(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 114616210 A
(43)申请公布日 2022.06.10

(21)申请号 202080075176.7
(22)申请日 2020.09.11
(30)优先权数据
62/899,063 2019.09.11 US
62/899,673 2019.09.12 US
62/902,295 2019.09.18 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2022.04.26
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2020/050467 2020.09.11
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2021/050924 EN 2021.03.18
(71)申请人 奇跃公司
地址 美国佛罗里达州
(72)发明人 V•辛格 K•罗 邓晓培 杨书强 F•Y•徐 K•梅塞尔
(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所 11247
专利代理师 王英杰 于静
(51)Int.Cl.
*B82Y 20/00*(2006.01)
*G02B 27/01*(2006.01)
*G02B 27/02*(2006.01)
*G02B 5/18*(2006.01)
*G02B 5/30*(2006.01)
*G02B 6/00*(2006.01)

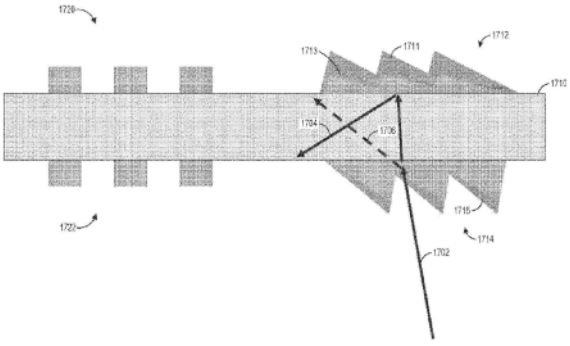
权利要求书2页 说明书133页 附图37页

(54)发明名称

# 带有具有降低的偏振灵敏度的衍射光栅的显示装置

(57)摘要

衍射光栅在头戴式显示系统中提供光学元件，例如，将光耦入波导中或将光耦出波导。这些衍射光栅可以被配置为具有降低的偏振灵敏度。例如，这样的光栅可以以相似的效率水平将不同偏振的光耦入或者耦出。衍射光栅和波导可包括透射层和金属层。衍射光栅可包括闪耀光栅。




CN 114616210 A

1.一种头戴式显示系统,包括:

头戴式框架;

被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统;

由所述框架支撑的波导,所述波导包括被配置为引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分的衬底;

第一衍射光栅,所述第一衍射光栅在所述衬底之上包括不同于所述衬底的材料;

设置在所述第一衍射光栅之上的第一层;以及

第二层,所述第二层包括设置在所述第一衍射光栅之上的金属,使得所述衍射光栅在入射在其上的光的角度范围内对第一偏振具有第一衍射效率,并且在入射在其上的光的角度范围内对第二偏振具有第二衍射效率,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至2倍。

2.根据权利要求1所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有至少1.9的折射率的材料。

3.根据权利要求1所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料包括聚合物。

4.根据权利要求1所述的头戴式显示器,其中,所述第一衍射光栅材料包括可压印材料。

5.根据权利要求1所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有1.4至1.95的折射率。

6.根据权利要求1所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有低于所述衬底的折射率。

7.根据权利要求1所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括闪耀衍射光栅。

8.根据权利要求1所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括二氧化钛($TiO_2$)、二氧化锆($ZrO_2$)或碳化硅(SiC)。

9.根据权利要求1所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振分别包括横向磁和横向电偏振。

10.根据权利要求1所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振分别包括横向电和横向磁偏振。

11.根据权利要求1所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.5倍。

12.根据权利要求11所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.3倍。

13.根据权利要求12所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.2倍。

14.根据权利要求1所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是12度。

15.根据权利要求14所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是22度。

16.根据权利要求1所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±6度之间。

17.根据权利要求16所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面

在±11度之间。

18.根据权利要求1所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括在目镜中,所述目镜被配置为将光导引到穿戴所述头戴式显示器的用户的眼睛。

19.一种头戴式显示系统,包括:

头戴式框架;

被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统;

由所述框架支撑的波导,所述波导包括被配置为引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分的衬底;

第一衍射光栅;以及

第一层,其设置在所述第一衍射光栅之上,使得所述衍射光栅具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第一衍射效率,所述第一衍射效率是在入射在其上的光的所述角度范围内的第二偏振的第二衍射效率的1至2倍。

20.根据权利要求19所述的头戴式显示系统,其中,具有形成在其上的所述第一层的所述第一衍射光栅包括透射式衍射光栅。

# 带有具有降低的偏振灵敏度的衍射光栅的显示装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2019年9月11日提交的题为“DISPLAY DEVICE WITH DIFFRACTION GRATING HAVING REDUCED POLARIZATION SENSITIVITY(设置有具有降低的偏振灵敏度的衍射光栅的显示装置)”的美国临时申请号62/899063、于2019年9月12日提交的题为“DISPLAY DEVICE WITH DIFFRACTION GRATING HAVING REDUCED POLARIZATION SENSITIVITY(设置有具有降低的偏振灵敏度的衍射光栅的显示装置)”的美国临时申请号62/899673、和于2019年9月18日提交的题为“DISPLAY DEVICE WITH DIFFRACTION GRATING HAVING REDUCED POLARIZATION SENSITIVITY(设置有具有降低的偏振灵敏度的衍射光栅的显示装置)”的美国临时申请号62/902295在35U.S.C.§119(e)下的优先权的权益,其中的每一个的公开内容以其整体内容通过引用并入本文。

## 技术领域

[0003] 本公开涉及显示系统,并且更具体地涉及增强和虚拟现实显示系统。

## 背景技术

[0004] 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”体验的系统的发展,其中数字再现的图像或其部分以其看起来是真实的或者可被感知为真实的方式呈现给用户。虚拟现实(或者“VR”)场景通常涉及数字或虚拟图像信息的呈现,而对于其它实际的真实世界的视觉输入不透明;增强现实(或者“AR”)场景通常涉及数字或虚拟图像信息的呈现作为对用户周围的实际世界的可视化的增强。混合现实(或者“MR”)场景是一种AR场景并且通常涉及集成到自然世界中并响应于自然世界的虚拟对象。例如,在MR场景中,AR图像内容可以被真实世界中的对象阻挡或者被感知为与对象交互。

[0005] 参考图1,示出了增强场景10,其中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为特征的真实世界公园状设置20。除了这些项目之外,AR技术的用户同样感知到他“看到”诸如站在真实世界平台30上的机器人雕像40以及飞过的卡通式化身角色50的“虚拟内容”,该化身角色看起来是大黄蜂的化身,即使这些元素40、50在真实世界中不存在。因为人类的视觉感知系统是复杂的,因此产生有助于连同其它虚拟或真实世界的图像元素一起的虚拟图像元素的舒适、自然、丰富呈现的AR技术是具有挑战性的。

[0006] 本文所公开的系统和方法解决与AR和VR技术有关的各种挑战。

## 发明内容

[0007] 出于概括本公开的目的,本文已经描述了某些方面、优点和新颖特征。可以理解,根据本文所公开的任何特定实施例,不一定可以实现所有这样的优点。因此,本文所公开的实施例可以以实现或优化如本文教导或建议的一个优点或一组优点的方式来体现或执行,而不必实现其他优点。

[0008] 本文公开了一种头戴式显示系统。在一种配置中,头戴式显示系统可包括头戴式

框架、光投射系统、由框架支撑的波导、衍射光栅、在所述衍射光栅之上的第一层和包括设置在第一层之上的金属的第二层。该光投射系统可以被配置为输出光以提供图像内容。该波导可包括被配置为引导耦接到波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分的衬底。该衍射光栅可以在所述衬底上面包括不同于所述衬底的材料。该衍射光栅可以在入射在其上的光的角度范围内对第一偏振具有第一衍射效率，并且可以在入射在其上的光的角度范围内对第二偏振具有第二衍射效率，第一衍射效率是第二衍射效率的1至2倍。

[0009] 在另一配置中，头戴式显示系统可包括头戴式框架、光投射系统、由框架支撑的波导、形成在衬底中的衍射光栅、设置在形成在所述衬底中的所述衍射光栅之上的第一层、和包括设置在形成在所述衬底中的所述衍射光栅之上的金属的第二层。该光投射系统可以被配置为输出光以提供图像内容。该波导可包括衬底。该衬底可包括光学透明材料。该衬底可以被配置为经由所述衍射光栅引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分。该衍射光栅可以在入射在其上的光的角度范围内对第一偏振具有第一衍射效率，并且可以在入射在其上的光的角度范围内对第二偏振具有第二衍射效率，第一衍射效率是第二衍射效率的1至2倍。

[0010] 在一些配置中，头戴式显示系统可包括：头戴式框架；被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统；由所述框架支撑的波导，所述波导可包括被配置为引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分的衬底；可在所述衬底之上包括不同于所述衬底的材料的第一衍射光栅；设置在所述第一衍射光栅之上的第一层；以及第二层，其可包括设置在所述第一衍射光栅之上的金属，使得所述衍射光栅在入射在其上的光的角度范围内对第一偏振具有第一衍射效率，并且在入射在其上的光的角度范围内对第二偏振具有第二衍射效率，所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至2倍。

[0011] 在一些配置中，头戴式显示系统可包括：头戴式框架；被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统；由所述框架支撑的波导，所述波导可包括衬底，所述衬底可包括光学透明材料和形成在所述衬底中的第一衍射光栅，所述衬底被配置为经由第一层引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分，所述第一层设置在形成在所述衬底中的所述第一衍射光栅之上；第二层可包括设置在形成在所述衬底中的所述第一衍射光栅之上的金属，使得所述第一衍射光栅在入射在其上的光的角度范围内对第一偏振具有第一衍射效率，并且在入射在其上的光的角度范围内对第二偏振具有第二衍射效率，所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至2倍。

[0012] 在一些配置中，头戴式显示系统可包括：头戴式框架；被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统；由所述框架支撑的波导，所述波导可包括被配置为引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分的衬底；可包括不同于所述衬底的材料的第一衍射光栅；第一层，其设置在所述第一衍射光栅之上，使得所述第一衍射光栅具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第一衍射效率，所述第一衍射效率大于在入射在其上的光的角度范围内的第二偏振的第二衍射效率；以及第二层，其设置在所述第一衍射光栅之上，使得所述第一衍射光栅具有在入射在其上的光的角度范围内的所述第二偏振的第三衍射效率，所述第三衍射效率大于在入射在其上的光的角度范围内的所述第一偏振的第四衍射效率，其中，所述第一衍射光栅连同所述第一和第二层的组合的衍射效率被配置为在入射在其上的光的角度范围内为所述第一偏振提供第五衍射效率并且在入射在其上的

光的角度范围内对第二偏振具有第六衍射效率，第五衍射效率是第六衍射效率的1至2倍。

[0013] 在一些配置中，头戴式显示系统可包括：头戴式框架；被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统；以及由所述框架支撑的波导，所述波导可包括衬底，所述衬底可包括光学透明材料和形成在所述衬底中的第一衍射光栅，所述衬底被配置为引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分，设置在形成在所述衬底中的所述第一衍射光栅之上的第一层，所述第一层连同所述第一衍射光栅一起被配置为在入射在其上的光的角度范围内提供针对第一偏振的第一衍射效率，所述第一衍射效率大于入射在其上的光的角度范围内的第二偏振的第二衍射效率；以及设置在形成在所述衬底中的所述第一衍射光栅之上的第二层，所述第二层连同所述第一衍射光栅一起被配置为在入射在其上的光的所述角度范围内为所述第二偏振提供第三衍射效率，所述第三衍射效率大于在入射在其上的光的角度范围内的所述第一偏振的第四衍射效率，其中，所述第一衍射光栅连同所述第一和第二层一起被配置为在入射在其上的光的角度范围内为第一偏振提供第五衍射效率并且在入射在其上的光的角度范围内为第二偏振提供第六衍射效率，所述第五衍射效率是所述第六衍射效率的1至2倍。

[0014] 在一些配置中，头戴式显示系统可包括：头戴式框架；被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统；由所述框架支撑的波导，所述波导可包括被配置为引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分的衬底；可在所述衬底之上包括不同于所述衬底的材料的第一衍射光栅；以及第一层，其可包括设置在所述第一衍射光栅之上的多层涂层，所述第一衍射光栅连同所述第一层一起被配置为具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第一衍射效率，所述第一衍射效率大于在入射在其上的光的角度范围内的第二偏振的第二衍射效率。

[0015] 在一些配置中，头戴式显示系统可包括：头戴式框架；被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统；由所述框架支撑的波导，所述波导可包括被配置为引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分的衬底；第一衍射光栅，其被配置为具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第一衍射效率，所述第一衍射效率大于入射在其上的光的角度范围内的第二偏振的第二衍射效率。

[0016] 在一些配置中，头戴式显示系统可包括：头戴式框架；被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统；以及由所述框架支撑的波导，所述波导可包括被配置为引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分的衬底；可在所述衬底之上包括不同于所述衬底的材料的第一衍射光栅，其中，所述衬底可包括具有第一折射率的材料；设置在所述第一衍射光栅之上的第一层，其中，所述第一层可包括具有第二折射率的材料；设置在所述第一层之上的材料，其具有在所述第二折射率与空气折射率之间的第三折射率，其中，所述第一衍射光栅连同所述第一层和所述第一层之上的材料被配置为具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第一衍射效率，所述第一衍射效率大于在入射在其上的光的角度范围内的第二偏振的第二衍射效率。

[0017] 在一些配置中，头戴式显示系统可包括：头戴式框架；被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统；由所述框架支撑的波导，所述波导可包括被配置为引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分的衬底；第一衍射光栅；以及第一层，其设置在所述第一衍射光栅之上，使得所述衍射光栅具有在入射在其上的光的角度范围内的第一

偏振的第一衍射效率，所述第一衍射效率是在入射在其上的光的角度范围内的第二偏振的第二衍射效率的1至2倍。

[0018] 一种制造具有降低的偏振灵敏度的衍射光栅的方法，该方法可包括：在衬底中或衬底上形成一个或多个衍射特征，其被配置为引导耦接到所述衬底中的来自光投射系统的光的至少一部分；在所述一个或多个衍射特征之上沉积第一层；以及在所述一个或多个衍射特征之上沉积第二层，使得所述一个或多个衍射特征具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第一衍射效率和在入射在其上的光的角度范围内的第二偏振的第二衍射效率，所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至2倍。

[0019] 在一些配置中，头戴式显示系统可包括：头戴式框架；被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统；由所述框架支撑的波导，所述波导可包括被配置为引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分的衬底；第一衍射光栅，其被配置为使得所述衍射光栅具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第一衍射效率，所述第一衍射效率是在入射在其上的光的角度范围内的第二偏振的第二衍射效率的1至2倍。

[0020] 在一些配置中，头戴式显示系统可包括：头戴式框架；被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统；由所述框架支撑的波导，所述波导可包括被配置为引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分的衬底，所述衬底具有小于1.9的折射率；第一衍射光栅，其被配置为使得所述衍射光栅具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第一衍射效率，所述第一衍射效率是在入射在其上的光的角度范围内的第二偏振的第二衍射效率的1至2倍。

## 附图说明

[0021] 在所有附图中，附图标记被重复使用以指示引用元件之间的对应关系。提供附图以说明本文所描述的特征的实施例而不是限制其范围。

[0022] 图1示出了通过AR装置的增强现实(AR)的用户的视图。

[0023] 图2示出了用于为用户模拟三维图像的常规显示系统。

[0024] 图3A-3C示出了曲率半径和聚焦半径之间的关系。

[0025] 图4A示出了人类视觉系统的调节-聚散响应的表示。

[0026] 图4B示出了用户的一对眼睛的不同适应状态和聚散状态的示例。

[0027] 图4C示出了经由显示系统观看内容的用户的俯视图的表示的示例。

[0028] 图4D示出了经由显示系统观看内容的用户的俯视图的表示的另一示例。

[0029] 图5示出了通过修改波前发散来模拟三维图像的方法的方面。

[0030] 图6示出了用于向用户输出图像信息的波导堆叠的示例。

[0031] 图7示出了由波导输出的出射光束的示例。

[0032] 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件颜色形成的图像。

[0033] 图9A示出了堆叠波导的组的示例的横截面侧视图，其中每个堆叠波导包括耦入光学元件。

[0034] 图9B示出了图9A的多个堆叠波导的示例的透视图。

[0035] 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。

[0036] 图9D示出了可穿戴显示系统的示例。

[0037] 图10A和图10B示出了两个示例衍射光栅的偏振相关性。

[0038] 图11A示出了具有单个涂层的示例光栅的视图，该单个涂层可以对于单个偏振具有高效率。

[0039] 图11B示出了具有多个涂层的示例光栅的视图，该多个涂层可以对于多于一个偏振具有高效率。

[0040] 图12A示意性地示出了波导的一部分的剖视图，该波导的一部分在其上设置有衍射光栅，例如，用于将光耦入波导中。

[0041] 图12B示出了在其上设置有闪耀(blazed)衍射光栅的波导的剖视图，其示出了波导的视场(FOV)，Δα。

[0042] 图13A示出了可用于形成衍射光栅的衍射特征的不同示例几何形状。

[0043] 图13B-1和图13B-2示出了一维(1D)光栅的视图。

[0044] 图13C示出了具有衍射特征的二维(2D)阵列的示例器件。

[0045] 图13D-1和图13D-2分别示出了对称衍射特征的示例2D阵列的剖面侧视图和俯视图。

[0046] 图13E示出了具有闪耀衍射特征的2D阵列的另一示例器件。

[0047] 图13F-1和图13F-2分别示出了非对称衍射特征的示例阵列的剖面侧视图和俯视图。

[0048] 图13G-1示出了具有形成在衬底中或衬底上并在两个方向上闪耀的衍射特征的2D阵列的示例器件。

[0049] 图13G-2示出了在两个特定方向上导引更多光的示例衍射特征。

[0050] 图13H示出了形成闪耀光栅的示例方法。

[0051] 图13I示出了形成闪耀光栅的另一示例方法。

[0052] 图13J示出了形成闪耀光栅的另一示例方法。

[0053] 图14示出了在衍射光学元件的衍射特征上沉积材料层的示例方法。在各种实施方式中，该层可以是光学透射层。

[0054] 图15示出了包括多个子层的透射层中的示例衍射特征以及由这样的示例衍射特征所形成的衍射光学元件的表面的反射的对应图。

[0055] 图16示出了在形成衍射光学元件(诸如衍射光栅)的多个衍射特征上沉积材料层(诸如介电层和金属层)的示例方法。

[0056] 图17A示出了包括多个衍射光学元件的示例波导，诸如形成耦入光学元件和/或耦出光学元件的衍射光栅。(一个或多个)衍射光学元件，例如，耦入光学元件中的至少一个，可包括降低的偏振灵敏度衍射光栅。

[0057] 图17B示出了包括多个衍射光学元件的另一示例波导，诸如形成耦入光学元件和/或耦出光学元件的衍射光栅。(一个或多个)衍射光学元件，例如，耦入光学元件，可包括将比TM偏振光更多的TE偏振光耦合到波导中的衍射光栅，以及将比TE偏振光更多的TM偏振光耦合到波导中的衍射光栅。

[0058] 图17C示出了包括衍射光学元件(诸如衍射光栅)的另一示例波导，该衍射光学元件形成高效地耦合波导中的TE和TM两者的耦入光学元件。

[0059] 图17D-1至图17D-4示出了不同的衍射光学元件设计以及用于例如可用作诸如图17C所示的耦入光学元件的相应不同衍射光学元件的TM和TE效率轮廓。

[0060] 图18示出了可以减少反射损失的示例衍射特征。

## 具体实施方式

[0061] 尽管下文公开了某些优选实施例和示例，但发明主题超出了具体公开的实施例，延伸到本发明的其他替代实施例和/或用途，以及其修改和等同物。因此，本文所公开的本发明的范围不由下文所描述的任何特定实施例限制。例如，在本文所公开的任何方法或工艺中，该方法或工艺的动作或操作可以以任何适合的顺序执行并且不必限于任何特定公开的顺序。出于将各种实施例与现有技术进行对比的目的，描述了这些实施例的某些方面和优点。不一定所有这些方面或优点通过任何特定实施例来实现。因此，例如，各种实施例可以以实现或优化如本文中教导的一个优点或优点组的方式执行而不必实现如本文中也可以教导或建议的其他方面或优点。

[0062] AR系统可以向用户或观看者显示虚拟内容，同时仍然允许用户看到他们周围的世界。优选地，该内容被显示在头戴式显示器上，例如，作为眼镜的一部分，其将图像信息投射到用户的眼睛。另外，显示器还可以将来自周围环境的光透射到用户的眼睛，以允许查看该周围环境。如本文所使用的，将理解到，“头戴式”或“可头戴式”显示器是可以安装在观看者或用户的头部上的显示器。

[0063] 在一些AR系统中，具有相对高视场(FOV)的虚拟/增强/混合显示器可以增强观看体验。显示器的FOV取决于由目镜的波导输出的光的角度，观看者通过目镜看到投射到他或她眼睛中的图像。具有相对高折射率(例如2.0或更大)的波导可提供相对高的FOV。然而，为了有效地将光耦合到高折射率波导中，衍射光学耦合元件也应该具有相应的高折射率。为了实现该目标，除了其他优点之外，根据本文所描述的实施例的用于AR系统的一些显示器包括波导，该波导包括相对高折射率(例如，大于或等于2.0)材料，在其上形成具有相应高折射率的相应衍射光栅，诸如基于Li的氧化物。例如，衍射光栅可以通过构图由基于Li的氧化物所形成的波导的表面部分，而直接在基于Li的氧化物波导上形成。

[0064] 一些高折射率衍射光学耦合元件，诸如耦入或耦出光学元件，具有很强的偏振相关性。例如，用于将光耦入到波导中的耦入光栅(ICG)，其中衍射光学耦合元件包括高折射率材料，可以允许给定偏振的光显著多于另一偏振的光。例如，这样的元件可以将具有TM偏振的光以约3倍于具有TE偏振的光的速率的速率而耦入到波导中。具有这种偏振相关性的衍射光学耦合元件可能具有降低的效率(由于低效率和对一种偏振的普遍抑制)，并且还可能产生相干伪影并降低由波导所耦出的光而形成的远场图像的均匀性。为了获得偏振不灵敏或至少具有降低的偏振灵敏度(例如，其以相对独立于偏振的效率耦合光)的衍射光学耦合元件，根据本文所描述的各种实施方式的用于AR系统的一些显示器包括具有用闪耀几何形状形成的衍射光栅的波导。衍射光栅也可以直接形成在波导中，其可包括高折射率材料(例如，具有至少1.9、2.0、2.1、2.2、2.3、2.4、2.5、2.6或高达2.7或这些值中的任何一个之间的任何范围的折射率)。例如，衍射光栅可以在诸如像铌酸锂(LiNbO3)或钽酸锂(LiTaO3)的基于Li的氧化物或诸如氧化锆(ZrO2)、二氧化钛(TiO2)或碳化硅(SiC)的高折射率材料中形成，例如，通过用闪耀几何形状对高折射率材料进行构图。

[0065] 现在将对附图进行参考，其中相似附图标记自始至终指代相似部件。除非另外指明，否则，附图是不必按比例绘制的示意图。

[0066] 图2示出了用于为用户模拟三维图像的常规显示系统。应当理解，用户的眼睛是隔开的，并且当在空间中观看真实对象时，每只眼睛将具有略微不同的对象视图，并且可在每个眼睛的视网膜上的不同位置处形成对象的图像。这可被称为双目视差，并且可由人类视觉系统利用以提供深度感知。常规的显示系统通过呈现具有相同虚拟对象的略微不同视图的两个不同图像190、200-用于每个眼睛210、220中的一个-来模拟双目视差，该不同的视图对应于每只眼睛将看到的虚拟对象的视图，该虚拟对象是位于期望的深度处的真实对象的虚拟对象。这些图像提供双目提示(cue)，其中用户的视觉系统可解释该双目提示以得到深度感知。

[0067] 继续参考图2，图像190、200与眼睛210、220在z轴上隔开距离230。z轴平行于观看者的光轴，他们的眼睛注视(fixate)在直接位于观看者前方的光学无限远处的对象上。图像190、200是平坦的并且位于离眼睛210、220的固定距离处。基于分别呈现给眼睛210、220的图像中的虚拟对象的略微不同的视图，眼睛可自然地旋转，使得对象的图像落在每只眼睛的视网膜上的相应点上，以维持单个双目视觉。该旋转可使得每只眼睛210、220的视线会聚到虚拟对象被感知为存在的空间中的点上。结果，提供三维图像通常涉及提供双目提示，其可操纵用户眼睛210、220的聚散，并且人类视觉系统将其解释为提供深度感知。

[0068] 然而，产生真实且舒适的深度感知是具有挑战性的。应当理解，来自距眼睛不同距离处的对象的光具有不同发散量的波前。图3A-3C示出了距离和光线发散之间的关系。对象与眼睛210之间的距离由距离减小的顺序R1、R2和R3表示。如图3A-3C所示，随着到对象的距离减小，光线变得更发散。相反地，随着距离的增加，光线变得更加准直。换句话说，可以说由点(对象或对象的一部分)产生的光场具有球面波前曲率，其是该点离用户眼睛有多远的函数。随着对象与眼睛210之间的距离减小，曲率增加。虽然为了清楚地说明在图3A-3C和本文的其它图中仅示出了单个眼睛210，但是应当理解，关于眼睛210的讨论可应用于观看者的双眼210和220。

[0069] 继续参考图3A至图3C，来自观看者的眼睛注视到的对象的光可具有不同程度的波前发散。由于波前发散的量不同，光可通过眼睛的晶状体而被不同地聚焦，这进而可能需要晶状体呈现不同的形状以在眼睛的视网膜上形成聚焦的图像。在视网膜上没有形成聚焦的图像的情况下，所产生的视网膜模糊充当调节的提示，该调节引起眼睛的晶状体形状的改变，直到在视网膜上形成聚焦的图像。例如，关于调节的提示可触发眼睛晶状体周围的睫状肌松弛或收缩，从而调节施加到保持晶状体的悬韧带的力，由此使眼睛晶状体的形状改变直到注视的对象的视网膜模糊消除或最小化，从而在眼睛的视网膜(例如，中央凹(fovea))上形成注视的对象的聚焦的图像。眼睛的晶状体改变形状的工艺可被称为调节，以及在眼睛的视网膜(例如，中央凹)上形成注视的对象的聚焦的图像所需的眼睛的晶状体的形状可被称为调节状态。

[0070] 现在参考图4A，示出了人类视觉系统的调节-聚散响应的表示。眼睛运动以注视对象使得眼睛接收来自对象的光，其中光在眼睛的视网膜中的每一个上形成图像。在视网膜上形成的图像中视网膜模糊的存在可提供关于调节的提示，以及图像在视网膜上的相对位置可提供对聚散的提示。关于调节的提示使调节发生，导致眼睛的晶状体各自呈现特定的

调节状态，该特定的调节状态在眼睛的视网膜(例如，中央凹)上形成对象的聚焦的图像。另一方面，关于聚散的提示引起聚散运动(眼睛的旋转)发生，使得在每只眼睛的每个视网膜上形成的图像处于维持单个双目视觉的相应视网膜点处。在这些位置，可说眼睛已处于特定的聚散状态。继续参考图4A，调节可被理解为眼睛实现特定调节状态的工艺，以及聚散可被理解为眼睛实现特定聚散状态的工艺。如图4A中所示，如果用户注视另一个对象，则眼睛的调节和聚散状态可改变。例如，如果用户注视在z轴上的不同深度处的新对象，则调节状态可改变。

[0071] 不受理论的限制，据信对象的观看者可能由于聚散和调节的组合而将对象感知为“三维的”。如上所述，两只眼睛相对于彼此的聚散运动(例如，眼睛的转动使得瞳孔向着彼此或远离彼此运动以会聚眼睛的视线来注视对象)与眼睛的晶状体的调节紧密相关。在正常情况下，改变眼睛的晶状体的形状以将聚焦从一个对象改变到位于不同距离处的另一对象，将会在被称为“调节-聚散反射”的关系下自动导致到相同距离的聚散的匹配变化。同样，在正常情况下，聚散的变化将引发晶状体形状的匹配变化。

[0072] 现在参考图4B，示出了眼睛的不同调节和聚散状态的示例。眼睛对222a注视在光学无穷远处的对象上，而眼睛对222b注视在小于光学无限远处的对象221上。值得注意的是，每对眼睛的聚散状态是不同的，其中眼睛对222a指向正前方，而眼睛对222会聚在对象221上。形成每个眼睛对222a和222b的眼睛的调节状态是也可以是不同的，如晶状体212A、220a的不同形状所表示的那样。

[0073] 不期望地，常规“3-D”显示系统的许多用户发现这些常规系统由于这些显示器中的调节和聚散状态之间的不匹配而感到不舒服或者根本不会感知到深度感。如上所述，许多立体或“3-D”显示系统通过向每只眼睛提供略微不同的图像来显示场景。这样的系统对于许多观看者来说是不舒服的，因为它们除了其他事项之外仅仅提供场景的不同呈现并且引起眼睛的聚散状态的改变，但是没有那些眼睛的相应的调节状态的改变。然而，图像由距离眼睛固定距离的显示器示出，使得眼睛在单个调节状态下观看所有图像信息。这种布置通过引起聚散状态的变化而没有调节状态的匹配变化来对抗“调节-聚散反射”。这种不匹配被认为会引起观看者的不适。提供调节和聚散之间的更好匹配的显示系统可形成更真实和舒适的三维图像模拟。

[0074] 不受理论的限制，据信人类眼睛通常可解释有限数量的深度平面以提供深度感知。因此，通过向眼睛提供与这些有限数量的深度平面中的每一个深度平面对应的图像的不同呈现，可实现感知深度的高度可信的模拟。在一些实施例中，不同的呈现可提供关于聚散的提示和关于调节的匹配提示，从而提供生理上正确的调节-聚散匹配。

[0075] 继续参考图4B，示出了两个深度平面240，其对应于在空间中距眼睛210、220的不同距离。对于给定的深度平面240，可通过为每只眼睛210、220显示适当不同的透视图像来提供聚散提示。此外，对于给定的深度平面240，形成提供给每只眼睛210、220的图像的光可具有与由该深度平面240的距离处的点产生的光场对应的波前发散度。

[0076] 在所示的实施例中，包含点221的深度平面240的沿z轴的距离是1m。如本文所使用的，可利用位于用户眼睛的出射光瞳处的零点来测量沿z轴的距离或深度。因此，在眼睛指向光学无限远那些眼睛的光轴上，位于1m深度处的深度平面240与距离用户眼睛的出射光瞳1m的距离对应。作为近似，沿着z轴的深度或距离可从用户眼睛前方的显示器(例如，从波

导的表面)测量,加上装置和用户眼睛的出射光瞳之间的距离的值。该值可被称为视距(eye relief)并且对应于用户眼睛的出射光瞳与用户在眼睛前方佩戴的显示器之间的距离。在实践中,视距的值可以是通常用于所有观看者的标准化值。例如,可假设眼睛间隙是20mm,以及深度为1m的深度平面可在显示器前方980mm的距离处。

[0077] 现在参考图4C和4D,分别示出了匹配的调节-聚散距离和不匹配的调节-聚散距离的示例。如图4C所示,显示系统可向每只眼睛210、220提供虚拟对象的图像。图像可使眼睛210、220呈现其中眼睛会聚在深度平面240上的点15上的聚散状态。此外,图像可由具有与该深度平面240处的真实对象相对应的波前曲率的光形成。结果,眼睛210、220呈现其中图像聚焦在那些眼睛的视网膜上的调节状态。因此,用户可感知到虚拟对象在深度平面240上的点15处。

[0078] 将理解到,眼睛210、220的调节和聚散状态中的每一个与z轴上的特定距离相关联。例如,距眼睛210、220特定距离处的对象使得那些眼睛基于对象的距离呈现特定的调节状态。与特定调节状态相关联的距离可被称为调节距离$A_d$。类似地,存在与在特定聚散状态下的眼睛或相对于彼此的位置相关联的特定的聚散距离$V_d$。在调节距离和聚散距离匹配的情况下,可说调节和聚散之间的关系在生理学上是正确的。这被认为是对观众最舒适的场景。

[0079] 然而,在立体显示器中,调节距离和聚散距离可能不总是匹配。例如,如图4D所示,显示给眼睛210、220的图像可以以对应于深度平面240的波前发散而被显示,并且眼睛210、220可呈现其中在该深度平面上的点15a、15b被聚焦的特定的调节状态。然而,显示给眼睛210、220的图像可提供其中使眼睛210、220会聚在不位于深度平面240上的点15的关于聚散的提示。结果,在一些实施例中,调节距离对应于从眼睛210、220的出射光瞳到深度平面240的距离,而聚散距离对应于从眼睛210、220的出射光瞳到点15的较大距离。调节距离与聚散距离不同。因此,存在调节-聚散不匹配。这种不匹配被认为是不需要的并且可能引起使用者的不适。应当理解,不匹配对应于距离(例如,$V_d$-$A_d$)并且可使用屈光度来表征。

[0080] 在一些实施例中,应当理解,除了眼睛210、220的出射光瞳之外的参考点可用于确定用来确定调节-聚散不匹配的距离,只要相同的参考点用于调节距离和聚散距离即可。例如,可从角膜到深度平面、从视网膜到深度平面、从目镜(例如,显示装置的波导)到深度平面等测量距离。

[0081] 不受理论的限制,据信用户仍然可感知作为在生理上是正确的高达约0.25屈光度、高达约0.33屈光度和高达约0.5屈光度的调节-聚散不匹配,没有不匹配本身引起显著的不适。在一些实施例中,本文公开的显示系统(例如,显示系统250,图6)以约0.5屈光度或更小的调节-聚散不匹配向观看者呈现图像。在一些其他实施例中,由显示系统提供的图像的调节-聚散不匹配为约0.33屈光度或更小。在其他实施例中,由显示系统提供的图像的调节-聚散不匹配为约0.25屈光度或更小,包括约0.1屈光度或更小。

[0082] 图5示出了通过修改波前发散来模拟三维图像的方法的方面。该显示系统包括波导270,该波导270被配置为接收利用图像信息编码的光770并将该光输出到用户的眼睛210。波导270可输出具有与由期望深度平面240上的点产生的光场的波前发散相对应的限定量的波前发散的光650。在一些实施例中,为在该深度平面上呈现的所有对象提供相同量的波前发散。另外,将说明可向用户的另一只眼睛提供来自类似波导的图像信息。

[0083] 在一些实施例中，单个波导可被配置为以与单个或有限数量的深度平面对应的设定量的波前发散输出光和/或波导可被配置为输出有限波长范围的光。因此，在一些实施例中，可利用多个波导或波导堆叠来为不同的深度平面提供不同量的波前发散和/或输出具有不同波长范围的光。如本文所使用的将理解到，深度平面可以是平面的或者可以跟随弯曲表面的轮廓。

[0084] 图6示出了用于向用户输出图像信息的波导堆叠的示例。显示系统250包括可用于采用多个波导270、280、290、300、310向眼睛/大脑提供三维感知的波导堆叠或堆叠波导组件260。可以理解，在一些实施例中，显示系统250可被认为是光场显示器。此外，波导组件260也可称为目镜。

[0085] 在一些实施例中，显示系统250可被配置为提供关于聚散的基本上连续的提示以及关于调节的多个离散的提示。可通过向用户的每只眼睛显示不同的图像来提供关于聚散的提示，并且可通过以可选择的离散量的波前发散输出形成图像的光来提供关于调节的提示。换句话说，显示系统250可被配置为以可变水平的波前发散输出光。在一些实施例中，波前发散的每个离散水平对应于特定深度平面并且可由波导270、280、290、300、310中的特定一者来提供。

[0086] 继续参考图6，波导组件260可还包括位于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可被配置为以各种级别的波前曲率或光线发散向眼睛发送图像信息。每个波导级别可与特定的深度平面相关联，并且可被配置为输出与该深度平面对应的图像信息。图像注入装置360、370、380、390、400可用作波导的光源并且可用于将图像信息注入到波导270、280、290、300、310中，如本文所述，其中的每个波导可被配置为分配入射光穿过每个相应的波导，用于向眼睛210输出。光离开图像注入装置360、370、380、390、400的输出表面410、420、430、440、450并被注入到波导270、280、290、300、310的相应输入表面460、470、480、490、500。在一些实施例中，输入表面460、470、480、490、500中的每一个可以是相应波导的边缘，或者可以是相应波导的主表面的一部分(也就是，直接面向世界510或观看者眼睛210的波导表面中的一个。在一些实施例中，可将单个光束(例如，准直光束)注入到每个波导中，以便以与特定波导相关联的深度平面对应的特定角度(和发散量)输出朝向眼睛210定向的克隆准直光束的整个视场。在一些实施例中，图像注入装置360、370、380、390、400中的单个图像注入装置可与波导270、280、290、300、310中的多个(例如，三个)相关联并将光注入到波导270、280、290、300、310中的多个(例如，三个)中。

[0087] 在一些实施例中，图像注入装置360、370、380、390、400是分立的显示器，每个显示器产生用于分别注入到相应波导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是单个复用显示器的输出端，其可例如经由一个或多个光导管(诸如，光纤线缆)向图像注入装置360、370、380、390、400中的每一个图像注入装置用管输送图像信息。可理解，由图像注入装置360、370、380、390、400提供的图像信息可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。

[0088] 在一些实施例中，注入到波导270、280、290、300、310中的光由包括光模块530的光投影仪系统520提供，光模块530可包括诸如发光二极管(LED)的光发射器。来自光模块530的光可经由光束分离器550被导向光调制器540(例如，空间光调制器)并由光调制器540(例

如,空间光调制器)修改。光调制器540可被配置为改变注入到波导270、280、290、300、310中的光的感知强度,以对具有图像信息的光进行解码。空间光调制器的示例包括液晶显示器(LCD)(其包括硅上的液晶(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表示位于共用(common)投影系统中的不同光路径和位置,该共用投影系统被配置为将光输出到波导270、280、290、300、310中的相关联的波导中。在一些实施例中,波导组件260的波导可用作理想透镜,同时将注入波导的光中继出来到用户的眼睛。在该构思中,对象可以是空间光调制器540,以及图像可以是深度平面上的图像。

[0089] 在一些实施例中,显示系统250以是是包括一个或多个扫描光纤的扫描光纤显示器,该一个或多个扫描光纤被配置为以各种图案(例如,光栅扫描、螺旋扫描、李萨如图案等)将光投射到一个或多个波导270、280、290、300、310中并最终投射到观看者的眼睛210。在一些实施例中,所示图像注入装置360、370、380、390、400可示意性地表示被配置为将光注入到波导270、280、290、300中的一个或多个中的单个扫描光纤或扫描光纤束。在一些其他实施例中,所示图像注入装置360、370、380、390、400可示意性地表示多个扫描光纤或多个扫描光纤束,每个扫描光纤被配置为将光注入到波导270、280、290、300、310中的相关联的一个波导中。应当理解,一个或多个光纤可配置成将光从光模块530传输到一个或多个波导270、280、290、300、310。应当理解,可在扫描光纤或光纤与一个或多个波导270、280、290、300、310之间提供一个或多个干预光学结构,以例如将从扫描光纤出射的光重定向到一个或多个波导270、280、290、300、310中。

[0090] 控制器560控制堆叠波导组件260中的一个或多个的操作,包括图像注入装置360、370、380、390、400、光源530和光调制器540的操作。在一些实施例中,控制器560是本地数据处理模块140的一部分。控制器560包括编程(例如,非暂时性介质中的指令),例如,根据本文公开的任何各种方案,该编程调节图像信息到波导270、280、290、300、310的定时和提供。在一些实施例中,控制器可以是单个整体装置,或者是通过有线或无线通信通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9D)的部分。

[0091] 继续参考图6,波导270、280、290、300、310可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其它形状(例如,曲面的),其具有顶部主表面和底部主表面以及在这些顶部主表面与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可以各自包括耦出光学元件570、580、590、600、610,这些耦出光学元件被配置为通过将每一个相应波导内传播的光重定向到波导外而将光提取到波导外,以向眼睛210输出图像信息。所提取的光也可被称为耦出光,并且耦出光学元件光也可被称为光提取光学元件。所提取的光束在波导中传播的光照射到光提取光学元件的位置处可被波导输出。耦出光学元件570、580、590、600、610可例如包括衍射光学特征的光栅,如本文进一步讨论的。虽然为了便于描述和清晰绘图起见而将其图示为设置在波导270、280、290、300、310的底部主表面处,但是在一些实施例中,耦出光学元件570、580、590、600、610可设置在顶部和/或底部主表面处和/或可直接设置在波导270、280、290、300、310的体积中,如本文进一步讨论的。在一些实施例中,耦出光学元件570、580、590、600、610可形成在被附接到透明基板的材料层中以形成波导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可形成在该片材料的表面上和/或该片材料的内部中。

[0092] 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与特定深度平面对应的图像。例如，最接近眼睛的波导270可被配置为将如注入到这种波导270中的准直光传送到眼睛210。准直光可代表光学无限远焦平面。下一个上行波导280可被配置为将穿过第一透镜350(例如，负透镜)的准直光在其可到达眼睛210之前发送出；这样的第一透镜350可被配置为产生轻微凸面的波前曲率，使得眼睛/大脑将来自下一个上行波导280的光解释为来自第一焦平面，该第一焦平面从光学无限远处更靠近向内朝向眼睛210。类似地，第三上行波导290使其输出光在到达眼睛210之前穿过第一透镜350和第二透镜340；第一透镜350和第二透镜340的组合光焦度(optical power)可被配置为产生另一增量的波前曲率，以使得眼睛/大脑将来自第三波导290的光解释为来自第二焦平面，该第二焦平面从光学无穷远比来自下一个上行波导280的光更靠近向内朝向人。

[0093] 其他波导层300、310和透镜330、320被类似地配置，其中堆叠中的最高波导310通过它与眼睛之间的所有透镜发送其输出，用于代表最靠近人的焦平面的聚合焦度(aggregate focal power)。当在堆叠波导组件178的另一侧上观看/解释来自世界144的光时，为了补偿透镜320、330、340、350的堆叠，补偿透镜层620可设置在堆叠的顶部处以补偿下面的透镜堆叠320、330、340、350的聚合焦度。这种配置提供了与可用波导/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，两者之一或两者都可以是使用电活性特征而动态的。

[0094] 在一些实施例中，波导270、280、290、300、310中的两个或更多个可具有相同的相关联的深度平面。例如，多个波导270、280、290、300、310可被配置为输出设置到相同深度平面的图像，或者波导270、280、290、300、310的多个子集可被配置为输出设置到相同的多个深度平面的图像，每个深度平面有一组。这可为形成平铺图像提供优势，以在那些深度平面处提供扩展的视场。

[0095] 继续参考图6，耦出光学元件570、580、590、600、610可被配置为将光重定向到它们相应的波导之外并且针对与该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。结果，具有不同相关联深度平面的波导可具有不同的耦出光学元件570、580、590、600、610的配置，这些耦出光学元件依赖于相关联的深度平面而输出具有不同发散量的光。在一些实施例中，光提取光学元件570、580、590、600、610可以是体积或表面特征，其可被配置为以特定角度输出光。例如，光提取光学元件570、580、590、600、610可以是体积全息图、表面全息图和/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，它们可以简单地是间隔物(例如，用于形成空气间隙的包覆层和/或结构)。

[0096] 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，或者说“衍射光学元件”(在此也称为“DOE”)。优选地，DOE具有足够低的衍射效率，以使得光束的仅一部分光通过DOE的每一个交点而偏转向眼睛210，而其余部分经由TIR而继续移动通过波导。携带图像信息的光因此被分成多个相关的出射光束，这些出射光束在多个位置处离开波导，并且结果对于在波导内反弹的该特定准直光束是朝向眼睛210的相当均匀图案的出射发射。

[0097] 在一些实施例中，一个或多个DOE可在它们活跃地衍射的“开”状态与它们不显著衍射的“关”状态之间可切换。例如，可切换的DOE可包括聚合物分散液晶层，其中微滴在主

体介质中包含衍射图案，并且微滴的折射率可被切换为基本上匹配主体材料的折射率(在这种情况下，图案不会明显地衍射入射光)，或者微滴可被切换为与主体介质的折射率不匹配的折射率(在这种情况下，该图案活跃地衍射入射光)。

[0098] 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，然后该光可由眼睛反射并由图像捕获装置检测。在一些实施例中，相机组件630可附到框架80(图9D)并且可与能够处理来自相机组件630的图像信息的处理模块140和/或150电通信。在一些实施例中，每个眼睛可使用一个相机组件630，以分别监测每只眼睛。

[0099] 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，但是应该理解，波导组件260(图6)中的其它波导可类似地起作用，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处被注入到波导270中，并且通过TIR在波导270内传播。在光640照射在DOE 570上的点处，一部分光如出射光束650离开波导。出射光束650被示出为基本上平行，但是如本文所讨论的，依赖于与波导270相关联的深度平面，出射光束650也可以以一角度(例如，形成发散的出射光束)被重定向以传播到眼睛210。应该理解，基本上平行的出射光束可指示具有耦出光学元件的波导，所述耦出光学元件将光耦出以形成看起来被设置在距眼睛210较大距离(例如，光学无穷远)处的深度平面上的图像。其它波导或者其它耦出光学元件组可输出更加发散的出射光束图案，这将需要眼睛210调节更近距离以将其聚焦在视网膜上并且将被大脑解释为来自比光学无穷远更接近眼睛210的距离的光。

[0100] 在一些实施例中，可通过叠加每个分量颜色(例如，三种或更多种分量颜色)的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分量颜色形成的图像。所示实施例示出了深度平面240a-240f，但也可考虑更多或更少的深度。每个深度平面可具有与其相关联的三个或更多个分量彩色图像，包括：第一种颜色的第一图像G；第二种颜色的第二图像R；以及第三种颜色的第三图像B。对于字母G、R和B之后的屈光度(dpt)，在图中用不同的数字表示不同的深度平面。作为示例，这些字母的每一个后面的数字表示屈光度(1/m)、或者深度平面与观看者的反距离，并且图中的每个框表示单独的分量彩色图像。在一些实施例中，为了解决眼睛对不同波长的光的聚焦的差异，不同分量颜色的深度平面的精确放置可改变。例如，给定深度平面的不同分量颜色图像可放置在与用户的不同距离对应的深度平面上。这样的布置可增加视觉敏度和用户舒适度和/或可减少色差。

[0101] 在一些实施例中，每种分量颜色的光可由单个专用波导输出，因此，每个深度平面可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的每个框可被理解为表示单独的波导，并且每个深度平面可提供三个波导，其中每个深度平面提供三个分量颜色图像。虽然为了便于描述，在该图中示出了与每个深度平面相关联的波导彼此相邻，但是应当理解，在物理装置中，波导可全部布置成每层具有一个波导的堆叠。

[0102] 在一些其他实施例中，多个分量颜色可由相同的波导输出，使得例如每个深度平面可仅提供单个波导。

[0103] 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。

[0104] 在一些其他实施例中，除了红色、绿色或蓝色之外，可使用与其他波长的光相关联的其他颜色(包括品红色和青色)，或者可替换红色、绿色或蓝色中的一种或多种。

[0105] 将理解到，贯穿本公开内容对给定颜色的光的参考将被理解为包括在观看者感知为具有该给定颜色的光的波长范围内的一个或多个波长的光。例如，红光可包括在约620-780nm范围内的一个或多个波长的光，绿光可包括在约492-577nm范围内的一个或多个波长的光，以及蓝光可包括在约435-493nm的范围内的一个或多个波长的光。

[0106] 在一些实施例中，光源530(图6)可被配置为发射观看者的视觉感知范围之外的一个或多个波长的光，例如，红外和/或紫外波长。此外，显示器250的波导的耦入、耦出和其他光重定向结构可被配置为将该光被从显示器引导出并朝向用户的眼睛210发射，例如，用于成像和/或用户刺激应用。

[0107] 现在参考图9A，在一些实施例中，可能需要将入射到波导上的光重定向以将该光耦入到波导中。可使用耦入光学元件将光重定向并且将光耦入到其相应的波导中。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。每个波导可被配置为输出一个或多个不同波长的光、或者一个或多个不同波长范围的光。应当理解，堆叠660可对应于堆叠260(图6)，并且所出的堆叠的波导1200可对应于多个波导270、280、290、300、310的一部分，除了来自图像注入装置360、370、380、390、400中的一个或多个光从需要光被重定向以进行耦入的位置注入到波导中。

[0108] 所示的堆叠波导集660包括波导670、680和690。每个波导包括相关联的耦入光学元件(其也可称为波导上的光输入区域)，例如，设置在波导670的主表面(例如，上主表面)上的耦入光学元件700、设置在波导680的主表面(例如，上主表面)上的耦入光学元件710、以及设置在波导690的主表面(例如，上主表面)上的耦入光学元件720。在一些实施例中，耦入光学元件700、710、720中的一个或多个可设置在相应的波导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的、偏转光学元件的情况下)。如所示出的，耦入光学元件700、710、720可设置在它们相应的波导670、680、690的上主表面上(或下一个下波导的顶部)，特别是在那些耦入光学元件是透射的、偏转的光学元件情况下。在一些实施例中，耦入光学元件700、710、720可设置在相应波导670、680、690的主体中。在一些实施例中，如本文所讨论的，耦入光学元件700、710、720是波长选择性的，使得它们选择性地重定向一个或多个波长的光，同时透射其他波长的光。虽然在它们相应的波导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可设置在它们相应的波导670、680、690的其他区域中。

[0109] 如图所示，耦入光学元件700、710、720可彼此横向偏移。在一些实施例中，每个耦入光学元件可偏移，使得它接收光而光不通过另一耦入光学元件。例如，每个耦入光学元件700、710、720可被配置为从如图6所示的不同的图像注入装置360、370、380、390和400接收光并且可与其他耦入光学元件700、710、720分离(例如，横向间隔开)，使得它基本上不接收来自其他耦入光学元件700、710、720的光。

[0110] 每个波导还包括相关联的光分布(distribute)元件，例如，设置在波导670的主表面(例如，顶部主表面)上的光分布元件730、设置在波导680的主表面(例如，顶部主表面)上的光分布元件740以及设置在波导690的主表面(例如，顶部主表面)上的光分布元件750。在一些其他实施例中，光分布元件730、740、750可分别设置在相关联的波导670、680、690的底

部主表面上。在一些其他实施例中，光分布元件730、740、750可分别设置在相关联的波导670、680、690的顶部和底部主表面上；或者光分布元件730、740、750可分别设置在不同的相关联的波导670、680、690的顶部和底部主表面中的不同的主表面上。

[0111] 波导670、680、690可由例如气体、液体和/或固体材料层间隔开并分离。例如，如所示出的，层760a可分离波导670和680；以及层760b可分离波导680和690。在一些实施例中，层760a和760b由低折射率材料(也就是，具有比形成波导670、680、690中的紧邻的波导的材料的折射率低的材料)形成。优选地，形成层760a、760b的材料的折射率比形成波导670、680、690的材料的折射率小0.05或更多、或0.10或更少。有利地，低折射率层760a、760b可用作促进通过波导670、680、690的光的全内反射(TIR)(例如，每个波导的顶部和底部主表面之间的TIR)的包覆(clad)层。在一些实施例中，层760a、760b由空气形成。尽管未示出，但应理解，所示波导组660的顶部和底部可包括紧邻的包覆层。

[0112] 优选地，为了便于制造和其他的考虑，形成波导670、680、690的材料类似或相同，以及形成层760a、760b的材料类似或相同。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，以及/或者形成层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。

[0113] 继续参考图9A，光线770、780、790入射到波导组660上。应当理解，光线770、780、790可通过一个或多个图像注入装置360、370、380、390、400(图6)注入到波导670、680、690中。

[0114] 在一些实施例中，光线770、780、790具有不同的属性，例如，不同的波长或不同的波长范围，其可对应于不同的颜色。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中的相应一个波导。在一些实施例中，耦入光学元件700、710、720每个选择性地偏转一个或多个特定波长的光，同时将其他波长传输到下面的波导和相关联的耦入光学元件。

[0115] 例如，耦入光学元件700可被配置为偏转具有第一波长或波长范围的光线770，同时分别传输具有不同的第二和第三波长或波长范围的光线780和790。传输的光线780入射耦入光学元件710并被耦入光学元件710偏转，该耦入光学元件710被配置为偏转具有第二波长或波长范围的光。光线790被耦入光学元件720偏转，该耦入光学元件720被配置为选择性地偏转具有第三波长或波长范围的光。

