



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117687187 A

(43) 申请公布日 2024. 03. 12

(21) 申请号 202311794563.8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2020.12.02

G02B 15/14 (2006.01)

(30) 优先权数据

G02B 15/15 (2006.01)

2019-223165 2019.12.10 JP

G02B 15/22 (2006.01)

2019-223166 2019.12.10 JP

G02B 13/18 (2006.01)

(62) 分案原申请数据

202080083826.2 2020.12.02

(71) 申请人 株式会社尼康

地址 日本东京

(72) 发明人 大竹史哲 野中杏菜 汤浅吉晴

梅田武

(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

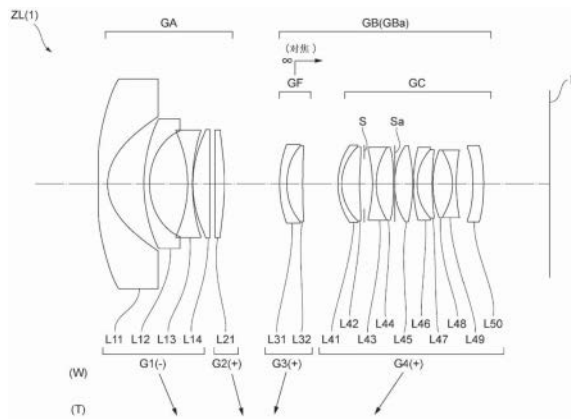
权利要求书3页 说明书47页 附图23页

(54) 发明名称

变倍光学系统以及光学设备

(57) 摘要

本发明提供一种变倍光学系统以及光学设备。一种变倍光学系统,由沿着光轴从物体侧依次排列的具有负的光焦度的前置透镜组以及具有正的光焦度的后续透镜组构成,在进行变倍时,前置透镜组与后续透镜组之间的间隔变化,后续透镜组具有对焦组以及相比对焦组配置于像侧的位置的像侧组,在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,对焦组沿着光轴向像侧移动,且变倍光学系统满足以下的条件式: $2.00 < \beta Fw / (-\beta Baw) < 15.00 FN \circ w < 3.40$ 其中, βFw :广角端状态下的对焦组的倍率, βBaw :后续透镜组中由从对焦组起在像侧配置的透镜构成的透镜组的广角端状态下的倍率, $FN \circ w$:广角端状态下的变倍光学系统的F值。



1. 一种变倍光学系统,由沿着光轴从物体侧依次排列的具有负的光焦度的前置透镜组以及具有正的光焦度的后续透镜组构成,

在进行变倍时,所述前置透镜组与所述后续透镜组之间的间隔变化,
所述后续透镜组具有对焦组以及相比所述对焦组配置于像侧的位置的像侧组,
在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,所述对焦组沿着光轴向像侧移动,
且所述变倍光学系统满足以下的条件式:

$$2.00 < \beta F_w / (-\beta B_w) < 15.00$$

$$F_{Now} < 3.40$$

其中, βF_w :广角端状态下的所述对焦组的倍率,

βB_w :所述后续透镜组中由从所述对焦组起在像侧配置的透镜构成的透镜组的广角端状态下的倍率,

F_{Now} :广角端状态下的所述变倍光学系统的F值。

2. 一种变倍光学系统,由沿着光轴从物体侧依次排列的具有负的光焦度的前置透镜组以及具有正的光焦度的后续透镜组构成,

在进行变倍时,所述前置透镜组与所述后续透镜组之间的间隔变化,
所述后续透镜组具有对焦组以及相比所述对焦组配置于像侧的位置的像侧组,
在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,所述对焦组沿着光轴向像侧移动,
且所述变倍光学系统满足以下的条件式:

$$1.80 < f_F / f_{B_w} < 1.80$$

$$F_{Now} < 3.40$$

其中, f_F :所述对焦组的焦距,

f_{B_w} :所述后续透镜组中由从所述对焦组起在像侧配置的透镜构成的透镜组的广角端状态下的焦距,

F_{Now} :广角端状态下的所述变倍光学系统的F值。

3. 根据权利要求1或2所述的变倍光学系统,其中,
所述变倍光学系统满足以下的条件式:

$$1.50 < \beta F_w < 15.00$$

$$0.00 < f_{B_w} / f_{C_w} < 1.00$$

其中, βF_w :广角端状态下的所述对焦组的倍率,

f_{C_w} :广角端状态下的所述像侧组的焦距,

f_{B_w} :所述后续透镜组中由从所述对焦组起在像侧配置的透镜构成的透镜组的广角端状态下的焦距。

4. 根据权利要求1或2所述的变倍光学系统,其中,
所述变倍光学系统满足以下的条件式:

$$0.60 < B_{f_w} / f_w < 4.00$$

其中, f_w :广角端状态下的所述变倍光学系统的焦距,

B_{f_w} :广角端状态下的所述变倍光学系统的后焦距。

5. 根据权利要求1或2所述的变倍光学系统,其中,
所述变倍光学系统满足以下的条件式:

$$0.05 < Bfw/TLw < 0.22$$

其中, TLw: 广角端状态下的所述变倍光学系统的全长,
Bfw: 广角端状态下的所述变倍光学系统的后焦距。

6. 根据权利要求1或2所述的变倍光学系统, 其中,
在所述后续透镜组配置有孔径光阑,
所述变倍光学系统满足以下的条件式:

$$0.40 < STLw/TLw < 0.70$$

其中, TLw: 广角端状态下的所述变倍光学系统的全长,
STLw: 广角端状态下的从所述变倍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。

7. 根据权利要求1或2所述的变倍光学系统, 其中,
所述变倍光学系统满足以下的条件式:

$$0.00 < TLt/TLw < 1.00$$

其中, TLw: 广角端状态下的所述变倍光学系统的全长,
TLt: 远焦端状态下的所述变倍光学系统的全长。

8. 根据权利要求1或2所述的变倍光学系统, 其中,
所述前置透镜组包含配置于最靠物体侧的位置的第1透镜组,
所述变倍光学系统满足以下的条件式:

$$1.00 < (-f1)/fw < 1.80$$

其中, f1: 所述第1透镜组的焦距,
fw: 广角端状态下的所述变倍光学系统的焦距。

9. 根据权利要求1或2所述的变倍光学系统, 其中,
所述前置透镜组包含配置于最靠物体侧的位置的第1透镜组,
所述变倍光学系统满足以下的条件式:

$$0.42 < (-f1)/ft < 1.20$$

其中, f1: 所述第1透镜组的焦距,
ft: 远焦端状态下的所述变倍光学系统的焦距。

10. 根据权利要求1或2所述的变倍光学系统, 其中,
所述变倍光学系统满足以下的条件式:

$$-3.00 < (rL1R2+rL1R1)/(rL1R2-rL1R1) < -0.80$$

其中, rL1R1: 所述变倍光学系统的配置于最靠物体侧的位置的透镜的物体侧透镜面的曲率半径,

rL1R2: 所述变倍光学系统的配置于最靠物体侧的位置的透镜的像侧透镜面的曲率半径。

11. 根据权利要求1或2所述的变倍光学系统, 其中,
所述变倍光学系统满足以下的条件式:

$$-5.50 < (rL2R2+rL2R1)/(rL2R2-rL2R1) < -1.50$$

其中, rL2R1: 所述变倍光学系统的从物体侧数起配置于第二个的透镜的物体侧透镜面的曲率半径,

rL2R2:所述变倍光学系统的从物体侧数起配置于第二个的透镜的像侧透镜面的曲率半径。

12. 根据权利要求1或2所述的变倍光学系统,其中,
所述变倍光学系统满足以下的条件式:

$$-0.50 < (rL3R2+rL3R1) / (rL3R2-rL3R1) < 0.50$$

其中,rL3R1:所述变倍光学系统的从物体侧数起配置于第三个的透镜的物体侧透镜面的曲率半径,

rL3R2:所述变倍光学系统的从物体侧数起配置于第三个的透镜的像侧透镜面的曲率半径。

13. 根据权利要求1或2所述的变倍光学系统,其中,
所述变倍光学系统满足以下的条件式:

$$1.50 < | (rLeR2+rLeR1) / (rLeR2-rLeR1) |$$

其中,rLeR1:所述变倍光学系统的配置于最靠像侧的位置的透镜的物体侧透镜面的曲率半径,

rLeR2:所述变倍光学系统的配置于最靠像侧的位置的透镜的像侧透镜面的曲率半径。

14. 根据权利要求1或2所述的变倍光学系统,其中,

所述前置透镜组包含配置于最靠物体侧的位置的第1透镜组,

在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时,所述第1透镜组沿着光轴向像侧移动。

15. 根据权利要求1或2所述的变倍光学系统,其中,

所述后续透镜组具有至少一个非球面透镜。

16. 根据权利要求1或2所述的变倍光学系统,其中,

所述后续透镜组具有至少一个满足以下的条件式的透镜:

$$75.0 < vd$$

其中,vd:所述透镜的阿贝数。

17. 一种光学设备,构成为具备权利要求1或2所述的变倍光学系统。

变倍光学系统以及光学设备

[0001] 本申请是国际申请日为2020年12月2日、国际申请号为PCT/JP2020/044761、国家申请号为202080083826.2、发明名称为“变倍光学系统以及光学设备”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及变倍光学系统、光学设备以及变倍光学系统的制造方法。

背景技术

[0003] 以往,公开有适合于照片用相机、电子静态相机、摄像机等的变倍光学系统(例如,参照专利文献1)。在这种变倍光学系统中,要求抑制对焦时的视场角变动。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2018-13685号公报

发明内容

[0007] 第1本发明的变倍光学系统,由沿着光轴从物体侧依次排列的具有负的光焦距的前置透镜组以及具有正的光焦距的后续透镜组构成,在进行变倍时,所述前置透镜组与所述后续透镜组之间的间隔变化,所述后续透镜组具有对焦组以及相比所述对焦组配置于像侧的位置的像侧组,在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,所述对焦组沿着光轴向像侧移动,且该变倍光学系统满足以下的条件式:

[0008] $1.80 < fF/fBaw$

[0009] $FNow < 3.40$

[0010] 其中, fF :所述对焦组的焦距,

[0011] $fBaw$:所述后续透镜组中由从所述对焦组起在像侧配置的透镜构成的透镜组的广角端状态下的焦距,

[0012] $FNow$:广角端状态下的所述变倍光学系统的F值。

[0013] 第2本发明的变倍光学系统,由沿着光轴从物体侧依次排列的具有负的光焦距的前置透镜组以及具有正的光焦距的后续透镜组构成,在进行变倍时,所述前置透镜组与所述后续透镜组之间的间隔变化,所述后续透镜组具有对焦组以及相比所述对焦组配置于像侧的位置的像侧组,在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,所述对焦组沿着光轴向像侧移动,且该变倍光学系统满足以下的条件式:

[0014] $2.00 < \beta Fw/(-\beta Baw) < 15.00$

[0015] $FNow < 3.40$

[0016] 其中, βFw :广角端状态下的所述对焦组的倍率,

[0017] βBaw :所述后续透镜组中由从所述对焦组起在像侧配置的透镜构成的透镜组的广角端状态下的倍率,

[0018] FNow:广角端状态下的所述变倍光学系统的F值。

[0019] 本发明的光学设备构成为,具备上述变倍光学系统。

[0020] 第1本发明的变倍光学系统的制造方法,该变倍光学系统由沿着光轴从物体侧依次排列的具有负的光焦度的前置透镜组以及具有正的光焦度的后续透镜组构成,其中,以如下方式在镜头镜筒内配置各透镜:在进行变倍时,所述前置透镜组与所述后续透镜组之间的间隔变化,所述后续透镜组具有对焦组以及相比所述对焦组配置于像侧的位置的像侧组,在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,所述对焦组沿着光轴向像侧移动,且该变倍光学系统满足以下的条件式,即,

[0021] $1.80 < fF / fBaw$

[0022] $FNow < 3.40$

[0023] 其中, fF :所述对焦组的焦距,

[0024] $fBaw$:所述后续透镜组中由从所述对焦组起在像侧配置的透镜构成的透镜组的广角端状态下的焦距,

[0025] FNow:广角端状态下的所述变倍光学系统的F值。

[0026] 第2本发明的变倍光学系统的制造方法,该变倍光学系统由沿着光轴从物体侧依次排列的具有负的光焦度的前置透镜组以及具有正的光焦度的后续透镜组构成,其中,以如下方式在镜头镜筒内配置各透镜:在进行变倍时,所述前置透镜组与所述后续透镜组之间的间隔变化,所述后续透镜组具有对焦组以及相比所述对焦组配置于像侧的位置的像侧组,在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,所述对焦组沿着光轴向像侧移动,且该变倍光学系统满足以下的条件式,即,

[0027] $2.00 < \beta Fw / (-\beta Baw) < 15.00$

[0028] $FNow < 3.40$

[0029] 其中, βFw :广角端状态下的所述对焦组的倍率,

[0030] βBaw :所述后续透镜组中由从所述对焦组起在像侧配置的透镜构成的透镜组的广角端状态下的倍率,

[0031] FNow:广角端状态下的所述变倍光学系统的F值。

附图说明

[0032] 图1是示出第1实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。

[0033] 图2(A)和图2(B)分别是第1实施例的变倍光学系统的广角端状态、远焦端状态下的无限远对焦时的各像差图。

[0034] 图3(A)和图3(B)分别是第1实施例的变倍光学系统的广角端状态、远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。

[0035] 图4是示出第2实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。

[0036] 图5(A)和图5(B)分别是第2实施例的变倍光学系统的广角端状态、远焦端状态下的无限远对焦时的各像差图。

[0037] 图6(A)和图6(B)分别是第2实施例的变倍光学系统的广角端状态、远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。

[0038] 图7是示出第3实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。

[0039] 图8 (A) 和图8 (B) 分别是第3实施例的变倍光学系统的广角端状态、远焦端状态下的无限远对焦时的各像差图。

[0040] 图9 (A) 和图9 (B) 分别是第3实施例的变倍光学系统的广角端状态、远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。

[0041] 图10是示出第4实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。

[0042] 图11 (A) 和图11 (B) 分别是第4实施例的变倍光学系统的广角端状态、远焦端状态下的无限远对焦时的各像差图。

[0043] 图12 (A) 和图12 (B) 分别是第4实施例的变倍光学系统的广角端状态、远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。

[0044] 图13是示出第5实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。

[0045] 图14 (A) 和图14 (B) 分别是第5实施例的变倍光学系统的广角端状态、远焦端状态下的无限远对焦时的各像差图。

[0046] 图15 (A) 和图15 (B) 分别是第5实施例的变倍光学系统的广角端状态、远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。

[0047] 图16是示出第6实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。

[0048] 图17 (A) 和图17 (B) 分别是第6实施例的变倍光学系统的广角端状态、远焦端状态下的无限远对焦时的各像差图。

[0049] 图18 (A) 和图18 (B) 分别是第6实施例的变倍光学系统的广角端状态、远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。

[0050] 图19是示出第7实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。

[0051] 图20 (A) 和图20 (B) 分别是第7实施例的变倍光学系统的广角端状态、远焦端状态下的无限远对焦时的各像差图。

[0052] 图21 (A) 和图21 (B) 分别是第7实施例的变倍光学系统的广角端状态、远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。

[0053] 图22是示出具备各实施方式的变倍光学系统的相机结构的图。

[0054] 图23是示出各实施方式的变倍光学系统的制造方法的流程图。

具体实施方式

[0055] 以下,对本发明的优选实施方式进行说明。首先,根据图22对具备各实施方式的变倍光学系统的相机(光学设备)进行说明。如图22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具备摄像元件4、对数字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变倍光学系统ZL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机以及对电机进行驱动的控制电路等构成。

[0056] 来自被摄体的光,通过摄影镜头3的变倍光学系统ZL被聚光,到达摄像元件4的像面I上。到达像面I的来自被摄体的光,通过摄像元件4被光电转换,作为数字画像数据被记录在未图示的存储器。记录在存储器的数字画像数据,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。

[0057] 接着,对第1实施方式的变倍光学系统进行说明。如图1所示,作为第1实施方式的变倍光学系统(变焦镜头)ZL的一例的变倍光学系统ZL(1),由沿着光轴从物体侧依次排列的具有负的光焦度的前置透镜组GA以及具有正的光焦度的后续透镜组GB构成。在进行变倍时,前置透镜组GA与后续透镜组GB之间的间隔变化。后续透镜组GB具备对焦组GF以及相比对焦组GF配置于像侧的位置的像侧组GC。在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,对焦组GF沿着光轴向像侧移动。

[0058] 在上述结构的基础上,第1实施方式的变倍光学系统ZL满足以下的条件式(1-1)和条件式(2)。

[0059] $1.80 < fF/fBaw \cdots (1-1)$

[0060] $FNow < 3.40 \cdots (2)$

[0061] 其中, fF : 对焦组GF的焦距

[0062] $fBaw$: 后续透镜组GB中由从对焦组GF起在像侧配置的透镜构成的透镜组的广角端状态下的焦距

[0063] $FNow$: 广角端状态下的变倍光学系统ZL的F值

[0064] 根据第1实施方式,能够得到对焦时的视场角变动少的变倍光学系统以及具备该变倍光学系统的光学设备。第1实施方式的变倍光学系统ZL可以是图4所示的变倍光学系统ZL(2),也可以是图7所示的变倍光学系统ZL(3),也可以是图10所示的变倍光学系统ZL(4)。另外,第1实施方式的变倍光学系统ZL可以是图13所示的变倍光学系统ZL(5),也可以是图16所示的变倍光学系统ZL(6),也可以是图19所示的变倍光学系统ZL(7)。在第1实施方式中,为了便于说明,有时将后续透镜组GB中由从对焦组GF起在像侧配置的透镜构成的透镜组称为像侧透镜组GBa。

[0065] 条件式(1-1)规定对焦组GF的焦距与广角端状态下的像侧透镜组GBa(后续透镜组GB中由从对焦组GF起在像侧配置的透镜构成的透镜组)的焦距的适当关系。另外,广角端状态下的像侧透镜组GBa的焦距表示无限远物体对焦时的值。通过满足条件式(1-1),从而能够使对焦时的视场角变动少。

[0066] 当条件式(1-1)的对应值脱离上述范围时,难以抑制对焦时的视场角变动。通过将条件式(1-1)的下限值设定为1.90、2.00、2.10、2.20、2.25、2.30,进一步设定为2.35,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(1-1)的上限值设定为10.00、8.00,进一步设定为6.00,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。

[0067] 条件式(2)规定广角端状态下的变倍光学系统ZL的F值的适当范围。另外,广角端状态下的变倍光学系统ZL的F值表示无限远物体对焦时的开放F值。通过满足条件式(2),从而能够确保光学系统的亮度且使对焦时的视场角变动少。

[0068] 当条件式(2)的对应值脱离上述范围时,难以确保光学系统的亮度且抑制对焦时的视场角变动。通过将条件式(2)的上限值设定为3.20,进一步设定为3.00,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。

[0069] 接着,对第2实施方式的变倍光学系统进行说明。如图1所示,作为第2实施方式的变倍光学系统(变焦镜头)ZL的一例的变倍光学系统ZL(1)由沿着光轴从物体侧依次排列的具有负的光焦度的前置透镜组GA以及具有正的光焦度的后续透镜组GB构成。在进行变倍时,前置透镜组GA与后续透镜组GB之间的间隔变化。后续透镜组GB具备对焦组GF以及相比

对焦组GF配置于像侧的位置的像侧组GC。在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,对焦组GF沿着光轴向像侧移动。

[0070] 在上述结构的基础上,第2实施方式的变倍光学系统ZL满足以下的条件式(1-2)和条件式(2)。

$$[0071] \quad 2.00 < \beta_{Fw} / (-\beta_{Baw}) < 15.00 \cdots (1-2)$$

$$[0072] \quad F_{Now} < 3.40 \cdots (2)$$

[0073] 其中, β_{Fw} :广角端状态下的对焦组GF的倍率

[0074] β_{Baw} :后续透镜组GB中由从对焦组GF起在像侧配置的透镜构成的透镜组的广角端状态下的倍率

[0075] F_{Now} :广角端状态下的变倍光学系统ZL的F值

[0076] 根据第2实施方式,能够得到对焦时的视场角变动少的变倍光学系统以及具备该变倍光学系统的光学设备。第2实施方式的变倍光学系统ZL可以是图4所示的变倍光学系统ZL(2),也可以是图7所示的变倍光学系统ZL(3),也可以是图10所示的变倍光学系统ZL(4)。另外,第2实施方式的变倍光学系统ZL可以是图13所示的变倍光学系统ZL(5),也可以是图16所示的变倍光学系统ZL(6),也可以是图19所示的变倍光学系统ZL(7)。在第2实施方式中,为了便于说明,有时将后续透镜组GB中由从对焦组GF起在像侧配置的透镜构成的透镜组称为像侧透镜组GBa。

[0077] 条件式(1-2)规定广角端状态下的对焦组GF的倍率与广角端状态下的像侧透镜组GBa(后续透镜组GB中由从对焦组GF起在像侧配置的透镜构成的透镜组)的倍率的适当关系。另外,广角端状态下的对焦组GF的倍率表示无限远物体对焦时的值。广角端状态下的像侧透镜组GBa的倍率表示无限远物体对焦时的值。通过满足条件式(1-2),从而能够使对焦时的视场角变动少。

[0078] 当条件式(1-2)的对应值脱离上述范围时,难以抑制对焦时的视场角变动。通过将条件式(1-2)的下限值设定为2.15、2.30、2.50、2.80、3.00、3.30、3.50、3.80、4.00、4.50、5.00,进一步设定为5.50,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(1-2)的上限值设定为14.50、14.00、13.50、13.00、12.00、11.00、10.00、9.50、9.00、8.50,进一步设定为8.00,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。

[0079] 条件式(2)规定广角端状态下的变倍光学系统ZL的F值的适当范围。另外,广角端状态下的变倍光学系统ZL的F值表示无限远物体对焦时的开放F值。通过满足条件式(2),从而能够确保光学系统的亮度且使对焦时的视场角变动少。

[0080] 当条件式(2)的对应值脱离上述范围时,难以确保光学系统的亮度且抑制对焦时的视场角变动。通过将条件式(2)的上限值设定为3.20,进一步设定为3.00,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。

[0081] 第1实施方式和第2实施方式的变倍光学系统ZL,优选满足以下的条件式(3)和条件式(4)。

$$[0082] \quad 1.50 < \beta_{Fw} < 15.00 \cdots (3)$$

$$[0083] \quad 0.00 < f_{Baw} / f_{Cw} < 1.00 \cdots (4)$$

[0084] 其中, β_{Fw} :广角端状态下的对焦组GF的倍率

[0085] f_{Cw} :广角端状态下的像侧组GC的焦距

[0086] f_{Baw} :后续透镜组GB中由从对焦组GF起在像侧配置的透镜构成的透镜组的广角端状态下的焦距

[0087] 条件式(3)规定广角端状态下的对焦组GF的倍率的适当范围。另外,广角端状态下的对焦组GF的倍率表示无限远物体对焦时的值。通过满足条件式(3),从而能够使对焦时的视场角变动少。

[0088] 当条件式(3)的对应值脱离上述范围时,难以抑制对焦时的视场角变动。通过将条件式(3)的下限值设定为1.55、1.60、1.65、1.70、1.75、1.80、2.00、2.40、2.50、2.55、2.60,进一步设定为2.65,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)的上限值设定为14.50、13.50、12.50、11.00、10.00、9.00、8.00、7.00,进一步设定为6.00,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0089] 条件式(4)规定广角端状态下的像侧透镜组GBa(后续透镜组GB中由从对焦组GF起在像侧配置的透镜构成的透镜组)的焦距与广角端状态下的像侧组GC的焦距的适当关系。另外,广角端状态下的像侧透镜组GBa的焦距表示无限远物体对焦时的值。广角端状态下的像侧组GC的焦距表示无限远物体对焦时的值。通过满足条件式(4),从而能够使对焦时的视场角变动少。

