



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109983386 B

(45) 授权公告日 2021. 10. 29

(21) 申请号 201680090867.8

(22) 申请日 2016.11.21

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109983386 A

(43) 申请公布日 2019.07.05

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.05.16

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2016/084396 2016.11.21

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/092296 JA 2018.05.24

(73) 专利权人 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

代理人 季莹 方应星

(51) Int.Cl.
G02B 15/20 (2006.01)

(56) 对比文件
JP 2015138178 A, 2015.07.30
JP 2001033697 A, 2001.02.09
CN 1717609 A, 2006.01.04
JP 2016065912 A, 2016.04.28

审查员 张凯华

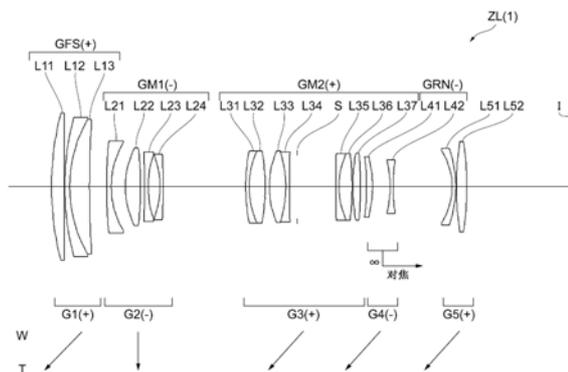
权利要求书2页 说明书29页 附图27页

(54) 发明名称

变倍光学系统、光学设备以及摄像设备

(57) 摘要

变倍光学系统从物体侧依次具备具有正的光焦度的前侧透镜组(GFS)、具有负的光焦度的M1透镜组(GM1)、具有正的光焦度的M2透镜组(GM2)及具有负的光焦度的RN透镜组(GRN),在进行变倍时,前侧透镜组与M1透镜组之间的间隔、M1透镜组与M2透镜组之间的间隔以及M2透镜组与RN透镜组之间的间隔分别变化,在进行从无限远物体向近距离物体的对焦时,RN透镜组移动,RN透镜组具备至少一个具有正的光焦度的透镜和至少一个具有负的光焦度的透镜,且所述变倍光学系统满足以下条件式: $2.70 < f_{FP} / (-f_{FN}) < 4.50$ $0.25 < (-fF) / f1 < 0.45$ 其中, f_{FP} :RN透镜组中的正的光焦度最强的透镜的焦距, f_{FN} :RN透镜组中的负的光焦度最强的透镜的焦距, fF :RN透镜组的焦距, $f1$:前侧透镜组的焦距。



1. 一种变倍光学系统,从物体侧依次具备具有正的光焦度的前侧透镜组、具有负的光焦度的M1透镜组、具有正的光焦度的M2透镜组及具有负的光焦度的RN透镜组,

在进行变倍时,所述前侧透镜组与所述M1透镜组之间的间隔变化,所述M1透镜组与所述M2透镜组之间的间隔变化,所述M2透镜组与所述RN透镜组之间的间隔变化,

在进行从无限远物体向近距离物体的对焦时,所述RN透镜组移动,

所述RN透镜组具备至少一个具有正的光焦度的透镜和至少一个具有负的光焦度的透镜,

且所述变倍光学系统满足以下条件式:

$$2.70 < f_{FP} / (-f_{FN}) < 4.50$$

$$0.25 < (-fF) / f_1 < 0.45$$

$$1.80 < f_1 / f_w < 3.50$$

$$0.15 < (-f_{TM1}) / f_1 < 0.31$$

其中,

f_{FP} :所述RN透镜组中的正的光焦度最强的透镜的焦距

f_{FN} :所述RN透镜组中的负的光焦度最强的透镜的焦距

fF :所述RN透镜组的焦距

f_1 :所述前侧透镜组的焦距

f_w :广角端状态下的所述变倍光学系统的焦距

f_{TM1} :远焦端状态下的所述M1透镜组的焦距。

2. 根据权利要求1所述的变倍光学系统,其中,

在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时,所述前侧透镜组向物体侧移动。

3. 根据权利要求1所述的变倍光学系统,其中,

在进行变倍时,所述M1透镜组中的位于最靠物体侧的透镜组相对于像面固定。

4. 根据权利要求1所述的变倍光学系统,其中,

所述M2透镜组具备防抖透镜组,该防抖透镜组能够向与光轴正交的方向移动。

5. 根据权利要求4所述的变倍光学系统,其中,

所述变倍光学系统满足以下条件式:

$$1.10 < f_{vR} / f_{TM2} < 2.00$$

其中,

f_{vR} :所述防抖透镜组的焦距

f_{TM2} :远焦端状态下的所述M2透镜组的焦距。

6. 根据权利要求4所述的变倍光学系统,其中,

所述防抖透镜组从物体侧依次由具有负的光焦度的透镜和具有正的光焦度的透镜构成。

7. 根据权利要求6所述的变倍光学系统,其中,

所述变倍光学系统满足以下条件式:

$$1.00 < n_{vR} / n_{vRP} < 1.25$$

其中,

n_{vRN} :所述防抖透镜组内的具有负的光焦度的透镜的折射率

nvrP:所述防抖透镜组内的具有正的光焦度的透镜的折射率。

8. 根据权利要求6所述的变倍光学系统,其中,
所述变倍光学系统满足以下条件式:

$$0.30 < vvrN/vvrP < 0.90$$

其中,

vvrN:所述防抖透镜组内的具有负的光焦度的透镜的阿贝数

vvrP:所述防抖透镜组内的具有正的光焦度的透镜的阿贝数。

9. 根据权利要求1所述的变倍光学系统,其中,
所述变倍光学系统满足以下条件式:

$$0.20 < fTM2/f1 < 0.40$$

其中,

fTM2:远焦端状态下的所述M2透镜组的焦距。

10. 根据权利要求1所述的变倍光学系统,其中,
所述变倍光学系统与所述RN透镜组的像侧相邻地具备凹面朝向物体侧的负弯月形透
镜。

11. 根据权利要求1所述的变倍光学系统,其中,
所述变倍光学系统与所述RN透镜组的像侧相邻地从物体侧依次具备具有负的光焦度
的透镜和具有正的光焦度的透镜。

12. 根据权利要求10或11所述的变倍光学系统,其中,
所述变倍光学系统满足以下条件式:

$$0.70 < (-fN)/fP < 2.00$$

其中,

fN:与所述RN透镜组的像侧相邻的透镜中负的光焦度最强的透镜的焦距

fP:与所述RN透镜组的像侧相邻的透镜中正的光焦度最强的透镜的焦距。

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

$$3.70 < f1/(-fTM1) < 5.00$$

其中,

fTM1:远焦端状态下的所述M1透镜组的焦距。

14. 根据权利要求1所述的变倍光学系统,其中,
所述变倍光学系统满足以下条件式:

$$3.20 < f1/fTM2 < 5.00$$

其中,

fTM2:远焦端状态下的所述M2透镜组的焦距。

15. 一种光学设备,具备权利要求1所述的变倍光学系统。

16. 一种摄像设备,具备权利要求1所述的变倍光学系统以及对通过所述变倍光学系统
形成的像进行摄像的摄像部。

变倍光学系统、光学设备以及摄像设备

技术领域

[0001] 本发明涉及变倍光学系统、使用了该变倍光学系统的光学设备和摄像设备以及变倍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、电子静态相机以及摄像机等的变倍光学系统(例如,参照专利文献1)。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开平4-293007号

[0006] 但是,以往的变倍光学系统中,对焦透镜组的轻量化不充分。

发明内容

[0007] 本发明的变倍光学系统从物体侧依次具备具有正的光焦度的前侧透镜组、具有负的光焦度的M1透镜组、具有正的光焦度的M2透镜组及具有负的光焦度的RN透镜组,在进行变倍时,所述前侧透镜组与所述M1透镜组之间的间隔变化,所述M1透镜组与所述M2透镜组之间的间隔变化,所述M2透镜组与所述RN透镜组之间的间隔变化,在进行从无限远物体向近距离物体的对焦时,所述RN透镜组移动,所述RN透镜组具备至少一个具有正的光焦度的透镜和至少一个具有负的光焦度的透镜,且所述变倍光学系统满足以下条件式:

[0008] $2.70 < f_{FP} / (-f_{FN}) < 4.50$

[0009] $0.25 < (-fF) / f_1 < 0.45$

[0010] 其中,

[0011] f_{FP} :所述RN透镜组中的正的光焦度最强的透镜的焦距

[0012] f_{FN} :所述RN透镜组中的负的光焦度最强的透镜的焦距

[0013] fF :所述RN透镜组的焦距

[0014] f_1 :所述前侧透镜组的焦距

[0015] 本发明的光学设备构成为,搭载所述变倍光学系统。

[0016] 本发明的摄像设备具备所述变倍光学系统以及对通过所述变倍光学系统形成的像进行摄像的摄像部。

[0017] 关于本发明的变倍光学系统的制造方法,该变倍光学系统构成为从物体侧依次具备具有正的光焦度的前侧透镜组、具有负的光焦度的M1透镜组、具有正的光焦度的M2透镜组及具有负的光焦度的RN透镜组,其中,该变倍光学系统的制造方法包括以如下方式进行配置的步骤,即,在进行变倍时,所述前侧透镜组与所述M1透镜组之间的间隔变化,所述M1透镜组与所述M2透镜组之间的间隔变化,所述M2透镜组与所述RN透镜组之间的间隔变化,在进行从无限远物体向近距离物体的对焦时,所述RN透镜组移动,所述RN透镜组具备至少一个具有正的光焦度的透镜和至少一个具有负的光焦度的透镜,且所述变倍光学系统满足

以下条件式：

[0018] $2.70 < f_{FP} / (-f_{FN}) < 4.50$

[0019] $0.25 < (-fF) / f_1 < 0.45$

[0020] 其中，

[0021] f_{FP} ：所述RN透镜组中的正的光焦度最强的透镜的焦距

[0022] f_{FN} ：所述RN透镜组中的负的光焦度最强的透镜的焦距

[0023] fF ：所述RN透镜组的焦距

[0024] f_1 ：所述前侧透镜组的焦距

附图说明

[0025] 图1是示出本实施方式的第1实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。

[0026] 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)是对 0.30° 的旋转抖动进行了抖动校正时的子午横向像差图(彗差图)。

[0027] 图3是第1实施例的变倍光学系统的中间焦距状态下的无限远对焦时的各像差图。

[0028] 图4(a)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4(b)是对 0.20° 的旋转抖动进行了抖动校正时的子午横向像差图。

[0029] 图5(a)、图5(b)及图5(c)分别是第1实施例的变倍光学系统的广角端状态、中间焦距状态、远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。

[0030] 图6是示出本实施方式的第2实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。

[0031] 图7(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7(b)是对 0.30° 的旋转抖动进行了抖动校正时的子午横向像差图。

[0032] 图8是第2实施例的变倍光学系统的中间焦距状态下的无限远对焦时的各像差图。

[0033] 图9(a)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9(b)是对 0.20° 的旋转抖动进行了抖动校正时的子午横向像差图。

[0034] 图10(a)、图10(b)及图10(c)分别是第2实施例的变倍光学系统的广角端状态、中间焦距状态、远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。

[0035] 图11是示出本实施方式的第3实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。

[0036] 图12(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12(b)是对 0.30° 的旋转抖动进行了抖动校正时的子午横向像差图。

[0037] 图13是第3实施例的变倍光学系统的中间焦距状态下的无限远对焦时的各像差图。

[0038] 图14(a)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14(b)是对 0.20° 的旋转抖动进行了抖动校正时的子午横向像差图。

[0039] 图15(a)、图15(b)及图15(c)分别是第3实施例的变倍光学系统的广角端状态、中间焦距状态、远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。

[0040] 图16是示出本实施方式的第4实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。

[0041] 图17(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17(b)是对 0.30° 的旋转抖动进行了抖动校正时的子午横向像差图。

[0042] 图18是第4实施例的变倍光学系统的中间焦距状态下的无限远对焦时的各像差

图。

[0043] 图19 (a) 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19 (b) 是对 0.20° 的旋转抖动进行了抖动校正时的子午横向像差图。

[0044] 图20 (a)、图20 (b) 及图20 (c) 分别是第4实施例的变倍光学系统的广角端状态、中间焦距状态、远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。

[0045] 图21是示出本实施方式的第5实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。

[0046] 图22 (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22 (b) 是对 0.30° 的旋转抖动进行了抖动校正时的子午横向像差图。

[0047] 图23是第5实施例的变倍光学系统的中间焦距状态下的无限远对焦时的各像差图。

[0048] 图24 (a) 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24 (b) 是对 0.20° 的旋转抖动进行了抖动校正时的子午横向像差图。

[0049] 图25 (a)、图25 (b) 及图25 (c) 分别是第5实施例的变倍光学系统的广角端状态、中间焦距状态、远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。

[0050] 图26是示出具备本实施方式的变倍光学系统的相机结构的图。

[0051] 图27是示出本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

[0052] 以下,参照附图对本实施方式的变倍光学系统、光学设备、摄像设备进行说明。如图1所示,作为本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) 从物体侧依次具备具有正的光焦度的前侧透镜组GFS、具有负的光焦度的M1透镜组GM1、具有正的光焦度的M2透镜组GM2及具有负的光焦度的RN透镜组GRN,在进行变倍时,前侧透镜组GFS与M1透镜组GM1之间的间隔变化,M1透镜组GM1与M2透镜组GM2之间的间隔变化,M2透镜组GM2与RN透镜组GRN之间的间隔变化,在进行从无限远物体向近距离物体的对焦时,RN透镜组GRN移动,RN透镜组GRN具备至少一个具有正的光焦度的透镜和至少一个具有负的光焦度的透镜,且所述变倍光学系统满足以下条件式(1)和(2)。

[0053] $2.70 < f_{FP} / (-f_{FN}) < 4.50 \cdots (1)$

[0054] $0.25 < (-fF) / f1 < 0.45 \cdots (2)$

[0055] 其中,

[0056] f_{FP} :RN透镜组GRN中的正的光焦度最强的透镜的焦距

[0057] f_{FN} :RN透镜组GRN中的负的光焦度最强的透镜的焦距

[0058] fF :RN透镜组GRN的焦距

[0059] $f1$:前侧透镜组GFS的焦距

[0060] 本实施方式的变倍光学系统ZL也可以是图6所示的变倍光学系统ZL (2)、图11所示的变倍光学系统ZL (3)、图16所示的变倍光学系统ZL (4)、图21所示的变倍光学系统ZL (5)。

[0061] 本实施方式的变倍光学系统具备至少四个透镜组,在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时,通过使各透镜组间隔变化,从而能够实现变倍时的良好的像差校正。另外,通过用RN透镜组GRN来进行对焦,从而能够使RN透镜组GRN、即对焦透镜组变得小型轻量化。

[0062] 而且,在RN透镜组GRN(对焦透镜组)具备至少一个具有正的光焦度的透镜和至少

一个具有负的光焦度的透镜,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。

[0063] 上述条件式(1)规定对焦透镜组中的正的光焦度最强的透镜的焦距与对焦透镜组中的负的光焦度最强的透镜的焦距的比。通过满足该条件式(1),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。

[0064] 当条件式(1)的对应值超过上限值时,对焦透镜组中的负的光焦度最强的透镜的光焦度变强,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(1)的上限值设定为4.40,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。为了更可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,将条件式(1)的上限值设定为4.30。

[0065] 当条件式(1)的对应值低于下限值时,对焦透镜组中的正的光焦度最强的透镜的光焦度变强,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(1)的下限值设定为2.80,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。为了更可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,将条件式(1)的下限值设定为2.90。

[0066] 上述条件式(2)规定对焦透镜组的焦距与前侧透镜组GFS的焦距的比。通过满足该条件式(2),从而能够抑制从广角端向远焦端进行变倍时的以球面像差为首的各像差的变动,还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。

[0067] 当条件式(2)的对应值超过上限值时,前侧透镜组GFS的光焦度变强,难以对从广角端向远焦端进行变倍时的以球面像差为首的各像差进行校正。通过将条件式(2)的上限值设定为0.43,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。为了更可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,将条件式(2)的上限值设定为0.41。

[0068] 当条件式(2)的对应值低于下限值时,对焦透镜组的光焦度变强,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(2)的下限值设定为0.27,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。为了更可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,将条件式(2)的下限值设定为0.29。

[0069] 根据本实施方式的变倍光学系统,通过使对焦用透镜组变得小型轻量化,从而无需使镜筒变得大型化就能够实现高速的AF、AF时的安静性,而且,能够良好地抑制从广角端状态向远焦端状态进行变倍时的像差变动以及从无限远物体向近距离物体进行对焦时的像差变动。另外,通过本实施方式发明的光学设备、摄像设备以及变倍光学系统的制造方法也能够得到相同的效果。

[0070] 在本实施方式中,优选构成为,在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时,使前侧透镜组GFS向物体方向移动。由此,能够缩短广角端状态下的镜头全长,能够实现变倍光学系统的小型化。

[0071] 在本实施方式中,优选的是,在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时,M1透镜组GM1中的位于最靠物体侧的透镜组相对于像面固定。由此,抑制由制造误差引起的性能劣化,能够确保量产性。

[0072] 在本实施方式中,优选的是,在M2透镜组GM2中配置防抖透镜组,该防抖透镜组为了进行由手抖等引起的成像位置位移的校正而能够向与光轴正交的方向移动。由此,能够有效地抑制进行了抖动校正时的性能劣化。

[0073] 在本实施方式中,优选的是,具有上述防抖透镜组的变倍光学系统满足下述的条件式(3)。

[0074] $1.10 < f_{vr} / f_{TM2} < 2.00 \cdots (3)$

[0075] 其中,

[0076] f_{vr} :上述防抖透镜组的焦距

[0077] f_{TM2} :远焦端状态下的M2透镜组GM2的焦距

[0078] 上述条件式(3)规定防抖透镜组的焦距与远焦端状态下的M2透镜组GM2的焦距的比。通过满足该条件式(3),从而能够抑制从广角端向远焦端进行变倍时的以球面像差为首的各像差的变动以及进行了抖动校正时的以偏心彗差为首的各像差的产生。

[0079] 当条件式(3)的对应值超过上限值时,远焦端状态下的M2透镜组GM2的光焦度变强,难以抑制从广角端向远焦端进行变倍时的以球面像差为首的各像差的变动。通过将条件式(3)的上限值设定为1.95,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。为了更可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,将条件式(3)的上限值设定为1.90。

[0080] 当条件式(3)的对应值低于下限值时,防抖透镜组的光焦度变强,难以抑制进行了抖动校正时的以偏心彗差为首的各像差的产生。通过将条件式(3)的下限值设定为1.15,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。为了更可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,将条件式(3)的下限值设定为1.20。

[0081] 上述防抖透镜组优选从物体侧依次由具有负的光焦度的透镜和具有正的光焦度的透镜构成。由此,能够有效地抑制进行了抖动校正时的性能劣化。

[0082] 具有上述防抖透镜组的本实施方式的变倍光学系统优选满足以下条件式(4)。

[0083] $1.00 < n_{vrN} / n_{vrP} < 1.25 \cdots (4)$

[0084] 其中,

[0085] n_{vrN} :上述防抖透镜组内的具有负的光焦度的透镜的折射率

[0086] n_{vrP} :上述防抖透镜组内的具有正的光焦度的透镜的折射率

[0087] 条件式(4)规定防抖透镜组内的具有负的光焦度的透镜的折射率与防抖透镜组内的具有正的光焦度的透镜的折射率的比。通过满足该条件式(4),从而能够有效地抑制进行了抖动校正时的性能劣化。

[0088] 当条件式(4)的对应值超过上限值时,防抖透镜组内的具有正的光焦度的透镜的折射率变低,进行了抖动校正时产生的偏心彗差的产生变得过大,难以进行校正。通过将条件式(4)的上限值设定为1.22,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。为了更可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,将条件式(4)的上限值设定为1.20。

[0089] 当条件式(4)的对应值低于下限值时,防抖透镜组内的具有负的光焦度的透镜的折射率变低,难以对进行了抖动校正时的偏心彗差进行校正。通过将条件式(4)的下限值设定为1.03,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。为了更可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,将条件式(4)的下限值设定为1.05。