[0116] 继续参考图9A，偏转的光线770、780、790被偏转，使得它们传播通过相应的波导670、680、690；也就是，每个波导的耦入光学元件700、710、720将光偏转到相应的波导670、680、690中，以将光耦入到相应的波导中。光线770、780、790以一定角度偏转，该角度使光经由TIR传播通过相应的波导670、680、690。光线770、780、790经由TIR传播通过相应的波导670、680、690，直到入射波导的相应的光分布元件730、740、750。

[0117] 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分别入射光分布元件730、740、750。光分布元件730、740、750使光线770、780、790偏转，使得它们分别朝向耦出光学元件800、810、820传播。

[0118] 在一些实施例中，光分布元件730、740、750是正交瞳孔扩展器(OPE)。在一些实施例中，OPE将光偏转或分布至耦出光学元件800、810、820，并且在一些实施例中还在该光传

播到耦出光学元件时增加该光的光束或光点尺寸。在一些实施例中，例如，可省略光分布元件730、740、750，并且可将耦入光学元件700、710、720配置为将光直接偏转至耦出光学元件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)，其引导观看者眼睛210中的光(图7)。应当理解，OPE可被配置为在至少一个轴上增加眼箱的尺寸，并且EPE可在例如与OPE的轴正交的轴上增加眼箱。例如，每个OPE可被配置为将入射(strike)OPE的光的一部分重定向到相同波导的EPE，同时允许光的剩余部分继续沿波导向下传播。在再次入射OPE之后，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向下进一步传播，等等。类似地，在入射EPE之后，一部分入射光被引导出波导朝向用户，并且该光的剩余部分继续传播通过波导直到它再次入射EP，此时入射光的另一部分被引导出波导，等等。因此，每当光的一部分被OPE或EPE重定向时，可“复制”单束耦入光，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可被配置为修改光束的尺寸。

[0119] 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；以及用于每种分量颜色的耦出光学元件(例如，EP)800、810、820。波导670、680、690可堆叠，其中每个之间存在的空气隙/包覆层。耦入光学元件700、710、720将入射光(采用接收不同波长的光的不同的耦入光学元件)重定向或偏转到其波导中。然后光以一定角度传播，这将导致相应波导670、680、690内的TIR。在所示的示例中，光线770(例如，蓝光)被第一耦入光学元件700偏转，然后继续跳到波导，以前面描述的方式与光分布元件(例如，OPE)730相互作用，然后与耦出光学元件(例如，EPs)800相互作用。光线780和790(例如，分别为绿光和红光)将穿过波导670，其中光线780入射耦入光学元件710并被耦入光学元件710偏转。光线780然后经由TIR跳到波导680，继续进行到达其的光分布元件(例如，OPE)740然后到达耦出光学元件(例如，EP)810。最后，光线790(例如，红光)穿过波导690以入射波导690的光耦入光学元件720。光耦入光学元件720偏转光线790，使得光线通过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，观看者还接收来自其他波导670、680的耦出光。

[0120] 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。如所示出的，波导670、680、690以及与每个波导相关联的光分布元件730、740、750和相关联的耦出光学元件800、810、820可垂直对准。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非重叠的(例如，如在俯视图中所见，横向间隔开)。如本文进一步讨论的，该非重叠空间布置有助于将来自不同源的光一对一地注入到不同波导中，从而允许特定光源唯一地耦接到特定波导。在一些实施例中，包括非重叠的空间分离的耦入光学元件的布置可被称为移位的瞳孔系统，并且这些布置内的耦入光学元件可对应于子瞳孔。

[0121] 图9D示出了可穿戴显示系统60的示例，本文公开的各种波导和相关系统可集成到该可穿戴显示系统60中。在一些实施例中，显示系统60是图6的系统250，其中图6更详细地示意性地示出了该系统60的一些部分。例如，图6的波导组件260可以是显示器70的一部分。

[0122] 继续参考图9D，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可耦接到框架80，该框架80可由显示系统用户或观看者90佩戴并被配置为将显示器70定位在用户90的眼睛前方。在一些实施例中，显示器70可被认为是眼镜。在一些实施例中，扬声器100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，另一个扬声器，未示出，可以可选地位于用户的另一耳道附近，以提供立体声/可塑形声音控制)。显示系统60还可包括一个或多个麦克风110或其他装置以检测声音。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、自然语言问题等的选择)和/或可允许与其他人的音频通信(例如，与类似显示系统的其他用户一起。麦克风还可被配置作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，显示系统还可包括外围传感器120a，其可与框架80分离并且附到用户90的身体(例如，在用户90的头部、躯干、肢体等上)。在一些实施例中，外围传感器120a可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。

[0123] 继续参考图9D，显示器70通过通信链路130(诸如通过有线引线或无线连接)可操作地被耦接到本地数据处理和模块140，本地数据处理和模块140可以以各种配置安装，诸如被固定地附到框架80上、被固定地附到由用户佩戴的头盔或帽子上、被嵌入头戴耳机内、或者可拆卸地附用户90(例如，以背包式配置、以带耦接式配置)。类似地，传感器120a可通过通信链路120b(例如，有线引线或无线连接)可操作地耦接到本地处理器和数据模块140。本地处理和数据模块140可包括硬件处理器以及诸如非易失性存储器(例如，闪速存储器或硬盘驱动器)的数字存储器，这两者都可用于辅助处理、高速缓存和存储数据。可选地，本地处理器和数据模块140可包括一个或多个中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)、专用处理硬件等。数据可包括：a)从例如可以可操作地耦接到框架80或附到用户90的传感器捕获的数据，所述传感器诸如为图像捕获装置(诸如相机)、麦克风、惯性测量单元、加速度计、罗盘、GPS单元、无线电装置、陀螺仪和/或本文公开的其他传感器；以及/或者b)使用远程处理模块150和/或远程数据储存库160获取和/或处理的数据(包括与虚拟内容相关的数据)，这些数据可在这样的处理或检索之后被传送到显示器70。本地处理和数据模块140可通过通信链路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和远程数据储存库160，使得这些远程模块150、160可操作地彼此耦接并且可用作本地处理和数据模块140的资源。在一些实施例中，本地处理和数据模块140可包括图像捕获装置(诸如相机)、麦克风、惯性测量单元、加速度计、罗盘、GPS单元、无线电装置和/或陀螺仪中的一个或多个。在一些其他实施例中，这些传感器中的一个或多个可附到框架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。

[0124] 继续参考图9D，在一些实施例中，远程处理模块150可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，该一个或多个处理器例如包括一个或多个中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)、专用处理硬件等。在一些实施例中，远程数据储存库160可包括数字数据存储设施，该设施可通过因特网或“云”资源配置中的其它网络配置而可用。在一些实施例中，远程数据储存库160可包括一个或多个远程服务器，该一个或多个远程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，用于产生增强现实内容的信息。在一些实施例中，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，从而允许从远程模块完全自主的使用。可选地，包括CPU、GPU等的外部系统(例如，具有一个或多个处理器的系统、一个或多个计算机)可执行处理的至少一部分(例如，产生图

像信息、处理数据)以及例如经由无线或有线连接向模块140、150、160提供信息和从模块140、150、160接收信息。

[0125] A.具有降低的偏振灵敏度的衍射光栅

[0126] 向基于波导的显示系统的用户提供高质量的沉浸式体验,诸如上文所描述的配置用于虚拟/增强/混合显示应用的各种显示系统,除了其他方面,可取决于光耦入到显示系统的目镜中的波导和/或从中耦出的各种特性。例如,具有高光耦入和耦出效率的虚拟/增强/混合显示器可以通过增加指向用户眼睛的光的亮度来增强观看体验。如上文所讨论的,可以采用诸如耦入衍射光栅的耦入光学元件将光耦合到波导中,以通过全内反射在其中引导。类似地,可以使用诸如耦出衍射光栅的耦出光学元件来耦合通过波导的全内反射在波导内引导的光。

[0127] 如上文所描述的,例如参考图6和图7,根据本文所描述的各种实施方式的显示系统可包括光学元件,例如,耦入光学元件、耦出光学元件和光分布元件,其可以包括衍射光栅。例如,如上文参考图7所描述的,在波导270的输入表面460处注入波导270中的光640通过全内反射(TIR)在波导270内传播和引导。在各种实施方式中,在光640入射在耦出光学元件570的点处,在波导内引导的光的一部分可以作为子束650而离开波导。在一些实施方式中,例如图6中的光学元件570、580、590、600、610中的任何一个可以被配置为衍射光栅。

[0128] 为了实现将光耦入到波导270、280、290、300、310(或将光从其耦出)的期望特性,配置为衍射光栅的光学元件570、580、590、600、610可以由适合的材料形成并且具有用于控制各种光学特性的适合结构,包括衍射特性,诸如作为偏振函数的衍射效率。可能的期望衍射特性除了其他特性之外可包括以下各项中的任何一项或多项:光谱选择性、角度选择性、偏振选择性(或非选择性)、高光谱带宽、高衍射效率或宽视场(FOV)。

[0129] 一些衍射光栅具有很强的偏振相关性,并且因此可能具有相对降低的总体效率(由于排斥一种偏振)。在一些情况下,这样的衍射光栅还可能产生相干伪影并降低远场图像的均匀性。例如,衍射光栅可以通过压印一层可构图材料并将被构图的层(例如抗蚀剂)金属化以形成多个衍射特征来形成。以这种方式形成的一些光栅设计可以将更多的光衍射到给定的衍射级中。这样的衍射光栅在一种偏振(例如,TM或P-Pol)中可能是高效的,但对于非偏振光可能是低效的。

[0130] 图10A和图10B示出了两个示例衍射光栅(1102、1122)的偏振相关性。例如,图10A示出了衍射效率作为衍射光栅1102的以度为单位的入射角的函数。衍射光栅1102可包括金属涂层1104,该金属涂层1104沉积在包括被构图的光致抗蚀剂的耦入光栅(ICG)图案1106上。衍射光栅1102可以是闪耀光栅或具有非对称衍射特征的另一光栅,包括但不限于具有至少一个直侧壁、倾斜侧壁、凹角(例如,相对于基础表面具有锐角凹角的侧壁)或凹侧壁、多阶梯侧壁、其他类型的侧壁或其某种组合的非对称形式。产生的衍射效率1108对于P-Pol光可以是高的(例如,在例如-20度到20度的入射角范围内平均约70%)。然而,衍射光栅1102对于S-Pol光可能不是非常有效(例如,在例如-20度和20度的入射角范围内平均约20%或30%)。因此,衍射光栅1102可导致对非偏振光的总体较低效率(例如,在例如-20度和20度的入射角范围内平均约40%或45%)。在所列举的入射角范围之内和之外的其他效率值也是可能的。

[0131] 在另一示例中,图10B示出了衍射效率作为针对不同衍射光栅1122的以度为单位

的入射角的函数。衍射光栅1122可以包括闪耀光栅或具有非对称衍射特征的另一光栅，包括但不限于具有至少一个直侧壁、倾斜侧壁、凹角(例如，相对于基础表面具有锐角凹角的侧壁)或凹侧壁、多阶梯侧壁、其他类型的侧壁或其某种组合的非对称形式。图10B所示的实施例可以具有沉积在ICG图案1106上的非金属透射涂层1124，诸如$ZrO_2$、$TiO_2$或SiC，该ICG图案1106包括例如被构图的光致抗蚀剂。针对S-Pol光的产生衍射效率1128可能高于针对P-Pol光的衍射效率1126。例如，S-Pol光在约-20到20度的入射角范围内可以具有80％、60％或40％的S-Pol光的平均效率1128。在另一示例中，P-Pol光在约-20到20度的入射角范围内可以具有10％、15％或20％的P-Pol光的平均效率1126。在所列举的入射角范围之内和之外的其他效率值也是可能的。

[0132] 为了提供具有降低的偏振灵敏度(例如，其以相对独立于偏振的效率耦合光)的衍射光栅，根据本文所描述的实施方式的用于AR系统的一些显示器包括其中形成具有多个涂层的衍射光栅的波导。例如，衍射光栅可包括被构图的电介质(例如被构图的光致抗蚀剂)，在其上形成可能是非金属(例如电介质或半导体)涂层的第一透射层和在第一透射层上面的包括金属的第二层。在一些实施方式中，涂覆的衍射光栅对于给定衍射级可以实现增强的光栅衍射效率，而对于其他级的衍射效率被降低或最小化。因此，与一些实施方式中的任何其他级相反，更多的光可以被导引到特定的给定衍射级中。

[0133] 图11A和图11B示出了在单偏振(例如，TE或S-Pol)中可能具有高效率的具有单个涂层的示例光栅和在TE和TM偏振光二者中分别具有高效率的具有多个涂层的示例光栅(诸如本文所公开的)的视图。

[0134] 例如，如图11A所示，衍射光栅1201可包括ICG图案1202和透射层1204。ICG图案1202可以是任何适合的光栅图案，诸如锯齿图案。这些衍射特征可包括被构图的聚合物，诸如被构图的抗蚀剂(例如，光致抗蚀剂)，并且可以通过诸如纳米压印的压印形成。透射层1204可包括非金属材料，诸如电介质或半导体材料，诸如$ZrO_2$、$TiO_2$或SiC。图像1200示出了衍射光栅的示例扫描电子显微照片，诸如衍射光栅1201，其可以具有锯齿图案ICG 1202，该ICG 1202具有$TiO_2$涂层1204。使用掠射角沉积(GLAD)沉积透射层1204(例如，$TiO_2$涂层)。因此，如图所示，更多的透射层在衍射特征的一侧而不是衍射特征的另一侧。表1示出了与不同类型的光相关联的示例效率，包括入射在衍射光栅1201上的TE偏振光、TM偏振光和非偏振光。如表1所示，与TM偏振光和非偏振光相比较，光栅1201在TE偏振光中具有增加的效率。如上文所讨论的，这样的偏振相关效率可能是不期望的。

[0135] 表1

[0136]

| 偏振 | 世界(输出) | 用户(输入) |
|---|---|---|
| TE偏振(S-Pol) | 2.25％ | 2.39％ |
| TM偏振(P-Pol) | 1.06％ | 1.11％ |
| 非偏振光 | 1.69％ | 1.82％ |

[0137] 对于不同类型(例如偏振)的光入射在图11A所示的衍射光栅1201上的示例效率。

[0138] 如图11B所示，衍射光栅1205可包括ICG图案1202、形成在其上的透射层1204、以及形成在透射层上的金属层1206。ICG图案1202可以是任何适合的光栅图案，诸如像所示锯齿图案那样的闪耀光栅图案。这些衍射特征可包括被构图的聚合物，诸如被构图的抗蚀剂(例如，光致抗蚀剂)，并且可以通过诸如纳米压印的压印形成。透射层1204可包括非金属材料，

诸如像$ZrO_2$或$TiO_2$那样的电介质，或诸如SiC的其他高n、低k材料。使用掠射角沉积(GLAD)来沉积透射层1204(例如，$TiO_2$涂层)。因此，如图所示，更多的透射层在衍射特征的一侧而不是衍射特征的另一侧。金属层1206可包括任何适合的金属，例如Al、Ag或AlSi。该金属层可以是共形金属层。图像1203示出了金属层1206可以如何设置在形成在衍射光栅上面的透射层上面的示例。表2示出了与不同类型的光相关联的示例效率，包括入射在衍射光栅1205上的TE偏振光、TM偏振光和非偏振光。

[0139] 如表2所示，与图11A所示的光栅1201相比，图11B所示的光栅1205已经改进了非偏振光中的效率。图11B所示的光栅1205产生针对TE偏振光、TM偏振光和非偏振光的效率相似。因此，有利地，光栅1205具有降低的偏振灵敏度。该偏振不灵敏度通过使用提高TE衍射效率的透射非金属层1204和提高TM衍射效率的金属层1206来实现。通过在ICG图案1202上提供提高TE偏振光效率的第一层和提高TM偏振光效率的第二层，这两个层的效果可以帮助降低光栅1205的偏振灵敏度。在一些实施方式中，从而可以实现增加的均匀性以及更亮的图像。

[0140] 表2

[0141]

| 偏振 | 世界(输出) | 用户(输入) |
|---|---|---|
| TE偏振(S-Pol) | 2.62% | 3.03% |
| TM偏振(P-Pol) | 2.60% | 2.95% |
| 非偏振光 | 2.43% | 3.01% |

[0142] 对于不同类型(例如偏振)的光入射在图11B所示的衍射光栅1205上的示例效率。

[0143] 1.示例光栅图案

[0144] 图12A和图12B示出了形成在作为波导1004的衬底上的衍射光栅1008的一部分的示例剖视图。在所示的实施方式中，闪耀衍射光栅1008形成在衬底/波导1004(其在该示例中是平面的)中。衬底或波导1004的表面具有包括共同形成衍射光栅1008的衍射特征的表面形貌。闪耀衍射光栅1008被配置为衍射具有可见光谱中的波长的光，使得入射在其上的光通过TIR在波导1004内被引导。波导1004可以是透明的并且可以形成用户可以通过其看到的目镜的一部分。这样的波导1004和目镜可以包括在诸如增强现实显示器的头戴式显示器中。例如，波导1004可以对应于例如上文关于图9A至图9C所描述的波导670、680、690中的一个。例如，闪耀衍射光栅1008可以对应于上文关于图9A至图9C所描述的耦入光学元件700、710、720中的一个。被配置为将光耦入到波导1004中的闪耀衍射光栅1008在本文中可以被称为耦入光栅(ICG)。显示装置1000可以附加地包括光学元件1012，该光学元件1012可以对应于例如光分布元件(例如，图9A至图9C所示的光分布元件730、740、750中的一个)或耦出光学元件(例如，图9A至图9C所示的耦出光学元件800、810、820中的一个)。

[0145] 在操作中，当入射光束1016(例如，可见光，诸如来自提供图像内容的光投射系统)以相对于平面法线1002测量的入射角α而入射在闪耀衍射光栅1008上时，该法线1002垂直于或正交于闪耀衍射光栅或衬底/波导的延伸表面或平面和/或和/或波导1004的表面1004S，例如，在其上形成光栅的波导的主表面(在图12A中示出为平行于y-x平面延伸)，闪耀衍射光栅至少部分地以相对于平面法线1002测量的衍射角θ而将入射光束1016衍射为衍射光束1024。当衍射光束1024以超过用于在波导1004中发生全内反射的临界角$\theta_{TIR}$的衍射角而衍射时，衍射光束1024通常沿着平行于x轴的方向和沿着波导的长度而在波导1004内

传播并经由全内反射(TIR)被引导。例如,在波导1004内引导的该光的一部分可以到达光分布元件730、740、750中的一个或耦出光学元件(800、810、820,图9A至图9C)中的一个,并且再次衍射。

[0146] 如本文所描述的,如在所示的实施方式中以相对于平面法线1002的顺时针方向(即,在平面法线1002的右侧)的角度入射的光束被称为具有负α(α<0),而以相对于平面法线1012的逆时针方向(即,在平面法线的左侧)的角度入射的光束被称为具有正α(α>0)。

[0147] 高折射率材料和/或衍射光栅1008的结构的适合组合可能导致特定范围(Δα)的入射角α,在本文中被称为接受角或视场(FOV)的范围。一个范围Δα可以通过跨越α的负值和/或正值的角度范围来描述,在该范围之外,衍射效率下降超过10%、25%、超过50%或超过75%、80%、90%、95%或这些值中的任何一个之间的任何范围,相对于α=0或某个其他方向的衍射效率。在一些实施方式中,具有在其中衍射效率相对高和恒定的范围内的Δα可能是期望的,例如,在衍射光的均匀强度在Δα内期望的情况下。因此,在一些实施方式中,Δα与衍射光栅1008的角带宽相关联,使得Δα内的入射光束1016由衍射光栅1008以相对于表面法线1002的衍射角θ(例如,平行于y-z平面的方向)而有效衍射,其中θ超过$\theta_{TIR}$,使得衍射光在全内反射(TIR)下在波导1004内被引导。在一些实施方式中,该角度Δα范围可能影响由用户看到的视场。注意,在各种实施方式中,光可以从任一侧导引到耦入光栅(ICG)上。例如,光可以被引导通过衬底或波导1004入射到诸如图12A所示的反射耦入光栅的反射耦入光栅(ICG)1008。光可以经历相同的效果,例如通过耦入光栅1008耦合到衬底或波导1004中,使得光通过全内反射在衬底或波导内被引导。入射角α的范围(Δα),在本文中被称为接受角或视场(FOV)的范围,可能受衬底或波导材料的折射率影响。在图12A中,例如,减少的角度范围(Δα')示出了高折射率材料的折射对入射在耦入光栅(ICG)上的光的影响。然而,角度范围(Δα)或FOV更大。

[0148] 图12B示出了示例闪耀衍射光栅1008的剖视图。光栅1008包括具有峰1003和沟槽1005的光栅特征。闪耀透射光栅1008包括对应于衬底或波导1004S的表面的表面,从所示的剖面观看其具有“锯齿”形状图案。构图的“锯齿”由表面1004S的第一倾斜部分1007形成。在图12B所示的示例中,光栅1008还包括第二(较陡的)倾斜部分1009。在所示的示例中,第一倾斜部分1007具有比第二倾斜部分1009更浅的倾斜度,第二倾斜部分1009具有更陡的倾斜度。在该示例中,第一倾斜部分1007也比第二倾斜部分1009更宽。

[0149] 峰1003具有对应于从沟槽1005的底部到峰1003的顶部的距离的高度H。因此,该值在本文中可以被称为峰高和/或沟槽深度以及光栅高度或光栅深度,或者衍射光栅的衍射特征的高度。在图12B所示的示例中,沟槽1005的底部由两个相邻峰1003的第一和第二倾斜部分1007、1009的相交形成。第一倾斜部分1007在相邻峰1003中的一个上,并且第二倾斜部分1009在另一个相邻峰上。类似地,峰1003的顶部由峰1003的顶部处的第一和第二倾斜部分1007、1009的相交形成。然而,其他配置是可能的。例如,第一和第二倾斜部分可以不一定相交,例如,如果沟槽1005的底部具有平坦的底部或者如果峰1003的顶部包括平坦的平台,如下文将讨论的。闪耀衍射光栅1008具有线间距或节距d,其在一些实施方式中可以是恒定的。该线间距或节距d可以是例如具有与图12B中所示的形状相似的形状的光栅1008中的峰1003的顶点的间隔的度量。类似地,线间距或节距d可以是相邻沟槽1005的最深位置的间隔的度量。可以从光栅特征上的其他位置测量线间距或节距d。

[0150] 斜面可以相对于平行于光栅1008或波导的表面(例如,波导的表面1004S,其可以延伸超出光栅或与图12A的光栅相对的波导的表面1004S')的平面以角度δ倾斜。第一(较浅)倾斜部分1007的该角度α在本文中可称为闪耀角。

[0151] 如图12B所示,闪耀衍射光栅1008可包括具有非对称形状的光栅线或特征,例如,其包括非对称形状的峰1003和/或沟槽1005。例如,在图12B所示的衍射光栅中,衍射特征包括具有非对称三角形剖面形状的峰1003和/或沟槽1005。如上文所讨论的,该非对称形状导致第一和第二倾斜部分1007、1009的不同倾斜度和/或宽度。然而,其他形状是可能的。

[0152] 在衍射特征非对称的设计中,例如,在第一倾斜部分的倾斜较浅而第二倾斜部分的倾斜较陡的情况下,可以认为衍射特征是由重复的倾斜和阶梯形成的。这样的结构在本文中可以被称为倾斜阶梯结构。在一些实施方式中,第二部分可以如此陡峭以至于不倾斜;例如,第二部分可以平行于法线1002。

[0153] 在其他实施方式中,"锯齿"图案,例如,峰1003和/或沟槽1005可以是对称的。例如,第一和第二倾斜部分1007、1009可以具有相同的倾斜度和相同的宽度。

[0154] 与下文讨论的多阶梯结构相比较,图12B中所示的剖面图案在本文中可以称为单阶梯几何形状。例如,图11D示出了多阶梯结构。

[0155] 不管衍射特征是非对称的还是对称的,在一些实施方式中,平台或平坦部分可以位于峰1003的顶部,如将在下文讨论的。例如,在图10B和11D中示出了包括在峰1003的顶部具有平台或平坦部分的衍射特征的衍射光栅1008。

[0156] 图12B示出了以相对于法线方向1002的角度α而入射在光栅1008上的入射光束1016。(如上文关于图12A所讨论的,在其他示例中,光可以穿过衬底或波导1004并从另一侧入射在衍射光栅1008上。)如上文所讨论的,法线1002垂直于或正交于闪耀衍射光栅1008的延伸表面或光栅或波导的平面和/或波导1004的表面1004S,例如,在其上形成光栅的波导的主表面或相对的平坦表面1004S'。在图12B中,入射在衍射光栅1008上的光1016被示出为以相对于法线方向1002的角度β而衍射。

[0157] 根据各种实施例,当被配置为耦入光学元件或耦入衍射光栅时,衍射光栅1008可以衍射地将光耦合入射到衬底1004中,衬底1004可以是如上文所描述的波导。如果期望的话,衍射光栅1008可以被配置为耦出光学元件,并且在这样的实施例中,可以衍射地耦合来自衬底1004的光,其也可以是如上文所描述的波导。

[0158] 参考图12A和12B,在一些实施方式中,衬底1004包括聚合物。例如,聚合物可包括一种或多种材料的可聚合组合物,诸如高粘度多功能组分、低粘度单功能或多功能组分、光引发剂、光稳定剂、抗氧化剂、表面活性剂、无机纳米粒子或分子级簇合物、这些的任何组合或可包括其他材料。衬底可包括聚合物并且具有低折射率(例如,1.6或更小)或具有高折射率(例如,大于1.6)。衬底1004可例如包括由低折射率(例如,小于1.6)或高折射率有机树脂(例如,大于1.6)组成的有机聚合物。低折射率有机聚合物可以具有来自1.5～1.6的折射率,诸如PC、PMMA、PVA等或可在UV和/或热固化时交联的含丙烯酸酯树脂。一些示例的高折射率有机聚合物可以在丙烯酸酯交联分子中含有硫和/或芳族基团。

[0159] 聚合物可以被构图,例如蚀刻,以制造光栅结构。衍射光栅1008、1010的衍射特征(诸如线)形成在衬底1004中,诸如在衬底的表面中。例如,衍射特征可蚀刻到衬底1004中,衬底1004包括在衬底的一侧或两侧的聚合物。例如,衬底可包括聚合物,并且衍射光栅可以

通过蚀刻或构图衬底表面而在聚合物衬底中形成。

[0160] 因此，在一些实施方式中，衬底和/或波导可包括具有1.4-2.7的折射率的材料，这取决于例如材料。例如，衬底可以是无机材料，诸如SiO2、LiNbO3、LiTaO3、SiC或其他无机材料或玻璃衬底，具有但不限于以下材料：SiO2、TiO2、B2O3、Li2O、La2O3、ZrO2、ZnO、Si3N4或其他玻璃材料。因此，衬底可以取决于设计具有不同的折射率。在一些实施方式中，衬底包括聚合物，该聚合物可以具有低折射率(例如，1.6或更小)或具有高折射率(例如，大于1.6)。例如，衬底和/或波导可包括有机聚合物，诸如低折射率(诸如小于1.6折射率)或高折射率有机树脂(大于1.6折射率)。可以使用具有来自1.5～1.6的折射率的低折射率有机聚合物，诸如PC、PMMA、PVA等或可以使用在UV和/或热固化时交联的含丙烯酸酯树脂。一些示例高折射率有机聚合物可以在丙烯酸酯交联分子中含有硫和/或芳族基团。

[0161] 因此，如上文所描述的，在本文所描述的各种实施方式中，衍射光栅1008和衬底1004或波导二者包括相同的材料，例如聚合物。在一些实施方式中，衍射光栅1008直接构图到衬底1004中，使得衍射光栅1008和衬底1004形成单件或单片结构。例如，衬底1004可包括具有直接形成在波导或衬底的表面中的衍射光栅1008的波导。在这些实施方式中，块体聚合物材料可以在表面1004S处被构图以形成衍射光栅1008，而衍射光栅1008下面的聚合物材料可以形成波导。如上文所讨论的，其他材料可以用作衬底并且可以被构图以在其中形成衍射特征。第一和第二材料层，诸如增加针对第一偏振的衍射效率的第一层和增加不同于第一偏振的第二偏振的衍射效率的第二层，可以沉积在衍射光栅上(例如，在衍射特征上)。如上文所讨论的，第一层可包括光学透射或透明材料并且，在一些实施方式中，可包括非金属材料，诸如电介质或半导体。第二层可包括金属。这样的层的组合可以增加用于第一和第二偏振的衍射效率，并且因此增加用于非偏振光的衍射效率。

[0162] 然而，在一些其他实施方式中，形成衍射光栅1008、1010的衍射特征(诸如线)可包括与衬底的材料不同的材料。被构图以形成衍射光栅1008的块体或衬底1004和表面1004S因此可包括不同的材料。例如，聚合物可以在表面区域被构图以形成衍射光栅1008，而较高折射率材料可以在形成衬底1004的衍射光栅1008下面。在一些实施方式中，形成基础图案的可构图材料包括具有从1.4到1.95范围内的折射率的聚合物。在一些实施方式中，衬底包括具有至少1.9的折射率的高折射率材料。例如，折射率可以是至少2.0、至少2.1、至少2.2或至少2.3，并且可以不超过2.4、2.5、2.6、2.7、2.8，或者可以在由这些值中的任何一个形成的任何范围内，或者可以在这些范围之外。在一些实施方式中，例如，衬底包括基于Li的氧化物，诸如铌酸锂。也可以使用具有高折射率的其他材料。例如，在一些实施方式中，衬底可包括碳化硅(SiC)。例如，衬底可包括可能包含例如Ti、Z、Hf、La、Ba、Ca、Si或$O_2$的晶体、隐晶体或非晶衬底。例如，衬底可包括诸如基于Li的氧化物(例如，铌酸锂、$LiNbO_3$)的高折射率材料，而衍射特征可以由不同的材料诸如形成在高折射率衬底上的聚合物形成。在一些实施方式中，形成在衬底上的这种其他材料可以具有例如比衬底更低的折射率。

[0163] 第一和第二材料层，诸如增加针对第一偏振的衍射效率的第一层和增加不同于第一偏振的第二偏振的衍射效率的第二层可以沉积在衍射光栅上。如上文所讨论的，第一层可包括光学透射或透明材料并且可包括非金属材料，诸如电介质或半导体。第二层可包括金属。这样的层的组合可以增加用于第一和第二偏振的衍射效率，并且因此增加用于非偏振光的衍射效率。

[0164] 参考图12A和12B,根据各种实施例,衍射光栅1008可以具有各种尺寸。例如,根据设计,衍射光栅1008的衍射特征可以具有10nm至150nm、100nm至200nm、150nm至300nm或300nm至500nm的高度(H)或由这些值中的任何一个定义的范围内的高度(例如,从100nm到600)。在一些实施方式中,该高度可以对应于峰1003的高度和/或沟槽1005或峰之间的区域(例如,间隙)的深度。然而,其他高度可能是可能的。

[0165] 根据各种实施例,衍射光栅1008可以具有200nm至300nm、或300nm至400nm、400nm至550nm的节距,或由这些值中的任何一个定义的任何范围内的节距。其他节距也是可能的。

[0166] 衍射光栅1008可以具有约20至70度(浅尺寸)或20至85度的闪耀角和70至150度的反闪耀角(陡峭侧)或在相同角度方向上测量的由这些值定义的范围内的任何值。

[0167] 这些任何这些范围之外的值也是可能的。

[0168] 图13A示出了用于衍射光栅1008中的衍射特征的示例几何形式1302,诸如上文参考图12A和图12B所描述的。例如,几何形式可以与直侧壁(例如,图13A的上行、第一列)、倾斜侧壁(例如,上行、第二列,锯齿的示例)、凹角或凹形侧壁、多阶梯侧壁(例如,第一行、第三列)、其他类型的侧壁或其某种组合对称。在另一示例中,几何形式可以与至少一个直侧壁、倾斜侧壁(例如,图13A的第二行、第一列和第三列,凹角(例如,具有锐角凹角的侧壁,相对于诸如第二行、第三列中所示的底部表面,也称为鲨鱼鳍)或凹形侧壁、多阶梯侧壁(例如,第二行、第二列)、或其他类型的侧壁或其某种组合。不管衍射特征是非对称的还是对称的,在一些实施方式中,平台或平坦部分可以位于特征的顶部(例如,在峰处)。

[0169] 在一些示例中,非对称几何形式可包括轮廓,其中,第一侧壁与衬底形成20至85度之间的角度。在一些示例中,第二侧壁形成与第一侧壁不同的角度。在一些示例中,对于第二侧壁与衬底形成90度或更大的角度可能是有利的,使得在光栅上的近似直线沉积(诸如图14中所示)提供偏置沉积,这可包括在第一侧壁上而不是第二侧壁上的涂层或在第二侧壁上更少的涂层(例如第二侧壁上的更小厚度或更少覆盖)。在一些示例中,光栅特征的高度可以是100nm到600nm。在一些示例中,光栅特征的节距可以是290nm到690nm。这些范围之外的其他值也是可能的。

[0170] 衍射光栅可以是一维(1D)光栅或二维(2D)光栅。例如,如图13B-1和图13B-2所示,衍射光栅可以包括光栅特征的1D阵列,诸如线或沟槽(例如,直线或沟槽)的阵列。例如,这样的1D光栅可以在一个方向上起伏、重复或者是周期性的或准周期性的。在一些情况下,1D阵列可包括多个平行的线性特征,例如线性凸起部分和/或线性低部分。例如,图13B-1示出了具有在一个方向(例如,图13B-2中的水平方向)上横向布置的一系列衍射特征3303的示例装置3300的剖面侧视图。衍射特征3303在一个方向(例如,图13B-2中的水平方向)上起伏并且因此被称为1D。图13B-2示出了示例装置3300的俯视图。衍射特征3303可以形成一系列细长纵向特征,诸如在一个方向(例如,图13B-2中的垂直方向)上延伸的线。细长纵向特征沿着一个方向(例如,图13B-2中的水平方向)布置并且在该方向上重复。

[0171] 在另一示例中,衍射光栅可包括光栅特征的2D阵列,诸如突起或高点或区域的2D阵列以及高点、区域或突起之间的凹坑、间隙或低区域。例如,在一些情况下,2D阵列可能看起来像棋盘图案。本文所描述的任何1D结构阵列也可以在两个方向上布置,形成衍射特征的2D阵列。衍射特征的2D阵列可以包括在两个方向上的多个起伏。在一些实例中,起伏可以

是周期性的，而在其他实例中，起伏的节距可以变化。图13C示出了具有衍射特征3403(例如，在两个维度或方向上横向布置的衍射特征3403)的2D阵列的示例器件3400。在该示例中，阵列类似于棋盘图案。这些特征可以称为突起或在该种情况下称为柱。在该示例中，衍射特征3403与基本上正交于水平轴的侧壁对称。在其他示例中，衍射特征，例如，突起，可以与成角或倾斜的侧壁对称。例如，图13D-1和图13D-2分别示出了对称衍射特征的示例阵列的剖面侧视图和俯视图。左和右侧壁向内倾斜，使得衍射特征逐渐变细或宽度随着增加高度而变小。因此，在该示例中，第一侧壁在一个方向上倾斜，而第二侧壁在第二相反方向上倾斜。在该示例中，侧壁倾斜角相对于水平轴约30度，并且两侧对称。在一些实施方式中，2D阵列可包括由两个1D光栅结构的正交覆盖形成的光栅特征。例如，2D阵列可包括两个闪耀光栅结构的正交覆盖，诸如参考图12A和图12B所描述的。1D和2D光栅的其他配置是可能的。图13A所示的几何形状1302可以对应于1D或2D光栅的衍射特征的剖面。这样的衍射特征可以例如以1D或2D阵列而布置。

[0172] 图13E示出了具有衍射特征3603的2D阵列的另一示例装置3600。在该示例中，衍射特征是非对称的。图13F-1和图13F-2分别示出了非对称衍射特征的示例阵列的剖面侧视图和俯视图。该2D衍射光栅包括闪耀衍射光栅。衍射特征可以随着高度逐渐变细，例如，在宽度或厚度上。在图13E所示的示例中，衍射特征具有两个倾斜的侧壁或刻面(facet)，其中，一个比另一个更倾斜，而在图13F-1和图13F-2所示的示例中，一个侧壁是倾斜的，而另一个相对的侧壁是不倾斜的，或者第二侧壁上的任何斜率是可忽略的。在这两种情况下，一个侧壁的斜率大于另一个侧壁的斜率(如果有的话)，使得衍射特征是非对称的和闪耀的。因此，衍射特征优选在一个方向上而不是在其他方向上衍射光。例如，这样的衍射光栅可用作被配置为将从投影仪接收的光朝向光分布元件、耦出光学元件或光分布元件和耦出光学元件的组合衍射的耦入光学元件，例如光，CPE或组合光瞳扩展器-提取器。与用户和头戴式显示器前面的环境或世界相反的方向相反，这样的衍射光栅还可用于将光耦出到眼睛。在一些实施方式中，侧壁倾斜角在一侧相对于水平轴小于30度并且在另一侧大于80度(可能90度)。然而，其他倾斜和倾斜角是可能的。在一些实例中，衍射特征可以形成锯齿结构诸如锯齿纳米结构的2D阵列。

[0173] 因此，在各种实施方式中，对称或非对称衍射特征的2D阵列可以提供闪耀衍射光栅。如上文所讨论的，衍射特征的形状(例如，侧壁的倾斜角)可以确定光栅导引光或优选导引光的方向。例如，光栅可以将更多光导引向其他光栅(例如，EPE、OPE或CPE)和/或导引向观看者。在一些实例中，衍射特征可以被刻面以偏向在两个或两个以上方向上的光传播(例如，在多个方向上闪耀)。例如，图13G-1示出了具有在衬底3701中或衬底3701上形成的衍射特征3703的2D阵列的示例装置3700。衍射特征3703具有倾斜的第一侧壁或刻面3703b-1和第二侧壁或刻面3703b-2。因此，衍射特征随着高度逐渐变细，例如，在厚度或宽度上。衍射特征3703可以被配置为优选在基于第一和第二侧壁或刻面3703b-1、3703b-2的倾斜角的方向上导引光。图13G-2示出了在两个特定方向上导引更多光的示例衍射特征(如由向上指向右边和向下指向左边的两个粗实线箭头所示)。其他示例是可能的。

[0174] 因此，本文所描述的任何结构或装置，诸如光栅结构，可包括1D光栅。类似地，本文所描述的任何结构或装置，诸如光栅结构，可包括2D光栅。这样的2D光栅可以扩散光。这些光栅还可以包括闪耀光栅。这样的闪耀光栅可以优选在某些方向上导引光。在一些实施方

式中，2D光栅(例如，在衍射特征上具有一个倾斜刻面)优选在其他方向中的一个方向上导引光，2D光栅(例如，在衍射特征上不同地具有两个倾斜刻面)优选将光导引到多个方向中。同样地，本文所描述的任何方法或工艺可以用于1D光栅。类似地，本文所描述的任何方法或工艺可以用于2D光栅。这些1D或2D光栅可以包括在衬底和/或波导上并且可以包括在目镜中并且可能集成到如本文所公开的头戴式显示器中。这些光栅可以用作例如输入光栅(例如，ICG)、输出光栅(EPE)、光分布光栅(OPE)或组合光分布光栅/输出光栅(例如，CPE)。

[0175] 可以在衬底中形成衍射光栅的图案，该衬底可包括波导。在一些实施方式中，可构图材料包括聚合物。例如，可以使用光刻法形成图案，其中可以将诸如光致抗蚀剂的可构图材料沉积到可包括波导的衬底上。可构图材料/光致抗蚀剂可以被构图以具有几何形状，诸如图13A所示。诸如纳米压印的压印可用于对可构图材料进行构图。在一些实施方式中，在可构图材料中形成图案几何形状可以涉及在光致抗蚀剂中压印诸如单步“锯齿”图案的图案(例如，在衬底上沉积光致抗蚀剂并且然后压印闪耀几何形状)。在构图之后，构图材料，例如光致抗蚀剂，可包括掩模，诸如硬掩模。

[0176] 可构图材料，例如聚合物、光致抗蚀剂等，可以是具有残余互连层厚度(RLT)或不具有RLT的压印，或者聚合物或抗蚀剂图案可以是具有或不具有RLT的光刻图案。单片聚合物衬底可以具有限定在波导的一侧或任一侧上的表面凹凸(relief)图案。例如，一旦图案被压印或以其他方式形成到衬底上，图案(例如，多个衍射特征)可以附加地或替代地蚀刻到衬底(例如，具有折射率1.45-2.0)中。

[0177] 在各种实施方案中，可蚀刻构图材料(例如，聚合物或光致抗蚀剂)和衬底，以在衬底中形成诸如参考图13A所描述的图案的图案。例如，蚀刻光致抗蚀剂和衬底可以涉及干等离子体或化学蚀刻和/或湿化学蚀刻。在一些实施方式中，蚀刻可以以相对恒定的速率蚀刻掉材料，使得构图光致抗蚀剂最厚的部分导致材料从衬底的移除可忽略不计或没有，而被构图的光致抗蚀剂最薄(或不存在)的部分导致对衬底的最深蚀刻。

[0178] 在一些其他实施方案中，可构图材料被蚀刻以形成可构图材料的衍射特征。在这样的实施方式中，包括可构图材料的衍射特征保留在衬底上，其不需要被构图。

[0179] 图13H示出了形成闪耀光栅3800的示例方法。方法3800提供模板或母版3810。如果衍射特征要成角度、斜的或倾斜，模板3810可以被构图以形成有角度的结构。各种工艺(例如，蚀刻工艺)可以是定向和成角的，以形成这样的成角结构。成角工艺的一些示例，诸如成角蚀刻工艺，包括离子束铣削、成角干蚀刻、离子蚀刻、GLAD蚀刻、倾斜蚀刻、法拉第笼蚀刻等。在一些实施方式中，用于模板3810的材料的选择可有助于在模板中产生具有成角侧壁的成角结构。在该示例中，成角结构包括成角细长突起(例如，对于1D光栅)或成角柱(例如，对于2D光栅)。这些成角细长突起或成角柱可以具有在相同方向上倾斜的侧壁，并且在一些情况下可以基本上平行。一旦制造了模板3810，则可在衬底3801上沉积一层可构图材料(例如，聚合物、抗蚀剂、光致抗蚀剂等)，并且该层可以用压印模板3810压印。模板3810可以被压印到衬底3801上的可构图材料(例如，抗蚀剂材料)3805中以形成用于衬底的掩模3805。在其他实施方式中，可构图材料可以沉积在模板上并且衬底可以与其上具有可构图材料的模板接触。模板可以被移除并且抗蚀剂材料3805和下面的衬底3801可以被干蚀刻以在衬底3801中(或在设置在衬底3801上的材料层中)形成衍射特征3803。在各种实施方式中，采用干蚀刻，诸如所示。蚀刻可以是方向(direction)。在所示的示例中，蚀刻工艺没有成角。形

成在衬底3801中(或设置在衬底3801上的材料层中)的产生衍射特征3803可以具有某些形状,例如,可以作为掩模3805中的成角特征的结果而闪耀。在所示的示例中,衍射特征的剖面带有具有两个斜边的梯形或基本上三角形的形状。两边在相反的方向上倾斜。在所示的示例中,一侧比另一侧倾斜更多,产生了非对称或闪耀结构。该工艺可用于形成衍射特征的1D或2D阵列。

[0180] 图13I示出了形成闪耀衍射特征的另一示例方法3850。掩模3855和下面的衬底3851(或设置在衬底3851上的材料层)可以以一定角度蚀刻(例如,干蚀刻),以在衬底3851中(或在设置在衬底3851上的材料层中)形成衍射特征3853。成角定向蚀刻工艺(例如,成角蚀刻)的一些示例包括离子束铣削、成角干蚀刻、离子蚀刻、GLAD蚀刻、倾斜蚀刻、法拉第笼蚀刻等。模板可以包括包括梯形或基本上三角形剖面的细长突起(例如,对于1D光栅)或锥形柱(例如对于2D光栅)。这些细长突起或锥形柱可以具有在相反方向上倾斜的侧壁。一个侧壁可以比另一个更倾斜。对这些细长突起或锥形柱,应用成角蚀刻工艺可以在材料中产生闪耀光栅,例如,衬底或设置在衬底上的材料层,位于在细长突起或锥形柱下面。可以产生具有在相同方向上倾斜的侧面的闪耀衍射特征。在各种实施方式中,两侧中的一侧比另一侧倾斜更多。该工艺可用于形成衍射特征的1D或2D阵列。

[0181] 在各种实施方式中,作为掩模中的成角特征(例如,如图13H所示)的结果和/或作为使用成角工艺(例如,如图13I所示)的结果,因此产生的衍射特征可以在两个或两个以上方向上闪耀(例如,如图13G-1所示)。在两个或两个以上方向上闪耀的衍射特征或光栅可以通过蚀刻两次来产生。在一些实施方式中,例如,在两个或两个以上方向上闪耀的衍射特征或光栅可以通过用第一掩模蚀刻并用第二不同掩模再次蚀刻来产生。在一些实例中,如图13J所示,掩模3905和衬底3901可以被蚀刻以在衬底3901中形成衍射特征3903的第一侧壁。此外,可以提供构图以形成第二侧壁。在各种实施方式中,具有不同取向和/或形状的第二掩模可用于形成第二侧壁。例如,第二掩模(例如,相对于第一侧壁成一定角度和/或不同取向)可以被蚀刻以形成第二侧壁。在一些实施方式中,在形成衍射特征3903的第一侧壁之后,平面化层3907可以被添加到中间衍射特征3903和衬底3901。平面化层3907、中间衍射特征3903和/或衬底3901可以被构图和蚀刻(例如,相对于第一侧壁成一定角度)以形成第二侧壁。尽管在构图衬底的上下文中讨论了以上示例,但是在一些实施方式中,上文所描述的工艺可用于构图形成在衬底上的层而不是衬底。替代地,在一些实施方式中,上文所描述的工艺可用于构图形成在衬底上的层以及衬底。

[0182] 此外,尽管示例方法3800、3850、3900被示出为形成非对称衍射特征的2D阵列,但是这些方法也可用于形成对称衍射特征的2D阵列(在有或没有成角侧壁的情况下)。方法也可用于形成衍射特征的1D阵列。在一些实例中,在有或没有成角侧壁的情况下,以1D阵列的衍射特征可以是对称的。在一些实例中,以1D阵列的衍射特征可以是非对称的,例如,在有成角侧壁的情况下。因此,在一些情况下,可以形成闪耀衍射特征。

[0183] 2.示例层

[0184] 一个或多个透射层可以放置到基础图案上。例如,如图14所示,将一个或多个透射层沉积到基础图案上可以共形地(1402A、1402B、1402C)或定向地(1404A、1404B、1404C、1406A、1406B、1406C)完成。

[0185] 共形沉积(1402A、1402B、1402C)可包括用于沉积材料1412的各种沉积技术,这可

导致材料层覆盖下面特征的各个表面。沉积层在基础图案几何形状1410上可能潜在地具有基本上相等的厚度。在一些示例中，定向沉积可包括直线沉积(1404A、1404B、1404C)，使得沉积材料1412以与衬底的平面或水平方向或平面主表面基本上正交的角度入射在基础图案1410上。在另一示例中，定向沉积可包括有角度的沉积(1406A、1406B、1406C)，使得沉积材料1412以相对于衬底的平面或水平方向或平面主表面的角度1414入射在基础图案1410上。例如，可以基于图案几何形状来选择角度1414。例如，衍射光栅可以是具有锯齿结构的闪耀衍射光栅。角度1414可以相对于锯齿结构的表面基本上正交，使得沉积材料1412更基本上沉积在锯齿结构的一部分(或特定侧壁)上，如1406A、1406B、1406C中所示。

[0186] 沉积类型和基础图案几何形状可能影响沉积材料层1412的厚度和位置。有利地，控制沉积材料层1412的厚度和放置以产生偏置或有角度的沉积轮廓可以允许更好地控制以离开ICG的某些方向发射光。如图13和14所示，图案几何形状可以是非对称的，具有一个或多个直侧壁、倾斜侧壁、凹角或凹形侧壁、多阶梯侧壁、其他侧壁或其某种组合。例如，图案几何形状可以是锯齿，具有两个非对称的倾斜侧壁，如1402A、1404A、1406A中所示。在另一示例中，图案几何形状可以具有直侧壁和多阶梯侧壁，如1402B、1404B、1406B中所示。在另一示例中，图案几何形状可以具有凹角侧壁和倾斜侧壁，如1402C、1404C、1406C中所示。在共形沉积的情况下，层1412可以覆盖衍射特征的顶部和侧面。在一些情况下，层1412的厚度可以跨不同类型的图案几何形状(或大部分图案几何形状)基本上相等。在定向沉积的情况下，对于直线或有角度沉积的一些情况，沉积在顶部和一侧或多侧的量可以不同(参见，例如，1404B、1406B)或沉积在两个不同侧(例如，相对侧)的量可以不同(参见，例如，1404A、1404B、1404C、1406A、1406B、1406C)。在一些情况下，一侧或多侧可能被暴露并且具有可忽略量的沉积在其上的材料，诸如在1406A、1406B和1406C以及1404B和1404C中。此外，在定向沉积的情况下，跨不同类型图案几何形状的层1412的厚度可能更强烈地取决于图案几何形状。例如，在锯齿几何形状1404A的情况下，与具有较高斜率的锯齿部分1418相比，直线定向沉积可以更基本上沉积在具有较低斜率的锯齿部分1416上。在另一示例中，在锯齿几何形状1406A的情况下，相对于衬底的表面1420以45°和135°或60°和120°或80°-100°之间的角度1414θ基本上垂直的有角度的沉积将可能在这样的表面1420上沉积更多材料：表面1422平行于沉积方向的有角度的沉积(例如，具有相对于表面的小于20°或10°的小角度θ)。

[0187] (一个或多个)光学透射或透明层可包括可提高偏振的衍射效率的光学透射材料，诸如S-Pol或TE偏振光。在一些实施方式中，透射层不是金属。在一些实施方式中，例如，透射层是电介质或半导体。在一些示例中，(一个或多个)透射层可以是高折射率电介质，诸如二氧化钛($TiO_2$)、二氧化锆($ZrO_2$)、Si3N4、ZnO、SiC、ZnTe、GaP、BP或其他材料。在一些示例中，高折射率材料1502可以具有1.9和3.5之间的折射率。透射材料可以具有大于或等于2的折射率，诸如2.2、3、3.5、4.0，或其他高折射率或在由这些值形成的任何范围内。在一些示例中，材料是具有低a k(例如，其中k低于0.05)的高折射率材料(例如，其中n大于2)，诸如碳化硅(SiC)。

[0188] 在一些示例中，(一个或多个)透射层可包括多个子层。例如，子层可包括两种交替材料。图15示出了具有沉积在衬底的构图表面1506上的交替层的高的示例衍射光栅1500。在一些实施方式中，子层形成干涉涂层或带通滤波器涂层。在一些情况下，子层包括四分之一波堆叠。

[0189] 在子层包括交替材料的示例中，(一个或多个)透射层可包括高折射率材料1502和低折射率材料1504的交替子层。例如，高折射率材料1502可包括具有大于或等于1.9或2的折射率的材料，诸如具有2.2的折射率的$TiO_2$或Si3N4、ZnO、ZrO2、TiO2、SiC、ZnTe、GaP或BP。在一些示例中，高折射率材料1502可以具有1.9和3.5之间的折射率。此外，在一些设计中，低折射率材料1504可包括具有低于或等于1.9或2，诸如小于1.6的折射率的材料，其可以包括具有1.45的折射率的$SiO_2$。在一些示例中，交替层可包括第一层高折射率材料1502、第二层低折射率材料1504和第三层高折射率材料1504。

[0190] 在一些实施方式中，可以改变复合层中的一个或多个子层的厚度，以在某些波长的光中实现期望的反射率。例如，(一个或多个)透射层可包括高折射率材料的(一个或多个)薄层和低折射率材料的(一个或多个)较厚层。可以调谐(一个或多个)透射层内的一个或多个子层的厚度，诸如低折射率材料层，以增加(一个或多个)透射层在某些波长处的反射率。例如，一个或两个子层的厚度可以是材料的折射率的λ/4倍，其中λ对应于具有增加的反射率或其他设计波长的波长或波长范围。图15的图表1501示出了示例衍射光栅1500的作为波长函数的反射，其中透射层中的材料的厚度已经被调谐以在所示范围内提供增加的反射1508。

