



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109844603 B

(45) 授权公告日 2021.09.10

(21) 申请号 201780064546.5

(22) 申请日 2017.10.16

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109844603 A

(43) 申请公布日 2019.06.04

(30) 优先权数据
2016-204448 2016.10.18 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.04.18

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2017/037354 2017.10.16

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/074413 JA 2018.04.26

(73) 专利权人 株式会社尼康

地址 日本东京

(72) 发明人 伊藤智希

(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)

G02B 13/18 (2006.01)

审查员 王永强

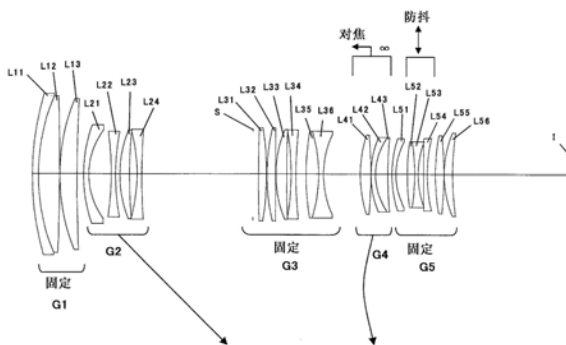
权利要求书2页 说明书22页 附图19页

(54) 发明名称

变倍光学系统以及光学装置

(57) 摘要

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、具有正的光焦度的第4透镜组及具有负的光焦度的第5透镜组,在进行变倍时,第1透镜组相对于像面固定,相邻的各透镜组之间的间隔变化,在进行对焦时,所述第4透镜组的至少一部分移动,且满足预定的条件式,从而能够良好地抑制变倍时的像差变动。



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、具有正的光焦度的第4透镜组及具有负的光焦度的第5透镜组,

在进行变倍时,所述第1透镜组相对于像面固定,相邻的各透镜组之间的间隔变化,

在进行对焦时,所述第4透镜组的至少一部分移动,

且所述变倍光学系统满足以下的条件式:

$$1.20 < f_5 / f_2 \leq 2.55$$

$$0.80 < f_3 / f_4 < 2.20$$

其中,

f_5 :所述第5透镜组的焦距

f_2 :所述第2透镜组的焦距

f_3 :所述第3透镜组的焦距

f_4 :所述第4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,
在进行变倍时,所述第3透镜组相对于像面固定。

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,所述第5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,
在所述第2透镜组与所述第4透镜组之间具有孔径光阑。

5. 根据权利要求1所述的变倍光学系统,其中,
所述第5透镜组的至少一部分能够以包含与光轴正交的方向的分量的方式移动。

6. 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:

$$0.64 < f_4 / (-f_2) < 2.20$$

其中,

f_4 :所述第4透镜组的焦距

f_2 :所述第2透镜组的焦距。

7. 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:

$$0.94 < (-f_5) / f_4 < 3.00$$

其中,

f_5 :所述第5透镜组的焦距

f_4 :所述第4透镜组的焦距。

8. 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:

$$1.00 < f_1 / (-f_2) < 4.50$$

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。

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的条件式:

$$1.00 < f_3 / (-f_2) < 4.20$$

其中,

f_3 : 所述第3透镜组的焦距

f_2 : 所述第2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,
所述变倍光学系统满足以下的条件式:

$$0.60 < f_1 / (-f_5) < 2.70$$

其中,

f_1 : 所述第1透镜组的焦距

f_5 : 所述第5透镜组的焦距。

11. 一种光学装置,具备权利要求1至10中的任意一项所述的变倍光学系统。

变倍光学系统以及光学装置

技术领域

[0001] 本发明涉及变倍光学系统、光学装置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、摄像机等的变倍光学系统。例如,参照日本特开2013-3240号公报。但是,以往的变倍光学系统存在变倍时的像差变动大的问题。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2013-3240号公报

发明内容

[0006] 本发明的第1方式提供变倍光学系统,该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、具有正的光焦度的第4透镜组及具有负的光焦度的第5透镜组,在进行变倍时,所述第1透镜组相对于像面固定,相邻的各透镜组之间的间隔变化,在进行对焦时,所述第4透镜组的至少一部分移动,且所述变倍光学系统满足以下的条件式:

[0007] $1.20 < f_5/f_2 < 3.60$

[0008] $0.80 < f_3/f_4 < 2.20$

[0009] 其中,

[0010] f_5 :所述第5透镜组的焦距

[0011] f_2 :所述第2透镜组的焦距

[0012] f_3 :所述第3透镜组的焦距

[0013] f_4 :所述第4透镜组的焦距。

[0014] 另外,本发明的第2方式提供变倍光学系统的制造方法,该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、具有正的光焦度的第4透镜组及具有负的光焦度的第5透镜组,其中,所述变倍光学系统的制造方法使所述变倍光学系统构成为,满足以下的条件式,在进行变倍时,所述第1透镜组相对于像面固定,相邻的各透镜组之间的间隔变化,在进行对焦时,所述第4透镜组的至少一部分移动:

[0015] $1.20 < f_5/f_2 < 3.60$

[0016] $0.80 < f_3/f_4 < 2.20$

[0017] 其中,

[0018] f_5 :所述第5透镜组的焦距

[0019] f_2 :所述第2透镜组的焦距

[0020] f_3 :所述第3透镜组的焦距

[0021] f_4 :所述第4透镜组的焦距。

附图说明

[0022] 图1是第1实施例的变倍光学系统的广角端状态下的剖视图。

[0023] 图2A、图2B及图2C是第1实施例的变倍光学系统的无限远物体对焦时的各像差图，图2A示出广角端状态，图2B示出中间焦距状态，图2C示出远焦端状态。

[0024] 图3A、图3B及图3C是第1实施例的变倍光学系统的有限距离物体对焦时的各像差图，图3A示出广角端状态，图3B示出中间焦距状态，图3C示出远焦端状态。

[0025] 图4A、图4B及图4C是第1实施例的变倍光学系统的无限远物体对焦时进行了像抖动校正时的子午横向像差图，图4A示出广角端状态，图4B示出中间焦距状态，图4C示出远焦端状态。

[0026] 图5是本申请的第2实施例的变倍光学系统的广角端状态下的剖视图。

[0027] 图6A、图6B及图6C是第2实施例的变倍光学系统的无限远物体对焦时的各像差图，图6A示出广角端状态，图6B示出中间焦距状态，图6C示出远焦端状态。

[0028] 图7A、图7B及图7C是第2实施例的变倍光学系统的有限距离物体对焦时的各像差图，图7A示出广角端状态，图7B示出中间焦距状态，图7C示出远焦端状态。

[0029] 图8A、图8B及图8C是第2实施例的变倍光学系统的无限远物体对焦时进行了像抖动校正时的子午横向像差图，图8A示出广角端状态，图8B示出中间焦距状态，图8C示出远焦端状态。

[0030] 图9是第3实施例的变倍光学系统的广角端状态下的剖视图。

[0031] 图10A、图10B及图10C是第3实施例的变倍光学系统的无限远物体对焦时的各像差图，图10A示出广角端状态，图10B示出中间焦距状态，图10C示出远焦端状态。

[0032] 图11A、图11B及图11C是第3实施例的变倍光学系统的有限距离物体对焦时的各像差图，图11A示出广角端状态，图11B示出中间焦距状态，图11C示出远焦端状态。

[0033] 图12A、图12B及图12C是第3实施例的变倍光学系统的无限远物体对焦时进行了像抖动校正时的子午横向像差图，图12A示出广角端状态，图12B示出中间焦距状态，图12C示出远焦端状态。

[0034] 图13是示出具备本申请的变倍光学系统的光学装置的概略的剖视图。

[0035] 图14是示出本申请的变倍光学系统的制造方法的概略的流程图。

具体实施方式

[0036] 以下，对本申请的实施方式的变倍光学系统、光学装置以及变倍光学系统的制造方法进行说明。

[0037] 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、具有正的光焦度的第4透镜组及具有负的光焦度的第5透镜组，在进行变倍时，所述第1透镜组相对于像面固定，相邻的各透镜组之间的间隔变化。本实施方式的变倍光学系统，通过该结构实现变倍，并且能够抑制变倍时的各像差的变动、特别是球面像差的变动和像面弯曲的变动。另外，在进行变倍时，第1透镜组被固定，因此能够简化透镜组的驱动机构，并使镜筒小型化。

[0038] 本实施方式的变倍光学系统,在这种结构的基础上,在进行对焦时,所述第4透镜组的至少一部分移动。通过该结构,能够抑制对焦时的对焦透镜组的移动量且抑制整个光学系统的全长而实现小型化。

[0039] 本实施方式的变倍光学系统,在这种结构的基础上,满足以下的条件式(1)。

[0040] (1) $1.20 < f_5/f_2 < 3.60$

[0041] 其中,

[0042] f_5 :所述第5透镜组的焦距

[0043] f_2 :所述第2透镜组的焦距

[0044] 条件式(1)是用于对第5透镜组的焦距与第2透镜组的焦距的比规定适当的值的条件式。通过满足条件式(1),能够良好地对彗差、球面像差以及像散进行校正。

[0045] 当条件式(1)的对应值超过上限值时,第2透镜组的光焦度变大,难以进行广角端状态下的彗差和远焦端状态下的球面像差的校正,是不优选的。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3.30。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3.00。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2.80。

[0046] 当条件式(1)的对应值低于下限值时,第5透镜组的光焦度变大,难以进行像散的校正,是不优选的。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1.35。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1.50。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1.60。

[0047] 本实施方式的变倍光学系统,在这种结构的基础上,满足以下的条件式(2)。

[0048] (2) $0.80 < f_3/f_4 < 2.20$

[0049] 其中,

[0050] f_3 :所述第3透镜组的焦距

[0051] f_4 :所述第4透镜组的焦距

[0052] 条件式(2)是用于对第3透镜组的焦距与第4透镜组的焦距的比规定适当的值的条件式。通过满足条件式(2),能够良好地对对焦时的球面像差和像面弯曲进行校正。

[0053] 当条件式(2)的对应值超过上限值时,第4透镜组的光焦度变大,难以进行对焦时的球面像差和像面弯曲的校正,是不优选的。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2.00。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1.80。

[0054] 当条件式(2)的对应值低于下限值时,第3透镜组的光焦度变大,难以进行远焦端状态下的球面像差的校正,是不优选的。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1.00。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1.20。

[0055] 本实施方式的变倍光学系统,优选的是,在进行变倍时,所述第3透镜组相对于像面固定。通过这种结构,能够简化透镜组的驱动机构,并使镜筒小型化。

[0056] 本实施方式的变倍光学系统,优选的是,在进行变倍时,所述第5透镜组相对于像面固定。通过这种结构,能够简化透镜组的驱动机构,并使镜筒小型化。

[0057] 本实施方式的变倍光学系统,优选的是,在所述第2透镜组与所述第4透镜组之间

具有孔径光阑。通过这种结构,能够良好地对彗差和像面弯曲进行校正。

[0058] 本实施方式的变倍光学系统,优选的是,所述第5透镜组的至少一部分以包含与光轴正交的方向的分量的方式移动。通过该结构,能够良好地对手抖动校正时的偏心彗差和像面弯曲进行校正。另外,能够使防抖透镜组的移动机构小型化。

