



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102282500 A

(43) 申请公布日 2011. 12. 14

(21) 申请号 201080004767. 1

代理人 王安武

(22) 申请日 2010. 01. 15

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

2009-011585 2009. 01. 22 JP

G02B 27/22 (2006. 01)

G02B 26/06 (2006. 01)

G02B 26/08 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 07. 15

G02F 1/13 (2006. 01)

G02F 1/1335 (2006. 01)

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2010/050427 2010. 01. 15

G03B 35/24 (2006. 01)

H04N 13/04 (2006. 01)

(87) PCT申请的公布数据

W02010/084829 JA 2010. 07. 29

(71) 申请人 索尼公司

地址 日本东京都

(72) 发明人 山田正裕 青木直

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理

有限责任公司 11258

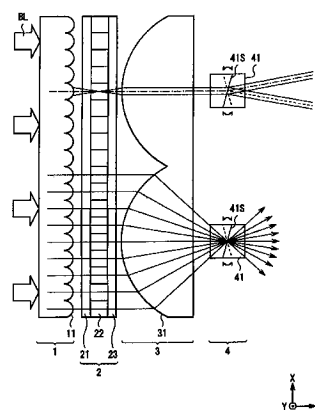
权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 14 页

(54) 发明名称

空间图像显示装置

(57) 摘要

本发明公开了一种空间图像显示装置,其能够形成具有良好真实感的高清晰度空间图像。该空间图像显示装置(10A)设有:显示部(2),其具有多个像素(22),并且适合生成与视频信号相对应的二维显示图像;第一透镜阵列(1),其包括与各个像素(22)对应设置并使经过像素(22)的光束聚焦的多个第一透镜(11);以及第二透镜阵列(3),其将经过第一透镜阵列(1)的聚焦光转变为平行光束或者汇聚光束,并且输出所得到的光束。经过显示部(2)的各个像素(22)的光束被第一透镜阵列(1)聚焦,并且射向第二透镜阵列(3)。因此,从各个像素(22)进入第二透镜阵列(3)的光束表现为从光源射出的光束,并且该光束通过第二透镜阵列(3)容易转变为平行光束或者汇聚光束。



1. 一种空间图像显示装置,其包括:
二维图像生成装置,其包括多个像素,并且生成与视频信号相对应的二维显示图像;
第一透镜阵列,其包括多个与各个像素对应设置的第一透镜,所述第一透镜允许经过各个像素的光汇聚;以及
第二透镜阵列,其将已经经过所述第一透镜阵列的汇聚光转变为平行光或者汇聚光,并且允许被转变的光经过所述第二透镜阵列。
2. 根据权利要求1所述的空间图像显示装置,其中所述第一透镜阵列与所述第二透镜阵列之间的距离大于等于所述第一透镜的焦距与所述第二透镜的焦距的总和。
3. 根据权利要求1所述的空间图像显示装置,还包括光准直装置,用以将进入所述第一透镜阵列的光转变为平行光。
4. 根据权利要求1所述的空间图像显示装置,其中所述二维图像生成装置是液晶面板,所述液晶面板放置在所述第一透镜阵列与所述第二透镜阵列之间的光轴上。
5. 根据权利要求1所述的空间图像显示装置,其中所述二维图像生成装置放置在所述第一透镜阵列的入射光侧的光轴上。
6. 根据权利要求1所述的空间图像显示装置,其中所述第一透镜的第一平面上的焦点位置不同于所述第一透镜的第二平面上的焦点位置,所述第一平面包括光轴,并且所述第二平面包括所述光轴,并与所述第一平面正交。
7. 根据权利要求1所述的空间图像显示装置,其中所述第二透镜阵列由多个圆柱形透镜构造,所述圆柱形透镜各自具有包围沿与光轴正交的第一方向的轴的圆柱形表面,并且并列排列在与所述光轴和所述第一方向均正交的第二方向上。
8. 根据权利要求7所述的空间图像显示装置,还包括各向异性扩散板,所述各向异性扩散板配置在所述第一透镜阵列与所述第二透镜阵列之间,或者配置在所述第二透镜阵列的光投影侧上,所述各向异性扩散板允许入射光沿所述第一方向分散。
9. 根据权利要求7所述的空间图像显示装置,其中所述第一透镜阵列由多个圆柱形透镜构造,所述圆柱形透镜各自具有包围沿所述第一方向的轴的圆柱形表面,并且并列排列在所述第二方向上。
10. 根据权利要求5所述的空间图像显示装置,还包括各向同性扩散板,所述各向同性扩散板配置在经过所述第一透镜阵列的光汇聚的位置处,所述各向同性扩散板允许已经经过所述第一透镜阵列的光以各向同性的方式沿与所述光轴正交的平面分散。
11. 根据权利要求1所述的空间图像显示装置,还包括多个液体光学元件,所述液体光学元件各自向所述像素的每一者或者向一组像素配置,以使从所述第二透镜阵列射出的光沿水平方向偏转,其中
所述液体光学元件的每一者包括一对电极、极性液体和非极性液体,所述极性液体和所述非极性液体具有彼此不同的折射率,并且以沿所述光轴方向彼此分离的状态被封装在所述一对电极之间。
12. 根据权利要求11所述的空间图像显示装置,其中所述极性液体与接地电极接触,所述接地电极被配置为远离所述一对电极。
13. 根据权利要求11所述的空间图像显示装置,其中所述一对电极的相对表面被绝缘膜覆盖,所述绝缘膜在没有电场的情况下,各自具有对所述非极性液体的亲和性。

空间图像显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及显示空间物体的三维视频的空间图像显示装置。

背景技术

[0002] 通过使用对人体生理机能的认识,实现了三维视频的生成。换言之,观测者基于对分别进入其左右眼的图像位差(双眼视差)的认识和对会聚角的认识,对利用睫状体和睫状小带调节眼睛晶状体的焦距时所产生的生理机能(焦距调节机能)的认识,以及对图像运动时所看见的(多个)图像变化(运动视差)的认识,在大脑对其综合处理的过程中,感觉到三维物体。如同利用上述生理机能认识中的“双眼视差”和“会聚角”生成三维视频的方法,例如,存在通过使用具有不同色彩的左右透镜的眼镜向左右眼提供不同图像(视差图像)的方法,和通过使用具有液晶快门眼镜的护目镜以极高的速度切换液晶快门眼镜来向左右眼提供视差图像的方法。还存在使用双面凸透镜(lenticular lens)将显示在二维显示装置上的分别用于左右眼的图像分配给左右眼来表示三维图像的方法。此外,与上述使用双面凸透镜的方法类似,还存在通过使用设置在液晶显示器表面上的面罩以允许右眼观看用于右眼的图像,以及左眼观看用于左眼的图像来表示三维图像的发展方法。

[0003] 但是,对于观测者来说,上述使用特殊眼镜和护目镜来获取视差图像的方法是非常麻烦的。另一方面,例如,就使用双面凸透镜的方法而言,必须将单个二维图像显示装置的区域划分为用于右眼的区域和用于左眼的区域。因此,上述方法具有不适合显示具有高清晰度的图像的问题。

[0004] 鉴于以上问题,近年来,基于光束再生法(例如,参见非专利文献1)对空间图像显示装置进行了研究。光束再生法的目的是通过从显示器射出的大量光束来表示空间图像,从理论上讲,是向观测者甚至是裸眼观测者提供精确的运动视差信息和焦距信息,使得所获得的空间图像具备相对较低的视觉疲劳。

[0005] 现有技术文献

[0006] 非专利文献

[0007] 非专利文献1:Yasuhiro TAKAGI,“Three-dimensional Images and Flat-panel Type Three-dimensional Display(三维图像和平板型三维显示器)”,Optical Society of Japan,Volume No.35,Issue No.8,2006,p.400 to 406

发明内容

[0008] 但是,甚至对于上述光束再生法而言,实际上,为了在远离显示器的显示表面的位置处(在垂直于显示器的方向上)获取可感觉的空间图像,在所获得的空间图像中,其立体感和清晰度随到显示器的显示表面的距离的增加而降低。这很有可能是因为显示在显示器的显示表面上的二维显示图像随由多个限定尺寸的像素构成的各个发散光一起到达了观测者的眼睛。下面,通过参考图12及图13具体描述上述现象。

[0009] 图13(A)和图14(A)分别示出了观测者基于光束再现方法感觉到空间图像的理想

状态的概念图。在图 13(A) 中,例示了在预定位置处形成构造某一空间图像的任意点图像 Z1 的情况。为了形成点图像 Z1,可以从显示器 DP 上的多个像素(这里通常表示为 3 个像素 PX1 至 PX3)射出光束 L1 至 L3,以使其经过放置点图像 Z1 的位置。这样射出的光束 L1 至 L3 在经过观测者的瞳孔 P 之后,到达视网膜 R。此时,观测者的眼睛自动调节设置在眼睛里的焦距可变透镜(透镜体)的焦距,使得光束 L1 至 L3 在经过瞳孔 P 之后,汇聚到视网膜 R 上的一点。被调节的焦距在与放置空间图像的位置处所配置的实际物体的情况一致。因此,观测者可以感觉到好似放置在要放置空间图像的位置处的空间图像(点图像 Z1)。在此情况下,当像素 PX1 至 PX3 分别是没有发散的点光源时,例如,如图 14(A) 所示,经过投影透镜 LN 的光束 L1 至 L3 各自形成厚度没有发生改变的平行光 L_p 。投影透镜 LN 放置在距光束 L1 至 L3 的点光源 LS1 焦距 FL 的位置处。

[0010] 但是实际上,从像素 PX1 至 PX3 分别射出的光束 L1 至 L3 各自形成发散光。这是因为像素 PX1 至 PX3 是一组如上所述限定其发散的光源,即点光源。具体而言,如图 14(B) 所示,经过投影透镜 LN(放置在距在有限区域中延伸的点光源 LS2 焦距 FL 的位置处)的光束 L1 至 L3,形成其厚度逐渐增加的发散光 L_d 。一般而言,发散光 L_d 的发散度随有限区域中的光源面积而变化,当其面积减小时,其更接近平行光通量,并且当其面积增大时,出射光束的发散度增大。同样,在此情况下,尽管取决于各个像素 PX1 至 PX3 所控制的面积,例如,如图 13(B) 所示,但是观测者可以将点图像 Z1 本身看作是在有限区域中变得模糊的图像。因此,所获得的由多个点图像 Z1 构造的空间图像的清晰度也不高。或者由于形成发散光的光束 L1 至 L3 的结果,如图 13(C) 所示,为了搜索到更清晰的点图像,观测者可以看见显示器 DP 上的像素 PX1 至 PX3 本身。如果是这种情况,那么很容易在显示器 DP 上只感觉到 3 个不同的点图像。这样,当来自显示屏上的像素的光束形成发散光时,存在空间图像变得模糊或者未能感觉到空间图像的问题。当在距显示器的显示表面一段距离的位置处观察空间图像时,上述问题变得尤为明显。这样,需要一种允许观测者更深度地观察空间图像的技术。

