



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109906397 A

(43)申请公布日 2019.06.18

(21)申请号 201780065775.9

(22)申请日 2017.10.24

(30)优先权数据

2016-209625 2016.10.26 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.04.24

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2017/038280 2017.10.24

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/079520 JA 2018.05.03

(71)申请人 株式会社尼康

地址 日本东京

(72)发明人 町田幸介

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

代理人 季莹 方应星

(51)Int.Cl.

G02B 15/16(2006.01)

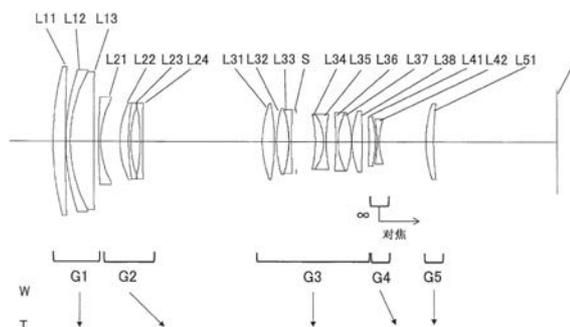
权利要求书2页 说明书21页 附图21页

(54)发明名称

变焦光学系统、光学设备、拍摄设备以及变焦光学系统的制造方法

(57)摘要

本发明从物体侧依次具备具有正的光焦距度的第1透镜组G1、具有负的光焦距度的第2透镜组G2、具有正的光焦距度的第3透镜组G3及具有负的光焦距度的第4透镜组G4,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与第3透镜组G3之间的间隔变化,第3透镜组G3与第4透镜组G4之间的间隔变化,在进行对焦时,第4透镜组G4移动,且满足预定的条件式。由此,提供如下的变动变焦光学系统等:实现对焦透镜组的小型轻量化,无需使镜头镜筒大型化而实现高速对焦和对焦时的静音性,而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从无限远物体向近距离物体进行对焦时的像差。



CN 109906397 A

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透镜组及具有负的光焦度的第4透镜组,

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,

在进行对焦时,所述第4透镜组移动,

且所述变倍光学系统满足以下的条件式:

$$0.82 < (-f2) / f3 < 1.30$$

其中,

f2:所述第2透镜组的焦距

f3:所述第3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,

所述变倍光学系统满足以下的条件式:

$$2.00 < f1 / (-f2) < 4.00$$

其中,

f1:所述第1透镜组的焦距。

3. 根据权利要求1或2所述的变倍光学系统,其中,

所述第4透镜组从物体侧依次由正透镜和负透镜构成。

4. 根据权利要求3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:

$$2.20 < fP / (-fN) < 3.70$$

其中,

fP:所述第4透镜组内的所述正透镜的焦距

fN:所述第4透镜组内的所述负透镜的焦距。

5. 根据权利要求1至4中的任意一项所述的变倍光学系统,其中,

在进行变倍时,所述第1透镜组的位置相对于像面固定。

6. 根据权利要求1至5中的任意一项所述的变倍光学系统,其中,

在进行变倍时,所述第3透镜组的位置相对于像面固定。

7. 根据权利要求1至6中的任意一项所述的变倍光学系统,其中,

所述第1透镜组从物体侧依次具备正透镜、负透镜及正透镜。

8. 根据权利要求1至7中的任意一项所述的变倍光学系统,其中,

所述变倍光学系统具备防抖透镜组,该防抖透镜组能够以包含与光轴正交的方向的位移分量的方式移动。

9. 根据权利要求8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:

$$0.70 < |fvr| / f3 < 1.60$$

其中,

fvr:所述防抖透镜组的焦距。

10. 一种光学设备,具备权利要求1至9中的任意一项所述的变倍光学系统。

11. 一种拍摄设备,具备权利要求1至9中的任意一项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拍摄的拍摄部。

12. 一种变倍光学系统的制造方法,包括如下步骤,即,以如下方式从物体侧依次配置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透镜组及具有负的光焦度的第4透镜组: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,

在进行对焦时,所述第4透镜组移动,

且所述变倍光学系统满足以下的条件式:

$$0.82 < (-f2) / f3 < 1.30$$

其中,

f2:所述第2透镜组的焦距

f3:所述第3透镜组的焦距。

变倍光学系统、光学设备、拍摄设备以及变倍光学系统的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及变倍光学系统、光学设备、拍摄设备以及变倍光学系统的制造方法。

背景技术

[0002] 以往,公开了适合于照片用相机、电子静态相机、拍摄机等变倍光学系统。例如,参照日本特开平4-293007号公报。但是,以往的变倍光学系统无法充分实现对焦透镜组的轻量化。

[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] 本发明的第1方式提供变倍光学系统,从物体侧依次具备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透镜组及具有负的光焦度的第4透镜组,

[0007] 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,

[0008] 在进行对焦时,所述第4透镜组移动,

[0009] 且所述变倍光学系统满足以下的条件式:

[0010] $0.82 < (-f2) / f3 < 1.30$

[0011] 其中,

[0012] f2:所述第2透镜组的焦距

[0013] f3:所述第3透镜组的焦距。

[0014] 本发明的第2方式提供变倍光学系统的制造方法,包括如下步骤,即,以如下方式从物体侧依次配置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透镜组及具有负的光焦度的第4透镜组: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,

[0015] 在进行对焦时,所述第4透镜组移动,

[0016] 且所述变倍光学系统满足以下的条件式:

[0017] $0.82 < (-f2) / f3 < 1.30$

[0018] 其中,

[0019] f2:所述第2透镜组的焦距

[0020] f3:所述第3透镜组的焦距。

附图说明

- [0021] 图1是第1实施例的变倍光学系统的剖视图。
[0022] 图2是第1实施例的变倍光学系统的各像差图。
[0023] 图3是第1实施例的变倍光学系统的子午横向像差图。
[0024] 图4是第1实施例的变倍光学系统的各像差图。
[0025] 图5是第2实施例的变倍光学系统的剖视图。
[0026] 图6是第2实施例的变倍光学系统的各像差图。
[0027] 图7是第2实施例的变倍光学系统的子午横向像差图。
[0028] 图8是第2实施例的变倍光学系统的各像差图。
[0029] 图9是第3实施例的变倍光学系统的剖视图。
[0030] 图10是第3实施例的变倍光学系统的各像差图。
[0031] 图11是第3实施例的变倍光学系统的子午横向像差图。
[0032] 图12是第3实施例的变倍光学系统的各像差图。
[0033] 图13是第4实施例的变倍光学系统的剖视图。
[0034] 图14是第4实施例的变倍光学系统的各像差图。
[0035] 图15是第4实施例的变倍光学系统的子午横向像差图。
[0036] 图16是第4实施例的变倍光学系统的各像差图。
[0037] 图17是示出具备变倍光学系统的相机的结构的图。
[0038] 图18是示出变倍光学系统的制造方法的概略的图。

具体实施方式

[0039] 以下,对本发明的实施方式的变倍光学系统、光学设备、拍摄设备以及变倍光学系统的制造方法进行说明。

[0040] 本实施方式的变倍光学系统从物体侧依次具备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透镜组及具有负的光焦度的第4透镜组,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,在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,所述第4透镜组移动,且所述变倍光学系统满足以下的条件式(1)。

$$[0041] \quad (1) \quad 0.82 < (-f2) / f3 < 1.30$$

[0042] 其中,

[0043] $f2$: 所述第2透镜组的焦距

[0044] $f3$: 所述第3透镜组的焦距

[0045] 如上所述,本实施方式的变倍光学系统具备至少四个透镜组,在进行变倍时透镜组彼此的间隔分别变化,从而能够良好地对变倍时的像差进行校正。

[0046] 另外,如上所述,本实施方式的变倍光学系统使第4透镜组为对焦透镜组,从而能够实现对焦透镜组的小型轻量化。

[0047] 上述条件式(1)规定第2透镜组的焦距与第3透镜组的焦距的比。本实施方式的变倍光学系统通过满足条件式(1),从而能够在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时抑制

以球面像差为首的各像差的变动。

[0048] 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3透镜组的光焦度变大,在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时难以抑制以球面像差为首的各像差的变动。另外,为了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1.25。另外,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1.20。

[0049] 另一方面,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2透镜组的光焦度变大,在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时难以抑制以球面像差为首的各像差的变动。另外,为了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0.85。另外,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0.90。

[0050] 通过以上的结构,能够实现如下的变倍光学系统:实现对焦透镜组的小型轻量化,无需使镜头镜筒大型化而实现高速对焦和对焦时的静音性,而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从无限远物体向近距离物体进行对焦时的像差变动。

[0051] 另外,本实施方式的变倍光学系统优选满足以下的条件式(2)。

[0052] (2) $2.00 < f1 / (-f2) < 4.00$

[0053] 其中,

[0054] f1:所述第1透镜组的焦距

[0055] 条件式(2)规定第1透镜组的焦距与第2透镜组的焦距的比。本实施方式的变倍光学系统通过满足条件式(2),从而能够在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时抑制以球面像差为首的各像差的变动。

[0056] 当本实施方式的变倍光学系统的条件式(2)的对应值超过上限值时,第2透镜组的光焦度变大,在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时难以抑制以球面像差为首的各像差的变动。另外,为了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3.80。另外,为了更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3.50。

[0057] 另一方面,当本实施方式的变倍光学系统的条件式(2)的对应值低于下限值时,第1透镜组的光焦度变大,在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时难以抑制以球面像差为首的各像差的变动。另外,为了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2.30。另外,为了更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2.60。

[0058] 另外,在本实施方式的变倍光学系统中,优选的是,所述第4透镜组从物体侧依次由正透镜和负透镜构成。通过该结构,使第4透镜组、即对焦透镜组实现轻量化,并且在从无限远物体向近距离物体进行对焦时能够抑制以球面像差为首的各像差的变动。

[0059] 另外,本实施方式的变倍光学系统优选满足以下的条件式(3)。

[0060] (3) $2.20 < fP / (-fN) < 3.70$

[0061] 其中,

[0062] fP:所述第4透镜组内的所述正透镜的焦距

[0063] f_N :所述第4透镜组内的所述负透镜的焦距

[0064] 条件式(3)规定第4透镜组内的正透镜的焦距与第4透镜组内的负透镜的焦距的比。本实施方式的变倍光学系统通过满足条件式(3),从而能够在从无限远物体向近距离物体进行对焦时抑制以彗差为首的各像差的变动。

[0065] 当本实施方式的变倍光学系统的条件式(3)的对应值超过上限值时,第4透镜组内的负透镜的光焦度变大,彗差的产生变得过大。因此,在从无限远物体向近距离物体进行对焦时难以抑制以彗差为首的各像差的变动。另外,为了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3.60。另外,为了更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3.50。

[0066] 另一方面,当本实施方式的变倍光学系统的条件式(3)的对应值低于下限值时,第4透镜组内的正透镜的光焦度变大,彗差的校正变得过大。因此,在从无限远物体向近距离物体进行对焦时难以抑制以彗差为首的各像差的变动。另外,为了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2.30。另外,为了更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2.40。

[0067] 另外,在本实施方式的变倍光学系统中,优选的是,在进行变倍时,所述第1透镜组的位置相对于像面固定。通过该结构,本实施方式的变倍光学系统无需使全长变化而能够进行从广角端状态向远焦端状态的变倍。

[0068] 另外,在本实施方式的变倍光学系统中,优选的是,在进行变倍时,所述第3透镜组的位置相对于像面固定。通过该结构,抑制本实施方式的变倍光学系统的由制造误差引起的性能劣化,能够确保量产性。

[0069] 另外,在本实施方式的变倍光学系统中,优选的是,所述第1透镜组从物体侧依次具备正透镜、负透镜及正透镜。通过该结构,能够在远焦端状态下有效地校正球面像差和彗差。

[0070] 另外,本实施方式的变倍光学系统优选具备能够以包含与光轴正交的方向的位移分量的方式移动的防抖透镜组。通过该结构,能够进行由手抖等引起的成像位置位移的校正、即防抖。

[0071] 另外,本实施方式的变倍光学系统优选满足以下的条件式(4)。

[0072] (4) $0.70 < |f_{vr}|/f_3 < 1.60$

[0073] 其中,

[0074] f_{vr} :所述防抖透镜组的焦距

[0075] 条件式(4)规定防抖透镜组的焦距与第3透镜组的焦距的比。本实施方式的变倍光学系统通过满足条件式(4),从而有效地抑制防抖时的性能劣化,能够在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时抑制以球面像差为首的各像差的变动。

[0076] 当本实施方式的变倍光学系统的条件式(4)的对应值超过上限值时,第3透镜组的光焦度变大,在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时难以抑制以球面像差为首的各像差的变动。另外,为了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1.50。另外,为了更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1.40。

[0077] 另一方面,当本实施方式的变倍光学系统的条件式(4)的对应值低于下限值时,防

抖透镜组的光焦度变大,难以对防抖时产生的偏芯彗差进行校正。另外,为了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0.80。另外,为了更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0.90。

[0078] 本发明的实施方式的光学设备具备上述结构的变倍光学系统。

[0079] 本发明的实施方式的拍摄设备具备上述结构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拍摄的拍摄部。

[0080] 由此,能够实现如下的光学设备、拍摄设备:实现对焦透镜组的小型轻量化,无需使镜头镜筒大型化而实现高速对焦和对焦时的静音性,而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从无限远物体向近距离物体进行对焦时的像差变动。

