



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104583836 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 29

(21) 申请号 201380045148. 0

代理人 谢海燕

(22) 申请日 2013. 08. 19

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

G02B 15/20(2006. 01)

2012-194735 2012. 09. 05 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 02. 27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2013/004897 2013. 08. 19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/038147 JA 2014. 03. 13

(71) 申请人 富士胶片株式会社

地址 日本国东京都

(72) 发明人 小里哲也 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

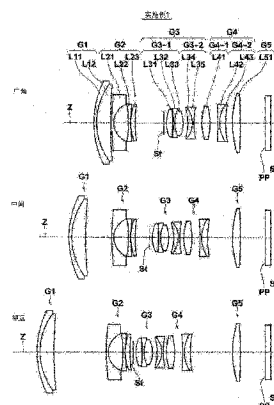
权利要求书3页 说明书24页 附图11页

(54) 发明名称

变焦透镜和摄像装置

(57) 摘要

本发明涉及一种具有手抖补正功能、并且 FN_o. 小、诸像差被良好地补正、全长短、在广角端的视场角大的变焦透镜。该变焦透镜从物体侧依次由具有正光焦度的第 1 透镜群 (G1)、具有负光焦度的第 2 透镜群 (G2)、具有正光焦度的第 3 透镜群 (G3)、具有正光焦度的第 4 透镜群 (G4)、具有正光焦度的第 5 透镜群 (G5) 构成, 第 3 透镜群 (G3) 从物体侧依次由具有正光焦度的第 3-1 透镜群 (G3-1) 和具有负光焦度的第 3-2 透镜群 (G3-2) 构成, 通过使第 3-2 透镜群 (G3-2) 沿与光轴 Z 垂直的方向移动来进行手抖补正, 在将第 5 透镜群 (G5) 固定的状态下, 通过改变各透镜群的间隔来进行变倍。



1. 一种变焦透镜,其特征在于,

从物体侧依次由具有正光焦度的第 1 透镜群、具有负光焦度的第 2 透镜群、具有正光焦度的第 3 透镜群、具有正光焦度的第 4 透镜群、具有正光焦度的第 5 透镜群构成,

所述第 3 透镜群从物体侧依次由具有正光焦度的第 3-1 透镜群和具有负光焦度的第 3-2 透镜群构成,

通过使所述第 3-2 透镜群沿与光轴垂直的方向移动来进行手抖补正,

在将所述第 5 透镜群固定的状态下,通过使各透镜群的间隔改变来进行变倍。

2. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,其特征在于,

所述第 3-1 透镜群从物体侧依次由正透镜、负透镜、正透镜构成。

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 3-2 透镜群由从物体侧起依次使凸面朝向像侧的正透镜和负透镜相互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,

所述第 3-2 透镜群满足下述条件式,

$$N_p > N_n \cdots (1),$$

$$v_p < v_n \cdots (2)$$

其中,

N_p :构成所述第 3-2 透镜群的正透镜的折射率,

N_n :构成所述第 3-2 透镜群的负透镜的折射率,

v_p :构成所述第 3-2 透镜群的正透镜的阿贝数,

v_n :构成所述第 3-2 透镜群的负透镜的阿贝数。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的变焦透镜,其特征在于,

所述第 4 透镜群从物体侧依次由具有正光焦度的第 4-1 透镜群和具有负光焦度的第 4-2 透镜群构成,

通过使所述第 4-2 透镜群沿光轴方向移动来进行合焦。

6. 根据权利要求 5 所述的变焦透镜,其特征在于,

所述第 4-2 透镜群包含从物体侧起依次使凹面朝向像侧的负透镜和正透镜相互接合而成的接合透镜。

7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的变焦透镜,其特征在于,

广角端的全视场角为 70 度以上,并且满足下述条件式,

$$4.0 < f_1/f_w < 6.0 \cdots (3),$$

$$1.1 < f_1/f_t < 2.2 \cdots (4)$$

其中,

f_1 :所述第 1 透镜群的焦距,

f_w :在广角端的全系统的焦距,

f_t :在望远端的全系统的焦距。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的变焦透镜,其特征在于,

广角端的全视场角为 70 度以上,并且满足下述条件式,

$$-3.0 < f_{3-2}/f_w < -1.0 \cdots (5),$$

$$-1.2 < f_{3-2}/f_t < -0.3 \cdots (6)$$

其中,

f_{3-2} :所述第 3-2 透镜群的焦距,

f_w :在广角端的全系统的焦距,

f_t :在望远端的全系统的焦距。

9. 根据权利要求 5 或 6 所述的变焦透镜,其特征在于,
广角端的全视场角为 70 度以上,并且满足下述条件式,

$$-3.0 < f_{4-2}/f_w < -1.0 \cdots (7),$$

$$-1.2 < f_{4-2}/f_t < -0.3 \cdots (8)$$

其中,

f_{4-2} :所述第 4-2 透镜群的焦距,

f_w :在广角端的全系统的焦距,

f_t :在望远端的全系统的焦距。

10. 根据权利要求 1 至 9 中任一项所述的变焦透镜,其特征在于,
所述第 1 透镜群从物体侧依次由使凹面朝向像侧的负透镜和使凸面朝向物体侧的正透镜构成,

并且满足下述条件式,

$$-3.0 < (R_{1f}+R_{1r})/(R_{1t}-R_{1r}) < -1.1 \cdots (9)$$

其中,

R_{1f} :所述第 1 透镜群内的负透镜的物体侧面的曲率半径,

R_{1r} :所述第 1 透镜群内的正透镜的像侧面的曲率半径。

11. 根据权利要求 10 所述的变焦透镜,其特征在于,
所述第 1 透镜群内的负透镜与正透镜相互接合在一起。

12. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的变焦透镜,其特征在于,在所述第 3 透镜群的物体侧设置有光阑。

13. 根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的变焦透镜,其特征在于,广角端的全视场角为 70 度以上,并且满足下述条件式,

$$4.2 < f_1/f_w < 5.8 \cdots (3-1),$$

$$1.4 < f_1/f_t < 2.1 \cdots (4-1)$$

其中,

f_1 :所述第 1 透镜群的焦距,

f_w :在广角端的全系统的焦距,

f_t :在望远端的全系统的焦距。

14. 根据权利要求 1 至 13 中任一项所述的变焦透镜,其特征在于,广角端的全视场角为 70 度以上,并且满足下述条件式,

$$-2.7 < f_{3-2}/f_w < -1.3 \cdots (5-1),$$

$$-1.0 < f_{3-2}/f_t < -0.4 \cdots (6-1)$$

其中,

f_{3-2} :所述第 3-2 透镜群的焦距,

f_w :在广角端的全系统的焦距,

f_t :在望远端的全系统的焦距。

15. 根据权利要求 5 或 6 所述的变焦透镜,其特征在于,
广角端的全视场角为 70 度以上,并且满足下述条件式,

$$-2.7 < f_{4-2}/f_w < -1.3 \cdots (7-1),$$

$$-1.0 < f_{4-2}/f_t < -0.4 \cdots (8-1)$$

其中,

f_{4-2} :所述第 4-2 透镜群的焦距,

f_w :在广角端的全系统的焦距,

f_t :在望远端的全系统的焦距。

16. 根据权利要求 1 至 15 中任一项所述的变焦透镜,其特征在于,

所述第 1 透镜群从物体侧依次由使凹面朝向像侧的负透镜和使凸面朝向物体侧的正透镜构成,

并且满足下述条件式,

$$-2.7 < (R_{1f}+R_{1r})/(R_{1f}-R_{1r}) < -1.3 \cdots (9-1)$$

其中,

R_{1f} :所述第 1 透镜群内的负透镜的物体侧面的曲率半径,

R_{1r} :所述第 1 透镜群内的正透镜的像侧面的曲率半径。

17. 一种摄像装置,其特征在于,

具备权利要求 1 所述的变焦透镜。

变焦透镜和摄像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及变焦透镜和摄像装置,更详细而言,涉及在数码照相机、播放用照相机、监控用照相机、电影摄影用照相机等电子照相机中所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] 作为将 CCD(Charge Coupled Device)、CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor) 等摄像元件设为记录介质的摄像机、电子静态照相机等摄像装置中所使用的变焦透镜,例如提出了专利文献 1 ~ 4 中记载的变焦透镜。

[0003] 在先技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献 1 :日本特开平 9-218352 号公报

[0006] 专利文献 2 :日本特开 2009-86437 号公报

[0007] 专利文献 3 :日本特开 2010-185942 号公报

[0008] 专利文献 4 :日本特开 2007-17532 号公报

发明内容

[0009] 发明要解决的课题

[0010] 近年来,随着数码照相机、电影摄影用照相机的高精细化,要求使诸像差被良好地补正的变焦透镜。另外, $F_{No.}$ 小、所谓的明亮的变焦透镜的期望提高。需要说明的是,对于 $F_{No.}$ 的期望,进一步大致区分而言,具有希望广角端的 $F_{No.}$ 小的情况、希望望远端的 $F_{No.}$ 小的情况、要求从广角端到望远端十分明亮且 $F_{No.}$ 无变化的情况。另外,在作为标准变焦透镜而使用的情况下,要求在广角端具有 70 度左右以上的全视场角。并且,最近,希望带有手抖修正功能。

[0011] 然而,专利文献 1 所记载的变焦透镜的 $F_{No.}$ 为从 4.6 到 7.2 并不十分明亮。另外,专利文献 2 的实施例 7 所记载的变焦透镜,其广角端的 $F_{No.}$ 为 2.83 足够明亮,但望远端的 $F_{No.}$ 为 5.64 并不十分明亮。需要说明的是,专利文献 1、2 均未涉及手抖修正。

[0012] 另外,专利文献 3 所记载的变焦透镜提及了手抖修正,广角端的 $F_{No.}$ 为 1.8,望远端的 $F_{No.}$ 为 3.5 足够明亮,但广角端的全视场角为 60 度较窄,不适于作为数码照相机的标准变焦透镜来使用。

[0013] 另外,专利文献 4 所记载的变焦透镜也提及了手抖修正,广角端的 $F_{No.}$ 为 2.76 足够明亮,但望远端的 $F_{No.}$ 为 5.17 并不十分明亮。另外,与广角端的焦距相比全长较长的问题存在。另外,用于手抖修正的透镜群的光焦度弱,手抖修正时的移动量大的问题存在。

[0014] 本发明是鉴于上述情况而完成的,其目的在于,提供一种变焦透镜以及具备该透镜的摄像装置,该变焦透镜具有手抖修正功能、并且 $F_{No.}$ 小、诸像差被良好地修正、全长短、在广角端的全视场角大。

[0015] 用于解决课题的手段

[0016] 本发明的变焦透镜的特征在于,从物体侧依次由具有正光焦度的第 1 透镜群、具有负光焦度的第 2 透镜群、具有正光焦度的第 3 透镜群、具有正光焦度的第 4 透镜群、具有正光焦度的第 5 透镜群构成,第 3 透镜群从物体侧依次由具有正光焦度的第 3-1 透镜群和具有负光焦度的第 3-2 透镜群构成,通过使第 3-2 透镜群沿与光轴垂直的方向移动来进行手抖校正,在将第 5 透镜群固定的状态下通过使各透镜群的间隔改变来进行变倍。

[0017] 在本发明的变焦透镜中,优选为,第 3-1 透镜群从物体侧依次由正透镜、负透镜、正透镜构成。

[0018] 另外,优选为,第 3-2 透镜群由从物体侧起依次使凸面朝向像侧的正透镜和负透镜相互接合而成的接合透镜构成。

[0019] 在该情况下,优选为,第 3-2 透镜群满足下述条件式,

$$[0020] \quad n_p > n_n \cdots (1),$$

$$[0021] \quad v_p < v_n \cdots (2)$$

[0022] 其中, n_p :构成第 3-2 透镜群的正透镜的折射率, n_n :构成第 3-2 透镜群的负透镜的折射率, v_p :构成第 3-2 透镜群的正透镜的阿贝数, v_n :构成第 3-2 透镜群的负透镜的阿贝数。

[0023] 另外,优选为,第 4 透镜群从物体侧依次由具有正光焦度的第 4-1 透镜群和具有负光焦度的第 4-2 透镜群构成,通过使第 4-2 透镜群沿光轴方向移动来进行合焦。

