



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110431471 B

(45) 授权公告日 2023.06.23

(21) 申请号 201880019689.9

(22) 申请日 2018.03.21

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110431471 A

(43) 申请公布日 2019.11.08

(30) 优先权数据

62/474,493 2017.03.21 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2019.09.20

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2018/023510 2018.03.21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02018/175546 EN 2018.09.27

(73) 专利权人 奇跃公司

地址 美国佛罗里达州

(72) 发明人 B·T·朔文格特 M·D·沃森

C·D·梅尔维尔

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

专利代理人 杨晓光 于静

(51) Int.CI.

G02B 27/01 (2006.01)

G02B 5/18 (2006.01)

G02B 27/44 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101655605 A, 2010.02.24

CN 104954777 A, 2015.09.30

CN 105684074 A, 2016.06.15

CN 106483660 A, 2017.03.08

US 2006132914 A1, 2006.06.22

US 2010296163 A1, 2010.11.25

US 2010328794 A1, 2010.12.30

US 2014140654 A1, 2014.05.22

US 2014218801 A1, 2014.08.07

US 2015346495 A1, 2015.12.03

US 2016026253 A1, 2016.01.28

US 2016116739 A1, 2016.04.28

US 2016246057 A1, 2016.08.25

US 2017059879 A1, 2017.03.02

US 5886822 A, 1999.03.23

审查员 张芳馨

权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称

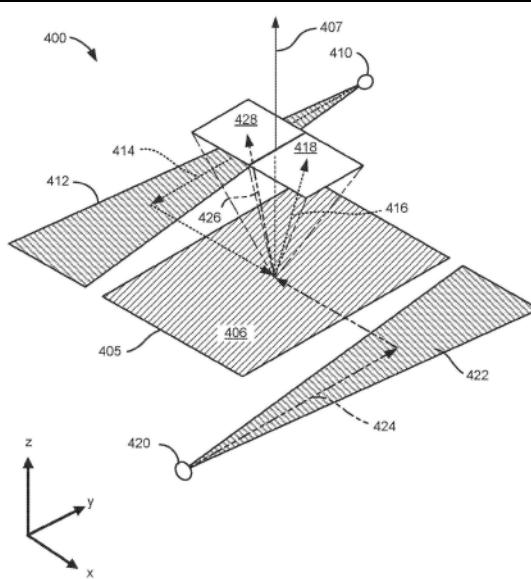
用于具有宽视野的波导投影仪的方法和系统

(57) 摘要

一种设置在眼镜中的波导显示器包括：第一光瞳扩展器组件，其能够操作以投射由第一视野限定的第一图像；以及第二光瞳扩展器组件，其邻近第一光瞳扩展器组件设置，并且能够操作以用于投射由不同于第一视野的第二视野限定的第二图像。

B

CN 110431471 B



1. 一种设置在眼镜中的波导显示器，所述眼镜具有第一镜框，所述第一镜框具有第一鼻区域、第一外围区域以及设置在所述第一鼻区域和所述第一外围区域之间的第一中心，所述波导显示器包括：

第一光瞳扩展器组件，其设置在所述第一镜框中，并且能够操作地投射由第一视野限定的第一图像，其中，所述第一光瞳扩展器组件能够操作地使所述第一光瞳扩展器组件中的光朝向所述第一鼻区域传播，并以相对于第一发射平面的第一非零角度发射光，所述第一发射平面与所述第一光瞳扩展器组件相关联；以及

第二光瞳扩展器组件，其与所述第一光瞳扩展器组件顺序相邻地设置在所述第一镜框中，并且能够操作地投射由不同于所述第一视野的第二视野限定的第二图像，其中，所述第二光瞳扩展器组件能够操作地使所述第二光瞳扩展器组件中的光朝向所述第一外围区域传播，并以相对于第二发射平面的第二非零角度发射光，所述第二发射平面与所述第二光瞳扩展器组件相关联，

其中，所述第一非零角度与所述第二非零角度相反。

2. 根据权利要求1所述的波导显示器，其中，所述第一视野置中于所述第一中心和所述第一鼻区域之间的位置处。

3. 根据权利要求2所述的波导显示器，其中，所述第二视野置中于所述第一中心和所述第一外围区域之间的位置处。

4. 根据权利要求1所述的波导显示器，其中，所述第一视野和所述第二视野是平铺的。

5. 根据权利要求1所述的波导显示器，其中，所述第一视野的一部分与所述第二视野的一部分重叠。

6. 根据权利要求1所述的波导显示器，其中，所述第一光瞳扩展器组件包括：

第一输入耦合元件，其能够操作地用于接收来自第一投影仪的所述第一图像的图像数据；

第一正交光瞳扩展器，其光学耦合到所述第一输入耦合元件；以及

第一出射光瞳扩展器，其光学耦合到所述第一正交光瞳扩展器。

7. 根据权利要求6所述的波导显示器，其中，所述第二光瞳扩展器组件包括：

第二输入耦合元件，其能够操作地用于接收来自与所述第一投影仪不同的第二投影仪的所述第二图像的图像数据；

第二正交光瞳扩展器，其光学耦合到所述第二输入耦合元件；以及

第二出射光瞳扩展器，其光学耦合到所述第二正交光瞳扩展器。

8. 根据权利要求7所述的波导显示器，其中，所述第一输入耦合元件或所述第二输入耦合元件包括输入耦合光栅。

9. 一种设置在眼镜中的波导显示器，所述波导显示器包括：

第一衍射输入波导，其能够操作地接收来自第一投影仪的输入数据；

第二衍射输入波导，其能够操作地用于接收来自第二投影仪的输入数据；以及

衍射输出波导，其光学耦合到所述第一衍射输入波导和所述第二衍射输入波导并具有中心法线，其中，所述衍射输出波导接收由所述第一衍射输入波导衍射的光和由所述第二衍射输入波导衍射的光并能够操作地用于：

将与所述第一投影仪相关联的图像数据引导到相对于所述中心法线移位的第一视野；

以及

将与所述第二投影仪相关联的图像数据引导到相对于所述中心法线移位的第二视野。

10. 根据权利要求9所述的波导显示器,其中,所述第一视野和所述第二视野是平铺的,并且所述中心法线穿过所述第一视野和所述第二视野中的每一者的边界。

11. 根据权利要求9所述的波导显示器,其中:

与所述第一投影仪相关联的所述图像数据具有以第一光焦度表征的第一波前;以及

与所述第二投影仪相关联的所述图像数据具有以不同于所述第一光焦度的第二光焦度表征的第二波前。

12. 根据权利要求9所述的波导显示器,进一步包括:第一输入耦合元件,其光学耦合到所述第一衍射输入波导;以及第二输入耦合元件,其光学耦合到所述第二衍射输入波导。

13. 根据权利要求12所述的波导显示器,其中,所述第一输入耦合元件、所述第一衍射输入波导、所述第二输入耦合元件、所述第二衍射输入波导以及所述衍射输出波导是共面的。

14. 根据权利要求9所述的波导显示器,其中,所述第一衍射输入波导设置在所述衍射输出波导的第一侧上,所述第二衍射输入波导设置在所述衍射输出波导的相反侧上。

15. 一种设置在眼镜中的波导显示器,所述波导显示器包括:

第一衍射输入波导,其能够操作地用于接收来自第一投影仪的输入数据;

第二衍射输入波导,其能够操作地用于接收来自第二投影仪的输入数据;以及

衍射输出波导,其光学耦合到所述第一衍射输入波导和所述第二衍射输入波导并具有中心法线,其中,所述衍射输出波导接收由所述第一衍射输入波导衍射的光和由所述第二衍射输入波导衍射的光并能够操作地用于:

形成具有以第一光焦度表征的第一波前的第一图像光束;以及

形成具有以不同于所述第一光焦度的第二光焦度表征的第二波前的第二图像光束。

16. 根据权利要求15所述的波导显示器,其中,所述第一光焦度为正,所述第二光焦度为负。

17. 根据权利要求16所述的波导显示器,其中:

所述衍射输出波导以发射平面表征;

所述第一图像光束包括发散波前和垂直于该发射平面的中心光线;以及

所述第二图像光束包括会聚波前和垂直于该发射平面的中心光线。

18. 根据权利要求15所述的波导显示器,其中,所述第一图像光束和所述第二图像光束是共线的。

19. 根据权利要求15所述的波导显示器,进一步包括:第一输入耦合元件,其光学耦合到所述第一衍射输入波导;以及第二输入耦合元件,其光学耦合到所述第二衍射输入波导。

