



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107209338 A

(43)申请公布日 2017.09.26

(21)申请号 201580074027.8

(22)申请日 2015.12.30

(30)优先权数据

14/601,088 2015.01.20 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.07.20

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/067979 2015.12.30

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/118297 EN 2016.07.28

(71)申请人 微软技术许可有限责任公司

地址 美国华盛顿州

(72)发明人 M·尼克霍 E·霍比

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 段登新 胡利鸣

(51)Int.Cl.

G02B 7/00(2006.01)

G02B 27/01(2006.01)

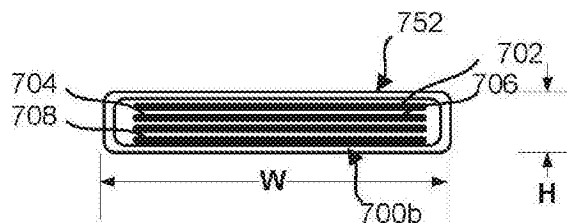
权利要求书1页 说明书13页 附图14页

(54)发明名称

金属包装的石墨层热管

(57)摘要

一种被用作被动式热导体的金属包装的多层石墨片堆叠。在堆叠中,每个片具有沿第一轴的高导热率的平面和沿第二轴的较低导热率的平面。该堆叠被创建成具有包括长度和宽度的三维形状,且该第一轴平行于所述长度被对齐,该多层堆叠具有小于该宽度的高度。第一金属结构围绕石墨片的该多层堆叠,其中该金属结构沿该多层堆叠的长度、宽度和高度包装该多层堆叠。



1. 一种装置,包括:

石墨片的多层堆叠,每个片具有沿第一轴的高导热率的平面和沿第二轴的较低导热率的平面,所述堆叠具有包括长度和宽度的三维形状,且所述第一轴平行于所述长度被对齐,所述多层堆叠具有小于所述宽度的高度;

围绕石墨片的所述多层堆叠的第一金属结构,所述金属结构沿所述多层堆叠的所述长度、宽度和高度包装所述多层堆叠。

2. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述堆叠包括多个热解石墨片。

3. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述金属是从以下之一选择的:铝、铜、银、铝合金、铜合金、以及银合金。

4. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述堆叠中的最顶层和所述堆叠中的最底层接触金属包装层的相应的上表面和下表面。

5. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述堆叠包括多个石墨片,每个片使用粘合剂连接到相应片。

6. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述堆叠包括相互直接接触的多个石墨片。

7. 如权利要求1所述的装置,其特征在于,所述金属结构在所述多层堆叠周围创建密封真空。

8. 一种包括产生热量的控制电路的头戴式显示器,包括:

光学安装结构,所述光学安装结构包括发热电子组件,所述安装结构容纳耦合至所述发热电子组件的显示器光学系统,并且第一和第二镜腿远离所述发热电子组件和所述显示器光学系统延伸;以及

金属包装的石墨片的多层堆叠并且热学连结到所述发热电子组件并且连结到所述光学安装结构的外表面,每个片具有沿第一轴的高热导率和沿第二轴的较低热导率的平面,所述堆叠具有包括长度和宽度的三维形状且所述第一轴平行于所述长度对齐,所述多层堆叠具有小于所述宽度的高度,所述金属结构沿所述多层堆叠的所述长度、宽度和高度包装所述多层堆叠。

9. 如权利要求8所述的头戴式显示器,其特征在于,所述堆叠中的最顶层和所述堆叠中的最底层接触金属包装层的相应的上表面和下表面。

10. 如权利要求9所述的头戴式显示器,其特征在于,所述堆叠包括多个热解石墨片。

## 金属包装的石墨层热管

### [0001] 背景

[0002] 透视、混合现实显示设备系统使得用户能够观察覆盖在物理场景上的数字信息。为了允许免手用户交互,透视、混合现实显示设备系统可进一步装备有眼睛跟踪器、传感器和显示器,它们均对在上面安装有它们的光学平台或框架变形情况下的误对准敏感。类似于包括电子组件的所有设备,组件产生热量,热量必须被重新分布到设备的不邻近这些组件的区域。这确保正确的组件工作和光学平台稳定性。

### [0003] 概述

[0004] 所简要描述的技术包括一种金属包装的多层石墨片堆叠,其可有利地被用作被动式热导体。在堆叠中,每个片具有沿第一轴的高热导率平面和沿第二轴的较低热导率平面。堆叠被创建以具有包括长度和宽度的三维形状,且第一轴平行对准于所述长度,该多层堆叠具有小于宽度的高度。第一金属结构围绕多层石墨片堆叠,其中该金属结构沿多层堆叠的长度、宽度和高度包装多层堆叠。本技术任选地用于包括发热电子组件并容纳耦合至电子组件的显示器光学系统的光学安装结构。光学安装结构可包括从发热电子组件和显示器光学系统向外延伸的第一和第二镜腿。金属包装的多层石墨片堆叠热连结到发热电子组件并连结到光学安装结构。本技术可与光学系统或任何电子设备中的任何电子组件(包括高功率组件)一起使用。

[0005] 提供本概述以便以简化的形式介绍以下在详细描述中进一步描述的一些概念。本概述并不旨在标识所要求保护主题的关键特征或必要特征,也不旨在用于限制所要求保护主题的范围。

### [0006] 附图简述

[0007] 图1是描绘近眼显示器(NED)设备系统的一实施例的各示例组件的框图。

[0008] 图2A是NED设备的控制电路系统实施例中的示例硬件组件的框图。

[0009] 图2B是与具有外部出射光瞳的投影光引擎耦合的近眼显示器实施例的俯视图。

[0010] 图3A是近眼显示设备系统的头戴式显示器实施例的第二示例的透视图且图3B是其俯视图。

[0011] 图4A是包括附连到头戴式显示器的连结石墨层的第一热管理方案的示例。

[0012] 图4B是沿图4A的线B-B的横截面。

[0013] 图5A是包括附连到头戴式显示器的另一实施例的连结石墨层的第一热管理方案的示例。

[0014] 图5B是沿图5A的线B-B的横截面。

[0015] 图6A是近眼显示设备系统的头戴式显示器实施例的俯视图,其解说了包括多层石墨堆叠的另一热管理方案。

[0016] 图6B是沿图6A的线B-B的横截面。

[0017] 图6C是多石墨层堆叠的放大视图。

[0018] 图6D是多层铜/石墨烯堆叠的另一实施例的横截面。

[0019] 图7A是近眼显示设备系统的头戴式显示器实施例的俯视图,其解说了包括包装石

墨堆叠结构的另一热管理方案。

[0020] 图7B是沿图7A的线B-B的横截面。

[0021] 图7C是包装多石墨层堆叠的第一实施例的放大视图。

[0022] 图7D是包装多石墨层堆叠的第二实施例的放大视图。

[0023] 图7E是近眼显示设备系统的头戴式显示器实施例的俯视图,其解说了安装至该系统外部的包装石墨堆叠结构。

[0024] 图7F是沿图7E中的线F-F的横截面视图。

[0025] 图8是利用嵌入式和包装石墨堆叠的头戴式显示设备的第一实施例的透视图。

[0026] 图9和10A是解说包括加固框架结构的另一热管理方案的俯视图。

[0027] 图10B是沿图10A的线B-B的横截面视图。

[0028] 图11A是图9的热管理方案的侧视图。

[0029] 图11B是沿图11A的线B-B的横截面。

[0030] 详细描述

[0031] 用于可穿戴设备的热管理的技术利用了各种技术的组合以从可穿戴设备中的有源组件区域移除热量。在一个实施例中,设备为头戴式显示器。本技术的一个方面包括一种金属包装的多层石墨片堆叠,其可有利地被用作被动式热导体。在堆叠中,每个片具有沿第一轴的高热导率平面和沿第二轴的较低热导率平面。堆叠被创建以具有包括长度和宽度的三维形状,且第一轴平行对准于所述长度,该多层堆叠具有小于宽度的高度。第一金属结构围绕多层石墨片堆叠,其中该金属结构沿多层堆叠的长度、宽度和高度包装多层堆叠。本技术任选地用于包括发热控制电路系统并容纳耦合至控制电路系统的显示器光学系统的光学安装结构。光学安装结构可包括从控制电路系统和显示器光学系统向外延伸的第一和第二镜腿。金属包装的多层石墨片堆叠热连结到控制电路系统并连结到光学安装结构的外表面。

[0032] 将参考透视头戴式显示设备描述本技术,以及关于这种设备中的热管理的问题。要意识到,本文描述的热管理技术可被扩展到替代的可穿戴技术,以及其中使用被动式热传输技术的热管理会有用的任何设备。

[0033] 与其它高功率计算设备一样,头戴式显示器产生需要被快速且高效地从源头转移走并逸散到环境中的很大热量。这在可穿戴设备中是有用的,因为设备的表面/皮肤温度影响可用性和用户舒适度。电子器件行业中目前使用多种用于传输和逸散热量的方法。用于冷却高功率电子设备的传统方法包括被动式冷却方法,其通常体积很大且很重且并非特别适于在可穿戴设备中使用。此外,壳中使用的典型材料(例如聚碳酸酯,LCP)具有很差的热属性且带来热系统的整体低效。改善热系统中的即使小的低效也将总体上允许更好的设备性能和寿命。

[0034] 图1是描绘在包括紧凑型投影光引擎和衍射波导的近眼显示器(NED)系统8中实现的波导显示器的示例组件的框图。在所示实施例中,NED设备系统8包括在头戴式显示器(HMD)设备2中的近眼显示器(NED)设备和伴随处理模块4。HMD 2通信地耦合至伴随处理模块4。在该示例中例示了无线通信,但也可实现经由伴随处理模块4和HMD 2之间的线路的通信。在一实施例中,HMD 2包括具有投影光引擎120和带波导的近眼显示器14的NED设备。

[0035] 在该实施例中,HMD 2采用具有镜架115的眼镜的形状,其中每个显示器光学系统

14l和14r被定位在HMD 2的前部,以便在被用户佩戴时由每一只眼睛透视。每个显示器光学系统14l和14r也被称为显示器或近眼显示器14,且这两个显示器光学系统14l和14r还可共同被称为显示器或近眼显示器14。在这一实施例中,每一显示器光学系统14l和14r使用投影显示器,其中图像数据(或图像光)被投影到用户的眼睛中以生成图像数据的显示,从而使得该图像数据对于用户而言看上去位于用户前方的三维FOV中的位置处。

[0036] 在该实施例中,镜架115提供将HMD 2的各元件保持就位的方便的镜框以及用于电连接和热连接的管道。在一实施例中,镜架115为如本文所述的投影光引擎120和近眼显示器14提供支撑结构。NED设备支撑结构的一些其它示例是头盔、遮光罩框、护目镜支架或一个或多个带。镜架115包括鼻梁104、由鼻梁104连接的光学系统结构或外壳131(包括左侧外壳131l和右侧外壳131r)、前方顶部覆盖区段117、用于HMD 2的左侧外壳(130l)和右侧外壳(130r)中的每一个的相应的投影光引擎外壳130,以及被设计成安放在每个用户的耳朵上的左和右镜腿或侧臂102l和102r。在该实施例中,鼻梁架104包括用于记录声音并向控制电路系统136传送音频数据的话筒110。在侧外壳130l和130r的外部是相应的外向捕捉设备113l和113r(诸如相机),这些捕捉设备捕捉在用户前面的现实环境的图像数据以用于对在近眼显示器(NED)设备的视野内的事物进行绘图(mapping)。框架组件115、117、104、130、131包括用于显示器光学系统14和包括话筒110和相机113的传感器的光学安装结构。

