



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105938242 A

(43) 申请公布日 2016. 09. 14

(21) 申请号 201610112565. 8

(22) 申请日 2016. 02. 29

(30) 优先权数据

2015-045034 2015. 03. 06 JP

(71) 申请人 富士胶片株式会社

地址 日本国东京都

(72) 发明人 岛田泰孝 长伦生

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 刘文海

(51) Int. Cl.

G02B 15/173(2006. 01)

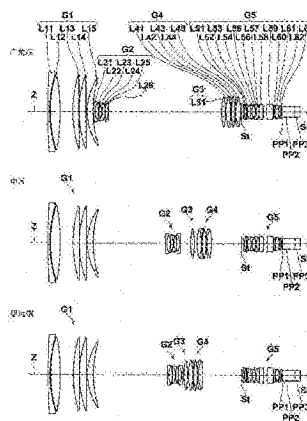
权利要求书3页 说明书21页 附图13页

(54) 发明名称

变焦透镜以及摄像装置

(57) 摘要

本发明提供实现高倍率化且抑制了变倍时的1次、2次轴上色差、1次、2次倍率色差的变动的高性能的变焦透镜以及具备该变焦透镜的摄像装置。该变焦透镜从物侧起依次由正、负、正、正、正这五个透镜组构成,在变倍时,第一、第五透镜组(G1、G5)相对于像面固定,第二~第四透镜组(G2~G4)以使相互间隔变化的方式移动,在从广角端向望远端变倍时,第二透镜组(G2)从物侧向像面侧移动,第二透镜组(G2)具备包含从最靠物侧起连续配置的三片负透镜在内的至少四片负透镜和至少一片正透镜,该变焦透镜满足下述条件式(1)、(2): $25 < vd_{21} < 45 \cdots (1)$; $0.31 < f_2/f_{21} < 0.7 \cdots (2)$ 。



1. 一种变焦透镜,其特征在于,

所述变焦透镜从物侧起依次由具有正光焦度的第一透镜组、具有负光焦度的第二透镜组、具有正光焦度的第三透镜组、具有正光焦度的第四透镜组、具有正光焦度的第五透镜组构成,

在变倍时,所述第一透镜组以及所述第五透镜组相对于像面固定,所述第二透镜组、所述第三透镜组以及所述第四透镜组以使相互间隔变化的方式移动,

在从广角端向望远端变倍时,所述第二透镜组从物侧向像面侧移动,

所述第二透镜组具备包含从最靠物侧起连续配置的三片负透镜在内的至少四片负透镜和至少一片正透镜,

当将所述负透镜中的最靠物侧的透镜设为L21负透镜时,

所述变焦透镜满足下述条件式(1)、(2):

$$25 < vd_{21} < 45 \quad \cdots(1)$$

$$0.31 < f_2/f_{21} < 0.7 \quad \cdots(2)$$

其中,

vd_{21} :所述L21负透镜的相对于d线的阿贝数;

f_2 :所述第二透镜组的相对于d线的焦距;

f_{21} :所述L21负透镜的相对于d线的焦距。

2. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其特征在于,

所述变焦透镜满足下述条件式(3):

$$-0.3 < f_w/f_{21} < -0.105 \quad \cdots(3)$$

其中,

f_w :广角端的整个系统的相对于d线的焦距。

3. 根据权利要求1或2所述的变焦透镜,其特征在于,

所述第二透镜组从物侧起依次由所述L21负透镜、L22负透镜、将双凹形状的L23负透镜与L24正透镜从物侧起按该顺序接合而成的接合透镜、将凸面朝向像面侧的L25正透镜与L26负透镜从物侧起按该顺序接合而成的接合透镜构成。

4. 根据权利要求3所述的变焦透镜,其特征在于,

所述变焦透镜满足下述条件式(4):

$$L_{23}vd - L_{24}vd < L_{26}vd - L_{25}vd \quad \cdots(4)$$

其中,

$L_{23}vd$:所述L23负透镜的相对于d线的阿贝数;

$L_{24}vd$:所述L24正透镜的相对于d线的阿贝数;

$L_{26}vd$:所述L26负透镜的相对于d线的阿贝数;

$L_{25}vd$:所述L25正透镜的相对于d线的阿贝数。

5. 根据权利要求1或2所述的变焦透镜,其特征在于,

所述第一透镜组从物侧起依次由L11负透镜、L12正透镜、L13正透镜、L14正透镜、凸面朝向物侧的弯月形状的L15正透镜构成,

所述变焦透镜满足下述条件式(5)、(6):

$$1.75 < nd_{L11} \quad \cdots(5)$$

$$vdL11 < 45 \quad \cdots (6)$$

其中，

ndL11: 所述L11负透镜的相对于d线的折射率；

vdL11: 所述L11负透镜的相对于d线的阿贝数。

6. 根据权利要求1或2所述的变焦透镜, 其特征在于, 所述第四透镜组在望远端时比在广角端时靠物侧。

7. 根据权利要求1或2所述的变焦透镜, 其特征在于, 与广角端相比, 在望远端时, 所述第二透镜组与所述第三透镜组之间的间隔变窄。

8. 根据权利要求1或2所述的变焦透镜, 其特征在于, 所述第五透镜组具备至少两片负透镜,

所述变焦透镜满足下述条件式(7):

$$1.90 < LABnd \quad \cdots (7)$$

其中，

LABnd: 所述第五透镜组的从像面侧数起第一片负透镜即LA负透镜的相对于d线的折射率LAnd与从像面侧数起第二片负透镜即LB负透镜的相对于d线的折射率LBnd的平均值。

9. 根据权利要求8所述的变焦透镜, 其特征在于,

所述变焦透镜满足下述条件式(8):

$$0.42 < LAnd - LCnd \quad \cdots (8)$$

其中，

LAnd: 所述第五透镜组的从像面侧数起第一片负透镜即LA负透镜的相对于d线的折射率；

LCnd: 所述第五透镜组的从像面侧数起第一片正透镜即LC正透镜的相对于d线的折射率。

10. 根据权利要求1或2所述的变焦透镜, 其特征在于,

所述第五透镜组具备至少两片负透镜,

所述变焦透镜满足下述条件式(9):

$$25 < LABvd < 40 \quad \cdots (9)$$

其中，

LABvd: 所述第五透镜组的从像面侧数起第一片负透镜即LA负透镜的相对于d线的阿贝数LAvd与从像面侧数起第二片负透镜即LB负透镜的相对于d线的阿贝数LBvd的平均值。

11. 根据权利要求1或2所述的变焦透镜, 其特征在于,

在从广角端向望远端变倍时, 第三-四合成透镜组和所述第二透镜组同时通过各自的成像倍率为-1倍的点, 该第三-四合成透镜组是将所述第三透镜组与所述第四透镜组合成而得到的。

12. 根据权利要求1或2所述的变焦透镜, 其特征在于,

在比将所述第三透镜组与所述第四透镜组合成而得到的第三-四合成透镜组的成像倍率为-1倍的点靠广角侧的位置, 所述第三透镜组与所述第四透镜组的间隔成为最大。

13. 根据权利要求1或2所述的变焦透镜, 其特征在于,

将所述第三透镜组与所述第四透镜组合成而得到的第三-四合成透镜组具备至少一片

负透镜，

所述变焦透镜满足下述条件式(10)：

$$29 < \text{vdG34n} < 37 \quad \cdots(10)$$

其中，

vdG34n：所述第三-四合成透镜组的所有负透镜的相对于d线的阿贝数的平均值。

14. 根据权利要求1所述的变焦透镜，其特征在于，
所述变焦透镜满足下述条件式(1-1)及/或(2-1)：

$$28 < \text{vd21} < 40 \quad \cdots(1-1)$$

$$0.36 < f2/f21 < 0.55 \quad \cdots(2-1)。$$

15. 根据权利要求2所述的变焦透镜，其特征在于，
所述变焦透镜满足下述条件式(3-1)：

$$-0.2 < f_w/f21 < -0.11 \quad \cdots(3-1)。$$

16. 根据权利要求5所述的变焦透镜，其特征在于，
所述变焦透镜满足下述条件式(5-1)及/或(6-1)：

$$1.80 < \text{ndL11} \quad \cdots(5-1)$$

$$\text{vdL11} < 40 \quad \cdots(6-1)。$$

17. 根据权利要求8所述的变焦透镜，其特征在于，
所述变焦透镜满足下述条件式(7-1)：

$$1.94 < \text{LABnd} \quad \cdots(7-1)。$$

18. 根据权利要求9所述的变焦透镜，其特征在于，
所述变焦透镜满足下述条件式(8-1)：

$$0.45 < \text{LAnd-LCnd} \quad \cdots(8-1)。$$

19. 根据权利要求10所述的变焦透镜，其特征在于，
所述变焦透镜满足下述条件式(9-1)：

$$30 < \text{LABvd} < 36 \quad \cdots(9-1)。$$

20. 一种摄像装置，其特征在于，

所述摄像装置具备权利要求1至19中任一项所述的变焦透镜。

变焦透镜以及摄像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及在数码相机、摄影机、播放用相机、监视用相机等电子相机中使用的变焦透镜以及具备该变焦透镜的摄像装置。

背景技术

[0002] 作为电视摄影机用的高倍率变焦透镜,为了实现高性能化而采用整体五组的结构,其中在变倍时移动的组由三组构成,作为这种结构,提出有专利文献1~4的变焦透镜。

[0003] 在先技术文献

[0004] 专利文献1:日本特开2009-128491号公报

[0005] 专利文献2:日本特开2013-92557号公报

[0006] 专利文献3:日本特开2014-38238号公报

[0007] 专利文献4:日本特开2014-81464号公报

[0008] 本发明要解决的技术问题

[0009] 然而,专利文献1的变焦透镜的倍率不太高。另外,专利文献1~4的变焦透镜在变倍时的2次轴上色差、2次倍率色差的变动很多,因此期望良好地抑制了该变动的变焦透镜。

发明内容

[0010] 本发明是鉴于上述情况而完成的,其目的在于,提供实现高倍率化且抑制了变倍时的1次、2次轴上色差、1次、2次倍率色差的变动的高性能的变焦透镜以及具备该变焦透镜的摄像装置。

[0011] 用于解决技术问题的方案

[0012] 本发明的变焦透镜的特征在于,从物侧起依次由具有正光焦度的第一透镜组、具有负光焦度的第二透镜组、具有正光焦度的第三透镜组、具有正光焦度的第四透镜组以及具有正光焦度的第五透镜组构成,在变倍时,第一透镜组以及第五透镜组相对于像面固定,第二透镜组、第三透镜组以及第四透镜组以使相互间隔变化的方式移动,在从广角端向望远端的变倍时,第二透镜组从物侧向像面侧移动,第二透镜组具备包含从最靠物侧起连续配置的三片负透镜在内的至少四片负透镜和至少一片正透镜,当将这些负透镜中的最靠物侧的透镜设为L21负透镜时,满足下述条件式(1)、(2)。

[0013] $25 < vd_{21} < 45 \cdots (1)$

[0014] $0.31 < f_2/f_{21} < 0.7 \cdots (2)$

[0015] 其中,

[0016] vd_{21} :L21负透镜的相对于d线的阿贝数;

[0017] f_2 :第二透镜组的相对于d线的焦距;

[0018] f_{21} :L21负透镜的相对于d线的焦距。

[0019] 需要说明的是,优选满足下述条件式(1-1)及/或(2-1)。

[0020] $28 < vd_{21} < 40 \cdots (1-1)$

[0021] $0.36 < f_2/f_{21} < 0.55 \cdots (2-1)$

[0022] 在本发明的变焦透镜中,优选满足下述条件式(3)。需要说明的是,更优选满足下述条件式(3-1)。

[0023] $-0.3 < f_w/f_{21} < -0.105 \cdots (3)$

[0024] $-0.2 < f_w/f_{21} < -0.11 \cdots (3-1)$

[0025] 其中,

[0026] f_w :广角端的整个系统的相对于d线的焦距;

[0027] f_{21} :L21负透镜的相对于d线的焦距。

[0028] 另外,优选的是,第二透镜组从物侧起依次由L21负透镜、L22负透镜、将双凹形状的L23负透镜与L24正透镜从物侧起按该顺序接合而成的接合透镜、将凸面朝向像面侧的L25正透镜与L26负透镜从物侧起按该顺序接合而成的接合透镜构成。

[0029] 在该情况下,优选满足下述条件式(4)。

[0030] $L_{23vd} - L_{24vd} < L_{26vd} - L_{25vd} \cdots (4)$

[0031] 其中,

[0032] L_{23vd} :L23负透镜的相对于d线的阿贝数;

[0033] L_{24vd} :L24正透镜的相对于d线的阿贝数;

[0034] L_{26vd} :L26负透镜的相对于d线的阿贝数;

[0035] L_{25vd} :L25正透镜的相对于d线的阿贝数。

[0036] 另外,优选的是,第一透镜组从物侧起依次由L11负透镜、L12正透镜、L13正透镜、L14正透镜、凸面朝向物侧的弯月形状的L15正透镜构成,并满足下述条件式(5)、(6)。需要说明的是,更优选满足下述条件式(5-1)及/或(6-1)。

[0037] $1.75 < n_{dL11} \cdots (5)$

[0038] $1.80 < n_{dL11} \cdots (5-1)$

[0039] $vd_{L11} < 45 \cdots (6)$

[0040] $vd_{L11} < 40 \cdots (6-1)$

[0041] 其中,

[0042] n_{dL11} :L11负透镜的相对于d线的折射率;