[0024] 在该情况下,优选为,第 4-2 透镜群包含从物体侧起依次使凹面朝向像侧的负透镜和正透镜相互接合而成的接合透镜。

[0025] 另外,优选为,广角端的全视场角为 70 度以上,并且满足下述条件式,

$$[0026] \quad 4.0 < f_1/f_w < 6.0 \cdots (3),$$

$$[0027] \quad 1.1 < f_1/f_t < 2.2 \cdots (4)$$

[0028] 其中,

[0029] f_1 :第 1 透镜群的焦距, f_w :在广角端的全系统的焦距, f_t :在望远端的全系统的焦距。

[0030] 另外,优选为,广角端的全视场角为 70 度以上,并且满足下述条件式,

$$[0031] \quad -3.0 < f_{3-2}/f_w < -1.0 \cdots (5),$$

$$[0032] \quad -1.2 < f_{3-2}/f_t < -0.3 \cdots (6)$$

[0033] 其中,

[0034] f_{3-2} :第 3-2 透镜群的焦距, f_w :在广角端的全系统的焦距, f_t :在望远端的全系统的焦距。

[0035] 另外,优选为,广角端的全视场角为 70 度以上,并且满足下述条件式,

$$[0036] \quad -3.0 < f_{4-2}/f_w < -1.0 \cdots (7),$$

$$[0037] \quad -1.2 < f_{4-2}/f_t < -0.3 \cdots (8)$$

[0038] 其中,

[0039] f_{4-2} :第 4-2 透镜群的焦距, f_w :在广角端的全系统的焦距, f_t :在望远端的全系统的焦距。

[0040] 另外,优选为,第 1 透镜群从物体侧依次由使凹面朝向像侧的负透镜和使凸面朝

向物体侧的正透镜构成，

[0041] 并且满足下述条件式，

[0042] $-3.0 < (R1f+R1r)/(R1f-R1r) < -1.1 \cdots (9)$

[0043] 其中，

[0044] R1f :所述第 1 透镜群内的负透镜的物体侧面的曲率半径，R1r :所述第 1 透镜群内的正透镜的像侧面的曲率半径。

[0045] 另外，优选为，第 1 透镜群内的负透镜与正透镜相互接合在一起。

[0046] 另外，优选为，在第 3 透镜群的物体侧设置有光阑。

[0047] 另外，优选为，广角端的全视场角为 70 度以上，并且满足下述条件式，

[0048] $4.2 < f1/fw < 5.8 \cdots (3-1)$ ，

[0049] $1.4 < f1/ft < 2.1 \cdots (4-1)$ 。

[0050] 另外，优选为，广角端的全视场角为 70 度以上，并且满足下述条件式，

[0051] $-2.7 < f3-2/fw < -1.3 \cdots (5-1)$ ，

[0052] $-1.0 < f3-2/ft < -0.4 \cdots (6-1)$ 。

[0053] 另外，优选为，广角端的全视场角为 70 度以上，并且满足下述条件式，

[0054] $-2.7 < f4-2/fw < -1.3 \cdots (7-1)$ ，

[0055] $-1.0 < f4-2/ft < -0.4 \cdots (8-1)$ 。

[0056] 另外，优选为，第 1 透镜群从物体侧依次由使凹面朝向像侧的负透镜和使凸面朝向物体侧的正透镜构成，并且满足下述条件式，

[0057] $-2.7 < (R1f+R1r)/(R1f-R1r) < -1.3 \cdots (9-1)$ 。

[0058] 本发明的摄像装置的特征在于，具备上述的本发明的变焦透镜。

[0059] 发明效果

[0060] 本发明的变焦透镜从物体侧依次由具有正光焦度的第 1 透镜群、具有负光焦度的第 2 透镜群、具有正光焦度的第 3 透镜群、具有正光焦度的第 4 透镜群、具有正光焦度的第 5 透镜群构成，所述第 3 透镜群从物体侧依次由具有正光焦度的第 3-1 透镜群和具有负光焦度的第 3-2 透镜群构成，通过使所述第 3-2 透镜群沿与光轴垂直的方向移动来进行手抖校正，在将所述第 5 透镜群固定的状态下通过使各透镜群的间隔改变来进行变倍，因此能够实现具有手抖校正功能、并且 FNo. 小、诸像差被良好地校正、全长短、在广角端的视场角大的变焦透镜。

[0061] 另外，由于本发明的摄像装置具备本发明的变焦透镜，因此能够得到明亮且高画质的影像，并且能够实现装置的小型化。

附图说明

[0062] 图 1 是表示本发明的一实施方式的变焦透镜（与实施例 1 相同）的透镜结构的剖视图。

[0063] 图 2 是表示本发明的实施例 2 的变焦透镜的透镜结构的剖视图。

[0064] 图 3 是表示本发明的实施例 3 的变焦透镜的透镜结构的剖视图。

[0065] 图 4 是表示本发明的实施例 4 的变焦透镜的透镜结构的剖视图。

[0066] 图 5 是表示本发明的实施例 5 的变焦透镜的透镜结构的剖视图。

- [0067] 图 6 是本发明的实施例 1 的变焦透镜的各像差图 (A ~ L)。
- [0068] 图 7 是本发明的实施例 2 的变焦透镜的各像差图 (A ~ L)。
- [0069] 图 8 是本发明的实施例 3 的变焦透镜的各像差图 (A ~ L)。
- [0070] 图 9 是本发明的实施例 4 的变焦透镜的各像差图 (A ~ L)。
- [0071] 图 10 是本发明的实施例 5 的变焦透镜的各像差图 (A ~ L)。
- [0072] 图 11 是本发明的实施方式的摄像装置的简要结构图。

具体实施方式

[0073] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行详细说明。图 1 是表示本发明的一实施方式的变焦透镜的透镜结构的剖视图。图 1 所示的结构例与后述的实施例 1 的变焦透镜的结构相同。在图 1 中,左侧为物体侧,右侧为像侧。

[0074] 该变焦透镜沿着光轴 Z 从物体侧依次由具有正光焦度的第 1 透镜群 G1、具有负光焦度的第 2 透镜群 G2、孔径光阑 St、具有正光焦度的第 3 透镜群 G3、具有正光焦度的第 4 透镜群 G4、具有正光焦度的第 5 透镜群 G5 构成,在将第 5 透镜群 G5 固定的状态下,通过改变各透镜群的间隔来进行变倍。需要说明的是,在从广角端向望远端进行变倍时,第 1 透镜群 G1 与第 2 透镜群 G2 的间隔增大,第 2 透镜群 G2 与第 3 透镜群 G3 的间隔缩小,第 3 透镜群 G3 与第 4 透镜群 G4 的间隔改变,第 4 透镜群 G4 与第 5 透镜群 G5 的间隔增大。这里,图 1 所示的孔径光阑 St 并不一定表示其大小、形状,而表示其在光轴 Z 上的位置。

[0075] 在将该变焦透镜应用于摄像装置时,优选根据安装透镜的照相机侧的结构,在光学系统与像面 Sim 之间配置保护玻璃、棱镜、红外线截止滤光器、低通滤光器等各种滤光器,因此在图 1 中,示出了将上述构件的假定下的平行平板状的光学部件 PP 配置在第 5 透镜群 G5 与像面 Sim 之间的例子。

[0076] 第 3 透镜群 G3 从物体侧依次由具有正光焦度的第 3-1 透镜群 G3-1、具有负光焦度的第 3-2 透镜群 G3-2 构成,通过使第 3-2 透镜群 G3-2 沿与光轴 Z 垂直的方向移动从而进行手抖补正。

[0077] 这样,通过采用从物体侧依次正负正正正的透镜群结构,能够将第 3 透镜群 G3 以后的正光焦度分散,因此有利于减小 FNo.。

[0078] 需要说明的是,关于第 5 透镜群 G5,通过不具有移动机构而设为固定,在作为可换镜头使用的情况下能够防止异物从像侧的进入,另外,能够防止在变倍机构、合焦机构上直接施加有外力。

[0079] 另外,如果手抖补正如专利文献 3 那样通过靠近像面的透镜进行,则存在手抖补正时的透镜群的移动量增大的趋势。在手抖补正通过第 3 透镜群整体进行的情况下,由于第 3 透镜群一般而言光焦度较大,因此手抖补正时的像差的变动增大的趋势存在。如果如专利文献 4 那样将第 3 透镜群分成两个具有正光焦度的透镜群,并通过物体侧的透镜群进行手抖补正,则手抖补正群的光焦度变得过弱,而移动量增大的趋势存在。

[0080] 因此,如本实施方式那样,第 3 透镜群 G3 从物体侧依次由具有正光焦度的第 3-1 透镜群 G3-1、具有负光焦度的第 3-2 透镜群 G3-2 构成,通过使第 3-2 透镜群 G3-2 沿与光轴 Z 垂直的方向移动而进行手抖补正,能够减小手抖补正时的透镜群的移动量,对于小型化、省电、手抖补正的响应的提高是有效果的。另外,与使第 3 透镜群 G3 整体移动的情况相比,

能够减小手抖补正时的像差变动。并且,由于第 3-1 透镜群 G3-1 具有正光焦度,向第 3-2 透镜群 G3-2 入射的光束的宽度变窄,因此构成第 3-2 透镜群 G3-2 的透镜的透镜直径较小即可,有利于手抖补正群的轻型化。

[0081] 在本实施方式的变焦透镜中,优选为,第 3-1 透镜群 G3-1 从物体侧依次由正透镜、负透镜、正透镜构成。

[0082] 就第 3-1 透镜群 G3-1 而言,由于入射有通过第 2 透镜群 G2 的发散光束,因此需要比较强的光焦度。特别是,为了减小 FNo. 而该透镜群的负担增大。另外,为了不增加光轴上的厚度,还需要由较小的枚数构成。

[0083] 因此,通过采用从物体侧依次为正透镜、负透镜、正透镜这三个透镜的结构,能够以最小的枚数,适当地控制由该透镜群产生的诸像差,通过与第 3-2 透镜群 G3-2 取得像差的平衡,能够减少手抖补正时的像差的发生量。

[0084] 需要说明的是,优选为,将第 3-1 透镜群 G3-1 的最物体侧的正透镜两面设为非球面。由此,能够更加良好地取得与第 3-2 透镜群 G3-2 的像差平衡。

[0085] 另外,优选为,第 3-2 透镜群 G3-2 由从物体侧起使凸面朝向像侧的正透镜和负透镜依次相互接合而成的接合透镜构成。

[0086] 要求用于手抖补正的透镜群为轻型,通过这样构成,能够在不增加重量的情况下抑制由第 3-2 透镜群 G3-2 产生的像差,抑制手抖补正时的像差的产生。

[0087] 在该情况下,优选为,第 3-2 透镜群 G3-2 满足下述条件式 (1)、(2)。通过满足条件式 (1),能够抑制由第 3-2 透镜群 G3-2 产生的球面像差、像面弯曲,能够抑制手抖补正时的像差的产生。通过满足条件式 (2),能够抑制由第 3-2 透镜群 G3-2 产生的色像差,能够抑制手抖补正时的色像差的产生。

[0088] $N_p > N_n \cdots (1)$

[0089] $v_p < v_n \cdots (2)$

[0090] 其中, N_p :构成第 3-2 透镜群的正透镜的折射率, N_n :构成第 3-2 透镜群的负透镜的折射率, v_p :构成第 3-2 透镜群的正透镜的阿贝数, v_n :构成第 3-2 透镜群的负透镜的阿贝数。

[0091] 另外,就第 4 透镜群 G4 而言,优选其从物体侧依次由具有正光焦度的第 4-1 透镜群 G4-1、具有负光焦度的第 4-2 透镜群 G4-2 构成,通过使第 4-2 透镜群 G4-2 沿光轴方向移动来进行合焦。在该情况下,在从无限远向至近侧进行合焦时,第 4-2 透镜群 G4-2 从物体侧向像侧移动。通过这样构成,能够抑制合焦时的移动量,并且在合焦时的移动量增大的望远端,在至近侧与第 5 透镜 G5 的间隔存在富余,因此能够将至近距离缩短。

[0092] 在该情况下,优选为,第 4-2 透镜群 G4-2 包含从物体侧起依次使凹面朝向像侧的负透镜和正透镜相互接合而成的接合透镜。通过这样构成,能够减少因第 4-2 透镜群 G4-2 造成的像差的产生,能够压制合焦时的像差的变动。需要说明的是,为了使合焦透镜群轻型化,优选为,第 4-2 透镜群 G4-2 仅由该接合透镜构成。

[0093] 另外,优选为,广角端的全视场角为 70 度以上,并且满足下述条件式 (3)、(4)。当超出条件式 (3)、(4) 的下限时第 1 透镜 G1 的光焦度变得过大,特别是导致望远端的球面像差的恶化。相反,当超过条件式 (3)、(4) 的上限时,难以实现轻薄化。需要说明的是,如果满足下述条件式 (3-1)、(4-1),则能够形成更良好的特性。

[0094] $4.0 < f1/fw < 6.0 \dots (3)$

[0095] $1.1 < f1/ft < 2.2 \dots (4)$

[0096] $4.2 < f1/fw < 5.8 \dots (3-1)$

[0097] $1.4 < f1/ft < 2.1 \dots (4-1)$

[0098] 其中, $f1$:第 1 透镜群的焦距, fw :在广角端的全系统的焦距, ft :在望远端的全系统的焦距。

[0099] 另外,优选为,广角端的全视场角为 70 度以上,并且满足下述条件式 (5)、(6)。当超出条件式 (5)、(6) 的下限时,第 3-2 透镜群 G3-2 的光焦度变得过弱,手抖补正时的移动量增大,因此难以实现小型化、省电、手抖补正的响应的提高。相反,当超过条件式 (5)、(6) 的上限时,手抖补正时的像差的变动增大。需要说明的是,如果满足下述条件式 (5-1)、(6-1),则能够形成更良好的特性。

[0100] $-3.0 < f3-2/fw < -1.0 \dots (5)$

[0101] $-1.2 < f3-2/ft < -0.3 \dots (6)$

[0102] $-2.7 < f3-2/fw < -1.3 \dots (5-1)$

[0103] $-1.0 < f3-2/ft < -0.4 \dots (6-1)$

[0104] 其中, $f3-2$:第 3-2 透镜群的焦距, fw :在广角端的全系统的焦距, ft :在望远端的全系统的焦距。

[0105] 另外,优选为,在广角端的全视场角为 70 度以上,并且满足下述条件式 (7)、(8)。当超出条件式 (7)、(8) 的下限时,合焦时的移动量增大,难以实现小型化、省电、合焦速度的提高。相反,当超过条件式 (7)、(8) 的上限时,合焦时的像差的变动增大。需要说明的是,如果满足下述条件式 (7-1)、(8-1),则能够形成更良好的特性。

