



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111781726 B

(45) 授权公告日 2022. 05. 10

(21) 申请号 202010626647.0  
 (22) 申请日 2016.01.26  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 111781726 A  
 (43) 申请公布日 2020.10.16  
 (30) 优先权数据  
 62/107,977 2015.01.26 US  
 (62) 分案原申请数据  
 201680018144.7 2016.01.26  
 (73) 专利权人 奇跃公司  
 地址 美国佛罗里达州  
 (72) 发明人 R·D·泰克斯斯特 M·A·克卢格  
 P·M·格列柯 B·T·朔文格特

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所  
 11247  
 专利代理师 姜利芳 杨晓光  
 (51) Int.Cl.  
 G02B 27/01 (2006.01)  
 G02B 6/124 (2006.01)  
 G02B 27/42 (2006.01)  
 G02B 30/20 (2020.01)  
 (56) 对比文件  
 US 2015016777 A1, 2015.01.15  
 CN 104884862 A, 2015.09.02  
 US 2004109234 A1, 2004.06.10  
 审查员 李洁

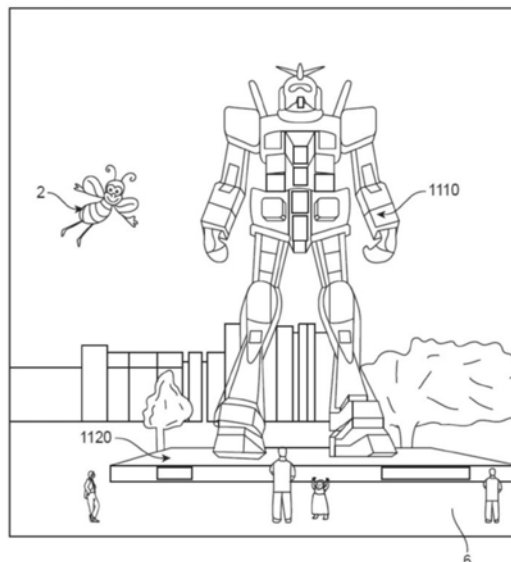
权利要求书2页 说明书15页 附图28页

## (54) 发明名称

具有改进的衍射光栅结构的虚拟和增强现实系统和方法

## (57) 摘要

公开了用于3D显示系统的改进的衍射结构。改进的衍射结构包括位于波导基底和顶部光栅表面之间的中间层。顶部光栅表面包括对应于第一折射率值的第一材料,底层包括对应于第二折射率值的第二材料,并且基底包括对应于第三折射率值的第三材料。



1. 一种用于向用户递送增强现实内容的增强现实 (AR) 显示系统, 包括:
  - 图像生成源, 用于提供一个或多个图像数据帧;
  - 光调制器, 用于传输与所述一个或多个图像数据帧相关联的光;
  - 衍射光学元件 (DOE), 用于接收与所述一个或多个图像数据帧相关联的所述光并将所述光引导到用户的眼睛, 所述衍射光学元件包括衍射结构, 所述衍射结构具有波导基板、表面光栅和布置在所述波导基板和所述表面光栅之间的底层;
  - 其中, 所述表面光栅具有表面光栅折射率, 所述底层具有底层折射率, 并且所述表面光栅折射率小于所述底层折射率, 以及
  - 其中, 所述底层具有不均匀的厚度。
2. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述底层折射率为1.84。
3. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述波导基板具有波导基板折射率, 并且所述波导基板折射率为1.5或1.7。
4. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述波导基板、所述底层和所述表面光栅全部对应于不同的折射率值。
5. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述底层折射率与所述波导基板的折射率相比是更高的值。
6. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述波导基板、所述底层和所述表面光栅对应于不同的材料。
7. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述波导基板、所述底层和所述表面光栅中的至少两个对应于共同的折射率值。
8. 根据权利要求7所述的系统, 其中, 所述波导基板、所述底层和所述表面光栅中的至少两个对应于相同的材料。
9. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 随着距光注入位置的距离增加, 所述底层的所述不均匀的厚度从相对较薄变为相对较厚。
10. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述底层具有不均匀的底层折射率。
11. 根据权利要求10所述的系统, 其中, 所述底层的所述不均匀的底层折射率以如下方式变化: 随着距光注入位置的距离增加, 所述底层的所述不均匀的底层折射率从接近于所述波导基板的折射率增加到与所述波导基板的折射率不同。
12. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述系统包括堆叠的波导组件, 所述堆叠的波导组件具有堆叠在一起的多个衍射结构。
13. 根据权利要求12所述的系统, 其中, 多个所述图像生成源将所述图像数据注入到所述堆叠的波导组件内的每个衍射结构中。
14. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述波导基板、所述底层和所述表面光栅对应于聚合物材料、蓝宝石或玻璃中的至少一种。
15. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述衍射光学元件可在ON状态和OFF状态之间切换。
16. 根据权利要求1所述的系统, 其被实现为可头戴式可穿戴系统。
17. 根据权利要求1所述的系统, 其中, 所述衍射结构还包括在所述表面光栅上方的顶表面层。

18. 根据权利要求17所述的系统,其中,所述顶表面层形成用于堆叠所述衍射结构的间隙层,并且所述顶表面层具有1.1至1.2的折射率。

19. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述表面光栅的折射率为1.5。

## 具有改进的衍射光栅结构的虚拟和增强现实系统和方法

[0001] 本申请是国际申请号为PCT/US2016/014988、国际申请日为2016年01月26日、中国国家申请号为201680018144.7、标题为“具有改进的衍射光栅结构的虚拟和增强现实系统和方法”的专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本公开涉及虚拟现实和增强现实成像和可视化系统。

### 背景技术

[0003] 现代计算和显示技术促进了用于所谓的“虚拟现实”或“增强现实”体验的系统的开发,其中数字再现的图像或其部分以它们似乎是或可能被认为是真实的方式呈现给用户。虚拟现实或“VR”场景通常涉及数字或虚拟图像信息的呈现,而不会对实际的真实世界视觉输入具有透明度。增强现实或“AR”场景通常涉及数字或虚拟图像信息的呈现,其作为对用户周围的实际世界的可视化的增强。例如,参考图1,描绘了增强现实场景(4),其中AR技术的用户看到以背景中的人、树、建筑物为特征的现实公园般的场景(6)和混凝土平台(1120)。除了这些项目之外,AR技术的用户还认为他“看到”站立在真实世界平台(1120)上的机器人雕像(1110)和一个飞过的漫画式的化身人物(2),其似乎是一只大黄蜂的拟人化,尽管这些元素(2,1110)在现实世界中并不存在。事实证明,人类视觉感知系统是非常复杂的,并且制作VR或AR技术有助于虚拟图像元素以及其他虚拟或现实世界图像元素的舒适、感觉自然、丰富的呈现是具有挑战性的。

[0004] 当向AR系统的用户呈现3D虚拟内容时存在许多挑战。向用户呈现3D内容的中心前提是创建多个深度的感知。换句话说,可能希望一些虚拟内容看起来更接近用户,而其他虚拟内容似乎来自更远的地方。因此,为了实现3D感知,AR系统应被配置为相对于用户在不同焦平面处传送虚拟内容。

[0005] 为了使3D显示器产生深度的真实感觉,并且更具体地,产生表面深度的模拟感觉,希望显示器的视野中的每个点产生对应于其虚拟深度的调节响应。如果对显示点的调节响应不对应于该点的虚拟深度,如由会聚和立体视觉的双眼深度暗示所确定的,则人类视觉系统可能经历适应冲突,导致不稳定的成像、有害的眼睛疲劳、头痛,并且如果没有调节信息,几乎完全缺乏表面深度。

[0006] 因此,需要改进的技术来实现解决传统方法的这些和其他问题的3D显示器。这里描述的系统和技术被配置为与典型人类的视觉配置一起工作以应对这些挑战。

### 发明内容

[0007] 本发明的实施例涉及用于促进一个或多个用户的虚拟现实和/或增强现实交互的设备、系统和方法。

[0008] 根据一些实施例的用于将增强现实内容传递给用户的增强现实(AR)显示系统包括:图像生成源,用于提供一个或多个图像数据帧;光调制器,用于传输与一个或多个图像

数据帧相关联的光;衍射光学元件(DOE),用于接收与所述一个或多个图像数据帧相关联的光并将光引导到用户的眼睛,所述DOE包括衍射光栅结构,所述衍射光栅结构具有对应于波导折射率的波导基板、表面光栅和布置在波导基板和表面光栅之间的中间层(本文中也称为“底层”),其中底层对应于不同于波导折射的底层衍射率。

[0009] 根据本发明的一些实施例,衍射光栅结构被用于DOE,其包括位于波导基板和顶部光栅表面之间的底层。顶部光栅表面包括对应于第一折射率值的第一材料,底层包括对应于第二折射率值的第二材料,并且基底包括对应于第三折射率值的第三材料。

[0010] 可以使用相同或不同材料的任何组合来实现这些结构部分中的每一个,例如,其中所有三种材料都不同(并且全部三种对应于不同的折射率值)时,或者其中两层共享相同的材料(例如,三种材料中的两种是相同的,因此共享与第三种材料的折射率值不同的共同折射率值)。可以使用任何合适的材料来实现改进的衍射光栅结构的任何层。

[0011] 因此,各种组合是可用的,其中一个折射率的底层与另一个折射率的顶部光栅以及第三折射率的基底一起组合,并且其中调整这些相对值提供了衍射效率依赖于入射角的大量变化。提出了具有不同折射率层的分层波导。呈现了各种组合和排列以及相关的性能数据以说明功能。优点包括增加的角度,其提供与光栅的增加的输出角度,并且因此与目镜增加的视场。此外,抵消随角度的衍射效率的正常降低的能力在功能上是有益的。

[0012] 在一些实施例中,波导基底,底层和表面光栅对应于不同的折射率值。例如,表面光栅可以对应于与底层衍射率相比更高的表面光栅折射率,并且底层衍射率与波导折射率相比更高。

[0013] 在一些实施例中,波导基底,底层和表面光栅中的至少两个对应于共同的折射率值。例如,表面光栅可以对应于与波导折射率相同的表面光栅折射率,并且底层衍射率不同于波导折射率和表面光栅折射率。此外,表面光栅可以对应于与底层衍射率相同的表面光栅折射率,并且波导衍射率不同于底层折射率和表面光栅折射率。

[0014] 在一些实施例中,底层包括不均匀的厚度。当从光注入位置增加距离时,底层的不均匀厚度可以从相对较薄变为相对较厚。此外,底层可以包括不均匀的底层折射率。例如,随着从光注入位置的距离增加,底层的不均匀底层折射率可以从与波导折射率相对类似变化到与波导折射率不同。

[0015] 在一些实施例中的系统包括具有堆叠在一起的多个衍射光栅结构的堆叠波导组件。此外,DOE可以在导通状态和关闭状态之间切换。该系统可以被实施为可头戴式可穿戴式系统。

[0016] 在至少一个实施例中,衍射光栅结构包括在表面光栅上的顶层。顶层可以用于形成用于堆叠衍射光栅结构的间隙层,并且顶层包括相对较低的折射率。此外,顶层也可用于提供衍射效应,例如,其中顶层具有相对较高的折射率。

[0017] 在详细描述、附图和权利要求中描述了本发明的附加和其他目的、特征和优点。

## 附图说明

[0018] 图1示出了在一个所示实施例中通过穿戴式AR用户设备的增强现实(AR)的用户视角。

[0019] 图2示出了传统的立体3D模拟显示系统。

- [0020] 图3示出了根据本发明的一些实施例的用于实现立体3D模拟显示系统的改进方法。
- [0021] 图4A-4D示出了用于解决为人类VR和/或AR提供高质量、舒适感知的显示系统的目的的各种系统、子系统和组件。
- [0022] 图5示出了利用改进的衍射结构的系统的示例配置的平面图。
- [0023] 图6示出了堆叠的波导组件。
- [0024] 图7示出了DOE。
- [0025] 图8和9示出了示例衍射图。
- [0026] 图10和11示出了注入光束的两个波导。
- [0027] 图12示出了波导堆叠。
- [0028] 图13A示出了实现具有波导基底和顶部光栅表面但没有底层的衍射结构的示例性方法。
- [0029] 图13B示出了示例模拟结果的图表。
- [0030] 图13C示出了图1的注释版本。
- [0031] 图14A示出了实现具有波导基板、底层和顶部光栅表面的衍射结构的示例性方法。
- [0032] 图14B示出了实现具有波导基底、底层、光栅表面和顶表面的衍射结构的示例性方法。
- [0033] 图14C示出了实现具有波导基板、底层、光栅表面和顶表面的衍射结构的堆叠的示例性方法。
- [0034] 图15A示出了实现具有高折射率波导基板、低折射率底层和低折射率顶部光栅表面的衍射结构的示例性方法。
- [0035] 图15B示出了示例模拟结果的图表。
- [0036] 图16A示出了实现具有低折射率波导基底、高折射率底层和低折射率顶部光栅表面的衍射结构的示例性方法。
- [0037] 图16B显示了示例模拟结果的图表。
- [0038] 图17A示出了实现具有低折射率波导基板、中等折射率底层和高折射率顶部光栅表面的衍射结构的示例性方法。
- [0039] 图17B示出了示例模拟结果的图表。
- [0040] 图18A-D示出了底层特性的修改。

### 具体实施方式

- [0041] 根据本发明的一些实施例,采用了衍射结构,其包括位于波导基底和顶部光栅表面之间的底层/中间层。顶部光栅表面包括对应于第一折射率值的第一材料,底层包括对应于第二折射率值的第二材料,并且基底包括对应于第三折射率值的第三材料。
- [0042] 这种方法的一个优点是适当选择三层的相对折射率允许结构通过更大范围的入射光获得更大的视野,这是由于最低的总内部反射角随着折射率的增加而减小。可以增加衍射效率,从而允许“更亮”的光输出到图像观看装置的显示器上。
- [0043] 可获得各种组合,其中一个折射率的底层与另一个折射率的顶部光栅以及第三折射率的基底组合在一起,并且其中调整这些相对值提供了取决于入射角度的衍射效率的大

量变化。提出了具有不同的折射率层的分层波导。呈现了各种组合和排列以及相关的性能数据以说明功能。优点包括增加的角度,其提供与光栅的增加的输出角度,并且因此目镜的增加的视场。此外,抵消衍射效率随角度的正常降低的能力在功能上是有益的。

[0044] 根据一些实施例的显示系统

[0045] 本公开的这一部分描述了可以结合本发明的改进的衍射结构使用的示例性显示系统。

[0046] 图2示出了常规的立体三维模拟显示系统,其通常在距离眼睛的固定的径向焦距10处分别具有用于每个眼睛4和6的单独的显示器74和76。这种传统方法未能考虑人眼和大脑利用的包括调节暗示在内的许多有价值的暗示来检测和解释三维深度。

[0047] 事实上,典型的人眼能够基于径向距离来解释多个深度层,例如能够解释大约12层的深度。约0.25米的近场极限是最接近的焦点深度;约3米的远场极限意味着距离人眼大于约3米远的任何物品将获得无限的焦点。随着越来越接近眼睛,焦点层越来越薄;换句话说,眼睛能够感知到相对靠近眼睛的非常小的焦距差异,并且随着物体远离眼睛,这种效应消失。在无限对象位置,焦点/屈光度间距值约为1/3屈光度。

[0048] 图3示出了根据本发明的一些实施例的用于实现立体3D模拟显示系统的改进方法,其中显示两个复杂图像,每个眼睛4和6用一个图像,可以利用用于每个图像的各个方面(14)的各种径向焦深(12)来为每只眼睛提供感知的图像内的三维深度分层的感知。由于在用户眼睛和无穷远之间存在多个焦平面(例如,12个焦平面),所以这些焦平面和所描绘的关系中的数据可用于将虚拟元素定位在增强现实场景中以供用户观看,因为人眼不断地四处扫过,以利用焦平面感知深度。虽然该图示出了在各种深度处的特定数量的焦平面,但是应当注意,本发明的实施方案可以对于所需的具体应用使用任何数量的焦平面,因此本发明不限于仅具有在本公开的任何附图中示出的焦平面的具体数量。

[0049] 参考图4A-4D,示出了根据本发明的一些实施例的一些一般的组件选项。在图4A-4D的讨论的详细描述部分,提出了各种系统、子系统和组件,用于解决为人类VR和/或AR提供高质量、舒适感知的显示系统的目的。

[0050] 如图4A所示,AR系统用户(60)被描绘为佩戴耦合到位于用户眼睛前方的显示系统(62)的框架(64)结构。在所描绘的配置中,扬声器(66)耦合到框架(64)并且定位于邻近用户的耳道(在一个实施例中,另一个扬声器(未示出)定位于邻近用户的另一个耳道以提供立体声/可调整声音控制)。显示器(62)例如通过有线引线或无线连接可操作地耦合(68)到本地处理和数据模块(70),该处理和数据模块可以以各种配置来安装,诸如固定地附接到框架64),如图4B的实施例所示的固定地附接到头盔或帽子(80),嵌入在耳机中,以如图4C的实施例所示的背包式配置可拆卸地附接到用户(60)的躯干(82),或者以如图3所示实施例中所示的皮带联接方式配置可拆卸地连接到用户(60)的臀部(84)。