[0059] 本实施方式的变倍光学系统优选满足以下的条件式(3)。

$$[0060] \quad (3) \quad 0.64 < f_4 / (-f_2) < 2.20$$

[0061] 其中,

[0062] f_4 :所述第4透镜组的焦距

[0063] f_2 :所述第2透镜组的焦距

[0064] 条件式(3)是用于对第4透镜组的焦距与第2透镜组的焦距的比规定适当的值的条件式。通过满足条件式(3),能够良好地对彗差、球面像差以及像面弯曲进行校正。

[0065] 当条件式(3)的对应值超过上限值时,第2透镜组的光焦度变大,难以进行广角端状态下的彗差和远焦端状态下的球面像差的校正,是不优选的。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1.90。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1.50。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1.40。

[0066] 当条件式(3)的对应值低于下限值时,第4透镜组的光焦度变大,难以进行对焦时的球面像差和像面弯曲的校正,是不优选的。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0.80。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1.00。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1.05。

[0067] 本实施方式的变倍光学系统优选满足以下的条件式(4)。

$$[0068] \quad (4) \quad 0.94 < (-f_5) / f_4 < 3.00$$

[0069] 其中,

[0070] f_5 :所述第5透镜组的焦距

[0071] f_4 :所述第4透镜组的焦距

[0072] 条件式(4)是用于对第5透镜组的焦距与第4透镜组的焦距的比规定适当的值的条件式。通过满足条件式(4),能够良好地对对焦时的球面像差和像面弯曲进行校正。

[0073] 当条件式(4)的对应值超过上限值时,第4透镜组的光焦度变大,难以进行对焦时的球面像差和像面弯曲的校正,是不优选的。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2.70。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2.50。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2.30。

[0074] 当条件式(4)的对应值低于下限值时,第5透镜组的光焦度变大,难以进行像散的校正,是不优选的。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1.20。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1.30。

[0075] 本实施方式的变倍光学系统优选满足以下的条件式(5)。

$$[0076] \quad (5) \quad 1.00 < f_1 / (-f_2) < 4.50$$

[0077] 其中,

[0078] f_1 :所述第1透镜组的焦距

[0079] f_2 :所述第2透镜组的焦距

[0080] 条件式(5)是用于对第1透镜组的焦距与第2透镜组的焦距的比规定适当的值的条件式。通过满足条件式(5),能够良好地对球面像差和彗差进行校正。

[0081] 当条件式(5)的对应值超过上限值时,第2透镜组的光焦度变大,难以进行广角端状态下的彗差和远焦端状态下的球面像差的校正,是不优选的。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(5)的上限值为4.00。为了更可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(5)的上限值为3.50。

[0082] 当条件式(5)的对应值低于下限值时,第1透镜组的光焦度变大,难以进行远焦端状态下的球面像差的校正,是不优选的。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(5)的下限值为2.00。为了更可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(5)的下限值为2.60。

[0083] 本实施方式的变倍光学系统优选满足以下的条件式(6)。

[0084] (6) $1.00 < f_3 / (-f_2) < 4.20$

[0085] 其中,

[0086] f_3 :所述第3透镜组的焦距

[0087] f_2 :所述第2透镜组的焦距

[0088] 条件式(6)是用于对第3透镜组的焦距与第2透镜组的焦距的比规定适当的值的条件式。通过满足条件式(6),能够良好地对球面像差和彗差进行校正。

[0089] 当条件式(6)的对应值超过上限值时,第2透镜组的光焦度变大,难以进行广角端状态下的彗差和远焦端状态下的球面像差的校正,是不优选的。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(6)的上限值为4.00。为了更可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(6)的上限值为3.00。

[0090] 当条件式(6)的对应值低于下限值时,第3透镜组的光焦度变大,难以进行远焦端状态下的球面像差的校正,是不优选的。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(6)的下限值为1.10。为了更可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(6)的下限值为1.20。

[0091] 本实施方式的变倍光学系统优选满足以下的条件式(7)。

[0092] (7) $0.60 < f_1 / (-f_5) < 2.70$

[0093] 其中,

[0094] f_1 :所述第3透镜组的焦距

[0095] f_5 :所述第2透镜组的焦距

[0096] 条件式(7)是用于对第1透镜组的焦距与第5透镜组的焦距的比规定适当的值的条件式。通过满足条件式(7),能够良好地对像散和球面像差进行校正。

[0097] 当条件式(7)的对应值超过上限值时,第5透镜组的光焦度变大,难以进行像散的校正,是不优选的。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(7)的上限值为2.50。为了更可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(7)的上限值为2.00。

[0098] 当条件式(7)的对应值低于下限值时,第1透镜组的光焦度变大,难以进行远焦端状态下的球面像差的校正,是不优选的。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(7)的下限值为0.80。为了更可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(7)的下限值为1.00。

[0099] 另外,本实施方式的光学装置具备上述结构的变倍光学系统。由此,能够实现能够良好地抑制变倍时的像差变动的的光学装置。

[0100] 另外,关于本实施方式的变倍光学系统的制造方法,该变倍光学系统沿着光轴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、具有正的光焦度的第4透镜组及具有负的光焦度的第5透镜组,其中,所述变倍光学系统的制造方法使所述变倍光学系统构成为,满足以下的条件式(1)、(2),在进行变倍时,所述第1透镜组相对于像面固定,相邻的各透镜组之间的间隔变化,在进行对焦时,所述第4透镜组的至少一部分沿着光轴移动。

[0101] (1) $1.20 < f_5/f_2 < 3.60$

[0102] (2) $0.80 < f_3/f_4 < 2.20$

[0103] 其中,

[0104] f_5 :所述第5透镜组的焦距

[0105] f_2 :所述第2透镜组的焦距

[0106] f_3 :所述第3透镜组的焦距

[0107] f_4 :所述第4透镜组的焦距

[0108] 通过该变倍光学系统的制造方法,能够制造能够良好地抑制变倍时的像差变动的变倍光学系统。

[0109] (数值实施例)

[0110] 以下,根据附图对本实施方式的数值实施例的变倍光学系统进行说明。

[0111] (第1实施例)

[0112] 图1是本实施方式的第1实施例的变倍光学系统的广角端状态下的剖视图。图1和后述的图5、图9中的箭头表示从广角端状态向远焦端状态进行变倍时的各透镜组的移动轨迹。

[0113] 本实施例的变倍光学系统沿着光轴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及具有负的光焦度的第5透镜组G5构成。

[0114] 第1透镜组G1沿着光轴从物体侧依次由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L11与双凸形状的正透镜L12的接合正透镜以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L13构成。

[0115] 第2透镜组G2沿着光轴从物体侧依次由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L21、双凹形状的负透镜L22、凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L23以及双凹形状的负透镜L24构成。

[0116] 第3透镜组G3沿着光轴从物体侧依次由孔径光阑S、双凸形状的正透镜L31、凸面朝向物体侧的平凸透镜L32、凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L33、双凹形状的负透镜L34以及双凸形状的正透镜L35与双凹形状的负透镜L36的接合负透镜构成。

[0117] 第4透镜组G4由双凸形状的正透镜L41以及凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L42与凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L43的接合正透镜构成。

[0118] 第5透镜组G5由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L51、双凸形状的正透镜L52与双凹形状的负透镜L53的接合负透镜、凹面朝向像侧的平凹透镜L54、双凸形状的正透镜L55以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L56构成。

[0119] 在像面I上配置有由CCD或CMOS等构成的摄像元件(省略图示)。

[0120] 在以上结构的基础上,本实施例的变倍光学系统在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时,第2透镜组G2和第4透镜组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之间的间隔及第4透镜组G4与第5透镜组G5之间的间隔分别变化。详细地讲,第2透镜组G2向像侧移动,第4透镜组G4在暂时向物体侧移动之后向像侧移动。另外,在进行变倍时,第1透镜组G1、第3透镜组G3及第5透镜组G5的位置相对于像面I固定。

[0121] 本实施例的变倍光学系统使第4透镜组G4作为对焦透镜组沿着光轴向物体侧移动,从而进行从无限远物体向有限距离物体的对焦。

[0122] 本实施例的变倍光学系统使第5透镜组G5的双凸形状的正透镜L52与双凹形状的负透镜L53的接合负透镜以及凹面朝向像侧的平凹透镜L54作为防抖透镜组以包含与光轴正交的方向的分量的方式移动,从而进行像抖动产生时的像面校正、即防抖。

[0123] 在以下的表1中示出本实施例的变倍光学系统的参数的值。

[0124] 在表1中,f表示焦距,BF表示后焦距、即最靠像侧的透镜面与像面I之间的光轴上的距离, β 表示物体与像间的成像倍率。

[0125] 在[面数据]中,m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),nd表示对d线(波长587.6nm)的折射率,vd表示对d线(波长587.6nm)的阿贝数。另外,0P表示物体面,可变表示可变的面间隔,S表示孔径光阑,I表示像面。另外,曲率半径 $r = \infty$ 表示平面。省略空气的折射率 $n_d = 1.000000$ 的记载。在透镜面为非球面时,在面编号上附上*并在曲率半径r的栏中示出近轴曲率半径的值。

[0126] 在[非球面数据]中,关于[面数据]中所示的非球面,通过下式(a)示出其形状。 $X(y)$ 表示从非球面的顶点处的切面到高度y处的非球面上的位置为止的沿着光轴方向的距离、即凹陷量,r表示基准球面的曲率半径、即近轴曲率半径, κ 表示圆锥常数, A_i 表示第i次的非球面系数。“E-n”表示“ $\times 10^{-n}$ ”。例如, $1.234E-05 = 1.234 \times 10^{-5}$ 。另外,二次非球面系数A2为0,省略其记载。

[0127]
$$X(y) = (y^2/r) / \{1 + (1 - \kappa \times y^2/r^2)^{1/2}\} + A4 \times y^4 + A6 \times y^6 \dots (a)$$

[0128] 在[各种数据]中,FN0表示F值, 2ω 表示视场角(单位为“°”),Y表示像高,TL表示变倍光学系统的全长、即无限远物体对焦时的从第1面到像面I为止的光轴上的距离,dn表示第n面与第n+1面之间的可变间隔。d0表示从物体到最靠物体侧的透镜面为止的距离。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。

[0129] 在[透镜组数据]中示出各透镜组的始面编号ST和焦距f。

[0130] 在[防抖数据]中,K表示防抖系数, θ 表示本实施例的变倍光学系统的旋转抖动的角度、即倾斜角度(单位为“°”),Z表示防抖透镜组的偏移量、即沿与光轴正交的方向的移动量。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。

[0131] 在[条件式对应值]中示出本实施例的变倍光学系统的各条件式的对应值。

[0132] 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。

[0133] 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。

[0134] (表1) 第1实施例

[0135] [面数据]

	m	r	d	nd	vd
	OP	∞			
	1	127.304	2.800	1.950000	29.37
	2	89.338	9.900	1.497820	82.57
	3	-998.249	0.100		
	4	92.013	7.700	1.433852	95.25
[0136]	5	696.987	可变		
	6	67.306	2.400	1.719990	50.27
	7	33.224	10.250		
	8	-131.888	2.000	1.618000	63.34
	9	100.859	2.000		
	10	53.850	4.400	1.846660	23.83
	11	193.868	3.550		