[0090] 具有上述防抖透镜组的本实施方式的变倍光学系统优选还满足以下条件式(5)。

[0091] $0.30 < v_{vrN} / v_{vrP} < 0.90 \cdots (5)$

[0092] 其中,

[0093] v_{vrN} :上述防抖透镜组内的具有负的光焦度的透镜的阿贝数

[0094] vvrP:上述防抖透镜组内的具有正的光焦度的透镜的阿贝数

[0095] 条件式(5)规定防抖透镜组内的具有负的光焦度的透镜的阿贝数与防抖透镜组内的具有正的光焦度的透镜的阿贝数的比。通过满足该条件式(5),从而能够有效地抑制进行了抖动校正时的性能劣化。

[0096] 当条件式(5)的对应值超过上限值时,防抖透镜组内的具有正的光焦度的透镜的阿贝数变小,进行了抖动校正时产生的色差的校正变得困难。通过将条件式(5)的上限值设定为0.85,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。为了更可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,将条件式(5)的上限值设定为0.80。

[0097] 当条件式(5)的对应值低于下限值时,防抖透镜组内的具有负的光焦度的透镜的阿贝数变小,进行了抖动校正时产生的色差的校正变得困难。通过将条件式(5)的下限值设定为0.35,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。为了更可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,将条件式(5)的下限值设定为0.40。

[0098] 在本实施方式的变倍光学系统中,优选的是,满足以下条件式(6)。

$$[0099] \quad 0.15 < (-f_{TM1}) / f_1 < 0.35 \cdots (6)$$

[0100] 其中,

[0101] f_{TM1} :远焦端状态下的M1透镜组GM1的焦距

[0102] 条件式(6)规定远焦端状态下的M1透镜组GM1的焦距与前侧透镜组GFS的焦距的比。通过满足该条件式(6),从而能够抑制从广角端向远焦端进行变倍时的以球面像差为首的各像差的变动。

[0103] 当条件式(6)的对应值超过上限值时,前侧透镜组GFS的光焦度变强,难以对从广角端向远焦端进行变倍时的以球面像差为首的各像差进行校正。通过将条件式(6)的上限值设定为0.33,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。为了更可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,将条件式(6)的上限值设定为0.31。

[0104] 当条件式(6)的对应值低于下限值时,M1透镜组GM1的光焦度变强,难以抑制从广角端向远焦端进行变倍时的以球面像差为首的各像差的变动。通过将条件式(6)的下限值设定为0.16,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。为了更可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,将条件式(6)的下限值设定为0.17。

[0105] 在本实施方式的变倍光学系统中,优选的是,满足以下条件式(7)。

$$[0106] \quad 0.20 < f_{TM2} / f_1 < 0.40 \cdots (7)$$

[0107] 其中,

[0108] f_{TM2} :远焦端状态下的M2透镜组GM2的焦距

[0109] 条件式(7)规定远焦端状态下的M2透镜组GM2的焦距与前侧透镜组GFS的焦距的比。通过满足该条件式(7),从而能够抑制从广角端向远焦端进行变倍时的以球面像差为首的各像差的变动。

[0110] 当条件式(7)的对应值超过上限值时,前侧透镜组GFS的光焦度变强,难以对从广角端向远焦端进行变倍时的以球面像差为首的各像差进行校正。通过将条件式(7)的上限值设定为0.37,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。为了更可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,将条件式(7)的上限值设定为0.34。

[0111] 当条件式(7)的对应值低于下限值时,M2透镜组GM2的光焦度变强,难以抑制从广

角端向远焦端进行变倍时的以球面像差为首的各像差的变动。通过将条件式(7)的下限值设定为0.22,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。为了更可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,将条件式(7)的下限值设定为0.24。

[0112] 在本实施方式的变倍光学系统中,优选构成为,所述变倍光学系统与RN透镜组GRN的像侧相邻地具备凹面朝向物体侧的负弯月形透镜。另外,也可以构成为,所述变倍光学系统与RN透镜组GRN的像侧相邻地从物体侧依次具备具有负的光焦度的透镜和具有正的光焦度的透镜。由此,能够有效地对以彗差为首的各像差进行校正。

[0113] 在本实施方式的变倍光学系统中,优选的是,满足以下条件式(8)。

$$[0114] \quad 0.70 < (-fN) / fP < 2.00 \cdots (8)$$

[0115] 其中,

[0116] fN : 与RN透镜组GRN的像侧相邻的透镜中负的光焦度最强的透镜的焦距

[0117] fP : 与RN透镜组GRN的像侧相邻的透镜中正的光焦度最强的透镜的焦距

[0118] 上述条件式(8)规定与RN透镜组GRN的像侧相邻的透镜中负的光焦度最强的透镜的焦距和与RN透镜组GRN的像侧相邻的透镜中正的光焦度最强的透镜的焦距的比。通过满足该条件式(8),从而能够有效地对以彗差为首的各像差进行校正。

[0119] 当上述条件式(8)的对应值超过上限值时,位于对焦透镜组的像侧的具有正的光焦度的透镜的光焦度变强,彗差的产生变得过大。通过将条件式(8)的上限值设定为1.90,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。为了更可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,将条件式(8)的上限值设定为1.80。

[0120] 当上述条件式(8)的对应值低于下限值时,位于对焦透镜组的像侧的具有负的光焦度的透镜的光焦度变强,彗差的校正变得过大。通过将条件式(8)的下限值设定为0.80,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。为了更可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,将条件式(8)的下限值设定为0.90。

[0121] 在本实施方式的变倍光学系统中,优选的是,满足以下条件式(9)。

$$[0122] \quad 1.80 < f1 / fw < 3.50 \cdots (9)$$

[0123] 其中,

[0124] fw : 广角端状态下的变倍光学系统的焦距

[0125] 条件式(9)规定前侧透镜组GFS的焦距与广角端状态下的变倍光学系统的焦距的比。通过满足该条件式(9),从而防止镜筒的大型化,能够抑制从广角端向远焦端进行变倍时的以球面像差为首的各像差的变动。

[0126] 当上述条件式(9)的对应值超过上限值时,前侧透镜组GFS的光焦度变弱,镜筒变得大型化。通过将条件式(9)的上限值设定为3.30,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。为了进一步可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,将条件式(9)的上限值设定为3.10。

[0127] 当上述条件式(9)的对应值低于下限值时,前侧透镜组GFS的光焦度变强,难以对从广角端向远焦端进行变倍时的以球面像差为首的各像差进行校正。通过将条件式(9)的下限值设定为1.90,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。为了进一步可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,将条件式(9)的下限值设定为2.00,更优选的是,将条件式(9)的下限值设定为2.10。

[0128] 在本实施方式的变倍光学系统中,优选的是,满足以下条件式(10)。

$$[0129] \quad 3.70 < f_1 / (-f_{TM1}) < 5.00 \cdots (10)$$

[0130] 其中,

[0131] f_{TM1} :远焦端状态下的M1透镜组GM1的焦距

[0132] 条件式(10)规定前侧透镜组GFS的焦距与M1透镜组GM1的焦距的比。通过满足该条件式(10),从而能够抑制从广角端向远焦端进行变倍时的以球面像差为首的各像差的变动。

[0133] 当上述条件式(10)的对应值超过上限值时,M1透镜组GM1的光焦度变强,难以抑制从广角端向远焦端进行变倍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4.90,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。为了进一步可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,将条件式(10)的上限值设定为4.80。

[0134] 当上述条件式(10)的对应值低于下限值时,前侧透镜组GFS的光焦度变强,难以对从广角端向远焦端进行变倍时的以球面像差为首的各像差进行校正。通过将条件式(10)的下限值设定为3.90,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。为了进一步可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,将条件式(10)的下限值设定为3.95。

[0135] 在本实施方式的变倍光学系统中,优选的是,满足以下条件式(11)。

$$[0136] \quad 3.20 < f_1 / f_{TM2} < 5.00 \cdots (11)$$

[0137] 其中,

[0138] f_{TM2} :远焦端状态下的M2透镜组GM2的焦距

[0139] 条件式(11)规定前侧透镜组GFS的焦距与M2透镜组GM2的焦距的比。通过满足该条件式(11),从而能够抑制从广角端向远焦端进行变倍时的以球面像差为首的各像差的变动。

[0140] 当上述条件式(11)的对应值超过上限值时,M2透镜组GM2的光焦度变强,难以抑制从广角端向远焦端进行变倍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4.80,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。为了进一步可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,将条件式(11)的上限值设定为4.60。

[0141] 当上述条件式(11)的对应值低于下限值时,前侧透镜组GFS的光焦度变强,难以对从广角端向远焦端进行变倍时的以球面像差为首的各像差进行校正。通过将条件式(11)的下限值设定为3.40,从而能够更可靠地得到本实施方式的效果。为了进一步可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,将条件式(11)的下限值设定为3.60。

[0142] 本实施方式的光学设备和摄像设备构成为具备上述结构的变倍光学系统。作为其具体例,根据图26对具备上述变倍光学系统ZL的相机(对应于本申请发明的摄像设备)进行说明。如图26所示,该相机1是能够更换摄影镜头2的镜头组装结构,在该摄影镜头2设置有上述结构的变倍光学系统。即,摄影镜头2对应于本申请发明的光学设备。相机1为数码相机,来自未图示的物体(被摄体)的光通过摄影镜头2而被聚光并到达摄像元件3。由此,来自被摄体的光通过该摄像元件3而被摄像,并作为被摄体图像而记录在未图示的存储器。由此,摄影者能够进行基于相机1的被摄体的摄影。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。

[0143] 通过以上结构,将上述变倍光学系统ZL搭载于摄影镜头2而得到的相机1通过使对

焦用透镜组变得小型轻量化,从而无需使镜筒变得大型化就能够实现高速的AF、AF时的安静性。而且,良好地抑制从广角端状态向远焦端状态进行变倍时的像差变动以及从无限远物体向近距离物体进行对焦时的像差变动,能够实现良好的光学性能。

[0144] 接着,参照图27,对上述的变倍光学系统ZL的制造方法进行概述。首先,从物体侧依次配置具有正的光焦度的前侧透镜组GFS、具有负的光焦度的M1透镜组GM1、具有正的光焦度的M2透镜组GM2及具有负的光焦度的RN透镜组GRN(步骤ST1)。并且,以如下方式构成:在进行变倍时,前侧透镜组GFS与M1透镜组GM1之间的间隔变化,M1透镜组GM1与M2透镜组GM2之间的间隔变化,M2透镜组GM2与RN透镜组GRN之间的间隔变化。(步骤ST2)。此时,以如下方式构成:在进行从无限远物体向近距离物体的对焦时,RN透镜组GRN移动(步骤ST3),RN透镜组GRN构成为,具备至少一个具有正的光焦度的透镜和至少一个具有负的光焦度的透镜(步骤ST4)。而且,以满足预定的条件式的方式配置透镜(步骤ST5)。

[0145] 实施例

[0146] 以下,根据附图对本实施方式的实施例的变倍光学系统(变焦镜头)ZL进行说明。图1、图6、图11、图16、图21是示出第1~第5实施例的变倍光学系统ZL{ZL(1)~ZL(5)}的结构和光焦度分配的剖视图。在变倍光学系统ZL(1)~ZL(5)的剖视图的下部,通过箭头示出从广角端状态(W)变倍到远焦端状态(T)时的各透镜组的沿着光轴的移动方向。而且,与“对焦”这样的文字一起用箭头表示对焦组GRN从无限远对焦到近距离物体时的移动方向。

[0147] 在上述图1、图6、图11、图16、图21中,通过标号G与数字或字母的组合来表示各透镜组,通过标号L与数字的组合来表示各透镜。此时,为了防止标号、数字的种类以及位数增大而变得复杂化,对每个实施例分别独立使用标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标号与数字的组合,也不意味着是相同的结构。

[0148] 以下示出表1~表5,其中,表1~5是示出第1实施例~第5实施例各自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587.562nm)、g线(波长435.835nm)。

[0149] 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(或像面)为止的光轴上的距离、即面间隔,nd表示光学构件的材质的对d线的折射率,vd表示光学构件的材质的以d线为基准的阿贝数。物面表示物体面,曲率半径的“∞”表示平面或开口,(光圈S)表示孔径光阑S,像面表示像面I。省略空气的折射率nd=1.00000的记载。

[0150] 在[各种数据]的表中,f表示镜头整个系统的焦距,FN0表示F值, 2ω 表示视场角(单位为°(度), ω 为半视场角),Ymax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)、中间焦距(M)、远焦端(T)的各变倍状态下分别示出。

[0151] [可变间隔数据]的表示出在示出[透镜参数]的表中面间隔为“可变”的面编号(例如,在实施例1中,面编号5、13、25、29)下的面间隔。关于对焦到无限远和近距离时,分别示出广角端(W)、中间焦距(M)、远焦端(T)的各变倍状态下的面间隔。

[0152] 在[透镜组数据]的表中,示出第1~第5透镜组(或者第1~第4透镜组或第1~第6

透镜组)各自的始面(最靠物体侧的面)和焦距。

[0153] 在[条件式对应值]的表中示出与上述的条件式(1)~(11)对应的值。

[0154] 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。

[0155] 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。

[0156] (第1实施例)

[0157] 使用图1和表1对第1实施例进行说明。图1是示出本实施方式的第1实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。本实施例的变倍光学系统ZL(1)从物体侧依次由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、具有负的光焦度的第4透镜组G4及具有正的光焦度的第5透镜组G5构成。附在各透镜组记号的符号(+)或(-)表示各透镜组的光焦度,这在以下的所有的实施例中相同。

[0158] 作为该结构与上述实施方式的关系,第1透镜组G1对应于前侧透镜组GFS,第2透镜组G2对应于M1透镜组GM1,第3透镜组G3对应于M2透镜组GM2,第4透镜组G4对应于RN透镜组GRN。

[0159] 第1透镜组G1从物体侧依次由凸面朝向物体侧的正凸平透镜L11以及凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L12与凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L13的接合正透镜构成。

[0160] 第2透镜组G2从物体侧依次由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L21、双凸形状的正透镜L22、双凹形状的负透镜L23以及凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L24构成。

[0161] 第3透镜组G3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的接合正透镜、双凸形状的正透镜L33与双凹形状的负透镜L34的接合正透镜、孔径光阑S、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L35与双凸形状的正透镜L36的接合负透镜以及双凸形状的正透镜L37构成。

[0162] 第4透镜组G4从物体侧依次由凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L41以及双凹形状的负透镜L42构成。

[0163] 第5透镜组G5从物体侧依次由凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L51以及双凸形状的正透镜L52构成。

[0164] 在本实施例的光学系统中,通过使第4透镜组G4向像面方向移动来进行从远距离物体向近距离物体的对焦。

[0165] 在本实施例的变倍光学系统中,通过使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的接合正透镜向与光轴正交的方向移动,从而对由手抖等引起的成像位置位移进行校正。

[0166] 在整个系统的焦距为 f 、防抖系数(抖动校正中的相对于移动透镜组的移动量的成像面上的像移动量比)为 K 的镜头中对角度 θ 的旋转抖动进行校正时,只要使抖动校正用的移动透镜组在与光轴正交的方向上移动 $(f \cdot \tan\theta)/K$ 即可。在第1实施例的广角端下,防抖系数为1.65,焦距为72.1mm,因此用于对 0.30° 的旋转抖动进行校正的防抖透镜组的移动量为0.23mm。在第1实施例的远焦端状态下,防抖系数为2.10,焦距为292.0mm,因此用于对 0.20° 的旋转抖动进行校正的防抖透镜组的移动量为0.49mm。

[0167] 在以下的表1中示出本实施例的光学系统的各参数的值。在表1中, f 表示焦距,BF

表示后焦距。

[0168] (表1) 第1实施例

[0169] [透镜参数]

面编号	R	D	nd	vd
物面	∞			
1	109.4870	4.600	1.48749	70.31
2	∞	0.200		
3	101.1800	1.800	1.62004	36.40
4	49.8109	7.200	1.49700	81.61
5	385.8166	可变		
6	176.0187	1.700	1.69680	55.52
7	31.3680	5.150		
8	32.6087	5.500	1.78472	25.64
9	-129.7634	1.447		
[0170] 10	-415.4105	1.300	1.77250	49.62
11	34.3083	4.300		
12	-33.1502	1.200	1.85026	32.35
13	-203.5644	可变		
14	70.9040	1.200	1.80100	34.92
15	30.2785	5.900	1.64000	60.20
16	-70.1396	1.500		
17	34.0885	6.000	1.48749	70.31
18	-42.6106	1.300	1.80610	40.97
19	401.2557	2.700		
20	∞	14.110		

(光圈 S)

	21	350.0000	1.200	1.83400	37.18		
	22	30.1592	4.800	1.51680	63.88		
	23	-94.9908	0.200				
	24	66.3243	2.800	1.80100	34.92		
	25	-132.5118	可变				
	26	-92.0997	2.200	1.80518	25.45		
[0171]	27	-44.0090	6.500				
	28	-36.9702	1.000	1.77250	49.62		
	29	68.3346	可变				
	30	-24.5000	1.400	1.62004	36.40		
	31	-41.1519	0.200				
	32	106.0000	3.800	1.67003	47.14		
	33	-106.0000	BF				
	像面	∞					
[0172]	[各种数据]						
	变倍比	4.05					
		W	M	T			
	f	72.1	100.0	292.0			
[0173]	FNO	4.49	4.86	5.88			
	2 ω	33.96	24.48	8.44			
	Ymax	21.60	21.60	21.60			
	TL	190.13	205.07	245.82			
	BF	39.12	46.45	67.12			
[0174]	[可变间隔数据]						
		W	M	T	W	M	T
		无限远	无限远	无限远	近距离	近距离	近距离
[0175]	d5	6.204	21.150	61.895	6.204	21.150	61.895
	d13	30.000	22.666	2.000	30.000	22.666	2.000
[0176]	d25	2.180	3.742	3.895	2.837	4.562	5.614
	d29	21.418	19.856	19.703	20.761	19.036	17.984
[0177]	[透镜组数据]						

	组	始面	f
	G1	1	145.319
[0178]	G2	6	-29.546
	G3	14	38.298
	G4	26	-48.034
	G5	30	324.470

[0179] [条件式对应值]

[0180] (1) $f_{FP}/(-f_{FN})=3.317$

[0181] (2) $(-f)/f_1=0.331$

[0182] (3) $f_{vr}/f_{TM2}=1.755$

[0183] (4) $n_{vrN}/n_{vrP}=1.098$

[0184] (5) $v_{vrN}/v_{vrP}=0.580$

[0185] (6) $(-f_{TM1})/f_1=0.203$

[0186] (7) $f_{TM2}/f_1=0.264$

[0187] (8) $(-f_N)/f_P=1.266$

[0188] (9) $f_1/f_w=2.016$

[0189] (10) $f_1/(-f_{TM1})=4.918$

[0190] (11) $f_1/f_{TM2}=3.794$

[0191] 图2(a)和图2(b)分别是第1实施例的具有防抖功能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和对 0.30° 的旋转抖动进行了抖动校正时的子午横向像差图。图3是第1实施例的具有防抖功能的变倍光学系统的中间焦距状态下的无限远对焦时的各像差图。图4(a)和图4(b)分别是第1实施例的具有防抖功能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和对 0.20° 的旋转抖动进行了抖动校正时的子午横向像差图。图5(a)、图5(b)及图5(c)分别是第1实施例的变倍光学系统的广角端状态、中间焦距状态、远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。

[0192] 在图2~图5的各像差图中， F_N0 表示F值，NA表示数值孔径，Y表示像高。另外，在球面像差图中表示与最大口径对应的F值或数值孔径的值，在像散图和畸变图中分别表示像高的最大值，在彗差图中表示各像高的值。d表示d线($\lambda=587.6\text{nm}$)，g表示g线($\lambda=435.8\text{nm}$)。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标号。

[0193] 通过各像差图可知，本实施例的变倍光学系统从广角端状态到远焦端状态良好地对各像差进行校正且具有优秀的成像性能，而且在进行近距离对焦时也具有优秀的成像性能。

[0194] (第2实施例)

[0195] 图6是示出本实施方式的第2实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。本实施例的变倍光学系统从物体侧依次由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、具有负的光焦度

的第5透镜组G5及具有正的光焦度的第6透镜组G6构成。

[0196] 作为该结构与上述实施方式的关系,第1透镜组G1对应于前侧透镜组GFS,第2透镜组G2和第3透镜组G3对应于M1透镜组GM1,第4透镜组G4对应于M2透镜组GM2,第5透镜组G5对应于RN透镜组GRN。