[0043] vd_{L11} :L11负透镜的相对于d线的阿贝数。

[0044] 另外,优选的是,第四透镜组在望远端时比在广角端时靠物侧。

[0045] 另外,优选的是,与广角端相比,在望远端时,第二透镜组与第三透镜组之间的间隔变窄。

[0046] 另外,优选的是,第五透镜组具备至少两片负透镜,并满足下述条件式(7)。需要说明的是,更优选满足下述条件式(7-1)。

[0047] $1.90 < LAB_{nd} \cdots (7)$

[0048] $1.94 < LAB_{nd} \cdots (7-1)$

[0049] 其中,

[0050] LAB_{nd} :第五透镜组的从像面侧数起第一片负透镜即LA负透镜的相对于d线的折射率 L_{And} 与从像面侧数起第二片负透镜即LB负透镜的相对于d线的折射率 L_{Bnd} 的平均值。

[0051] 在该情况下,优选满足下述条件式(8)。需要说明的是,更优选满足下述条件式(8-

1)。

[0052] $0.42 < L_{And} - L_{Cnd} \cdots (8)$

[0053] $0.45 < L_{And} - L_{Cnd} \cdots (8-1)$

[0054] 其中，

[0055] L_{And} ：第五透镜组的从像面侧数起第一片负透镜即LA负透镜的相对于d线的折射率；

[0056] L_{Cnd} ：第五透镜组的从像面侧数起第一片正透镜即LC正透镜的相对于d线的折射率。

[0057] 另外，优选的是，第五透镜组具备至少两片负透镜，并满足下述条件式(9)。需要说明的是，更优选满足下述条件式(9-1)。

[0058] $25 < LAB_{vd} < 40 \cdots (9)$

[0059] $30 < LAB_{vd} < 36 \cdots (9-1)$

[0060] 其中，

[0061] LAB_{vd} ：第五透镜组的从像面侧数起第一片负透镜即LA负透镜的相对于d线的阿贝数 L_{Avd} 与从像面侧数起第二片负透镜即LB负透镜的相对于d线的阿贝数 L_{Bvd} 的平均值。

[0062] 另外，优选的是，在从广角端向望远端变倍时，将第三透镜组与第四透镜组合成而得到的第三-四合成透镜组和第二透镜组同时通过各自的成像倍率为-1倍的点。

[0063] 另外，优选的是，在比将第三透镜组与第四透镜组合成而得到的第三-四合成透镜组的成像倍率为-1倍的点靠广角侧的位置，第三透镜组与第四透镜组之间的间隔成为最大。

[0064] 另外，优选的是，将第三透镜组与第四透镜组合成而得到的第三-四合成透镜组具备至少一片负透镜，且满足下述条件式(10)。需要说明的是，更优选满足下述条件式(10-1)。

[0065] $29 < vd_{G34n} < 37 \cdots (10)$

[0066] $29.5 < vd_{G34n} < 36 \cdots (10-1)$

[0067] 其中，

[0068] vd_{G34n} ：第三-四合成透镜组的所有负透镜的相对于d线的阿贝数的平均值。

[0069] 本发明的摄像装置具备上述记载的本发明的变焦透镜。

[0070] 需要说明的是，上述“由~构成”是指，除了作为结构要素而举出的构件以外，也可以包括不具有光焦度的透镜、光阑、掩模、玻璃罩、滤光片等透镜以外的光学要素、透镜凸缘、透镜镜筒、摄像元件、手抖修正机构等机构部分等。

[0071] 另外，上述的透镜的面形状、光焦度的符号在包含有非球面的情况下是在近轴区域考虑的。

[0072] 发明效果

[0073] 本发明的变焦透镜从物侧起依次由具有正光焦度的第一透镜组、具有负光焦度的第二透镜组、具有正光焦度的第三透镜组、具有正光焦度的第四透镜组、具有正光焦度的第五透镜组构成，在变倍时，第一透镜组以及第五透镜组相对于像面固定，第二透镜组、第三透镜组以及第四透镜组以使相互间隔变化的方式移动，在从广角端向望远端变倍时，第二透镜组从物侧向像面侧移动，第二透镜组具备包含从最靠物侧起连续配置的三片负透镜在

内的至少四片负透镜和至少一片正透镜,当将这些负透镜中的最靠物侧的透镜设为L21负透镜时,满足下述条件式(1)、(2),因此能够获得实现高倍率化且抑制了变倍时的1次、2次轴上色差、1次、2次倍率色差的变动的高性能的变焦透镜。

[0074] $25 < vd_{21} < 45 \cdots (1)$

[0075] $0.31 < f_2/f_{21} < 0.7 \cdots (2)$

[0076] 另外,由于本发明的摄像装置具备本发明的变焦透镜,因此能够获得高倍率且高画质的图像。

附图说明

[0077] 图1是示出本发明的一实施方式的变焦透镜(与实施例1共用)的透镜结构的剖视图。

[0078] 图2是本发明的一实施方式的变焦透镜(与实施例1共用)的光路图。

[0079] 图3是示出本发明的实施例2的变焦透镜的透镜结构的剖视图。

[0080] 图4是本发明的实施例2的变焦透镜的光路图。

[0081] 图5是示出本发明的实施例3的变焦透镜的透镜结构的剖视图。

[0082] 图6是本发明的实施例3的变焦透镜的光路图。

[0083] 图7是示出本发明的实施例4的变焦透镜的透镜结构的剖视图。

[0084] 图8是本发明的实施例4的变焦透镜的光路图。

[0085] 图9是本发明的实施例1的变焦透镜的各像差图。

[0086] 图10是本发明的实施例2的变焦透镜的各像差图。

[0087] 图11是本发明的实施例3的变焦透镜的各像差图。

[0088] 图12是本发明的实施例4的变焦透镜的各像差图。

[0089] 图13是本发明的实施方式的摄像装置的概要结构图。

具体实施方式

[0090] 以下,参照附图对本发明的实施方式详细进行说明。图1是示出本发明的一实施方式的变焦透镜的透镜结构的剖视图,图2是上述变焦透镜的光路图。图1以及图2所示的结构例与后述的实施例1的变焦透镜的结构共用。在图1以及图2中,左侧为物侧,右侧为像面侧,图示的孔径光阑St不一定表示大小、形状,而是表示光轴Z上的位置。另外,在图2的光路图中,一并示出轴上光束wa以及最大视场角的光束wb、变倍时的各透镜组的移动轨迹(图中的箭头线)、成像倍率为-1倍的点(图中的水平虚线)。

[0091] 如图1所示,该变焦透镜从物侧起依次由具有正光焦度的第一透镜组G1、具有负光焦度的第二透镜组G2、具有正光焦度的第三透镜组G3、具有正光焦度的第四透镜组G4、孔径光阑St以及具有正光焦度的第五透镜组G5构成。

[0092] 在将该变焦透镜应用于摄像装置时,根据装配透镜的相机侧的结构,优选在光学系统与像面Sim之间配置玻璃罩、棱镜、红外线截止滤光片、低通滤光片等各种滤光片,因此在图1以及图2中,示出了在透镜系统与像面Sim之间配置了假定有这些构件的平行平板状的光学构件PP1~PP3的例子。

[0093] 另外,在变倍时,第一透镜组G1以及第五透镜组G5相对于像面Sim固定,第二透镜

组G2、第三透镜组G3以及第四透镜组G4以使相互间隔变化的方式移动,在从广角端向望远端变倍时,第二透镜组G2从物侧向像面侧移动。

[0094] 第二透镜组G2具备包含从最靠物侧起连续配置的三片负透镜在内的至少四片负透镜和至少一片正透镜。这样,利用四片以上的负透镜来分担第二透镜组G2的负光焦度,由此能够抑制变倍时的球面像差、歪曲像差的变动,因此有利于高倍率化。另外,由于在确保第二透镜组G2的光焦度的同时能够增强负透镜、正透镜各自的光焦度,因此,即便在考虑二次色差修正而不使正透镜与负透镜的阿贝数差的取值较大的情况下,也能够抑制变倍时的轴上色差、倍率色差的变动。另外,通过第二透镜组G2从物侧起依次使三片负透镜连续,且使负光焦度集中于第二透镜组G2的物侧,能够在广角端减小向之后的透镜入射的周边视场角的主光线与光轴所成的角,因此有利于广角化,另外,能够防止高倍率化时的歪曲像差、像散变差,并且能够在广角端修正容易由第一透镜组G1产生的像散。

[0095] 另外,在将上述负透镜中的最靠物侧的透镜设为L21负透镜时,满足下述条件式(1)、(2)。通过避免成为条件式(1)的下限以下,能够抑制变倍时的1次倍率色差、1次轴上色差的变动。通过避免成为条件式(1)的上限以上,能够在修正了望远端的2次轴上色差时对由第一透镜组G1产生的广角端的2次倍率色差进行修正,能够均匀地修正望远端的2次轴上色差、望远端的倍率色差、广角端的2次倍率色差。

[0096] 另外,通过避免成为条件式(1)的下限以下且避免成为条件式(2)的下限以下,能够使条件式(1)的下限的效果更加显著。通过避免成为条件式(2)的上限以上,能够防止广角端的歪曲像差变差。

[0097] 需要说明的是,若满足下述条件式(1-1)及/或(2-1),则能够获得更好的特性。

$$[0098] \quad 25 < vd_{21} < 45 \cdots (1)$$

$$[0099] \quad 28 < vd_{21} < 40 \cdots (1-1)$$

$$[0100] \quad 0.31 < f_2/f_{21} < 0.7 \cdots (2)$$

$$[0101] \quad 0.36 < f_2/f_{21} < 0.55 \cdots (2-1)$$

[0102] 其中,

[0103] vd_{21} :L21负透镜的相对于d线的阿贝数;

[0104] f_2 :第二透镜组的相对于d线的焦距;

[0105] f_{21} :L21负透镜的相对于d线的焦距。

[0106] 在本发明的变焦透镜中,优选满足下述条件式(3)。通过避免成为条件式(1)的下限以下且避免成为条件式(3)的下限以下,能够使条件式(1)的下限的效果更加显著。通过避免成为条件式(1)的下限以下且避免成为条件式(3)的上限以上,能够在修正了望远端的2次轴上色差时对由第一透镜组G1产生的广角端的2次倍率色差进行修正,能够均匀地修正望远端的2次轴上色差、望远端的倍率色差、广角端的2次倍率色差。需要说明的是,若满足下述条件式(3-1),则能够获得更好的特性。

$$[0107] \quad -0.3 < f_w/f_{21} < -0.105 \cdots (3)$$

$$[0108] \quad -0.2 < f_w/f_{21} < -0.11 \cdots (3-1)$$

[0109] 其中,

[0110] f_w :广角端的整个系统的相对于d线的焦距;

[0111] f_{21} :L21负透镜的相对于d线的焦距。

[0112] 另外,优选的是,第二透镜组G2从物侧起依次由L21负透镜L21、L22负透镜L22、将双凹形状的L23负透镜L23与L24正透镜L24从物侧起按该顺序接合而成的接合透镜、将凸面朝向像面侧的L25正透镜L25与L26负透镜L26从物侧起按该顺序接合而成的接合透镜构成。

[0113] 通过采用这种结构,能够在抑制高倍率化时产生的色差变动的同时实现广角化。尤其是通过使第二透镜组G2的负光焦度分散于四片负透镜L21、L22、L23、L26,并且使正光焦度分散于两片正透镜L24、L25,能够维持高倍率化所需的第二透镜组G2的负光焦度,并且能够抑制各种像差、尤其是歪曲像差、球面像差的变动。另外,通过从物侧起依次使三片负透镜L21、L22、L23连续,能够在广角端减小向之后的透镜入射的周边视场角的主光线与光轴所成的角,因此有利于广角化,另外,能够防止高倍率化时的歪曲像差、像散变差,并且能够在广角端修正容易由第一透镜组G1产生的像散。另外,关于L25正透镜L25与L26负透镜L26的接合面,通过使凸面朝向像面侧,从而在望远端修正轴上色差的同时,能够抑制球面像差的波长所引起的差。

[0114] 在该情况下,优选满足下述条件式(4)。对于第二透镜组G2中的两个接合面中的、凸面朝向像面的L25正透镜L25与L26负透镜L26的接合面而言,由于望远端的轴上边缘光线向接合面入射的入射角较小,因此通过增大该接合面的阿贝数的差、即增大色差修正量,能够抑制望远端的球面像差的波长所引起的差。

[0115] $L23vd-L24vd < L26vd-L25vd \cdots (4)$

[0116] 其中,

[0117] L23vd:L23负透镜的相对于d线的阿贝数;

[0118] L24vd:L24正透镜的相对于d线的阿贝数;

[0119] L26vd:L26负透镜的相对于d线的阿贝数;

[0120] L25vd:L25正透镜的相对于d线的阿贝数。

[0121] 另外,优选的是,第一透镜组G1从物侧起依次由L11负透镜L11、L12正透镜L12、L13正透镜L13、L14正透镜L14、凸面朝向物侧的弯月形状的L15正透镜L15构成,并且满足下述条件式(5)、(6)。通过使第一透镜组G1采用上述那样的结构,能够抑制重量的增加。另外,通过均满足条件式(5)、(6),能够在变焦全域内抑制色差,并且能够良好地修正球面像差以及彗形像差。需要说明的是,若满足下述条件式(5-1)及/或(6-1),则能够获得更好的特性。