20. 根据权利要求19所述的波导显示器,其中,所述第一输入耦合元件、所述第一衍射输入波导、所述第二输入耦合元件、所述第二衍射输入波导以及所述衍射输出波导是共面的。

## 用于具有宽视野的波导投影仪的方法和系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请主张2017年3月21日提交的名称为“Method and System for Waveguide Projector with Wide Field of View(用于具有宽视野的波导投影仪的方法和系统)”,序列号为62/474,493的美国临时专利申请的优先权益,为了所有目的,该申请的全部公开内容在此通过引用并入。

### 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其看起来是真实的或可以被感知为真实的方式呈现给观看者。虚拟现实或“VR”场景通常涉及以对其他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观看者周围的实际世界的可视化的增强。

[0004] 尽管在这些显示技术中取得了进步,但是在本领域中仍需要与增强现实系统相关的,特别是显示系统相关的改进的方法和系统。

### 发明内容

[0005] 本发明一般地涉及与包括可穿戴显示器的投影显示系统相关的方法和系统。更具体地说,本发明的实施例提供了与常规系统相比具有扩展的视野的方法和系统。本发明适用于计算机视觉及图像显示系统中的各种应用。

[0006] 根据本发明的实施例,提供了设置在眼镜中的波导显示器。该波导显示器包括第一光瞳扩展器组件,该第一光瞳扩展器组件能够操作以投射由第一视野限定的第一图像。该波导显示器还包括第二光瞳扩展器组件,该第二光瞳扩展器组件邻近第一光瞳扩展器组件设置,并且能够操作以投射由不同于第一视野的第二视野限定的第二图像。第一视野和第二视野可以是平铺的,或者,该第一视野的一部分可以与该第二视野的一部分重叠。

[0007] 在实施例中,第一光瞳扩展器组件和第二光瞳扩展器组件设置在眼镜的右侧镜框中。该右侧镜框具有鼻区域、外围区域和设置在该鼻区域和该外围区域之间的中心。第一视野居中在中心和所述鼻区域之间的位置处。第二视野居中在中心和外围区域之间的位置处。此外,该波导显示器还可以包括:第三光瞳扩展器组件,其能够操作以投射由第三视野限定的第一图像;以及第四光瞳扩展器组件,其邻近第三光瞳扩展器组件设置,并且能够操作以投射由不同于第三视野的第四视野限定的第二图像。在这种情况下,第三光瞳扩展器组件和第四光瞳扩展器组件可以设置该副眼镜的左侧镜框中。

[0008] 根据本发明的另一实施例,提供了一种设置在眼镜中的波导显示器。该波导显示器包括:第一衍射输入波导,其能够操作以接收来自第一投影仪的输入数据;以及第二衍射输入波导,其能够操作以接收来自第二投影仪的输入数据。该波导显示器还包括衍射输出波导,该衍射输出波导光学耦合到第一衍射输入波导和第二衍射输入波导并具有中心法线。衍射输出波导能够操作以将与所述第一投影仪相关联的图像数据引导到相对于所述中

心法线移位的第一视野；以及将与所述第二投影仪相关联的图像数据引导到相对于所述中心法线移位的第二视野。

[0009] 根据本发明的特定实施例，提供了一种设置在眼镜中的波导显示器。该波导显示器包括：第一衍射输入波导，其能够操作以接收来自第一投影仪的输入数据；以及第二衍射输入波导，其能够操作以接收来自第二投影仪的输入数据。该波导显示器还包括衍射输出波导，该衍射输出波导光学耦合到第一衍射输入波导和第二衍射输入波导。衍射输出波导能够操作以形成具有以第一光焦度表征的第一波前的第一图像光束，并形成具有以不同于第一光焦度的第二光焦度表征的第二波前的第二图像光束。

[0010] 在实施例中，波导显示器进一步包括与波导显示器集成的波前调整透镜，以及与波导显示器集成的校正透镜。波前调整透镜可以是负透镜，校正透镜可以是正透镜。作为示例，波导显示器可以以世界侧和用户侧表征，并且第一图像光束和第二图像光束可以被引导到用户侧，波前调整透镜可以设置在用户侧，校正透镜可以设置在世界侧。

[0011] 借助本发明实现了许多优于常规技术的优势。例如，本发明的实施例提供了可用于增加显示器的视野以及提升用户体验的方法和系统。在实施例中，由显示器产生了多个深度平面，导致了体积图像的生成。本发明的这些以及其它实施例连同其众多优点和特征结合下文以及附图进行更详细的描述。

## 附图说明

[0012] 图1示意性地示出了根据本发明的实施例的可用于向观看者呈现数字或虚拟图像的观察光学组件(VOA)中的光路。

[0013] 图2是示出了根据本发明的实施例的包括光学耦合到两个投影仪的波导显示器的眼镜的简化的透视图。

[0014] 图3是示出了根据本发明的实施例的双眼视野重叠的简化的示意图。

[0015] 图4A是示出了根据本发明的实施例的产生扩展的视野的波导显示器的简化的透视图。

[0016] 图4B是示出了根据本发明的实施例的具有重叠元件的波导显示器的简化的分解透视图。

[0017] 图5A是示出了根据本发明的实施例的产生多个深度平面的波导显示器的简化的透视图。

[0018] 图5B是示出了透镜与图5A所示的波导显示器的集成的简化的侧视图。

[0019] 图6是示出了根据本发明的实施例的产生平铺视野的波导显示器的简化的示意性平面图。

## 具体实施方式

[0020] 本发明一般地涉及与包括可穿戴显示器的投影显示系统相关的方法和系统。更具体地，本发明的实施例提供了与常规系统相比具有扩展的视野的方法和系统。本发明适用于向用户的视网膜传送小束光的包括立体影像系统等的计算机视觉及图像显示系统和光场投影系统的各种应用。

[0021] 本发明的实施例利用包括出射光瞳扩展器(EPE)的光瞳扩展器组件，出射光瞳扩

展器 (EPE) 通常限定光瞳扩展器组件的视野。虽然增加EPE的横向尺寸可以增加视野,但是包括正交光瞳扩展器 (OPE) 的光瞳扩展器组件中的其它光学元件通常限制可传送到EPE的光的量。例如,将EPE的尺寸增加10%可能不会导致视野增加10%,例如,因为OPE可能已经以有效的方式将光传送到EPE。换句话说,如果OPE针对光传送进行了优化,则EPE尺寸的增加可能不会导致视野匹配的增加。作为示例,对于波导结构,全内反射 (TIR) 将限制光可以注入波导的角度,从而阻止EPE尺寸的增加产生视野匹配的增加。此外,尽管选择例如具有较高折射率的材料可以改善注入光可以利用的角度范围,但是成本、重量和其它因素实际上限制了材料的选择。

[0022] 因此,本发明的一些实施例利用多个OPE向公共EPE传送光,从而增加了由公共EPE提供的视野。因此,本发明的一些实施例提供了独特的解决方案,因为它们并非通过增加EPE的尺寸,而是通过使用多个耦合到EPE的OPE来实现EPE视野的增加。其它实施例利用多个EPE来增加提供给用户的视野。如本文所述,多个OPE的使用提供了增加EPE尺寸的机会,这可导致视野的附加的增加。

[0023] 图1示意性地示出了根据本发明的实施例的可用于向观看者呈现数字或虚拟图像的观察光学组件 (VOA) 中的光路。VOA包括投影仪101和目镜100,该目镜100可以穿戴在观看者的眼睛周围。在一些实施例中,投影仪101可以包括红色LED组、绿色LED组和蓝色LED组。例如,根据实施例,投影仪101可以包括两个红色LED、两个绿色LED和两个蓝色LED。目镜100可以包括一个或多个目镜层。在一个实施例中,目镜100包括三个目镜层,三原色(红色、绿色和蓝色)中的每一种一个目镜层。在另一实施例中,目镜100可以包括六个目镜层,即,一组用于三原色中的每一种的目镜层,该组目镜层被配置为在一个深度平面处形成虚拟图像,以及另一组用于三原色中每一中的目镜层,该组目镜层被配置为在另一深度平面处形成虚拟图像。在其它实施例中,针对三个或更多个不同深度平面,目镜100可包括用于三原色中的每一种的三个或更多个目镜层。每个目镜层包括平面波导,并且可以包括耦入光栅107、正交光瞳扩展器 (OPE) 区域108和出射光瞳扩展器 (EPE) 区域109。