[0191] 在图15所示的示例中，诸如$SiO_2$的低折射率材料1504被放置在诸如$TiO_2$的高折射率材料层1502之间以产生高反射表面。通过改变一个或多个材料子层1502、1504的厚度，衍射光栅1500可以被配置为允许在某些波长中实现最大反射，并且潜在地用作滤色器或提供某种程度的颜色调谐。例如，层的厚度可以被配置为使得ICG对于选择波长(诸如450nm处的蓝色)在其他波长(诸如650nm处的红色)上衍射。

[0192] 如上文所讨论的，一个或多个金属层可以设置在(一个或多个)透射层上面。例如，如图16所示，将一个或多个金属层沉积到(一个或多个)透射层上可以共形地(1602A、1602B、1602C)或定向地(1604A、1604B、1604C、1606A、1606B、1606C)完成。沉积类型可以与透射层的沉积类型相同或不同。图16示出了各种组合。例如，透射层可以共形地沉积(1402A)，并且金属层可以共形地(1602A)或定向地直地沉积(1604A)或定向地成角度地沉积(1606A)。在另一示例中，透射层可以定向地直地沉积(1404A)，并且金属层可以共形地(1602B)或定向地直地沉积(1604B)或定向地成角度地沉积(1606B)。在另一示例中，透射层可以定向地成角度地沉积(1404A)，并且金属层可以共形地(1602C)或定向地直地沉积(1604C)或定向地成角度地沉积(1606C)。

[0193] 共形沉积(1602A、1602B、1602C)可包括用于沉积材料1612的各种沉积技术，这可导致材料层覆盖设置到基础图案几何形状1410上的透射层的不同侧和部分。在一些示例中，定向沉积可包括直线沉积(1604A、1604B、1604C)，使得沉积材料1610以与衬底的平面或水平方向或主平面表面基本上正交的角度入射在透射层材料1412上。在另一示例中，定向沉积可包括有角度的沉积(1606A、1606B、1606C)，使得沉积材料1610以相对于衬底的平面或水平方向或主平面表面的角度1616而入射在透射层材料1412上。例如，可以基于图案几何形状来选择角度1616。例如，衍射光栅可以是具有锯齿结构的闪耀衍射光栅。方向可以相对于锯齿结构的表面基本上正交，使得沉积材料1610更基本上沉积在锯齿结构的一部分(或特定侧壁)上，如1605A、1606B、1606C中所示。

[0194] 沉积类型和基础图案几何形状可能影响沉积材料层1612的厚度和位置。如上文参

考图14所讨论的，有利地，控制沉积材料层1612的厚度和放置以产生偏置或有角度的沉积轮廓可以允许更好地控制离开ICG的某些方向发射光。如图13至图15所示，图案几何形状可以是非对称的，具有一个多个直侧壁、倾斜侧壁、凹角或凹形侧壁、多阶梯侧壁、侧壁或其某种组合。在共形沉积的情况下，层1612的厚度可以跨不同类型的图案几何形状(或大部分图案几何形状)而基本上相等。在定向沉积的情况下，跨不同类型图案几何形状的层1412、1610的厚度可能更强烈地取决于图案几何形状。例如，在锯齿几何形状1604A的情况下，与具有较高斜率的锯齿部分相比，直线定向沉积可以更基本上沉积在具有较低斜率的锯齿部分上。在另一示例中，在锯齿几何形状1606A的情况下，与衬底的平面或水平表面或主平面表面基本上正交的有角度的沉积可以在浅倾斜表面1420上比在陡峭倾斜表面1422上沉积更多的材料1612。

[0195] 金属层可包括金属或导电材料，诸如包括铝、银、金、铜或其合金的材料。在一些设计中，可以选择金属层中使用的金属来淬灭某些波长的光。例如，金或铜可用于淬灭600nm以下的光。

[0196] 虽然透射层被讨论为基础图案上的第一层，并且金属层被讨论为第二层，但是这些层可以以任何适合的顺序放置。附加地或替代地，在基础图案、透射层或金属层之间可以存在一个或多个附加材料层。在一些示例中，一个或多个层可以重复或交替。在一些示例中，一个或多个层可以是部分层，使得可以是层的一部分的材料沉积在衬底或基础图案的一部分上。

[0197] 在一些示例中，在金属层与透射层之间可以存在界面层。界面层可以增加金属层的粘附强度和堆叠的环境可靠性。例如，在没有界面层的情况下，诸如Ag、Au、Cu或Al金属的金属层可能在不利的环境条件(诸如热和湿度)期间从光栅上剥落。在一些示例中，界面层可包括$TiO_2$或可以帮助将金属层结合到聚合物表面的其他层。

[0198] 透射层、金属层或任何其他层的沉积可包括物理气相沉积(PVD)。PVD可包括溅射、蒸发或其他形式的物理气相沉积。在期望共形沉积的示例中，可以使用溅射。在期望定向沉积的示例中，可以使用蒸发。附加地或替代地，透射层、金属层或任何其他层的沉积可包括化学气相沉积(CVD)。CVD可包括等离子体增强低压沉积、大气压沉积、原子层沉积(ALD)或其他形式的化学气相沉积。在期望共形沉积的情况下，可以使用CVD的形式。PVD或CVD的方面可以改变以影响沉积层的物理特性。例如，对于非常共形的工艺，诸如在原子尺度上一次完成一个单层的工艺，可以减少沉积厚度偏差。在另一示例中，涂层质量(例如，在晶粒尺寸或密度方面)可能受到处理温度和压力变化的影响。涂层质量可能进而影响层的n&k和在沉积层顶部涂覆的相邻层的形状。

[0199] 3.包括具有降低的偏振灵敏度的衍射光栅的示例波导

[0200] 诸如上文所描述的，具有降低的偏振灵敏度的衍射光栅可以用于AR显示器的上下文中。例如，可以作为AR显示器的一部分的波导可包括衍射光栅，该衍射光栅可以用作波导的一侧或多侧的耦入光学元件和/或光分布元件和/或耦出光学元件(诸如参考图6和图7所描述的那些)。图17A示出了具有多个衍射光栅的示例波导，包括可以充当耦入光学元件的降低的偏振灵敏度衍射光栅。例如，如图所示，波导1710可包括一个或多个耦入光栅(ICG)1712、1714和一个或多个执行光分布和/或耦出的衍射光栅1720、1722。在该示例中，光栅1720、1722可包括光瞳扩展器-提取器(CPE)区域，其作为光分布元件和耦出光栅两者操作。

光1702可以通过透射ICG 1714而注入波导1710的一侧。透射ICG 1714可以让光1702穿过进入波导1710并且衍射光1706。光1706可以沿着波导1710朝向一个或多个光瞳扩展器-提取器光栅1720、1722传播。可以在波导1710的相对侧的第二反射ICG 1712也可以被配置为将光1704反射到波导1710中。反射光1704可以沿着波导1710朝向一个或多个光瞳扩展器-提取器光栅1720、1722传播。有利地，包括一个或多个ICG 1712、1714可以有助于图像均匀性和/或适眼区(eye box)效率，这取决于源光(例如，LED、微型LED、激光器、偏振光源或非偏振光源)。

[0201] 反射ICG 1712或透射ICG 1714可包括衍射光栅。反射ICG 1712或透射ICG 1714两者或其中之一的衍射光栅可以形成在波导或衬底上的层中或在波导本身内。衍射光栅可以具有衍射特征，诸如例如上文参考图12A至图12B和图13A至图13J所描述的。例如，衍射光栅的衍射特征可以具有各种尺寸和对称或非对称的形式。

[0202] 在一些示例中，反射ICG 1712和/或透射ICG 1714的衍射特征的几何形式可以与直侧壁、倾斜侧壁、凹角或凹形侧壁、多阶梯侧壁(参见，例如，图13A，第一行、第三列)、其他类型的侧壁或其某种组合对称。在另一示例中，几何形式可以与至少一个直侧壁、倾斜侧壁、凹角(参见，例如，图13A，第二行、第三列)或凹形侧壁、多阶梯侧壁(参见，例如，图13A，第二行、第二列)、其他类型的侧壁或其某种组合不对称。不管衍射特征是非对称的还是对称的，在一些实施方式中，平台或平坦部分可以位于特征的顶部(例如，在峰处)。光栅可以具有100nm到600nm的高度或大于或小于该范围所定义的高度。例如，光栅可以具有100-300nm、300-600nm、200-400nm、300-500nm等或由这些值中的任何一个定义的任何范围的从基部到峰而测量的深度或高度。光栅可以具有290nm到690nm的节距或大于或小于该范围所定义的节距。如果光栅是闪耀光栅，则光栅可以具有例如20至85度、45至80度或另一角度的闪耀角和例如约70至150度或在相同的角度方向上测量的由这些值定义的范围内的任何值的反闪耀角。这些任何这些范围之外的值也是可能的。

[0203] 反射ICG 1712可包括一个或多个透射层1713和/或一个或多个金属层1711。金属层1711可以是反射的。在一些示例中，一个或多个透射层1713可以在衍射一个或多个波长范围内的TE偏振光方面是有效的。例如，一个或多个透射层可以在衍射与红色相关联的波长范围(例如，约620-780nm)、与绿色相关联的波长范围(例如，约492-577nm)、或与蓝色相关联的波长范围(例如，435-493nm)内的TE偏振光方面是有效的。在一些示例中，一个或多个金属层1711可以在衍射一个或多个波长范围内的TM偏振光方面是有效的。例如，一个或多个金属层可以在衍射与红色相关联的波长范围(例如，约620-780nm)、与绿色相关联的波长范围(例如，约492-577nm)、或与蓝色相关联的波长范围(例如，435-493nm)内的TM偏振光方面是有效的。透射ICG 1714可包括一个或多个透射层1715，诸如上文参考图14图和图15所描述的。在一些示例中，一个或多个透射层可以在衍射一个或多个波长范围内的TE偏振光方面是有效的。例如，一个或多个透射层可以在衍射与红色相关联的波长范围(例如，约620-780nm)、与绿色相关联的波长范围(例如，约492-577nm)、或与蓝色相关联的波长范围(例如，435-493nm)内的TE偏振光方面是有效的。在一些示例中，一个或多个透射层1715可包括非金属材料，诸如电介质或半导体材料，包括但不限于$ZrO_2$、$TiO_2$或SiC。在各种实施方式中，衍射光包括第一衍射级(例如，+1或-1)。大多数衍射光可能在第一级中。

[0204] 从投射器(诸如图像投射器)接收的光可以由一个或多个光栅1712、1714以一定角

度或角度范围衍射，使得该光或其至少一部分通过全内反射在波导内被引导，例如，朝向光瞳扩展器-提取器光栅。几何形状，例如，衍射特征的非对称或闪耀，可以使得光被优选导引，例如，朝向光瞳扩展器-提取器光栅。光瞳扩展器-提取器光栅可以被配置为将来自波导的光耦出到用户或穿戴者的眼睛。光瞳扩展器-提取器光栅可以附加地增加光离开波导的区域(在二维中)。以这种方式，在一些实施方式中，光瞳扩展器-提取器光栅可能潜在地增加适眼区。在各种设计中，投射器输出非偏振光或圆偏振光并将该非偏振光或圆偏振光导引到ICG用于输入到波导中。输出非偏振光或圆形光以形成图像的这样的投射器的一些示例可包括例如微型LED投射器、数字光投射器(DLP)和基于硅上液晶(LCOS)的投射器，尽管其他投射器也是可能的。

[0205] 图17B示出了具有多个衍射光栅的示例波导，其可以充当耦入光学元件。例如，如图所示，波导1710可包括一个或多个耦入光栅(ICG)1717、1714和一个或多个执行光分布和耦出的光栅1720、1722。光栅1720、1722可包括一个或多个光瞳扩展器-提取器(CPE)区域，其作为光分布元件和耦出光栅两者操作。光1702可以通过透射ICG 1714注入波导1710的一侧。透射ICG 1714(例如，包括透射光栅)可以让光1702穿过进入波导1710并且衍射光1706。透射ICG 1714可以具有比TM效率更高的TE衍射效率。光1706可以沿着波导1710朝向一个或多个光瞳扩展器-提取器光栅1720、1722传播。可以与透射ICG 1714成直线(例如，对准)并且在波导1710的相对侧上的第二反射ICG 1713(例如，包括反射式衍射光栅的反射ICG)可以被配置为将光1704衍射并反射到波导1710中。第二反射ICG 1717可以在反射模式下操作并且可以具有比TE效率更高的TM衍射效率。衍射/反射光1704可以沿着波导1710朝向一个或多个光瞳扩展器-提取器光栅1720、1722传播。有利地，包括一个或多个ICG 1712、1717可以有助于图像(例如，亮度或颜色)均匀性和/或适眼区效率，这可能在某种程度上取决于源光(例如，LED、微型LED、激光器、偏振或非偏振光源)。

[0206] 透射ICG 1714和/或ICG 1717可包括衍射光栅。反射ICG 1717或透射ICG 1714两者或其中之一的衍射光栅可以形成在波导上的层中或在波导或衬底本身内。衍射光栅可以具有衍射特征，诸如上文参考图12A至图12B和图13A至图13J所描述的。例如，衍射光栅的衍射特征可以具有各种尺寸和不同的几何形式。参见，例如，图13A示出了锯齿(例如，第一行、第二列和第二行、第一列)、多阶梯(例如，第一行、第三列和第二行、第二列)和凹角(例如，图13A的第二行、第三列)。如本文所描述的，衍射特征可以被闪耀(参见，例如，图13A的第二行)以在特定方向上导引光。

[0207] 在一些示例中，透射ICG 1714和/或反射ICG 1717的衍射特征的几何形式可以与直侧壁、倾斜侧壁、凹角或凹形侧壁、多阶梯侧壁、其他类型的侧壁或其某种组合对称。在另一示例中，几何形式可以与至少一个直侧壁、倾斜侧壁、凹角或凹形侧壁、多阶梯侧壁、其他类型的侧壁或其某种组合不对称。不管衍射特征是非对称的还是对称的，在一些实施方式中，平台或平坦部分可以位于特征的顶部(例如，在峰处)。光栅可以具有100nm至600nm的高度和/或深度，或大于或小于由该范围所定义的高度(例如，200至400nm、205至350nm、210到400nm、350到500nm、300至600nm、400至600nm、200至600nm、200至500nm或由这些值中的任何一个形成的任何范围)。光栅可以具有290nm至690nm的节距或大于或小于该范围所定义的节距。如果光栅是闪耀光栅，则光栅可以具有例如约20至85度的闪耀角和例如约70至150度或在相同的角度方向上测量的由这些值定义的范围内的任何值的反闪耀角。这些角度可

以表示从衍射光栅的底部到对应的侧壁或表面测量的内角。这些任何这些范围之外的值也是可能的。

[0208] 透射ICG 1714可包括一个或多个透射层1715，诸如上文参考图14、图15和图17A所描述的。反射ICG 1717还可包括一个或多个金属层1711。在一些示例中，一个或多个金属层1711可以在构建这样的光栅方面是有效的，该光栅在衍射一个或多个波长范围内的TM偏振光方面是有效的。例如，包括一个或多个金属层可以提供与红色相关联的波长范围(例如，约620-780nm)、与绿色相关联的波长范围(例如，约492-577nm)、或与蓝色相关联的波长范围(例如，435-493nm)内的TM偏振光的增加的衍射效率。衍射光栅的其他设计在衍射TM偏振或优选衍射TM偏振光方面是有效的也是可能的。

[0209] 有利地，优选将TE光衍射到要在其中被引导的波导的透射ICG和优选将TM光衍射到要在其中被引导的波导的反射ICG的组合提供了TE和TM偏振两者的有效衍射和耦入。因此，这些光栅的该组合可以更有效地衍射包括TE和TM偏振的光，诸如非偏振光，并且在ICG的情况下，将该光耦合到波导中。如上文所描述的，在各种设计中，衍射光在第一级中，诸如+1和/或-1衍射级。

[0210] 因此，从投射器(诸如图像投射器)接收的光可以由一个或多个光栅1717、1714衍射，使得来自投射器或其至少一部分的该光的角度或角度范围衍射并且通过全内反射在波导内耦合和引导，例如，朝向光瞳扩展器-提取器光栅、(一个或多个)光分布元件和/或(一个或多个)耦出光学元件。几何形状，例如，衍射特征的非对称或闪耀可以使得光被优选导引，例如，在特定方向上，诸如朝向光瞳扩展器-提取器光栅。光瞳扩展器-提取器光栅可以被配置为将来自波导的光耦出到用户或穿戴者的眼睛。光瞳扩展器-提取器光栅可以另外增加光离开波导的区域(在二维中)。以这种方式，在一些实施方式中，光瞳扩展器-提取器光栅可能潜在地增加适眼区。在各种实施方式中，投射器输出非偏振光或圆偏振光并将该非偏振光或圆偏振光导引到ICG用于输入到波导中。输出非偏振光或圆形光以形成图像的这样的投射器或光源的一些示例可包括例如微型LED和微型LED投射器、数字光投射器(DLP)和基于硅上液晶(LCOS)的投射器，尽管其他投射器也是可能的。

[0211] 图17C示出了被配置为增加其中耦合光的效率的另一示例波导。波导包括至少一个降低的偏振灵敏度衍射光栅，该衍射光栅可以充当耦入光学元件。例如，如图所示，波导1710可包括至少一个耦入光栅(ICG)1730和耦出光栅1720、1722。光栅1720、1722可包括光瞳扩展器-提取器(CPE)区域，其作为光分布元件和耦出光栅两者操作。例如，来自包括一个或多个光源(例如，微型LED、激光器、LED)的投射器的光1702可以通过透射ICG 1730注入波导1710的一侧，该透射ICG 1730包括例如透射式衍射光栅，该透射式衍射光栅对通过其透射的光的至少一部分进行衍射。透射ICG 1730可以让光1702穿过该光栅进入波导1710，并且在传播通过光栅时衍射光1706。透射ICG 1730可以被配置为具有高TM和高TE衍射效率。光栅1730可以被设计为将入射在其上的光在一定角度范围内衍射成在波导内全内反射的方向或角度范围。因此，光1706可以沿着波导1710朝向一个或多个光瞳扩展器-提取器光栅1720、1722引导或传播。有利地，包括透射ICG 1730可以有助于图像均匀性和/或适眼区效率，这取决于源光(例如，LED、微型LED激光器、偏振或非偏振光)。

[0212] 透射ICG 1730可包括衍射光栅。透射ICG 1730的衍射光栅可以形成在波导或衬底上的层中或波导或衬底本身中，例如，在其表面上。衍射光栅可以具有衍射特征，诸如上文

参考图12A至图12B和图13A至图13J所描述的。例如，衍射光栅的衍射特征可以具有各种尺寸和几何形式。例如，衍射特征的几何形式可以与直侧壁、倾斜侧壁、凹角或凹形侧壁、多阶梯侧壁、其他类型的侧壁或其某种组合对称。在另一示例中，几何形式可以与至少一个直侧壁、倾斜侧壁、凹角或凹形侧壁、多阶梯侧壁、其他类型的侧壁或其某种组合不对称。凹角或鲨鱼鳍形侧壁的示例可以在图13A中(例如，第二行、第三行)以及图14的第三行中找到。不管衍射特征是非对称的还是对称的，在一些实施方式中，平台或平坦部分可以位于特征的顶部(例如，在峰处)。光栅可以具有100nm到600nm的高度或大于或小于该范围所定义的高度。如本文所描述的，高度可以从100至200nm、200-300nm、205-310nm、210-310nm、250-350nm、300-400nm、400-500nm、500-600nm、或由这些值中的任何一个形成的任何范围以及可以在这些范围之外。光栅可以具有290nm到690nm的节距或大于或小于该范围所定义的节距。如果光栅是闪耀光栅，则光栅可以具有例如约20至85度的闪耀角和例如约70至150度或在相同的角度方向上测量的由这些值定义的范围内的任何值的反闪耀角。如上文所描述的，这些角度可以表示从衍射光栅的底部到对应的侧壁或表面测量的内角。这些任何这些范围之外的值也是可能的。

[0213] 从投射器(例如，包括微型LED)诸如图像投射器接收的光可以由一个或多个光栅1730衍射并且以一定角度或角度范围导引，使得该光或其至少一部分通过全内反射在波导内被引导朝向光瞳扩展器-提取器光栅。几何形状，例如，衍射特征的非对称或闪耀可以使得光被优选导引，例如，朝向光瞳扩展器-提取器光栅。光瞳扩展器-提取器光栅可以被配置为将来自波导的光耦出到用户或穿戴者的眼睛。光瞳扩展器-提取器光栅可以附加地增加光离开波导的区域(在二维中)。以这种方式，在一些实施方式中，光瞳扩展器-提取器光栅可能潜在地增加适眼区。在各种实施方式中，投射器输出非偏振光或圆偏振光并将该非偏振光或圆偏振光导引到ICG用于输入到波导中。输出非偏振光或圆形光以形成图像的这样的投射器的一些示例可包括例如微型LED投射器、数字光投射器(DLP)和基于硅上液晶(LCOS)的投射器，尽管其他投射器也是可能的。

[0214] 透射ICG 1730可包括被配置为在TM和TE中有效的高折射率光栅。例如，ICG 1730可以具有改进的ICG轮廓和/或材料组成，以在光的输入角范围内获得偏振不灵敏和有效的光衍射。例如，对于TE模式，ICG 1730可以具有40％至90％(例如，50％至60％、60％至70％、70％至80％、80％至90％或这些值中的任何一个之间的任何范围)或更多的范围内的衍射效率，并且对于TM模式，具有40％至90％(例如，50％至60％、60％至70％、70％至80％、80％至90％或这些值中的任何一个之间的任何范围)或更多的范围内的衍射效率。在一些示例中，ICG 1730在TE模式和TM模式中可以具有相似的效率。例如，ICG 1730可以具有在TE模式效率的5％、10％、20％、25％、30％内(或在这些值中的任何一个之间的任何范围内)的TM模式效率。或者ICG 1730可以具有在TM模式效率的5％、10％、20％、25％、30％内(或在这些值中的任何一个之间的任何范围内)的TE模式衍射效率。因此，在各种实施方式中，针对TE和TM模式的衍射效率的衍射效率差异可以是TE模式效率的5％、10％、20％、25％、30％(或在这些值中的任何一个之间的任何范围内)。其他示例也是可能的。这些效率可以是角度范围(例如，5度、10度、20度、30度、40度、50度或这些值中的任何一个之间的任何范围)上的平均效率。类似地，这些效率可能在例如可见光谱光的波长或者针对特定颜色(例如红色、蓝色或绿色)的一个或多个波长上平均。例如，可以考虑项目中可能包括多个彩色光源的光源输

出的波长。如上文所描述的，衍射可以处于某种衍射模式或模式，诸如第一级模式，诸如+1和/或＝1衍射级。

[0215] 图17D-1至图17D-4示出了示例倾斜ICG轮廓和组成以及对应的偏振效率图，其可用于在诸如图17C中所示的ICG 1730的耦入光栅中实现偏振不灵敏。例如，光栅1742可以产生图表1741中所示的TM和TE效率轮廓，光栅1744可以产生图表1743中所示的TM和TE效率轮廓，光栅1746可以产生TM和TE效率轮廓1745，并且光栅1748可以产生TM和TE效率轮廓1747。

[0216] 图17D-1所示的光栅1742可包括具有倾斜角θ的倾斜衍射特征的光栅。倾斜角可包括20度与85度之间的角度或另一角度。这些角度可以表示从衍射光栅的底部到对应的侧壁或表面测量的内角。在一些示例中，光栅1742的占空比1762A可以是光栅的节距的百分比。例如，占空比可以在节距的20％和80％之间，例如节距的50％。光栅的高度1764A可以是例如100至600nm的高度(例如，100至200、200至300、300至400、400至500、500至600纳米或这些值中的任何一个之间的任何范围)。因此，高度可以大于200nm、205nm、300nm、400nm、500nm、600nm或更大，诸如大于700nm或800nm或在由这些值中的任何一个形成的任何范围内。在一些示例中，光栅1742可以设置在波导或衬底上的层上，或者设置在波导或衬底本身的一部分中(例如，蚀刻在衬底的表面中)。在一些示例中，衬底可以是具有小于1.9的折射率的材料，诸如在1.65到1.75之间的范围内的折射率。同样地，在某些实施方式中，衬底的折射率可以从1.4到1.5、从1.5到1.6、从1.6到1.7、从1.7到1.8和/或从1.8到小于1.9，或者由这些值中的任一个形成的任何范围内。在一些示例中，光栅特征可包括与衬底或波导相似或相同折射率的材料。在所示的示例中，光栅1742包括在具有1.75的折射率的衬底上的具有1.75的折射率的衍射特征。用于形成衍射特征并且包括衬底的材料可以相同或不同。衍射特征可以被蚀刻到衬底中，或者具有相同或不同(例如，更高或更低)折射率的材料层可以用于衍射特征。例如，衬底可以具有比形成衍射特征的材料更低的折射率。在一些情况下，例如该衬底具有小于1.9的折射率，而衍射特征具有例如大于1.9或大于2.0或2.1、或2.2或2.4或2.6或2.7、或由这些值中的任何一个形成的任何范围内的折射率。这些范围之外的值也是可能的。在一些示例中，光栅1742可以使用高折射率抗蚀剂和接触压印或通过沉积高折射率材料并蚀刻到材料层中来产生。

[0217] 与光栅1742相关联的TM和TE衍射效率轮廓(分别为1750、1752)可以在入射角范围内近似匹配，和/或可能在入射角范围内的点处在TM中更有效和在TE中更有效，诸如图表1743所示。在一些示例中，平均衍射效率可以是在入射角范围内从40％至60％或0.4至0.6或可以是至少0.45、或0.5、或0.6或0.7或0.8或0.9或0.95或0.99(例如，具有至少45％、50％、55％、60％、65％、70％、80％、90％、95％或99％或在由这些值中的任何一个形成的任何范围内的平均效率)，诸如-10度和10度之间或更宽或更小的范围(例如，至少6度、至少10度、20度、25度、30度、35度、40度或这些值中的任何一个之间的任何范围)。在一些示例中，衍射效率平均至少是0.4(或至少.45或至少.50、或至少0.55、或至少0.6或至少0.65或至少0.7或至少0.8或至少0.9)对于至少30度的入射光角度范围或其他角度范围(例如，至少3度、至少6度、至少10度、至少12度、至少18度、至少20度、25度、30度、35度、40度或这些值中的任何一个之间的任何范围)。在一些示例中，对于至少20度的入射光的角度范围，衍射效率平均至少是0.4或0.5或0.6或0.7或0.8或0.9。在一些示例中，对于至少10度的入射光的角度范围，衍射效率平均至少是0.4或0.5或0.6或0.7或0.8或0.9。在一些示例中，对于至少

30度的入射光的角度范围，衍射效率至少是0.4或0.5或0.6或0.7或0.8。在一些示例中，对于至少20度的入射光的角度范围，衍射效率至少是0.4或0.5或0.6或0.7或0.8。在一些示例中，对于至少10度的入射光的角度范围，衍射效率至少是0.4或0.5或0.6或0.7或0.8。对于这些角度范围中的任何一个或也可能对于其他更大的角度范围，衍射效率可以在这些值中的任何一个之间的任何范围内。类似地，如上文所描述的，对于诸如3°、6°、12°、18°、20°、25°、30°、35°、40°或由这些值中的任何一个形成的任何范围的角度范围，波长范围内的平均衍射效率可以在30％、25％、20％、15％、10％、5％、2.5％、1％或由这些值中的任何一个形成的任何范围内。在一些设计中，衍射效率可能对于TE模式更高，或者在一些设计中，可能对于TM模式更高。在一些设计中，衍射效率可能对于TE模式在一些角度处更高，并且对于TM模式在其他角度处更高。

[0218] 可以使用较高折射率材料(例如，具有大于2的折射率的材料)来增加平均衍射效率，诸如图17D-2的光栅1744中所示。光栅1744包括倾斜光栅，其具有类似于参考图17D-1所描述的几何形状和特征的几何形状和特征，但具有包括较高折射率材料1766的衍射特征，诸如2.2折射率材料，诸如TiO2，或2.6折射率材料，诸如SiC。产生的TM和TE效率轮廓(分别为1750、1752)可以在入射角范围内近似匹配(例如，在30％、20％、15％、10％、8％、5％等内)和/或可能在入射角范围内的点处在TM中更有效和在TE中更有效，诸如图表1745所示(或反之亦然)。在一些示例中，平均衍射效率可以在-10度和10度之间的入射角范围内具有约80％和100％或0.8和0.1之间的峰值。在一些示例中，对于至少10、20、30、40、50或60度或由这些值中的任何一个形成的任何范围的入射光的角度范围，平均衍射效率平均至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。在一些示例中，对于至少40度的入射光的角度范围，衍射效率平均至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。在一些示例中，对于至少30度的入射光的角度范围，衍射效率平均至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。在一些示例中，对于至少20度的入射光的角度范围，衍射效率平均至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。在一些示例中，对于至少10度的入射光的角度范围，衍射效率平均至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。在一些示例中，对于至少30度的入射光的角度范围，衍射效率至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。在一些示例中，对于至少20度的入射光的角度范围，衍射效率至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。在一些示例中，对于至少10度的入射光的角度范围，衍射效率至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。

[0219] 类似于光栅1742，如图17D-2所示的光栅1744可包括具有倾斜角θ的倾斜衍射特征的光栅。倾斜角可包括20度与85度之间的角度或另一角度。一侧或侧壁是凹角侧壁并且剖面具有鲨鱼鳍形状。尽管剖面以平铺平行四边形的形状，但是其他形状是可能的。在一些示例中，光栅1744的占空比1762B可以是光栅的节距的百分比。例如，占空比可以在节距的20％和80％之间，例如节距的50％。光栅的高度1764B可以是例如100至600nm的高度(例如，100至300、200至400、300至500、400至600纳米或这些值中的任何一个之间的任何范围)。在各种实施方式中，高度或深度也大于200nm、205nm、210nm、250nm、300nm、400nm、500nm、

600nm、700nm或这些值中的任何一个之间的任何范围或这些范围之外的任何范围。在一些示例中，光栅1744可以设置在波导或衬底上的层上，或者是波导或衬底本身的一部分或嵌入其中，例如通过蚀刻到衬底中。在一些示例中，衬底可包括具有小于2或小于1.9的折射率的材料，诸如1.75的折射率。在一些示例中，光栅特征可包括具有大于衬底或波导的折射率的折射率的材料。在所示的示例中，光栅1744包括在具有1.75的折射率的衬底上的具有2.2的折射率的衍射特征。这些范围之外的值也是可能的。在一些示例中，可以使用高折射率抗蚀剂和接触压印产生光栅1744。在一些示例中，可以使用诸如有角度的定向蚀刻的倾斜蚀刻产生光栅1744。也可以采用优选在某些方向上蚀刻的材料。结合图13H至图13J描述了一些示例蚀刻方法。可以采用其他方法。例如，图13H示出了制造具有锯齿形图案的闪耀(非对称)衍射特征(3803)的方法，该锯齿形图案具有在相反方向上倾斜的第一和第二倾斜侧壁。例如，图13I示出了制造具有“鲨鱼鳍”形剖面的闪耀(非对称)衍射特征(3853)的方法，该剖面具有在相同方向上倾斜的第一和第二倾斜侧壁。图13I中的第二侧壁是凹角侧壁或表面的示例。图17D-1至图17D-4还示出了第一和第二倾斜侧壁，它们在相同方向上倾斜并且具有作为凹角侧壁或表面的第二侧壁。具有具有其他折射率的其他材料组成的其他类型的光栅也是可能的。

[0220] 然而，由于提高了效率并简化了制造，作为一种制造模式的接触压印可能优于蚀刻。因此，可能希望使用适合与接触压印技术一起使用的材料来产生ICG。例如，光栅1746和1748包括具有1.65的折射率的ICG轮廓。

[0221] 光栅1746包括具有备有小于2、或小于1.9或1.8、例如1.65的折射率的材料的倾斜光栅，以及沉积在具有大于1.9或大于2的折射率的材料的光栅的边缘上的涂层，诸如具有2.2的折射率的材料，诸如TiO2，或者具有2.6的折射率的材料，诸如SiC。产生的TM和TE效率轮廓(分别为1750、1752)在入射角范围内接近或近似匹配和/或可能在入射角范围内的点处或平均在TM中更有效并且在TE中更有效，诸如图表1745所示。在一些示例中，平均偏振效率可以在-10度和10度之间的入射角范围内具有约80％和100％或0.8和0.1之间的峰。在一些示例中，对于至少30度的入射光的角度范围，衍射效率平均至少是0.8。在一些示例中，对于至少20度的入射光的角度范围，衍射效率平均至少是0.8。在一些示例中，对于至少10度的入射光的角度范围，衍射效率平均至少是0.8。在一些示例中，对于至少30度的入射光的角度范围，衍射效率至少是0.8。在一些示例中，对于至少20度的入射光的角度范围，衍射效率至少是0.8。在一些示例中，对于至少10度的入射光的角度范围，衍射效率至少是0.8。

[0222] 在一些示例中，对于至少3、6、10、12、18、20、30、40、50或60度或由这些值中的任何一个形成的任何范围的入射光的角度范围，平均衍射效率平均至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。在一些示例中，对于至少40度的入射光的角度范围，衍射效率平均至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。在一些示例中，对于至少30度的入射光的角度范围，衍射效率平均至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。在一些示例中，对于至少20度的入射光的角度范围，衍射效率平均至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。在一些示例中，对于至少10度的入射光的角度范围，衍射效率平均至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。在一些示例中，对于至少30度的入射光的角度范围，衍

射效率至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。在一些示例中，对于至少20度的入射光的角度范围，衍射效率至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。在一些示例中，对于至少10度的入射光的角度范围，衍射效率至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。

[0223] 光栅1748还包括具有具有小于2或小于1.9或1.8、例如1.65的折射率的闪耀光栅，以及沉积在具有大于1.9或2的折射率的材料的光栅的边缘上的涂层，诸如具有2.2的折射率的材料，诸如TiO2，或者具有2.6的折射率的材料，诸如SiC。产生的TM和TE效率轮廓(分别为1750、1752)在入射角范围内接近或近似匹配和/或可能在入射角范围内的点处在TM中更有效和在TE中更有效，诸如图表1747所示。在一些示例中，平均偏振效率可以在-10度和10度之间的入射角范围内具有约80％和100％或0.8和0.1之间的峰。在一些示例中，对于至少30度的入射光的角度范围，衍射效率平均至少是0.8。在一些示例中，对于至少20度的入射光的角度范围，衍射效率平均至少是0.8。在一些示例中，对于至少10度的入射光的角度范围，衍射效率平均至少是0.8。在一些示例中，对于至少30度的入射光的角度范围，衍射效率至少是0.8。在一些示例中，对于至少20度的入射光的角度范围，衍射效率至少是0.8。在一些示例中，对于至少10度的入射光的角度范围，衍射效率至少是0.8。

[0224] 在一些示例中，对于至少3、6、10、12、18、20、30、40、50或60度或由这些值中的任何一个形成的任何范围的入射光的角度范围，平均衍射效率平均至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。在一些示例中，对于至少40度的入射光的角度范围，衍射效率平均至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。在一些示例中，对于至少30度的入射光的角度范围，衍射效率平均至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。在一些示例中，对于至少20度的入射光的角度范围，衍射效率平均至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。在一些示例中，对于至少10度的入射光的角度范围，衍射效率平均至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。在一些示例中，对于至少30度的入射光的角度范围，衍射效率至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。在一些示例中，对于至少20度的入射光的角度范围，衍射效率至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。在一些示例中，对于至少10度的入射光的角度范围，衍射效率至少是0.5或0.6、或0.7或0.8或0.9或0.95或由这些值中的任何一个形成的任何范围。

[0225] 此外，如上文所描述的，对于诸如3°、6°、12°、18°、20°、25°、30°、35°、40°或由这些值中的任何一个形成的任何范围的角度范围，波长范围内的平均衍射效率可以在30％、25％、20％、15％、10％、5％、2.5％、1％或由这些值中的任何一个形成的任何范围内。在一些设计中，衍射效率可能对于TE模式更高，或者在一些设计中，可能对于TM模式更高。在一些设计中，衍射效率可能对于TE模式在一些角度处更高，并且对于TM模式在其他角度处更高。ICG，诸如光栅1746或光栅1748，如图17D-3和图17D-4所示，可以包括倾斜或鲨鱼鳍光栅、闪耀光栅或其他几何形状。在光栅是倾斜光栅的情况下，诸如光栅1746，光栅可以具有倾斜角，该倾斜角可包括但不限于20度与70度之间的角度或另一角度。在光栅是闪耀光栅

的情况下,诸如光栅1748,光栅可以具有约20至85度(浅尺寸)的闪耀角和70至150度或在相同的角度方向上测量的由这些值定义的范围内的任何值的反闪耀角(陡峭侧)。这些角度可以表示从衍射光栅的底部到对应的侧壁或表面测量的内角。

[0226] 并且,如上文所描述的,可以采用各种方法来制造衍射特征。在一些实施方式中,可以成本有效地采用压印来形成衍射特征,可能由设置在衬底上的聚合物层形成。压印模板可以接触聚合物层,在一些情况下,聚合物层可以用UV和/或热固化来固化。还结合图13H至图13J描述了一些示例蚀刻方法。

[0227] 此外,沉积在衍射光栅特征上的高折射率材料可以被偏置,例如,使用掠射(glazing)入射沉积,以在衍射光栅特征的一侧提供比另一侧更多的材料。因

[0228] 此,厚度和/或覆盖可以在衍射特征的一侧的第一侧壁上大于在衍射特征的相对侧的第二侧壁上。在一些实施方式中,在一个侧壁上可能几乎没有覆盖。例如,第二侧壁的90%或95%可能未被覆盖。在一些情况下,在倾斜衍射特征上的沉积(例如,定向沉积)可能导致这样的偏置,因为在衍射特征的第一侧壁或侧面上提供更多覆盖或更厚的覆盖,而在衍射特征的第二侧壁或侧面上沉积更少。在一些情况下,下面的衍射特征的形貌可以促进无源偏置沉积,如图14所示,例如第三行、第二列和第三列。定向蚀刻,可能是直的或有角度的,当用于将材料沉积在具有凹角表面或侧壁的衍射特征上时(图14的第三行中所示的衍射特征中的左侧壁)可能导致凹角侧壁或表面上的较少覆盖。

[0229] 参考光栅1746,光栅1746的占空比1778可以是光栅的节距的百分比。例如,占空比可以在节距的20%和80%之间,例如节距的50%。光栅的高度1774可以是例如10至600nm的高度。在一些示例中,光栅1746可以设置在波导上的衬底上或波导本身的一部分上。在一些示例中,衬底可以是具有1.75的折射率的材料。在一些示例中,光栅特征可包括具有与衬底或波导的折射率不同的折射率的材料。在所示的示例中,光栅1746包括在具有1.75的折射率的衬底上的具有1.65的折射率的衍射特征1770。这些范围之外的值也是可能的。在一些示例中,材料1772可以沉积到衍射特征1770上。材料1772可以具有比衍射特征1770更高的折射率。例如,材料1772可以具有2.2的折射率。其他值也是可能的。材料1772的厚度1776可以是约10至600nm或另一值。

[0230] 参考光栅1748,闪耀光栅特征1780的顶部(WT)的宽度可以大于闪耀光栅1784的底部(WB)的宽度。在一些示例中,WT可以变化并且可以是零。在一些示例中,WB可以变化。例如,WB可以具有足够的宽度以允许通过高折射率涂层至少部分填充底部宽度。例如,WB可以具有足够的宽度以允许超过50%的宽度由高折射率涂层填充。在一些示例中,高折射率涂层可以通过偏置沉积施加,使得涂层优选沉积在第一侧壁上而不是第二侧壁(例如,凹角侧壁、垂直侧壁或甚至倾斜侧壁)上。有利地,在一些情况下,该偏置沉积可以提高总体平均TM和TE效率。

[0231] 光栅的高度1782可以是例如100至600nm的高度。在一些示例中,光栅1748可以设置在波导上的衬底上或波导本身的一部分上。在一些示例中,衬底可以是具有1.75的折射率的材料。在一些示例中,光栅特征可包括具有与衬底或波导的折射率不同的折射率的材料。在所示的示例中,光栅1746包括在具有1.75的折射率的衬底上的具有1.65的折射率的衍射特征1770。这些范围之外的值也是可能的。在一些示例中,材料1772可以沉积到衍射特征1770上。材料1772可以具有比衍射特征1770更高的折射率。例如,材料1772可以具有2.2

的折射率。其他值也是可能的。材料1772的厚度1786可以是约100至600nm或另一值。这些范围之外的其他值也是可能的。

[0232] 如上文所讨论的，在一些示例中，可以使用高折射率抗蚀剂和接触压印来产生光栅1744。在一些示例中，可以使用倾斜蚀刻产生光栅1744。带有具有其他折射率的其他材料组成的其他类型的光栅也是可能的。

[0233] 有利地，诸如参考光栅1748所讨论的诸如具有2.2的折射率涂层的闪耀光栅的光栅可以具有改进的平均衍射效率和偏振不灵敏度，以及可能比其他设计更高的可制造性。有利地，诸如参考图17C和图17D-3至图17D-4所描述的ICG可以与处于透射模式中的非偏振光源(例如，微型LED源)一起使用，并且以波导堆叠中的直列方式使用，诸如上文参考图6所描述的。该能力可以允许利用ICG的目镜具有增加的亮度和/或视场。例如，多于一种颜色的入射光可以与堆叠中每个波导颜色中的每个ICG相互作用，这可能优于具有高TM效率的传统ICG，传统ICG是不透明且高反射的，并且因此可以在空间上偏移以允许入射光通过每个波导。

[0234] 类似于图17A和图17B所示的波导，可以在波导的相对侧上包括一对具有增加的偏振不灵敏度的直列(对准)ICG或衍射光栅。ICG中的一个可以是透射光栅，而另一个ICG可以是反射ICG。因此，来自图像投射器的光可以被引导向波导的近侧表面上的透射ICG。该光的至少一部分将由透射ICG衍射并以某些角度转到波导中，使得光通过全内反射在波导内被引导。例如，该光可以在第一衍射级中。其他未衍射的光，例如，在零级中，可以继续向前并入射在与透射ICG对准的反射ICG上。入射在反射ICG上的这种光中的至少一些可以被衍射，并且从而耦合到波导中并通过全内反射在其中引导。再次，在一些实施方式中，该衍射光对应于反射式衍射光栅的第一衍射级。在一些实施方式中，例如，可以使用诸如图17D-1、17D-2、17D-3、17D-4所示的透射式衍射光栅或ICG。如所讨论的，这样的光栅对于TE和TM模式可能具有降低的偏振灵敏度和增加的衍射效率。类似地，未由透射光栅衍射的光可以入射在反射ICG上并以某些角度衍射到波导中，使得该光的至少一部分通过全内反射在波导内被引导。在一些实施方式中，例如，可以使用诸如图11B所示的反射式衍射光栅。如所讨论的，这样的光栅对于TE和TM模式可能具有降低的偏振灵敏度和增加的衍射效率。直列(或对准)衍射光栅或ICG的这样的布置可以增加从投射器到波导和目镜的光(诸如非偏振光)耦合的效率，并且因此可能向观看者提供增加的亮度。此外，使用两个ICG可能有助于减少亮度和颜色不均匀性。

[0235] 图18示出了透射ICG(诸如参考图17A和图17B所讨论的透射ICG 1714)可以如何被配置为减少反射，从而也可能增加由波导输出到用户/观看者的光的亮度。例如，如图18所示，透射ICG 1801可以通过暴露于空气的ICG 1801的一侧接收光1802。光1804的零级反射可能发生在光栅1801之外，导致光1802穿过一个或多个透射层1822、衍射到ICG 1820中并进入波导1818的不希望的反射损失。

[0236] 如果透射层1822包括一个或多个子层1824、1826，诸如上文所讨论的，则可以在第一ICG 1714中减少反射损失。例如，如图18所示，透射ICG 1803可包括具有一个或多个子层的透射层1822。一个或多个子层可包括一个或多个高折射率子层1826，诸如$TiO_2$，以及一个或多个低折射率子层1824，诸如$SiO_2$。在这样的配置中，可以减少零级反射光1804。如上文所讨论的，在一些实施方式中，子层1824、1826或附加子层可以包括干涉涂层，诸如四分之

一波堆叠。在一些示例中，该配置还可以降低ICG 1803内的光1806的第一衍射级。然而，通过衬底进入ICG并朝向第二ICG的反射损失的减少可以通过例如增加的适眼区效率和伪影减少(诸如波导堆叠中的重影或相干伪影)来改进图像质量。

[0237] 附加地或替代地，可以通过包括具有在空气与第一ICG 1714的一个或多个透射层1822之间的折射率的材料1828来减少反射损失。例如，如图18所示，透射ICG 1805可包括具有与ICG的基础图案1820相似的折射率的材料1828。例如，材料1828可以具有1.3至1.5范围内的折射率。材料1828可以帮助减少零级反射1808。在一些示例中，该配置还可以降低ICG 1803内的光1806的第一衍射级。然而，反射损失的总体降低可以通过例如增加的适眼区效率和伪影减少(诸如波导堆叠中的重影或相干伪影)来改进图像质量。

[0238] B.附加示例

[0239] 附加示例-部分I

[0240] 示例1:一种头戴式显示系统，包括：

[0241] 头戴式框架；

[0242] 被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统；

[0243] 由所述框架支撑的波导，所述波导包括被配置为引导来自耦接到所述波导中的所述光投射系统的光的至少一部分的衬底；

[0244] 在所述衬底之上包括不同于所述衬底的材料的第一衍射光栅；

[0245] 设置在所述第一衍射光栅之上的第一层;以及

[0246] 第二层，其包括包括设置在所述第一衍射光栅之上的金属，使得所述衍射光栅在入射在其上的光的角度范围内对第一偏振具有第一衍射效率，并且在入射在其上的光的角度范围内对第二偏振具有第二衍射效率，所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至2倍。

[0247] 示例2:根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括基于锂的氧化物。

[0248] 示例3:根据示例1或2所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括铌酸锂。

[0249] 示例4:根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括碳化硅。

[0250] 示例5:根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括具有至少1.9的折射率的材料。

[0251] 示例6:根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括具有至少2.0的折射率的材料。

[0252] 示例7:根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括具有至少2.1的折射率的材料。

[0253] 示例8:根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括具有至少2.2的折射率的材料。

[0254] 示例9:根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括具有至少2.3的折射率的材料。

[0255] 示例10:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一衍射光栅材料包括聚合物。

[0256] 示例11:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一衍射光栅材料包括可压印材料。

[0257] 示例12:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有1.4至1.95的折射率。

[0258] 示例13:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有低于所述衬底的折射率。

[0259] 示例14:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括闪耀衍射光栅。

[0260] 示例15:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括由其间的沟槽间隔开的峰。

[0261] 示例16:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括多条直线。

[0262] 示例17:根据上述示例中的任一项所述的波导,其中,所述衍射光栅包括非对称的衍射特征。

[0263] 示例18:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括二氧化钛($TiO_2$)、二氧化锆($ZrO_2$)或碳化硅(SiC)。

[0264] 示例19:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括二氧化钛($TiO_2$)。

[0265] 示例20:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括二氧化锆($ZrO_2$)。

[0266] 示例21:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括碳化硅(SiC)。

[0267] 示例22:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括多个子层,所述多个子层包括第一较高折射率材料和第二较低折射率材料。

[0268] 示例23:根据示例22所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较高折射率材料包括二氧化钛($TiO_2$),并且第二较低折射率材料包括二氧化硅($SiO_2$)。

[0269] 示例24:根据示例22或23所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层仅包括两个子层。

[0270] 示例25:根据示例22或23所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括至少四个子层。

[0271] 示例26:根据示例22至25中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层在所述第一材料与所述第二材料之间交替。

[0272] 示例27:根据示例22至26中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括干涉涂层。

[0273] 示例28:根据示例22至27中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括四分之一波堆叠。

[0274] 示例29:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述金属包括铝、银、金或铜。

[0275] 示例30:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振包括具有不同偏振角的第一和第二线偏振。

[0276] 示例31:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二

偏振包括在正交方向上而取向的第一和第二线偏振。

[0277] 示例32:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振分别包括横向磁和横向电偏振。

[0278] 示例33:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振分别包括横向电和横向磁偏振。

[0279] 示例34:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率,以及其中,所述第二衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率。

[0280] 示例35:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率,以及其中,所述第二衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率。

[0281] 示例36:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.5倍。

[0282] 示例37:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.4倍。

[0283] 示例38:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.3倍。

[0284] 示例39:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.2倍。

[0285] 示例40:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.1倍。

[0286] 示例41:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是6度。

[0287] 示例42:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是12度。

[0288] 示例43:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是18度。

[0289] 示例44:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是22度。

[0290] 示例45:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±3度之间。

[0291] 示例46:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±6度之间。

[0292] 示例47:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±9度之间。

[0293] 示例48:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±11度之间。

[0294] 示例49:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括在目镜中,所述目镜被配置为将光导引到穿戴所述头戴式显示器的用户的眼睛。

[0295] 示例50:根据示例49所述的头戴式显示系统,其中,所述目镜被设置在所述框架上并且被配置为将来自所述光投射系统的光引导到所述用户的眼睛中,以将增强现实图像内容显示到所述用户的所述视场,当所述用户穿戴所述头戴式显示系统时,所述目镜的至少一部分是透明的并且设置在所述用户的眼睛前面的位置处,其中,所述透明部分将来自所述用户前面的物理环境的一部分的光透射到所述用户的眼睛,以提供所述用户前面的所述物理环境部分的视图。

[0296] 示例51:根据示例49或50所述的头戴式显示系统,其中,所述目镜包括所述至少一个波导,并且所述至少一个波导对可见光是透明的,使得所述用户可以通过所述波导看到。

[0297] 示例52:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括用于将来自所述光投射系统的光耦合到所述波导中以在其中引导的耦入光学元件。

[0298] 示例53:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括用于将来自所述光投射系统的光耦出所述波导并将所述光导引到所述用户的眼睛以将所述图像内容呈现给观看者的耦出光学元件。

[0299] 示例54:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括被配置为将在所述波导内引导的来自所述光投射系统的光耦出到所述波导之外的耦出光栅(EPE)。

[0300] 示例55:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括被配置为将来自所述光投射系统的光耦入到所述波导中的耦入光栅(ICG)。

[0301] 示例56:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二层被配置为设置在所述第一层之上。

[0302] 示例57:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,还包括:设置在所述第一层与所述第二层之间的第三层。

[0303] 示例58:根据示例57所述的头戴式显示系统,其中,所述第三层被配置为帮助将所述第二层结合到所述第一层。

[0304] 示例59:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,包括:

[0305] 第二衍射光栅,其包括设置在所述衬底之上的不同于所述衬底的材料;以及

[0306] 第四层,其设置在所述第二衍射光栅之上,使得所述第二衍射光栅具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第三衍射效率,

[0307] 其中,所述第一衍射光栅设置在所述衬底的第一侧的所述衬底之上,并且所述第二衍射光栅设置在所述衬底的与所述衬底的所述第一侧相对的第二侧的所述衬底之上。

[0308] 示例60:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层共形地沉积到所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征上。

[0309] 示例61:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层以一定角度而定向沉积到所述一个或多个衍射特征上。

[0310] 示例62:根据示例61所述的头戴式显示系统,其中,所述角度包括相对于所述衬底的平面主表面的75至105度。

[0311] 示例63:根据示例61所述的头戴式显示系统,其中,所述角度相对于所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征的表面是75至105度。

[0312] 示例64:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二层共形

地沉积到所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征上。

[0313] 示例65:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二层以一定角度而定向沉积到所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征上。

[0314] 示例66:根据示例65所述的头戴式显示系统,其中,所述角度包括相对于所述衬底的平面主表面的75至105度。

[0315] 示例67:根据示例65所述的头戴式显示系统,其中,所述角度相对于所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征的表面是75至105度。

[0316] 示例68:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括以1D阵列形成的衍射特征。

[0317] 示例69:根据示例1至68中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括以2D阵列形成的衍射特征。

[0318] 示例70:根据示例69所述的头戴式显示系统,其中,所述2D阵列包括方形阵列。

[0319] 示例71:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述衍射特征是非对称的,以便提供闪耀光栅。

[0320] 示例72:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述衍射特征具有非对称地沉积在其上的材料以便提供闪耀光栅。

[0321] 示例73:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述第一衍射光栅被配置为优选在至少两个方向上导引光。

[0322] 示例74:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述第一衍射光栅在两个方向上闪耀。

[0323] 示例75:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括一维光栅。

[0324] 示例76:根据示例1至75中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括二维光栅。

[0325] 示例77:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,包括:

[0326] 第二衍射光栅,其包括设置在所述衬底之上的不同于所述衬底的材料;以及

[0327] 第四层,其设置在所述第二衍射光栅之上,使得所述第二衍射光栅具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第三衍射效率以及在入射在其上的光的角度范围内的所述第二偏振的第四衍射效率,

[0328] 其中,所述第一衍射光栅设置在所述衬底的第一侧的所述衬底之上,并且所述第二衍射光栅设置在所述衬底的与所述衬底的所述第一侧相对的第二侧的所述衬底之上。

[0329] 示例78:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,包括:

[0330] 形成在所述衬底中的第二衍射光栅;以及

[0331] 第四层,其设置在所述第二衍射光栅之上,使得所述第二衍射光栅具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第三衍射效率以及在入射在其上的光的角度范围内的所述第二偏振的第四衍射效率,

[0332] 其中,所述第一衍射光栅设置在所述衬底的第一侧的所述衬底之上,并且所述第二衍射光栅设置在所述衬底的与所述衬底的所述第一侧相对的第二侧的所述衬底之上。

[0333] 示例79:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底被配置

为经由所述第二衍射光栅引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分。

[0334] 示例80:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,入射在其上的光的角度范围内的所述第一偏振的所述第三衍射效率大于入射在其上的光的角度范围内的所述第二偏振的所述第四衍射效率。

[0335] 示例81:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内,所述第三衍射效率是所述第四衍射效率的至少6倍。

[0336] 示例82:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,入射在其上的光的角度范围内的所述第一偏振的所述第三衍射效率小于入射在其上的光的角度范围内的所述第二偏振的所述第四衍射效率。

[0337] 示例83:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内,所述第四衍射效率是所述第三衍射效率的至少6倍。

[0338] 示例84:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第四层包括电介质。

[0339] 示例85:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过2.6的折射率的材料。

[0340] 示例86:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过2.7的折射率的材料。

[0341] 示例87:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过2.8的折射率的材料。

[0342] 示例88:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括电介质。

[0343] 示例89:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括具有1.9或更多的折射率的材料。

[0344] 示例90:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括具有2.0或更多的折射率的材料。

[0345] 示例91:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括具有2.1或更多的折射率的材料。

[0346] 示例92:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,还包括:在所述第一层之上的多个子层,所述多个子层包括第一较高折射率材料和第二较低折射率材料。

[0347] 示例93:根据示例92所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较高折射率材料包括二氧化钛($TiO_2$),并且所述第二较低折射率材料包括二氧化硅($SiO_2$)。

[0348] 示例94:根据示例92或93所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层仅包括两个子层。

[0349] 示例95:根据示例92或93所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层仅包括至少四个子层。

[0350] 示例96:根据示例92至95中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层在所述第一材料与所述第二材料之间交替。

[0351] 示例97:根据示例92至96中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层

包括干涉涂层。

[0352] 示例98:根据示例92至97中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括四分之一波堆叠。

[0353] 示例99:根据示例92至98中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层之上的所述多个子层形成带通滤波器。

[0354] 示例100:根据示例92至98中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层之上的所述多个子层形成陷波滤波器。

[0355] 示例101:根据示例92至98中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层之上的所述多个子层形成抗反射(AR)涂层。

[0356] 示例102:根据示例92至101中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较低折射率材料具有1.6或更少的折射率。

[0357] 示例103:根据示例92至102中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料具有1.9或更多的折射率。

[0358] 示例104:根据示例92至103中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较低折射率材料包括二氧化硅。

[0359] 示例105:根据示例92至104中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料包括二氧化钛。

[0360] 示例106:根据示例92至104中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料包括二氧化锆。

[0361] 示例107:根据示例92至104中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料包括氧化锌。

[0362] 示例108:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括用于所述角度范围内的所述第一偏振的平均衍射效率,以及所述第二衍射效率包括用于所述角度范围内的所述第二偏振的平均衍射效率。

[0363] 示例109:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少40%的效率。

[0364] 示例110:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少50%的效率。

[0365] 示例111:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少60%的效率。

[0366] 示例112:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是25度。

[0367] 示例113:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是30度。

[0368] 示例114:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是35度。

[0369] 示例115:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是40度。

[0370] 示例116:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±15度之间。

[0371] 示例117:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±18度之间。

[0372] 示例118:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±20度之间。

[0373] 示例119:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括第一和第二侧壁。

[0374] 示例120:根据示例119所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二侧壁由平台分离。

[0375] 示例121:根据示例119所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二侧壁接合以在所述衍射特征的顶部形成凸角。

[0376] 示例122:根据示例119至121中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,至少所述第一侧壁以一定角度倾斜,使得所述第一侧壁比所述第二侧壁更不陡峭。

[0377] 示例123:根据示例119至122中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一侧壁比所述第二侧壁宽。

[0378] 示例124:根据示例119至123中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一侧壁在所述衍射特征的所述底部处形成从45°到85°的角度。

[0379] 示例125:根据示例119至124中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁在所述衍射特征的所述底部处形成锐角凹角。

[0380] 示例126:根据示例119至125中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括鲨鱼鳍形衍射特征。

[0381] 示例127:根据示例119至124中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁在所述衍射特征的所述底部处形成钝角凹角。

[0382] 示例128:根据示例119至124中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁是垂直的。

[0383] 示例129:根据示例119至124或127至128中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括锯齿形状的衍射特征。

[0384] 示例130:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括偏置沉积。

[0385] 示例131:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括掠射角沉积。

[0386] 示例132:根据示例119至131中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层被偏置,以与所述第二侧壁比,在所述第一侧壁上提供更多的覆盖。

[0387] 示例133:根据示例119至132中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,与所述第二侧壁比,所述第一层覆盖所述第一侧壁的更大的部分。

[0388] 示例134:根据示例119至133中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一

层被偏置，以与所述第二侧壁比，在所述第一侧壁上提供更多的覆盖。

[0389] 示例135：根据示例119至134中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一层在所述第一侧壁上提供比所述第二侧壁平均更厚的覆盖。

[0390] 示例136：根据示例119至135中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一侧壁完全由所述第二层覆盖。

[0391] 示例137：根据示例119至136中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第二侧壁的至少一部分未由所述第一层覆盖。

[0392] 示例138：根据示例119至137中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，与所述第一侧壁比，所述第二侧壁包括更多的未由所述第一层覆盖的区域。

[0393] 示例139：根据示例119至138中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第二层包括共形沉积。

[0394] 示例140：根据示例119至139中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一和第二侧壁完全由所述第二层覆盖。

[0395] 示例141：根据示例119至140中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第二层不被偏置，以与所述第二侧壁比，覆盖更多的所述第一侧壁。

[0396] 示例142：根据示例119至141中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，与所述第二侧壁比，所述第二层在所述第一侧壁上不提供更厚的覆盖。

[0397] 示例143：根据示例119至142中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，与所述第二侧壁比，所述第二层在所述第一侧壁上不提供平均更厚的覆盖。

[0398] 示例144：根据示例119至143中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第二侧壁完全由所述第二层覆盖。

[0399] 示例145：根据示例119至144中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，与所述第一侧壁比，所述第二侧壁不包括更多的未由所述第二层覆盖的区域。

[0400] 示例146：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，针对所述第一偏振的所述第一衍射效率在针对所述第二偏振的所述第二衍射效率的20％之内。

[0401] 示例147：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，针对所述第一偏振的所述第一衍射效率在针对所述第二偏振的所述第二衍射效率的30％之内。

[0402] 示例148：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，具有形成在其上的所述第一和第二层的所述第一衍射光栅包括反射式衍射光栅。

[0403] 示例149：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，具有在其上形成的所述第一层和第二层的所述第一衍射光栅包括反射式衍射光栅，所述反射式衍射光栅被配置为衍射被反射的光以将光耦合到所述波导中以通过全内反射在其中引导。

[0404] 示例150：根据示例1-148中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，具有在其上形成的所述第一层和第二层的所述第一衍射光栅包括反射式衍射光栅，所述反射式衍射光栅被配置为衍射被反射的光以将通过全内反射在所述波导内引导的光耦合到所述波导之外。

[0405] 示例151：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述衍射特征具有100纳米到600纳米的高度。

[0406] 示例152：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述衍射特征具有200纳米到600纳米的高度。

[0407] 示例153:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有300纳米到600纳米的高度。

[0408] 示例154:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有从290nm到690nm的节距。

[0409] 示例155:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述光投射系统包括微型LED。

[0410] 示例156:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述光投射系统包括DLP或LCOS显示器。

[0411] 示例157:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括纳米粒子。

[0412] 示例158:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括无机纳米粒子。

[0413] 示例159:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括聚合物。

[0414] 附加示例-部分II

[0415] 示例1:一种头戴式显示系统,包括:

[0416] 头戴式框架;

[0417] 被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统;

[0418] 由所述框架支撑的波导,所述波导包括衬底,所述衬底包括光学透明材料和形成在所述衬底中的第一衍射光栅,所述衬底被配置为经由,引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分,

[0419] 第一层所述第一层设置在形成在所述衬底中的所述第一衍射光栅之上;

[0420] 第二层,其包括设置在形成在所述衬底中的所述第一衍射光栅之上的金属,使得所述第一衍射光栅在入射在其上的光的角度范围内对第一偏振具有第一衍射效率,并且在入射在其上的光的角度范围内对第二偏振具有第二衍射效率,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至2倍。

[0421] 示例2:根据示例1所述的头戴式显示系统,其中,包括所述衬底的所述光学透明材料具有从1.45至2.0的折射率。

[0422] 示例3:根据示例1或2所述的头戴式显示系统,其中,包括所述衬底的所述透明材料包括聚合物。

[0423] 示例4:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括二氧化钛($TiO_2$)、二氧化锆($ZrO_2$)或碳化硅(SiC)。

[0424] 示例5:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括多个子层。

[0425] 示例6:根据示例5所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括多个子层,所述多个子层包括第一较高折射率材料和第二较低折射率材料。

[0426] 示例7:根据示例5或6所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较高折射率材料包括二氧化钛($TiO_2$),并且所述第二较低折射率材料包括二氧化硅($SiO_2$)。

[0427] 示例8:根据示例5至7中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层仅

包括两个子层。

[0428] 示例9:根据示例5至7中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括至少四个子层。

[0429] 示例10:根据示例6至9中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层在所述第一材料与所述第二材料之间交替。

[0430] 示例11:根据示例5至10中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括干涉涂层。

[0431] 示例12:根据示例5至11中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括四分之一波堆叠。

[0432] 示例13:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述金属包括铝、银、金或铜。

[0433] 示例14:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括闪耀衍射光栅。

[0434] 示例15:根据示例14所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括由其间的沟槽而间隔开的峰。

[0435] 示例16:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括多条直线。

[0436] 示例17:根据上述示例中的任一项所述的波导,其中,衍射光栅包括非对称的衍射特征。

[0437] 示例18:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振包括具有不同偏振角的第一和第二线偏振。

[0438] 示例19:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振包括在正交方向上取向的第一和第二线偏振。

[0439] 示例20:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振方向分别包括横向磁和横向电偏振。

[0440] 示例21:根据示例1至19中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振方向分别包括横向电和横向磁偏振。

[0441] 示例22:根据示例1至19中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率,以及其中,所述第二衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率。

[0442] 示例23:根据示例1至19中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率,以及其中,所述第二衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率。

[0443] 示例24:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.5倍。

[0444] 示例25:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.4倍。

[0445] 示例26:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.3倍。

[0446] 示例27:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.2倍。

[0447] 示例28:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.1倍。

[0448] 示例29:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是6度。

[0449] 示例30:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是12度。

[0450] 示例31:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是18度。

[0451] 示例32:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是22度。

[0452] 示例33:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±3度之间。

[0453] 示例34:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±6度之间。

[0454] 示例35:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±9度之间。

[0455] 示例36:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±11度之间。

[0456] 示例37:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括在目镜中,所述目镜被配置为将光导引到穿戴所述头戴式显示器的用户的眼睛。

[0457] 示例38:根据示例37所述的头戴式显示系统,其中,所述目镜被设置在所述框架上并且被配置为将来自所述光投射系统的光引导到所述用户的眼睛中以将增强现实图像内容显示到所述用户的所述视场,当所述用户穿戴所述头戴式显示系统时,所述目镜的至少一部分是透明的并且设置在所述用户眼睛前面的位置处,其中,所述透明部分将来自所述用户前面的物理环境的一部分的光透射到所述用户的眼睛,以提供所述用户前面的所述物理环境部分的视图。

[0458] 示例39:根据示例37或38所述的头戴式显示系统,其中,所述目镜包括所述至少一个波导,并且所述至少一个波导对可见光是透明的,使得所述用户可以通过所述波导看到。

[0459] 示例40:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括用于将来自所述光投射系统的光耦合到所述波导中以在其中引导的耦入光学元件。

[0460] 示例41:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括用于将来自所述光投射系统的光耦出所述波导并将所述光导引到所述用户的眼睛以将所述图像内容呈现给观看者的耦出光学元件。

[0461] 示例42:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括被配置为将来自所述光投射系统的光耦入到所述波导中的耦入光栅(ICG)。

[0462] 示例43:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括被配置为将来自在所述波导内引导的所述光投射系统的光耦出到所述波导之外。

[0463] 示例44:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二层被配置为设置在所述第一层之上。

[0464] 示例45:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,还包括:设置在所述第一层与所述第二层之间的第三层。

[0465] 示例46:根据示例45所述的头戴式显示系统,其中,所述第三层被配置为帮助将所述第二层结合到所述第一层。

[0466] 示例47:根据示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括形成在所述衬底中的第二衍射光栅,所述衬底被配置为经由所述第二衍射光栅引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分;以及其中,所述头戴式显示系统还包括:

[0467] 第四层,其设置在所述第二衍射光栅之上,使得所述第二衍射光栅具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第三衍射效率,

[0468] 其中,所述第一衍射光栅形成在所述衬底的第一侧的所述衬底中,并且所述第二衍射光栅形成在所述衬底的与所述衬底的所述第一侧相对的第二侧的所述衬底中。

[0469] 示例48:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层共形地沉积到所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征上。

[0470] 示例49:根据上述示例所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层以角度定向沉积到所述一个或多个衍射特征上。

[0471] 示例50:根据示例49所述的头戴式显示系统,其中,所述角度包括相对于所述衬底的平面主表面的75至105度。

[0472] 示例51:根据示例49所述的头戴式显示系统,其中,所述角度相对于所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征的表面是75至105度。

[0473] 示例52:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二层共形地沉积到所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征上。

[0474] 示例53:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二层以角度定向沉积到所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征上。

[0475] 示例54:根据示例53所述的头戴式显示系统,其中,所述角度包括相对于所述衬底的平面主表面的75至105度。

[0476] 示例55:根据示例53所述的头戴式显示系统,其中,所述角度相对于所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征的表面是75至105度。

[0477] 示例56:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括以1D阵列形成的衍射特征。

[0478] 示例57:根据示例1至55中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括以2D阵列形成的衍射特征。

[0479] 示例58:根据示例57所述的头戴式显示系统,其中,所述2D阵列包括方形阵列。

[0480] 示例59:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述衍射特征是非对称的,以便提供闪耀光栅。

[0481] 示例60:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述衍射特征具有非对称地沉积在其上的材料以便证明闪耀光栅。

[0482] 示例61:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述第一衍射光栅

被配置为优选在至少两个方向上导引光。

[0483] 示例62:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述第一衍射光栅在两个方向上闪耀。

[0484] 示例63:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括一维光栅。

[0485] 示例64:根据示例1至62中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括二维光栅。

[0486] 示例65:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,包括:

[0487] 形成在所述衬底中的第二衍射光栅;以及

[0488] 第四层,其设置在所述第二衍射光栅之上,使得所述第二衍射光栅具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第三衍射效率以及在入射在其上的光的角度范围内的所述第二偏振的第四衍射效率,

[0489] 其中,所述第一衍射光栅设置在所述衬底的第一侧的所述衬底之上,并且所述第二衍射光栅设置在所述衬底的与所述衬底的所述第一侧相对的第二侧的所述衬底之上。

[0490] 示例66:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,还包括:

[0491] 第二衍射光栅,其包括设置在所述衬底之上的不同于所述衬底的材料;以及

[0492] 第四层,其设置在所述第二衍射光栅之上,使得所述第二衍射光栅具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第三衍射效率以及在入射在其上的光的角度范围内的所述第二偏振的第四衍射效率,

[0493] 其中,所述第一衍射光栅设置在所述衬底的第一侧的所述衬底之上,并且所述第二衍射光栅设置在所述衬底的与所述衬底的所述第一侧相对的第二侧的所述衬底之上。

[0494] 示例67:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底被配置为经由所述第二衍射光栅引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分。

[0495] 示例68:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,入射在其上的光的角度范围内的所述第一偏振的所述第三衍射效率大于入射在其上的光的角度范围内的所述第二偏振的所述第四衍射效率。

[0496] 示例69:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内,所述第三衍射效率是所述第四衍射效率的至少6倍。

[0497] 示例70:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,入射在其上的光的角度范围内的所述第一偏振的所述第三衍射效率小于入射在其上的光的角度范围内的所述第二偏振的所述第四衍射效率。

[0498] 示例71:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内,所述第四衍射效率是所述第三衍射效率的至少6倍。

[0499] 示例72:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第四层包括电介质。

[0500] 示例73:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过2.6的折射率的材料。

[0501] 示例74:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具

有不超过2.7的折射率的材料。

[0502] 示例75:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过2.8的折射率的材料。

[0503] 示例76:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括电介质。

[0504] 示例77:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括具有1.9或更多的折射率的材料。

[0505] 示例78:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括具有2.0或更多的折射率的材料。

[0506] 示例79:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括具有2.1或更多的折射率的材料。

[0507] 示例80:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,还包括:在所述第一层之上的多个子层,所述多个子层包括第一较高折射率材料和第二较低折射率材料。

[0508] 示例81:根据示例80所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较高折射率材料包括二氧化钛($TiO_2$),并且所述第二较低折射率材料包括二氧化硅($SiO_2$)。

[0509] 示例82:根据示例80或81所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层仅包括两个子层。

[0510] 示例83:根据示例80或81所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括至少四个子层。

[0511] 示例84:根据示例80至83中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层在所述第一材料与所述第二材料之间交替。

[0512] 示例85:根据示例80至84中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括干涉涂层。

[0513] 示例86:根据示例80至85中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括四分之一波堆叠。

[0514] 示例87:根据示例80至86中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层之上的所述多个子层形成带通滤波器。

[0515] 示例88:根据示例80至86中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层之上的所述多个子层形成陷波滤波器。

[0516] 示例89:根据示例80至86中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层之上的所述多个子层形成抗反射(AR)涂层。

[0517] 示例90:根据示例80至89中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较低折射率材料具有1.6或更少的折射率。

[0518] 示例91:根据示例80至90中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料具有1.9或更多的折射率。

[0519] 示例92:根据示例80至91中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较低折射率材料包括二氧化硅。

[0520] 示例93:根据示例80至92中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料包括二氧化钛。

[0521] 示例94:根据示例80至92中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料包括二氧化锆。

[0522] 示例95:根据示例80至92中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料包括氧化锌。

[0523] 示例96:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括用于所述角度范围内的所述第一偏振的平均衍射效率,以及所述第二衍射效率包括用于所述角度范围内的所述第二偏振的平均衍射效率。

[0524] 示例97:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少40%的效率。

[0525] 示例98:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少50%的效率。

[0526] 示例99:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少60%的效率。

[0527] 示例100:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是25度。

[0528] 示例101:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是30度。

[0529] 示例102:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是35度。

[0530] 示例103:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是40度。

[0531] 示例104:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±15度之间。

[0532] 示例105:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±18度之间。

[0533] 示例106:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±20度之间。

[0534] 示例107:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括第一和第二侧壁。

[0535] 示例108:根据示例107所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二侧壁由平台分离。

[0536] 示例109:根据示例107所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二侧壁接合以在所述衍射特征的顶部形成凸角。

[0537] 示例110:根据示例107至109中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,其中,至少所述第一侧壁以角度倾斜,使得所述第一侧壁比所述第二侧壁更不陡峭。

[0538] 示例111:根据示例107至110中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一

侧壁比所述第二侧壁宽。

[0539] 示例112:根据示例107至111中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一侧壁在所述衍射特征的所述底部处形成从45°到85°的角度。

[0540] 示例113:根据示例107至112中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁在所述衍射特征的所述底部处形成锐角凹角。

[0541] 示例114:根据示例107至113中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括鲨鱼鳍形衍射特征。

[0542] 示例115:根据示例107至112中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁在所述衍射特征的所述底部处形成钝角凹角。

[0543] 示例116:根据示例107至112中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁是垂直的。

[0544] 示例117:根据示例107至112或115至116中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括锯齿形状的衍射特征。

[0545] 示例118:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括偏置沉积。

[0546] 示例119:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括掠射角沉积。

[0547] 示例120:根据示例107至119中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层被偏置,以与所述第二侧壁比,在所述第一侧壁上提供更多的覆盖。

[0548] 示例121:根据示例107至120中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,与所述第二侧壁比,所述第一层覆盖所述第一侧壁的更大的部分。

[0549] 示例122:根据示例107至121中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层被偏置,以与所述第二侧壁比,在所述第一侧壁上提供更多的覆盖。

[0550] 示例123:根据示例107至122中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,与所述第二侧壁比,所述第一层在所述第一侧壁上提供平均更厚的覆盖。

[0551] 示例124:根据示例107至123中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一侧壁完全由所述第二层覆盖。

[0552] 示例125:根据示例107至124中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁的至少一部分未由所述第一层覆盖。

[0553] 示例126:根据示例107至125中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,与所述第一侧壁比,所述第二侧壁包括更多的未由所述第一层覆盖的区域。

[0554] 示例127:根据示例107至126中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二层包括共形沉积。

[0555] 示例128:根据示例107至127中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二侧壁完全由所述第二层覆盖。

[0556] 示例129:根据示例107至128中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二层不被偏置,以与所述第二侧壁比,覆盖更多的所述第一侧壁。

[0557] 示例130:根据示例107至129中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二层不被偏置以在所述第一侧壁上提供比在所述第二侧壁上更厚的覆盖。

[0558] 示例131:根据示例107至130中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,与所述第二侧壁比,所述第二层在所述第一侧壁上不提供平均更厚的覆盖。

[0559] 示例132:根据示例107至131中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁完全由所述第二层覆盖。

[0560] 示例133:根据示例107至132中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,与所述第一侧壁比,所述第二侧壁不包括更多的未由所述第二层覆盖的区域。

[0561] 示例134:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,针对所述第一偏振的所述第一衍射效率在针对所述第二偏振的所述第二衍射效率的20%之内。

[0562] 示例135:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,针对所述第一偏振的所述第一衍射效率在针对所述第二偏振的所述第二衍射效率的30%之内。

[0563] 示例136:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,具有形成在其上的所述第一和第二层的所述第一衍射光栅包括反射式衍射光栅。

[0564] 示例137:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,具有在其上形成的所述第一层和第二层的所述第一衍射光栅包括反射式衍射光栅,所述反射式衍射光栅被配置为衍射被反射的光以将光耦合到所述波导中以通过全内反射在其中引导。

[0565] 示例138:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有100纳米到600纳米的高度。

[0566] 示例139:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有200纳米到600纳米的高度。

[0567] 示例140:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有300纳米到600纳米的高度。

[0568] 示例141:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有从290nm到690nm的节距。

[0569] 示例142:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述光投射系统包括微型LED。

[0570] 示例143:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述光投射系统包括DLP或LCOS显示器。

[0571] 示例144:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括纳米粒子。

[0572] 示例145:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括无机纳米粒子。

[0573] 示例146:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括聚合物。

[0574] 附加示例-部分III

[0575] 示例1:一种头戴式显示系统,包括:

[0576] 头戴式框架;

[0577] 被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统;

[0578] 由所述框架支撑的波导,所述波导包括被配置为引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分的衬底;

[0579] 第一衍射光栅，其包括不同于所述衬底的材料；

[0580] 第一层，其设置在所述第一衍射光栅之上，使得所述第一衍射光栅具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第一衍射效率，所述第一衍射效率大于在入射在其上的光的角度范围内的第二偏振的第二衍射效率；以及

[0581] 第二层，其设置在所述第一衍射光栅上面，使得所述第一衍射光栅具有在入射在其上的光的角度范围内的所述第二偏振的第三衍射效率，所述第三衍射效率大于在入射在其上的光的角度范围内的所述第一偏振的第四衍射效率，

[0582] 其中，所述第一衍射光栅连同所述第一和第二层的组合的衍射效率被配置为提供在入射在其上的光的角度范围内对于所述第一偏振的第五衍射效率和在入射在其上的光的角度范围内对于第二偏振的第六衍射效率，所述第五衍射效率是所述第六衍射效率的1至2倍或者所述第六衍射效率是所述第五衍射效率的1至2倍。

[0583] 示例2：根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括材料基于锂的氧化物。

[0584] 示例3：根据示例1或2所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括材料铌酸锂。

[0585] 示例4：根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括材料碳化硅。

[0586] 示例5：根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括具有至少1.9的折射率的材料。

[0587] 示例6：根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括具有至少2.0的折射率的材料。

[0588] 示例7：根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括具有至少2.1的折射率的材料。

[0589] 示例8：根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括具有至少2.2的折射率的材料。

[0590] 示例9：根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括具有至少2.3的折射率的材料。

[0591] 示例10：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一衍射光栅材料包括聚合物。

[0592] 示例11：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一衍射光栅材料包括可压印材料。

[0593] 示例12：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一衍射光栅材料具有1.4至1.95的折射率。

[0594] 示例13：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一衍射光栅材料具有低于所述衬底的折射率。

[0595] 示例14：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一衍射光栅包括闪耀衍射光栅。

[0596] 示例15：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一衍射光栅包括衍射特征，所述衍射特征包括由其间的沟槽间隔开的峰。

[0597] 示例16：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一衍射光栅包括衍射特征，所述衍射特征包括多条直线。

[0598] 示例17:根据上述示例中的任一项所述的波导,其中,所述衍射光栅包括非对称的衍射特征。

[0599] 示例18:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括二氧化钛($TiO_2$)、二氧化锆($ZrO_2$)或碳化硅(SiC)。

[0600] 示例19:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括二氧化钛($TiO_2$)。

[0601] 示例20:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括二氧化锆($ZrO_2$)。

[0602] 示例21:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括碳化硅(SiC)。

[0603] 示例22:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括多个子层,所述多个子层包括第一较高折射率材料和第二较低折射率材料。

[0604] 示例23:根据示例22所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较高折射率材料包括二氧化钛($TiO_2$),并且所述第二较低折射率材料包括二氧化硅($SiO_2$)。

[0605] 示例24:根据示例22或23所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层仅包括两个子层。

[0606] 示例25:根据示例22或23所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括至少四个子层。

[0607] 示例26:根据示例22至25中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层在所述第一材料与所述第二材料之间交替。

[0608] 示例27:根据示例22至26中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括干涉涂层。

[0609] 示例28:根据示例22至27中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括四分之一波堆叠。

[0610] 示例29:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二层包括铝、银、金或铜。

[0611] 示例30:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振包括具有不同偏振角的第一和第二线偏振。

[0612] 示例31:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振包括在正交方向上取向的第一和第二线偏振。

[0613] 示例32:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振方向分别包括横向磁和横向电偏振。

[0614] 示例33:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振方向分别包括横向电和横向磁偏振。

[0615] 示例34:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第五衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率,以及其中,所述第六衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率。

[0616] 示例35:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第五衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率,以及其中,所述第六衍射效

率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率。

[0617] 示例36:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第五衍射效率是所述第六衍射效率的1至1.5倍或者所述第六衍射效率是所述第五衍射效率的1至1.5倍。

[0618] 示例37:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第五衍射效率是所述第六衍射效率的1至1.4倍或者所述第六衍射效率是所述第五衍射效率的1至1.4倍。

[0619] 示例38:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第五衍射效率是所述第六衍射效率的1至1.3倍或者所述第六衍射效率是所述第五衍射效率的1至1.3倍。

[0620] 示例39:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第五衍射效率是所述第六衍射效率的1至1.2倍或者所述第六衍射效率是所述第五衍射效率的1至1.2倍。

[0621] 示例40:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第五衍射效率是所述第六衍射效率的1至1.1倍或者所述第六衍射效率是所述第五衍射效率的1至1.1倍。

[0622] 示例41:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是6度。

[0623] 示例42:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是12度。

[0624] 示例43:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是18度。

[0625] 示例44:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是22度。

[0626] 示例45:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±3度之间。

[0627] 示例46:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±6度之间。

[0628] 示例47:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±9度之间。

[0629] 示例48:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±11度之间。

[0630] 示例49:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括在目镜中,所述目镜被配置为将光导引到穿戴所述头戴式显示器的用户的眼睛。

[0631] 示例50:根据示例49所述的头戴式显示系统,其中,所述目镜被设置在所述框架上并且被配置为将来自所述光投射系统的光引导到所述用户的眼睛中以将增强现实图像内容显示到所述用户的所述视场,当所述用户穿戴所述头戴式显示系统时,所述目镜的至少一部分是透明的并且设置在所述用户眼睛前面的位置处,其中,所述透明部分将来自所述用户前面的物理环境的部分的光透射到所述用户的眼睛,以提供所述用户前面的所述物理

环境的部分的视图，所述目镜包括。

[0632] 示例51：根据示例49或50所述的头戴式显示系统，其中，所述目镜包括所述至少一个波导，并且所述至少一个波导对可见光是透明的，使得所述用户可以通过所述波导看到。

[0633] 示例52：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述波导包括用于将来自所述光投射系统的光耦合到所述波导中以在其中引导的耦入光学元件。

[0634] 示例53：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述波导包括用于将来自所述光投射系统的光耦出所述波导并将所述光导引到所述用户的眼睛以将所述图像内容呈现给观看者的耦出光学元件。

[0635] 示例54：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一衍射光栅包括被配置为将在所述波导内引导的来自所述光投射系统的光耦出到所述波导之外的耦出光栅(EPE)。

[0636] 示例55：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一衍射光栅包括被配置为将来自所述光投射系统的光耦入到所述波导中的耦入光栅(ICG)。

[0637] 示例56：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第二层被配置为设置在所述第一层之上。

[0638] 示例57：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，包括：设置在所述第一层与所述第二层之间的第三层。

[0639] 示例58：根据示例57所述的头戴式显示系统，其中，所述第三层被配置为帮助将所述第二层结合到所述第一层。

[0640] 示例59：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，包括：

[0641] 第二衍射光栅，其包括设置在所述衬底之上的不同于所述衬底的材料；以及

[0642] 第四层，其设置在所述第二衍射光栅之上，使得所述第二衍射光栅具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第七衍射效率，

[0643] 其中，所述第一衍射光栅设置在所述衬底的第一侧的所述衬底之上，并且所述第二衍射光栅设置在所述衬底的与所述衬底的所述第一侧相对的第二侧的所述衬底之上。

[0644] 示例60：根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述第一层共形地沉积到所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征上。

[0645] 示例61：根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述第一层以一定角度定向沉积到所述一个或多个衍射特征上。

[0646] 示例62：根据示例61所述的头戴式显示系统，其中，所述角度包括相对于所述衬底的平面主表面的75至105度。

[0647] 示例63：根据示例61所述的头戴式显示系统，其中，所述角度相对于所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征的表面是75至105度。

[0648] 示例64：根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述第二层共形地沉积到所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征上。

[0649] 示例65：根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述第二层以一定角度定向沉积到所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征上。

[0650] 示例66：根据示例65所述的头戴式显示系统，其中，所述角度包括相对于所述衬底的平面主表面的75至105度。

[0651] 示例67:根据示例65所述的头戴式显示系统,其中,所述角度相对于所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征的表面是75至105度。

[0652] 示例68:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括以1D阵列形成的衍射特征。

[0653] 示例69:根据示例1至68中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括以2D阵列形成的衍射特征。

[0654] 示例70:根据示例69所述的头戴式显示系统,其中,所述2D阵列包括方形阵列。

[0655] 示例71:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述衍射特征是非对称的,以便提供闪耀光栅。

[0656] 示例72:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述衍射特征具有非对称地沉积在其上的材料以便证明闪耀光栅。

[0657] 示例73:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述第一衍射光栅被配置为优选在至少两个方向上导引光。

[0658] 示例74:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述第一衍射光栅在两个方向上闪耀。

[0659] 示例75:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括一维光栅。

[0660] 示例76:根据示例1至75中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括二维光栅。

[0661] 示例77:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述光投射系统包括微型LED。

[0662] 示例78:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述光投射系统包括DLP或LCOS显示器。

[0663] 示例79:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括纳米粒子。

[0664] 示例80:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括无机纳米粒子。

[0665] 示例81:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括聚合物。

[0666] 附加示例-部分IV

[0667] 示例1:一种头戴式显示系统,包括:

[0668] 头戴式框架;

[0669] 被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统;以及

[0670] 由所述框架支撑的波导,所述波导包括衬底,所述衬底包括光学透明材料和形成在所述衬底中的第一衍射光栅,所述衬底被配置为引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分,

[0671] 设置在形成在所述衬底中的所述第一衍射光栅上面的第一层,所述第一层连同所述第一衍射光栅一起被配置为在入射在其上的光的角度范围内提供针对第一偏振的第一衍射效率,所述第一衍射效率大于入射在其上的光的角度范围内的第二偏振的第二衍射效

率;以及

[0672] 设置在形成在所述衬底中的所述第一衍射光栅之上的第二层,所述第二层连同所述第一衍射光栅一起被配置为在入射在其上的光的所述角度范围内为所述第二偏振提供第三衍射效率,所述第三衍射效率大于在入射在其上的光的角度范围内的所述第一偏振的第四衍射效率,

[0673] 其中,所述第一衍射光栅连同所述第一和第二层一起被配置为在入射在其上的光的角度范围内为第一偏振提供第五衍射效率并且在入射在其上的光的角度范围内为第二偏振提供第六衍射效率,所述第五衍射效率是所述第六衍射效率的1至2倍,或者所述第六衍射效率是所述第五衍射效率的1至2倍。

[0674] 示例2:根据示例1所述的头戴式显示系统,其中,包括所述衬底的所述光学透明材料具有从1.45至2.0的折射率。

[0675] 示例3:根据示例1或2所述的头戴式显示系统,其中,包括所述衬底的所述透明材料包括聚合物。

[0676] 示例4:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括二氧化钛($TiO_2$)、二氧化锆($ZrO_2$)或碳化硅(SiC)。

[0677] 示例5:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括多个子层。

[0678] 示例6:根据示例5所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括多个子层,所述多个子层包括第一较高折射率材料和第二较低折射率材料。

[0679] 示例7:根据示例5或6所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较高折射率材料包括二氧化钛($TiO_2$),并且所述第二较低折射率材料包括二氧化硅($SiO_2$)。

[0680] 示例8:根据示例5至7中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层仅包括两个子层。

[0681] 示例9:根据示例5至7中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括至少四个子层。

[0682] 示例10:根据示例6至9中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层在所述第一材料与所述第二材料之间交替。

[0683] 示例11:根据示例5至10中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括干涉涂层。

[0684] 示例12:根据示例5至11中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括四分之一波堆叠。

[0685] 示例13:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述金属包括铝、银、金或铜。

[0686] 示例14:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括闪耀衍射光栅。

[0687] 示例15:根据示例14所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括由其间的沟槽来间隔开的峰。

[0688] 示例16:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括多条直线。

[0689] 示例17:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,衍射光栅包括非对称的衍射特征。

[0690] 示例18:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振包括具有不同偏振角的第一和第二线偏振。

[0691] 示例19:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振包括在正交方向上取向的第一和第二线偏振。

[0692] 示例20:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振方向分别包括横向磁和横向电偏振。

[0693] 示例21:根据示例1至19中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振方向分别包括横向电和横向磁偏振。

[0694] 示例22:根据示例1至19中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第五衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率,以及其中,所述第二衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率。

[0695] 示例23:根据示例1至19中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第六衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率,以及其中,所述第二衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率。

[0696] 示例24:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第五衍射效率是所述第六衍射效率的1至1.5倍,或者所述第六衍射效率是所述第五衍射效率的1至1.5倍。

[0697] 示例25:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第五衍射效率是所述第六衍射效率的1至1.4倍,或者所述第六衍射效率是所述第五衍射效率的1至1.4倍。

[0698] 示例26:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第五衍射效率是所述第六衍射效率的1至1.3倍,或者所述第六衍射效率是所述第五衍射效率的1至1.3倍。

[0699] 示例27:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第五衍射效率是所述第六衍射效率的1至1.2倍,或者所述第六衍射效率是所述第五衍射效率的1至1.2倍。

[0700] 示例28:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第五衍射效率是所述第六衍射效率的1至1.1倍,或者所述第六衍射效率是所述第五衍射效率的1至1.1倍。

[0701] 示例29:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是6度。

[0702] 示例30:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是12度。

[0703] 示例31:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是18度。

[0704] 示例32:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是22度。

[0705] 示例33:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±3度之间。

[0706] 示例34:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±6度之间。

[0707] 示例35:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±9度之间。

[0708] 示例36:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±11度之间。

[0709] 示例37:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括在目镜中,所述目镜被配置为将光导引到穿戴所述头戴式显示器的用户的眼睛。

[0710] 示例38:根据示例37所述的头戴式显示系统,其中,所述目镜被设置在所述框架上并且被配置为将来自所述光投射系统的光引导到所述用户的眼睛中以将增强现实图像内容显示到所述用户的所述视场,当所述用户穿戴所述头戴式显示系统时,所述目镜的至少一部分是透明的并且设置在所述用户眼睛前面的位置处,其中,所述透明部分将来自所述用户前面的物理环境的一部分的光透射到所述用户的眼睛,以提供所述用户前面的所述物理环境部分的视图。

[0711] 示例39:根据示例37或38所述的头戴式显示系统,其中,所述目镜包括所述至少一个波导,并且所述至少一个波导对可见光是透明的,使得所述用户可以通过所述波导看到。

[0712] 示例40:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括用于将来自所述光投射系统的光耦合到所述波导中以在其中引导的耦入光学元件。

[0713] 示例41:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括用于将来自所述光投射系统的光耦出所述波导并将所述光导引到所述用户的眼睛以将所述图像内容呈现给观看者的耦出光学元件。

[0714] 示例42:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括被配置为将来自所述光投射系统的光耦入到所述波导中的耦入光栅(ICG)。

[0715] 示例43:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括被配置为将在所述波导内引导的来自所述光投射系统的光耦出到所述波导之外的耦出光栅(EPE)。

[0716] 示例44:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二层被配置为设置在所述第一层之上。

[0717] 示例45:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,包括:设置在所述第一层与所述第二层之间的第三层。

[0718] 示例46:根据示例45所述的头戴式显示系统,其中,所述第三层被配置为帮助将所述第二层结合到所述第一层。

[0719] 示例47:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括形成在所述衬底中的第二衍射光栅,所述衬底被配置为经由所述第二衍射光栅引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分;以及其中,所述头戴式显示系统包括:

[0720] 第四层,其设置在所述第二衍射光栅之上,使得所述第二衍射光栅具有在入射在其上的光的角度范围内的所述第一偏振的第七衍射效率,

[0721] 其中，所述第一衍射光栅形成在所述衬底的第一侧的所述衬底中，并且所述第二衍射光栅形成在所述衬底的与所述衬底的所述第一侧相对的第二侧的所述衬底中。

[0722] 示例48：根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述第一层共形地沉积到所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征上。

[0723] 示例49：根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述第一层以一定角度定向沉积到所述一个或多个衍射特征上。

[0724] 示例50：根据示例49所述的头戴式显示系统，其中，所述角度包括相对于所述衬底的平面主表面的75至105度。

[0725] 示例51：根据示例49所述的头戴式显示系统，其中，所述角度相对于所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征的表面是75至105度。

[0726] 示例52：根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述第二层共形地沉积到所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征上。

[0727] 示例53：根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述第二层以一定角度定向沉积到所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征上。

[0728] 示例54：根据示例53所述的头戴式显示系统，其中，所述角度包括相对于所述衬底的平面主表面的75至105度。

[0729] 示例55：根据示例53所述的头戴式显示系统，其中，所述角度相对于所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征的表面是75至105度。

[0730] 示例56：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一衍射光栅包括以1D阵列形成的衍射特征。

[0731] 示例57：根据示例1至56中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一衍射光栅包括以2D阵列形成的衍射特征。

[0732] 示例58：根据示例57所述的头戴式显示系统，其中，所述2D阵列包括方形阵列。

[0733] 示例59：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器，其中，所述衍射特征是非对称的，以便提供闪耀光栅。

[0734] 示例60：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器，其中，所述衍射特征具有非对称地沉积在其上的材料以便证明闪耀光栅。

[0735] 示例61：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器，其中，所述第一衍射光栅被配置为优选在至少两个方向上导引光。

[0736] 示例62：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器，其中，所述第一衍射光栅在两个方向上闪耀。

[0737] 示例63：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一衍射光栅包括一维光栅。

[0738] 示例64：根据示例1至62中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一衍射光栅包括二维光栅。

[0739] 示例65：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述光投射系统包括微型LED。

[0740] 示例66：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述光投射系统包括DLP或LCOS显示器。

[0741] 示例67:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括纳米粒子。

[0742] 示例68:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括无机纳米粒子。

[0743] 示例69:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括聚合物。

[0744] 附加示例-部分V

[0745] 示例1:一种头戴式显示系统,包括:

[0746] 头戴式框架;

[0747] 被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统;

[0748] 由所述框架支撑的波导,所述波导包括被配置为引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分的衬底;

[0749] 在所述衬底之上包括不同于所述衬底的材料的第一衍射光栅;以及

[0750] 第一层,其包括设置在所述第一衍射光栅之上的多层涂层,所述第一衍射光栅连同所述第一层一起被配置为具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第一衍射效率,所述第一衍射效率大于在入射在其上的光的角度范围内的第二偏振的第二衍射效率。

[0751] 示例2:根据示例1所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括材料基于锂的氧化物。

[0752] 示例3:根据示例1或2所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括材料铌酸锂。

[0753] 示例4:根据示例1所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括材料碳化硅。

[0754] 示例5:根据示例1所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有至少1.9的折射率的材料。

[0755] 示例6:根据示例1所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有至少2.0的折射率的材料。

[0756] 示例7:根据示例1所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有至少2.1的折射率的材料。

[0757] 示例8:根据示例1所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有至少2.2的折射率的材料。

[0758] 示例9:根据示例1所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有至少2.3的折射率的材料。

[0759] 示例10:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料包括聚合物。

[0760] 示例11:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料包括可压印材料。

[0761] 示例12:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有1.4至1.95的折射率。

[0762] 示例13:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有低于所述衬底的折射率。

[0763] 示例14:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括闪耀衍射光栅。

[0764] 示例15:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括由其间的沟槽而间隔开的峰。

[0765] 示例16:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括多条直线。

[0766] 示例17:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述衍射光栅包括非对称的衍射特征。

[0767] 示例18:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括二氧化钛($TiO_2$)、二氧化锆($ZrO_2$)或碳化硅(SiC)。

[0768] 示例19:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括二氧化钛($TiO_2$)。

[0769] 示例20:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括二氧化锆($ZrO_2$)。

[0770] 示例21:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括碳化硅(SiC)。

[0771] 示例22:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括多个子层,所述多个子层包括第一较高折射率材料和第二较低折射率材料。

[0772] 示例23:根据示例22所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较高折射率材料包括二氧化钛($TiO_2$),并且所述第二较低折射率材料包括二氧化硅($SiO_2$)。

[0773] 示例24:根据示例22或23所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层仅包括两个子层。

[0774] 示例25:根据示例22或23所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括至少四个子层。

[0775] 示例26:根据示例22至25中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层在所述第一材料与所述第二材料之间交替。

[0776] 示例27:根据示例22至26中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括干涉涂层。

[0777] 示例28:根据示例22至27中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括四分之一波堆叠。

[0778] 示例29:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振包括具有不同偏振角的第一和第二线偏振。

[0779] 示例30:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振包括在正交方向上取向的第一和第二线偏振。

[0780] 示例31:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振方向分别包括横向磁和横向电偏振。

[0781] 示例32:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振方向分别包括横向电和横向磁偏振。

[0782] 示例33:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效

率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率，以及其中，所述第二衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率。

[0783] 示例34：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率，以及其中，所述第二衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率。

[0784] 示例35：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.5倍。

[0785] 示例36：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.4倍。

[0786] 示例37：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.3倍。

[0787] 示例38：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.2倍。

[0788] 示例39：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.1倍。

[0789] 示例40：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述角度范围至少是6度。

[0790] 示例41：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述角度范围至少是12度。

[0791] 示例42：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述角度范围至少是18度。

[0792] 示例43：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述角度范围至少是22度。

[0793] 示例44：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述角度范围相对于所述衬底平面在±3度之间。

[0794] 示例45：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述角度范围相对于所述衬底平面在±6度之间。

[0795] 示例46：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述角度范围相对于所述衬底平面在±9度之间。

[0796] 示例47：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述角度范围相对于所述衬底平面在±11度之间。

[0797] 示例48：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述波导包括在目镜中，所述目镜被配置为将光导引到穿戴所述头戴式显示器的用户的眼睛。

[0798] 示例49：根据示例48所述的头戴式显示系统，其中，所述目镜被设置在所述框架上并且被配置为将来自所述光投射系统的光引导到所述用户的眼睛中以将增强现实图像内容显示到所述用户的所述视场，当所述用户穿戴所述头戴式显示系统时，所述目镜的至少一部分是透明的并且设置在所述用户眼睛前面的位置处，其中，所述透明部分将来自所述用户前面的物理环境的一部分的光透射到所述用户的眼睛，以提供所述用户前面的所述物理环境部分的视图，所述目镜包括。

[0799] 示例50:根据示例48或49所述的头戴式显示系统,其中,所述目镜包括所述至少一个波导,并且所述至少一个波导对可见光是透明的,使得所述用户可以通过所述波导看到。

[0800] 示例51:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括用于将来自所述光投射系统的光耦合到所述波导中以在其中引导的耦入光学元件。

[0801] 示例52:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括用于将来自所述光投射系统的光耦出所述波导并将所述光导引到所述用户的眼睛以将所述图像内容呈现给观看者的耦出光学元件。

[0802] 示例53:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括被配置为将来自所述光投射系统的光耦入到所述波导中的耦入光栅(ICG)。

[0803] 示例54:根据示例1所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层共形地沉积到所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征上。

[0804] 示例55:根据示例1所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层以一定角度定向沉积到所述一个或多个衍射特征上。

[0805] 示例56:根据示例55所述的头戴式显示系统,其中,所述角度包括相对于所述衬底的平面主表面的75至105度。

[0806] 示例57:根据示例55所述的头戴式显示系统,其中,所述角度相对于所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征的表面是75至105度。

[0807] 示例58:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括以1D阵列形成的衍射特征。

[0808] 示例59:根据示例1至58中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括以2D阵列形成的衍射特征。

[0809] 示例60:根据示例59所述的头戴式显示系统,其中,所述2D阵列包括方形阵列。

[0810] 示例61:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述衍射特征是非对称的,以便提供闪耀光栅。

[0811] 示例62:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述衍射特征具有非对称地沉积在其上的材料以便证明闪耀光栅。

[0812] 示例63:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述第一衍射光栅被配置为优选在至少两个方向上导引光。

[0813] 示例64:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述第一衍射光栅在两个方向上闪耀。

[0814] 示例65:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括一维光栅。

[0815] 示例66:根据示例1至64中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括二维光栅。

[0816] 示例67:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述光投射系统包括微型LED。

[0817] 示例68:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述光投射系统包括DLP或LCOS显示器。

[0818] 示例70:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括纳

米粒子。

[0819] 示例71:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括无机纳米粒子。

[0820] 示例72:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括聚合物。

[0821] 附加示例-部分VI

[0822] 示例1:一种头戴式显示系统,包括:

[0823] 头戴式框架;

[0824] 被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统;

[0825] 由所述框架支撑的波导,所述波导包括被配置为引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分的衬底;

[0826] 第一衍射光栅,其被配置为具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第一衍射效率,所述第一衍射效率大于入射在其上的光的角度范围内的第二偏振的第二衍射效率,

[0827] 第二衍射光栅,所述衬底被配置为经由所述第二衍射光栅引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分;所述第二衍射光栅被配置为具有在入射在其上的光的角度范围内的所述第一偏振的第三衍射效率,所述第三衍射效率小于入射在其上的光的角度范围内的所述第二偏振的第四衍射效率,

[0828] 其中,所述第一衍射光栅在所述衬底的第一侧,并且所述第二衍射光栅在与所述衬底的所述第一侧相对的所述衬底的第二侧。

[0829] 示例3:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括透射式衍射光栅。

[0830] 示例4:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括透射式衍射光栅,所述透射式衍射光栅被配置为衍射被透射光以将光耦合到所述波导中以通过全内反射在其中引导。

[0831] 示例5:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅包括反射式衍射光栅。

[0832] 示例6:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅包括反射式衍射光栅,所述反射式衍射光栅被配置为衍射被反射的光以将光耦合到所述波导中以通过全内反射在其中引导。

[0833] 示例7:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二衍射光栅包括直列光栅。

[0834] 示例8:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二衍射光栅被对准,使得透射通过所述第一衍射光栅而不被衍射的光将入射在所述第二衍射光栅上。

[0835] 示例9:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅在所述衬底之上包括不同于所述衬底的材料。

[0836] 示例10:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅形成在所述衬底中。

[0837] 示例11:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,还包括:设置在所述第一衍射光栅之上的第一层。

[0838] 示例12:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅在所述衬底之上包括不同于所述衬底的材料。

[0839] 示例13:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅形成在所述衬底中。

[0840] 示例14:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,还包括:设置在所述第二衍射光栅之上的第二层。

[0841] 示例15:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括材料基于锂的氧化物。

[0842] 示例16:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括材料铌酸锂。

[0843] 示例17:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括材料碳化硅。

[0844] 示例18:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有至少1.9的折射率的材料。

[0845] 示例19:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有至少2.0的折射率的材料。

[0846] 示例20:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有至少2.1的折射率的材料。

[0847] 示例21:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有至少2.2的折射率的材料。

[0848] 示例22:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有至少2.3的折射率的材料。

[0849] 示例23:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料包括聚合物。

[0850] 示例24:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料包括可压印材料。

[0851] 示例25:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有1.4至1.95的折射率。

[0852] 示例26:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有低于所述衬底的折射率。

[0853] 示例27:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括闪耀衍射光栅。

[0854] 示例28:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括由其间的沟槽间隔开的峰。

[0855] 示例29:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括多条直线。

[0856] 示例30:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第一衍射光栅包括非对

称的衍射特征。

[0857] 示例31:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅材料包括聚合物。

[0858] 示例32:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅材料包括可压印材料。

[0859] 示例33:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅材料具有1.4至1.95的折射率。

[0860] 示例34:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅材料具有低于所述衬底的折射率。

[0861] 示例35:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅包括闪耀衍射光栅。

[0862] 示例36:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括由其间的沟槽间隔开的峰。

[0863] 示例37:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括多条直线。

[0864] 示例38:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第二衍射光栅包括非对称的衍射特征。

[0865] 示例39:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层具有从1.95到2.7的折射率。

[0866] 示例40:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层具有从2.1到2.7的折射率。

[0867] 示例41:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层具有从2.2到2.7的折射率。

[0868] 示例42:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层具有从2.3到2.7的折射率。

[0869] 示例43:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括电介质。

[0870] 示例44:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括二氧化钛($TiO_2$)。

[0871] 示例45:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二层包括金属。

[0872] 示例46:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二层包括Al、Ag、或AlSi。

[0873] 示例47:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振包括具有不同偏振角的第一和第二线偏振。

[0874] 示例48:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振包括在正交方向上取向的第一和第二线偏振。

[0875] 示例49:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振分别包括横向磁和横向电偏振。

[0876] 示例50:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振分别包括横向电和横向磁偏振。

[0877] 示例51:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率,以及其中,所述第二衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率。

[0878] 示例52:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率,以及其中,所述第二衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率。

[0879] 示例53:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的至少2倍。

[0880] 示例54:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第四衍射效率是所述第三衍射效率的至少2倍。

[0881] 示例55:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的至少4倍。

[0882] 示例56:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第四衍射效率是所述第三衍射效率的至少4倍。

[0883] 示例57:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的至少6倍。

[0884] 示例58:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第四衍射效率是所述第三衍射效率的至少6倍。

[0885] 示例59:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是透射式衍射光栅,其与从其反射的光比,其衍射通过其透射的光多。