[0197] 第1透镜组G1从物体侧依次由凸面朝向物体侧的正凸平透镜L11以及凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L12与凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L13的接合正透镜构成。

[0198] 第2透镜组G2从物体侧依次由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L21、双凸形状的正透镜L22以及双凹形状的负透镜L23构成。

[0199] 第3透镜组G3由凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L31构成。

[0200] 第4透镜组G4从物体侧依次由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的接合正透镜、双凸形状的正透镜L43与双凹形状的负透镜L44的接合正透镜、孔径光阑S、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L45与双凸形状的正透镜L46的接合负透镜以及双凸形状的正透镜L47构成。

[0201] 第5透镜组G5从物体侧依次由凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L51以及双凹形状的负透镜L52构成。

[0202] 第6透镜组G6从物体侧依次由凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L61以及双凸形状的正透镜L62构成。

[0203] 在本实施例的光学系统中,通过使第5透镜组G5向像面方向移动来进行从远距离物体向近距离物体的对焦。另外,通过使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的接合正透镜向与光轴正交的方向移动,从而对由手抖等引起的成像位置位移进行校正。

[0204] 另外,在整个系统的焦距为 f 、防抖系数(抖动校正中的相对于移动透镜组的移动量的成像面上的像移动量比)为 K 的镜头中对角度 θ 的旋转抖动进行校正时,只要使抖动校正用的移动透镜组在与光轴正交的方向上移动 $(f \cdot \tan\theta) / K$ 即可。在第2实施例的广角端下,防抖系数为1.66,焦距为72.1mm,因此用于对 0.30° 的旋转抖动进行校正的防抖透镜组的移动量为0.23mm。在第2实施例的远焦端状态下,防抖系数为2.10,焦距为292.0mm,因此用于对 0.20° 的旋转抖动进行校正的防抖透镜组的移动量为0.49mm。

[0205] 在以下的表2中示出本实施例的光学系统的各参数的值。

[0206] (表2) 第2实施例

[0207] [透镜参数]

面编号	R	D	nd	vd
物面	∞			
1	107.5723	4.600	1.48749	70.32
2	∞	0.200		
3	96.9007	1.800	1.62004	36.40
4	47.8324	7.200	1.49700	81.61
5	361.3792	可变		
6	139.8663	1.700	1.69680	55.52
7	33.7621	6.806		
8	33.5312	5.500	1.78472	25.64
9	-139.8348	0.637		
[0208] 10	-492.0620	1.300	1.80400	46.60
11	35.1115	可变		
12	-34.6163	1.200	1.83400	37.18
13	-377.1306	可变		
14	74.8969	1.200	1.80100	34.92
15	31.6202	5.900	1.64000	60.19
16	-69.0444	1.500		
17	34.2668	6.000	1.48749	70.32
18	-42.8334	1.300	1.80610	40.97
19	434.9585	2.700		
20	∞	14.312		
21	350.0000	1.200	1.83400	37.18

(光圈 S)

	22	30.4007	4.800	1.51680	63.88		
	23	-98.0361	0.200				
	24	68.9306	2.800	1.80100	34.92		
	25	-129.3404	可变				
	26	-90.5065	2.200	1.80518	25.45		
	27	-44.1796	6.500				
[0209]	28	-37.6907	1.000	1.77250	49.62		
	29	68.3000	可变				
	30	-24.5545	1.400	1.62004	36.40		
	31	-41.7070	0.200				
	32	106.0000	3.800	1.67003	47.14		
	33	-106.0000	BF				
	像面	∞					
[0210]	[各种数据]						
	变倍比	4.05					
		W	M	T			
	f	72.1	100.0	292.0			
[0211]	FNO	4.53	4.89	5.88			
	2ω	33.98	24.48	8.44			
	Ymax	21.60	21.60	21.60			
	TL	190.82	206.02	245.82			
	BF	39.12	46.27	66.46			
[0212]	[可变间隔数据]						
		W	M	T	W	M	T
		无限远	无限远	无限远	近距离	近距离	近距离
[0213]	d5	2.861	18.057	57.861	2.861	18.057	57.861
	d11	5.727	5.812	6.883	5.727	5.812	6.883
	d13	30.500	23.259	2.000	30.500	23.259	2.000
[0214]	d25	2.246	3.634	3.634	2.888	4.436	5.329
	d29	22.411	21.023	21.023	21.770	20.221	19.329
[0215]	[透镜组数据]						

	组	始面	f
	G1	1	141.867
	G2	6	-104.910
[0216]	G3	12	-45.774
	G4	14	38.681
	G5	26	-48.266
	G6	30	340.779

[0217] [条件式对应值]

[0218] (1) $f_{FP}/(-f_{FN})=3.352$

[0219] (2) $(-fF)/f1=0.340$

[0220] (3) $f_{vr}/f_{TM2}=1.764$

[0221] (4) $n_{vrN}/n_{vrP}=1.098$

[0222] (5) $v_{vrN}/v_{vrP}=0.580$

[0223] (6) $(-f_{TM1})/f1=0.208$

[0224] (7) $f_{TM2}/f1=0.273$

[0225] (8) $(-fN)/fP=1.248$

[0226] (9) $f1/fw=1.968$

[0227] (10) $f1/(-f_{TM1})=4.804$

[0228] (11) $f1/f_{TM2}=3.668$

[0229] 图7(a)和图7(b)分别是第2实施例的具有防抖功能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和对 0.30° 的旋转抖动进行了抖动校正时的子午横向像差图。图8是第2实施例的具有防抖功能的变倍光学系统的中间焦距状态下的无限远对焦时的各像差图。图9(a)和图9(b)分别是第2实施例的具有防抖功能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和对 0.20° 的旋转抖动进行了抖动校正时的子午横向像差图。图10(a)、图10(b)及图10(c)分别是第2实施例的变倍光学系统的广角端状态、中间焦距状态、远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。

[0230] 通过各像差图可知,本实施例的变倍光学系统从广角端状态到远焦端状态良好地对各像差进行校正且具有优秀的成像性能,而且在进行近距离对焦时也具有优秀的成像性能。

[0231] (第3实施例)

[0232] 图11是示出本实施方式的第3实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。本实施例的变倍光学系统从物体侧依次由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、具有正的光焦度的第4透镜组G4、具有负的光焦度的第5透镜组G5及具有正的光焦度的第6透镜组G6构成。

[0233] 作为该结构与上述实施方式的关系,第1透镜组G1对应于前侧透镜组GFS,第2透镜组G2对应于M1透镜组GM1,第3透镜组G3和第4透镜组G4对应于M2透镜组GM2,第5透镜组G5对应于RN透镜组GRN。

[0234] 第1透镜组G1从物体侧依次由凸面朝向物体侧的正凸平透镜L11以及凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L12与凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L13的接合正透镜构成。

[0235] 第2透镜组G2从物体侧依次由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L21、双凸形状的正透镜L22、双凹形状的负透镜L23以及凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L24构成。

[0236] 第3透镜组G3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的接合正透镜、双凸形状的正透镜L33与双凹形状的负透镜L34的接合正透镜以及孔径光阑S构成。

[0237] 第4透镜组G4从物体侧依次由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的接合负透镜以及双凸形状的正透镜L43构成。

[0238] 第5透镜组G5从物体侧依次由凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L51以及双凹形状的负透镜L52构成。

[0239] 第6透镜组G6从物体侧依次由凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L61以及双凸形状的正透镜L62构成。

[0240] 在本实施例的光学系统中,通过使第5透镜组G5向像面方向移动来进行从远距离物体向近距离物体的对焦。另外,通过使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的接合正透镜向与光轴正交的方向移动,从而对由手抖等引起的成像位置位移进行校正。

[0241] 另外,在整个系统的焦距为 f 、防抖系数(抖动校正中的相对于移动透镜组的移动量的成像面上的像移动量比)为 K 的镜头中对角度 θ 的旋转抖动进行校正时,只要使抖动校正用的移动透镜组在与光轴正交的方向上移动 $(f \cdot \tan\theta) / K$ 即可。在第3实施例的广角端下,防抖系数为1.65,焦距为72.1mm,因此用于对 0.30° 的旋转抖动进行校正的防抖透镜组的移动量为0.23mm。在第3实施例的远焦端状态下,防抖系数为2.10,焦距为292.0mm,因此用于对 0.20° 的旋转抖动进行校正的防抖透镜组的移动量为0.49mm。

[0242] 在以下的表3中示出本实施例的光学系统的各参数的值。

[0243] (表3) 第3实施例

[0244] [透镜参数]

面编号	R	D	nd	vd	
物面	∞				
1	106.7563	4.600	1.48749	70.32	
2	∞	0.200			
3	99.4635	1.800	1.62004	36.40	
4	49.2336	7.200	1.49700	81.61	
5	332.7367	可变			
6	152.3830	1.700	1.69680	55.52	
7	31.0229	5.695			
8	32.0867	5.500	1.78472	25.64	
9	-139.5695	1.399			
10	-403.4713	1.300	1.77250	49.62	
11	33.8214	4.300			
[0245] 12	-34.0003	1.200	1.85026	32.35	
13	-235.0206	可变			
14	69.3622	1.200	1.80100	34.92	
15	29.8420	5.900	1.64000	60.19	
16	-71.2277	1.500			
17	34.4997	6.000	1.48749	70.32	
18	-43.1246	1.300	1.80610	40.97	
19	382.2412	2.700			
20	∞	可变			(光圈 S)
21	350.0000	1.200	1.83400	37.18	
22	30.6178	4.800	1.51680	63.88	
23	-88.2508	0.200			
24	66.4312	2.800	1.80100	34.92	
25	-142.7832	可变			
26	-93.6206	2.200	1.80518	25.45	

	27	-44.3477	6.500				
	28	-37.1859	1.000	1.77250	49.62		
	29	68.3000	可变				
[0246]	30	-24.9508	1.400	1.62004	36.40		
	31	-42.7086	0.200				
	32	106.0000	3.800	1.67003	47.14		
	33	-106.0000	BF				
	像面	∞					
[0247]	[各种数据]						
	变倍比	4.05					
		W	M	T			
	f	72.1	100.0	292.0			
[0248]	FNO	4.49	4.85	5.88			
	2 ω	33.98	24.48	8.44			
	Ymax	21.60	21.60	21.60			
	TL	190.26	205.79	245.82			
	BF	39.12	46.10	67.12			
[0249]	[可变间隔数据]						
		W	M	T	W	M	T
		无限远	无限远	无限远	近距离	近距离	近距离
	d5	5.981	21.510	61.535	5.981	21.510	61.535
[0250]	d13	30.000	23.014	2.000	30.000	23.014	2.000
	d20	14.365	14.107	14.196	14.365	14.107	14.196
	d25	2.202	3.476	3.676	2.867	4.301	5.396
	d29	21.004	19.988	19.700	20.339	19.163	17.979
[0251]	[透镜组数据]						
[0252]	组	始面	f				

	G1	1	145.335
	G2	6	-29.607
[0253]	G3	14	48.974
	G4	21	62.364
	G5	26	-48.296
	G6	30	336.791

[0254] [条件式对应值]

[0255] (1) $f_{FP}/(-f_{FN})=3.306$

[0256] (2) $(-fF)/f1=0.332$

[0257] (3) $f_{vr}/f_{TM2}=1.747$

[0258] (4) $n_{vrN}/n_{vrP}=1.098$

[0259] (5) $v_{vrN}/v_{vrP}=0.580$

[0260] (6) $(-f_{TM1})/f1=0.204$

[0261] (7) $f_{TM2}/f1=0.264$

[0262] (8) $(-fN)/fP=1.253$

[0263] (9) $f1/f_w=2.016$

[0264] (10) $f1/(-f_{TM1})=4.909$

[0265] (11) $f1/f_{TM2}=3.786$

[0266] 图12(a)和图12(b)分别是第3实施例的具有防抖功能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和对 0.30° 的旋转抖动进行了抖动校正时的子午横向像差图。图13是第3实施例的具有防抖功能的变倍光学系统的中间焦距状态下的无限远对焦时的各像差图。图14(a)和图14(b)分别是第3实施例的具有防抖功能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和对 0.20° 的旋转抖动进行了抖动校正时的子午横向像差图。图15(a)、图15(b)及图15(c)分别是第3实施例的变倍光学系统的广角端状态、中间焦距状态、远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。

[0267] 通过各像差图可知,本实施例的变倍光学系统从广角端状态到远焦端状态良好地对各像差进行校正且具有优秀的成像性能,而且在进行近距离对焦时也具有优秀的成像性能。

[0268] (第4实施例)

[0269] 图16是示出本实施方式的第4实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。本实施例的变倍光学系统从物体侧依次由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。

[0270] 作为该结构与上述实施方式的关系,第1透镜组G1对应于前侧透镜组GFS,第2透镜组G2对应于M1透镜组GM1,第3透镜组G3对应于M2透镜组GM2,第4透镜组G4对应于RN透镜组GRN。

[0271] 第1透镜组G1从物体侧依次由凸面朝向物体侧的正凸平透镜L11以及凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L12与双凸形状的正透镜L13的接合正透镜构成。

[0272] 第2透镜组G2从物体侧依次由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L21、双凸形状的正

透镜L22、双凹形状的负透镜L23以及凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L24构成。

[0273] 第3透镜组G3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的接合正透镜、双凸形状的正透镜L33与凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L34的接合正透镜、孔径光阑S、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L35与双凸形状的正透镜L36的接合负透镜以及双凸形状的正透镜L37构成。

[0274] 第4透镜组G4从物体侧依次由凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L41以及双凹形状的负透镜L42构成。

[0275] 在本实施例的光学系统中,通过使第4透镜组G4向像面方向移动来进行从远距离物体向近距离物体的对焦。

[0276] 在本实施例的变倍光学系统中,通过使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的接合正透镜向与光轴正交的方向移动,从而对由手抖等引起的成像位置位移进行校正。

[0277] 另外,在整个系统的焦距为 f 、防抖系数(抖动校正中的相对于移动透镜组的移动量的成像面上的像移动量比)为 K 的镜头中对角度 θ 的旋转抖动进行校正时,只要使抖动校正用的移动透镜组在与光轴正交的方向上移动 $(f \cdot \tan\theta) / K$ 即可。在第4实施例的广角端下,防抖系数为1.64,焦距为72.1mm,因此用于对 0.30° 的旋转抖动进行校正的防抖透镜组的移动量为0.23mm。在第4实施例的远焦端状态下,防抖系数为2.10,焦距为292.0mm,因此用于对 0.20° 的旋转抖动进行校正的防抖透镜组的移动量为0.48mm。

[0278] 在以下的表4中示出本实施例的光学系统的各参数的值。

[0279] (表4) 第4实施例

[0280] [透镜参数]

	面编号	R	D	nd	vd
	物面	∞			
	1	124.8083	4.600	1.48749	70.32
	2	∞	0.200		
[0281]	3	111.5077	1.800	1.62004	36.40
	4	51.2894	7.200	1.49700	81.61
	5	-4057.4569	可变		
	6	1232.8716	1.700	1.69680	55.52
	7	32.6209	3.624		

	8	33.1180	5.224	1.78472	25.64
	9	-126.9611	1.768		
	10	-243.6400	1.300	1.77250	49.62
	11	37.7537	4.300		
	12	-33.1285	1.200	1.85026	32.35
	13	-124.4232	可变		
	14	80.2408	1.200	1.80100	34.92
	15	32.8582	5.862	1.64000	60.19
	16	-70.9140	1.500		
	17	40.5722	6.000	1.48749	70.32
	18	-43.0594	1.300	1.80610	40.97
[0282]	19	-2388.6437	2.700		
	20	∞	18.922		(光圈 S)
	21	812.4602	1.200	1.83400	37.18
	22	34.5376	5.275	1.51680	63.88
	23	-59.1982	0.200		
	24	75.5608	3.209	1.80100	34.92
	25	-197.1038	可变		
	26	-76.9453	2.263	1.80518	25.45
	27	-41.7537	6.500		
	28	-33.9973	1.000	1.77250	49.62
	29	132.3165	BF		
	像面	∞			
[0283]	[各种数据]				
	变倍比	4.05			
		W	M	T	
[0284]	f	72.1	100.0	292.0	
	FNO	4.68	4.90	6.19	
	2 ω	33.78	23.92	8.22	
	Ymax	21.60	21.60	21.60	
[0285]	TL	189.82	210.78	245.82	
	BF	64.99	69.56	89.99	

		W	M	T	W	M	T
		无限远	无限远	无限远	近距离	近距离	近距离
[0286]	d5	2.000	22.956	58.000	2.000	22.956	58.000
	d13	30.000	25.721	2.000	30.000	25.721	2.000
	d25	2.777	2.495	5.785	3.449	3.343	7.497
[0287]	[透镜组数据]						
	组	始面		f			
	G1	1		139.523			
[0288]	G2	6		-29.733			
	G3	14		41.597			
	G4	26		-54.885			
[0289]	[条件式对应值]						
[0290]	(1)	$f_{FP}/(-f_{FN})=3.156$					
[0291]	(2)	$(-fF)/f_1=0.393$					
[0292]	(3)	$f_{vr}/f_{TM2}=1.728$					
[0293]	(4)	$n_{vrN}/n_{vrP}=1.098$					
[0294]	(5)	$v_{vrN}/v_{vrP}=0.580$					
[0295]	(6)	$(-f_{TM1})/f_1=0.213$					
[0296]	(7)	$f_{TM2}/f_1=0.298$					
[0297]	(9)	$f_1/f_w=1.935$					
[0298]	(10)	$f_1/(-f_{TM1})=4.693$					
[0299]	(11)	$f_1/f_{TM2}=3.354$					

[0300] 图17(a)和图17(b)分别是第4实施例的具有防抖功能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和对 0.30° 的旋转抖动进行了抖动校正时的子午横向像差图。图18是第4实施例的具有防抖功能的变倍光学系统的中间焦距状态下的无限远对焦时的各像差图。图19(a)和图19(b)分别是第4实施例的具有防抖功能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和对 0.20° 的旋转抖动进行了抖动校正时的子午横向像差图。图20(a)、图20(b)及图20(c)分别是第4实施例的变倍光学系统的广角端状态、中间焦距状态、远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。

[0301] 通过各像差图可知,本实施例的变倍光学系统从广角端状态到远焦端状态良好地对各像差进行校正且具有优秀的成像性能,而且在进行近距离对焦时也具有优秀的成像性能。

[0302] (第5实施例)

[0303] 图21是示出本实施方式的第5实施例的变倍光学系统的镜头结构的图。本实施例的变倍光学系统从物体侧依次由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、具有负的光焦度的第4透镜组G4及具有正的光焦

度的第5透镜组G5构成。

[0304] 作为该结构与上述实施方式的关系,第1透镜组G1对应于前侧透镜组GFS,第2透镜组G2对应于M1透镜组GM1,第3透镜组G3对应于M2透镜组GM2,第4透镜组G4对应于RN透镜组GRN。

[0305] 第1透镜组G1从物体侧依次由凸面朝向物体侧的正凸平透镜L11以及凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L12与凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L13的接合正透镜构成。

[0306] 第2透镜组G2从物体侧依次由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L21、双凸形状的正透镜L22、双凹形状的负透镜L23以及凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L24构成。

[0307] 第3透镜组G3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的接合正透镜、双凸形状的正透镜L33与双凹形状的负透镜L34的接合正透镜、孔径光阑S、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L35与双凸形状的正透镜L36的接合负透镜以及双凸形状的正透镜L37构成。

[0308] 第4透镜组G4从物体侧依次由凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L41以及双凹形状的负透镜L42构成。

[0309] 第5透镜组G5从物体侧依次由凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L51、双凸形状的正透镜L52以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L53构成。

[0310] 在本实施例的光学系统中,通过使第4透镜组G4向像面方向移动来进行从远距离物体向近距离物体的对焦。另外,通过使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的接合正透镜向与光轴正交的方向移动,从而对由手抖等引起的成像位置位移进行校正。