[0037] 在该示例中,虚线128是连接到控制电路系统136(其也用虚线示出)的一些电连接路径的说明性示例。一个虚线电连接被标记128以避免使附图过于拥挤。在该示例中,电连接和控制电路系统136在虚线中以指示它们在前顶部的覆盖部分117下面。如在附图中所指出的,控制电路系统和诸如显示器等其它电子组件被安装到光学安装结构或外壳的内表面。在用于其他组件的侧臂中还可存在包括电源总线的延伸的其他电连接(未示出),其他组件的一些示例是包括附加相机的传感器单元、耳机或单元等音频输出设备以及可能为附加处理器和存储器。示出了可用于将镜架的各个部分连接在一起的诸如螺钉等连接器129的一些示例。

[0038] 伴随处理模块4可采取各种实施例。在一些实施例中,伴随处理模块4采用可被佩戴在用户的身体(例如手腕)上的便携式形式,或者是如移动设备(例如,智能电话、平板、膝上型计算机)之类的单独便携式计算系统。伴随处理模块4可以通过一个或多个通信网络50使用有线或无线地(例如WiFi、蓝牙、红外、红外个域网、RFID传输、无线通用串行总线(WUSB)、蜂窝、3G、4G或其他无线通信手段)与一个或多个网络可访问计算系统12(无论是位于附近还是远程位置)进行通信。在其他实施例中,伴随处理模块4的功能可被集成在HMD 2的软件和硬件组件中。

[0039] 图像数据被标识以基于在控制电路系统136、伴随处理模块4和/或网络可访问计算系统12(或其组合)中的一个或多个处理器上执行的应用(例如,游戏或消息收发应用)显示以向近眼显示器14提供图像数据。

[0040] 图2A是NED设备的控制电路系统内包括计算系统在内的各示例硬件组件的框图。控制电路系统136提供支持HMD 2的其他组件的各种电子设备。在此示例中,HMD 2的控制电路系统136包括处理单元210和处理单元210能够访问的用于存储处理器可读指令和数据的存储器244。网络通信模块137通信地耦合至处理单元210,其可担当用于将HMD 2连接至另一计算系统(诸如伴随处理模块4、另一NED设备的计算系统或通过因特网可远程访问的计

算系统)的网络接口。电源239为控制电路系统136的各组件及HMD 2的其他组件(如捕捉设备113、话筒110、其他传感器单元)并为用于在近眼显示器14上显示图像数据的电源汲取组件(诸如光源以及像投影光引擎中的微显示器等与图像源相关联的电子电路系统)提供电力。

[0041] 处理单元210可包括一个或多个处理器(或核),诸如包括中央处理单元(CPU)或核和图形处理单元(GPU)或核。在不带独立伴随处理模块4的实施例中,处理单元210可包含至少一个GPU。存储器244表示系统可使用的各种类型的存储器,诸如用于执行期间的应用使用的随机存取存储器(RAM)、用于传感器数据(包括捕捉到的图像数据和显示数据)的缓冲器、用于指令和系统数据的只读存储器(ROM)或闪存、以及用于存储例如应用和用户简档数据的其他类型的非易失性存储器。图2A示出数据总线270的电连接,其连接传感器单元257、显示驱动器246、处理单元210、存储器244和网络通信模块137。数据总线270还通过控制电路系统的所有被示出的元件都与之连接以汲取电力的功率总线272从电源239得到电力。

[0042] 控制电路系统136进一步包括显示驱动器246,该显示驱动器246用于选择数字控制数据(例如控制位)来表示图像数据,该图像数据可由投影光引擎(例如图2B中的120)的微显示器电路系统259和不同的有源组件驱动器解码。微显示器(诸如图3C中示出的微显示器230)可以是有源透射、发射或反射设备。例如,微显示器可以是需要电力的硅上液晶(LCoS)设备或需要电力来移动各个体反射镜的基于微机电器(MEMs)的设备。有源组件驱动器的一个示例是显示器照明驱动器247,其将数字控制数据转换成用于驱动照明单元222的模拟信号,照明单元222包括一个或多个光源,诸如一个或多个激光器或发光二极管(LED)等。在一些实施例中,显示单元可包括诸如波导之类的用于耦合投影光引擎中的出射光瞳处的图像光的一个或多个有源光栅253。任选的有源光栅控制器249将数字控制数据转换成用于改变一个或多个任选的有源光栅253的属性的信号。类似地,投影光引擎的一个或多个偏光镜可以是有源偏光镜255,其可由任选的(诸)有源偏光镜控制器251驱动。控制器电路系统136可包括本文中未示出但涉及HMD 2的其他功能(诸如提供音频输出、标识头部取向和位置信息)的其他控制单元。

[0043] 图2B是与具有外部出射光瞳121的投影光引擎120耦合的近眼显示器141的一实施例的俯视图。为了示出显示器光学系统14(在该情况下是针对左眼的141)的各个组件,顶部框架盖117覆盖近眼显示器141的一部分以及投影光引擎120未被描绘。箭头142表示近眼显示器141的光轴。

[0044] 在该实施例中,近眼显示器141和14r是光学透视显示器。在其他实施例中,它们可以是视频观看显示器。每一显示器都包括显示单元112,该显示单元112被示为在两个可选的透视透镜116和118之间并包括波导123。可选的透镜116和118是显示单元的保护罩。这些透镜中的一者或两者也可用于实现用户的眼镜处方(prescription)。在该示例中,当HMD 2被佩戴时,眼睛空间140近似用户眼睛的位置。波导将来自投影光引擎120的图像光形式的图像数据引导向用户的眼睛空间140,同时还允许来自现实世界的光通过朝着用户的眼睛空间,由此允许用户除了观看来自投影光引擎120的虚拟特征的图像外,还具有在HMD 2的前方的空间的实际的直接视图。

[0045] 在一些实施例中,波导123可以是衍射波导。附加地,在一些示例中,波导123是表面起伏光栅(SRG)波导。输入衍射光栅119耦合来自投影光引擎120的图像光。此外,波导具

有使得图像光以用户的眼睛空间140的方向退出波导的多个出射光栅125。一个出射光栅125被标记以避免使附图过度拥挤。在该示例中,最外的输入衍射光栅119足够宽,并被定位成在退出投影光引擎120的光已抵达其出射光瞳121之前捕捉该退出投影光引擎120的光。在该示例中,光学地耦合的图像光在波导的中央部分形成其出射光瞳。

[0046] 图2B示出HMD 2的一半。针对所示实施例,完整的HMD 2可以包括具有另一组任选的透视透镜116和118、另一波导123的另一显示器光学系统14,并包括另一投影光引擎120以及另一面朝外的捕捉设备113。在一些实施例中,可能存在由两只眼睛来查看的连续显示、而不是针对每只眼睛的显示光学系统。在一些实施例中,单个投影光引擎120可以在光学上耦合至由两个眼睛查看到的连续显示或者在光学上耦合至针对各眼睛的单独的显示。在2010年10月15日提交的题为“Fusing Virtual Content Into Real Content (将虚拟内容融合到现实内容中)”的美国专利申请序列号12/905952中示出头戴式个人A/V装置的附加细节。

[0047] 图3A和3B是HMD布局 and 镜架结构的替代实施例。用于图3A和3B中的表示的实施例的类似标记表示图1-2的实施例中解说的那些部件的类似部件。图3A是透视图且图3B是HMD 2a的俯视图。

[0048] 在图3A和3B的实施例中,镜架115通常可被称为包绕型框架,其中显示器光学系统14被集成或安装到包括元件110、131、102的聚合物、塑料或合成框架材料中。镜腿或侧臂102可被创建以包绕穿戴者的头部并安放在穿戴者的耳朵上。在一个实施例中,镜腿是通过前组件102r1和102l1和后组件102r2和102l2创建的。机械调整133r、133l可在镜腿102的前部和后部之间提供。在替代实施例中,镜腿或侧臂102可以是连续的。控制电路系统136在图3和4的实施例中位于与图1和2中的实施例中类似的位置。

[0049] 本领域的技术人员容易理解,系统2和2a中利用的电子组件和电路系统在冷却发生于电路和周围环境之间时更高效地工作。在系统2和2a中,冷却组件可将结构组件的周围温度升高到高于周围但不足以使穿戴者注意到的温度。例如,人类穿戴者无法感知的示例性温度范围将小于50°F。

[0050] 为了提供被动式热逸散,可利用各种技术和其组合。

[0051] 纳米碳灌输的镜架元件

[0052] 在一个实施例中,碳纳米颗粒与镜架材料混合以提供包括框架组件102、130、131、110和115的设备框架115内的高效被动式热传输。碳纳米颗粒增加框架元件的导热属性并且提供一种用于增加用于创建镜架的基础材料(诸如聚合物)的导热性的轻量方式。多个发热电子组件(诸如上面讨论的控制电路系统和电源)被包括在设备中。本文讨论的技术提供了用于将热量从可穿戴设备中的发热电子组件移除的各种手段。

[0053] 碳纳米颗粒、纳米点或纳米粉可包括球形高表面积石墨碳。碳纳米颗粒可包括石墨烯,且特别是单层石墨烯(SLG)、双层石墨烯(BLG)、少层石墨烯(FLG)、多层石墨烯(MLG)碳纳米管、热解石墨片或任何其它纳米碳几何结构。碳纳米颗粒的大小范围可为直径从10到100纳米(nm),具有2-50m<sup>2</sup>/g的具体表面积。碳纳米颗粒在钝化和高纯度以及涂覆和分散形式中可获得。

[0054] 诸如图1-3B中解说的那些镜之类的镜架可由来自多种热塑聚合物中的任一种的模塑聚合物形成,所述热塑聚合物包括例如丙烯腈-丁二烯-苯乙烯塑料(丙烯腈-丁二烯-

苯乙烯,ABS),其具有高刚性程度和可塑性质。塑料是混合到丁二烯橡胶(Latex)中的塑化苯乙烯(聚合苯乙烯)、丙烯(丙烯腈)和聚丁二烯(聚丁二烯)。基础材料可具有加入其中且以体积计为2-10%载荷量的碳纳米颗粒、纳米粉、热解石墨片或碳纳米管。在组件102、130、131的成形过程之前向材料基质加入碳材料改善每个组件的导热性。在该过程中,碳纳米颗粒可与诸如稳定剂、润滑剂和染色材料等添加剂同时添加。要领会,可使用可被成形为合需形状并且在冷却时提供适当刚性以确保在各种可穿戴条件下的光学平台(显示系统14)的稳定性的任何适当聚合物材料。碳纳米颗粒的浓度百分比可以在从2%到10%范围内且体积在从2%到4%载荷范围内。

[0055] 纳米碳灌输结构组件可结合本文描述的稍后描述的热管理技术中的任一种使用。

[0056] 根据本技术的方法的框架部件的成形包括使用注射模塑和挤出模塑技术来形成镜架115的模塑部件。为了创建一部件,诸如镜腿102r或102r1,注射模塑过程包括以下步骤:(1)提供注射模塑装置;(2)将包括镜架材料和碳微颗粒的基础聚合物弹或粉末均匀混合;(3)从步骤(2)获得混合物并将混合物添加到包括加热柱的注射模塑装置;(4)在高温下熔化混合物以产生熔化的混合物;(5)将熔化的混合物通过注射喷嘴注射到封闭模具腔体中;(6)以及在模具中冷却熔化的混合物以固体化合需组件。挤出过程包括(1)提供挤出模塑设备;(2)将包括镜架材料和碳纳米球颗粒的工程聚合物弹或粉均匀混合;(3)获得混合物;(4)在高温下熔化混合物;以及(4)通过硬模(die)形成熔化的混合物;以及在模具中冷却熔化的混合物以固体化合需部件。

[0057] 根据本技术,至少镜腿120r1和1021可由纳米碳灌输材料形成。在关于HMD 2a的进一步实施例中,至少元件102r1和10211由纳米碳灌输材料形成。容易理解,组件102、117、130、131中的任何组件可由纳米碳灌输材料形成。在进一步实施例中,元件102r2和10212由纳米碳灌输材料形成。

