



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109073821 B

(45) 授权公告日 2021.11.02

(21) 申请号 201780025699.9

(22) 申请日 2017.02.24

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109073821 A

(43) 申请公布日 2018.12.21

(30) 优先权数据
62/300,749 2016.02.26 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.10.25

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2017/019526 2017.02.24

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/147534 EN 2017.08.31

(73) 专利权人 奇跃公司
地址 美国佛罗里达州

(72) 发明人 K·库尔蒂斯 H·L·哈尔
P·圣西莱尔 D·廷恰

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247

代理人 杨晓光 于静

(51) Int.Cl.
G02B 6/00 (2006.01)
G02B 27/01 (2006.01)
G02B 27/14 (2006.01)

(56) 对比文件
JP 2007065080 A, 2007.03.15
US 2008232133 A1, 2008.09.25
US 2015346495 A1, 2015.12.03
CN 104656358 A, 2015.05.27
JP 2007065080 A, 2007.03.15
JP 2007065080 A, 2007.03.15
US 2008232133 A1, 2008.09.25
CN 101918877 A, 2010.12.15
CN 101276062 A, 2008.10.01

审查员 李清娜

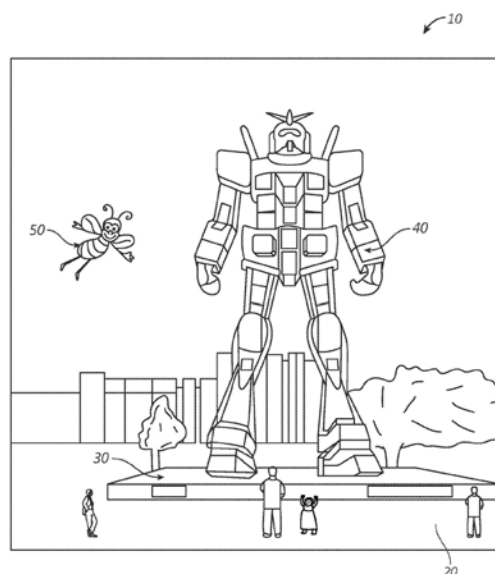
权利要求书4页 说明书19页 附图19页

(54) 发明名称

具有用于多个光发射器的多个光管的显示系统

(57) 摘要

在一些实施例中,提供了一种显示系统。该显示系统包括多个光管和多个光源,该光源被配置为将光发射到光管中。该显示系统还包括空间光调制器,该空间调制器被配置为调制从光管接收的光以形成图像。该显示系统还可以包括一个或多个波导,所述一个或多个波导被配置为接收来自空间光调制器的调制光,以及将所述光中继到观看者。



1. 一种显示系统,包括:

多个光管;

多个光源,其被配置为将光发射到所述光管中,其中所述光源中的一个或多个被配置为发射与所述光源中的其它光源不同波长的光;以及

空间光调制器,其被配置为调制从所述光管接收的光以形成多个组分颜色图像,

其中,每个光管包括相反的第一端和第二端以及从所述第一端延伸到所述第二端的侧面,

其中,所述第一端包括光输入表面,该光输入表面被配置为接收来自相关光源的光,

其中,所述第二端包括光输出表面,该光输出表面被配置为将光输出到所述空间光调制器,

其中,每个光管被取向为将输出的光定位在所述空间光调制器上的与其它光管不同的位置上;以及

其中,所述显示系统被配置为在所述空间光调制器上的不同位置处形成所述多个组分颜色图像中的不同图像。

2. 根据权利要求1所述的显示系统,其中,所述光管中的至少一者靠近所述光源中的对应的两者或更多者,并且被配置为通过所述光管中的至少一者的光输入表面接收来自所述光源中的对应的两者或更多者的光,并且从光输出表面输出光。

3. 根据权利要求2所述的显示系统,其中,所述多个光管中的第一光管具有在所述第一光管的光输入表面与光输出表面之间的第一高度。

4. 根据权利要求3所述的显示系统,其中,所述多个光管中的第二光管具有在所述第二光管的光输入表面与光输出表面之间的第二高度,其中,所述第一高度与所述第二高度不同。

5. 根据权利要求2所述的显示系统,其中,所述光输入表面具有第一几何形状,所述光输出表面具有与所述第一几何形状不同的第二几何形状。

6. 根据权利要求5所述的显示系统,其中,所述多个光管各自具有关联的内部宽度。

7. 根据权利要求6所述的显示系统,其中,所述内部宽度跨光管的整个长度变化。

8. 根据权利要求2所述的显示系统,其中,所述光源中的所述对应的两者或更多者中的每一个光源被配置为发射不同波长范围的光。

9. 根据权利要求2所述的显示系统,其中,所述光管中的所述至少一者包括位于所述光输入表面处的光重定向特征。

10. 根据权利要求9所述的显示系统,其中,所述光重定向特征包括漫射器、光栅和棱镜中的一者或更多者。

11. 根据权利要求2所述的显示系统,进一步包括:

波导堆叠,每个波导包括光耦合入光学元件,所述光耦合入光学元件被配置为接收来自所述空间光调制器的光,

其中,如在从沿所述光到所述堆叠中的传播轴的方向观看的平面图中所见,一个或多个第一波导的所述光耦合入光学元件在空间上偏离两个或更多个其它波导的所述光耦合入光学元件,以及

其中,如在所述平面图中所见,所述两个或更多个其它波导中的至少两个波导的所述

光耦入光学元件至少部分重叠。

12. 根据权利要求11所述的显示系统,其中,所述两个或更多个其它波导中的至少两个波导的所述光耦入光学元件被配置为耦入来自所述光源中的所述对应的两者或更多者中的不同光源的光,

其中,所述两个或更多个其它波导中的至少两个波导的所述光耦入光学元件相对于彼此横向位移,使得所述两个或更多个其它波导中的至少两个波导的所述光耦入光学元件都不以透射待耦入所述两个或更多个其它波导中的光的光管为中心。

13. 根据权利要求12所述的显示系统,其中,所述波导堆叠中的每个波导包括光耦出光学元件,所述光耦出光学元件被配置为与所述波导堆叠中的一个或多个其它波导相比输出具有不同发散量的耦入光。

14. 根据权利要求1所述的显示系统,其中,所述光管中的两者或更多者是整块光学透射材料的部分。

15. 根据权利要求14所述的显示系统,其中,所述多个光管中的所有光管是所述整块光学透射材料的部分。

16. 根据权利要求1所述的显示系统,其中,所述光源形成光源组,其中,每组发射不同波长范围的光。

17. 根据权利要求16所述的显示系统,其中,所述光源形成三个光源组,其中,所述组中的第一组发射红光,其中,所述组中的第二组发射绿光,其中,所述组中的第三组发射蓝光。

18. 根据权利要求1所述的显示系统,其中,一个或多个光管具有与其它光管不同的高度。

19. 根据权利要求18所述的显示系统,其中,所述光管的高度取决于与所述光管对应的光源发射的光的波长而变化。

20. 根据权利要求19所述的显示系统,其中,所述光管的高度随着由对应的光源发射的光的平均波长的增加而增加。

21. 根据权利要求1所述的显示系统,其中,所述空间光调制器包括液晶显示器(LCD)或数字光处理(DLP)显示器。

22. 根据权利要求1所述的显示系统,进一步包括位于所述光管的所述第二端的漫射器。

23. 根据权利要求1所述的显示系统,进一步包括挡板,所述挡板被配置为阻挡所述光管中的每个光管之间的漏光。

24. 根据权利要求1所述的显示系统,其中,所述光管中的一者或多者具有与其它光管不同的最大宽度。

25. 根据权利要求1所述的显示系统,其中,所述光源包括蓝光发射器,并且进一步包括变色膜,所述变色膜包括:

荧光体和量子点中的一者或多者,其被配置为从接收蓝光并发射另一颜色的光。

26. 根据权利要求25所述的显示系统,其中,所述变色膜位于所述光管中的一者或多者的表面上。

27. 根据权利要求1所述的显示系统,进一步包括波导堆叠,每个波导包括光耦入光学元件,所述光耦入光学元件被配置为接收来自所述空间光调制器的光。

28. 根据权利要求27所述的显示系统,其中,如在从沿所述光到所述堆叠中的传播轴的方向观看的平面图中所见,每个波导的所述光耦合入光学元件在空间上偏离其它波导的所述光耦合入光学元件。

29. 根据权利要求28所述的显示系统,其中,如在平面图中所见,所述光管的光输出端的空间布置与所述光耦合入光学元件的空间布置一一对应。

30. 根据权利要求27所述的显示系统,其中,所述波导堆叠中的每个波导包括光耦合出光学元件,所述光耦合出光学元件被配置为与所述波导堆叠中的一个或多个其它波导相比输出具有不同发散量的光。

31. 根据权利要求1所述的显示系统,其中,所述光管包括塑料或玻璃。

32. 根据权利要求1所述的显示系统,进一步包括插在光源与光管之间的棱镜。

33. 一种显示系统,包括:

部分透射反射器;

第一光源;

第一光管,其靠近所述第一光源并且被配置为:

从所述第一光源接收光;以及

沿第一方向将来自所述第一光源的光导向所述反射器;

第二光源,其被配置为发射与所述第一光源不同波长的光;

第二光管,其靠近所述第二光源并且被配置为:

从所述第二光源接收光;以及

沿第二方向将来自所述第二光源的光导向所述反射器,

其中,所述部分透射反射器被配置为:

透射来自所述第一光源的光;以及

反射来自所述第二光源的光,

其中,每个光管包括相反的第一端和第二端以及从所述第一端延伸到所述第二端的侧面,

其中,所述第一端包括光输入表面,该光输入表面被配置为接收来自相关光源的光,

其中,所述第二端包括光输出表面,该光输出表面被配置为将光输出到空间光调制器,以及

其中,每个光管被取向为将输出的光定位在所述空间光调制器上的与其它光管不同的位置上,以在所述空间光调制器上的不同位置处形成不同组分颜色图像。

34. 根据权利要求33所述的显示系统,其中,来自所述第一光源的光具有与来自所述第二光源的光不同的波长范围。

35. 根据权利要求33所述的显示系统,其中,所述部分透射反射器是二向色镜。

36. 一种形成光学设备的方法,所述方法包括:

提供多个光管,每个光管具有粗糙侧壁表面;

将每个所述光管耦接到多个光发射器中的一个,其中所述光发射器中的一个或多个被配置为发射与所述光发射器中的其他光发射器不同波长的光;以及

将包括所述光管和所述光发射器的组件耦接到空间光调制器,

其中,每个光管包括相反的第一端和第二端以及从所述第一端延伸到所述第二端的侧

表面，

其中，所述第一端包括光输入表面，该光输入表面被配置为接收来自相关光发射器的光，

其中，所述第二端包括光输出表面，该光输出表面被配置为将光输出到所述空间光调制器，以及

其中，每个光管被取向为将输出的光定位在所述空间光调制器上的与其它光管不同的位置上，以在不同位置处形成不同组分颜色图像。

37. 根据权利要求36所述的方法，其中，提供具有粗糙侧壁表面的光管包括对所述光管进行研磨处理。

38. 根据权利要求37所述的方法，其中，所述研磨处理是机械抛光处理。

39. 根据权利要求36所述的方法，其中，提供具有粗糙侧壁表面的光管包括在包括粗糙内表面的模具中形成所述光管。

40. 根据权利要求36所述的方法，进一步包括将包括所述光管和所述光发射器的组件耦接到偏振分束器，其中，所述组件中的所述空间光调制器被面向所述偏振分束器的不同表面设置。

41. 根据权利要求36所述的方法，其中，所述组件包括在多个光发射器中的多个光管。

具有用于多个光发射器的多个光管的显示系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请根据35 U.S.C. §119 (e) 要求于2016年2月26日提交的序列号为62/300,749, 名称为“DISPLAY SYSTEM HAVING A PLURALITY OF LIGHT PIPES FOR A PLURALITY OF LIGHT EMITTERS (具有用于多个光发射器的多个光管的显示系统)”的美国临时专利申请的优先权益, 该申请公开的全部内容通过引用并入此文。

[0003] 以下每个专利申请和公开的全部内容也通过引用并入本申请: 2014年11月27日提交的序列号为14/555,585的美国申请; 2015年4月18日提交的序列号为14/690,401的美国申请; 2014年3月14日提交的序列号为14/212,961的美国申请; 以及2014年7月14日提交的序列号为14/331,218的美国申请。

技术领域

[0004] 本公开涉及显示设备, 更具体地说, 涉及利用光管传递来自光发射器的光的显示设备。

背景技术

[0005] 显示设备可以通过调制来自光发射器的光并将调制过的光导到观看者来形成图像。因此, 图像的质量和亮度可能取决于光调制器从光发射器接收的光的质量。生成图像的多个视图的增强现实系统和虚拟现实系统的环境中提供足够质量的光输出尤其具有挑战性。

[0006] 因此, 一直需要向包括用于增强现实系统和虚拟现实系统的光调制器提供高质量光的系统和方法。

发明内容

[0007] 在一些实施例中, 提供了一种显示系统。所述显示系统包括多个光管和多个光源, 所述多个光源被配置为将光发射到所述光管中。所述显示系统还包括空间光调制器, 所述空间光调制器被配置为调制从所述光管接收的光以形成图像。所述显示系统还可以包括一个或多个波导, 所述一个或多个波导被配置为接收来自所述空间光调制器的调制光并将该光中继到观看者。

[0008] 在一些其它实施例中, 提供了一种显示系统。所述显示系统包括部分透射反射器; 第一光源; 以及第一光管, 其靠近所述第一光源并且被配置为: 接收来自所述第一光源的光; 以及沿第一方向将来自所述第一光源的光导向所述反射器。所述显示系统还包括第二光源; 第二光管, 其靠近所述第二光源并且被配置为: 从所述第二光源接收光; 以及沿第二方向将来自所述第二光源的光导向所述反射器。所述部分透射反射器被配置为: 透射来自所述第一光源的光; 以及反射来自所述第二光源的光。

[0009] 在又一些实施例中, 提供了一种用于形成光学设备的方法。所述方法包括形成具有粗糙侧壁表面的光管; 将所述光管耦接到光发射器; 以及将包括所述光管和所述光发射

器的组件耦接到空间光调制器。

附图说明

- [0010] 图1示出了用户通过AR设备对增强现实 (AR) 的视图。
- [0011] 图2示出了可穿戴显示系统的示例。
- [0012] 图3示出了用于为用户模拟三维图像的常规显示系统。
- [0013] 图4示出了使用多个深度平面模拟三维图像的方法的各方面。
- [0014] 图5A至图5C示出了曲率半径和焦半径之间的关系。
- [0015] 图6示出了用于将图像信息输出给用户的波导堆叠的示例。
- [0016] 图7示出了由波导输出的出射光束的示例。
- [0017] 图8示出了堆叠波导组件的示例,其中,每个深度平面包括使用多种不同成分颜色形成的图像。
- [0018] 图9A示出了一组堆叠波导的示例的横截面侧视图,每个堆叠波导包括耦入光学元件。
- [0019] 图9B示出了图9A的多个堆叠波导的示例的透视图。
- [0020] 图9C示出了图9A和图9B的多个堆叠波导的示例的俯视平面图。
- [0021] 图10示出了用于将光导向观看者的光投射器系统和波导的横截面图。
- [0022] 图11示出了具有多个光发射器和多个光管的光模块的透视图。
- [0023] 图12A和图12B分别示出了图11的光模块的横截面侧视图和俯视图。
- [0024] 图13A和图13B示出了光管的透视图。
- [0025] 图14示出了通过图13A和图13B的光管传播的光线。
- [0026] 图15示出了具有不同横截面区域的多个光管的俯视截面图。
- [0027] 图16A和图16B示出了被形成为整体单元的多个光管的横截面侧视图。
- [0028] 图17示出了用于透射来自多个光发射器的光的单个光管,其中,光学结构介于光发射器与光管之间。
- [0029] 图18示出了将来自两个不同光发射器的光输出到单个区域上的光模块。
- [0030] 图19A示出了具有围绕光管的挡板的光模块的横截面透视图。
- [0031] 图19B示出了具有挡板的光模块的透视图。
- [0032] 图20示出了具有围绕光管的挡板的光模块的横截面侧视图。
- [0033] 提供附图是为了说明示例实施例,而不是为了限制本公开的范围。

具体实施方式

[0034] 根据一些实施例,用于向光调制器(诸如空间光调制器)提供光的光模块,包括多个光发射器和光管。每个光发射器可以具有关联的光管,该光管将光从光发射器透射到光调制器。光调制器可以被配置为调制从光管接收的光,并且该调制光最终输出或投射给观看者,观看者在其眼睛接收调制光时感知图像。因此,包括光模块和光调制器的组件可以被称为投射器。

[0035] 在一些实施例中,每个光管被配置为将光导向光调制器上的唯一对应的光调制区域,光从该光调制区域传播到目镜上的唯一对应的光输入区域,该光输入区域将光导向观

看者。因此,显示系统可以具有多个光管,每个光管与光调制器上的多个光调制区域相关联,这些光调制区域又与目镜上的多个光输入区域相关联。例如,每个光管可以在空间上被布置为唯一地(可能通过其它光学结构)与给定光管关联的光输入区域对准。因此,光管、光调制器上的区域与目镜上的光输入区域之间可能存在一一对应关系。在一些实施例中,目镜可以是波导堆叠,每个波导包括至少一个光输入区域。

