



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104635407 B

(45)授权公告日 2016. 11. 30

(21)申请号 201410640302.5

(22)申请日 2014.11.13

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104635407 A

(43)申请公布日 2015.05.20

(30)优先权数据

2013-234712 2013.11.13 JP

2014-158447 2014.08.04 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 大谷信

(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 万利军 陈海红

(51)Int.Cl.

G03B 21/14(2006.01)

G03B 21/20(2006.01)

(56)对比文件

JP 2006509244 A, 2006.03.16, 全文.

CN 101937133 A, 2011.01.05, 全文.

CN 102213899 A, 2011.10.12, 说明书的
0053-0059, 图1.

US 2013113788 A1, 2013.05.09, 说明书的
第18-44段, 图1-3.

审查员 刘伟

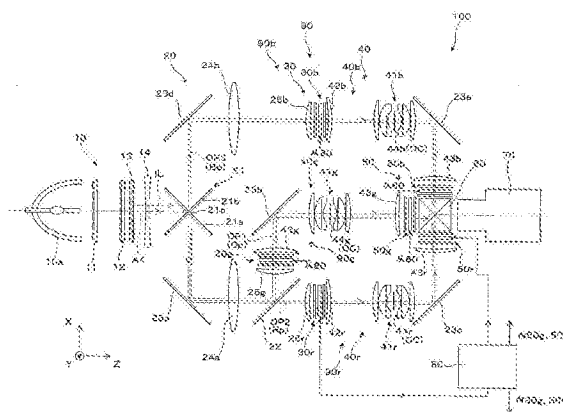
权利要求书2页 说明书21页 附图17页

(54)发明名称

投影机

(57)摘要

本发明提供关于位置精度提高容许性、使图像的对比度提高、且在投影的图像的画面内使得亮部与暗部的边界不显著地进行控制例如可以对波纹的产生进行抑制而能够提供良好的图像的投影机。在中继光学系统(40)中,通过具有光偏转构件(OC),相对于所通过的光线束,表现使光偏转的作用,由此能够调整为,成为在色调制光阀(50g、50r、50b)中的成像位置处光线束剖面具有适当的大小(扩展)的状态,即成为不完全地成像的模糊存在的状态。由此,能够对波纹进行抑制而使良好的图像形成。



1. 一种投影机,其特征在于,具备:

照明光学系统,其射出光,

光调制装置,其对从所述照明光学系统射出的光进行调制,和

投影光学系统,其对以所述光调制装置调制后的光进行投影;

所述光调制装置包括:串联地配置于从所述照明光学系统射出的光的光路上的第1像素矩阵及第2像素矩阵;和配置于所述第1像素矩阵与所述第2像素矩阵之间的光路上的中继光学系统;

所述中继光学系统包括:配置于光瞳位置、以使模糊产生的方式使光的朝向变化的光偏转构件。

2. 根据权利要求1所述的投影机,其特征在于:

所述光偏转构件为光漫射元件。

3. 根据权利要求2所述的投影机,其特征在于:

所述光漫射元件使2种以上的具有不同的光透射性的材料贴合而成。

4. 根据权利要求3所述的投影机,其特征在于:

在所述光漫射元件中,作为2种以上的具有不同的光透射性的材料的贴合面的内面为曲面形状,作为表面及背面的外侧的面为平面形状。

5. 根据权利要求2~4的任一项所述的投影机,其特征在于:

所述光漫射元件为使多个透镜排列为2维状所成的透镜阵列。

6. 根据权利要求5所述的投影机,其特征在于:

在所述光漫射元件中,所述多个透镜的排列为简单四边形排列。

7. 根据权利要求5所述的投影机,其特征在于:

在所述光漫射元件中,所述多个透镜的排列为六边形排列。

8. 根据权利要求5所述的投影机,其特征在于:

所述光漫射元件关于所述多个透镜的排列使其具有随机性。

9. 根据权利要求2所述的投影机,其特征在于:

所述光漫射元件为使高斯散射产生的漫射板。

10. 根据权利要求1所述的投影机,其特征在于:

所述光偏转构件为相位板。

11. 根据权利要求10所述的投影机,其特征在于:

所述相位板的表面,在相对于光轴垂直的任意的一个方向和与所述任意的一个方向交叉的其他方向上具有3次函数形状。

12. 根据权利要求10所述的投影机,其特征在于:

所述相位板的表面,在相对于光轴垂直的任意的一个方向和与所述任意的一个方向交叉的其他方向上具有4次函数形状。

13. 根据权利要求10~12的任一项所述的投影机,其特征在于:

所述中继光学系统为以所述相位板的位置为基准而沿着光轴对称的等倍的光学系统。

14. 根据权利要求10~12的任一项所述的投影机,其特征在于:

所述相位板的表面,在相对于光轴垂直的任意的一个方向和与所述任意的一个方向交叉的其他方向上具有同一形状。

15. 根据权利要求10~12的任一项所述的投影机,其特征在于:

在设所述第1像素矩阵的像素间距为L、所述中继光学系统的倍率为M、因所述光偏转构件的有无引起的在所述第2像素矩阵的成像位置处的模糊量之差为b时,满足: $ML/2 \leq b \leq 3ML$ 。

16. 根据权利要求1~4、9~12的任一项所述的投影机,其特征在于:

所述中继光学系统具有沿着光路上夹着所述光偏转构件而配置的双高斯透镜。

17. 根据权利要求16所述的投影机,其特征在于:

所述中继光学系统包括:沿着光路上夹着所述双高斯透镜而配置、分别具有正的折射能力的1对弯月透镜。

18. 根据权利要求1~4、9~12的任一项所述的投影机,其特征在于:

所述第1及第2像素矩阵为透射型的液晶像素矩阵。

19. 根据权利要求1~4、9~12的任一项所述的投影机,其特征在于,还具备:

色分离导光光学系统,其将通过所述照明光学系统射出的光分离为波段不同的多种色光而进行导光;

调制光学系统,其具有多个光调制装置,该多个光调制装置对应于所述多种色光,分别具有所述第1像素矩阵及所述第2像素矩阵和所述中继光学系统,对在所述色分离导光光学系统中分离出的所述多种色光分别进行调制;和

合成光学系统,其对以所述调制光学系统调制后的各色的调制光进行合成,并朝向所述投影光学系统射出。

20. 根据权利要求19所述的投影机,其特征在于:

所述调制光学系统具有:对应于所述多种色光的光路表现互不相同的变换特性的多个所述光偏转构件。

21. 根据权利要求1~4、9~12的任一项所述的投影机,其特征在于:

在所述光调制装置中,所述第1像素矩阵及所述第2像素矩阵之中,配置于光路上游侧的所述第1像素矩阵的1个像素对应于配置于光路下游侧的所述第2像素矩阵的多个像素。

投影机

技术领域

[0001] 本发明涉及具有串联地配置于光路上的第1空间调制元件和第2空间调制元件的投影机。

背景技术

[0002] 在投影机中,已知串联地排列2个空间调制元件,以提高图像的对比度的技术(例如参照专利文献1。)。该情况下,在2个空间调制元件之间配置中继透镜,使2个空间调制元件之中的一方的像重合于另一方地成像。

[0003] 在专利文献1中,使2个以上的空间调制元件串联地配置,当通过以中继光学系统使两空间调制元件基本成为成像关系(在此,所谓成像关系是指成为相互彼此成像的配置关系。))而使图像的对比度提高时,中继光学系统使2个空间调制元件的一方不完全地成像于另一方。由此,对因空间调制元件的像素间的黑矩阵导致的波纹进行抑制。还有,在投影机中,关于串联地排列2个空间调制元件以提高图像的对比度的技术,在除此以外的文献中也公开(参照专利文献2~4)。例如,在专利文献2中,在使2个空间调制元件的一方成像于另一方时,利用双高斯透镜作为中继透镜。

[0004] 可是,例如,在专利文献1中,若要保持为预期的散焦状态,即要保持即使2个空间调制元件基本成为成像关系又使一方不完全地成像于另一方的位置关系,则位置精度(即制造公差)变得苛刻,有可能难以进行位置调整。并且,因为散焦的像(模糊像)的分布相应于来自光源的配光分布的变化而变化,所以有可能因配光分布的影响而在图像产生紊乱。这些在专利文献1以外的文献中也是同样。

[0005] 专利文献1:日本特开2007—218946号公报

[0006] 专利文献2:日本特表2006—509244号公报

[0007] 专利文献3:日本特开2005—189282号公报

[0008] 专利文献4:日本特开2005—208573号公报

发明内容

[0009] 本发明的目的在于提供如下的投影机:为对2个空间调制元件进行串联配置的类型投影机,通过对因配光分布产生的影响进行抑制或者关于位置精度提高容许性,在投影的图像的畫面内使得亮部与暗部的边界不显著地进行控制来例如对波纹的产生进行抑制而能够提供良好的图像。

[0010] 用于达到所述目的,本发明涉及的投影机具备射出光的照明光学系统、对从照明光学系统射出的光进行调制的光调制装置和对以光调制装置调制了的光进行投影的投影光学系统,光调制装置包括:串联地配置于从照明光学系统射出的光的光路上的第1像素矩阵及第2像素矩阵;和配置于第1像素矩阵与第2像素矩阵之间的光路上的中继光学系统,中继光学系统包括:配置于光瞳位置而使模糊产生地使光的朝向变化的光偏转构件。在此,所谓2个像素矩阵串联地配置于光路上是指:在沿着1个光路的情况下,处于一个像素矩阵(例

如第1像素矩阵)位于比其他像素矩阵(例如第2像素矩阵)靠光路上游侧地配置的关系。即,是指第1像素矩阵与第2像素矩阵的配置相对地位于光路上游侧与光路下游侧。还有,关于光瞳位置,虽然是指应当配置开口光圈的位置(即相当于中继光学系统中的光瞳位置的位置),但是实际上即使是在光瞳位置处未配置开口光圈的构成的情况下也将该位置称为光瞳位置。

[0011] 根据所述投影机,通过例如光偏转构件在作为2个空间调制元件的第1像素矩阵(光路上游侧)与第2像素矩阵(光路下游侧)之间配置于光瞳位置,在应当成为图像光的光线束的、在第2像素矩阵(被投影侧)的成像位置处,能够使光线束剖面成为具有适当的大小(扩展)的状态,即能够调整为,成为存在不完全地成像的模糊的状态。还有,在该情况下,起因于光偏转构件的通过的模糊量为一定,通过进行在2个空间调制元件的图像处理以对该模糊量的量进行补偿,可以进行预期的图像形成。在以上的情况下,例如,通过使适当的模糊产生,能够对起因于空间调制元件的像素间的黑矩阵的波纹的产生进行抑制,能够提供良好的图像。并且,通过由光偏转构件对光细致地进行分割(进行漫射),可以形成抑制了因配光分布产生的影响的模糊像,进而可以形成与配光分布无关的模糊像。

[0012] 在本发明的具体的方面,光偏转构件为光漫射元件。该情况下,通过光漫射可以形成抑制了因配光分布产生的影响的模糊像。

[0013] 在本发明的别的方面,光漫射元件是使2种以上的具有不同的光透射性的材料相贴合而成的元件。该情况下,例如可以利用因材料的不同产生的折射率差而形成预期的漫射状态(例如减小了漫射的程度的状态)。

[0014] 在本发明的另外的方面,在光漫射元件中,作为2种以上的具有不同的光透射性的材料的贴合面的内面为曲面形状,作为表面及背面的外侧的面为平面形状。该情况下,在加工和/或设置中增加便利性,例如在外侧的面容易实施AR涂敷。

[0015] 在本发明的另外的方面,光漫射元件为使多个透镜排列为2维状的透镜阵列。该情况下,能够通过由透镜阵列实现的光的分割而使漫射作用产生。

[0016] 在本发明的另外的方面,在光漫射元件中,所述多个透镜的排列为简单四边形排列。该情况下,能够比较容易地制造使多个透镜配置而成的光学元件。

[0017] 在本发明的另外的方面,在光漫射元件中,所述多个透镜的排列为六边形排列。该情况下,能够使透镜以致密且接近圆形的状态配置。

[0018] 在本发明的另外的方面,光漫射元件关于所述多个透镜的排列,使其具有随机性。该情况下,能够使漫射作用具有随机性。

[0019] 在本发明的另外的方面,光漫射元件为使高斯散射产生的漫射板。该情况下,能够使其具有一致的漫射作用。

[0020] 在本发明的另外的方面,光偏转构件为相位板。在此,所谓相位板,是指不具有折射能力(power)(即焦距为无限远)、具有使波面的相位变化的形状的光透射性的板状构件。

[0021] 根据所述投影机,例如通过相位板在作为2个空间调制元件的第1像素矩阵(光路上游侧)与第2像素矩阵(光路下游侧)之间配置于光瞳位置,能够对应当成为图像光的光线束的状态进行调整。具体地,相位板相对于所通过的光线束表现使波面的相位变化的作用,由此,在该光线束的在第2像素矩阵(被投影侧)的成像位置处能够使光线束剖面成为具有适当的大小(扩展)的状态,即,能够调整为存在不完全地成像的模糊的状态。还有,相位板

因为配置于光瞳位置,所以相对于应当成为图像光的光线束的整体表现如所述的作用。并且,在该情况下,各光线束即使在关于光轴方向的位置精度方面产生少许误差也会在伴随于该误差的被投影侧的第2像素矩阵的位置抑制剖面状态(大小)的变化。也就是说,利用使其通过相位板而使得关于成像位置的误差的容许性增大。若换言之则焦点深度变广或变深,可以放宽制造公差。还有,在该情况下,起因于相位板的通过的模糊量为一定,通过进行在2个空间调制元件的图像处理以对该模糊量的量进行补偿,可以进行预期的图像形成。在以上的情况下,例如,通过使适当的模糊产生,能够对起因于空间调制元件的像素间的黑矩阵的波纹的产生进行抑制,能够提供良好的图像。并且,例如,在第1像素矩阵与第2像素矩阵之中的一方进行用于辉度调整的调光、在另一方进行用于图像形成的色调制的情况下,即使在二者之间在分辨率方面存在差别,通过使适当的模糊产生,也能够使得对应于在辉度调整侧的亮部与暗部的边界的部位在图像投影时不显著。

[0022] 在本发明的具体的方面,相位板的表面在相对于光轴垂直的任意的一个方向与与任意的一个方向交叉的其他方向上具有3次函数形状。在此,关于一个方向与其他方向交叉的情况,包括二者正交的情况。通过使得相位板的表面尤其是3次函数形状,能够关于光轴方向在成像位置的附近处沿着光轴使得光线束的状态的变化变少。

[0023] 在本发明的别的方面,相位板的表面在相对于光轴垂直的任意的一个方向与与任意的一个方向相交叉的其他方向上具有4次函数形状。该情况下,能够关于光轴方向在成像位置的附近处抑制光线束的状态的变化,并关于任意的一个方向与其他方向具有对称性地对光线束的状态进行控制。

[0024] 在本发明的另外的方面,中继光学系统为以相位板的位置为基准沿着光轴而对称的等倍的光学系统。在该情况下,通过以光圈的位置为基准变得对称,例如作为两像素矩阵可以应用基本同一规格,并且通过对它们等效地配置,能够抑制彗形像差及畸变像差而成为高性能的中继光学系统。

[0025] 在本发明的另外的方面,相位板的表面在相对于光轴垂直的任意的一个方向与与任意的一个方向相交叉的其他方向上具有同一形状。该情况下,能够使关于任意的一个方向的光线束剖面的扩展状况与关于其他方向的光线束剖面的扩展情况相一致。

[0026] 在本发明的另外的方面,在设第1像素矩阵的像素间距为 L 、设中继光学系统的倍率为 M 、设通过光偏转构件的有无引起的在第2像素矩阵的成像位置处的模糊量之差为 b 时,满足 $ML/2 \leq b \leq 3ML$ 。该情况下,通过存在相位板,在第2像素矩阵的成像位置处,与不存在相位板的情况相比较,能够成为按必需且充分的程度使光线束剖面具有大小(扩展)的状态。

