



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107710050 A

(43)申请公布日 2018.02.16

(21)申请号 201680037640.7

(22)申请日 2016.06.17

(30)优先权数据

62/186,944 2015.06.30 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.12.26

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2016/038028 2016.06.17

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/003719 EN 2017.01.05

(71)申请人 3M创新有限公司

地址 美国明尼苏达州圣保罗市邮政信箱

33427, 3M中心55133-3427

(72)发明人 安德鲁·J·乌德柯克 允智省

艾琳·A·麦克道尔

蒂莫西·L·王

坎得西·M·波翰农

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 周晨

(51)Int.Cl.

G02B 27/01(2006.01)

G02B 27/28(2006.01)

G02B 27/12(2006.01)

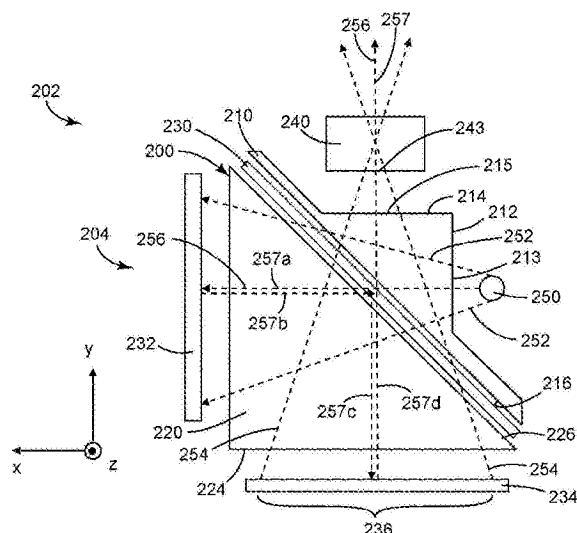
权利要求书4页 说明书18页 附图8页

(54)发明名称

照明器

(57)摘要

本发明提供了一种折叠光路照明器。该照明器可包括具有输入面、输出面和成像器面的偏振分束器,设置为邻近输入面并且限定输入面上的输入有效面积的光源,以及设置为邻近成像器面以用于接收从光源发射的光并且发射图案化光的图像形成装置,图案化光可为会聚图案化光。图像形成装置可具有限定输出面上的输出有效面积的最大图像面积。输入有效面积和输出有效面积中的一者或两者小于最大图像面积的约一半。偏振分束器可包括第一棱镜和第二棱镜,并且第一棱镜的体积可不大于第二棱镜的体积的一半。



1. 一种照明器,所述照明器包括:

偏振分束器,所述偏振分束器包括:

第一棱镜,所述第一棱镜具有输入面、输出面和第一斜边;

第二棱镜,所述第二棱镜具有成像器面和第二斜边,所述第二斜边设置为邻近所述第一斜边;以及

反射偏振器,所述反射偏振器设置在所述第一斜边和所述第二斜边之间;

光源,所述光源设置为邻近所述输入面并且限定所述输入面上的输入有效面积,以及

图像形成装置,所述图像形成装置设置为邻近所述成像器面以用于接收从所述光源发射的光并且发射图案化光,所述图像形成装置具有最大图像面积,所述最大图像面积限定所述输出面上的输出有效面积;

其中所述输入有效面积和所述输出有效面积中的一者或两者小于所述最大图像面积的约一半。

2. 一种照明器,所述照明器包括:

偏振分束器;

第一反射部件,所述第一反射部件设置为邻近所述偏振分束器的第一表面,所述第一反射部件具有最大有效面积,

透镜,所述透镜设置为邻近所述偏振分束器的与所述第一表面相对的第二表面,所述透镜接收由所述第一反射部件发射的光;

其中所述最大有效面积限定所述透镜的最大接收面积,并且其中所述最大接收面积不大于所述最大有效面积的约一半。

3. 一种照明器,所述照明器包括光源,与所述光源光通信的反射偏振器,以及与所述反射偏振器光通信的透镜,所述反射偏振器限定最小假想矩形平行六面体,所述最小假想矩形平行六面体完全包含所述反射偏振器并且具有垂直于由所述光源发射的中心光线的表面,其中所述光源的至少一部分或所述透镜的至少一部分设置在所述假想矩形平行六面体内部。

4. 根据权利要求3所述的照明器,还包括:

第一棱镜,所述第一棱镜具有第一面和第二面并且具有第一斜边;以及

第二棱镜,所述第二棱镜具有第三面和第四面以及第二斜边,所述第三面与所述第一面相对,所述第四面与所述第二面相对,所述反射偏振器设置在所述第一斜边和所述第二斜边之间并且邻近所述第一斜边和所述第二斜边。

5. 一种偏振分束器,所述偏振分束器包括:

反射型偏振器,

第一棱镜,所述第一棱镜具有第一体积并且包括:

第一面;

第二面,所述第二面邻近所述第一面,所述第一面和所述第二面之间的角度基本上等于90度;

第一斜边,所述第一斜边与所述角度相对;

第二棱镜,所述第二棱镜具有第二体积,所述第二棱镜是直角三角棱镜,所述第二棱镜具有第三面和第四面并且具有第二斜边,该第二斜边设置为邻近第一斜边,第一斜边和第

二斜边具有基本上相等的表面积,所述第三面与所述第一面相对并且与所述第一面基本上平行,所述第四面与所述第二面相对并且与所述第二面基本上平行;

其中所述反射偏振器设置在所述第一斜边和所述第二斜边之间,并且

其中所述第一体积不大于所述第二体积的约一半。

6. 一种偏振分束系统,所述偏振分束系统适于接收来自光源的光并且以由所述光源发射的中心光线的光学路径所限定的折叠光轴为中心,所述偏振分束系统包括:

输入表面,所述输入表面基本上垂直于所述光轴,光通过穿过所述输入表面进入所述偏振分束系统;

反射偏振器,所述光轴具有在所述输入表面和所述反射偏振器之间的长度 d_1 ;

第一反射部件,所述第一反射部件基本上垂直于所述光轴,所述光轴具有在所述第一反射部件和所述反射偏振器之间的长度 d_2 ;

第二反射部件,所述第二反射部件基本上垂直于所述光轴,所述光轴具有在所述第二反射部件和所述反射偏振器之间的长度 d_3 ;以及

输出面,所述输出面基本上垂直于所述光轴,光通过穿过所述输出表面离开所述偏振分束系统,所述光轴具有在所述输出表面和所述反射偏振器之间的长度 d_4 , d_1 和 d_4 中的一者或两者小于 d_2 和 d_3 中的较小者。

7. 根据权利要求6所述的偏振分束系统,其中所述第二反射部件适于调制入射在所述第二反射部件上的光。

8. 一种偏振分束系统,所述偏振分束系统适于接收来自光源的光并且以由所述光源发射的中心光线的光学路径所限定的折叠光轴为中心,所述偏振分束系统包括:

输入表面,所述输入表面基本上垂直于所述光轴,光通过穿过所述输入表面进入所述偏振分束系统;

反射偏振器,所述反射偏振器具有最大侧向尺寸 d_5 ,所述光轴具有在所述输入表面和所述反射偏振器之间的长度 d_1 ;

第一反射部件,所述第一反射部件基本上垂直于所述光轴,所述光轴具有在所述第一反射部件和所述反射偏振器之间的长度 d_2 ;

第二反射部件,所述第二反射部件基本上垂直于所述光轴,所述光轴具有在所述第二反射部件和所述反射偏振器之间的长度 d_3 ;以及

输出面,所述输出面基本上垂直于所述光轴,光通过穿过所述输出表面离开所述偏振分束系统,所述光轴具有在所述输出表面和所述反射偏振器之间的长度 d_4 ,

其中 d_1 和 d_4 中的一者或两者小于 $d_5/4$ 。

9. 一种照明器,所述照明器包括光源、透镜、以及适于接收来自所述光源的光并且通过所述透镜输出光的偏振分束系统,所述偏振分束系统以由所述光源发射的中心光线的光学路径所限定的折叠光轴为中心,所述偏振分束系统包括:

反射偏振器,所述光轴具有在所述光源和所述反射偏振器之间的长度 d_1 ;

第一反射部件,所述第一反射部件基本上垂直于所述光轴并且设置为靠近与所述光源相对的所述反射偏振器,所述光轴具有在所述第一反射部件和所述反射偏振器之间的长度 d_2 ;

第二反射部件,所述第二反射部件基本上垂直于所述光轴并且设置为靠近与所述透镜

相对的所述反射偏振器,所述光轴具有在所述第二反射部件和所述反射偏振器之间的长度d3;

其中所述光轴具有在所述透镜和所述反射偏振器之间的长度d4,并且d1和d4中的一者或两者小于d2和d3中的较小者。

10.一种照明器,所述照明器包括光源、透镜、以及适于接收来自所述光源的光并且通过所述透镜输出光的偏振分束系统,所述偏振分束系统以由所述光源发射的中心光线的光学路径所限定的折叠光轴为中心,所述偏振分束系统包括:

反射偏振器,所述反射偏振器具有最大侧向尺寸d5,所述光轴具有在所述光源和所述反射偏振器之间的长度d1;

第一反射部件,所述第一反射部件基本上垂直于所述光轴并且设置为靠近与所述光源相对的所述反射偏振器,所述光轴具有在所述第一反射部件和所述反射偏振器之间的长度d2;

第二反射部件,所述第二反射部件基本上垂直于所述光轴并且设置为靠近与所述透镜相对的所述反射偏振器,所述光轴具有在所述第二反射部件和所述反射偏振器之间的长度d3;

其中所述光轴具有在所述透镜和所述反射偏振器之间的长度d4,并且d1和d4中的一者或两者小于d5/4。

11.一种照明器,所述照明器包括光源、反射偏振器、第一反射部件、第二反射部件和透镜,所述照明器被构造为使得由所述光源发射的中心光线依次穿过所述反射偏振器,从所述第一反射部件反射回所述反射偏振器,从所述反射偏振器朝向所述第二反射部件反射,从所述第二反射部件反射回所述反射偏振器,穿过所述反射偏振器,然后通过所述透镜离开所述照明器。

12.一种偏振分束系统,所述偏振分束系统包括反射偏振器并且具有由光源朝向所述反射偏振器发射的中心光线的光学路径所限定的折叠光轴,所述折叠光轴包括:

重叠的第一区段和第二区段,沿着所述第一区段的所述光学路径具有第一方向,沿着所述第二区段的所述光学路径具有与所述第一方向相对的第二方向;以及

重叠的第三区段和第四区段,沿着所述第三区段的所述光学路径具有第三方向,沿着所述第四区段的所述光学路径具有与所述第三方向相对的第四方向,

其中所述第一方向和所述第三方向是基本上正交的。

13.一种投影图像的方法,所述投影图像的方法包括:

通过偏振分束器将光导向到反射部件;

将所述光中的至少一些光反射回所述偏振分束器;

将所述光中的至少一些光从所述偏振分束器朝向图像形成装置反射;以及

将所述光中的至少一些光从所述图像形成装置作为会聚图案化光反射。

14.一种投影图像的方法,包括:

通过折叠光路径照明器将光束导向到图像形成装置上,以及

从所述图像形成装置反射会聚图案化光。

15.根据权利要求14所述的方法,其中所述折叠光路径照明器包括光源、反射偏振器、反射部件和透镜,所述照明器被构造为使得由所述光源发射的中心光线依次穿过所述反射

偏振器,从所述反射部件反射回所述反射偏振器,从所述反射偏振器朝向所述图像形成装置反射,从所述图像形成装置反射回所述反射偏振器,穿过所述反射偏振器,并且然后通过所述透镜离开所述照明器。

照明器

背景技术

[0001] 投影系统可包括光源和偏振旋转图像形成装置,该偏振旋转图像形成装置通过旋转由光源提供的光的偏振来运作以产生图像。可以包括偏振分束器来分离具有正交偏振状态的光。

发明内容

[0002] 在本说明书的一些方面,提供了包括偏振分束器、光源和图像形成装置的照明器。偏振分束器包括第一棱镜,该第一棱镜具有输入面、输出面和第一斜边;第二棱镜,该第二棱镜具有成像器面和第二斜边,该第二斜边设置为邻近第一斜边;以及反射偏振器,该反射偏振器设置在第一斜边和第二斜边之间。光源被设置为邻近输入面并且在输入面上限定输入有效面积。图像形成装置被设置为邻近成像器面以用于接收从光源发射的光并且发射图案化光。图像形成装置具有限定输出面上的输出有效面积的最大图像面积。输入有效面积和输出有效面积中的一者或两者小于最大图像面积的约一半。