[0036] 在一些实施例中,至少一些波导可以被配置为发射不同颜色的光和/或可以具有与其它波导不同的光功率。例如,将光导入光管中的每个光发射器可以发射与不同颜色对应的特定波长范围的光。例如,不同的光发射器可以发射对应于3种或更多种颜色(例如,红色、绿色和蓝色)的不同波长的光。当被同一观看者感知时,这些不同的颜色可以是形成全色图像的成分颜色。附加地或替换地,目镜的一些波导可以具有不同的光功率并且可以以不同的发散量向观看者输出光,在显示设备提供图像的三维渲染的实施例中,观看者可以将光感知为对应于不同的深度平面。

[0037] 在一些实施例中,光源可以是分立的光发射器,诸如发光二极管(LED)。每个光管可以具有关联光发射器。在一些实施例中,一个或多个光管可具有多个关联光发射器。在一些实施例中,多个光管可以形成为整体单元。

[0038] 有利地,光管可以输出具有高空间均匀性和高角度均匀性的光。不受理论的限制,当光在光管中传播时,光从光管壁反射可以有助于光的均匀化,从而提供比由光发射器产生的光和最初发射的光在空间和角度上更均匀的光。在一些实施例中,可以在光管的光输入和/或光输出表面上提供光学结构(诸如,漫射结构)以进一步提高光输出的均匀性。另外,在一些实施例中,光管的光输入和光输出表面或端部处可具有不同的尺寸和/或横截面形状,从而允许具有不同横截面形状的光发射器和光调制器有效地耦接在一起。而且,在一些实施例中,一些光管的横截面区域可以与其它光管的横截面区域不同,和/或光管的高度可以变化,这可以促进不同波长的光透射和适当地聚焦到光调制器;例如,可以基于注入光管的光的波长来选择光管的高度。应当理解,与较长波长的光相比,较短波长的光可以通过较短的光管有效地透射,以在光发射器和从光管出射的光被导向的区域(例如,波导中的区域)之间保持所需的间隔。另外,光管的光输入表面的横截面区域可以根据与光管相连的光发射器的尺寸变化,而且,光管的光输出表面的横截面区域也可以取决于被配置为接收来自光管的光的光学学特征(例如,耦入光学元件)的尺寸而变化。

[0039] 现在将参考附图,其中相同的参考标号通篇表示相同的部件。

[0040] 示例显示系统

[0041] 参考图1,示出了增强现实场景1。应该理解,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”体验的系统开发,其中,数字再现图像或其部分以它们看起来是真实的或感觉为真实的方式呈现给用户。虚拟现实或“VR”场景通常涉及以对其它实际的真实世界视觉输入不透明的方式呈现数字或虚拟图像信息;增强现实或“AR”场景通常涉及将数字或虚拟图像信息呈现为对用户周围的真实世界的可视化的增强。混合现实或“MR”场景是一种“AR”类型的场景,并且通常涉及被整合到自然世界中且响应于自然世界的虚拟对象。例如,MR场景可以包括看起来被真实世界中的对象阻挡或者被感知为与真实世界中的对象交互的AR图像内容。

[0042] 参考图1,示出了增强现实场景10。AR技术的用户看到以人、树木、背景中的建筑物

和混凝土平台30为特征的真实世界的公园状设置20。用户还感知到他“看到”“虚拟内容”，诸如站在真实世界平台1120上的机器人雕像40，以及看起来是大黄蜂的化身的正在飞行的卡通式的化身角色50。这些元素50、40是“虚拟的”，因为它们在实际世界中不存在。因为人类视觉感知系统是复杂的，所以产生促进除其它虚拟或真实世界图像元素之外的虚拟图像元素的舒适的、感觉自然的、丰富地呈现的AR技术是具有挑战性的。

[0043] 图2示出了可穿戴显示系统60的示例。显示系统60包括显示器70，以及支持该显示器70的功能的各种机械和电子模块和系统。显示器70可以被耦接到框架80，该框架80是由显示系统用户或观看者90穿戴的，并且该框架80被配置为将显示器70定位在用户90的眼睛的前方。在一些实施例中，显示器70可以被视为眼镜。在一些实施例中，扬声器100被耦接到框架80并且被配置为位于用户90的耳道附近（在一些实施例中，另一扬声器（未示出）可以可选地在用户的另一耳道附近，以提供立体/可塑形声音控制）。显示系统还可以包括一个或多个麦克风110或其它检测声音的设备。在一些实施例中，麦克风被配置为允许用户向系统60提供输入或命令（例如，语音菜单命令的选择、自然语言问题等）和/或可以允许与其它人（例如，与类似的显示系统的其他用户）进行音频通信。麦克风可以进一步被配置为外围传感器以收集音频数据（例如，来自用户和/或环境的声音）。在一些实施例中，显示系统还可以包括外围传感器120a，该传感器120a可以与框架80分离，并且被附接到用户90的身体（例如，用户90的头部、躯干、四肢等上）。在一些实施例中，外围传感器120a可以被配置为获取表征用户90的生理状态的数据。例如，传感器120a可以是电极。

[0044] 继续参考图2，显示器70通过通信链路130（诸如，通过有线引线或无线连接）可操作地耦接到本地数据处理模块140，本地数据处理模块140可以以各种配置来安装，诸如固定地附接到框架80，固定地附接到由用户戴的头盔或帽子，嵌入耳机中，或以其它方式（例如，采取背包式配置，采取腰带耦接式配置）可移除地附接到用户90。类似地，传感器120a可以通过通信链路120b（例如，通过有线引线或无线连接）可操作地耦接到本地处理和数据模块140。本地处理和数据模块140可以包括硬件处理器，以及数字存储器，诸如非易失性存储器（例如，闪存或硬盘驱动器），这两者都可被用于辅助数据的处理、缓存和存储。数据包括a) 从传感器（其可以例如可操作地耦接到框架80或以其它方式附接到用户90）捕获的数据，传感器诸如图像捕获设备（如相机）、麦克风、惯性测量单元、加速计、指南针、GPS单元、无线电设备、陀螺仪和/或此处公开的其它传感器；和/或b) 使用远程处理模块150和/或远程数据存储库160（包括有关虚拟内容的数据）获取和/或处理的数据，这些数据可以在被执行完上述处理或检索之后传送到显示器70。本地处理和数据模块140可以通过通信链路170、180（诸如经由有线或无线通信链路）可操作地耦接到远程处理模块150和远程数据存储库160，使得这些远程模块150、160可操作地彼此耦接，并且作为资源可用于本地处理和数据模块140。在一些实施例中，本地处理和数据模块140可以包括图像捕获设备、麦克风、惯性测量单元、加速计、指南针、GPS单元、无线电设备和/或陀螺仪中的一者或多者。在一些其它实施例中，这些传感器中的一者或多者可以被附接到框架80，或者可以是通过有线或无线通信路径与本地处理和数据模块140通信的独立结构。

[0045] 继续参考图2，在一些实施例中，远程处理模块150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处理器。在一些实施例中，远程数据存储库160可以包括数字数据存储设施，该设施可以通过因特网或“云”资源配置中的其它网络配置获得。在一

些实施例中,远程数据存储库160可以包括一个或多个远程服务器,这些服务器向本地处理和数据模块140和/或远程处理模块150提供信息,例如用于生成增强现实内容的信息。在一些实施例中,所有数据都被存储,所有计算都在本地处理和数据模块中执行,允许从远程模块完全自主地使用。

[0046] 现在参考图3,可以通过向观看者的每只眼睛提供略微不同的图像呈现来实现将图像感知为“三维”或“3D”。图3示出了用于模拟用户的三维图像的常规显示系统。向用户输出两个不同图像190、200,每个图像针对一只眼睛210、220。图像190、200沿着与观看者视线平行的光轴或z轴与眼睛210、220相隔距离230。图像190、200是平坦的,眼睛210、220可以通过假设单个调节状态而聚焦在图像上。这样的3D显示系统依赖于人类视觉系统来组合图像190、200以提供组合图像的深度和比例的感知。

[0047] 然而,应当理解,人类视觉系统更复杂,并且提供真实的深度感更具挑战性。例如,常规的“3D”显示系统的许多观看者发现这样的系统不舒适或者根本无法感觉到深度感。不受理论的限制,可以认为对象的观看者可能由于辐辏和调节的组合而将对象感知为“三维的”。两只眼睛相对的辐辏动作(即,使得瞳孔彼此靠近或远离以使眼睛的视线会聚固定在对象上的眼睛的转动)与眼睛的晶状体和瞳孔的聚焦(或“调节”)密切相关。在正常情况下,根据被称为“调节-辐辏反射”的关系,改变眼睛的晶状体的焦点或调节眼睛以将焦点从一个对象改变到不同距离处的另一对象将自动导致到同一距离的辐辏匹配变化,以及瞳孔放大或收缩。同样,在正常条件下,辐辏的变化将引发晶状体形状和瞳孔大小的调节发生匹配变化。如本文所述,许多立体或“3D”显示系统向每只眼睛使用略微不同的呈现(因此使用略微不同的图像)来显示场景,使得人类视觉系统感知到三维透视。然而,这样的系统对于许多观看者来说是不舒适的,由于它们尤其是仅提供不同的场景呈现,但是眼睛在单个调节状态下观看所有图像信息,并且违反“调节-辐辏反射”起作用。在调节和辐辏之间提供更好匹配的显示系统可以形成更逼真和舒适的三维图像模拟。

[0048] 图4示出了使用多个深度平面模拟三维图像的方法的各方面。参考图4,z轴上距眼睛210、220不同距离处的对象由眼睛210、220调节,以使这些对象对焦。眼睛210、220假定特定的调节状态,以对沿z轴不同距离处的对象聚焦。因此,可以认为特定的调节状态与深度平面240中的特定一者相关联,具有相关联的焦距,使得当眼睛针对特定深度平面处于调节状态时,该特定深度平面中的对象或对象的部分聚焦。在一些实施例中,可以通过为每只眼睛210、220提供图像的不同呈现,并且还可通过提供与每个深度平面对应的图像的不同呈现来模拟三维图像。尽管为了清楚地说明而示出为是分开的,但是应当理解,眼睛210、220的视野可以重叠,例如随着沿z轴的距离增加。此外,尽管为了便于说明而示出为平坦的,但是应当理解,深度平面的轮廓在物理空间中可以是弯曲的,使得深度平面中的所有特征在眼睛处于特定调节状态时聚焦。

[0049] 对象与眼睛210或眼睛220之间的距离也可以改变来自该眼睛所观看到的对象的光的发散量。图5A至图5C示出了距离和光线发散之间的关系。对象与眼睛210之间的距离按照递减的次序由距离R1、R2和R3表示。如图5A至图5C所示,随着到对象的距离减小,光线变得更加发散。随着距离的增加,光线变得更加准直。换句话说,可以认为由点(对象或对象的部分)产生的光场具有球面波前曲率,该球面波前曲率是该点距用户眼睛的距离的函数。随着对象与眼睛210之间的距离减小,曲率增加。因此,在不同的深度平面上,光线的发散度也

不同,发散度随着深度平面与观看者眼睛210之间的距离的减小而增加。尽管在图5A至5C和本文中的其它图中为了清楚地说明而仅示出单只眼睛210,但是应当理解,有关眼睛210的讨论可以应用于观看者的双眼210和220。

[0050] 不受理论的限制,可以认为人眼通常可以解释有限数量的深度平面以提供深度感。因此,可以通过向眼睛提供与这些有限数量的深度平面中的每一者对应的图像的不同呈现来实现高度可信的感知深度模拟。不同的呈现可以由观看者的眼睛单独聚焦,从而有助于基于使位于不同深度平面上的场景的不同图像特征对焦所需的眼睛调节和/或基于观察不在焦点上的不同深度平面的不同的图像特征,为用户提供深度线索。

[0051] 图6示出了用于将图像信息输出给用户的波导堆叠的示例。显示系统250包括波导的堆叠或堆叠波导组件260,该波导的堆叠或堆叠波导组件260可被用于使用多个波导270、280、290、300、310向眼睛/大脑提供三维感知。在一些实施例中,显示系统250是图2的系统60,图6更详细地示意性地示出了该系统60的一些部分。例如,波导组件260可以是图2的显示器70的部分。应该理解,在一些实施例中,显示系统250可以被视为光场显示器。此外,波导组件260也可以被称为目镜。

[0052] 继续参考图6,波导组件260还可以包括在波导之间的多个特征320、330、340、350。在一些实施例中,特征320、330、340、350可以是一个或多个透镜。波导270、280、290、300、310和/或多个透镜320、330、340、350可以被配置为用各种级别波前曲率或光线发散度向眼睛发送图像信息。每个波导级别可以与特定深度平面相关联,并且可以被配置为输出对应于该深度平面的图像信息。图像注入装置360、370、380、390、400可以用作波导的光源,并且可被用于将图像信息注入波导270、280、290、300、310中,如本文所述,每个波导可以被配置为将入射光分布在每个相应的波导上以便朝着眼睛210输出。光从图像注入装置360、370、380、390、400的输出表面410、420、430、440、450射出,并且注入波导270、280、290、300、310的对应输入表面460、470、480、490、500。在一些实施例中,输入表面460、470、480、490、500中的每一者可以是对应波导的边缘,或者可以是对应波导的主表面的部分(即,直接面向世界510或观看者眼睛210的波导表面中的一者)。在一些实施例中,可以将单个光束(例如准直光束)注入每个波导中以输出整个克隆的准直光束场,这些准直光束以对应于与特定波导相关联的深度平面的特定角度(和发散量)导向眼睛210。在一些实施例中,图像注入装置360、370、380、390、400中的一者可以与波导270、280、290、300、310中的多个(例如,三个)相关联,并将光注入其中。

[0053] 在一些实施例中,图像注入装置360、370、380、390、400是分立显示器,每个显示器产生用于分别注入对应波导270、280、290、300、310中的图像信息。在一些其它实施例中,图像注入装置360、370、380、390、400是单个多路复用显示器的输出端,这些显示器例如可以经由一个或多个光学导管(例如光纤光缆)将图像信息管道传输到图像注入装置360、370、380、390、400中的每一者。应当理解,由图像注入装置360、370、380、390、400提供的图像信息可以包括不同波长或颜色(例如,如本文所讨论的不同的组分颜色)的光。

[0054] 在一些实施例中,注入波导270、280、290、300、310中的光由光投射器系统520提供,光投射器系统520包括光模块540,该光模块540可包括诸如发光二极管(LED)之类的光发射器。来自光模块540的光可以经由光束分离器550被光调制器530(例如,空间光调制器)引导和修改。光调制器530可以被配置为改变注入波导270、280、290、300、310中的光的感知

强度。空间光调制器的示例包括液晶显示器 (LCD)，该液晶显示器 (LCD) 包括硅基液晶 (LCOS) 显示器。应当理解，图像注入装置360、370、380、390、400被示意性地示出，并且在一些实施例中，这些图像注入装置可以表示公共投射系统中的不同光路和部分，该公共投射系统被配置为将光输出到波导270、280、290、300、310中的关联波导中。

[0055] 控制器560控制堆叠波导组件260中的一者或多者的操作，包括图像注入装置360、370、380、390、400，光源540和光调制器530的操作。在一些实施例中，控制器560是本地数据处理模块140的部分。控制器560包括编程（例如，非暂时性介质中的指令），该编程根据例如本文公开的各种方案中的任何方案，调整定时和向波导270、280、290、300、310提供图像信息。在一些实施例中，控制器可以是单个集成装置，或者是通过有线或无线通信信道连接的分布式系统。在一些实施例中，控制器560可以是处理模块140或150（图2）的部分。

[0056] 继续参考图6，波导270、280、290、300、310可以被配置为通过全内反射 (TIR) 在每个相应的波导内传播光。波导270、280、290、300、310可以各自是平面的或具有另一形状（例如，弯曲的），具有顶部主表面和底部主表面以及在这些顶部主表面和底部主表面之间延伸的边缘。在所示的配置中，波导270、280、290、300、310可各自包括耦出 (out-coupling) 光学元件570、580、590、600、610，耦出元件570、580、590、600、610被配置为通过重定向来从波导中提取光，在各自对应的波导内部传播，从波导出射已将图像信息输出到眼睛210。所提取的光也可以被称为耦出光，并且耦出光学元件也可以被称为光提取光学元件。在波导内传播的光照射光提取光学元件的位置处，可以由波导输出所提取的光束。耦出光学元件570、580、590、600、610可以例如是光栅，光栅包括本文进一步所讨论的衍射光学特征。尽管为了便于描述和描绘清楚而示出了设置在波导270、280、290、300、310的底部主表面处，但是在一些实施例中，如本文进一步所讨论的，耦出光学元件570、580、590、600、610可以被设置在顶部和/或底部主表面处，和/或可以被直接设置在波导270、280、290、300、310的体中。在一些实施例中，耦出光学元件570、580、590、600、610可以在附接到透明基板材料层中形成，从而形成波导270、280、290、300、310。在一些其它实施例中，波导270、280、290、300、310可以是单片材料，并且耦出光学元件570、580、590、600、610可以形成在该片材料的表面上和/或内部中。

