



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116783532 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 19

(21) 申请号 202280012851.0

(22) 申请日 2022.01.21

(30) 优先权数据

2021-021654 2021.02.15 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.08.01

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/002148 2022.01.21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/172725 JA 2022.08.18

(71) 申请人 株式会社尼康

地址 日本东京

(72) 发明人 町田幸介

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

专利代理师 季莹 方应星

(51) Int.Cl.

G02B 13/00 (2006.01)

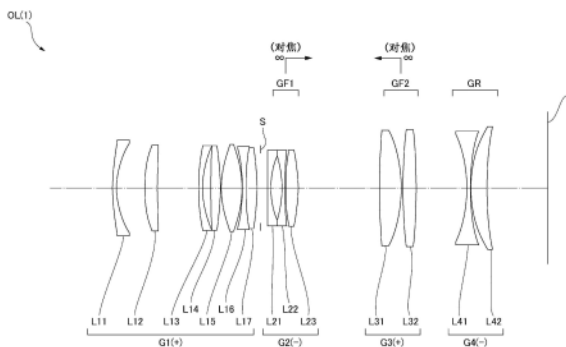
权利要求书4页 说明书22页 附图11页

## (54) 发明名称

光学系统、光学设备及光学系统的制造方法

## (57) 摘要

光学系统(OL)具备沿着光轴从物体侧依次排列的第1透镜组(G1)、具有负的光焦度的第1对焦透镜组(GF1)以及具有正的光焦度的第2对焦透镜组(GF2),在进行对焦时,第1对焦透镜组(GF1)与第2对焦透镜组(GF2)以彼此不同的轨迹沿着光轴移动,光学系统(OL)还具备孔径光阑(S),该孔径光阑(S)相比第1对焦透镜组(GF1)配置于物体侧,光学系统(OL)满足以下条件式: $0.68 < (-fF1)/fF2 < 3.60$ 其中,fF1:第1对焦透镜组(GF1)的焦距,fF2:第2对焦透镜组(GF2)的焦距。



1. 一种光学系统,具备沿着光轴从物体侧依次排列的第1透镜组、具有负的光焦度的第1对焦透镜组及具有正的光焦度的第2对焦透镜组,

在进行对焦时,所述第1对焦透镜组与所述第2对焦透镜组以彼此不同的轨迹沿着光轴移动,

所述光学系统还具备孔径光阑,该孔径光阑相比所述第1对焦透镜组配置于物体侧,

所述光学系统满足以下条件式:

$$0.68 < (-fF1) / fF2 < 3.60$$

其中,  $fF1$ : 所述第1对焦透镜组的焦距,

$fF2$ : 所述第2对焦透镜组的焦距。

2. 一种光学系统,具备沿着光轴从物体侧依次排列的第1透镜组、具有负的光焦度的第1对焦透镜组、具有正的光焦度的第2对焦透镜组及具有负的光焦度的后续透镜组,

在进行对焦时,所述第1对焦透镜组与所述第2对焦透镜组以彼此不同的轨迹沿着光轴移动,

所述光学系统还具备孔径光阑,该孔径光阑相比所述第1对焦透镜组配置于物体侧,

所述光学系统满足以下条件式:

$$0.60 < fF2 / (-fR) < 1.10$$

其中,  $fF2$ : 所述第2对焦透镜组的焦距,

$fR$ : 所述后续透镜组的焦距。

3. 一种光学系统,具备沿着光轴从物体侧依次排列的第1透镜组、具有负的光焦度的第1对焦透镜组及具有正的光焦度的第2对焦透镜组,

在进行对焦时,所述第1对焦透镜组与所述第2对焦透镜组以彼此不同的轨迹沿着光轴移动,

所述光学系统满足以下条件式:

$$f1 / |f1R| < 1.00$$

其中,  $f1$ : 所述第1透镜组的焦距,

$f1R$ : 无限远对焦状态下的相比所述第1透镜组配置于像侧的透镜组的合成焦距。

4. 一种光学系统,具备沿着光轴从物体侧依次排列的第1透镜组、孔径光阑、第1对焦透镜组及第2对焦透镜组,

在进行对焦时,所述第1对焦透镜组与所述第2对焦透镜组以彼此不同的轨迹沿着光轴移动,

所述第1对焦透镜组具有至少两个负透镜。

5. 根据权利要求3所述的光学系统,其中,

所述光学系统还具备孔径光阑,该孔径光阑相比所述第1对焦透镜组配置于物体侧。

6. 根据权利要求4所述的光学系统,其中,

所述第1对焦透镜组具有负的光焦度,所述第2对焦透镜组具有正的光焦度。

7. 根据权利要求2、3及6中的任意一项所述的光学系统,其中,

所述光学系统满足以下条件式:

$$0.68 < (-fF1) / fF2 < 3.60$$

其中,  $fF1$ : 所述第1对焦透镜组的焦距,

fF2:所述第2对焦透镜组的焦距。

8. 根据权利要求1、3及4中的任意一项所述的光学系统,其中,  
所述光学系统还具备后续透镜组,该后续透镜组相比所述第2对焦透镜组配置于像侧,  
且具有负的光焦度,

所述光学系统满足以下条件式:

$$0.60 < fF2 / (-fR) < 1.10$$

其中,fF2:所述第2对焦透镜组的焦距,

fR:所述后续透镜组的焦距。

9. 根据权利要求1、2及4中的任意一项所述的光学系统,其中,

所述光学系统满足以下条件式:

$$f1 / |f1R| < 1.00$$

其中,f1:所述第1透镜组的焦距,

f1R:无限远对焦状态下的相比所述第1透镜组配置于像侧的透镜组的合成焦距。

10. 根据权利要求2或8所述的光学系统,其中,

所述后续透镜组具有至少两个透镜成分。

11. 根据权利要求1、2、4~6及9中的任意一项所述的光学系统,其中,

所述光学系统满足以下条件式:

$$0.50 < Lre / Lfr < 4.00$$

其中,Lfr:从所述光学系统的最靠物体侧的透镜面到所述孔径光阑为止的光轴上的距离,

Lre:从所述孔径光阑到像面为止的光轴上的距离。

12. 根据权利要求1~11中的任意一项所述的光学系统,其中,

所述光学系统满足以下条件式:

$$0.45 < f1 / (-fF1) < 2.50$$

其中,f1:所述第1透镜组的焦距,

fF1:所述第1对焦透镜组的焦距。

13. 根据权利要求1~12中的任意一项所述的光学系统,其中,

所述光学系统满足以下条件式:

$$0.55 < f1 / fF2 < 3.00$$

其中,f1:所述第1透镜组的焦距,

fF2:所述第2对焦透镜组的焦距。

14. 根据权利要求1~13中的任意一项所述的光学系统,其中,

所述光学系统满足以下条件式:

$$0.10 < f1 / f < 1.25$$

其中,f1:所述第1透镜组的焦距,

f:无限远对焦状态下的所述光学系统的焦距。

15. 根据权利要求1~14中的任意一项所述的光学系统,其中,

所述光学系统满足以下条件式:

$$0.05 < Bf / f < 0.65$$

其中,  $Bf$ : 无限远对焦状态下的所述光学系统的后焦距,

$f$ : 无限远对焦状态下的所述光学系统的焦距。

16. 根据权利要求1~15中的任意一项所述的光学系统, 其中,

所述第1透镜组具有至少一个正透镜,

所述光学系统满足以下条件式:

$$vP < 42.00$$

其中,  $vP$ : 所述第1透镜组中的所述至少一个正透镜中的、阿贝数最小的正透镜的阿贝数。

17. 根据权利要求1~16中的任意一项所述的光学系统, 其中,

在从无限远物体向近距离物体进行对焦时, 所述第1对焦透镜组沿着光轴向像侧移动。

18. 根据权利要求1~17中的任意一项所述的光学系统, 其中,

在从无限远物体向近距离物体进行对焦时, 所述第2对焦透镜组沿着光轴向物体侧移动。

19. 根据权利要求1~18中的任意一项所述的光学系统, 其中,

所述光学系统满足以下条件式:

$$0.10 < MF1/MF2 < 20.00$$

其中,  $MF1$ : 从无限远物体向近距离物体进行对焦时的所述第1对焦透镜组的移动量的绝对值,

$MF2$ : 从无限远物体向近距离物体进行对焦时的所述第2对焦透镜组的移动量的绝对值。

20. 根据权利要求1~19中的任意一项所述的光学系统, 其中,

所述光学系统满足以下条件式:

$$0.50 < \beta F1 < 15.00$$

其中,  $\beta F1$ : 无限远对焦状态下的所述第1对焦透镜组的横向倍率。

21. 根据权利要求1~20中的任意一项所述的光学系统, 其中,

所述光学系统满足以下条件式:

$$0.05 < \beta F2 < 1.00$$

其中,  $\beta F2$ : 无限远对焦状态下的所述第2对焦透镜组的横向倍率。

22. 根据权利要求1~21中的任意一项所述的光学系统, 其中,

所述光学系统满足以下条件式:

$$1.00 < \beta F1/\beta F2$$

其中,  $\beta F1$ : 无限远对焦状态下的所述第1对焦透镜组的横向倍率,  $\beta F2$ : 无限远对焦状态下的所述第2对焦透镜组的横向倍率。

23. 根据权利要求1~22中的任意一项所述的光学系统, 其中,

所述光学系统满足以下条件式:

$$\{\beta F1 + (1/\beta F1)\}^{-2} < 0.250$$

其中,  $\beta F1$ : 无限远对焦状态下的所述第1对焦透镜组的横向倍率。

24. 根据权利要求1~23中的任意一项所述的光学系统, 其中,

所述光学系统满足以下条件式:

$$\{\beta F2 + (1/\beta F2)\}^{-2} < 0.250$$

其中,  $\beta F2$ : 无限远对焦状态下的所述第2对焦透镜组的横向倍率。

25. 一种光学设备, 构成为具备权利要求1~24中的任意一项所述的光学系统。

26. 一种光学系统的制造方法, 该光学系统具备沿着光轴从物体侧依次排列的第1透镜组、具有负的光焦度的第1对焦透镜组及具有正的光焦度的第2对焦透镜组, 其中,

以如下方式在镜头镜筒内配置各透镜:

在进行对焦时, 所述第1对焦透镜组与所述第2对焦透镜组以彼此不同的轨迹沿着光轴移动,

所述光学系统还具备孔径光阑, 该孔径光阑相比所述第1对焦透镜组配置于物体侧,

所述光学系统满足以下条件式, 即,

$$0.68 < (-fF1)/fF2 < 3.60$$

其中,  $fF1$ : 所述第1对焦透镜组的焦距,

$fF2$ : 所述第2对焦透镜组的焦距。

27. 一种光学系统的制造方法, 该光学系统具备沿着光轴从物体侧依次排列的第1透镜组、具有负的光焦度的第1对焦透镜组、具有正的光焦度的第2对焦透镜组及具有负的光焦度的后续透镜组, 其中,

以如下方式在镜头镜筒内配置各透镜:

在进行对焦时, 所述第1对焦透镜组与所述第2对焦透镜组以彼此不同的轨迹沿着光轴移动,

所述光学系统还具备孔径光阑, 该孔径光阑相比所述第1对焦透镜组配置于物体侧,

所述光学系统满足以下条件式, 即,

$$0.60 < fF2/(-fR) < 1.10$$

其中,  $fF2$ : 所述第2对焦透镜组的焦距,

$fR$ : 所述后续透镜组的焦距。

28. 一种光学系统的制造方法, 该光学系统具备沿着光轴从物体侧依次排列的第1透镜组、具有负的光焦度的第1对焦透镜组及具有正的光焦度的第2对焦透镜组, 其中,

以如下方式在镜头镜筒内配置各透镜:

在进行对焦时, 所述第1对焦透镜组与所述第2对焦透镜组以彼此不同的轨迹沿着光轴移动,

所述光学系统满足以下条件式, 即,

$$f1/|f1R| < 1.00$$

其中,  $f1$ : 所述第1透镜组的焦距,

$f1R$ : 无限远对焦状态下的相比所述第1透镜组配置于像侧的透镜组的合成焦距。

29. 一种光学系统的制造方法, 该光学系统具备沿着光轴从物体侧依次排列的第1透镜组、孔径光阑、第1对焦透镜组及第2对焦透镜组, 其中,

以如下方式在镜头镜筒内配置各透镜:

在进行对焦时, 所述第1对焦透镜组与所述第2对焦透镜组以彼此不同的轨迹沿着光轴移动,

所述第1对焦透镜组具有至少两个负透镜。

## 光学系统、光学设备及光学系统的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光学系统、光学设备及光学系统的制造方法。

### 背景技术

[0002] 以往,公开有适合于照片用相机、电子静态相机、摄像机等的光学系统(例如,参照专利文献1)。在这种光学系统中,难以抑制对焦时的像差变动。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2018-5099号公报

### 发明内容

[0006] 第1本发明的光学系统,具备沿着光轴从物体侧依次排列的第1透镜组、具有负的光焦度的第1对焦透镜组及具有正的光焦度的第2对焦透镜组,在进行对焦时,所述第1对焦透镜组与所述第2对焦透镜组以彼此不同的轨迹沿着光轴移动,所述光学系统还具备孔径光阑,该孔径光阑相比所述第1对焦透镜组配置于物体侧,所述光学系统满足以下条件式:

[0007]  $0.68 < (-fF1) / fF2 < 3.60$

[0008] 其中, $fF1$ :所述第1对焦透镜组的焦距,

[0009]  $fF2$ :所述第2对焦透镜组的焦距。

[0010] 第2本发明的光学系统,具备沿着光轴从物体侧依次排列的第1透镜组、具有负的光焦度的第1对焦透镜组、具有正的光焦度的第2对焦透镜组及具有负的光焦度的后续透镜组,在进行对焦时,所述第1对焦透镜组与所述第2对焦透镜组以彼此不同的轨迹沿着光轴移动,所述光学系统还具备孔径光阑,该孔径光阑相比所述第1对焦透镜组配置于物体侧,所述光学系统满足以下条件式:

[0011]  $0.60 < fF2 / (-fR) < 1.10$

[0012] 其中, $fF2$ :所述第2对焦透镜组的焦距,

[0013]  $fR$ :所述后续透镜组的焦距。

[0014] 第3本发明的光学系统,具备沿着光轴从物体侧依次排列的第1透镜组、具有负的光焦度的第1对焦透镜组及具有正的光焦度的第2对焦透镜组,在进行对焦时,所述第1对焦透镜组与所述第2对焦透镜组以彼此不同的轨迹沿着光轴移动,所述光学系统满足以下条件式:

[0015]  $f1 / |f1R| < 1.00$

[0016] 其中, $f1$ :所述第1透镜组的焦距,

[0017]  $f1R$ :无限远对焦状态下的相比所述第1透镜组配置于像侧的透镜组的合成焦距。

[0018] 第4本发明的光学系统,具备沿着光轴从物体侧依次排列的第1透镜组、孔径光阑、第1对焦透镜组及第2对焦透镜组,在进行对焦时,所述第1对焦透镜组与所述第2对焦透镜组以彼此不同的轨迹沿着光轴移动,所述第1对焦透镜组具有至少两个负透镜。

[0019] 本发明的光学设备构成为,具备上述光学系统。

[0020] 第1本发明的光学系统的制造方法,该光学系统具备沿着光轴从物体侧依次排列的第1透镜组、具有负的光焦度的第1对焦透镜组及具有正的光焦度的第2对焦透镜组,其中,以如下所述方式在镜头镜筒内配置各透镜:在进行对焦时,所述第1对焦透镜组与所述第2对焦透镜组以彼此不同的轨迹沿着光轴移动,所述光学系统还具备孔径光阑,该孔径光阑相比所述第1对焦透镜组配置于物体侧,所述光学系统满足以下条件式,即,

$$[0021] \quad 0.68 < (-fF1) / fF2 < 3.60$$

[0022] 其中,  $fF1$ : 所述第1对焦透镜组的焦距,

[0023]  $fF2$ : 所述第2对焦透镜组的焦距。

[0024] 第2本发明的光学系统的制造方法,该光学系统具备沿着光轴从物体侧依次排列的第1透镜组、具有负的光焦度的第1对焦透镜组、具有正的光焦度的第2对焦透镜组及具有负的光焦度的后续透镜组,其中,以如下所述方式在镜头镜筒内配置各透镜:在进行对焦时,所述第1对焦透镜组与所述第2对焦透镜组以彼此不同的轨迹沿着光轴移动,所述光学系统还具备孔径光阑,该孔径光阑相比所述第1对焦透镜组配置于物体侧,所述光学系统满足以下条件式,即,

$$[0025] \quad 0.60 < fF2 / (-fR) < 1.10$$

[0026] 其中,  $fF2$ : 所述第2对焦透镜组的焦距,

[0027]  $fR$ : 所述后续透镜组的焦距。

[0028] 第3本发明的光学系统的制造方法,该光学系统具备沿着光轴从物体侧依次排列的第1透镜组、具有负的光焦度的第1对焦透镜组及具有正的光焦度的第2对焦透镜组,其中,以如下所述方式在镜头镜筒内配置各透镜:在进行对焦时,所述第1对焦透镜组与所述第2对焦透镜组以彼此不同的轨迹沿着光轴移动,所述光学系统满足以下条件式,即,

$$[0029] \quad f1 / |f1R| < 1.00$$

[0030] 其中,  $f1$ : 所述第1透镜组的焦距,

[0031]  $f1R$ : 无限远对焦状态下的相比所述第1透镜组配置于像侧的透镜组的合成焦距。

[0032] 第4本发明的光学系统的制造方法,该光学系统具备沿着光轴从物体侧依次排列的第1透镜组、孔径光阑、第1对焦透镜组及第2对焦透镜组,其中,以如下所述方式在镜头镜筒内配置各透镜:在进行对焦时,所述第1对焦透镜组与所述第2对焦透镜组以彼此不同的轨迹沿着光轴移动,所述第1对焦透镜组具有至少两个负透镜。

## 附图说明

[0033] 图1是示出第1实施例的光学系统的镜头结构的图。

[0034] 图2的(A)、图2的(B)分别是第1实施例的光学系统的无限远对焦时、近距离对焦时的各像差图。

[0035] 图3是示出第2实施例的光学系统的镜头结构的图。

[0036] 图4的(A)、图4的(B)分别是第2实施例的光学系统的无限远对焦时、近距离对焦时的各像差图。

[0037] 图5是示出第3实施例的光学系统的镜头结构的图。

[0038] 图6的(A)、图6的(B)分别是第3实施例的光学系统的无限远对焦时、近距离对焦时

的各像差图。

[0039] 图7是示出具备各实施方式的光学系统的相机的结构的图。

[0040] 图8是示出第1实施方式的光学系统的制造方法的流程图。

[0041] 图9是示出第2实施方式的光学系统的制造方法的流程图。

[0042] 图10是示出第3实施方式的光学系统的制造方法的流程图。

[0043] 图11是示出第4实施方式的光学系统的制造方法的流程图。

### 具体实施方式

[0044] 以下,对本发明的优选实施方式进行说明。首先,根据图7对具备各实施方式的光学系统的相机(光学设备)进行说明。如图7所示,该相机1由主体2和安装在主体2的摄影镜头3构成。主体2具备拍摄元件4、对数码相机的动作进行控制的主体控制部(未图示)以及液晶画面5。摄影镜头3具备由多个透镜组构成的光学系统OL以及对各透镜组的位置进行控制的透镜位置控制机构(未图示)。透镜位置控制机构由对透镜组的位置进行检测的传感器、使透镜组沿着光轴向前后移动的电动机以及对电动机进行驱动的控制电路等构成。

[0045] 来自被摄体的光通过摄影镜头3的光学系统OL被聚光,到达拍摄元件4的像面I上。到达像面I的来自被摄体的光通过拍摄元件4被进行光电转换,作为数字图像数据记录于未图示的存储器。记录于存储器的数字图像数据能够根据用户的操作而显示在液晶画面5。另外,该相机可以是无反光镜相机,也可以是具有快速复原反光镜的单反类型的相机。另外,图7所示的光学系统OL示意地示出摄影镜头3所具备的光学系统,光学系统OL的镜头结构不限于该结构。

[0046] 接着,对第1实施方式的光学系统进行说明。如图1所示,作为第1实施方式的光学系统OL的一例的光学系统OL(1)构成为,具备沿着光轴从物体侧依次排列的第1透镜组G1、具有负的光焦度的第1对焦透镜组GF1以及具有正的光焦度的第2对焦透镜组GF2。在进行对焦时,第1对焦透镜组GF1与第2对焦透镜组GF2以彼此不同的轨迹沿着光轴移动。另外,第1实施方式的光学系统OL还具备孔径光阑S,该孔径光阑S相比第1对焦透镜组GF1配置于物体侧。

[0047] 在上述结构的基础上,第1实施方式的光学系统OL满足以下条件式(1)。

[0048]  $0.68 < (-fF1) / fF2 < 3.60 \cdots (1)$

[0049] 其中,  $fF1$ : 第1对焦透镜组GF1的焦距

[0050]  $fF2$ : 第2对焦透镜组GF2的焦距

[0051] 根据第1实施方式,能够得到对焦时的像差变动少的光学系统及具备该光学系统的光学设备。另外,由于能够使对焦透镜组实现小型轻量化,因此不用使镜筒变得大型化而能够得到实现高速且安静性高的自动对焦(AF)的光学系统。第1实施方式的光学系统OL也可以是图3所示的光学系统OL(2),也可以是图5所示的光学系统OL(3)。

[0052] 条件式(1)规定第1对焦透镜组GF1的焦距与第2对焦透镜组GF2的焦距的适当关系。通过满足条件式(1),从而能够抑制对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。

[0053] 当条件式(1)的对应值高于上限值时,由于第2对焦透镜组GF2的光焦度变得过强,因此难以抑制对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。通过将条件式(1)的上限值设定为3.50、3.30、3.00、2.75、2.50、2.20、2.00,进一步设定为1.85,从而能够更可靠地得到本

实施方式的效果。

[0054] 当条件式(1)的对应值低于下限值时,第1对焦透镜组GF1的光焦度变得过强,因此难以抑制对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。通过将条件式(1)的下限值设定为0.70、0.72、0.75、0.78、0.80,进一步设定为0.82,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。

[0055] 接着,对第2实施方式的光学系统进行说明。如图1所示,作为第2实施方式的光学系统OL的一例的光学系统OL(1)构成为,具备沿着光轴从物体侧依次排列的第1透镜组G1、具有负的光焦度的第1对焦透镜组GF1、具有正的光焦度的第2对焦透镜组GF2以及具有负的光焦度的后续透镜组GR。在进行对焦时,第1对焦透镜组GF1与第2对焦透镜组GF2以彼此不同的轨迹沿着光轴移动。另外,第2实施方式的光学系统OL还具备孔径光阑S,该孔径光阑S相比第1对焦透镜组GF1配置于物体侧。

[0056] 在上述结构的基础上,第2实施方式的光学系统OL满足以下条件式(2)。

$$[0057] \quad 0.60 < fF2 / (-fR) < 1.10 \cdots (2)$$

[0058] 其中, fF2: 第2对焦透镜组GF2的焦距

[0059] fR: 后续透镜组GR的焦距

[0060] 根据第2实施方式,能够得到对焦时的像差变动少的光学系统及具备该光学系统的光学设备。另外,由于能够使对焦透镜组实现小型轻量化,因此不用使镜筒变得大型化而能够得到实现高速且安静性高的自动对焦(AF)的光学系统。第2实施方式的光学系统OL也可以是图3所示的光学系统OL(2),也可以是图5所示的光学系统OL(3)。

[0061] 条件式(2)规定第2对焦透镜组GF2的焦距与后续透镜组GR的焦距的适当关系。通过满足条件式(2),从而能够抑制对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。

[0062] 当条件式(2)的对应值高于上限值时,后续透镜组GR的光焦度变得过强,因此难以抑制对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。通过将条件式(2)的上限值设定为1.08、1.05、1.03、1.00,进一步设定为0.98,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。

[0063] 当条件式(2)的对应值低于下限值时,第2对焦透镜组GF2的光焦度变得过强,因此难以抑制对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。通过将条件式(2)的下限值设定为0.62,进一步设定为0.64,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。

[0064] 在第2实施方式的光学系统OL中,优选的是,后续透镜组GR具有至少两个透镜成分。由此,能够良好地对无限远对焦状态下的以彗差为首的各像差进行校正。另外,在各实施方式中,透镜成分表示单透镜或者接合透镜。

[0065] 接着,对第3实施方式的光学系统进行说明。如图1所示,作为第3实施方式的光学系统OL的一例的光学系统OL(1)构成为,具备沿着光轴从物体侧依次排列的第1透镜组G1、具有负的光焦度的第1对焦透镜组GF1以及具有正的光焦度的第2对焦透镜组GF2。在进行对焦时,第1对焦透镜组GF1与第2对焦透镜组GF2以彼此不同的轨迹沿着光轴移动。

[0066] 在上述结构的基础上,第3实施方式的光学系统OL满足以下条件式(3)。

$$[0067] \quad f1 / |f1R| < 1.00 \cdots (3)$$

[0068] 其中, f1: 第1透镜组G1的焦距

[0069] f1R: 无限远对焦状态下的相比第1透镜组G1配置于像侧的透镜组的合成焦距

[0070] 根据第3实施方式,能够得到对焦时的像差变动少的光学系统及具备该光学系统

的光学设备。另外,由于能够使对焦透镜组实现小型轻量化,因此不用使镜筒变得大型化而能够得到实现高速且安静性高的自动对焦(AF)的光学系统。第3实施方式的光学系统OL也可以是图3所示的光学系统OL(2),也可以是图5所示的光学系统OL(3)。

[0071] 条件式(3)规定第1透镜组G1的焦距与无限远对焦状态下的相比第1透镜组G1配置于像侧的透镜组的合成焦距的适当关系。通过满足条件式(3),从而能够良好地对无限远对焦状态下的以球面像差为首的各像差进行校正。

[0072] 当条件式(3)的对应值高于上限值时,相比第1透镜组G1配置于像侧的透镜组的光焦度变得过强,因此难以对无限远对焦状态下的以球面像差为首的各像差进行校正。通过将条件式(3)的上限值设定为0.90、0.80、0.75、0.70、0.65、0.60、0.55、0.50,进一步设定为0.45,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。另外,通过将条件式(3)的下限值设定为0.05、0.10、0.15、0.20、0.25,进一步设定为0.30,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。

[0073] 第3实施方式的光学系统OL优选还具备孔径光阑S,该孔径光阑S相比第1对焦透镜组GF1配置于物体侧。由此,能够抑制对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。

[0074] 接着,对第4实施方式的光学系统进行说明。如图1所示,作为第4实施方式的光学系统OL的一例的光学系统OL(1)构成为,具有沿着光轴从物体侧依次排列的第1透镜组G1、孔径光阑S、第1对焦透镜组GF1以及第2对焦透镜组GF2。在进行对焦时,第1对焦透镜组GF1与第2对焦透镜组GF2以彼此不同的轨迹沿着光轴移动。另外,第1对焦透镜组GF1具有至少两个负透镜。

[0075] 根据第4实施方式,能够得到对焦时的像差变动少的光学系统及具备该光学系统的光学设备。另外,由于能够使对焦透镜组实现小型轻量化,因此不用使镜筒变得大型化而能够得到实现高速且安静性高的自动对焦(AF)的光学系统。第4实施方式的光学系统OL也可以是图3所示的光学系统OL(2),也可以是图5所示的光学系统OL(3)。

