(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 114375413 B
(45)授权公告日 2023.12.26

(21)申请号 202080060100.7
(22)申请日 2020.08.24
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114375413 A
(43)申请公布日 2022.04.19
(30)优先权数据
2019-157408 2019.08.29 JP
2019-157409 2019.08.29 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2022.02.24
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/031788 2020.08.24
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2021/039697 JA 2021.03.04

(73)专利权人 株式会社尼康
地址 日本东京
(72)发明人 村谷真美
(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司 11219
专利代理师 季莹 方应星

(51)Int.Cl.
G02B 15/14(2006.01)
G02B 15/20(2006.01)
(56)对比文件
CN 103837969 A,2014.06.04
CN 109952524 A,2019.06.28
CN 108292031 A,2018.07.17
审查员 张凯华

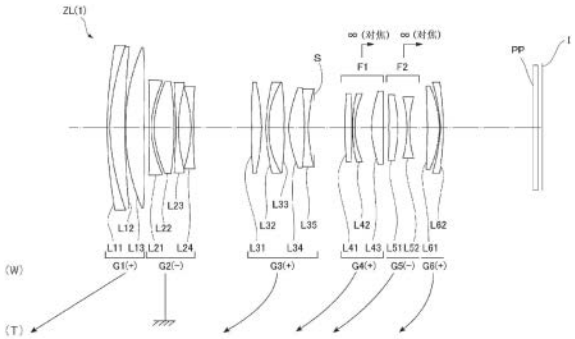
权利要求书4页 说明书27页 附图15页

(54)发明名称

变倍光学系统及光学设备

(57)摘要

一种变倍光学系统,由沿着光轴从物体侧依次排列的前方透镜组以及后续透镜组构成,后续透镜组包含具有正的光焦度的第1对焦透镜组以及配置于第1对焦透镜组的像面侧且具有负的光焦度的第2对焦透镜组。在进行变倍时,相邻的各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,前方透镜组的位置被固定,第1对焦透镜组和第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向像面侧移动,且满足以下条件式:0.05<(-fF2)/ft<0.50,其中,fF2:第2对焦透镜组的焦距,ft:远焦端状态下的变倍光学系统的焦距。



CN 114375413 B

1.一种变倍光学系统,其中,

所述变倍光学系统由沿着光轴从物体侧依次排列的前方透镜组以及后续透镜组构成,所述前方透镜组和所述后续透镜组共计包含至少6个透镜组,

所述后续透镜组包含具有正的光焦度的第1对焦透镜组以及配置于所述第1对焦透镜组的像面侧且具有负的光焦度的第2对焦透镜组,

在进行变倍时,相邻的各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,所述前方透镜组的位置被固定,所述第1对焦透镜组和所述第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向像面侧移动,

在所述后续透镜组的最靠近像面的位置,配置有具有负的光焦度的透镜成分,

且满足以下条件式:

$0.05<(-fF2)/ft<0.50$

其中,

fF2:所述第2对焦透镜组的焦距

ft:远焦端状态下的所述变倍光学系统的焦距。

2.一种变倍光学系统,其中,

所述变倍光学系统由沿着光轴从物体侧依次排列的前方透镜组以及后续透镜组构成,所述前方透镜组和所述后续透镜组共计包含至少6个透镜组,

所述前方透镜组包含沿着光轴从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第1透镜组以及具有负的光焦度的第2透镜组,

所述后续透镜组包含具有正的光焦度的第1对焦透镜组以及配置于所述第1对焦透镜组的像面侧且具有负的光焦度的第2对焦透镜组,

在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时,相邻的各透镜组之间的间隔变化,所述第1对焦透镜组和所述第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向物体侧移动,

在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,所述第1对焦透镜组和所述第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向像面侧移动,

在所述后续透镜组的最靠近像面的位置,配置有具有负的光焦度的透镜成分。

3.一种变倍光学系统,其中,

所述变倍光学系统由沿着光轴从物体侧依次排列的前方透镜组以及后续透镜组构成,所述前方透镜组和所述后续透镜组共计包含至少6个透镜组,

所述后续透镜组包含具有正的光焦度的第1对焦透镜组以及配置于所述第1对焦透镜组的像面侧且具有负的光焦度的第2对焦透镜组,

在进行变倍时,相邻的各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,所述前方透镜组的位置被固定,所述第1对焦透镜组和所述第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向像面侧移动,

所述第2对焦透镜组具有从物体侧依次排列配置的一个正透镜以及一个负透镜,

在所述后续透镜组的最靠近像面的位置,配置有具有负的光焦度的透镜成分。

4.根据权利要求1或2所述的变倍光学系统,其中,

所述第2对焦透镜组具有从物体侧依次排列配置的一个正透镜以及一个负透镜。

5.根据权利要求3所述的变倍光学系统,其中,

满足以下条件式:

νd<37.00

其中,

νd:构成所述第2对焦透镜组的所述正透镜的阿贝数。

6.根据权利要求3所述的变倍光学系统,其中,

满足以下条件式:

0.80<NdF2n/NdF2p<1.25

其中,

NdF2n:构成所述第2对焦透镜组的所述负透镜的对d线的折射率

NdF2p:构成所述第2对焦透镜组的所述正透镜的对d线的折射率。

7.根据权利要求1～3中的任意一项所述的变倍光学系统,其中,

满足以下条件式:

0.05<MF1t/MF2t<0.40

其中,

MF1t:远焦端状态下的所述第1对焦透镜组的从无限远物体向极近距离物体进行对焦时的移动量

MF2t:远焦端状态下的所述第2对焦透镜组的从无限远物体向极近距离物体进行对焦时的移动量

(关于移动量,以正的值表示向像面侧的移动)。

8.根据权利要求1～3中的任意一项所述的变倍光学系统,其中,

满足以下条件式:

0.04<βF1t/βF2t<0.20

其中,

βF1t:远焦端状态下的所述第1对焦透镜组的无限远物体对焦时的横向倍率

βF2t:远焦端状态下的所述第2对焦透镜组的无限远物体对焦时的横向倍率。

9.根据权利要求1～3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在所述第2对焦透镜组的像面侧以与所述第2对焦透镜组相邻的方式配置的后方透镜组,且满足以下条件式:

0.05<βF1w/βLGw<2.50

其中,

βF1w:广角端状态下的所述第1对焦透镜组的无限远物体对焦时的横向倍率

βLGw:广角端状态下的所述后方透镜组的无限远物体对焦时的横向倍率。

10.根据权利要求1～3中的任意一项所述的变倍光学系统,其中,

满足以下条件式:

0.40<(-fF2)/fF1<0.80

其中,

fF1:所述第1对焦透镜组的焦距

fF2:所述第2对焦透镜组的焦距。

11.根据权利要求1～3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有配置在所述光轴上的光圈，

所述第1对焦透镜组和所述第2对焦透镜组配置在相比所述光圈靠近像面的位置。

12.根据权利要求1～3中的任意一项所述的变倍光学系统，其中，

所述第1对焦透镜组与所述第2对焦透镜组以相邻的方式配置。

13.根据权利要求1～3中的任意一项所述的变倍光学系统，其中，

满足以下条件式：

$0.00<\beta F1<0.90$

其中，

βF1：所述第1对焦透镜组的无限远物体对焦时的横向倍率。

14.根据权利要求1～3中的任意一项所述的变倍光学系统，其中，

满足以下条件式：

$0.00<1/\beta F2<0.90$

其中，

βF2：所述第2对焦透镜组的无限远物体对焦时的横向倍率。

15.根据权利要求1～3中的任意一项所述的变倍光学系统，其中，

满足以下条件式：

$\{\beta F1+(1/\beta F1)\}^{-2}<0.25$

其中，

βF1：所述第1对焦透镜组的无限远物体对焦时的横向倍率。

16.根据权利要求1～3中的任意一项所述的变倍光学系统，其中，

满足以下条件式：

$\{\beta F2+(1/\beta F2)\}^{-2}<0.25$

其中，

βF2：所述第2对焦透镜组的无限远物体对焦时的横向倍率。

17.根据权利要求1～3中的任意一项所述的变倍光学系统，其中，

所述前方透镜组包含沿着光轴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。

18.根据权利要求17所述的变倍光学系统，其中，

满足以下条件式：

$0.05<(-f2)/TLw<0.30$

其中，

f2：所述第2透镜组的焦距

TLw：广角端状态下的所述变倍光学系统的无限远物体对焦时的全长。

19.根据权利要求17所述的变倍光学系统，其中，

满足以下条件式：

$0.05<\Sigma G1/TLw<0.15$

其中，

ΣG1：从在所述第1透镜组中配置于最靠物体侧的透镜的物体侧的面到在所述第1透镜组中配置于最靠像面侧的透镜的像面侧的面为止的距离

TLw:广角端状态下的所述变倍光学系统的无限远物体对焦时的全长。

20.根据权利要求17所述的变倍光学系统,其中,

满足以下条件式:

$0.30<(-f2)/f3<0.80$

其中,

f2:所述第2透镜组的焦距

f3:所述第3透镜组的焦距。

21.一种光学设备,搭载有权利要求1～20中的任意一项所述的变倍光学系统。

变倍光学系统及光学设备

技术领域

[0001] 本发明涉及变倍光学系统、光学设备及变倍光学系统的制造方法。

背景技术

[0002] 作为适合于照片用相机、电子静态相机、摄像机等的变焦镜头，公开有使配置于靠近像面的位置的透镜组(后组)的一部分移动来进行对焦的变焦镜头(例如，参照专利文献1)。在这种变焦镜头中，要求抑制像面弯曲等各像差，且在进行对焦时实现良好的光学性能。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1：日本特开2015-152665号公报

发明内容

[0006] 第1本发明的变倍光学系统，由沿着光轴从物体侧依次排列的前方透镜组以及后续透镜组构成，后续透镜组包含具有正的光焦度的第1对焦透镜组以及配置于第1对焦透镜组的像面侧且具有负的光焦度的第2对焦透镜组。在进行变倍时，相邻的各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，前方透镜组的位置被固定，第1对焦透镜组和第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向像面侧移动，且满足以下条件式：

[0007] $0.05<(-fF2)/ft<0.50$

[0008] 其中，

[0009] fF2：第2对焦透镜组的焦距

[0010] ft：远焦端状态下的变倍光学系统的焦距。

[0011] 第2本发明的变倍光学系统，由沿着光轴从物体侧依次排列的前方透镜组以及后续透镜组构成，所述前方透镜组包含沿着光轴从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第1透镜组以及具有负的光焦度的第2透镜组，所述后续透镜组包含具有正的光焦度的第1对焦透镜组以及配置于所述第1对焦透镜组的像面侧且具有负的光焦度的第2对焦透镜组，在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时，相邻的各透镜组之间的间隔变化，所述第1对焦透镜组和所述第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向物体侧移动，在从无限远物体向近距离物体进行对焦时，所述第1对焦透镜组和所述第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向像面侧移动。

[0012] 第3本发明的变倍光学系统，由沿着光轴从物体侧依次排列的前方透镜组以及后续透镜组构成，后续透镜组包含具有正的光焦度的第1对焦透镜组以及配置于第1对焦透镜组的像面侧且具有负的光焦度的第2对焦透镜组。在进行变倍时，相邻的各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，前方透镜组的位置被固定，第1对焦透镜组和第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向像面侧移动。第2对焦透镜组具有从物体侧依次排列配置的一个正透镜以及一个负透镜。

[0013] 本发明的光学设备，构成为搭载上述变倍光学系统。

[0014] 第1本发明的变倍光学系统的制造方法,如下所述地构成各透镜组并配置在镜头镜筒内。变倍光学系统由沿着光轴从物体侧依次排列的前方透镜组以及后续透镜组构成,后续透镜组包含具有正的光焦度的第1对焦透镜组以及配置于第1对焦透镜组的像面侧且具有负的光焦度的第2对焦透镜组。在进行变倍时,相邻的各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,前方透镜组的位置被固定,第1对焦透镜组和第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向像面侧移动,且满足以下条件式:

[0015] $0.05<(-fF2)/ft<0.50$

[0016] 其中,

[0017] fF2:第2对焦透镜组的焦距

[0018] ft:远焦端状态下的变倍光学系统的焦距。

[0019] 第2本发明的变倍光学系统的制造方法,如下所述地构成各透镜组并配置在镜头镜筒内。沿着光轴从物体侧依次配置前方透镜组以及后续透镜组。使前方透镜组包含沿着光轴从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第1透镜组以及具有负的光焦度的第2透镜组。使后续透镜组包含具有正的光焦度的第1对焦透镜组以及配置于第1对焦透镜组的像面侧且具有负的光焦度的第2对焦透镜组。以如下方式构成透镜组:在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时,相邻的各透镜组之间的间隔变化,第1对焦透镜组和第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向物体侧移动,在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,第1对焦透镜组和第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向像面侧移动。

[0020] 第3本发明的变倍光学系统的制造方法,如下所述地构成各透镜组并配置在镜头镜筒内。沿着光轴从物体侧依次配置前方透镜组以及后续透镜组。使后续透镜组包含具有正的光焦度的第1对焦透镜组以及配置于第1对焦透镜组的像面侧且具有负的光焦度的第2对焦透镜组。以如下方式构成透镜组:在进行变倍时,相邻的各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,前方透镜组的位置被固定,第1对焦透镜组和第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向像面侧移动。使第2对焦透镜组具有从物体侧依次排列配置的一个正透镜以及一个负透镜。

附图说明

[0021] 图1是示出实施例1的变倍光学系统的镜头结构的图。

[0022] 图2是实施例1的变倍光学系统的无限远物体对焦时的各像差图,(A)表示广角端状态下的各像差值,(B)表示中间焦距下的各像差值,(C)表示远焦端状态下的各像差值。

[0023] 图3是实施例1的变倍光学系统的极近距离物体对焦时的各像差图,(A)表示广角端状态下的各像差值,(B)表示中间焦距下的各像差值,(C)表示远焦端状态下的各像差值。

[0024] 图4是示出实施例2的变倍光学系统的镜头结构的图。

[0025] 图5是实施例2的变倍光学系统的无限远物体对焦时的各像差图,(A)表示广角端状态下的各像差值,(B)表示中间焦距下的各像差值,(C)表示远焦端状态下的各像差值。

[0026] 图6是实施例2的变倍光学系统的极近距离物体对焦时的各像差图,((A)表示广角端状态下的各像差值,(B)表示中间焦距下的各像差值,(C)表示远焦端状态下的各像差值。

[0027] 图7是示出实施例3的变倍光学系统的镜头结构的图。

[0028] 图8是实施例3的变倍光学系统的无限远物体对焦时的各像差图,(A)表示广角端

状态下的各像差值,(B)表示中间焦距下的各像差值,(C)表示远焦端状态下的各像差值。

[0029] 图9是实施例3的变倍光学系统的极近距离物体对焦时的各像差图,(A)表示广角端状态下的各像差值,(B)表示中间焦距下的各像差值,(C)表示远焦端状态下的各像差值。

[0030] 图10是示出实施例4的变倍光学系统的镜头结构的图。

[0031] 图11是实施例4的变倍光学系统的无限远物体对焦时的各像差图,(A)表示广角端状态下的各像差值,(B)表示中间焦距下的各像差值,(C)表示远焦端状态下的各像差值。

[0032] 图12是实施例4的变倍光学系统的极近距离物体对焦时的各像差图,(A)表示广角端状态下的各像差值,(B)表示中间焦距下的各像差值,(C)表示远焦端状态下的各像差值。

[0033] 图13是示出作为光学设备的一实施方式的数码相机的结构的图。

[0034] 图14是示出第1实施方式的变倍光学系统的制造方法的流程图。

[0035] 图15是示出第2实施方式的变倍光学系统的制造方法的流程图。

[0036] 图16是示出第3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

[0037] 以下,对本发明的优选实施方式进行说明。图13示出作为光学设备的一实施方式的数码相机的概略结构。数码相机1由主体2以及能够对于主体2拆装的摄影镜头3构成。主体2具备摄像元件4、对数码相机的动作进行控制的主体控制部(未图示)以及液晶操作画面5。摄影镜头3具备由多个透镜组构成的变倍光学系统ZL以及对各透镜组的位置进行控制的透镜位置控制机构(未图示)。透镜位置控制机构由对透镜组的位置进行检测的传感器、使透镜组沿着光轴向前后移动的电机以及对电机进行驱动的控制电路等构成。

[0038] 来自被摄体的光通过摄影镜头3的变倍光学系统ZL被聚光,到达摄像元件4的像面I上。到达像面I的来自被摄体的光通过摄像元件4被光电转换,作为数字图像数据被记录在未图示的存储器。记录在存储器的数字图像数据,根据用户的操作而显示在液晶画面5。以下,变倍对光学系统ZL进行详细说明。