[0003] 在本说明书的一些方面,提供了照明器,该照明器包括偏振分束器,设置为邻近偏振分束器的第一表面的第一反射部件,以及设置为邻近偏振分束器的与第一表面相对的第二表面的透镜。第一反射部件具有最大有效面积,并且透镜接收由第一反射部件发射的光。最大有效面积限定透镜的最大接收面积,该最大接收面积不大于最大有效面积的约一半。

[0004] 在本说明书的一些方面,提供了照明器,该照明器包括光源,与光源光通信的反射偏振器,以及与反射偏振器光通信的透镜。反射偏振器限定最小假想矩形平行六面体,该最小假想矩形平行六面体完全包含反射偏振器并且具有垂直于由光源发射的中心光线的表面。光源的至少一部分或透镜的至少一部分设置在假想矩形平行六面体内部。

[0005] 在本说明书的一些方面,提供了偏振分束器,该偏振分束器包括反射偏振器,具有第一体积的第一棱镜,以及具有第二体积的第二棱镜。第一体积不大于第二体积的约一半。第一棱镜包括第一面;邻近第一面的第二面,其中第一面和第二面之间的角度基本上等于90度;以及与该角度相对的第一斜边。第二棱镜包括第三面和第四面以及第二斜边。第二斜边设置为邻近第一斜边,并且首先第一斜边和第二斜边具有基本上相等的表面积。第三面与第一面相对并且与第一面基本上平行,而第四面与第二面相对并且与第二面基本上平行。反射偏振器设置在第一斜边和第二斜边之间。

[0006] 在本说明书的一些方面,提供了偏振分束系统,该偏振分束系统适于接收来自光源的光并且以由光源发射的中心光线的光学路径所限定的折叠光轴为中心。偏振分束系统包括基本上垂直于光轴的输入表面,反射偏振器,基本上垂直于光轴的第二反射部件,以及基本上垂直于光轴的输出面。光通过穿过输入表面进入偏振分束系统,并且通过穿过输出表面离开偏振分束系统。光轴具有在输入表面和反射偏振器之间的长度 d_1 ,在第一反射部件和反射偏振器之间的长度 d_2 ,在第二反射部件和反射偏振器之间的长度 d_3 ,以及在输出表面和反射偏振器之间的长度 d_4 。 d_1 和 d_4 中的一者或两者小于 d_2 和 d_3 中的较小者。

[0007] 在本说明书的一些方面,提供了偏振分束系统,该偏振分束系统适于接收来自光

源的光并且以由光源发射的中心光线的光学路径所限定的折叠光轴为中心。偏振分束系统包括基本上垂直于光轴的输入表面,具有最大侧向尺寸 d_5 的反射偏振器,基本上垂直于光轴的第一反射部件,基本上垂直于光轴的第二反射部件,以及基本上垂直于光轴的输出面。光通过穿过输入表面进入偏振分束系统,并且通过穿过输出表面离开偏振分束系统。光轴具有在输入表面和反射偏振器之间的长度 d_1 ,在第一反射部件和反射偏振器之间的长度 d_2 ,在第二反射部件和反射偏振器之间的长度 d_3 ,以及在输出表面和反射偏振器之间的长度 d_4 。 d_1 和 d_4 中的一者或两者小于 $d_5/4$ 。

[0008] 在本说明书的一些方面,提供了照明器,该照明器包括光源,透镜,以及适于接收来自光源的光并且通过透镜输出光的偏振分束系统。偏振分束系统以由光源发射的中心光线的光学路径所限定的折叠光轴为中心。偏振分束系统包括反射偏振器,基本上垂直于光轴并且设置为靠近反射偏振器的与光源相对的第一反射部件,以及基本上垂直于光轴并且设置为靠近反射偏振器的与透镜相对的第二反射部件。光轴具有在光源和反射偏振器之间的长度 d_1 ,在第一反射部件和反射偏振器之间的长度 d_2 ,在第二反射部件和反射偏振器之间的长度 d_3 ,以及在透镜和反射偏振器之间的长度 d_4 。 d_1 和 d_4 中的一者或两者小于 d_2 和 d_3 中的较小者。

[0009] 在本说明书的一些方面,提供了照明器,该照明器包括光源,透镜,以及适于接收来自光源的光并且通过透镜输出光的偏振分束系统。偏振分束系统以由光源发射的中心光线的光学路径所限定的折叠光轴为中心。偏振分束系统包括具有最大侧向尺寸 d_5 的反射偏振器,基本上垂直于光轴并且设置为靠近反射偏振器的与光源相对的第一反射部件,基本上垂直于光轴并且设置为靠近反射偏振器的与透镜相对的第二反射部件。光轴具有在光源和反射偏振器之间的长度 d_1 ,在第一反射部件和反射偏振器之间的长度 d_2 ,在第二反射部件和反射偏振器之间的长度 d_3 ,以及在透镜和反射偏振器之间的长度 d_4 。 d_1 和 d_4 中的一者或两者小于 $d_5/4$ 。

[0010] 在本说明书的一些方面,提供了照明器,该照明器包括光源、反射偏振器、第一反射部件、第二反射部件和透镜。照明器被构造为使得由光源发射的中心光线依次穿过反射偏振器,从第一反射部件反射回反射偏振器,从反射偏振器朝向第二反射部件反射,从第二反射部件反射回反射偏振器,穿过反射偏振器,然后通过透镜离开照明器。

[0011] 在本说明书的一些方面,提供了偏振分束系统,该偏振分束系统包括反射偏振器并且具有由光源朝向反射偏振器发射的中心光线的光学路径所限定的折叠光轴。折叠光轴包括重叠的第一区段和第二区段以及重叠的第三区段和第四区段。沿着第一区段的光学路径具有第一方向,并且沿着第二区段的光学路径具有与第一方向相对的第二方向。沿着第三区段的光学路径具有第三方向,并且沿着第四区段的光学路径具有与第三方向相对的第四方向。第一方向和第三方向是基本上正交的。

[0012] 在本说明书的一些方面,提供了投影图像的方法。该方法包括将光穿过偏振分束器导向到反射部件,将光中的至少一些反射回偏振分束器,将光中的至少一些从偏振分束器朝向图像形成装置反射,以及将光中的一些从图像形成装置作为会聚图案化光反射。

[0013] 在本说明书的一些方面,提供了投影图像的方法。该方法包括将光束穿过折叠光路径照明器导向到图像形成装置上,以及将会聚图案化光从图像形成装置反射。

附图说明

- [0014] 图1是偏振分束器的侧视图；
- [0015] 图2是照明器的侧视图；
- [0016] 图3是照明器的侧视图；
- [0017] 图4A是照明器的侧视图；
- [0018] 图4B是透镜的侧视图；
- [0019] 图5A-图5B是照明器的侧视图；
- [0020] 图5C是反射偏振器的俯视图；
- [0021] 图6是照明器的示意性侧视图；
- [0022] 图7是照明器的示意性侧视图；并且
- [0023] 图8是头戴式系统的示意图。

具体实施方式

[0024] 在以下说明中参考附图，该附图形成本发明的一部分并且其中各种实施方案通过举例说明的方式示出。附图未必按比例绘制。应当理解，在不脱离本公开的范围或实质的情况下，可设想并进行其他实施方案。因此，以下的详细说明不应被视为具有限制意义。

[0025] 有时期望投影系统紧凑。例如，手持式微型投影仪和头戴式显示器通常使用紧凑的投影系统。此类紧凑投影仪可包括光源、偏振分束器和偏振旋转图像形成装置，该偏振旋转图像形成装置通过旋转由光源提供的光的偏振来运作以产生图像。偏振分束器通常包括设置在两个直角三角棱镜之间的反射偏振器。两个棱镜通常具有相同的体积，并且偏振分束器通常具有相对面，该相对面具有相同的面积。根据本说明书，提供了比传统的照明器更紧凑并且可适用于在例如投影系统中使用的照明器。照明器可包括具有第一棱镜和第二棱镜的偏振分束器，该第一棱镜和第二棱镜具有不同的几何结构。例如，第一棱镜可具有基本上小于第二棱镜的体积并且/或者可具有面积基本上小于第二棱镜的面对应面积的面。本说明书的照明器可允许将透镜和/或光源放置成比传统系统更靠近反射偏振器，从而实现更紧凑的设计。在一些实施方案中，紧凑设计可通过使用折叠光路照明器来实现，该照明器从图像形成装置向透镜提供会聚图案化光。

[0026] 图1是偏振分束器100的示意性侧视图，该偏振分束器包括第一棱镜110、第二棱镜120和反射偏振器130。第一棱镜110包括第一面112、第二面114、第一斜边116，以及从第一面112和第二面114延伸的部分118。第一斜边包括部分118的主表面。第二棱镜120包括第三面122、第四面124和第二斜边126。第二斜边126设置为邻近第一斜边116，并且反射偏振器130设置在第一斜边116和第二斜边126之间。偏振分束器100可以是偏振分束系统的一部分，该偏振分束系统包括例如偏振分束器100并且可包括一个或多个附加光学部件，诸如一个或多个反射部件。偏振分束器100可以是照明器的一部分，该照明器包括例如偏振分束器100并且可包括一个或多个附加光学部件，诸如光源和/或图像形成装置。当在照明器中使用，第一面112可以是设置为接收来自光源的光的输入面，第二面114可以是输出面，并且第四面124可以是设置为邻近图像形成装置的成像器面。在其他实施方案中，当在照明器中使用，第三面122可以是设置为接收来自光源的光的输入面，第二面114可以是输出面，并

且第四面124可以是设置为邻近图像形成装置的成像器面。

[0027] 第二面114邻近第一面112,其中第一面112和第二面114之间具有角度 α 。角度 α 可介于例如80和100度之间,或者可等于或基本上等于90度。第四面124邻近第三面122,其中第三面122和第四面124之间具有角度 β 。角度 β 可介于例如80和100度之间,或者可等于或基本上等于90度。在一些实施方案中,第三面122与第一面112相对,并且与第一面112基本上平行。在一些实施方案中,第四面124与第二面114相对,并且与第二面114基本上平行。在一些实施方案中,第二棱镜120大致为直角三角棱镜。在一些实施方案中,首先第一斜边116和第二斜边126具有基本上相等的表面积。

[0028] 反射偏振器和第四面124之间的角度 γ 可在例如约30度、或约40度,至约50度、或至约60度的范围内。如本文在别处所述,包括偏振分束器100的照明器可具有折叠光轴,该折叠光轴具有与第四面124基本上平行的区段;并且可具有基本上垂直于第四面124的另一个区段。光轴和反射偏振器之间的角度可等于角度 γ ,或者等于90度减去 γ 。在一些实施方案中,反射偏振器和光轴之间的角度介于约40度和约60度之间。

[0029] 在一些实施方案中,第一棱镜110具有第一体积,第二棱镜120具有第二体积,并且第一体积不大于第二体积的约一半。在一些实施方案中,第一体积小于第二体积的35%,或小于其40%,或小于其50%,或小于其60%。

[0030] 在一些实施方案中,第一面112具有最大面积(第一面112的总面积),该最大面积小于第三面122的最大面积(第三面122的总面积)的约一半,并且/或者小于第四面124的最大面积(第四面124的总面积)的约一半。在一些实施方案中,第一面112的最大面积小于第三面122的最大面积的60%,或小于其50%,或小于其40%,或小于其35%。在一些实施方案中,第一面112的最大面积小于第四面124的最大面积的60%,或小于其50%,或小于其40%,或小于其35%。在一些实施方案中,第二面114具有最大面积(第二面114的总面积),该最大面积小于第三面122的最大面积(第三面122的总面积)的约一半,并且/或者小于第四面124的最大面积(第四面124的总面积)的约一半。在一些实施方案中,第二面114的最大面积小于第三面122的最大面积的60%,或小于其50%,或小于其40%,或小于其35%。在一些实施方案中,第二面114的最大面积小于第四面124的最大面积的60%,或小于其50%,或小于其40%,或小于其35%。在一些实施方案中,第一面112的最大面积和第二面114的最大面积中的每个小于第三面122的最大面积和第四面124的最大面积中的较小者的约一半。

[0031] 为了说明清楚,图1的棱镜和反射偏振器被示为间隔开。然而,应当理解,各种部件可直接接触或通过例如光学透明粘合剂附接。在一些实施方案中,反射偏振器130通过光学透明粘合剂结合到第一棱镜110和第二棱镜120中的一者或两者。