[0024] 仍然参考图1,投影仪101将图像光投射到目镜层100中的耦入光栅107上。耦入光栅107将来自投影仪101的图像光耦合到在朝向OPE区域108的方向上传播的平面波导中。波导通过全内反射 (TIR) 在水平方向上传播图像光。目镜层100的OPE区域108还包括衍射元件,该衍射元件将在波导中传播的来自耦入光栅的图像光进行倍增并重定向到EPE区域109。换句话说,OPE对传送到EPE的不同部分的正交方向上的小束进行倍增。EPE区域109包括衍射元件,该衍射元件在与目镜层100的平面大致垂直的方向上将在波导中传播的图像光的一部分耦出并引导到观看者的眼睛102。以这种方式,观看者的眼睛102可以观看由投影仪101投射的图像。

[0025] 如上所述,由投影仪生成的图像光可以包括三原色(即蓝色 (B)、绿色 (G) 和红色 (R))的光。这种图像光可以被分离成组分颜色 (constituent color),以使得每种组分颜色的图像光可以被耦合到目镜中的相应波导。

[0026] 图2是示出了根据本发明的实施例的包括光学耦合到两个投影仪的波导显示器的眼镜的简化的透视图。如本文所讨论的,可以通过使用例如,多个光纤扫描投影仪的多个投影仪来驱动与用户的每只眼睛相关联的波导显示器来增加系统的总视野。第一波导显示器205利用两个光瞳扩展器组件,该光瞳扩展器组件可包括输入耦合光栅、正交光瞳扩展器和

出射光瞳扩展器,两个光瞳扩展器组件为:第一右光瞳扩展器组件210和第二右光瞳扩展器组件230。第二波导显示器207利用两个附加的光瞳扩展器组件:第一左光瞳扩展器组件220和第二左光瞳扩展器组件240。

[0027] 如通过图2的前透视图所示的眼镜示出的,眼镜的右侧镜框201包括第一右光瞳扩展器组件210,该第一右光瞳扩展器组件包括输入耦合元件212,该输入耦合组件可以被实现为输入耦合光栅(ICG)。为了清楚起见,输入耦合元件212在本文中将被称为ICG,尽管本发明的实施例可以使用其它衍射结构。眼镜的右侧镜框201中的光瞳扩展器组件210还包括正交光瞳扩展器(OPE)214和出射光瞳扩展器(EPE)216。在图2所示的设计中,来自投影仪(未示出)的光在右侧镜框201的下边缘处照射在ICG 212上,尽管这不是本发明所要求的,可以利用其它输入位置。在ICG 212处耦合到第一光瞳扩展器组件210中的光传播通过OPE 214并且耦合到EPE 216中。在朝向镜框的鼻区域传播之后,光从EPE 216朝向观看者或用户的右眼输出,如在下面更全面地描述的。

[0028] 与其中来自EPE的输出相对于光瞳扩展器组件的平面垂直入射的一些光瞳扩展器组件相反,EPE 216被设计为使得输出光以非垂直角度离开EPE216。作为示例,光可以与法线成15°的角度出射,以使得光在从镜框201的鼻区域朝向中心移动的方向上离开EPE 216。因此,EPE216将光从镜框201的鼻区域引导到用户的右眼,在用户视野的左侧创建左侧视野,例如,30°×40°(横向×纵向)的视野。

[0029] 眼镜的左侧镜框202还包括第一左光瞳扩展器组件220,该第一左光瞳扩展器组件包括输入耦合元件222,该输入耦合元件可以实现为输入耦合光栅(ICG)。为了清楚起见,输入耦合元件222在本文中将被称为ICG,尽管本发明的实施例可以利用其它衍射结构。眼镜的左侧镜框202中的第一左光瞳扩展器组件220还包括正交瞳孔扩展器(OPE)224和出射光瞳扩展器(EPE)226。在图2所示的设计中,来自第二投影仪(未示出)的光在右侧透镜框架202的下边缘处照射在ICG 222上,尽管这不是本发明所要求的,且可以利用其它输入位置。在ICG 222处耦合到第一左光瞳扩展器组件220的光传播通过OPE 224并且耦合到EPE 226中。在朝向镜框的鼻区域传播之后,光从EPE 226朝向观看者或用户的左眼输出。

[0030] 以类似于第一右光瞳扩展器组件210的方式,但是采用镜像配置,EPE 226被设计为使得输出光以例如与法线成15°的角度的非垂直角度离开EPE 226。因此,光在从镜框202的鼻区域朝向中心移动的方向上离开EPE 226。作为示例,可以通过改变光栅周期或间距来实现对发射角度的控制。因此,EPE 226将光从镜框的鼻区域引导到用户的左眼,在用户视野的右侧创建右侧视野,例如,30°×40°视野(横向×纵向)。

[0031] 在镜框中提供另一组光瞳扩展器组件,如图2所示。在右侧镜框201中,第二右光瞳扩展器组件230包括ICG 232、OPE 234和EPE 236。来自第三投影仪(未示出)的光在右侧镜框201的下边缘处照射在ICG 232上。尽管这不是本发明所要求的,可以利用其它输入位置。在ICG 232处耦合到第二右光瞳扩展器组件230中的光传播通过OPE 234并且耦合到EPE 236中。在朝向镜框的外围区域传播之后,光从EPE 236朝向观看者或用户输出。

[0032] 光以例如与法线成15°的角度的非垂直角度离开EPE 236,以使得光在从镜框201的外围区域朝向中心移动的方向上离开EPE 236。因此,EPE 236将光从镜框的外围区域引导到用户的右眼,在用户视野的右侧创建右侧视野,例如,30°×40°(横向×纵向)的视野。

[0033] 眼镜的左侧镜框202还包括第二左光瞳扩展器组件240,该第二左光瞳扩展器组件

包括ICG 242、OPE 244和EPE 246。来自第四投影仪(未示出)的光在左透镜框架202的下边缘处照射在ICG 242上。尽管这不是本发明所要求的,可以利用其它输入位置。在ICG 242处耦合到第二左光瞳扩展器组件240中的光传播通过OPE 244并且耦合到EPE 246中。在朝向镜框的外围区域传播之后,光从EPE246朝向观看者或用户输出。

[0034] 以类似于第二右光瞳扩展器组件230的方式,但是采用镜像配置,EPE 246被设计为使得输出光以例如与法线成15°的角度的非垂直角度离开EPE 246。因此,光在从镜框202的外围区域朝向中心移动的方向上离开EPE 246。因此,EPE 246将光从镜框的外围区域引导到用户的左眼,在用户视野的左侧创建左侧视野,例如,30°×40°(横向×纵向)的视野。

[0035] 第一右光瞳扩展器组件210和第二右光瞳扩展器组件230的组合为用户的右眼提供了扩展的视野,该扩展的视野组合了由每个目镜产生的各个视野。作为示例,右视野的左侧可以与左视野的右侧对齐以提供平铺显示。在该配置中,视野的周边部分彼此邻接而不重叠以限定公共边界。在EPE 216和EPE 236提供30°×40°的视野的实施例中,组合视野可以是60°×40°,有效地使可用于用户的视野翻倍。对于左眼实现了类似的视野增加。除了这种以不重叠的方式平铺视野的配置之外,其它配置也包括在本发明的范围内,如本文更全面地描述的。

[0036] 图3是示出了根据本发明的实施例的双眼视野重叠的简化的示意图。在图3中,与左眼相关联的扩展的视野是60°×40°(横向×纵向)并且由左视野310示出(310A表示水平60°范围,310B表示40°纵向范围)。与右眼相关联的扩展的视野也是60°×40°(横向×纵向)并且由右视野320示出(320A表示水平60°范围,320B表示40°纵向范围)。在该实施方式中,实现了40°的双眼重叠区域及外围边缘处20°的非重叠视野。该实施方式使得双眼数据处理能够在内部40°的视野330中发生,研究表明该内部40°的视野示大多数双眼处理发生的区域。尽管在该示例中提供了40°的双眼重叠,但是可以实现包括完全重叠或减少的重叠的附加重叠。一个本领域普通技术人员将认识到许多变化、修改和替代。

[0037] 如图3所示,在两只眼睛上提供80°×40°的两单眼(ambinocular)(即总)视野340,从而导致89°的对角两单眼视野。尽管图3示出了两个重叠的视野。但是本发明不限于该特定实施方式,可以平铺和/或重叠其它数量的视野。例如,两个或更多个视野可以在中心区域中重叠,并且两个或更多个附加视野可以在外围区域中平铺。一个本领域普通技术人员将认识到许多变化、修改和替代。

