



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108292030 B

(45) 授权公告日 2020.12.01

(21) 申请号 201680069772.8

(22) 申请日 2016.11.28

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108292030 A

(43) 申请公布日 2018.07.17

(30) 优先权数据
2015-234012 2015.11.30 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.05.29

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2016/085195 2016.11.28

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/094665 JA 2017.06.08

(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 高培培 戚传江

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

(56) 对比文件
CN 103969812 A, 2014.08.06
JP 2011081062 A, 2011.04.21
JP 2014228811 A, 2014.12.08

审查员 潘佳惠

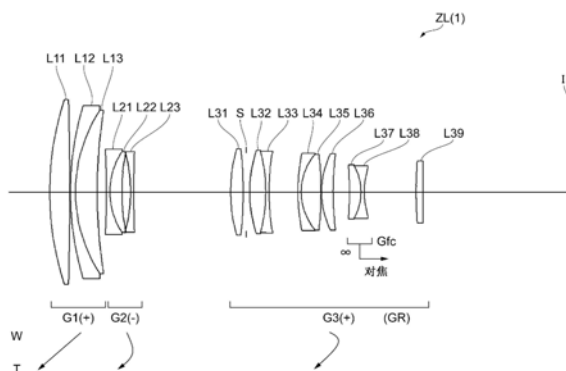
权利要求书2页 说明书18页 附图14页

(54) 发明名称

变倍光学系统以及光学设备

(57) 摘要

本发明具备从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第1透镜组(G1)、具有负的光焦度的第2透镜组(G2)以及由至少一个透镜组构成的后续组(GR)而构成变倍光学系统,在进行变倍时,第1透镜组G1与第2透镜组(G2)之间的间隔变化,第2透镜组(G2)与后续组(GR)之间的间隔变化,后续组(GR)具备用于进行对焦的具有负的光焦度的对焦组(Gfc),第1透镜组(G1)在最靠物体侧具备具有正的光焦度的第1-1透镜,满足以下的条件式: $0.85 < n_{1P} / n_{1N} < 1.00$ 其中, n_{1P} :所述第1透镜组内的正的光焦度最强的透镜的折射率, n_{1N} :所述第1透镜组内的负的光焦度最强的透镜的折射率。



1. 一种变倍光学系统,其特征在于,

实质上由从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第1透镜组、具有负的光焦度的第2透镜组以及具有正的光焦度的第3透镜组这三个透镜组构成,

在进行变倍时,所述第1透镜组、所述第2透镜组及所述第3透镜组均沿着光轴移动,所述第1透镜组与所述第2透镜组之间的间隔变化,所述第2透镜组与所述第3透镜组之间的间隔变化,在无限远对焦时,在广角端状态、中间焦距状态及远焦端状态的各变倍状态下,所述第3透镜组中的各透镜之间的间隔不变,

所述第3透镜组具备用于进行对焦的具有负的光焦度的对焦组,
所述第1透镜组在最靠物体侧具备具有正的光焦度的第1-1透镜,
配置于最靠像侧的透镜是单透镜,
且满足以下的条件式:

$$0.85 < n_{1P} / n_{1N} < 1.00$$

其中, n_{1P} :所述第1透镜组内的正的光焦度最强的透镜的折射率

n_{1N} :所述第1透镜组内的负的光焦度最强的透镜的折射率。

2. 根据权利要求1所述的变倍光学系统,其特征在于,

满足以下的条件式:

$$4.30 < f_1 / (-f_2) < 5.00$$

其中, f_1 :所述第1透镜组的焦距

f_2 :所述第2透镜组的焦距。

3. 一种变倍光学系统,其特征在于,

实质上由从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第1透镜组、具有负的光焦度的第2透镜组、具有正的光焦度的第3透镜组、具有负的光焦度的第4透镜组以及具有正的光焦度的第5透镜组这五个透镜组构成,

在进行变倍时,所述第1透镜组、所述第2透镜组、所述第3透镜组、所述第4透镜组及所述第5透镜组均沿着光轴移动,所述第1透镜组与所述第2透镜组之间的间隔变化,所述第2透镜组与所述第3透镜组之间的间隔变化,所述第3透镜组与所述第4透镜组之间的间隔变化,所述第4透镜组与所述第5透镜组之间的间隔变化,

所述第4透镜组具备用于进行对焦的具有负的光焦度的对焦组,
所述第1透镜组在最靠物体侧具备具有正的光焦度的第1-1透镜,
配置于最靠像侧的透镜是单透镜,
且满足以下的条件式:

$$0.85 < n_{1P} / n_{1N} < 1.00$$

$$4.40 < f_1 / (-f_2) < 5.00$$

其中, n_{1P} :所述第1透镜组内的正的光焦度最强的透镜的折射率

n_{1N} :所述第1透镜组内的负的光焦度最强的透镜的折射率

f_1 :所述第1透镜组的焦距

f_2 :所述第2透镜组的焦距。

4. 根据权利要求1或3所述的变倍光学系统,其特征在于,

在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时,所述第1透镜组向物体侧移动。

5. 根据权利要求1或3所述的变倍光学系统,其特征在于,
所述对焦组具备至少一个具有正光焦度的透镜以及至少一个具有负光焦度的透镜。
6. 根据权利要求5所述的变倍光学系统,其特征在于,
满足以下的条件式:
 $1.00 < n_{FP} / n_{FN} < 1.20$
其中, n_{FP} : 所述对焦组内的正的光焦度最强的透镜的折射率
 n_{FN} : 所述对焦组内的负的光焦度最强的透镜的折射率。
7. 根据权利要求5所述的变倍光学系统,其特征在于,
满足以下的条件式:
 $0.52 < v_{FP} / v_{FN} < 0.82$
其中, v_{FP} : 所述对焦组内的正的光焦度最强的透镜的阿贝数
 v_{FN} : 所述对焦组内的负的光焦度最强的透镜的阿贝数。
8. 根据权利要求1或3所述的变倍光学系统,其特征在于,
所述第1透镜组具备从物体侧依次排列的所述第1-1透镜、具有负的光焦度的第1-2透镜以及具有正的光焦度的第1-3透镜。
9. 根据权利要求1或3所述的变倍光学系统,其特征在于,
所述第2透镜组具备从物体侧依次排列的具有负的光焦度的第2-1透镜、具有正的光焦度的第2-2透镜以及具有负的光焦度的第2-3透镜。
10. 一种光学设备,构成为搭载权利要求1或3所述的变倍光学系统。

变倍光学系统以及光学设备

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以及该变倍光学系统的制造方法。

背景技术

[0002] 以往,提出了适合于照片用相机、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)。但是,在以往的变倍光学系统中,光学性能不充分。

[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号公报

发明内容

[0006] 本发明的变倍光学系统具备从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第1透镜组、具有负的光焦度的第2透镜组以及由至少一个透镜组构成的后续组,在进行变倍时,所述第1透镜组与所述第2透镜组之间的间隔变化,所述第2透镜组与所述后续组之间的间隔变化,所述后续组具备用于进行对焦的具有负的光焦度的对焦组,所述第1透镜组在最靠物体侧具备具有正的光焦度的第1-1透镜,且满足以下的条件式:

[0007] $0.85 < n_{1P} / n_{1N} < 1.00$

[0008] 其中, n_{1P} :所述第1透镜组内的正的光焦度最强的透镜的折射率,

[0009] n_{1N} :所述第1透镜组内的负的光焦度最强的透镜的折射率。

[0010] 本发明的光学设备构成为搭载上述变倍光学系统。

[0011] 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,具备从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第1透镜组、具有负的光焦度的第2透镜组、由至少一个透镜组构成的后续组,其中,在进行变倍时,所述第1透镜组与所述第2透镜组之间的间隔变化,所述第2透镜组与所述后续组之间的间隔变化,所述后续组具备用于进行对焦的具有负的光焦度的对焦组,所述第1透镜组在最靠物体侧具备具有正的光焦度的第1-1透镜,以满足以下的条件式的方式,在镜头镜筒内配置各透镜:

[0012] $0.85 < n_{1P} / n_{1N} < 1.00$

[0013] 其中, n_{1P} :所述第1透镜组内的正的光焦度最强的透镜的折射率,

[0014] n_{1N} :所述第1透镜组内的负的光焦度最强的透镜的折射率。

附图说明

[0015] 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。

[0016] 图2(a)、图2(b)以及图2(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、远焦端状态下的无限远对焦时的各像差图。

[0017] 图3(a)、图3(b)以及图3(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。

[0018] 图4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。

[0019] 图5(a)、图5(b)以及图5(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、远焦端状态下的无限远对焦时的各像差图。

[0020] 图6(a)、图6(b)以及图6(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。

[0021] 图7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。

[0022] 图8(a)、图8(b)以及图8(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、远焦端状态下的无限远对焦时的各像差图。

[0023] 图9(a)、图9(b)以及图9(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。

[0024] 图10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。

[0025] 图11(a)、图11(b)以及图11(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、远焦端状态下的无限远对焦时的各像差图。

[0026] 图12(a)、图12(b)以及图12(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。

[0027] 图13是示出具备本实施方式的变倍光学系统的相机的结构的图。

[0028] 图14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

[0029] 以下,参照附图对本实施方式的变倍光学系统、光学装置进行说明。如图1所示,作为本实施方式的变倍光学系统ZL的一例的变倍光学系统ZL(1)具备从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第1透镜组G1、具有负的光焦度的第2透镜组G2以及由至少一个透镜组构成的后续组GR(第3透镜组G3),在进行变倍时,第1透镜组G1与第2透镜组G2之间的间隔变化,第2透镜组G2与后续组GR之间的间隔变化,后续组GR具备用于进行对焦的(从无限远物体向近距离物体进行对焦时移动的)具有负的光焦度的对焦组Gfc,第1透镜组G1在最靠物体侧具备具有正的光焦度的第1-1透镜L11,对焦组Gfc具备至少一个具有正的光焦度的透镜以及至少一个具有负的光焦度的透镜。第3透镜组G3具有正的光焦度。

[0030] 本实施方式的变倍光学系统ZL也可以是图4所示的变倍光学系统ZL(2)、图7所示的变倍光学系统ZL(3)、图10所示的变倍光学系统ZL(4)。变倍光学系统ZL(2)与变倍光学系统ZL(1)同样地,具备第1透镜组G、第2透镜组G2以及后续组GR,后续组GR由第3透镜组G3构成。另一方面,在变倍光学系统ZL(3)和ZL(4)中,后续组GR由第3透镜组G3、第4透镜组G4以及第5透镜组G5构成。

[0031] 关于本实施方式的变倍光学系统ZL,具备至少三个透镜组,在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时,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,后续组GR优选具备至少一个透镜组,并且整体上具有正的光焦度。作为构成后续组GR的透镜组的一例,可以例举:由具有正的光焦度的第3透镜组构成的结构;由具有正的光焦度的第3透镜组、具有负的光焦度的第4透镜组以及具有正的光焦度的第5透镜组构成的结构;及由具有负的光焦度的第3透镜组、具有正的光焦度的第4透镜组、具有负的光焦度的第5透

镜组以及具有正的光焦度的第6透镜组构成的结构等。构成后续组GR的各透镜组彼此的间隔至少在进行变倍时变化。另外,通过在后续组GR中配置对焦组Gfc,能够使对焦组Gfc小型轻量化。当在后续组GR中配置对焦组Gfc时,优选的是,后续组GR具备配置在对焦组Gfc的物体侧的透镜以及配置在对焦组Gfc的像侧的透镜。

[0032] 通过在第1透镜组G1的最靠物体侧配置具有正的光焦度的第1-1透镜L11,能够有效地对远焦端状态下的球面像差进行校正。另外,关于第1-1透镜L11,可以是单透镜,也可以是与其他的透镜粘合的接合透镜的一部分。