[0011] 鉴于上述问题进行了本发明,其目的是提供一种能够形成具有较好真实感和具有较高清晰度的空间图像的空间图像显示装置。

[0012] 根据本发明的实施例的空间图像显示装置包括:二维图像生成装置,其包括多个像素,并且生成与视频信号相对应的二维显示图像;第一透镜阵列,其包括与各个像素对应设置的多个第一透镜,该第一透镜允许经过各个像素的光汇聚;以及第二透镜阵列,其将经过第一透镜阵列的汇聚光转变为平行光或者汇聚光,并且允许被转变的光经过其中。在此,术语“第一透镜”“与各个像素对应设置”并不限于向一个像素设置一个第一透镜的情况,它还包括向一个像素设置多个第一透镜设置的情况的概念。

[0013] 在根据本发明的实施例的空间图像显示装置中,经过二维图像生成装置中的各个像素的光被第一透镜阵列汇聚,并且接着被引至第二透镜阵列。因此,由于进入第二透镜阵列的光表现为从光源射出的光,所以被第一透镜阵列汇聚的光很容易被第二透镜阵列转变为平行光或者汇聚光,并且接着经过其中。因此,观测者的眼睛感觉到由该平行光或者该汇聚光形成的空间图像。

[0014] 对于根据本发明的实施例的空间图像显示装置,允许经过二维图像生成装置中的各个像素的光不是在发散的状态下到达观测者的眼睛,而是作为平行光或者汇聚光到达观

测者的眼睛。因此,观测者可以感觉到具有较好真实感(深度感)和具有较高清晰度的三维视频。

附图说明

[0015] [图 1] 示出了本发明第一实施例的空间图像显示装置的示例性构造的概要视图。

[0016] [图 2] 示出了图 1 所示的第一透镜阵列 1 的构造的立体图,并且示出了显示部 2 中的像素 22 的布置的平面图。

[0017] [图 3] 示出了图 1 所示的第二透镜阵列 3 的构造的立体图。

[0018] [图 4] 分别示出了图 1 所示的偏转部 4 中的液体光学元件 41 的构造的立体图。

[0019] [图 5] 用于解释观测图 1 所示的空间图像显示装置中的三维视频的操作的概念图。

[0020] [图 6] 示出了第一修改示例中的液体光学元件 41 的构造的立体图。

[0021] [图 7] 示出了第二修改示例中的第一透镜阵列 1A 的立体构造的概念图,以及其透过光的传播状态。

[0022] [图 8] 示出了第三修改示例中的空间图像显示装置 10B 在水平面内的示例性构造的概要视图。

[0023] [图 9] 示出了图 8 所示的扩散板的立体构造的概念视图,以及其透过光的传播状态。

[0024] [图 10] 示出了第四修改示例中的第一透镜阵列 1B 的立体构造的概念图,以及其透过光的传播状态。

[0025] [图 11] 示出了本发明第二实施例中的空间图像显示装置的示例性构造的概要视图。

[0026] [图 12] 示出了图 11 所示的空间图像显示装置中的透镜单元的示例性构造的概要图。

[0027] [图 13] 分别用于解释光源与经过透镜的光的发散度之间的关系的概念图。

[0028] [图 14] 分别用于解释来自显示器的光束的类型与观测者所感觉到的图像之间的关系的概念图。

具体实施方式

[0029] 下面,通过参考附图来具体描述本发明的实施例。注意,以下面的次序进行描述。

[0030] 1. 第一实施例(二维图像生成装置放置在第一透镜阵列与第二透镜阵列之间的示例)

[0031] 2. 第二实施例(二维图像生成装置放置在与第一透镜阵列相比更接近光源侧的示例)

[0032] (第一实施例)

[0033] 首先,通过参考图 1 至图 4,描述本发明第一实施例的空间图像显示装置 10(以下,被称作空间图像显示装置 10A,便于与下述的修改示例和第二示例进行区分)。图 1 示出了空间图像显示装置 10A 在平面内的示例性构造。图 2(A) 示出了图 1 所示的第一透镜阵列 1 的立体构造,且图 2(B) 示出了像素 22 在图 1 所示的显示部 2 的 XY 平面上的布置。图 3 示

出了图 1 所示的第二透镜阵列 3 的立体构造。图 4 示出了图 1 所示的偏转部 4(下述)的具体构造。

[0034] (空间图像显示装置的构造)

[0035] 如图 1 所示,空间图像显示装置 10A 从光源(未示出)的侧开始,依次设有第一透镜阵列 1、包括多个像素 22(下述)的显示部 2、第二透镜阵列 3 和偏转部 4。

[0036] 第一透镜阵列 1 具有多个沿与光轴(Z 轴)正交的平面(XY 平面)以矩阵形式排列的微透镜 11(11a、11b 和 11c)(图 2(A))。微透镜 11 分别用以汇聚来自光源的背光 BL,并且用以朝向任一对应的像素 22 射出背光 BL。微透镜 11 分别具有球形透镜表面,并且显示了经过包括光轴的水平面(XZ 平面)的光的焦距与经过包括光轴且与该水平面正交的平面(YZ 平面)的光的焦距之间的匹配。微透镜 11 全部要求具有相同的焦距 f_{11} 。至于背光 BL,可以使用发散光如萤火虫,但是由于使用准直透镜上述发散光进行准直的结果,例如,由于在第二透镜阵列 3 中更容易执行平行光或者汇聚光的转变,因此期望以上所使用的发散光为平行光。注意,下面将具体描述第二透镜阵列 3 的构造和功能。当允许发散光如背光 BL 进入第一透镜阵列 1 时,由于光源与第一透镜阵列 1 之间具有较大的空间,所以即将进入第一透镜阵列的背光 BL 的平行度增加。相反地,由于光源与第一透镜阵列 1 之间具有较小的空间,所以进入第一透镜阵列 1 的背光 BL 的平行度降低。进入第一透镜阵列 1 的背光 BL 的平行度同样反映了从第二透镜阵列 3 射出的光的平行度。因此,可以依据应用(即,依据用来显示的空间图像的虚拟位置与显示部之间的距离)来调节从第二透镜阵列 3 射出的光的平行度。

[0037] 显示部 2 用以生成与视频信号相对应的二维显示图像,具体而言,它是通过照射背光 BL 来射出显示图像光的彩色液晶装置。显示部 2 具有这样的构造,从第一透镜阵列 1 的侧开始,玻璃衬底 21、多个像素 22(每个像素 22 包括像素电极和液晶层)以及玻璃衬底 23 依次叠压。玻璃衬底 21 和玻璃衬底 23 都是透明的,并且这两者的任一者设有色彩滤波器,该色彩滤波器包括红(R)、绿(G)和蓝(B)的色彩层。这样,像素 22 被划分为显示红色的像素 22R、显示绿色的像素 22G 和显示蓝色的像素 22B。在上述显示部 2 中,如图 2(B) 所示,例如,在 X 轴方向上,依次重复排列像素 22R、像素 22G 以及像素 22B,但是在 Y 轴方向上,完成相同颜色的像素 22 对齐的排列。在本说明书中,为了便于说明,将沿 X 轴方向对齐的像素 22 称作行,并且将沿 Y 轴方向对齐的像素 22 称作列。

[0038] 各像素 22 以矩形形状沿 XY 平面上的 Y 轴方向延伸,并且被设置为与微透镜组 12 对应(图 2(A)),微透镜组 12 的每一者包括沿 Y 轴方向对齐的一组微透镜 11a 至 11c。换言之,第一透镜阵列 1 与第二透镜阵列 3 具有这样的位置关系:经过微透镜组 12 的微透镜 11a 至 11c 的光汇聚到各个像素 22 的有效区域中的圆点 SP1 至 SP3(图 2(A) 与图 2(B))。例如,在光经过微透镜组 12_n 的微透镜 11a 至 11c 之后,汇聚到像素 $22R_n$ 的圆点 SP1 至 SP3。类似地,来自微透镜 12_{n+1} 的光汇聚到像素 $22R_{n+1}$,并且来自微透镜 12_{n+2} 的光汇聚到像素 $22R_{n+2}$ 。注意,可以将一个像素 22 配置为与一个微透镜 11 对应,或者可以将一个像素 22 配置为与两个或者四个或者更多的微透镜 11 对应。

[0039] 第二透镜阵列 3 用以将经过第一透镜阵列 1 和显示部 2 而被转变的光转变为水平面内的平行光或者汇聚光,并且射出该平行光或者汇聚光。具体而言,第二透镜阵列 3 是所谓的双面凸透镜,例如,如图 3 所示,并且具有这样的构造:多个圆柱形透镜 31 沿 X 轴方向

对齐,其中各个圆柱形透镜 31 具有包围沿 Y 轴的轴的圆柱表面。因此,圆柱形透镜 31 提供了作用在包括光轴(Z 轴)的水平面上的屈光力(refractive power)。在图 1 中,向沿 X 轴方向对齐的 9 列像素 22 的每一者提供一个圆柱形透镜 31,但是数目并不限于此。此外,圆柱形透镜 31 可以具有包围与 Y 轴成预定倾斜角 θ ($\theta < 45^\circ$) 的轴的圆柱形表面。圆柱形透镜 31 全部要求具有相等的焦距 f_{31} 。此外,第一透镜阵列 1 与第二透镜阵列 2 之间的距离 f_{13} 等于其焦距的总和,即微透镜 11 的焦距 f_{11} 和圆柱形透镜 31 的焦距 f_{31} 的总和 $|f_{11}+f_{31}|$,或者大于其总和。当距离 f_{13} 等于 $|f_{11}+f_{31}|$ 时,如果背光 BL 是平行光,则从圆柱形透镜 31 射出的光也成为平行光。另一方面,当距离 f_{13} 大于 $|f_{11}+f_{31}|$ 时,如果背光 BL 是平行光,则从圆柱形透镜 31 射出的光变成了汇聚光。

[0040] 偏转部 4 具有多个液体光学元件 41,从而使从第二透镜阵列 3 射出的光在水平面(XZ 平面)内向每一个像素 22 或者向一组像素 22 偏转。

[0041] 图 4(A) 至图 4(C) 示出了液体光学元件 41 的具体立体构造。如图 4(A) 所示,液体光学元件 41 具有这样的构造:透明且具有不同折射率和界面张力的非极性液体 42 和极性液体 43 配置在光轴(Z 轴)上,以被夹置在一对由铜或者其它材料制成的电极 44A 和 44B 之间。这对电极 44A 和 44B 经由绝缘的密封部 47 分别粘附并固定到透明的底板 45 和顶板 46。电极 44A 和 44B 经由被连接到其外表面的端子 44AT 和 44BT 分别与外部电源(未示出)连接。顶板 46 由透明导电材料如氧化铟锡(ITO:Indium Tin Oxide)和氧化锌(ZnO)制成,并且充当接地电极。电极 44A 和 44B 分别被连接到控制部(未示出),并且各电极可以被设置为具有预定的电位。注意,不同于电极 44A 和 44B 的侧面(XZ 平面)被未示出的玻璃板或者其它材料覆盖,并且非极性液体 42 和极性液体 43 在完全密封的空间里处于被封装的状态。非极性液体 42 和极性液体 43 没有溶解,在封闭的空间里仍然彼此分离,并且形成界面 41S。