[0032] 反射偏振器130可为任何合适类型的反射偏振器,诸如聚合物多层反射偏振器、线栅偏振器、MacNeille反射偏振器、或胆甾相反射偏振器。合适的聚合物多层反射偏振器在例如美国专利5,882,774 (Jonza等人) 和美国专利6,609,795 (Weber等人) 中有所描述,并且包括可得自明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M Company, St. Paul, MN)的高级偏振膜(APF)。

[0033] 第一棱镜110和第二棱镜120可由任何合适的材料制成,诸如玻璃、陶瓷或光学塑料(例如,聚碳酸酯、丙烯酸酯诸如聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、环烯烃或其他聚合物)。第一棱镜和第二棱镜可通过任何合适的工艺来制造,诸如例如模制、机械加工、研磨和/或抛光。所选择的材料可具有低的双折射率,使得在光通过第一棱镜110或第二棱镜120时,偏振状

态不会显著改变。在一些实施方案中,沿着反射偏振器130的阻挡轴具有偏振的光的不超过约5%、或3%、或2%、或1%透射穿过偏振分束器100。在一些实施方案中,结合到第一棱镜110和第二棱镜120的反射偏振器130的组合反射率对于沿反射偏振器130的透光轴偏振的光小于5%,或小于3%,或小于2%,或小于1%。

[0034] 图2是包括偏振分束系统204的照明器202的示意性侧视图,该偏振分束系统包括偏振分束器200以及第一反射部件和第二反射部件232和234。照明器202还包括透镜240和光源250。可对应于偏振分束器100的偏振分束器200包括第一棱镜和第二棱镜210和220、以及反射偏振器230。第一棱镜210包括输入面212、输出面214和第一斜边216。输入面212具有输入有效面积213,并且输出面214具有输出有效面积215。透镜240具有最大接收面积243。第二棱镜220具有成像器面224和第二斜边226。反射偏振器230设置在第一斜边和第二斜边216和226之间。光源250产生具有包络252和中心光线256的光束,其限定具有第一区段、第二区段、第三区段和第四区段257a-257d的折叠光轴257。第一反射部件232设置为邻近偏振分束器200,与光源250相对;并且第二反射部件234设置为邻近偏振分束器200,与透镜240相对。

[0035] 第二反射部件234具有最大有效面积236。第二反射部件234可以是图像形成装置,并且最大有效面积236可以是图像形成装置的最大图像面积。光从包络254中的第二反射部件234发射(例如,通过反射)。第一反射部件232和第二反射部件234中的一者或两者可具有大于70%、或大于80%、或大于90%的镜面反射率。第一反射部件和/或第二反射部件232和234可以是平坦的,或者可在一个或多个轴线中弯曲。

[0036] 在一些实施方案中,第二反射部件234适于调制入射在其上的光。例如,第二反射部件234可以是图像形成装置,该图像形成装置反射具有空间调制的偏振状态的光。第二反射部件234可被像素化,并且可产生图案化光。从包络254中的第二反射部件234反射的光可以是会聚图案化光。可用作第二反射部件234的合适的图像形成装置包括硅上液晶(LCoS)装置。LCoS装置可以是平坦的,或者可在一个或多个轴线中弯曲。

[0037] 为了说明清楚,图2中的各种部件被示为间隔开。然而,应当理解,各种部件可直接接触或通过例如光学透明粘合剂附接。在一些实施方案中,反射偏振器230使用光学透明粘合剂层附接到第一棱镜和第二棱镜210和220中的一者或两者。在一些实施方案中,透镜240利用光学透明粘合剂附接到输出面214。在一些实施方案中,光源250可紧邻输入面212,或者可通过光学透明粘合剂层附接到输入面212。在一些实施方案中,第一反射部件和/或第二反射部件232和234可利用光学透明粘合剂附接到第二棱镜220。

[0038] 折叠光轴257包括沿第一方向(正x方向)从光源250延伸到第一反射部件232的第一区段257a,沿与第一方向相对的第二方向(负x方向)延伸的第二区段257b,沿第三方向(负y方向)延伸的第三区段257c,以及沿与第三方向相对的第四方向(正y方向)延伸的第四区段257d。第一区段和第二区段257a和257b是重叠的,但是为了易于说明,它们在图2中以小的间隔示出。类似地,第三区段和第四区段257c和257d是重叠的,但是为了易于说明,它们在图2中以小的间隔示出。第一方向和第二方向基本上正交于第三方向和第四方向。第一反射部件232基本上垂直于第一区段257a,并且第二反射部件234基本上垂直于第三区段257c。

[0039] 光源250产生具有包络252的光束,并且这将输入有效面积213限定为输入面212的

面积,该面积被来自照明器202所使用的光源250的光照亮。光源250可基本上不在包络252外部产生光,或者在该包络外部产生的任何光成一定角度使其在没有进入透镜240的情况下从照明器逸出。

[0040] 来自光源250的光的至少一部分按顺序透射穿过第一棱镜210,透射穿过反射偏振器230,透射穿过第二棱镜220,从第一反射部件232反射,穿过第二棱镜220透射回,从反射偏振器230反射,透射穿过第二棱镜220并且入射在第二反射部件234上,从第二反射部件234反射,透射穿过第二棱镜220和反射偏振器230以及第一棱镜210,并且最终穿过透镜240离开照明器。这在图2中针对中心光线256示出。在一些实施方案中,第一反射部件232包括偏振旋转器,该偏振旋转器可以是四分之一波延迟器。来自沿着反射偏振器230的透光轴具有偏振的光源250的光将透射穿过反射偏振器230,然后从第一反射部件232反射回反射偏振器230。在其中第一反射部件232包括四分之一波延迟器的实施方案中,此类光在反射回反射偏振器230时穿过四分之一波延迟器两次。该光然后具有基本上正交于反射偏振器230的透光轴的偏振,并且因此从反射偏振器230反射回第二反射部件234,该反射偏振器可将空间调制的光发送(例如,反射)回反射偏振器230。空间调制的光可具有空间调制的偏振。沿着反射偏振器230的透光轴具有偏振的空间调制的光的部分将作为成像光穿过反射偏振器230,穿过输出有效面积215离开第一棱镜210,并且穿过透镜240离开照明器。

[0041] 照明器202允许图像通过以下方式被投影:通过折叠光路径照明器202将光束(在包络252中)导向到成像形成装置(第二反射部件234)上,并且从图像形成装置反射会聚图案化光(在包络254中)。通过折叠光路径照明器202导向光束的步骤包括通过偏振分束器200将光导向到第一反射部件232,将光中的至少一些光反射回偏振分束器200,并且将光中的至少一些光从偏振分束器200朝向图像形成装置反射。会聚图案化光的至少一部分透射穿过偏振分束器200并且穿过透镜240。

[0042] 在来自光源250的光从第一反射部件232和反射偏振器230反射之后,该光照亮第二反射部件234的最大面积。该最大面积可等于最大有效面积236。作为另外一种选择,最大有效面积236可以是反射性的第二反射部件234的最大面积。例如,第二反射部件234可以是具有最大图像面积的图像形成装置。在最大图像面积外部入射在图像形成装置上的任何光都不可朝向透镜240反射。在这种情况下,最大有效面积236将是图像形成装置的最大图像面积。最大有效面积236限定输出面214上的输出有效面积215以及透镜240的最大接收面积243,因为光在包络254中从最大有效面积236朝向透镜240反射,该光基本上仅在输出有效面积215中照亮输出面214并且基本上仅在最大接收面积243中照亮透镜240。照明器202被构造为使得包络254中的从第二反射部件234反射并且穿过透镜240的光会聚在第二反射部件234和透镜240之间。这产生了小于输出有效面积215的最大有效面积236,该输出有效面积小于最大有效面积236。

[0043] 在一些实施方案中,输入有效面积213和/或输出有效面积215小于最大有效面积236的约60%,或小于其约50%(即,小于其约一半),或小于其约40%,或小于其约35%,该最大有效面积可为最大图像面积。在一些实施方案中,输入面212的最大表面积(输入面212的总面积)小于最大图像面积的约一半。在一些实施方案中,输出面214的最大表面积(输出面214的总面积)小于最大图像面积的约一半。

[0044] 光源250或本说明书的光源中的任一者可包括一个或多个基本上单色的发光元

件。例如,光源250可包括红色、绿色和蓝色发光二极管(LED)。其他颜色,诸如青色和黄色也可包括在内。作为另外一种选择或除此之外,可使用广谱(例如,白色或基本上白色的)光源。在一些实施方案中,光源250包括蓝色发射器和荧光体。在一些实施方案中,光源250包括积分器,该积分器可用于组合来自离散光源的光(例如,积分器可组合来自红色、绿色和蓝色LED的光)。光源250可包括偏振元件,使得具有基本上单偏振状态的光被朝向反射偏振器230导向到第一棱镜210中。在一些实施方案中,光源250可以是或者可包括LED、有机发光二极管(OLED)、激光器、激光二极管,白炽光照明元件和弧光灯中的一者或多者。除了发光元件(诸如LED)之外,光源250还可包括透镜,诸如聚光透镜。

[0045] 在一些实施方案中,第一棱镜或第二棱镜可具有一个或多个弯曲面以提供期望的光焦度。图3是包括偏振分束系统304的照明器302的侧视图,该偏振分束系统包括偏振分束器300以及第一反射部件和第二反射部件332和334。照明器302还包括透镜340和光源350,该透镜可以是投影透镜344的元件。偏振分束器300包括第一棱镜和第二棱镜310和320、以及反射偏振器330。第一棱镜310包括输入面312和输出面314。第二棱镜320具有成像器面324和第二面322。反射偏振器330设置在第一棱镜310和第二棱镜320的第一斜边和第二斜边之间。

[0046] 第二棱镜320包括一个或多个部件360和一个或多个部件362,其可通过例如一种或多种光学透明粘合剂附接到第二棱镜320的主体364。在一些实施方案中,部件360和362可与主体364分离(例如,具有气隙)。在一些实施方案中,主体364可以是直角三角棱镜。在一些实施方案中,部件360和362中的一者或两者可例如通过注射成型或者通过任何其他合适的成形工艺与主体364一体地形成。在一些实施方案中,输入面312和/或输出面314可类似地包括具有附接到第一棱镜310的主体的弯曲表面的一个或多个部件,或者可包括与第一棱镜310一体地形成的弯曲表面。

[0047] 在图示实施方案中,第一反射部件332是施加到第二棱镜320的第二面322的反射涂层,并且四分之一波延迟器365设置在主体364和部件362之间。在其他实施方案中,部件362可与主体364一体地形成,并且四分之一波延迟器可被施加到第二面322,并且反射涂层可随后被施加到四分之一波延迟器。

[0048] 光源350产生中心光线356以及外部包络光线352a和352b。光线352b(以及对于光线352a和中心光线356类似)由沿着反射偏振器330的透光轴具有偏振的光源350发射。光线352b按顺序穿过第一棱镜310,穿过反射偏振器330,穿过第二棱镜320的主体364,穿过四分之一波延迟器365,穿过部件362,被第一反射部件332反射,穿过部件362返回,然后穿过四分之一波延迟器365返回并且穿过主体364返回反射偏振器330。由于光线352b已经穿过四分之一波延迟器两次,所以它具有基本上正交于反射偏振器330的透光轴的偏振。光线352b因此从反射偏振器330反射,穿过主体364和部件360,并且然后从第二反射部件334穿过部件360和主体364反射回反射偏振器330。第二反射部件334可以是图像形成装置,该图像形成装置空间调制从第二反射部件334反射的光的偏振。在此类情况下,从第二反射部件334反射的光的一部分可沿着反射偏振器330的透光轴具有偏振。对于在从第二反射部件334反射之后穿过反射偏振器330的光线352b就是这种情况。光线352b然后穿过第一棱镜310并且通过输出面314离开。光线352b然后穿过投影透镜344,随后离开照明器302。

[0049] 在一些情况下,使光源靠近较大的棱镜而不是较小的棱镜可能是有用的。示例性

实施方案示于图4中,该图是照明器402的侧视图,该照明器包括第一棱镜410、第二棱镜420、反射偏振器430、光源450、作为投影透镜444的元件的透镜440,以及设置在光源450和第二棱镜420的面422之间的透镜462。第二棱镜420还具有面424并且包括例如部件460,该部件可与第二棱镜420的主体一体地形成,或者可利用光学透明粘合剂附接到第二棱镜420的主体。透镜462分别具有第一表面和第二表面466和468。光源450可对应于本文在别处描述的光源中的任一者。