[0033] 在上述结构下,本实施方式的变倍光学系统ZL满足以下的条件式(1)。

$$[0034] \quad 0.85 < n_{1P} / n_{1N} < 1.00 \cdots (1)$$

[0035] 其中, n_{1P} :所述第1透镜组内的正的光焦度最强的透镜的折射率,

[0036] n_{1N} :所述第1透镜组内的负的光焦度最强的透镜的折射率。

[0037] 上述条件式(1)规定第1透镜组G1内的正的光焦度最强的透镜的折射率与第1透镜组G1内的负的光焦度最强的透镜的折射率的比的适当范围。通过满足该条件式(1),能够有效地对以球面像差为首的各像差进行校正。虽然第1透镜组G1内的正的光焦度最强的透镜与第1透镜组G1内的负的光焦度最强的透镜优选被接合,但是并不限定于此。

[0038] 当本实施方式的变倍光学系统的条件式(1)的对应值超过上限值时,第1透镜组内的负的光焦度最强的透镜的折射率变小,难以对以球面像差为首的各像差进行校正。通过将条件式(1)的上限值设定为0.98,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,使条件式(1)的上限值为0.96。

[0039] 当本实施方式的变倍光学系统的条件式(1)的对应值低于下限值时,第1透镜组内的正的光焦度最强的透镜的折射率变小,球面像差的产生变得过大,难以进行校正。通过将条件式(1)的下限值设定为0.87,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,使条件式(1)的下限值为0.89。

[0040] 本实施方式的变倍光学系统优选满足以下的条件式(2)。

$$[0041] \quad 4.30 < f_1 / (-f_2) < 5.00 \cdots (2)$$

[0042] 其中, f_1 :第1透镜组G1的焦距,

[0043] f_2 :第2透镜组G2的焦距。

[0044] 条件式(2)规定第1透镜组G1的焦距与第2透镜组G2的焦距的比的适当范围。通过满足该条件式(2),能够抑制变倍时的以球面像差为首的各像差的变动。

[0045] 当条件式(2)的对应值超过上限值时,第2透镜组G2的光焦度变强,难以对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4.95,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,使条件式(2)的上限值为4.90。

[0046] 当条件式(2)的对应值低于下限值时,第1透镜组G1的光焦度变强,难以对以球面像差为首的各像差进行校正。通过将条件式(2)的下限值设定为4.35,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,使条件式(2)的下限值为4.40。

[0047] 本实施方式的变倍光学系统优选构成为,在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时使第1透镜组G1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。

[0048] 本实施方式的变倍光学系统优选构成为,在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时,使第1透镜组向物体方向移动。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。

[0049] 在本实施方式的变倍光学系统中,优选的是,对焦组具备至少一个具有正光焦度的透镜以及至少一个具有负光焦度的透镜。由此,能够抑制从无限远物体向近距离物体进行对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。另外,对焦组Gfc优选具有由三个以下的透镜构成的结构,但是并不限于此。

[0050] 本实施方式的变倍光学系统优选满足以下的条件式(3)。

[0051] $1.00 < n_{FP} / n_{FN} < 1.20 \cdots (3)$

[0052] 其中, n_{FP} :对焦组Gfc内的正的光焦度最强的透镜的折射率,

[0053] n_{FN} :对焦组Gfc内的负的光焦度最强的透镜的折射率。

[0054] 条件式(3)规定对焦组Gfc内的正的光焦度最强的透镜的折射率与负的光焦度最强的透镜的折射率的比的适当范围。通过满足条件式(3),能够抑制对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。

[0055] 当条件式(3)的对应值超过上限值时,负的光焦度最强的透镜的折射率变小,对焦时的以球面像差为首的各像差的产生变得过大,难以进行校正。通过将条件式(3)的上限值设定为1.18,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,使条件式(3)的上限值为1.13。

[0056] 当条件式(3)的对应值低于下限值时,正的光焦度最强的透镜的折射率变小,难以抑制对焦时的以球面像差为首的各像差的变动。通过将条件式(3)的下限值设定为1.01,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,使条件式(3)的下限值为1.02。

[0057] 本实施方式的变倍光学系统优选满足以下的条件式(4)。

[0058] $0.52 < v_{FP} / v_{FN} < 0.82 \cdots (4)$

[0059] 其中, v_{FP} :对焦组Gfc内的正的光焦度最强的透镜的阿贝数,

[0060] v_{FN} :对焦组Gfc内的负的光焦度最强的透镜的阿贝数。

[0061] 条件式(4)规定对焦组Gfc内的正的光焦度最强的透镜的阿贝数与负的光焦度最强的透镜的阿贝数的比的适当范围。通过满足条件式(4),能够抑制对焦时的色差的变动。

[0062] 当条件式(4)的对应值超过上限值时,负的光焦度最强的透镜的阿贝数变小,对焦时的色差的产生变得过大,难以进行校正。通过将条件式(4)的上限值设定为0.80,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,使条件式(4)的上限值为0.78。

[0063] 当条件式(4)的对应值低于下限值时,正的光焦度最强的透镜的阿贝数变小,难以抑制对焦时的色差的变动。通过将条件式(4)的下限值设定为0.54,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,使条件式(4)的下限值为0.56。

[0064] 关于本实施方式的变倍光学系统,优选的是,在第1透镜组G1中具备从物体侧依次排列的具有正的光焦度的上述第1-1透镜、具有负的光焦度的第1-2透镜以及具有正的光焦

度的第1-3透镜。由此,能够有效地对球面像差和色差进行校正。

[0065] 关于本实施方式的变倍光学系统,优选的是,在第2透镜组G2中具备从物体侧依次排列的具有负的光焦度的第2-1透镜、具有正的光焦度的第2-2透镜以及具有负的光焦度的第2-3透镜。由此,能够有效地对以球面像差为首的各像差进行校正。

[0066] 本实施方式的光学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13对具备上述变倍光学系统ZL的相机(光学设备)进行说明。该相机1是如图13所示地具备上述实施方式的变倍光学系统来作为摄影镜头2的数码相机。在相机1中,来自未图示的物体(被摄体)的光被摄影镜头2聚光而到达摄像元件3。由此,来自被摄体的光被该摄像元件3摄像并作为被摄体图像记录在未图示的存储器中。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,也可以是具备快速复原反光镜的单反类型的相机。

[0067] 通过以上的结构,搭载上述变倍光学系统ZL来作为摄影镜头2的相机1通过使对焦用透镜组小型轻量化,无需使镜筒大型化就能够实现高速的AF、AF时的静音性。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对焦时的像差变动,能够实现良好的光学性能。

[0068] 接着,参照图14,对上述的变倍光学系统ZL的制造方法进行概述。首先,在镜筒内,从物体侧按照顺序排列而配置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以及由至少一个透镜组构成的后续组GR(步骤ST1)。并且,构成为,在进行变倍时,第1透镜组G1与第2透镜组G2之间的间隔变化,第2透镜组G2与后续组GR之间的间隔变化(步骤ST2)。此时,构成为,后续组GR具备用于进行对焦的具有负的光焦度的对焦组Gfc,第1透镜组G1在最靠物体侧具备具有正的光焦度的第1-1透镜L11(步骤ST3)。而且,以至少满足上述条件式(1)的方式,在镜头镜筒内配置各透镜(步骤ST4)。

[0069] 实施例

[0070] 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4、图7、图10是示出第1~第4实施例的变倍光学系统ZL{ZL(1)~ZL(4)}的结构和光焦度分配的剖视图。在变倍光学系统ZL(1)~ZL(4)的剖视图的下部,通过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的沿着光轴的移动方向。而且,与“对焦”这一文字一起通过箭头示出对焦组Gfc从无限远向近距离物体进行对焦时的移动方向。

[0071] 在这些图1、图4、图7、图10中,通过符号G与数字的组合来表示各透镜组,通过符号L与数字的组合来表示各透镜。此时,为了防止符号、数字的种类以及数量变大而变得复杂,对于每个实施例分别独立使用符号与数字的组合来表示透镜组等。因此,即使在实施例间使用相同的符号与数字的组合,也不意味着是相同的结构。

[0072] 以下示出表1~表20,其中,表1~5为表示第1实施例中的各参数数据的表,表6~10为第2实施例中的各参数数据的表,表11~15为第3实施例中的各参数数据的表,表16~20为表示第4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587.562nm)、g线(波长435.835nm)。

[0073] 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(将曲率中心位于像侧的面设为正的值),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, v_d 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 $n_d = 1.00000$ 的记载。

[0074] 在[各种数据]的表中, f 表示镜头整个系统的焦距, F_N0 表示F值, 2ω 表示视场角(单位为 $^\circ$ (度), ω 为半视场角), Y_{max} 表示最大像高。TL表示在无限远对焦时的光轴上的从透镜最前面到透镜最终面为止的距离上加上了BF的距离BF表示无限远对焦时的光轴上的从透镜最终面到像面I为止的距离(后焦距)。另外, 这些值分别针对广角端(W)、中间焦距(M)、远焦端(T)的各变倍状态而示出。

[0075] [可变间隔数据]的表示出在表示[透镜参数]的表中面间隔成为“可变”的面编号5、10、21、24处的面间隔 d_5 、 d_{10} 、 d_{21} 、 d_{24} 。在此, 针对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 d_5 、 d_{10} 、 d_{21} 、 d_{24} 。

[0076] 在[透镜组数据]的表中, 示出第1~第3透镜组各自的始面(最靠物体侧的面)和焦距。

[0077] 在[条件式对应值]的表中, 示出与上述的条件式(1)~(4)对应的值。

[0078] 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, 在没有特别记载时一般使用“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, 因此并不限定于此。

[0079] 到此为止的表的说明在所有的实施例中相同, 省略以下的重复的说明。

[0080] (第1实施例)

[0081] 使用图1、图2、图3以及表1~5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。第1实施例的变倍光学系统ZL(1)由从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第1透镜组G1、具有负的光焦度的第2透镜组G2以及具有正的光焦度的第3透镜组G3构成。在本实施例中, 第3透镜组G3构成后续组GR。标在各透镜组标记上的符号(+)或(-)表示各透镜组的光焦度, 这在以下的所有的实施例中都相同。在第3透镜组G3内设置有孔径光阑S, 在第3透镜组G3的像面侧设置有像面I。

[0082] 第1透镜组G1由从物体侧依次排列的双凸形状的正透镜L11以及接合正透镜构成, 该接合正透镜由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L12和凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L13构成。

[0083] 第2透镜组G2由从物体侧依次排列的接合负透镜以及双凹形状的负透镜L23构成, 该接合负透镜由双凹形状的负透镜L21和凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L22构成。

[0084] 第3透镜组G3由从物体侧依次排列的以下透镜构成: 双凸形状的正透镜L31、孔径光阑S、由双凸形状的正透镜L32和双凹形状的负透镜L33构成的接合正透镜、由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L34和双凸形状的正透镜L35构成的接合正透镜、凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L36、由凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L37和双凹形状的负透镜L38构成的接合负透镜以及双凸形状的正透镜L39。

[0085] 在第1实施例的光学系统中, 通过使第3透镜组G3(后续组GR)中的正弯月形透镜L37与负透镜L38的接合负透镜向像面方向移动, 从而进行从远距离物体向近距离物体的对焦。在本实施例中, 优选的是, 第2透镜组G2构成具有与光轴垂直的方向的位移分量的防抖透镜组, 进行像面I上的像抖动校正(防抖, 手抖校正)。

[0086] 在以下的表1~5中示出第1实施例的光学系统的参数的值。

[0087] (表1)

[0088] [透镜参数]