[0081] 本发明的实施方式的变倍光学系统的制造方法,包括如下步骤,即,以如下方式从物体侧依次配置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透镜组及具有负的光焦度的第4透镜组: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,在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,所述第4透镜组移动,且所述变倍光学系统满足以下的条件式(1)。由此,能够制造如下的变倍光学系统:实现对焦透镜组的小型轻量化,无需使镜头镜筒大型化而实现高速对焦和对焦时的静音性,而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从无限远物体向近距离物体进行对焦时的像差变动。

[0082] (1) $0.82 < (-f2) / f3 < 1.30$

[0083] 其中,

[0084] f2:所述第2透镜组的焦距

[0085] f3:所述第3透镜组的焦距

[0086] 以下,根据附图对本发明的实施方式的变倍光学系统的实施例进行说明。

[0087] (第1实施例)

[0088] 图1是第1实施例的变倍光学系统的剖视图。另外,图1和后述的图5、图9以及图13中的箭头表示从广角端状态(W)向远焦端状态(T)进行变倍时的各透镜组的移动轨迹。

[0089] 第1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。

[0090] 第1透镜组G1从物体侧依次由凸面朝向物体侧的正弯月形透镜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。

[0091] 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、凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L22与凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L23的接合正透镜以及双凹形状的负透镜L24构成。

[0092] 第3透镜组G3从物体侧依次由双凸形状的正透镜L31、双凸形状的正透镜L32与双凹形状的负透镜L33的接合负透镜、孔径光阑S、凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L34与双凹形状的负透镜L35的接合负透镜、双凹形状的负透镜L36与双凸形状的正透镜L37的接合正透镜以及双凸形状的正透镜L38构成。

[0093] 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。

[0094] 第5透镜组G5由凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L51构成。

[0095] 在第1实施例的变倍光学系统中,在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时,第2、第4透镜组G2、G4沿着光轴移动,以使第1透镜组G1与第2透镜组G2之间的间隔,第2透镜组G2与第3透镜组G3之间的间隔,第3透镜组G3与第4透镜组G4之间的间隔以及第4透镜组G4与第5透镜组G5之间的间隔变化。另外此时,第1、第3、第5透镜组G1、G3、G5的位置相对于像面I固定。

[0096] 在第1实施例的变倍光学系统中,第4透镜组G4作为对焦透镜组沿着光轴向像侧移动,从而进行从无限远物体向近距离物体的对焦。

[0097] 在第1实施例的变倍光学系统中,通过使正弯月形透镜L34与负透镜L35的接合负透镜作为防抖透镜组而以包含与光轴正交的方向的位移分量的方式移动来进行防抖。

[0098] 此处,在镜头整个系统的焦距为 f 、防抖系数(防抖时的像面I上的像移动量相对于防抖透镜组的移动量的比)为 K 的镜头中,在对角度 θ 的旋转抖动进行校正时,使防抖透镜组向与光轴正交的方向移动 $(f \cdot \tan\theta)/K$ 即可。因此,在第1实施例的变倍光学系统中,在广角端状态下防抖系数为1.63、焦距为72.10(mm),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成为0.23(mm)。另外,在远焦端状态下防抖系数为1.70、焦距为194.00(mm),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成为0.40(mm)。

[0099] 在以下的表1中示出第1实施例的变倍光学系统的参数的值。

[0100] 在表1中, f 表示焦距,BF表示后焦距(最靠像侧的透镜面与像面I的光轴上的距离)。

[0101] 在[面数据]中,面编号表示从物体侧起的光学面的顺序, r 表示曲率半径, d 表示面间隔(第 n 面(n 为整数)与第 $n+1$ 面之间的间隔), n_d 表示对 d 线(波长587.6nm)的折射率, v_d 表示对 d 线(波长587.6nm)的阿贝数。另外,物面表示物体面,可变表示可变的面间隔,光圈 S 表示孔径光阑 S ,像面表示像面I。另外,曲率半径 $r = \infty$ 表示平面。省略空气的折射率 $n_d = 1.00000$ 的记载。

[0102] 在[各种数据]中, FNO 表示F值, 2ω 表示视场角(单位为“°”), Y_{max} 表示最大像高,TL表示第1实施例的变倍光学系统的全长(从第1面到像面I为止的光轴上的距离), d_n 表示第 n 面与第 $n+1$ 面之间的可变间隔。另外, W 表示广角端状态, M 表示中间焦距状态, T 表示远焦端状态,无限远表示向无限远物体的对焦时,近距离表示向近距离物体的对焦时。

[0103] 在[透镜组数据]中示出各透镜组的始面和焦距。

[0104] 在[条件式对应值]中示出第1实施例的变倍光学系统的各条件式的对应值。

[0105] 此处,对于记载于表1的焦距 f 、曲率半径 r 以及其他长度的单位,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。

[0106] 另外,关于以上所述的表1的符号,在后述的各实施例的表中也同样使用。

[0107] (表1)第1实施例

[0108] [面数据]

	面编号	r	d	nd	vd
	物面	∞			
[0109]	1	127.6244	5.534	1.48749	70.31
	2	1322.7608	0.200		
	3	99.4549	1.700	1.80610	33.34
	4	62.2096	10.428	1.49700	81.73
	5	3849.3448	可变		
	6	312.0349	1.000	1.77250	49.62
	7	39.3277	8.235		
	8	38.7701	3.919	1.84666	23.80
	9	103.1681	1.000	1.80400	46.60
	10	48.5499	4.120		
	11	-74.2974	1.000	1.60311	60.69
	12	649.2745	可变		
	13	44.7829	5.265	1.72342	38.03
	14	-98.4496	1.019		
	15	50.5480	5.402	1.49700	81.73
	16	-45.6249	1.000	1.90200	25.26
	17	295.6528	2.002		
[0110]	18(光圈 S)	∞	8.326		
	19	-54.0959	3.659	1.80518	25.45
	20	-21.1959	1.000	1.66755	41.87
	21	58.7139	4.250		
	22	-156.1142	1.000	1.90366	31.27
	23	28.3088	5.794	1.61800	63.34
	24	-40.0487	0.200		
	25	36.9605	4.316	1.79952	42.09
	26	-382.7973	可变		
	27	-306.2135	2.700	1.71736	29.57
	28	-50.1498	0.809		
	29	-55.5576	1.000	1.69680	55.52
	30	30.3235	可变		
	31	50.3470	3.397	1.60300	65.44
	32	133.9533	BF		

[0111]	像面	∞					
[0112]	[各种数据]						
	变倍比	2.69					
		W	M	T			
	f	72.1	99.9	194.0			
	FNO	4.05	4.11	4.15			
	2ω	33.86	24.12	12.32			
	Ymax	21.60	21.60	21.60			
[0113]	TL	218.32	218.32	218.32			
	BF	53.32	53.32	53.32			
		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	2.000	19.906	51.627	2.000	19.906	51.627
	d12	51.627	33.721	2.000	51.627	33.721	2.000
	d26	3.000	5.594	7.658	3.569	6.412	9.301
	d30	20.101	17.507	15.442	19.532	16.689	13.800
[0114]	[透镜组数据]						
	组	始面		f			
	1	1		154.325			
	2	6		-45.859			
[0115]	3	13		45.676			
	4	27		-42.922			
	5	31		131.760			
[0116]	[条件式对应值]						
[0117]	(1) $(-f2)/f3=1.004$						
[0118]	(2) $f1/(-f2)=3.365$						
[0119]	(3) $fP/(-fN)=2.971$						
[0120]	(4) $ fv_r /f3=1.097$						

[0121] 图2A、图2B及图2C分别是第1实施例的变倍光学系统的广角端状态,中间焦距状态以及远焦端状态下的无限远物体对焦时的各像差图。

[0122] 图3A和图3B分别是第1实施例的变倍光学系统的广角端状态下的无限远物体对焦时对 0.30° 的旋转抖动进行了防抖时的子午横向像差图、远焦端状态下的无限远物体对焦时对 0.20° 的旋转抖动进行了防抖时的子午横向像差图。

[0123] 图4A、图4B及图4C分别是第1实施例的变倍光学系统的广角端状态、中间焦距状态以及远焦端状态下的近距离物体对焦时的各像差图。

[0124] 在各像差图中, F_N0 表示F值, Y 表示像高, NA 表示数值孔径。详细地讲, 在球面像差图中表示与最大口径对应的F值 F_N0 或数值孔径 NA 的值, 在像散图和畸变图中分别表示像高 Y 的最大值, 在彗差图中表示各像高的值。另外, 在各像差图中, d 表示d线(波长587.6nm)下的像差, g 表示g线(波长435.8nm)下的像差。在像散图中, 实线表示弧矢像面, 虚线表示子午像面。彗差图表示各像高 Y 下的彗差。另外, 在后述的各实施例的像差图中, 也使用与本实施例相同的符号。

[0125] 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, 而且在防抖时和近距离物体对焦时也具有优秀的成像性能。

[0126] (第2实施例)

[0127] 图5是第2实施例的变倍光学系统的剖视图。

[0128] 第2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。

[0129] 第1透镜组G1从物体侧依次由凸面朝向物体侧的正弯月形透镜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。

[0130] 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、凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L22与凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L23的接合正透镜以及双凹形状的负透镜L24构成。

[0131] 第3透镜组G3从物体侧依次由双凸形状的正透镜L31、双凸形状的正透镜L32、双凸形状的正透镜L33与双凹形状的负透镜L34的接合负透镜、孔径光阑S、凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L35与双凹形状的负透镜L36的接合负透镜、双凹形状的负透镜L37与双凸形状的正透镜L38的接合负透镜以及双凸形状的正透镜L39构成。

[0132] 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。

[0133] 第5透镜组G5由凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L51构成。

[0134] 在第2实施例的变倍光学系统中, 在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时, 第2、第4透镜组G2、G4沿着光轴移动, 以使第1透镜组G1与第2透镜组G2之间的间隔、第2透镜组G2与第3透镜组G3之间的间隔、第3透镜组G3与第4透镜组G4之间的间隔以及第4透镜组G4与第5透镜组G5之间的间隔变化。另外此时, 第1、第3、第5透镜组G1、G3、G5的位置相对于像面I固定。

[0135] 在第2实施例的变倍光学系统中, 通过使第4透镜组G4作为对焦透镜组沿着光轴向像侧移动来进行从无限远物体向近距离物体的对焦。

[0136] 在第2实施例的变倍光学系统中, 通过使正弯月形透镜L35与负透镜L36的接合负透镜作为防抖透镜组而以包含与光轴正交的方向的位移分量的方式移动来进行防抖。

[0137] 此处, 在第2实施例的变倍光学系统中, 在广角端状态下防抖系数为1.62、焦距为72.10 (mm), 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成为0.23 (mm)。

另外,在远焦端状态下防抖系数为1.70、焦距为194.00 (mm),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成为0.40 (mm)。

[0138] 在以下的表2中示出第2实施例的变倍光学系统的参数的值。

[0139] (表2) 第2实施例

[0140] [面数据]

面编号	r	d	nd	vd
物面	∞			
1	131.1214	5.449	1.48749	70.31
2	1109.4966	0.200		
3	98.0798	1.700	1.80610	33.34
[0141] 4	61.5920	10.521	1.49700	81.73
5	-7105.2636	可变		
6	380.8979	1.000	1.77250	49.62
7	38.2124	6.936		
8	38.1827	4.034	1.84666	23.80
9	101.8431	1.000	1.80400	46.60

	10	49.6281	4.170		
	11	-75.5321	1.000	1.60311	60.69
	12	631.4782	可变		
	13	43.3989	5.088	1.60300	65.44
	14	-128.0434	0.200		
	15	71.7117	2.953	1.84666	23.80
	16	1360.1055	1.671		
	17	59.5261	4.661	1.49700	81.73
	18	-46.7718	1.000	1.90200	25.26
	19	84.5350	1.820		
	20(光圈 S)	∞	6.448		
	21	-52.0090	3.604	1.80518	25.45
[0142]	22	-20.4107	1.000	1.66755	41.87
	23	58.3221	4.156		
	24	-188.8475	1.000	1.90366	31.27
	25	27.1167	5.505	1.61800	63.34
	26	-46.5152	0.200		
	27	39.9140	4.500	1.79952	42.09
	28	-111.0815	可变		
	29	-249.2850	2.700	1.71736	29.57
	30	-47.0764	0.828		
	31	-51.1491	1.000	1.69680	55.52
	32	31.0004	可变		
	33	55.1958	3.487	1.60300	65.44
	34	197.9712	BF		
	像面	∞			
[0143]	[各种数据]				
[0144]	变倍比	2.69			
		W	M	T	

	f	72.1	99.9	194.0			
	FNO	4.05	4.12	4.17			
	2 ω	33.82	24.08	12.30			
	Ymax	21.60	21.60	21.60			
	TL	218.32	218.32	218.32			
[0145]	BF	53.32	53.32	53.32			
		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	2.000	19.764	51.257	2.000	19.764	51.257
	d12	51.257	33.494	2.000	51.257	33.494	2.000
	d28	3.000	5.617	7.657	3.569	6.435	9.297
	d32	20.913	18.296	16.256	20.344	17.479	14.616

[0146] [透镜组数据]

组	始面	f
1	1	152.488
2	6	-45.554
3	13	45.955
4	29	-42.595
5	33	125.767

[0148] [条件式对应值]