[0042] 期望电极 44A 和 44B 的内表面(相互对立的表面)44AS 和 44BS 被疏水性绝缘膜覆盖。该疏水性绝缘膜由对极性液体 43 表现出疏水性(排斥性)(更严格地来讲,在没有电场的情况下对非极性液体 42 表现出亲和性)且具有良好电绝缘性的材料制成。具体而言,例示了含氟高聚物如聚偏二氟乙烯(PVdF)和聚四氟乙烯(PTFE)。注意,为了提高电极 44A 与电极 44B 之间的电绝缘,可以在电极 44A 和电极 44B 与上述疏水性绝缘膜之间设置由旋涂式玻璃(spin-on glass, SOG)或者其它材料制成的任何其它绝缘膜。

[0043] 非极性液体 42 是几乎没有极性的液体材料,并且表现出电绝缘性,例如,除了诸如癸烷、十二烷、十六烷或者十一烷之类的碳氢化合物材料之外,适合使用硅油或者其它材料。当电极 44A 与电极 44B 之间没有施加电压时,期望非极性液体 42 具有足够的容积来完全覆盖底板 45 的表面。

[0044] 另一方面,极性液体 43 是具有极性的液体材料,例如,除了水之外,适合使用其中溶解有电解质如氯化钾和氯化钠的水溶液。当向上述极性液体 43 施加电压时,与非极性液体 42 相比,其相对于疏水性绝缘膜的可湿性(极性液体 43 与疏水性绝缘膜之间的接触角)发生了很大改变。极性液体 43 与作为接地电极的顶板 46 接触。

[0045] 被一对电极 44A 和 44B、底板 45 以及顶板 46 封装并封入的非极性液体 42 和极性液体 43 由于没有共同的混合物而彼此分离,并且形成界面 41S。注意,调节非极性液体 42 和极性液体 43,使其相对于彼此具有几乎相等的比重,并且按照封装的次序来确定非极性

液体 42 与极性液体 43 之间的位置关系。因为非极性液体 42 和极性液体 43 是透明的,所以透过界面 41S 的光根据其入射角度以及非极性液体 42 和极性液体 43 的折射率而发生偏转。

[0046] 对于液体光学元件 41,在电极 44A 与 44B 之间没有施加电压的状态下(在电极 44A 和 44B 的电位均为 0 的状态下),如图 4(A) 所示,界面 41S 是从极性液体 43 的侧朝向非极性液体 42 的凸曲面。可以通过选择覆盖内表面 44AS 和 44BS 的疏水性绝缘膜的材料类型来调节非极性液体 42 对于内表面 44AS 的接触角 $42\theta A$ 和非极性液体 42 对于内表面 44BS 的接触角 $42\theta B$ 。在此,当非极性液体 42 具有大于极性液体 43 的折射率时,液体光学元件 41 提供负的屈光力。另一方面,当非极性液体 42 具有小于极性液体 43 的折射率时,液体光学元件 41 提供正的屈光力。例如,当非极性液体 42 是碳氢化合物或者硅油时,并且当极性液体 43 是水或者电解质水溶液时,液体光学元件 41 提供负的屈光力。界面 41S 在 Y 轴方向上具有恒定的曲率,并且该曲率在此状态(电极 44A 与 44B 之间没有时间电压的状态)下变得最大。

[0047] 当在电极 44A 与 44B 之间施加电压时,例如,如图 4(B) 所示,界面 41S 的曲率减小,并且当施加预定值或者更高的电压时,得到了平面。也就是说,接触角 $42\theta A$ 和 $42\theta B$ 均变成直角(90°)。下面来设想上述现象。也就是说,通过施加电压,电荷聚集到内表面 44AS 和 44BS(或者聚集到覆盖内表面的疏水性绝缘膜的表面),并且在电荷的库仑力的作用下,具有极性的极性液体 43 朝向内表面 44AS 和 44BS(或者朝向疏水性绝缘膜)移动。因此,增加了极性液体 43 与内表面 44AS 和 44BS(或者与疏水性绝缘膜)的接触面积,而另一方面,非极性液体 42 被极性液体 43 从其与内表面 44AS 和 44BS(或者与疏水性绝缘膜)接触的部分排除而发生移动(变形)。因此,界面 41B 更像平面。注意,图 4(B) 示出了电极 44A 的电位(假设为 V_a)与电极 44B 的电位(假设为 V_b)彼此相等的情况。当电位 V_a 与电位 V_b 彼此不同时,例如,如图 4(C) 所示,得到了相对于 X 轴和 Z 轴(相对于与 Y 轴平行的表面)倾斜($42\theta A \neq 42\theta B$)的平面。注意,图 4(C) 示出了电位 V_b 大于电位 V_a (接触角 $42\theta B$ 大于接触角 $42\theta A$)的情况。在此情况下,例如,进入液体光学元件 41 的入射光 ϕ 在平行穿过电极 44A 和 44B 之后,在界面 41S 的 XZ 平面内被折射,接着发生偏转。同样,通过调节电位 V_a 和电位 V_b 的大小,能够使入射光 ϕ 在 XZ 平面内的预定方向上发生偏转。

[0048] (空间图像显示装置的操作)

[0049] 接着,通过参考图 5 来描述空间图像显示装置 10A 的操作。

[0050] 一般而言,为了观测某一物体上的物点,观测者观测从物点(作为点光源)射出的球面波,将其视作存在于三维空间中固有位置处的“点”。通常意义上,在自然界中,从物体射出的波面同时传播,并且以特定的波面形状不断并连续到达观测者。但是,除了目前情况下的全息技术之外,难以在空间各点处同时并连续再现光波的波面。但是,即使存在某一虚拟物体并从各虚拟点射出光波,并且即使每一个光波到达观测者的时间有点儿不准确,或者即使光波不是连续到达,而是作为断断续续的光信号到达,人眼也能因其积分作用而在没有不自然感觉的情况下观测到虚拟物体。对于本实施例中的空间图像显示装置 10A,可以通过利用人眼的积分作用,以较高的速度按照时序依次在空间各点处形成波面,形成比先前更为自然的三维图像。

[0051] 通过空间图像显示装置 10A,能够显示空间图像如下。图 5 是从上方观察观测者 I

和 II 通过使用空间图像显示装置 10A 将虚拟物体 IMG 视作三维视频的状态的情况的概念图。下面,描述其操作原理。

[0052] 作为示例,如下在虚拟物体 IMG 上形成任意虚拟物点(例如,虚拟物点 B)的视频光波。首先,在显示部 2 上分别显示与左右眼相对应的两种图像。此时,背光 BL(这里未示出)从光源照射向第一透镜阵列 1,并且透过多个微透镜 11 的光汇聚到各对应的像素 22。例如,如图 2(A)所示,经过微透镜组 12_n 的微透镜 11a 至 11c 的光汇聚到像素 22 的圆点 SP1 至 SP3。在到达各个像素 22 之后,光在作为显示图像光发散的同时,被引向第二透镜阵列 3。当来自各个像素 22 的显示图像光经过第二透镜阵列 3 时,被转变为平行光或者汇聚光。当然,因为不可能同时显示两张图像,所以一个接一个地显示上述图像,最终分别将其依次送入左右眼。例如,在显示部 2 的点 CL1(用于左眼)处和点 CR1(用于右眼)处均显示与虚拟物点 C 相对应的图像。此时,汇聚光从其对应的微透镜 11 射向显示部 2 的点 CL1(用于左眼)处和点 CR1(用于右眼)处的像素 22。从显示部 2 射出的显示图像光依次透过第二透镜阵列 3 和位于水平方向上的偏转部 4,接着到达观测者 II 的左眼 IIL 和右眼 IIR 的每一者。类似地,在显示部 2 的点 BL1(用于左眼)处和点 BR1(用于右眼)处均显示用于观测者 I 的虚拟物点 C 的图像,并且在其依次透过第二透镜阵列 3 和位于水平方向上的偏转部 4 之后,接着到达观测者 I 的左眼 IL 和右眼 IR 的每一者。因为在人眼的积分效果的时间常数的范围之内以较高的速度执行了上述操作,所以观测者 I 和 II 能够在没有注意到图像依次被送入的情况下感觉到虚拟物点 C。

[0053] 将从第二透镜阵列 3 射出的显示图像光引至偏转部 4,作为水平面内的水平光或者汇聚光。在到达偏转部 4 的点 CL2 和点 CR2 之后,光波在水平面内的预定方向上发生偏转,接着分别照向观测者 II 的左眼 IIL 和右眼 IIR。在此,例如,以偏转角指向观测者 II 的左眼 IIL 时显示图像光的波面到达点 CL2 的方式,并且以偏转角的角度指向观测者 II 的右眼 IIR 时显示图像光的波面到达点 CR2 的方式,显示部 2 通过偏转部 4 送出与偏转角同步的图像光。由于从偏转部 4 射出的显示图像光的波面到达了观测者 II 的左眼 IIL 和右眼 IIR,所以观测者 II 能够将虚拟物体 IMG 上的虚拟物点 C 视作三维空间里的一点。至于虚拟物点 B,同样地,从显示部 2 的点 BL1 和点 BR1 射出的图像光在经过第二透镜阵列 3 之后,分别到达偏转部 4 中的点 BL2 和点 BR2。在到达点 BL2 和点 BR2 之后,光波在水平面内的预定方向上发生偏转,接着分别射向观测者 II 的左眼 IIL 和右眼 IIR。注意,图 5 示出了在显示部 2 的点 BL1 和点 BR2 处,向观测者 I 显示虚拟物点 C 的图像的状态,以及向观测者 II 显示物点 B 的图像的状态。但是,并不是同时显示,而是在不同的定时处显示上述图像。

[0054] 同样,在空间图像显示装置 10A 中,背光 BL 一旦被第一透镜阵列 1 的各个微透镜 11 汇聚在各个对应的像素 22 的有效区域内的圆点处,随之便是来自显示部 2 的显示图像光朝向第二透镜阵列 3 发散。因此,进入第二透镜阵列 3 的显示图像光相当于从点光源射出的光。来自显示部 2 的显示图像光通过第二透镜阵列 3 转变为水平面内的平行光或者汇聚光。因此,允许显示图像光不以在水平面内发散的状态,而作为平行光或者汇聚光到达观测者的眼睛。因此,观测者能够感觉到具有较好真实感(深度感)且具有较高清晰度的三维视频(空间图像)。特别当使用第二透镜阵列 3 来转变水平面内的平行光时,观测者对于空间图像显示装置 10A 的相对位置并不确定,从而允许多个观测者同时观察具有较高清晰度的三维视频(空间图像)。此外,因为在偏转部 4 中使用了液体光学元件 41,所以与使用偏

转板如玻璃板的情况相比,其可实现紧凑的构造。

[0055] (修改示例 1)

