



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 119948380 A

(43) 申请公布日 2025. 05. 06

(21) 申请号 202380068704.X

(22) 申请日 2023.09.12

(30) 优先权数据

2022-154077 2022.09.27 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.03.25

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/033225 2023.09.12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/070667 JA 2024.04.04

(71) 申请人 富士胶片株式会社

地址 日本

(72) 发明人 田中琢也 近藤雅人 米泽贤

野田大雅

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

专利代理师 高颖

(51) Int.Cl.

G02B 15/20 (2006.01)

G02B 13/18 (2006.01)

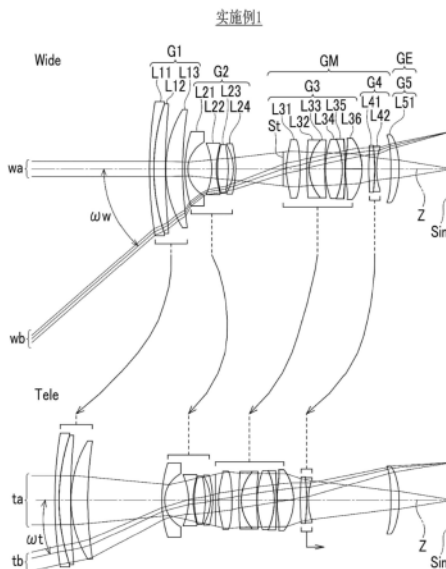
权利要求书8页 说明书86页 附图44页

(54) 发明名称

变倍光学系统及摄像装置

(57) 摘要

变倍光学系统从物体侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组、具有负屈光力的第2透镜组、中间组及具有屈光力的最终透镜组。中间组包括1个以上且5个以下的透镜组。在第2透镜组的最靠像侧的透镜面至最终透镜组的最靠物体侧的透镜面之间配置有孔径光阑。第1透镜组从最靠物体侧向像侧依次连续地包括负透镜和正透镜。变倍光学系统满足预先设定的条件式。



1. 一种变倍光学系统, 其从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组、具有负屈光力的第2透镜组、中间组及具有屈光力的最终透镜组,

所述中间组包括1个以上且5个以下的透镜组,

在变倍时, 所述第1透镜组与所述第2透镜组的间隔发生变化, 所述第2透镜组与所述中间组的间隔发生变化, 所述中间组与所述最终透镜组的间隔发生变化,

在所述中间组包括多个透镜组的情况下, 在变倍时, 所述中间组内的相邻的透镜组的所有间隔均发生变化,

在所述第2透镜组的最靠像侧的透镜面至所述最终透镜组的最靠物体侧的透镜面之间配置有孔径光阑,

所述第1透镜组从最靠物体侧向像侧依次连续地包括作为负透镜的第1透镜和作为正透镜的第2透镜,

在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从所述第1透镜的物体侧的面至所述孔径光阑的光轴上的距离设为DDL1STw,

将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从所述第1透镜的物体侧的面至所述最终透镜组的最靠像侧的透镜面的光轴上的距离与以空气换算距离计的整个系统的后焦距之和设为TLw,

将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的开放F值设为Fnot,

将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的整个系统的焦距设为ft,

将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的整个系统的焦距设为fw,

将广角端处的以空气换算距离计的整个系统的后焦距设为Bfw,

将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的最大半视角设为 ωt 的情况下,

所述变倍光学系统满足下述条件式(1)、(2)及(3),

$$0 < \text{DDL1STw} / \text{TLw} < 0.5 \quad (1)$$

$$0.5 < \text{Fnot} / (\text{ft} / \text{fw}) < 1.3 \quad (2)$$

$$0.15 < \text{Bfw} / (\text{ft} \times \tan \omega t) < 2 \quad (3)。$$

2. 根据权利要求1所述的变倍光学系统, 其满足下述条件式(4),

$$1 < \text{fw} / (\text{ft} \times \tan \omega t) < 1.4 \quad (4)。$$

3. 根据权利要求1所述的变倍光学系统, 其中,

在将所述第1透镜组的焦距设为f1,

将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从所述第1透镜至所述孔径光阑的光学系统的合成焦距设为fL1STw的情况下, 所述变倍光学系统满足下述条件式(5),

$$-6.6 < \text{f1} / \text{fL1STw} < -1.5 \quad (5)。$$

4. 根据权利要求1所述的变倍光学系统, 其中,

在将所述第1透镜组的焦距设为f1,

将所述第1透镜的焦距设为fL1的情况下, 所述变倍光学系统满足下述条件式(6),

$$-0.9 < \text{f1} / \text{fL1} < -0.05 \quad (6)。$$

5. 根据权利要求1所述的变倍光学系统, 其中,

在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从所述第1透镜至所述孔径光阑的光学系统的合成焦距设为fL1STw的情况下,

所述变倍光学系统满足下述条件式(7),

$$-1.4 < f_w / f_{L1STw} < -0.3 \quad (7)。$$

6.根据权利要求1所述的变倍光学系统,其中,

在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从所述第1透镜至所述孔径光阑的光学系统的合成焦距设为 f_{L1STw} ,

将所述第1透镜组的焦距设为 f_1 ,

将所述第1透镜的焦距设为 f_{L1} 的情况下,所述变倍光学系统满足下述条件式(4)、(5)、(6)及(7),

$$1 < f_w / (f_t \times \tan \omega_t) < 1.4 \quad (4)$$

$$-6.6 < f_1 / f_{L1STw} < -1.5 \quad (5)$$

$$-0.9 < f_1 / f_{L1} < -0.05 \quad (6)$$

$$-1.4 < f_w / f_{L1STw} < -0.3 \quad (7)。$$

7.根据权利要求1所述的变倍光学系统,其中,

所述变倍光学系统满足下述条件式(8),

$$2 < TL_w / (f_t \times \tan \omega_t) < 9 \quad (8)。$$

8.根据权利要求1所述的变倍光学系统,其中,

在将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的所述第2透镜组的横向放大率设为 β_{2t} ,

将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的所述第2透镜组的横向放大率设为 β_{2w} 的情况下,所述变倍光学系统满足下述条件式(9),

$$1.1 < \beta_{2t} / \beta_{2w} < 3 \quad (9)。$$

9.根据权利要求1所述的变倍光学系统,其中,

在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的所述第1透镜组与所述第2透镜组在光轴上的间隔设为 DDG_{12w} ,

将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的所述第1透镜组与所述第2透镜组在光轴上的间隔设为 DDG_{12t} ,

将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的从所述第1透镜的物体侧的面至所述最终透镜组的最靠像侧的透镜面的光轴上的距离与以空气换算距离计的整个系统的后焦距之和设为 TL_t 的情况下,所述变倍光学系统满足下述条件式(10),

$$0.1 < |DDG_{12w} - DDG_{12t}| / TL_t < 0.3 \quad (10)。$$

10.根据权利要求1所述的变倍光学系统,其中,

在将所述第1透镜组的焦距设为 f_1 的情况下,

所述变倍光学系统满足下述条件式(11),

$$0.2 < DDL_{1STw} / f_1 < 0.8 \quad (11)。$$

11.根据权利要求1所述的变倍光学系统,其中,

在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的最大半视角设为 ω_w 的情况下,所述变倍光学系统满足下述条件式(12),

$$3 < DDL_{1STw} / \{ (f_w \times \tan \omega_w) \times \log (f_t / f_w) \} < 9 \quad (12)。$$

12.根据权利要求1所述的变倍光学系统,其满足下述条件式(13),

$3 < TL_w / fw < 8$ (13)。

13. 根据权利要求1所述的变倍光学系统, 其中,

在将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的从所述第1透镜的物体侧的面至所述最终透镜组的最靠像侧的透镜面的光轴上的距离与以空气换算距离计的整个系统的后焦距之和设为 TL_t 的情况下, 所述变倍光学系统满足下述条件式(14),

$1.5 < TL_t / ft < 3$ (14)。

14. 根据权利要求1所述的变倍光学系统, 其中,

在将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的从所述第1透镜的物体侧的面至所述最终透镜组的最靠像侧的透镜面的光轴上的距离与以空气换算距离计的整个系统的后焦距之和设为 TL_t 的情况下, 所述变倍光学系统满足下述条件式(15),

$5 < TL_t / (ft \times \tan \omega_t) < 11$ (15)。

15. 根据权利要求1所述的变倍光学系统, 其中,

在将所述第1透镜组的焦距设为 f_1 的情况下,

所述变倍光学系统满足下述条件式(16),

$3 < f_1 / fw < 7$ (16)。

16. 根据权利要求1所述的变倍光学系统, 其中,

在将所述第1透镜组的焦距设为 f_1 ,

将所述第2透镜组的焦距设为 f_2 的情况下,

所述变倍光学系统满足下述条件式(17),

$3 < f_1 / (-f_2) < 9$ (17)。

17. 根据权利要求1所述的变倍光学系统, 其中,

在将所述第1透镜组的焦距设为 f_1 的情况下,

所述变倍光学系统满足下述条件式(18),

$2 < f_1 / (ft / F_{not}) < 7$ (18)。

18. 根据权利要求1所述的变倍光学系统, 其中,

在将所述第1透镜组的焦距设为 f_1 的情况下,

所述变倍光学系统满足下述条件式(19),

$1.8 < f_1 / (fw \times ft)^{1/2} < 4.2$ (19)。

19. 根据权利要求1所述的变倍光学系统, 其中,

在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从所述第1透镜的物体侧的面至近轴入射光瞳位置的光轴上的距离设为 Den_w ,

将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的最大半视角设为 ω_w 的情况下,

所述变倍光学系统满足下述条件式(20),

$2 < Den_w / \{ (fw \times \tan \omega_w) \times \log (ft / fw) \} < 4.5$ (20)。

20. 根据权利要求1所述的变倍光学系统, 其中,

在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从所述第1透镜的物体侧的面至近轴入射光瞳位置的光轴上的距离设为 Den_w 的情况下,

所述变倍光学系统满足下述条件式(21),

$0.5 < Den_w / (fw \times ft)^{1/2} < 1$ (21)。

21. 根据权利要求1所述的变倍光学系统, 其中,
在将所述第1透镜的中心厚度设为 d_1 ,
将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从所述第1透镜的物体侧的面至近轴入射光瞳位置的光轴上的距离设为 Den_w ,
将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的最大半视角设为 ω_w 的情况下,
所述变倍光学系统满足下述条件式(22),
 $0.04 < d_1 / (Den_w \times \tan \omega_w) < 0.09$ (22)。
22. 根据权利要求1所述的变倍光学系统, 其中,
在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的像面至近轴射出光瞳位置的光轴上的距离设为 Dex_w ,
在 Dex_w 的符号中, 将以所述像面为基准的像侧的距离设为正, 将物体侧的距离设为负,
在所述像面与所述近轴射出光瞳位置之间配置有不具有屈光力的光学部件的情况下,
当对所述光学部件使用空气换算距离计算 Dex_w 时,
所述变倍光学系统满足下述条件式(23),
 $-0.65 < fw / Dex_w < -0.2$ (23)。
23. 根据权利要求1所述的变倍光学系统, 其中,
在将所述第1透镜的物体侧的面的有效直径设为 ED_f ,
将所述最终透镜组的最靠像侧的透镜面的有效直径设为 ED_r 的情况下,
所述变倍光学系统满足下述条件式(24),
 $1.5 < ED_f / ED_r < 3$ (24)。
24. 根据权利要求1所述的变倍光学系统, 其中,
在将所述第1透镜的物体侧的面的有效直径设为 ED_f 的情况下,
所述变倍光学系统满足下述条件式(25),
 $0.35 < ED_f / TL_w < 0.65$ (25)。
25. 根据权利要求1所述的变倍光学系统, 其满足下述条件式(26),
 $2.2 < ft / fw < 4.8$ (26)。
26. 根据权利要求1所述的变倍光学系统, 其中,
在将所述第1透镜相对于d线的折射率设为 Nd_{L1} ,
将所述第1透镜的d线基准的阿贝数设为 v_{dL1} 的情况下,
所述变倍光学系统满足下述条件式(27)、(28)及(29),
 $1.8 < Nd_{L1} < 2.01$ (27)
 $15 < v_{dL1} < 45$ (28)
 $2 < Nd_{L1} + 0.01 \times v_{dL1} < 2.5$ (29)。
27. 根据权利要求1所述的变倍光学系统, 其中,
在将所述第2透镜相对于d线的折射率设为 Nd_{L2} ,
将所述第2透镜的d线基准的阿贝数设为 v_{dL2} 的情况下,
所述变倍光学系统满足下述条件式(30)、(31)及(32),
 $1.43 < Nd_{L2} < 1.81$ (30)
 $45 < v_{dL2} < 96$ (31)

$$2 < NdL2 + 0.01 \times v \quad dL2 < 2.5 \quad (32)。$$

28. 根据权利要求1所述的变倍光学系统,其包括在变倍时及对焦时移动的至少1个对焦组,

在将所述变倍光学系统所包括的所述对焦组中的焦距的绝对值最小的对焦组的焦距设为 $ffoc$,

将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的所述中间组的焦距设为 fMt 的情况下,

所述变倍光学系统满足下述条件式(33),

$$0.3 < ffoc / fMt < 4 \quad (33)。$$

29. 根据权利要求1所述的变倍光学系统,其包括在变倍时及对焦时移动的至少1个对焦组,

在将所述变倍光学系统所包括的所述对焦组中的焦距的绝对值最大的对焦组对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的横向放大率设为 $\beta \quad ft$,

将比所述焦距的绝对值最大的对焦组更靠像侧的所有透镜对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的合成横向放大率设为 $\beta \quad fRt$ 的情况下,

所述变倍光学系统满足下述条件式(34),

$$1 < |(1 - \beta \quad ft^2) \times \beta \quad fRt^2| < 8 \quad (34)。$$

30. 根据权利要求1所述的变倍光学系统,其中,

所述中间组中所包括的透镜组中的1个透镜组为在变倍时及对焦时移动的对焦组。

31. 根据权利要求30所述的变倍光学系统,其中,

所述对焦组包括1片正透镜和2片负透镜。

32. 根据权利要求31所述的变倍光学系统,其中,

所述对焦组的最靠像侧的负透镜为非球面透镜,

在将所述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为 $Rcnf$,

将所述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为 $Rcnr$,

将所述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 $Rynf$,

将所述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 $Rynr$ 的情况下,

所述变倍光学系统满足下述条件式(35),

$$0.1 < (1/Rcnf - 1/Rcnr) / (1/Rynf - 1/Rynr) < 3 \quad (35)。$$

33. 根据权利要求30所述的变倍光学系统,其中,

所述对焦组包括1片负透镜和2片正透镜。

34. 根据权利要求33所述的变倍光学系统,其中,

所述对焦组的最靠像侧的正透镜为非球面透镜,

在将所述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为 $Rcpf$,

将所述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为 $Rcpr$,

将所述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 $Rypf$,

将所述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 $Rypr$ 的情况下,

所述变倍光学系统满足下述条件式(36),

$-120 < (1/R_{cpr} - 1/R_{cpr}) / (1/R_{ypf} - 1/R_{ypr}) < -3$ (36)。

35. 根据权利要求30所述的变倍光学系统, 其中,
所述对焦组包括1片正透镜和1片负透镜。

36. 根据权利要求30所述的变倍光学系统, 其中,
所述对焦组包括1片负透镜。

37. 根据权利要求36所述的变倍光学系统, 其中,
所述对焦组的所述负透镜为非球面透镜,
在将所述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为 R_{csnf} ,
将所述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为 R_{csnr} ,
将所述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{ysnf} ,
将所述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{ysnr} 的情况下,

所述变倍光学系统满足下述条件式 (37),

$0.1 < (1/R_{csnf} - 1/R_{csnr}) / (1/R_{ysnf} - 1/R_{ysnr}) < 3.5$ (37)。

38. 根据权利要求1所述的变倍光学系统, 其中,
所述中间组中所包括的透镜组中的2个透镜组为在变倍时及对焦时改变相互间隔而移动的对焦组。

39. 根据权利要求38所述的变倍光学系统, 其中,
在将所述2个透镜组中的配置于物体侧的透镜组设为物体侧对焦组且将配置于像侧的透镜组设为像侧对焦组的情况下,

所述物体侧对焦组包括1片负透镜和1片正透镜,
所述像侧对焦组包括1片正透镜。

40. 根据权利要求39所述的变倍光学系统, 其中,
所述像侧对焦组的所述正透镜为非球面透镜,
在将所述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cipf} ,
将所述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cipr} ,
将所述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{yipf} ,
将所述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{yipr} 的情况下,

所述变倍光学系统满足下述条件式 (38),

$1 < (1/R_{cipf} - 1/R_{cipr}) / (1/R_{yipf} - 1/R_{yipr}) < 100$ (38)。

41. 根据权利要求38所述的变倍光学系统, 其中,
在将所述2个透镜组中的配置于物体侧的透镜组设为物体侧对焦组且将配置于像侧的透镜组设为像侧对焦组的情况下,

所述物体侧对焦组包括1片正透镜和1片负透镜,
所述像侧对焦组包括1片负透镜。

42. 根据权利要求41所述的变倍光学系统, 其中,
所述像侧对焦组的所述负透镜为非球面透镜,
在将所述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cinf} ,

将所述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cinr} ，
将所述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{yinf} ，
将所述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{yinr} 的情况下，

所述变焦光学系统满足下述条件式(39)，

$$0.1 < (1/R_{cinf} - 1/R_{cinr}) / (1/R_{yinf} - 1/R_{yinr}) < 3.5 \quad (39)。$$

43. 根据权利要求1所述的变倍光学系统，其包括在从广角端至长焦端进行变倍时以相同的移动轨迹移动的多个透镜组。

44. 根据权利要求1所述的变倍光学系统，其中，

所述中间组在最靠物体侧包括所述孔径光阑。

45. 根据权利要求1所述的变倍光学系统，其中，

所述中间组从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组和具有负屈光力的透镜组，

所述最终透镜组具有正屈光力。

46. 根据权利要求45所述的变倍光学系统，其中，

所述最终透镜组在变倍时相对于像面固定。

47. 根据权利要求46所述的变倍光学系统，其中，

所述最终透镜组包括1片作为非球面透镜的正透镜，

在将所述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cEpf} ，

将所述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cEpr} ，

将所述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{yEpf} ，

将所述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{yEpr} 的情况下，

所述变倍光学系统满足下述条件式(40)，

$$0.1 < |(1/R_{cEpf} - 1/R_{cEpr}) / (1/R_{yEpf} - 1/R_{yEpr})| < 5 \quad (40)。$$

48. 根据权利要求45所述的变倍光学系统，其中，

所述最终透镜组在变倍时移动。

49. 根据权利要求1所述的变倍光学系统，其中，

所述中间组从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组及具有负屈光力的透镜组，

所述最终透镜组具有正屈光力。

50. 根据权利要求49所述的变倍光学系统，其中，

所述最终透镜组在变倍时移动。

51. 根据权利要求1所述的变倍光学系统，其中，

所述中间组从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组及具有正屈光力的透镜组，

所述最终透镜组具有具有负屈光力。

52. 根据权利要求51所述的变倍光学系统，其中，

所述最终透镜组在变倍时移动。

53. 根据权利要求1所述的变倍光学系统,其中,
所述中间组从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有负屈光力的透镜组及具有负屈光力的透镜组,
所述最终透镜组具有正屈光力。
54. 根据权利要求53所述的变倍光学系统,其中,
所述最终透镜组在变倍时移动。
55. 根据权利要求1所述的变倍光学系统,其中,
所述中间组从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组及具有正屈光力的透镜组,
所述最终透镜组具有负屈光力。
56. 根据权利要求55所述的变倍光学系统,其中,
所述最终透镜组在变倍时移动。
57. 根据权利要求1所述的变倍光学系统,其中,
所述中间组从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组、具有负屈光力的透镜组及具有正屈光力的透镜组,
所述最终透镜组具有负屈光力。
58. 根据权利要求57所述的变倍光学系统,其中,
所述最终透镜组在变倍时移动。
59. 根据权利要求1所述的变倍光学系统,其中,
所述中间组从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组、具有负屈光力的透镜组及具有负屈光力的透镜组,
所述最终透镜组具有正屈光力。
60. 根据权利要求59所述的变倍光学系统,其中,
所述最终透镜组在变倍时移动。
61. 根据权利要求1所述的变倍光学系统,其中,
所述中间组从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组、具有负屈光力的透镜组、具有负屈光力的透镜组及具有正屈光力的透镜组,
所述最终透镜组具有负屈光力。
62. 根据权利要求61所述的变倍光学系统,其中,
所述最终透镜组在变倍时移动。
63. 一种摄像装置,其具备权利要求1至62中任一项所述的变倍光学系统。

变倍光学系统及摄像装置

技术领域

[0001] 本发明的技术涉及一种变倍光学系统及摄像装置。

背景技术

[0002] 以往,作为能够用于数码相机等摄像装置的变倍光学系统,已知有日本特开2016-109720号公报、日本特开2016-109721号公报及日本特开2021-009217号公报中所记载的变焦透镜。

发明内容

[0003] 要求一种构成为小型、在整个变倍区域内F值小且在整个变倍区域内具有高光学性能的变倍光学系统。这些要求水平逐年提高。

[0004] 本发明提供一种小型且在整个变倍区域内F值小并且在整个变倍区域内具有高光学性能的变倍光学系统及具备该变倍光学系统的摄像装置。

[0005] 用于解决技术课题的手段

[0006] 本发明的一方式所涉及的变倍光学系统从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组、具有负屈光力的第2透镜组、中间组及具有屈光力的最终透镜组,中间组包括1个以上且5个以下的透镜组,在变倍时,第1透镜组与第2透镜组的间隔发生变化,第2透镜组与中间组的间隔发生变化,中间组与最终透镜组的间隔发生变化,在中间组包括多个透镜组的情况下,在变倍时,中间组内的相邻的透镜组的所有间隔均发生变化,在第2透镜组的最靠像侧的透镜面至最终透镜组的最靠物体侧的透镜面之间配置有孔径光阑,第1透镜组从最靠物体侧向像侧依次连续地包括作为负透镜的第1透镜和作为正透镜的第2透镜,在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从第1透镜的物体侧的面至孔径光阑的光轴上的距离设为 $DDL1STw$,将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从第1透镜的物体侧的面至最终透镜组的最靠像侧的透镜面的光轴上的距离与以空气换算距离计的整个系统的后焦距之和设为 TLw ,将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的开放F值设为 $Fnot$,将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的整个系统的焦距设为 ft ,将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的整个系统的焦距设为 fw ,将广角端处的以空气换算距离计的整个系统的后焦距设为 Bfw ,将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的最大半视角设为 ωt 的情况下,变倍光学系统满足下述条件式(1)、(2)及(3)。

[0007] $0 < DDL1STw / TLw < 0.5$ (1)

[0008] $0.5 < Fnot / (ft / fw) < 1.3$ (2)

[0009] $0.15 < Bfw / (ft \times \tan \omega t) < 2$ (3)

[0010] 上述方式的变倍光学系统

[0011] 优选满足下述条件式(4)。

[0012] $1 < fw / (ft \times \tan \omega t) < 1.4$ (4)

[0013] 在将第1透镜组的焦距设为 $f1$,将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从第1

透镜至孔径光阑的光学系统的合成焦距设为 f_{L1STw} 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(5)。

$$[0014] \quad -6.6 < f_1/f_{L1STw} < -1.5 \quad (5)$$

[0015] 在将第1透镜组的焦距设为 f_1 ,将第1透镜的焦距设为 f_{L1} 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(6)。

$$[0016] \quad -0.9 < f_1/f_{L1} < -0.05 \quad (6)$$

[0017] 在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从第1透镜至孔径光阑的光学系统的合成焦距设为 f_{L1STw} 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(7)。

$$[0018] \quad -1.4 < f_w/f_{L1STw} < -0.3 \quad (7)$$

[0019] 在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从第1透镜至孔径光阑的光学系统的合成焦距设为 f_{L1STw} ,将第1透镜组的焦距设为 f_1 ,将第1透镜的焦距设为 f_{L1} 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(4)、(5)、(6)及(7)。

$$[0020] \quad 1 < f_w/(f_t \times \tan \omega_t) < 1.4 \quad (4)$$

$$[0021] \quad -6.6 < f_1/f_{L1STw} < -1.5 \quad (5)$$

$$[0022] \quad -0.9 < f_1/f_{L1} < -0.05 \quad (6)$$

$$[0023] \quad -1.4 < f_w/f_{L1STw} < -0.3 \quad (7)$$

[0024] 上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(8)。

$$[0025] \quad 2 < TL_w/(f_t \times \tan \omega_t) < 9 \quad (8)$$

[0026] 在将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的第2透镜组的横向放大率设为 β_{2t} ,将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的第2透镜组的横向放大率设为 β_{2w} 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(9)。

$$[0027] \quad 1.1 < \beta_{2t}/\beta_{2w} < 3 \quad (9)$$

[0028] 在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的第1透镜组与第2透镜组在光轴上的间隔设为 DDG_{12w} ,将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的第1透镜组与第2透镜组在光轴上的间隔设为 DDG_{12t} ,将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的从第1透镜的物体侧的面至最终透镜组的最靠像侧的透镜面的光轴上的距离与以空气换算距离计的整个系统的后焦距之和设为 TL_t 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(10)。

$$[0029] \quad 0.1 < |DDG_{12w} - DDG_{12t}|/TL_t < 0.3 \quad (10)$$

[0030] 在将第1透镜组的焦距设为 f_1 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(11)。

$$[0031] \quad 0.2 < DDL_{1STw}/f_1 < 0.8 \quad (11)$$

[0032] 在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的最大半视角设为 ω_w 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(12)。

$$[0033] \quad 3 < DDL_{1STw}/\{(f_w \times \tan \omega_w) \times \log(f_t/f_w)\} < 9 \quad (12)$$

[0034] 上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(13)。

$$[0035] \quad 3 < TL_w/f_w < 8 \quad (13)$$

[0036] 在将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的从第1透镜的物体侧的面至最终透镜组的最靠像侧的透镜面的光轴上的距离与以空气换算距离计的整个系统的后焦距之和设为 TL_t 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(14)。

[0037] $1.5 < TLt/ft < 3$ (14)

[0038] 在将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的从第1透镜的物体侧的面至最终透镜组的最靠像侧的透镜面的光轴上的距离与以空气换算距离计的整个系统的后焦距之和设为 TLt 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(15)。

[0039] $5 < TLt/(ft \times \tan \omega t) < 11$ (15)

[0040] 在将第1透镜组的焦距设为 $f1$ 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(16)。

[0041] $3 < f1/fw < 7$ (16)

[0042] 在将第1透镜组的焦距设为 $f1$,将第2透镜组的焦距设为 $f2$ 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(17)。

[0043] $3 < f1/(-f2) < 9$ (17)

[0044] 在将第1透镜组的焦距设为 $f1$ 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(18)。

[0045] $2 < f1/(ft/Fnot) < 7$ (18)

[0046] 在将第1透镜组的焦距设为 $f1$ 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足条件式(19)。

[0047] $1.8 < f1/(fw \times ft)^{1/2} < 4.2$ (19)

[0048] 在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从第1透镜的物体侧的面至近轴入射光瞳位置的光轴上的距离设为 $Denw$,将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的最大半视角设为 ωw 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(20)。

[0049] $2 < Denw/\{(fw \times \tan \omega w) \times \log(ft/fw)\} < 4.5$ (20)

[0050] 在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从第1透镜的物体侧的面至近轴入射光瞳位置的光轴上的距离设为 $Denw$ 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(21)。

[0051] $0.5 < Denw/(fw \times ft)^{1/2} < 1$ (21)

[0052] 在将第1透镜的中心厚度设为 $d1$,将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的第1透镜的物体侧的面至近轴入射光瞳位置的光轴上的距离设为 $Denw$,将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的最大半视角设为 ωw 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(22)。

[0053] $0.04 < d1/(Denw \times \tan \omega w) < 0.09$ (22)

[0054] 在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的像面至近轴射出光瞳位置的光轴上的距离设为 $Dexw$,在 $Dexw$ 的符号中,将以像面为基准的像侧的距离设为正,将物体侧的距离设为负,在像面与近轴射出光瞳位置之间配置有不具有屈光力的光学部件的情况下,当对上述光学部件使用空气换算距离计算 $Dexw$ 时,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(23)。

[0055] $-0.65 < fw/Dexw < -0.2$ (23)

[0056] 在将第1透镜的物体侧的面的有效直径设为 EDf ,将最终透镜组的最靠像侧的透镜面的有效直径设为 EDr 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(24)。

[0057] $1.5 < EDf/EDr < 3$ (24)

[0058] 在将第1透镜的物体侧的面的有效直径设为EDf的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(25)。

$$[0059] \quad 0.35 < EDf / TLw < 0.65 \quad (25)$$

[0060] 上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(26)。

$$[0061] \quad 2.2 < f_t / f_w < 4.8 \quad (26)$$

[0062] 在将第1透镜相对于d线的折射率设为NdL1,将第1透镜的d线基准的阿贝数设为vdL1的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(27)、(28)及(29)。

$$[0063] \quad 1.8 < NdL1 < 2.01 \quad (27)$$

$$[0064] \quad 15 < v_{dL1} < 45 \quad (28)$$

$$[0065] \quad 2 < NdL1 + 0.01 \times v_{dL1} < 2.5 \quad (29)$$

[0066] 在将第2透镜相对于d线的折射率设为NdL2,将第2透镜的d线基准的阿贝数设为vdL2的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(30)、(31)及(32)。

$$[0067] \quad 1.43 < NdL2 < 1.81 \quad (30)$$

$$[0068] \quad 45 < v_{dL2} < 96 \quad (31)$$

$$[0069] \quad 2 < NdL2 + 0.01 \times v_{dL2} < 2.5 \quad (32)$$

[0070] 上述方式的变倍光学系统包括在变倍时及对焦时移动的至少1个对焦组,在将变倍光学系统所包括的对焦组中的焦距的绝对值最小的对焦组的焦距设为ffoc,将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的中间组的焦距设为fMt的情况下,优选满足下述条件式(33)。

$$[0071] \quad 0.3 < |ffoc / fMt| < 4 \quad (33)$$

[0072] 上述方式的变倍光学系统包括在变倍时及对焦时移动的至少1个对焦组,在将变倍光学系统所包括的对焦组中的焦距的绝对值最大的对焦组对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的横向放大率设为 β_{ft} ,将比焦距的绝对值最大的对焦组更靠像侧的所有透镜对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的合成横向放大率设为 β_{fRt} 的情况下,优选满足下述条件式(34)。

$$[0073] \quad 1 < |(1 - \beta_{ft}^2) \times \beta_{fRt}^2| < 8 \quad (34)$$

[0074] 中间组中所包括的透镜组中的1个透镜组可以构成为在变倍时及对焦时移动的对焦组。

[0075] 对焦组可以构成为包括1片正透镜和2片负透镜。在该结构中,当对焦组的最靠像侧的负透镜为非球面透镜时,在将上述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为Rcnf,将上述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为Rcnr,将上述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为Rynf,将上述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为Rynr的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(35)。

$$[0076] \quad 0.1 < (1/Rcnf - 1/Rcnr) / (1/Rynf - 1/Rynr) < 3 \quad (35)$$

[0077] 对焦组可以构成为包括1片负透镜和2片正透镜。在该结构中,当对焦组的最靠像侧的正透镜为非球面透镜时,在将上述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为Rcpf,将上述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为Rcpr,将上述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为Rypf,将上述非球面透镜的像侧的面的最

大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{ypr} 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(36)。

$$[0078] \quad -120 < (1/R_{cpr} - 1/R_{cpr}) / (1/R_{ypr} - 1/R_{ypr}) < -3 \quad (36)$$

[0079] 对焦组可以构成为包括1片正透镜和1片负透镜。

[0080] 对焦组可以构成为包括1片负透镜。在该结构中,当对焦组的负透镜为非球面透镜时,在将上述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为 R_{csnf} ,将上述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为 R_{csnr} ,将上述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{ysnf} ,将上述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{ysnr} 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(37)。

$$[0081] \quad 0.1 < (1/R_{csnf} - 1/R_{csnr}) / (1/R_{ysnf} - 1/R_{ysnr}) < 3.5 \quad (37)$$

[0082] 中间组中所包括的透镜组中的2个透镜组可以构成为在变倍时及对焦时改变相互间隔而移动的对焦组。

[0083] 在将作为对焦组的上述2个透镜组中的配置于物体侧的透镜组设为物体侧对焦组且将配置于像侧的透镜组设为像侧对焦组的情况下,可以构成为物体侧对焦组包括1片负透镜和1片正透镜且像侧对焦组包括1片正透镜。

[0084] 当像侧对焦组的正透镜为非球面透镜时,在将上述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cipf} ,将上述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cipr} ,将上述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{yipf} ,将上述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{yipr} 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(38)。

$$[0085] \quad 1 < (1/R_{cipf} - 1/R_{cipr}) / (1/R_{yipf} - 1/R_{yipr}) < 100 \quad (38)$$

[0086] 在将作为对焦组的上述2个透镜组中的配置于物体侧的透镜组设为物体侧对焦组且将配置于像侧的透镜组设为像侧对焦组的情况下,可以构成为物体侧对焦组包括1片正透镜和1片负透镜且像侧对焦组包括1片负透镜。

[0087] 当像侧对焦组的负透镜为非球面透镜时,在将上述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cinf} ,将上述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cinr} ,将上述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{yinf} ,将上述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{yinr} 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(39)。

$$[0088] \quad 0.1 < (1/R_{cinf} - 1/R_{cinr}) / (1/R_{yinf} - 1/R_{yinr}) < 3.5 \quad (39)$$

[0089] 上述方式的变倍光学系统可以构成为包括在从广角端至长焦端进行变倍时以相同的移动轨迹移动的多个透镜组。

[0090] 中间组优选在最靠物体侧包括孔径光阑。

[0091] 中间组可以构成为从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组和具有负屈光力的透镜组且最终透镜组具有正屈光力。

[0092] 最终透镜组可以构成为在变倍时相对于像面固定。

[0093] 当最终透镜组为包括1片作为非球面透镜的正透镜时,在将上述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cEp} ,将上述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cEpr} ,将上述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{yEp} ,

将上述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{yEpr} 的情况下,上述方式的变倍光学系统优选满足下述条件式(40)。

$$[0094] \quad 0.1 < |(1/R_{cEpf} - 1/R_{cEpr}) / (1/R_{yEpf} - 1/R_{yEpr})| < 5 \quad (40)$$

[0095] 最终透镜组可以构成为在变倍时移动。

[0096] 中间组可以构成为从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组及具有负屈光力的透镜组且最终透镜组具有正屈光力。在该结构中,最终透镜组可以构成为在变倍时移动。

[0097] 中间组可以构成为从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组及具有正屈光力的透镜组且最终透镜组具有负屈光力。在该结构中,最终透镜组可以构成为在变倍时移动。

[0098] 中间组可以构成为从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有负屈光力的透镜组及具有负屈光力的透镜组且最终透镜组具有正屈光力。在该结构中,最终透镜组可以构成为在变倍时移动。

[0099] 中间组可以构成为从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组及具有正屈光力的透镜组且最终透镜组具有负屈光力。在该结构中,最终透镜组可以构成为在变倍时移动。

[0100] 中间组可以构成为从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组、具有负屈光力的透镜组及具有正屈光力的透镜组且最终透镜组具有负屈光力。在该结构中,最终透镜组可以构成为在变倍时移动。

[0101] 中间组可以构成为从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组、具有负屈光力的透镜组及具有负屈光力的透镜组且最终透镜组具有正屈光力。在该结构中,最终透镜组可以构成为在变倍时移动。

[0102] 中间组可以构成为从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组、具有负屈光力的透镜组、具有负屈光力的透镜组及具有正屈光力的透镜组且最终透镜组具有负屈光力。在该结构中,最终透镜组可以构成为在变倍时移动。

[0103] 本发明的另一方式所涉及的摄像装置具备本发明的上述方式所涉及的变倍光学系统。

[0104] 另外,本说明书的“包括~”、“包括~的”表示除了所举出的构成要件以外,还可以包括实质上不具有屈光力的透镜、以及光阑、滤波器及盖玻璃等除了透镜以外的光学要件、以及透镜凸缘、镜筒、摄像元件及手抖校正机构等机构部分等。

[0105] 本说明书的“具有正屈光力的~组”及“~组具有正屈光力”是指,组整体具有正屈光力。同样地,“具有负屈光力的~组”及“~组具有负屈光力”是指,组整体具有负屈光力。本说明书的“第1透镜组”、“第2透镜组”、“透镜组”、“最终透镜组”及“对焦组”并不限于包括多个透镜的结构,也可以是仅包括1片透镜的结构。

[0106] 复合非球面透镜(球面透镜与形成于其球面透镜上的非球面形状的面构成为一体,并且整体作为1个非球面透镜而发挥作用的透镜)不视为接合透镜,而是作为1片透镜来处理。除非另有特别说明,与包括非球面的透镜相关的屈光力的符号及面形状使用近轴区域的屈光力的符号及面形状。关于曲率半径的符号,将凸形状朝向物体侧的面的曲率半径的符号设为正,将凸形状朝向像侧的面的曲率半径的符号设为负。

[0107] 在本说明书中,“整个系统”是指变倍光学系统。在条件式中使用的“焦距”是近轴焦距。除非另有特别说明,在条件式中使用的“光轴上的距离”是几何距离。除非另有特别说明,在条件式中使用的值是在对焦于无限远物体的状态下以d线为基准时的值。

[0108] 本说明书中记载的“d线”、“C线”、“F线”及“g线”是亮线。d线的波长被视为587.56nm(纳米),C线的波长被视为656.27nm(纳米),F线的波长被视为486.13nm(纳米),g线的波长被视为435.84nm(纳米)。

[0109] 发明效果

[0110] 根据本发明,能够提供一种小型且在整个变倍区域内F值小并且在整个变倍区域内具有高光学性能的变倍光学系统及具备该变倍光学系统的摄像装置。

附图说明

[0111] 图1是表示与实施例1的变倍光学系统对应且一实施方式所涉及的变倍光学系统的结构的剖视图和移动轨迹的图。

[0112] 图2是用于说明各条件式的记号的图。

[0113] 图3是用于说明有效直径及最大有效直径的位置的图。

[0114] 图4是实施例1的变倍光学系统的各像差图。

[0115] 图5是表示实施例2的变倍光学系统的结构的剖视图和移动轨迹的图。

[0116] 图6是实施例2的变倍光学系统的各像差图。

[0117] 图7是表示实施例3的变倍光学系统的结构的剖视图和移动轨迹的图。

[0118] 图8是实施例3的变倍光学系统的各像差图。

[0119] 图9是表示实施例4的变倍光学系统的结构的剖视图和移动轨迹的图。

[0120] 图10是实施例4的变倍光学系统的各像差图。

[0121] 图11是表示实施例5的变倍光学系统的结构的剖视图和移动轨迹的图。

[0122] 图12是实施例5的变倍光学系统的各像差图。

[0123] 图13是表示实施例6的变倍光学系统的结构的剖视图和移动轨迹的图。

[0124] 图14是实施例6的变倍光学系统的各像差图。

[0125] 图15是表示实施例7的变倍光学系统的结构的剖视图和移动轨迹的图。

[0126] 图16是实施例7的变倍光学系统的各像差图。

[0127] 图17是表示实施例8的变倍光学系统的结构的剖视图和移动轨迹的图。

[0128] 图18是实施例8的变倍光学系统的各像差图。

[0129] 图19是表示实施例9的变倍光学系统的结构的剖视图和移动轨迹的图。

[0130] 图20是实施例9的变倍光学系统的各像差图。

[0131] 图21是表示实施例10的变倍光学系统的结构的剖视图和移动轨迹的图。

[0132] 图22是实施例10的变倍光学系统的各像差图。

[0133] 图23是表示实施例11的变倍光学系统的结构的剖视图和移动轨迹的图。

[0134] 图24是实施例11的变倍光学系统的各像差图。

[0135] 图25是表示实施例12的变倍光学系统的结构的剖视图和移动轨迹的图。

[0136] 图26是实施例12的变倍光学系统的各像差图。

[0137] 图27是表示实施例13的变倍光学系统的结构的剖视图和移动轨迹的图。

- [0138] 图28是实施例13的变倍光学系统的各像差图。
- [0139] 图29是表示实施例14的变倍光学系统的结构的剖视图和移动轨迹的图。
- [0140] 图30是实施例14的变倍光学系统的各像差图。
- [0141] 图31是表示实施例15的变倍光学系统的结构的剖视图和移动轨迹的图。
- [0142] 图32是实施例15的变倍光学系统的各像差图。
- [0143] 图33是表示实施例16的变倍光学系统的结构的剖视图和移动轨迹的图。
- [0144] 图34是实施例16的变倍光学系统的各像差图。
- [0145] 图35是表示实施例17的变倍光学系统的结构的剖视图和移动轨迹的图。
- [0146] 图36是实施例17的变倍光学系统的各像差图。
- [0147] 图37是表示实施例18的变倍光学系统的结构的剖视图和移动轨迹的图。
- [0148] 图38是实施例18的变倍光学系统的各像差图。
- [0149] 图39是表示实施例19的变倍光学系统的结构的剖视图和移动轨迹的图。
- [0150] 图40是实施例19的变倍光学系统的各像差图。
- [0151] 图41是表示实施例20的变倍光学系统的结构的剖视图和移动轨迹的图。
- [0152] 图42是实施例20的变倍光学系统的各像差图。
- [0153] 图43是一实施方式所涉及的摄像装置的正面侧的立体图。
- [0154] 图44是一实施方式所涉及的摄像装置的背面侧的立体图。

具体实施方式

[0155] 以下,参考附图对本发明的实施方式进行说明。

[0156] 在图1中示出本发明的一实施方式所涉及的变倍光学系统的结构的剖视图及移动轨迹。在图1中,在标注有“Wide”的上段示出广角端状态,在标注有“Tele”的下段示出长焦端状态。图1所示的例子对应于后述的实施例1的变倍光学系统。在图1中示出对焦于无限远物体的状态,左侧为物体侧,右侧为像侧。在图1中,还示出了广角端处的轴上光束wa及最大半视角 ω_w 的光束wb、以及长焦端处的轴上光束ta及最大半视角 ω_t 的光束tb。

[0157] 本发明的变倍光学系统沿光轴Z从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组G1、具有负屈光力的第2透镜组G2、中间组GM及具有屈光力的最终透镜组GE。中间组GM包括1个以上且5个以下的透镜组。通过将第1透镜组G1设为具有正屈光力的透镜组,能够缩短总长,因此有利于兼顾小型化和高变倍比化。并且,通过将第1透镜组G1设为具有正屈光力的透镜组,入射到第2透镜组G2的光线的高度变低,因此有利于抑制变倍时的像差变动。

[0158] 孔径光阑St配置于第2透镜组G2的最靠像侧的透镜面至最终透镜组GE的最靠物体侧的透镜面之间。根据该结构,能够使光圈单元小型化,因此有利于光学系统整体的小型化。

[0159] 在变倍时,第1透镜组G1与第2透镜组G2的间隔发生变化,第2透镜组G2与中间组GM的间隔发生变化,中间组GM与最终透镜组GE的间隔发生变化。在中间组GM包括多个透镜组的情况下,在变倍时,中间组GM内的相邻的透镜组的所有间隔均发生变化。通过在变倍时多个组的间隔发生变化,有利于在整个变倍区域内抑制各像差。

[0160] 另外,本说明书中的“第1透镜组G1”、“第2透镜组G2”、中间组GM中所包括的“透镜组”及“最终透镜组GE”为变倍光学系统的构成部分且为通过在变倍时发生变化的空气间隔

分开的包括至少1片透镜的部分。变倍时,以各透镜组为单位移动或固定,并且各透镜组内的透镜的相互间隔不变。即,在本说明书中,将在变倍时与相邻的组的间隔发生变化且在自身内部中相邻的透镜的所有间隔不变的组设为1个透镜组。另外,“透镜组”也可以包括不具有屈光力的透镜以外的构成要件,例如孔径光阑St等。

[0161] 作为一例,图1所示的变倍光学系统从物体侧向像侧依次包括第1透镜组G1、第2透镜组G2、第3透镜组G3、第4透镜组G4及第5透镜组G5。

[0162] 在图1的例子中,中间组GM包括第3透镜组G3及第4透镜组G4,最终透镜组GE包括第5透镜组G5。

[0163] 作为一例,图1的各透镜组如下构成。第1透镜组G1从物体侧向像侧依次包括透镜L11~L13这3个透镜。第2透镜组G2从物体侧向像侧依次包括透镜L21~L24这4片透镜。第3透镜组G3从物体侧向像侧依次包括孔径光阑St和透镜L31~L36这6片透镜。第4透镜组G4从物体侧向像侧依次包括透镜L41~L42这2片透镜。第5透镜组G5包括透镜L51这1片透镜。另外,图1的孔径光阑St表示光轴方向上的位置,而不表示形状及大小。

[0164] 在图1的例子中,在变倍时,第1透镜组G1、第2透镜组G2、第3透镜组G3及第4透镜组G4改变与相邻的透镜组之间的间隔而沿光轴Z移动,第5透镜组G5相对于像面Sim固定。在图1中,关于移动的透镜组,用上段与下段之间的箭头表示从广角端至长焦端变倍时的各透镜组的大致移动轨迹。

[0165] 在本发明的变倍光学系统中,第1透镜组G1从最靠物体侧向像侧依次连续地包括作为负透镜的第1透镜和作为正透镜的第2透镜。根据该结构,容易校正第1透镜组G1内的像差,因此有利于抑制变倍时的像差变动。并且,通过在最靠物体侧配置负透镜,容易校正缩短广角端的焦距时的像差。在图1的例中,透镜L11与第1透镜对应,透镜L12与第2透镜对应。

[0166] 例如,第1透镜组G1能够构成为从物体侧向像侧依次包括负透镜、正透镜及正透镜。并且,例如,第2透镜组G2能够构成为从物体侧向像侧依次包括负透镜、负透镜、正透镜及负透镜。

[0167] 中间组GM能够构成为从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组和具有负屈光力的透镜组且最终透镜组GE具有正屈光力。在这种情况下,有利于兼顾透镜的驱动机构的简化和高性能化。

[0168] 中间组GM优选在最靠物体侧包括孔径光阑St。在这种情况下,能够使孔径光阑St与第1透镜组G1靠近,因此能够缩短从第1透镜组G1的最靠物体侧的透镜面至入射光瞳位置的距离。由此,有利于第1透镜组G1的小径化。

[0169] 最终透镜组GE可以构成为在变倍时相对于像面Sim固定。在这种情况下,能够简化透镜组的驱动机构。

[0170] 最终透镜组GE可以构成为包括1片作为非球面透镜的正透镜。在这种情况下,有利于兼顾透镜的驱动机构的简化和高性能化。

[0171] 本发明的变倍光学系统可以构成为包括在变倍时及对焦时移动的至少1个对焦组。通过移动对焦组来进行对焦。在图1的例子中,对焦组包括第4透镜组G4。

[0172] 图1的第4透镜组G4下方的括号和向右的箭头表示第4透镜组G4是从无限远物体向最近物体进行对焦时向像侧移动的聚焦组。另外,第4透镜组G4在整个变倍区域中作为对焦组发挥作用,但在图1中,为了避免图的复杂化,仅在下段的图中标注表示对焦组的括号和

箭头。

[0173] 中间组GM中所包括的透镜组中的1个透镜组可以构成为变倍时及对焦时移动的对焦组。通过将对焦组配置于中间组GM,能够使对焦组小型化,从而有利于光学系统整体的小型化。

[0174] 作为一例,如图1所示,对焦组可以构成为包括1片正透镜和1片负透镜。在这种情况下,通过抑制对焦组的透镜片数,有利于简化用于控制对焦组的机构,并且容易快速对焦。

[0175] 或者,对焦组可以构成为包括1片负透镜。在这种情况下,通过进一步抑制对焦组的透镜片数,有利于简化用于控制对焦组的机构,并且更容易迅速对焦。此时,对焦组的负透镜可以构成为非球面透镜。在这种情况下,能够抑制对焦时的像差变动,因此更有利于高性能化。

[0176] 对焦组可以构成为包括1片正透镜和2片负透镜。在这种情况下,能够抑制对焦时的像差变动,因此有利于高性能化。此时,对焦组的最靠像侧的负透镜可以构成为非球面透镜。在这种情况下,能够抑制对焦时的像差变动,因此更有利于高性能化。

[0177] 对焦组可以构成为包括1片负透镜和2片正透镜。在这种情况下,能够抑制对焦时的像差变动,因此有利于高性能化。此时,对焦组的最靠像侧的正透镜可以构成为非球面透镜。在这种情况下,能够抑制对焦时的像差变动,因此更有利于高性能化。

[0178] 中间组GM中所包括的透镜组中的2个透镜组可以构成为在变倍时及对焦时改变相互间隔而移动的对焦组。通过将对焦组配置于中间组GM,能够使对焦组小型化,从而有利于光学系统整体的小型化。此外,通过采用浮动聚焦方式并由2个透镜组进行对焦,能够良好地抑制对焦时的像差变动。

[0179] 在中间组GM中所包括的透镜组中的2个透镜组为在变倍时及对焦时改变相互间隔而移动的对焦组的结构中,将作为对焦组的2个透镜组中的配置于物体侧的透镜组称为物体侧对焦组,将配置于像侧的透镜组称为像侧对焦组。

[0180] 物体侧对焦组可以构成为包括1片负透镜和1片正透镜,像侧对焦组可以构成为包括1片正透镜。在这种情况下,能够抑制对焦时的像差变动,因此有利于高性能化。此时,像侧对焦组的正透镜可以构成为非球面透镜。在这种情况下,能够抑制对焦时的像差变动,因此更有利于高性能化。

[0181] 物体侧对焦组可以构成为包括1片正透镜和1片负透镜,像侧对焦组可以构成为包括1片负透镜。在这种情况下,能够抑制对焦时的像差变动,因此有利于高性能化。

[0182] 此时,像侧对焦组的负透镜可以构成为非球面透镜。在这种情况下,能够抑制对焦时的像差变动,因此更有利于高性能化。

[0183] 接着,对与本发明的变倍光学系统的条件式相关的优选结构进行叙述。另外,在与以下条件式相关的说明中,为了避免冗长的说明,对定义相同的部分使用相同的记号,并且省略一部分记号的重复说明。并且,为了避免冗长的说明,以下将“本发明的变倍光学系统”也简称为“变倍光学系统”。

[0184] 变倍光学系统优选满足下述条件式(1)。在此,将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从第1透镜的物体侧的面至孔径光阑St的光轴上的距离设为DDL1Stw。将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从第1透镜的物体侧的面至最终透镜组GE的最靠像侧的透

镜面的光轴上的距离与以空气换算距离计的整个系统的后焦距之和设为 TL_w 。另外,“以空气换算距离计的整个系统的后焦距”为从整个系统的最靠像侧的透镜面至像面 Sim 的光轴上的空气换算距离。 TL_w 为对焦于广角端处的无限远物体的状态下的总长。通过使条件式(1)的对应值不成为下限以下,孔径光阑 St 与第1透镜组 $G1$ 之间的距离不会变得过短,因此从第1透镜的物体侧的面至入射光瞳位置的距离也不会变得过短,由此容易抑制变倍时的像差变动。通过使条件式(1)的对应值不成为上限以上,孔径光阑 St 与第1透镜组 $G1$ 之间的距离不会过于分离,因此从第1透镜的物体侧的面至入射光瞳位置的距离不会变得过长。由此,能够抑制第1透镜组 $G1$ 的大径化,因此容易小型化。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(1-1),进一步优选满足下述条件式(1-2),更进一步优选满足下述条件式(1-3),再更进一步优选满足下述条件式(1-4)。

$$[0185] \quad 0 < DDL1STw/TL_w < 0.5 \quad (1)$$

$$[0186] \quad 0.05 < DDL1STw/TL_w < 0.46 \quad (1-1)$$

$$[0187] \quad 0.1 < DDL1STw/TL_w < 0.43 \quad (1-2)$$

$$[0188] \quad 0.15 < DDL1STw/TL_w < 0.41 \quad (1-3)$$

$$[0189] \quad 0.2 < DDL1STw/TL_w < 0.39 \quad (1-4)$$

[0190] 在图2中示出图1的变倍光学系统的剖视图,作为一例,示出该变倍光学系统中的上述距离 $DDL1STw$ 及总长 TL_w 。在图2中,在标注有“Wide”的上段示出广角端状态,在标注有“Tele”的下段示出长焦端状态。