[0090] 当条件式(4)的对应值脱离上述范围时,难以抑制对焦时的视场角变动。通过将条件式(4)的下限值设定为0.20、0.35、0.45、0.50、0.55、0.58,进一步设定为0.60,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(4)的上限值设定为0.99、0.95、0.93、0.90,进一步设定为0.88,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0091] 第1实施方式和第2实施方式的变倍光学系统ZL,优选满足以下的条件式(5)。

[0092] $0.60 < Bfw/fw < 4.00 \cdots (5)$

[0093] 其中, f_w :广角端状态下的变倍光学系统ZL的焦距

[0094] Bfw :广角端状态下的变倍光学系统ZL的后焦距

[0095] 条件式(5)规定广角端状态下的变倍光学系统ZL的后焦距的适当范围。另外,广角端状态下的变倍光学系统ZL的焦距表示无限远物体对焦时的值。通过满足条件式(5),从而能够良好地对广角端状态下的彗差等各像差进行校正。

[0096] 当条件式(5)的对应值脱离上述范围时,难以对广角端状态下的彗差等各像差进行校正。另外,难以确保周边光量。通过将条件式(5)的下限值设定为0.70、0.73、0.75、0.85、0.93、1.00、1.10,进一步设定为1.15,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(5)的上限值设定为3.50、3.00、2.80、2.50、2.20、2.00、1.80,进一步设定为1.60,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0097] 第1实施方式和第2实施方式的变倍光学系统ZL,优选满足以下的条件式(6)。

[0098] $0.05 < Bfw/TLw < 0.22 \cdots (6)$

[0099] 其中, TLw :广角端状态下的变倍光学系统ZL的全长

[0100] Bfw :广角端状态下的变倍光学系统ZL的后焦距

[0101] 条件式(6)规定广角端状态下的变倍光学系统ZL的全长与广角端状态下的变倍光学系统ZL的后焦距的适当关系。通过满足条件式(6),从而能够良好地对广角端状态下的球面像差等各像差进行校正。

[0102] 当条件式(6)的对应值脱离上述范围时,难以对广角端状态下的球面像差等各像

差进行校正。通过将条件式(6)的下限值设定为0.06、0.07、0.10、0.12,进一步设定为0.13,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(6)的上限值设定为0.20、0.18,进一步设定为0.17,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0103] 在第1实施方式和第2实施方式的变倍光学系统ZL中,优选的是,在后续透镜组GB配置孔径光阑S,且满足以下的条件式(7)。

$$[0104] \quad 0.40 < STLw/TLw < 0.70 \cdots (7)$$

[0105] 其中,TLw:广角端状态下的变倍光学系统ZL的全长

[0106] STLw:广角端状态下的从变倍光学系统ZL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

[0107] 条件式(7)规定广角端状态下的变倍光学系统ZL的全长与广角端状态下的从变倍光学系统ZL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的适当关系。通过满足条件式(7),从而能够良好地对畸变和像面弯曲进行校正。

[0108] 当条件式(7)的对应值脱离上述范围时,难以对畸变和像面弯曲进行校正。通过将条件式(7)的下限值设定为0.42、0.44、0.48、0.50、0.52,进一步设定为0.55,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(7)的上限值设定为0.68、0.66、0.64,进一步设定为0.62,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0109] 第1实施方式和第2实施方式的变倍光学系统ZL,优选满足以下的条件式(8)。

$$[0110] \quad 0.00 < TLt/TLw < 1.00 \cdots (8)$$

[0111] 其中,TLw:广角端状态下的变倍光学系统ZL的全长

[0112] TLt:远焦端状态下的变倍光学系统ZL的全长

[0113] 条件式(8)规定广角端状态下的变倍光学系统ZL的全长与远焦端状态下的变倍光学系统ZL的全长的适当关系。通过满足条件式(8),以远焦端状态下的变倍光学系统ZL的全长比广角端状态下的变倍光学系统ZL的全长短作为特征。

[0114] 通过将条件式(8)的下限值设定为0.25、0.40、0.50、0.60、0.70、0.75、0.80,进一步设定为0.85,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(8)的上限值设定为0.98,进一步设定为0.97,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0115] 在第1实施方式和第2实施方式的变倍光学系统ZL中,优选的是,前置透镜组GA包含配置于最靠物体侧的位置的第1透镜组G1,且满足以下的条件式(9)。

$$[0116] \quad 1.00 < (-f1)/fw < 1.80 \cdots (9)$$

[0117] 其中,f1:第1透镜组G1的焦距

[0118] fw:广角端状态下的变倍光学系统ZL的焦距

[0119] 条件式(9)规定第1透镜组G1的焦距与广角端状态下的变倍光学系统ZL的焦距的适当关系。另外,广角端状态下的变倍光学系统ZL的焦距表示无限远物体对焦时的值。通过满足条件式(9),从而能够良好地对广角端状态下的球面像差和彗差等各像差进行校正。

[0120] 当条件式(9)的对应值脱离上述范围时,难以对广角端状态下的球面像差和彗差等各像差进行校正。通过将条件式(9)的下限值设定为1.05、1.10、1.15、1.20,进一步设定为1.25,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(9)的上限值设定为1.75、1.70、1.65、1.60、1.55,进一步设定为1.50,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0121] 在第1实施方式和第2实施方式的变倍光学系统ZL中,优选的是,前置透镜组GA包含配置于最靠物体侧的位置的第1透镜组G1,满足以下的条件式(10)。

$$[0122] \quad 0.42 < (-f_1) / f_t < 1.20 \cdots (10)$$

[0123] 其中, f_1 :第1透镜组G1的焦距

[0124] f_t :远焦端状态下的变倍光学系统ZL的焦距

[0125] 条件式(10)规定第1透镜组G1的焦距与远焦端状态下的变倍光学系统ZL的焦距的适当关系。另外,远焦端状态下的变倍光学系统ZL的焦距表示无限远物体对焦时的值。通过满足条件式(10),从而能够良好地对远焦端状态下的球面像差和彗差等各像差进行校正。

[0126] 当条件式(10)的对应值脱离上述范围时,难以对远焦端状态下的球面像差和彗差等各像差进行校正。通过将条件式(10)的下限值设定为0.45、0.48、0.50、0.52、0.55、0.58、0.60,进一步设定为0.62,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(10)的上限值设定为1.15、1.10、1.05、1.00、0.98,进一步设定为0.95,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0127] 第1实施方式和第2实施方式的变倍光学系统ZL,优选满足以下的条件式(11)。

$$[0128] \quad -3.00 < (r_{L1R2} + r_{L1R1}) / (r_{L1R2} - r_{L1R1}) < -0.80 \cdots (11)$$

[0129] 其中, r_{L1R1} :变倍光学系统ZL的配置于最靠物体侧的位置的透镜的物体侧透镜面的曲率半径

[0130] r_{L1R2} :变倍光学系统ZL的配置于最靠物体侧的位置的透镜的像侧透镜面的曲率半径

[0131] 条件式(11)规定变倍光学系统ZL的配置于最靠物体侧的位置的透镜的适当的形状因子。通过满足条件式(11),能够良好地对畸变进行校正。

[0132] 当条件式(11)的对应值脱离上述范围时,难以对畸变进行校正。通过将条件式(11)的下限值设定为-2.80、-2.50、-2.30、-2.00,进一步设定为-1.80,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(11)的上限值设定为-0.85、-0.90、-0.95,进一步设定为-1.00,从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0133] 第1实施方式和第2实施方式的变倍光学系统ZL,优选满足以下的条件式(12)。

$$[0134] \quad -5.50 < (r_{L2R2} + r_{L2R1}) / (r_{L2R2} - r_{L2R1}) < -1.50 \cdots (12)$$

[0135] 其中, r_{L2R1} :变倍光学系统ZL的从物体侧数起配置于第二个的透镜的物体侧透镜面的曲率半径

[0136] r_{L2R2} :变倍光学系统ZL的从物体侧数起配置于第二个的透镜的像侧透镜面的曲率半径

[0137] 条件式(12)规定变倍光学系统ZL的从物体侧数起配置于第二个的透镜的适当的形状因子。通过满足条件式(12),从而能够良好地对彗差和像面弯曲进行校正。

[0138] 当条件式(12)的对应值脱离上述范围时,难以对彗差和像面弯曲进行校正。通过将条件式(12)的下限值设定为-5.40、-5.30、-5.15、-5.00、-4.50、-4.25、-4.00、-3.80,进一步设定为-3.50,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(12)的上限值设定为-1.60、-1.70、-1.75、-1.80,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。

[0139] 第1实施方式和第2实施方式的变倍光学系统ZL,优选满足以下的条件式(13)。

[0140] $-0.50 < (rL3R2 + rL3R1) / (rL3R2 - rL3R1) < 0.50 \cdots (13)$

[0141] 其中, $rL3R1$: 变倍光学系统ZL的从物体侧数起配置于第三个的透镜的物体侧透镜面的曲率半径

[0142] $rL3R2$: 变倍光学系统ZL的从物体侧数起配置于第三个的透镜的像侧透镜面的曲率半径

[0143] 条件式(13)规定变倍光学系统ZL的从物体侧数起配置于第三个的透镜的适当的形状因子。通过满足条件式(13), 从而能够良好地对彗差进行校正。

[0144] 当条件式(13)的对应值脱离上述范围时, 难以对彗差进行校正。通过将条件式(13)的下限值设定为-0.45、-0.40、-0.38、-0.35, 进一步设定为-0.33, 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0.48、0.45、0.43、0.40, 进一步设定为0.38, 从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0145] 第1实施方式和第2实施方式的变倍光学系统ZL, 优选满足以下的条件式(14)。

[0146] $1.50 < |(rLeR2 + rLeR1) / (rLeR2 - rLeR1)| \cdots (14)$

[0147] 其中, $rLeR1$: 变倍光学系统ZL的配置于最靠像侧的位置的透镜的物体侧透镜面的曲率半径

[0148] $rLeR2$: 变倍光学系统ZL的配置于最靠像侧的位置的透镜的像侧透镜面的曲率半径

[0149] 条件式(14)规定变倍光学系统ZL的配置于最靠像侧的位置的透镜的适当的形状因子。通过满足条件式(14), 从而能够良好地对像面弯曲和畸变进行校正。

[0150] 当条件式(14)的对应值脱离上述范围时, 难以对像面弯曲和畸变进行校正。通过将条件式(14)的下限值设定为1.80、2.00, 进一步设定为2.30, 从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0151] 在第1实施方式和第2实施方式的变倍光学系统ZL中, 优选的是, 前置透镜组GA包含配置于最靠物体侧的位置的第1透镜组G1, 在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时, 第1透镜组G1沿着光轴向像侧移动。由此, 以远焦端状态下的变倍光学系统ZL的全长比广角端状态下的变倍光学系统ZL的全长短作为特征。

[0152] 在第1实施方式和第2实施方式的变倍光学系统ZL中, 优选的是, 后续透镜组GB具备至少一个非球面透镜。由此, 能够良好地对像面弯曲和畸变进行校正。

[0153] 在第1实施方式和第2实施方式的变倍光学系统ZL中, 优选的是, 后续透镜组GB具备至少一个满足以下的条件式(15)的透镜。在第1实施方式和第2实施方式中, 为了与其他透镜进行区别, 有时将满足条件式(15)的透镜称为特定透镜。

[0154] $75.0 < vd \cdots (15)$

[0155] vd : 特定透镜的阿贝数

[0156] 条件式(15)规定后续透镜组GB中的特定透镜的硝材的异常色散性。通过满足条件式(15), 从而能够良好地对倍率色差进行校正。

[0157] 当条件式(15)的对应值脱离上述范围时, 难以良好地对倍率色差进行良好。通过将条件式(15)的下限值设定为78.0、80.0, 进一步设定为81.0, 从而能够更可靠地得到各实施方式的效果。

[0158] 接着, 参照图23, 对第1实施方式的变倍光学系统ZL的制造方法进行概述。首先, 沿

着光轴从物体侧依次配置具有负的光焦度的前置透镜组GA以及具有正的光焦度的后续透镜组GB(步骤ST1)。接着,构成为,在进行变倍时,前置透镜组GA与后续透镜组GB之间的间隔变化(步骤ST2)。接着,在后续透镜组GB配置对焦组GF以及相比对焦组GF靠像侧的像侧组GC(步骤ST3)。接着,构成为,在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,对焦组GF沿着光轴向像侧移动(步骤ST4)。并且,以至少满足上述条件式(1-1)和条件式(2)的方式,在镜头镜筒内配置各透镜(步骤ST5)。根据如上所述的制造方法,能够制造对焦时的视场角变动少的变倍光学系统。

[0159] 接着,对第2实施方式的变倍光学系统ZL的制造方法进行概述。第2实施方式的变倍光学系统ZL的制造方法与在第1实施方式中叙述的制造方法相同,因此与第1实施方式同样,参照图23进行说明。首先,沿着光轴从物体侧依次配置具有负的光焦度的前置透镜组GA以及具有正的光焦度的后续透镜组GB(步骤ST1)。接着,构成为,在进行变倍时,前置透镜组GA与后续透镜组GB之间的间隔变化(步骤ST2)。接着,在后续透镜组GB配置对焦组GF以及相比对焦组GF靠像侧的像侧组GC(步骤ST3)。接着,构成为,在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,对焦组GF沿着光轴向像侧移动(步骤ST4)。并且,以至少满足上述条件式(1-2)和条件式(2)的方式,在镜头镜筒内配置各透镜(步骤ST5)。根据如上所述的制造方法,能够制造对焦时的视场角变动少的变倍光学系统。

[0160] 实施例

[0161] 以下,根据附图对各实施方式的实施例的变倍光学系统ZL进行说明。图1、图4、图7、图10、图13、图16、图19是示出第1~第7实施例的变倍光学系统ZL{ZL(1)~ZL(7)}的结构和光焦度分配的剖视图。在第1~第7实施例的变倍光学系统ZL(1)~ZL(7)的剖视图中,与“对焦”这样的文字一起用箭头示出从无限远向近距离物体进行对焦时的对焦组沿着光轴的运动方向。在第1~第7实施例的变倍光学系统ZL(1)~ZL(7)的剖视图中,用箭头示出从广角端状态(W)向远焦端状态(T)进行变倍时的各透镜组沿着光轴的运动方向。

[0162] 在这些图1、图4、图7、图10、图13、图16、图19中,通过符号G与数字的组合来表示各透镜组和各组,通过符号L与数字的组合来表示各透镜。在该情况下,为了防止符号、数字的种类和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,即使在实施例之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。

[0163] 以下示出表1~表7,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,表4是示出第4实施例中的各参数数据的表,表5是示出第5实施例中的各参数数据的表,表6是示出第6实施例中的各参数数据的表,表7是示出第7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 $\lambda=435.8\text{nm}$)。

[0164] 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, 2ω 表示视场角(单位为 $^{\circ}$ (度)), ω 为半视场角),Y表示像高。TL表示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而得到的距离,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)。另外,这些值在广角端(W)、远焦端(T)的各变倍状态下分别示出。另外,在[整体参数]的表中,fBaw表示像侧透镜组(后续透镜组中由从对焦组起在像侧配置的透镜构成的透镜组)的广角端状态下的焦距。fCw表示广角端状态下的像侧组

的焦距。 f_F 表示对焦组的焦距。 β_{Baw} 表示像侧透镜组(后续透镜组中由从对焦组起在像侧配置的透镜构成的透镜组)的广角端状态下的倍率。 β_{Fw} 表示广角端状态下的对焦组的倍率。 $STLw$ 表示广角端状态下的从变倍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。

[0165] 在[透镜参数]的表中,面编号表示沿着光线行进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(或像面)为止的光轴上的距离、即面间隔, n_d 表示光学部件的材料的对d线的折射率, v_d 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“ ∞ ”表示平面或开口,(光圈S)表示孔径光阑S,(光圈Sa)表示副光圈Sa。省略空气折射率 $n_d=1.00000$ 的记载。在光学面为非球面时,在面编号上附上*标记,在曲率半径R的栏中示出近轴曲率半径。

[0166] 在[非球面数据]的表中,关于[透镜参数]所示的非球面,通过下式(A)表示其形状。 $X(y)$ 表示从非球面的顶点处的切面到高度y处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, A_i 表示第i次非球面系数。“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 A_2 为0,省略其记载。在14次非球面系数 A_{14} 为0时,省略其记载。

$$[0167] \quad X(y) = (y^2/R) / \{1 + (1 - \kappa \times y^2/R^2)^{1/2}\} + A_4 \times y^4 + A_6 \times y^6 + A_8 \times y^8 + A_{10} \times y^{10} + A_{14}$$

$$[0168] \quad 2 \times y^{12} + A_{14} \times y^{14} \dots (A)$$

[0169] 在[可变间隔数据]的表中,示出在[透镜参数]的表中面间隔成为(D_i)的面编号i下的面间隔。另外,在[可变间隔数据]的表中,示出无限远对焦状态下的面间隔、中间距离对焦状态下的面间隔以及极近距离对焦状态下的面间隔。

[0170] 在[透镜组数据]的表中,示出各透镜组的各自的始面(最靠物体侧的面)和焦距。

[0171] 以下,在所有的参数值中,对于所记载的焦距f、曲率半径R、面间隔D、其他长度等,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比例缩小也能够得到相同的光学性能,因此并不限于此。

[0172] 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。

[0173] (第1实施例)

[0174] 使用图1~图3及表1对第1实施例进行说明。图1是示出第1实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。第1实施例的变倍光学系统ZL(1)由沿着光轴从物体侧依次排列的具有负的光焦度的第1透镜组G1、具有正的光焦度的第2透镜组G2、具有正的光焦度的第3透镜组G3以及具有正的光焦度的第4透镜组G4构成。在从广角端状态(W)向远焦端状态(T)进行变倍时,第1透镜组G1和第2透镜组G2沿着光轴向像侧移动,第3透镜组G3和第4透镜组G4沿着光轴向物体侧移动,相邻的各透镜组的间隔变化。孔径光阑S配置在第4透镜组G4内。附在各透镜组记号的符号(+)或(-)表示各透镜组的光焦度,这在以下的所有实施例中相同。

[0175] 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、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L12、双凹形状的负透镜L13以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L14构成。负弯月形透镜L11的两侧的透镜面为非球面。负弯月形透镜L12的像侧透镜面为非球面。负透镜L13使用具有异常色散性的光学玻璃来制作。

[0176] 第2透镜组G2由双凸形状的正透镜L21构成。第3透镜组G3由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L31与凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L32的接合透镜构成。

[0177] 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与凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L42的接合透镜、双凹形状的负透镜L43与双凸形状的正透镜L44的接合透镜、双凸形状的正透镜L45、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L46与凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L47的接合透镜、双凸形状的正透镜L48与双凹形状的负透镜L49的接合透镜以及凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L50构成。在第4透镜组G4的像侧配置有像面I。在第4透镜组G4中的正弯月形透镜L42与负透镜L43之间配置有孔径光阑S。在第4透镜组G4中的正透镜L44与正透镜L45之间配置有副光圈Sa。负弯月形透镜L50的物体侧透镜面为非球面。正透镜L45、正弯月形透镜L47以及正透镜L48使用具有异常色散性的光学玻璃来制作。

[0178] 在本实施例中,第1透镜组G1和第2透镜组G2构成作为整体具有负的光焦度的前置透镜组GA。第3透镜组G3和第4透镜组G4构成作为整体具有正的光焦度的后续透镜组GB。第3透镜组G3构成后续透镜组GB中的对焦组GF,第4透镜组G4构成后续透镜组GB中的像侧组GC。后续透镜组GB中由从对焦组GF起在像侧配置的透镜,即第3透镜组G3的各透镜以及第4透镜组G4的各透镜构成上述的像侧透镜组GBa。在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,构成对焦组GF的第3透镜组G3沿着光轴向像侧移动。另外,第4透镜组G4的正透镜L45、正弯月形透镜L47以及正透镜L48相当于后续透镜组GB中的特定透镜。

[0179] 在以下的表1,示出第1实施例的变倍光学系统的参数的值。

[0180] (表1)

[0181] [整体参数]

[0182] 变倍比=1.62

[0183] $f_{Baw}=34.296$

[0184] $f_{Cw}=40.351$

[0185] $fF=123.557$

[0186] $\beta_{Baw}=-0.633$

[0187] $\beta_{Fw}=2.430$

[0188] $STLw=85.087$

		W	T
[0189]	f	14.4	23.3
	FNO	2.91	2.91
	2ω	115.2	84.8
	Y	21.6	21.6
[0190]	TL	144.665	134.869
	Bf	21.126	34.082

[0191] [透镜参数]

面编号	R	D	nd	vd	
1*	577.31	3.00	1.588870	61.1	
2*	16.50	11.57			
3	50.25	2.00	1.820980	42.5	
4*	27.05	12.09			
5	-43.22	1.50	1.497820	82.6	
6	58.13	0.20			
7	39.37	5.42	1.673000	38.2	
8	1346.43	(D8)			
9	8106.07	3.06	1.663820	27.4	
10	-101.81	(D10)			
11	38.33	2.30	1.963000	24.1	
[0192] 12	20.48	5.15	1.647690	33.7	
13	291.48	(D13)			
14	23.67	1.20	1.846660	23.7	
15	17.23	5.92	1.516800	64.1	
16	505.08	1.12			
17	∞	2.83			(光圈 S)
18	-50.94	1.20	1.953750	32.3	
19	23.48	5.62	1.846660	23.7	
20	-62.85	0.40			
21	∞	-0.30			(光圈 Sa)
22	24.30	6.05	1.497820	82.6	
23	-54.67	0.20			
24	50.54	1.20	1.834810	42.7	

	25	17.41	4.82	1.497820	82.6
	26	120.47	0.20		
	27	32.87	6.32	1.497820	82.6
[0193]	28	-19.70	1.20	1.834810	42.7
	29	82.19	5.21		
	30*	-59.71	3.50	1.860999	37.0
	31	-59.99	Bf		
[0194]	[非球面数据]				
[0195]	第1面				
[0196]	$\kappa=1.000$ 、 $A4=1.20E-05$ 、 $A6=-1.77E-08$ 、 $A8=1.69E-11$ 、 $A10=-8.86E-15$ 、 $A12=1.98E-18$				
[0197]	第2面				
[0198]	$\kappa=0.000$ 、 $A4=7.01E-06$ 、 $A6=2.78E-08$ 、 $A8=3.97E-11$ 、 $A10=-5.16E-13$ 、 $A12=6.21E-16$				
[0199]	第4面				
[0200]	$\kappa=1.363$ 、 $A4=1.35E-05$ 、 $A6=-1.71E-09$ 、 $A8=5.11E-11$ 、 $A10=3.88E-13$ 、 $A12=1.19E-18$				
[0201]	第30面				
[0202]	$\kappa=1.000$ 、 $A4=-2.05E-05$ 、 $A6=-5.87E-08$ 、 $A8=3.00E-10$ 、 $A10=-3.42E-12$ 、 $A12=7.38E-15$				
[0203]	[可变间隔数据]				
[0204]	无限远对焦状态				
		W	M1	M2	T
	焦距	14.40	16.00	18.00	23.30
	物体距离	∞	∞	∞	∞
[0205]	D8	1.60	1.41	1.29	0.35
	D10	17.64	7.99	4.40	1.50
	D13	11.32	9.18	8.09	5.95
[0206]	Bf	21.13	26.37	29.24	34.08
[0207]	中间距离对焦状态				