[0056] 接着描述本实施例的第一修改示例(修改示例 1)。在本实施例中,第二透镜阵列 3 由双面凸透镜构成,并且只在水平面内使显示图像光准直。另一方面,在本修改示例中,第二透镜阵列 3 由多个具有各向同性的屈光力的球形透镜的配置构成。此外,偏转部 4 由图 6 所示的液体光学元件 41A 构成。液体光学元件 41A 的构造类似于液体光学元件 41 的构造,除了额外设置了沿 Y 轴相对的一对电极 48A 和 48B。上述电极 48A 和 48B 由例如铜制成,并且经由密封部 49,分别与底板 45、顶板 46 以及电极 44A 和 44B 绝缘。电极 48A 和 48B 经由被连接到其外表面的端子 48AT 和 48BT 分别与外部电源(未示出)连接。在液体光学元件 41A 中,除了电极 44A 与 44B 之间的电压之外,还在电极 48A 和 48B 之间施加了电压,使得界面 41S 也相对于 Y 轴倾斜。通过,通过调节电极 48A 和电极 48B 的电位大小,也能够使入射光 ϕ 在 YZ 平面的预定方向上(也是竖直方向上)发生偏转。在此情况下,即使连接观测者眼睛的虚拟线偏离了水平方向(倾斜)(即使观测者处于躺倒的姿势),由于预定的图像到达了双眼,所以也可以进行三维观察。

[0057] (修改示例 2)

[0058] 接着,通过参考图 7,描述上述第一实施例的第二修改示例(修改示例 2)。在本修改示例中,第一透镜阵列 1A 被设置为第一透镜阵列 1 的替代物。图 7 示出了透过第一透镜阵列 1A 的光的传播状态(光在与光轴正交的表面上的传播的变化)和第一透镜阵列 1A 的立体构造。

[0059] 如图 7 所示,第一透镜阵列 1A 中的微透镜 11A 具有不同于焦点位置 CP2 的焦点位置 CP1,其中焦点位置 CP1 位于包括光轴的第一平面(XZ 平面)内,焦点位置 CP2 位于包括光轴的第二平面(XY 平面)内。也就是说,微透镜 11A 具有椭球形透镜表面,并且透过微透镜 11A 的光在 XZ 平面上的焦点位置 CP1 处聚焦,并且在 XY 平面上的焦点位置 CP2 处聚焦。在此情况下,例如,使光在焦点位置 CP1 处或者在焦点位置 CP2 处经过像素 22。注意,只要来自微透镜 11 的光的外缘落在各个像素 22 的有效区域内,像素 22 的位置并不受特殊限制,

[0060] 在本修改示例的情况下,因为微透镜 11A 使显示图像光在竖直方向上发生偏转,所以即使观测者站在有点儿远离屏幕上-下方向(竖直方向)的位置处,也能够观看到空间图像。在这里注意,对于上述第一实施例的构造,因为第二透镜阵列 3 是双面凸透镜,所以能够在竖直方向上得到由微透镜 11 限定的偏转角。但是,可能存在这样的情况,即由微透镜 11 限定的偏转角较小,以及允许观测者观察空间图像的空间图像显示装置 10A 与观测者之间的相对位置的可允许范围(可观测范围)可能不够充分。鉴于这种情况,如在本修改示例中,通过使用具有椭球形透镜表面的微透镜 11A,可以在某种程度上加宽竖直方向上的可观测范围。

[0061] (修改示例 3)

[0062] 接着,通过参考图 8 及图 9,描述本实施例第三修改示例(修改示例 3)的空间图像显示装置 10B。图 8 示出了空间图像显示装置 10B 在水平方向上的示例性构造的视图。

[0063] 空间图像显示装置 10B 在偏转部 4 的投影侧额外设有扩散板 5,图 9 示出了透过扩散板 5 的光的传播状态(光在与光轴正交的表面上的传播的变化)以及图 8 所示的扩

散板 5 的立体构造。扩散板 5 使来自偏转部 4 的光仅沿竖直方向 (Y 轴方向) 扩散。来自偏转部 4 的光并不沿 X 轴方向扩散。例如, 可以将透镜扩散板 (Luminit(USA), LLC; 型号 LSD40×0.2 或者其它) 用作上述扩散板 5。可替换地, 例如, 可以将其中排列有多个圆柱形透镜的双面凸透镜用作图 3 所示的第二透镜阵列 3。注意, 在此情况下, 各圆柱形透镜具有包围沿 X 轴的轴的圆柱形表面, 并且沿 Y 轴对齐。此外, 圆柱形透镜的圆柱形表面具有尽可能大的曲率, 并且可以在 Y 轴方向上增加每隔单位长度的双面凸透镜的数目。在此注意, 扩散板 5 配置在第二透镜阵列 3 的投影侧上, 但是也可以配置在第一透镜阵列 1 与第二透镜阵列 3 之间。

[0064] 在本修改示例中, 扩散板 5 被用来在竖直方向上扩散显示图像光。因此, 与修改示例 2 类似, 即使观测者站得有点儿远离屏幕上 - 下方向 (竖直方向), 也能够观察到空间图像。与修改示例 2 相比, 可以在更大程度上增加此情况下的竖直方向上的可观测范围。

[0065] (修改示例 4)

[0066] 接着, 通过参考图 10, 描述本实施例第四修改示例 (修改示例 4) 的第一透镜阵列 1B。图 10 示出了透过第一透镜阵列 1B 的光的传播状态 (光在与光轴正交的表面上的传播的变化) 以及第一透镜阵列 1B 的立体构造。

[0067] 如图 10 所示, 第一透镜阵列 1B 具有沿 X 轴方向使多个圆柱形透镜 12 对齐的构造, 其中多个圆柱形透镜 12 的每一者具有包围沿竖直方向 (Y 轴方向) 的轴的圆柱形表面。圆柱形透镜 12 仅仅用以汇聚水平面 (XZ 平面) 内的背光 BL。也就是说, 透过圆柱形透镜 12 的光在 XZ 平面上的焦点位置 CP1 处聚焦。在此情况下, 例如, 使光经过焦点位置 CP1 处的像素 22。注意, 只要来自圆柱形透镜 12 的光的外缘 (透过区域) 落在各个像素 22 的有效区域内, 像素 22 的位置就不会受到特殊限制。

[0068] 同样在本修改示例中, 可以实现与上述第一实施例中类似的效果。注意, 同样在此情况下, 当额外设置上述修改示例 3 中的扩散板 5 时, 可以实现与修改示例 3 中类似的效果。此外, 可以更简单的方式来制造本修改示例中的第一透镜阵列 1B, 并且与包括微透镜 11 和 11A 的第一透镜阵列 1 和 1A 相比, 其具有更高的精度。也就是说, 因为在各个圆柱形透镜 12 中, XZ 平面的截面形状是一致的, 所以当制造模具时, 可以沿 Y 轴方向执行切割, 以形成沿 Y 轴方向延伸的沟槽。另一方面, 为了制造沿 X 轴方向和沿 Y 轴方向均对齐的微透镜阵列 11 和 11A 的模具, 需要通过使用 NC 车床或者其它来一个接一个地制造透镜表面。因此, 不仅工序繁杂, 而且容易引起微透镜 11 和 11A 的相对位置的误差。

[0069] (第二实施例)

[0070] 接着, 通过参考图 11 及图 12, 描述本发明的第二实施例的空间图像显示装置 10C。图 11 是示出了空间图像显示装置 10C 的整体构造的概要图。图 12 是被图 11 所示的虚线所包围的区域的一部分的放大视图。

[0071] 空间图像显示装置 10C 是所谓的背投影机显示器, 并且在基座 60 内部, 设有投影光学单元 61、反射镜 62 和透镜单元 63。在此空间图像显示装置 10C 中, 用以生成二维显示图像的显示部 (未示出) 设置在投影光学单元 61 内部, 并且从显示部射出的显示图像光经由反射镜 62 到达透镜单元 63。图 12 示出了透镜单元 63 在水平面内的示例性构造。如图 12 所示, 透镜单元 63 具有菲涅耳透镜 (Fresnel lens) 7、第一透镜阵列 1、第二透镜阵列 3 和偏转部 4 从投影光学单元 61 的侧依次排列的构造。菲涅耳透镜 7 用以将经由反射镜 62

而从透镜光学单元 61 入射的显示图像光转变为平行光。在此,第一透镜阵列 1、第二透镜阵列 3 和偏转部 4 与上述第一实施例中的类似,因此在此忽略了对它们的描述。来自投影光学单元 61 的显示图像光以红 (R)、绿 (G) 及蓝 (B) 的各色光并未合成且分离的状态出射,并且各色光以其分离的状态入射在与各个像素 22R、像素 22G 和像素 22B 相对应的微透镜 11 上。从各个微透镜 11 射出的显示图像光经发散之后入射在第二透镜阵列 3 上,接着被第二透镜阵列 3 转变为平行光或者发散光之后,被引导至偏转部 4。已经到达偏转部 4 的显示图像光沿适当的方向发生偏转,并且到达观测者。

[0072] 同样,在显示部并未配置在第一透镜阵列 1 与第二透镜阵列 3 之间,而是配置在第一透镜阵列 1 的入射侧上的情况下,可以实现与上述第一实施例中类似的效果。

[0073] 注意,在本实施例中,在第一透镜阵列 1 与第二透镜阵列 3 之间的成像点附近,可以设置沿竖直方向扩散光的扩散板(各向同性扩散板),或者沿竖直方向或水平方向扩散光的扩散板(各向异性扩散板)。如果是这种情况,可以加宽竖直方向上的可观测范围。并且即使观测者站在有点儿偏离上-下方向(垂直方向)的位置处。也能够感觉到空间图像。此外,同样在本实施例中,能够分别应用上面第一实施例中所述的第一至第四修改示例,并且能够实现与其类似的效果。

[0074] 同样,尽管通过例示数个实施例和修改示例描述了本发明,但是本发明并不限于上述实施例和其它示例,并且可以作出各种修改。在上述的实施例和其它示例中,例如,描述了液晶装置用作显示装置的情况,但是并不限于此。例如,可以在一个阵列中配置诸如有机 EL 元件、等离子体发光元件、场致发光(FED)元件、发光二极管(LED)之类的自发光元件,以用作显示装置。当使用上述自发光显示装置时,没有必要单独设置用作背光的光源,从而能够实现更加简化的构造。此外,上面实施例及其它示例中所述的液晶装置是充当透过性光阀的液晶装置,但是可替换地,可以将诸如 GLV(Grating Light Valve,光栅光阀)或者 DMD(Digital Multi Mirror,数字多镜装置)之类的反射型光阀用作显示装置。

[0075] 此外,在上述第一实施例的修改示例 1 中,偏转部 4 在执行显示图像光沿水平方向偏转的同时,执行了其沿竖直方向的偏转。可替换地,可以通过任何其它装置单独执行水平方向上的偏转和竖直方向上的偏转。

