



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102914938 B

(45) 授权公告日 2015. 02. 25

(21) 申请号 201210270169. X

JP 2001215616 A, 2001. 08. 10,

(22) 申请日 2012. 07. 31

CN 1217480 A, 1999. 05. 26,

(30) 优先权数据

审查员 张小芳

169265/2011 2011. 08. 02 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 秋山光一

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 周春燕 陈海红

(51) Int. Cl.

G03B 21/20(2006. 01)

G03B 21/14(2006. 01)

G03B 21/00(2006. 01)

G02B 27/10(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2004061837 A1, 2004. 04. 01,

JP 2003107220 A, 2003. 04. 09,

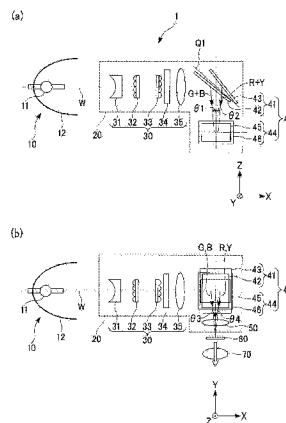
权利要求书3页 说明书17页 附图15页

(54) 发明名称

投影机

(57) 摘要

本发明提供可以降低照明不均的投影机。所述投影机包括光源(10)、将从光源(10)射出的光会聚的聚光光学系统(20)以及对由聚光光学系统(20)会聚的光进行调制的光调制面板(60),在聚光光学系统(20)包括将从光源(10)射出的光分离为多种色光的色分离光学系统(40),在多种色光中至少光源(10)与光调制面板(60)之间的光路长度最长的色光的光路中设置有反射曲面。



1. 一种单板式的投影机,其特征在于,包括:

光源;

聚光光学系统,其将从所述光源射出的光会聚;以及

光调制面板,其对由所述聚光光学系统会聚的光进行调制;

其中,在所述聚光光学系统,包括将从所述光源射出的光分离为多种色光的色分离光学系统,

在所述多种色光中至少所述光源与所述光调制面板之间的光路长度最长的色光的光路中设置有反射曲面,

所述色分离光学系统具备分色镜,所述分色镜使透过该分色镜并由所述反射曲面反射后的光束透过。

2. 如权利要求 1 所述的投影机,其特征在于,

所述色分离光学系统包括:

第 1 光束分离光学系统,其将从所述光源射出的光分离为包含第 1 色光及第 2 色光的第 1 光束和包含第 3 色光及第 4 色光的第 2 光束;

第 2 光束分离光学系统,其将所述第 1 光束分离为所述第 1 色光和所述第 2 色光并且将所述第 1 色光和所述第 2 色光在与包含从所述光源射出的光的光轴和所述第 1 光束的光轴的平面交叉的方向射出;以及

第 3 光束分离光学系统,其将所述第 2 光束分离为所述第 3 色光和所述第 4 色光并且将所述第 3 色光和所述第 4 色光在与所述平面交叉的方向射出;

其中,在所述第 1 色光至所述第 4 色光中所述光源与所述光调制面板之间的光路长度最长的色光的光路中设置有所述反射曲面。

3. 如权利要求 2 所述的投影机,其特征在于,

所述第 1 光束分离光学系统包括使所述第 1 光束反射并且使所述第 2 光束透射的第 1 分色镜和使所述第 2 光束反射的第 1 反射镜;

所述第 2 光束分离光学系统包括使所述第 1 色光反射并且使所述第 2 色光透射的第 2 分色镜和使所述第 2 色光反射的第 2 反射镜;

所述第 3 光束分离光学系统包括使所述第 3 色光反射并且使所述第 4 色光透射的第 3 分色镜和使所述第 4 色光反射的第 3 反射镜;

其中,所述第 1 反射镜至所述第 3 反射镜中的至少一个是所述反射曲面。

4. 如权利要求 1 所述的投影机,其特征在于,

所述色分离光学系统包括:

第 1 光束分离光学系统,其将从所述光源射出的光分离为包含第 1 色光及第 2 色光的第 1 光束和包含第 3 色光及第 4 色光的第 2 光束;以及

第 2 光束分离光学系统,其将所述第 1 光束分离为所述第 1 色光和所述第 2 色光,将所述第 2 光束分离为所述第 3 色光和所述第 4 色光,并且将所述第 1 色光、所述第 2 色光、所述第 3 色光和所述第 4 色光在与包含从所述光源射出的光的光轴和所述第 1 光束的光轴的平面交叉的方向射出;

其中,在所述第 1 色光至所述第 4 色光中所述光源与所述光调制面板之间的光路长度最长的色光的光路中设置有所述反射曲面。

5. 如权利要求 4 所述的投影机,其特征在于,

所述第 1 光束分离光学系统包括使所述第 1 光束反射并且使所述第 2 光束透射的第 1 分色镜和使所述第 2 光束反射的第 1 反射镜;

所述第 2 光束分离光学系统包括使所述第 1 色光及所述第 3 色光反射并且使所述第 2 色光及所述第 4 色光透射的第 2 分色镜和使所述第 2 色光及所述第 4 色光反射的第 2 反射镜;

其中,所述第 1 反射镜和所述第 2 反射镜中的至少一个是所述反射曲面。

6. 如权利要求 2 所述的投影机,其特征在于,

所述第 1 光束分离光学系统包括具有第 1 主面和与该第 1 主面相对的第 2 主面的光束分离元件;

所述第 1 主面使所述第 1 光束反射并且使所述第 2 光束透射,所述第 2 主面使所述第 2 光束反射;

所述第 2 主面是所述反射曲面。

7. 如权利要求 4 所述的投影机,其特征在于,

所述第 1 光束分离光学系统包括具有第 1 主面和与该第 1 主面相对的第 2 主面的光束分离元件;

所述第 1 主面使所述第 1 光束反射并且使所述第 2 光束透射,所述第 2 主面使所述第 2 光束反射;

所述第 2 主面是所述反射曲面。

8. 如权利要求 2 ~ 7 中的任意一项所述的投影机,其特征在于,

所述反射曲面是凸面的反射曲面。

9. 如权利要求 2 ~ 7 中的任意一项所述的投影机,其特征在于,

所述光调制面板具有包括多个子像素的像素;

在所述光调制面板的所述多种色光入射的一侧配置有微透镜阵列;

所述微透镜阵列构成为按每 2 行 2 列的 4 个所述子像素具备一个微透镜。

10. 如权利要求 8 所述的投影机,其特征在于,

所述光调制面板具有包括多个子像素的像素;

在所述光调制面板的所述多种色光入射的一侧配置有微透镜阵列;

所述微透镜阵列构成为按每 2 行 2 列的 4 个所述子像素具备一个微透镜。

11. 如权利要求 1 所述的投影机,其特征在于,

所述色分离光学系统包括:

第 1 分色镜,其使从所述光源射出的光中的第 1 色光反射并且使第 2 色光和第 3 色光透射;

第 2 分色镜,其使所述第 2 色光反射并且使所述第 3 色光透射;以及
反射面,其使所述第 3 色光反射;

其中,所述反射面是所述反射曲面。

12. 如权利要求 11 所述的投影机,其特征在于,

所述反射曲面为凹面的反射曲面。

13. 如权利要求 11 或 12 所述的投影机,其特征在于,

所述光调制面板具有包括多个子像素的像素；
在所述光调制面板的所述多种色光入射的一侧配置有微透镜阵列；
所述微透镜阵列构成为按每 3 个所述子像素具备一个微透镜。

投影机

技术领域

[0001] 本发明涉及投影机。

背景技术

[0002] 作为投影机,已知有具备一个光调制装置的单板式的投影机。如果采用单板式的投影机,则与具备三个光调制装置的三板式的投影机相比,能够实现装置的小型化和/或低成本化。

[0003] 作为单板式的投影机,例如举出专利文献 1 中公开的装置。专利文献 1 的投影机具有将白色光分离为不同的多个波长的光并射出的照明系统。分离后的多个波长的光(例如红色光、绿色光、蓝色光)在相互的光轴成为非平行的状态下入射于光调制装置。入射于光调制装置的多个波长的光分别通过微透镜阵列分配给与各波长的光对应的像素而进行调制。

[0004] 【专利文献 1】特开平 4-60538 号公报

[0005] 但是,分离后的多个波长的光在光源与光调制装置之间的光路长度会产生差异。因此,在分离后的多个波长的光中,会聚于光调制装置的区域各自不同,光调制元件的显示区域的亮度分布不同。因此,会产生照明不均。

发明内容

[0006] 本发明是鉴于这样的情况而提出的,其目的在于提供能够降低照明不均的投影机。

[0007] 为了解决上述课题,本发明的投影机包括:光源;聚光光学系统,其将从所述光源射出的光会聚;以及光调制面板,其对由所述聚光光学系统会聚的光进行调制;其中,在所述聚光光学系统,包括将从所述光源射出的光分离为多种色光的色分离光学系统,在所述多种色光中至少所述光源与所述光调制面板之间的光路长度最长的色光的光路中设置有反射曲面。

[0008] 根据该投影机,通过具有预定曲率的反射曲面调整与光源和光调制面板之间的光路长度最长的色光有关的聚光光学系统的焦点位置。反射曲面的曲率被设定为使得照射到光调制面板的光路长度最长的色光的亮度分布大致均匀的区域面积与光调制面板的显示区域的面积之差变小。因此,在分离后的多种色光之间,可以使会聚到光调制面板的区域面积相互相等,使光调制面板的显示区域上的亮度分布相互相等。因而,能够提供可以降低照明不均的投影机。

[0009] 此外,所谓“光的亮度分布的大致均匀的部分”,例如在光调制面板上的光亮度分布为礼帽形状的情况下,该礼帽形状的顶部的平坦部分是光的亮度分布的大致均匀的部分。此外,所谓“大致均匀”,包含观看者不能辨别的程度的亮度差。

[0010] 在所述投影机中,也可以所述色分离光学系统包括:第 1 光束分离光学系统,其将从所述光源射出的光分离为包含第 1 色光及第 2 色光的第 1 光束和包含第 3 色光及第 4 色

光的第 2 光束 ;第 2 光束分离光学系统,其将所述第 1 光束分离为所述第 1 色光和所述第 2 色光并且将所述第 1 色光和所述第 2 色光在与包含从所述光源射出的光的光轴和所述第 1 光束的光轴的平面交叉的方向射出 ;以及第 3 光束分离光学系统,其将所述第 2 光束分离为所述第 3 色光和所述第 4 色光并且将所述第 3 色光和所述第 4 色光在与所述平面交叉的方向射出 ;其中,在所述第 1 色光至所述第 4 色光中所述光源与所述光调制面板之间的光路长度最长的色光的光路中设置有所述反射曲面。

[0011] 在将来自光源的光二维地分离为 4 束光并射出的结构中,与将来自光源的光一维地分离为三束光并射出的结构相比,光路长度为最短的色光与光路长度为最长的色光之间的光路差变大。因该光路长度的显著不同,例如,在以与光路长度为最短的色光有关的聚光光学系统的焦点位置为基准的情况下,与光路长度为最长的色光有关的聚光光学系统的焦点位置会大大偏离基准。因此,若是不包含反射曲面的结构,则即使为了使光路长度为最短的色光的亮度分布的大致均匀的部分与光调制面板的显示区域大体一致而调整与光路长度为最短的色光有关的聚光光学系统的焦点位置,关于光路长度为最长的色光,亮度分布不均匀的部分也会包含于光调制面板的显示区域中。

[0012] 相对于此,根据本发明的投影机,在将来自光源的光二维地分离为 4 束光并射出的结构中,能够实现照明不均的降低。例如,在将第 1 色光设定为光路长度为最短的色光、将第 4 色光设定为光路长度为最长的色光的情况下,光路长度为最长的第 4 色光由反射曲面反射。与该第 4 色光有关的聚光光学系统的焦点位置被调整为不同于与第 1 色光有关的聚光光学系统的焦点位置。由此,照射到光调制面板的光路长度最长的色光的亮度分布大致均匀的区域面积与光调制面板的显示区域的面积之差变小。因而,能够降低照明不均。

[0013] 在所述投影机中,也可以所述第 1 光束分离光学系统包括使所述第 1 光束反射并且使所述第 2 光束透射的第 1 分色镜和使所述第 2 光束反射的第 1 反射镜 ;所述第 2 光束分离光学系统包括使所述第 1 色光反射并且使所述第 2 色光透射的第 2 分色镜和使所述第 2 色光反射的第 2 反射镜 ;所述第 3 光束分离光学系统包括使所述第 3 色光反射并且使所述第 4 色光透射的第 3 分色镜和使所述第 4 色光反射的第 3 反射镜 ;其中,所述第 1 反射镜至所述第 3 反射镜中的至少一个是所述反射曲面。

[0014] 根据该投影机,能够以第 1~第 3 光束分离光学系统包括分色镜和反射镜这两种镜体的结构实现照明不均的降低。

[0015] 在所述投影机中,也可以所述色分离光学系统包括 :第 1 光束分离光学系统,其将从所述光源射出的光分离为包含第 1 色光及第 2 色光的第 1 光束和包含第 3 色光及第 4 色光的第 2 光束 ;以及第 2 光束分离光学系统,其将所述第 1 光束分离为所述第 1 色光和所述第 2 色光,将所述第 2 光束分离为所述第 3 色光和所述第 4 色光,并且将所述第 1 色光、所述第 2 色光、所述第 3 色光和所述第 4 色光在与包含从所述光源射出的光的光轴和所述第 1 光束的光轴的平面交叉的方向射出 ;其中,在所述第 1 色光至所述第 4 色光中所述光源与所述光调制面板之间的光路长度最长的色光的光路中设置有所述反射曲面。

[0016] 根据该投影机,在将来自光源的光二维地分离为 4 束光并射出的结构中,能够实现照明不均的降低。此外,由于投影机包含两个光束分离光学系统而构成,所以与包含第 1~第 3 光束分离光学系统的结构相比,光学系统的结构变得简单。因而,能够实现投影机的小型化及低成本化。

[0017] 在所述投影机中,也可以所述第 1 光束分离光学系统包括使所述第 1 光束反射并且使所述第 2 光束透射的第 1 分色镜和使所述第 2 光束反射的第 1 反射镜;所述第 2 光束分离光学系统包括使所述第 1 色光及所述第 3 色光反射并且使所述第 2 色光及所述第 4 色光透射的第 2 分色镜和使所述第 2 色光及所述第 4 色光反射的第 2 反射镜;其中,所述第 1 反射镜和所述第 2 反射镜中的至少一个是所述反射曲面。

[0018] 根据该投影机,能够以第 1 光束分离光学系统和第 2 光束分离光学系统分别包括分色镜和反射镜这两种镜体的结构,实现照明不均的降低。此外,与三个光束分离光学系统包括分色镜和反射镜这两种镜体的结构相比,光学系统的结构变得简单。因而,能够实现投影机的小型化及低成本化。