	12	-73.371	2.200	1.603000	65.44
	13	288.683	可变		
	14(S)	∞	2.500		
	15	581.555	3.700	1.834810	42.73
	16	-130.482	0.200		
	17	90.329	3.850	1.593190	67.90
	18	∞	0.200		
	19	52.765	4.900	1.497820	82.57
	20	448.658	2.043		
	21	-118.745	2.200	2.001000	29.12
	22	173.228	4.550		
	23	114.635	5.750	1.902650	35.73
	24	-66.799	2.200	1.581440	40.98
[0137]	25	41.996	可变		
	26	57.835	4.800	1.497820	82.57
	27	-190.076	0.100		
	28	44.190	2.000	1.950000	29.37
	29	28.478	5.550	1.593190	67.90
	30	166.406	可变		
	31	52.698	1.800	1.804000	46.60
	32	31.187	5.150		
	33	102.833	3.350	1.846660	23.83
	34	-102.758	1.600	1.719990	50.27
	35	42.059	2.583		
	36	∞	1.600	1.953750	32.33
	37	68.581	3.750		
	38	101.229	3.850	1.593190	67.90

	39	-172.177	0.150				
	40	47.985	3.900	1.719990	50.27		
[0138]	41	137.994	BF				
	I	∞					
[0139]	[各种数据] 变倍比	2.74					
		W	M	T			
	f	71.5	135.0	196.0			
[0140]	FNO	2.9	2.9	2.9			
	2 ω	22.4	41.1	57.9			
	Y	21.6	21.6	21.6			
	TL	246	246	246			
	BF	54	54	54			
		W	M	T	W	M	T
	β				-0.09	-0.16	-0.23
	d0	无限远	无限远	无限远	754	754	754
[0141]	d5	3.014	34.034	50.952	3.014	34.034	50.952
	d13	50.598	19.577	2.660	50.598	19.577	2.660
	d25	16.922	14.105	16.921	14.966	7.506	2.928
	d30	1.903	4.720	1.903	3.858	11.318	15.897
[0142]	[透镜组数据] 组	ST	f				
	1	1	143.951				
[0143]	2	6	-45.574				
	3	14	94.464				
	4	26	58.195				
[0144]	5	31	-109.088				
[0145]	[防抖数据]						

		f	K	θ	Z
[0146]	W	71.5	-1.21	0.3	-0.31
	M	135.0	-1.21	0.3	-0.58
	T	196.0	-1.21	0.3	-0.85

[0147] [条件式对应值]

[0148] (1) $f_5/f_2=2.39$

[0149] (2) $f_3/f_4=1.62$

[0150] (3) $f_4/(-f_2)=1.28$

[0151] (4) $(-f_5)/f_4=1.87$

[0152] (5) $f_1/(-f_2)=3.16$

[0153] (6) $f_3/(-f_2)=2.07$

[0154] (7) $f_1/(-f_5)=1.32$

[0155] 图2A、图2B及图2C是第1实施例的变倍光学系统的无限远物体对焦时的各像差图，图2A示出广角端状态，图2B示出中间焦距状态，图2C示出远焦端状态。

[0156] 图3A、图3B及图3C是第1实施例的变倍光学系统的有限距离物体对焦时的各像差图，图3A示出广角端状态，图3B示出中间焦距状态，图3C示出远焦端状态。

[0157] 图4A、图4B及图4C是第1实施例的变倍光学系统的无限远物体对焦时进行了像抖动校正时的子午横向像差图，图4A示出广角端状态，图4B示出中间焦距状态，图4C示出远焦端状态。

[0158] 在各像差图中，FNO表示F值，A表示光线入射角、即半视场角(单位为“°”)，NA表示数值孔径，H0表示物体高(单位:mm)。详细地讲，在球面像差图中示出对于最大口径的F值FNO或数值孔径NA的值，在像散图和畸变图中分别示出物体高H0或半视场角A的最大值，在彗差图中示出各物体高或半视场角的值。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，没有记载d、g的表示d线下的像差。在像散图中，实线表示弧矢像面，虚线表示子午像面。在彗差图中，实线表示对d线和g线的子午彗差，虚线表示子午彗差。彗差图示出各物体高H0或半视场角A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。

[0159] 通过各像差图可知，本实施例的变倍光学系统良好地抑制变倍时的像差变动，并且从无限远物体对焦状态到有限距离物体对焦状态良好地对各像差进行校正，具有高光学性能。而且，可知在防抖时也具有优秀的成像性能。

[0160] (第2实施例)

[0161] 图5是本实施方式的第2实施例的变倍光学系统的广角端状态下的剖视图。

[0162] 本实施例的变倍光学系统沿着光轴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及具有负的光焦度的第5透镜组G5构成。

[0163] 第1透镜组G1沿着光轴从物体侧依次由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L11与双凸形状的正透镜L12的接合正透镜以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L13构成。

[0164] 第2透镜组G2沿着光轴从物体侧依次由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L21、双凹

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

[0165] 第3透镜组G3沿着光轴从物体侧依次由孔径光阑S、双凸形状的正透镜L31、凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L32、凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L33、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L34以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L35构成。

[0166] 第4透镜组G4由双凸形状的正透镜L41与凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L42的接合正透镜以及双凸形状的正透镜L43构成。

[0167] 第5透镜组G5由双凸形状的正透镜L51与双凹形状的负透镜L52的接合负透镜、双凹形状的负透镜L53、双凸形状的正透镜L54以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L55构成。

[0168] 在像面I上配置有由CCD或CMOS等构成的摄像元件(省略图示)。

[0169] 在以上结构的基础上,本实施例的变倍光学系统在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时,第2透镜组G2和第4透镜组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之间的间隔及第4透镜组G4与第5透镜组G5之间的间隔分别变化。详细地讲,第2透镜组G2向像侧移动,第4透镜组G4在暂时向物体侧移动之后向像侧移动。另外,在进行变倍时,第1透镜组G1、第3透镜组G3及第5透镜组G5的位置相对于像面I固定。

[0170] 本实施例的变倍光学系统使第4透镜组G4作为对焦透镜组沿着光轴向物体侧移动,从而进行从无限远物体向有限距离物体的对焦。

[0171] 本实施例的变倍光学系统使第5透镜组G5的双凸形状的正透镜L51与双凹形状的负透镜L52的接合负透镜以及双凹形状的负透镜L53作为防抖透镜组以包含与光轴正交的方向的分量的方式移动,从而进行像抖动产生时的像面校正、即防抖。

[0172] 在以下的表2中示出本实施例的变倍光学系统的参数的值。

[0173] (表2) 第2实施例

[0174] [面数据]

	m	r	d	nd	vd
	OP	∞			
	1	168.091	2.800	1.846660	23.80
	2	113.985	7.600	1.497820	82.57
	3	-1342.958	0.100		
	4	105.542	6.500	1.497820	82.57
	5	756.079	可变		
	6	93.277	1.800	1.713000	53.96
[0175]	7	35.899	7.963		
	8	-123.058	1.800	1.517420	52.20
	9	88.115	0.100		
	10	55.675	4.150	1.846660	23.80
	11	239.180	3.827		
	12	-60.290	1.800	1.518230	58.82
	13	-401.012	可变		
	14(S)	∞	2.500		
	15	125.380	3.570	1.834810	42.73
	16	-451.692	0.100		

	17	60.877	4.360	1.593190	67.90
	18	373.299	0.100		
	19	40.071	4.900	1.497820	82.57
	20	128.851	0.987		
	21	370.600	1.800	1.688930	31.16
	22	32.352	0.100		
	23	26.342	4.240	1.846660	23.80
	24	25.137	可变		
	25	97.606	6.180	1.497820	82.57
	26	-39.284	2.000	1.903660	31.27
	27	-123.125	4.984		
[0176]	28	183.032	3.720	1.883000	40.66
	29	-106.025	可变		
	30	77.498	3.750	1.846660	23.80
	31	-155.434	1.500	1.902650	35.72
	32	37.559	2.958		
	33	-5844.463	1.500	1.497820	82.57
	34	69.608	5.050		
	35	5387.656	2.800	1.622990	58.12
	36	-112.327	0.100		
	37	40.488	3.350	1.497820	82.57
	38	72.067	BF		
	I	∞			
[0177]	[各种数据]				
	变倍比	2.69			
[0178]		W	M	T	

	f	72.0	135.0	194.0			
	FNO	2.9	2.9	2.9			
[0179]	2 ω	21.5	39.9	57.9			
	Y	21.6	21.6	21.6			
	TL	239	239	239			
	BF	54	54	54			
		W	M	T	W	M	T
	β				-0.09	-0.16	-0.23
	d0	无限远	无限远	无限远	761	761	761
[0180]	d5	1.500	37.617	56.701	1.500	37.617	56.701
	d13	56.701	20.584	1.500	56.701	20.584	1.500
	d24	24.968	21.322	24.968	22.209	12.365	6.511
	d29	3.434	7.080	3.434	6.192	16.037	21.890
[0181]	[透镜组数据]						
	组	ST	f				
	1	1	157.007				
[0182]	2	6	-53.476				
	3	14	89.612				
	4	25	67.129				
	5	30	-136.615				
[0183]	[防抖数据]						
		f	K	θ	Z		
[0184]	W	72.0	-1.20	0.3	-0.31		
	M	135.0	-1.20	0.3	-0.59		
	T	194.0	-1.20	0.3	-0.85		
[0185]	[条件式对应值]						
[0186]	(1) $f_5/f_2=2.55$						
[0187]	(2) $f_3/f_4=1.33$						
[0188]	(3) $f_4/(-f_2)=1.26$						
[0189]	(4) $(-f_5)/f_4=2.04$						
[0190]	(5) $f_1/(-f_2)=2.94$						
[0191]	(6) $f_3/(-f_2)=1.68$						
[0192]	(7) $f_1/(-f_5)=1.15$						

[0193] 图6A、图6B及图6C是第2实施例的变倍光学系统的无限远物体对焦时的各像差图，图6A示出广角端状态，图6B示出中间焦距状态，图6C示出远焦端状态。

[0194] 图7A、图7B及图7C是第2实施例的变倍光学系统的有限距离物体对焦时的各像差图，图7A示出广角端状态，图7B示出中间焦距状态，图7C示出远焦端状态。

[0195] 图8A、图8B及图8C是第2实施例的变倍光学系统的无限远物体对焦时进行了像抖动校正时的子午横向像差图，图8A示出广角端状态，图8B示出中间焦距状态，图8C示出远焦端状态。

[0196] 通过各像差图可知，本实施例的变倍光学系统良好地抑制变倍时的像差变动，并且从无限远物体对焦状态到有限距离物体对焦状态良好地对各像差进行校正，具有高光学性能。而且，可知在防抖时也具有优秀的成像性能。

[0197] (第3实施例)

[0198] 图9是本实施方式的第3实施例的变倍光学系统的广角端状态下的剖视图。

[0199] 本实施例的变倍光学系统沿着光轴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及具有负的光焦度的第5透镜组G5构成。

[0200] 第1透镜组G1沿着光轴从物体侧依次由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L11与凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L12的接合正透镜以及双凸形状的正透镜L13构成。

[0201] 第2透镜组G2沿着光轴从物体侧依次由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L21、双凹形状的负透镜L22、凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L23以及凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L24构成。