[0039] 第1实施方式的变倍光学系统,由沿着光轴从物体侧依次排列的前方透镜组以及后续透镜组构成,后续透镜组包含具有正的光焦度的第1对焦透镜组以及配置于第1对焦透镜组的像面侧且具有负的光焦度的第2对焦透镜组。在进行变倍时,相邻的各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,前方透镜组的位置被固定,第1对焦透镜组和第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向像面侧移动,且满足以下条件式(1)。

[0040] $0.05<(-fF2)/ft<0.50\cdots(1)$

[0041] 其中,

[0042] fF2:第2对焦透镜组的焦距

[0043] ft:远焦端状态下的变倍光学系统的焦距

[0044] 在上述结构中,主要通过第2对焦透镜组的移动来进行对焦,通过第2对焦透镜组的移动而变动的像差,通过第1对焦透镜组被校正。条件式(1)规定第2对焦透镜组的焦距与远焦端状态下的变倍光学系统的焦距的比,表示第2对焦透镜组的功率的适当范围。通过满足该条件式,从而在从无限远物体向极近距离物体进行对焦时,能够良好地对像面弯曲、球面像差、色差等各像差进行校正,有效地抑制像差变动。

[0045] 当条件式(1)的对应值超过上限值0.50时,第2对焦透镜组的光焦度变弱,难以在

进行近距离对焦时对像面弯曲等各像差进行校正,难以抑制像差变动。为了可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(1)的上限值成为更小的值,例如成为0.45、0.40、0.38、0.35、0.33、0.30、0.28或0.25。

[0046] 当条件式(1)的对应值低于下限值0.05时,第2对焦透镜组的光焦度变强,难以良好地对球面像差等各像差进行校正。为了可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(1)的下限值成为更大的值,例如成为0.08、0.10、0.13、0.15或0、18。

[0047] 第1实施方式的变倍光学系统,通过上述结构且满足上述条件式,从而在从广角端状态到远焦端状态为止的整个区域,能够良好地对各像差进行校正,即使在进行近距离对焦时也能够实现高光学性能。

[0048] 第2实施方式的变倍光学系统,由沿着光轴从物体侧依次排列的前方透镜组以及后续透镜组构成,前方透镜组包含沿着光轴从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第1透镜组以及具有负的光焦度的第2透镜组,后续透镜组包含具有正的光焦度的第1对焦透镜组以及配置于第1对焦透镜组的像面侧且具有负的光焦度的第2对焦透镜组。在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时,相邻的各透镜组之间的间隔变化,第1对焦透镜组和第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向物体侧移动,在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,第1对焦透镜组和第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向像面侧移动。

[0049] 第2实施方式的变倍光学系统,通过上述结构,在从广角端状态到远焦端状态为止的整个区域,能够良好地对各像差进行校正,在进行近距离对焦时也能够实现高光学性能。

[0050] 第3实施方式的变倍光学系统,由沿着光轴从物体侧依次排列的前方透镜组以及后续透镜组构成,后续透镜组包含具有正的光焦度的第1对焦透镜组以及配置于第1对焦透镜组的像面侧且具有负的光焦度的第2对焦透镜组。在进行变倍时,相邻的各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,前方透镜组的位置被固定,第1对焦透镜组和第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向像面侧移动。第2对焦透镜组具有从物体侧依次排列配置的一个正透镜以及一个负透镜。

[0051] 在第3实施方式的变倍光学系统中,主要通过第2对焦透镜组的移动来进行对焦,通过第2对焦透镜组的移动而变动的像差,通过第1对焦透镜组被校正。在这种结构的变倍光学系统中,当通过一个透镜构成第2对焦透镜组时难以良好地对各像差进行校正,当透镜的个数增加时,对焦透镜组变重,难以实现高速聚焦。相对于此,在使第2对焦透镜组构成为具备一个正透镜以及一个负透镜时,即使使透镜组大幅移动也能够抑制以色差为首的各像差的变动,还能够实现基于对焦透镜组的小型轻量化的高速聚焦,还具有降低像面移动系数的优点。上述结构特别适合于望远类或高倍率的镜头。

[0052] 另外,在上述结构中,通过以正透镜、负透镜的顺序配置构成第2对焦透镜组的透镜,从而相比以负、正的顺序配置的结构能够良好地对各像差进行校正。在以负、正的顺序配置的结构中,穿过负透镜的轴外光线远离光轴,穿过正透镜的光线高度也增加,因此难以对像差进行校正。另外,轴上的光束也发散,因此穿过正透镜的光线高度同样增加,难以进行球面像差的校正。

[0053] 在第1实施方式和第2实施方式的变倍光学系统中,优选的是,第2对焦透镜组具有从物体侧依次排列配置的一个正透镜以及一个负透镜。由此,在对焦到极近距离时,能够良好地对各像差进行校正,能够实现高光学性能。

[0054] 优选的是,第3实施方式的变倍光学系统还满足以下条件式(2)。第1实施方式和第2实施方式的变倍光学系统,优选的是,在第2对焦透镜组具备正透镜以及负透镜时,还满足以下条件式(2)。

[0055] $\nu d<37.00\cdots(2)$

[0056] 其中,

[0057] νd:构成第2对焦透镜组的正透镜的阿贝数

[0058] 条件式(2)规定构成第2对焦透镜组的正透镜的阿贝数的适当范围。通过满足该条件式,从而能够良好地对色差进行校正。当条件式(2)的对应值超过上限值37.00时,难以良好地对轴上色差和倍率色差进行校正。为了可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(2)的上限值成为更小的值,例如成为33.00或29.00。

[0059] 优选的是,第3实施方式的变倍光学系统还满足以下条件式(3)。第1实施方式和第2实施方式的变倍光学系统,优选的是,在第2对焦透镜组具备正透镜以及负透镜时,还满足以下条件式(3)。

[0060] $0.80<NdF2n/NdF2p<1.25\cdots(3)$

[0061] 其中,

[0062] NdF2n:构成第2对焦透镜组的负透镜的对d线的折射率

[0063] NdF2p:构成第2对焦透镜组的正透镜的对d线的折射率

[0064] 条件式(3)规定构成第2对焦透镜组的负透镜与正透镜的、折射率的比,表示两个透镜的优选组合。通过满足该条件式,从而能够良好地对各像差进行校正,能够有效地抑制像差变动。

[0065] 当条件式(3)的对应值超过上限值1.25时,负透镜的光焦度相对变弱,难以良好地对近距离对焦时的像面弯曲等各像差进行校正。为了可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(3)的上限值成为更小的值,例如成为1.23、1.20、1.18、1.15或1.11。

[0066] 当条件式(3)的对应值低于下限值0.80时,负透镜的光焦度相对变强,难以进行匹兹伐和的校正。为了可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(3)的下限值成为更大的值,例如成为0.83、0.85、0.88、0.90、0.92、或0.95。

[0067] 优选的是,第1~第3实施方式的变倍光学系统还满足以下条件式(4)。

[0068] $0.05<MF1t/MF2t<0.40\cdots(4)$

[0069] 其中,

[0070] MF1t:远焦端状态下的所述第1对焦透镜组的从无限远物体向极近距离物体进行对焦时的移动量

[0071] MF2t:远焦端状态下的所述第2对焦透镜组的从无限远物体向极近距离物体进行对焦时的移动量

[0072] (关于移动量,以正的值表示向像面侧的移动)。

[0073] 条件式(4)规定从无限远物体向极近距离物体进行对焦时的两个对焦透镜组的移动量的比。虽然当使对焦透镜组大幅变移时像差的变动变大,但是通过满足该条件式,从而能够良好地对各像差进行校正,能够有效地抑制对焦时的像差变动。

[0074] 当条件式(4)的对应值超过上限值0.40时,第2对焦透镜组的移动相对变小,在进行近距离对焦时难以良好地对像面弯曲等各像差进行校正。为了可靠地得到本实施方式的

效果,优选的是,使条件式(4)的上限值成为更小的值,例如成为0.38、0.35、0.34、0.30、0.28或0.25。

[0075] 当条件式(4)的对应值低于下限值0.05时,第2对焦透镜组的移动相对变大,负的像面弯曲变大,难以进行轴外像差的校正。为了可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(4)的下限值成为更大的值,例如成为0.06、0.08、0.10或0.11。

[0076] 优选的是,第1～第3实施方式的变倍光学系统还满足以下条件式(5)。

[0077] $0.04<\beta F1t/\beta F2t<0.20\cdots(5)$

[0078] 其中,

[0079] βF1t:远焦端状态下的第1对焦透镜组的无限远物体对焦时的横向倍率

[0080] βF2t:远焦端状态下的第2对焦透镜组的无限远物体对焦时的横向倍率

[0081] 条件式(5)规定在远焦端下对焦到无限远物体时的、第1对焦透镜组与第2对焦透镜组的横向倍率的比。通过满足该条件式,从而能够抑制对焦时的对焦透镜组的移动量的同时良好地对各像差进行校正。

[0082] 当条件式(5)的对应值超过上限值0.20时,第1对焦透镜组的横向倍率相对变大,难以抑制对焦透镜组的移动量,难以良好地对球面像差进行校正。为了可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(5)的上限值成为更小的值,例如成为0.18、0.16、0.15或0.14。

[0083] 当条件式(5)的对应值低于下限值0.04时,第1对焦透镜组的横向倍率相对变小,难以对像面弯曲和像散进行校正。为了可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(5)的下限值成为更大的值,例如成为0.05或0.06。

[0084] 第1～第3实施方式的变倍光学系统,优选的是,具备在第2对焦透镜组的像面侧以与第2对焦透镜组相邻的方式配置的后方透镜组,且满足以下条件式(6)。

[0085] $0.05<\beta F1w/\beta LGw<2.50\cdots(6)$

[0086] 其中,

[0087] βF1w:广角端状态下的第1对焦透镜组的无限远物体对焦时的横向倍率

[0088] βLGw:广角端状态下的后方透镜组的无限远物体对焦时的横向倍率

[0089] 条件式(6)规定广角端状态下的第1对焦透镜组的无限远物体对焦时的横向倍率、与广角端状态下的后方透镜组的无限远物体对焦时的横向倍率的比。通过满足该条件式,从而不用使光学系统变大而能够良好地对各像差进行校正。

[0090] 当条件式(6)的对应值超过上限值2.50时,第1对焦透镜组的横向倍率相对变大,对焦时的移动量变大。当为了减轻由此引起的影响而增强第2对焦透镜组的功率时,难以良好地对球面像差等各像差进行校正。为了可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(6)的上限值成为更小的值,例如成为2.45、2.40、2.38,2.35、2.30、2.25、2.20、2.00、1.80、1.60或1.50。

[0091] 当条件式(6)的对应值低于下限值0.05时,在第1对焦透镜组的横向倍率小时难以良好地对像面弯曲和像散进行校正,在第2对焦透镜组的像面侧的后方透镜组的倍率大时光学系统的全长变长,难以实现小型化。

[0092] 优选的是,第1～第3实施方式的变倍光学系统还满足以下条件式(7)。

[0093] $0.40<(-fF2)/fF1<0.80\cdots(7)$

[0094] 其中,

[0095] fF1:第1对焦透镜组的焦距

[0096] fF2:第2对焦透镜组的焦距

[0097] 条件式(7)规定第1对焦透镜组与第2对焦透镜组的焦距的比,表示两个对焦透镜组的功率平衡的适当范围。通过满足该条件式,从而能够抑制对焦时的对焦透镜组的移动量的同时良好地对各像差进行校正。

[0098] 当条件式(7)的对应值超过上限值0.80时,第2对焦透镜组的光焦度相对变弱,在进行近距离对焦时难以对像面弯曲等各像差进行校正。为了可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(7)的上限值成为更小的值,例如成为0.78、0.75、0.73、0.70或0.68。

[0099] 当条件式(7)的对应值低于下限值0.40时,第2对焦透镜组的光焦度相对变强,因此在进行近距离对焦时负的像面弯曲变大,难以对轴外像差进行校正。为了可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(7)的下限值成为更大的值,例如成为0.43、0.45、0.48、0.50、0.53、0.55或0.58。

[0100] 另外,第1~第3实施方式的变倍光学系统,优选的是,构成为在后续透镜组的最靠近像面的位置配置具有负的光焦度的透镜成分。此处,“透镜成分”意味着该透镜可以是单透镜和接合透镜中的任意一个。通过在光学系统的最靠后方配置负的透镜成分,从而能够缩小光学系统的全长和最靠后方的透镜成分的直径,容易实现光学系统的小型化。该结构适合于无反光镜类型的相机。

[0101] 另外,第1~第3实施方式的变倍光学系统,优选的是,具有配置在光轴上的光圈,第1对焦透镜组和所述第2对焦透镜组配置在相比光圈靠近像面的位置。由此,能够减少对焦时的倍率的变动,能够平衡良好地对球面像差和像面弯曲进行校正。

[0102] 另外,在第1~第3实施方式的变倍光学系统中,优先的是,第1对焦透镜组与第2对焦透镜组以相邻的方式配置。由此,能够良好地抑制对焦时的球面像差和像面弯曲的变动。

[0103] 另外,优选的是,第1~第3实施方式的变倍光学系统还满足以下条件式(8)。

[0104] $0.00<\beta F1<0.90\cdots(8)$

[0105] 其中,

[0106] βF1:第1对焦透镜组的无限远物体对焦时的横向倍率

[0107] 条件式(8)规定第1对焦透镜组的无限远物体对焦时的横向倍率。通过满足该条件式(8),从而在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,抑制以球面像差为首的各像差的变动,能够在整个范围内实现高光学性能。

[0108] 当条件式(8)的对应值超过上限值0.90时,难以在进行对焦时抑制各像差的变动。为了可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(8)的上限值成为更小的值,例如成为0.85、0.80、0.75、0.70、0.65、0.60、0.55、0.50、0.45或0.43。

[0109] 另一方面,当条件式(8)的对应值低于下限值0.00时,难以在进行对焦时抑制各像差的变动。为了可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(7)的下限值成为更大的值,例如成为0.05、0.10、0.15、0.20、0.23、0.25、0.28、0.30、0.33或0.35。

[0110] 另外,优选的是,第1~第3实施方式的变倍光学系统还满足以下条件式(9)。

[0111] $0.00<1/\beta F2<0.90\cdots(9)$

[0112] 其中,

[0113] βF2:第2对焦透镜组的无限远物体对焦时的横向倍率

[0114] 条件式(9)规定第2对焦透镜组的无限远物体对焦时的横向倍率。通过满足该条件式(9),从而在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,抑制以球面像差为首的各像差的变动,能够在整个范围内实现高光学性能。

[0115] 当条件式(9)的对应值超过上限值0.90时,难以在进行对焦时抑制各像差的变动。为了可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(9)的上限值成为更小的值,例如成为0.85、0.80、0.75、0.70、0.65、0.60、0.55、0.53、0.50、0.48、0.45、0.43或0.40。

[0116] 另一方面,当条件式(9)的对应值低于下限值0.00时,难以在进行对焦时抑制各像差的变动。为了可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(9)的下限值成为更大的值,例如成为0.03、0.05、0.08、0.10或0.12。

[0117] 另外,优选的是,第1~第3实施方式的变倍光学系统还满足以下条件式(10)。

[0118] $\{\beta F1+(1/\beta F1)\}^{-2}<0.25\cdots(10)$

[0119] 其中,

[0120] βF1:第1对焦透镜组的无限远物体对焦时的横向倍率

[0121] 条件式(10)规定第1对焦透镜组的无限远物体对焦时的横向倍率满足的条件。通过满足该条件式(10),从而在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,抑制以球面像差为首的各像差的变动,能够在整个范围内实现高光学性能。

[0122] 当条件式(10)的对应值超过上限值0.25时,难以在进行对焦时抑制各像差的变动。为了可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(10)的上限值成为更小的值,例如成为0.23、0.20、0.18、0.16、0.15或0.13。

[0123] 另外,优选的是,第1~第3实施方式的变倍光学系统还满足以下条件式(11)。

[0124] $\{\beta F2+(1/\beta F2)\}^{-2}<0.25\cdots(11)$

[0125] 其中,

[0126] βF2:第2对焦透镜组的无限远物体对焦时的横向倍率

[0127] 条件式(11)规定第2对焦透镜组的无限远物体对焦时的横向倍率满足的条件。通过满足该条件式(11),从而在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,抑制以球面像差为首的各像差的变动,能够在整个范围内实现高光学性能。

[0128] 当条件式(11)的对应值超过上限值0.25时,难以在进行对焦时抑制各像差的变动。为了可靠地得到本实施方式的效果,优选的是,使条件式(11)的上限值成为更小的值,例如成为0.23、0.20、0.18、0.16、0.15或0.13。

[0129] 在第1~第3实施方式的变倍光学系统中,前方透镜组例如能够构成为,包含沿着光轴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。