[0149] (1) $(-f_2)/f_3=0.991$

[0150] (2) $f_1/(-f_2)=3.347$

[0151] (3) $f_P/(-f_N)=2.919$

[0152] (4) $|f_{vr}|/f_3=1.067$

[0153] 图6A、图6B及图6C分别是第2实施例的变倍光学系统的广角端状态、中间焦距状态以及远焦端状态下的无限远物体对焦时的各像差图。

[0154] 图7A和图7B分别是第2实施例的变倍光学系统的广角端状态下的无限远物体对焦时对 0.30° 的旋转抖动进行了防抖时的子午横向像差图、远焦端状态下的无限远物体对焦时对 0.20° 的旋转抖动进行了防抖时的子午横向像差图。

[0155] 图8A、图8B及图8C分别是第2实施例的变倍光学系统的广角端状态、中间焦距状态以及远焦端状态下的近距离物体对焦时的各像差图。

[0156] 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,而且在防抖时和近距离物体对焦时也具有优秀的成像性能。

[0157] (第3实施例)

[0158] 图9是第3实施例的变倍光学系统的剖视图。

[0159] 第3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。

[0160] 第1透镜组G1从物体侧依次由凸面朝向物体侧的正弯月形透镜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。

[0161] 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、双凹形状的负透镜L22与凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L23的接合负透镜以及凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L24构成。

[0162] 第3透镜组G3从物体侧依次由双凸形状的正透镜L31、双凸形状的正透镜L32与双凹形状的负透镜L33的接合负透镜、孔径光阑S、凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L34与双凹形状的负透镜L35的接合负透镜、凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L36与双凸形状的正透镜L37的接合正透镜以及双凸形状的正透镜L38构成。

[0163] 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。

[0164] 第5透镜组G5由凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L51构成。

[0165] 在第3实施例的变倍光学系统中,在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时,第2、第4透镜组G2、G4沿着光轴移动,以使第1透镜组G1与第2透镜组G2之间的间隔、第2透镜组G2与第3透镜组G3之间的间隔、第3透镜组G3与第4透镜组G4之间的间隔以及第4透镜组G4与第5透镜组G5之间的间隔变化。另外此时,第1、第3、第5透镜组G1、G3、G5的位置相对于像面I固定。

[0166] 在第3实施例的变倍光学系统中,通过使第4透镜组G4作为对焦透镜组沿着光轴向像侧移动来进行从无限远物体向近距离物体的对焦。

[0167] 在第3实施例的变倍光学系统中,通过使正弯月形透镜L34与负透镜L35的接合负透镜作为防抖透镜组而以包含与光轴正交的方向的位移分量的方式移动来进行防抖。

[0168] 此处,在第3实施例的变倍光学系统中,在广角端状态下防抖系数为1.63、焦距为72.10 (mm),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成为0.23 (mm)。另外,在远焦端状态下防抖系数为1.70、焦距为194.00 (mm),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成为0.40 (mm)。

[0169] 在以下的表3中示出第3实施例的变倍光学系统的参数的值。

[0170] (表3) 第3实施例

[0171] [面数据]

面编号	r	d	nd	vd
物面	∞			
1	141.1591	4.500	1.48749	70.31
2	543.1898	0.200		
3	85.6758	2.000	1.80610	33.34
4	57.2066	11.246	1.49700	81.73
5	-1626.1596	可变		
6	93.2280	2.000	1.83400	37.18
7	41.8983	8.938		
8	-115.2692	2.000	1.69680	55.52
9	44.2262	4.356	1.84666	23.80
[0172] 10	27715.4320	2.322		
11	-55.6670	1.500	1.80400	46.60
12	-129.1012	可变		
13	49.0208	4.818	1.80100	34.92
14	-105.6641	0.200		
15	48.2516	5.297	1.49700	81.73
16	-49.0156	1.300	1.90200	25.26
17	127.8612	2.373		
18(光圈 S)	∞	9.279		
19	-58.0260	3.765	1.80518	25.45
20	-21.3498	1.200	1.66755	41.87
21	55.2645	3.937		

	22	953.3728	1.200	1.90366	31.27			
	23	28.8503	5.672	1.60300	65.44			
	24	-48.6329	0.200					
	25	36.9235	4.531	1.77250	49.62			
	26	-308.8274	可变					
[0173]	27	-687.7351	2.700	1.71736	29.57			
	28	-56.8272	0.787					
	29	-65.5667	1.000	1.69680	55.52			
	30	28.2486	可变					
	31	41.4926	3.492	1.60300	65.44			
	32	88.2133	BF					
	像面	∞						
[0174]	[各种数据]							
	变倍比	2.69						
		W	M	T				
	f	72.1	99.9	194.0				
	FNO	4.09	4.13	4.16				
	2 ω	34.18	24.28	12.40				
	Ymax	21.60	21.60	21.60				
[0175]	TL	218.32	218.32	218.32				
	BF	55.22	55.22	55.22				
		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	2.000	18.794	48.567	2.000	18.794	48.567	
	d12	48.567	31.773	2.000	48.567	31.773	2.000	
	d26	3.920	6.471	7.964	4.497	7.299	9.612	
	d30	17.798	15.247	13.754	17.221	14.419	12.106	
[0176]	[透镜组数据]							

	组	始面	f
	1	1	145.325
[0177]	2	6	-43.336
	3	13	45.621
	4	27	-42.711
	5	31	126.368

[0178] [条件式对应值]

[0179] (1) $(-f_2)/f_3=0.950$

[0180] (2) $f_1/(-f_2)=3.353$

[0181] (3) $f_P/(-f_N)=3.056$

[0182] (4) $|f_{vr}|/f_3=1.111$

[0183] 图10A、图10B及图10C分别是第3实施例的变倍光学系统的广角端状态、中间焦距状态以及远焦端状态下的无限远物体对焦时的各像差图。

[0184] 图11A和图11B分别是第3实施例的变倍光学系统的广角端状态下的无限远物体对焦时对 0.30° 的旋转抖动进行了防抖时的子午横向像差图、远焦端状态下的无限远物体对焦时对 0.20° 的旋转抖动进行了防抖时的子午横向像差图。

[0185] 图12A、图12B及图12C分别是第3实施例的变倍光学系统的广角端状态、中间焦距状态以及远焦端状态下的近距离物体对焦时的各像差图。

[0186] 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,而且在防抖时和近距离物体对焦时也具有优秀的成像性能。

[0187] (第4实施例)

[0188] 图13是第4实施例的变倍光学系统的剖视图。

[0189] 第4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及具有负的光焦度的第4透镜组G4构成。

[0190] 第1透镜组G1从物体侧依次由凸面朝向物体侧的正弯月形透镜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。

[0191] 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、凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L22与凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L23的接合正透镜以及双凹形状的负透镜L24构成。

[0192] 第3透镜组G3从物体侧依次由双凸形状的正透镜L31、双凸形状的正透镜L32与双凹形状的负透镜L33的接合负透镜、孔径光阑S、凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L34与双凹形状的负透镜L35的接合负透镜、双凹形状的负透镜L36与双凸形状的正透镜L37的接合正透镜以及双凸形状的正透镜L38构成。

[0193] 第4透镜组G4从物体侧依次由双凸形状的正透镜L41以及双凹形状的负透镜L42构成。

[0194] 在第4实施例的变倍光学系统中,在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时,第2、第4透镜组G2、G4沿着光轴移动,以使第1透镜组G1与第2透镜组G2之间的间隔、第2透镜组G2与第3透镜组G3之间的间隔以及第3透镜组G3与第4透镜组G4之间的间隔变化。另外此时,第1、第3透镜组G1、G3的位置相对于像面I固定。

[0195] 在第4实施例的变倍光学系统中,通过使第4透镜组G4作为对焦透镜组沿着光轴向像侧移动来进行从无限远物体向近距离物体的对焦。

[0196] 在第4实施例的变倍光学系统中,通过使正弯月形透镜L34与负透镜L35的接合负透镜作为防抖透镜组而以包含与光轴正交的方向的位移分量的方式移动来进行防抖。

[0197] 此处,在第4实施例的变倍光学系统中,在广角端状态下防抖系数为1.68、焦距为72.10 (mm),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成为0.22 (mm)。另外,在远焦端状态下防抖系数为1.70、焦距为194.00 (mm),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成为0.40 (mm)。

[0198] 在以下的表4中示出第4实施例的变倍光学系统的参数的值。

[0199] (表4) 第4实施例

[0200] [面数据]

面编号	r	d	nd	vd
物面	∞			
1	122.9116	5.364	1.48749	70.31
2	642.7135	0.200		
3	93.7360	1.700	1.80610	33.34
4	60.6328	10.593	1.49700	81.73
[0201] 5	4543.6426	可变		
6	289.4140	1.000	1.77250	49.62
7	37.2424	9.821		
8	38.9626	3.720	1.84666	23.80
9	91.2165	1.000	1.80400	46.60
10	52.4749	3.560		

	11	-100.3987	1.000	1.60311	60.69
	12	253.6299	可变		
	13	44.5612	5.223	1.66446	35.87
	14	-90.1338	0.200		
	15	59.0915	5.257	1.49700	81.73
	16	-42.3802	1.000	1.90200	25.26
	17	593.6378	1.136		
	18(光圈 S)	∞	6.982		
	19	-54.8344	3.877	1.80518	25.45
	20	-21.3112	1.420	1.66755	41.87
[0202]	21	63.0651	4.382		
	22	-154.1165	1.000	1.90366	31.27
	23	34.7644	5.687	1.60300	65.44
	24	-40.7282	0.200		
	25	46.6093	4.036	1.80400	46.60
	26	-182.7333	可变		
	27	191.1371	2.700	1.84666	23.80
	28	-192.1184	1.091		
	29	-151.1748	1.000	1.61772	49.81
	30	34.1179	BF		
	像面	∞			
[0203]	[各种数据]				
	变倍比	2.69			
		W	M	T	
	f	72.1	99.7	194.0	
[0204]	FNO	4.14	4.17	4.17	
	2 ω	33.30	23.84	12.20	
	Ymax	21.60	21.60	21.60	
	TL	218.32	218.32	218.32	

	BF	77.52	74.71	75.11			
		W	M	T	W	M	T
		无限远	无限远	无限远	近距离	近距离	近距离
[0205]	d5	2.000	20.205	52.654	2.000	20.205	52.654
	d12	52.654	34.449	2.000	52.654	34.449	2.000
	d26	3.000	5.810	5.410	3.821	7.008	7.750
[0206]	[透镜组数据]						
	组	始面		f			
	1	1		150.995			
[0207]	2	6		-48.062			
	3	13		47.483			
	4	27		-77.084			
[0208]	[条件式对应值]						
[0209]	(1) $(-f2)/f3=1.012$						
[0210]	(2) $f1/(-f2)=3.142$						
[0211]	(3) $fP/(-fN)=2.525$						
[0212]	(4) $ fvr /f3=1.108$						

[0213] 图14A、图14B及图14C分别是第4实施例的变倍光学系统的广角端状态、中间焦距状态以及远焦端状态下的无限远物体对焦时的各像差图。

[0214] 图15A和图15B分别是第4实施例的变倍光学系统的广角端状态下的无限远物体对焦时对 0.30° 的旋转抖动进行了防抖时的子午横向像差图、远焦端状态下的无限远物体对焦时对 0.20° 的旋转抖动进行了防抖时的子午横向像差图。

[0215] 图16A、图16B及图16C分别是第4实施例的变倍光学系统的广角端状态、中间焦距状态以及远焦端状态下的近距离物体对焦时的各像差图。

[0216] 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,而且在防抖时和近距离物体对焦时也具有优秀的成像性能。

[0217] 根据上述各实施例,能够实现如下的变倍光学系统:实现对焦透镜组的小型轻量化,无需使镜头镜筒大型化而实现高速对焦和对焦时的静音性,而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从无限远物体向近距离物体进行对焦时的像差变动。

[0218] 另外,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。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。

[0219] 作为本实施方式的变倍光学系统的实施例,虽然示出4组或5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,6组等)的变倍光学系统。具体地讲,也可以是在上述各实施例的变倍光学系统的最靠物体侧或最靠像侧增加透镜或透镜组的结构。

[0220] 另外,在上述各实施例的变倍光学系统中,虽然使第4透镜组全体为对焦透镜组,但是也可以使任意一个透镜组的一部分或多个透镜组为对焦透镜组。对焦透镜组优选具有正的光焦度。另外,对焦透镜组更优选由两个透镜构成。该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电机例如超声波电机、步进电机、VCM电机等的驱动,能够良好地实现高速的自动对焦和自动对焦时的静音性。

[0221] 另外,关于上述各实施例的变倍光学系统,虽然使第3透镜组的一部分为防抖透镜组,但是也可以是通过使任意一个透镜组全体或其一部分作为防抖透镜组而以包含对于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)来进行防抖的结构。另外,在上述各实施例的变倍光学系统中,也可以不是必须进行防抖的结构。

[0222] 另外,在上述各实施例的变倍光学系统中,孔径光阑优选配置在第3透镜组中,也可以是不设置作为孔径光阑的部件而通过透镜框来代替其作用的结构。

[0223] 另外,构成上述各实施例的变倍光学系统的透镜的透镜面可以是球面或平面,或者也可以是非球面。另外,各透镜可以由玻璃材料形成,也可以由树脂材料形成,或者也可以是玻璃材料与树脂材料的复合。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。

[0224] 另外,也可以在构成上述各实施例的变倍光学系统的镜头的透镜面施加增透膜。由此,能够减轻眩光和重影,实现高对比度的高光学性能。特别是,上述各实施例的变倍光学系统优选在从最靠物体侧起第二个透镜的物体侧的透镜面施加增透膜。