[0038] 图4A是示出了根据本发明的实施例的产生扩展的视野的波导显示器400的简化的透视图。提供了共用EPE 405(也可被称为衍射输出元件)作为波导显示器的元件,该EPE与由两个或更多个投影仪提供的光组合起作用。如图4A所示,在一些实施方式中,两个OPE设置在共用EPE的相对侧上,以使得第一OPE沿第一方向(例如,x方向)在距中心法线的第一距离处被定位,第二OPE沿相反方向(例如,负x方向)在距中心法线的第二距离处被定位。在一些实施例中,与接收来自单个OPE的光的常规EPE相比,EPE的尺寸可能增加。共用EPE 405是基本上平面的并且以发射表面406表征。中心法线407是垂直于发射表面406并且居中在共用EPE 405的中心的矢量。在图4A所示的实施例中,中心法线与z轴对齐。如下面更全面地描述的,生成相对于中心法线移位的两个视野。因此,可以投射与第一投影仪相关联的图像数据以形成在相对于中心法线在第一方向上移位的第一视野,可以投射与第二投影仪相关联的图像数据以形成在相对于中心法线在第二相反方向上移位的第二视野。

[0039] 第一ICG 410接收来自第一投影仪(未示出)的光并沿着传播路径414将光引导到波导的平面中。当光传播通过第一OPE 412时,光被衍射到共用EPE 405。第二ICG 420接收来自第二投影仪(未示出)的光并沿着传播路径424将光引导到波导的平面中。当光传播通过第二OPE 422时,光被衍射到共用EPE 405。

[0040] EPE 405被设计为使得从第一OPE 412进入EPE的光被衍射以形成居中在第一输出路径416的第一发射截锥体418,并且使得从第二OPE 422进入EPE的光被衍射以形成居中在第二输出路径426的第二发射截锥体428。如图4A所示,输出路径可以沿着与EPE的发射表面不垂直的方向。作为示例,第一输出路径426可以以与法线的一侧成15°的角度导向EPE的发射表面,第二输出路径428可以以与法线成-15°的角度导向EPE的发射表面。在该实施方式中,第一视野和第二视野是平铺的,中心法线407穿过第一视野和第二视野中的每一者的边界。参考图4A,限定第一视野的第一发射截锥体418和限定第二视野的第二发射截锥体428分别使其视野的一侧与发射表面的法线对齐,使其视野的相反侧以与法线成±30°的角度定位。

[0041] 因此,如图4A所示,共用EPE可用于通过将与第一投影仪相关联的视野和与第二投影仪相关联的第二视野进行组合来增加总视野。在图4A所示的实施例中,视野以不重叠的方式平铺,但是在其它实施例中,可以在适合于特定应用时提供如图3所示的中心双眼重叠区域。尽管并非本发明所要求的,但是在一些实施例中,可以增加与多个投影仪和OPE相关联的角度范围,从而增加组合视野的尺寸。一个本领域普通技术人员将认识到许多变化、修改和替代。

[0042] 图4B是示出了根据本发明的实施例的具有重叠元件的波导显示器的简化的分解透视图。图4B所示的波导显示器450与图4A所示的波导显示器共有一些相似之处,并且关于图4A提供的描述适当地适用于图4B。如

[0043] 图4A所示的分解图示出的,OPE 412和422在空间上与共用EPE 405重叠,其中OPE位于第一z维度处,公共EPE位于第二z维度处。

[0044] 在图4B所示的实施例中,在ICG 410和420处接收的光被引导到波导的平面中。ICG可以在x-y平面中彼此邻近地定位,部分重叠地定位或完全重叠地定位。通过旋转限定ICG的衍射元件的取向和/或间距,可以修改光在x-y平面中传播的角度。因此,通过改变ICG中的衍射光栅的取向,平行安装的两个投影仪的视野可以相对于彼此成角度地移位。通过修改光栅间距,具有较高频率间距的光栅可以以不同的角度偏转来自投影仪的光,从而能够使用具有不同取向的投影仪。应当理解,关于图4B讨论的这些变化在适当地适用于图4A和图6所示的实施例。

[0045] 传播路径424被示出为用于OPE 422。存在用于OPE 412的类似传播路径,但是被共用EPE 405遮蔽。当光传播通过OPE时,光被衍射到共用EPE405。如图4B所示,ICG和OPE被定向为在波导平面中沿相同方向(即,负y方向)引导光。因为光在OPE中沿相同方向传播,所以栅线的取向在OPE中将是不同的(例如,镜像的),以便将光引导到共用EPE。如果OPE 412和OPE 422被定位为使得它们在x-y平面中重叠,则每个OPE的衍射光栅的叠加可以形成由每个OPE的镜像栅线的重叠导致的菱形衍射图案。在实施例中,用于OPE的衍射元件(例如,菱形图案栅线)可以形成在波导层的一个表面上,用于共用EPE的衍射元件(例如,光栅线)可以形成在波导层的相反侧上。

[0046] 相比之下,在图4A中,ICG 410在负y方向上引导光,ICG 420在正y方向上引导光。因此,在该实施例中,栅线的取向可以对齐,以便将衍射光引导到共用EPE。

[0047] 图5A是示出了根据本发明的实施例的产生多个深度平面的波导显示器的简化的透视图。图5A所示的波导显示器500与图4A所示的波导显示器共有某些相似之处,并且关于图4A提供的描述适当地适用于图5A。

[0048] 在波导显示器上提供共用EPE 505,该EPE 505与由两个以上投影仪提供的光组合其起作用。第一ICG 510接收来自第一投影仪(未示出)的光并沿着传播路径514将光引导到波导的平面中。当光传播通过第一OPE 512时,光被衍射到共用EPE 505。第二ICG 520接收来自第二投影仪(未示出)的光并沿着传播路径524将光引导到波导的平面中。当光传播通过第二OPE 522时,光被衍射到公共EPE 505。

[0049] EPE 505被设计为包括光焦度。因此,从第一OPE 512进入EPE的光被衍射以形成具有发散波前的第一发射截锥体518。第一发射截锥体的中心射线507(其也是EPE 505的表面506的法线)被示出为在用户的方向上远离EPE。在图5A中,第一发射截锥体518被示出为位于EPE的中心,但是对于一个本领域技术人员来说显而易见的是,发射源自EPE 505的整个表面506并且为了清楚起见,所示的截锥体仅限于中心区域。

[0050] 如图5A所示,第一发射截锥体518沿着垂直于EPE的发射表面的方向(即,中心光线507垂直于发射表面)被引导,并且第一发射截锥体518的虚拟源位于波导平面和EPE 505下方的位置。尽管从EPE发射的光被示出为垂直于发射表面,但是这不是本发明所要求的,其它发射角也包括在本发明的范围内。

[0051] 从第二OPE 522进入EPE的光被衍射以形成具有会聚波前的第二发射截锥体528。第二发射截锥体528的中心光线也被示出为在用户的方向上远离EPE。如图5A进一步所示,第二发射截锥体的焦点位于波导平面或EPE发射表面的前方。在所示实施例中,两个发射截锥体都居中在波导发射表面的法线,并且可以与EPE的中心和/或波导显示器的中心对齐。因此,虽然第二发射截锥体528被示出为居中在EPE,但是对于一个本领域技术人员来说显而易见的是,发射源自整个EPE并且为了清楚起见,所示的截锥体仅限于中心区域。

[0052] 图5B是示出了透镜与图5A所示的波导显示器的集成的简化的侧视图。波导显示器500朝向眼睛550发射光,其中一个发散光束具有负光焦度(例如,-0.33屈光度的光焦度),一个会聚光束具有正光焦度(例如,+0.33屈光度的光焦度)。透镜540与波导显示器集成,并且可以是负透镜或正透镜。在图5B所示的实施方式中,透镜540是负透镜(例如,具有-0.66屈光度的光焦度)。当第一发射截锥体518穿过透镜540时,光焦度将被修改,例如被修改为-1.0屈光度,当第二发射截锥体528穿过透镜540时,光焦度将被修改,例如被修改为例如-0.33屈光度。因此,在该示例中,第一发射截锥体将与1米的深度平面相关联,第二发射截锥体将与3米的深度平面相关联。

[0053] 可以是正透镜的第二透镜542可以与波导显示器集成以补偿透镜540的焦度。如图5B所示,使用光焦度等于透镜540的光焦度的绝对值的正透镜,以使得在不更改来自世界的视图的情况下,将来自世界的光发送到用户的眼睛550。透镜540和542的使用可以封装波导显示器以提供可靠性。另外,可以修改一个或多个透镜以提供适合于用户的定制。