[0051] 本地处理和数据模块(70)可以包括功率高效的处理器或控制器,以及诸如闪存存储器的数字存储器,它们都可以用于协助处理、高速缓存和存储:a)从可操作地耦合到框架(64)的传感器捕获的数据,所述传感器例如有图像捕获设备(例如照相机),麦克风,惯性测量单元,加速度计,罗盘,GPS单元,无线电设备和/或陀螺仪;和/或b)使用远程处理模块(72)和/或远程数据存储库(74)获取和/或处理的数据,其可能在经过这些处理或获取之后传送给显示器(62)。本地处理和数据模块(70)可以例如经由有线或无线通信链路可操作地

耦合到远程处理模块 (72) 和远程数据存储库 (74), 使得这些远程模块 (72, 74) 可操作地彼此耦合并作为资源可用于本地处理和数据模块 (70)。

[0052] 在一个实施例中, 远程处理模块 (72) 可以包括被配置为分析和处理数据和/或图像信息的一个或多个相对强大的处理器或控制器。在一个实施例中, 远程数据存储库 (74) 可以包括相对较大规模的数字数据存储设施, 其可以通过互联网或“云”资源配置中的其他网络配置可用。在一个实施例中, 在本地处理和数据模块中存储所有数据并且执行所有计算, 从而允许独立于任何远程模块的完全自主使用。

[0053] 通过使用与可变焦距光学元件配置相结合的波导, 可以促进对 Z 轴差异 (即, 沿着光轴从眼睛直接出来的距离) 的感知。可以使用本领域技术人员已知的任何合适的基底引导的光学方法将来自显示器的图像信息准直并注入波导并以大的出射光瞳方式分布, 然后可以利用可变焦距光学元件能力来改变从波导出现的光的波前的焦点, 并且向眼睛提供来自波导的光来自特定焦距的感知。换句话说, 由于入射光已经被准直以避免全内反射波导配置中的挑战, 它将以准直的方式出射, 从而需要观看者的眼睛适应远点以将其聚焦在视网膜上, 并且自然地解释为来自光学无限远, 除非有其他干预导致光被重新聚焦并被感知为来自不同的观看距离; 一种合适的这样的干预是可变焦距透镜。

[0054] 在一些实施例中, 准直图像信息以一角度被注入到玻璃片或其它材料中, 使得其完全内部反射并且被传送到相邻的波导中。波导可以被配置为使得来自显示器的准直光被分布以沿着波导的长度跨越反射器或衍射特征的分布而稍微均匀地出射。当向眼睛出射时, 出射的光通过可变焦距透镜元件, 其中根据可变焦距透镜元件的受控焦点, 离开可变焦距透镜元件并进入眼睛的光将具有各种水平的焦点 (表示光学无穷远的准直平面波前, 表示相对于眼睛 58 的更近的观察距离的越来越多的光束发散/波前曲率)。

[0055] 在“帧顺序”配置中, 顺序二维图像的堆叠可以以与计算机断层摄影系统使用堆叠的方式类似的方式依次被馈送到显示器以产生随时间的三维感知图像切片来表示三维结构。可以将一系列二维图像切片呈现给眼睛, 每个二维图像切片具有与眼睛不同的焦距, 并且眼睛/大脑将这样的叠层整合到整体连贯的三维体积的感知中。根据显示类型, 可以进行逐行或甚至逐像素排序, 以产生三维观看的感知。例如, 通过扫描光显示器 (例如扫描光纤显示器或扫描镜显示器), 显示器以连续的方式向波导一次呈现一行或一个像素。

[0056] 参见图 6, 叠层波导组件 (178) 可用于通过具有多个波导 (182, 184, 186, 188, 190) 和多个弱透镜 (198, 196, 194, 192) 向眼/脑提供三维感知, 所述波导和弱透镜被配置在一起以向眼睛发送具有用于每个波导级别的波前曲率的各种级别 (其指示要被感知的该波导级别的焦距) 的图像信息。多个显示器 (200, 202, 204, 206, 208) 或者在另一个实施例中是单个多路复用的显示器, 可用于将准直图像信息注入波导 (182, 184, 188, 188, 190) 中, 每一个波导如上所述, 可以被配置为将入射光基本上均匀地分布在每个波导的长度上, 以朝向眼睛向下出射。

[0057] 最靠近眼睛的波导 (182) 被配置为将注入到这种波导 (182) 中的准直光输送到眼睛, 其可以代表光学无穷远焦平面。下一个波导以上 (184) 被配置为发出准直光, 该准直光在到达眼睛 (58) 之前穿过第一弱透镜 (192, 例如, 弱负透镜)。第一弱透镜 (192) 可以被配置为产生轻微的凸波前曲率, 使得眼/脑将来自该下一个波导以上 (184) 的光解释为来自于从光学无穷远向内更接近人的第一焦平面。类似地, 第三波导以上 (186) 将其输出光在到达眼



睛(58)之前通过第一透镜(192)和第二透镜(194)。第一透镜(192)和第二透镜(194)的组合光功率可以被配置为产生波前发散的另外的增加量,使得眼/脑将来自第三波导以上(186)的光解释为来自第二焦点平面,其比来自下一个波导以上(184)的光离开光学无限远而更靠近人。

[0058] 其他波导层(188,190)和弱透镜(196,198)被类似地配置,堆叠中的最高波导(190)通过其与眼睛之间的所有弱透镜发送其输出,用于代表与人最近的焦平面的总的光焦度。当在叠层波导组件(178)的另一侧观察/解释来自世界(144)的光时,为了补偿叠透镜(198,196,194,192),布置补偿透镜层(180)在堆叠的顶部,以补偿下面的透镜叠层(198,196,194,192)的总焦度。这样的配置提供与可用的波导/透镜对一样多的感知焦平面,再次地具有如上所述的相对大的出射光瞳配置。波导的反射方面和透镜的聚焦方面都可以是静态的(即,不是动态的或电活动的)。在替代实施例中,它们可以是如上所述的使用电活动特征的动态的,使得能够以时间顺序的方式复用少量波导以产生更多数量的有效焦平面。

[0059] 可以采用各种衍射配置来聚焦和/或重定向准直光束。例如,通过诸如布拉格光栅的线性衍射图案的准直光束将使光束偏转或“转向”。将准直光束通过径向对称的衍射图案或“菲涅耳带板”将改变光束的焦点。可以采用具有线性和径向元件的组合衍射图形成产生准直输入光束的偏转和聚焦。这些偏转和聚焦效果可以以反射和透射模式产生。

[0060] 这些原理可以应用于波导配置以允许额外的光学系统控制。如图7所示,衍射图案(220)或“衍射光学元件”(或“DOE”)已经嵌入在平面波导(216)内,使得当准直光束沿着平面波导(216)全内反射时,在多个位置处与衍射图案(220)相交。该结构还可以包括另一个波导(218),光束可以通过嵌入在另一个波导(218)中的DOE(221)注入(例如通过投影仪或显示器)到其中。

[0061] 优选地,DOE(220)具有相对低的衍射效率,使得在DOE(220)的每个相交处只有一部分光束被偏转到眼睛(58),而其余部分继续通过所述平面波导(216)经由全内反射移动;因此,承载图像信息的光被分成多个相关的光束,该多个相关光束在多个位置处离开波导,并且结果是对于在平面波导(216)来回弹跳的该特定准直光束的向眼睛(58)的出射发射的相当均匀的图案,如图8所示。朝向眼睛(58)的出射光束如图8所示是基本平行的,因为在这种情况下,DOE(220)仅具有线性衍射图案。然而,可以利用对该线性衍射图案间距的改变来可控地偏转出射的平行光束,从而产生扫描或平铺功能。

[0062] 参考图9,随着嵌入式DOE(220)的径向对称衍射图案分量的变化,出射光束图案更多发散,这将需要眼睛调节到更近的距离以使其聚焦在视网膜上并被大脑解释为光来自于距眼睛比光无限远更近的观察距离。

[0063] 参考图10,通过添加其中可以注入光束(例如通过投影仪或显示器)的另一个波导(218),嵌入在另一个波导(218)中的DOE(221),例如线性衍射图案,可以用于将光扩散到整个较大的平面波导(216)上,该平面波导(216)用于向眼睛(58)提供从较大的平面波导(216)出射的入射光的非常大的入射场,例如根据工作中特定的DOE配置的大的眼箱(eye box)。

[0064] 描绘DOE(220,221)将相关联的波导(216,218)平分,但不一定是这种情况;它们可以放置在任何一个波导(216,218)的任一侧附近或之上,以具有相同的功能。因此,如图11所示,通过注射单个准直光束,克隆的准直光束的整个场可以被引向眼睛(58)。另外,利用

如上所述的组合线性衍射图案/径向对称衍射图案场景,提出了具有Z轴聚焦能力的光束分布波导光学器件(用于诸如出射光瞳功能扩展的功能;使用如图11所示的配置,出射光瞳可以与光学元件本身一样大,这对于用户的舒适性和人体工程学来说可以是非常显著的优点),其中克隆光束的发散角和每个光束的波前曲率都表示光来自于比光无限远更近的点。

[0065] 在一个实施例中,一个或多个DOE可以在其中它们主动衍射的“导通”状态和其中它们不显著衍射的“关闭”状态之间切换。例如,可切换的DOE可以包括聚合物分散液晶层,其中微滴在基质介质中构成衍射图案,并且可以将微滴的折射率切换成基本上匹配基质材料的折射率(在这种情况下,图案不会明显地衍射入射光),或者微滴可以被切换到与基质介质不匹配的折射率(在这种情况下,图案主动地衍射入射光)。此外,通过对衍射项的动态变化,可以实现光束扫描或平铺功能。如上所述,然望在每个DOE (220,221)中具有相对低的衍射光栅效率,因为它有助于光的分布,并且还因为当光穿过(220)的DOE的衍射效率较低时,通过希望透射的波导而来的光(例如,在增强现实配置中从世界144到眼睛58的光)不太受影响,因此通过这种配置可以获得真实世界的更好视图。

[0066] 诸如本文所示的配置优选地通过以时间顺序方式注入图像信息来驱动,其中帧顺序驱动是最直接的实现。例如,可以在时间1处注入光无穷大的天空的图像,并且可以利用保留光的准直的衍射光栅。此后,可以在时间2注入更靠近的树枝的图像,而DOE可控制地施加焦点变化,例如一个屈光度或1米远,以向眼睛/大脑提供树枝光信息来自更近的焦距范围的感知。这种范式可以以快速时间顺序的方式重复,使得眼睛/大脑将全部输入视为同一图像的部分。这只是一个两个焦平面的例子,优选的是系统将包括更多的焦平面,以提供物体与其焦距之间的平滑过渡。这种配置通常假设DOE以相对低的速度(即,与正在注入图像的显示器的帧速率同步,在数十到数百个周期/秒的范围内)进行切换。

[0067] 相反的极端可以是其中DOE元件可以以几十到几百MHz或更大移动焦点的配置,这有助于实现当使用扫描光显示类型的方法将像素扫描到眼睛(58)时在逐个像素的基础的DOE元素的聚焦状态的切换。这是希望的,因为这意味着整体显示帧速率可以保持相当低;仅足够低以确保“闪烁”不成为问题(在60-120帧/秒的范围内)。

[0068] 在这些范围之间,如果可以以KHz速率切换DOE,则在逐行基础上,可以调整每条扫描行上的焦点,这可以使用户在时间伪影方面具有可见的益处,例如,在眼睛相对于显示器运动期间的伪影。例如,场景中的不同焦平面可以以这种方式被交错,以便响应于头部运动来最小化可视伪影(如本公开后面更详细地讨论的)。逐行焦点调制器可以可操作地耦合到行扫描显示器,例如光栅光阀显示器,其中扫描像素的线性阵列以形成图像;并且可以可操作地耦合到诸如光纤扫描显示器和镜扫描光显示器的扫描光显示器。

[0069] 类似于图6的那些的堆叠配置,可以使用动态DOE以同时提供多平面聚焦。例如,使用三个同时的焦平面,可以向用户呈现主要焦平面(例如,基于测量的眼睛适应度),并且可利用增边际和减边际(即,一个焦平面更靠近,一个更远)以提供大的焦距范围,其中在平面需要更新之前用户可以调节。如果用户切换到更靠近或更远的焦点(即,通过调节测量确定的),则这种增加的焦距范围可以提供时间优势;然后可以新的焦平面成为中间焦距,并再次使增边际和减边际准备好以快速切换到任何一个,而同时系统跟上。

[0070] 参考图12,示出了平面波导(244,246,248,250,252)的堆叠(222),每个平面波导在端部具有反射器(254,256,258,260,262),并且被配置为使得由显示器(224,226,228,

230,232) 在一端注入的准直图像信息通过全内反射向下反射到反射器,在该点处,一些或全部光被朝向眼睛或其它目标反射出来。每个反射器可以具有稍微不同的角度,使得它们都将朝向诸如瞳孔的公共目的地反射出射光。透镜(234,236,238,240,242)可以插入在显示器和波导之间,以用于波束转向和/或聚焦。

[0071] 如上所述,光学无穷远处的物体产生基本上平面的波前,而诸如距离眼睛1m的更近的物体产生弯曲的波前(具有约1m的凸曲率半径)。眼睛的光学系统需要具有足够的光焦度来弯曲入射光线,使得它们最终聚焦在视网膜上(凸面波前变成凹陷,然后下降到视网膜上的焦点)。这些是眼睛的基本功能。

[0072] 在上述许多实施例中,指向眼睛的光被视为一个连续波前的一部分,其一些子集将击中特定眼睛的瞳孔。在另一种方法中,指向眼睛的光可以被有效地离散化或分解为多个子束或单个射线,每个子束或射线具有小于约0.5mm的直径和作为较大的聚合波前的一部分的唯一的传播路径,该聚合波前可通过子束或射线的聚合在功能上创建。例如,可以通过聚合多个离散相邻准直光束来近似弯曲波前,每个离散相邻准直光束从适当的角度接近眼睛,以表示与所希望的聚合波前的曲率半径的中心相匹配的原点。

[0073] 当子束具有约0.5mm或更小的直径时,就像它通过针孔透镜配置到来一样,这意味着每个单独的子束总是相对聚焦在视网膜上,而与眼睛的适应状态无关,然而,每个子束的轨迹将受适应状态的影响。例如,如果子束平行地接近眼睛,表示离散的准直聚合波前,则正确适应到无穷远的眼睛将偏转子束以全部会聚在视网膜上的相同共享点上,并将出现在焦点上。如果眼睛适应到例如1米,则光束将会聚到视网膜前方的点,交叉路径,并落在视网膜上的多个相邻或部分重叠的点上,从而显得模糊。

[0074] 如果子束以分散配置接近眼睛,共享原点距离观察者1米,则1米的适应会将光束转向视网膜上的单个点,并将出现在焦点上;如果观察者适应到无穷远,则子束将会聚到视网膜后面的点,并且在视网膜上产生多个相邻或部分重叠的点,从而产生模糊图像。更一般地说,眼睛的适应决定了视网膜上的点的重叠程度,并且当所有点都指向视网膜上的相同点时,给定像素“在焦点上”,并且当各点彼此偏移时,给定像素“不在焦点上”。可以利用这个概念,即所有0.5mm直径或更小的子束总是在焦点上,并且它们可以被聚合以被眼睛/大脑感知为好像它们与相干波前基本相同,来生产用于舒适的三维虚拟或增强现实感知的配置。

[0075] 换句话说,可以使用一组多个窄波束来模拟更大直径的可变焦距波束的工作机制,并且如果子束直径保持在最大约0.5mm,则它们保持相对静态聚焦水平,并且当需要时产生失焦的感知,可以选择子束角轨迹以产生非常像更大的失焦光束的效果(这样的散焦处理可能不同于对于较大的光束的高斯模糊处理,但将创建可以以与高斯模糊类似的方式来解释的多模点扩散函数)。

[0076] 在一些实施例中,子束不是机械地偏转以形成这种聚合聚焦效应,而是眼睛接收多个子束的超集,其包括多个入射角以及子束与瞳孔相交的多个位置;为了表示来自特定的观看距离的给定像素,包括适当的入射角和与瞳孔的交点的来自超集的子束子集(如同它们从在空间中相同的共同原点发射)以匹配的颜色和强度被开通,以表示聚合波前,而与共享原点不一致的超集中的子束不会以该颜色和强度开通(但是其中一些可能会以其他颜色和强度水平开通来表示例如不同的像素)。