面编号	R	D	nd	vd
物面	∞			
1	91.1552	6.167	1.51680	63.88
2	-844.6033	0.204		
3	92.5357	1.500	1.64769	33.73
4	45.6802	6.598	1.48749	70.31
5	154.0927	可变		
6	-211.4795	1.000	1.69680	55.52
7	22.5821	3.677	1.80518	25.45
8	60.3602	2.652		
9	-46.9021	1.000	1.77250	49.62
10	299.7358	可变		
[0089] 11	48.8916	3.796	1.69680	55.52
12	-131.4333	1.000		
13	∞	1.000	(光圈 S)	
14	39.8799	4.932	1.69680	55.52
15	-49.6069	1.000	1.85026	32.35
16	72.3703	8.805		
17	57.3477	1.000	1.80100	34.92
18	18.1075	6.038	1.48749	70.31
19	-116.1586	0.200		
20	26.5494	3.513	1.62004	36.40
21	96.5593	可变		
22	-119.7021	3.510	1.74950	35.25

	23	-16.6839	1.000	1.69680	55.52		
	24	25.6230	可变				
[0090]	25	124.9308	2.143	1.48749	70.31		
	26	-480.8453	BF				
	像面	∞					
[0091]	(表2)						
[0092]	[各种数据]						
	变倍比	4.12					
		W	M	T			
	f	71.4	100.0	294.0			
[0093]	FNO	4.56	4.26	5.89			
	2ω	22.82	16.04	5.46			
	Ymax	14.25	14.25	14.25			
	TL	159.32	185.24	219.32			
	BF	45.32	39.43	70.09			
[0094]	(表3)						
[0095]	[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
[0096]	d5	2.881	37.560	65.654	2.881	37.560	65.654
	d10	29.543	26.683	2.000	29.543	26.683	2.000
	d21	5.002	5.002	5.002	5.295	5.470	5.772
	d24	15.836	15.836	15.836	15.543	15.368	15.066
[0097]	(表4)						
[0098]	[透镜组数据]						
[0099]	组	始面	f				
	G1	1	146.976				
	G2	6	-31.771				
[0100]	G3	11	38.664				
[0101]	(表5)						
[0102]	[条件式对应值]						
[0103]	条件式(1) $n1P/n1N=0.903$						
[0104]	条件式(2) $f1/(-f2)=4.626$						

[0105] 条件式 (3) $n_{FP}/n_{FN}=1.031$

[0106] 条件式 (4) $v_{FP}/v_{FN}=0.635$

[0107] 图2(a)、图2(b)以及图2(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、远焦端状态下的无限远对焦时的各像差图。

[0108] 图3(a)、图3(b)以及图3(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。

[0109] 在图2~图3的各像差图中, FNO 表示 F 值, NA 表示开口数, 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 值或开口数的值, 在像散图和畸变图中分别示出像高的最大值, 在彗差图中示出各像高的值。 d 表示 d 线($\lambda=587.6\text{nm}$), 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, 省略重复的说明。

[0110] 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。

[0111] (第2实施例)

[0112] 使用图4、图5、图6以及表6~10对第2实施例进行说明。图4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。第2实施例的变倍光学系统 $ZL(2)$ 由从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第1透镜组 $G1$ 、具有负的光焦度的第2透镜组 $G2$ 以及具有正的光焦度的第3透镜组 $G3$ 构成。在本实施例中, 第3透镜组 $G3$ 构成后续组 GR 。在第3透镜组 $G3$ 内设置有孔径光阑 S , 在第3透镜组 $G3$ 的像面侧设置有像面 I 。

[0113] 第1透镜组 $G1$ 由从物体侧依次排列的双凸形状的正透镜 $L11$ 以及接合正透镜构成, 该接合正透镜由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜 $L12$ 和凸面朝向物体侧的正弯月形透镜 $L13$ 构成。

[0114] 第2透镜组 $G2$ 由从物体侧依次排列的接合负透镜以及凹面朝向物体侧的负弯月形透镜 $L23$ 构成, 该接合负透镜由双凹形状的负透镜 $L21$ 和凸面朝向物体侧的正弯月形透镜 $L22$ 构成。

[0115] 第3透镜组 $G3$ 由从物体侧依次排列的以下透镜构成: 双凸形状的正透镜 $L31$ 、由双凸形状的正透镜 $L32$ 和双凹形状的负透镜 $L33$ 构成的接合正透镜、孔径光阑 S 、由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜 $L34$ 和双凸形状的正透镜 $L35$ 构成的接合正透镜、凸面朝向物体侧的正弯月形透镜 $L36$ 、由凹面朝向物体侧的正弯月形透镜 $L37$ 和双凹形状的负透镜 $L38$ 构成的接合负透镜以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜 $L39$ 。

[0116] 在第2实施例的光学系统中, 通过使第3透镜组 $G3$ (后续组 GR)中的正弯月形透镜 $L37$ 与负透镜 $L38$ 的接合负透镜向像面方向移动, 从而进行从远距离物体向近距离物体的对焦。在本实施例中, 优选的是, 第2透镜组 $G2$ 构成具有与光轴垂直的方向的位移分量的防抖透镜组, 进行像面 I 上的像抖动校正(防抖, 手抖校正)。

[0117] 在以下的表6~10中, 示出第2实施例的光学系统的参数的值。

[0118] (表6)

[0119] [透镜参数]

面编号	R	D	nd	vd
物面	∞			
1	107.1938	5.550	1.51680	63.88
2	-530.9538	0.322		
3	117.7624	1.500	1.62004	36.40
4	44.0268	7.567	1.51680	63.88
5	227.1507	可变		
6	-203.0102	1.000	1.69680	55.52
7	21.2424	3.233	1.80518	25.45
8	48.8169	2.543		
9	-42.1537	1.000	1.69680	55.52
10	-6934.7369	可变		
11	47.3275	3.788	1.58913	61.22
[0120] 12	-85.5332	0.200		
13	32.0277	4.717	1.58913	61.22
14	-50.8314	1.000	1.80100	34.92
15	86.4846	2.418		
16	∞	7.395	(光圈 S)	
17	45.5887	1.000	1.80100	34.92
18	16.4065	5.108	1.48749	70.31
19	-171.1242	0.227		
20	27.3017	2.684	1.62004	36.40
21	74.0712	可变		
22	-111.4238	3.422	1.62004	36.40
23	-15.5060	1.000	1.56883	56.00
24	21.5605	可变		
25	44.9067	2.022	1.54814	45.79
[0121] 26	69.6291	BF		
像面	∞			
[0122] (表7)				
[0123] [各种数据]				

	变倍比	4.23		
		W	M	T
	f	69.5	100.0	294.0
[0124]	FNO	4.68	4.68	6.21
	2ω	23.36	16.00	5.46
	Ymax	14.25	14.25	14.25
	TL	160.38	185.15	220.32
	BF	38.70	38.69	64.27

[0125] (表8)

[0126] [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	
[0127]	d5	10.321	39.610	72.692	10.321	39.610	72.692
	d10	29.998	25.487	2.000	29.998	25.487	2.000
	d21	3.565	3.565	3.565	3.887	4.029	4.416
	d24	20.100	20.100	20.100	19.778	19.636	19.249

[0128] (表9)

[0129] [透镜组数据]

组	始面	f	
[0130]	G1	1	152.555
	G2	6	-31.420
	G3	11	38.702

[0131] (表10)

[0132] [条件式对应值]

[0133] 条件式(1) $n1P/n1N=0.936$

[0134] 条件式(2) $f1/(-f2)=4.855$

[0135] 条件式(3) $nFP/nFN=1.033$

[0136] 条件式(4) $vFP/vFN=0.650$

[0137] 图5(a)、图5(b)以及图5(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、远焦端状态下的无限远对焦时的各像差图。图(6a),图6(b)以及图6(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。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。

[0138] (第3实施例)

[0139] 使用图7、图8、图9以及表11~15对第3实施例进行说明。图7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。第3实施例的变倍光学系统ZL(3)由从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第1透镜组G1、具有负的光焦度的第2透镜组G2、具有正的光焦度的第3透镜组G3、具有负的光焦度的第4透镜组G4以及具有正的光焦度的第5透镜组G5构成。在本实施例中,第3~第5透镜组G3~G5构成后续组GR,后续组GR作为整体具有正的光焦度。

[0140] 第1透镜组G1由从物体侧依次排列的双凸形状的正透镜L11以及接合正透镜构成,该接合正透镜由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L12和凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L13构成。

[0141] 第2透镜组G2由从物体侧依次排列的接合负透镜以及双凹形状的负透镜L23构成,该接合负透镜由双凹形状的负透镜L21和凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L22构成。

[0142] 第3透镜组G3由从物体侧依次排列的以下透镜构成:双凸形状的正透镜L31、由双凸形状的正透镜L32和双凹形状的负透镜L33构成的接合正透镜、孔径光阑S、由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L34和双凸形状的正透镜L35构成的接合正透镜以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L36。

[0143] 第4透镜组G4由凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L41和双凹形状的负透镜L42的接合负透镜构成。

[0144] 第5透镜组G5由凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L51构成。

[0145] 在第3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。在本实施例中,优选的是,第2透镜组G2构成具有与光轴垂直的方向的位移分量的防抖透镜组,进行像面I上的像抖动校正(防抖,手抖校正)。

[0146] 在以下的表11~15中,示出第3实施例的光学系统的参数的值。

[0147] (表11)

[0148] [透镜参数]

	面编号	R	D	nd	vd
	物面	∞			
	1	100.0120	5.590	1.51680	63.88
	2	-356.7115	0.200		
[0149]	3	87.0822	1.500	1.62004	36.40
	4	36.8924	7.184	1.51680	63.88
	5	131.1594	可变		
	6	-122.1413	1.000	1.69680	55.52

	7	20.4910	3.496	1.80518	25.45
	8	49.8357	2.470		
	9	-48.8699	1.000	1.77250	49.62
	10	8360.2394	可变		
	11	56.6713	3.785	1.58913	61.22
	12	-64.2309	0.200		
	13	35.4309	4.669	1.48749	70.31
	14	-48.4394	1.000	1.80100	34.92
	15	159.7328	1.860		
	16	∞	16.684	(光圈 S)	
[0150]	17	57.8297	1.000	1.80100	34.92
	18	19.6163	4.946	1.48749	70.31
	19	-96.4204	0.200		
	20	27.1066	2.717	1.62004	36.40
	21	65.2029	可变		
	22	-157.1131	3.395	1.64769	33.73
	23	-22.3553	1.000	1.56883	56.00
	24	25.0407	可变		
	25	46.5745	2.500	1.62004	36.40
	26	60.0000	BF		
	像面	∞			
[0151]	(表12)				
[0152]	[各种数据]				
	变倍比	4.29			
		W	M	T	
[0153]	f	68.6	100.0	294.0	
	FNO	4.69	4.72	6.10	
	2ω	23.74	16.04	5.46	
	Ymax	14.25	14.25	14.25	
[0154]	TL	164.32	184.76	221.32	
	BF	38.52	38.73	64.73	

[0155] (表13)

[0156] [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
[0157] d5	4.964	31.058	63.669	4.964	31.058	63.669
d10	29.909	24.050	2.000	29.909	24.050	2.000
d21	3.666	4.368	2.697	4.068	4.962	3.755
d24	20.866	20.163	21.834	20.464	19.569	20.776

[0158] (表14)

[0159] [透镜组数据]

组	始面	f
[0160] G1	1	137.939
G2	6	-30.083
G3	11	34.644
G4	22	-42.585
G5	25	313.363

[0161] (表15)

[0162] [条件式对应值]

[0163] 条件式 (1) $n1P/n1N=0.936$

[0164] 条件式 (2) $f1/(-f2)=4.585$

[0165] 条件式 (3) $nFP/nFN=1.050$

[0166] 条件式 (4) $vFP/vFN=0.602$

[0167] 图8(a)、图8(b)以及图8(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、远焦端状态下的无限远对焦时的各像差图。图9(a)、图9(b)以及图9(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。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。