		W	M1	M2	T
	倍率	0.025	0.025	0.025	0.025
	物体距离	555	699	781	915
[0208]	D8	1.60	1.41	1.29	0.35
	D10	18.52	8.83	5.11	2.12
	D13	10.36	8.28	7.25	5.15
	Bf	21.13	26.37	29.24	34.08
[0209]	极近距离对焦状态				
		W	M1	M2	T
	倍率	0.094	0.112	0.124	0.144
	物体距离	135	142	144	145
[0210]	D8	1.60	1.41	1.29	0.35
	D10	21.51	12.04	8.56	5.80
	D13	7.45	5.13	3.93	1.65
	Bf	21.13	26.37	29.24	34.08
[0211]	[透镜组数据]				
	组	始面	焦距		
	G1	1	-16.41		
[0212]	G2	9	151.48		
	G3	11	123.56		
	G4	14	40.35		

[0213] 图2(A)是第1实施例的变倍光学系统的广角端状态下的无限远对焦时的各像差图。图2(B)是第1实施例的变倍光学系统的远焦端状态下的无限远对焦时的各像差图。图3(A)是第1实施例的变倍光学系统的广角端状态下的近距离对焦时的各像差图。图3(B)是第1实施例的变倍光学系统的远焦端状态下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,FN0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值或数值孔径的值,在像散图和畸变图中示出像高的最大值,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。

[0214] 通过各像差图可知,第1实施例的变倍光学系统,在从无限远对焦时到近距离对焦时为止的整个区域中,良好地对各像差进行校正,具有优秀的成像性能。因此,在对焦到近距离物体时也能够保持良好的光学性能,并且能够使对焦时的视场角变动少。

[0215] (第2实施例)

[0216] 使用图4~图6及表2对第2实施例进行说明。图4是示出第2实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。第2实施例的变倍光学系统ZL(2)由沿着光轴从物体侧依次排列的具有负的光焦度的第1透镜组G1、具有正的光焦度的第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。在从广角端状态(W)向远焦端状态(T)进行变倍时,第1透镜组G1沿着光轴向像侧移动,第2透镜组G2、第3透镜组G3以及第4透镜组G4沿着光轴向物体侧移动,相邻的各透镜组的间隔变化。孔径光阑S配置在第3透镜组G3内。

[0217] 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、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L12、双凹形状的负透镜L13以及双凸形状的正透镜L14构成。负弯月形透镜L11的两侧的透镜面为非球面。负弯月形透镜L12的像侧透镜面为非球面。负透镜L13使用具有异常色散性的光学玻璃来制作。

[0218] 第2透镜组G2由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L21与凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L22的接合透镜构成。在负弯月形透镜L21的物体侧附近配置有副光圈Sa。在进行变倍或对焦时,副光圈Sa与第2透镜组G2一起沿着光轴移动。

[0219] 第3透镜组G3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L31与凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L32的接合透镜、双凹形状的负透镜L33与双凸形状的正透镜L34的接合透镜、双凸形状的正透镜L35以及凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L36与双凸形状的正透镜L37的接合透镜构成。在第3透镜组G3中的正弯月形透镜L32与负透镜L33之间配置有孔径光阑S。在第3透镜组G3中的正透镜L34与正透镜L35之间配置有副光圈Sa。正透镜L35和正透镜L37使用具有异常色散性的光学玻璃来制作。

[0220] 第4透镜组G4由沿着光轴从物体侧依次排列的双凸形状的正透镜L41与双凹形状的负透镜L42的接合透镜以及凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L43构成。在第4透镜组G4的像侧配置有像面I。正弯月形透镜L43的物体侧透镜面为非球面。正透镜L41使用具有异常色散性的光学玻璃来制作。

[0221] 在本实施例中,第1透镜组G1构成作为整体具有负的光焦度的前置透镜组GA。第2透镜组G2、第3透镜组G3以及第4透镜组G4构成作为整体具有正的光焦度的后续透镜组GB。第2透镜组G2构成后续透镜组GB中的对焦组GF,第3透镜组G3和第4透镜组G4构成后续透镜组GB中的像侧组GC。后续透镜组GB中由从对焦组GF起在像侧配置的透镜,即第2透镜组G2的各透镜、第3透镜组G3的各透镜以及第4透镜组G4的各透镜构成上述的像侧透镜组GBa。在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,构成对焦组GF的第2透镜组G2沿着光轴向像侧移动。另外,第3透镜组G3的正透镜L35和正透镜L37、第4透镜组G4的正透镜L41相当于后续透镜组GB中的特定透镜。

[0222] 在以下的表2,示出第2实施例的变倍光学系统的参数的值。

[0223] (表2)

[0224] [整体参数]

[0225] 变倍比=1.62

[0226] $f_{Baw}=32.710$

[0227] $f_{Cw}=43.782$

[0228] $f_F=88.43$

[0229] $\beta_{Baw}=-0.671$

[0230] $\beta_{Fw}=5.116$ [0231] $STLw=78.53$

	W	T
f	14.4	23.3
FNO	2.91	2.91
[0232] 2ω	115.2	84.8
Y	21.6	21.6
TL	137.42	129.49
Bf	21.81	34.22

[0233] [透镜参数]

面编号	R	D	nd	vd
1*	211.83	3.00	1.588870	61.1
2*	16.00	11.62		
[0234] 3	48.68	2.00	1.820980	42.5
4*	25.71	11.53		
5	-43.59	1.50	1.497820	82.6

	6	54.13	0.57		
	7	40.33	6.61	1.625844	34.2
	8	-86.60	(D8)		
	9	∞	0.00		(光圈 Sa)
	10	36.98	1.10	1.963000	24.1
	11	19.61	4.30	1.680196	30.7
	12	1248.24	(D12)		
	13	26.09	1.10	1.846660	23.8
	14	17.50	6.20	1.489456	69.9
	15	1516.29	1.54		
	16	∞	2.69		(光圈 S)
	17	-46.01	1.10	1.953750	32.3
[0235]	18	26.50	5.40	1.846660	23.8
	19	-55.71	0.37		
	20	∞	-0.30		(光圈 Sa)
	21	25.77	6.00	1.497820	82.6
	22	-51.72	0.20		
	23	53.18	1.10	1.834810	42.7
	24	17.71	5.00	1.497820	82.6
	25	-115.03	(D25)		
	26	57.48	7.00	1.497820	82.6
	27	-18.97	1.10	1.834810	42.7
	28	69.64	3.91		
	29*	-41.36	2.00	1.860999	37.1
	30	-35.53	Bf		

[0236] [非球面数据]

[0237] 第1面

[0238] $\kappa=1.000$ 、 $A4=1.09E-05$ 、 $A6=-1.70E-08$ 、 $A8=1.67E-11$ 、 $A10=-8.87E-15$ 、 $A12=1.93E-18$

[0239] 第2面

[0240] $\kappa=0.000$ 、 $A4=9.21E-06$ 、 $A6=2.31E-08$ 、 $A8=1.30E-11$ 、 $A10=-4.06E-13$ 、 $A12=4.84E-16$

[0241] 第4面

[0242] $\kappa=1.318$ 、 $A4=1.28E-05$ 、 $A6=-2.13E-09$ 、 $A8=9.99E-11$ 、 $A10=8.40E-14$ 、 $A12=6.41E-16$

[0243] 第29面

[0244] $\kappa=1.000$ 、 $A4=-1.74E-05$ 、 $A6=-5.18E-08$ 、 $A8=1.22E-10$ 、 $A10=-2.24E-12$ 、 $A12=2.49E-15$

[0245] [可变间隔数据]

[0246] 无限远对焦状态

	W	M1	M2	T
焦距	14.40	16.00	18.00	23.30
物体距离	∞	∞	∞	∞
[0247] D8	19.84	14.93	10.08	1.68
D12	7.63	7.20	6.53	5.03
D25	1.50	1.62	1.79	1.92
Bf	21.81	24.03	26.72	34.22

[0248] 中间距离对焦状态

	W	M1	M2	T
倍率	0.025	0.025	0.025	0.025
物体距离	547	611	692	904
[0249] D8	20.67	15.70	10.78	2.26
D12	6.80	6.43	5.83	4.44
D25	1.50	1.62	1.79	1.92
Bf	21.81	24.03	26.72	34.22

[0250] 极近距离对焦状态

	W	M1	M2	T
倍率	0.091	0.099	0.110	0.142
物体距离	136	139	141	144
[0251] D8	22.71	17.82	13.02	4.81
D12	4.76	4.30	3.59	1.90
D25	1.50	1.62	1.79	1.92
Bf	21.81	24.03	26.72	34.22

[0252] [透镜组数据]

	组	始面	焦距
	G1	1	-21.48
[0253]	G2	9	88.43
	G3	13	32.84
	G4	26	-65.35

[0254] 图5 (A) 是第2实施例的变倍光学系统的广角端状态下的无限远对焦时的各像差图。图5 (B) 是第2实施例的变倍光学系统的远焦端状态下的无限远对焦时的各像差图。图6 (A) 是第2实施例的变倍光学系统的广角端状态下的近距离对焦时的各像差图。图6 (B) 是第2实施例的变倍光学系统的远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。通过各像差图可知, 第2实施例的变倍光学系统, 在从无限远对焦时到近距离对焦时为止的整个区域中, 良好地对各像差进行校正, 具有优秀的成像性能。因此, 在对焦到近距离物体时也能够保持良好的光学性能, 并且能够使对焦时的视场角变动少。

[0255] (第3实施例)

[0256] 使用图7 ~ 图9及表3对第3实施例进行说明。图7是示出第3实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。第3实施例的变倍光学系统ZL (3) 由沿着光轴从物体侧依次排列的具有负的光焦度的第1透镜组G1、具有正的光焦度的第2透镜组G2、具有正的光焦度的第3透镜组G3、具有正的光焦度的第4透镜组G4以及具有负的光焦度的第5透镜组G5构成。在从广角端状态(W) 向远焦端状态(T) 进行变倍时, 第1透镜组G1沿着光轴向像侧移动, 第2透镜组G2、第3透镜组G3、第4透镜组G4以及第5透镜组G5沿着光轴向物体侧移动, 相邻的各透镜组的间隔变化。孔径光阑S配置在第3透镜组G3与第4透镜组G4之间。

[0257] 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、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L12以及双凹形状的负透镜L13与凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L14的接合透镜构成。负弯月形透镜L11的两侧的透镜面为非球面。负弯月形透镜L12的像侧透镜面为非球面。

[0258] 第2透镜组G2由沿着光轴从物体侧依次排列的双凸形状的正透镜L21与双凹形状的负透镜L22的接合透镜以及双凸形状的正透镜L23构成。

[0259] 第3透镜组G3由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L31与凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L32的接合透镜构成。在负弯月形透镜L31的物体侧附近配置有副光圈Sa。在进行变倍时, 副光圈Sa与第3透镜组G3一起沿着光轴移动。

[0260] 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的接合透镜、双凸形状的正透镜L43以及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的接合透镜构成。在负透镜L41的物体侧附近配置有孔径光阑S。在进行变倍时, 孔径光阑S与第4透镜组G4一起沿着光轴移动。正透镜L42和正透镜L45使用具有异常色散性的光学玻璃来制作。

[0261] 第5透镜组G5由沿着光轴从物体侧依次排列的双凹形状的负透镜L51与双凸形状的正透镜L52的接合透镜以及凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L53构成。在第5透镜组G5的像侧配置有像面I。正弯月形透镜L53的像侧透镜面为非球面。

[0262] 在本实施例中, 第1透镜组G1构成作为整体具有负的光焦度的前置透镜组GA。第2

透镜组G2、第3透镜组G3、第4透镜组G4以及第5透镜组G5构成作为整体具有正的光焦度的后续透镜组GB。第2透镜组G2的正透镜L23构成后续透镜组GB中的对焦组GF，第3透镜组G3、第4透镜组G4以及第5透镜组G5构成后续透镜组GB中的像侧组GC。后续透镜组GB中由从对焦组GF起在像侧配置的透镜，即第2透镜组G2的正透镜L23、第3透镜组G3的各透镜、第4透镜组G4的各透镜以及第5透镜组G5的各透镜构成上述的像侧透镜组GBa。在从无限远物体向近距离物体进行对焦时，构成对焦组GF的第2透镜组G2的正透镜L23沿着光轴向像侧移动。另外，第4透镜组G4的正透镜L42和正透镜L45相当于后续透镜组GB中的特定透镜。

[0263] 在以下的表3,示出第3实施例的变倍光学系统的参数的值。

[0264] (表3)

[0265] [整体参数]

[0266] 变倍比=1.62

[0267] $f_{Baw}=29.379$

[0268] $f_{Cw}=47.692$

[0269] $f_F=53.757$

[0270] $\beta_{Baw}=-1.010$

[0271] $\beta_{Fw}=13.381$

[0272] $STL_w=87.283$

	W	T
[0273]		
f	14.4	23.3
FNO	2.91	2.91
2ω	115.2	84.8
[0274]		
Y	21.6	21.6
TL	144.802	133.372
Bf	20.14	33.38

[0275] [透镜参数]

面编号	R	D	nd	vd	
1*	64.00	3.50	1.588870	61.1	
2*	14.38	13.77			
3	65.31	1.20	1.860999	37.1	
4*	29.79	10.56			
5	-59.81	1.80	1.433848	95.2	
6	31.48	6.27	1.806100	33.3	
7	346.05	(D7)			
8	54.45	4.40	1.698950	30.1	
9	-50.78	1.20	1.963000	24.1	
10	68.50	(D10)			
[0276] 11	74.83	3.56	1.728250	28.4	
12	-80.45	(D12)			
13	∞	0.00			(光圈 Sa)
14	24.95	1.20	1.834000	37.2	
15	16.99	5.80	1.487490	70.3	
16	638.04	(D16)			
17	∞	5.96			(光圈 S)
18	-36.03	1.20	1.834810	42.7	
19	45.21	4.32	1.497820	82.6	
20	-34.72	0.20			
21	40.69	3.42	1.749500	35.3	
22	-134.06	0.20			
23	30.00	1.20	1.834000	37.2	
24	19.99	6.27	1.497820	82.6	
25	-51.98	(D25)			
[0277] 26	-48.67	1.20	1.953747	32.3	
27	20.07	5.51	1.672700	32.2	
28	-149.29	2.93			
29	-55.36	1.30	1.860999	37.1	
30*	-46.85	Bf			

[0278] [非球面数据]

[0279] 第1面

[0280] $\kappa=1.000$ 、 $A4=-8.79E-06$ 、 $A6=2.17E-08$ 、 $A8=-2.83E-11$ 、 $A10=2.14E-14$ 、 $A12=-8.62E-18$

[0281] $A14=1.45E-21$

[0282] 第2面

[0283] $\kappa=0.000$ 、 $A4=-2.40E-06$ 、 $A6=9.20E-09$ 、 $A8=6.55E-11$ 、 $A10=8.23E-13$ 、 $A12=-2.48E-15$

[0284] $A14=2.37E-18$

[0285] 第4面

[0286] $\kappa=2.000$ 、 $A4=5.35E-06$ 、 $A6=1.13E-08$ 、 $A8=-1.30E-11$ 、 $A10=-1.43E-13$ 、 $A12=1.36E-15$

[0287] $A14=-2.65E-18$

[0288] 第30面

[0289] $\kappa=1.000$ 、 $A4=1.70E-05$ 、 $A6=-1.10E-09$ 、 $A8=2.84E-10$ 、 $A10=-1.42E-12$ 、 $A12=3.03E-15$

[0290] [可变间隔数据]

[0291] 无限远对焦状态

	W	M1	M2	T
[0292] 焦距	14.40	18.00	20.00	23.30
物体距离	∞	∞	∞	∞
D7	22.75	11.02	6.71	1.50
D10	1.10	1.10	1.10	1.10
[0293] D12	3.61	4.07	3.94	3.64
D16	6.57	4.21	3.24	1.91
D25	3.66	4.37	4.60	4.87
Bf	20.14	25.54	28.52	33.38

[0294] 中间距离对焦状态

		W	M1	M2	T
	倍率	0.025	0.025	0.025	0.025
	物体距离	556	696	776	909
	D7	22.75	11.02	6.71	1.50
[0295]	D10	1.45	1.43	1.40	1.37
	D12	3.22	3.74	3.64	3.37
	D16	6.57	4.21	3.24	1.91
	D25	3.66	4.37	4.60	4.87
	Bf	20.14	25.54	28.52	33.38
[0296]	极近距离对焦状态				
		W	M1	M2	T
	倍率	0.090	0.108	0.119	0.138
	物体距离	135	142	144	146
	D7	22.75	11.02	6.71	1.50
[0297]	D10	2.42	2.52	2.54	2.59
	D12	2.28	2.65	2.50	2.15
	D16	6.57	4.21	3.24	1.91
	D25	3.66	4.37	4.60	4.87
	Bf	20.14	25.54	28.52	33.38
[0298]	[透镜组数据]				
	组	始面	焦距		
	G1	1	-20.68		
[0299]	G2	8	80.626		
	G3	13	78.24		
	G4	17	30.00		
	G5	26	-40.50		

[0300] 图8(A)是第3实施例的变倍光学系统的广角端状态下的无限远对焦时的各像差图。图8(B)是第3实施例的变倍光学系统的远焦端状态下的无限远对焦时的各像差图。图9(A)是第3实施例的变倍光学系统的广角端状态下的近距离对焦时的各像差图。图9(B)是第3实施例的变倍光学系统的远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。通过各像差图可知,第3实施例的变倍光学系统,在从无限远对焦时到近距离对焦时为止的整个区域中,良好地对各像差进行校正,具有优秀的成像性能。因此,在对焦到近距离物体时也能够保持良好的

光学性能,并且能够使对焦时的视场角变动少。

[0301] (第4实施例)

[0302] 使用图10~图12及表4对第4实施例进行说明。图10是示出第4实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。第4实施例的变倍光学系统ZL(4)由沿着光轴从物体侧依次排列的具有负的光焦度的第1透镜组G1、具有正的光焦度的第2透镜组G2以及具有正的光焦度的第3透镜组G3构成。在从广角端状态(W)向远焦端状态(T)进行变倍时,第1透镜组G1沿着光轴向像侧移动,第2透镜组G2和第3透镜组G3沿着光轴向物体侧移动,相邻的各透镜组的间隔变化。孔径光阑S配置在第3透镜组G3内。

[0303] 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、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L12、双凹形状的负透镜L13以及双凸形状的正透镜L14构成。负弯月形透镜L11的两侧的透镜面为非球面。负弯月形透镜L12的像侧透镜面为非球面。负透镜L13使用具有异常色散性的光学玻璃来制作。

[0304] 第2透镜组G2由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L21与凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L22的接合透镜构成。

[0305] 第3透镜组G3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L31与凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L32的接合透镜、双凹形状的负透镜L33与双凸形状的正透镜L34的接合透镜、双凸形状的正透镜L35、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L36与凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L37的接合透镜、双凸形状的正透镜L38与双凹形状的负透镜L39的接合透镜以及凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L40构成。在第3透镜组G3的像侧配置有像面I。在第3透镜组G3中的正弯月形透镜L32与负透镜L33之间配置有孔径光阑S。正弯月形透镜L40的物体侧透镜面为非球面。正透镜L35、正弯月形透镜L37以及正透镜L38使用具有异常色散性的光学玻璃来制作。

[0306] 在本实施例中,第1透镜组G1构成作为整体具有负的光焦度的前置透镜组GA。第2透镜组G2和第3透镜组G3构成作为整体具有正的光焦度的后续透镜组GB。第2透镜组G2构成后续透镜组GB中的对焦组GF,第3透镜组G3构成后续透镜组GB中的像侧组GC。后续透镜组GB中由从对焦组GF起在像侧配置的透镜,即第2透镜组G2的各透镜以及第3透镜组G3的各透镜构成上述的像侧透镜组GBa。在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,构成对焦组GF的第2透镜组G2沿着光轴向像侧移动。另外,第3透镜组G3的正透镜L35、正弯月形透镜L37以及正透镜L38相当于后续透镜组GB中的特定透镜。

[0307] 在以下的表4,示出第4实施例的变倍光学系统的参数的值。(表4)

[0308] [整体参数]变倍比=1.62fBaw=32.727fCw=39.261fF=105.275βBaw=-0.674βFw=2.687STLw=80.664

	W	T		
	f	14.4	23.3	
	FNO	2.91	2.91	
[0309]	2 ω	115.2	84.8	
	Y	21.6	21.6	
	TL	138.261	132.362	
	Bf	22.54	35.22	
[0310]	[透镜参数]			
	面编号	R	D	nd vd
	1*	151.50	3.00	1.588870 61.1
	2*	16.04	13.37	
	3	88.74	2.00	1.743104 49.4
	4*	27.44	10.00	
[0311]	5	-74.77	1.50	1.497820 82.6
	6	57.87	0.15	
	7	37.08	5.77	1.737999 32.3
	8	-644.56	(D8)	
	9	32.64	1.10	2.000600 25.4
	10	19.01	5.30	1.647690 33.7
	11	210.30	(D11)	

	12	28.61	1.10	1.850000	27.0	
	13	18.19	6.08	1.593490	67.0	
	14	522.90	1.95			
	15	∞	2.88			(光圈 S)
	16	-66.86	1.10	1.953750	32.3	
	17	25.72	5.35	1.846660	23.7	
	18	-78.70	0.40			
	19	24.36	6.27	1.497820	82.6	
[0312]	20	-54.74	0.15			
	21	43.10	1.10	1.834810	42.7	
	22	16.90	4.40	1.497820	82.6	
	23	73.95	0.20			
	24	31.23	5.73	1.497820	82.6	
	25	-23.20	1.10	1.834810	42.7	
	26	55.41	3.93			
	27*	-68.43	2.00	1.851080	40.1	
	28	-54.15	Bf			
[0313]	[非球面数据]					
[0314]	第1面					
[0315]	$\kappa=1.000$ 、 $A4=4.50E-06$ 、 $A6=-3.56E-09$ 、 $A8=2.17E-12$ 、 $A10=-5.59E-16$ 、 $A12=0.00E+00$					
[0316]	第2面					
[0317]	$\kappa=0.000$ 、 $A4=3.63E-06$ 、 $A6=7.91E-09$ 、 $A8=2.28E-11$ 、 $A10=-1.36E-13$ 、 $A12=1.21E-16$					
[0318]	第4面					
[0319]	$\kappa=0.000$ 、 $A4=2.15E-05$ 、 $A6=2.23E-08$ 、 $A8=2.16E-11$ 、 $A10=1.77E-13$ 、 $A12=-1.00E-16$					
[0320]	第27面					
[0321]	$\kappa=1.000$ 、 $A4=-2.41E-05$ 、 $A6=-4.89E-08$ 、 $A8=-1.02E-10$ 、 $A10=-7.59E-13$ 、 $A12=-3.14E-15$					
[0322]	[可变间隔数据]					
[0323]	无限远对焦状态					