[0225] 接着,根据图17对具备本实施方式的变倍光学系统的相机进行说明。

[0226] 图17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。

[0227] 如图17所示,相机1是具备上述第1实施例的变倍光学系统来作为摄影镜头2的镜头可换式的所谓无反光镜相机。

[0228] 在本相机1中,来自未图示的物体(被摄体)的光通过摄影镜头2而被聚光,经由未图示的OLPF(Optical low pass filter:光学低通滤波器)而在拍摄部3的拍摄面上形成被摄体像。并且,被摄体像通过设置在拍摄部3的光电转换元件被光电转换而生成被摄体的图像。该图像显示在设置于相机1的EVF(Electronic view finder:电子取景器)4上。由此,摄影者能够通过EVF4来观察被摄体。

[0229] 另外,当由摄影者按压未图示的释放按钮时,通过拍摄部3生成的被摄体的图像被存储在未图示的存储器中。由此,摄影者能够进行基于本相机1的被摄体的摄影。

[0230] 本相机1搭载上述第1实施例的变倍光学系统来作为摄影镜头2,从而实现对焦透镜组的小型轻量化,无需使镜头镜筒大型化而实现高速对焦和对焦时的静音性,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从无限远物体向近距离物体进行对焦时的像差变动。

[0231] 另外,即使构成搭载上述第2~第4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。另外,即使在具有快速复原反光镜并通过取景器

光学系统来观察被摄体的单反类型的相机上搭载了上述各实施例的变倍光学系统的情况下,也能够起到与上述相机1相同的效果。

[0232] 最后,根据图18对本实施方式的变倍光学系统的制造方法的概略进行说明。

[0233] 图18是本实施方式的示出变倍光学系统的制造方法的概略的图。

[0234] 图18所示的本实施方式的变倍光学系统的制造方法,包括:步骤S1,从物体侧依次准备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透镜组及具有负的光焦度的第4透镜组;以及步骤S2,以在进行变倍时,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的方式,配置所述第1~第4透镜组,在从无限远物体向近距离物体进行对焦时使所述第4透镜组移动,使所述变倍光学系统满足以下的条件式(1)。

[0235] (1) $0.82 < (-f2) / f3 < 1.30$

[0236] 其中,

[0237] f2:所述第2透镜组的焦距

[0238] f3:所述第3透镜组的焦距

[0239] 根据该本实施方式的变倍光学系统的制造方法,能够制造如下的变倍光学系统:实现对焦透镜组的小型轻量化,无需使镜头镜筒大型化而实现高速对焦和对焦时的静音性,而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从无限远物体向近距离物体进行对焦时的像差变动。