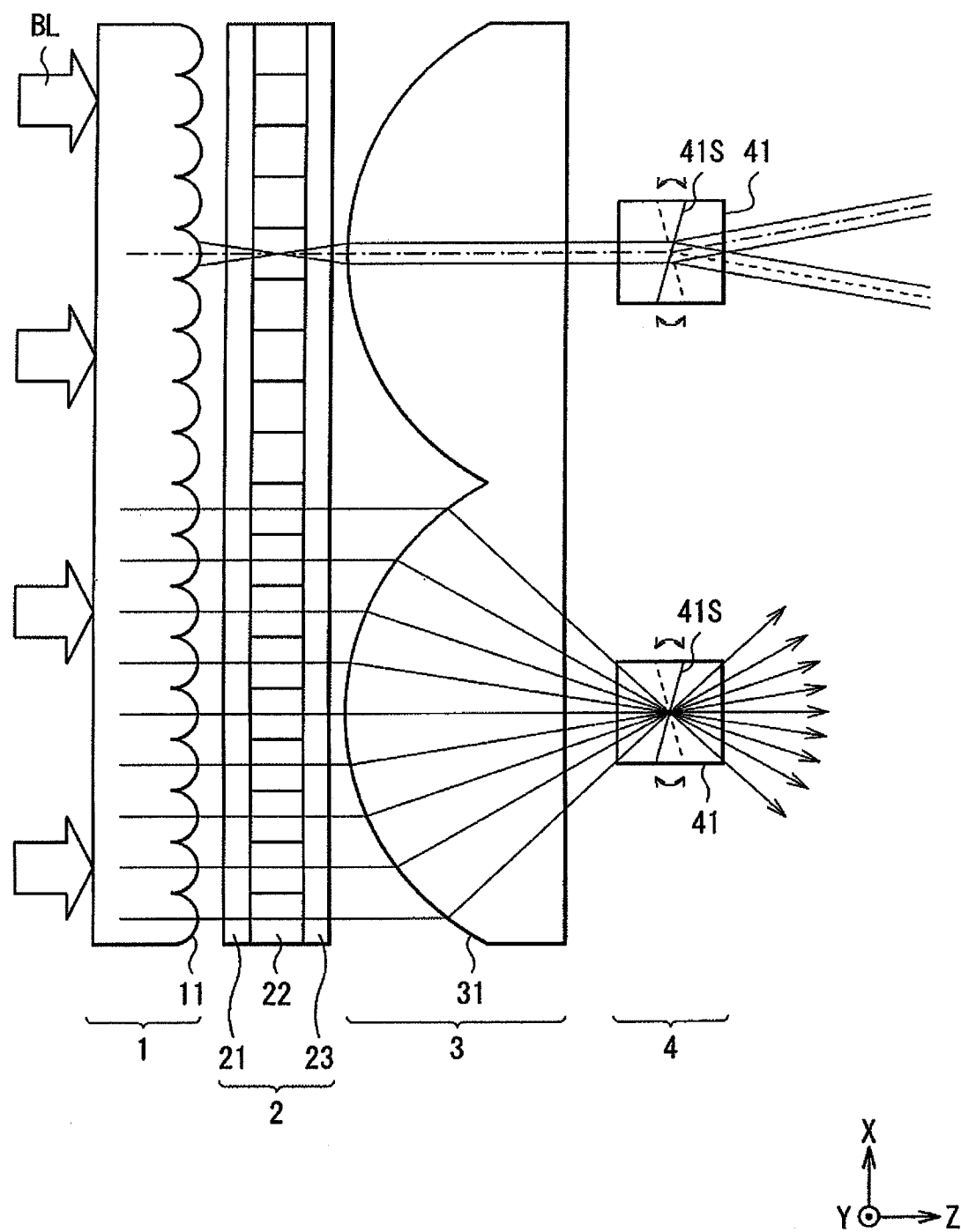


图 1

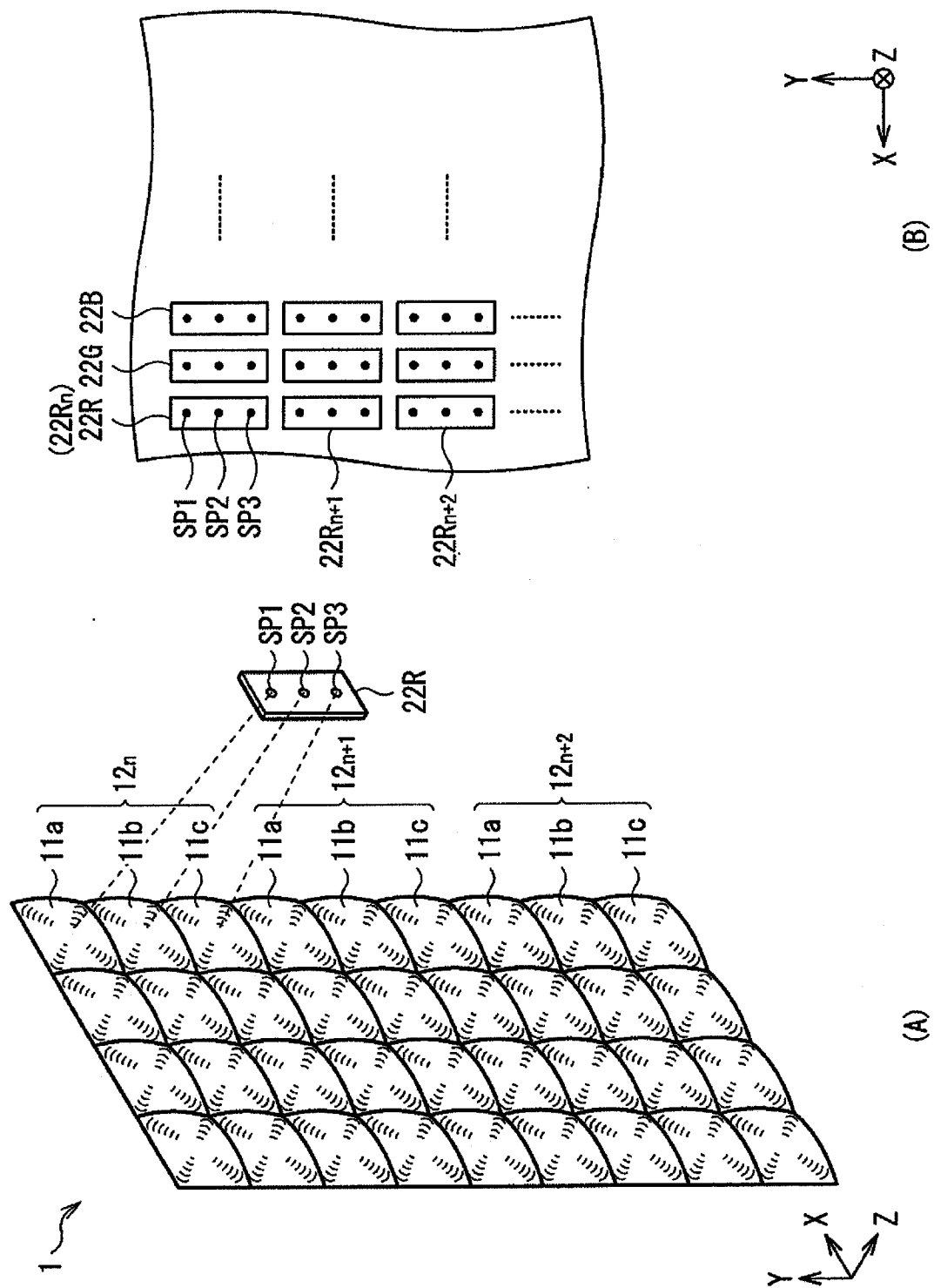


图 2

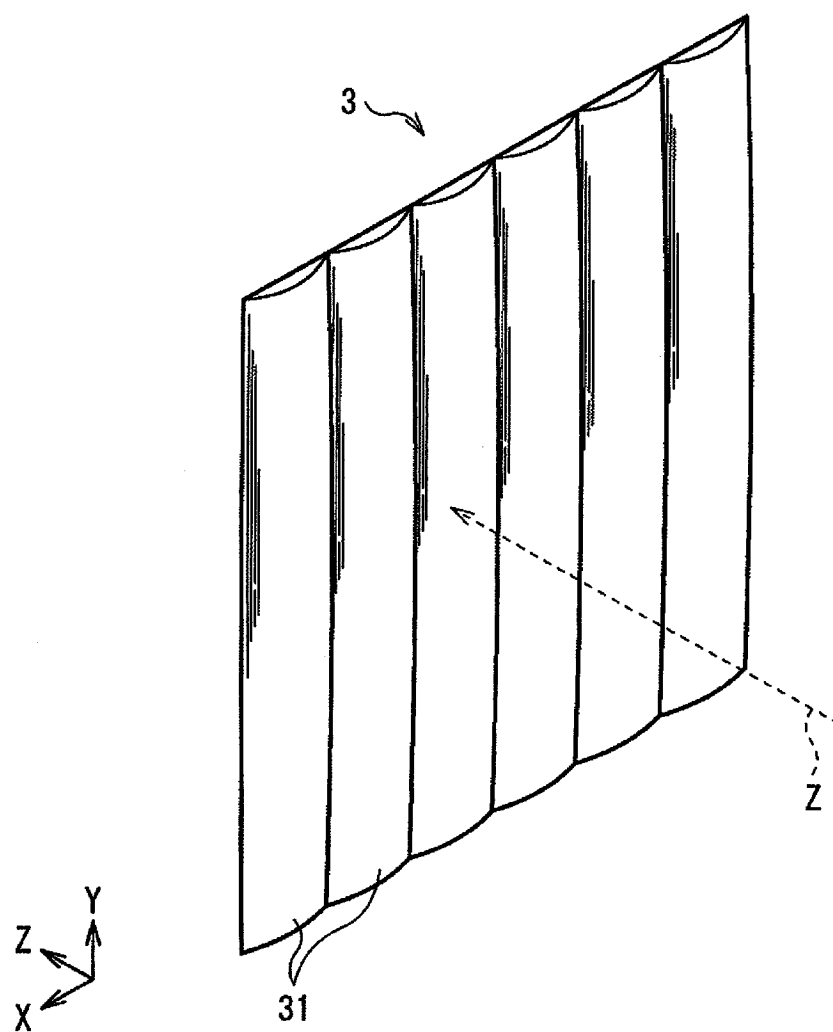


图 3

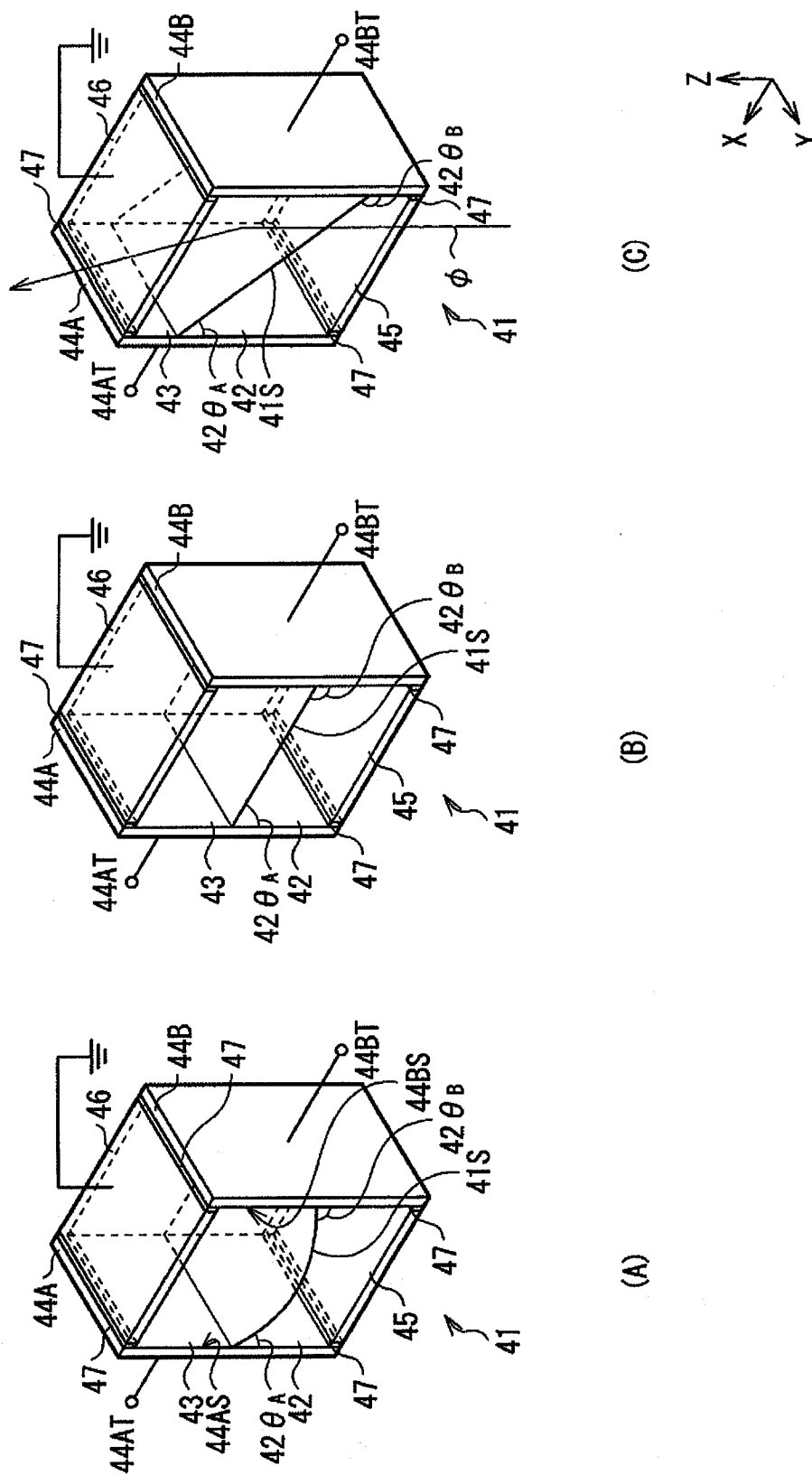