[0311] 另外,在整个系统的焦距为 f 、防抖系数(抖动校正中的相对于移动透镜组的移动量的成像面上的像移动量比)为 K 的镜头中对角度 θ 的旋转抖动进行校正时,只要使抖动校正用的移动透镜组在与光轴正交的方向上移动 $(f \cdot \tan\theta) / K$ 即可。在第4实施例的广角端下,防抖系数为1.65,焦距为72.1mm,因此用于对 0.30° 的旋转抖动进行校正的防抖透镜组的移动量为0.23mm。在第4实施例的远焦端状态下,防抖系数为2.10,焦距为292.0mm,因此用于对 0.20° 的旋转抖动进行校正的防抖透镜组的移动量为0.49mm。

[0312] 在以下的表5中示出本实施例的光学系统的各参数的值。

[0313] (表5) 第5实施例

[0314] [透镜参数]

面编号	R	D	nd	vd
物面	∞			
1	109.5099	4.600	1.48749	70.32
2	∞	0.200		
3	101.8486	1.800	1.62004	36.40
4	49.8873	7.200	1.49700	81.61
5	403.0130	可变		
6	166.1577	1.700	1.69680	55.52
7	31.1882	3.953		
8	32.0256	5.500	1.78472	25.64
9	-139.5816	1.553		
10	-767.2482	1.300	1.77250	49.62
[0315] 11	33.9202	4.300		
12	-32.8351	1.200	1.85026	32.35
13	-256.2484	可变		
14	69.5902	1.200	1.80100	34.92
15	29.9877	5.900	1.64000	60.19
16	-70.0411	1.500		
17	36.2271	6.000	1.48749	70.32
18	-39.9358	1.300	1.80610	40.97
19	820.8027	2.700		
20	∞	14.092		
21	427.1813	1.200	1.83400	37.18
22	31.7606	4.800	1.51680	63.88
23	-89.4727	0.200		

(光圈 S)

	24	73.5865	2.800	1.80100	34.92		
	25	-110.0493	可变				
	26	-83.7398	2.200	1.80518	25.45		
	27	-42.9999	6.500				
	28	-36.8594	1.000	1.77250	49.62		
	29	73.0622	可变				
[0316]	30	-26.0662	1.400	1.62004	36.4		
	31	-40.4068	0.200				
	32	143.0444	3.035	1.67003	47.14		
	33	-220.8402	0.200				
	34	100.4330	2.145	1.79002	47.32		
	35	170.3325	BF				
	像面	∞					
[0317]	[各种数据]						
	变倍比	4.05					
		W	M	T			
	f	72.1	100.0	292.0			
[0318]	FNO	4.48	4.85	5.87			
	2 ω	33.94	24.44	8.42			
	Ymax	21.60	21.60	21.60			
	TL	190.21	205.27	245.82			
	BF	39.12	46.37	67.13			
[0319]	[可变间隔数据]						
		W	M	T	W	M	T
		无限远	无限远	无限远	近距离	近距离	近距离
[0320]	d5	5.892	20.953	61.502	5.892	20.953	61.502
	d13	30.000	22.752	2.000	30.000	22.752	2.000
	d25	2.212	3.707	3.900	2.864	4.521	5.606
[0321]	d29	21.306	19.811	19.618	20.654	18.997	17.912
[0322]	[透镜组数据]						

	组	始面	f
	G1	1	145.022
[0323]	G2	6	-29.562
	G3	14	38.233
	G4	26	-48.257
	G5	30	318.066

[0324] [条件式对应值]

[0325] (1) $f_{FP}/(-f_{FN}) = 3.393$

[0326] (2) $(-fF)/f_1 = 0.333$

[0327] (3) $f_{vvr}/f_{TM2} = 1.738$

[0328] (4) $n_{vrN}/n_{vrP} = 1.098$

[0329] (5) $v_{vrN}/v_{vrP} = 0.580$

[0330] (6) $(-f_{TM1})/f_1 = 0.204$

[0331] (7) $f_{TM2}/f_1 = 0.264$

[0332] (8) $(-f_N)/f_P = 0.947$

[0333] (9) $f_1/f_w = 2.011$

[0334] (10) $f_1/(-f_{TM1}) = 4.906$

[0335] (11) $f_1/f_{TM2} = 3.793$

[0336] 图22 (a) 和图22 (b) 分别是第5实施例的具有防抖功能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和对 0.30° 的旋转抖动进行了抖动校正时的子午横向像差图。图23是第5实施例的具有防抖功能的变倍光学系统的中间焦距状态下的无限远对焦时的各像差图。图24 (a) 和图24 (b) 分别是第5实施例的具有防抖功能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和对 0.20° 的旋转抖动进行了抖动校正时的子午横向像差图。图25 (a)、图25 (b) 及图25 (c) 分别是第5实施例的变倍光学系统的广角端状态、中间焦距状态、远焦端状态下的近距离对焦时的各像差图。

[0337] 通过各像差图可知,本实施例的变倍光学系统从广角端状态到远焦端状态良好地对各像差进行校正且具有优秀的成像性能,而且在进行近距离对焦时也具有优秀的成像性能。

[0338] 根据上述各实施例,通过使对焦用透镜组变得小型轻量化,从而无需使镜筒变得大型化就能够实现高速的AF、AF时的安静性,而且,能够实现良好地抑制了从广角端状态向远焦端状态进行变倍时的像差变动以及从无限远物体向近距离物体进行对焦时的像差变动的变倍光学系统。

[0339] 此处,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。

[0340] 另外,能够在不损坏本申请的变倍光学系统的光学性能的范围内适当采用以下的内容。

[0341] 作为本申请的变倍光学系统的数值实施例,虽然示出了4组结构、5组结构以及6组结构,但是本申请并不限于此,也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,也可以是在本申请的变倍光学系统的最靠物体侧或最靠像面侧增加了透镜或透镜组的结构。另外,透镜组表示被进行变倍时或对焦时变化的空气间隔分离的、具有至少一个透镜的部分。

[0342] 另外,在本申请的变倍光学系统中,不需要必须通过使一部分的透镜移动来对由手抖等引起的成像位置位移进行校正。

[0343] 另外,构成本申请的变倍光学系统的透镜的透镜面也可以是球面或平面,或者也可以是非球面。在透镜面为球面或平面时,透镜加工和组装调整变得容易,能够防止由透镜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。在透镜面为非球面时,可以是基于研磨加工的非球面、通过模具将玻璃成型为非球面形状的玻璃模铸非球面或者将设置在玻璃表面的树脂形成为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。

[0344] 另外,也可以在构成本申请的变倍光学系统的透镜的透镜面,施加在宽波长区域中具有高透射率的增透膜。由此,能够减轻眩光和重影并实现高对比度的高光学性能。

[0345] 通过以上结构,搭载上述第1实施例的变倍光学系统来作为摄影镜头2的本相机1,通过使对焦用透镜组变得小型轻量化,从而无需使镜筒变得大型化就能够实现高速的AF、AF时的安静性,而且,良好地抑制从广角端状态向远焦端状态进行变倍时的像差变动以及从无限远物体向近距离物体进行对焦时的像差变动,能够实现良好的光学性能。另外,即使构成搭载上述第2~上述第5实施例的变倍光学系统来作为摄影镜头2的相机也能够起到与上述相机1相同的效果。

[0346] 标号说明

[0347]	G1 第1透镜组	G2 第2透镜组
[0348]	G3 第3透镜组	G4 第4透镜组
[0349]	G5 第5透镜组	GFS 前侧透镜组
[0350]	GM1 M1透镜组	GM2 M2透镜组
[0351]	GRN RN透镜组	
[0352]	I 像面	S 孔径光阑