[0130] 优选的是,在使前方透镜组具有上述结构时,第1~第3实施方式的变倍光学系统还满足以下条件式(12)。

[0131] $0.05<(-f2)/TLw<0.30\cdots(12)$

[0132] 其中,

[0133] f2:第2透镜组的焦距

[0134] TLw:广角端状态下的变倍光学系统的无限远物体对焦时的全长

[0135] 条件式(12)将第2透镜组的焦距规定为相对于广角端状态下的变倍光学系统的全长的比。通过满足该条件式,从而从广角端状态到远焦端状态为止,能够良好地对各像差进行校正。

[0136] 当条件式(12)的对应值超过上限值0.30时,第2透镜组的光焦度变弱,难以在广角端状态下良好地对像面弯曲和像散进行校正,并且难以在远焦端状态下良好地对球面像差进行校正。为了可靠地得到各实施方式的效果,优选的是,使条件式(12)的上限值成为更小的值,例如成为0.28、0.26、0.24、0.22或0.20。

[0137] 当条件式(12)的对应值低于下限值0.05时,第2透镜组的光焦度变强,难以良好地对像面弯曲和像散进行校正。为了可靠地得到各实施方式的效果,优选的是,使条件式(12)的下限值成为更大的值,例如成为0.08、0.10、0.12、0.14或0.15。

[0138] 优选的是,第1～第3实施方式的变倍光学系统还满足以下条件式(13)。

[0139] $0.05<\Sigma G1/TLw<0.15\cdots(13)$

[0140] 其中,

[0141] ΣG1:从在第1透镜组中配置于最靠物体侧的透镜的物体侧的面到在第1透镜组中配置于最靠像面侧的透镜的像面侧的面为止的距离

[0142] TLw:广角端状态下的变倍光学系统的无限远物体对焦时的全长

[0143] 条件式(13)将第1透镜组的总厚规定为相对于广角端状态下的变倍光学系统的全长的比。通过满足该条件式,从而能够兼顾变倍光学系统的小型化和高光学性能的实现。

[0144] 当条件式(13)的对应值超过上限值0.15时,难以良好地对球面像差和彗差等各像差进行校正。为了可靠地得到各实施方式的效果,优选的是,使条件式(13)的上限值成为更小的值,例如成为0.14、0.13、0.12或0.11。

[0145] 当条件式(13)的对应值低于下限值0.05时,第1透镜组的总厚过薄,难以良好地对轴外像差进行校正。或者,变倍光学系统的全长变长,难以使光学系统变得小型化。为了可靠地得到各实施方式的效果,优选的是,使条件式(13)的下限值成为更大的值,例如成为0.06或0.07。

[0146] 优选的是,第1～第3实施方式的变倍光学系统还满足以下条件式(14)。

[0147] $0.30<(-f2)/f3<0.80\cdots(14)$

[0148] 其中,

[0149] f2:第2透镜组的焦距

[0150] f3:第3透镜组的焦距

[0151] 条件式(14)规定第2透镜组的焦距与第3透镜组的焦距的比。通过满足该条件式,从而能够兼顾变倍光学系统的小型化和高光学性能的实现。

[0152] 当条件式(14)的对应值超过上限值0.80时,第2透镜组的光焦度变弱,难以使光学系统变得小型化。为了可靠地得到各实施方式的效果,优选的是,使条件式(14)的上限值成为更小的值,例如成为0.77、0.75、0.74或0.73。

[0153] 当条件式(14)的对应值低于下限值0.30时,难以在广角端状态下良好地对像面弯曲和像散进行校正,难以在远焦端下良好地对球面像差进行校正。为了可靠地得到各实施方式的效果,优选的是,使条件式(14)的下限值成为更大的值,例如成为0.32或0.34。

[0154] 接着,参照图14,对第1实施方式的变倍光学系统的制造方法进行概述。沿着光轴从物体侧依次排列配置前方透镜组以及后续透镜组(ST1)。使后续透镜组包含具有正的光焦度的第1对焦透镜组以及配置于第1对焦透镜组的像面侧且具有负的光焦度的第2对焦透镜组。配置的透镜组构成为,在进行变倍时,相邻的各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,前方透镜组的位置被固定,第1对焦透镜组和第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向像面侧移动(ST2)。另外,配置的透镜组以满足以下条件式的方式配置在镜头镜筒内(ST3)。

[0155] $0.05<(-fF2)/ft<0.50$

[0156] 其中,

[0157] fF2:第2对焦透镜组的焦距

[0158] ft:远焦端状态下的变倍光学系统的焦距

[0159] 通过上述顺序制造的变倍光学系统和搭载该变倍光学系统的光学设备,具备两个对焦透镜组,以在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,第2对焦透镜组进行对焦,第1对焦透镜组进行像差校正的方式,通过明确的作用分担来进行对焦,因此能够良好地对像面弯曲、球面像差、色差等各种像差进行校正,能够有效地抑制对焦时的像差变动。

[0160] 接着,参照图15,对第2实施方式的变倍光学系统的制造方法进行概述。沿着光轴从物体侧依次配置前方透镜组以及后续透镜组(ST11)。使前方透镜组包含沿着光轴从物体侧依次排列的具有正的光焦度的第1透镜组以及具有负的光焦度的第2透镜组。使后续透镜组包含具有正的光焦度的第1对焦透镜组以及配置于第1对焦透镜组的像面侧且具有负的光焦度的第2对焦透镜组。以如下方式构成透镜组:在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时,相邻的各透镜组之间的间隔变化,第1对焦透镜组和第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向物体侧移动,在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,第1对焦透镜组和第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向像面侧移动(ST12)。

[0161] 通过上述顺序制造的变倍光学系统和搭载该变倍光学系统的光学设备,具备两个对焦透镜组,以在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,第2对焦透镜组进行对焦,第1对焦透镜组进行像差校正的方式,通过明确的作用分担来进行对焦,因此能够良好地对像面弯曲、球面像差、色差等各种像差进行校正,能够有效地抑制对焦时的像差变动。

[0162] 接着,参照图16,对第3实施方式的变倍光学系统的制造方法进行概述。沿着光轴从物体侧依次配置前方透镜组以及后续透镜组(ST21)。使后续透镜组包含具有正的光焦度的第1对焦透镜组以及配置于第1对焦透镜组的像面侧且具有负的光焦度的第2对焦透镜组。以如下方式构成透镜组:在进行变倍时,相邻的各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,前方透镜组的位置被固定,第1对焦透镜组和第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向像面侧移动(ST22)。使第2对焦透镜组具有从物体侧依次排列配置的一个正透镜以及一个负透镜(ST23)。

[0163] 通过上述顺序制造的变倍光学系统和搭载该变倍光学系统的光学设备,具备两个对焦透镜组,以在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,第2对焦透镜组进行对焦,第1对焦透镜组进行像差校正的方式,通过明确的作用分担来进行对焦,因此能够良好地对像面弯曲、球面像差、色差等各种像差进行校正,能够有效地抑制对焦时的像差变动。

[0164] 实施例

[0165] 以下,关于第1～第3实施方式的变倍光学系统,示出从实施例1至实施例4为止的四个数值实施例,并进一步进行说明。首先,对在各实施例的说明中参照的图表的看法进行说明。图1、图4、图7以及图10是示出各实施例中的变倍光学系统的镜头结构和动作的图。在各图的中央,通过剖视图示出透镜组的排列。在各图的下部,通过箭头示出从广角端状态(W)变焦(变倍)到远焦端状态(T)时的透镜组G和光圈S的沿着光轴的移动轨迹。在各图的上部,与“对焦”和“∞”的文字一起用箭头示出从无限远物体向极近距离物体进行对焦时的对焦透镜组的移动方向。

[0166] 在这些图中,通过标号G与数字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。在本说明书中,为了防止由标号的增加引起的复杂化,对每个实施例进行编号。因此,虽然有时在多个实施例中使用相同的标号与数字的组合,但是这不意味着该标号与数字的组合表示的结构相同。

[0167] 图2、图5、图8以及图11是各实施例中的变倍光学系统的无限远物体对焦时的各像差图,(A)表示广角端状态下的各像差,(B)表示中间焦距下的各像差,(C)表示远焦端状态下的各像差。另外,图3、图6、图9以及图12是各实施例中的变倍光学系统的极近距离物体对焦时的各像差图,(A)表示广角端状态下的各像差,(B)表示中间焦距下的各像差,(C)表示远焦端状态下的各像差。在这些图中,FNO表示F值,NA表示数值孔径,Y表示像高。在球面像差图中示出与最大口径对应的F值或数值孔径的值,在像散图和畸变图中分别示出像高的最大值,在横向像差图中示出各像高的值。d表示d线(λ＝587.6nm),g表示g线(λ＝435.8nm)。在像散图中,实线表示弧矢像面,虚线表示子午像面。在畸变图中示出以d线为基准的畸变,在倍率色差图中,示出以g线为基准的倍率色差。

[0168] 接着,对在各实施例的说明中使用的表进行说明。在[整体参数]的表中,f表示镜头整个系统的焦距,FNO表示F值,2ω表示视场角(单位为°(度),ω为半视场角),Y表示最大像高。TL表示在无限远物体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的距离,BF表示无限远物体对焦时的光轴上的从透镜最终面到像面I为止的空气换算距离(后焦距)。

[0169] 在[透镜参数]的表中,面编号表示沿着光线行进方向的从物体侧起的光学面的顺序,R表示各光学面的曲率半径(使曲率中心位于像面侧的面为正的值),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,νd表示光学构件的材质的以d线为基准的阿贝数。面间隔(Di)意味着从面i到下一个面为止的间隔可变。S表示孔径光阑,曲率半径的“∞”表示平面或开口。省略空气的折射率nd＝1.00000的记载。

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

[0171] 在[可变间隔数据]的表中,示出在表示[透镜参数]的表中面间隔成为(Di)的面编号i下的到下一个面为止的面间隔。左侧表示无限远物体对焦时的面间隔,右侧表示极近距离物体对焦时的面间隔。

[0172] 另外,作为焦距f、曲率半径R、面间隔D、其他长度的单位,一般使用“mm”,因此在本说明书的各表中也使长度的单位为“mm”。其中,变倍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,因此长度的单位不必须限定于“mm”。

[0173] 到此为止的图和表的说明在所有的实施例中相同,以下省略重复的说明。

[0174] (实施例1)

[0175] 使用图1、图2、图3及表1对实施例1进行说明。图1是示出实施例1的变倍光学系统ZL(1)的镜头结构的图。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、具有正的光焦度的第3透镜组G3、光圈S、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以及具有正的光焦度的第6透镜组构成。像面I位于第6透镜组G6之后。从第4透镜组至第6透镜组为止为凸凹凸的三重构造，成为容易抑制变倍时的像差变动的构造。在本实施例中，第4透镜组G4作为第1对焦透镜组F1来发挥功能，第5透镜组G5作为第2对焦透镜组F2来发挥功能。第2对焦透镜组还作为对从第1至第4为止的透镜组的焦距进行放大的增距镜来发挥功能。

[0176] 第1透镜组G1、第3透镜组G3、第4透镜组G4、第5透镜组G5以及第6透镜组G6，在从广角端状态(W)向远焦端状态(T)进行变倍时，沿着图1下部的箭头所示的轨迹移动。由此，相邻的各透镜组之间的间隔变化，摄影倍率被变更(进行变倍)。第2透镜组G2被固定，在进行变倍时不移动。在从无限远物体向近距离物体进行对焦时，如由图1上部的箭头所示，第4透镜组G4与第5透镜组G5以彼此不同的轨迹向像面侧移动。

[0177] 第1透镜组G1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。第2透镜组G2由双凹形状的负透镜L21、双凸形状的正透镜L22、双凹形状的负透镜L23以及双凹形状的负透镜L24构成。第3透镜组G3由双凸形状的正透镜L31、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L32与双凸形状的正透镜L33的接合正透镜以及双凸形状的正透镜L34与双凹形状的负透镜L35的接合正透镜构成。

[0178] 第4透镜组G4由双凸形状的正透镜L41、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L42以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L43构成。第5透镜组G5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。

[0179] 第6透镜组G6由凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L61以及凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L62构成。另外，在像面I的跟前配置有平行平板PP。

[0180] 在表1示出实施例1的变倍光学系统的参数的值。

[0181] (表1)

[0182] [整体参数]

[0183] 变倍比＝2.691

	W	M	T
f	72.10	102.64	194.00
FNO	4.10	4.10	4.11
[0184] 2ω	33.77	23.58	12.36
Ymax	21.60	21.60	21.60
TL	167.56	185.12	204.48
BF	37.76	40.23	51.42

[0185] [透镜参数]

[0186]

面编号	R	D	nd	vd
物体面	∞			
1	144.8366	1.00	1.8000	29.84
2	73.1116	5.85	1.5952	67.73
3	302.7125	0.10		
4	68.5085	7.10	1.4970	81.14
5	-2151.2492	(D5)		

[0187]

6	-1656.3623	1.00	1.7200	46.02
7	33.5940	1.06		
8	34.1723	7.56	1.8414	24.56
9	-119.9733	0.78		
10	-139.3696	1.00	1.8062	40.91
11	53.2947	4.69		
12	-43.3327	1.00	1.7620	40.10
13	295.7341	(D13)		
14	265.1264	3.48	1.6400	60.08
15	-69.2515	2.00		
16	60.6882	1.00	1.8010	34.92
17	29.8803	5.94	1.6400	60.08
18	-155.7130	2.00		
19	30.4340	5.81	1.4875	70.32
20	-100.4347	1.59	1.8061	40.93
21	46.2910	2.11		
22(S)	0.0000	(D22)		
23	99.4135	2.72	1.6204	60.29
24	-317.0281	0.27		
25	51.7395	1.00	1.8850	30.16
26	27.3631	6.31		
27	32.8360	4.31	1.7200	43.69
28	3964.4455	(D28)		
29	-295.2690	3.45	1.7618	26.52
30	-47.8221	3.63		
31	-37.3306	1.00	1.7725	49.62
32	41.6899	(D32)		
33	-197.5318	4.59	1.7645	49.10
34	-33.3333	0.41		
35	-36.7436	1.00	1.6129	37.00

	36	-102.1283	(D36)		
	37	0.0000	1.60	1.5168	64.13
[0188]	38	0.0000	2.000		
	像面	∞			

[0189] [透镜组数据]

组	始面	焦距
1	1	122.414
2	6	-31.567
3	14	44.395
4	23	63.962
5	29	-41.417
6	33	116.512

[0191] [可变间隔数据]

	无限远			极近		
	W	M	T	W	M	T
F	72.100	102.642	194.000	67.277	91.500	139.931
D5	2.000	19.657	39.000	2.000	19.656	39.000
[0192] D13	22.402	17.047	2.100	22.402	17.047	2.100
D22	11.833	8.529	8.879	14.761	11.609	10.640
D28	2.330	1.793	2.000	4.318	5.420	13.231
D32	6.916	13.556	16.771	2.000	6.848	3.780
D36	34.707	37.174	48.360	34.708	37.174	48.360

[0193] 图2示出实施例1的变倍光学系统的无限远物体对焦状态下的各像差值,图3示出实施例1的变倍光学系统的极近距离物体对焦状态下的各像差值。在这些图中,(A)表示广角端状态下的各像差值,(B)表示中间焦距下的各像差值,(C)表示远焦端状态下的各像差值。通过各像差图可知,实施例1的变倍光学系统,在从广角端状态到远焦端状态为止的整个区域中,在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,能够良好地对各像差进行校正,能够有效地抑制像差变动。

[0194] (实施例2)

[0195] 使用图4、图5、图6及表2对实施例2进行说明。图4是示出实施例2的变倍光学系统ZL(2)的镜头结构的图。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、具有正的光焦度的第3透镜组G3、光圈S、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以及具有正的光焦度的第6透镜组构成。像面I位于第6透镜组G6之后。从第4透镜组至第6透镜组为止为凸凹凸的三重构造,

成为容易抑制变倍时的像差变动的构造。在本实施例中,第4透镜组G4作为第1对焦透镜组F1来发挥功能,第5透镜组G5作为第2对焦透镜组F2来发挥功能。第2对焦透镜组还作为对从第1至第4为止的透镜组的焦距进行放大的增距镜来发挥功能。

[0196] 第1透镜组G1、第3透镜组G3、第4透镜组G4、第5透镜组G5以及第6透镜组G6,在从广角端状态(W)转移到远焦端状态(T)时,沿着图4下部的箭头所示的轨迹移动。由此,相邻的各透镜组之间的间隔变化,摄影倍率被变更(进行变倍)。第2透镜组G2被固定,在进行变倍时不移动。在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,如由图4上部的箭头所示,第4透镜组G4与第5透镜组G5以彼此不同的轨迹向像面侧移动。

