



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101666436 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 23

(21) 申请号 200910166832. X

(22) 申请日 2009. 08. 31

(30) 优先权数据

2008-226979 2008. 09. 04 JP

(73) 专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 伊藤嘉高

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 雒运朴 李伟

(51) Int. Cl.

G03B 21/14 (2006. 01)

F21S 2/00 (2006. 01)

F21V 7/04 (2006. 01)

F21V 5/00 (2006. 01)

G02F 1/13 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1809785 A, 2006. 07. 26, 说明书 8-16 页、附图 7-18.

US 5526237 A, 1996. 06. 11, 附图 2、4, 说明书 2-5 栏.

审查员 崔振

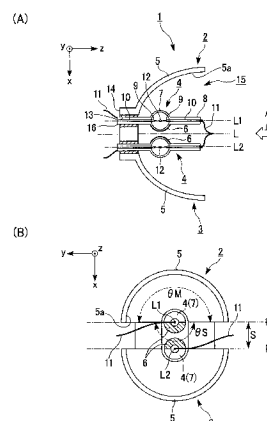
权利要求书 2 页 说明书 17 页 附图 16 页

(54) 发明名称

照明装置和投影仪

(57) 摘要

本发明提供一种照明装置,能够减小照明光的空间分布和角度分布的范围,获得高亮度且强度分布的对称性优良的照明光。在本发明的照明装置 (1) 中,第一光源部 (2) 和第二光源部 (3) 相对于照明光轴 L 大致对称地配置,第一光源部 (2) 和第二光源部 (3) 分别具有:发光管 (4); 以包围将发光管 (4) 的光轴作为中心的整周中的一部分的方式配置并将从发光管 (4) 射出的光向照明对象反射的主反射器 (5) (第一反射器); 隔着发光管 (4) 的光轴与主反射器 (5) 相对配置并将从发光管 (4) 射出的光向主反射器 (5) 反射的副反射器 (6) (第二反射器)。



1. 一种照明装置,其特征在于,

第一光源部和第二光源部相对于照明光轴大致对称地配置,且以各自的光轴与照明光轴大致平行的方式配置,

上述第一光源部和上述第二光源部分别具有:发光管;第一反射器,其以包围将上述发光管的光轴作为中心的整周中的一部分的方式被配置并将从上述发光管射出的光向照明对象反射;第二反射器,其隔着上述发光管的光轴与上述第一反射器相对配置并将从上述发光管射出的光向上述第一反射器反射,

上述照明装置还设有光路变更单元,该光路变更单元使分别从上述第一光源部和上述第二光源部射出的光彼此朝上述照明光轴一侧平移,

从上述光路变更单元射出的光入射至透镜阵列积分器。

2. 根据权利要求1所述的照明装置,其特征在于,

上述第一反射器及上述第二反射器以其弯曲的反射面彼此相对的方式配置,跨越以上述发光管的光轴为中心的大致整周地,配置有上述第一反射器和上述第二反射器的至少一方。

3. 根据权利要求2所述的照明装置,其特征在于,

以上述发光管的光轴为中心的上述第一反射器的可受光角度范围大于180度。

4. 根据权利要求3所述的照明装置,其特征在于,

以上述发光管的光轴为中心的上述第二反射器的可受光角度范围大于180度。

5. 根据权利要求1至4任一项所述的照明装置,其特征在于,

上述第二反射器由形成于上述发光管表面的反射膜构成。

6. 根据权利要求1至4任一项所述的照明装置,其特征在于,

上述第二反射器由与上述发光管分体并接近上述发光管配置的反射镜构成。

7. 根据权利要求1至4任一项所述的照明装置,其特征在于,

上述第一光源部的上述第一反射器与上述第二光源部的上述第一反射器成为一体。

8. 根据权利要求1至4任一项所述的照明装置,其特征在于,

在上述第一光源部与上述第二光源部之间设有分隔板,该分隔板对配置有上述第一光源部和上述第二光源部的各发光管的空间进行划分。

9. 根据权利要求8所述的照明装置,其特征在于,

上述分隔板由位于上述第一光源部一侧的第一分隔板和位于上述第二光源部一侧的第二分隔板这两枚分隔板构成。

10. 根据权利要求1至4任一项所述的照明装置,其特征在于,

与上述第一光源部的上述发光管连接的第一导线和与上述第二光源部的上述发光管连接的第二导线相互分开地配置。

11. 一种投影仪,其特征在于,

具有根据权利要求1至10任一项所述的照明装置、对来自上述照明装置的光进行调制的光调制元件、对通过上述光调制元件调制的光进行投射的投射光学系统。

12. 根据权利要求11所述的投影仪,其特征在于,

上述第一光源部和上述第二光源部沿着上述光调制元件的长度方向并列配置。

13. 根据权利要求11或12所述的投影仪,其特征在于,

具有分色光学系统,该分色光学系统将分别从上述第一光源部和上述第二光源部射出的光分离为不同波段的多个色光,

上述第一光源部和上述第二光源部,沿着与上述分色光学系统的色光分离方向垂直的方向并列配置。

照明装置和投影仪

技术领域

[0001] 本发明涉及例如对光调制元件进行照明的照明装置和将形成于光调制元件的光学像利用投射透镜投射显示到屏幕上的投影仪,具体而言涉及具有多个光源部的照明装置的构成。

背景技术

[0002] 作为可以显示大画面影像的装置之一,利用从照明装置发出的光对根据影像信息形成光学像的小型光调制元件进行照明,并将该光学像通过投射透镜放大显示到屏幕等上的投影仪正在实用化。在这种投影仪中,强烈要求投影图像的大画面化和高亮度化并且降低亮度不均和颜色不均,为此开发出满足这些要求的高性能照明装置。

[0003] 在普通投影仪的照明装置中,被配置为,发光管的发光部的大致中心与反射器(凹面反射镜)的焦点位置一致,从发光管放射的光被反射器反射,沿着照明光轴大致朝一个方向射出。这里,从发光管放射的光除了被发光管的电极等遮挡的光以外向大致整周方向放射。因此,为了使从发光管发出的光无损失地大致朝一个方向射出,优选开口直径大而焦点距离短的反射器即所谓的深型反射器(deep reflector)。但是,开口直径的大型化会导致照明装置大型化,因此无法满足当前市场对装置小型化的要求。另外,就缩短焦点距离而言,存在反射器与发光管的物理干涉问题,并且由于需要避免发光管发热损伤反射器而受到限制。另外,反射器的反射面成为曲率波动幅度随着焦点距离缩短而增大的凹面形状,从而导致难以在反射器的内表面形成高反射率反射膜等问题。因此,在使用单一发光管的照明装置中,实现装置小型化并提高射出光量(光输出)会受到限制。

[0004] 因此,为了进一步增大光输出,提出了使照明装置的发光管复杂化的构成方案。

[0005] 例如在下述专利文献1公开的投射型显示装置(投影仪)中,并列使用两个光源部(发光管和反射器)而能够增大对光阀(光调制元件)进行照明的光量,并且通过设置与各光源部对应的积分器光学系统来降低照明光的亮度不均和颜色不均。

[0006] 另一方面,作为实现装置小型化的手段,下述专利文献2公开了一种照明装置,其在发光管附近配置如下的反射器,即、利用包含照明光轴的平面将普通的反射器分成两半的形状(以下在本说明书中称为“半分状”)的反射器,以及与该半分状反射器对应的球面反射器。

[0007] 专利文献1:日本专利特开平6-265887号公报

[0008] 专利文献2:日本专利特开2003-187604号公报

[0009] 以液晶光阀为代表的光调制元件或偏光元件、投射透镜等光学元件的光学特性都具有相对于入射光的角度依存性。因此,为了提高显示图像的品质,要求照明装置能够射出角度分布范围窄的照明光。但是,根据上述专利文献1的投影仪构成,将两个光源(发光管)配置于远离照明光轴的位置,因此照明光的空间分布和角度分布都显著扩展。另外,在投射透镜的瞳面上形成的两组光源像形成于远离投射光轴的位置。

[0010] 因此,在将色光分离特性具有入射角依存性的二向棱镜(dichroic prism)用作分

色光学系统时,分离的色光在其截面内产生颜色不均,因此导致显示图像颜色不均和对比度降低。并且无法如愿提高显示图像的亮度。并且,由于投射透镜的成像性能在投射光轴附近较高并且随着远离投射光轴而降低,因此无法充分发挥投射透镜的成像性能而导致显示图像的画质劣化等问题。

[0011] 另一方面,在将上述专利文献 2 的照明装置用作例如投影仪的同轴照明系统时,从照明装置射出的光的角度分布并非轴对称。因此,在对显示特性相对于入射光具有角度依存性的光调制元件例如液晶光阀等光调制元件进行照明时,由于照明光的角度分布的非对称性,会引起较大的照度不均和颜色不均而导致显示图像的画质显著劣化。

发明内容

[0012] 本发明针对上述问题而做出,目的在于提供一种易于小型化的照明装置,从提高照明效率、提高显示图像的亮度、提高画质的观点出发,该照明装置能够高效地将来自发光管的放射光大致沿着一个方向射出,并且能够获得空间分布和角度分布的范围狭窄并且亮度高而强度分布的对称性优良的照明光。另外,本发明目的在于提供具有这种照明装置的投影仪。

[0013] 为了实现上述目的,本发明的照明装置,其特征在于,第一光源部和第二光源部相对于照明光轴大致对称地配置,上述第一光源部和上述第二光源部分别具有:发光管;第一反射器,其以包围将上述发光管的光轴作为中心的整周中的一部分的方式被配置并将从上述发光管射出的光向照明对象反射;第二反射器,其隔着上述发光管的光轴与上述第一反射器相对配置并将从上述发光管射出的光向上述第一反射器反射。

[0014] 另外,这里所说的“照明光轴”是照明装置整体的光轴。另外,“发光管的光轴”是通过当供电时在发光管内产生的发光部,成为该发光管的发光分布的近似对称轴。

[0015] 根据本发明的照明装置,具有由发光管和第一反射器、第二反射器构成的第一光源部、第二光源部这两个光源部,因此与只有一个发光管的照明装置相比能够获得高亮度的照明光。并且,由于具有相同构成的两个光源部相对于照明光轴大致对称地配置,因此能够获得强度分布的对称性优良的照明光。另外,从发光管向第一反射器的相反侧射出的光,被第二反射器向第一反射器反射后,通过第一反射器向照明对象反射,因此能够将来自发光管的放射光无损失地沿着照明光轴大致朝一个方向地射出。

[0016] 并且,与现有的反射器同样地具有向照明对象反射光的功能的本发明的第一反射器被配置为,从发光管的光轴方向看时包围以发光管的光轴为中心的整周的一部分。即,本发明的第一反射器与专利文献 1 的反射器不同,由于不是包围以发光管的光轴为中心的整个整周,因此能够避免反射器相互干涉而使两个发光管彼此接近配置。因此,能够使从两个发光管射出的光位于照明光轴的附近,从而获得空间分布和角度分布的范围较窄的照明光,并且实现照明装置的小型化。

[0017] 在本发明的照明装置中优选,上述第一反射器及上述第二反射器以其弯曲的反射面彼此相对的方式配置,跨越以上述发光管的光轴为中心的大致整周地配置有上述第一反射器和上述第二反射器的至少一方。另外,第一反射器和第二反射器配置为使这些反射器的焦点位置与发光部的大致中心的位置一致。

[0018] 根据该构成,能够减少从发光管向大致整周放射的光中的、既没有被第一反射器

反射也没有被第二反射器反射从而损失掉的光（没有沿着照明光轴大致朝一个方向射出的光），从而有效地将从发光管射出的光中的大部分用作对照明对象进行照明的光。

[0019] 在本发明的照明装置中，当发光部完全为点状（点光源）时，如果第一反射器、第二反射器各自的可受光角度范围为 180 度，则能够完全覆盖以发光管的光轴为中心的整周（360 度），但是也可以构成为使以发光管的光轴为中心的第一反射器的可受光角度范围大于 180 度。

[0020] 在上述说明中假设发光部完全为点状（点光源），但实际的发光部不限于完全的点状（点光源），可以是具有有限尺寸的线状或者占有一定空间的立体形状。当发光部具有限定尺寸时，存在从偏离两个反射器的焦点的位置射出的光。因此，采用该构成能够减少既不被第一反射器反射也不被第二反射器反射的光，从而增大沿着照明光轴大致朝一个方向射出的光。另外，由于能够增大各光源部的第一反射器的颈部（固定部）的面积，从而能够更加可靠地固定发光管。

[0021] 在本发明的照明装置中，不仅可以使第一反射器的可受光角度范围大于 180 度，而且也可以使以发光管的光轴为中心的第二反射器的可受光角度范围大于 180 度。

[0022] 采用该构成，从偏离反射器的焦点的位置射出的光也能够被某一个反射器可靠地反射，从而进一步增加沿着照明光轴大致朝一个方向射出的光。

[0023] 在本发明的照明装置中，上述第二反射器由形成于发光管表面的反射膜构成。

[0024] 采用该构成，不需要支撑第二反射器的支撑部件，并且不必对第二反射器的安装位置进行调整。并且，照明装置易于小型化。

[0025] 或者，第二反射器由与发光管分体并接近发光管配置的反射镜构成。

[0026] 采用该构成，例如考虑到构成发光管的球状灯管部的透镜效果，适当地设定反射镜的光学特性（例如凹面的形状或曲率），或者调整反射镜的安装位置。由此，易于使反射镜的反射光回到希望的位置而提高光的使用效率。另外，通过调整反射镜的安装位置，能够避免反射光与发光管内的电极干涉，从而有效延长发光管的寿命。另外，由于远离灯管部设置反射镜而能够在使用时成为高温状态的灯管部和反射镜之间保持间隙，从而能够防止反射镜的热劣化并且易于保持其光学特性和安装位置精度。

[0027] 另外，从通过使热膨胀率相匹配来确保耐热性等观点出发，优选反射镜的基材使用与发光管相同的材料（例如石英玻璃等）。并且，反射膜优选采用电介质多层膜或金属膜。

[0028] 在本发明的照明装置中，第一光源部的第一反射器与第二光源部的第一反射器成为一体。

[0029] 采用该构成，易于使两个光源部的发光管匹配。并且，能够减少零部件数量而降低成本。

[0030] 在本发明的照明装置中，在第一光源部与第二光源部之间分隔板，该分隔板对配置有上述第一光源部和上述第二光源部的各发光管的空间进行划分。

[0031] 采用该构成，利用分隔板对配置各发光管的空间进行划分，从而能够抑制例如在第一光源部、第二光源部中任一发光管破损的情况下对另一光源部的影响。

[0032] 另外，上述分隔板由位于第一光源部一侧的第一分隔板和位于第二光源部一侧的第二分隔板这两枚分隔板构成。

[0033] 采用该构成,通过第一分隔板和第二分隔板的界面使第一光源部、第二光源部各自独立,从而易于以光源部为单位进行装卸。因此,例如在第一光源部、第二光源部中某一方发生故障时易于进行光源部的更换。