[0027] 在本发明的另外的方面,中继光学系统具有沿着光路上夹着相位板地配置的双高斯透镜。该情况下,通过双高斯透镜,能够适当地抑制像差。

[0028] 在本发明的另外的方面,中继光学系统包括沿着光路上夹着所述双高斯透镜地配置、分别具有正的折射能力的1对弯月透镜(meniscus lens)。该情况下,通过1对弯月透镜配置为,向双高斯透镜侧凸出,能够进一步提高像差的校正并使远心性良好。

[0029] 在本发明的另外的方面,第1及第2像素矩阵为透射型的液晶像素矩阵。该情况下,可以以简单的结构使明亮的图像形成。并且,能够使一对弯月透镜成为靠近第1及第2像素矩阵的配置,能够提高通过弯月透镜实现的像差的校正的功能。

[0030] 在本发明的另外的方面,进一步具备色分离导光光学系统、调制光学系统和合成

光学系统,其中,所述色分离导光光学系统将通过照明光学系统射出的光分离为波段不同的多种色光而进行导光;所述调制光学系统具有对应于多种色光分别具有第1像素矩阵及第2像素矩阵和中继光学系统的多个光调制装置,对在色分离导光光学系统中分离出的多种色光分别进行调制;所述合成光学系统对以调制光学系统调制出的各色的调制光进行合成,并朝向投影光学系统射出。该情况下,能够形成对多种色光分别地进行调制并合成所得的彩色图像。

[0031] 在本发明的另外的方面,调制光学系统对应于多种色光的光路具有互不相同的形状的多个光偏转构件。该情况下,例如,能够按各色光每色地进行最佳的调整。并且,例如也可以对各色光每色的误差进行调整而在最佳的状态下进行光合成。

[0032] 在本发明的另外的方面,在光调制装置中,第1像素矩阵及第2像素矩阵之中的、配置于光路上游侧的第1像素矩阵的1个像素对应于配置于光路下游侧的第2像素矩阵的多个像素。该情况下,在第1像素矩阵中,能够按每区域(相当于第2像素矩阵中的多个像素)对辉度进行调整,并在第2像素矩阵中按每1个像素对辉度进行调整。

附图说明

[0033] 图1是表示第1实施方式或实施例1涉及的投影机的简要构成的图。

[0034] 图2(A)是关于向投影机的输入图像之一例而示的图,图2(B)是表示在第1像素矩阵的显示的状况的图,图2(C)是表示向第2像素矩阵的照明的状况的图,图2(D)是表示向第2像素矩阵的输入图像的状况的图,图2(E)是表示通过投影机得到的投影图像的状况的图,图2(F)是因散焦产生的问题的说明图。

[0035] 图3是关于图1的投影机中的从第1像素矩阵直到第2像素矩阵为止的光路进行了展开的图。

[0036] 图4(A)是关于在实施方式中的第2像素矩阵的成像位置附近处的光的聚光的状况而示的图,图4(B)是关于在比较例中的第2像素矩阵的成像位置附近处的光的聚光的状况而示的图。

[0037] 图5(A)是概念性地表示在实施方式中的第2像素矩阵的成像位置处的光线束的剖面的状况的图,图5(B)是概念性地表示在比较例中的第2像素矩阵的成像位置处的光线束的剖面的状况的图。

[0038] 图6(A)是关于在实施例1中的第2像素矩阵的成像位置附近处的光的聚光程度的变化而示的图,图6(B)是关于在比较例中的第2像素矩阵的成像位置附近处的光的聚光程度的变化而示的图。

[0039] 图7(A)是关于在实施例2中的第2像素矩阵的成像位置附近处的光的聚光程度的变化而示的图,图7(B)是关于在比较例中的第2像素矩阵的成像位置附近处的光的聚光程度的变化而示的图。

[0040] 图8是表示第2实施方式涉及的投影机的简要构成的图。

[0041] 图9是关于图8的投影机中的从第1像素矩阵直到第2像素矩阵为止的光路进行了展开的图的一例。

[0042] 图10(A)是表示漫射板之一例的图,图10(B)为关于构成示于图10(A)的漫射板的透镜的排列进行说明的图,图10(C)为关于在图10(B)中各小透镜与该透镜中心的状况而示

的图。

[0043] 图11(A)及图11(B)为用于关于通过漫射板产生的光偏转的作用进行说明的图,图11(C)为比较例的图。

[0044] 图12(A)及图12(B)为关于调光面板面内之中的在光轴附近的配光分布而示的图,图12(C)及图12(D)为关于调光面板面内之中的在周边侧的配光分布而示的图。

[0045] 图13(A)是表示图像面板面上的点像强度分布的图,图13(B)是表示相对于来自调光面板面内的中心的光的、图像面板面上的模糊像的分布的图,图13(C)是表示相对于来自调光面板面内的端部的光的、图像面板面上的模糊像的分布的图,图13(D)是表示在光源的弧光偏离的情况下的模糊像的分布的图,图13(E)~图13(H)是表示分别对应于图13(A)~图13(D)的比较例的图。

[0046] 图14(A)及图14(B)为用于关于分布形状相关的原理进行说明的图。

[0047] 图15(A)是表示变形例的漫射板之一例的图,图15(B)为关于构成示于图15(A)的漫射板的透镜的排列进行说明的图,图15(C)为表示在示于图15(A)的漫射板中的点像强度分布的图,图15(D)为表示在示于图15(A)的漫射板中的模糊像中的光的分布的图。

[0048] 图16(A)是表示另外的变形例的漫射板之一例的图,图16(B)及图16(C)为关于构成示于图16(A)的漫射板的透镜的排列进行说明的图,图16(D)为表示在示于图16(A)的漫射板中的点像强度分布的图,图16(E)为表示在示于图16(A)的漫射板中的模糊像中的光的分布的图。

[0049] 图17(A)是表示高斯散射的漫射板之一例的图,图17(B)为表示在示于图17(A)的漫射板中的散射分布的图,图17(C)为表示在示于图17(A)的漫射板中的点像强度分布的图,图17(D)为表示在示于图17(A)的漫射板中的模糊像中的光的分布的图。

[0050] 符号说明

[0051] 10…照明光学系统,10a…光源,11、12…透镜阵列,13…偏振变换元件,14…重叠透镜,20…色分离导光光学系统,21…十字分色镜,21a、21b…分色镜,21c…交叉轴,22…分色镜,23a、23b、23c、23d、23e…弯曲镜,24a、24b…透镜(聚光透镜),25g、25r、25b…透镜(聚光透镜),30…调光系统,30g、30b、30r…调光光阀,40…中继光学系统,40g、40r、40b…光学系统,41g、41r、41b…双高斯透镜,42g、43g、42r、43r、42b、43b…弯月透镜,44g、44r、44b…相位板,50…图像显示系统,50g、50r、50b…色调制光阀,60…合成光学系统,70…投影光学系统,80…投影机控制部,90…调制光学系统,90g、90r、90b…光调制装置,100…投影机,AL1…透镜,AL1a…透镜,AL1b…透镜,AL2…透镜,AL2a…透镜,AL2b…透镜,AX…光轴,b…差,d1、d2…距离,DD1…剖面,DD2…剖面,DX、DX1、DX2…剖面,Gp、Rp、Bp…色光,IL…照明光线束,L…像素间距,L1-L20…透镜面,LL1…透镜,LL2…透镜,M…倍率,OP1-OP3…光路,PX…基准位置,PX1、PX2…位置,OC…光偏转构件,144g、144r、144b…光漫射元件,AF…调光面板面,CL…透镜中心,DL…漫射光,LX…透镜,PA1…第1基材,PA2…第2基材,PF…图像面板面,SS…小透镜

具体实施方式

[0052] (第1实施方式)

[0053] 以下,参照附图,关于本发明的各实施方式涉及的投影机,详细地进行说明。

[0054] 如示于图1地,本发明的第1实施方式涉及的投影机100具备射出照明光的照明光学系统10、将照明光分离为各色的色光并进行导光的色分离导光光学系统20、对从照明光学系统10射出而在色分离导光光学系统20分离的各色光空间性地进行调制的调制光学系统90、对分离且调制了的色光(调制光)进行合成的合成光学系统60、对合成了的合成光进行投影的投影光学系统70和投影机控制部80。这些之中,尤其是,调制光学系统90具备包括第1像素矩阵的调光系统30、承担从第1像素矩阵直到第2像素矩阵为止的中继的作用的中继光学系统40和包括第2像素矩阵的图像显示系统50。还有,投影机控制部80对各光学系统的工作进行控制。并且,设关于投影机100的光学系统整体的光轴为光轴AX,在图1中,设包括光轴AX的面平行于XZ面,设成为图像光的射出轴的方向为+Z方向。

[0055] 照明光学系统10具备光源10a、具有排列为阵列状的多个透镜元件的第1透镜阵列(第1积分透镜)11、第2透镜阵列(第2积分透镜)12、使来自第2透镜阵列12的光变换为预定的直线偏振光的偏振变换元件13和重叠透镜14,射出满足图像形成的需要的光量的照明光。还有,光源10a例如为超高压水银灯,射出包括R光、G光及B光的光。光源10a既可以是超高压水银灯以外的放电光源,也可以是如LED和/或激光器那样的固体光源。阵列透镜11、12使来自光源10a的光线束分割・聚光为多个,偏振变换元件13与重叠透镜14及后述的聚光透镜24a、24b、25g、25r、25b协作,形成用于在构成调光系统30的调光光阀的被照明区域上重叠的照明光。

[0056] 色分离导光光学系统20具备十字分色镜21、分色镜22、弯曲镜23a、23b、23c、23d、23e、第1透镜(聚光透镜)24a、24b和第2透镜(聚光透镜)25g、25r、25b。在此,十字分色镜21具备第1分色镜21a和第2分色镜21b。第1及第2分色镜21a、21b相互正交,它们的交叉轴21c延伸于Y方向。色分离导光光学系统20将来自照明光学系统10的照明光分离为绿红蓝的3种色光并对各色光进行导光。

[0057] 调制光学系统90以分别对应于分离出的3种色光的多个光调制装置构成。尤其是,在本实施方式中,调制光学系统90具有相对地位于光路上游侧的调光系统30、相对地位于光路下游侧的图像显示系统50和配置于它们之间的中继光学系统40。

[0058] 调制光学系统90之中,调光系统30具备非发光型的调光光阀30g、30r、30b,调光光阀30g、30r、30b对分别对应于通过色分离导光光学系统20分离出的3色(红、绿、蓝)的色光的3种色光的强度分别进行调整。各调光光阀30g、30r、30b具备第1像素矩阵。具体地,调光光阀30g、30r、30b分别具备作为第1像素矩阵主体部分的透射型的液晶像素矩阵(液晶面板)、设置于第1像素矩阵的光入射侧的入射侧偏振板和设置于第1像素矩阵的光射出侧的射出侧偏振板。还有,入射侧偏振板与射出侧偏振板成为正交尼科尔配置。以下,关于各调光光阀30g、30r、30b的控制工作简单地进行说明。首先,根据通过投影机控制部80输入的图像信号确定亮度控制信号。接下来,通过所确定的亮度控制信号控制未图示的调光用驱动器。通过所控制的调光用驱动器驱动调光光阀30g、30r、30b,分别调整3色(红、绿、蓝)的色光的强度。在此,例如调光系统30的分辨率在横向方向为250像素,在纵向方向为145像素。

[0059] 调制光学系统90之中,中继光学系统40分别对应于构成调光系统30的3个调光光阀30g、30r、30b,以3个光学系统40g、40r、40b而构成。例如光学系统40g具有双高斯透镜41g、1对弯月透镜42g、43g和作为光偏转构件OC的相位板44g。还有,虽然关于详情后述,但是相位板44g包括3次函数形状的面,为通过使所通过的光的波面的相位变化而对光的成像

状态进行调整来起作用的光透射性的板状构件,配置于双高斯透镜41g的中心位置。结果双高斯透镜41g配置为,在光路上夹着作为光偏转构件OC的相位板44g。1对弯月透镜42g、43g为正透镜,为分别在光路上夹着双高斯透镜41g的配置,各弯月透镜42g、43g配置为,向双高斯透镜41g侧分别为凸。即,凸面朝向双高斯透镜41g侧。还有,关于其他的光学系统40r、40b,也分别具有:具有同样的结构的双高斯透镜41r、41b;1对弯月透镜42r、43r、42b、43b;和作为光偏转构件OC的相位板44r、44b。

[0060] 调制光学系统90之中,图像显示系统50具备非发光型的色调制光阀50g、50r、50b,调制作为分别对应于经由中继光学系统40的3色(红、绿、蓝)的色光的3种入射的照明光的各色光的强度的空间分布。各色调制光阀50g、50r、50b分别具备作为透射型液晶像素矩阵的第2像素矩阵。具体地,色调制光阀50g、50r、50b分别具备作为第2像素矩阵的液晶像素矩阵(液晶面板)、设置于第2像素矩阵的光入射侧的入射侧偏振板和设置于第2像素矩阵的光射出侧的射出侧偏振板。以下,关于各色调制光阀50g、50r、50b的控制工作简单地进行说明。首先,投影机控制部80由输入的图像信号变换为图像光阀控制信号。接下来,通过变换的图像光阀控制信号控制未图示的面板驱动器。通过所控制的面板驱动器驱动的3块色调制光阀50g、50r、50b分别对3色的色光进行调制,形成相应于输入的图像信息(图像信号)的图像。在此,例如图像显示系统50的分辨率为全HD。

[0061] 还有,以上的调制光学系统90以3个光调制装置90g、90r、90b构成,光调制装置90g对应于绿色光而配置,具有调光光阀30g、光学系统40g和色调制光阀50g。同样地,光调制装置90r对应于红色光而配置,具有调光光阀30r、光学系统40r和色调制光阀50r。并且,光调制装置90b对应于蓝色光而配置,具有调光光阀30b、光学系统40b和色调制光阀50b。在如此地作为3个光调制装置90g、90r、90b看待调制光学系统90的情况下,1个光调制装置(例如光调制装置90g)沿着光路,按具有第1像素矩阵的调光光阀(调光光阀30g)、中继光学系统(光学系统40g)、具有第2像素矩阵的色调制光阀(色调制光阀50g)的顺序而配置。即,处于对应关系的调光光阀与色调制光阀串联地配置。

[0062] 合成光学系统60为使4个直角棱镜相贴合的十字分色棱镜。合成光学系统60对以构成图像显示系统50的色调制光阀50g、50r、50b调制出的各色的调制光进行合成,并朝向投影光学系统70而射出。

[0063] 投影光学系统70对以作为光调制装置的色调制光阀50g、50r、50b调制进而以合成光学系统60合成的合成光朝向屏幕等的被投影体(未图示)进行投影。

[0064] 以下,关于图像光的形成的详情进行说明。首先,射出作为来自照明光学系统10的照明光的照明光线束IL。接下来,在色分离导光光学系统20中,十字分色镜21之中的第1分色镜21a对包括于照明光线束IL的绿(G)色及红(R)色进行反射,并使残余的蓝(B)色透射。另一方面,十字分色镜21之中的第2分色镜21b对蓝(B)色进行反射,并使绿(G)色及红(R)色透射。分色镜22对入射的绿红(GR)色之中的绿(G)色进行反射,并使残余的红(R)色透射。若对通过色分离导光光学系统20从照明光线束IL分离的各色光Gp、Rp、Bp沿着各色的光路OP1~OP3进一步详细地进行说明,则首先,来自照明光学系统10的照明光线束IL入射于十字分色镜21,并被分离。照明光线束IL的分量之中的绿色光Gp(光路OP1),通过以十字分色镜21的第1分色镜21a反射、分支,经由弯曲镜23a,以分色镜22进一步反射而分支,入射于调光系统30的3个调光光阀之中的对应于绿色光Gp的调光光阀30g。并且,照明光线束IL的分量之

中的红色光Rp(光路OP2),通过以十字分色镜21的第1分色镜21a反射、分支,经由弯曲镜23a,通过分色镜22而分支,入射于调光系统30的3个调光光阀之中的对应于红色光Rp的调光光阀30r。并且,照明光线束IL的分量之中的蓝色光Bp(光路OP3),通过以十字分色镜21的第2分色镜21b反射、分支,经由弯曲镜23d,入射于调光系统30的3个调光光阀之中的对应于蓝色光Bp的调光光阀30b。构成调光系统30的调光光阀30g、30r、30b如已述地,在投影机控制部80的控制下,对3色(红、绿、蓝)的色光Gp、Rp、Bp的强度分别进行调整。还有,配于光路OP1~OP3上的第1透镜24a、24b与第2透镜25g、25r、25b用于对入射于相对应的调光光阀30g、30b、30r的色光Gp、Rp、Bp的角度状态进行调整而分别设置。