[0077] 现在参考图5,现在将描述使用改进的衍射结构的AR系统的示例实施例800。AR系统通常包括图像生成处理器812,至少一个FSD 808(光纤扫描设备),FSD电路810,耦合光学器件832,以及具有如下面所描述的改进的衍射结构的堆叠波导的至少一个光学组件(DOE组件802)。该系统还可以包括眼睛跟踪子系统806。如图5所示,FSD电路可以包括与图像生成处理器812通信的电路810,其具有maxim芯片CPU818,温度传感器820,压电驱动/换能器822,红色激光器826,蓝色激光器828,绿色激光器830,以及组合所有三个激光器826、828和830的光纤组合器。应注意,也可以使用其它类型的成像技术来代替FSD设备。例如,在本发明的一些实施例中,可以使用高分辨率液晶显示器(“LCD”)系统、背光式铁电面板显示器和/或高频DLP系统。

[0078] 图像生成处理器负责生成要最终显示给用户的虚拟内容。图像生成处理器可以将与虚拟内容相关联的图像或视频转换为可以3D投影到用户的格式。例如,在生成3D内容时,可能需要对虚拟内容进行格式化,使得特定图像的部分被显示在特定深度平面上,而其他的图像在其他深度平面上显示。或者,所有图像可以在特定的深度平面生成。或者,图像生成处理器可以被编程为将略微不同的图像馈送到左眼和右眼,使得当一起观看时,虚拟内容对于用户的眼睛呈现为连贯的和舒适的。在一个或多个实施例中,图像生成处理器812以时间顺序的方式将虚拟内容传送到光学组件。可以首先传送虚拟场景的第一部分,使得光学组件在第一深度平面处投影第一部分。然后,图像生成处理器812可以传递相同虚拟场景的另一部分,使得光学组件在第二深度平面上投影第二部分,等等。在这里,阿尔瓦雷斯透镜组件可以被横向平移得足够快以在逐帧的基础上产生多个横向平移(对应于多个深度平面)。

[0079] 图像生成处理器812还可以包括存储器814,CPU 818,GPU 816以及用于图像生成和处理的其它电路。图像生成处理器可以用将呈现给AR系统的用户的所需的虚拟内容进行编程。应当理解,在一些实施例中,图像生成处理器可以容纳在可穿戴AR系统中。在其他实施例中,图像生成处理器和其他电路可以容纳在耦合到可穿戴光学器件的腰包中。

[0080] AR系统还包括耦合光学器件832以将来自FSD的光引导到光学组件802。耦合光学器件832可以指用于将光引导到DOE组件中的一个或多个常规的透镜。AR系统还包括被配置为跟踪用户的眼睛并确定用户的焦点的眼睛跟踪子系统806。

[0081] 在一个或多个实施例中,可以使用软件模糊来引起作为虚拟场景的一部分的模糊。在一个或多个实施例中,模糊模块可以是处理电路的一部分。模糊模块可以将被馈送到DOE中的一个或多个图像数据帧的部分模糊。在这样的实施例中,模糊模块可以模糊不想在特定深度帧处呈现的帧的部分。

[0082] 可用于实现上述图像显示系统及其组件的示例性方法在2014年11月27日提交的美国专利申请序列号14/555,585中有描述,其全部内容通过引用并入本文。

#### [0083] 改进的衍射结构

[0084] 如上所述,衍射图案可以形成在平面波导上,使得当准直光束沿着平面波导完全内部反射时,光束在多个位置处与衍射图案相交。根据本发明的一些实施例,该布置可以被堆叠以在立体3D模拟显示系统内的多个焦平面处提供图像对象。

[0085] 图13A示出了可以采取的实现波导1302(本文中也称为“光导”,“基板”或“波导基板”)的结构1300的一种可能的方法,其中外耦合光栅1304直接形成在波导1302的顶表面,

例如,作为组合的单个结构和/或两者由相同的材料形成(即使不是由同一单个结构构成)。在该方法中,光栅材料的折射率与波导1302的折射率相同。材料的折射率 $n$ (或“折射率”)描述了光如何通过该介质传播,并且被定义为 $n=c/v$ 。其中 $c$ 是真空中光速, $v$ 是介质中光的相速度。折射率决定了进入材料时光线的弯曲或折射量。

[0086] 图13B示出了作为光在波导内传播的角度的函数的、从结构1300出射的光的效率的单极化的示例性模拟结果的图1320。该图表明,结构1300的外耦合光的衍射效率在较高的入射角下降低。可以看出,在约43度的角度处,由于基于具有均匀折射率的介质中入射角的全内反射率变化,效率在所示图上相对快速下降。

[0087] 因此,配置1300的可用范围有可能在某种程度上受到限制,因此是不希望的,因为反射的间隔可能在较高的入射角度下降,这可以进一步降低观察者在这些角度看到的亮度。衍射效率在最浅入射角处较低,这不是完全可取的,因为与顶表面的各交互之间的反弹间距(见图13C)相隔较远,光线很少有机会耦合出来。因此,具有较少外耦合样本的更暗的信号将由该布置产生,这个问题由光栅在具有该极化取向的这些高角度处具有较低衍射效率而复杂化。注意,如本文和附图中所使用的,“1T”是指第一透射衍射级。

[0088] 在诸如上述那些的基于波导的光学系统或基底引导的光学系统的一些实施例中,基底引导的图像中的不同像素由在波导内以不同角度传播的光束表示,其中光沿着波导通过全内反射(TIR)传播。通过TIR保留在波导中的光束角的范围是波导与波导外的介质(例如空气)之间的折射率差异的函数;折射率差异越大,光束角度越大。在某些实施例中,沿着波导传播的光束角的范围与通过衍射元件耦合在波导面外的图像的视场相关联,并且与由光学系统支持的图像分辨率相关。另外,发生全内反射的角度范围由波导的折射率决定,在一些实施例中为最小约43度,实际最大值为大约83度,因此为40度范围。

[0089] 图14A示出了根据本发明的一些实施例的解决该方法的方法,其中结构1400包括位于基底1302和顶部光栅表面1304之间的中间层1406(这里称为“底层1406”)。顶表面1304包括对应于第一折射率值的第一材料,底层1406包括对应于第二折射率值的第二材料,并且基底1302包括对应于第三折射率值的第三材料。应当注意,可以采用相同或不同材料的任何组合来实现结构1400的这些部分中的每一个,例如,其中所有三种材料是不同的(并且全部三种对应于不同的折射率值),或者其中两层共享相同的材料(例如,三种材料中的两种是相同的,因此共享与第三种材料的折射率值不同的共同折射率值)。可以采用折射率值的任何组合。例如,一个实施例包括底层的低折射率,用于表面光栅和基底的较高的折射率值。下面描述其它示例性配置,其具有折射率值的其它示例性组合。可以使用任何合适的材料来实现结构1500。例如,聚合物、玻璃和蓝宝石都是可以选择以实现结构1400的任何层的材料的示例。

[0090] 如图15A所示。在一些实施例中,可能需要实现使用相对较高折射率基底作为波导基底1302的结构1500,其具有相对较低折射率底层1406和相对较低折射率顶部光栅表面1304。这是因为由于通过关系 $n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$ ,随着折射率增加,最低的全内反射角减小,能够获得更大的视场。对于折射率为1.5的基板,临界角为41.8度;然而,对于基底折射率为1.7,临界角为36度。

[0091] 只要在光栅和基底之间的构成光栅的材料层不是太厚,就可以使用形成在较高折射率基底上的光栅来向外耦合光,即使它们本身具有较低的折射率。这与以下事实有关:使

用这种配置,可以具有用于全内反射(“TIR”)的更广泛的角度范围。换句话说,通过这样的配置,TIR角度降低到较低的值。另外,注意到许多当前的蚀刻工艺可能不适合扩展到高折射率的玻璃。在一些实施例中,希望可靠且廉价地复制向外耦合层。

[0092] 可以调整底层1406的配置以改变结构1500的性能特征,例如通过改变底层1406的厚度。图15A的配置(包括顶部的包括相对较低折射率材料的光栅结构1304的结构,其具有相关联的较低折射率底层1406,并且还包括相关联的高折射率导光基板1302)可以被模制以产生诸如如图15B所示的数据。参考该图,左侧的曲线1502a与具有零厚度底层1502的配置有关。中间曲线1502b示出了对于0.05微米厚度底层1502的数据。右图1502c示出了用于0.1微米厚度底层1502的数据。

[0093] 如这些图中的数据所示,随着底层厚度的增加,作为入射角的函数的衍射效率变得更为非线性得多,并且在高角度下被抑制,这可能是不希望的。因此,在这种情况下,底层的控制是重要的功能输入。然而,应当注意的是,对于零厚度的底层,并且仅光栅特征本身具有较低折射率,结构所支持的角度范围由较高折射率基底材料中的TIR条件而不是较低折射率光栅特征材料来确定。

[0094] 参考图16A,示出了结构1600的实施例,其特征包括在较低折射率基底1302上具有的较高折射率的底层1406,顶表面衍射光栅1304具有低于底层1406的折射率,并且可相当于但不一定等于基底1302的折射率。例如,顶表面光栅可以对应于1.5的折射率,底层可以对应于1.84的折射率,并且基底可以对应于1.5的折射率。假设这个例子是周期是0.43微米,而 $\lambda$ 对应于0.532微米。

[0095] 与这种配置相关的模拟在图16B中示出。如该图中在图1602a中所示,利用0.3微米厚的底层1406,衍射效率如在前述配置中下降,但是在角度范围的较高端开始上升。对于0.5微米厚底层1406的配置也是如此,如图1602b所示。在这些(0.3微米,0.5微米)配置中的每一个中,在角度范围的较高极端处的效率相对较高是有益的。这样的功能可能倾向于抵消上面讨论的更稀疏的反弹间隔问题。在该图中还示出了具有90度旋转极化情况的实施例的图1602c,其中衍射效率如可以被预期地那样较低,但是显示出可取的行为,因为与较浅角度处相比,更陡峭角度处其提供更高效率。

[0096] 实际上,在一些实施例中,衍射效率相对于角度可以在高角度处增加。这可能是对于一些实施例的可取特征,因为它有助于补偿可能在较高传播角度发生的较低的反弹间隔。因此,图16A的结构配置在希望能够补偿较低的反弹间隔(其在更高的传播角度处发生)的实施例中是优选的,因为它促进了相对于高角度处的角度增加的衍射效率,这相对于上述整体配置而言是可取的。

[0097] 参考图17A,示出了另一结构1700,其中底层1406的折射率基本上高于基底1302的折射率。光栅结构1304在顶部,并且折射率也高于底层的折射率。例如,顶表面光栅可以对应于1.86的折射率,底层可以对应于1.79的折射率,并且基底可以对应于1.5的折射率。如前所述,假设该示例的周期为0.43微米,并且 $\lambda$ 对应于0.532微米。

[0098] 参考图17B,图1702示出了为图17A的结构1700示出的模拟数据。如图1702所示,所得到的衍射效率与入射角的关系曲线显示了一个可取的一般行为,以帮助补偿在相对高的入射角度处上述较低的反弹间隔,并且通常在更大的角度范围内具有合理的衍射效率。

[0099] 注意,底层1406不需要在整个基板上是均匀的。底层1406的任何特征可以在基底

的不同位置处变化,例如底层1406的厚度、组成和/或折射率的变化。改变底层1406的一个可能的原因是在存在显示图像中的已知变化和/或显示系统内的光的不均匀传输的情况下促进均匀显示特性。

[0100] 例如,如图18A所示,考虑波导结构是否在波导上的单个向内耦合位置1802接收入射光。当入射光注入到波导1302中时,随着其沿着波导1302的长度的行进,该光将越来越少地保留。这意味着在向内耦合位置1802附近的输出光可能最终会比沿着波导1302的长度更远的输出光更亮。如果底层1406在波导1302的整个长度上是均匀的,则底层1406的光学效应可能增强跨越基底的这种不均匀的亮度水平。

[0101] 基底1406的特性可以跨越基底1302进行调节,以使输出光更均匀。图18B示出了一种方法,其中底层1406的厚度跨越波导基底1302的长度变化,其中底层1406在向内耦合位置1802附近更薄,并且在离位置1802更远的距离处变厚。以这种方式,用于促进更大衍射效率的底层1406可以至少部分地改善沿着波导基底1302的长度的光损耗效应,从而促进整个结构的更均匀的光输出。

[0102] 图18C示出了另一种方法,其中底层1406的厚度不变,但底层1406的折射率跨越基底1302变化。例如,为了解决位置1802附近的输出光趋向于比离位置1802较远的位置的光更亮的问题,底层1406的折射率可以被配置为与靠近位置1802的基底1302相同或相似,但是在离位置1802更远的位置处的折射率值的差异增加。可以在不同的位置改变底层1406材料的组成以实现不同的折射率值。图18D示出了混合方法,其中底层1406的厚度和折射率都跨越基底1302变化。应注意,可以采用这种相同的方法来改变顶部光栅表面1304和/或基底1302的厚度和/或折射率,以结合或代替改变底层1406。

[0103] 因此,各种组合是可用的,其中一个折射率的底层1406与另一折射率的顶部光栅1304以及第三折射率的基底1302组合,并且其中调整这些相对值提供了依赖于入射角的衍射效率的大量变化。提出了具有不同折射率层的分层波导。呈现了各种组合和排列以及相关的性能数据以说明功能。优点包括增加的角度,其提供了与光栅1304的增加的输出角度,因此与目镜增加的视场。此外,抵消随角度的衍射效率的正常降低的能力在功能上是有益的。

[0104] 图14B示出了另一层材料1409(顶表面)放置在光栅层1304上方的实施例。层1409可被配置地实现以解决不同的设计目标。例如,层1409可以在多个堆叠的衍射结构1401a和1401b之间形成间隙层,例如,如图14C所示。如图14C所示,该间隙层1409可用于去除任何空气间隙/间隙,并提供用于堆叠的衍射组件的支撑结构。在这种使用情况下,层1409可以由具有相对较低折射率的材料形成,例如在约1.1或1.2的范围内。尽管在该图中未示出,但也可以在衍射结构1401a和1401b之间设置其他层(例如弱透镜)。

[0105] 此外,层1409可以由具有相对较高折射率的材料形成。在这种情况下,层1409上的光栅而不是光栅表面1304将为所有或大量的入射光提供衍射效应。

[0106] 清楚的是,可以为包括层1409的不同层选择折射率值的不同相对组合,以实现希望的光学效果和结果。

[0107] 这种结构可以使用任何合适的制造技术制造。某些高折射率聚合物,例如被称为“MR 174”的高折射率聚合物可以被直接压印、印刷或蚀刻以产生所需的图案化结构,尽管可能存在与这些层的固化收缩等相关的挑战。因此,在另一个实施例中,可以在高折射率聚



合物层(即诸如MR 174的层)上印刷、压印或蚀刻另一种材料以产生功能相似的结果。现有技术的印刷、蚀刻(即,其可以包括与常规半导体工艺中使用的那些类似的光阻剂去除和图案化步骤)和压印技术可以被利用和/或组合以实现这种印刷、压印和/或蚀刻脚步。类似于在例如DVD的生产中使用的成型技术也可用于某些复制步骤。此外,在印刷和其它沉积工艺中使用的某些喷射或沉积技术也可用于精确地沉积某些层。

[0108] 在前面的说明书中,已经参照本发明的具体实施例描述了本发明。然而,在不脱离本发明的更广泛的精神和范围的情况下,可以对其进行各种修改和改变将是显而易见的。例如,参考处理动作的特定顺序来描述上述处理流程。然而,可以改变许多描述的处理动作的顺序,而不会影响本发明的范围或操作。因此,说明书和附图被认为是说明性的而不是限制性的。

[0109] 本文描述了本发明的各种示例实施例。这些示例以非限制性的含义被参考。它们被提供以说明本发明的更广泛适用的方面。可以对所描述的发明进行各种改变,并且在不脱离本发明的真实精神和范围的情况下可以替换等同物。此外,可以进行许多修改以使特定情况、材料、物质组成、过程、过程动作或步骤适应于本发明的目标、精神或范围。此外,如本领域技术人员将理解的,本文所描述和示出的各个变型中的每一个具有分立的部件和特征,其可以容易地与其他几个实施例中的任何一个的特征分离或与其组合,而不脱离本发明的范围或精神。所有这些修改旨在位于与本公开相关的权利要求的范围内。

[0110] 本发明包括可以使用本发明的装置执行的方法。这些方法可以包括提供这种合适的装置的动作。这样的提供可以由最终用户执行。换句话说,“提供”行为仅需要最终用户获得、访问、接近、定位、设置、激活、加电或以其他方式行动来提供本发明的方法中的必要设备。本文所述的方法可以以逻辑上可能的所述事件的任何顺序以及按照所列举的事件顺序进行。