[0034] 在本发明的照明装置中优选,与第一光源部的发光管连接的第一导线和与第二光源部的发光管连接的第二导线相互分开地配置。

[0035] 采用该构成,分别来自第一光源部、第二光源部的射出光不易被第一导线或第二导线遮挡,从而减轻导线受热灼烤的程度。并且能够减小高压电流过各导线时产生的电磁波造成的不良影响而确保稳定的点亮状态。

[0036] 在本发明的照明装置中,设有光路变更单元,该光路变更单元使分别从第一光源部和第二光源部射出的光彼此接近照明光轴一侧。

[0037] 采用该构成,能够进一步收敛照明光的空间分布和角度分布的范围而提高照明效率。另外,也可以使光路变更单元与反射器一体化而使照明装置更加小型化。

[0038] 或者,在本发明的照明装置中,具有使分别从第一光源部和第二光源部射出的光的照度均匀化的照度均匀化光学系统,照度均匀化光学系统具有使分别从第一光源部和第二光源部射出的光彼此接近照明光轴一侧的功能。

[0039] 采用该构成,在具有照度均匀化光学系统的照明装置中,无需增加用于变更光路的光学部件而能够进一步收敛照明光的空间分布和角度分布的范围,提高照明效率。

[0040] 本发明的投影仪,其特征在于,具有上述本发明的照明装置、对来自照明装置的光进行调制的光调制元件、对通过光调制元件调制的光进行投射的投射光学系统。

[0041] 采用本发明的投影仪,由于具备上述本发明的照明装置,从而能够提高照明效率、提高显示图像的亮度、提高画质。

[0042] 在本发明的投影仪中优选,照明装置的第一光源部和第二光源部沿着光调制元件的长度方向并列配置。

[0043] 在本发明的照明装置中,当从第一光源部和第二光源部邻接的区域附近射出的照明光的光强度比其它区域低时,在该区域中有光强度对称性劣化的趋势。为此,当第一光源部和第二光源部沿着光调制元件的长度方向排列时,则第一光源部和第二光源部邻接的区域沿着光调制元件的短尺寸方向布置,从而能够降低引起画质降低的不良影响。

[0044] 在本发明的投影仪中具有分色光学系统,该分色光学系统将分别从第一光源部和第二光源部射出的光分离为不同波段的多个色光,此时优选第一光源部和第二光源部沿着与分色光学系统的色光分离方向垂直的方向并列配置。

[0045] 如上所述,存在从两个光源部邻接的区域附近射出的照明光的光强度比其它区域低的情况,因此如果使这种光位于分色光学系统的入射角依存性大的方向,则能够降低颜色不均和亮度不均的产生。

附图说明

[0046] 图1表示本发明第一实施方式的照明装置构成,图1(A)为侧剖图,图1(B)为正视图。

[0047] 图2为本照明装置中副反射器的效果图,图2(A)表示各反射器的反射光路径,图2(B)为本照明装置与比较例的照明装置的光强度分布的比较图。

- [0048] 图 3 为本照明装置与现有例的照明装置的光强度分布的比较图。
- [0049] 图 4 为变形例 1-1 的照明装置的正视图。
- [0050] 图 5 为变形例 1-2 的照明装置的正视图。
- [0051] 图 6 表示本发明第二实施方式的照明装置的构成,图 6(A) 为侧剖图,图 6(B) 为正视图。
- [0052] 图 7 为变形例 2-1 的照明装置的侧剖图。
- [0053] 图 8 为表示本发明第三实施方式的照明装置构成的正视图。
- [0054] 图 9 表示本发明第四实施方式的照明装置的构成,图 9(A) 为侧剖图,图 9(B) 为正视图。
- [0055] 图 10 表示变形例 4-1 的照明装置的构成,图 10(A) 为侧剖图,图 10(B) 为正视图。
- [0056] 图 11 表示变形例 4-2 的照明装置的构成,图 11(A) 为侧剖图,图 11(B) 为正视图。
- [0057] 图 12 表示变形例 4-2 的照明装置的其它构成,图 12(A) 为侧剖图,图 12(B) 为正视图。
- [0058] 图 13(A) 为本发明第五实施方式的投影仪的概略构成图,图 13(B) 为从不同于图 13(A) 的方向看光路变更光学元件的图。
- [0059] 图 14 表示本投影仪的特定位置的光强度分布。
- [0060] 图 15 表示特定位置的与照明光轴垂直的平面上的光强度分布。
- [0061] 图 16(A) 线性表示变形例 5-1 的投影仪的特定光学元件的配置,图 16(B) 线性表示图 13 的投影仪的特定光学元件的配置。
- [0062] 图 17(A) 和图 17(B) 表示光路变更光学系统的其它例子。
- [0063] 图 18 为变形例 5-3 的投影仪的概略构成图。
- [0064] 图 19 为变形例 5-4 的投影仪的概略构成图。
- [0065] 符号说明
- [0066] 1、21、31、41、51、61、71、81、91…照明装置;2、22、32、42、52、62、72、82、92…第一光源部;3、23、33、43、53、63、73、83、93…第二光源部;4…发光管;5、17、27、55、65…主反射器(第一反射器);6、18、24、26…副反射器(第二反射器);11…导线;56…分隔板;74…第一分隔板;75…第二分隔板;110…投影仪;111…光路变更光学元件(光路变更单元);114、154…透镜阵列积分器(照度均匀化光学系统);117、118…二向棱镜(分色光学系统);122R、122G、122B…液晶光阀单元(光调制元件);124…投射透镜(投射光学系统);143、147…光路变更光学系统(光路变更单元)。

具体实施方式

- [0067] [第一实施方式]
- [0068] 以下参照附图对本发明实施方式进行说明。
- [0069] 并且在各图中为了便于观察各构成要素而根据构成要素分别以适当的缩小比例进行表示。
- [0070] 下面参照图 1 ~ 图 3 对本发明的第一实施方式进行说明。
- [0071] 本实施方式为具有两个光源部的本发明的照明装置的一例。
- [0072] 图 1(A)、图 1(B) 表示本实施方式的照明装置的构成,图 1(A) 为被后述的包含照明

光轴和两个发光部的平面切断时的侧剖图,图 1(B) 为从照明光轴延伸的方向(图 1(A) 的箭头 A 方向)看照明装置时的正视图。

[0073] 图 2(A)、图 2(B) 为设置副反射器的效果图,图 2(A) 表示各反射器的反射光路径,图 2(B) 为本实施方式的照明装置与比较例的照明装置的射出光束的光强度分布的比较图。

[0074] 图 3 为本实施方式的照明装置与现有例的照明装置的射出光束的光强度分布的比较图。

[0075] 在以下说明中,将照明装置整体的光轴称为“照明光轴 L”,第一光源部的主反射器的光轴称为“灯光轴 L1”,第二光源部的主反射器的光轴称为“灯光轴 L2”。并且如后所述,发光管内的发光部配置于主反射器的焦点位置,因此“灯光轴”与“发光管的光轴”一致。“发光管的光轴”是通过发光部而在该发光管的发光分布中大致对称的轴。在本实施方式中采用具有一对电极的发光管,“发光管的光轴”与一对电极的延伸方向一致。

[0076] 如图 1(A)、图 1(B) 所示,本实施方式的照明装置 1 具有相对于照明光轴 L 彼此对称配置的第一光源部 2 和第二光源部 3 这两个光源部。第一光源部 2 和第二光源部 3 结构相同而具有电弧放电型发光管 4(以下有时简称为“发光管”)、主反射器 5(第一反射器)、副反射器 6(第二反射器)。主反射器 5 主要用于将发光管 4 射出的光向照明对象反射。副反射器 6 主要用作将发光管 4 射出的光向主反射器 5 反射。

[0077] 如图 1(A) 所示,发光管 4 具有灯管部 7、密封部 8、一对电极 9 和供电端子 10、导线 11。灯管部 7 为具有内部空间的大致球状的管体,在灯管部 7 的两端与灯管部 7 一体形成有棒状的密封部 8。灯管部 7 和密封部 8 例如由石英玻璃、蓝宝石等耐热性较高的透明材料制成。在灯管部 7 的内部空间,顶端尖细的一对电极 9 相对配置,并且封入有发光物质和气体。发光物质例如可以采用水银、金属卤化物等,而气体例如可以采用稀有气体、卤素气体等。在本实施方式中,发光管 4 以一对电极 9 延伸的方向与灯光轴 L1、L2 一致的姿态固定于主反射器 5。

[0078] 另外,从一对电极 9 分别延伸的供电端子 10 以贯通各密封部 8 的方式设置,一个供电端子 10 与导线 11 连接,另一个供电端子 10 与灯座 16 连接。灯座 16 与导线 11 连接。采用该构成,可以从外部经由导线 11、灯座 16 向各电极 9 供电。并且如图 1(B) 所示,第一光源部 2 的导线 11(第一导线)和第二光源部 3 的导线 11(第二导线),以在相互远离的方向上延伸的方式配置。在具有以上构成的发光管 4 中,在向一对电极 9 之间施加高电压后,在电极 9 之间发生放电而形成线状或点状的发光部 12,光从发光部 12 向大致整周方向放射。另外,电弧放电型发光管 4 可以采用高压水银灯、金属卤化物灯、氙灯等。

[0079] 主反射器 5 构成为包括:例如玻璃或结晶化玻璃等耐热性高而机械强度大的基材,以及在基材的整个内表面(配置有发光管一侧的表面)上形成的例如由电介质多层膜或金属膜构成的反射镜。并且,主反射器 5 具备:设有用于插入发光管 4 的密封部 8 并固定的后方贯通孔 13 的颈部 14,以及向照明对象射出光的前方开口部 15。如图 1(A) 所示,主反射器 5 的形成有反射镜的反射面 5a 为抛物面。另外,反射面 5a 不限于抛物面,也可以是椭圆面或非球面。

[0080] 并且,在与灯轴 L1、L2 垂直的平面上看时,如图 1(B) 所示,与在普通的反射器中以灯光轴 L1、L2 为中心跨整周(360 度)存在反射镜的情况不同,在本实施方式主反射器 5

中半周(180)的部分成为存在反射镜的反射面 5a。并且,将主反射器 5 的内表面上存在反射镜而能够接受来自发光管 4 和副反射器 6 的光的角度范围称为“主反射器 5 的可受光角度范围 θ_M ”。换言之,在与灯光轴 L1、L2 垂直的平面上看时,将反射镜的各端部与灯光轴 L1(L2) 连结起来的两根线段所成的角度为可受光角度范围 θ_M 。在本例中 $\theta_M = 180$ 度。即,本实施方式的主反射器 5 成为如下的形状,即、将以灯光轴 L1、L2 为中心覆盖整周(360 度)的普通反射器用包含反射镜的各端部和灯光轴 L1(L2) 的平面 P1 分成两半的形状(所谓半分状)。

[0081] 主反射器 5 配置为使主反射器 5(反射镜)的光轴与发光管 4 的光轴(一对电极的延伸方向)一致。即,主反射器 5 与发光管 4 位置相匹配以使主反射器 5 的焦点位置与发光部 12 的位置一致。在本实施方式中,如上所述,相互一致的主反射器(反射镜)的光轴和发光管 4 的光轴为灯光轴 L1、L2。

[0082] 副反射器 6 在发光管 4 的灯管部 7 的外表面上,且由以灯光轴 L1、L2 为中心形成于没有设置主反射器 5 一侧的半部分区域上的反射膜构成。即,如图 1(B) 所示,副反射器 6 在灯管部 7 的表面上,被设置于用包含灯光轴 L1(L2) 的平面 P1 将灯管部 7 分为两半的区域(图 1(B) 中斜线所示部分)。在副反射器 6 上也与主反射器 5 同样地存在反射膜,如果将能够接受来自发光管 4 的光的角度范围定义为“可受光角度范围 θ_S ”,则 $\theta_S = 180$ 度。

[0083] 构成副反射器 6 的反射膜要求高耐热性,因此优选例如由五氧化二钽(Ta_2O_5)和二氧化硅(SiO_2)构成的多层膜、由二氧化钛(TiO_2)和二氧化硅(SiO_2)构成的多层膜的等。或者,如果采用含有氧化铌(Nb_2O_5)的多层膜,则能够吸收发光部 12 放射的紫外线而使灯管部 7 保温,从而有效提高发光效率。

[0084] 如图 1(A) 所示,本实施方式的照明装置 1 构成为将具有以上构成要素的结构相同的第一光源部 2 和第二光源部 3 相对于照明光轴 L 对称地配置。第一光源部 2 和第二光源部 3 配置为,使第一光源部 2 的灯光轴 L1 和第二光源部 3 的灯光轴 L2 与照明光轴 L 大致平行,并且能够使灯光轴 L1 与灯光轴 L2 之间的距离尽量短。在本实施方式中,如图 1(B) 所示,在第一光源部 2 的主反射器 5 和第二光源部 3 的主反射器 5 之间存在间隙 S。该间隙 S 的尺寸(P1-P1 间的距离)略大于灯管部 7 的直径。

[0085] 如图 2(A) 所示,在上述构成的照明装置 1 中,光从发光部 12 向大致整周方向放射,向主反射器 5 放射的 B1 被主反射器 5 的反射镜反射,成为与灯光轴 L1、L2 大致平行的光,从第一光源部 2、第二光源部 3 分别射出。另一方面,构成副反射器 6 的反射膜形成在大致球状的灯管部 7 的外表面上,因此其反射面的曲面形状为球面状。因此,向副反射器 6 放射的光 B2 被反射膜反射,以汇聚状态通过发光部 12,就像从发光部 12 放射的光那样朝向主反射器 5 放射,被主反射器 5 的反射镜反射,成为与灯光轴 L1、L2 大致平行的光,从第一光源部 2、第二光源部 3 分别射出。即,主反射器 5 的反射镜,直接从发光部 12 接受放射光并向照明对象反射,并且接受被构成副反射器 6 的反射膜反射的光而向照明对象反射。