[0886] 示例60:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射效率是反射式衍射光栅,其与通过其透射的光比,其衍射从其反射的光更多。

[0887] 示例61:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是6度。

[0888] 示例62:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是12度。

[0889] 示例63:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是18度。

[0890] 示例64:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是22度。

[0891] 示例65:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±3度之间。

[0892] 示例66:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±6度之间。

[0893] 示例67:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±9度之间。

[0894] 示例68:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相

对于所述衬底平面在±11度之间。

[0895] 示例69:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括在目镜中,所述目镜被配置为将光导引到穿戴所述头戴式显示器的用户的眼睛。

[0896] 示例70:根据示例48所述的头戴式显示系统,其中,所述目镜被设置在所述框架上并且被配置为将来自所述光投射系统的光引导到所述用户的眼睛中以将增强现实图像内容显示到所述用户的所述视场,当所述用户穿戴所述头戴式显示系统时,所述目镜的至少一部分是透明的并且设置在所述用户眼睛前面的位置处,其中,所述透明部分将来自所述用户前面的物理环境的一部分的光透射到所述用户的眼睛,以提供所述用户前面的所述物理环境部分的视图,所述目镜包括。

[0897] 示例71:根据示例48或49所述的头戴式显示系统,其中,所述目镜包括所述至少一个波导,并且所述至少一个波导对可见光是透明的,使得所述用户可以通过所述波导看到。

[0898] 示例72:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括被配置为将来自所述光投射系统的光耦入到所述波导中的耦入光栅(ICG)。

[0899] 示例73:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层共形地沉积到所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征上。

[0900] 示例74:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层以一定角度定向沉积到所述一个或多个衍射特征上。

[0901] 示例75:根据示例73所述的头戴式显示系统,其中,所述角度包括相对于所述衬底的平面主表面的75至105度。

[0902] 示例76:根据示例73所述的头戴式显示系统,其中,所述角度相对于所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征的表面是75至105度。

[0903] 示例77:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括以1D阵列形成的衍射特征。

[0904] 示例78:根据示例1至75中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括以2D阵列形成的衍射特征。

[0905] 示例79:根据示例77所述的头戴式显示系统,其中,所述2D阵列包括方形阵列。

[0906] 示例80:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述衍射特征是非对称的,以便提供闪耀光栅。

[0907] 示例81:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述衍射特征具有非对称地沉积在其上的材料以便证明闪耀光栅。

[0908] 示例82:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述第一衍射光栅被配置为优选在至少两个方向上导引光。

[0909] 示例83:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述第一衍射光栅在两个方向上闪耀。

[0910] 示例84:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括一维光栅。

[0911] 示例85:根据示例1至64中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括二维光栅。

[0912] 示例86:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具

有不超过2.6的折射率的材料。

[0913] 示例87:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过2.7的折射率的材料。

[0914] 示例88:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过2.8的折射率的材料。

[0915] 示例89:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括电介质。

[0916] 示例90:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括具有1.9或更多的折射率的材料。

[0917] 示例91:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,还包括:抗反射涂层,以减少所述第一衍射光栅的反射。

[0918] 示例92:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,还包括:带通滤波器或陷波滤波器,以改变所述第一衍射光栅的光谱反射率和/或光谱透射。

[0919] 示例93:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,还包括:在所述第一层上的多个子层,所述多个子层包括第一较高折射率材料和第二较低折射率材料。

[0920] 示例94:根据示例92所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较高折射率材料包括二氧化钛($TiO_2$),并且所述第二较低折射率材料包括二氧化硅($SiO_2$)。

[0921] 示例95:根据示例92或93所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层仅包括两个子层。

[0922] 示例96:根据示例92或93所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括至少四个子层。

[0923] 示例97:根据示例92至95中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层在所述第一材料与所述第二材料之间交替。

[0924] 示例98:根据示例92至96中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括干涉涂层。

[0925] 示例99:根据示例92至97中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括四分之一波堆叠。

[0926] 示例100:根据示例92至98中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层之上的所述多个子层形成带通滤波器。

[0927] 示例101:根据示例92至98中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层之上的所述多个子层形成陷波滤波器。

[0928] 示例102:根据示例92至98中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层之上的所述多个子层形成抗反射(AR)涂层。

[0929] 示例103:根据示例92至101中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较低折射率材料具有1.6或更少的折射率。

[0930] 示例104:根据示例92至102中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料具有1.9或更多的折射率。

[0931] 示例105:根据示例92至103中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较低折射率材料包括二氧化硅。

[0932] 示例106:根据示例92至104中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料包括二氧化钛。

[0933] 示例107:根据示例92至104中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料包括二氧化锆。

[0934] 示例108:根据示例92至104中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料包括氧化锌。

[0935] 示例109:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括用于所述角度范围内的所述第一偏振的平均衍射效率,以及所述第二衍射效率包括用于所述角度范围内的所述第二偏振的平均衍射效率。

[0936] 示例110:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是25度。

[0937] 示例111:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是30度。

[0938] 示例112:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是35度。

[0939] 示例113:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是40度。

[0940] 示例114:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±15度之间。

[0941] 示例115:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±18度之间。

[0942] 示例116:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±20度之间。

[0943] 示例117:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括第一和第二侧壁。

[0944] 示例118:根据示例116所述的头戴式显示系统,其中,至少所述第一侧壁是倾斜的。

[0945] 示例119:根据示例116或117所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二侧壁由平台分离。

[0946] 示例120:根据示例116或117所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二侧壁接合以在所述衍射特征的顶部形成凸角。

[0947] 示例121:根据示例116至119中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一侧壁以一定角度倾斜,使得所述第一侧壁比所述第二侧壁更不陡峭。

[0948] 示例122:根据示例116至120中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一侧壁比所述第二侧壁宽。

[0949] 示例123:根据示例116至121中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一侧壁在所述衍射特征的所述底部处形成从45°到85°的角度。

[0950] 示例124:根据示例116至122中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁在所述衍射特征的所述底部处形成锐角凹角。

[0951] 示例125:根据示例116至123中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括鲨鱼鳍形衍射特征。

[0952] 示例126:根据示例116至122中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁在所述衍射特征的所述底部处形成钝角凹角。

[0953] 示例127:根据示例116至122中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁是垂直的。

[0954] 示例128:根据示例116至122或125至126中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括锯齿形状的衍射特征。

[0955] 示例129:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括偏置沉积。

[0956] 示例130:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括掠射角沉积。

[0957] 示例131:根据示例116至129中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层被偏置,以与所述第二侧壁比,在所述第一侧壁上提供更多的覆盖。

[0958] 示例132:根据示例116至130中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,与所述第二侧壁比,所述第一层覆盖所述第一侧壁的更大的部分。

[0959] 示例133:根据示例116至131中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层被偏置,以与所述第二侧壁比,在所述第一侧壁上提供更多的覆盖。

[0960] 示例134:根据示例116至132中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,与所述第二侧壁比,所述第一层在所述第一侧壁上提供平均更厚的覆盖。

[0961] 示例135:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括第一和第二侧壁。

[0962] 示例136:根据134示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一侧壁以较浅的角度倾斜,并且所述第二侧壁以较陡的角度倾斜。

[0963] 示例137:根据示例134或135中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一侧壁完全由所述第二层覆盖。

[0964] 示例138:根据示例134至136中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁的至少一部分未由所述第二层覆盖。

[0965] 示例139:根据示例134至137中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,与所述第一侧壁比,所述第二侧壁包括更多的未由所述第二层覆盖的区域。

[0966] 示例140:根据示例134至138中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二层包括共形沉积。

[0967] 示例141:根据示例134至139中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二侧壁完全由所述第二层覆盖。

[0968] 示例142:

[0969] 示例143:根据示例134至140中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二层不被偏置,以与所述第二侧壁比,覆盖更多的所述第一侧壁。

[0970] 示例144:根据示例134至141中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,与所述第二侧壁比,所述第二层在所述第一侧壁上不提供更厚的覆盖。

[0971] 示例145:根据示例134至142中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,与所述第二侧壁比,所述第二层在所述第一侧壁上不提供平均更厚的覆盖。

[0972] 示例146:根据示例134至143中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁完全由所述第二层覆盖。

[0973] 示例147:根据示例134至144中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,与所述第一侧壁比,所述第二侧壁不包括更多的未由所述第二层覆盖的区域。

[0974] 示例148:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,针对所述第一偏振的所述第一衍射效率比针对所述第二偏振的所述第二衍射效率高40%以上。

[0975] 示例149:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,针对所述第一偏振的所述第一衍射效率比针对所述第二偏振的所述第二衍射效率高50%以上。

[0976] 示例150:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,针对所述第二偏振的所述第二衍射效率比针对所述第一偏振的所述第一衍射效率高40%以上。

[0977] 示例151:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,针对所述第二偏振的所述第二衍射效率比针对所述第一偏振的所述第一衍射效率高50%以上。

[0978] 示例152:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,具有形成在其上的所述第二层的所述第二衍射光栅包括反射式衍射光栅。

[0979] 示例153:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,具有在其上形成的所述第二层的所述第二衍射光栅包括反射式衍射光栅,所述反射式衍射光栅被配置为衍射被反射的光以将光耦合到所述波导中以通过全内反射在其中引导。

[0980] 示例154:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有100纳米到600纳米的高度。

[0981] 示例155:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有200纳米到600纳米的高度。

[0982] 示例156:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有300纳米到600纳米的高度。

[0983] 示例157:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有从290nm到690nm的节距。

[0984] 示例158:一种头戴式显示系统,包括:

[0985] 头戴式框架;

[0986] 被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统;

[0987] 由所述框架支撑的波导,所述波导包括被配置为引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分的衬底;

[0988] 第一衍射光栅,其在所述衬底之上包括不同于所述衬底的材料;以及

[0989] 第一层,其设置在所述第一衍射光栅之上,使得所述第一衍射光栅具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第一衍射效率,所述第一衍射效率大于在入射在其上的光的角度范围内的第二偏振的第二衍射效率;

[0990] 第二衍射光栅,其在所述衬底之上包括不同于所述衬底的材料,所述衬底被配置为经由所述第二衍射光栅引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分;

[0991] 第二层，其设置在所述第二衍射光栅之上，使得所述第二衍射光栅具有在入射在其上的光的角度范围内的所述第一偏振的第三衍射效率，所述第三衍射效率小于在入射在其上的光的角度范围内的所述第二偏振的第四衍射效率，

[0992] 其中，所述第一衍射光栅在所述衬底的第一侧，并且所述第二衍射光栅在与所述衬底的所述第一侧相对的所述衬底的第二侧。

[0993] 示例159：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述光投射系统包括微型LED。

[0994] 示例160：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述光投射系统包括DLP或LCOS显示器。

[0995] 示例161：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括纳米粒子。

[0996] 示例162：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括无机纳米粒子。

[0997] 示例163：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括聚合物。

[0998] 附加示例-部分VII

[0999] 示例1：一种头戴式显示系统，包括：

[1000] 头戴式框架；

[1001] 被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统；以及

[1002] 由所述框架支撑的波导，所述波导包括被配置为引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分的衬底；

[1003] 第一衍射光栅，其在所述衬底之上包括不同于所述衬底的材料，其中，所述衬底包括具有第一折射率的材料；

[1004] 设置在所述第一衍射光栅之上的第一层，其中，所述第一层包括具有第二折射率的材料；

[1005] 设置在所述第一层之上的材料，其具有在所述第二折射率与空气折射率之间的第三折射率，

[1006] 其中，所述第一衍射光栅连同所述第一层和所述第一层之上的材料被配置为具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第一衍射效率，所述第一衍射效率大于在入射在其上的光的所述角度范围内的第二偏振的第二衍射效率。

[1007] 示例2：根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括材料基于锂的氧化物。

[1008] 示例3：根据示例1或2所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括材料铌酸锂。

[1009] 示例4：根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括材料碳化硅。

[1010] 示例5：根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括具有至少1.9的折射率的材料。

[1011] 示例6：根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括具有至少2.0的折射率的材料。

[1012] 示例7：根据示例1所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括具有至少2.1的折

射率的材料。

[1013] 示例8:根据示例1所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有至少2.2的折射率的材料。

[1014] 示例9:根据示例1所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有至少2.3的折射率的材料。

[1015] 示例10:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料包括聚合物。

[1016] 示例11:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料包括可压印材料。

[1017] 示例12:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有1.4至1.95的折射率。

[1018] 示例13:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有低于所述衬底的折射率。

[1019] 示例14:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括闪耀衍射光栅。

[1020] 示例15:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括由其间的沟槽间隔开的峰。

[1021] 示例16:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括多条直线。

[1022] 示例17:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述衍射光栅包括非对称的衍射特征。

[1023] 示例18:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括二氧化钛($TiO_2$)、二氧化锆($ZrO_2$)或碳化硅(SiC)。

[1024] 示例19:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括二氧化钛($TiO_2$)。

[1025] 示例20:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括二氧化锆($ZrO_2$)。

[1026] 示例21:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括碳化硅(SiC)。

[1027] 示例22:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括多个子层,所述多个子层包括第一较高折射率材料和第二较低折射率材料。

[1028] 示例23:根据示例22所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较高折射率材料包括二氧化钛($TiO_2$),并且所述第二较低折射率材料包括二氧化硅($SiO_2$)。

[1029] 示例24:根据示例22或23所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层仅包括两个子层。

[1030] 示例25:根据示例22或23所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括至少四个子层。

[1031] 示例26:根据示例22至25中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层在所述第一材料与所述第二材料之间交替。

[1032] 示例27:根据示例22至26中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括干涉涂层。

[1033] 示例28:根据示例22至27中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括四分之一波堆叠。

[1034] 示例29:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振包括具有不同偏振角的第一和第二线偏振。

[1035] 示例30:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振包括在正交方向上取向的第一和第二线偏振。

[1036] 示例31:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振方向分别包括横向磁和横向电偏振。

[1037] 示例32:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振方向分别包括横向电和横向磁偏振。

[1038] 示例33:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率,以及其中,所述第二衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率。

[1039] 示例34:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率,以及其中,所述第二衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率。

[1040] 示例35:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.5倍。

[1041] 示例36:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.4倍。

[1042] 示例37:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.3倍。

[1043] 示例38:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.2倍。

[1044] 示例39:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.1倍。

[1045] 示例40:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是6度。

[1046] 示例41:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是12度。

[1047] 示例42:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是18度。

[1048] 示例43:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是22度。

[1049] 示例44:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±3度之间。

[1050] 示例45:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相

对于所述衬底平面在±6度之间。

[1051] 示例46:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±9度之间。

[1052] 示例47:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±11度之间。

[1053] 示例48:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括在目镜中,所述目镜被配置为将光导引到穿戴所述头戴式显示器的用户的眼睛。

[1054] 示例49:根据示例48所述的头戴式显示系统,其中,所述目镜被设置在所述框架上并且被配置为将来自所述光投射系统的光引导到所述用户的眼睛中以将增强现实图像内容显示到所述用户的所述视场,当所述用户穿戴所述头戴式显示系统时,所述目镜的至少一部分是透明的并且设置在所述用户眼睛前面的位置处,其中,所述透明部分将来自所述用户前面的物理环境的一部分的光透射到所述用户的眼睛,以提供所述用户前面的所述物理环境部分的视图,所述目镜包括。

[1055] 示例50:根据示例48或49所述的头戴式显示系统,其中,所述目镜包括所述至少一个波导,并且所述至少一个波导对可见光是透明的,使得所述用户可以通过所述波导看到。

[1056] 示例51:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括用于将来自所述光投射系统的光耦合到所述波导中以在其中引导的耦入光学元件。

[1057] 示例52:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括用于将来自所述光投射系统的光耦出所述波导并将所述光导引到所述用户的眼睛以将所述图像内容呈现给观看者的耦出光学元件。

[1058] 示例53:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括被配置为将来自所述光投射系统的光耦入到所述波导中的耦入光栅(ICG)。

[1059] 示例54:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括一维光栅。

[1060] 示例55:根据示例1至53中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括二维光栅。

[1061] 示例56:根据示例1所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层共形地沉积到所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征上。

[1062] 示例57:根据示例1所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层以一定角度定向沉积到所述一个或多个衍射特征上。

[1063] 示例58:根据示例57所述的头戴式显示系统,其中,所述角度包括相对于所述衬底的平面主表面的75至105度。

[1064] 示例59:根据示例57所述的头戴式显示系统,其中,所述角度相对于所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征的表面是75至105度。

[1065] 示例60:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括以1D阵列形成的衍射特征。

[1066] 示例61:根据示例50至60中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括以2D阵列形成的衍射特征。

[1067] 示例62:根据示例61所述的头戴式显示系统,其中,所述2D阵列包括方形阵列。

[1068] 示例63:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述衍射特征是非对称的,以便提供闪耀光栅。

[1069] 示例64:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述衍射特征具有非对称地沉积在其上的材料以便证明闪耀光栅。

[1070] 示例65:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述第一衍射光栅被配置为优选在至少两个方向上导引光。

[1071] 示例66:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述第一衍射光栅在两个方向上闪耀。

[1072] 示例67:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述光投射系统包括微型LED。

[1073] 示例68:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述光投射系统包括DLP或LCOS显示器。

[1074] 示例69:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括纳米粒子。

[1075] 示例70:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括无机纳米粒子。

[1076] 示例71:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括聚合物。

[1077] 附加示例-部分VIII

[1078] 示例1:一种制造具有降低的偏振灵敏度的衍射光栅的方法,所述方法包括:

[1079] 在衬底中或衬底上形成一个或多个衍射特征,所述衬底被配置为引导耦接到所述衬底中的来自光投射系统的光的至少一部分;

[1080] 在所述一个或多个衍射特征之上沉积第一层;以及

[1081] 在所述一个或多个衍射特征之上沉积第二层,使得所述一个或多个衍射特征具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第一衍射效率和在入射在其上的光的角度范围内的第二偏振的第二衍射效率,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至2倍。

[1082] 示例2:根据示例1所述的方法,其中,所述衬底包括基于锂的氧化物。

[1083] 示例3:根据示例1或2所述的方法,其中,所述衬底包括铌酸锂。

[1084] 示例4:根据示例1所述的方法,其中,所述衬底包括材料碳化硅。

[1085] 示例5:根据示例1所述的方法,其中,所述衬底包括具有至少1.9的折射率的材料。

[1086] 示例6:根据示例1所述的方法,其中,所述衬底包括具有至少2.0的折射率的材料。

[1087] 示例7:根据示例1所述的方法,其中,所述衬底包括具有至少2.1的折射率的材料。

[1088] 示例8:根据示例1所述的方法,其中,所述衬底包括具有至少2.2的折射率的材料。

[1089] 示例9:根据示例1所述的方法,其中,所述衬底包括具有至少2.3的折射率的材料。

[1090] 示例10:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述衬底包括聚合物。

[1091] 示例11:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,形成所述一个或多个衍射特征包括将所述一个或多个衍射特征压印到所述衬底中。

[1092] 示例12:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述一个或多个衍射特征包括闪耀衍射光栅。

[1093] 示例13:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述一个或多个衍射特征包括由其间的沟槽间隔开的峰。

[1094] 示例14:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述一个或多个衍射特征包括非对称的衍射特征。

[1095] 示例15:根据示例1所述的方法,其中,沉积所述第一层包括将至少一种材料共形地沉积到所述一个或多个衍射特征上。

[1096] 示例16:根据示例1所述的方法,其中,沉积所述第一层包括以一定角度将至少一种材料定向沉积到所述一个或多个衍射特征上。

[1097] 示例17:根据示例10所述的方法,其中,所述角度包括相对于所述衬底的平面主表面的75至105度。

[1098] 示例18:根据示例10所述的方法,其中,所述角度相对于所述一个或多个衍射特征的表面是75至105度。

[1099] 示例19:根据示例1所述的方法,其中,沉积所述第二层包括将至少一种材料共形地沉积到所述一个或多个衍射特征上。

[1100] 示例20:根据示例1所述的方法,其中,沉积所述第二层包括以一定角度将至少一种材料定向沉积到所述一个或多个衍射特征上。

[1101] 示例21:根据示例14所述的方法,其中,所述角度包括相对于所述衬底的平面主表面的75至105度。

[1102] 示例22:根据示例14所述的方法,其中,所述角度相对于所述一个或多个衍射特征的表面是75至105度。

[1103] 示例23:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第一层包括二氧化钛($TiO_2$)、二氧化锆($ZrO_2$)或碳化硅(SiC)。

[1104] 示例24:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第一层包括二氧化钛($TiO_2$)。

[1105] 示例25:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第一层包括二氧化锆($ZrO_2$)。

[1106] 示例26:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第一层包括碳化硅(SiC)。

[1107] 示例27:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第一层包括多个子层,所述多个子层包括第一较高折射率材料和第二较低折射率材料。

[1108] 示例28:根据示例27所述的方法,其中,所述第一较高折射率材料包括二氧化钛($TiO_2$),并且所述第二较低折射率材料包括二氧化硅($SiO_2$)。

[1109] 示例29:根据示例27或28所述的方法,其中,所述多个子层仅包括两个子层。

[1110] 示例30:根据示例27或28所述的方法,其中,所述多个子层包括至少四个子层。

[1111] 示例31:根据示例27至30中的任一项所述的方法,其中,所述多个子层在所述第一材料与所述第二材料之间交替。

[1112] 示例32:根据示例27至31中的任一项所述的方法,其中,所述多个子层包括干涉涂层。

[1113] 示例33:根据示例27至32中的任一项所述的方法,其中,所述多个子层包括四分之

一波堆叠。

[1114] 示例34:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述金属包括铝、银、金或铜。

[1115] 示例35:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第一和第二偏振包括具有不同偏振角的第一和第二线偏振。

[1116] 示例36:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第一和第二偏振包括在正交方向上取向的第一和第二线偏振。

[1117] 示例37:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第一和第二偏振方向分别包括横向磁和横向电偏振。

[1118] 示例38:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第一和第二偏振方向分别包括横向电和横向磁偏振。

[1119] 示例39:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第一衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率,以及其中,所述第二衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率。

[1120] 示例40:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第一衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率,以及其中,所述第二衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率。

[1121] 示例41:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.5倍。

[1122] 示例42:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.4倍。

[1123] 示例43:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.3倍。

[1124] 示例44:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.2倍。

[1125] 示例45:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.1倍。

[1126] 示例46:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述角度范围至少是6度。

[1127] 示例47:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述角度范围至少是12度。

[1128] 示例48:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述角度范围至少是18度。

[1129] 示例49:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述角度范围至少是22度。

[1130] 示例50:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±3度之间。

[1131] 示例51:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±6度之间。

[1132] 示例52:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±9度之间。

[1133] 示例53:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±11度之间。

[1134] 示例54:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第二层被配置为设置在所述第一层之上。

[1135] 示例55:根据上述示例中的任一项所述的方法,还包括:设置在所述第一层与所述第二层之间的第三层。

[1136] 示例56:根据示例55所述的方法,其中,所述第三层被配置为帮助将所述第二层结合到所述第一层。

[1137] 示例57:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第一衍射光栅包括以1D阵列形成的衍射特征。

[1138] 示例58:根据示例1至56中的任一项所述的方法,其中,所述第一衍射光栅包括以2D阵列形成的衍射特征。

[1139] 示例59:根据示例58所述的方法,其中,所述2D阵列包括方形阵列。

[1140] 示例60:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述衍射特征是非对称的,以便提供闪耀光栅。

[1141] 示例61:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述衍射特征具有非对称地沉积在其上的材料以便证明闪耀光栅。

[1142] 示例62:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第一衍射光栅被配置为优选在至少两个方向上导引光。

[1143] 示例63:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第一衍射光栅在两个方向上闪耀。

[1144] 示例64:根据上述示例中的任一项所述的方法,掠射角沉积(GLAD)用于沉积所述第二层。

[1145] 示例65:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,掠射角沉积(GLAD)用于沉积所述第二层。

[1146] 示例66:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述衍射光栅的所述衍射特征具有第一和第二侧壁,所述第二侧壁包括凹角侧壁,使得沉积在所述第二凹角侧壁上比在所述第一上被动地提供对所述第二层的更少覆盖。

[1147] 示例67:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述衍射光栅的所述衍射特征具有第一和第二侧壁,所述第二表面倾斜,使得沉积在所述第二侧壁上比在所述第一上提供对所述第二层的更少覆盖。

[1148] 示例68:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述衍射光栅的所述衍射特征具有第一和第二侧壁,所述第二侧壁具有如从所述衍射光栅的底部测量的钝角内角,使得沉积在所述第二侧壁上比在所述第一上提供对所述第二层的更少覆盖。

[1149] 示例69:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述光投射系统包括微型LED。

[1150] 示例70:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述光投射系统包括DLP或LCOS显示器。

[1151] 示例71:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括纳米粒子。

[1152] 示例72:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括无

机纳米粒子。

[1153] 附加示例-部分IX

[1154] 示例1:一种头戴式显示系统,包括:

[1155] 头戴式框架;

[1156] 被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统;

[1157] 由所述框架支撑的波导,所述波导包括被配置为引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分的衬底;

[1158] 第一衍射光栅;以及

[1159] 第一层,其设置在所述第一衍射光栅之上,使得所述衍射光栅具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第一衍射效率,所述第一衍射效率是在入射在其上的光的所述角度范围内的第二偏振的第二衍射效率的1至2倍。

[1160] 示例2:根据示例1所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅在所述衬底之上包括不同于所述衬底的材料。

[1161] 示例3:根据示例1或2所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅形成在所述衬底中。

[1162] 示例4:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括SiO2、B2O3、Li2O或La2O3。

[1163] 示例5:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括玻璃。

[1164] 示例6:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括LiNbO3、LiTaO3、TiO2、ZrO2、ZnO、Si3N4或SiC。

[1165] 示例7:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括聚合物。

[1166] 示例8:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括PC、PMMA、PVA或含丙烯酸酯的树脂。

[1167] 示例9:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.4到2.7的折射率的材料。

[1168] 示例10:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.4到1.6的折射率的材料。

[1169] 示例11:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.5到1.6的折射率的材料。

[1170] 示例12:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.6到2.7的折射率的材料。

[1171] 示例13:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.7到2.7的折射率的材料。

[1172] 示例14:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.8到2.7的折射率的材料。

[1173] 示例15:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.9到2.7的折射率的材料。

[1174] 示例16:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从2.0到2.7的折射率的材料。

[1175] 示例17:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从2.1到2.7的折射率的材料。

[1176] 示例18:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从2.2到2.7的折射率的材料。

[1177] 示例19:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从2.3到2.7的折射率的材料。

[1178] 示例20:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从2.4到2.7的折射率的材料。

[1179] 示例21:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从2.4到2.7的折射率的材料。

[1180] 示例22:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.6到1.8的折射率的材料。

[1181] 示例23:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料包括聚合物。

[1182] 示例24:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料包括PC、PMMA、PVA或含丙烯酸酯的树脂。

[1183] 示例25:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料包括可压印材料。

[1184] 示例26:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料包括玻璃。

[1185] 示例27:根据示例1至22中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有1.4至1.7的折射率。

[1186] 示例28:根据示例1至22中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从1.4到1.6的折射率。

[1187] 示例29:根据示例1至22中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从1.5到1.6的折射率。

[1188] 示例30:根据示例1至22中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从1.6到1.8的折射率。

[1189] 示例31:根据示例1至22中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从1.7到1.8的折射率。

[1190] 示例32:根据示例1至22中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从1.8到2.2的折射率。

[1191] 示例33:根据示例1至22中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从1.9到2.2的折射率。

[1192] 示例34:根据示例1至22中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从2.0到2.4的折射率。

[1193] 示例35:根据示例1至22中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射

光栅材料具有从2.2到2.4的折射率。

[1194] 示例36:根据示例1至22中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从2.2到2.6的折射率。

[1195] 示例37:根据示例1至22中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有低于所述衬底的折射率。

[1196] 示例38:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括闪耀衍射光栅。

[1197] 示例39:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括由其间的沟槽间隔开的峰。

[1198] 示例40:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括多条直线。

[1199] 示例41:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述衍射光栅包括非对称的衍射特征。

[1200] 示例42:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括:Si3N4、ZnO、ZrO2、TiO2、SiC、ZnTe、GaP、BP。

[1201] 示例43:根据示例1至41中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层具有从1.9到3.5的折射率。

[1202] 示例44:根据示例1至41中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层具有从1.9到2.2的折射率。

[1203] 示例45:根据示例1至41中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层具有从2.0到2.4的折射率。

[1204] 示例46:根据示例1至41中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层具有从2.2到2.6的折射率。

[1205] 示例47:根据示例1至41中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层具有从2.0到2.6的折射率。

[1206] 示例48:根据示例1至41中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层具有从2.0到2.7的折射率。

[1207] 示例49:根据示例1至41中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层具有从2.0到3.5的折射率。

[1208] 示例50:根据示例1至41中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层具有从2.1到2.7的折射率。

[1209] 示例51:根据示例1至41中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层具有从2.1到3.5的折射率。

[1210] 示例52:根据示例1至41中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层具有从2.2到2.7的折射率。

[1211] 示例53:根据示例1至41中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层具有从2.2到3.5的折射率。

[1212] 示例54:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层具有大于所述第一衍射光栅的折射率。

[1213] 示例55:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层具有大于所述衬底的折射率。

[1214] 示例56:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振包括具有不同偏振角的第一和第二线偏振。

[1215] 示例57:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振包括在正交方向上取向的第一和第二线偏振。

[1216] 示例58:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振分别包括横向磁和横向电偏振。

[1217] 示例59:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振分别包括横向电和横向磁偏振。

[1218] 示例60:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率,以及其中,所述第二衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率。

[1219] 示例61:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率,以及其中,所述第二衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率。

[1220] 示例62:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.8倍。

[1221] 示例63:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.7倍。

[1222] 示例64:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.6倍。

[1223] 示例65:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.5倍。

[1224] 示例66:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.4倍。

[1225] 示例67:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.3倍。

[1226] 示例68:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.2倍。

[1227] 示例69:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.1倍。

[1228] 示例70:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是6度。

[1229] 示例71:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是12度。

[1230] 示例72:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是18度。

[1231] 示例73:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至

少是22度。

[1232] 示例74:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±3度之间。

[1233] 示例75:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±6度之间。

[1234] 示例76:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±9度之间。

[1235] 示例77:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±11度之间。

[1236] 示例78:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括在目镜中,所述目镜被配置为将光导引到穿戴所述头戴式显示器的用户的眼睛。

[1237] 示例79:根据示例78所述的头戴式显示系统,其中,所述目镜被设置在所述框架上并且被配置为将来自所述光投射系统的光引导到所述用户的眼睛中以将增强现实图像内容显示到所述用户的所述视场,当所述用户穿戴所述头戴式显示系统时,所述目镜的至少一部分是透明的并且设置在所述用户眼睛前面的位置处,其中,所述透明部分将来自所述用户前面的物理环境的一部分的光透射到所述用户的眼睛,以提供所述用户前面的所述物理环境部分的视图,所述目镜包括。

[1238] 示例80:根据示例78或79所述的头戴式显示系统,其中,所述目镜包括所述至少一个波导,并且所述至少一个波导对可见光是透明的,使得所述用户可以通过所述波导看到。

[1239] 示例81:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括用于将来自所述光投射系统的光耦合到所述波导中以在其中引导的耦入光学元件。

[1240] 示例82:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括用于将来自所述光投射系统的光耦出所述波导并将所述光导引到所述用户的眼睛以将所述图像内容呈现给观看者的耦出光学元件。

[1241] 示例83:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括被配置为将来自所述光投射系统的光耦入到所述波导中的耦入光栅(ICG)。

[1242] 示例84:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层以一定角度定向沉积到所述一个或多个衍射特征上。

[1243] 示例85:根据示例84所述的头戴式显示系统,其中,所述角度包括相对于所述衬底的平面主表面的75至105度。

[1244] 示例86:根据示例84所述的头戴式显示系统,其中,所述角度相对于所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征的表面是75至105度。

[1245] 示例87:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括以1D阵列形成的衍射特征。

[1246] 示例88:根据示例1至86中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括以2D阵列形成的衍射特征。

[1247] 示例89:根据示例88所述的头戴式显示系统,其中,所述2D阵列包括方形阵列。

[1248] 示例90:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述衍射特征是非对称的,以便提供闪耀光栅。

[1249] 示例91:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述衍射特征具有非对称地沉积在其上的材料以便证明闪耀光栅。

[1250] 示例92:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述第一衍射光栅被配置为优选在至少两个方向上导引光。

[1251] 示例93:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述第一衍射光栅在两个方向上闪耀。

[1252] 示例94:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括一维光栅。

[1253] 示例95:根据示例1至93中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括二维光栅。

[1254] 示例96:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括设置在所述衬底上的衍射特征,所述衬底在所述衍射特征的相对侧具有至少第一和第二表面部分,以及所述衍射特征的所述第一表面部分的至少一部分不包括所述第一层,而所述第二表面部分的至少一部分在其上包括所述第一层。

[1255] 示例97:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括具有顶部和至少第一和第二相对侧壁的衍射特征,以及所述衍射特征的所述第一侧壁的至少一部分不包括所述第一层,而所述第二侧壁的至少一部分在其上包括所述第一层。

[1256] 示例98:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层覆盖比所述第二侧更多的所述第一侧。

[1257] 示例99:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括设置在具有至少第一和第二相对侧的所述衬底上的衍射特征,并且与所述第二侧比,所述第一层覆盖所述第一侧更多。

[1258] 示例100:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括具有顶部以及至少第一和第二相对侧的衍射特征,并且与所述第二侧比,所述第一层覆盖所述第一侧更多。

[1259] 示例101:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括掠射入射角沉积层。

[1260] 示例102:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,大多数所述衍射特征在所述第一侧具有所述第一衍射光栅的第一衍射特征和在所述衍射特征的第二侧具有所述第一衍射光栅的第二衍射特征。

[1261] 示例103:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征包括倾斜突起。

[1262] 示例104:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有带有倾斜侧壁的平行四边形的形状的剖面。

[1263] 示例105:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有包括顶面和至少一个倾斜侧壁的剖面。

[1264] 示例106:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有包括顶面和两个倾斜侧壁的剖面。

[1265] 示例107:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有包括顶面和在相同方向上倾斜的两个倾斜侧壁的剖面。

[1266] 示例108:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少10度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.4。

[1267] 示例109:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少20度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.4。

[1268] 示例110:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少30度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.4。

[1269] 示例111:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少10度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.4。

[1270] 示例112:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少20度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.4。

[1271] 示例113:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少30度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.4。

[1272] 示例114:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过2.6的折射率的材料。

[1273] 示例115:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过2.7的折射率的材料。

[1274] 示例116:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过2.8的折射率的材料。

[1275] 示例117:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括电介质。

[1276] 示例118:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括具有1.9或更多的折射率的材料。

[1277] 示例119:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括具有2.0或更多的折射率的材料。

[1278] 示例120:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括具有2.1或更多的折射率的材料。

[1279] 示例121:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,还包括:在所述第一层上的多个子层,所述多个子层包括第一较高折射率材料和第二较低折射率材料。

[1280] 示例122:根据示例121所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较高折射率材料包括二氧化钛($TiO_2$),并且所述第二较低折射率材料包括二氧化硅($SiO_2$)。

[1281] 示例123:根据示例121或122所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层仅包括两个子层。

[1282] 示例124:根据示例121或122所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括至少四个子层。

[1283] 示例125:根据示例121至124中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层在所述第一材料与所述第二材料之间交替。

[1284] 示例126:根据示例121至125中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个

子层包括干涉涂层。

[1285] 示例127:根据示例121至126中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括四分之一波堆叠。

[1286] 示例128:根据示例121至127中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述第一层之上的所述多个子层形成带通滤波器。

[1287] 示例129:根据示例121至127中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述第一层之上的所述多个子层形成陷波滤波器。

[1288] 示例130:根据示例121至128中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述第一层之上的所述多个子层形成抗反射(AR)涂层。

[1289] 示例131:根据示例121至130中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较低折射率材料具有1.6或更少的折射率。

[1290] 示例132:根据示例121至131中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料具有1.9或更多的折射率。

[1291] 示例133:根据示例121至132中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较低折射率材料包括二氧化硅。

[1292] 示例134:根据示例121至133中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料包括二氧化钛。

[1293] 示例135:根据示例121至133中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料包括二氧化锆。

[1294] 示例136:根据示例121至133中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料包括氧化锌。

[1295] 示例137:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括用于所述角度范围内的所述第一偏振的平均衍射效率,以及所述第二衍射效率包括用于所述角度范围内的所述第二偏振的平均衍射效率。

[1296] 示例138:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少40%的效率。

[1297] 示例139:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少50%的效率。

[1298] 示例140:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少60%的效率。

[1299] 示例141:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是25度。

[1300] 示例142:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是30度。

[1301] 示例143:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是35度。

[1302] 示例144:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是40度。

[1303] 示例145:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±15度之间。

[1304] 示例146:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±18度之间。

[1305] 示例147:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±20度之间。

[1306] 示例148:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括第一和第二侧壁。

[1307] 示例149:根据示例148所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二侧壁由平台分离。

[1308] 示例150:根据示例148所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二侧壁接合以在所述衍射特征的顶部形成凸角。

[1309] 示例151:根据示例148至150中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,至少所述第一侧壁以一定角度倾斜,使得所述第一侧壁比所述第二侧壁更不陡峭。

[1310] 示例152:根据示例148至151中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一侧壁比所述第二侧壁宽。

[1311] 示例153:根据示例148至152中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一侧壁在所述衍射特征的所述底部处形成从45°到85°的角度。

[1312] 示例154:根据示例148至153中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁在所述衍射特征的所述底部处形成锐角凹角。

[1313] 示例155:根据示例148至154中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括鲨鱼鳍形衍射特征。

[1314] 示例156:根据示例148至153中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁在所述衍射特征的所述底部处形成钝角凹角。

[1315] 示例157:根据示例148至153中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁是垂直的。

[1316] 示例158:根据示例148至153或156至157中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括锯齿形状的衍射特征。

[1317] 示例159:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括偏置沉积。

[1318] 示例160:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括掠射角沉积。

[1319] 示例161:根据示例148至160中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层被偏置,以与所述第二侧壁比,在所述第一侧壁上提供更多的覆盖。

[1320] 示例162:根据示例148至161中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,与所述第二侧壁比,所述第一层覆盖所述第一侧壁的更大的部分。

[1321] 示例163:根据示例148至162中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一

层被偏置，以与所述第二侧壁比，在所述第一侧壁上提供更多的覆盖。

[1322] 示例164：根据示例148至163中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，与所述第二侧壁比，所述第一层在所述第一侧壁上提供平均更厚的覆盖。

[1323] 示例165：根据示例148至164中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一侧壁完全由所述第二层覆盖。

[1324] 示例166：根据示例148至165中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第二侧壁的至少一部分未由所述第一层覆盖。

[1325] 示例167：根据示例148至166中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，与所述第一侧壁比，所述第二侧壁包括更多的未由所述第一层覆盖的区域。

[1326] 示例168：根据示例148至165中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第二侧壁的平均至少80％未由所述第一层覆盖。

[1327] 示例169：根据示例148至165中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第二侧壁的平均至少90％未由所述第一层覆盖。

[1328] 示例170：根据示例148至165中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第二侧壁的平均至少95％未由所述第一层覆盖。

[1329] 示例171：根据示例148至165中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第二侧壁的平均至少98％未由所述第一层覆盖。

[1330] 示例172：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，针对所述第一偏振的所述第一衍射效率在针对所述第二偏振的所述第二衍射效率的20％之内。

[1331] 示例173：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，针对所述第一偏振的所述第一衍射效率在针对所述第二偏振的所述第二衍射效率的30％之内。

[1332] 示例174：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，具有形成在其上的所述第一层的所述第一衍射光栅包括透射式衍射光栅。

[1333] 示例175：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，具有在其上形成的所述第一层的所述第一衍射光栅包括透射式衍射光栅，所述透射式衍射光栅被配置为衍射被透射的光以将光耦合到所述波导中以通过全内反射在其中引导。

[1334] 示例176：根据示例1至173中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，具有在其上形成的所述第一层的所述第一衍射光栅包括透射式衍射光栅，所述透射式衍射光栅被配置为衍射被反射的光以将通过全内反射在所述波导内引导的光耦合到所述波导之外。

[1335] 示例177：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述衍射特征具有100纳米到600纳米的高度。

[1336] 示例178：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述衍射特征具有200纳米到600纳米的高度。

[1337] 示例179：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述衍射特征具有300纳米到600纳米的高度。

[1338] 示例180：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述衍射特征具有从290nm到690nm的节距。

[1339] 示例181：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述光投射系统包括微型LED。

[1340] 示例182:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述光投射系统包括DLP或LCOS显示器。

[1341] 示例183:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括纳米粒子。

[1342] 示例184:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括无机纳米粒子。

[1343] 示例185:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括聚合物。

[1344] 附加示例-部分X

[1345] 示例1:一种头戴式显示系统,包括:

[1346] 头戴式框架;

[1347] 被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统;

[1348] 由所述框架支撑的波导,所述波导包括被配置为引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分的衬底;

[1349] 第一衍射光栅,其被配置为使得所述衍射光栅具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第一衍射效率,所述第一衍射效率是在入射在其上的光的所述角度范围内的第二偏振的第二衍射效率的1至2倍。

[1350] 示例2:根据示例1所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅在所述衬底之上包括不同于所述衬底的材料。

[1351] 示例3:根据示例1或2所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅形成在所述衬底中。

[1352] 示例4:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括SiO2或玻璃。

[1353] 示例5:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括B2O3、Li2O或La2O3。

[1354] 示例6:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括TiO2、ZrO2、ZnO或Si3N4。

[1355] 示例7:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括LiNbO3、LiTaO3或SiC。

[1356] 示例8:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括聚合物。

[1357] 示例9:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括PC、PMMA、PVA或含丙烯酸酯的树脂。

[1358] 示例10:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.4到2.7的折射率的材料。

[1359] 示例11:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.4到1.6的折射率的材料。

[1360] 示例12:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.5到1.6的折射率的材料。

[1361] 示例13:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.4到1.7的折射率的材料。

[1362] 示例14:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.5到1.7的折射率的材料。

[1363] 示例15:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.4到1.8的折射率的材料。

[1364] 示例16:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.5到1.8的折射率的材料。

[1365] 示例17:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有至少1.4且小于1.9的折射率的材料。

[1366] 示例18:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有至少1.5且小于1.9的折射率的材料。

[1367] 示例19:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.6到2.7的折射率的材料。

[1368] 示例20:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.7到2.7的折射率的材料。

[1369] 示例21:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.8到2.7的折射率的材料。

[1370] 示例22:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.9到2.7的折射率的材料。

[1371] 示例23:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从2.0到2.7的折射率的材料。

[1372] 示例24:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从2.1到2.7的折射率的材料。

[1373] 示例25:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从2.2到2.7的折射率的材料。

[1374] 示例26:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从2.3到2.7的折射率的材料。

[1375] 示例27:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从2.4到2.7的折射率的材料。

[1376] 示例28:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从2.4到2.7的折射率的材料。

[1377] 示例29:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.6到1.8的折射率的材料。

[1378] 示例30:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料包括聚合物。

[1379] 示例31:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料包括PC、PMMA、PVA或含丙烯酸酯的树脂。

[1380] 示例32:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光

栅材料包括可压印材料。

[1381] 示例33:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料包括玻璃。

[1382] 示例34:根据示例1至29中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有1.4至1.7的折射率。

[1383] 示例35:根据示例1至29中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从1.4到1.6的折射率。

[1384] 示例36:根据示例1至29中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从1.5到1.6的折射率。

[1385] 示例37:根据示例1至29中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从1.6到1.8的折射率。

[1386] 示例38:根据示例1至29中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从1.7到1.8的折射率。

[1387] 示例39:根据示例1至29中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从1.8到2.2的折射率。

[1388] 示例40:根据示例1至29中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从1.9到2.2的折射率。

[1389] 示例41:根据示例1至29中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从2.0到2.4的折射率。

[1390] 示例42:根据示例1至29中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从2.2到2.4的折射率。

[1391] 示例43:根据示例1至29中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从2.2到2.6的折射率。

[1392] 示例44:根据示例1至29中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有高于所述衬底的折射率。

[1393] 示例45:根据示例1至29中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有与所述衬底相同的折射率。

[1394] 示例46:根据示例1至29中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有低于所述衬底的折射率。

[1395] 示例47:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括闪耀衍射光栅。

[1396] 示例48:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括由其间的沟槽间隔开的峰。

[1397] 示例49:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括多条直线。

[1398] 示例50:根据上述示例中的任一项所述的波导,其中,所述衍射光栅包括非对称的衍射特征。

[1399] 示例51:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振包括具有不同偏振角的第一和第二线偏振。

[1400] 示例52:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振包括在正交方向上取向的第一和第二线偏振。

[1401] 示例53:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振分别包括横向磁和横向电偏振。

[1402] 示例54:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振分别包括横向电和横向磁偏振。

[1403] 示例55:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率,以及其中,所述第二衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率。

[1404] 示例56:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率,以及其中,所述第二衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率。

[1405] 示例57:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.8倍。

[1406] 示例58:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.7倍。

[1407] 示例59:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.6倍。

[1408] 示例60:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.5倍。

[1409] 示例61:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.4倍。

[1410] 示例62:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.3倍。

[1411] 示例63:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.2倍。

[1412] 示例64:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.1倍。

[1413] 示例65:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是6度。

[1414] 示例66:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是12度。

[1415] 示例67:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是18度。

[1416] 示例68:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是22度。

[1417] 示例69:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±3度之间。

[1418] 示例70:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相

对于所述衬底平面在±6度之间。

[1419] 示例71:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±9度之间。

[1420] 示例72:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±11度之间。

[1421] 示例73:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括在目镜中,所述目镜被配置为将光导引到穿戴所述头戴式显示器的用户的眼睛。

[1422] 示例74:根据示例73所述的头戴式显示系统,其中,所述目镜被设置在所述框架上并且被配置为将来自所述光投射系统的光引导到所述用户的眼睛中以将增强现实图像内容显示到所述用户的所述视场,当所述用户穿戴所述头戴式显示系统时,所述目镜的至少一部分是透明的并且设置在所述用户眼睛前面的位置处,其中,所述透明部分将来自所述用户前面的物理环境的一部分的光透射到所述用户的眼睛,以提供所述用户前面的所述物理环境部分的视图,所述目镜包括。

[1423] 示例75:根据示例73或74所述的头戴式显示系统,其中,所述目镜包括所述至少一个波导,并且所述至少一个波导对可见光是透明的,使得所述用户可以通过所述波导看到。

[1424] 示例76:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括用于将来自所述光投射系统的光耦合到所述波导中以在其中引导的耦入光学元件。

[1425] 示例77:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括用于将来自所述光投射系统的光耦出所述波导并将所述光导引到所述用户的眼睛以将所述图像内容呈现给观看者的耦出光学元件。

[1426] 示例78:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括被配置为将来自所述光投射系统的光耦入到所述波导中的耦入光栅(ICG)。

[1427] 示例79:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括以1D阵列形成的衍射特征。

[1428] 示例80:根据示例1至78中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括以2D阵列形成的衍射特征。

[1429] 示例81:根据示例80所述的头戴式显示系统,其中,所述2D阵列包括方形阵列。

[1430] 示例82:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述衍射特征是非对称的,以便提供闪耀光栅。

[1431] 示例83:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述衍射特征具有非对称地沉积在其上的材料以便证明闪耀光栅。

[1432] 示例84:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述第一衍射光栅被配置为优选在至少两个方向上导引光。

[1433] 示例85:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述第一衍射光栅在两个方向上闪耀。

[1434] 示例86:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括一维光栅。

[1435] 示例87:根据示例1至93中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括二维光栅。

[1436] 示例88:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,大多数所述衍射特征在所述第一侧具有所述第一衍射光栅的第一衍射特征和在所述衍射特征的第二侧具有所述第一衍射光栅的第二衍射特征。

[1437] 示例89:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征包括倾斜突起。

[1438] 示例90:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有带有倾斜侧壁的平行四边形的形状的剖面。

[1439] 示例91:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有包括顶面和至少一个倾斜侧壁的剖面。

[1440] 示例92:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有包括顶面和两个倾斜侧壁的剖面。

[1441] 示例93:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有包括顶面和在相同方向上倾斜的两个倾斜侧壁的剖面。

[1442] 示例94:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少10度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.4。

[1443] 示例95:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少20度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.4。

[1444] 示例96:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少30度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.4。

[1445] 示例97:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少10度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.4。

[1446] 示例98:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少20度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.4。

[1447] 示例99:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少30度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.4。

[1448] 示例100:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少10度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.2。

[1449] 示例101:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少20度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.2。

[1450] 示例102:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少30度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.2。

[1451] 示例103:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少10度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.2。

[1452] 示例104:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少20度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.2。

[1453] 示例105:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少30度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.2。

[1454] 示例106:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过2.6的折射率的材料。

[1455] 示例107:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过2.7的折射率的材料。

[1456] 示例108:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过2.8的折射率的材料。

[1457] 示例109:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有小于1.9的折射率的材料。

[1458] 示例110:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过1.8的折射率的材料。

[1459] 示例111:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过1.75的折射率的材料。

[1460] 示例112:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过1.7的折射率的材料。

[1461] 示例113:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过1.6的折射率的材料。

[1462] 示例114:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过1.5的折射率的材料。

[1463] 示例115:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,还包括:在所述第一衍射光栅之上的多个子层,所述多个子层包括第一较高折射率材料和第二较低折射率材料。

[1464] 示例116:根据示例115所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较高折射率材料包括二氧化钛($TiO_2$),并且所述第二较低折射率材料包括二氧化硅($SiO_2$)。

[1465] 示例117:根据示例115或116所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层仅包括两个子层。

[1466] 示例118:根据示例115或116所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括至少四个子层。

[1467] 示例119:根据示例115至118中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层在所述第一材料与所述第二材料之间交替。

[1468] 示例120:根据示例115至119中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括干涉涂层。

[1469] 示例121:根据示例115至120中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括四分之一波堆叠。

[1470] 示例122:根据示例115至121中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层之上的所述多个子层形成带通滤波器。

[1471] 示例123:根据示例115至121中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层之上的所述多个子层形成陷波滤波器。

[1472] 示例124:根据示例115至121中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层之上的所述多个子层形成抗反射(AR)涂层。

[1473] 示例125:根据示例115至124中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较低折射率材料具有1.6或更少的折射率。

[1474] 示例126:根据示例115至125中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料具有1.9或更多的折射率。

[1475] 示例127:根据示例115至126中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较低折射率材料包括二氧化硅。

[1476] 示例128:根据示例115至127中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料包括二氧化钛。

[1477] 示例129:根据示例115至127中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料包括二氧化锆。

[1478] 示例130:根据示例115至127中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料包括氧化锌。

[1479] 示例131:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括用于所述角度范围内的所述第一偏振的平均衍射效率,以及所述第二衍射效率包括用于所述角度范围内的所述第二偏振的平均衍射效率。

[1480] 示例132:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少10%的效率。

[1481] 示例133:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少20%的效率。

[1482] 示例134:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少30%的效率。

[1483] 示例135:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少40%的效率。

[1484] 示例136:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少50%的效率。

[1485] 示例137:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少60%的效率。

[1486] 示例138:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是25度。

[1487] 示例139:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是30度。

[1488] 示例140:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是35度。

[1489] 示例141:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是40度。

[1490] 示例142:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±15度之间。

[1491] 示例143:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±18度之间。

[1492] 示例144:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±20度之间。

[1493] 示例145:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括第一和第二侧壁。

[1494] 示例146:根据示例145所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二侧壁由平台分离。

[1495] 示例147:根据示例145所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二侧壁接合以在所述衍射特征的顶部形成凸角。

[1496] 示例148:根据示例145至147中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,至少所述第一侧壁以一定角度倾斜,使得所述第一侧壁比所述第二侧壁更不陡峭。

[1497] 示例149:根据示例145至148中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一侧壁比所述第二侧壁宽。

[1498] 示例150:根据示例145至149中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一侧壁在所述衍射特征的所述底部处形成从45°到85°的角度。

[1499] 示例151:根据示例145至150中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁在所述衍射特征的所述底部处形成锐角凹角。

[1500] 示例152:根据示例145至151中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括鲨鱼鳍形衍射特征。

[1501] 示例153:根据示例145至150中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁在所述衍射特征的所述底部处形成钝角凹角。

[1502] 示例154:根据示例145至150中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁是垂直的。

[1503] 示例155:根据示例145至150或153至154中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括锯齿形状的衍射特征。