[0111] 以上已经阐述了本发明的示例性方面以及关于材料选择和制造的细节。关于本发明的其他细节,这些可以结合上述专利和出版物以及本领域技术人员通常已知或理解的方式来理解。就通常或逻辑上使用的附加动作而言,相对于本发明的基于方法的方面也是如此。

[0112] 另外,虽然已经参考可选地结合各种特征的几个示例来描述了本发明,但是本发明不限于针对被认为是本发明的每个变体所描述或指示的内容。在不脱离本发明的真实精神和范围的情况下,可以对所描述的本发明进行各种改变,并且可以替代等同物(无论是记载在本文中,或者为了简略起见而不包括在本文中)。此外,在提供了一系列值的情况下,应当理解,在该范围的上限和下限之间以及在该范围内的任何其他所述值或中间值之间的每个中间值都包含在本发明内。

[0113] 此外,可理解,所描述的本发明变型的任何可选特征可独立地阐述和要求,或与本文所述的任何一个或多个特征组合。对单个项目的引用包括存在多个相同项目的可能性。更具体地说,如本文和权利要求中所使用的,单数形式“一”,“一个”,“所述”和“该”包括复数指示物,除非另有明确说明。换句话说,冠词的使用允许上述描述及与本公开相关联的权利要求中的所述项目的“至少一个”。还应注意,可以撰写这样的权利要求以排除任何可选要素。因此,本声明旨在作为使用与记载的权利要求要素相关的诸如“仅仅”,“唯一”等排他性术语或者使用“否定”限制的先行基础。



[0114] 在不使用这种排他性术语的情况下,与本公开相关联的权利要求中的术语“包括”应允许包括任何附加元素,不管在这种权利要求中是否列举了给定数量的元素,或者添加的特征可以被认为改变了这样的权利要求中阐述的元素的性质。除了本文具体定义的,本文中使用的所有技术和科学术语将被认为具有被普遍理解的尽可能广泛的含义,并同时保持权利要求的有效性。

[0115] 本发明的范围不限于所提供的实施例和/或本说明书,而是仅限于与本公开内容相关联的权利要求语言的范围。

[0116] 所示实施例的上述描述并不旨在是穷尽性的或将实施例限制为所公开的精确形式。尽管这里为了说明的目的描述了具体的实施例和示例,但是相关领域的技术人员将会认识到,可以在不脱离本公开的精神和范围的情况下进行各种等同的修改。这里提供的各种实施例的教导可以应用于实现虚拟或AR或混合系统和/或采用用户界面的其他设备,而不一定是上面通常描述的示例性AR系统。

[0117] 例如,前述详细描述已经通过使用框图、原理图和示例阐述了设备和/或过程的各种实施例。只要这些框图、原理图和示例包含一个或多个功能和/或操作,本领域技术人员将理解,可以通过各种硬件、软件、固件或其几乎任何组合来单独地和/或共同地实现这些框图、流程图或示例中的每个功能和/或操作。

[0118] 在一个实施例中,本发明可以通过专用集成电路(ASIC)来实现。然而,本领域技术人员将认识到,本文公开的实施例全部或部分可以等同地实现在标准集成电路中,作为由一个或多个计算机执行的一个或多个计算机程序(例如,作为一个或多个程序在一个或多个计算机系统中运行),作为由一个或多个控制器(例如,微控制器)执行的一个或多个程序,作为由一个或多个处理器(例如,微处理器)执行的一个或多个程序,作为固件,或者作为其几乎任何组合,并且设计电路和/或编写软件和/或固件的代码将在了解了本公开的教导的本领域普通技术人员的技能范围内。

[0119] 当逻辑被实现为软件并存储在存储器中时,逻辑或信息可以存储在任意计算机可读介质上以供任何与处理器有关的系统或方法使用或与之相关联地使用。在本公开的上下文中,存储器是计算机可读介质,其是包含或存储计算机和/或处理器程序的电子、磁、光学或其它物理设备或装置。逻辑和/或信息可以体现在任何计算机可读介质中,以由指令执行系统、装置或设备使用,或者与指令执行系统、装置或设备相关联地使用,诸如基于计算机的系统,包含处理器的系统,或可以从指令执行系统、装置或设备获取指令,并执行与逻辑和/或信息相关联的指令的其他系统。

[0120] 在本说明书的上下文中,“计算机可读介质”可以是存储与逻辑和/或信息相关联的程序以供指令执行系统、装置和/或设备使用或与其关联地使用的任何元件。计算机可读介质可以是例如但不限于电子、磁、光学、电磁、红外或半导体系统、装置或设备。计算机可读介质的更具体的示例(非详尽列表)将包括以下内容:便携式计算机软盘(磁性,紧凑型闪存卡,安全数字设备等),随机存取存储器(RAM),只读存储器(ROM),可擦除可编程只读存储器(EPROM,EEPROM或闪存),便携式光盘只读存储器(CDROM),数字磁带和其他非暂存介质。

[0121] 本文描述的许多方法可以以变化来执行。例如,许多方法可以包括附加的动作,省略一些动作,和/或以与图示或描述不同的顺序执行动作。

[0122] 可以组合上述各种实施例以提供其他实施例。在与本文的具体教导和定义并非不一致的范围内,本说明书中提及和/或列在申请数据表中的所有美国专利、美国专利申请出版物、美国专利申请、外国专利、外国专利申请和非专利出版物被纳入。如果需要,可以修改实施例的各方面以采用各种专利、申请和出版物的系统、电路和概念来提供另外的实施例。

[0123] 根据上述详细描述,可以对实施例进行这些和其它变化。通常,在所附权利要求中,所使用的术语不应被解释为将权利要求限制于说明书和权利要求书中公开的具体实施例,而应被解释为包括这些权利要求有权覆盖的所有可能的实施例以及等同物的全部范围。因此,权利要求不受本公开的限制。

[0124] 此外,可以将上述各种实施例组合以提供其他实施例。如果需要使用各种专利、申请和出版物的概念以提供另外的实施例,则可以修改实施例的方面。

[0125] 根据上述详细描述,可以对实施例进行这些和其它改变。通常,在所附权利要求中,所使用的术语不应被解释为将权利要求限制于说明书和权利要求书中公开的具体实施例,而应被解释为包括这些权利要求有权覆盖的所有可能的实施例以及等同物的全部范围。因此,权利要求不受本公开的限制。