[0106] $-3.0 < f4-2/fw < -1.0 \dots (7)$

[0107] $-1.2 < f4-2/ft < -0.3 \dots (8)$

[0108] $-2.7 < f4-2/fw < -1.3 \dots (7-1)$

[0109] $-1.0 < f4-2/ft < -0.4 \dots (8-1)$

[0110] 其中, $f4-2$:第 4-2 透镜群的焦距, fw :在广角端的全系统的焦距, ft :在望远端的全系统的焦距。

[0111] 另外,优选为,第 1 透镜群 G1 从物体侧依次由使凹面朝向像侧的负透镜、使凸面朝向物体侧的正透镜构成,优选为,满足下述条件式 (9)。当超出条件式 (9) 的下限时,难以进行色像差的补正。相反,当超过条件式 (9) 的上限时,特别是望远端的球面像差恶化。需要说明的是,如果满足下述条件式 (9-1),则能够形成更良好的特性。

[0112] $-3.0 < (R1f+R1r)/(R1f-R1r) < -1.1 \dots (9)$

[0113] $-2.7 < (R1f+R1r)/(R1f-R1r) < -1.3 \dots (9-1)$

[0114] 其中, $R1f$:第 1 透镜群内的负透镜的物体侧面的曲率半径, $R1r$:第 1 透镜群内的正透镜的像侧面的曲率半径。

[0115] 在该情况下,优选为,第 1 透镜群 G1 内的负透镜与正透镜相互接合在一起。由此,能够降低在边界面处易于产生的重影的浓度。

[0116] 另外,优选为,在第 3 透镜群 G3 的物体侧设置有光阑。由此,能够防止光阑机构与手抖补正机构的干涉。

[0117] 在本变焦透镜中,作为最物体侧所配置的材料,具体而言优选使用玻璃,或者也可以使用透明的陶瓷。

[0118] 另外,在本变焦透镜在严峻的环境中使用的情况下,优选为施加保护用的多层膜涂层。并且,除保护用涂层以外,还可以施加用于使用时的重影光降低等的防反射涂层。

[0119] 另外,在图1所示的例子中,示出了在透镜系统与像面Sim之间配置有光学部件PP的例子,然而也可以代替将低通滤光器、截止特定的波长区域这样的各种滤光器等配置在透镜系统与像面Sim之间,而在各透镜之间配置这些各种滤光器,或者也可以在任一透镜的透镜面上施加具有与各种滤光器相同的作用的涂层。

[0120] 接下来,对本发明的变焦透镜的数值实施例进行说明。

[0121] 首先,对实施例1的变焦透镜进行说明。在图1中示出表示实施例1的变焦透镜的透镜结构的剖视图。需要说明的是,在图1以及后述的与实施例2~5对应的图2~5中,还一并示出了光学部件PP,左侧为物体侧,右侧为像侧,图示的孔径光阑St并不一定表示其大小、形状,而表示其在光轴Z上的位置。

[0122] 实施例1的变焦透镜注重广角端的FNo.和小型化。第1透镜群G1、第3-2透镜群G3-2、第4-2透镜群G4-2均由正透镜与负透镜的接合透镜构成。

[0123] 在表1中示出实施例1的变焦透镜的基本透镜数据,在表2中示出与诸要素有关的数据,在表3中示出与移动面的间隔有关的数据,在表4中示出与非球面系数有关的数据。以下,对于表中的符号的含义,以实施例1的情况为例来进行说明,在实施例2~5中也基本相同。

[0124] 在表1的透镜数据中,在Si一栏中示出将最物体侧的构成要素的面设为第一个而随着朝向像侧依次增加的第i个($i = 1, 2, 3, \dots$)的面编号,在Ri一栏中示出第i个面的曲率半径,在Di一栏中示出第i个面与第i+1个面的光轴Z上的面间隔。另外,在Ndj一栏中示出将最物体侧的光学要素设为第一个而随着朝向像侧依次增加的第j个($j = 1, 2, 3, \dots$)的光学要素的对d线(波长587.6nm)的折射率,在vdj一栏中示出了相同的第j个光学要素的对d线(波长587.6nm)的阿贝数。

[0125] 需要说明的是,对于曲率半径的符号而言,在面形状朝向物体侧凸出的情况下为正,在朝向像侧凸出的情况下为负。在基本透镜数据中还一并示出了孔径光阑St、光学部件PP。在相当于孔径光阑St的面的面编号一栏中记载了面编号和(光阑)的文字。

[0126] 另外,在表1的透镜数据中,在变倍时间隔发生变化的面间隔一栏中分别标注了DD[i]。

[0127] 在表2的与诸要素有关的数据中,示出广角·中间·望远各自的变焦倍率、焦距 f' 、F值FNo.以及全视场角 2ω 的值。

[0128] 在基本透镜数据、与诸要素有关的数据、以及与移动面的间隔有关的数据中,作为角度的单位使用度,作为长度的单位使用mm,但由于光学系统按比例放大或者按比例缩小也能够使用,因此也可以使用其他适当的单位。

[0129] 在表1的透镜数据中,对非球面的面编号标注了*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。在表4的与非球面系数有关的数据中,示出非球面的面编号Si、与这些非球面有关的非球面系数。非球面系数为,在用以下的公式(A)表示的非球面式中的各系数KA、Am($m = 3, 4, 5, \dots, 20$)的值。

[0130] $Zd = C \cdot h^2 / \{1 + (1 - KA \cdot C^2 \cdot h^2) 1/2\} + \sum Am \cdot h^m \dots (B)$

[0131] 其中,

[0132] Zd :非球面深度(从高度 h 的非球面上的点下垂到与非球面顶点相切并与光轴垂直的平面的垂线的长度)

[0133] h :高度(距光轴的距离)

[0134] C :近轴曲率半径的倒数

[0135] KA, Am :非球面系数($m = 3, 4, 5, \dots 20$)

[0136] 【表 1】

[0137] 实施例 1·透镜数据

[0138]

S_i (面编号)	R_i (曲率半径)	D_i (面间隔)	N_{dj} (折射率)	v_{dj} (阿贝数)
1	51.5416	1.35	1.92286	18.90
2	35.0700	6.59	1.83481	42.73
3	209.5025	DD[3]		
4	125.0732	1.00	1.62041	60.29
5	10.6516	7.00		
*6	-135.8461	1.05	1.69098	52.95
*7	35.9134	0.10		
8	28.4414	2.20	1.92286	18.90
9	82.7316	DD[9]		
10(光阑)	∞	1.30		
*11	20.0172	2.80	1.80348	40.44
*12	-112.9886	0.41		
13	-46.0437	0.70	1.67270	32.10
14	16.7820	4.01	1.49700	81.54
15	-16.7820	2.30		
16	-25.3157	2.20	1.88300	40.76
17	-12.6840	0.71	1.63930	44.87
18	37.9929	DD[18]		
*19	26.9327	4.00	1.69098	52.95
*20	-29.4415	3.80		
21	-143.2379	0.80	1.83400	37.16
22	17.9890	2.92	1.48749	70.23
23	52.4550	DD[23]		
24	56.9749	3.70	1.76200	40.10
25	-260.0272	11.83		
26	∞	2.85	1.51680	64.20
27	∞	2.42		

[0139] 【表 2】

[0140] 实施例 1·诸要素(d线)

[0141]

	广角	中间	望远
变焦倍率	1.0	1.7	2.9
f	18.56	31.50	53.46
FNo.	2.89	3.52	4.13
$2\omega [^\circ]$	79.4	47.6	28.6

[0142] 【表 3】

[0143] 实施例 1 • 变焦间隔

[0144]

	广角	中间	望远
DD[3]	0.60	12.50	25.01
DD[9]	13.80	6.91	1.58
DD[18]	3.82	1.98	1.52
DD[23]	3.30	12.03	20.41

[0145] 【表 4】

[0146] 实施例 1 • 非球面系数

[0147]

面编号	6	7	11
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	2.8680435E-04	1.4710535E-05	7.3438711E-05
A4	-3.9606900E-04	-2.5234353E-04	-9.4826486E-05
A5	9.6790033E-05	4.6561754E-05	4.8179429E-05
A6	-1.0299938E-05	-1.8863447E-06	-8.0733758E-06
A7	-4.7183893E-08	-6.6117816E-07	-1.8747216E-06
A8	4.8830620E-08	8.2982647E-09	9.2289795E-07
A9	2.8165954E-09	8.5750395E-09	-1.0322294E-07
A10	-7.8456146E-11	6.6105996E-10	2.4327727E-09

A11	-1.9153122E-11	-2.5092683E-11	-9.9236793E-10
A12	-1.6490387E-12	-1.1264706E-11	1.2442535E-11
A13	-2.8876807E-14	-1.2106212E-12	3.1439069E-11
A14	-3.1702830E-15	-1.1330751E-14	3.7267059E-12
A15	-7.1431744E-16	1.2237835E-14	-3.3950388E-13
A16	-4.2397046E-17	1.9833659E-15	-7.3787814E-14
A17	-1.1404544E-17	9.1340677E-17	-1.5506159E-14
A18	5.7084738E-18	-1.8548064E-17	1.7800306E-16
A19	5.4911330E-19	-3.0052754E-18	6.1454204E-16
A20	-7.6120916E-20	2.3872349E-19	-4.1314580E-17

[0148]

面编号	12	19	20
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	1.5350520E-04	1.2573913E-04	1.1028983E-04
A4	-1.1234510E-05	-1.3483498E-04	-4.2533206E-05
A5	-2.7955827E-05	4.5494707E-05	1.8296780E-05
A6	2.5344483E-05	-7.5505829E-06	-4.0469416E-06
A7	-5.7895894E-06	5.5708415E-07	1.1053299E-06
A8	2.7149949E-07	-7.0799306E-08	-1.8753429E-07
A9	-7.7087474E-09	2.4324572E-08	7.5019091E-09
A10	1.9673684E-08	-2.5318801E-09	7.7102039E-10
A11	-3.2960969E-10	3.1163560E-11	3.0528520E-10
A12	-4.9795800E-10	-2.5903722E-11	-4.8459994E-11
A13	-7.1976033E-11	5.8337715E-12	-2.5038094E-12

A14	7.4278993E-12	-9.3756335E-14	-2.2579873E-13
A15	6.0588979E-12	-3.8335644E-14	1.8387367E-13
A16	-8.0903072E-13	2.2295140E-15	-1.3190284E-14
A17	-1.5774630E-14	2.0027372E-17	-8.0764066E-17
A18	-1.1585061E-15	-1.9289346E-18	6.5915836E-18
A19	1.3703794E-15	-9.9096954E-19	1.4602602E-18
A20	-8.5615323E-17	6.9998913E-20	-3.2280458E-20

[0149] 在图 6(A) ~ (L) 中示出实施例 1 的变焦透镜的各像差图。图 6(A) ~ (D) 分别示出广角的球面像差、像散、畸变像差、倍率色像差,图 6(E) ~ (H) 分别示出中间的球面像差、像散、畸变像差、倍率色像差,图 6(I) ~ (L) 分别示出望远的球面像差、像散、畸变像差、倍率色像差。

[0150] 在表示球面像差、像散、畸变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用实线、长虚线、短虚线、点线示出 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。在像散图中分别用实现和虚线示出弧矢方向、子午方向的像差。在倍率色像差图中分别用长虚线、短虚线、点线示出 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,球面像差图的 F_{no} 是指 F 值,其他的像差图的 ω 是指半视场角。

[0151] 接下来,对实施例 2 的变焦透镜进行说明。在图 2 中示出表示实施例 2 的变焦透镜的透镜结构的剖视图。

[0152] 实施例 2 的变焦透镜为与实施例 1 的变焦透镜相同的形状。

[0153] 另外,在表 5 中示出实施例 2 的变焦透镜的基本透镜数据,在表 6 中示出与诸要素有关的数据,在表 7 中示出与移动面的间隔有关的数据,在表 8 中示出与非球面系数有关的数据,在图 7(A) ~ (L) 中示出各像差图。

[0154] 【表 5】

[0155] 实施例 2 · 透镜数据

[0156]

Si (面编号)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Ndj (折射率)	vdj (阿贝数)
1	56.8952	1.36	1.84666	23.78
2	34.9997	6.00	1.88300	40.76
3	138.2593	DD[3]		
4	48.2920	1.00	1.75500	52.32
5	11.1007	7.00		
*6	-76.6140	1.21	1.62263	58.16
*7	33.5305	0.21		
8	33.4180	2.20	1.92286	20.88
9	262.4996	DD[9]		
10(光阑)	∞	1.30		
*11	20.8021	2.80	1.80610	40.73
*12	-245.8073	0.35		
13	-65.9959	0.70	1.67270	32.10
14	17.3921	4.01	1.49700	81.54
15	-17.3921	2.30		
16	-23.7268	2.20	1.90366	31.32
17	-13.0956	0.71	1.60342	38.03
18	38.0005	DD[18]		
*19	27.8897	4.00	1.69350	53.20
*20	-27.0941	3.80		
21	-102.4322	0.80	1.85026	32.27
22	18.3339	2.76	1.51823	58.90
23	52.5015	DD[23]		
24	70.3669	3.70	1.75520	27.51
25	-137.0292	11.77		
26	∞	2.85	1.51680	64.20
27	∞	2.31		

[0157] 【表 6】

[0158] 实施例 2 · 诸要素 (d 线)

[0159]

