



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112119346 A

(43) 申请公布日 2020.12.22

(21) 申请号 201980032060.2

(22) 申请日 2019.05.14

(30) 优先权数据

62/670,886 2018.05.14 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2020.11.12

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2019/053972 2019.05.14

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2019/220330 EN 2019.11.21

(71) 申请人 鲁姆斯有限公司

地址 以色列耐斯兹敖那

(72) 发明人 齐翁·艾森菲尔德

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 高岩 杨林森

(51) Int.Cl.

G02B 27/10 (2006.01)

G02B 6/26 (2006.01)

G03B 21/00 (2006.01)

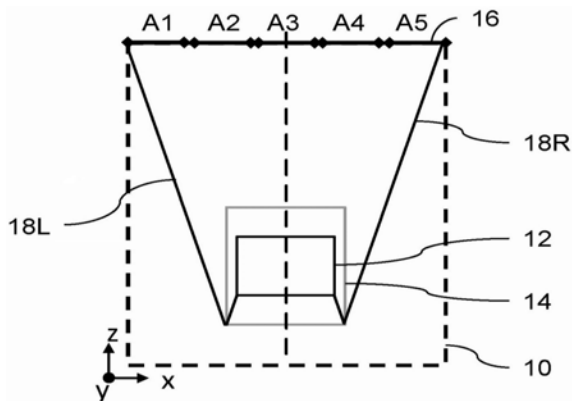
权利要求书2页 说明书8页 附图9页

(54) 发明名称

用于近眼显示器的具有细分光学孔径的投影仪配置和相应的光学系统

(57) 摘要

一种用于向观看者显示投影图像的光学系统,包括:光导光学元件,该光导光学元件具有两个主要平行表面并且被配置用于通过主要平行表面处的内反射将与准直到无限远的投影图像相对应的照明从耦入区域引导到耦出区域,在耦出区域中,照明的至少部分朝向观看者的眼睛被耦出;以及投影仪配置,该投影仪配置与光导光学元件的耦入区域相关联。该投影仪配置包括多个相邻光学布置,每个光学布置包括被布置用于投影照明的子集的准直光学器件,相邻光学布置协作以向耦出区域提供整个投影图像。



1. 一种用于向观看者显示投影图像的光学系统,所述光学系统包括:

(a) 光导光学元件,所述光导光学元件具有两个主要平行表面并且被配置用于通过所述主要平行表面处的内反射将与准直到无限远的投影图像相对应的照明从耦入区域引导到耦出区域,在所述耦出区域中,至少部分所述照明朝向所述观看者的眼睛被耦出;以及

(b) 投影仪配置,所述投影仪配置与所述光导光学元件的所述耦入区域相关联,所述投影仪配置包括多个相邻光学布置,每个光学布置包括被布置用于投影所述照明的子集的准直光学器件,所述相邻光学布置协作以向所述耦出区域提供整个所述投影图像。

2. 根据权利要求1所述的光学系统,其中,所述光学布置中的每一个还包括空间光调制器部件,所述空间光调制器部件生成与所述图像的一部分相对应的部分图像。

3. 根据权利要求2所述的光学系统,其中,所述多个相邻光学布置的所述空间光调制器部件由共享空间光调制器装置的相应区域提供。

4. 根据任一前述权利要求所述的光学系统,其中,所述多个光学布置中的每一个的所述准直光学器件包括至少第一透镜和至少第二透镜,并且其中,用于所述多个光学布置的所述第一透镜一体地形成成为第一透镜阵列并且用于所述多个光学布置的所述第二透镜一体地形成成为第二透镜阵列。

5. 根据权利要求4所述的光学系统,其中,所述投影仪配置还包括形成有多个不透明挡板的挡板布置,所述挡板布置介于所述第一透镜阵列与所述第二透镜阵列之间,以减少所述多个光学布置的所述准直光学器件之间的串扰。

6. 根据任一前述权利要求所述的光学系统,其中,所述多个光学布置包括各自的光束偏转光学元件,使得所有的所述光学布置被布置有平行的光轴。

7. 根据权利要求6所述的光学系统,其中,所述光束偏转光学元件包括多个光束偏转棱镜。

8. 根据任一前述权利要求所述的光学系统,其中,所有所述多个光学布置的所述准直光学器件都是相同的。

9. 根据任一前述权利要求所述的光学系统,其中,所述多个光学布置中的每一个具有至少为2的f数。

10. 根据任一前述权利要求所述的光学系统,其中,所述多个光学布置中的每一个具有至少为4的f数。

11. 根据任一前述权利要求所述的光学系统,其中,所述光学系统被结合到头戴式支承结构中,所述头戴式支承结构被配置成以与所述观看者的眼睛间隔开的关系支承所述光学系统,使得眼睛从限定眼动框的位置范围观看所述光导光学元件,并且其中,所述耦出区域被配置成在所述眼动框内的所有位置处向所述观看者的眼睛传送视场,并且其中,所述光学布置中的相邻光学布置对所述视场的交叠但不相同的部分进行投影。

12. 根据权利要求1所述的光学系统,其中,所述照明的子集对应于从所述耦入区域的子区域投影的整个所述图像。

13. 根据权利要求1所述的光学系统,其中,用于所述光学布置中的至少一个的所述照明的子集仅对应于所述图像的一部分。

14. 根据任一前述权利要求所述的光学系统,其中,所述耦出区域包括与所述主要平行表面成倾斜角度布置的多个部分反射表面。

15. 根据任一前述权利要求所述的光学系统,其中,所述耦出区域包括与所述主要平行表面中的一个相关联的至少一个衍射光学元件。

16. 一种用于经由光导光学元件从长度 L 和宽度 W 的有效孔径向用户的眼睛传送与图像相对应的照明的投影仪配置,所述投影仪配置包括:

至少三个相邻的光学布置,每个光学布置包括:

(a) 空间光调制器部件,所述空间光调制器部件生成与所述图像的至少一部分相对应的输出图像;以及

(b) 准直光学器件,所述准直光学器件被布置用于经由所述光导光学元件向所述用户的眼睛投影所述输出图像作为准直图像,所述准直光学器件具有出口孔径,

其中,所述光学布置的所述出口孔径协作以跨越所述长度为 L 的所述有效孔径,并且将用于向观看者显示所述图像所需的全部所述照明传送到所述光导光学元件中。

17. 根据权利要求16所述的投影仪配置,其中,用于所述光学布置中的至少一个的所述输出图像仅对应于要显示的所述图像的一部分。

用于近眼显示器的具有细分光学孔径的投影仪配置和相应的光学系统

技术领域

[0001] 本发明涉及虚拟现实和增强现实显示器,并且特别地涉及用于这样的显示器的投影仪配置,其中,用于将图像投影到光导光学元件中的整个光学孔径被细分为若干单独的较小的孔径。

背景技术

[0002] 许多虚拟现实和增强现实显示器采用具有两个主要平行平坦表面的光导光学元件(LOE),在LOE内图像通过内反射传播。对应于准直图像的照明在通常在一侧的耦入区域处被引入到LOE中,并且通过内反射在LOE内传播,直到到达耦出区域,在该耦出区域中,照明被朝向观看者的眼睛耦出LOE。朝向眼睛耦出照明可以通过使用诸如在美国专利6,829,095、美国专利7,021,777、美国专利7,457,040、美国专利7,576,916中描述的一组倾斜角度部分反射内表面,或者通过使用一个或更多个衍射光学元件(也是本领域已知的)来进行。

[0003] 尽管LOE通过一维内反射引导照明,但是不引导平行于LOE平面的尺寸。因此,为了向观看者提供期望视场的全宽度,将图像照明引入到耦入区域的图像投影仪的面内尺寸需要相对较大。这导致投影仪光学器件的低 f 数,通常为 $f < 1$,并且对光学部件的光学设计和质量提出了相应严格的要求。