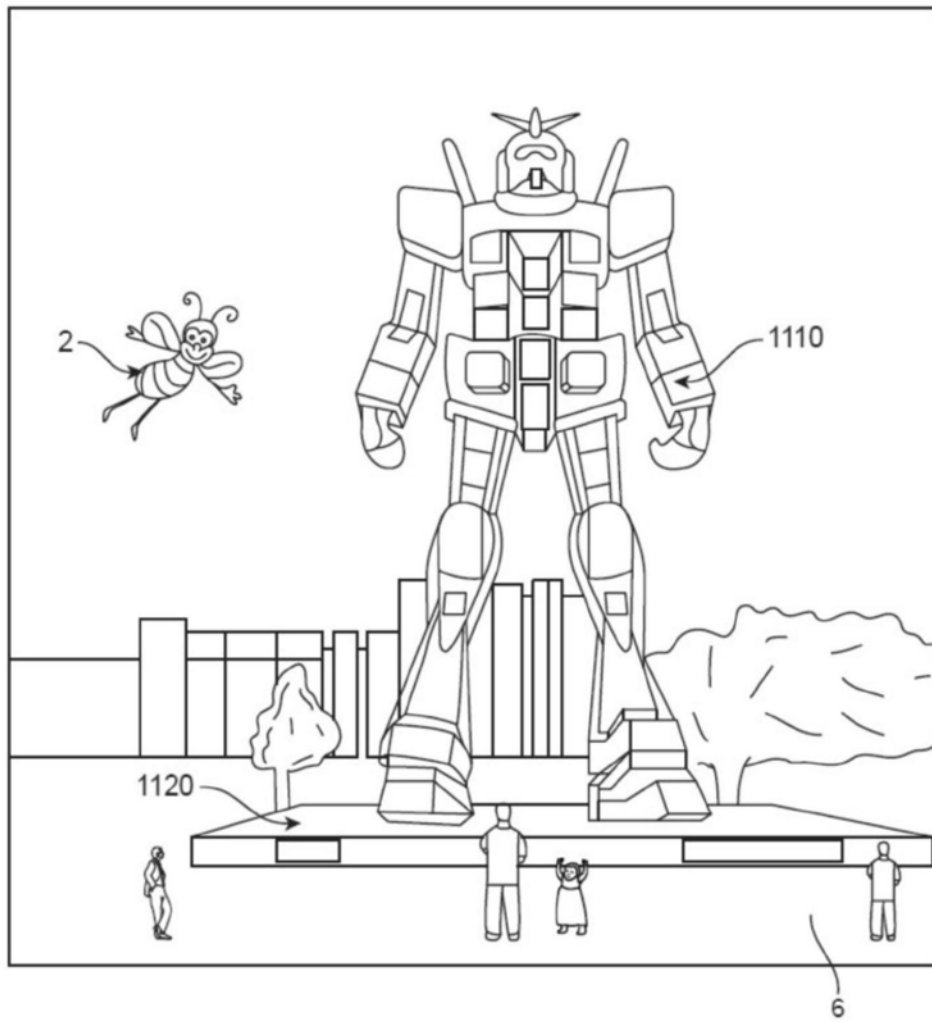


图1

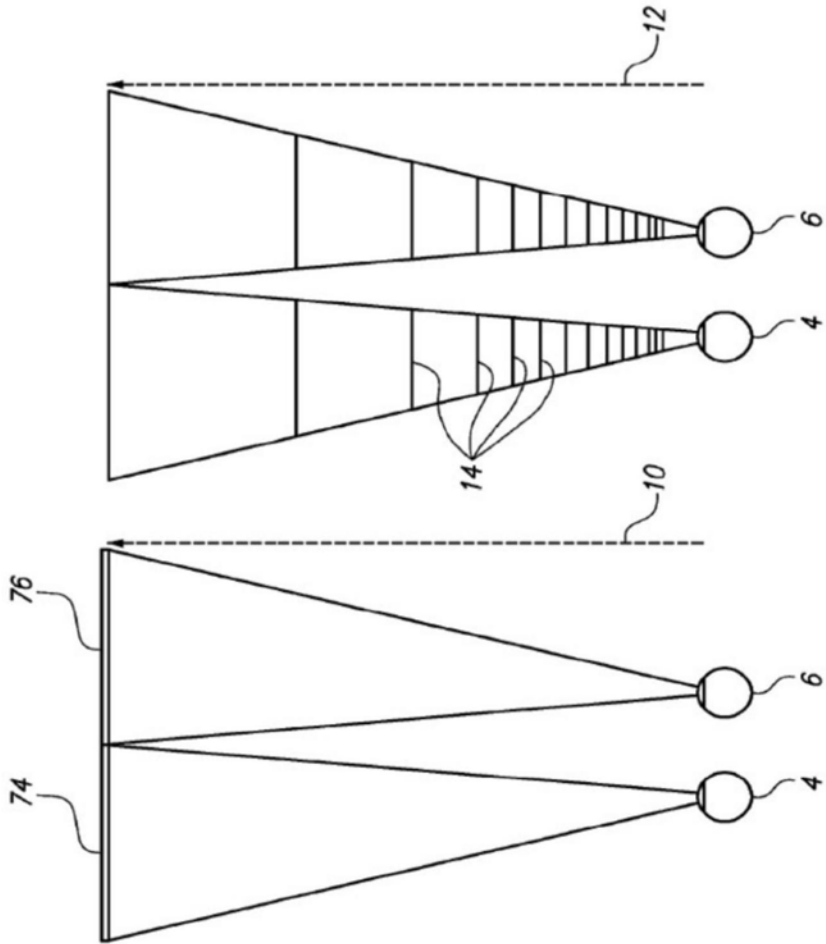


图3

图2

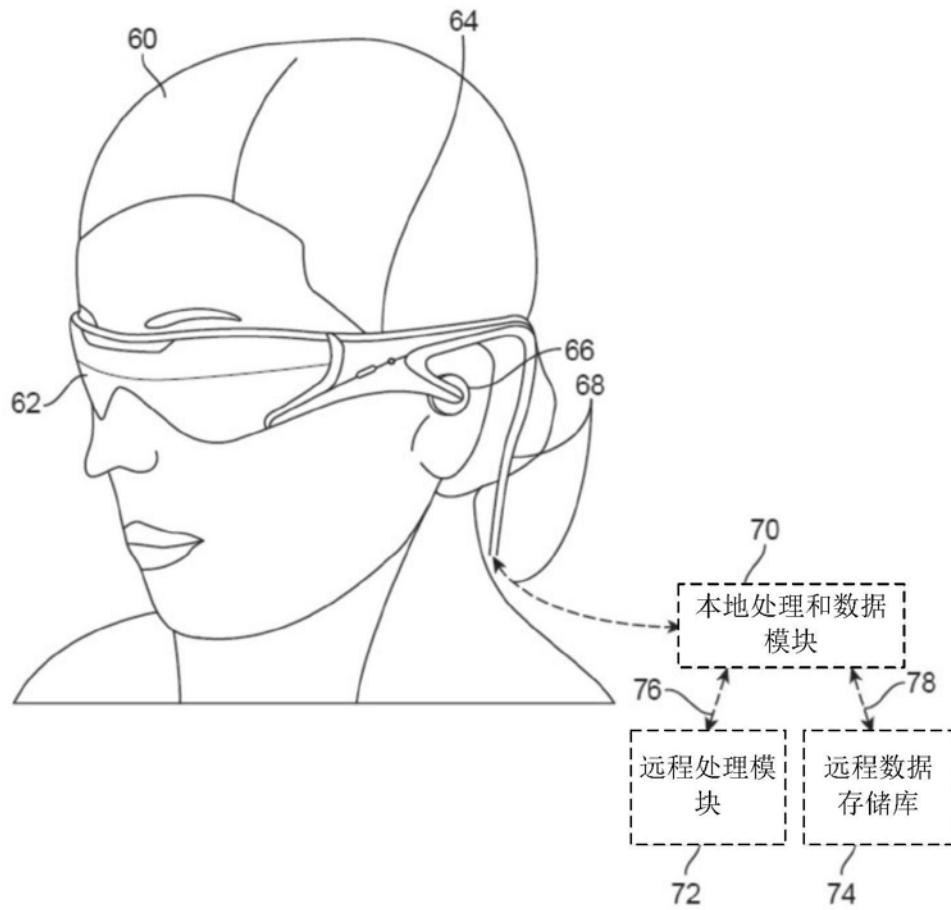


图4A

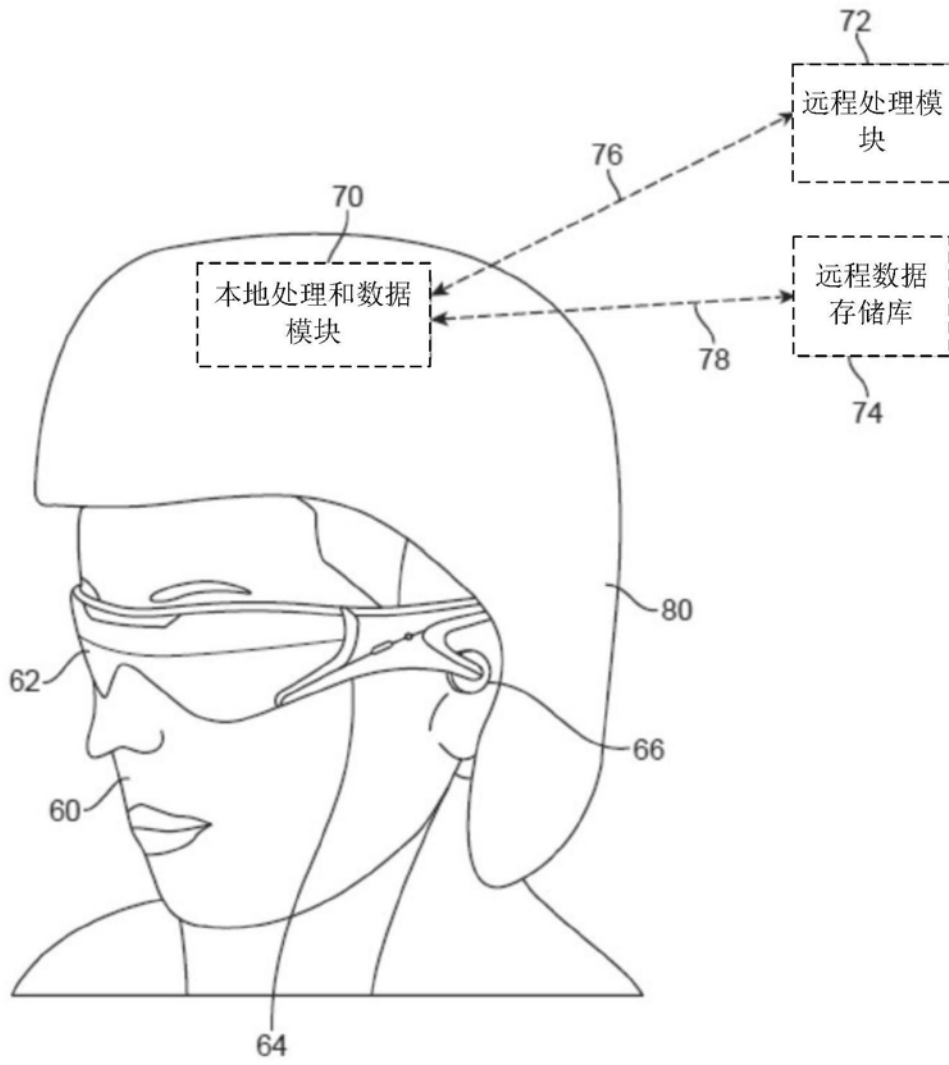


图4B

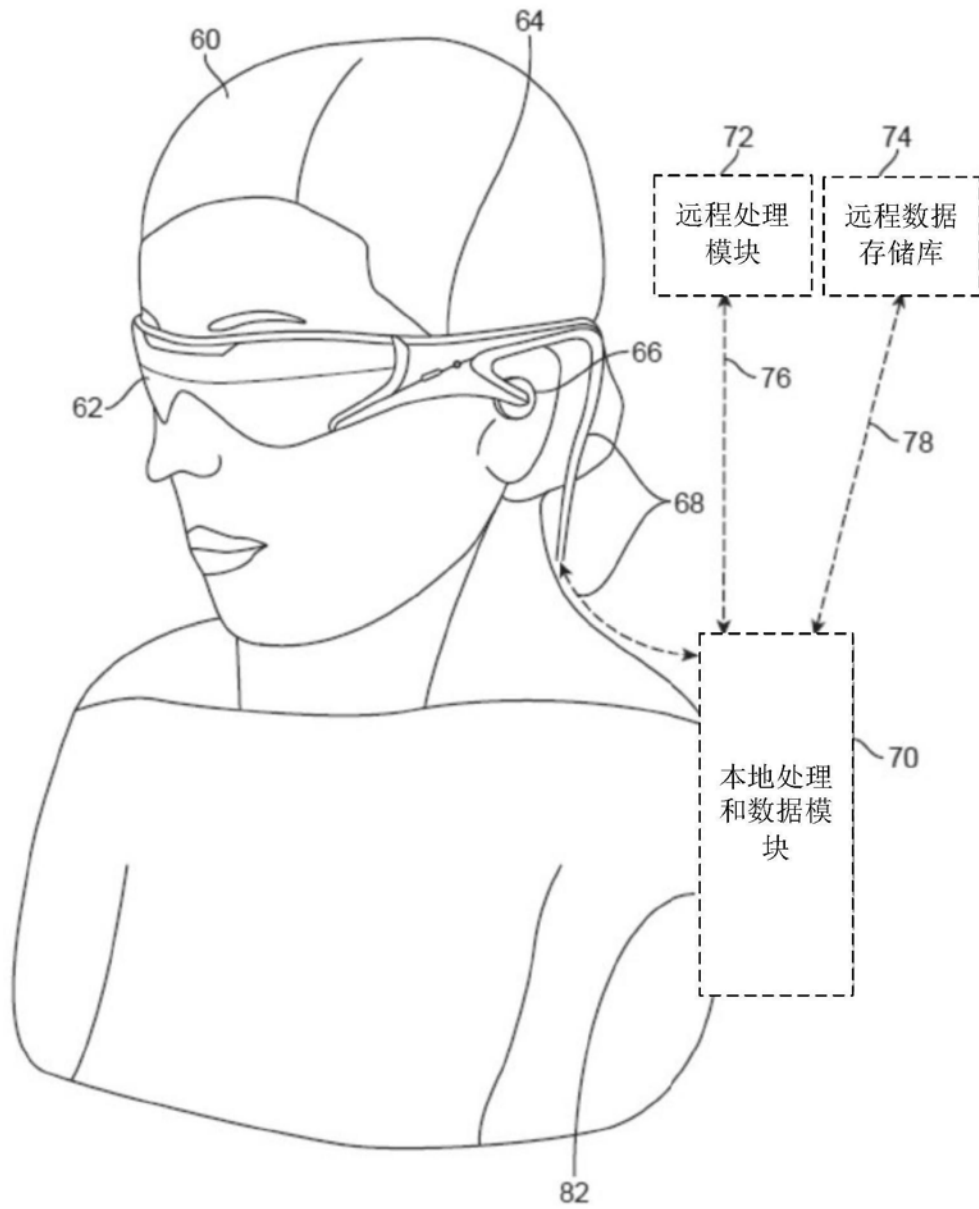


图4C

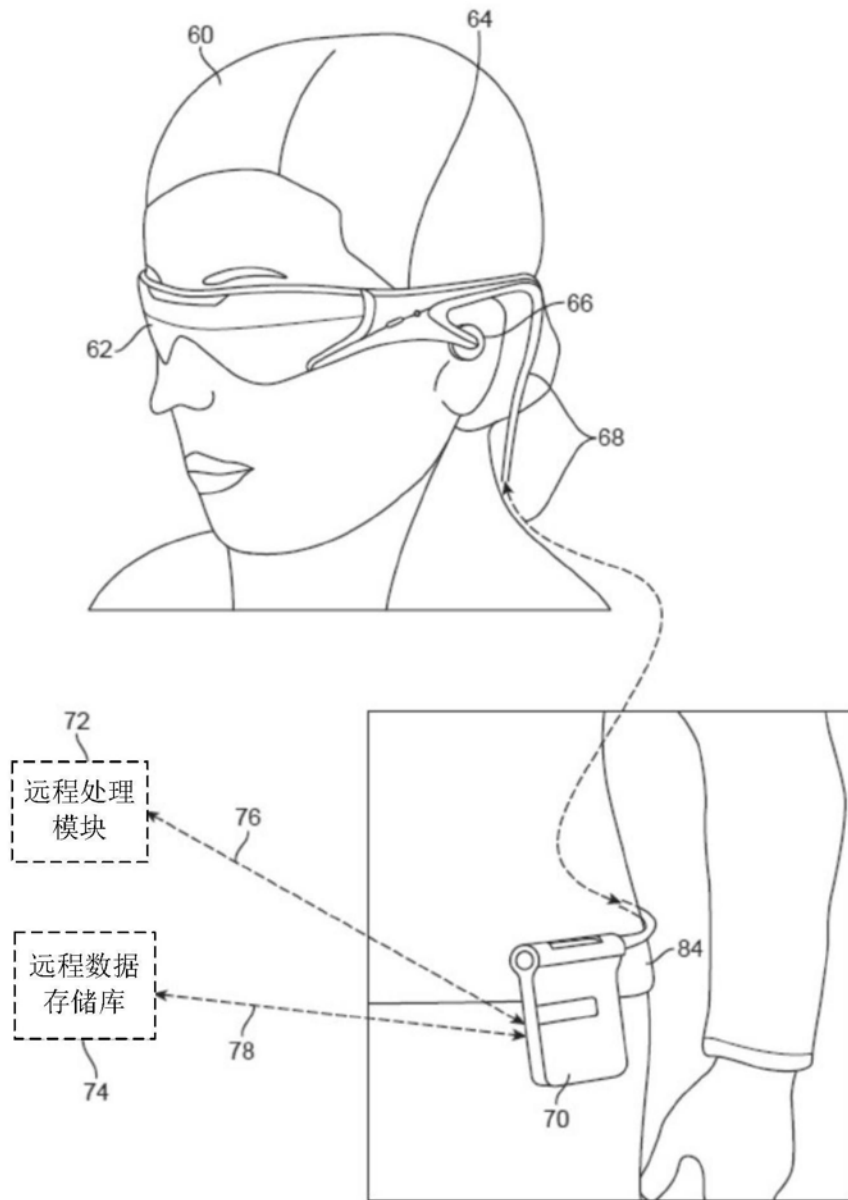


图4D