[0054] 尽管图5B示出了折射透镜540和542,但是本发明的实施例不限于这些实施方式,根据本发明的实施例,可以利用全息元件、衍射表面、超表面等。例如,透镜540可以是衍射

表面、超表面等。此外,图5B所示的透镜中的一个或多个也可以使用衍射结构或衍射和/或折射结构的组合来实现。一个示例是用于补偿色差的衍射结构和用于聚焦从世界接收的光的折射结构。一个本领域普通技术人员将认识到许多变化、修改和替代。

[0055] 为了提供用于RGB系统多个深度平面,可以利用三个波导显示设备,每个显示设备以RGB颜色中的一种提供两个深度平面。一个本领域普通技术人员将认识到许多变化、修改和替代。

[0056] 图6是示出了根据本发明的实施例的产生平铺视野的波导显示器的简化的示意性平面图。图6所示的波导显示器与图4所示的波导显示器共有一些相似之处,并且关于图4提供的描述适当地适用于图6。

[0057] 参考图6,使用四个投影仪(未示出)驱动共用EPE 605。使用四个ICG 610、620、630和640将来自对应投影仪的光引导到四个OPE 612、622、632和642。为了清楚起见,将仅讨论OPE 612和622的操作,因为OPE 632和642的操作以镜像的方式类似。

[0058] 当光传播通过OPE 612时,光以第一角度偏移朝向共用EPE 605衍射。当光传播通过OPE 622时,光以第二角度偏移朝向共用EPE 605衍射。因此,来自OPE 612的光在共用EPE中被衍射以形成居中在第一输出路径616的第一发射截锥体618,从OPE 622进入共用EPE的光被衍射以形成居中在第二输出路径626的第二发射截锥体628。应当注意,尽管发射截锥体被示出为与共用EPE的一个角重叠,但是光将跨全部的EPE耦合出EPE以形成所示的四个发射截锥体。参考图4A,图6所示的发射截锥体与EPE的关系可以理解为光跨EPE耦合出EPE,从而形成与每个对应OPE对应的四个所示发射截锥体中的一个。因此,发射截锥体与对应OPE的视野相关,从而导致平铺输出,该平铺输出的特征在于与单独的OPE的视野相比扩展的视野。因此,尽管第一发射截锥体618被示出为位于共用EPE 605的左上象限上方,但这并不意味着包含在第一发射截锥体中的光仅源自共用EPE的左上象限。

[0059] 尽管以图6的比例不可见,但是衍射特征(例如,光栅齿(grating teeth))由OPE 612和OPE 622的阴影示出,并且被定向为朝向公共EPE 605衍射光。尽管来自OPE 612的光被示出为在共用EPE中被衍射以形成居中在第一输出路径616的第一发射截锥体618,但是在其它实施例中,光在公共EPE中被衍射以形成与相应OPE相邻的发射截锥体。在该实施例中,光将以下列对应关系发射:OPE 612对应于右下方的截锥体,OPE 622对应于右上方的截锥体,OPE 632对应于截锥体628,以及OPE642对应于截锥体618。在该配置中,共用EPE中的传播路径将减少,从而潜在地改善包括图像亮度的光学性能。

[0060] 参考图6,OPE 612和OPE 622在x-y平面中在空间上彼此分离。在其它实施例中,OPE 612和OPE 622被定位为使得OPE的内部边缘与EPE 605的外部边缘对齐。因此,各种元件之间的间隙实不被要求的,但可以被适当地利用。在其他的实施例中,利用重叠的几何形状,其中,第一OPE的一部分设置在与第二OPE的一部分相同的x-y位置。在这种重叠的几何形状中,与第一OPE相关联的衍射光栅以及与第二OPE相关联的衍射光栅可以形成在波导层的一侧或一个表面上。在其它实施例中,这些衍射光栅可以定位在不同的z维度处。此外,尽管OPE 612和OPE 622在x-y平面中与共用EPE 605在空间上分离,但是在其它实施例中,一个或多个OPE的部分可以设置在与共用EPE的部分相同的x-y位置处。在重叠的几何形状的一个实施例中,一个或多个OPE的部分定位在第一z维度处,而共用EPE的部分定位在第二z维度处。作为示例,与OPE相关联的衍射光栅可以形成在波导层的一侧上,而与共用EPE相关

联的衍射光栅可以形成在波导层的相反侧上。在其它实施例中,用于OPE的部分和共用EPE的部分的衍射光栅可以形成在同一表面上。类似的布局适用于OPE 632和OPE 642。因此,本发明的实施例提供了其中OPE可以彼此重叠,OPE可以与公共EPE重叠等的实施方式。

[0061] 如图6所示,发射截锥体可以是对称的以形成具有扩展的视野的平铺输出,该扩展的视野组合了如图所示的视野。利用具有共用EPE 605的四个OPE实现了 $2 \times 2$ 的视野平铺,其中:当光被共用EPE衍射到左上方时,OPE 612提供发射截锥体618;当光被共用EPE衍射到左下方时,OPE 622提供发射截锥体628;当光被共用EPE衍射到右上方时,OPE 632提供第三发射截锥体;以及当光被共用EPE衍射到右下方时,OPE 642提供第四发射截锥体。取决于特定应用,视野可以以对齐的边缘彼此邻近以提供由各个视野的总和限定的扩展的视野,或者可以如图3所示重叠。在一些实施例中,两单眼对角视野为 $134^\circ$ 。