[0122] $1.75 < ndL11 \cdots (5)$

[0123] $1.80 < ndL11 \cdots (5-1)$

[0124] $vdL11 < 45 \cdots (6)$

[0125] $vdL11 < 40 \cdots (6-1)$

[0126] 其中,

[0127] ndL11:L11负透镜的相对于d线的折射率;

[0128] vdL11:L11负透镜的相对于d线的阿贝数。

[0129] 另外,优选的是,第四透镜组G4在望远端时比在广角端时靠物侧。通过采用这种结构,第四透镜组G4也能够与第二透镜组G2一起分担变倍作用,抑制变倍时的各种像差的变动,因此有利于高倍率化。

[0130] 另外,优选的是,与广角端相比,在望远端时,第二透镜组G2与第三透镜组G3之间的间隔变窄。通过采用这种结构,有利于高倍率化。

[0131] 另外,优选的是,第五透镜组G5具备至少两片负透镜,并且满足下述条件式(7)。通过避免成为条件式(7)的下限以下,能够抑制高倍率化时容易产生的修正过度的珀兹伐和(Petzval),因此,容易使像散的修正和像面弯曲的修正两者并存,有利于广角化。需要说明的是,若满足下述条件式(7-1),则能够获得更好的特性。

[0132] $1.90 < LABnd \cdots (7)$

[0133] $1.94 < LABnd \cdots (7-1)$

[0134] 其中,

[0135] LABnd:第五透镜组的从像面侧数起第一片负透镜即LA负透镜的相对于d线的折射率LAnd与从像面侧数起第二片负透镜即LB负透镜的相对于d线的折射率LBnd的平均值。

[0136] 在该情况下,优选满足下述条件式(8)。通过避免成为条件式(8)的下限以下,能够使条件式(7)的效果更加显著,因此能够良好地抑制珀兹伐和,有利于广角化。需要说明的是,若满足下述条件式(8-1),则能够获得更好的特性。

[0137] $0.42 < LAnd - LCnd \cdots (8)$

[0138] $0.45 < LAnd - LCnd \cdots (8-1)$

[0139] 其中,

[0140] LAnd:第五透镜组的从像面侧数起第一片负透镜即LA负透镜的相对于d线的折射率;

[0141] LCnd:第五透镜组的从像面侧数起第一片正透镜即LC正透镜的相对于d线的折射率。

[0142] 另外,优选的是,第五透镜组G5具备至少两片负透镜,并且满足下述条件式(9)。通过避免成为条件式(9)的下限以下,有利于倍率色差的修正。通过避免成为条件式(9)的上限以上,有利于轴上色差的修正。需要说明的是,若满足下述条件式(9-1),则能够获得更好的特性。

[0143] $25 < LABvd < 40 \cdots (9)$

[0144] $30 < LABvd < 36 \cdots (9-1)$

[0145] 其中,

[0146] LABvd:第五透镜组的从像面侧数起第一片负透镜即LA负透镜的相对于d线的阿贝数LAvd与从像面侧数起第二片负透镜即LB负透镜的相对于d线的阿贝数LBvd的平均值。

[0147] 另外,优选的是,在从广角端向望远端变倍时,将第三透镜组G3与第四透镜组G4合成而得到的第三-四合成透镜组和第二透镜组G2同时通过各自的成像倍率为-1倍的点。通过采用这种结构,即便结构紧凑也能够良好地抑制像差的变动,能够实现高倍率的变焦透镜。

[0148] 另外,优选的是,在比将第三透镜组G3与第四透镜组G4合成而得到的第三-四合成透镜组的成像倍率为-1倍的点靠广角侧的位置处,第三透镜组G3与第四透镜组G4之间的间隔成为最大。在比第三-四合成透镜组的成像倍率为-1倍的点靠广角侧的位置处,最靠物侧的L11透镜L11的光线高度变高,因此,在该范围内第三透镜组G3与第四透镜组G4之间的间隔成为最大,由此有利于广角化。

[0149] 另外,优选的是,将第三透镜组G3与第四透镜组G4合成而得到的第三-四合成透镜组具备至少一片负透镜,并且满足下述条件式(10)。通过避免成为条件式(10)的下限以下,

能够良好地修正第四透镜组G4的色差。通过避免成为条件式(10)的上限以上,能够良好地修正球面像差以及彗形像差。即,通过满足条件式(10),能够良好地修正变倍时在望远侧产生的轴上色差,且能够良好地修正变倍时的球面像差以及彗形像差,因此,能够实现在变焦全域内良好地抑制了像差变动的高倍率的变焦透镜。需要说明的是,若满足下述条件式(10-1),则能够获得更好的特性。

[0150] $29 < vdG34n < 37 \cdots (10)$

[0151] $29.5 < vdG34n < 36 \cdots (10-1)$

[0152] 其中,

[0153] $vdG34n$:第三-四合成透镜组的所有负透镜的相对于d线的阿贝数的平均值。

[0154] 另外,在图1以及图2所示的例子中,示出了在透镜系统与像面Sim之间配置了光学构件PP1~PP3的例子,但代替将低通滤光片、阻断特定波段这样的各种滤光片等配置在透镜系统与像面Sim之间,也可以将上述各种滤光片配置在各透镜之间,或者还可以在任意的透镜的透镜面上实施具有与各种滤光片相同作用的涂层。

[0155] 接着,对本发明的变焦透镜的数值实施例进行说明。

[0156] 首先,对实施例1的变焦透镜进行说明。图1示出表示实施例1的变焦透镜的透镜结构的剖视图。另外,图2示出实施例1的变焦透镜的光路图。需要说明的是,在图1、2以及与后述的实施例2~4对应的图3~8中,左侧为物侧,右侧为像面侧,图示的孔径光阑St不一定表示大小、形状,而是表示光轴Z上的位置。另外,在光路图中,一并示出轴上光束wa以及最大视场角的光束wb、变倍时的各透镜组的移动轨迹(图中的箭头线)、成像倍率为-1倍的点(图中的水平虚线)。

[0157] 实施例1的变焦透镜中,第一透镜组G1由透镜L11~L15这五片透镜构成,第二透镜组G2由透镜L21~L26这六片透镜构成,第三透镜组G3由一片透镜L31构成,第四透镜组G4由透镜L41~L45这五片透镜构成,第五透镜组G5由透镜L51~L63这13片透镜构成。

[0158] 表1示出实施例1的变焦透镜的基本透镜数据,表2示出与各因素相关的数据,表3示出与变化的面间隔相关的数据,表4示出与非球面系数相关的数据。以下,关于表中标号的含义,以实施例1为例进行说明,但关于实施例2~4也基本上相同。

[0159] 在表1的透镜数据中,面编号一栏示出将最靠物侧的构成要素的面设为第一个、随着朝向像面侧而依次增加的面编号,曲率半径一栏示出各面的曲率半径,面间隔一栏示出各面与下一个面的在光轴Z上的间隔。另外,nd一栏示出各光学要素的相对于d线(波长587.6nm)的折射率,vd一栏示出各光学要素的相对于d线(波长587.6nm)的阿贝数, $\theta_{g,f}$ 一栏示出各光学要素的局部色散比。

[0160] 需要说明的是,局部色散比 $\theta_{g,f}$ 用下述式来表示。

[0161] $\theta_{g,f} = (N_g - N_f) / (N_f - N_c)$

[0162] 其中,

[0163] N_g :相对于g线的折射率, N_f :相对于F线的折射率, N_c :相对于C线的折射率。

[0164] 在此,对曲率半径的符号而言,以面形状向物侧凸出的情况为正,以面形状向像面侧凸出的情况为负。基本透镜数据中还一并示出孔径光阑St、光学构件PP1~PP3。在与光阑St相当的面的面编号一栏中与面编号一起记载有(光阑)这样的语句。另外,在表1的透镜数据中,在变倍时间间隔变化的面间隔一栏中分别记载有DD[面编号]。与该DD[面编号]对应的

数值在表3中示出。

[0165] 表2的与各因素相关的数据示出变焦倍率、焦距 f' 、后焦距 Bf' 、F值 $FNo.$ 、全视场角 2ω 的值。

[0166] 在基本透镜数据、与各因素相关的数据以及与变化的面间隔相关的数据中,角度单位使用度,长度单位使用mm,但由于光学系统即便比例放大或比例缩小也能够使用,因此也能够使用其他适当的单位。

[0167] 在表1的透镜数据中,对非球面的面编号赋予*标记,作为非球面的曲率半径而示出近轴的曲率半径的数值。表4的与非球面系数相关的数据示出非球面的面编号和与这些非球面相关的非球面系数。非球面系数是用下述式表示的非球面式中的各系数 KA 、 A_m ($m=3\cdots 20$)的值。

$$[0168] \quad Z_d = C \cdot h^2 / \{1 + (1 - KA \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \sum A_m \cdot h^m$$

[0169] 其中,

[0170] Z_d :非球面深度(从高度 h 的非球面上的点向非球面顶点相接的垂直于光轴的平面引出的垂线的长度);

[0171] h :高度(距光轴的距离);

[0172] C :近轴曲率半径的倒数;

[0173] KA 、 A_m :非球面系数($m=3\cdots 20$)。

[0174] 【表1】

[0175] 实施例1·透镜数据

[0176]

面编号	曲率半径	面间隔	nd	vd	0g,f
1	2149.2163	4.4000	1.83400	37.16	0.57759
2	364.4008	1.8100			
3	357.1559	24.5800	1.43387	95.18	0.53733
4	-629.0299	32.8500			
5	363.8700	15.6200	1.43387	95.18	0.53733
6	∞	0.1200			
7	310.1672	17.8400	1.43387	95.18	0.53733
8	∞	2.9000			
9	173.0993	14.6700	1.43875	94.94	0.53433
10	310.0848	DD[10]			
*11	109963.7968	2.8000	1.90366	31.31	0.59481
12	56.5266	8.6300			
13	-84.6070	1.6000	2.00100	29.13	0.59952
14	321.4052	6.6700			
15	-62.2824	1.6000	1.95375	32.32	0.59015
16	115.4560	6.9400	1.89286	20.36	0.63944
17	-73.9497	0.1200			
18	962.3821	7.7100	1.80518	25.43	0.61027
19	-51.3780	1.6200	1.80400	46.58	0.55730
20	2303.8825	DD[20]			
21	170.3657	9.7800	1.49700	81.54	0.53748
*22	-209.1383	DD[22]			
23	137.4359	11.9100	1.43700	95.10	0.53364
24	-175.8090	2.0000	1.59270	35.31	0.59336
25	-597.2019	0.2500			
*26	188.3526	9.3100	1.43700	95.10	0.53364
27	-195.4929	0.1200			
28	247.3158	2.0000	1.80000	29.84	0.60178
29	94.0850	12.0500	1.43700	95.10	0.53364
30	-217.6314	DD[30]			
31 (光阑)	∞	5.0700			
32	-188.3440	1.4000	1.77250	49.60	0.55212
33	62.0923	0.1200			
34	43.4903	4.5500	1.80518	25.42	0.61616
35	151.4362	2.0300			
36	-188.3403	1.4000	1.48749	70.24	0.53007
37	72.1812	9.2600			
38	-50.3918	3.2500	1.80440	39.59	0.57297
39	63.9801	8.1300	1.80518	25.43	0.61027
40	-46.8126	0.3400			
41	-50.8827	1.6600	1.95375	32.32	0.59015
42	56.9580	7.3800	1.72916	54.68	0.54451
43	-73.6910	0.1200			
44	215.7126	10.9800	1.73800	32.26	0.58995
45	-215.7126	8.8100			
46	182.7540	17.0600	1.67003	47.23	0.56276

[0177]

47	-103.9363	0.1200			
48	148.7010	2.9000	1.95375	32.32	0.59015
49	44.8210	0.8500			
50	44.9406	10.1300	1.51633	64.14	0.53531
51	-64.7286	0.1200			
52	63.6410	5.1900	1.48749	70.24	0.53007
53	-65.6410	1.8500	1.95375	32.32	0.59015
54	∞	0.2500			
55	∞	1.0000	1.51633	64.14	0.53531
56	∞	0.0000			
57	∞	33.0000	1.60863	46.60	0.56787
58	∞	13.2000	1.51633	64.14	0.53531
59	∞	17.3299			

[0178] 【表2】

[0179] 实施例1·各因素(d线)

[0180]

	广角端	中间	望远端
变焦倍率	1.0	48.0	77.0
f'	9.30	446.26	715.88
Bf'	47.46	47.46	47.46
FNo.	1.76	2.27	3.64
$2\omega [^\circ]$	65.0	1.4	0.8

[0181] 【表3】

[0182] 实施例1·变焦间隔

[0183]

	广角端	中间	望远端
DD[10]	2.8554	186.6407	191.1526
DD[20]	291.2076	26.4986	3.9764
DD[22]	1.4039	6.7033	1.9940
DD[30]	3.1233	78.7475	101.4671

[0184] 【表4】

[0185] 实施例1·非球面系数

[0186]

面编号	11	22	26
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	-1.8505954E-21	-7.1721817E-22	6.6507804E-22
A4	4.0660287E-07	1.6421968E-07	-2.8081272E-07
A5	-6.4796240E-09	-5.6511999E-09	-8.0962001E-09
A6	8.4021729E-10	1.7414539E-10	2.8172499E-10
A7	-4.5016908E-11	7.4176985E-13	-1.6052722E-12
A8	4.3463314E-13	-9.7299399E-14	-1.0541094E-13