[0168] (第4实施例)

[0169] 使用图10、图11、图12以及表16~20对第4实施例进行说明。图10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。第4实施例的变倍光学系统ZL(4)由从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第1透镜组G1、具有负的光焦度的第2透镜组G2、具有正的光焦度的第3透镜组G3、具有负的光焦度的第4透镜组G4以及具有正的光焦度的第5透镜组G5构成。在本实施例中,第3~第5透镜组G3~G5构成后续组GR,后续组GR作为整体具有正的光焦度。

[0170] 第1透镜组G1由从物体侧依次排列的双凸形状的正透镜L11以及接合正透镜构成,

该接合正透镜由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L12和凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L13构成。

[0171] 第2透镜组G2由从物体侧依次排列的接合负透镜以及双凹形状的负透镜L23构成，该接合负透镜由双凹形状的负透镜L21和凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L22构成。

[0172] 第3透镜组G3由从物体侧依次排列的以下透镜构成：双凸形状的正透镜L31、由双凸形状的正透镜L32和双凹形状的负透镜L33构成的接合正透镜、孔径光阑S、由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L34和双凸形状的正透镜L35构成的接合正透镜以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L36。

[0173] 第4透镜组G4通过由凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L41和双凹形状的负透镜L42构成的接合负透镜以及凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L43构成。

[0174] 第5透镜组G5由凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L51构成。

[0175] 在第4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。在本实施例中，优选的是，第2透镜组G2构成具有与光轴垂直的方向的位移分量的防抖透镜组，进行像面I上的像抖动校正(防抖，手抖校正)。

[0176] 在以下的表16~20中，示出第4实施例的光学系统的参数的值。

[0177] (表16)

[0178] [透镜参数]

面编号	R	D	nd	vd
物面	∞			
1	102.5193	5.542	1.51680	63.88
2	-366.1796	0.200		
3	90.4094	1.500	1.62004	36.40
4	37.8518	7.229	1.51680	63.88
5	144.7539	可变		
6	-163.5053	1.000	1.69680	55.52
[0179] 7	20.5835	3.475	1.80518	25.45
8	48.1602	2.598		
9	-47.4086	1.000	1.77250	49.62
10	4634.3570	可变		
11	57.6094	3.843	1.58913	61.22
12	-66.7307	0.200		
13	36.4629	4.709	1.48749	70.31
14	-48.7603	1.000	1.80100	34.92

	15	206.1449	1.786			
	16	∞	16.497	(光圈 S)		
	17	55.1101	1.000	1.80100	34.92	
	18	19.3181	4.785	1.48749	70.31	
	19	-100.3387	0.200			
	20	26.0254	2.707	1.62004	36.40	
	21	57.5286	可变			
[0180]	22	-201.9970	3.376	1.64769	33.73	
	23	-22.7237	1.000	1.56883	56.00	
	24	29.2295	1.172			
	25	34.9681	1.000	1.79952	42.09	
	26	26.1166	可变			
	27	39.9439	2.135	1.62004	36.40	
	28	60.0000	BF			
	像面	∞				
[0181]	(表17)					
[0182]	[各种数据]					
	变倍比	4.28				
		W	M	T		
	f	68.7	100.0	294.0		
[0183]	FNO	4.70	4.73	6.06		
	2ω	23.74	16.08	5.48		
	Ymax	14.25	14.25	14.25		
	TL	164.32	184.47	221.32		
	BF	38.52	38.72	64.52		
[0184]	(表18)					
[0185]	[可变间隔数据]					
[0186]	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	4.000	30.052	63.492	4.000	30.052	63.492
[0187]	d10	30.492	24.393	2.000	30.492	24.393	2.000
	d21	3.686	4.454	2.923	4.052	4.994	3.907
	d26	19.668	18.899	20.430	19.301	18.359	19.446

[0188] (表19)

[0189] [透镜组数据]

	组	始面	f
	G1	1	138.289
[0190]	G2	6	-30.436
	G3	11	34.256
	G4	22	-36.764
	G5	27	185.180

[0191] (表20)

[0192] [条件式对应值]

[0193] 条件式 (1) $n1P/n1N=0.936$

[0194] 条件式 (2) $f1/(-f2)=4.544$

[0195] 条件式 (3) $nFP/nFN=1.050$

[0196] 条件式 (4) $vFP/vFN=0.602$

[0197] 图11(a)、图11(b)以及图11(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、远焦端状态下的无限远对焦时的各像差图。图12(a)、图12(b)以及图12(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。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。

[0198] 根据上述各实施例,能够实现如下的变倍光学系统:通过使对焦用透镜组小型轻量化,从而无需使镜筒大型化即可实现高速的AF、AF时的静音性,并且,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对焦时的像差变动。

[0199] 在此,上述各实施例示出本实施方式发明的一个具体例,本实施方式发明并不限定于这些。

[0200] 另外,能够在不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。

[0201] 作为本实施方式的变倍光学系统的数值实施例,虽然示出了3组结构和5组结构,但是本实施方式并不限定于此,还能够构成其他的组结构(例如,4组、6组等)的变倍光学系统。具体而言,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了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。

[0202] 对焦组表示被对焦时变化的空气间隔分离的、具有至少一个透镜的部分。即,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来进行对焦的对焦组。该对焦组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。

[0203] 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。

[0204] 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、在玻璃的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,也可以使透镜为折射率分布型透镜(GRIN透镜)或塑料透镜。

[0205] 孔径光阑虽然优选配置在第3透镜组的附近或其中,但是也可以不设置作为孔径光阑的构件,而通过透镜的框来代替其作用。

[0206] 在各透镜面上,为了减轻眩光和重影,实现高对比度的光学性能,也可以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,实现高对比度的高光学性能。

[0207] 标号说明

[0208]	G1第1透镜组	G2第2透镜组
[0209]	G3第3透镜组	G4第4透镜组
[0210]	G5第5透镜组	GR后续组
[0211]	I像面	S孔径光阑