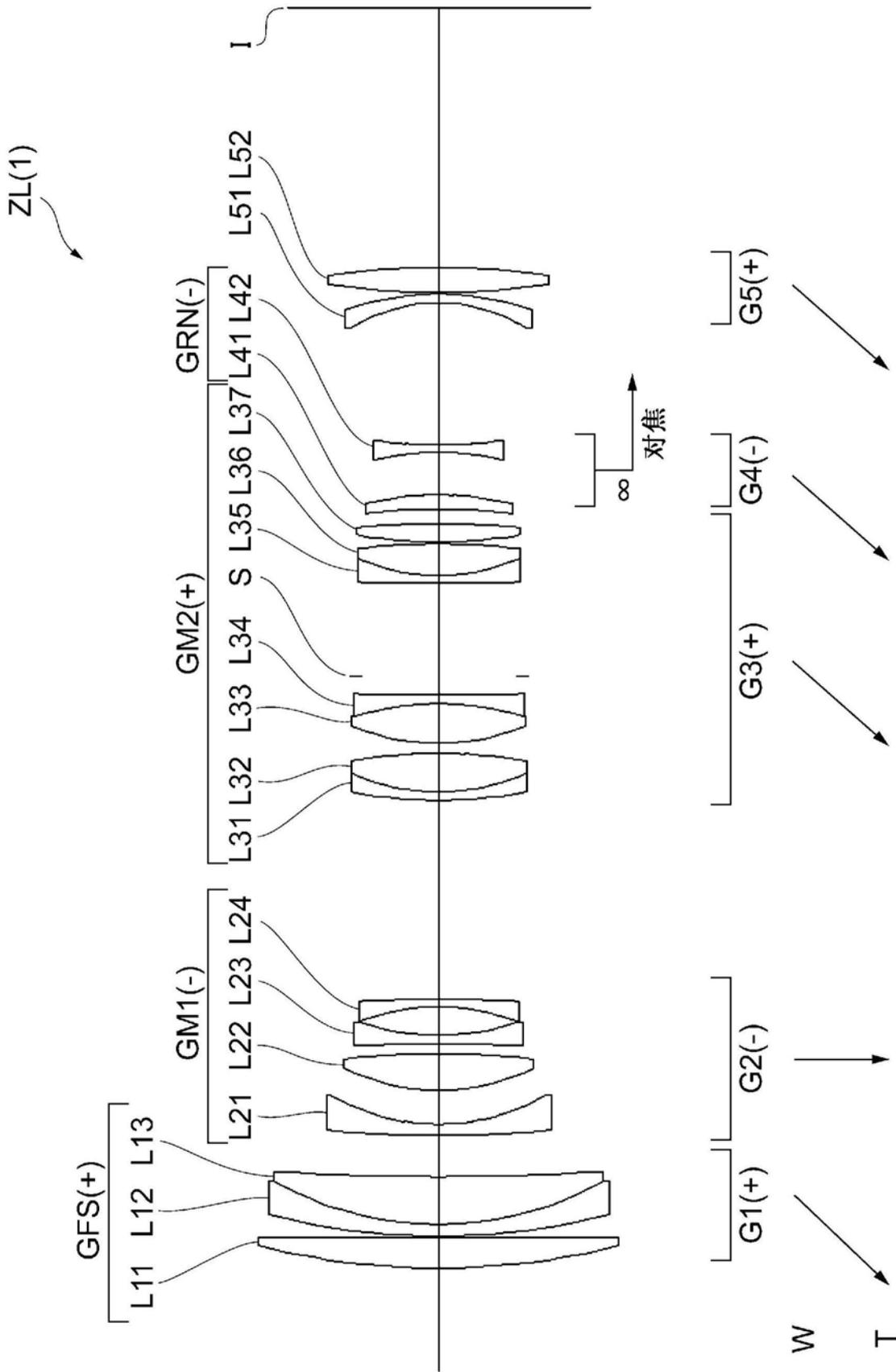


图1

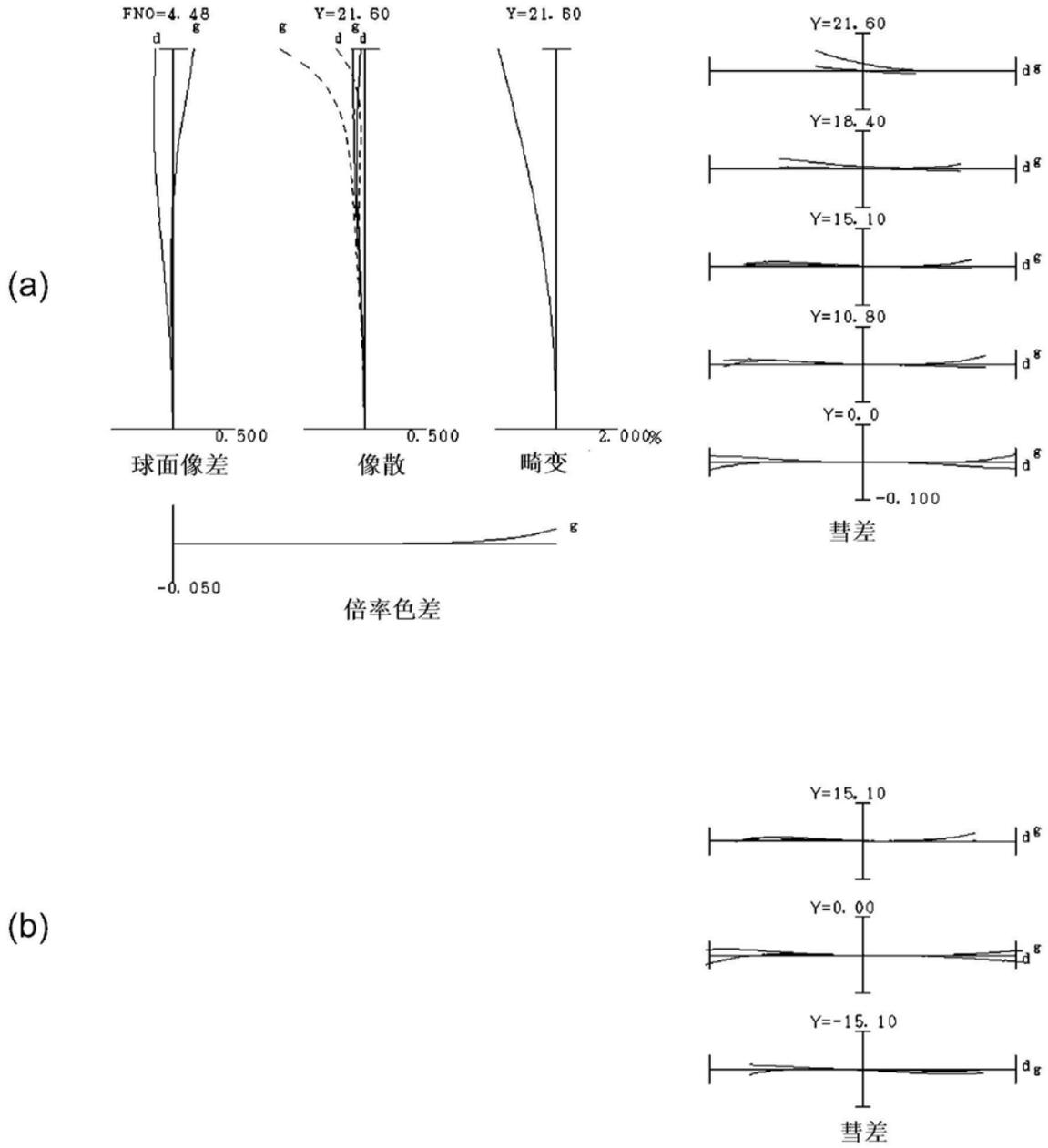


图2

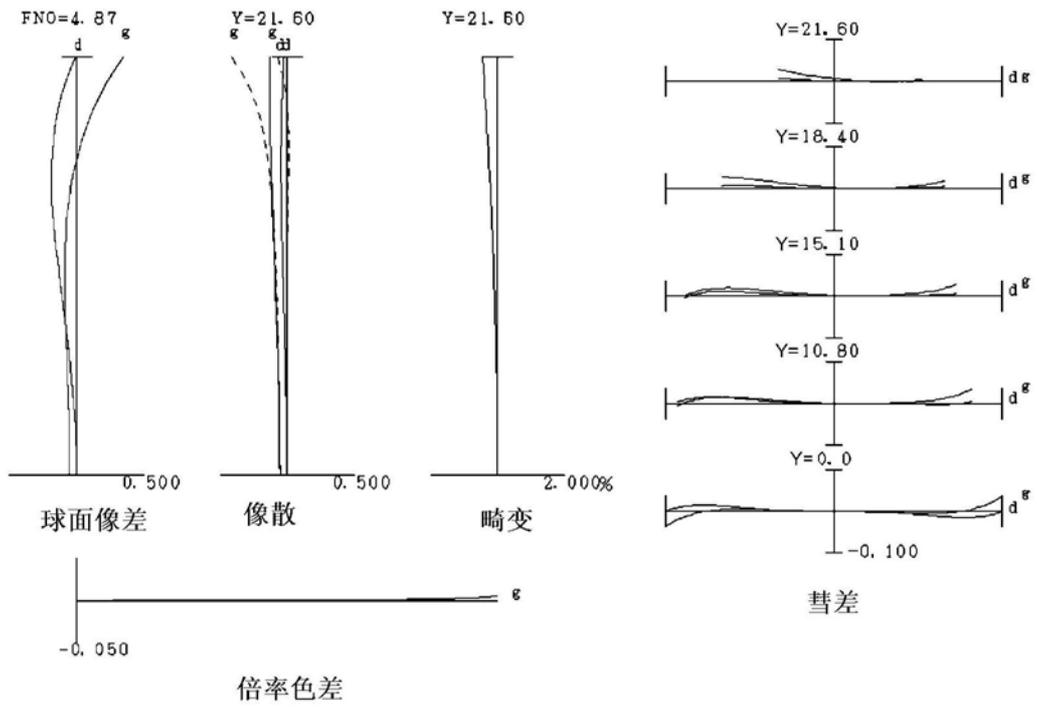


图3

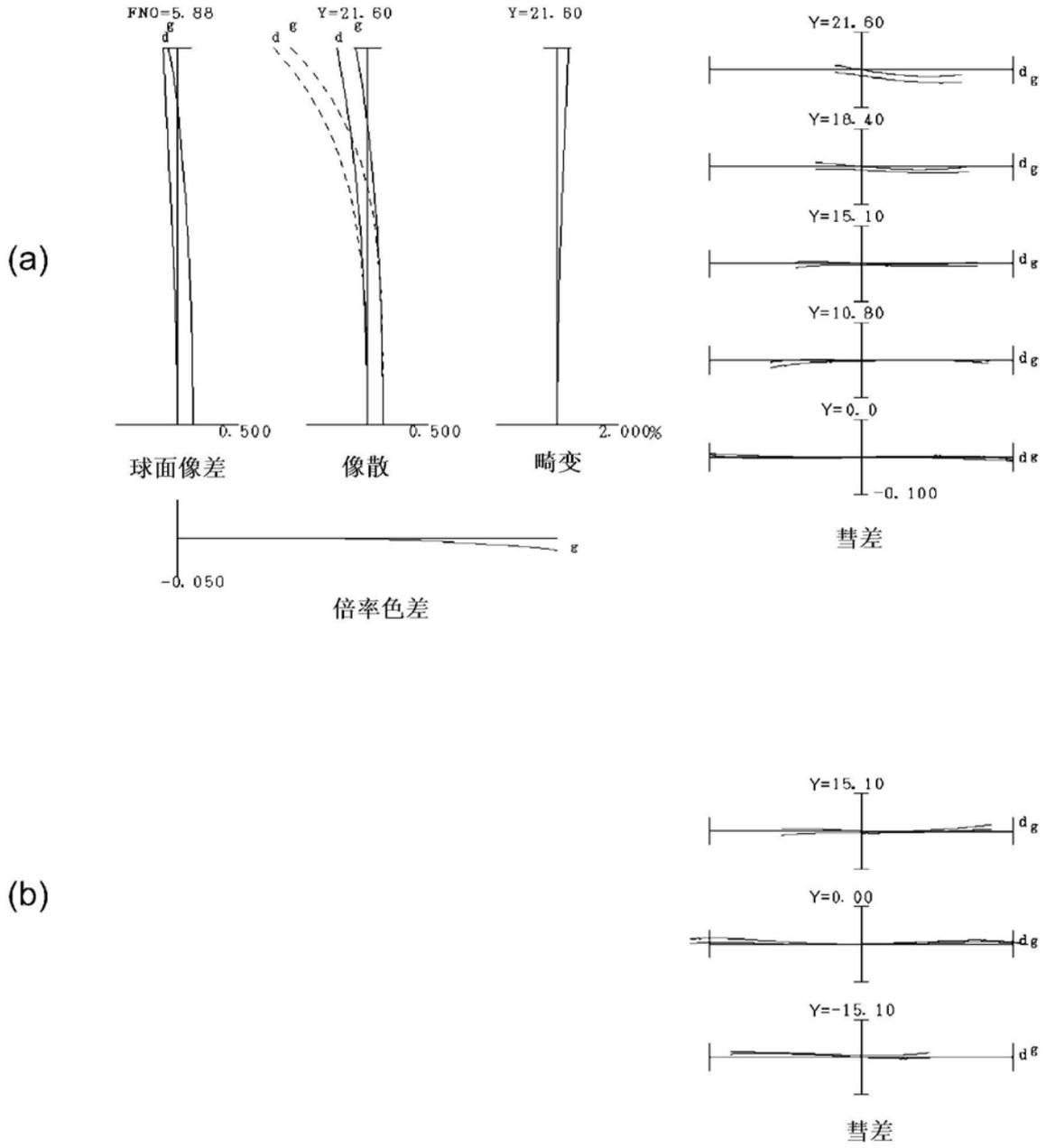


图4

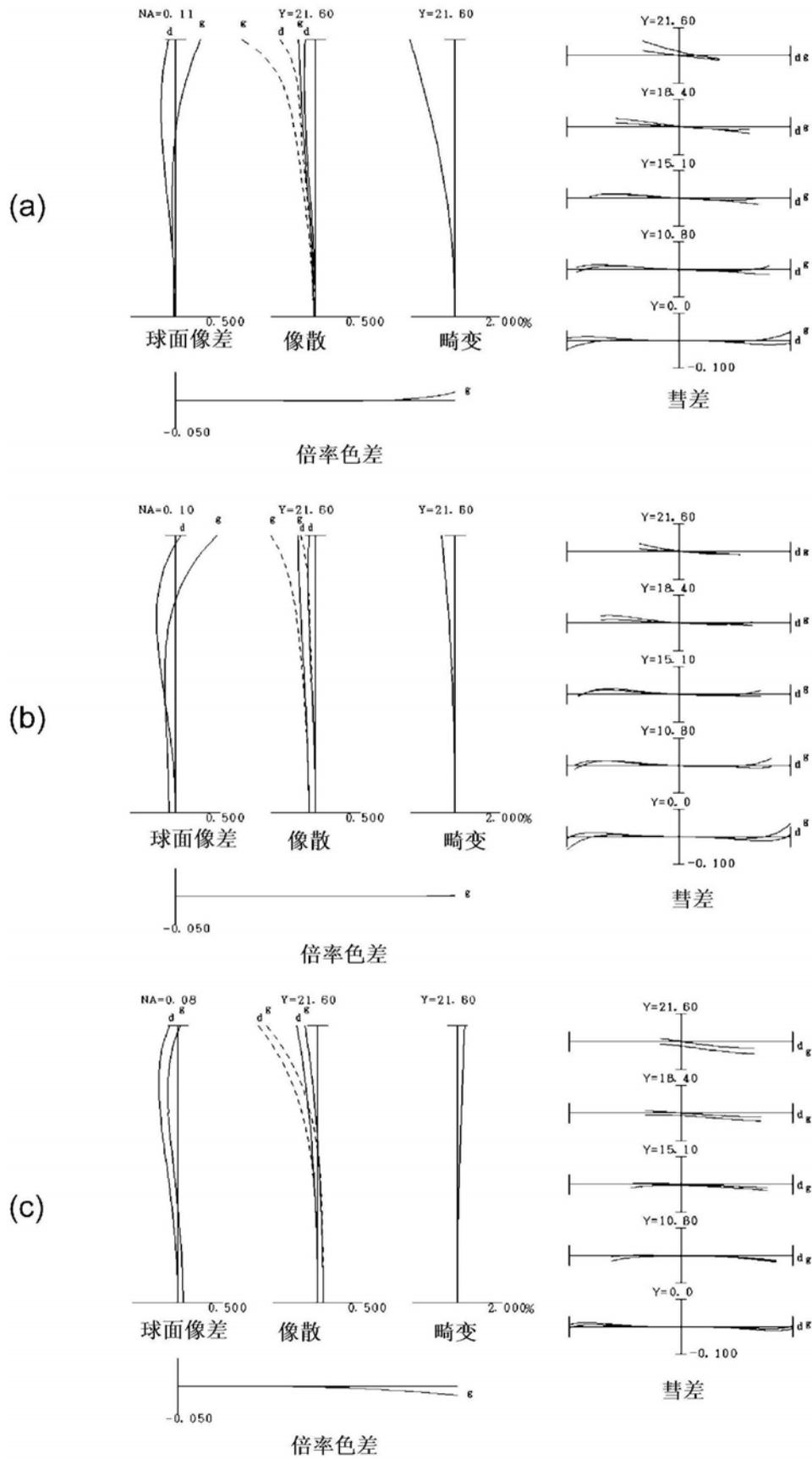


图5

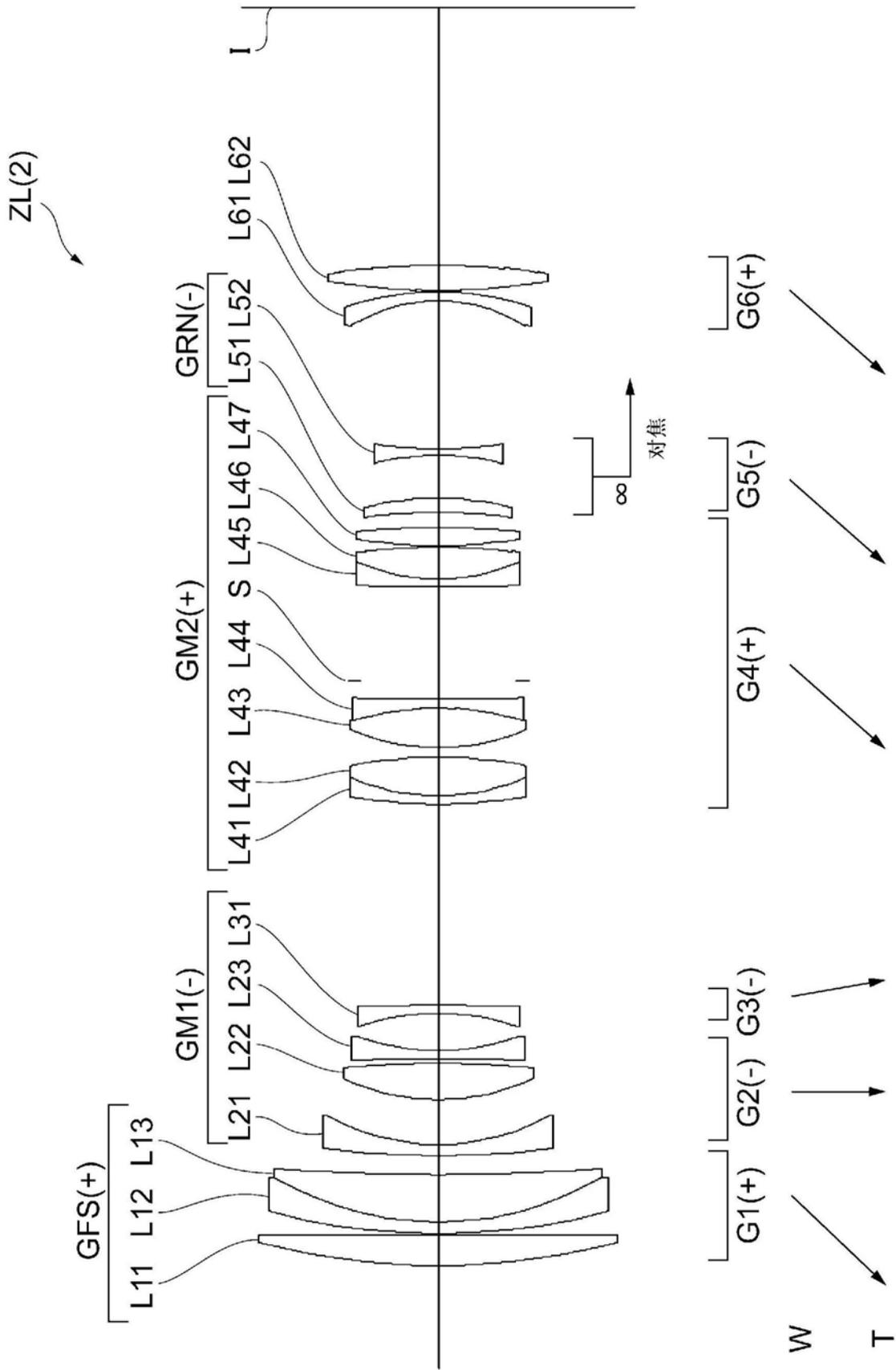


图6

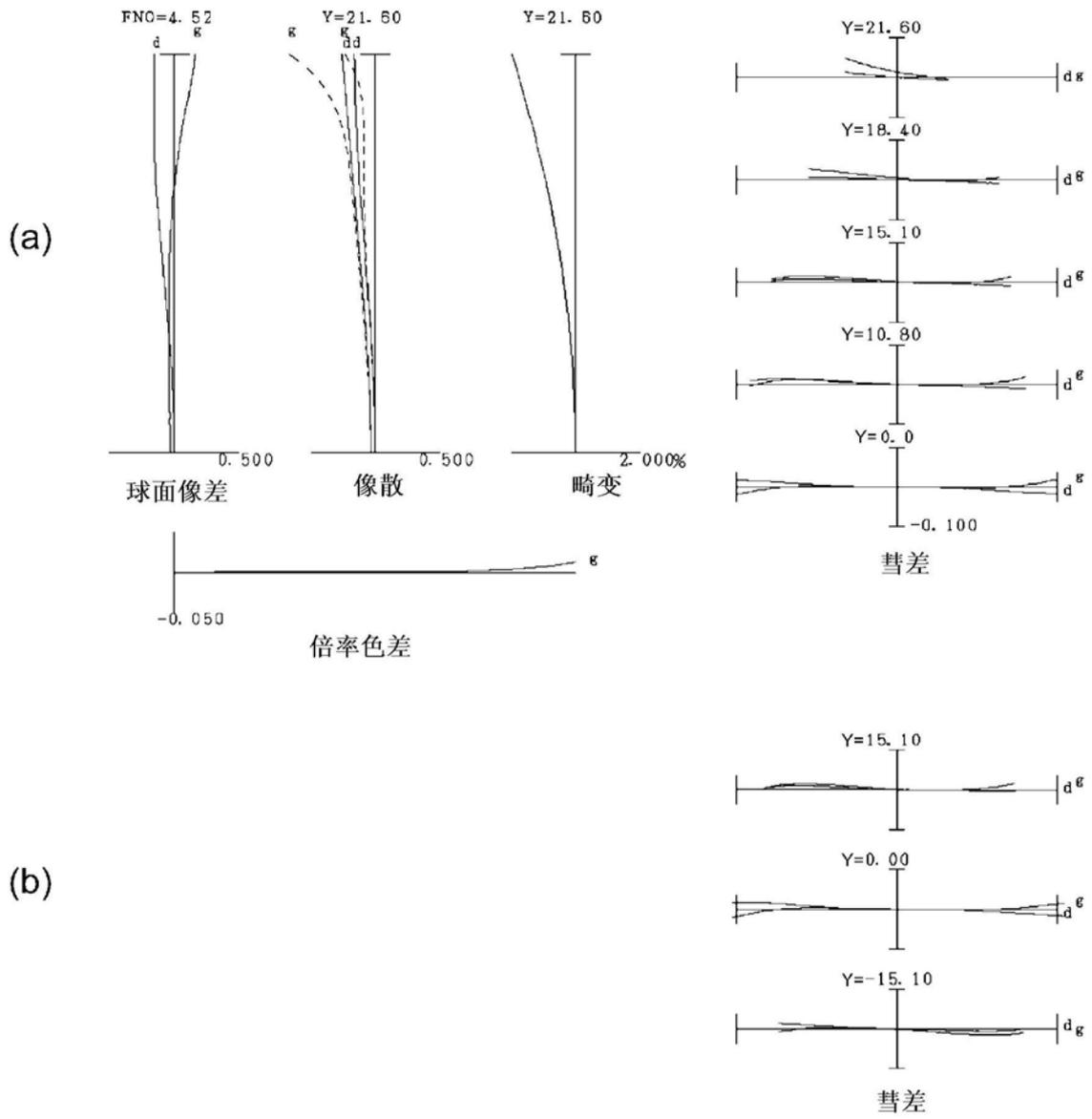