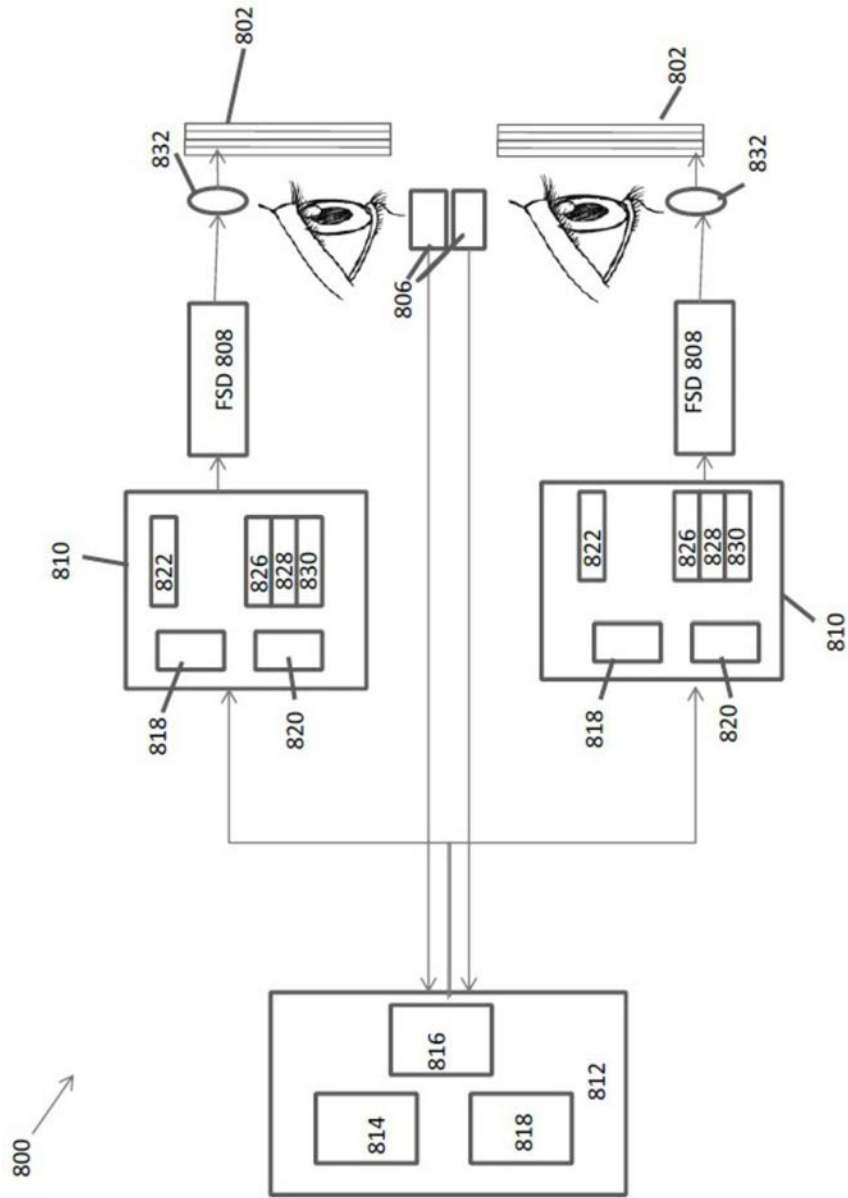


图5

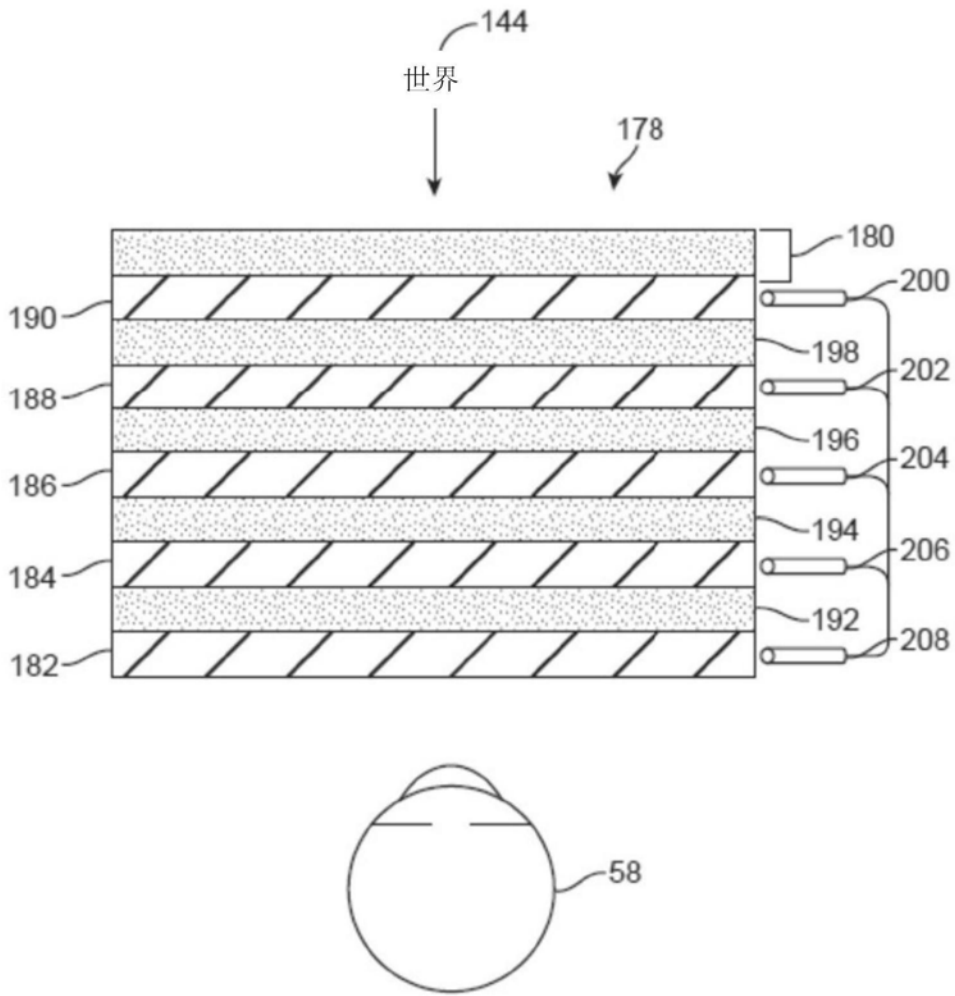


图6

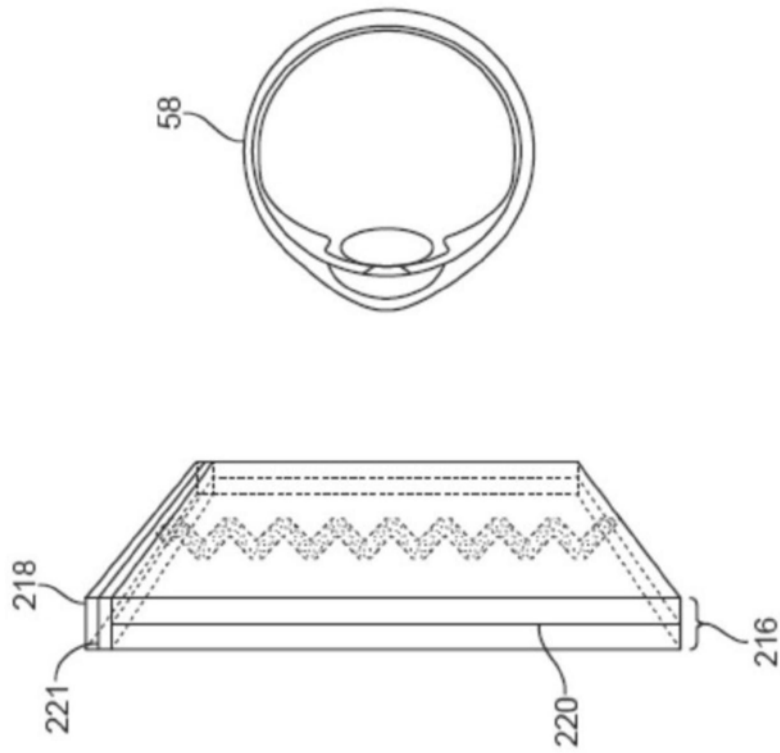


图7

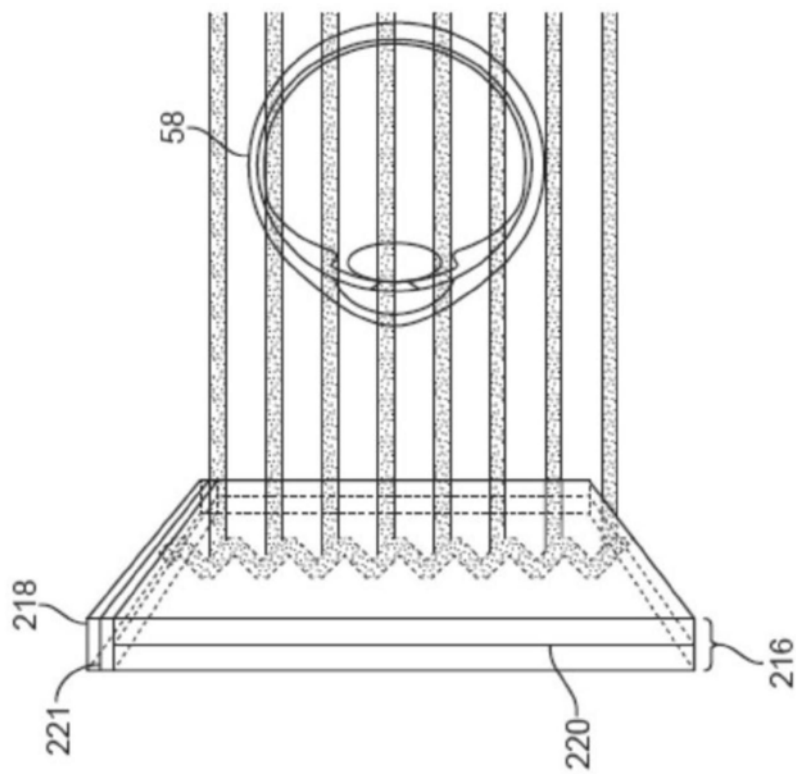


图8

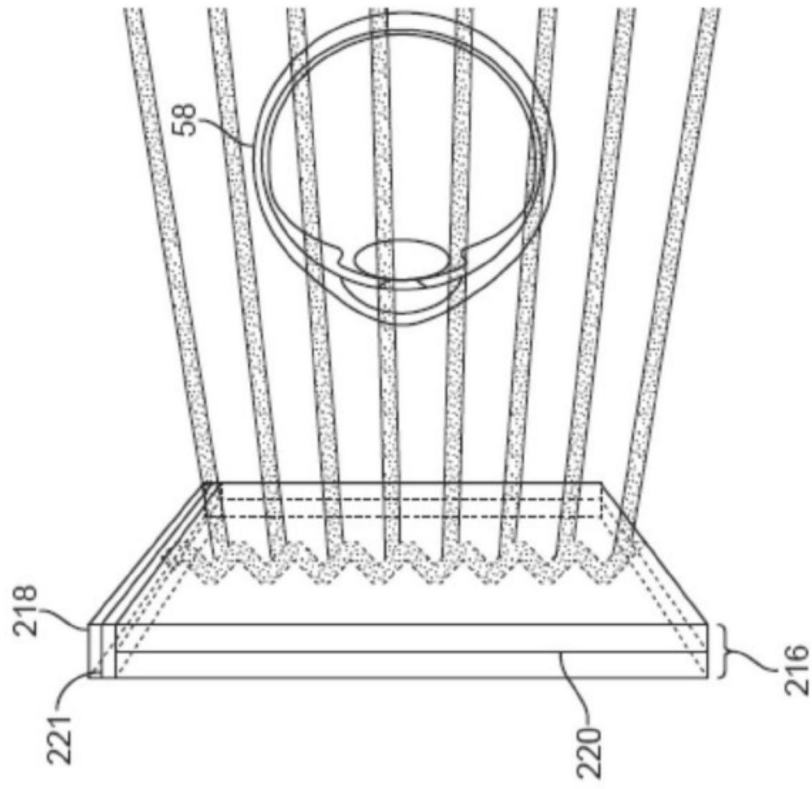


图9

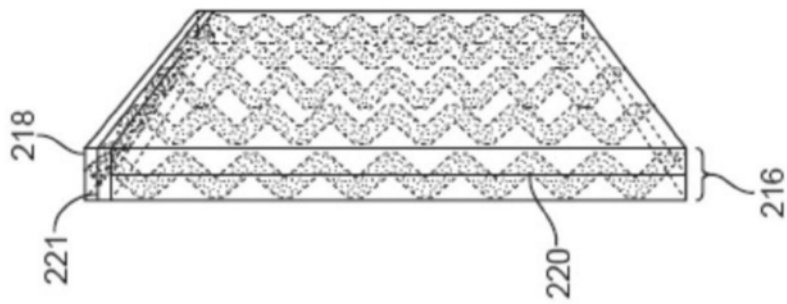
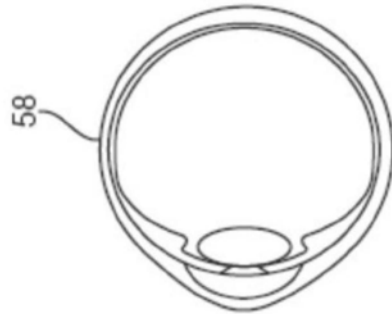