[0076] 在第4实施方式的光学系统OL中,优选的是,第1对焦透镜组GF1具有负的光焦度,第2对焦透镜组GF2具有正的光焦度。由此,各对焦透镜组不会变得大型化,能够抑制对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。

[0077] 第2实施方式、第3实施方式及第4实施方式的光学系统OL,优选的是,满足上述的条件式(1)。通过满足条件式(1),从而与第1实施方式同样,能够抑制对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。通过将条件式(1)的上限值设定为3.50、3.30、3.00、2.75、2.50、2.20、2.00,进一步设定为1.85,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。另外,通过将条件式(1)的下限值设定为0.70、0.72、0.75、0.78、0.80,进一步设定为0.82,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0078] 第1实施方式、第3实施方式及第4实施方式的光学系统OL,优选的是,还具备后续透镜组GR,该后续透镜组GR相比第2对焦透镜组GF2配置于像侧,且具有负的光焦度,光学系统OL满足上述的条件式(2)。通过满足条件式(2),从而与第2实施方式同样,能够抑制对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。通过将条件式(2)的上限值设定为1.08、1.05、1.03、1.00,进一步设定为0.98,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。另外,通过将条件式(2)的下限值设定为0.62,进一步设定为0.64,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0079] 另外此时,后续透镜组GR优选具有至少两个透镜成分。由此,能够良好地对无限远

对焦状态下的以彗差为首的各像差进行校正。

[0080] 第1实施方式、第2实施方式及第4实施方式的光学系统OL,优选的是,满足上述的条件式(3)。通过满足条件式(3),从而与第3实施方式同样,能够良好地对无限远对焦状态下的以球面像差为首的各像差进行校正。通过将条件式(3)的上限值设定为0.90、0.80、0.75、0.70、0.65、0.60、0.55、0.50,进一步设定为0.45,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。另外,通过将条件式(3)的下限值设定为0.05、0.10、0.15、0.20、0.25,进一步设定为0.30,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0081] 第3实施方式的光学系统OL优选还具备孔径光阑S,该孔径光阑S相比第1对焦透镜组GF1配置于物体侧。由此,能够抑制对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。

[0082] 第1实施方式、第2实施方式及第4实施方式的光学系统OL,优选的是,满足以下条件式(4)。另外,第3实施方式的光学系统OL,优选的是,还具有孔径光阑S,该孔径光阑S相比第1对焦透镜组GF1配置于物体侧,光学系统OL满足以下条件式(4)。

[0083]  $0.50 < L_{re}/L_{fr} < 4.00 \cdots (4)$

[0084] 其中, $L_{fr}$ :从光学系统OL的最靠物体侧的透镜面到孔径光阑S为止的光轴上的距离

[0085]  $L_{re}$ :从孔径光阑S到像面I为止的光轴上的距离

[0086] 条件式(4)规定从光学系统OL的最靠物体侧的透镜面到孔径光阑S为止的光轴上的距离与从孔径光阑S到像面I为止的光轴上的距离的适当关系。通过满足条件式(4),从而能够良好地对无限远对焦状态下的以球面像差为首的各像差进行校正。

[0087] 当条件式(4)的对应值高于上限值时,从孔径光阑S到像面I为止的光轴上的距离变得过大,因此难以对无限远对焦状态下的以球面像差为首的各像差进行校正。通过将条件式(4)的上限值设定为3.80、3.65、3.50、3.40、3.30、3.20,进一步设定为3.10,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0088] 当条件式(4)的对应值低于下限值时,从光学系统OL的最靠物体侧的透镜面到孔径光阑S为止的光轴上的距离变得过大,因此难以对无限远对焦状态下的以球面像差为首的各像差进行校正。通过将条件式(4)的下限值设定为0.60、0.70、0.80、0.90、1.00、1.10、1.20,进一步设定为1.30,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0089] 第1~第4实施方式的光学系统OL优选满足以下条件式(5)。

[0090]  $0.45 < f_1/(-f_{F1}) < 2.50 \cdots (5)$

[0091] 其中, $f_1$ :第1透镜组G1的焦距

[0092]  $f_{F1}$ :第1对焦透镜组GF1的焦距

[0093] 条件式(5)规定第1透镜组G1的焦距与第1对焦透镜组GF1的焦距的适当关系。通过满足条件式(5),从而能够良好地对无限远对焦状态下的以球面像差为首的各像差进行校正,能够抑制从无限远物体向近距离物体进行对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。

[0094] 当条件式(5)的对应值高于上限值时,第1对焦透镜组GF1的光焦度变得过强,因此难以抑制从无限远物体向近距离物体进行对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。通过将条件式(5)的上限值设定为2.35、2.20、2.10、2.00、1.85、1.70、1.50、1.40,进一步设定为1.35,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0095] 当条件式(5)的对应值低于下限值时,第1透镜组G1的光焦度变得过强,因此难以

对无限远对焦状态下的以球面像差为首的各像差进行校正。通过将条件式(5)的下限值设定为0.50、0.55、0.60、0.65、0.70、0.75,进一步设定为0.80,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0096] 第1~第4实施方式的光学系统OL优选满足以下条件式(6)。

[0097]  $0.55 < f_1 / f_{F2} < 3.00 \cdots (6)$

[0098] 其中, $f_1$ :第1透镜组G1的焦距

[0099]  $f_{F2}$ :第2对焦透镜组GF2的焦距

[0100] 条件式(6)规定第1透镜组G1的焦距与第2对焦透镜组GF2的焦距的适当关系。通过满足条件式(6),从而能够良好地对无限远对焦状态下的以球面像差为首的各像差进行校正,能够抑制从无限远物体向近距离物体进行对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。

[0101] 当条件式(6)的对应值高于上限值时,第2对焦透镜组GF2的光焦度变得过强,因此难以抑制从无限远物体向近距离物体进行对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。通过将条件式(6)的上限值设定为2.85、2.70、2.60、2.50、2.40、2.30、2.20,进一步设定为3.15,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0102] 当条件式(6)的对应值低于下限值时,第1透镜组G1的光焦度变得过强,因此难以对无限远对焦状态下的以球面像差为首的各像差进行校正。通过将条件式(6)的下限值设定为0.60、0.65、0.68、0.70、0.73,进一步设定为0.75,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0103] 第1~第4实施方式的光学系统OL优选满足以下条件式(7)。

[0104]  $0.10 < f_1 / f < 1.25 \cdots (7)$

[0105] 其中, $f_1$ :第1透镜组G1的焦距

[0106]  $f$ :无限远对焦状态下的光学系统OL的焦距

[0107] 条件式(7)规定第1透镜组G1的焦距与无限远对焦状态下的光学系统OL的焦距的适当关系。通过满足条件式(7),从而不用使镜筒变得大型化,能够良好地对无限远对焦状态下的以球面像差为首的各像差进行校正。

[0108] 当条件式(7)的对应值高于上限值时,第1透镜组G1的光焦度变得过弱,因此镜筒变得大型化。通过将条件式(7)的上限值设定为1.20、1.18、1.15、1.13,进一步设定为1.10,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0109] 当条件式(7)的对应值低于下限值时,第1透镜组G1的光焦度变得过强,因此难以对无限远对焦状态下的以球面像差为首的各像差进行校正。通过将条件式(7)的下限值设定为0.15、0.20、0.25、0.30、0.35、0.40、0.45,进一步设定为0.48,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0110] 第1~第4实施方式的光学系统OL优选满足以下条件式(8)。

[0111]  $0.05 < B_f / f < 0.65 \cdots (8)$

[0112] 其中, $B_f$ :无限远对焦状态下的光学系统OL的后焦距

[0113]  $f$ :无限远对焦状态下的光学系统OL的焦距

[0114] 条件式(8)规定无限远对焦状态下的光学系统OL的后焦距与无限远对焦状态下的光学系统OL的焦距的适当关系。通过满足条件式(8),从而能够良好地对无限远对焦状态下的以彗差为首的各像差进行校正。

[0115] 当条件式(8)的对应值高于上限值时,相对于光学系统OL的焦距,后焦距变大,难以对无限远对焦状态下的以彗差为首的各像差进行校正。通过将条件式(8)的上限值设定为0.60、0.55、0.50、0.45、0.40,进一步设定为0.35,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0116] 当条件式(8)的对应值低于下限值时,相对于光学系统OL的焦距,后焦距变小,难以对无限远对焦状态下的以彗差为首的各像差进行校正。通过将条件式(8)的下限值设定为0.08、0.10,进一步设定为0.12,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0117] 在第1~第4实施方式的光学系统OL中,优选的是,第1透镜组G1具备至少一个正透镜,光学系统OL满足以下条件式(9)。

[0118]  $vP < 42.00 \cdots (9)$

[0119] 其中, $vP$ :第1透镜组G1中的至少一个正透镜中的、阿贝数最小的正透镜的阿贝数

[0120] 条件式(9)关于第1透镜组G1中的至少一个正透镜中的、阿贝数最小的正透镜的阿贝数,规定适当范围。通过满足条件式(9),从而不用使镜筒变得大型化,而能够良好地对无限远对焦状态下的色差进行校正。

[0121] 当条件式(9)的对应值高于上限值时,第1透镜组G1中的至少一个正透镜中的、阿贝数最小的正透镜的阿贝数变得过大,因此难以不使镜筒变得大型化而对无限远对焦状态下的色差进行校正。通过将条件式(9)的上限值设定为40.00、37.00、35.00,进一步设定为32.00,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0122] 在第1~第4实施方式的光学系统OL中,优选的是,在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,第1对焦透镜组GF1沿着光轴向像侧移动。由此,能够抑制从无限远物体向近距离物体进行对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。

[0123] 在第1~第4实施方式的光学系统OL中,优选的是,在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,第2对焦透镜组GF2沿着光轴向物体侧移动。由此,能够抑制从无限远物体向近距离物体进行对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。

[0124] 第1~第4实施方式的光学系统OL优选满足以下条件式(10)。

[0125]  $0.10 < MF1/MF2 < 20.00 \cdots (10)$

[0126] 其中, $MF1$ :从无限远物体向近距离物体进行对焦时的第1对焦透镜组GF1的移动量的绝对值

[0127]  $MF2$ :从无限远物体向近距离物体进行对焦时的第2对焦透镜组GF2的移动量的绝对值

[0128] 条件式(10)规定从无限远物体向近距离物体进行对焦时的第1对焦透镜组GF1的移动量的绝对值与从无限远物体向近距离物体进行对焦时的第2对焦透镜组GF2的移动量的绝对值的适当关系。通过满足条件式(10),从而能够抑制从无限远物体向近距离物体进行对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。

[0129] 当条件式(10)的对应值高于上限值时,从无限远物体向近距离物体进行对焦时的第1对焦透镜组GF1的移动量变得过大,因此难以抑制从无限远物体向近距离物体进行对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。通过将条件式(10)的上限值设定为18.50、17.00、15.00、13.50、12.00、11.50、11.00、10.50,进一步设定为10.00,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0130] 当条件式(10)的对应值低于下限值时,从无限远物体向近距离物体进行对焦时的第2对焦透镜组GF2的移动量变得过大,因此难以抑制从无限远物体向近距离物体进行对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。通过将条件式(10)的下限值设定为0.25、0.40、0.50、0.60、0.70、0.80,进一步设定为0.90,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0131] 第1~第4实施方式的光学系统OL优选满足以下条件式(11)。

[0132]  $0.50 < \beta F1 < 15.00 \cdots (11)$

[0133] 其中, $\beta F1$ :无限远对焦状态下的第1对焦透镜组GF1的横向倍率

[0134] 条件式(11)关于无限远对焦状态下的第1对焦透镜组GF1的横向倍率,规定适当范围。通过满足条件式(11),从而能够抑制从无限远物体向近距离物体进行对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。

[0135] 当条件式(11)的对应值高于上限值时,无限远对焦状态下的第1对焦透镜组GF1的横向倍率变得过大,因此难以抑制从无限远物体向近距离物体进行对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。通过将条件式(11)的上限值设定为14.50、14.00、13.50、13.00、12.50、12.00,进一步设定为11.50,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0136] 当条件式(11)的对应值低于下限值时,无限远对焦状态下的第1对焦透镜组GF1的横向倍率变得过小,因此难以抑制从无限远物体向近距离物体进行对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。通过将条件式(11)的下限值设定为0.60、0.70、0.85、1.00、1.25、1.50、1.74,进一步设定为2.00,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0137] 第1~第4实施方式的光学系统OL优选满足以下条件式(12)。

[0138]  $0.05 < \beta F2 < 1.00 \cdots (12)$

[0139] 其中, $\beta F2$ :无限远对焦状态下的第2对焦透镜组GF2的横向倍率

[0140] 条件式(12)关于无限远对焦状态下的第2对焦透镜组GF2的横向倍率,规定适当范围。通过满足条件式(12),从而能够抑制从无限远物体向近距离物体进行对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。

[0141] 当条件式(12)的对应值高于上限值时,无限远对焦状态下的第2对焦透镜组GF2的横向倍率变得过大,因此难以抑制从无限远物体向近距离物体进行对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。通过将条件式(12)的上限值设定为0.95、0.90、0.85、0.80、0.70、0.60、0.50、0.40,进一步设定为0.30,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0142] 当条件式(12)的对应值低于下限值时,无限远对焦状态下的第2对焦透镜组GF2的横向倍率变得过小,因此难以抑制从无限远物体向近距离物体进行对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。通过将条件式(12)的下限值设定为0.06、0.07、0.08、0.09,进一步设定为0.10,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0143] 第1~第4实施方式的光学系统OL优选满足以下条件式(13)。