[0019] 在所述投影机中,也可以所述第 1 光束分离光学系统包括具有第 1 主面和与该第 1 主面相对的第 2 主面的光束分离元件;所述第 1 主面使所述第 1 光束反射并且使所述第 2 光束透射,所述第 2 主面使所述第 2 光束反射;所述第 2 主面是所述反射曲面。

[0020] 根据该投影机,第 1 光束分离光学系统包括一个光束分离元件。因此,能够实现光学系统的省空间化,由此,能够实现投影机的小型化。

[0021] 相对于此,在第 1 光束分离光学系统包括分色镜和反射镜这两种镜体的情况下,部件数量增加。此外,除了分色镜的厚度和反射镜的厚度,分色镜与反射镜还要隔开预定距离而配置。因此,需要宽大的空间。

[0022] 在所述投影机中,所述反射曲面是凸面的反射曲面。

[0023] 根据该投影机,在将来自光源的光二维地分离成 4 束光并射出的结构中,例如,在将第 1 色光设定为光路长度为最短的色光、将第 4 色光设定为光路长度为最长的色光的情况下,光路长度为最长的第 4 色光由凸面反射。第 4 色光在由凸面反射后,与入射到凸面前相比光束扩展。因此,第 4 色光会聚到光调制面板的区域变大。因而,通过将反射曲面设定为凸面,容易减小照射到光调制面板的光路长度最长的色光的亮度分布大致均匀的区域面积与光调制面板的显示区域的面积之差。

[0024] 在所述投影机中,也可以所述光调制面板具有包括多个子像素的像素;在所述光调制面板的所述多种色光入射的一侧配置有微透镜阵列;所述微透镜阵列构成为按每 2 行 2 列的 4 个所述子像素具备一个微透镜。

[0025] 根据该投影机,构成微透镜阵列的微透镜与构成像素的 4 个子像素一对一对应。二维地分离为 4 束光并射出的光二维地从 4 个方向入射到预定的微透镜,在由该微透镜聚拢后通过光调制面板的像素,根据图像信号被进行调制。因而,能够使光的利用效率提高。

[0026] 此外,由于子像素为 2 行 2 列,所以微透镜的光轴与入射到该微透镜的各色光所成的角变小。因而,微透镜的像差减小。

[0027] 在所述投影机中,也可以所述色分离光学系统包括:第 1 分色镜,其使从所述光源射出的光中的第 1 色光反射并且使第 2 色光和第 3 色光透射;第 2 分色镜,其使所述第 2 色光反射并且使所述第 3 色光透射;以及反射面,其使所述第 3 色光反射;其中,所述反射面是所述反射曲面。

[0028] 在将来自光源的光一维地分离为三束光并射出的结构中,在以与光路长度为最短的第 1 色光有关的聚光光学系统的焦点位置为基准的情况下,与光路长度为最长的第 3 色光有关的聚光光学系统的焦点位置会偏离基准。因此,在不包括反射曲面的结构的情况下,

第 1 色光与第 3 色光会聚到光调制面板的区域会相互不同。由此,第 1 色光与第 3 色光在光调制面板的显示区域上的亮度分布会不同。

[0029] 相对于此,根据本发明的投影机,在将来自光源的光一维地分离为三束光并射出的结构中,能够实现照明不均的降低。例如,在将第 1 色光设定为红色光、将第 2 色光设定为绿色光、将第 3 色光设定为蓝色光的情况下,光路长度为最长的蓝色光由反射曲面反射。与该蓝色光有关的聚光光学系统的焦点位置被调制为大致相等于与光路长度为最短的红色光有关的聚光光学系统的焦点位置。由此,照射到光调制面板的光路长度最长的色光的亮度分布大致均匀的区域面积与光调制面板的显示区域的面积之差。这样,能够降低由蓝色光与红色光之间的光路长度之差引起的照明不均。

[0030] 在所述投影机中,所述反射曲面优选为凹面的反射曲面。

[0031] 根据该投影机,在将来自光源的光一维地分离为三束光并射出的结构中,光路长度为最长的第 3 色光由凹面反射。第 3 色光在由凹面反射后,与入射到凹面前相比光束聚拢。因此,第 3 色光会聚到光调制面板的区域变小。在以与光路长度为最短的第 1 色光有关的聚光光学系统的焦点位置为基准的情况下,虽然该第 1 色光会聚到光调制面板的区域设定得小,但是由于第 3 色光会聚到光调制面板的区域也变小,所以第 1 色光的聚光区域与第 3 色光的聚光区域大致相等。因而,通过将反射曲面设定为凹面,容易将与第 3 色光有关的聚光光学系统的焦点位置调整为大致相等于与第 1 色光有关的聚光光学系统的焦点位置。由此,容易减小照射到光调制面板的光路长度最长的色光的亮度分布大致均匀的区域面积与光调制面板的显示区域的面积之差。

[0032] 在所述投影机中,优选地,所述光调制面板具有包括多个子像素的像素;在所述光调制面板的所述多种色光入射的一侧配置有微透镜阵列;所述微透镜阵列构成为按每 3 个所述子像素具备一个微透镜。

[0033] 根据该投影机,构成微透镜阵列的微透镜与构成像素的三个子像素一一对应。一维地分离为三束光并射出的光从 3 个方向入射到预定的微透镜,在由该微透镜聚拢后通过光调制面板的像素,根据图像信号被进行调制。因而,能够使光的利用效率提高。

附图说明

[0034] 图 1 是表示本发明第 1 实施例所涉及的投影机的示意图。

[0035] 图 2 是表示该实施例的色分离光学系统的透视图。

[0036] 图 3 是表示该实施例的色分离状况的示意图。

[0037] 图 4 是用于说明该实施例的微透镜与子像素的对应关系的图。

[0038] 图 5 是表示使用该实施例的色分离光学系统时对光调制面板的照明区域的图。

[0039] 图 6 是表示从该实施例的色分离光学系统射出的光的光强度分布的图。

[0040] 图 7 是表示比较例的色分离光学系统的透视图。

[0041] 图 8 是表示使用该比较例的色分离光学系统时对光调制面板的照明区域的图。

[0042] 图 9 是表示从该比较例的色分离光学系统射出的光的光强度分布的图。

[0043] 图 10 是表示该实施例的第 1 光束分离光学系统的第 1 变形例的示意图。

[0044] 图 11 是表示本发明第 1 实施例所涉及的第 1 光束分离光学系统的示意图。

[0045] 图 12 是表示本发明第 2 实施例所涉及的投影机的示意图。

- [0046] 图 13 是表示该实施例的色分离光学系统的示意图。
- [0047] 图 14 是用于说明该实施例的微透镜与子像素的对应关系的图。
- [0048] 图 15 是表示使用该实施例的色分离光学系统时对光调制面板的照明区域的图。
- [0049] 图 16 是表示从该实施例的色分离光学系统射出的光的光强度分布的图。
- [0050] 图 17 是表示比较例的色分离光学系统的示意图。
- [0051] 图 18 是表示使用该比较例的色分离光学系统时对光调制面板的照明区域的图。
- [0052] 图 19 是表示从该比较例的色分离光学系统射出的光的光强度分布的图。
- [0053] 符号说明
- [0054] 1、2…投影机, 10…光源, 20、21…聚光光学系统, 40、80…色分离光学系统, 41…第 1 光束分离光学系统, 42…第 1 分色镜, 43…第 1 反射镜, 43f、46f…凸面(反射曲面), 44…第 2 光束分离光学系统, 45…第 2 分色镜, 46…第 2 反射镜, 60、90…液晶面板(光调制面板), 61、91…微透镜阵列, 61A…微透镜, 81…第 1 分色镜, 82…第 2 分色镜, 83…反射镜, 83f…凹面(反射曲面), Lg、Lb、Lr、Ly…色光。

具体实施方式

[0055] 以下, 参照附图关于本发明的实施例进行说明。这样的实施例表示本发明的一种方式, 而并不是要限定该发明, 在本发明的技术思想的范围内可以任意地进行变更。此外, 在以下的附图中, 为了使各结构容易理解, 使各构造的比例尺和 / 或数量等与实际的构造不同。

[0056] 第 1 实施例

[0057] 参照图 1 至图 11 说明本发明的投影机的一实施例。

[0058] 在本实施例中, 作为投影机 1 举例说明将由光调制面板生成的包含图像信息的色光经由投影光学系统投影于屏幕(被投影面)上的投影型的投影机。

[0059] 此外, 在以下的说明中, 根据需要设定 XYZ 正交坐标系, 参照该 XYZ 正交坐标系说明各部件的位置关系。在本实施例中, 将与从光源 10 射出的光的光轴平行的方向设为 X 方向, 将与 X 方向正交的 2 个方向设为 Y 方向、Z 方向。

[0060] 图 1 是表示本实施例所涉及的投影机 1 的概略结构的图。图 1(a) 是投影机 1 的侧面图, 图 1(b) 是投影机 1 的俯视图。如图 1 所示, 投影机 1 具备: 射出包含可见光的光 W 的光源 10、将从光源 10 射出的光 W 会聚的聚光光学系统 20、对由聚光光学系统 20 会聚的光进行调制的光调制面板 60 以及将由光调制面板 60 生成的包含图像信息的色光投影于屏幕(图示略)的投影光学系统(投影透镜)70。此外, 光调制面板 60 例如是液晶面板。

[0061] 光源 10 具备: 放射状地射出光线的光源灯 11 和将从光源灯 11 放射的光线朝向一个方向(+X 方向)射出的反射器 12。此外, 作为光源灯 11, 能够使用高压水银灯、金属卤化物灯、卤素灯、氙气灯等, 另外, 作为反射器 12, 能够使用抛物面反射器、椭圆面反射器、球面反射器等。

[0062] 聚光光学系统 20 具备: 用于将从光源 10 射出的非偏振光转换为一个偏振状态的光的偏振转换光学系统 30、将从偏振转换光学系统 30 射出的光分离为多种色光的色分离光学系统 40 以及将来自色分离光学系统 40 的色光大致平行化并射出的场透镜 50。

[0063] 偏振转换光学系统 30 具备: 将从光源 10 射出的光 W 大致平行化并射出的凹透镜

31、用于将从凹透镜 31 射出的光分割成多个部分光束的具有多个第 1 小透镜的第 1 透镜阵列 32、具有与第 1 透镜阵列 32 的多个第 1 小透镜对应的多个第 2 小透镜的第 2 透镜阵列 33、将来自第 2 透镜阵列 33 的各部分光束偏振转换为具有第 1 偏振分量的光（例如 p 偏振光）并射出的偏振分束器阵列（偏振分离元件）34 以及将来自偏振分束器阵列 34 的各部分光束在光调制面板 60 重叠的重叠透镜 35。

[0064] 图 2 是表示本实施例的色分离光学系统 40 的透视图。

[0065] 如图 2 所示，色分离光学系统 40 具备第 1 光束分离光学系统 41 和第 2 光束分离光学系统 44。第 1 光束分离光学系统 41 将从光源 10 射出的光 W（白色光）分离为第 1 光束（G+B）和第 2 光束（R+Y）。第 1 光束（G+B）包含第 1 色光（绿色光 G）和第 2 色光（蓝色光 B），第 2 光束（R+Y）包含第 3 色光（红色光 R）和第 4 色光（黄色光 Y）。这里，以将从光源 10 射出的光 W 的光轴方向设为 X 轴方向，含有从光源 10 射出的光 W 的光轴和第 1 光束（G+B）的光轴的面成为 XZ 面的方式设定 XYZ 坐标系。

[0066] 第 2 光束分离光学系统 44 将第 1 光束（G+B）分离为第 1 色光（绿色光 G）和第 2 色光（蓝色光 B），第 1 色光（绿色光 G）和第 2 色光（蓝色光 B）在与 XZ 平面交叉的方向射出。进而，第 2 光束分离光学系统 44 将第 2 光束（R+Y）分离为第 3 色光（红色光 R）和第 4 色光（黄色光 Y），并使第 3 色光（红色光 R）和第 4 色光（黄色光 Y）在与 XZ 平面交叉的方向射出。

[0067] 这里，作为图 2 及图 3 中的蓝色光 B，假定大致 380nm ~ 520nm 的波长范围的光；作为绿色光 G，假定大致 520nm ~ 560nm 的波长范围的光；作为黄色光 Y，假定大致 560nm ~ 600nm 的波长范围的光；作为红色光 R，假定大致 600nm ~ 780nm 的波长范围的光，但并不限定于此。

[0068] 一般，人对于绿色光的视觉敏感度高。若考虑绿色光对观赏时的分辨率感产生大的影响的情况，则优选将绿色光分离为两个波长范围，分别独立地进行调制。在本实施例中，将 520nm ~ 560nm 的波长范围的光即短波长侧的绿色光（偏蓝的绿色光）设定为绿色光 G，将 560nm ~ 600nm 的波长范围的光即长波长侧的绿色光（偏黄的绿色光）设定为黄色光 Y。通过独立地调制绿色光 G 和黄色光 Y，可实现色表现域的扩大和视听时的分辨率感的提高。

[0069] 第 1 光束分离光学系统 41 具备第 1 分色镜 42 和第 1 反射镜 43。第 1 分色镜 42 是使第 1 光束（G+B）反射并且使第 2 光束（R+Y）透射的镜体。第 1 反射镜 43 是使第 2 光束（R+Y）反射的镜体。

[0070] 第 2 光束分离光学系统 44 具备第 2 分色镜 45 和第 2 反射镜 46。第 2 分色镜 45 是使绿色光 G 和红色光 R 反射并且使蓝色光 B 和黄色光 Y 透射的镜体。第 2 反射镜 46 是使蓝色光 B 和黄色光 Y 反射的镜体。

[0071] 第 1 分色镜 42 和第 1 反射镜 43 被配置为从光源 10 射出的光 W 对于第 1 分色镜 42 的入射角度与从光源 10 射出的光 W 对于第 1 反射镜 43 的入射角度不相同。例如，如图 1(a) 所示，当在 XZ 平面设定了相对于 X 轴成 45° 的虚拟轴 Q1 时，以轴 Q1 作为对称轴，第 1 分色镜 42 相对于第 1 反射镜 43 倾斜。在图 1(a) 中，分色镜 42 与第 1 反射镜 43 被配置为：越向 +X 方向行进并且越向 -Z 方向行进，第 1 分色镜 42 与第 1 反射镜 43 的间隔越窄。

[0072] 因此，由第 1 分色镜 42 反射的第 1 光束（G+B）与由第 1 反射镜 43 反射的第 2 光束

(R+Y) 在 XZ 平面上向相互稍微不同的两个方向射出。例如,第 1 分色镜 42 被配置为使由该第 1 分色镜 42 反射的第 1 光束 (G+B) 相对于 Z 轴成 7° (图 1(a) 中所示的 $\theta_1=7^\circ$)。第 1 反射镜 43 被配置为使由该第 1 反射镜 43 反射的第 2 光束 (R+Y) 相对于 Z 轴成 7° (图 1(a) 中所示的 $\theta_2=7^\circ$)。