[0062] 还应理解,本文描述的示例和实施例仅用于说明目的,它们的各种修改或变化能被本领域技术人员想到,并且包括在本申请的精神和范围以及所附权利要求的范围内。

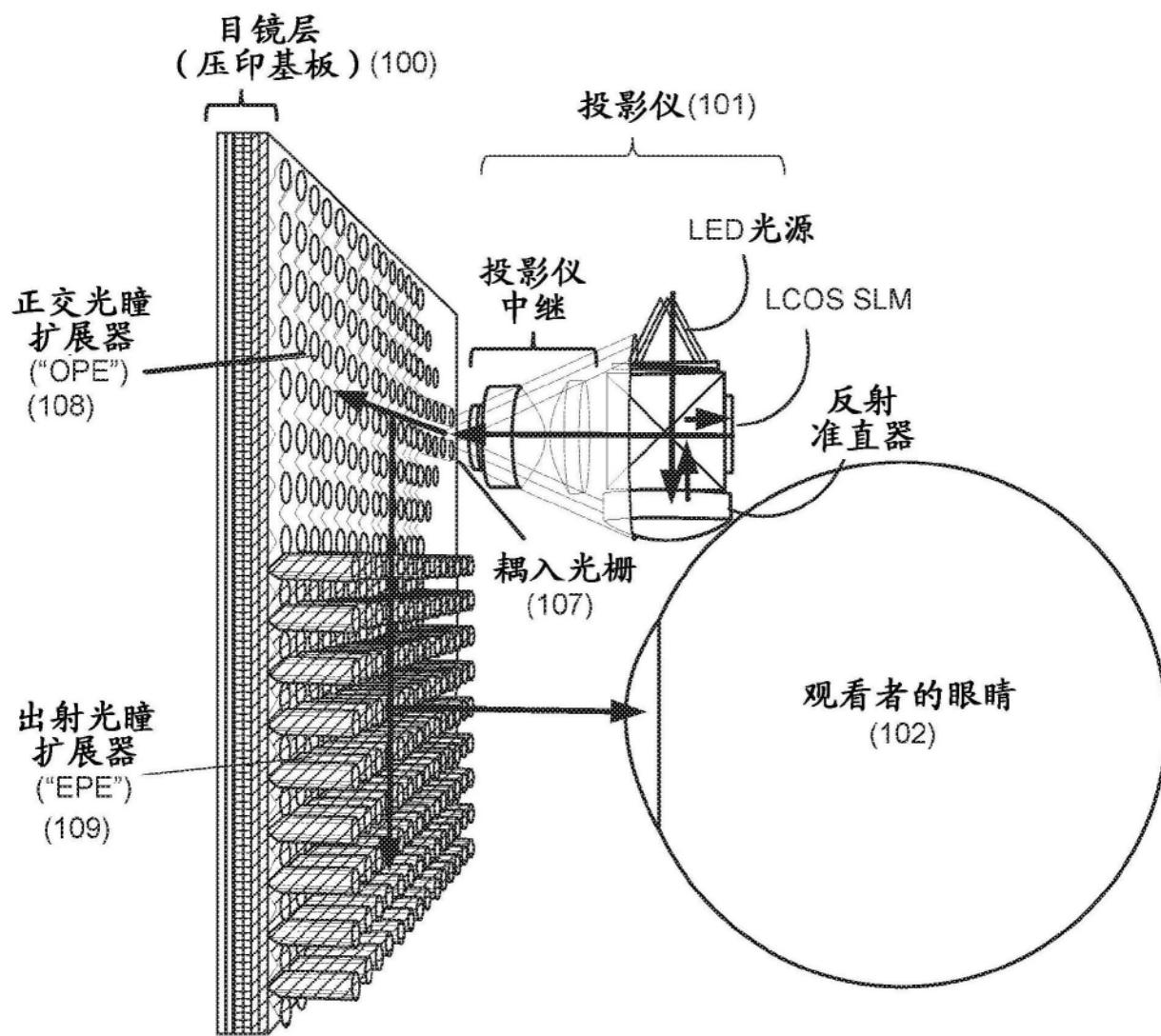


图1

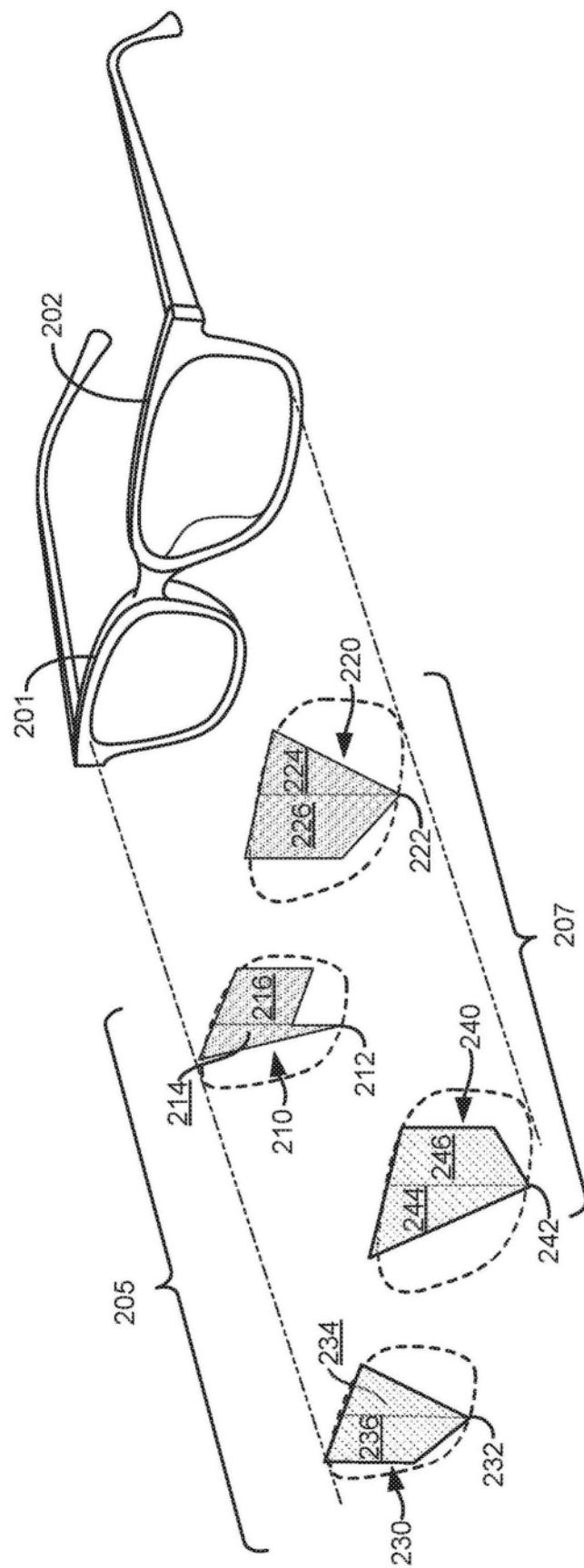