[0144]  $1.00 < \beta F1 / \beta F2 \cdots (13)$

[0145] 其中, $\beta F1$ :无限远对焦状态下的第1对焦透镜组GF1的横向倍率

[0146]  $\beta F2$ :无限远对焦状态下的第2对焦透镜组GF2的横向倍率

[0147] 条件式(13)规定无限远对焦状态下的第1对焦透镜组GF1的横向倍率与无限远对焦状态下的第2对焦透镜组GF2的横向倍率的适当关系。通过满足条件式(13),从而能够抑制从无限远物体向近距离物体进行对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。

[0148] 当条件式(13)的对应值低于下限值时,无限远对焦状态下的第2对焦透镜组GF2的横向倍率变得过大,因此难以抑制从无限远物体向近距离物体进行对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。通过将条件式(13)的下限值设定为1.50、2.00、2.50、3.00、3.50、5.00、7.50,进一步设定为10.00,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。另外,通过将条件式(13)的上限值设定为110.00、100.00、80.00、65.00、50.00,进一步设定为40.00,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0149] 第1~第4实施方式的光学系统OL优选满足以下条件式(14)。

$$[0150] \quad \{\beta F1+(1/\beta F1)\}^{-2}<0.250\cdots(14)$$

[0151] 其中, $\beta F1$ :无限远对焦状态下的第1对焦透镜组GF1的横向倍率

[0152] 条件式(14)关于无限远对焦状态下的第1对焦透镜组GF1的横向倍率,规定适当范围。通过满足条件式(14),从而能够抑制从无限远物体向近距离物体进行对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。

[0153] 当条件式(14)的对应值高于上限值时,难以抑制从无限远物体向近距离物体进行对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。通过将条件式(14)的上限值设定为0.230、0.200、0.185、0.170、0.150、0.125,进一步设定为0.100,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。另外,通过将条件式(14)的下限值设定为0.000、0.001、0.003,进一步设定为0.005,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0154] 第1~第4实施方式的光学系统OL优选满足以下条件式(15)。

$$[0155] \quad \{\beta F2+(1/\beta F2)\}^{-2}<0.250\cdots(15)$$

[0156] 其中, $\beta F2$ :无限远对焦状态下的第2对焦透镜组GF2的横向倍率

[0157] 条件式(15)关于无限远对焦状态下的第2对焦透镜组GF2的横向倍率,规定适当范围。通过满足条件式(15),从而能够抑制从无限远物体向近距离物体进行对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。

[0158] 当条件式(15)的对应值高于上限值时,难以抑制从无限远物体向近距离物体进行对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。通过将条件式(15)的上限值设定为0.230、0.200、0.185、0.170、0.150、0.125,进一步设定为0.100,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。另外,通过将条件式(15)的下限值设定为0.000、0.001、0.003、0.005、0.008,进一步设定为0.010,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0159] 接着,参照图8,对第1实施方式的光学系统OL的制造方法进行概述。首先,沿着光轴从物体侧依次配置第1透镜组G1、具有负的光焦度的第1对焦透镜组GF1以及具有正的光焦度的第2对焦透镜组GF2(步骤ST1)。接着,构成为,在进行对焦时,第1对焦透镜组GF1与第2对焦透镜组GF2以彼此不同的轨迹沿着光轴移动(步骤ST2)。此外,在相比第1对焦透镜组GF1靠物体侧处配置孔径光阑S(步骤ST3)。并且,以至少满足上述条件式(1)的方式,在镜头镜筒内配置各透镜(步骤ST4)。根据这种制造方法,能够制造对焦时的像差变动少的光学系统。

[0160] 接着,参照图9,对第2实施方式的光学系统OL的制造方法进行概述。首先,沿着光轴从物体侧依次配置第1透镜组G1、具有负的光焦度的第1对焦透镜组GF1、具有正的光焦度的第2对焦透镜组GF2以及具有负的光焦度的后续透镜组GR(步骤ST11)。接着,构成为,在进行对焦时,第1对焦透镜组GF1与第2对焦透镜组GF2以彼此不同的轨迹沿着光轴移动(步骤

ST12)。此外,在相比第1对焦透镜组GF1靠物体侧处配置孔径光阑S(步骤ST13)。并且,以至少满足上述条件式(2)的方式,在镜头镜筒内配置各透镜(步骤ST14)。根据这种制造方法,能够制造对焦时的像差变动少的光学系统。

[0161] 接着,参照图10,对第3实施方式的光学系统OL的制造方法进行概述。首先,沿着光轴从物体侧依次配置第1透镜组G1、具有负的光焦度的第1对焦透镜组GF1以及具有正的光焦度的第2对焦透镜组GF2(步骤ST21)。接着,构成为,在进行对焦时,第1对焦透镜组GF1与第2对焦透镜组GF2以彼此不同的轨迹沿着光轴移动(步骤ST22)。并且,以至少满足上述条件式(3)的方式,在镜头镜筒内配置各透镜(步骤ST23)。根据这种制造方法,能够制造对焦时的像差变动少的光学系统。

[0162] 接着,参照图11,对第4实施方式的光学系统OL的制造方法进行概述。首先,沿着光轴从物体侧依次配置第1透镜组G1、孔径光阑S、第1对焦透镜组GF1以及第2对焦透镜组GF2(步骤ST31)。接着,构成为,在进行对焦时,第1对焦透镜组GF1与第2对焦透镜组GF2以彼此不同的轨迹沿着光轴移动(步骤ST32)。并且,以第1对焦透镜组GF1具有至少两个负透镜的方式,在镜头镜筒内配置各透镜(步骤ST33)。根据这种制造方法,能够制造对焦时的像差变动少的光学系统。

[0163] 实施例

[0164] 以下,根据附图对各实施方式的实施例的光学系统OL进行说明。图1、图3、图5是示出第1~第3实施例的光学系统OL{OL(1)~OL(3)}的结构及光焦度分配的剖视图。在第1~第3实施例的光学系统OL(1)~OL(3)的剖视图中,用箭头示出从无限远向近距离物体进行对焦时的各透镜组沿着光轴的移动方向。

[0165] 在这些图1、图3、图5中,通过符号G与数字的组合来表示各透镜组,通过符号L与数字的组合来表示各透镜。此时,为了防止符号、数字的种类及位数变大而变得复杂化,对每个实施例分别独立地使用符号与数字的组合来表示透镜组等。因此,即使在实施例间使用相同的符号与数字的组合,也不意味着是相同的结构。

[0166] 以下示出表1~表3,其中,表1是示出第1实施例中的各参数数据的表,表2是示出第2实施例中的各参数数据的表,表3是示出第3实施例中的各参数数据的表。在各实施例中,作为像差特性的计算对象,选择d线(波长 $\lambda=587.6\text{nm}$ )、g线(波长 $\lambda=435.8\text{nm}$ )。

[0167] 在[整体参数]的表中,f表示镜头整个系统的焦距,FNO表示F值, $2\omega$ 表示视场角(单位为 $^{\circ}$ (度)), $\omega$ 为半视场角), $Y_{\text{max}}$ 表示最大像高。TL表示在无限远对焦时的光轴上的从透镜最前面到透镜最终面为止的距离加上Bf的距离,Bf表示无限远对焦时的光轴上的从透镜最终面到像面I为止的距离(后焦距)。

[0168] 另外,在[整体参数]的表中, $\beta F1$ 表示无限远对焦状态下的第1对焦透镜组的横向倍率。 $\beta F2$ 表示无限远对焦状态下的第2对焦透镜组的横向倍率。MF1表示从无限远物体向近距离物体进行对焦时的第1对焦透镜组的移动量的绝对值。MF2表示从无限远物体向近距离物体进行对焦时的第2对焦透镜组的移动量的绝对值。Lfr表示从光学系统的最靠物体侧的透镜面到孔径光阑为止的光轴上的距离。Lre表示从孔径光阑到像面为止的光轴上的距离。f1R表示无限远对焦状态下的相比第1透镜组配置于像侧的透镜组的合成焦距。

[0169] 在[透镜参数]的表中,面编号表示沿着光线行进的方向的从物体侧起的光学面的顺序,R表示各光学面的曲率半径(使曲率中心位于像侧的面为正的),D表示从各光学面

到下一个光学面(或者像面)为止的光轴上的距离、即面间隔,nd表示光学部件的材料的对d线的折射率,vd表示光学部件的材料的以d线为基准的阿贝数。曲率半径的“∞”表示平面或者开口,(光圈S)表示孔径光阑S。省略空气的折射率nd=1.00000的记载。在光学面为非球面时对面编号附上\*标记,在曲率半径R的栏示出近轴曲率半径。

[0170] 在[非球面数据]的表中,对于[透镜参数]所示的非球面,通过下式(A)来表示其形状。X(y)表示从非球面的顶点处的切面到高度y的非球面上的位置为止的沿着光轴方向的距离(凹陷量),R表示基准球面的曲率半径(近轴曲率半径),κ表示圆锥常数,Ai表示第i次的非球面系数。“E-n”表示“ $\times 10^{-n}$ ”。例如, $1.234E-05=1.234 \times 10^{-5}$ 。另外,二次非球面系数A2为0,省略其记载。

$$[0171] \quad X(y) = (y^2/R) / \{1 + (1 - \kappa \times y^2/R^2)^{1/2}\} + A4 \times y^4 + A6 \times y^6 + A8 \times y^8 + A10 \times y^{10}$$

[0172] ... (A)

[0173] 在[可变间隔数据]的表中,在[透镜参数]的表中示出面间隔成为(Di)的面编号i处的面间隔。另外,在[可变间隔数据]的表,示出无限远对焦状态下的面间隔及近距离对焦状态下的面间隔。在[可变间隔数据]的表中,f表示镜头整个系统的焦距,β表示摄影倍率。另外,D0表示从物体到光学系统中的最靠物体侧的光学面为止的距离。

[0174] 在[透镜组数据]的表中,示出各透镜组各自的始面(最靠物体侧的面)和焦距。

[0175] 以下,在所有的参数值中,对于所揭示的焦距f,曲率半径R,面间隔D,其他的长度等,在没有特别记载的情况下一般使用“mm”,但是即使对光学系统进行比例放大或者比例缩小也能够得到相同的光学性能,因此不限于此。

[0176] 到此为止的表的说明在所有的实施例中相同,以下省略重复的说明。

[0177] (第1实施例)

[0178] 使用图1~图2及表1对第1实施例进行说明。图1是示出第1实施例的光学系统的镜头结构的图。第1实施例的光学系统OL(1)由沿着光轴从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第1透镜组G1、具有负的光焦度的第2透镜组G2、具有正的光焦度的第3透镜组G3以及具有负的光焦度的第4透镜组G4构成。在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,第2透镜组G2沿着光轴向像侧移动,第3透镜组G3沿着光轴向物体侧移动,相邻的各透镜组之间的间隔变化。另外,在进行对焦时,第1透镜组G1及第4透镜组G4的位置相对于像面I被固定。附在各透镜组记号的符号(+)或(-)表示各透镜组的光焦度,这在以下所有的实施例中相同。

[0179] 孔径光阑S配置在第1透镜组G1与第2透镜组G2之间。在进行对焦时,孔径光阑S的位置相对于像面I被固定。在本实施例中,第2透镜组G2相当于第1对焦透镜组GF1,第3透镜组G3相当于第2对焦透镜组GF2,第4透镜组G4相当于后续透镜组GR。

[0180] 第1透镜组G1由沿着光轴从物体侧依次排列的凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L11、凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L12、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L13、双凸形状的正透镜L14、双凸形状的正透镜L15以及双凹形状的负透镜L16与双凸形状的正透镜L17接合而成的接合负透镜构成。

[0181] 第2透镜组G2由沿着光轴从物体侧依次排列的凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L21、双凹形状的负透镜L22以及双凸形状的正透镜L23构成。

[0182] 第3透镜组G3由沿着光轴从物体侧依次排列的双凸形状的正透镜L31以及双凸形状的正透镜L32构成。正透镜L32的物体侧透镜面为非球面。

[0183] 第4透镜组G4由沿着光轴从物体侧依次排列的双凹形状的负透镜L41以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L42构成。在第4透镜组G4的像侧配置有像面I。

[0184] 在以下的表1,示出第1实施例的光学系统的参数的值。

[0185] (表1)

[0186] [整体参数]

$f=58.199$                        $FNO=2.884$   
 $2\omega=41.16$                        $Y_{max}=21.600$

$TL=129.454$                        $Bf=18.233$

[0187]  $\beta F1=6.285$                        $\beta F2=0.193$

$MF1=1.071$                        $MF2=1.092$

$Lfr=44.026$                        $Lre=85.428$

$f1R=-73.793$

[0188] [透镜参数]

面编号	R	D	nd	vd
物体面	$\infty$			
1	70.9676	1.000	1.81600	46.59
2	24.5834	8.377		
3	39.1849	3.877	1.90366	31.27
4	359.9017	12.338		
5	80.4619	1.000	1.85026	32.35
6	27.7147	2.519		
7	270.1842	2.882	1.80400	46.60
[0189] 8	-69.3419	0.200		
9	30.8966	6.189	1.59319	67.90
10	-36.3993	0.200		
11	-50.2592	1.000	1.84666	23.80
12	77.1654	3.308	1.81600	46.59
13	-73.3678	1.136		
14	$\infty$	(D14)		(光圈 S)
15	3039.8536	1.000	1.90366	31.27
16	26.6247	3.179		
17	-37.1406	1.000	1.72047	34.71

	18	105.9932	0.237		
	19	69.8034	3.653	1.94595	17.98
	20	-54.1523	(D20)		
	21	285.7257	6.480	1.59319	67.90
	22	-41.9044	0.362		
[0190]	23*	127.2840	4.094	1.59349	67.00
	24	-137.6180	(D24)		
	25	-42.9609	1.000	1.80518	25.45
	26	61.3138	0.200		
	27	36.3529	4.660	1.48749	70.31
	28	95.2752	Bf		
	像面	$\infty$			