	广角	中间	望远
变焦倍率	1.0	1.7	2.9
f	17.67	30.00	50.91
FNo.	2.89	3.57	4.34
$2\omega [^\circ]$	81.6	50.2	30.4

[0160] 【表 7】

[0161] 实施例 2 · 变焦间隔

[0162]

	广角	中间	望远
DD[3]	0.60	12.50	26.42
DD[9]	14.45	6.73	1.39
DD[18]	3.83	2.10	1.53
DD[23]	3.30	13.06	23.37

[0163] 【表 8】

[0164] 实施例 2 · 非球面系数

[0165]

面编号	6	7	11
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	3.1209698E-04	-3.0186656E-05	6.9448914E-05
A4	-4.6940536E-04	-2.9760618E-04	-9.9680354E-05
A5	9.9178978E-05	4.6201075E-05	4.7999550E-05
A6	-9.2490073E-06	-1.3463410E-06	-7.4772477E-06
A7	-1.0800706E-07	-6.0278728E-07	-1.9848060E-06
A8	4.0985105E-08	4.5811363E-09	8.8879727E-07
A9	2.8252612E-09	7.4720397E-09	-9.8765654E-08
A10	-3.1958806E-11	5.7903094E-10	3.5023912E-09
A11	-1.5065868E-11	-1.8532210E-11	-9.8501302E-10
A12	-1.6675742E-12	-9.4180486E-12	-3.1131419E-12
A13	-6.2441073E-14	-1.0567126E-12	2.4900325E-11
A14	-3.9399541E-15	-1.2568924E-14	3.5380198E-12
A15	-3.8066176E-16	9.9189344E-15	-2.5044904E-13
A16	1.3843763E-17	1.6916768E-15	-5.0462625E-14
A17	-1.0673607E-17	8.2930896E-17	-1.1694978E-14

A18	4.7120238E-18	-1.5311859E-17	-4.3852946E-16
A19	4.1399422E-19	-2.4938147E-18	4.5807825E-16
A20	-6.0649421E-20	1.9236998E-19	-2.4150453E-17

[0166]

面编号	12	19	20
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	1.7482541E-04	1.0391979E-04	8.6515925E-05
A4	-2.5384320E-05	-1.2203179E-04	-2.6511670E-05
A5	-2.9414438E-05	4.2025280E-05	1.3788085E-05
A6	2.7157195E-05	-7.0519796E-06	-3.2448478E-06
A7	-6.0821019E-06	5.7449479E-07	1.0458471E-06
A8	2.2859211E-07	-7.7607777E-08	-1.8539190E-07
A9	-1.7457516E-09	2.4346968E-08	7.6845268E-09
A10	2.1243644E-08	-2.5143428E-09	7.0662041E-10
A11	-3.8251259E-10	3.1897219E-11	3.0988674E-10
A12	-5.1671466E-10	-2.5484180E-11	-4.8593655E-11
A13	-7.7813389E-11	5.8414113E-12	-2.5083728E-12
A14	7.4423410E-12	-9.3639335E-14	-2.2276872E-13
A15	6.1476856E-12	-3.9077267E-14	1.8416565E-13
A16	-8.0024188E-13	2.1837550E-15	-1.3141527E-14
A17	-1.2819270E-14	1.6122368E-17	-8.3988939E-17
A18	-1.4374357E-15	-6.6941192E-19	5.2053693E-18
A19	1.2717259E-15	-8.8299736E-19	1.2975583E-18
A20	-7.7197940E-17	5.9204723E-20	-4.6653616E-21

[0167] 接下来,对实施例3的变焦透镜进行说明。在图3中示出表示实施例3的变焦透

镜的透镜结构的剖视图。

[0168] 实施例 3 的变焦透镜也为与实施例 1 的变焦透镜相同的形状。

[0169] 另外,在表 9 中示出实施例 3 的变焦透镜的基本透镜数据,在表 10 中示出与诸要素有关的数据,在表 11 中示出与移动面的间隔有关的数据,在表 12 中示出与非球面系数有关的数据,在图 8(A) ~ (L) 中示出各像差图。

[0170] 【表 9】

[0171] 实施例 3 · 透镜数据

[0172]

Si (面编号)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Ndj (折射率)	v _{dj} (阿贝数)
1	52.0223	1.35	1.92286	18.90
2	39.0721	6.07	1.78800	47.37
3	204.5322	DD[3]		
4	65.2302	1.00	1.72916	54.68
5	11.1532	7.00		
*6	-70.3404	1.19	1.58313	59.38
*7	31.2545	0.10		
8	29.4377	2.30	1.92286	20.88
9	132.1819	DD[9]		
10(光阑)	∞	1.30		
*11	20.9666	2.80	1.80610	40.73
*12	-164.4536	0.41		
13	-49.0804	0.70	1.68893	31.07
14	17.4917	4.01	1.49700	81.54
15	-17.4917	2.30		
16	-28.0681	2.20	2.00100	29.13
17	-16.6319	0.71	1.58144	40.75
18	43.8333	DD[18]		
*19	29.6387	3.85	1.69350	53.20
*20	-28.9486	3.80		
21	-105.6997	0.80	1.85026	32.27
22	18.0034	2.85	1.51823	58.90
23	52.5001	DD[23]		
24	68.4813	3.70	1.74950	35.28
25	-142.4240	11.77		
26	∞	2.85	1.51680	64.20
27	∞	2.53		

[0173] 【表 10】

[0174] 实施例 3 · 诸要素 (d 线)

[0175]

	广角	中间	望远
变焦倍率	1.0	1.7	2.9
f	17.51	29.71	50.43

FNo.	2.90	3.58	4.33
2ω [°]	83.4	50.4	30.4

[0176] 【表 11】

[0177] 实施例 3 • 变焦间隔

[0178]

	广角	中间	望远
--	----	----	----

[0179]

DD[3]	0.60	12.50	25.31
DD[9]	14.22	6.85	1.55
DD[18]	3.80	1.94	1.64
DD[23]	3.30	12.80	22.92

[0180] 【表 12】

[0181] 实施例 3 • 非球面系数

[0182]

面编号	6	7	11
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	3.1558736E-04	-2.7557470E-05	7.2185172E-05
A4	-4.6704250E-04	-2.9070641E-04	-9.6569219E-05
A5	9.9317849E-05	4.6031344E-05	4.7203097E-05
A6	-9.2502292E-06	-1.3409583E-06	-7.4622450E-06
A7	-1.0848628E-07	-6.0235913E-07	-1.9840543E-06
A8	4.0964810E-08	4.5962035E-09	8.8881308E-07
A9	2.8247202E-09	7.4724056E-09	-9.8765405E-08
A10	-3.1970234E-11	5.7903817E-10	3.5023946E-09
A11	-1.5066077E-11	-1.8532085E-11	-9.8501298E-10
A12	-1.6675777E-12	-9.4180465E-12	-3.1131414E-12
A13	-6.2441127E-14	-1.0567126E-12	2.4900325E-11
A14	-3.9399549E-15	-1.2568924E-14	3.5380198E-12

A15	-3.8066178E-16	9.9189344E-15	-2.5044904E-13
A16	1.3843763E-17	1.6916768E-15	-5.0462625E-14
A17	-1.0673607E-17	8.2930896E-17	-1.1694978E-14
A18	4.7120238E-18	-1.5311859E-17	-4.3852946E-16
A19	4.1399422E-19	-2.4938147E-18	4.5807825E-16
A20	-6.0649421E-20	1.9236998E-19	-2.4150453E-17

[0183]

面编号	12	19	20
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	1.7271343E-04	1.0027595E-04	7.6435554E-05
A4	-2.3802858E-05	-1.1493698E-04	-2.4226964E-05
A5	-3.0352871E-05	4.1627367E-05	1.3100910E-05
A6	2.7147506E-05	-7.0773961E-06	-3.2252917E-06
A7	-6.0822822E-06	5.7547011E-07	1.0453779E-06
A8	2.2858819E-07	-7.7540549E-08	-1.8544265E-07
A9	-1.7458213E-09	2.4349107E-08	7.6826704E-09
A10	2.1243643E-08	-2.5142920E-09	7.0657226E-10
A11	-3.8251261E-10	3.1898242E-11	3.0988570E-10
A12	-5.1671466E-10	-2.5484162E-11	-4.8593675E-11
A13	-7.7813389E-11	5.8414116E-12	-2.5083731E-12
A14	7.4423410E-12	-9.3639330E-14	-2.2276873E-13
A15	6.1476856E-12	-3.9077266E-14	1.8416565E-13
A16	-8.0024188E-13	2.1837550E-15	-1.3141527E-14
A17	-1.2819270E-14	1.6122368E-17	-8.3988939E-17

A18	-1.4374357E-15	-6.6941192E-19	5.2053693E-18
A19	1.2717259E-15	-8.8299736E-19	1.2975583E-18
A20	-7.7197940E-17	5.9204723E-20	-4.6653616E-21

[0184] 接下来,对实施例 4 的变焦透镜进行说明。在图 4 中示出表示实施例 4 的变焦透镜的透镜结构的剖视图。

[0185] 实施例 4 的变焦透镜也为与实施例 1 的变焦透镜相同的形状。

[0186] 另外,在表 13 中示出实施例 4 的变焦透镜的基本透镜数据,在表 14 中示出与诸要素有关的数据,在表 15 中示出与移动面的间隔有关的数据,在表 16 中示出与非球面系数有关的数据,在图 9(A) ~ (L) 中示出各像差图。

[0187] 【表 13】

[0188] 实施例 4 • 透镜数据

[0189]

Si (面编号)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Ndj (折射率)	v _{dj} (阿贝数)
1	54.8895	1.35	1.92286	18.90
2	39.2609	6.01	1.80400	46.58
3	256.7253	DD[3]		
4	61.4620	1.00	1.69680	55.53
5	11.0289	7.00		
*6	-75.0344	1.05	1.67790	54.89
*7	32.1704	0.10		
8	27.1051	2.20	1.92286	18.90
9	85.4713	DD[9]		
10(光阑)	∞	1.30		
*11	20.8701	2.80	1.80610	40.73
*12	-93.1175	0.43		
13	-38.4263	0.70	1.64769	33.79
14	16.3959	4.01	1.49700	81.54
15	-16.3959	2.30		
16	-23.9450	2.20	2.00100	29.13
17	-13.9403	0.71	1.62588	35.70
18	38.7865	DD[18]		
*19	25.7224	4.00	1.58313	59.38
*20	-27.8710	3.24		
21	1316.0826	0.80	1.76200	40.10
22	17.9998	2.76	1.51680	64.20
23	52.5002	DD[23]		
24	68.0585	3.70	1.75500	52.32
25	-1197.8554	11.77		
26	∞	2.85	1.51680	64.20
27	∞	4.17		

[0190] 【表 14】

[0191] 实施例 4 • 诸要素 (d 线)

[0192]

	广角	中间	望远
变焦倍率	1.0	1.7	2.9
f	17.69	30.02	50.95
FNo.	2.89	3.56	4.28
$2\omega [^\circ]$	83.0	50.0	30.0

[0193] 【表 15】

[0194] 实施例 4 • 变焦间隔

[0195]

	广角	中间	望远
DD[3]	0.60	12.50	25.24
DD[9]	13.43	6.41	1.43
DD[18]	3.80	2.14	1.47
DD[23]	3.30	12.63	22.62

[0196] 【表 16】

[0197] 实施例 4 • 非球面系数

[0198]

面编号	6	7	11
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	2.4640831E-04	-8.4820224E-05	6.9504947E-05
A4	-4.6532459E-04	-2.8716105E-04	-1.0476109E-04
A5	9.9801790E-05	4.7095520E-05	4.7950421E-05
A6	-9.2259237E-06	-1.3199481E-06	-7.4600493E-06
A7	-1.0835540E-07	-6.0159357E-07	-1.9842266E-06
A8	4.0957254E-08	4.6193052E-09	8.8880919E-07
A9	2.8244812E-09	7.4729236E-09	-9.8765457E-08
A10	-3.1974131E-11	5.7904755E-10	3.5023940E-09

A11	-1.5066109E-11	-1.8531924E-11	-9.8501298E-10
A12	-1.6675773E-12	-9.4180441E-12	-3.1131414E-12
A13	-6.2441104E-14	-1.0567125E-12	2.4900325E-11
A14	-3.9399543E-15	-1.2568923E-14	3.5380198E-12
A15	-3.8066176E-16	9.9189344E-15	-2.5044904E-13
A16	1.3843763E-17	1.6916768E-15	-5.0462625E-14
A17	-1.0673607E-17	8.2930896E-17	-1.1694978E-14
A18	4.7120238E-18	-1.5311859E-17	-4.3852946E-16
A19	4.1399422E-19	-2.4938147E-18	4.5807825E-16
A20	-6.0649421E-20	1.9236998E-19	-2.4150453E-17

[0199]

面编号	12	19	20
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	1.8068877E-04	6.5171501E-05	4.9482744E-05
A4	-3.5228243E-05	-1.1602404E-04	-1.7778935E-05
A5	-2.9155959E-05	4.0525780E-05	1.2331045E-05
A6	2.7174731E-05	-7.0553306E-06	-3.1868741E-06
A7	-6.0818261E-06	5.7849615E-07	1.0458084E-06
A8	2.2859437E-07	-7.7431370E-08	-1.8546318E-07
A9	-1.7457549E-09	2.4351767E-08	7.6816669E-09
A10	2.1243644E-08	-2.5142394E-09	7.0654506E-10
A11	-3.8251262E-10	3.1899155E-11	3.0988512E-10
A12	-5.1671466E-10	-2.5484147E-11	-4.8593685E-11
A13	-7.7813389E-11	5.8414118E-12	-2.5083733E-12
A14	7.4423410E-12	-9.3639327E-14	-2.2276873E-13
A15	6.1476856E-12	-3.9077266E-14	1.8416565E-13
A16	-8.0024188E-13	2.1837550E-15	-1.3141527E-14
A17	-1.2819270E-14	1.6122368E-17	-8.3988939E-17
A18	-1.4374357E-15	-6.6941192E-19	5.2053693E-18