图2

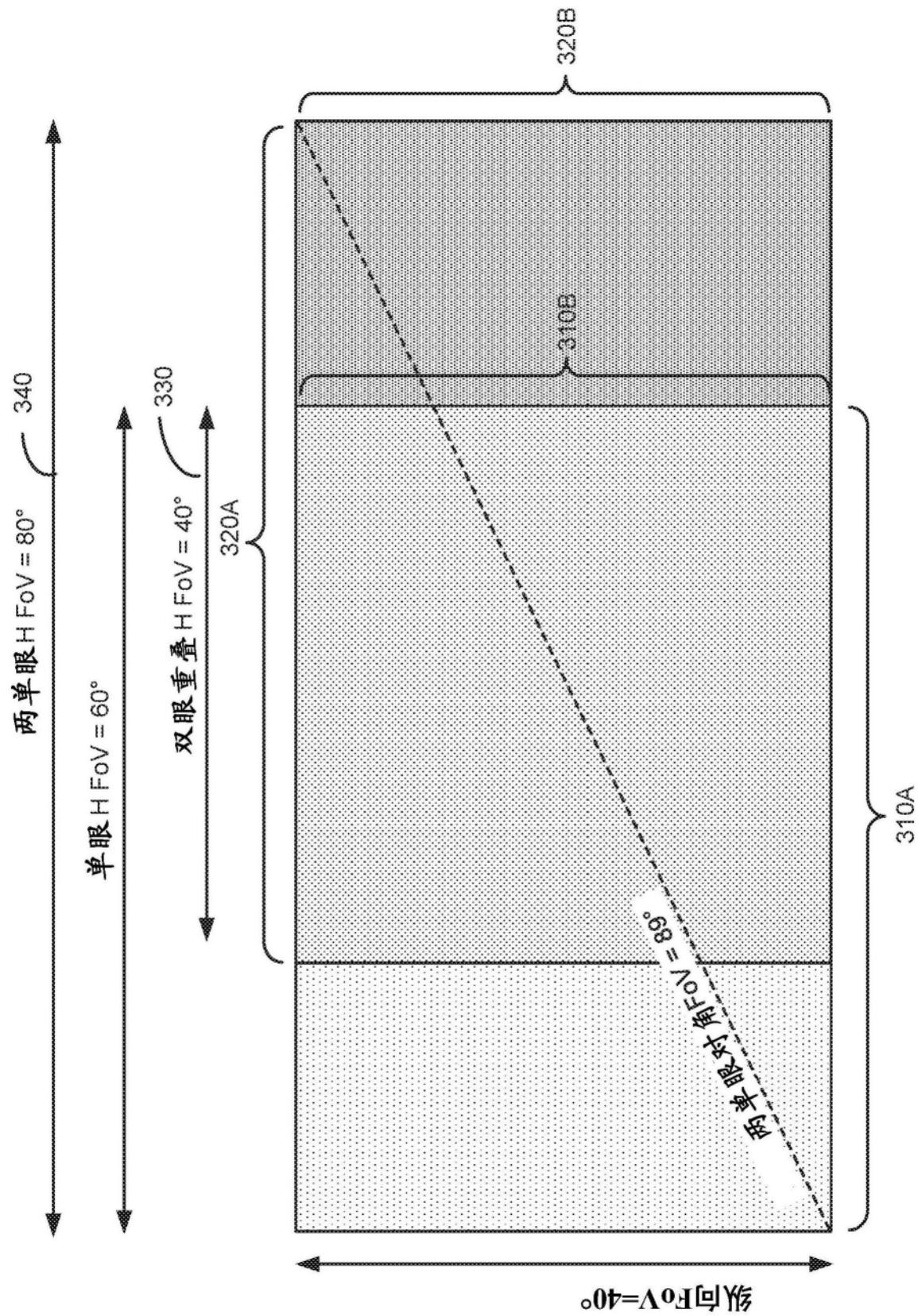


图3

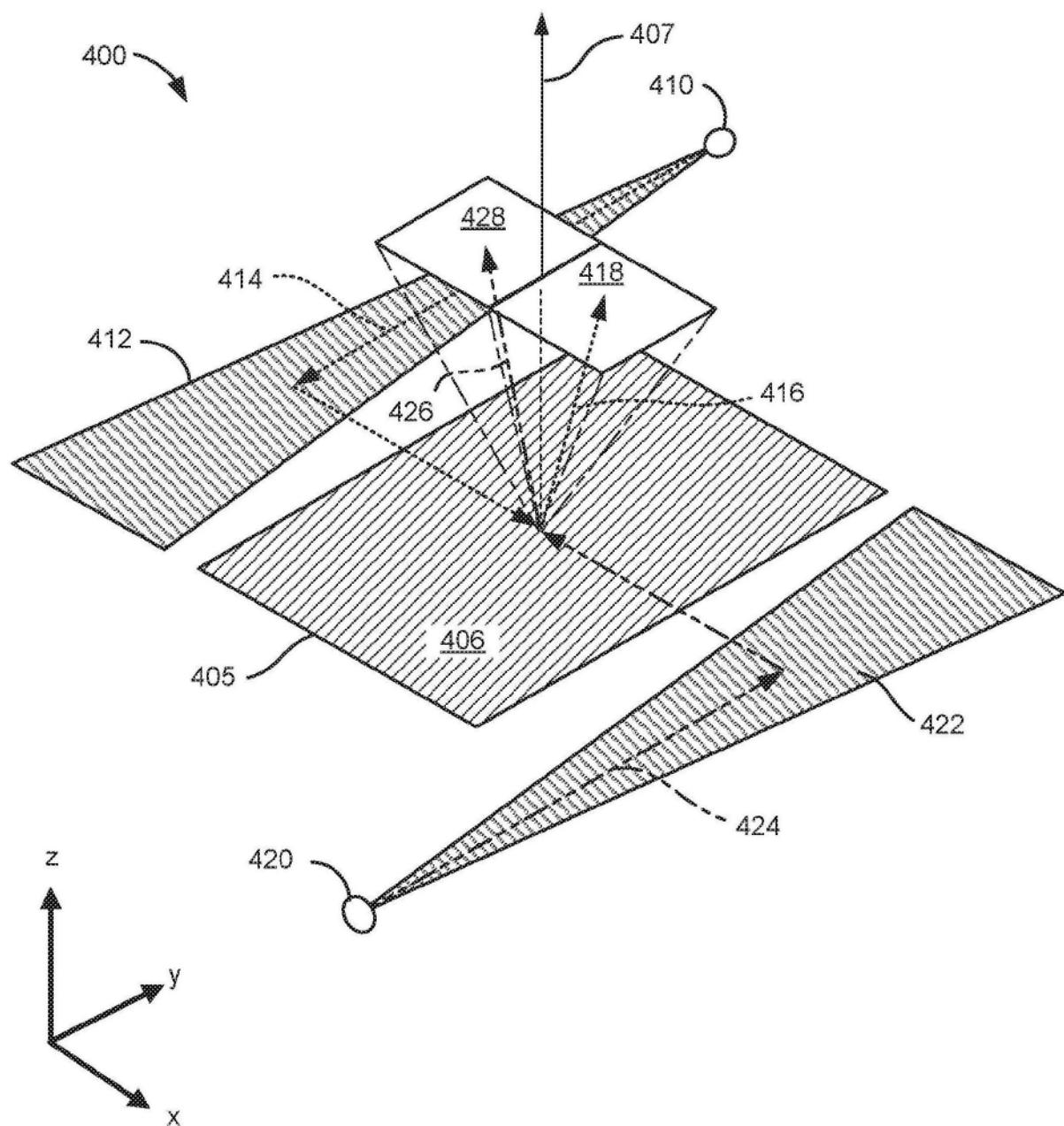


图4A

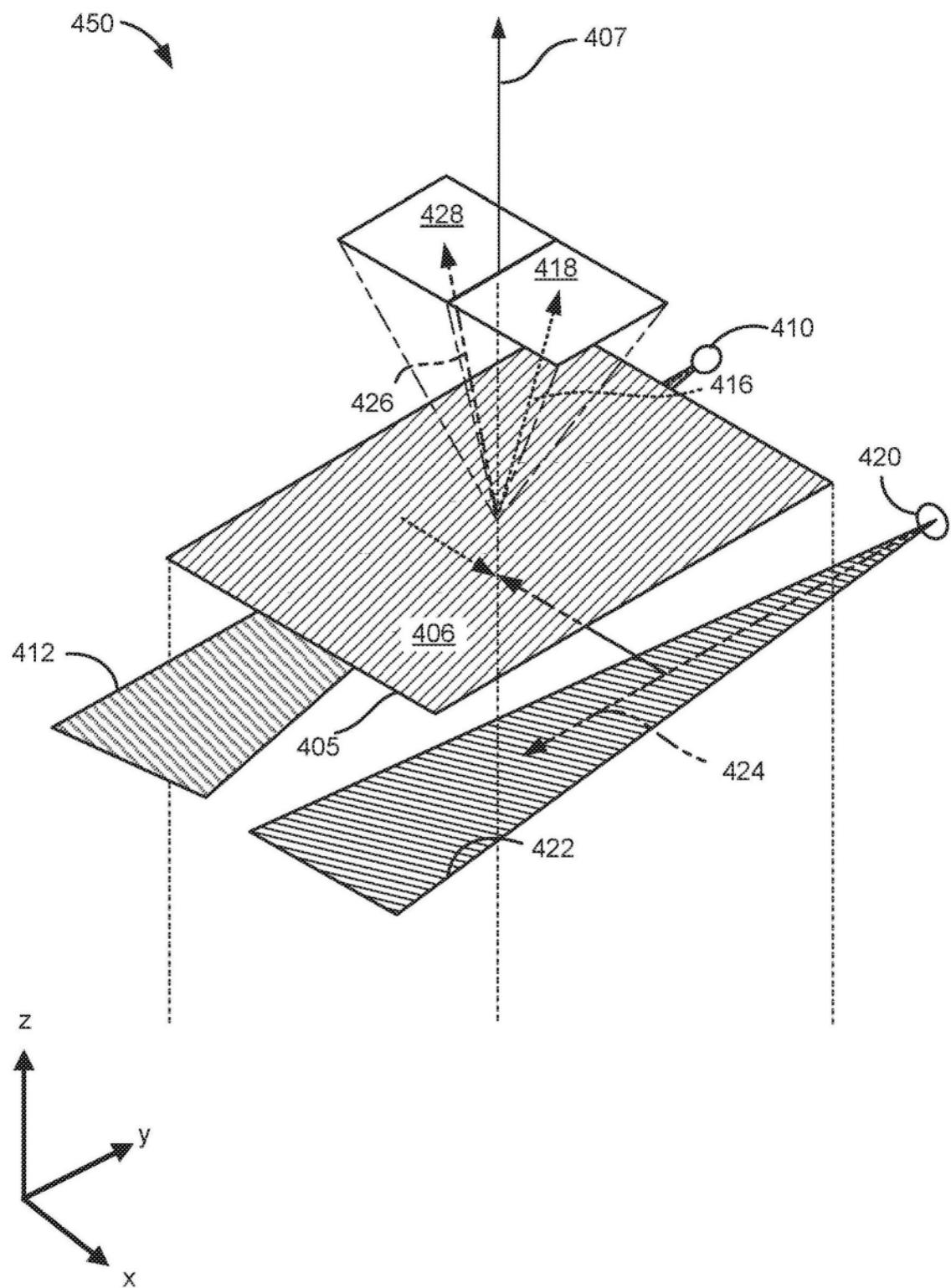


