



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104570561 B

(45)授权公告日 2016. 11. 30

(21)申请号 201410561603.9

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2014.10.21

G03B 21/14(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

G03B 21/00(2006.01)

申请公布号 CN 104570561 A

审查员 郭英楠

(43)申请公布日 2015.04.29

(30)优先权数据

2013-218956 2013.10.22 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 陈海红 段承恩

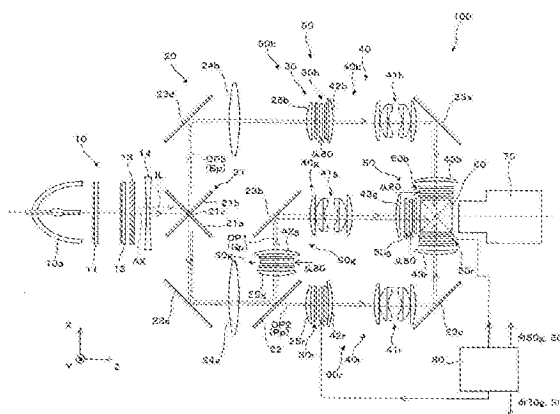
权利要求书2页 说明书11页 附图8页

(54)发明名称

投影机

(57)摘要

本发明提供一种投影机,该投影机具有作为在光路上串联配置的2个空间调制元件的第1像素矩阵和第2像素矩阵,小型、远心性好、且能够高性能地维持成像状态。通过在中继光学系统(40)中具有双高斯透镜(41g、41r、41b)和配置成分别向双高斯透镜(41g、41r、41b)侧凸出的1对凹凸透镜(42g、43g、42r、43r、42b、43b),能够充分抑制从调光光阀(30g、30r、30b)到色调制光阀(50g、50r、50b)之间的像差的发生,高性能地维持成像状态,进而能够使图像形成良好。



1. 一种投影机,具备:

射出光的照明光学系统;

光调制装置,其对从所述照明光学系统射出的光进行调制;以及

投射光学系统,其对由所述光调制装置调制后的光进行投影,其中,

所述光调制装置包括在从所述照明光学系统射出的光的光路上串联配置的第1像素矩阵及第2像素矩阵、和配置在所述第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双高斯透镜和1对凹凸透镜,该1对凹凸透镜被配置成沿着光路夹着所述双高斯透镜,并分别具有正的放大率,

所述1对凹凸透镜分别向所述双高斯透镜侧凸出,

在所述中继光学系统中,在将所述双高斯透镜的焦点距离设为 f_{dg} 、将所述1对凹凸透镜中在所述双高斯透镜的光入射侧配置的第1凹凸透镜的焦点距离设为 f_1 、将在光射出侧配置的第2凹凸透镜的焦点距离设为 f_2 时,满足

$$1.7 \leq \frac{(f_1 + f_2)/2}{f_{dg}} \leq 2.1$$

2. 根据权利要求1所述的投影机,其中,

所述中继光学系统是在所述双高斯透镜具有光圈、以该光圈的位置为基准沿着光轴对称的等倍的光学系统。

3. 根据权利要求1所述的投影机,其中,

所述第1像素矩阵及所述第2像素矩阵是透射型的液晶像素矩阵。

4. 根据权利要求2所述的投影机,其中,

所述第1像素矩阵及所述第2像素矩阵是透射型的液晶像素矩阵。

5. 根据权利要求1~4中任一项所述的投影机,还具备:

色分离导光光学系统,其将由所述照明光学系统射出的光分离为波段不同的多种色光并进行导光,

调制光学系统,其具有多个光调制装置,所述多个光调制装置与所述多种色光对应地分别具有所述第1像素矩阵及所述第2像素矩阵和所述中继光学系统,所述调制光学系统对在所述色分离导光光学系统分离出的所述多种色光分别进行调制;以及

合成光学系统,其对由所述调制光学系统调制后的各色的调制光进行合成,朝向所述投射光学系统射出。

6. 根据权利要求5所述的投影机,其中,

所述色分离导光光学系统及所述调制光学系统被配置成:使从所述色分离导光光学系统处的光的分离到所述合成光学系统处的光的合成的所述多种色光的光路为等光路长。

7. 根据权利要求1~4中任一项所述的投影机,其中,

在所述光调制装置中,所述第1像素矩阵及所述第2像素矩阵中在光路上游侧配置的所述第1像素矩阵的1个像素对应于在光路下游侧配置的所述第2像素矩阵的多个像素。

8. 根据权利要求5所述的投影机,其中,

在所述光调制装置中,所述第1像素矩阵及所述第2像素矩阵中在光路上游侧配置的所

述第1像素矩阵的1个像素对应于在光路下游侧配置的所述第2像素矩阵的多个像素。

9. 根据权利要求6所述的投影机, 其中,

在所述光调制装置中, 所述第1像素矩阵及所述第2像素矩阵中在光路上游侧配置的所述第1像素矩阵的1个像素对应于在光路下游侧配置的所述第2像素矩阵的多个像素。

投影机

技术领域

[0001] 本发明涉及具有在光路上串联配置的第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,已知有串联排列2个空间调制元件来提高图像的对比度的投影机(参照专利文献1~3)。该情况下,在2个空间调制元件之间配置中继透镜,以使2个空间调制元件中的一方的像与另一方重叠的方式成像,特别是,在专利文献1中,在2个空间调制元件之间成像时,利用双高斯透镜作为中继透镜。

[0003] 然而,通过如上述那样应用双高斯透镜作为配置在2个空间调制元件之间的中继透镜,即使能够抑制某种程度的像差,也不一定能够充分抑制各种像差(例如像面弯曲和/或非点像差),未必容易实现小型、远心性好、且高性能地维持成像状态。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献1:日本特表2006-509244号公报

[0006] 专利文献2:日本特开2005-189282号公报

[0007] 专利文献3:日本特开2005-208573号公报

发明内容

[0008] 本发明的目的在于,提供一种投影机,该投影机具有作为在光路上串联配置的2个空间调制元件的第1像素矩阵和第2像素矩阵,小型、远心性好,且能够高性能地维持成像状态。

[0009] 为了达成上述目的,本发明的投影机具备:射出光的照明光学系统;光调制装置,其对从照明光学系统射出的光进行调制;以及投射光学系统,其对由光调制装置调制后的光进行投影,其中,光调制装置包括在从照明光学系统射出的光的光路上串联配置的第1像素矩阵及第2像素矩阵、和在第1像素矩阵和第2像素矩阵之间的光路上配置的中继光学系统,中继光学系统包括双高斯透镜和1对凹凸透镜,该1对凹凸透镜被配置成沿着光路在光路上夹着双高斯透镜,且分别具有正的放大率,1对凹凸透镜分别向双高斯透镜侧凸出。在此,所谓2个像素矩阵在光路上串联配置是指具有如下关系:在沿着1个光路的情况下,一个像素矩阵(例如第1像素矩阵)被配置成处于比另外的像素矩阵(例如第2像素矩阵)靠光路上游侧。即,是指:第1像素矩阵与第2像素矩阵的配置相对处于光路上游侧和光路下游侧。

[0010] 根据上述投影机,设为以下结构:作为使第1像素矩阵和第2像素矩阵之间成像的中继光学系统,不仅具有双高斯透镜,还具有1对具有正的放大率的凹凸透镜。进而,该凹凸透镜被配置成沿着光路夹着双高斯透镜且向双高斯透镜侧凸出。由此,能够既抑制装置的大型化,又使远心性良好,使在共轭位置配置有2个像素矩阵的光学系统的成像性能提高。

[0011] 在本发明的具体的一方面,中继光学系统是在双高斯透镜处具有光圈、以该光圈的位置为基准而沿着光轴对称的等倍的光学系统。该情况下,通过以光圈的位置为基准对

称,例如通过应用相同规格的像素矩阵作为两个像素矩阵且将其等效地配置,来抑制彗形像差、歪曲像差。另外,通过利用凹凸透镜来抑制像面弯曲像差和非点像差,能够成为高性能的中继光学系统。

[0012] 在本发明的另外一方面,第1及第2像素矩阵是透射型的液晶像素矩阵。该情况下,能够以简单的构造形成明亮的图像。另外,能够设为使一对凹凸透镜接近第1及第2像素矩阵的配置,能够提高凹凸透镜对像差的修正的功能。