[0050] 在一些实施方案中,如图4B所示,第一表面466包括设置在第一表面466上的四分之一波延迟器465以及设置在四分之一波延迟器465上的反射器432(例如,反射涂层)。在一些实施方案中,四分之一波延迟器可设置为邻近(可能,但并不一定紧邻)第一表面466,并且反射器可设置为邻近(可能,但并不一定紧邻)与第一表面466相对的四分之一波延迟器。反射器包括在光源450的发射面上的孔433,使得从光源450发射的光进入透镜462。孔可任选地延伸到四分之一波延迟器465中。反射偏振器439可附接到第二表面468。在替代实施方案中,反射偏振器439可邻近但并不一定紧邻第二表面468。

[0051] 反射器432、四分之一波延迟器465和反射偏振器439的布置为光源450提供偏振转换器。入射在反射偏振器439上的沿着反射偏振器439的通过方向具有偏振的光离开透镜462进入第二棱镜420中。具有正交偏振的光从反射偏振器439反射,穿过透镜462并且穿过四分之一波延迟器465,然后从反射器432反射并且穿过四分之一波延迟器465返回反射偏振器439。由于光已经穿过四分之一波延迟器465两次,所以现在它沿着反射偏振器439的透光轴偏振,并且因此它穿过反射偏振器439进入第二棱镜420中。

[0052] 图5A和图5B是照明器502的侧视图,该照明器包括第一棱镜和第二棱镜510和520、设置在第一棱镜和第二棱镜510和520的斜边之间的反射偏振器530、第一反射部件和第二反射部件532和534、可作为投影透镜的元件的透镜540,以及光源550。第一棱镜510包括输入表面512和输出表面514。第二棱镜320具有第一表面522和第二表面524。由光源550发射的中心光线以与中心光线256限定折叠光轴257类似的方式限定折叠光轴557。折叠光轴557具有在输入表面512和反射偏振器530之间的长度 d_1 ,在第一反射部件532和反射偏振器530之间的长度 d_2 ,在第二反射部件534和反射偏振器530之间的长度 d_3 ,以及在输出表面514和反射偏振器530之间的长度 d_4 。在一些实施方案中, d_1 和 d_4 中的一者或两者小于 d_2 和 d_3 中的较小者,或者比 d_2 和 d_3 中的较小者小0.9倍,或者比 d_2 和 d_3 中的较小者小0.85倍。在一些实施方案中,反射偏振器530具有最大侧向尺寸 d_5 (本文在别处进一步描述),并且 d_1 和 d_4 中的一者或两者小于 $d_5/4$,或者比 d_5 小0.2倍,或者比 d_5 小0.15倍。

[0053] 在描述照明器502的几何结构时可能有用的其他长度在图5B中示出。折叠光轴557具有在光源550和反射偏振器530之间的长度 d_1' ,在第二表面524和反射偏振器530之间的长度 d_2' ,在第一表面522和反射偏振器530之间的长度 d_3' ,以及在透镜540和反射偏振器530之间的长度 d_4' 。在一些实施方案中, d_1' 和 d_4' 中的一者或两者小于 d_2 和 d_3 中的较小者,或者比 d_2 和 d_3 中的较小者小0.9倍,或者比 d_2 和 d_3 中的较小者小0.85倍。在一些实施方案中, d_1' 和 d_4' 中的一者或两者小于 d_2' 和 d_3' 中的较小者,或者比 d_2' 和 d_3' 中的较小者小0.9倍,或者比 d_2' 和 d_3' 中的较小者小0.85倍。在一些实施方案中,反射偏振器530具有最大侧向尺寸 d_5 ,并且 d_1' 和 d_4' 中的一者或两者小于 $d_5/4$,或者比 d_5 小0.2倍,或者比 d_5 小0.15倍。

[0054] 如图5C所示,反射偏振器530可具有最大侧向尺寸 d_5 。在反射偏振器为矩形形状,

边长为L和W的情况下,反射偏振器530的最大侧向尺寸d5由 $d5 = (L^2 + W^2)^{1/2}$ 给出。最大侧向尺寸d5可比d1大四倍或五倍并且/或者可比d4大四倍或五倍。最大侧向尺寸d5可比d1'大四倍或五倍并且/或者可比d4'大四倍或五倍。在一些实施方案中,第二棱镜是直角三角棱镜,并且L和W基本上相等。长度d2'和d3'然后可近似为L(或W)除以 $2\sqrt{2}$,并且d5可近似等于d2'的四倍或者近似等于d3'的四倍。

[0055] 在一些实施方案中,折叠光学器件设计允许第一棱镜具有基本上小于第二棱镜的体积。在其他实施方案中,第一棱镜和第二棱镜可具有基本上相同的体积,并且折叠光学器件设计可与具有小接收面积的透镜并且/或者与具有小发射面积的光源一起使用。这在6中示出,该图是照明器602的侧视图,该照明器包括第一棱镜和第二棱镜610和620、设置在第一棱镜和第二棱镜610和620之间的反射偏振器630、第一反射部件632和第二反射部件634,以及具有发射面积651的光源650。第一棱镜610包括第一表面612和第二表面614,并且第二棱镜620包括第一表面和第二表面622和624。照明器602还包括透镜640,该透镜可利用光学透明粘合剂层641任选地结合到第一棱镜610。第一反射部件632可包括如本文在别处所述的四分之一波延迟器,并且第二反射部件634可包括如本文在别处所述的图像形成装置并且可朝向透镜640发射会聚图案化光。光源650的发射面积651和/或透镜640的接收面积可小于最大有效面积或第二反射部件634的最大图像面积的60%,或小于其50%,或小于其40%,或小于其35%。

[0056] 图7是照明器702的侧视图,该照明器包括光源750、与光源750光通信的反射偏振器730,以及与反射偏振器光通信的透镜740。反射偏振器730限定最小假想矩形平行六面体770,该最小假想矩形平行六面体完全包含反射偏振器730并且具有垂直于由光源750发射的中心光线756的表面(表面772和774)。光源750的至少一部分或透镜740的至少一部分设置在假想矩形平行六面体770内部。在一些实施方案中,光源750的至少一部分和透镜740的至少一部分设置在假想矩形平行六面体770内部。在一些实施方案中,全部或基本上全部光源750或者全部或基本上全部透镜740设置在假想矩形平行六面体770内部。在一些实施方案中,全部或基本上全部光源750以及全部或基本上全部透镜740设置在假想矩形平行六面体770内部。

[0057] 在一些实施方案中,透镜740是投影透镜的元件。在一些实施方案中,照明器702还包括基本上垂直于假想矩形平行六面体770的表面(表面772和774)的图像形成装置734。在一些实施方案中,照明器702包括对应于本文所述的实施方案中的任一个实施方案的第一棱镜和第二棱镜的第一棱镜和/或第二棱镜,并且/或者包括靠近表面772的反射部件,如例如图2-图5B中的任一幅所示。

[0058] 例如当期望紧凑投影时,本说明书的照明器是可用的。在本说明书的一些方面,提供了头戴式系统,诸如头戴式显示器。头戴式系统在例如PCT公布WO 2015/034801 (Ouderkirk)中以及在美国临时申请61/977171 (Ouderkirk等人)中有所描述,所述专利中的每个专利以其不与本说明书相矛盾的程度以引用方式并入本文。

[0059] 图8是头戴式系统801的示意图,该头戴式系统包括安装到框架880的单元809,该框架包括第一透镜和第二透镜882和884。单元809设置为向第一透镜882提供光并且/或者从第一透镜882接收光。在一些实施方案中,第二单元被安装到框架880以向第一透镜882提供光并且/或者从第一透镜882接收光。单元809可以是或者可包括本说明书的照明器、偏振

分束器或偏振分束系统中的任一者。

[0060] 头戴式系统801可包括眼睛监测系统,该眼睛监测系统可包括在单元809中。该系统可经由定位在眼睛前方的第一透镜882利用成像传感器和处理器监测瞳孔的直径和位置。第一透镜882可包括邻近或嵌入其中的部分透明的反射器,其中反射器在传感器上产生瞳孔的图像。该系统可基于考虑到环境光条件的瞳孔响应量化系统的用户的疲劳和认知处理负载,并且可基于历史数据对用户进行个性化。量化的信息可经由软件应用程序(诸如劳动力管理程序或智能手机应用程序)来报告和可视化。

[0061] 眼睛监测系统可检测的眼睛的这些属性可包括以下各项中的一个或多个:眼睛的观察方向,瞳孔的直径和直径的变化,眼睑的眨眼,眼睛跟踪对象,以及扫视移动。眼睛跟踪参数可包括眼睛旋转的速度以及对象移动与眼睛移动之间的滞后或相位。扫视移动可包括移动的持续时间、速度和图案。

[0062] 在一些实施方案中,头戴式系统801包括相机(例如,红色-绿色-蓝色(RGB)相机或红外(IR)相机),该相机可包括在单元809中并且可捕获眼睛的图像。IR相机可用于确定环境光条件,因为眼睛图像的平均IR亮度表示环境光水平。在一些实施方案中,头戴式系统801适于实现在可包括在单元809中的嵌入系统上运行的计算机视觉算法。

[0063] 在一些实施方案中,头戴式系统包括适于检测瞳孔大小的变化并使用该信息来量化用户疲劳和认知处理负载的眼睛跟踪系统。在一些实施方案中,头戴式系统801适于(例如,使用在嵌入处理器上运行的算法)实现以下步骤中的一个或多个或全部:

[0064] 步骤1:捕获眼睛的灰度图像。

[0065] 步骤2:滤除噪声(例如,使用高斯滤波器)。

[0066] 步骤3:计算眼睛的图像中每个像素的梯度幅值和方向。

[0067] 步骤4:识别具有更高梯度幅值的像素(这些可能是对象的边缘)。

[0068] 步骤5:通过例如根据人类视觉感知的亥姆霍兹原理连接在前一步骤中识别的像素来识别边缘。

[0069] 步骤6:比较边缘线段与由多项式方程定义的椭圆形或其他形状的方程式。最小的椭圆形状可被识别为瞳孔。虹膜的面积也可以确定,并可用于提高准确性。其他可能在图像中的椭圆形状,诸如闪光,可被消除。

[0070] 步骤7:基于之前完成的线拟合以及眼睛与相机之间的距离计算瞳孔大小(例如,直径或面积)。

[0071] 步骤8:确定并应用调整因子来计算瞳孔大小,以考虑环境光条件。可使用包括在头戴式系统中的附加传感器或经由对捕获的图像的亮度分析来确定环境光条件。

[0072] 步骤9:将调整的瞳孔大小保存在可能是安全数据库的数据库中,以用于对认知处理负载和疲劳水平进行历史比较和分析。此类数据库可以可设想地保持其他生物学数据(诸如心率、皮肤电导率、脑电图(EEG)等),这些数据可在传感器融合算法中使用以进一步分析用户的精神状态。瞳孔大小可被记录为时间的函数,并且可被存储为时间序列(随着时间的推移而产生的一系列数据点)。

[0073] 疲劳和认知负载分析的方法可利用历史数据来确定当前水平是否超过阈值。该阈值可因人而异,并且一旦通过上述系统和过程收集了足够的历史数据便可使用机器学习算法来确定。如果超过疲劳水平或认知处理负载的阈值,则例如可使用软件应用程序来警告

用户或中心办公室经理。此外,可以在软件应用程序中将历史数据(例如,瞳孔直径的时间序列)可视化(例如,在瞳孔大小随时间推移的线图中)以便快速指示当前的认知状态。眼睛跟踪系统还可通过随着时间推移在系统所捕获的图像中存储瞳孔的位置来跟踪眼睛的移动。将瞳孔的该位置包括在时间序列中可提供关于眼睛移动的速度的信息,这提供了可以测量疲劳的另一种方式,因为较慢移动的眼睛比快速移动的眼睛更疲劳。

[0074] 以下是示例性实施方案的列表。

[0075] 实施方案1是照明器,该照明器包括:

[0076] 偏振分束器,包括:

[0077] 第一棱镜,该第一棱镜具有输入面、输出面和第一斜边;

[0078] 第二棱镜,该第二棱镜具有成像器面和第二斜边,该第二斜边设置为邻近第一斜边;以及

[0079] 反射偏振器,该反射偏振器设置在第一斜边和第二斜边之间;

[0080] 光源,该光源设置为邻近输入面并且限定输入面上的输入有效面积;

[0081] 以及

[0082] 图像形成装置,该图像形成装置设置为邻近成像器面以用于接收从光源发射的光并且发射图案化光,该图像形成装置具有最大图像面积,该最大图像面积限定输出面上的输出有效面积;