[0057] 继续参考图6，如本文所讨论的，每个波导270、280、290、300、310被配置为输出光以形成对应于特定深度平面的图像。例如，最靠近眼睛的波导270可以被配置为将准直光（其被注入到这样的波导270）传递到眼睛210。该准直光可以代表光学无限远焦平面。下一上行波导280可以被配置为发出准直光，该准直光可到达眼睛210之前传输通过第一透镜350（例如，负透镜）；这样的第一透镜350可以被配置为产生微凸的波前曲率，使得眼睛/大脑将来自该下一上行波导280的光解释为来自从光学无限远向内更靠近眼睛210的第一焦平面。类似地，第三上行波导290使其输出光在到达眼睛210之前传输通过第一透镜350和第二透镜340两者；第一透镜350和第二透镜340的组合光焦度 (optical power) 可以被配置为产生另一波前曲率增量，使得眼睛/大脑将来自第三波导290的光解释为来自从光学无限远向内进一步更靠近人的第二焦平面，而不是来自下一上行波导280的光。

[0058] 其它波导层300、310和透镜330、320被类似地配置，其中堆叠中的最高波导310将其输出发送通过其与眼睛之间的所有透镜，以获得代表距人最近的焦平面的总光焦度。为了在观看/解释来自堆叠波导组件260的另一侧上的世界510的光时补偿透镜320、330、340、

350的堆叠,可以在堆叠的顶部设置补偿透镜层620,以补偿下面的透镜堆叠320、330、340、350的总光焦度。这种配置提供与可用的波导/透镜配对一样多的感知焦平面。波导的耦出光学元件和透镜的聚焦方面都可以是静态的(即,不是动态的或电活性的)。在一些替代实施例中,使用电活性特征,波导的耦出光学元件和透镜的聚焦方面中的一者或两者可以是动态的。

[0059] 在一些实施例中,波导270、280、290、300、310中的两者或更多者可具有相同的关联深度平面。例如,多个波导270、280、290、300、310可以被配置为将图像集输出到相同的深度平面,或者波导270、280、290、300、310的多个子集可以被配置为将图像集输出到相同的多个深度平面,每个深度平面一个集。这可以为形成平铺图像提供优势,以在那些深度平面处提供扩展视野的。

[0060] 继续参考图6,耦出光学元件570、580、590、600、610可以被配置为既将光重定向出它们相应的波导之外,也未与波导相关联的特定深度平面输出具有适当的发散量或准直量的该光。因此,具有不同关联深度平面的波导可以具有不同配置的耦出光学元件570、580、590、600、610,不同配置的耦出光学元件570、580、590、600、610根据关联的深度平面输出具有不同发散量光。在一些实施例中,耦出光学元件570、580、590、600、610可以是体积特征或表面特征,其可以被配置为以特定角度输出光。例如,耦出光学元件570、580、590、600、610可以是体全息、表面全息和/或衍射光栅。在一些实施例中,特征320、330、340、350可以不是透镜;相反,它们可以仅仅是间隔物(例如,包层和/或用于形成气隙的结构)。

[0061] 在一些实施例中,耦出光学元件570、580、590、600、610是形成衍射图案的衍射特征,或“衍射光学元件”(在本文中也称为“DOE”)。优选地,DOE具有足够低的衍射效率,使得只有一部分光束借助DOE的每个交叉点向眼睛210偏转,而其余部分经由TIR继续前进通过波导。因此,携带图像信息的光被分成多个相关的出射光束,这些出射光束在多个位置处从波导出射,并且针对在波导内弹跳的此特定准直光束,结果是形成向眼睛210出射的相当均匀的图案。

[0062] 在一些实施例中,一个或多个DOE可以在他们活跃地衍射的“开启”状态与不明显衍射的“关闭”状态之间可切换。例如,可切换的DOE可以包括聚合物分散液晶层,其中,微滴包括在主体介质中的衍射图案,并且微滴的折射率可以被切换为基本匹配主体材料的折射率(在这种情况下,图案不会显著地衍射入射光)或者微滴可以被切换为与主体介质的折射率失配的折射率(在这种情况下,图案活跃地衍射入射光)。

[0063] 在一些实施例中,可提供相机组件630(例如,数码相机,包括可见光和红外光相机)以捕获眼睛210和/或眼睛210周围的组织的图像,以例如检测用户输入和/或监测用户的生理状态。如本文所使用的,相机可以是任何图像捕获装置。在一些实施例中,相机组件630可以包括图像捕获装置和光源,以将光(例如,红外光)投射到眼睛,然后光可以由眼睛反射并由图像捕获装置检测到。在一些实施例中,相机组件630可以被附接到框架80(图2)并且可以与处理模块140和/或150电连通,处理模块140和/或处理模块150可以处理来自相机组件630的图像信息。在一些实施例中,每只眼睛可以使用一个相机组件630以分别监测每只眼睛。

[0064] 现在参考图7,示出了由波导输出的出射光束的示例。示出了一个波导,但是应当理解,波导组件260(图6)中的其它波导可以发挥类似的作用,其中,波导组件260包括多个

波导。光640在波导270的输入表面460处注入波导270,并通过TIR在波导270内传播。在光640照射DOE 570上的点处,一部分光作为出射光束650从波导出射。出射光束650被示为基本上平行,但是如本文所讨论的,它们也可以被重定向为以一角度(例如,形成发散的出射光束)传播到眼睛210,该角度取决于与波导270相关联的深度平面。应当理解,基本上平行的出射光束可以指示具有耦出光学元件的波导,输出光学元件将光耦出以形成看起来设置在距离眼睛210的较远距离处(例如,光学无限远)的深度平面上的图像。其它波导或耦出光学元件的其它集合可以输出更加发散的出射光束图案,这将需要眼睛210适应更近的距离以以使更加发散的出射光束图案聚焦在视网膜上并且将被大脑解释为来自比光学无限远更靠近眼睛210的距离处的光。

[0065] 在一些实施例中,可以通过在组分颜色(例如,三种或更多种组分颜色)中的每一者中叠加图像来在每个深度平面处形成全色图像。图8示出了堆叠波导组件的示例,其中,每个深度平面包括使用多种不同组分颜色形成的图像。所示的实施例示出了深度平面240a-240f,但也可以预期更多或更少的深度。每个深度平面可以具有与其相关联的三种或更多种组分颜色图像,其中包括:第一颜色G的第一图像;第二颜色R的第二图像;以及第三颜色B的第三图像。对于字母G,R和B之后的屈光度(dpt),在图中通过不同的数字表示不同的深度平面。仅作为示例,这些字母中的每一者后面的数字表示屈光度(1/m),或该深度平面距观看者的距离倒数,并且图中的每个框表示单独的组分彩色图像。在一些实施例中,为了考虑眼睛对不同波长的光的聚焦的差异,不同组分颜色的深度平面的精确放置可以变化。例如,给定深度平面的不同组分颜色图像可以被放置在与距用户不同距离相对应的深度平面上。这样的布置可以增加视敏度和用户舒适度,和/或可以减少色差。

[0066] 在一些实施例中,每种组分颜色的光可以由单个专用波导输出,因此,每个深度平面可以具有与其相关联的多个波导。在这样的实施例中,图中包括字母G、R或B的每个框可以被理解为表示单独的波导,并且每个深度平面可以为提供三个波导,其中为每个深度平面提供三个组分彩色图像。尽管为了便于描述,在此图中与每个深度平面相关联的波导被示出为彼此邻近,但是应当理解,在物理装置中,波导可以全部布置为每层具有一个波导的堆叠形式。在一些其它实施例中,多个组分颜色可以由相同的波导输出,使得每个深度平面例如可以仅提供单个波导。

[0067] 继续参考图8,在一些实施例中,G是绿色,R是红色,B是蓝色。在一些其它实施例中,除了红色、绿色或蓝色之外,可以使用与其它波长的光(包括品红色和青色)相关联的其它颜色,或者这些其它颜色可以替代红色、绿色或蓝色中的一种或多种。

[0068] 应当理解,贯穿本公开对给定颜色的光的引用将被理解为包括被观看者感知为具有该给定颜色的光波长范围内的一个或多个波长的光。例如,红光可以包括在约620-780nm范围内的一个或多个波长的光,绿光可以包括在约492-577nm范围内的一个或多个波长的光,蓝光可以包括在约435-493nm的范围内的一个或多个波长的光。

[0069] 在一些实施例中,光源540(图6)可以被配置为发射观看者视觉感知范围之外的一个或多个波长(例如,红外和/或紫外波长)的光。此外,显示器250的波导的耦入、耦出和其它光重定向结构可以被配置为引导此光,并使此光从显示器出射朝向用户的眼睛210,例如用于成像和/或用户刺激应用。

[0070] 现在参考图9A,在一些实施例中,可能需要将照射在波导上的光重定向以将该光

耦入到波导中。可以使用耦入光学元件将光重定向并且将光耦入到其对应的波导中。图9A示出了多个堆叠波导或堆叠波导组660的示例的横截面侧视图,每个堆叠波导包括耦入光学元件。波导可以被各自配置为输出一个或多个不同波长的光,或一个或多个不同波长范围的光。应当理解,堆叠660可以对应于堆叠260(图6),并且除了来自一个或多个图像注入装置360、370、380、390、400的光从需要光被重定向以耦入的位置被注入波导中之外,所示的堆叠660的波导可以与多个波导270、280、290、300、310的部分对应。

[0071] 图示的堆叠波导组660包括波导670、680和690。每个波导包括关联的耦入光学元件(其也可以被称为波导上的光输入区域),其中例如耦入光学元件700被设置在波导670的主表面(例如,顶部主表面)上、耦入光学元件710被设置在波导680的主表面(例如,顶部主表面)上,以及耦入光学元件720被设置在波导690的主表面(例如,顶部主表面)上。在一些实施例中,耦入光学元件700、710、720中的一者或多者可以被设置在相应波导670、680、690的底部主表面上(特别是在一个或多个耦入光学元件是反射性的偏转光学元件的情况下)。如图所示,耦入光学元件700、710、720可以被设置在其相应的波导670、680、690(或下一层波导的顶部)的顶部主表面上,特别是在这些耦入光学元件是透射的偏转光学元件的情况下。在一些实施例中,耦入光学元件700、710、720可以被设置在相应的波导670、680、690的体中。在一些实施例中,如本文所讨论的,耦入光学元件700、710、720。波长选择性的,使得它们选择性地重定向一个或多个波长的光,同时透射其它波长的光。尽管在其相应的波导670、680、690的一侧或角上示出,但是应当理解,在一些实施例中,耦入光学元件700、710、720可以被设置在其相应的波导670、680、690的其它区域中。

[0072] 如图所示,耦入光学元件700、710、720可以被彼此横向偏移。在一些实施例中,每个耦入光学元件可以被偏移,使得耦入光学元件接收光,而无需通过另一耦入光学元件。例如,如图6所示,每个耦入光学元件700、710、720可以被配置为从不同的图像注入装置360、370、380、390和400接收光,并且可以从其它耦入光学元件700、710、720分开(例如,横向间隔开),使得该耦入光学元件基本上不接收来自耦入光学元件700、710、720中的其它光学元件的光。

[0073] 每个波导还包括关联的光分布元件,其中,例如,光分布元件730被设置在波导670的主表面(例如,顶部主表面)上、光分布元件740被设置在波导680的主表面(例如,顶部主表面)上、以及光分布元件750被设置在波导690的主表面(例如,顶部主表面)上。在一些其它实施例中,光分布元件730、740、750可以被分别设置在关联的波导670、680、690的底部主表面上。在一些其它实施例中,光分布元件730、740、750可以被分别设置在关联的波导670、680、690的顶部主表面和底部主表面上;或者光分布元件730、740、750可以被分别设置在不同的关联波导670、680、690中的顶部主表面和底部主表面中的不同主表面上。

[0074] 波导670、680、690可以被例如气体、液体和/或固体材料层间隔开并分隔开。例如,如图所示,层760a可以使波导670和波导680分隔开;并且层760b可以使波导680和波导690分隔开。在一些实施例中,层760a和760b由低折射率材料(即,具有比形成紧邻的波导670、680、690中的一个波导的材料的折射率低的材料)形成。优选地,形成层760a、760b的材料的折射率与形成波导670、680、690的材料的折射率相差0.05或更大,或者0.10或更小。有利地,较低折射率层760a、760b可以作为包层,包层促进通过波导670、680、690的光的全内反射(TIR)(例如,在每个波导的顶部主表面与底部主表面之间的TIR)。在一些实施例中,层

760a、760b由空气形成。尽管未示出,但应理解,所示的波导组660的顶部和底部可包括紧邻的包层。

[0075] 优选地,为了便于制造和处于其它考虑,形成波导670、680、690的材料相似或相同,并且形成层760a、760b的材料相似或相同。在一些实施例中,形成波导670、680、690的材料在一个或多个波导之间可以是不同的,和/或形成层760a、760b的材料可以是不同的,同时仍然保持上述各种折射率关系。

[0076] 继续参考图9A,光线770、780、790入射在波导组660上。应当理解,光线770、780、790可以通过一个或多个图像注入装置360、370、380、390、400(图6)注入波导670、680、690中。

[0077] 在一些实施例中,光线770、780、790具有不同的特性,例如,对应于不同的颜色的不同的波长或不同的波长范围。。耦入光学元件700、710、720各自使入射光偏转,使得光通过TIR传播通过波导670、680、690中的相应一者。在一些实施例中,耦入光学元件700、710、720各自选择性地使一个或多个特定波长的光偏转,同时将其它波长透射到下面的波导和关联的耦入光学元件。

[0078] 例如,耦入光学元件700可以被配置为使具有第一波长或波长范围的光线770偏转,同时分别透射具有不同的第二波长或第二波长范围780和第三波长或波长范围的光线790。透射光线780照射在耦入光学元件710上并被其偏转,该耦入光学元件710被配置为使第二波长或波长范围的光偏转。光线790被耦入光学元件720偏转,该耦入光学元件720被配置为选择性地使第三波长或第三波长范围的光偏转。

[0079] 继续参考图9A,偏转的光线770、780、790被偏转为使得它们传播通过对应的波导670、680、690;也就是说,每个波导的耦入光学元件700、710、720将光偏转到该对应的波导670、680、690中,以将光耦入到该对应的波导中。光线770、780、790以一定角度偏转,该角度使光通过TIR传播通过相应的波导670、680、690。光线770、780、790通过TIR传播通过相应的波导670、680、690,直到照射到波导的对应的光分布元件730、740、750上。

[0080] 现在参考图9B,示出了图9A的多个堆叠波导的示例的透视图。如上所述,耦入光线770、780、790分别被耦入光学元件700、710、720偏转,然后分别在波导670、680、690内通过TIR传播。然后,光线770、780、790分别照射在光分布元件730、740、750上。光分布元件730、740、750使光线770、780、790偏转,使得光线770、780、790分别朝向耦出光学元件800、810、820传播。

[0081] 在一些实施例中,光分布元件730、740、750是正交光瞳扩展器(OPE)。在一些实施例中,OPE将光偏转或分布到耦出光学元件800、810、820,并且在一些实施例中,还可以在光向耦出光学元件传播时增加该光的光束或光斑尺寸。在一些实施例中,可以省略光分布元件730、740、750,并且耦入光学元件700、710、720可以被配置为将光直接偏转到耦出光学元件800、810、820。例如。参考图9A,光分布元件730、740、750可分别被耦出光学元件800、810、820代替。在一些实施例中,耦出光学元件800、810、820是出射光瞳(EP)或出射光瞳扩展器(EPE),其将光导入观看者的眼睛210(图7)。应当理解,OPE可以被配置为在至少一个轴上增大眼动(eye box)范围的尺寸,并且EPE可以在与OPE的轴相交(例如正交)的轴上增大眼动范围。例如,每个OPE可以被配置为将到达OPE的光的一部分重定向到同一波导的EPE,同时允许光的剩余部分继续沿波导传播。当再次照射到OPE时,剩余光的另一部分被重定向到

EPE,并且该部分的剩余部分继续沿波导进一步传播,以此类推。类似地,在到达EPE时,照射光的一部分被朝向用户导出波导,并且该光的剩余部分继续传播通过波导,直到它再次照射EP,此时照射光的另一部分被导出波导,以此类推。因此,每当单束耦入光的一部分被OPE或EPE重定向时,该光可以“被复制”,从而形成克隆光束的场,如图6所示。在一些实施例中,OPE和/或EPE可以被配置为修改光束的尺寸。

[0082] 因此,参考图9A和9B,在一些实施例中,波导组660包括:波导670、680、690;耦入光学元件700、710、720;光分布元件(例如,OPE)730、740、750;以及耦出光学元件(例如,EP)800、810、820,用于每种分量颜色。波导670、680、690可以进行堆叠有每个波导之间中间的气隙/包层。耦入光学元件700、710、720将入射光(其中不同耦入光学元件接收不同波长的光)重定向或偏转到其波导中。然后光以一角度传播,该角度将导致相应波导670、680、690内的TIR。在所示的示例中,光线770(例如,蓝光)以被第一耦入光学元件700偏转,然后继续沿波导反弹,与先前描述的方式与光分布元件(例如,OPE)730和耦出光学元件(例如,EP)800相互作用。光线780和光线790(例如,分别为绿光和红光)将传输通过波导670,其中,光线780照射在耦入光学元件710上并被其偏转。光线780然后经由TIR沿波导680反弹,前进到其光分布元件(例如,OPE)740,然后前进到耦出光学元件(例如,EP)810。最后,光线790(例如,红光)传输通过波导690而照射在波导690的光耦入光学元件720上。光耦入光学元件720使光线790偏转为使得该光线通过TIR传播到光分布元件(例如,OPE)750,然后通过TIR传播到耦出光学元件(例如,EP)820。然后,耦出光学元件820最终将光线790耦出到观看者,观看者还从其它波导670、680接收耦出光。