[0013] 在本发明的又一方面,在中继光学系统中,在将双高斯透镜的焦点距离设为 f_{dg} 、将1对凹凸透镜中在双高斯透镜的光入射侧配置的第1凹凸透镜的焦点距离设为 f_1 、将在光射出侧配置的第2凹凸透镜的焦点距离设为 f_2 时,满足

$$[0014] \quad 1.7 \leq \frac{(f_1 + f_2)/2}{f_{dg}} \leq 2.1$$

[0015] 该情况下,能够使中继光学系统成为两侧远心的中继光学系统,能够充分得到凹凸透镜对像差的修正效果。

[0016] 在本发明的又一方面,投影机还具备:色分离导光光学系统,其将由照明光学系统射出的光分离为波段不同的多种色光并进行导光;调制光学系统,其具有多个光调制装置,上述多个光调制装置与多种色光对应地分别具有上述第1像素矩阵及第2像素矩阵和上述中继光学系统,上述调制光学系统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;以及合成光学系统,其对由调制光学系统调制后的各色的调制光进行合成,朝向投射光学系统射出。该情况下,能够形成单独对多种色光进行调制并合成后的彩色图像。

[0017] 在本发明的又一方面,色分离导光光学系统及调制光学系统被配置成:使从色分离导光光学系统处的光的分离到合成光学系统处的光的合成的多种色光的光路为等光路长。该情况下,能够避免因色光的反转次数而产生色不均。另外,在具有第1像素矩阵和第2像素矩阵的结构中,能够使装置整体比较紧凑。

[0018] 在本发明的又一方面,在光调制装置中,第1像素矩阵及第2像素矩阵中在光路上游侧配置的第1像素矩阵的1个像素对应于在光路下游侧配置的第2像素矩阵的多个像素。该情况下,能够在第1像素矩阵中按区域(相当于第2像素矩阵的多个像素)对辉度进行调整,在第2像素矩阵中按1个像素对辉度进行调整。

附图说明

[0019] 图1是表示第1实施方式或实施例1的投影机的简要结构的图。

[0020] 图2是关于图1的投影机的从第1液晶像素矩阵到第2液晶像素矩阵的光路进行展开后得到的图。

[0021] 图3(A)及(B)是表示第2液晶像素矩阵的像差的图。

[0022] 图4是关于比较例的投影机的从第1液晶像素矩阵到第2液晶像素矩阵的光路进行展开后得到的图。

[0023] 图5(A)及(B)是表示比较例的投影机的第2液晶像素矩阵的像差的图。

[0024] 图6是表示第2实施方式或实施例2的投影机的简要结构的图。

[0025] 图7是关于图6的投影机的从第1液晶像素矩阵到第2液晶像素矩阵的光路进行展

开后得到的图。

[0026] 图8(A)及(B)是表示第2液晶像素矩阵的像差的图。

[0027] 附图标记说明

[0028] 10…照明光学系统,10a…光源,11…透镜阵列,12…透镜阵列,13…偏光变换元件,14…重叠透镜,20…色分离导光光学系统,21…十字形分色镜,21a、21b…分色镜,22…分色镜,30…调光系统,30g、30r、30b…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…凹凸透镜,50…图像显示系统,50g、50r、50b…色调制光阀,60…合成光学系统,70…投射光学系统,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,200…投影机,240…中继光学系统,240g、240r、240b…光学系统,242g、243g…凹凸透镜,542g、543g…双凸透镜,AX…光轴,Gp、Rp、Bp…色光,IL…照明光线束,L1-L14…各透镜面,LL1…透镜,LL2…透镜,OP1、OP2、OP3…光路。

具体实施方式

[0029] (第1实施方式)

[0030] 以下,参照附图,详细说明本发明的各实施方式的投影机。

[0031] 如图1所示,本发明第1实施方式的投影机100具备:照明光学系统10,其射出照明光;色分离导光光学系统20,其将照明光分离为各色的色光并且进行导光;调制光学系统90,其对从照明光学系统10射出并由色分离导光光学系统20分离出的各色光进行空间性调制;合成光学系统60,其对分离并调制后的色光(调制光)进行合成;投射光学系统70,其对合成的合成光进行投影;以及投影机控制部80。其中,特别地,调制光学系统90具备包括第1像素矩阵的调光系统30、起到从第1像素矩阵到第2像素矩阵的中继的作用的中继光学系统40、以及包括第2像素矩阵的图像显示系统50。此外,投影机控制部80控制各光学系统的动作。另外,将投影机100的光学系统整体的光轴设为光轴AX,在图1中,包含光轴AX的面与XZ面平行,成为图像光的射出轴的方向是+Z方向。

[0032] 照明光学系统10具备光源10a、具有排列成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、将来自第2透镜阵列12的光变换为预定的直线偏光的偏光变换元件13、以及重叠透镜14,照明光学系统10射出足以形成图像的光量的照明光。此外,光源10a例如是超高压水银灯,射出包含R光、G光以及B光的光。此外,光源10a也可以是超高压水银灯以外的放电光源,还可以是LED和/或激光那样的固体光源。透镜阵列11、12将来自光源10a的光线束分割为多个、使分割为多个的该光线束聚光,偏光变换元件13与重叠透镜14联动来形成如下的照明光,该照明光是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。

[0033] 色分离导光光学系统20具备十字形分色镜21、分色镜22、折曲镜23a、23b、23c、23d、23e、第1透镜24a、24b以及第2透镜25g、25r、25b。在此,十字形分色镜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彼此正交,其交差轴21c在Y方向上延伸。色分离导光光学系统20将来自照明光学系统10的照明光分离为红绿蓝这3个色光并且对各色光进行导光。

[0034] 调制光学系统90由与分离出的3个色光分别对应的多个光调制装置构成。特别是,

在本实施方式中,调制光学系统90具有相对位于光路上游侧的调光系统30、相对位于光路下游侧的图像显示系统50以及配置在它们之间的中继光学系统40。

[0035] 调制光学系统90中,调光系统30具备与由色分离导光光学系统20分离出的3色(红、绿、蓝)的色光分别对应的3个调光光阀30g、30r、30b。各调光光阀30g、30r、30b是具有透射型的液晶像素矩阵、分别对色光的强度进行的调整的非发光型的光调制部。具体而言,调光光阀30g、30r、30b分别具备作为液晶像素矩阵(第1像素矩阵)的主体部分的透射型的液晶面板、在液晶面板的光入射侧设置的入射侧偏光板、以及在液晶面板的光射出侧设置的射出侧偏光板。此外,入射侧偏光板和射出侧偏光板呈正交尼克尔(crossed Nicol)配置。以下,简单说明各调光光阀30g、30r、30b的控制动作。首先,根据由投影机控制部80输入的图像信号来决定亮度控制信号。接着,利用所决定的亮度控制信号来控制未图示的调光用驱动器。利用所控制的调光用驱动器来驱动调光光阀30g、30r、30b,分别对3色(红、绿、蓝)的色光的强度进行调整。

[0036] 调制光学系统90中,中继光学系统40由与构成调光系统30的3个调光光阀30g、30r、30b分别对应的3个光学系统40g、40r、40b构成。例如,光学系统40g具有双高斯透镜41g和1对凹凸透镜42g、43g。此外,详情后述,1对凹凸透镜42g、43g是正的透镜,被配置成分别在光路上夹住双高斯透镜41g,各凹凸透镜42g、43g被配置成分别向双高斯透镜41g侧凸出。即,凸面朝向双高斯透镜41g侧。此外,其他光学系统40r、40b也分别包括具有同样构造的双高斯透镜41r、41b和1对凹凸透镜42r、43r、42b、43b。