[0073] 第 2 分色镜 45 和第 2 反射镜 46 被配置为使第 1 光束 (G+B) 对于第 2 分色镜 45 的入射角度与第 1 光束 (G+B) 对于第 2 反射镜 46 的入射角度不相同。此外,第 2 光束 (R+Y) 对于第 2 分色镜 45 的入射角度与第 2 光束 (R+Y) 对于第 2 反射镜 46 的入射角度不相同。例如,在设定了未图示的虚拟轴 Q2 时,以轴 Q2 作为对称轴,第 2 分色镜 45 相对于第 2 反射镜 46 倾斜。

[0074] 因此,绿色光 G、红色光 R、蓝色光 B 和黄色光 Y 向相互稍微不同的方向射出。例如,第 2 分色镜 45 被配置为使由该第 2 分色镜 45 反射的绿色光 G 和红色光 R 相对于 Y 轴成 7° (图 1(b) 中所示的 $\theta_3=7^\circ$)。第 2 反射镜 46 被设置为使由该第 2 反射镜 46 反射的蓝色光 B 和黄色光 Y 相对于 Y 轴成 7° (图 1(b) 中所示的 $\theta_4=7^\circ$)。由此,绿色光 G、红色光 R、蓝色光 B 和黄色光 Y 以相互不同的角度入射到光调制面板 60。

[0075] 图 3 是表示本实施例的色分离光学系统 40 的色分离状况的示意图。

[0076] 在图 3 中,为了方便,示出了与构成微透镜阵列的多个微透镜中的一个微透镜 61A 对应的色分离状况。

[0077] 如图 3 所示,从光源 10 射出的光 W (白色光) 由第 1 光束分离光学系统 41 分离为第 1 光束 G+B 和第 2 光束 R+Y。然后,该第 1 光束 G+B 和第 2 光束 R+Y 由第 2 光束分离光学系统 44 分离为绿色光 G、蓝色光 B、红色光 R 和黄色光 Y。

[0078] 在通过上述的第 1 光束分离光学系统 41 和第 2 光束分离光学系统 44 将来自光源的光二维地分离为 4 束光并射出的结构中,例如与如专利文献 1 所示将来自光源的光一维地分离为三束光并射出的结构相比,在光路长度为最短的色光与光路长度为最长的色光之间光路差变大。因该光路长度的显著不同,例如,在以与光路长度为最短的色光有关的聚光光学系统的焦点位置为基准位置的情况下,与光路长度为最长的色光有关的聚光光学系统的焦点位置会大大偏离基准位置。

[0079] 图 7 是与图 2 对应的、表示比较例的色分离光学系统 140 的透视图。在图 7 中,符号 141 为第 1 光束分离光学系统,符号 142 为第 1 分色镜,符号 143 为第 1 反射镜,符号 144 为第 2 光束分离光学系统,符号 145 为第 2 分色镜,符号 146 为第 2 反射镜。

[0080] 第 1 分色镜 142 是使第 1 光束 (G+B) 反射并且使第 2 光束 (R+Y) 透射的镜体。第 1 反射镜 143 是使第 2 光束 (R+Y) 反射的镜体。

[0081] 第 2 分色镜 145 是使绿色光 G 和红色光 R 反射并且使蓝色光 B 和黄色光 Y 透射的镜体。第 2 反射镜 146 是使蓝色光 B 和黄色光 Y 反射的镜体。

[0082] 从光源 (图示省略) 射出的光 W 由第 1 光束分离光学系统 141 和第 2 光束分离光学系统 144 分离为 4 种色光 (绿色光 G、蓝色光 B、红色光 R、黄色光 Y),并向光调制面板 (图示省略) 射出。

[0083] 这 4 种色光中,光源与光调制面板之间的光路长度最短的色光是由第 1 分色镜 142 和第 2 分色镜 145 反射的色光 (不透射过第 1 分色镜 142 和第 2 分色镜 145 的色光)。另一方面,光源与光调制面板之间的光路长度最长的色光是由第 1 反射镜 143 和第 2 反射镜

146 反射的色光（透射过第 1 分色镜 142 和第 2 分色镜 145 的色光）。

[0084] 在图 7 所示的例子中，光路长度为最短的色光是绿色光 G，光路长度为最长的色光是黄色光 Y。

[0085] 图 8 是表示使用比较例的色分离光学系统 140 时对光调制面板的照明区域的图。图 8 示出了由光路长度的不同引起的照明边缘的差异，图 8(a) 示出了光路长度为最短的色光（例如绿色光 G）的照明区域，图 8(b) 示出了光路长度为最长的色光（例如黄色光 Y）的照明区域。在图 8(a) 及 (b) 中，符号 SA 为光调制面板的显示区域。

[0086] 图 9 是表示从比较例的色分离光学系统 140 射出的光的光强度分布的图。图 9(a) 是光路长度为最短的色光（例如绿色光 G）的光强度分布，图 9(b) 是光路长度为最长的色光（例如黄色光 Y）的光强度分布。

[0087] 如图 8(a) 所示，设定调整了针对绿色光 G 的聚光光学系统 20 的焦点位置，使得光调制面板的显示区域 SA 包含于光路长度最短的色光（绿色光 G）的亮度分布不出现不均的部分中。光的亮度分布不出现不均的部分，意指光的亮度分布的大致均匀的部分。例如，在光调制面板的光的亮度分布为礼帽形状（也称为平顶形状）的情况下，该礼帽形状的顶部的平坦部分是光的亮度分布的大致均匀的部分。此外，所谓“大致均匀”，包含观看者不能辨别的程度的亮度差。

[0088] 此外，具有该礼帽形状的亮度分布的光中预定比例的光对显示区域 SA 内进行照明。例如，光路长度为最短的色光（例如绿色光 G）中 48.66% 的光对显示区域 SA 内进行照明。

[0089] 如图 9(a) 所示，光路长度为最短的色光（例如绿色光 G）的亮度分布成为礼帽形状。该礼帽形状的顶部的平坦部分强度分布（亮度分布）为大致均匀。关于光路长度为最短的色光（例如绿色光 G），显示区域 SA 包含于亮度分布的大致均匀的部分中，亮度分布的不均匀的部分不包含于显示区域 SA 中。

[0090] 另一方面，如图 8(b) 所示，关于光路长度为最长的色光（例如黄色光 Y），亮度分布不均匀的部分会包含于光调制面板的显示区域 SA 中。

[0091] 这里，在如本实施例那样将来自光源的光二维地分离为 4 束光并射出的结构中，色分离光学系统包括多个（2 个）光束分离光学系统。因此，来自光源的光在由该色分离光学系统导光的过程中至少被反射 2 次。

[0092] 另一方面，在如专利文献 1 那样将来自光源的光一维地分离为三束光并射出的结构中，色分离光学系统包括两个分色镜和一个反射镜。因此，来自光源的光在由该色分离光学系统导光的过程中的反射次数为 1 次。

[0093] 因此，在将来自光源的光二维地分离为 4 束光并射出的结构的情况下，与将来自光源的光一维地分离为三束光并射出的结构相比，光路长度为最短的色光与光路长度为最长的色光之间的光路差变得显著。

[0094] 这样，在将来自光源的光二维地分离为 4 束光并射出的结构中，之所以光路长度为最长的色光（例如黄色光 Y）的亮度分布不均匀的部分会包含于光调制面板的显示区域 SA 中，起因于与将来自光源的光一维地分离为三束光并射出的结构相比，光路长度为最短的色光与光路长度为最长的色光之间的光路差变得显著。

[0095] 另外，该光路长度为最长的色光（例如黄色光 Y）中预定比例的光对显示区域 SA

内进行照明。例如,光路长度为最长的色光(例如黄色光 Y)中 40.31% 的光对显示区域 SA 内进行照明。

[0096] 如图 9(b) 所示,光路长度为最长的色光(例如黄色光 Y)的亮度分布成为与图 9(a) 所示的礼帽形状相比顶部的平坦部分变小、边缘更加平缓的形状。关于光路长度为最长的色光(例如黄色光 Y),不仅亮度分布的大致均匀的部分,而且亮度分布的不均匀的部分也包含于显示区域 SA 中。

[0097] 这样,在使用比较例的色分离光学系统 140 的情况下,即使为了使光路长度为最短的色光(例如绿色光 G)的亮度分布的大致均匀的部分与光调制面板的显示区域 SA 大体一致而调整针对绿色光 G 的聚光光学系统 20 的焦点位置,也会因由光路长度的不同引起的照明边缘的差异,使得关于光路长度为最长的色光(例如黄色光 Y),亮度分布不均匀的部分包含于光调制面板的显示区域 SA 中。因此,会产生光调制面板的显示区域 SA 的中央部分明亮、周边部分暗这样亮度分布的差异(照明不均)。

[0098] 因此,在本实施例中,在多种色光中至少光源与光调制面板之间的光路长度为最长的色光的光路中,设置反射曲面。反射曲面通过自身的曲率来调整与该色光有关的聚光光学系统的焦点位置。

[0099] 具体地,如图 2 所示,在色分离光学系统 40 中,在绿色光 G、红色光 R、蓝色光 B 和黄色光 Y 中光源 10 与光调制面板 60 之间的光路长度最长的色光(黄色光 Y)的光路中,设置有反射曲面 43f 和反射曲面 46f。

[0100] 反射曲面 43f 和反射曲面 46f 具有缓和由光路长度的不同引起的聚光光学系统 20 的焦点位置差异的功能。

[0101] 在本实施例中,在第 1 反射镜 43 设置反射曲面 43f,在第 2 反射镜 46 也设置有反射曲面 46f。第 1 反射镜 43 的反射曲面 43f 和第 2 反射镜 46 的反射曲面 46f 这两个反射曲面,反射光的一侧的面为凸面的反射曲面。

[0102] 图 5 是表示使用本实施例的色分离光学系统 40 时对光调制面板的照明区域的图。图 5 表示与图 8(b) 对应的、光路长度为最长的色光(例如黄色光 Y)的照明区域。在图 5 中,符号 SA 是光调制面板的显示区域。

[0103] 图 6 是表示从本实施例的色分离光学系统 40 射出的光的光强度分布的图。图 6 是与图 9(b) 对应的、光路长度为最长的色光(例如黄色光 Y)的光强度分布。

[0104] 在使用本实施例的色分离光学系统 40 的情况下,如图 5 所示,关于光路长度为最长的色光(黄色光 Y),也能够使光调制面板的显示区域 SA 包含于亮度分布的大致均匀的部分中。在本实施例中,光路长度为最长的第 4 色光 Y 在反射曲面 43f 和反射曲面 46f 反射。通过调整反射曲面 43f 的曲率和反射曲面 46f 的曲率,能够使与该黄色光 Y 有关的聚光光学系统的焦点位置不同于与绿色光 G 有关的聚光光学系统的焦点位置。具体地,光束被包括凸面的反射曲面反射,由此扩展。因此,黄色光 Y 的光束通过黄色光 Y 被反射曲面 43f 反射、进而被反射曲面 46f 反射而扩展。因此,黄色光 Y 会聚到光调制面板的区域变大。由此,关于光路长度为最长的色光(黄色光 Y),也能够使光调制面板的显示区域 SA 包含于亮度分布的大致均匀的部分。

[0105] 此外,在本实施例中,光路长度为最长的色光(例如黄色光 Y)中的 37.31% 对显示区域 SA 内进行照明。

[0106] 如图 6 所示,虽然光路长度为最长的色光(例如黄色光 Y)的亮度分布与图 9(b)所示的形状同样地成为边缘平缓的形状,但是顶部的平坦部分的面积变大。关于光路长度为最长的色光(例如黄色光 Y),显示区域 SA 包含于亮度分布的大致均匀的部分中,亮度分布的不均匀的部分不包含于显示区域 SA 中。

[0107] 这样,在使用本实施例的色分离光学系统 40 的情况下,即使为了使光路长度为最短的色光(例如绿色光 G)的亮度分布的大致均匀的部分与光调制面板的显示区域 SA 大体一致而调整与光路长度为最短的色光(例如绿色光 G)有关的聚光光学系统 20 的焦点位置,关于光路长度为最长的色光(例如黄色光 Y),也可以使得亮度分布不均匀的部分不包含于光调制面板的显示区域 SA 中。或者,可以降低亮度分布不均匀的部分中包含于光调制面板的显示区域 SA 的比例。这样,能够减小照射到光调制面板的光路长度为最长的色光(例如黄色光 Y)的亮度分布大致均匀的区域面积与光调制面板的显示区域 SA 的面积之差。因此,可在光调制面板的显示区域 SA 全体得到明亮、亮度分布均匀的图像。

[0108] 返回到图 1(b),由色分离光学系统 40 色分离后的色光在通过场透镜 50 被大致平行化的状态下向光调制面板 60 射出。

[0109] 图 4 是用于说明本实施例的光调制面板 60 所具备的微透镜与子像素的对应关系的图。在图 4 中,为了方便,在图 4(a) 示出 4 种色光中绿色光 G 及蓝色光 B 被导光的状况,在图 4(b) 示出红色光 R 及黄色光 Y 被导光的状况。此外,为了方便,仅图示构成光调制面板 60 的像素和微透镜阵列 61,省略了其他的构成部件的图示。此外,图示构成光调制面板 60 的多个像素中 1 个像素 P。子像素 Pr、子像素 Pg、子像素 Pb 和子像素 Py 构成一个像素 P。子像素 Pr、子像素 Pg、子像素 Pb 和子像素 Py 以 2 行 2 列二维地配置。在图 4(a) 中,符号 Lg 是绿色光 G 向绿色子像素 Pg 的入射光轴,符号 Lb 是蓝色光 B 向蓝色子像素 Pb 的入射光轴。在图 4(b) 中,符号 Lr 是红色光 R 向红色子像素 Pr 的入射光轴,符号 Ly 是黄色光 Y 向黄色子像素 Py 的入射光轴。

[0110] 如图 4(a) 及 (b) 所示,色光 Lg、色光 Lb、色光 Lr 和色光 Ly 各自通过场透镜 50 被平行化并入射到光调制面板 60。入射到光调制面板 60 的色光 Lg、色光 Lb、色光 Lr 和色光 Ly 的光轴相互成为非平行。

[0111] 子像素 Pg 与第 1 色光 Lg 对应,子像素 Pb 与第 2 色光 Lb 对应,子像素 Pr 与第 3 色光 Lr 对应,子像素 Py 与第 4 色光 Ly 对应。入射到光调制面板 60 的色光 Lg、色光 Lb、色光 Lr 和色光 Ly 各自通过微透镜阵列 61 聚光,并入射到对应的子像素。

[0112] 如图 3 的右图所示,微透镜阵列 61 构成为按每 2 行 2 列的 4 个子像素具备一个微透镜 61A。色光 Lg、色光 Lb、色光 Lr 和色光 Ly 被独立地调制,并从光调制面板 60 射出。从光调制面板 60 射出的光通过图 1(b) 所示的投影透镜 70 放大投影到屏幕(图示省略)。