图4B

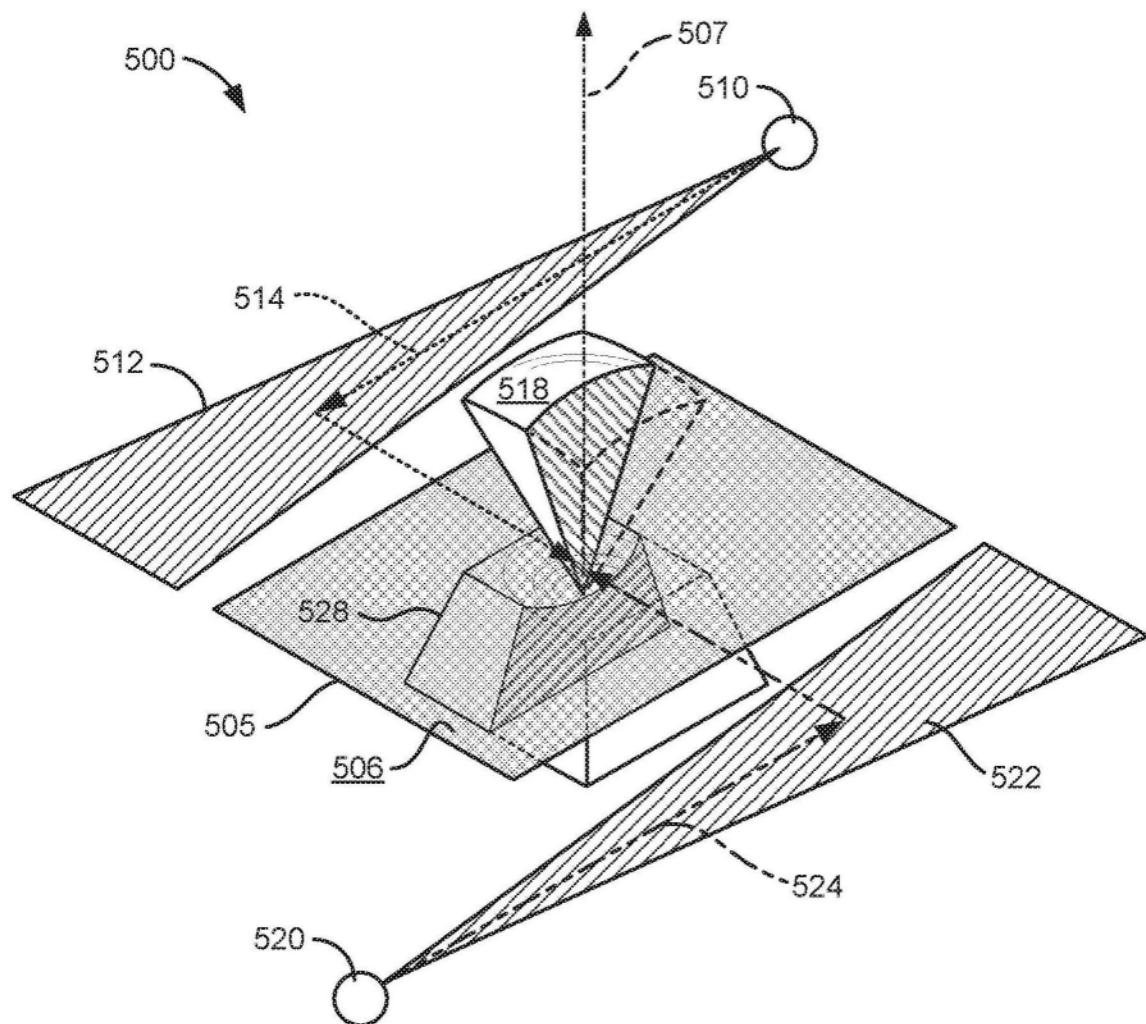


图5A

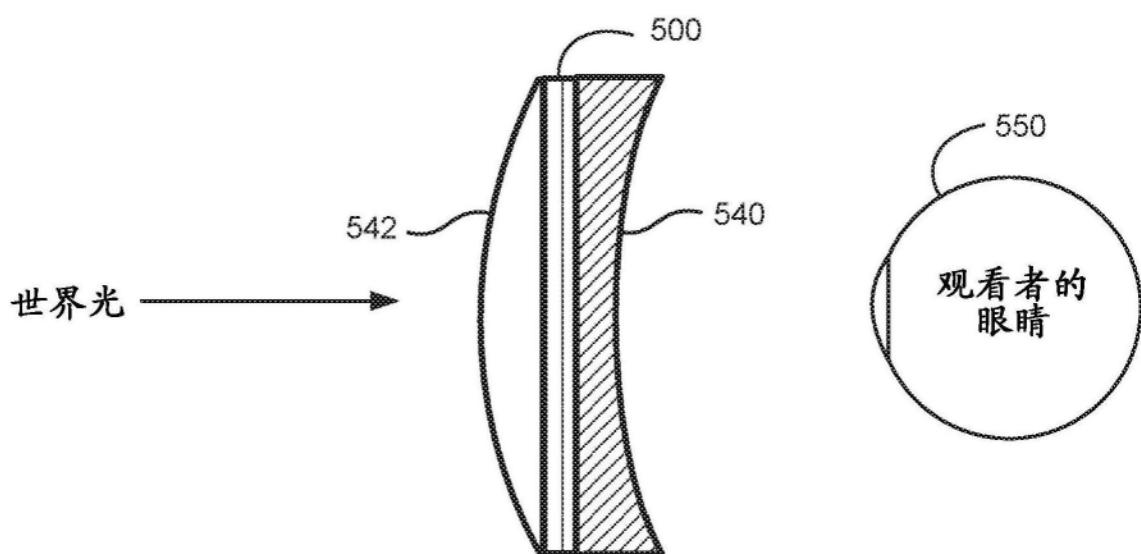


图5B

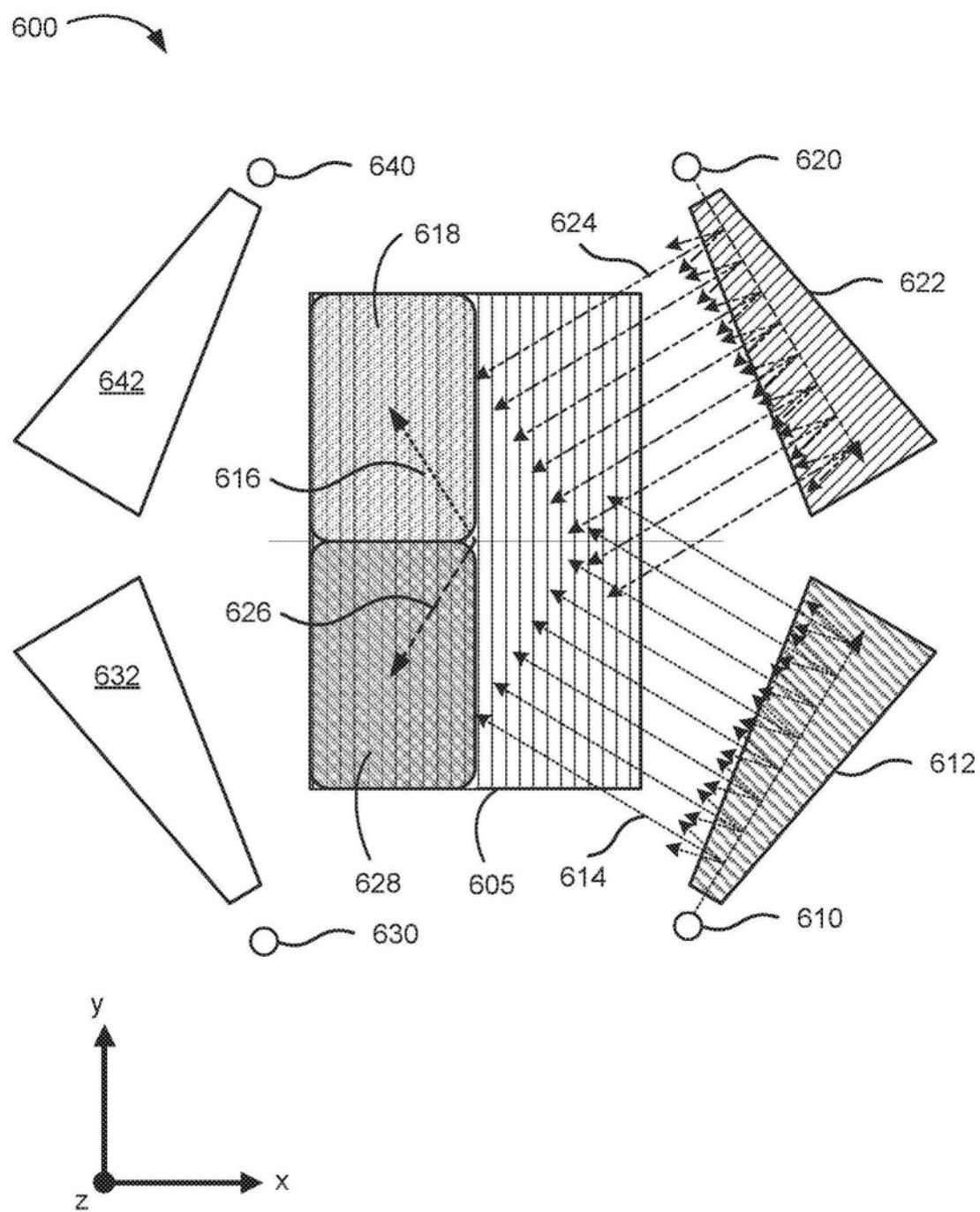


图6