[0197] 第1透镜组G1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的接合正透镜以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L13构成。第2透镜组G2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以及双凹形状的负透镜L24构成。第3透镜组G3由双凸形状的正透镜L31、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L32与双凸形状的正透镜L33的接合正透镜以及双凸形状的正透镜L34与双凹形状的负透镜L35的接合正透镜构成。

[0198] 第4透镜组G4由双凸形状的正透镜L41、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L42以及双凸形状的正透镜L43构成。第5透镜组G5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。

[0199] 第6透镜组G6由凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L61以及凹面朝向物体侧的负弯月形透镜L62构成。另外,在像面I的跟前配置有平行平板PP。

[0200] 在表2示出实施例2的变倍光学系统的参数的值。

[0201] (表2)

[0202] [整体参数]

[0203] 变倍比=2.691

	W	M	T
f	72.10	105.00	194.00
FNO	4.10	4.10	4.10

[0204]

2ω	33.64	22.98	12.30
Ymax	21.60	21.60	21.60
TL	167.32	186.91	205.27
BF	37.23	37.15	37.11

[0205] [透镜参数]

[0206]

面编号	R	D	nd	vd
物体面	∞			
1	164.2107	1.00	1.7950	28.69
2	81.6916	5.44	1.5932	67.90
3	541.7710	0.10		

[0207]

4	64.6180	6.69	1.4970	81.61
5	1556.5885	(D5)		
6	372.6279	1.00	1.7200	46.02
7	31.3950	0.58		
8	32.1189	8.32	1.7847	25.64
9	-93.6053	0.11		
10	-119.9230	1.00	1.7725	49.62
11	44.7568	5.56		
12	-37.2692	1.00	1.8061	40.93
13	517.4010	(D13)		
14	134.2064	4.10	1.6700	57.33
15	-74.3373	2.00		
16	55.0428	1.00	1.8010	34.92
17	27.3081	6.05	1.6400	60.19
18	-146.5253	2.00		
19	40.9804	5.06	1.4875	70.32
20	-61.4029	1.34	1.8061	40.97
21	64.3603	6.64		
22(S)	0.0000	(D22)		
23	76.0467	2.62	1.6700	47.23
24	-457.2754	0.13		
25	93.1674	1.00	1.9020	25.10
26	31.2834	4.96		
27	37.8776	3.87	1.8919	37.13
28	-3745.9359	(D28)		
29	-78.4678	2.39	1.8467	23.78
30	-44.3923	6.95		
31	-34.1777	1.00	1.7725	49.62
32	53.9288	(D32)		
33	-268.3415	4.47	1.7550	52.32

	34	-47.4541	0.10		
	35	-47.1341	1.00	1.6398	34.47
	36	-52.0094	(D36)		
[0208]	37	0.0000	1.60	1.5168	63.88
	38	0.0000	1.000		
	像面	∞			

[0209] [透镜组数据]

组	始面	焦距
1	1	116.302
2	6	-27.897
3	14	42.018
4	23	63.113
5	29	-37.306
6	33	83.793

[0211] [可变间隔数据]

	无限远			极近		
	W	M	T	W	M	T
F	72.100	105.000	194.000	66.728	93.257	133.735
D5	2.000	21.665	40.000	2.000	21.664	39.999
[0212] D13	18.985	14.768	2.100	18.986	14.768	2.100
D22	10.417	6.804	12.049	13.730	9.913	16.049
D28	3.010	2.588	4.969	5.345	6.845	18.954
D32	7.649	15.901	20.943	2.000	8.534	2.958
D36	35.170	35.093	35.120	35.170	35.094	35.120

[0213] 图5示出实施例2的变倍光学系统的无限远物体对焦状态下的各像差值,图6示出实施例2的变倍光学系统的极近距离物体对焦状态下的各像差值。在这些图中,(A)表示广角端状态下的各像差值,(B)表示中间焦距下的各像差值,(C)表示远焦端状态下的各像差值。通过各像差图可知,实施例2的变倍光学系统,在从广角端状态到远焦端状态为止的整个区域中,在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,能够良好地对各像差进行校正,能够有效地抑制像差变动。

[0214] (实施例3)

[0215] 使用图7、图8、图9及表3对实施例3进行说明。图7是示出实施例3的变倍光学系统ZL(3)的镜头结构的图。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、具有正的光焦度的第4透镜组G4、光圈S、具有正的光焦度的第5透镜组G5、具有负的光焦度的第6透镜组、具有正的光焦度的第7透镜组G7以及具有负的光焦度的第8透镜组G8构成。像面I位于第8透镜组G8之后。

[0216] 从第5透镜组至第7透镜组为止为凸凹凸的三重构造，成为容易抑制变倍时的像差变动的构造。另外，由于在第7透镜组的后方配置有具有负的光焦度的第8透镜组，因此作为整体接近长焦构造，成为容易得到缩短后焦距和光学系统全长的效果的构造。在本实施例中，第5透镜组G5作为第1对焦透镜组F1来发挥功能，第6透镜组G6作为第2对焦透镜组F2来发挥功能。第2对焦透镜组还作为对从第1至第5为止的透镜组的焦距进行放大的增距镜来发挥功能。

[0217] 第2透镜组G2、第3透镜组G3、第5透镜组G5、第6透镜组G6以及第8透镜组G8，在从广角端状态(W)向远焦端状态(T)进行变倍时，沿着图7下部的箭头所示的轨迹移动。由此，相邻的各透镜组之间的间隔变化，摄影倍率被变更(进行变倍)。第1透镜组G1、第4透镜组G5以及第7透镜组G7被固定，在进行变倍时不移动。在从无限远物体向近距离物体进行对焦时，如由图7上部的箭头所示，第5透镜组G5和第6透镜组G6以彼此不同的轨迹向像面侧移动。

[0218] 第1透镜组G1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。第2透镜组G2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与双凸形状的正透镜L23的接合负透镜以及双凹形状的负透镜L24构成。第3透镜组G3由凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L31构成。第4透镜组G4由双凸形状的正透镜L41以及双凸形状的正透镜L42与双凹形状的负透镜L43的接合正透镜构成。

[0219] 第5透镜组G5由凸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。第6透镜组G6由双凸形状的正透镜L61与双凹形状的负透镜L62的接合负透镜构成。

[0220] 第7透镜组G7由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L71以及双凸形状的正透镜L72构成。第8透镜组G8由双凹形状的负透镜L81构成。另外，在像面I的跟前配置有平行平板PP。

[0221] 在表3示出实施例3的变倍光学系统的参数的值。

[0222] (表3)

[0223] [整体参数]

[0224] 变倍比＝2.708

	W	M	T
f	72.01	131.40	195.00
FNO	4.10	4.10	4.11
[0225] 2ω	33.51	18.53	12.50
Ymax	21.60	21.60	21.60
TL	190.10	191.04	190.02
BF	37.67	42.70	46.99

[0226] [透镜参数]

[0227]

面编号	R	D	nd	vd
物体面	∞			
1	90.2355	1.00	1.9500	29.37
2	60.7702	6.89	1.4970	81.64
3	-2196.2816	0.10		
4	51.3148	10.01	1.4970	81.61
5	179.5132	(D5)		
6	434.7890	1.49	1.8503	32.35
7	29.2567	6.81		
8	-72.2823	1.00	1.4970	81.64
9	34.2350	7.14	2.0007	25.46
10	-94.3337	1.07		
11	-56.0853	1.00	1.8061	33.34
12	165.1965	(D12)		
13	-248.3690	3.29	1.7000	48.10
14	-52.8624	(D14)		
15	89.5312	3.40	1.5168	64.13
16	-155.4452	0.10		
17	36.4241	5.38	1.4875	70.32
18	-64.2538	1.00	2.0010	29.12
19	89.8281	1.77		
20(S)	0.0000	(D20)		
21	73.1095	1.00	1.7995	42.09
22	54.6786	0.10		
23	51.1000	4.20	1.4970	81.64
24	-68.2409	(D24)		
25	99.5195	4.17	1.7847	25.64
26	-37.0958	2.83	1.8485	43.79
27	30.2592	(D27)		
28	278.5010	1.00	1.7174	29.57

	29	51.0864	3.14		
	30	54.9583	6.33	1.7550	52.33
	31	-46.7106	(D31)		
	32	-69.7842	1.00	1.8340	37.18
[0228]	33	306.8074	(D33)		
	34	0.0000	1.60	1.5168	63.88
	35	0.0000	1.000		
	像面	∞			

[0229] [透镜组数据]

组	始面	焦距
1	1	96.608
2	6	-35.022
3	13	95.276
4	15	199.774
5	21	75.812
6	25	-47.481
7	28	51.745
8	32	-68.087

[0230]

[0231] [可变间隔数据]

	无限远			极近		
	W	M	T	W	M	T
F	72.010	131.396	195.000	67.773	110.730	138.226
D5	2.678	23.180	35.000	2.678	23.180	35.000
D12	34.322	15.720	2.000	34.322	15.720	2.000
D14	2.100	0.200	2.100	2.100	0.200	2.100
D20	12.892	3.238	2.000	14.414	4.678	4.082
D24	3.423	5.836	2.248	5.401	11.525	13.631
D27	6.791	14.033	18.859	3.291	6.903	5.394
D31	14.888	9.803	5.493	14.889	9.803	5.493
D33	35.176	40.197	44.490	35.176	40.197	44.490

[0232]

[0233]

[0234] 图8示出实施例3的变倍光学系统的无限远物体对焦状态下的各像差值,图9示出实施例3的变倍光学系统的极近距离物体对焦状态下的各像差值。在这些图中,(A)表示广

角端状态下的各像差值，(B)表示中间焦距下的各像差值，(C)表示远焦端状态下的各像差值。通过各像差图可知，实施例3的变倍光学系统，在从广角端状态到远焦端状态为止的整个区域中，在从无限远物体向近距离物体进行对焦时，能够良好地对各像差进行校正，能够有效地抑制像差变动。

[0235] (实施例4)

[0236] 使用图10、图11、图12及表4对实施例4进行说明。图10是示出实施例4的变倍光学系统ZL(4)的镜头结构的图。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、具有正的光焦度的第4透镜组G4、具有正的光焦度的第5透镜组G5、配置于第5透镜组G5内的光圈S、具有负的光焦度的第6透镜组、具有正的光焦度的第7透镜组G7以及具有负的光焦度的第8透镜组构成。像面I位于第8透镜组G8之后。

[0237] 从第5透镜组至第7透镜组为止为凸凹凸的三重构造，成为容易抑制变倍时的像差变动的构造。另外，由于在第7透镜组的后方配置有具有负的光焦度的第8透镜组，因此作为整体接近长焦构造，成为容易得到缩短后焦距和光学系统全长的效果的构造。在本实施例中，第5透镜组G5作为第1对焦透镜组F1来发挥功能，第6透镜组G6作为第2对焦透镜组F2来发挥功能。第2对焦透镜组还作为对从第1至第5为止的透镜组的焦距进行放大的增距镜来发挥功能。

[0238] 第1透镜组G1、第2透镜组G2、第4透镜组G4、第5透镜组G5、第6透镜组G6以及第8透镜组G8，在从广角端状态(W)向远焦端状态(T)进行变倍时，沿着图10下部的箭头所示的轨迹移动。由此，相邻的各透镜组之间的间隔变化，摄影倍率被变更(进行变倍)。第2透镜组G2被固定，在进行变倍时不移动。在从无限远物体向近距离物体进行对焦时，如由图10上部的箭头所示，第5透镜组G5和第6透镜组G6以彼此不同的轨迹向像面侧移动。

[0239] 第1透镜组G1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。第2透镜组G2由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L21、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L22与凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L23的接合正透镜以及双凹形状的负透镜L24构成。第3透镜组G3由双凸形状的正透镜L31构成。第4透镜组G4由双凸形状的正透镜L41以及双凸形状的正透镜L42与双凹形状的负透镜L43的接合正透镜构成。

[0240] 第5透镜组G5由凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L51、孔径光阑S以及双凸形状的正透镜L52构成。第6透镜组G6由凹面朝向物体侧的正弯月形透镜L61与双凹形状的负透镜L62的接合负透镜构成。

[0241] 第7透镜组G7由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L71以及双凸形状的正透镜L72构成。第8透镜组G8由双凹形状的负透镜L81构成。另外，在像面I的跟前配置有平行平板PP。

[0242] 在表4示出实施例4的变倍光学系统的参数的值。

[0243] (表4)

[0244] [整体参数]

[0245] 变倍比＝2.708

		W	M	T
	f	72.01	131.83	195.00
	FNO	4.10	4.10	4.10
[0246]	2ω	33.18	18.31	12.41
	Ymax	21.60	21.60	21.60
	TL	190.10	196.42	202.79
	BF	37.81	43.31	52.83

[0247] [透镜参数]

面编号	R	D	nd	vd
物体面	∞			
1	79.0842	5.95	1.4875	70.32
2	264.5438	0.10		
3	76.9959	1.00	1.6200	36.40
4	48.0525	8.95	1.4970	81.64
5	237.0010	(D5)		
6	212.5326	1.00	1.9537	32.32
7	35.1692	2.15		
8	52.5161	1.00	1.5935	67.00
[0248] 9	25.5276	6.40	1.9630	24.11
10	56.3526	4.91		
11	-81.6868	1.00	1.7550	52.32
12	117.0223	(D12)		
13	229.9072	3.32	2.0007	25.46
14	-149.7696	(D14)		
15	108.7396	4.23	1.5186	69.89
16	-81.0701	0.10		
17	44.1054	6.79	1.4971	81.56
18	-43.2444	1.00	1.9229	20.88
19	208.7919	6.96		

	20(S)	0.0000	(D20)		
	21	-123.9327	2.46	2.0027	19.32
	22	-59.8965	0.10		
	23	76.0756	2.78	1.4971	81.56
	24	-9120.5459	(D24)		
	25	-400.9124	3.38	1.7847	25.64
	26	-35.1385	1.00	1.7440	44.90
	27	31.1285	(D27)		
[0249]	28	86.5286	1.00	1.8513	40.10
	29	46.8866	3.27		
	30	51.7194	5.85	1.6976	55.51
	31	-51.0112	(D31)		
	32	-83.2716	1.00	1.7296	54.07
	33	200.0000	(D33)		
	34	0.0000	1.60	1.5168	63.88
	35	0.0000	1.00		
	像面	∞			

[0250] [透镜组数据]

组	始面	焦距
1	1	127.643
2	6	-32.627
3	13	91.026
[0251] 4	15	104.204
5	21	64.670
6	25	-40.331
7	28	51.908
8	32	-80.459

[0252] [可变间隔数据]

[0253]

	无限远			极近		
	W	M	T	W	M	T
F	72.100	105.000	194.000	66.728	93.257	133.735
D5	2.000	22.798	35.000	2.000	22.798	35.000
D12	22.209	6.752	2.000	22.209	6.752	2.000
D14	19.979	9.878	2.100	19.979	9.878	2.100
D20	8.931	3.262	3.460	9.340	4.223	4.748
D24	2.155	10.230	12.617	3.818	15.216	21.949
D27	4.073	11.769	16.961	2.000	5.820	6.341
D31	17.106	11.180	2.000	17.106	11.181	2.000
D33	35.348	41.260	50.363	35.442	41.365	50.363

[0254] 图11示出实施例4的变倍光学系统的无限远物体对焦状态下的各像差值,图12示出实施例4的变倍光学系统的极近距离物体对焦状态下的各像差值。在这些图中,(A)表示广角端状态下的各像差值,(B)表示中间焦距下的各像差值,(C)表示远焦端状态下的各像差值。通过各像差图可知,实施例4的变倍光学系统,在从广角端状态到远焦端状态为止的整个区域中,在从无限远物体向近距离物体进行对焦时,能够良好地对各像差进行校正,能够有效地抑制像差变动。

[0255] 以下,示出条件式一览和各实施例的条件式对应值。

[0256] [条件式一览]

[0257] (1) (-fF2)/ft

[0258] (2) νd

[0259] (3)NdF2n/NdF2p

[0260] (4)MF1t/MF2t

[0261] (5)βF1t/βF2t

[0262] (6)βF1w/βLGw

[0263] (7) (-fF2)/fF1

[0264] (8)βF1

[0265] (9)1/βF2

[0266] (10)$\{\beta F1+(1/\beta F1)\}^{-2}$

[0267] (11)$\{\beta F2+(1/\beta F2)\}^{-2}$

[0268] (12) (-f2)/TLw

[0269] (13) ΣG1/TLw

[0270] (14) (-f2)/f3

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4
(1)	0.213	0.192	0.243	0.207
(2)	26.520	23.780	25.640	25.640
(3)	1.006	0.960	1.036	0.977
(4)	0.136	0.222	0.155	0.121
(5)	0.163	0.124	0.089	0.050
(6)	0.618	0.665	1.432	2.140
[0271] (7)	0.648	0.591	0.626	0.624
(8)	0.418	0.374	0.381	0.372
(9)	0.391	0.331	0.233	0.135
(10)	0.127	0.108	0.111	0.107
(11)	0.115	0.089	0.049	0.018
(12)	26.520	23.780	25.640	25.640
(13)	0.084	0.079	0.095	0.084
(14)	0.711	0.664	0.368	0.358