[0037] 调制光学系统90中,图像显示系统50具备与经过中继光学系统40后的3色(红、绿、蓝)的色光分别对应的3个色调制光阀50g、50r、50b。各色调制光阀50g、50r、50b是分别具有透射型的液晶像素矩阵、对作为入射的照明光的各色光的强度的空间分布进行调制的非发光型的光调制部。具体而言,色调制光阀50g、50r、50b分别具备作为液晶像素矩阵(第2像素矩阵)的液晶面板、在液晶面板的光入射侧设置的入射侧偏光板、以及在液晶面板的光射出侧设置的射出侧偏光板。以下,简单说明各色调制光阀50g、50r、50b的控制动作。首先,投影机控制部80从输入的图像信号变换为图像光阀控制信号。接着,利用变换后的图像光阀控制信号来控制未图示的面板驱动器。由所控制的面板驱动器驱动的3枚色调制光阀50g、50r、50b分别对3色的色光进行调制,形成与输入的图像信息(图像信号)相应的图像。

[0038] 此外,以上的调制光学系统90也可以视为由3个光调制装置90g、90r、90b构成。即,光调制装置90g与绿色光对应地配置,具有调光光阀30g、光学系统40g和色调制光阀50g。同样,光调制装置90r与红色光对应地配置,具有调光光阀30r、光学系统40r和色调制光阀50r。另外,光调制装置90b与蓝色光对应地配置,具有调光光阀30b、光学系统40b和色调制光阀50b。在这样将调制光学系统90视为3个光调制装置90g、90r、90b的情况下,1个光调制装置(例如光调制装置90g)沿着光路按相当于第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)、相当于第2像素矩阵的色调制光阀(色调制光阀50g)的顺序进行配置。即,具有对应关系的调光光阀和色调制光阀串联配置。

[0039] 合成光学系统60是将4个直角棱镜贴合而成的十字形分色棱镜。合成光学系统60对由构成图像显示系统50的色调制光阀50g、50r、50b调制后的各色的调制光进行合成,并朝向投射光学系统70射出。

[0040] 投射光学系统70将由作为光调制装置的色调制光阀50g、50r、50b调制、进而由合

成光学系统60合成后的合成光朝向屏幕等被投射体(未图示)投影。

[0041] 以下,详细说明图像光的形成。首先,作为来自照明光学系统10的照明光的照明光线束IL被射出。接着,在色分离导光光学系统20中,十字形分色镜21中的第1分色镜21a将照明光线束IL所包含的绿(G)色及红(R)色反射,使剩余的蓝(B)色透射。另一方面,十字形分色镜21中的第2分色镜21b将蓝(B)色反射,使绿(G)色及红(R)色透射。分色镜22将入射的绿红(GR)色中的绿(G)色反射,使剩余的红(R)色透射。沿着各色的光路OP1~OP3,详细说明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,首先,来自照明光学系统10的照明光线束IL向十字形分色镜21入射并被分离。照明光线束IL的成分中,绿色光Gp(光路OP1)被十字形分色镜21的第1分色镜21a反射而分支,经折曲镜23a进一步被分色镜22反射从而分支,向调光系统30的3个调光光阀中与绿色光Gp对应的调光光阀30g入射。另外,照明光线束IL的成分中,红色光Rp(光路OP2)被十字形分色镜21的第1分色镜21a反射而分支,经折曲镜23a通过分色镜22从而分支,向调光系统30的3个调光光阀中与红色光Rp对应的调光光阀30r入射。另外,照明光线束IL的成分中,蓝色光Bp(光路OP3)被十字形分色镜21的第2分色镜21b反射而分支,经折曲镜23d向调光系统30的3个调光光阀中与蓝色光Bp对应的调光光阀30b入射。如上所述,构成调光系统30的调光光阀30g、30r、30b在投影机控制部80的控制下分别对3色(红、绿、蓝)的色光Gp、Rp、Bp的强度进行调整。此外,配置在光路OP1~OP3上的第1透镜24a、24b和第2透镜25g、25r、25b是为了对向对应的调光光阀30g、30b、30r入射的色光Gp、Rp、Bp的角度状态进行调整而分别设置的。

[0042] 经调光系统30而调整辉度后的各色光Gp、Rp、Bp分别经过与各色对应配置且构成中继光学系统40的光学系统40g、40r、40b,分别向构成图像显示系统50的3个色调制光阀50g、50r、50b入射。即,从调光光阀30g射出的绿色光Gp经过光学系统40g及折曲镜23b而向色调制光阀50g入射。从调光光阀30r射出的红色光Rp经过光学系统40r及折曲镜23c而向色调制光阀50r入射。从调光光阀30b射出的蓝色光Bp经过光学系40b及折曲镜23e而向色调制光阀50b入射。如上所述,构成图像显示系统50的色调制光阀50g、50r、50b在投影机控制部80的控制下分别对3色的色光进行调制而形成各色的图像。由各色调制光阀50g、50r、50b调制后的各色的调制光在合成光学系统60中被合成,由投射光学系统70投影。

[0043] 此外,在上述情况下,各色光的光路OP1~OP3的长度彼此相等,即为等光路长。

[0044] 如以上那样,投影机100成为如下的串联的配置:沿着各色的光路,将作为辉度调制元件的调光光阀30g、30r、30b(第1像素矩阵)配置在光路上游侧,将作为色调制元件的色调制光阀50g、50r、50b(第2像素矩阵)配置在光路下游侧。在此,对应的第1像素矩阵和第2像素矩阵(例如调光光阀30g和色调制光阀50g)需要成为大致成像关系。然而,通常,不容易抑制各种像差的发生而高精度地维持空间调制元件之间的成像状态,另外,不容易使装置小型且良好地保持远心性。例如,通过将配置在第1像素矩阵与第2像素矩阵之间的中继光学系统设为等倍的光学系统,能够以使第1像素矩阵的像与第2像素矩阵一一对应并重叠的方式成像,该情况下,能够某种程度上抑制各种像差中例如彗形像差和/或畸变的发生。然而,即使在等倍的结构中,也不一定能够充分抑制像面弯曲和/或非点像差的发生。另外,例如,虽然也可考虑通过在空间调制元件之间应用双高斯透镜来避免装置的大型化并提高例如色像差等的精度,但即使利用双高斯透镜,也不一定能够充分抑制各种像差中例如像面弯曲和/或非点像差的发生而将成像状态维持为精度足够高的状态。对此,在本实施方式

中,在由调光光阀30g、30r、30b构成的调光系统30和由色调制光阀50g、50r、50b构成的图像显示系统50之间设置中继光学系统40,在构成该中继光学系统40的各色光学系统40g、40r、40b中,不仅设置有双高斯透镜41g、41r、41b,还分别设置有向内侧凸出的1对凹凸透镜42g、43g、42r、43r、42b、43b。由此,能够小型且使远心性良好,高精度地维持成像状态而形成良好的图像。

[0045] 图2是关于从第1液晶像素矩阵到第2液晶像素矩阵的光路的一例(例如光路OP1)进行展开后得到的图。此外,在此,将展开状态下的光的行进方向设为+Z方向来表示XYZ的各方向。另外,在图2中,关于构成因色分离而分支的3个光路中的一个光路(例如光路OP1)上的调制光学系统90即光调制装置(在光路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)以及图像显示系统50(色调制光阀50g),特别是以构成中继光学系统40的光学系统40g为中心来表示照明光(绿色光Gp)的成像状态。此外,如上所述,在本实施方式中,各色光的光路彼此为等光路长,关于其他光路(例如光路OP2、OP3)进行展开后得到的图是同样的,因而省略图示及说明。

[0046] 如上所述,光学系统40g具有双高斯透镜41g和一对凹凸透镜42g、43g。参照图2具体说明光学系统40g的各部分,首先,双高斯透镜41g构成为沿着光路具有第1透镜LL1、第1消色差透镜AL1、光圈ST、第2消色差透镜AL2、第2透镜LL2。此外,第1消色差透镜AL1及第2消色差透镜AL2是分别组合2枚透镜而得到的结构。即,第1消色差透镜AL1是将透镜AL1a和透镜AL1b贴合而构成的,第2消色差透镜AL2是将透镜AL2a和透镜AL2b贴合而构成的。因此,第1消色差透镜AL1及第2消色差透镜AL2分别具有表面、背面以及贴合面这合计3个透镜面。

[0047] 另外,一对凹凸透镜42g、43g是具有正的光焦度的透镜,具有相同的形状,夹着双高斯透镜41g而以双高斯透镜41g为基准对称配置,特别是成为分别向双高斯透镜41g侧凸出的配置。即,在调光光阀30g的后段配置的第1凹凸透镜即凹凸透镜42g朝向光路下游侧凸出,在色调制光阀50g的前段配置的第2凹凸透镜即凹凸透镜43g朝向光路上游侧凸出。