[0086] 图 2(B) 比较了本实施方式的照明装置 1 中的射出光束的光强度分布与比较例的照明装置中的射出光束的光强度分布。这里的“比较例的照明装置”是假象的具有与本实施方式相同的半分状的主反射器,但是没有副反射器的照明装置。如图 2(B) 所示,在与灯光轴 L1、L2 垂直的平面上,在灯光轴 L1、L2 与主反射器 5 的端部的中间位置,出现了光强度的峰值。另外,在灯光轴 L1 与灯光轴 L2 之间的区域及其附近,光强度为零即没有光射出。

[0087] 比较例的照明装置没有副反射器,因此从图 2(A) 所示的发光部 12 向非该发光部 12 对应的主反射器 5(相邻发光部对应的主反射器)一侧放射的光 B3 的大部分,不会成为沿着照明光轴 L 向前方射出的光。这是因为发光部 12 与相邻主反射器的焦点位置距离较远。因此,比较例的照明装置的射出光量仅取决于直接向与发光部 12 对应的主反射器 5 放射的光,因此射出光量停留于从发光部 12 放射的全部光量的 50%。与此相对,在本实施方式的照明装置 1 中,能够使来自副反射器 6 的反射光经由主反射器 5 射出,从而能够使射出光量例如达到比较例的 1.8 倍到 2 倍左右。

[0088] 图 3 比较了本实施方式的照明装置 1 中的射出光束的光强度分布与现有例的照明装置中的射出光束的光强度分布。这里的“现有例的照明装置”是假象的将具有普通反射器的两个相同的光源部 100 并列设置的照明装置 101,例如设定为上述专利文献 1 的图 1 的照明装置。并且在图 3 中,使上部的光强度分布图的横轴上的射出位置与图 3 的下部的照明装置 1、101 的位置大致对应地来设定表示上下图的位置关系。

[0089] 如图 3 所示,在本实施方式的照明装置 1 中,与现有例的照明装置 101 相比使发光部 12 彼此接近配置,从而获得光束径小的照明光。通常,照明系统的照明效率(聚光效果)在角度分布相同时,随着照明光的光束径减小而提高。由此可知,本实施方式的照明装置 1 与现有例的照明装置 101 相比,能够获得更利于后级光学系统使用的照明光。

[0090] 这里,发光管 4 的灯管部 7,优选至少在形成反射膜的区域完全为球状,但是准确讲(电极侧的)内表面与外表面都是球面更好,使两个表面的曲率中心一致,优选使发光部 12 位于反射膜的焦点位置。这是因为从理想的角度出发,被视为点状的发光部 12 放射的光能够作为被反射膜再次汇聚为点状的光回到发光部 12。采用这种形状,能够使光垂直入射灯管部 7 的管面(石英玻璃面),从而减少灯管部 7 的管面上的光反射,增大从灯管部 7 放射的光量。并且,如果灯管部 7 的形状精度高,则无需对作为反射膜的副反射器 6 的形成位置进行调整,从而易于制造。

[0091] 然而,实际的发光部 12 的形状并非理想的点状,而可以是具有有限大小的线状或者占有一定空间的立体形状,则灯管部的形状也不限于球状,而可以是将灯光轴 L1、L2 作为对称轴的旋转椭圆形(此时也优选使内表面与外表面的曲率中心一致)。采用这种形状,能够高效地使来自反射膜的反射光回到发光部 12,有效地增加经由反射膜到达主反射器 5 的光量。

[0092] 本实施方式的照明装置 1 具有半分状的主反射器 5 和向其反射光的副反射器 6,因此基本上不会使发光管 4 射出的光量减少,并且与将两个具有普通反射器的光源部并列设置的现有照明装置相比能够大幅度减小装置尺寸。并且在本实施方式中,将在发光管 4 的灯管部 7 的外表面上形成的反射膜用作副反射器 6,也有利于光源部的小型化以及照明装置的小型化。

[0093] 投影仪等使用的液晶光阀、微反射镜阵列元件、投射透镜等光学元件的显示性能都具有相对于入射光的角度依存性。因此,为了提高照明效率而要求照明装置能够射出更多的平行性高的照明光。即,需要形成如下的照明装置,即、在照明光轴 L 上或者其附近的相对于照明光轴 L 对称的位置,能够产生具有存在更多光束的强度分布的照明光。这一点,如上用图 2 和图 3 说明的那样,本实施方式的照明装置 1 与现有的照明装置相比不会使射出光量显著减少,而能够在照明光轴 L 附近和相对于照明光轴 L 对称的位置上生成光强度

较大的光束。因此,本实施方式的照明装置 1 与现有的照明装置相比,能够增大照明装置每单位尺寸的射出光量,并且生成平行性和光利用效率更高的照明光。

[0094] 并且在本实施方式的照明装置 1 中,如图 1(B) 所示,将供电用导线 11 配置于两个主反射器 5 之间没有射出光的空间,因此射出光不会被导线 11 遮挡而不会损失射出光。并且由于导线 11 基本不会被射出光加热灼烤,因此能够提高发光管 4 的供电部的可靠性。另外,由于将两根导线 11 相互远离地配置,因此能够减小在向导线 11 供给高压电流时产生的电磁波的不良影响而确保稳定的点亮状态。

[0095] [变形例 1-1]

[0096] 在上述实施方式中,主反射器 5 和副反射器 6 均为半分状 ($\theta M = \theta S = 180$ 度),但也可以不是完全的半分状。例如图 4 所示,可以使主反射器 17 的可受光角度范围 θM 大于 180 度,也可以使副反射器 18 的可受光角度范围 θS 小于 180 度。在图 4 的构成中,主反射器 17 形成越过包含灯光轴 L1、L2 的平面 P1 而略微绕入副反射器 18 一侧的形状, $\theta M > 180$ 度。另一方面,构成副反射器 18 的反射膜根据主反射器 17 的绕入程度形成在比半分状减小的区域, $\theta S < 180$ 度。即,在与灯光轴 L1、L2 垂直的平面内,只要能够利用主反射器和副反射器中的任意一个接受从发光部向大致整周方向放射的光的结构即可。如图 4 所示,主反射器 17 略微绕入副反射器 18 一侧的形状,基本上不会导致照明装置大型化。因此,优选在由于灯管部 7 的存在而必然在第一光源部 2 的主反射器 17 和第二光源部 3 的主反射器 17 之间产生的间隙 S 不会增大的范围内,来设定主反射器 17 绕入的程度。并且,通过使主反射器 17 的颈部为大致筒状或者 C 字状,能够增强对发光管 4 的密封部 8 进行保持的部分,从而易于更加可靠地保持发光管 4。

[0097] [变形例 1-2]

[0098] 或者如图 5 所示,也可以使主反射器 17 的反射镜与副反射器 6 的反射膜具有略微重叠的部分。即,主反射器 17 的 $\theta M \geq 180$ 度,并且副反射器 6 的 $\theta S \geq 180$ 度。如上所述,发光管 4 内的发光部 12 具有有限尺寸,因此存在从偏离主反射器 17 和副反射器 6 的焦点的位置射出的光。此时,如果采用图 5 所示构成,则能够利用任意一方的反射器 17、6 反射从偏离各反射器 17、6 的焦点的位置射出的光,因此使这种光也能够沿着灯光轴 L1、L2 从照明装置射出,从而增大能够作为照明光有效利用的光量。

[0099] [第二实施方式]

[0100] 以下参照图 6 对本发明的第二实施方式进行说明。

[0101] 本实施方式的照明装置具有与第一实施方式相同的基本构成,与第一实施方式的区别仅在于副反射器的构成。

[0102] 图 6(A)、(B) 示出了本实施方式的照明装置的构成,图 6(A) 为用含有后述的照明光轴和两个发光部的平面切断时的侧剖图,图 6(B) 为从照明光轴延伸的方向(图 6(A) 的箭头 A 方向)看照明装置时的正视图。在图 6(A)、图 6(B) 中对于和图 1(A)、图 1(B) 相同的构成要素标记相同符号而省略说明。

[0103] 在第一实施方式中,副反射器 6 采用在发光管 4 的灯管部 7 表面形成的反射膜,但是在本实施方式中,副反射器 24 采用与发光管 4 分体而与发光管 4 接近或者紧密接触地配置的反射镜。在本实施方式的照明装置 21 中,如图 6(A)、图 6(B) 所示,副反射器 24 由具有凹陷成球面状的反射面的反射镜构成,并且利用支撑体 25 将反射镜固定于主反射器 5 的

颈部 14。反射镜通过在具有凹陷成球面状的凹部的基材的凹部内面上形成反射膜而获得。并且,反射镜与发光管 4 紧密接触或者保持微小间隙地接近配置,从而使发光管 4 内的发光部位于焦点位置。

[0104] 这里,反射镜的基材和支撑体优选例如石英玻璃或蓝宝石等与发光管 4 相同的材料,反射膜优选与第一实施方式的副反射器 6 的反射膜相同的材料。反射镜的基材和支撑体使用与发光管 4 相同的材料,能够使热膨胀率一致而易于保持反射镜的安装位置精度,并且能够高效地使来自反射镜的反射光回到希望的位置。另外,石英玻璃或蓝宝石由于耐热性高而不易破损。

[0105] 在本实施方式的照明装置 21 中,也能够获得与第一实施方式相同的效果,例如能够减小照明装置的尺寸、在照明光轴附近关于照明光轴对称的位置生成光强度大的光束而获得光利用效率高的照明光等。另外,与在发光管表面形成反射膜而构成副反射器的第一实施方式相比,虽然略微增大了照明装置的尺寸,但是能够获得以下效果。

[0106] 即,由于构成灯管部 7 的球状的透明体具有厚度,因此发光管 4 的灯管部 7 具有使穿过该透明体的光折射的所谓透镜效应。考虑到灯管部 7 的这种透镜效应,对反射镜的凹面形状或曲率等光学特性进行设定,或者对反射镜的安装位置进行调整。由此,易于使反射镜的反射光回到希望的位置,并且易于提高各光源部 22、23 的光利用效率。并且,通过对反射镜的安装位置进行适当调整,能够避免反射光与发光管 4 内的电极 9 干涉,从而有效延长发光管 4 的寿命。另外,由于远离灯管部 7 设置反射镜而能够在使用时处于高温状态的灯管部 7 和反射镜之间保持间隙,从而能够防止反射镜的热劣化并且易于保持其光学特性和安装位置精度。

[0107] [变形例 2-1]

[0108] 在上述实施方式中,第一光源部 22 一侧的副反射器 24 和第二光源部 23 一侧的副反射器 24 分体设置,但是也可以使这两个光源部的副反射器成为一体。即,如图 7 示出的照明装置 31,在一个支撑体的两面分别设置凹陷为球面状的凹部,制成在凹部内面形成反射膜的反射镜,从而可以获得使该反射镜关于照明光轴 L 对称配置的副反射器 26。采用这种构成,使副反射器 26 薄型化而能够减小第一光源部 32 与第二光源部 33(两个发光管 4)的间隔,从而实现射出光束的小径化和照明装置的小型化。并且,能够减少副反射器的零部件数量而降低成本。

[0109] [第三实施方式]

[0110] 以下参照图 8 对本发明第三实施方式进行说明。

[0111] 本实施方式的照明装置的基本构成与第一实施方式和第二实施方式相同,而区别仅在于主反射器的构成。

[0112] 图 8 为从照明光轴延伸的方向看本实施方式的照明装置的正视图。图 8 中对于和图 1(B) 相同的构成要素标记相同符号而省略说明。

[0113] 在上述实施方式中,第一光源部 32 一侧的主反射器 5 与第二光源部 33 一侧的主反射器 5 分体设置。但是在本实施方式的照明装置 41 中,如图 8 所示,第一光源部 42 的主反射器和第二光源部 43 的主反射器由一体化的一个反射器 27 构成。因此,在包含灯光轴 L1 的平面 P1 和包含灯光轴 L2 的平面 P1 之间的区域的主反射器 27 的基材内面上也形成有反射镜。

[0114] 在本实施方式的照明装置 41 中,也能够获得与第一实施方式相同的效果,例如能够减小装置尺寸、在照明光轴附近关于照明光轴对称的位置生成光强度大的光束而获得光利用效率高的照明光等。另外,由于第一光源部 42 和第二光源部 43 的主反射器 27 一体化,从而易于使各光源部 42、43 的灯光轴 L1、L2 的位置匹配,并且能够减少零部件数量而降低成本。另外,如同[变形例 1-2]采用的构成,主反射器 27 的反射镜与副反射器 6 的反射膜为重叠状态,因此从偏离主反射器 27 和副反射器 6 的焦点的位置射出的光能够被任意一方的主反射器 27 和副反射器 6 反射,因此上述光也能够沿着灯光轴 L1、L2 从照明装置射出,从而增大能够作为照明光有效利用的光量。

[0115] [第四实施方式]

[0116] 以下参照图 9 对本发明第四实施方式进行说明。

[0117] 本实施方式的照明装置的基本构成与第一至第三实施方式相同,而区别仅在于利用分隔板对第一光源部和第二光源部进行划分。

[0118] 图 9(A)、(B) 示出了本实施方式的照明装置的构成,图 9(A) 为用含有后述的照明光轴和两个发光部的平面切断时的侧剖图,图 9(B) 为从照明光轴延伸方向(图 9(A) 的箭头 A 方向)看照明装置时的正视图。图 9(A)、(B) 中对于和图 1(A)、(B) 相同的构成要素标记相同符号而省略说明。

[0119] 如图 9(A)、(B) 所示,本实施方式的照明装置 51,在第一光源部 52 和第二光源部 53 之间沿着照明光轴 L 配置有一枚板材构成的分隔板 56。利用该分隔板 56 对配置第一光源部 52 和第二光源部 53 的各个发光管 4 的空间进行划分。并且,主反射器 55 的端部形成成为,仅基材部分越过含有灯光轴 L1、L2 的平面 P1 延伸到与分隔板 56 接触的位置。因此,在主反射器 55 的内面中的、含有灯光轴 L1 的平面 P1 和含有灯光轴 L2 的平面 P1 之间的区域上不形成反射镜,该部分用作对主反射器 55 和分隔板 56 进行连接的连接部 57。即,在第一光源部 52 和第二光源部 53 分别形成由主反射器 55、分隔板 56 和连接部 57 围成的空间,发光管 4 位于该空间内。

[0120] 在本实施方式的照明装置 51 中,也能够获得与第一实施方式相同的效果,例如能够减小照明装置的尺寸、在照明光轴附近关于照明光轴对称的位置生成光强度大的光束而获得光利用效率高的照明光等。并且在本实施方式中,利用分隔板 56 按照光源部划分配置发光管 4 的空间,因此例如在第一光源部 52、第二光源部 53 中任一方的发光管 4 损坏的情况下,也不会对另一个光源部造成影响。