[0113] 根据本实施例的投影机 1,通过具有预定曲率的反射曲面 43f 和具有预定曲率的反射曲面 46f,调整与光源 10 和光调制面板 60 之间的光路长度为最长的色光有关的聚光光学系统 20 的焦点位置。例如,将与该色光有关的聚光光学系统 20 的焦点位置调整得使该色光的亮度分布不均匀的部分不包含于光调制面板的显示区域 SA 中,或者减小该色光的亮度分布不均匀的部分中包含于光调制面板的显示区域 SA 的比例。因此,可以减小在分离后的多个色光之间光调制面板 60 上的光束粗细的差异,减小光调制面板 60 的显示区域 SA 上的亮度分布的差异。因而,能够提供可以降低照明不均的投影机 1。

[0114] 此外,根据该结构,能够在将来自光源 10 的光二维地分离为 4 束光并射出的结构中实现照明不均的降低。例如,在将第 1 色光 G 设定为光路长度为最短的色光、将第 4 色光 Y 设定为光路长度为最长的色光的情况下,光路长度为最长的第 4 色光 Y 由反射曲面 43f 和反射曲面 46f 反射。与该第 4 色光 Y 有关的聚光光学系统 20 的焦点位置,被调整为不同于与第 1 色光 G 有关的聚光光学系统 20 的焦点位置。由此,即使为了使得光路长度为最短的色光(例如绿色光 G)的亮度分布的大致均匀的部分与光调制面板的显示区域 SA 大体一致而调整与光路长度为最短的色光(例如绿色光 G)有关的聚光光学系统 20 的焦点位置,关于光路长度为最长的色光(例如黄色光 Y),也可以使得亮度分布不均匀的部分不包含于光调制面板的显示区域 SA。或者,可以降低亮度分布不均匀的部分中包含于光调制面板的显示区域 SA 的比例。这样,能够减小照射到光调制面板的光路长度为最长的色光(例如黄色光 Y)的亮度分布大致均匀的区域面积与光调制面板的显示区域 SA 的面积之差。因而,能够降低照明不均。

[0115] 此外,根据该结构,投影机 1 包括两个光束分离光学系统 41、44 而构成,所以与包括第 1~第 3 光束分离光学系统的结构相比,光学系统的结构变得简单。因而,能够实现投影机 1 的小型化及低成本化。

[0116] 此外,根据该结构,能够以第 1 光束分离光学系统 41 及第 2 光束分离光学系统 44 包括分色镜和反射镜这两种镜体的结构实现照明不均的降低。此外,与三个光束分离光学系统包括分色镜和反射镜这两种镜体的结构相比,光学系统的结构变得简单。因而,能够实现投影机 1 的小型化及低成本化。

[0117] 此外,根据该结构,在将来自光源 10 的光二维地分离为 4 束光并射出的结构中,例如,在将第 1 色光 G 设定为光路长度为最短的色光,将第 4 色光 Y 设定为光路长度为最长的色光的情况下,光路长度为最长的第 4 色光 Y 由凸面反射。第 4 色光 Y 在由凸面反射后,与入射到凸面前相比光束扩展。因此,第 4 色光 Y 会聚到光调制面板 60 的区域变大。因而,即使为了使光路长度为最短的色光(例如绿色光 G)的亮度分布的大致均匀的部分与光调制面板的显示区域 SA 大体一致而调整与光路长度为最短的色光(例如绿色光 G)有关的聚光光学系统 20 的焦点位置,也可以通过使用具有凸面的反射曲面 43f 和反射曲面 46f,关于光路长度为最长的色光(例如黄色光 Y),使亮度分布不均匀的部分不包含于光调制面板的显示区域 SA 中。或者,可以降低亮度分布不均匀的部分中包含于光调制面板的显示区域 SA 的比例。这样,能够减小照射到光调制面板的光路长度为最长的色光(例如黄色光 Y)的亮度分布大致均匀的区域面积与光调制面板的显示区域 SA 的面积之差。

[0118] 此外,根据该结构,构成微透镜阵列 61 的一个微透镜 61A 与包括 4 个子像素 Pg、Pb、Pr、Py 的一个像素 P 一一对应。色光 Lg、色光 Lb、色光 Lr、色光 Ly 从 4 个方向入射到预定的微透镜 61A,在由该微透镜 61A 聚拢后通过光调制面板 60 的像素,根据图像信号被进行调制。因而,能够使光的利用效率提高。

[0119] 此外,子像素 Pg、Pb、Pr、Py 以 2 行 2 列配置,所以微透镜 61A 的光轴与入射到该微透镜 61A 的各色光所成的角变小。因而,可减小微透镜 61A 的像差。

[0120] 另外,在本实施例所涉及的投影机 1 中,投影机 1 包含两个光束分离光学系统(第 1 光束分离光学系统 41 和第 2 光束分离光学系统 44)而构成,但并不限于此。例如,投影机也可以包括第 1~第 3 光束分离光学系统而构成。

[0121] 在此情况下,第 1 光束分离光学系统能够采用包括使第 1 光束反射并且使第 2 光束透射的第 1 分光镜和使第 2 光束反射的第 1 反射镜的结构。第 2 光束分离光学系统能够采用包括使第 1 色光反射并且使第 2 色光透射的第 2 分光镜和使第 2 色光反射的第 2 反射镜的结构。第 3 光束分离光学系统能够采用包括使第 3 色光反射并且使第 4 色光透射的第 3 分光镜和使第 4 色光反射的第 3 反射镜的结构。而且,设定为在第 1 反射镜至第 3 反射镜中的至少一个设置反射曲面的结构。

[0122] 根据该投影机,能够以第 1~第 3 光束分离光学系统包括分光镜和反射镜这两种镜体的结构实现照明不均的降低。

[0123] 此外,在本实施例所涉及的投影机 1 中,第 1 分光镜 42 是使第 1 光束 (G+B) 反射并且使第 2 光束 (R+Y) 透射的镜体,第 2 分光镜 45 是使绿色光 G 和红色光 R 反射并且使蓝色光 B 和黄色光 Y 透射的镜体,但并不限于此。各分光镜的分光特性只要根据其配置状态和 / 或色光在光调制面板的入射方向的设定状态适宜设定即可。例如,第 1 分光镜 42 可以是使第 2 光束 (R+Y) 反射并且使第 1 光束 (G+B) 透射的镜体。此外,第 2 分光镜 45 可以是使蓝色光 B 和黄色光 Y 反射并且使绿色光 G 和红色光 R 透射的镜体。

[0124] 此外,在本实施例所涉及的投影机 1 中,在第 1 反射镜 43 和第 2 反射镜 46 这两个反射镜设置有反射曲面,但是并不限于此。例如,可以仅在第 1 反射镜设置反射曲面,也可以仅在第 2 反射镜设置反射曲面。即,只要在第 1 反射镜和第 2 反射镜中至少一方设置反射曲面即可。

[0125] (第 1 实施例所涉及的第 1 光束分离光学系统的变形例 1)

[0126] 图 10 是表示第 1 实施例所涉及的第 1 光束分离光学系统的第 1 变形例的示意图。

[0127] 如图 10 所示,本变形例的第 1 光束分离光学系统包括具有第 1 主面 41Af1 和与该第 1 主面 41Af1 相对的第 2 主面 41Af2 的光束分离元件 41A。第 1 光束分离光学系统以外的结构与图 1 所示的结构相同,因此详细说明从略。

[0128] 本变形例的光束分离元件 41A 将从光源 10 射出的光 W(白色光)分离为包含第 1 色光(绿色光 G)和第 2 色光(蓝色光 B)的第 1 光束 (G+B) 以及包含第 3 色光(红色光 R)和第 4 色光(黄色光 Y)的第 2 光束 (R+Y)。

[0129] 具体地,光束分离元件 41A 的第 1 主面 41Af1 为使第 1 光束 (G+B) 反射并且使第 2 光束 (R+Y) 透射的面。第 2 主面 41Af2 为使第 2 光束 (R+Y) 反射的面。在本变形例的光束分离元件 41A 中,第 2 主面 41Af2 作为反射曲面起作用,其通过自身的曲率调整与光源 10 和光调制面板 60 之间的光路长度最长的色光有关的聚光光学系统的焦点位置。第 2 主面 41Af2 的第 2 光束 (R+Y) 所入射的一侧的面为凸面的反射曲面。

[0130] 根据本变形例的结构,第 1 光束分离光学系统包括一个光束分离元件 41A。因此,能够实现光学系统的省空间化,由此,能够实现投影机的小型化。

[0131] 相对于此,如图 11 所示,在第 1 光束分离光学系统包括分光镜和反射镜这两种镜体的情况下,部件数量增加。此外,除了分光镜的厚度和反射镜的厚度,分光镜与反射镜还要隔开预定距离而配置。因此,需要宽大的空间。

[0132] 第 2 实施例

[0133] 图 12 是与图 1(b) 对应的、表示本发明的第 2 实施例所涉及的投影机 2 的示意图。

[0134] 如图 12 所示,本实施例所涉及的投影机 2,与上述的第 1 实施例所涉及的投影机

1 的不同之处在于:取代将来自光源 10 的光二维地分离为 4 束光并射出的色分离光学系统 40,设置有将来自光源 10 的光一维地分离为三束光并射出的色分离光学系统 80,并且取代与 4 分离对应的光调制面板 60 而设置有与 3 分离对应的光调制面板 90。其他方面与上述的结构相同,所以对于与图 1(b) 相同的要素附加同一符号,并省略详细说明。

[0135] 如图 12 所示,投影机 2 具备:射出包含可见光的光的光源 10、将从光源 10 射出的光会聚的聚光光学系统 21、对由聚光光学系统 21 会聚的光进行调制的光调制面板 90 以及将由光调制面板 90 生成的包含图像信息的色光投影于屏幕(图示略)的投影光学系统(投影透镜)70。

[0136] 聚光光学系统 21 具备:偏振转换光学系统 30、将从偏振转换光学系统 30 射出的光分离为多种色光的色分离光学系统 80 以及将来自色分离光学系统 80 的色光大致平行化并射出的场透镜 50。

[0137] 色分离光学系统 80 具备第 1 分色镜 81、第 2 分色镜 82 和反射镜 83。第 1 分色镜 81 是使从光源 10 射出的光 W(白色光)中的第 1 色光(红色光 R)反射并且使第 2 色光(绿色光 G)及第 3 色光(蓝色光 B)透射的镜体。第 2 分色镜 82 是使第 2 色光(绿色光 G)反射并且使第 3 色光(蓝色光 B)透射的镜体。反射镜 83 是使第 3 色光(蓝色光 B)反射的镜体。

[0138] 这里,作为蓝色光 B,假定大致 380nm ~ 520nm 的波长范围的光;作为绿色光 G,假定大致 520nm ~ 600nm 的波长范围的光;作为红色光 R,假定大致 600nm ~ 780nm 的波长范围的光,但并不限于此。

[0139] 在本实施方式中,通过色分离光学系统 80,将来自光源 10 的光一维地分离为三束光。从光源 10 射出的光(白色光)通过色分离光学系统 80 被分离为第 1 色光 R、第 2 色光 G 和第 3 色光 B。

[0140] 在将来自光源的光一维地分离为三束光并射出的结构中,在以与光路长度为最短的色光有关的聚光光学系统的焦点位置为基准位置的情况下,与光路长度为最长的色光有关的聚光光学系统的焦点位置会偏离基准位置。

[0141] 图 17 是表示比较例的色分离光学系统 180 的示意图。图 17(a) 示出了光路长度为最短的色光被导光的状况,图 17(c) 示出了光路长度为最长的色光被导光的状况,图 17(b) 示出了光路长度为最短与最长之间的色光被导光的状况。在图 17(a) ~ (c) 中,符号 135 是重叠透镜,符号 181 是第 1 分色镜,符号 182 是第 2 分色镜,符号 183 是反射镜,符号 190 是光调制面板。

[0142] 如图 17(a) 所示,第 1 分色镜 181 是使第 1 色光(红色光 R)反射并且使第 2 色光(绿色光 G)及第 3 色光(蓝色光 B)透射的镜体。如图 17(b) 所示,第 2 分色镜 182 是使第 2 色光(绿色光 G)反射并且使第 3 色光(蓝色光 B)透射的镜体。如图 17(c) 所示,反射镜 183 是使第 3 色光(蓝色光 B)反射的镜体。

[0143] 如图 17(a) ~ (c) 所示,从光源(图示略)射出的光通过色分离光学系统 180 分离为 3 种色光(红色光 R、绿色光 G 及蓝色光 B),并向光调制面板 190 射出。

[0144] 这 3 种色光中,光源与光调制面板之间的光路长度最短的色光是由第 1 分色镜 181 反射的第 1 色光(不透射过第 1 分色镜 181 的色光)。另一方面,光源与光调制面板之间的光路长度最长的色光是由反射镜 183 反射的第 3 色光(透射过第 1 分色镜 181 和第 2 分色

镜 182 的色光)。

[0145] 图 18 是表示使用比较例的色分离光学系统 180 时对光调制面板的照明区域的图。图 18 表示由光路长度的不同引起的照明边缘的差异,图 18(a) 示出了光路长度为最短的色光(例如第 1 色光 R) 的照明区域,图 18(b) 示出了光路长度居中的色光(例如第 2 色光 G) 的照明区域,图 18(c) 示出了光路长度为最长的色光(例如第 3 色光 B) 的照明区域。在图 18(a)~(c) 中,符号 SA 为光调制面板的显示区域。

[0146] 图 19 是表示从比较例的色分离光学系统 180 射出的光的光强度分布的图。图 19(a) 是光路长度为最短的色光(例如第 1 色光 R) 的光强度分布,图 19(b) 是光路长度居中的色光(例如第 2 色光 G) 的光强度分布,图 19(c) 是光路长度为最长的色光(例如第 3 色光 B) 的光强度分布。

[0147] 如图 18(a) 所示,设定调整了针对第 1 色光 R 的聚光光学系统 20 的焦点位置,使得光调制面板的显示区域 SA 与光路长度最短的色光(例如第 1 色光 R) 的亮度分布不出现不均的部分大体一致。光的亮度分布不出现不均的部分,意指光的亮度分布大致均匀的部分。

[0148] 如图 19(a) 所示,光路长度为最短的色光(例如第 1 色光 R) 的亮度分布成为礼帽形状。该礼帽形状的顶部的平坦部分强度分布(亮度分布)为大致均匀。关于光路长度为最短的色光(例如第 1 色光 R),光调制面板的显示区域 SA 包含于光路长度最短的色光(例如第 1 色光 R) 的亮度分布不出现不均的部分大体一致,亮度分布不均匀的部分不包含于显示区域 SA 中。

[0149] 如图 18(b) 所示,关于光路长度居中的色光(例如第 2 色光 G),虽然亮度分布的大致均匀的部分包含于光调制面板的显示区域 SA,但是亮度分布的大致均匀的部分的一部分从显示区域 SA 露出。