[0048] 在此,包含双高斯透镜41g的光学系统40g是以双高斯透镜41g的光圈ST的位置为基准而沿着光轴AX对称的等倍的光学系统。即,光学系统40g是以光圈ST为对称面而对称配置的透镜结构。进而换言之,光学系统40g以光圈ST为中心,配置在光路上游侧的光学系统和配置在光路下游侧的光学系统在形状、材质、配置上是同一系统镜像而成。

[0049] 光学系统40g中,在光圈ST的光路上游侧配置的凹凸透镜42g具有透镜面L1和透镜面L2,第1透镜LL1具有透镜面L3和透镜面L4,第1消色差透镜AL1具有透镜面L5、透镜面L6和透镜面L7。另外,光学系统40g中,在光圈ST的光路下游侧配置的第2消色差透镜AL2具有透镜面L8、透镜面L9和透镜面L10,第2透镜LL2具有透镜面L11和透镜面L12,凹凸透镜43g具有透镜面L13和透镜面L14。其中,例如,作为最初的面透镜面L1和作为最后的面透镜面L14以光圈ST的位置为基准而对称。同样,透镜面L2和透镜面L13对应,透镜面L3和透镜面L12对应,以下同样。

[0050] 如图所示,从调光光阀30g射出的绿色光Gp经上述各透镜面L1~L14而在色调制光阀50g成像。

[0051] 在此,在上述中继光学系统40(光学系统40g)中,在将双高斯透镜41g的焦点距离设为 f_{dg} 、将1对凹凸透镜42g、43g中配置在光入射侧的第1凹凸透镜即凹凸透镜42g的焦点距离设为 f_1 、将配置在光射出侧的第2凹凸透镜即凹凸透镜43g的焦点距离设为 f_2 时,满足:

$$[0052] \quad 1.7 \leq \frac{(f_1 + f_2)/2}{f_{dg}} \leq 2.1$$

[0053] 通过在满足上式的范围内构成光学系统40g的各透镜,能够在构成中继光学系统40的光学系统40g中设为两侧远心,能够充分得到一对凹凸透镜42g、43g对像差的修正的效果。此外,以上内容在构成中继光学系统40的其他光学系统40r、40b中也是同样的。

[0054] 以上,在本实施方式的投影机100中,通过在中继光学系统40(光学系40g、40r、40b)中具有双高斯透镜41g、41r、41b和配置成分别向双高斯透镜41g、41r、41b侧凸出的1对凹凸透镜42g、43g、42r、43r、42b、43b,能够充分抑制从调光光阀30g、30r、30b到色调制光阀50g、50r、50b之间的像差的发生,能够高性能地维持成像状态,进而能够使图像形成良好。另外,在本实施方式的情况下,通过在用于将成像状态维持为良好的中继中采用对双高斯透镜41g、41r、41b加上1对凹凸透镜42g、43g、42r、43r、42b、43b的简单的结构,能够抑制装置的大型化。另外,通过在构成中继光学系统40的各光学系统40g、40r、40b中具有以光圈ST的位置为基准而具有对称性的构造,能够维持远心性。

[0055] 此外,在上述例子中,构成调光系统30的调光光阀30g、30r、30b的分辨率和构成图像显示系统50的色调制光阀50g、50r、50b的分辨率可以设为一一对应。也就是说,例如可以使调光系统30的调光光阀30g的分辨率与图像显示系统50中对应于调光光阀30g的色调制光阀50g的分辨率一致。但是,不限于此,例如,也可以使色调制光阀50g、50r、50b的分辨率远高于调光光阀30g、30r、30b的分辨率。即,例如,可以使配置在光路上游侧的第1像素矩阵即调光光阀30g的1个像素与配置在光路下游侧的第2像素矩阵即色调制光阀50g的多个像素对应。该情况下,成为以下结构:在调光光阀30g中,按相当于色调制光阀50g的多个像素的区域调整辉度,在色调制光阀50g中按1个像素调整辉度。另外,关于第1像素矩阵和第2像素矩阵,也可以设为使光路上游侧与光路下游侧的关系逆转的结构。另外,在上述例子中,关于灰度等级(例如,256灰度)也使调光光阀30g、30r、30b与色调制光阀50g、50r、50b相同,但也可以使灰度等级不同。

[0056] (实施例)

[0057] 以下,说明本发明的投影机的中继光学系统的实施例。将在各实施例中使用的符号归纳如下。

[0058] R:透镜面的曲率半径

[0059] D:透镜面间的距离

[0060] Nd:光学材料相对于d线的折射率

[0061] Vd:光学材料的关于d线的阿贝数

[0062] (实施例1)

[0063] 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。此外,图1及图2表示实施例1的透镜。另外,在表1中,“面编号”是指从像面侧起依次对各透镜面标注的编号。此外,面编号后标注的LP表示液晶面板的位置,PP表示偏光板的位置,ST表示光圈的位置。另外,数值E以后意味着10进制数的指数部,例如“1.00E+18”意味着 1.00×10^{18} 。

[0064] (表1)

	面编号	R	D	Nd	v d
[0065]	1 (LP)	1. 00E+18	2. 3	1. 51680	64. 17
	2	1. 00E+18	3		
	3 (PP)	1. 00E+18	0. 7	1. 51680	64. 17
	4	1. 00E+18	4		
	5	-2. 20E+02	4	1. 84666	23. 8
	6	-52. 9245	45		
	7	35. 38369	4. 5	1. 80440	39. 6
	8	1. 00E+18	0. 5		
	9	14. 66884	6. 5	1. 79952	42. 2
	10	1. 00E+18	1. 2	1. 76182	26. 5
	11	9. 389741	6. 16		
[0066]	12 (ST)	1. 00E+18	6. 16		
	13	-9. 38974	1. 2	1. 76182	26. 5
	14	1. 00E+18	6. 5	1. 79952	42. 2
	15	-14. 6688	0. 5		
	16	1. 00E+18	4. 5	1. 80440	39. 6
	17	-35. 3837	45		
	18	5. 29E+01	4	1. 84666	23. 8
	19	2. 20E+02	4		
	20 (PP)	1. 00E+18	0. 7	1. 51680	64. 17
	21	1. 00E+18	3		
	22 (LP)	1. 00E+18	2. 3	1. 51680	64. 17
	23	1. 00E+18	0		

[0067] 图3是表示本实施例的在作为第2液晶像素矩阵的色调制光阀50g的像差的图。图3(A)表示与图2的情况相同地以Z方向为光的行进方向的情况下关于Y方向的横像差图,图3(B)表示关于X方向的横像差图。此外,在图3中,各波段的光线中,作为一例而示出了550nm的光线。另外,在图3(A)及3(B)中,图从下起分别表示像高为0mm、4mm、8mm、12mm、15mm时的像差。另外,凹凸透镜的焦点距离为182.4mm,双高斯透镜的焦点距离为92.7mm,代入上式得到1.97,满足上式。

[0068] 图4是表示比较例的投影机的中继光学系统的图。在比较例中,在中继光学系统(光学系统40g)中取代1对凹凸透镜42g、43g(参照图2)而配置有1对双凸透镜542g、543g。

[0069] 图5是表示比较例的在作为第2液晶像素矩阵的色调制光阀50g的像差的图。图5(A)表示与图4的情况相同地以Z方向为光的行进方向的情况下关于Y方向的横像差图,图5(B)表示关于X方向的横像差图。此外,在图5中,各波段的光线中,作为一例而示出了550nm的光线。与实施例1相比可知,在实施例1中像差得到了抑制。

[0070] (第2实施方式)

[0071] 以下,说明第2实施方式的投影机。此外,本实施方式是第1实施方式的投影机的变形例,不特别说明的部分或事项与第1实施方式的情况相同。

[0072] 图6是说明第2实施方式的投影机的图,图7是关于从第1液晶像素矩阵到第2液晶像素矩阵的光路的一例进行展开后得到的图,是与第1实施方式的图2对应的图。此外,图6的结构的情况下,各色光的光路为等光路长。