[0240] 标号说明

[0241] G1:第1透镜组,G2:第2透镜组,G3:第3透镜组,G4:第4透镜组,G5:第5透镜组,S:孔径光阑,I:像面

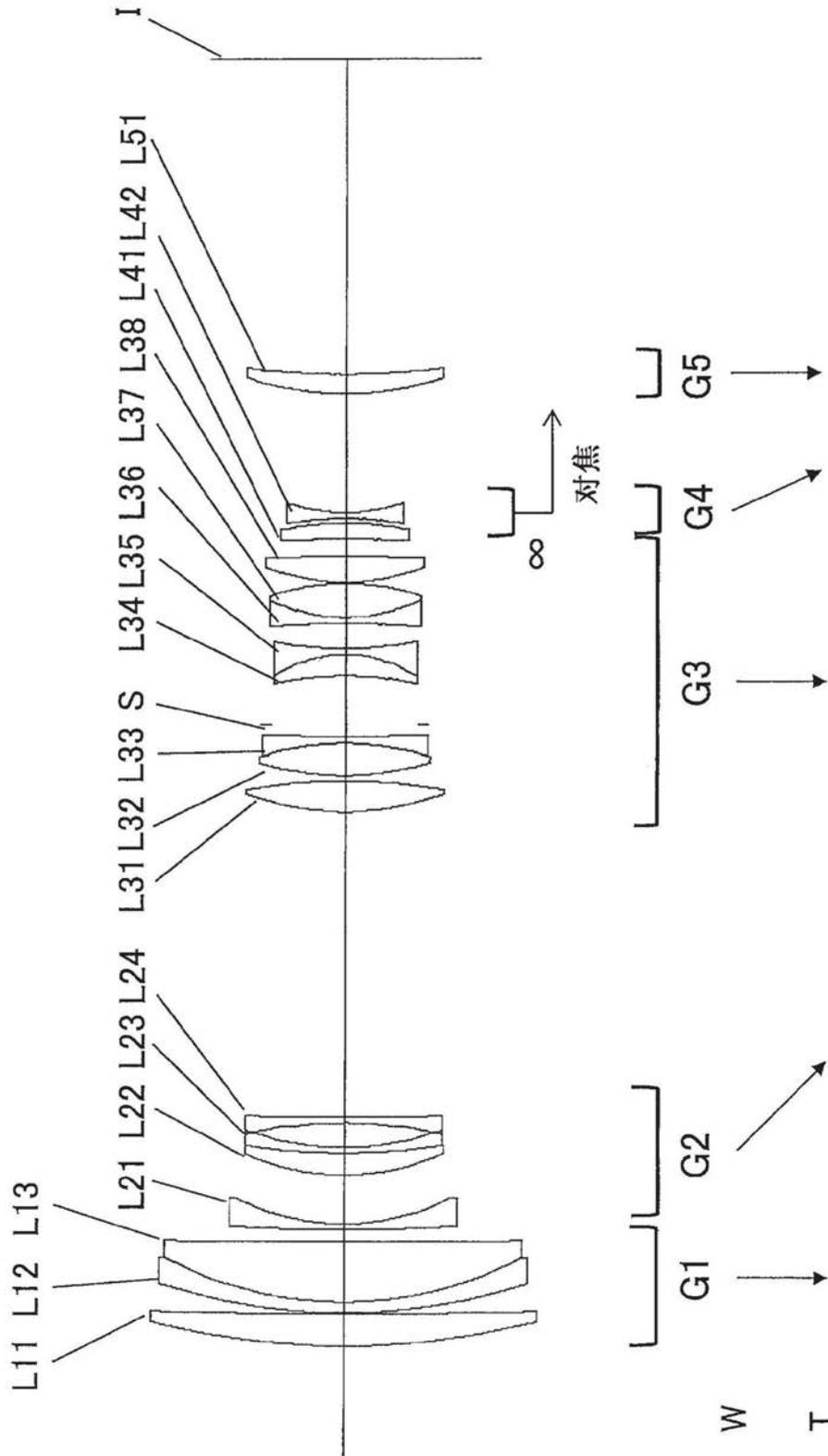


图1

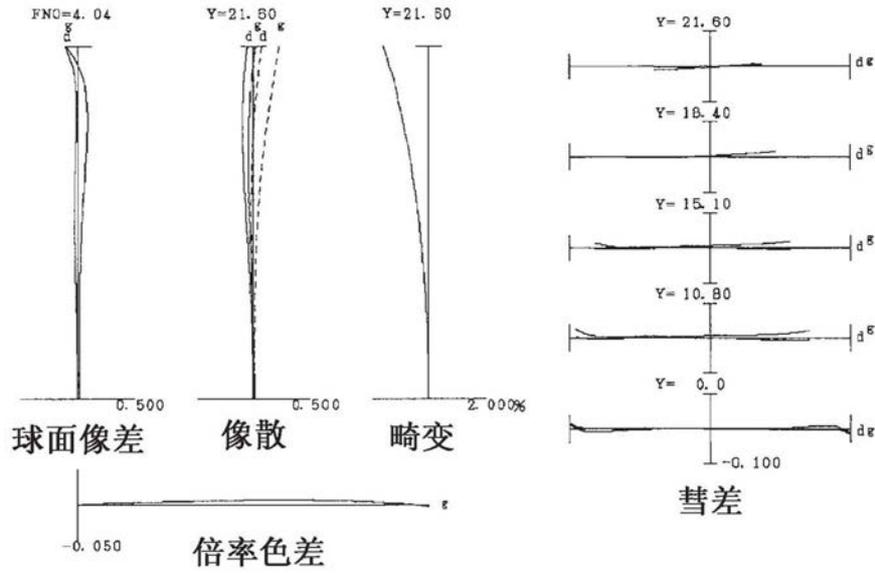


图2A

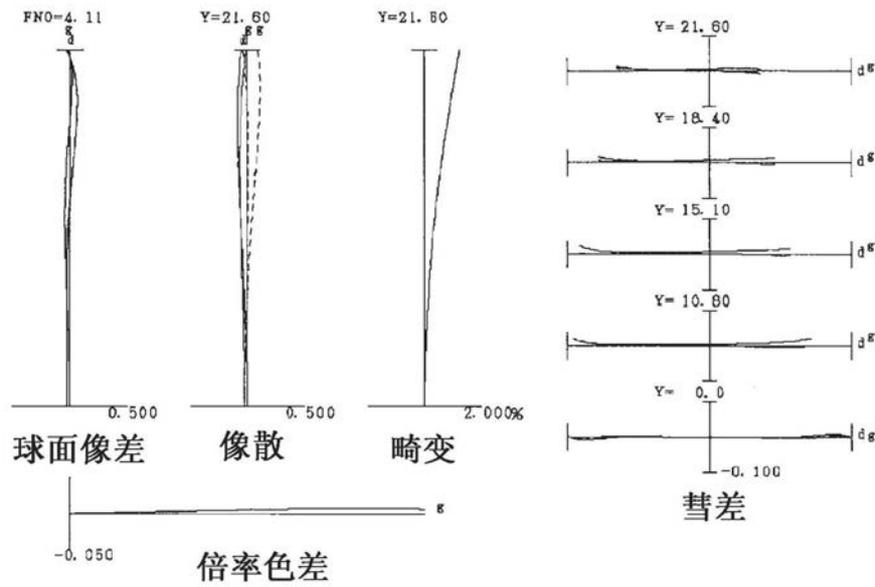


图2B

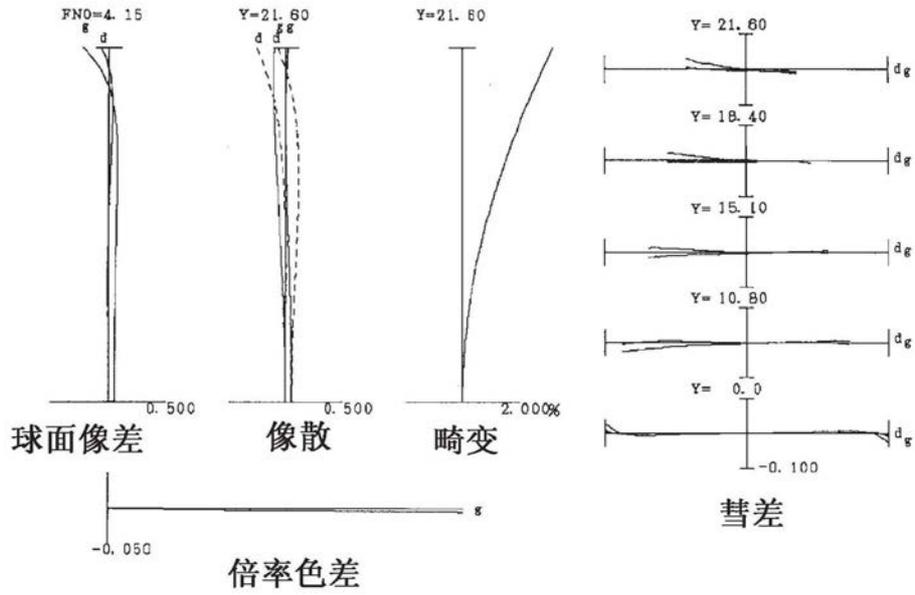


图2C

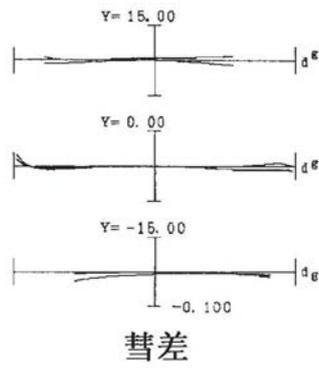


图3A

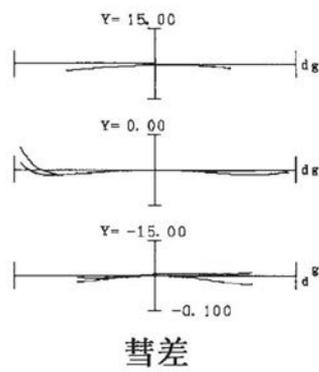


图3B

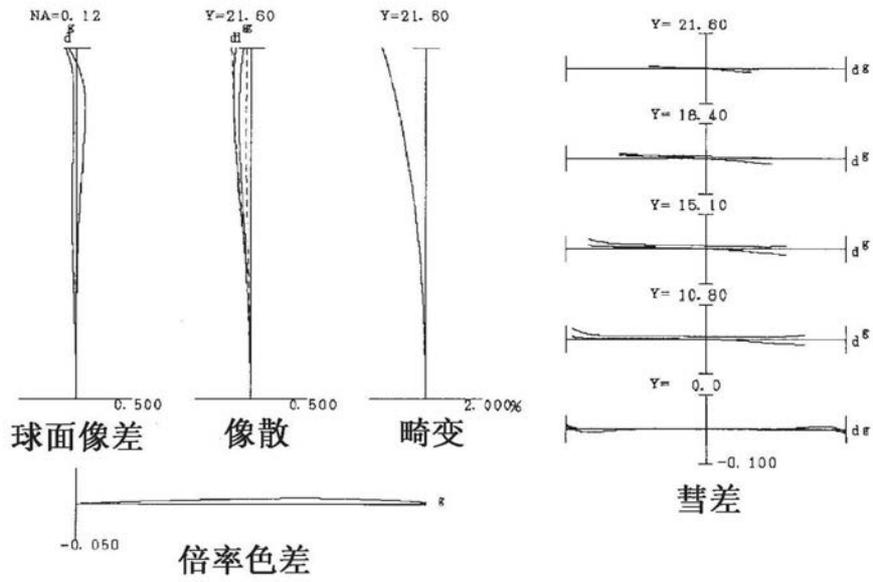


图4A

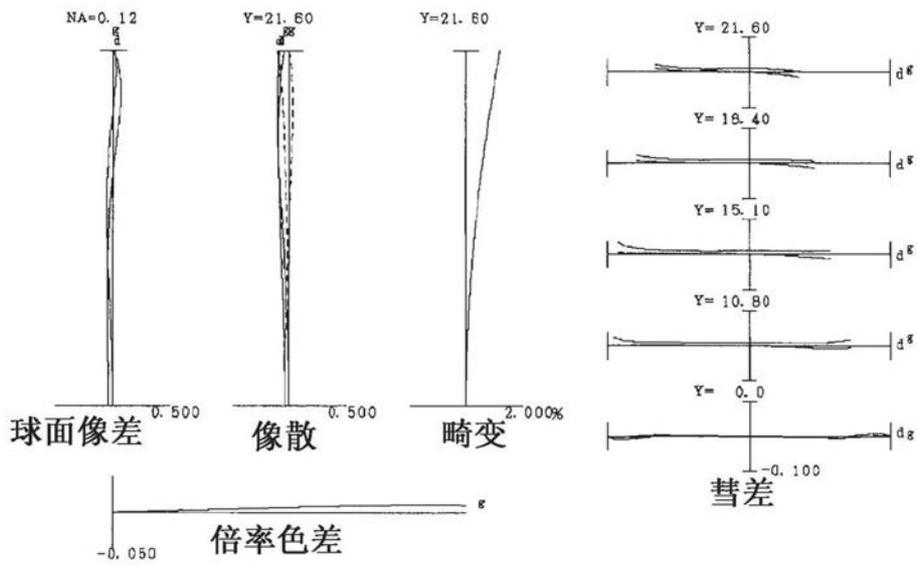


图4B