A9	3.5919548E-14	1.1281878E-15	2.1399424E-15
A10	-8.9257498E-16	-4.4848875E-19	-1.0917621E-17

[0187] 图9示出实施例1的变焦透镜的各像差图。需要说明的是,从图9中的上段左侧起依次示出广角端的球面像差、正弦条件违反量、像散、歪曲像差、倍率色差,从图9中的中段左侧起依次示出中间位置的球面像差、正弦条件违反量、像散、歪曲像差、倍率色差,从图9中的下段左侧起依次示出望远端的球面像差、正弦条件违反量、像散、歪曲像差、倍率色差。上述像差图示出将物距设为无限远时的状态。在表示球面像差、正弦条件违反量、像散、歪曲像差的各像差图中,示出以d线(波长587.6nm)为基准波长的像差。在球面像差图中,分别以实线、长虚线、短虚线、灰色的实线示出关于d线(波长587.6nm)、C线(波长656.3nm)、F线(波长486.1nm)、g线(波长435.8nm)的像差。在像散图中,分别以实线和短虚线示出径向、切向的像差。在倍率色差图中,分别以长虚线、短虚线、灰色的实线示出关于C线(波长656.3nm)、F线(波长486.1nm)、g线(波长435.8nm)的像差。需要说明的是,表示球面像差以及正弦条件违反量的像差图的 $FNo.$ 是指F值,其他的像差图的 ω 是指半视场角。

[0188] 接着,对实施例2的变焦透镜进行说明。图3示出表示实施例2的变焦透镜的透镜结构的剖视图,图4示出光路图。实施例2的变焦透镜是透镜片数与实施例1的变焦透镜相同的结构。另外,表5示出实施例2的变焦透镜的基本透镜数据,表6示出与各因素相关的数据,表7示出与变化的面间隔相关的数据,表8示出与非球面系数相关的数据,图10示出各像差图。

[0189] 【表5】

[0190] 实施例2·透镜数据

[0191]

面编号	曲率半径	面间隔	nd	vd	$\theta_g.f$
1	3475.3702	4.4000	1.83400	37.16	0.57759
2	372.4955	5.0357			
3	366.9209	23.9056	1.43387	95.18	0.53733
4	-682.9236	32.9837			
5	454.1605	18.2207	1.43387	95.18	0.53733
6	-986.9790	0.1100			
7	253.2817	19.6205	1.43387	95.18	0.53733
8	1947.2332	2.0966			
9	173.1049	13.3055	1.43875	94.94	0.53433
10	292.3182	DD[10]			
*11	841.9448	2.8000	1.95375	32.32	0.59015
12	64.1193	5.9910			
13	-139.9177	1.7000	2.00100	29.13	0.59952
14	103.9852	6.2479			
15	-79.6795	1.7000	1.95375	32.32	0.59015
16	86.5057	6.0539	1.84666	23.83	0.61603
17	-153.6438	0.1200			
18	487.2966	11.2129	1.80809	22.76	0.63073
19	-38.0425	1.7000	1.81600	46.62	0.55682
20	-403.3473	DD[20]			
21	152.9719	9.0813	1.59282	68.62	0.54414
*22	-317.0888	DD[22]			
23	126.9262	12.2707	1.43700	95.10	0.53364
24	-172.5904	2.0000	1.59270	35.31	0.59336
25	-585.3741	0.1200			
*26	225.1390	9.6209	1.43700	95.10	0.53364
27	-151.7222	0.1200			
28	263.3903	2.0000	1.80000	29.84	0.60178
29	88.7553	11.7320	1.43700	95.10	0.53364
30	-232.3846	DD[30]			
31 (光阑)	∞	4.1987			
32	-163.6964	1.5000	1.78800	47.37	0.55598
33	66.6579	0.1200			
34	46.2167	4.0850	1.76182	26.52	0.61361
35	152.4046	2.8557			
36	-98.8029	1.5000	1.48749	70.24	0.53007
37	67.8883	8.2120			
38	-103.2169	1.8000	1.83481	42.72	0.56486
39	62.9851	10.1794	1.84666	23.83	0.61603
40	-74.4274	0.8479			
41	-63.4207	3.4958	1.95375	32.32	0.59015
42	101.4326	7.1124	1.60311	60.64	0.54148
43	-57.8040	0.1200			
44	127.8051	19.0888	1.61772	49.81	0.56035
45	-5769.3694	7.1792			
46	244.7704	5.7290	1.58913	61.13	0.54067

[0192]	47	-108.1583	0.1200			
	48	234.3868	7.4062	1.95375	32.32	0.59015
	49	50.8661	0.7019			
	50	51.8722	7.3813	1.58913	61.13	0.54067
	51	-74.1423	0.1500			
	52	64.9784	5.7488	1.48749	70.24	0.53007
	53	-92.6312	3.8115	1.95375	32.32	0.59015
	54	-6201.4507	0.2500			
	55	∞	1.0000	1.51633	64.14	0.53531
	56	∞	0.0000			
	57	∞	33.0000	1.60863	46.60	0.56787
	58	∞	13.2000	1.51633	64.14	0.53531
	59	∞	17.5370			

[0193] 【表6】

[0194] 实施例2·各因素(d线)

[0195]

	广角端	中间	望远端
变焦倍率	1.0	48.0	77.0
f'	9.27	444.91	713.71
Bf'	47.67	47.67	47.67
FNo.	1.76	2.30	3.70
$2\omega [^\circ]$	65.4	1.4	0.8

[0196] 【表7】

[0197] 实施例2·变焦间隔

[0198]

	广角端	中间	望远端
DD[10]	2.5512	185.1434	189.5366
DD[20]	280.2287	26.2040	3.9658
DD[22]	8.3473	5.5415	1.2476
DD[30]	2.3437	76.5819	98.7208

[0199] 【表8】

[0200] 实施例2·非球面系数

[0201]

面编号	11	22	26
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	2.7395225E-07	1.1987876E-07	-4.8883780E-07
A6	-4.8949478E-11	2.4237606E-11	2.3182674E-11
A8	1.8491556E-13	-2.9894229E-15	-3.2052197E-15
A10	-1.9679971E-16	-3.3833557E-19	9.7256769E-20

[0202] 接着,对实施例3的变焦透镜进行说明。图5示出表示实施例3的变焦透镜的透镜结构的剖视图,图6示出光路图。实施例3的变焦透镜是透镜片数与实施例1的变焦透镜相同的结构。另外,表9示出实施例3的变焦透镜的基本透镜数据,表10示出与各因素相关的数据,

表11示出与变化的面间隔相关的数据,表12示出与非球面系数相关的数据,图11示出各像差图。

[0203] 【表9】

[0204] 实施例3·透镜数据

[0205]

面编号	曲率半径	面间隔	nd	vd	$\theta_{g,f}$
1	3055.3747	4.4000	1.83400	37.16	0.57759
2	372.1635	1.9397			
3	366.5958	22.9318	1.43387	95.18	0.53733
4	-745.5153	30.9741			
5	447.2910	17.8731	1.43387	95.18	0.53733
6	— 1022.1176	0.1202			
7	250.7002	20.0594	1.43387	95.18	0.53733
8	2497.1844	2.0893			
9	173.5560	13.5554	1.43875	94.94	0.53433
10	296.5606	DD[10]			
*11	-536.2036	2.8000	1.90366	31.31	0.59481
12	59.0403	11.2534			
13	-94.9158	1.7000	2.00100	29.13	0.59952
14	266.5653	4.8654			
15	-73.3496	1.7000	1.95375	32.32	0.59015
16	114.5658	6.3833	1.89286	20.36	0.63944
17	-87.7169	0.1202			
18	660.4559	10.0644	1.80518	25.43	0.61027
19	-42.5900	1.7000	1.81600	46.62	0.55682
20	2697.8154	DD[20]			
21	163.2078	9.6780	1.53775	74.70	0.53936
*22	-262.8890	DD[22]			
23	161.2674	13.7150	1.43700	95.10	0.53364
24	-135.7995	2.0000	1.59270	35.31	0.59336
25	-425.7431	0.2500			
*26	165.9002	10.7003	1.43700	95.10	0.53364
27	-172.4386	0.1734			
28	209.1264	2.0000	1.80000	29.84	0.60178
29	88.7369	11.9532	1.43700	95.10	0.53364
30	-285.7611	DD[30]			
31 (光阑)	∞	4.8788			
32	-183.6883	1.5000	1.72916	54.68	0.54451
33	65.0566	0.1200			
34	46.1588	3.1785	1.89286	20.36	0.63944
35	74.9110	3.4315			
36	-155.5064	1.5000	1.48749	70.24	0.53007
37	286.4381	10.8498			
38	-46.9919	1.8000	1.95375	32.32	0.59015
39	54.2501	7.9488	1.84666	23.83	0.61603
40	-45.8449	0.2577			
41	-49.2346	1.8305	1.80100	34.97	0.58642
42	45.4781	8.0001	1.80400	46.58	0.55730
43	-89.8875	0.1849			
44	377.4389	4.9915	1.57135	52.95	0.55544
45	-154.4243	14.2327			

[0206]	46	186.3239	4.9508	1.58267	46.42	0.56716
	47	-95.3723	5.4549			
	48	144.8648	1.8002	1.95375	32.32	0.59015
	49	45.1508	0.3951			
	50	44.2996	8.0066	1.51633	64.14	0.53531
	51	-70.4722	0.1425			
	52	65.0540	6.2761	1.48749	70.24	0.53007
	53	-59.8318	1.8002	1.95375	32.32	0.59015
	54	-463.5944	0.2500			
	55	∞	1.0000	1.51633	64.14	0.53531
	56	∞	0.0000			
	57	∞	33.0000	1.60863	46.60	0.56787
	58	∞	13.2000	1.51633	64.14	0.53531
	59	∞	17.3431			

[0207] 【表10】

[0208] 实施例3·各因素(d线)

[0209]

	广角端	中间	望远端
变焦倍率	1.0	48.0	77.0
f'	9.23	443.00	710.64
Bf'	47.47	47.47	47.47
FNo.	1.76	2.28	3.66
$2\omega [^\circ]$	65.6	1.4	0.8

[0210] 【表11】

[0211] 实施例3·变焦间隔

[0212]

	广角端	中间	望远端
DD[10]	3.4238	181.0344	185.5983
DD[20]	284.5381	25.8471	3.9765
DD[22]	1.2485	5.8275	1.4969
DD[30]	2.6912	79.1928	100.8300

[0213] 【表12】

[0214] 实施例3·非球面系数

[0215]

面编号	11	22	26
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	-1.8734223E-21	-9.4994419E-23	-1.9744504E-22
A4	4.0377651E-07	2.5885178E-08	-3.7276810E-07
A5	2.8838804E-08	8.1208148E-09	-7.1416960E-09
A6	-2.3778998E-09	-4.4404402E-10	6.1323910E-10
A7	-1.3752036E-10	-1.1642324E-11	-4.5003167E-12
A8	3.3235604E-11	2.2808889E-12	-1.8306327E-12

A9	-1.1806499E-12	-3.8082037E-14	7.2409382E-14
A10	-1.1119723E-13	-4.3094590E-15	1.7877810E-15
A11	8.8174734E-15	1.5931457E-16	-1.4970490E-16
A12	9.1414991E-17	3.2617744E-18	4.0269046E-19
A13	-2.4438511E-17	-2.2129774E-19	1.3563698E-19
A14	2.8333842E-19	-9.8414232E-23	-1.9299794E-21
A15	3.4151692E-20	1.4709791E-22	-5.7156780E-23
A16	-7.6652516E-22	-1.2247393E-24	1.3194211E-24
A17	-2.3926906E-23	-4.6409036E-26	8.4439905E-27
A18	7.0330122E-25	6.1748066E-28	-3.3787964E-28
A19	6.6810099E-27	5.3374486E-30	3.6923088E-31
A20	-2.3184109E-28	-8.8908536E-32	2.2335912E-32

[0216] 接着,对实施例4的变焦透镜进行说明。图7示出表示实施例4的变焦透镜的透镜结构的剖视图,图8示出光路图。实施例4的变焦透镜是透镜片数与实施例1的变焦透镜相同的结构。另外,表13示出实施例4的变焦透镜的基本透镜数据,表14示出与各因素相关的数据,表15示出与变化的面间隔相关的数据,表16示出与非球面系数相关的数据,图12示出各像差图。

[0217] 【表13】

[0218] 实施例4·透镜数据

[0219]

面编号	曲率半径	面间隔	nd	vd	$\theta_{g,f}$
1	1404.7647	4.4000	1.83400	37.16	0.57759
2	331.7428	2.0290			
3	330.6824	25.1725	1.43387	95.18	0.53733
4	-684.6165	32.8963			
5	332.8725	15.4555	1.43387	95.18	0.53733
6	3192.0621	0.1200			
7	330.0570	18.0043	1.43387	95.18	0.53733
8	— 4225.7159	2.9113			
9	173.7787	13.4351	1.43875	94.66	0.53402
10	294.8116	DD[10]			
*11	3646.4256	2.8000	1.91082	35.25	0.58224
12	54.3093	7.3207			
13	-83.4371	1.6000	2.00100	29.13	0.59952
14	337.9217	4.5408			
15	-62.1882	1.6000	1.95375	32.32	0.59015
16	128.3598	6.5865	1.89286	20.36	0.63944
17	-75.9599	0.1200			
18	629.8856	9.4791	1.79504	28.69	0.60656
19	-42.5230	1.6200	1.77250	49.60	0.55212
20	2233.5230	DD[20]			
21	185.1580	9.3099	1.49700	81.54	0.53748
*22	-216.7260	DD[22]			
23	135.0164	14.0074	1.43875	94.66	0.53402
24	-170.1053	2.0000	1.59270	35.31	0.59336
25	-547.0734	0.2500			
*26	212.2662	8.7456	1.43875	94.66	0.53402
27	-201.9044	0.1200			
28	255.6587	2.0000	1.80000	29.84	0.60178
29	100.2233	14.6056	1.43875	94.66	0.53402
30	-192.7222	DD[30]			
31 (光阑)	∞	4.4530			
32	-327.4803	1.5000	1.72916	54.68	0.54451
33	69.9336	0.1200			
34	45.9379	5.2438	1.84661	23.88	0.62072
35	80.2736	3.2540			
36	-136.5718	1.5000	1.48749	70.24	0.53007
37	172.9017	9.6930			
38	-48.1573	1.5996	1.95375	32.32	0.59015
39	64.0378	7.9580	1.84661	23.88	0.62072
40	-45.9067	0.2385			
41	-49.7226	1.8719	1.80100	34.97	0.58642
42	50.1721	8.9651	1.80400	46.58	0.55730
43	-90.0272	0.1198			
44	379.5125	11.4833	1.51742	52.43	0.55649
45	-145.3944	6.4985			