图10

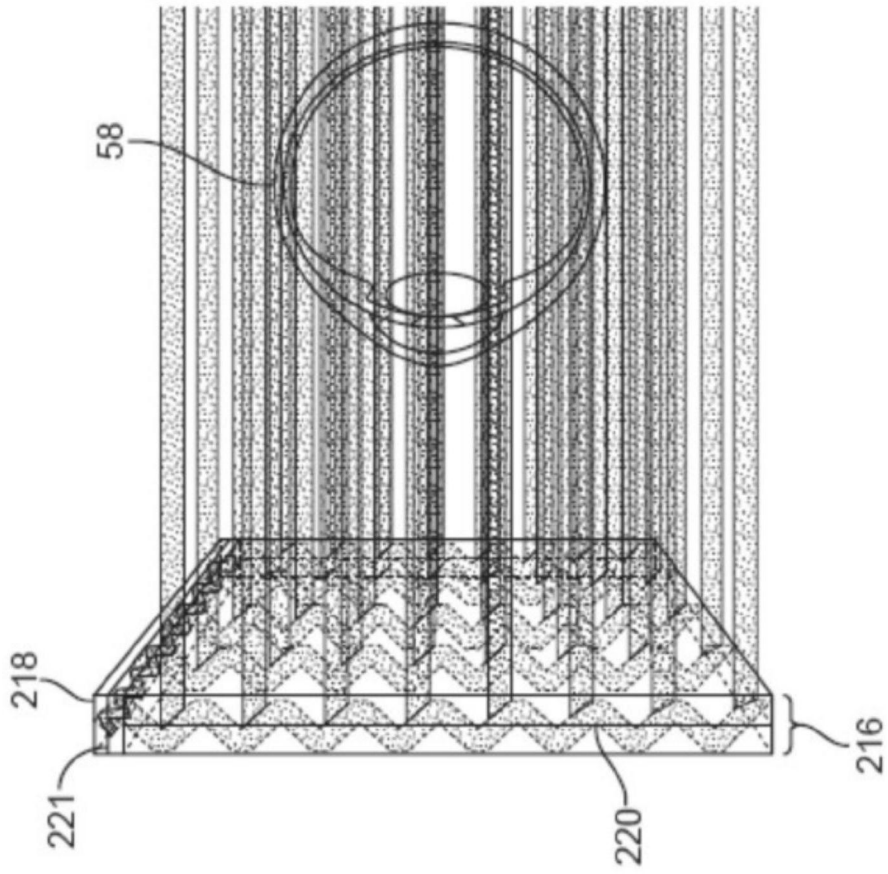


图11

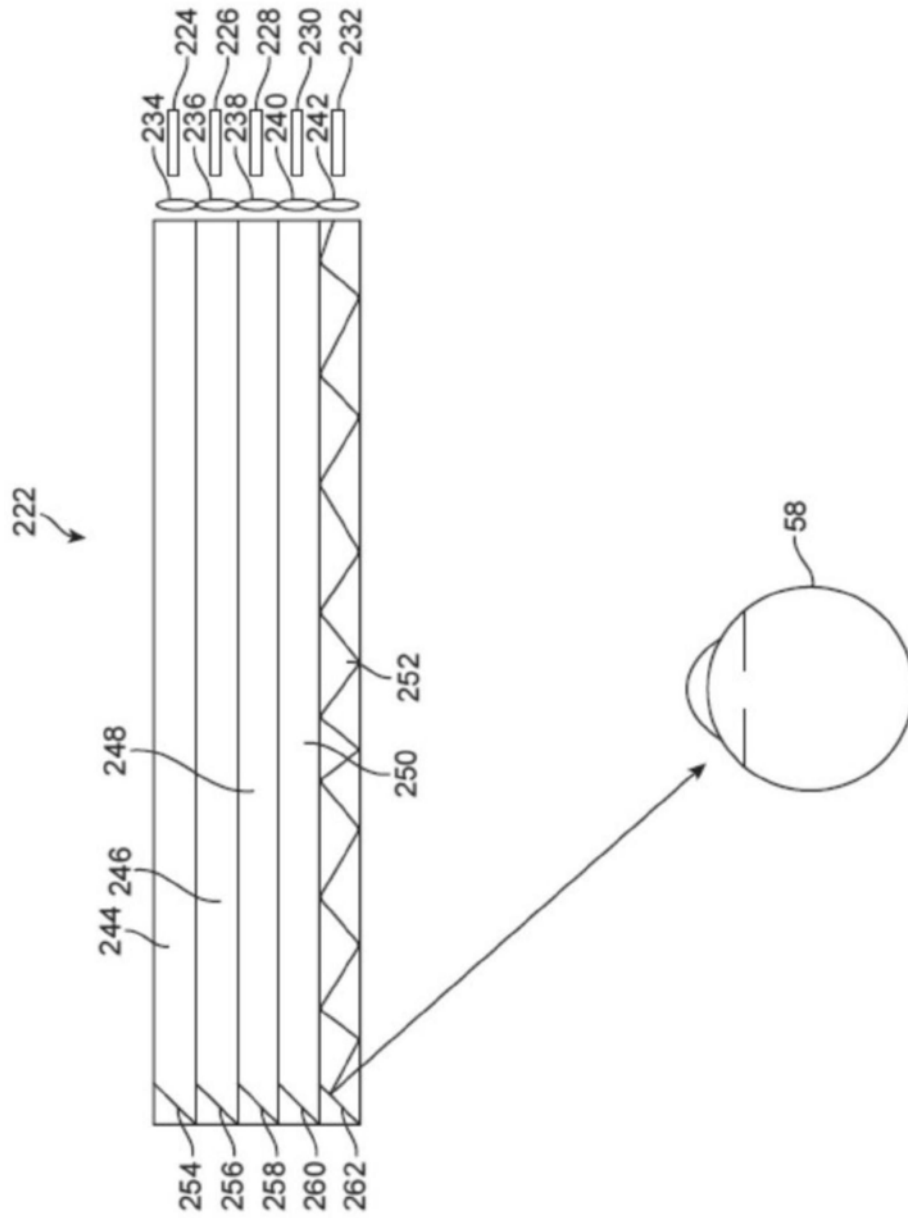


图12

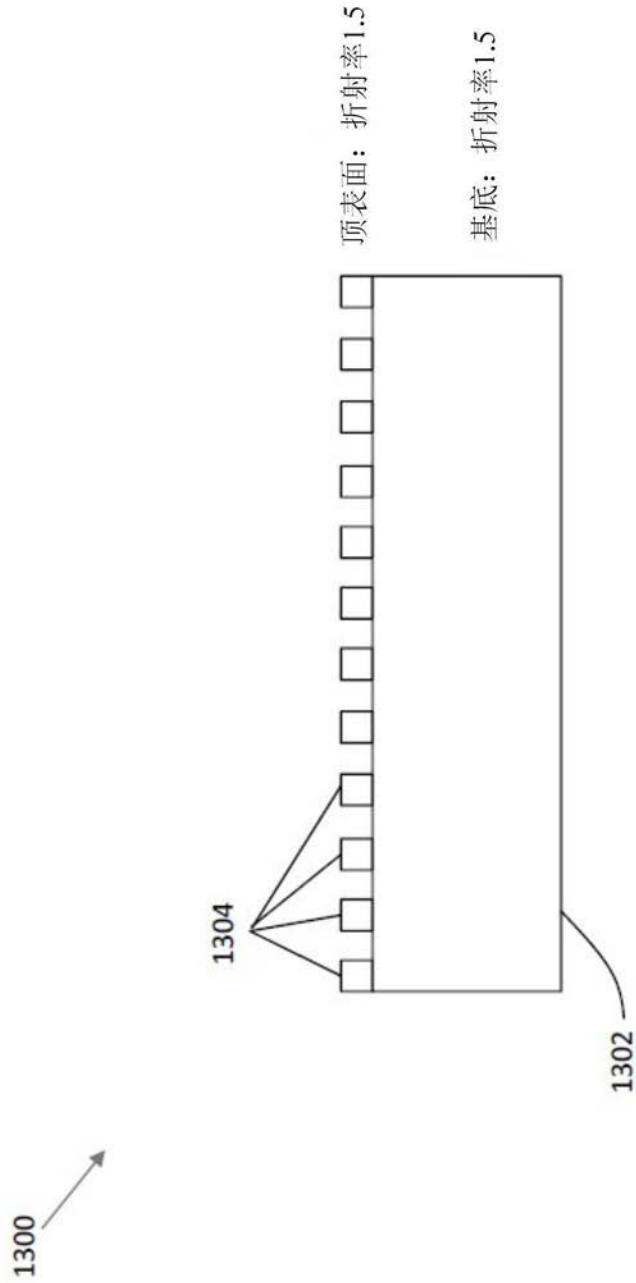


图13A

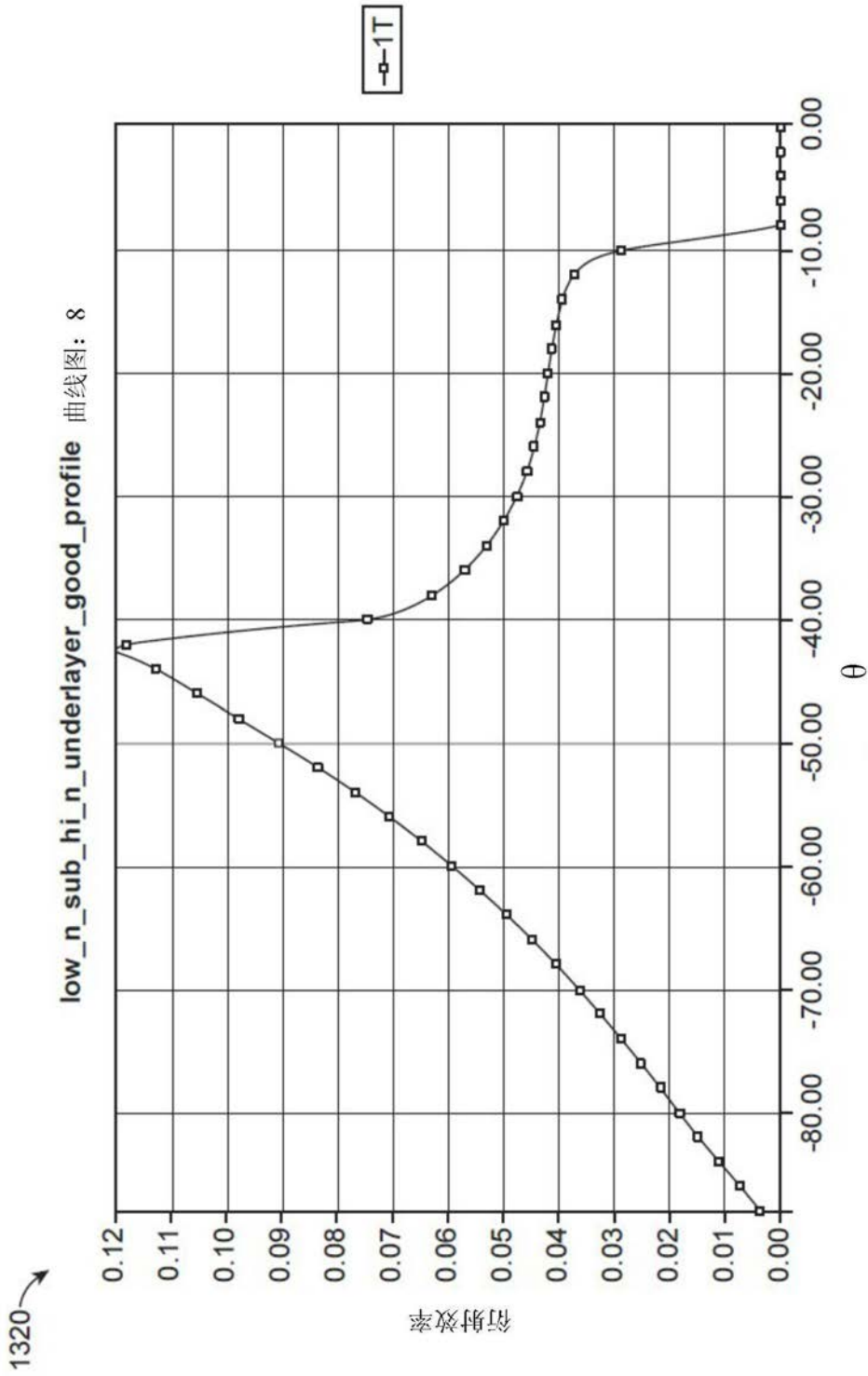


图13B



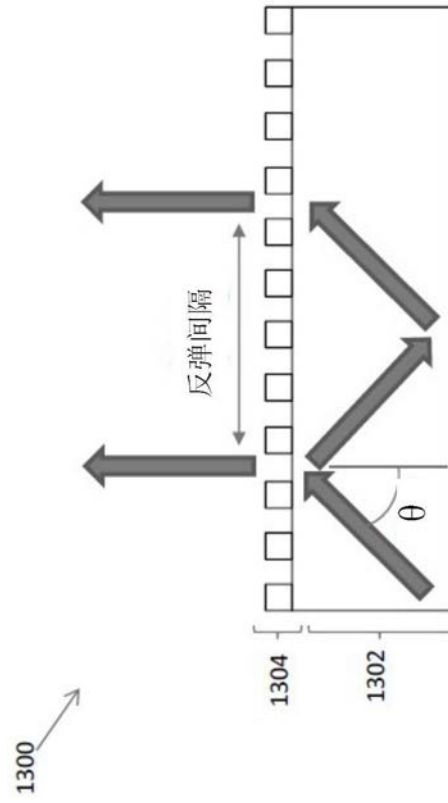


图13C

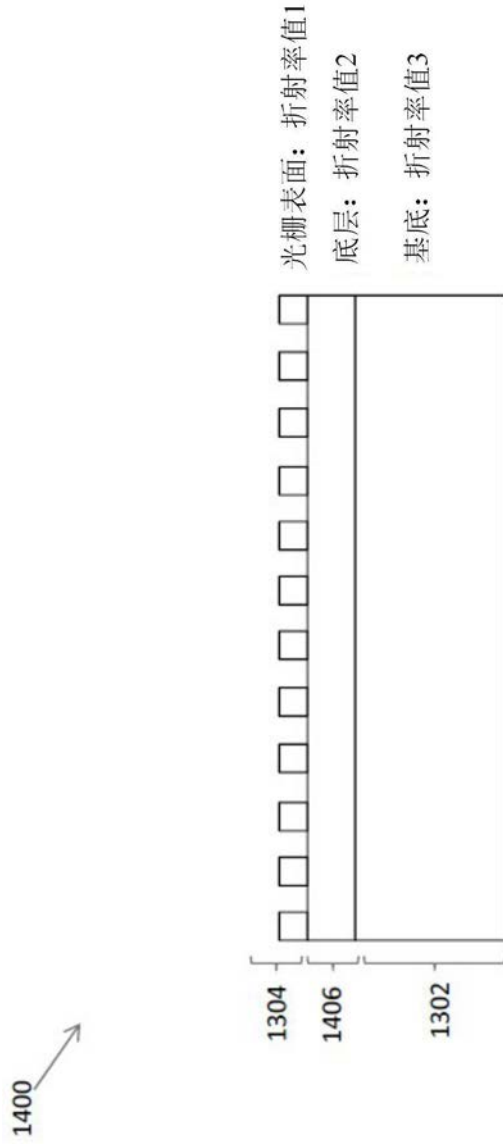


图14A

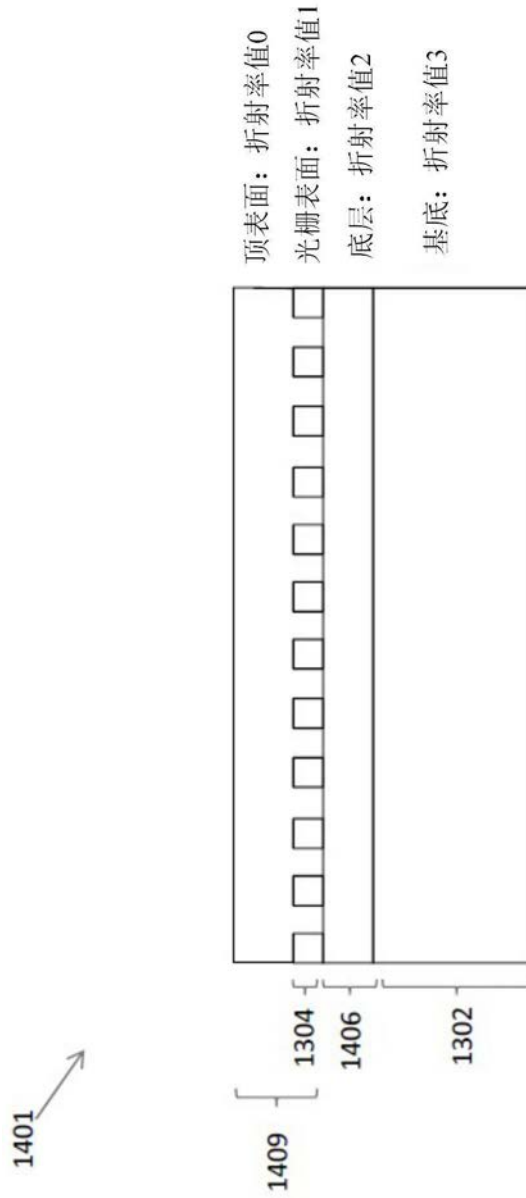


图14B

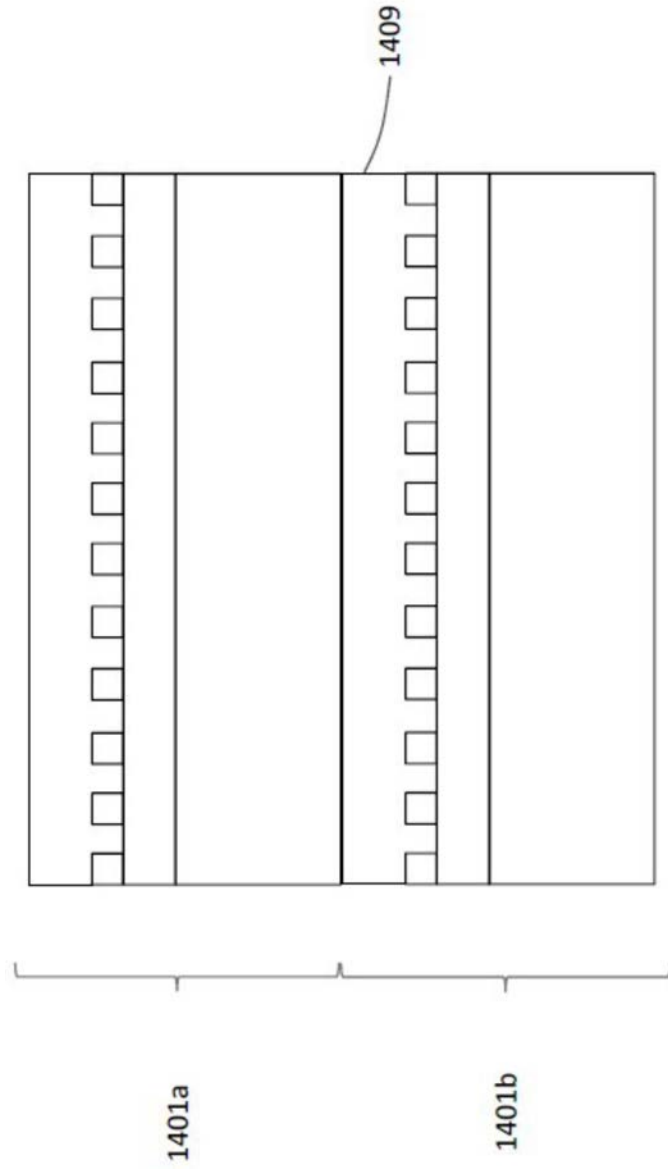


图14C

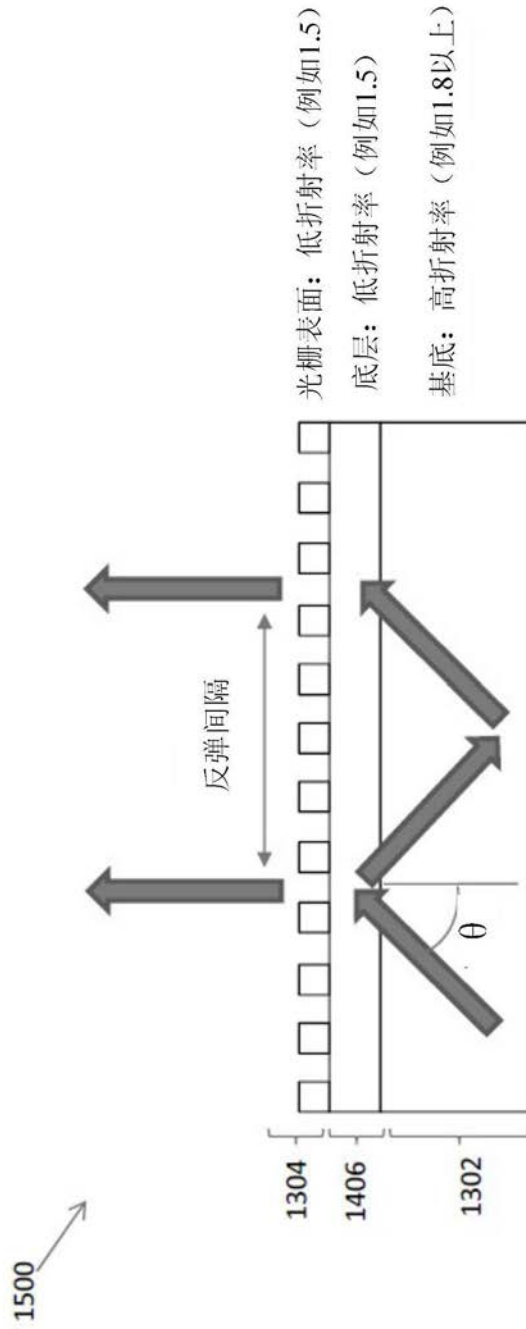


图15A