[0191] 变倍光学系统优选满足下述条件式(2)。在此,将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的开放F值设为 F_{not} 。将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的整个系统的焦距设为 f_t 。将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的整个系统的焦距设为 f_w 。通过使条件式(2)的对应值不成为下限以下,有利于光学系统整体的小型化或者特别有利于在长焦端处抑制各像差。通过使条件式(2)的对应值不成为上限以上,容易在长焦端处保持小的F值,因此有利于在长焦端处获得充分的亮度。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(2-1),进一步优选满足下述条件式(2-2),更进一步优选满足下述条件式(2-3),再更进一步优选满足下述条件式(2-4)。

$$[0192] \quad 0.5 < F_{not}/(f_t/f_w) < 1.3 \quad (2)$$

$$[0193] \quad 0.6 < F_{not}/(f_t/f_w) < 1.2 \quad (2-1)$$

$$[0194] \quad 0.7 < F_{not}/(f_t/f_w) < 1.2 \quad (2-2)$$

$$[0195] \quad 0.8 < F_{not}/(f_t/f_w) < 1.1 \quad (2-3)$$

$$[0196] \quad 0.9 < F_{not}/(f_t/f_w) < 1.1 \quad (2-4)$$

[0197] 变倍光学系统优选满足下述条件式(3)。在此,将广角端处的以空气换算距离计的整个系统的后焦距设为 Bf_w 。将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的最大半视角设为 ω_t 。 $\tan$ 为正切。作为一例,在图2中示出上述后焦距 Bf_w 。通过使条件式(3)的对应值不成为下限以下,后焦距不会变得过短,因此容易安装卡口更换机构。通过使条件式(3)的对应值不成为上限以上,后焦距不会变得过长,因此容易小型化。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(3-1),进一步优选满足下述条件式(3-2),更进一步优选满足下述条件式(3-3),再更进一步优选满足下述条件式(3-4)。

$$[0198] \quad 0.15 < Bf_w/(f_t \times \tan \omega_t) < 2 \quad (3)$$

$$[0199] \quad 0.2 < Bfw / (ft \times \tan \omega t) < 1.7 \quad (3-1)$$

$$[0200] \quad 0.25 < Bfw / (ft \times \tan \omega t) < 1.4 \quad (3-2)$$

$$[0201] \quad 0.3 < Bfw / (ft \times \tan \omega t) < 1.1 \quad (3-3)$$

$$[0202] \quad 0.35 < Bfw / (ft \times \tan \omega t) < 0.8 \quad (3-4)$$

[0203] 变倍光学系统优选满足下述条件式(4)。通过使条件式(4)的对应值不成为下限以下,有利于抑制各像差。通过使条件式(4)的对应值不成为上限以上,容易在广角端处获得宽视角。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(4-1),进一步优选满足下述条件式(4-2),更进一步优选满足下述条件式(4-3),再更进一步优选满足下述条件式(4-4)。

$$[0204] \quad 1 < fw / (ft \times \tan \omega t) < 1.4 \quad (4)$$

$$[0205] \quad 1.05 < fw / (ft \times \tan \omega t) < 1.35 \quad (4-1)$$

$$[0206] \quad 1.05 < fw / (ft \times \tan \omega t) < 1.3 \quad (4-2)$$

$$[0207] \quad 1.05 < fw / (ft \times \tan \omega t) < 1.25 \quad (4-3)$$

$$[0208] \quad 1.1 < fw / (ft \times \tan \omega t) < 1.2 \quad (4-4)$$

[0209] 变倍光学系统优选满足下述条件式(5)。在此,将第1透镜组G1的焦距设为 f_1 。将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从第1透镜至孔径光阑 St 的光学系统的合成焦距设为 $fL1Stw$ 。通过使条件式(5)的对应值不成为下限以下,第1透镜组G1的屈光力不会变得过弱,因此第1透镜组G1的小型化变得容易。通过使条件式(5)的对应值不成为上限以上,第1透镜组G1的屈光力不会变得过强,因此容易抑制变倍时的像差变动。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(5-1),进一步优选满足下述条件式(5-2),更进一步优选满足下述条件式(5-3),再更进一步优选满足下述条件式(5-4)。

$$[0210] \quad -6.6 < f_1 / fL1Stw < -1.5 \quad (5)$$

$$[0211] \quad -6.2 < f_1 / fL1Stw < -1.8 \quad (5-1)$$

$$[0212] \quad -5.8 < f_1 / fL1Stw < -2.1 \quad (5-2)$$

$$[0213] \quad -5.4 < f_1 / fL1Stw < -2.4 \quad (5-3)$$

$$[0214] \quad -5 < f_1 / fL1Stw < -2.7 \quad (5-4)$$

[0215] 在将第1透镜的焦距设为 $fL1$ 的情况下,变倍光学系统优选满足下述条件式(6)。通过使条件式(6)的对应值不成为下限以下,最靠物体侧的负透镜的屈光力不会变得过强,因此容易抑制长焦端的高阶像差。或者,由于第1透镜组G1的屈光力不会变得过弱,因此第1透镜组G1的小型化变得容易。另外,在本说明书中,关于像差的“高阶”是指5阶以上。通过使条件式(6)的对应值不成为上限以上,第1透镜组G1的屈光力不会变得过强,因此容易抑制变倍时的像差变动。或者,最靠物体侧的负透镜的屈光力不会变得过弱,因此容易抑制长焦端的轴上色差。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(6-1),进一步优选满足下述条件式(6-2),更进一步优选满足下述条件式(6-3),再更进一步优选满足下述条件式(6-4)。

$$[0216] \quad -0.9 < f_1 / fL1 < -0.05 \quad (6)$$

$$[0217] \quad -0.8 < f_1 / fL1 < -0.05 \quad (6-1)$$

$$[0218] \quad -0.7 < f_1 / fL1 < -0.1 \quad (6-2)$$

$$[0219] \quad -0.7 < f_1 / fL1 < -0.15 \quad (6-3)$$

[0220] $-0.6 < f_1/f_{L1} < -0.2$ (6-4)

[0221] 变倍光学系统优选满足下述条件式(7)。通过使条件式(7)的对应值不成为下限以下,有利于抑制各像差。通过使条件式(7)的对应值不成为上限以上,容易在广角端处获得宽视角。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(7-1),进一步优选满足下述条件式(7-2),更进一步优选满足下述条件式(7-3),再更进一步优选满足下述条件式(7-4)。

[0222] $-1.4 < f_w/f_{L1STw} < -0.3$ (7)

[0223] $-1.3 < f_w/f_{L1STw} < -0.4$ (7-1)

[0224] $-1.2 < f_w/f_{L1STw} < -0.5$ (7-2)

[0225] $-1.1 < f_w/f_{L1STw} < -0.6$ (7-3)

[0226] $-1 < f_w/f_{L1STw} < -0.7$ (7-4)

[0227] 变倍光学系统优选满足下述条件式(8)。通过使条件式(8)的对应值不成为下限以下,容易在整个变倍区域内抑制各像差。通过使条件式(8)的对应值不成为上限以上,有利于光学系统整体的小型化。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(8-1),进一步优选满足下述条件式(8-2),更进一步优选满足下述条件式(8-3),再更进一步优选满足下述条件式(8-4)。

[0228] $2 < TL_w/(f_t \times \tan \omega_t) < 9$ (8)

[0229] $2.5 < TL_w/(f_t \times \tan \omega_t) < 8$ (8-1)

[0230] $3 < TL_w/(f_t \times \tan \omega_t) < 7.5$ (8-2)

[0231] $3.5 < TL_w/(f_t \times \tan \omega_t) < 7$ (8-3)

[0232] $4 < TL_w/(f_t \times \tan \omega_t) < 6.5$ (8-4)

[0233] 变倍光学系统优选满足下述条件式(9)。在此,将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的第2透镜组G2的横向放大率设为 β_{2t} 。将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的第2透镜组G2的横向放大率设为 β_{2w} 。通过使条件式(9)的对应值不成为下限以下,有利于高变倍比化。通过使条件式(9)的对应值不成为上限以上,有利于抑制变倍时的像差变动。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(9-1),进一步优选满足下述条件式(9-2),更进一步优选满足下述条件式(9-3),再更进一步优选满足下述条件式(9-4)。

[0234] $1.1 < \beta_{2t}/\beta_{2w} < 3$ (9)

[0235] $1.2 < \beta_{2t}/\beta_{2w} < 2.7$ (9-1)

[0236] $1.2 < \beta_{2t}/\beta_{2w} < 2.4$ (9-2)

[0237] $1.3 < \beta_{2t}/\beta_{2w} < 2.1$ (9-3)

[0238] $1.3 < \beta_{2t}/\beta_{2w} < 1.9$ (9-4)

[0239] 变倍光学系统优选满足下述条件式(10)。在此,将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的第1透镜组G1与第2透镜组G2在光轴上的间隔设为 DDG_{12w} 。将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的第1透镜组G1与第2透镜组G2在光轴上的间隔设为 DDG_{12t} 。将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的从第1透镜的物体侧的面至最终透镜组GE的最靠像侧的透镜面的光轴上的距离与以空气换算距离计的整个系统的后焦距之和设为 TL_t 。 TL_t 为对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的总长。作为一例,在图2中示出上述间隔 DDG_{12w} 、间隔 DDG_{12t} 及总长 TL_t 。通过使条件式(10)的对应值不成为下限以下,有利于确保有效的变倍

比。通过使条件式(10)的对应值不成为上限以上,有利于抑制变倍时的重心位置的变化。并且,有利于抑制变倍时的畸变像差。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(10-1),进一步优选满足下述条件式(10-2),更进一步优选满足下述条件式(10-3),再更进一步优选满足下述条件式(10-4)。

$$[0240] \quad 0.1 < |DDG12w - DDG12t| / TLt < 0.3 \quad (10)$$

$$[0241] \quad 0.12 < |DDG12w - DDG12t| / TLt < 0.28 \quad (10-1)$$

$$[0242] \quad 0.13 < |DDG12w - DDG12t| / TLt < 0.26 \quad (10-2)$$

$$[0243] \quad 0.15 < |DDG12w - DDG12t| / TLt < 0.23 \quad (10-3)$$

$$[0244] \quad 0.16 < |DDG12w - DDG12t| / TLt < 0.2 \quad (10-4)$$

[0245] 变倍光学系统优选满足下述条件式(11)。通过使条件式(11)的对应值不成为下限以下,变倍时的第2透镜组G2的可动区域不会变得过短,因此容易进行高变倍比化。或者,由于第1透镜组G1的屈光力不会变得过弱,因此容易兼顾小型化和高变倍比化。通过使条件式(11)的对应值不成为上限以上,广角侧的第1透镜的物体侧的面至入射光瞳位置的距离不会变得过长,因此能够抑制第1透镜组G1的大径化,因此容易实现小型化。或者,由于第1透镜组G1的屈光力不会变得过强,因此容易实现高性能化。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(11-1),进一步优选满足下述条件式(11-2),更进一步优选满足下述条件式(11-3),再更进一步优选满足下述条件式(11-4)。

$$[0246] \quad 0.2 < DDL1STw / f1 < 0.8 \quad (11)$$

$$[0247] \quad 0.25 < DDL1STw / f1 < 0.7 \quad (11-1)$$

$$[0248] \quad 0.25 < DDL1STw / f1 < 0.65 \quad (11-2)$$

$$[0249] \quad 0.25 < DDL1STw / f1 < 0.6 \quad (11-3)$$

$$[0250] \quad 0.3 < DDL1STw / f1 < 0.55 \quad (11-4)$$

[0251] 在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的最大半视角设为 ωw 的情况下,变倍光学系统优选满足下述条件式(12)。通过使条件式(12)的对应值不成为下限以下,从广角侧的第1透镜的物体侧的面至入射光瞳位置的距离不会变得过短,因此容易抑制变倍时的像差变动。

[0252] 通过使条件式(12)的对应值不成为上限以上,广角侧的第1透镜的物体侧的面至入射光瞳位置的距离不会变得过长,因此能够抑制第1透镜组G1的大径化,因此容易实现小型化。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(12-1),进一步优选满足下述条件式(12-2),更进一步优选满足下述条件式(12-3),再更进一步优选满足下述条件式(12-4)。

$$[0253] \quad 3 < DDL1STw / \{ (fw \times \tan \omega w) \times \log (ft / fw) \} < 9 \quad (12)$$

$$[0254] \quad 3.5 < DDL1STw / \{ (fw \times \tan \omega w) \times \log (ft / fw) \} < 8 \quad (12-1)$$

$$[0255] \quad 3.5 < DDL1STw / \{ (fw \times \tan \omega w) \times \log (ft / fw) \} < 7.5 \quad (12-2)$$

$$[0256] \quad 3.5 < DDL1STw / \{ (fw \times \tan \omega w) \times \log (ft / fw) \} < 7 \quad (12-3)$$

$$[0257] \quad 4 < DDL1STw / \{ (fw \times \tan \omega w) \times \log (ft / fw) \} < 6.5 \quad (12-4)$$

[0258] 变倍光学系统优选满足下述条件式(13)。通过使条件式(13)的对应值不成为下限以下,容易抑制广角端处的各像差。通过使条件式(13)的对应值不成为上限以上,容易缩短广角端处的总长。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(13-1),进

一步优选满足下述条件式 (13-2), 更进一步优选满足下述条件式 (13-3), 再更进一步优选满足下述条件式 (13-4)。

$$[0259] \quad 3 < TLw/fw < 8 \quad (13)$$

$$[0260] \quad 3.5 < TLw/fw < 7.5 \quad (13-1)$$

$$[0261] \quad 3.5 < TLw/fw < 7 \quad (13-2)$$

$$[0262] \quad 4 < TLw/fw < 6.5 \quad (13-3)$$

$$[0263] \quad 4 < TLw/fw < 6 \quad (13-4)$$

[0264] 变倍光学系统优选满足下述条件式 (14)。通过使条件式 (14) 的对应值不成为下限以下, 容易抑制长焦端处的各像差。通过使条件式 (14) 的对应值不成为上限以上, 容易缩短长焦端处的总长。为了获得更良好的特性, 变倍光学系统更优选满足下述条件式 (14-1), 进一步优选满足下述条件式 (14-2), 更进一步优选满足下述条件式 (14-3), 再更进一步优选满足下述条件式 (14-4)。

$$[0265] \quad 1.5 < TLt/ft < 3 \quad (14)$$

$$[0266] \quad 1.65 < TLt/ft < 2.85 \quad (14-1)$$

$$[0267] \quad 1.8 < TLt/ft < 2.7 \quad (14-2)$$

$$[0268] \quad 1.95 < TLt/ft < 2.7 \quad (14-3)$$

$$[0269] \quad 2.05 < TLt/ft < 2.55 \quad (14-4)$$

[0270] 变倍光学系统优选满足下述条件式 (15)。通过使条件式 (15) 的对应值不成为下限以下, 能够在长焦端处使轴上光束 ω 朝向像面 Sim 缓慢地会聚, 因此能够抑制在使光束会聚时产生的轴上色差。通过使条件式 (15) 的对应值不成为上限以上, 容易缩短长焦端处的总长。为了获得更良好的特性, 变倍光学系统更优选满足下述条件式 (15-1), 进一步优选满足下述条件式 (15-2), 更进一步优选满足下述条件式 (15-3), 再更进一步优选满足下述条件式 (15-4)。

$$[0271] \quad 5 < TLt/(ft \times \tan \omega t) < 11 \quad (15)$$

$$[0272] \quad 5.5 < TLt/(ft \times \tan \omega t) < 10.5 \quad (15-1)$$

$$[0273] \quad 6 < TLt/(ft \times \tan \omega t) < 10 \quad (15-2)$$

$$[0274] \quad 6 < TLt/(ft \times \tan \omega t) < 9 \quad (15-3)$$

$$[0275] \quad 6.5 < TLt/(ft \times \tan \omega t) < 8.5 \quad (15-4)$$

[0276] 变倍光学系统优选满足下述条件式 (16)。通过使条件式 (16) 的对应值不成为下限以下, 第1透镜组 G1 的屈光力不会变得过强, 因此容易抑制变倍时的像差变动。通过使条件式 (16) 的对应值不成为上限以上, 第1透镜组 G1 的屈光力不会变得过弱, 因此第1透镜组 G1 的小型化变得容易。为了获得更良好的特性, 变倍光学系统更优选满足下述条件式 (16-1), 进一步优选满足下述条件式 (16-2), 更进一步优选满足下述条件式 (16-3), 再更进一步优选满足下述条件式 (16-4)。

$$[0277] \quad 3 < f1/fw < 7 \quad (16)$$

$$[0278] \quad 3.5 < f1/fw < 6.5 \quad (16-1)$$

$$[0279] \quad 3.5 < f1/fw < 6 \quad (16-2)$$

$$[0280] \quad 4 < f1/fw < 6 \quad (16-3)$$

$$[0281] \quad 4 < f1/fw < 5.5 \quad (16-4)$$

[0282] 在将第2透镜组G2的焦距设为 f_2 的情况下,变倍光学系统优选满足下述条件式(17)。通过使条件式(17)的对应值不成为下限以下,第2透镜组G2的屈光力不会变得过弱,因此容易抑制变倍时的第2透镜组G2的移动量。通过使条件式(17)的对应值不成为上限以上,第1透镜组G1的屈光力不会变得过弱,因此容易抑制第1透镜组G1的大型化。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(17-1),进一步优选满足下述条件式(17-2),更进一步优选满足下述条件式(17-3),再更进一步优选满足下述条件式(17-4)。

$$[0283] \quad 3 < f_1 / (-f_2) < 9 \quad (17)$$

$$[0284] \quad 3.5 < f_1 / (-f_2) < 8.5 \quad (17-1)$$

$$[0285] \quad 4 < f_1 / (-f_2) < 8 \quad (17-2)$$

$$[0286] \quad 4 < f_1 / (-f_2) < 7.5 \quad (17-3)$$

$$[0287] \quad 4.5 < f_1 / (-f_2) < 7 \quad (17-4)$$

[0288] 变倍光学系统优选满足下述条件式(18)。通过使条件式(18)的对应值不成为下限以下,有利于高性能化。通过使条件式(18)的对应值不成为上限以上,第1透镜组G1的屈光力不会变得过弱,因此第1透镜组G1的小型化变得容易。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(18-1),进一步优选满足下述条件式(18-2),更进一步优选满足下述条件式(18-3),再更进一步优选满足下述条件式(18-4)。

$$[0289] \quad 2 < f_1 / (f_t / F_{\text{not}}) < 7 \quad (18)$$

$$[0290] \quad 2.5 < f_1 / (f_t / F_{\text{not}}) < 6.5 \quad (18-1)$$

$$[0291] \quad 3 < f_1 / (f_t / F_{\text{not}}) < 6.5 \quad (18-2)$$

$$[0292] \quad 3.5 < f_1 / (f_t / F_{\text{not}}) < 6 \quad (18-3)$$

$$[0293] \quad 4 < f_1 / (f_t / F_{\text{not}}) < 6 \quad (18-4)$$

[0294] 变倍光学系统优选满足下述条件式(19)。通过使条件式(19)的对应值不成为下限以下,第1透镜组G1的屈光力不会变得过强,因此容易抑制变倍时的像差变动。通过使条件式(19)的对应值不成为上限以上,第1透镜组G1屈光力不会变得过弱,因此有利于小型化。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(19-1),进一步优选满足下述条件式(19-2),更进一步优选满足下述条件式(19-3),再更进一步优选满足下述条件式(19-4)。

$$[0295] \quad 1.8 < f_1 / (f_w \times f_t)^{1/2} < 4.2 \quad (19)$$

$$[0296] \quad 1.9 < f_1 / (f_w \times f_t)^{1/2} < 4.1 \quad (19-1)$$

$$[0297] \quad 2 < f_1 / (f_w \times f_t)^{1/2} < 4 \quad (19-2)$$

$$[0298] \quad 2.1 < f_1 / (f_w \times f_t)^{1/2} < 3.9 \quad (19-3)$$

$$[0299] \quad 2.2 < f_1 / (f_w \times f_t)^{1/2} < 3.8 \quad (19-4)$$

[0300] 变倍光学系统优选满足下述条件式(20)。在此,将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从第1透镜的物体侧的面至近轴入射光瞳位置 $Penw$ 的光轴上的距离设为 $Denw$ 。作为一例,在图2中示出上述距离 $Denw$ 及近轴入射光瞳位置 $Penw$ 。通过使条件式(20)的对应值不成为下限以下,广角侧的第1透镜的物体侧的面至入射光瞳位置的距离不会变得过短,因此容易抑制变倍时的像差变动。通过使条件式(20)的对应值不成为上限以上,广角侧的第1透镜的物体侧的面至入射光瞳位置的距离不会变得过长,因此能够抑制第1透镜组G1的大径化,因此容易实现小型化。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件

式(20-1),进一步优选满足下述条件式(20-2),更进一步优选满足下述条件式(20-3),再更进一步优选满足下述条件式(20-4)。

$$[0301] \quad 2 < \text{Denw} / \{ (\text{fw} \times \tan \omega w) \times \log (\text{ft} / \text{fw}) \} < 4.5 \quad (20)$$

$$[0302] \quad 2.2 < \text{Denw} / \{ (\text{fw} \times \tan \omega w) \times \log (\text{ft} / \text{fw}) \} < 4.2 \quad (20-1)$$

$$[0303] \quad 2.4 < \text{Denw} / \{ (\text{fw} \times \tan \omega w) \times \log (\text{ft} / \text{fw}) \} < 3.9 \quad (20-1)$$

$$[0304] \quad 2.4 < \text{Denw} / \{ (\text{fw} \times \tan \omega w) \times \log (\text{ft} / \text{fw}) \} < 3.6 \quad (20-1)$$

$$[0305] \quad 2.6 < \text{Denw} / \{ (\text{fw} \times \tan \omega w) \times \log (\text{ft} / \text{fw}) \} < 3.3 \quad (20-1)$$

[0306] 变倍光学系统优选满足下述条件式(21)。通过使条件式(21)的对应值不成为下限以下,从第1透镜的物体侧的面至入射光瞳位置的距离不会变得过短,因此容易抑制变倍时的像差变动。通过使条件式(21)的对应值不成为上限以上,从第1透镜的物体侧的面至入射光瞳位置的距离不会变得过长,因此能够抑制第1透镜组G1的大径化,因此容易实现小型化。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(21-1),进一步优选满足下述条件式(21-2),更进一步优选满足下述条件式(21-3),再更进一步优选满足下述条件式(21-4)。

$$[0307] \quad 0.5 < \text{Denw} / (\text{fw} \times \text{ft})^{1/2} < 1 \quad (21)$$

$$[0308] \quad 0.55 < \text{Denw} / (\text{fw} \times \text{ft})^{1/2} < 0.95 \quad (21-1)$$

$$[0309] \quad 0.6 < \text{Denw} / (\text{fw} \times \text{ft})^{1/2} < 0.9 \quad (21-2)$$

$$[0310] \quad 0.65 < \text{Denw} / (\text{fw} \times \text{ft})^{1/2} < 0.85 \quad (21-3)$$

$$[0311] \quad 0.7 < \text{Denw} / (\text{fw} \times \text{ft})^{1/2} < 0.85 \quad (21-4)$$

[0312] 在将第1透镜的中心厚度设为d1的情况下,变倍光学系统优选满足下述条件式(22)。通过使条件式(22)的对应值不成为下限以下,有利于确保第1透镜的强度。通过使条件式(22)的对应值不成为上限以上,有利于第1透镜组G1的轻型化。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(22-1),进一步优选满足下述条件式(22-2),更进一步优选满足下述条件式(22-3),再更进一步优选满足下述条件式(22-4)。

$$[0313] \quad 0.04 < d1 / (\text{Denw} \times \tan \omega w) < 0.09 \quad (22)$$

$$[0314] \quad 0.045 < d1 / (\text{Denw} \times \tan \omega w) < 0.085 \quad (22-1)$$

$$[0315] \quad 0.05 < d1 / (\text{Denw} \times \tan \omega w) < 0.085 \quad (22-2)$$

$$[0316] \quad 0.055 < d1 / (\text{Denw} \times \tan \omega w) < 0.08 \quad (22-3)$$

$$[0317] \quad 0.055 < d1 / (\text{Denw} \times \tan \omega w) < 0.075 \quad (22-4)$$

[0318] 变倍光学系统优选满足下述条件式(23)。在此,将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从像面Sim至近轴射出光瞳位置Pexw的光轴上的距离设为Dexw。在Dexw的符号中,以像面Sim为基准,将像侧的距离设为正,将物体侧的距离设为负。并且,在像面Sim与近轴射出光瞳位置Pexw之间配置有不具有屈光力的光学部件的情况下,对该光学部件使用空气换算距离计算Dexw。作为一例,在图2中示出上述距离Dexw及近轴射出光瞳位置Pexw。通过使条件式(23)的对应值不成为下限以下,容易缩短总长,因此有利于小型化。通过使条件式(23)的对应值不成为上限以上,容易减小入射于像面Sim的轴外主光线的角度,因此有利于确保周边光量。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(23-1),进一步优选满足下述条件式(23-2),更进一步优选满足下述条件式(23-3),再更进一步优选满足下述条件式(23-4)。

$$[0319] \quad -0.65 < fw/Dexw < -0.2 \quad (23)$$

$$[0320] \quad -0.6 < fw/Dexw < -0.2 \quad (23-1)$$

$$[0321] \quad -0.55 < fw/Dexw < -0.2 \quad (23-2)$$

$$[0322] \quad -0.55 < fw/Dexw < -0.25 \quad (23-3)$$

$$[0323] \quad -0.5 < fw/Dexw < -0.3 \quad (23-4)$$

[0324] 变倍光学系统优选满足下述条件式 (24)。在此,将第1透镜的物体侧的面的有效直径设为EDf。将最终透镜组GE的最靠像侧的透镜面的有效直径设为EDr。通过使条件式 (24) 的对应值不成为下限以下,第1透镜的直径不会变得过小,因此容易确保最大像高的周边光量比。并且,为了减小第1透镜的直径,第1透镜组G1的屈光力不会变得过强,因此容易抑制变倍时的像差变动。通过使条件式 (24) 的对应值不成为上限以上,第1透镜的直径不会变得过大,因此容易实现小型化。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式 (24-1),进一步优选满足下述条件式 (24-2),更进一步优选满足下述条件式 (24-3),再更进一步优选满足下述条件式 (24-4)。

$$[0325] \quad 1.5 < EDf/EDr < 3 \quad (24)$$

$$[0326] \quad 1.6 < EDf/EDr < 2.8 \quad (24-1)$$

$$[0327] \quad 1.6 < EDf/EDr < 2.6 \quad (24-2)$$

$$[0328] \quad 1.7 < EDf/EDr < 2.4 \quad (24-3)$$

$$[0329] \quad 1.8 < EDf/EDr < 2.2 \quad (24-4)$$

[0330] 在本说明书中,将从物体侧入射到透镜面并向像侧射出的光线中的穿过最外侧的光线与其透镜面的交点至光轴Z的距离的2倍设为其透镜面的“有效直径”。在此所述的“外侧”是指以光轴Z为中心的径向外侧、即远离光轴Z的一侧。并且,考虑整个变倍区域来确定“穿过最外侧的光线”。

[0331] 作为说明用的图,在图3中示出有效直径ED的一例。在图3中,左侧为物体侧,右侧为像侧。在图3中示出穿过透镜Lx的轴上光束Xa及轴外光束Xb。在图3的例子中,作为轴外光束Xb的上侧光线的光线Xb1为穿过最外侧的光线。因此,在图3的例子中,从透镜Lx的物体侧的面与光线Xb1的交点至光轴Z的距离的2倍成为透镜Lx的物体侧的面的有效直径ED。并且,穿过最外侧的光线与透镜面的交点的位置成为最大有效直径的位置Px。另外,在图3的例子中,轴外光束Xb的上侧光线为穿过最外侧的光线,但哪一种光线成为穿过最外侧的光线根据光学系统而不同。

[0332] 变倍光学系统优选满足下述条件式 (25)。通过使条件式 (25) 的对应值不成为下限以下,有利于缩短总长。通过使条件式 (25) 的对应值不成为上限以上,第1透镜的小径化变得容易。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式 (25-1),进一步优选满足下述条件式 (25-2),更进一步优选满足下述条件式 (25-3),再更进一步优选满足下述条件式 (25-4)。

$$[0333] \quad 0.35 < EDf/TLw < 0.65 \quad (25)$$

$$[0334] \quad 0.38 < EDf/TLw < 0.62 \quad (25-1)$$

$$[0335] \quad 0.41 < EDf/TLw < 0.59 \quad (25-2)$$

$$[0336] \quad 0.41 < EDf/TLw < 0.56 \quad (25-3)$$

$$[0337] \quad 0.44 < EDf/TLw < 0.53 \quad (25-4)$$

[0338] 变倍光学系统优选满足下述条件式(26)。通过使条件式(26)的对应值不成为下限以下,变倍比不会变得过低,因此能够获得作为变倍光学系统有用的价值。通过使条件式(26)的对应值不成为上限以上,变倍比不会变得过高,因此有利于小型化。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(26-1),进一步优选满足下述条件式(26-2),更进一步优选满足下述条件式(26-3),再更进一步优选满足下述条件式(26-4)。

$$[0339] \quad 2.2 < f_t/f_w < 4.8 \quad (26)$$

$$[0340] \quad 2.35 < f_t/f_w < 4.4 \quad (26-1)$$

$$[0341] \quad 2.35 < f_t/f_w < 4 \quad (26-1)$$

$$[0342] \quad 2.5 < f_t/f_w < 3.6 \quad (26-1)$$

$$[0343] \quad 2.5 < f_t/f_w < 3.2 \quad (26-1)$$

[0344] 在将第1透镜相对于d线的折射率设为 N_{dL1} 的情况下,变倍光学系统优选满足下述条件式(27)。通过使条件式(27)的对应值不成为下限以下,为了确保校正由构成第1透镜组G1的正透镜产生的像差所需的第1透镜的屈光力,第1透镜的曲率半径的绝对值不会变得过小。

[0345] 其结果,能够抑制长焦端的球面像差的高阶像差的增大,因此有利于高性能化。或者,通过使条件式(27)的对应值不成为下限以下,第1透镜的屈光力不会变得过弱且外径也不会变得过大,因此第1透镜组G1的正透镜的屈光力也不会变得过弱且外径也不会变得过大。由此,第1透镜组G1的小型化变得容易。关于条件式(27)的上限,通常,若光学材料的折射率变高,则比重变大且阿贝数变小,因此通过使条件式(27)的对应值不成为上限以上,能够抑制透镜直径大的第1透镜的重量的增大,因此容易实现轻量化。并且,广角端的倍率色差的校正变得容易。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(27-1),进一步优选满足下述条件式(27-2),更优选满足下述条件式(27-3),更进一步优选满足下述条件式(27-4)。

$$[0346] \quad 1.8 < N_{dL1} < 2.01 \quad (27)$$

$$[0347] \quad 1.8 < N_{dL1} < 1.96 \quad (27-1)$$

$$[0348] \quad 1.8 < N_{dL1} < 1.91 \quad (27-2)$$

$$[0349] \quad 1.84 < N_{dL1} < 1.96 \quad (27-3)$$

$$[0350] \quad 1.84 < N_{dL1} < 1.91 \quad (27-4)$$

[0351] 在将第1透镜的d线基准的阿贝数设为 v_{dL1} 的情况下,变倍光学系统优选满足下述条件式(28)。通过使条件式(28)的对应值不成为下限以下,能够抑制长焦端的轴上色差的校正过度。或者,由于构成第1透镜组G1的正透镜与负透镜的阿贝数之差不会变得过大,因此第1透镜的屈光力也不会变得过弱。其结果,容易校正广角端的倍率色差。通过使条件式(28)的对应值不成为上限以上,能够抑制长焦端的轴上色差的校正不足。或者,由于构成第1透镜组G1的正透镜与负透镜的阿贝数之差不会变得过小,因此构成第1透镜组G1的各透镜的屈光力也不会变得过强。其结果,能够抑制长焦端的球面像差的高阶像差的增大,因此容易实现高性能化。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(28-1),进一步优选满足下述条件式(28-2),更进一步优选满足下述条件式(28-3),再更进一步优选满足下述条件式(28-4)。

$$[0352] \quad 15 < v_{dL1} < 45 \quad (28)$$

$$[0353] \quad 15 < v \quad dL1 < 40 \quad (28-1)$$

$$[0354] \quad 15 < v \quad dL1 < 36 \quad (28-2)$$

$$[0355] \quad 18 < v \quad dI1 < 36 \quad (28-3)$$

$$[0356] \quad 20 < v \quad dL1 < 36 \quad (28-4)$$

[0357] 变倍光学系统优选满足下述条件式(29)。通过使条件式(29)的对应值不成为下限以下,能够选择除了低折射率低阿贝数的材料以外的材料,因此容易校正广角端的倍率色差。通过使条件式(29)的对应值不成为上限以上,能够选择除了高折射率高阿贝数的材料以外的材料,因此能够选择比重不大的材料,容易实现轻量化。或者,由于构成第1透镜组G1的正透镜与负透镜的阿贝数之差不会变得过小,因此构成第1透镜组G1的各透镜的屈光力也不会变强。其结果,能够抑制长焦端的球面像差的高阶像差。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(29-1),进一步优选满足下述条件式(29-2),更优选满足下述条件式(29-3),更进一步优选满足下述条件式(29-4)。

$$[0358] \quad 2 < NdL1 + 0.01 \times v dL1 < 2.5 \quad (29)$$

$$[0359] \quad 2 < NdL1 + 0.01 \times v dL1 < 2.35 \quad (29-1)$$

$$[0360] \quad 2.05 < NdL1 + 0.01 \times v dL1 < 2.35 \quad (29-2)$$

$$[0361] \quad 2 < NdL1 + 0.01 \times v \quad dL1 < 2.2 \quad (29-3)$$

$$[0362] \quad 2.05 < NdL1 + 0.01 \times v dL1 < 2.2 \quad (29-4)$$

[0363] 变倍光学系统优选同时满足条件式(27)、(28)及(29)。变倍光学系统更优选同时满足条件式(27)、(28)及(29)的基础上满足条件式(27-1)、(27-2)、(27-3)、(27-4)、(28-1)、(28-2)、(28-3)、(28-4)、(29-1)、(29-2)、(29-3)及(29-4)中的至少1个。

[0364] 在将第2透镜相对于d线的折射率设为NdL2的情况下,变倍光学系统优选满足下述条件式(30)。通过使条件式(30)的对应值不成为下限以下,可以避免为了确保第1透镜组G1的小型化所需的正屈光力而减小构成第1透镜组G1的正透镜的曲率半径的绝对值。其结果,能够抑制长焦端的球面像差的高阶像差的增大,因此容易实现高性能化。或者,第1透镜组G1的小型化变得容易。关于条件式(30)的上限,通常,若光学材料的折射率变高,则比重变大,因此通过使条件式(30)的对应值不成为上限以上,能够抑制透镜的重量的增大,因此容易实现轻量化。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(30-1),进一步优选满足下述条件式(30-2),更进一步优选满足下述条件式(30-3),再更进一步优选满足下述条件式(30-4)。

$$[0365] \quad 1.43 < NdL2 < 1.81 \quad (30)$$

$$[0366] \quad 1.43 < NdL2 < 1.76 \quad (30-1)$$

$$[0367] \quad 1.43 < NdL2 < 1.71 \quad (30-2)$$

$$[0368] \quad 1.43 < NdL2 < 1.66 \quad (30-3)$$

$$[0369] \quad 1.47 < NdL2 < 1.61 \quad (30-4)$$

[0370] 在将第2透镜的d线基准的阿贝数设为 $v \quad dL2$ 的情况下,变倍光学系统优选满足下述条件式(31)。通过使条件式(31)的对应值不成为下限以下,能够抑制长焦端的轴上色差的校正不足。或者,由于构成第1透镜组G1的正透镜与负透镜的阿贝数之差不会变得过小,因此构成第1透镜组G1的各透镜的屈光力也不会变得过强。其结果,能够抑制长焦端的球面像差的高阶像差的增大,因此容易实现高性能化。通过使条件式(31)的对应值不成为上限

以上,能够抑制长焦端的轴上色差的校正过度。或者,由于构成第1透镜组G1的正透镜与负透镜的阿贝数之差不会变得过大,因此第1透镜的屈光力也不会变得过弱。其结果,容易校正广角端的倍率色差。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(31-1),进一步优选满足下述条件式(31-2),更进一步优选满足下述条件式(31-3),再更进一步优选满足下述条件式(31-4)。

$$[0371] \quad 45 < v_{dL2} < 96 \quad (31)$$

$$[0372] \quad 45 < v_{dL2} < 82 \quad (31-1)$$

$$[0373] \quad 45 < v_{dL2} < 77 \quad (31-2)$$

$$[0374] \quad 45 < v_{dL2} < 71 \quad (31-3)$$

$$[0375] \quad 49 < v_{dL2} < 71 \quad (31-4)$$

[0376] 变倍光学系统优选满足下述条件式(32)。通过使条件式(32)的对应值不成为下限以下,能够选择除了低折射率低阿贝数的材料以外的材料,因此能够抑制长焦端的球面像差的高阶像差的增大,由此容易实现高性能化。并且,能够抑制长焦端的轴上色差的校正不足。通过使条件式(32)的对应值不成为上限以上,能够选择除了高折射率高阿贝数的材料以外的材料,因此能够选择比重不大的材料,容易实现轻量化。并且,能够抑制长焦端的轴上色差的校正过度。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(32-1),进一步优选满足下述条件式(32-2),更进一步优选满足下述条件式(32-3),再更进一步优选满足下述条件式(32-4)。

$$[0377] \quad 2 < NdL2 + 0.01 \times v_{dL2} < 2.5 \quad (32)$$

$$[0378] \quad 2.05 < NdL2 + 0.01 \times v_{dL2} < 2.45 \quad (32-1)$$

$$[0379] \quad 2.1 < NdL2 + 0.01 \times v_{dL2} < 2.4 \quad (32-2)$$

$$[0380] \quad 2.1 < NdL2 + 0.01 \times v_{dL2} < 2.35 \quad (32-3)$$

$$[0381] \quad 2.15 < NdL2 + 0.01 \times v_{dL2} < 2.35 \quad (32-4)$$

[0382] 变倍光学系统优选同时满足条件式(30)、(31)及(32)。变倍光学系统更优选同时满足条件式(30)、(31)及(32)的基础上满足条件式(30-1)、(30-2)、(30-3)、(30-4)、(31-1)、(31-2)、(31-3)、(31-4)、(32-1)、(32-2)、(32-3)及(32-4)中的至少1个。

[0383] 在包括在变倍时及对焦时移动的至少1个对焦组的结构中,变倍光学系统优选满足下述条件式(33)。在此,将变倍光学系统所包括的对焦组中的焦距的绝对值最小的对焦组的焦距设为 f_{foc} 。将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的中间组GM的焦距设为 f_{Mt} 。通过使条件式(33)的对应值不成为下限以下,对焦组的屈光力不会变得过强,因此能够抑制对焦时的像差校正过度。通过使条件式(33)的对应值不成为上限以上,对焦组的屈光力不会变得过弱,因此能够抑制对焦时的像差校正不足。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(33-1),进一步优选满足下述条件式(33-2),更进一步优选满足下述条件式(33-3),再更进一步优选满足下述条件式(33-4)。

$$[0384] \quad 0.3 < |f_{foc}/f_{Mt}| < 4 \quad (33)$$

$$[0385] \quad 0.35 < |f_{foc}/f_{Mt}| < 3.5 \quad (33-1)$$

$$[0386] \quad 0.4 < |f_{foc}/f_{Mt}| < 3 \quad (33-2)$$

$$[0387] \quad 0.45 < |f_{foc}/f_{Mt}| < 2.5 \quad (33-3)$$

$$[0388] \quad 0.5 < |f_{foc}/f_{Mt}| < 2 \quad (33-4)$$

[0389] 在包括在变倍时及对焦时移动的至少1个对焦组的结构中,变倍光学系统优选满足下述条件式(34)。在此,将变倍光学系统所包括的对焦组中的焦距的绝对值最大的对焦组对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的横向放大率设为 β_{ft} 。将比焦距的绝对值最大的对焦组更靠像侧的所有透镜对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的合成横向放大率设为 β_{fRt} 。通过使条件式(34)的对应值不成为下限以下,像面移动量与对焦组的单位移动量之比不会变得过小,因此对焦时的对焦组的移动量不会变得过大,由此有利于兼顾高性能化和小型化。通过使条件式(34)的对应值不成为上限以上,像面移动量与对焦组的单位移动量之比不会变得过大,因此有利于兼顾制造适用性和小型化。

[0390] 为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(34-1),进一步优选满足下述条件式(34-2),更进一步优选满足下述条件式(34-3),再更进一步优选满足下述条件式(34-4)。

$$[0391] \quad 1 < |(1 - \beta_{ft}^2) \times \beta_{fRt}^2| < 8 \quad (34)$$

$$[0392] \quad 1.3 < |(1 - \beta_{ft}^2) \times \beta_{fRt}^2| < 7 \quad (34-1)$$

$$[0393] \quad 1.5 < |(1 - \beta_{ft}^2) \times \beta_{fRt}^2| < 6 \quad (34-2)$$

$$[0394] \quad 1.7 < |(1 - \beta_{ft}^2) \times \beta_{fRt}^2| < 5 \quad (34-3)$$

$$[0395] \quad 1.9 < |(1 - \beta_{ft}^2) \times \beta_{fRt}^2| < 4 \quad (34-4)$$

[0396] 在对焦组包括1片正透镜和2片负透镜且对焦组的最靠像侧的负透镜为非球面透镜的结构中,关于该非球面透镜,变倍光学系统优选满足下述条件式(35)。在此,将上述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cnf} 。将上述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cnr} 。将上述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{ynf} 。将上述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{ynr} 。通过使条件式(35)的对应值不成为下限以下,透镜的周边侧的屈光力不会变得过强,因此有利于抑制畸变像差。通过使条件式(35)的对应值不成为上限以上,透镜的周边侧的屈光力不会变得过弱,因此有利于校正因透镜的周边侧的轴外光线而产生的像面弯曲及像散。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(35-1),进一步优选满足下述条件式(35-2),更进一步优选满足下述条件式(35-3),再更进一步优选满足下述条件式(35-4)。

$$[0397] \quad 0.1 < (1/R_{cnf} - 1/R_{cnr}) / (1/R_{ynf} - 1/R_{ynr}) < 3 \quad (35)$$

$$[0398] \quad 0.15 < (1/R_{cnf} - 1/R_{cnr}) / (1/R_{ynf} - 1/R_{ynr}) < 2.5 \quad (35-1)$$

$$[0399] \quad 0.2 < (1/R_{cnf} - 1/R_{cnr}) / (1/R_{ynf} - 1/R_{ynr}) < 2 \quad (35-2)$$

$$[0400] \quad 0.25 < (1/R_{cnf} - 1/R_{cnr}) / (1/R_{ynf} - 1/R_{ynr}) < 1.5 \quad (35-3)$$

$$[0401] \quad 0.3 < (1/R_{cnf} - 1/R_{cnr}) / (1/R_{ynf} - 1/R_{ynr}) < 1 \quad (35-4)$$

[0402] 在对焦组包括1片负透镜和2片正透镜且对焦组的最靠像侧的正透镜为非球面透镜的结构中,关于该非球面透镜,变倍光学系统优选满足下述条件式(36)。在此,将上述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cpf} 。将上述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cpr} 。将上述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{ypf} 。将上述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{ypr} 。通过使条件式(36)的对应值不成为下限以下,透镜的周边侧的屈光力不会变得过弱,因此有利于校正因透镜的周边侧的轴外光线而产生的像面弯曲及像散。通过使条件式(36)的对应值

不成为上限以上,透镜的周边侧的屈光力不会变得过强,因此有利于抑制畸变像差。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(36-1),进一步优选满足下述条件式(36-2),更进一步优选满足下述条件式(36-3),再更进一步优选满足下述条件式(36-4)。

$$[0403] \quad -120 < (1/R_{cpf} - 1/R_{cpr}) / (1/R_{ypf} - 1/R_{ypr}) < -3 \quad (36)$$

$$[0404] \quad -100 < (1/R_{cpf} - 1/R_{cpr}) / (1/R_{ypf} - 1/R_{ypr}) < -6 \quad (36-1)$$

$$[0405] \quad -80 < (1/R_{cpf} - 1/R_{cpr}) / (1/R_{ypf} - 1/R_{ypr}) < -9 \quad (36-2)$$

$$[0406] \quad -60 < (1/R_{cpf} - 1/R_{cpr}) / (1/R_{ypf} - 1/R_{ypr}) < -12 \quad (36-3)$$

$$[0407] \quad -40 < (1/R_{cpf} - 1/R_{cpr}) / (1/R_{ypf} - 1/R_{ypr}) < -15 \quad (36-4)$$

[0408] 在对焦组包括1片负透镜且对焦组的负透镜为非球面透镜的结构中,关于该非球面透镜,变倍光学系统优选满足下述条件式(37)。在此,将上述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为 R_{csnf} 。将上述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为 R_{csnr} 。将上述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{ysnf} 。将上述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{ysnr} 。通过使条件式(37)的对应值不成为下限以下,透镜的周边侧的屈光力不会变得过强,因此有利于抑制畸变像差。通过使条件式(37)的对应值不成为上限以上,透镜的周边侧的屈光力不会变得过弱,因此有利于校正因透镜的周边侧的轴外光线而产生的像面弯曲及像散。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(37-1),进一步优选满足下述条件式(37-2),更进一步优选满足下述条件式(37-3),再更进一步优选满足下述条件式(37-4)。

$$[0409] \quad 0.1 < (1/R_{csnf} - 1/R_{csnr}) / (1/R_{ysnf} - 1/R_{ysnr}) < 3.5 \quad (37)$$

$$[0410] \quad 0.2 < (1/R_{csnf} - 1/R_{csnr}) / (1/R_{ysnf} - 1/R_{ysnr}) < 3 \quad (37-1)$$

$$[0411] \quad 0.3 < (1/R_{csnf} - 1/R_{csnr}) / (1/R_{ysnf} - 1/R_{ysnr}) < 2.5 \quad (37-2)$$

$$[0412] \quad 0.4 < (1/R_{csnf} - 1/R_{csnr}) / (1/R_{ysnf} - 1/R_{ysnr}) < 2 \quad (37-3)$$

$$[0413] \quad 0.5 < (1/R_{csnf} - 1/R_{csnr}) / (1/R_{ysnf} - 1/R_{ysnr}) < 1.5 \quad (37-4)$$

[0414] 在像侧对焦组包括1片正透镜且像侧对焦组的正透镜为非球面透镜的结构中,关于该非球面透镜,变倍光学系统优选满足下述条件式(38)。在此,将上述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cipf} 。将上述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cipr} 。将上述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{yipf} 。将上述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{yipr} 。通过使条件式(38)的对应值不成为下限以下,透镜的周边侧的屈光力不会变得过强,因此有利于抑制畸变像差。通过使条件式(38)的对应值不成为上限以上,透镜的周边侧的屈光力不会变得过弱,因此有利于校正因透镜的周边侧的轴外光线而产生的像面弯曲及像散。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(38-1),进一步优选满足下述条件式(38-2),更进一步优选满足下述条件式(38-3),再更进一步优选满足下述条件式(38-4)。

$$[0415] \quad 1 < (1/R_{cipf} - 1/R_{cipr}) / (1/R_{yipf} - 1/R_{yipr}) < 100 \quad (38)$$

$$[0416] \quad 1.5 < (1/R_{cipf} - 1/R_{cipr}) / (1/R_{yipf} - 1/R_{yipr}) < 80 \quad (38-1)$$

$$[0417] \quad 2 < (1/R_{cipf} - 1/R_{cipr}) / (1/R_{yipf} - 1/R_{yipr}) < 60 \quad (38-2)$$

$$[0418] \quad 2.5 < (1/R_{cipf} - 1/R_{cipr}) / (1/R_{yipf} - 1/R_{yipr}) < 40 \quad (38-3)$$

$$[0419] \quad 3 < (1/R_{cipf} - 1/R_{cipr}) / (1/R_{yipf} - 1/R_{yipr}) < 20 \quad (38-4)$$

[0420] 在像侧对焦组包括1片负透镜且像侧对焦组的负透镜为非球面透镜的结构中,关

于该非球面透镜,变倍光学系统优选满足下述条件式(39)。在此,将上述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cinf} 。将上述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cinr} 。将上述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{yinf} 。将上述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{yinr} 。通过使条件式(39)的对应值不成为下限以下,透镜的周边侧的屈光力不会变得过强,因此有利于抑制畸变像差。通过使条件式(39)的对应值不成为上限以上,透镜的周边侧的屈光力不会变得过弱,因此有利于校正因透镜的周边侧的轴外光线而产生的像面弯曲及像散。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(39-1),进一步优选满足下述条件式(39-2),更进一步优选满足下述条件式(39-3),再更进一步优选满足下述条件式(39-4)。

$$[0421] \quad 0.1 < (1/R_{cinf} - 1/R_{cinr}) / (1/R_{yinf} - 1/R_{yinr}) < 3.5 \quad (39)$$

$$[0422] \quad 0.2 < (1/R_{cinf} - 1/R_{cinr}) / (1/R_{yinf} - 1/R_{yinr}) < 3 \quad (39-1)$$

$$[0423] \quad 0.3 < (1/R_{cinf} - 1/R_{cinr}) / (1/R_{yinf} - 1/R_{yinr}) < 2.5 \quad (39-2)$$

$$[0424] \quad 0.4 < (1/R_{cinf} - 1/R_{cinr}) / (1/R_{yinf} - 1/R_{yinr}) < 2 \quad (39-3)$$

$$[0425] \quad 0.5 < (1/R_{cinf} - 1/R_{cinr}) / (1/R_{yinf} - 1/R_{yinr}) < 1.5 \quad (39-4)$$

[0426] 在最终透镜组GE包括1片作为非球面透镜的正透镜的结构中,关于该非球面透镜,变倍光学系统优选满足下述条件式(40)。在此,将上述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cEpF} 。将上述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cEpR} 。将上述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{yEpF} 。将上述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{yEpR} 。通过使条件式(40)的对应值不成为下限以下,透镜的周边侧的屈光力不会变得过强,因此有利于抑制畸变像差。通过使条件式(40)的对应值不成为上限以上,透镜的周边侧的屈光力不会变得过弱,因此有利于校正因透镜的周边侧的轴外光线而产生的像面弯曲及像散。为了获得更良好的特性,变倍光学系统更优选满足下述条件式(40-1),进一步优选满足下述条件式(40-2),更进一步优选满足下述条件式(40-3),再更进一步优选满足下述条件式(40-4)。

$$[0427] \quad 0.1 < |(1/R_{cEpF} - 1/R_{cEpR}) / (1/R_{yEpF} - 1/R_{yEpR})| < 5 \quad (40)$$

$$[0428] \quad 0.2 < |(1/R_{cEpF} - 1/R_{cEpR}) / (1/R_{yEpF} - 1/R_{yEpR})| < 4 \quad (40-1)$$

$$[0429] \quad 0.3 < |(1/R_{cEpF} - 1/R_{cEpR}) / (1/R_{yEpF} - 1/R_{yEpR})| < 3 \quad (40-2)$$

$$[0430] \quad 0.4 < |(1/R_{cEpF} - 1/R_{cEpR}) / (1/R_{yEpF} - 1/R_{yEpR})| < 2 \quad (40-3)$$

$$[0431] \quad 0.5 < |(1/R_{cEpF} - 1/R_{cEpR}) / (1/R_{yEpF} - 1/R_{yEpR})| < 1.5 \quad (40-4)$$

[0432] 另外,图1所示的例子仅为一例,在不脱离本发明的技术的主旨的范围内能够进行各种变形。例如,中间组GM中所包括的透镜组的数量及各透镜组中所包括的透镜的数量可以为与图1的例子不同的数量。

[0433] 图1的例子的中间组GM包括2个透镜组,但在本发明的技术中,中间组GM可以构成为包括1个透镜组,也可以构成为包括3个透镜组,也可以构成为包括4个透镜组,也可以构成为包括5个透镜组。

[0434] 中间组GM及最终透镜组GE可以如下构成。如下构成时,有利于抑制变倍时的像差变动。中间组GM可以构成为从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组及具有负屈光力的透镜组且最终透镜组GE具有正屈光力。中间组GM可以构成为从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组及具有正屈光力

的透镜组且最终透镜组GE具有负屈光力。中间组GM可以构成为从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有负屈光力的透镜组及具有负屈光力的透镜组且最终透镜组GE具有正屈光力。中间组GM可以构成为从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组及具有正屈光力的透镜组且最终透镜组GE具有负屈光力。中间组GM可以构成为从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组、具有负屈光力的透镜组及具有正屈光力的透镜组且最终透镜组GE具有负屈光力。中间组GM可以构成为从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组、具有负屈光力的透镜组及具有负屈光力的透镜组且最终透镜组GE具有正屈光力。中间组GM可以构成为从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组、具有负屈光力的透镜组、具有负屈光力的透镜组及具有正屈光力的透镜组且最终透镜组GE具有负屈光力。

[0435] 最终透镜组GE可以构成为在变倍时移动。在这种情况下,有利于抑制变倍时的像差变动。

[0436] 本发明的变倍光学系统可以构成为包括在从广角端至长焦端进行变倍时以相同的移动轨迹移动的多个透镜组。在这种情况下,能够用1个凸轮驱动以相同的移动轨迹移动的透镜组,因此能够简化透镜组的驱动机构。另外,上述“在从广角端至长焦端进行变倍时以相同的移动轨迹”表示在从广角端至长焦端的整个变倍区域中为相同的移动轨迹。

[0437] 本发明的变倍光学系统可以为变焦透镜,也可以为可变焦距透镜(Varifocal lens)。

[0438] 上述的优选结构及可能的结构可以为任意的组合,优选根据所要求的规格适当地选择性地采用。另外,本发明的变倍光学系统优选满足的条件式并不限定于以式(1)的形式记载的条件式,还包括从优选、更优选、进一步优选、更进一步优选及再更进一步优选的条件式中任意组合下限和上限而得的所有条件式。

[0439] 例如,本发明的变倍光学系统的优选的第1方式从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组G1、具有负屈光力的第2透镜组G2、中间组GM及具有屈光力的最终透镜组GE,中间组GM包括1个以上且5个以下的透镜组,在变倍时,第1透镜组G1与第2透镜组G2的间隔发生变化,第2透镜组G2与中间组GM的间隔发生变化,中间组GM与最终透镜组GE的间隔发生变化,在中间组GM包括多个透镜组的情况下,在变倍时,中间组GM内的相邻的透镜组的所有间隔发生变化,在从第2透镜组G2的最靠像侧的透镜面至最终透镜组GE的最靠物体侧的透镜面之间配置有孔径光阑St,第1透镜组G1从最靠物体侧向像侧依次连续地包括作为负透镜的第1透镜和作为正透镜的第2透镜,并且本发明的变倍光学系统的优选的第1方式满足上述条件式(1)、(2)及(3)。

[0440] 本发明的变倍光学系统的优选的第2方式在上述第1方式中,进一步满足上述条件式(4)、(5)、(6)及(7)。

[0441] 接着,参考附图,对本发明的变倍光学系统的实施例进行说明。另外,标注于各实施例的剖视图中的透镜上的参考符号在各实施例中独立使用,以避免由参考符号的位数的增加而引起的说明及附图的复杂化。因此,即使在不同的实施例的附图中标注有相同的参考符号,也不一定是相同的结构。

[0442] [实施例1]

[0443] 实施例1的变倍光学系统的结构和移动轨迹示于图1中,其图示方法和结构如上所述,因此在此省略一部分的重复说明。实施例1的变倍光学系统从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组G1、具有负屈光力的第2透镜组G2、具有正屈光力的第3透镜组G3、具有负屈光力的第4透镜组G4及具有正屈光力的第5透镜组G5。中间组GM包括第3透镜组G3和第4透镜组G4。最终透镜组GE包括第5透镜组G5。在从广角端至长焦端进行变倍时,第1透镜组G1、第2透镜组G2、第3透镜组G3及第4透镜组G4改变与相邻的透镜组之间的间隔而沿光轴Z移动,第5透镜组G5相对于像面Sim固定。对焦组包括第4透镜组G4,在从无限远物体向最近物体进行对焦时,对焦组向像侧移动。

[0444] 关于实施例1的变倍光学系统,将基本透镜数据示于表1,将规格及可变面间隔示于表2,将非球面系数示于表3。

[0445] 基本透镜数据的表记载如下。在Sn列中示出将最靠物体侧的面设为第1面并随着朝向像侧逐一增加编号时的面编号。在R列中示出各面的曲率半径。在D列中示出各面和与其像侧相邻的面在光轴上的面间隔。在Nd列中示出各构成元素相对于d线的折射率。在v d列中示出各构成元素的d线基准的阿贝数。在0gF列中示出各构成元件的g线与F线之间的部分色散比。

[0446] 在ED列中示出各面的有效直径。

[0447] 在基本透镜数据的表中,将凸形状朝向物体侧的面的曲率半径的符号设为正,将凸形状朝向像侧的面的曲率半径的符号设为负。在表1中还示出孔径光阑St,在相当于孔径光阑St的面的面编号栏中记入有面编号及(St)这一语句。表的面间隔列的最下栏的值为表中的最靠像侧的面与像面Sim之间的间隔。关于可变面间隔,使用记号DD[],在[]中标注该间隔的物体侧的面编号并将其记入面间隔列中。