[0220]	46	185.6172	4.7307	1.54814	45.78	0.56859
	47	-90.8051	5.4933			
	48	144.8094	1.4061	1.95375	32.32	0.59015
	49	44.8523	2.4761			
	50	45.7750	6.4411	1.51633	64.14	0.53531
	51	-73.1882	0.1199			
	52	61.3330	5.4690	1.48749	70.24	0.53007
	53	-58.5284	1.3999	1.95375	32.32	0.59015
	54	-429.0874	0.2500			
	55	∞	1.0000	1.51633	64.14	0.53531
	56	∞	0.0000			
	57	∞	33.0000	1.60863	46.60	0.56787
	58	∞	13.2000	1.51633	64.14	0.53531
	59	∞	13.9324			

[0221] 【表14】

[0222] 实施例4·各因素(d线)

[0223]

	广角端	中间	望远端
变焦倍率	1.0	48.0	77.0
f'	9.30	446.43	716.14
Bf'	44.06	44.06	44.06
FNo.	1.76	2.27	3.63
$2\omega [^\circ]$	65.0	1.4	0.8

[0224] 【表15】

[0225] 实施例4·变焦间隔

[0226]

	广角端	中间	望远端
DD[10]	4.1494	191.9872	196.6227
DD[20]	296.5791	26.5197	3.9711
DD[22]	1.5430	6.4538	1.2477
DD[30]	2.3959	79.7067	102.8260

[0227] 【表16】

[0228] 实施例4·非球面系数

[0229]

面编号	11	22	26
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	2.7541588E-22	-8.9652271E-22	6.6507804E-22
A4	2.2200270E-07	1.5442509E-07	-2.6398668E-07
A5	3.6655960E-09	-5.7414857E-09	-1.0060099E-08
A6	3.5909489E-11	1.4641121E-10	3.5807861E-10
A7	-1.9924682E-11	1.9156089E-12	-2.2883080E-12
A8	7.9185956E-13	-9.8085610E-14	-1.3269105E-13

A9	-5.7638394E-15	5.8482396E-16	2.9778250E-15
A10	-1.5115490E-16	5.8511099E-18	-1.8171297E-17

[0230] 表17示出实施例1~4的变焦透镜的与条件式(1)~(10)对应的值。需要说明的是,所有实施例均以d线作为基准波长,下述的表17所示的值是在该基准波长下的值。

[0231] 【表17】

式编号	条件式	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4
(1)	vd21	31.31	32.32	31.31	35.25
(2)	f2/f21	0.463	0.390	0.478	0.490
(3)	fw/f21	-0.149	-0.127	-0.157	-0.154
(4)	L23vd-L24vd	11.96	8.49	11.96	11.96
	L26vd-L25vd	21.15	23.86	21.19	20.91
(5)	ndL11	1.83400	1.83400	1.83400	1.83400
(6)	vdL11	37.16	37.16	37.16	37.16
(7)	LABnd	1.95375	1.95375	1.95375	1.95375
(8)	LAnd-LCnd	0.46626	0.46626	0.46626	0.46626
(9)	LABvd	32.32	32.32	32.32	32.32
(10)	vdG34n	32.58	32.58	32.58	32.58

[0232] 根据以上的数据可知,实施例1~4的变焦透镜全部满足条件式(1)~(10),是实现了70倍以上的高倍率化并且抑制了变倍时的1次、2次轴上色差、1次、2次倍率色差的变动的高性能的变焦透镜。

[0234] 接着,对本发明的实施方式的摄像装置进行说明。作为本发明的实施方式的摄像装置的一例,图13示出使用了本发明的实施方式的变焦透镜的摄像装置的概要结构图。需要说明的是,图13中概要地示出各透镜组。作为该摄像装置,例如能够举出将CCD(Charge Coupled Device)、CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)等固体摄像元件作为记录介质的摄影机、电子静像相机等。

[0235] 图13所示的摄像装置10具备:变焦透镜1;配置在变焦透镜1的像面侧且具有低通滤光片等功能的滤光片6;配置在滤光片6的像面侧的摄像元件7;以及信号处理电路8。摄像元件7将由变焦透镜1形成的光学像转换成电信号,例如,作为摄像元件7,能够使用CCD、CMOS等。摄像元件7以其摄像面与变焦透镜1的像面一致的方式配置。

[0236] 由变焦透镜1拍摄到的像在摄像元件7的摄像面上成像,通过信号处理电路8对与该像相关的来自摄像元件7的输出信号进行运算处理,并将像显示在显示装置9上。

[0237] 本实施方式的摄像装置10由于具备本发明的变焦透镜1,因此能够获取高倍率且高画质的图像。

[0238] 以上,举出实施方式以及实施例对本发明进行了说明,但本发明并不局限于上述实施方式以及实施例,能够进行各种变形。例如,各透镜成分的曲率半径、面间隔、折射率、阿贝数等的值并不局限于上述各数值实施例所示的值,也能够采取其他的值。