[0202] 第3透镜组G3沿着光轴从物体侧依次由孔径光阑S、凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L31、双凸形状的正透镜L32以及凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L33构成。正弯月形透镜L31的物体侧的透镜面为非球面。

[0203] 第4透镜组G4由双凸形状的正透镜L41与凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L42的接合正透镜以及双凸形状的正透镜L43构成。

[0204] 第5透镜组G5由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L51、双凸形状的正透镜L52与双凹形状的负透镜L53的接合负透镜、双凹形状的负透镜L54、凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L55以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L55构成。

[0205] 在像面I上配置有由CCD或CMOS等构成的摄像元件(省略图示)。

[0206] 在以上结构的基础上，本实施例的变倍光学系统在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时，第2透镜组G2和第4透镜组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之间的间隔及第4透镜组G4与第5透镜组G5之间的间隔分别变化。详细地讲，第2透镜组G2向像侧移动，第4透镜组G4在暂时向物体侧移动之后向像侧移动。另外，在进行变倍时，第1透镜组G1、第3透镜组G3及第5透镜组G5的位置相对于像面I固定。

[0207] 本实施例的变倍光学系统使第4透镜组G4作为对焦透镜组沿着光轴向物体侧移动，从而进行从无限远物体向有限距离物体的对焦。

[0208] 本实施例的变倍光学系统使第5透镜组G5的双凸形状的正透镜L52与双凹形状的负透镜L53的接合负透镜以及双凹形状的负透镜L54作为防抖透镜组以包含与光轴正交的

方向的分量的方式移动,从而进行像抖动产生时的像面校正、即防抖。

[0209] 在以下的表3中示出本实施例的变倍光学系统的参数的值。

[0210] (表3) 第3实施例

[0211] [面数据]

	m	r	d	nd	vd
	OP	∞			
	1	167.356	2.800	1.953747	32.32
	2	93.018	7.924	1.497820	82.57
[0212]	3	1434.067	0.200		
	4	104.275	7.345	1.593190	67.90
	5	-12156.219	可变		
	6	60.998	2.400	1.762000	40.11
	7	33.455	6.781		

	8	-170.774	1.800	1.497820	82.57
	9	81.934	0.100		
	10	47.360	4.035	1.846663	23.78
	11	111.622	12.340		
	12	-65.553	1.800	1.593190	67.90
	13	-1952.577	可变		
	14(S)	∞	2.500		
	*15	123.030	3.035	1.772500	49.62
	16	2330.078	0.100		
	17	51.250	6.876	1.497820	82.57
	18	-259.509	3.112		
	19	55.078	2.400	1.728250	28.38
	20	36.743	可变		
[0213]	21	67.767	6.370	1.497820	82.57
	22	-51.825	1.800	1.647690	33.72
	23	-532.680	0.100		
	24	79.662	3.972	1.618000	63.34
	25	-166.555	可变		
	26	49.657	1.800	1.903660	31.27
	27	30.960	5.571		
	28	160.283	4.000	1.846663	23.78
	29	-52.297	1.500	1.744000	44.80
	30	35.836	6.845		
	31	-74.563	1.500	1.603420	38.03
	32	108.157	4.512		
	33	-15102.398	3.130	1.816000	46.59
	34	-89.747	0.200		

	35	50.592	4.745	1.593190	67.90		
[0214]	36	1672.813	BF				
	I	∞					
[0215]	[非球面数据]						
[0216]	第15面						
[0217]	$\kappa=1.0000$						
[0218]	$A4=-1.26980E-06$						
[0219]	$A6=-9.34669E-11$						
[0220]	[各种数据]						
	变倍比	2.69					
		W	M	T			
	f	72.0	135.0	194.0			
[0221]	FNO	2.9	2.9	2.9			
	2 ω	23.0	44.6	57.4			
	Y	21.6	21.6	21.6			
	TL	239	239	239			
	BF	54	54	54			
		W	M	T	W	M	T
	β				-0.09	-0.15	-0.22
	d0	无限远	无限远	无限远	761	761	761
[0222]	d5	1.500	37.556	56.704	1.500	37.556	56.704
	d13	56.704	20.648	1.500	56.704	20.648	1.500
	d20	13.716	11.844	13.716	12.224	7.053	3.962
	d25	2.000	3.872	2.000	3.492	8.663	11.754
[0223]	[透镜组数据]						
	组	ST	f				
	1	1	162.392				
[0224]	2	6	-53.478				
	3	14	80.590				
	4	21	60.086				
	5	26	-93.338				

[0225] [防抖数据]

	f	K	θ	Z
[0226] W	72.0	-1.55	0.3	-0.24
M	135.0	-1.55	0.3	-0.46
T	194.0	-1.55	0.3	-0.66

[0227] [条件式对应值]

[0228] (1) $f_5/f_2=1.75$

[0229] (2) $f_3/f_4=1.34$

[0230] (3) $f_4/(-f_2)=1.12$

[0231] (4) $(-f_5)/f_4=1.55$

[0232] (5) $f_1/(-f_2)=3.04$

[0233] (6) $f_3/(-f_2)=1.51$

[0234] (7) $f_1/(-f_5)=1.74$

[0235] 图10A、图10B及图10C是第3实施例的变倍光学系统的无限远物体对焦时的各像差图,图10A示出广角端状态,图10B示出中间焦距状态,图10C示出远焦端状态。

[0236] 图11A、图11B及图11C是第3实施例的变倍光学系统的有限距离物体对焦时的各像差图,图11A示出广角端状态,图11B示出中间焦距状态,图11C示出远焦端状态。

[0237] 图12A、图12B及图12C是第3实施例的变倍光学系统的无限远物体对焦时进行了像抖动校正时的子午横向像差图,图12A示出广角端状态,图12B示出中间焦距状态,图12C示出远焦端状态。

[0238] 通过各像差图可知,本实施例的变倍光学系统良好地抑制变倍时的像差变动,并且从无限远物体对焦状态到有限距离物体对焦状态良好地对各像差进行校正,具有高光学性能。而且,可知在防抖时也具有优秀的成像性能。

[0239] 根据上述各实施例,能够良好地抑制变倍时的像差变动,实现具有高光学性能的变倍光学系统。

[0240] 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。能够在不损坏本申请的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。

[0241] 另外,本实施方式的变倍光学系统的变倍比为2.0~5.0倍左右。另外,本实施方式的变倍光学系统的广角端状态下的焦距的35mm等效焦距为60~80mm左右。而且,本实施方式的变倍光学系统的F值为 $f/2.0\sim f/4.0$ 左右。

[0242] 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5组结构,但是本实施方式并不限于此,还能够构成其他组结构(例如,6组、7组等)的变倍光学系统。具体地讲,也可以是在本实施方式的变倍光学系统的最靠物体侧或最靠像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。

[0243] 另外,关于上述各实施例的变倍光学系统,虽然使第4透镜组全体作为对焦透镜组,但是也可以是使任意一个透镜组的一部分、任意一个透镜组全体或者多个透镜组作为对焦透镜组而沿光轴方向移动的结构。例如还能够使第1透镜组的至少一部分、第2透镜组的至少一部分、第3透镜组的至少一部分、第4透镜组的至少一部分、第5透镜组的至少一部

分或者它们的组合作为对焦透镜组。另外,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,例如基于超声波电机等的驱动。

[0244] 另外,关于上述各实施例的变倍光学系统,虽然使第5透镜组的一部分为防抖透镜组,但是也可以是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相对于光轴垂直的方向的分量的方式移动、或者在包含光轴的面内方向旋转移动(摆动),从而对由于手抖等而产生的像抖动进行校正的结构。特别是,在本实施方式的变倍光学系统中,优选的是,使第2透镜组的至少一部分、第3透镜组的至少一部分、第4透镜组的至少一部分或者第5透镜组的至少一部分为防抖透镜组。

[0245] 另外,在本实施方式的变倍光学系统中,孔径光阑优选配置在第2透镜组与第3透镜组之间,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。

[0246] 另外,构成本实施方式的变倍光学系统的镜头的透镜面可以是球面或平面,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。

[0247] 另外,也可以在构成本实施方式的变倍光学系统的镜头的透镜面,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,实现高对比度的高光学性能。

[0248] 接着,根据图13对具备本实施方式的变倍光学系统的相机进行说明。

[0249] 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。

[0250] 如图13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的镜头可换式的相机。

[0251] 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)而在摄像部3的摄像面上形成被摄体像。并且,被摄体像通过设置在摄像部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。

[0252] 另外,当由摄影者按压未图示的释放按钮时,通过摄像部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。

[0253] 此处,作为摄影镜头2而搭载于本相机1的上述第1实施例的变倍光学系统是良好地抑制变倍时的像差变动且具有高光学性能的变倍光学系统。因此,本相机1能够良好地抑制变倍时的像差变动且实现高光学性能。另外,即使构成作为摄影镜头2而搭载了上述第2实施例或第3实施例的变倍光学系统的相机,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。

[0254] 最后,根据图14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。

[0255] 图14所示的本实施方式的变倍光学系统的制造方法是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、具有

正的光焦度的第4透镜组及具有负的光焦度的第5透镜组的变倍光学系统的制造方法,包含以下的步骤S1、S2及S3。

[0256] 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、具有正的光焦度的第4透镜组及具有负的光焦度的第5透镜组,以满足以下的条件式(1)、(2)的方式,在镜头镜筒内从物体侧依次配置各透镜组。