图7

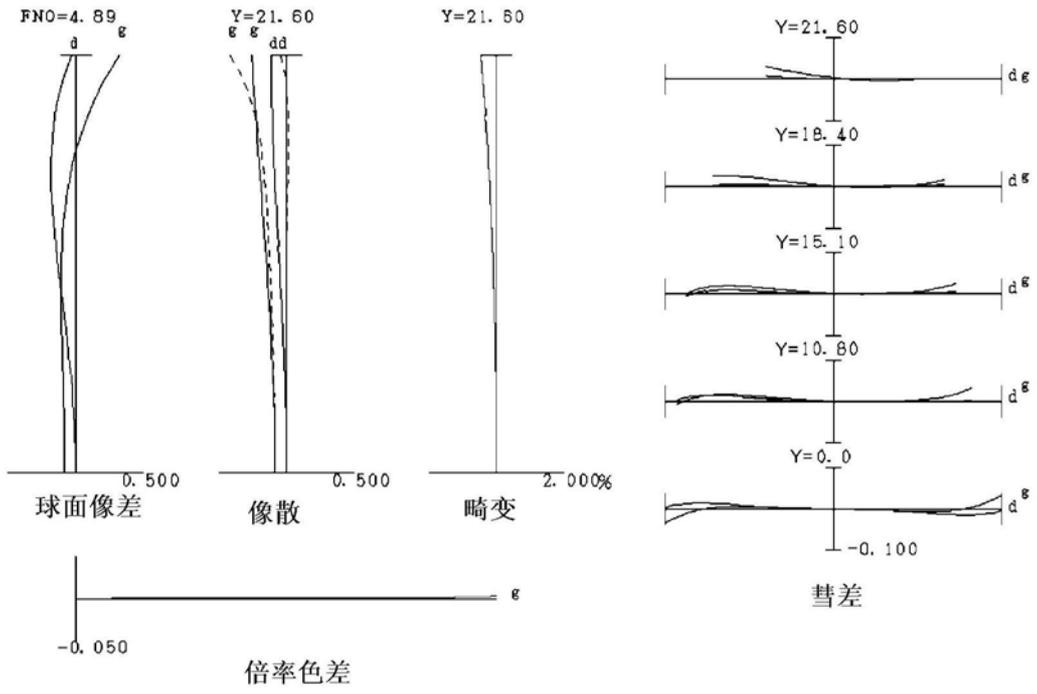


图8

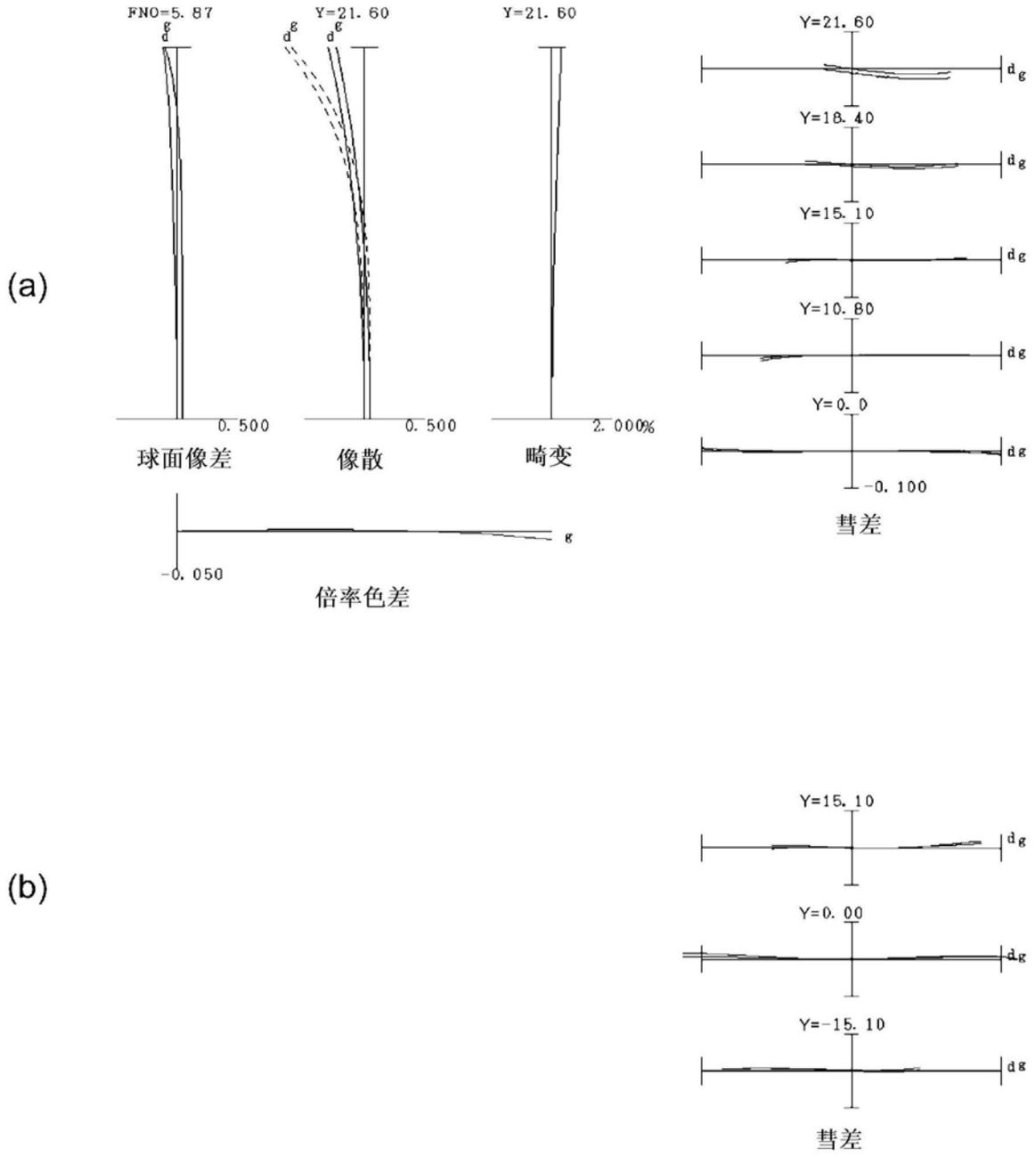


图9

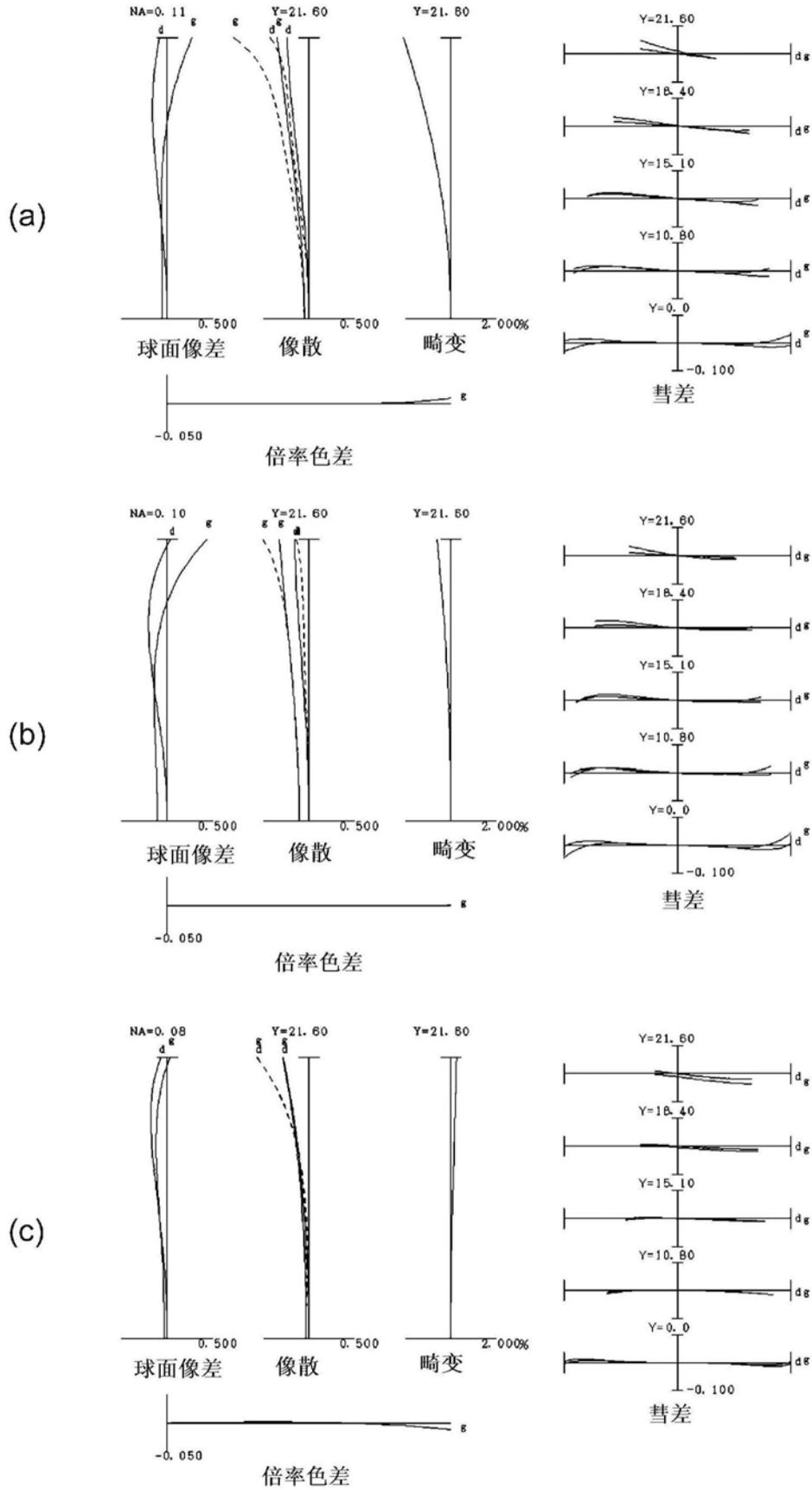


图10

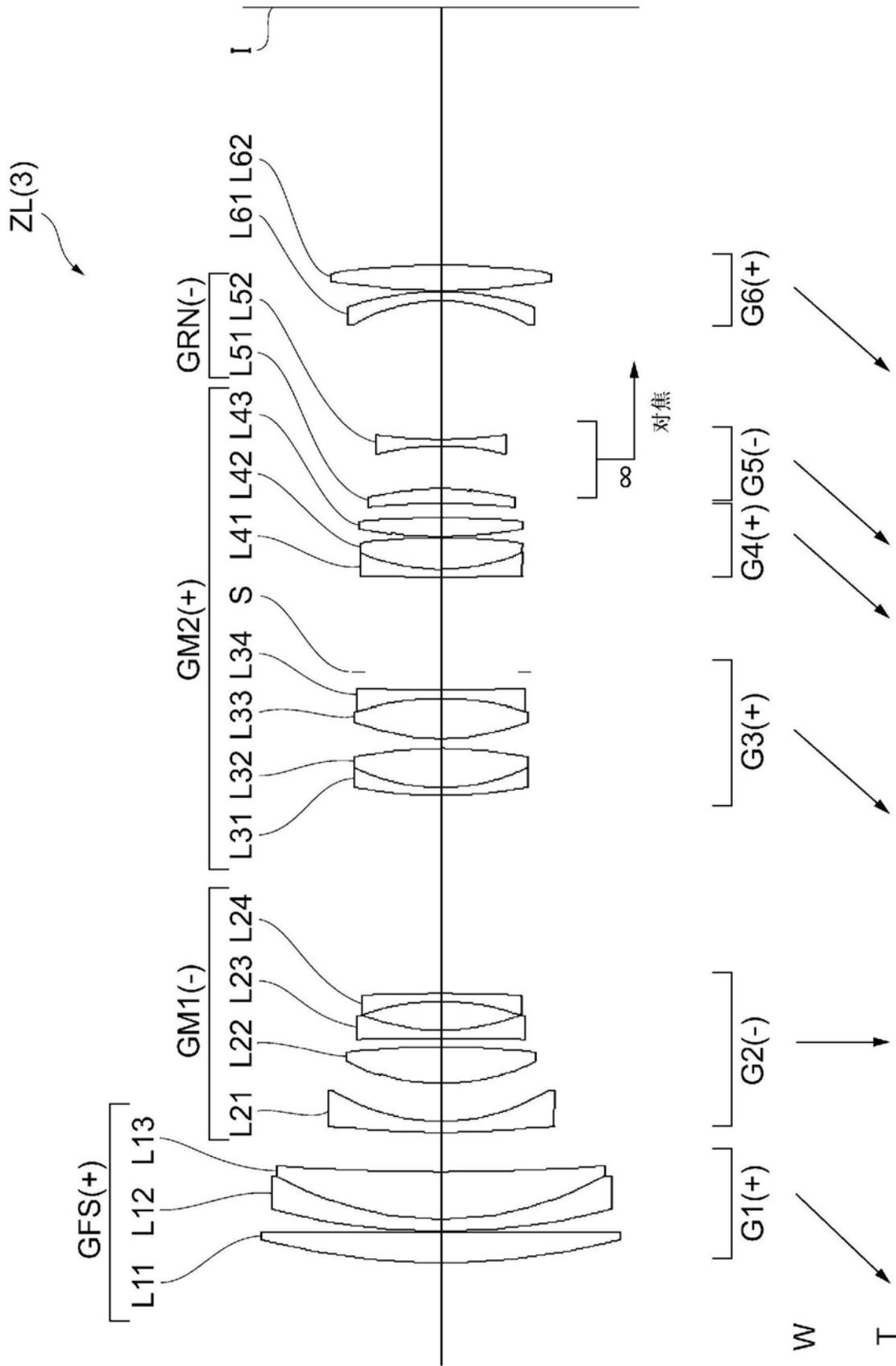


图11

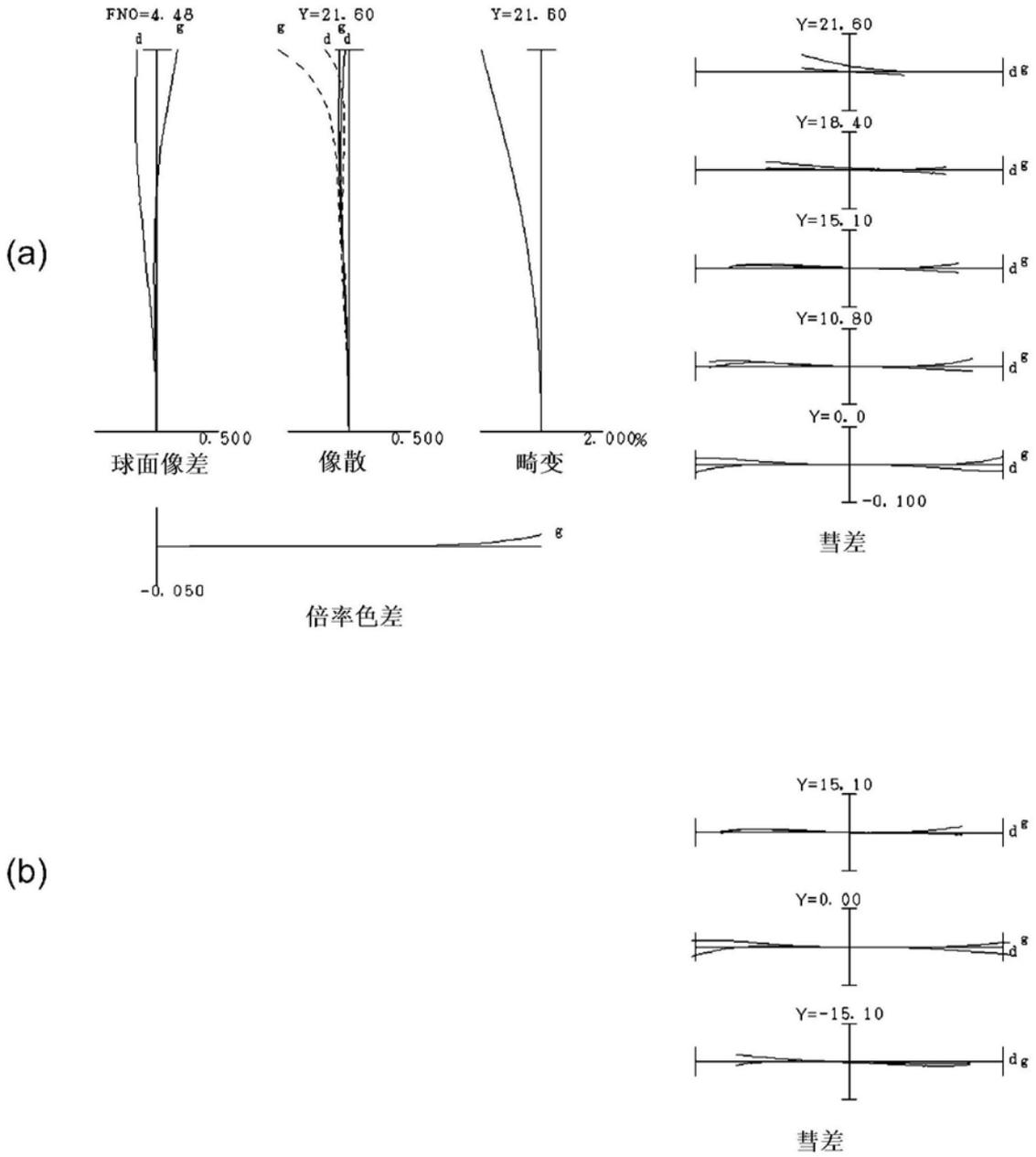


图12

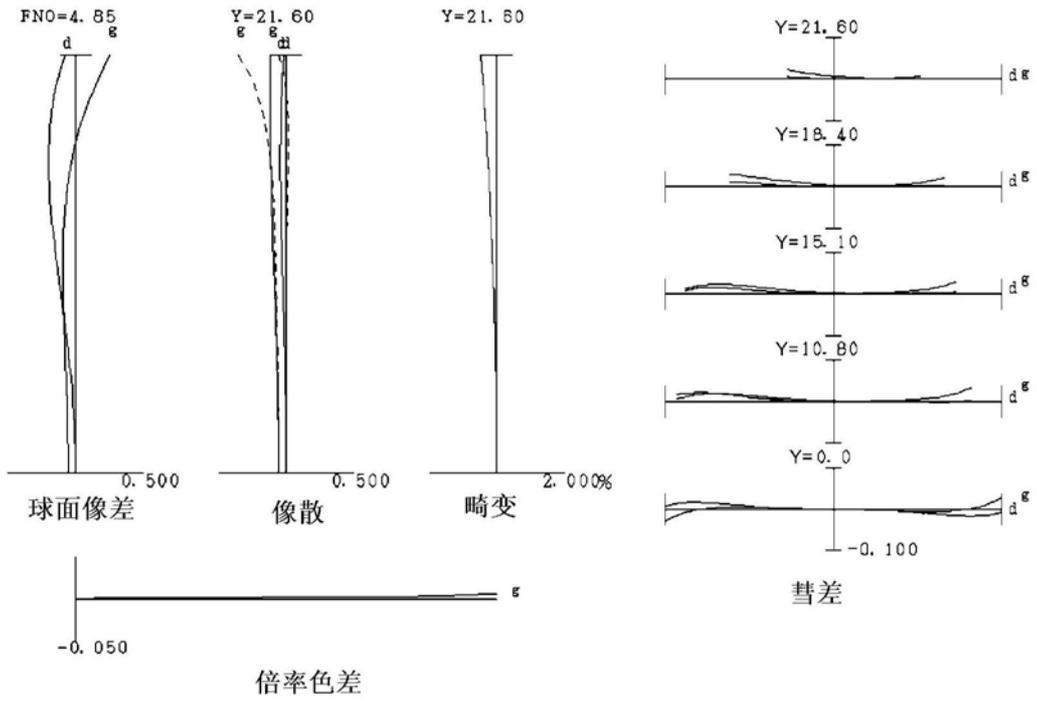


图13

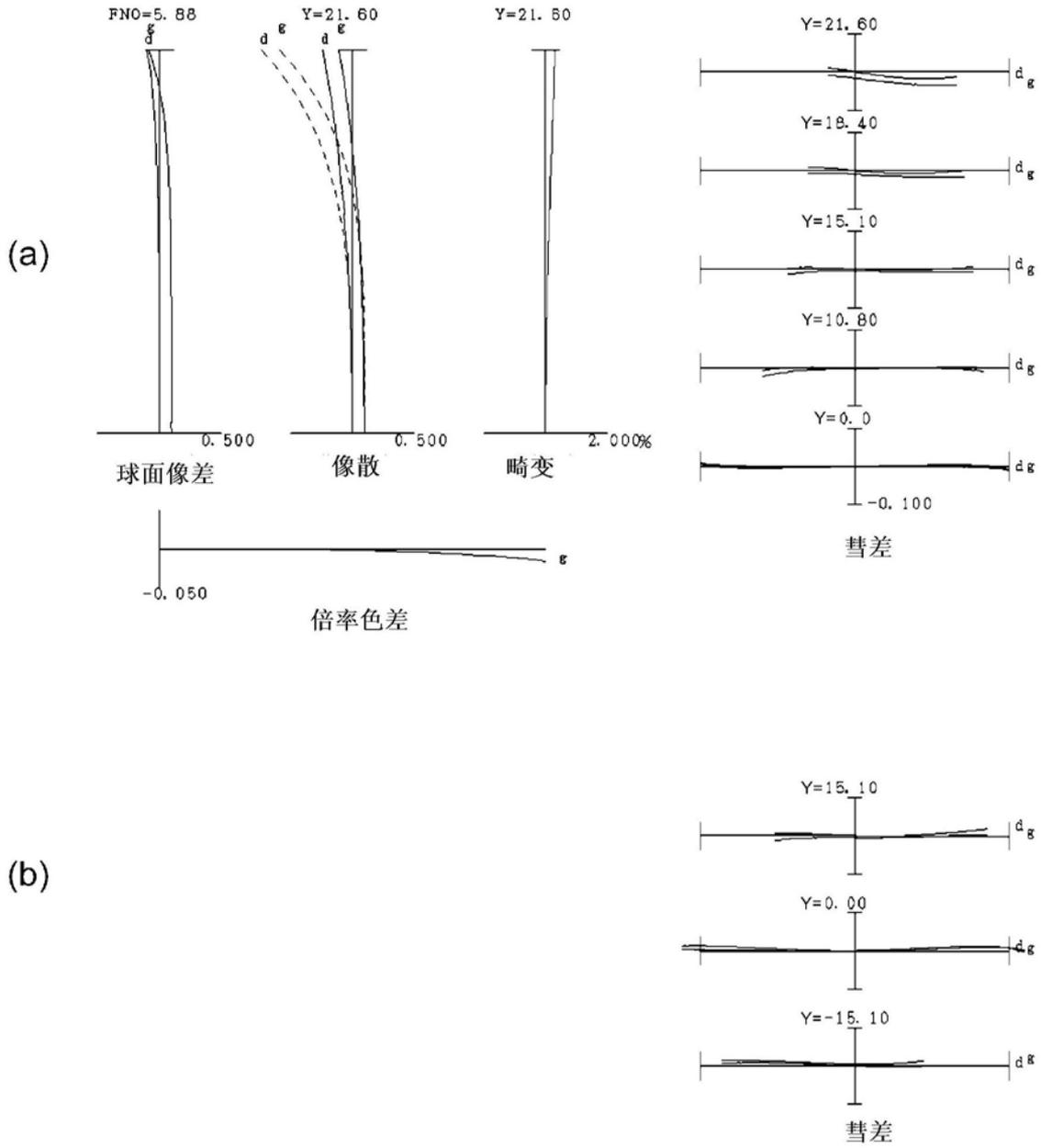