图 4

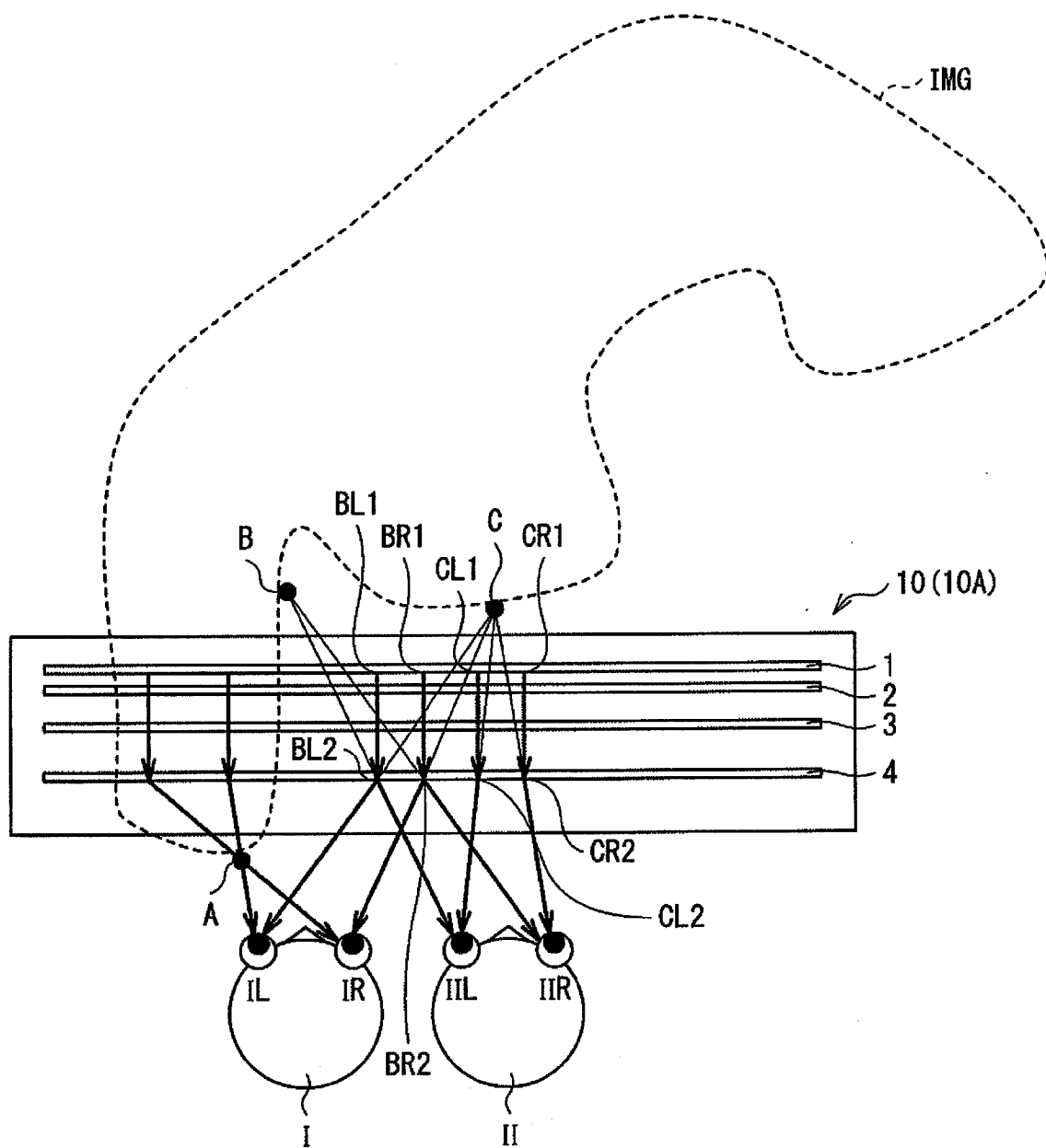


图 5

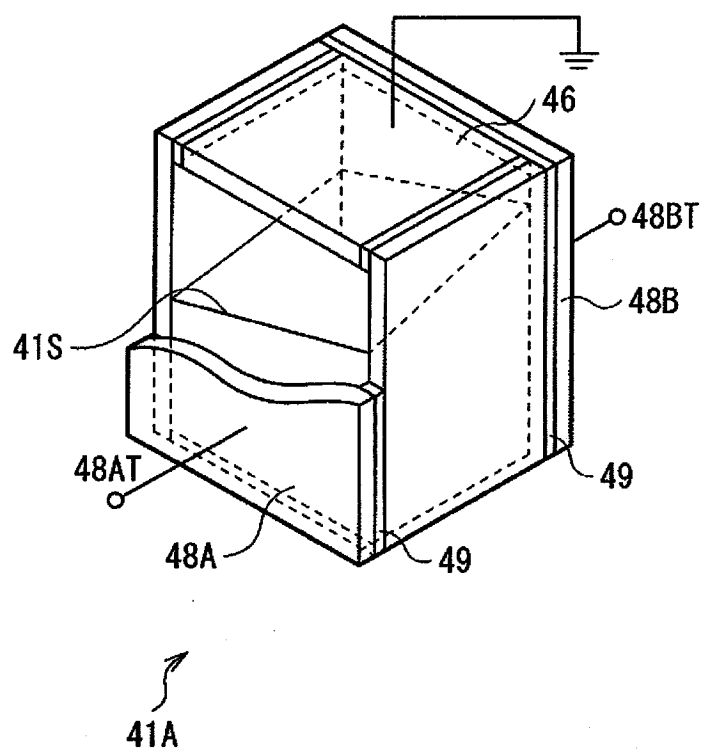


图 6

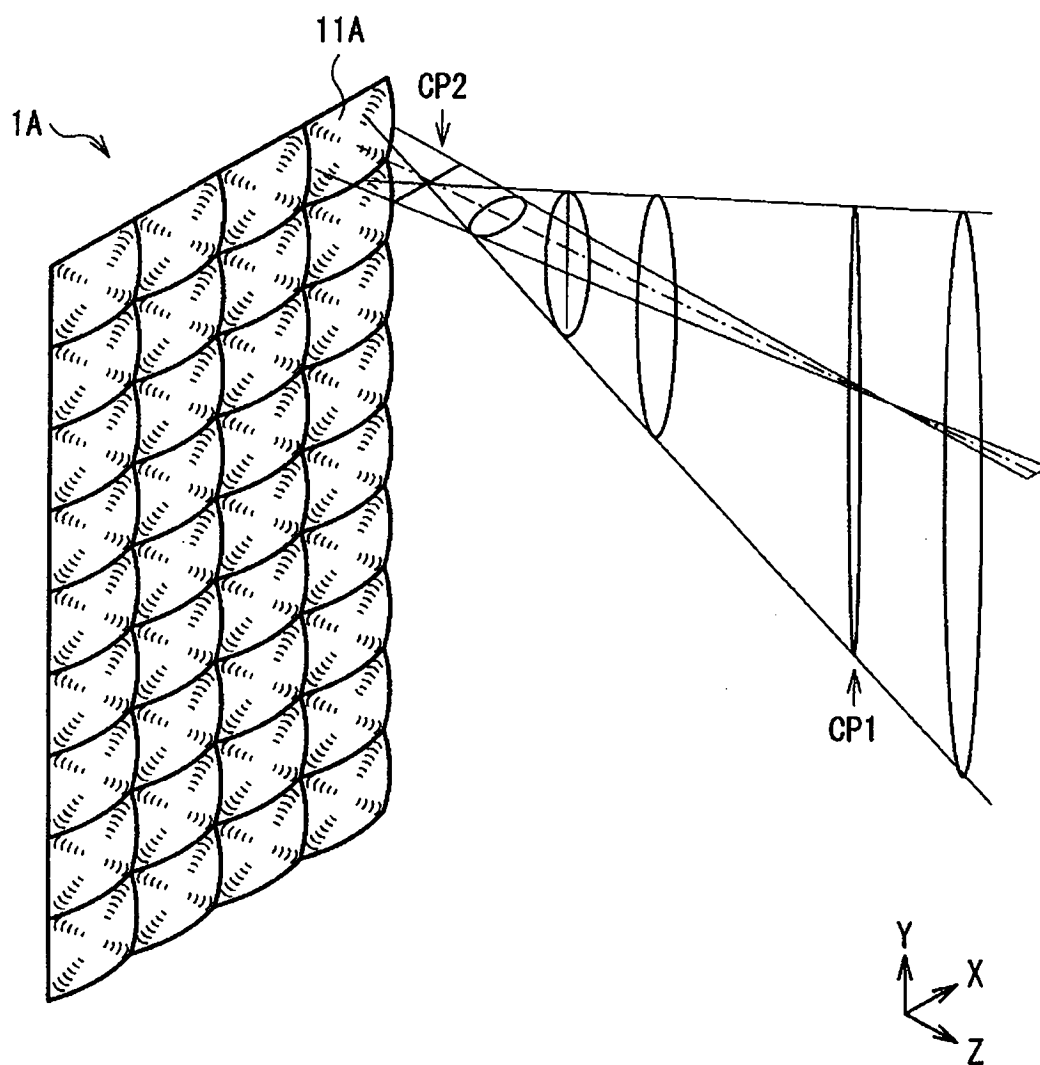


图 7