[0448] 在表2中以d线基准示出变倍比Zr、焦距f、开放F值FNo.、最大总视场角 2ω 及可变面间隔。在变倍光学系统为变焦透镜时,变倍比与变焦倍率的含义相同。 2ω 栏的[°]表示单位为度。在表2中,在标有“Wide”的列中示出广角端状态的值,在标有“Middle”的列中示出中间焦距状态的值,在标有“Tele”的列中示出长焦端状态的值。

[0449] 在基本透镜数据中,对非球面的面编号标注了*标记,并且在非球面的曲率半径栏中记载了近轴曲率半径的值。在表3中,在Sn行中示出非球面的面编号,在KA及Am行中示出关于各非球面的非球面系数的数值。另外,Am的m为3以上的整数,并且根据面而不同。例如,在实施例1的第8面中,m=3、4、5、6、7、8、9、10。表3的非球面系数的数值的“E±n”(n:整数)表示“ $\times 10^{\pm n}$ ”。KA及Am为由下式表示的非球面式中的非球面系数。

$$[0450] \quad Z_d = C \times h^2 / \{1 + (1 - KA \times C^2 \times h^2)^{1/2}\} + \sum Am \times h^m$$

[0451] 其中,

[0452] Zd:非球面深度(从高度h的非球面上的点下垂至与非球面顶点相切且与光轴Z垂直的平面的垂线的长度);

[0453] h:高度(从光轴Z至透镜面的距离);

[0454] C:近轴曲率半径的倒数;

[0455] KA、Am:非球面系数,

[0456] 非球面式的 Σ 表示与m相关的总和。

[0457] 在各表的数据中,作为角度的单位使用了度,作为长度的单位使用了毫米,但即使

放大比例或缩小比例也可以使用光学系统,因此也能够使用其他适当的单位。并且,在以下所示的各表中记载有被四舍五入到预先设定的位数的数值。

[0458] [表1]

[0459] 实施例1

[0460]

Sn	R	D	Nd	v d	θgF	ED
1	166.9813	1.5000	1.88372	20.81	0.62796	50.60
2	81.7867	4.0808	1.48749	70.44	0.53062	48.80
3	257.7942	0.1500				48.02
4	45.0914	5.9655	1.78457	49.54	0.54993	44.60
5	154.3738	DD[5]				43.53
6	47.5370	1.0000	1.75917	52.08	0.54632	28.07
7	11.7201	8.4262				20.07
*8	-21.1101	1.6000	1.51601	52.71	0.55457	19.24
*9	29.5044	0.4015				17.85
10	35.7739	3.8436	1.94000	30.26	0.59757	17.80
11	-44.2947	1.8378				18.09
12	-18.4297	0.8000	1.59445	61.36	0.54201	18.07
13	-38.7005	DD[13]				18.83
14(St)	∞	1.1000				19.50
*15	27.3702	4.8112	1.68948	31.02	0.59874	21.25
*16	-95.1444	2.4908				21.91
17	178.9235	0.8002	1.74331	27.84	0.60412	21.66
18	16.8228	5.4793	1.49700	81.61	0.53887	21.29
19	120.4821	0.1502				21.66
20	33.4205	6.0100	1.49700	81.61	0.53887	22.22
21	-30.1550	0.8000	1.71991	29.01	0.60086	22.20
22	-213.2305	0.1501				22.45
*23	37.9913	5.8592	1.49700	81.61	0.53887	22.54
*24	-21.8825	DD[24]				22.86
25	153.8337	2.1836	1.89999	20.00	0.63131	17.51
26	-80.4673	0.6100	1.87504	40.50	0.56717	16.94
27	25.0256	DD[27]				16.00
*28	-96.9598	2.8834	1.70445	56.28	0.54269	24.72
*29	-36.5652	19.0000				25.60

[0461] [表2]

[0462] 实施例1

[0463]

	Wide	Middle	Tele
Zr	1.0	1.8	3.2
f	16.49	30.12	53.39

FNo.	2.88	2.88	2.88
$2\omega [^\circ]$	86.2	49.0	28.6
DD[5]	0.80	13.87	25.96
DD[13]	16.78	4.25	0.98
DD[24]	2.42	5.42	2.40
DD[27]	5.12	9.16	29.11

[0464] [表3]

[0465] 实施例1

	Sn	8	9	15	16
	KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
	A3	-1.9549851E-19	0.0000000E+00	-5.0194545E-20	5.0194545E-20
[0466]	A4	1.7452529E-04	1.0216801E-04	-3.4635590E-05	-3.2913597E-05
	A5	-2.4469385E-05	-1.9411839E-05	2.8711995E-06	3.2681977E-06
	A6	3.4890476E-07	-1.3228490E-07	-3.8022736E-07	-3.1625258E-07

	A7	2.1971499E-07	2.0605528E-07	-1.3059424E-08	-2.1857719E-08
	A8	-1.4606187E-08	-1.0706850E-08	3.4451726E-09	3.4005640E-09
	A9	-4.5557919E-10	-6.4603927E-10	-1.4468609E-10	-1.0629089E-10
	A10	5.0125647E-11	5.0442404E-11	-8.3521220E-12	-6.6972378E-12

	Sn	23	24	28	29
	KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
	A3	-1.0038909E-19	0.0000000E+00	-5.2879850E-20	0.0000000E+00
[0467]	A4	-5.3108909E-05	1.2271396E-05	-4.1748417E-05	-1.3789177E-05
	A5	3.4055280E-07	-1.6869878E-06	6.9537146E-06	-1.1104916E-06
	A6	3.0385219E-07	4.6527853E-07	-3.9603014E-07	6.0429904E-07
	A7	-6.5717352E-08	-6.3409658E-08	-3.3303261E-08	-6.4596912E-08
	A8	1.7280897E-09	-1.6208345E-10	3.9999483E-09	2.0640441E-10
	A9	2.9013903E-10	4.3980611E-10	-4.4466335E-11	3.0045096E-10
	A10	-2.0578906E-11	-2.4001174E-11	-7.5462945E-12	-1.4950658E-11

[0468] 在图4中,示出实施例1的变倍光学系统对焦于无限远物体的状态的各像差图。在图4中,从左依次示出球面像差、像散、畸变像差及倍率色差。在图4中,在标注有“Wide”的上段示出广角端状态的像差,在标注有“Middle”的中段示出中间焦距状态的像差,在标注有“Tele”的下段示出长焦端状态的像差。在球面像差图中,分别以实线、长虚线及短虚线示出d线、C线及F线处的像差。在像散图中,以实线示出弧矢方向上的d线处的像差,以短虚线示出子午方向上的d射处的像差。在畸变像差图中,以实线示出d线处的像差。在倍率色差图中,分别以长虚线及短虚线示出C线及F线处的像差。在球面像差图中,在FNo.=后面示出开放F值的值。在其他像差图中,在 ω =后面示出最大半视角的值。

[0469] 除非另有特别说明,与上述实施例1相关的各数据的记号、含义、记载方法及图示方法在以下实施例中也基本相同,因此以下省略重复说明。

[0470] [实施例2]

[0471] 将实施例2的变倍光学系统的结构和移动轨迹示于图5。实施例2的变倍光学系统从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组G1、具有负屈光力的第2透镜组G2、具有正屈光力的第3透镜组G3、具有负屈光力的第4透镜组G4及具有正屈光力的第5透镜组G5。中间组GM包括第3透镜组G3和第4透镜组G4。最终透镜组GE包括第5透镜组G5。在从广角端至长焦端进行变倍时,第1透镜组G1、第2透镜组G2、第3透镜组G3及第4透镜组G4改变与相邻的

透镜组之间的间隔而沿光轴Z移动,第5透镜组G5相对于像面Sim固定。对焦组包括第4透镜组G4,在从无限远物体向最近物体进行对焦时,对焦组向像侧移动。

[0472] 第1透镜组G1从物体侧向像侧依次包括透镜L11~L13这3个透镜。第2透镜组G2从物体侧向像侧依次包括透镜L21~L24这4片透镜。

[0473] 第3透镜组G3从物体侧向像侧依次包括孔径光阑St和透镜L31~L36这6片透镜。第4透镜组G4包括透镜L41这1片透镜。第5透镜组G5包括透镜L51这1片透镜。

[0474] 关于实施例2的变倍光学系统,将基本透镜数据示于表4,将规格及可变面间隔示于表5,将非球面系数示于表6,将各像差图示于图6。

[0475] [表4]实施例2

[0476]

Sn	R	D	Nd	v d	θgF	ED
1	73.8399	1.5000	1.92286	20.88	0.63992	50.00
2	49.0167	4.9618	1.59283	68.63	0.54286	48.10
3	109.7447	0.1000				47.54
4	54.2438	5.2575	1.80510	47.36	0.55600	46.36
5	213.2070	DD[5]				45.52
*6	133.2451	1.3009	1.85135	40.10	0.56954	31.61
*7	13.9053	8.5917				22.90
8	-32.1467	0.8908	1.69322	46.63	0.56170	21.57
9	19.9950	5.8165	1.92105	29.99	0.59863	20.42
10	-47.1897	1.9413				19.80
11	-20.4192	0.8892	1.56420	70.12	0.54049	19.00
12	-45.9983	DD[12]				19.05
13(St)	∞	0.8009				18.75
*14	28.9235	3.8370	1.62138	45.13	0.56739	19.95
*15	-2191.9602	6.1597				20.04
16	37.4461	1.9461	1.75371	36.27	0.58432	20.51
17	15.7596	6.3475	1.53394	76.56	0.54005	19.69
18	-45.5040	0.2263				19.65
19	353.9353	2.4189	1.56284	72.67	0.54205	19.27
20	-42.6149	0.8007	1.74198	41.72	0.57064	19.04
21	31.0750	1.2482				18.64
*22	20.3053	5.6883	1.50487	80.44	0.53923	19.14
*23	-26.3523	DD[23]				18.90
24	414.1850	0.7000	1.59349	67.00	0.53667	18.00
25	22.6891	DD[25]				17.99
*26	226.7884	2.6886	1.59201	67.02	0.53589	25.13
*27	-67.1003	20.6600				25.40

[0477] [表5]实施例2

[0478]

	Wide	Middle	Tele
--	------	--------	------

Zr	1.0	2.0	3.2
f	16.49	32.99	53.43
FNo.	2.88	2.88	2.88
$2\omega [^\circ]$	86.8	45.0	28.2
DD[5]	0.80	13.83	26.78
DD[12]	22.92	6.14	1.08
DD[23]	2.41	7.19	7.83
DD[25]	8.35	12.96	19.07

[0479] [表6]

[0480] 实施例2

[0481]

Sn	6	7	14	15
KA	1.0000000E+00	-1.5186480E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-1.0596326E-05	6.5327028E-05	-1.1793774E-05	3.1245934E-06
A5	3.0924761E-06	2.0428907E-05	-2.1426576E-06	-1.0648004E-05
A6	-4.4675901E-07	-6.5312452E-06	1.6767813E-06	7.3949414E-06
A7	2.8398731E-08	1.1158373E-06	-7.0273048E-07	-2.6058768E-06
A8	-1.9998006E-10	-1.1892023E-07	1.9162909E-07	4.6539139E-07
A9	3.7541303E-11	1.1492334E-08	-3.6664707E-08	-1.9458004E-08
A10	-1.3949244E-11	-1.4637867E-09	5.3561192E-09	-8.0990207E-09
A11	7.7042427E-13	1.0342315E-10	-6.3502450E-10	1.5917514E-09
A12	7.6705836E-15	8.3875528E-12	5.8379204E-11	-9.8464890E-11
A13	-3.8440226E-16	-2.0015818E-12	-3.5533307E-12	-3.5658440E-12
A14	-1.4525898E-16	1.2214952E-13	1.0495456E-13	8.7617404E-13
A15	9.0636340E-18	-2.0373832E-15	3.9353803E-16	-4.8600244E-14
A16	-1.5826168E-19	-2.9676553E-17	-7.2922420E-17	9.5349130E-16
Sn	22	23	26	27
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-3.4201359E-05	-1.2961283E-05	-4.1022080E-06	-6.3820371E-06
A5	-3.2097127E-07	4.0713924E-05	-3.4287669E-09	1.3578080E-05
A6	1.7766056E-06	-3.2635088E-05	2.2330462E-08	-8.3197938E-06
A7	-1.7459050E-06	1.3851387E-05	-6.2885631E-10	2.6720140E-06
A8	7.8951577E-07	-3.4627748E-06	3.8435939E-11	-5.1750967E-07
A9	-1.9453450E-07	5.0945583E-07	-8.8478289E-12	6.1158836E-08
A10	2.5079218E-08	-3.7868351E-08	-1.0445259E-13	-3.9014348E-09
A11	-7.0258956E-10	2.2038622E-10	1.1953560E-13	4.7277785E-11
A12	-2.8604796E-10	1.2159786E-10	-1.0715499E-14	9.4238462E-12
A13	4.7633598E-11	7.8530640E-12	3.0100870E-16	-2.6732691E-13
A14	-3.4603043E-12	-2.3754551E-12	1.1894561E-17	-3.7548548E-14
A15	1.2367526E-13	1.5614164E-13	-1.0198838E-18	2.7428897E-15
A16	-1.7128133E-15	-3.4996819E-15	2.0026709E-20	-5.5315789E-17

[0482] [实施例3]

[0483] 将实施例3的变倍光学系统的结构和移动轨迹示于图7。实施例3的变倍光学系统从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组G1、具有负屈光力的第2透镜组G2、具有正屈光力的第3透镜组G3、具有负屈光力的第4透镜组G4及具有正屈光力的第5透镜组G5。中间组GM包括第3透镜组G3和第4透镜组G4。最终透镜组GE包括第5透镜组G5。在从广角端至长焦端进行变倍时,第1透镜组G1、第2透镜组G2、第3透镜组G3及第4透镜组G4改变与相邻的

透镜组之间的间隔而沿光轴Z移动,第5透镜组G5相对于像面Sim固定。对焦组包括第4透镜组G4,在从无限远物体向最近物体进行对焦时,对焦组向像侧移动。

[0484] 第1透镜组G1从物体侧向像侧依次包括透镜L11~L13这3个透镜。第2透镜组G2从物体侧向像侧依次包括透镜L21~L24这4片透镜。第3透镜组G3从物体侧向像侧依次包括孔径光阑St和透镜L31~L36这6片透镜。第4透镜组G4包括透镜L41这1片透镜。第5透镜组G5包括透镜L51这1片透镜。

[0485] 关于实施例3的变倍光学系统,将基本透镜数据示于表7,将规格及可变面间隔示于表8,将非球面系数示于表9,将各像差图示于图8。

[0486] [表7]

[0487] 实施例3

[0488]

Sn	R	D	Nd	v d	θgF	ED
1	71.6363	1.5005	1.92286	20.88	0.63992	50.00
2	47.7581	5.2149	1.59283	68.63	0.54286	48.17
3	112.6790	0.1000				47.68
4	52.7073	5.3223	1.80357	47.64	0.55541	46.57
5	197.5620	DD[5]				45.79
*6	143.9552	1.3005	1.85135	40.10	0.56954	31.60
*7	13.6561	8.2305				22.75
8	-32.2270	0.8992	1.68511	45.42	0.56452	21.88
9	19.7904	5.2153	1.92120	29.40	0.60050	20.73
10	-45.5336	2.2386				20.36
11	-20.3877	0.8004	1.59639	65.17	0.54254	19.00
12	-46.3394	DD[12]				19.06
13(St)	∞	0.8006				18.76
*14	29.1776	3.3620	1.65041	45.75	0.56505	19.97
*15	-3388.9635	6.5976				20.03
16	37.3585	0.8000	1.74300	37.30	0.58171	20.47
17	15.6275	6.5812	1.53988	75.76	0.54046	19.86
18	-42.8525	0.1219				19.81
19	239.4891	2.5420	1.56669	72.15	0.54232	19.35
20	-41.2348	0.8008	1.79280	42.22	0.56779	19.07
21	31.2115	1.2156				18.63
*22	20.1890	5.6053	1.50462	80.48	0.53922	19.13
*23	-25.7706	DD[23]				18.90
24	344.4230	0.7000	1.59349	67.00	0.53667	18.00
25	22.1694	DD[25]				17.97
*26	250.2970	2.7494	1.59201	67.02	0.53589	25.04
*27	-68.2775	20.6700				25.34

[0489] [表8]

[0490] 实施例3

[0491]

	Wide	Middle	Tele
Zr	1.0	2.0	3.5
f	16.49	32.99	58.38
FNo.	2.88	2.88	2.88
$2\omega [^\circ]$	86.6	44.8	25.8
DD[5]	0.80	13.83	28.36
DD[12]	23.16	6.61	1.04
DD[23]	2.32	7.10	7.32
DD[25]	8.11	11.81	19.27

[0492] [表9]

[0493] 实施例3

Sn	6	7	14	15
KA	1.0000000E+00	-1.4801192E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-1.0645638E-05	7.1134208E-05	-1.1589423E-05	-2.8982805E-06
A5	3.1121787E-06	1.4666355E-05	-3.0603090E-06	-2.1657647E-07
A6	-4.4945027E-07	-1.4236463E-06	2.1246336E-06	-1.2344366E-07
A7	2.8060830E-08	-1.3375557E-06	-7.3375251E-07	2.2793290E-07
A8	-4.5600536E-11	6.0115796E-07	1.3588211E-07	-1.0480647E-07
A9	2.3379767E-11	-1.2315684E-07	-9.8282038E-09	2.5205163E-08
A10	-1.5422119E-11	1.4207633E-08	-8.5488733E-10	-3.3430369E-09
A11	1.2774775E-12	-8.5225623E-10	2.1468720E-10	2.4011410E-10
A12	-5.2439020E-14	2.9503562E-12	-1.1628147E-11	-1.6056578E-11
A13	3.6599560E-15	4.0429806E-12	-3.9452985E-13	2.8220525E-12
A14	-3.0844851E-16	-3.6863807E-13	5.8963788E-14	-3.6868441E-13
A15	1.2761942E-17	1.6309877E-14	-1.3463133E-15	2.2467723E-14
A16	-1.9463926E-19	-3.1023348E-16	-1.4577375E-17	-5.1762525E-16

[0494]

Sn	22	23	26	27
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-4.0119349E-05	1.9018353E-06	-4.6726746E-06	2.5426212E-06
A5	8.6647618E-06	1.5815020E-05	-8.7146605E-10	7.6065488E-07
A6	-6.0441480E-06	-1.6482326E-05	2.5330418E-08	-4.0405715E-07
A7	2.0440119E-06	9.3212099E-06	-2.8275054E-10	-2.5201473E-08
A8	-3.3134941E-07	-3.3037300E-06	-1.3161741E-11	3.0923208E-08
A9	8.4382034E-09	7.2912243E-07	-1.4172765E-11	-5.2991382E-09
A10	5.7521948E-09	-8.3274359E-08	1.7534478E-12	3.7982430E-10
A11	-8.4821909E-10	-1.6833815E-09	-8.9900058E-14	-2.1834980E-11
A12	2.2335186E-11	2.1844631E-09	-1.8614595E-15	3.8443544E-12
A13	4.2042872E-12	-3.5302038E-10	7.0023616E-16	-5.0597253E-13
A14	-3.1472440E-13	2.9003296E-11	-5.2429335E-17	3.2068993E-14
A15	-4.7486419E-17	-1.2617995E-12	1.8409507E-18	-9.4261401E-16
A16	3.9678089E-16	2.3130469E-14	-2.6107516E-20	9.8786637E-18

[0495] [实施例4]

[0496] 将实施例4的变倍光学系统的结构和移动轨迹示于图9。实施例4的变倍光学系统从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组G1、具有负屈光力的第2透镜组G2、具有正屈光力的第3透镜组G3、具有负屈光力的第4透镜组G4及具有正屈光力的第5透镜组G5。

中间组GM包括第3透镜组G3和第4透镜组G4。最终透镜组GE包括第5透镜组G5。在从广角端至长焦端进行变倍时,第1透镜组G1、第2透镜组G2、第3透镜组G3及第4透镜组G4改变与相邻的透镜组之间的间隔而沿光轴Z移动,第5透镜组G5相对于像面Sim固定。对焦组包括第4透镜组G4,在从无限远物体向最近物体进行对焦时,对焦组向像侧移动。

[0497] 第1透镜组G1从物体侧向像侧依次包括透镜L11~L13这3个透镜。第2透镜组G2从物体侧向像侧依次包括透镜L21~L24这4片透镜。第3透镜组G3从物体侧向像侧依次包括孔径光阑St和透镜L31~L36这6片透镜。第4透镜组G4包括透镜L41这1片透镜。第5透镜组G5包括透镜L51这1片透镜。

[0498] 关于实施例4的变倍光学系统,将基本透镜数据示于表10,将规格及可变面间隔示于表11,将非球面系数示于表12,将各像差图示于图10。

[0499] [表10]实施例4

[0500]

Sn	R	D	Nd	v d	θ_{gF}	ED
1	70.0754	1.4991	1.92286	20.88	0.63992	50.00
2	46.0550	5.5631	1.59283	68.63	0.54286	48.14
3	115.1986	0.1000				47.68
4	49.3297	5.5057	1.81142	46.86	0.55692	46.53
5	168.1898	DD[5]				45.73
*6	151.4894	1.3004	1.85135	40.10	0.56954	31.37
*7	13.2223	8.2475				22.40
8	-31.5098	0.8108	1.66878	46.13	0.56362	21.56
9	19.5887	5.7943	1.92120	29.70	0.59953	20.46
10	-40.7007	1.6658				19.92
11	-21.1261	0.7999	1.70386	56.31	0.54350	19.00
12	-48.5401	DD[12]				19.09
13(St)	∞	0.8002				18.82
*14	29.8550	2.8306	1.67502	44.41	0.56701	20.00
*15	-62709.0793	6.0842				20.06
16	38.7249	0.8002	1.70588	37.36	0.58258	20.69
17	15.5639	6.8707	1.53037	77.05	0.53980	20.14
18	-37.7610	0.5879				20.12
19	119.3245	3.0041	1.52606	77.63	0.53950	19.37
20	-34.4485	0.7996	1.80376	43.22	0.56513	19.03
21	31.0527	1.2593				18.56
*22	20.0697	5.5134	1.49700	81.61	0.53887	19.09
*23	-25.1595	DD[23]				18.90
24	187.7760	0.7000	1.59349	67.00	0.53667	18.00
25	21.3232	DD[25]				17.91
*26	935.4608	2.4228	1.59201	67.02	0.53589	24.82
*27	-64.8687	19.9700				25.11

[0501] [表11]实施例4

[0502]

	Wide	Middle	Tele
Zr	1.0	2.0	3.8
f	16.49	32.98	63.32
FNo.	2.88	2.88	2.88
$2\omega [^\circ]$	86.4	44.8	24.0
DD[5]	0.80	13.83	29.29
DD[12]	23.82	7.04	1.02
DD[23]	1.50	6.28	5.64
DD[25]	8.59	11.03	19.86

[0503] [表12]

[0504] 实施例4

Sn	6	7	14	15
KA	1.0000000E+00	-1.4175455E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-1.0668980E-05	7.0683142E-05	-1.2563718E-05	6.1227368E-06
A5	3.0458819E-06	2.6433424E-05	-1.4413145E-06	-1.6759766E-05
A6	-4.0523068E-07	-1.0031588E-05	9.8958262E-07	1.2778779E-05
A7	1.5394007E-08	2.3714514E-06	-3.2407644E-07	-5.2967098E-06
A8	1.9384389E-09	-4.2821940E-07	6.0220995E-08	1.3115579E-06
A9	-1.5101804E-10	6.5564964E-08	-5.7813851E-09	-1.9376126E-07
A10	-7.4934048E-12	-8.1210418E-09	1.6339296E-10	1.5341772E-08
A11	1.0810721E-12	6.4014058E-10	2.4967804E-11	-3.2975740E-10
A12	-3.0684961E-14	-1.3819313E-11	-8.4214650E-12	-2.9563177E-11
A13	6.8039547E-16	-2.1517764E-12	1.8824940E-12	-7.3604600E-13
A14	-1.2216424E-16	1.7494929E-13	-2.2503633E-13	4.3871547E-13
A15	7.2081419E-18	-3.3608020E-15	1.3091638E-14	-2.9413435E-14
A16	-1.2916911E-19	-3.9785724E-17	-2.9664356E-16	6.4294403E-16

[0505]

Sn	22	23	26	27
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-4.8339599E-05	3.8816563E-06	-5.0971395E-06	1.2904682E-05
A5	1.9324797E-05	8.8513382E-06	-1.8330689E-09	-1.5447215E-05
A6	-1.4286037E-05	-6.2027824E-06	2.9293880E-08	1.1671028E-05
A7	5.5117914E-06	1.9541573E-06	-4.1281986E-10	-4.9871393E-06
A8	-1.2083545E-06	-3.6304811E-07	-2.0713577E-11	1.2129551E-06
A9	1.4868704E-07	6.5269842E-08	-1.1633847E-11	-1.6457324E-07
A10	-9.7978409E-09	-1.4788877E-08	1.0644898E-12	9.9071518E-09
A11	7.7384232E-10	2.3485277E-09	-2.1189539E-14	2.8474288E-10
A12	-1.8636402E-10	-1.1868931E-10	-2.1510478E-15	-7.8470686E-11
A13	2.7867371E-11	-2.1284457E-11	1.7786971E-16	3.1051835E-12
A14	-2.0016344E-12	3.9655996E-12	-4.1873054E-18	1.3389698E-13
A15	6.3283257E-14	-2.5675918E-13	-5.7898352E-20	-1.3610321E-14
A16	-5.2871121E-16	6.1650910E-15	3.0466898E-21	2.9879646E-16

[0506] [实施例5]

[0507] 将实施例5的变倍光学系统的结构和移动轨迹示于图11。实施例5的变倍光学系统从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组G1、具有负屈光力的第2透镜组G2、具有正屈光力的第3透镜组G3、具有负屈光力的第4透镜组G4及具有正屈光力的第5透镜组G5。

中间组GM包括第3透镜组G3和第4透镜组G4。最终透镜组GE包括第5透镜组G5。在从广角端至长焦端进行变倍时,第1透镜组G1、第2透镜组G2、第3透镜组G3及第4透镜组G4改变与相邻的透镜组之间的间隔而沿光轴Z移动,第5透镜组G5相对于像面Sim固定。对焦组包括第4透镜组G4,在从无限远物体向最近物体进行对焦时,对焦组向像侧移动。

[0508] 第1透镜组G1从物体侧向像侧依次包括透镜L11~L13这3个透镜。第2透镜组G2从物体侧向像侧依次包括透镜L21~L24这4片透镜。第3透镜组G3从物体侧向像侧依次包括孔径光阑St和透镜L31~L36这6片透镜。第4透镜组G4包括透镜L41这1片透镜。第5透镜组G5包括透镜L51这1片透镜。

[0509] 关于实施例5的变倍光学系统,将基本透镜数据示于表13,将规格及可变面间隔示于表14,将非球面系数示于表15,将各像差图示于图12。

[0510] [表13]

[0511] 实施例5

[0512]

Sn	R	D	Nd	v d	θ_{gF}	ED
1	67.9583	1.4993	1.92286	20.88	0.63992	50.00
2	44.7631	5.7115	1.59283	68.63	0.54286	48.15
3	114.7013	0.1000				47.73
4	49.5121	5.3348	1.82192	45.81	0.55887	46.71
5	164.0298	DD[5]				46.01
*6	149.9945	1.3000	1.85135	40.10	0.56954	31.35
*7	13.1692	8.1784				22.34
8	-32.2167	0.8104	1.66035	40.80	0.57526	21.53
9	19.4217	5.7060	1.92119	27.99	0.60501	20.35
10	-40.9542	1.5446				19.80
11	-21.4235	0.7993	1.72947	55.03	0.54408	19.00
12	-50.3215	DD[12]				19.08
13(St)	∞	0.8008				18.85
*14	30.3499	2.7664	1.68690	42.79	0.57003	20.00
*15	4715.1210	6.0259				20.06
16	39.1887	0.8003	1.68316	36.89	0.58451	20.77
17	15.5885	6.9286	1.52529	77.73	0.53945	20.25
18	-36.9085	0.4232				20.23
19	100.8918	3.2483	1.56252	72.71	0.54203	19.47
20	-32.5050	0.7995	1.83037	43.23	0.56420	19.09
21	30.4978	1.1615				18.56
*22	19.9990	5.4686	1.49700	81.61	0.53887	19.07
*23	-25.2537	DD[23]				18.90
24	173.8168	0.7000	1.59349	67.00	0.53667	18.00
25	21.1028	DD[25]				17.91
*26	-569.6156	3.7823	1.59201	67.02	0.53589	24.43

*27	-56.4019	19.5000				25.12
-----	----------	---------	--	--	--	-------

[0513] [表14]

[0514] 实施例5

[0515]

	Wide	Middle	Tele
Zr	1.0	2.0	4.1
f	16.49	32.98	68.27
FNo.	2.88	2.88	2.88
2 ω [°]	86.2	44.6	22.2
DD[5]	0.80	13.83	30.85
DD[12]	24.19	7.32	0.82
DD[23]	1.59	6.36	5.20
DD[25]	7.67	9.67	19.36

[0516] [表15]

[0517] 实施例5

Sn	6	7	14	15
KA	1.0000000E+00	-1.4212062E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-1.0705531E-05	7.4036378E-05	-1.6046871E-05	-2.4785879E-06
A5	3.0982093E-06	2.3332849E-05	4.8576540E-06	-1.0092066E-06
A6	-4.3644489E-07	-7.2125754E-06	-3.5132131E-06	6.0922987E-07
A7	2.5831205E-08	9.7651971E-07	1.3648606E-06	-1.5358639E-07
A8	-2.2190856E-10	-2.9881363E-09	-2.8230456E-07	1.9662769E-08
A9	1.3232520E-10	-1.8307250E-08	2.3510095E-08	-1.7206246E-09
A10	-2.9742964E-11	2.5451424E-09	2.0274785E-09	6.4889265E-10
A11	1.8040936E-12	-1.6504760E-10	-5.9483034E-10	-1.8042214E-10
A12	1.0096465E-14	8.4092965E-12	2.1014923E-11	1.7826833E-11
A13	-5.2638531E-15	-2.8056278E-13	6.6703894E-12	4.8881533E-13
A14	1.8241756E-16	-4.6811244E-14	-9.6291867E-13	-2.3030730E-13
A15	-5.4439045E-19	6.0759271E-15	5.2845919E-14	1.6744048E-14
A16	-4.7680398E-20	-1.9665684E-16	-1.0928326E-15	-4.0707207E-16

[0518]

Sn	22	23	26	27
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-4.1235027E-05	7.9466450E-06	-5.3547200E-06	-1.1522511E-04
A5	5.2663416E-06	-5.9107896E-07	-5.1162556E-09	1.8230526E-04
A6	-3.3190431E-06	2.9996608E-06	3.3579961E-08	-1.1613946E-04
A7	9.1004534E-07	-2.9548620E-06	-1.1874554E-09	4.0590297E-05
A8	-9.1635288E-08	1.2187306E-06	1.5444526E-10	-8.6480508E-06
A9	-4.1330033E-09	-2.5001305E-07	-4.4612236E-11	1.1607349E-06
A10	2.9717843E-10	2.1959615E-08	5.8709078E-12	-9.6498790E-08
A11	3.9117488E-10	5.9250896E-10	-6.2196528E-13	4.5971257E-09
A12	-4.9539695E-11	-2.4231956E-10	6.0082154E-14	-1.1157482E-10
A13	-4.6326320E-12	2.9940028E-12	-4.6132202E-15	3.9399427E-12
A14	1.4046148E-12	2.4834789E-12	2.4189932E-16	-4.4644105E-13
A15	-1.0922779E-13	-2.1984302E-13	-7.4588022E-18	2.3626595E-14
A16	2.9623852E-15	5.9808769E-15	1.0102730E-19	-4.3029626E-16

[0519] [实施例6]

[0520] 将实施例6的变倍光学系统的结构和移动轨迹示于图13。实施例6的变倍光学系统

从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组G1、具有负屈光力的第2透镜组G2、具有正屈光力的第3透镜组G3、具有负屈光力的第4透镜组G4及具有正屈光力的第5透镜组G5。中间组GM包括第3透镜组G3和第4透镜组G4。最终透镜组GE包括第5透镜组G5。在从广角端至长焦端进行变倍时,第1透镜组G1、第2透镜组G2、第3透镜组G3及第4透镜组G4改变与相邻的透镜组之间的间隔而沿光轴Z移动,第5透镜组G5相对于像面Sim固定。对焦组包括第4透镜组G4,在从无限远物体向最近物体进行对焦时,对焦组向像侧移动。

[0521] 第1透镜组G1从物体侧向像侧依次包括透镜L11~L13这3个透镜。第2透镜组G2从物体侧向像侧依次包括透镜L21~L24这4片透镜。第3透镜组G3从物体侧向像侧依次包括孔径光阑St和透镜L31~L36这6片透镜。第4透镜组G4包括透镜L41这1片透镜。第5透镜组G5包括透镜L51这1片透镜。

[0522] 关于实施例6的变倍光学系统,将基本透镜数据示于表16,将规格及可变面间隔示于表17,将非球面系数示于表18,将各像差图示于图14。

[0523] [表16]实施例6

[0524]

Sn	R	D	Nd	v d	θgF	ED
1	67.5702	1.4999	1.92286	20.88	0.63992	50.00
2	44.0811	5.8577	1.59283	68.63	0.54286	48.12
3	119.4873	0.1000				47.75
4	50.4385	5.0988	1.83508	44.49	0.56128	46.76
5	168.8211	DD[5]				46.18
*6	153.2642	1.3008	1.85135	40.10	0.56954	31.21
*7	13.1404	8.0528				22.22
8	-32.6248	0.8091	1.65063	36.63	0.58610	21.43
9	19.4056	5.5324	1.92119	26.36	0.61134	20.19
10	-42.3436	1.4705				19.63
11	21.6039	0.8000	1.74063	53.94	0.54543	19.00
12	-50.2245	DD[12]				19.08
13(St)	∞	0.7992				18.88
*14	30.5822	2.7057	1.69471	40.30	0.57530	20.00
*15	1357.1009	6.2863				20.05
16	39.4016	0.7997	1.68826	35.77	0.58748	20.78
17	15.6188	6.9679	1.54084	75.63	0.54053	20.26
18	-37.5651	0.1574				20.21
19	91.9991	3.3369	1.56938	71.78	0.54251	19.49
20	-31.5848	0.8001	1.84242	43.39	0.56342	19.11
21	29.8153	0.9374				18.58
*22	19.9281	5.4136	1.49700	81.61	0.53887	19.07
*23	-25.6009	DD[23]				18.90
24	136.8929	0.7000	1.59349	67.00	0.53667	18.00
25	21.0741	DD[25]				17.91

*26	-189.2358	5.7849	1.59201	67.02	0.53589	23.77
*27	-49.5684	19.3500				25.12

[0525] [表17]实施例6

[0526]

	Wide	Middle	Tele
Zr	1.0	2.0	4.4
f	16.49	32.99	73.22
FNo.	2.88	2.88	2.88
2 ω [°]	86.4	44.6	20.8
DD[5]	0.80	13.83	32.28
DD[12]	24.45	7.64	0.64
DD[23]	1.68	6.46	4.71
DD[25]	6.46	8.21	18.54

[0527] [表18]

[0528] 实施例6

Sn	6	7	14	15
KA	1.0000000E+00	-1.4250348E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-1.0614986E-05	7.6838448E-05	-1.4141938E-05	-5.5457038E-06
A5	3.1111689E-06	2.0965603E-05	2.3591897E-06	4.4500271E-06
A6	-4.5393248E-07	-5.5917089E-06	-1.7919851E-06	-3.4122768E-06
A7	2.9488454E-08	4.2441114E-07	7.6273310E-07	1.4156962E-06
A8	-1.4332411E-10	8.8712532E-08	-1.8037605E-07	-3.1983131E-07
A9	-1.1308931E-11	-2.0878042E-08	2.1381625E-08	3.3170018E-08
A10	-5.7572241E-12	7.8511664E-10	-1.5245011E-10	1.1340811E-09
A11	1.2169273E-13	1.5034217E-10	-2.8283141E-10	-6.7945729E-10
A12	2.4768484E-14	-1.0919625E-11	2.5987914E-11	5.1228578E-11
A13	8.4551733E-16	-7.1909342E-13	1.1556578E-12	3.4439246E-12
A14	-2.6887933E-16	8.1831795E-14	-3.4321604E-13	-7.9942032E-13
A15	1.3304904E-17	-7.2281215E-16	2.2156759E-14	4.9416369E-14
A16	-2.1275835E-19	-7.3250770E-17	-4.9651245E-16	-1.0860675E-15

[0529]

Sn	22	23	26	27
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-3.5623907E-05	5.3062059E-06	-5.9673437E-06	9.5349083E-06
A5	-5.4503336E-06	4.4818403E-06	1.2858492E-09	-1.4136716E-05
A6	5.6361169E-06	-1.0682873E-06	3.4739614E-08	1.3792320E-05
A7	-3.1943066E-06	-1.2383490E-06	3.0258247E-10	-7.0374555E-06
A8	1.0305851E-06	8.2493438E-07	-2.0551283E-10	2.0312029E-06
A9	-1.8534902E-07	-2.1098371E-07	3.9542375E-12	-3.5249931E-07
A10	1.4441986E-08	2.4425113E-08	7.6257800E-13	3.7245833E-08
A11	7.5412253E-10	-4.6841379E-10	-1.3358559E-13	-2.3265599E-09
A12	-2.4628433E-10	-1.5830362E-10	1.2269169E-14	8.7307583E-11
A13	1.4469956E-11	7.0425327E-12	-4.8323207E-16	-3.9764067E-12
A14	5.6467551E-13	1.3563139E-12	-4.7468202E-18	3.4696508E-13
A15	-9.5775064E-14	-1.4662101E-13	9.9684257E-19	-1.8396450E-14
A16	3.0239585E-15	4.3009140E-15	-2.3247389E-20	3.6341064E-16

[0530] [实施例7]

[0531] 将实施例7的变倍光学系统的结构和移动轨迹示于图15。实施例7的变倍光学系统

从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组G1、具有负屈光力的第2透镜组G2、具有正屈光力的第3透镜组G3、具有负屈光力的第4透镜组G4及具有正屈光力的第5透镜组G5。中间组GM包括第3透镜组G3和第4透镜组G4。最终透镜组GE包括第5透镜组G5。在从广角端至长焦端进行变倍时,第1透镜组G1、第2透镜组G2、第3透镜组G3及第4透镜组G4改变与相邻的透镜组之间的间隔而沿光轴Z移动,第5透镜组G5相对于像面Sim固定。对焦组包括第4透镜组G4,在从无限远物体向最近物体进行对焦时,对焦组向像侧移动。

[0532] 第1透镜组G1从物体侧向像侧依次包括透镜L11~L13这3个透镜。第2透镜组G2从物体侧向像侧依次包括透镜L21~L24这4片透镜。第3透镜组G3从物体侧向像侧依次包括孔径光阑St和透镜L31~L36这6片透镜。第4透镜组G4包括透镜L41这1片透镜。第5透镜组G5包括透镜L51这1片透镜。

[0533] 关于实施例7的变倍光学系统,将基本透镜数据示于表19,将规格及可变面间隔示于表20,将非球面系数示于表21,将各像差图示于图16。

[0534] [表19]

[0535] 实施例7

[0536]

Sn	R	D	Nd	v d	θ_{gF}	ED
1	66.4029	1.4999	1.92286	20.88	0.63992	50.00
2	43.4926	5.9054	1.59283	68.63	0.54286	48.15
3	120.9729	0.1000				47.83
4	50.9564	4.9130	1.84199	43.80	0.56255	46.94
5	169.5880	DD[5]				46.46
*6	156.5100	1.3001	1.85135	40.10	0.56954	31.32
*7	13.1460	8.0109				22.20
8	-32.9440	0.8095	1.64267	34.09	0.59372	21.42
9	19.4528	5.4081	1.92119	25.29	0.61640	20.13
10	-43.5381	1.4558				19.57
11	-21.7109	0.8002	1.75047	52.95	0.54685	19.00
12	-49.8579	DD[12]				19.08
13(St)	∞	0.8001				18.91
*14	31.0149	2.6793	1.69223	39.61	0.57695	20.00
*15	1880.6629	6.2587				20.03
16	39.7491	0.8055	1.67065	35.70	0.58813	20.80
17	15.7227	7.0395	1.53379	76.58	0.54004	20.34
18	-37.5240	0.1191				20.32
19	87.1020	3.4333	1.58140	70.16	0.54334	19.64
20	-30.8275	0.7994	1.83963	43.30	0.56372	19.25
21	29.2392	0.7600				18.67
*22	19.9178	5.3578	1.49700	81.61	0.53887	19.07
*23	-25.6690	DD[23]				18.90
24	121.7636	0.7000	1.59349	67.00	0.53667	18.00

25	21.1918	DD[25]				17.94
*26	-111.0063	6.1492	1.59201	67.02	0.53589	23.77
*27	-43.7233	19.8200				25.40

[0537] [表20]

[0538] 实施例7

[0539]

	Wide	Middle	Tele
Zr	1.0	2.0	4.7
f	16.49	32.99	78.18
FNo.	2.88	2.88	2.88
2ω [°]	87.6	45.2	19.8
DD[5]	0.80	13.83	33.48
DD[12]	24.54	7.72	0.42
DD[23]	1.56	6.33	3.73
DD[25]	5.91	7.40	19.09

[0540] [表21]

[0541] 实施例7

Sn	6	7	14	15
KA	1.0000000E+00	-1.4214304E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-1.0430565E-05	7.5470344E-05	-1.2528238E-05	-2.9293507E-06
A5	2.9702524E-06	2.3231834E-05	-5.3762493E-07	-2.5093842E-07
A6	-3.9653880E-07	-7.0300521E-06	3.4525671E-07	-4.7820474E-08
A7	1.5664628E-08	8.9032223E-07	-8.2294072E-08	1.6622965E-07
A8	1.8868976E-09	1.4375535E-08	9.4518246E-09	-7.5263602E-08
A9	-1.8651200E-10	-1.9132476E-08	-6.0700824E-10	1.5643950E-08
A10	1.5246932E-12	2.2457261E-09	2.2103179E-10	-1.1141464E-09
A11	8.9538913E-14	-1.0711320E-10	-5.8126179E-11	-1.4061538E-10
A12	3.1831088E-14	5.3207664E-12	2.1856697E-12	3.0949885E-11
A13	-1.7472706E-15	-4.6212077E-13	1.1472346E-12	-1.2263996E-12
A14	-6.2550825E-17	-1.6357310E-14	-1.8841848E-13	-1.3974346E-13
A15	6.2661361E-18	4.7172913E-15	1.1627303E-14	1.4871593E-14
A16	-1.2072799E-19	-1.7692172E-16	-2.6419571E-16	-4.0599708E-16

[0542]

Sn	22	23	26	27
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-2.7768270E-05	-1.4821503E-05	-6.4554647E-06	-2.0403359E-05
A5	-1.8522655E-05	4.6973110E-05	1.3047892E-07	2.8678949E-05
A6	1.4259154E-05	-3.9222760E-05	-4.0231959E-08	-1.1729709E-05
A7	-5.8231133E-06	1.7931777E-05	2.5096041E-08	1.3011798E-06
A8	1.2483455E-06	-5.1018225E-06	-4.3245395E-09	3.8510715E-07
A9	-8.7510287E-08	9.3949934E-07	2.4359627E-10	-1.4684561E-07
A10	-1.9937877E-08	-1.0687881E-07	3.0614150E-11	1.9663456E-08
A11	5.3022046E-09	5.1724679E-09	-5.9771061E-12	-9.4990388E-10
A12	-4.1137894E-10	4.9042781E-10	1.9998914E-13	-5.0764230E-11
A13	-1.3990468E-11	-1.1620101E-10	3.5695653E-14	9.0210958E-12
A14	4.7064200E-12	1.0251383E-11	-4.3755883E-15	-4.4897642E-13
A15	-3.1644972E-13	-4.6551510E-13	1.9660344E-16	8.3078054E-15
A16	7.4708529E-15	8.9647813E-15	-3.3158481E-18	-1.1169451E-17

[0543] [实施例8]

[0544] 将实施例8的变倍光学系统的结构和移动轨迹示于图17。实施例8的变倍光学系统从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组G1、具有负屈光力的第2透镜组G2、具有正屈光力的第3透镜组G3、具有负屈光力的第4透镜组G4及具有正屈光力的第5透镜组G5。中间组GM包括第3透镜组G3和第4透镜组G4。最终透镜组GE包括第5透镜组G5。在从广角端至长焦端进行变倍时,第1透镜组G1、第2透镜组G2、第3透镜组G3及第4透镜组G4改变与相邻的透镜组之间的间隔而沿光轴Z移动,第5透镜组G5相对于像面Sim固定。对焦组包括第4透镜组G4,在从无限远物体向最近物体进行对焦时,对焦组向像侧移动。

[0545] 第1透镜组G1从物体侧向像侧依次包括透镜L11~L13这3个透镜。第2透镜组G2从物体侧向像侧依次包括透镜L21~L24这4片透镜。第3透镜组G3从物体侧向像侧依次包括孔径光阑St和透镜L31~L36这6片透镜。第4透镜组G4从物体侧向像侧依次包括透镜L41~L42这2片透镜。第5透镜组G5包括透镜L51这1片透镜。

[0546] 关于实施例8的变倍光学系统,将基本透镜数据示于表22,将规格及可变面间隔示于表23,将非球面系数示于表24,将各像差图示于图18。

[0547] [表22]

[0548] 实施例8

[0549]

Sn	R	D	Nd	v d	θ_{gF}	ED
1	234.5288	1.2680	1.91711	19.14	0.64785	50.60
2	137.2985	0.0200				49.60
3	137.2985	3.1564	1.48749	70.44	0.53062	49.59
4	1612.5329	0.0488				49.05
5	41.8647	6.6116	1.50343	80.63	0.53790	44.60
6	220.6656	DD[6]				43.81
*7	43.0824	0.7498	1.65839	59.76	0.54301	26.20
*8	11.0391	7.9350				19.13
*9	-21.6292	0.9998	1.58543	40.05	0.57909	18.47
*10	71.9763	0.0483				17.85
11	47.0396	2.7825	2.00001	23.37	0.62704	17.80
12	-52.0595	2.1664				17.55
13	-15.5292	0.4998	1.44404	89.67	0.53215	17.33
14	-86.0005	DD[14]				17.34
15(St)	∞	0.0000				16.80
*16	27.3070	4.1732	1.76736	35.01	0.58757	17.48
*17	-82.2728	1.3438				18.21
18	175.8865	0.5015	1.78572	26.58	0.61294	18.14
19	15.8583	4.2678	1.51286	79.19	0.53843	17.95
20	136.1151	0.1546				18.28
21	29.8794	5.0326	1.51286	79.19	0.53843	18.75
22	-31.1720	0.6998	1.71445	29.28	0.60568	18.75

23	-119.3914	0.0484				18.88
*24	35.9267	5.4177	1.51286	79.19	0.53843	18.89
*25	-19.1045	DD[25]				19.00
26	430.9087	2.7498	1.93641	25.98	0.61300	17.45
27	-26.4342	0.7098	1.86178	40.37	0.57012	17.10
28	25.6887	DD[28]				16.00
*29	-84.8758	3.7502	1.59023	67.37	0.54252	22.52
*30	-48.0395	13.0100				24.39

[0550] [表23]

[0551] 实施例8

[0552]

	Wide	Middle	Tele
Zr	1.0	1.9	3.2
f	16.44	31.58	53.22
FNo.	2.88	2.88	2.88
2ω [°]	86.4	45.8	27.0
DD[6]	0.10	17.45	32.19
DD[14]	13.95	4.59	2.00
DD[25]	0.47	2.19	0.10
DD[28]	10.43	15.35	26.98

[0553] [表24]

[0554] 实施例8

[0555]

Sn	7	8	9	10
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	2.5130920E-05	1.5129353E-05	2.2545897E-04	1.7189547E-04
A5	-1.6515000E-06	-5.0312137E-07	-2.2479312E-05	-1.7521571E-05
A6	-5.1931223E-08	-6.6832273E-08	-6.2550784E-07	-1.4261855E-06
A7	1.2001839E-09	-2.0556139E-10	2.8770384E-07	3.8818755E-07
A8	7.2306143E-10	1.4054293E-09	-1.9829868E-08	-5.4675784E-08
A9	-5.6895953E-11	-2.1558650E-10	6.3917170E-10	6.1807658E-09
A10	-6.5206739E-15	2.0797885E-11	-1.2450335E-10	-4.1251588E-10
A11	4.9531171E-13	-8.4128701E-13	-6.4925397E-12	7.4808753E-13
A12	-5.0518143E-14	-3.8601269E-14	7.1919440E-12	-1.5566399E-12
A13	2.0365439E-15	4.8349917E-15	-1.2106289E-12	9.4714420E-13
A14	-3.6909317E-18	-7.4384545E-18	1.0283986E-13	-1.2636662E-13
A15	-2.2638607E-18	-1.4942823E-17	-4.5872320E-15	7.2851756E-15
A16	5.1907463E-20	4.9503543E-19	8.5616741E-17	-1.6160649E-16

Sn	16	17	24	25
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-4.6837030E-05	-4.0137695E-05	-7.5915777E-05	1.3490311E-05
A5	7.2484962E-07	-2.6818795E-07	-5.7509658E-07	-2.1196622E-06
A6	3.2535866E-07	2.6006884E-08	3.8461057E-07	4.6567421E-07
A7	-2.7125304E-07	-1.3623176E-08	-6.4284753E-08	-6.2557907E-08
A8	7.1860017E-08	-8.3224165E-10	2.1073297E-09	-4.0368245E-09
A9	-1.3600996E-08	-2.0232119E-10	-5.8587816E-10	1.4949349E-09
A10	1.7714499E-09	4.2018079E-11	1.6859068E-10	-1.6465860E-10
A11	-1.6569407E-10	-9.9218612E-12	-1.5156850E-11	7.5768817E-12
A12	1.1941529E-11	7.5424713E-13	-9.4316740E-13	7.2236747E-13
A13	-9.4573713E-13	1.7424319E-14	3.4617797E-13	-1.8079079E-13
A14	7.7317031E-14	-7.2597947E-15	-3.4600406E-14	1.5821228E-14
A15	-4.1197133E-15	4.9019336E-16	1.6384530E-15	-6.8621348E-16
A16	9.3532901E-17	-1.1439029E-17	-3.1271040E-17	1.2267012E-17

Sn	29	30
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-8.4936770E-05	-4.4548224E-05
A5	4.6925959E-06	-2.1319774E-06
A6	-3.5227834E-07	6.8611752E-07
A7	7.2106884E-09	-6.8864664E-08
A8	-4.7509623E-09	4.7369652E-10
A9	4.6966787E-10	1.6996782E-10
A10	5.5045653E-11	4.1150769E-12
A11	-1.2998489E-11	-1.2247484E-12
A12	6.4181805E-13	1.0306025E-13
A13	5.3417640E-14	-8.5481589E-15
A14	-8.4288933E-15	5.2376484E-16
A15	4.1491434E-16	-1.8634745E-17
A16	-7.4723069E-18	2.8284963E-19

[0556] [实施例9]

[0557] 将实施例9的变倍光学系统的结构和移动轨迹示于图19。实施例9的变倍光学系统从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组G1、具有负屈光力的第2透镜组G2、具有正屈光力的第3透镜组G3、具有负屈光力的第4透镜组G4及具有正屈光力的第5透镜组G5。中间组GM包括第3透镜组G3和第4透镜组G4。

[0558] 最终透镜组GE包括第5透镜组G5。在从广角端至长焦端进行变倍时,第1透镜组G1、

第2透镜组G2、第3透镜组G3及第4透镜组G4改变与相邻的透镜组之间的间隔而沿光轴Z移动,第5透镜组G5相对于像面Sim固定。对焦组包括第4透镜组G4,在从无限远物体向最近物体进行对焦时,对焦组向像侧移动。

[0559] 第1透镜组G1从物体侧向像侧依次包括透镜L11~L13这3个透镜。第2透镜组G2从物体侧向像侧依次包括透镜L21~L24这4片透镜。第3透镜组G3从物体侧向像侧依次包括孔径光阑St和透镜L31~L36这6片透镜。第4透镜组G4包括透镜L41这1片透镜。第5透镜组G5包括透镜L51这1片透镜。

[0560] 关于实施例9的变倍光学系统,将基本透镜数据示于表25,将规格及可变面间隔示于表26,将非球面系数示于表27,将各像差图示于图20。

[0561] [表25]

[0562] 实施例9

[0563]

Sn	R	D	Nd	v _d	θ _{gF}	ED
1	79.5371	1.2500	1.92286	20.88	0.63992	50.00
2	58.0068	4.3887	1.59283	68.63	0.54286	48.71
3	137.9001	0.0489				48.22
4	50.3129	6.1194	1.59888	65.99	0.54299	46.57
5	317.1182	DD[5]				45.74
*6	185.1125	1.2500	1.78860	50.20	0.55039	30.82
*7	14.5610	7.8093				21.72
8	-28.5317	0.8102	1.61201	36.80	0.58670	21.19
9	23.7196	4.5111	1.99391	28.89	0.60046	19.57
10	-44.9709	1.2734				19.08
*11	-20.9882	0.8000	1.50696	72.83	0.53394	19.00
*12	-170.6727	DD[12]				18.60
13(St)	∞	0.0300				15.67
*14	27.3824	2.3474	1.72729	56.33	0.54273	16.56
*15	-5171.6327	1.2575				16.68
16	28.3016	0.8250	1.77225	43.20	0.56625	17.26
17	14.0442	5.2317	1.59345	66.86	0.54270	16.91
18	-41.0601	0.0502				16.90
19	-243.9579	3.5917	1.50000	55.14	0.55220	16.69
20	136.2119	0.8750	1.83010	23.94	0.61987	16.08
21	25.0442	5.6379				15.80
*22	18.8588	4.6162	1.50000	81.15	0.53770	18.00
*23	-30.0486	DD[23]				18.00
*24	121.2733	0.6251	1.59201	67.02	0.53589	18.00
*25	18.8109	DD[25]				17.99
26	133.6076	3.0000	1.59201	67.02	0.53589	25.03
27	-90.1338	15.4300				25.37

[0564] [表26]实施例9

[0565]

	Wide	Middle	Tele
Zr	1.0	1.9	3.2
f	16.42	31.54	53.16
FNo.	2.88	2.88	2.88
2ω [°]	85.6	45.4	27.6
DD[5]	0.10	15.89	29.38
DD[12]	20.59	7.06	2.40
DD[23]	0.11	2.20	0.48
DD[25]	5.53	8.98	17.13

[0566] [表27]

[0567] 实施例9

[0568]