[0150] 如图 19(b) 所示,光路长度居中的色光(例如第 2 色光 G) 的亮度分布,成为顶部的平坦部分比图 19(a) 所示的礼帽形状大的形状。但是,该平坦部分的强度与图 19(a) 所示的礼帽形状的平坦部分的强度相比变小。

[0151] 此外,关于光路长度居中的色光(例如第 2 色光 G),虽然亮度分布的大致均匀的部分包含于显示区域 SA,但是亮度分布的大致均匀的部分的一部分从显示区域 SA 露出。由此,与图 19(a) 所示的礼帽形状相比,包含于显示区域 SA 中的亮度分布的大致均匀的部分的比例减小。

[0152] 如图 18(c) 所示,关于光路长度为最长的色光(例如第 3 色光 B),虽然亮度分布的大致均匀的部分包含于光调制面板的显示区域 SA,但是亮度分布的大致均匀的部分的一部分从显示区域 SA 露出。另外,该露出部分的比例在 3 种色光中最大。

[0153] 如图 19(c) 所示,光路长度为最长的色光(例如第 3 色光 B) 的亮度分布,成为顶部的平坦部分比图 19(b) 所示的礼帽形状大的形状。但是,该平坦部分的强度与图 19(b) 所示的礼帽形状的平坦部分的强度相比变小。

[0154] 此外,关于光路长度为最长的色光(例如第 3 色光 B),虽然亮度分布的大致均匀的部分包含于显示区域 SA,但是亮度分布的大致均匀的部分的一部分从显示区域 SA 露出。由此,与图 19(b) 所示的礼帽形状相比,包含于显示区域 SA 中的亮度分布的大致均匀的部分的比例减小。另外,该露出部分的比例在 3 种色光中最大。

[0155] 这样,在使用比较例的色分离光学系统 180 的情况下,在为了使光路长度为最短的色光(例如第 1 色光 R)的亮度分布的大致均匀的部分与光调制面板的显示区域 SA 大体一致而调整了与光路长度为最短的色光(例如第 1 色光 R)有关的聚光光学系统 21 的焦点位置的情况下,也会因由光路长度的不同引起的照明边缘的差异,尤其关于光路长度为最长的色光(例如第 3 色光 B),亮度分布均匀的部分从光调制面板的显示区域 SA 大幅露出。因此,该露出部分不仅成为光获取的损失,而且会产生光调制面板的显示区域 SA 的明亮度在第 1 色光 R 下明亮、而关于第 3 色光 B 则暗这样的明暗差(照明不均)。

[0156] 因此,在本实施例中,在多种色光中至少光源与光调制面板之间的光路长度最长的色光的光路中,设置反射曲面。反射曲面通过自身的曲率来调整与该色光有关的聚光光学系统的焦点位置。

[0157] 具体地,如图 13 所示,在色分离光学系统 80 中,在第 1 色光 R、第 2 色光 G 和第 3 色光 B 中光源 10 与光调制面板 90 之间的光路长度最长的色光(例如第 3 色光 B)的光路中,设置有反射曲面 83f。

[0158] 反射曲面 83f 具有调整照明区域的面积的功能。就是说,反射曲面 83f 具有减小照射到光调制面板的光路长度为最长的色光(例如第 3 色光 B)的亮度分布大致均匀的区域面积与光调制面板的显示区域 SA 的面积之差的功能。由此,能够缓和由颜色引起的明暗差。

[0159] 在本实施例中,在反射镜 83 设置有反射曲面 83f。反射镜 83 的反射曲面 83f,反射光的一侧的面为凹面的反射曲面。

[0160] 图 15 是表示使用本实施例的色分离光学系统 80 时对光调制面板的照明区域的图。图 15 表示与图 18(c) 对应的、光路长度为最长的色光(例如第 3 色光 B)的照明区域。在图 15 中,符号 SA 是光调制面板的显示区域。

[0161] 图 16 是表示从本实施例的色分离光学系统 80 射出的光的光强度分布的图。图 16 是与图 19(c) 对应的、光路长度为最长的色光(例如第 3 色光 B)的光强度分布。

[0162] 在使用本实施例的色分离光学系统 80 的情况下,如图 15 所示,可以使光路长度为最长的色光(例如第 3 色光 B)的亮度分布的大致均匀的部分与光调制面板的显示区域 SA 大体一致。在本实施例中,光路长度为最长的第 3 色光 B 由反射曲面 83f 反射。与该第 3 色光 B 有关的聚光光学系统的焦点位置,被调整为大体一致于与光路长度最短的第 1 色光 R 有关的聚光光学系统的焦点位置。具体地,光束被包括凹面的反射曲面反射由此会聚。因此,第 3 色光 B 的光束通过第 3 色光 B 被反射曲面 83f 反射而会聚。因此,第 3 色光 B 会聚到光调制面板的区域变小。如果适宜调整反射曲面 83f 的曲率,则能够调整得使光路长度为最长的色光(例如第 3 色光 B)的亮度分布的大致均匀的部分全部包含于光调制面板的显示区域 SA。或者,能够减小光路长度为最长的色光(第 3 色光 B)的亮度分布的大致均匀的部分中从显示区域 SA 露出的部分的比例。这样,能够减小照射到光调制面板的光路长度为最长的色光(第 3 色光 B)的亮度分布大致均匀的区域面积与光调制面板的显示区域 SA 的面积之差。

[0163] 如图 16 所示,光路长度为最长的色光(例如第 3 色光 B)的亮度分布成为与图 19(a) 所示的形状相同的礼帽形状。就是说,关于顶部的平坦部分,变得比图 19(c) 所示的形状小。关于光路长度为最长的色光(例如第 3 色光 B),亮度分布的大致均匀的部分与显

示区域 SA 大体一致,亮度分布的不均匀的部分不包含于显示区域 SA 中。

[0164] 这样,在使用本实施例的色分离光学系统 80 的情况下,在为了使光路长度为最短的色光(例如第 1 色光 R)的亮度分布的大致均匀的部分与光调制面板的显示区域 SA 大体一致而设定了与光路长度为最短的色光(例如第 1 色光 R)有关的聚光光学系统 21 的焦点位置的情况下,关于光路长度为最长的色光(例如第 3 色光 B),亮度分布的大致均匀的部分也不从显示区域 SA 露出。或者,可以减小光路长度为最长的色光(第 3 色光 B)的亮度分布的大致均匀的部分中从显示区域 SA 露出的部分的比例。这样,能够减小照射到光调制面板的光路长度为最长的色光(第 3 色光 B)的亮度分布大致均匀的区域面积与光调制面板的显示区域 SA 的面积之差。因此,能够避免光获取的损失,并且减小光调制面板的显示区域 SA 上的第 1 色光 R 的明亮度、第 2 色光 G 的明亮度与第 3 色光 B 的明亮度之差。

[0165] 图 14 是用于说明本实施例的微透镜与子像素的对应关系的图。在图 14 中,为了方便,在图 14(a) 示出 3 种色光中第 1 色光 R 被导光的状况,在图 14(b) 示出第 2 色光 G 被导光的状况,在图 14(c) 示出第 3 色光 B 被导光的状况。在图 14(a) 中,符号 L_r 是第 1 色光 R 向红色子像素 P_r 的入射光轴。在图 14(b) 中,符号 L_g 是第 2 色光 G 向绿色子像素 P_g 的入射光轴。在图 14(c) 中,符号 L_b 是第 3 色光 B 向蓝色子像素 P_b 的入射光轴。此外,光调制面板 90 具有多个像素,但在图 14(a) ~ (c) 放大示出了多个像素中的一个。光调制面板 90 例如是液晶面板。

[0166] 如图 14(a) ~ (c) 所示,光调制面板 90 的像素 P 包括射出红色光的子像素 P_r 、射出绿色光的子像素 P_g 和射出蓝色光的子像素 P_b 。在分别与子像素 P_r 、 P_g 、 P_b 重叠的区域,设置有像素电极 97。在与多个像素 P 重叠的区域,设置有共用电极 93。

[0167] 像素电极 97 为岛状的电极,在多个像素电极 97 之间设置有遮光部 BM。在多个像素电极 97 的各个电连接着开关元件(图示略),开关元件与信号源(图示略)电连接。开关元件设置于与遮光部 BM 重叠的区域。信号源对开关元件供给图像信号及控制信号,开关元件基于控制信号对图像信号进行开关,向像素电极 97 传送图像信号。

[0168] 在像素电极 97 与共用电极 93 之间设置有液晶层 95。在液晶层 95 与像素电极 97 之间设置有控制液晶层的取向状态的取向膜 96。在液晶层 95 与共用电极 93 之间设置有控制液晶层的取向状态的取向膜 94。本实施例的光调制面板 90,对液晶层 95 从共用电极 93 侧入射光。

[0169] 在共用电极 93 的与液晶层 95 相反的一侧设置有透明基板 92。在透明基板 92 的与液晶层 95 相反的一侧设置有微透镜阵列 91。在微透镜阵列 91 的与液晶层 95 相反的一侧设置有入射侧的偏振元件(图示略)。在像素电极 97 的与液晶层 95 相反的一侧设置有射出侧的偏振元件(图示略)。入射侧的偏振元件和 / 或射出侧的偏振元件由线栅偏振元件和 / 或偏振板等构成。

[0170] 入射到光调制面板 90 的光的预定方向的偏振分量通过入射侧的偏振元件,由此成为直线偏振光,并入射到微透镜阵列 91。微透镜阵列 91 具有多个微透镜。微透镜阵列 91 构成为按每三个子像素具备一个微透镜。就是说,多个微透镜被配置为各自与多个像素 P 重叠。入射到微透镜的波长光 L_r 、 L_g 、 L_b ,按每种波长其光轴成为非平行,由此按每种波长聚光于不同的焦点。

[0171] 如图 14(a) 所示,红色光 L_r 由微透镜聚光,以便通过与子像素 P_r 重叠的部分的液

晶层 95。红色光 Lr 的通过微透镜中央部的分量和通过端部的分量的任一分量中,扩散角均为 $\pm 3^\circ$ 左右。同样地,绿色光 Lg 被聚光为通过与子像素 Pg 重叠的部分的液晶层 95(参照图 14(b)),蓝色光 Lb 被聚光为通过与子像素 Pb 重叠的部分的液晶层 95(参照图 14(c))。

[0172] 另一方面,如果图像信号被传送至多个像素电极 97 的各个,则在像素电极 97 与共用电极 93 之间按每个子像素施加电场。通过该电场,液晶层 95 的液晶分子的方位角按每个子像素被控制,通过液晶层 95 的光的偏振状态按每个子像素而变化。通过了与子像素 Pr 重叠的部分的液晶层 95 的红色光 Lr 在其偏振状态变化后,红色光 Lr 中的预定方向的偏振分量通过射出侧的偏振元件,由此成为与图像信号相应的灰度的光。

[0173] 同样地,通过了与子像素 Pg 重叠的部分的液晶层 95 的绿色光 Lg 和通过了与子像素 Pb 重叠的部分的液晶层 95 的蓝色光 Lb 也成为与图像信号相应的灰度的光。这样,调制后的红色光 Lr、绿色光 Lg 及蓝色光 Lb 从光调制面板 90 射出。从光调制面板 90 射出的光通过图 12 所示的投影透镜 70 放大投影到屏幕(图示略)。

[0174] 根据本实施例的投影机 2,在将来自光源 10 的光一维地分离为三束光并射出的结构中,能够实现照明不均的降低。例如,在将第 1 色光设定为红色光 R、将第 2 色光设定为绿色光 G、将第 3 色光设定为蓝色光 B 的情况下,光路长度为最长的蓝色光 B 由反射曲面 83f 反射。与该蓝色光 B 有关的聚光光学系统 21 的焦点位置被调整为大致相等于与光路长度为最短的红色光 R 有关的聚光光学系统 21 的焦点位置。由此,能够降低因蓝色光 B 与红色光 R 之间的光路长度之差引起的、蓝色光 B 的照明强度与红色光 R 的照明强度之差。因而,能够降低因颜色引起的照明不均。

[0175] 此外,根据该结构,在将来自光源 10 的光一维地分离为三束光并射出的结构中,光路长度为最长的第 3 色光由具有凹面的反射曲面 83f 反射。第 3 色光在由具有凹面的反射曲面 83f 反射后,与入射到具有凹面的反射曲面 83f 前相比光束聚拢。因此,第 3 色光会聚于光调制面板 90 的区域变小。即使在为了使光路长度最短的第 1 色光的亮度分布的大致均匀的部分与显示区域 SA 大体一致而调整了与第 1 色光有关的聚光光学系统 21 的焦点位置的情况下,也可以通过适宜设定反射曲面 83f 的曲率而使得光路长度最长的第 3 色光的亮度分布的大致均匀的部分与显示区域 SA 大体一致。这样,能够减小照射到光调制面板的光路长度为最长的色光(第 3 色光 B)的亮度分布大致均匀的区域面积与光调制面板的显示区域 SA 的面积之差。这样,能够降低由颜色引起的照明不均。

[0176] 此外,根据该结构,构成微透镜阵列 91 的微透镜与构成像素 P 的三个子像素 Pr、Pg、Pb 一对一对应。一维地分离为三束光并射出的光从 3 个方向入射到预定的微透镜,在该微透镜聚拢后通过光调制面板 90 的像素 P,根据图像信号被进行调制。因而,能够使光的利用效率提高。

[0177] 此外,在上述的各实施例中,使用透射型的液晶面板(光阀)作为光调制面板,但是也能够使用反射型的液晶面板。此外,也可使用例如 DMD(Digital Micromirror Device, 数字微镜器件)等反射型光调制装置(反射镜调制器)。

[0178] 本发明在应用于对投影图像从观看侧进行投影的前投影型投影机的情况下,在应用于对投影图像从与观看侧相反的一侧进行投影的背投影型投影机的情况下,都能够应用。