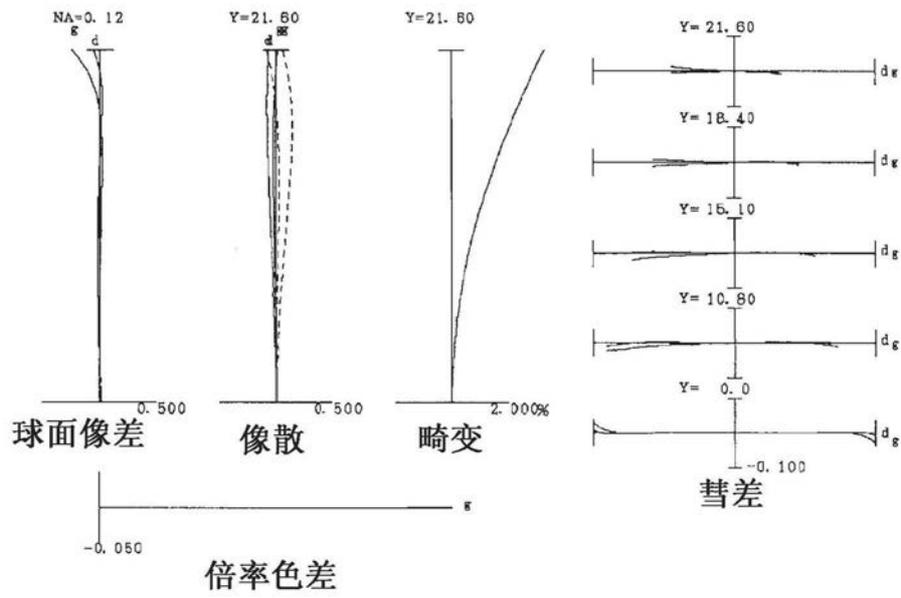


图4C

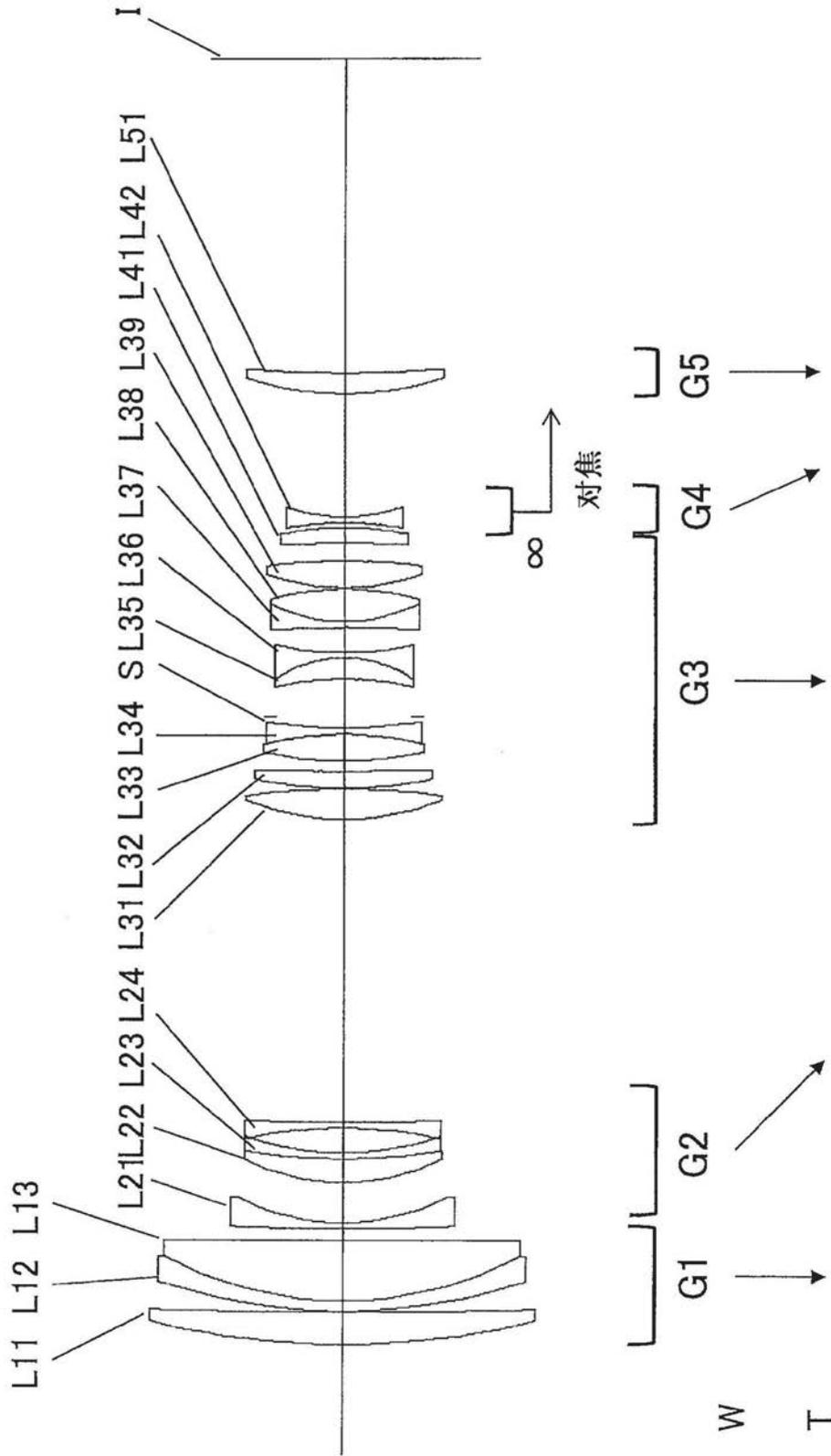


图5

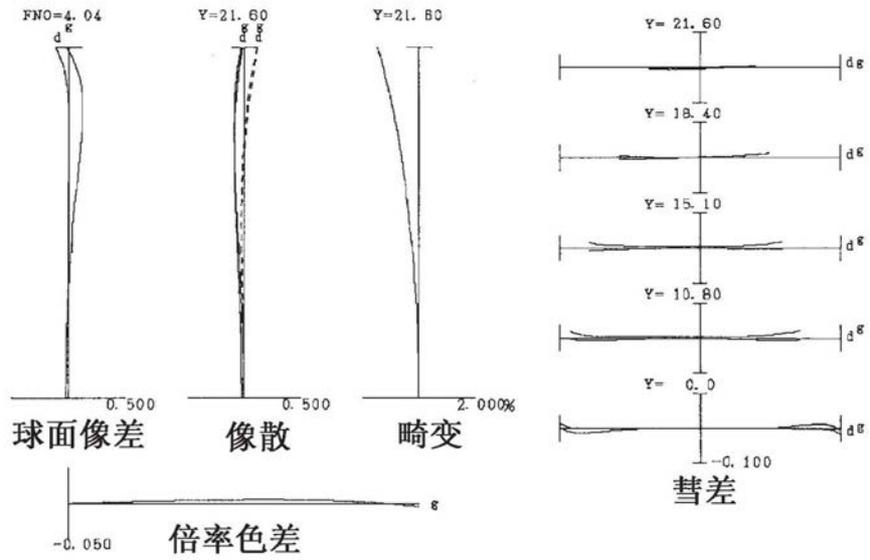


图6A

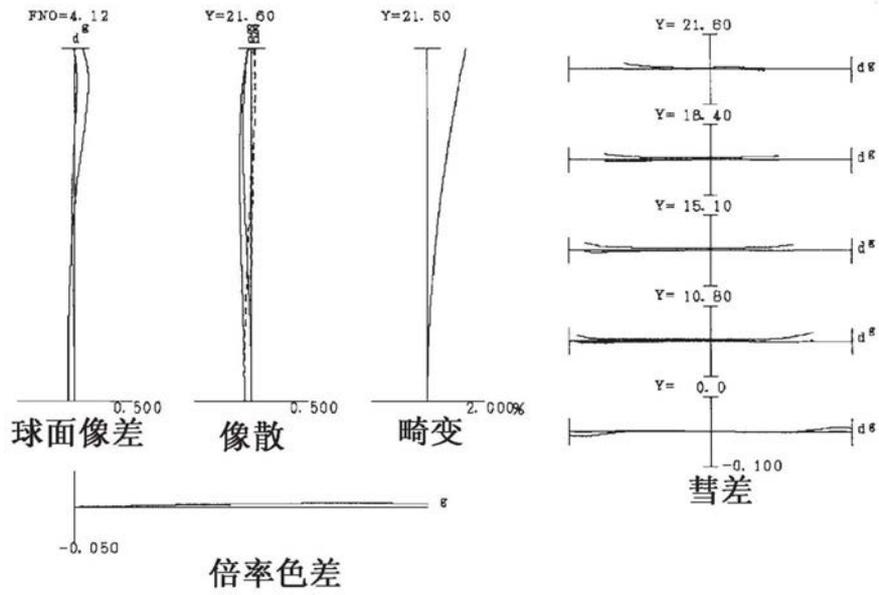


图6B

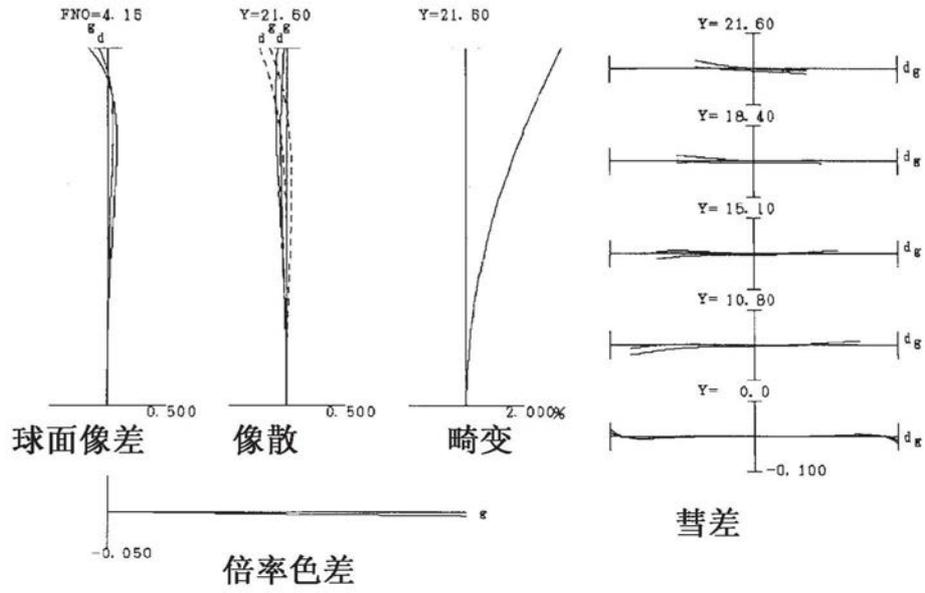


图6C

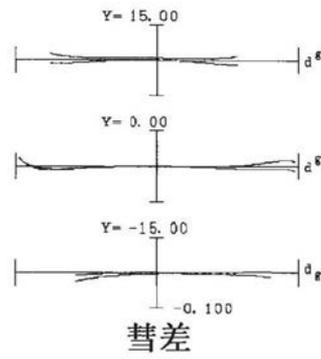


图7A

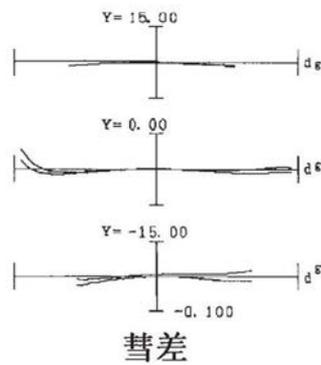


图7B

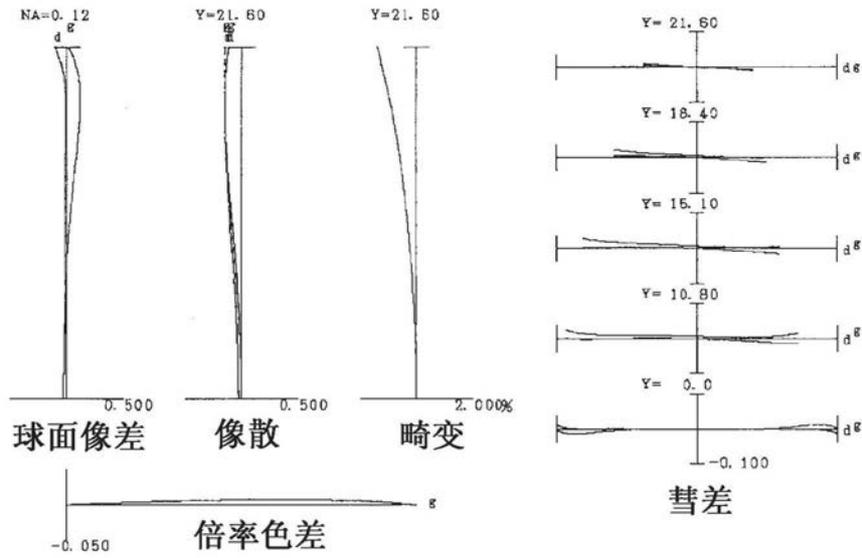


图8A

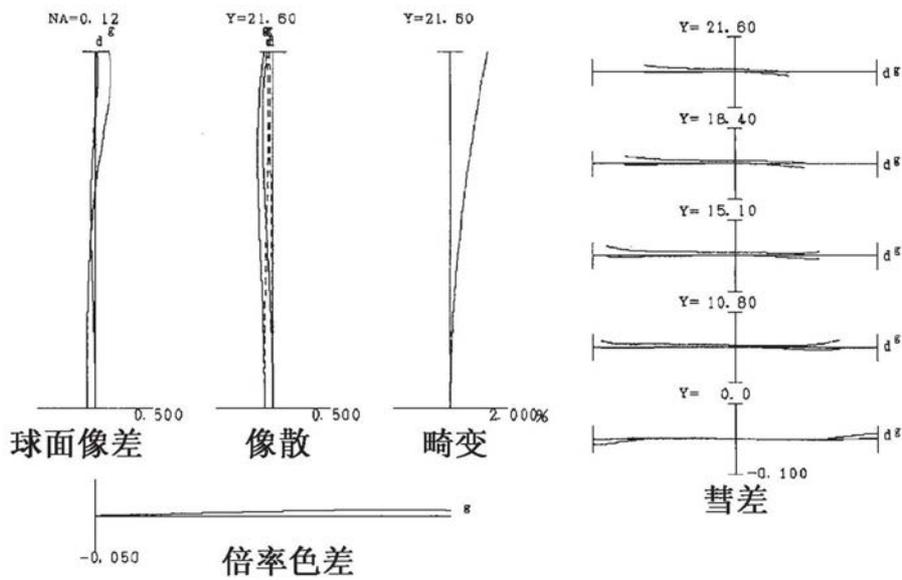


图8B

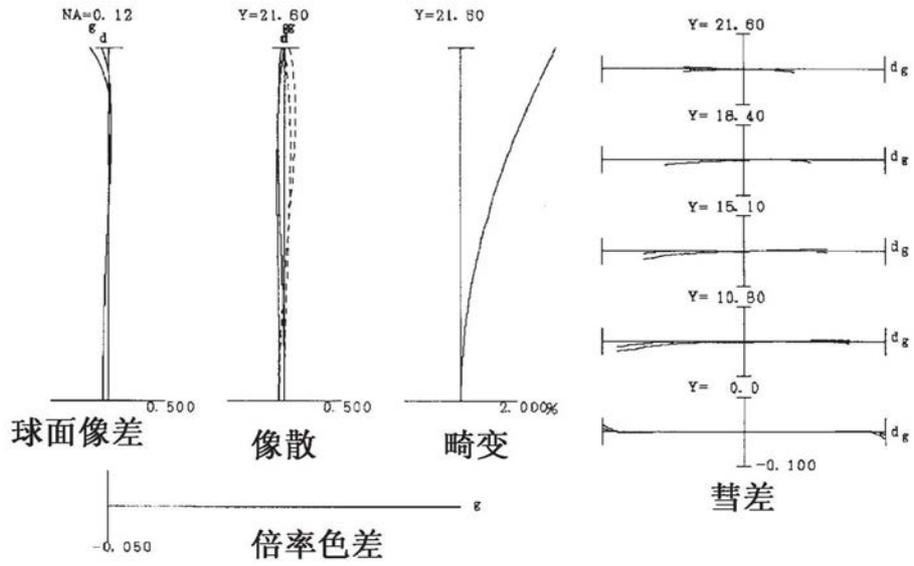


图8C