Sn	6	7	11	12
KA	1.0000000E+00	-1.4801192E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	3.5370395E-05	3.9122455E-05	3.5540097E-05	1.8959567E-05
A5	5.6633348E-06	5.5649858E-05	-7.7846472E-06	-6.3321294E-07
A6	-3.9644239E-07	-1.1225163E-05	4.0908943E-06	-2.9821514E-07
A7	-2.1917192E-07	8.5582837E-07	-1.9770773E-06	3.3819145E-09
A8	2.6180161E-08	1.0567208E-08	5.1010073E-07	4.1806134E-10
A9	4.4505221E-10	7.6311979E-10	-6.4965442E-08	9.9153649E-12
A10	-2.1530966E-10	-2.3560977E-09	1.8024267E-09	2.5971491E-11
A11	1.8783735E-11	3.2166393E-10	4.6984726E-10	-4.7036469E-12
A12	-1.8318182E-12	5.4885832E-12	-2.5788277E-11	1.3014814E-13
A13	1.4380241E-13	-3.8416465E-12	-6.8769309E-12	5.0026407E-14
A14	-5.1122959E-15	2.1755370E-13	1.0878463E-12	-6.9854365E-15
A15	2.2899701E-17	2.1923717E-15	-6.2539109E-14	3.8434780E-16
A16	1.7065491E-18	-3.3516949E-16	1.3383593E-15	8.0799609E-18
Sn	14	15	22	23
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00	0.0000000E+00
A4	-1.4270607E-05	-4.4883528E-05	-1.0871183E-04	1.8539135E-05
A5	7.6403403E-06	6.7234011E-05	-1.0070943E-04	-1.1137453E-05
A6	-2.7174810E-06	-3.3935765E-05	1.0935850E-04	4.8109862E-06
A7	2.2523861E-07	7.7329759E-06	-4.2247494E-05	-1.8172932E-07
A8	7.4287032E-08	-3.3519900E-07	8.2892834E-06	-1.5725302E-07
A9	-1.7490325E-08	-1.8946603E-07	-8.1730864E-07	1.1491241E-08
A10	9.5729626E-10	2.8229847E-08	2.3267916E-08	4.3299735E-09
A11	2.2554702E-11	2.5730076E-09	2.3822189E-09	-6.6565062E-10
A12	9.4126694E-12	-1.0784982E-09	-2.1479378E-10	-3.2048831E-11
A13	-3.0369077E-12	1.1781910E-10	1.9012007E-11	1.7571610E-11
A14	3.1594177E-13	-5.4132917E-12	-3.1185971E-12	-2.0634730E-12
A15	-1.5987537E-14	5.1711704E-14	2.4245084E-13	1.1251793E-13
A16	3.3470863E-16	2.3805715E-15	-6.4540766E-15	-2.4180944E-15
Sn	24	25		
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00		
A3	0.0000000E+00	0.0000000E+00		
A4	2.4623049E-05	-7.8349859E-06		
A5	-9.9342116E-06	3.3023100E-08		
A6	3.0002297E-07	2.4091083E-08		
A7	3.3951399E-07	8.7164712E-09		
A8	-7.3059931E-08	-1.9519769E-09		
A9	9.2586217E-09	1.5854608E-10		
A10	-9.1600559E-10	8.8062236E-12		
A11	2.5412979E-11	-1.5800650E-12		
A12	9.8161345E-12	-4.8810583E-13		
A13	-1.5961339E-12	1.4009298E-13		
A14	1.1344624E-13	-1.4919369E-14		
A15	-4.1321897E-15	7.6441344E-16		
A16	6.2178671E-17	-1.5736251E-17		

[0569] [实施例10]

[0570] 将实施例10的变倍光学系统的结构和移动轨迹示于图21。实施例10的变倍光学系统从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组G1、具有负屈光力的第2透镜组G2、具有正屈光力的第3透镜组G3、具有负屈光力的第4透镜组G4及具有正屈光力的第5透镜组G5。中间组GM包括第3透镜组G3和第4透镜组G4。

[0571] 最终透镜组GE包括第5透镜组G5。在从广角端至长焦端进行变倍时,所有透镜组改变与相邻的透镜组之间的间隔而沿光轴Z移动。对焦组包括第4透镜组G4,在从无限远物体向最近物体进行对焦时,对焦组向像侧移动。

[0572] 第1透镜组G1从物体侧向像侧依次包括透镜L11~L13这3个透镜。第2透镜组G2从物体侧向像侧依次包括透镜L21~L24这4片透镜。第3透镜组G3从物体侧向像侧依次包括孔径光阑St和透镜L31~L35这5片透镜。第4透镜组G4包括透镜L41这1片透镜。第5透镜组G5从物体侧向像侧依次包括透镜L51~L53这3片透镜。

[0573] 关于实施例10的变倍光学系统,将基本透镜数据示于表28,将规格及可变面间隔示于表29,将非球面系数示于表30,将各像差图示于图22。

[0574] [表28]实施例10

[0575]

Sn	R	D	Nd	v d	θgF	ED
1	448.8748	1.6997	1.90001	20.00	0.64194	68.00
2	138.6900	5.9441	1.73922	55.28	0.54344	66.67
3	-775.1112	0.0488				66.35
4	74.8502	5.0563	1.81624	47.40	0.55551	62.10
5	166.7438	DD[5]				61.27
*6	56.5728	1.0101	1.90001	38.83	0.57319	39.37
*7	18.5054	12.3426				30.00
8	-54.2647	0.7804	1.67291	59.05	0.54250	29.44
9	46.0474	7.3514	1.73146	28.43	0.60807	29.76
10	-35.8563	1.3000				29.92
*11	25.4207	0.7728	1.43599	67.00	0.52556	29.79
*12	84.5329	DD[12]				29.92
13(St)	∞	2.3495				23.56
*14	74.0130	1.6120	1.56608	71.09	0.54127	24.58
*15	-664.3833	6.1388				24.78
16	56.5830	7.2037	1.56289	71.57	0.54110	27.80
17	-26.2627	0.7383	1.73682	29.59	0.60418	28.27
18	-30.6483	0.0496				28.82
*19	332.2425	0.7384	1.72165	30.48	0.60211	28.81
*20	29.9384	0.0465				28.57
21	27.6198	7.6181	1.57970	69.01	0.54198	28.65
22	-47.6310	DD[22]				28.78
*23	104.7506	0.7048	1.84448	44.51	0.56092	27.40
*24	25.6513	DD[24]				26.79
25	47.3683	7.7893	1.57051	41.78	0.57605	31.37
26	-35.4520	1.3512				31.54
27	-2384.9180	0.7665	1.54643	46.29	0.56764	29.66
28	43.6768	7.4675				29.00

29	-22.6279	0.8120	1.90001	35.85	0.58154	28.98
30	-45.4509	DD[30]				31.48

[0576] [表29]实施例10

[0577]

	Wide	Middle	Tele
Zr	1.0	1.8	2.7
f	24.70	44.07	67.76
FNo.	2.90	2.90	2.91
$2\omega [^\circ]$	85.2	50.6	33.6
DD[5]	1.10	16.23	37.01
DD[12]	21.67	8.09	2.33
DD[22]	3.84	2.05	1.10
DD[24]	7.76	7.55	6.83
DD[30]	12.00	24.57	30.51

[0578] [表30]

[0579] 实施例10

Sn	6	7	11	12
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	9.5329524E-07	4.2021809E-06	1.1470242E-05	-1.0198281E-06
A6	-1.1482527E-09	1.5161688E-08	-2.1346710E-08	-3.8317234E-08
A8	-5.6189490E-12	3.4807884E-11	1.5747522E-10	1.2276239E-10
A10	3.2952478E-15	1.8177113E-13	-4.0625642E-13	-4.4631201E-13
A12	-8.5668695E-18	6.3210805E-16	-1.7191985E-16	-9.1507783E-17
A14	-9.8949705E-22	-9.6328667E-19	9.8952632E-19	-5.1020970E-19
A16	-3.6703662E-23	8.4547573E-23	3.7741080E-21	3.9376377E-21
A18	8.2717479E-26	5.0656405E-23	-1.3457477E-23	-2.0759630E-24
Sn	14	15	19	20
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-2.1942003E-05	-5.4549097E-06	-2.0886866E-06	7.9945446E-06
A6	-4.6828550E-08	-2.2424353E-08	9.9487758E-10	-1.0431610E-08
A8	3.6370108E-11	1.9754978E-10	9.0498959E-11	8.1238676E-11
A10	1.1314401E-12	5.4762234E-13	-3.7177643E-14	1.5824493E-13
A12	3.0980068E-15	3.6271952E-15	-2.6604452E-16	-9.2330419E-16
A14	3.7899600E-18	4.7846518E-18	-2.9532197E-18	-1.7488864E-18
A16	-6.0148659E-20	1.6398142E-20	-5.1312975E-21	-1.2390795E-20
A18	-1.0901620E-22	-4.4600909E-22	5.0912987E-23	7.2094135E-23
Sn	23	24		
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00		
A4	-3.3849593E-06	-3.7875413E-06		
A6	-1.3697574E-08	-2.7491369E-08		
A8	-4.2865798E-11	2.1655397E-10		
A10	6.6610755E-13	-1.6664410E-12		
A12	-2.1755475E-15	5.7632618E-15		
A14	-4.7317741E-18	3.2079382E-18		
A16	3.3631235E-20	-9.4733592E-20		
A18	-5.2291327E-23	1.8997792E-22		

[0581] [实施例11]

[0582] 将实施例11的变倍光学系统的结构和移动轨迹示于图23。实施例11的变倍光学系统从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组G1、具有负屈光力的第2透镜组G2、

具有正屈光力的第3透镜组G3、具有正屈光力的第4透镜组G4、具有负屈光力的第5透镜组G5、具有正屈光力的第6透镜组G6及具有负屈光力的第7透镜组G7。中间组GM包括第3透镜组G3、第4透镜组G4、第5透镜组G5及第6透镜组G6。最终透镜组GE包括第7透镜组G7。在从广角端至长焦端进行变倍时,所有透镜组改变与相邻的透镜组之间的间隔而沿光轴Z移动。

[0583] 对焦组包括第5透镜组G5,在从无限远物体向最近物体进行对焦时,对焦组向像侧移动。

[0584] 第1透镜组G1从物体侧向像侧依次包括透镜L11~L13这3个透镜。第2透镜组G2从物体侧向像侧依次包括透镜L21~L24这4片透镜。第3透镜组G3从物体侧到像侧依次包括开口光圈St和透镜L31~L33这3片透镜。第4透镜组G4从物体侧向像侧依次包括透镜L41~L42这2片透镜。第5透镜组G5包括透镜L51这1片透镜。第6透镜组G6从物体侧向像侧依次包括透镜L61~L62这2片透镜。第7透镜组G7包括透镜L71这1片透镜。

[0585] 关于实施例11的变倍光学系统,将基本透镜数据示于表31,将规格及可变面间隔示于表32,将非球面系数示于表33,将各像差图示于图24。

[0586] [表31]

[0587] 实施例11

[0588]

Sn	R	D	Nd	v d	θgF	ED
1	1096.8789	1.5616	1.93393	18.30	0.65369	62.00
2	344.2924	3.6116	1.43601	90.90	0.53134	61.29
3	-346.0898	0.0500				61.00
4	55.7302	7.5585	1.54414	57.60	0.54643	56.11
5	307.3548	DD[5]				55.22
*6	107.1565	0.7772	1.76513	52.63	0.54690	30.07
*7	17.8608	7.0171				24.00
8	-41.2629	1.6945	1.53532	75.77	0.53965	23.76
9	19.1679	7.8603	1.72951	31.93	0.59776	23.32
10	-80.9833	2.4447				22.64
11	-22.2956	0.5987	1.59015	67.38	0.54252	22.52
12	-51.1260	DD[12]				22.89
13(St)	∞	1.1632				22.94
*14	46.4690	6.1794	1.66067	59.65	0.54295	24.42
*15	-73.0107	2.5824				24.80
16	46.0080	7.5880	1.44672	89.26	0.53242	24.37
17	-22.3901	0.8239	1.89225	32.05	0.59280	23.81
18	-4961.1264	DD[18]				24.36
19	25.8059	7.8431	1.43600	90.90	0.53134	26.00
20	-31.3914	0.0497				26.28
*21	-349.8784	2.2101	1.55662	72.53	0.54077	26.01
*22	-45.2250	DD[22]				25.97
*23	206.1014	1.0606	1.72110	54.34	0.54543	25.92

*24	28.8879	DD[24]				25.50
25	65.6805	8.1171	1.88464	29.20	0.60199	38.01
26	-48.9122	1.1773	1.59889	38.11	0.58345	37.93
27	109.7356	DD[27]				36.55
28	-55.4265	0.9546	1.56193	71.72	0.54105	36.27
29	104.3863	DD[29]				37.28

[0589] [表32]

[0590] 实施例11

[0591]

	Wide	Middle	Tele
Zr	1.0	1.7	2.5
f	26.67	45.12	66.68
FN0.	2.92	2.92	2.92
$2\omega [^\circ]$	79.8	49.2	34.6
DD[5]	1.46	19.96	28.09
DD[12]	12.11	4.77	0.54
DD[18]	7.92	4.30	3.24
DD[22]	2.55	1.45	1.53
DD[24]	12.83	22.71	32.86
DD[27]	6.29	8.74	5.31
DD[29]	11.99	12.30	17.14

[0592] [表33]

[0593] 实施例11

[0594]

Sn	6	7	14	15
KA	1.0000000E+00	0.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	1.2608056E-05	3.2006874E-05	4.6903640E-07	3.1244088E-07
A6	-6.0793795E-08	-1.0695180E-07	-8.3631678E-09	-3.3180410E-08
A8	2.5110080E-10	2.4012525E-09	-2.3720803E-10	4.2114405E-10
A10	-3.0451581E-13	-2.7110615E-11	4.6264071E-12	-4.8910524E-12
A12	-3.2425569E-16	1.7645771E-13	-4.7448368E-14	2.8346287E-14
A14	-2.3103713E-19	-5.0277617E-16	2.3394757E-16	-7.6690685E-17
A16	3.6726006E-21	3.8421546E-19	-4.4186001E-19	7.2458853E-20
Sn	21	22	23	24
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-4.1687858E-05	-1.1030808E-05	1.6966408E-05	1.8024562E-05
A6	-1.1832487E-07	-4.8810806E-08	-1.5575182E-07	-1.8850339E-07
A8	2.7976699E-09	2.3783061E-09	6.4888415E-10	8.3461374E-10
A10	-7.5268794E-12	-6.4248502E-12	-3.3522309E-13	1.5199872E-13
A12	2.0748660E-15	1.0158195E-15	-2.4682656E-15	-2.3279255E-15
A14	-2.1554168E-17	2.6814120E-17	3.1379245E-18	-3.3377274E-17
A16	4.3872111E-20	-1.3105744E-19	2.2454906E-20	1.3865369E-19

[0595] [实施例12]

[0596] 将实施例12的变倍光学系统的结构和移动轨迹示于图25。实施例12的变倍光学系统从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组G1、具有负屈光力的第2透镜组G2、

具有正屈光力的第3透镜组G3、具有正屈光力的第4透镜组G4、具有正屈光力的第5透镜组G5、具有正屈光力的第6透镜组G6及具有负屈光力的第7透镜组G7。中间组GM包括第3透镜组G3、第4透镜组G4、第5透镜组G5及第6透镜组G6。最终透镜组GE包括第7透镜组G7。在从广角端至长焦端进行变倍时,所有透镜组改变与相邻的透镜组之间的间隔而沿光轴Z移动。在从广角端至长焦端进行变倍时,第4透镜组G4和第7透镜组G7以相同的移动轨迹移动。在对焦时,第5透镜组G5和第6透镜组G6改变相互间隔而移动。物体侧对焦组包括第5透镜组G5,像侧对焦组包括第6透镜组G6。在从无限远物体向最近物体进行对焦时,物体侧对焦组及像侧对焦组向物体侧移动。

[0597] 第1透镜组G1从物体侧向像侧依次包括透镜L11~L13这3个透镜。第2透镜组G2从物体侧向像侧依次包括透镜L21~L24这4片透镜。

[0598] 第3透镜组G3从物体侧向像侧依次包括孔径光阑St和透镜L31~L32这2片透镜。第4透镜组G4从物体侧向像侧依次包括透镜L41~L42这2片透镜。第5透镜组G5从物体侧向像侧依次包括透镜L51~L52这2片透镜。第6透镜组G6包括透镜L61这1片透镜。第7透镜组G7从物体侧向像侧依次包括透镜L71~L73这3片透镜。

[0599] 关于实施例12的变倍光学系统,将基本透镜数据示于表34,将规格及可变面间隔示于表35,将非球面系数示于表36,将各像差图示于图26。

[0600] [表34] 实施例12

[0601]

Sn	R	D	Nd	v d	θ_{gF}	ED
1	75.2092	1.9998	1.91753	19.12	0.64799	64.00
2	56.9916	4.9581	1.77746	51.36	0.54871	60.05
3	89.4763	0.0500				58.61
4	58.7061	6.9894	1.48749	70.32	0.52917	55.60
5	270.1760	DD[5]				54.56
*6	49.7684	0.9462	1.62597	61.78	0.54356	36.80
*7	15.4526	9.6246				26.32
8	-52.5425	0.6500	1.70706	52.40	0.54948	25.15
9	35.1263	0.0500				23.05
10	29.6028	3.6509	1.84713	22.64	0.62854	22.89
11	32456.2274	3.4372				22.10
12	-21.7802	0.5910	1.72984	54.29	0.54519	21.96
13	-38.1719	DD[13]				22.71
14(St)	∞	1.9513				23.79
*15	171.3135	1.3762	1.80610	40.73	0.56940	25.30
*16	538.9825	0.0500				25.69
17	44.1206	4.1852	1.47099	85.57	0.53488	27.14
18	-137.2287	DD[18]				27.42
19	57.8906	0.7358	1.58122	39.88	0.57956	28.14
20	19.7722	10.6496	1.48849	82.90	0.53665	27.87
21	-33.6095	DD[21]				27.99

22	-25.4202	0.6528	1.96068	32.48	0.58948	25.17
23	-55.9445	0.0500				26.00
24	31.0471	6.7074	1.49710	81.59	0.53752	27.00
25	-45.2227	DD[25]				27.00
*26	-7848.5070	4.6742	1.68885	58.27	0.54210	27.45
*27	-38.3404	DD[27]				28.35
28	-69.7820	2.3282	2.00069	25.43	0.61417	28.32
29	-41.4180	0.0500				28.57
*30	-101.7653	1.2500	1.67311	59.04	0.54249	28.15
*31	39.5433	7.8369				28.02
*32	-23.6676	1.3752	1.67798	54.89	0.54485	28.20
*33	-52.9681	DD[33]				31.05

[0602] [表35]

[0603] 实施例12

[0604]

	Wide	Middle	Tele
Zr	1.0	1.8	2.7
f	24.62	43.93	67.54
FNo.	2.88	2.92	2.92
2 ω [°]	86.2	51.2	34.4
DD[5]	0.30	16.93	27.40
DD[13]	11.52	5.63	2.41
DD[18]	6.25	2.74	1.10
DD[21]	5.06	7.50	9.20
DD[25]	9.03	8.50	8.18
DD[27]	4.09	2.19	0.80
DD[33]	10.30	22.09	34.42

[0605] [表36]

[0606] 实施例12

[0607]

Sn	6	7	15	16
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-4.7146542E-06	-9.5511548E-06	-5.9374073E-06	-2.4961823E-06
A6	6.6134325E-08	4.0791837E-08	-9.5081074E-08	-8.5955264E-08
A8	-2.6847148E-10	-1.4251102E-10	6.4281775E-10	6.2788479E-10
A10	6.9894388E-13	1.8893249E-12	-1.7954931E-12	-2.8264566E-12
A12	-2.1702552E-16	-1.3021399E-14	1.0077100E-15	1.4063447E-14
A14	-2.8705601E-18	5.5014659E-17	2.5671932E-17	-4.1671613E-17
A16	4.6435605E-21	5.0306453E-20	-4.9557330E-20	7.4473072E-20
Sn	26	27	30	31
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-3.3140414E-05	-6.9968305E-06	-1.0191130E-05	-7.5251104E-06
A6	-5.0481111E-08	-4.9375802E-08	-7.1432130E-09	1.3971322E-08
A8	-3.4864316E-11	2.0807142E-10	1.9791761E-10	-1.0108234E-10
A10	8.9129031E-13	2.1314041E-13	-7.0945893E-13	3.4743464E-13
A12	4.6260847E-15	1.4739941E-15	-4.7486449E-15	-7.2865509E-15
A14	-3.8886834E-17	-1.9933983E-17	3.0213378E-17	2.6052757E-17
A16	9.8972591E-20	7.1683506E-20	-2.4786823E-20	-1.8319937E-20
Sn	32	33		
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00		
A4	-8.0498328E-07	-3.9542152E-06		
A6	-2.4383473E-08	-1.6227052E-08		
A8	-5.0149451E-11	-8.1406322E-11		
A10	-1.4469725E-12	2.1560513E-13		
A12	8.5652343E-15	3.4664877E-16		
A14	-1.0058819E-17	1.0759267E-17		
A16	2.0287149E-20	-2.3588749E-20		

[0608] [实施例13]

[0609] 将实施例13的变倍光学系统的结构和移动轨迹示于图27。实施例13的变倍光学系统从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组G1、具有负屈光力的第2透镜组G2、具有正屈光力的第3透镜组G3、具有正屈光力的第4透镜组G4、具有正屈光力的第5透镜组G5、具有正屈光力的第6透镜组G6及具有负屈光力的第7透镜组G7。中间组GM包括第3透镜组G3、第4透镜组G4、第5透镜组G5及第6透镜组G6。最终透镜组GE包括第7透镜组G7。在从广角端至长焦端进行变倍时,所有透镜组改变与相邻的透镜组之间的间隔而沿光轴Z移动。在对焦时,第5透镜组G5和第6透镜组G6改变相互间隔而移动。

[0610] 物体侧对焦组包括第5透镜组G5,像侧对焦组包括第6透镜组G6。在从无限远物体向最近物体进行对焦时,物体侧对焦组及像侧对焦组向物体侧移动。

[0611] 第1透镜组G1从物体侧向像侧依次包括透镜L11~L13这3个透镜。第2透镜组G2从物体侧向像侧依次包括透镜L21~L24这4片透镜。第3透镜组G3从物体侧向像侧依次包括孔径光阑St和透镜L31~L32这2片透镜。第4透镜组G4从物体侧向像侧依次包括透镜L41~L42这2片透镜。第5透镜组G5从物体侧向像侧依次包括透镜L51~L52这2片透镜。第6透镜组G6包括透镜L61这1片透镜。第7透镜组G7从物体侧向像侧依次包括透镜L71~L73这3片透镜。

[0612] 关于实施例13的变倍光学系统,将基本透镜数据示于表37,将规格及可变面间隔示于表38,将非球面系数示于表39,将各像差图示于图28。

[0613] [表37]

[0614] 实施例13

[0615]

Sn	R	D	Nd	v _d	θ _{gF}	ED
1	87.5546	1.9998	1.82155	23.92	0.61972	64.00

2	63.8178	5.2698	1.48749	70.32	0.52917	60.67
3	123.0825	0.0482				59.62
4	54.7271	8.1691	1.48749	70.32	0.52917	55.60
5	473.5191	DD[5]				54.54
*6	35.5731	0.8128	1.88563	40.30	0.56957	31.53
*7	16.4878	7.7519				25.12
8	-68.7503	0.6359	1.57060	57.71	0.54556	24.50
9	34.6778	0.0474				22.18
10	28.3471	2.9234	1.93777	18.11	0.65503	22.39
11	95.3360	3.8698				22.12
12	-24.4374	0.5948	1.78720	50.37	0.55014	22.00
13	-112.5108	DD[13]				22.87
14(St)	∞	0.0000				24.11
*15	108.0960	1.8060	1.80610	40.73	0.56940	24.54
*16	-548.1834	0.0495				24.94
17	48.0267	2.9678	1.73192	46.52	0.56055	26.51
18	2317.3005	DD[18]				26.65
19	60.8067	0.7041	1.63460	34.67	0.59220	27.25
20	17.8974	10.5880	1.54387	74.47	0.54011	27.03
21	-37.8119	DD[21]				27.21
22	-29.0747	0.6549	1.99564	25.57	0.61462	25.05
23	-84.5848	0.0495				25.76
24	29.6882	6.4555	1.49961	81.21	0.53768	27.00
25	-51.2844	DD[25]				27.00
*26	53.6001	6.1640	1.72316	42.52	0.56940	27.91
*27	-49.1560	DD[27]				28.48
28	-75.9453	2.0729	2.00069	25.43	0.61417	28.13
29	-44.5487	0.0492				28.29
*30	373.2497	1.2498	1.78209	50.89	0.54939	27.23
*31	23.6440	11.4866				25.49
*32	-18.9244	1.4360	1.58913	61.15	0.53824	27.83
*33	-37.3079	DD[33]				30.64

[0616] [表38]

[0617] 实施例13

[0618]

	Wide	Middle	Tele
Zr	1.0	1.8	2.7
f	24.63	43.94	67.56
FNo.	2.92	2.91	2.92
$2\omega [^\circ]$	86.2	51.0	34.4

DD[5]	0.30	16.13	23.41
DD[13]	9.86	5.29	2.30
DD[18]	7.51	4.01	1.10
DD[21]	5.22	7.32	9.59
DD[25]	4.02	2.96	2.39
DD[27]	1.69	0.80	0.80
DD[33]	10.20	22.16	34.26

[0619] [表39]

[0620] 实施例13

Sn	6	7	15	16
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-2.9392618E-07	-1.4442742E-06	-1.5352604E-05	-9.3234909E-06
A6	3.1577789E-08	7.3114714E-08	1.0719593E-07	4.9777011E-08
A8	-6.4178148E-11	-1.0356355E-09	-3.2124019E-09	-1.6140513E-09
A10	-4.6695420E-14	1.8143934E-11	4.0484897E-11	1.6107474E-11
A12	2.8807576E-15	-1.3905039E-13	-2.6504752E-13	-6.9144171E-14
A14	-7.9286288E-18	5.2352688E-16	9.8353457E-16	1.5329821E-16
A16	4.0094786E-21	-1.6460582E-19	-1.4498829E-18	-6.1093799E-21

Sn	26	27	30	31
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-3.0725495E-05	-3.0156513E-06	-1.1102964E-05	-1.2939260E-05
A6	-6.4454551E-08	-7.6034820E-08	2.5281002E-08	4.7363409E-08
A8	-1.2524200E-10	1.9476575E-10	3.9404305E-10	-2.1129437E-10
A10	3.5286348E-14	-7.4299641E-14	-2.1830415E-12	2.1455404E-12
A12	6.7637644E-15	2.6343627E-15	3.5016164E-15	-2.7340447E-16
A14	-1.3120622E-17	-1.4125361E-17	3.2668517E-17	-3.5016143E-17
A16	3.1494715E-20	6.8040439E-20	-8.3089400E-20	4.6153089E-19

Sn	32	33
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-1.5053362E-05	-1.5952854E-05
A6	-4.0909876E-09	1.0631828E-08
A8	3.6045461E-10	2.5327615E-10
A10	-2.8022382E-12	-8.0549478E-13
A12	3.3075902E-14	7.6673088E-15
A14	1.0050611E-16	9.7747279E-18
A16	-5.5886075E-19	-1.0701049E-19

[0622] [实施例14]

[0623] 将实施例14的变倍光学系统的结构和移动轨迹示于图29。实施例14的变倍光学系统从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组G1、具有负屈光力的第2透镜组G2、具有正屈光力的第3透镜组G3、具有正屈光力的第4透镜组G4、具有正屈光力的第5透镜组G5、具有正屈光力的第6透镜组G6及具有负屈光力的第7透镜组G7。中间组GM包括第3透镜组G3、第4透镜组G4、第5透镜组G5及第6透镜组G6。最终透镜组GE包括第7透镜组G7。在从广角端至长焦端进行变倍时,所有透镜组改变与相邻的透镜组之间的间隔而沿光轴Z移动。在对焦时,第5透镜组G5和第6透镜组G6改变相互间隔而移动。

[0624] 物体侧对焦组包括第5透镜组G5,像侧对焦组包括第6透镜组G6。在从无限远物体向最近物体进行对焦时,物体侧对焦组及像侧对焦组向物体侧移动。

[0625] 第1透镜组G1从物体侧向像侧依次包括透镜L11~L13这3个透镜。第2透镜组G2从物体侧向像侧依次包括透镜L21~L24这4片透镜。第3透镜组G3从物体侧向像侧依次包括孔

径光阑St和透镜L31~L32这2片透镜。第4透镜组G4从物体侧向像侧依次包括透镜L41~L42这2片透镜。第5透镜组G5从物体侧向像侧依次包括透镜L51~L52这2片透镜。第6透镜组G6包括透镜L61这1片透镜。第7透镜组G7从物体侧向像侧依次包括透镜L71~L73这3片透镜。

[0626] 关于实施例14的变倍光学系统,将基本透镜数据示于表40,将规格及可变面间隔示于表41,将非球面系数示于表42,将各像差图示于图30。

[0627] [表40]实施例14

[0628]

Sn	R	D	Nd	v d	θ_{gF}	ED
1	85.4035	1.9998	1.84615	22.69	0.62832	64.00
2	62.9483	5.2702	1.48749	70.32	0.52917	59.87
3	123.4398	0.0248				58.87
4	58.2891	7.6776	1.48749	70.32	0.52917	55.60
5	524.7122	DD[5]				54.58
*6	34.5620	0.7908	1.89821	39.01	0.57273	30.69
*7	16.4764	7.4776				24.42
8	-78.5835	0.6164	1.52347	77.58	0.53901	23.77
9	33.0723	0.0362				21.44
10	30.6628	2.6945	1.92623	19.06	0.64878	21.51
11	114.3505	3.1413				21.30
*12	-24.4275	0.5759	1.77150	51.97	0.54783	21.28
*13	-113.2017	DD[13]				22.17
14(St)	∞	0.0000				23.26
*15	110.9526	1.6761	1.80610	40.73	0.56940	23.82
*16	-508.0808	0.0351				24.09
17	47.1874	2.9278	1.71841	56.80	0.54255	25.52
18	-2250.0033	DD[18]				25.70
19	57.4011	0.6842	1.64106	34.98	0.59111	26.43
20	19.0219	9.7773	1.53945	75.14	0.53987	26.35
21	-34.5952	DD[21]				26.60
22	-28.0146	0.6543	2.00000	26.87	0.60688	24.82
23	-83.9027	0.0411				25.61
24	29.2078	6.5859	1.49229	82.32	0.53704	27.00
25	-49.4474	DD[25]				27.00
*26	52.6945	5.0308	1.75166	47.59	0.55745	27.76
*27	-47.9160	DD[27]				27.98
28	-80.6573	2.1705	2.00069	25.43	0.61417	27.58
29	-43.1507	0.0325				27.70
*30	717.1820	1.2499	1.79919	49.14	0.55213	26.60
*31	22.7717	10.6934				25.00
*32	-18.6246	1.3748	1.58913	61.15	0.53824	26.99

*33	-44.6204	DD[33]				30.40
-----	----------	--------	--	--	--	-------

[0629] [表41]

[0630] 实施例14

[0631]

	Wide	Middle	Tele
Zr	1.0	1.8	2.7
f	23.80	42.46	65.28
FNo.	2.91	2.91	2.92
$2\omega [^\circ]$	87.6	52.6	35.2
DD[5]	0.28	10.66	23.48
DD[13]	10.28	4.36	2.28
DD[18]	7.05	3.17	1.09
DD[21]	4.98	6.92	9.30
DD[25]	3.02	2.63	1.70
DD[27]	1.65	1.36	0.77
DD[33]	9.18	20.72	30.77

[0632] [表42]

[0633] 实施例14

Sn	6	7	12	13
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	9.6517032E-07	2.1971801E-06	6.2334226E-06	2.2895531E-06
A6	4.2582137E-08	8.4648988E-08	-3.8335009E-07	-4.0880590E-07
A8	-3.0156831E-11	-6.1447676E-10	5.1575730E-09	6.7926866E-09
A10	-5.8755308E-14	1.6757112E-11	-7.8513476E-12	-5.9054169E-11
A12	2.6855278E-15	-1.2676081E-13	-5.2420178E-13	2.6286582E-13
A14	-7.1924907E-18	4.7076597E-16	5.0733069E-15	-6.1664229E-16
A16	1.2433400E-21	4.7765098E-19	-1.5416358E-17	4.1130290E-19
Sn	15	16	26	27
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-1.6647970E-05	-9.9876828E-06	-3.1276954E-05	-1.9827555E-06
A6	5.9418111E-08	3.1108673E-08	-6.6143623E-08	-7.7208827E-08
A8	-2.3440632E-09	-1.1898758E-09	-1.2757217E-10	2.1382934E-10
A10	4.5172763E-11	2.2522672E-11	8.4236667E-14	-1.8124646E-13
A12	-3.0659204E-13	-1.0934229E-13	7.3735802E-15	2.9018663E-15
A14	1.0023180E-15	1.7895856E-16	-9.3213318E-18	-1.2021732E-17
A16	-1.1490443E-18	2.6293223E-19	4.0322450E-20	9.9134615E-20
Sn	30	31	32	33
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-1.3935433E-05	-1.3122722E-05	-1.6735132E-05	-1.9522331E-05
A6	1.1578083E-08	2.8003197E-08	-1.2930296E-08	1.3426163E-08
A8	4.2393057E-10	-2.5948391E-10	2.3148322E-10	1.5708659E-10
A10	-2.1487448E-12	2.3530290E-12	-2.6128486E-12	-5.8801418E-13
A12	4.5720911E-15	1.0011901E-15	3.3019349E-14	8.4116713E-15
A14	3.7645438E-17	-1.1079106E-17	1.2021819E-16	8.2729441E-18
A16	-1.3677179E-19	4.3824880E-19	-4.7017366E-19	-1.1999315E-19

[0634] [实施例15]

[0636] 将实施例15的变倍光学系统的结构和移动轨迹示于图31。实施例15的变倍光学系

统从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组G1、具有负屈光力的第2透镜组G2、具有正屈光力的第3透镜组G3、具有正屈光力的第4透镜组G4、具有正屈光力的第5透镜组G5及具有负屈光力的第6透镜组G6。中间组GM包括第3透镜组G3、第4透镜组G4及第5透镜组G5。最终透镜组GE包括第6透镜组G6。在从广角端至长焦端进行变倍时,所有透镜组改变与相邻的透镜组之间的间隔而沿光轴Z移动。对焦组包括第5透镜组G5,在从无限远物体向最近物体进行对焦时,对焦组向物体侧移动。

[0637] 第1透镜组G1从物体侧向像侧依次包括透镜L11~L13这3个透镜。第2透镜组G2从物体侧向像侧依次包括透镜L21~L24这4片透镜。第3透镜组G3从物体侧向像侧依次包括孔径光阑St和透镜L31~L32这2片透镜。第4透镜组G4从物体侧向像侧依次包括透镜L41~L42这2片透镜。第5透镜组G5从物体侧向像侧依次包括透镜L51~L53这3片透镜。第6透镜组G6从物体侧向像侧依次包括透镜L61~L63这3片透镜。

[0638] 关于实施例15的变倍光学系统,将基本透镜数据示于表43,将规格及可变面间隔示于表44,将非球面系数示于表45,将各像差图示于图32。

[0639] [表43]

[0640] 实施例15

[0641]

Sn	R	D	Nd	v d	θgF	ED
1	71.7165	1.5744	1.80610	33.34	0.59048	63.00
2	51.7543	7.1666	1.48749	70.32	0.52917	59.27
3	118.3569	0.0425				57.94
4	58.1591	7.0752	1.48749	70.32	0.52917	54.40
5	326.7696	DD[5]				53.36
*6	67.0295	0.9124	1.75480	46.34	0.56010	36.50
*7	16.9661	9.2604				27.11
8	-68.9715	0.6794	1.60686	64.77	0.54344	26.20
9	43.5666	0.0375				24.50
10	37.5254	4.1274	1.82212	23.89	0.61978	24.38
11	-181.9522	2.5020				23.49
12	-26.5160	0.7383	1.62123	48.89	0.55956	23.28
13	-75.9754	DD[13]				23.83
14(St)	∞	2.5004				24.41
*15	80.7969	2.1077	1.80610	40.73	0.56940	27.19
*16	1933.9999	0.0467				27.47
17	45.1890	5.0530	1.56574	71.14	0.54125	28.83
18	-92.0999	DD[18]				28.93
19	69.5984	0.7412	1.82484	28.31	0.60626	28.69
20	24.7147	8.3427	1.47027	85.68	0.53481	27.88
21	-45.5955	DD[21]				27.95
22	-23.0319	0.6263	1.84234	36.55	0.58110	22.60
23	-51.6476	0.0422				24.12

24	42.5318	6.6150	1.55224	73.19	0.54054	27.58
25	-37.1890	8.2722				28.00
*26	-125.9263	2.8750	1.80610	40.73	0.56940	28.88
*27	-44.9594	DD[27]				29.45
28	-62.6025	2.8168	2.00069	25.46	0.61402	30.18
29	-36.5748	0.0416				30.56
*30	-47.4647	1.7500	1.80610	40.73	0.56940	30.43
*31	-157.7842	4.2271				31.00
*32	-21.2612	0.8538	1.72207	56.62	0.54261	30.70
*33	-83.5279	DD[33]				33.15

[0642] [表44]

[0643] 实施例15

[0644]

	Wide	Middle	Tele
Zr	1.0	1.8	2.7
f	24.70	44.07	67.77
FNo.	2.88	2.88	2.88
$2\omega [^\circ]$	86.4	50.8	34.0
DD[5]	0.19	16.74	27.26
DD[13]	15.69	5.81	2.30
DD[18]	6.86	3.39	0.39
DD[21]	5.95	14.28	24.77
DD[27]	5.08	5.31	2.10
DD[33]	10.29	15.93	23.05

[0645] [表45]

[0646] 实施例15

[0647]

Sn	6	7	15	16
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	1.1036932E-06	-2.2423124E-06	-1.0257433E-05	-7.6000424E-06
A6	2.9043890E-08	5.7723241E-08	3.5349587E-08	1.6865410E-08
A8	-8.9530650E-11	-3.9012234E-10	-1.3264724E-09	-8.6274860E-10
A10	9.7078630E-14	3.3090536E-12	1.4470778E-11	8.1105564E-12
A12	2.2573298E-16	1.3414955E-14	-6.4379652E-14	-2.0664755E-14
A14	-4.8410666E-19	-2.4276706E-16	1.2003307E-16	-3.2852965E-17
A16	8.7362899E-23	8.6463191E-19	-1.8727857E-20	1.9898671E-19
Sn	26	27	30	31
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-1.2703043E-05	2.6915314E-06	5.6437214E-06	-1.7218479E-06
A6	-6.8121481E-09	-2.2771890E-08	-5.4747355E-08	-4.7032348E-08
A8	1.6318339E-10	3.9441425E-10	6.6670167E-11	-2.1570624E-10
A10	5.5216617E-13	-2.9743911E-13	-5.1088299E-13	-8.3446845E-13
A12	-2.4908390E-15	-3.1978141E-15	-5.6821050E-15	-3.5749129E-15
A14	-1.3358759E-17	2.1580037E-19	2.3678965E-17	9.7811096E-18
A16	2.3995456E-20	5.1096728E-21	5.7056044E-21	4.3690085E-20
Sn	32	33		
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00		
A4	-4.5061472E-06	-5.4743998E-06		
A6	2.1922897E-08	2.3766330E-08		
A8	-1.3292646E-10	2.5355044E-11		
A10	2.8295936E-13	6.0447032E-13		
A12	1.6531518E-15	-3.4051150E-16		
A14	-1.1131348E-17	-3.2322146E-18		
A16	2.7661392E-20	1.2192440E-21		

[0648] [实施例16]

[0649] 将实施例16的变倍光学系统的结构和移动轨迹示于图33。实施例16的变倍光学系统从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组G1、具有负屈光力的第2透镜组G2、具有正屈光力的第3透镜组G3、具有正屈光力的第4透镜组G4、具有负屈光力的第5透镜组G5及具有正屈光力的第6透镜组G6。中间组GM包括第3透镜组G3、第4透镜组G4及第5透镜组G5。最终透镜组GE包括第6透镜组G6。在从广角端至长焦端进行变倍时,所有透镜组改变与相邻的透镜组之间的间隔而沿光轴Z移动。对焦组包括第5透镜组G5,在从无限远物体向最近物体进行对焦时,对焦组向像侧移动。

[0650] 第1透镜组G1从物体侧向像侧依次包括透镜L11~L13这3个透镜。第2透镜组G2从物体侧向像侧依次包括透镜L21~L24这4片透镜。第3透镜组G3从物体侧向像侧依次包括孔径光阑St和透镜L31~L32这2片透镜。第4透镜组G4从物体侧向像侧依次包括透镜L41~L44这4片透镜。第5透镜组G5从物体侧向像侧依次包括透镜L51~L53这3片透镜。第6透镜组G6包括透镜L61这1片透镜。

[0651] 关于实施例16的变倍光学系统,将基本透镜数据示于表46,将规格及可变面间隔示于表47,将非球面系数示于表48,将各像差图示于图34。

[0652] [表46]实施例16

[0653]

Sn	R	D	Nd	v d	θgF	ED
1	185.4356	1.6998	2.00069	25.46	0.61402	68.00
2	117.0846	5.8609	1.77406	51.71	0.54821	65.47

3	3139.3192	0.0487				64.41
4	96.4814	4.8581	1.48749	70.32	0.52917	57.40
5	478.2547	DD[5]				56.51
*6	199.6561	1.1669	1.46766	86.08	0.53454	45.59
*7	16.9403	10.2003				29.80
8	-86.0681	0.7582	1.51856	78.32	0.53874	29.34
9	33.3739	0.0427				26.77
10	27.3870	4.5743	1.79904	25.55	0.61601	26.58
11	67.6044	4.6388				25.11
12	-31.1136	0.6295	1.65135	33.47	0.59535	24.25
13	-58.9444	DD[13]				24.06
14(St)	∞	0.0251				23.86
*15	36.2874	1.9618	1.86274	42.64	0.56440	24.98
*16	56.9214	3.6533				24.90
17	92.7198	2.2538	1.43751	90.67	0.53149	26.01
18	-1400.8606	DD[18]				26.19
*19	48.7951	3.7069	1.72404	56.52	0.54265	26.93
*20	-76.1333	0.0478				26.62
21	-935.4759	0.6893	1.78084	32.11	0.59579	26.61
22	22.7013	10.0138	1.47622	84.77	0.53541	26.26
23	-62.0200	0.0490				27.20
*24	63.7975	7.7424	1.49146	82.45	0.53695	28.40
*25	-24.5473	DD[25]				28.86
26	141.9261	2.4270	2.00069	25.46	0.61402	27.16
27	-185.1221	0.0440				26.89
28	414.1101	0.6857	1.71857	55.70	0.54369	26.46
29	20.9709	13.8466				24.84
*30	-25.7406	0.8009	1.64929	58.37	0.54288	27.38
*31	-256.4710	DD[31]				31.02
32	85.5278	5.8393	1.63645	51.62	0.55359	34.60
33	-68.7096	DD[33]				35.48

[0654] [表47] 实施例16

[0655]

	Wide	Middle	Tele
Zr	1.0	1.8	2.7
f	24.80	44.26	68.04
FNo.	2.96	2.96	2.99
$2\omega [^\circ]$	85.8	50.8	34.4
DD[5]	0.10	15.62	29.77
DD[13]	17.48	8.04	2.41

DD[18]	8.31	3.27	1.24
DD[25]	1.25	0.42	0.10
DD[31]	1.67	7.90	11.50
DD[33]	13.75	24.12	35.36

[0656] [表48]

[0657] 实施例16

Sn	6	7	15	16
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	2.5469102E-06	-5.2717243E-07	-9.0722428E-06	-4.9248318E-06
A6	-7.2024967E-09	-1.8199500E-08	-8.8502931E-09	-5.6202599E-09
A8	1.4631279E-11	-4.2103669E-11	1.2064809E-10	1.8864902E-10
A10	-8.3648553E-15	2.2738805E-12	2.0158699E-13	-2.1214489E-12
A12	-1.2833786E-17	-2.9710199E-14	-9.6141761E-15	1.9012844E-14
A14	8.4633837E-21	1.4795629E-16	6.9622346E-17	-8.6339017E-17
A16	7.9641911E-24	-2.6889984E-19	-4.8239777E-20	2.9680328E-19

[0658]

Sn	19	20	24	25
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	2.2374124E-06	2.5543559E-05	4.1888744E-06	8.9013675E-06
A6	5.7951812E-08	4.8887875E-08	-2.4007256E-09	-1.1585378E-08
A8	3.6575373E-11	3.9726823E-11	-1.0048425E-10	-1.5935084E-11
A10	-3.3696567E-13	1.1108140E-13	3.3110235E-13	2.2851729E-13
A12	2.3359809E-15	3.0651424E-15	8.1165548E-16	-1.2871618E-15
A14	5.7524765E-18	-1.3003962E-17	-2.6551801E-18	8.6685664E-18
A16	-9.6498121E-20	-6.7289060E-20	-4.9161400E-21	-2.1837520E-20

Sn	30	31
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-1.1372577E-05	-1.1039946E-05
A6	-3.5269759E-08	3.1214051E-08
A8	9.7011152E-10	1.3859406E-10
A10	-7.0839104E-12	-9.8498859E-13
A12	7.7531710E-15	-1.8048246E-15
A14	1.2060816E-16	2.9173253E-17
A16	-3.9031436E-19	-6.3776388E-20

[0659] [实施例17]

[0660] 将实施例17的变倍光学系统的结构和移动轨迹示于图35。实施例17的变倍光学系统从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组G1、具有负屈光力的第2透镜组G2、具有正屈光力的第3透镜组G3、具有正屈光力的第4透镜组G4、具有负屈光力的第5透镜组G5、具有负屈光力的第6透镜组G6及具有正屈光力的第7透镜组G7。中间组GM包括第3透镜组G3、第4透镜组G4、第5透镜组G5及第6透镜组G6。最终透镜组GE包括第7透镜组G7。在从广角端至长焦端进行变倍时,所有透镜组改变与相邻的透镜组之间的间隔而沿光轴Z移动。在从广角端至长焦端进行变倍时,第4透镜组G4和第6透镜组G6以相同的移动轨迹移动。

[0661] 对焦组包括第5透镜组G5,在从无限远物体向最近物体进行对焦时,对焦组向像侧移动。

[0662] 第1透镜组G1从物体侧向像侧依次包括透镜L11~L13这3个透镜。第2透镜组G2从物体侧向像侧依次包括透镜L21~L24这4片透镜。第3透镜组G3从物体侧向像侧依次包括孔径光阑St和透镜L31~L32这2片透镜。第4透镜组G4从物体侧向像侧依次包括透镜L41~L44

这4片透镜。第5透镜组G5从物体侧向像侧依次包括透镜L51~L53这3片透镜。第6透镜组G6包括透镜L61这1片透镜。第7透镜组G7包括透镜L71这1片透镜。

[0663] 关于实施例17的变倍光学系统,将基本透镜数据示于表49,将规格及可变面间隔示于表50,将非球面系数示于表51,将各像差图示于图36。

[0664] [表49]

[0665] 实施例17

[0666]

Sn	R	D	Nd	v d	θ_{gF}	ED
1	136.9731	1.6053	1.80610	33.34	0.59048	64.00
2	117.6942	5.0055	1.48749	70.32	0.52917	62.95
3	675.3812	0.0498				62.26
4	48.8423	8.4506	1.48749	70.32	0.52917	56.48
5	178.2122	DD[5]				55.02
*6	239.9152	1.0850	1.57768	69.32	0.54187	38.41
*7	15.7158	8.9666				26.00
8	-44.9482	0.6647	1.43822	77.24	0.52569	25.63
9	31.6570	0.1000				23.54
10	27.7816	2.8847	1.99455	23.34	0.62718	23.42
11	56.1654	3.9590				22.57
12	-26.1327	1.3604	1.72401	28.80	0.60702	22.32
13	-37.5757	DD[13]				22.34
14(St)	∞	0.0000				22.70
*15	83.2529	1.7981	1.61881	63.85	0.54182	23.23
*16	-1601.3278	0.0498				23.49
17	54.3714	3.0457	1.45935	87.34	0.53370	24.28
18	-133.5754	DD[18]				24.51
*19	139.1196	1.9939	1.88882	39.97	0.57034	24.72
*20	-86.4991	1.7416				25.02
21	-91.9752	0.6852	1.83980	32.70	0.59230	25.18
22	35.5534	7.5648	1.43789	90.61	0.53153	25.91
23	-26.1917	1.6363				26.63
*24	68.8964	7.3236	1.50344	80.63	0.53790	28.00
*25	-23.5601	DD[25]				28.47
26	72.0742	4.2934	2.00069	25.46	0.61402	26.60
27	-94.0152	0.0496				26.04
28	-148.7356	0.9012	1.90700	33.67	0.58759	25.68
29	20.2136	5.9839				23.83
*30	-60.0086	1.6719	1.85222	43.72	0.56238	24.01
*31	-226.2105	DD[31]				26.32
*32	2247.7361	1.9441	1.51633	64.06	0.53345	32.41

*33	221.0369	DD[33]				33.31
34	115.7596	3.4325	2.00069	25.46	0.61402	36.87
35	-237.2568	DD[35]				37.00

[0667] [表50]

[0668] 实施例17

[0669]

	Wide	Middle	Tele
Zr	1.0	1.8	2.7
f	24.30	43.36	66.66
FNo.	2.88	2.88	2.89
2 ω [°]	86.4	53.4	36.4
DD[5]	0.20	10.86	25.06
DD[13]	13.71	6.08	2.84
DD[18]	11.86	3.03	0.10
DD[25]	2.75	1.44	0.10
DD[31]	2.49	3.80	5.14
DD[33]	1.15	11.15	14.32
DD[35]	15.57	22.28	30.41

[0670] [表51]

[0671] 实施例17

[0672]

Sn	6	7	15	16
----	---	---	----	----

[0673]

KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	1.8967485E-06	-4.4291037E-06	-8.9473921E-06	-2.6776803E-06
A6	1.3071412E-08	-3.0892906E-08	3.3081433E-08	-6.1548517E-08
A8	-3.9138465E-11	8.6212858E-10	-2.3258440E-09	5.2897706E-10
A10	6.1596397E-14	-1.5293364E-11	5.2339350E-11	4.1697655E-12
A12	-7.1606027E-17	1.4696088E-13	-5.3602181E-13	-8.3938970E-14
A14	1.5379082E-19	-7.1042848E-16	2.7714180E-15	5.2452990E-16
A16	-1.6555453E-22	1.3712234E-18	-5.2267044E-18	-6.1397967E-19
Sn	19	20	24	25
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-1.3038963E-06	1.6821050E-05	-5.2303033E-06	7.8077433E-06
A6	2.7644447E-08	5.1851520E-08	1.3026200E-08	-1.4844575E-08
A8	2.8554222E-11	-4.2841234E-11	-5.3826090E-11	1.8466236E-11
A10	-1.9664454E-12	-2.4879539E-12	9.6396584E-14	1.8536672E-13
A12	-1.6605886E-14	-5.4703866E-16	-2.5909061E-16	-1.5549400E-15
A14	4.5547146E-18	-1.2711904E-16	1.3602634E-18	6.0573817E-18
A16	1.3265042E-20	4.3670338E-19	-2.1813592E-21	-8.7467654E-21
Sn	30	31	32	33
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-3.1806044E-05	-1.5865322E-05	1.7434673E-05	-3.2311781E-06
A6	-3.2588608E-08	1.1977742E-08	-1.5946560E-08	-1.1915129E-08
A8	2.8866723E-10	1.3307521E-10	-5.0866783E-11	3.6375797E-11
A10	-1.1902039E-12	7.9755986E-13	3.8908653E-13	-7.3304571E-14
A12	7.2570790E-15	-1.8700259E-16	5.3572229E-16	2.4504329E-16
A14	-1.5488588E-17	-1.8131290E-17	-5.9042897E-18	2.5717501E-18
A16	6.8324230E-20	5.5961098E-20	2.5968589E-21	-1.3092513E-20

[0674] [实施例18]

[0675] 将实施例18的变倍光学系统的结构和移动轨迹示于图37。实施例18的变倍光学系统从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组G1、具有负屈光力的第2透镜组G2、具有正屈光力的第3透镜组G3、具有正屈光力的第4透镜组G4、具有负屈光力的第5透镜组G5、具有负屈光力的第6透镜组G6及具有正屈光力的第7透镜组G7。中间组GM包括第3透镜组G3、第4透镜组G4、第5透镜组G5及第6透镜组G6。最终透镜组GE包括第7透镜组G7。在从广角端至长焦端进行变倍时,所有透镜组改变与相邻的透镜组之间的间隔而沿光轴Z移动。在对焦时,第5透镜组G5和第6透镜组G6改变相互间隔而移动。

[0676] 物体侧对焦组包括第5透镜组G5,像侧对焦组包括第6透镜组G6。在从无限远物体向最近物体进行对焦时,物体侧对焦组及像侧对焦组向像侧移动。

[0677] 第1透镜组G1从物体侧向像侧依次包括透镜L11~L13这3个透镜。第2透镜组G2从物体侧向像侧依次包括透镜L21~L24这4片透镜。第3透镜组G3从物体侧到像侧依次包括开口光圈St和透镜L31~L33这3片透镜。第4透镜组G4从物体侧向像侧依次包括透镜L41~L44这4片透镜。第5透镜组G5从物体侧向像侧依次包括透镜L51~L52这2片透镜。第6透镜组G6包括透镜L61这1片透镜。第7透镜组G7包括透镜L71这1片透镜。

[0678] 关于实施例18的变倍光学系统,将基本透镜数据示于表52,将规格及可变面间隔示于表53,将非球面系数示于表54,将各像差图示于图38。

[0679] [表52]

[0680] 实施例18

[0681]