[0272] 另外,本申请发明并不限定于上述实施方式,能够在不损坏由各权利要求的记载特定的光学性能的范围内适当进行变更。

[0273] 例如,虽然在上述实施例中示出了6组、8组结构的变倍光学系统,但是也可以成为其他的组结构的变倍光学系统(例如,在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等)。此处,透镜组表示在进行变倍或对焦时变化的被空气间隔分离的、具有至少一个透镜的部分。

[0274] 另外,关于孔径光阑,虽然在上述各实施例中在第3透镜组、第4透镜组或第5透镜组配置孔径光阑,但是可以考虑不设置作为孔径光阑的构件而用透镜的框来代替其作用的形式。

[0275] 另外,关于透镜面,也可以采用球面、平面、非球面中的任意一个。球面或平面的透镜面存在如下优点: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的光学性能的劣化,而且即使在像面偏移的情况下,描绘性能的劣化也少。作为非球面的透镜面,也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、或将设置于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,也可以使透镜面为衍射面,也可以使透镜为折射率分布型透镜(GRIN透镜)或塑料透镜。在各透镜面上,为了减轻眩光和重影并实现对比度高的光学性能,也可以施加在宽波长区域中具有高透射率的增透膜。

[0276] 标号说明

[0277] G1第1透镜组

[0278] G2第2透镜组

[0279] G3第3透镜组

[0280] G4第4透镜组

[0281] G5第5透镜组

[0282] G6第6透镜组

[0283] G7第7透镜组

[0284] G8第8透镜组

[0285] I 像面

[0286] S 孔径光阑

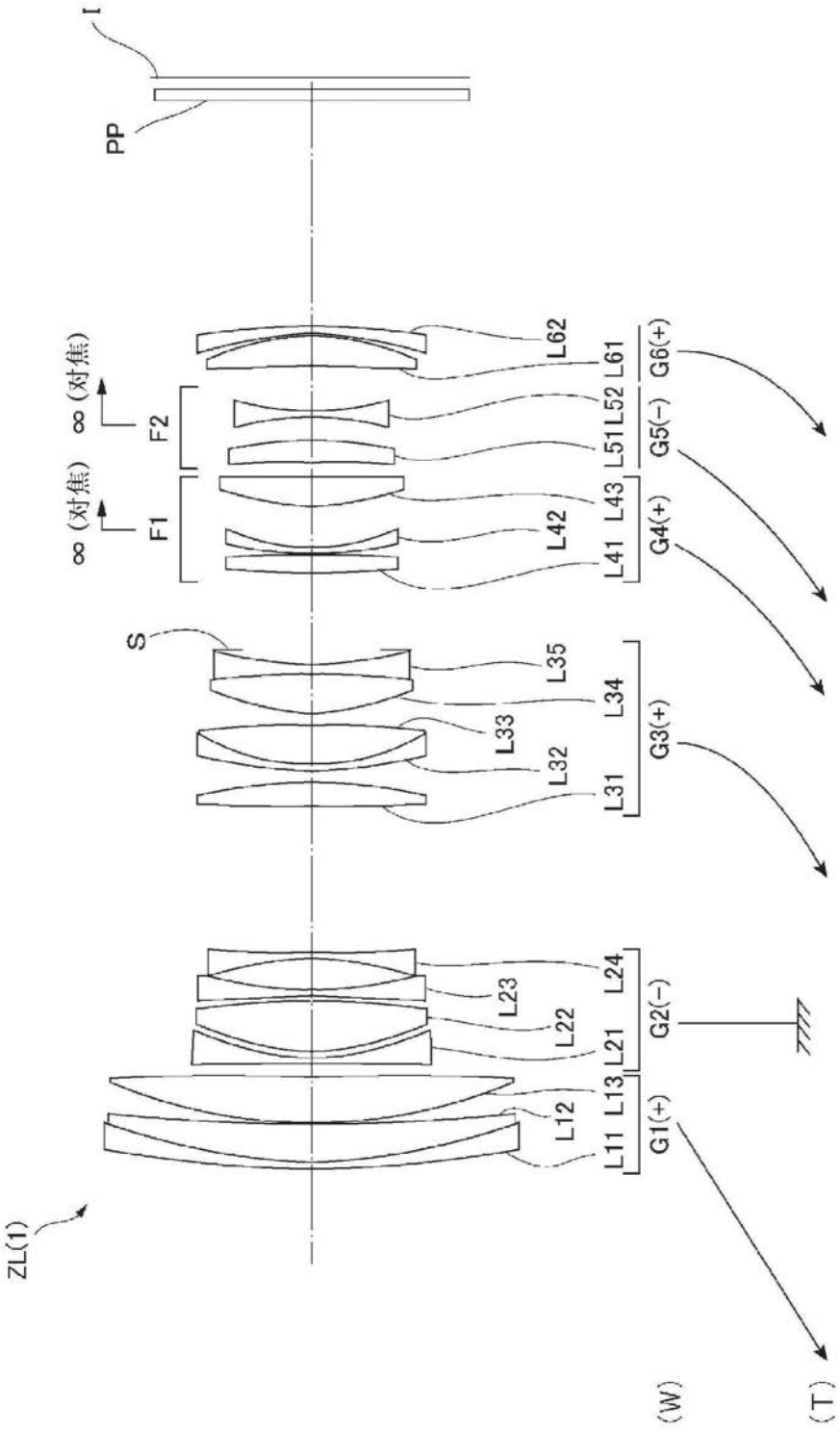

I
PP
∞ (对焦)
F2
∞ (对焦)
F1
S
L62
L61
G6(+)
L52
L51
G5(-)
L43
L42
L41
G4(+)
L35
L34
L33
L32
L31
G3(+)
L24
L23
L22
L21
G2(-)
L13
L12
L11
G1(+)
ZL(1)
(W)
(T)

图1

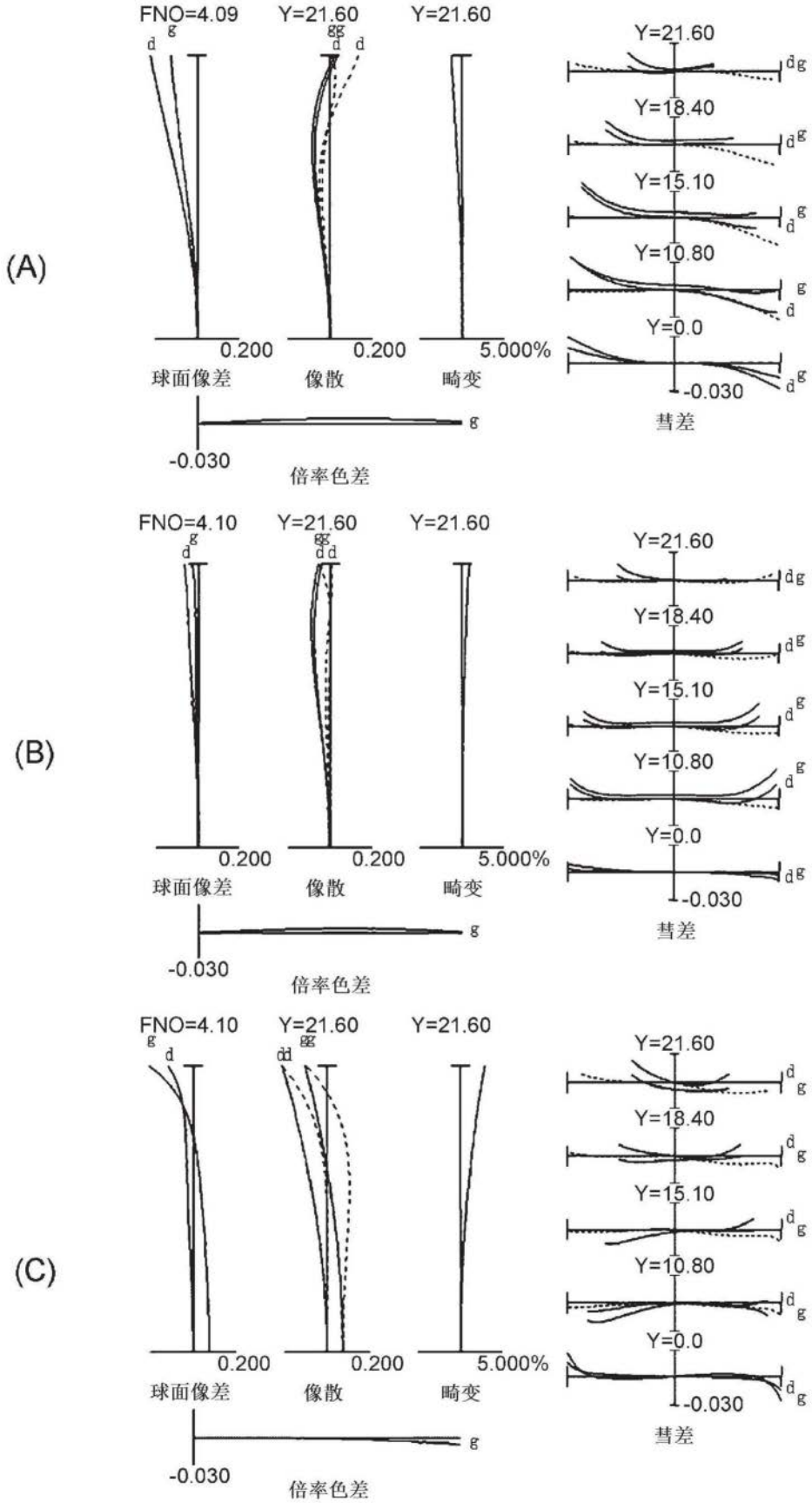

(A)
FNO=4.09
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=18.40
Y=15.10
Y=10.80
Y=0.0
-0.030
0.200
0.200
5.000%
球面像差
像散
畸变
彗差
-0.030
倍率色差
(B)
FNO=4.10
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=18.40
Y=15.10
Y=10.80
Y=0.0
-0.030
0.200
0.200
5.000%
球面像差
像散
畸变
彗差
-0.030
倍率色差
(C)
FNO=4.10
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=18.40
Y=15.10
Y=10.80
Y=0.0
-0.030
0.200
0.200
5.000%
球面像差
像散
畸变
彗差
-0.030
倍率色差

图2

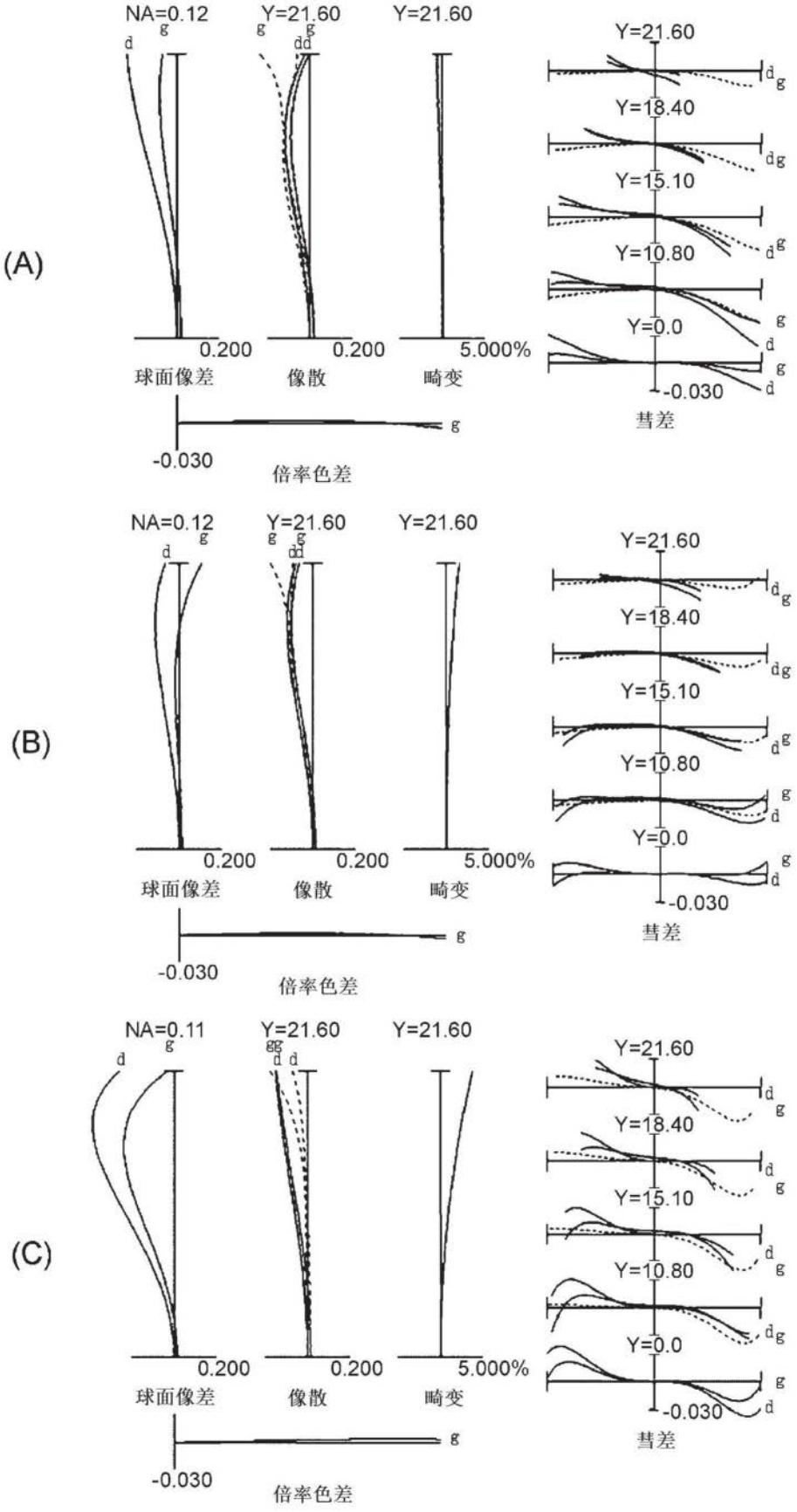

(A)
NA=0.12
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=18.40
Y=15.10
Y=10.80
Y=0.0
-0.030
0.200
0.200
5.000%
球面像差
像散
畸变
彗差
-0.030
倍率色差
(B)
NA=0.12
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=18.40
Y=15.10
Y=10.80
Y=0.0
-0.030
0.200
0.200
5.000%
球面像差
像散
畸变
彗差
-0.030
倍率色差
(C)
NA=0.11
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=18.40
Y=15.10
Y=10.80
Y=0.0
-0.030
0.200
0.200
5.000%
球面像差
像散
畸变
彗差
-0.030
倍率色差