发明内容

[0004] 本发明提供了一种用于虚拟现实和增强现实平视显示器,特别地用于近眼显示器的投影仪配置和相应的光学系统,其中,图像投影系统的光学孔径被划分(细分)成若干区域,每个区域具有其自己的图像生成和/或照明子系统。

[0005] 根据本发明的某些实现方式,这可以减小光学引擎的整体形状因子,和/或可以增加光学性能,同时保持相对少量的光学部件(透镜)。

[0006] 根据本发明的教导,提供了一种用于向观看者显示投影图像的光学系统,该光学系统包括:(a)光导光学元件,其具有两个主要平行表面并且被配置用于通过在主要平行表面处的内反射将与准直到无限远的投影图像相对应的照明从耦入区域引导到耦出区域,在耦出区域中,照明的至少部分朝向观看者的眼睛耦出;以及(b)投影仪配置,其与光导光学元件的耦入区域相关联,该投影仪配置包括多个相邻光学布置,每个光学布置包括被布置用于投影照明的子集的准直光学器件,相邻光学布置协作以向耦出区域提供整个投影图像。

[0007] 根据本发明的实施方式的另一特征,光学布置中的每一个还包括空间光调制器部件,该空间光调制器部件生成与图像的一部分相对应的部分图像。

[0008] 根据本发明的实施方式的另一特征,所述多个相邻光学布置的空间光调制器部件由共享空间光调制器装置的相应区域提供。

[0009] 根据本发明的实施方式的另一特征,所述多个光学布置中的每一个的准直光学器

件包括至少第一透镜和至少第二透镜,并且其中,用于所述多个光学布置的第一透镜一体地形成第一透镜阵列并且用于所述多个光学布置的第二透镜一体地形成第二透镜阵列。

[0010] 根据本发明的实施方式的另一特征,投影仪配置还包括形成有多个不透明挡板的挡板布置,该挡板布置介于第一透镜阵列与第二透镜阵列之间以减少所述多个光学布置的准直光学器件之间的串扰。

[0011] 根据本发明的实施方式的另一特征,所述多个光学布置包括各自的光束偏转光学元件,使得所有的光学布置以平行的光轴布置。

[0012] 根据本发明的实施方式的另一特征,光束偏转光学元件包括多个光束偏转棱镜。

[0013] 根据本发明的实施方式的另一特征,所有所述多个光学布置的准直光学器件都是相同的。

[0014] 根据本发明的实施方式的另一特征,所述多个光学布置中的每一个具有至少为2的f数,并且优选地具有至少为4的f数。

[0015] 根据本发明的实施方式的另一特征,光学系统被结合到头戴式支承结构中,该头戴式支承结构被配置成以与观看者的眼睛间隔开的关系支承光学系统,使得眼睛从限定眼动框(eye-motion box)的位置范围观看光导光学元件,并且其中,耦出区域被配置成在眼动框内的所有位置处向观看者的眼睛传送视场,并且其中,光学布置中的相邻光学布置对视场的交叠但不相同的部分进行投影。

[0016] 根据本发明的实施方式的另一特征,照明的子集对应于从耦入区域的子区域投影的整个图像。

[0017] 根据本发明的实施方式的另一特征,用于光学布置的至少一个的照明的子集仅对应于图像的部分。

[0018] 根据本发明的实施方式的另一特征,耦出区域包括以与主要平行表面成倾斜角度布置的多个部分反射表面。

[0019] 根据本发明的实施方式的另一特征,耦出区域包括与主要平行表面中的一个相关联的至少一个衍射光学元件。

[0020] 根据本发明的实施方式的教导,还提供了一种用于经由光导光学元件从长度L和宽度W的有效孔径向用户的眼睛传送与图像相对应的照明的投影仪配置,该投影仪配置包括至少三个相邻的光学布置,每个光学布置包括:(a)空间光调制器部件,其生成与图像的至少一部分相对应的输出图像;以及(b)准直光学器件,其被布置用于经由光导光学元件向用户的眼睛投影作为准直图像的输出图像,准直光学器件具有出口孔径,其中,光学布置的出口孔径进行协作以跨越长度L的有效孔径,并且将用于向观看者显示图像所需的全部照明传送到光导光学元件中。

[0021] 根据本发明的实施方式的教导,用于光学布置中的至少一个的输出图像仅对应于要显示的图像的部分。

附图说明

[0022] 在本文中,参照附图仅通过示例的方式描述了本发明,在附图中:

[0023] 图1A是从光导光学元件(LOE)朝向观看者的眼睛投影的视场(FOV)的示意性平面

图；

[0024] 图1B是示出了来自LOE的活动区域的光的分布以在整个眼动框(EMB)上提供视场的类似于图1A的示意性平面图；

[0025] 图2A是示出LOE的耦入区域的所需长度尺寸以向EMB提供全FOV的LOE的示意性正视图；

[0026] 图2B是示意性地示出根据本发明的方面的将耦入区域细分为子孔径的类似于图2A的图；

[0027] 图3是示出来自给定子孔径的光可以到达眼动框的角度的范围的类似于图2B的图；

[0028] 图4A和图4B是分别示出根据自顶向下和侧面注入的LOE配置的图像角度视场的推荐数量的子孔径的示例的曲线图；

[0029] 图5是示出用于为本发明的某些实现方式选择划分孔径大小的冲突考虑因素的曲线图；

[0030] 图6A是适合于在本发明的某些实现方式中使用的透镜布置的示意性侧视图；

[0031] 图6B是采用与LOE相关联的多个图6A的透镜布置的显示系统的示意性正视图；

[0032] 图6C是图6B的显示系统的示意性侧视图；

[0033] 图7是被实现为便于组装的透镜阵列的图6B的显示系统的部件的示意性等距视图；

[0034] 图8A是示出使用光束折叠反射器来减小光学布置的大小的类似于图6C的显示系统的变型实现方式；

[0035] 图8B是光学孔径被细分为两个尺寸的类似于图6C的显示系统的另一变型实现方式；

[0036] 图9是用于实现本发明的光学架构的示意性表示,其中每个子孔径提供有投影图像的整个FOV；

[0037] 图10A是示出两个不同子孔径的主光线的取向的LOE的示意性正视图,其中每个孔径仅对落入EMB内的图像的部分进行投影；

[0038] 图10B是用于实现本发明的光学孔径的示意表示,其中与每个子孔径相关联的光学布置对与该子孔径的主光线对准的部分图像进行投影；

[0039] 图11A和图11B是示出使用光束偏转光学元件来重定向每个子孔径的主光线的分别类似于图10A和图10B的图；

[0040] 图12是示出使用空间光调制器的周边区域来提供补偿图像输出的类似于图11B的图。

具体实施方式

[0041] 本发明提供用于虚拟现实和增强现实平视显示器,特别地用于近眼显示器的投影仪配置和相应的光学系统,其中图像投影系统的光学孔径被划分(细分)成若干区域,每个区域具有其自己的图像生成和/或照明子系统。

[0042] 参照附图和所附描述可以更好地理解根据本发明的投影仪和光学系统的原理和操作。

[0043] 作为介绍,参照图1A、图1B和图2A,基于光导光学元件 (LOE) 10的显示器通常被设计成在与眼睛位置的可接受范围对应的整个“眼动框”(EMB) 12上向观看者的眼睛提供从最右光线18R到最左光线18L的全视场。图1A示出了向中心位置的眼睛提供的视场,而图1B示出了在LOE的平面(LOE 10的“活动区域”14)中的所需显示尺寸,以向整个EMB 12提供图像的所有部分。传统方法通常提供从LOE显示区域的所有部分投影的图像的所有光线角度,但是应注意,来自显示区域的周边边缘的大部分图像(光线20)实际上落在EMB 12之外,并且因此事实上不需要落在EMB 12之外的这些光线。