		W	M1	M2	T
	焦距	14.42	18.00	20.00	23.29
[0324]	物体距离	∞	∞	∞	∞
	D8	19.11	10.32	6.94	2.78
	D11	10.68	8.35	7.26	5.72
	Bf	22.54	27.74	30.59	35.22
[0325]	中间距离对焦状态				
		W	M1	M2	T
	倍率	0.025	0.025	0.025	0.025
[0326]	物体距离	553	697	777	909
	D8	20.03	11.12	7.69	3.46
	D11	9.77	7.55	6.52	5.04
	Bf	22.54	27.74	30.59	35.22
[0327]	极近距离对焦状态				
		W	M1	M2	T
	倍率	0.088	0.106	0.117	0.135
[0328]	物体距离	141	147	149	150
	D8	22.29	13.66	10.37	6.38
	D11	7.50	5.02	3.83	2.13
	Bf	22.54	27.74	30.59	35.22
[0329]	[透镜组数据]				
[0330]	组	始面	焦距		
	G1	1	-21.401		
[0331]	G2	9	105.275		
	G3	12	39.261		

[0332] 图11(A)是第4实施例的变倍光学系统的广角端状态下的无限远对焦时的各像差图。图11(B)是第4实施例的变倍光学系统的远焦端状态下的无限远对焦时的各像差图。图12(A)是第4实施例的变倍光学系统的广角端状态下的近距离对焦时的各像差图。图12(B)是第4实施例的变倍光学系统的远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。通过各像差图可知,第4实施例的变倍光学系统,在从无限远对焦时到近距离对焦时为止的整个区域中,良好地对各像差进行校正,具有优秀的成像性能。因此,在对焦到近距离物体时也能够保持良好的光学性能,并且能够使对焦时的视场角变动少。

[0333] (第5实施例)

[0334] 使用图13~图15及表5对第5实施例进行说明。图13是示出第5实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。第5实施例的变倍光学系统ZL(5)由沿着光轴从物体侧依次排列的具有负的光焦度的第1透镜组G1、具有正的光焦度的第2透镜组G2、具有正的光焦度的第3透镜组G3、具有正的光焦度的第4透镜组G4以及具有负的光焦度的第5透镜组G5构成。在从广角端状态(W)向远焦端状态(T)进行变倍时,第1透镜组G1沿着光轴向像侧移动,第2透镜组G2、第3透镜组G3、第4透镜组G4以及第5透镜组G5沿着光轴向物体侧移动,相邻的各透镜组的间隔变化。孔径光阑S配置在第3透镜组G3与第4透镜组G4之间。

[0335] 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、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L12、双凹形状的负透镜L13以及双凸形状的正透镜L14构成。负弯月形透镜L11的两侧的透镜面为非球面。负弯月形透镜L12的像侧透镜面为非球面。

[0336] 第2透镜组G2由沿着光轴从物体侧依次排列的双凸形状的正透镜L21以及双凸形状的正透镜L22与双凹形状的负透镜L23的接合透镜构成。

[0337] 第3透镜组G3由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L31与凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L32的接合透镜构成。在负弯月形透镜L31的物体侧附近配置有副光圈Sa。在进行变倍时,副光圈Sa与第3透镜组G3一起沿着光轴移动。

[0338] 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的接合透镜、双凸形状的正透镜L43以及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的接合透镜构成。在负透镜L41的物体侧附近配置有孔径光阑S。在进行变倍时,孔径光阑S与第4透镜组G4一起沿着光轴移动。正透镜L42和正透镜L45使用具有异常色散性的光学玻璃来制作。

[0339] 第5透镜组G5由沿着光轴从物体侧依次排列的双凹形状的负透镜L51与双凸形状的正透镜L52的接合透镜以及凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L53构成。在第5透镜组G5的像侧配置有像面I。正弯月形透镜L53的像侧透镜面为非球面。

[0340] 在本实施例中,第1透镜组G1构成作为整体具有负的光焦度的前置透镜组GA。第2透镜组G2、第3透镜组G3、第4透镜组G4以及第5透镜组G5构成作为整体具有正的光焦度的后续透镜组GB。第2透镜组G2构成后续透镜组GB中的对焦组GF,第3透镜组G3、第4透镜组G4以及第5透镜组G5构成后续透镜组GB中的像侧组GC。后续透镜组GB中由从对焦组GF起在像侧配置的透镜,即第2透镜组G2的各透镜、第3透镜组G3的各透镜、第4透镜组G4的各透镜以及第5透镜组G5的各透镜构成上述的像侧透镜组GBa。在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,构成对焦组GF的第2透镜组G2沿着光轴向像侧移动。另外,第4透镜组G4的正透镜L42和正透镜L45相当于后续透镜组GB中的特定透镜。

[0341] 在以下的表5,示出第5实施例的变倍光学系统的参数的值。

[0342] (表5)

[0343] [整体参数]

[0344] 变倍比=1.62

[0345] $f_{Baw}=34.9$

[0346] $f_{Cw}=39.261$

[0347] $f_F=83.88$

[0348] $\beta_{Baw} = -0.702$

[0349] $\beta_{Fw} = 4.267$

[0350] $STLw = 87.277$

	W	T
f	14.4	23.3
FNO	2.91	2.91
[0351] 2ω	115.0	84.2
Y	21.6	21.6
TL	143.628	133.3
Bf	20.07	33.17

[0352] [透镜参数]

面编号	R	D	nd	vd
1*	71.95	3.20	1.588870	61.1
2*	14.51	13.55		
[0353] 3	61.90	2.00	1.860999	37.0
4*	29.57	10.97		
5	-50.12	1.80	1.433848	95.2

	6	39.08	0.92		
	7	39.32	5.73	1.806100	33.3
	8	-2630.42	(D8)		
	9	102.26	3.51	1.728250	28.3
	10	-67.66	0.20		
	11	45.26	4.78	1.698950	30.1
	12	-44.14	1.20	1.963000	24.1
	13	53.69	(D13)		
	14	∞	0.00		(光圈 Sa)
	15	23.84	1.20	1.834000	37.1
	16	16.67	5.13	1.487490	70.3
	17	169.89	(D17)		
[0354]	18	∞	3.68		(光圈 S)
	19	-75.47	1.20	1.850260	32.3
	20	32.29	4.36	1.497820	82.6
	21	-56.96	0.20		
	22	36.85	3.92	1.749500	35.2
	23	-94.60	0.20		
	24	29.88	1.20	1.834000	37.1
	25	18.28	5.81	1.497820	82.6
	26	-92.45	(D26)		
	27	-67.55	1.20	1.953747	32.3
	28	18.47	5.74	1.672700	32.1
	29	-131.73	4.54		
	30	-42.81	1.30	1.860999	37.0
	31*	-40.24	Bf		

[0355] [非球面数据]第1面

[0356] $\kappa=1.000$ 、 $A4=-8.11E-06$ 、 $A6=2.22E-08$ 、 $A8=-3.09E-11$ 、 $A10=2.50E-14$ 、 $A12=-1.09E-17$

[0357] $A14=2.04E-21$

[0358] 第2面

[0359] $\kappa=0.000$ 、 $A4=-1.69E-06$ 、 $A6=3.53E-11$ 、 $A8=2.41E-11$ 、 $A10=4.17E-13$ 、 $A12=-$

1.56E-15

[0360] A14=1.45E-18

[0361] 第4面

[0362] $\kappa=2.000$ 、A4=4.30E-06、A6=1.19E-08、A8=-1.88E-11、A10=-1.27E-13、A12=1.26E-15

[0363] A14=-2.10E-18

[0364] 第31面

[0365] $\kappa=1.000$ 、A4=1.40E-05、A6=3.24E-09、A8=1.91E-10、A10=-1.08E-12、A12=2.54E-15

[0366] [可变间隔数据]

[0367] 无限远对焦状态

	W	M1	M2	T
焦距	14.40	18.00	20.00	23.30
物体距离	∞	∞	∞	∞
D8	22.07	10.81	6.77	1.50
[0368] D13	5.69	5.68	5.31	5.57
D17	5.31	3.58	2.91	1.50
D21	0.93	0.50	0.35	0.20
D26	2.93	3.61	3.79	4.01
Bf	20.07	25.18	28.12	33.17

[0369] 中间距离对焦状态

	W	M1	M2	T
[0370] 倍率	0.025	0.025	0.025	0.025
物体距离	554	696	777	910
D8	22.81	11.47	7.39	2.06
D13	4.94	5.02	4.69	5.01
[0371] D17	5.31	3.58	2.91	1.50
D21	0.93	0.50	0.35	0.20
D26	2.93	3.61	3.79	4.01
Bf	20.07	25.18	28.12	33.17

[0372] 极近距离对焦状态

	W	M1	M2	T
倍率	0.090	0.108	0.119	0.138
物体距离	136	143	145	146
D8	24.58	13.62	9.64	4.56
[0373] D13	3.17	2.86	2.44	2.52
D17	5.31	3.58	2.91	1.50
D21	0.93	0.50	0.35	0.20
D26	2.93	3.61	3.79	4.01
Bf	20.07	25.18	28.12	33.17
[0374] [透镜组数据]				
组	始面	焦距		
G1	1	-20.50		
[0375] G2	9	83.88		
G3	14	83.19		
G4	18	30.00		
G5	27	-46.50		

[0376] 图14 (A) 是第5实施例的变倍光学系统的广角端状态下的无限远对焦时的各像差图。图14 (B) 是第5实施例的变倍光学系统的远焦端状态下的无限远对焦时的各像差图。图15 (A) 是第5实施例的变倍光学系统的广角端状态下的近距离对焦时的各像差图。图15 (B) 是第5实施例的变倍光学系统的远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。通过各像差图可知,第5实施例的变倍光学系统,在从无限远对焦时到近距离对焦时为止的整个区域中,良好地对各像差进行校正,具有优秀的成像性能。因此,在对焦到近距离物体时也能够保持良好的光学性能,并且能够使对焦时的视场角变动少。

[0377] (第6实施例)

[0378] 使用图16~图18及表6对第6实施例进行说明。图16是示出第6实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。第6实施例的变倍光学系统ZL(6)由沿着光轴从物体侧依次排列的具有负的光焦度的第1透镜组G1、具有正的光焦度的第2透镜组G2、具有正的光焦度的第3透镜组G3、具有负的光焦度的第4透镜组G4、具有正的光焦度的第5透镜组G5以及具有负的光焦度的第6透镜组G6构成。在从广角端状态(W)向远焦端状态(T)进行变倍时,第1透镜组G1和第2透镜组G2沿着光轴向像侧移动,第3透镜组G3、第4透镜组G4、第5透镜组G5以及第6透镜组G6沿着光轴向物体侧移动,相邻的各透镜组的间隔变化。孔径光阑S配置在第2透镜组G2与第3透镜组G3之间。

[0379] 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、凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L12以及双凹形状的负透镜L13与凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L14的接合透镜构成。负弯月形透镜L11的两侧的透镜面为非球面。负透镜L13

使用具有异常色散性的光学玻璃来制作。

[0380] 第2透镜组G2由双凸形状的正透镜L21与凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L22的接合透镜构成。第3透镜组G3由双凸形状的正透镜L31构成。在正透镜L31的物体侧附近配置有孔径光阑S。在进行变倍时,孔径光阑S与第3透镜组G3一起沿着光轴移动。正透镜L31使用具有异常色散性的光学玻璃来制作。

[0381] 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。在正弯月形透镜L42的像侧附近配置有副光圈Sa。在进行变倍时,副光圈Sa与第4透镜组G4一起沿着光轴移动。

[0382] 第5透镜组G5由沿着光轴从物体侧依次排列的双凸形状的正透镜L51与凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L52的接合透镜、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L53与凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L54的接合透镜、双凸形状的正透镜L55、双凹形状的负透镜L56以及凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L57构成。负透镜L56的物体侧透镜面为非球面。正透镜L51、正弯月形透镜L54以及正弯月形透镜L57使用具有异常色散性的光学玻璃来制作。

[0383] 第6透镜组G6由沿着光轴从物体侧依次排列的双凹形状的负透镜L61以及凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L62构成。在第6透镜组G6的像侧配置有像面I。负透镜L61的物体侧透镜面为非球面。正弯月形透镜L62的物体侧透镜面为非球面。

[0384] 在本实施例中,第1透镜组G1构成作为整体具有负的光焦度的前置透镜组GA。第2透镜组G2、第3透镜组G3、第4透镜组G4、第5透镜组G5以及第6透镜组G6构成作为整体具有正的光焦度的后续透镜组GB。第2透镜组G2构成后续透镜组GB中的对焦组GF,第3透镜组G3、第4透镜组G4、第5透镜组G5以及第6透镜组G6构成后续透镜组GB中的像侧组GC。后续透镜组GB中由从对焦组GF起在像侧配置的透镜,即第2透镜组G2的各透镜、第3透镜组G3的各透镜、第4透镜组G4的各透镜、第5透镜组G5的各透镜以及第6透镜组G6的各透镜构成上述的像侧透镜组GBa。在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,构成对焦组GF的第2透镜组G2沿着光轴向像侧移动。另外,在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,构成第2对焦组GF2的第5透镜组G5的负透镜L56和正弯月形透镜L57沿着光轴向物体侧移动。另外,第3透镜组G3的正透镜L31与第5透镜组G5的正透镜L51、正弯月形透镜L54及正弯月形透镜L57相当于后续透镜组GB中的特定透镜。

[0385] 在以下的表6,示出第6实施例的变倍光学系统的参数的值。

[0386] (表6)

[0387] [整体参数]

[0388] 变倍比=2.06

[0389] $f_{Baw}=38.120$

[0390] $f_{Cw}=38.813$

[0391] $f_F=113.314$

[0392] $\beta_{Baw}=-0.770$

[0393] $\beta_{Fw}=1.834$

[0394] $STL_w=72.551$

	W	T		
	f	16.5	34.0	
	FNO	2.91	2.91	
[0395]	2 ω	108.2	63.0	
	Y	21.6	21.6	
	TL	157.65	139.68	
	Bf	12.48	32.74	
[0396]	[透镜参数]			
	面编号	R	D	nd vd
	1*	101.86	2.80	1.790630 44.9
[0397]	2*	17.50	15.42	
	3	-86.28	2.33	1.755200 27.5
	4	-56.75	0.49	

	5	-51.79	1.70	1.497820	82.6	
	6	35.60	4.74	1.854505	25.1	
	7	79.30	(D7)			
	8	281.88	3.62	1.834801	42.7	
	9	-59.25	1.10	1.922860	20.8	
	10	-124.87	(D10)			
	11	∞	1.50			(光圈 S)
	12	30.00	6.70	1.497820	82.6	
	13	-57.17	(D13)			
	14	-56.59	1.10	1.870705	40.7	
	15	66.46	0.20			
	16	43.96	2.53	1.922860	20.8	
	17	124.88	1.50			
	18	∞	(D18)			(光圈 Sa)
[0398]	19	42.12	8.18	1.497820	82.6	
	20	-25.33	1.20	2.001000	29.1	
	21	-469.54	0.20			
	22	33.67	1.20	1.953747	32.3	
	23	21.47	6.99	1.497820	82.6	
	24	93.49	0.20			
	25	35.65	7.53	1.850260	32.3	
	26	-62.05	(D26)			
	27*	-500.00	1.40	1.870705	40.7	
	28	459.53	1.20			
	29	-141.51	4.75	1.497820	82.6	
	30	-30.90	(D30)			
	31*	-79.23	1.40	1.851080	40.1	
	32	34.18	7.09			
	33*	-500.00	2.22	1.922860	20.8	
	34	-201.44	Bf			
[0399]	[非球面数据]					
[0400]	第1面					

[0401] $\kappa=1.000$ 、 $A4=-4.56E-07$ 、 $A6=1.02E-09$ 、 $A8=-1.24E-12$ 、 $A10=7.97E-16$ 、 $A12=-2.87E-19$

[0402] 第2面

[0403] $\kappa=0.000$ 、 $A4=9.94E-06$ 、 $A6=1.24E-08$ 、 $A8=-8.79E-12$ 、 $A10=5.99E-14$ 、 $A12=-4.00E-17$

[0404] 第27面

[0405] $\kappa=1.000$ 、 $A4=-2.12E-05$ 、 $A6=-1.66E-09$ 、 $A8=7.73E-11$ 、 $A10=-1.53E-13$ 、 $A12=1.07E-16$

[0406] 第31面

[0407] $\kappa=1.000$ 、 $A4=-1.01E-05$ 、 $A6=-1.21E-08$ 、 $A8=-1.82E-10$ 、 $A10=1.01E-12$ 、 $A12=-1.31E-15$

[0408] 第33面

[0409] $\kappa=1.000$ 、 $A4=-9.51E-07$ 、 $A6=-4.11E-09$ 、 $A8=7.09E-12$ 、 $A10=-5.94E-14$ 、 $A12=-2.83E-16$

[0410] [可变间隔数据]

[0411] 无限远对焦状态

	W	M1	M2	T
焦距	16.50	20.00	24.00	34.00
物体距离	∞	∞	∞	∞
D7	12.04	5.91	2.94	2.30
[0412] D10	28.31	22.58	17.45	5.39
D13	2.32	2.86	3.79	5.78
D18	8.63	6.49	4.10	0.00
D26	2.47	2.47	2.47	2.47
D30	2.10	2.43	2.31	1.70
Bf	12.48	16.82	21.70	32.74

中间距离对焦状态

		W	M1	M2	T				
	倍率	0.033	0.033	0.033	0.033				
	物体距离	472	698	578	998				
	D7	13.28	7.00	3.88	2.94				
[0413]	D10	27.07	21.49	16.51	4.76				
	D13	2.32	2.86	3.79	5.78				
	D18	8.63	6.49	4.10	0.00				
	D26	2.44	2.41	2.40	2.37				
	D30	2.14	2.49	2.38	1.81				
	Bf	12.48	16.82	21.70	32.74				
[0414]	极近距离对焦状态								
		W	M1	M2	T				
	倍率	0.115	0.132	0.153	0.176				
	物体距离	121	130	138	139				
	D7	16.20	10.09	7.11	6.19				
[0415]	D10	24.14	18.40	13.28	1.50				
	D13	2.32	2.86	3.79	5.78				
	D18	8.63	6.49	4.10	0.00				
	D26	2.33	2.22	2.13	1.80				
	D30	2.24	2.68	2.66	2.37				
	Bf	12.48	16.82	21.70	32.74				
[0416]	[透镜组数据]								
[0417]	组始面焦距G1	1	-21.432	G2	8	113.314	G3	11	40.562
	G4	14	-67.240						
[0418]	G5	19	28.11						
	G6	31	-31.068						

[0419] 图17(A)是第6实施例的变倍光学系统的广角端状态下的无限远对焦时的各像差图。图17(B)是第6实施例的变倍光学系统的远焦端状态下的无限远对焦时的各像差图。图18(A)是第6实施例的变倍光学系统的广角端状态下的近距离对焦时的各像差图。图18(B)是第6实施例的变倍光学系统的远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。通过各像差图可知,第6实施例的变倍光学系统,在从无限远对焦时到近距离对焦时为止的整个区域中,良好地对各像差进行校正,具有优秀的成像性能。因此,在对焦到近距离物体时也能够保持

良好的光学性能,并且能够使对焦时的视场角变动少。

[0420] (第7实施例)

[0421] 使用图19~图21及表7对第7实施例进行说明。图19是示出第7实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。第7实施例的变倍光学系统ZL(7)由沿着光轴从物体侧依次排列的具有负的光焦度的第1透镜组G1、具有正的光焦度的第2透镜组G2、具有负的光焦度的第3透镜组G3、具有正的光焦度的第4透镜组G4以及具有负的光焦度的第5透镜组G5构成。在从广角端状态(W)向远焦端状态(T)进行变倍时,第1透镜组G1沿着光轴向像侧移动,第2透镜组G2、第3透镜组G3、第4透镜组G4以及第5透镜组G5沿着光轴向物体侧移动,相邻的各透镜组的间隔变化。孔径光阑S配置在第2透镜组G2与第3透镜组G3之间。

[0422] 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、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L12、双凹形状的负透镜L13以及双凸形状的正透镜L14构成。负弯月形透镜L11的两侧的透镜面为非球面。负弯月形透镜L12的像侧透镜面为非球面。负透镜L13使用具有异常色散性的光学玻璃来制作。

[0423] 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与双凸形状的正透镜L22的接合透镜、凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L23以及凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L24与双凸形状的正透镜L25的接合透镜构成。在第2透镜组G2中的正透镜L22与正弯月形透镜L23之间配置有副光圈Sa。

[0424] 第3透镜组G3由沿着光轴从物体侧依次排列的凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L31、双凹形状的负透镜L32以及双凸形状的正透镜L33构成。在负弯月形透镜L31的物体侧附近配置有孔径光阑S。在正透镜L33的像侧附近配置有副光圈Sa。在进行变倍时,孔径光阑S和副光圈Sa与第3透镜组G3一起沿着光轴移动。

[0425] 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与双凸形状的正透镜L42的接合透镜、双凸形状的正透镜L43与凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L44的接合透镜、双凸形状的正透镜L45以及双凹形状的负透镜L46构成。负透镜L46的像侧透镜面为非球面。正透镜L42和正透镜L43使用具有异常色散性的光学玻璃来制作。

[0426] 第5透镜组G5由凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L51构成。在第5透镜组G5的像侧配置有像面I。负弯月形透镜L51的像侧透镜面为非球面。

[0427] 在本实施例中,第1透镜组G1构成作为整体具有负的光焦度的前置透镜组GA。第2透镜组G2、第3透镜组G3、第4透镜组G4以及第5透镜组G5构成作为整体具有正的光焦度的后续透镜组GB。第2透镜组G2的负弯月形透镜L21和正透镜L22构成后续透镜组GB中的对焦组GF,第2透镜组G2的正弯月形透镜L23、负弯月形透镜L24及正透镜L25与第3透镜组G3、第4透镜组G4以及第5透镜组G5构成后续透镜组GB中的像侧组GC。后续透镜组GB中由从对焦组GF起在像侧配置的透镜,即第2透镜组G2的各透镜、第3透镜组G3的各透镜、第4透镜组G4的各透镜以及第5透镜组G5的各透镜构成上述的像侧透镜组GBa。在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,构成对焦组GF的第2透镜组G2的负弯月形透镜L21和正透镜L22沿着光轴向像侧移动。另外,在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,构成第2对焦组GF2的第4透镜组G4的正透镜L45和负透镜L46沿着光轴向物体侧移动。另外,第4透镜组G4的正透镜L42和正透镜L43相当于后续透镜组GB中的特定透镜。

[0428] 在以下的表7,示出第7实施例的变倍光学系统的参数的值。

[0429] (表7)

[0430] [整体参数]

[0431] 变倍比=2.06

[0432] $f_{Baw}=37.589$

[0433] $f_{Cw}=50.452$

[0434] $f_F=113.314$

[0435] $\beta_{Baw}=-0.707$

[0436] $\beta_{Fw}=4.383$

[0437] $STLw=89.22$

	W	T
f	16.5	34.0
FNO	2.91	2.91
[0438] 2ω	108.2	63.0
Y	21.6	21.6
TL	157.56	147.45
Bf	19.36	32.89

[透镜参数]

面编号	R	D	nd	vd	
1*	104.57	2.80	1.820980	42.5	
2*	17.08	9.90			
3	60.02	2.00	1.820980	42.5	
4*	39.88	8.96			
5	-47.04	1.70	1.456000	91.3	
6	99.56	0.20			
7	69.77	4.42	2.000600	25.4	
8	-360.61	(D8)			
9	51.00	1.10	1.963000	24.1	
10	26.00	5.60	1.672700	32.1	
11	-344.00	(D11)			
12	∞	0.00			(光圈 Sa)
[0439] 13	51.32	3.60	1.816659	29.2	
14	546.18	0.20			
15	55.66	1.20	1.846660	23.7	
16	25.97	8.10	1.487490	70.3	
17	-49.86	(D17)			
18	∞	3.69			(光圈 S)
19	-47.28	1.10	1.953750	32.3	
20	-294.71	1.39			
21	-67.34	1.10	1.953750	32.3	
22	97.38	0.20			
23	40.32	3.30	1.922860	20.8	
24	-773.06	1.50			
25	∞	(D25)			(光圈 Sa)
26	73.81	1.10	1.953750	32.3	
27	20.74	6.00	1.497820	82.6	