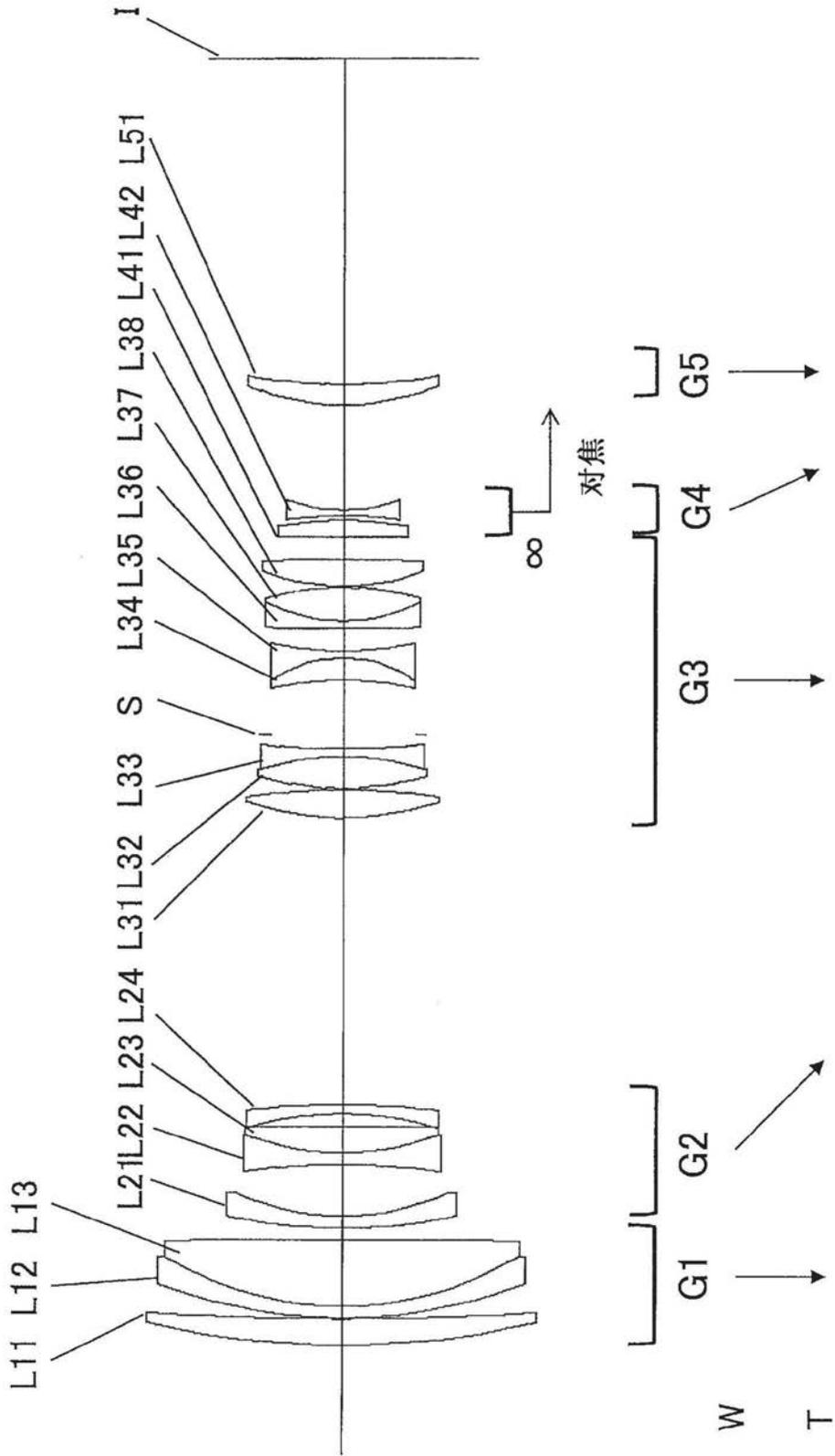


图9

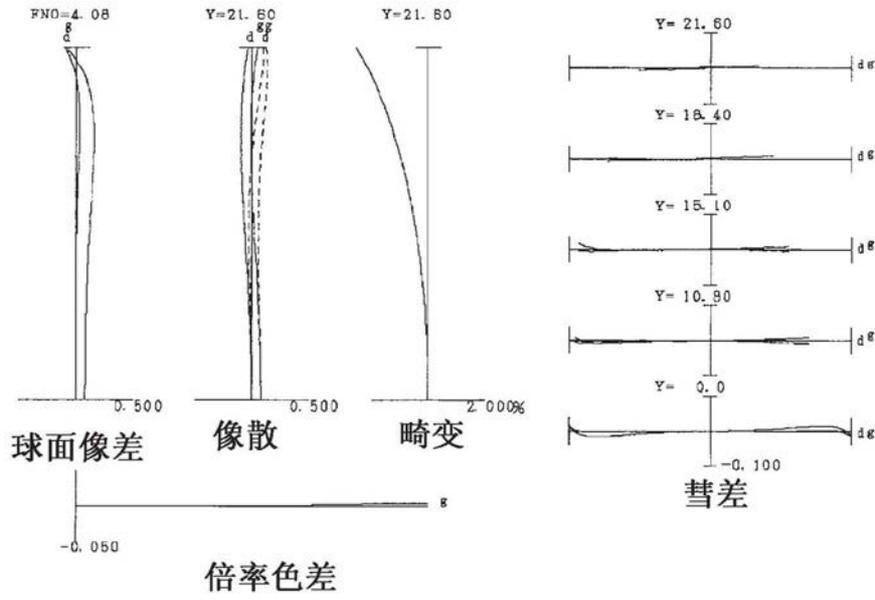


图10A

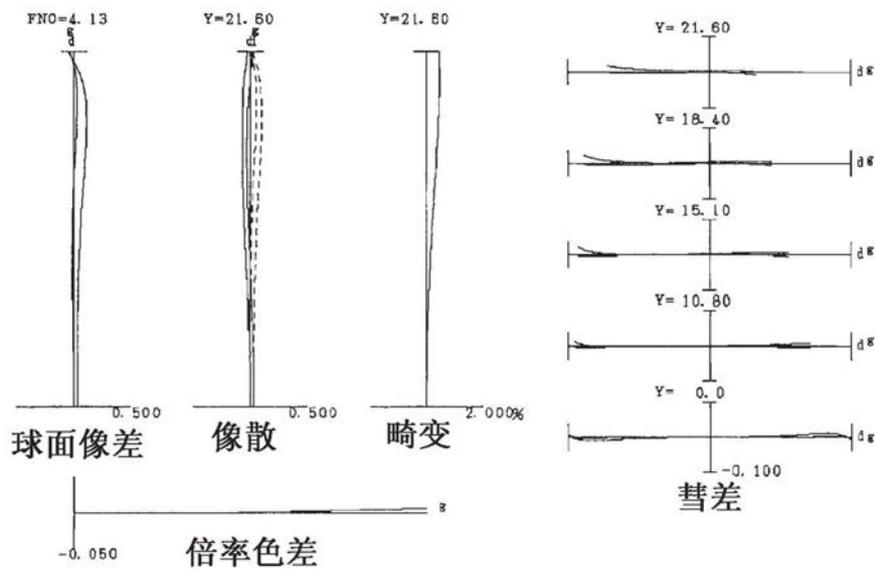


图10B

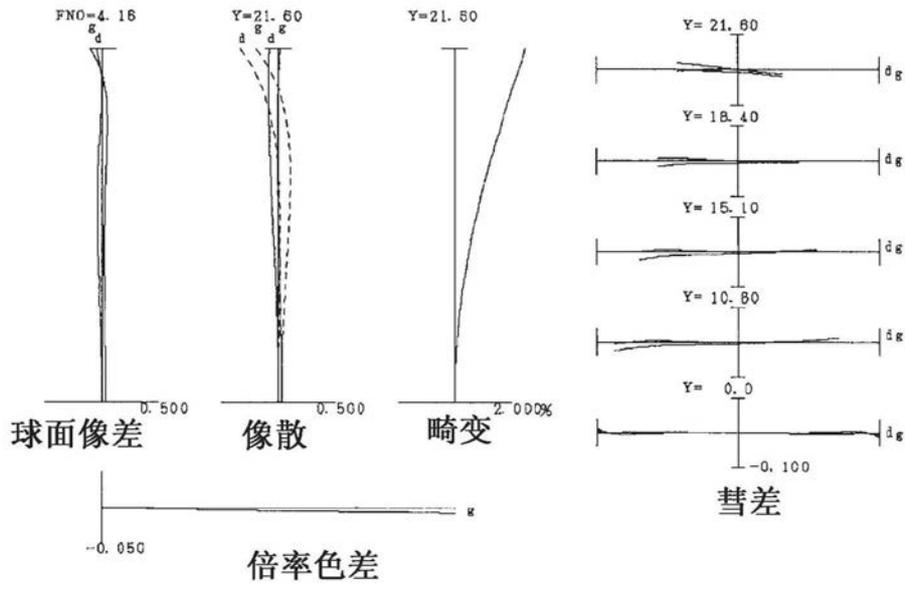


图10C

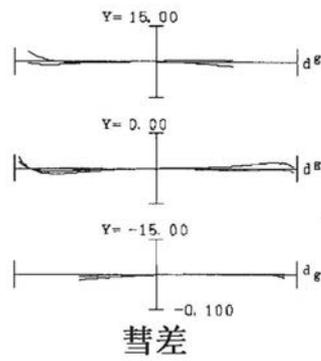


图11A

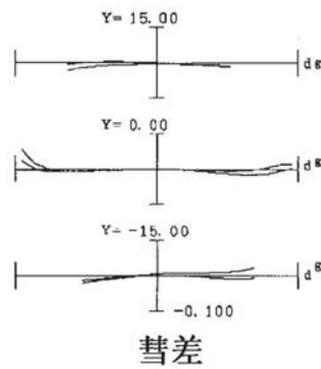


图11B

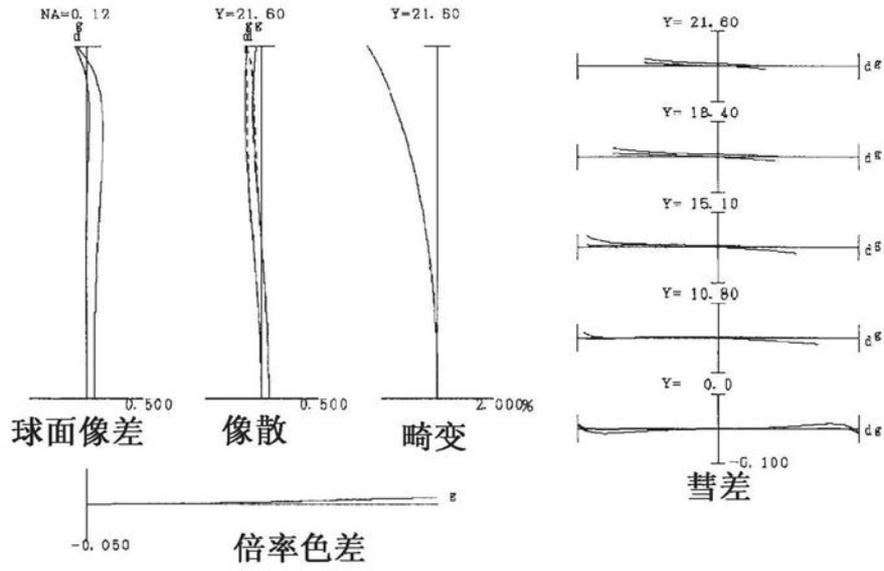


图12A

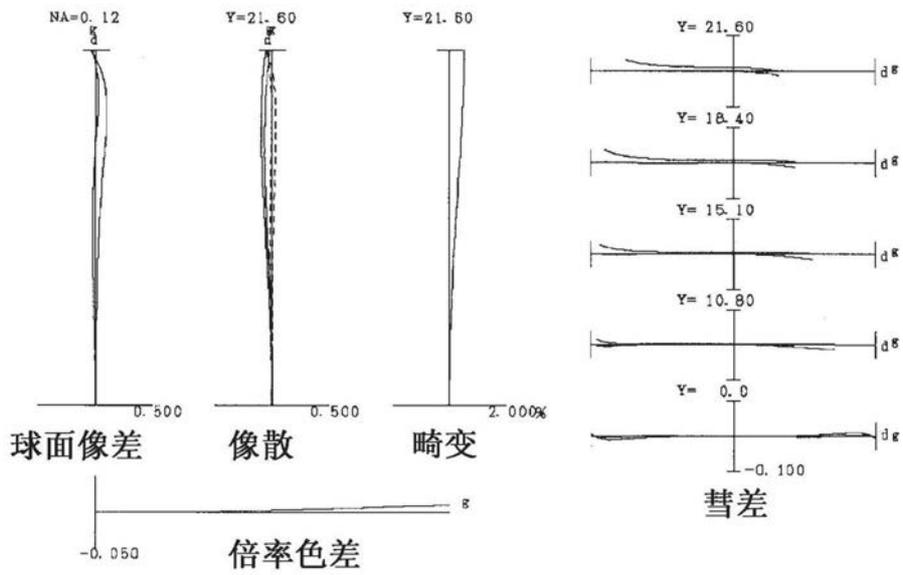


图12B

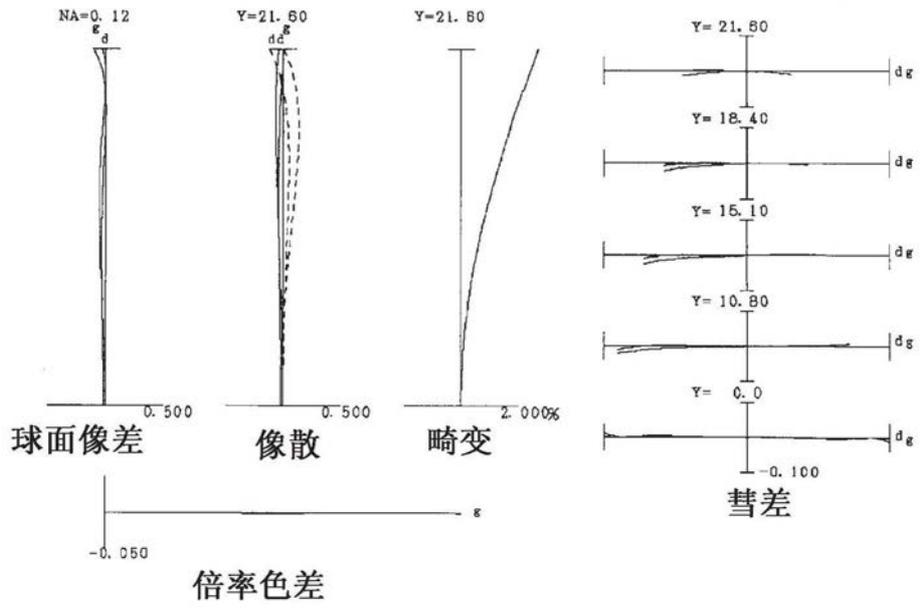


图12C

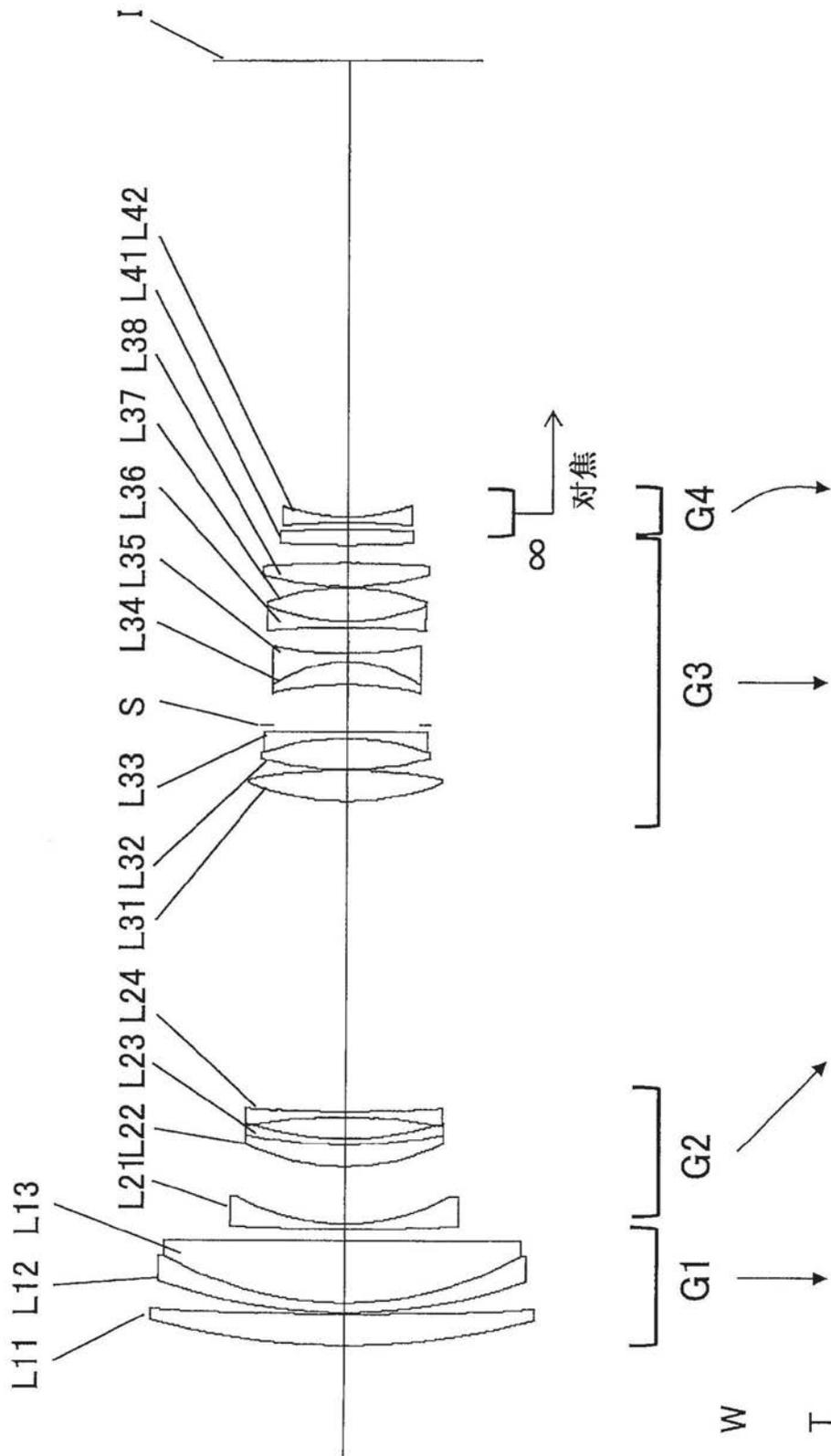


图13