[0191] [非球面数据]

[0192] 第23面

[0193]  $\kappa = 1.0000$ ,  $A4 = -1.09713E-06$ ,  $A6 = 2.87783E-09$ ,  $A8 = -1.07908E-11$ ,  $A10 = 1.55910E-14$

[0194] [可变间隔数据]

	无限远对焦状态	近距离对焦状态
	$f=58.199$	$\beta=-0.100$
[0195]	D0 $\infty$	567.971
	D14 2.000	3.071
	D20 24.282	22.120
	D24 15.048	16.140

[0196] [透镜组数据]

组	始面	焦距
[0197]	G1 1	31.774
	G2 15	-39.196
[0198]	G3 21	40.437
	G4 25	-41.889

[0199] 图2的(A)是第1实施例的光学系统的无限远对焦时的各像差图。图2的(B)是第1实施例的光学系统的近距离对焦时的各像差图。在无限远对焦时的各像差图中, FNO表示F值, Y表示像高。在近距离对焦时的各像差图中, NA表示数值孔径, Y表示像高。另外, 在球面像差图中示出与最大口径对应的F值或者数值孔径的值, 在像散图及畸变图中分别示出像高的

最大值,在彗差图中示出各像高的值。 $d$ 表示 $d$ 线(波长 $\lambda=587.6\text{nm}$ ), $g$ 表示 $g$ 线(波长 $\lambda=435.8\text{nm}$ )。在像散图中,实线表示弧矢像面,虚线表示子午像面。另外,在以下所示的各实施例的像差图中,也使用与本实施例相同的符号,并省略重复的说明。

[0200] 通过各像差图可知,第1实施例的光学系统,不仅在无限远对焦时,而且在近距离对焦时,也良好地对各像差进行校正且具有优秀的成像性能。

[0201] (第2实施例)

[0202] 使用图3~图4及表2对第2实施例进行说明。图3是示出第2实施例的光学系统的镜头结构的图。第2实施例的光学系统OL(2)由沿着光轴从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第1透镜组G1、具有负的光焦度的第2透镜组G2、具有正的光焦度的第3透镜组G3以及具有负的光焦度的第4透镜组G4构成。在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,第2透镜组G2沿着光轴向像侧移动,第3透镜组G3沿着光轴向物体侧移动,相邻的各透镜组之间的间隔变化。另外,在进行对焦时,第1透镜组G1及第4透镜组G4的位置相对于像面I被固定。

[0203] 孔径光阑S配置在第1透镜组G1与第2透镜组G2之间。在进行对焦时,孔径光阑S的位置相对于像面I被固定。在本实施例中,第2透镜组G2相当于第1对焦透镜组GF1,第3透镜组G3相当于第2对焦透镜组GF2,第4透镜组G4相当于后续透镜组GR。

[0204] 第1透镜组G1由沿着光轴从物体侧依次排列的双凸形状的正透镜L11、双凹形状的负透镜L12与双凸形状的正透镜L13接合而成的接合负透镜以及凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L14与双凹形状的负透镜L15与双凸形状的正透镜L16接合而成的接合正透镜构成。正弯月形透镜L14的物体侧透镜面为非球面。

[0205] 第2透镜组G2由沿着光轴从物体侧依次排列的凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L21、双凹形状的负透镜L22以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L23构成。

[0206] 第3透镜组G3沿着光轴从物体侧依次由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L31与双凸形状的正透镜L32接合而成的接合正透镜构成。负弯月形透镜L31的物体侧透镜面为非球面。

[0207] 第4透镜组G4由沿着光轴从物体侧依次排列的凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L41、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L42与凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L43接合而成的接合负透镜、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L44与双凸形状的正透镜L45接合而成的接合正透镜、凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L46以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L47构成。在第4透镜组G4的像侧配置有像面I。

[0208] 在以下的表2,示出第2实施例的光学系统的参数的值。

[0209] (表2)

[0210] [整体参数]

$f=102.000$                        $FNO=2.868$

[0211]  $2\omega=24.42$                        $Y_{\max}=21.600$

	TL=149.455	Bf=33.258		
	$\beta F1=11.216$	$\beta F2=0.113$		
[0212]	MF1=2.399	MF2=0.255		
	Lfr=36.974	Lre=112.481		
	f1R=-134.926			
[0213]	[透镜参数]			
	面编号	R	D	nd
	物体面	$\infty$		vd
	1	73.3620	5.300	1.69680
	2	-109.7468	8.200	
	3	-46.1075	1.000	1.84666
	4	26.5543	7.524	1.92286
	5	-145.9538	0.887	
	6*	-339.5091	4.120	1.59319
	7	-38.3498	1.000	1.71736
	8	49.2404	6.944	1.80400
	9	-43.5214	2.000	
[0214]	10	$\infty$	(D10)	(光圈 S)
	11	219.1588	1.000	1.83400
	12	26.1206	3.581	
	13	-165.9036	1.000	1.65160
	14	62.1595	0.200	
	15	42.0615	2.965	1.94594
	16	156.1083	(D16)	
	17*	51.1323	1.000	1.94594
	18	29.4695	7.000	1.81600
	19	-100.5432	(D19)	
	20	202.9270	1.000	1.59349
	21	67.0793	2.320	67.00

	22	372.0300	1.000	1.81600	46.59
	23	22.8082	4.271	1.94594	17.98
	24	30.7973	2.000		
	25	32.4194	2.177	2.00069	25.46
	26	20.5772	10.299	1.83400	37.18
[0215]	27	-230.0301	2.427		
	28	-48.5548	1.000	1.84666	23.80
	29	-1535.4051	0.200		
	30	80.9334	2.419	1.81600	46.59
	31	147.0046	Bf		

像面  $\infty$

[0216] [非球面数据]

[0217] 第6面

[0218]  $\kappa = 1.0000, A4 = -5.87404E-06, A6 = -2.70092E-09, A8 = 2.40290E-12, A10 = -5.67289E-15$

[0219] 第17面

[0220]  $\kappa = 1.0000, A4 = 2.80605E-07, A6 = 3.18648E-09, A8 = -2.06870E-11, A10 = 4.66027E-14$

[0221] [可变间隔数据]

无限远对焦状态

近距离对焦状态

$f=102.000$

$\beta=-0.100$

[0222]	D0	$\infty$	1043.392
	D10	2.000	4.399
	D16	29.363	26.710
	D19	2.000	2.255

[0223] [透镜组数据]

[0224]	组	始面	焦距
	G1	1	50.642
	G2	11	-38.835
[0225]	G3	17	46.021
	G4	20	-70.977

[0226] 图4的(A)是第2实施例的光学系统的无限远对焦时的各像差图。图4的(B)是第2实施例的光学系统的近距离对焦时的各像差图。通过各像差图可知,第2实施例的光学系统,

不仅在无限远对焦时,而且在近距离对焦时,也良好地对各像差进行校正且具有优秀的成像性能。

[0227] (第3实施例)

[0228] 使用图5~图6及表3对第3实施例进行说明。图5是示出第3实施例的光学系统的镜头结构的图。第3实施例的光学系统OL(3)由沿着光轴从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第1透镜组G1、具有负的光焦度的第2透镜组G2、具有正的光焦度的第3透镜组G3以及具有负的光焦度的第4透镜组G4构成。在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,第2透镜组G2沿着光轴向像侧移动,第3透镜组G3沿着光轴向物体侧移动,相邻的各透镜组之间的间隔变化。另外,在进行对焦时,第1透镜组G1及第4透镜组G4的位置相对于像面I被固定。

[0229] 孔径光阑S配置在第1透镜组G1与第2透镜组G2之间。在进行对焦时,孔径光阑S的位置相对于像面I被固定。在本实施例中,第2透镜组G2相当于第1对焦透镜组GF1,第3透镜组G3相当于第2对焦透镜组GF2,第4透镜组G4相当于后续透镜组GR。

[0230] 第1透镜组G1由沿着光轴从物体侧依次排列的凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L11、凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L12、凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L13与凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L14接合而成的接合负透镜、双凹形状的负透镜L15、双凸形状的正透镜L16以及平面朝向像侧的平凸形状的正透镜L17构成。

[0231] 第2透镜组G2由沿着光轴从物体侧依次排列的凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L21、双凹形状的负透镜L22以及双凸形状的正透镜L23构成。

[0232] 第3透镜组G3由沿着光轴从物体侧依次排列的双凸形状的正透镜L31以及凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L32与凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L33接合而成的接合正透镜构成。

[0233] 第4透镜组G4由沿着光轴从物体侧依次排列的双凹形状的负透镜L41与双凸形状的正透镜L42接合而成的接合正透镜、双凹形状的负透镜L43与双凸形状的正透镜L44接合而成的接合负透镜以及凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L45构成。在第4透镜组G4的像侧配置有像面I。

[0234] 在以下的表3,示出第3实施例的光学系统的参数的值。

[0235] (表3)

[0236] [整体参数]

$f=83.999$	$FNO=1.220$
$2\omega=29.26$	$Y_{max}=21.600$
$TL=139.455$	$Bf=11.455$
[0237] $\beta F1=3.155$	$\beta F2=0.242$
$MF1=2.314$	$MF2=0.737$
$Lfr=56.098$	$Lre=83.356$
$f1R=268.037$	

[0238] [透镜参数]

	面编号	R	D	nd	vd	
[0239]	物体面	$\infty$				
	1	72.5291	8.949	1.89286	20.36	
	2	244.3860	0.200			
	3	56.2010	5.840	1.81600	46.59	
	4	89.2667	0.200			
	5	44.3978	10.589	1.49782	82.57	
	6	486.1002	1.400	1.85478	24.80	
	7	28.9470	10.930			
	8	-192.3591	1.300	1.80518	25.45	
	9	59.8849	3.010			
	10	203.7409	3.984	1.81600	46.59	
	11	-186.7775	0.200			
	12	45.7693	7.498	1.83481	42.73	
	13	$\infty$	2.000			
	14	$\infty$	(D14)			(光圈 S)
[0240]	15	91.6235	1.300	1.84666	23.80	
	16	32.8343	7.655			
	17	-99.1075	1.300	1.80518	25.45	
	18	227.4050	0.200			
	19	93.7043	4.280	1.94595	17.98	
	20	-233.9384	(D20)			
	21	67.0639	6.000	1.77250	49.62	
	22	-96.8252	0.200			
	23	-319.2894	6.500	1.77250	49.62	
	24	-36.1643	1.200	1.84666	23.80	
	25	-88.0731	(D25)			
	26	-112.9422	2.905	1.72825	28.38	
	27	81.8139	8.711	1.94595	17.98	
	28	-92.3161	0.200			
	29	-205.4633	1.200	1.73800	32.26	
	30	53.3478	7.178	1.51742	52.20	

	31	-172.6355	4.534		
[0241]	32	-40.6984	1.200	1.80400	46.60
	33	-456.5834	Bf		
	像面	$\infty$			
[0242]	[可变间隔数据]				
		无限远对焦状态		近距离对焦状态	
		f=83.999		$\beta=-0.033$	
[0243]	D0	$\infty$		2517.498	
	D14	2.000		4.314	
	D20	13.339		10.288	
	D25	2.000		2.737	
[0244]	[透镜组数据]				
	组	始面	焦距		
	G1	1	90.124		
[0245]	G2	15	-75.916		
	G3	21	42.468		
	G4	26	-60.936		

[0246] 图6的(A)是第3实施例的光学系统的无限远对焦时的各像差图。图6的(B)是第3实施例的光学系统的近距离对焦时的各像差图。通过各像差图可知,第3实施例的光学系统,不仅在无限远对焦时,而且在近距离对焦时,也良好地对各像差进行校正且具有优秀的成像性能。

[0247] 接着,以下示出[条件式对应值]的表。在该表中,对于所有实施例(第1~第3实施例)一并示出与各条件式(1)~(15)对应的值。

[0248] 条件式(1)  $0.68 < (-fF1)/fF2 < 3.60$

[0249] 条件式(2)  $0.60 < fF2/(-fR) < 1.10$

[0250] 条件式(3)  $f1/|f1R| < 1.00$

[0251] 条件式(4)  $0.50 < Lre/Lfr < 4.00$

[0252] 条件式(5)  $0.45 < f1/(-fF1) < 2.50$

[0253] 条件式(6)  $0.55 < f1/fF2 < 3.00$

[0254] 条件式(7)  $0.10 < f1/f < 1.25$

[0255] 条件式(8)  $0.05 < Bf/f < 0.65$

[0256] 条件式(9)  $vP < 42.00$

[0257] 条件式(10)  $0.10 < MF1/MF2 < 20.00$

[0258] 条件式(11)  $0.50 < \beta F1 < 15.00$

[0259] 条件式(12)  $0.05 < \beta F2 < 1.00$

- [0260] 条件式(13)  $1.00 < \beta F1 / \beta F2$   
 [0261] 条件式(14)  $\{\beta F1 + (1/\beta F1)\}^{-2} < 0.250$   
 [0262] 条件式(15)  $\{\beta F2 + (1/\beta F2)\}^{-2} < 0.250$   
 [0263] [条件式对应值](第1~第3实施例)

条件式	第 1 实施例	第 2 实施例	第 3 实施例
(1)	0.969	0.844	1.788
(2)	0.965	0.648	0.697
(3)	0.431	0.375	0.336
(4)	1.940	3.042	1.486
(5)	0.811	1.304	1.187
(6)	0.786	1.100	2.122
(7)	0.546	0.496	1.073
[0264] (8)	0.313	0.326	0.136
(9)	31.270	20.880	20.360
(10)	0.981	9.417	3.139
(11)	6.285	11.216	3.155
(12)	0.193	0.113	0.242
(13)	32.550	98.894	13.039
(14)	0.024	0.008	0.083
(15)	0.035	0.013	0.052