	28	-161.32	0.20		
	29	26.70	9.30	1.497820	82.6
	30	-23.87	1.20	1.953750	32.3
	31	-34.06	(D31)		
[0440]	32	636.03	3.55	1.808090	22.7
	33	-42.69	0.20		
	34	-54.47	1.40	1.851080	40.1
	35*	98.18	(D35)		
	36	-22.05	1.40	1.820980	42.5
	37*	-32.00	Bf		

[0441] [非球面数据]

[0442] 第1面

[0443] $\kappa=1.000$ 、 $A4=-1.01E-06$ 、 $A6=5.63E-09$ 、 $A8=-7.40E-12$ 、 $A10=3.87E-15$ 、 $A12=-5.67E-19$

[0444] 第2面

[0445] $\kappa=0.000$ 、 $A4=3.61E-06$ 、 $A6=9.15E-09$ 、 $A8=1.27E-11$ 、 $A10=1.52E-13$ 、 $A12=-3.00E-16$

[0446] 第4面

[0447] $\kappa=1.000$ 、 $A4=4.88E-06$ 、 $A6=4.08E-09$ 、 $A8=-1.88E-11$ 、 $A10=-1.60E-14$ 、 $A12=1.46E-16$

[0448] 第35面

[0449] $\kappa=1.000$ 、 $A4=1.17E-05$ 、 $A6=1.03E-08$ 、 $A8=-1.15E-10$ 、 $A10=1.05E-12$ 、 $A12=-3.70E-15$

[0450] 第37面

[0451] $\kappa=1.000$ 、 $A4=6.03E-06$ 、 $A6=7.34E-09$ 、 $A8=2.29E-10$ 、 $A10=-9.55E-13$ 、 $A12=3.17E-15$

[0452] [可变间隔数据]

[0453] 无限远对焦状态

		W	M1	M2	T
	焦距	16.50	20.00	24.00	34.00
	物体距离	∞	∞	∞	∞
	D8	31.43	20.54	12.49	1.50
[0454]	D11	7.01	7.01	7.01	7.01
	D17	1.00	1.56	2.36	4.70
	D25	6.55	4.76	3.13	0.00
	D31	2.85	4.09	4.91	5.70
	D35	7.41	7.41	7.41	7.41
	Bf	19.36	24.65	27.69	32.89
[0455]	中间距离对焦状态				
		W	M1	M2	T
	倍率	0.033	0.034	0.029	0.034
	物体距离	465	566	801	980
	D8	32.61	21.57	13.40	2.30
[0456]	D11	5.83	5.99	6.11	6.26
	D17	1.00	1.56	2.36	4.70
	D25	6.55	4.76	3.13	0.00
	D31	2.61	3.89	4.65	5.47
	D35	7.64	7.59	7.67	7.63
	Bf	19.36	24.65	27.69	32.89
[0457]	极近距离对焦状态				
		W	M1	M2	T
	倍率	0.113	0.132	0.156	0.222
	物体距离	116	122	125	125
[0458]	D8	35.53	24.70	16.98	6.55
	D11	2.90	2.85	2.52	2.00
	D17	1.00	1.56	2.36	4.70

	D25	6.55	4.76	3.13	0.00
[0459]	D31	2.00	3.33	3.86	4.38
	D35	8.28	8.16	8.47	8.72
	Bf	19.36	24.65	27.69	32.89
[0460]	[透镜组数据]				
	组	始面	焦距		
	G1	1	-23.35		
[0461]	G2	9	32.35		
	G3	18	-61.43		
	G4	26	52.78		
	G5	36	-92.26		

[0462] 图20 (A) 是第7实施例的变倍光学系统的广角端状态下的无限远对焦时的各像差图。图20 (B) 是第7实施例的变倍光学系统的远焦端状态下的无限远对焦时的各像差图。图21 (A) 是第7实施例的变倍光学系统的广角端状态下的近距离对焦时的各像差图。图21 (B) 是第7实施例的变倍光学系统的远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。通过各像差图可知,第7实施例的变倍光学系统,在从无限远对焦时到近距离对焦时为止的整个区域中,良好地对各像差进行校正,具有优秀的成像性能。因此,在对焦到近距离物体时也能够保持良好的光学性能,并且能够使对焦时的视场角变动少。

[0463] 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7实施例)一并示出与条件式(1-1)、条件式(1-2)以及条件式(2)~(14)对应的值。

[0464] 条件式(1-1) $1.80 < fF/fBaw$

[0465] 条件式(1-2) $2.00 < \beta Fw/(-\beta Baw) < 15.00$

[0466] 条件式(2) $FN_{ow} < 3.40$ 条件式(3) $1.50 < \beta Fw < 15.00$

[0467] 条件式(4) $0.00 < fBaw/fCw < 1.00$

[0468] 条件式(5) $0.60 < Bfw/fw < 4.00$

[0469] 条件式(6) $0.05 < Bfw/TLw < 0.22$

[0470] 条件式(7) $0.40 < STLw/TLw < 0.70$

[0471] 条件式(8) $0.00 < TLt/TLw < 1.00$

[0472] 条件式(9) $1.00 < (-f1)/fw < 1.80$

[0473] 条件式(10) $0.42 < (-f1)/ft < 1.20$ 条件式(11) $-3.00 < (rL1R2+rL1R1)/(rL1R2-rL1R1) < -0.80$ 条件式(12) $-5.50 < (rL2R2+rL2R1)/(rL2R2-rL2R1) < -1.50$ 条件式(13) $-0.50 < (rL3R2+rL3R1)/(rL3R2-rL3R1) < 0.50$ 条件式(14) $1.50 < |(rLeR2+rLeR1)/(rLeR2-rLeR1)|$

[0474] 条件式(15) $75.0 < vd$

[0475] [条件式对应值](第1~第4实施例)

	条件式	第 1 实施例	第 2 实施例	第 3 实施例	第 4 实施例
	(1-1)	3.603	2.703	1.830	3.217
	(1-2)	3.837	7.630	13.253	3.989
	(2)	2.91	2.91	2.91	2.91
	(3)	2.430	5.116	13.381	2.687
	(4)	0.850	0.747	0.616	0.834
	(5)	1.467	1.515	1.399	1.563
[0476]	(6)	0.146	0.159	0.139	0.163
	(7)	0.588	0.571	0.603	0.583
	(8)	0.932	0.942	0.921	0.957
	(9)	1.139	1.491	1.436	1.484
	(10)	0.704	0.922	0.888	0.919
	(11)	-1.059	-1.163	-1.579	-1.237
	(12)	-3.333	-3.239	-2.678	-1.895
	(13)	0.147	0.108	-0.310	-0.127
[0477]	(14)	414.337	13.194	12.013	8.579
	(15)	82.6	82.6	82.6	82.6
[0478]	[条件式对应值] (第5 ~ 第7实施例)				

	条件式	第 5 实施例	第 6 实施例	第 7 实施例
	(1-1)	2.403	2.973	2.737
	(1-2)	6.075	2.382	6.202
	(2)	2.91	2.91	2.91
	(3)	4.267	1.834	4.383
	(4)	0.827	0.982	0.745
	(5)	1.394	0.756	1.173
	(6)	0.140	0.079	0.123
[0479]	(7)	0.608	0.460	0.566
	(8)	0.928	0.886	0.936
	(9)	1.424	1.299	1.415
	(10)	0.880	0.630	0.687
	(11)	-1.505	-1.415	-1.390
	(12)	-2.830	-4.843	-4.962
	(13)	-0.124	-0.185	0.358
	(14)	32.243	2.349	5.433
	(15)	82.6	82.6	82.6

[0480] 根据上述各实施例,能够实现使对焦时的视场角变动少的变倍光学系统。

[0481] 上述各实施例示出本申请发明的一具体例,本申请发明并不限于此。

[0482] 能够在损坏本实施方式的变倍光学系统的光学性能的范围适当采用以下的内容。

[0483] 作为本实施方式的变倍光学系统的实施例,虽然示出了3组结构、4组结构、5组结构以及6组结构,但是本申请并不限于此,还能够构成其他组结构(例如,7组等)的变倍光学系统。具体地讲,也可以是在本实施方式的变倍光学系统的最靠物体侧或最靠像面侧增加透镜或透镜组的结构。另外,透镜组表示被进行变倍时变化的空气间隔分离的、具有至少一个透镜的部分。

[0484] 也可以是使单独或多个透镜组、或者部分透镜组在光轴方向上移动,从而进行从无限远物体向近距离物体的对焦的对焦透镜组。对焦透镜组还能够应用于自动对焦,也适合于自动对焦用的(使用了超声波电机等的)电机驱动。

[0485] 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、或者向包含光轴的面内方向旋转移动(摆动),从而对通过手抖产生的像抖动进行校正的防抖透镜组。

[0486] 透镜面可以由球面或平面形成,也可以由非球面形成。在透镜面为球面或平面时,透镜加工和组装调整变得容易,防止由加工和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,即使在像面偏移的情况下,描绘性能的劣化也少,因此是优选的。

[0487] 在透镜面为非球面时,非球面可以是基于研磨加工的非球面、通过模具将玻璃形成为非球面形状的玻璃模铸非球面、在玻璃表面将树脂形成为非球面形状的复合型非球面中的任意一种。另外,透镜面也可以是衍射面,也可以是使透镜为折射率分布型透镜 (GRIN 透镜) 或塑料透镜。