[0121] 另外,虽然在上述实施方式中,说明了在连接部 57 的部分没有形成反射镜,但是也可以形成有反射镜。如果在连接部 57 上形成有反射镜,则与主反射器的反射镜和副反射器的反射膜为重叠状态时同样地,从偏离各反射器的焦点的位置射出的光也能够被任意一方的反射器反射。因此,这种光也能够沿着灯光轴 L1、L2 从照明装置射出,从而增大能够作为照明光有效利用的光量,获得这种与第三实施方式相同的效果。

[0122] [变形例 4-1]

[0123] 在上述实施方式中,采用了由在发光管 4 的灯管部表面上形成的反射膜构成的副反射器 6,但是除了这种构成以外也可以如图 10 所示,采用与发光管分体的反射镜所构成的副反射器 24。此时,副反射器 24 与分隔板 56 可以分体,也可以使形成有副反射器 24 的反射镜的支撑体延伸到主反射器 55 及前方开口部 15 而用作分隔板。此时,能够减少零部

件数量而使光源部小型化。

[0124] 另外,如图 9(A)、图 10(A) 所示,可以在主反射器 55 的前方开口部 15 配置具有透光性的前面板 58。此时,优选在前面板 58 上形成有防反射膜。采用该构成,能够在由主反射器 55、分隔板 56、连接部 57 和前面板 58 所围成的空间内将发光管 4 大致密闭,从而能够避免在用于投影仪等的情况下与其它零部件与发生意外干涉。并且,当发光管破裂时能够防止发光管的玻璃片从光源部的前方开口部 15 飞散而提高安全性。

[0125] 另外,如图 10(A)、(B) 所示,在副反射器 24 采用分体的反射镜时,也可以利用前面板 58 对副反射器 24 的支撑体和分隔板 56 进行固定。由此,能够提高反射镜的安装位置精度。并且,也可以取代由透光板构成的前面板 58 而将积分器元件(integrator device)或聚光元件等光学零部件兼用作前面板。采用该构成,能够减少零部件数量而使照明装置小型化。另外,不必为完全密封的结构,而可以在围绕发光管 4 的任何部件的一部分上设置开口部。此时,可以经由开口部导入或排出空气,从而易于冷却发光管 4。

[0126] [变形例 4-2]

[0127] 在上述实施方式中,对两个发光管进行空间分隔的分隔板有一枚板材构成,该分隔板为第一光源部和第二光源部所共用,但是也可以取代该构成而对每个光源部分别设置分隔板。即,如图 11(A)、(B) 和图 12(A)、(B) 所示,分隔板由第一光源部 72、82 一侧的第一分隔板 74 和第二光源部 73、83 一侧的第二分隔板 75 这两枚分隔板构成。图 11(A)、(B) 表示副反射器 6 由发光管 4 表面的反射膜构成的例子,图 12(A)、(B) 表示副反射器 26 由分体的反射镜构成的例子。采用这些构成,通过第一分隔板 74 与第二分隔板 75 之间的界面,使第一光源部 72、82 与第二光源部 73、83 各自独立,从而易于以光源部为单位进行装卸。因此,例如在第一光源部 72、82 与第二光源部 73、83 中任一方发生故障时,能够对发生故障的光源部进行更换而不必熄灭另一个光源,从而提高使用性能。

[0128] [第五实施方式]

[0129] 以下参照图 13 ~ 图 15 对本发明第五实施方式进行说明。

[0130] 本实施方式为具有第一至第四实施方式的照明装置的投影仪。

[0131] 图 13(A) 是本实施方式的投影仪的概略构成图,图 13(B) 为从不同于图 13(A) 的方向看光路变更光学元件的图。图 14 示出了图 13(A) 的投影仪的特定位置的照明光的光强度分布。图 15 示出了特定位置的与照明光轴垂直的平面上的照明光的光强度分布。

[0132] 如图 13(A) 所示,本实施方式的投影仪 110 例如具有:第一实施方式的照明装置 1;光路变更光学元件 111(光路变更单元);由两块透镜阵列 112、113 构成的透镜阵列积分器 114(照度均匀化光学系统);偏光转换元件 115;叠加透镜(superimposing lens)116;二向色镜(分色光学系统)117、118;反射镜 119;中继光学系统 120;平行化透镜 121;液晶光阀单元(光调制元件)122R、122G、122B;二向棱镜(dichroic prism)123;投射透镜 124(投射光学系统)。另外,液晶光阀单元 122R、122G、122B,各自具有入射侧偏光板 125、透射型液晶光阀 126、射出侧偏光板 127。在照明装置 1 的后级设有光路变更光学元件 111,该光路变更光学元件 111 用于使来自照明装置 1 的照明光的两个光轴彼此接近照明光轴 L。

[0133] 从照明装置 1 射出的光在穿过光路变更光学元件 111 之后,通过透镜阵列积分器 114 和偏光转换元件 115 使照度均匀化,并且转换为特定的直线偏光而射出。从偏光转换元件 115 射出的光,经过叠加透镜 116 后,被二向色镜(dichroic mirror)117、118 分离为波

段 (wavelengthrange) 不同的三种色光 (B 光、G 光、R 光), 然后经过平行化透镜 121, 分别入射与各色光对应的液晶光阀单元 122R、122G、122B。并且, B 光为了使光学照明光路的长度与另外两种色光一致而经由中继光学系统 120 入射到液晶光阀单元 122B, 该中继光学系统 120 包含平行化透镜 128、中继透镜 129、反射镜 130、131 等。

[0134] 在各色光对应的液晶光阀单元 122R、122G、122B 中根据图像信号对入射光进行调制, 射出包含图像信息的各色光。从液晶光阀单元 122R、122G、122B 射出的各色光在正交二向棱镜 (cross dichroic prism) 123 中进行合成, 然后该合成光通过投射透镜 124 投射到投射面上而形成颜色图像。

[0135] 光路变更光学元件 111 为采用玻璃或者树脂材料形成的平板状的透光性光学元件, 其入射端面与射出端面相互平行, 并且具有以照明光轴 L 为中心使远离照明光轴 L 一侧的端部向透镜阵列积分器 114 一侧折弯的形状。即, 光路变更光学元件 111 在 xz 平面上截面形状是将两个平行四边形以照明光轴 L 为中心对称配置的截面形状 (图 13(A) 中的外形), 而 yz 平面上的截面形状 (图 13(B) 中的外形) 为矩形。向光路变更光学元件 111 的入射端面 111a 入射的光, 在 xz 平面内折射而偏向照明光轴 L, 然后在射出端面 111b 再次折射, 恢复入射时的角度而射出。另一方面, 光在 yz 平面内不会弯折而直线通过光路变更光学元件 111 射出。即, 光路变更光学元件 111 基本保持光束的角度分布而使 xz 平面上的光束位置向照明光轴 L 附近移动 (平移)。因此, 在该光路变更光学元件 111 中, 光束位置仅朝一个方向移动 (平移)。另外, 该光束位置的移动方向与照明装置 1 中两个光源部 2、3 并列设置的方向对应。另外, 光束向照明装置 L 方向的移动量 (平移量) 可以通过形成光路变更光学元件 111 的材料的折射率和厚度 (z 轴方向的尺寸) 进行调整。

[0136] 图 14 示出了照明装置 1 与光路变更光学元件 111 之间的位置 (图 13(A) 中虚线 A 的位置) 以及光路变更光学元件 111 与透镜阵列积分器 114 之间的位置 (图 13(A) 中虚线 B 的位置) 的照明光的强度分布。如图 14 所示, 在本发明的照明装置中仅有被主反射器反射的光作为照明光射出, 因此光不会从包含照明光轴 L 的两个发光管之间的区域及其附近射出。因此, 如 A 位置的光强度分布所示, 从照明装置 1 射出的照明光是所谓的去心 (center-missing) 分布形状。当这种照明光穿过光路变更光学元件 111 时, 从各光源部射出的光向照明光轴 L 一侧平移, 从而使光束径在 x 轴方向上减小。其结果是, 如 B 位置的光强度分布所示, 变换为去心状态显著改善的照明光。

[0137] 通常, 当角度分布相同时, 照明光系的照明效率 (聚光效率) 随着照明光的光束径减小而提高。因此, 如上述构成那样采用光路变更光学元件 111, 则能够将从照明装置 1 射出的照明光, 变换为利于后级光学系统使用的照明光。

[0138] 这样, 采用本实施方式的投影仪 110, 由于具备上述实施方式的照明装置 1, 能够提高照明效率、提高显示图像的亮度、提高画质。

[0139] 但是, 在本实施方式的投影仪 110 中, 采用具有横长的矩形的显示区域的液晶光阀单元 122R、122G、122B。这里, “横长 (horizontally elongated)” 是指图 13(A) 中的液晶光阀单元 122R、122G、122B 在 x 轴方向上的尺寸比在 y 轴方向上的尺寸大。因此, 在照明装置 1 中使第一光源部 2 和第二光源部 3 的排列方向与有利于显示的方向一致。例如在本实施方式中, 使第一光源部 2 和第二光源部 3 的排列方向, 与液晶光阀单元 122R、122G、122B 的显示区域的长边方向一致。

[0140] 发光管 4 内的发光部 12 并非点光源而具有有限尺寸,因此存在从偏离主反射器 5 和副反射器 6 的焦点的位置放射的光。有时,这种光不会被任何一个反射器反射而无法成为从主反射器 5 的前方开口部射出的照明光。因此,会导致从两个发光管 4 之间的区域及其附近射出的照明光的光强度比其它区域略低,而在该部分存在光强度的对称性易于劣化的趋势。图 15 示出了图 13(A) 的 B 位置的与照明光轴 L 垂直的截面上的照明光的光强度分布,其中虚线框 W 包围的区域对应于光强度的对称性易于劣化的照明光。在图 15 中,光强度越大的区域显示得越黑。

[0141] 因此,在本实施方式中,为了以图 15 所示强度分布的光对液晶光阀(照明对象)进行照明,将具有光强度的对称性易于劣化的趋势的光束配置于照明区域的短边方向(图 13(A) 的 y 方向),从而与将上述光束配置于照明区域的长边方向(图 13(A) 的 x 方向)时相比,能够减轻因光强度对称性降低而引起的亮度不均、颜色不均、对比度不均等问题。

[0142] 但是考虑到其它因素,则并非必须将具有光强度的对称性易于劣化的趋势的光束配置于照明区域的短边方向,也可以配置于长边方向。

[0143] 另外,如图 1(B) 或图 6(B) 所示,如果采用在两个主反射器 5 之间具有间隙的照明装置,则当第一光源部和第二光源部在水平方向上并列设置时,能够在两个主反射器 5 之间形成沿铅垂方向打开的空间,从而利用该空间来高效地散热。即,通常发光管 4 越靠近铅垂方向的上部温度越高,因此这里产生的热易于向上部的开放空间顺畅地扩散,从而减轻在发光管 4 附近配置的副反射器受热劣化的程度。并且在这种情况下,由于两个光源部产生的热分布大致相同,因此易于设定冷却光源部时的环境和条件,从而高效地冷却照明装置。

[0144] [变形例 5-1]

[0145] 在上述实施方式的投影仪中,在图 16(B) 中线性表示了 G 光的照明光路。图中为了便于说明而仅抽出照明装置 1、二向色镜 117、液晶光阀 122 而以立体图进行表示。通常投影仪中使用的二向色镜(分色膜)的光学特性在入射面内具有很大的入射角依存性,在图 16(B) 的配置中,二向色镜的入射面为 xz 平面。另一方面,在照明装置中两个发光管 4(光源部)并列设置的方向上,即使在使用光路变更光学元件 111 的情况下,与垂直于上述方向的方向相比照明光的角度分布容易相对地增大,或者具有大角度成分的光的比例存在增大趋势。其原因在于上述图 15 说明的现象以及在通过光路变更光学元件 111 移动光路时角度成分由于折射率分散等而略微增大。因此,在将二向色镜 117 用于分色光学系统或色光合成光学系统时,按照图 16(B) 所示配置,两个发光管 4(光源部)并列设置的方向与二向色镜 117 的分色方向一致,因此会由于二向色镜 117 的入射角依存性而导致颜色不均或亮度不均。即,按照图 16(B) 所示配置,两个发光管 4 并列设置的方向与液晶光阀 122 的长度方向一致,有利于降低液晶光阀 122 引起的亮度不均、颜色不均、对比度不均等。另一方面,使两个发光管 4 并列设置的方向与二向色镜 117 的入射角依存性大的方向一致,则容易发生因二向色镜 117 引起的亮度不均或颜色不均等问题。

[0146] 与此相对,在图 16(A) 所示投影仪 130 中,两个发光管 4 并列设置的方向与二向色镜 117 的分色方向(二向色镜的入射面为 yz 平面)的垂直方向一致,并且与液晶光阀 122 的长度方向一致,以这种方式来确定照明装置 1、二向色镜 117、液晶光阀 122 的配置。采用该构成,能够降低二向色镜 117 引起的亮度不均或颜色不均等,并且降低因液晶光阀 122 引

起的亮度不均、颜色不均、对比度不均等。这样,采用该构成,由于两种效果的结合而能够充分地减轻显示图像的画质劣化程度。

[0147] [变形例 5-2]

[0148] 在上述实施方式中,采用以照明光轴为中心将平板状光学元件弯折而形成的光路变更光学元件,但是不限于此,也可以使用其它形状的光路变更光学元件。例如可以使用图 17(A) 所示的光路变更光学系统 143,其构成为将一个面 141a 为凸状圆锥面而另一面 141b 为平面的第一光学元件 141,和一个面 142a 为凹状圆锥面而另一面 142b 为平面的第二光学元件 142,以照明光轴 L 为共同的对称轴的方式进行配置。并且,上述第一光学元件 141 的一个面 141a 和第二光学元件 142 的一个面 142a 可以不是圆锥面,例如可以是非球面。

[0149] 或者,可以使用图 17(B) 所示的光路变更光学系统 147,其构成为将一个面 145a 为凸镜面而另一面 145b 为平面的第一光学元件 145,和一个面 146a 为平面而另一面 146b 为凹镜面的第二光学元件 146,以照明光轴 L 为共同的对称轴的方式进行配置。

[0150] 并且,在图 17(A)、(B) 中示出了由第一光学元件 141、145 和第二光学元件 142、146 这两种光学元件构成光路变更光学系统 143、147 的例子,但是也可以由一个兼有凸面和凹面的元件构成光路变更光学元件。即,光学系统或者光学元件只要在供共通的光通过透过的微小区域上具有平行平面,即可用作本发明的光路变更单元。