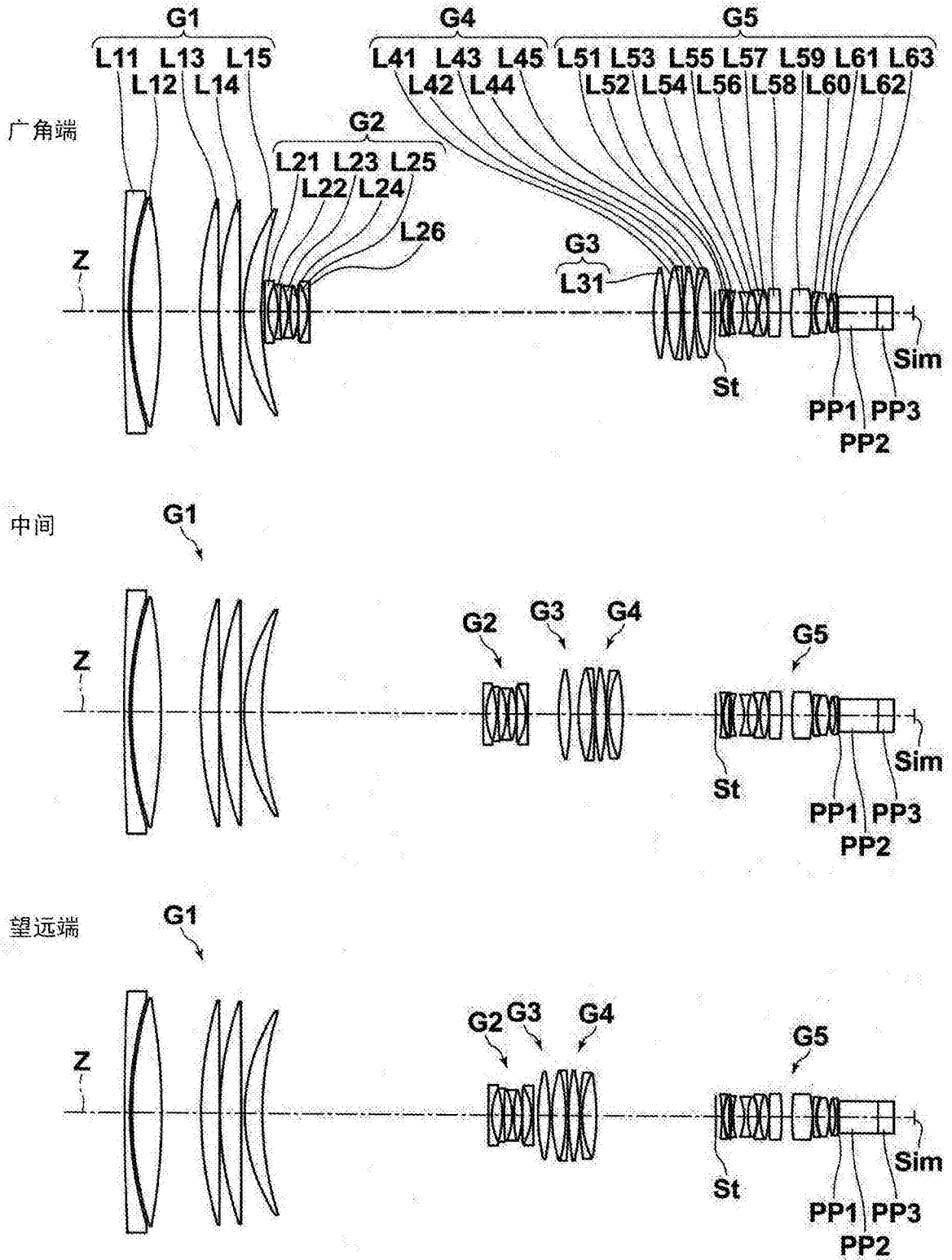


图1

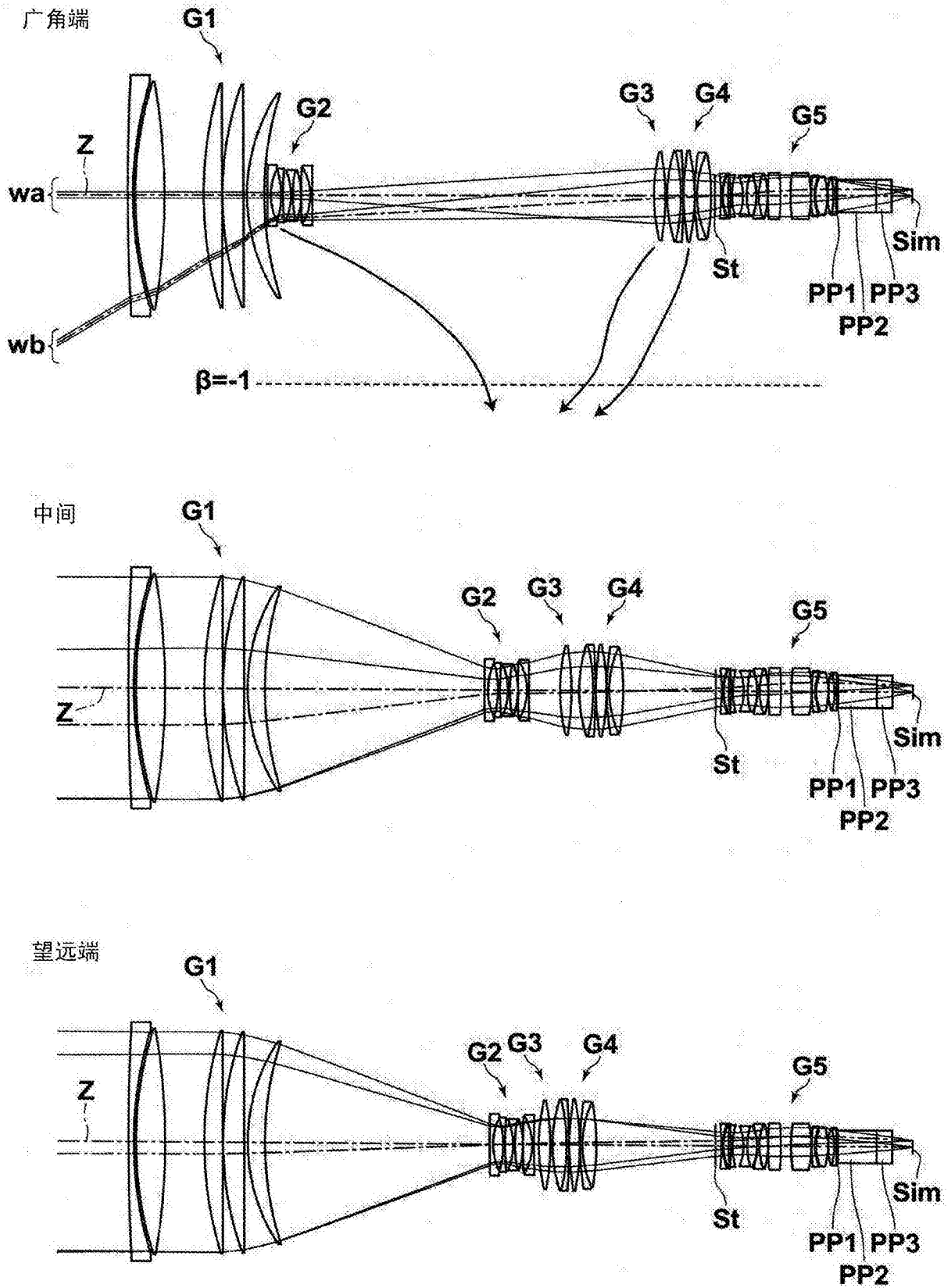


图2

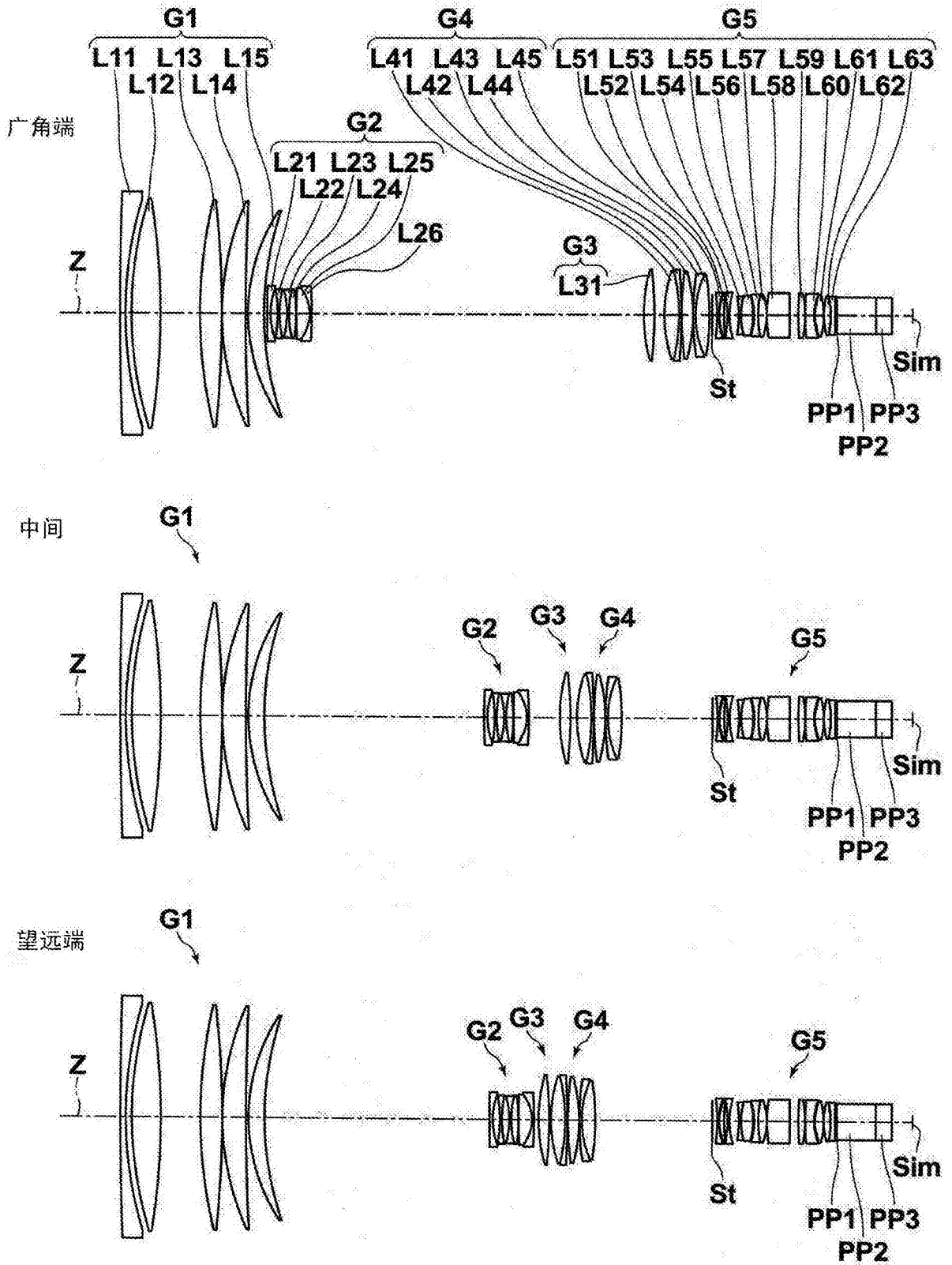


图3

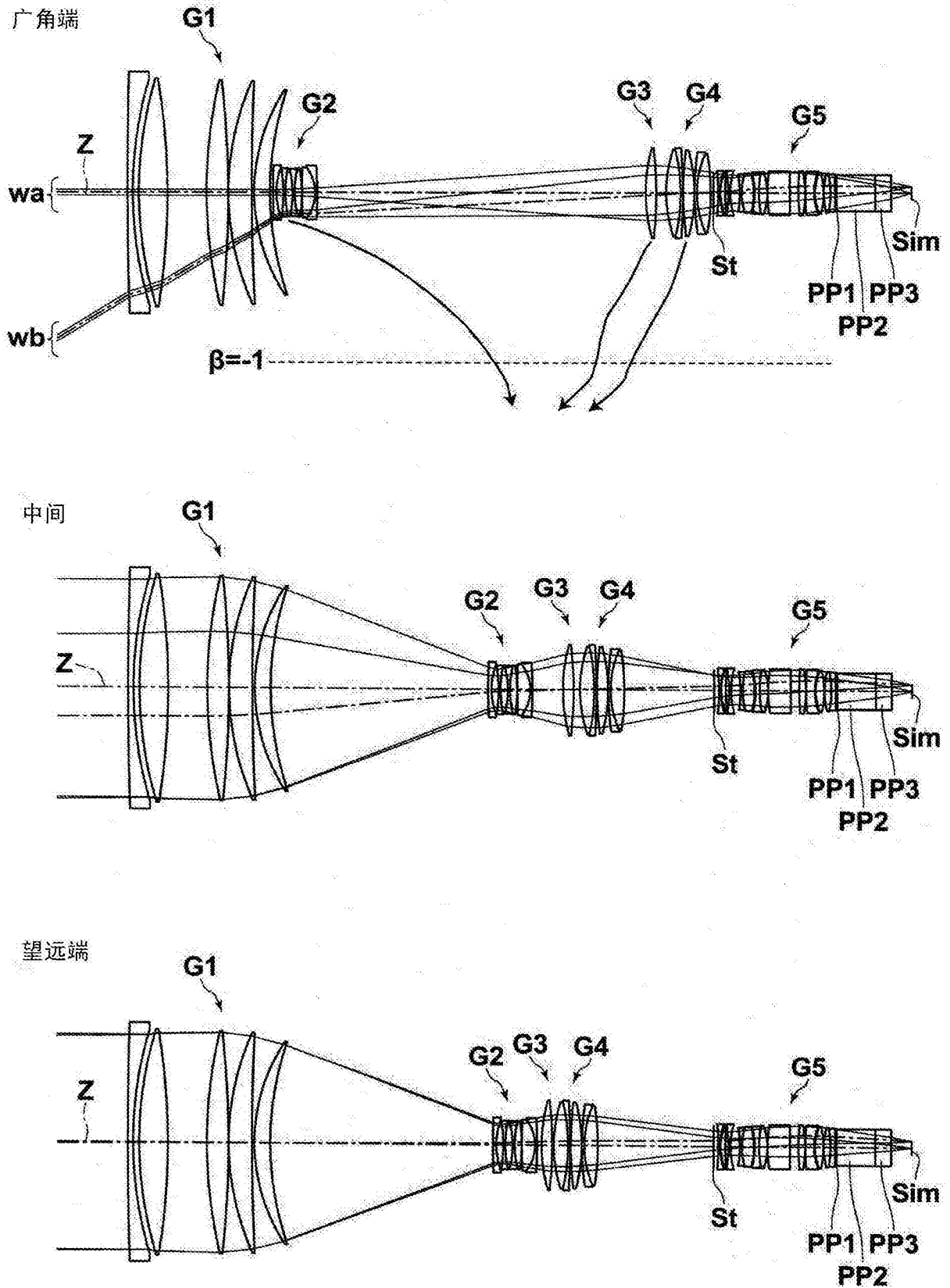


图4