[0065] 经由调光系统30而调整了辉度的各色光Gp、Rp、Bp分别经由对应于各色而配置来构成中继光学系统40的光学系统40g、40r、40b,分别入射于构成图像显示系统50的3个色调制光阀50g、50r、50b。即,从调光光阀30g射出的绿色光Gp经由光学系统40g及弯曲镜23b,入射于色调制光阀50g。从调光光阀30r射出的红色光Rp经由光学系统40r及弯曲镜23c,入射于色调制光阀50r。从调光光阀30b射出的蓝色光Bp经由光学系统40b及弯曲镜23e,入射于色调制光阀50b。构成图像显示系统50的色调制光阀50g、50r、50b如已述地,在投影机控制部80的控制下对3色的色光分别进行调制,形成各色的图像。以各色调制光阀50g、50r、50b调制的各色的调制光在合成光学系统60中合成,通过投影光学系统70投影。

[0066] 还有,在所述的情况下,各色光的光路OP1~OP3的长度彼此相等,即为等光路长。

[0067] 如以上地,在投影机100中,相对应的第1像素矩阵与第2像素矩阵(例如调光光阀30g的像素矩阵与色调制光阀50g的像素矩阵)必需基本成为成像关系。可是,因成像状态,例如起因于构成各像素矩阵的边界(例如,黑矩阵)有可能产生波纹。在本实施方式的情况下,对于图2(A)的输入图像,如在图2(B)表示一例地,其为第1像素矩阵(例如调光光阀30g的像素矩阵)中的亮部与暗部的边界部清楚的不存在模糊的显示,相对于此,通过光偏转构件OC(相位板44g),如示于图2(C)地,通过使第2像素矩阵(例如色调制光阀50g的像素矩阵)中的边界部成为适当的模糊状况,可以进行波纹的抑制。该模糊状况通过改变通过光偏转构件OC引起的光线的偏转特性能够进行调整。还有,向具有被进行如所述的状态的照明的第2像素矩阵(例如色调制光阀50g的像素矩阵)的色调制光阀的输入图像,基于示于图2(A)的输入图像例如成为如图2(D)的状态。即,对于进行图2(D)的显示的色调制光阀50g等的第2像素矩阵通过加入示于图2(C)的状态的照明(即,使图2(C)与图2(D)结合),而投影如示于图2(E)的投影图像。在本实施方式中,通过相位板44g、44r、44b而使色调制光阀50g、50r、50b的各第2像素矩阵中的各色光的光线束成为存在适当的扩展的状态。在此,例如,若要通过散焦不完全地使其成像地维持适当地模糊的状态,则一般地,位置精度苛刻,有可能难以进行位置调整。相对于此,在本实施方式中,通过相位板44g、44r、44b具有基于3次函数的表面形状的面作为光的通过面,使来自第1像素矩阵的像在第2像素矩阵中成为不完全地成像的状态,所以提高关于位置精度的容许性。而且,因为使来自第1像素矩阵的像在第2像素矩阵中成为不完全地成像的状态地,通过使相位板44g、44r、44b的波面的相位变化的作用而形成模糊像,所以对因模糊像的在光源侧的配光分布产生的影响进行抑制。在作为比较例示于图2(F)的通过散焦得到的图像的情况下,有可能出现并不存在于输入图像的边界线。相对于此,通过本实施方式的投影机100产生的投影图像抑制产生如示于图2(F)的现象,具有均匀的照度分布。

[0068] 图3为关于从第1像素矩阵直到第2像素矩阵为止的光路之一例(例如光路OP1)展开的图。还有,在此,以在展开的状态下的光的行进方向为+Z方向而表示XYZ的各方向。并且,在图3中,关于构成通过色分离而分支的3个光路之中的一个光路(例如光路OP1)中的作为调制光学系统90的光调制装置(光路OP1的情况下为光调制装置90g)的调光系统30(调光光阀30g)、中继光学系统40(光学系统40g)及图像显示系统50(色调制光阀50g),尤其是,以构成中继光学系统40的光学系统40g为中心,表示照明光(绿色光Gp)的成像状态。还有,如已述地,在本实施方式中,各色光的光路彼此为等光路长,关于其他的光路(例如光路OP2、OP3)展开的图,因为相同所以将图示及说明进行省略。

[0069] 光学系统40g如已述地,具有双高斯透镜41g、一对弯月透镜42g、43g和相位板44g。若关于光学系统40g的各部分参照图3进一步具体地进行说明,则首先,双高斯透镜41g按光路的顺序具有第1透镜LL1、第1消色差透镜AL1、光圈ST、第2消色差透镜AL2和第2透镜LL2而构成。还有,第1消色差透镜AL1及第2消色差透镜AL2为分别使2块透镜组合的构成。即,第1消色差透镜AL1使透镜AL1a与透镜AL1b贴合而构成,第2消色差透镜AL2使透镜AL2a与透镜AL2b贴合而构成。从而,第1消色差透镜AL1及第2消色差透镜AL2分别具有表面及背面与贴合面这共计3个透镜面。

[0070] 并且,一对弯月透镜42g、43g为具有正的折射能力的透镜,具有相同的形状,并夹着双高斯透镜41g以双高斯透镜41g为基准而对称地配置,尤其是在双高斯透镜41g侧分别为凸出的配置。即,作为配置于调光光阀30g的后级的第1弯月透镜的弯月透镜42g朝向光路下游侧凸出,作为配置于色调制光阀50g的前级的第2弯月透镜的弯月透镜43g朝向光路上游侧凸出。

[0071] 相位板44g配置于光圈ST的光路上的位置即光瞳位置。相位板44g为平板状的光透射性构件,更正确地说,一方表面具有3次函数形状,并且另一方的面具有平面(例如参照图4(A))。在此,作为3次函数形状的一例,相位板44g,在关于正交于光轴AX的方向(Z方向)的X方向(任意的一个方向之一例)的剖面与关于Y方向(与一个方向相交叉(正交)的其他方向)的剖面中,相当于表面的部分成为按照3次函数的形状。相位板44g通过具有如以上的形状,相对于通过的光线束,表现使波面的相位变化的作用。此时,尤其是,通过相位板44g的表面具有3次函数形状,能够关于光轴方向(Z方向)在色调制光阀50g的成像位置的附近处使光线束剖面具有适当的大小(扩展),且在成像位置的附近处关于沿着光轴的方向使得光线束的状态的变化变少。

[0072] 并且,包括相位板44g及双高斯透镜41g的光学系统40g以双高斯透镜41g的光圈ST的位置为基准,成为沿着光轴AX基本对称的等倍的光学系统。即,光学系统40g以配置光圈ST及相位板44g的面为对称面,成为对称的配置的透镜构成。若进一步换言之,则光学系统40g以光圈ST为中心,配置于光路上游侧的光学系统与配置于光路下游侧的光学系统在形状、材质、配置方面,成为镜面对合地配置基本相同的部分的状态。

[0073] 光学系统40g之中,配置于光圈ST的光路上游侧的弯月透镜42g具有透镜面L1与透镜面L2,第1透镜LL1具有透镜面L3与透镜面L4,并且第1消色差透镜AL1具有透镜面L5、透镜面L6和透镜面L7。位于光圈ST的位置的相位板44g具有透镜面L8与透镜面L9。并且,光学系统40g之中,配置于光圈ST的光路下游侧的第2消色差透镜AL2具有透镜面L10、透镜面L11和透镜面L12,第2透镜LL2具有透镜面L13与透镜面L14,并且弯月透镜43g具有透镜面L15与透

镜面L16。

[0074] 如图示地,从调光光阀30g射出的绿色光Gp经由所述的各透镜面L1~L16,在色调调制光阀50g中成像。

[0075] 图4(A)是关于本实施方式中的色调调制光阀50g的成像位置附近处的光的聚光的状况示意地表示的图。相对于此,图4(B)为比较例的图,是关于在不具有相位板44g的构成的情况下的色调调制光阀50g的成像位置附近处的光的聚光的状况示意地表示的图。也就是说,表示在光轴上的聚光程度的通常的光学系统。在此,在附图中,基准位置PX表示成像位置附近的聚光度变得最高的位置即光线束的剖面最窄的位置(焦点位置)。相对于此,第1位置PX1表示关于光轴AX的方向,从基准位置PX按距离d1向光路上游侧移位后的位置,并且第2位置PX2表示关于光轴AX的方向,从基准位置PX按距离d2向光路下游侧移位后的位置。并且,对各位置处的光线束的剖面形状分别以剖面DX、DX1、DX2表示。还有,虽然在图示的例中,例如在图4(A)中,各剖面DX、DX1、DX2为三角形状,但是该形状因相位板44g的形状等而各种不同。在图4(A)的情况下,在基准位置PX处也不完全地成像,成为剖面DX存在某程度的扩展(大小)即存在模糊量的状态,且在从基准位置PX离开距离d1、d2的位置PX1、PX2处,剖面DX1、DX2也几乎不变化。即,关于光轴AX的方向,在d1+d2的宽度范围,维持为光线束剖面基本不变化的状态。相对于此,在示于图4(B)的比较例的情况下,一方面在基准位置PX处成像度高,成为剖面DX非常地小即几乎不存在模糊量的状态,另一方面在从基准位置PX仅离开距离d1的位置PX1和/或仅离开距离d2的位置PX2处,剖面DX1和/或剖面DX2相比于剖面DX变大。即,随着从作为焦点位置的基准位置PX关于光轴AX的方向偏离,点像强度分布扩展,其变化剧烈。如示于图4(A)地,在本实施方式的情况下,关于光轴AX的方向在焦点位置的附近的某程度的范围,光束的聚集状况几乎不变化。即,模糊量保持一定原封不动。由此,如果在该范围内能够配置色调调制光阀50g的成像位置,则可以加进该模糊量而进行对其进行补偿的图像处理,可进行预期的图像形成。若改变看法,则在本实施方式中,通过插入相位板44g,使得光轴方向的焦点深度变深,能够放宽位置精度即放宽制造公差。

[0076] 图5(A)是示意地表示色调调制光阀50g的成像位置处的光线束的剖面的状况的图,图5(B)是示意地表示比较例(参照图4(B))即在不存在相位板44g的情况下的色调调制光阀50g的成像位置处的光线束的剖面的状况的图。在此,用于说明的简化,以圆形状表示光线束的剖面形状,并以圆的半径和/或直径表示剖面的尺寸。并且,在此,设构成调光光阀30g的液晶面板的像素的像素间距为L、设中继光学系统40(光学系统40g)的倍率为M、设因相位板44g的有无引起的色调调制光阀50g的成像位置的模糊量之差为b。模糊量之差b为示于图5(A)的光线束的剖面DD1的半径与示于图5(B)的光线束的剖面DD2的半径之差。即,在设剖面DD1的尺寸(直径)为长度a、并设剖面DD2的尺寸(直径)为长度c的情况下,成为:

[0077] $a = 2b + c$ 即 $b = (a - c) / 2$ 。

[0078] 该情况下,关于像素间距L、倍率M与模糊量之差b,满足:

[0079] $ML/2 \leq b \leq 3ML$ 。

[0080] 该情况下,通过存在相位板44g,在色调调制光阀50g的成像位置处,与不存在相位板44g的情况相比较,能够如所述地成为使光线束剖面按必需且充分的程度具有大小(扩展)的状态。

[0081] 还有,包括所述的相位板44g的光学系统40g相关的事项,关于构成中继光学系统

40并分别包括相位板44r、44b的其他的光学系统40r、40b(参照图1),也可以说相同。在该情况下,相应于通过各光学系统40g、40r、40b的色光的波段等的特性,也可以使分别配置于相对应的光路上的相位板44g、44r、44b的形状等相互不同。该情况下,例如能够按各色光进行最佳的调整。并且,例如也可以对各色光每个的误差进行调整而在最佳的状态下进行光合成。

[0082] 如以上地,在本实施方式涉及的投影机100中,在中继光学系统40(光学系统40g、40r、40b)中,通过具有具有3次函数形状的表面的相位板44g、44r、44b,相对于所通过的光线束,表现仅使波面的相位变化的作用,由此能够调整为,成为在色调制光阀50g、50r、50b中的成像位置处光线束剖面具有适当的大小(扩展)的状态,即成为不完全地成像的模糊存在的状态。由此,能够对波纹进行抑制而使良好的图像形成。

[0083] 还有,虽然在所述的例中,构成调光系统30的调光光阀30g、30r、30b的分辨率比构成图像显示系统50的色调制光阀50g、50r、50b的分辨率低,但是调光光阀30g、30r、30b的分辨率与色调制光阀50g、50r、50b的分辨率也能够一一对应。也就是说,例如调光系统30的调光光阀30g的分辨率与图像显示系统50之中的对应于调光光阀30g的色调制光阀50g的分辨率能够相一致。并且,虽然在所述的例中,关于灰度等级数(例如,256灰度等级),在调光光阀30g、30r、30b与色调制光阀50g、50r、50b中也相同,但是也能够使灰度等级数不相同。如所述地,即使在调光光阀30g、30r、30b的分辨率与色调制光阀50g、50r、50b的分辨率中存在差异,通过在相位板44g、44r、44b中使适当的模糊产生地进行调整,也能够使得对应于在辉度调整侧的亮部与暗部的边界的部位在图像投影时不显著。

[0084] (实施例)

[0085] 以下,关于本发明涉及的投影机的中继光学系统的实施例进行说明。将在各实施例所使用的符号归纳于以下。

[0086] R :透镜面的曲率半径

[0087] D :透镜面间的距离

[0088] Nd :光学材料相对于d线的折射率

[0089] Vd :光学材料的关于d线的色散系数

[0090] (实施例1)

[0091] 将构成实施例1的中继光学系统的光学面的数据示于以下的表1。还有,图1及图3表示实施例1的透镜。并且,在表1的上栏中,“面编号”为从像面侧按顺序附加于各透镜面等的编号。还有,附加于面编号之后的LP表示液晶面板的位置,PP表示偏振板的位置,并且P表示相位板的位置(也是光圈的位置)。并且,表1的下栏对透镜面L9即相位板44g(44r、44b)的形状进行特定。如示于表地,在此,透镜面L9为3次函数形状。并且,如从表1的右栏表明地,在此,关于作为任意的一个方向的X方向和作为交叉(正交)于其的其他方向的Y方向具有相同的形状。

[0092] (表1)

[0093]

面编号	面类型	曲率半径 (R)	面间隔 (D)	Nd	v d
1 (LP)	球	∞	2.3	1.51680	64.17
2	球	∞	3.5		
3 (PP)	球	∞	0.7	1.51680	64.17
4	球	∞	10		
5	球	- 50	10	1.84666	23.8
6	球	- 39.90464771	80		
7	球	88.4492419	7.5	1.83481	42.7
8	球	- 172.26033	0.5		
9	球	38.48404623	18	1.74320	49.3
10	球	- 88.8156908	5	1.74000	28.3

[0094]

11	球	20.56405969	8.7		
12 (P)	球	∞	0.1	1.51680	64.17
13	XY 多项式面	∞	8.7		
14	球	-20.56917397	5	1.74000	28.3
15	球	89.5946754	18	1.74320	49.3
16	球	-38.48404623	0.5		
17	球	172.26033	7.5	1.83481	42.7
18	球	-88.4492419	80		
19	球	39.90464771	10	1.84666	23.8
20	球	50	10		
21 (PP)	球	∞	0.7	1.51680	64.17
22	球	∞	3.5		
23 (LP)	球	∞	2.3	1.51680	64.17
24	球	∞	0		

X、Y 曲率半径	1.00E + 18
归一化半径	0
锥形 (二次) 常数	0
X	0
Y	0
X**2	0
X * Y	0
Y**2	0
X**3	1.00E - 05
X**2 * Y	0
X Y**2	0
Y**3	1.00E - 05
X**4	0