[0151] 上述实施方式的光路变更光学元件 111 具有使照明光仅在一个方向(例如图 13 中的 x 方向)上平移的功能,而在采用图 17(A)、(B) 所示变形例的光路变更光学系统 143、147 的情况下,能够使照明光以照明光轴 L 为中心在两个方向(例如,图 13(A) 的 x 方向和 y 方向)上平移而汇聚。由此,能够进一步使照明光小径化而更加接近照明光轴 L,从而将从照明装置射出的照明光变换为更加利于后级光学系统的照明光。

[0152] [变形例 5-3]

[0153] 作为消除照明光的去心分布形状的方法,在上述实施方式中采用了光路变更光学系统,但是除了该采用光路变更光学系统的方法以外,也可以通过透镜阵列积分器的结构实现。

[0154] 例如图 18 所示,作为透镜阵列积分器 154,利用偏心透镜分别构成第一透镜阵列 151、第二透镜阵列 152,靠近照明装置 1 一侧的第一透镜阵列 151 与从各光源部 2、3 射出的照明光的位置对应地使两个副透镜阵列 153 分开配置。该副透镜阵列 153 可以空间分隔地配置,也可以是在共用的支撑基板的两侧配置透镜部的一体的结构。

[0155] 采用以上结构,使入射到两个副透镜阵列 153 的光分别偏向照明光轴 L,向第二透镜阵列 152 入射。从而能够消除照明光的去心分布形状。采用该构成,不必使用光路变更光学系统,即能够进有效收敛照明光的空间分布和角度分布,并且提高照明效率,从而使装置小型化并且减少零部件数量。并且,使用偏心透镜能够对第一透镜阵列 151、第二透镜阵列 152 的各小透镜的聚光特性和第一透镜阵列 151、第二透镜阵列 152 的各小透镜在 x 轴方向上的偏向特性独立地进行控制,这一方面较为突出。并且,此外第一透镜阵列 151、第二透镜阵列 152 的各小透镜采用非球面偏心透镜则效果更佳。这样,能够分别独立地对 x 轴方向或 y 轴方向的偏向特性进行控制,从而使第一透镜阵列 151 和第二透镜阵列 152 之间的照明光传递效率更高,并且能够收敛照明光的角度分布范围,由此实现照明效率的进一步提高。

[0156] [变形例 5-4]

[0157] 在上述各实施方式中,各光源部配置为使发光管的光轴与照明光轴 L(照明装置的光轴)平行,但是不限于这种配置方式。即,通过配置于照明装置后级(照明对象一侧)的光路变更单元或积分器等照度均匀化光学系统可以改变光的行进方向,因此也可以保持两个光源部关于照明光轴 L 对称的位置关系而使发光管的光轴与照明光轴 L 斜交配置。这里,如图 1(B) 所示,两个光源部 2、3 保持间隙 S 的距离分开配置,该间隔 S 表示的空间没有配置反射器而成为闲置空间,因此可以在减小该闲置空间并且不会引起两个光源部的物理干涉的范围内,使两个光源部彼此倾斜地配置。

[0158] 例如在图 19 所示的投影仪中,照明装置 91 的第一光源部 92 的灯光轴 L1 和第二光源部 93 的灯光轴 L2 相对于照明光轴 L 分别具有 $+\theta$ 和 $-\theta$ 的倾斜角,并且配置为使从各光源部 92、93 射出的光向照明光轴 L 一侧向内收敛。从各光源部 92、93 射出的光,按照各自灯光轴 L1、L2 的倾斜角 ($+\theta$ 和 $-\theta$) 入射到光路变更光学元件 161,在光路变更光学元件 161 中使行进方向变为与照明光轴 L 大致平行的状态而射出。因此,本变形例的光路变更光学元件 161 的 xz 平面上的截面形状与第五实施方式的光路变更光学元件 111 的情况不同,入射端面 161a 与射出端面 161b 不平行。从各光源部 92、93 入射的光被入射端面 161a 或者射出端面 161b 或者被这两个端面 161a、161b 折射而改变光的行进方向。换言之,从各光源部 92、93 入射的光以与照明光轴 L 大致平行的状态从光路变更光学元件 161 射出,以这种方式来设定光路变更光学元件 161 的入射端面 161a 或射出端面 161b 的倾斜,并且在曲面情况下设定其曲率即可。另外,从光路变更光学元件 161 射出的照明光的动作与第五实施方式相同而省略说明。

[0159] 在这种构成中,也基本不会增大从各光源部 92、93 射出的光的角度分布,并且能够减小从照明装置 91 射出的照明光的光束径,获得更加利于后级光学系统的照明光。并且,在两个光源部 92、93 不发生物理接触的范围内,以主反射器 65 的前方开口部 66 相互接近的方式,将两个光源部 92、93 相对于照明光轴 L 倾斜地配置,从而能够使照明装置 91 进一步小型化,并且特别是能够减小在两个光源部 92、93 并列设置的方向上的尺寸。

[0160] 另外,虽然在本变形例中对采用光路变更光学元件的情况进行了说明,但是也可以如变形例 5-3 的说明那样通过照度均匀化光学系统亦即积分器等构成来实现与本实施例的光路变更光学元件相同的作用。另外,如果采用能够通过光路变更光学元件或积分器等照度均匀化光学系统,对从两个光源部射出的光的行进方向进行各自独立的控制的构成,则能够使两个光源部相对于照明光轴 L 以非对称位置关系配置。此时,例如使第五实施方式(图 13(A))的光路变更光学元件 111 的形状以照明光轴 L 为界成为非对称形状,且与来自各光源部 2、3 的光对应地对入射端面 111a 和射出端面 111b 的倾斜进行适当设定,或者在曲面情况下(变形例 5-2 的情况)对其曲率、形成光学元件的透光性材料的折射率进行适当设定,只要构成为能够使光从光路变更光学元件以与照明光轴 L 大致平行的状态射出的构成即可。

[0161] 另外,本发明的技术范围不限于上述实施方式,在不脱离本发明主旨的范围内可以进行各种变更。例如在上述实施方式中将主反射器的曲面形状设定为抛物面,但是不限于此而也可以为椭圆面或者非球面。在椭圆面的情况下,从照明装置射出的光不是平行光而是汇聚光,因此能够使照明光束更加小径化而在后级光学系统中进一步提高照明效率。

另外,由于射出光为汇聚光,因此在后级配置光路变更光学系统的情况下,能够将折射界面削减为一面而简化光路变更光学系统。

[0162] 作为用于在照明对象上形成均匀的照度分布的照度均匀化光学系统,或者用于通过特定的偏光在照明对象上形成均匀的照度分布的均匀偏光照明光学系统,可以采用设置两枚透镜阵列的透镜阵列方式或者设置棒状或管状导光体的杆柱方式。特别是在主反射器为椭圆面的情况下,来自的照明装置的射出光为汇聚光,与采用杆柱方式的光学系统的匹配性良好。

[0163] 另外,在本发明的照明装置中,发光管的点亮姿态没有特别限制。即,发光管的一对电极和密封部的延伸方向可以设定为水平方向、铅垂方向等任意方向。特别是在设定为铅垂方向的情况下,可以使主反射器的前面开口部向铅垂方向上方配置。由此,能够有效地使发光管产生的热量向空气扩散,由此易于冷却而能够防止受热劣化。

[0164] 另外,虽然在上述实施方式中使用了放电型的发光管,但是也可以采用放电型以外的发光管,例如卤钨灯这种由灯丝物理联结一对电极的而在通电时利用灯丝发光的发光管。并且,发光管的点亮方式没有限制,直流点亮型或交流点亮型的发光管均适用于本发明。并且,作为照明对象的光调制元件没有限制。例如本发明适用于对透射型液晶元件、反射型液晶元件、设有多个微小反射镜的反射镜阵列(DMD元件)等进行照明的照明装置。并且,也可以将光调制元件以外的其它部件作为照明对象。此外,对于上述实施方式记载的各种构成要素的形状、配置、构成材料等不限于此而可以适当变更。

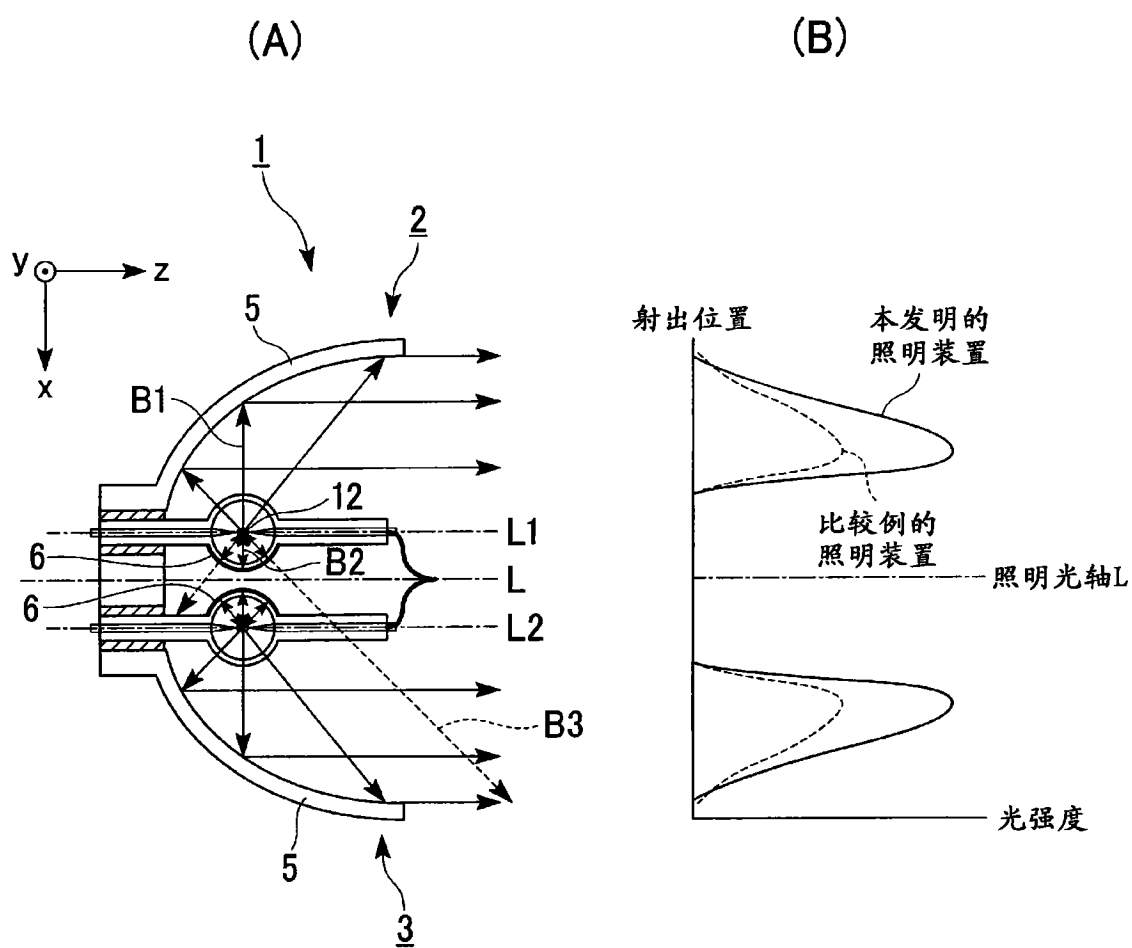
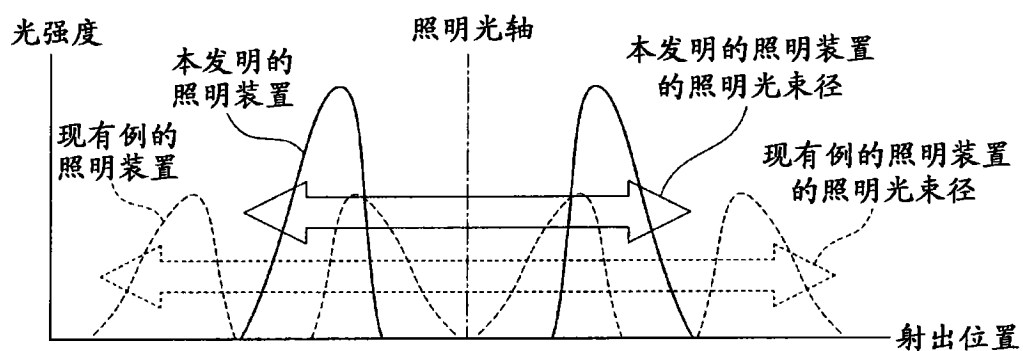


图 2

(A)



(B)