[0257] (1) $1.20 < f_5/f_2 < 3.60$

[0258] (2) $0.80 < f_3/f_4 < 2.20$

[0259] 其中,

[0260] f_5 :所述第5透镜组的焦距

[0261] f_2 :所述第2透镜组的焦距

[0262] f_3 :所述第3透镜组的焦距

[0263] f_4 :所述第4透镜组的焦距

[0264] 步骤S2:通过在镜头镜筒设置公知的移动机构等,从而使得在进行变倍时,第1透镜组相对于像面固定,相邻的各透镜组之间的间隔变化。

[0265] 步骤S3:通过在镜头镜筒设置公知的移动机构等,从而使得在进行对焦时,第4透镜组的至少一部分移动。

[0266] 根据该本实施方式的变倍光学系统的制造方法,能够制造良好地抑制变倍时的像差变动且具有高光学性能的变倍光学系统。

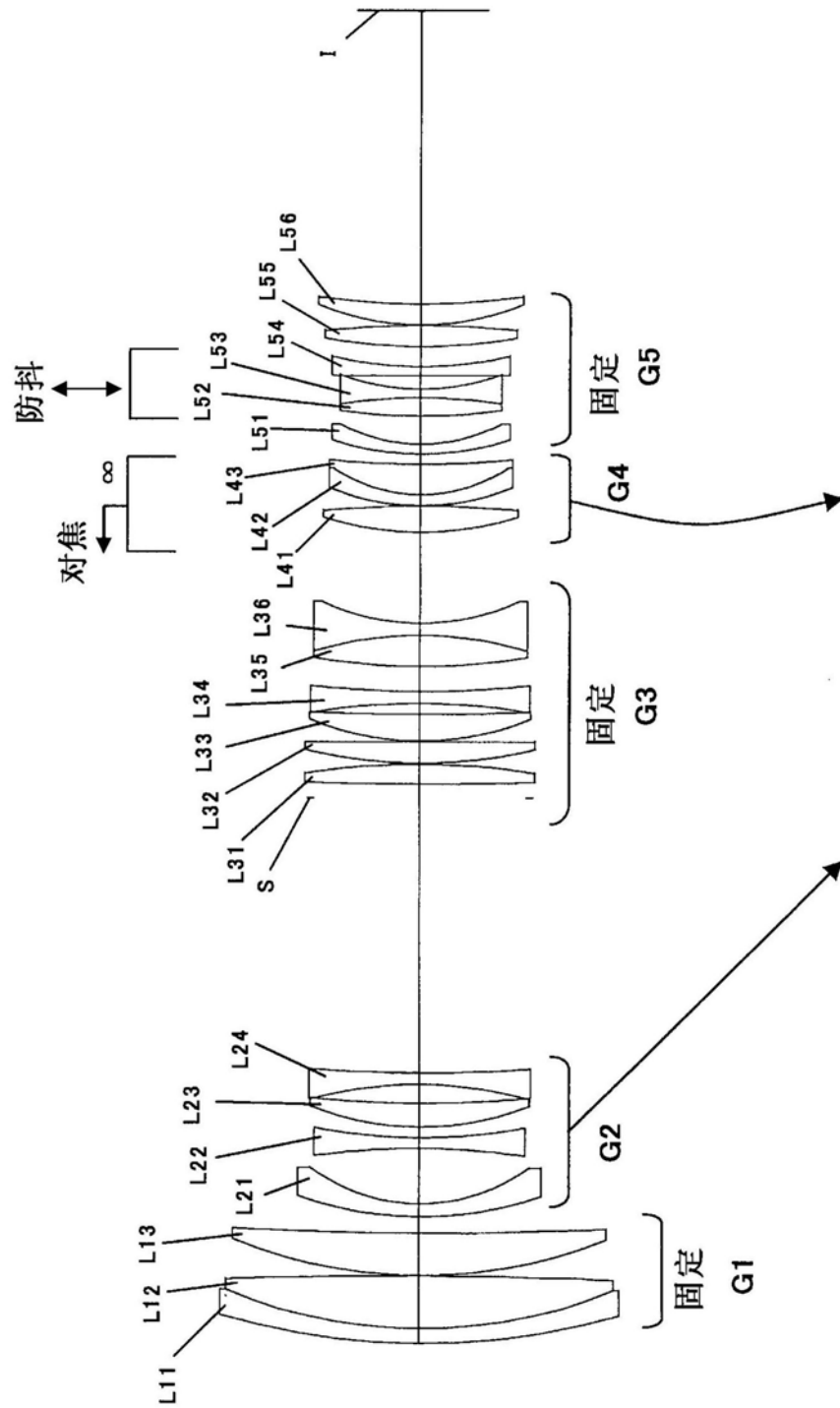


图1

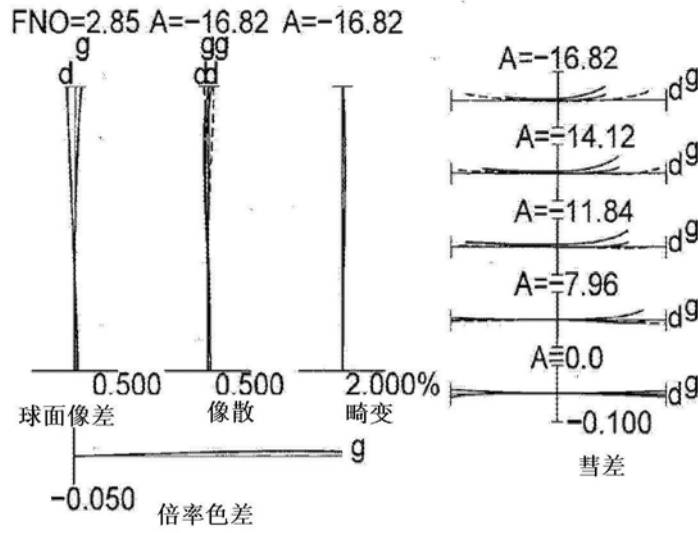


图2A