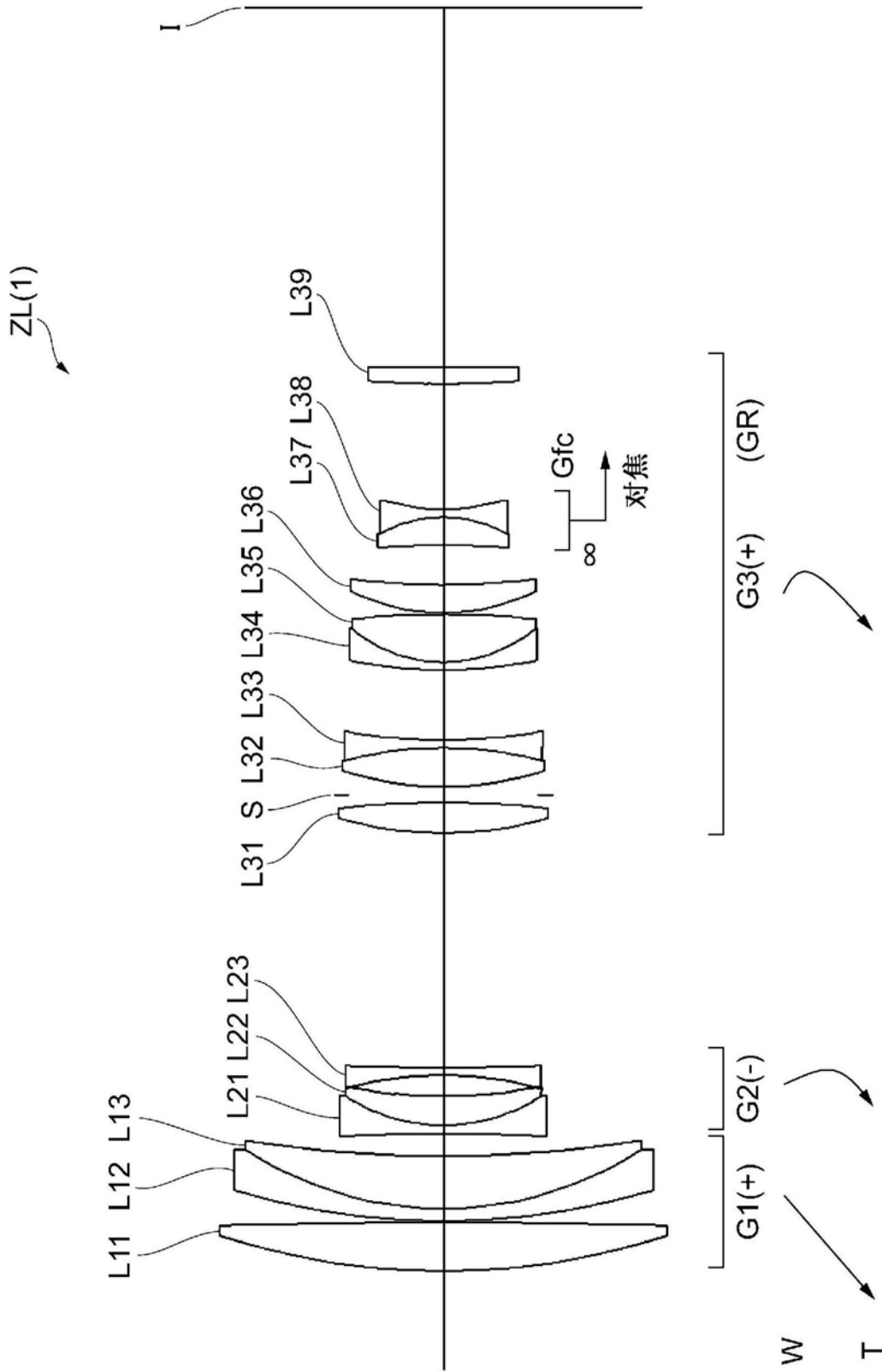


图1

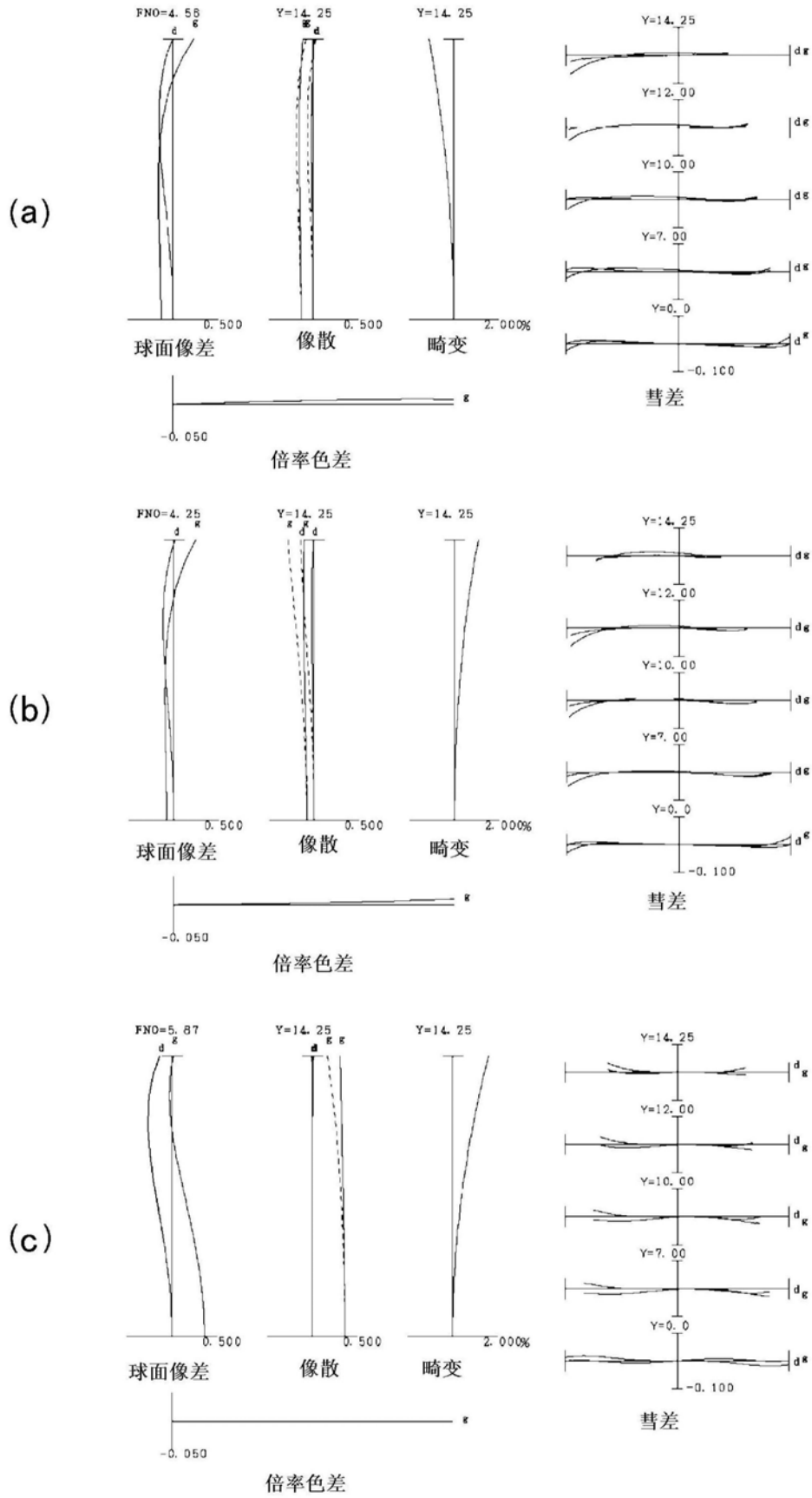


图2

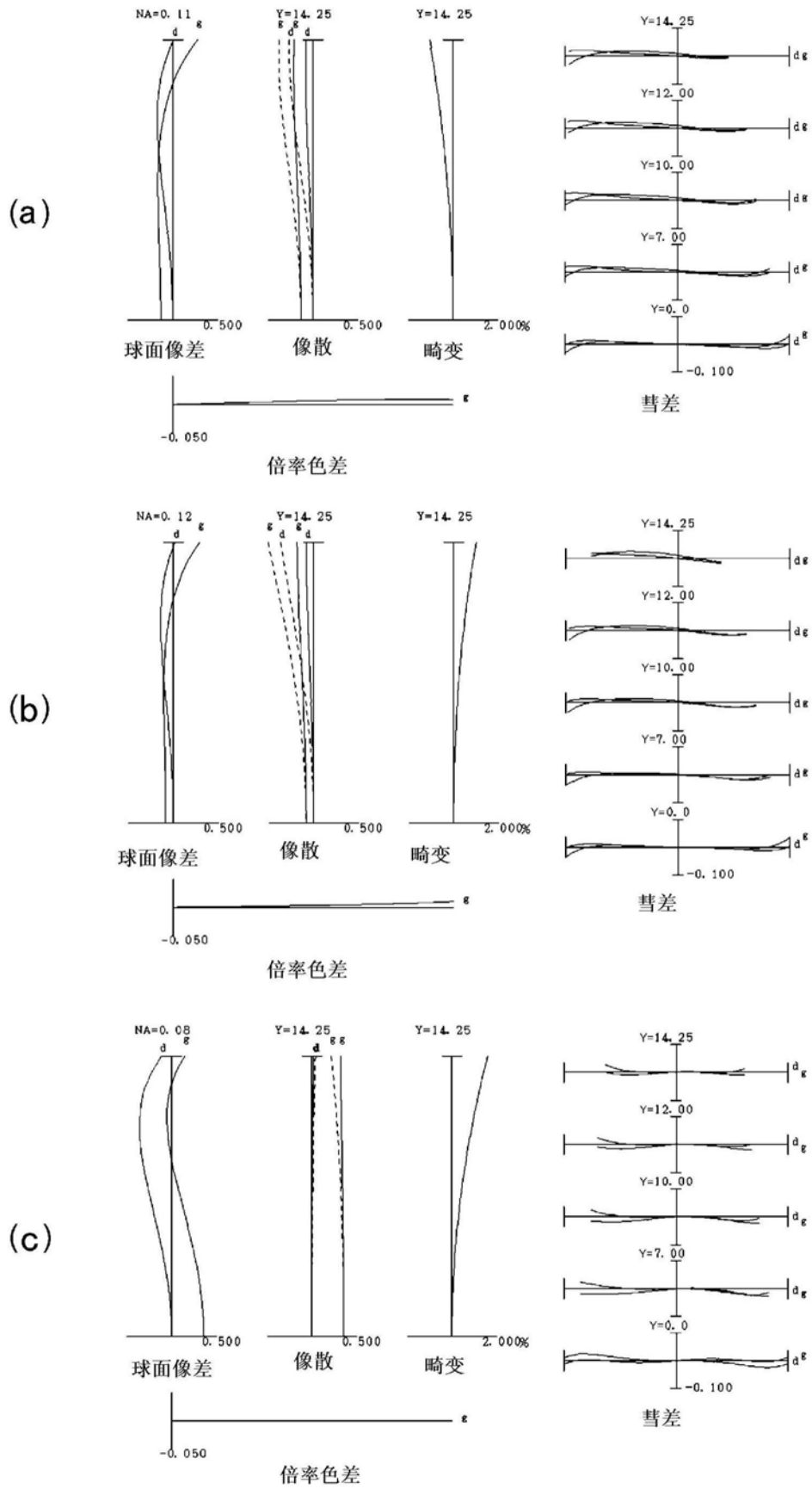


图3

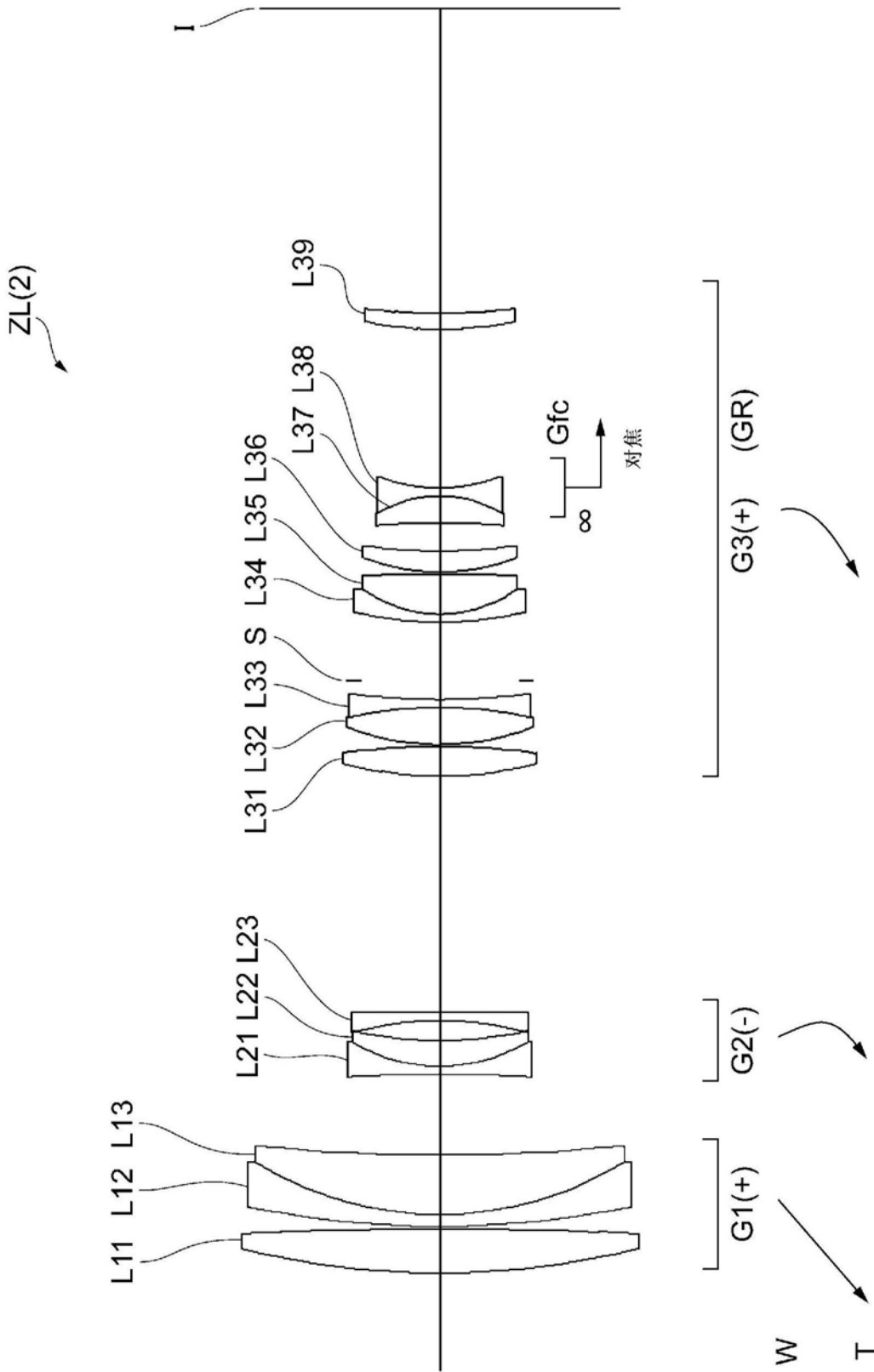