[0073] 如图6及图7所示,本实施方式的投影机200的中继光学系240的构造与图1等所示的第1实施方式的投影机100的中继光学系统40不同。具体而言,在构成中继光学系统240的各光学系统240g、240r、240b中,不是以光圈的位置为基准沿着光轴AX对称的等倍的光学系统,而是1.2倍的光学系统。此外,中继光学系统240在具有双高斯透镜41g、41r、41b和配置成分别向双高斯透镜41g、41r、41b侧凸出的1对凹凸透镜42g、43g、42r、43r、42b、43b这一点上与中继光学系统40相同。例如,在图7中,光学系统240g中,在光圈ST的光路上游侧配置的第1透镜LL1及第1消色差透镜AL1比在光圈ST的光路下游侧配置的第2透镜LL2及第2消色差透镜AL2大,透镜面的形状也不同。另一方面,一对凹凸透镜242g、243g中,在光路上游侧配置的凹凸透镜242g比在光路下游侧配置的凹凸透镜243g小,透镜面的形状也不同。另外,各透镜的配置间隔也不具有对称性,在光路上游侧和光路下游侧之间不具有对称性,各透镜的配置间隔不同。

[0074] (实施例2)

[0075] 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表2。此外,各符号与实施例1的情况相同。另外,图6及图7表示实施例2的透镜。

[0076] (表2)

	面编号	R	D	Nd	v d
	1 (LP)	1. 00E+18	2. 3	1. 51680	64. 17
	2	1. 00E+18	3		
	3 (PP)	1. 00E+18	0. 7	1. 51680	64. 17
	4	1. 00E+18	4		
	5	-70	4	1. 59551	39. 2
	6	-38. 35	45		
	7	52. 75	6	1. 83400	37. 2
	8	-275. 2	3. 849		
	9	19. 2	8. 45	1. 78590	44. 2
[0077]	10	-216. 5	1. 2	1. 74077	27. 8
	11	11. 9	12. 666		
	12 (ST)	1. 00E+18	2. 666		
	13	-12. 15	1. 2	1. 76182	26. 5
	14	-342. 7	8	1. 78590	44. 2
	15	-17. 8	5		
	16	1. 00E+18	5	1. 83481	42. 7
	17	-46. 4	72. 56		
	18	51. 35	4	1. 83481	42. 7
	19	118	4		
	20 (PP)	1. 00E+18	0. 7	1. 51680	64. 17
	21	1. 00E+18	3		
[0078]	22 (LP)	1. 00E+18	2. 3	1. 51680	64. 17
	23	1. 00E+18	0		

[0079] 图8是表示本实施例的在作为第2液晶像素矩阵的色调制光阀50g的像差的图。图8(A)表示与图7的情况相同地以Z方向为光的行进方向的情况下关于Y方向的横像差图,图8(B)表示关于X方向的横像差图。此外,在图8中,各波段的光线中,作为一例而示出了550nm的光线。另外,在图8(A)及8(B)中,图从下起分别表示像高为0mm、4mm、8mm、12mm、15mm时的像差。另外,入射侧凹凸透镜的焦点距离是133.75mm,双高斯透镜的焦点距离是92.7mm,射

出侧凹凸透镜的焦点距离是106.81,代入上式得到1.98,满足上式。

[0080] (其他)

[0081] 本发明不限于上述实施方式,可以在不脱离其主旨的范围内以各种方式来实施。

[0082] 虽然各调光光阀30g、30r、30b和/或各色调制光阀50g、50r、50b为透射型,但可以应用TN方式、VA方式、IPS方式等各种类型的液晶面板。另外,不限于透射型,也可以设为反射型。在此,“透射型”意味着液晶面板是使调制光透射的类型,“反射型”意味着液晶面板是将调制光反射的类型。

[0083] 另外,在上述内容中,虽然具有构成调光系统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,使用合计6个光阀,但也可以是除此以外的结构。例如,也可以设为在色分离导光光学系统20的前段配置1个调光光阀作为调光系统30的结构。另外,也可以设为在合成光学系统60的后段配置1个调光光阀作为调光系统30的结构。无论在哪种情况下,通过配置具有上述双高斯透镜及一对具有正的放大率的凹凸透镜的中继光学系统,都能够良好维持成像状态来进行图像形成。

[0084] 另外,在上述内容中,虽然对由多个色调制光阀50g、50r、50b形成的各色的图像进行合成,但也可以利用投射光学系统70放大投射取代多个色调制光阀即色调制元件而由单一的光调制元件(色调制元件)即彩色或黑白的色调制光阀形成的图像。此外,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),可以配置在色调制光阀的前段或后段。