[0083] 图9C示出了图9A和9B的多个堆叠波导的示例的俯视平面图。如图所示,波导670、680、690以及每个波导的关联光分布元件730、740、750和关联的耦出光学元件800、810、820可以垂直对准。然而,如本文所讨论的,耦入光学元件700、710、720不是垂直对准的;相反,耦入光学元件优选地是不重叠的(例如,当在俯视图中观看时,横向地间隔开)。如本文进一步所讨论的,该不重叠的空间布置有助于将来自不同资源的光一对一地注入到不同波导中,从而允许特定光源被唯一地耦合到特定波导。在一些实施例中,包括不重叠的空间分离的耦入光学元件的布置可以被称为移位的光瞳系统,并且这些布置内的耦入光学元件可以对应于子光瞳。

[0084] 示例光投射器系统和相关结构

[0085] 图10示出了用于将光导向观看者眼睛210的光投射器系统2000和目镜2010的横截面图。如本文所讨论的,可以使用多个光发射器2020(例如,多个LED)来照射空间光调制器(SLM)2030。光发射器2020可以是光模块2040的部分。在一些实施例中,分束器(例如,偏振分束器(PBS))2050可以被用于将光从光发射器2020反射到空间光调制器2030,空间光反射器反射并调制该光。然后,来自SLM 2030的调制光可以通过分束器2050传播到目镜2010,目镜2010可以包括一个或多个波导。在一些实施例中,目镜2010可以与波导堆叠260(图6)或660(图9A至图9C)对应。目镜2010的波导中继光或引导并输出光到观看者的眼睛210。另外,应当理解,光投射器系统2000可以对应于光投射器系统520(图6)。

[0086] 光模块2040可以包括多个光发射器2020,这些光发射器2020发射对应于不同颜色的不同波长范围的光。不同组的多个光发射器2020(例如,光发射器2020a、2020b、2020c)可以发射不同波长范围的光,其中,一组光发射器包括一个或多个光发射器2020。在一些实施

例中,光发射器2020组的总数可以与显示系统用于形成全色图像的分量颜色的总数对应。

[0087] 在一些实施例中,观看者对全色图像的感知可以通过时分复用来实现。例如,可以在不同时间激活不同的光发射器2020以生成不同的分量彩色图像。在这样的实施例中,形成单个全色图像的分量彩色图像可以足够快地显示,使得人类视觉系统不会将分量彩色图像感知为在不同时间显示。例如,顺序显示分量彩色图像的速率可以高于人类视觉系统的感知暂留(persistence)。在一些实施例中,以高于60Hz的速率顺序显示不同的分量彩色图像。应当理解,时分复用可以有利地减少处理器(例如,图形处理器)上被用于形成显示图像的计算负荷。在一些实施例中,在可获得足够的计算能力的情况下,可以同时显示形成全色图像的所有分量彩色图像。

[0088] 继续参考图10,不同颜色的光发射器2020(例如,红色、绿色和蓝色LED)可以位于不同的位置并且被用于照射SLM 2030,然后来回通过分束器2050成像到目镜2010上。在一些实施例中,SLM 2030可以基于微机电技术(MEM)或液晶技术或其它切换技术。由于在一些实施例中,光投射器系统2000的光学器件将各个光源近似地成像到目镜2010中,因此光发射器的图像在目镜2010在空间上是分离的。

[0089] 如本文所公开的,目镜2010可以包括用于多种颜色中的每种颜色的多个波导。单个波导可以从对应的光发射器耦入所需光,并且通过使用衍射光学器件(例如,衍射光栅)或物理光学器件(例如,琢面反射器)将光中继到眼睛。另外,衍射或物理光学器件可以通过波导引导光,并且还可以将光耦出该波导。如本文所讨论的,波导可以控制向眼睛的中继,使得光看起来来自距观看者给定深度或距离(请参见例如图6至9C和相关讨论)。

[0090] 图11示出了具有多个光发射器2020和多个光管2100的光模块2040的透视图。光发射器2020被设置在衬底2050上,并且各自可以发射与多种颜色之一对应的波长的光。如图所示,光管2100可以被布置为从光发射器2020延伸的间隔开的支柱。如图所示,光管2100中的单个光管可以与光发射器2020中的关联光发射器耦接。应当理解,光管2100可以由光学透射材料形成。光学透射材料的示例包括玻璃和光学级聚合物材料(例如,聚酯(甲基丙烯酸甲酯)(PMMA)和其它丙烯酸类,以及聚碳酸酯)。

[0091] 图12A和图12B分别示出了图11的光模块2040的横截面侧视图和俯视图。如图所示,光管2100中的一些光管可具有与光管2100中的其它光管不同的横截面区域。应当理解,横截面区域可以横向于光管2100的长度或高度截开。在一些实施例中,横截面区域可以与由光管2100透射的光的波长有关,其中,较小的横截面区域对应于较低的波长。因此,在一些实施例中,光管2100的横截面区域与下面的耦合光发射器2020被配置发射的光的波长有关,其中,横截面区域随着波长的减小而减小,特别是在发射不同颜色的光的光发射器2020具有不同尺寸的情况下。

[0092] 图13A示出了光管的透视图。光管2100包括用于接收来自光发射器的光的光输入表面2110,以及用于将光输出到诸如光调制器(例如,空间光调制器2030,图10)的光输出表面2120。光输入表面2110可以具有与光发射器的横截面形状基本匹配的横截面形状,例如,光发射器可以具有正方形或矩形形状,并且光输入表面2110也可以具有正方形或矩形形状。另外,在一些实施例中,光输入表面2110可以类似于光发射器调整尺寸。例如,光输入表面2110的面积可以在光发射器表面面积的5%、10%或25%内。光输出表面2120可以具有与光输入表面2110不同的尺寸和/或形状。例如,光输出表面2120可以具有比光输入表面2110

更大的面积。在一些实施例中，光输出表面2120可以具有与耦入光学元件700、710、720(图9A至图9C)匹配的尺寸，其中光管2100被配置将光输出到该耦入光学元件700、710、720中。

[0093] 有利地，光管2100可以显著增加来自光发射器2020(图10)的光的部分，这部分光可以由光投射器系统2000捕获并且被有效地用于将图像投射到观看者260。光管2100还可以使透射光更均匀和一致，例如，由于在光传播通过光管2100时，混合光从光管2100的表面反射出。此外，由于能够提供不同形状和尺寸的输入表面2110和输出表面2120，光管2100可以使光逐渐变细到所需的数值孔径(na)和尺寸，以便于例如与光调制器对接。例如，表面2110和输出表面2120可以具有不同的形状，因此可以具有不同数量的侧壁，例如，这些侧壁朝着具有较少数量侧壁的输入表面或输出表面逐渐变细。应当理解，侧壁也可以限定光管2100的内部宽度，该内部宽度是光管2100的横截面的最小尺寸，该横截面沿着与从光管2100的输入表面到输出表面的高度轴正交的平面截取。在一些实施例中，内部宽度可以跨光管2100的高度变化。

[0094] 继续参考图13A，在一些实施例中，光管2100可以与量子点膜或荧光膜2130一起使用，这些膜可以使用光发射器(例如，蓝光发射器和/或蓝光激光器)泵浦以发射其它所需波长的光。例如，与特定光管2100相关联的光发射器2020可以被配置为发射适合于激发该光管2100的量子点膜或荧光膜2130的波长的光。在一些实施例中，光模块2040的所有光发射器2020可以被配置为发射同一波长范围的光，并且由光管2100发射的光的波长差异可能是源于使用被配置为发射不同波长范围的光的不同量子点膜或荧光膜2130。光管输入表面2110可以尽可能靠近荧光膜或量子点膜放置，以加强对量子点膜或荧光膜发射的光的捕获。在一些实施例中，光管输入表面2110可以与量子点膜或荧光膜2130进行光学或物理接触，或者可以与量子点膜或荧光膜2130一起制造。在一些实施例中，可以选择性地在量子点膜或荧光膜2130下方提供二向色镜2132，该二向色镜2132位于光发射器2020与量子点膜或荧光膜2130之间。例如，通过将量子点膜或荧光膜2130发射的光反射到光管2100中，这样的二向色镜可以有利地增加从量子点或荧光膜2130注入到光管2100中的光量，同时还透射来自光发射器2020的光以激发量子点膜或荧光膜2130。在一些实施例中，可省略量子点膜或荧光膜2130，并且在不改变光波长的情况下，将来自光发射器2020的光耦入光管2100中。

[0095] 继续参考图13A，如上文在一些实施例中所述，光输入表面2110可以位于光发射器的顶部，尽可能靠近光发射器2020的发射表面(图11)。在一些实施例中，光输入表面2110可以优选地使用折射率匹配的粘合剂粘合到光发射器上，以使两个结构实现更佳的折射率匹配，并且通过光管2100提高光采集效率。在一些其它实施例中，不使用折射率匹配的粘合剂。例如，光输入表面2110可以用这样的粘合剂粘合到光发射器上，该粘合剂具有与光管2100和光发射器两者明显不同的(例如，更低的)折射率。在一些其它实施例中，可以在光管2100与光发射器之间设置气隙。出乎意料的是，已经发现，对于诸如气隙造成的较大不匹配，从光发射器到光管，再到光调制器的光透射效率高于使用折射率匹配的粘合剂的情况。

[0096] 在一些实施例中，由光输出表面2120的横截面区域形成的子光瞳可以是圆形、椭圆形、正方形或矩形或者这些形式的一些直线近似。图13A通过近似于圆的六边形示出了光输出表面2120。通常，输入表面2110的大小等于或小于输出表面2120。在一些其它实施例中，可以改变光管2100的形状以提供在x和y轴上具有所需角度扩展的输出，从而有效地照射系统中的SLM(例如SLM 2030，图10)。例如，具有4:3宽高比的SLM被输出角度更好地覆盖，

其中,SLM的长方向与短方向的比率为4:3。这可以导致光管具有更像椭圆形或矩形的输出形状,其中,长度:宽度比约为4:3。在一些实施例中,如图13B所示,光管2100的输出表面2120可以在该输出表面2120附近具有漫射器2122或者漫射器2122被制造在输出表面2120上以提高角度均匀性。例如,漫射器可以由一块材料形成,该材料光学耦合(例如,通过折射率匹配的粘合剂粘合)到输出表面2120。在一些实施例中,漫射器可以包括在材料体积内漫射光的材料和/或可以包括漫射光的表面特征。在一些实施例中,表面特征可以直接形成在输出表面2120上。在一些实施例中,可以朝向光管2100的顶部模制法兰(未示出),以便于将光管2100安装到机械部件中以保持在光发射器顶部,并且屏蔽和遮挡杂散光。

[0097] 继续参考图13A和图13B,如本文所讨论的,光管的横截面形状可以是任何形状,包括矩形、正方形、六边形或圆形,并且可以从光输入表面2110变为光输出表面2120。例如,所示的形状从正方形逐渐变为具有锥形面的六边形,以提高光输出均匀性。应当理解,光输入表面2110可以具有与下面的光发射器匹配的形状,而光输出表面2120可以具有被配置为提供以下长宽比的形状:该长宽比提供有效地照射SLM的角度扩展。另外,在一些实施例中,可以确定光输出表面2120的大小,正阳可以确定由从光管2100出射的光照射的区域的大小,在通过各种光学结构传播以到达波导时,输出的光在与波导的耦入光学元件区域基本匹配的区域上延伸。在一些实施例中,光管2100的侧壁2140可涂覆有包层,以促进光在光管2100中的传播。

[0098] 在一些实施例中,如下面进一步讨论的,每个光管可以用光吸收材料包住以减少颜色串扰。在一些实施例中,下面的光发射器可以包括封装材料,该封装材料在光发射器之间可以是分离的或大部分分离的,并且光吸收材料可以被放置在光发射器之间的光发射器封装周围。

[0099] 输出表面2120和输入表面2110可包括各种特征。例如,如本文所公开的,光管2100的输出表面2120可以具有制造在其中或附接到其上以提高输出光均匀性的漫射器。输出表面2120和/或输入表面2110可以具有减反射涂层以提高光通量。应当理解,光管2100下面的光发射器可以由为光发射器提供机械保护和电绝缘材料封装(例如,用于光发射器的线键合)。在一些实施例中,输入表面2110可以被制造为光发射器封装的一部分,使得比在它们之间设置空气界面具有更好的折射率匹配,从而提高从光发射器到光管2100的光通量。

[0100] 在一些实施例中,光管2100的长度或光发射器/光管位置可以沿着投射器系统的光输出轴改变,使得特定的子光瞳可以更好地聚焦在目镜的波导堆叠(例如,波导堆叠260(图6)或波导堆叠660(图9A至9C))中的所需波导处。当来自错误的子光瞳(例如,来自未被专门配置为将光导入特定波导中的光管)的光被目镜中的错误波导收集时,这可以有助于减少颜色或深度层串扰。通过改变z轴(沿着所示的光管2100的长度或高度方向)上的子光瞳位置,子光瞳将接近或聚焦于正确的波导,这可以减少入射光束与目镜中的波导耦入光学元件的重叠。利用这样的布置,子光瞳也可以以较小的串扰紧密放置在一起,这导致较小的整体系统光瞳,并因此导致投射器系统中的光学器件更小和更轻。

[0101] 利用移位的光瞳系统,可以使用多个子光瞳来提供具有不同颜色的图像和/或不同深度平面的图像。应当理解,每个光导可以对应于子光瞳,并且多个光导提供多个这样的子光瞳。另外,子光瞳尺寸可以与光输出表面2120的横截面积直接相关,其中,较大的横截面积通常对应于较大的子光瞳尺寸。为了使系统保持较小,光瞳优先地尽可能小并且尽可

能靠近在一起,以使得整体系统光瞳较小。应当理解,系统光瞳将决定所需光学器件的尺寸以及显示设备的重量。另外,子光瞳尺寸可能限制系统的分辨率。因此,子光瞳可具有由给定颜色所需的分辨率确定的某一尺寸。由于蓝色具有比绿色或红色更小的波长,因此其子光瞳可以更小并且仍然具有相同的分辨率。子光瞳尺寸还与可以通过子光瞳引入系统的功率多少有关。子光瞳越大,可以使用的光发射器越大且功率越强。

[0102] 子光瞳的间隔和接近度可以受到光发射器尺寸、光发射器放置公差、目镜中的颜色串扰、发热和电气考虑因素中的一项或多项的限制。在一些实施例中,针对光发射器使用公共电气地,可以将两个或更多个光发射器放置得更靠近在一起;然而,如果它们具有不同的工作电压,则可能牺牲一些效率以具有公共地。在一些实施例中,透镜可以被放置在光输入表面2110与下面的光发射器之间。透镜可被用于有效地收集来自光发射器的光,尽管这样的透镜可能限制光发射器相对于光输入表面2110放置在一起时的接近度。

[0103] 现在参考图14,示出了通过图13A和图13B的光管2100传播的光线2150。应当理解,图14示出了光管2100的3D视图,其中,八边形输出表面2120逐渐变细为正方形输入表面2110,并且光管的壁显示为透明的以示出光线2150通过光管的路径。优选地,光管2100的尺寸可被调整,使得光线2150中的至少一些在从输出表面2120射出之前从光管2100反射出。这样的反射可以有利地增加从光输出表面2120出射的光相对于从光发射器2020注入输入表面2110中的光的空间和角度均匀性。在一些实施例中,光管2100还可以被附接以包括光重定向特征2152,光重定向特征2152被配置为沿预定路径引导光通过光管2100。例如,光重定向特征2152可以是成角度的或具有小平面,使得光重定向特征2152能够将光从下面的光发射器2120导向光管2100的中心。在一些实施例中,光重定向特征2152可以是棱镜。

[0104] 在一些实施例中,多个光发射器可以将光注入到单个光管2100中(例如,参见图16A),并且可以有利地提供光重定向特征2152以通过光管2100引导来自每个光发射器2020b、2020c的光来改善混合。例如,虽然可以在输入表面2110上的不同位置提供光发射器2020b、2020c,但是光重定向特征2152可被用于减少光管2100从每个光发射器2020b、2020c输出的光的路径差异,并且提高光管2100从每个光发射器输出的光的相对均匀性。

[0105] 在一些实施例中,光管2100的侧壁表面可以是粗糙的,这有助于通过在光管2100内散射光来提高输出光的均匀性。例如,光管2100可以通过研磨粗糙化,例如通过机械抛光或通过使用所需砂粒的研磨颗粒对光管2100进行化学机械抛光处理。在以模具形成光管2100的一些其它实施例中,可以通过粗糙化模具的内表面,然后在该模具中形成光管2100,从而将模具粗糙度转印到光管2100来实现所需的光管侧壁粗糙度。因此,在一些实施例中,可以通过形成具有粗糙侧壁表面的光管2100,然后将光管2100耦接到一个或多个光发射器来形成光学设备,然后光管2100可以耦接到空间光调制器或偏振分束器。如上所述,形成具有粗糙侧壁表面的光管2100可以包括使光管2100的侧壁粗糙化,或者以内表面粗糙(该内表面粗糙将被转印到光管2100)的模具形成光管2100。