[0095]

$$X^{**3} * Y \quad 0$$

$$X^{**2} * Y^{**2} \quad 0$$

$$X * Y^{**3} \quad 0$$

$$Y^{**4} \quad 0$$

[0096] 图6(A)表示本实施例中的中继光学系统(光学系统40g)产生的斑点图。即,图6(A)表示聚光程度的变化。横轴表示散焦量,纵轴表示像高,表示离开光轴的距离。还有,纵轴横轴单位均为mm。并且,关于横轴,位于中央(第3)处相当于图4(A)的基准位置PX。并且,关于纵轴,最下段相当于像高为零即光轴上的位置。还有,图6(B)表示比较例即不插入相位板44g的构成的情况下的中继光学系统(光学系统40g)产生的斑点图。如对图6进行比较而表明地,在本实施例的情况下,与比较例相比,斑点图与像高、散焦量无关地为基本均匀的形状。即可知:通过插入相位板44g,焦点深度变深,能够放宽图像面板与调光面板的光轴方向上的位置精度。

[0097] (实施例2)

[0098] 将构成实施例2的中继光学系统的光学面的数据示于以下的表2。还有,关于表2的上栏中的各符号,与实施例1的情况相同。在本实施例中,如示于表2的下栏地,在透镜面L9即相位板44g(44r、44b)成为4次函数形状之点,与实施方式1不同,并且,在实施例2中,相位板44g(44r、44b)成为旋转对称的形状。

[0099] (表2)

[0100]

面编号	面类型	曲率半径 (R)	面间隔 (D)	Nd	v d
1 (LP)	球	∞	2.3	1.51680	64.17
2	球	∞	3.5		
3 (PP)	球	∞	0.7	1.51680	64.17
4	球	∞	10		
5	球	-50	10	1.84666	23.8
6	球	-39.90464771	80		

[0101]

7	球	88.4492419	7.5	1.83481	42.7
8	球	- 172.26033	0.5		
9	球	38.48404623	18	1.74320	49.3
10	球	- 88.8156908	5	1.74000	28.3
11	球	20.56405969	8.7		
12 (P)	球	∞	0.1	1.51680	64.17
13	非球面	∞	8.7		
14	球	- 20.56917397	5	1.74000	28.3
15	球	89.5946754	18	1.74320	49.3
16	球	- 38.48404623	0.5		
17	球	172.26033	7.5	1.83481	42.7
18	球	- 88.4492419	80		
19	球	39.90464771	10	1.84666	23.8
20	球	50	10		
21 (PP)	球	∞	0.7	1.51680	64.17
22	球	∞	3.5		
23 (LP)	球	∞	2.3	1.51680	64.17
24	球	∞	0		

X、Y 曲率半径 1.00E + 18

锥形常数 (K) 0

4 次的系数 (A) 1.00E - 06

6 次的系数 (B) 0

8 次的系数 (C) 0

10 次的系数 (D) 0

12 次的系数 (E) 0

14 次的系数 (F) 0

16 次的系数 (G) 0

[0102]

18 次的系数 (H) 0**20 次的系数 (J) 0**

[0103] 图7(A)表示本实施例中的中继光学系统(光学系统40g)产生的斑点图。还有,图7(B)表示比较例即不插入相位板44g的构成的情况下的中继光学系统(光学系统40g)产生的斑点图。如对图7进行比较而表明地,在本实施例的情况下,与比较例相比,斑点图也与像高、散焦量无关地为基本均匀的形状。即可知:通过插入相位板44g,焦点深度变深,能够放宽图像面板与调光面板的光轴方向上的位置精度。还有,在本实施例的情况下,斑点图的形状即光线束的剖面成为圆形状。

[0104] (第2实施方式)

[0105] 参照图8等,关于本发明的第2实施方式涉及的投影机,详细地进行说明。还有,示于图8的投影机相对于示于第1实施方式的投影机,关于光偏转构件OC的结构不同这一点以外的情况,与示于图1的情况相同,所以关于所述以外的部分,将说明进行省略。

[0106] 在示于图8的投影机100中,例如光学系统40g除了具有双高斯透镜41g之外,还具有1对弯月透镜42g、43g和作为光偏转构件OC的光漫射元件144g。还有,关于详情后述,光漫射元件144g为通过使漫射作用影响于光、对光的成像状态进行调整而起作用的光透射性的板状构件,配置于双高斯透镜41g的中心位置。结果,双高斯透镜41g成为在光路上夹着光漫射元件144g的配置。1对弯月透镜42g、43g为正的透镜,成为分别在光路上夹着双高斯透镜41g的配置,各弯月透镜42g、43g配置为,在双高斯透镜41g侧分别凸出。即,凸面朝向双高斯透镜41g侧。还有,关于其他的光学系统40r、40b,也分别具有:具有同样的结构的双高斯透镜41r、41b、1对弯月透镜42r、43r、42b、43b和光漫射元件144r、144b。

[0107] 在此,例如,关于在色调制光阀50g等中的成像状态,若欲维持不完全地成像而适当地模糊的状态,则一般地,位置精度会苛刻,有可能难以进行位置调整。相对于此,在本实施方式中,光漫射元件144g、144r、144b通过具有光漫射特性,在使来自第1像素矩阵的像在第2像素矩阵中成为不完全地成像的状态时,提高关于位置精度的容许性。

[0108] 图9为关于从第1像素矩阵直到第2像素矩阵为止的光路之一例(例如光路OP1)展开的图。还有,在此,以在展开的状态下的光的行进方向为+Z方向而表示XYZ的各方向。并且,在图9中,关于构成通过色分离而分支的3个光路之中的一个光路(例如光路OP1)中的作为调制光学系统90的光调制装置(光路OP1的情况下为光调制装置90g)的调光系统30(调光光阀30g)、中继光学系统40(光学系统40g)及图像显示系统50(色调制光阀50g),尤其是,以构成中继光学系统40的光学系统40g为中心,表示照明光(绿色光Gp)的成像状态。还有,如已述地,在本实施方式中,各色光的光路彼此为等光路长,关于其他的光路(例如光路OP2、OP3)展开的图,因为相同,所以将图示及说明进行省略。

[0109] 光学系统40g如已述地,具有双高斯透镜41g和光漫射元件144g。并且,在此,光学系统40g除了所述之外,还具有一对第1及第2透镜组LS1、LS2。

[0110] 若关于光学系统40g的各部分参照图9进一步具体地进行说明,则首先,双高斯透镜41g按光路的顺序具有第1透镜LL1、第1消色差透镜AL1、光圈ST、第2消色差透镜AL2和第2透镜LL2而构成。还有,第1消色差透镜AL1及第2消色差透镜AL2为分别使2块透镜组合的构

成。即,第1消色差透镜AL1使透镜AL1a与透镜AL1b贴合而构成,第2消色差透镜AL2使透镜AL2a与透镜AL2b贴合而构成。从而,第1消色差透镜AL1及第2消色差透镜AL2分别具有表面及背面与贴合面这共计3个透镜面。

[0111] 并且,一对第1及第2透镜组LS1、LS2作为整体为具有正的折射能力的透镜,具有相同的形状,并夹着双高斯透镜41g以双高斯透镜41g为基准而对称地配置。第1透镜组LS1包括凸透镜LS1a与弯月透镜LS1b而构成,第2透镜组LS2也同样地,包括凸透镜LS2a与弯月透镜LS2b而构成。还有,一对透镜组LS1、LS2也能够取为,作为一对弯月透镜而起作用,尤其是,在看作弯月透镜的情况下,成为在双高斯透镜41g侧分别凸出的配置。即,作为配置于调光光阀30g的后级的第1弯月透镜的第1透镜组LS1朝向光路下游侧凸出,作为配置于色调制光阀50g的前级的第2弯月透镜的第2透镜组LS2朝向光路上游侧凸出。如以上地,1对透镜组LS1、LS2或者其要素作为1对弯月透镜42g、43g而起作用。

[0112] 光漫射元件144g配置于光圈ST的光路上的位置即光瞳位置。光漫射元件144g为平板状的光透射性构件,更具体地,使2种不同的具有光透射性的材料相贴合,作为它们的贴合面的内面为曲面形状,作为表面及背面的外侧的面为平面形状(参照图10(A)。)。

[0113] 以下,参照图10关于光漫射元件144g的形状及结构进一步具体地进行说明。首先,如示于图10(A)地,光漫射元件144g使以互不相同的树脂材料形成的第1基材PA1与第2基材PA2相贴合而成为外观上为平板形状的构件。更具体地,第1基材PA1例如以玻璃材料形成,如图示地,在一方的面形成排列有多个透镜的结构即多透镜阵列结构,并且另一方的面成为平面形状。另一方面,第2基材PA2例如以丙烯酸树脂等的树脂材料形成,如图示地形成成为,相应于第1基材PA1的形状而填埋多透镜阵列结构的部分。结果,作为光漫射元件144g整体,在内面具有曲面上的贴合面PS,成为形成外侧的面的表面SF1与背面SF2为平面的平板形状。还有,在表面SF1及背面SF2,也可以实施反射防止用的AR涂敷。通过利用第1基材PA1与第2基材PA2的折射率差例如成为使漫射的程度变小的状态,能够在色调制光阀50g的面内成为预期的漫射状态。

[0114] 在此,在所述光漫射元件144g中,作为多透镜阵列的排列之一例,如示于图10(B)及10(C)地,为简单四边形排列。即,如示于图10(B)及10(C)地,关于构成多透镜阵列的各小透镜SS的透镜中心CL,透镜中心间的距离dd1在纵向横向方向都相等(例如 $dd1=1\text{mm}$)地成为一定的间隔,成为一边的长度LP为1mm的俯视正方形形状的小透镜SS排列为网格状的形状。还有,各小透镜SS的透镜半径例如为8mm。光漫射元件144g通过具有如以上的结构,相对于所通过的光线束,表现使光分割(漫射)的作用。由此,能够关于光轴方向(Z方向)在色调制光阀50g的成像位置的附近处使光线束剖面具有适当的大小(扩展),且使具有扩展的光的照度分布的均匀性与照明光侧的配光分布无关地均匀(一致)。

[0115] 返回到图9,包括光漫射元件144g及双高斯透镜41g的光学系统40g以双高斯透镜41g的光圈ST的位置为基准,成为沿着光轴AX基本对称的等倍的光学系统。即,光学系统40g以配置光圈ST及光漫射元件144g的面为对称面成为对称的配置的透镜构成。若进一步换言之,则光学系统40g以光圈ST为中心,配置于光路上游侧的光学系统与配置于光路下游侧的光学系统在形状、材质、配置方面,成为镜面对合地配置基本相同的部分的状态。

[0116] 光学系统40g之中,配置于光圈ST的光路上游侧的第1透镜组LS1具有透镜面L1、透镜面L2、透镜面L3与透镜面L4,第1透镜LL1具有透镜面L5与透镜面L6,并且第1消色差透镜

AL1具有透镜面L7、透镜面L8和透镜面L9。位于光圈ST的位置的光漫射元件144g具有透镜面L10与透镜面L11。并且,光学系统40g之中,配置于光圈ST的光路下游侧的第2消色差透镜AL2具有透镜面L12、透镜面L13和透镜面L14,第2透镜LL2具有透镜面L15与透镜面L16,并且第2透镜组LS2具有透镜面L17、透镜面L18、透镜面L19与透镜面L20。

[0117] 如图示地,从调光光阀30g射出的绿色光Gp经由所述的各透镜面L1~L20,在色调调制光阀50g中成像。

[0118] 以下,参照图11等说明:通过由所述光漫射元件144g使所通过的光分割(漫射)的作用,成为与照明光侧的配光分布无关(或抑制影响)的像的原理。还有,图11的各图示意地表示光路,例如关于在两个方向表示的透镜组AA1、AA2,透镜组AA1表示比光圈ST靠光源侧(前级侧)的透镜组,并且透镜组AA2表示比光圈ST靠屏幕侧(后级侧)的透镜组。首先,如示意地示于图11(A)地,在假设在光圈ST的位置(光瞳位置)配置有附图中2块(作为面整体例如为4块)透镜LX(在此为凹透镜)的情况下,在光瞳面上透镜LX使通过的光折射,照射于色调调制光阀50g的图像面板面PF上。此时,如图示地,从作为照明侧的调光光阀30g侧的调光面板面AF上的中心的1点射出的光的分量之中的、以实线表示的通过图中上侧的分量IL1与以虚线表示的通过图中下侧的分量IL2,通过各透镜LX中的作用,在混合的状态下照射于图像面板面PF上。这是指:关于来自调光面板面AF的光,例如即使在分量IL1的光相对地弱且分量IL2的光相对地强这样的配光分布存在不平衡的影响的情况下,它们的强弱也会在图像面板面PF上混合而平均化(均匀化)。

[0119] 而且,如示于图11(B)地,增加配置于ST的位置(光瞳位置)的透镜LX的块数的情况下,从调光面板面AF上的中心的1点射出的光的分量进一步细致地被分割而在混合的状态下照射于图像面板面PF上。根据以上,如本实施方式的情况地,通过在ST的位置(光瞳位置)插入表现漫射作用的光漫射元件144g,从调光面板面AF的各点射出的光在光漫射元件144g中分别细致地被分割(漫射)而在适当地混合的状态下使照度均匀化的模糊像形成于图像面板面PF。从而,在光源侧,即使在配光分布存在不平衡的情况下,在作为射出侧的调光光阀30g侧,进一步通过光漫射元件144g中的作用,在色调调制光阀50g的图像面板面PF上,也可以使得该配光分布的影响不产生或者降低。还有,如作为比较例示于图11(C)地,在假设未将表现如所述的漫射作用的构件设置于光瞳位置的情况下,以实线表示的通过图中上侧的分量IL1与以虚线表示的通过图中下侧的分量IL2不混合地照射于图像面板面PF上。该情况下,如图示地,即使关于光轴方向(Z方向)使图像面板面PF的位置从成像位置IF关于光轴方向偏离进行散焦而使模糊像形成,在模糊像中分量IL1与分量IL2的强度也会原封不动地影响。在本实施方式中,可以避免如此的状况。

[0120] 还有,如例示于图12(A)~12(D)地,例如在从光源光向调光光阀30g的照明中,在调光面板面AF的面内,因配光分布在光轴附近与周边侧不同,在从调光面板面AF朝向图像面板面PF射出的光的分量中在配光分布产生不平衡。

[0121] 以下,参照图13等,关于本实施方式中的图像面板面上的照度分布进行说明。首先,图13(A)~13(D)中,例如图13(A)为表示色调调制光阀50g的图像面板面PF上的点像强度分布的图,左侧表示照度分布,右侧使分布曲线化。还有,关于图13,其他的图也同样,将示于左侧的照度分布在右侧曲线化而表示。在本实施方式中,如已述地,通过在光漫射元件144g中的作用,表示相对于图像面板面PF的来自点光源的强度分布的点像强度分布如图示

地成为具有同样的扩展的状态。还有,因为如示于图10地在此为简单四边形排列,所以点像强度分布的形状为正方形。并且,如示于图13(B)地,相对于来自位于调光面板面AF内的中心的1个像素的光的图像面板面上的模糊像的分布,说起来成为相加图13(A)的状态后的形状。同样地,如示于图13(C)地,相对于来自位于调光面板面AF内的端部(周边侧)的1个像素的光的图像面板面上的模糊像的分布也成为与示于图13(B)的情况基本不变的状态。此在例示于图13(B)和/或图13(C)的情况以外的其他的位置处也同样。也就是说,分布形状不会因图像面板面PF上的位置而变化。还有,关于如图13(B)的情况与图13(C)的情况地不会因位置产生差异的情况,参照图14后述。

[0122] 而且,如示于图13(D)地,在本实施方式的情况下,例如即使在因制造公差和/或伴随于灯的使用经过的劣化等而在光源中弧光位置偏离的情况下,分布形状也不变化。