[0085] 另外,在上述实施方式中,虽然分离后的各色光的光路为等光路长,但也可以设为不是等光路的结构。

[0086] 也可以取代色调制光阀50g、50r、50b而使用以微镜作为像素的数字微镜器件等作为光调制元件。

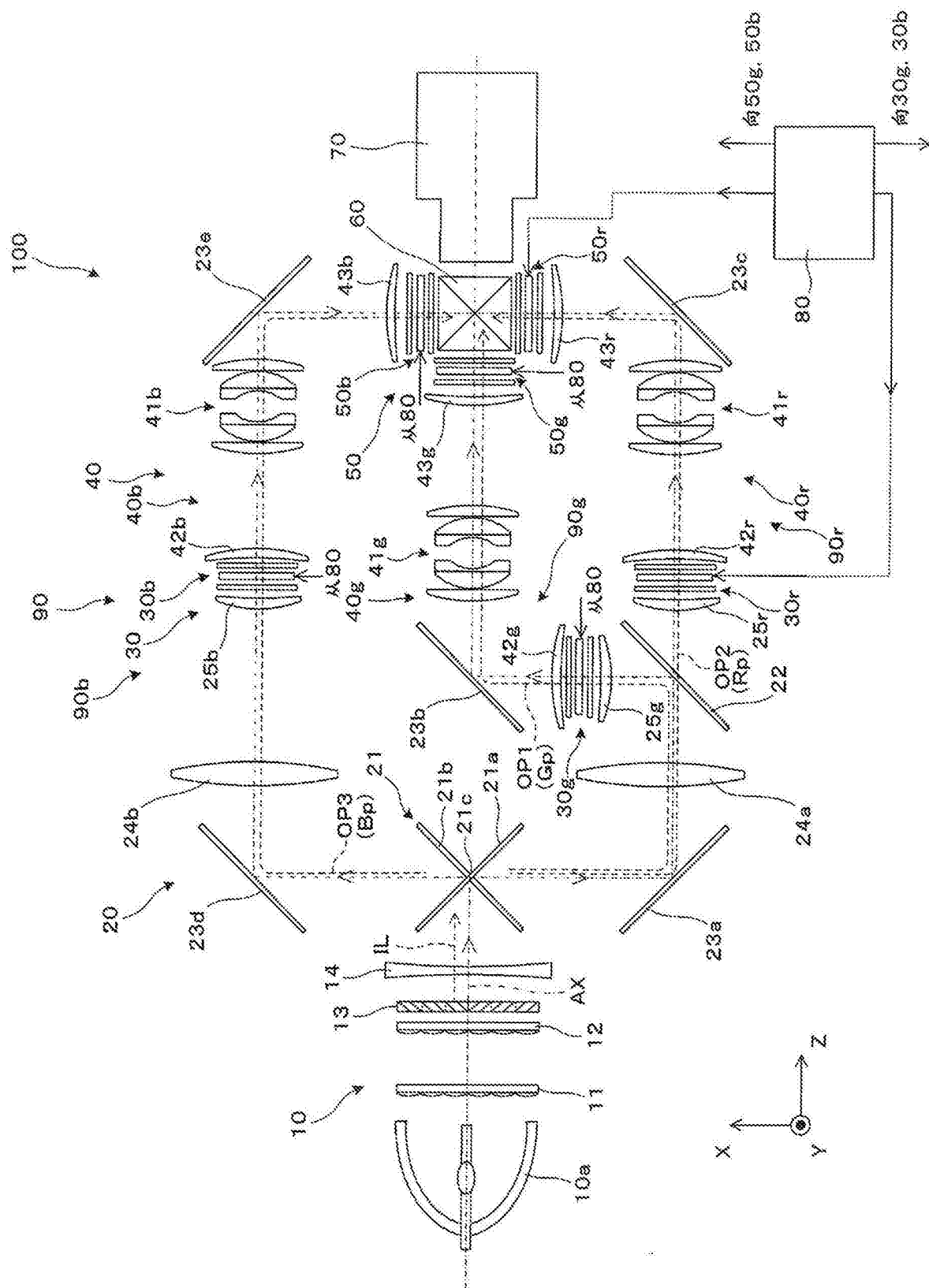


图1