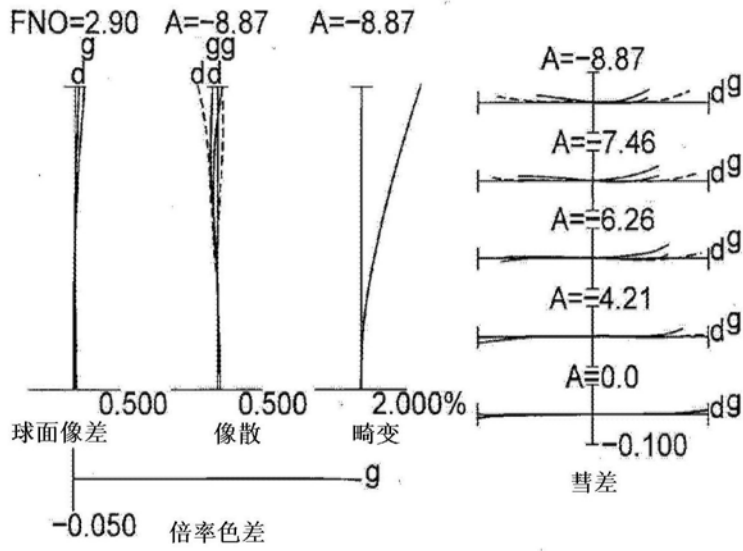


图2B

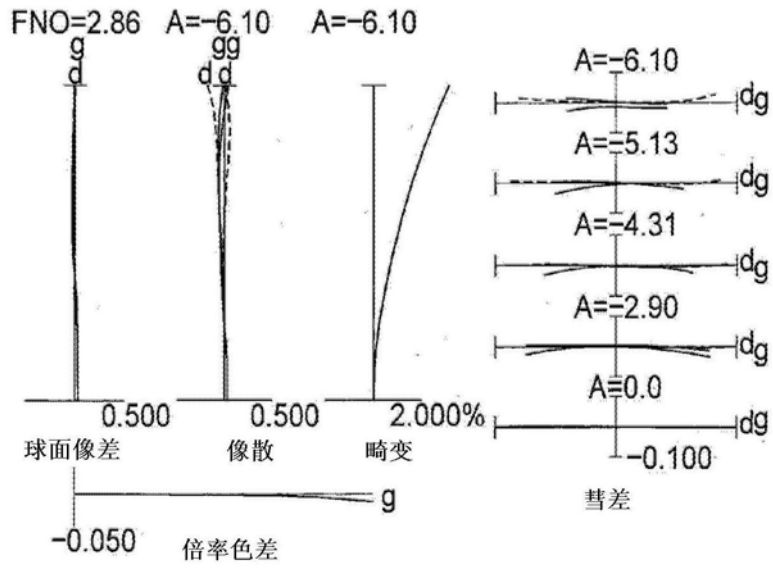


图2C

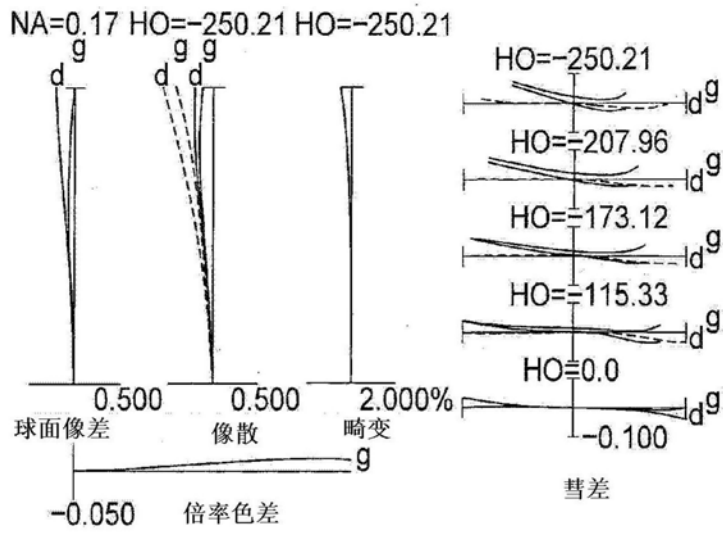


图3A

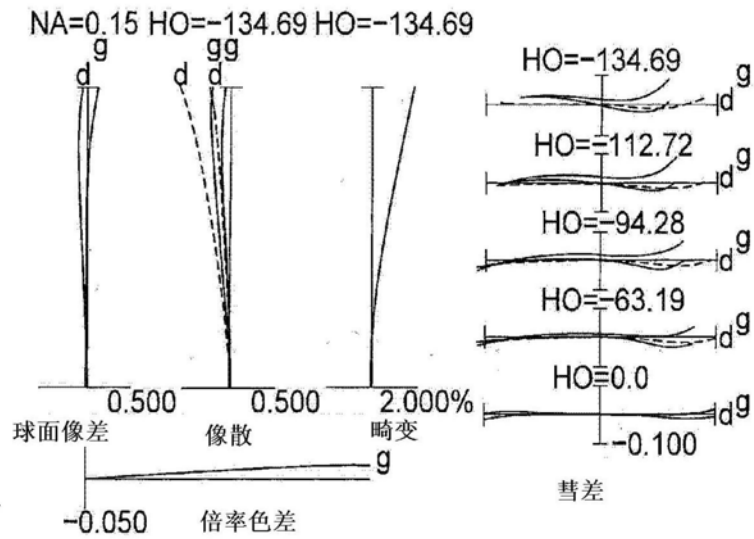


图3B

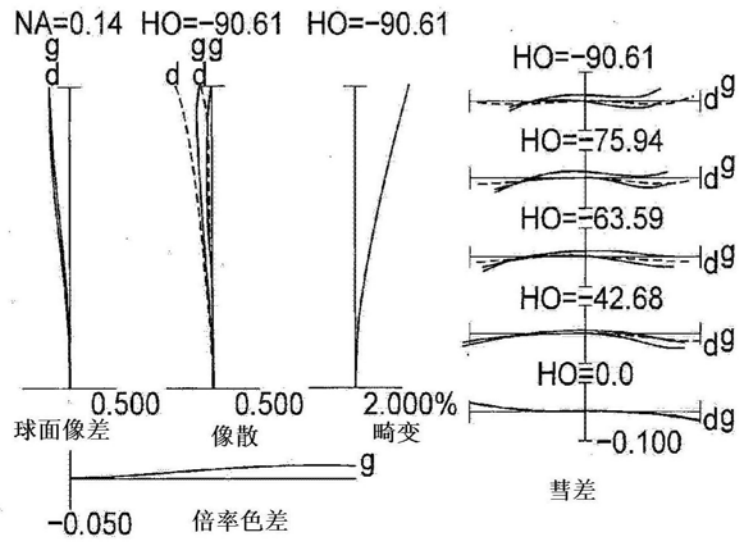


图3C

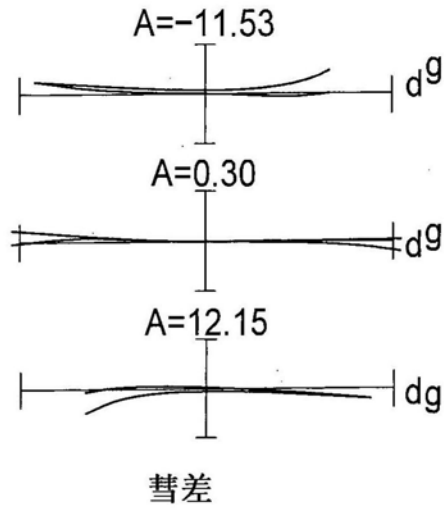


图4A

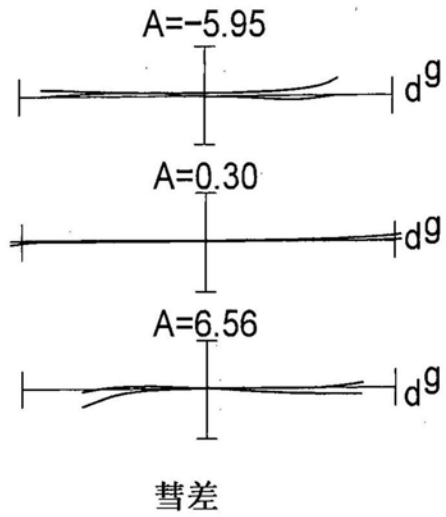


图4B

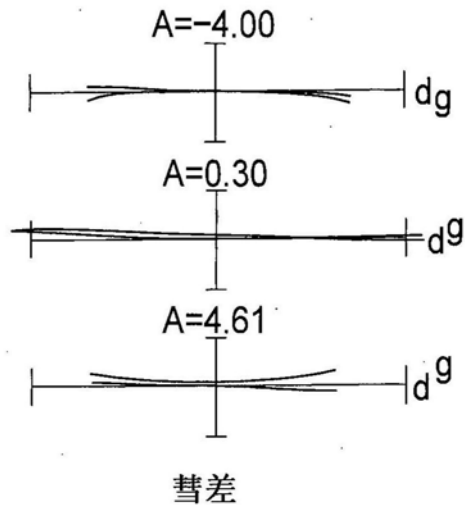


图4C

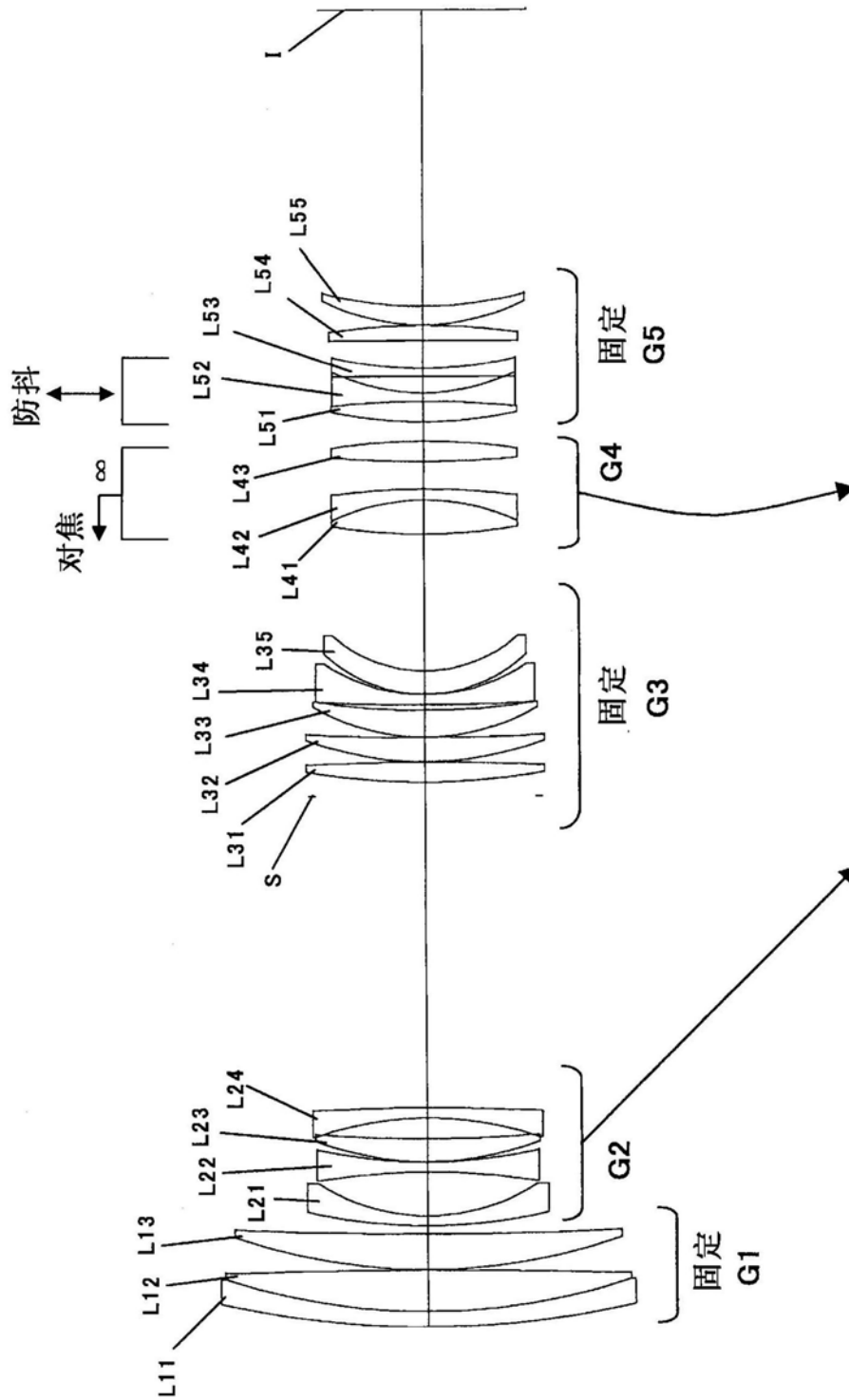


图5

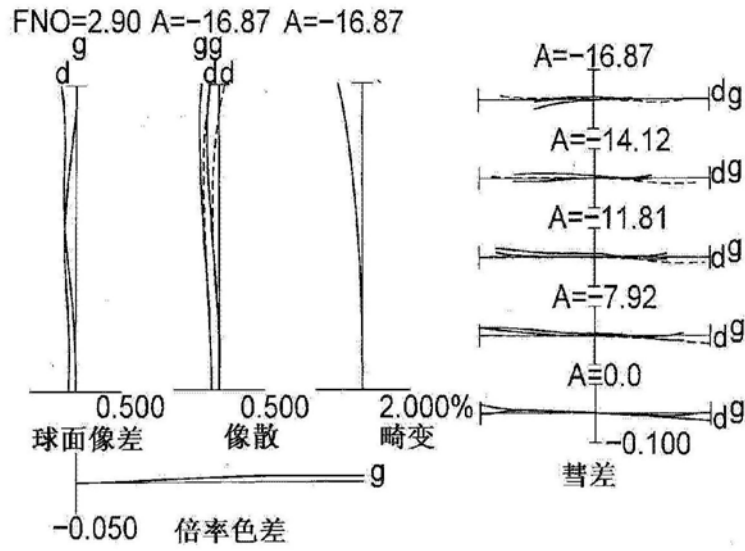


图6A