图3

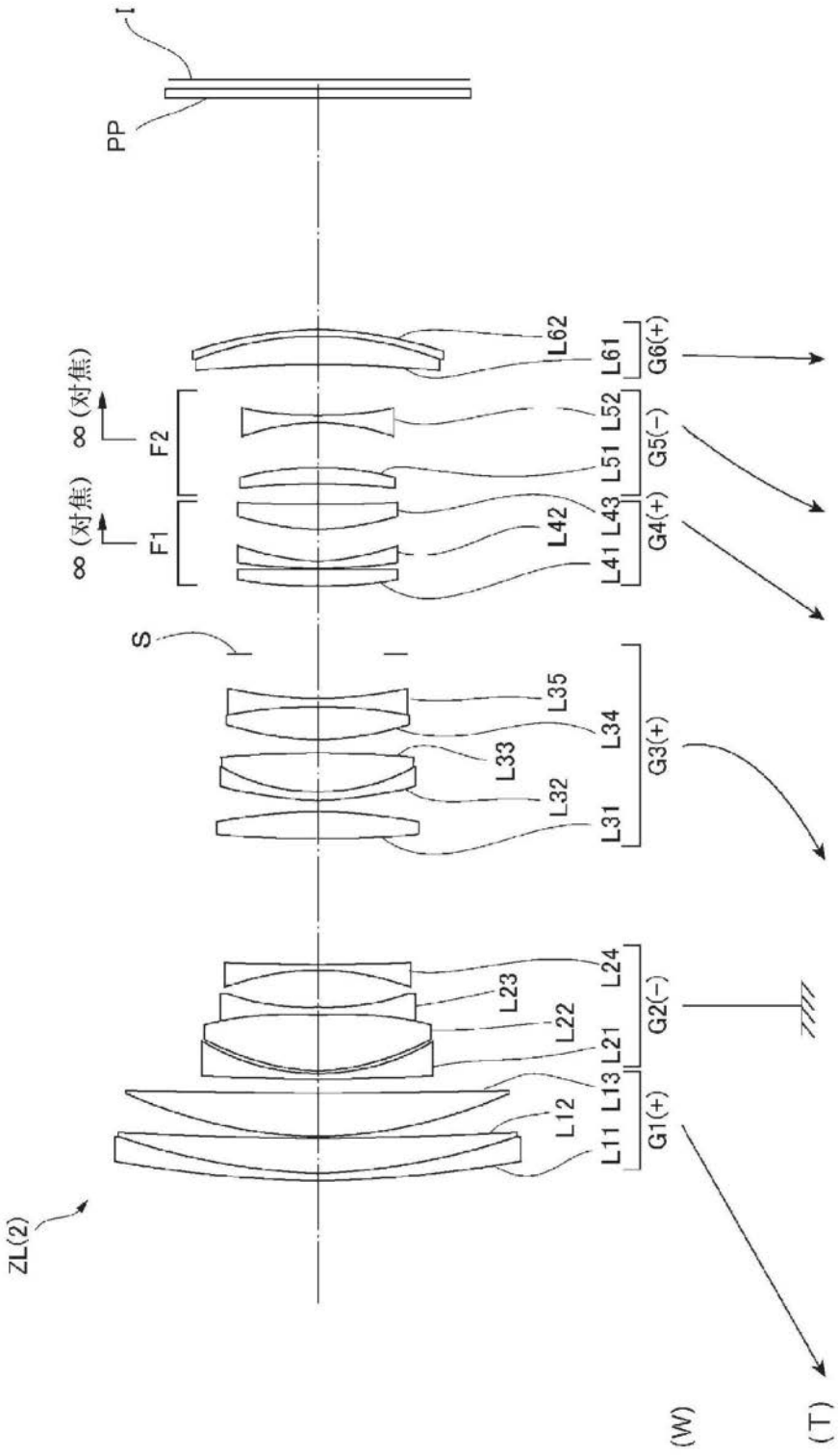

I
PP
L62
L61
G6(+)
∞ (对焦)
F2
L52
L51
G5(-)
∞ (对焦)
F1
L43
L42
L41
G4(+)
S
L35
L34
L33
L32
L31
G3(+)
L24
L23
L22
L21
G2(-)
L13
L12
L11
G1(+)
ZL(2)
(W)
(T)

图4

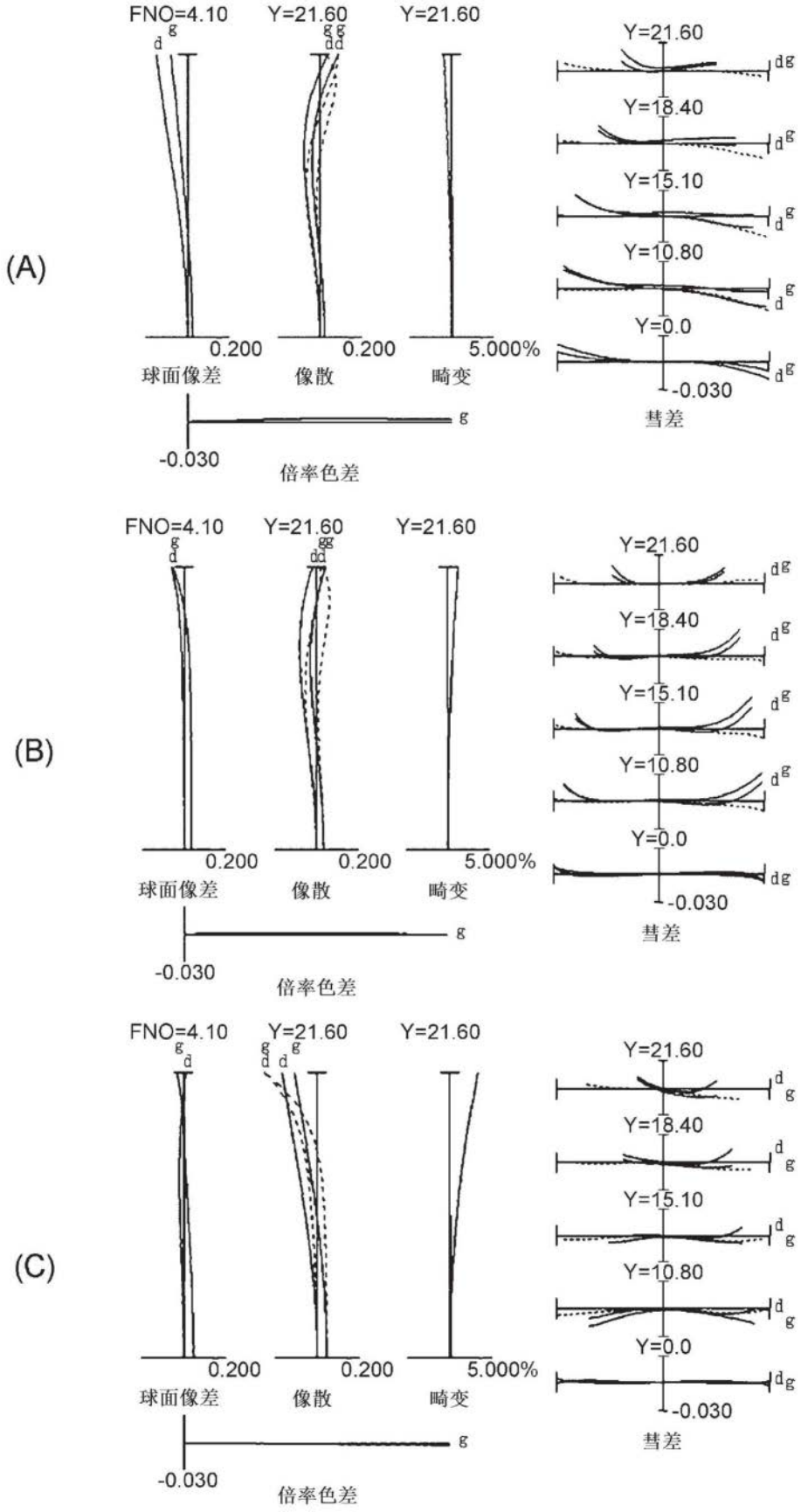

(A)
FNO=4.10
Y=21.60
Y=21.60
0.200
0.200
5.000%
球面像差
像散
畸变
-0.030
倍率色差
Y=21.60
Y=18.40
Y=15.10
Y=10.80
Y=0.0
-0.030
彗差
(B)
FNO=4.10
Y=21.60
Y=21.60
0.200
0.200
5.000%
球面像差
像散
畸变
-0.030
倍率色差
Y=21.60
Y=18.40
Y=15.10
Y=10.80
Y=0.0
-0.030
彗差
(C)
FNO=4.10
Y=21.60
Y=21.60
0.200
0.200
5.000%
球面像差
像散
畸变
-0.030
倍率色差
Y=21.60
Y=18.40
Y=15.10
Y=10.80
Y=0.0
-0.030
彗差

图5

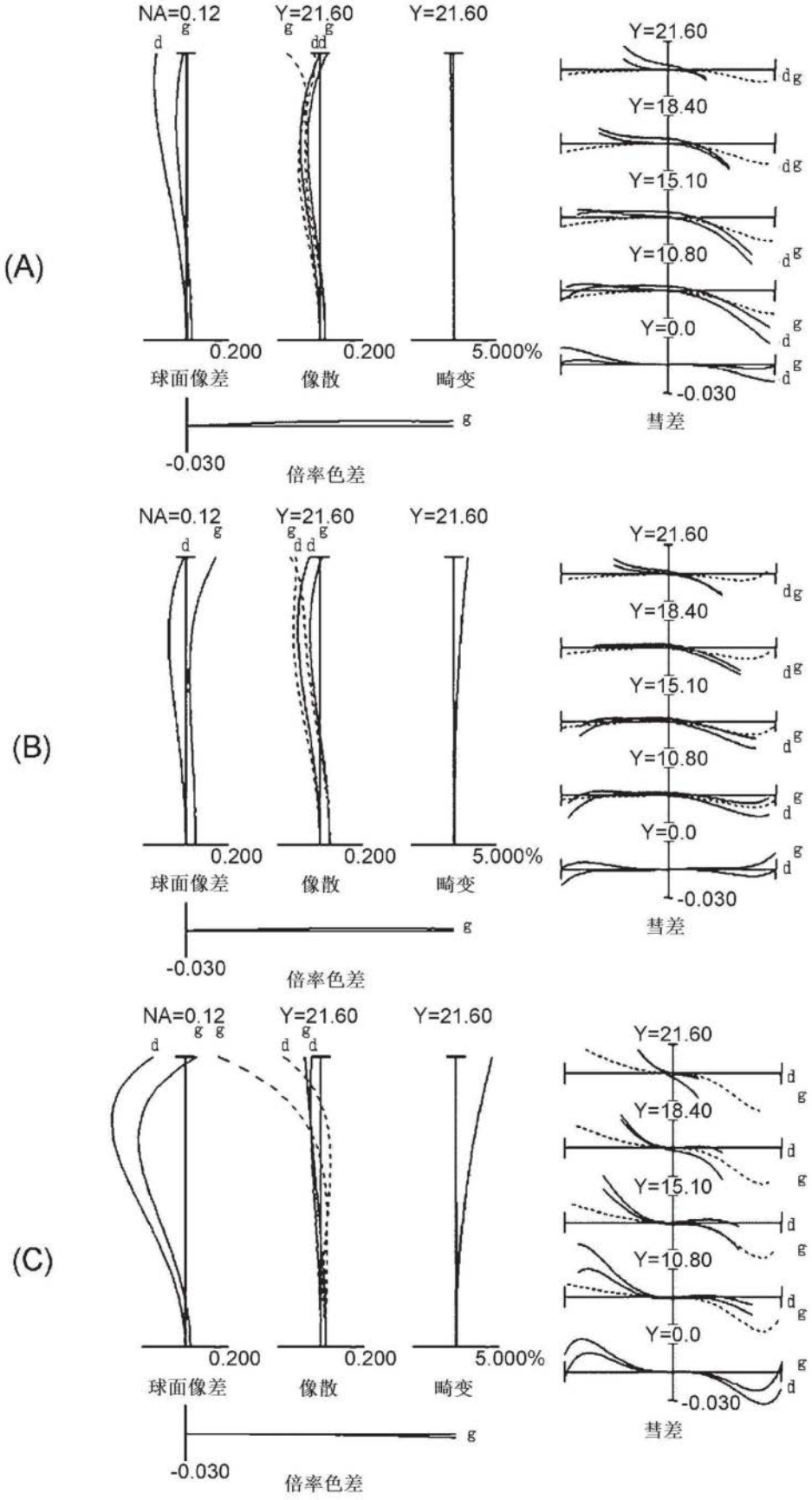

(A)
NA=0.12
Y=21.60
Y=21.60
0.200
0.200
5.000%
球面像差
像散
畸变
-0.030
倍率色差
Y=21.60
Y=18.40
Y=15.10
Y=10.80
Y=0.0
-0.030
彗差
(B)
NA=0.12
Y=21.60
Y=21.60
0.200
0.200
5.000%
球面像差
像散
畸变
-0.030
倍率色差
Y=21.60
Y=18.40
Y=15.10
Y=10.80
Y=0.0
-0.030
彗差
(C)
NA=0.12
Y=21.60
Y=21.60
0.200
0.200
5.000%
球面像差
像散
畸变
-0.030
倍率色差
Y=21.60
Y=18.40
Y=15.10
Y=10.80
Y=0.0
-0.030
彗差

图6

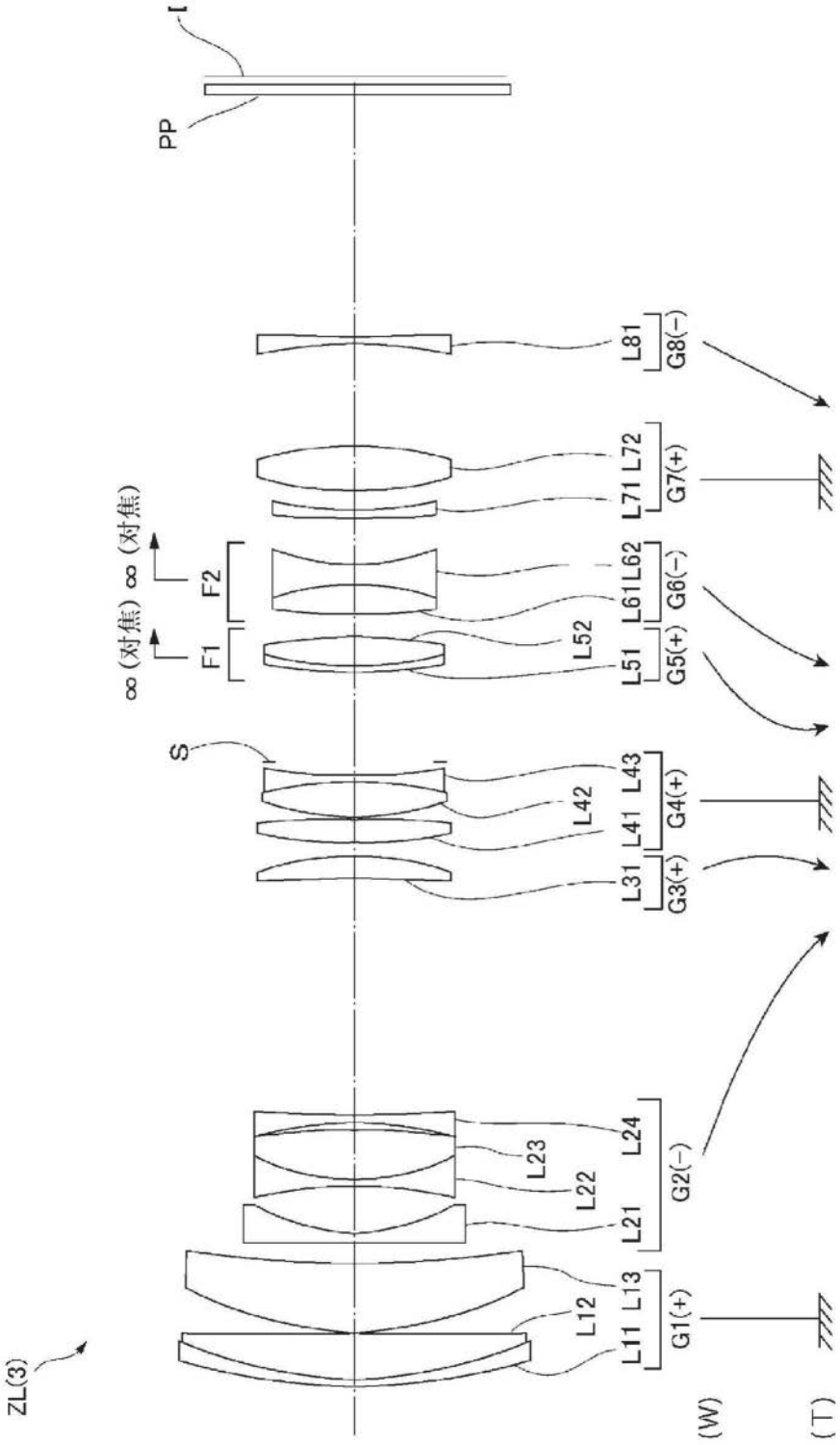

I
PP
L81
G8(−)
L71 L72
G7(+)
L61 L62
G6(−)
L51
G5(+)
L52
F2
F1
∞ (对焦)
∞ (对焦)
S
L43
L41
G4(+)
L42
L31
G3(+)
L24
L23
L22
L21
G2(−)
L13
L12
L11
G1(+)
ZL(3)
(W)
(T)