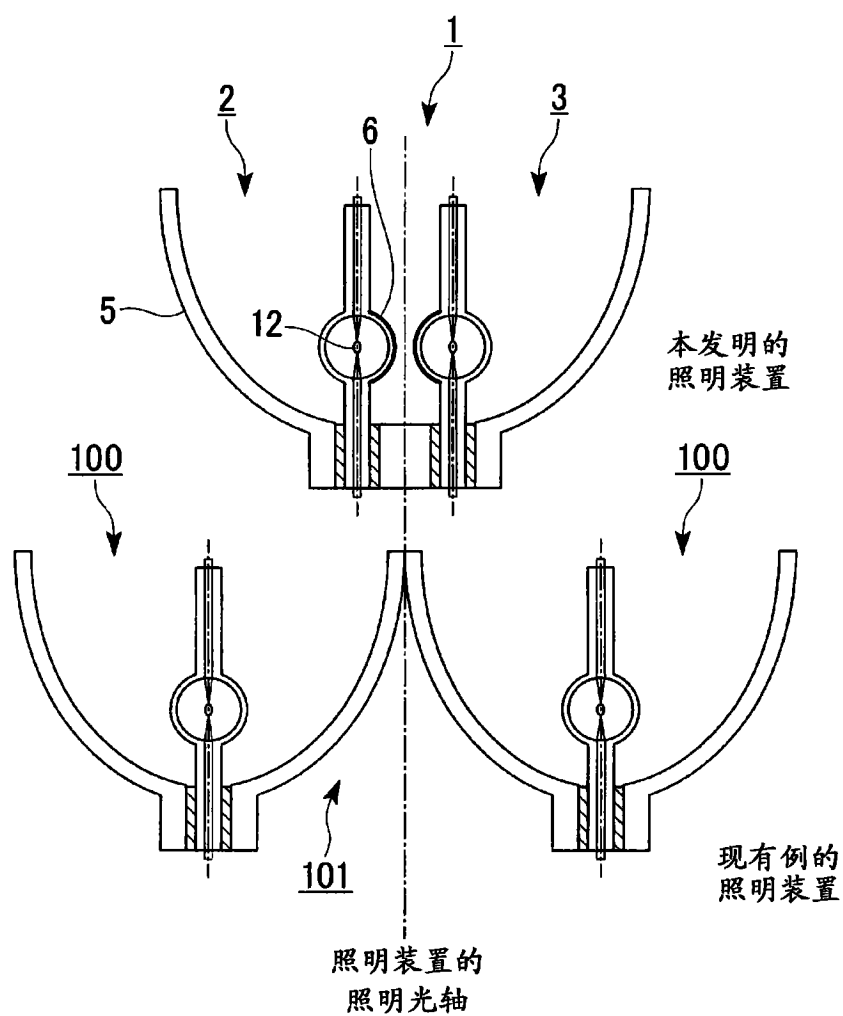


图 3

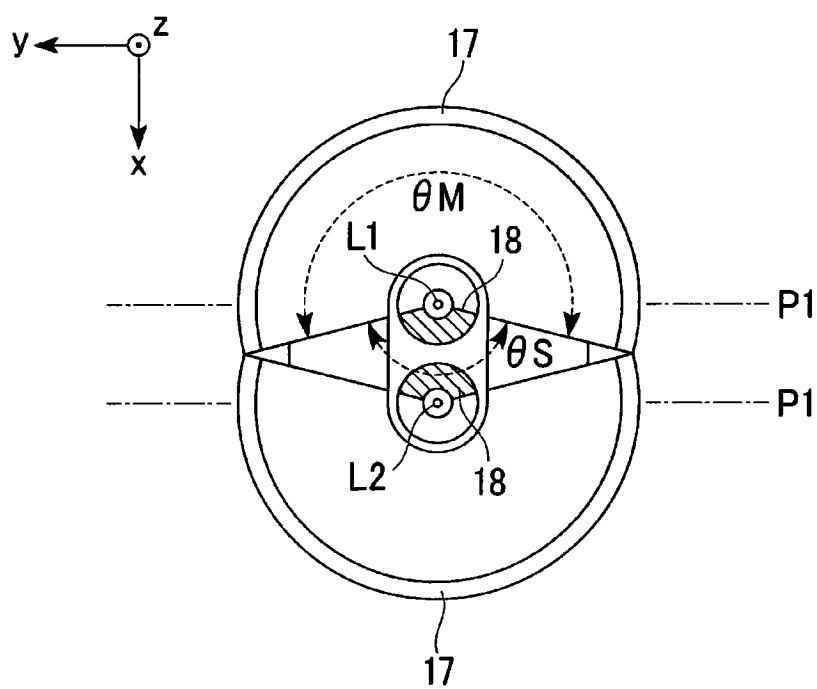


图 4

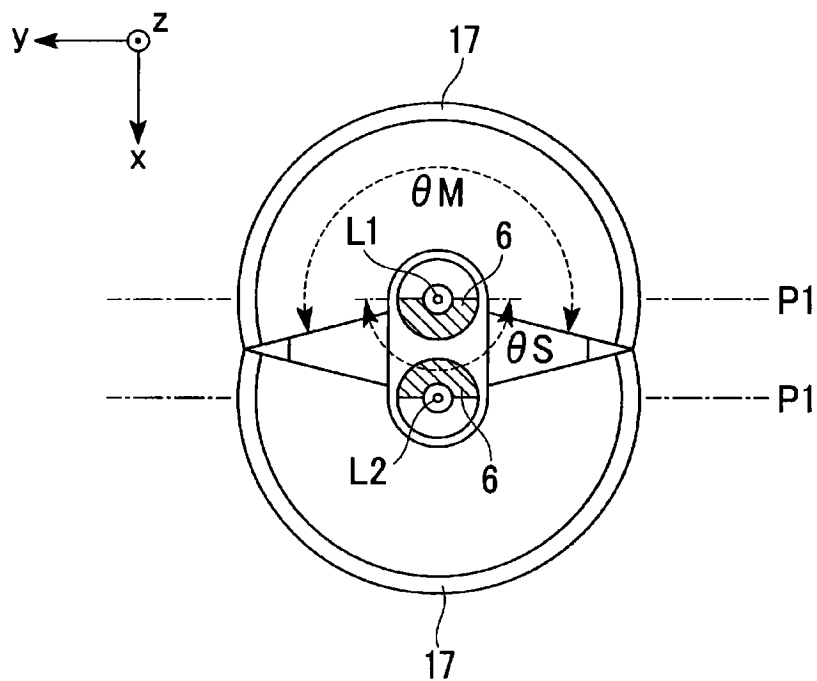
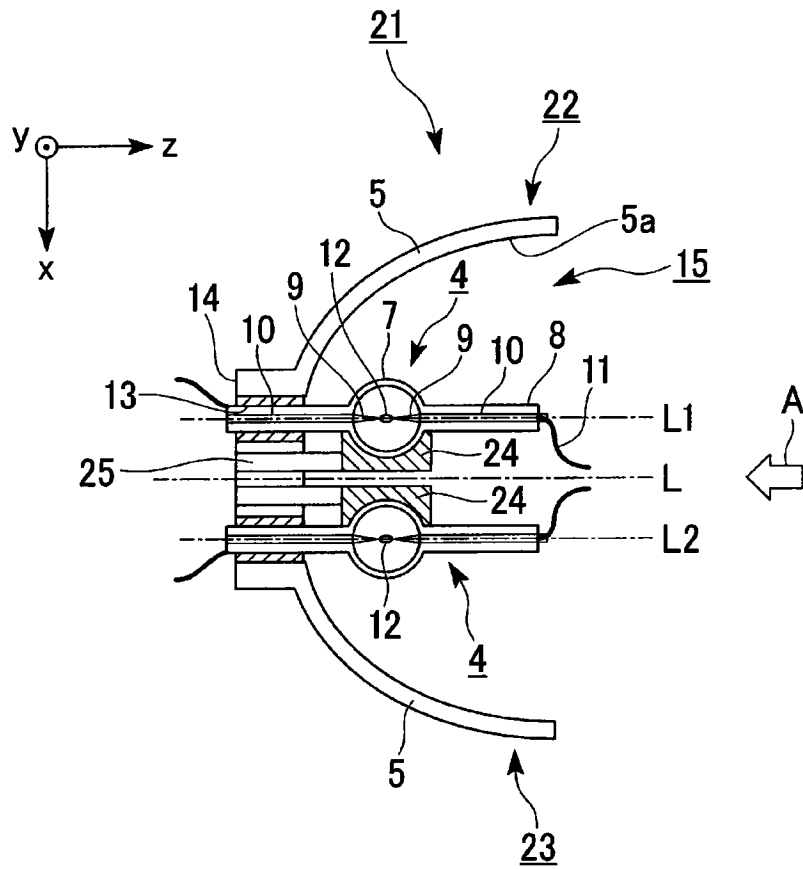


图 5

(A)



(B)

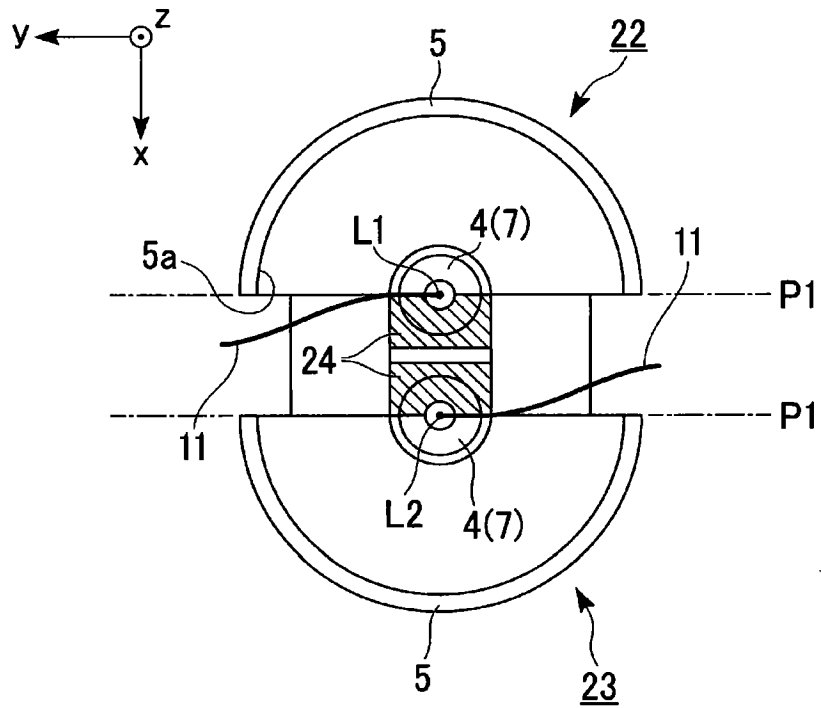


图 6

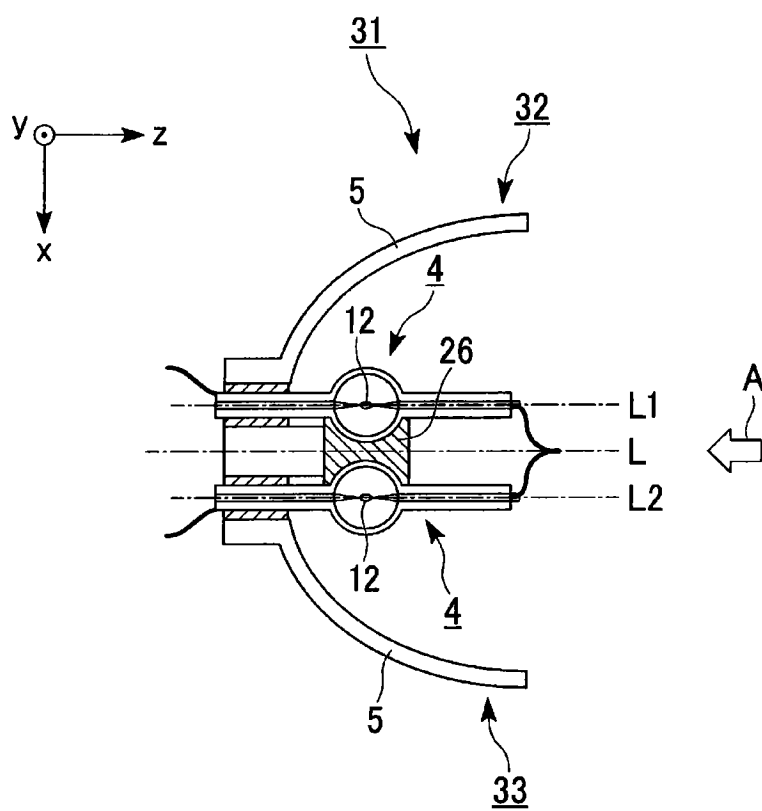


图 7

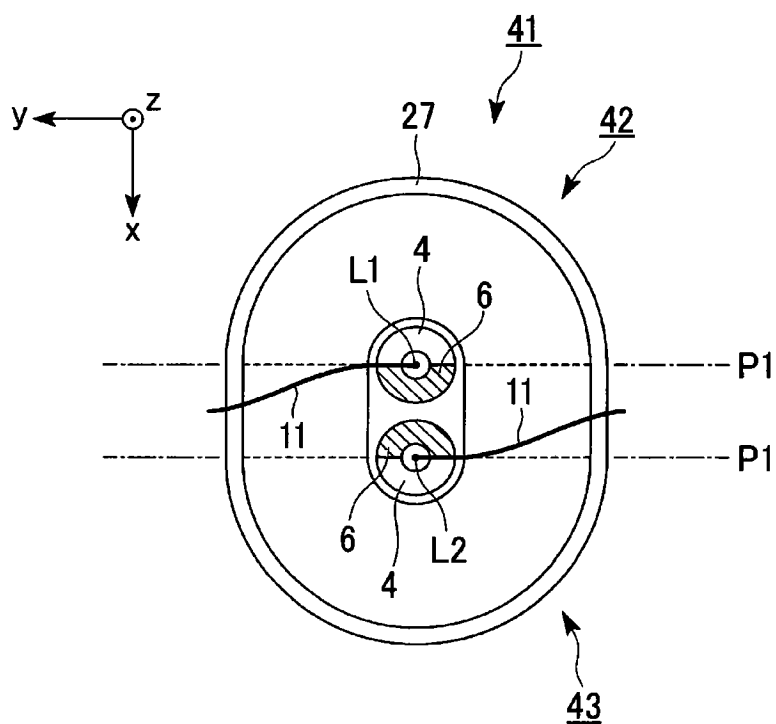
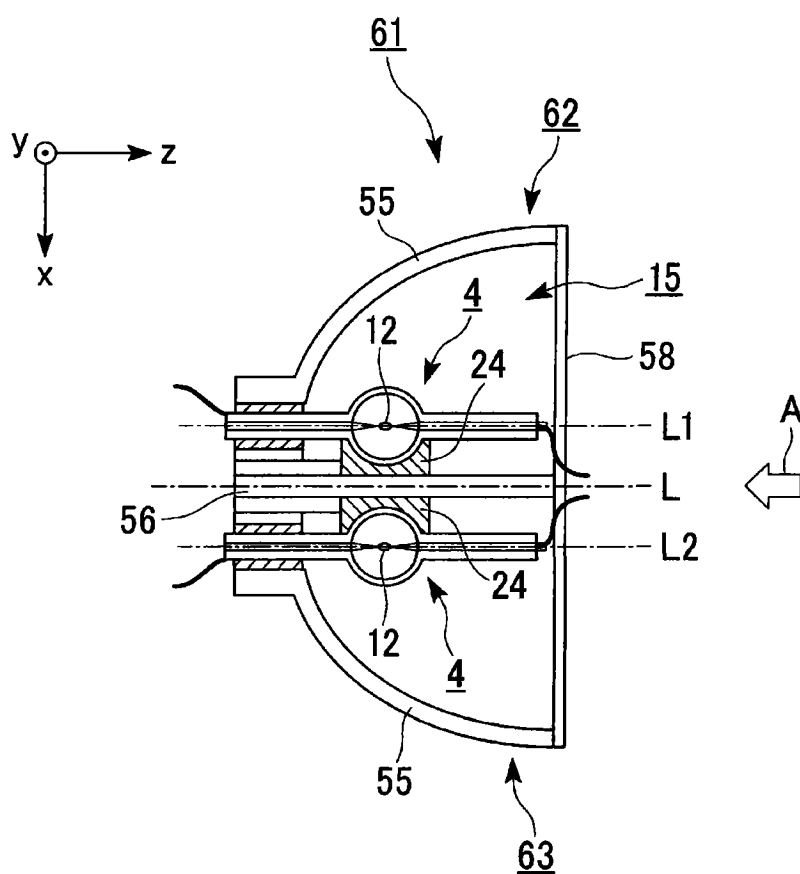