[0265] 根据上述各实施例,能够实现对焦时的像差变动少的光学系统。

[0266] 上述各实施例示出本申请发明的一具体例,本申请发明不限于这些。

[0267] 能够在不损坏本实施方式的光学系统的光学性能的范围适当采用以下的内容。

[0268] 虽然作为本实施方式的光学系统的实施例示出了4组结构,但是本申请并不限于此,还能够构成其他的组结构(例如,5组、6组等)的光学系统。具体地讲,也可以是在本实施方式的光学系统的最靠物体侧或最靠像面侧增加透镜或者透镜组的结构。另外,透镜组表示被进行对焦时变化的空气间隔分离的、具有至少一个透镜的部分。

[0269] 也可以是使透镜组或部分透镜组以具有与光轴垂直方向的分量的方式移动、或者在包含光轴的面内方向上旋转移动(摆动),从而对通过手抖而产生的像抖动进行校正的防抖透镜组。

[0270] 透镜面可以由球面或平面形成,也可以由非球面形成。在透镜面为球面或者平面的情况下,透镜加工及组装调整变得容易,防止由加工及组装调整的误差引起的光学性能的劣化,因此是优选的。另外,在像面偏移的情况下描绘性能的劣化也少,因此是优选的。

[0271] 在透镜面为非球面的情况下,非球面也可以是基于研磨加工的非球面、通过模具

将玻璃形成非球面形状的玻璃模铸非球面、在玻璃的表面将树脂形成非球面形状的复合型非球面中的任意一个。另外,透镜面也可以是衍射面,也可以使透镜为折射率分布型透镜(GRIN透镜)或塑料透镜。