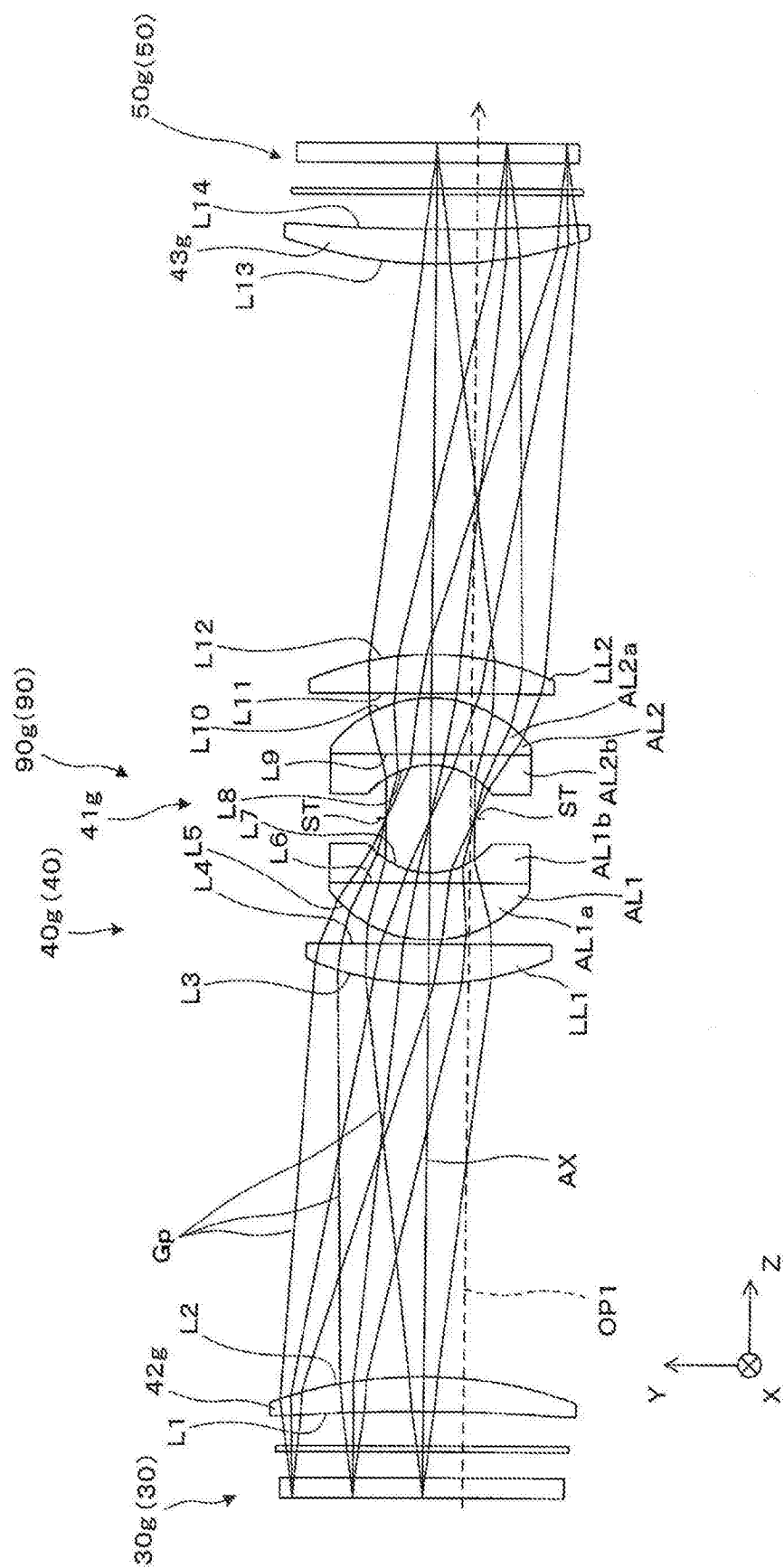


图 2

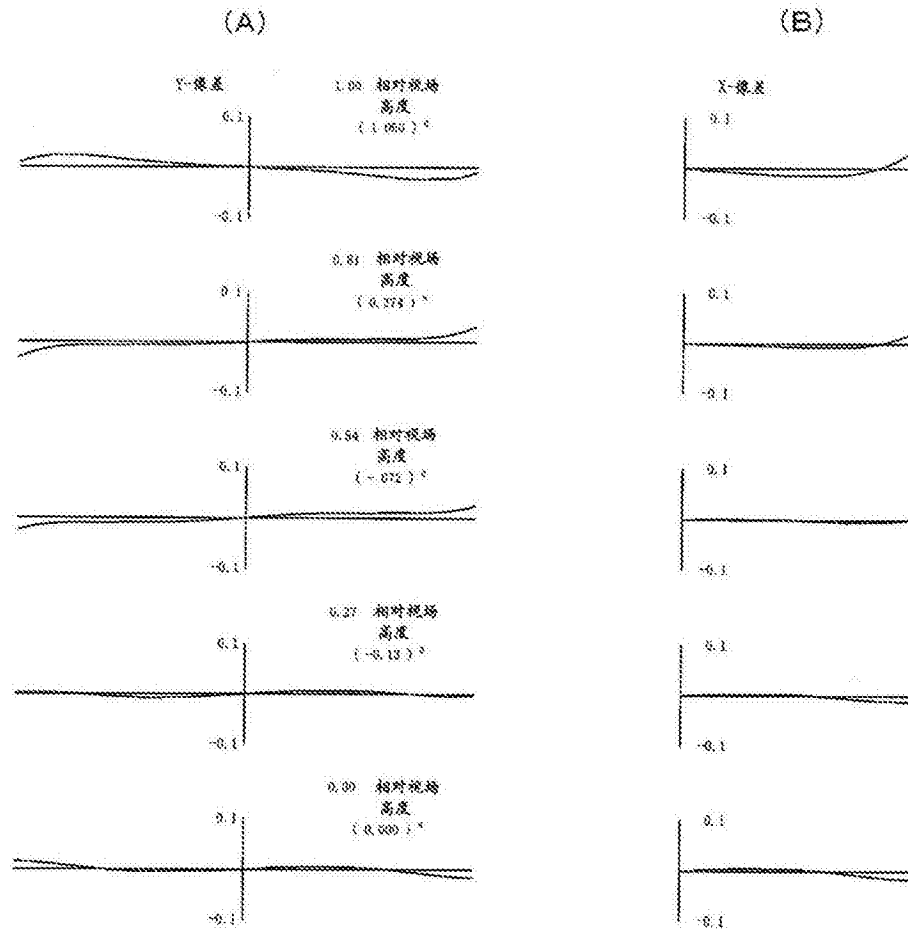


图3

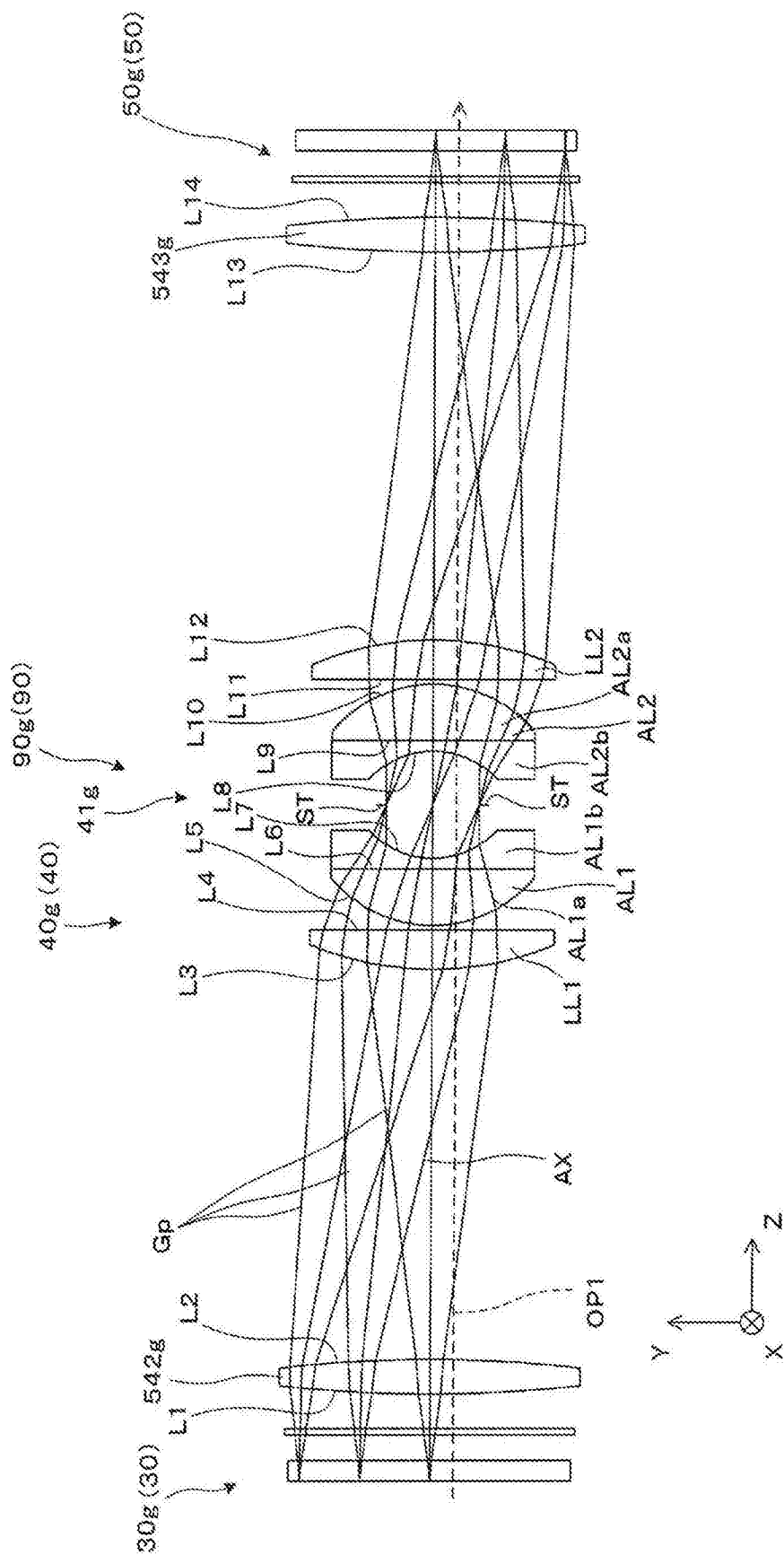


图4

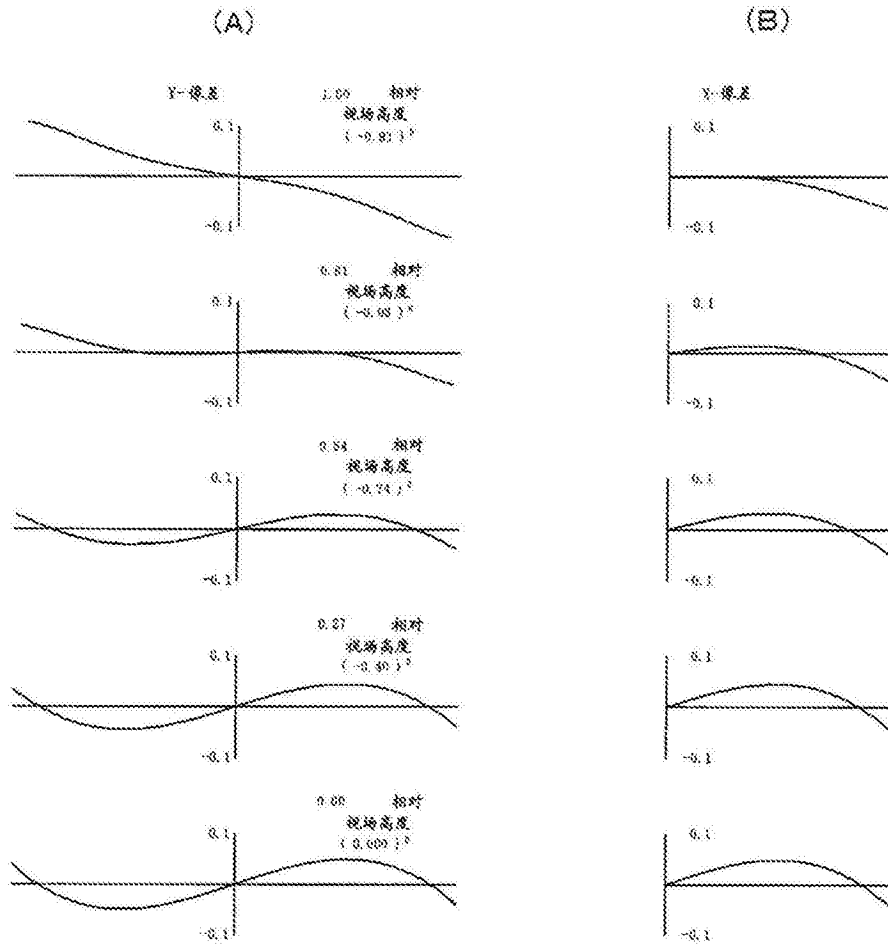