Sn	R	D	Nd	v d	0gF	ED
----	---	---	----	-----	-----	----

1	1547.4089	1.6633	1.89947	20.03	0.64175	66.00
2	312.4311	3.4919	1.54964	73.59	0.54040	65.25
3	-763.7402	0.0462				64.97
4	67.3550	6.9318	1.73505	55.70	0.54312	61.37
5	272.3923	DD[5]				60.56
*6	95.7170	1.0011	1.79999	49.06	0.55229	38.97
*7	18.8909	8.9298				29.55
8	-60.2098	0.7664	1.49861	81.36	0.53762	29.63
9	36.1654	0.0382				27.33
10	29.8797	3.6778	1.87327	24.90	0.61792	27.17
11	102.6257	4.6582				26.42
12	-24.8651	0.6863	1.50964	79.68	0.53825	26.41
13	-53.8647	DD[13]				26.25
14(St)	∞	1.5001				22.36
15	56.4923	2.8950	1.94036	20.99	0.63874	24.65
16	-192.6816	2.8817				24.82
17	37.9050	6.8846	1.46118	87.06	0.53389	25.76
18	-26.8241	0.6710	1.83567	28.00	0.60700	25.61
19	234.8691	DD[19]				26.17
*20	85.8723	4.2047	1.81534	47.49	0.55533	27.17
*21	-40.5913	0.0460				27.53
22	-55.3176	0.6993	1.81400	24.30	0.61898	27.16
23	23.8053	6.7430	1.45767	87.60	0.53353	27.51
24	-90.1705	0.0411				28.09
*25	57.4395	5.2802	1.82051	46.95	0.55637	29.50
*26	-49.2731	DD[26]				30.02
27	257.6459	3.7084	1.94172	20.30	0.64210	30.66
28	-56.6320	0.0463				30.65
29	256.1702	0.7447	1.72095	52.83	0.54817	29.12
30	24.1217	DD[30]				27.34
*31	-44.0389	0.8336	1.78792	40.02	0.57317	30.40
*32	-570.1594	DD[32]				32.02
33	131.2105	2.8761	1.84218	22.89	0.62689	37.43
34	-387.5090	DD[34]				37.60

[0682] [表53] 实施例18

[0683]

	Wide	Middle	Tele
Zr	1.0	1.8	2.7
f	24.74	44.15	67.88
FNo.	2.88	2.88	2.88

2ω [°]	87.0	50.8	33.8
DD[5]	1.50	18.70	35.15
DD[13]	13.09	4.77	1.99
DD[19]	6.99	3.19	1.90
DD[26]	2.68	2.60	1.49
DD[30]	11.17	10.71	7.01
DD[32]	8.13	15.81	22.62
DD[34]	11.99	17.18	26.87

[0684] [表54] 实施例18

Sn	6	7	20	21
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00

[0685]

A4	1.6748778E-06	-2.1901392E-07	-1.4235701E-05	-1.3404796E-06
A6	9.3567145E-10	3.2358328E-09	7.9010412E-09	-1.7132843E-08
A8	-2.5675374E-13	-2.7597416E-11	-3.8316762E-10	-2.1293958E-10
A10	-2.4066671E-16	3.2956806E-13	4.3270074E-13	-1.6903496E-13
A12	-1.4630071E-18	-1.8812519E-15	4.7049041E-15	6.9590220E-15
A14	2.3832628E-20	4.9434154E-18	-2.3269002E-17	-2.5807587E-17

[0686]

Sn	25	26	31	32
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-2.6815580E-06	3.0654617E-06	-6.9920446E-06	-4.0168853E-06
A6	-2.2873420E-08	-2.7256492E-08	1.6551333E-08	3.0119064E-08
A8	-2.8047284E-11	-7.8961653E-12	4.0696402E-11	1.1726498E-11
A10	9.6187136E-14	-1.4578976E-13	-1.7431325E-13	-3.4001002E-13
A12	-3.3854794E-16	5.2286841E-17	2.7964840E-16	1.4736371E-15
A14	1.3721626E-18	5.5570182E-19	1.5543444E-18	-1.8127478E-18

[0687] [实施例19]

[0688] 将实施例19的变倍光学系统的结构和移动轨迹示于图39。实施例19的变倍光学系统从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组G1、具有负屈光力的第2透镜组G2、具有正屈光力的第3透镜组G3、具有负屈光力的第4透镜组G4、具有负屈光力的第5透镜组G5及具有正屈光力的第6透镜组G6。中间组GM包括第3透镜组G3、第4透镜组G4及第5透镜组G5。最终透镜组GE包括第6透镜组G6。在从广角端至长焦端进行变倍时,所有透镜组改变与相邻的透镜组之间的间隔而沿光轴Z移动。在对焦时,第4透镜组G4和第5透镜组G5改变相互间隔而移动。物体侧对焦组包括第4透镜组G4,像侧对焦组包括第5透镜组G5。在从无限远物体向最近物体进行对焦时,物体侧对焦组及像侧对焦组向像侧移动。

[0689] 第1透镜组G1从物体侧向像侧依次包括透镜L11~L13这3个透镜。第2透镜组G2从物体侧向像侧依次包括透镜L21~L24这4片透镜。第3透镜组G3从物体侧向像侧依次包括孔径光阑St和透镜L31~L37这7片透镜。第4透镜组G4从物体侧向像侧依次包括透镜L41~L42这2片透镜。第5透镜组G5包括透镜L51这1片透镜。第6透镜组G6包括透镜L61这1片透镜。

[0690] 关于实施例19的变倍光学系统,将基本透镜数据示于表55,将规格及可变面间隔示于表56,将非球面系数示于表57,将各像差图示于图40。

[0691] [表55]

[0692] 实施例19

[0693]

Sn	R	D	Nd	v d	θ gF	ED
1	67.6162	1.7823	1.89128	20.44	0.63907	63.40
2	47.0267	6.0055	1.69935	42.76	0.56967	59.91
3	75.8674	0.0500				59.11
4	61.0691	7.0896	1.75166	54.00	0.54490	58.32
5	267.5022	DD[5]				57.39
*6	116.8122	1.0787	1.87819	41.06	0.56791	41.57
*7	19.4226	12.0273				32.22

[0694]

8	-32.5913	0.7636	1.58724	66.18	0.54185	29.41
9	34.1721	0.1357				27.01
10	31.3114	5.4204	1.89064	21.10	0.63635	27.06
11	-88.6457	3.9587				26.55
12	-21.2305	0.7279	1.89706	30.69	0.59701	25.91
13	-34.5978	DD[13]				26.64
14 (St)	∞	1.1881				23.58
15	31.9151	4.6635	1.80928	48.11	0.55413	25.83
16	-126.2166	0.0500				25.69
17	32.0782	5.3145	1.43602	90.89	0.53134	24.52
18	-47.5645	0.6914	1.98063	28.34	0.60247	23.83
19	46.8120	5.7632				23.08
*20	-494.5413	1.2890	1.89995	34.33	0.58588	23.32
*21	-59.5168	0.2122				23.90
22	-59.8722	0.8118	1.73632	36.82	0.58324	24.14
23	32.8531	6.3343	1.46930	85.83	0.53471	25.55
24	-38.9610	0.0502				26.35
*25	56.5580	7.5792	1.61876	62.91	0.54387	28.50
*26	-26.6409	DD[26]				28.87
27	-138.3063	1.8127	1.89322	20.34	0.63959	26.87
28	-64.5186	0.0500				26.76
29	40.4844	0.6263	1.73786	55.42	0.54334	24.80
30	21.0277	DD[30]				23.84
*31	-22.0098	0.7500	1.89262	39.58	0.57131	25.80
*32	-40.5848	DD[32]				27.72
33	-139.6982	2.0185	1.89987	32.89	0.59005	35.60
34	-78.1045	DD[34]				36.00

[0695] [表56]

[0696] 实施例19

[0697]

	Wide	Middle	Tele
Zr	1.0	1.8	2.7
f	25.89	46.21	71.04
FNo.	3.29	3.30	3.30
2ω [°]	83.2	50.4	33.2
DD[5]	1.45	8.57	24.63
DD[13]	14.08	4.70	2.00
DD[26]	1.79	2.85	1.62
DD[30]	14.75	13.12	11.57
DD[32]	3.27	23.47	22.65
DD[34]	17.39	14.76	29.99

[0698] [表57]

[0699] 实施例19

[0700]	Sn	6	7	20	21
	KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
	A4	4.0401732E-06	-2.3500895E-06	-4.9584291E-05	-6.7490827E-06
	A6	-1.3280248E-08	-2.6584415E-08	-1.8283050E-07	-1.8135541E-07
	A8	3.8720961E-11	2.7079495E-11	-9.7302478E-10	-9.4793942E-10
	A10	-4.3561529E-14	-5.7407810E-13	-4.4290756E-12	-1.9897443E-12
	A12	-2.3575289E-17	-3.5856090E-16	7.1773774E-14	5.0374745E-14
	A14	5.1883149E-20	1.4775205E-17	-1.0339759E-16	-9.1670347E-18
	A16	9.4485970E-24	-6.3234363E-20	-1.7797546E-20	-3.2119780E-19
	Sn	25	26	31	32
[0701]	KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
	A4	1.3227825E-05	3.3381503E-06	-1.0880840E-05	-1.4297941E-05
	A6	-2.5595982E-08	1.1006569E-08	-7.2756389E-09	1.8259643E-08
	A8	-2.8268908E-11	1.0110493E-11	2.7531649E-10	-1.5107906E-11
	A10	1.2350869E-13	9.3518991E-14	-2.2049339E-12	-1.0830622E-13
	A12	-1.2573862E-15	-9.1719199E-16	1.5751150E-15	-1.3587055E-15
	A14	3.7196947E-18	-2.2614855E-18	5.6477916E-18	1.1538995E-17
	A16	3.3189021E-21	1.6994116E-20	1.7909007E-19	1.9978787E-20

[0702] [实施例20]

[0703] 将实施例20的变倍光学系统的结构和移动轨迹示于图41。实施例20的变倍光学系统从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组G1、具有负屈光力的第2透镜组G2、具有正屈光力的第3透镜组G3、具有正屈光力的第4透镜组G4、具有负屈光力的第5透镜组G5、具有负屈光力的第6透镜组G6、具有正屈光力的第7透镜组G7及具有负屈光力的第8透镜组G8。中间组GM包括第3透镜组G3、第4透镜组G4、第5透镜组G5、第6透镜组G6及第7透镜组G7。最终透镜组GE包括第8透镜组G8。在从广角端至长焦端进行变倍时，所有透镜组改变与相邻的透镜组之间的间隔而沿光轴Z移动。在对焦时，第5透镜组G5和第6透镜组G6改变相互间隔而移动。物体侧对焦组包括第5透镜组G5，像侧对焦组包括第6透镜组G6。在从无限远物体向最近物体进行对焦时，物体侧对焦组及像侧对焦组向像侧移动。

[0704] 第1透镜组G1从物体侧向像侧依次包括透镜L11~L13这3个透镜。第2透镜组G2从物体侧向像侧依次包括透镜L21~L24这4片透镜。第3透镜组G3从物体侧到像侧依次包括开口光圈St和透镜L31~L33这3片透镜。第4透镜组G4从物体侧向像侧依次包括透镜L41~L44这4片透镜。第5透镜组G5从物体侧向像侧依次包括透镜L51~L52这2片透镜。第6透镜组G6包括透镜L61这1片透镜。第7透镜组G7包括透镜L71这1片透镜。第8透镜组G8包括透镜L81这1片透镜。

[0705] 关于实施例20的变倍光学系统，将基本透镜数据示于表58，将规格及可变面间隔示于表59，将非球面系数示于表60，将各像差图示于图42。

[0706] [表58]

[0707] 实施例20

[0708]

Sn	R	D	Nd	v d	θ gF	ED
1	1971.0963	1.6629	1.88978	20.51	0.63871	66.00
2	297.1158	4.0610	1.55809	72.30	0.54084	65.23
3	-457.6411	0.0467				64.96
4	64.8671	6.9138	1.70695	57.37	0.54236	60.81
5	240.4147	DD[5]				59.94
*6	61.0711	0.9292	1.83982	44.84	0.56035	36.12
*7	17.8076	9.0430				27.97
8	-45.0516	0.7244	1.50952	78.77	0.53760	27.97
9	32.4162	0.0382				25.95
10	27.9324	4.4308	1.82762	23.62	0.62122	25.95
11	1619.9945	2.5743				25.36

[0709]

12	-31.2793	0.6621	1.67278	59.05	0.54250	25.53
13	-125.0725	DD[13]				25.32
14 (St)	∞	1.4998				21.50
15	50.6722	2.8040	1.86498	21.75	0.63273	23.87
16	-321.2992	2.5435				24.07
17	37.6128	7.1399	1.44696	89.23	0.53245	25.38
18	-25.2925	0.6760	1.83902	28.44	0.60550	25.31
19	-621.6057	DD[19]				26.12
*20	104.5084	4.2547	1.76857	52.27	0.54740	27.05
*21	-36.4890	0.2122				27.57
22	-43.5811	0.7327	1.82611	23.79	0.62002	27.25
23	27.2672	7.1597	1.49299	82.22	0.53711	28.38
24	-63.0102	0.0669				29.15
*25	59.3955	6.4362	1.84843	40.72	0.56967	31.00
*26	-39.6117	DD[26]				31.58
27	646.7025	3.0745	1.94850	18.01	0.65617	30.60
28	-67.7458	0.0514				30.50
29	201.1122	0.8469	1.76606	52.53	0.54703	28.93
30	24.5615	DD[30]				27.01
*31	-32.5697	0.7696	1.95146	29.66	0.59896	28.28
*32	-75.2598	DD[32]				29.80
33	241.0478	4.4500	1.84035	25.25	0.61673	36.77
34	-68.2576	DD[34]				36.99
35	-47.9361	0.8752	1.63808	59.60	0.54301	36.71
36	-346.7592	DD[36]				37.70

[0710] [表59]

[0711] 实施例20

[0712]

	Wide	Middle	Tele
Zr	1.0	1.8	2.7
f	24.81	44.26	68.05
FNo.	2.92	2.92	2.92
2ω [°]	85.6	49.8	33.2
DD[5]	1.49	18.39	33.72
DD[13]	13.39	4.30	2.00
DD[19]	5.87	2.59	1.50
DD[26]	2.05	2.97	1.83
DD[30]	10.44	10.98	8.57

DD[32]	5.43	13.06	22.97
DD[34]	1.92	2.28	3.43
DD[36]	12.00	12.91	16.09

[0713] [表60]

[0714] 实施例20

Sn	6	7	20	21
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	3.2703591E-06	1.8191814E-06	-1.9565043E-05	-3.4799368E-06
A6	-1.7626948E-08	-2.4494142E-08	-9.3911741E-09	-8.1289344E-09
A8	1.4496902E-10	2.6862343E-10	-3.7161477E-10	-5.0253194E-10
A10	-6.4625710E-13	-2.3075798E-12	3.7589803E-13	2.7764950E-12
A12	1.255538E-15	2.5282175E-14	1.5787924E-14	-2.9533122E-15
A14	-6.4106783E-19	-1.6861789E-16	-1.5455105E-16	-6.4994732E-17
A16	-3.2239883E-22	3.9141919E-19	3.6457745E-19	1.9274572E-19

[0715]

Sn	25	26	31	32
KA	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00	1.0000000E+00
A4	-3.7755619E-06	3.5592025E-06	-5.5743606E-06	-2.8947597E-06
A6	-1.2493772E-08	-2.3642173E-08	1.3140757E-08	2.3781365E-08
A8	-2.4784235E-11	1.7617245E-11	-1.0702543E-11	2.1944226E-11
A10	1.2773949E-13	-5.0728626E-14	-9.4287595E-14	-2.7385400E-13
A12	-5.1531669E-16	-6.4178654E-16	1.0004768E-15	-4.3518164E-18
A14	3.5577844E-19	2.6228610E-18	-2.1083659E-18	9.0200307E-18
A16	6.1077547E-22	-4.5075558E-21	9.6591286E-21	-2.4414888E-20

[0716] 在表61～表65中示出实施例1～20的变倍光学系统的条件式(1)～(40)的对应值。在没有对应透镜的栏中记入“-”。可以将表61～表65所示的实施例的对应值用作条件式的上限或下限来设定条件式的优选范围。

[0717] [表61]

[0718]

式编号		实施例1	实施例2	实施例3	实施例4
(1)	DDL1STw/TLw	0.441	0.461	0.465	0.475
(2)	Fnot/(ft/fw)	0.890	0.889	0.814	0.750
(3)	Bfw/(ft×tanωt)	1.395	1.540	1.546	1.483
(4)	fw/(ft×tanωt)	1.212	1.229	1.234	1.225
(5)	f1/fL1STw	-4.035	-3.882	-3.748	-3.525
(6)	f1/fL1	0.492	0.534	0.522	0.529
(7)	fw/fL1STw	0.739	0.736	0.740	0.732
(8)	TLw/(ft×tanωt)	7.865	8.886	8.810	8.742
(9)	β2t/β2w	1.619	1.714	1.874	2.072
(10)	DDG12w-DDG12t /TLt	0.179	0.186	0.198	0.205
(11)	DDL1STw/f1	0.524	0.632	0.656	0.704
(12)	DDL1STw/{(fw×tanωw)×log(ft/fw)}	5.992	6.904	6.423	6.180
(13)	TLw/fw	6.490	7.232	7.141	7.134
(14)	TLt/ft	2.629	2.611	2.387	2.191
(15)	TLt/(ft×tanωt)	10.315	10.397	10.424	10.310
(16)	f1/fw	5.457	5.272	5.066	4.814
(17)	f1/(-f2)	5.521	5.414	5.299	5.081

(18)	$f1/(ft/Fnot)$	4.855	4.687	4.123	3.611
(19)	$f1/(fw \times ft)^{1/2}$	3.033	2.929	2.693	2.457
(20)	$Denw/\{(fw \times \tan \omega w) \times \log(ft/fw)\}$	3.151	3.274	3.094	2.968
(21)	$Denw/(fw \times ft)^{1/2}$	0.836	0.878	0.851	0.831
(22)	$d1/(Denw \times \tan \omega w)$	0.065	0.061	0.060	0.059
(23)	$fw/Dexw$	-0.266	-0.223	-0.232	-0.243
(24)	EDf/EDr	1.977	1.969	1.973	1.991
(25)	EDf/TLw	0.473	0.419	0.425	0.425
(26)	ft/fw	3.237	3.240	3.539	3.839
(27)	$NdL1$	1.884	1.923	1.923	1.923
(28)	$vdL1$	20.81	20.88	20.88	20.88
(29)	$NdL1+0.01 \times v \quad dL1$	2.092	2.132	2.132	2.132
(30)	$NdL2$	1.487	1.593	1.593	1.593
(31)	$v \quad dL2$	70.44	68.63	68.63	68.63
(32)	$NdL2+0.01 \times v \quad dL2$	2.192	2.279	2.279	2.279
(33)	$ ffoc/fMt $	0.578	0.665	0.595	0.597
(34)	$ (1-\beta ft^2) \times \beta fRt^2 $	3.360	2.186	2.269	2.308
(35)	$(1/Rcnf-1/Rc nr)/(1/Rynf-1/Rynr)$	-	-	-	-
(36)	$(1/Rcpf-1/Rcpr)/(1/Rypf-1/Rypr)$	-	-	-	-
(37)	$(1/Rcsnf-1/Rcsnr)/(1/Rysnf-1/Rysnr)$	-	-	-	-
(38)	$(1/Rcipf-1/Rcipr)/(1/Ryipf-1/Ryipr)$	-	-	-	-
(39)	$(1/Rcinf-1/Rcinr)/(1/Ryinf-1/Ryinr)$	-	-	-	-
(40)	$(1/RcEp f-1/RcEpr)/(1/RyEp f-1/RyEpr)$	1.485	1.053	1.060	1.038

[0719]

[表62]

[0720]

式编号		实施例5	实施例6	实施例7	实施例8
(1)	$DDL1STw/TLw$	0.476	0.473	0.472	0.433
(2)	$Fnot/(ft/fw)$	0.696	0.649	0.607	0.890
(3)	$Bfw/(ft \times \tan \omega t)$	1.456	1.440	1.452	1.018
(4)	$fw/(ft \times \tan \omega t)$	1.231	1.227	1.209	1.287
(5)	$f1/fL1STw$	-3.454	-3.396	-3.342	-5.126
(6)	$f1/fL1$	-0.535	-0.546	-0.543	-0.267
(7)	$fw/fL1STw$	-0.726	-0.723	-0.719	-0.869
(8)	$TLw/(ft \times \tan \omega t)$	8.784	8.775	8.626	7.287
(9)	$\beta 2t/\beta 2w$	2.248	2.440	2.640	1.775
(10)	$ DDG12w-DDG12t /TLt$	0.215	0.224	0.231	0.248
(11)	$DDL1STw/f1$	0.713	0.720	0.725	0.416
(12)	$DDL1STw/\{(fw \times \tan \omega w) \times \log(ft/fw)\}$	5.880	5.562	5.195	5.122
(13)	TLw/fw	7.134	7.152	7.138	5.663
(14)	TLt/ft	2.045	1.922	1.811	2.432
(15)	$TLt/(ft \times \tan \omega t)$	10.425	10.470	10.378	10.129
(16)	$f1/fw$	4.758	4.695	4.645	5.897
(17)	$f1/(-f2)$	5.005	4.930	4.867	6.758

(18)	$f1/(ft/Fnot)$	3.310	3.045	2.822	5.246
(19)	$f1/(fw \times ft)^{1/2}$	2.338	2.228	2.133	3.278
(20)	$Denw/\{(fw \times \tan \omega w) \times \log(ft/fw)\}$	2.832	2.677	2.505	2.956
(21)	$Denw/(fw \times ft)^{1/2}$	0.804	0.772	0.746	0.787
(22)	$d1/(Denw \times \tan \omega w)$	0.059	0.060	0.058	0.058
(23)	$fw/Dexw$	-0.250	-0.252	-0.253	-0.329
(24)	EDf/EDr	1.990	1.990	1.969	2.075
(25)	EDf/TLw	0.425	0.424	0.425	0.544
(26)	ft/fw	4.139	4.440	4.741	3.237
(27)	$NdL1$	1.923	1.923	1.923	1.917
(28)	$v \ dL1$	20.88	20.88	20.88	19.15
(29)	$NdL1+0.01 \times v \ dL1$	2.132	2.132	2.132	2.109
(30)	$NdL2$	1.593	1.593	1.593	1.487
(31)	$v \ dL2$	68.63	68.63	68.63	70.44
(32)	$NdL2+0.01 \times v \ dL2$	2.279	2.279	2.279	2.192
(33)	$ ffoc/fMt $	0.541	0.523	0.503	0.876
(34)	$ (1-\beta ft^2) \times \beta fRt^2 $	2.339	2.299	2.331	3.469
(35)	$(1/Rcnf-1/Rc nr)/(1/Rynf-1/Rynr)$	-	-	-	-
(36)	$(1/Rcpf-1/Rcpr)/(1/Rypf-1/Rypr)$	-	-	-	-
(37)	$(1/Rcsnf-1/Rcsnr)/(1/Rysnf-1/Rysnr)$	-	-	-	-
(38)	$(1/Rcipf-1/Rcipr)/(1/Ryipf-1/Ryipr)$	-	-	-	-
(39)	$(1/Rcinf-1/Rcinr)/(1/Ryinf-1/Ryinr)$	-	-	-	-
(40)	$ (1/RcEpf-1/RcEpr)/(1/RyEpf-1/RyEpr) $	1.037	1.053	1.076	3.594

[0721] [表63]

[0722]

式编号		实施例9	实施例10	实施例11	实施例12
(1)	$DDL1STw/TLw$	0.499	0.461	0.365	0.363
(2)	$Fnot/(ft/fw)$	0.890	1.061	1.168	1.064
(3)	$Bfw/(ft \times \tan \omega t)$	1.181	0.587	0.577	0.492
(4)	$fw/(ft \times \tan \omega t)$	1.258	1.207	1.284	1.177
(5)	$f1/fL1STw$	-3.330	-3.079	-3.991	-5.084
(6)	$f1/fL1$	-0.360	-0.563	-0.212	-0.477
(7)	$fw/fL1STw$	-0.636	-0.605	-0.932	-0.970
(8)	$TLw/(ft \times \tan \omega t)$	7.513	6.260	6.166	5.902
(9)	$\beta 2t/\beta 2w$	1.956	1.666	1.470	1.406
(10)	$ DDG12w-DDG12t /TLt$	0.242	0.225	0.165	0.169
(11)	$DDL1STw/f1$	0.569	0.470	0.409	0.347
(12)	$DDL1STw/\{(fw \times \tan \omega w) \times \log(ft/fw)\}$	6.310	5.934	5.458	4.435
(13)	TLw/fw	5.974	5.185	4.801	5.013
(14)	TLt/ft	2.279	2.353	2.424	2.374
(15)	$TLt/(ft \times \tan \omega t)$	9.279	7.795	7.783	7.671
(16)	$f1/fw$	5.236	5.092	4.281	5.243
(17)	$f1/(-f2)$	4.779	4.313	5.471	6.989

(18)	$f1/(ft/Fnot)$	4.658	5.402	5.001	5.580
(19)	$f1/(fw \times ft)^{1/2}$	2.910	3.075	2.708	3.165
(20)	$Denw/\{(fw \times \tan \omega w) \times \log(ft/fw)\}$	3.365	3.163	3.323	3.049
(21)	$Denw/(fw \times ft)^{1/2}$	0.884	0.770	0.675	0.755
(22)	$d1/(Denw \times \tan \omega w)$	0.052	0.059	0.068	0.069
(23)	$fw/Dexw$	-0.315	-0.596	-0.443	-0.473
(24)	EDf/EDr	1.971	2.160	1.663	2.061
(25)	EDf/TLw	0.510	0.531	0.484	0.519
(26)	ft/fw	3.237	2.743	2.500	2.744
(27)	$NdL1$	1.923	1.900	1.934	1.918
(28)	$v \ dL1$	20.88	20.00	18.30	19.12
(29)	$NdL1+0.01 \times v \ dL1$	2.132	2.100	2.117	2.109
(30)	$NdL2$	1.593	1.739	1.436	1.777
(31)	$v \ dL2$	68.63	55.28	90.84	51.36
(32)	$NdL2+0.01 \times v \ dL2$	2.279	2.292	2.344	2.291
(33)	$ ffoc/fMt $	0.730	1.006	1.062	1.865
(34)	$ (1-\beta ft^2) \times \beta fRt^2 $	2.043	4.341	3.674	3.299
(35)	$(1/Rcnf-1/Rc nr)/(1/Rynf-1/Rynr)$	-	-	-	-
(36)	$(1/Rcpf-1/Rcpr)/(1/Rypf-1/Rypr)$	-	-	-	-
(37)	$(1/Rcsnf-1/Rcsnr)/(1/Rysnf-1/Rysnr)$	1.000	0.960	1.029	-
(38)	$(1/Rcipf-1/Rcipr)/(1/Ryipf-1/Ryipr)$	-	-	-	18.414
(39)	$(1/Rcinf-1/Rcinr)/(1/Ryinf-1/Ryinr)$	-	-	-	-
(40)	$ (1/RcEp f-1/RcEpr)/(1/RyEp f-1/RyEpr) $	-	-	-	-

[0723] [表64]

[0724]

式编号		实施例13	实施例14	实施例15	实施例16
(1)	$DDL1STw/TLw$	0.362	0.373	0.400	0.398
(2)	$Fnot/(ft/fw)$	1.065	1.064	1.050	1.090
(3)	$Bfw/(ft \times \tan \omega t)$	0.489	0.443	0.497	0.653
(4)	$fw/(ft \times \tan \omega t)$	1.179	1.149	1.193	1.178
(5)	$f1/fL1STw$	-5.974	-6.018	-4.595	-4.682
(6)	$f1/fL1$	-0.416	-0.440	-0.530	-0.431
(7)	$fw/fL1STw$	-1.188	-1.104	-0.895	-0.839
(8)	$TLw/(ft \times \tan \omega t)$	5.581	5.296	6.040	6.212
(9)	$\beta 2t/\beta 2w$	1.333	1.309	1.413	1.399
(10)	$ DDG12w-DDG12t /TLt$	0.152	0.163	0.168	0.176
(11)	$DDL1STw/f1$	0.341	0.315	0.394	0.376
(12)	$DDL1STw/\{(fw \times \tan \omega w) \times \log(ft/fw)\}$	4.188	4.086	4.919	5.154
(13)	TLw/fw	4.736	4.609	5.064	5.275
(14)	TLt/ft	2.246	2.185	2.375	2.478
(15)	$TLt/(ft \times \tan \omega t)$	7.256	6.888	7.768	8.007
(16)	$f1/fw$	5.028	5.453	5.134	5.582
(17)	$f1/(-f2)$	7.995	7.947	6.296	6.234
(18)	$f1/(ft/Fnot)$	5.357	5.804	5.392	6.085

(19)	$f1/(fw \times ft)^{1/2}$	3.037	3.292	3.100	3.371
(20)	$Denw/\{(fw \times \tan \omega w) \times \log(ft/fw)\}$	2.990	2.905	3.173	3.122
(21)	$Denw/(fw \times ft)^{1/2}$	0.740	0.737	0.788	0.768
(22)	$d1/(Denw \times \tan \omega w)$	0.071	0.072	0.052	0.058
(23)	$fw/Dexw$	-0.499	-0.560	-0.533	-0.330
(24)	EDf/EDr	2.089	2.105	1.900	1.917
(25)	EDf/TLw	0.549	0.584	0.504	0.520
(26)	ft/fw	2.741	2.743	2.742	2.743
(27)	$NdL1$	1.822	1.846	1.806	2.001
(28)	$v \ dL1$	23.92	22.69	33.34	25.46
(29)	$NdL1+0.01 \times v \ dL1$	2.061	2.073	2.140	2.255
(30)	$NdL2$	1.487	1.487	1.487	1.774
(31)	$v \ dL2$	70.32	70.32	70.32	51.71
(32)	$NdL2+0.01 \times v \ dL2$	2.191	2.191	2.191	2.291
(33)	$ ffoc/fMt $	1.404	1.395	1.190	0.789
(34)	$ (1-\beta ft^2) \times \beta fRt^2 $	6.287	6.334	1.948	6.268
(35)	$(1/Rcnf-1/Rc nr)/(1/Rynf-1/Rynr)$	-	-	-	0.959
(36)	$(1/Rcpf-1/Rcpr)/(1/Rypf-1/Rypr)$	-	-	-37.927	-
(37)	$(1/Rcsnf-1/Rcsnr)/(1/Rysnf-1/Rysnr)$	-	-	-	-
(38)	$(1/Rcipf-1/Rcipr)/(1/Ryipf-1/Ryipr)$	4.044	3.739	-	-
(39)	$(1/Rcinf-1/Rcinr)/(1/Ryinf-1/Ryinr)$	-	-	-	-
(40)	$ (1/RcEp f-1/RcEpr)/(1/RyEp f-1/RyEpr) $	-	-	-	-

[0725] [表65]

[0726]

式编号		实施例17	实施例18	实施例19	实施例20
(1)	$DDL1STw/TLw$	0.381	0.365	0.417	0.361
(2)	$Fnot/(ft/fw)$	1.054	1.050	1.202	1.064
(3)	$Bfw/(ft \times \tan \omega t)$	0.710	0.581	0.820	0.591
(4)	$fw/(ft \times \tan \omega t)$	1.109	1.200	1.222	1.223
(5)	$f1/fL1STw$	-3.749	-4.572	-4.140	-4.583
(6)	$f1/fL1$	-0.095	-0.269	-0.579	-0.293
(7)	$fw/fL1STw$	-0.893	-0.964	-1.024	-0.985
(8)	$TLw/(ft \times \tan \omega t)$	5.748	6.181	6.183	6.274
(9)	$\beta 2t/\beta 2w$	1.547	1.628	1.477	1.604
(10)	$ DDG12w-DDG12t /TLt$	0.159	0.199	0.136	0.196
(11)	$DDL1STw/f1$	0.471	0.396	0.521	0.398
(12)	$DDL1STw/\{(fw \times \tan \omega w) \times \log(ft/fw)\}$	4.804	4.516	5.415	4.566
(13)	TLw/fw	5.184	5.153	5.059	5.131
(14)	TLt/ft	2.344	2.489	2.403	2.421
(15)	$TLt/(ft \times \tan \omega t)$	7.128	8.193	8.060	8.122
(16)	$f1/fw$	4.198	4.743	4.043	4.654
(17)	$f1/(f2)$	5.438	6.149	6.038	6.183
(18)	$f1/(ft/Fnot)$	4.423	4.978	4.861	4.954
(19)	$f1/(fw \times ft)^{1/2}$	2.535	2.863	2.440	2.810

(20)	$\text{Denw}/\{(\text{fw} \times \tan \omega \text{w}) \times \log(\text{ft}/\text{fw})\}$	3.182	2.768	3.335	2.840
(21)	$\text{Denw}/(\text{fw} \times \text{ft})^{1/2}$	0.791	0.695	0.784	0.696
(22)	$\text{dl}/(\text{Denw} \times \tan \omega \text{w})$	0.054	0.062	0.060	0.063
(23)	fw/Dexw	-0.289	-0.281	-0.411	-0.363
(24)	EDf/EDr	1.730	1.755	1.761	1.751
(25)	EDf/TLw	0.508	0.518	0.484	0.519
(26)	ft/fw	2.743	2.744	2.744	2.743
(27)	NdL1	1.806	1.899	1.891	1.890
(28)	$v \text{ dL1}$	33.34	20.03	20.44	20.51
(29)	$\text{NdL1}+0.01 \times v \text{ dL1}$	2.140	2.100	2.096	2.095
(30)	NdL2	1.487	1.550	1.699	1.558
(31)	$v \text{ dL2}$	70.32	73.59	42.76	72.39
(32)	$\text{NdL2}+0.01 \times v \text{ dL2}$	2.191	2.286	2.127	2.282
(33)	ffoc/fMt	1.034	2.193	1.989	1.381
(34)	$ (1-\beta \text{ft}^2) \times \beta \text{fRt}^2 $	4.069	1.725	2.428	0.700
(35)	$(1/\text{Rcnf}-1/\text{Rcnr})/(1/\text{Rynf}-1/\text{Rynr})$	0.455	-	-	-
(36)	$(1/\text{Repf}-1/\text{Rcpr})/(1/\text{Rypf}-1/\text{Rypr})$	-	-	-	-
(37)	$(1/\text{Rcsnf}-1/\text{Rcsnr})/(1/\text{Rysnf}-1/\text{Rysnr})$	-	-	-	-
(38)	$(1/\text{Rcipf}-1/\text{Rcpr})/(1/\text{Ryipf}-1/\text{Rypr})$	-	-	-	-
(39)	$(1/\text{Rcinf}-1/\text{Rcinr})/(1/\text{Ryinf}-1/\text{Ryinr})$	-	0.836	1.071	0.815
(40)	$(1/\text{RcEpf}-1/\text{ReEpr})/(1/\text{RyEpf}-1/\text{RyEpr})$	-	-	-	-

[0727] 实施例1~20的变倍光学系统构成为小型,但在整个变倍区域内F值为3.3以下,实现了小F值。特别是,在一部分实施例中,在整个变倍区域内F值为3以下。并且,实施例1~实施例20的变倍光学系统在整个变倍区域内良好地校正各像差,从而保持高光学性能。

[0728] 接着,对本发明的实施方式所涉及的摄像装置进行说明。在图43及图44中,示出本发明的一实施方式所涉及的摄像装置即相机30的外观图。

[0729] 图43表示从正面侧观察相机30的立体图,图44表示从背面侧观察相机30的立体图。相机30为所谓的无反光镜型数码相机,其能够拆卸自如地安装可更换镜头20。可更换镜头20构成为包括容纳于镜筒内的本发明的一实施方式所涉及的变倍光学系统1。

[0730] 相机30具备相机主体31,在相机主体31的上表面设置有快门按钮32及电源按钮33。并且,在相机主体31的背面设置有操作部34、操作部35及显示部36。显示部36能够显示所拍摄的图像及拍摄前的视角内存在的图像。

[0731] 在相机主体31的前表面中央部设置有来自摄影对象的光入射的摄影开口,在与该摄影开口对应的位置设置有卡口37,可更换镜头20经由卡口37安装于相机主体31。

[0732] 在相机主体31内设置有输出与由可更换镜头20形成的被摄体图像对应的摄像信号的CCD(Charge Coupled Device:电荷耦合器件)或CMOS(Compl ementary Metal Oxide Semiconductor:互补金属氧化物半导体)等摄像元件、对从该摄像元件输出的摄像信号进行处理以生成图像的信号处理电路及用于记录所生成的该图像的记录介质等。在相机30中,能够通过按压快门按钮32来拍摄静止图像或动态图像,并且通过该拍摄而获得的图像数据被记录在上述记录介质中。

[0733] 以上,举出实施方式及实施例对本发明的技术进行了说明,但是本发明的技术并

不限于上述实施方式及实施例,能够进行各种变形。例如,各透镜的曲率半径、面间隔、折射率、阿贝数及非球面系数等并不限于上述各实施例中所示出的值,能够采用其他值。

[0734] 并且,关于本发明的实施方式所涉及的摄像装置,也并不限于上述例,例如能够设为除了无反光镜型以外的相机、胶片相机、摄像机及安全相机(security camera)等各种方式。

[0735] 关于上述实施方式及实施例,进一步公开以下附记项。

[0736] [附记项1]

[0737] 一种变倍光学系统,其从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的第1透镜组、具有负屈光力的第2透镜组、中间组及具有屈光力的最终透镜组,

[0738] 所述中间组包括1个以上且5个以下的透镜组,

[0739] 在变倍时,所述第1透镜组与所述第2透镜组的间隔发生变化,所述第2透镜组与所述中间组的间隔发生变化,所述中间组与所述最终透镜组的间隔发生变化,

[0740] 在所述中间组包括多个透镜组的情况下,在变倍时,所述中间组内的相邻的透镜组的所有间隔均发生变化,

[0741] 在所述第2透镜组的最靠像侧的透镜面至所述最终透镜组的最靠物体侧的透镜面之间配置有孔径光阑,

[0742] 所述第1透镜组从最靠物体侧向像侧依次连续地包括作为负透镜的第1透镜和作为正透镜的第2透镜,

[0743] 在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从所述第1透镜的物体侧的面至所述孔径光阑的光轴上的距离设为DDL1STw,

[0744] 将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从所述第1透镜的物体侧的面至所述最终透镜组的最靠像侧的透镜面的光轴上的距离与以空气换算距离计的整个系统的后焦距之和设为TLw,

[0745] 将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的开放F值设为Fnot,

[0746] 将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的整个系统的焦距设为ft,

[0747] 将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的整个系统的焦距设为fw,

[0748] 将广角端处的以空气换算距离计的整个系统的后焦距设为Bfw,

[0749] 将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的最大半视角设为 ωt 的情况下,

[0750] 所述变倍光学系统满足下述条件式(1)、(2)及(3),

[0751] $0 < \text{DDL1STw} / \text{TLw} < 0.5$ (1)

[0752] $0.5 < \text{Fnot} / (\text{ft} / \text{fw}) < 1.3$ (2)

[0753] $0.15 < \text{Bfw} / (\text{ft} \times \tan \omega t) < 2$ (3)。

[0754] [附记项2]

[0755] 根据附记项1所述的变倍光学系统,其满足下述条件式(4),

[0756] $1 < \text{fw} / (\text{ft} \times \tan \omega t) < 1.4$ (4)。

[0757] [附记项3]

[0758] 根据附记项1或2所述的变倍光学系统,其中,

[0759] 在将所述第1透镜组的焦距设为f1,

[0760] 将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从所述第1透镜至所述孔径光阑的光

学系统的合成焦距设为 f_{L1STw} 的情况下,所述变倍光学系统满足下述条件式(5),

[0761] $-6.6 < f_1/f_{L1STw} < -1.5$ (5)。

[0762] [附记项4]

[0763] 根据附记项1所述的变倍光学系统,其中,

[0764] 在将所述第1透镜组的焦距设为 f_1 ,

[0765] 将所述第1透镜的焦距设为 f_{L1} 的情况下,

[0766] 所述变倍光学系统满足下述条件式(6),

[0767] $-0.9 < f_1/f_{L1} < -0.05$ (6)。

[0768] [附记项5]

[0769] 根据附记项1至4中任一项所述的变倍光学系统,其中,

[0770] 在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从所述第1透镜至所述孔径光阑的光学系统的合成焦距设为 f_{L1STw} 的情况下,

[0771] 所述变倍光学系统满足下述条件式(7),

[0772] $-1.4 < f_w/f_{L1STw} < -0.3$ (7)。

[0773] [附记项6]

[0774] 根据附记项1所述的变倍光学系统,其中,

[0775] 在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从所述第1透镜至所述孔径光阑的光学系统的合成焦距设为 f_{L1STw} ,

[0776] 将所述第1透镜组的焦距设为 f_1 ,

[0777] 将所述第1透镜的焦距设为 f_{L1} 的情况下,

[0778] 所述变倍光学系统满足下述条件式(4)、(5)、(6)及(7),

[0779] $1 < f_w/(f_t \times \tan \omega t) < 1.4$ (4)

[0780] $-6.6 < f_1/f_{L1STw} < -1.5$ (5)

[0781] $-0.9 < f_1/f_{L1} < -0.05$ (6)

[0782] $-1.4 < f_w/f_{L1STw} < -0.3$ (7)。

[0783] [附记项7]

[0784] 根据附记项1至6中任一项所述的变倍光学系统,其满足下述条件式(8),

[0785] $2 < TLw/(f_t \times \tan \omega t) < 9$ (8)。

[0786] [附记项8]

[0787] 根据附记项1至7中任一项所述的变倍光学系统,其中,

[0788] 在将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的所述第2透镜组的横向放大率设为 β_{2t} ,

[0789] 将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的所述第2透镜组的横向放大率设为 β_{2w} 的情况下,

[0790] 所述变倍光学系统满足下述条件式(9),

[0791] $1.1 < \beta_{2t}/\beta_{2w} < 3$ (9)。

[0792] [附记项9]

[0793] 根据附记项1至8中任一项所述的变倍光学系统,其中,

[0794] 在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的所述第1透镜组与所述第2透镜组

在光轴上的间隔设为DDG12w,

[0795] 将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的所述第1透镜组与所述第2透镜组在光轴上的间隔设为DDG12t,

[0796] 将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的从所述第1透镜的物体侧的面至所述最终透镜组的最靠像侧的透镜面的光轴上的距离与以空气换算距离计的整个系统的后焦距之和设为TLt的情况下,

[0797] 所述变倍光学系统满足下述条件式(10),

[0798] $0.1 < |DDG12w - DDG12t| / TLt < 0.3$ (10)。

[0799] [附记项10]

[0800] 根据附记项1至9中任一项所述的变倍光学系统,其中,

[0801] 在将所述第1透镜组的焦距设为f1的情况下,

[0802] 所述变倍光学系统满足下述条件式(11),

[0803] $0.2 < DDL1STw / f1 < 0.8$ (11)。

[0804] [附记项11]

[0805] 根据附记项1至10中任一项所述的变倍光学系统,其中,

[0806] 在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的最大半视角设为 ωw 的情况下,

[0807] 所述变倍光学系统满足下述条件式(12),

[0808] $3 < DDL1STw / \{ (fw \times \tan \omega w) \times \log (ft / fw) \} < 9$ (12)。

[0809] [附记项12]

[0810] 根据附记项1至11中任一项所述的变倍光学系统,其满足下述条件式(13),

[0811] $3 < TLw / fw < 8$ (13)。

[0812] [附记项13]

[0813] 根据附记项1至12中任一项所述的变倍光学系统,其中,

[0814] 在将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的从所述第1透镜的物体侧的面至所述最终透镜组的最靠像侧的透镜面的光轴上的距离与以空气换算距离计的整个系统的后焦距之和设为TLt的情况下,

[0815] 所述变倍光学系统满足下述条件式(14),

[0816] $1.5 < TLt / ft < 3$ (14)。

[0817] [附记项14]

[0818] 根据附记项1至13中任一项所述的变倍光学系统,其中,

[0819] 在将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的从所述第1透镜的物体侧的面至所述最终透镜组的最靠像侧的透镜面的光轴上的距离与以空气换算距离计的整个系统的后焦距之和设为TLt的情况下,

[0820] 所述变倍光学系统满足下述条件式(15),

[0821] $5 < TLt / (ft \times \tan \omega t) < 11$ (15)。

[0822] [附记项15]

[0823] 根据附记项1至14中任一项所述的变倍光学系统,其中,

[0824] 在将所述第1透镜组的焦距设为f1的情况下,

[0825] 所述变倍光学系统满足下述条件式(16),

[0826] $3 < f_1/f_w < 7$ (16)。

[0827] [附记项16]

[0828] 根据附记项1至15中任一项所述的变倍光学系统,其中,

[0829] 在将所述第1透镜组的焦距设为 f_1 ,

[0830] 将所述第2透镜组的焦距设为 f_2 的情况下,

[0831] 所述变倍光学系统满足下述条件式(17),

[0832] $3 < f_1/(-f_2) < 9$ (17)。

[0833] [附记项17]

[0834] 根据附记项1至16中任一项所述的变倍光学系统,其中,

[0835] 在将所述第1透镜组的焦距设为 f_1 的情况下,

[0836] 所述变倍光学系统满足下述条件式(18),

[0837] $2 < f_1/(f_t/F_{\text{not}}) < 7$ (18)。

[0838] [附记项18]

[0839] 根据附记项1至17中任一项所述的变倍光学系统,其中,

[0840] 在将所述第1透镜组的焦距设为 f_1 的情况下,

[0841] 所述变倍光学系统满足下述条件式(19),

[0842] $1.8 < f_1/(f_w \times f_t)^{1/2} < 4.2$ (19)。

[0843] [附记项19]

[0844] 根据附记项1至18中任一项所述的变倍光学系统,其中,

[0845] 在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从所述第1透镜的物体侧的面至近轴入射光瞳位置的光轴上的距离设为 Den_w ,

[0846] 将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的最大半视角设为 ω_w 的情况下,

[0847] 所述变倍光学系统满足下述条件式(20),

[0848] $2 < \text{Den}_w / \{ (f_w \times \tan \omega_w) \times \log (f_t/f_w) \} < 4.5$ (20)。

[0849] [附记项20]

[0850] 根据附记项1至19中任一项所述的变倍光学系统,其中,

[0851] 在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从所述第1透镜的物体侧的面至近轴入射光瞳位置的光轴上的距离设为 Den_w 的情况下,

[0852] 所述变倍光学系统满足下述条件式(21),

[0853] $0.5 < \text{Den}_w / (f_w \times f_t)^{1/2} < 1$ (21)。

[0854] [附记项21]

[0855] 根据附记项1至20中任一项所述的变倍光学系统,其中,

[0856] 在将所述第1透镜的中心厚度设为 d_1 ,

[0857] 将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的从所述第1透镜的物体侧的面至近轴入射光瞳位置的光轴上的距离设为 Den_w ,

[0858] 将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的最大半视角设为 ω_w 的情况下,

[0859] 所述变倍光学系统满足下述条件式(22),

[0860] $0.04 < d_1 / (\text{Den}_w \times \tan \omega_w) < 0.09$ (22)。

[0861] [附记项22]

- [0862] 根据附记项1至21中任一项所述的变倍光学系统,其中,
- [0863] 在将对焦于广角端处的无限远物体的状态下的像面至近轴射出光瞳位置的光轴上的距离设为Dexw,
- [0864] 在Dexw的符号中,将以所述像面为基准的像侧的距离设为正,将物体侧的距离设为负,
- [0865] 在所述像面与所述近轴射出光瞳位置之间配置有不具有屈光力的光学部件的情况下,当对所述光学部件使用空气换算距离计算Dexw时,
- [0866] 所述变倍光学系统满足下述条件式(23),
- [0867] $-0.65 < fw/Dexw < -0.2$ (23)。
- [0868] [附记项23]
- [0869] 根据附记项1至22中任一项所述的变倍光学系统,其中,
- [0870] 在将所述第1透镜的物体侧的面的有效直径设为EDf,
- [0871] 将所述最终透镜组的最靠像侧的透镜面的有效直径设为EDr的情况下,
- [0872] 所述变倍光学系统满足下述条件式(24),
- [0873] $1.5 < EDf/EDr < 3$ (24)。
- [0874] [附记项24]
- [0875] 根据附记项1至23中任一项所述的变倍光学系统,其中,
- [0876] 在将所述第1透镜的物体侧的面的有效直径设为EDf的情况下,
- [0877] 所述变倍光学系统满足下述条件式(25),
- [0878] $0.35 < EDf/TLw < 0.65$ (25)。
- [0879] [附记项25]
- [0880] 根据附记项1至24中任一项所述的变倍光学系统,其满足下述条件式(26),
- [0881] $2.2 < ft/fw < 4.8$ (26)。
- [0882] [附记项26]
- [0883] 根据附记项1至25中任一项所述的变倍光学系统,其中,
- [0884] 在将所述第1透镜相对于d线的折射率设为NdL1,
- [0885] 将所述第1透镜的d线基准的阿贝数设为 v_{dL1} 的情况下,
- [0886] 所述变倍光学系统满足下述条件式(27)、(28)及(29),
- [0887] $1.8 < NdL1 < 2.01$ (27)
- [0888] $15 < v_{dL1} < 45$ (28)
- [0889] $2 < NdL1 + 0.01 \times v_{dL1} < 2.5$ (29)。
- [0890] [附记项27]
- [0891] 根据附记项1至26中任一项所述的变倍光学系统,其中,
- [0892] 在将所述第2透镜相对于d线的折射率设为NdL2,
- [0893] 将所述第2透镜的d线基准的阿贝数设为 v_{dL2} 的情况下,
- [0894] 所述变倍光学系统满足下述条件式(30)、(31)及(32),
- [0895] $1.43 < NdL2 < 1.81$ (30)
- [0896] $45 < v_{dL2} < 96$ (31)
- [0897] $2 < NdL2 + 0.01 \times v_{dL2} < 2.5$ (32)。

[0898] [附记项28]

[0899] 根据附记项1至27中任一项所述的变倍光学系统,其包括在变倍时及对焦时移动的至少1个对焦组,

[0900] 在将所述变倍光学系统所包括的所述对焦组中的焦距的绝对值最小的对焦组的焦距设为 f_{foc} ,

[0901] 将对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的所述中间组的焦距设为 f_{Mt} 的情况下,

[0902] 所述变倍光学系统满足下述条件式(33),

[0903] $0.3 < |f_{foc}/f_{Mt}| < 4$ (33)。

[0904] [附记项29]

[0905] 根据附记项1至28中任一项所述的变倍光学系统,其包括在变倍时及对焦时移动的至少1个对焦组,

[0906] 在将所述变倍光学系统所包括的所述对焦组中的焦距的绝对值最大的对焦组对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的横向放大率设为 β_{ft} ,

[0907] 将比所述焦距的绝对值最大的对焦组更靠像侧的所有透镜对焦于长焦端处的无限远物体的状态下的合成横向放大率设为 β_{fRt} 的情况下,所述变倍光学系统满足下述条件式(34),

[0908] $1 < |(1 - \beta_{ft}^2) \times \beta_{fRt}^2| < 8$ (34)。

[0909] [附记项30]

[0910] 根据附记项1至29中任一项所述的变倍光学系统,其中,

[0911] 所述中间组中所包括的透镜组中的1个透镜组为在变倍时及对焦时移动的对焦组。

[0912] [附记项31]

[0913] 根据附记项30所述的变倍光学系统,其中,

[0914] 所述对焦组包括1片正透镜和2片负透镜。

[0915] [附记项32]

[0916] 根据附记项31所述的变倍光学系统,其中,

[0917] 所述对焦组的最靠像侧的负透镜为非球面透镜,

[0918] 在将所述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cnf} ,

[0919] 将所述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cnr} ,

[0920] 将所述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{ynf} ,

[0921] 将所述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{ynr} 的情况下,

[0922] 所述变倍光学系统满足下述条件式(35),

[0923] $0.1 < (1/R_{cnf} - 1/R_{cnr}) / (1/R_{ynf} - 1/R_{ynr}) < 3$ (35)。

[0924] [附记项33]

[0925] 根据附记项30所述的变倍光学系统,其中,

[0926] 所述对焦组包括1片负透镜和2片正透镜。

[0927] [附记项34]

- [0928] 根据附记项33所述的变倍光学系统,其中,
- [0929] 所述对焦组的最靠像侧的正透镜为非球面透镜,
- [0930] 在将所述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cpr} ,
- [0931] 将所述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cpr} ,
- [0932] 将所述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{ypf} ,
- [0933] 将所述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{ypr} 的情况下,
- [0934] 所述变倍光学系统满足下述条件式(36),
- [0935] $-120 < (1/R_{cpr} - 1/R_{cpr}) / (1/R_{ypf} - 1/R_{ypr}) < -3$ (36)。
- [0936] [附记项35]
- [0937] 根据附记项30所述的变倍光学系统,其中,
- [0938] 所述对焦组包括1片正透镜和1片负透镜。
- [0939] [附记项36]
- [0940] 根据附记项30所述的变倍光学系统,其中,
- [0941] 所述对焦组包括1片负透镜。
- [0942] [附记项37]
- [0943] 根据附记项36所述的变倍光学系统,其中,
- [0944] 所述对焦组的所述负透镜为非球面透镜,
- [0945] 在将所述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为 R_{csnf} ,
- [0946] 将所述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为 R_{csnr} ,
- [0947] 将所述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{ysnf} ,
- [0948] 将所述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{ysnr} 的情况下,
- [0949] 所述变倍光学系统满足下述条件式(37),
- [0950] $0.1 < (1/R_{csnf} - 1/R_{csnr}) / (1/R_{ysnf} - 1/R_{ysnr}) < 3.5$ (37)。
- [0951] [附记项38]
- [0952] 根据附记项1至29中任一项所述的变倍光学系统,其中,
- [0953] 所述中间组中所包括的透镜组中的2个透镜组为在变倍时及对焦时改变相互间隔而移动的对焦组。
- [0954] [附记项39]
- [0955] 根据附记项38所述的变倍光学系统,其中,
- [0956] 在将所述2个透镜组中的配置于物体侧的透镜组设为物体侧对焦组且将配置于像侧的透镜组设为像侧对焦组的情况下,
- [0957] 所述物体侧对焦组包括1片负透镜和1片正透镜,
- [0958] 所述像侧对焦组包括1片正透镜。
- [0959] [附记项40]
- [0960] 根据附记项39所述的变倍光学系统,其中,
- [0961] 所述像侧对焦组的所述正透镜为非球面透镜,