[0106] 图15示出了具有不同横截区域的多个光管2100的俯视截面图。所示的光管2100可被用于向波导堆叠提供不同颜色的光,并且还还可被用于向与多个深度平面对应的波导提供光。在存在三种分量颜色的显示系统中,所示的九个光管2110可被用于在三个深度平面上提供图像信息。在所示的示例中,光管2100透射由不同阴影识别的不同颜色的光,并且数字1、2和3指示不同的深度平面。

[0107] 因此,图15可以被理解为示出具有九个子光瞳的示例子光瞳布局。红色和绿色子光瞳可以更大并且进一步分开以限制颜色串扰,这对于绿光尤其明显。蓝色的子光瞳较小。然而,由于蓝光发射器通常具有更高的功率密度,因此预计不会对传递到目镜的蓝光量产生负面影响。有利地,蓝色子光瞳可以小于其它子光瞳并且仍然支持更高的分辨率。子光瞳(和光管2100的光输出表面2120(图13A至图13B))的直径尺寸示例的范围是从200 μm 到3mm。作为一个示例,各种蓝色的子光瞳的直径可以是0.6mm,红色的子光瞳的直径可以是1mm,绿色的子光瞳的直径可以是0.8mm。优选的直径尺寸范围是从400 μm 到1.5mm。

[0108] 在一些实施例中,多个光管2100可以被形成为整体单元。图16a和图16B示出了形成为整体单元2160的多个光管2100的横截面侧视图。图16A和图16B示出了至少两个有利的概念。首先,可以通过将光管2100和光发射器2020模制成单个较大部件2160来简化光管2100到光发射器2020的对准和组装。随后,单个部件2160可以作为一个单元对准到位于衬底(例如PCB板,未示出)上的光发射器2020。

[0109] 在一些实施例中,输出表面2120可以具有制造在其中的漫射器2170,以增加从该表面输出的光的均匀性。在一些其它实施例中,漫射器2170可以是附接(例如,通过折射率匹配的粘合剂粘合)到输出表面2120的分离结构。在一些实施例中,可以在输出表面2120上设置减反射涂层2180。如上所述,各种光管2100的输入表面2110也可以粘合到光发射器2020的封装材料或制成光发射器2020的封装材料的一部分,以提供更好的光学界面,从而提高通过量和收集效率。

[0110] 应当理解,图16中所示的右光管2100具有两个关联的光发射器2020b、2020c。在一些其它实施例中,整体结构2160的每个光管2100可以仅具有一个关联的光发射器2020。

[0111] 然而,图16A和图16B中所示的另一有利概念是使用单个光管2100将两个或更多个光发射器2020的输出组合成具有给定 n_a 的均匀子光瞳。通过减小包含子光瞳的整个系统光瞳的尺寸,这种布置有助于使投射器系统的尺寸和重量更小(与光管2100仅具有关联的单个光发射器2020的布置相比)。不同分量颜色到波导堆叠的投射仍然可以是时分复用的,并且波导堆叠中的光栅和滤波器可以被用于将颜色分到正确的波导。输入表面2110可以被设计为覆盖多个光发射器2020的大部分发射表面,或者可以被设计为大于发射表面区域,使得来自各种光发射器(例如,光发射器2020a、2020b、2020c,图16A和图16B)的光被捕获到光管2100中。光管中光线的多次反弹或反射可以使光瞳在强度和角度扩展方面更均匀。组合光管2100和漫射器2170也有助于提高角度均匀性。参考图16B,应当理解,光管2100可以具有不同的高度,该高度取决于被配置为将光注入光管中的光发射器。例如,光发射器2020a、2020b、2020c可以发射不同颜色的光,并且光发射器2020b、2020c发射的光的波长短于光发射器2020a发射的光的波长。因此,如图16B所示,光发射器2020b、2020c可以使用的光管2100比光发射器2020a可以使用的光管2100更短。另外,应当理解,虽然示出为被形成为整体单元,但是未形成为整体单元的独立光管2100也可以具有不同的高度,该高度取决于由光耦合到光管的光发射器发射的光的波长。

[0112] 在一些实施例中,将楔形物、棱镜或光栅与输入表面2110进行组合也可以提高从光输出表面2120射出的光的均匀性。图17示出用于透射来自多个光发射器的光的单个光管,其中,在光发射器2020与光管2100之间插入有光学结构2190。应当理解,光学结构2190可以是楔形物、棱镜或光栅中的一者或多者,该光学结构2190可以重定向进入光管2100的

光。光学结构2190可以帮助漫射光或控制其传播,以提高最终从输出表面2120投射出的光的均匀性。应当理解,光学结构2190可以被形成为输入表面2110的整体部分,或者可以是附接(例如,使用折射率匹配的粘合剂)到输入表面2110的单独形成的结构。

[0113] 用于减小投射器系统尺寸和重量的另一方法是在光已被每个光发射器的光管捕获之后组合来自光发射器2020的光输出。图18示出了光模块2040,其将来自两个不同光发射器2020a、2020b的光导到单个公共区域上。衬底2015a支撑光发射器2020a,光发射器2020a被配置为将光注入光管2100a中。类似地,衬底2015b支撑光发射器2020b,光发射器2020b被配置为将光注入光管2100b中。从光管2100a和2100b射出的光在不同的交叉方向上传播,并且优选地在部分透射反射器2240处交叉。例如,交叉方向可以彼此正交,光管2100a和2100b也可以彼此正交。在一些实施例中,部分透射反射器2240是二向色镜,其可以被配置为选择性地透射来自光管2100a的光以及选择性反射来自光管2100b的光。应当理解,光发射器2020a、2020b可以发射不同波长的光,并且部分透射反射器的选择性可以是波长相关的。

[0114] 如上所述,应当理解,光导之间的串扰和/或漏光可能降低使用投射器系统形成的图像的质量。在一些实施例中,提供挡板以对光管进行光学分离。图19A示出了光模块2040的横截面透视图,该光模块在光管2100周围设置挡板结构2210a。图19B示出了具有相同挡板结构2210a的光模块2040的透视图。

[0115] 挡板结构包括围绕和封闭光管2100的侧壁的下部2210,以及装配在下部2210上方的上部或盖2220。下部2210可以被附接到支撑光发射器2020的衬底2050。上部2220可以包括多个开口2200,从输出表面2120射出的光可以通过这些开口2200传播。在一些实施例中,开口2200的面积可以小于光输出表面2120,并且可以具有用于将光输出到光调制器的所需形状。

[0116] 图20示出了光模块2040的横截面侧视图,该光模块2040具有围绕光管2100的挡板2210a。在一些实施例中,光管可以与挡板2210的内壁2230分离。例如,可以通过间隔物2240实现分离,这样与光管2100的表面的接触最小,以防止干扰光管2100内的光传播。优选地,挡板2210的内壁2230由光吸收材料形成。

[0117] 本文描述了本发明的各种示例实施例。以非限制性的意义参考这些实施例。提供它们是为了说明本发明的更广泛适用的方面。在不脱离本发明的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,并且可以用等同物替换。

[0118] 例如,尽管有利地用于在跨多个深度平面上提供图像的AR显示器,但是本文公开的增强现实内容也可以由在单个深度平面上提供图像的系统显示。

[0119] 此外,可以进行许多修改以使特定情况、材料、物质组成、过程、多个过程动作或多个步骤适应本发明的多个目的、精神或范围。此外,如本领域技术人员将理解的,在不脱离本发明的范围或精神的情况下,本文描述和说明的每个单独的变型具有分立的部件和特征,这些部件和特征可以容易地与其它若干实施例的任意特征分离或组合。所有这样的修改旨在落入与本公开关联的权利要求的范围内。

[0120] 本发明包括可以使用主题设备执行的方法。该方法可以包括提供这种合适设备的动作。这种提供可以由用户执行。换句话说,“提供”动作仅需要用户的获得、访问、接近、定位、设置、激活、加电或其它动作,以在主题方法中提供必要的设备。本文所述的方法可以按

照逻辑上可能的所述事件的任何顺序以及按照所述事件顺序来执行。

[0121] 上面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。有关本发明的其它细节,这些其它细节可以结合以上引用的专利和出版物以及本领域技术人员通常已知或理解的来理解。对于本发明基于方法的方面,就通常或逻辑上采用的附加动作方面而言,这同样适用。

[0122] 此外,尽管已经参考可选地包括各种特征的若干示例描述了本发明,但是本发明不限于被描述或指示为关于本发明的每个变型所预期。在不脱离本发明的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,并且在,可以替换等同物(无论是在本文所述的还是为了简洁起见而未包括的)。此外,在提供值的范围的情况下,应该理解,在该范围的上限与下限之间的每个中间值,以及在所述范围内的任何其它所述值或中间值都包括在本发明之内。

[0123] 此外,可以预期的是,所描述的发明变型的任何可选特征可以被独立地或者与本文所述的任何一个或多个特征相组合来阐述和要求保护。对单数项的引用包括存在多个相同项的可能性。更具体地说,除非另有具体说明,当在本文和与本文相关联的权利要求中所使用的,单数形式“一”、“一个”、“所述”和“该”包括复数个指示物。换句话说,所述冠词的使用允许由上述说明书以及与本公开相关联的权利要求中得主题项中的“至少一个”。还应注意,这样的权利要求可以被撰写为排除任何可选元素。因此,本声明旨在作为使用与权利要求要素的叙述相关的诸如“单独”、“仅”等排他性术语或使用“否定”限制的先行基础。

[0124] 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要素,而不管在这样的权利要求中是否列举给定数量的元素,或者添加特征可以被视为改变了这样的权利要求中阐述的要素的性质。除非本文中具体限定,否则本文所用的全部技术术语和科学术语在保持权利要求的有效性的同时被尽可能广泛地赋予通常理解的含义。