[0058] 在替代实施例中,碳纳米颗粒可包括热解石墨片或碳纳米管。在任何实施例中,镜架可包括具有以体积计2%-4%载荷的具有很大纵横比的单层石墨烯片的聚碳酸酯,以取代玻璃填充的聚碳酸酯。当前材料被用于其稳健性、强度和被用于注射模塑的能力。尽管如此,石墨烯掺杂聚合物拥有机械上相同的提升的属性,但是也拥有热属性的高度提升。掺杂的聚合物的提升的导热性将允许设备表面上的更好的热扩散,从而导致更低的触摸温度以及从电子器件和显示器的更高效的热逸散。

[0059] 与其它填充的聚合物不同,石墨烯掺杂的聚合物也产生导电性。如此,石墨烯的量和类型(形状因子、片的大小、原子层的数量、纵横比等)可被定制以满足产品和子组件关于EMI屏蔽的需求。

[0060] 连结石墨层

[0061] 本技术的进一步实施例利用石墨或石墨烯热学伪热管以从有源电路系统136移除热量。图4A-5B表示利用本技术的可穿戴设备的实施例。

[0062] 石墨拥有各向异性结构并从而呈现或拥有高度方向性(例如,导热性和导电性以及扩散性)的许多属性。石墨由碳原子的六边形阵列或网络的层平面构成。六边形布置的碳原子的这些层平面基本平坦且被定向或排序以便彼此基本平行且等距。碳原子的基本平坦的、平行等距的片或层(通常被称为石墨烯层或基底平面)被链接并连结在一起且其分组在微晶中布置。如本文所用的,术语“石墨烯”或“石墨烯膜”表示堆叠起来以形成可劈开的石



墨层(或类似云母的劈理)的原子厚的碳片或层。

[0063] 石墨可由多个层或平面构成。热沉设计可以是需要扩展数学-有限元分析、流体动力学等的复杂任务。在设计热沉时,将各种因素纳入考虑,包括热阻、热沉的面积、以及热沉的形状。

[0064] 某些类型的石墨(诸如热解石墨)以片的形式可得,其具有在片平面中的高导热性和垂直于片平面的较低导热性。在一个形式中,热解石墨被定向成使得高导热性平面与热传输方向平行放置(远离有源电路系统136并朝向镜腿102的末端)。

[0065] 在一个实施例中,石墨层接触有源电路系统136的至少一部分并且被路由到镜架115的外部部分。如本文所使用的,术语“石墨层”指代至少一个石墨烯层。在一些实施例中石墨层可包括热解石墨片。

[0066] 图4A解说了在图1的实施例中的HMD 2上提供的附连石墨层402(包括左侧层402l和右侧层402r)。图4B是被施加到镜架115的镜腿102的石墨层402的横截面。要理解,石墨或另一导热材料的热耦合可被从电路系统136路由到石墨层402。如图4B的横截面中所见,该层可被施加到镜腿102的侧面和/或施加到镜腿的顶部。要理解,石墨层402的其它配置在本技术的范围内,包括在镜架的三个侧面上提供层402以及在镜架的所有四个侧面上提供层402。本技术不限于镜架的形状,也不限于可穿戴设备的特定性质。

[0067] 图5A解说了在HMD 2A中利用的附连石墨层404。如本文解说的,石墨层404(包括左侧层404l和右侧层404r)被附连到镜腿102(并且具体而言,分别连接到部分102l1和102r1)。每个石墨层的部分404r'和404l'啮合电路系统136,该层附接到镜腿102l1和102r1的外部。如图5B中所解说的,石墨层404被紧固到每个镜腿(在此视图中,镜腿102r1)的外壁。

[0068] 在一个实施例中,石墨层可包括热解石墨。热解石墨是通过使用高结晶聚合物的原材料制造的石墨形式的。使聚合物经历无氧的热解过程。没有氧气避免了燃烧的发生且反而聚合物链中存在的所有不稳定物质被释放且导致碳环的基础结构。高温和高压退火随后发生以将碳的那些聚合物骨干楔入可用于高导热性的分层片结构。材料被生长到基板上,从而给其分层的构成,并且可在不同平面中具有不同属性。可购得的热解石墨在从700W/mk到2000W/mk范围的导热率中且在厚度范围为从10 $\mu$ m到150 $\mu$ m的片中可得。

[0069] 应当理解,“热解石墨”可包括“热学热解石墨”以及“高定向热解石墨”,以及“压缩退火的热解石墨”,其指代由相当大小的晶体构成的石墨材料,晶体关于彼此高度对准或定向且具有良好排序的碳层或高程度的优选晶体定向,其具有大于1000W/m-K的平面内(a-b方向)导热率。在一个实施例中,TPG具有大于1500W/m-K的平面内导热率。

[0070] 石墨层可被从具有高导热性的任何材料选择,所述材料包括热解石墨、热学热解石墨、压缩退火热解石墨、热学热解石墨、高度排序热解石墨、热解石墨等。

[0071] 在一个实施例中,石墨层使用适当粘合材料附连到镜腿102。在一个实施例中,在将不对电子器件或传感器的敏感组件造成负面影响,也不对镜架的机械稳定性造成负面影响的约束下附连石墨是合需的。因为组件(诸如相机113和话筒110)可能对于镜架115变得机械变形情况下的误对准是敏感的,所以施加到石墨层的对镜架115的后处理可能对设备。

[0072] 石墨层402、404可使用任何适当形式的粘合剂紧固于HMD 2/2A以将石墨层联结于包括框架元件的材料。适当的粘合材料包括例如无机和有机粘合剂。示例性粘合剂材料是

环氧树脂。在一个实施例中，连结材料呈现出导热属性，例如，导热环氧树脂。还可以利用丙烯酸粘合剂。

[0073] 适当的石墨层包括可从松下公司得到的热解石墨片。这种片可包括在带或不带丙烯酸粘合剂和粘合带的情况下的施加。

[0074] 在一个实施例中，石墨层可被预成形为适于施加到框架元件并且可热连接至HMD的控制电路系统136或其它电子组件的形状。

[0075] 在另一替代中，石墨烯可在镜架的一个或多个表面上生长或层压。石墨烯可通过多种方法中的任一种来施加，包括通过化学气相沉积(CVD)、SiC热学分解、或石墨烯氧还原。在CVD方法中，包括石墨烯的膜在基板(其可包括镜架的一部分)的一个表面上形成，该石墨烯膜被定制以供所选过程的特别使用。

[0076] 具有石墨层的纳米碳灌输框架

[0077] 本技术的进一步实施例包括使用具有施加的石墨层的纳米碳灌输框架元件。

[0078] 石墨层结合纳米碳灌输材料的组合提升了镜架115的导热属性。容易理解，组件102、117、130、131中的任何组件可由纳米碳灌输材料形成。

[0079] 根据本技术，至少镜腿102r和102l可由纳米碳灌输材料形成并根据前述实施例向其施加石墨层，其中石墨层连结于镜腿102l1和102r1的表面。在进一步实施例中，元件102R2和102L2由纳米碳灌输材料形成。

[0080] 石墨层402、404可使用任何适当形式的粘合剂彼此紧固以将石墨层彼此连结，并将堆叠连结于包括框架元件的材料。适当的粘合材料包括上面提供的例如无机和有机粘合剂，包括环氧树脂。在一个实施例中，连结材料呈现出导热属性，例如，导热环氧树脂。还可以利用丙烯酸粘合剂。适当的石墨层包括本文讨论的任何热解石墨材料并可包括可从松下公司获得的热解石墨片。这种片可包括在带或不带丙烯酸粘合剂和粘合带的情况下的施加。在一个实施例中，使用的粘合剂可在范围为60-80°F的周围温度下固化。

[0081] 要理解，结合纳米碳灌输框架元件来施加石墨层可进一步通过使用本文讨论的下述导热石墨结构中的任一种来强化。

[0082] 为了创建一部件(诸如镜腿102r或102r1)，可利用对上面讨论的注射模塑和/或挤出模塑过程的使用。跟随于上述冷却步骤之后，石墨层可通过以下来施加到该部件的合需位置：(1)将石墨层成形为用于施加到部件表面的适当形状，(2)将前述粘合剂之一施加到在接触区域中的框架元件；(3)施加石墨层以及(4)向石墨层施加均匀压力以允许粘合剂固化以将该层紧固到该部件。

[0083] 石墨层堆叠

[0084] 本技术的进一步实施例包括使用被构造成施加到元件表面的石墨层的多层堆叠。石墨片的多层堆叠的构造可提供热学高速通路，该高速通路可附连到HMD 2/2a的组件。

[0085] 图6A-6C解说了多层堆叠结合热学耦合至有源电路系统136的石墨层的使用。图6A解说了根据被应用于HMD设备的框架元件和热学耦合至HMD 2a中的有源电路的技术的多石墨层堆叠的一个配置。在图6A中，示出了两个堆叠600r和600l。

[0086] 图6C中解说了石墨层的多层堆叠的表示。在图6C中，个体石墨层602-608被紧固到粘合剂层612-616并被夹在粘合剂层612-616之间。尽管解说了四个石墨层，然而可利用任何数量的石墨和粘合剂层来制作堆叠600。

[0087] 组装堆叠602的一个困难在于：石墨层在本性上不希望彼此粘合。此外，花岗岩可能是撕扯敏感的，并且该结构在被施加到可暴露于周围条件的镜架外部时可能是易碎的。适当的粘合材料包括例如无机和有机粘合剂。示例性粘合剂材料是环氧树脂。在一个实施例中，连结材料呈现出导热属性，例如，导热环氧树脂。还可以利用丙烯酸粘合剂。适当的石墨层包括本文讨论的任何热解石墨材料。石墨堆叠602可通过配置组装到堆叠中的石墨层而被成形为多种三维形状中的任一种。

[0088] 在一个实施例中，堆叠600不被部分404r' 和404l' 耦合至有源电路系统136，但被附连至框架组件（诸如镜腿102、盖区段117和外壳131）的任一个或多个表面。

[0089] 要理解，施加石墨层堆叠可与上面讨论的纳米碳灌输框架元件组合使用。

[0090] 为了创建一部件（诸如镜腿10211或102r1），可利用对上面讨论的注射模塑和/或挤出模塑过程的使用。在使部件或其一部分成形之前，通过创建多层堆叠600来创建多层堆叠，包括（1）将石墨层成形为施加到框架元件表面的适当形状；（2）将粘合剂施加到所述石墨层中的第一石墨层，随后是（3）将第二石墨层施加到粘合剂上；（4）向石墨层施加均匀压力；以及（任选地）（5）对于任何数量的附加层重复步骤（1）-（3）。替代地，在向堆叠中的最外层施加均匀压力前，可针对任何数量的层重复步骤（1）-（3）。因此，使用本文讨论的任何前述粘合剂将堆叠600施加到框架部件。部件可用本文讨论的任何材料并使用任何前述部件制造过程，在部件材料中带或不带灌输纳米碳的情况下创建。

[0091] 石墨（诸如区域404r'）的热学耦合结构可在堆叠成形或其后粘到堆叠600期间被并入。

[0092] 尽管石墨层在图6A-6C中被解说为具有特定配置，这些层可在设备上的多个区域中的任何区域中提供。镜腿102的任何表面可包括石墨层（耦合至热学耦合或附连至该设备以促进热量离开任何有源组件的传输）。

[0093] 在一些实施例中，所得到的结构是可被模塑到镜架表面（如图所示）或在多种应用中的任一种中使用的柔性结构。结构的柔性和结构的热学性能取决于石墨层之间的连结层。

[0094] 石墨层结构的替代实施例可被成形为铜-石墨烯结构650。在此实施例中，具有范围为从20 $\mu\text{m}$ 到50 $\mu\text{m}$ 的厚度的中心的更平坦的铜片656在两侧上涂覆有石墨烯层654、658，然后铜层652、660被施加到相应的石墨烯层654、658。石墨烯可通过前述过程中的任一过程成形且铜层652和660可通过适当的化学气相沉积或物理气相沉积工艺沉积。