[0200]

A19	1.2717259E-15	-8.8299736E-19	1.2975583E-18
A20	-7.7197940E-17	5.9204723E-20	-4.6653616E-21

[0201] 接下来,对实施例 5 的变焦透镜进行说明。在图 5 中示出表示实施例 5 的变焦透镜的透镜结构的剖视图。

[0202] 实施例 5 的变焦透镜将从广角端到望远端的 FNo. 设为大致恒定,并且注重望远端的 FNo.。为了减小望远端的 FNo.,第 1 透镜群 G1、第 4-2 透镜群 G4-2 均由 2 枚正透镜和 1

枚负透镜构成。

[0203] 另外,在表 17 中示出实施例 5 的变焦透镜的基本透镜数据,在表 18 中示出与诸要素有关的数据,在表 19 中示出与移动面的间隔有关的数据,在表 20 中示出非球面系数有关的数据,在图 10(A) ~ (L) 中示出各像差图。

[0204] 【表 17】

[0205] 实施例 5 · 透镜数据

[0206]

Si (面编号)	Ri (曲率半径)	Di (面间隔)	Ndj (折射率)	v _{dj} (阿贝数)
1	120.0020	1.40	1.80518	25.42
2	57.4681	4.83	1.59282	68.63
3	1184.8754	0.10		
4	44.3641	4.60	1.58913	61.14
5	170.0285	DD[5]		
6	160.0009	1.00	1.58913	61.14
7	9.9168	6.15		
8	-66.9937	3.02	1.92286	18.90
9	-25.7444	0.79		
*10	-20.2658	1.00	1.56864	58.62
*11	-214748.3648	DD[11]		
*12	21.1524	3.06	1.80348	40.44
*13	-139.1290	1.28		
14(光阑)	∞	1.52		
15	68.2427	0.70	1.84666	23.78
16	14.2671	4.31	1.49700	81.54
17	-33.6981	1.50		
18	-28.1484	2.60	1.88300	40.76
19	-12.5000	0.71	1.67003	47.23
20	35.0769	DD[20]		
*21	19.9280	4.00	1.58878	60.39
*22	-27.0316	1.30		
23	320.3039	1.95	1.84666	23.78
24	-38.6244	2.00		
25	-32.0000	0.80	1.90366	31.32
26	21.5896	2.19	1.51823	58.90
27	59.9996	DD[27]		
28	313.1746	4.20	1.59551	39.24

[0207]

29	-49.6781	10.09		
30	∞	2.74	1.51680	64.20
31	∞	2.39		

[0208] 【表 18】

[0209] 实施例 5 · 诸要素 (d 线)

[0210]

	广角	中间	望远
变焦倍率	1.0	1.9	3.8
f	18.55	36.02	69.93
FNo.	4.12	4.03	4.12
$2\omega [^\circ]$	79.0	42.0	22.2

[0211] 【表 19】

[0212] 实施例 5 · 变焦间隔

[0213]

	广角	中间	望远
DD[5]	0.60	13.14	28.51
DD[11]	14.07	6.19	0.53
DD[20]	3.03	1.86	1.62
DD[27]	4.60	16.28	26.10

[0214] 【表 20】

[0215] 实施例 5 · 非球面系数

[0216]

面编号	10	11	12
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	1.4710075E-05	-1.1114564E-04	-9.4875773E-05
A4	-1.3498184E-04	-1.1366697E-04	5.1924971E-05
A5	1.3438801E-05	-4.4589338E-06	-3.1196469E-05
A6	9.7069336E-07	1.7492668E-06	4.7394919E-06
A7	-1.2406292E-07	1.1878640E-07	-1.1496661E-07
A8	-1.3654689E-08	-2.3417949E-08	-2.5103116E-08
A9	-6.0236316E-10	-3.7970117E-09	-2.3399759E-11
A10	1.3005314E-10	-1.9981254E-10	2.5128108E-11

A11	1.9637142E-11	2.9609297E-11	-1.1959222E-11
A12	3.9898990E-13	7.5049089E-12	-3.0879054E-12
A13	-6.5490150E-14	9.0490108E-13	8.3623686E-14
A14	-1.1108947E-14	7.9172969E-15	3.3466610E-13
A15	-5.1698402E-16	-9.6655332E-15	6.9535430E-14
A16	-2.2199076E-17	-2.1687865E-15	-1.2848482E-14
A17	-4.3913057E-18	-2.9117615E-16	-2.1563437E-15
A18	6.0740665E-19	1.5511221E-17	1.6030243E-16
A19	-3.0641343E-20	1.0485636E-17	4.1523170E-17
A20	6.3406416E-21	-7.5517968E-19	-3.3766752E-18

[0217]

面编号	13	21	22
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	4.4936294E-05	-3.2883606E-05	-8.1798183E-05
A4	-2.9371649E-05	-4.4049557E-06	7.3383463E-05
A5	5.8126557E-06	-1.5559073E-05	-1.3060843E-05
A6	-2.2578652E-06	2.9024781E-06	8.1543535E-07
A7	4.3550700E-07	5.9206699E-08	2.0655608E-07

[0218]

A8	8.5709734E-09	-3.4831431E-08	-3.2275316E-09
A9	-6.8459296E-09	-3.2907607E-09	-2.7086652E-09
A10	-6.3071536E-10	8.2929241E-11	-2.0701530E-10
A11	5.7644120E-11	6.5189665E-11	-3.4213228E-12
A12	1.8819047E-11	9.8556008E-12	3.0124821E-12
A13	5.9125365E-15	3.5053765E-13	5.3137102E-13
A14	7.9830822E-14	-7.6467347E-14	4.4083185E-14
A15	-3.0161786E-15	-2.5191542E-14	2.5223817E-15
A16	-1.8327240E-14	-3.1447835E-15	-4.8712413E-16
A17	3.4489108E-15	-1.4562674E-17	-8.4681622E-17
A18	-4.7573986E-16	6.6016285E-17	-2.3898964E-17
A19	5.6414830E-17	1.2055678E-17	-1.2751260E-19
A20	-2.7329650E-18	-1.4449480E-18	3.4990196E-19

[0219] 在表 21 中示出与实施例 1 ~ 5 的变焦透镜的条件式 (3) ~ (9) 对应的值。需要说明的是,全部实施例均以 d 线为基准波长,下述的表 21 所示的值为该基准波长下的值。

[0220] 【表 21】

[0221]

公式编号	条件式	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5
(3)	$f1/fw$	4.60	5.71	5.33	5.20	4.36
(4)	$f1/ft$	1.60	1.98	1.85	1.81	1.16
(5)	$f3-2/fw$	-1.66	-1.84	-2.45	-1.85	-1.60
(6)	$f3-2/ft$	-0.58	-0.64	-0.85	-0.64	-0.43
(7)	$f4-2/fw$	-1.54	-1.54	-1.55	-2.45	-1.95
(8)	$f4-2/ft$	-0.54	-0.53	-0.54	-0.85	-0.52
(9)	$(R1f+R1r)/(R1f-R1r)$	-1.65	-2.40	-1.68	-1.54	-

[0222] 根据以上的数据,可知实施例 1 ~ 5 的变焦透镜均满足条件式 (1) ~ (8),适用条件式 (9) 的实施例 1 ~ 4 的变焦透镜均满足条件式 (9),均为具有手抖补正功能、并且 FNo. 小、诸像差被良好地补正、全长短、在广角端的视场角大的变焦透镜。

[0223] 接下来,对本发明的实施方式的摄像装置进行说明。在图 11 中,作为本发明的实施方式的摄像装置的一个例子,示出了使用本发明的实施方式的变焦透镜的摄像装置的简要结构图。需要说明的是,在图 11 中简要地示出了各透镜群。作为该摄像装置,例如能够列举将 CCD、CMOS 等固体摄像元件设为记录介质的摄像机、电子静态照相机等。

[0224] 图 11 所示的摄像装置 10 具备:变焦透镜 1、在变焦透镜 1 的像侧所配置的且具有低通滤光器等功能的滤光器 6、在滤光器 6 的像侧所配置的摄像元件 7、信号处理电路 8。摄像元件 7 将由变焦透镜 1 形成的光学像转变为电信号,例如,作为摄像元件 7,能够使用 CCD(Charge Coupled Device)、CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor) 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。

[0225] 由变焦透镜 1 摄像得到的像在摄像元件 7 的摄像面上成像,与该像有关的来自摄像元件 7 的输出信号通过信号处理电路 8 进行运算处理,在显示装置 9 上显示出像。

[0226] 以上,列举实施方式以及实施例对本发明进行了说明,然而本发明并不限于上述实施方式以及实施例,而能够进行各种变形。例如各透镜成分的曲率半径、面间隔、折射率、阿贝数等的值不限于上述各数值实施例中示出的值,也可以采用其他值。