[0123] 以下,关于示于图13(E)~13(H)的比较例进行说明。图13(E)~13(H)为关于下述情况而示的图:不设置如本实施方式的光漫射元件144g,通过在光轴方向(Z方向)使位置偏离进行散焦来谋求调整,分别对应于图13(A)~13(D)。例如,图13(E)表示图像面板面上的点像强度分布。该情况下,因为并不存在通过光漫射元件产生的漫射作用,所以点像强度分布的形状并不成为如示于本实施方式的图13(A)的曲线那样的大礼帽形状,而成为来自多透镜的配光分布的形状。并且,在示于图13(F)的位于图像面板面之中的中心的1个像素的模糊像的分布中,可知条纹进入模糊像内。此起因于:图13(F)的模糊像的分布形状虽然为按调光像素的像素间距离量卷积(convolution)示于图13(E)的点像强度分布所得的形状,但是原来图13(E)的点像强度分布如图示地为离散性。而且,在示于图13(G)的位于图像面板面之中的端部的1个像素的模糊像的分布中,若与示于图13(F)的中心像素产生的照度分布进行比较,则可知分布的形状改变。这是因为,在光轴方向(Z方向)使位置偏离而进行散焦的情况下,配光分布在面板的中心侧与端部侧不相同。相对于以上,在本实施方式中,各点像强度分布一致,且分布形状并不因图像面板面PF上的位置而变化。并且,例如,如示于图13(H)地,在光轴方向(Z方向)使位置偏离进行散焦而产生模糊像的情况下,若弧光位置的偏离大,则图像面板上的模糊像的分布偏离大而分布形状改变。这起因于,在所述的光源侧的配光分布中,伴随于弧光位置的偏离而产生不平衡。还有,如图13(H)地在弧光位置的偏离大的情况下,产生出现并不存在于示于图2(F)的输入图像的边界线的现象。在本实施方式中,因为如已述地构成为,即使在光源侧的配光分布产生不平衡、在图像面板上的模糊像的形成时也不会产生影响,所以即使在如示于图13(D)地弧光位置偏离的情况下,分布形状也不变化。

[0124] 以下,参照图14,通过关于像差的产生进行说明,关于在图13(B)的情况下和13(C)的情况下在分布形状中不产生差异即分布形状与位置无关这一情况进行说明。首先,图14(A)为示意地表示很好地校正像差的状态的模型。图中的分量LB1表示从调光面板面AF的中心射出的光线束的分量,分量LB2表示来自周边侧的射出的分量。即,分量LB1相当于像高为零的位置的分量,分量LB2相当于像高大的位置的分量。图14(B)对在图14(A)的条件下在光圈ST的位置(光瞳位置)处存在使像差产生的因素的情况进行例示。在此,为了容易理解地进行说明,设定在图中光圈ST的端部的部分TP处存在光被弯曲的分量PQ的情况。该情况下,在光圈ST的位置(光瞳位置)处,因为包括分量LB1和/或分量LB2的全部的光的边缘光交叉地通过,所以不管是分量LB1还是分量LB2都同样地受光被弯曲的作用,产生同样的像差。

即,相对于全部的像高相同程度地产生像差的影响。因此,并不限于对图13(B)的情况与13(C)的情况进行了比较时而在全部的图像面板上的位置处,在分布形状中不产生差别。

[0125] 如以上地,在本实施方式涉及的投影机100中,在中继光学系统40(光学系统40g、40r、40b)中,通过具有作为表现漫射作用的光偏转构件0C的光漫射元件144g、144r、144b,能够调整为,在色调制光阀50g、50r、50b中的成像位置处光线束剖面成为具有适当的大小(扩展)的状态,即成为不完全地成像的模糊存在的状态。由此,能够对波纹进行抑制而使良好的图像形成。

[0126] 以下,参照图15,关于本实施方式的一个变形例进行说明。在本变形例中,作为光漫射元件144g等,如示于图15(A)及15(B)地,虽然与图10(A)的情况同样地,以不同种类的第1基材PA1与第2基材PA2构成排列有多个透镜而成的多透镜阵列结构的光漫射元件,但是与图10的情况不同,成为六边形排列。还有,关于各小透镜SS的透镜中心CL,关于透镜中心间的距离dd1和/或各小透镜SS的曲率半径,与图10的情况相同。该情况下,如示于图15(C)地点像强度分布的形状成为正六边形。还有,如示于图15(D)地,模糊像的分布形状通过成为重叠有图15(C)所得的形状,接近于圆形。由此,能够降低光漫射元件144g的光轴方向的旋转误差的影响。

[0127] 以下,参照图16,关于本实施方式的另外的一个变形例进行说明。在本变形例中,作为光漫射元件144g等,如示于图16(A)地,虽然与图10(A)等的情况同样地,以种类不同的第1基材PA1与第2基材PA2构成排列有多个透镜的多透镜阵列结构的光漫射元件,但是与图10的情况不同,如示于图16(B)及16(C)地具有随机性。即,通过从在图16(B)中关于透镜中心CL表示的六边形排列的状态成为具有如示于图16(C)的随机性的状态而形成多透镜阵列结构。该情况下,如示于图16(D)地点像强度分布的形状成为使正六边形进行了变形的形状。还有,如示于图16(E)地,模糊像的分布形状成为重叠了图16(D)后的形状,由此接近于圆形。由此,能够降低光漫射元件144g的光轴方向的旋转误差的影响。

[0128] 以下,参照图17,关于本实施方式的另外的又一变形例进行说明。在本变形例中,作为光漫射元件144g等,如示于图17(A)及17(B)地,光漫射元件144g为使高斯散射产生的漫射板。即,光漫射元件144g如示于图17(A)地,使所入射的照明光线束IL作为按照示于图17(B)的曲线图的高斯曲线的强度分布的散射后即高斯漫射后的漫射光DL而射出。在此,作为一例,半光谱全幅值HH为0.3。该情况下,因为如示于图17(C)地点像强度分布的形状接近于圆形,所以如示于图17(D)地,模糊像的分布形状也接近于圆形。

[0129] (其他)

[0130] 该发明并不限于所述的实施方式,在不脱离其要旨的范围可以在各种方式下实施。

[0131] 各调光光阀30g、30r、30b和/或各色调制光阀50g、50r、50b虽然为透射型,但是能够应用TN方式和/或VA方式、IPS方式之类的各种类型的液晶面板。此外,不限于透射型也可以是反射型。在此,所谓“透射型”是指,液晶面板为使调制光透射的类型;所谓“反射型”是指,液晶面板为对调制光进行反射的类型。

[0132] 并且,虽然在所述内容中,具有构成调光系统30的3个调光光阀30g、30r、30b和构成图像显示系统50的3个色调制光阀50g、50r、50b,采用合计6个光阀,但是也可以为其以外的构成。例如,作为调光系统30也可以为,将1个调光光阀配置于色分离导光光学系统20的

前级的构成。并且,作为调光系统30,也可以为将1个调光光阀配置于合成光学系统60的后级的构成。

[0133] 并且,虽然在所述内容中,中继光学系统具有双高斯透镜及一对具有正的折射能力的弯月透镜,但是它们不是必须的构成,例如也可以为不存在弯月透镜的构成和/或不存在双高斯透镜及弯月透镜的构成。

[0134] 并且,虽然在所述内容中,对以多个色调制光阀50g、50r、50b形成的各色的图像进行合成,但是也能够对代替多个色调制光阀即色调制元件而以作为单一的光调制元件(色调制元件)的彩色或单色的色调制光阀形成的图像以投影光学系统70进行放大投影。还有,在该情况下,调光光阀也成为单一的光调制元件(辉度调制元件),能够配置于色调制光阀的前级或后级。