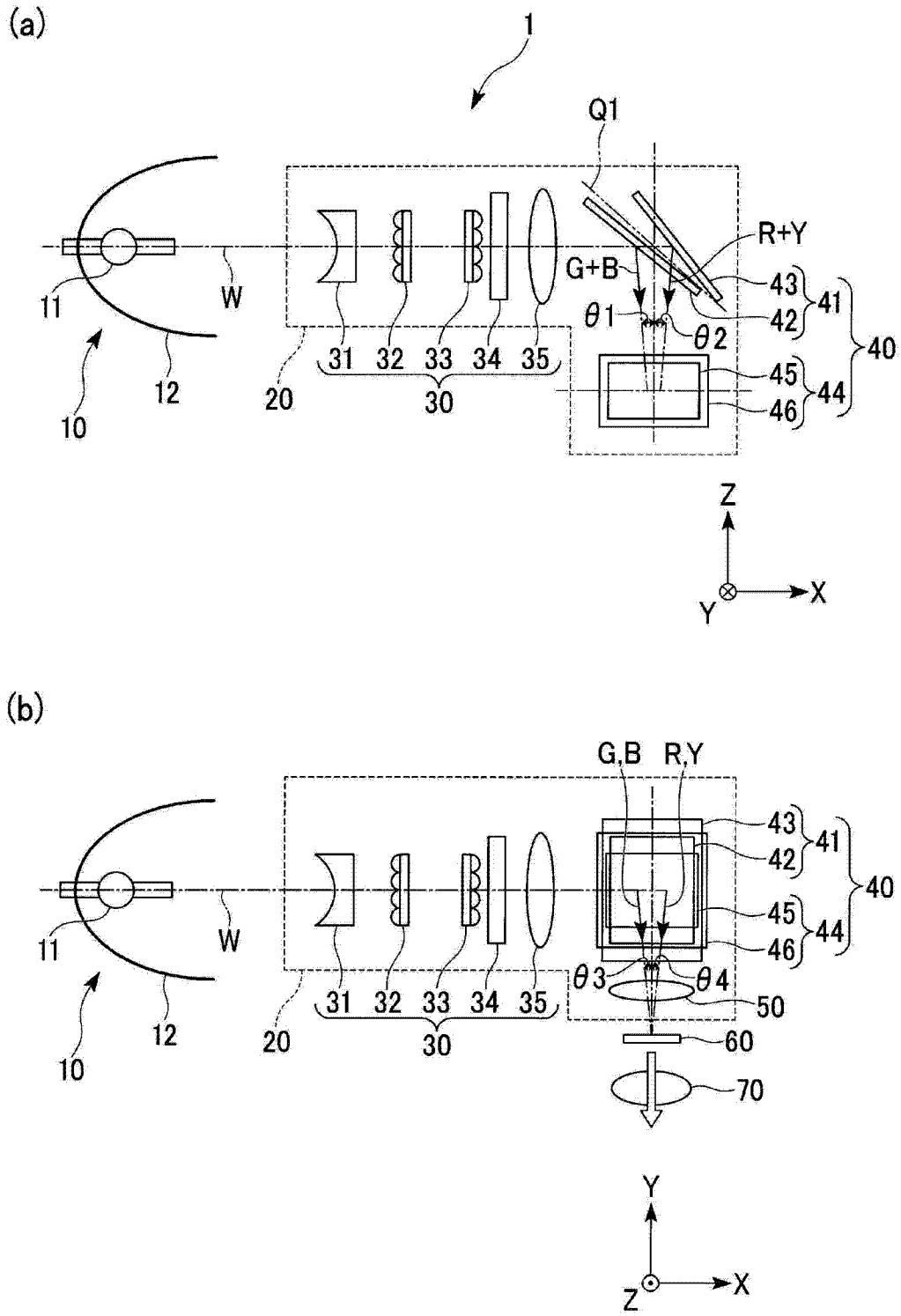


图 1

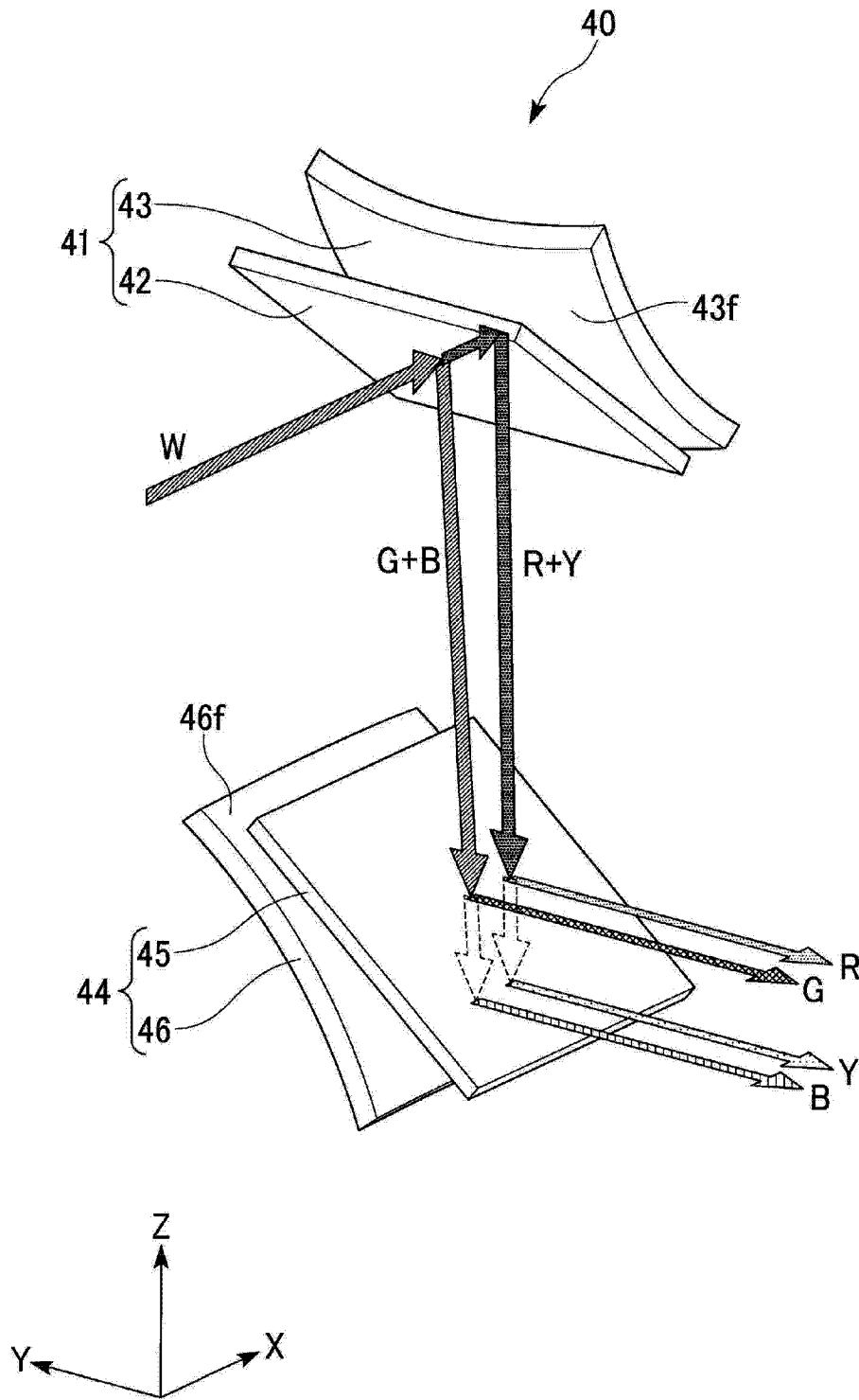


图 2

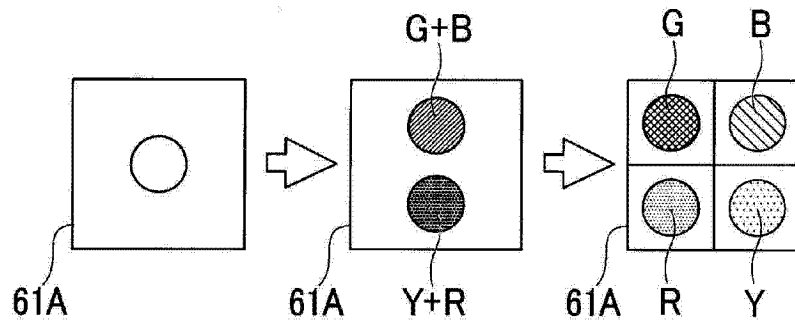
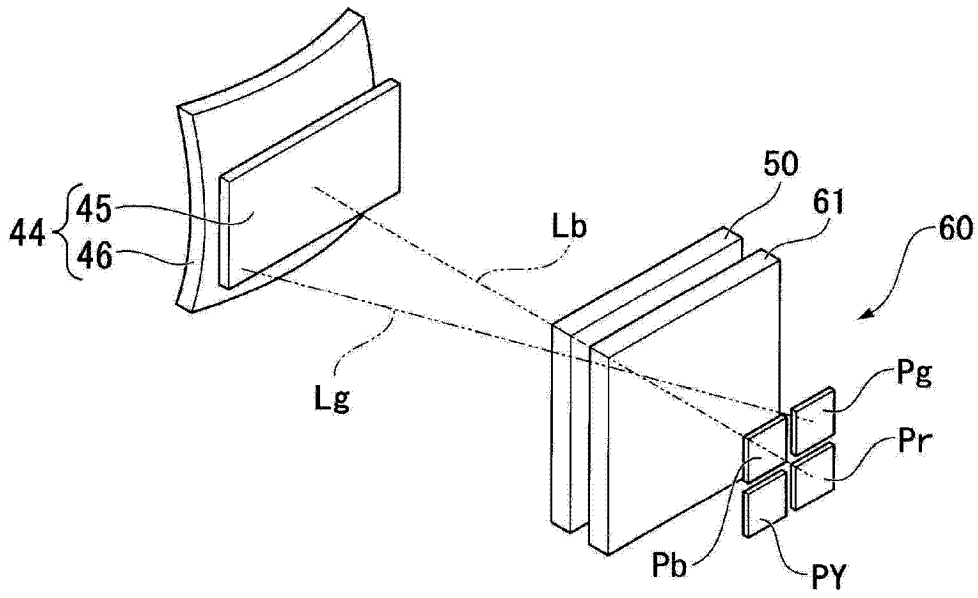


图 3

(a)



(b)