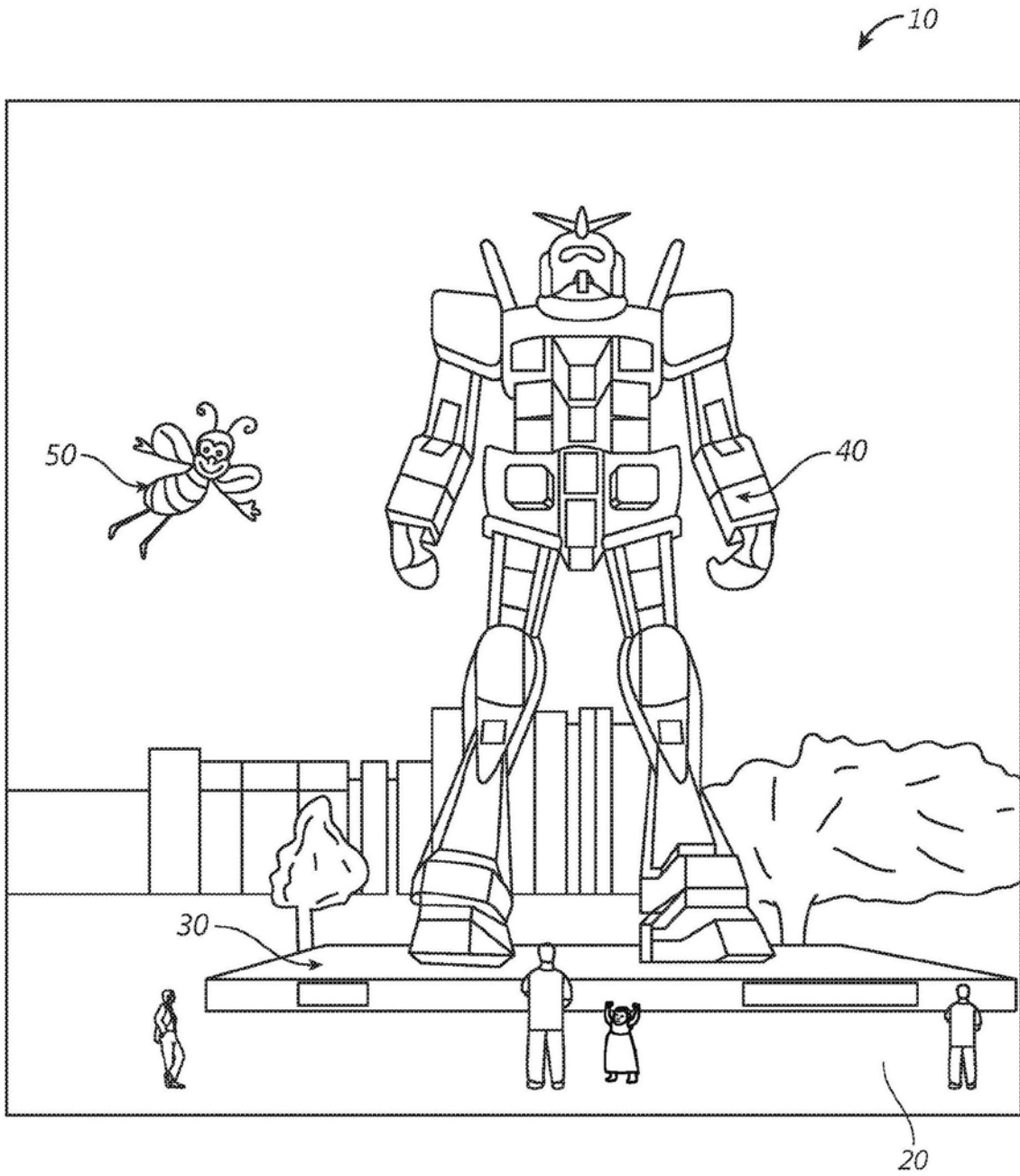


图1

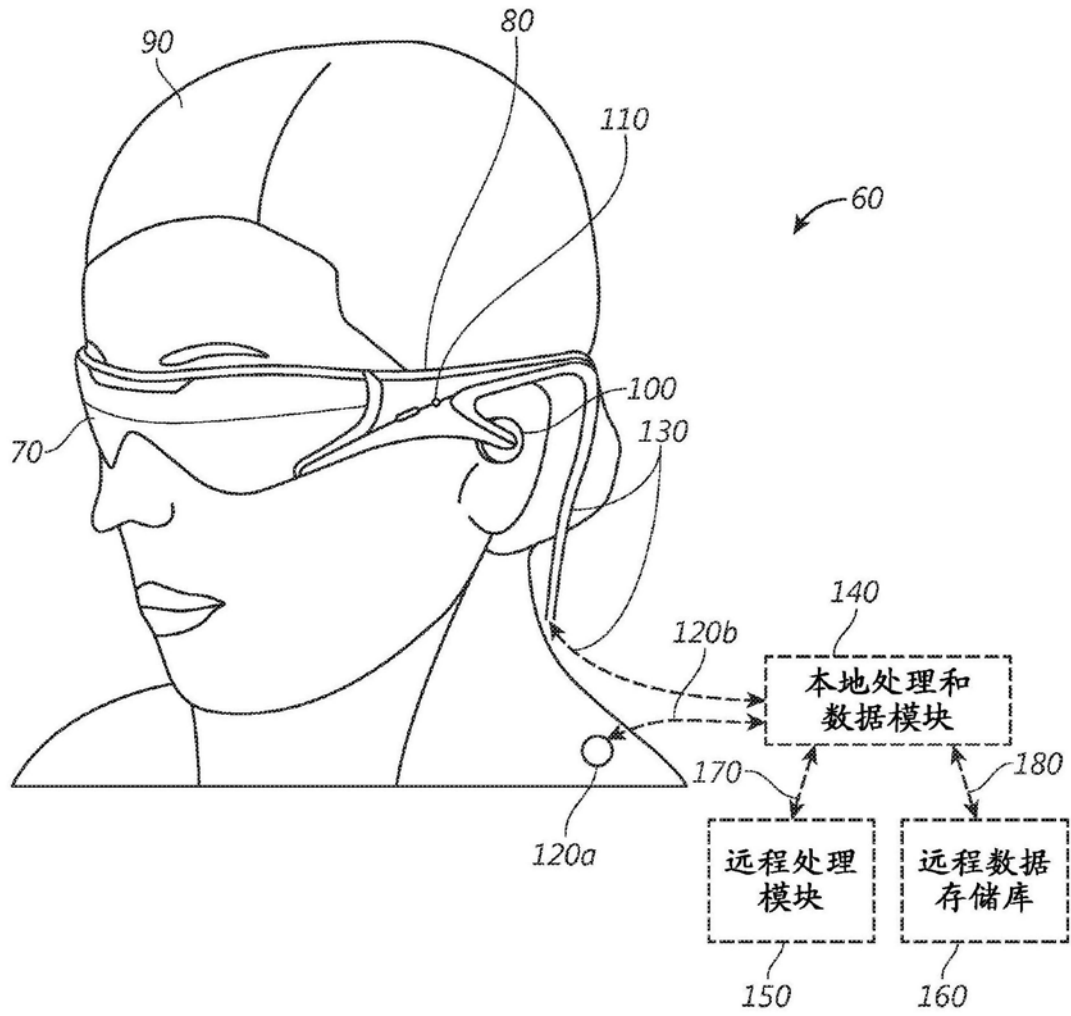


图2

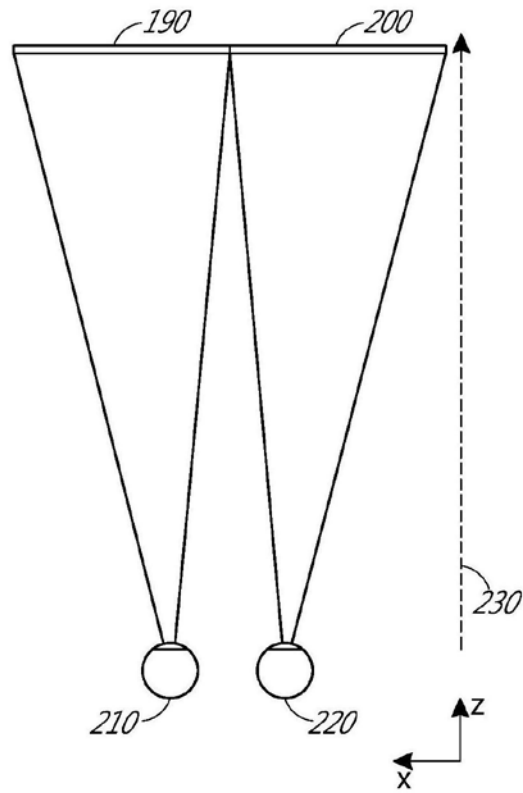


图3

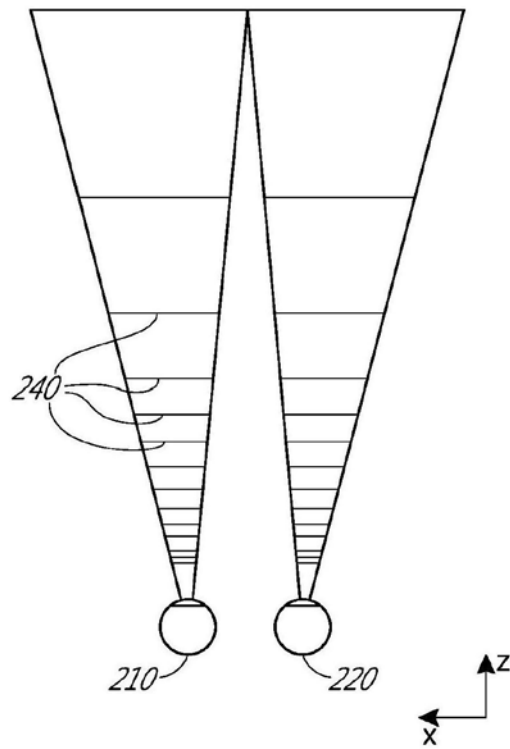


图4

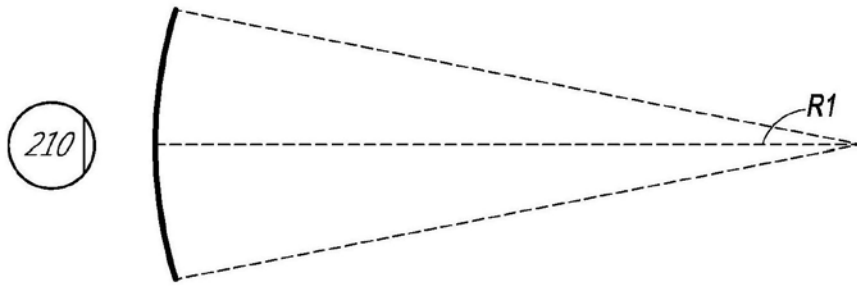


图5A

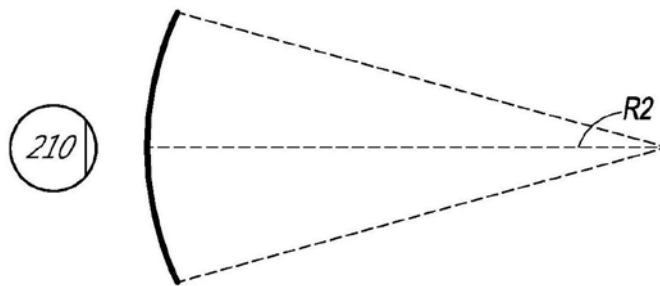


图5B

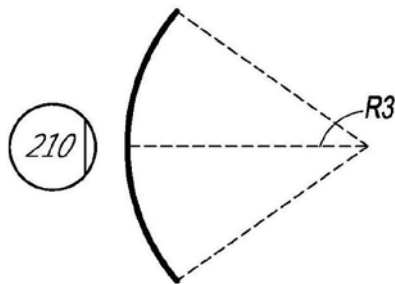


图5C

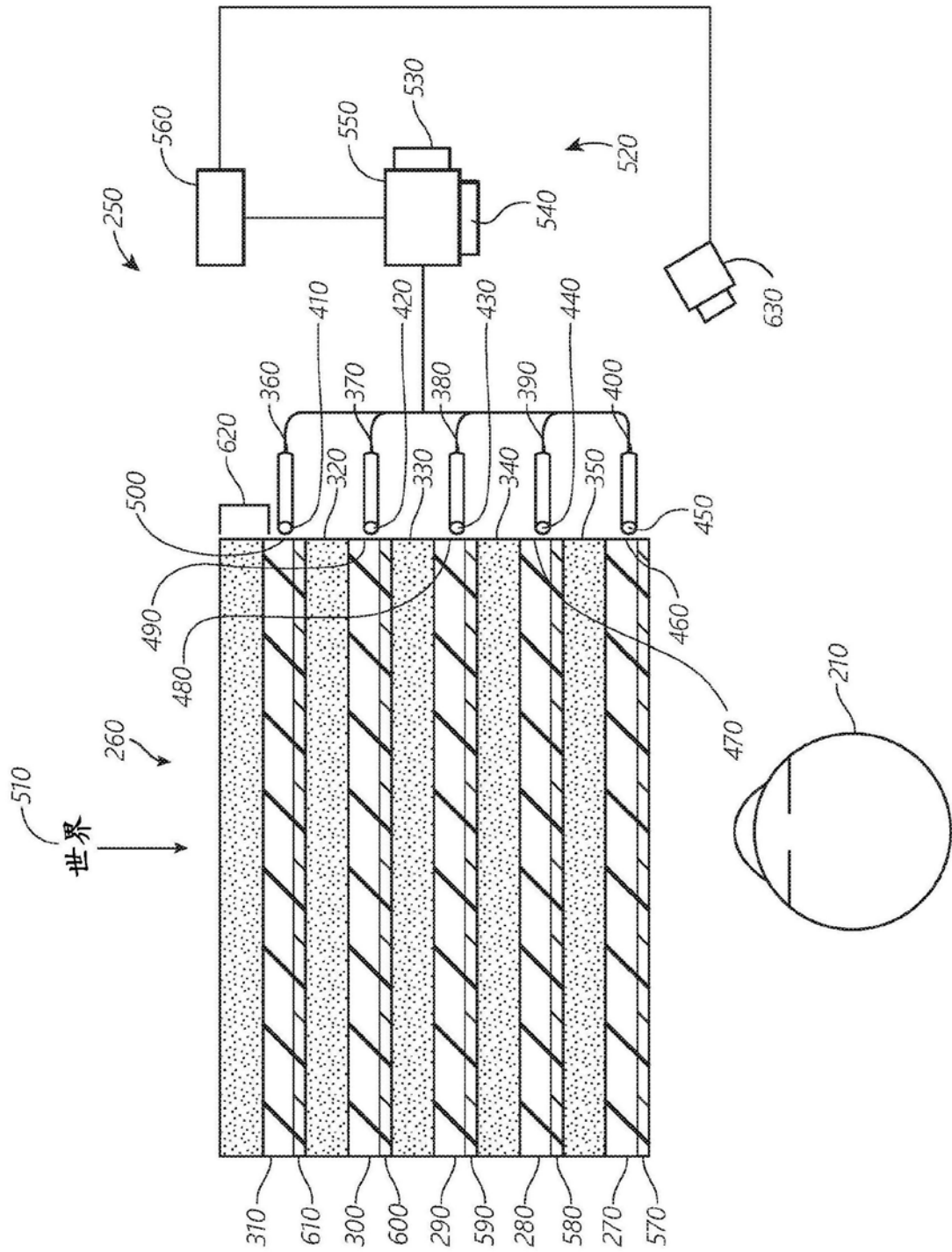


图6

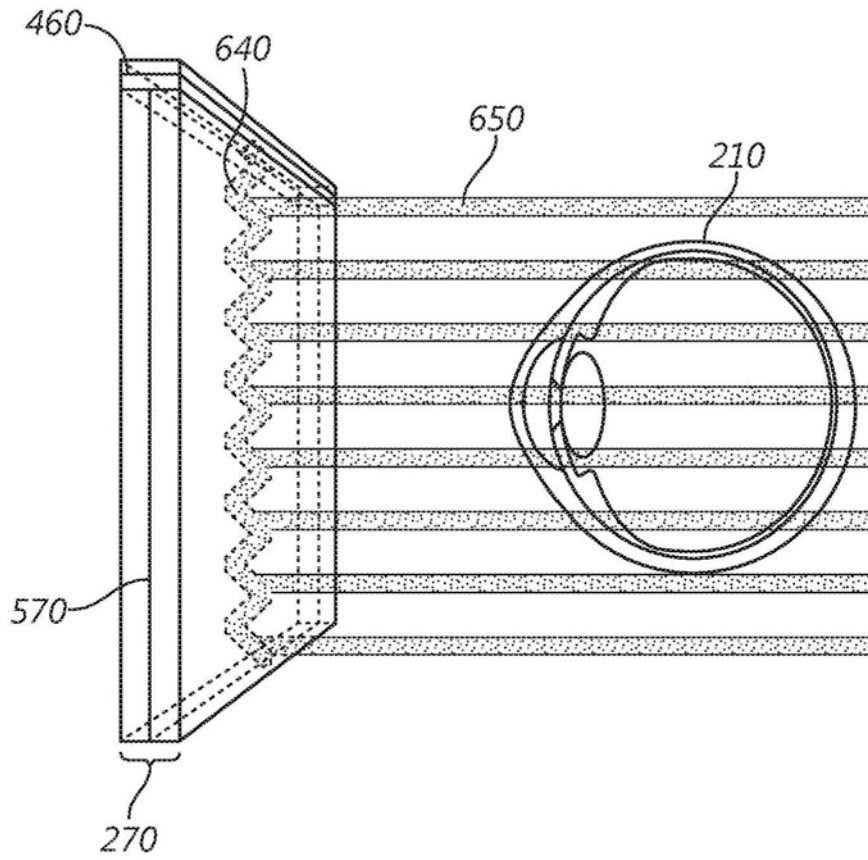


图7

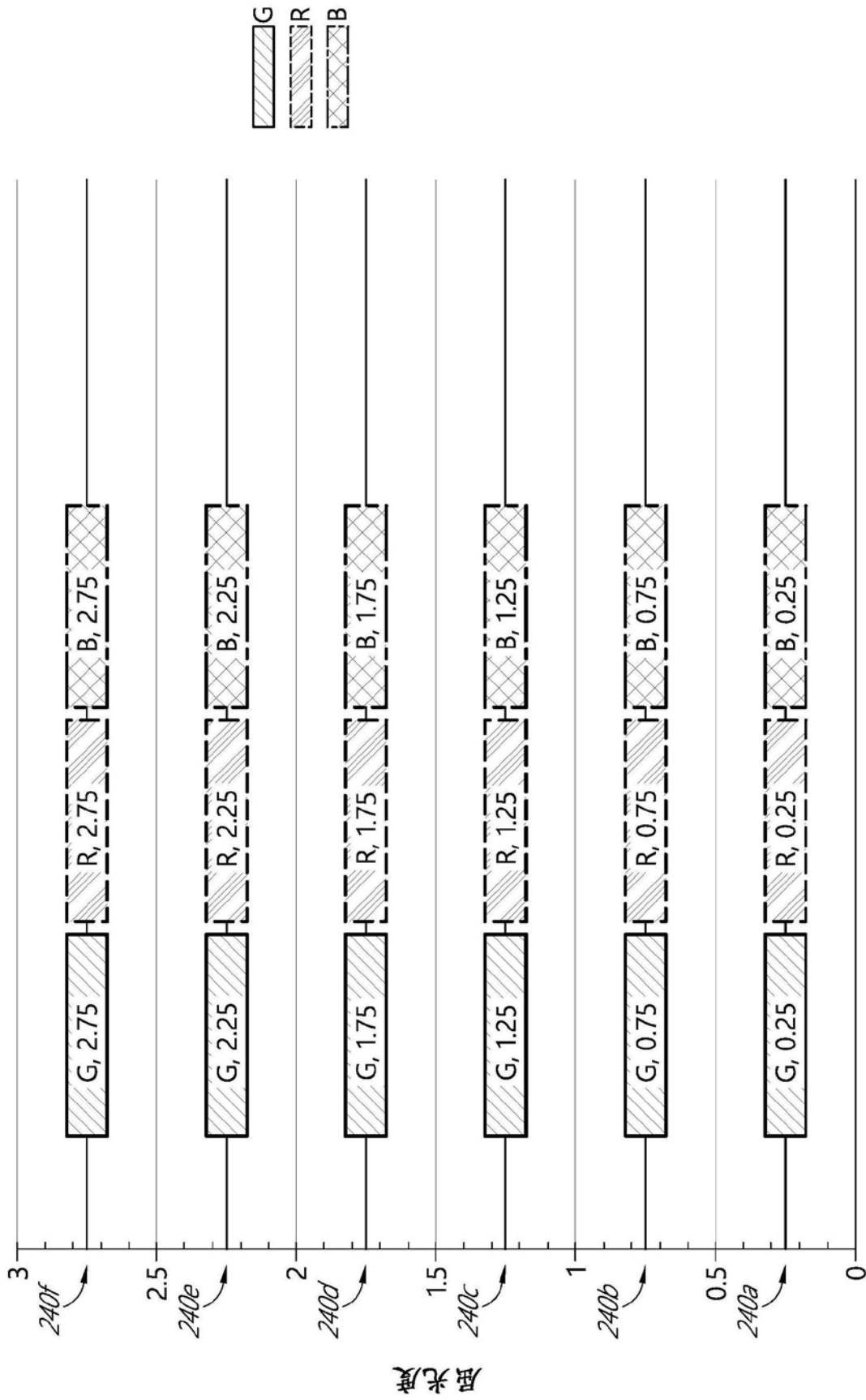