[0095] 包装的石墨层堆叠

[0096] 本技术的进一步实施例包括使用在金属外壳内构造的石墨层的多层堆叠，该金属外壳可热学连接至有源电路系统并随后施加到框架元件的表面以担当被动式伪热管。

[0097] 图7-8解说了在包装用金属壳中构造的多层石墨堆叠。在图7D中解说的一个实施例中，包括石墨堆叠700a的包装组装件750可具有与上面解说的石墨堆叠600类似的结构。此实施例，多个层702到708通过粘合剂712-716接合，随后堆叠700a被包装在金属层或涂覆中。图7C解说了包括堆叠700b的包装组装件750的替代实施例，其中在多个石墨层之间不使用粘合剂。在图7C的实施例中，层702-708和壳材料之间直接接触确保了热传导。

[0098] 图7D的实施例是通过以下创建的：（1）将第一石墨层成形为施加到框架元件表面的适当形状；（2）将粘合剂施加到所述石墨层中的第一石墨层；随后是（3）在粘合剂上施加

第二石墨层；(4) 向石墨层施加均匀压力；以及(任选地) (5) 针对任何数量的附加层重复步骤(1) - (3)。替代地，在向堆叠中的最外层施加均匀压力前，可针对任何数量的层重复步骤(1) - (3)。在创建堆叠700a之后，将堆叠包装在金属壳715中。壳715优选地由高导热性金属(诸如钛、铜、锡、镍、银、铝、TiW (90/10, 和其它合金)、铜锡合金和上述金属的合金)制成。壳围绕热解石墨堆叠并包围热解石墨堆叠，以使得热解石墨堆叠嵌入在壳内。在一个实施例中，壳是密封的，所以没有外部代理可穿透以接触堆叠。壳可通过金属沉积技术施加或通过机械操纵前述金属的可工作形式以包装堆叠700a来成形。

[0099] 图7C的实施例是通过以下创建的：(1) 使所选数量的石墨层以施加到框架元件的适当形状形成在堆叠中；(2) 在真空环境中提供石墨层和涂覆材料；(3) 将连续的石墨层堆叠为堆叠700b；(4) 向石墨层施加均匀压力；以及使用以下之一包装堆叠中的石墨层：(a) 在堆叠上的金属沉积或 (b) 对大小足以围绕堆叠的金属板的机械操纵，随后绕堆叠700b密封该壳。

[0100] 适当的石墨层包括本文讨论的任何热解石墨材料。在堆叠中使用的石墨材料应当具有其自己的高导热性平面，该平面垂直于图7C和7D的附图的平面取向以使得当布置在设备2中时，高导热性平面与热传输的方向平行地放置(远离有源电路系统136并朝向镜腿102的末端)。

[0101] 图7A是HMD设备的俯视图，以解说包装的石墨层堆叠结构可被并入设备的框架材料中。并入框架材料也关于图8中的设备2被解说。在此实施例中，壳堆叠(在附图中被解说)被模塑到镜架自身中。图7E和7F解说了将加壳的结构放置到设备2a的顶部上。

[0102] 可根据本技术教导利用加壳的石墨层堆叠结构的各种配置。结构可具有各种不同的三维形式，这些形式的替代组件可被接合在一起。如图7D中所解说的，两个这种结构可以线性方式成形并使用前述粘合、从原生石墨片创建结构等技术中的任何一种接合在一起。

[0103] 关于图7A和7C，每个加壳结构可具有根据该系统的热管理目标定义的长度L、宽度W和高度H。层堆叠中的相应石墨片中的每一个可被定义且选择以具有沿第一轴的高导热率平面和沿第二轴的较低导热率平面。在一个实施例中，平面被选择以使得高导热率的轴与长度对齐并平行于把加壳堆叠的长度一分为二的轴。如图7A中所指示的，长度比宽度长数倍，且高度比宽度小。

[0104] 图7E和7F解说了定位在HMD 2a的外表面上的加壳结构752。在图7E和7F的图示中，加壳结构752定位在臂102r1的上表面910上。应当理解，结构752可在臂的下表面912或侧面914上提供。此外，图7E解说了在界面753处接合的两个加壳结构752。由于对结构752加壳的金属的可加工性，相应结构的接合可通过热学连结进行，诸如机械连接、锡焊或焊接相应结构752，或通过将底层石墨层成形为成角度结构并因此使成形的成角度的结构在金属涂覆中加壳。

[0105] 要理解，施加石墨层堆叠可与上面讨论的纳米碳灌输框架元件组合使用。此外，加壳结构可与上面描述的堆叠600一起使用(单独地或与其相组合地)。

[0106] 加固框架结构

[0107] 图9-11解说了适于与前述设备2和2a中的任一者一起使用的替代框架结构。尽管本主题将关于HMD 2a描述，然而应当意识到，类似技术可与任何类型的框架结构一起使用。

[0108] 在图9-11B中，镜腿102R1和102L1已被成形为包括空洞900、902，由此创建在镜腿

102r1和101L1分别到镜腿102R2和102L2以及外壳131的接合点附近的拱形部。空洞有效地提供了将外壳131耦合至侧臂102L2/102r2的两个其它部分的拱形镜腿结构。空洞900、902提供了可用于向周围环境的对流和辐射热传输的表面积的增加。从有源电路系统提供并传输到镜腿102R1和102L1的任何热量可更容易被周围环境冷却。在所解说的实施例中,空洞900包括第一侧臂912、第二侧臂914和接合相应侧壁的两个拱形部916、918。

[0109] 此外,空洞900、902通过使用拱形构造技术增加了镜腿102的长度。拱形部是纯压缩形式,其将力分解为压缩应力并且进而消除拉伸应力。给定HMD 2/2a的架构,在前向部件承载大多数重量且支撑组件(诸如镜腿102)稳定设备的情况下,镜腿组件中的强度与轻量结构的组合是合需的。

[0110] 尽管空洞被解说为仅在元件102r1和102L1中提供,然而要理解,空洞可在镜腿部102R2和102L2中形成,或在整体镜腿结构(诸如在HMD设备2中提供的)中形成。

[0111] 此外,图9和10的空洞架构可与上面描述的任何前述热管理技术一起使用。

[0112] 特别而言,图9的设备的组件可由如上所述的纳米碳灌输材料制造。上面讨论的石墨结构中的任一个或多个可附连在图9的结构的表面上或嵌入在图9的结构中。

[0113] 图10A解说了使用与上面在图5A描述的石墨层类似的石墨层与空洞900、902相组合的示例。如其中所解说的,石墨层404如在图5A中被提供,其中部分404r和404l附连到其中具有空洞的元件102r1和102L1。石墨层404r和404l可以是热解石墨片、文本解说的任何石墨堆叠、或石墨烯的层压层。

[0114] 图10B解说了沿图10A中的线B-B的横截面,示出了臂部分102r1的上表面910、下表面912、第一侧面914和第二侧面916。此外,内壁918和912被图解。还要领会,一个或多个石墨层可被施加到图10A的结构的内壁918、920。在图10B中,仅空洞900被图解,但是应当理解,可在臂102L和102r两者上均提供结构752。

[0115] 图11A和11B解说了使用上述石墨层结构650,其中结构650被包装在镜架2a中。结构650热学耦合至发热元件并且延伸到空洞区域900、902中(在图11A和11B中,仅解说了空洞902,但是应当理解,结构650可在臂102L和102r两者上提供)。

[0116] 此外,在框架组件上形成的空洞可采用各种形状。弓形空洞900、902提供了设备被穿戴者穿戴时的竖直对流。这可提供与穿过空洞和框架元件以及在空洞和框架元件周围的较冷空气在上升时的对流。然而,空洞可关于镜腿102的方向被水平提供。而且,可提供任何数量和形状的空洞。例如,可在框架元件中提供多个环形或其它形状的孔。

[0117] 可在空洞900、902的内表面或镜腿102的外表面上提供附加石墨层。

[0118] 石墨层、石墨堆叠或加壳的结构中的任意一个或多个可通过围绕热学结构制造框架组件而嵌入在镜架中。注射模塑过程嵌入这些结构包括以下步骤:(1)提供注射模塑装置;(2)将包括框架材料和碳纳米球颗粒的工程聚合物弹或粉均匀混合;(3)从步骤(2)获得混合物并将混合物添加到包括加热柱体的注射模塑装置;(4)在高温下将混合物熔化;(5)将石墨层、多层堆叠或加壳的石墨层堆叠提供到模具腔体中并封闭腔体;(6)将熔化的混合物通过注射喷嘴注射到封闭的模具腔体中;以及(7)在模具中冷却熔化的混合物以固体化合需的部件。挤出过程包括(1)提供挤出模塑设备;(2)将包括框架材料和碳纳米球颗粒的工程聚合物弹或粉末均匀混合;(3)获得混合物;(4)在高温下熔化混合物;(4)通过硬模使熔化的混合物成形以围绕石墨层、多层堆叠或加壳的石墨层堆叠;以及(5)在模具中冷却熔

化的混合物以固体化合需的部件。

[0119] 某些实施例的各方面

[0120] 本技术的实施例包括一种装置,所述装置包括:石墨片的多层堆叠,每个片具有沿第一轴的高导热率的平面和沿第二轴的较低导热率的平面,所述堆叠具有包括长度和宽度的三维形状,且所述第一轴平行于所述长度被对齐,所述多层堆叠具有小于所述宽度的高度;以及围绕石墨片的所述多层堆叠的第一金属结构,所述金属结构沿所述多层堆叠的所述长度、宽度和高度包装所述多层堆叠。

[0121] 本技术的实施例包括前述实施例中的任何实施例,其中所述堆叠包括多个热解石墨片。

[0122] 本技术的实施例包括前述实施例中的任何实施例,其中所述金属是从以下之一选择的:钛、铜、锡、镍、银、铝、TiW(90/10,以及其它合金)、铜锡合金、以及所述金属中的每个的合金。

[0123] 本技术的实施例包括前述实施例中的任何实施例,其中所述堆叠中的最顶层和所述堆叠中的最底层接触金属包装层的相应的上表面和下表面。

[0124] 本技术的实施例包括前述实施例中的任何实施例,进一步包括第二多层堆叠和第二金属包装结构,所述第二金属包装结构通过热学传输材料连结到所述第一金属包装结构。

[0125] 本技术的实施例包括前述实施例中的任何实施例,其中所述堆叠包括多个石墨片,每个片使用粘合剂连结到相应片。

[0126] 本技术的实施例包括前述实施例中的任何实施例,其中所述堆叠包括相互直接接触的多个石墨片。

[0127] 本技术的实施例包括前述实施例中的任何实施例,其中所述金属结构在所述多层堆叠周围创建密封真空。

[0128] 本技术的实施例包括在包括电子组件的可穿戴设备中使用的前述实施例中的任何实施例。所述可穿戴设备可包括包含所述电子组件的安装结构;以及金属包装的多个石墨片的多层堆叠并且热学连结到所述电子组件,每个片具有沿第一轴的高热导率和沿第二轴的较低热导率的平面,所述堆叠具有包括长度和宽度的三维形状且所述第一轴平行于所述长度对齐,所述多层堆叠具有小于所述宽度的高度,所述金属沿所述多层堆叠的所述长度、宽度和高度包装所述多层堆叠。

[0129] 本技术的实施例包括可穿戴设备的前述实施例中的任何实施例,其中所述堆叠包括多个热解石墨片。

[0130] 本技术的实施例包括可穿戴设备的前述实施例中的任何实施例,其中所述金属是从以下之一选择的:铝、铜、银、铝合金、铜合金、以及银合金。

[0131] 本技术的实施例包括可穿戴设备的前述实施例中的任何实施例,其中所述堆叠中的最顶层和所述堆叠中的最底层接触金属包装层的相应的上表面和下表面。

[0132] 本技术的实施例包括可穿戴设备的前述实施例中的任何实施例,进一步包括第二多层堆叠和包装所述第二多层堆叠的第二金属,所述第二金属通过传热材料连结到所述第一金属。