图7

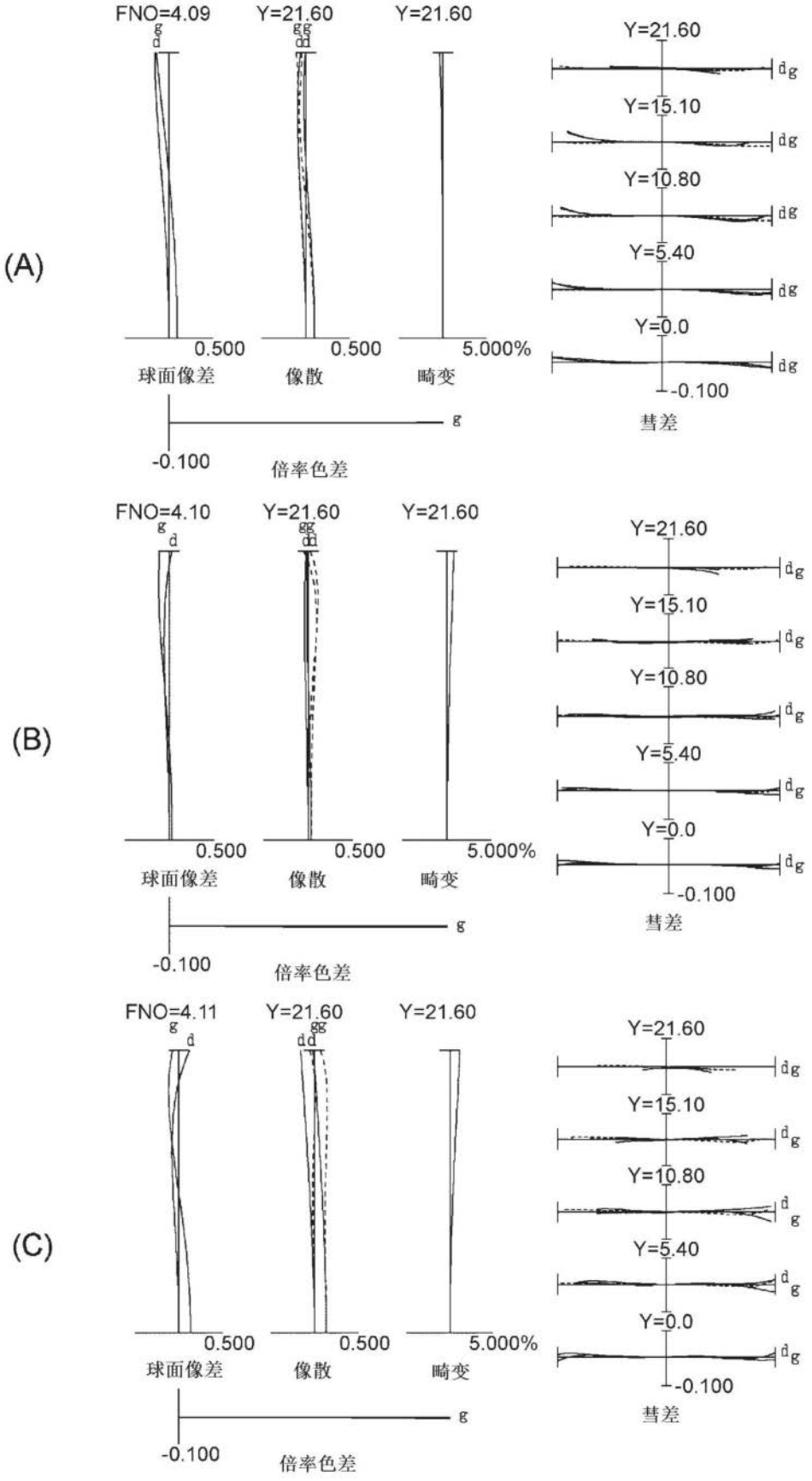

(A)
FNO=4.09
Y=21.60
Y=21.60
0.500
0.500
5.000%
球面像差
像散
畸变
-0.100
倍率色差
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
-0.100
彗差
(B)
FNO=4.10
Y=21.60
Y=21.60
0.500
0.500
5.000%
球面像差
像散
畸变
-0.100
倍率色差
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
-0.100
彗差
(C)
FNO=4.11
Y=21.60
Y=21.60
0.500
0.500
5.000%
球面像差
像散
畸变
-0.100
倍率色差
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
-0.100
彗差

图8

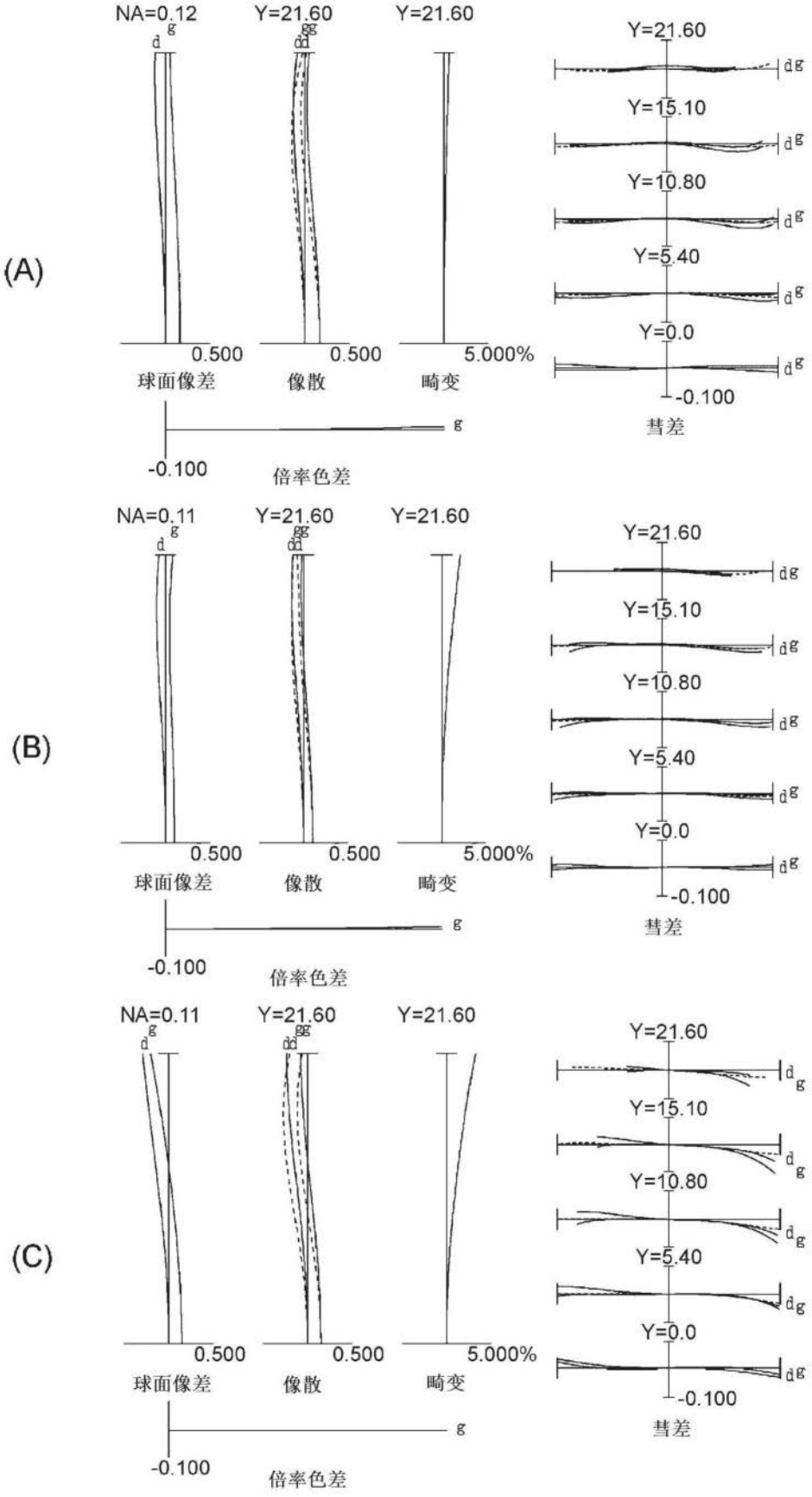

(A)
NA=0.12
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
-0.100
0.500
0.500
5.000%
球面像差
像散
畸变
彗差
倍率色差
-0.100
(B)
NA=0.11
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
-0.100
0.500
0.500
5.000%
球面像差
像散
畸变
彗差
倍率色差
-0.100
(C)
NA=0.11
Y=21.60
Y=21.60
Y=21.60
Y=15.10
Y=10.80
Y=5.40
Y=0.0
-0.100
0.500
0.500
5.000%
球面像差
像散
畸变
彗差
倍率色差
-0.100

图9

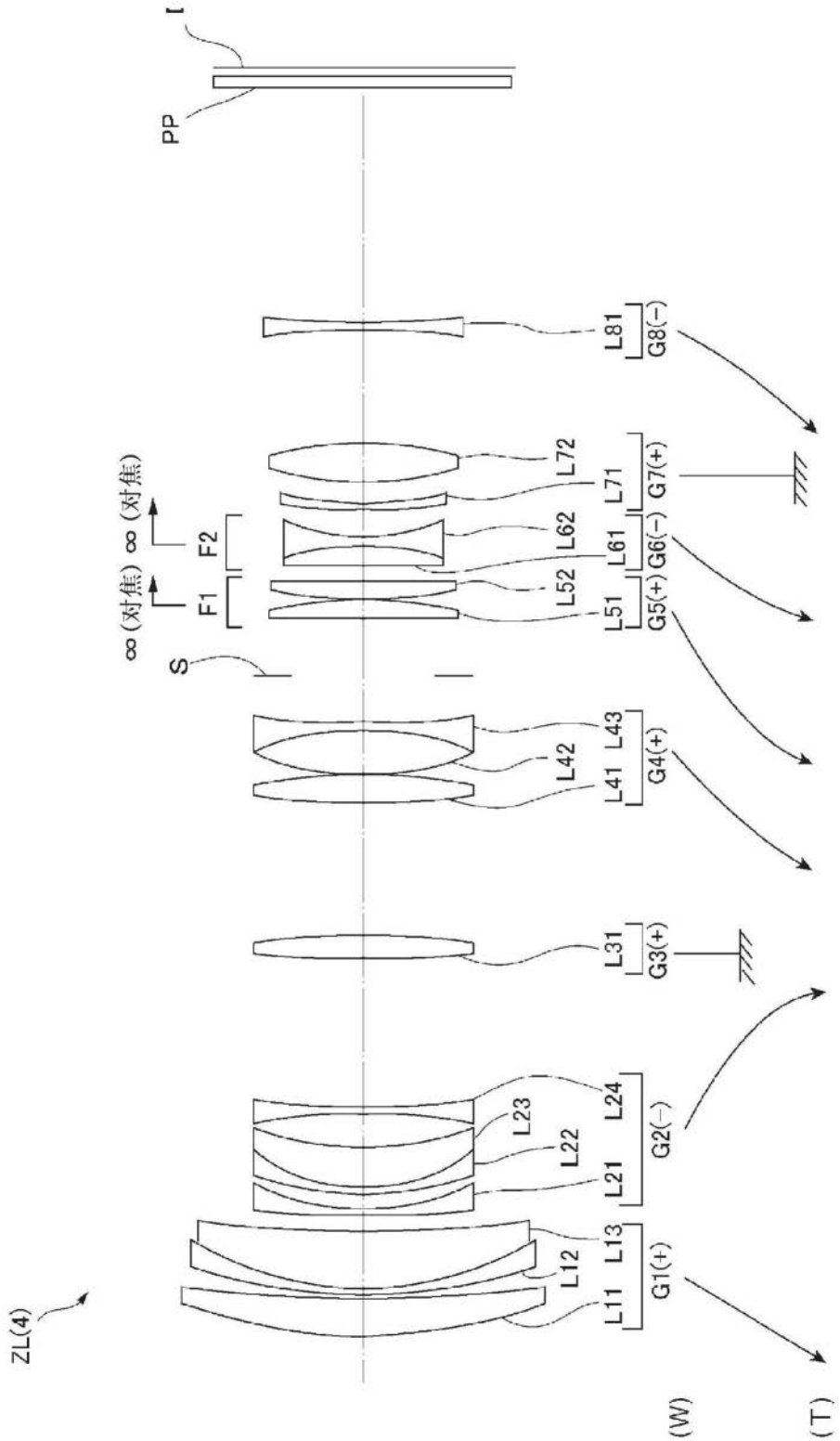

I
PP
L81
G8(−)
L72
L71
G7(+)
L62
L61
G6(−)
L52
L51
G5(+)
F2
F1
∞(对焦) ∞(对焦)
S
L43
L42
L41
G4(+)
L31
G3(+)
L24
L23
L22
L21
G2(−)
L13
L12
L11
G1(+)
ZL(4)
(W)
(T)

图10

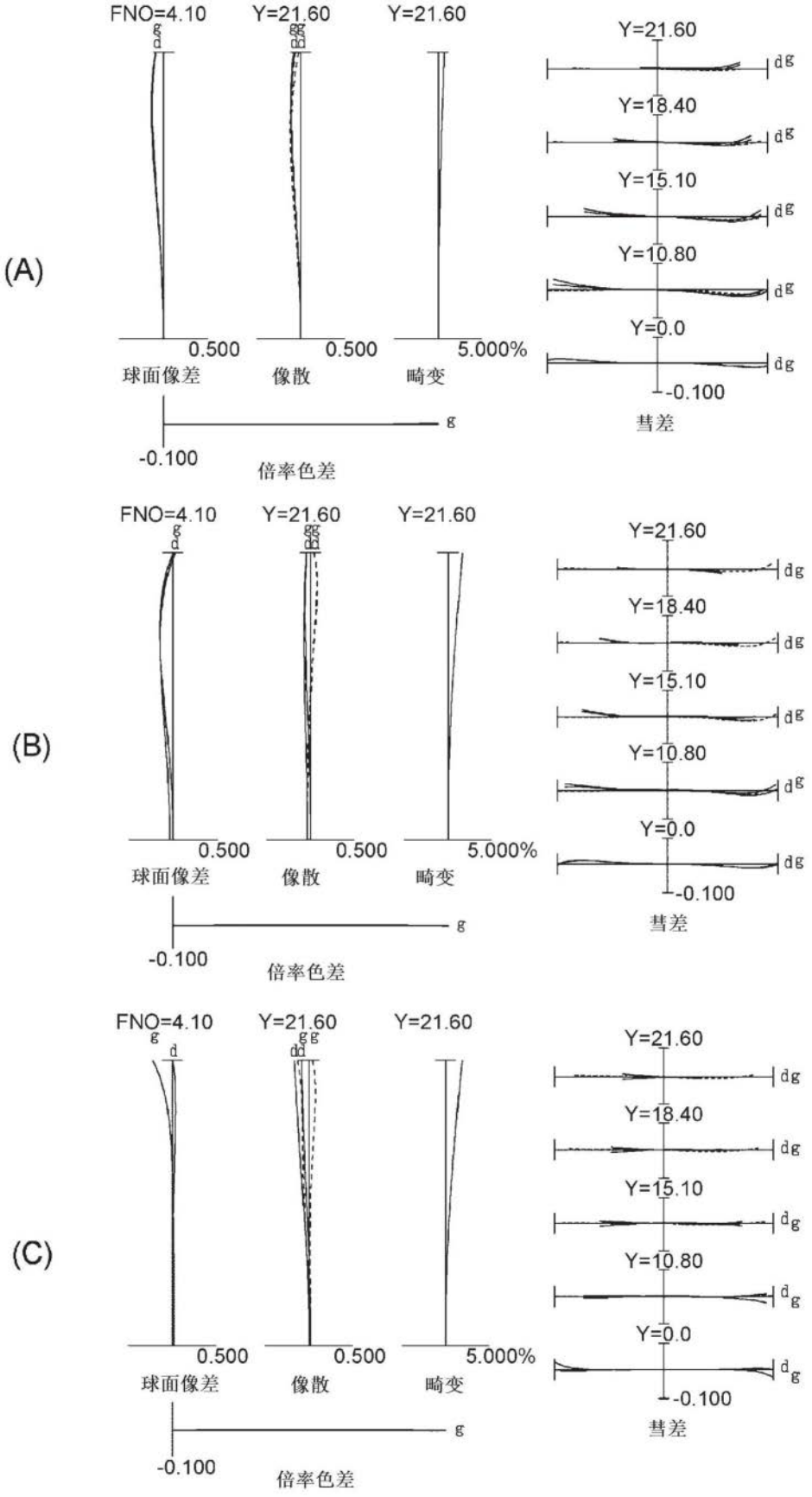

(A)
FNO=4.10
Y=21.60
Y=21.60
0.500
0.500
5.000%
球面像差
像散
畸变
-0.100
倍率色差
Y=21.60
Y=18.40
Y=15.10
Y=10.80
Y=0.0
-0.100
彗差
(B)
FNO=4.10
Y=21.60
Y=21.60
0.500
0.500
5.000%
球面像差
像散
畸变
-0.100
倍率色差
Y=21.60
Y=18.40
Y=15.10
Y=10.80
Y=0.0
-0.100
彗差
(C)
FNO=4.10
Y=21.60
Y=21.60
0.500
0.500
5.000%
球面像差
像散
畸变
-0.100
倍率色差
Y=21.60
Y=18.40
Y=15.10
Y=10.80
Y=0.0
-0.100
彗差