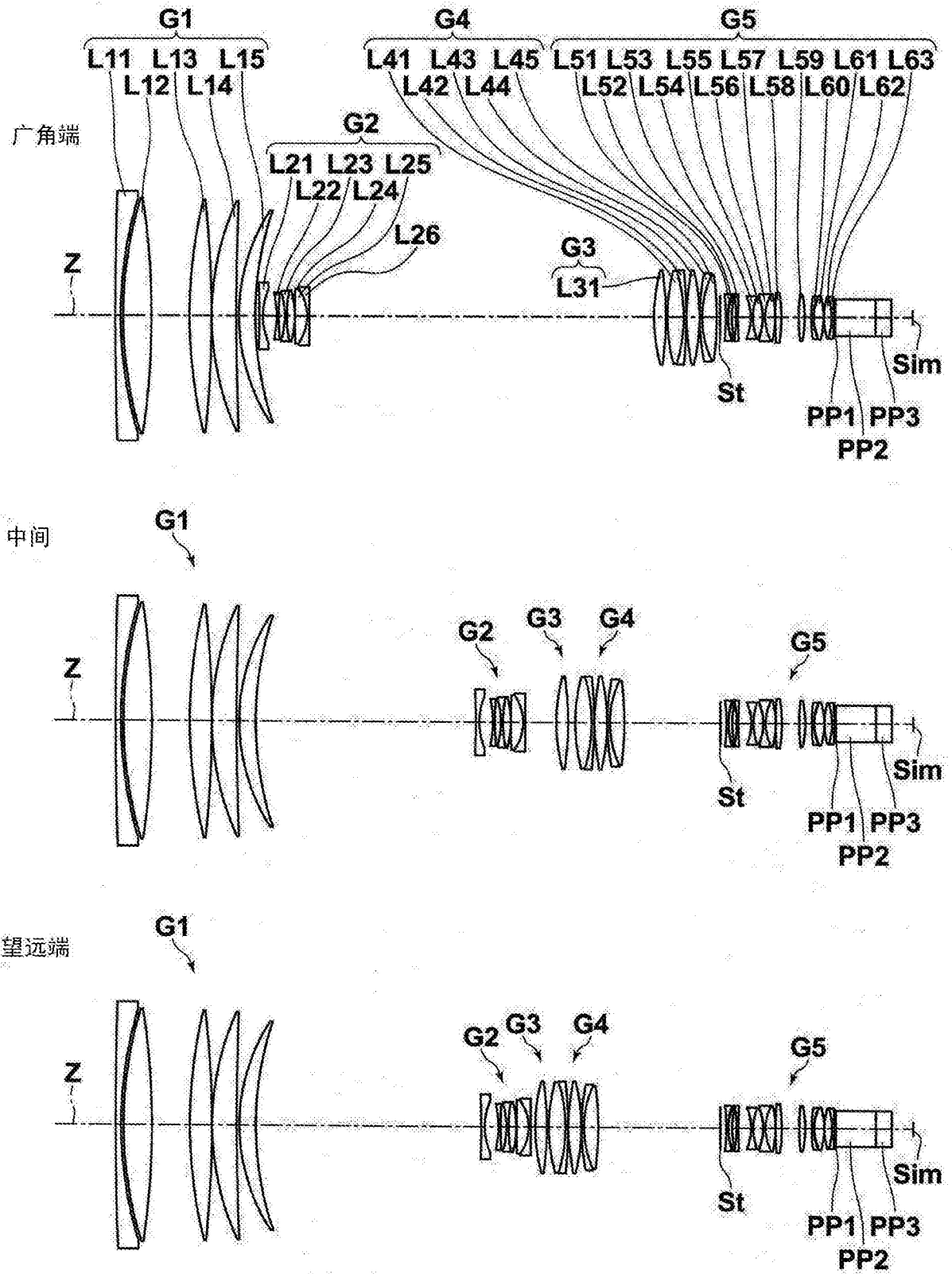


图5

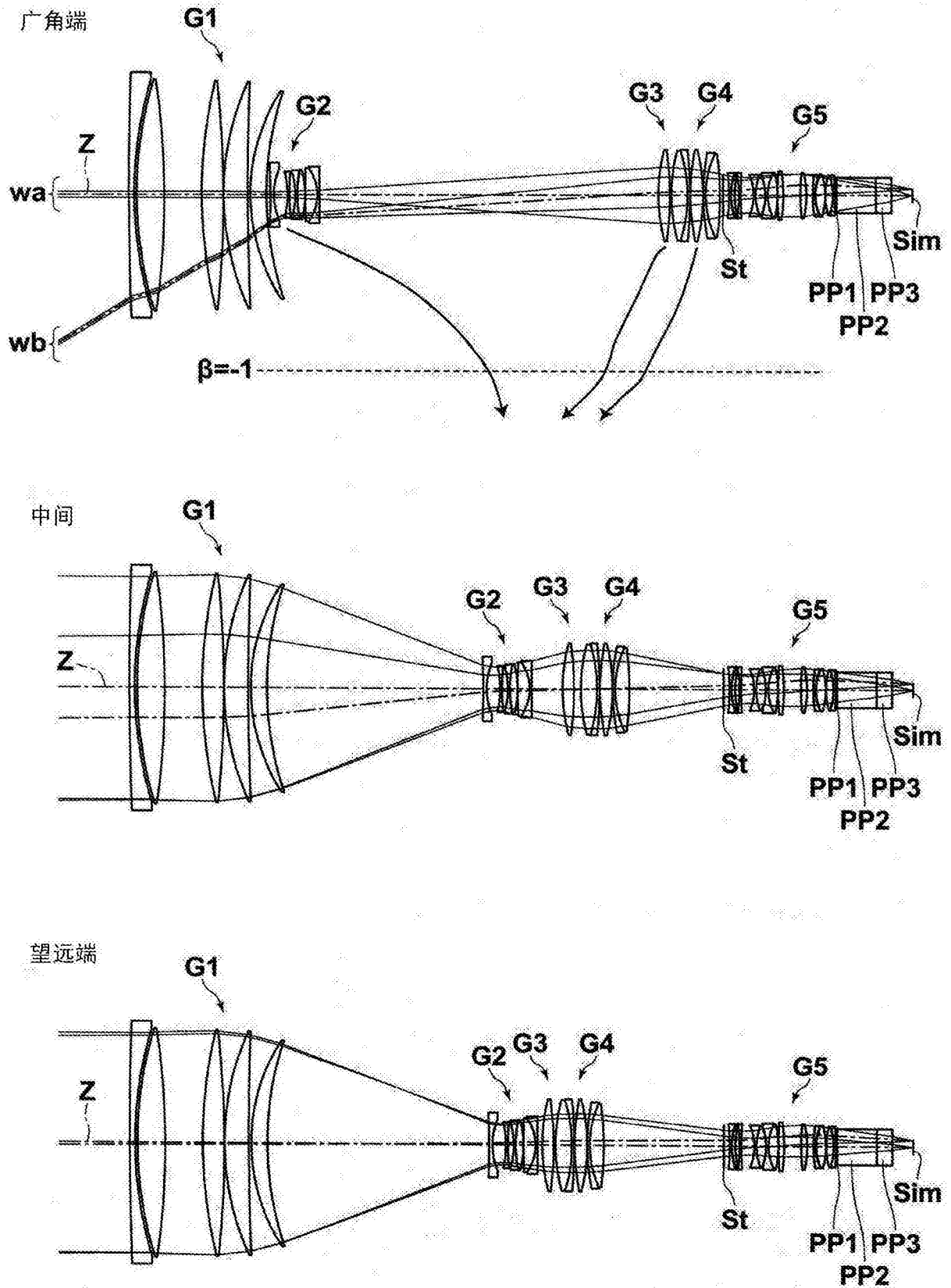


图6

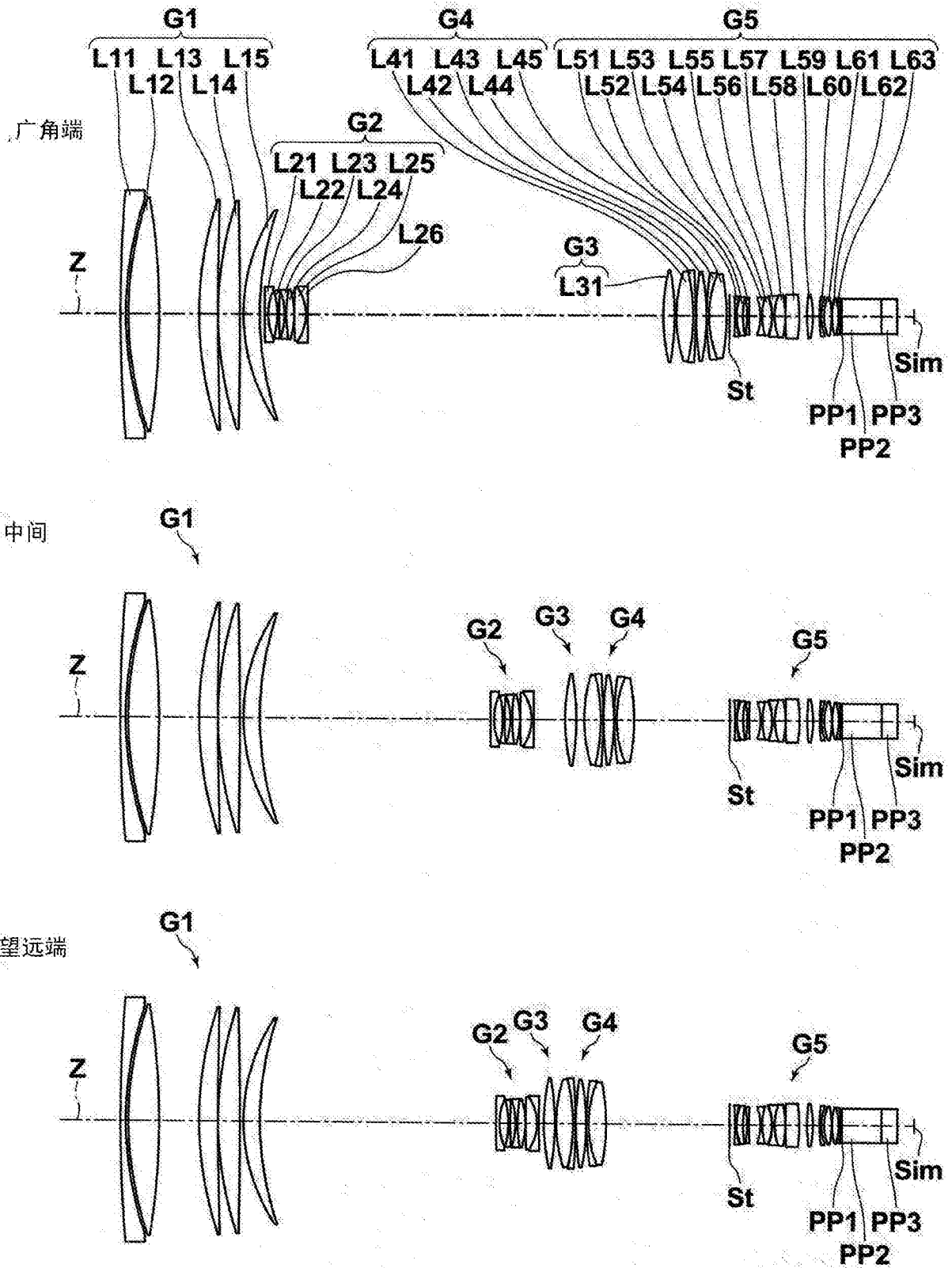


图7

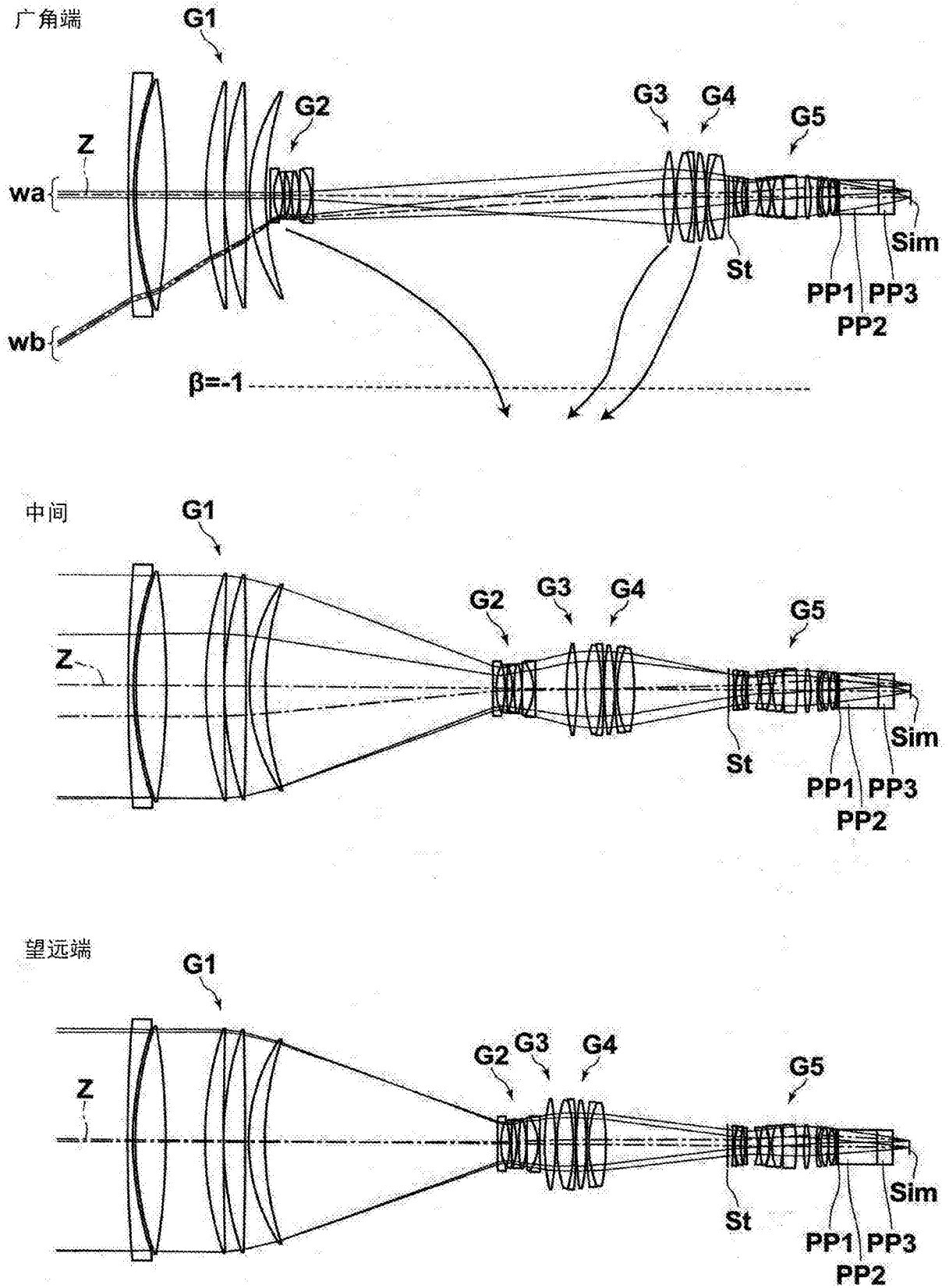


图8

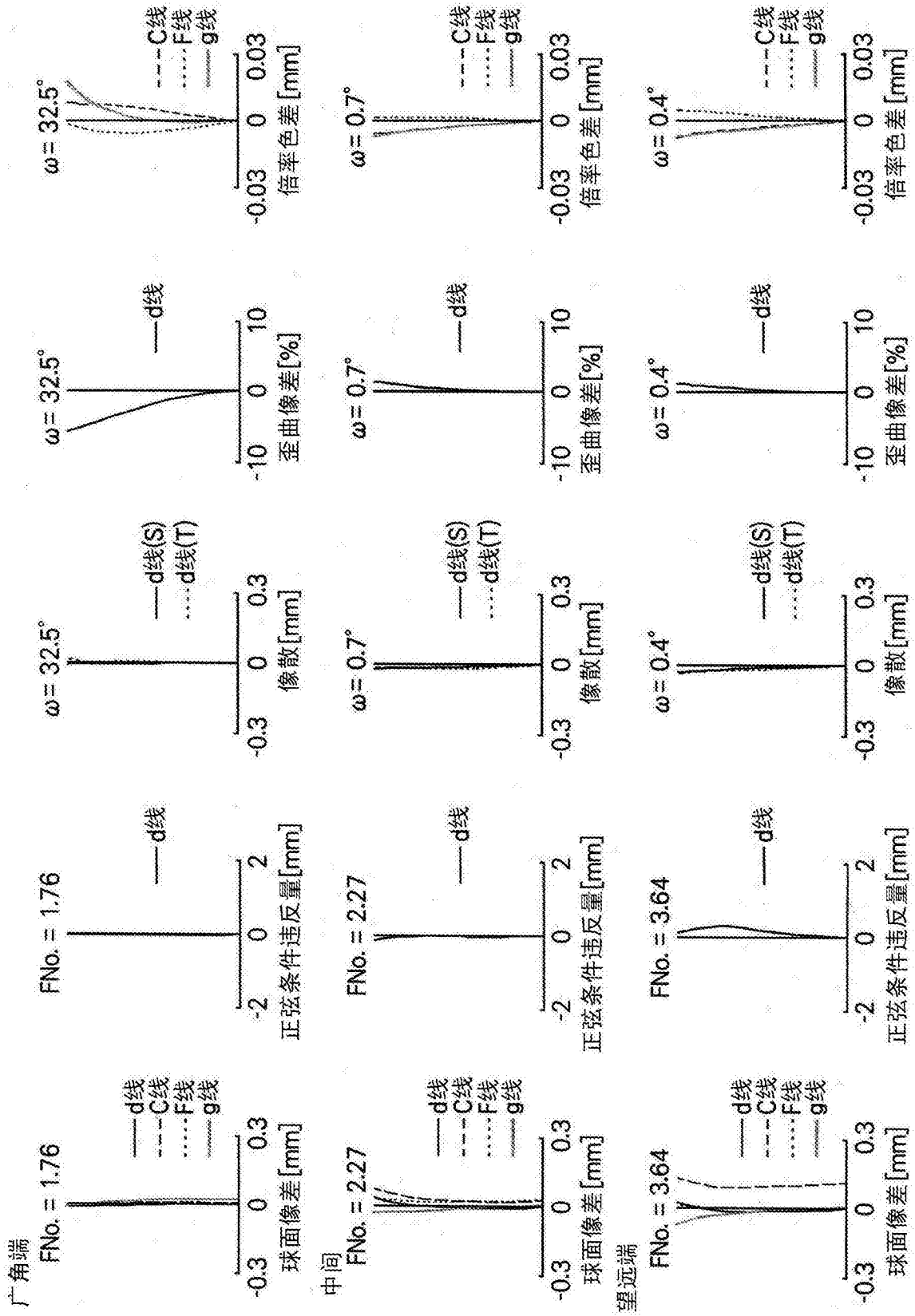