[0133] 本技术的实施例包括可穿戴设备的前述实施例中的任何实施例,其中每个片使用

粘合物连结到相应的片。

[0134] 本技术的实施例包括可穿戴设备的前述实施例中的任何实施例,其中所述堆叠包括相互直接接触的多个石墨片。

[0135] 本技术的实施例包括可穿戴设备的前述实施例中的任何实施例,其中所述第一金属包装所述堆叠以创建围绕所述多层堆叠的密封真空。

[0136] 本技术的实施例包括在包括产生热量的控制电路的头戴式显示器的前述实施例中的任何实施例。所述头戴式显示器可包括光学安装结构,所述光学安装结构包括发热电子组件,所述安装结构容纳耦合至所述发热电子组件的显示器光学系统,并且第一和第二镜腿远离所述发热电子组件和所述显示器光学系统延伸;以及包装石墨片的多层堆叠并且热学连结到所述发热电子组件并且连结到所述光学安装结构的外表面的金属,每个片具有沿第一轴的高热导率和沿第二轴的较低热导率的平面,所述堆叠具有包括长度和宽度的三维形状且所述第一轴平行于所述长度对齐,所述多层堆叠具有小于所述宽度的高度,所述金属结构沿所述多层堆叠的所述长度、宽度和高度包装所述多层堆叠。

[0137] 本技术的实施例包括头戴式显示器或可穿戴设备的前述实施例中的任何实施例,其中所述堆叠中的最顶层和所述堆叠中的最底层接触金属包装层的相应的上表面和下表面。

[0138] 本技术的实施例包括头戴式显示器或可穿戴设备的前述实施例中的任何实施例,其中所述堆叠包括多个热解石墨片。

[0139] 本技术的实施例包括头戴式显示器或可穿戴设备的前述实施例中的任何实施例,其中所述堆叠包括相互直接接触的多个石墨片。

[0140] 本技术的实施例包括头戴式显示器或可穿戴设备的前述实施例中的任何实施例,包括用于支撑显示器组件的装置和发热电子组件以及用于从所述组件被动式传输热量的装置,所述装置包括附连到所述发热组件和用于支撑所述显示器组件的装置的外部的一个或多个石墨层。

[0141] 尽管用结构特征和/或动作专用的语言描述了本主题,但可以理解,所附权利要求书中定义的主题不必限于上述具体特征或动作。相反,上述特定特征和动作是作为实现权利要求书的示例而公开的,并且本领域的技术人员将认识到其他等价特征和动作旨在处于权利要求书的范围内。