[1504] 示例156:根据示例148至152或154至155中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二侧壁基本上是平行的。

[1505] 示例157:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,针对所述第一偏振的所述第一衍射效率在针对所述第二偏振的所述第二衍射效率的20%之内。

[1506] 示例158:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,针对所述第一偏振的所述第一衍射效率在针对所述第二偏振的所述第二衍射效率的30%之内。

[1507] 示例159:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括透射式衍射光栅。

[1508] 示例160:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括透射式衍射光栅,所述透射式衍射光栅被配置为衍射被透射的光以将光耦合到所述波导中以通过全内反射在其中引导。

[1509] 示例161:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有100纳米到600纳米的高度。

[1510] 示例162:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有200纳米到600纳米的高度。

[1511] 示例163:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有大于200且不超过600纳米的高度。

[1512] 示例164:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有205纳米到600纳米的高度。

[1513] 示例165:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有210纳米到600纳米的高度。

[1514] 示例166:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有220纳米到600纳米的高度。

[1515] 示例167:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有250纳米到600纳米的高度。

[1516] 示例168:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有280纳米到600纳米的高度。

[1517] 示例169:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有300纳米到600纳米的高度。

[1518] 示例170:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有400纳米到600纳米的高度。

[1519] 示例171:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有从290nm到690nm的节距。

[1520] 示例172:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少65%的效率。

[1521] 示例173:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少70%的效率。

[1522] 示例174:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少75%的效率。

[1523] 示例175:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少80%的效率。

[1524] 示例176:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少85%的效率。

[1525] 示例177:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少10度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.6。

[1526] 示例178:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少20度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.6。

[1527] 示例179:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少30度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.6。

[1528] 示例180:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少10度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.6。

[1529] 示例181:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少20度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.6。

[1530] 示例182:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少30度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.6。

[1531] 示例183:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少10度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.65。

[1532] 示例184:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少20度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.65。

[1533] 示例185:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少30度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.65。

[1534] 示例186:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少10度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.65。

[1535] 示例187:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少20度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.65。

[1536] 示例188:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少30度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.65。

[1537] 示例189:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少10度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.7。

[1538] 示例190:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少20度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.7。

[1539] 示例191:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少30度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.7。

[1540] 示例192:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少10度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.7。

[1541] 示例193:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少20度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.7。

[1542] 示例194:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少30度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.7。

[1543] 示例195:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述光投射系统包括微型LED。

[1544] 示例196:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述光投射系统包括DLP或LCOS显示器。

[1545] 示例197:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括

纳米粒子。

[1546] 示例198:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括无机纳米粒子。

[1547] 附加示例-部分XI

[1548] 示例1:一种头戴式显示系统,包括:

[1549] 头戴式框架;

[1550] 被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统;

[1551] 由所述框架支撑的波导,所述波导包括被配置为引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分的衬底,所述衬底具有小于1.9的折射率;

[1552] 第一衍射光栅,其被配置为使得所述衍射光栅具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第一衍射效率,所述第一衍射效率是在入射在其上的光的所述角度范围内的第二偏振的第二衍射效率的1至2倍。

[1553] 示例2:根据示例1所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅在所述衬底之上包括不同于所述衬底的材料。

[1554] 示例3:根据示例1或2所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅形成在所述衬底中。

[1555] 示例4:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括SiO2或玻璃。

[1556] 示例5:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括B203、Li20或La203。

[1557] 示例6:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括聚合物。

[1558] 示例7:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括PC、PMMA、PVA或含丙烯酸酯的树脂。

[1559] 示例8:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.4到小于1.9的折射率的材料。

[1560] 示例9:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.4到1.6的折射率的材料。

[1561] 示例10:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.5到1.6的折射率的材料。

[1562] 示例11:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.4到1.7的折射率的材料。

[1563] 示例12:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.5到1.7的折射率的材料。

[1564] 示例13:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.4到1.8的折射率的材料。

[1565] 示例14:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.5到1.8的折射率的材料。

[1566] 示例15:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具

有至少1.4且小于1.9的折射率的材料。

[1567] 示例16:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有至少1.5且小于1.9的折射率的材料。

[1568] 示例17:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.6到小于1.9的折射率的材料。

[1569] 示例18:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.7到小于1.9的折射率的材料。

[1570] 示例19:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.8到小于1.9的折射率的材料。

[1571] 示例20:根据示例1至3中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有从1.6到1.8的折射率的材料。

[1572] 示例21:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料包括聚合物。

[1573] 示例22:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料包括PC、PMMA、PVA或含丙烯酸酯的树脂。

[1574] 示例23:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料包括可压印材料。

[1575] 示例24:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料包括玻璃。

[1576] 示例25:根据示例1至20中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有1.4至1.7的折射率。

[1577] 示例26:根据示例1至20中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从1.4到1.6的折射率。

[1578] 示例27:根据示例1至20中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从1.5到1.6的折射率。

[1579] 示例28:根据示例1至20中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从1.6到1.8的折射率。

[1580] 示例29:根据示例1至20中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从1.7到1.8的折射率。

[1581] 示例30:根据示例1至20中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从1.8到2.2的折射率。

[1582] 示例31:根据示例1至20中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从1.9到2.2的折射率。

[1583] 示例32:根据示例1至20中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从2.0到2.4的折射率。

[1584] 示例33:根据示例1至20中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从2.2到2.4的折射率。

[1585] 示例34:根据示例1至20中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有从2.2到2.6的折射率。

[1586] 示例35:根据示例1至20中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有高于所述衬底的折射率。

[1587] 示例36:根据示例1至20中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有与所述衬底相同的折射率。

[1588] 示例37:根据示例1至20中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有低于所述衬底的折射率。

[1589] 示例38:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括闪耀衍射光栅。

[1590] 示例39:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括由其间的沟槽间隔开的峰。

[1591] 示例40:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括多条直线。

[1592] 示例41:根据上述示例中的任一项所述的波导,其中,所述衍射光栅包括非对称的衍射特征。

[1593] 示例42:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振包括具有不同偏振角的第一和第二线偏振。

[1594] 示例43:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振包括在正交方向上取向的第一和第二线偏振。

[1595] 示例44:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振分别包括横向磁和横向电偏振。

[1596] 示例45:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振分别包括横向电和横向磁偏振。

[1597] 示例46:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率,以及其中,所述第二衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率。

[1598] 示例47:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率,以及其中,所述第二衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率。

[1599] 示例48:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.8倍。

[1600] 示例49:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.7倍。

[1601] 示例50:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.6倍。

[1602] 示例51:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.5倍。

[1603] 示例52:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.4倍。

[1604] 示例53:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效

率是所述第二衍射效率的1至1.3倍。

[1605] 示例54:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.2倍。

[1606] 示例55:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.1倍。

[1607] 示例56:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是6度。

[1608] 示例57:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是12度。

[1609] 示例58:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是18度。

[1610] 示例59:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是22度。

[1611] 示例60:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±3度之间。

[1612] 示例61:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±6度之间。

[1613] 示例62:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±9度之间。

[1614] 示例63:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±11度之间。

[1615] 示例64:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括在目镜中,所述目镜被配置为将光导引到穿戴所述头戴式显示器的用户的眼睛。

[1616] 示例65:根据示例64所述的头戴式显示系统,其中,所述目镜被设置在所述框架上并且被配置为将来自所述光投射系统的光引导到所述用户的眼睛中以将增强现实图像内容显示到所述用户的所述视场,当所述用户穿戴所述头戴式显示系统时,所述目镜的至少一部分是透明的并且设置在所述用户眼睛前面的位置处,其中,所述透明部分将来自所述用户前面的物理环境的一部分的光透射到所述用户的眼睛,以提供所述用户前面的所述物理环境部分的视图,所述目镜包括。

[1617] 示例66:根据示例64或65所述的头戴式显示系统,其中,所述目镜包括所述至少一个波导,并且所述至少一个波导对可见光是透明的,使得所述用户可以通过所述波导看到。

[1618] 示例67:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括用于将来自所述光投射系统的光耦合到所述波导中以在其中引导的耦入光学元件。

[1619] 示例68:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括用于将来自所述光投射系统的光耦出所述波导并将所述光导引到所述用户的眼睛以将所述图像内容呈现给观看者的耦出光学元件。

[1620] 示例69:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括被配置为将来自所述光投射系统的光耦入到所述波导中的耦入光栅(ICG)。

[1621] 示例70:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光

栅包括以1D阵列形成的衍射特征。

[1622] 示例71:根据示例1至69中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括以2D阵列形成的衍射特征。

[1623] 示例72:根据示例71所述的头戴式显示系统,其中,所述2D阵列包括方形阵列。

[1624] 示例73:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述衍射特征是非对称的,以便提供闪耀光栅。

[1625] 示例74:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述衍射特征具有非对称地沉积在其上的材料以便证明闪耀光栅。

[1626] 示例75:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述第一衍射光栅被配置为优选在至少两个方向上导引光。

[1627] 示例76:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述第一衍射光栅在两个方向上闪耀。

[1628] 示例77:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括一维光栅。

[1629] 示例78:根据示例1至76中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括二维光栅。

[1630] 示例79:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,大多数所述衍射特征在所述第一侧具有所述第一衍射光栅的第一衍射特征和在所述衍射特征的第二侧具有所述第一衍射光栅的第二衍射特征。

[1631] 示例80:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征包括倾斜突起。

[1632] 示例81:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有具有倾斜侧壁的平行四边形的形状的剖面。

[1633] 示例82:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有包括顶面和至少一个倾斜侧壁的剖面。

[1634] 示例83:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有包括顶面和两个倾斜侧壁的剖面。

[1635] 示例84:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有包括顶面和在相同方向上倾斜的两个倾斜侧壁的剖面。

[1636] 示例85:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少10度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.4。

[1637] 示例86:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少20度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.4。

[1638] 示例87:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少30度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.4。

[1639] 示例88:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少10度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.4。

[1640] 示例89:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少20度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.4。

[1641] 示例90:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少30度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.4。

[1642] 示例91:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少10度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.2。

[1643] 示例92:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少20度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.2。

[1644] 示例93:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少30度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.2。

[1645] 示例94:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少10度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.2。

[1646] 示例95:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少20度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.2。

[1647] 示例96:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少30度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.2。

[1648] 示例97:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过1.89的折射率的材料。

[1649] 示例98:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过1.88的折射率的材料。

[1650] 示例99:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过1.85的折射率的材料。

[1651] 示例100:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过1.8的折射率的材料。

[1652] 示例101:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过1.75的折射率的材料。

[1653] 示例102:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过1.7的折射率的材料。

[1654] 示例103:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过1.6的折射率的材料。

[1655] 示例104:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过1.5的折射率的材料。

[1656] 示例105:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,还包括:在所述第一衍射光栅之上的多个子层,所述多个子层包括第一较高折射率材料和第二较低折射率材料。

[1657] 示例106:根据示例105所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较高折射率材料包括二氧化钛($TiO_2$),并且所述第二较低折射率材料包括二氧化硅($SiO_2$)。

[1658] 示例107:根据示例105或106所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层仅包括两个子层。

[1659] 示例108:根据示例105或106所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括至少四个子层。

[1660] 示例109:根据示例105至108中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层在所述第一材料与所述第二材料之间交替。

[1661] 示例110:根据示例105至109中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括干涉涂层。

[1662] 示例111:根据示例105至110中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括四分之一波堆叠。

[1663] 示例112:根据示例105至111中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层之上的所述多个子层形成带通滤波器。

[1664] 示例113:根据示例105至111中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层之上的所述多个子层形成陷波滤波器。

[1665] 示例114:根据示例105至111中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层之上的所述多个子层形成抗反射(AR)涂层。

[1666] 示例115:根据示例105至114中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较低折射率材料具有1.6或更少的折射率。

[1667] 示例116:根据示例105至115中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料具有1.9或更多的折射率。

[1668] 示例117:根据示例105至116中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较低折射率材料包括二氧化硅。

[1669] 示例118:根据示例105至117中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料包括二氧化钛。

[1670] 示例119:根据示例105至117中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料包括二氧化锆。

[1671] 示例120:根据示例105至117中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料包括氧化锌。

[1672] 示例121:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括用于所述角度范围内的所述第一偏振的平均衍射效率,以及所述第二衍射效率包括用于所述角度范围内的所述第二偏振的平均衍射效率。

[1673] 示例122:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少10%的效率。

[1674] 示例123:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少20%的效率。

[1675] 示例124:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少30%的效率。

[1676] 示例125:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少40%的效率。

[1677] 示例126:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少50%的效率。

[1678] 示例127:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少60%的效率。

[1679] 示例128:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是25度。

[1680] 示例129:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是30度。

[1681] 示例130:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是35度。

[1682] 示例131:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是40度。

[1683] 示例132:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±15度之间。

[1684] 示例133:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±18度之间。

[1685] 示例134:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±20度之间。

[1686] 示例135:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括第一和第二侧壁。

[1687] 示例136:根据示例135所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二侧壁由平台分离。

[1688] 示例137:根据示例135所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二侧壁接合以在所述衍射特征的顶部形成凸角。

[1689] 示例138:根据示例135至137中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,至少所述第一侧壁以一定角度倾斜,使得所述第一侧壁比所述第二侧壁更不陡峭。

[1690] 示例139:根据示例135至138中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一侧壁比所述第二侧壁宽。

[1691] 示例140:根据示例135至139中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一侧壁在所述衍射特征的所述底部处形成从45°到85°的角度。

[1692] 示例141:根据示例135至140中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁在所述衍射特征的所述底部处形成锐角凹角。

[1693] 示例142:根据示例135至141中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括鲨鱼鳍形衍射特征。

[1694] 示例143:根据示例135至140中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁在所述衍射特征的所述底部处形成钝角凹角。

[1695] 示例144:根据示例135至140中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二

侧壁是垂直的。

[1696] 示例145:根据示例135至140或143至144中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括锯齿形状的衍射特征。

[1697] 示例146:根据示例138至142或144至145中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二侧壁基本上是平行的。

[1698] 示例147:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,针对所述第一偏振的所述第一衍射效率在针对所述第二偏振的所述第二衍射效率的20%之内。

[1699] 示例148:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,针对所述第一偏振的所述第一衍射效率在针对所述第二偏振的所述第二衍射效率的30%之内。

[1700] 示例149:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括透射式衍射光栅。

[1701] 示例150:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括透射式衍射光栅,所述透射式衍射光栅被配置为衍射被透射的光以将光耦合到所述波导中以通过全内反射在其中引导。

[1702] 示例151:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有100纳米到600纳米的高度。

[1703] 示例152:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有200纳米到600纳米的高度。

[1704] 示例153:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有300纳米到600纳米的高度。

[1705] 示例154:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有大于200且不超过600纳米的高度。

[1706] 示例155:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有205纳米到600纳米的高度。

[1707] 示例156:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有210纳米到600纳米的高度。

[1708] 示例157:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有220纳米到600纳米的高度。

[1709] 示例158:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有250纳米到600纳米的高度。

[1710] 示例159:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有280纳米到600纳米的高度。

[1711] 示例160:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有300纳米到600纳米的高度。

[1712] 示例161:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有400纳米到600纳米的高度。

[1713] 示例162:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射特征具有从290nm到690nm的节距。

[1714] 示例163:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范

围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少65％的效率。

[1715] 示例164:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少70％的效率。

[1716] 示例165:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少75％的效率。

[1717] 示例166:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少80％的效率。

[1718] 示例167:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内平均的所述第一衍射效率和在所述角度范围内平均的所述第二衍射效率具有至少85％的效率。

[1719] 示例168:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少10度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.6。

[1720] 示例169:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少20度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.6。

[1721] 示例170:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少30度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.6。

[1722] 示例171:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少10度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.6。

[1723] 示例172:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少20度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.6。

[1724] 示例173:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少30度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.6。

[1725] 示例174:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少10度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.65。

[1726] 示例175:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少20度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.65。

[1727] 示例176:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少30度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率平均至少是0.65。

[1728] 示例177:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少10度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.65。

[1729] 示例178:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少20度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.65。

[1730] 示例179:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少30度的入射光的角度范围,所述第一和第二衍射效率至少是0.65。

[1731] 示例180:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,对于至少10度

的入射光的角度范围，所述第一和第二衍射效率平均至少是0.7。

[1732] 示例181：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，对于至少20度的入射光的角度范围，所述第一和第二衍射效率平均至少是0.7。

[1733] 示例182：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，对于至少30度的入射光的角度范围，所述第一和第二衍射效率平均至少是0.7。

[1734] 示例183：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，对于至少10度的入射光的角度范围，所述第一和第二衍射效率至少是0.7。

[1735] 示例184：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，对于至少20度的入射光的角度范围，所述第一和第二衍射效率至少是0.7。

[1736] 示例185：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，对于至少30度的入射光的角度范围，所述第一和第二衍射效率至少是0.7。

[1737] 示例186：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述光投射系统包括微型LED。

[1738] 示例187：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述光投射系统包括DLP或LCOS显示器。

[1739] 示例188：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括纳米粒子。

[1740] 示例189：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括无机纳米粒子。

[1741] 示例170：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括聚合物。

[1742] 附加示例-部分XII

[1743] 示例1：一种头戴式显示系统，包括：

[1744] 头戴式框架；

[1745] 被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统；

[1746] 由所述框架支撑的波导，所述波导包括被配置为引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分的衬底；

[1747] 第一衍射光栅，其被配置为具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第一衍射效率以及入射在其上的光的角度范围内的第二偏振的第二衍射效率，所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至2倍；

[1748] 第二衍射光栅，所述衬底被配置为经由所述第二衍射光栅引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分，所述第二衍射光栅

[1749] 被配置为具有在入射在其上的光的角度范围内的所述第一偏振的第三衍射效率以及入射在其上的光的角度范围内的所述第二偏振的第四衍射效率，所述第四衍射效率是所述第三衍射效率的1至2倍，或所述第三衍射效率是入射在其上的光的角度范围内的所述第四衍射效率的1至2倍；

[1750] 其中，所述第一衍射光栅在所述衬底的第一侧，并且所述第二衍射光栅在与所述衬底的所述第一侧相对的所述衬底的第二侧。

[1751] 示例3：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述第一衍射光

栅包括透射式衍射光栅。

[1752] 示例4:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括透射式衍射光栅,所述透射式衍射光栅被配置为衍射被透射的光以将光耦合到所述波导中以通过全内反射在其中引导。

[1753] 示例5:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅包括反射式衍射光栅。

[1754] 示例6:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅包括反射式衍射光栅,所述反射式衍射光栅被配置为衍射被反射的光以将光耦合到所述波导中以通过全内反射在其中引导。

[1755] 示例7:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二衍射光栅包括直列光栅。

[1756] 示例8:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二衍射光栅被对准,使得透射通过所述第一衍射光栅而不被衍射的光将入射在所述第二衍射光栅上。

[1757] 示例9:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅在所述衬底之上包括不同于所述衬底的材料。

[1758] 示例10:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅形成在所述衬底中。

[1759] 示例11:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,还包括:设置在所述第一衍射光栅之上的第一层。

[1760] 示例12:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅在所述衬底之上包括不同于所述衬底的材料。

[1761] 示例13:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅形成在所述衬底中。

[1762] 示例14:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,还包括:设置在所述第二衍射光栅之上的第二层。

[1763] 示例14:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,还包括:设置在所述第二层之上的第三层。

[1764] 示例15:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括基于锂的氧化物。

[1765] 示例16:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括铌酸锂。

[1766] 示例17:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括碳化硅。

[1767] 示例18:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有至少1.9的折射率的材料。

[1768] 示例19:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有至少2.0的折射率的材料。

[1769] 示例20:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具

有至少2.1的折射率的材料。

[1770] 示例21:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有至少2.2的折射率的材料。

[1771] 示例22:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有至少2.3的折射率的材料。

[1772] 示例23:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料包括聚合物。

[1773] 示例24:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料包括可压印材料。

[1774] 示例25:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有1.4至1.95的折射率。

[1775] 示例26:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅材料具有低于所述衬底的折射率。

[1776] 示例27:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括闪耀衍射光栅。

[1777] 示例28:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括由其间的沟槽间隔开的峰。

[1778] 示例29:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括多条直线。

[1779] 示例30:根据上述示例中的任一项所述的方法,其中,所述第一衍射光栅包括非对称的衍射特征。

[1780] 示例31:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅材料包括聚合物。

[1781] 示例32:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅材料包括可压印材料。

[1782] 示例33:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅材料具有1.4至1.95的折射率。

[1783] 示例34:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅材料具有低于所述衬底的折射率。

[1784] 示例35:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅包括闪耀衍射光栅。

[1785] 示例36:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括由其间的沟槽间隔开的峰。

[1786] 示例37:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括多条直线。

[1787] 示例38:根据上述示例中的任一项所述的波导,其中,所述第二衍射光栅包括非对称的衍射特征。

[1788] 示例39:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层具有从1.95到2.7的折射率。

[1789] 示例40:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层具有从2.1到2.7的折射率。

[1790] 示例41:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层具有从2.2到2.7的折射率。

[1791] 示例42:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层具有从2.3到2.7的折射率。

[1792] 示例43:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括电介质。

[1793] 示例44:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括二氧化钛($TiO_2$)。

[1794] 示例39:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二层具有从1.95到2.7的折射率。

[1795] 示例40:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二层具有从2.1到2.7的折射率。

[1796] 示例41:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二层具有从2.2到2.7的折射率。

[1797] 示例42:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二层具有从2.3到2.7的折射率。

[1798] 示例43:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二层包括电介质。

[1799] 示例44:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二层包括二氧化钛($TiO_2$)。

[1800] 示例45:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第三层包括金属。

[1801] 示例46:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第三层包括Al、Ag、或AlSi。

[1802] 示例47:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振包括具有不同偏振角的第一和第二线偏振。

[1803] 示例48:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振包括在正交方向上取向的第一和第二线偏振。

[1804] 示例49:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振分别包括横向磁和横向电偏振。

[1805] 示例50:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二偏振分别包括横向电和横向磁偏振。

[1806] 示例51:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率,以及其中,所述第二衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率。

[1807] 示例52:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率包括用于跨所述可见光谱平均的横向电偏振光的衍射效率,以及其中,所述第二衍射效

率包括用于跨所述可见光谱平均的横向磁偏振光的衍射效率。

[1808] 示例53:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.5倍。

[1809] 示例54:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.4倍。

[1810] 示例55:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.3倍。

[1811] 示例56:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.2倍。

[1812] 示例57:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射效率是所述第二衍射效率的1至1.1倍。

[1813] 示例58:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第三衍射效率是所述第四衍射效率的1至1.5倍或者所述第四衍射效率是所述第三衍射效率的1至1.5倍。

[1814] 示例59:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第三衍射效率是所述第四衍射效率的1至1.4倍或者所述第四衍射效率是所述第三衍射效率的1至1.4倍。

[1815] 示例60:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第三衍射效率是所述第四衍射效率的1至1.3倍或者所述第四衍射效率是所述第三衍射效率的1至1.3倍。

[1816] 示例61:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第三衍射效率是所述第四衍射效率的1至1.2倍或者所述第四衍射效率是所述第三衍射效率的1至1.2倍。

[1817] 示例62:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第三衍射效率是所述第四衍射效率的1至1.1倍或者所述第四衍射效率是所述第三衍射效率的1至1.1倍。

[1818] 示例63:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅是透射式衍射光栅,其与从其反射的光比,其衍射通过其透射的光更多。

[1819] 示例64:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅是反射式衍射光栅,其与通过其透射的光比,其衍射从其反射的光更多。

[1820] 示例65:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是6度。

[1821] 示例66:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是12度。

[1822] 示例67:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是18度。

[1823] 示例68:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是22度。

[1824] 示例69:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相

对于所述衬底平面在±3度之间。

[1825] 示例70:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±6度之间。

[1826] 示例71:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±9度之间。

[1827] 示例72:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±11度之间。

[1828] 示例73:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括在目镜中,所述目镜被配置为将光导引到穿戴所述头戴式显示器的用户的眼睛。

[1829] 示例74:根据示例73所述的头戴式显示系统,其中,所述目镜被设置在所述框架上并且被配置为将来自所述光投射系统的光引导到所述用户的眼睛中以将增强现实图像内容显示到所述用户的所述视场,当所述用户穿戴所述头戴式显示系统时,所述目镜的至少一部分是透明的并且设置在所述用户眼睛前面的位置处,其中,所述透明部分将来自所述用户前面的物理环境的一部分的光透射到所述用户的眼睛,以提供所述用户前面的所述物理环境部分的视图,所述目镜包括。

[1830] 示例75:根据示例73或74所述的头戴式显示系统,其中,所述目镜包括所述至少一个波导,并且所述至少一个波导对可见光是透明的,使得所述用户可以通过所述波导看到。

[1831] 示例76:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括被配置为将来自所述光投射系统的光耦入到所述波导中的耦入光栅(ICG)。

[1832] 示例77:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层共形地沉积到所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征上。

[1833] 示例78:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层以一定角度定向沉积到所述一个或多个衍射特征上。

[1834] 示例79:根据示例78所述的头戴式显示系统,其中,所述角度包括相对于所述衬底的平面主表面的75至105度。

[1835] 示例80:根据示例78所述的头戴式显示系统,其中,所述角度相对于所述第一衍射光栅的一个或多个衍射特征的表面是75至105度。

[1836] 示例81:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括以1D阵列形成的衍射特征。

[1837] 示例82:根据示例1至75中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括以2D阵列形成的衍射特征。

[1838] 示例83:根据示例82所述的头戴式显示系统,其中,所述2D阵列包括方形阵列。

[1839] 示例84:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述衍射特征是非对称的,以便提供闪耀光栅。

[1840] 示例85:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述衍射特征具有非对称地沉积在其上的材料以便证明闪耀光栅。

[1841] 示例86:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述第一衍射光栅被配置为优选在至少两个方向上导引光。

[1842] 示例87:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示器,其中,所述第一衍射光栅

在两个方向上闪耀。

[1843] 示例88:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括一维光栅。

[1844] 示例89:根据示例1至87中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括二维光栅。

[1845] 示例90:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过2.6的折射率的材料。

[1846] 示例91:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过2.7的折射率的材料。

[1847] 示例92:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括具有不超过2.8的折射率的材料。

[1848] 示例93:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括电介质。

[1849] 示例94:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括具有1.9或更多的折射率的材料。

[1850] 示例95:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,还包括:抗反射涂层,以减少所述第一衍射光栅的反射。

[1851] 示例96:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,还包括:带通滤波器或陷波滤波器,以改变所述第一衍射光栅的光谱反射率和/或光谱透射。

[1852] 示例97:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,还包括:在所述第一层之上的多个子层,所述多个子层包括第一较高折射率材料和第二较低折射率材料。

[1853] 示例98:根据示例97所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较高折射率材料包括二氧化钛($TiO_2$),并且所述第二较低折射率材料包括二氧化硅($SiO_2$)。

[1854] 示例99:根据示例97或98所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层仅包括两个子层。

[1855] 示例100:根据示例97或98所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括至少四个子层。

[1856] 示例101:根据示例97至100中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层在所述第一材料与所述第二材料之间交替。

[1857] 示例102:根据示例97至101中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括干涉涂层。

[1858] 示例103:根据示例97至102中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述多个子层包括四分之一波堆叠。

[1859] 示例104:根据示例97至103中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层之上的所述多个子层形成带通滤波器。

[1860] 示例105:根据示例97至104中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层之上的所述多个子层形成陷波滤波器。

[1861] 示例106:根据示例97至105中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层之上的所述多个子层形成抗反射(AR)涂层。

[1862] 示例107:根据示例97至106中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较低折射率材料具有1.6或更少的折射率。

[1863] 示例108:根据示例97至107中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料具有1.9或更多的折射率。

[1864] 示例109:根据示例97至108中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一较低折射率材料包括二氧化硅。

[1865] 示例110:根据示例97至109中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料包括二氧化钛。

[1866] 示例111:根据示例97至109中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料包括二氧化锆。

[1867] 示例112:根据示例97至109中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二较高折射率材料包括氧化锌。

[1868] 示例113:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括用于所述角度范围内的所述第一偏振的平均衍射效率,以及所述第二衍射效率包括用于所述角度范围内的所述第二偏振的平均衍射效率。

[1869] 示例114:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是25度。

[1870] 示例115:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是30度。

[1871] 示例116:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是35度。

[1872] 示例117:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围至少是40度。

[1873] 示例118:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±15度之间。

[1874] 示例119:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±18度之间。

[1875] 示例120:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述角度范围相对于所述衬底平面在±20度之间。

[1876] 示例121:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括第一和第二侧壁。

[1877] 示例122:根据示例121所述的头戴式显示系统,其中,至少所述第一侧壁是倾斜的。

[1878] 示例123:根据示例121或122所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二侧壁由平台分离。

[1879] 示例124:根据示例121或122所述的头戴式显示系统,其中,所述第一和第二侧壁接合以在所述衍射特征的顶部形成凸角。

[1880] 示例125:根据示例116至119中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一侧壁以一定角度倾斜,使得所述第一侧壁比所述第二侧壁更不陡峭。

[1881] 示例126:根据示例116至120中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一侧壁比所述第二侧壁宽。

[1882] 示例127:根据示例116至121中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一侧壁在所述衍射特征的所述底部处形成从45°到85°的角度。

[1883] 示例128:根据示例116至122中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁在所述衍射特征的所述底部处形成锐角凹角。

[1884] 示例129:根据示例116至123中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括鲨鱼鳍形衍射特征。

[1885] 示例130:根据示例116至122中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁在所述衍射特征的所述底部处形成钝角凹角。

[1886] 示例131:根据示例116至122中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁是垂直的。

[1887] 示例132:根据示例116至122或125至126中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一衍射光栅包括锯齿形状的衍射特征。

[1888] 示例133:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括偏置沉积。

[1889] 示例134:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层包括掠射角沉积。

[1890] 示例135:根据示例121至134中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层被偏置,以与所述第二侧壁比,在所述第一侧壁上提供更多的覆盖。

[1891] 示例136:根据示例121至135中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,与所述第二侧壁比,所述第一层覆盖所述第一侧壁的更大的部分。

[1892] 示例137:根据示例121至136中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一层被偏置,以与所述第二侧壁比,在所述第一侧壁上提供更多的覆盖。

[1893] 示例138:根据示例121至137中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,与所述第二侧壁比,所述第一层在所述第一侧壁上提供平均更厚的覆盖。

[1894] 示例139:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二衍射光栅包括衍射特征,所述衍射特征包括第一和第二侧壁。

[1895] 示例140:根据示例139所述的头戴式显示系统,其中,所述第一侧壁以较浅的角度倾斜,并且所述第二侧壁以较陡的角度倾斜。

[1896] 示例141:根据示例139或140中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一侧壁完全由所述第二层覆盖。

[1897] 示例142:根据示例139至141中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁的至少一部分未由所述第二层覆盖。

[1898] 示例143:根据示例139至142中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,与所述第一侧壁比,所述第二侧壁包括更多的未由所述第二层覆盖的区域。

[1899] 示例144:根据示例139至143中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第三层包括共形沉积。

[1900] 示例145:根据示例139至144中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第一

和第二侧壁完全由所述第三层覆盖。

[1901] 示例146:根据示例139至145中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第三层不被偏置,以与所述第二侧壁比,覆盖更多的所述第一侧壁。

[1902] 示例147:根据示例139至146中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,与所述第二侧壁比,所述第三层在所述第一侧壁上不提供更厚的覆盖。

[1903] 示例148:根据示例139至147中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,与所述第二侧壁比,所述第三层在所述第一侧壁上不提供更厚的覆盖。

[1904] 示例149:根据示例139至148中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述第二侧壁完全由所述第三层覆盖。

[1905] 示例150:根据示例139至149中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,与所述第一侧壁比,所述第二侧壁不包括更多的未由所述第三层覆盖的区域。

[1906] 示例151:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内,针对所述第一偏振的所述第一衍射效率比针对所述第二偏振的所述第二衍射效率高不超过20%。

[1907] 示例152:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内,针对所述第一偏振的所述第一衍射效率比针对所述第二偏振的所述第二衍射效率高不超过30%。

[1908] 示例153:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内,针对所述第一偏振的所述第一衍射效率比针对所述第二偏振的所述第二衍射效率高不超过40%。

[1909] 示例154:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内,针对所述第一偏振的所述第一衍射效率比针对所述第二偏振的所述第二衍射效率高不超过50%。

[1910] 示例155:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内,针对所述第二偏振的所述第二衍射效率比针对所述第一偏振的所述第一衍射效率高不超过20%。

[1911] 示例156:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内,针对所述第二偏振的所述第二衍射效率比针对所述第一偏振的所述第一衍射效率高不超过30%。

[1912] 示例157:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内,针对所述第二偏振的所述第二衍射效率比针对所述第一偏振的所述第一衍射效率高不超过40%。

[1913] 示例158:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内,针对所述第二偏振的所述第二衍射效率比针对所述第一偏振的所述第一衍射效率高不超过50%。

[1914] 示例159:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范围内,针对所述第一偏振的所述第三衍射效率比针对所述第二偏振的所述第四衍射效率高不超过20%。

[1915] 示例160:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,在所述角度范

围内，针对所述第一偏振的所述第三衍射效率比针对所述第二偏振的所述第四衍射效率高不超过30％。

[1916] 示例161：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，在所述角度范围内，针对所述第一偏振的所述第三衍射效率比针对所述第二偏振的所述第四衍射效率高不超过40％。

[1917] 示例162：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，在所述角度范围内，针对所述第一偏振的所述第三衍射效率比针对所述第二偏振的所述第四衍射效率高不超过50％。

[1918] 示例163：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，在所述角度范围内，针对所述第二偏振的所述第四衍射效率比针对所述第一偏振的所述第三衍射效率高不超过20％。

[1919] 示例164：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，在所述角度范围内，针对所述第二偏振的所述第四衍射效率比针对所述第一偏振的所述第三衍射效率高不超过30％。

[1920] 示例165：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，在所述角度范围内，针对所述第二偏振的所述第四衍射效率比针对所述第一偏振的所述第三衍射效率高不超过40％。

[1921] 示例166：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，在所述角度范围内，针对所述第二偏振的所述第四衍射效率比针对所述第一偏振的所述第三衍射效率高不超过50％。

[1922] 示例167：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，具有形成在其上的所述第二层和第三层的所述第二衍射光栅包括反射式衍射光栅。

[1923] 示例168：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，具有在其上形成的所述第二层和第三层的所述第二衍射光栅包括反射式衍射光栅，所述反射式衍射光栅被配置为衍射被反射的光以将光耦合到所述波导中以通过全内反射在其中引导。

[1924] 示例169：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述衍射特征具有100纳米到600纳米的高度。

[1925] 示例170：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述衍射特征具有200纳米到600纳米的高度。

[1926] 示例171：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述衍射特征具有300纳米到600纳米的高度。

[1927] 示例172：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述衍射特征具有从290nm到690nm的节距。

[1928] 示例173：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述光投射系统包括微型LED。

[1929] 示例174：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述光投射系统包括DLP或LCOS显示器。

[1930] 示例175：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括纳米粒子。

[1931] 示例176:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括无机纳米粒子。

[1932] 示例177:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衬底包括聚合物。

[1933] 附加示例-部分XIII

[1934] 示例1:一种头戴式显示系统,包括:

[1935] 头戴式框架;

[1936] 被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统;

[1937] 由所述框架支撑的波导,所述波导包括被配置为引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分的衬底;

[1938] 第一衍射光栅,其被配置为具有在入射在其上的光的角度范围内的第一偏振的第一衍射效率,所述第一衍射效率大于入射在其上的光的角度范围内的第二偏振的第二衍射效率;

[1939] 第二衍射光栅,所述衬底被配置为经由所述第二衍射光栅引导耦接到所述波导中的来自所述光投射系统的光的至少一部分;所述第二衍射光栅

[1940] 被配置为具有在入射在其上的光的角度范围内的所述第一偏振的第三衍射效率以及入射在其上的光的角度范围内的所述第二偏振的第四衍射效率,所述第四衍射效率是所述第三衍射效率的1至2倍,或所述第三衍射效率是入射在其上的光的角度范围内的所述第四衍射效率的1至2倍;

[1941] 其中,所述第一衍射光栅在所述衬底的第一侧,并且所述第二衍射光栅在与所述衬底的所述第一侧相对的所述衬底的第二侧。

[1942] 附加示例-部分XIV

[1943] 示例1:一种头戴式显示系统,包括:

[1944] 头戴式框架;

[1945] 被配置为输出光以提供图像内容的光投射系统;

[1946] 由所述框架支撑的波导,所述波导包括被配置为引导耦接到所述波导和所述用户眼睛中的来自所述光投射系统的光的至少一部分的衬底;

[1947] 形成在衬底中或衬底上的至少一个衍射光栅,

[1948] 其中,所述衬底包括纳米粒子。

[1949] 示例2:根据示例1所述的头戴式显示系统,其中,所述纳米粒子包括无机纳米粒子。

[1950] 示例3:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射光栅包括耦入光栅。

[1951] 示例4:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述衍射光栅包括耦出光栅。

[1952] 示例5:根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统,其中,所述波导包括在目镜中,所述目镜被配置为将光导引到穿戴所述头戴式显示器的用户的眼睛。

[1953] 示例6:根据示例7所述的头戴式显示系统,其中,所述目镜被设置在所述框架上并且被配置为将来自所述光投射系统的光引导到所述用户的眼睛中以将增强现实图像内容

显示到所述用户的所述视场，当所述用户穿戴所述头戴式显示系统时，所述目镜的至少一部分是透明的并且设置在所述用户眼睛前面的位置处，其中，所述透明部分将来自所述用户前面的物理环境的一部分的光透射到所述用户的眼睛，以提供所述用户前面的所述物理环境部分的视图。

[1954] 示例7：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述波导包括用于将来自所述光投射系统的光耦合到所述波导中以在其中引导的耦入光学元件。

[1955] 示例8：根据上述示例中的任一项所述的头戴式显示系统，其中，所述衬底包括聚合物。

[1956] 可以组合任何部分中的任何上述示例。

[1957] C.附加考虑

[1958] 在前述说明书中，本发明已经参考其特定实施例描述。然而，将明显的是，在本发明的较宽精神和范围的情况下，可以对其做出各种修改和改变。因此，说明书和附图将被认为是说明性而非限制性意义。

[1959] 实际上，将理解到，本公开的系统和方法各自具有数个创新方面，其中没有单独一个仅负责或者要求本文所公开的期望的属性。上文所描述的各种特征和工艺可以彼此独立地使用，或者可以以各种方式组合。所有可能的组合和子组合旨在落入本公开的范围内。

[1960] 在分离的实施例的上下文中在该说明书中所描述的某些特征还可以组合实现在单个实施例中。相反地，在单个实施例中的上下文中所描述的各种特征也可以单独地或者以任何适合的子组合被实现在多个实施例中。而且，尽管以上可以将特征描述为以某些组合起作用并且甚至最初如此宣称，但是在某些情况下可以从组合中切除所要求保护的组合中的一个或多个特征，并且所要求保护的组合可以针对子组合或子组合的变体。对于每个实施例，没有单个特征或一组特征是必要的或必不可少的。

[1961] 将理解到，除非另外特别说明，否则本文所使用或者如使用的上下文内以其他方式理解的条件语言(诸如尤其“可以”、“可”、“可能”、“可能会”、“例如”等)通常旨在表达某些实施例包括而其他实施例不包括某些特征、元件和/或步骤。因此，这样的条件语言通常不旨在暗示特征、元素和/或步骤以任何方式对于一个或多个实施例是必需的，或者一个或多个实施例必然包括用于在有或没有作者输入或提示的情况下决定这些特征、元素和/或步骤是否在任何特定实施例中被包括或将被执行的逻辑。术语“包括”、“包含”、“具有”等是同义词，以开放式方式包含地使用，并且不排除附加要素、特征、动作、操作等。而且，术语“或”以其包含的含义使用(而不是以其排他的含义使用)，因此例如在用于连接元素列表时，术语“或”表示列表中的一个、一些或全部元素。另外，在本申请和所附权利要求书中使用的“一”、“一个”和“该”应被解释为表示“一个或多个”或“至少一个”，除非另有说明。类似地，尽管可以以特定顺序在附图中描绘操作，但是要认识到，不需要以所示的特定顺序或相继顺序来执行这样的操作，或者不需要执行所有示出的操作来实现理想的结果。此外，附图可以以流程图的形式示意性地描绘一个或多个示例工艺。然而，未描绘的其他操作可以包含在示意性地示出的示例方法和工艺中。例如，可以在任何所示操作之前、之后、同时或之间执行一个或多个附加操作。另外，在其他实施例中，操作可以重新布置或重新排序。在某些情况下，多任务和并行处理可以是有利的。而且，上文所描述的实施例中的各种系统部件的分离不应该被理解为在所有实施例中都要求这样的分离，并且应该理解的是，所描述的

程序部件和系统通常可以一起集成在单个软件产品中或者封装到多个软件产品中。此外，其他实施例在以下权利要求的范围内。在一些情况下，权利要求中所记载的动作可以以不同的次序执行并且仍然实现期望的结果。

[1962] 因此，权利要求不旨在限于本文中所示的实施例，而是将符合与本文所公开的本公开、原理和新颖特征一致的最宽范围。

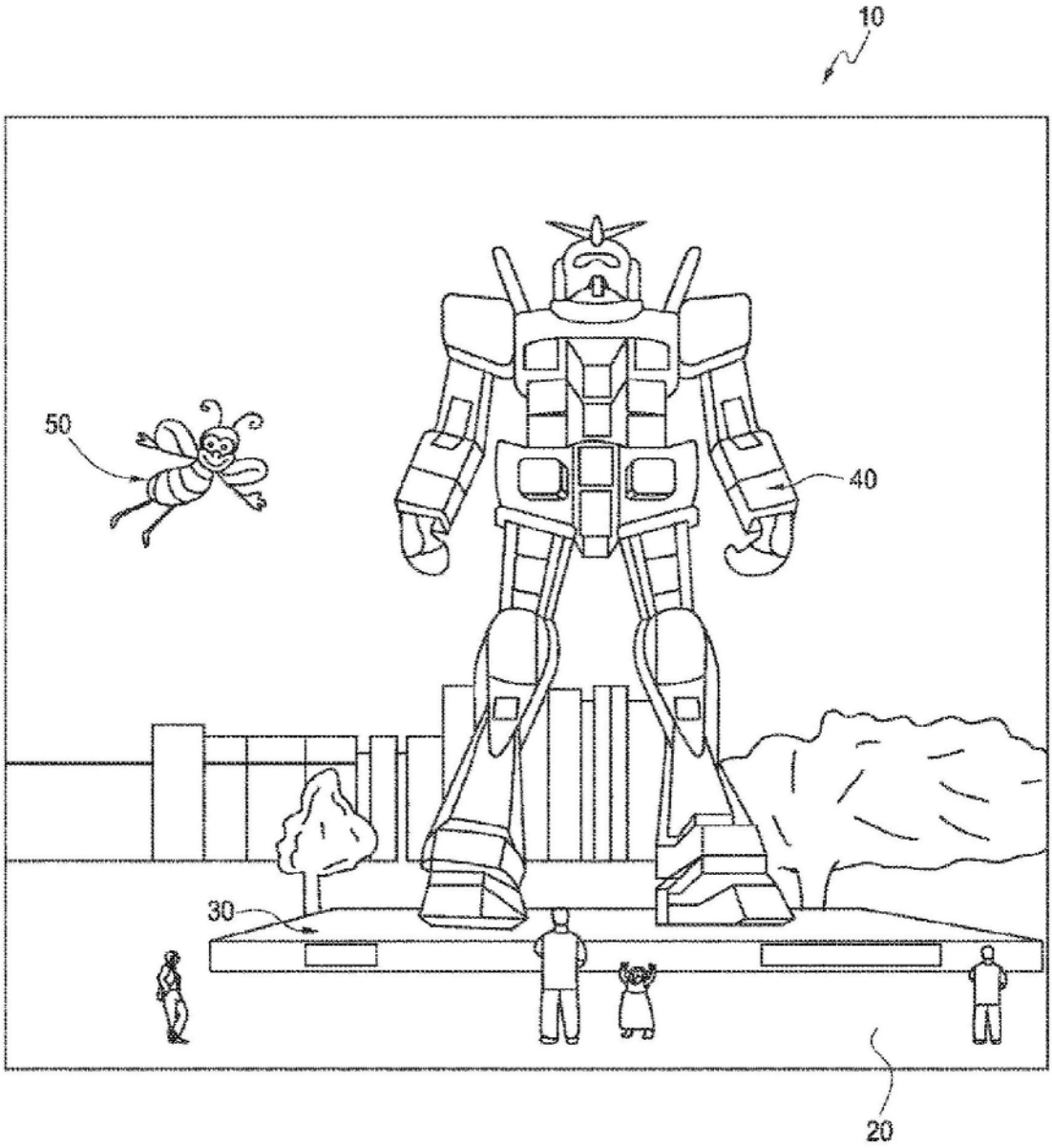



图1

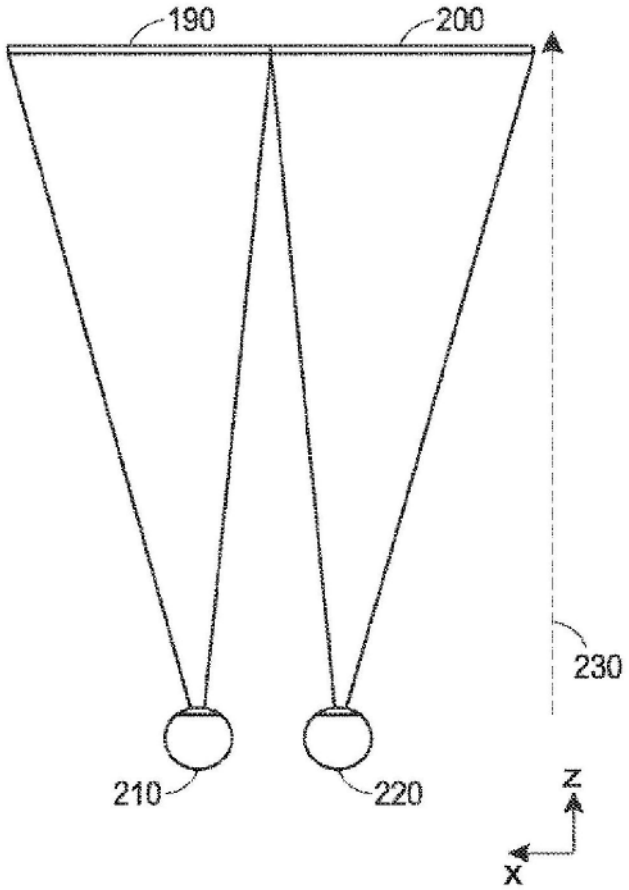



图2

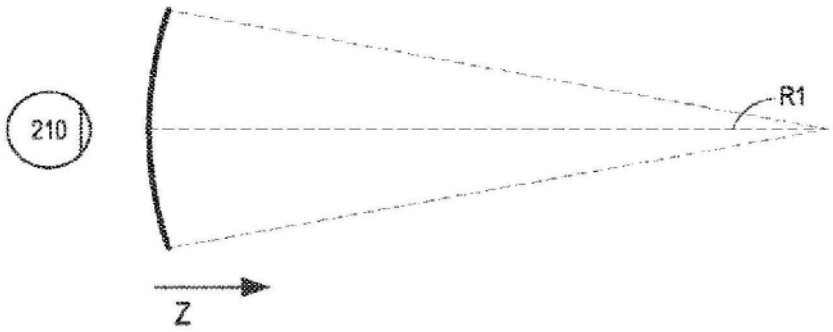



图3A

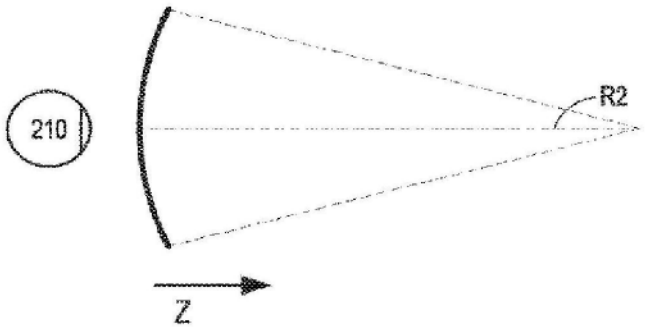



图3B

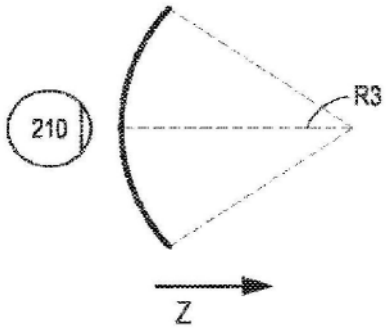



图3C

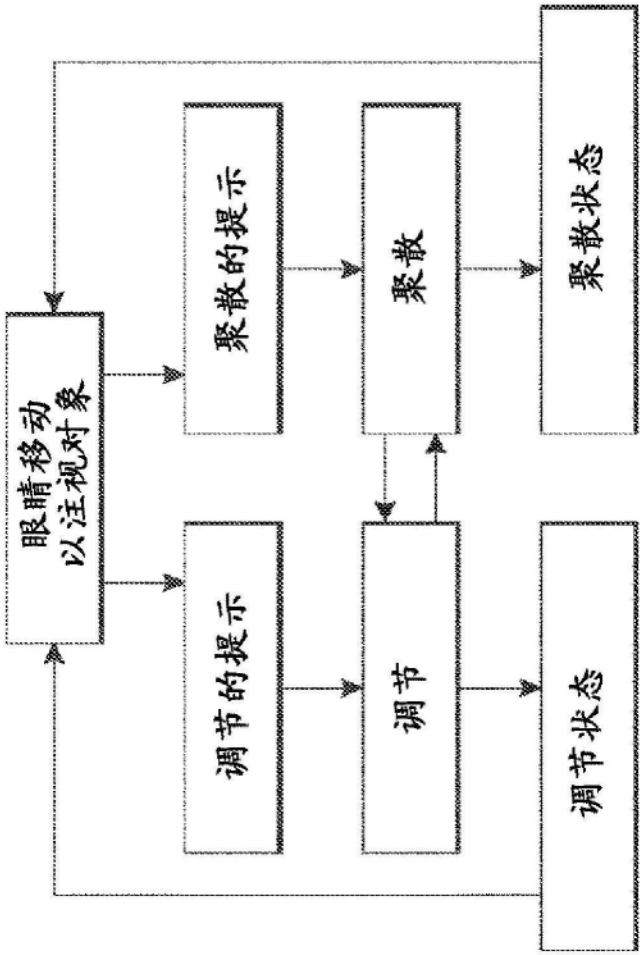



图4A

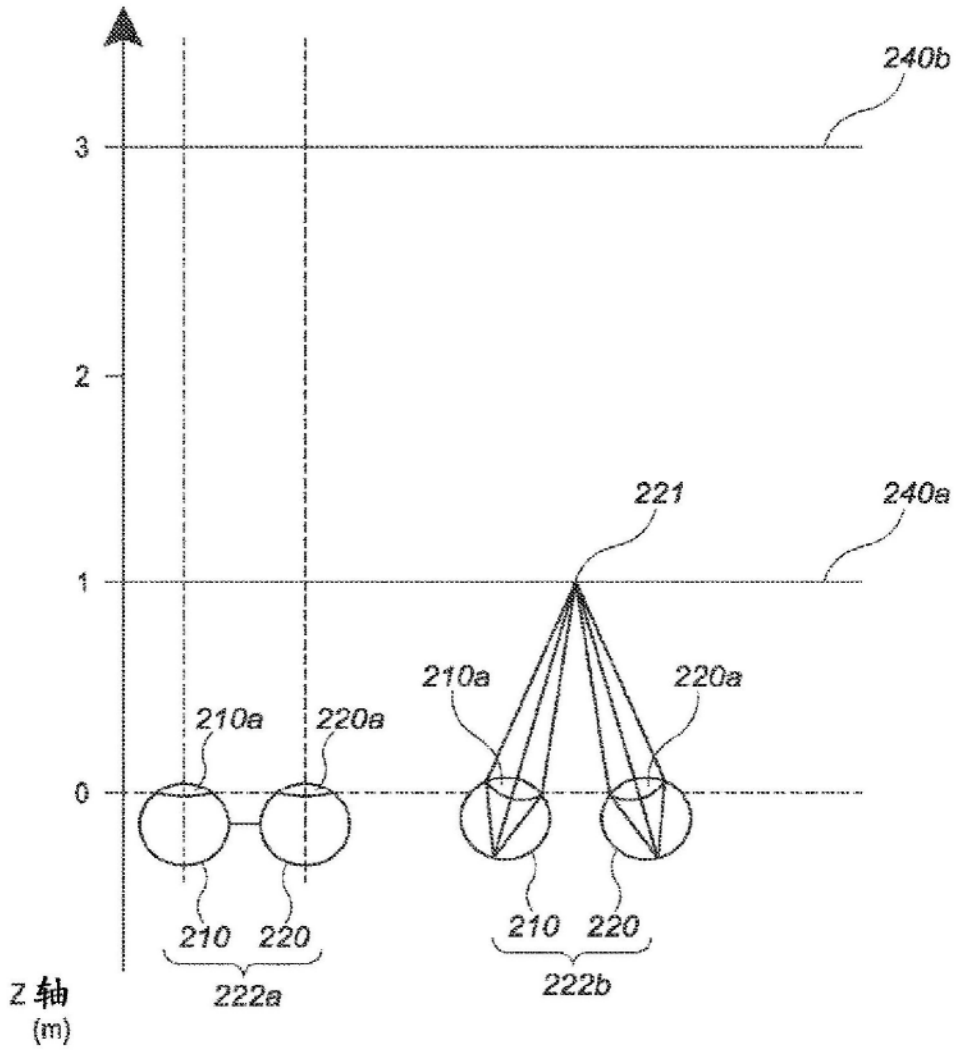

240b
3
2
221
240a
1
210a
220a
210a
220a
0
210
220
210
220
222a
222b
Z 轴
(m)