图8

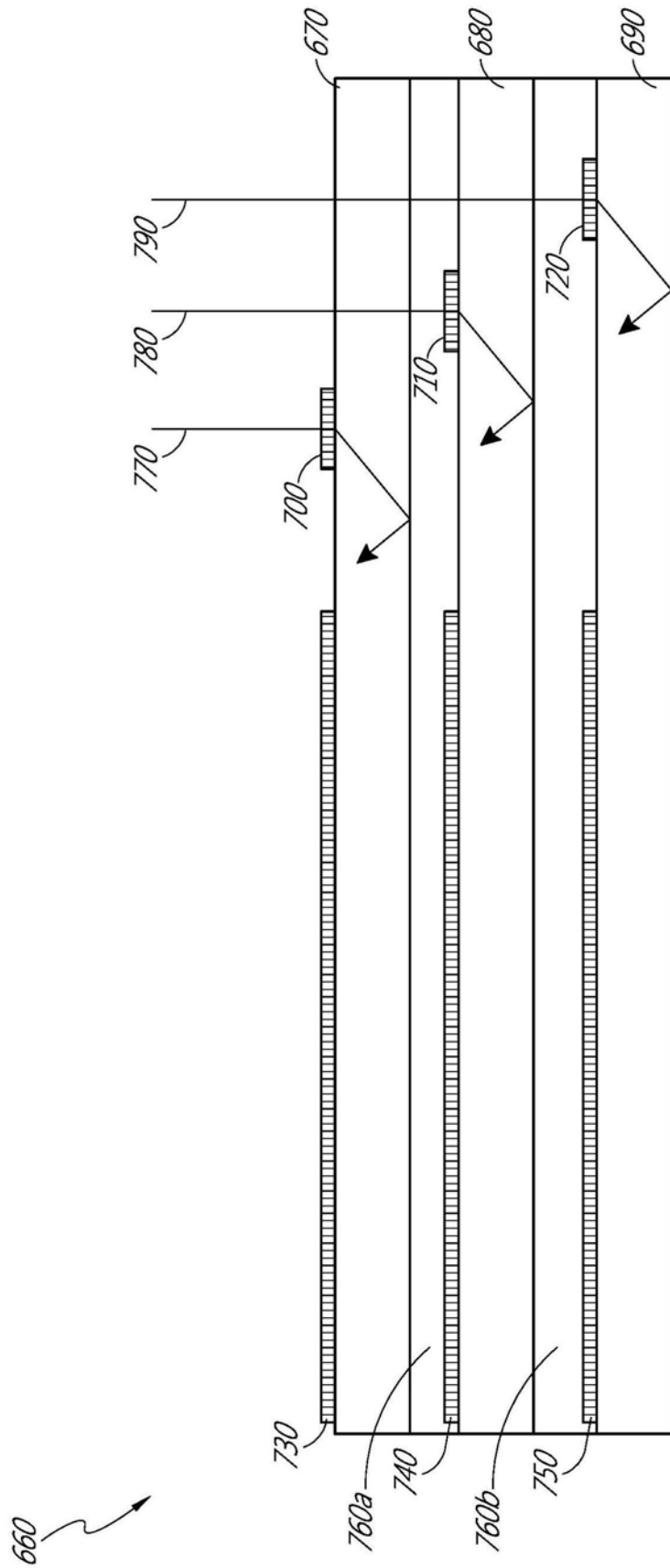


图9A

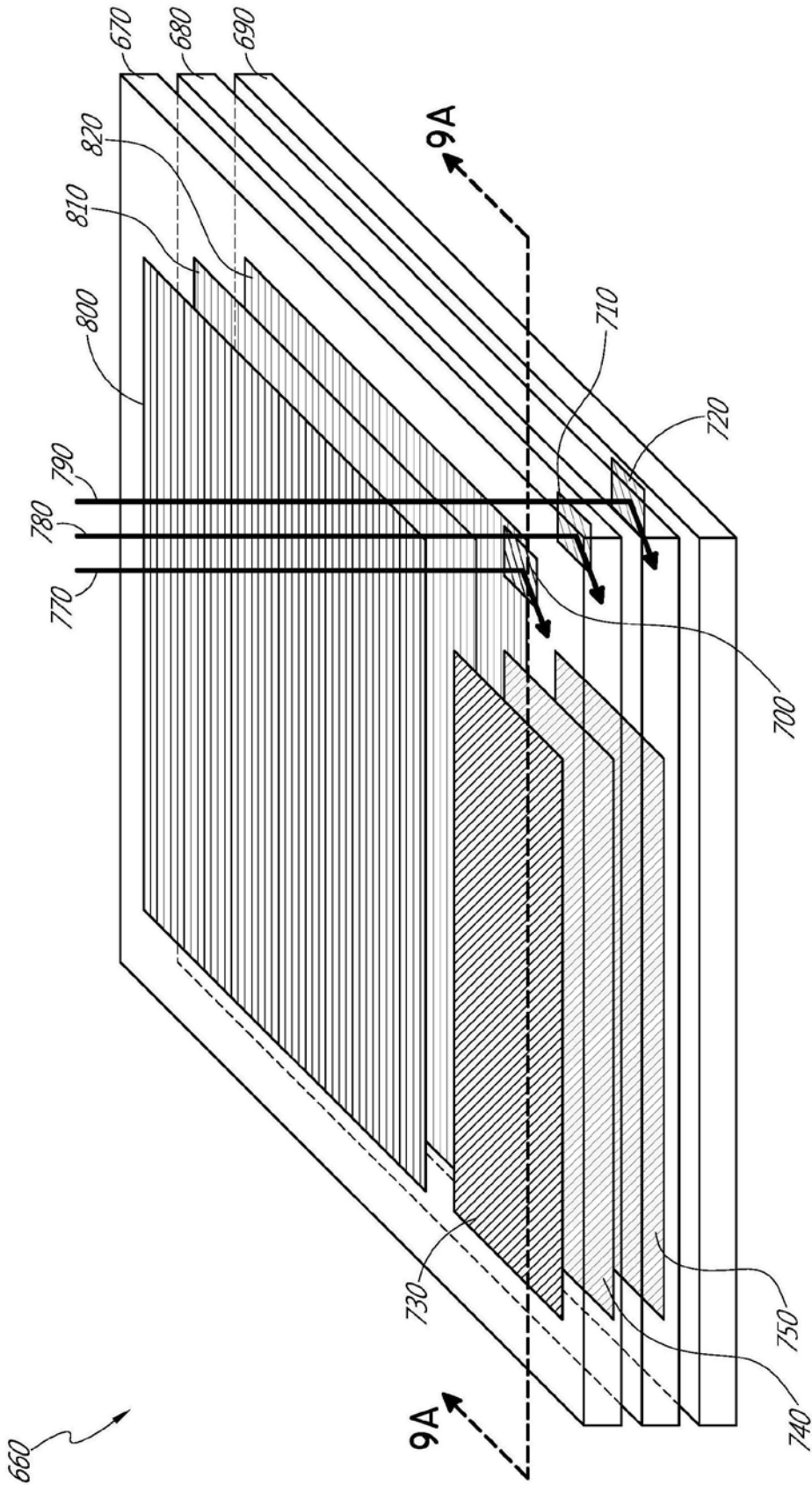


图9B

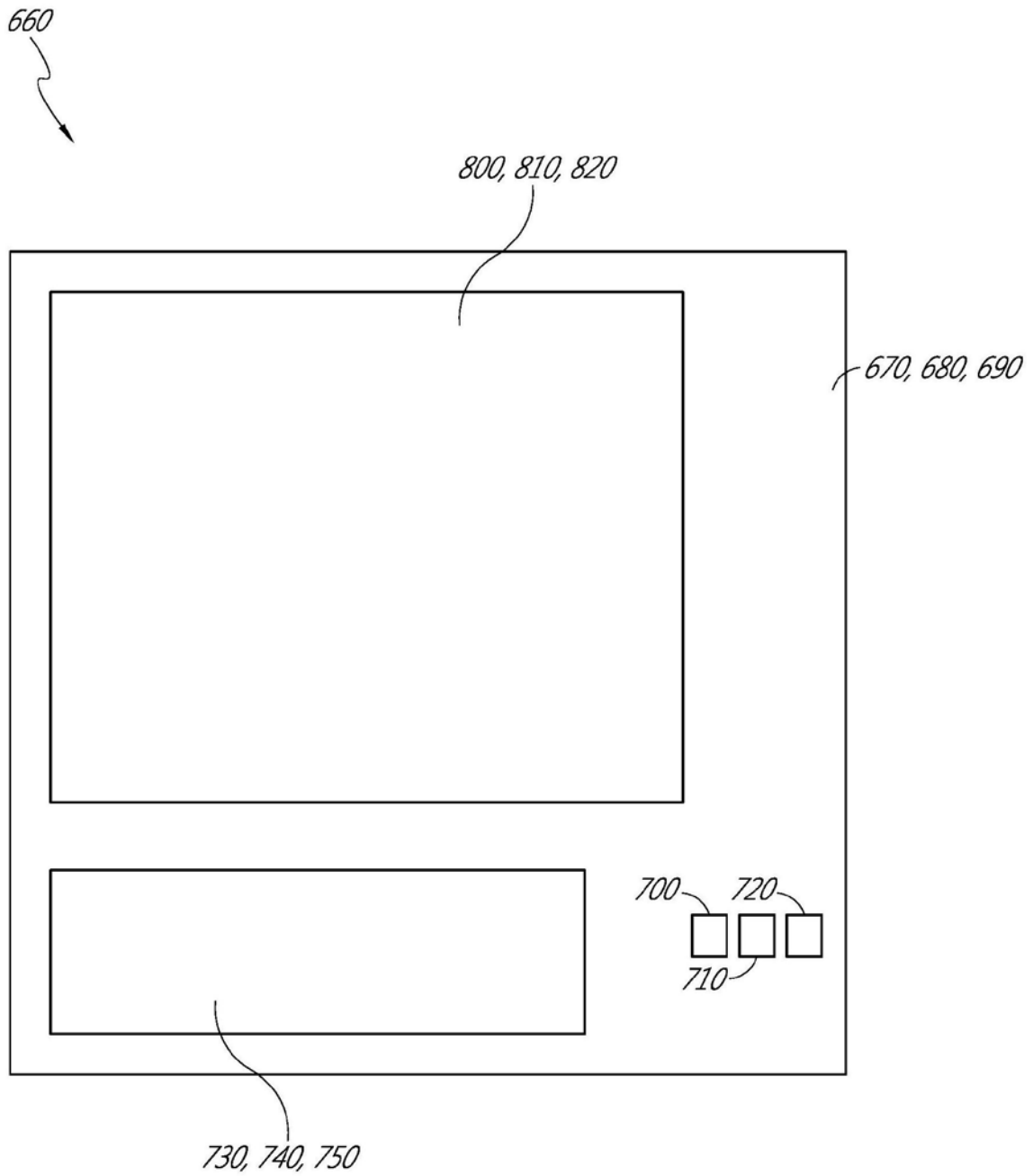


图9C

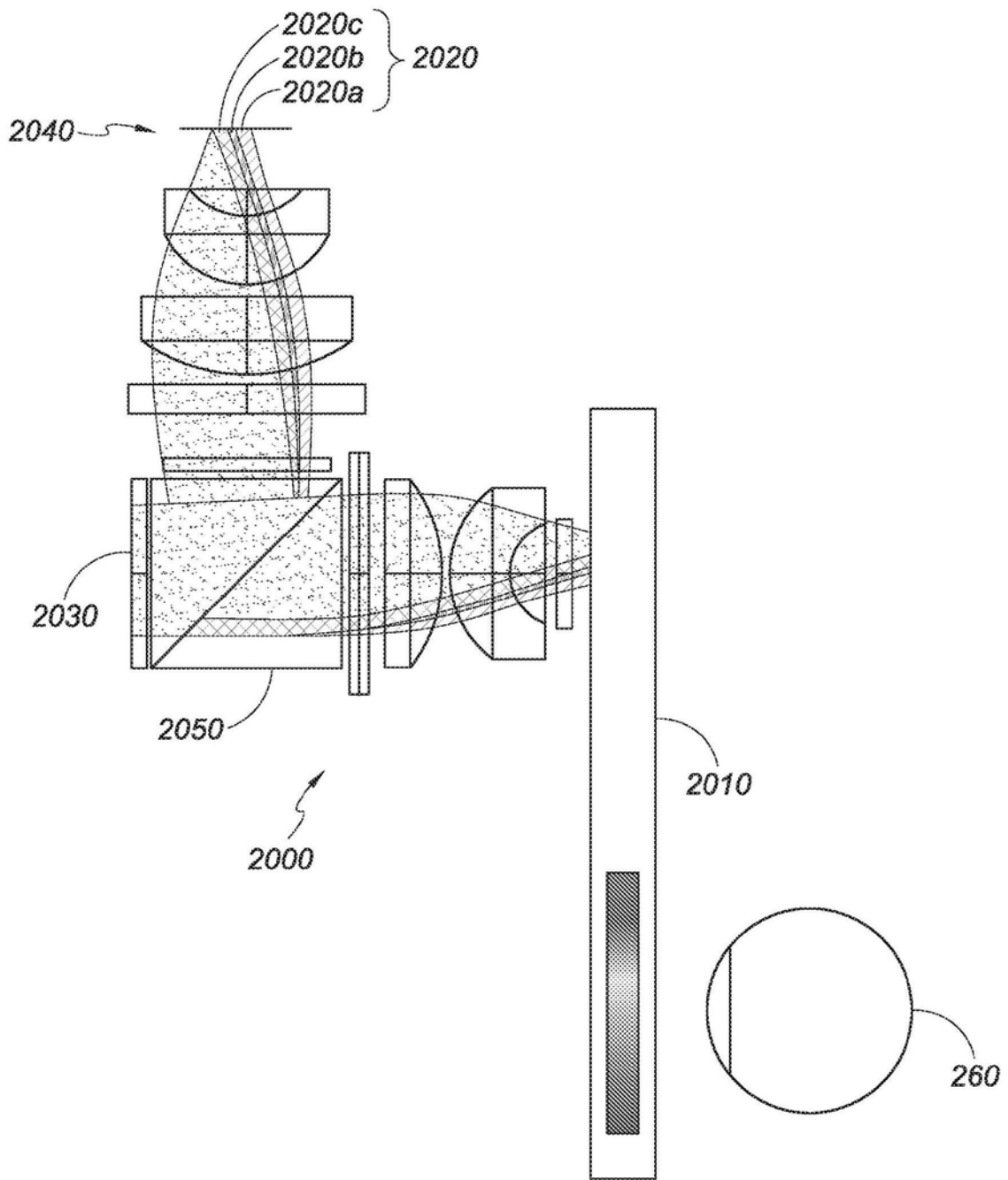


图10

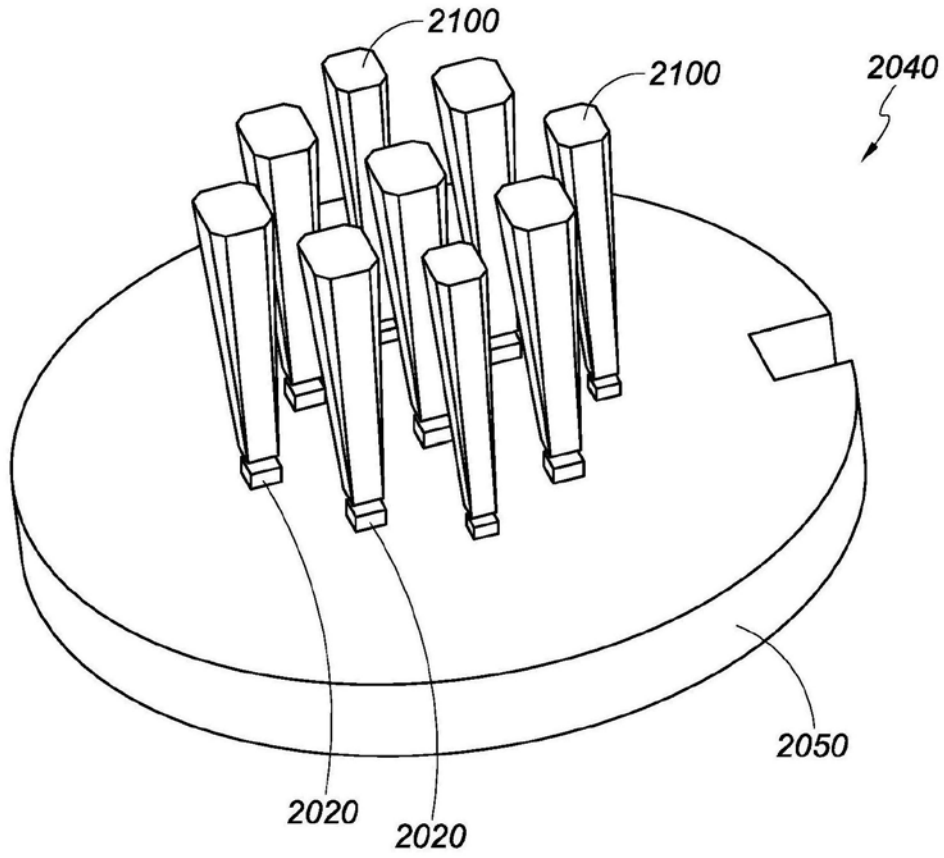


图11

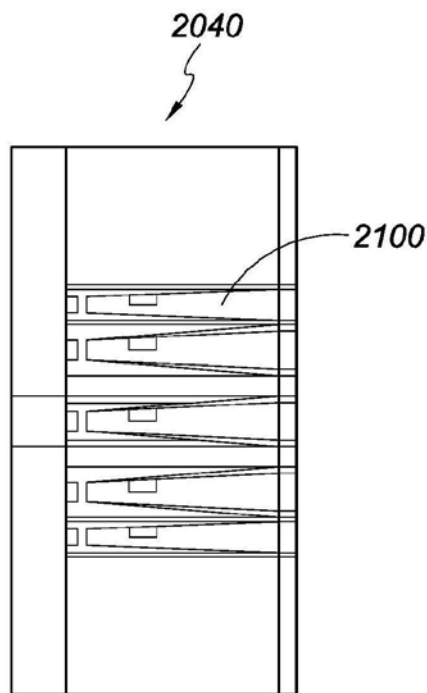


图12A

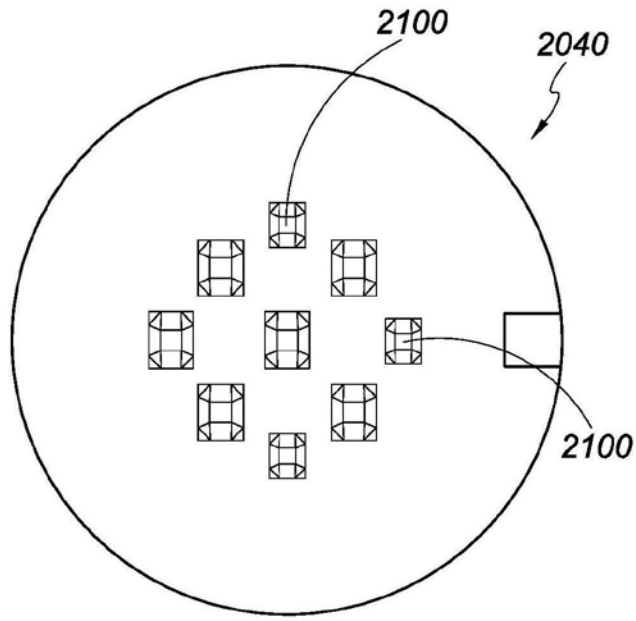


图12B

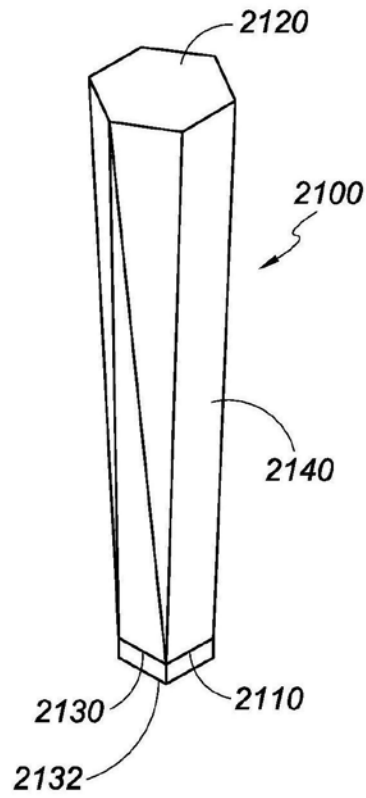


图13A

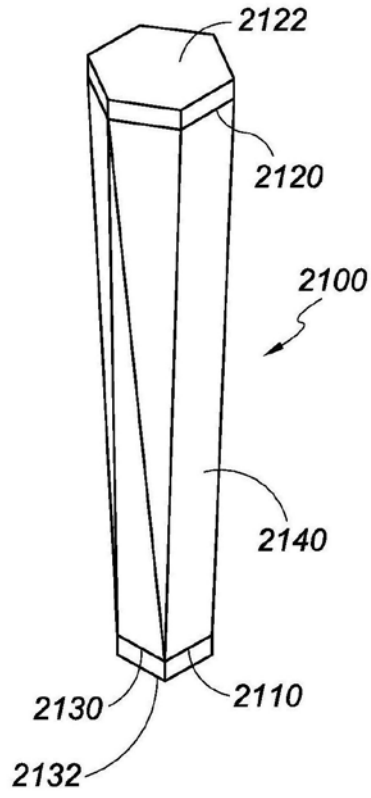