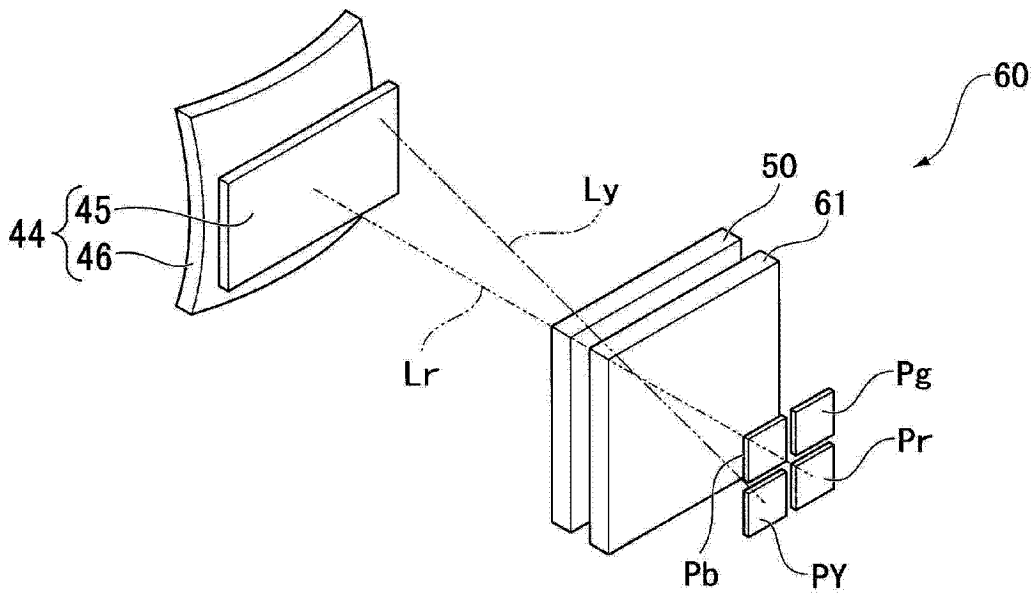


图 4

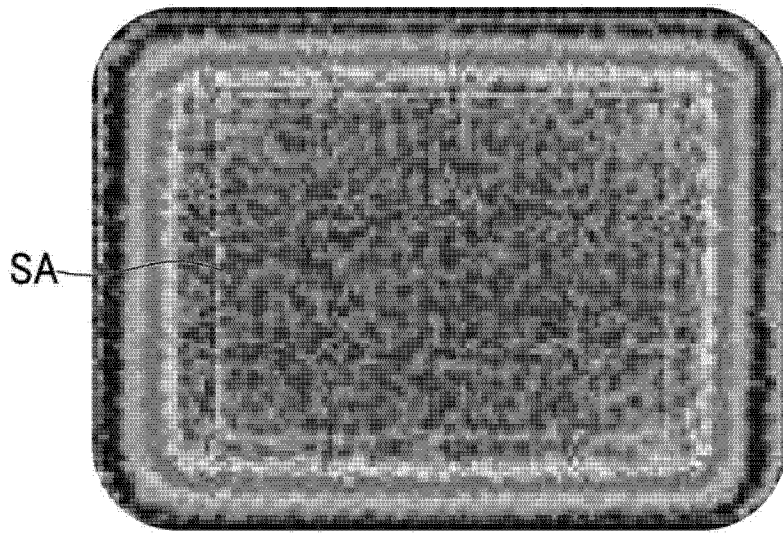


图 5

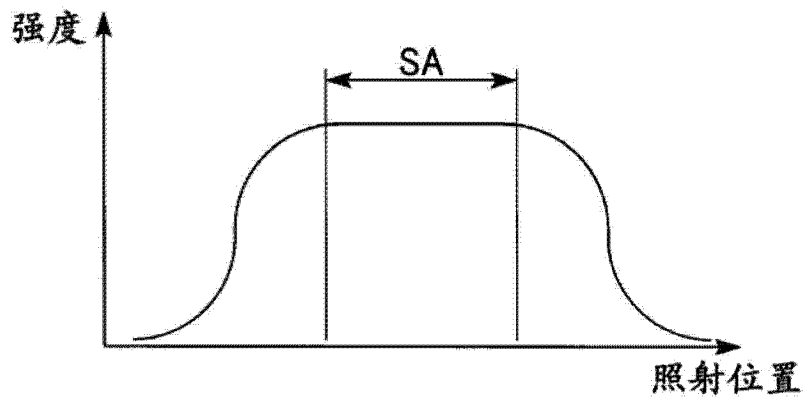


图 6

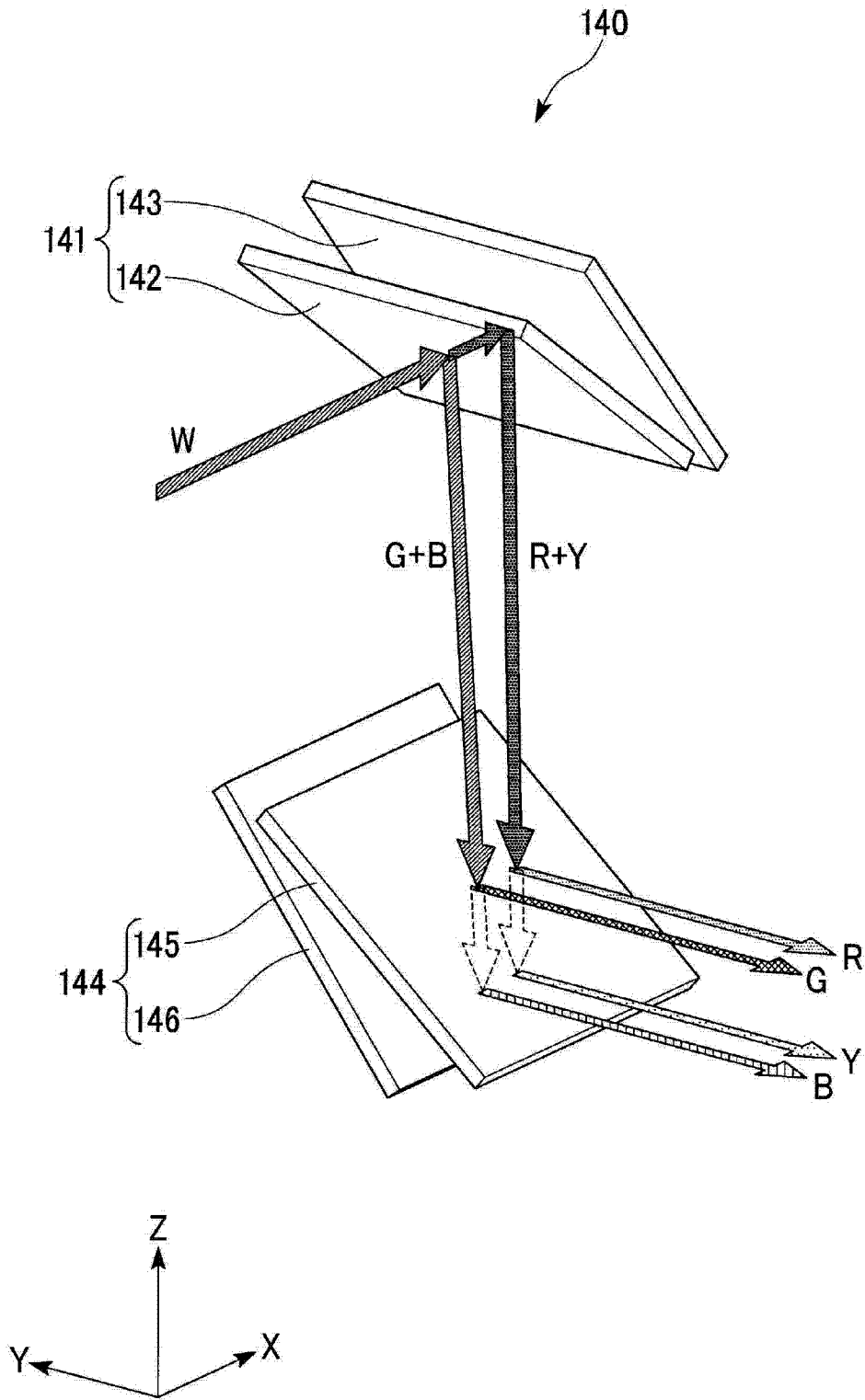
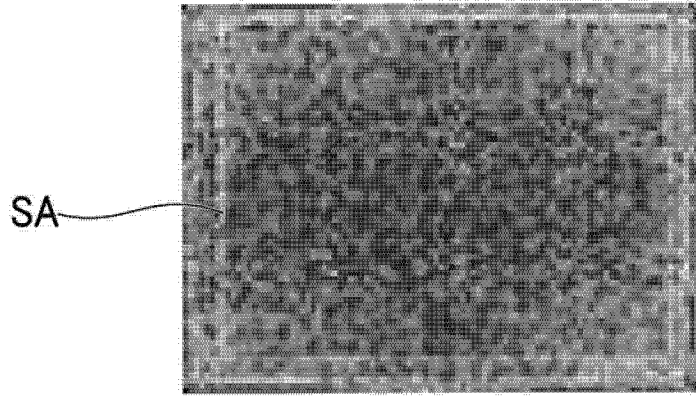


图 7

(a)



(b)

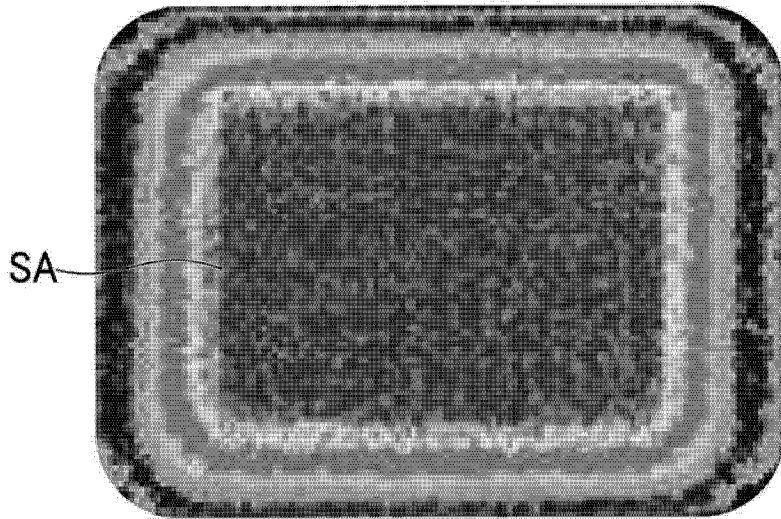
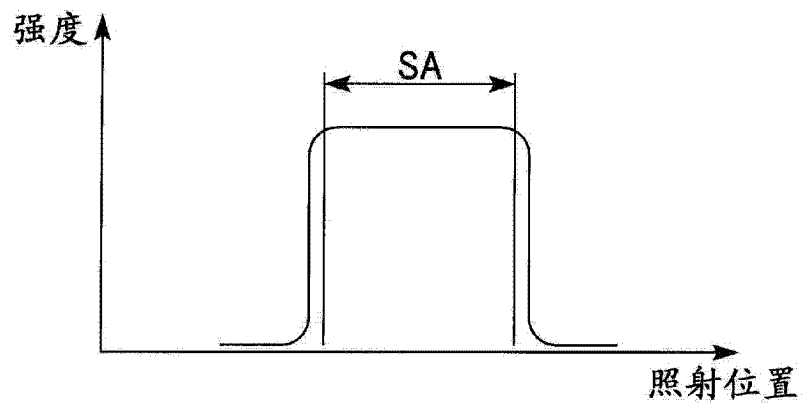


图 8

(a)



(b)