图 8

(A)



(B)

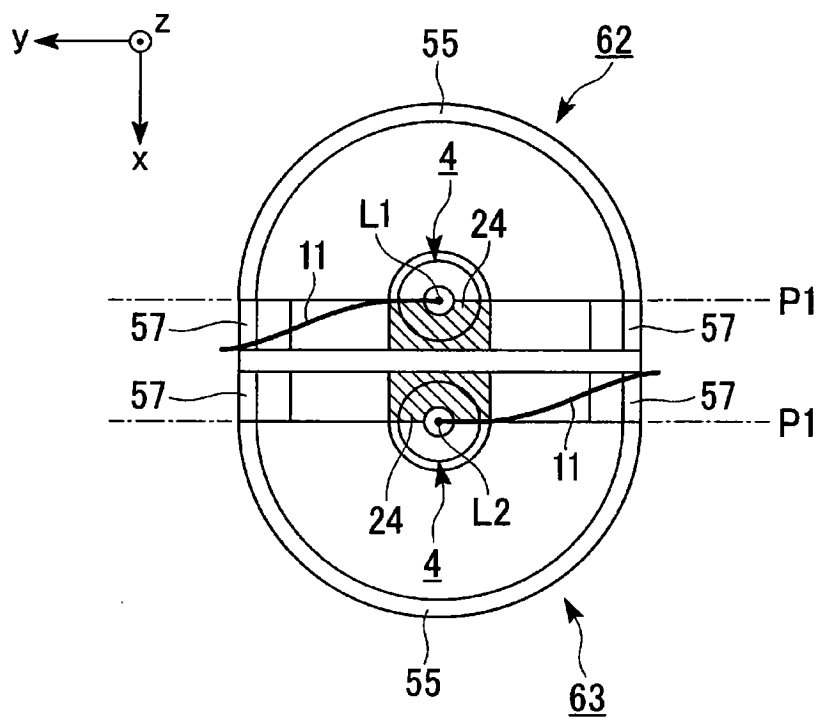
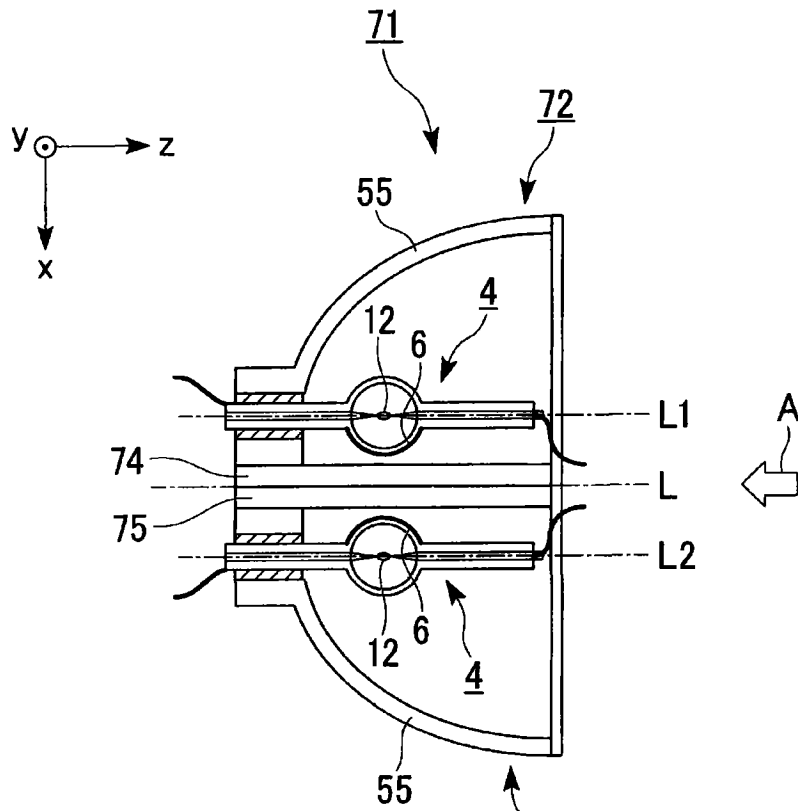


图 10

(A)



(B)

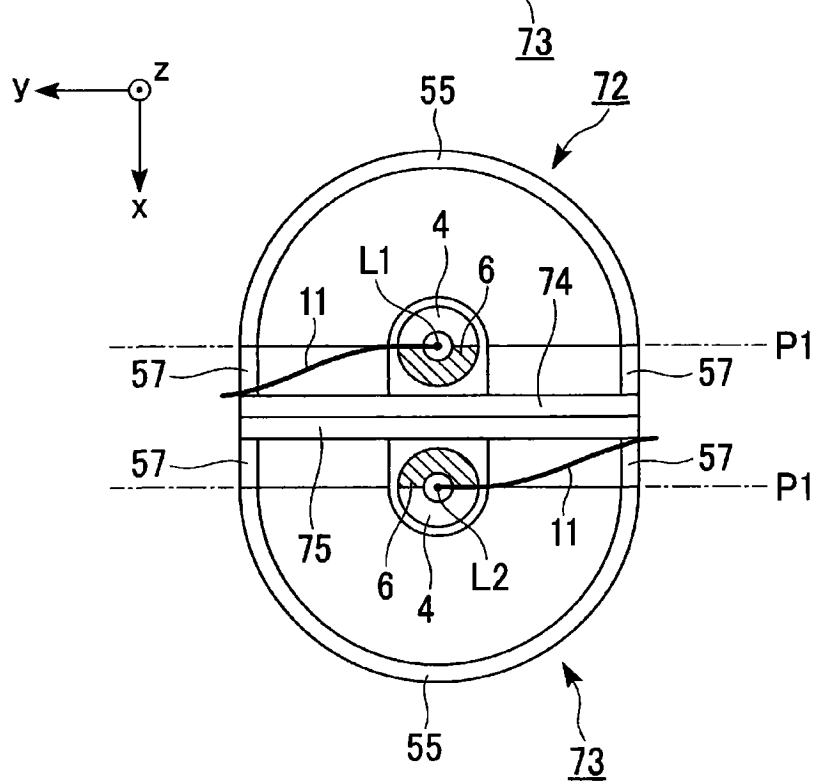
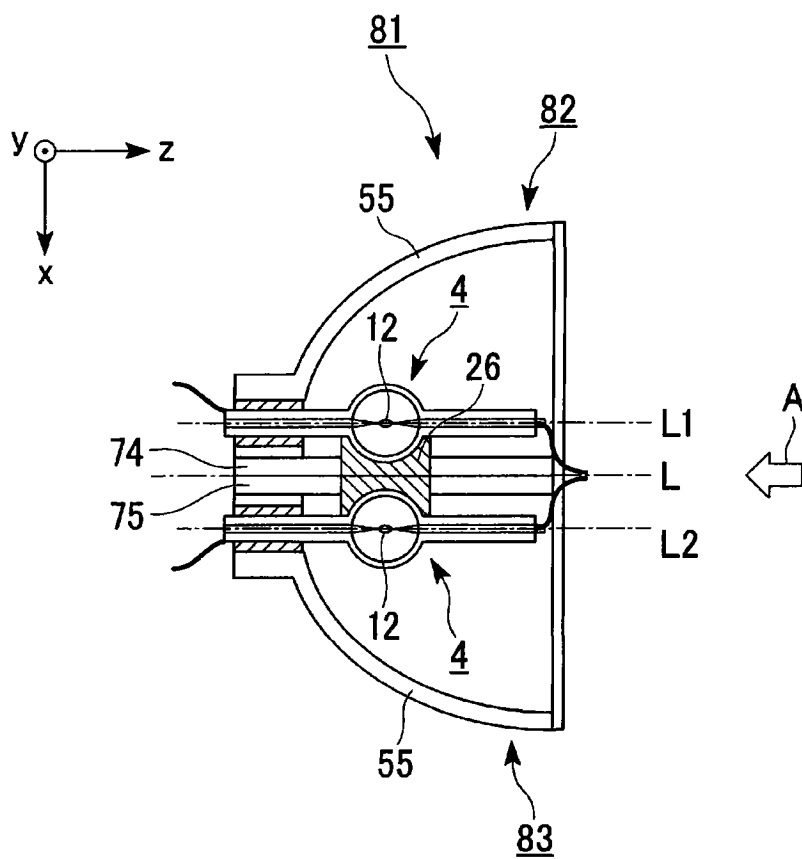


图 11

(A)



(B)