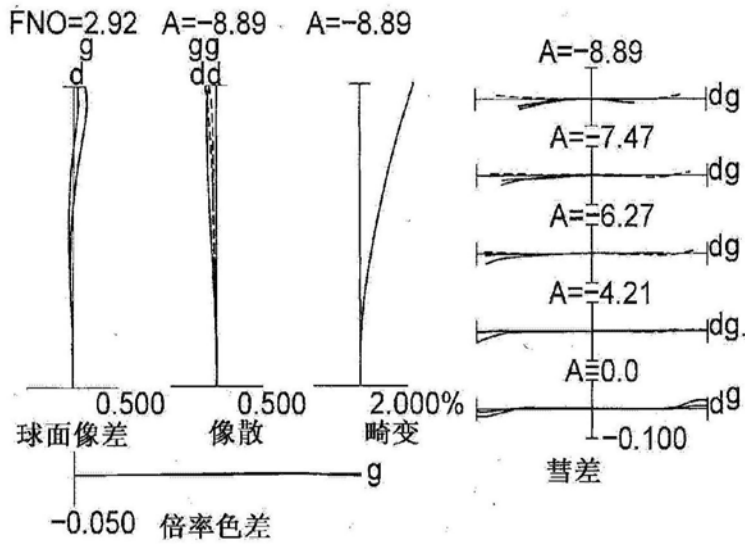


图6B

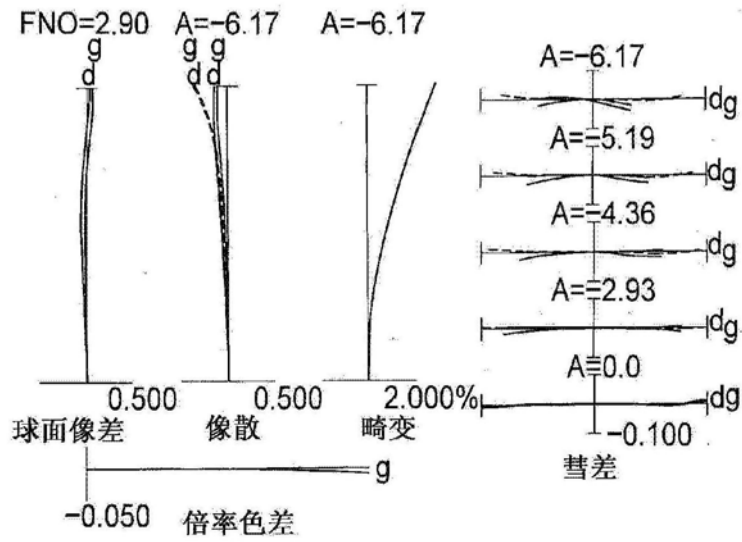


图6C

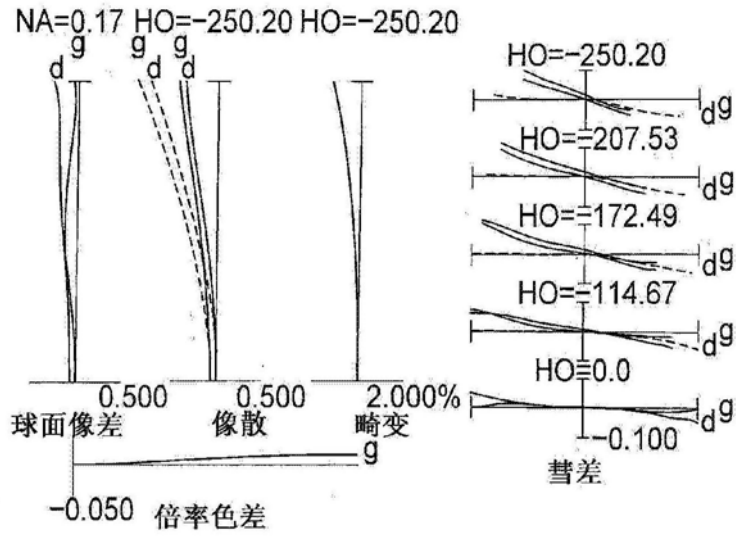


图7A

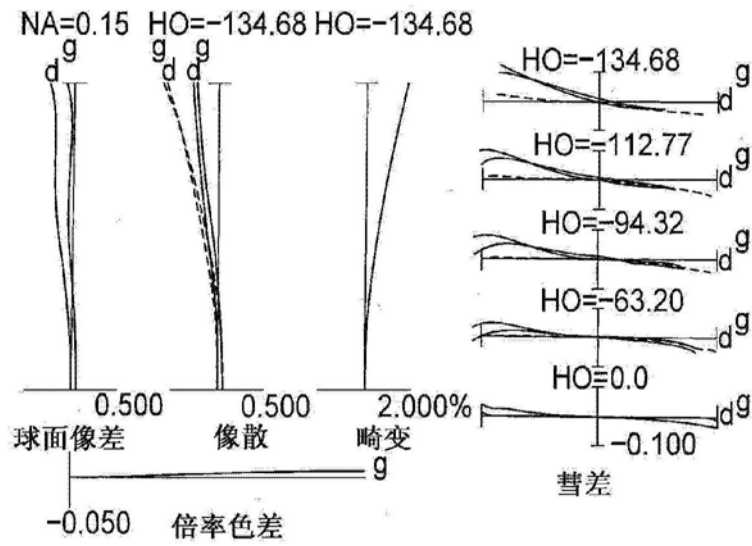


图7B

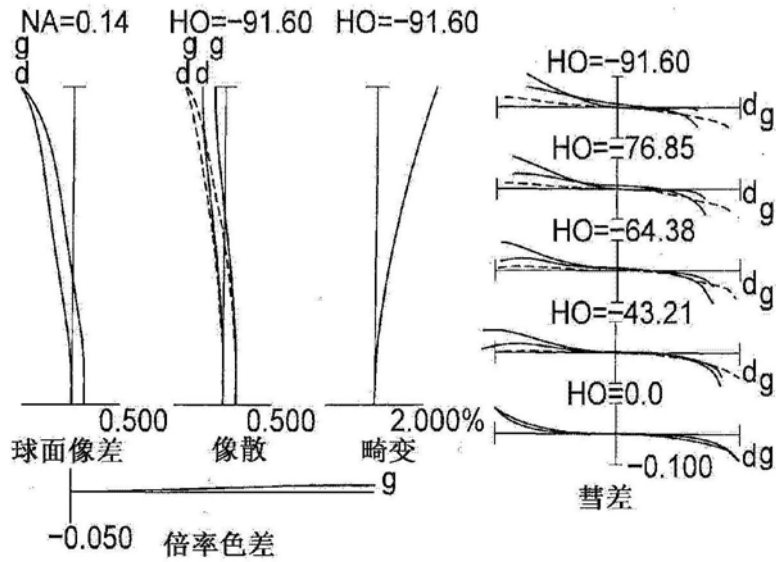


图7C

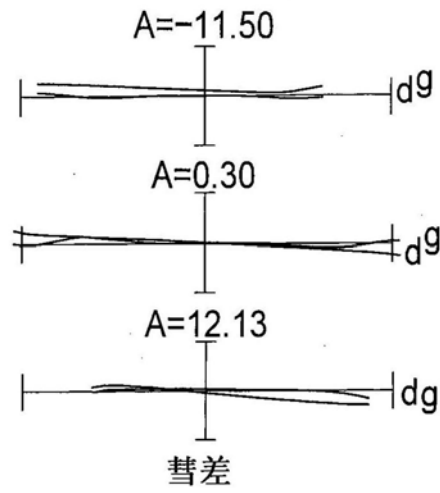


图8A

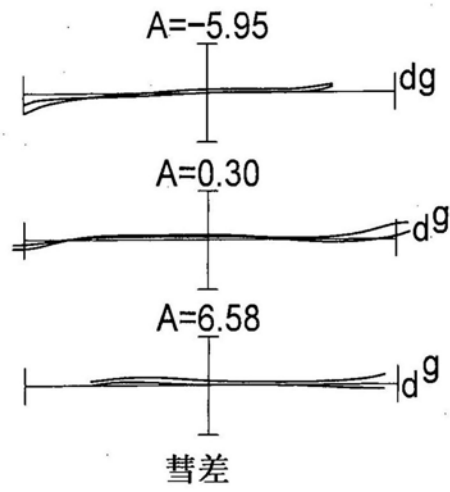


图8B

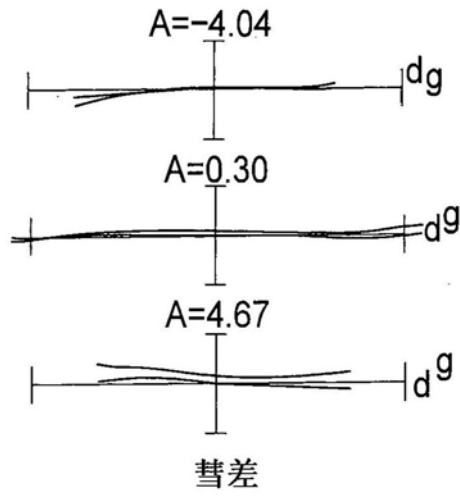


图8C

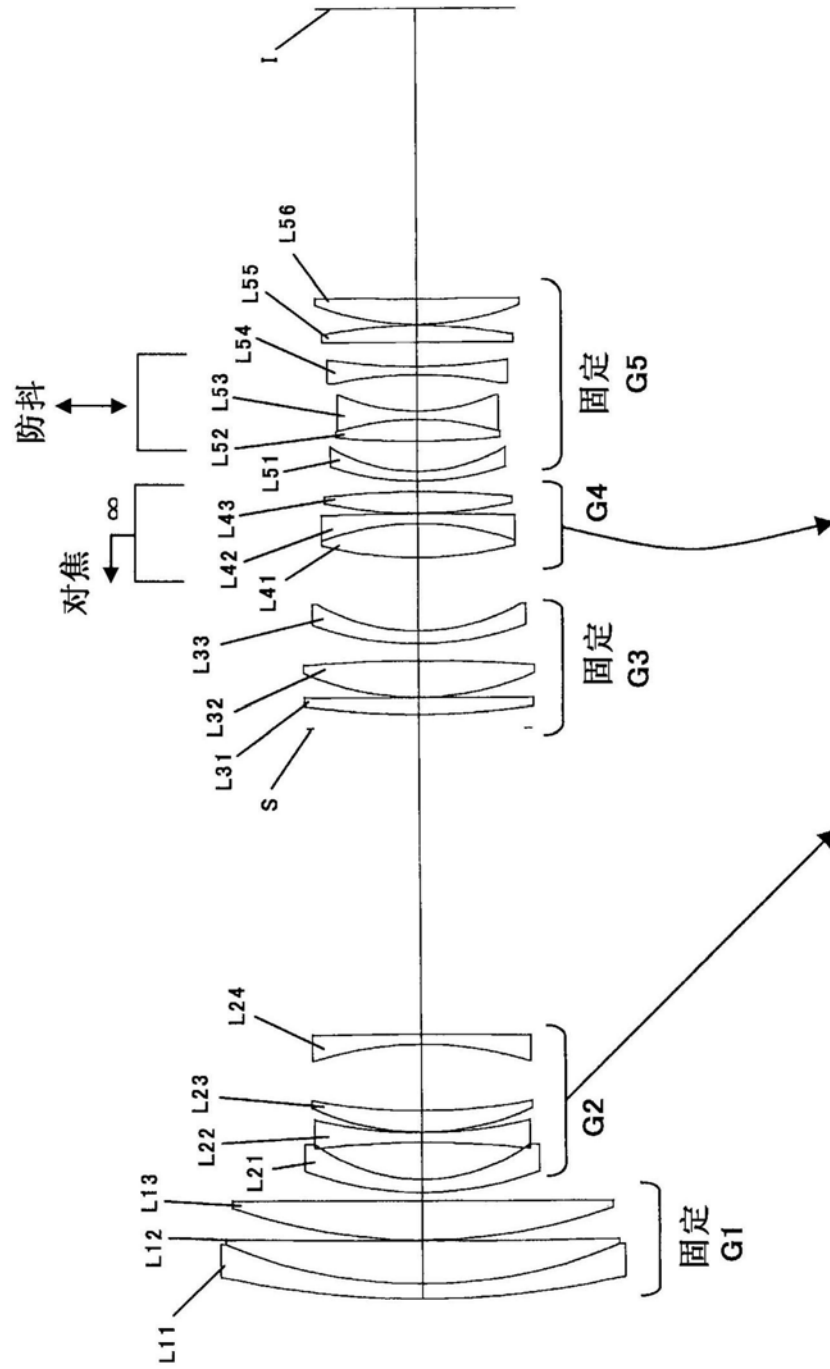


图9

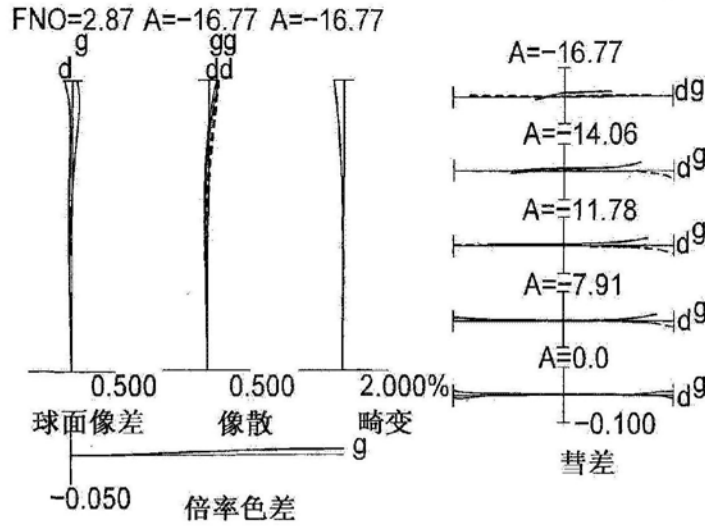


图10A