图14

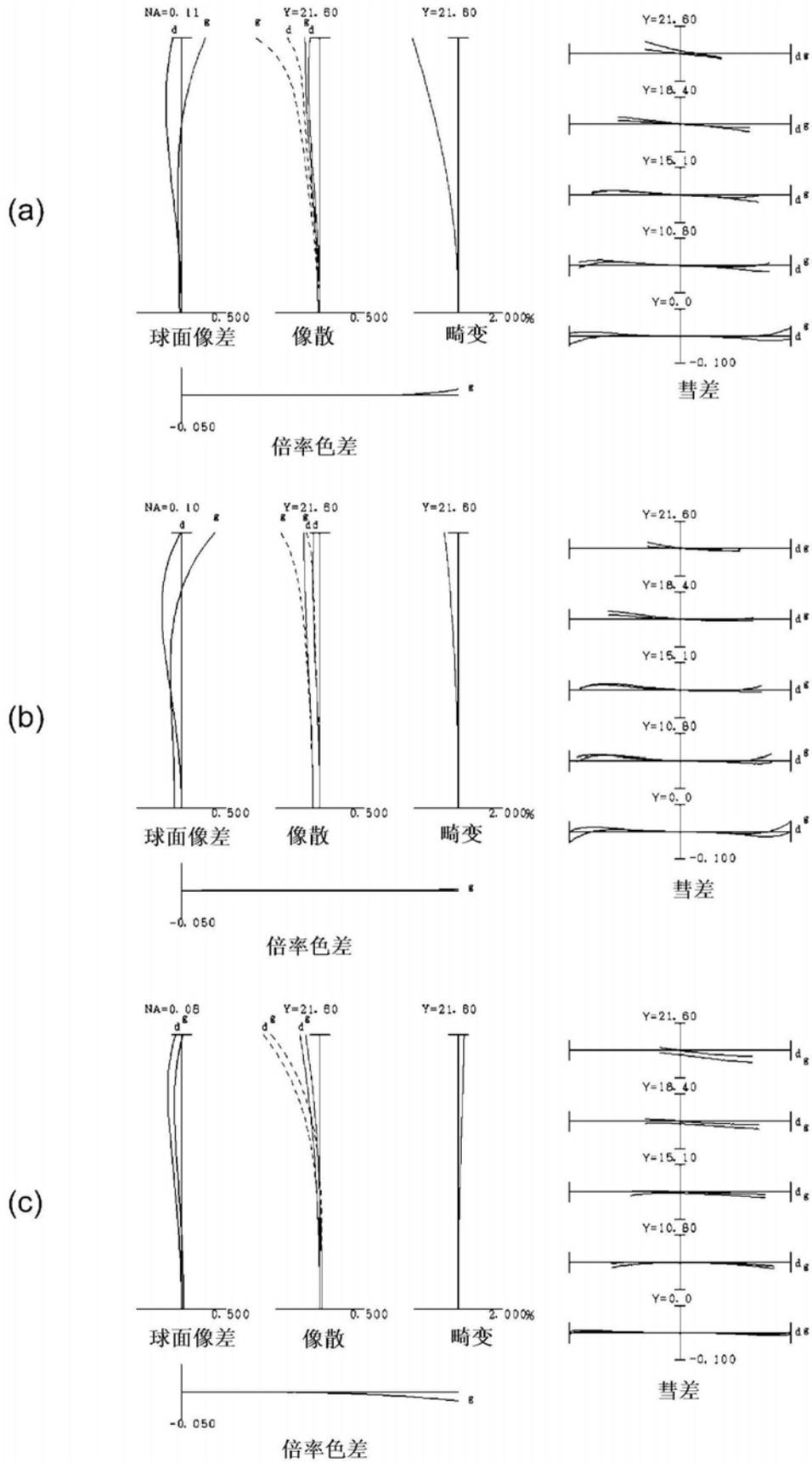


图15

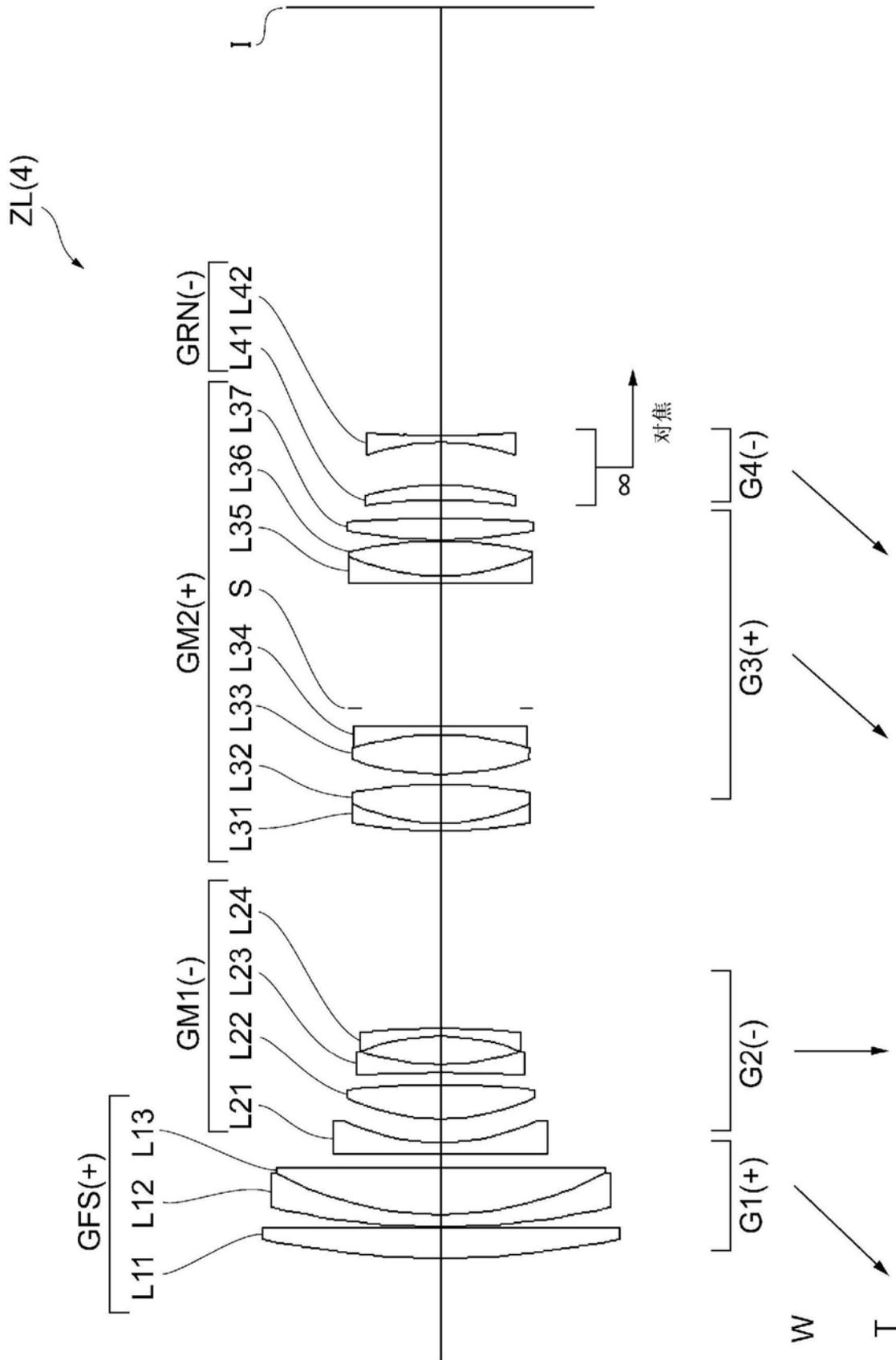


图16

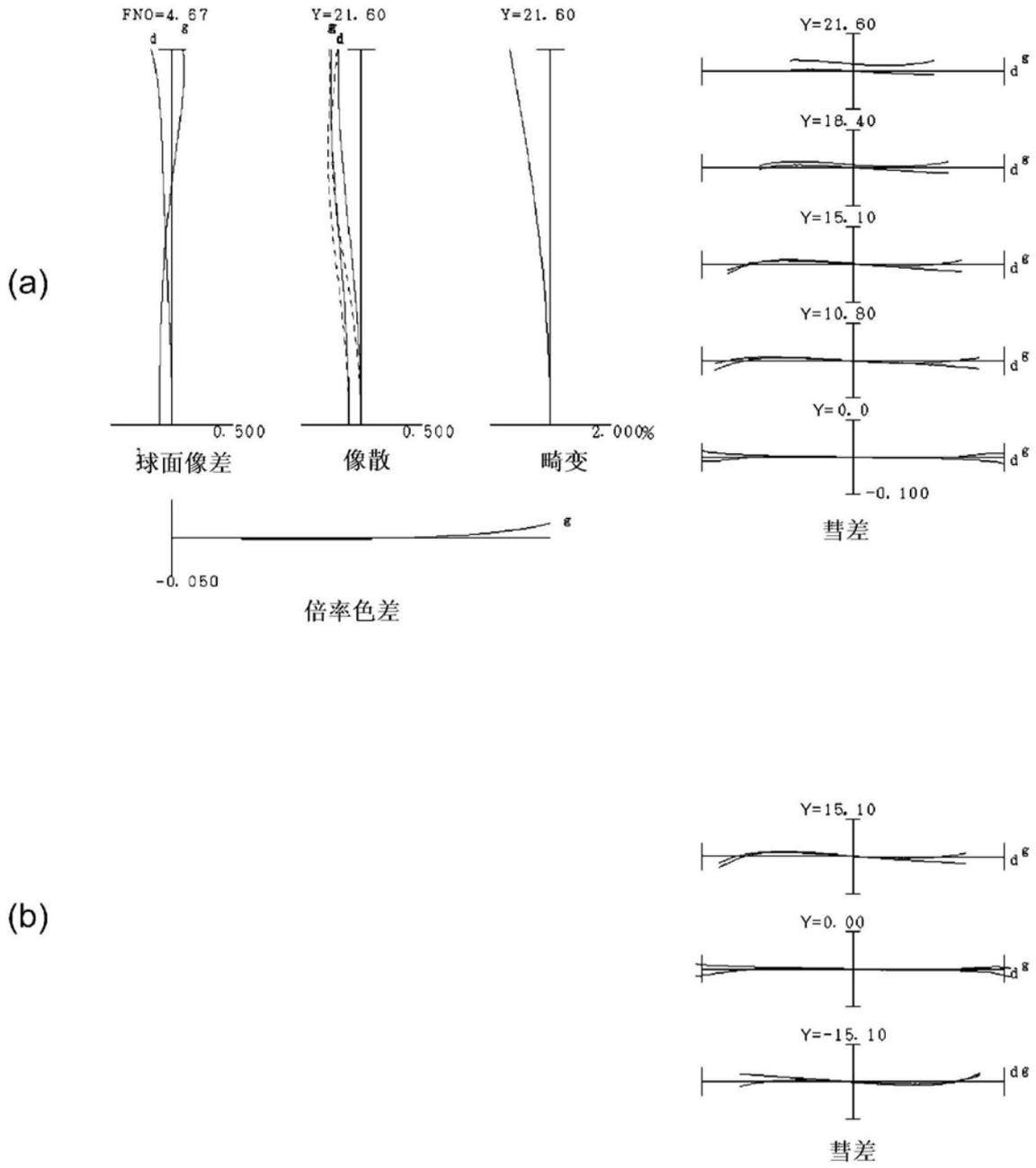


图17

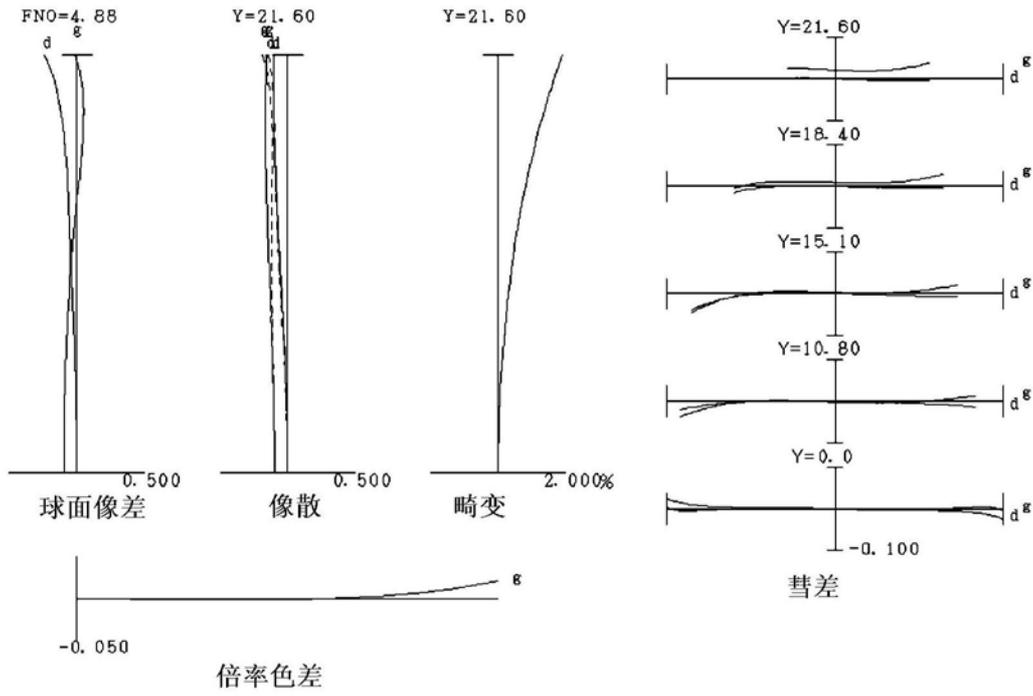


图18

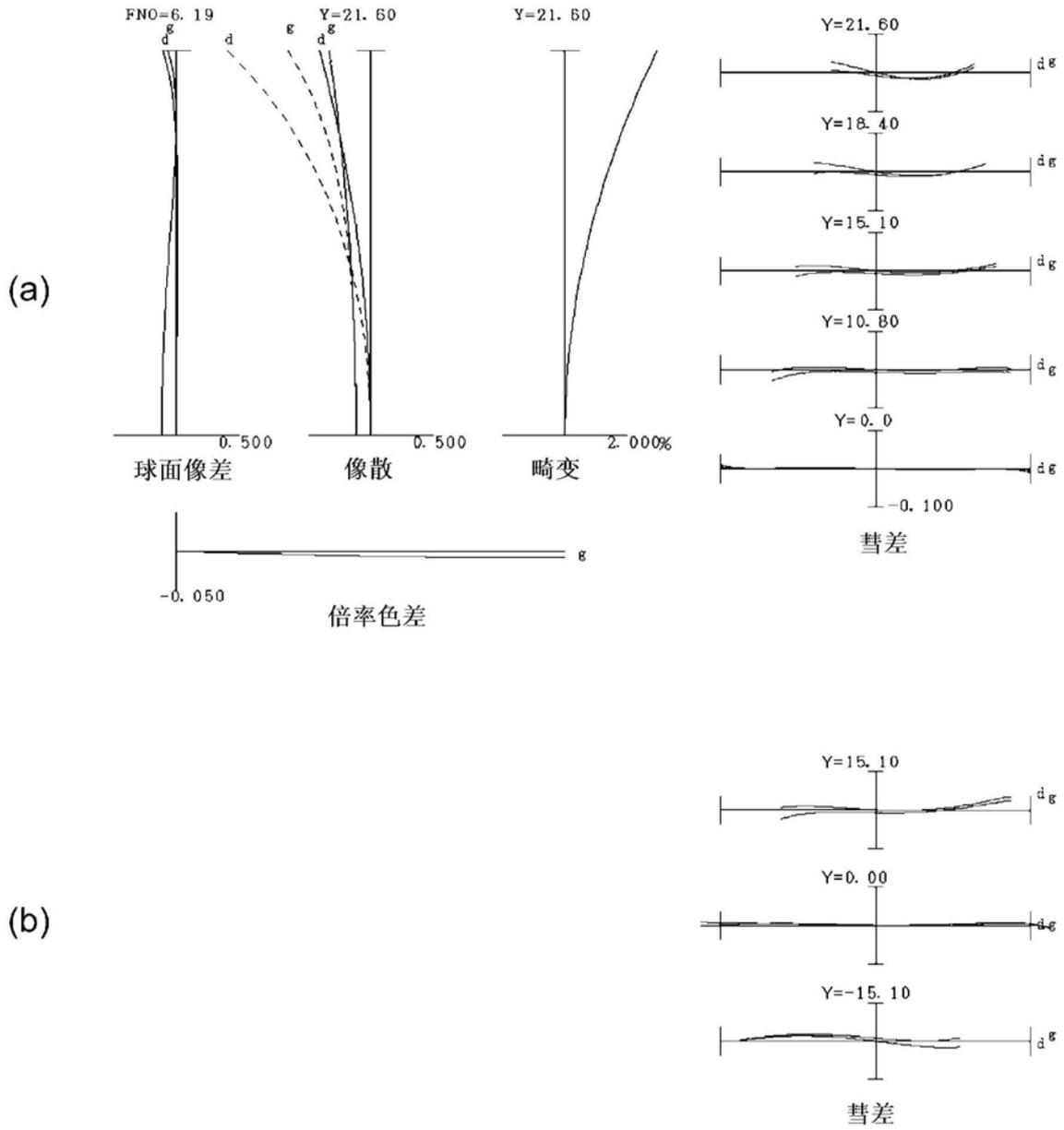


图19

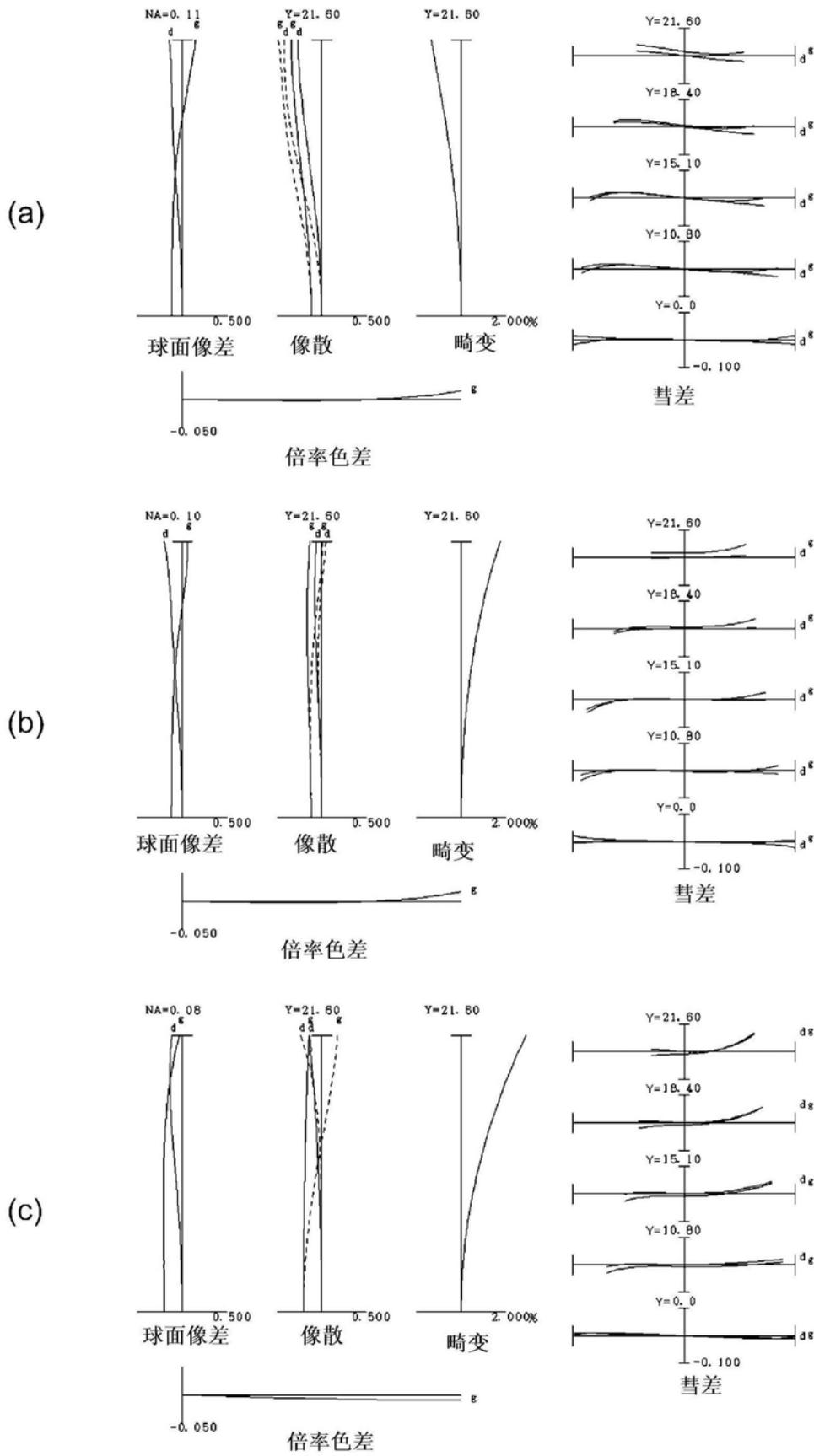


图20