[0083] 其中输入有效面积和输出有效面积中的一者或两者小于最大图像面积的约一半。

[0084] 实施方案2是实施方案1的照明器,其中输入有效面积小于最大图像面积的约一半。

[0085] 实施方案3是实施方案1的照明器,其中输出有效面积小于最大图像面积的约一半。

[0086] 实施方案4是实施方案1的照明器,其中输入有效面积和输出有效面积中的每者小于最大图像面积的约一半。

[0087] 实施方案5是实施方案1的照明器,其中输入面的最大表面积小于最大图像面积的约一半。

[0088] 实施方案6是实施方案1的照明器,其中输出面的最大表面积小于最大图像面积的约一半。

[0089] 实施方案7是实施方案1的照明器,输入面的最大表面积小于最大图像面积的约一半,并且其中输出面的最大表面积小于最大图像面积的约一半。

[0090] 实施方案8是实施方案1的照明器,还包括设置为邻近偏振分束器的与光源相对的反射部件。

[0091] 实施方案9是实施方案1的照明器,其中反射偏振器是聚合物多层反射偏振器、线栅偏振器、MacNeille反射偏振器、或胆甾相反射偏振器。

[0092] 实施方案10是实施方案1的照明器,其中反射偏振器是聚合物多层反射偏振器。

[0093] 实施方案11是照明器,该照明器包括:

[0094] 偏振分束器;

[0095] 第一反射部件,该第一反射部件设置为邻近偏振分束器的第一表面,该第一反射部件具有最大有效面积,

[0096] 透镜,该透镜设置为邻近偏振分束器的与第一表面相对的第二表面,该透镜接收由第一反射部件发射的光;

[0097] 其中最大有效面积限定透镜的最大接收面积,并且其中最大接收面积不大于最大有效面积的约一半。

[0098] 实施方案12是实施方案11的照明器,其中透镜是投影透镜的光学元件。

[0099] 实施方案13是实施方案11的照明器,其中透镜通过粘合剂层结合到第二表面。

[0100] 实施方案14是实施方案11的照明器,其中第一反射部件是图像形成装置,并且最大有效面积是图像形成装置的最大图像面积。

[0101] 实施方案15是实施方案11的照明器,还包括设置为邻近偏振分束器的第三表面的光源,该第三表面不同于第一表面和第二表面。

[0102] 实施方案16是实施方案15的照明器,其中光源限定第三表面上的输入有效面积,该输入有效面积不大于最大有效面积的约一半。

[0103] 实施方案17是实施方案15的照明器,还包括设置为邻近偏振分束器的与第三表面相对的第四表面的第二反射部件。

[0104] 实施方案18是照明器,该照明器包括光源,与光源光通信的反射偏振器,以及与反射偏振器光通信的透镜,该反射偏振器限定最小假想矩形平行六面体,该最小假想矩形平行六面体完全包含反射偏振器并且具有垂直于由光源发射的中心光线的表面,其中光源的至少一部分或透镜的至少一部分设置在假想矩形平行六面体内部。

[0105] 实施方案19是实施方案18的照明器,其中透镜是投影透镜的光学元件。

[0106] 实施方案20是实施方案18的照明器,还包括基本上垂直于表面的图像形成装置。

[0107] 实施方案21是实施方案18的照明器,还包括:

[0108] 第一棱镜,该第一棱镜具有第一面和第二面并且具有第一斜边;以及

[0109] 第二棱镜,该第二棱镜具有第三面和第四面以及第二斜边,第三面与第一面相对,第四面与第二面相对,反射偏振器设置在第一斜边和第二斜边之间并且邻近第一斜边和第二斜边。

[0110] 实施方案22是实施方案21的照明器,其中光源设置为邻近第一面,并且透镜设置为邻近第二面。

[0111] 实施方案23是实施方案21的照明器,还包括设置为邻近第四面的图像形成装置。

[0112] 实施方案24是实施方案21的照明器,还包括设置为邻近第三面的反射部件。

[0113] 实施方案25是实施方案21的照明器,其中第一面和第二面中的一者或两者的最大面积不大于第四面的最大面积的约一半。

[0114] 实施方案26是偏振分束器,该偏振分束器包括:

[0115] 反射型偏振器,

[0116] 第一棱镜,该第一棱镜具有第一体积并且包括:

[0117] 第一面;

[0118] 第二面,该第二面邻近第一面,第一面和第二面之间的角度基本上等于90度;

[0119] 第一斜边,该第一斜边与该角度相对;

[0120] 第二棱镜,该第二棱镜具有第二体积,该第二棱镜是直角三角棱镜,

[0121] 其具有第三面和第四面并且具有第二斜边,该第二斜边设置为邻近第一斜边,首

先第一斜边和第二斜边具有基本上相等的表面积,第三面与第一面相对并且与第一面基本上平行,第四面与第二面相对并且与第二面基本上平行;

[0122] 其中反射偏振器设置在第一斜边和第二斜边之间,并且

[0123] 其中第一体积不大于第二体积的约一半。

[0124] 实施方案27是实施方案26的偏振分束器,其中第一面具有最大面积,该最大面积小于第三面的最大面积的约一半,并且小于第四面的最大面积的约一半。

[0125] 实施方案28是实施方案26的偏振分束器,其中第二面具有最大面积,该最大面积小于第三面的最大面积的约一半,并且小于第四面的最大面积的约一半。

[0126] 实施方案29是实施方案26的偏振分束器,其中第一面的最大面积和第二面的最大面积中的每者小于第三面的最大面积和第四面的最大面积中的较小者的约一半。

[0127] 实施方案30是实施方案26的偏振分束器,还包括从第一例和第二侧延伸的部分,其中第一斜边包括该部分的主表面。

[0128] 实施方案31是偏振分束系统,该偏振分束系统适于接收来自光源的光并且以由光源发射的中心光线的光学路径所限定的折叠光轴为中心,该偏振分束系统包括:

[0129] 输入表面,该输入表面基本上垂直于光轴,光通过穿过该输入表面进入偏振分束系统;

[0130] 反射偏振器,光轴具有在输入表面和反射偏振器之间的长度 d_1 ;

[0131] 第一反射部件,该第一反射部件基本上垂直于光轴,光轴具有在第一反射部件和反射偏振器之间的长度 d_2 ;

[0132] 第二反射部件,该第二反射部件基本上垂直于光轴,光轴具有在第二反射部件和反射偏振器之间的长度 d_3 ;以及

[0133] 输出面,该输出面基本上垂直于光轴,光通过穿过该输出表面离开偏振分束系统,光轴具有在输出表面和反射偏振器之间的长度 d_4 , d_1 和 d_4 中的一者或两者小于 d_2 和 d_3 中的较小者。

[0134] 实施方案32是实施方案31的偏振分束系统,其中 d_4 小于 d_2 和 d_3 中的较小者。

[0135] 实施方案33是实施方案31的偏振分束系统,其中 d_1 小于 d_2 和 d_3 中的较小者。

[0136] 实施方案34是实施方案31的偏振分束系统,其中 d_1 和 d_4 均小于 d_2 和 d_3 中的较小者。

[0137] 实施方案35是实施方案31的偏振分束系统,其中 d_1 和 d_4 中的一者或两者比 d_2 和 d_3 中的较小者小0.9倍。

[0138] 实施方案36是实施方案31的偏振分束系统,其中反射偏振器具有最大侧向尺寸 d_5 , d_1 和 d_4 中的一者或两者小于 $d_5/4$ 。

[0139] 实施方案37是实施方案36的偏振分束系统,其中 d_1 和 d_4 中的每者小于 $d_5/4$ 。

[0140] 实施方案38是实施方案36的偏振分束系统,其中 d_1 和 d_4 中的一者或两者比 d_5 小0.2倍。

[0141] 实施方案39是实施方案31的偏振分束系统,其中第二反射部件适于调制入射在其上的光。

[0142] 实施方案40是实施方案31的偏振分束系统,其中第二反射部件被像素化。

[0143] 实施方案41是实施方案31的偏振分束系统,其中反射偏振器和光轴之间的角度介

于约40至60度之间。

[0144] 实施方案42是实施方案31的偏振分束系统,其中第一反射部件具有大于约80%的镜面反射率。

[0145] 实施方案43是实施方案31的偏振分束系统,其中第二反射部件具有大于约80%的镜面反射率。

[0146] 实施方案44是偏振分束系统,该偏振分束系统适于接收来自光源的光并且以由光源发射的中心光线的光学路径所限定的折叠光轴为中心,该偏振分束系统包括:

[0147] 输入表面,该输入表面基本上垂直于光轴,光通过穿过该输入表面进入偏振分束系统;

[0148] 反射偏振器,该具有最大侧向尺寸 d_5 ,光轴具有在输入表面和反射偏振器之间的长度 d_1 ;

[0149] 第一反射部件,该第一反射部件基本上垂直于光轴,光轴具有在第一反射部件和反射偏振器之间的长度 d_2 ;

[0150] 第二反射部件,该第二反射部件基本上垂直于光轴,光轴具有在第二反射部件和反射偏振器之间的长度 d_3 ;以及

[0151] 输出面,该输出面基本上垂直于光轴,光通过穿过该输出表面离开偏振分束系统,光轴具有在输出表面和反射偏振器之间的长度 d_4 ,

[0152] 其中 d_1 和 d_4 中的一者或两者小于 $d_5/4$ 。

[0153] 实施方案45是实施方案44的偏振分束系统,其中 d_1 小于 $d_5/4$ 。

[0154] 实施方案46是实施方案44的偏振分束系统,其中 d_4 小于 $d_5/4$ 。

[0155] 实施方案47是实施方案44的偏振分束系统,其中 d_1 和 d_4 中的每者小于 $d_5/4$ 。

[0156] 实施方案48是实施方案44的偏振分束系统,其中 d_1 和 d_4 中的一者或两者比 d_5 小0.2倍。

[0157] 实施方案49是实施方案44的偏振分束系统,其中 d_1 和 d_4 中的一者或两者小于 d_2 和 d_3 中的较小者。

[0158] 实施方案50是实施方案49的偏振分束系统,其中 d_1 小于 d_2 和 d_3 中的较小者。

[0159] 实施方案51是实施方案49的偏振分束系统,其中 d_4 小于 d_2 和 d_3 中的较小者。

[0160] 实施方案52是实施方案49的偏振分束系统,其中 d_1 和 d_4 中的每者小于 d_2 和 d_3 中的较小者。

[0161] 实施方案53是实施方案52的偏振分束系统,其中 d_1 和 d_4 中的每者比 d_2 和 d_3 中的较小者小0.9倍。

[0162] 实施方案54是实施方案44的偏振分束系统,其中第一反射部件具有大于约80%的镜面反射率。

[0163] 实施方案55是实施方案44的偏振分束系统,其中第二反射部件具有大于约80%的镜面反射率。

[0164] 实施方案56是照明器,该照明器包括光源,透镜,适于接收来自光源的光并且通过透镜输出光的偏振分束系统,该偏振分束系统以由光源发射的中心光线的光学路径所限定的折叠光轴为中心,该偏振分束系统包括:

[0165] 反射偏振器,光轴具有在光源和反射偏振器之间的长度 d_1 ;

[0166] 第一反射部件,该第一反射部件基本上垂直于光轴并且设置为靠近与光源相对的反射偏振器,光轴具有在第一反射部件和反射偏振器之间的长度 d_2 ;

[0167] 第二反射部件,该第二反射部件基本上垂直于光轴并且设置为靠近与透镜相对的反射偏振器,光轴具有在第二反射部件和反射偏振器之间的长度 d_3 ;

[0168] 其中光轴具有在透镜和反射偏振器之间的长度 d_4 ,并且 d_1 和 d_4 中的一者或两者小于 d_2 和 d_3 中的较小者。

[0169] 实施方案57是实施方案56的照明器,其中 d_4 小于 d_2 和 d_3 中的较小者。

[0170] 实施方案58是实施方案56的照明器,其中 d_1 小于 d_2 和 d_3 中的较小者。

[0171] 实施方案59是实施方案56的照明器,其中 d_1 和 d_4 两者均小于 d_2 和 d_3 中的较小者。

[0172] 实施方案60是实施方案56的照明器,其中 d_1 和 d_4 中的一者或两者比 d_2 和 d_3 中的较小者小0.9倍。

[0173] 实施方案61是实施方案56的照明器,其中反射偏振器具有最大侧向尺寸 d_5 , d_1 和 d_4 中的一者或两者小于 $d_5/4$ 。

[0174] 实施方案62是实施方案61的照明器,其中 d_1 和 d_4 中的每者小于 $d_5/4$ 。

[0175] 实施方案63是实施方案61的照明器,其中 d_1 和 d_4 中的一者或两者比 d_5 小0.2倍。

[0176] 实施方案64是实施方案56的照明器,其中第二反射部件适于调制入射在其上的光。

[0177] 实施方案65是实施方案56的照明器,其中第二反射部件被像素化。

[0178] 实施方案66是实施方案56的照明器,其中反射偏振器和光轴之间的角度介于约40至60度之间。

[0179] 实施方案67是实施方案56的照明器,其中第一反射部件具有大于约80%的镜面反射率。

[0180] 实施方案68是实施方案56的照明器,其中第二反射部件具有大于约80%的镜面反射率。

[0181] 实施方案69是照明器,该照明器包括光源,透镜,适于接收来自光源的光并且通过透镜输出光的偏振分束系统,该偏振分束系统以由光源发射的中心光线的光学路径所限定的折叠光轴为中心,该偏振分束系统包括:

[0182] 反射偏振器,该反射偏振器具有最大侧向尺寸 d_5 ,光轴具有在光源和反射偏振器之间的长度 d_1 ;

[0183] 第一反射部件,该第一反射部件基本上垂直于光轴并且设置为靠近与光源相对的反射偏振器,光轴具有在第一反射部件和反射偏振器之间的长度 d_2 ;

[0184] 第二反射部件,该第二反射部件基本上垂直于光轴并且设置为靠近与透镜相对的反射偏振器,光轴具有在第二反射部件和反射偏振器之间的长度 d_3 ;

[0185] 其中光轴具有在透镜和反射偏振器之间的长度 d_4 ,并且 d_1 和 d_4 中的一者或两者小于 $d_5/4$ 。

[0186] 实施方案70是实施方案69的照明器,其中 d_1 小于 $d_5/4$ 。

[0187] 实施方案71是实施方案69的照明器,其中 d_4 小于 $d_5/4$ 。

[0188] 实施方案72是实施方案69的照明器,其中 d_1 和 d_4 中的每者小于 $d_5/4$ 。

[0189] 实施方案73是实施方案69的照明器,其中 d_1 和 d_4 中的一者或两者比 d_5 小0.2倍。

- [0190] 实施方案74是实施方案69的照明器,其中d1和d4中的一者或两者小于d2和d3中的较小者。
- [0191] 实施方案75是实施方案74的照明器,其中d1小于d2和d3中的较小者。
- [0192] 实施方案76是实施方案74的照明器,其中d4小于d2和d3中的较小者。
- [0193] 实施方案77是实施方案74的照明器,其中d1和d4中的每者小于d2和d3中的较小者。
- [0194] 实施方案78是实施方案74的照明器,其中d1和d4中的每者比d2和d3中的较小者小0.9倍。
- [0195] 实施方案79是实施方案69的照明器,其中第一反射部件具有大于约80%的镜面反射率。
- [0196] 实施方案80是实施方案69的照明器,其中第二反射部件具有大于约80%的镜面反射率。
- [0197] 实施方案81是照明器,该照明器包括光源、反射偏振器、第一反射部件、第二反射部件和透镜,该照明器被构造为使得由光源发射的中心光线依次穿过反射偏振器,从第一反射部件反射回反射偏振器,从反射偏振器朝向第二反射部件反射,从第二反射部件反射回反射偏振器,穿过反射偏振器,然后通过透镜离开照明器。
- [0198] 实施方案82是实施方案81的照明器,该照明器被构造为使得从第二反射部件反射并且穿过透镜的光会聚在第二反射部件和透镜之间。
- [0199] 实施方案83是实施方案81的照明器,其中第二反射部件适于调制入射在其上的光。
- [0200] 实施方案84是实施方案81的照明器,其中第二反射部件被像素化。
- [0201] 实施方案85是实施方案81的照明器,其中第一反射部件具有大于约80%的镜面反射率。
- [0202] 实施方案86是实施方案81的照明器,其中第二反射部件具有大于约80%的镜面反射率。
- [0203] 实施方案87是偏振分束系统,该偏振分束系统包括反射偏振器并且具有由光源朝向反射偏振器发射的中心光线的光学路径所限定的折叠光轴,该折叠光轴包括:
- [0204] 重叠的第一区段和第二区段,沿着第一区段的光学路径具有第一方向,沿着第二区段的光学路径具有与第一方向相对的第二方向;
- [0205] 以及
- [0206] 重叠的第三区段和第四区段,沿着第三区段的光学路径具有第三方向,沿着第四区段的光学路径具有与第三方向相对的第四方向,其中第一方向和第三方向是基本上正交的。
- [0207] 实施方案88是实施方案87的偏振分束系统,还包括基本上垂直于第一区段的第一反射部件以及基本上垂直于第三区段的第二反射部件。
- [0208] 实施方案89是实施方案88的偏振分束系统,其中第二反射部件适于调制入射在其上的光。
- [0209] 实施方案90是实施方案88的偏振分束系统,其中第二反射部件被像素化。
- [0210] 实施方案91是实施方案88的偏振分束系统,其中第一反射部件具有大于约80%的

镜面反射率。

[0211] 实施方案92是实施方案88的偏振分束系统,其中第二反射部件具有大于约80%的镜面反射率。

[0212] 实施方案93是实施方案88的偏振分束系统,还包括第一棱镜和第二棱镜,反射偏振器设置在第一棱镜的斜边和第二棱镜的斜边之间,第一反射部件邻近第二棱镜的第一面,第二反射部件邻近第二棱镜的第二面。

[0213] 实施方案94是实施方案93的偏振分束系统,其中第一棱镜的体积不大于第二棱镜的体积的约一半。

[0214] 实施方案95是投影图像的方法,该方法包括:

[0215] 通过偏振分束器将光导向到反射部件;

[0216] 将光中的至少一些光反射回偏振分束器;

[0217] 将光中的至少一些光从偏振分束器朝向图像形成装置反射;以及

[0218] 将光中的至少一些光从图像形成装置作为会聚图案化光反射。

[0219] 实施方案96是实施方案95的方法,还包括将会聚图案化光中的至少一些光透射穿过偏振分束器。

[0220] 实施方案97是实施方案96的方法,还包括将会聚图案化光中的至少一些光透射穿过透镜。

[0221] 实施方案98是投影图像的方法,该方法包括:

[0222] 通过折叠光路径照明器将光束导向到图像形成装置上,以及

[0223] 从图像形成装置反射会聚图案化光。

[0224] 实施方案99是实施方案98的方法,其中折叠光路径照明器包括光源、反射偏振器、反射部件和透镜,该照明器被构造为使得由光源发射的中心光线依次穿过反射偏振器,从反射部件反射回反射偏振器,从反射偏振器朝向图像形成装置反射,从图像形成装置反射回反射偏振器,穿过反射偏振器,然后通过透镜离开照明器。

[0225] 实施方案100是实施方案98的方法,其中导向光束步骤包括:

[0226] 通过偏振分束器将光导向到反射部件;

[0227] 将光中的至少一些光反射回偏振分束器;以及

[0228] 将光中的至少一些光从偏振分束器朝向图像形成装置反射。

[0229] 实施方案101是头戴式系统,该头戴式系统包括涉及照明器的前述实施方案中任一项的照明器,或包括涉及偏振分束系统的前述实施方案中任一项的偏振分束系统,或包括涉及偏振分束器的前述实施方案中任一项的偏振分束器。

[0230] 实施方案102是实施方案101的头戴式系统,还包括眼睛跟踪系统。

[0231] 实施方案103是实施方案102的头戴式系统,其中眼睛跟踪系统适于确定瞳孔大小。

[0232] 实施方案104是实施方案103的头戴式系统,其中眼睛跟踪系统适于记录瞳孔直径的时间序列。

[0233] 实施方案105是实施方案104的头戴式系统,其中眼睛跟踪系统适于记录瞳孔位置的时间序列。

[0234] 除非另外指明,否则针对图中元件的描述应被理解为同样应用到其他图中的对应

元件。虽然本文已举例说明并描述了具体实施方案,但本领域的普通技术人员应当理解,在不脱离本公开的范围的情况下,可用各种替代形式和/或等同形式的具体实施来代替所示出的和所描述的具体实施方案。本申请旨在涵盖本文所讨论的具体实施方案的任何改型或变型。因此,本公开旨在仅受权利要求及其等同形式的限制。