- [0962] 在将所述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为 $R_{c\ ipf}$,
- [0963] 将所述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为 $R_{c\ ipr}$,
- [0964] 将所述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 $R_{y\ ipf}$,
- [0965] 将所述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 $R_{y\ ipr}$ 的情况下,
- [0966] 所述变倍光学系统满足下述条件式 (38),
- [0967] $1 < (1/R_{c\ ipf} - 1/R_{c\ ipr}) / (1/R_{y\ ipf} - 1/R_{y\ ipr}) < 100$ (38)。
- [0968] [附记项41]
- [0969] 根据附记项38所述的变倍光学系统,其中,
- [0970] 在将所述2个透镜组中的配置于物体侧的透镜组设为物体侧对焦组且将配置于像侧的透镜组设为像侧对焦组的情况下,
- [0971] 所述物体侧对焦组包括1片正透镜和1片负透镜,
- [0972] 所述像侧对焦组包括1片负透镜。
- [0973] [附记项42]
- [0974] 根据附记项41所述的变倍光学系统,其中,
- [0975] 所述像侧对焦组的所述负透镜为非球面透镜,
- [0976] 在将所述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为 $R_{c\ inf}$,
- [0977] 将所述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为 $R_{c\ inr}$,
- [0978] 将所述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 $R_{y\ inf}$,
- [0979] 将所述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 $R_{y\ inr}$ 的情况下,
- [0980] 所述变焦光学系统满足下述条件式 (39),
- [0981] $0.1 < (1/R_{c\ inf} - 1/R_{c\ inr}) / (1/R_{y\ inf} - 1/R_{y\ inr}) < 3.5$ (39)。
- [0982] [附记项43]
- [0983] 根据附记项1至42中任一项所述的变倍光学系统,其包括在从广角端至长焦端进行变倍时以相同的移动轨迹移动的多个透镜组。
- [0984] [附记项44]
- [0985] 根据附记项1至43中任一项所述的变倍光学系统,其中,
- [0986] 所述中间组在最靠物体侧包括所述孔径光阑。
- [0987] [附记项45]
- [0988] 根据附记项1至44中任一项所述的变倍光学系统,其中,
- [0989] 所述中间组从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组和具有负屈光力的透镜组,
- [0990] 所述最终透镜组具有正屈光力。
- [0991] [附记项46]
- [0992] 根据附记项45所述的变倍光学系统,其中,
- [0993] 所述最终透镜组在变倍时相对于像面固定。

- [0994] [附记项47]
- [0995] 根据附记项46所述的变倍光学系统,其中,
- [0996] 所述最终透镜组包括1片作为非球面透镜的正透镜,
- [0997] 在将所述非球面透镜的物体侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cEpf} ,
- [0998] 将所述非球面透镜的像侧的面的近轴曲率半径设为 R_{cEpr} ,
- [0999] 将所述非球面透镜的物体侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{yEpf} ,
- [1000] 将所述非球面透镜的像侧的面的最大有效直径的位置处的曲率半径设为 R_{yEpr} 的情况下,
- [1001] 所述变倍光学系统满足下述条件式(40),
- [1002] $0.1 < (1/R_{cEpf} - 1/R_{cEpr}) / (1/R_{yEpf} - 1/R_{yEpr}) < 5$ (40)。
- [1003] [附记项48]
- [1004] 根据附记项45所述的变倍光学系统,其中,
- [1005] 所述最终透镜组在变倍时移动。
- [1006] [附记项49]
- [1007] 根据附记项1至44中任一项所述的变倍光学系统,其中,
- [1008] 所述中间组从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组及具有负屈光力的透镜组,
- [1009] 所述最终透镜组具有正屈光力。
- [1010] [附记项50]
- [1011] 根据附记项1至44中任一项所述的变倍光学系统,其中,
- [1012] 所述中间组从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组及具有正屈光力的透镜组,
- [1013] 所述最终透镜组具有负屈光力。
- [1014] [附记项51]
- [1015] 根据附记项1至44中任一项所述的变倍光学系统,其中,
- [1016] 所述中间组从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有负屈光力的透镜组及具有负屈光力的透镜组,
- [1017] 所述最终透镜组具有正屈光力。
- [1018] [附记项52]
- [1019] 根据附记项1至44中任一项所述的变倍光学系统,其中,
- [1020] 所述中间组从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组及具有正屈光力的透镜组,
- [1021] 所述最终透镜组具有负屈光力。
- [1022] [附记项53]
- [1023] 根据附记项1至44中任一项所述的变倍光学系统,其中,
- [1024] 所述中间组从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组、具有负屈光力的透镜组及具有正屈光力的透镜组,
- [1025] 所述最终透镜组具有负屈光力。

[1026] [附记项54]

[1027] 根据附记项1至44中任一项所述的变倍光学系统,其中,

[1028] 所述中间组从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组、具有负屈光力的透镜组及具有负屈光力的透镜组,

[1029] 所述最终透镜组具有正屈光力。

[1030] [附记项55]

[1031] 根据附记项1至44中任一项所述的变倍光学系统,其中,

[1032] 所述中间组从物体侧向像侧依次包括具有正屈光力的透镜组、具有正屈光力的透镜组、具有负屈光力的透镜组、具有负屈光力的透镜组及具有正屈光力的透镜组,

[1033] 所述最终透镜组具有负屈光力。

[1034] [附记项56]

[1035] 根据附记项49至55中任一项所述的变倍光学系统,其中,

[1036] 所述最终透镜组在变倍时移动。

[1037] [附记项57]

[1038] 一种摄像装置,其具备附记项1至56中任一项所述的变倍光学系统。

[1039] 本说明书中所记载的所有文献、专利申请及技术标准与通过参考引入各个文献、专利申请及技术标准的情况被具体且分别记载的情况相同程度地,通过参考引入本说明书中。