图9

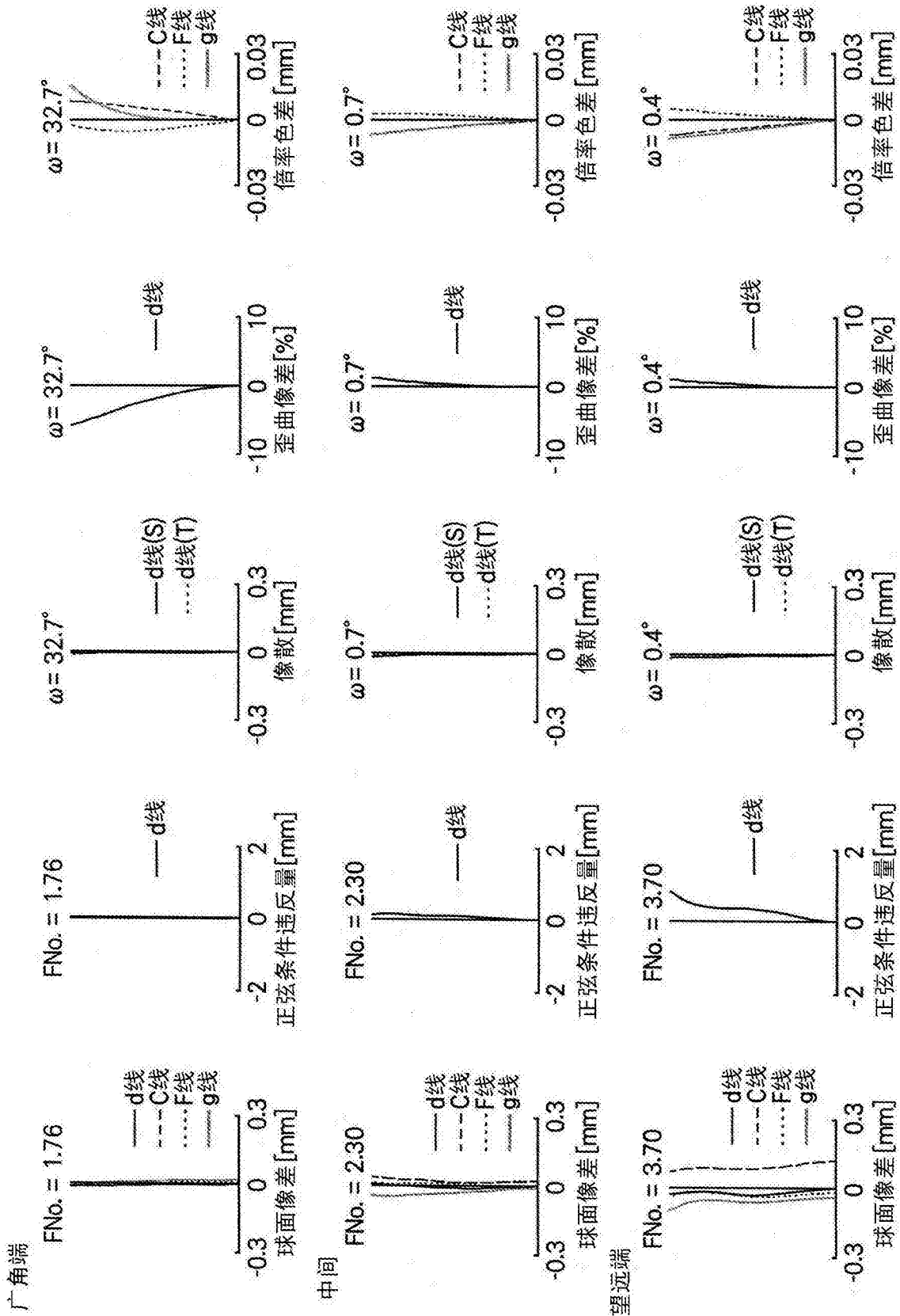


图10

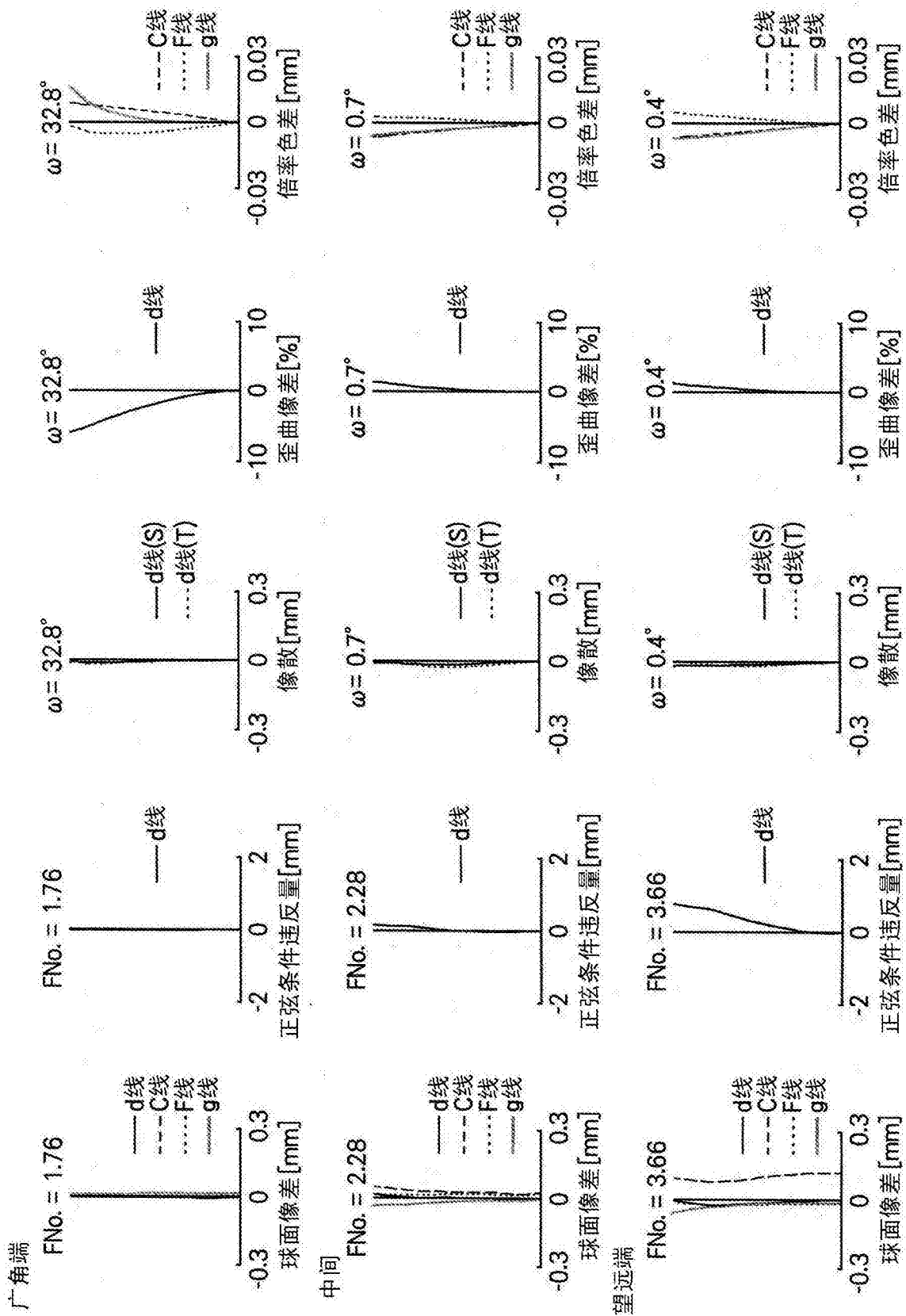


图11

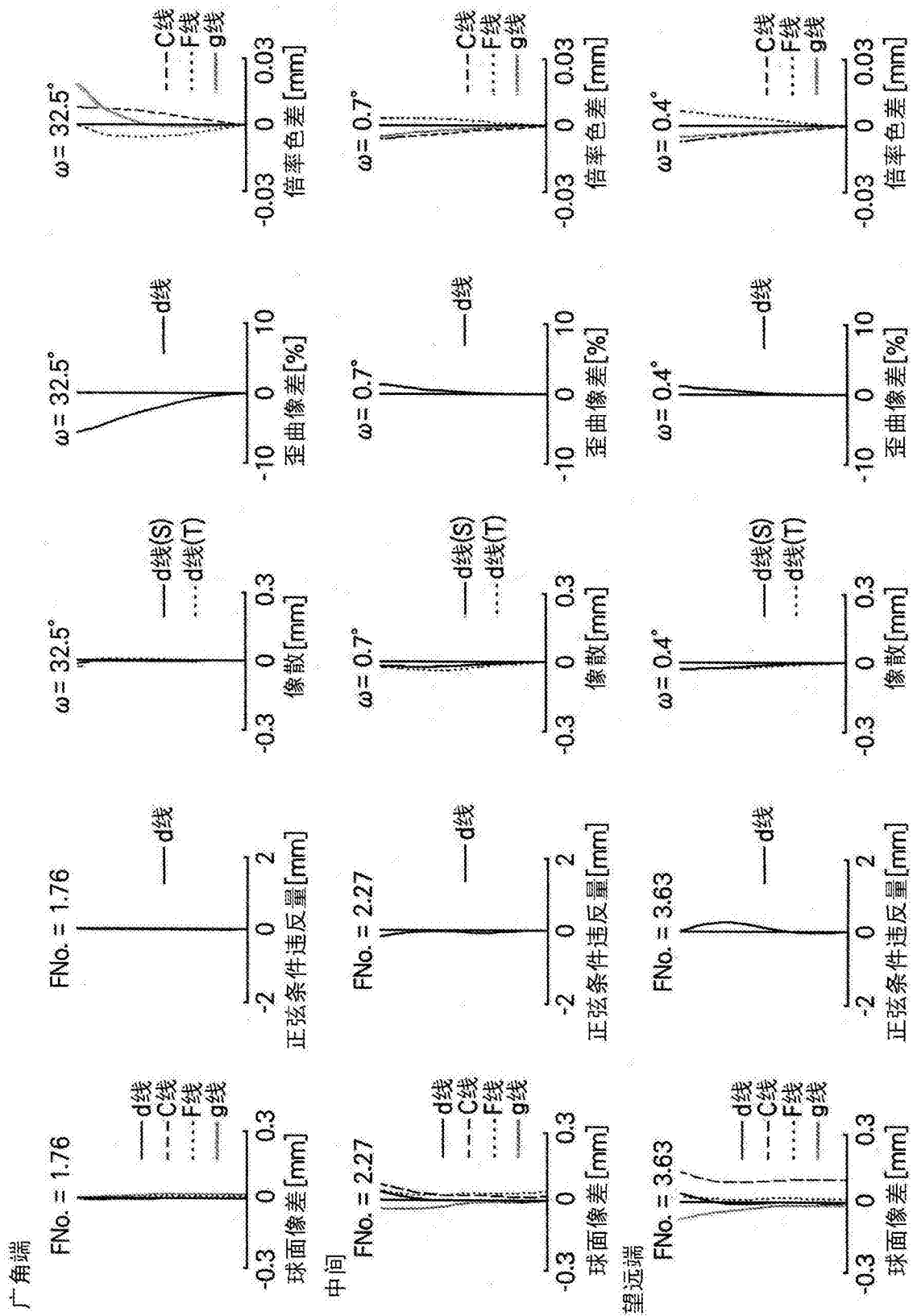


图12

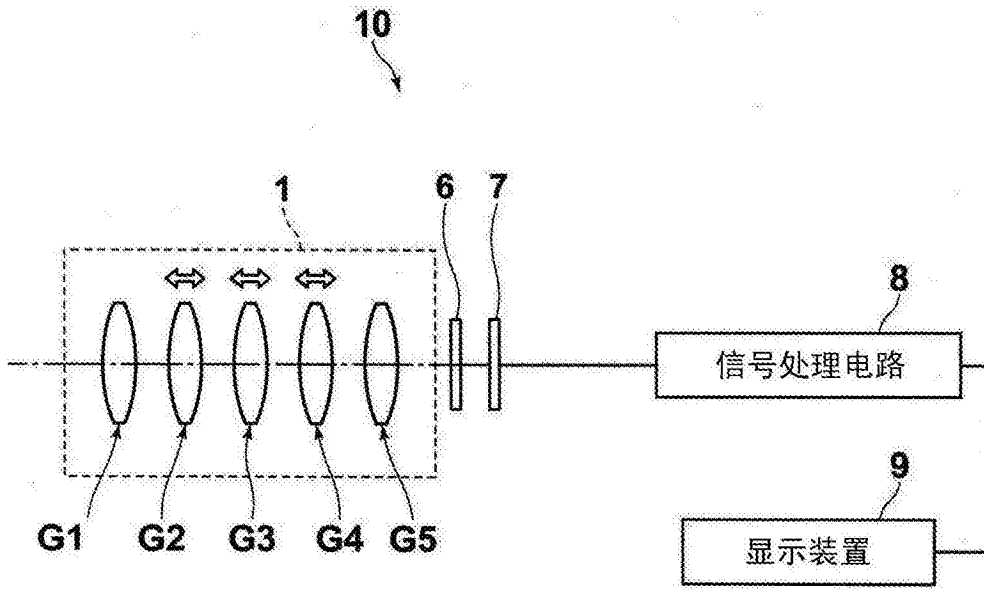


图13