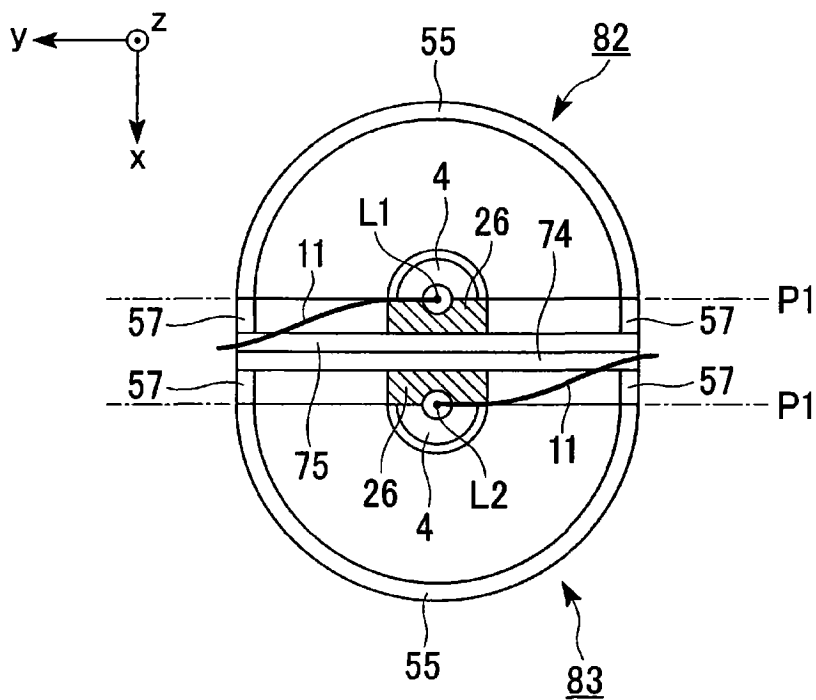


图 12

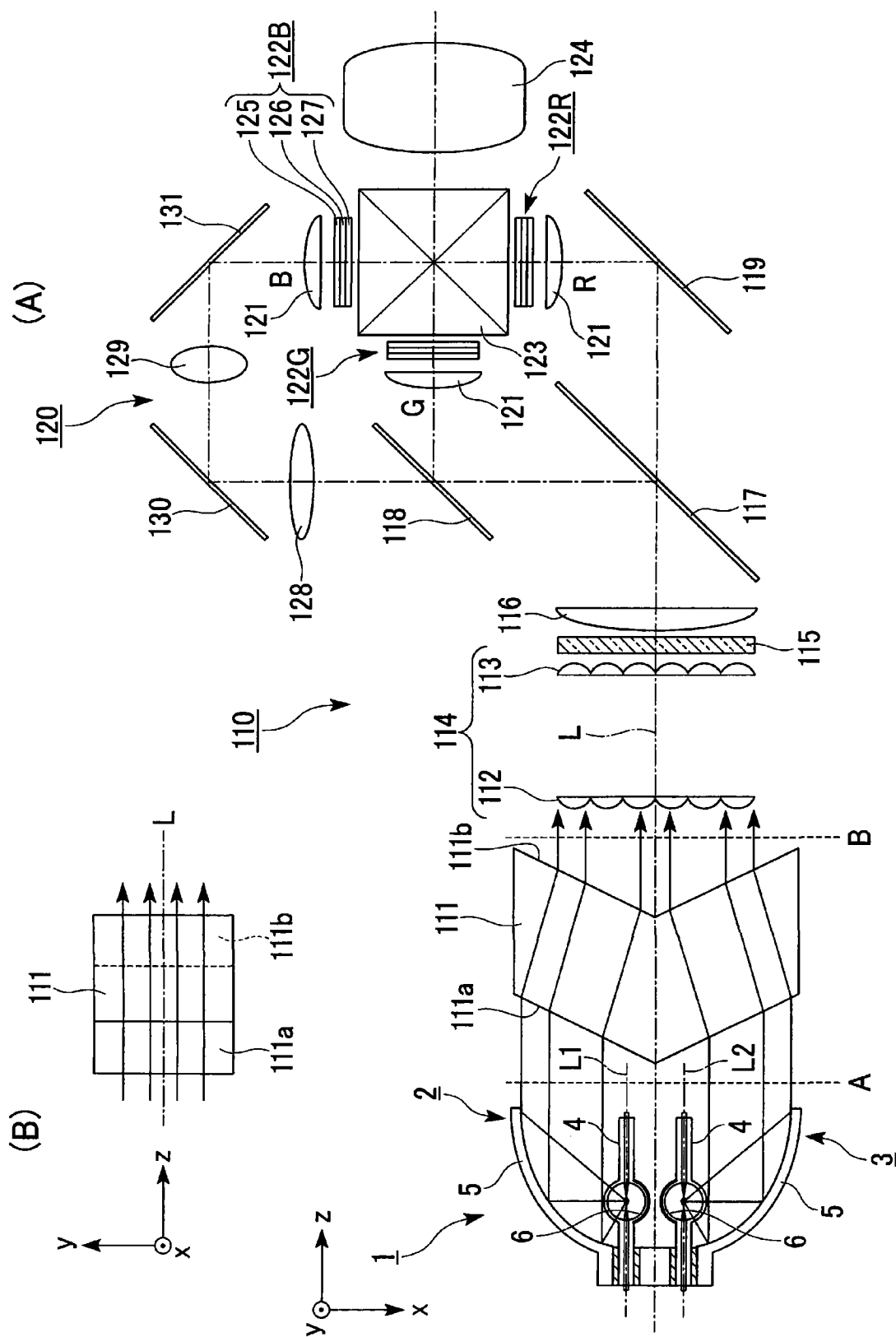


图 13

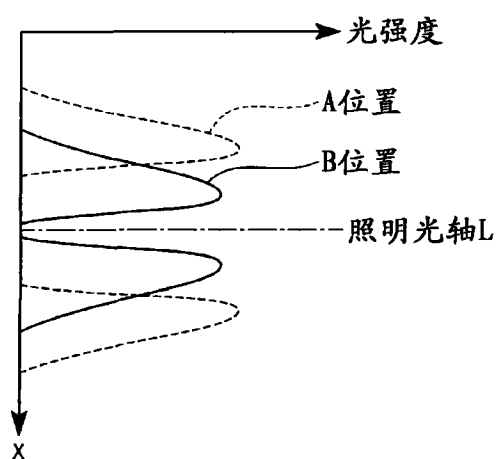


图 14

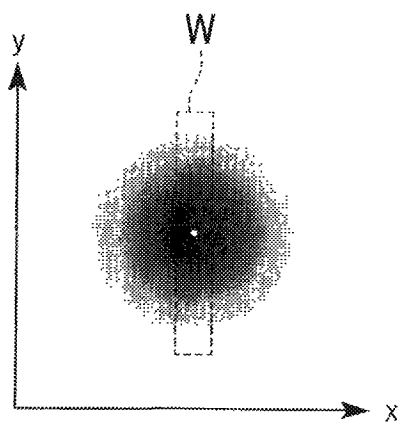
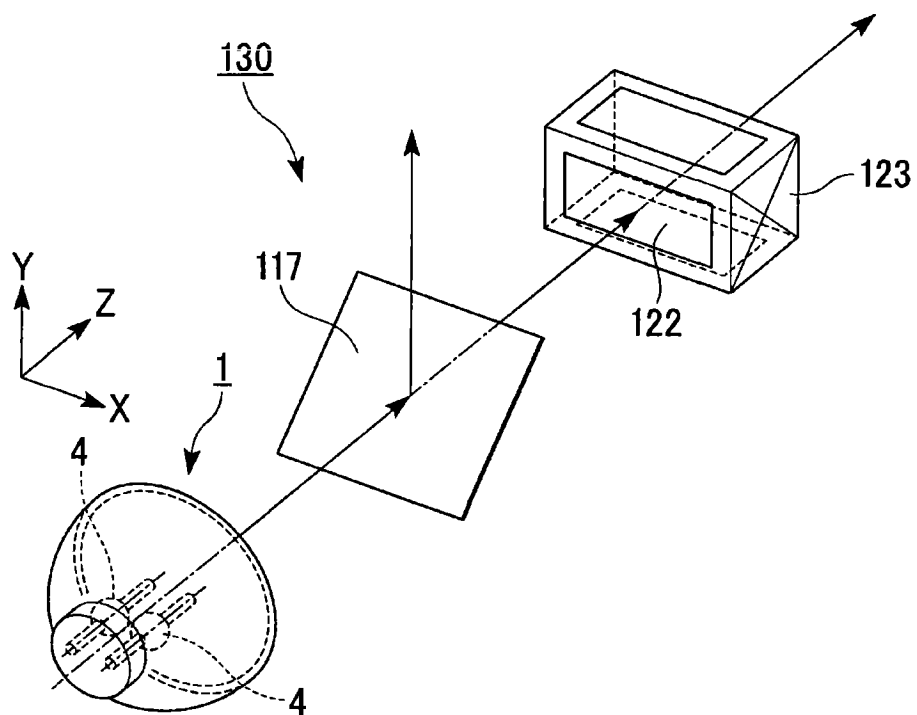


图 15

(A)



(B)

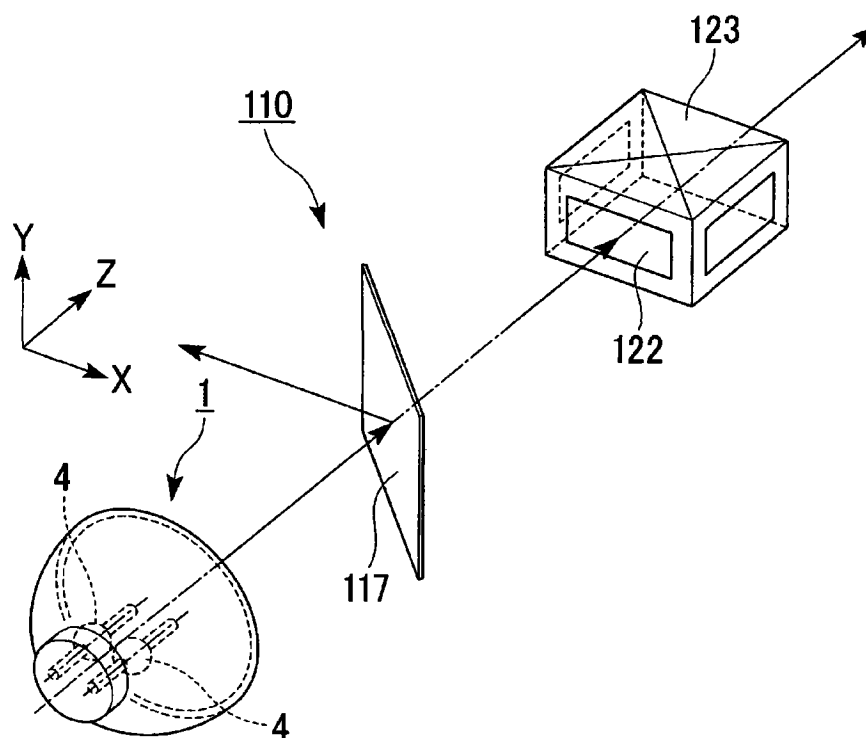
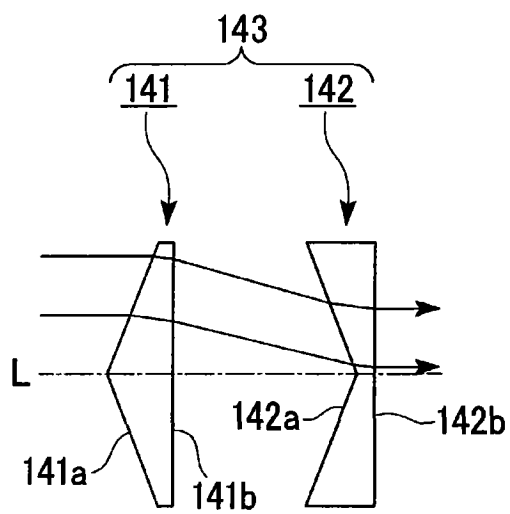


图 16

(A)



(B)

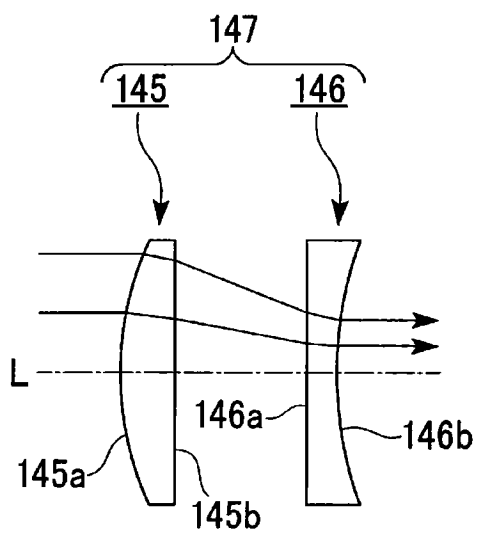


图 17

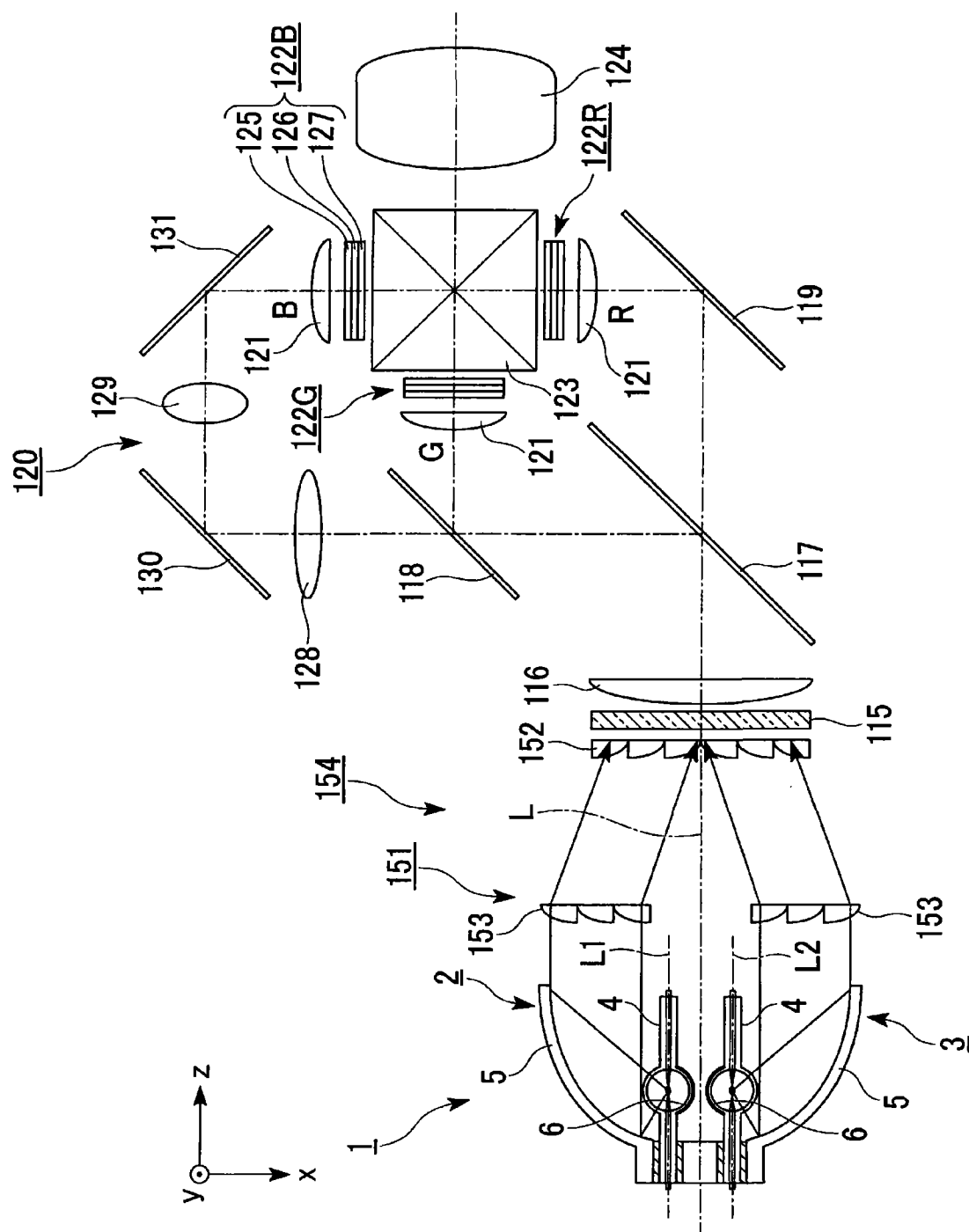


图 18

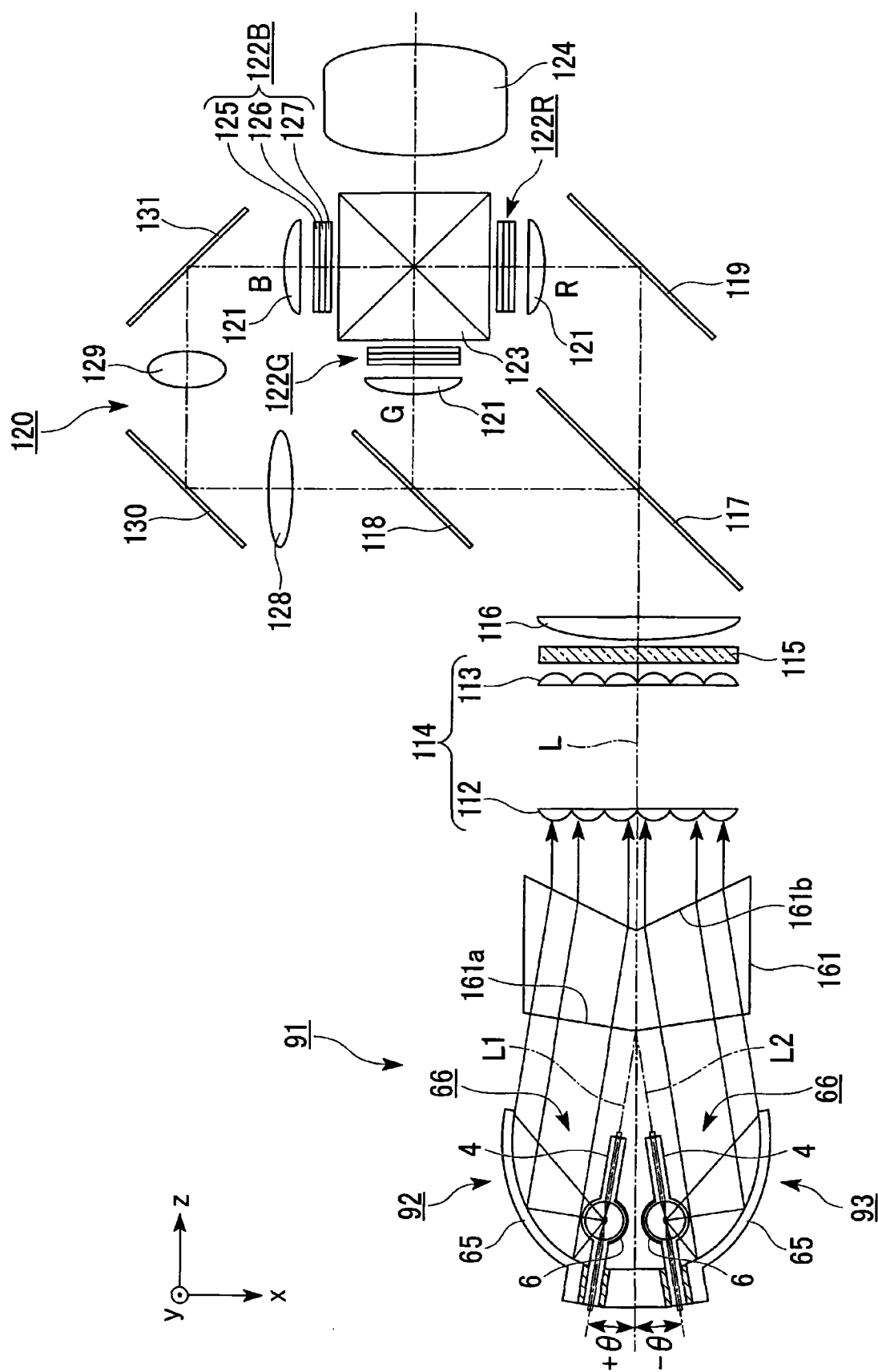


图 19