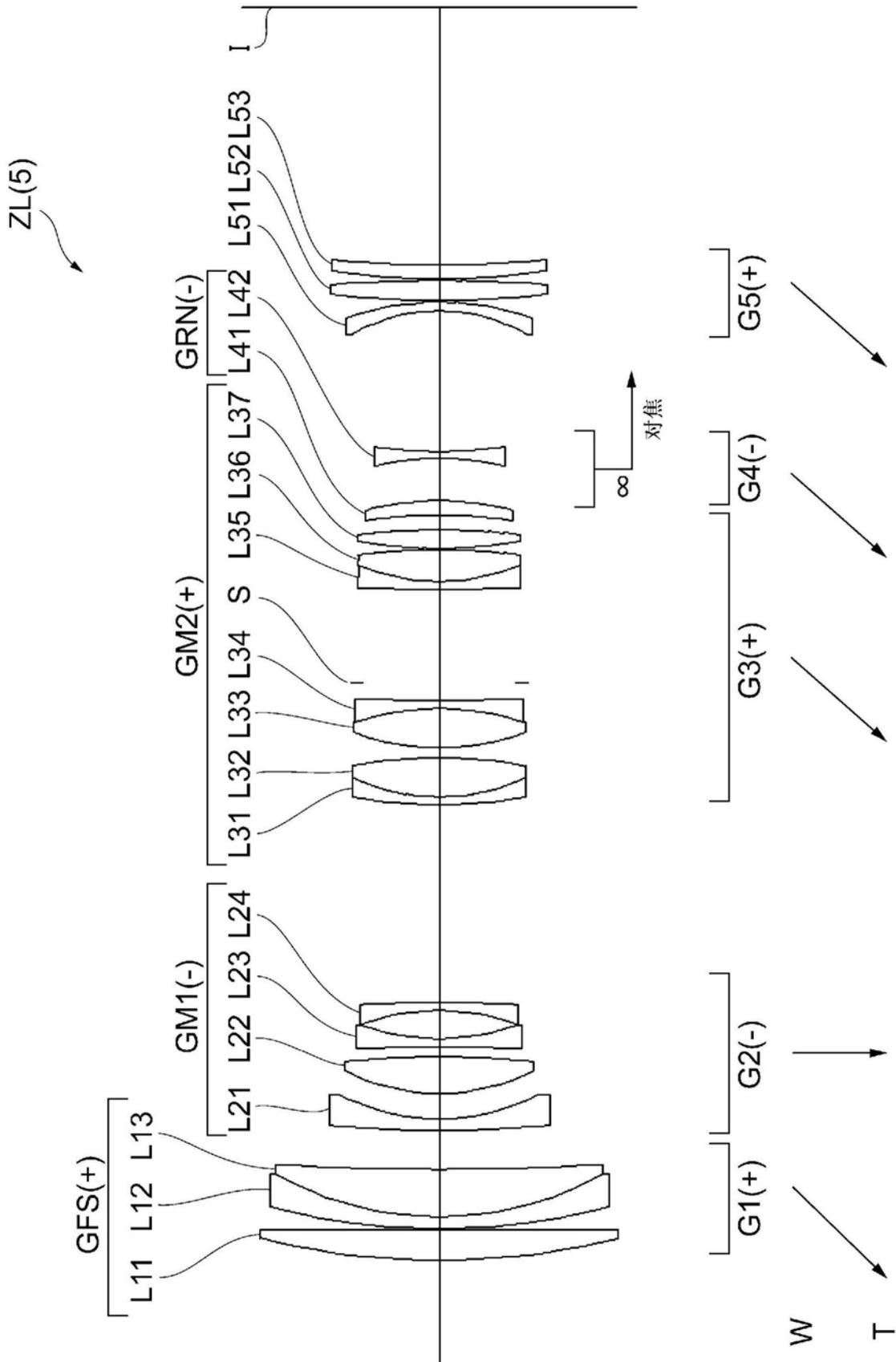


图21

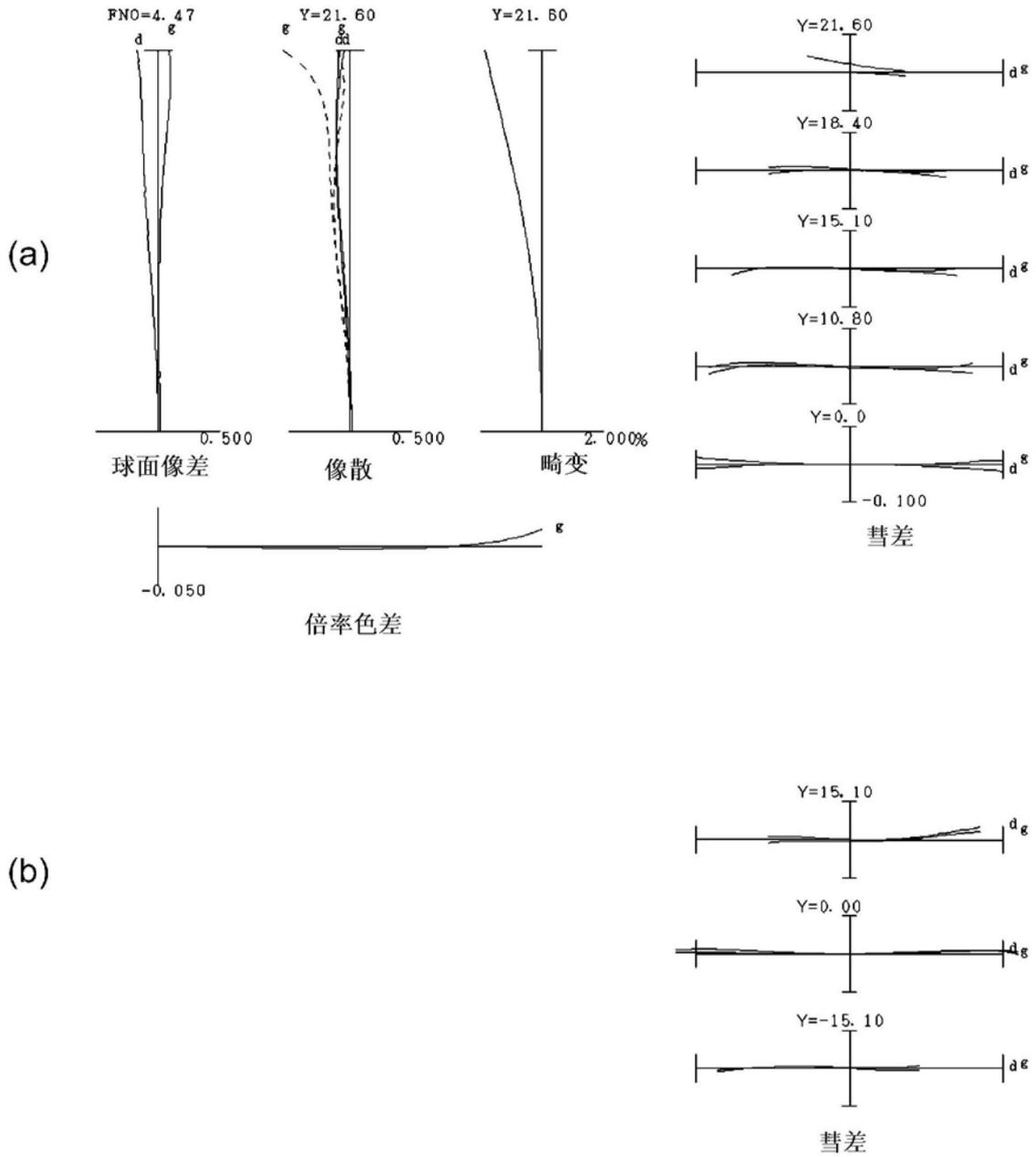


图22

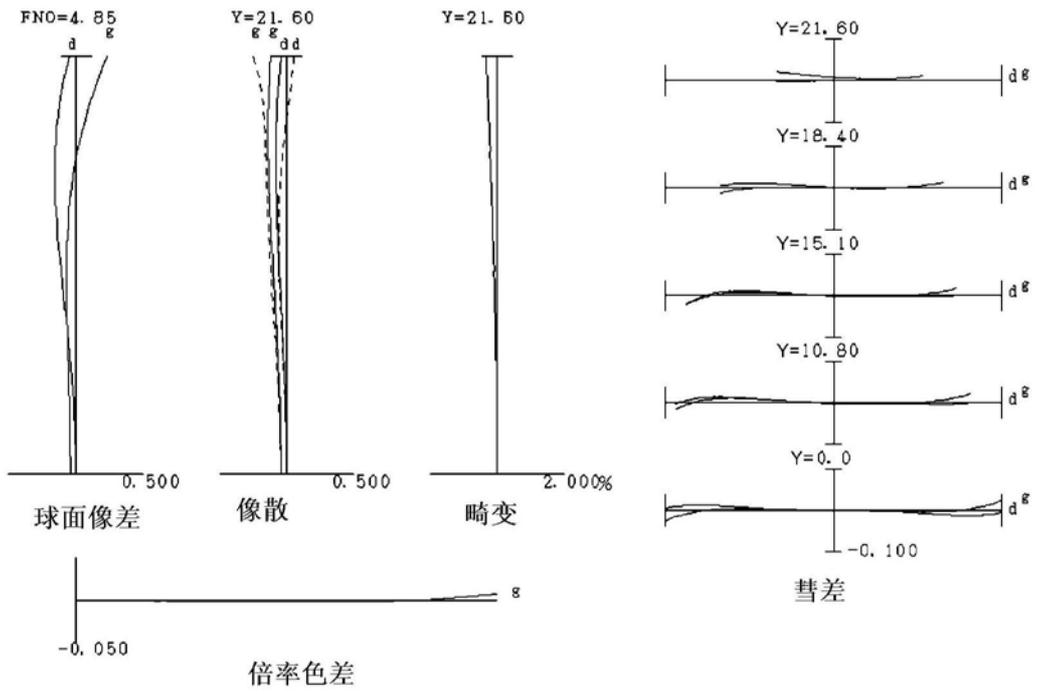


图23

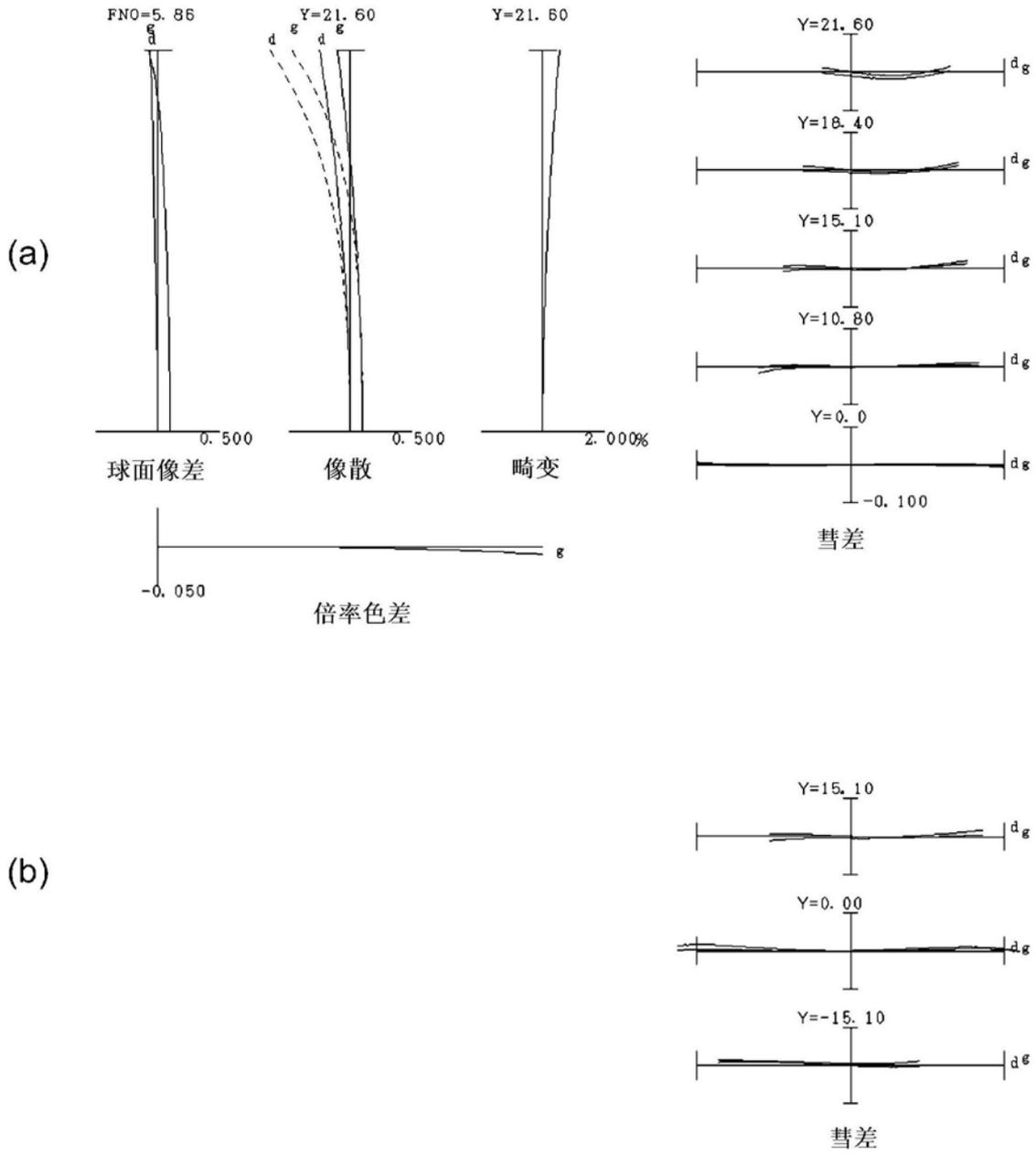


图24

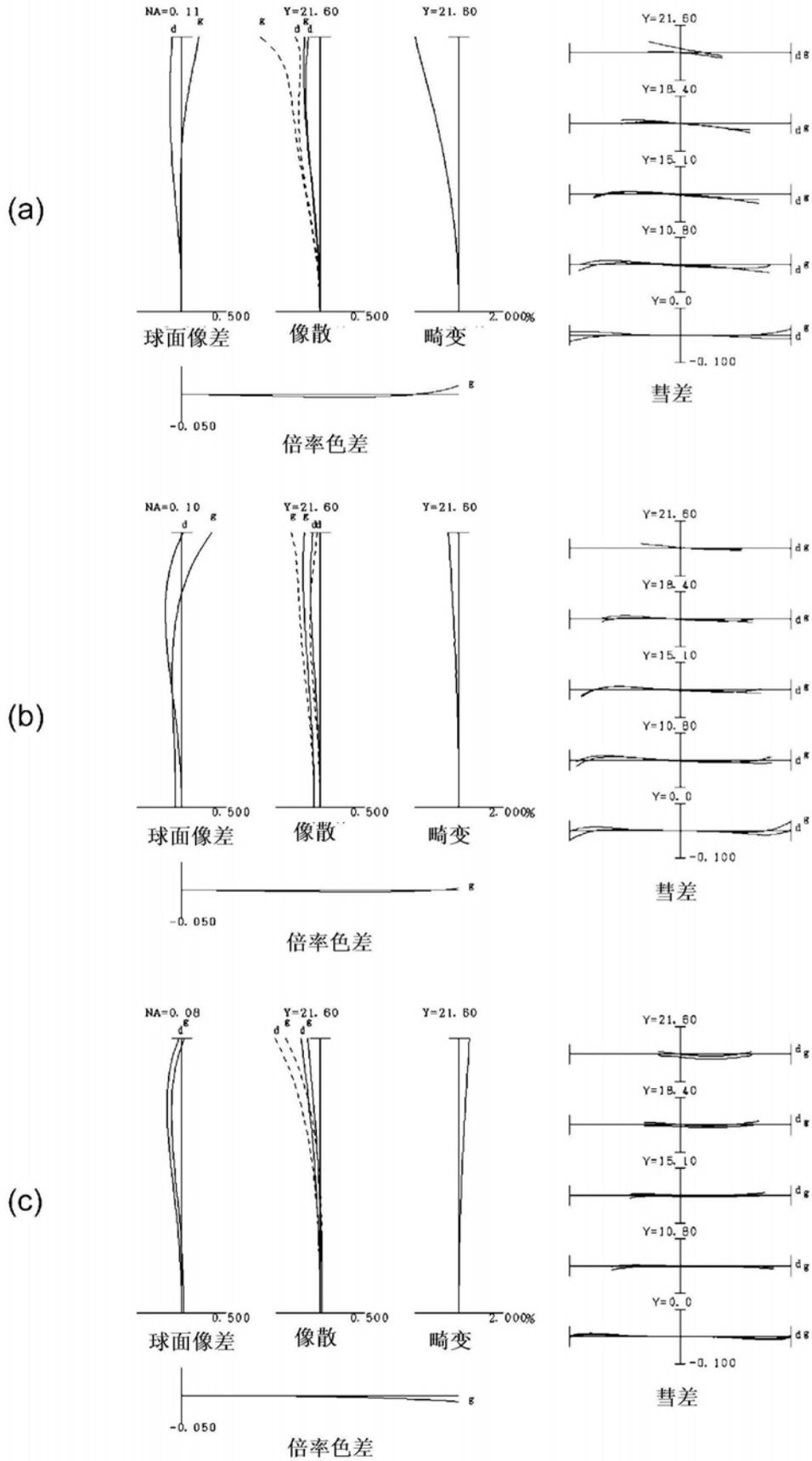


图25

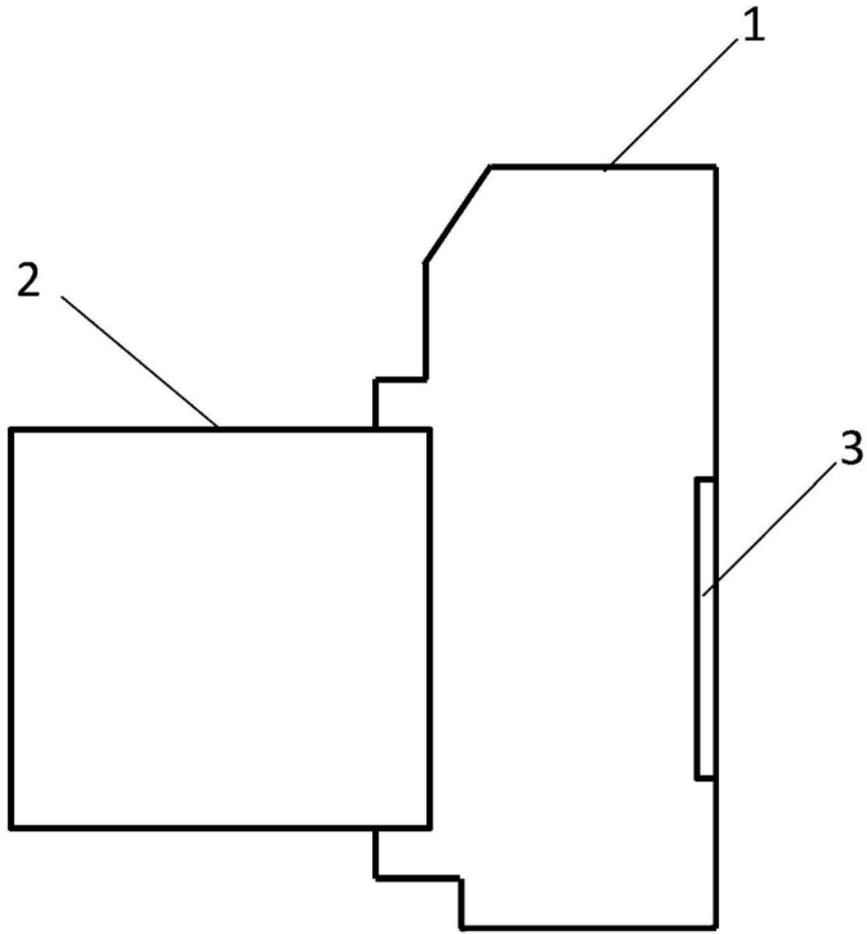


图26

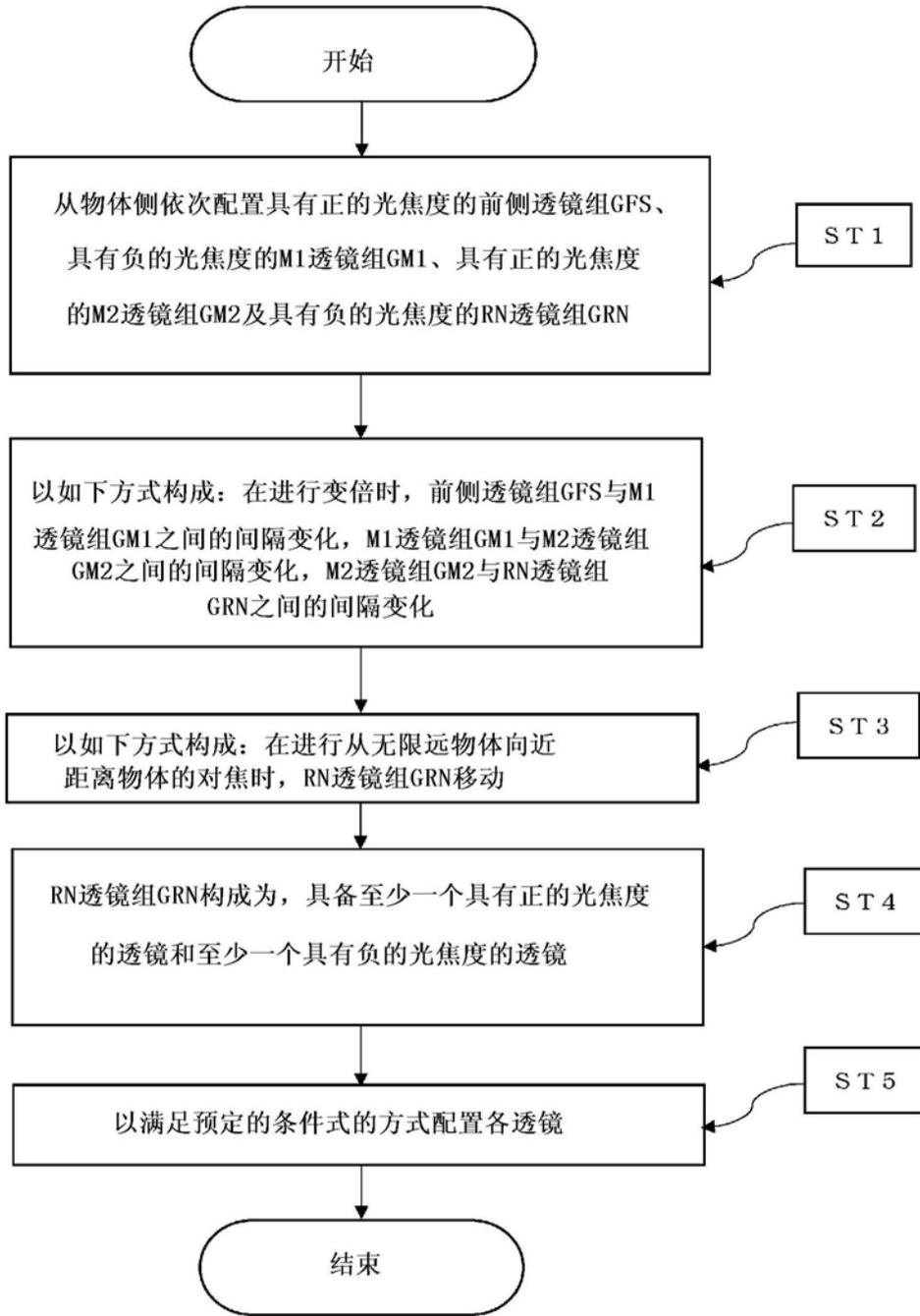


图27