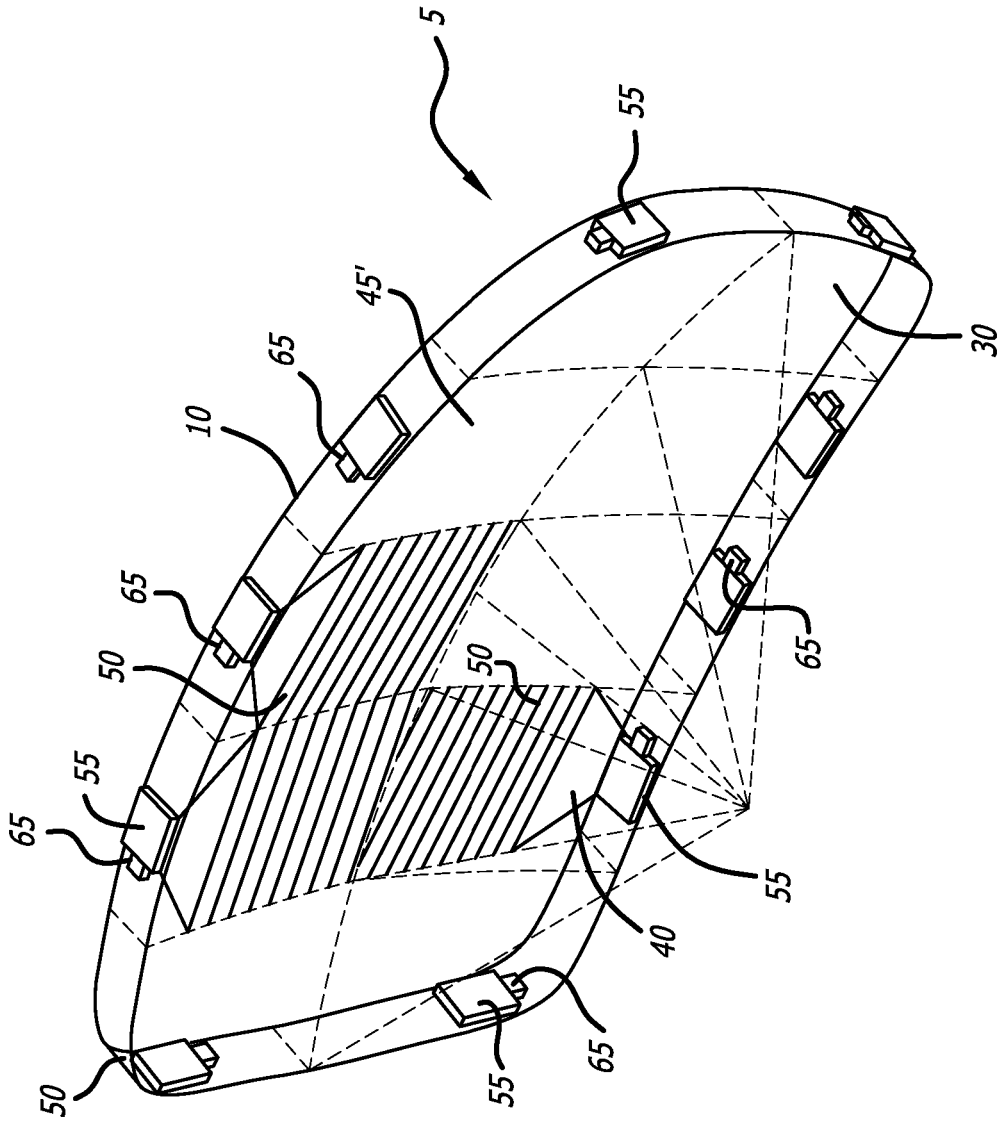


图 4

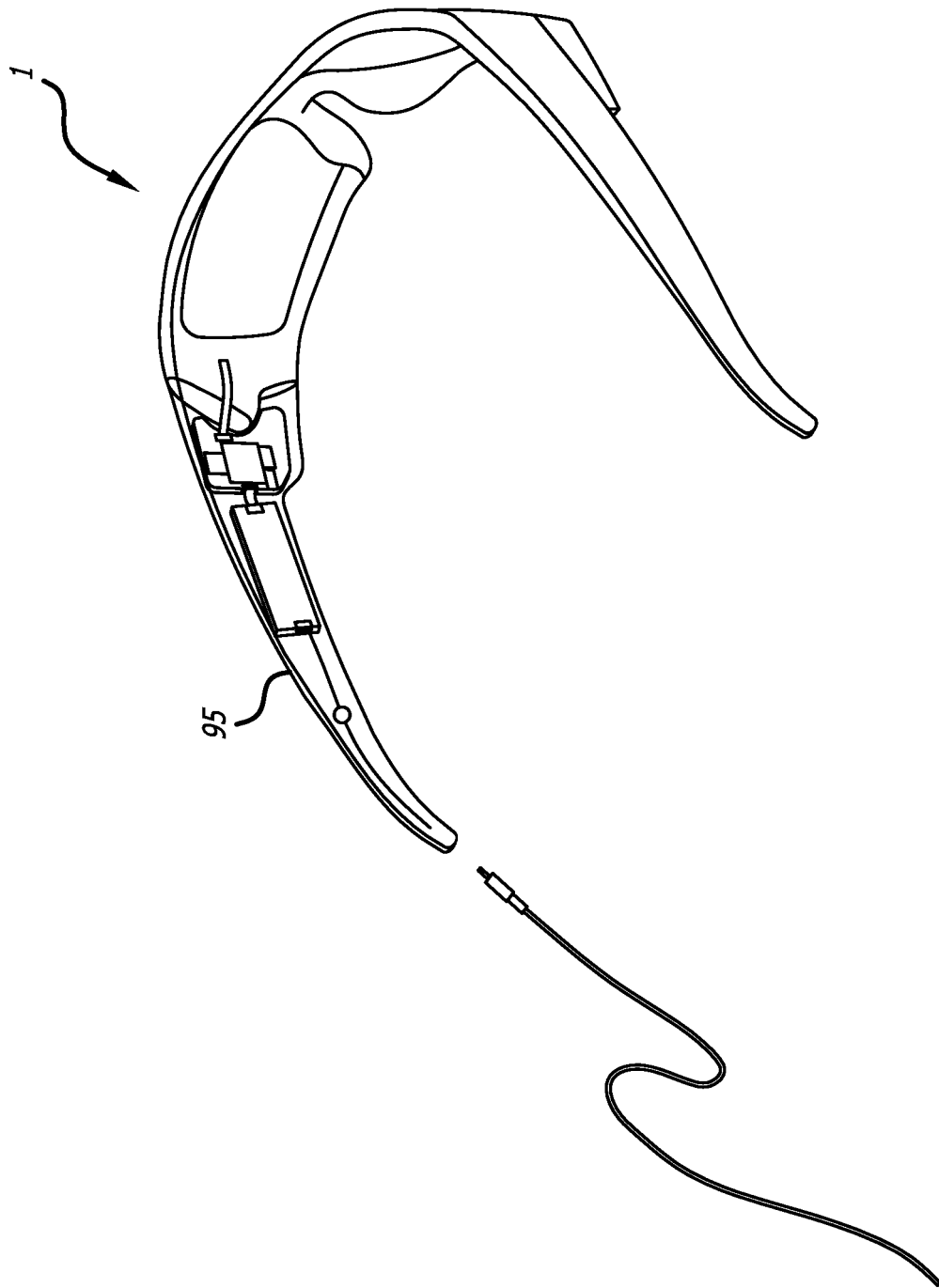


图 5