[0135] 并且,虽然在所述实施方式中,分离出的各色光的光路为等光路长,但是也可以为非等光路长的构成。

[0136] 并且,虽然在所述内容中,在光瞳位置处与相位板一起配置光圈,但是也可以为并不存在光圈的构成。并且,例如也可以为使相位板与光圈一体化的构成等。

[0137] 也能够代替色调制光阀50g、50r、50b,将以微镜为像素的数字微镜器件等用作光调制元件。

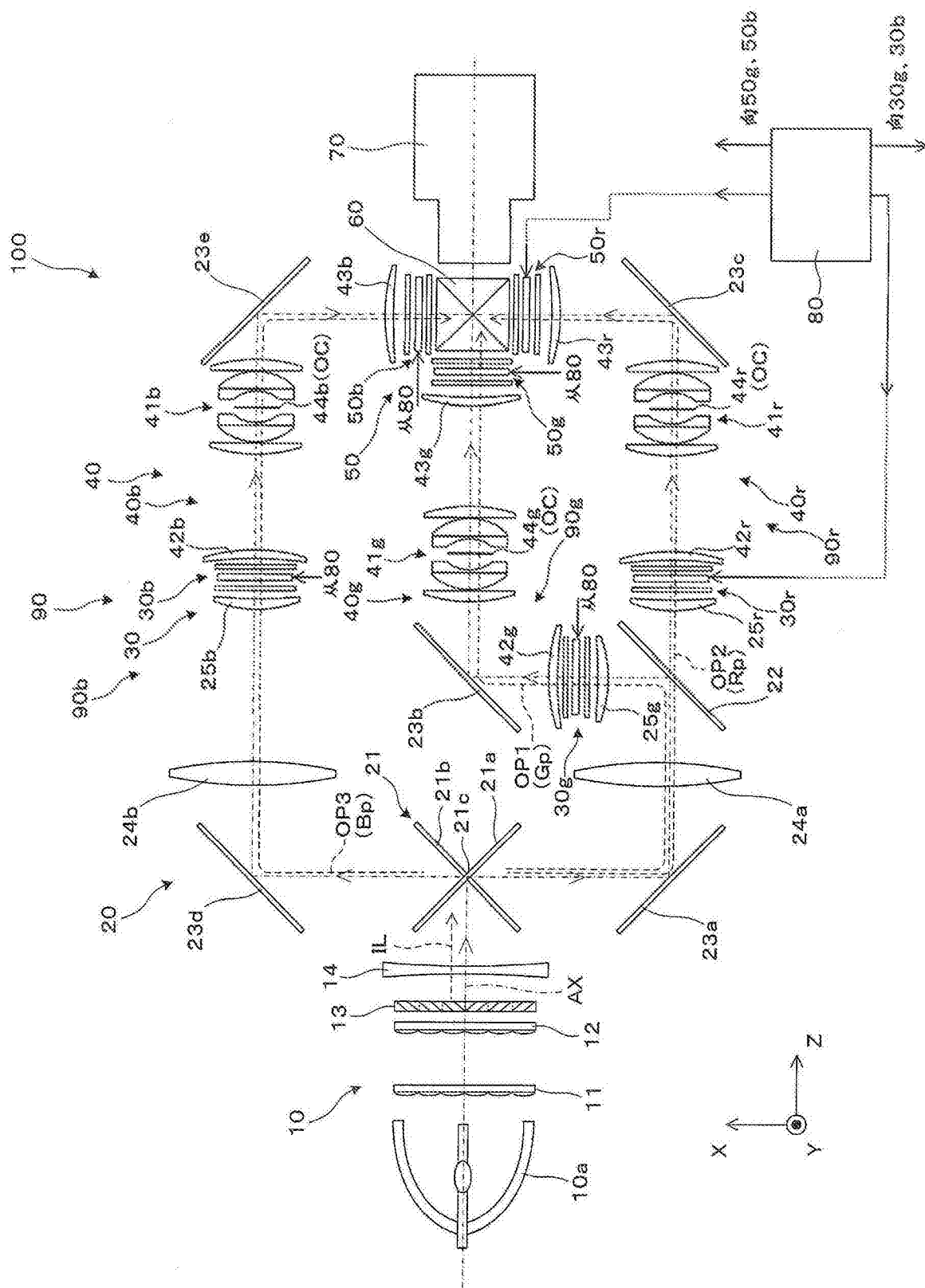


图1

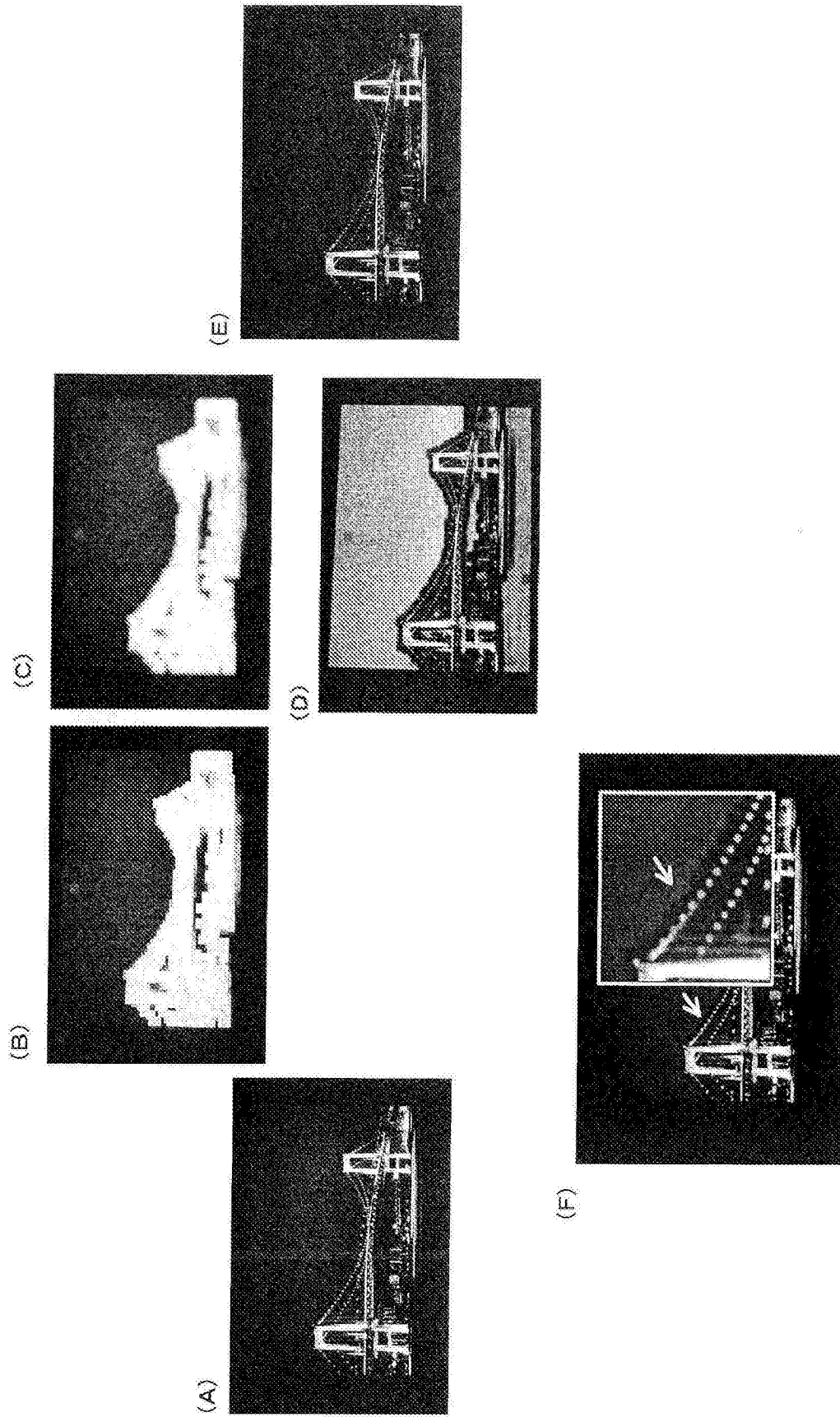


图2

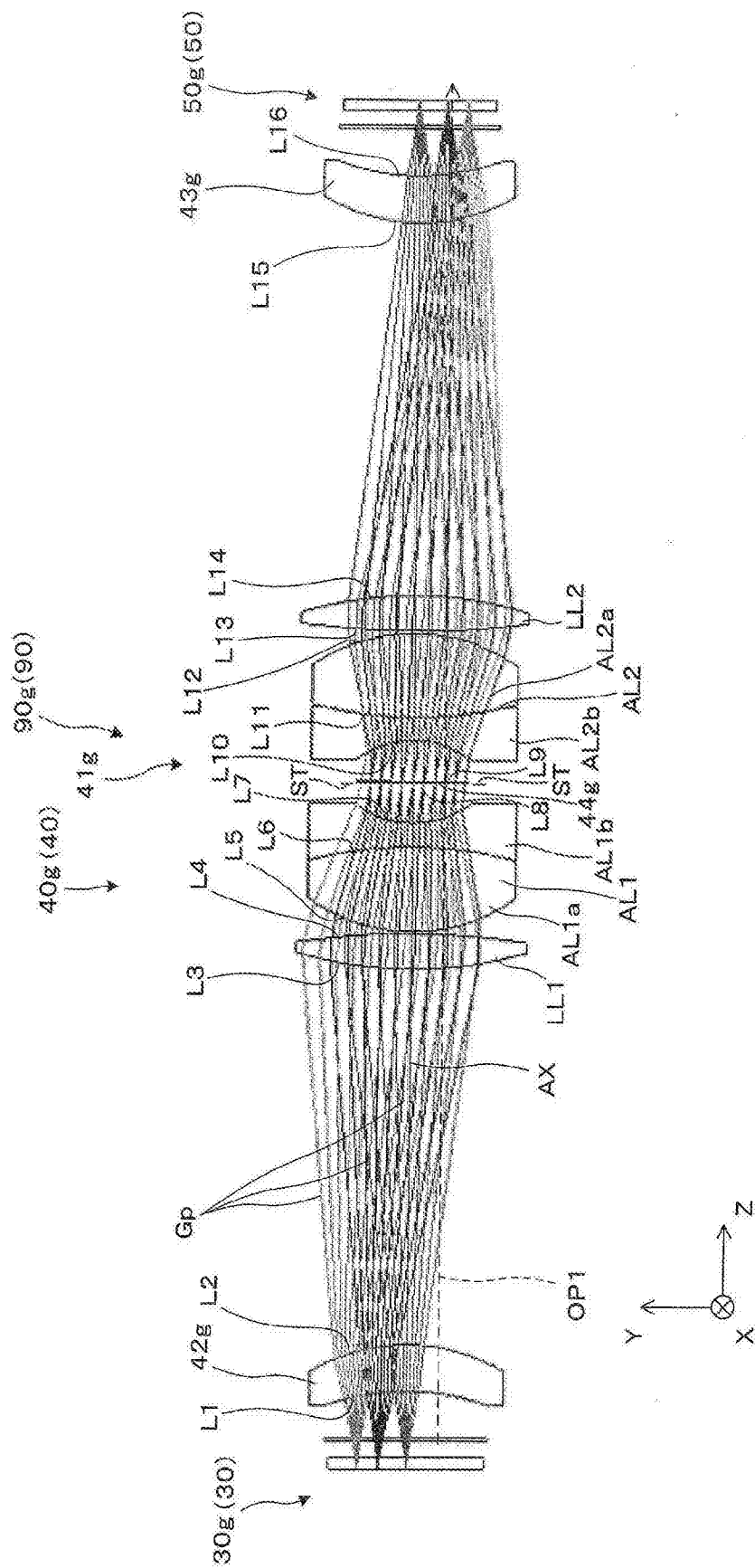


图3