[0044] 可以通过沿从EMB经由耦出布置到波导入口孔径的相反方向追踪光线来得到LOE的耦入孔径处的所需孔径尺寸。图2A中示出了朝向入口孔径扩展的来自眼动框的最极端角度光线的轨迹。得到的所需孔径尺寸取决于EMB大小、视场、眼睛到入口孔径的距离和折射率。

[0045] 这种几何形状的结果是系统在LOE平面中具有大的有效光学孔径16。这连同期望使用短焦距以实现紧凑的投影仪布置会导致低的f数,因此,与较高f数系统相比,需要严格的光学要求并且降低了图像质量。

[0046] 为了解决该问题,本发明提供了用于投影图像的投影仪、光学系统和方法,其中通过其将图像耦入到LOE的光学孔径16被细分成多个单独的孔径,所述多个单独的孔径在此处被示出为孔径A1至孔径A5,每个孔径具有对视场的相应部分进行投影的独立的投影布置。图2B中示意性地示出了该布置。

[0047] 因此,关于光学系统,一般而言,光学系统包括光导光学元件(LOE) 10,该光导光学元件(LOE) 10具有两个主要平行表面并且被配置用于通过主要平行表面处的内反射来将与准直到无限远的投影图像对应的照明从耦入区域(有效孔径16)引导到耦出区域(活动区域14),在耦出区域(活动区域14)中至少部分照明朝向位于眼动框(EMB) 12处的观看者的眼睛被耦出。投影仪配置与光导光学元件的耦入区域相关联。投影仪配置包括多个相邻的光学布置或“子系统”,每个相邻的光学布置或“子系统”都具有其自己的准直光学器件,该准直光学器件被布置用于对根据整个有效孔径16所需的照明子集进行投影。相邻的光学布置协作以向耦出区域提供整个投影图像。

[0048] 在基本实现方式中,每个光学子系统可以从每个子孔径投影整个FOV。然而,如上述参照图1B所指出的,这是浪费的,因为来自外侧区域的大部分照明落在EMB之外并且是不必要的。更优选地,当将波导入口孔径划分成若干较小的区域时,视场也被细分到不同的区域上,使得每个区域仅投影与照明EMB相关的视场部分。

[0049] 对于示出的任意选择的孔径A2,图3中示出了针对每个光学孔径的视场的确定。具体地,示出了大致类似于图2B并且类似地被标记的LOE10的正视图。通过追踪从孔径A2的左侧到活动区域14的右端的光线22L(与可以到达EMB的场的最远左部分相对应)以及从孔径A2的右侧到活动区域14的左端的光线22R(与可以从孔径A2到达EMB的场的最远右部分相对应),可以得到来自孔径A2的光可以到达EMB 12的角度范围。相关的角度范围当然也受到跨越从光线18R'到光线18L'的角度的图像的视场(FOV)的限制。在场的左侧的情况下,光线22L位于FOV外部,因此需要从孔径A2显示直到FOV的左边缘18L'的所有光线。在场的右侧,定义了可以到达EMB的光线的几何限制的光线22R排除了FOV的一部分,使得仅需要显示从光线22R向内的角度的像素,并且在光线22R与光线18R'之间的场的剩余部分是不需要显示

的。为了优化准直光学器件的性能,优选的是根据与投影仪的投影场的中间相对应的调整的主光线(CR)来定义投影仪布置,这对于每个投影仪将是不同的。

[0050] 非常明显的是,与采用跨越整个有效孔径16的传统投影仪的等效显示系统相比,本发明提供了许多优点。具体地,通过将孔径细分为较小尺寸的多个区域,光学布置的 f 数增加($d_{\text{总孔径}}/d_{\text{区域}}$)倍,其中 $d_{\text{总孔径}}$ 是与耦入区域的长度 L 相对应的整个有效孔径的最大尺寸,并且 $d_{\text{区域}}$ 是单独的光学布置出口孔径的最大尺寸。各个光学布置的 f 数优选为至少2,并且更优选为至少4,而某些特别优选的实施方式具有至少为5的 f 数。这与通常具有小于1并且经常接近于 $1/2$ 的 f 数的用于传统基于LOE的显示器的投影仪相比较。 f 数的这种增加使得对光学布置的性质的要求相应放宽,从而有助于使用相对简单和低成本光学部件的高质量图像投影。

[0051] 图4A和图4B的曲线图示出了在具有各种角度大小的16/9比率FoV(EMB为 $8\text{mm} \times 10\text{mm}$)的情况下,对被认为是最佳的细分(或“分区”或“区域”)数目 H 的估计。这些值仅是说明性的建议,并且也可以使用更多或更少的细分来实现良好的结果。当设计例如用于近眼显示器的具有小尺寸的系统时,细分孔径在增大的 f 数和减小球面像差方面的优点需要与衍射限制对光斑大小的影响进行平衡,如图5示意性示出的。本领域普通技术人员基于这些考虑可以容易地选择孔径大小的可接受范围和/或最佳范围。

[0052] 应当注意的是,将投影仪孔径细分成区域不需要利用相同的细分来执行。例如,考虑到周边孔径中每单位面积需要小部分的FOV和较小比例的图像强度,可能优选的是朝向整个孔径的周边采用较大的孔径。另一方面,某些特别优选的实现方式对所有光学子系统采用相同的孔径和相同的光学布置,从而实现结构的简化。

[0053] 可以使用用于准直光学器件模块的一系列不同的光学架构来实现孔径的划分,准直光学器件模块负责将从微显示器中出射的光束准直到LOE入口(耦入)孔径中。除了例如在美国专利8,643,948中描述的偏振分束器准直光学器件架构之外,细分孔径方法的增大的 f 数和降低的光学要求有助于实现基于折射透镜的紧凑架构。折射透镜的使用允许透镜位于波导入口孔径上或正后方,从而避免在反射光学器件的基于PBS的设计中从波导入口到准直光学器件的距离处发生的场的进一步扩展。透镜与孔径的接近允许使用大小与指定区域的相应光学孔径大致相等的透镜,从而得到比反射光学器件实现方式更紧凑的设计。

[0054] 由整个孔径的细分以及随之产生的每个光学布置的相对高的 f 数引起的不太严格的光学性能要求允许使用相对简单的准直光学器件,同时保持高质量的图像输出。例如,本发明的某些实现方式针对每个光学布置采用准直光学器件,每个光学布置包括被布置为两个双合透镜例如佩兹瓦尔透镜的4个光学元件。在图6A中以具有第一双合透镜24和第二双合透镜26的单个光学布置示出了这样的布置的示例,第二双合透镜与空间光调制器部件28对准。图6B和图6C示意性地示出了包括该示例中七个如图6A中的光学布置的阵列的全光学系统,所述七个光学布置一起跨越LOE10的耦入有效孔径。每个子孔径优选地是矩形的,使得并置的子孔径形成基本上连续的有效孔径。在这个非限制性示例中,此处通过使用耦合棱镜30实现耦入,耦合棱镜30呈现正确地倾斜耦入表面,用于将图像照明引入到LOE中。

[0055] 根据一个特别优选的实现方式,并置的透镜或透镜组件24被集成到第一透镜阵列中,为了装置组装目的,第一透镜阵列用作单个元件。类似地,并置的透镜或透镜组件26被集成到第二透镜阵列中,为了装置组装目的,第二透镜阵列用作单个元件。透镜阵列可以有

利地通过模制工艺来生产,使该结构成本特别低并且易于组装。在每个透镜阵列提供相应透镜组件的双合透镜的情况下,部件透镜可以被模制成两个单独的阵列,这两个单独的阵列随后被组装以形成双合透镜阵列。替选地,使用透镜制造领域中已知的技术,可以使用双部件模制工艺来直接生产双合透镜阵列。优选地,形成有多个不透明挡板32的挡板布置介于第一透镜阵列24与第二透镜阵列26之间,以减少多个光学布置的准直光学器件之间的串扰。挡板布置还可以用作间隔件,以限定和保持透镜阵列之间所需的间隔。