图4

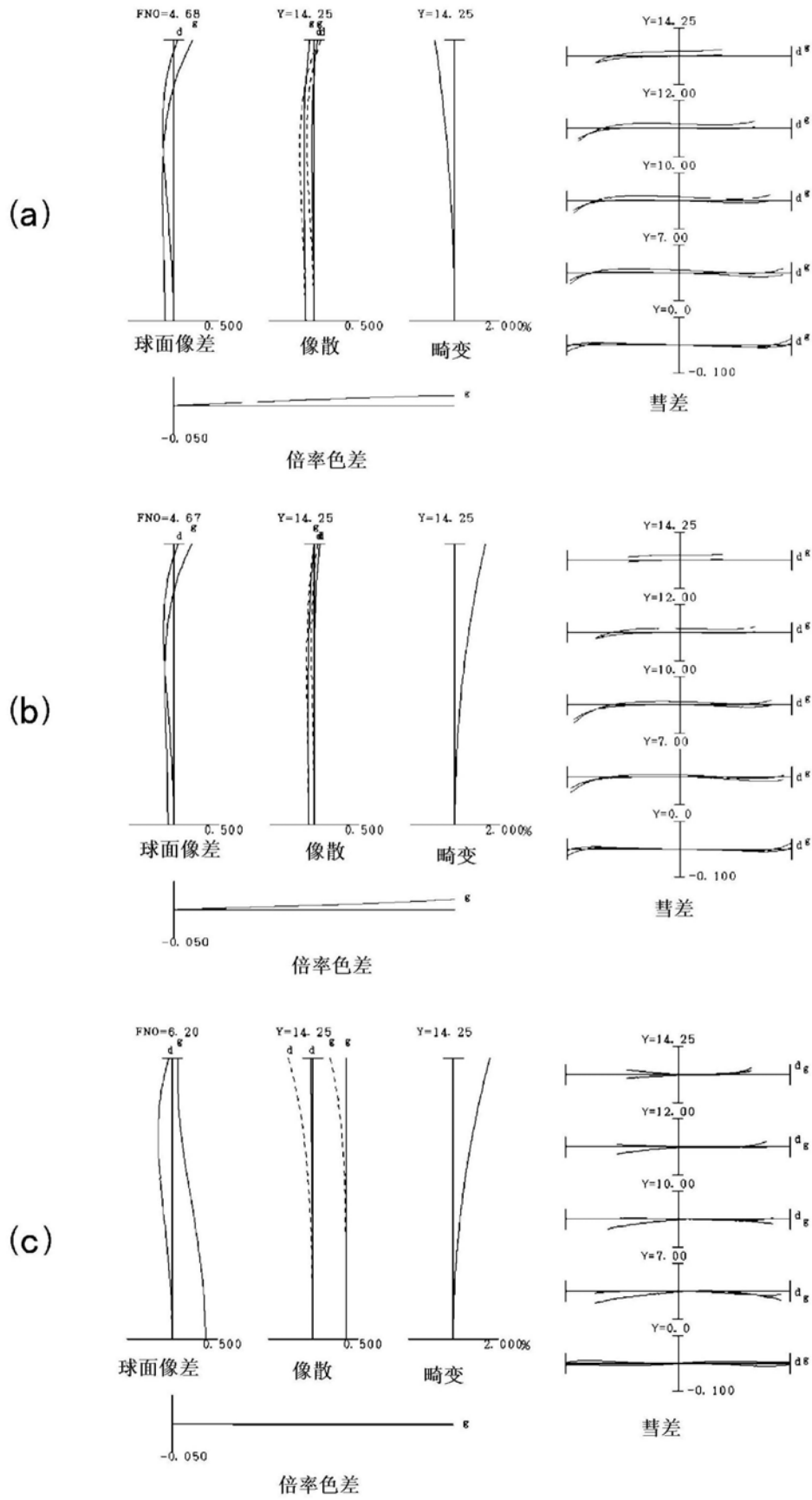


图5

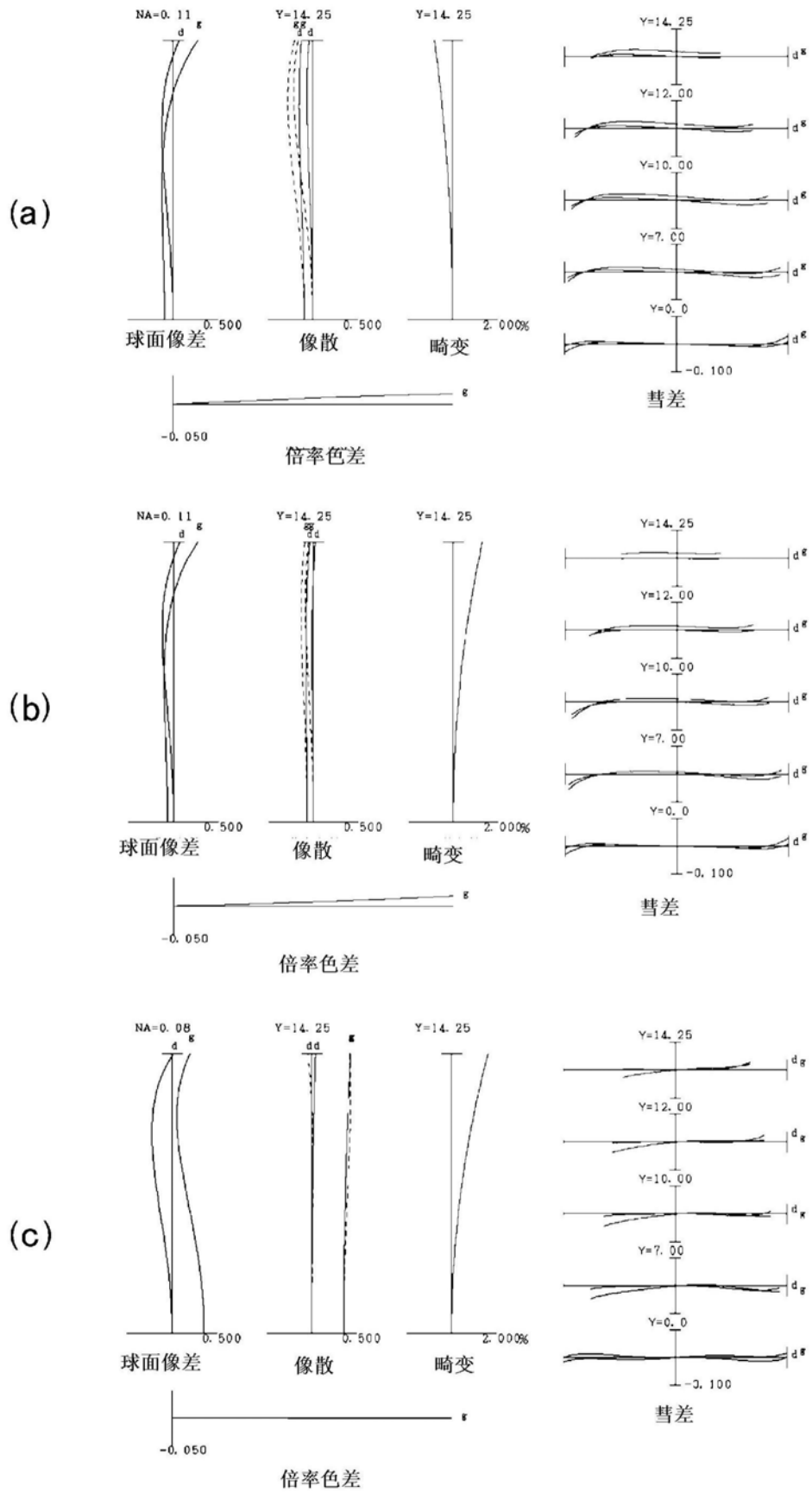


图6

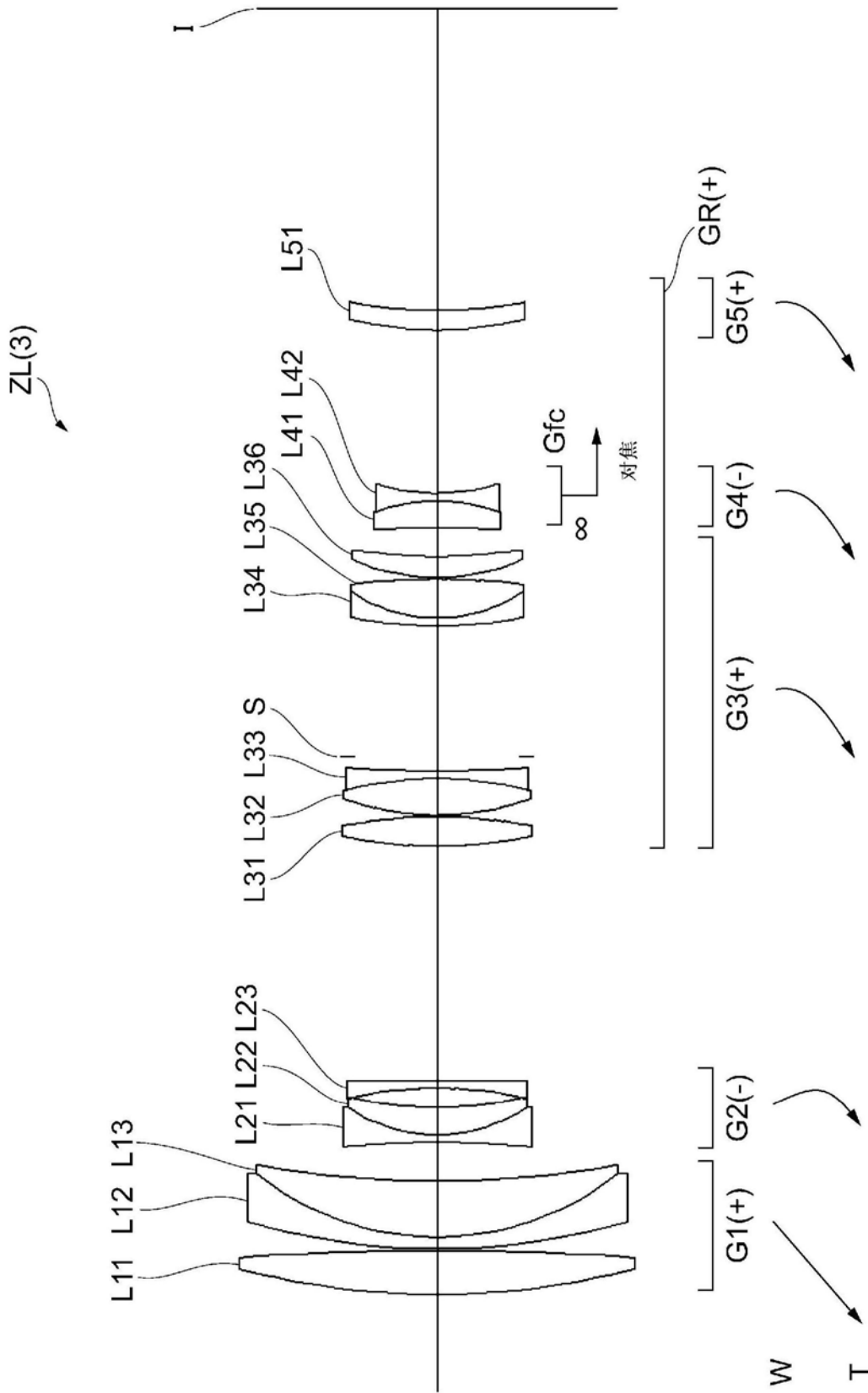


图7