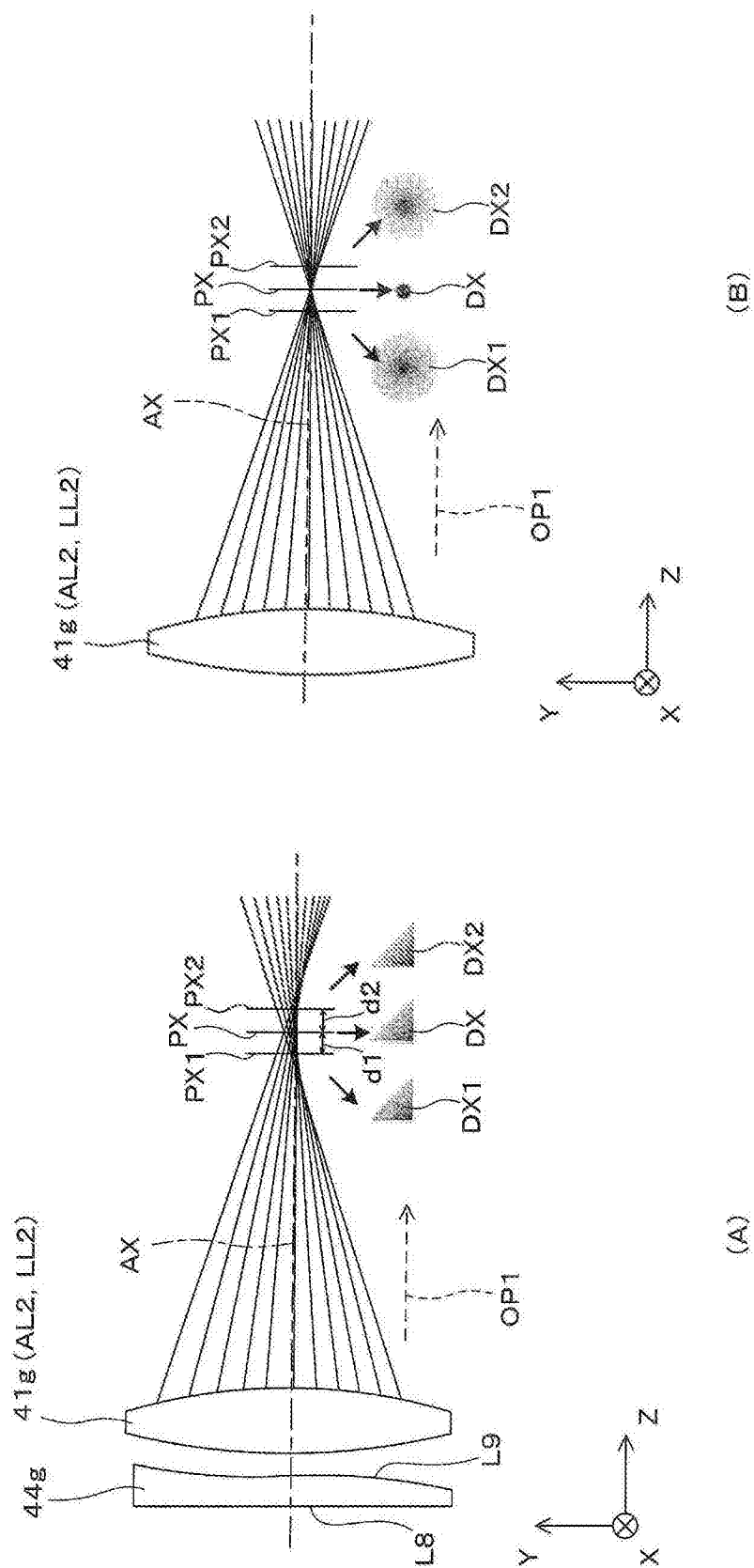


图4

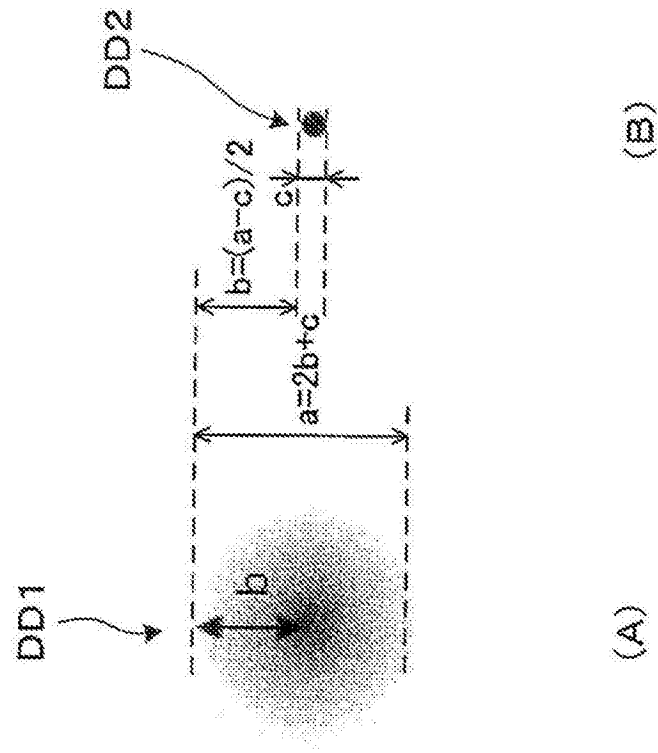


图5

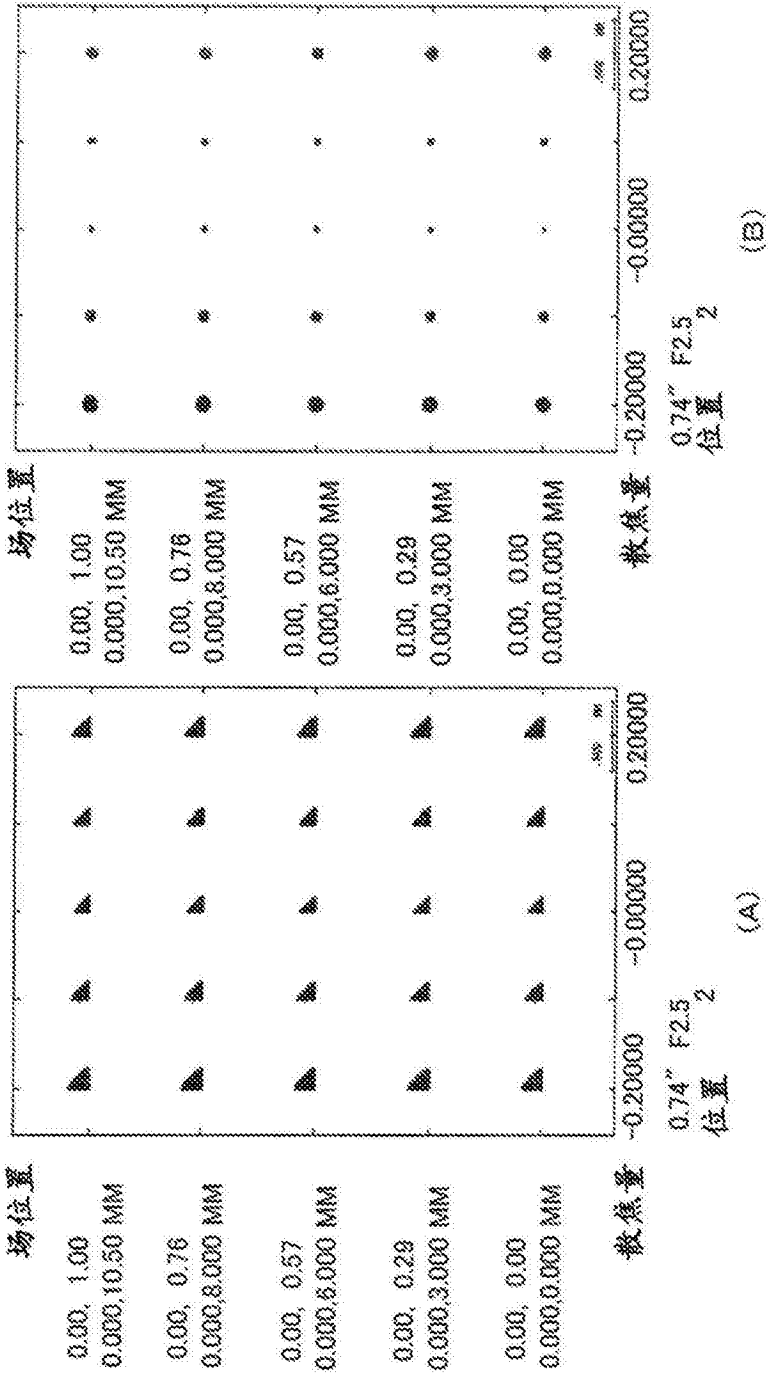


图6

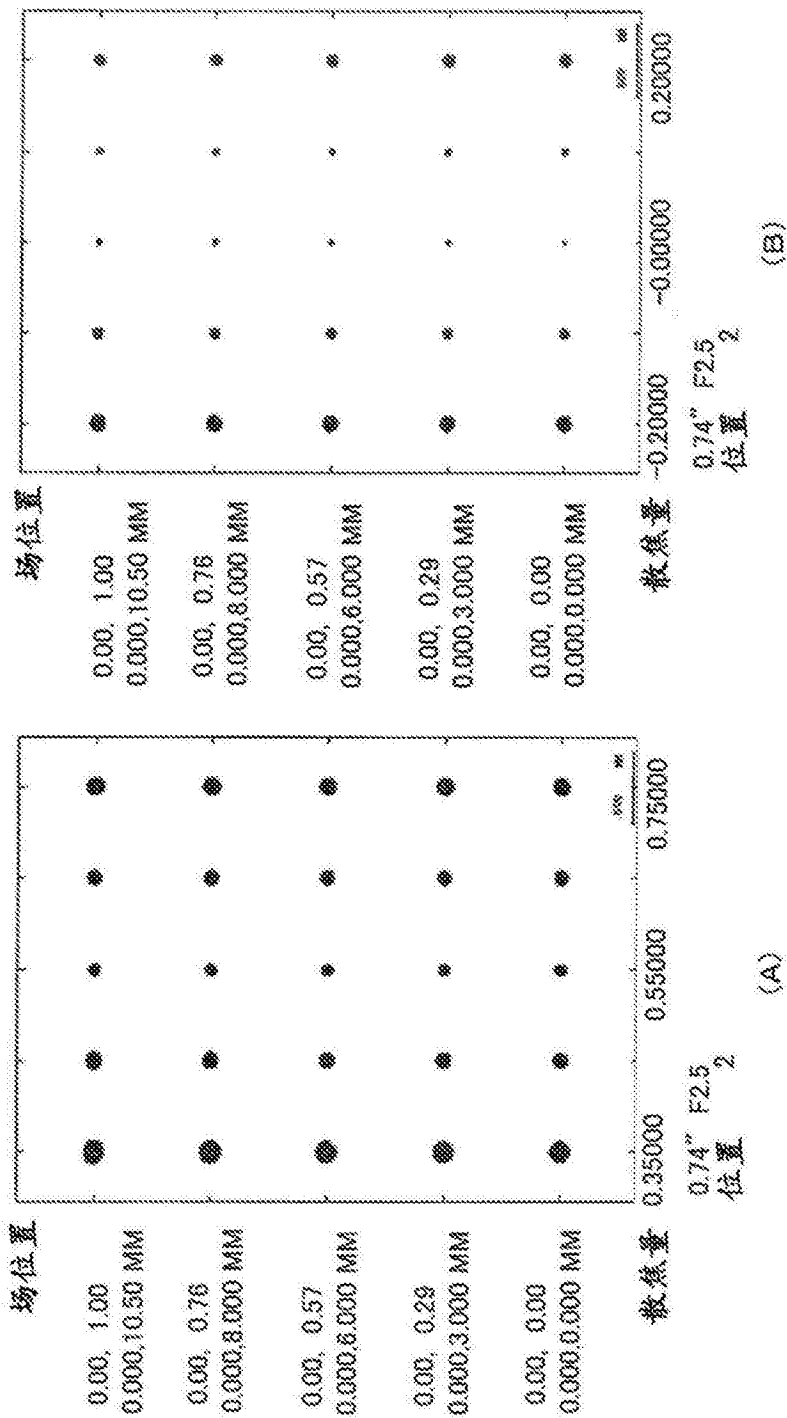


图7

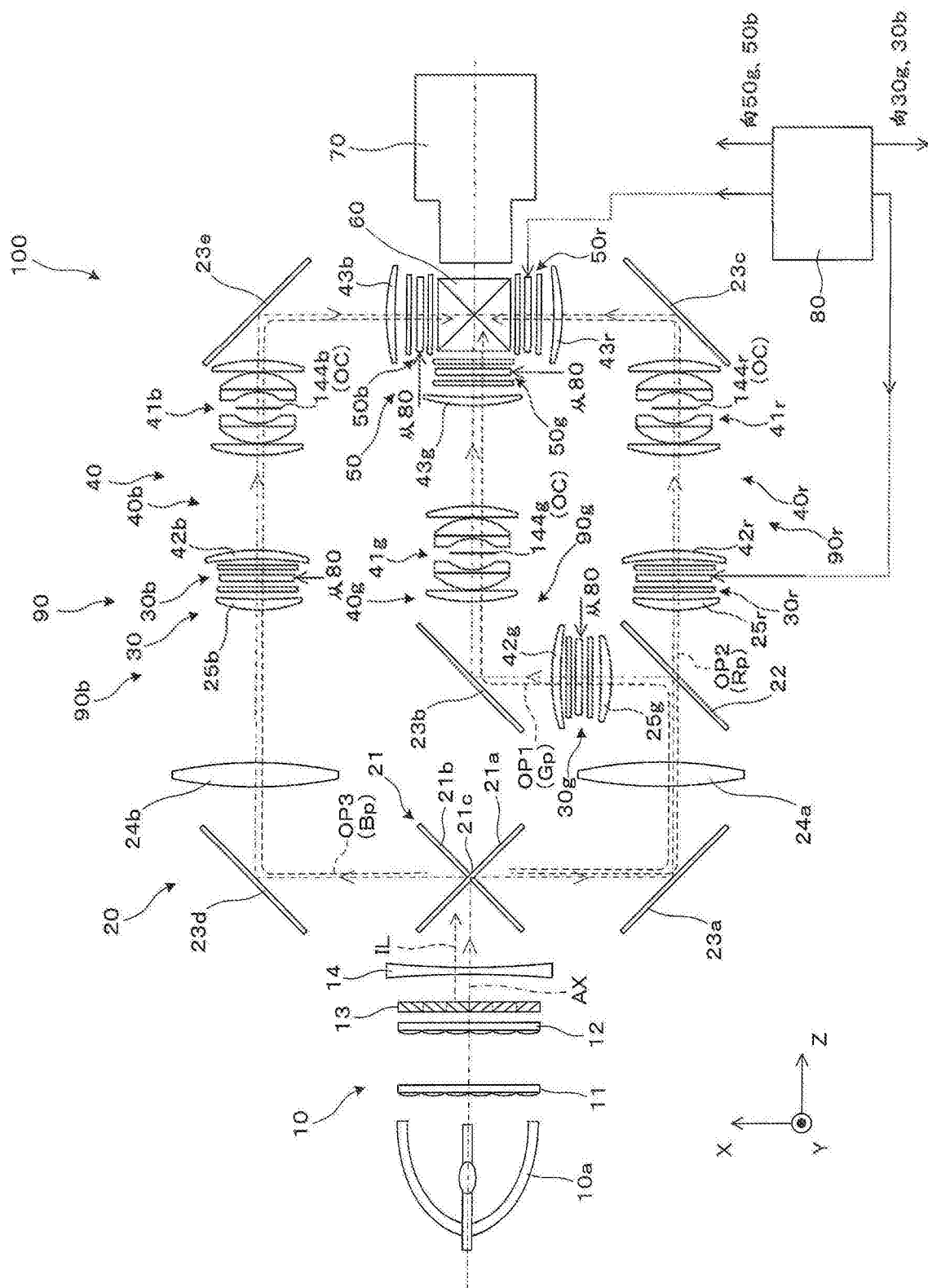


图8

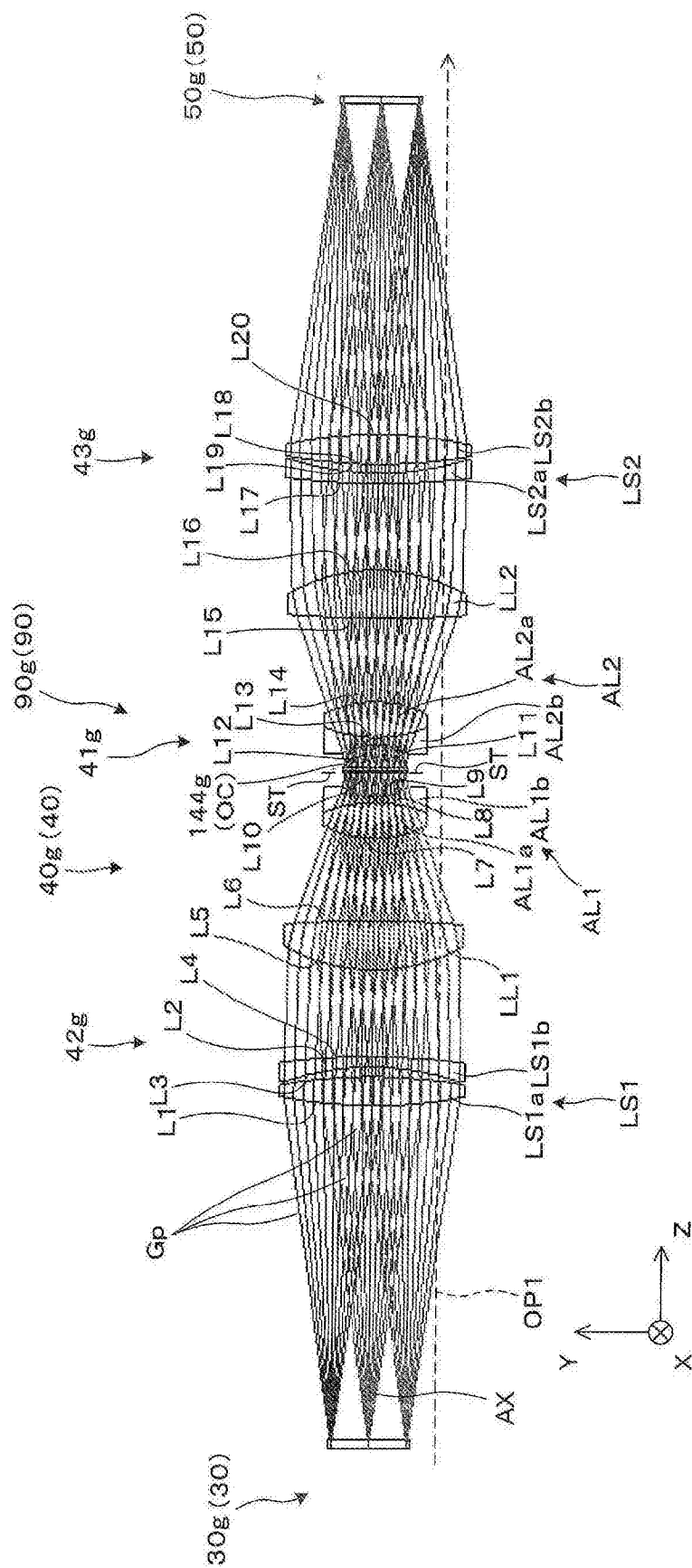


图9

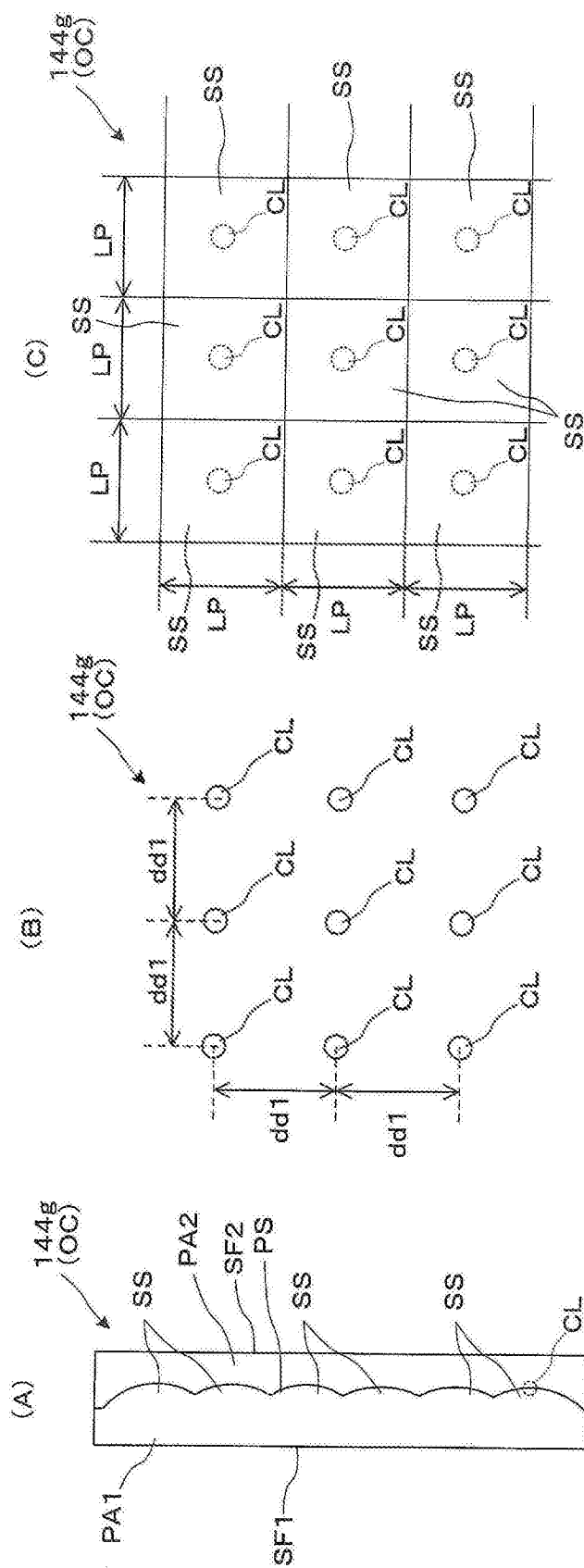


图10