图5

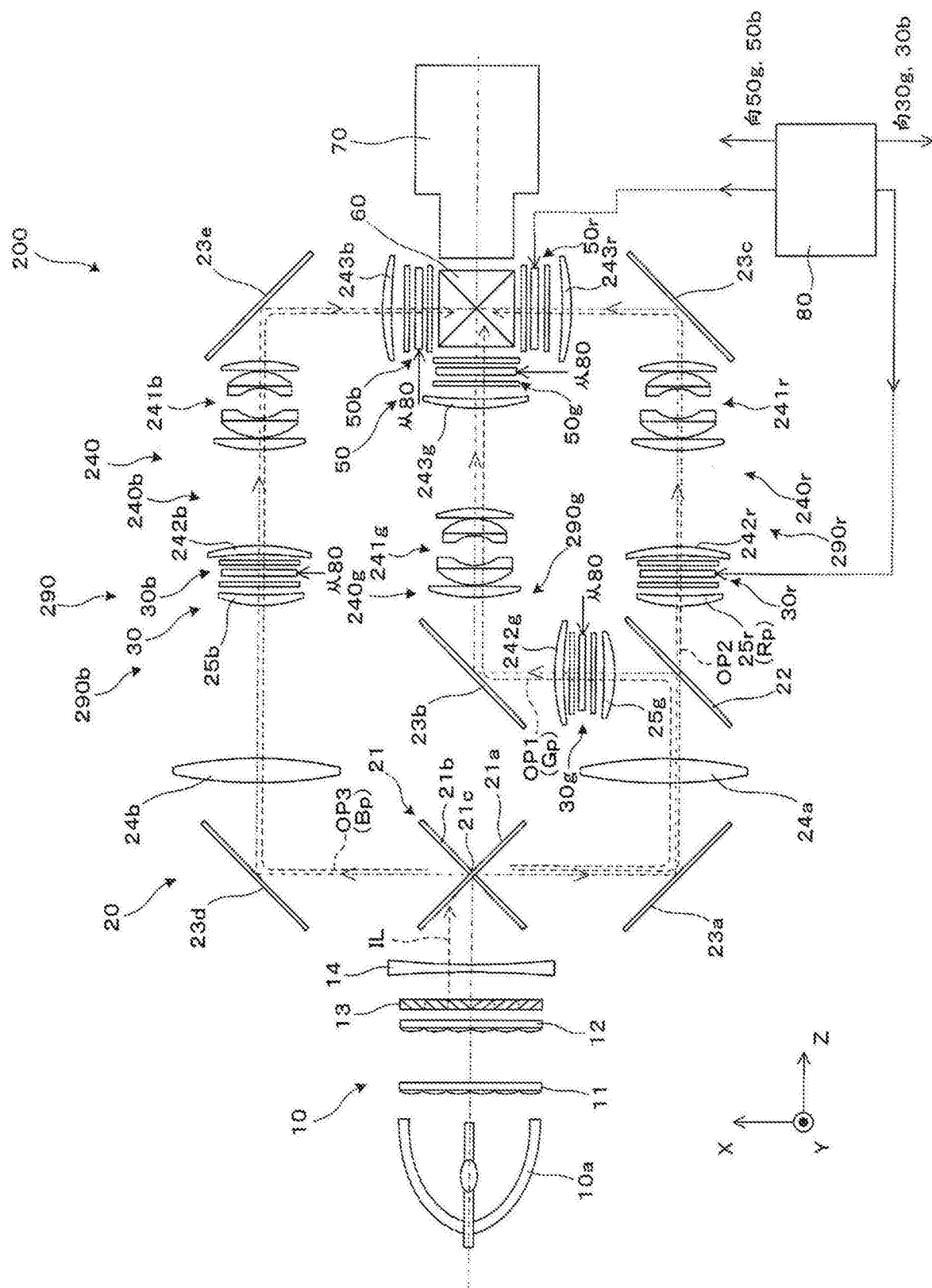


图6

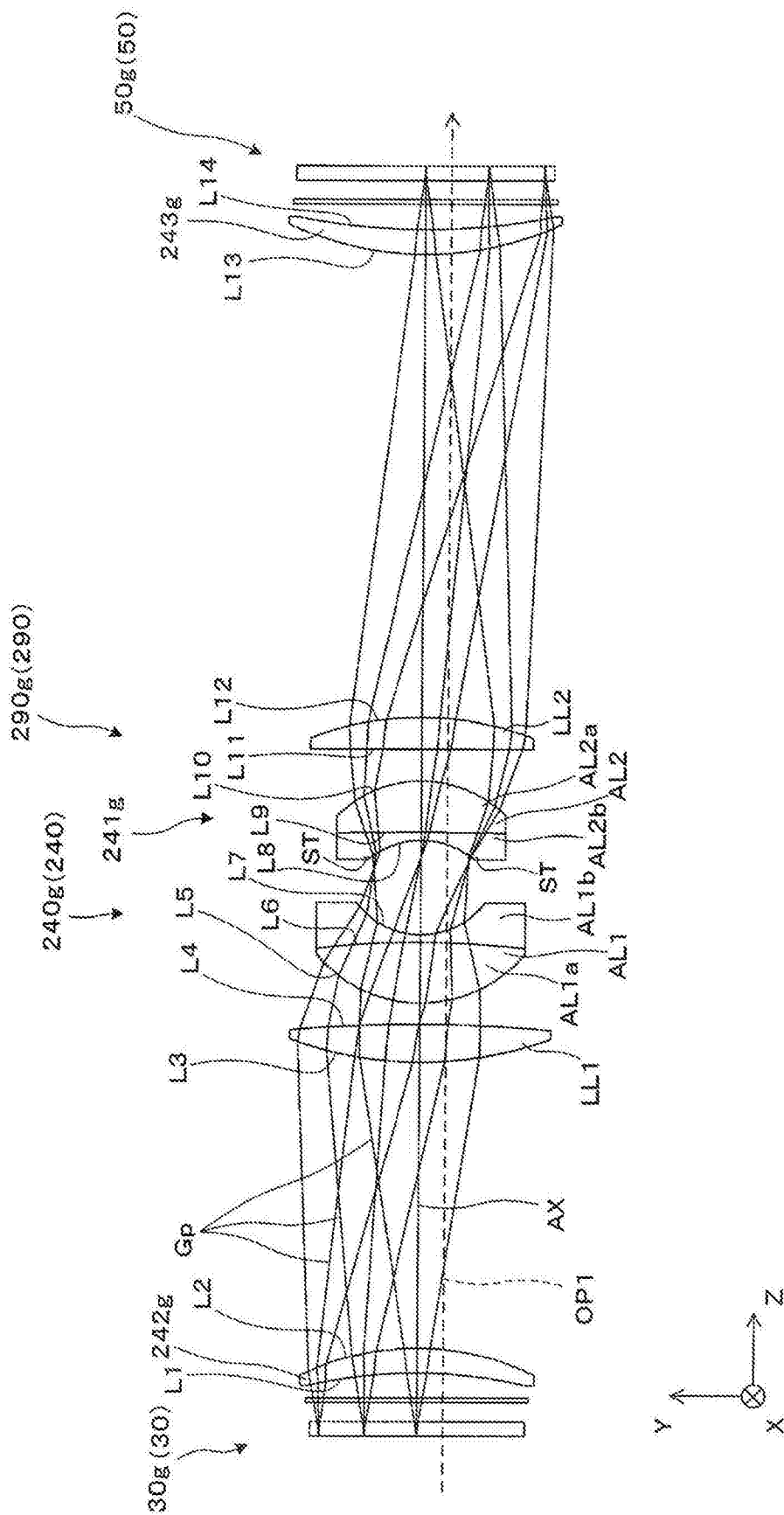


图7

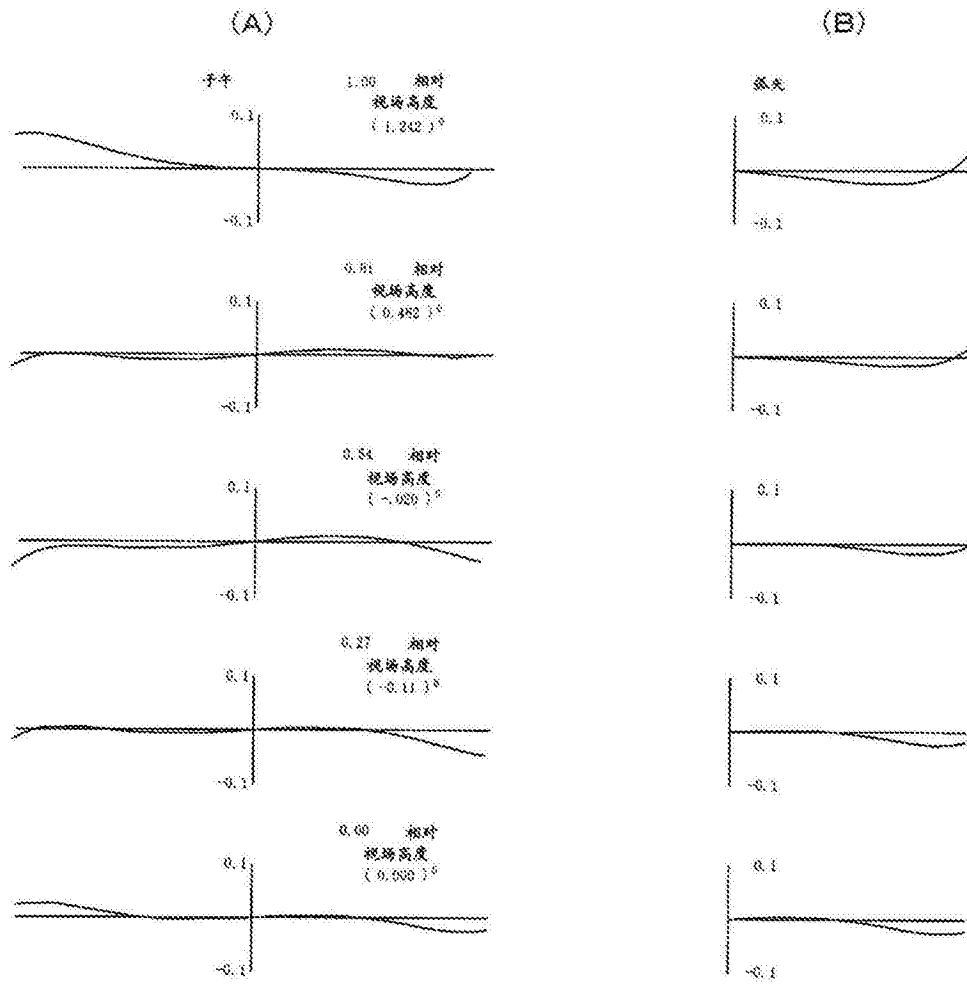


图8