图4B

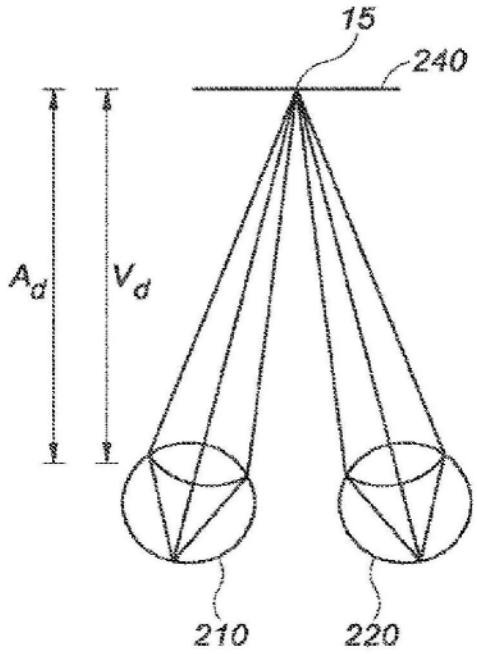



图4C

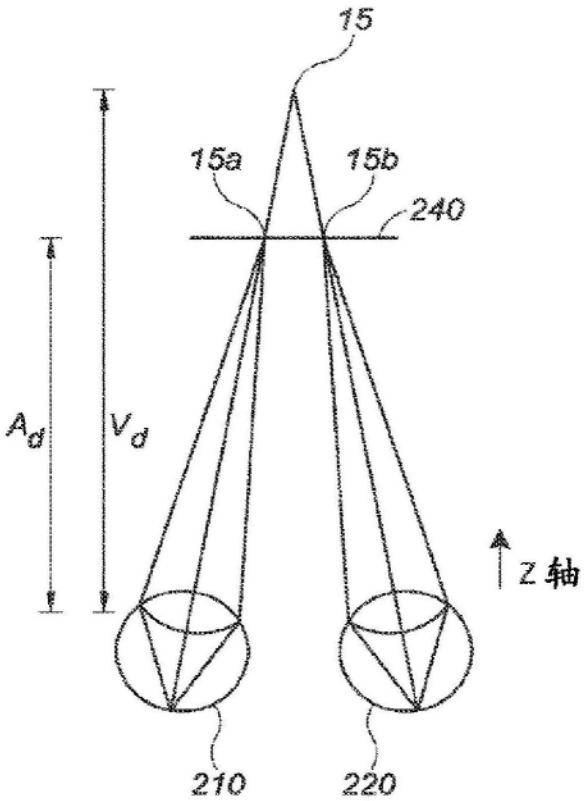



图4D

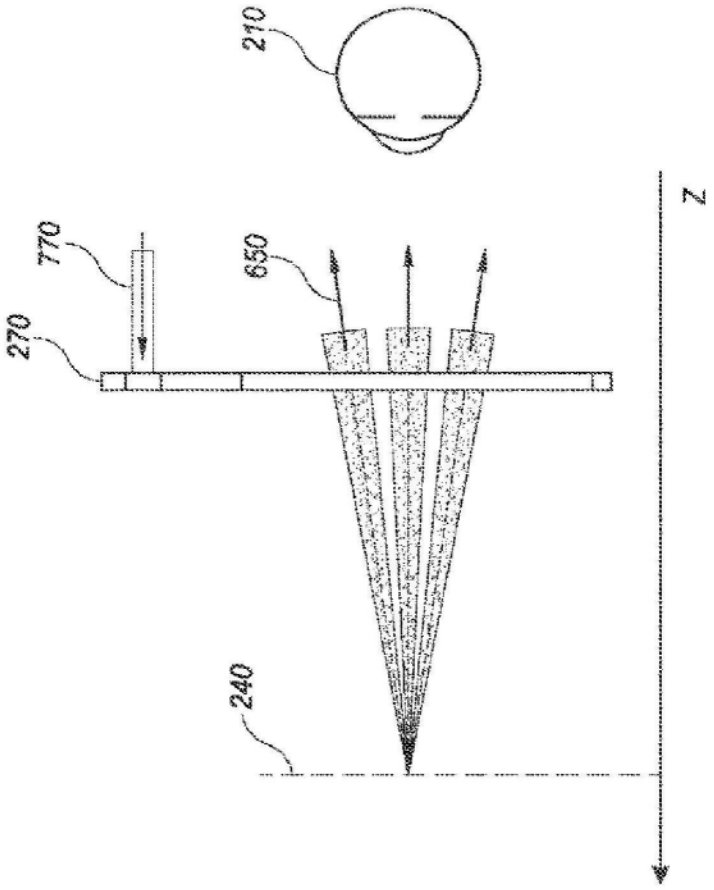



图5

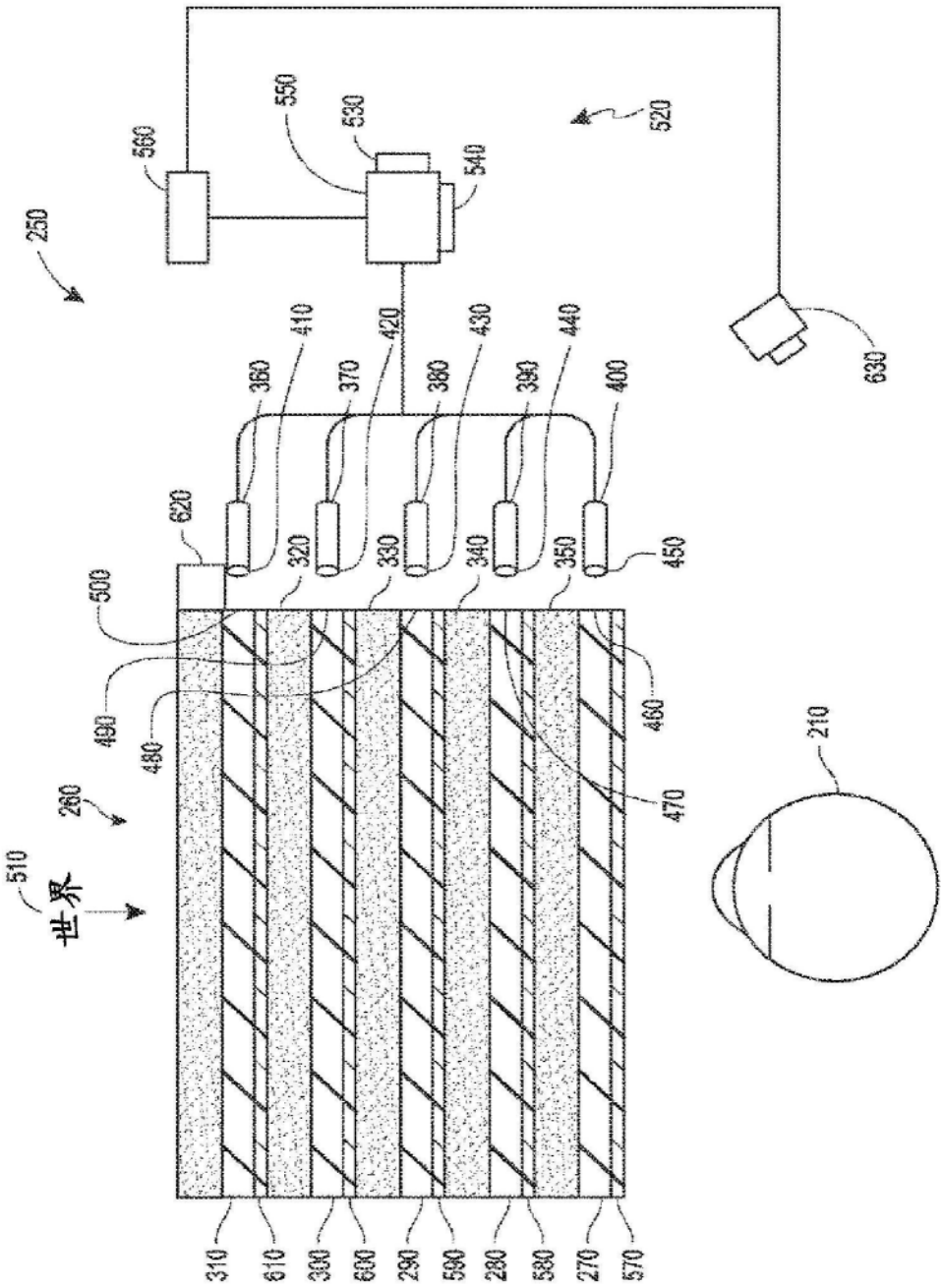

250
560
550
530
540
520
630
360
410
370
420
380
430
390
440
400
620
320
330
340
350
450
500
490
480
460
470
260
510
世界
210
310
610
300
600
290
590
280
580
270
570

图6

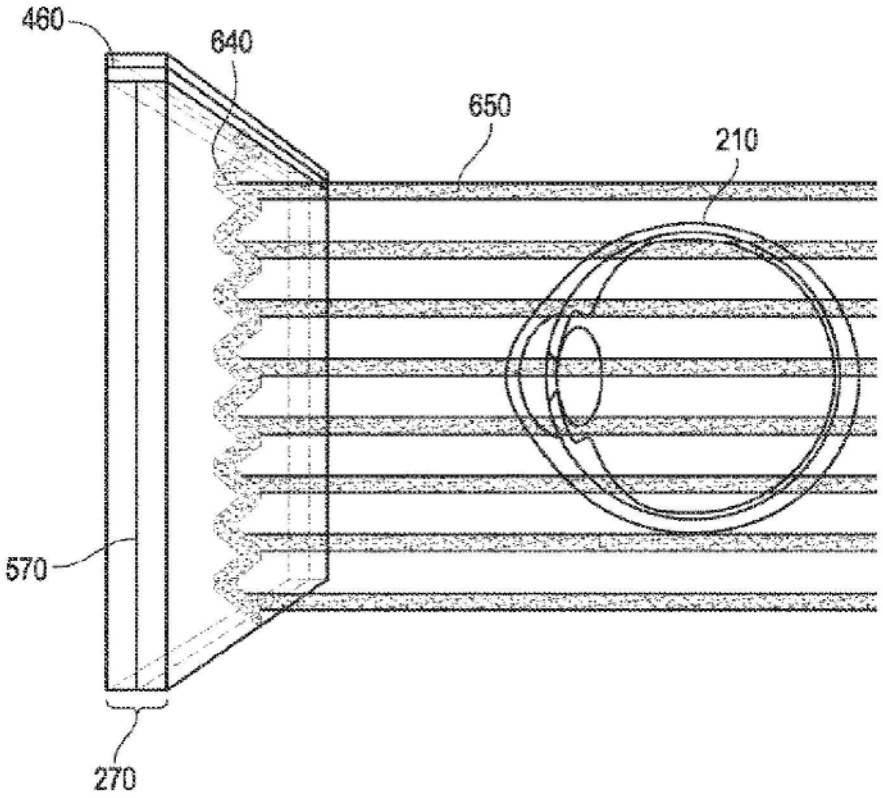



图7

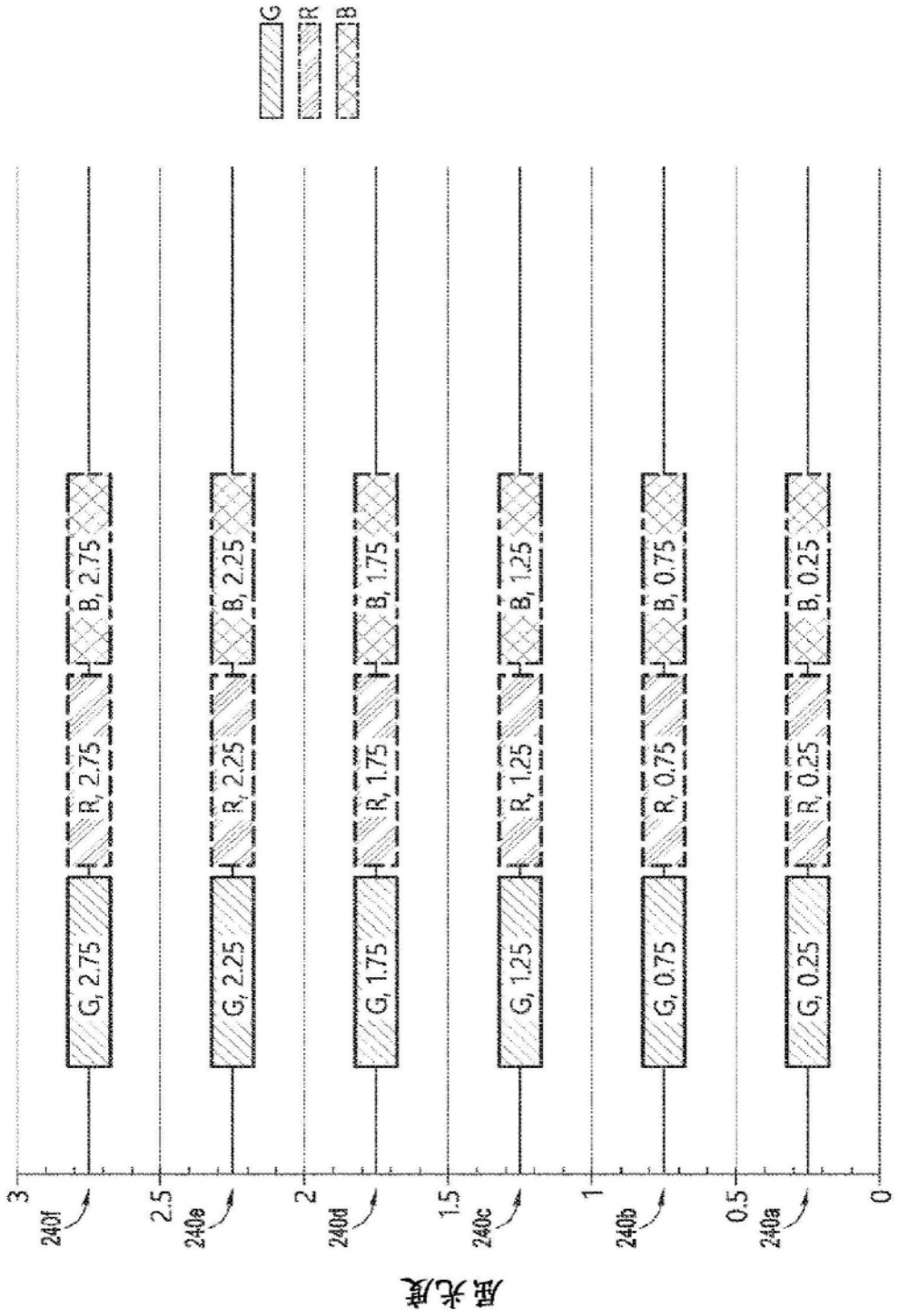

G
R
B
G, 2.75
R, 2.75
B, 2.75
G, 2.25
R, 2.25
B, 2.25
G, 1.75
R, 1.75
B, 1.75
G, 1.25
R, 1.25
B, 1.25
G, 0.75
R, 0.75
B, 0.75
G, 0.25
R, 0.25
B, 0.25
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
240f
240e
240d
240c
240b
240a
屈光度

图8

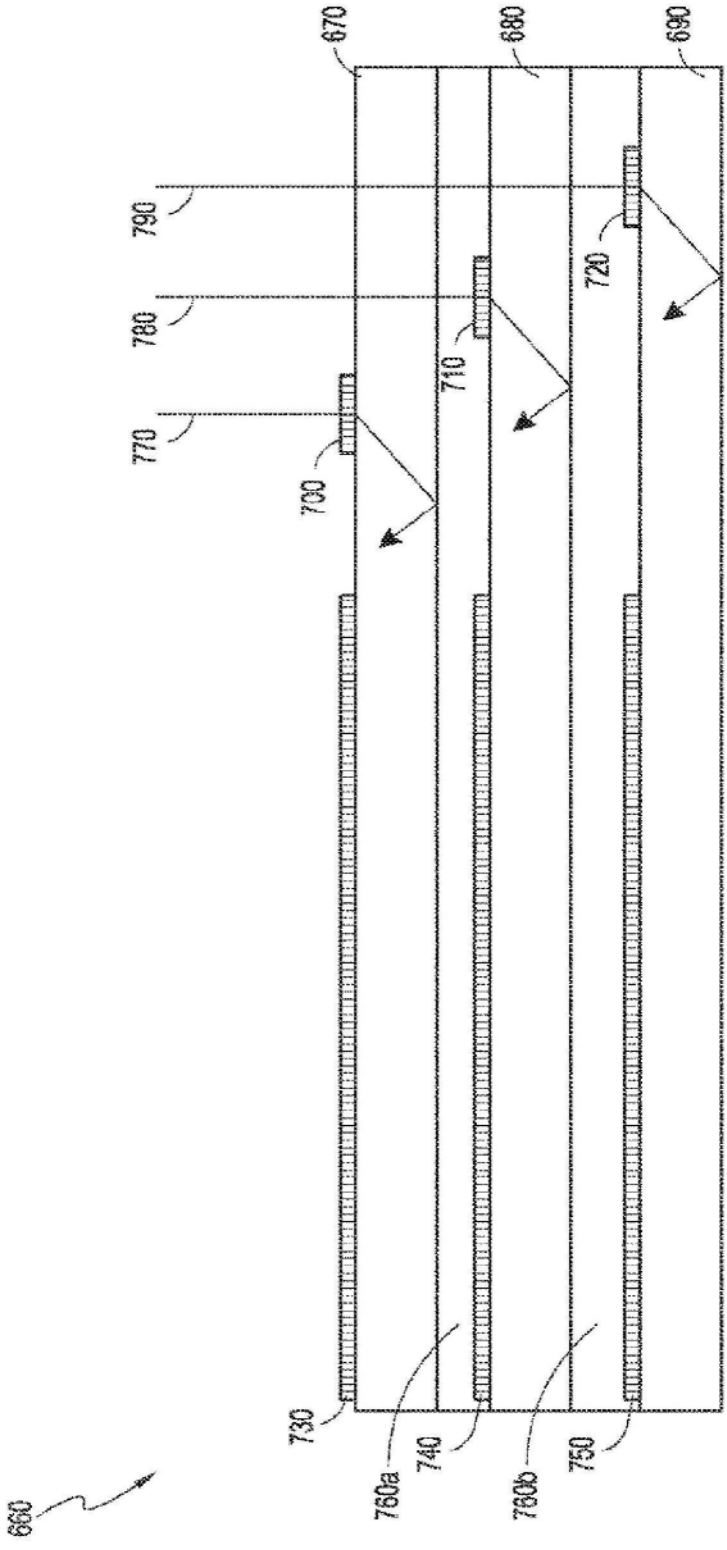



图9A

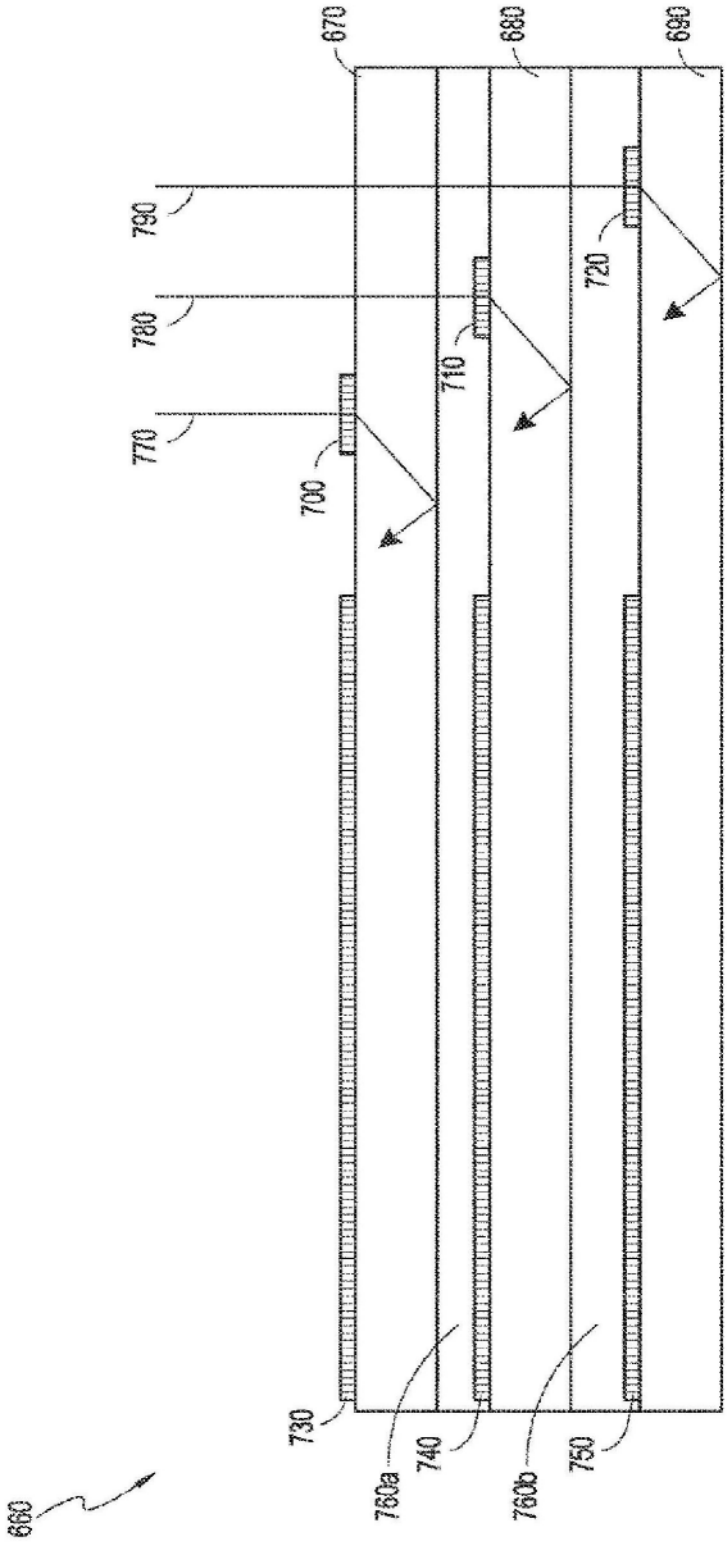



图9B

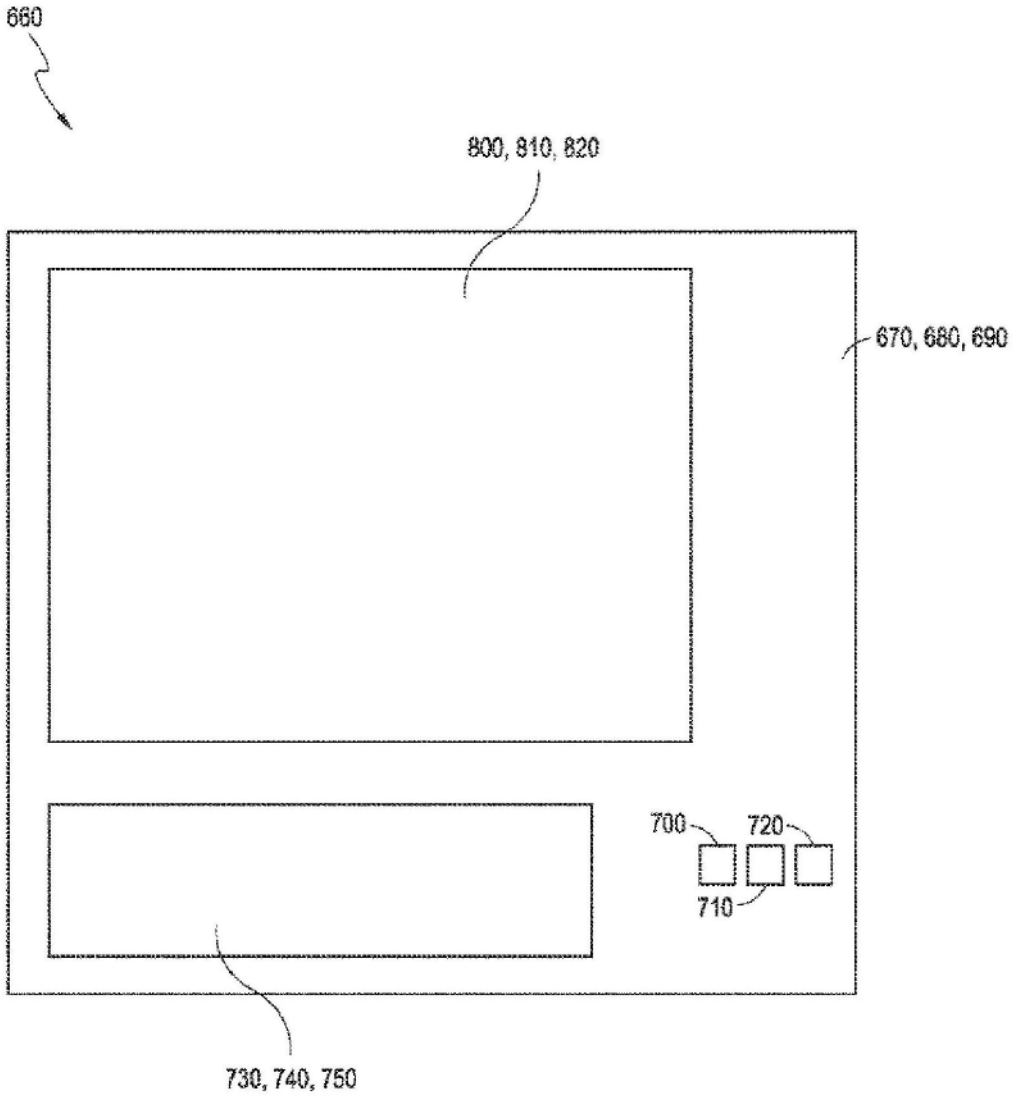



图9C

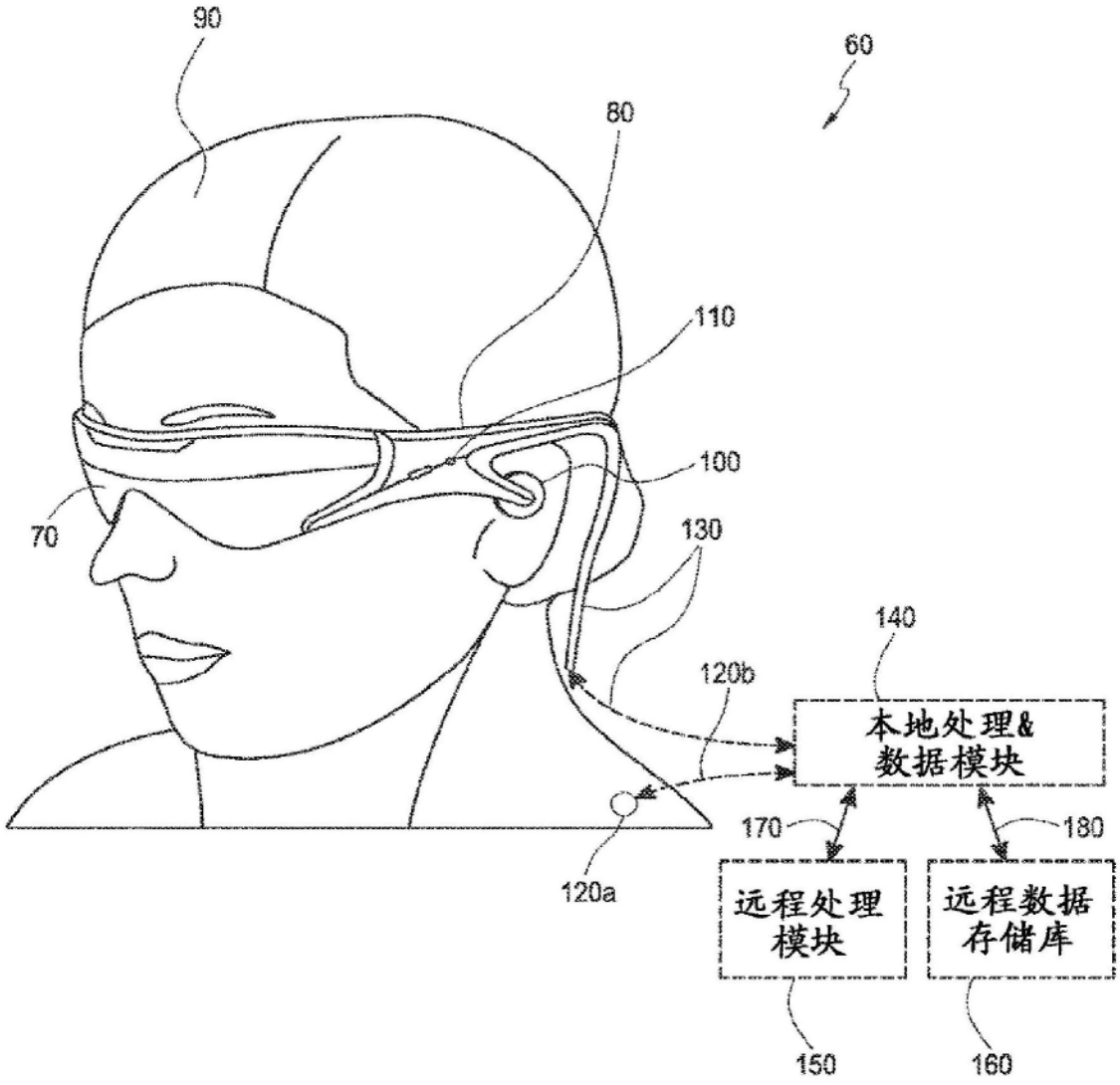

90
60
80
110
100
70
130
140
120b
本地处理&
数据模块
170
180
120a
远程处理
模块
远程数据
存储库
150
160

图9D

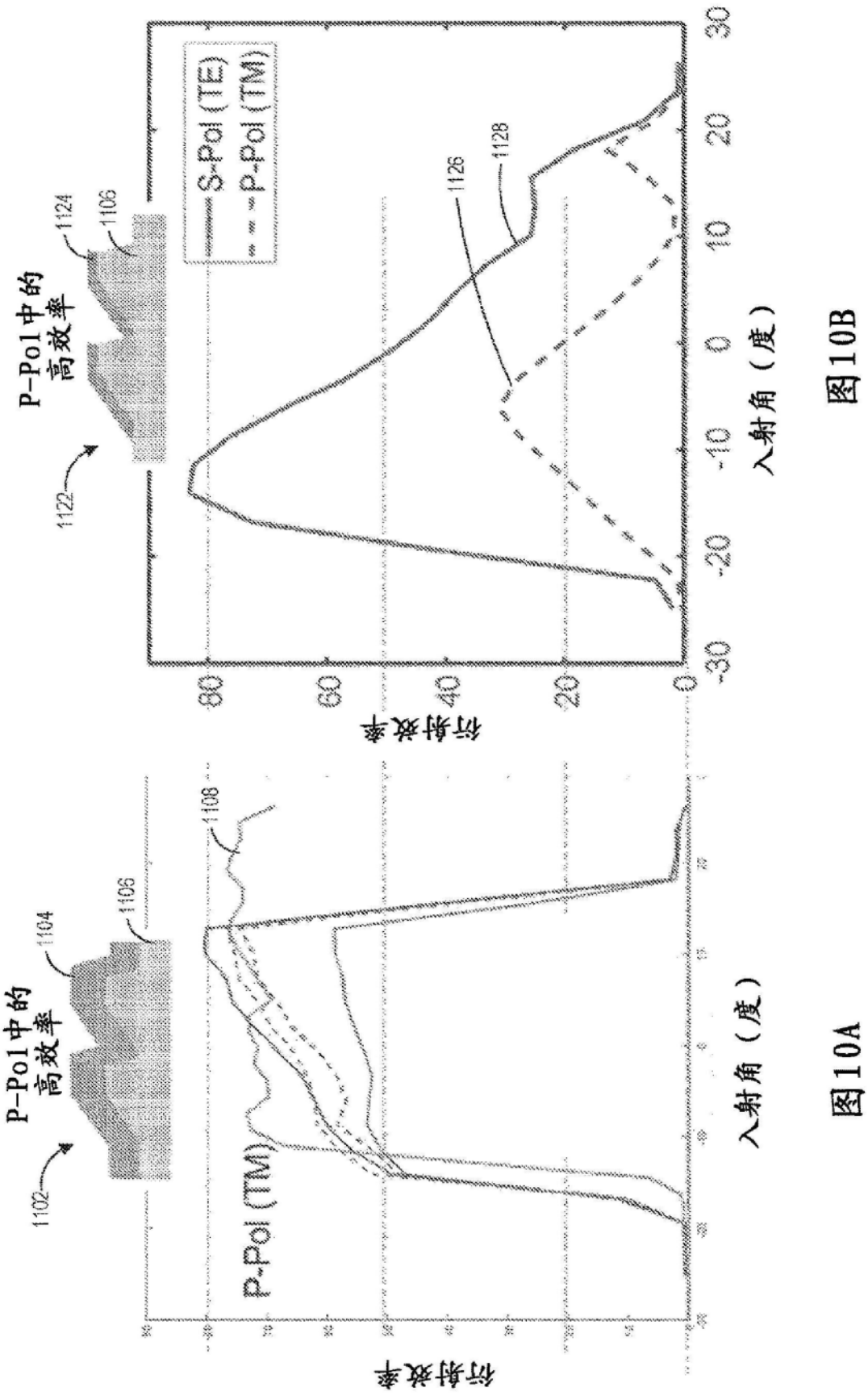

P-Pol中的高效率
1102
1104
1106
1108
P-Pol (TM)
行射效率
入射角（度）
P-Pol中的高效率
1122
1124
1106
1126
1128
S-Pol (TE)
P-Pol (TM)
行射效率
入射角（度）

图10A 图10B

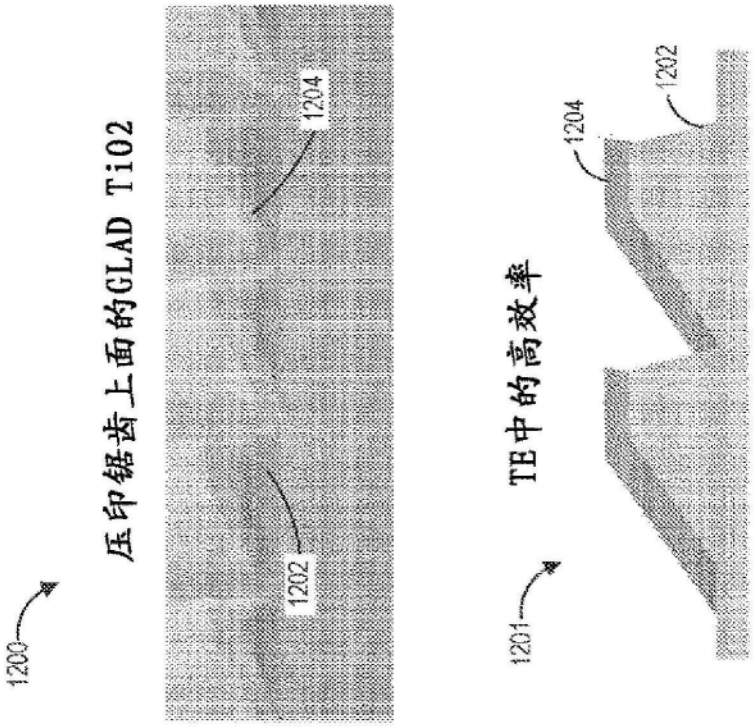

压印锯齿上面的GLAD TiO2
1200
1202
1204
TE中的高效率
1201
1202
1204

图11A

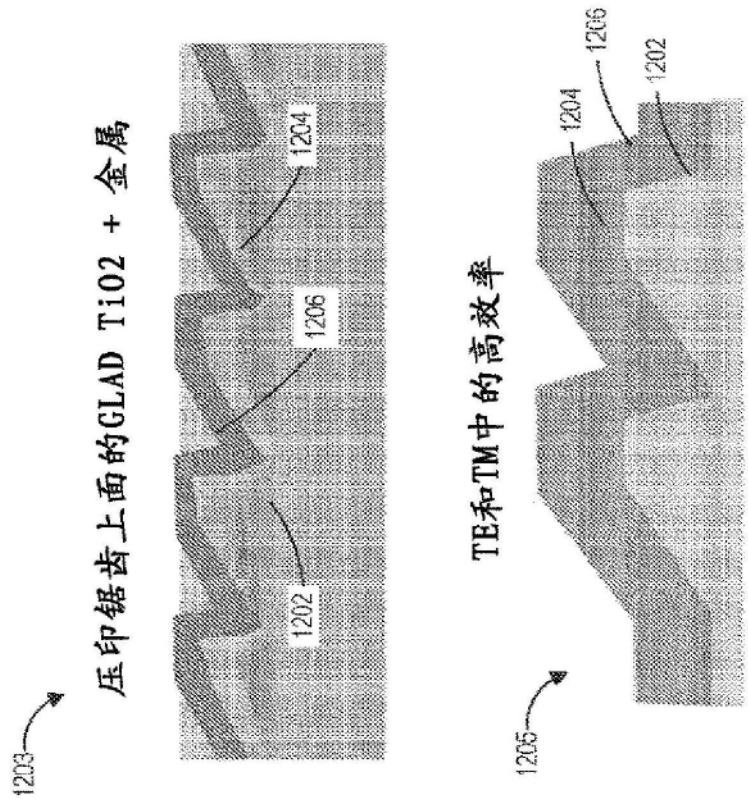

压印锯齿上面的GLAD TiO2 + 金属
1203
1202
1206
1204
TE和TM中的高效率
1205
1202
1204
1206

图11B

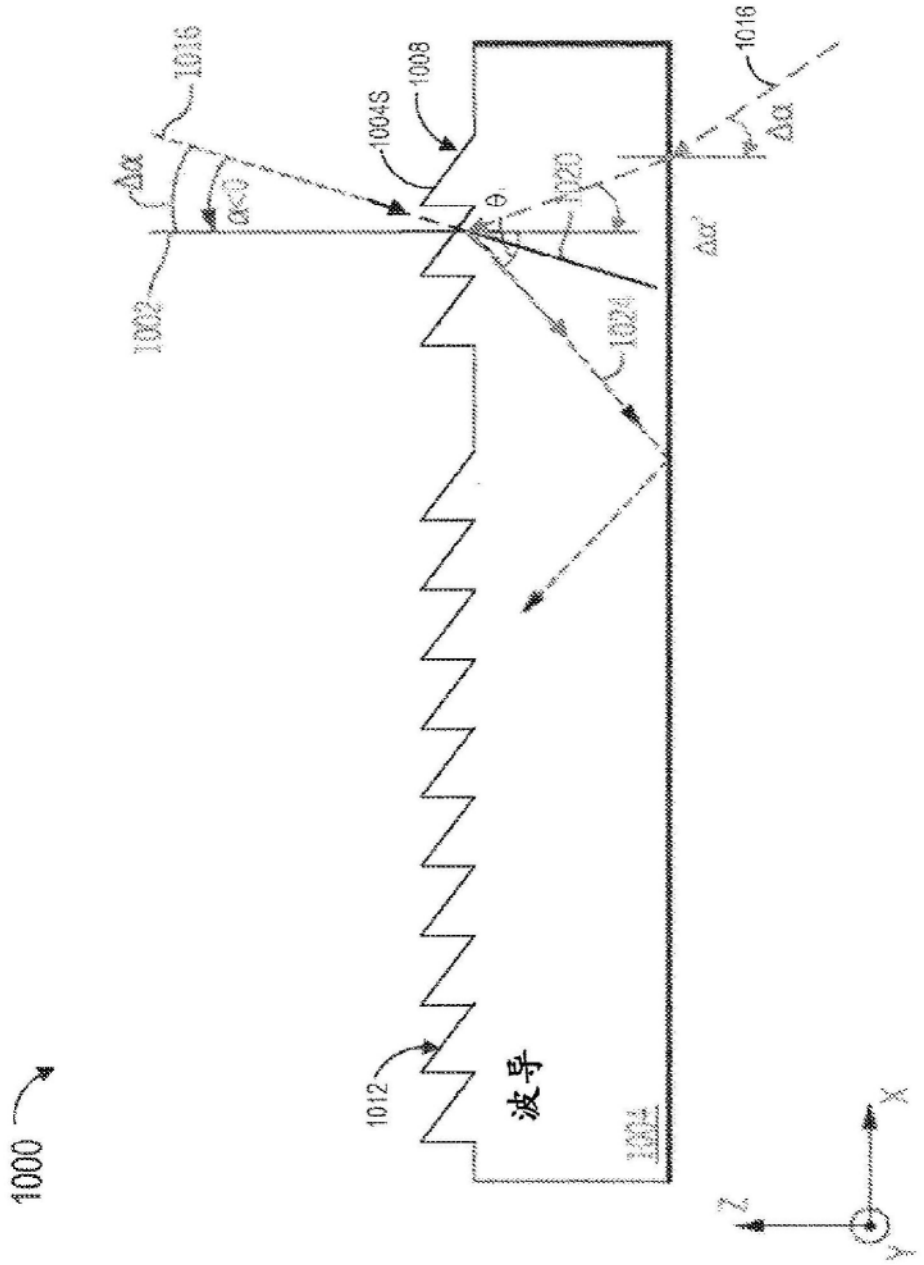



图12A

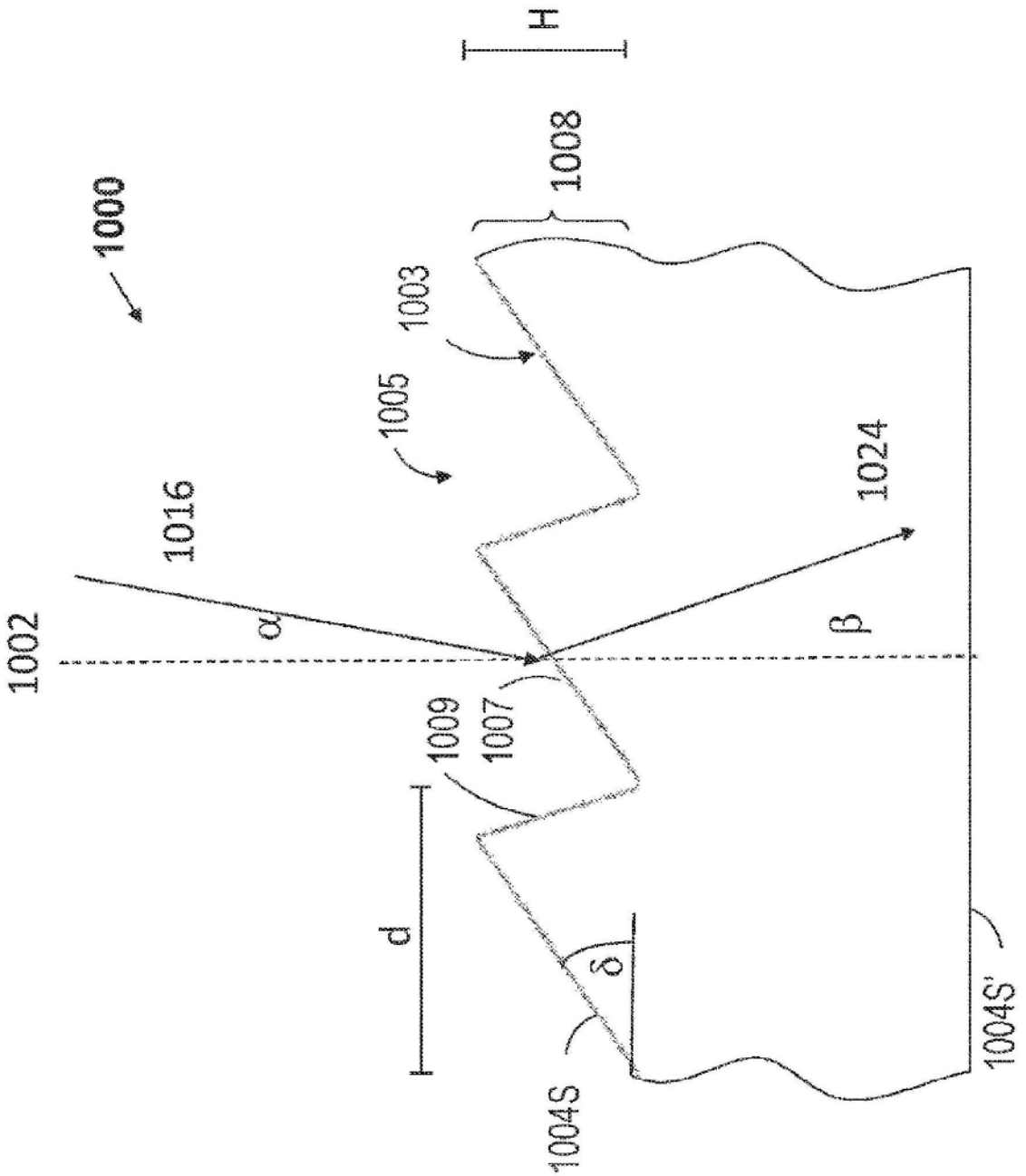

H
1008
1000
1003
1005
1024
1016
1002
α
β
1009
1007
d
δ
1004S
1004S'