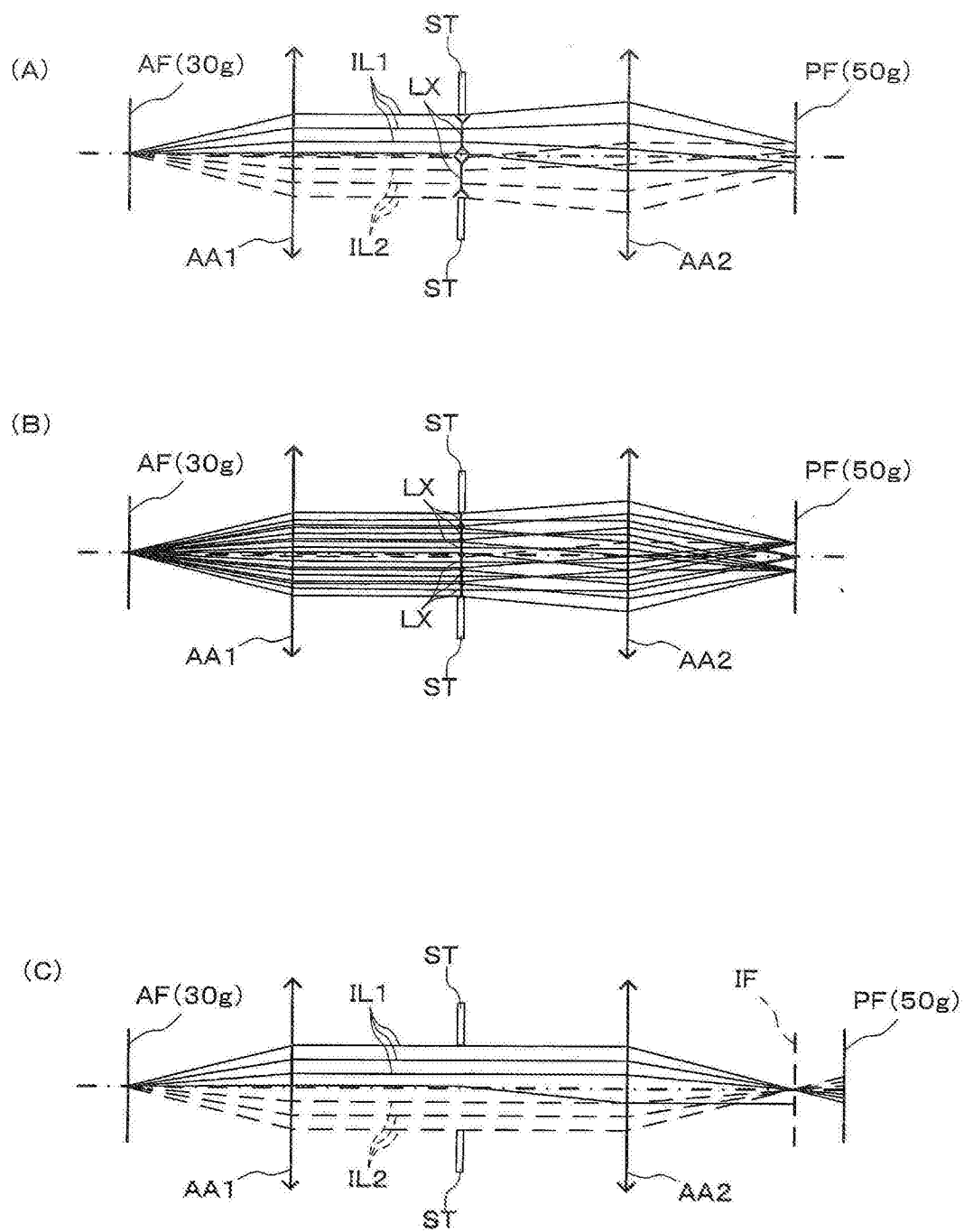


图11

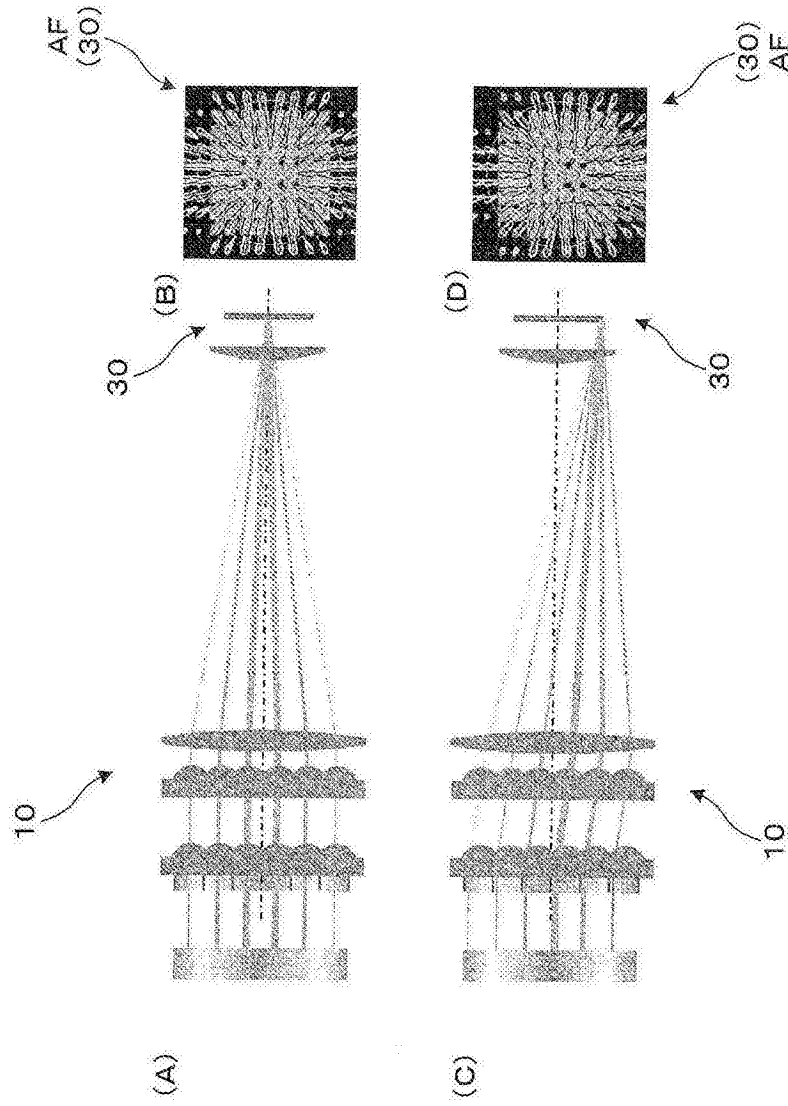


图12

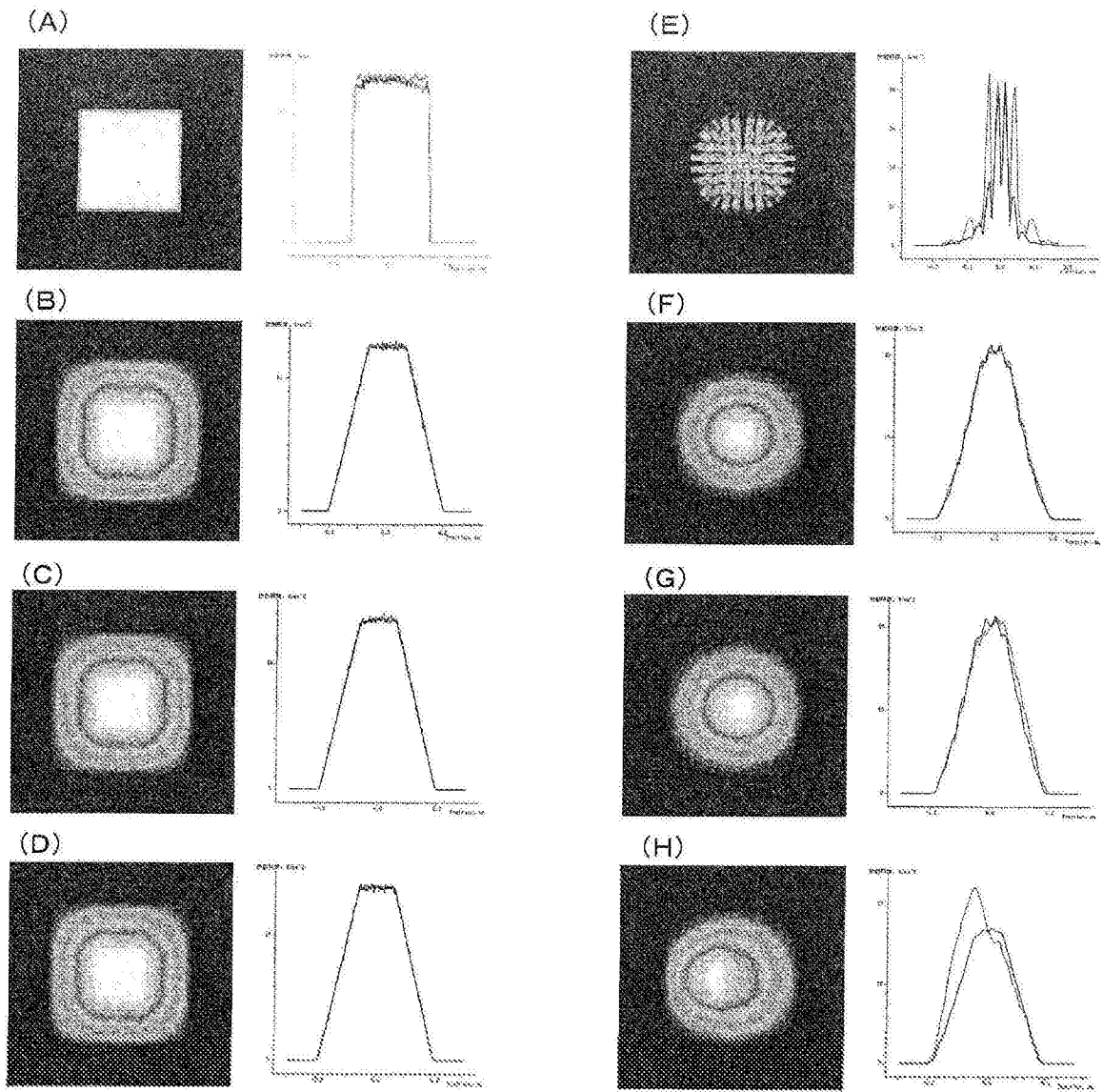


图13

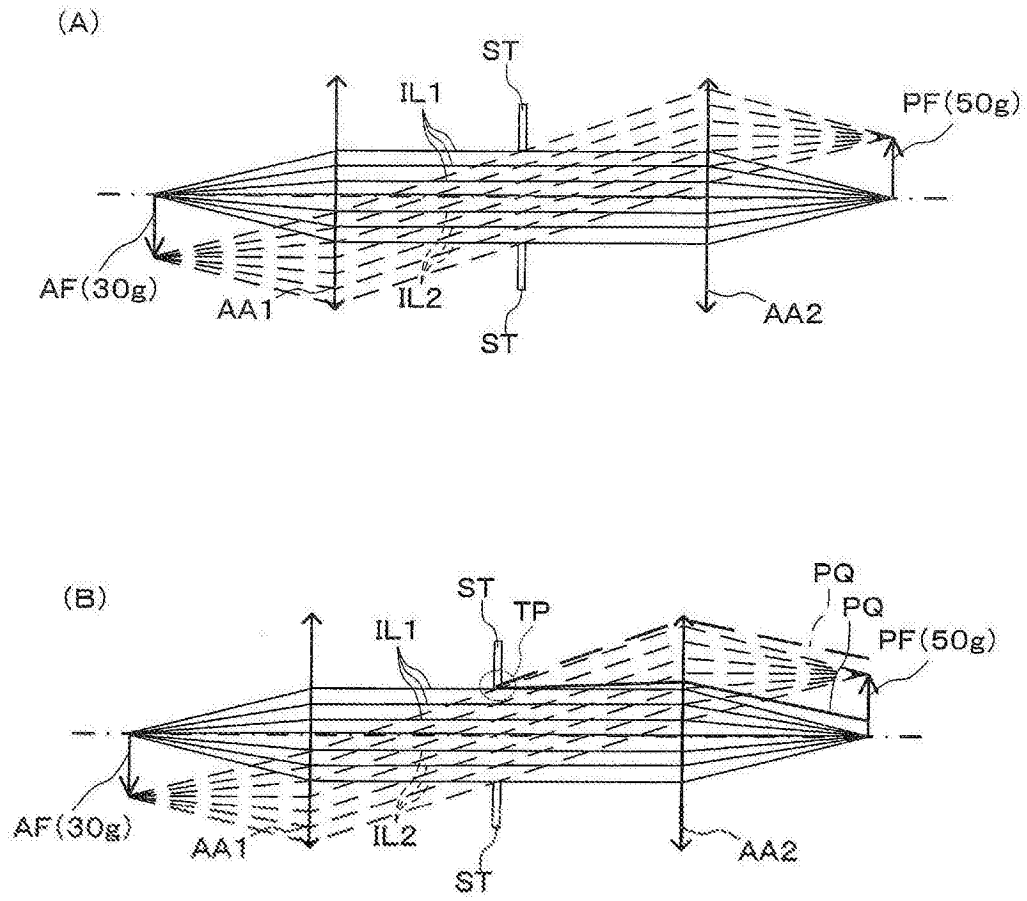


图14

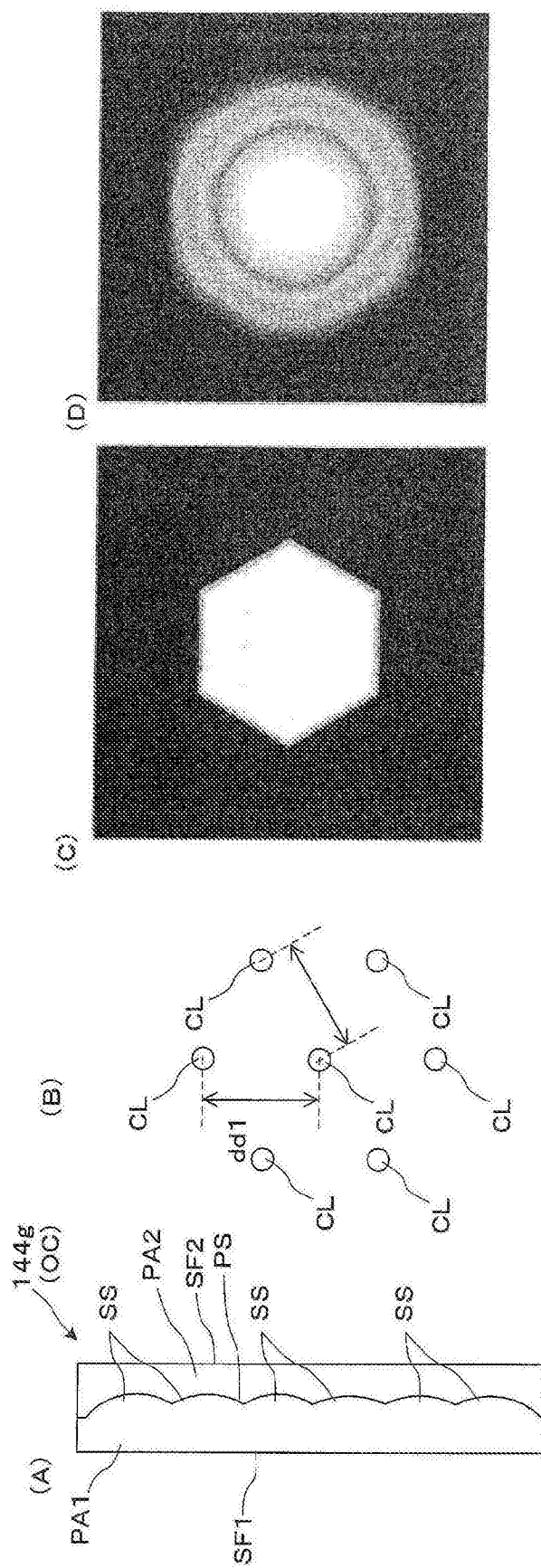


图15

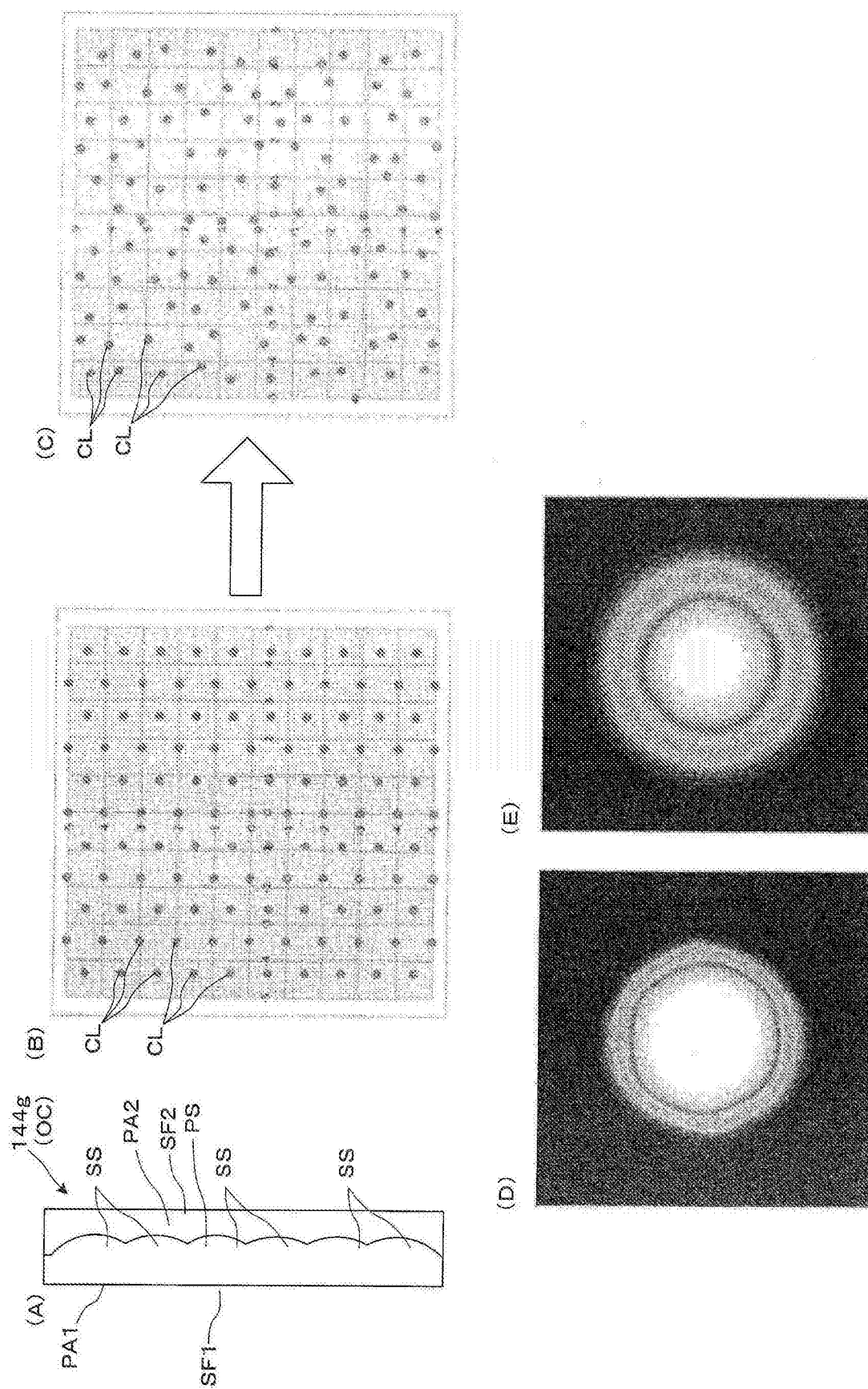


图16

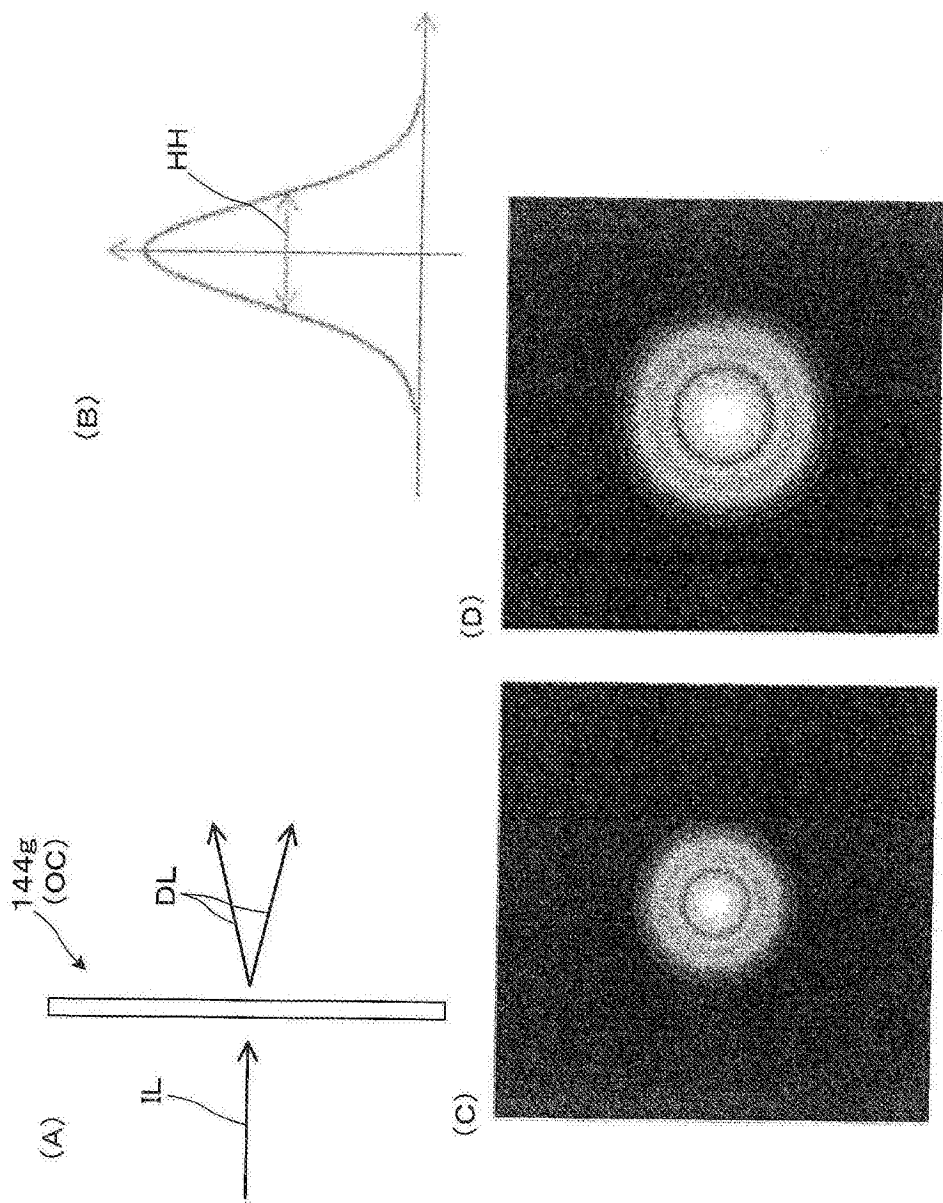


图17