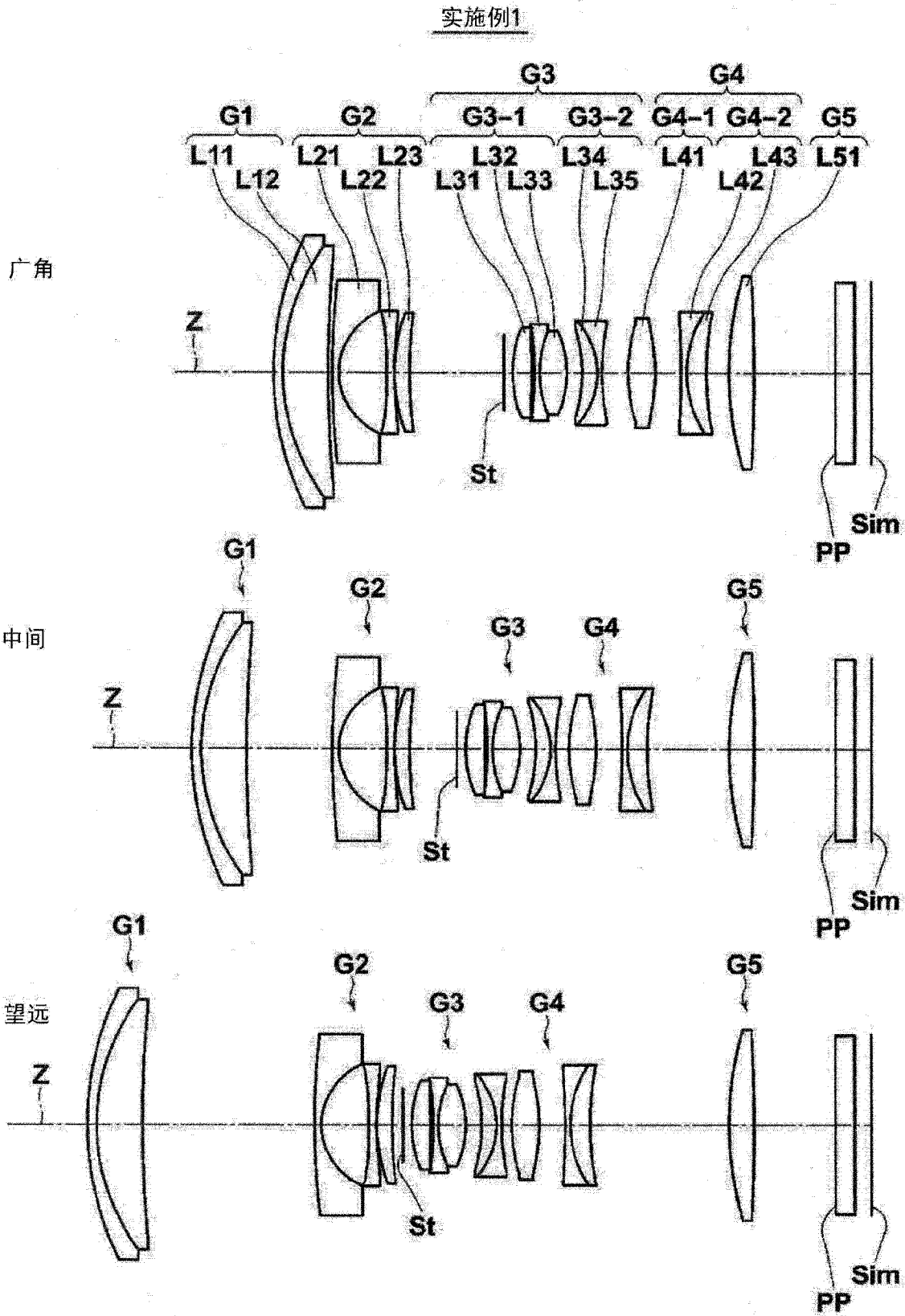


图 1

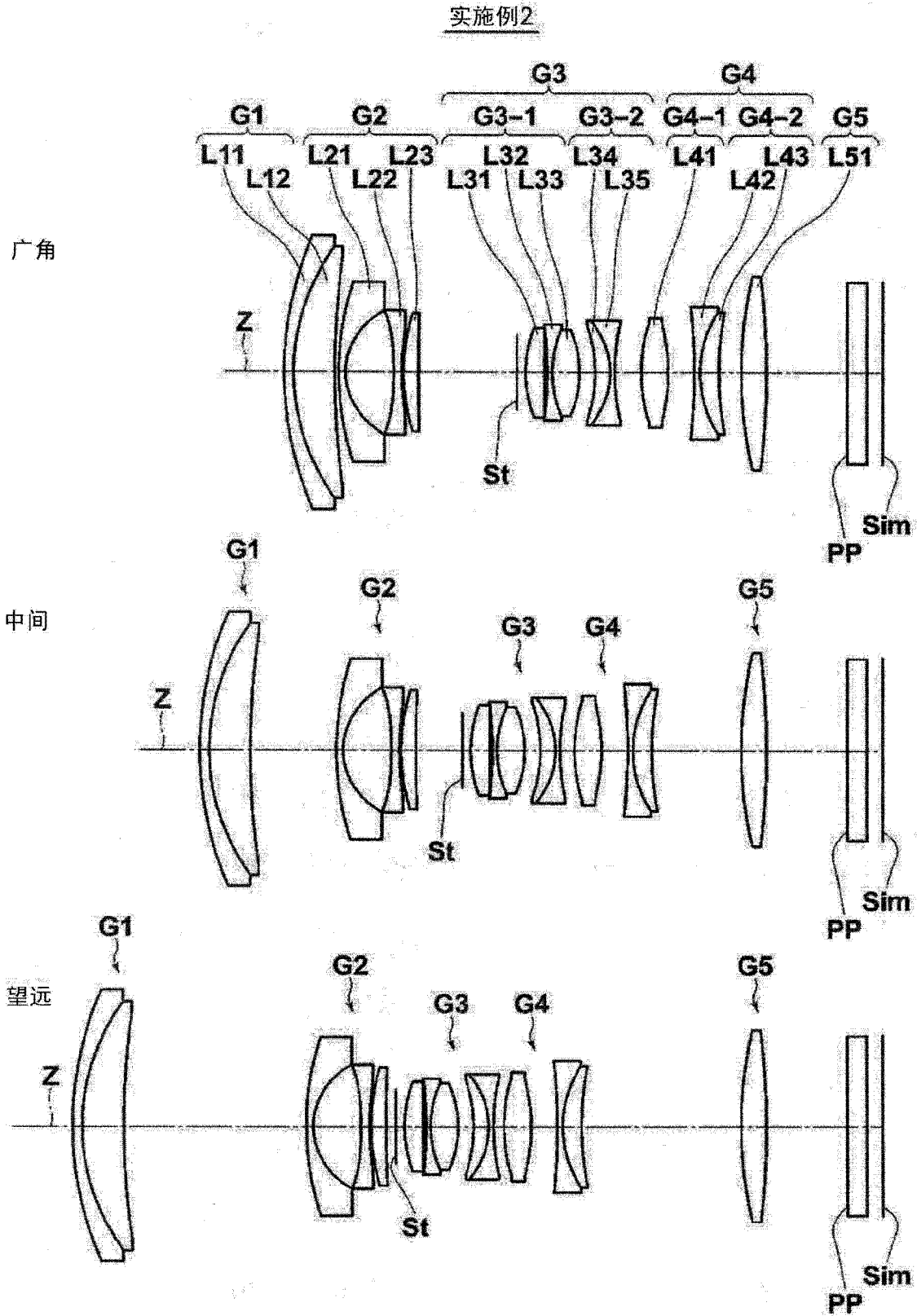


图 2

实施例3

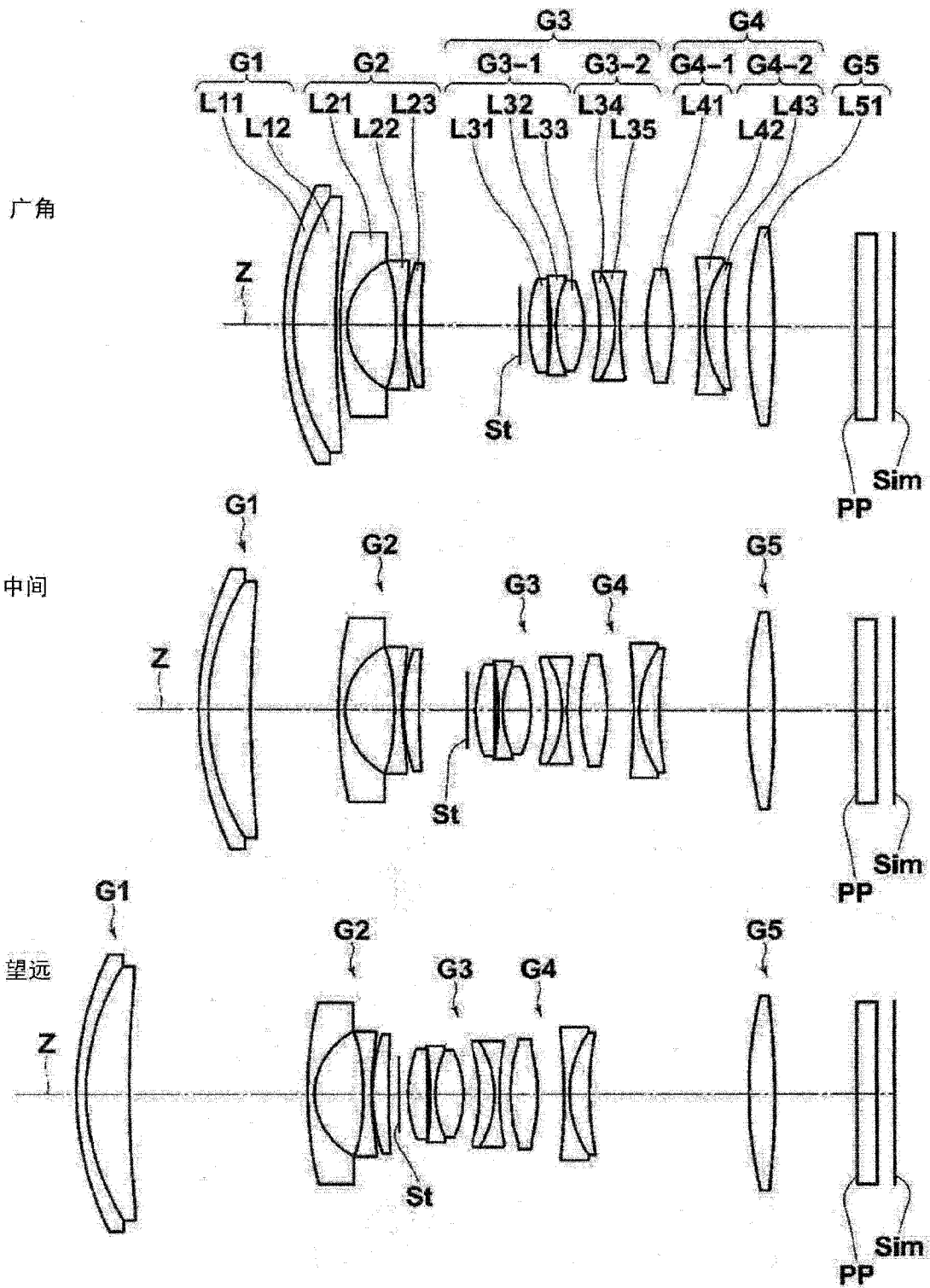


图 3

实施例4

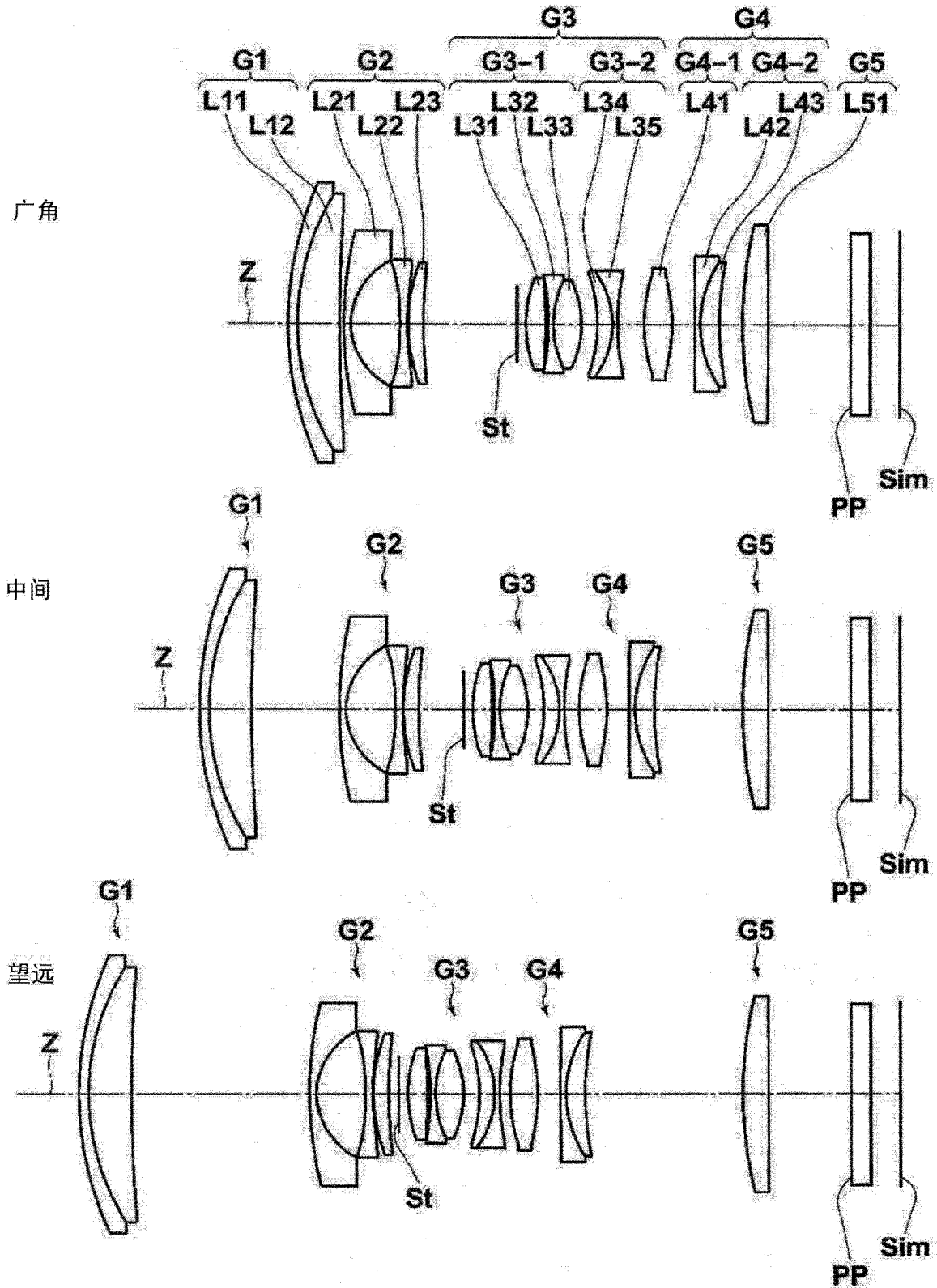


图 4

实施例5

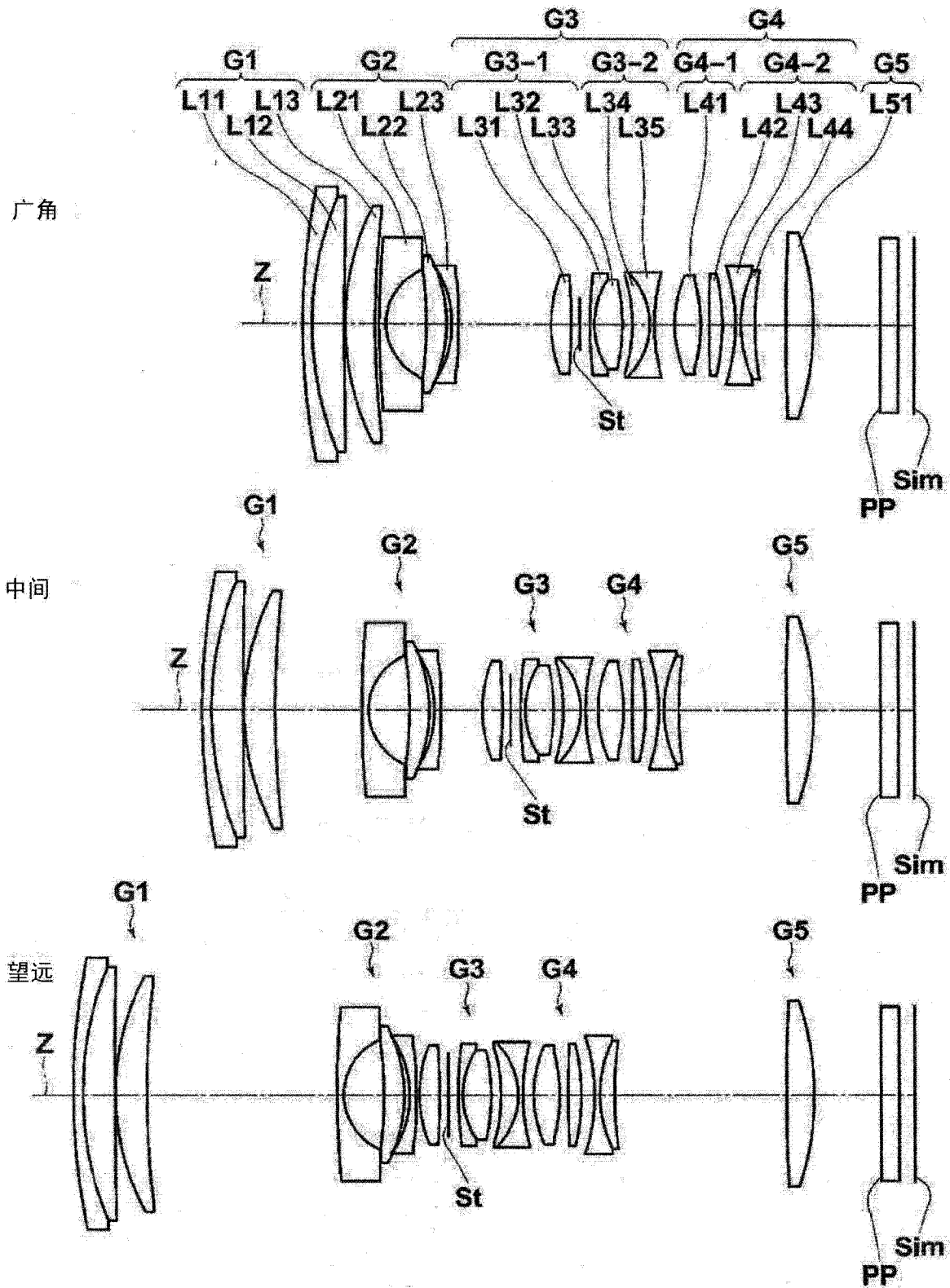
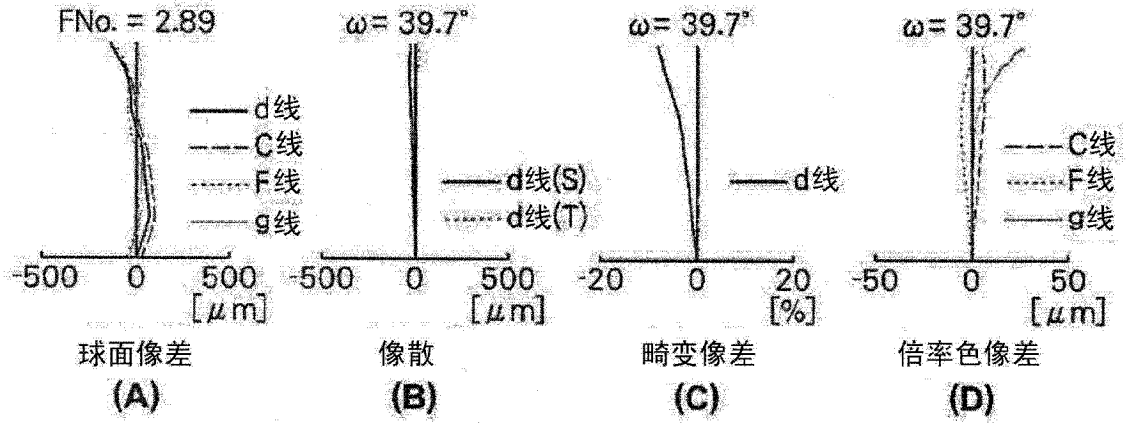