[0056] 应当理解,前述折射透镜布置仅是一个非限制性示例,并且本发明可以用各种其他透镜类型和实现方式来实现,包括但不限于球面、非球面或自由形式的由玻璃或塑料形成的折射透镜、衍射透镜、菲涅耳透镜、反射透镜以及上述的任何组合。

[0057] 根据可以被实现为上述透镜阵列构造的一部分或具有单独的光学布置的另一优选特征,多个相邻光学布置的空间光调制器部件由共享空间光调制器装置的相应区域提供。在一些情况下,空间光调制器部件的整个阵列可以由延伸阵列长度的单个细长空间光调制器提供。在诸如OLED显示元件、背光LCD面板、微LED显示器或数字光处理(DLP)芯片的发光空间光调制器的情况下,显示表面可以直接与光学布置对准以最小化重量和体积。如果期望使用诸如LCOS芯片的反射空间光调制器,则通常在准直光学器件与调制器之间插入分束器立方体块,以允许将照明传送到调制器表面,如本领域中已知的。

[0058] 图7示意性地表示准备与挡板布置(未示出)和LOE(未示出)一起组装以形成根据本发明的光学系统的第一透镜阵列24、第二透镜阵列26以及细长空间光调制器28的部件模块。

[0059] 转向图8A,图8A示出了图6C的布置的变型实现方式,其中,提供一个或多个反射器34以折叠第一透镜阵列24与第二透镜阵列26之间的光学路径,从而有助于如图所示的更紧凑的实现方式。在此处示出的示例中,一对反射器34以90度折叠路径两次,以允许光学部件和空间光调制器安装在共同平面上,例如,耦入棱镜30的延伸。

[0060] 转向图8B,尽管迄今为止仅在长度尺寸L中示出了平行于LOE主表面的平面的孔径16的细分,但在某些情况下,另外有利的是,在对应于图8B中所示的两个区域A1和A2的垂直方向上细分耦入孔径16。在这种情况下,与该尺寸中的整个FOV相对应的跨孔径的每个细分的FOV和主光线通常是相同的。

[0061] 现在转向图9至图12,将讨论关于由每个孔径区域的每个光学布置投影的FOV以及投影布置的几何形状的若干选项。图9示意性地示出了每个光学布置投影整个FOV的情况。(在该图和以下每一个附图中,为了便于呈现,仅示出了指示两个样本孔径区域的光学性能的所选光线。)在这种情况下,所有光学布置在其光轴平行的情况下布置,并且每个显示器生成与要显示的完整图像相对应的图像。由于其结构简单且易于对准,该选项在多种情况下可能是优选的。然而,如上面参照图1B所解释的那样,该选项能量效率低,因为大部分的投影照明不是指向EMB的,因此被浪费了。另外,需要每个准直光学器件来处理相对宽角度的FOV。

[0062] 图10A和图10B示出了基于上面参照图3描述的分析的替选方法,根据该替选方法,每个光学布置仅投影与要显示的整个图像的一部分相对应的部分图像,在EMB内的某个位置处可从相应的孔径看到该部分图像的像素。这减少了能量浪费,并且减小了由光学布置中的至少一些光学布置投影的FOV。为了优化光学布置的性能,优选地对准每个光学布置,

使得与由该布置投影的场中心相对应的新的主光线CR位于准直光学器件的光轴上。这产生如图10B中示意性所示的构造,其中,每个光学布置以不同的角度被定向。虽然这种构造提供提高了能量效率并且降低了来自光学布置的FOV要求的优于图9的上述优点,但是在一些情况下,不同投影仪子系统的非平行布置可能会引起设计复杂性和工程挑战。

[0063] 图11A和图11B示意性地示出了构思上类似于图10A和图10B但是通过添加相应的光束偏转光学元件36进行修改的修改装置,相应的光束偏转光学元件被布置成偏转每个子投影仪的照明路径使得所有光学布置以平行的光轴布置。在此处所示的特别优选的实现方式中,光束偏转光学元件是多个光束偏转楔形棱镜36,每个棱镜具有选择的楔角以校正孔径的相应主光束的倾斜。可选地,偏转棱镜可以被实现为两个棱镜的双合透镜以校正色散。替选地,可以通过补偿偏移来移位色分,经由对投影图像的数字校正来处理色散。应当注意,其他类型的光束偏转光学元件也可以用于实现本发明的这个方面,包括但不限于:方向转向膜和衍射光学元件。在光学布置中的一个光学布置位于LOE的光学对称轴上(通常当存在奇数个孔径时)时,中心光学布置通常不需要光束偏转光学元件。

[0064] 贯穿本发明的上述实现方式,应当注意最小化限定相邻部分孔径的相邻透镜之间的连接处的间隙或遮蔽,以避免或最小化暗线和其他与边缘相关的失真。诸如使用高折射率材料或使用菲涅耳透镜的各种设计选择,允许外表面具有相对平坦或大半径的曲率的实现方式,有助于将光学性能延伸到孔径之间的接缝,并且最小化任何“黑线”效应。

[0065] 在某些情况下,特别是在使用光束偏转光学元件36并且光学布置的出口孔径24稍微偏离光束偏转光学元件的情况下,邻近接缝的某些光束方向可以被一个光学布置的光束偏转器36充分偏转以进入相邻光学布置的准直光学器件24。(此处,如说明书中的其他地方那样,通过在系统中沿相反方向跟踪光束来分析光学特性,就像光束源于EMB并传播到投影仪中一样。)尽管可以通过使用挡板等来消除这样的杂散光束,但是仍然会在显示器的那些区域中产生黑线。图12中示意性地示出了该效果。

[0066] 为了解决该问题,注意,到达空间光调制器28的平面的来自相邻光束偏转光学元件的杂散光线的位置位于该光学布置的投影图像的视场之外。因此,根据本发明的另一方面,用于投影子投影仪的主要部分图像的区域28外部的空间光调制器元件的边缘区域28A被致动以生成与主要部分图像脱离的部分图像,该部分图像将正确的图像信息提供给穿过相邻光束偏转光学元件的边缘区域的光线路径。可以在显示器的两侧生成在准直光学器件的直接FOV之外的该图像条带。

[0067] 可以在多种上下文和应用中实现本发明的各种实施方式。根据一个特别优选但非限制性的实现方式的集合,光学系统被结合到诸如眼镜框架配置或头盔遮阳板的头戴式支承结构中,该头戴式支承结构以与观察者的眼睛间隔开的关系支承光学系统,使得眼睛从限定眼动框的位置范围内的位置观看光导光学元件。在一些情况下,提供两个这样的系统以向观看者的双眼提供图像。耦出区域被配置成在眼动框内的所有位置处向观看者的眼睛传送视场。多个光学布置协作以提供这种全视场,其中每个视场按照图9的方式投影整个FOV,或者按照图10A至图11B的方式投影视场的交叠但不相同的部分的部分图像。

[0068] 本发明适用于所有显示装置,其中投影仪经由光导光学元件从长度为L和宽度W的有效孔径向用户的眼睛传送与通常准直到无限远的图像相对应的照明,其中,投影仪具有至少三个相邻的光学布置,每个光学布置包括空间光调制器部件和准直光学器件,空间光

调制器部件生成与图像的至少一部分相对应的投影图像,准直光学器件被布置用于经由光导光学元件向用户的眼睛投影作为准直图像的投影图像。所有光学布置的出口孔径协作以跨越长度为L的有效孔径,并且将向观看者显示图像所需的全部照明传送到光导光学元件中。

[0069] 本发明的实施方式适用于广泛的应用,特别是具有诸如LOE的耦入区域的不对称孔径的应用,并且适用于所有类型的LOE技术,包括但不限于,包括具有与主要平行表面成倾斜角度布置的多个部分反射表面的耦出区域的LOE技术,以及包括具有被布置用于朝向观看者的眼睛耦出图像照明的至少一个衍射光学元件的耦出区域的LOE技术。