图12B

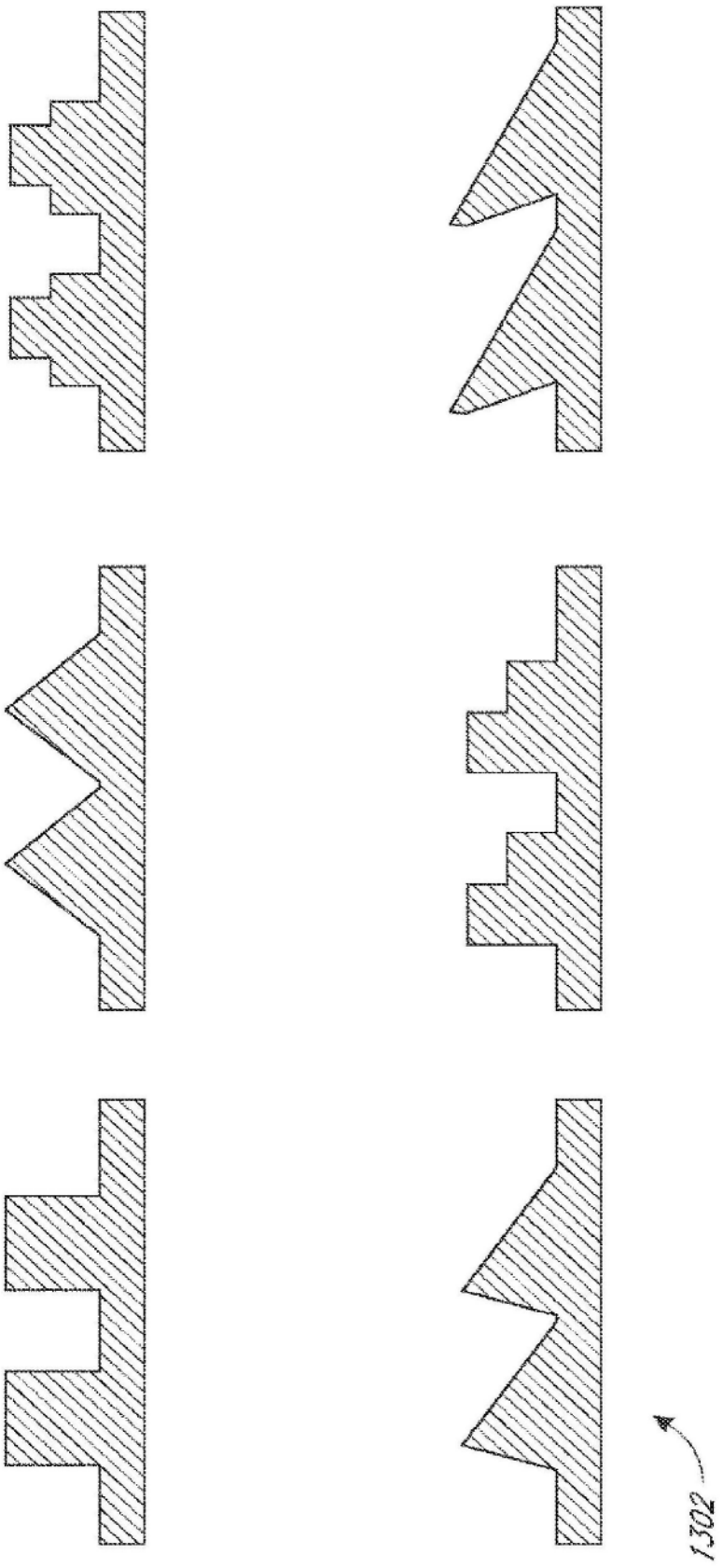



图13A

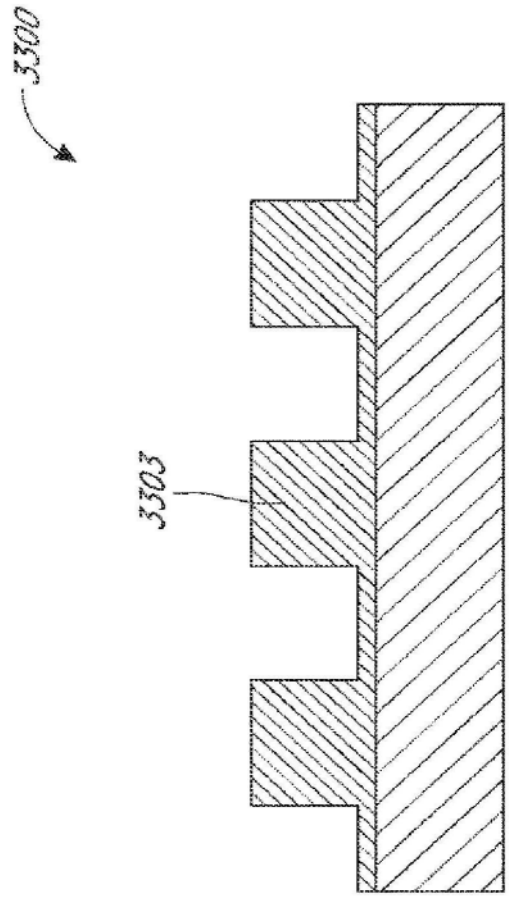



图13B-1

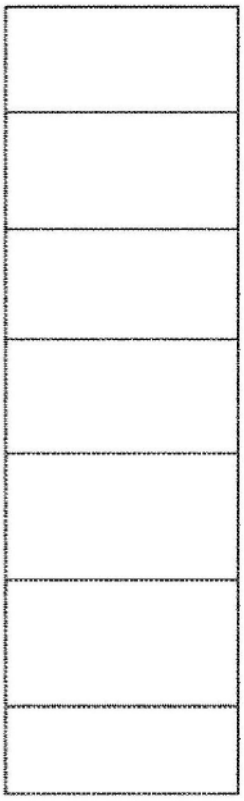


图13B-2

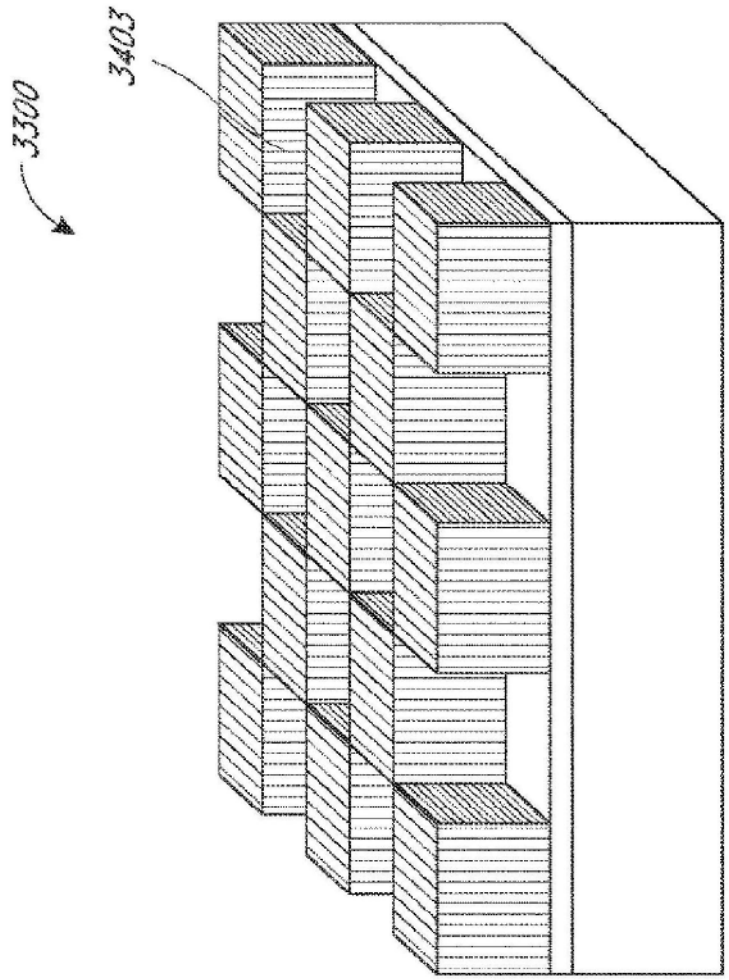



图13C

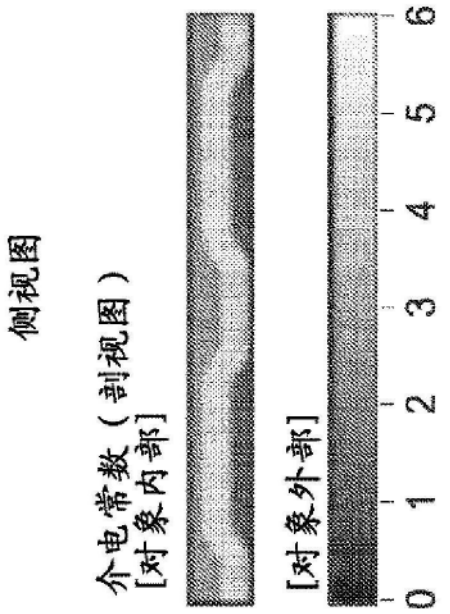



图13D-1

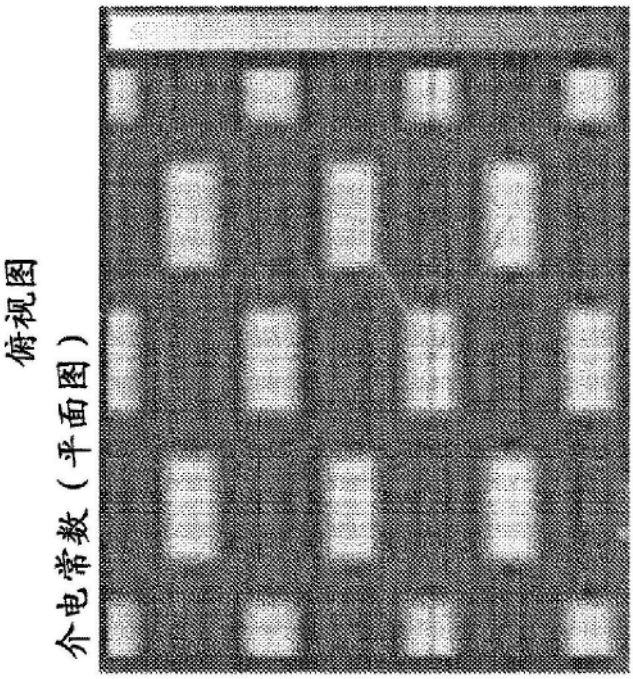



图13D-2

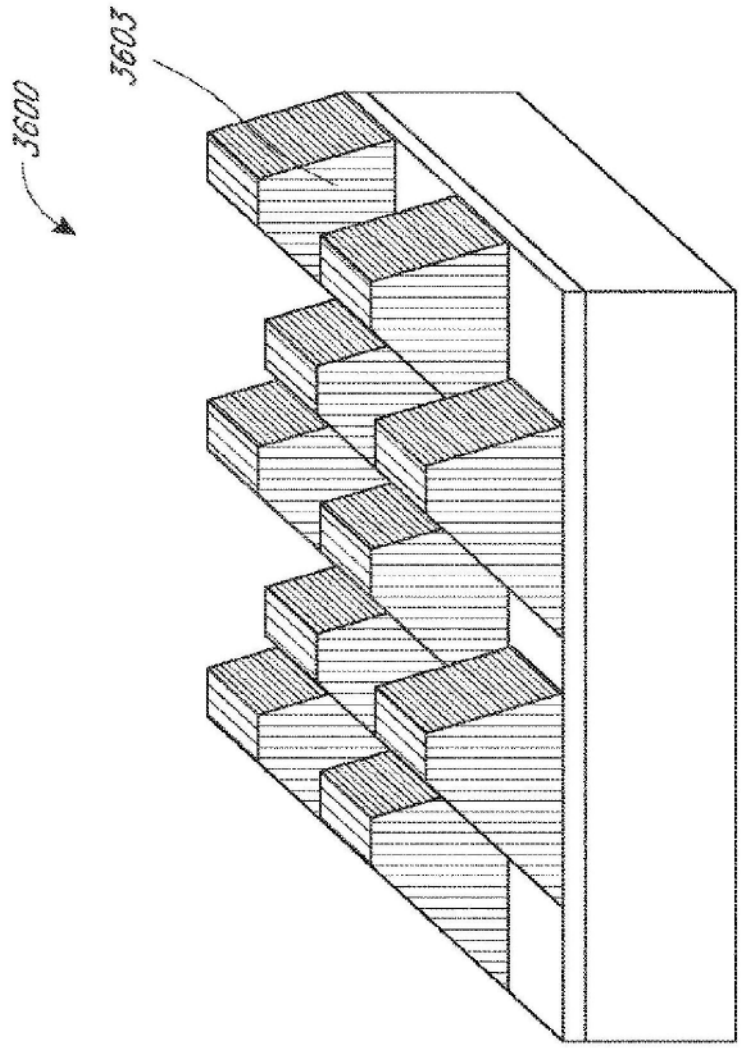



图13E

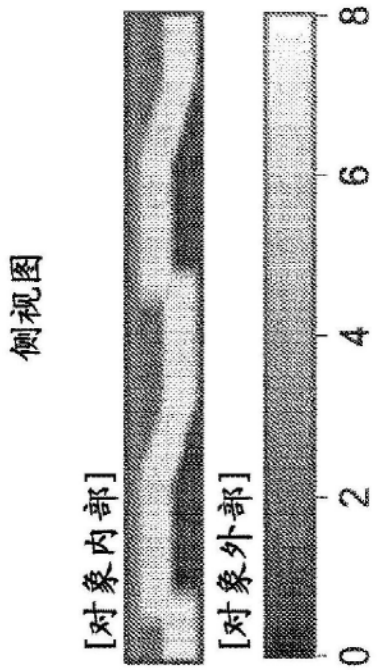



图13F-1

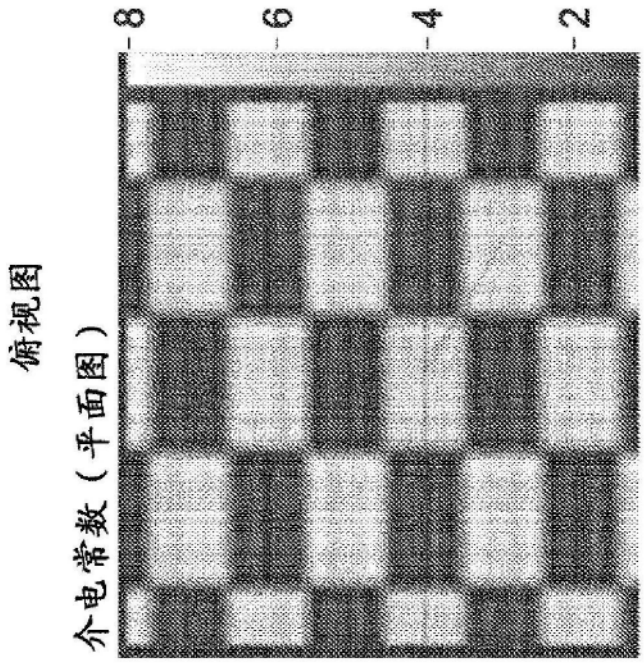



图13F-2

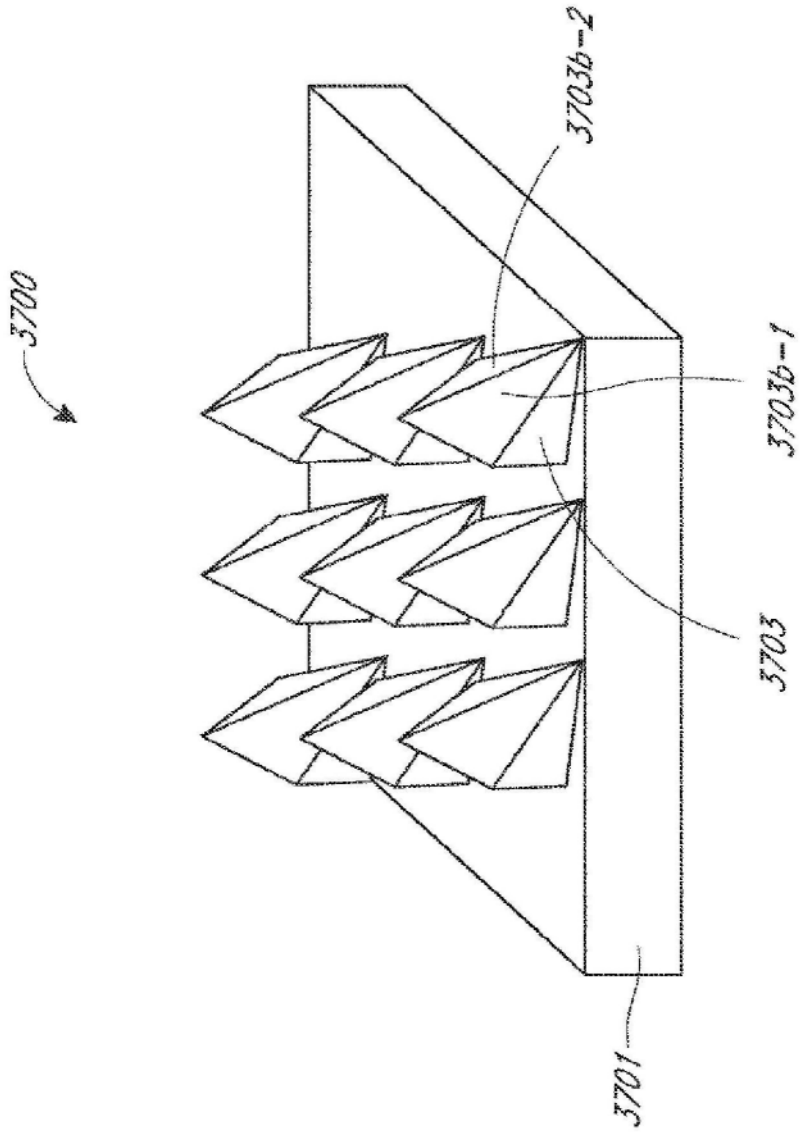



图13G-1

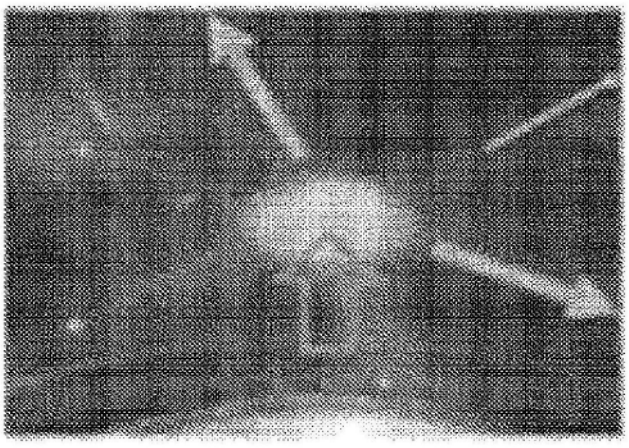


图13G-2

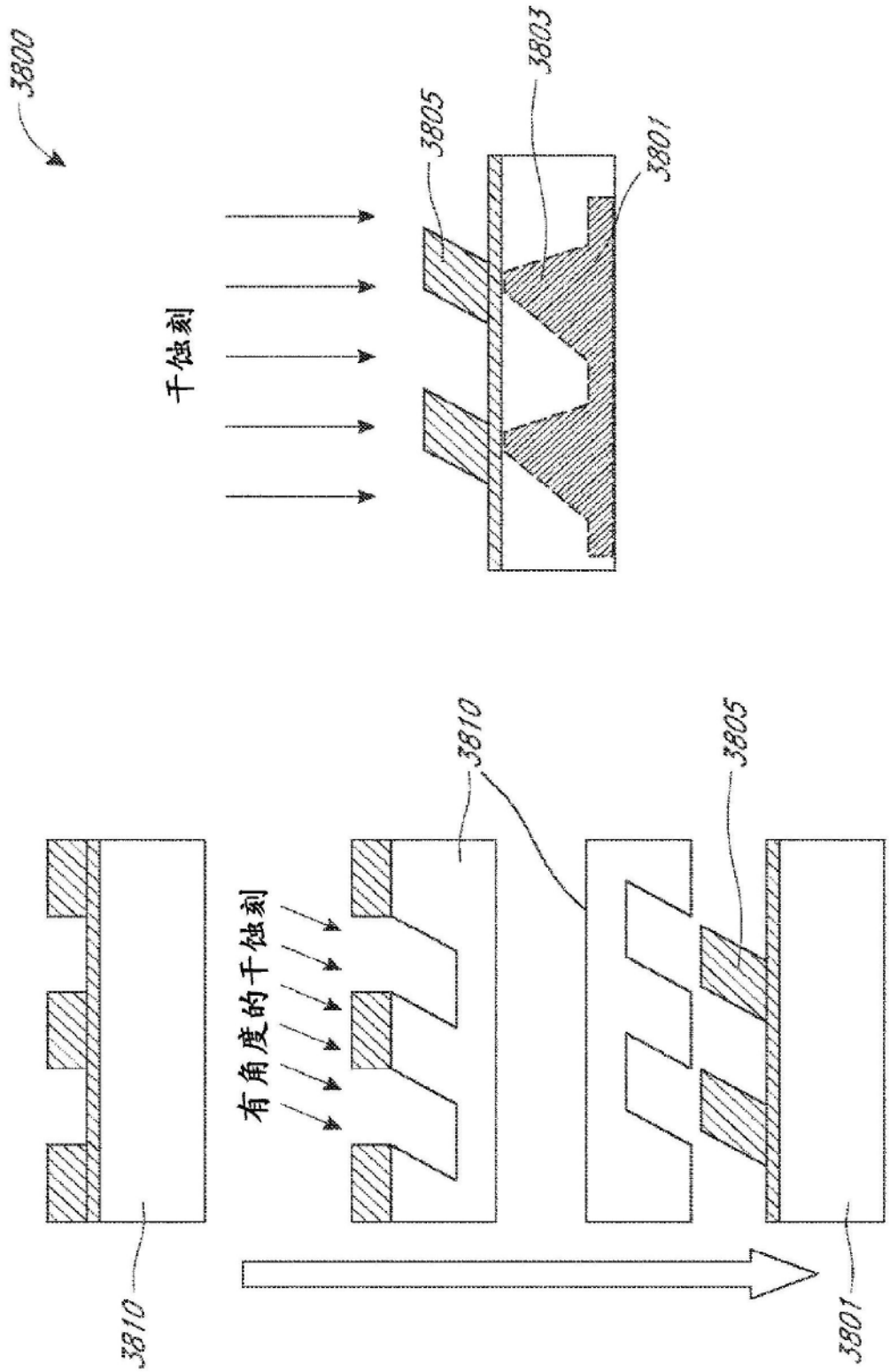



图13H

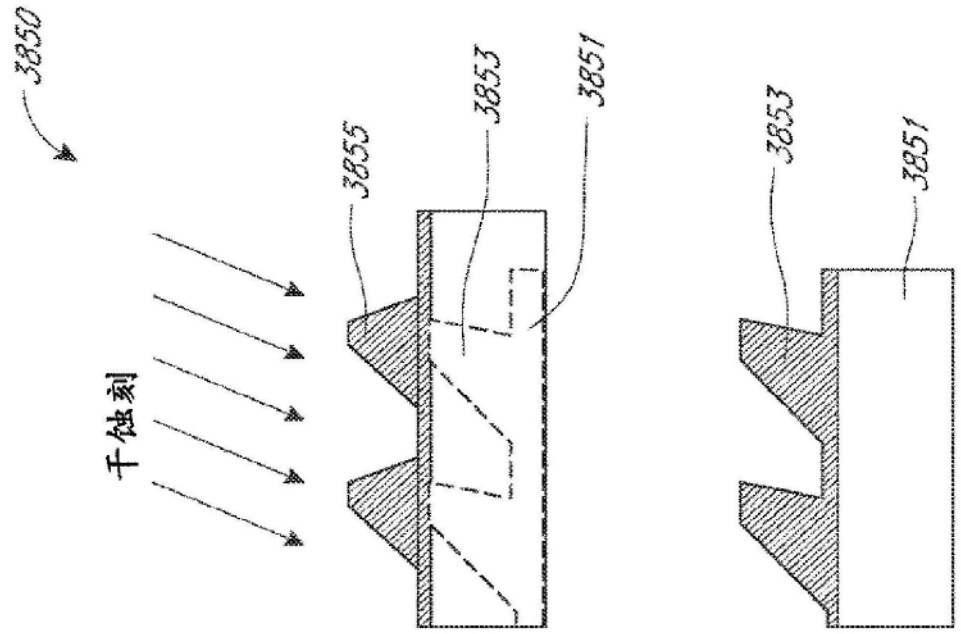



图13I

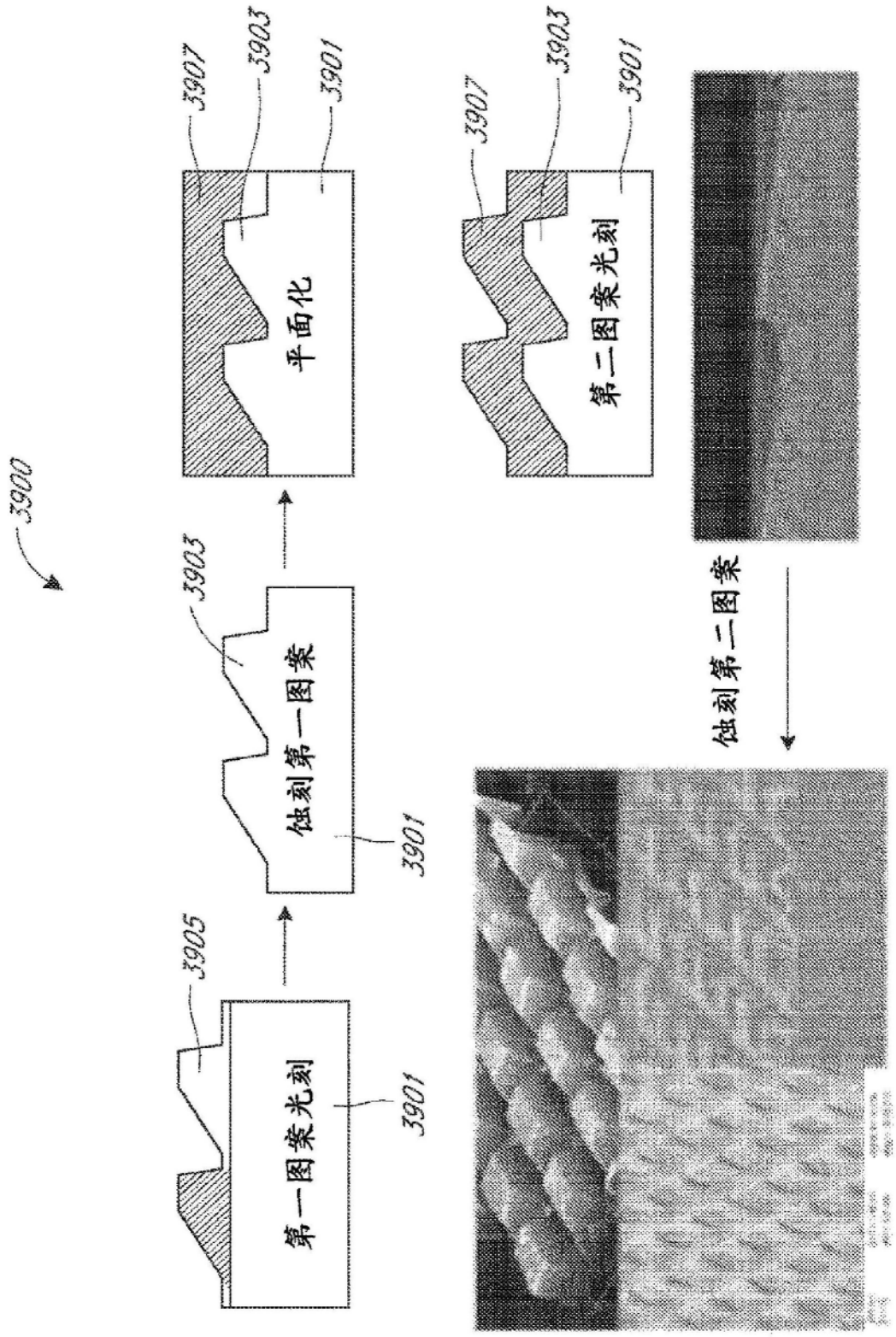

3900
3905
第一图案光刻
3901
3903
蚀刻第一图案
3901
3907
3903
平面化
3907
3903
第二图案光刻
3901
蚀刻第二图案

图13J

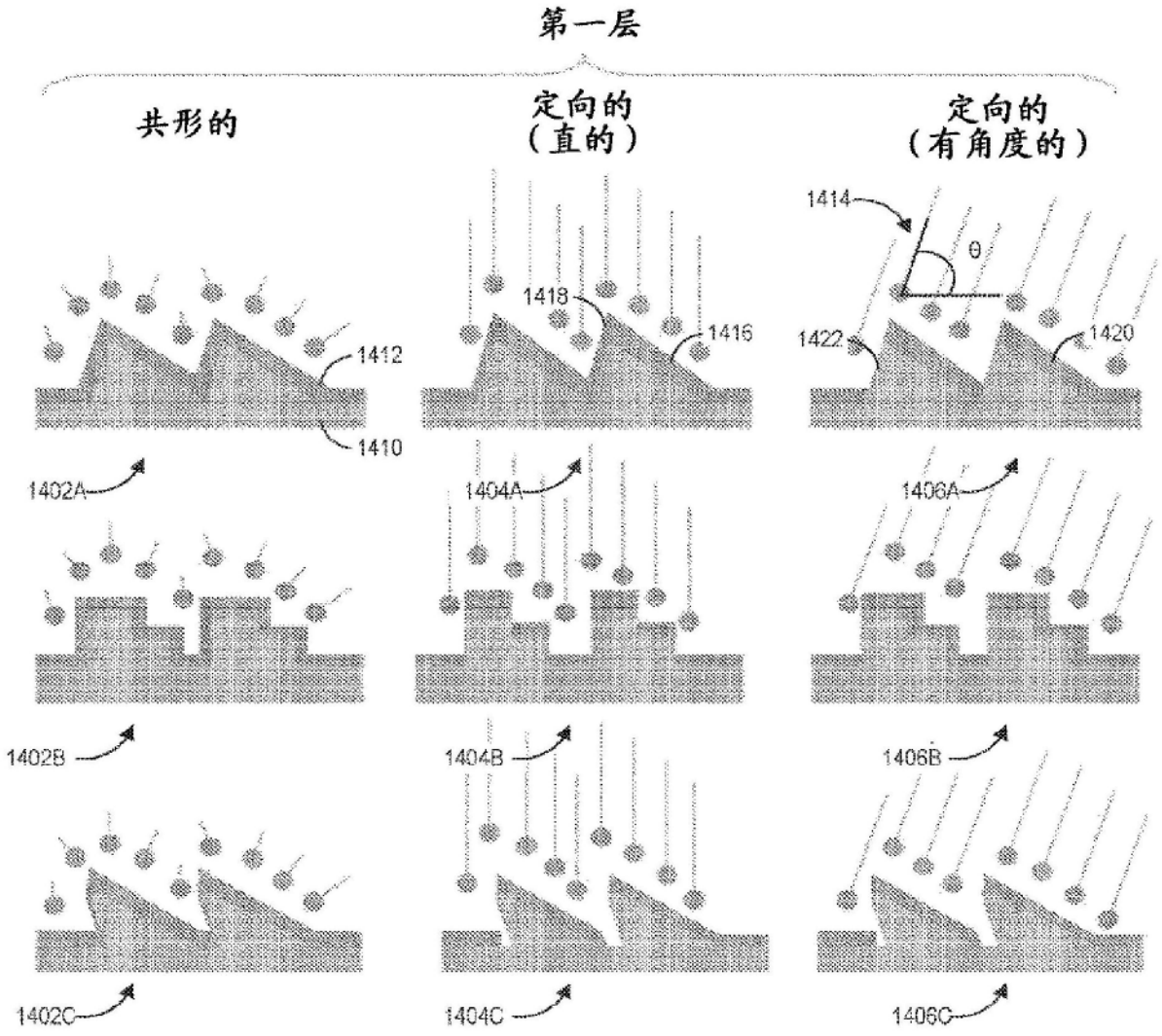

第一层
共形的
定向的
（直的）
定向的
（有角度的）
1414
θ
1418
1416
1422
1420
1412
1410
1402A
1404A
1406A
1402B
1404B
1406B
1402C
1404C
1406C

图14

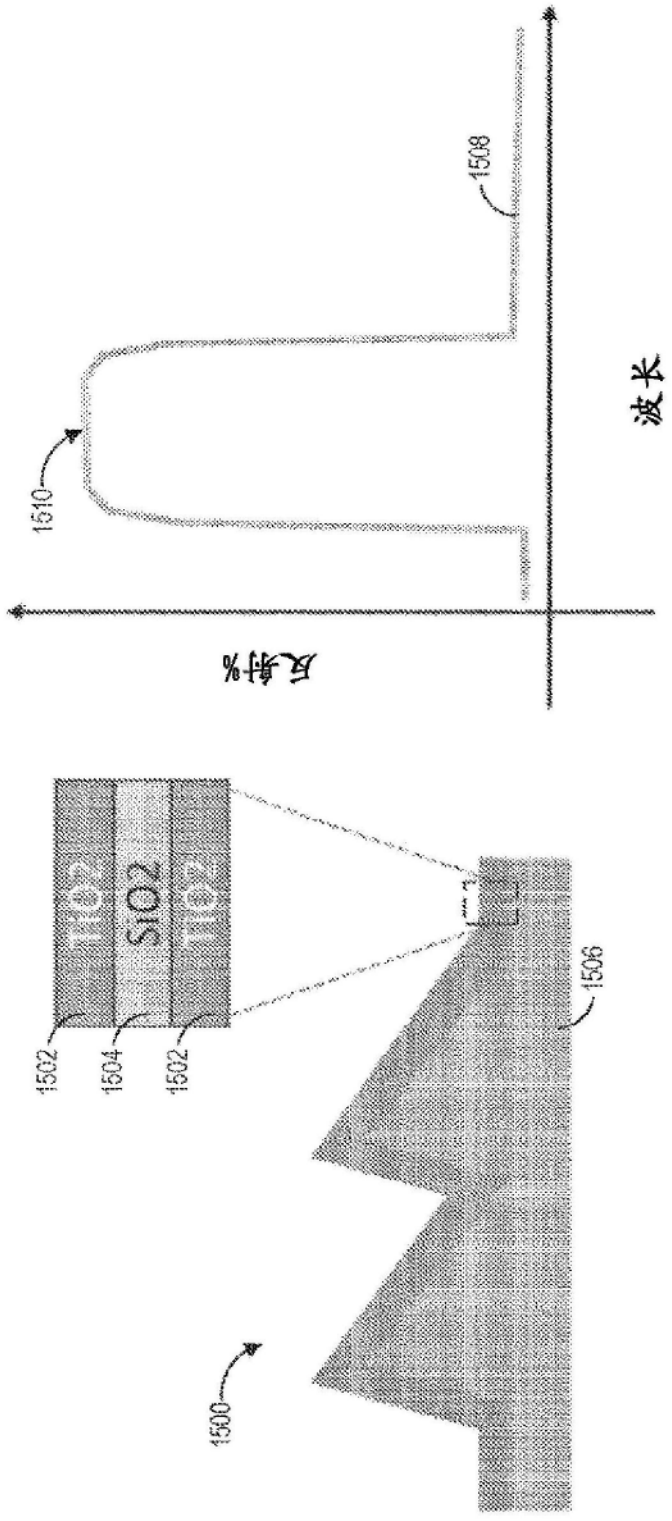



图15

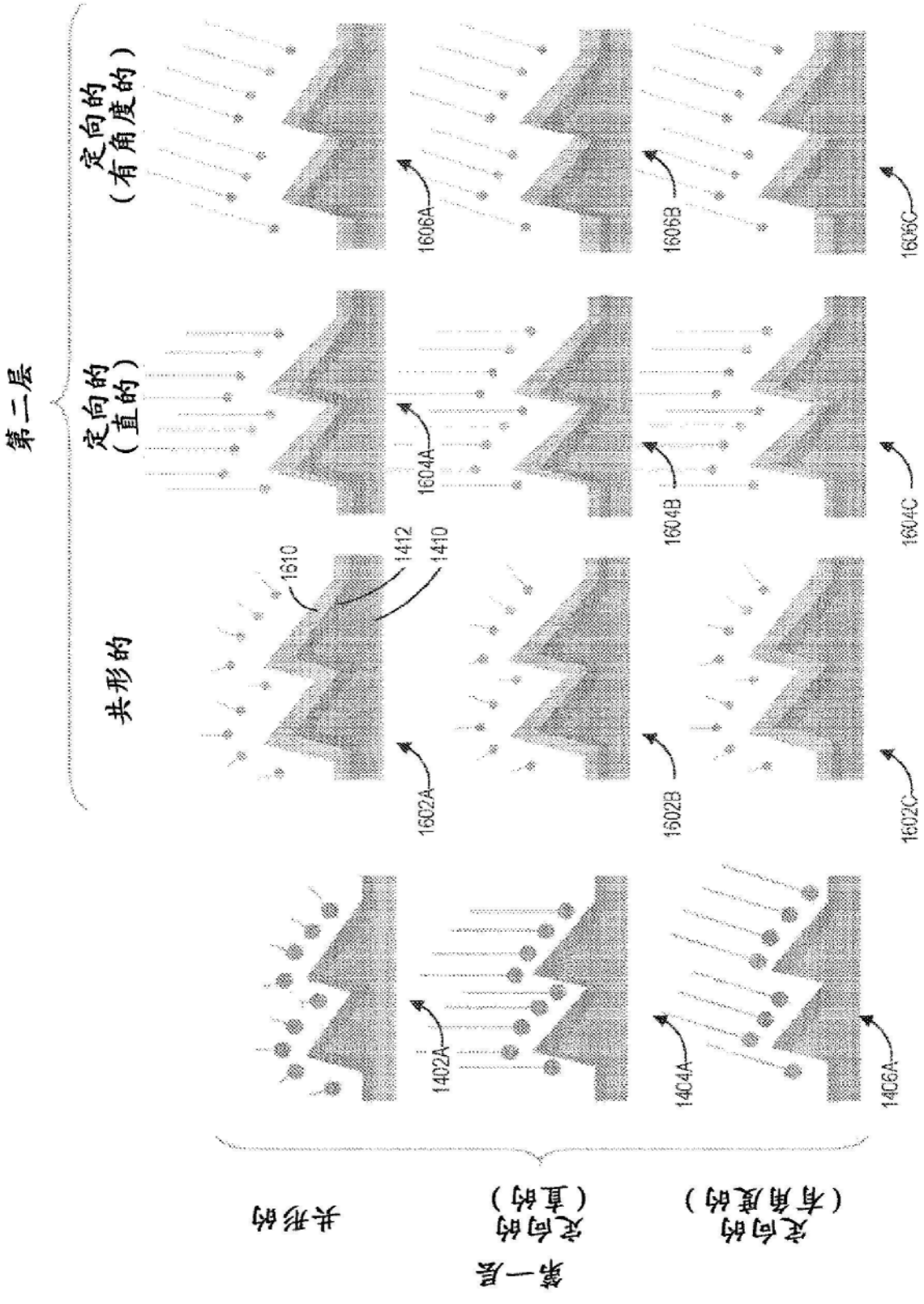

第二层
共形的
定向的
（直的）
定向的
（有角度的）
1610
1412
1410
1602A
1602B
1602C
1604A
1604B
1604C
1606A
1606B
1606C
第一层
共形的
定向的
（直的）
定向的
（有角度的）
1402A
1404A
1406A

图16

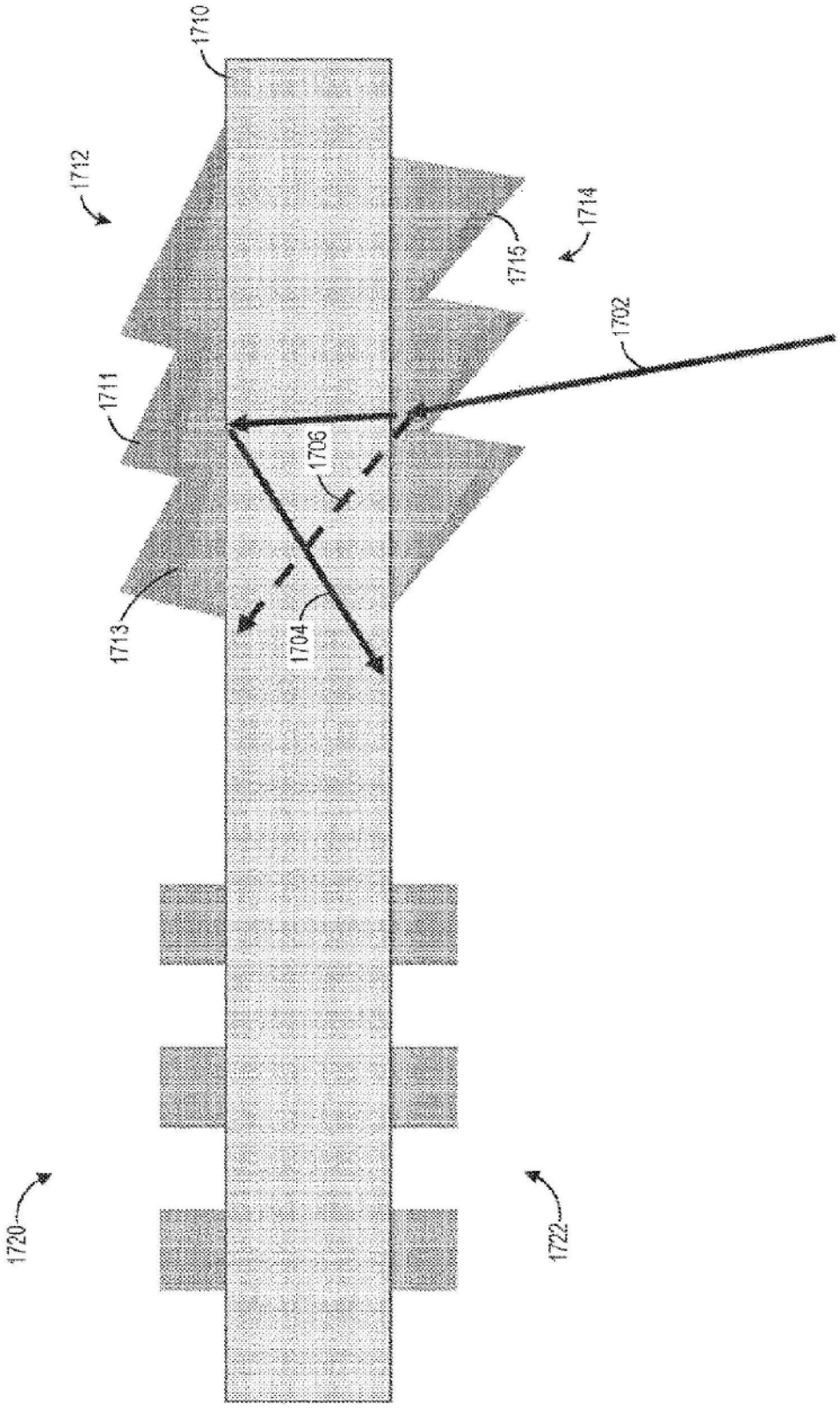



图17A

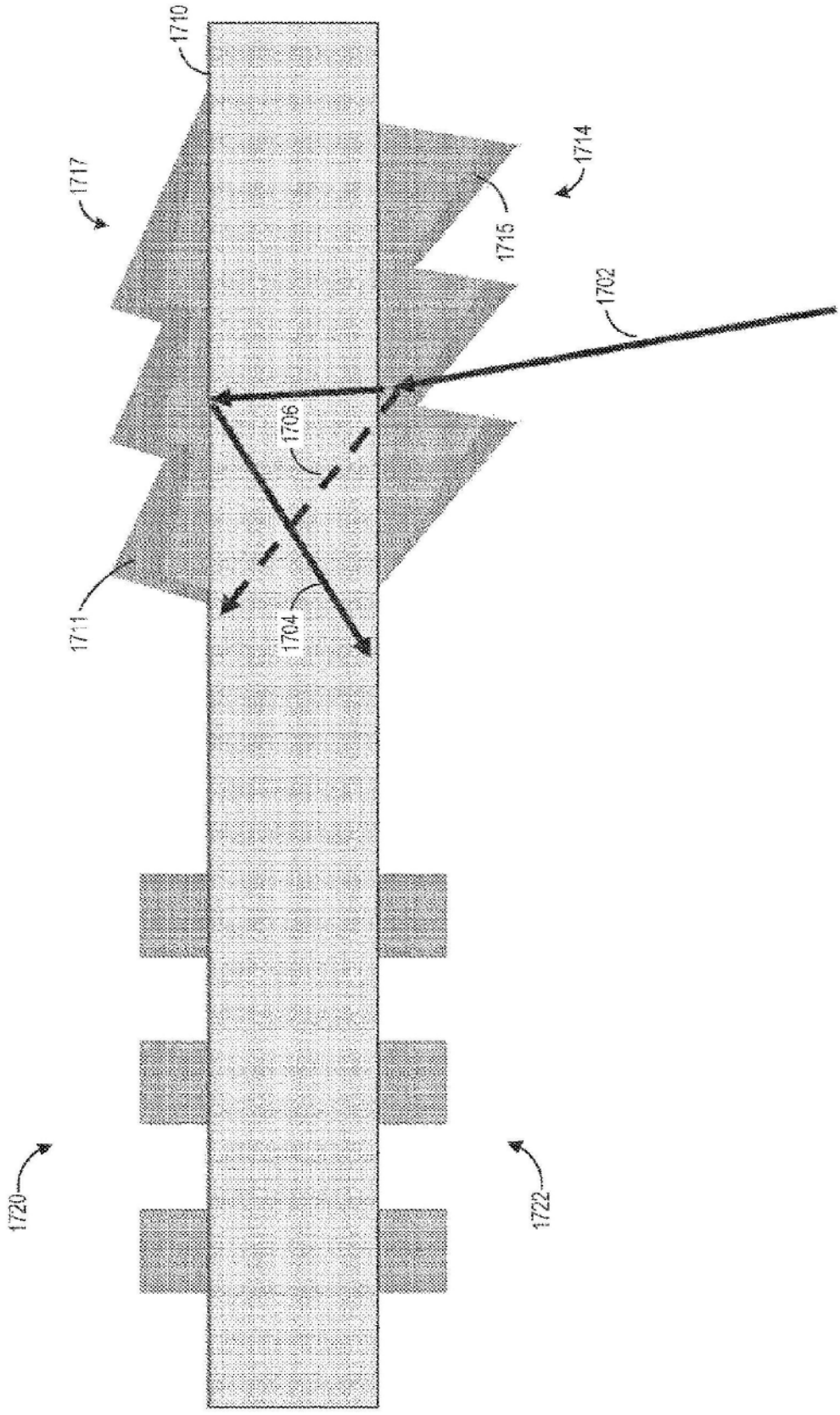



图17B

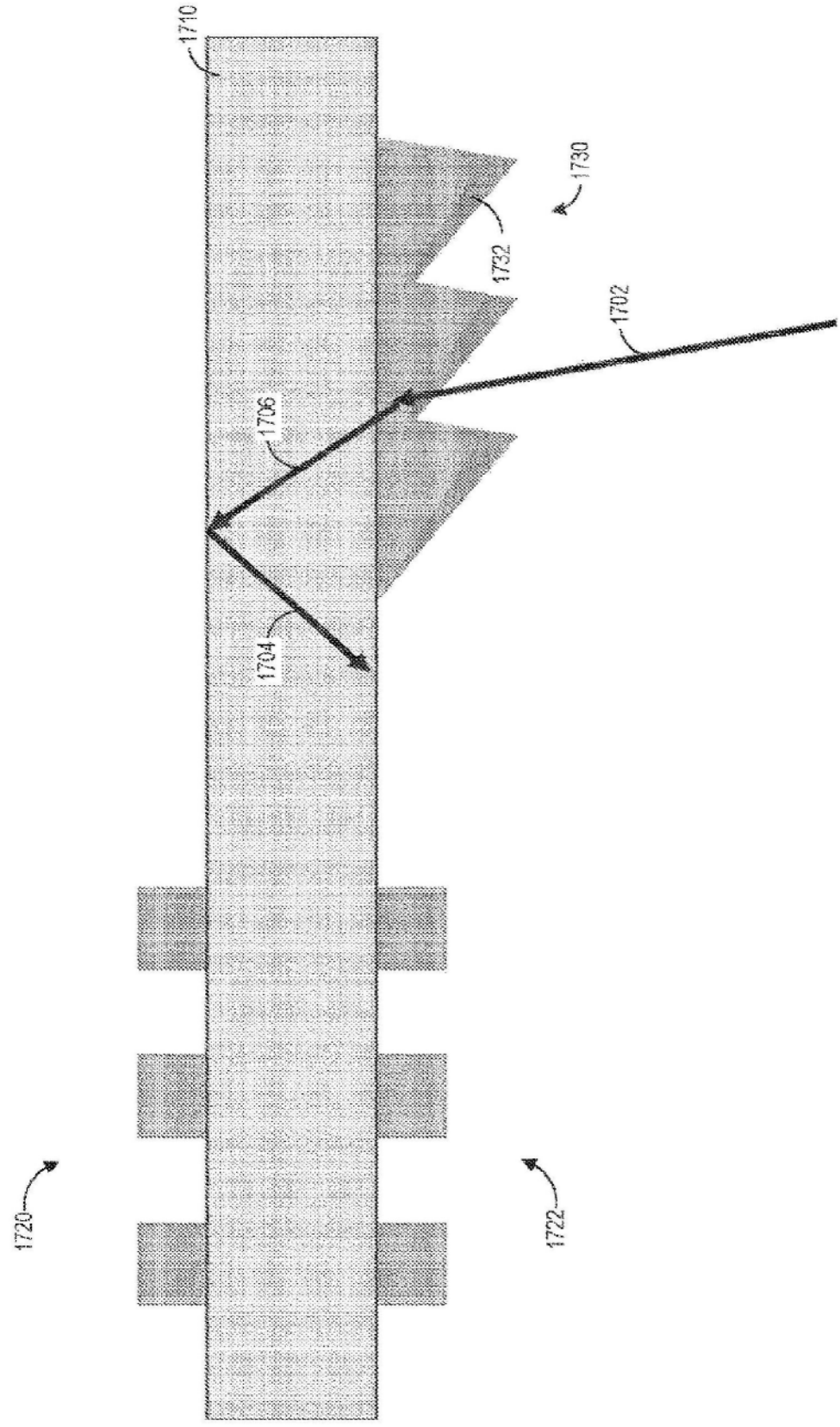



图17C

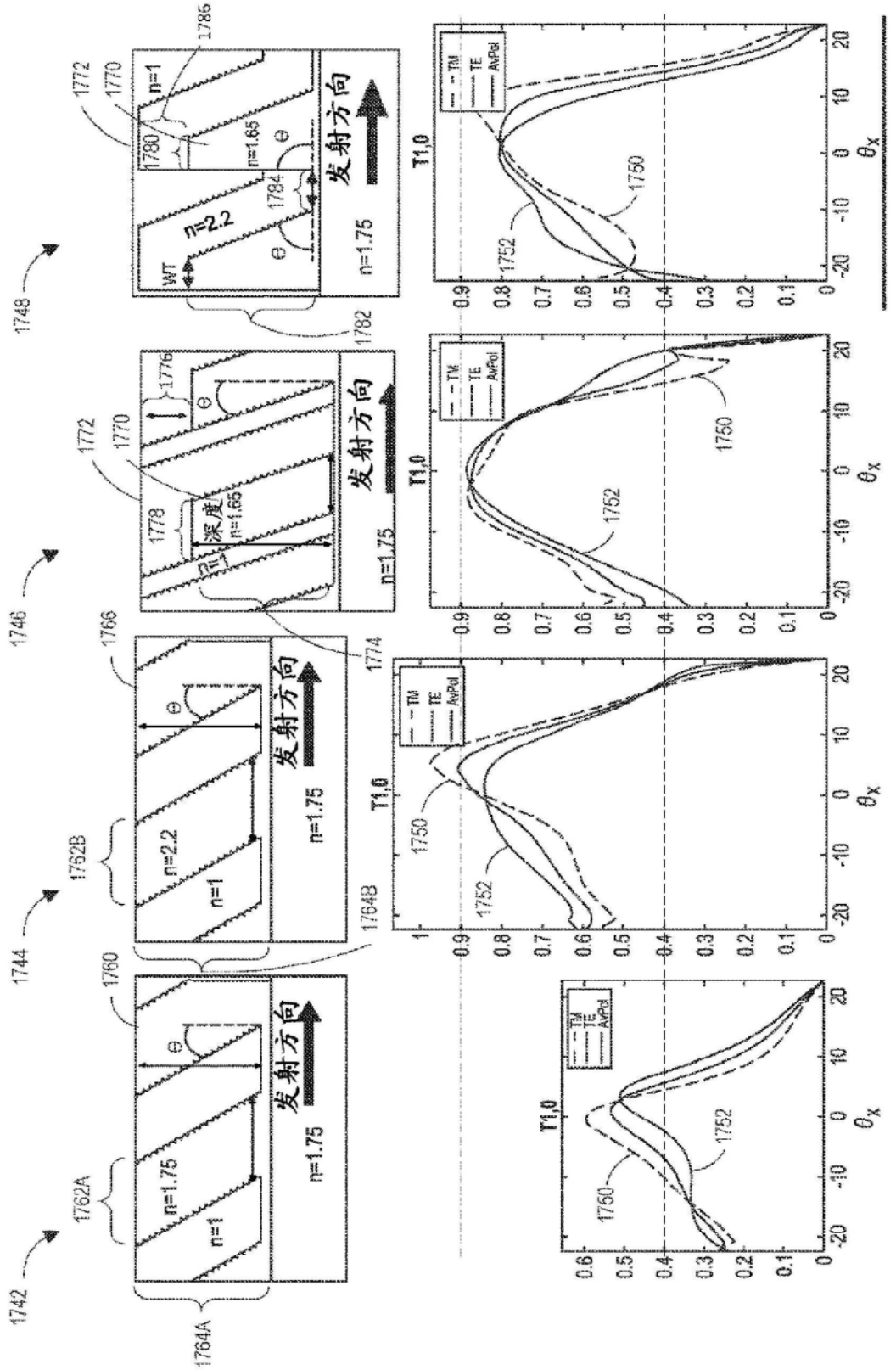



图17D-1 图17D-2 图17D-3 图17D-4

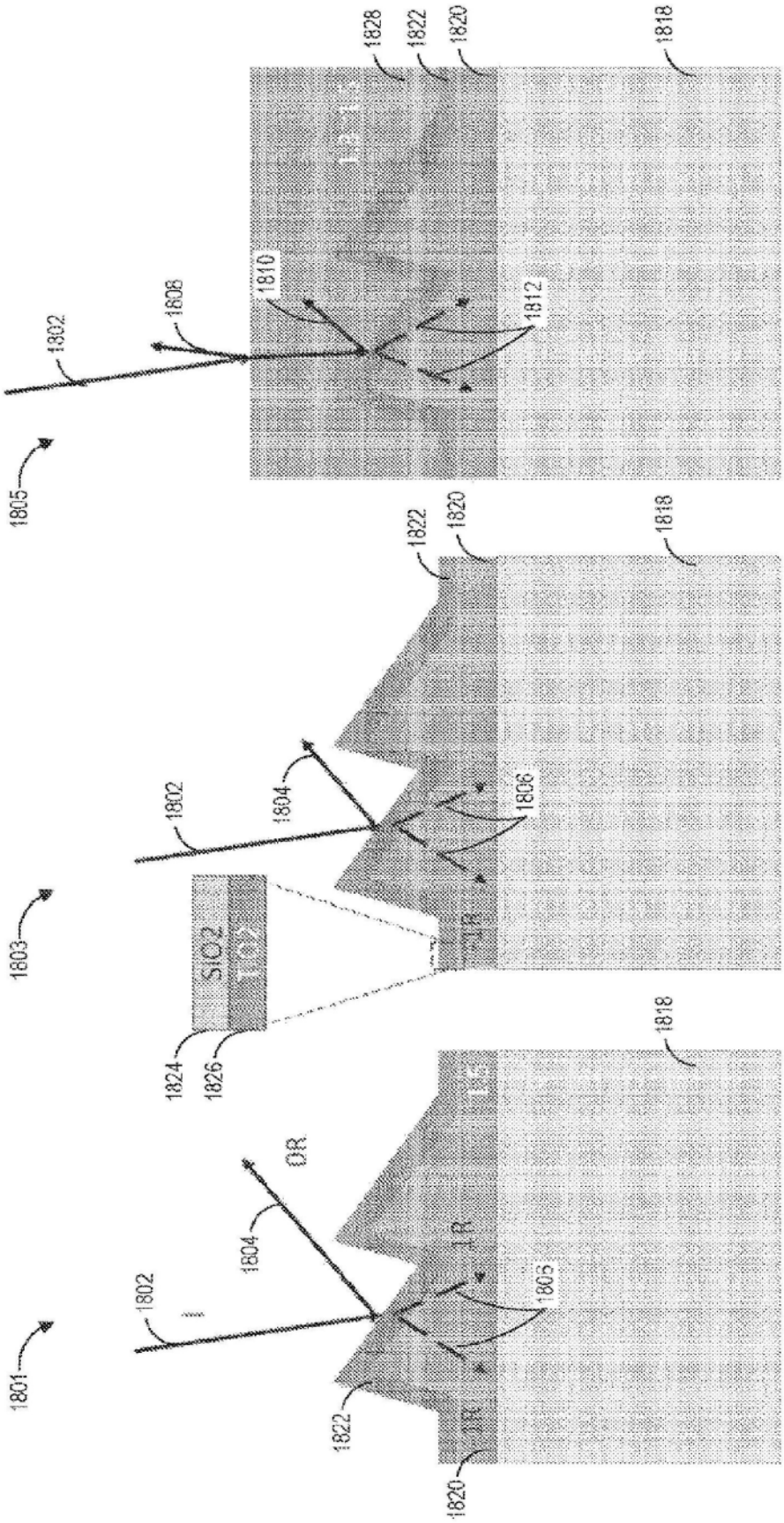

1801
1802
1803
1804
1805
1806
1810
1812
1818
1820
1822
1824
1826
1828
SiO2
OR
IR

图18