实施例1

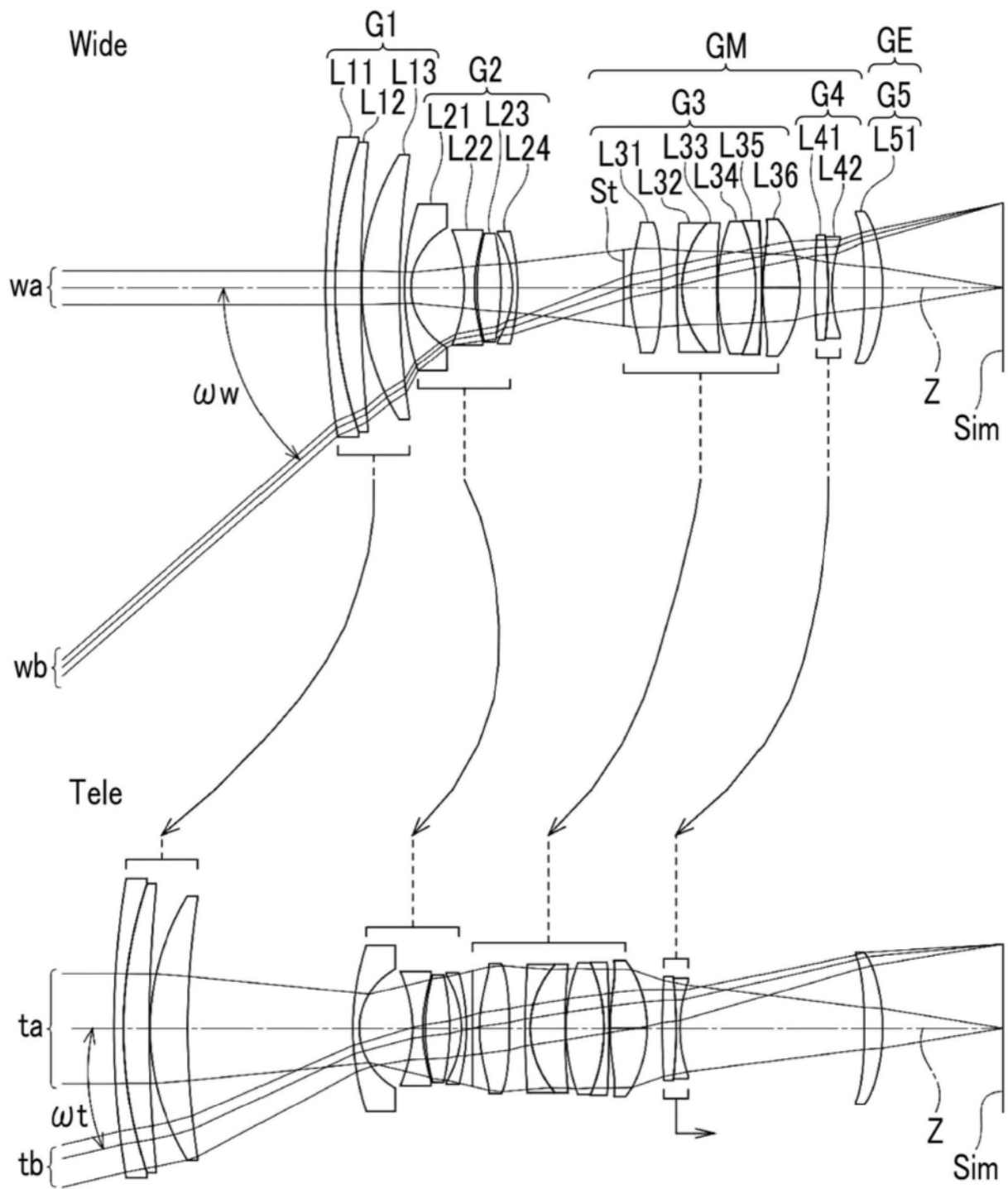


图1

Wide

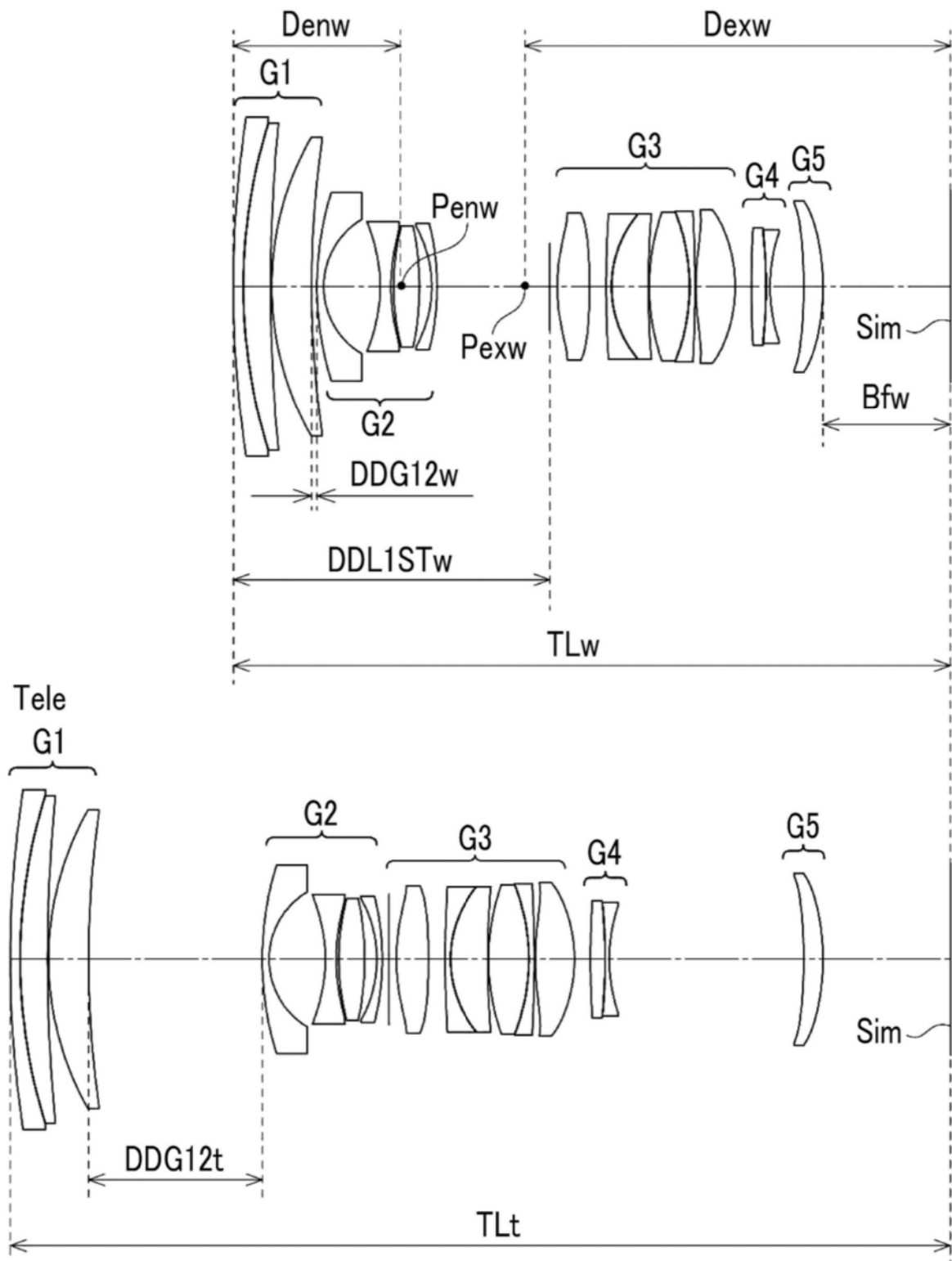


图2

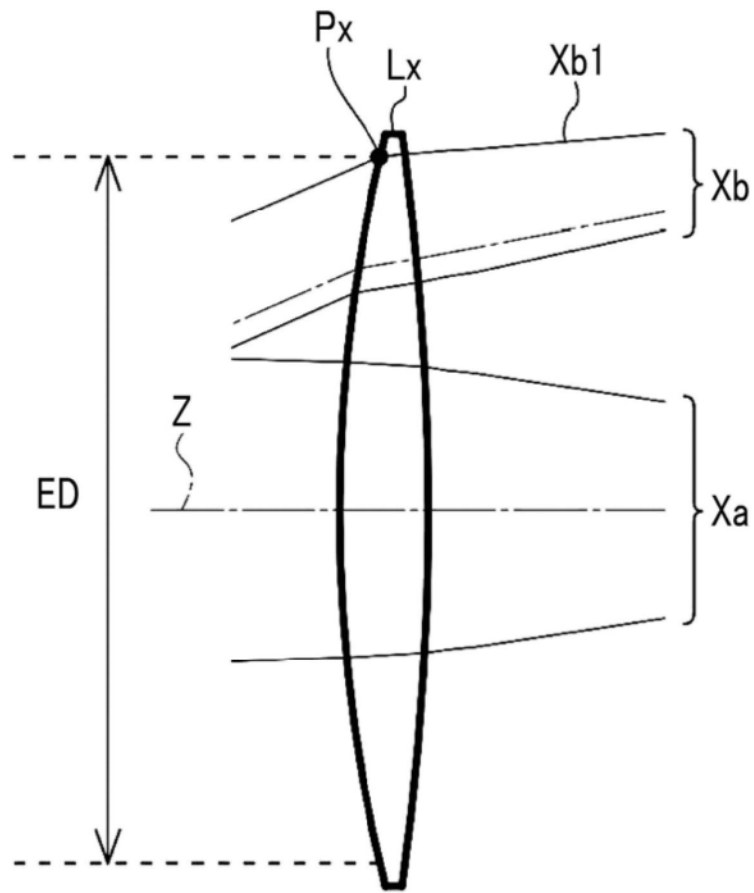


图3

实施例1

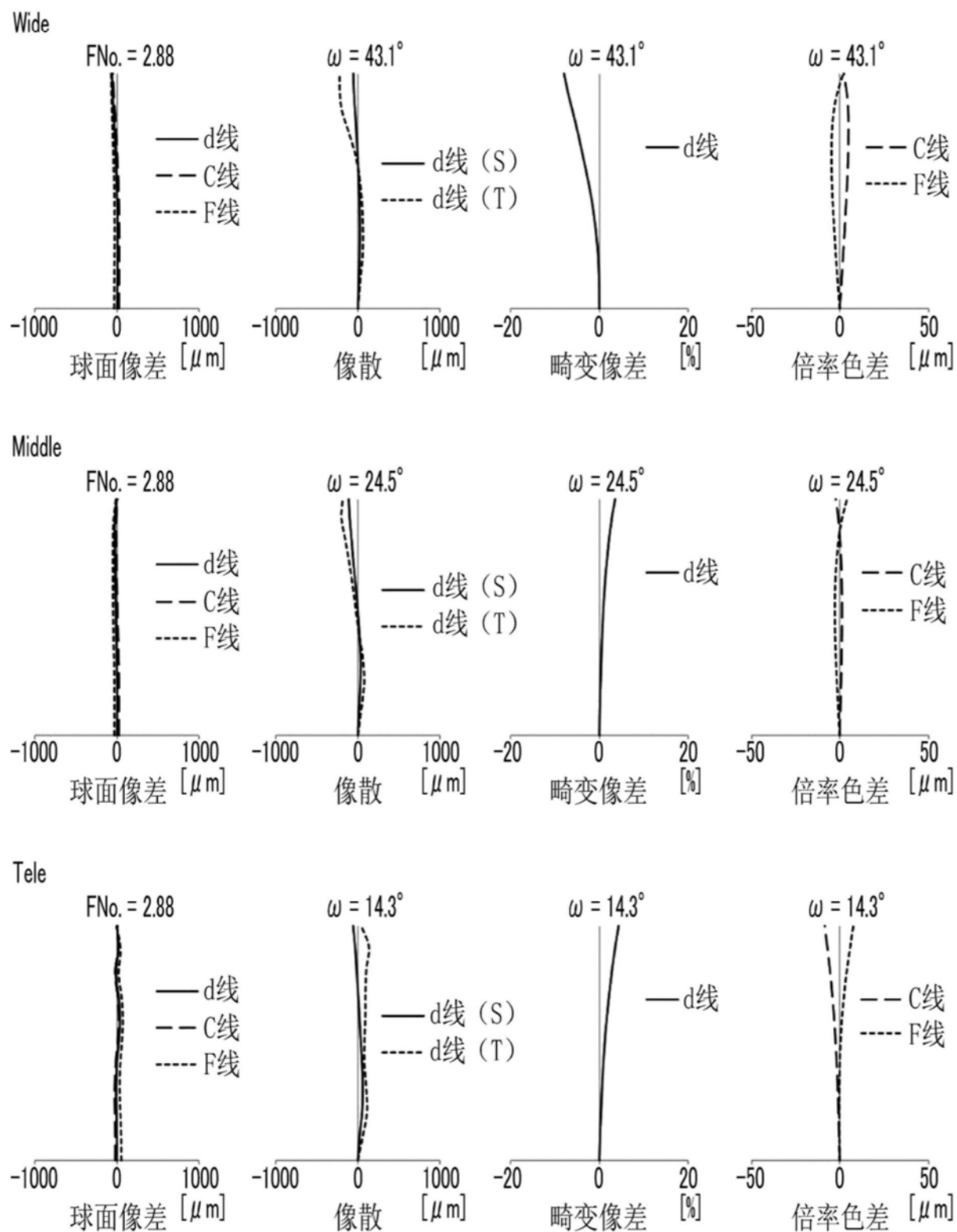


图4

实施例2

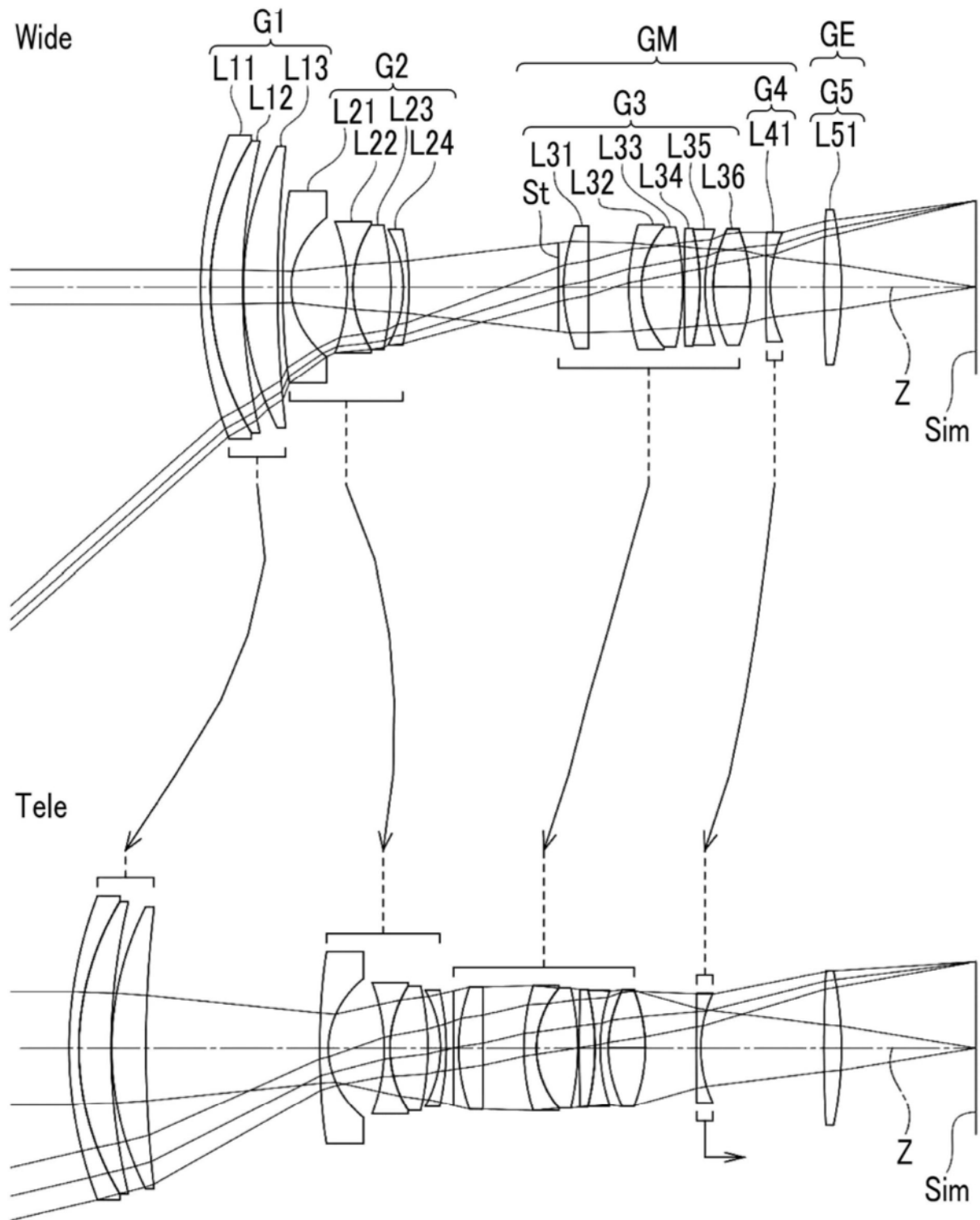


图5

实施例2

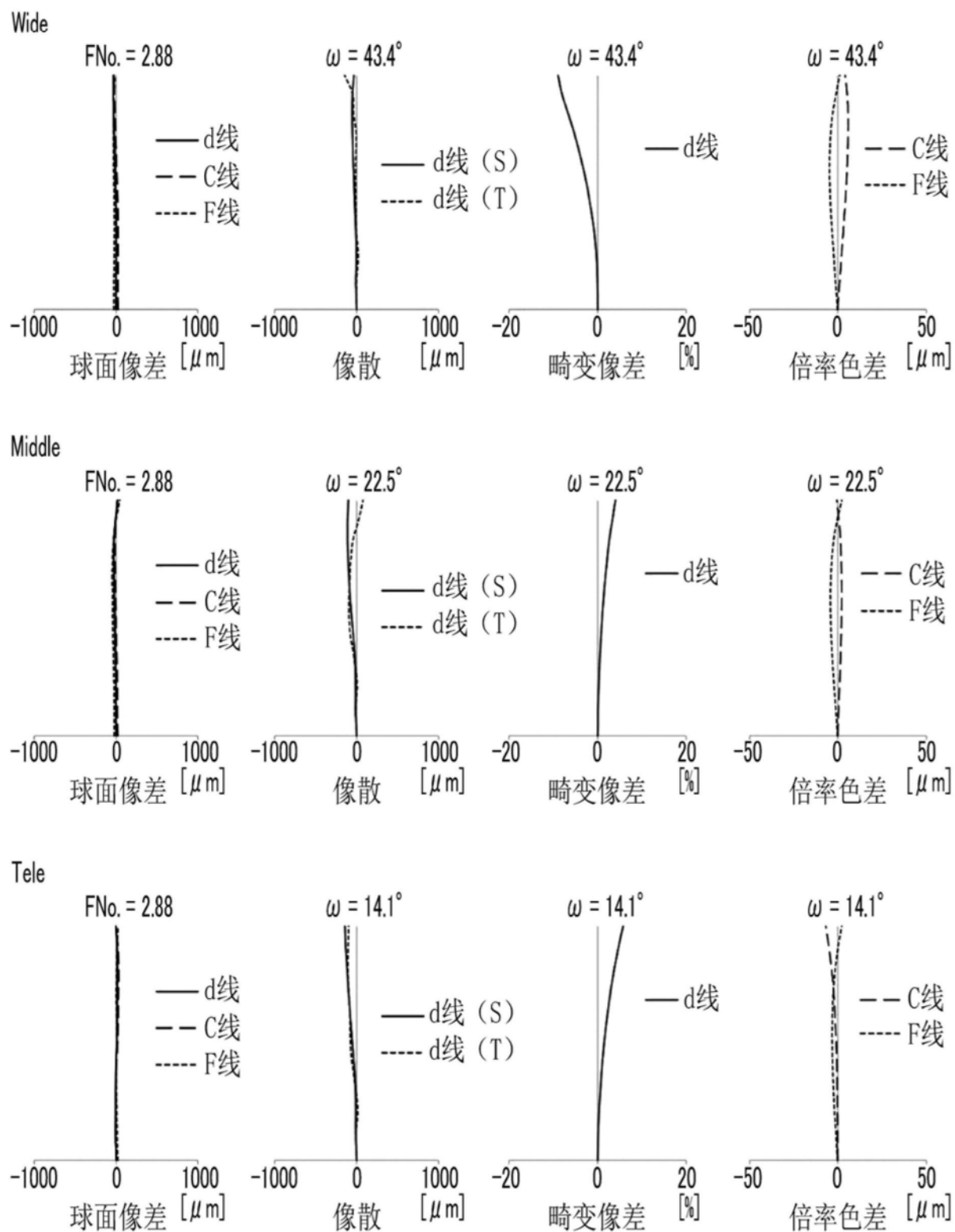


图6

实施例3

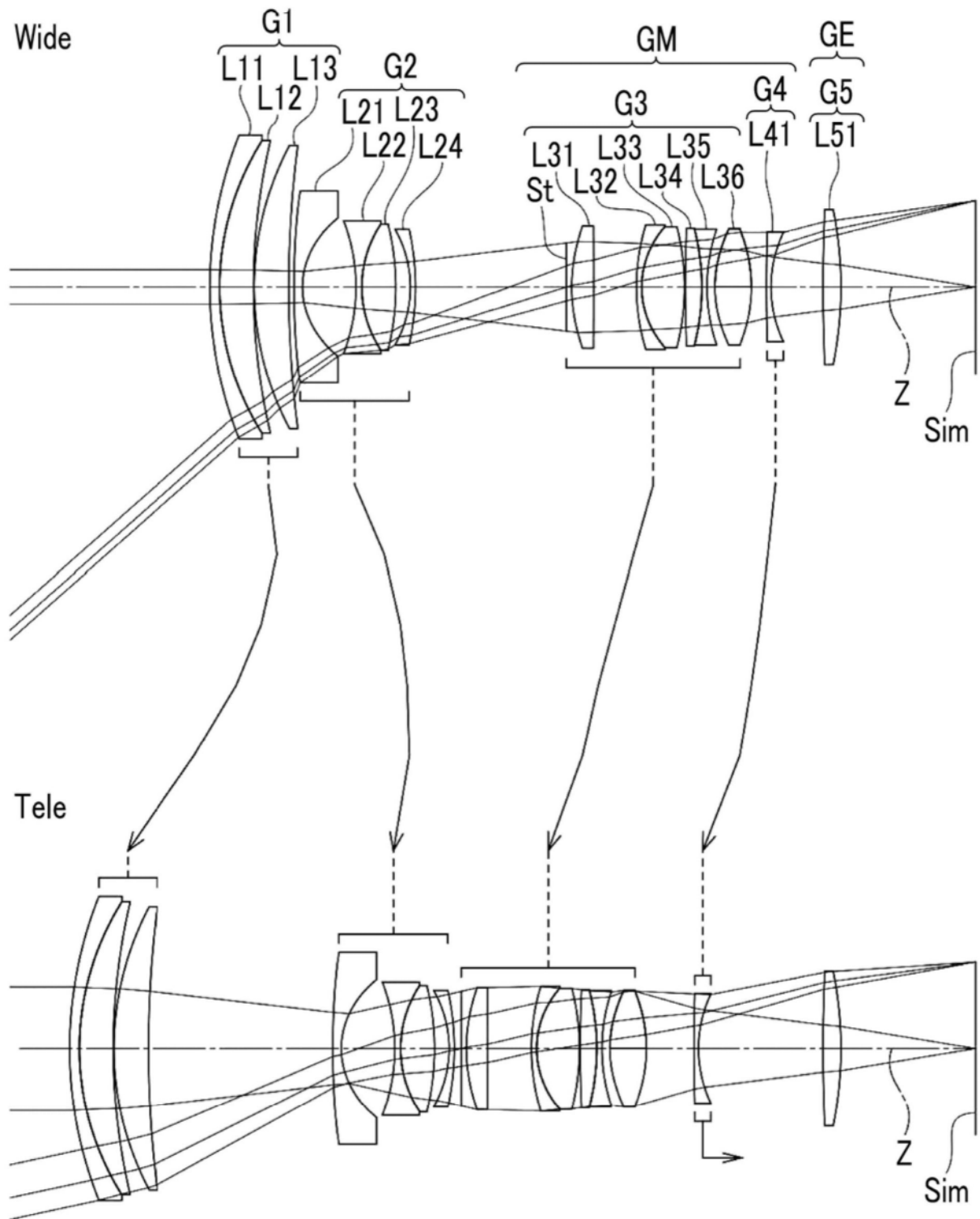


图7

实施例3

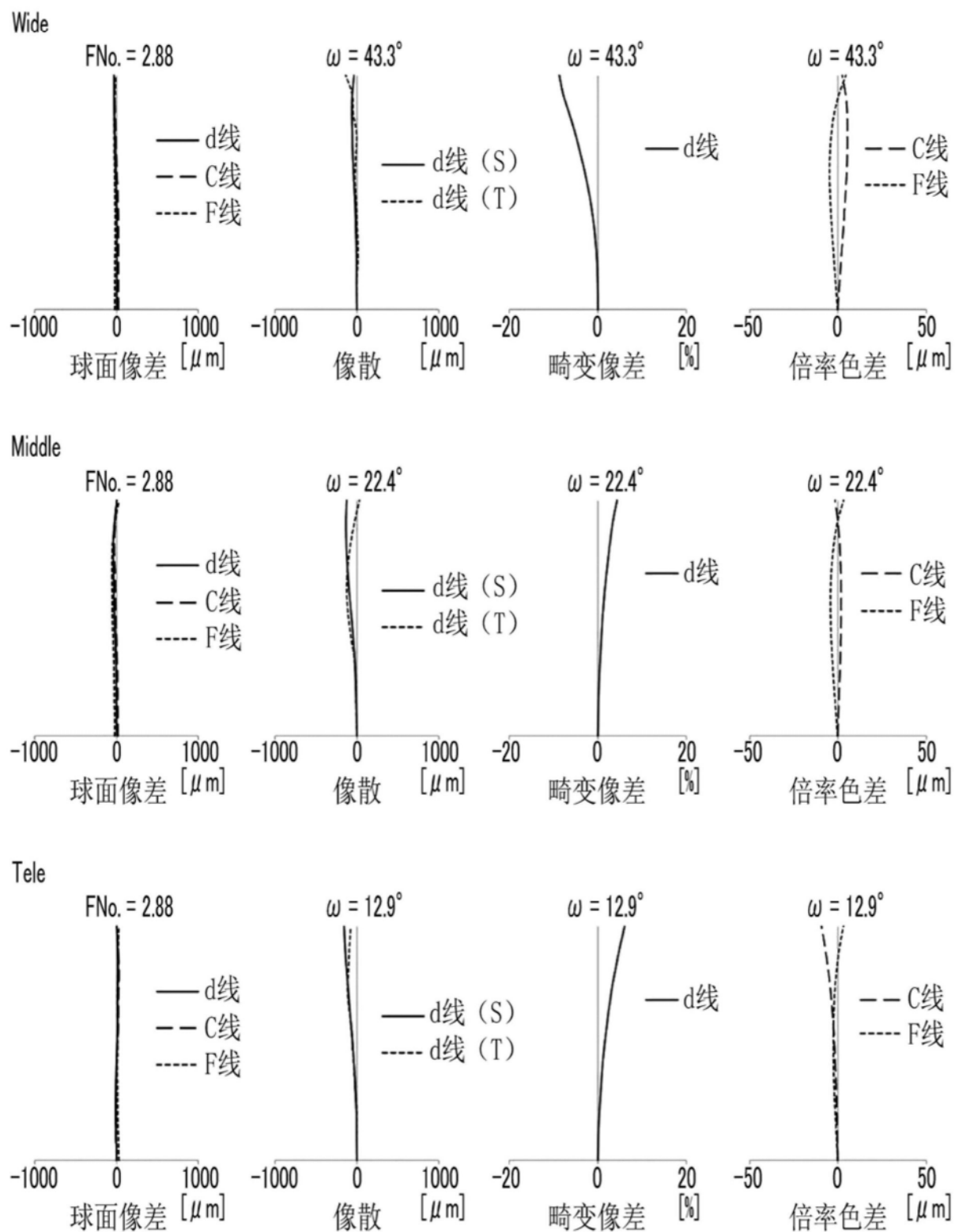


图8

实施例4

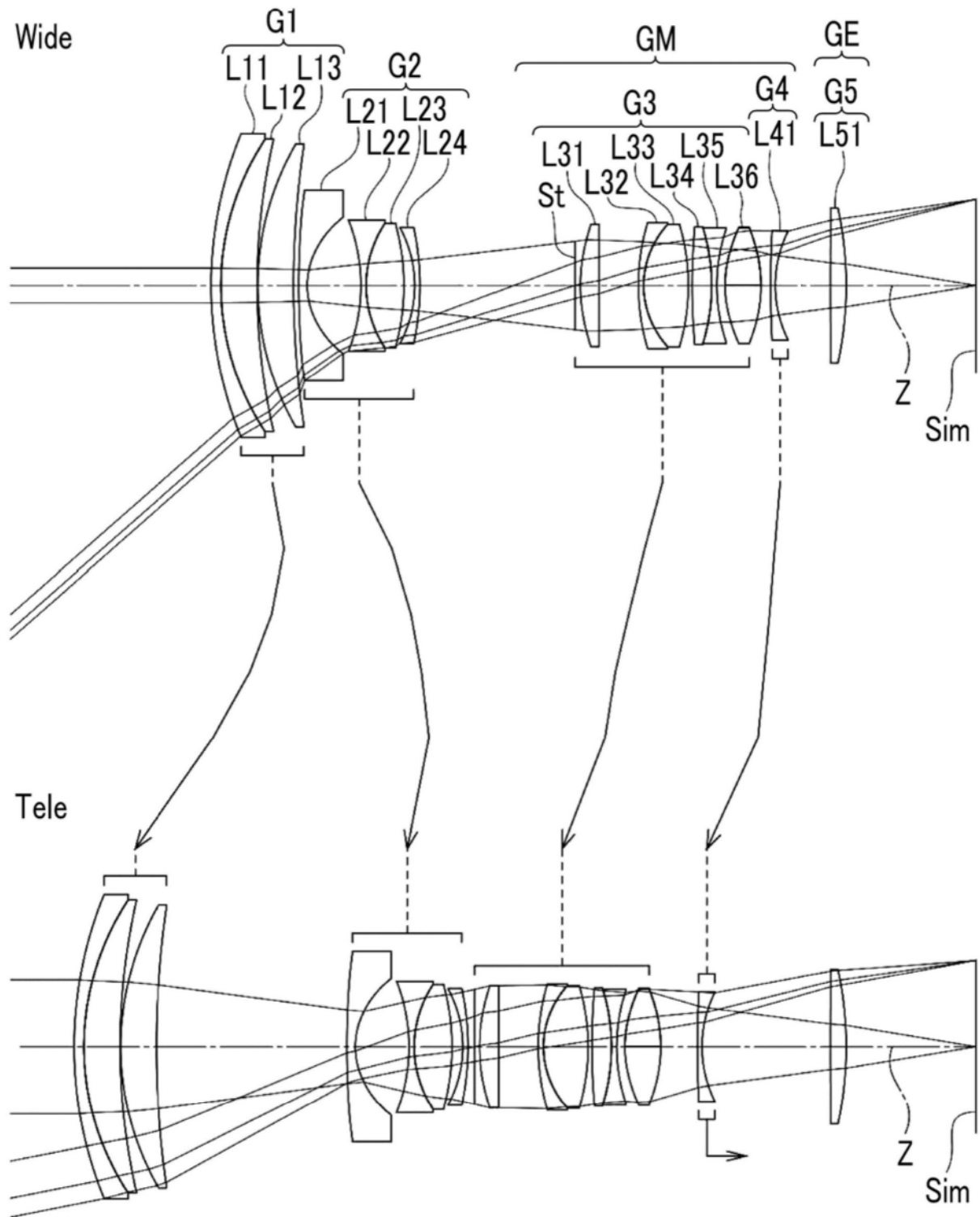


图9

实施例4

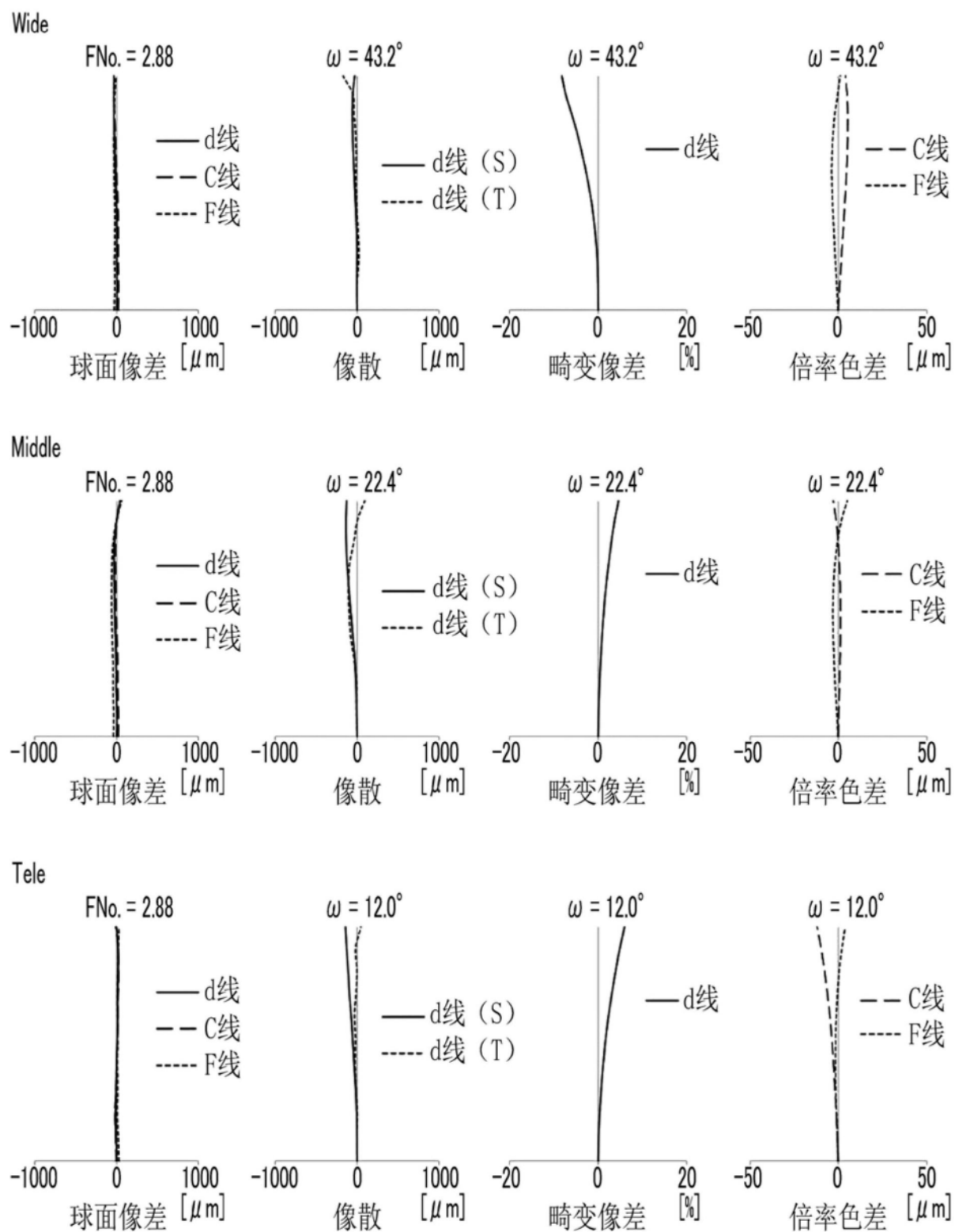


图10

实施例5

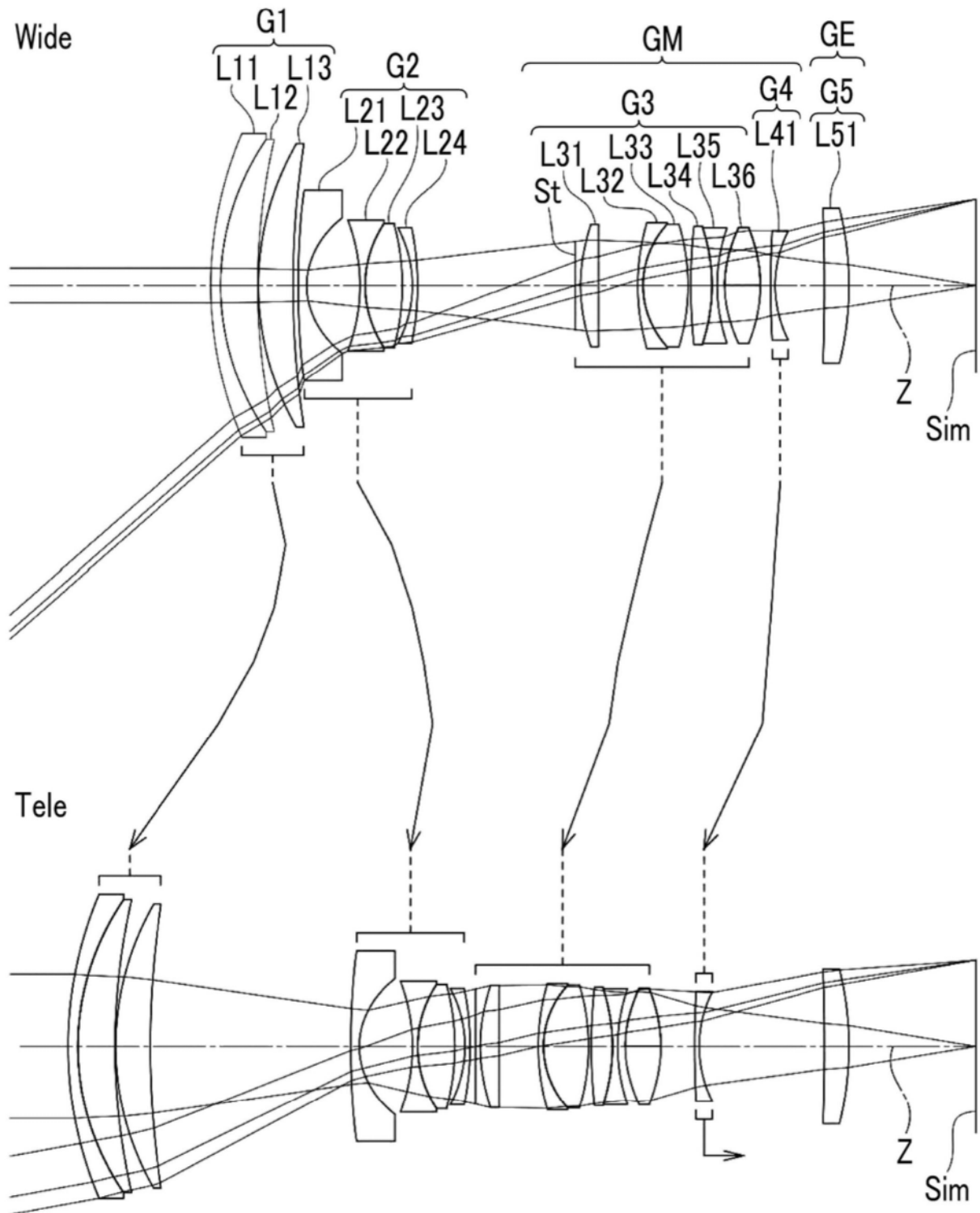


图11

实施例5

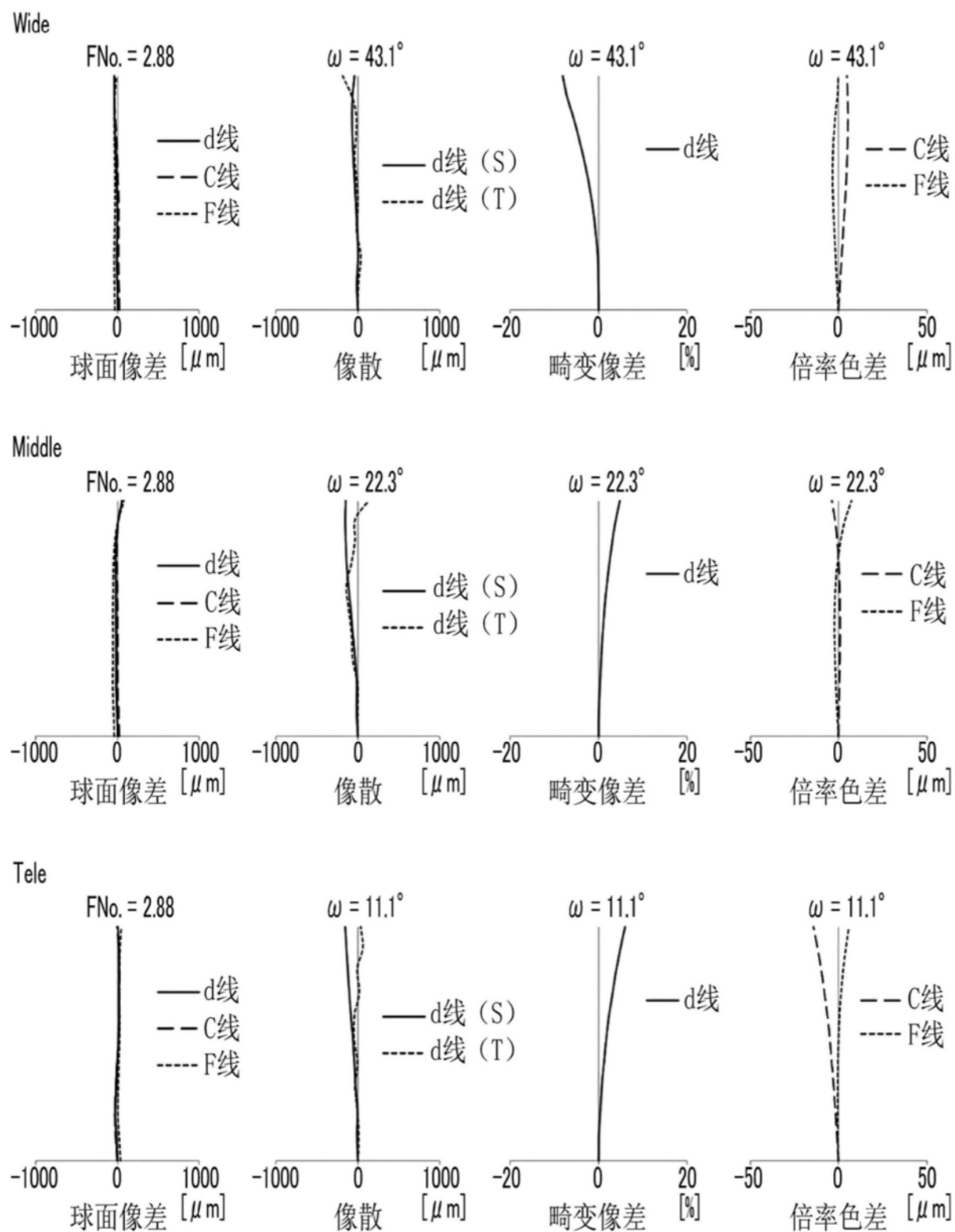


图12

实施例6

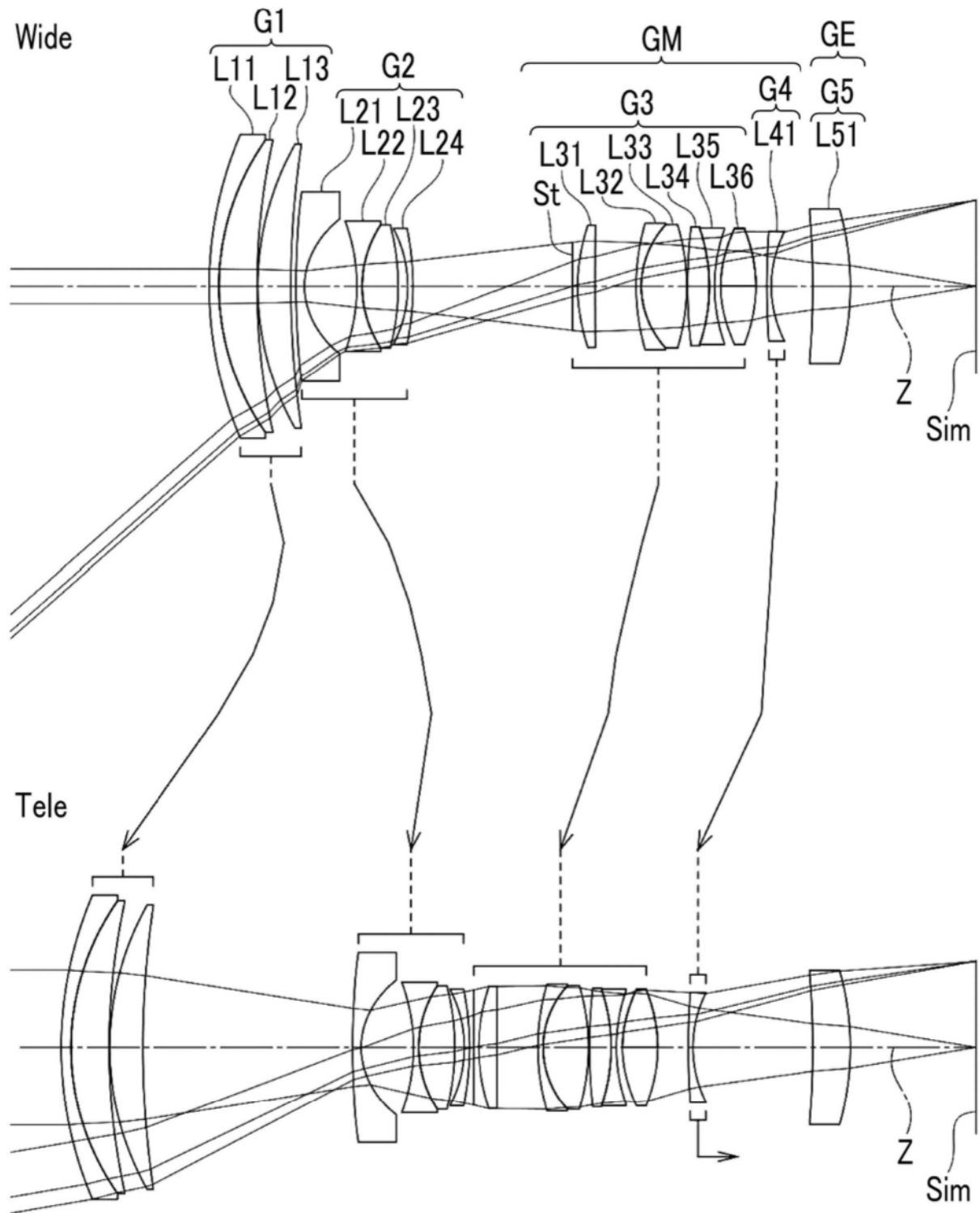


图13

实施例6

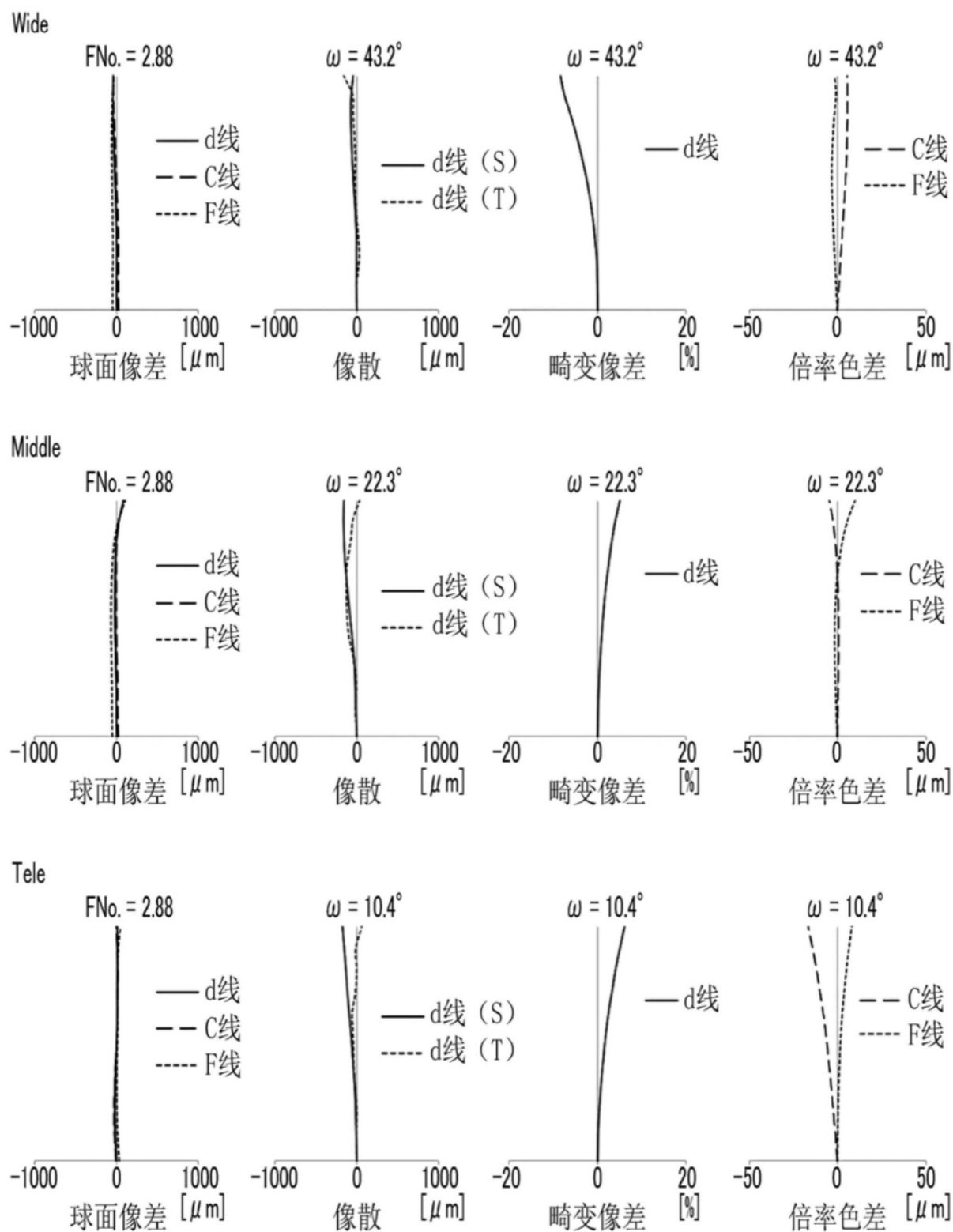


图14

实施例7

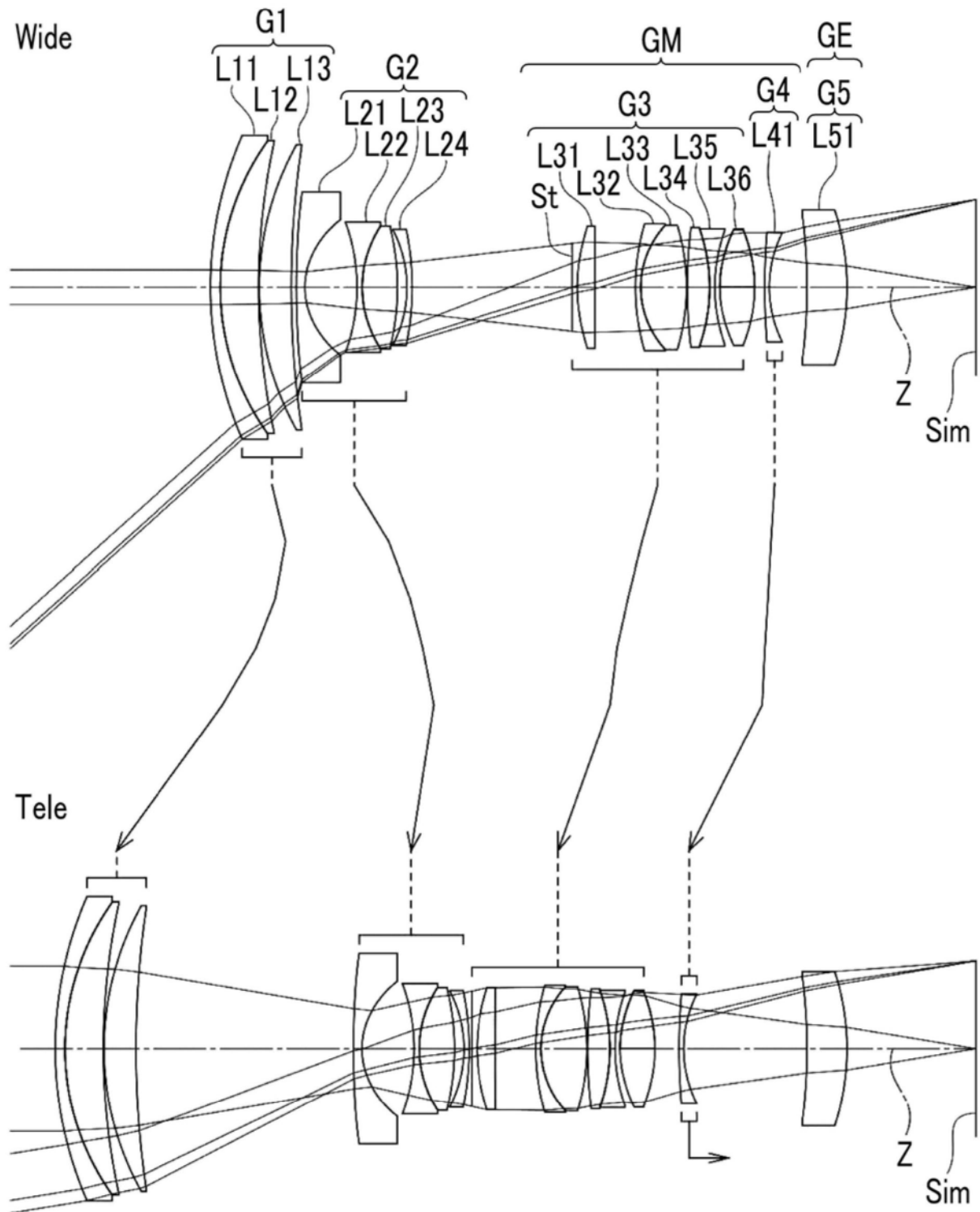


图15

实施例7

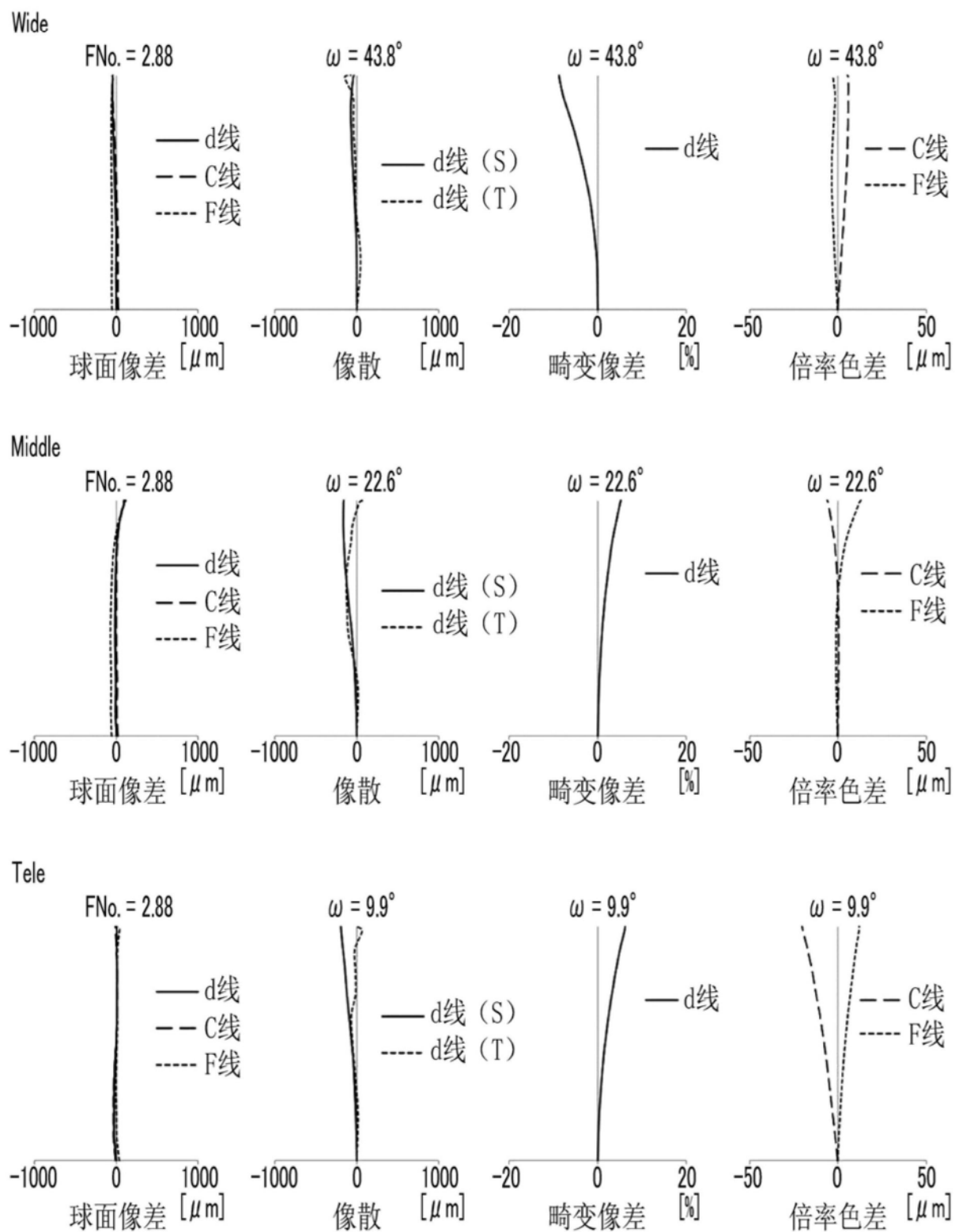


图16

实施例8

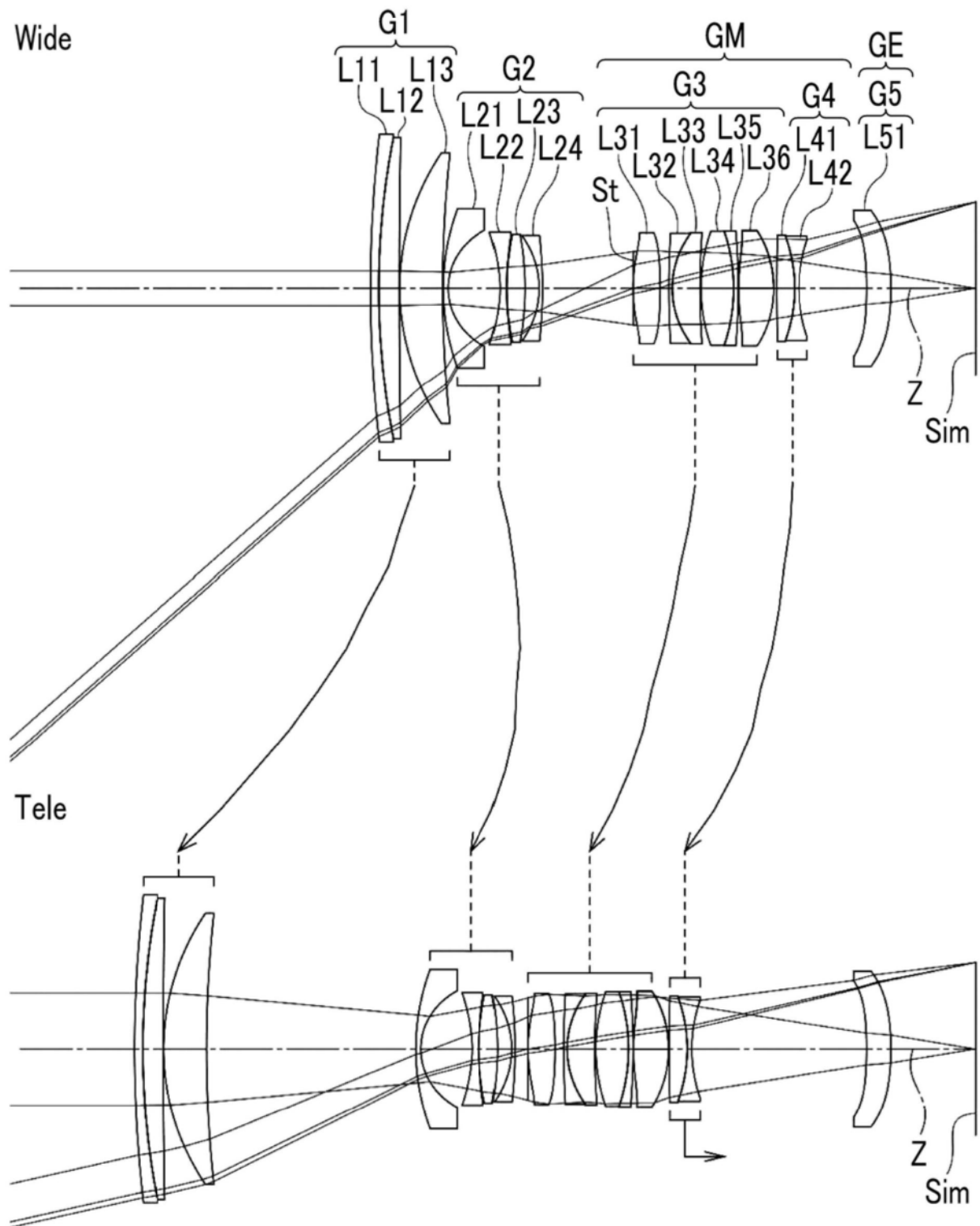


图17

实施例8

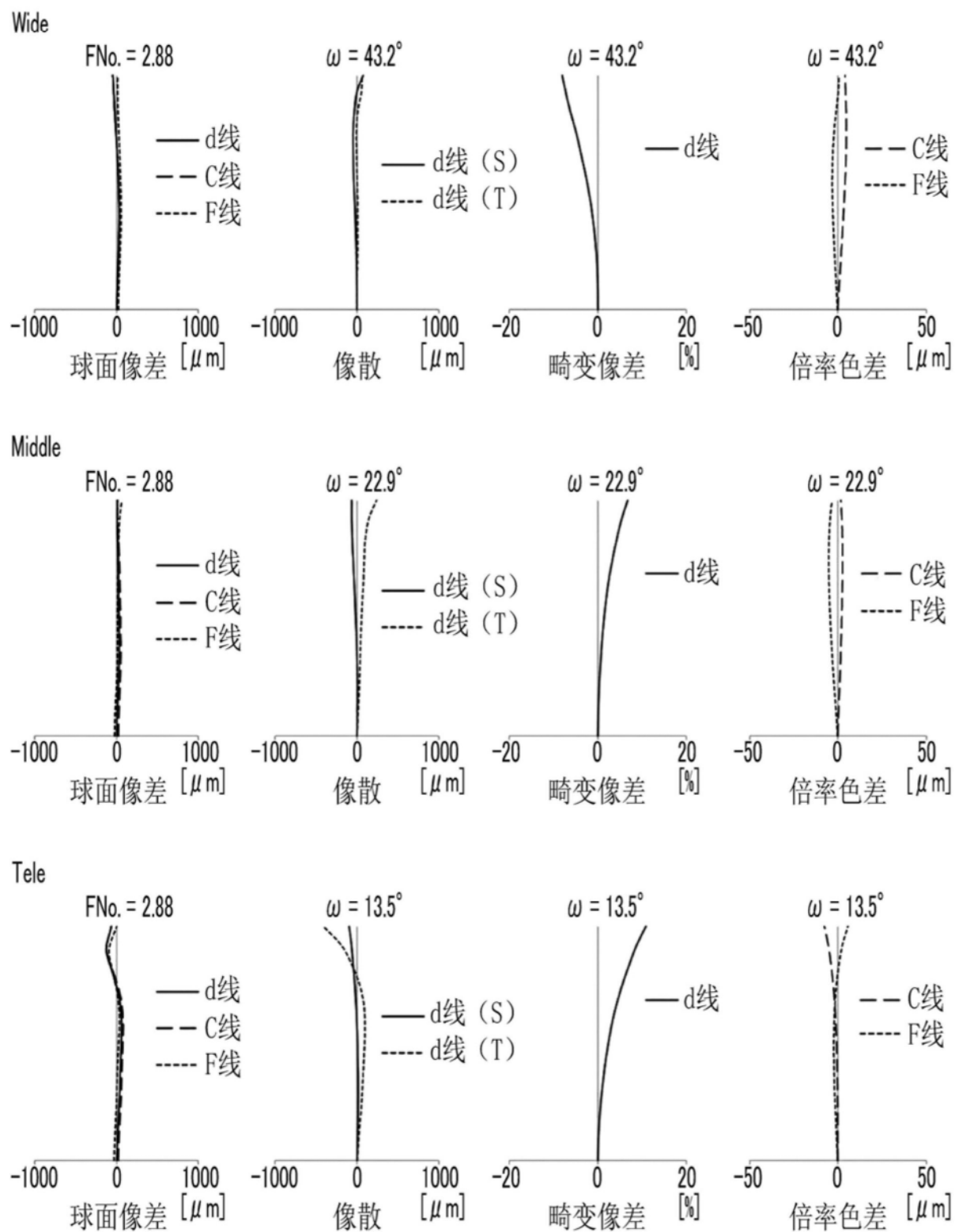


图18

实施例9

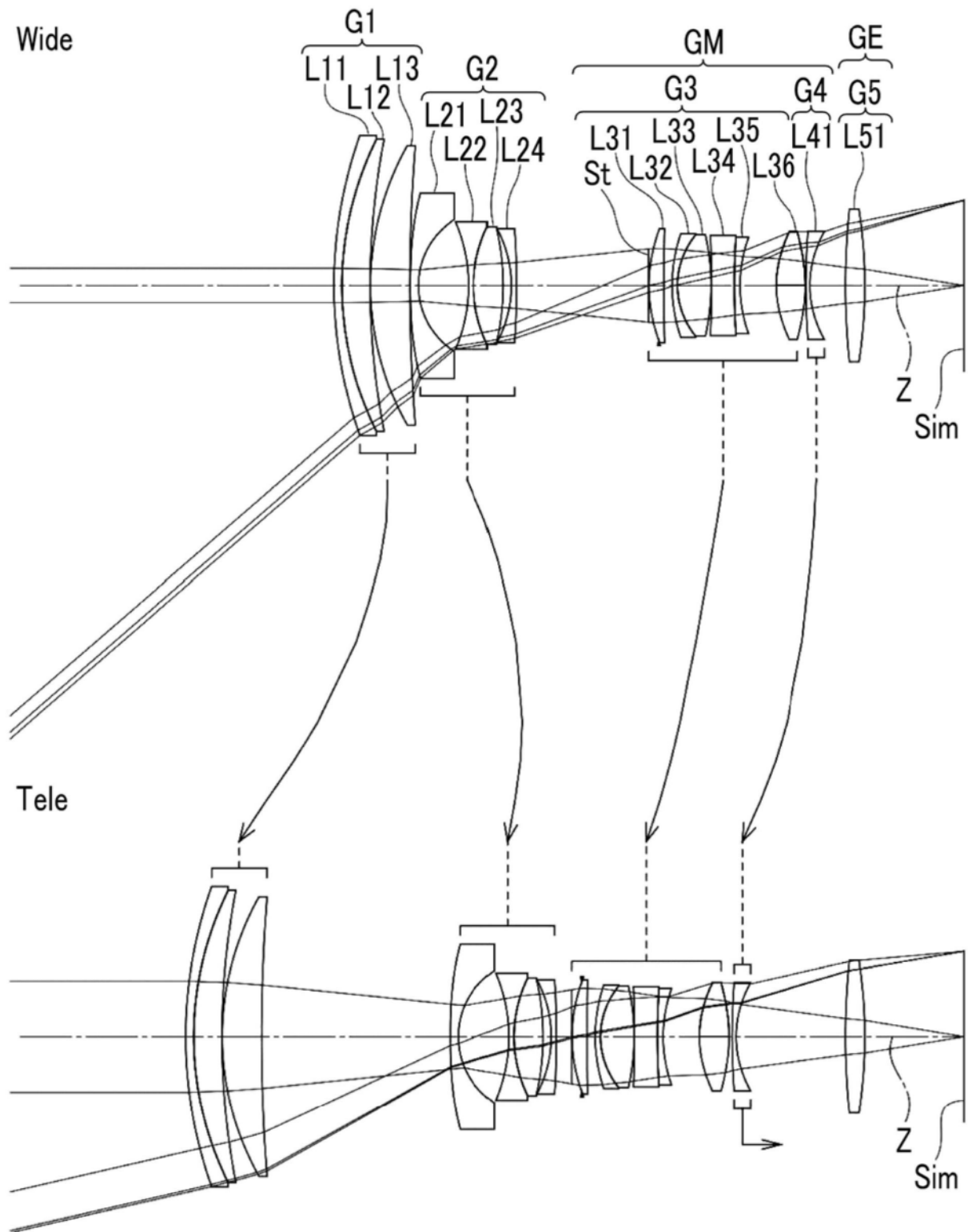


图19

实施例9

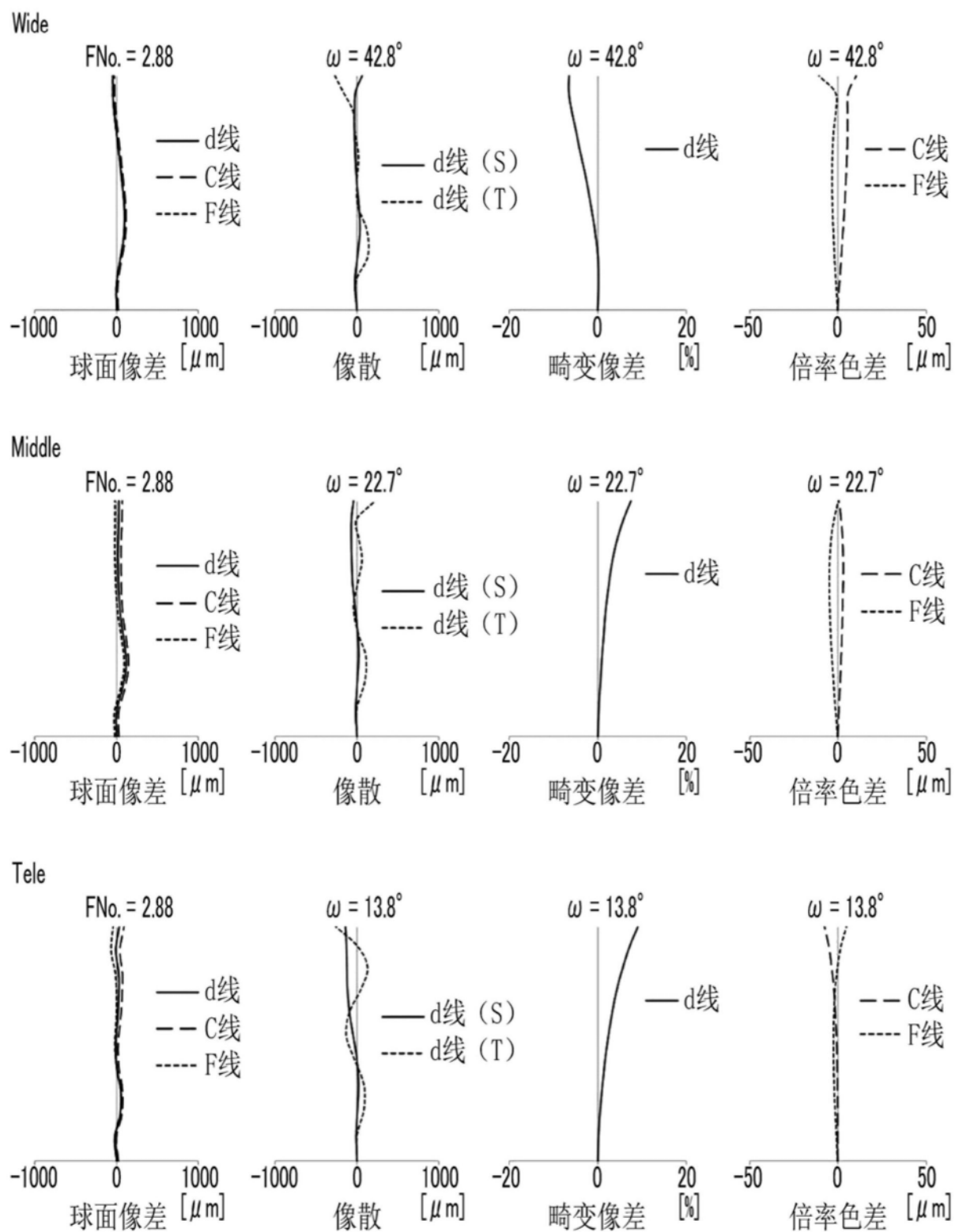


图20

实施例10

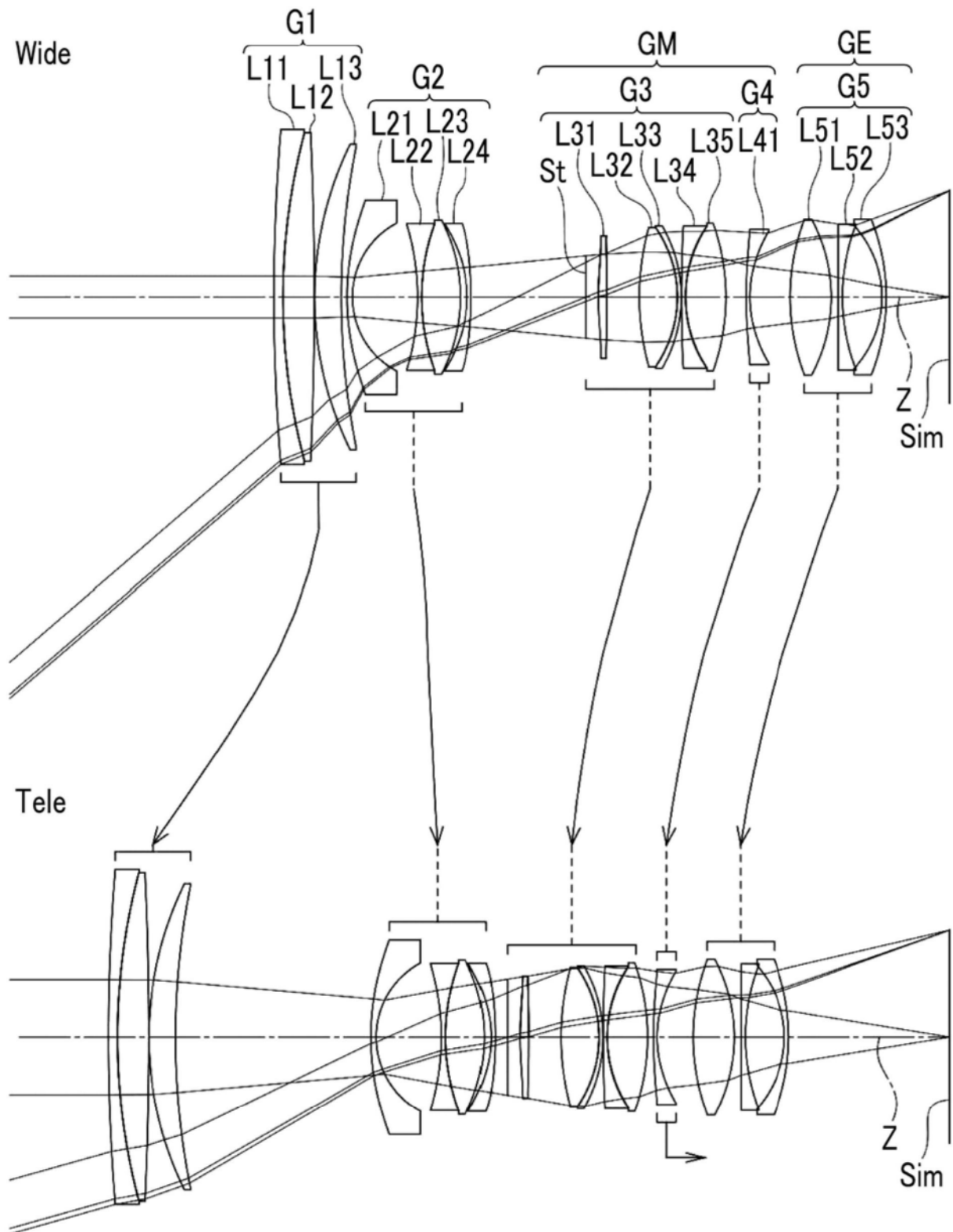


图21

实施例10

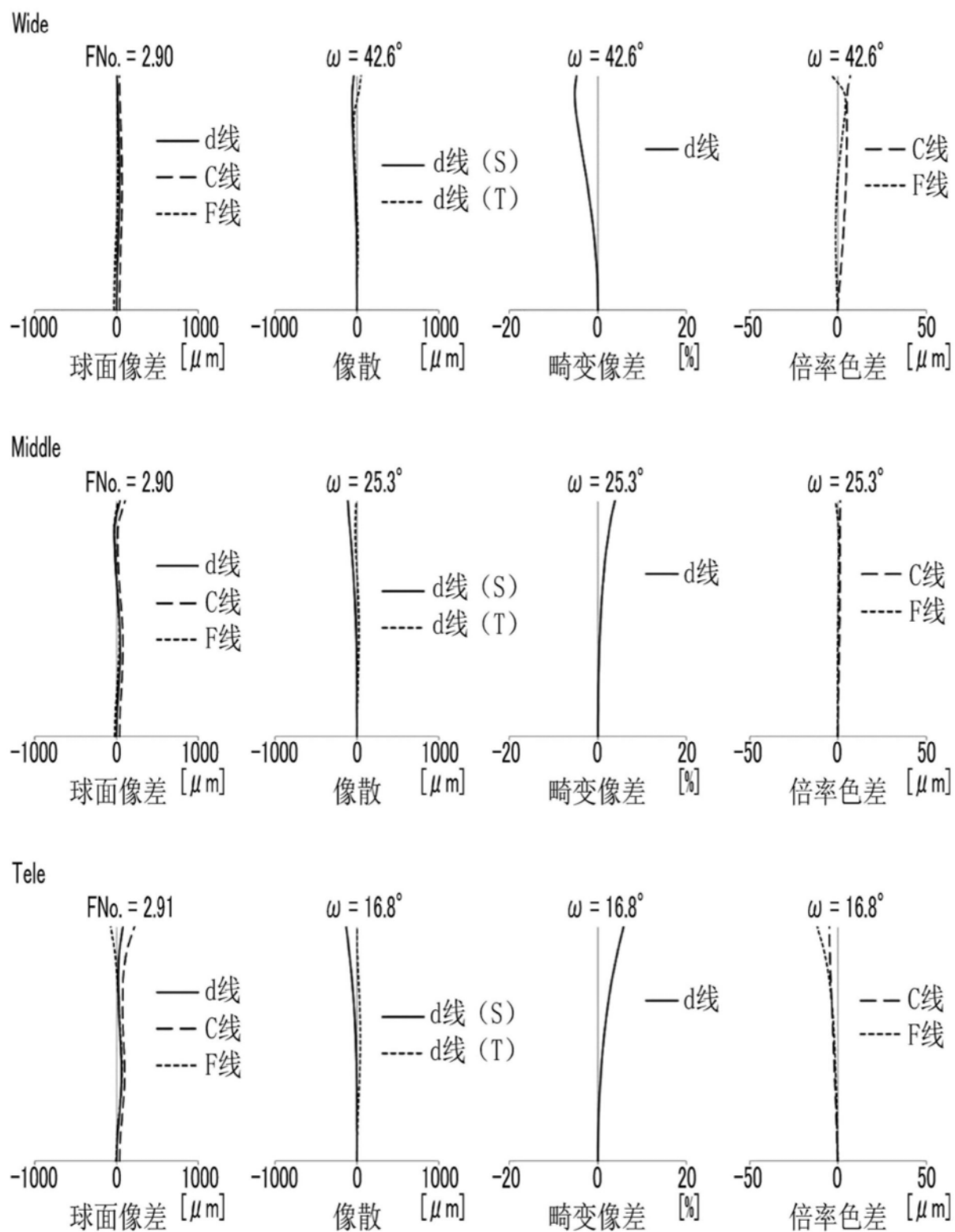


图22

实施例11