[0488] 关于孔径光阑,虽然优选配置在第3透镜组之中或附近、或者第4透镜组之中或附近,但是也可以不设置作为孔径光阑的部件,而是用透镜的框来代替其作用。

[0489] 为了减轻眩光和重影,实现对比度高的光学性能,也可以在各透镜面施加在宽波长区域中具有高透射率的增透膜。

[0490] 标号说明

[0491] G1 第1透镜组 G2 第2透镜组

[0492] G3 第3透镜组 G4 第4透镜组

[0493] G5 第5透镜组 G6 第6透镜组

[0494] I 像面 S 孔径光阑

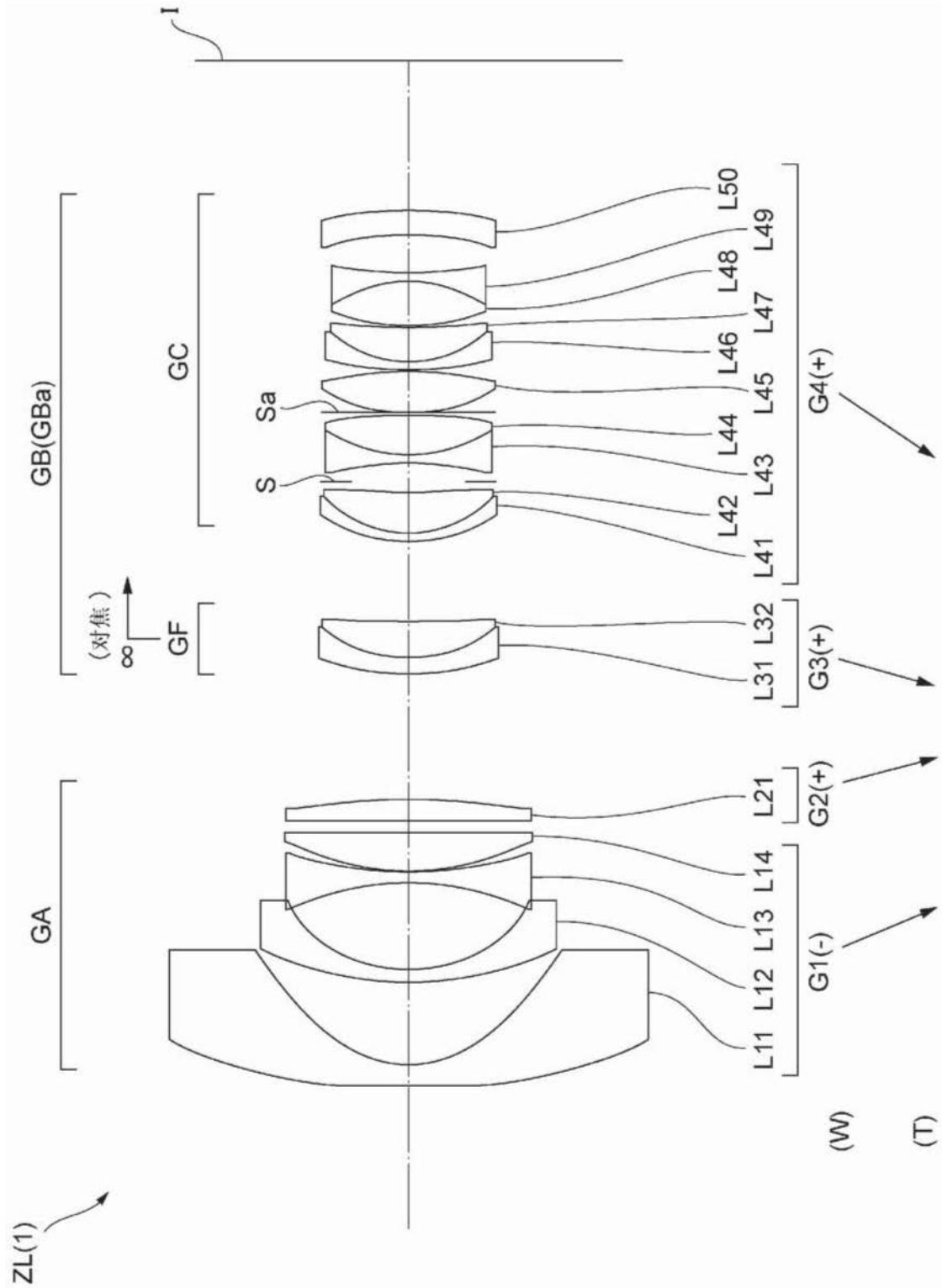


图1

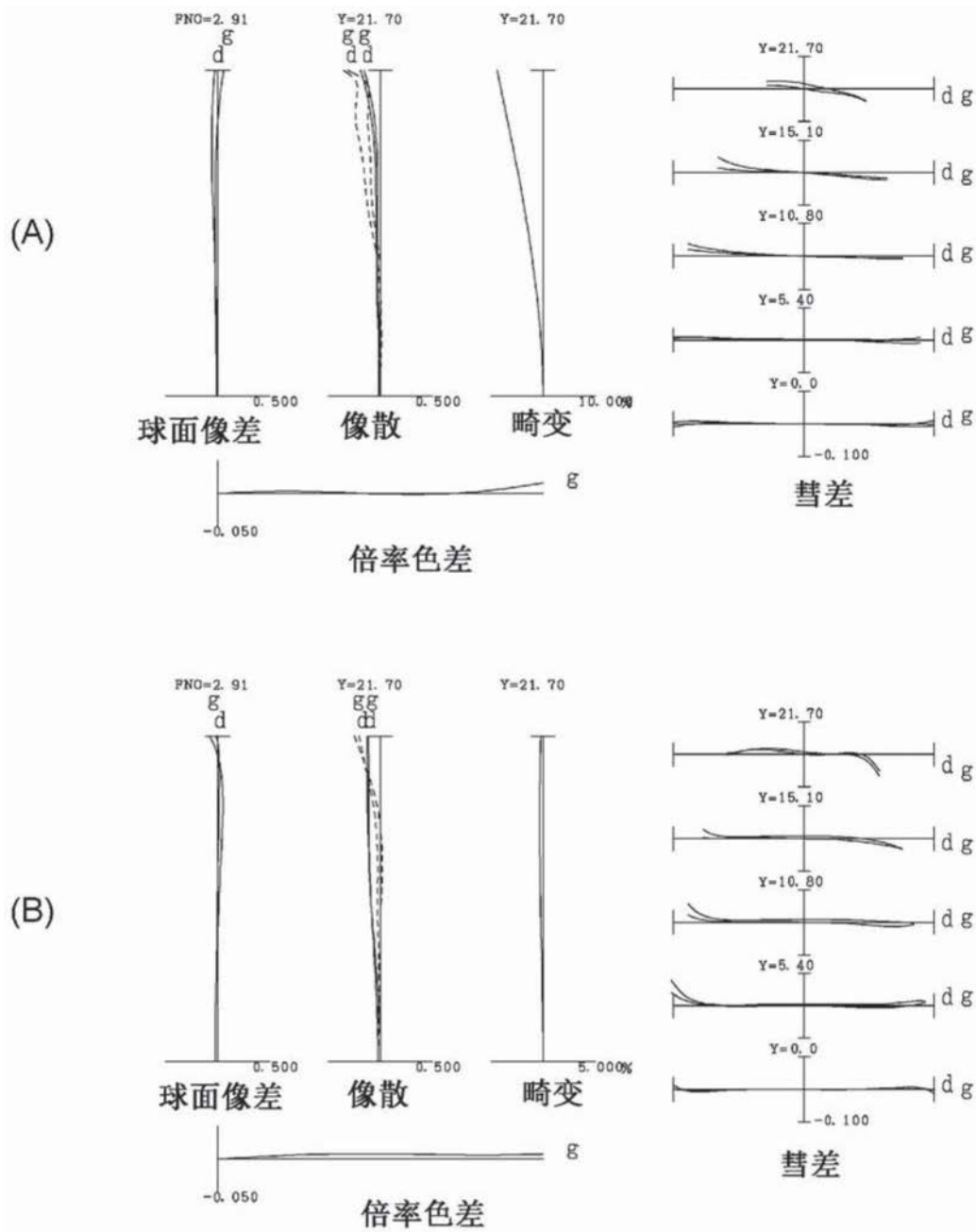


图2

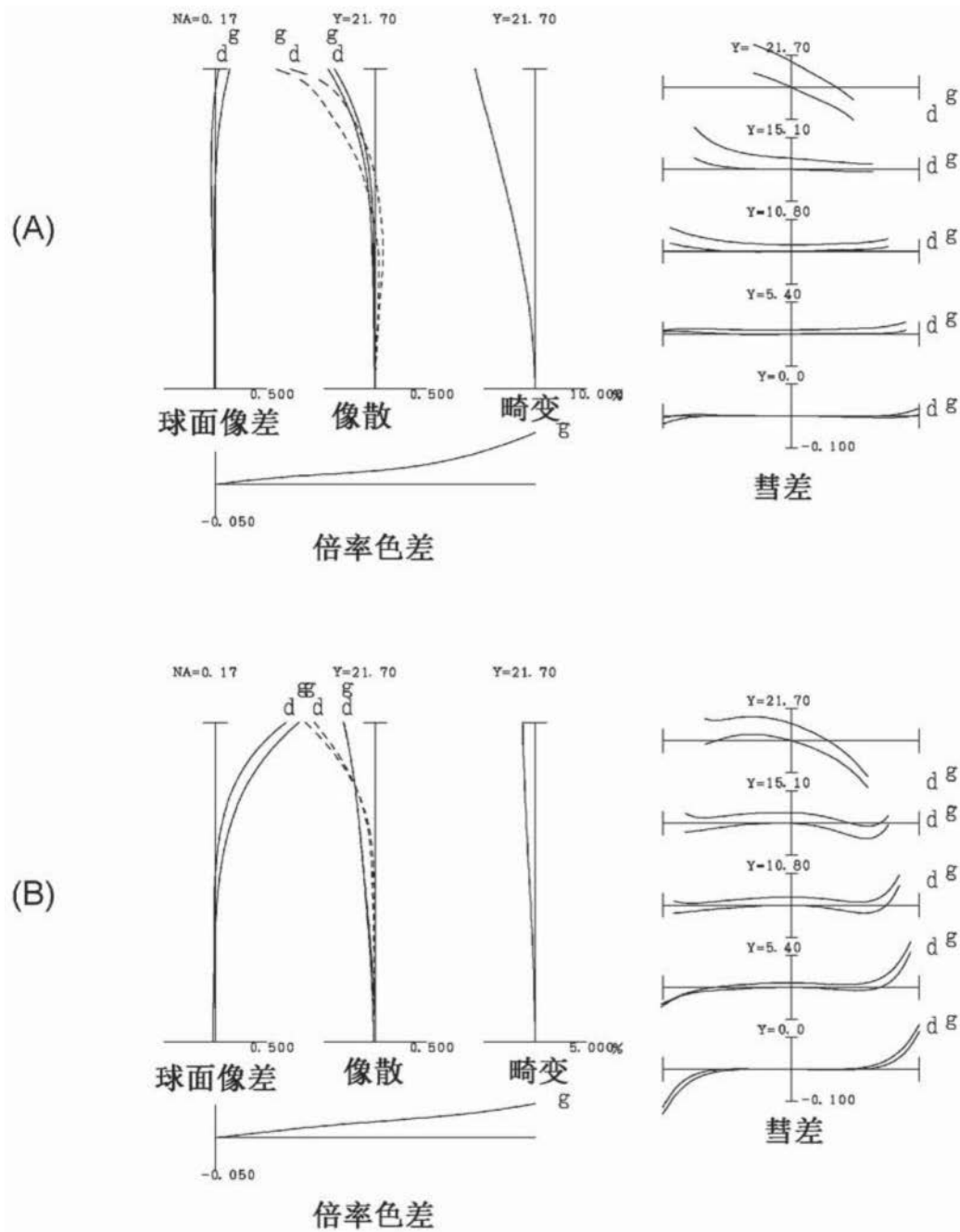


图3

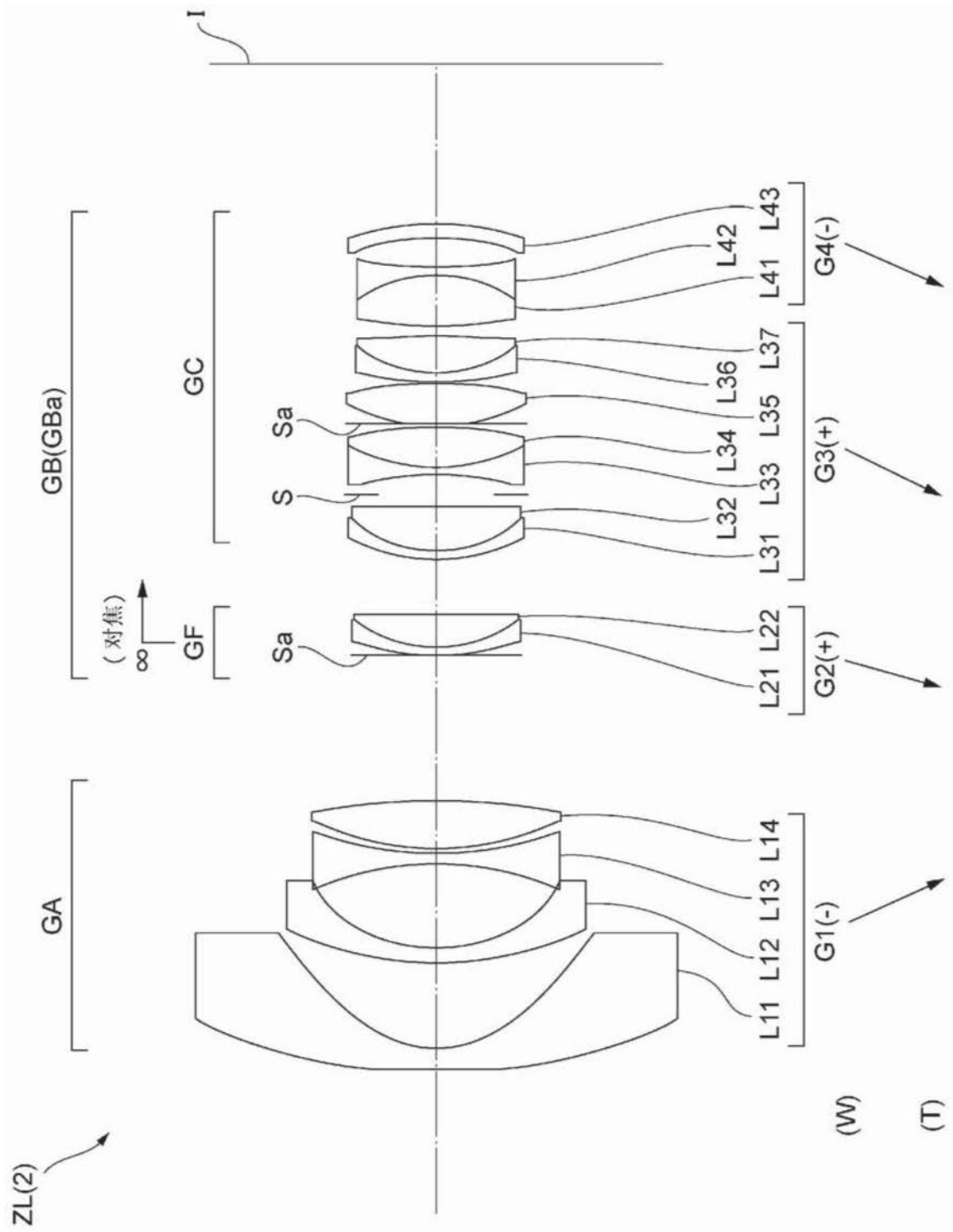


图4