[0272] 虽然孔径光阑优选配置在第1透镜组与第2透镜组之间,但是也可以不设置作为孔径光阑的部件,而通过透镜的框来代替其作用。

[0273] 在各透镜面上,为了减轻眩光和重影并实现对比度高的光学性能,也可以施加在宽波长区域具有高透射率的增透膜。

[0274] 标号说明

[0275] G1 第1透镜组                      G2 第2透镜组

[0276] G3 第3透镜组                      G4 第4透镜组

[0277] I像面                                S孔径光阑

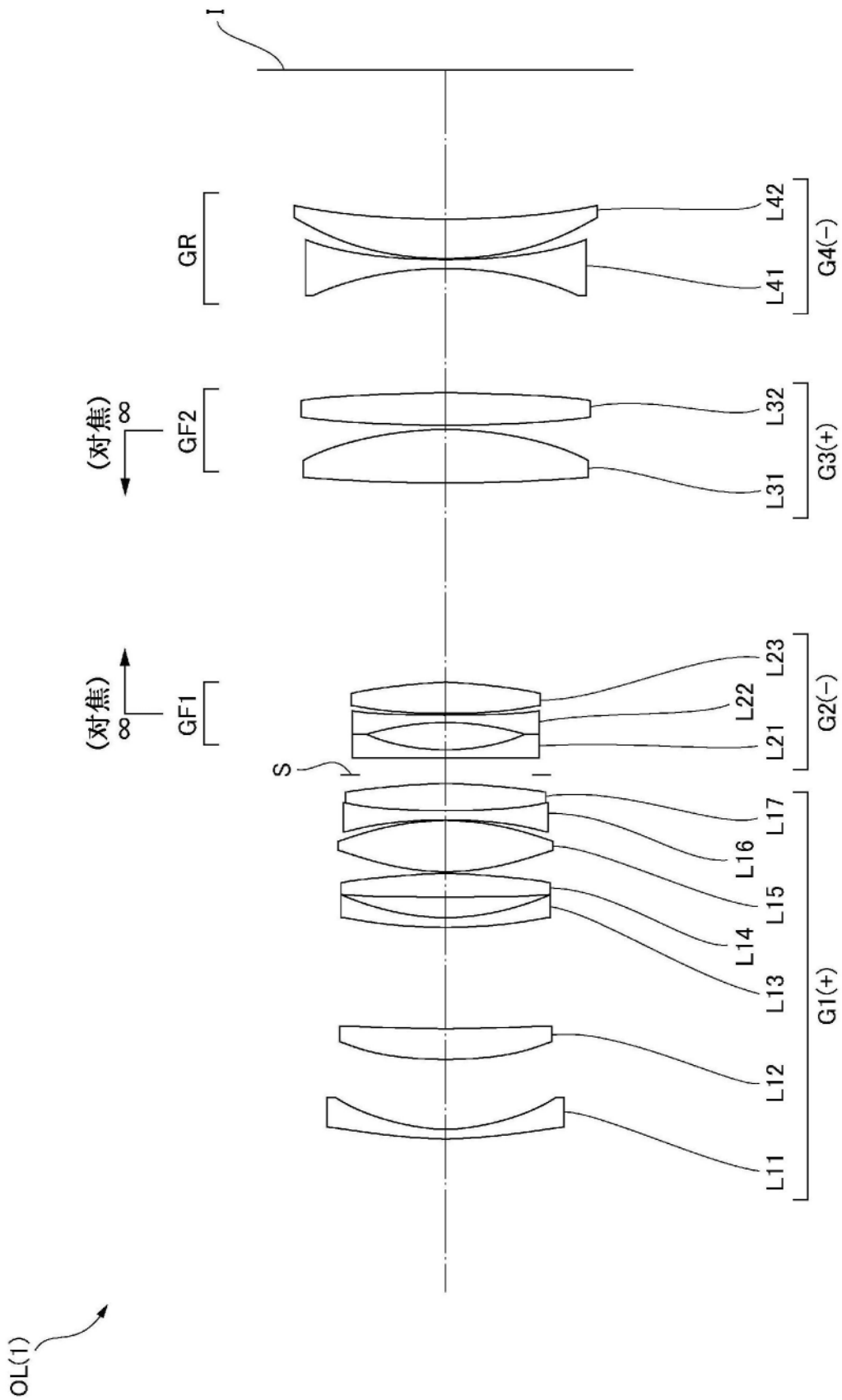


图1

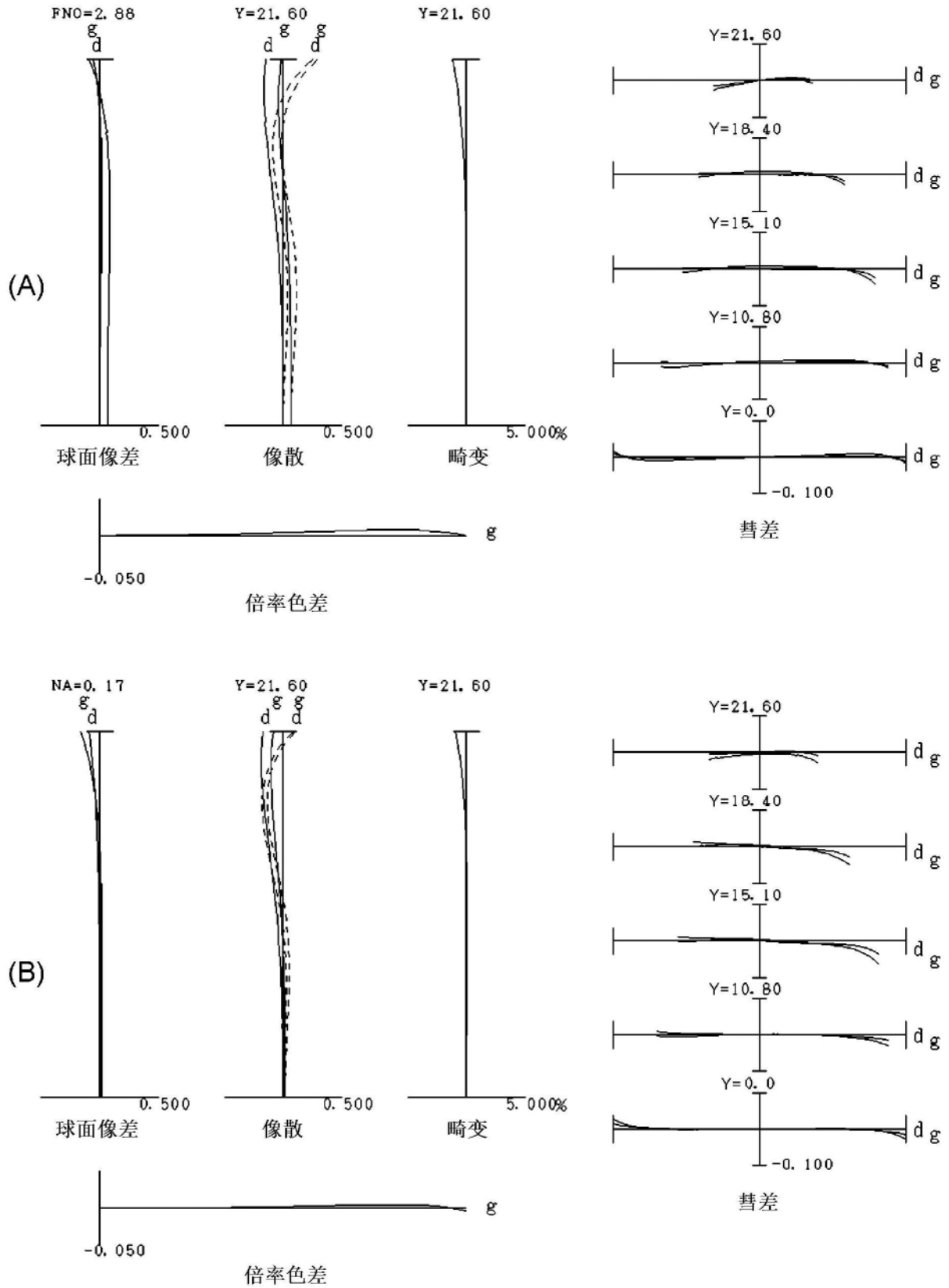


图2

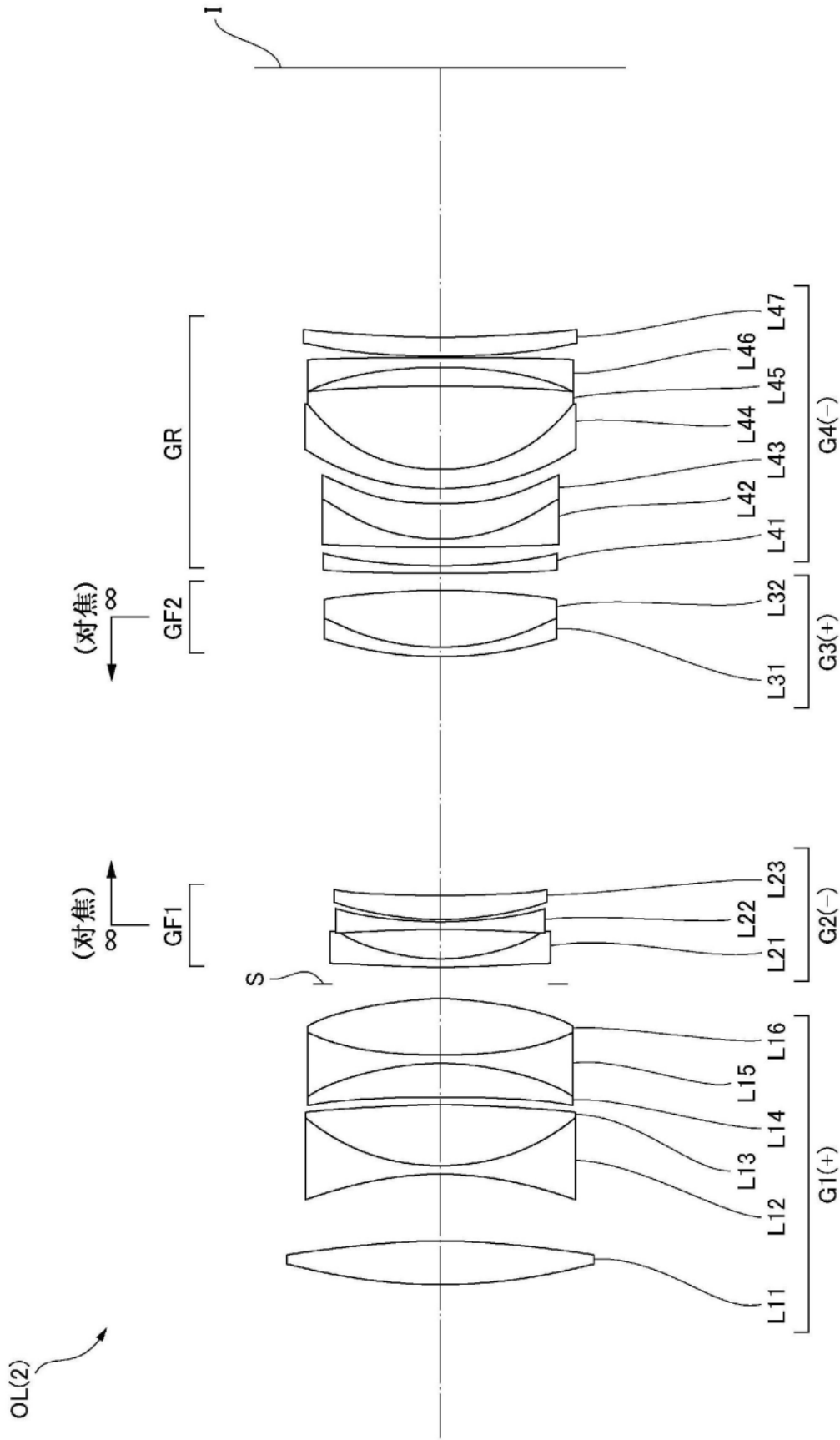