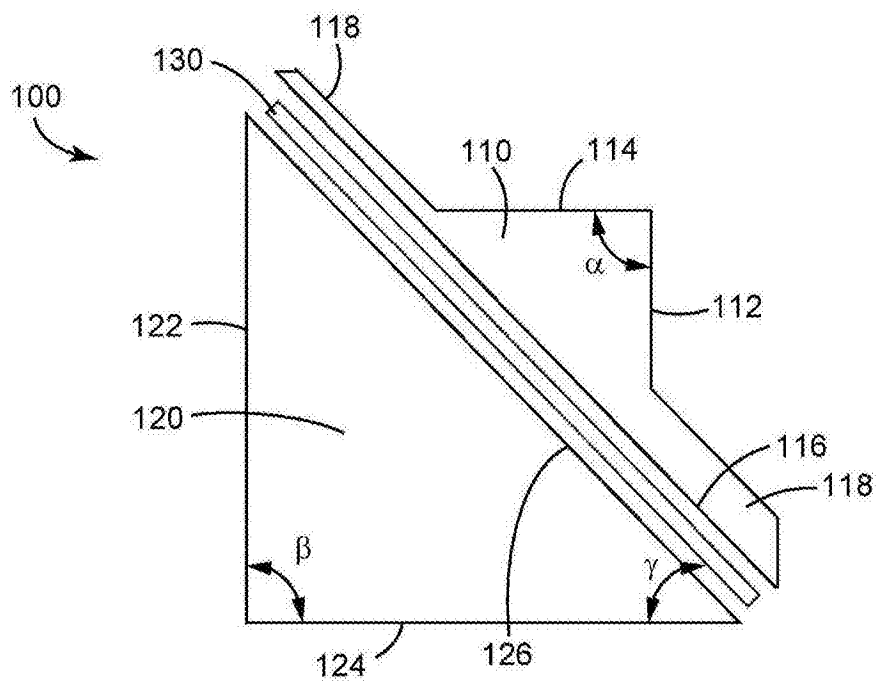


图1

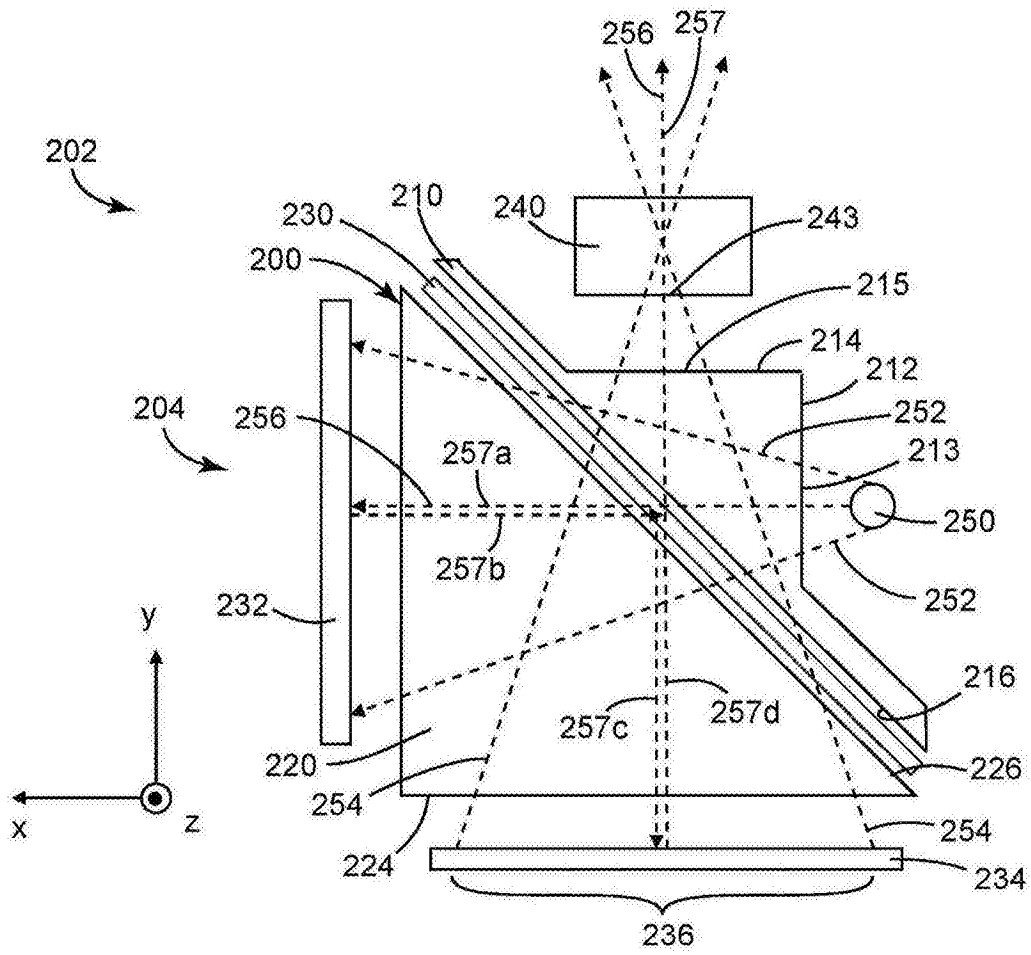


图2

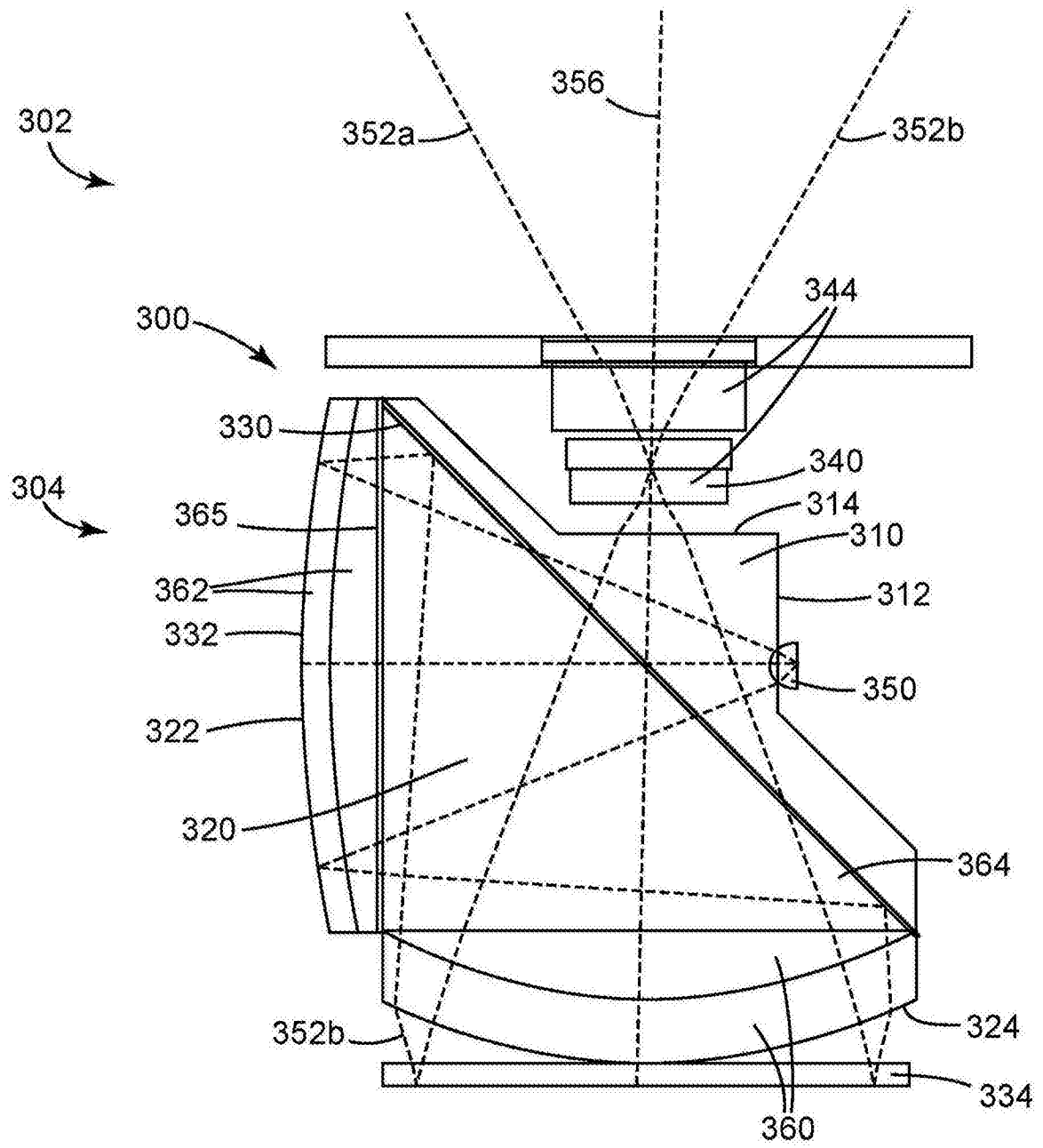


图3

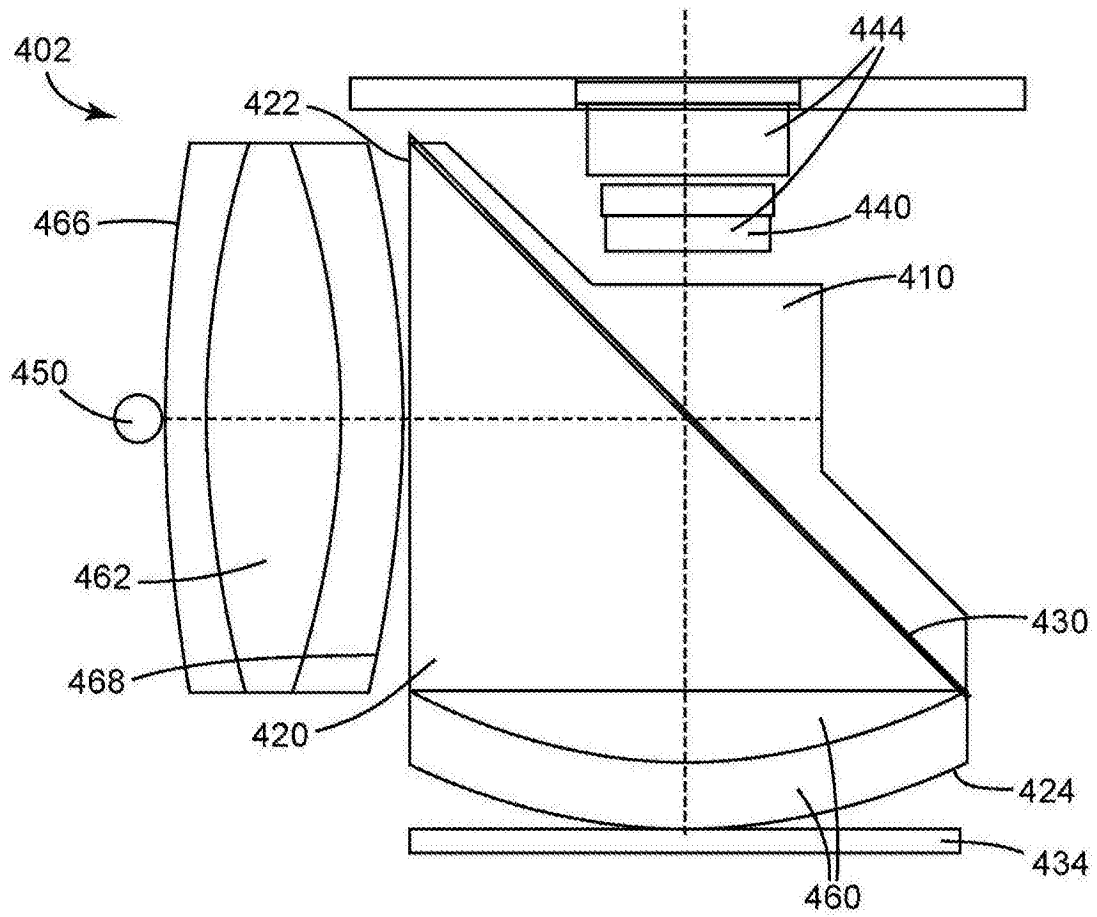


图4A

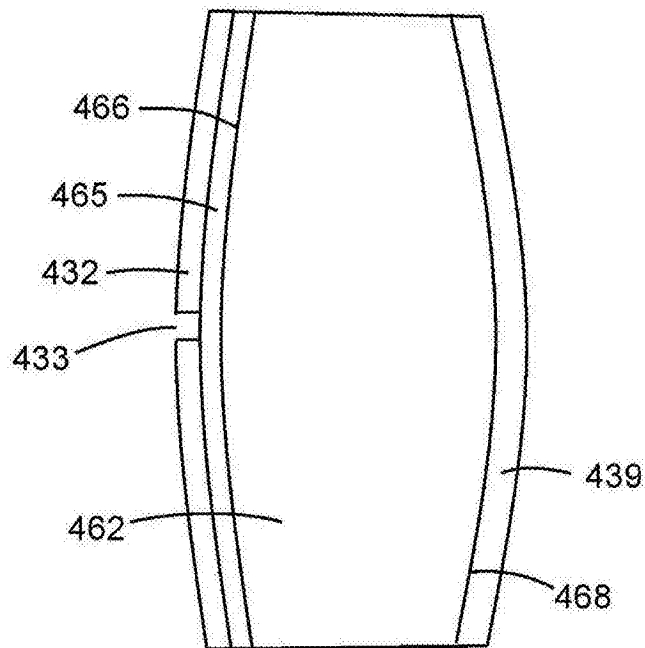


图4B

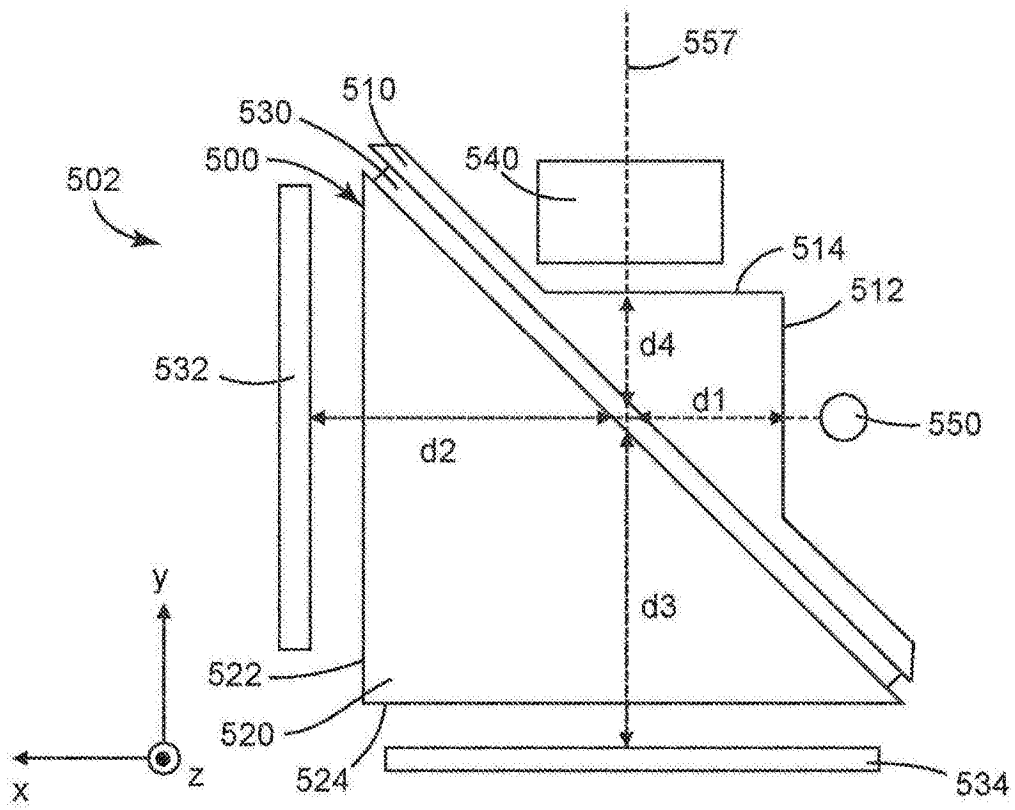