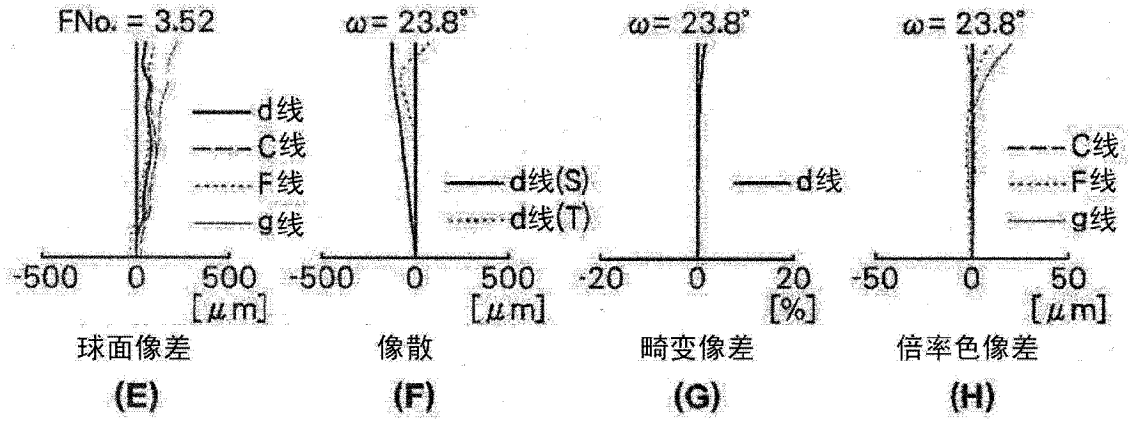
图 5

实施例1

广角



中间



望远

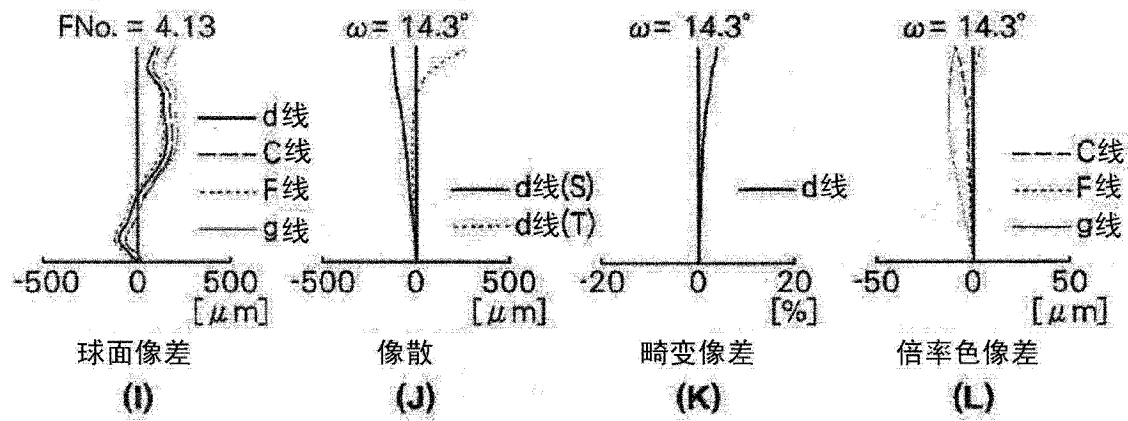
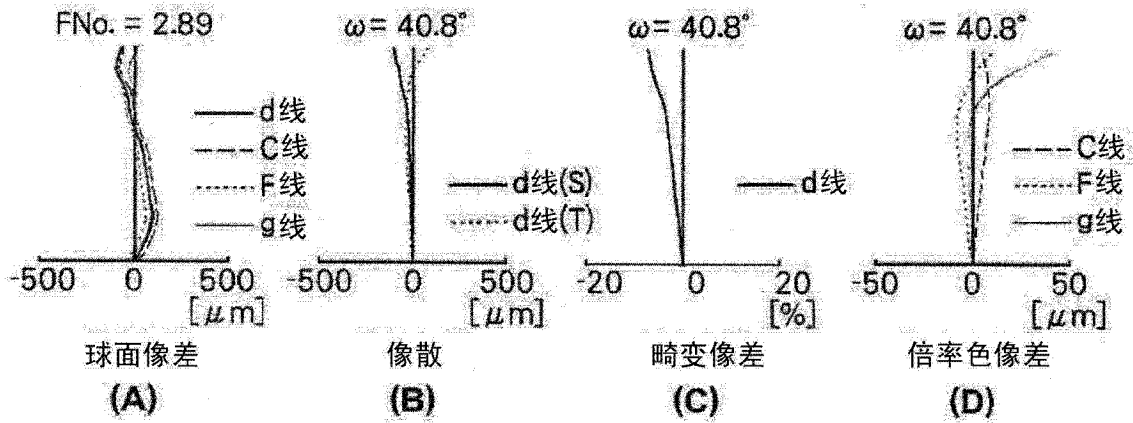


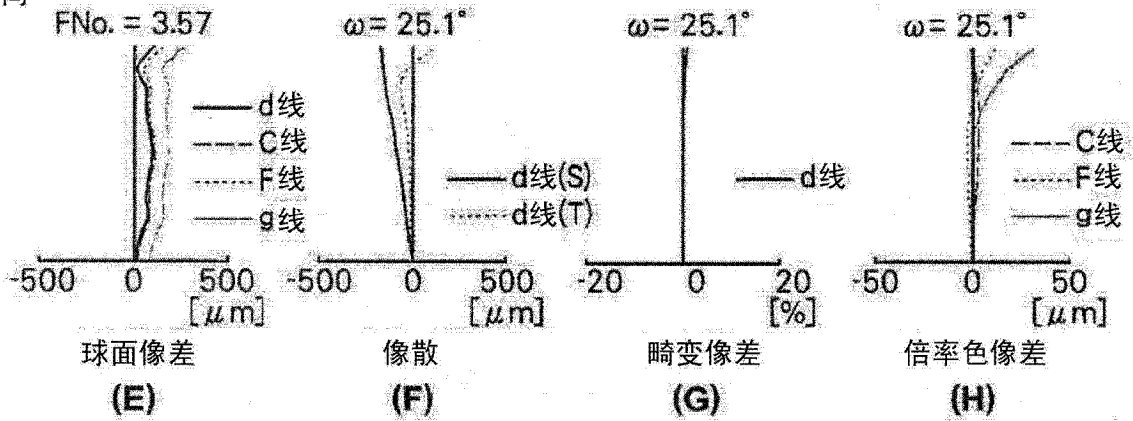
图 6

实施例2

广角



中间



望远

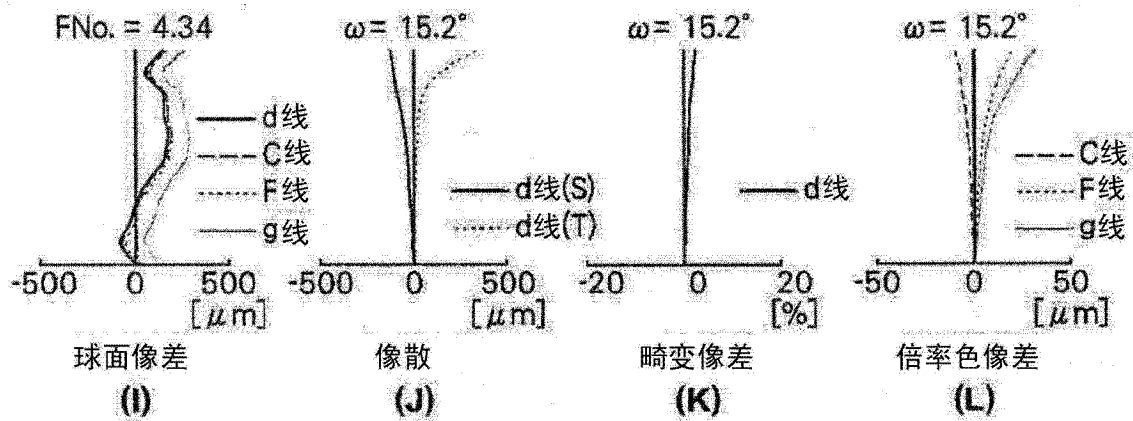
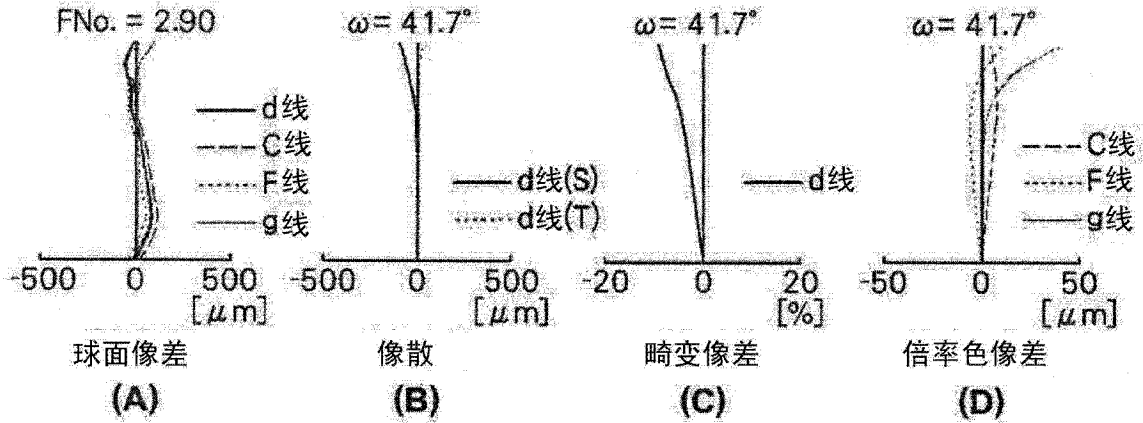