图3

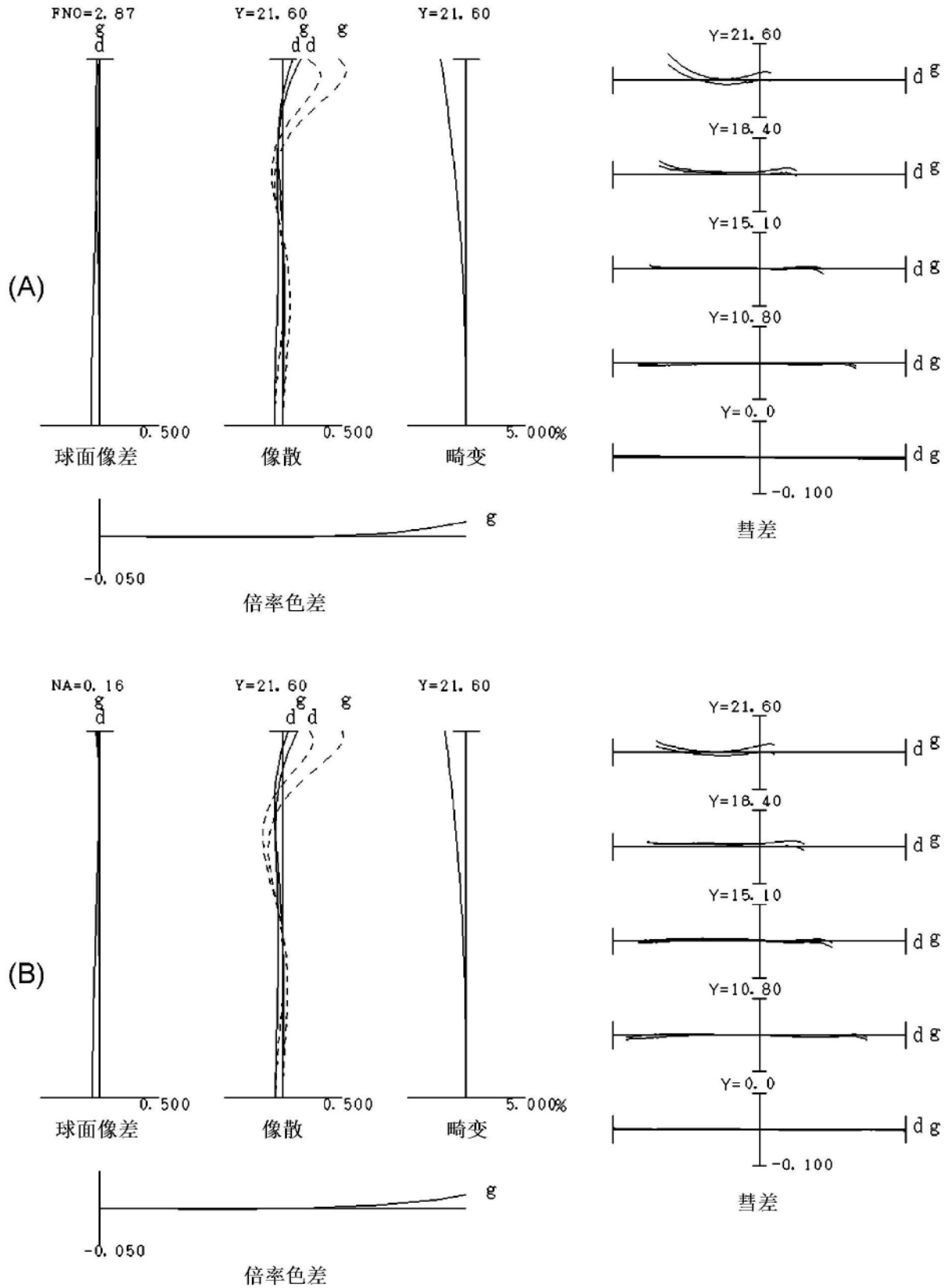


图4

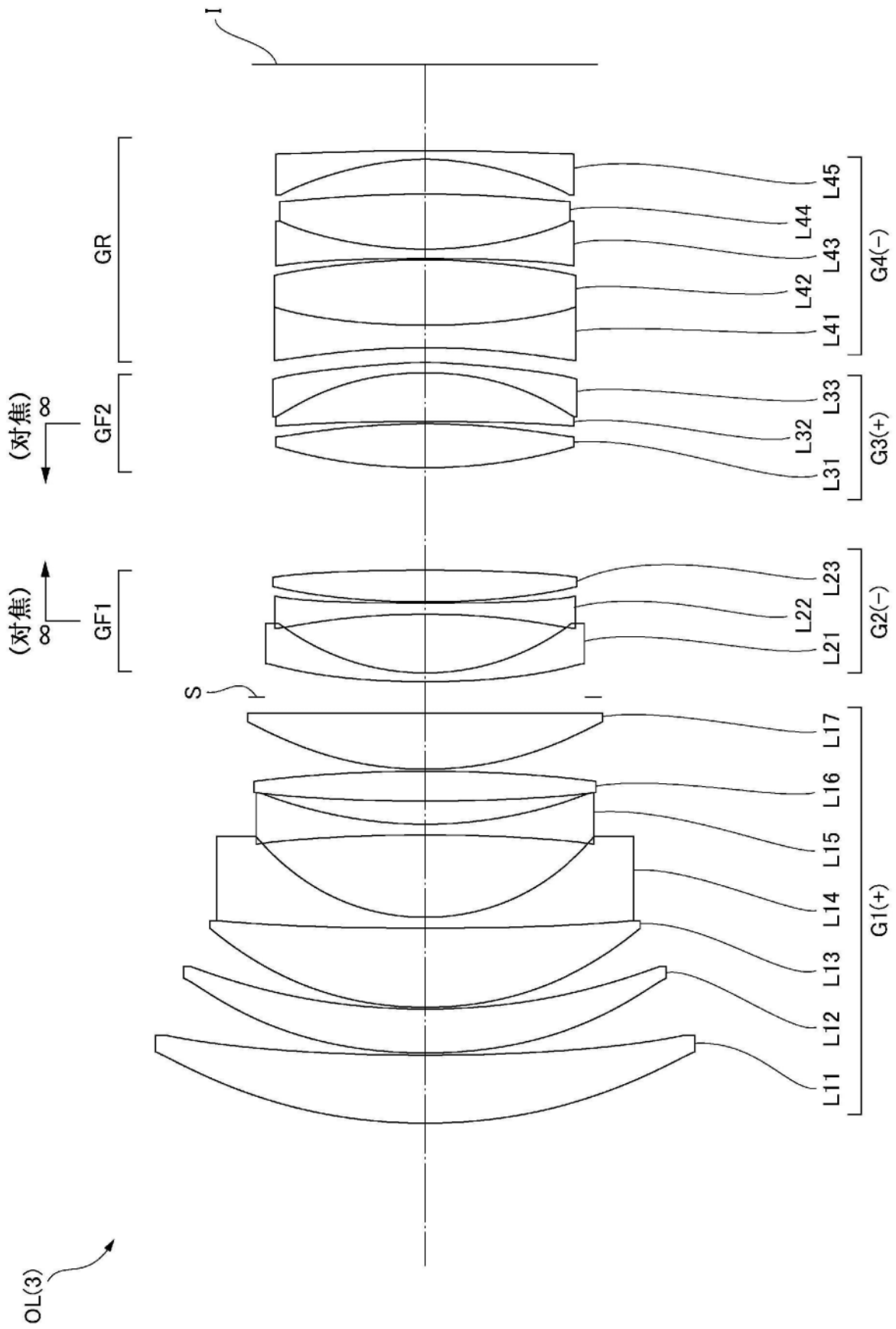


图5

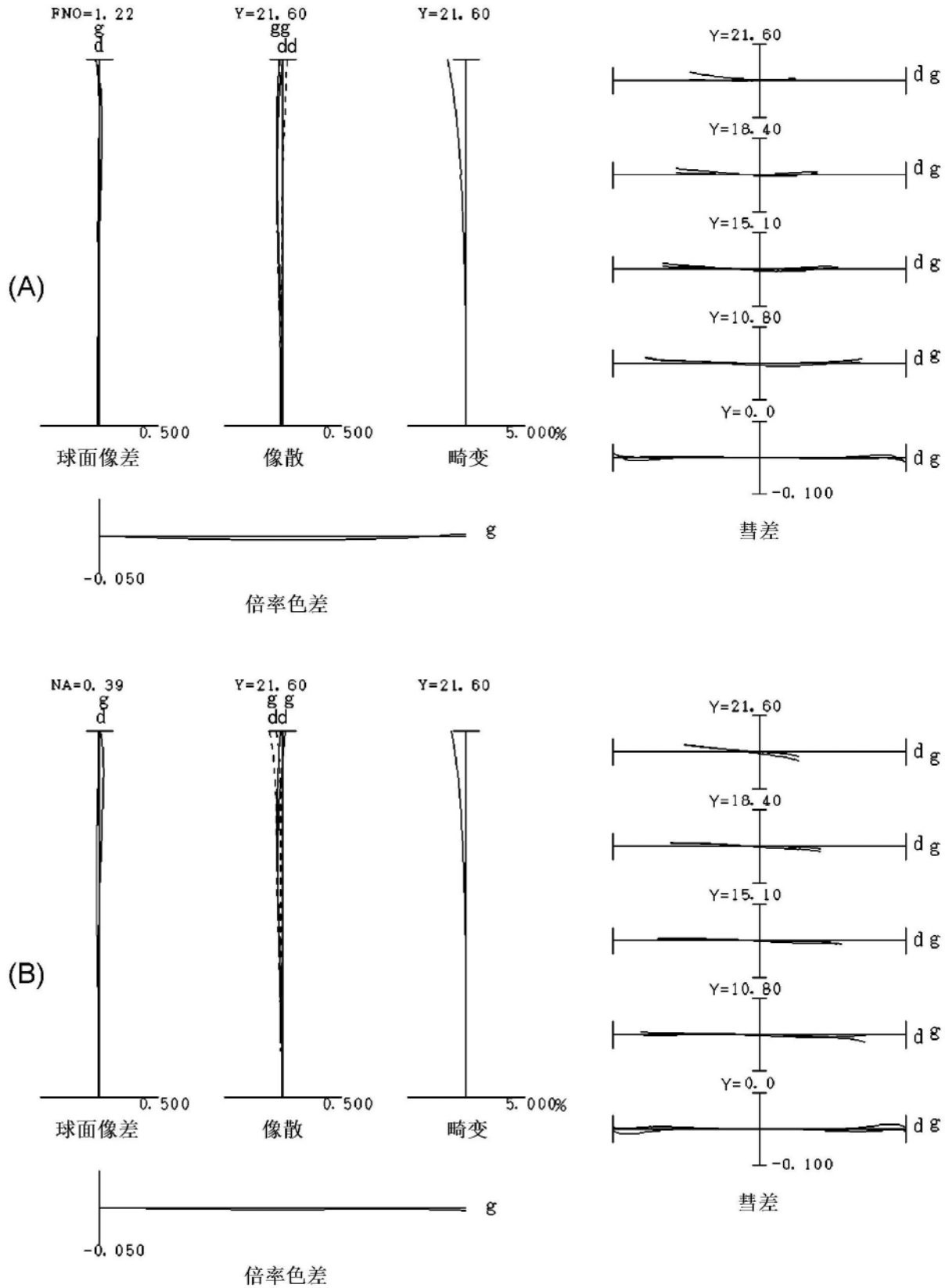


图6

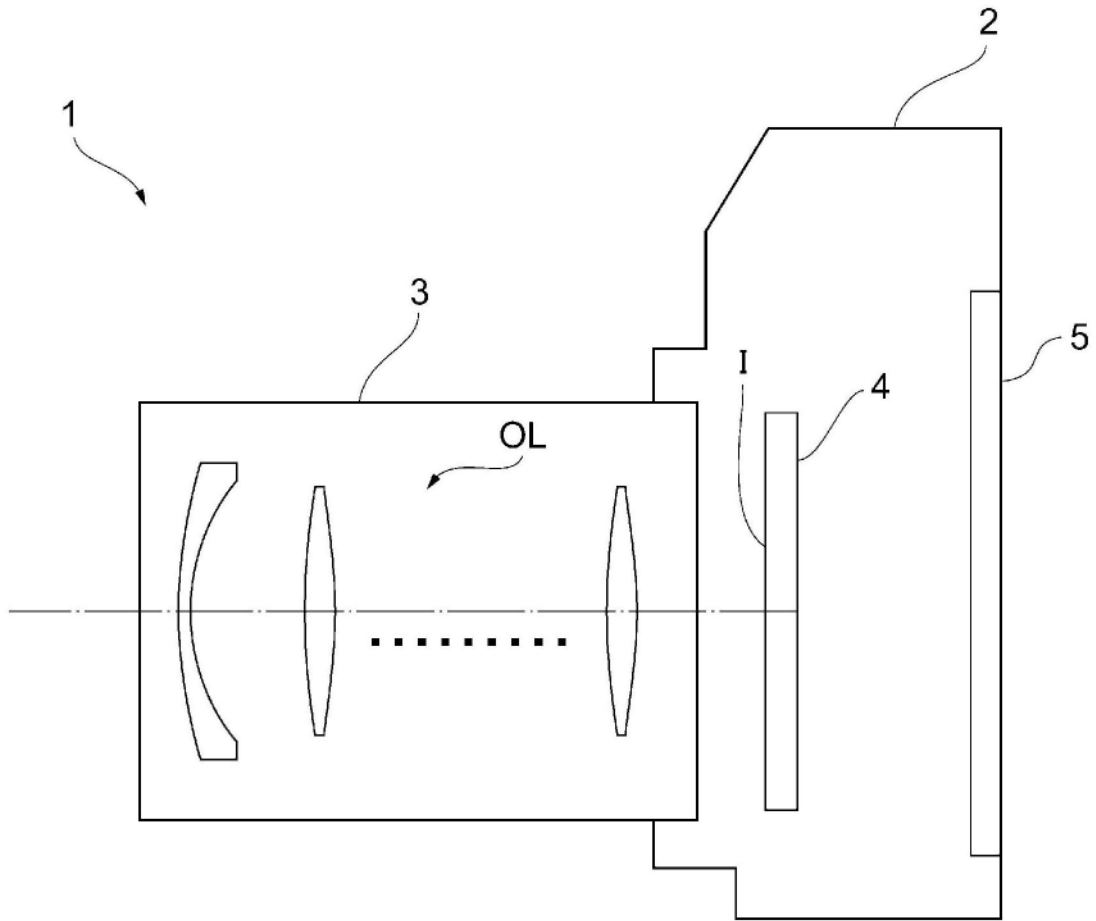


图7

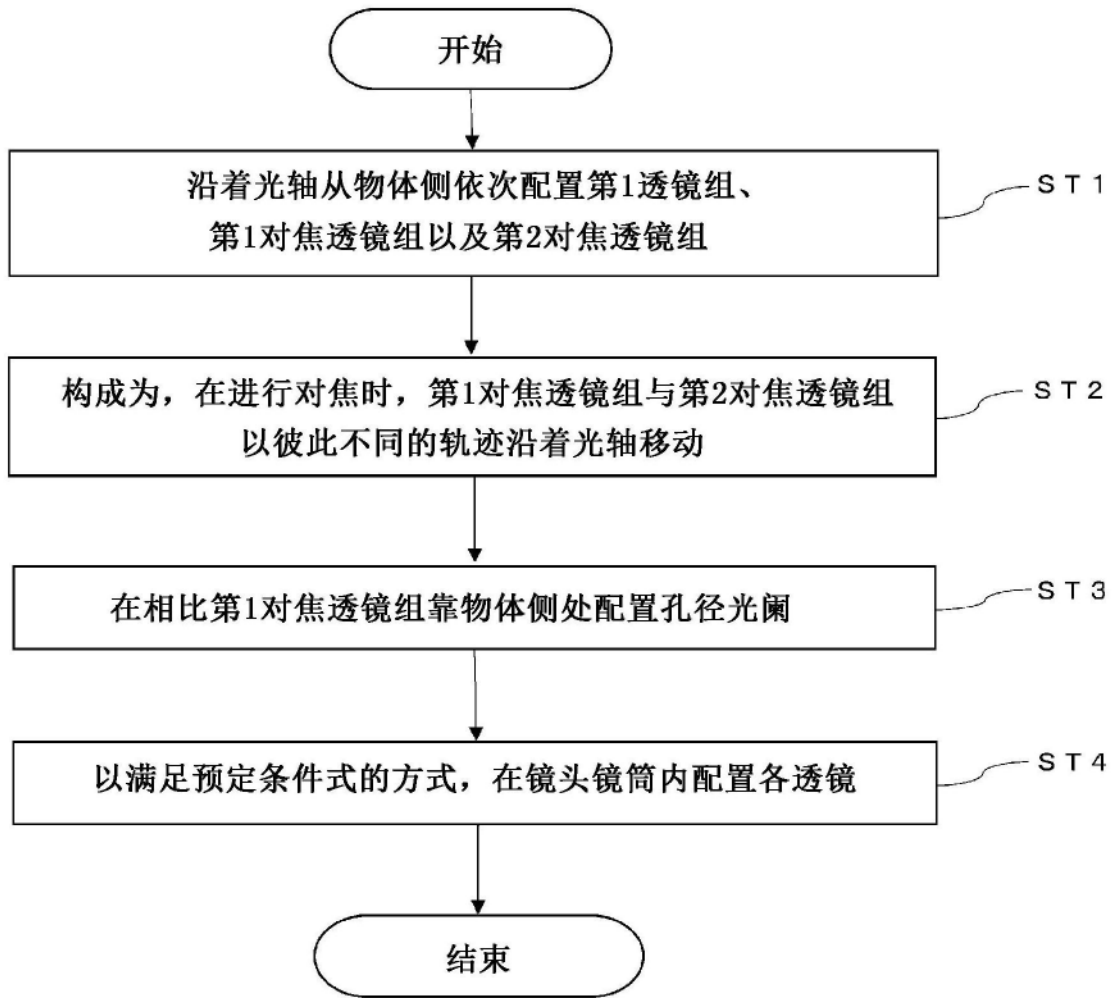


图8

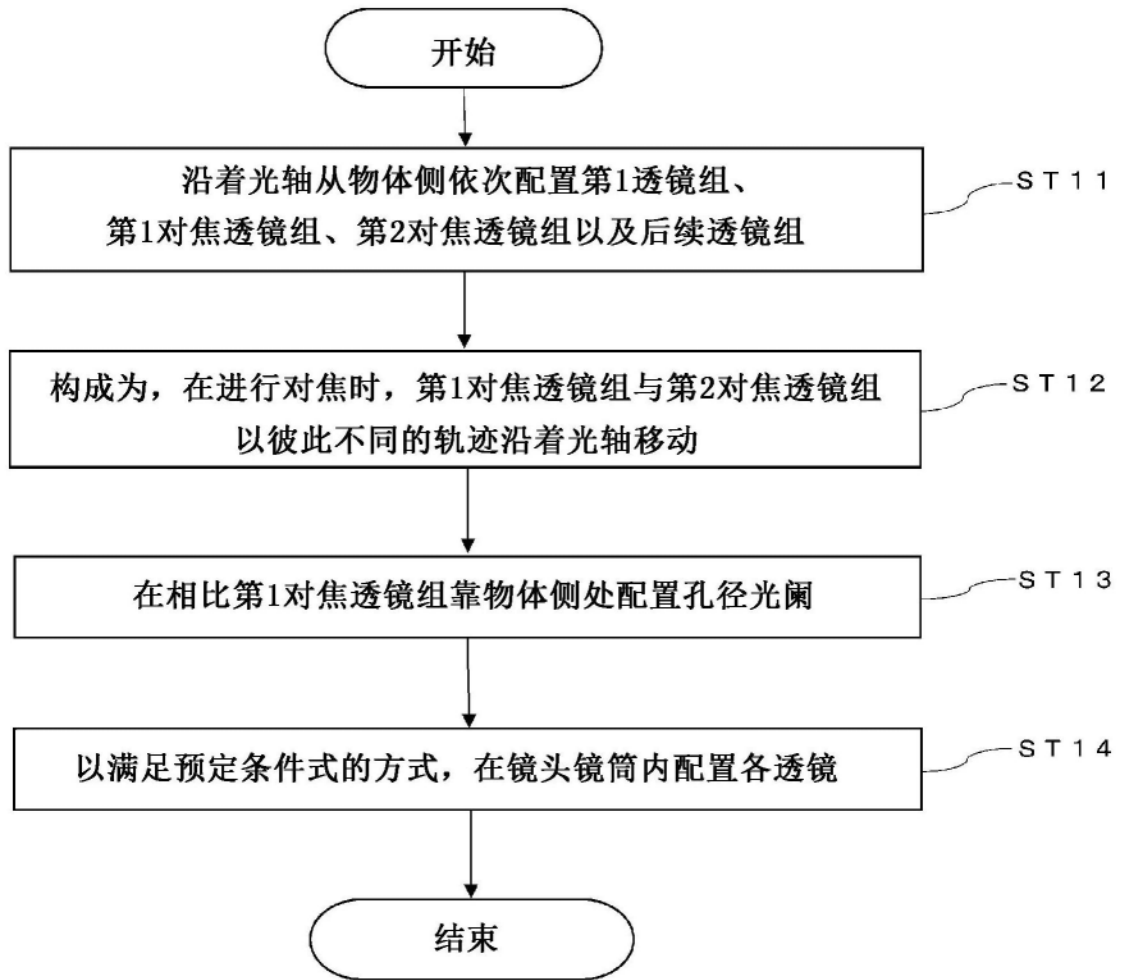


图9

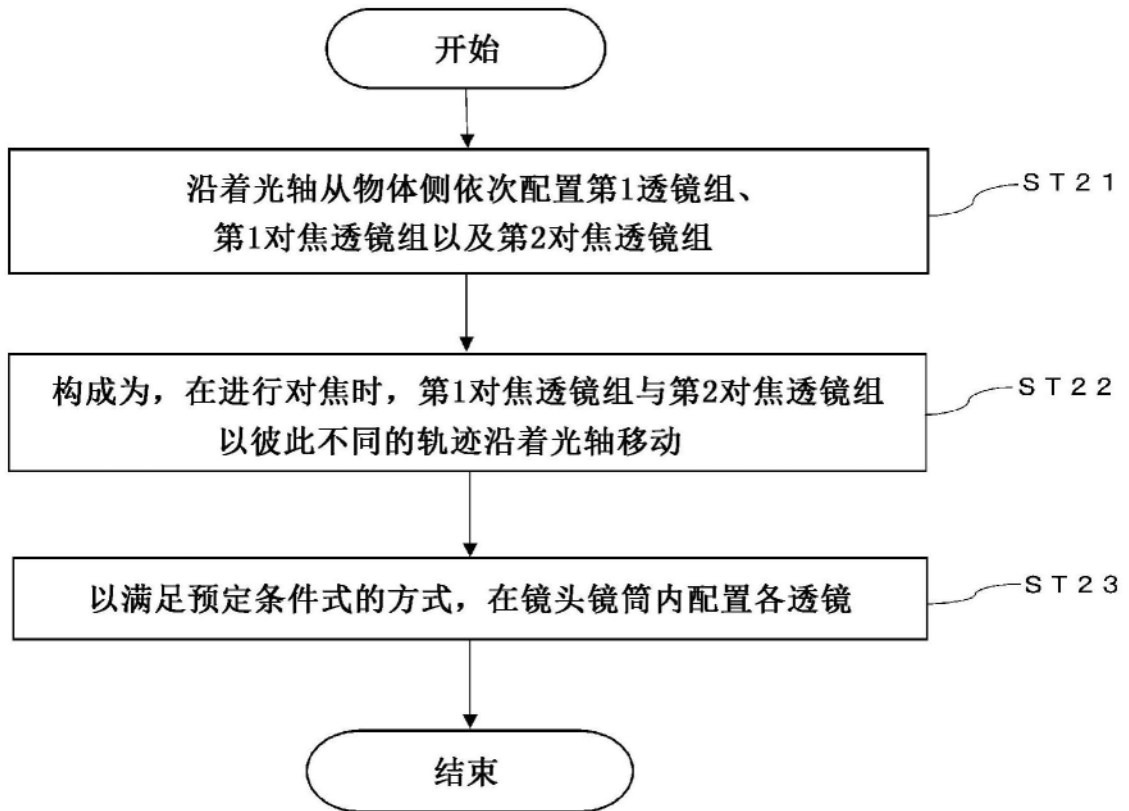


图10

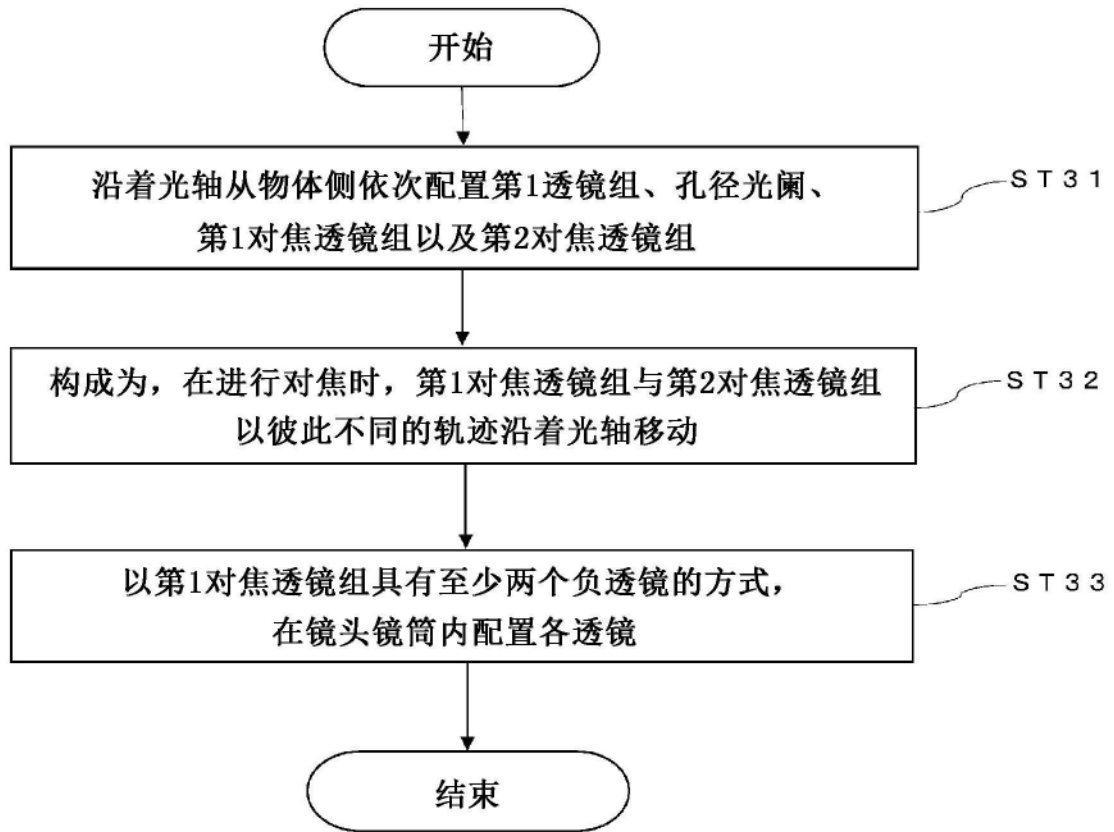


图11