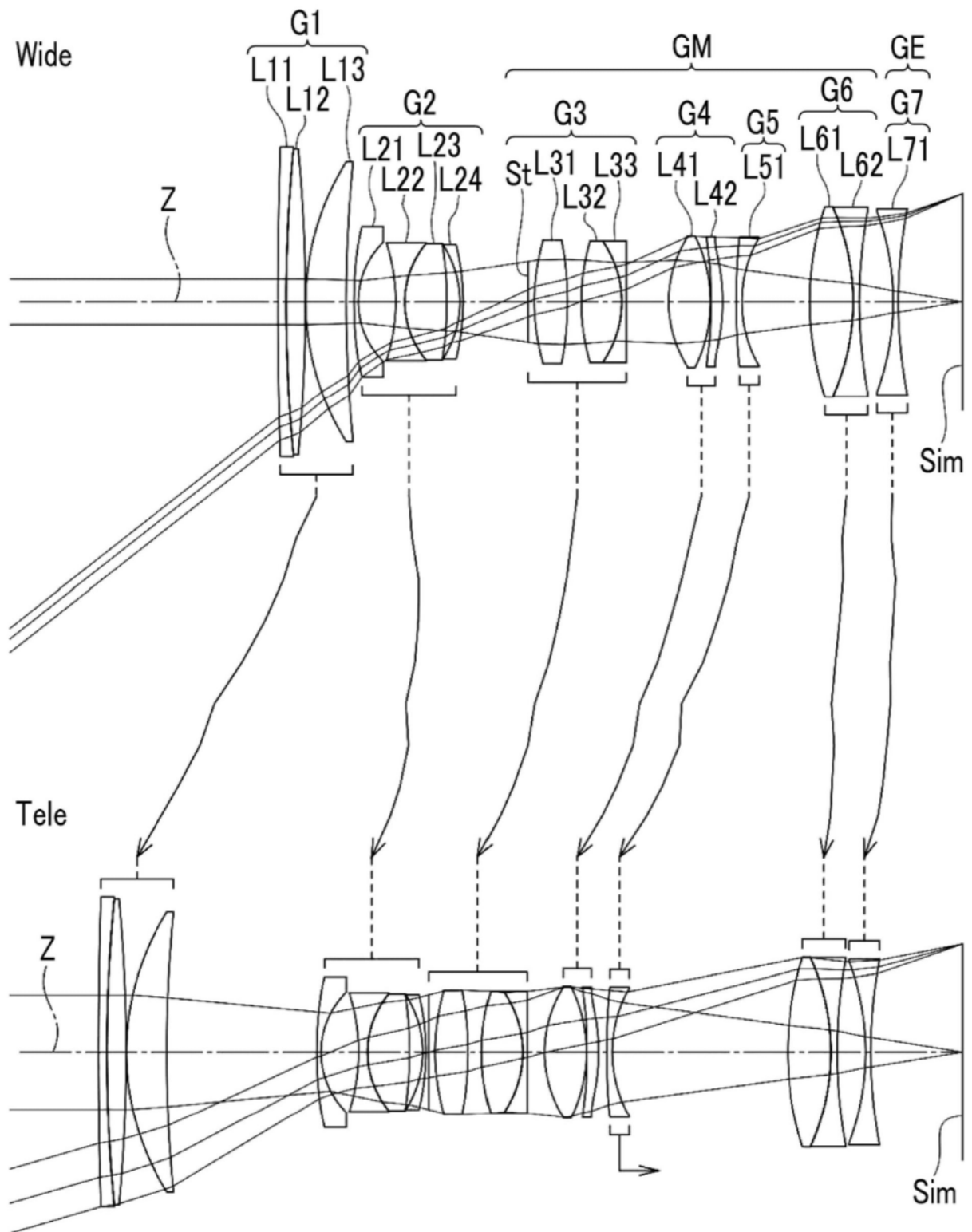


图23

实施例11

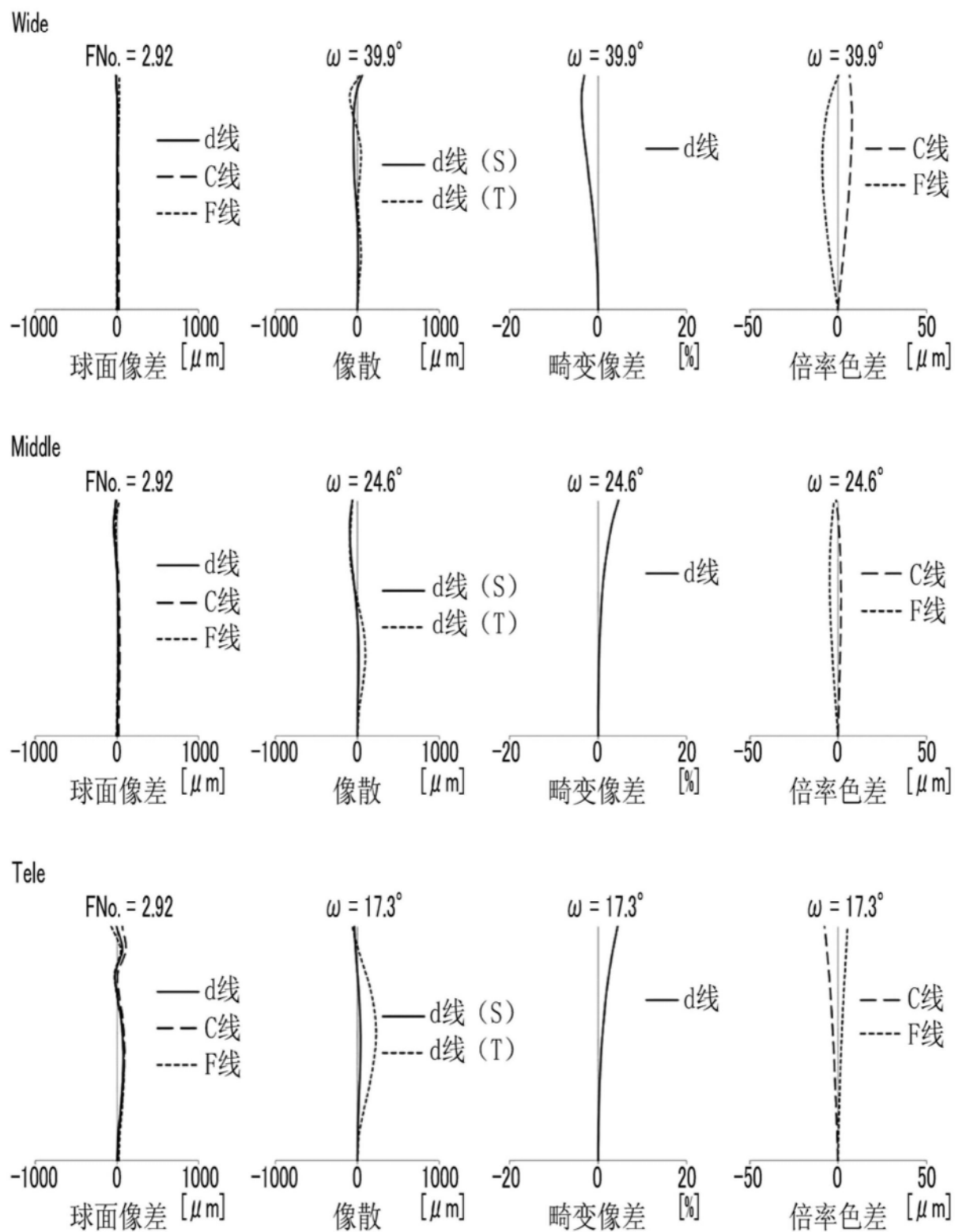


图24

实施例12

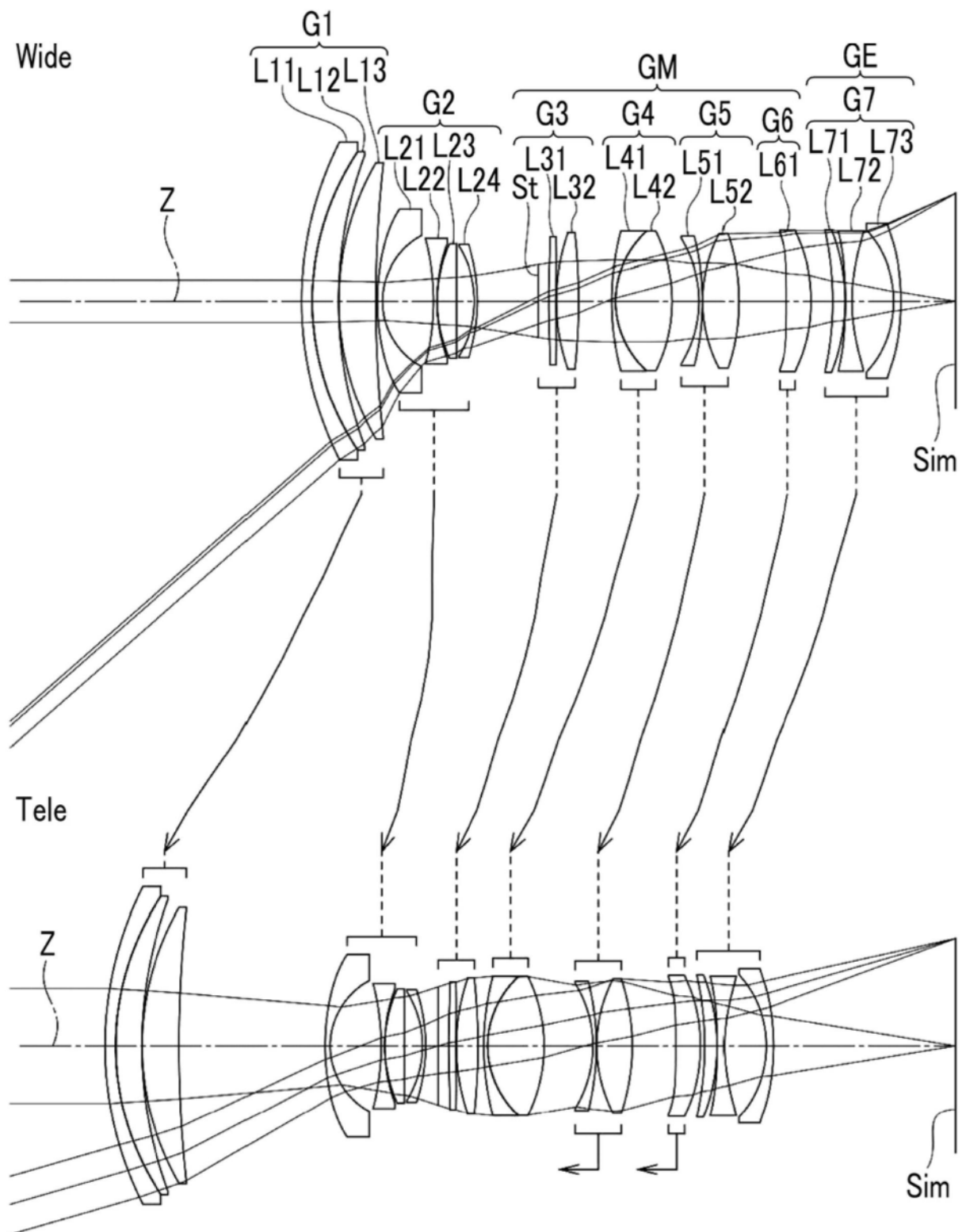


图25

实施例12

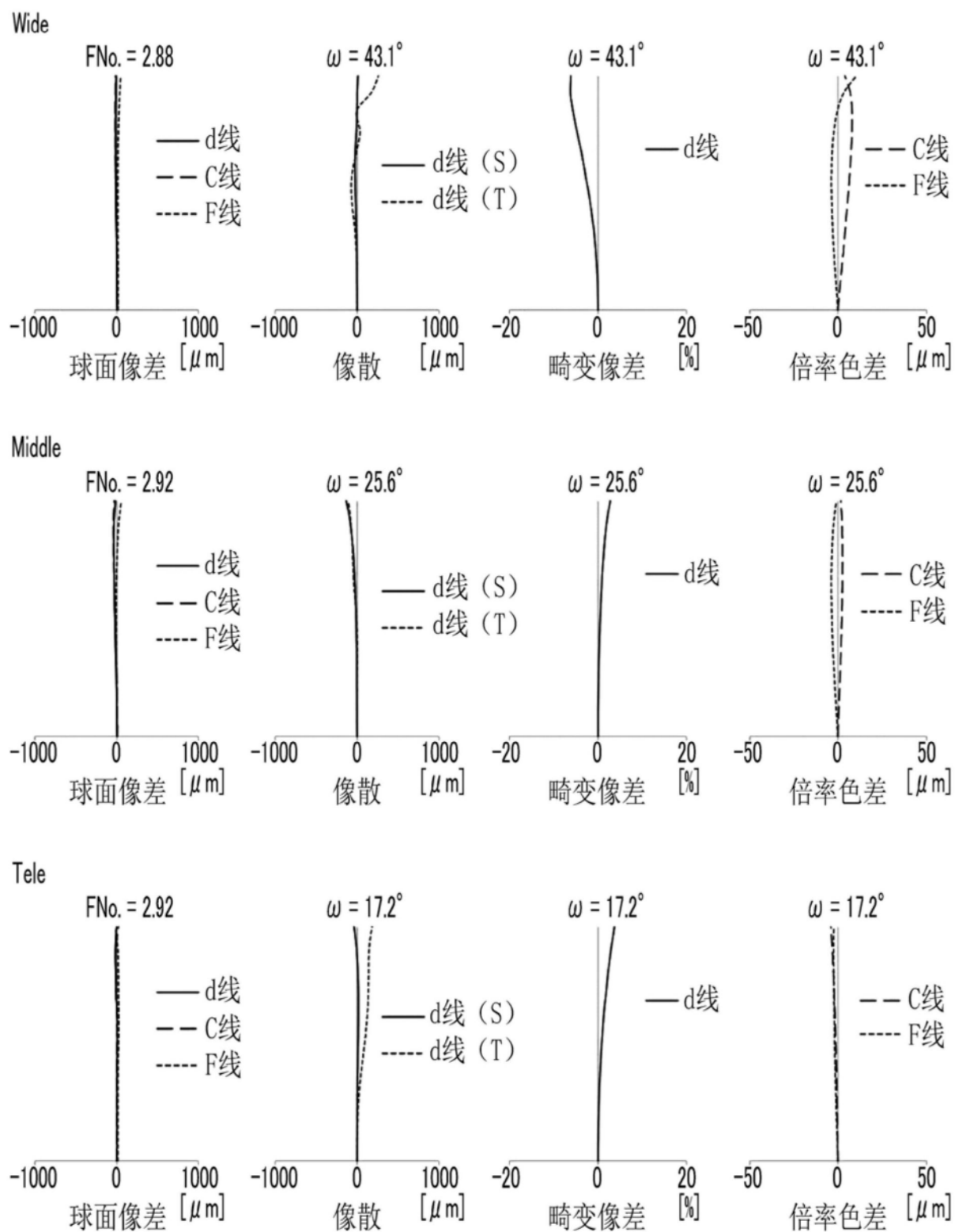


图26

实施例13

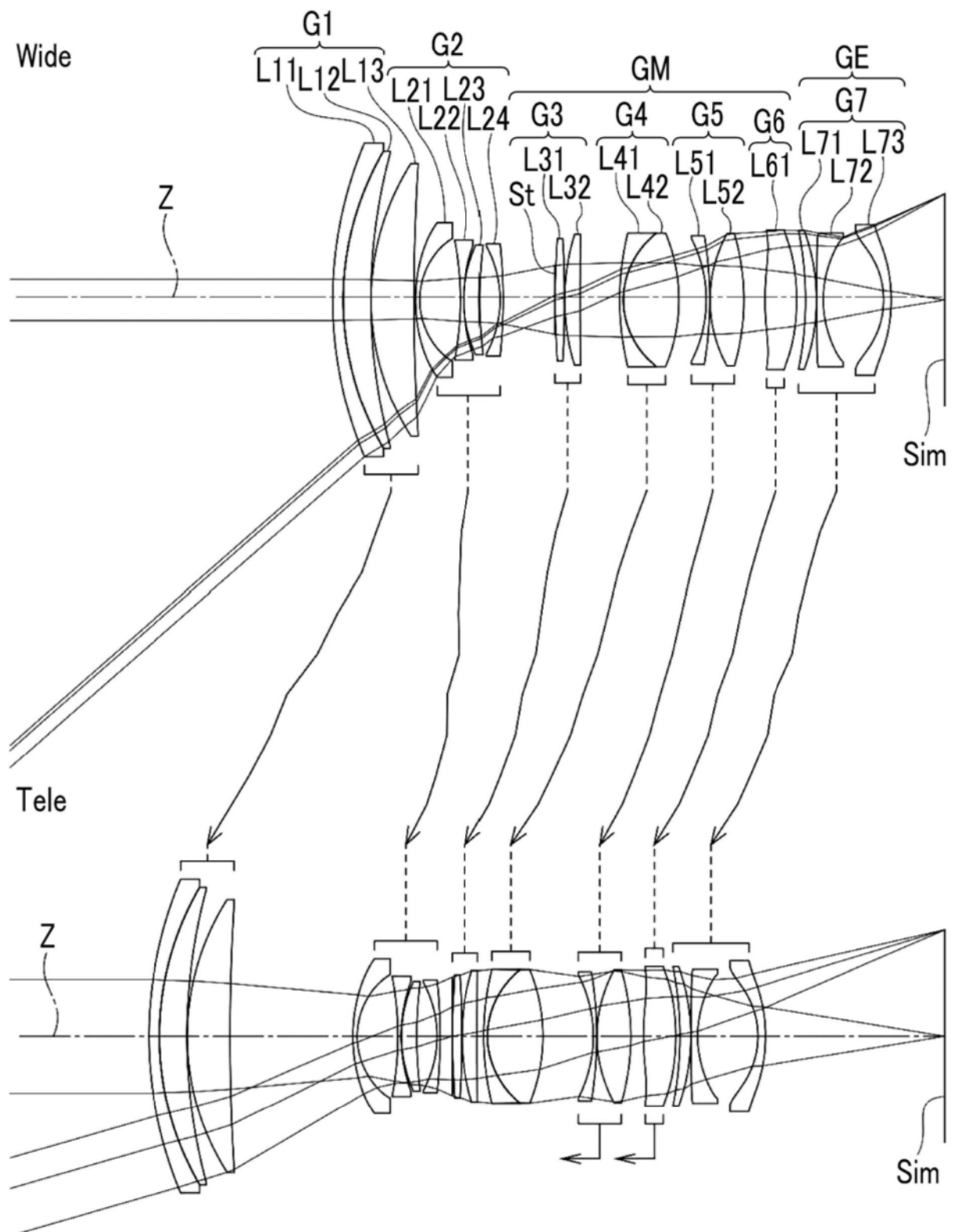


图27

实施例13

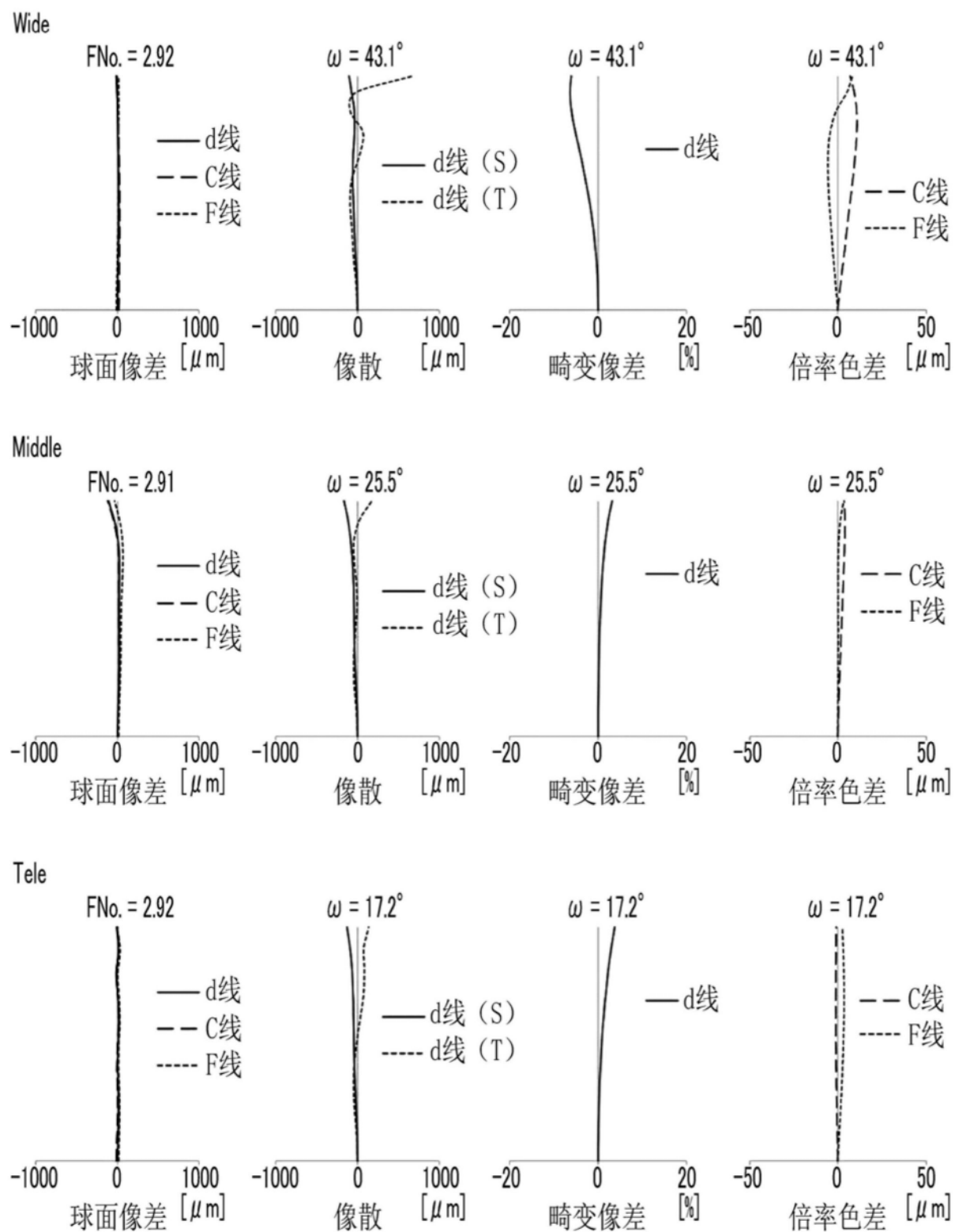


图28

实施例14

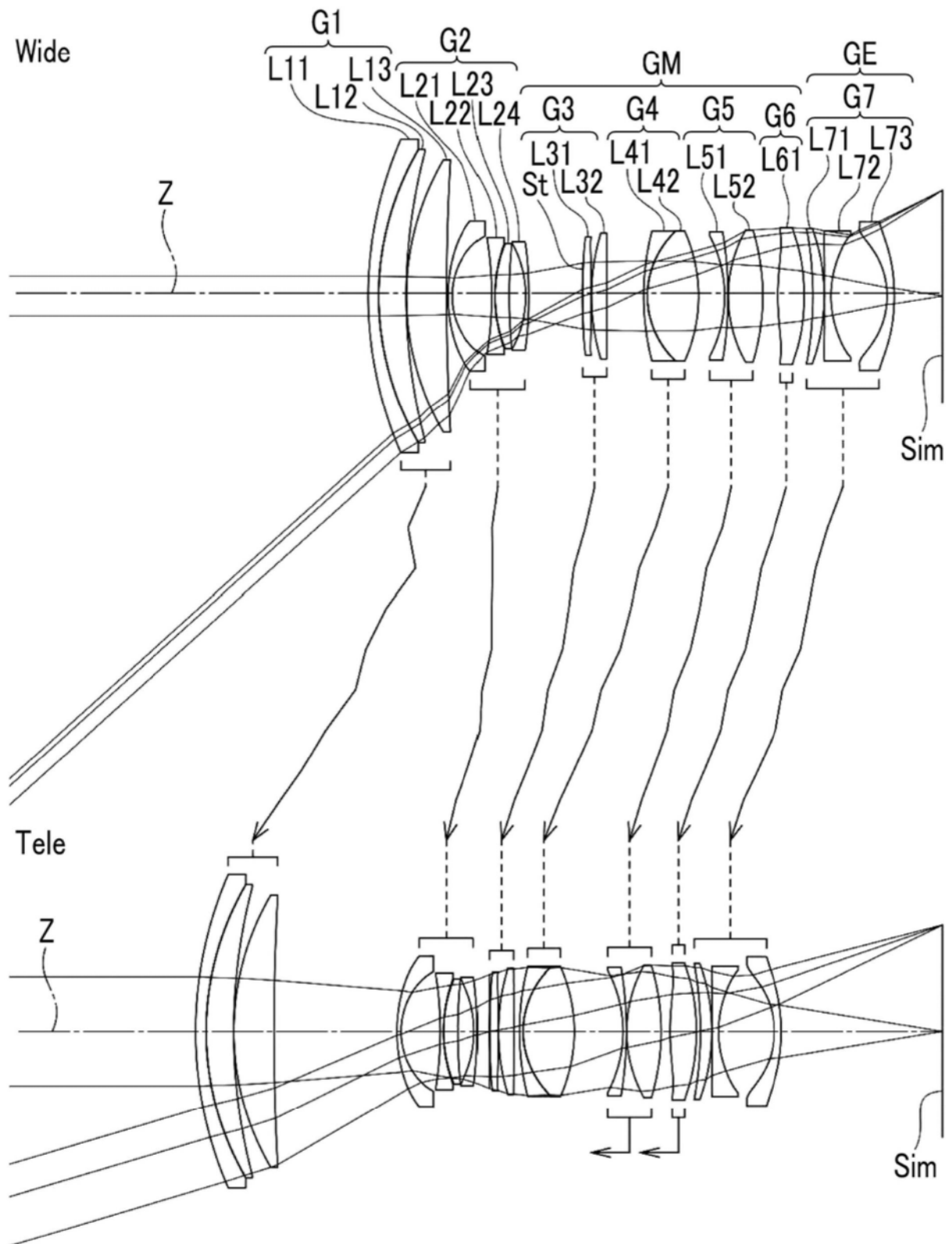


图29

实施例14

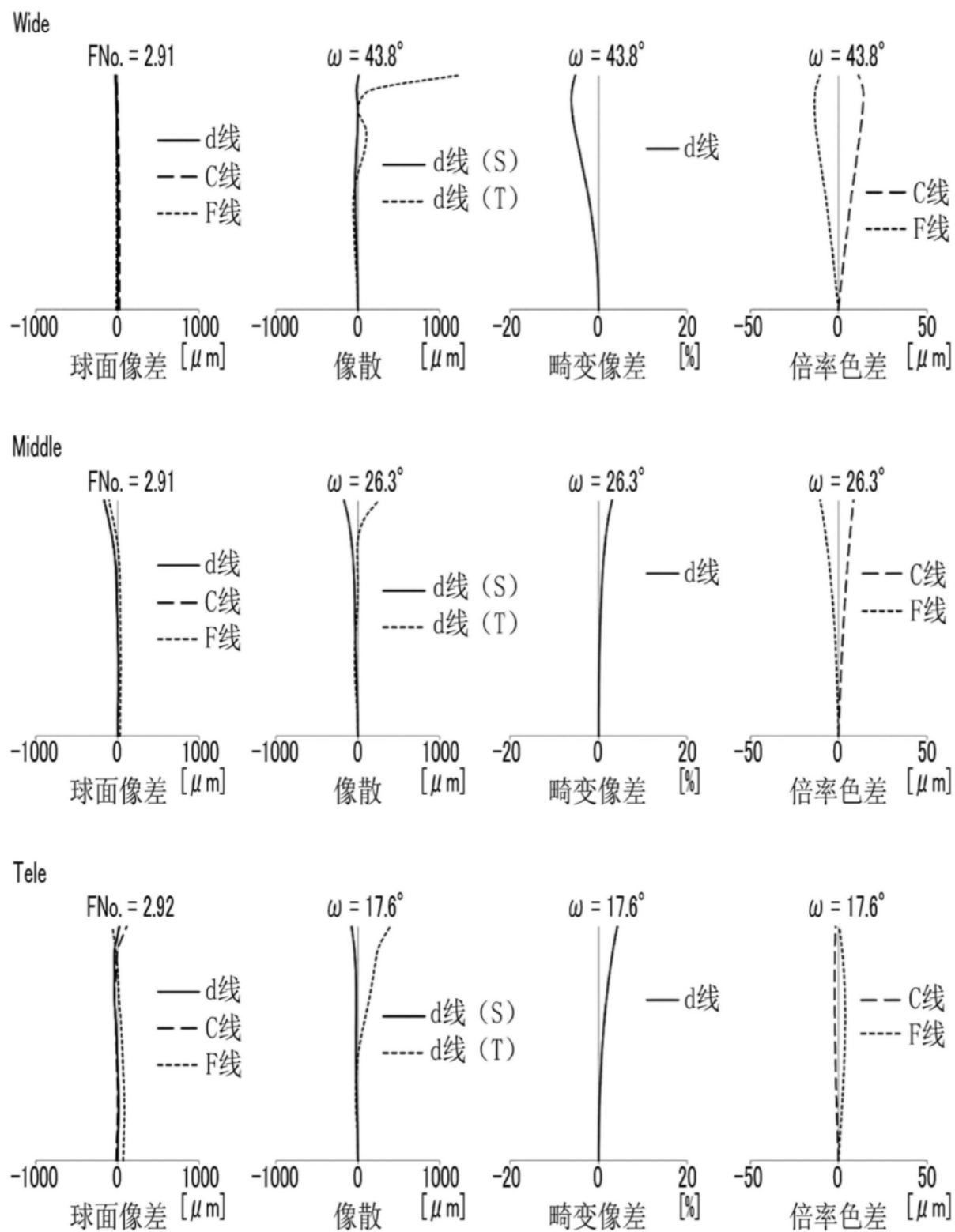


图30

实施例15

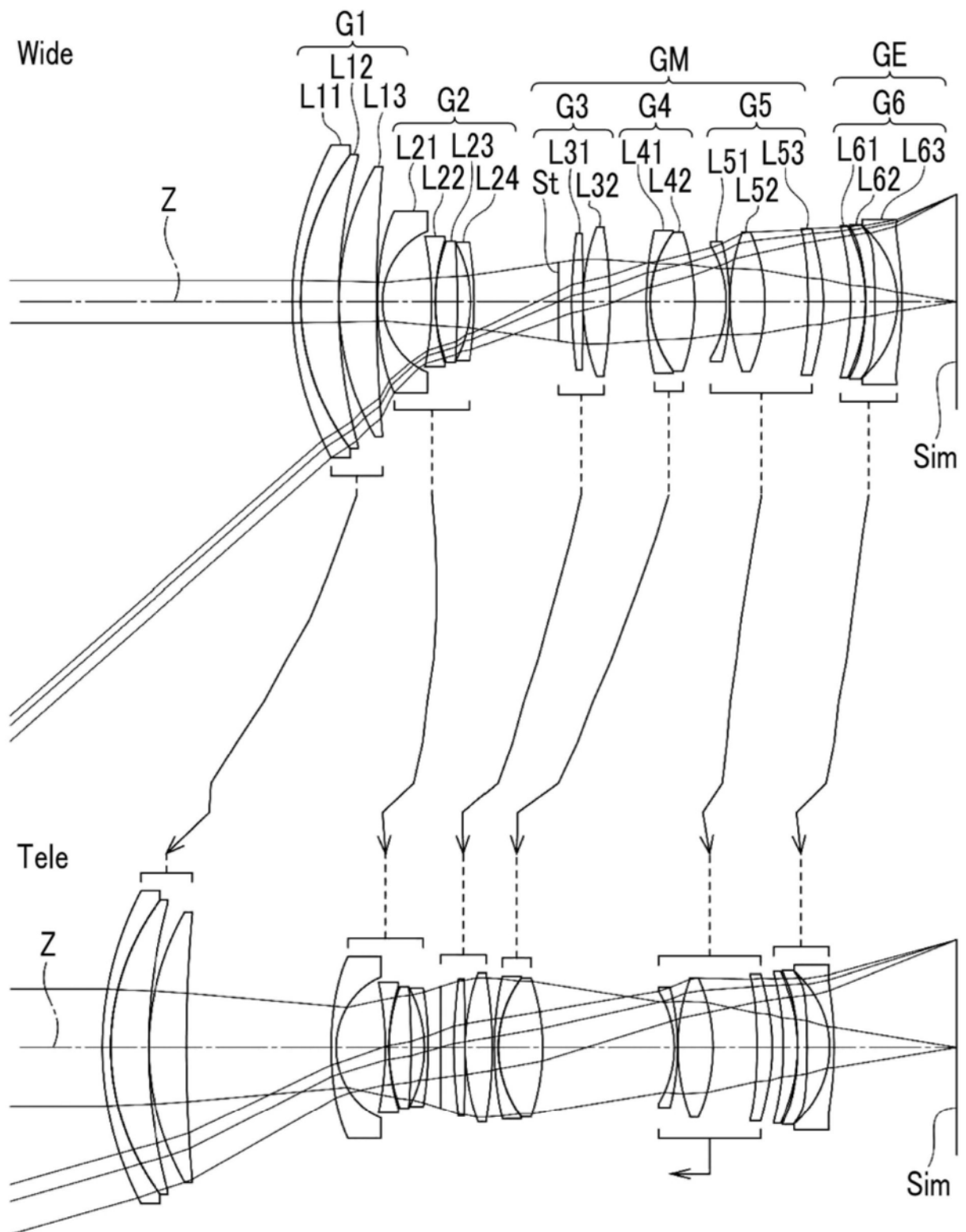


图31

实施例15

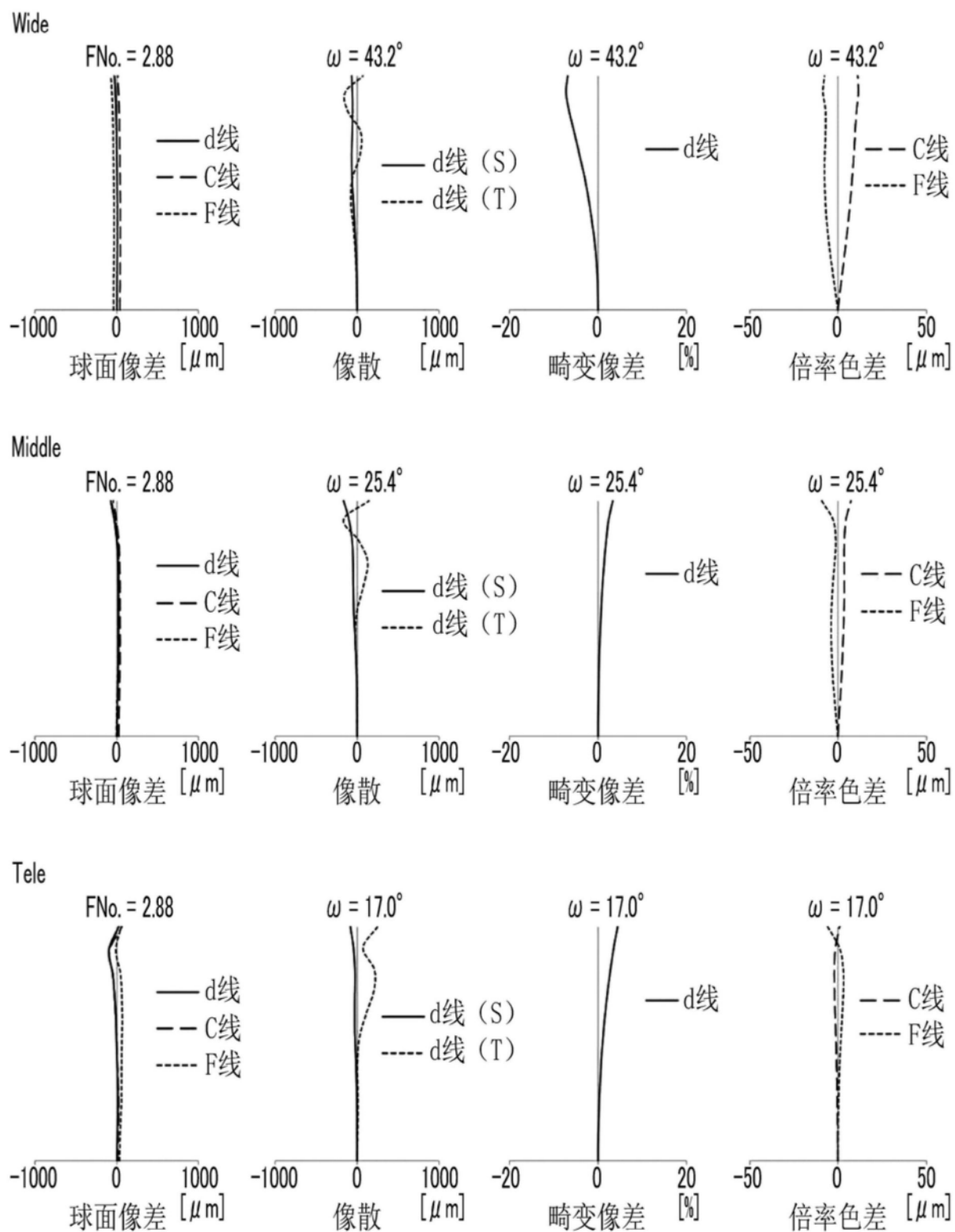


图32

实施例16

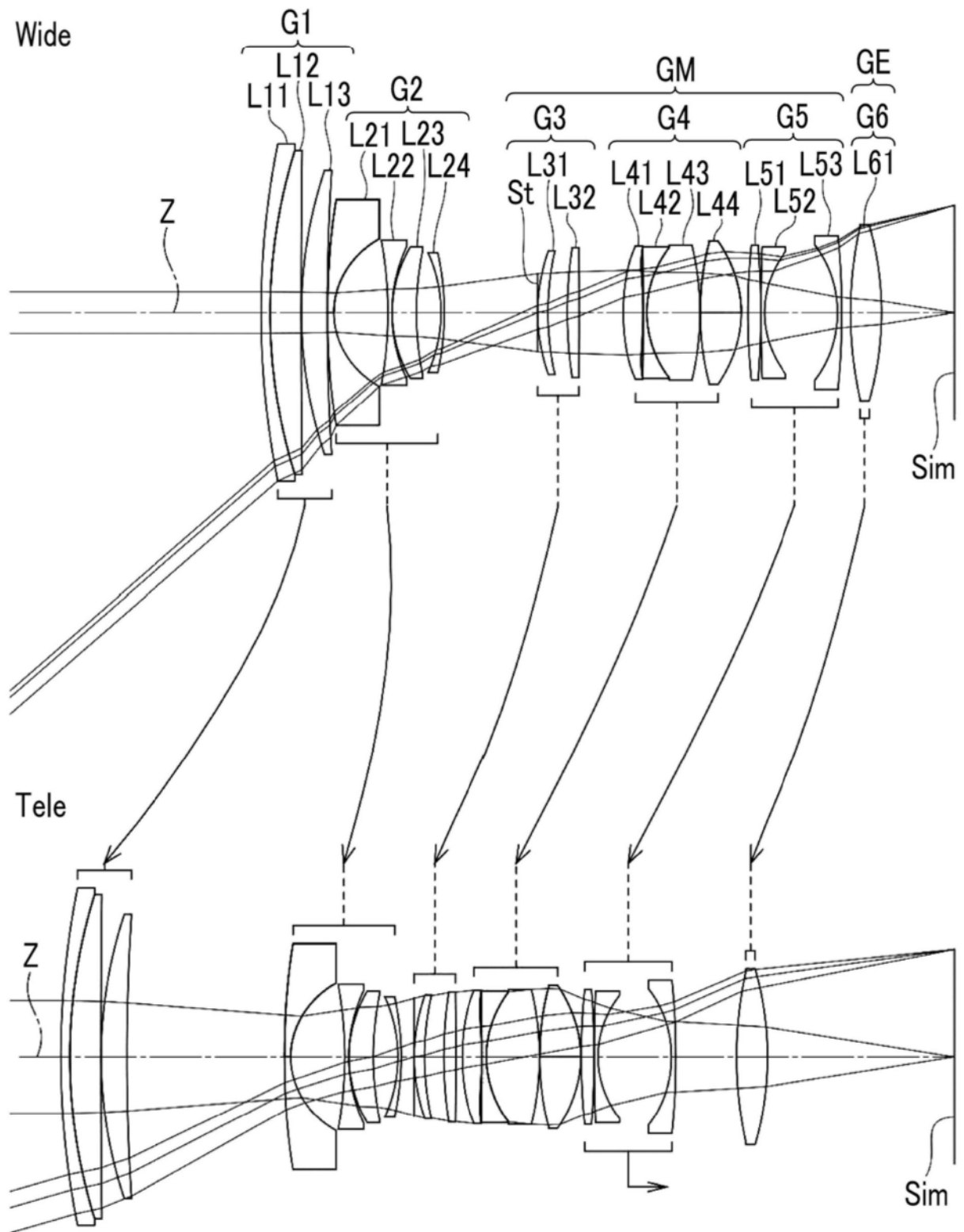


图33

实施例16

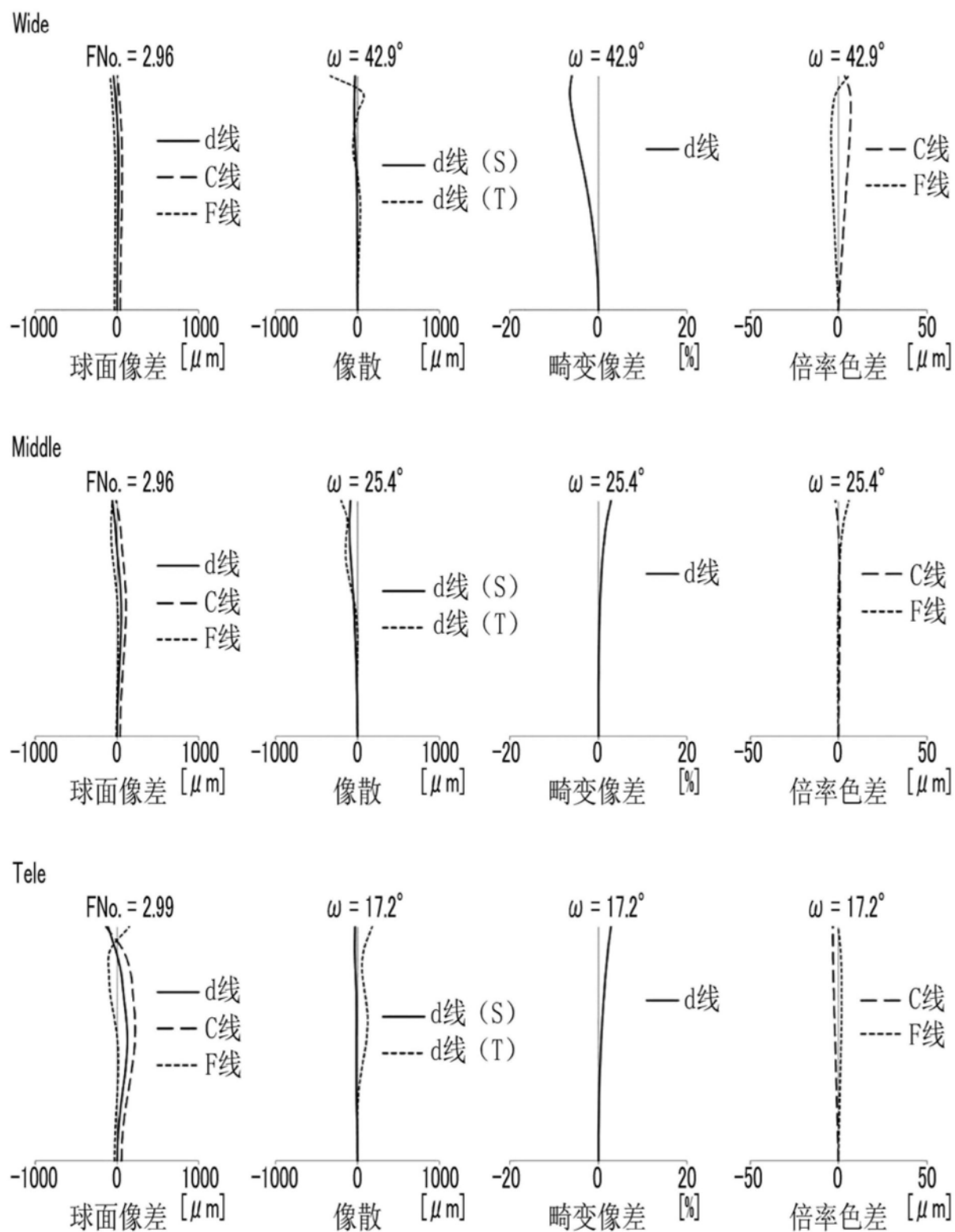


图34

实施例17

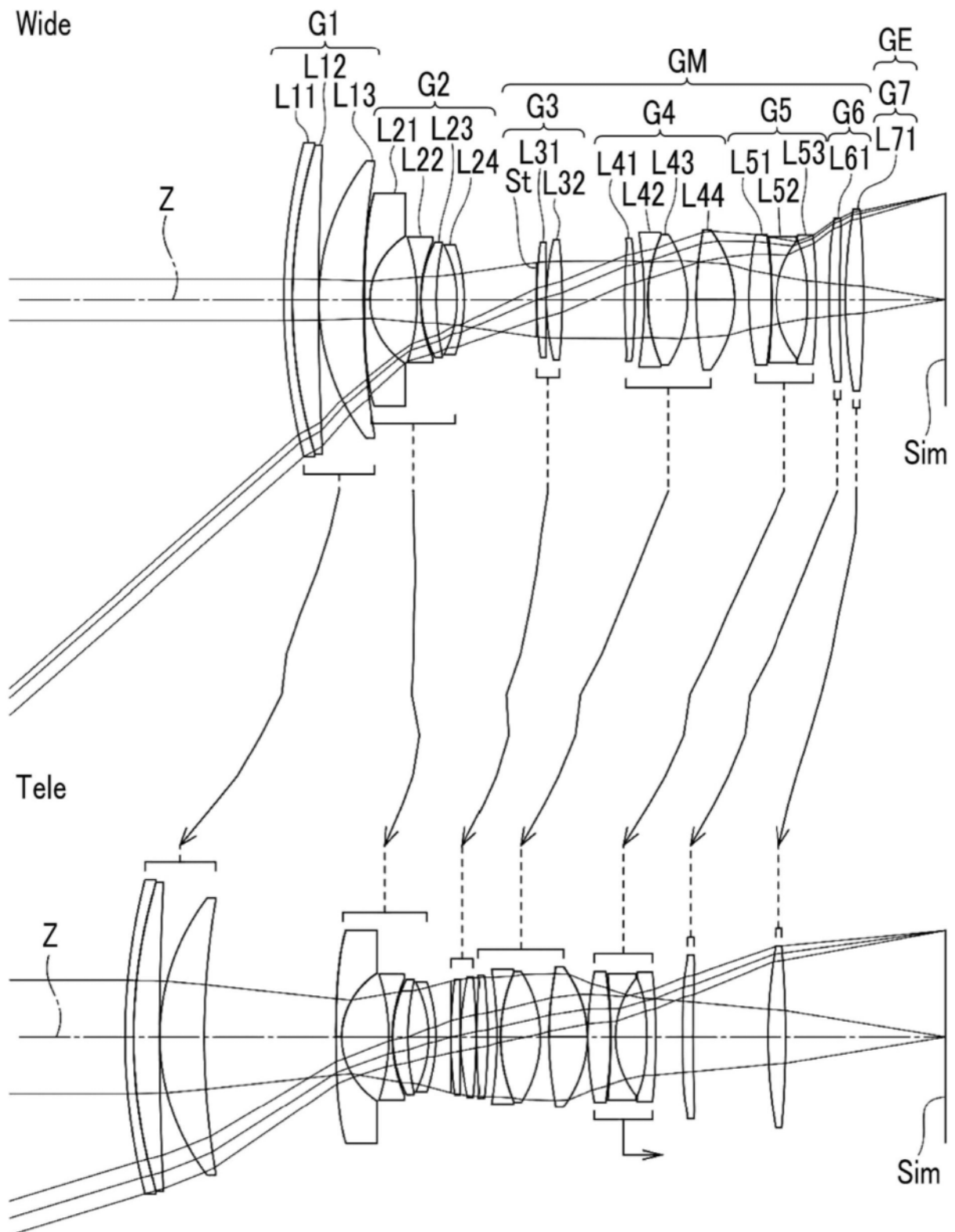


图35

实施例17

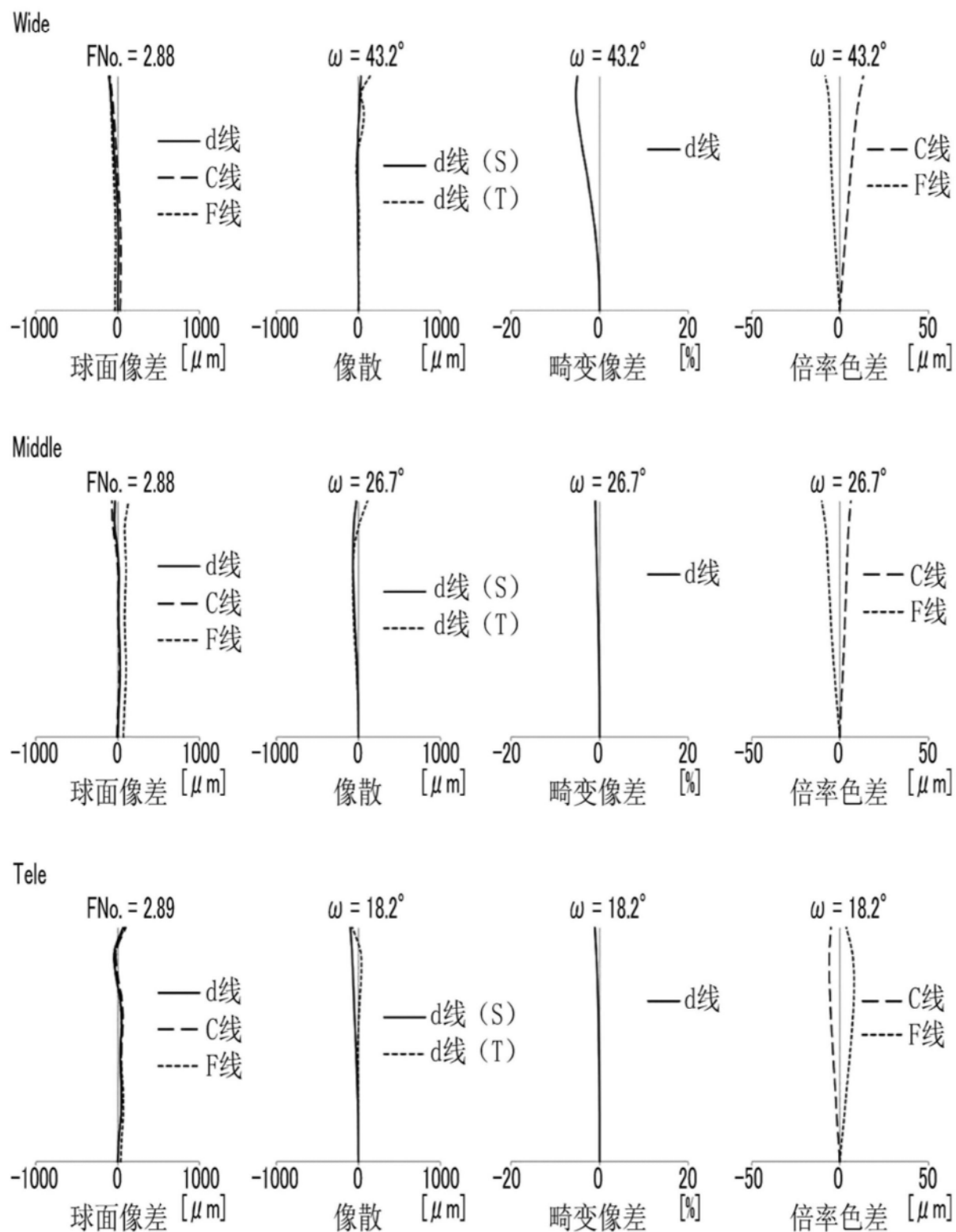


图36

实施例18

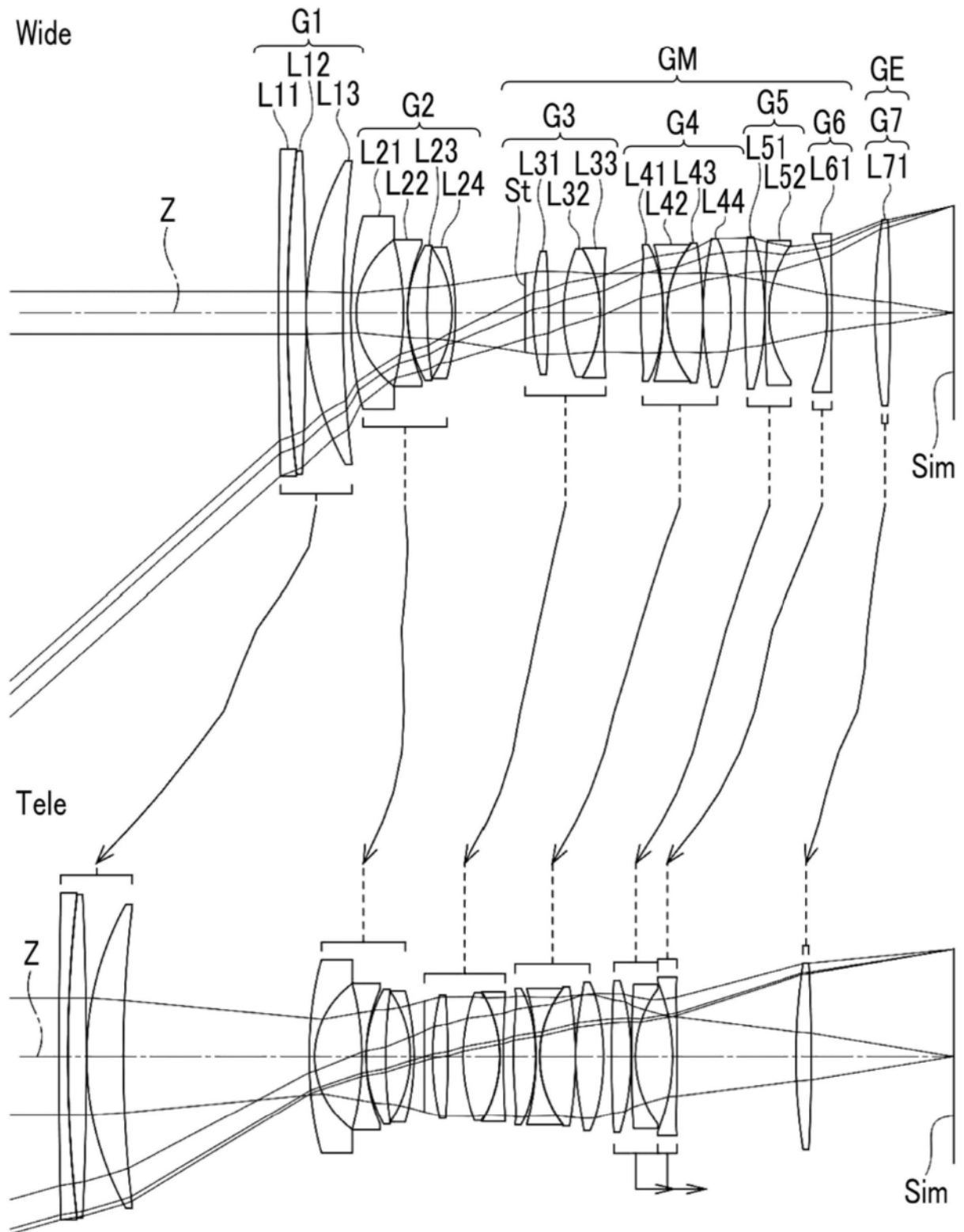


图37

实施例18

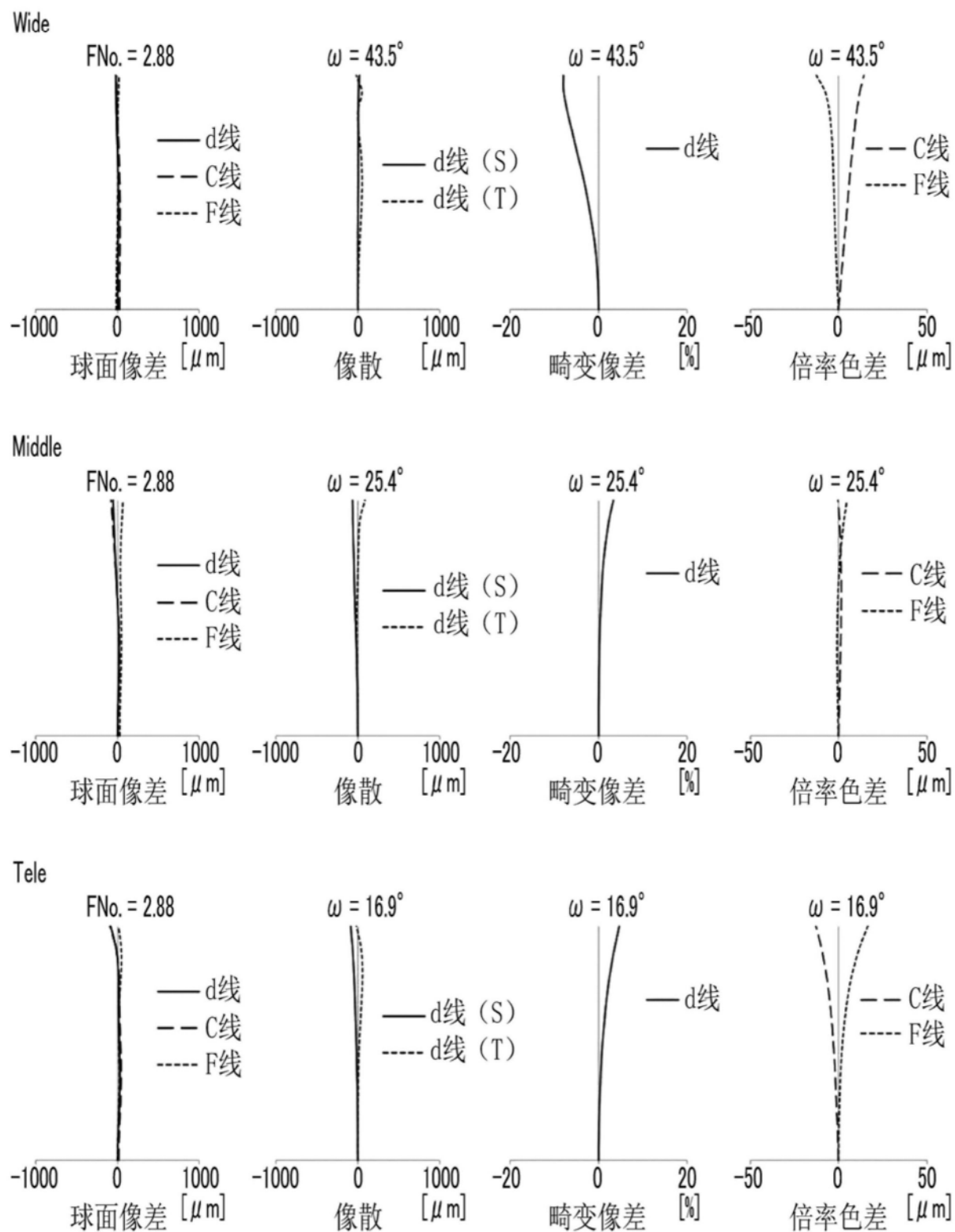


图38

实施例19

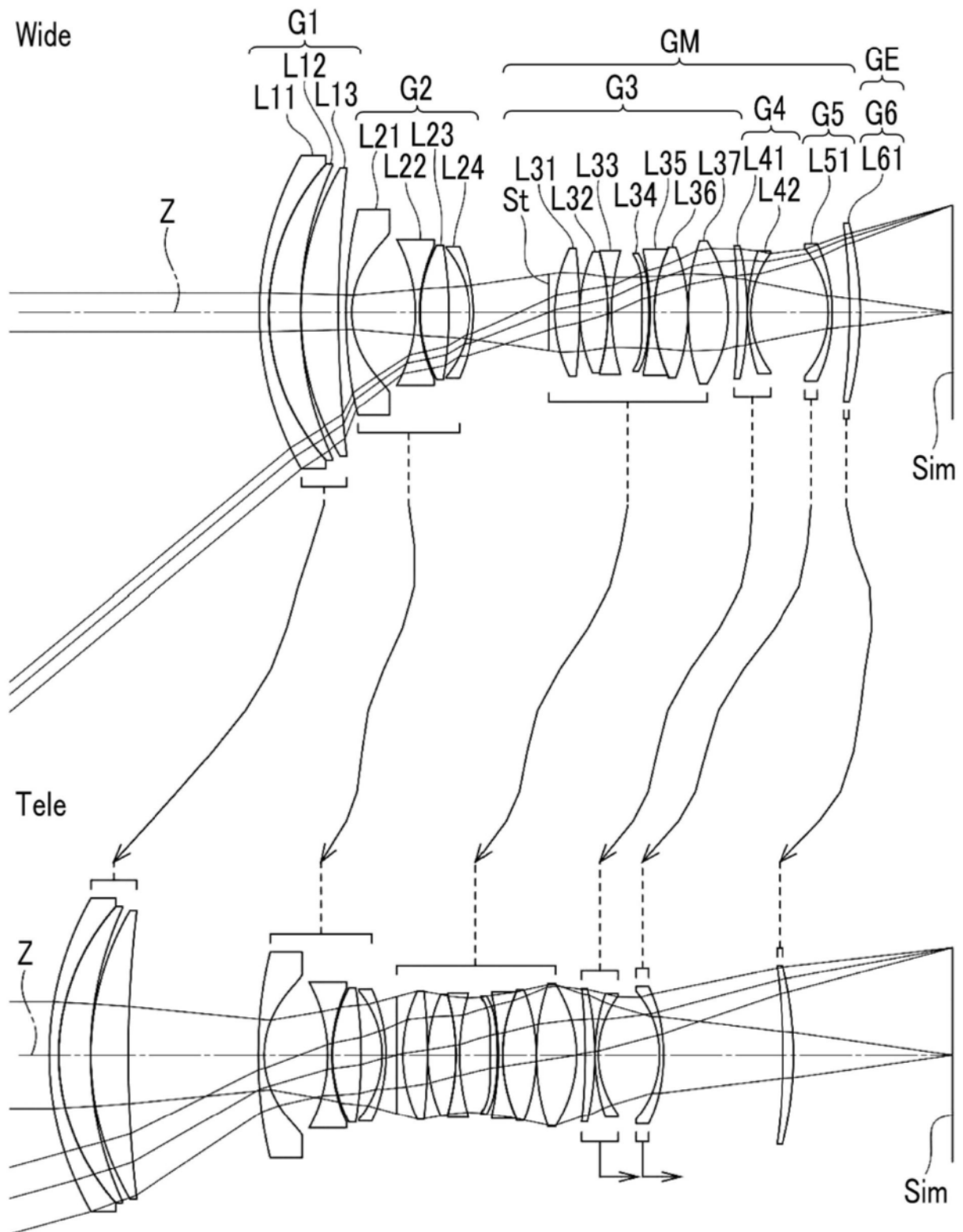


图39

实施例19

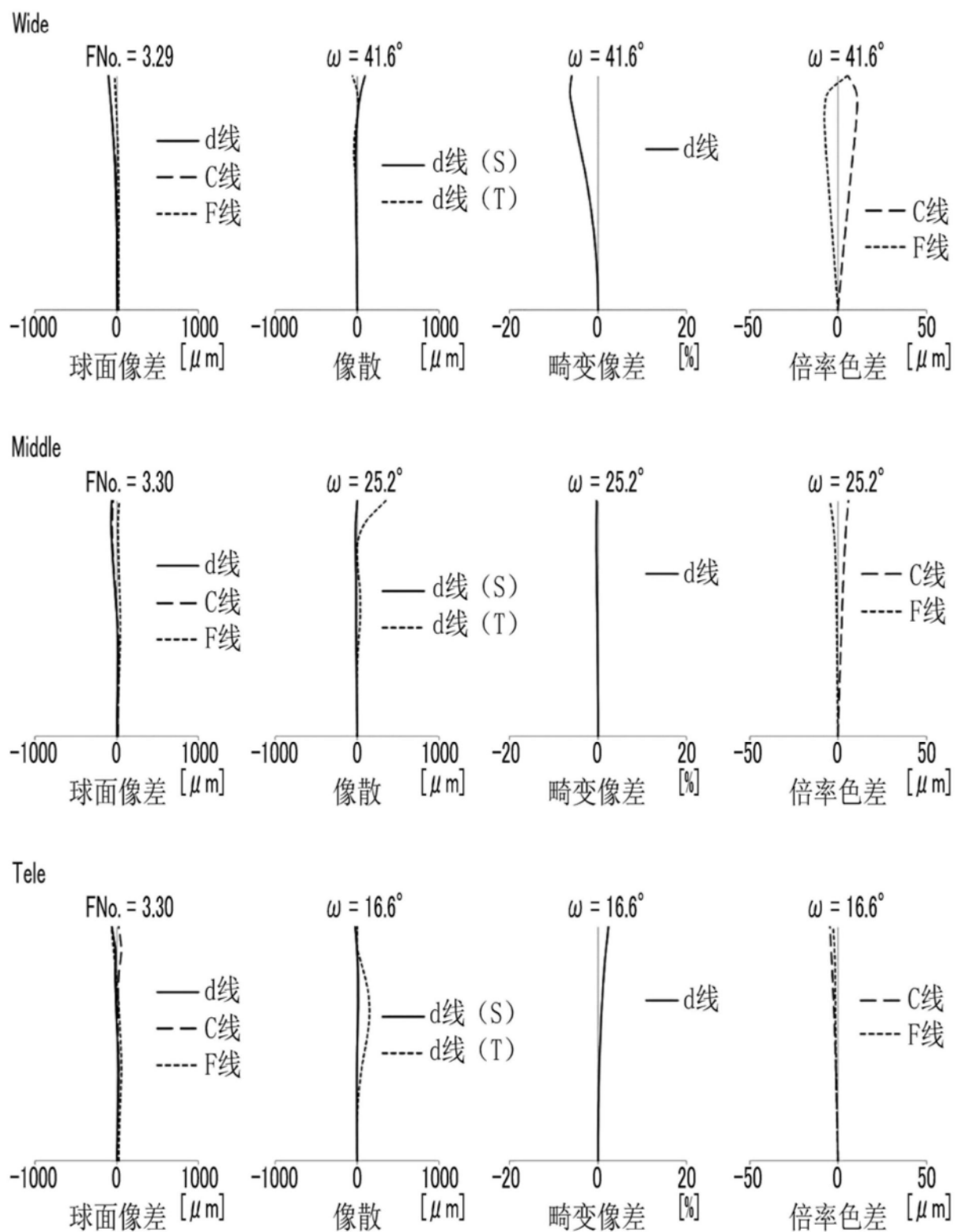


图40

实施例20

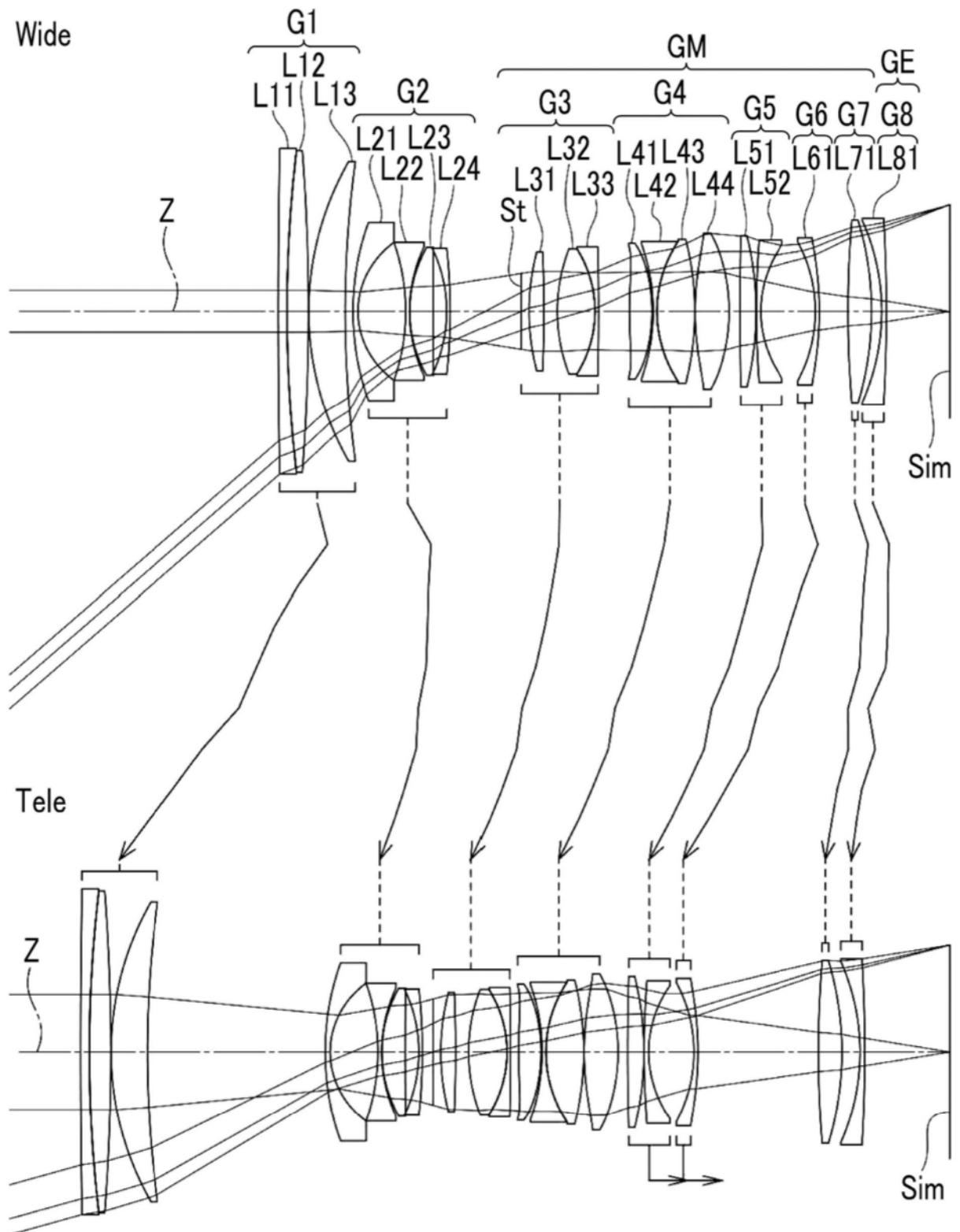


图41

实施例20

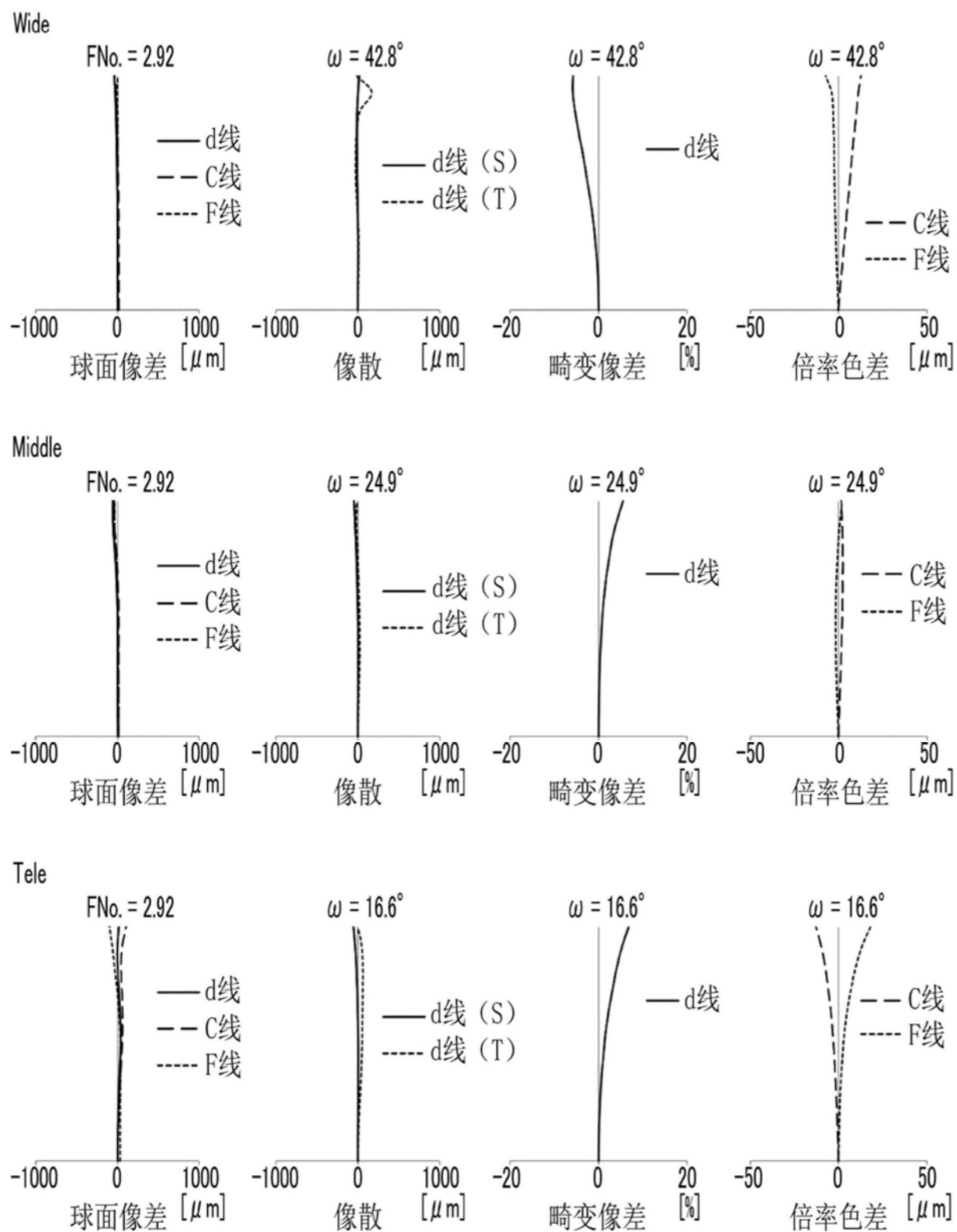


图42

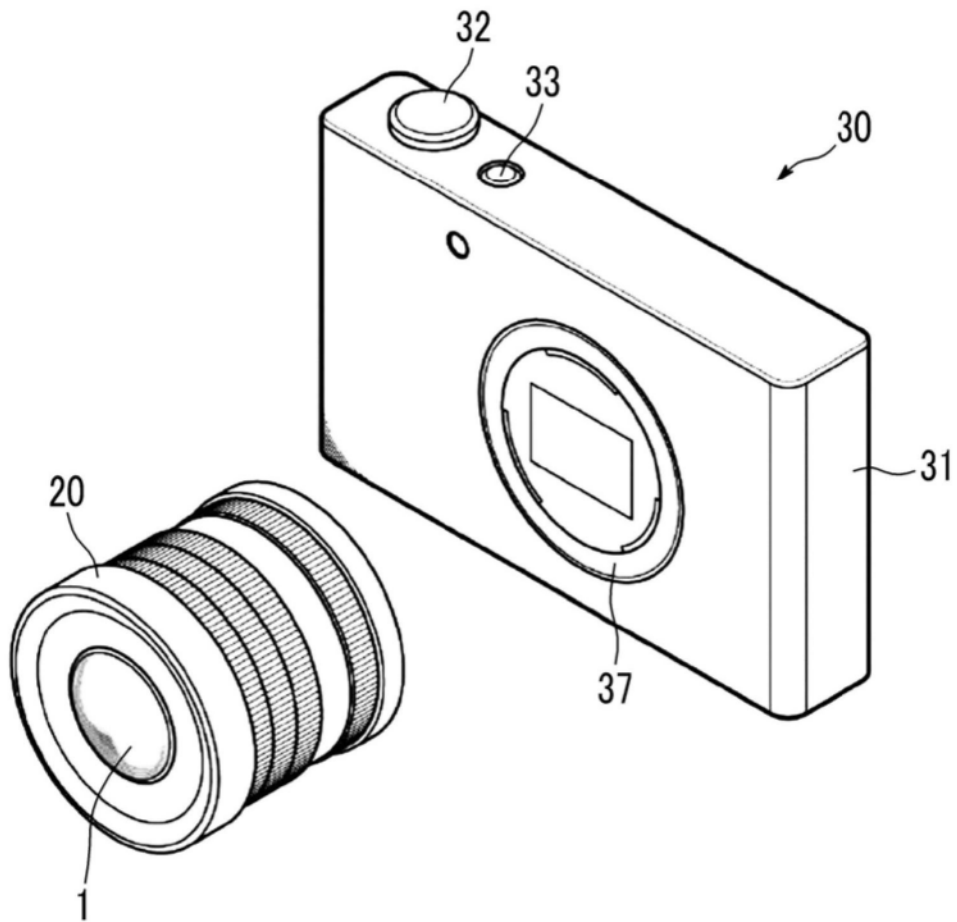


图43

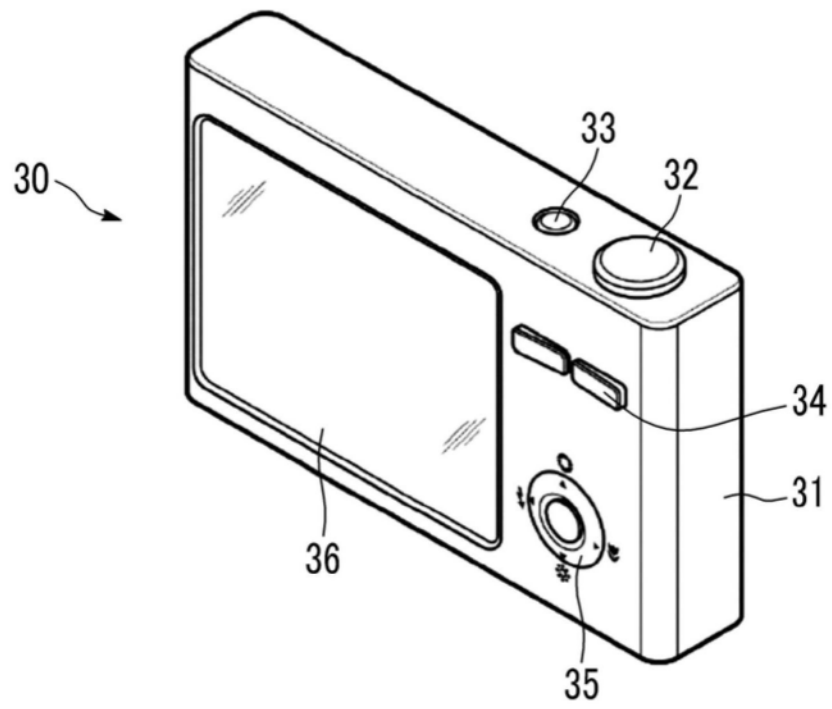


图44