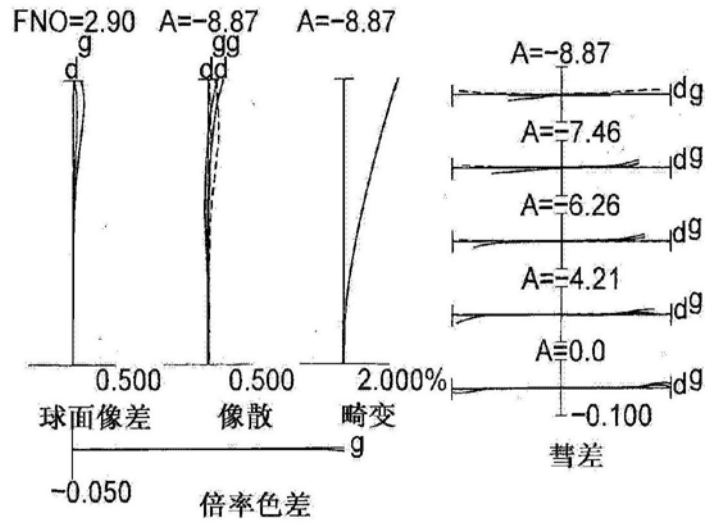


图10B

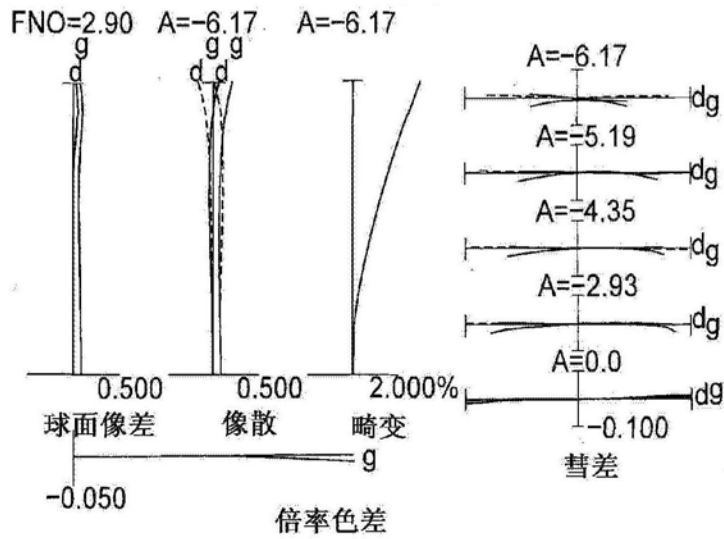


图10C

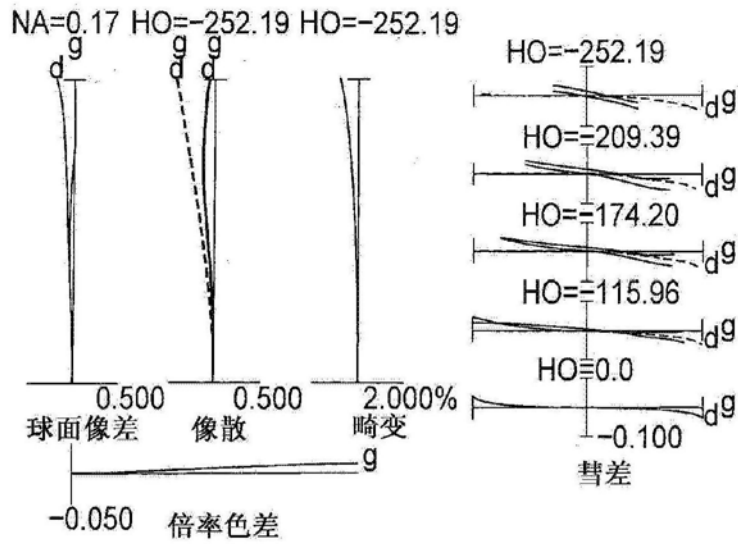


图11A

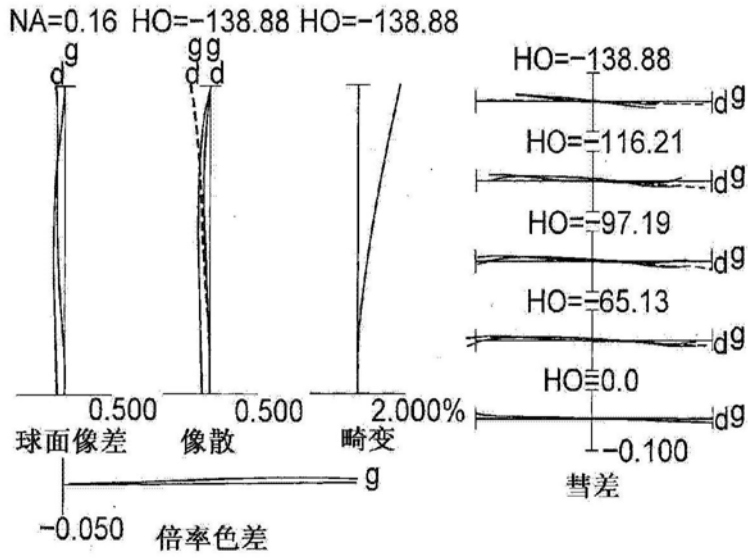


图11B

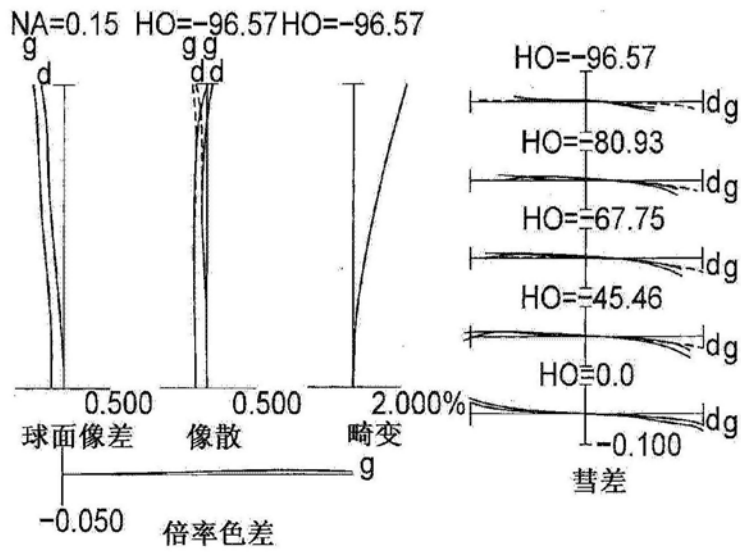


图11C

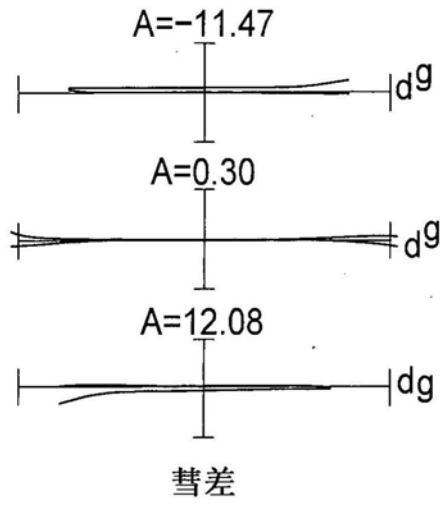


图12A

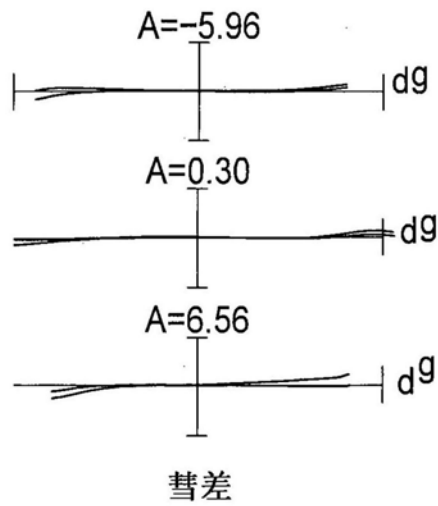


图12B

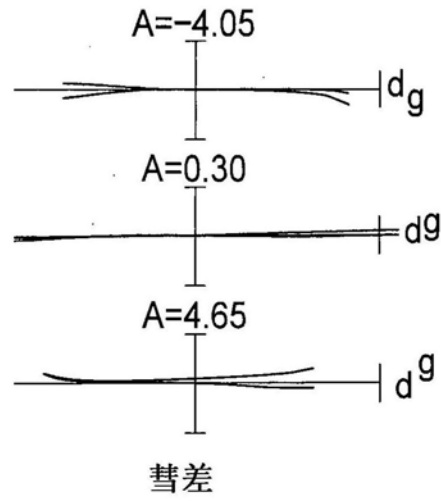


图12C

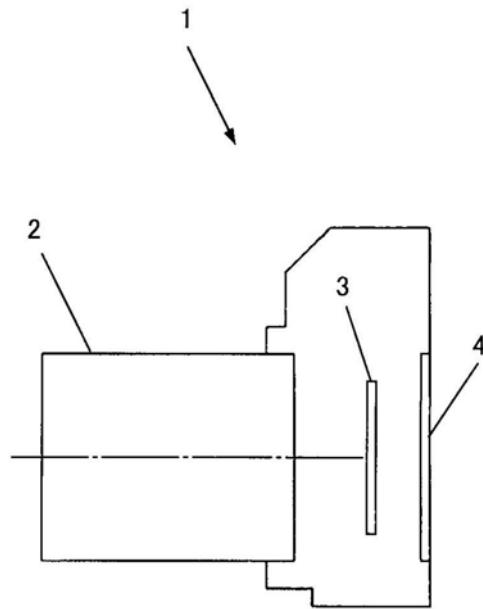


图13

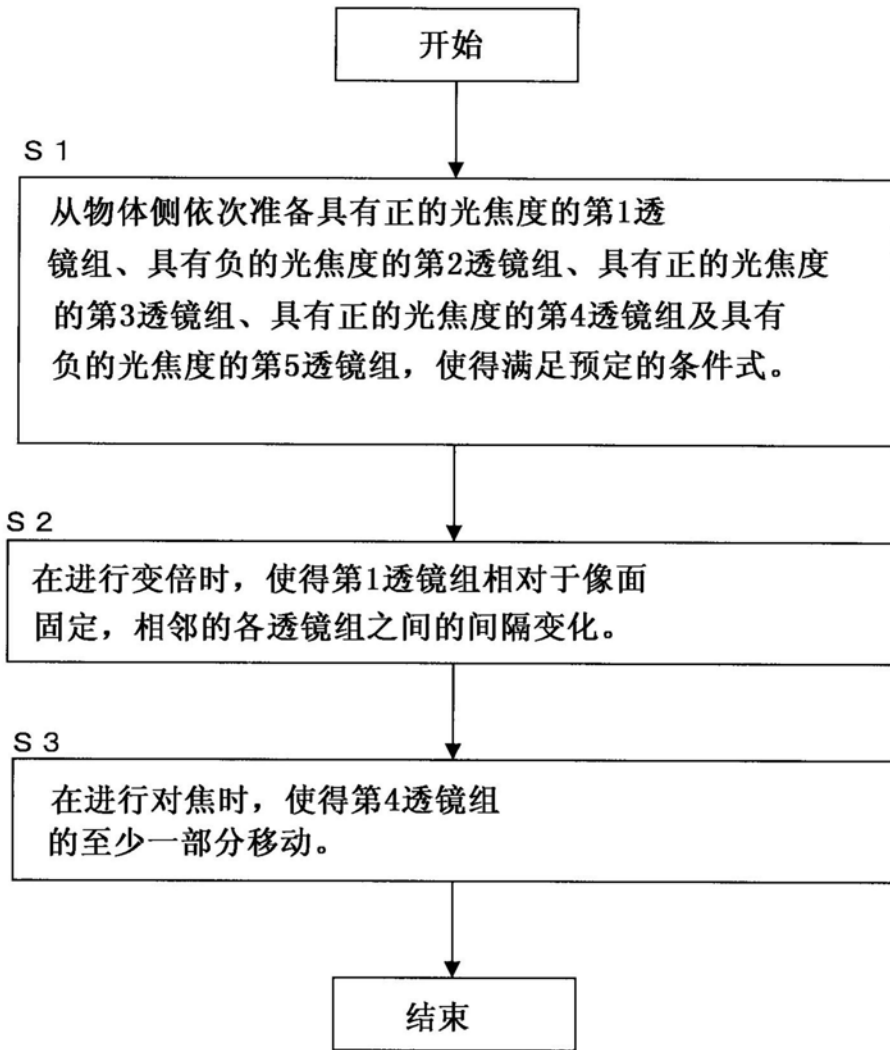


图14