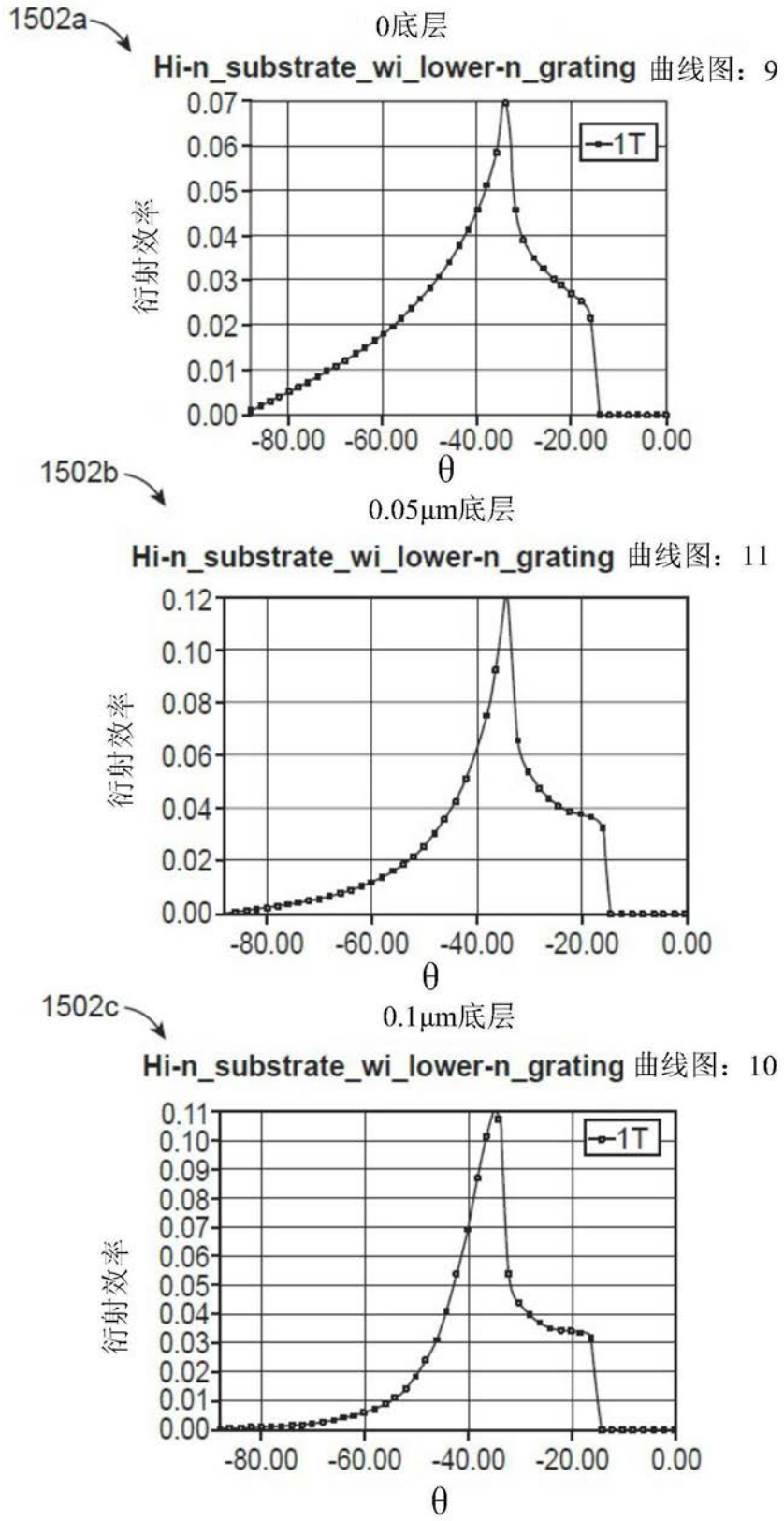


图15B

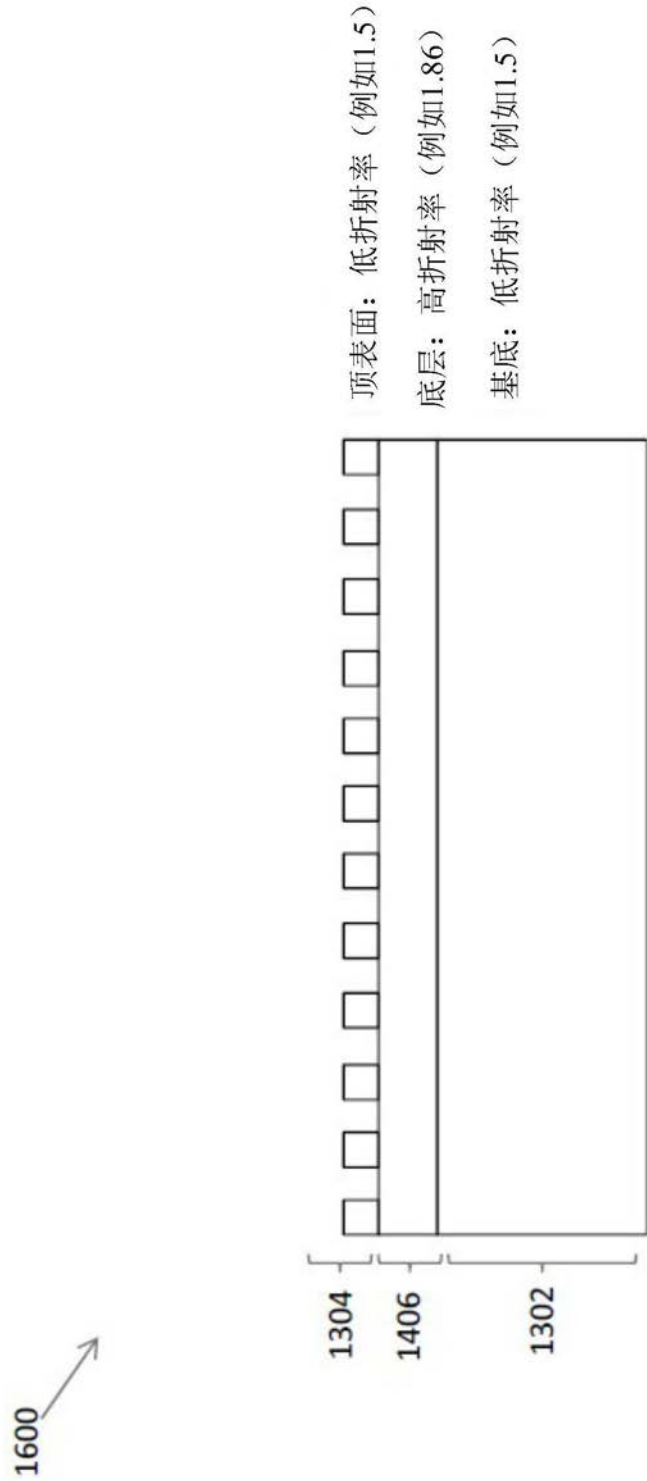


图16A

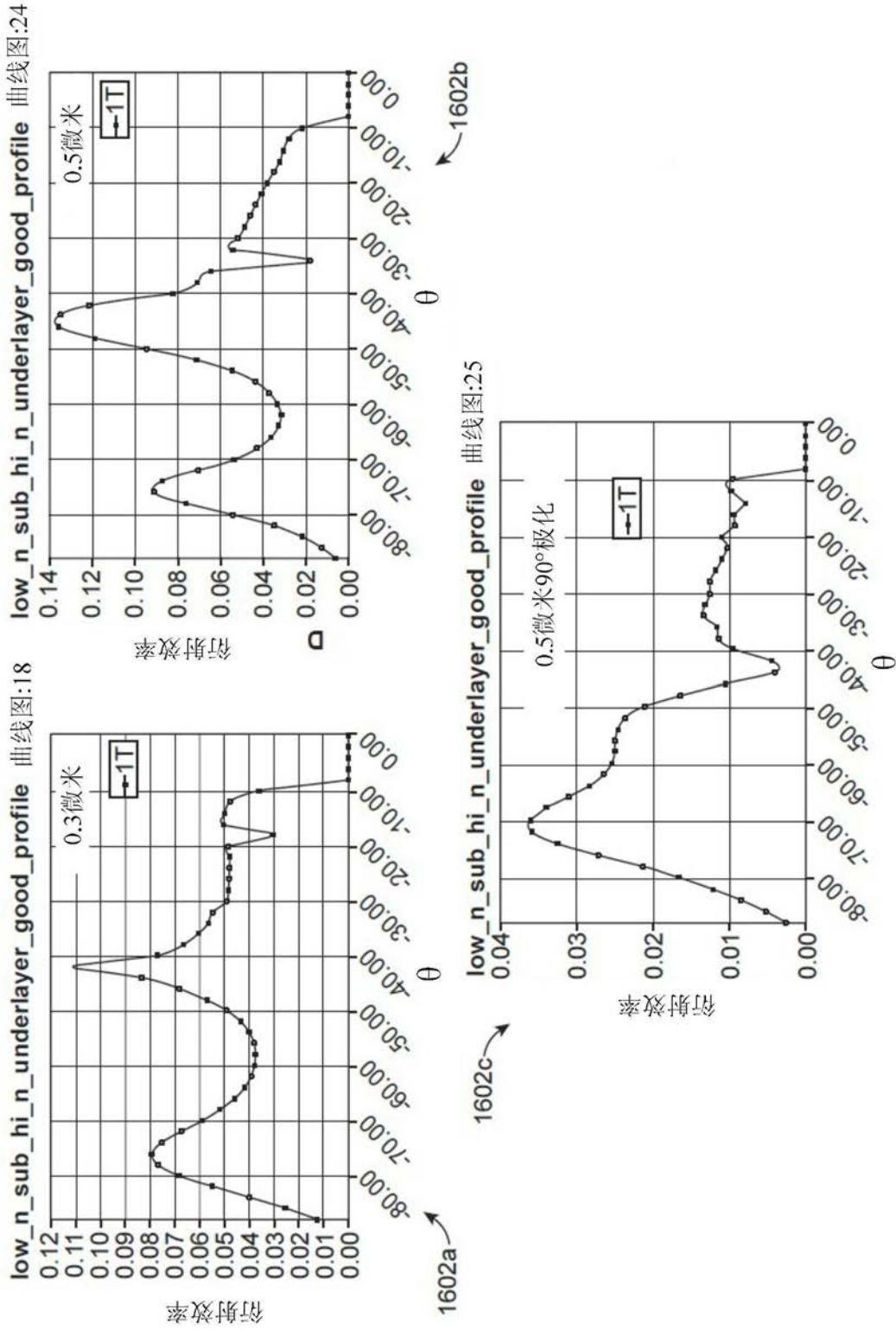


图16B



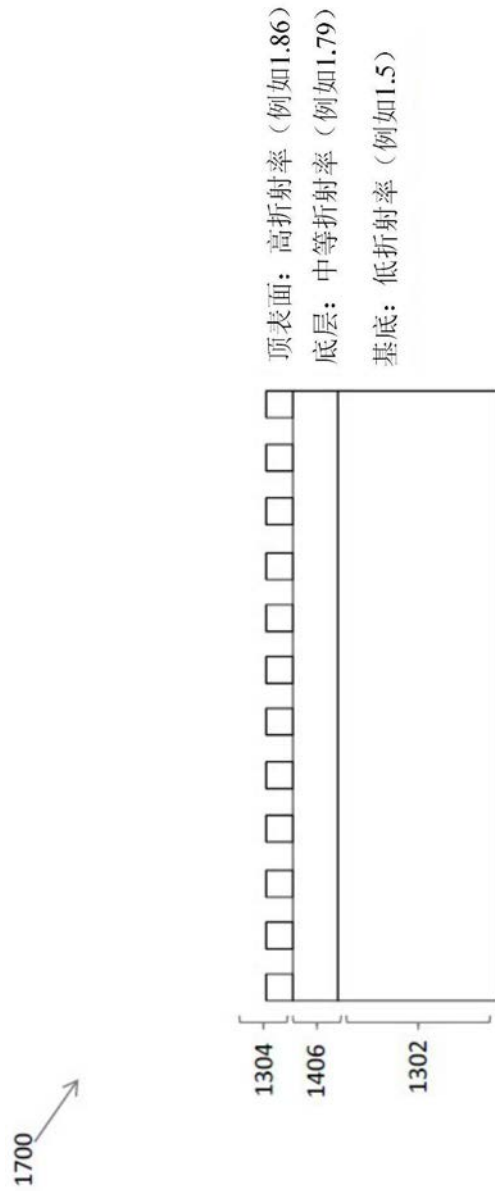


图17A

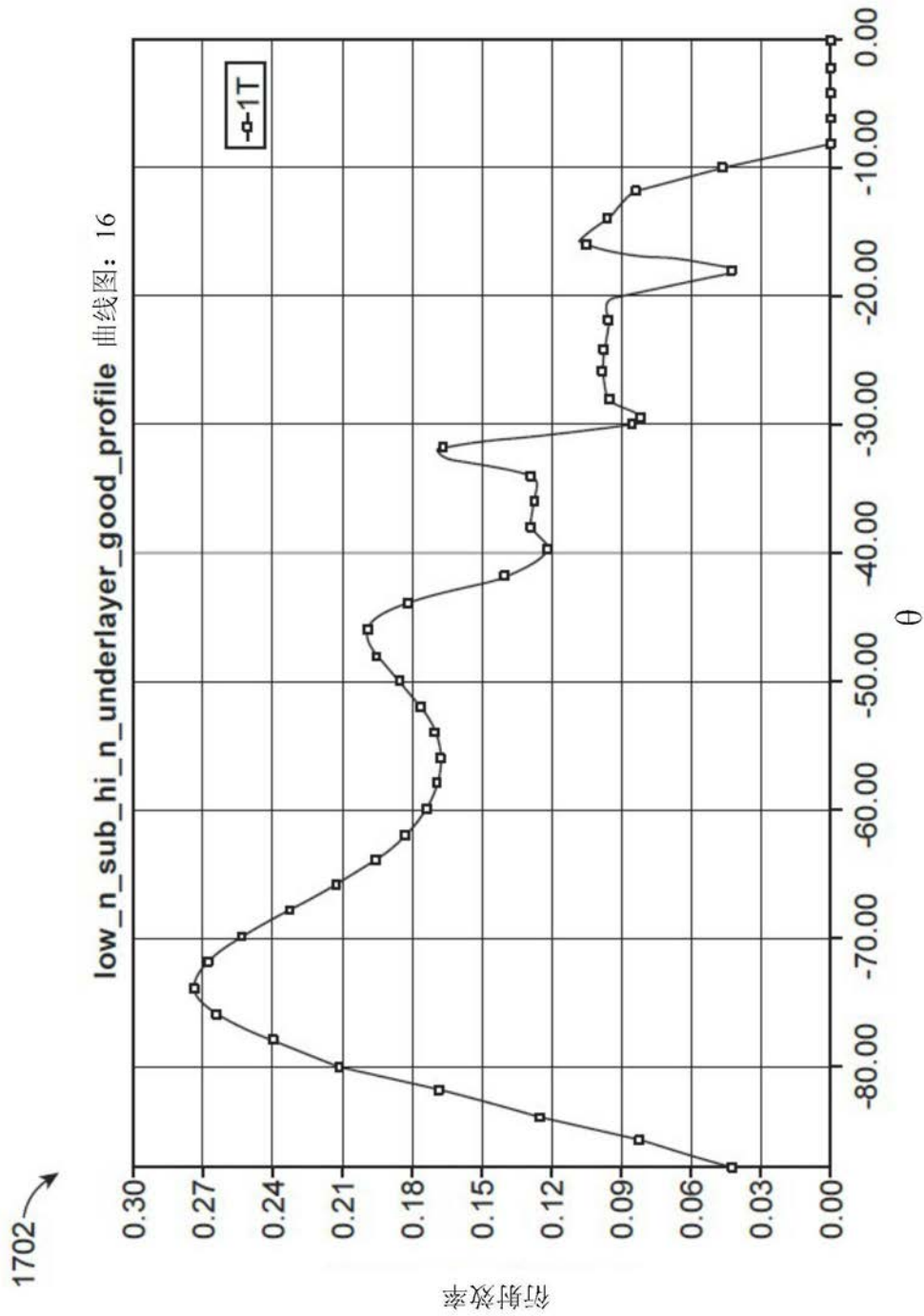


图17B

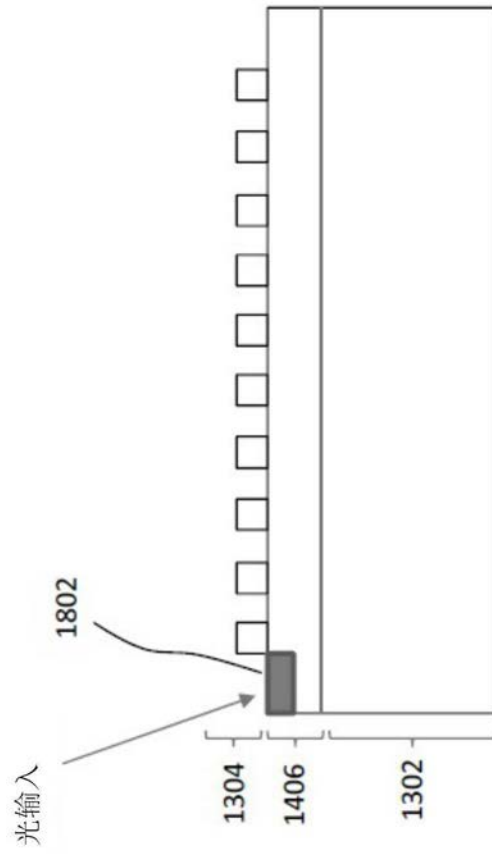


图18A

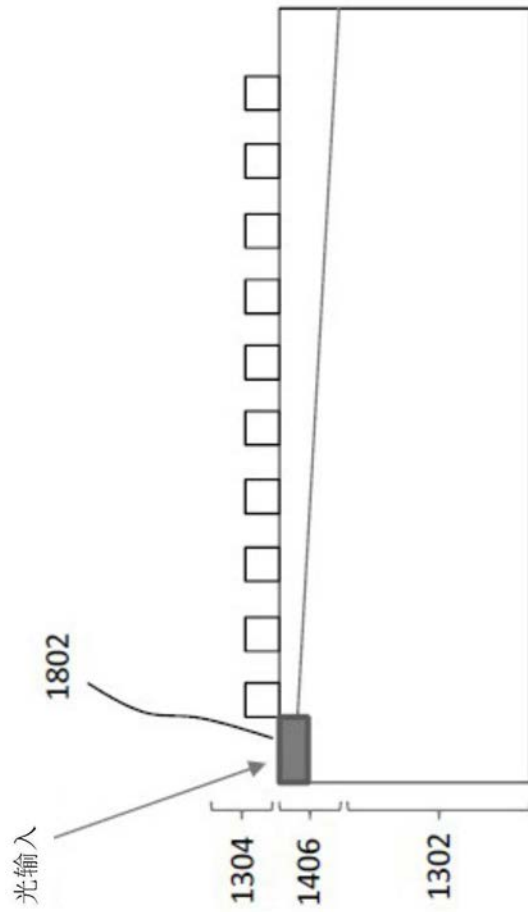


图18B

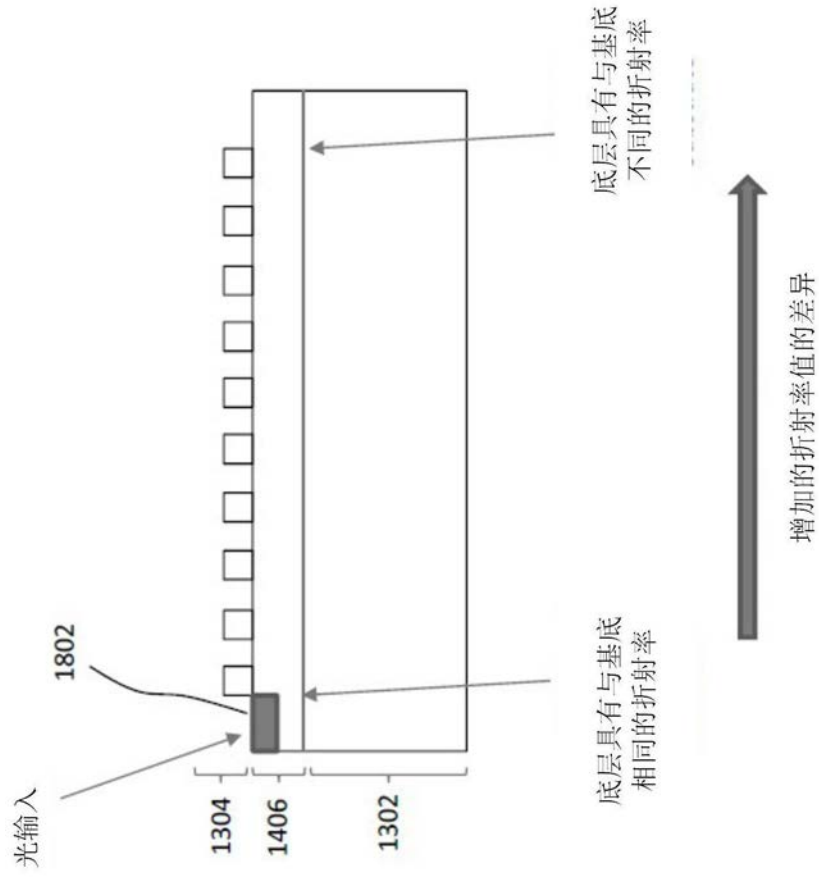


图18C

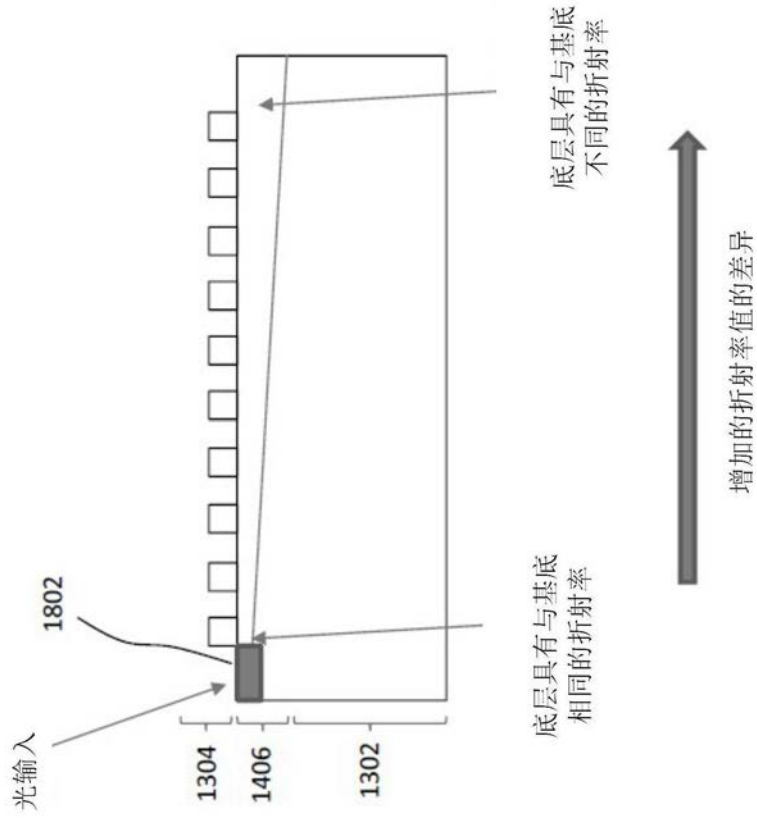


图18D