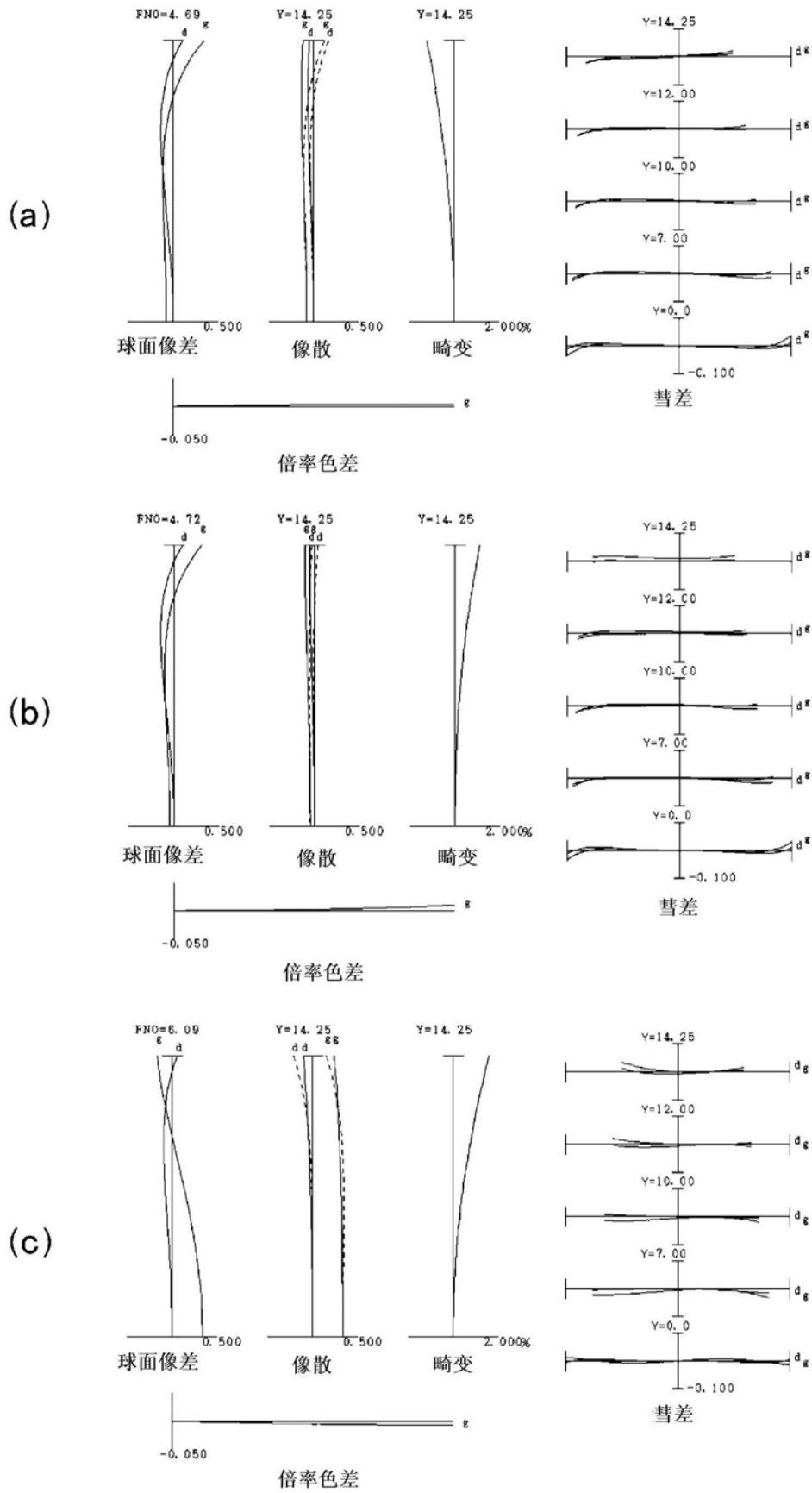


图8

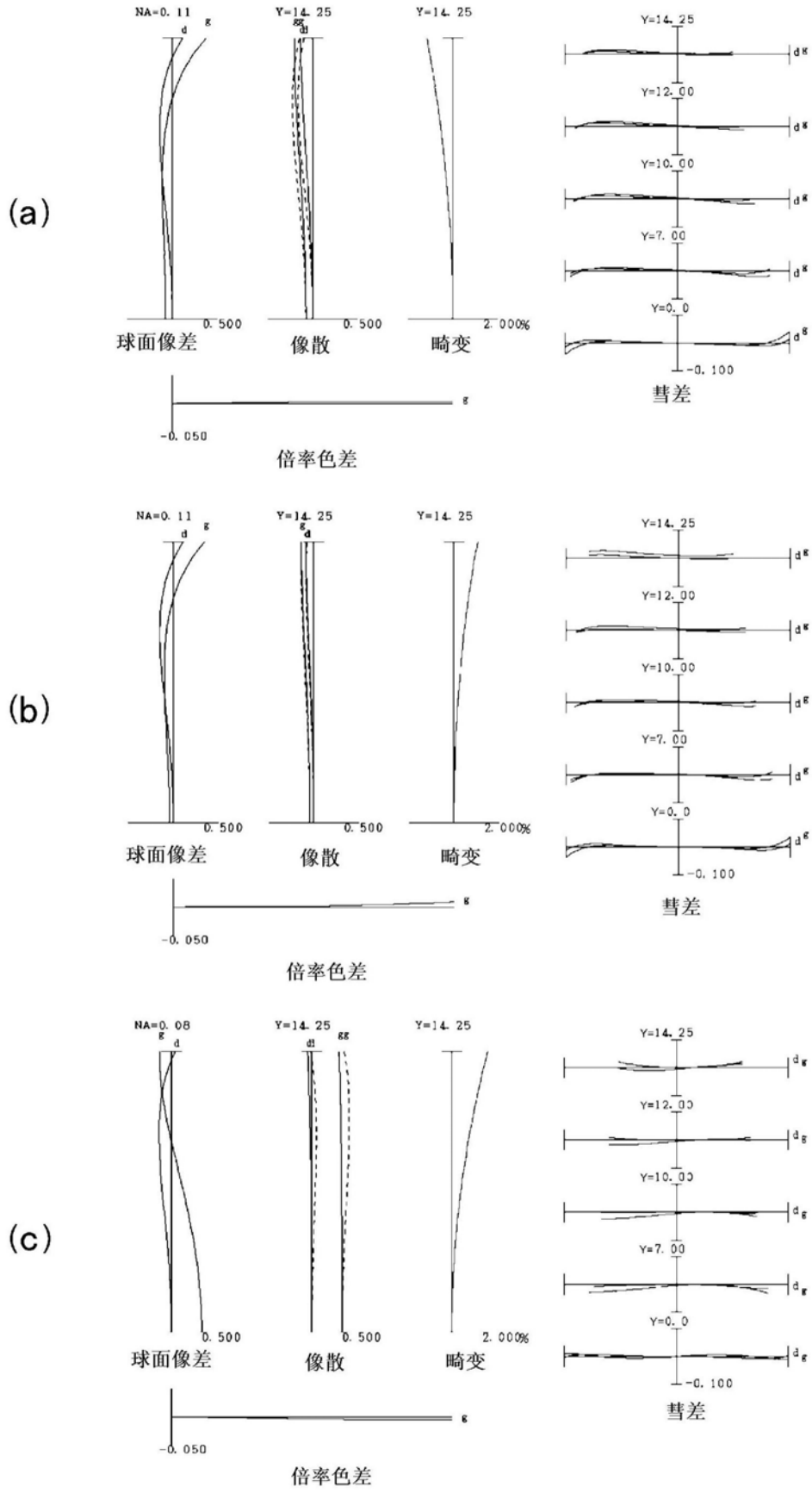


图9

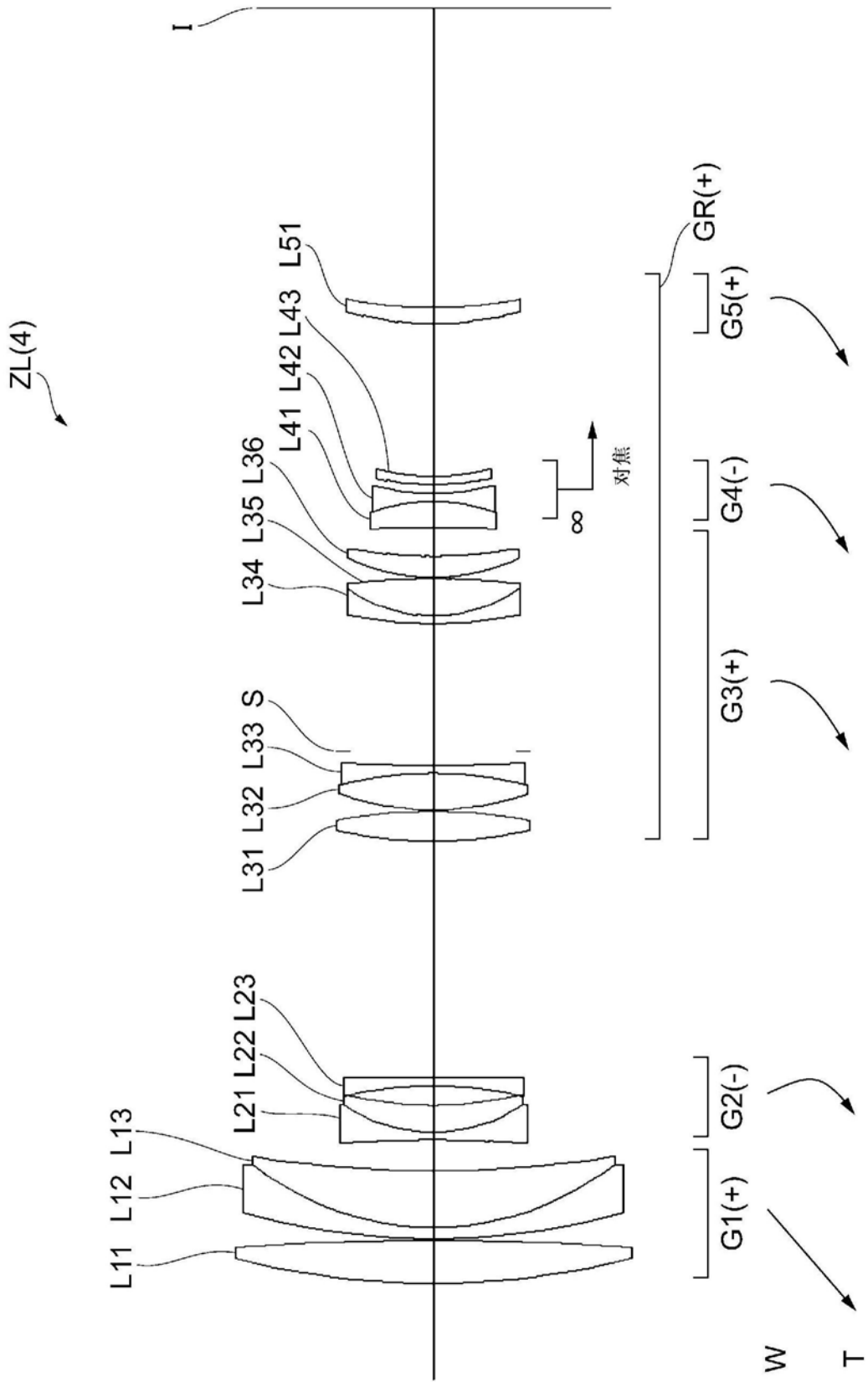


图10

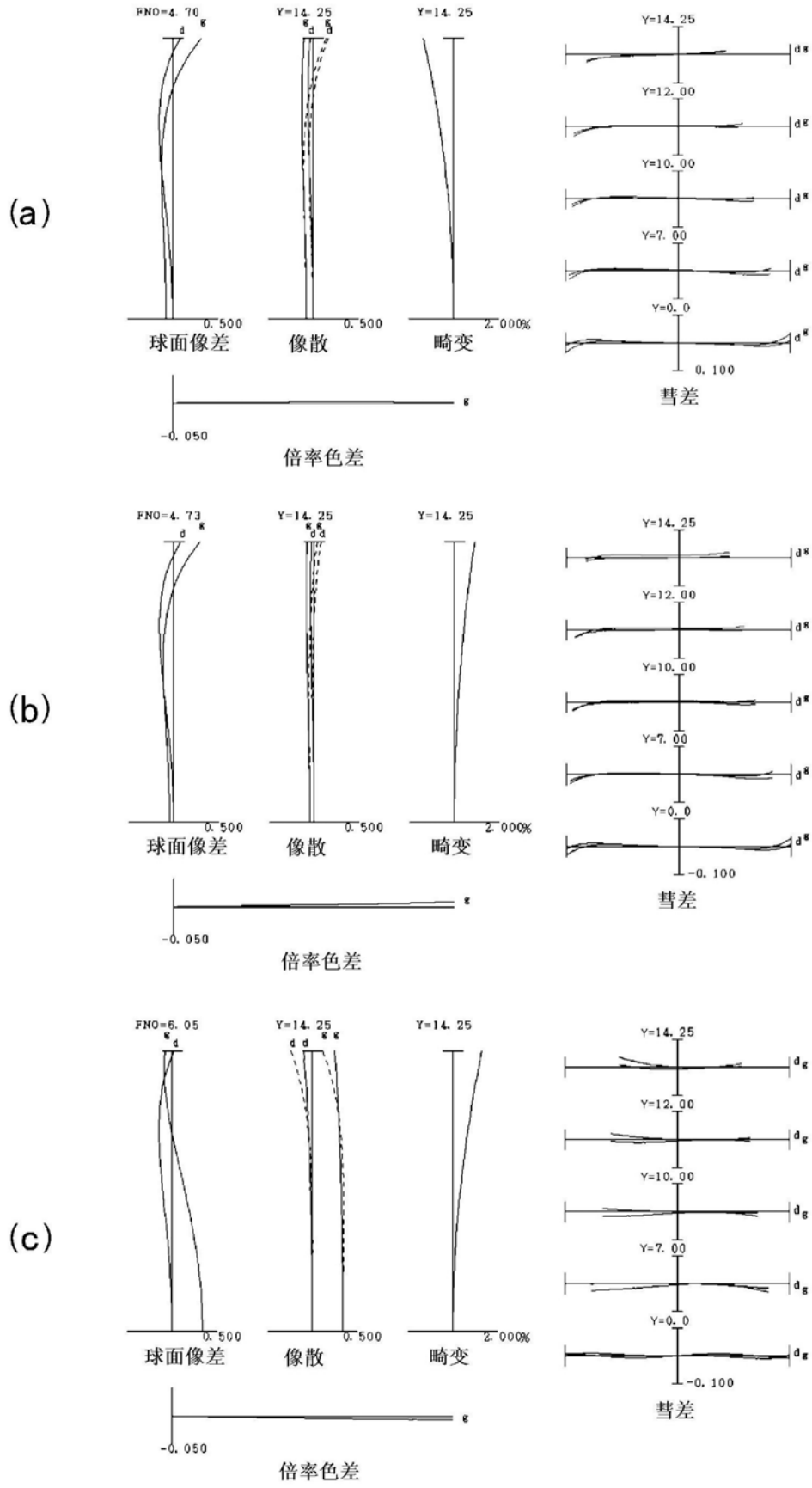