[0070] 将理解的是,采用本发明的光学装置的显示装置将包括诸如至少一个处理器或处理电路的附加电子部件以驱动显示装置,所有这些附加电子部件都是本领域已知的。在不同的空间光调制器或单个空间光调制器的不同区域被并行驱动以生成类似图像,或者被驱动以生成不同的部分图像的情况下(每个空间光调制器与准直光学器件对准),本领域普通技术人员容易地理解无论是被实现为专用硬件、ASIC、在合适软件的控制下操作的通用处理器还是被实现为任何硬件/软件/固件组合的必要的驱动器电路。通常会根据装置设计和预期应用添加其他硬件部件,例如电源、通信子系统、照明子系统、传感器、输入装置等,这对于本领域普通技术人员来说将是清楚的。

[0071] 将理解的是,以上描述旨在用作示例,并且在所附权利要求限定的本发明的范围内许多其他实施方式是可能的。

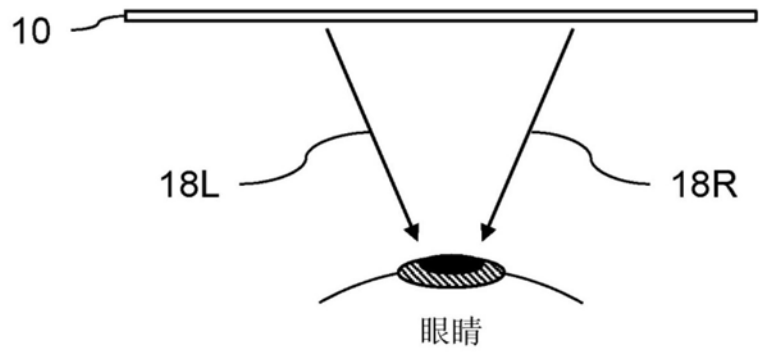


图1A

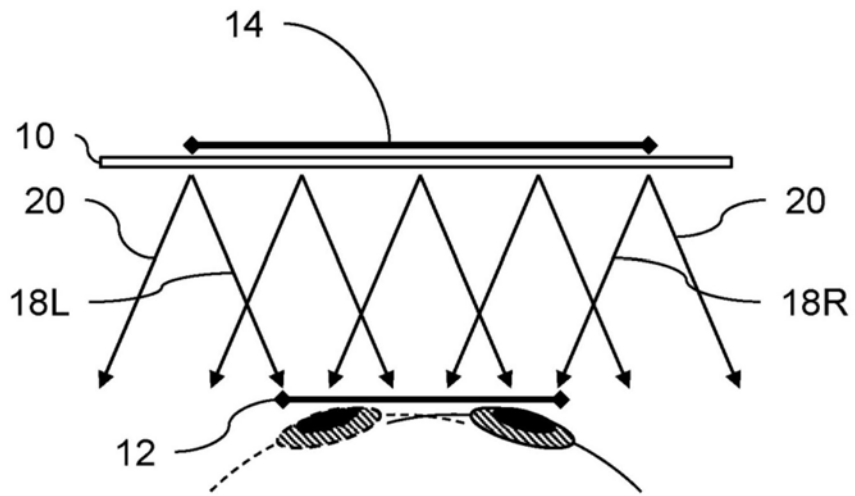


图1B

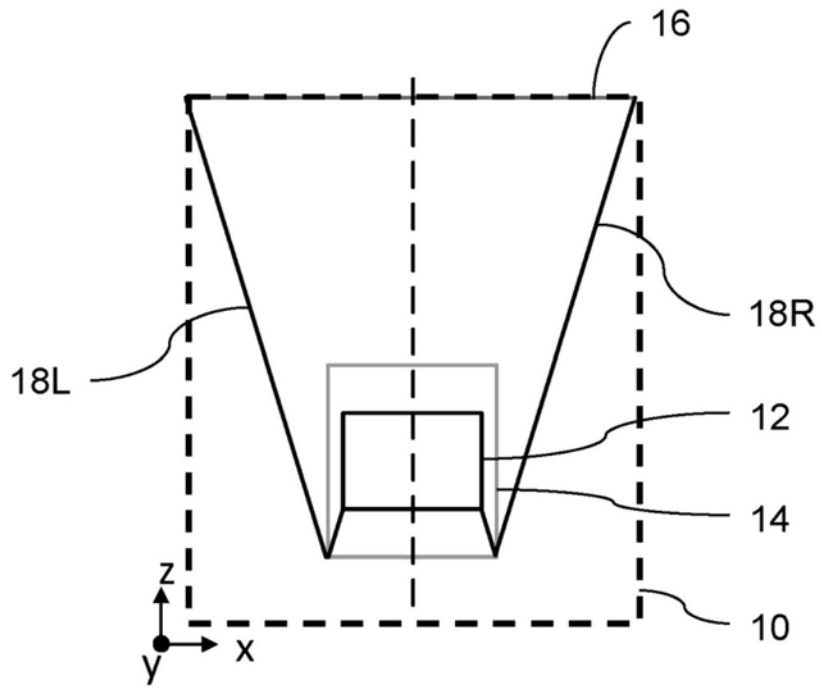


图2A

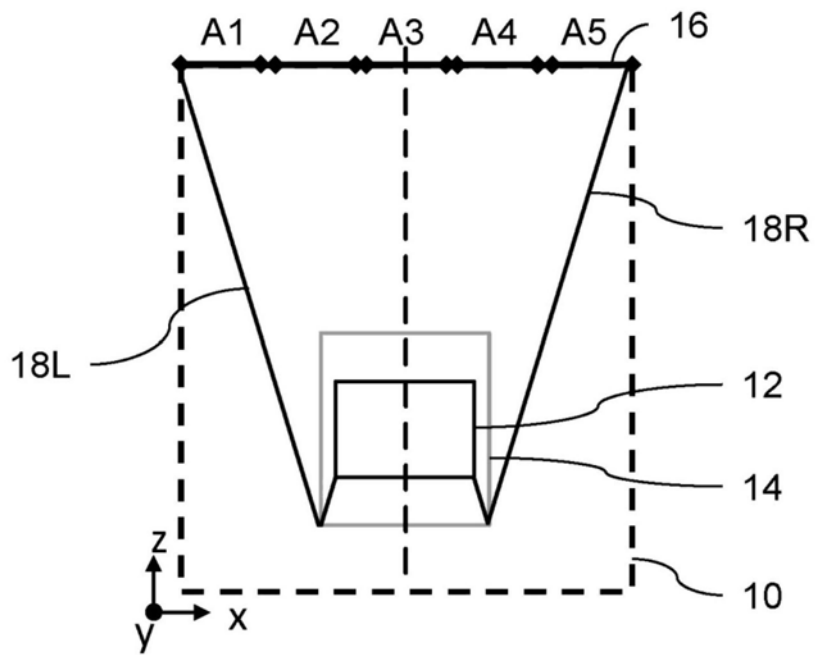


图2B

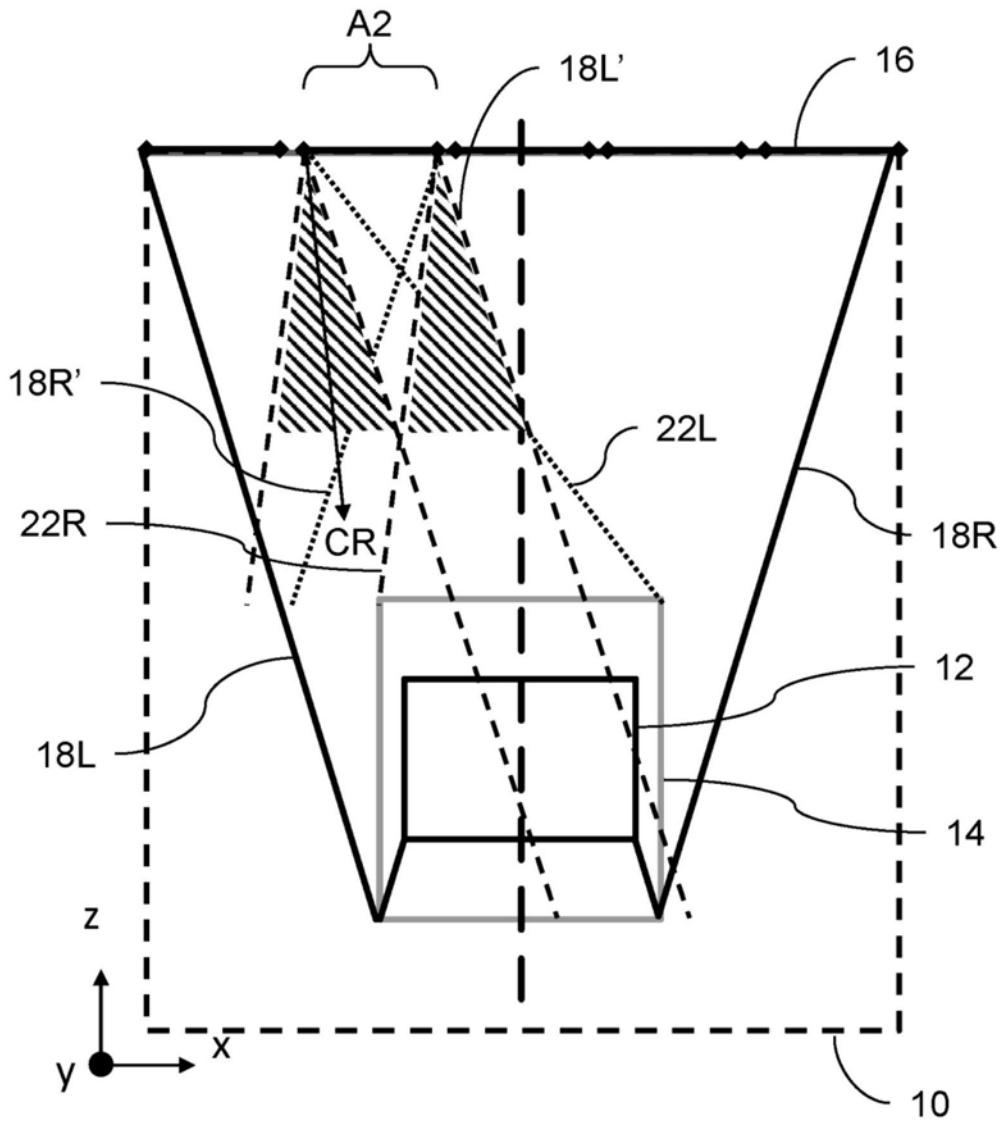


图3

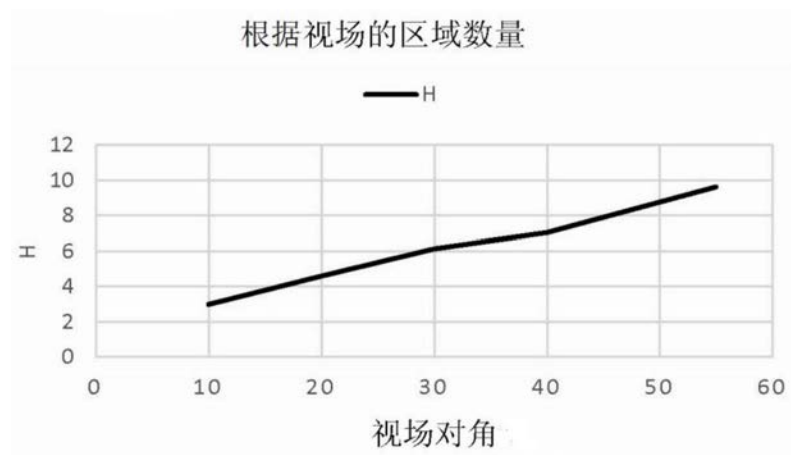


图4A