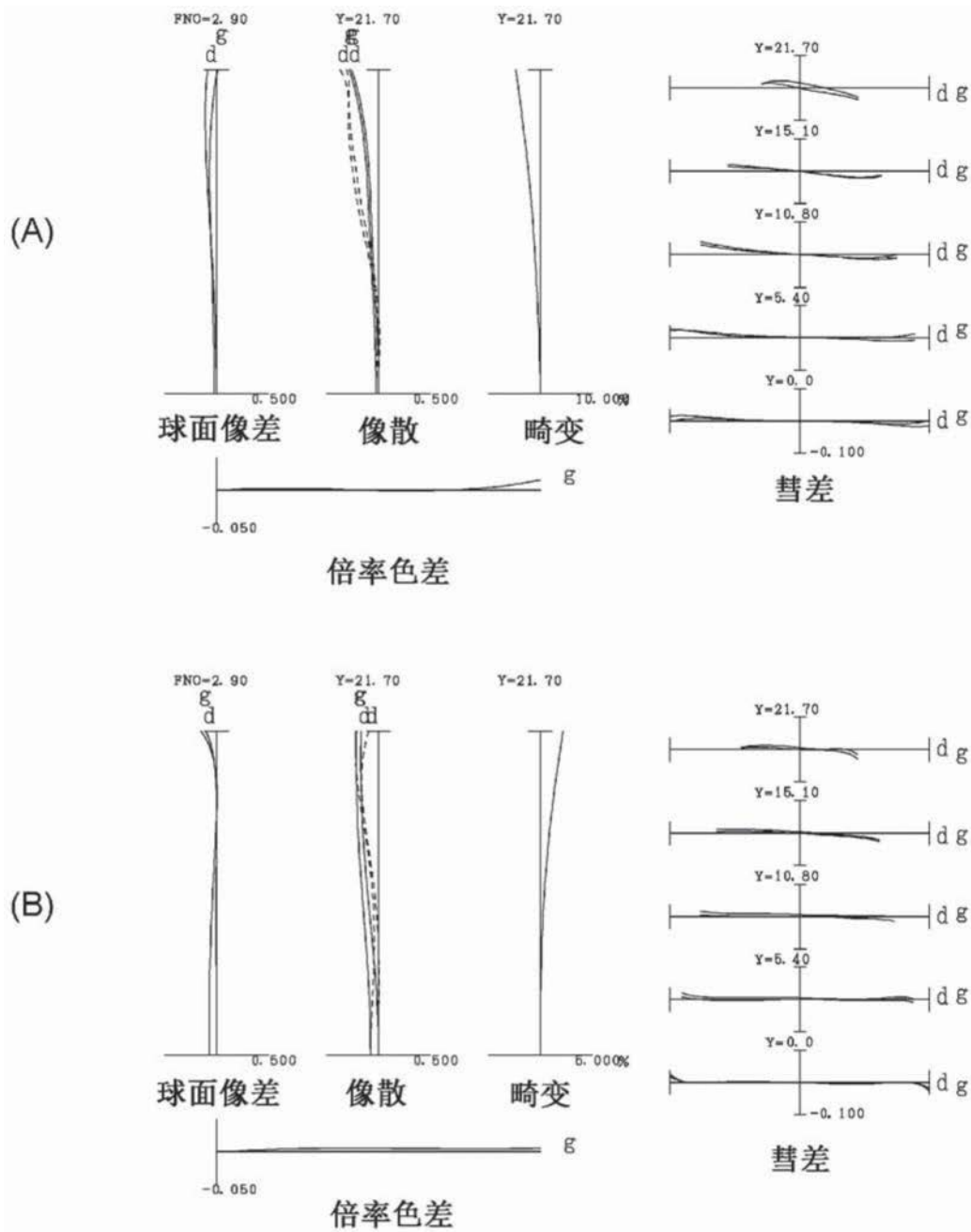


图5

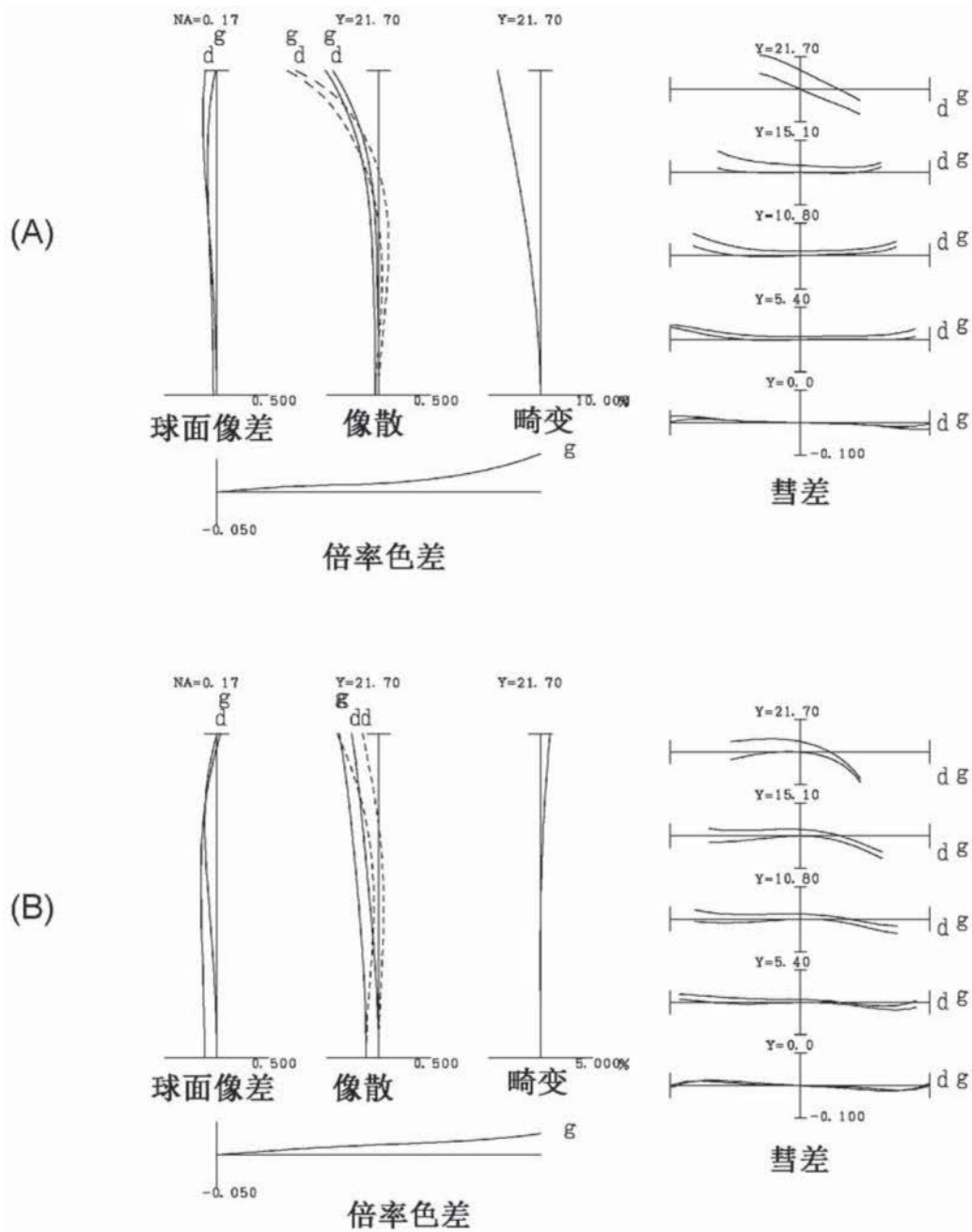


图6

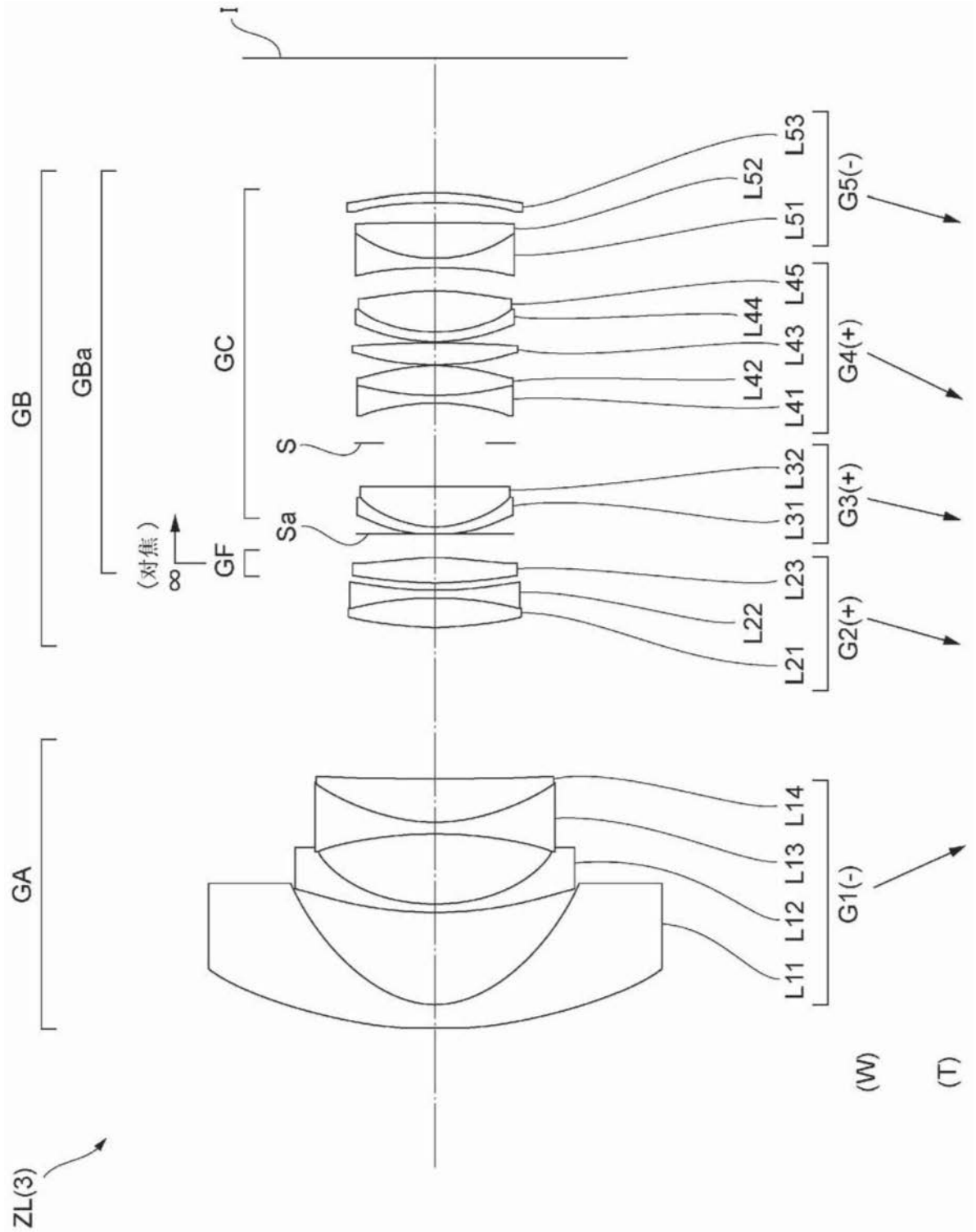


图7

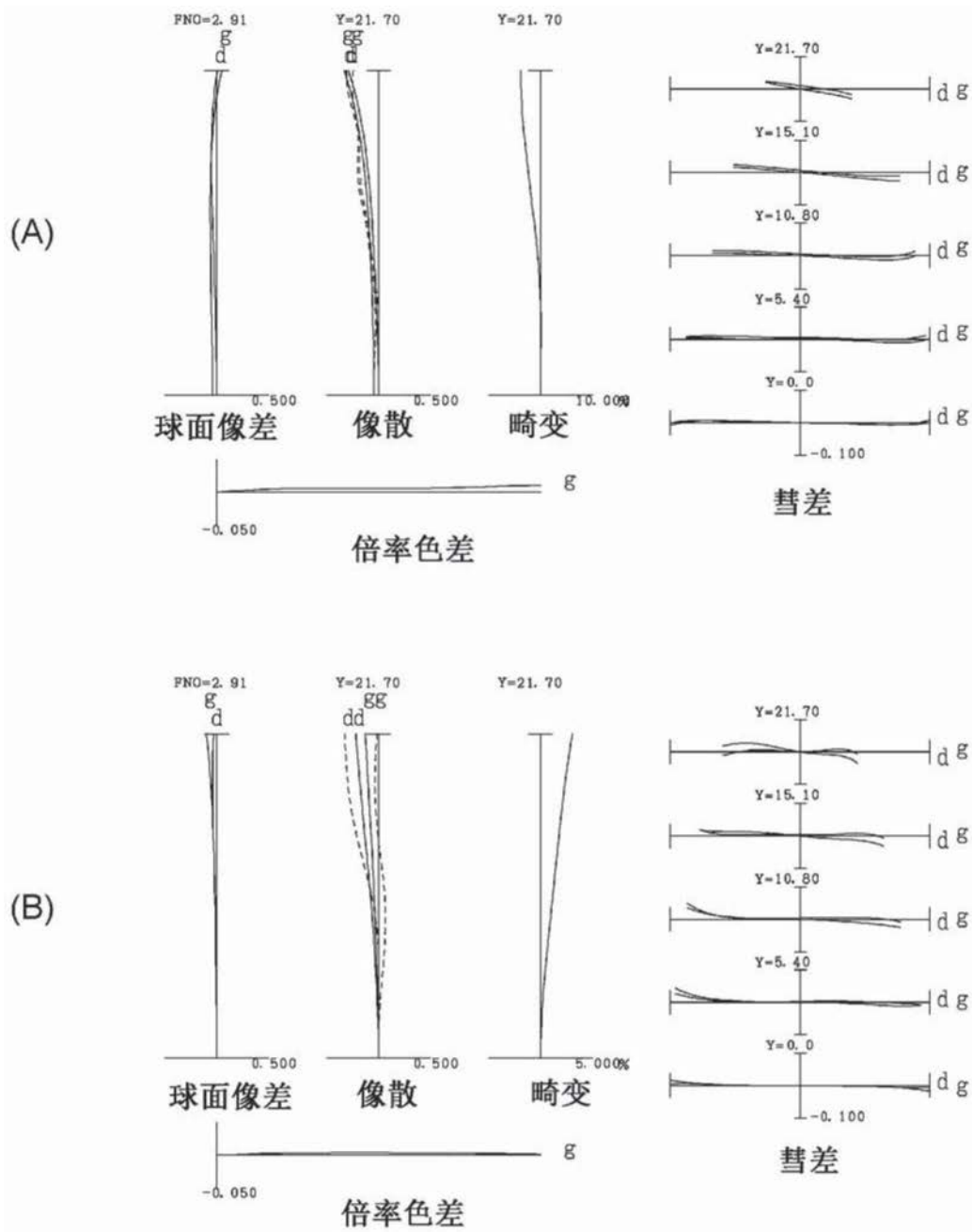


图8

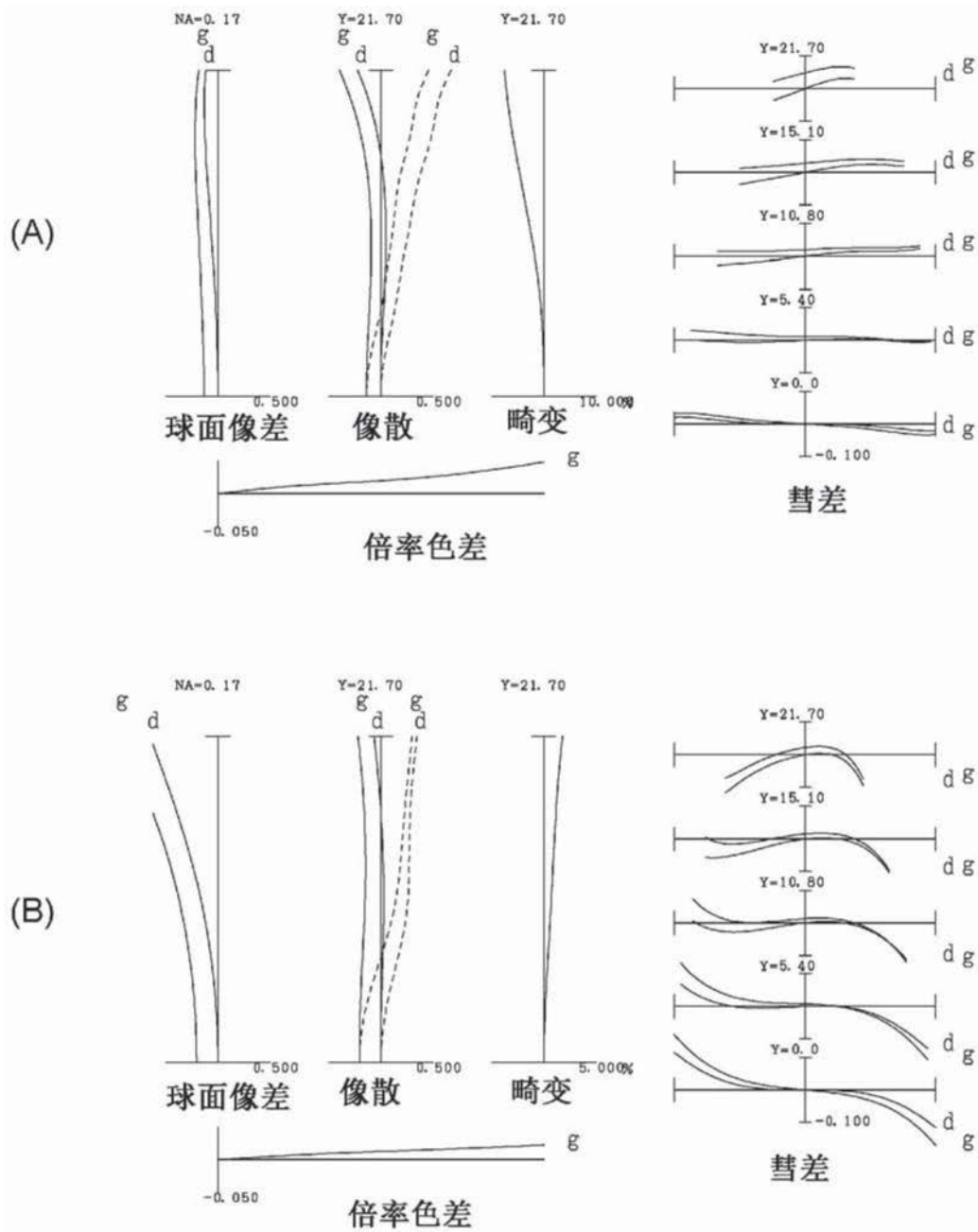


图9

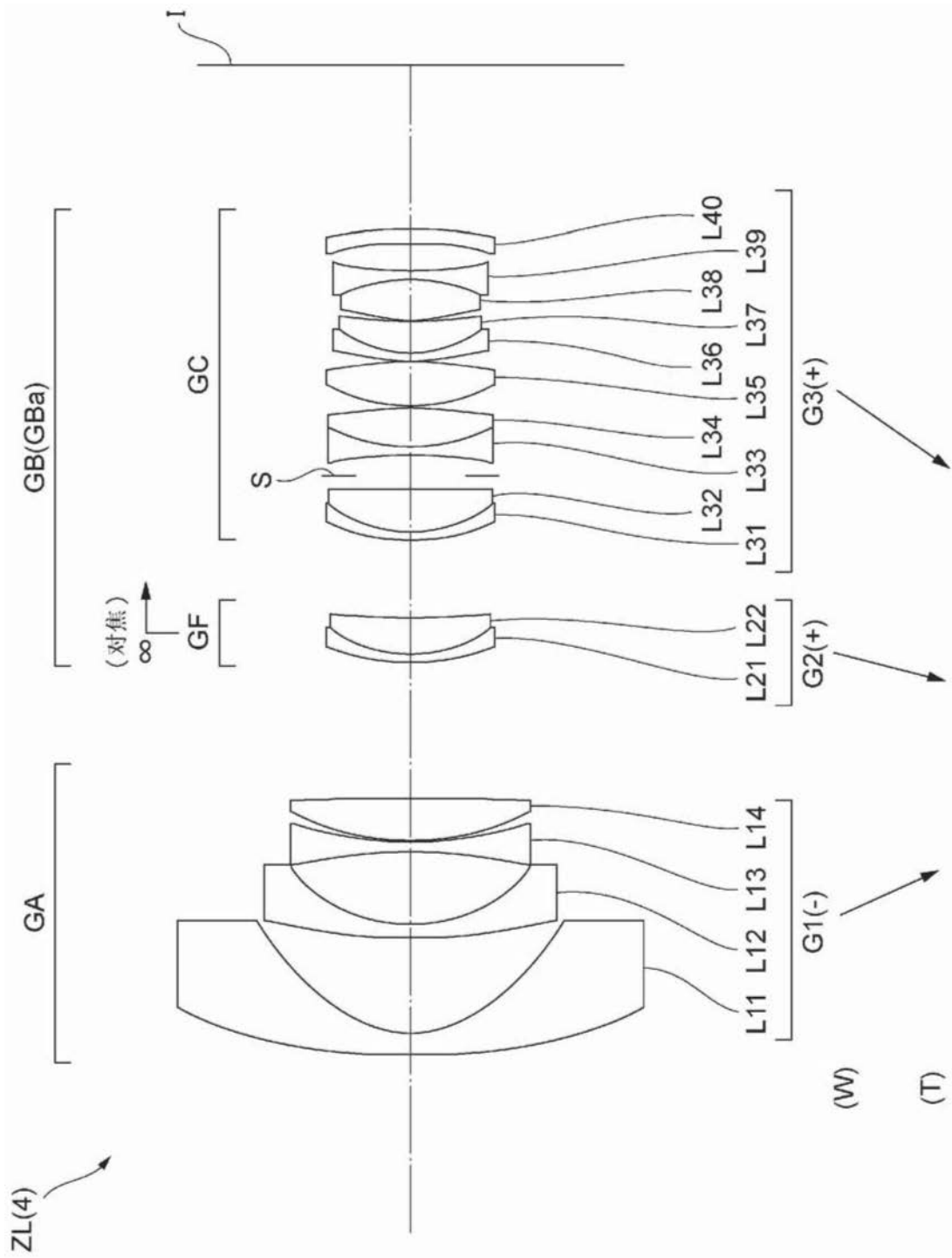


图10

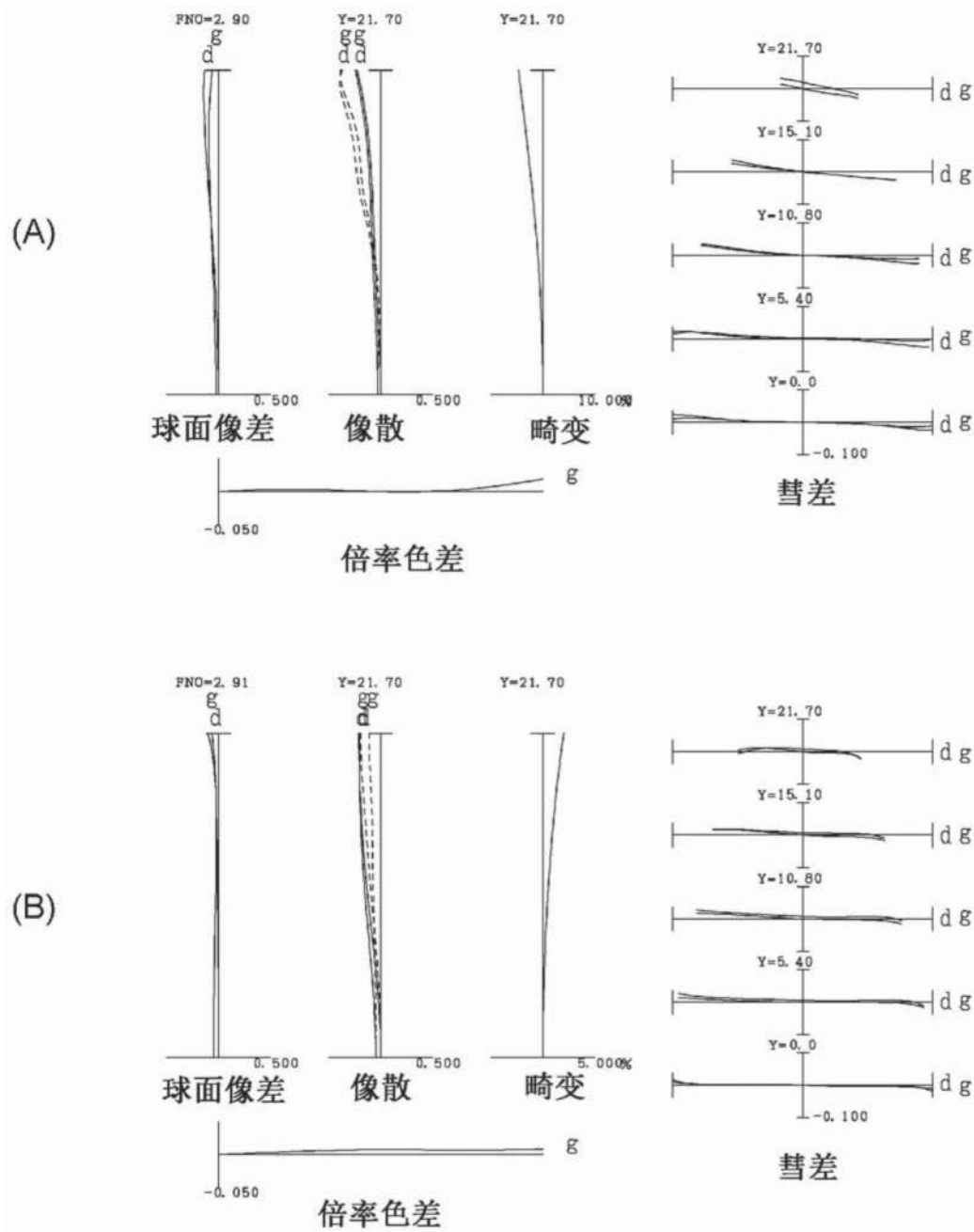


图11

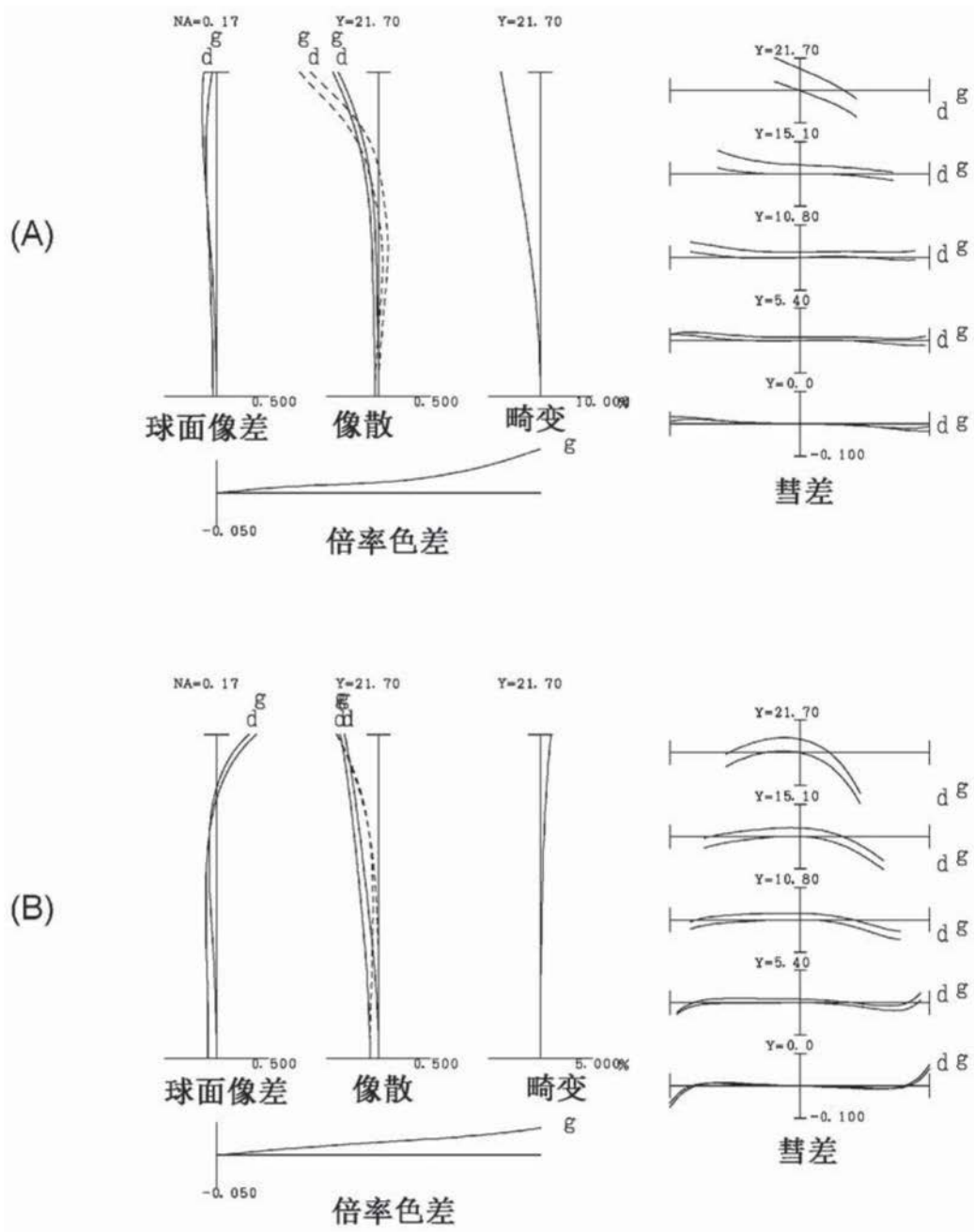


图12

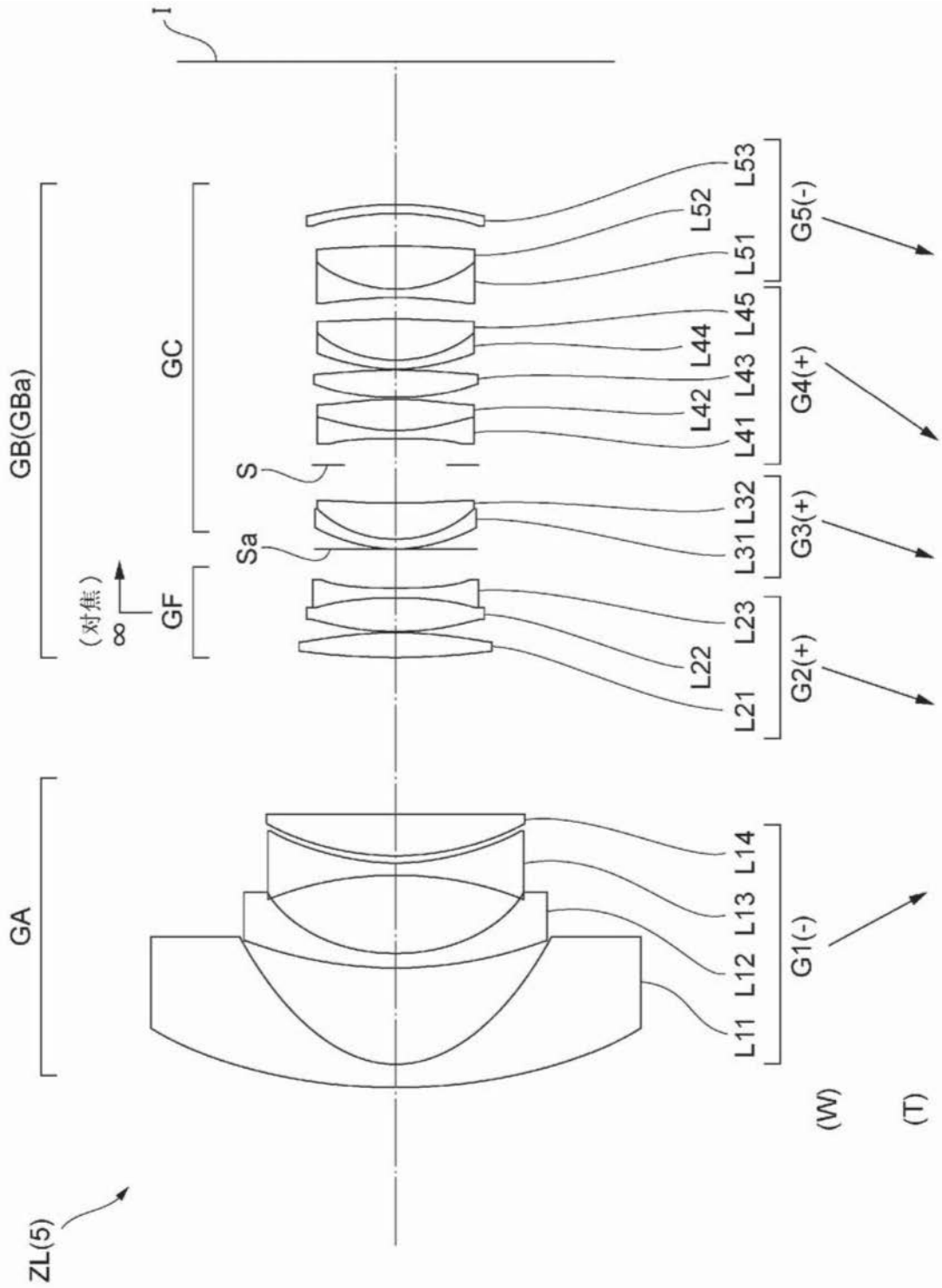


图13

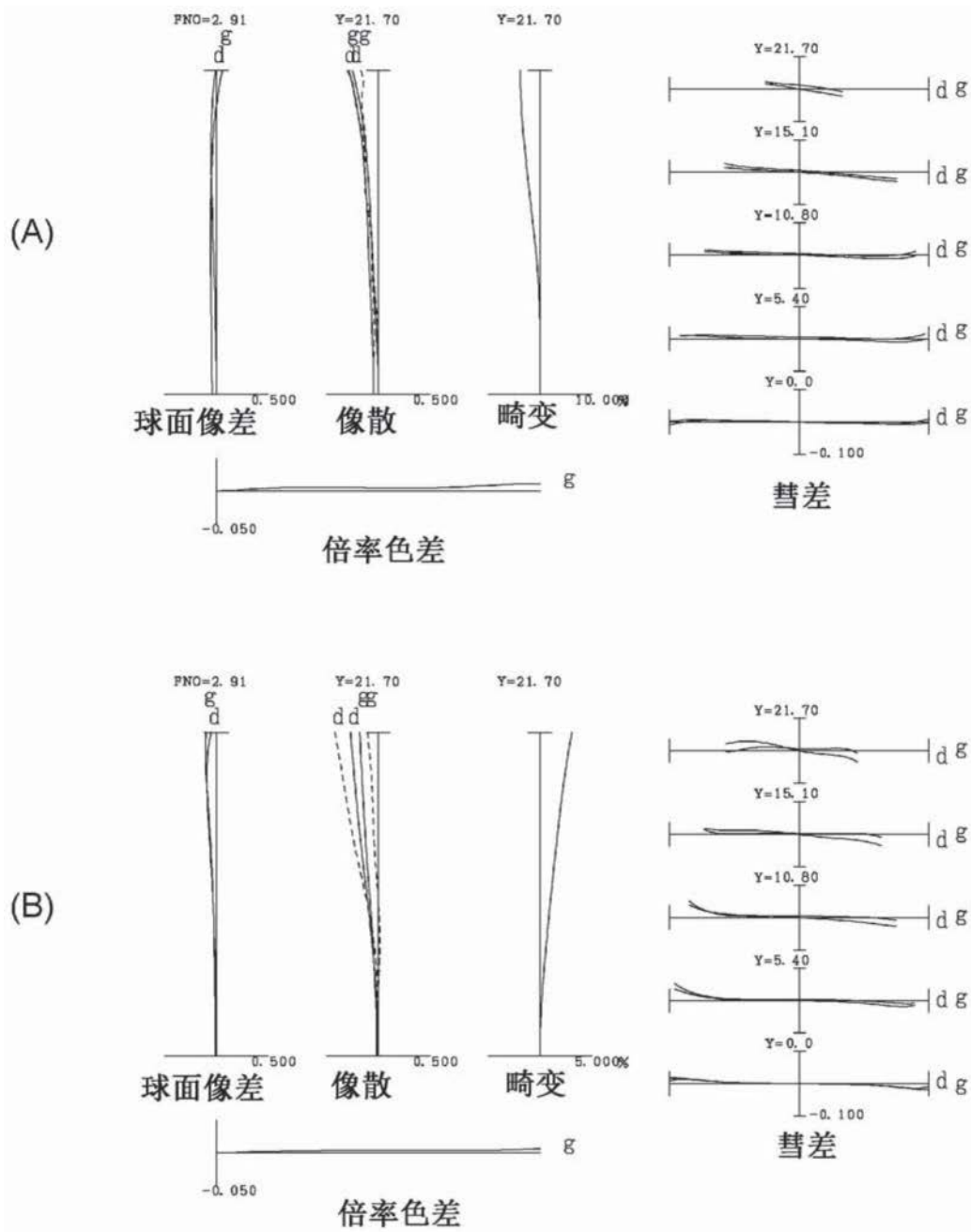