图13B

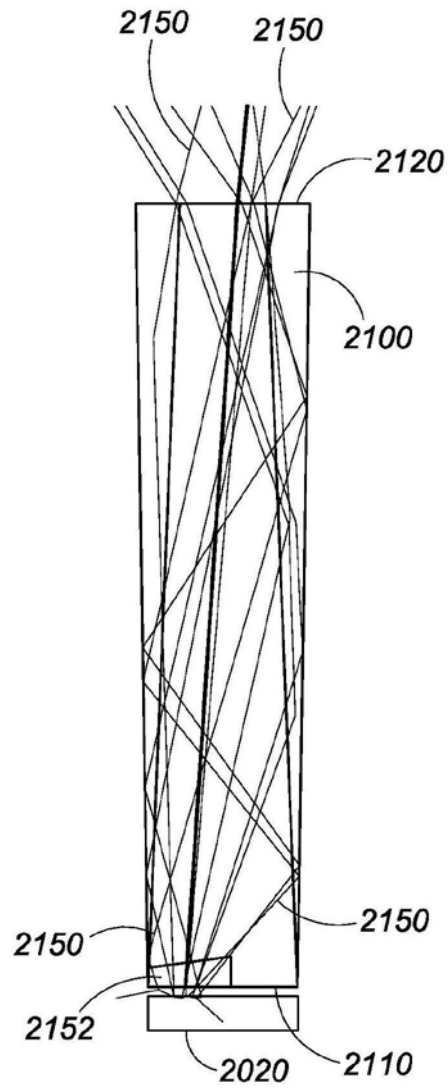


图14

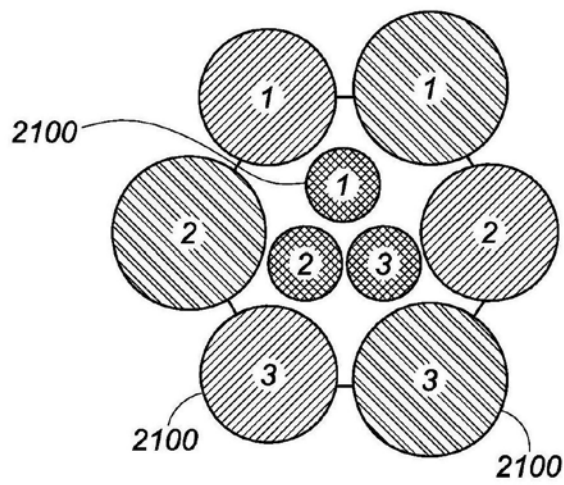


图15

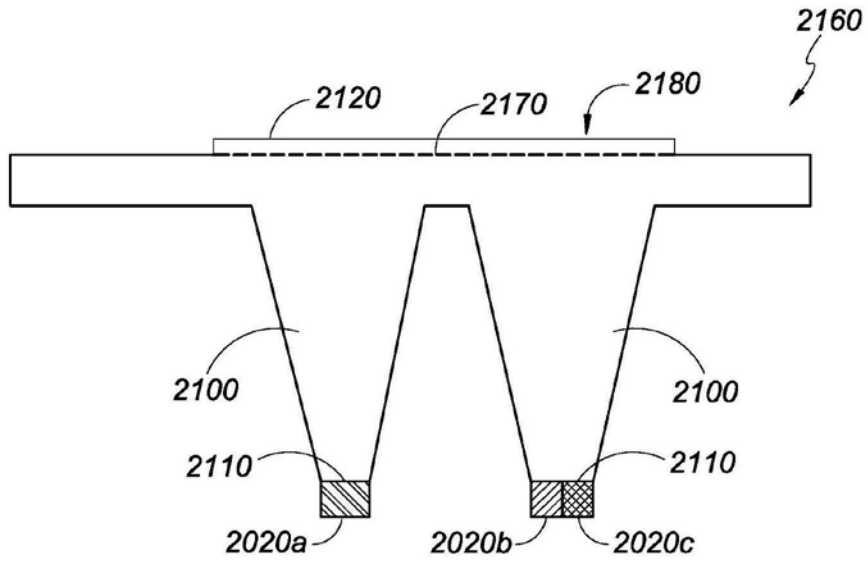


图16A

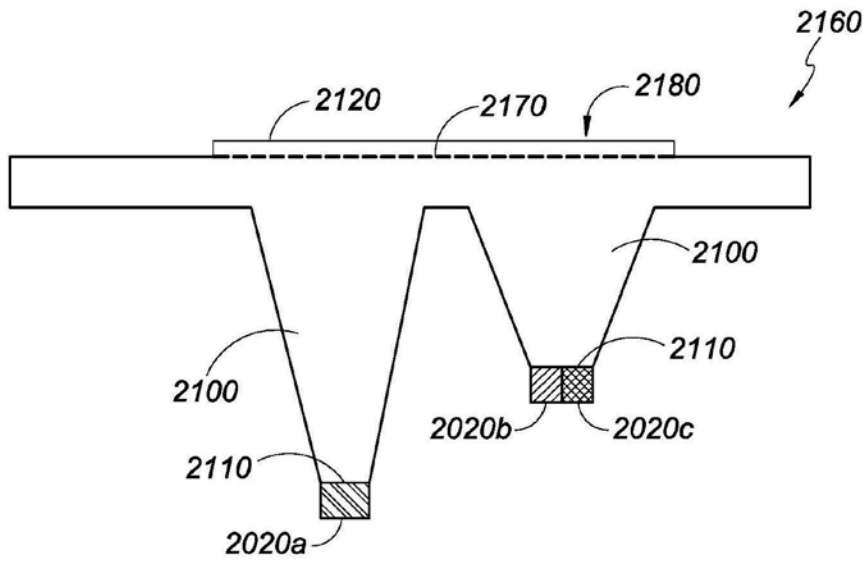


图16B

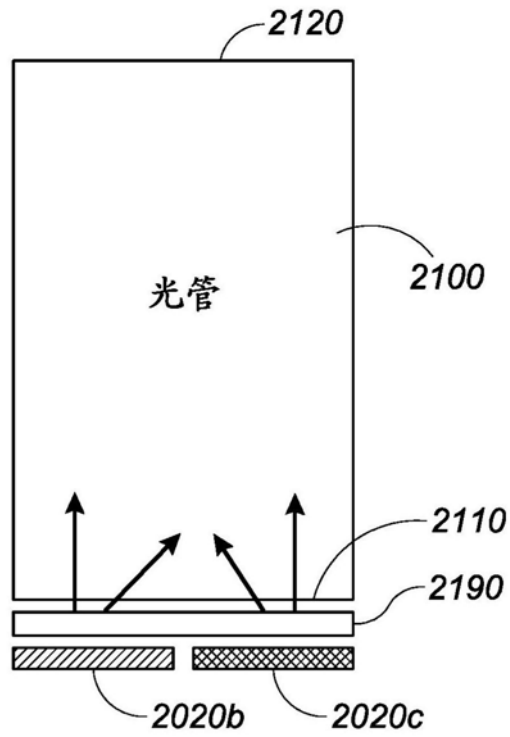


图17

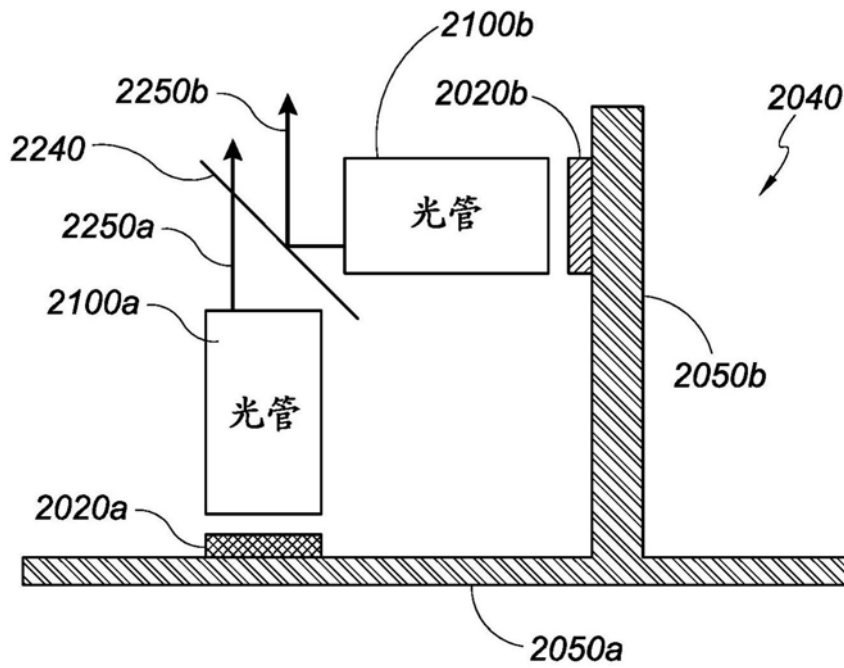


图18

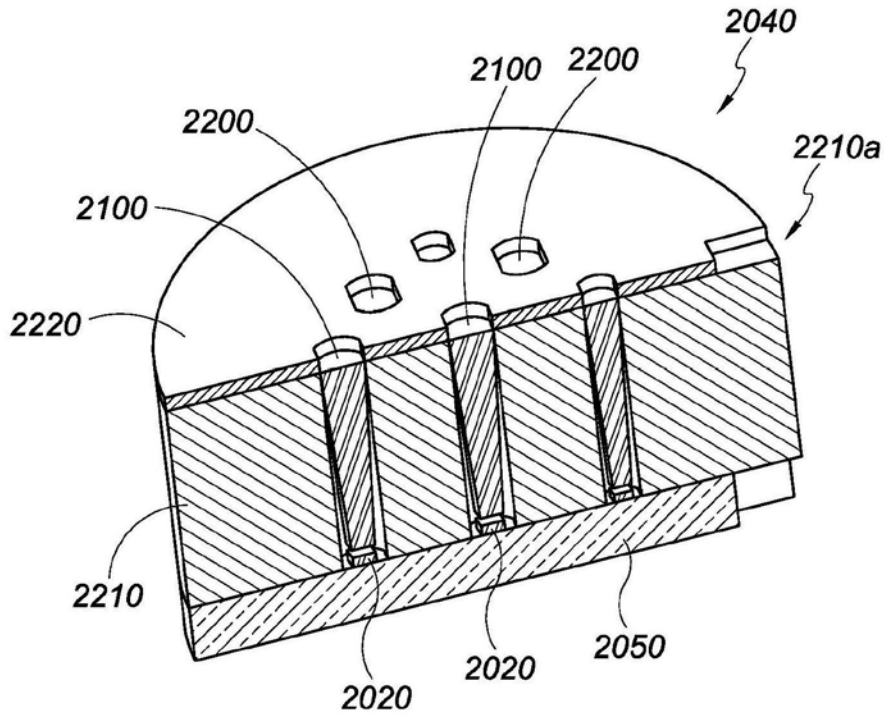


图19A

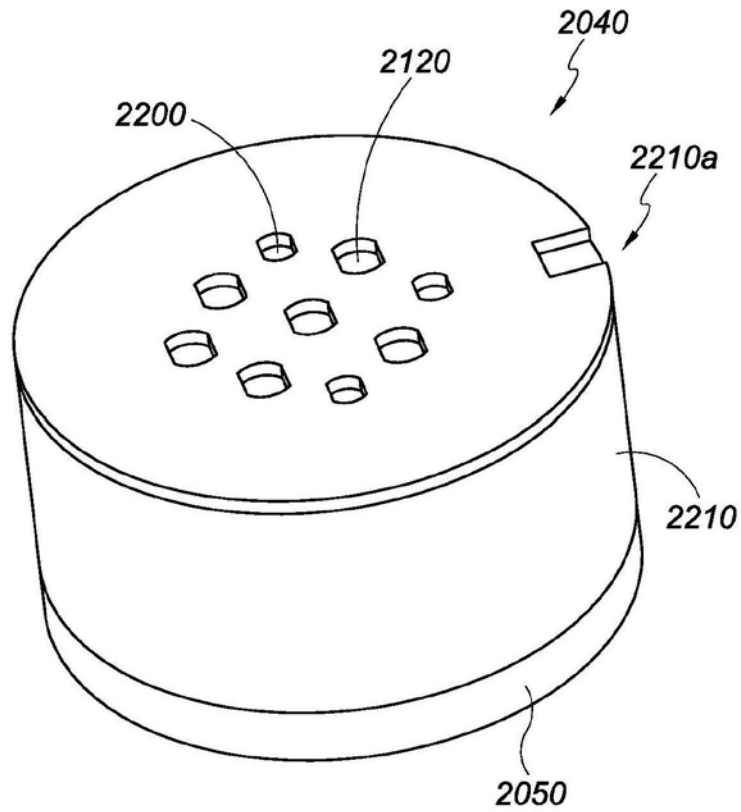


图19B

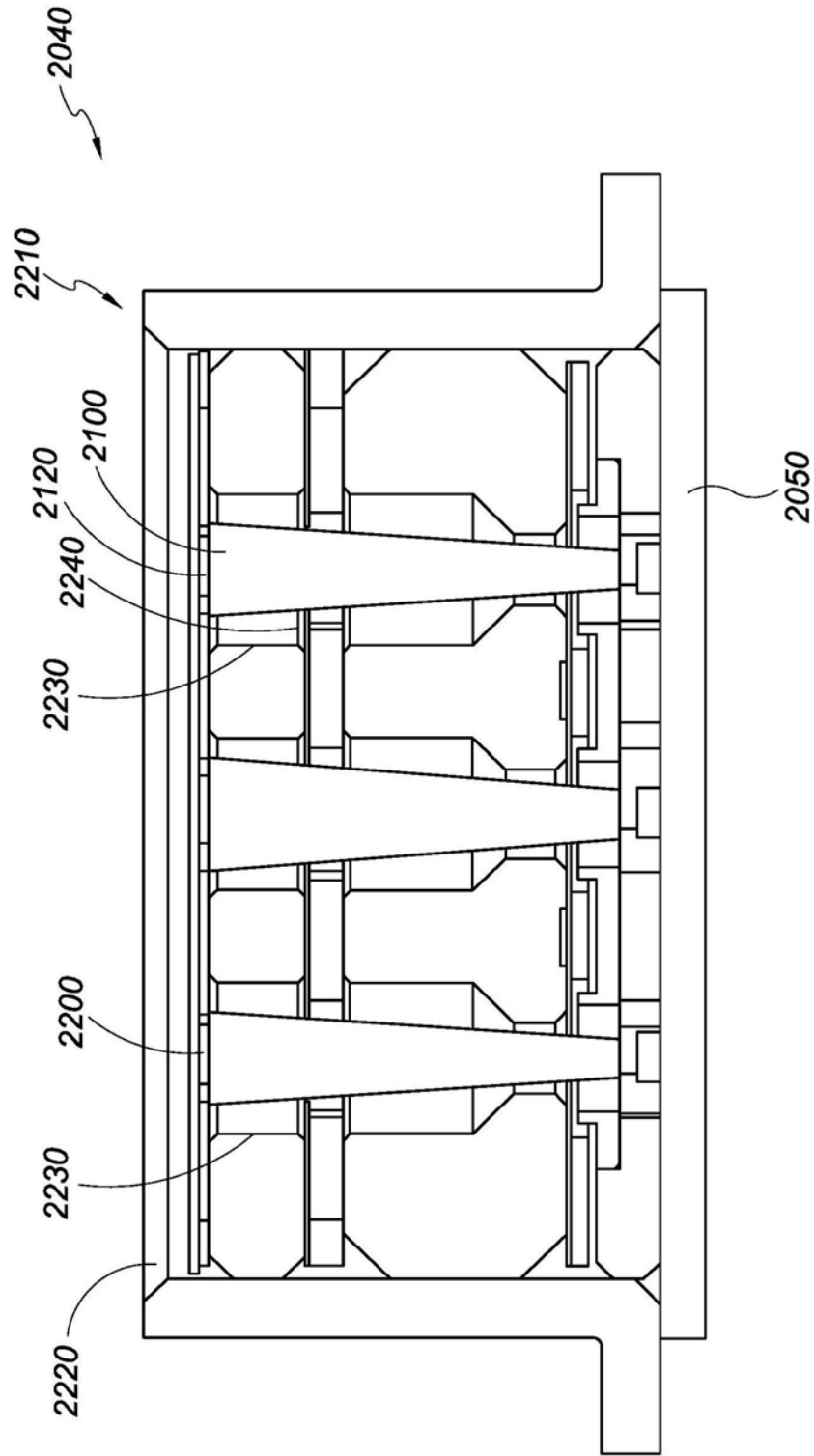


图20