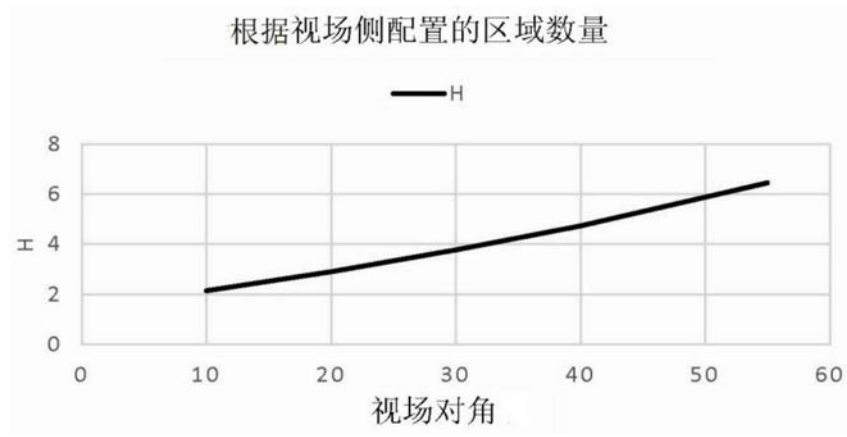


图4B

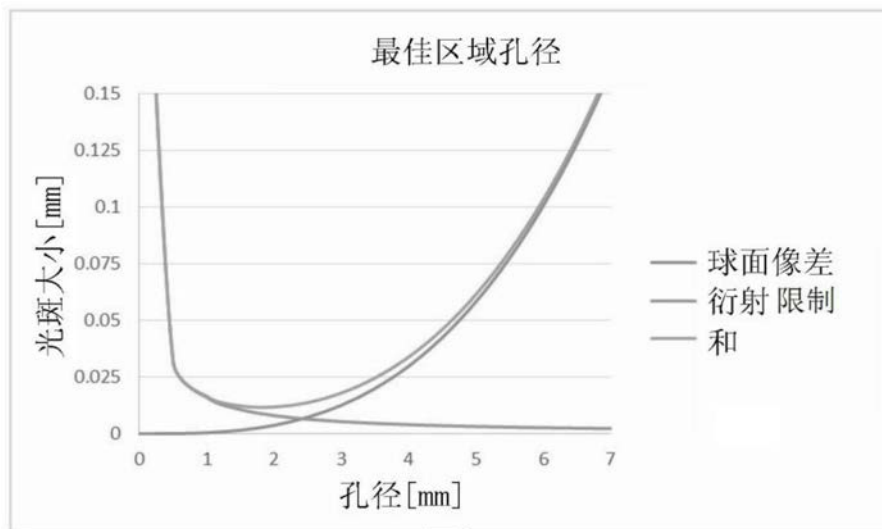


图5

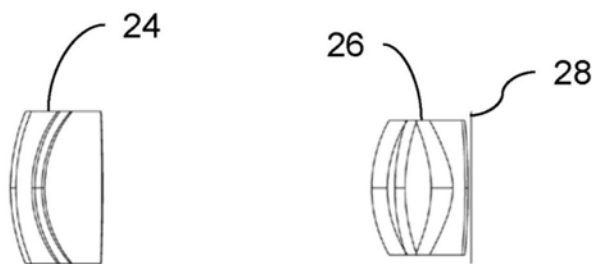


图6A

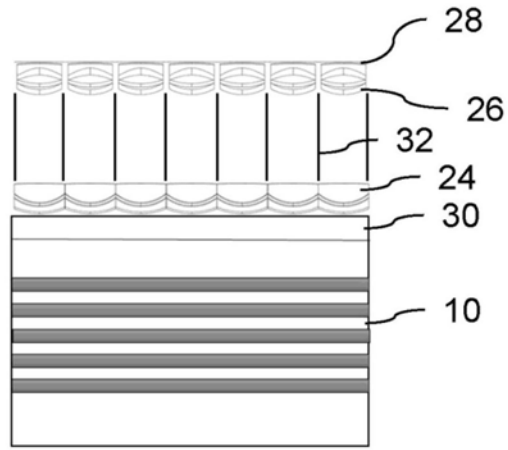


图6B

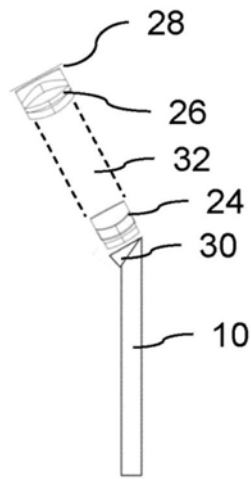


图6C

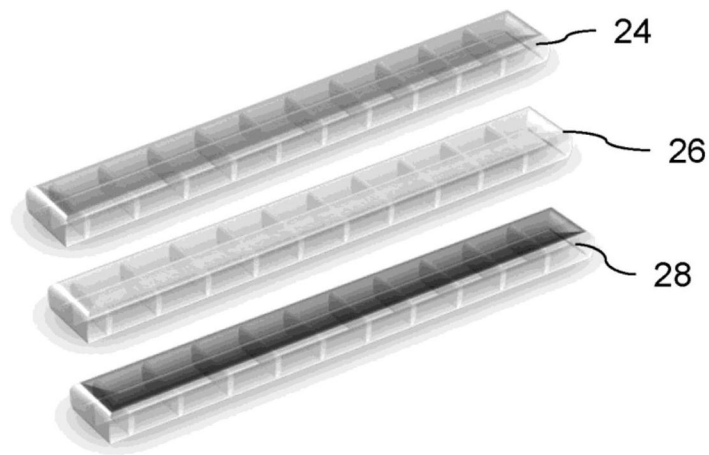


图7

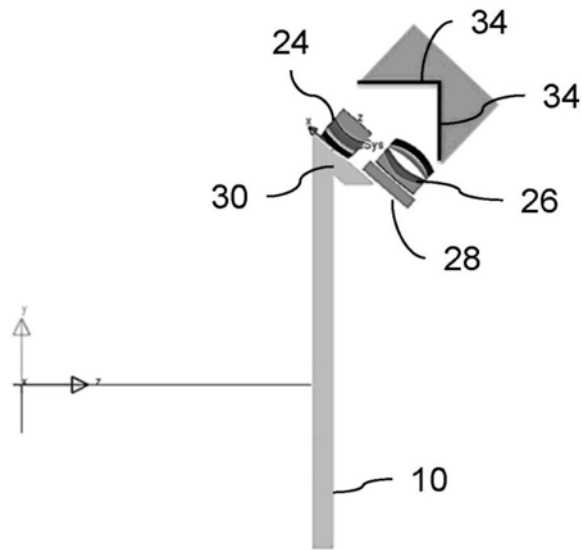


图8A