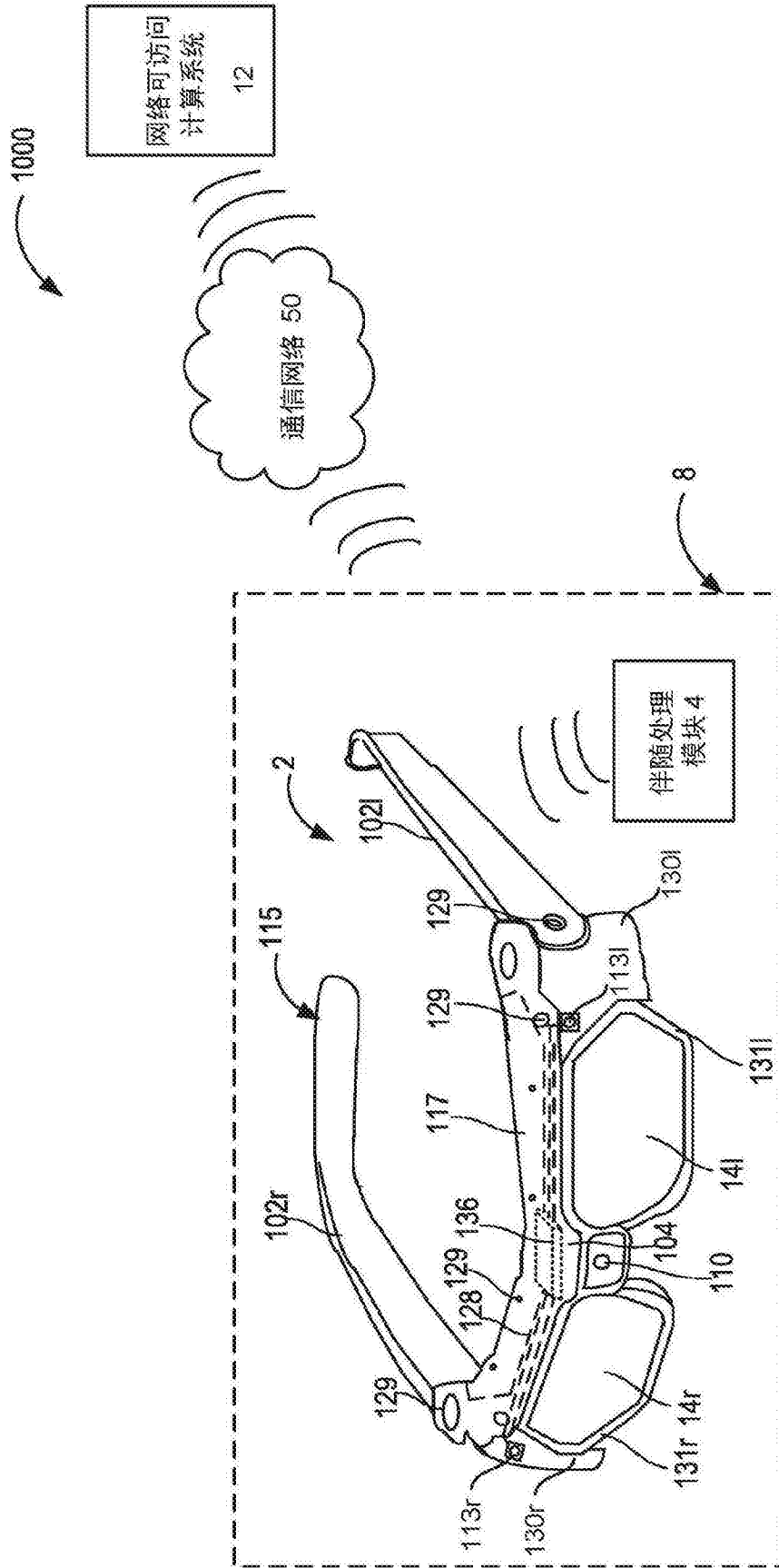


图1



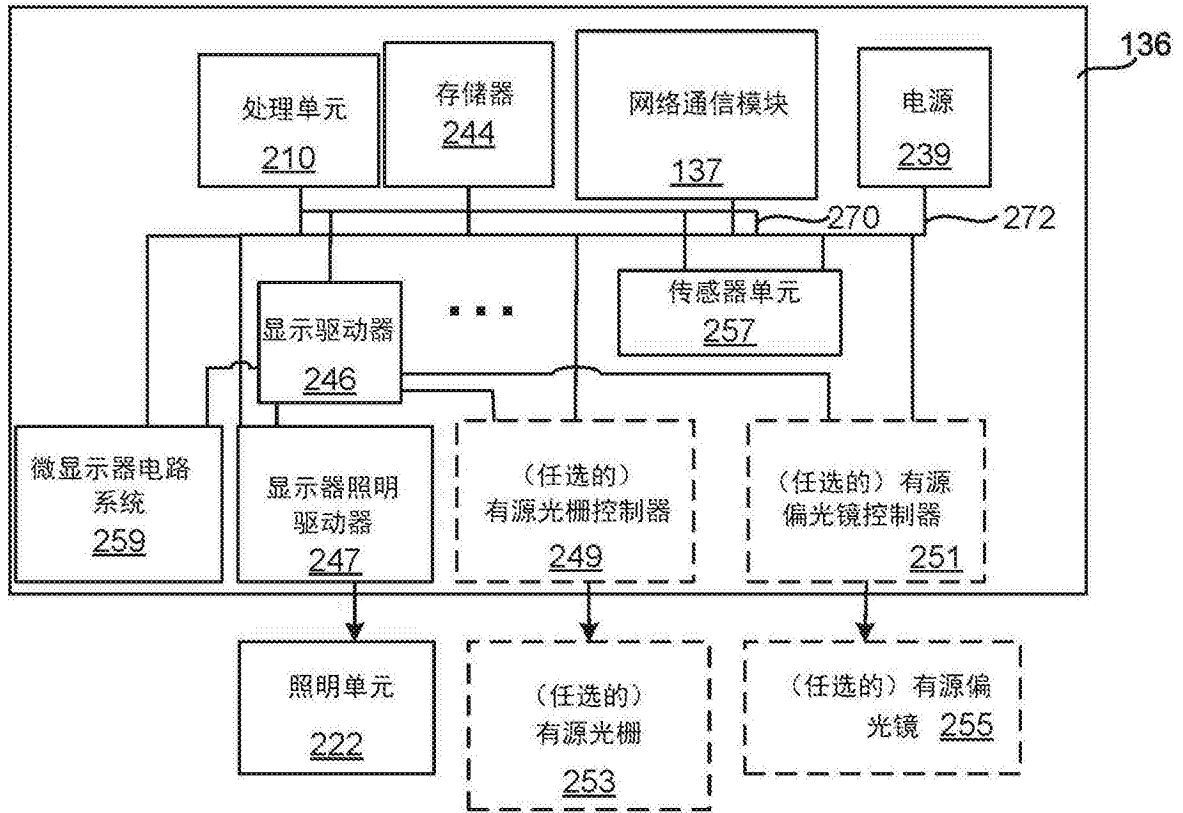


图2A

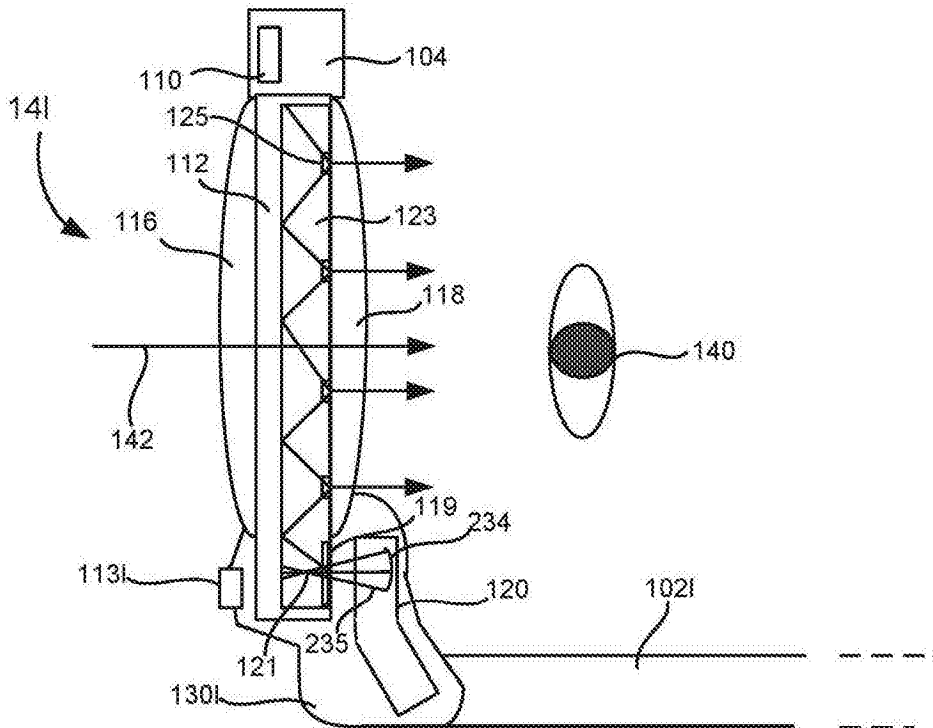


图2B

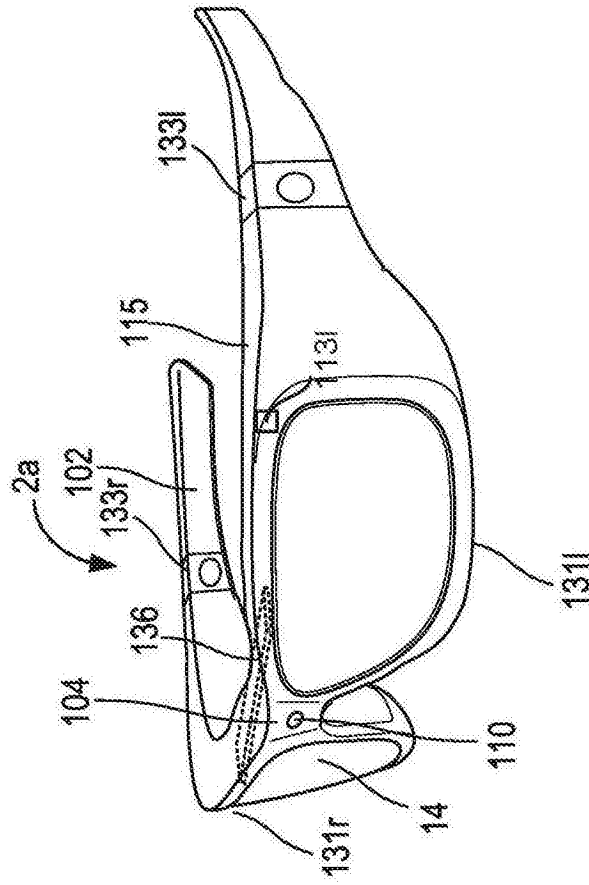


图3A

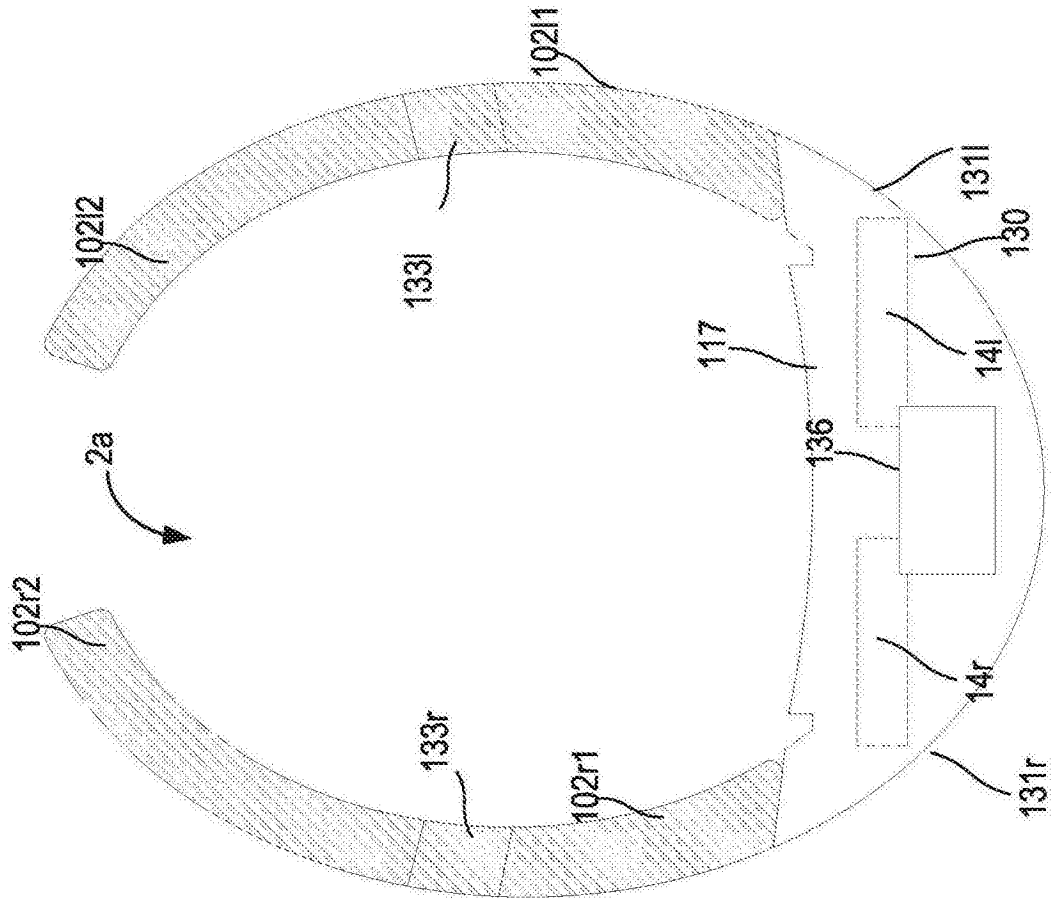
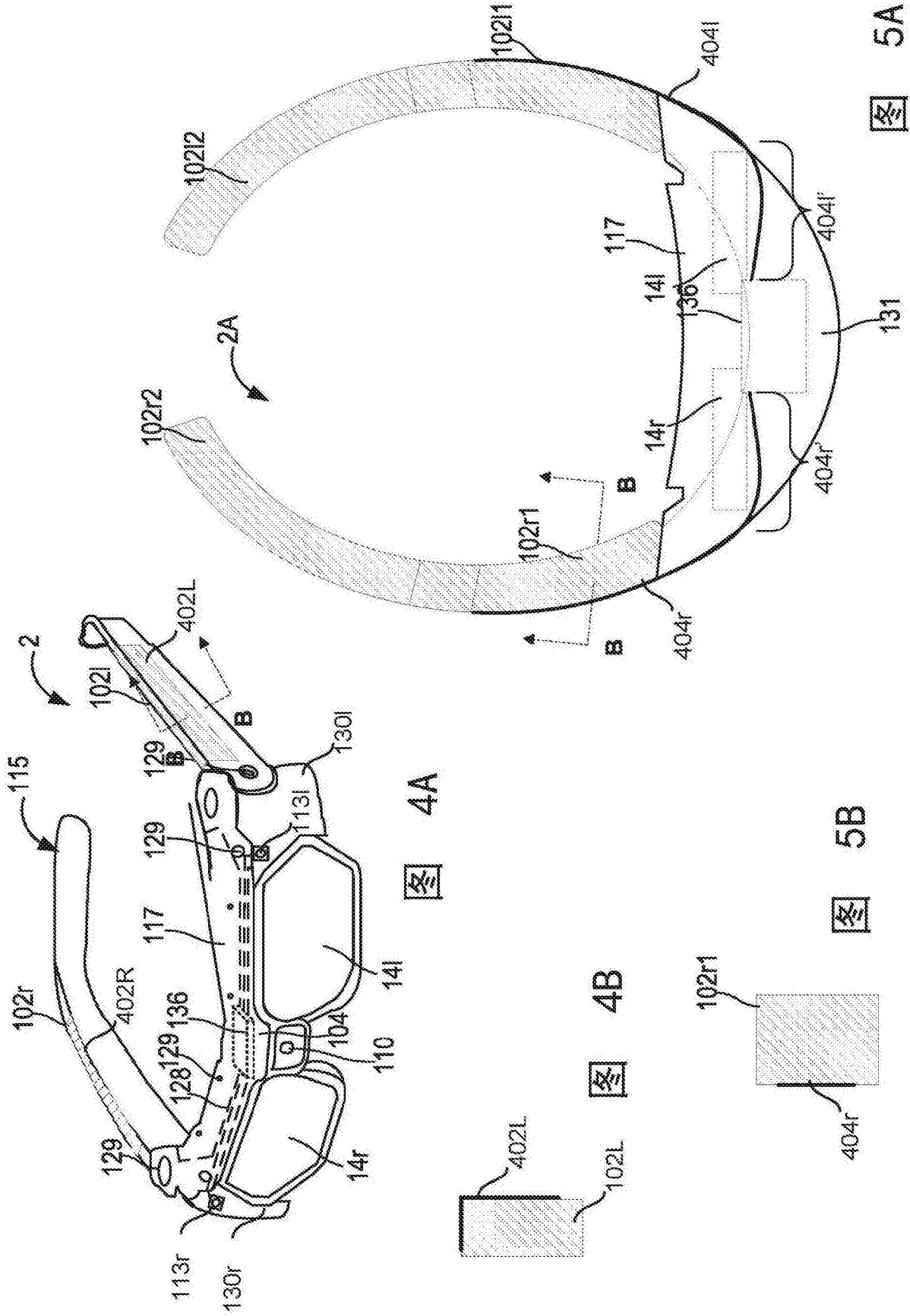