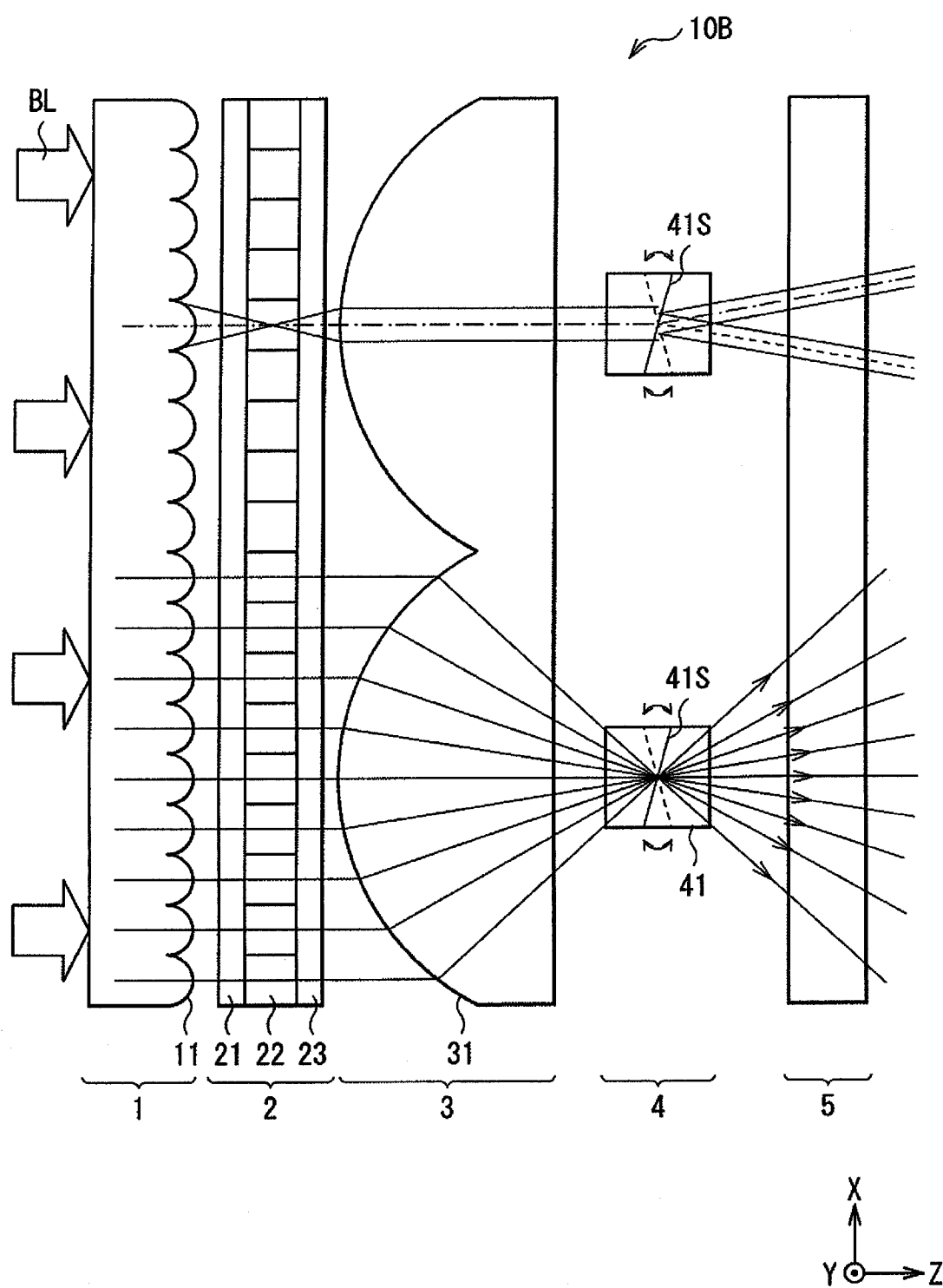


图 8

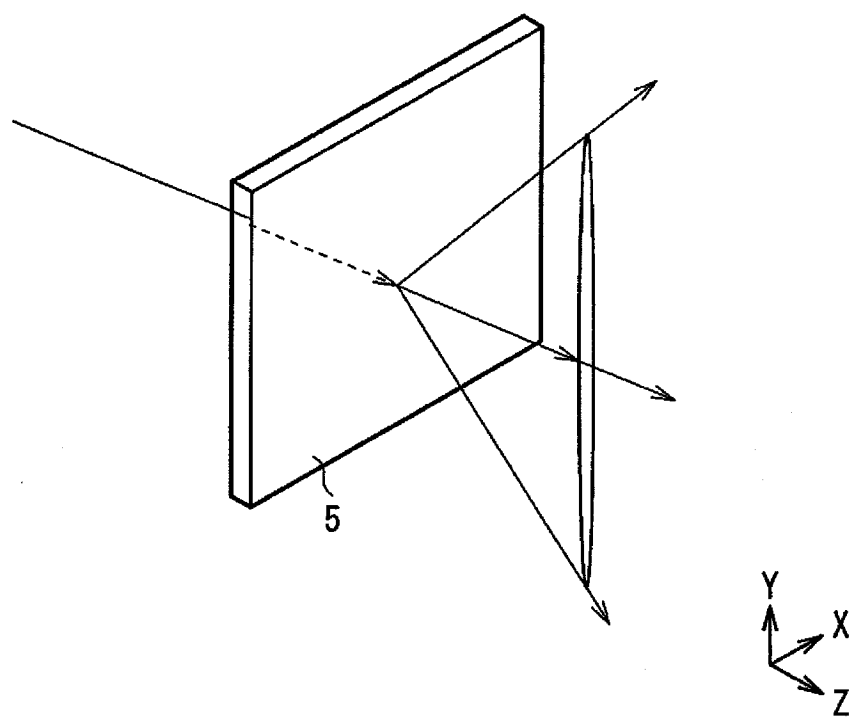


图 9

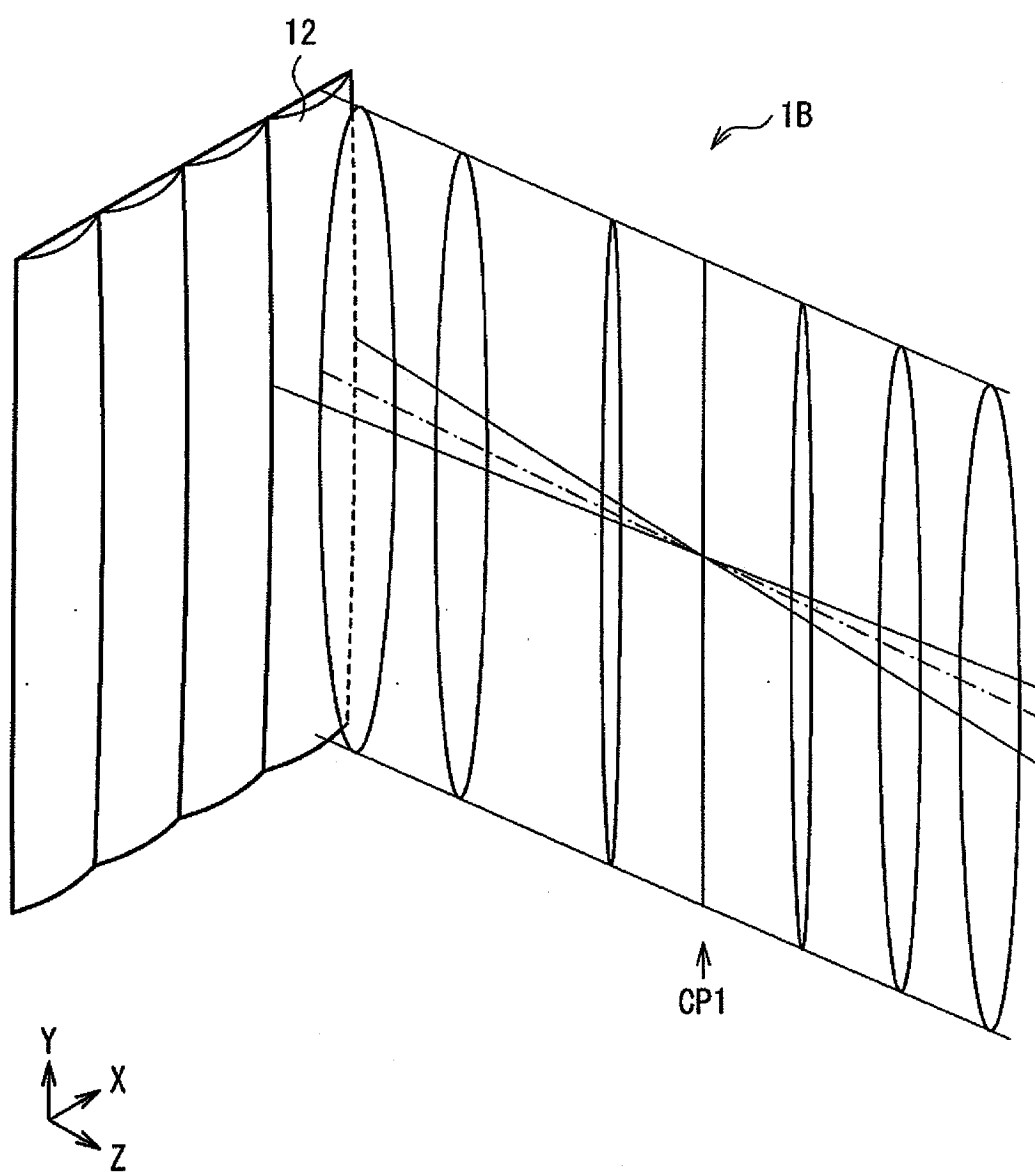


图 10

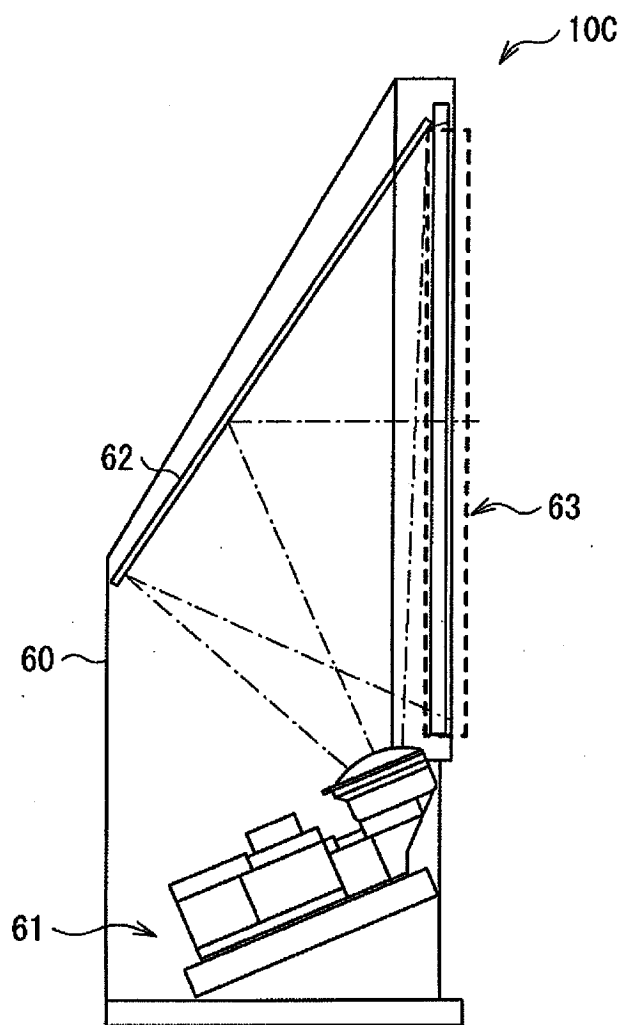