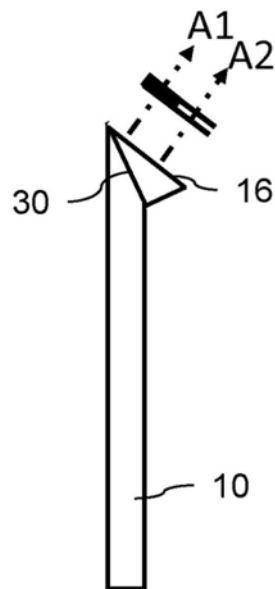


图8B

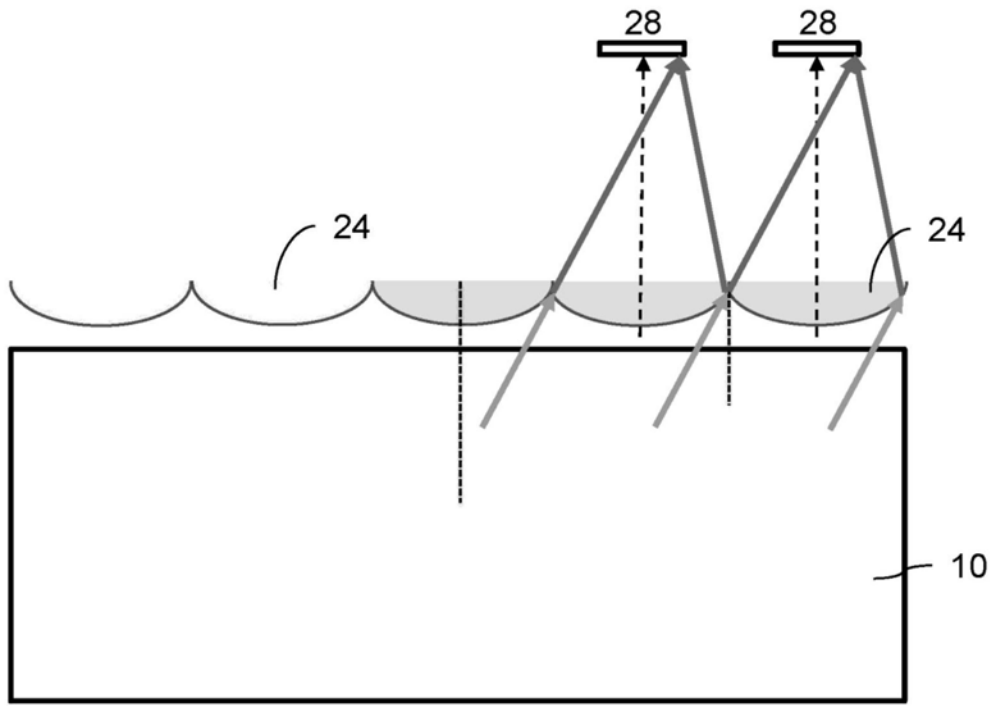


图9

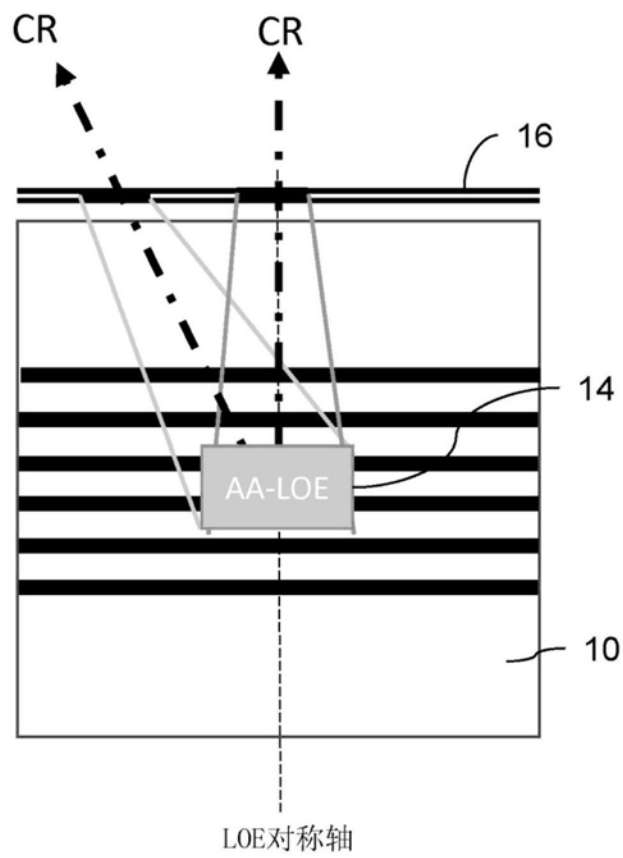


图10A

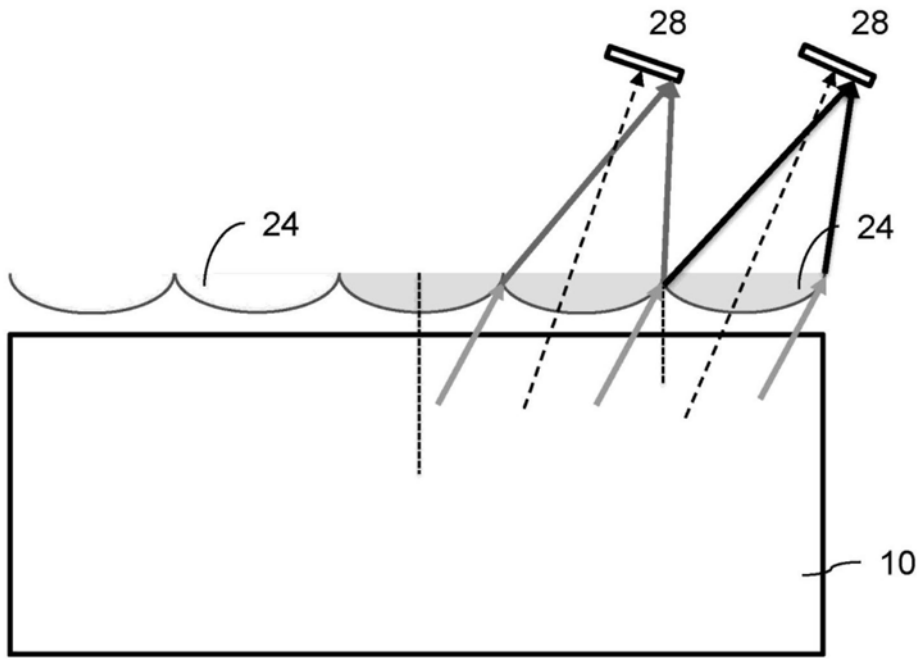
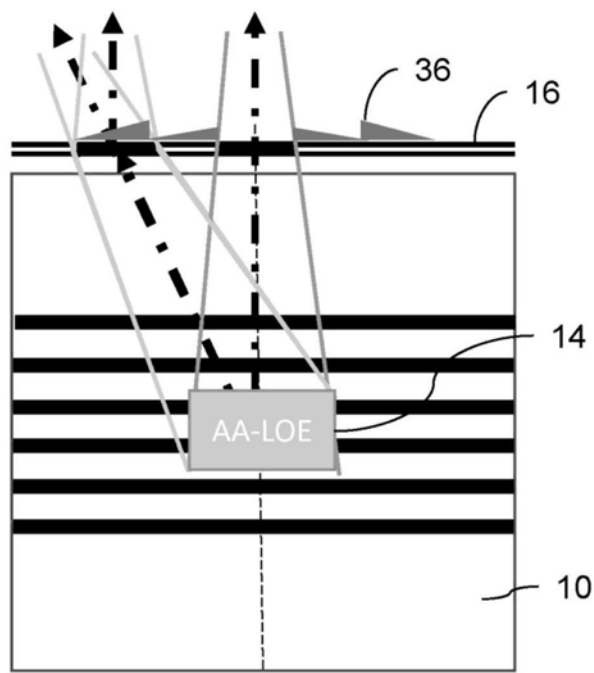


图10B



LOE对称轴

图11A

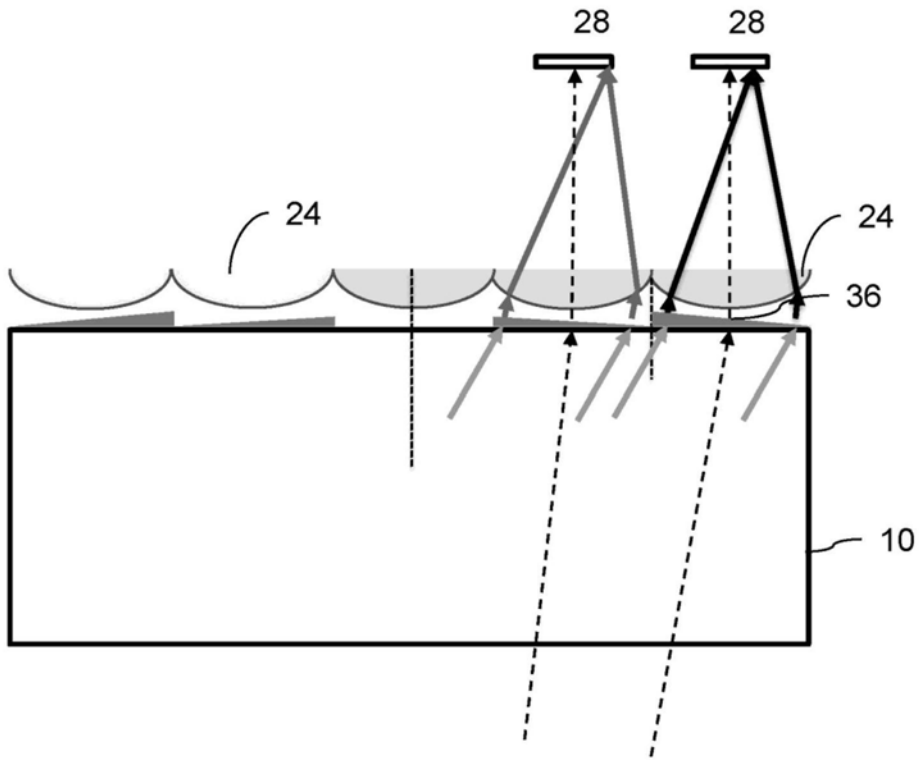


图11B

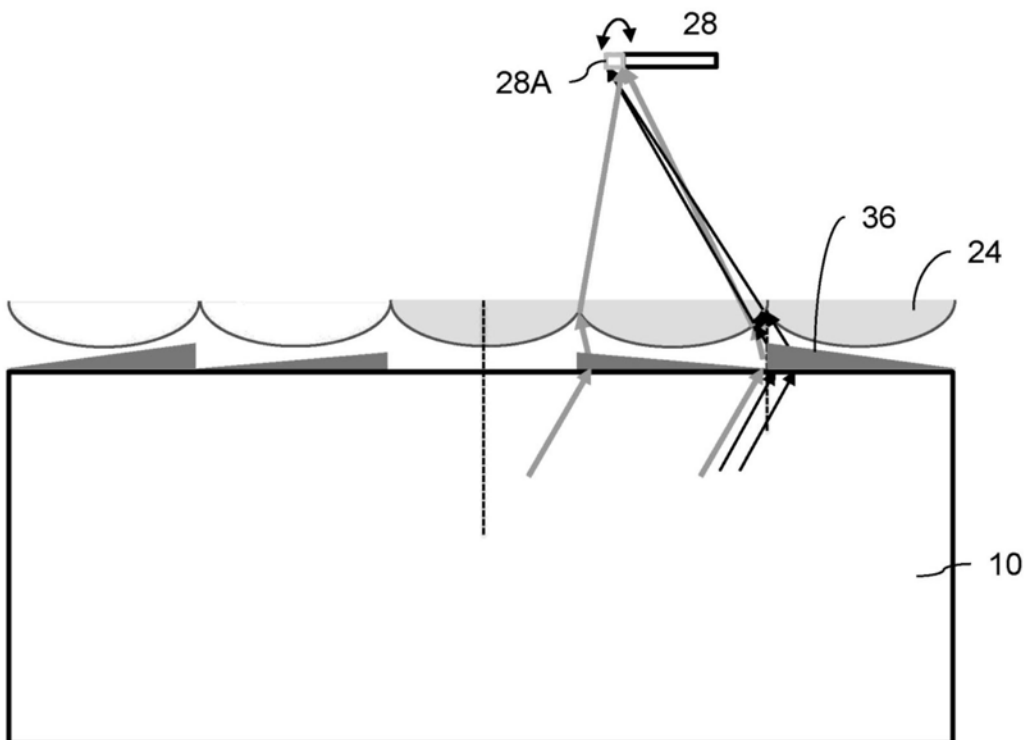


图12