图14

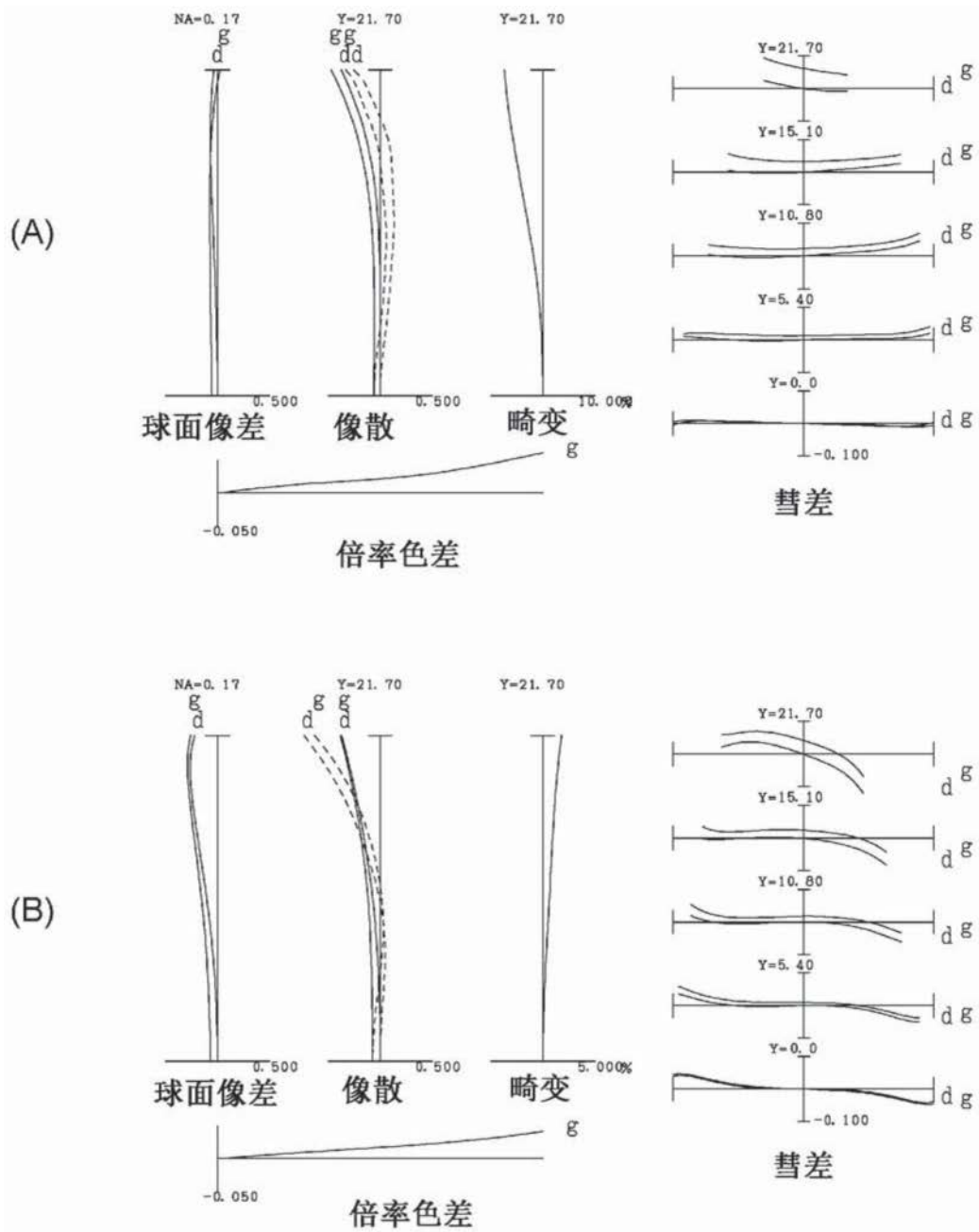


图15

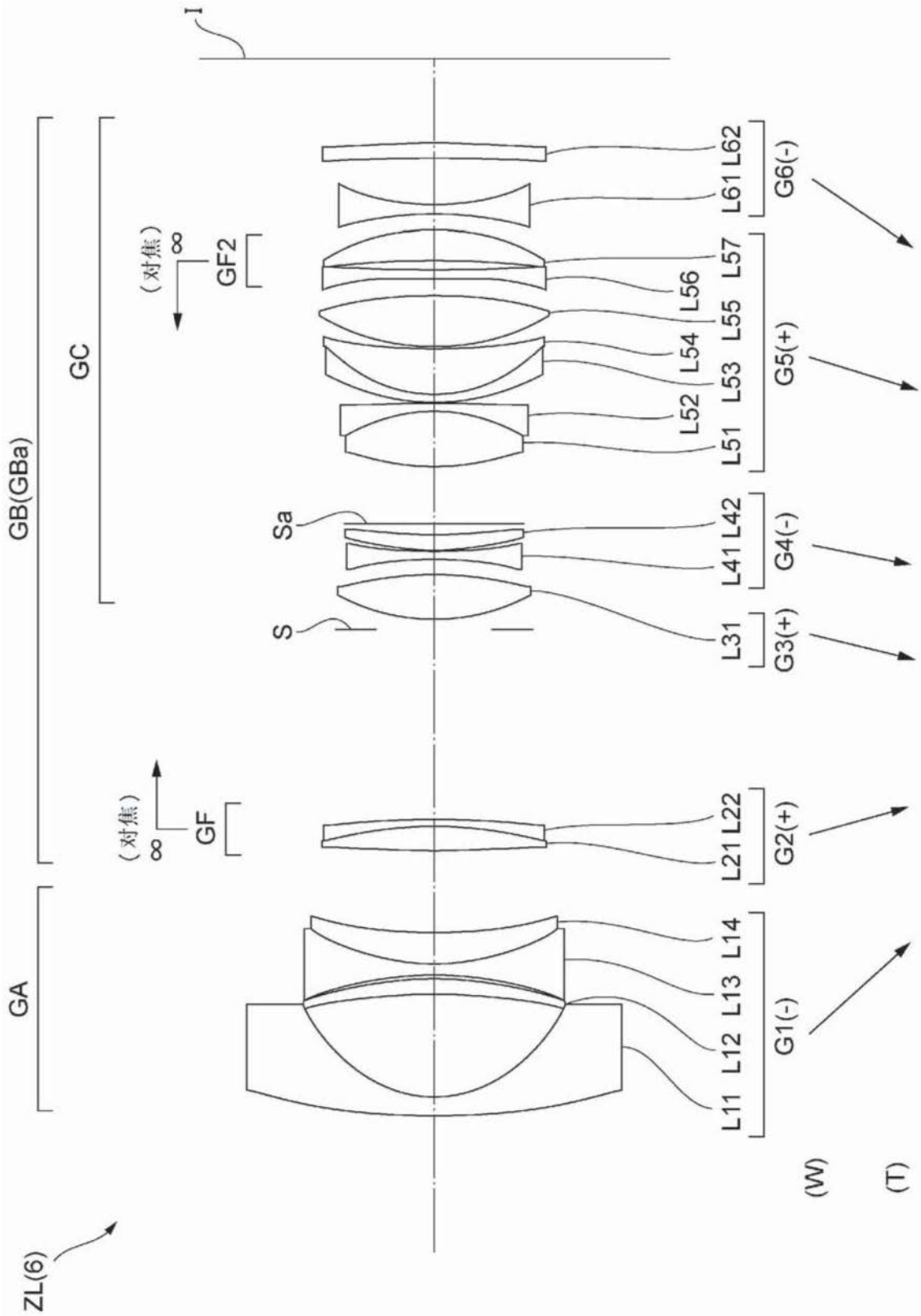


图16

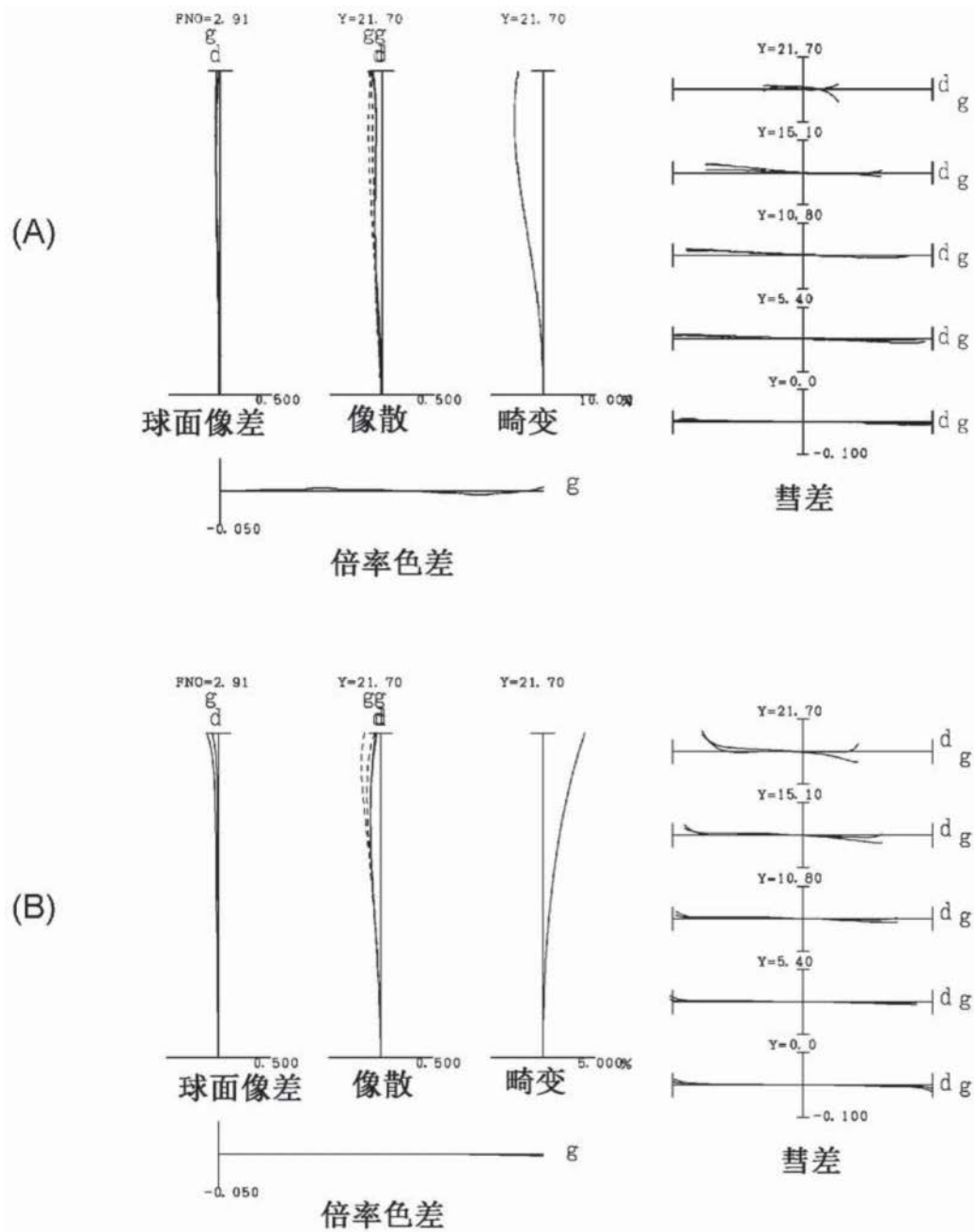


图17

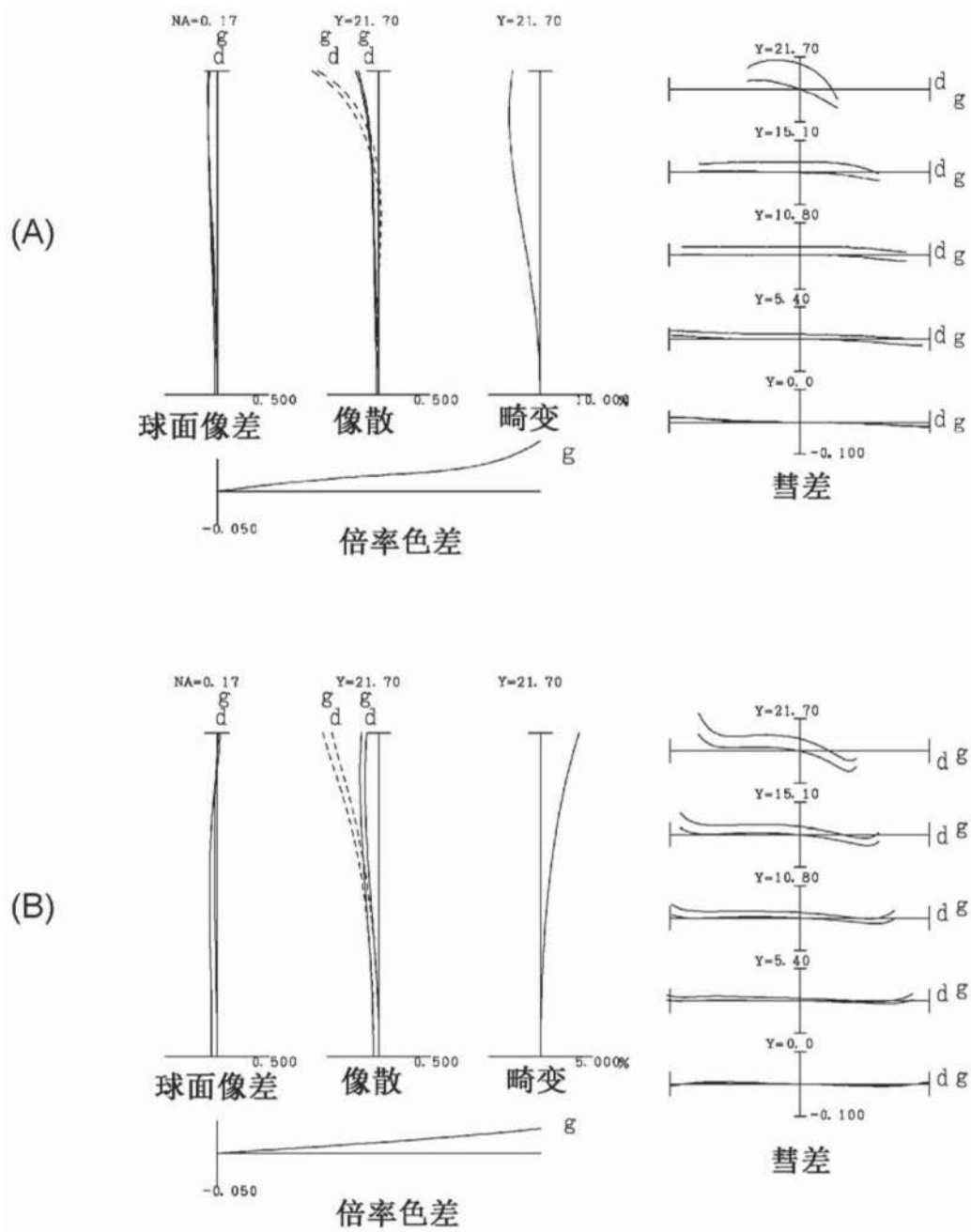


图18

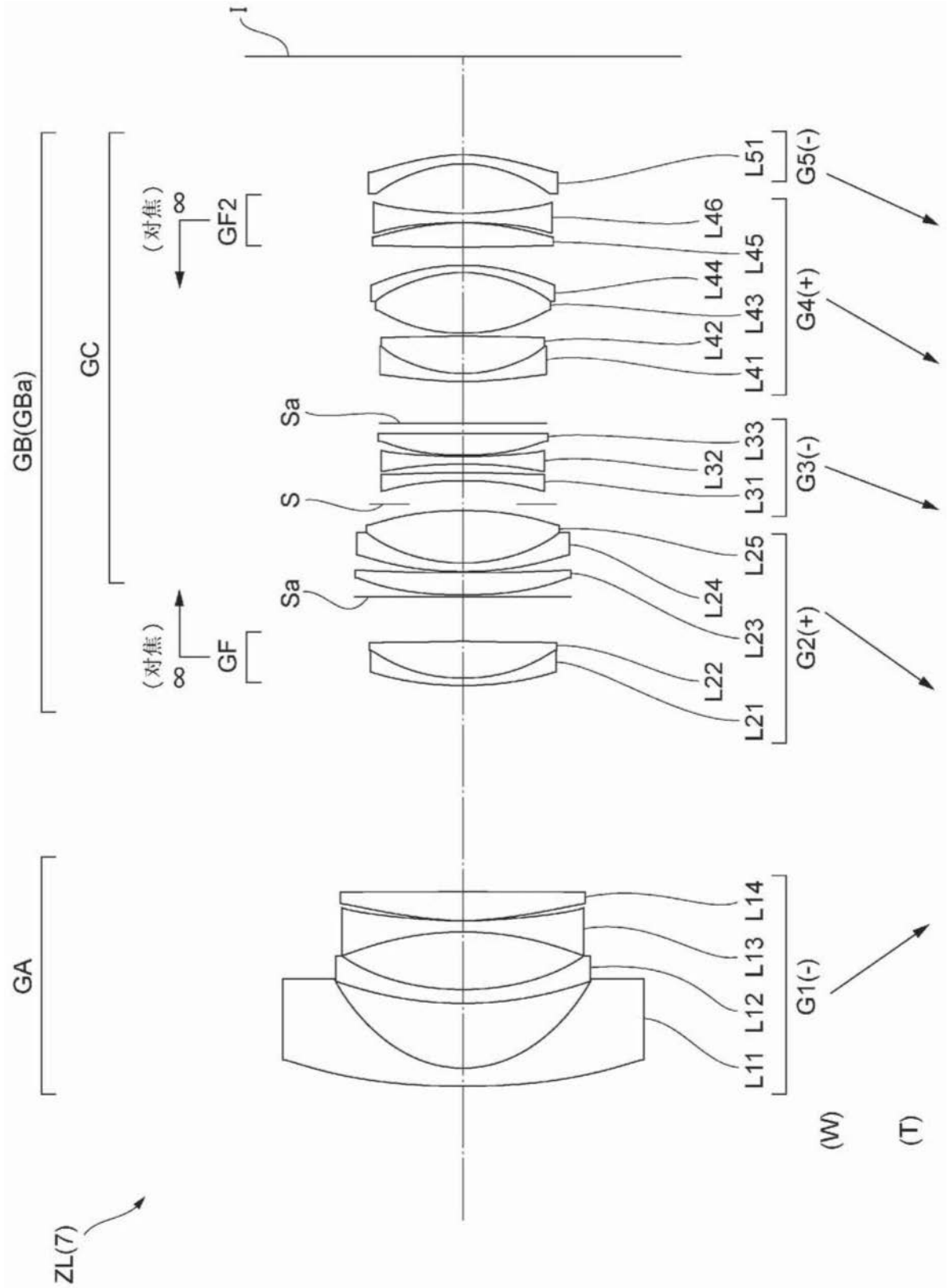


图19

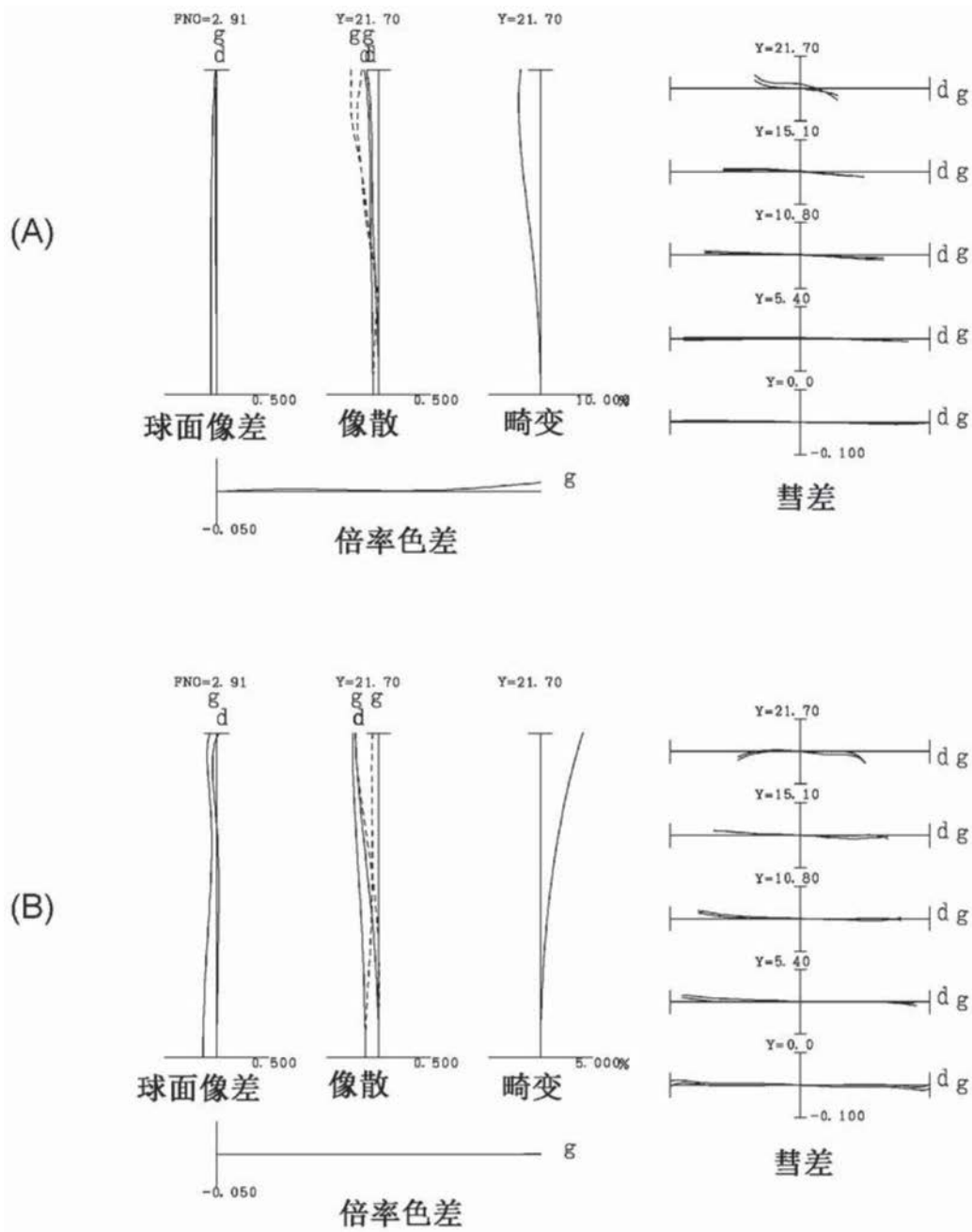


图20

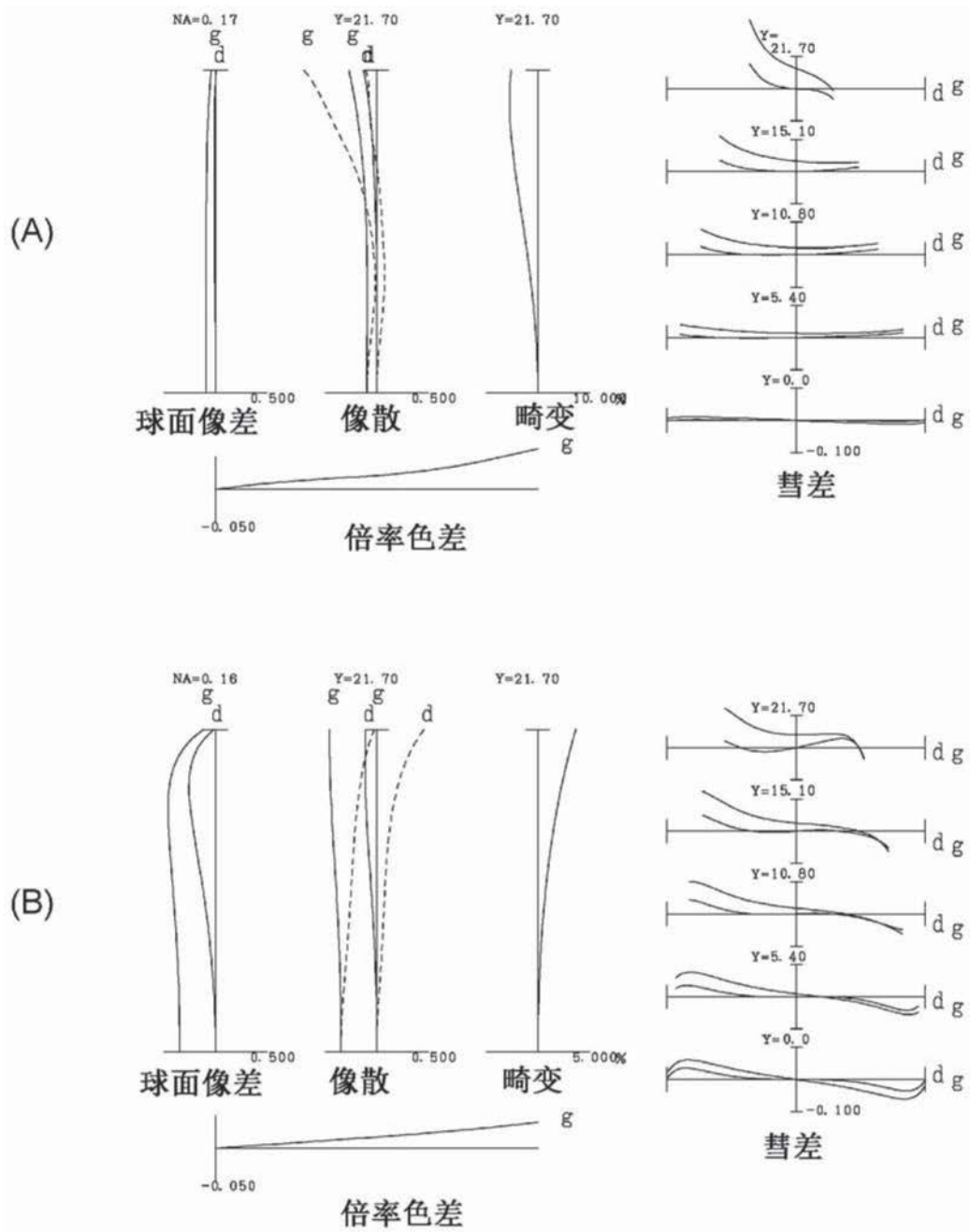


图21

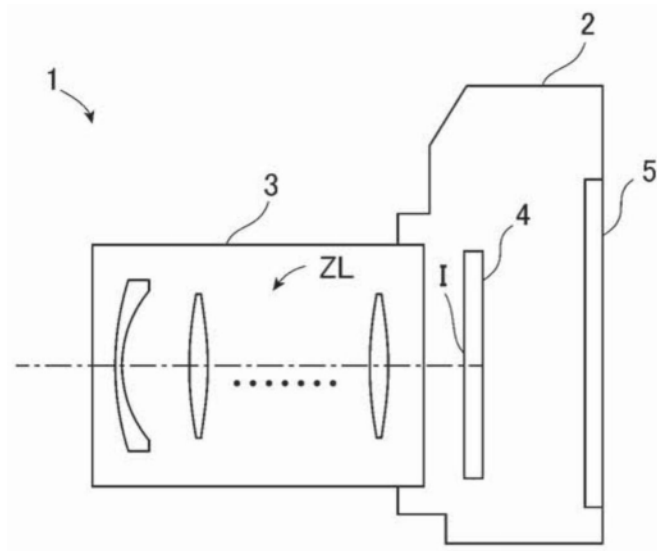


图22

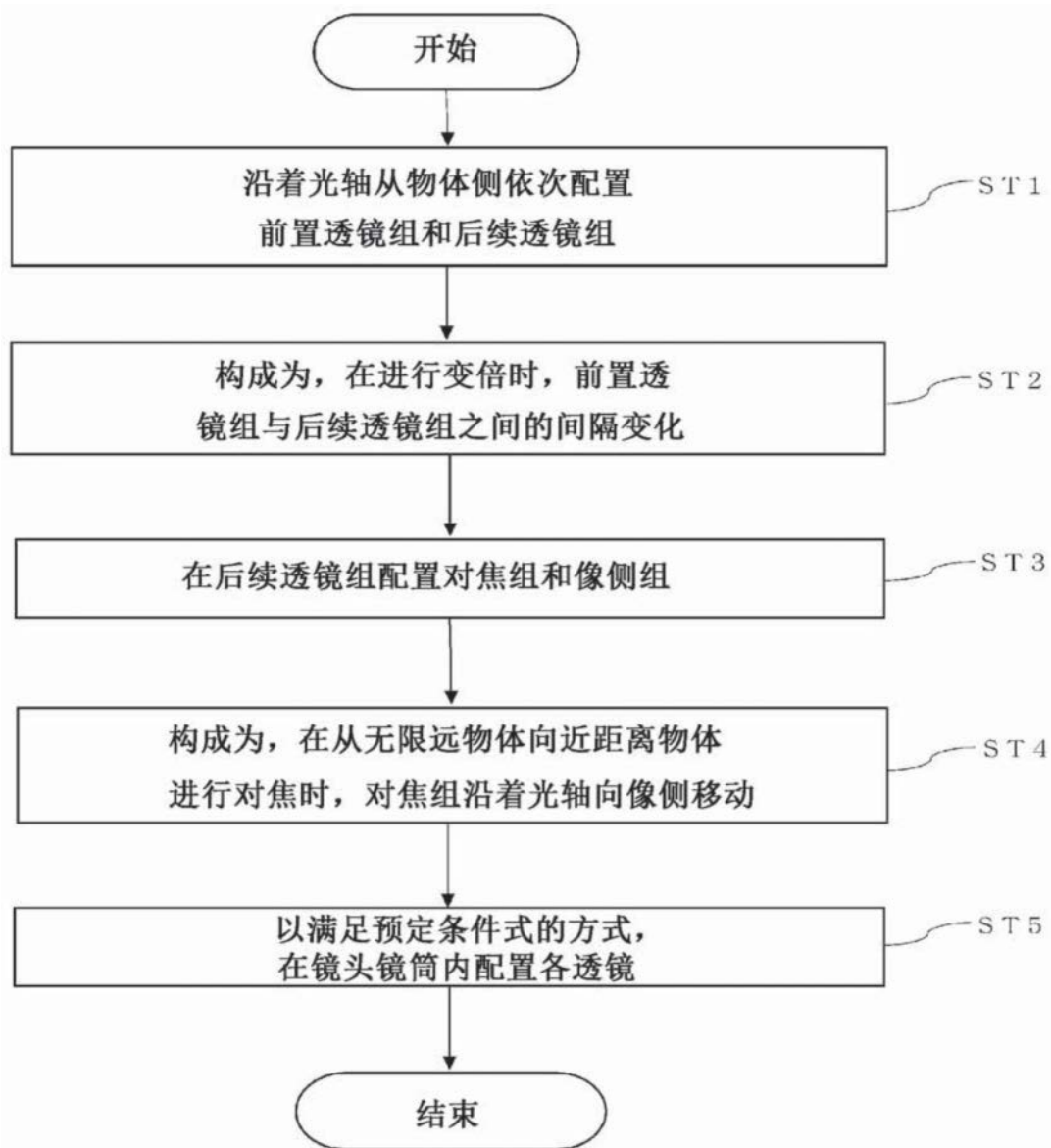


图23