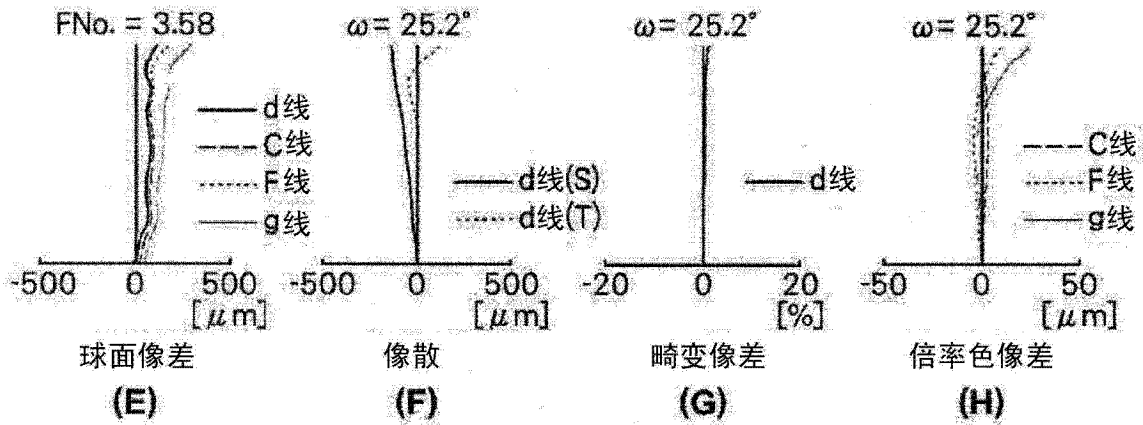
图7

实施例3

广角



中间



望远

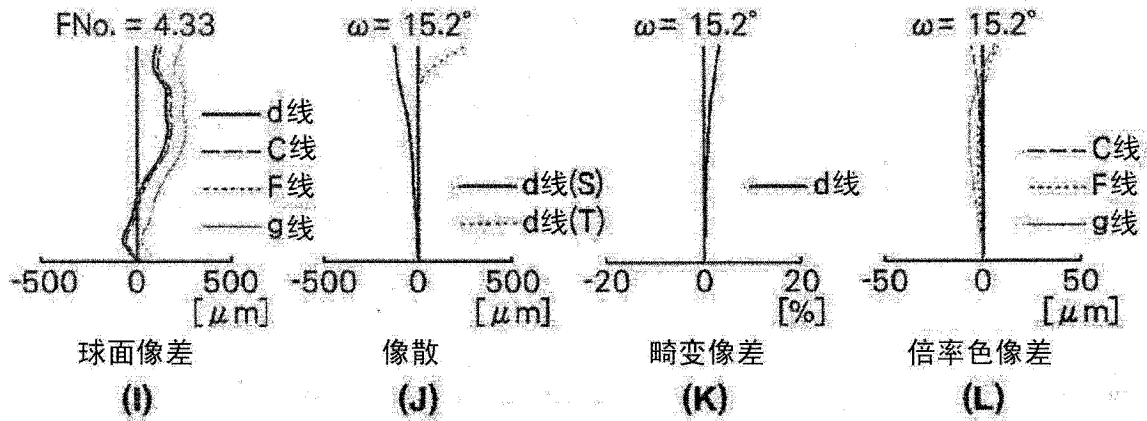
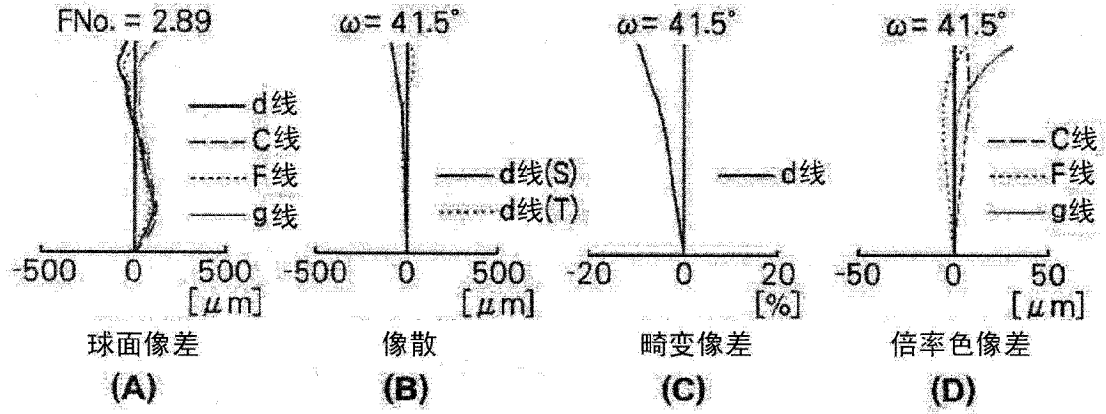


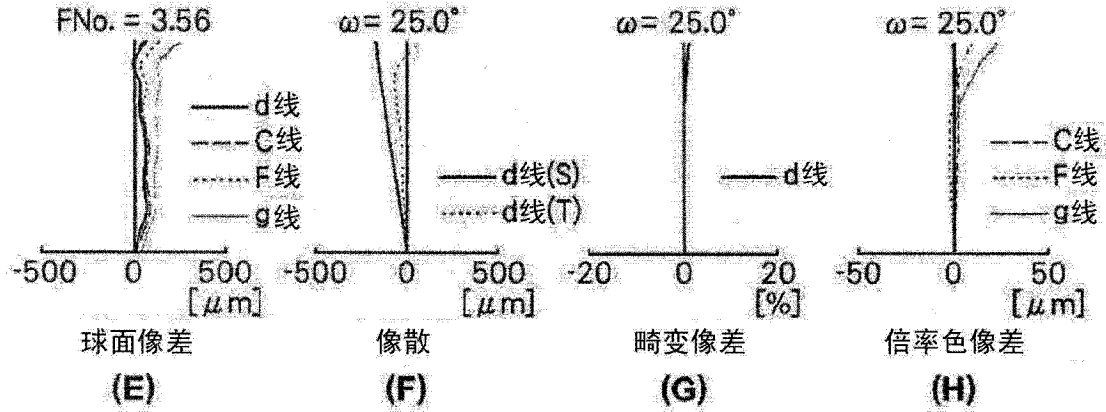
图 8

实施例4

广角



中间



望远

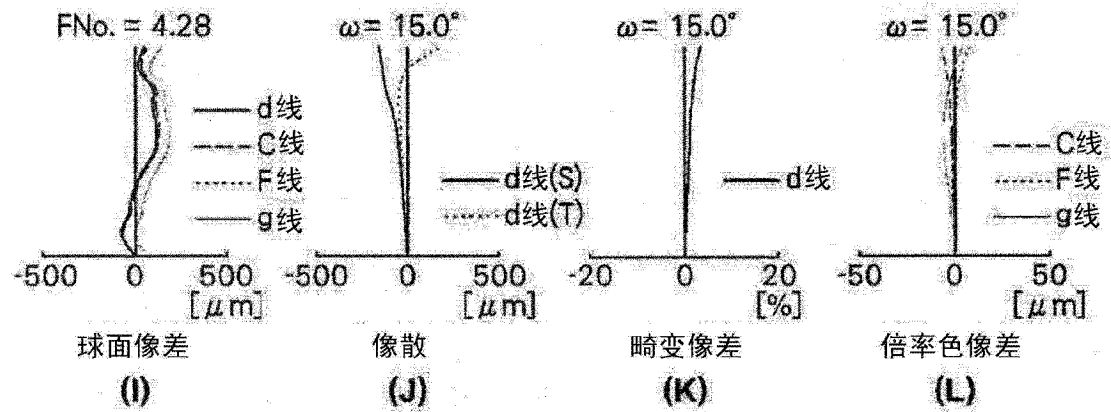
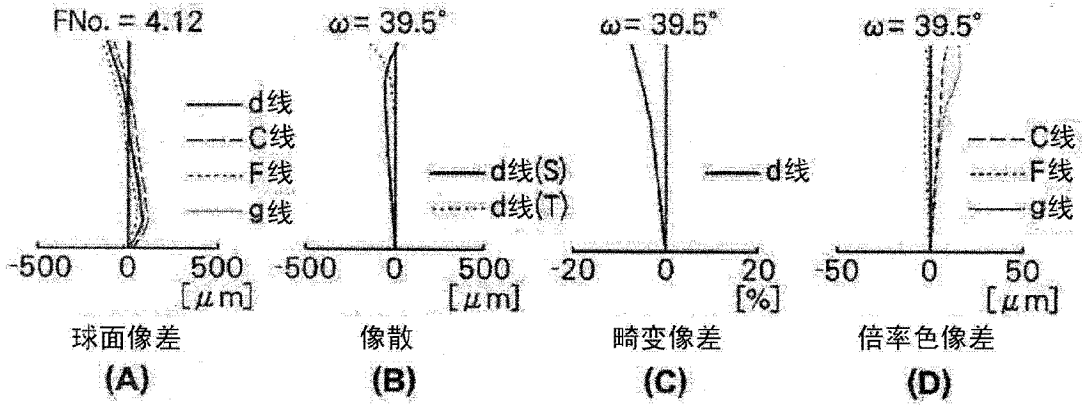


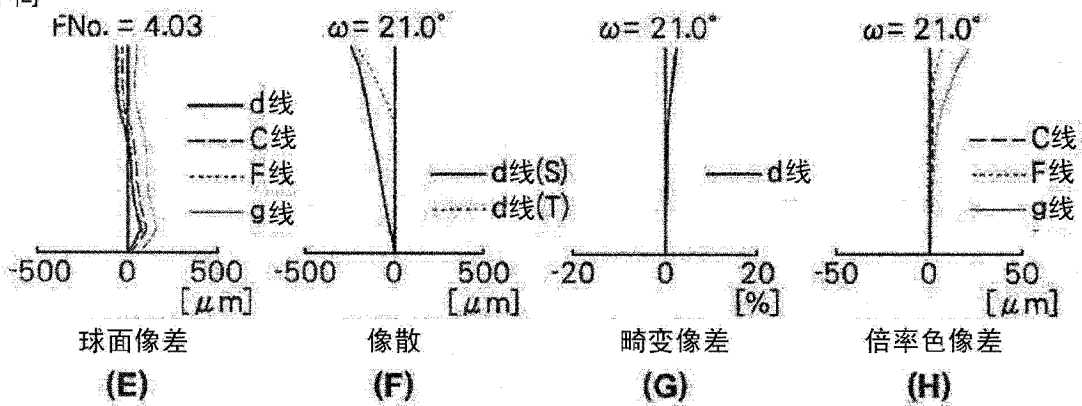
图 9

实施例5

广角



中间



望远

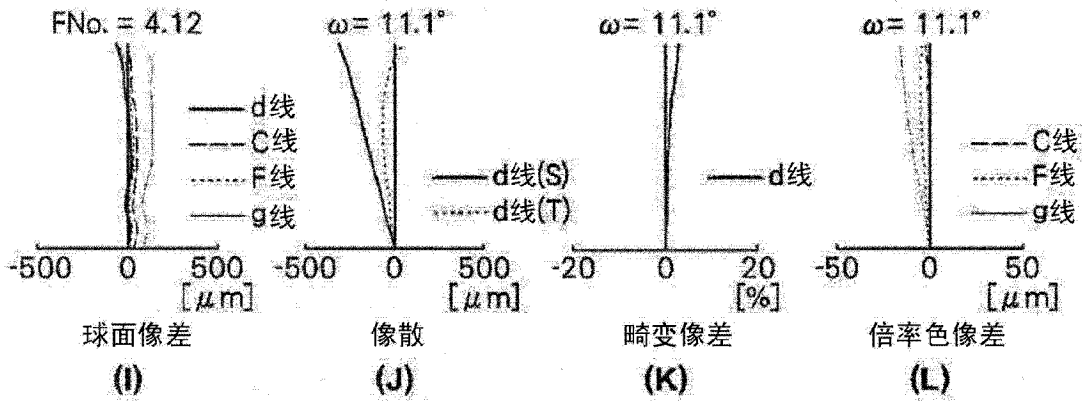


图 10

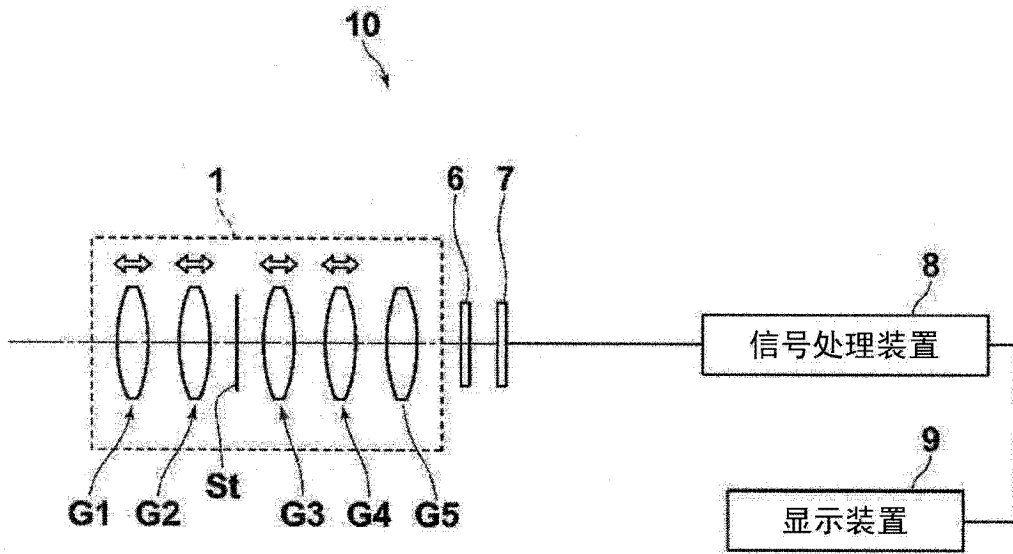


图 11