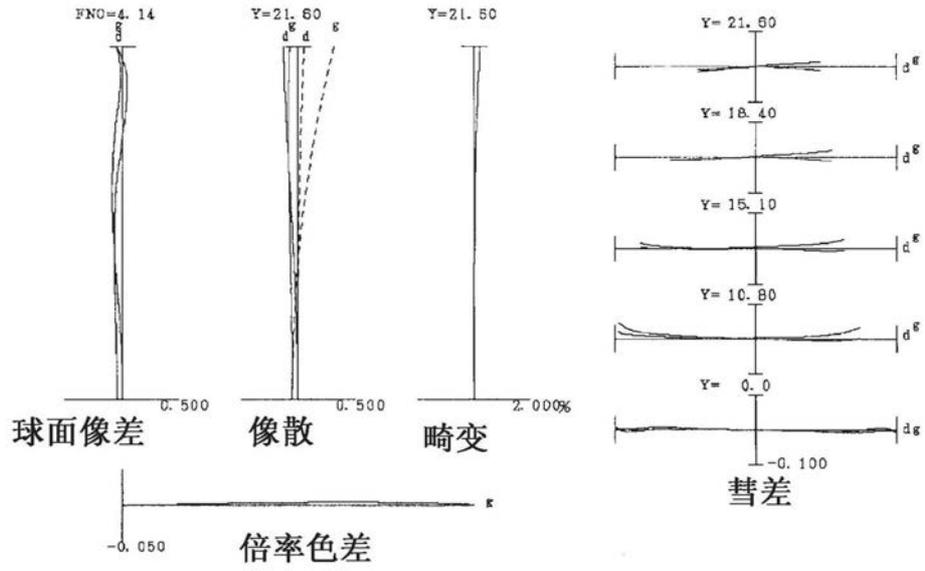


图14A

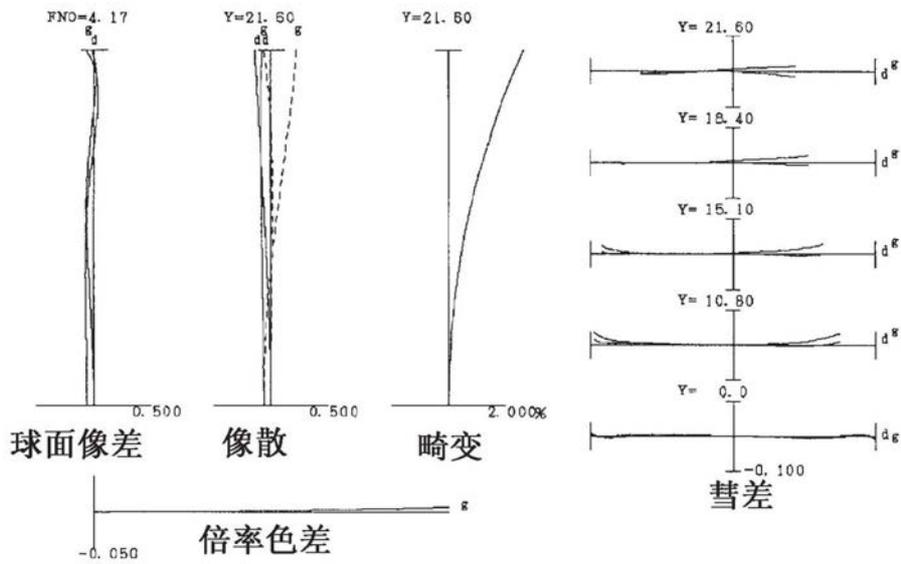


图14B

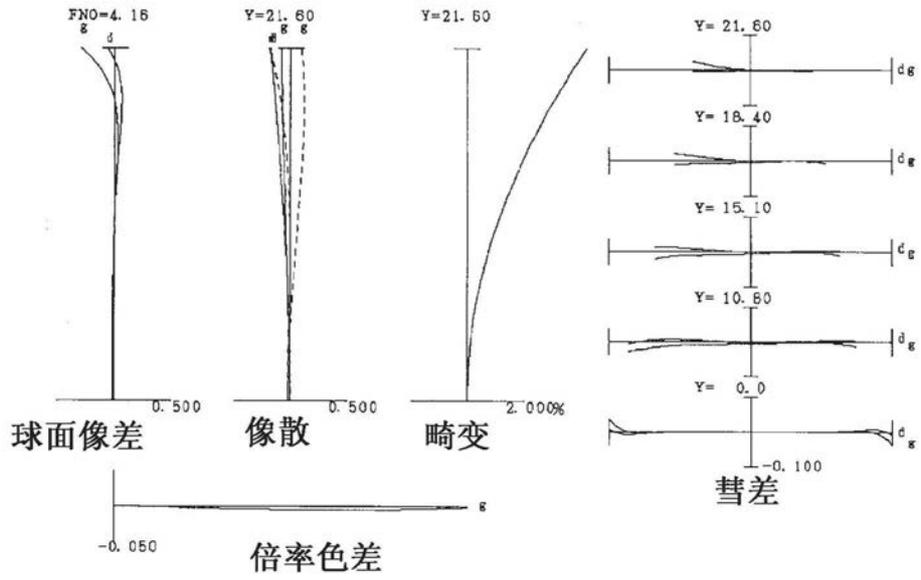


图14C

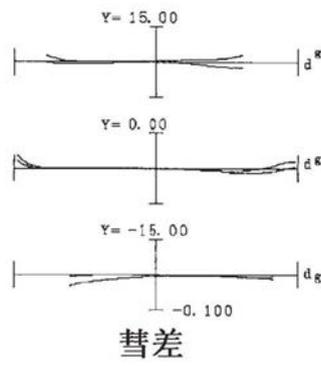


图15A

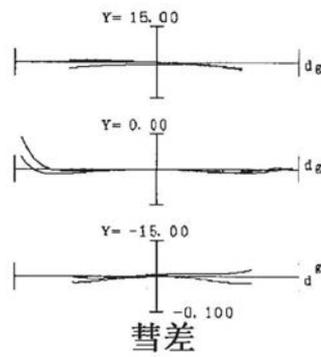


图15B

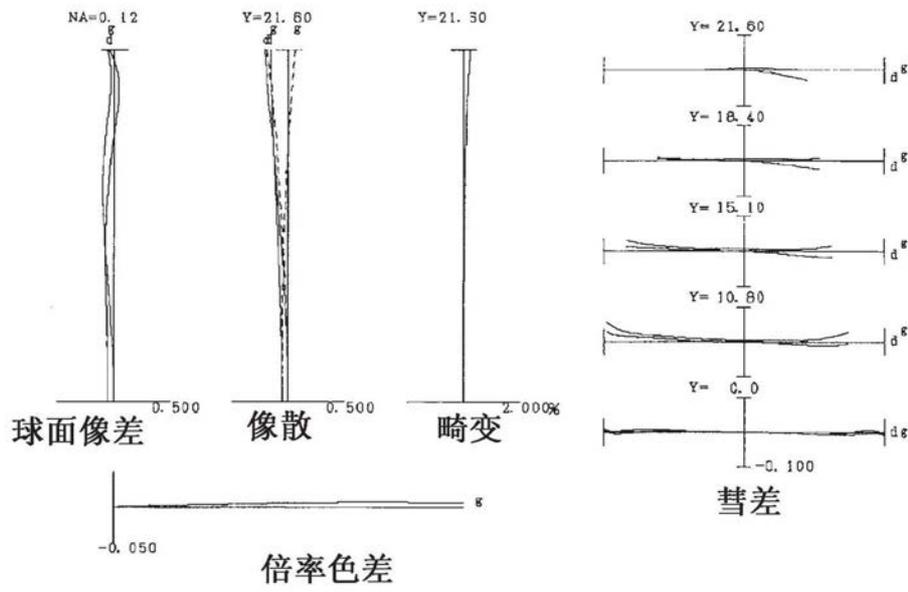


图16A

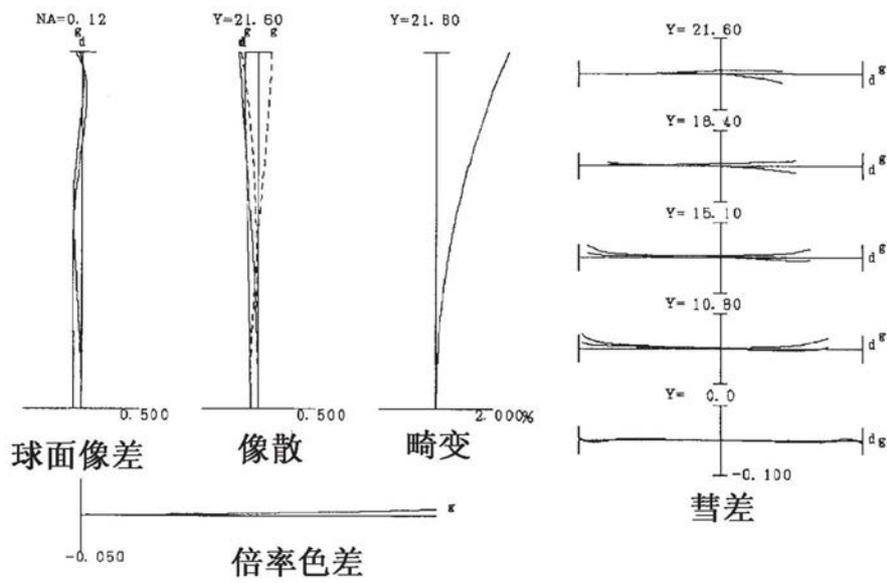


图16B

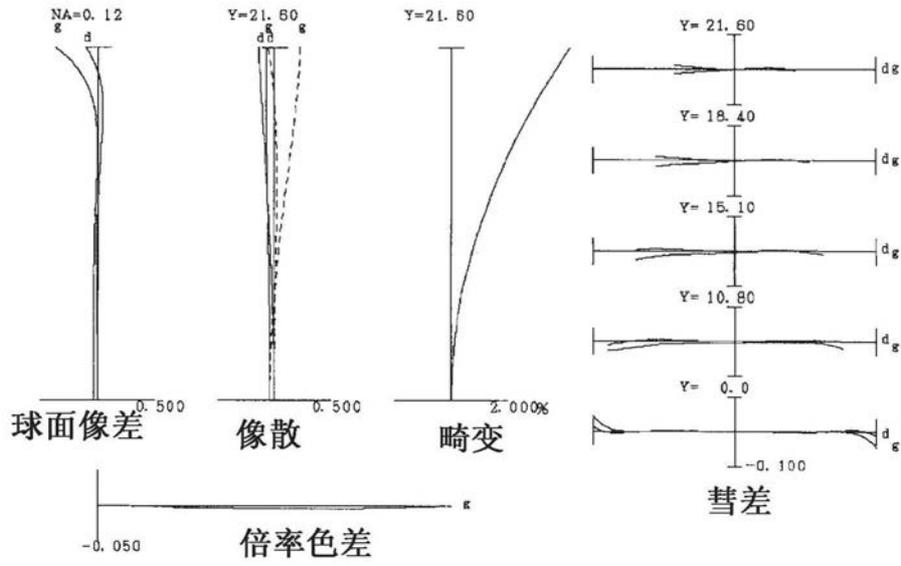


图16C

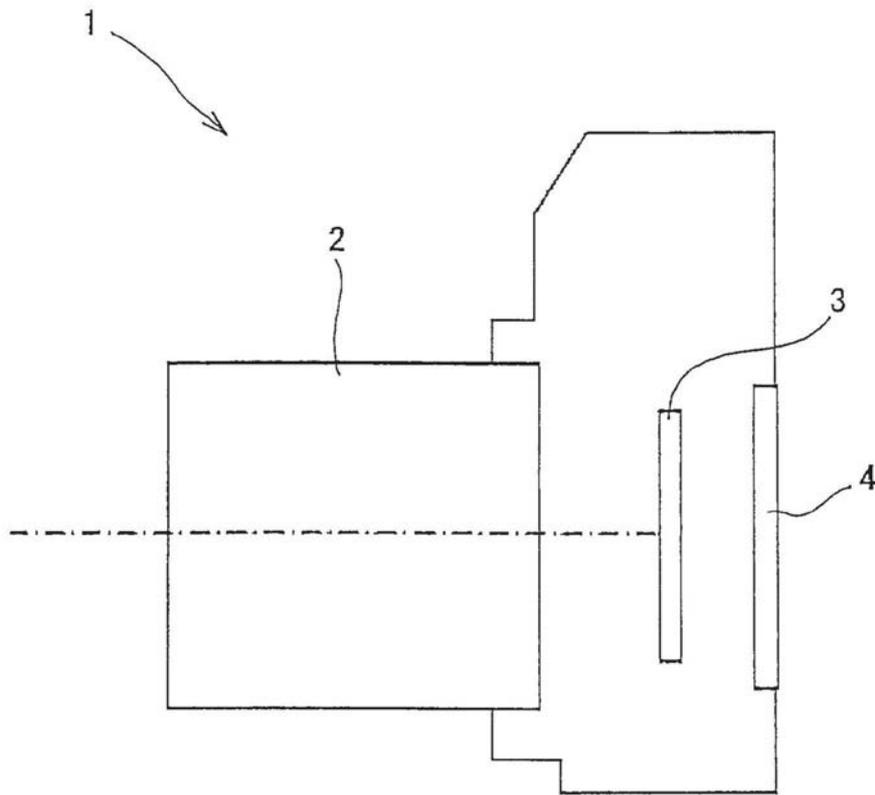


图17

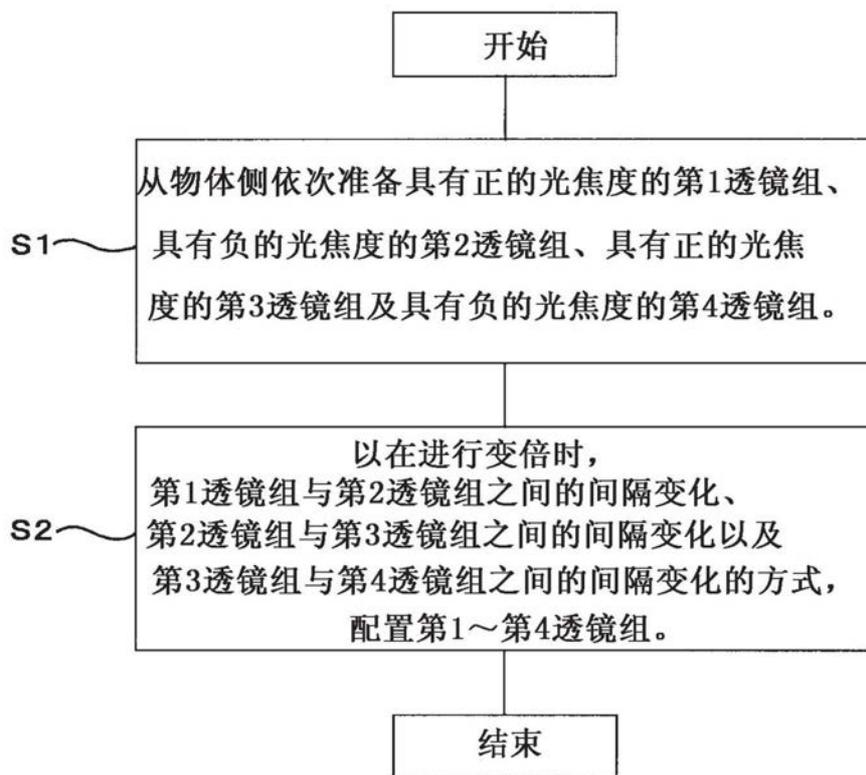


图18