图11

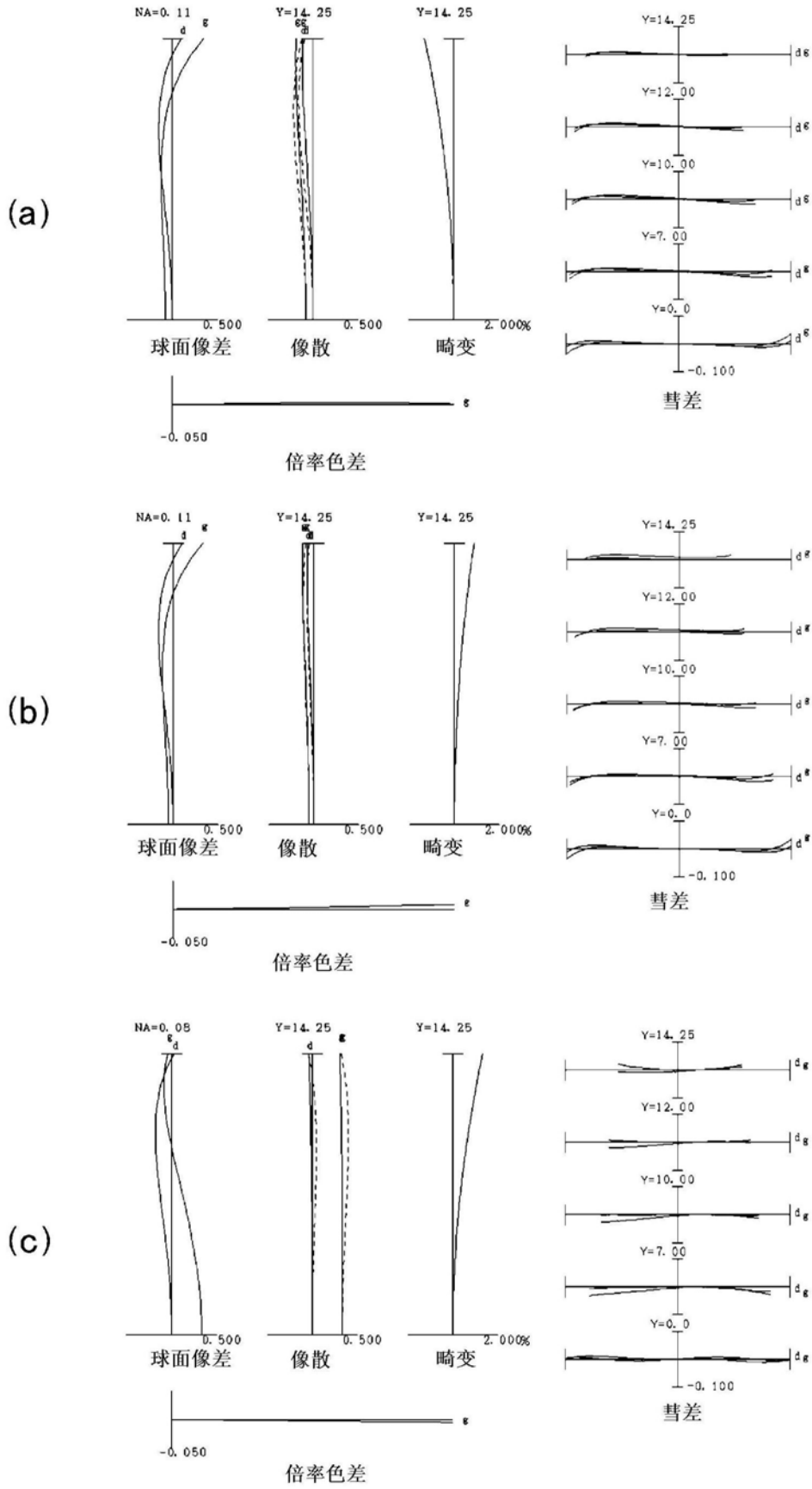


图12

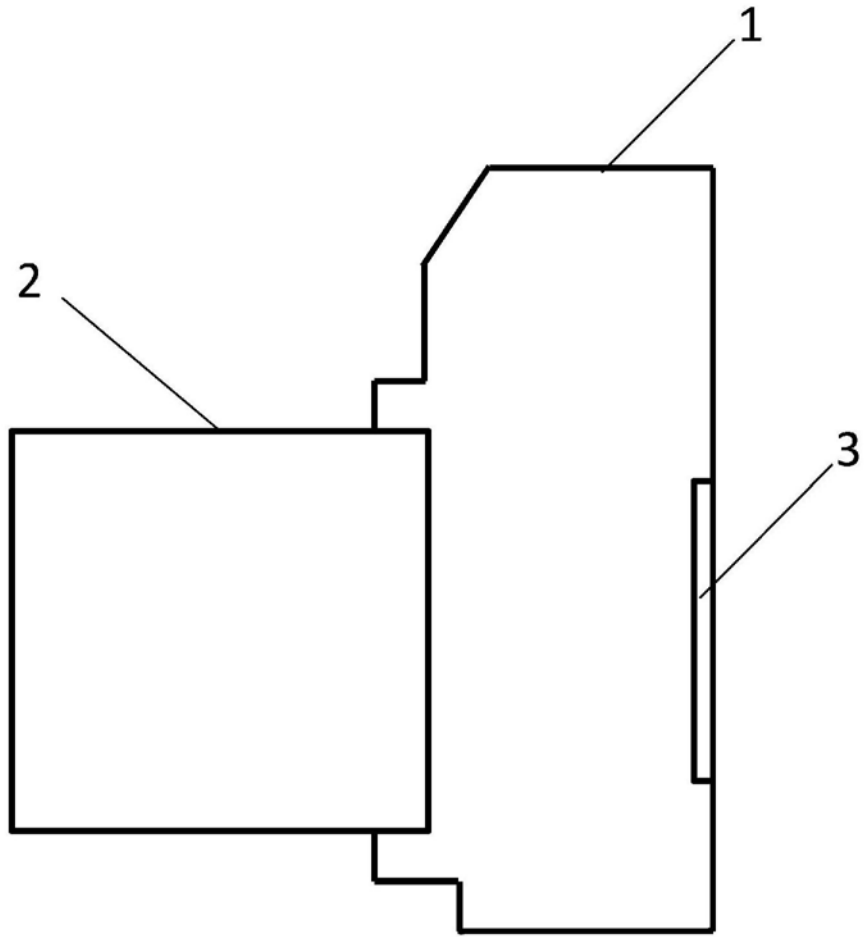


图13

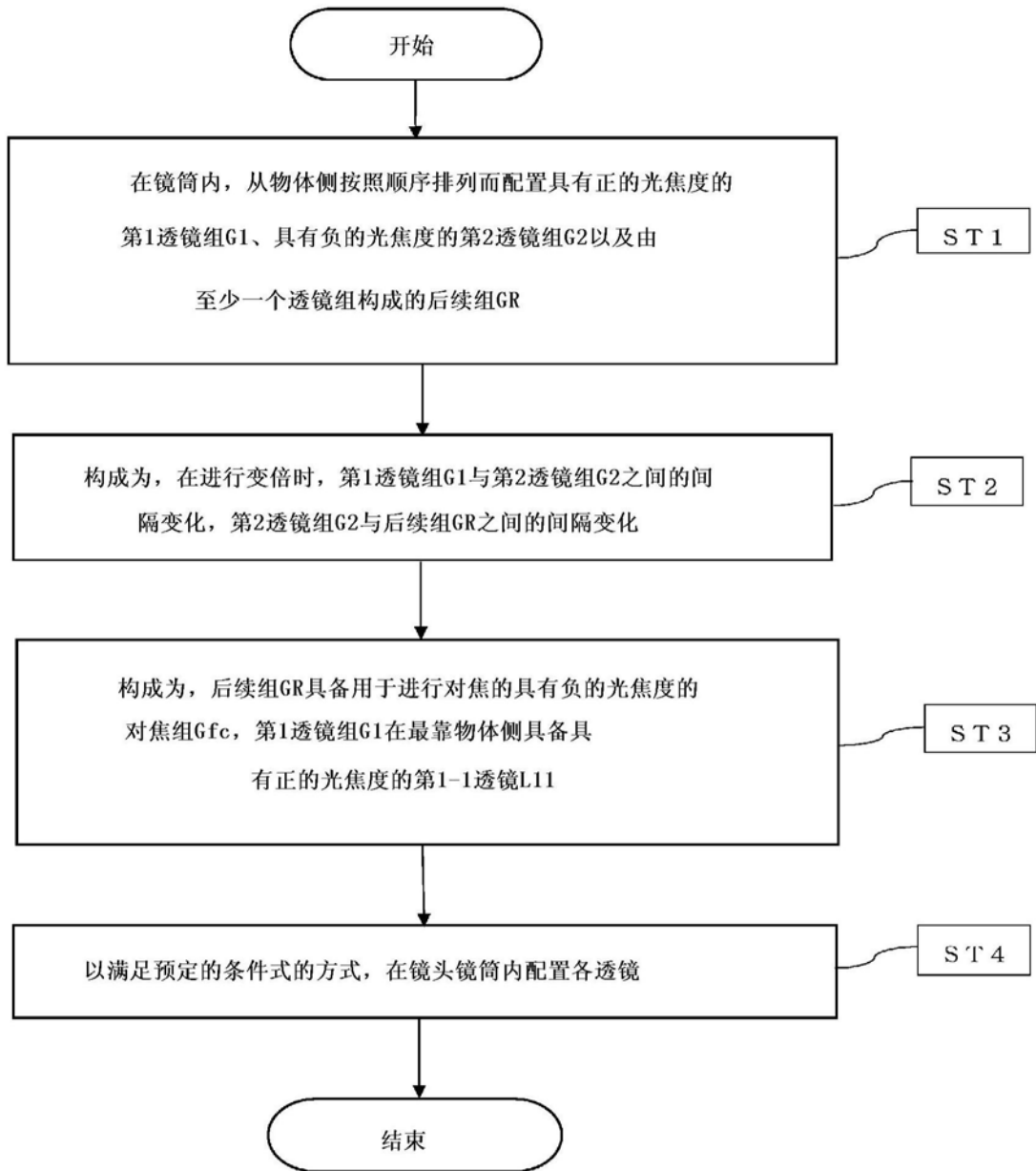


图14