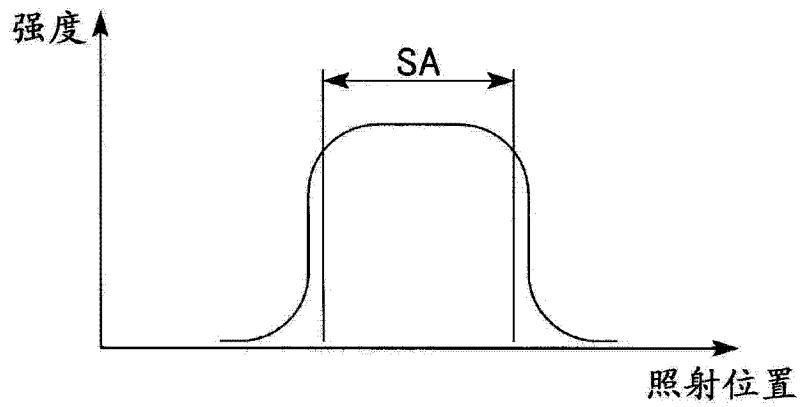


图 9

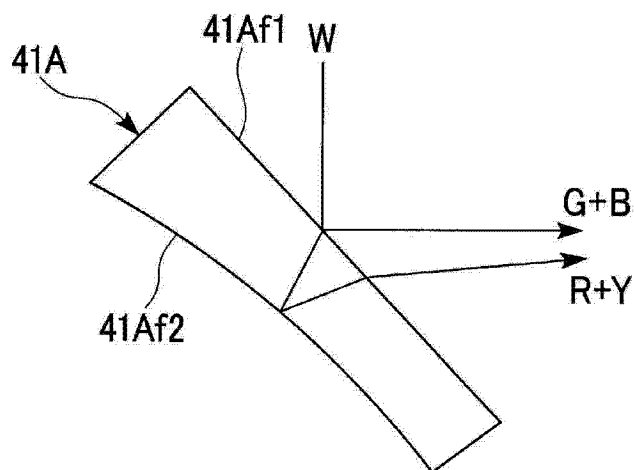


图 10

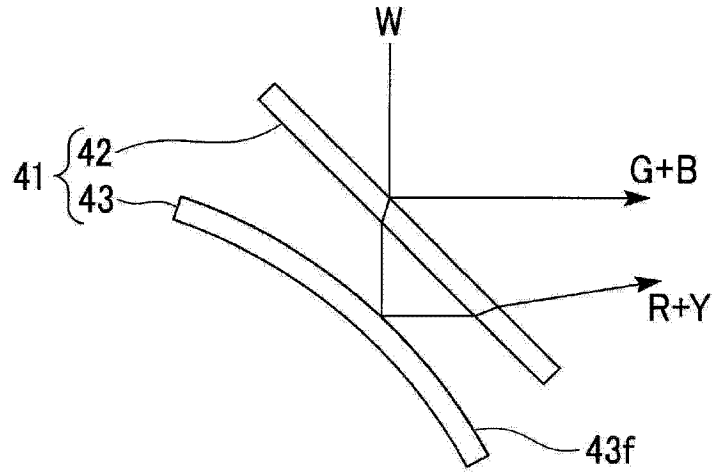


图 11

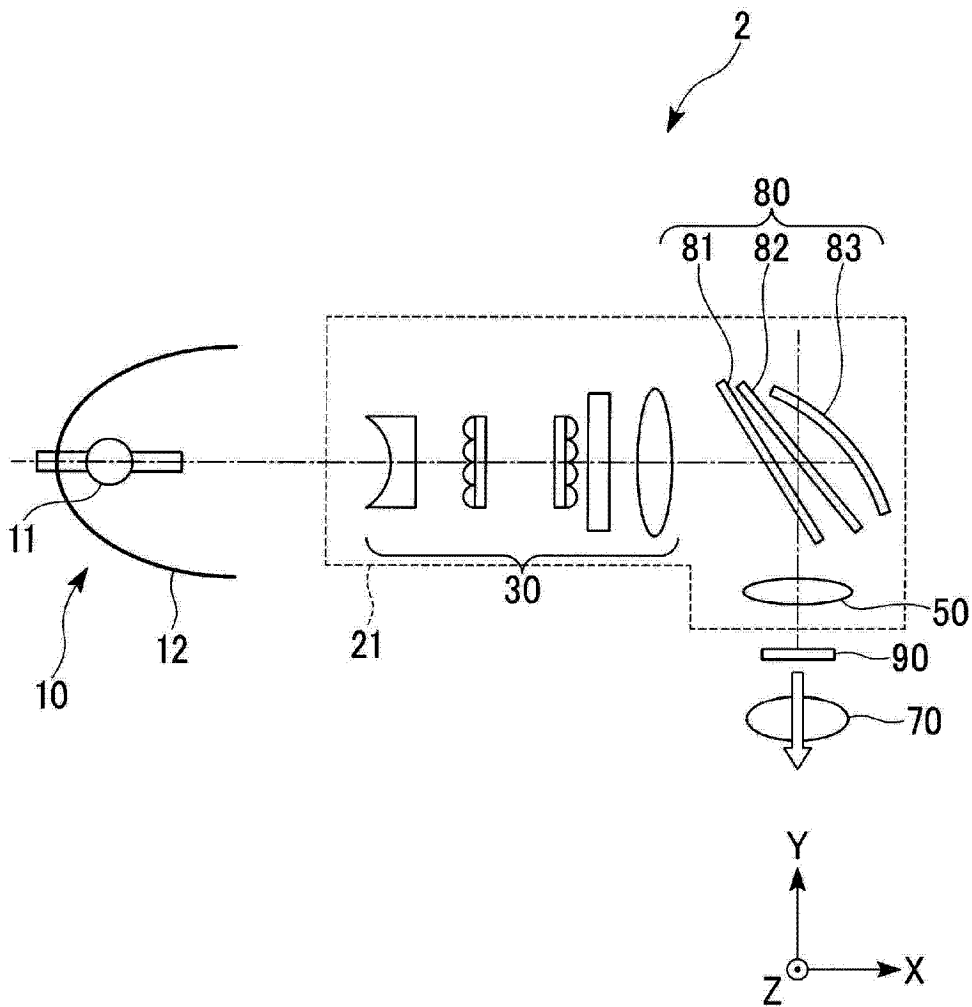


图 12

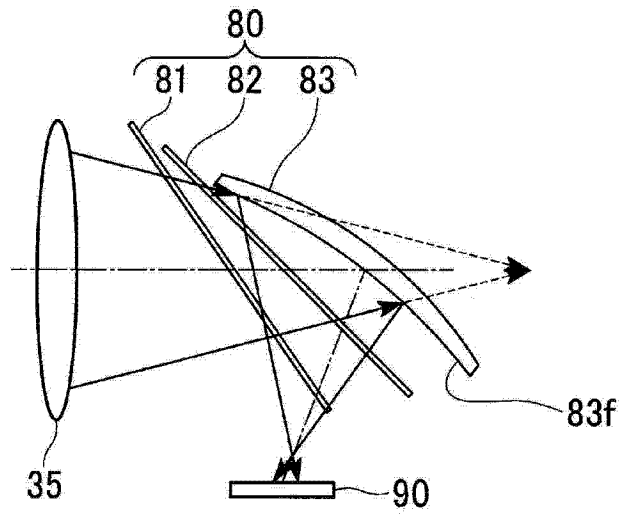


图 13

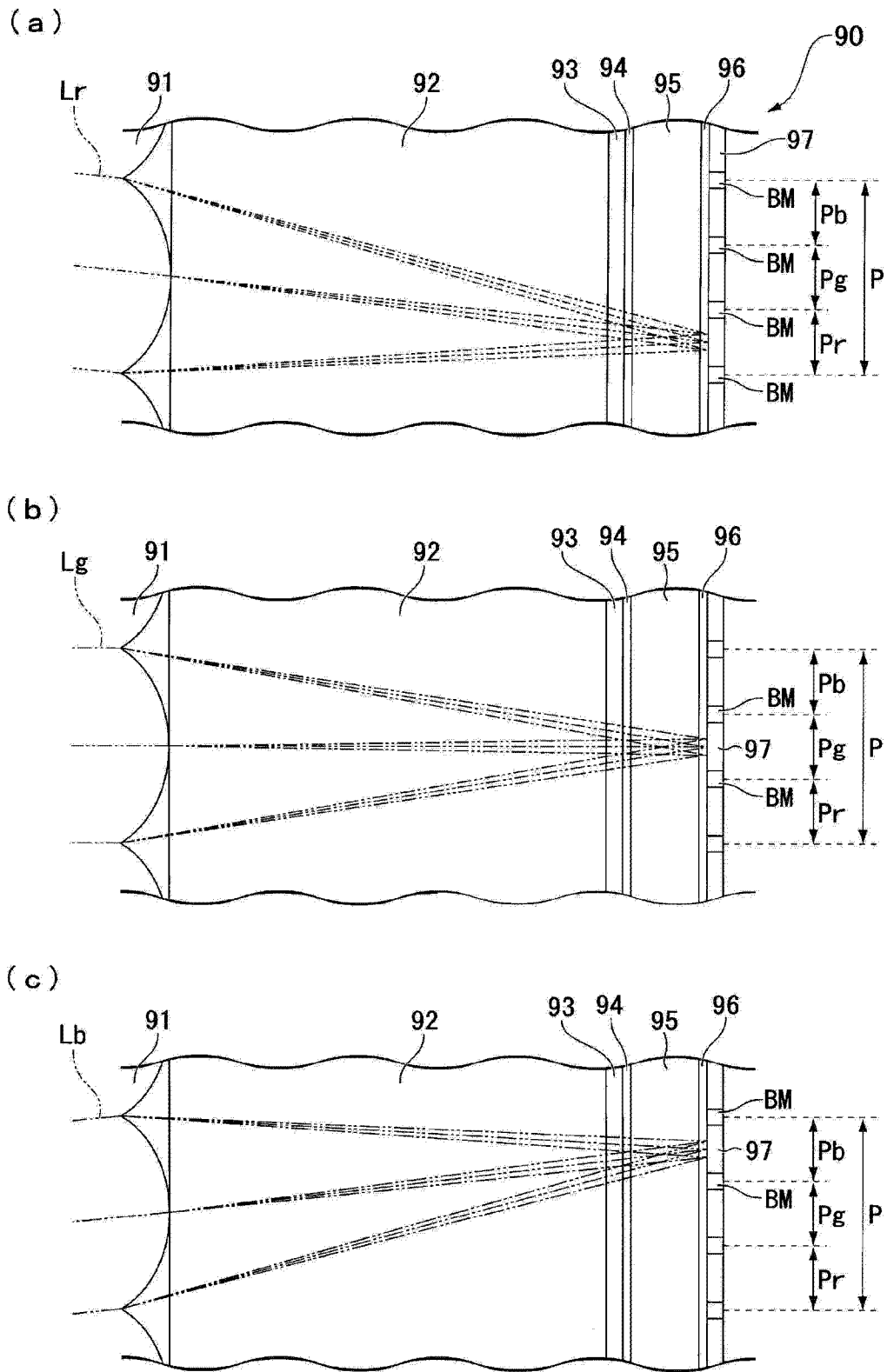


图 14

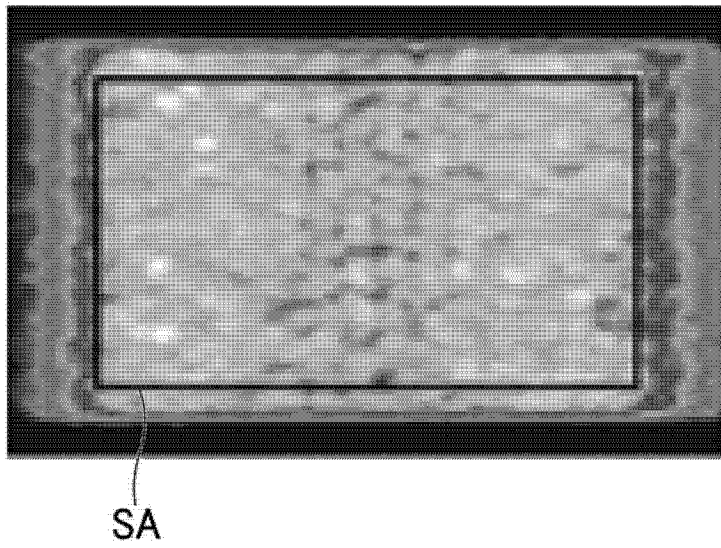


图 15

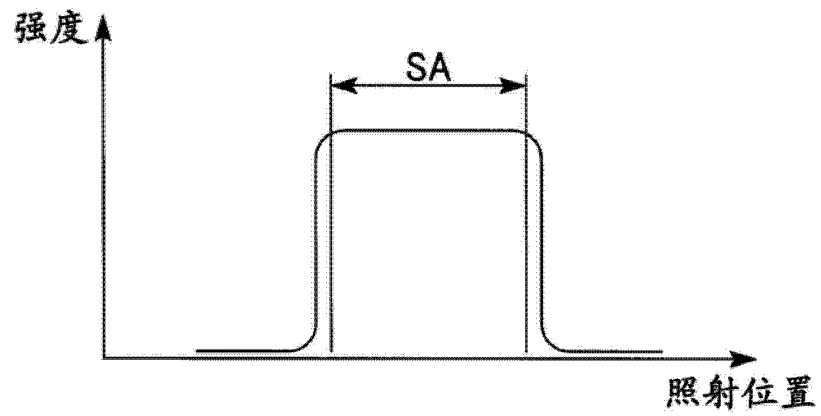


图 16

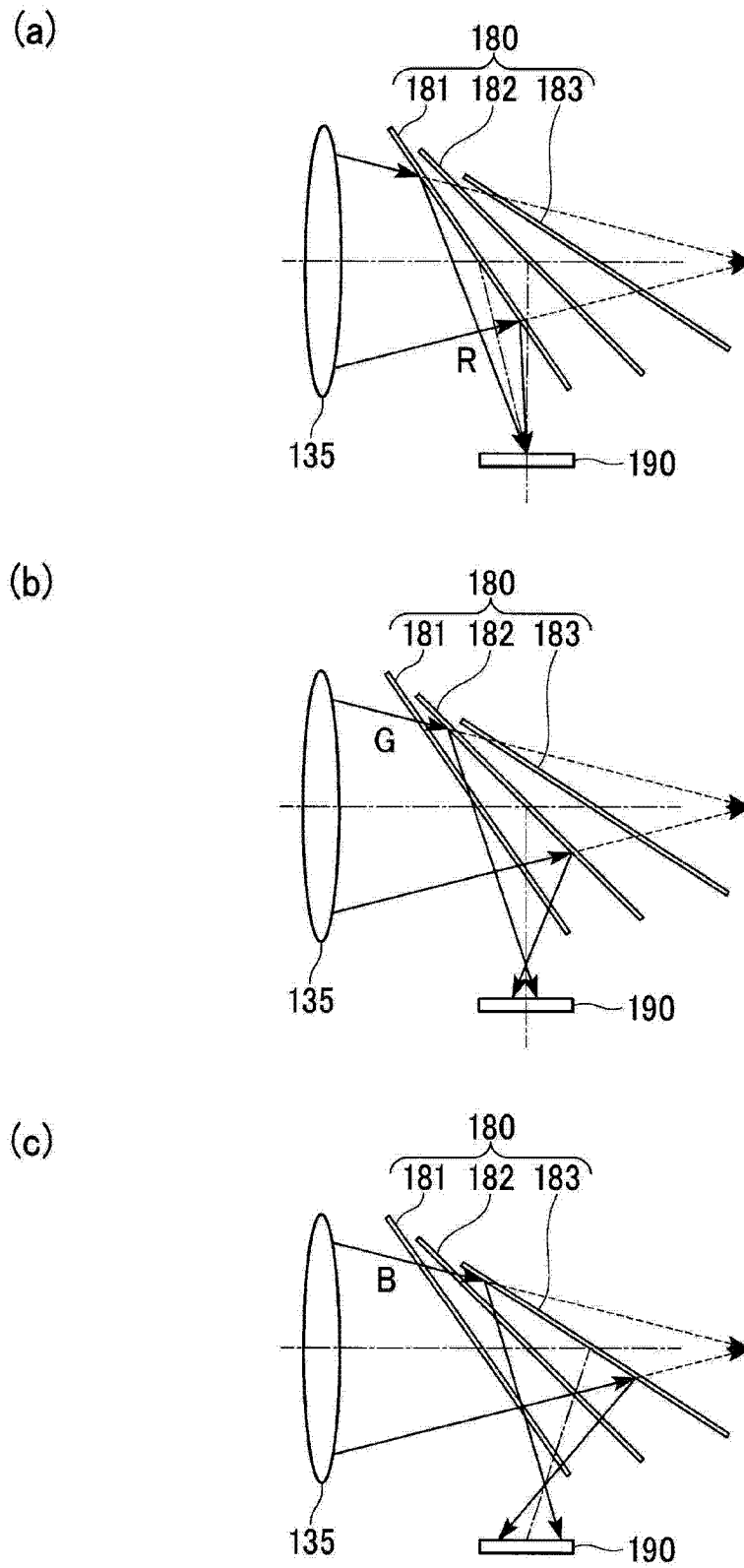
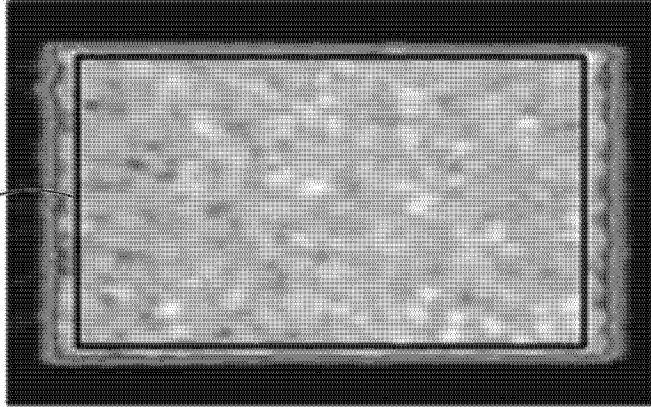


图 17

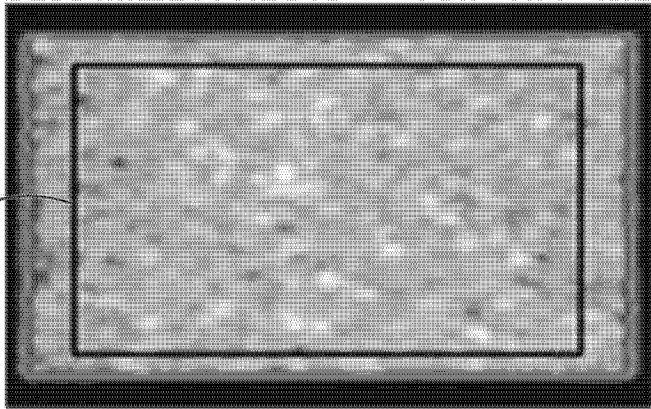
(a)

SA



(b)

SA



(c)

SA

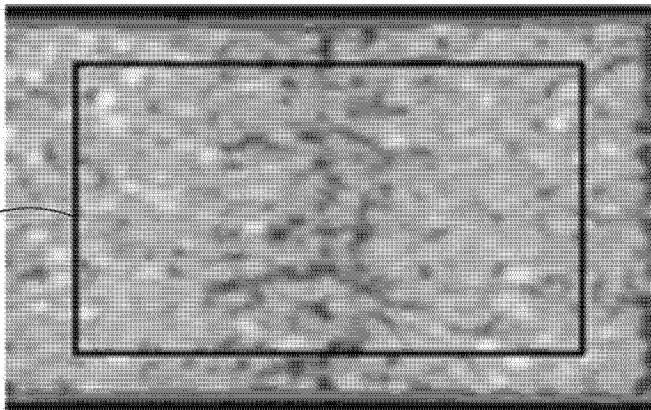


图 18

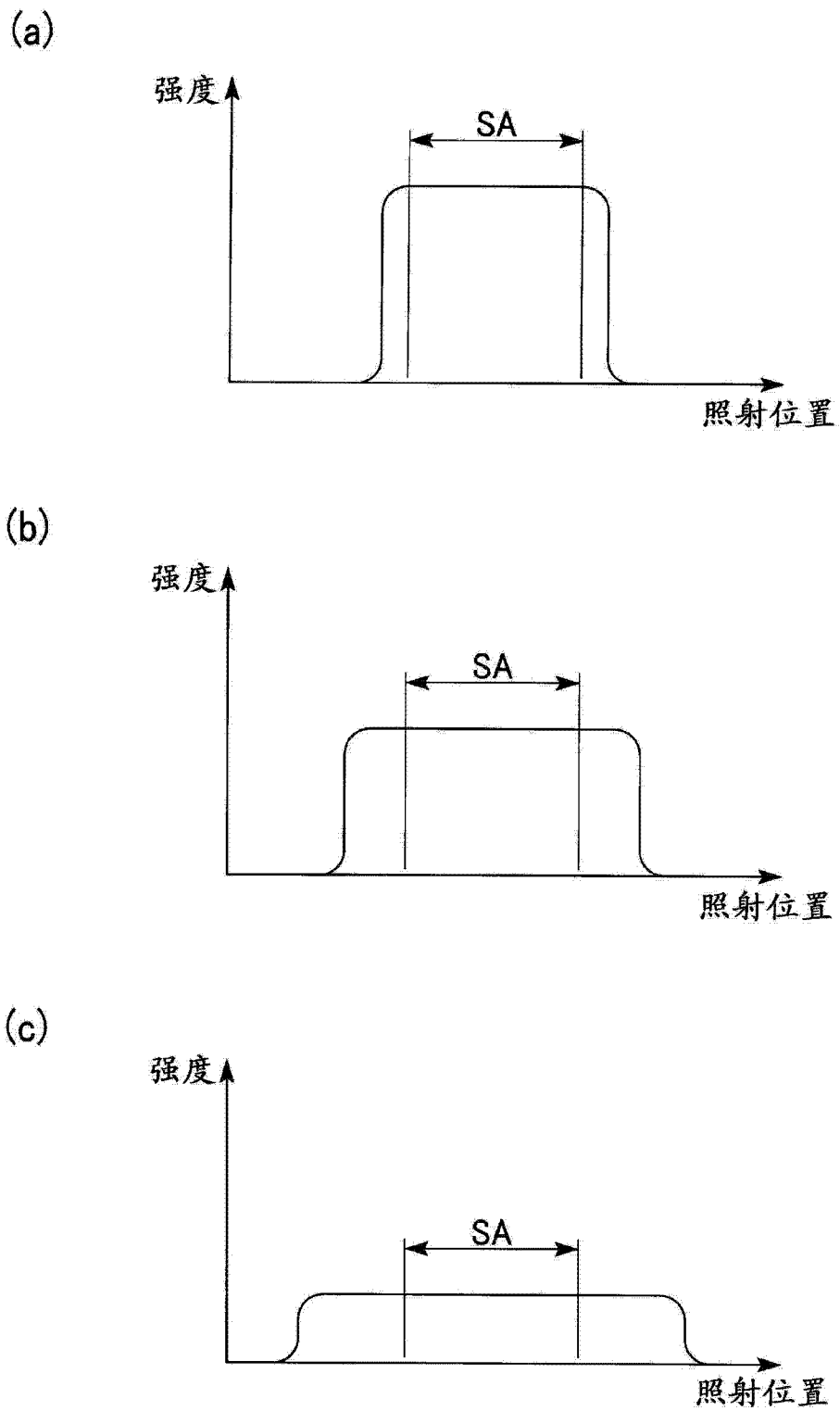


图 19