图11

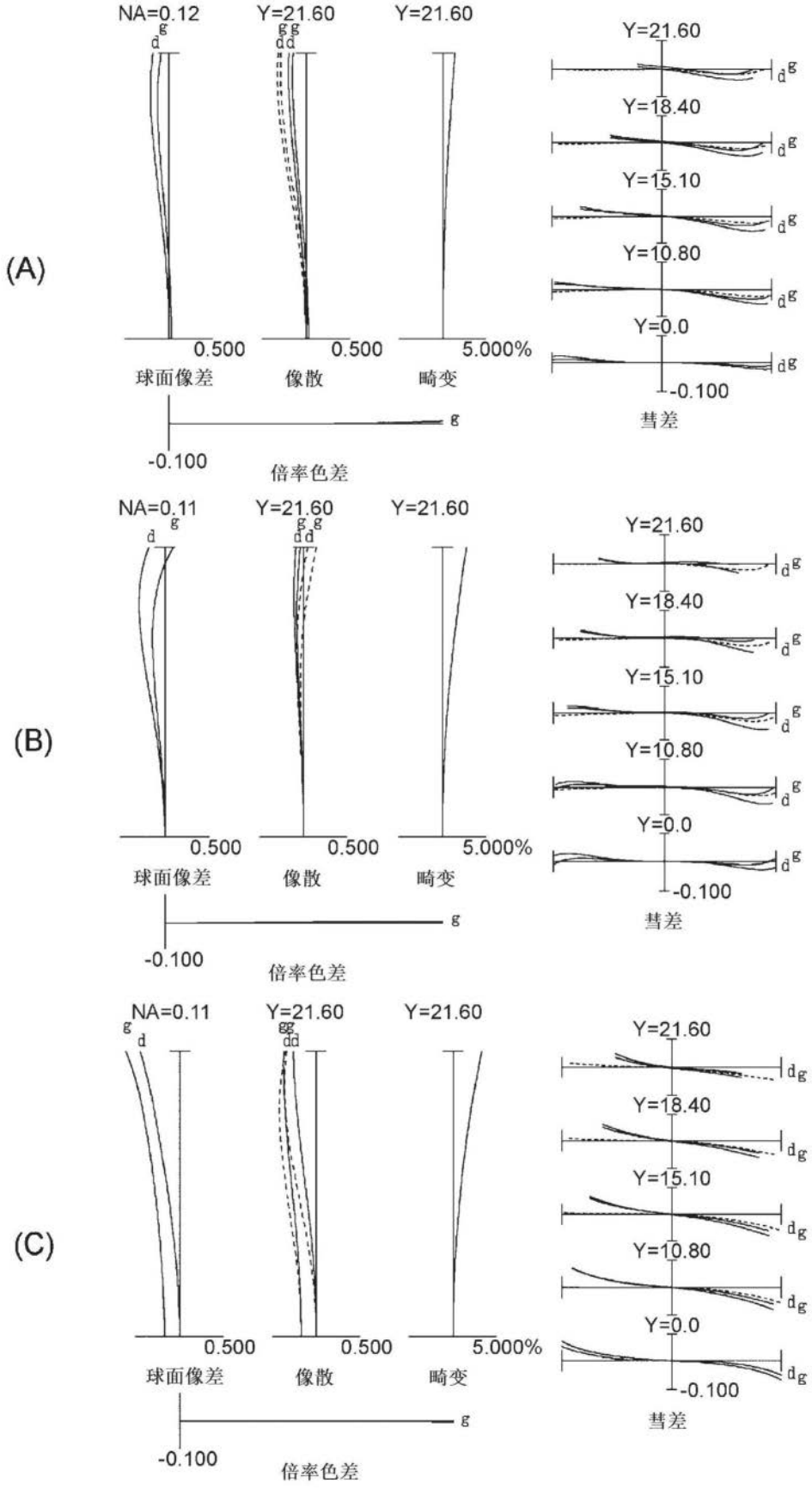

(A)
NA=0.12
Y=21.60
Y=21.60
0.500
0.500
5.000%
球面像差
像散
畸变
-0.100
倍率色差
Y=21.60
Y=18.40
Y=15.10
Y=10.80
Y=0.0
-0.100
彗差
(B)
NA=0.11
Y=21.60
Y=21.60
0.500
0.500
5.000%
球面像差
像散
畸变
-0.100
倍率色差
Y=21.60
Y=18.40
Y=15.10
Y=10.80
Y=0.0
-0.100
彗差
(C)
NA=0.11
Y=21.60
Y=21.60
0.500
0.500
5.000%
球面像差
像散
畸变
-0.100
倍率色差
Y=21.60
Y=18.40
Y=15.10
Y=10.80
Y=0.0
-0.100
彗差

图12

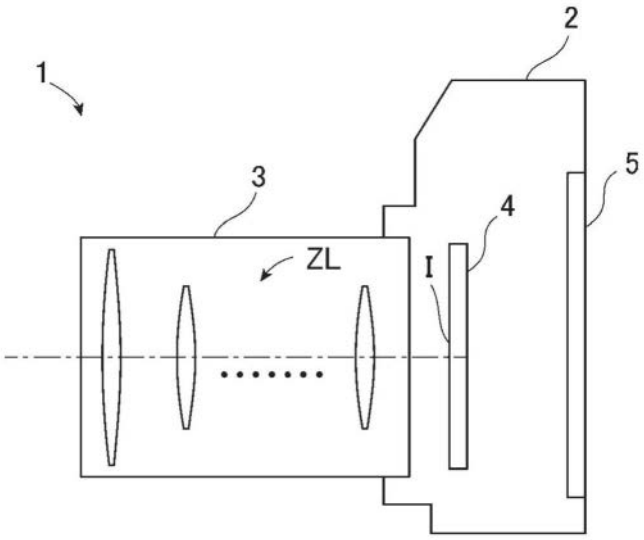

1
2
3
4
5
ZL
I

图13

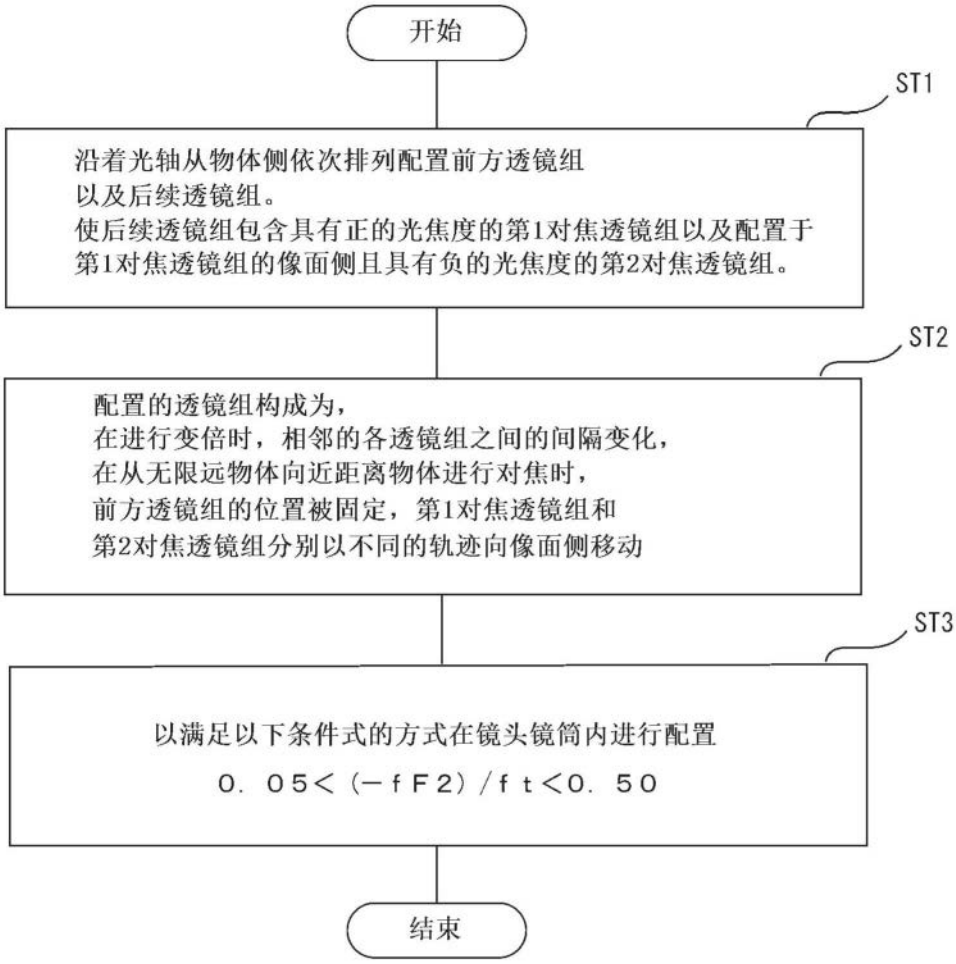

开始
ST1
沿着光轴从物体侧依次排列配置前方透镜组
以及后续透镜组。
使后续透镜组包含具有正的光焦度的第1对焦透镜组以及配置于
第1对焦透镜组的像面侧且具有负的光焦度的第2对焦透镜组。
ST2
配置的透镜组构成为，
在进行变倍时，相邻的各透镜组之间的间隔变化，
在从无限远物体向近距离物体进行对焦时，
前方透镜组的位置被固定，第1对焦透镜组和
第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向像面侧移动
ST3
以满足以下条件式的方式在镜头镜筒内进行配置
0．05＜（－ｆＦ2）／ｆｔ＜0．５０
结束

图14

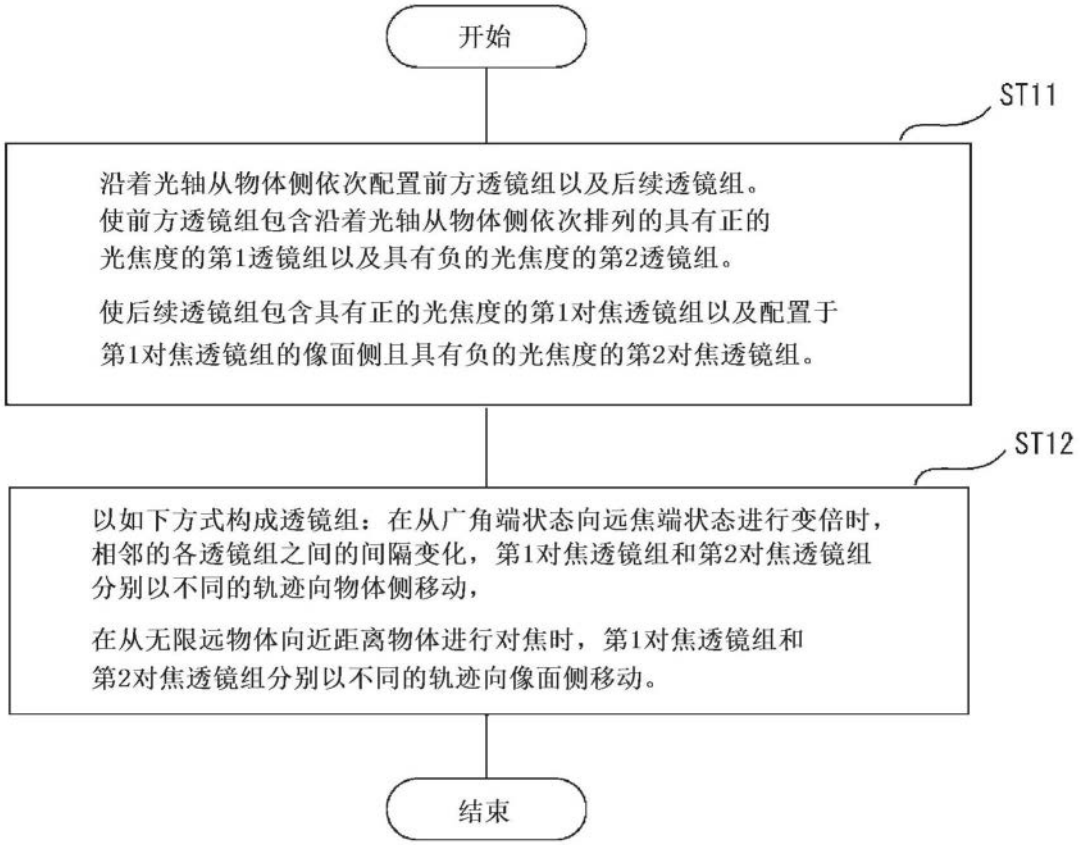

开始
ST11
沿着光轴从物体侧依次配置前方透镜组以及后续透镜组。
使前方透镜组包含沿着光轴从物体侧依次排列的具有正的
光焦度的第1透镜组以及具有负的光焦度的第2透镜组。
使后续透镜组包含具有正的光焦度的第1对焦透镜组以及配置于
第1对焦透镜组的像面侧且具有负的光焦度的第2对焦透镜组。
ST12
以如下方式构成透镜组：在从广角端状态向远焦端状态进行变倍时，
相邻的各透镜组之间的间隔变化，第1对焦透镜组和第2对焦透镜组
分别以不同的轨迹向物体侧移动，
在从无限远物体向近距离物体进行对焦时，第1对焦透镜组和
第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向像面侧移动。
结束

图15

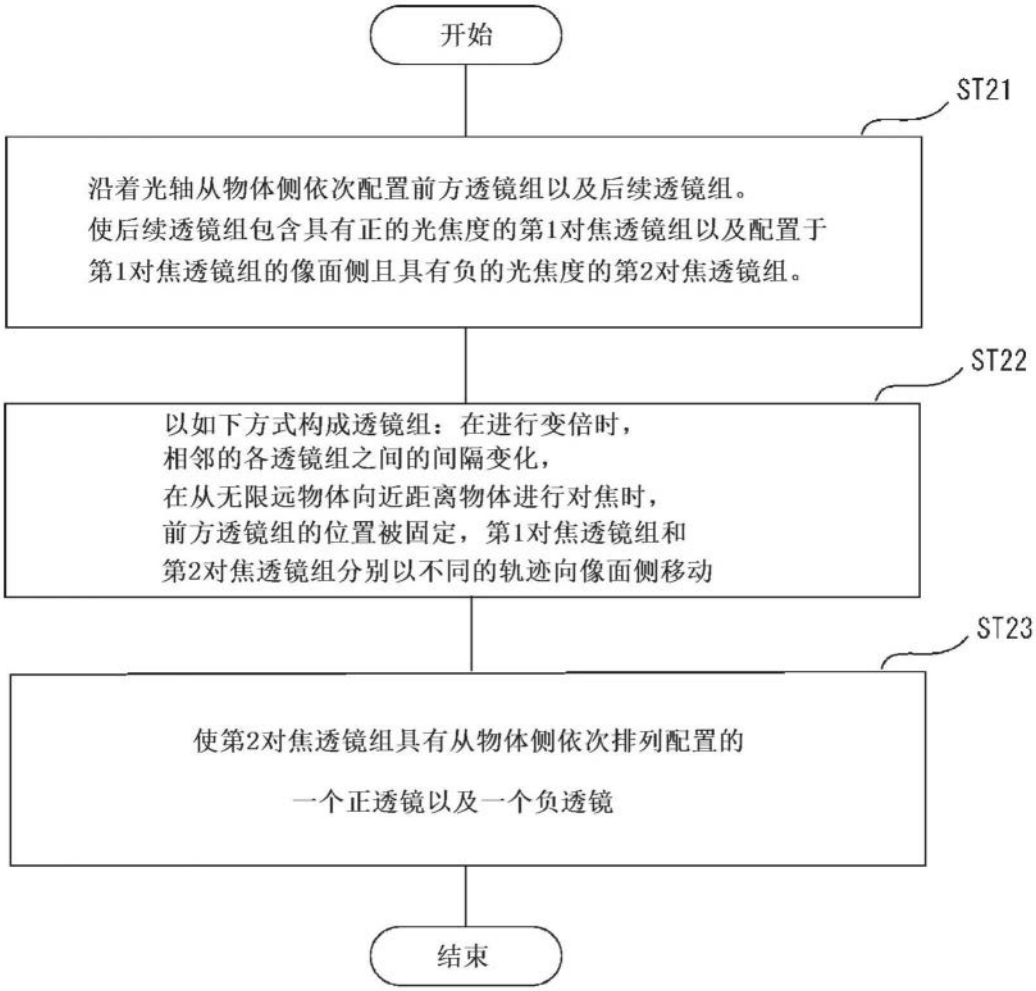

开始
ST21
沿着光轴从物体侧依次配置前方透镜组以及后续透镜组。
使后续透镜组包含具有正的光焦度的第1对焦透镜组以及配置于
第1对焦透镜组的像面侧且具有负的光焦度的第2对焦透镜组。
ST22
以如下方式构成透镜组：在进行变倍时，
相邻的各透镜组之间的间隔变化，
在从无限远物体向近距离物体进行对焦时，
前方透镜组的位置被固定，第1对焦透镜组和
第2对焦透镜组分别以不同的轨迹向像面侧移动
ST23
使第2对焦透镜组具有从物体侧依次排列配置的
一个正透镜以及一个负透镜
结束

图16