图 11

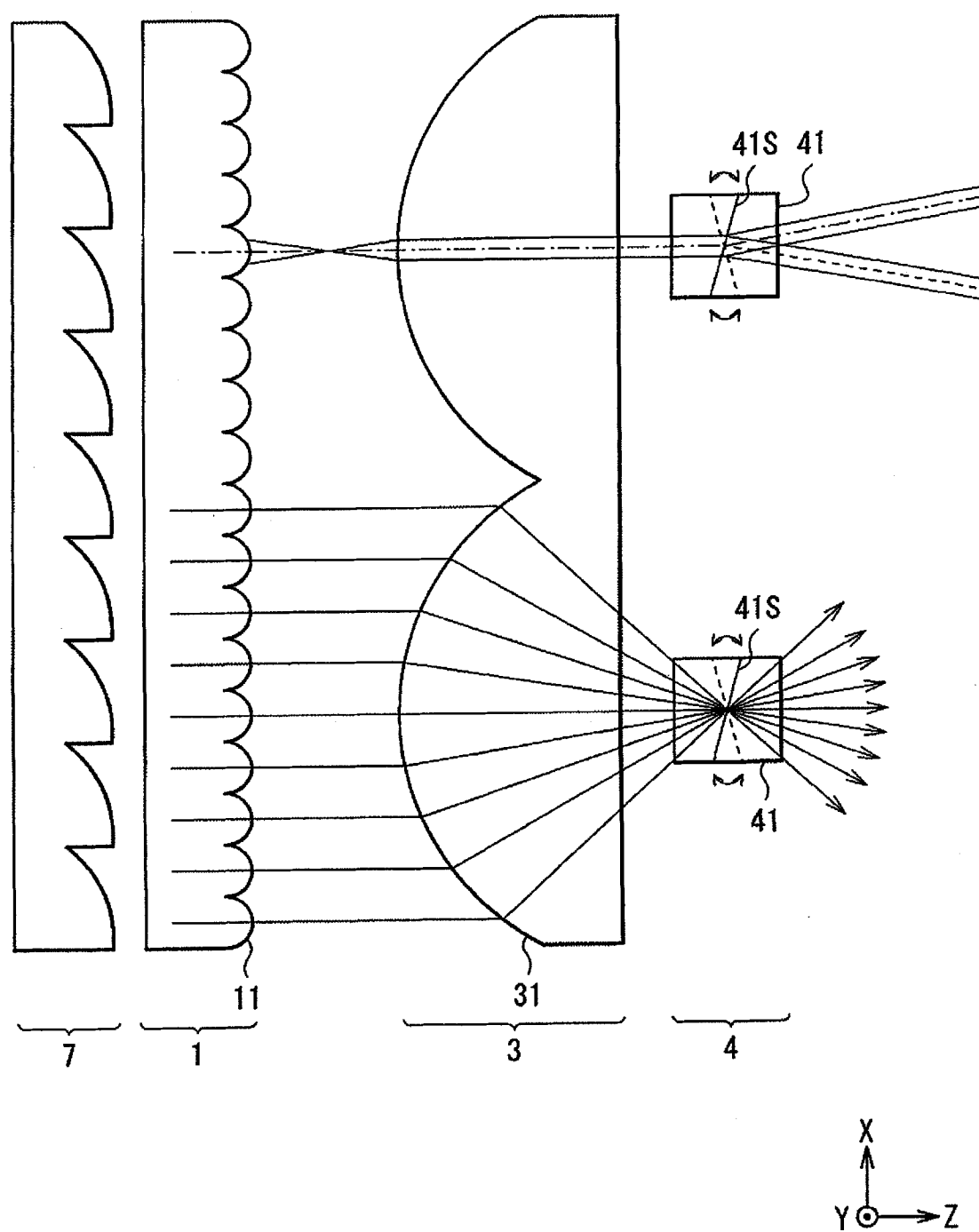


图 12

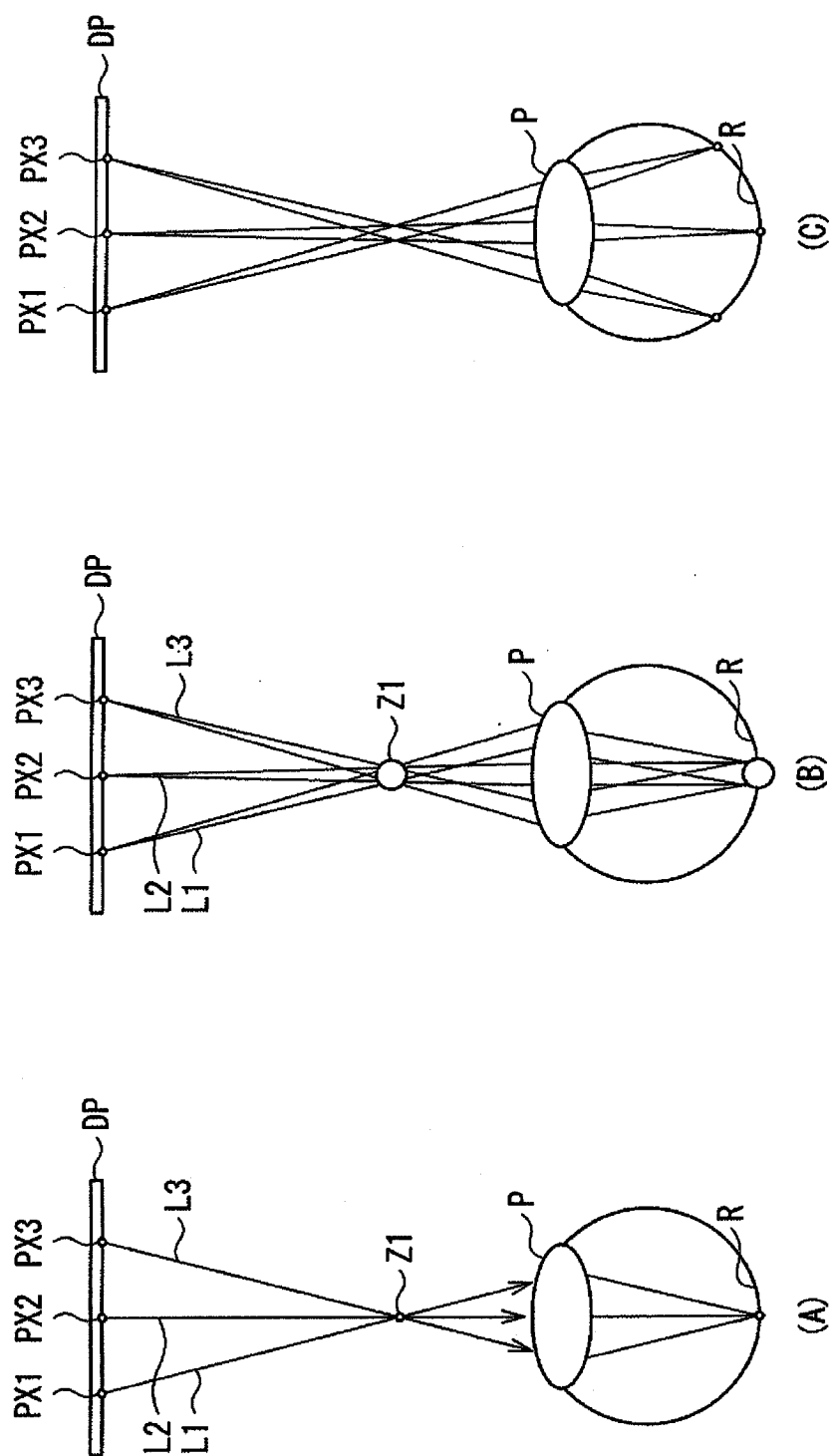


图 13

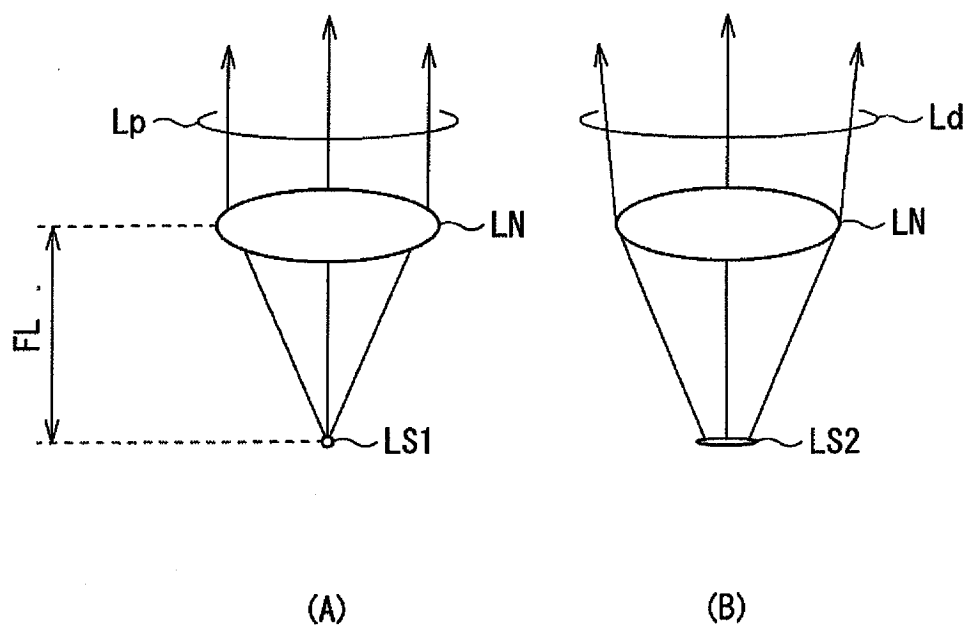


图 14