图5A

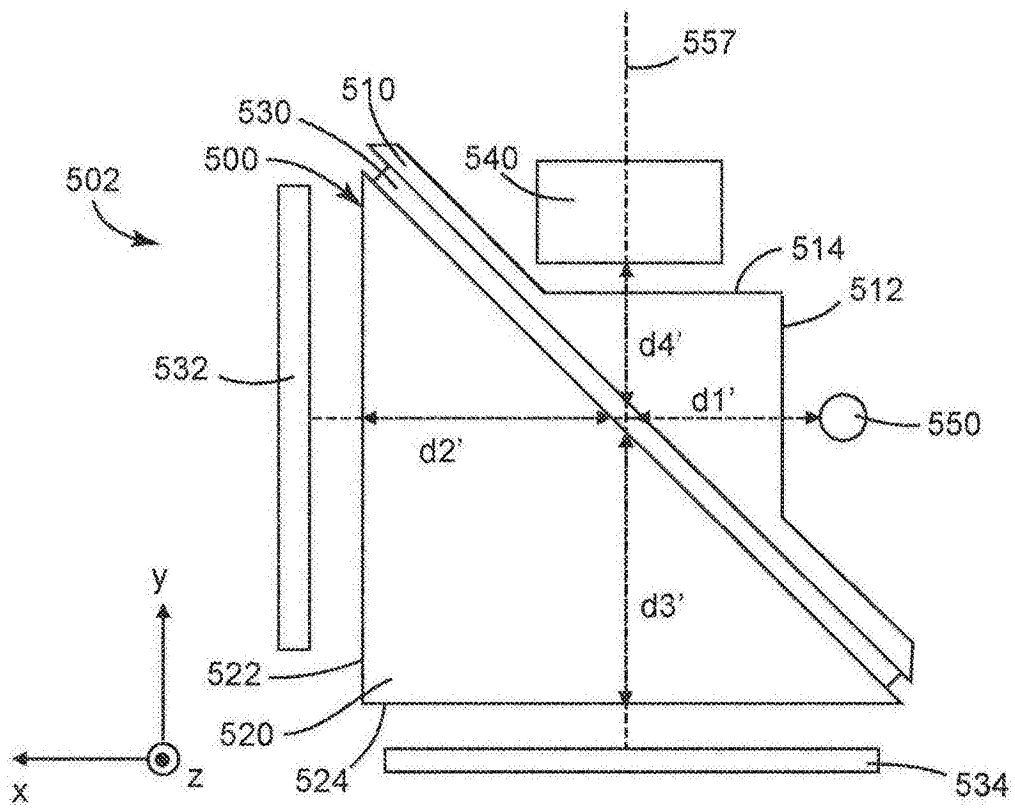


图5B

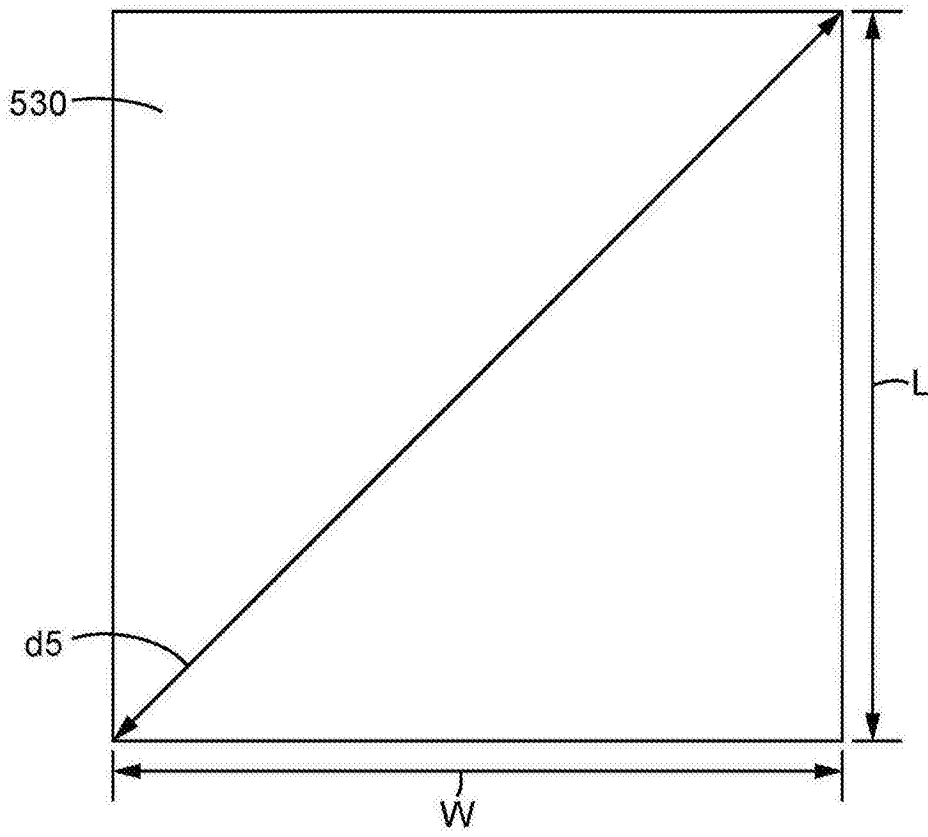


图5C

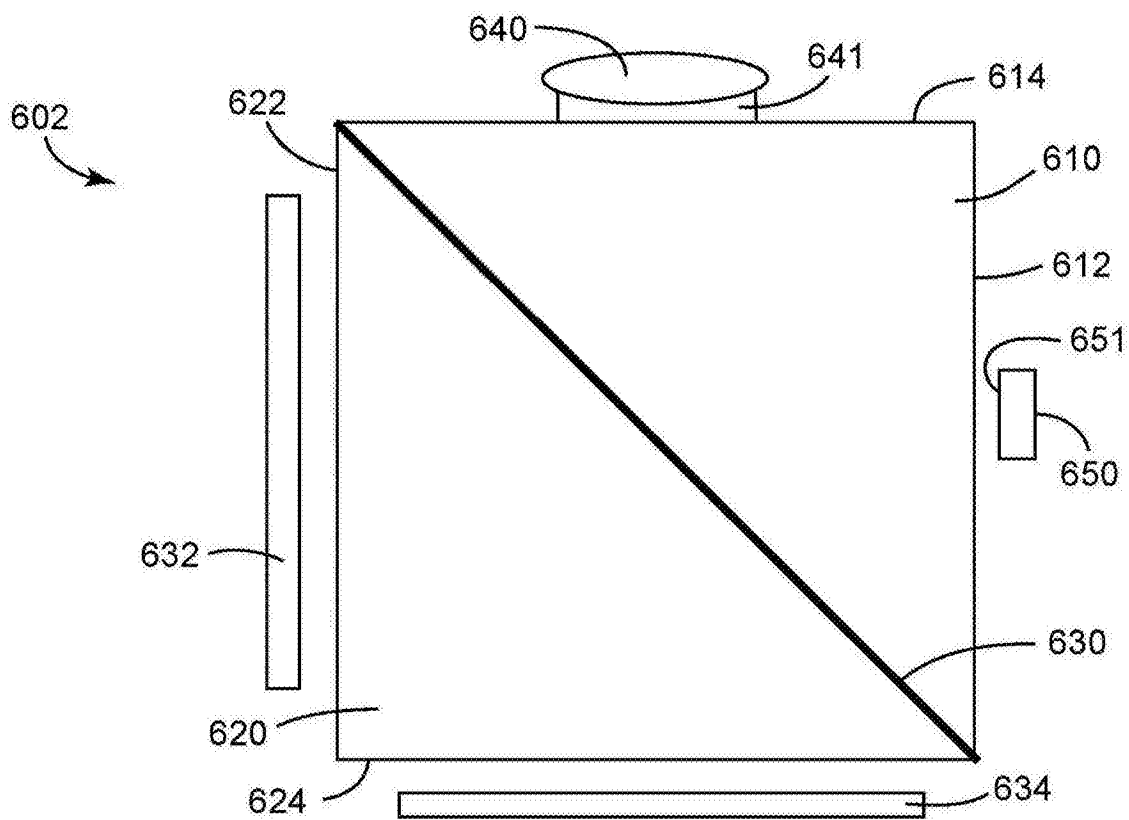


图6

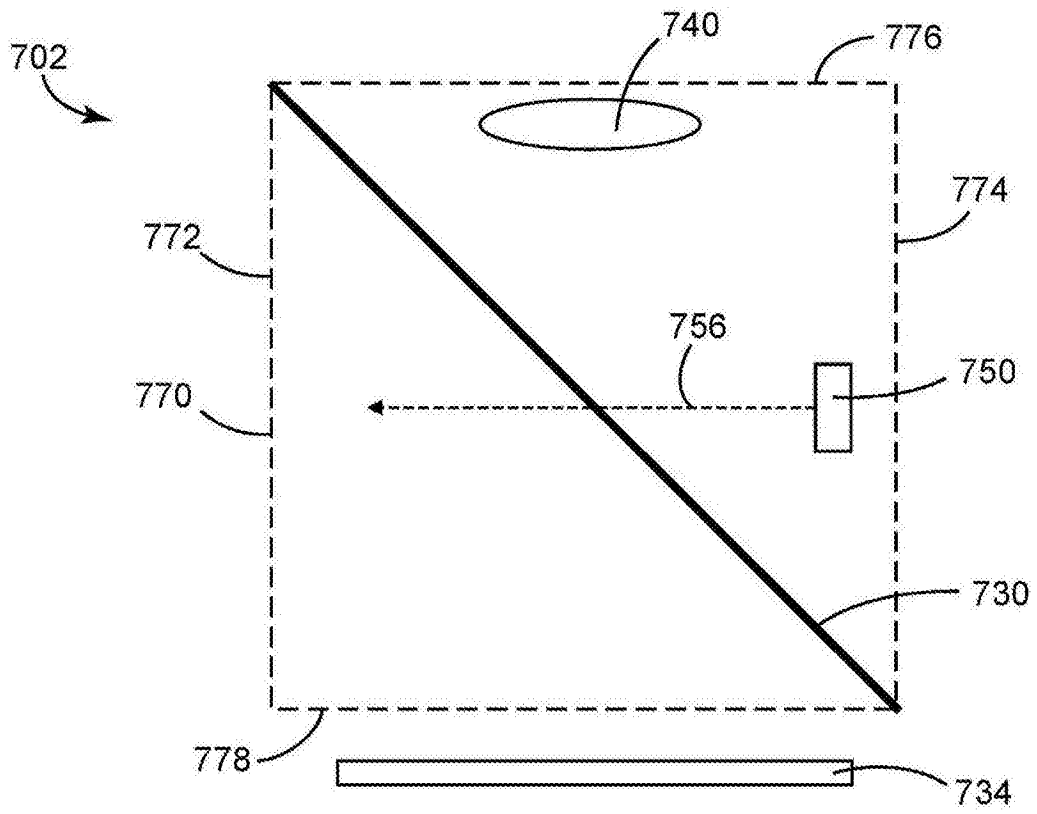


图7

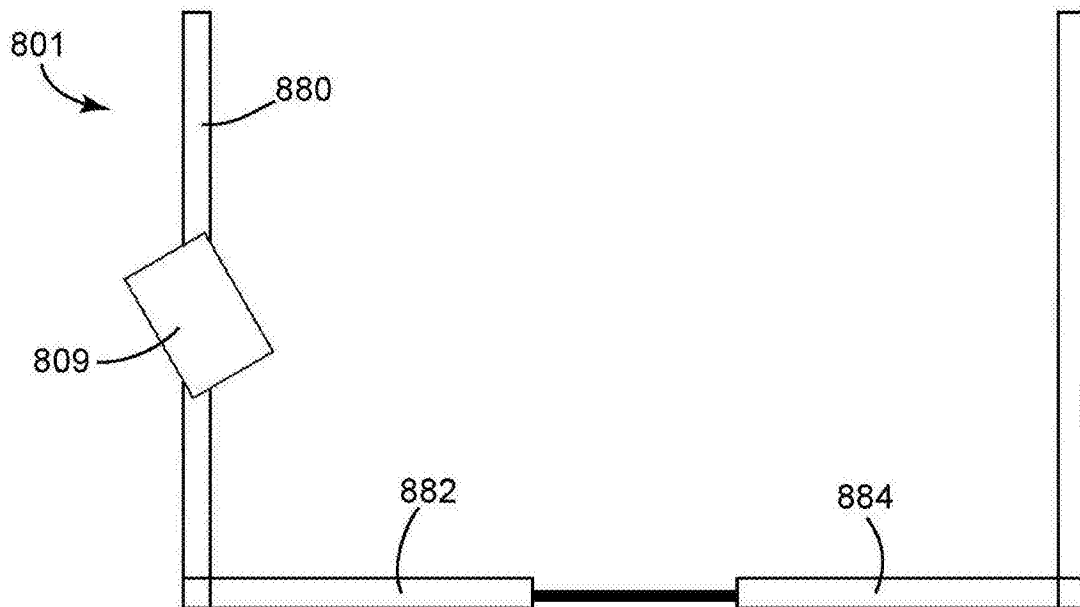


图8