图3B



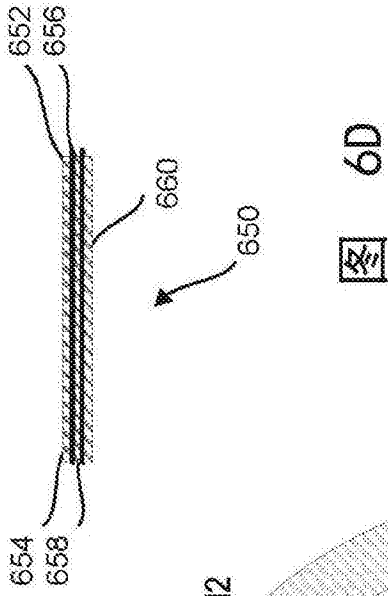


图 6D

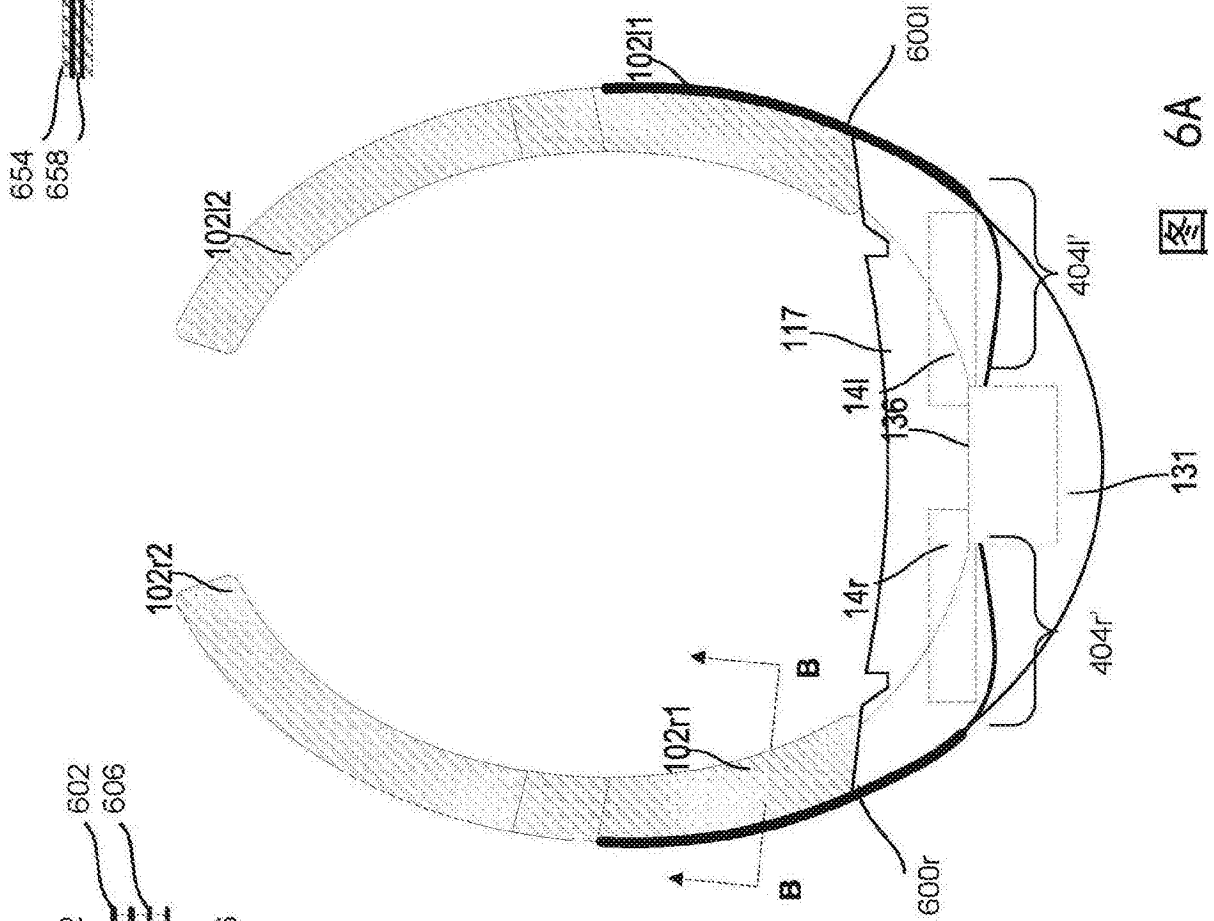


图 6A

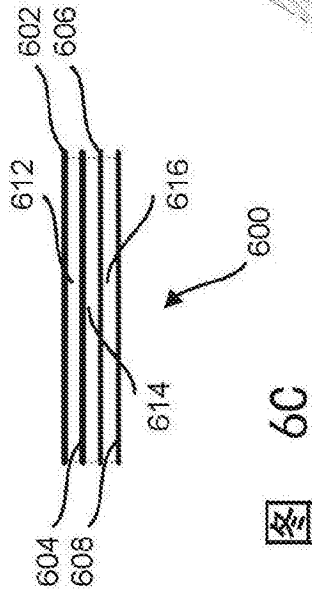


图 6C

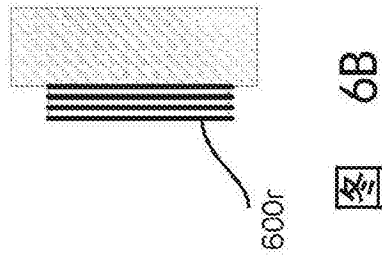


图 6B

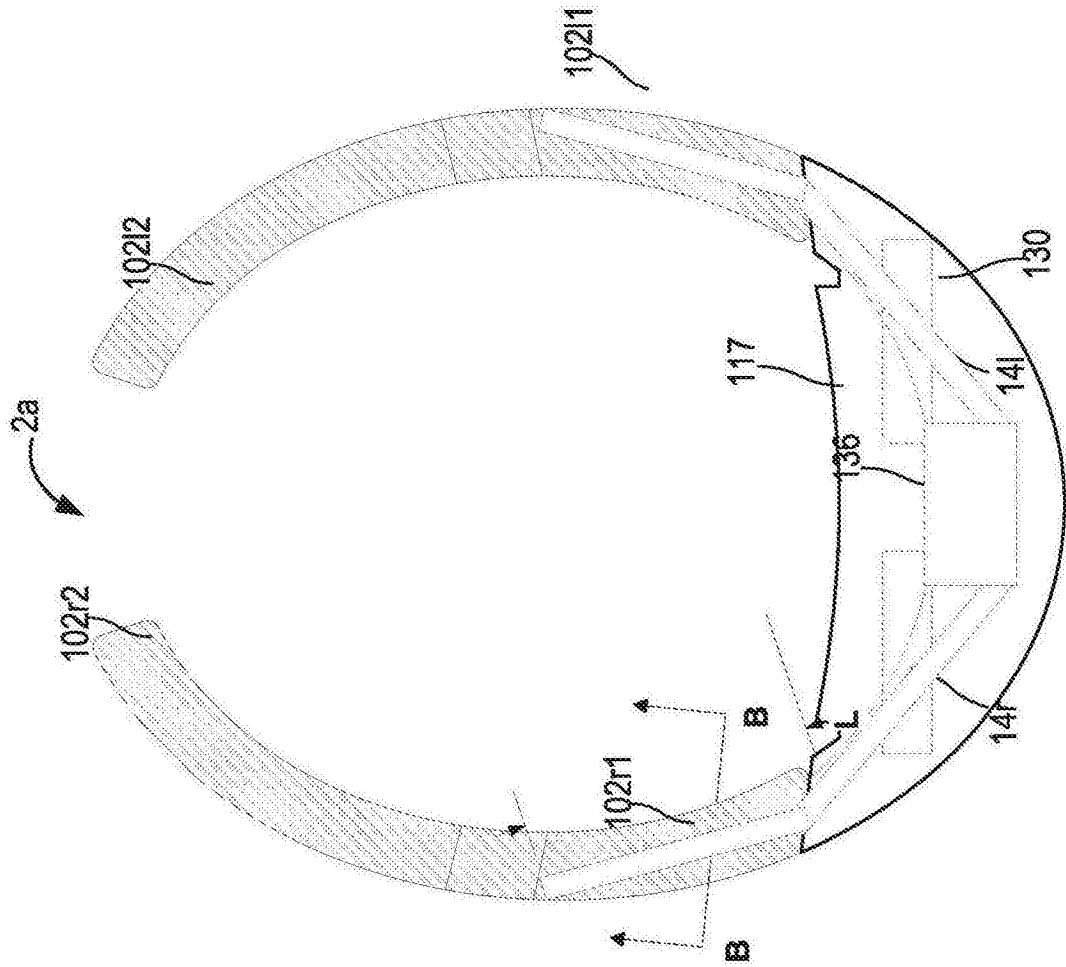


图7A

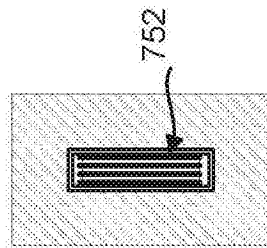


图7B

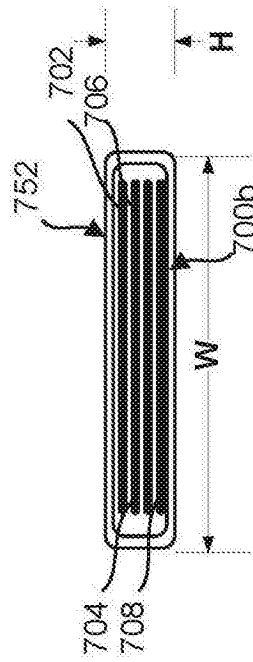


图7C

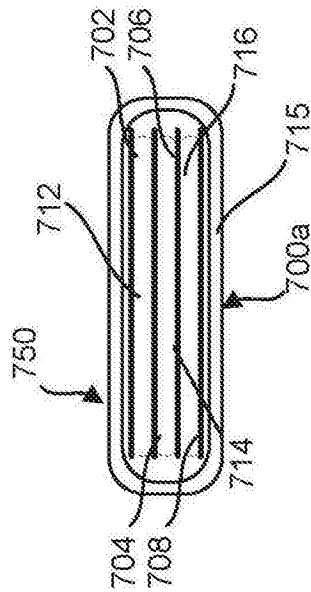


图7D

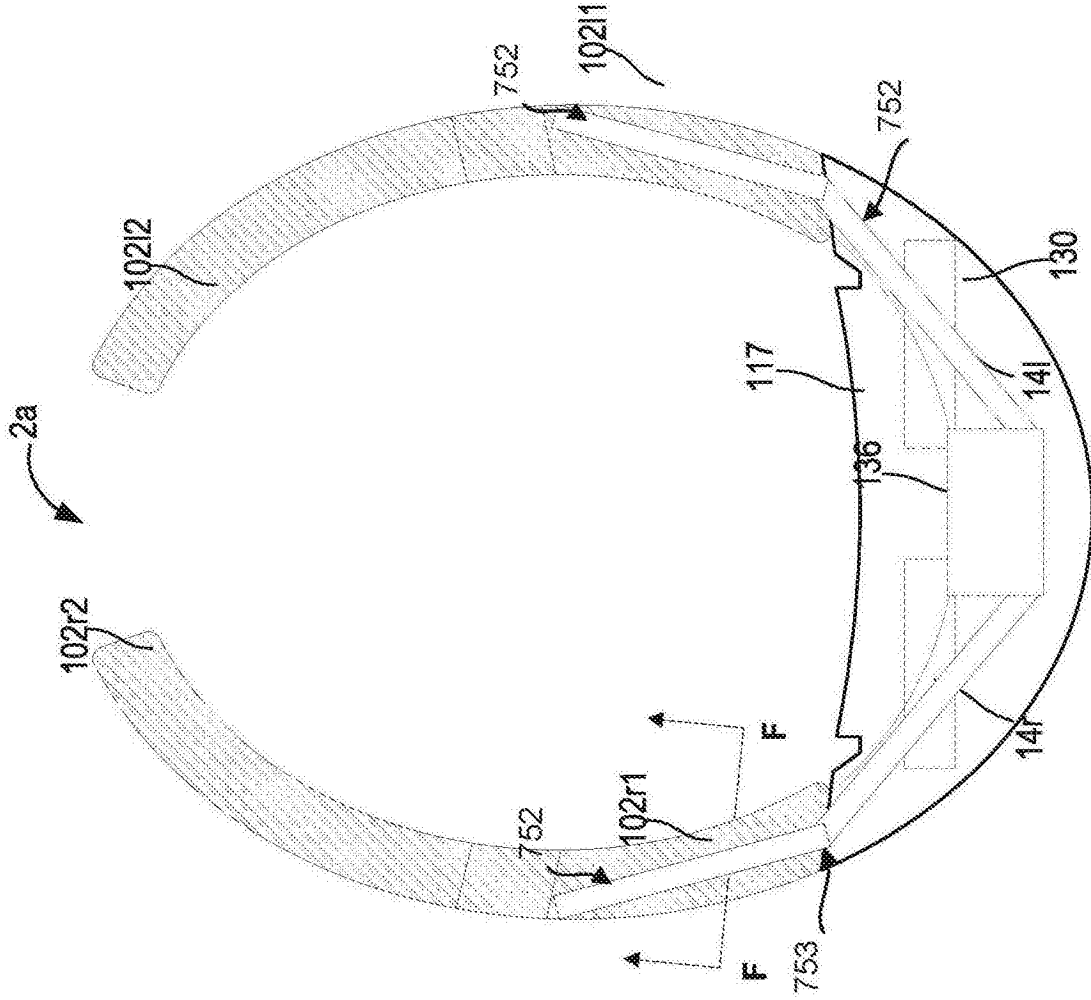


图7E

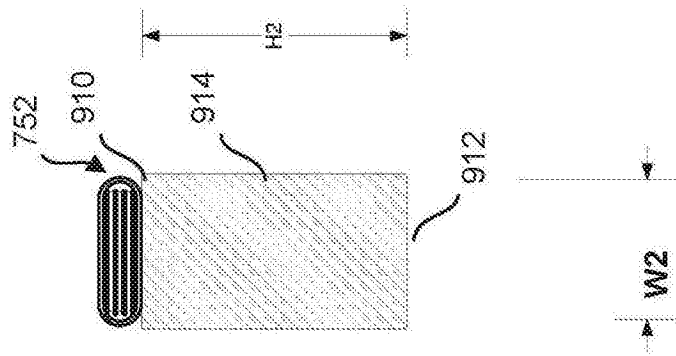


图7F



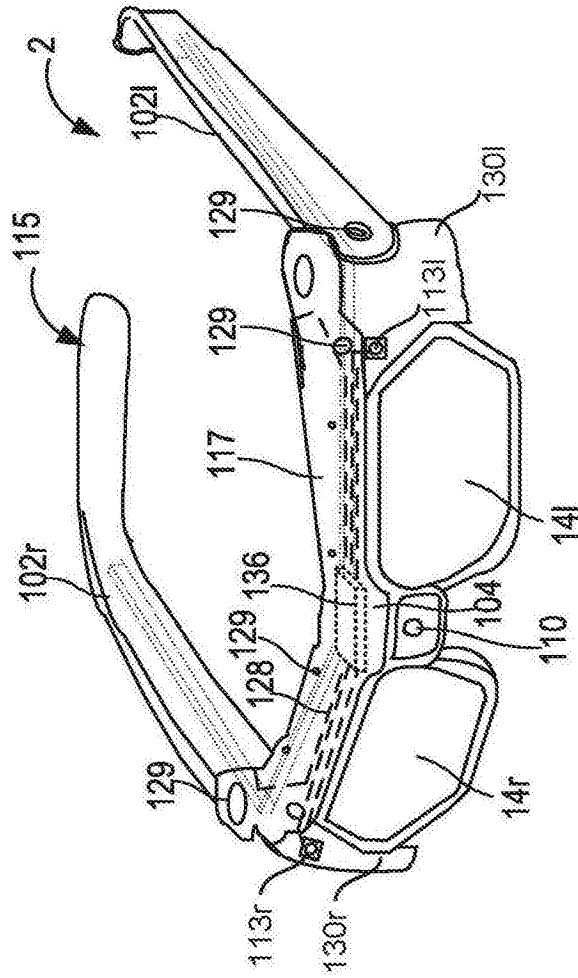


图8

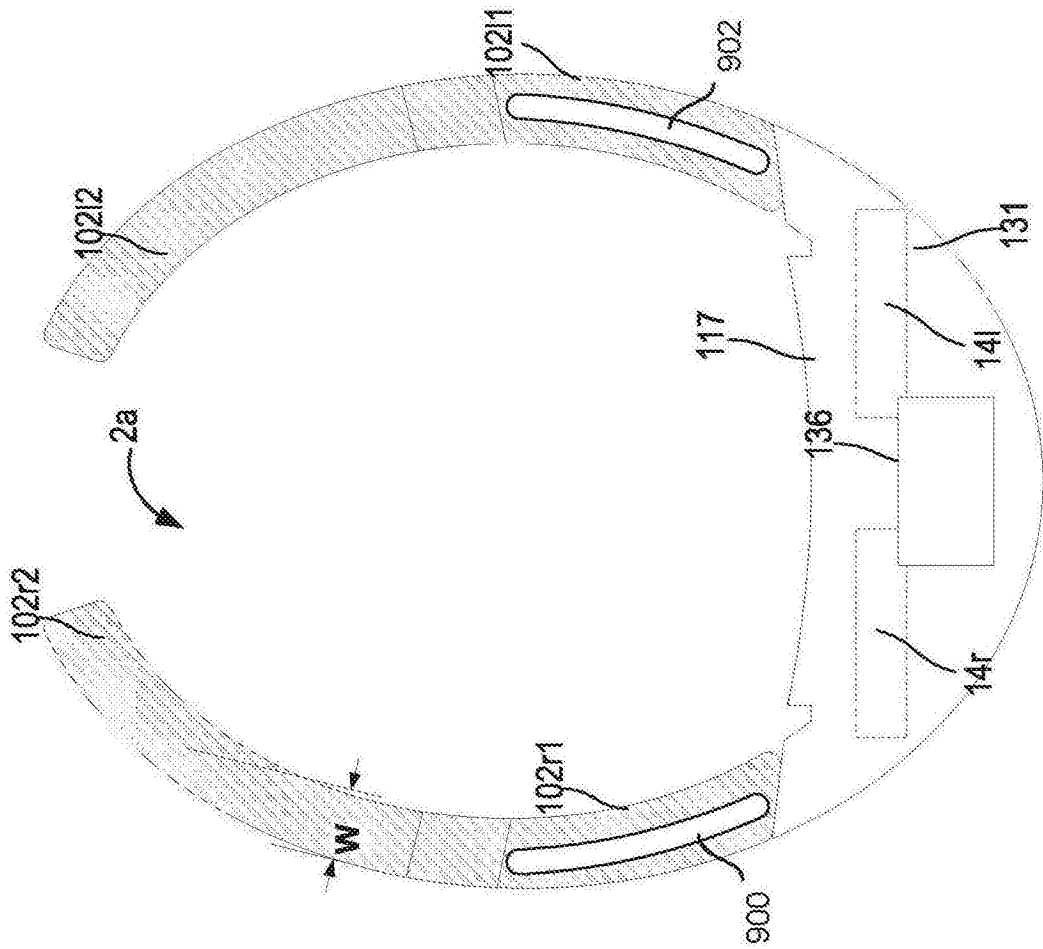


图9

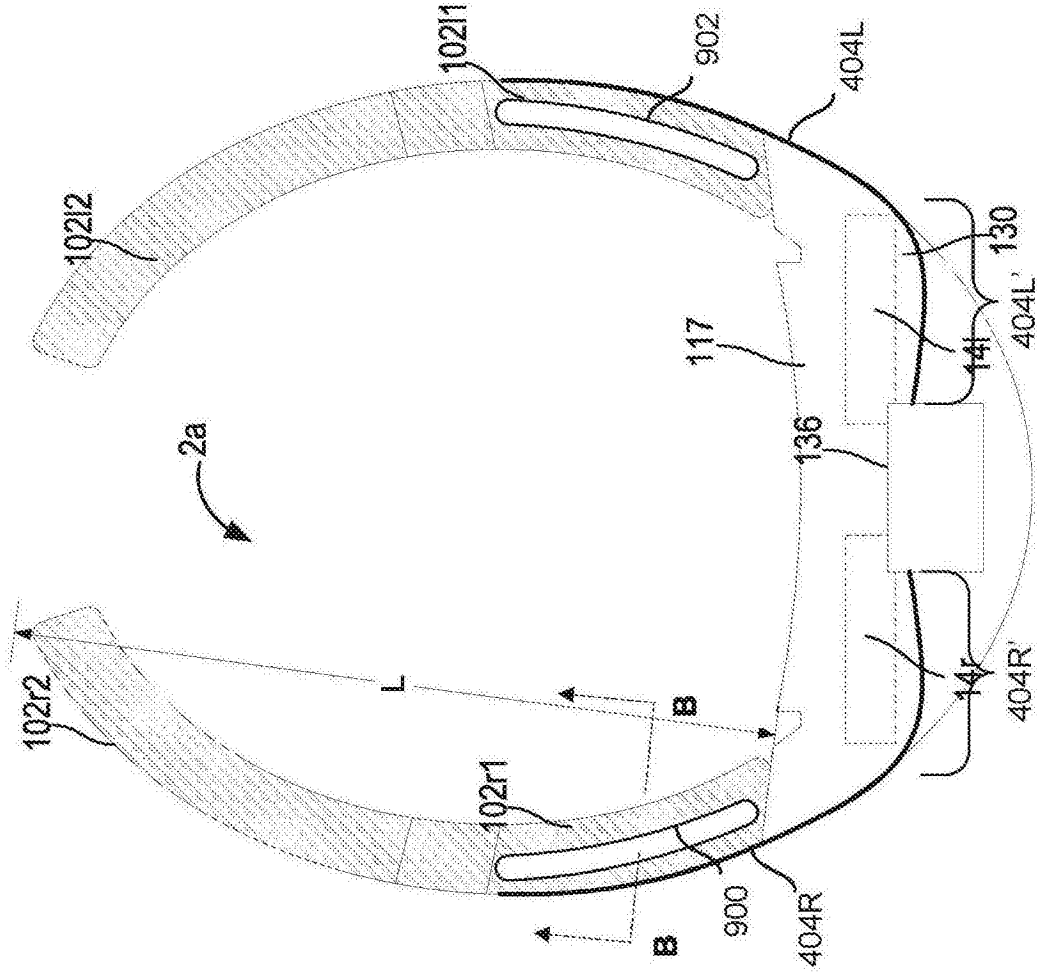


图10A

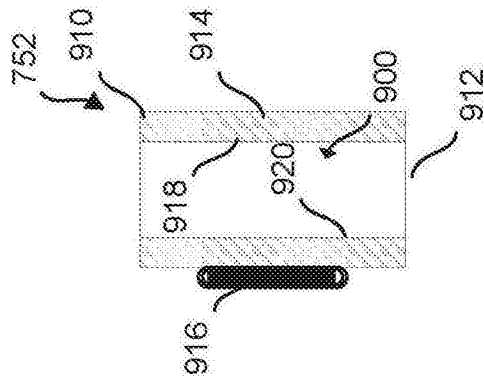


图10B

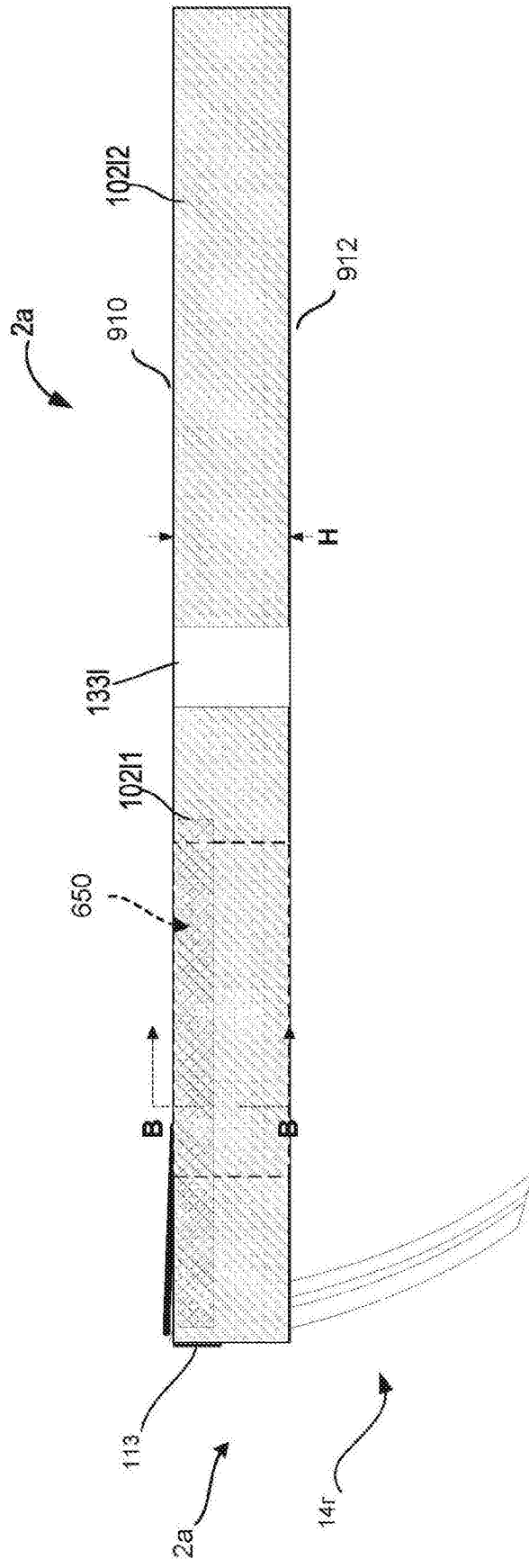


图11A

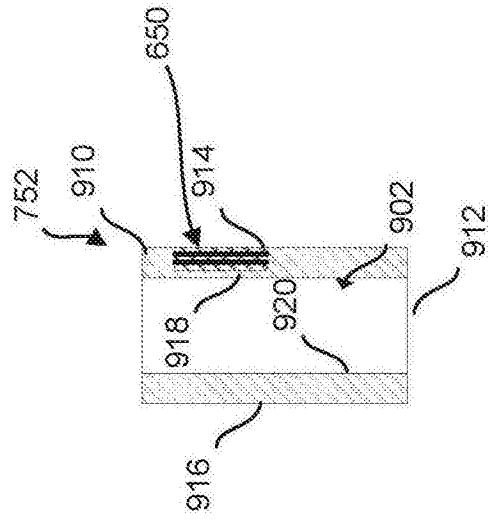


图11B