



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107272169 B

(45)授权公告日 2019.09.24

(21)申请号 201710216903.7

(22)申请日 2017.04.05

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107272169 A

(43)申请公布日 2017.10.20

(30)优先权数据
2016-076536 2016.04.06 JP
2016-076429 2016.04.06 JP
2016-076430 2016.04.06 JP

(73)专利权人 奥林巴斯株式会社
地址 日本东京都

(72)发明人 河村一辉

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
代理人 李辉 于英慧

(51)Int.Cl.

G02B 15/14(2006.01)

(56)对比文件

CN 1646966 A, 2005.07.27,
US 2012200923 A1, 2012.08.09,
CN 102099723 A, 2011.06.15,
CN 104136956 A, 2014.11.05,
CN 102356344 A, 2012.02.15,

审查员 秦玉珍

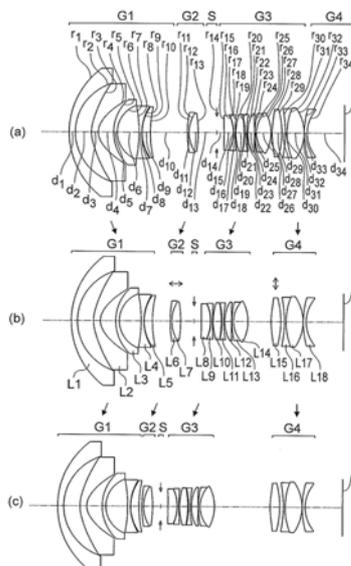
权利要求书23页 说明书61页 附图21页

(54)发明名称

变焦光学系统和具备该变焦光学系统的摄像装置

(57)摘要

变焦光学系统和具备该变焦光学系统的摄像装置。本发明提供能够确保广角端的大视场角和较小的F数并且良好地校正各种像差的变焦光学系统和具备该变焦光学系统的摄像装置。变焦光学系统具有多个透镜组，多个透镜组由具有正屈光力的2个以上的透镜组和具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组构成，具有正屈光力的2个以上的透镜组具有正透镜组和像侧正透镜组，像侧正透镜组不沿光轴移动，在多个透镜组中，与位于相邻位置的透镜组之间的间隔分别在变倍时、对焦时、或者变倍时和对焦时变化。



1. 一种变焦光学系统,其特征在于,

该变焦光学系统具有多个透镜组和开口光圈,

所述多个透镜组由具有正屈光力的2个以上的透镜组和具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组构成,

所述具有正屈光力的2个以上的透镜组具有:正透镜组,其具有正屈光力;以及像侧正透镜组,

所述具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组具有物体侧负透镜组,

所述像侧正透镜组在变倍时和对焦时都不沿光轴移动,

在所述多个透镜组中,与位于相邻位置的透镜组之间的间隔分别在变倍时、对焦时、或者变倍时和对焦时变化,

所述正透镜组在除了所述像侧正透镜组之外的所述具有正屈光力的2个以上的透镜组中具有最大的屈光力,

所述像侧正透镜组在所述具有正屈光力的2个以上的透镜组中位于最靠像侧的位置,

在所述多个透镜组具有2个以上具有负屈光力的透镜组的情况下,所述物体侧负透镜组在所述具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组中位于最靠物体侧的位置,

所述物体侧负透镜组以使无限远物体合焦时的所述物体侧负透镜组与所述正透镜组之间的间隔在望远端比在广角端窄的方式移动,

所述开口光圈位于所述物体侧负透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面和所述正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面之间,或者与所述正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面相邻,

并且满足下面的条件式(23)、(17-2)、(30),

$$0.6 \leq FNO_w \leq 4.0 \quad (23)$$

$$49.0^\circ \leq \Omega_{Hw}/2 \leq 88.0^\circ \quad (17-2)$$

$$3.15\text{mm} \leq R_{img} \leq 40.0\text{mm} \quad (30)$$

这里,

FNO_w 是广角端的F数,

Ω_{Hw} 是广角端的水平方向的全视场角,

R_{img} 是摄像元件上的像圈的半径。

2. 一种变焦光学系统,其特征在于,

该变焦光学系统具有多个透镜组和开口光圈,

所述多个透镜组由具有正屈光力的2个以上的透镜组和具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组构成,

所述具有正屈光力的2个以上的透镜组具有:正透镜组,其具有正屈光力;以及像侧正透镜组,

所述具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组具有物体侧负透镜组,

所述像侧正透镜组在变倍时和对焦时都不沿光轴移动,

在所述多个透镜组中,与位于相邻位置的透镜组之间的间隔分别在变倍时、对焦时、或者变倍时和对焦时变化,

所述正透镜组在除了所述像侧正透镜组之外的所述具有正屈光力的2个以上的透镜组

中具有最大的屈光力，

所述像侧正透镜组在所述具有正屈光力的2个以上的透镜组中位于最靠像侧的位置，

在所述多个透镜组具有2个以上具有负屈光力的透镜组的情况下，所述物体侧负透镜组在所述具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组中位于最靠物体侧的位置，

所述物体侧负透镜组以使无限远物体合焦时的所述物体侧负透镜组与所述正透镜组之间的间隔在望远端比在广角端窄的方式移动，

所述开口光圈位于所述物体侧负透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面和所述正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面之间，或者与所述正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面相邻，

并且满足下面的条件式(23-1)、(25-1)、(17-3)、(30)，

$$0.6 \leq FNO_w \leq 3.9 \quad (23-1)$$

$$0.0 \leq f_t/f_w + 13.38 \times \tan(\Omega_{Hw}/2) - 21.0 \leq 350 \quad (25-1)$$

$$35.5^\circ \leq \Omega_{Hw}/2 \leq 88.0^\circ \quad (17-3)$$

$$3.15\text{mm} \leq R_{img} \leq 40.0\text{mm} \quad (30)$$

这里，

FNO_w 是广角端的F数，

f_t 是望远端的变焦光学系统的焦距，

f_w 是广角端的变焦光学系统的焦距，

Ω_{Hw} 是广角端的水平方向的全视场角，

R_{img} 是摄像元件上的像圈的半径。

3. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统，其特征在于，

该变焦光学系统满足下面的条件式(27)，

$$-2.3 < f_w \times FNO_w / f_{GN1} < -0.4 \quad (27)$$

这里，

f_w 是广角端的所述变焦光学系统的焦距，

FNO_w 是广角端的F数，

f_{GN1} 是所述物体侧负透镜组的焦距。

4. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统，其特征在于，

该变焦光学系统满足下面的条件式(29)，

$$-25\% < DT_w < 5\% \quad (29)$$

这里，

DT_w 是广角端的最大视场角下的畸变像差量，用下面的式子表示，

$$DT_w = (IH_{w1} - IH_{w2}) / IH_{w2} \times 100(\%)$$

IH_{w1} 是包含最大视场角的光线在内的光束在像面成像时的实际像高，

IH_{w2} 是包含最大视场角的光线在内的光束在像面成像时的近轴像高，

IH_{w1} 、 IH_{w2} 都是无限远物点合焦时的像高。

5. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统，其特征在于，

所述像侧正透镜组具有：第一副透镜组，其具有正屈光力；以及第二副透镜组，其包含正透镜和负透镜，

所述第一副透镜组的位于最靠像侧的位置的透镜面是向像侧凸的面。

6. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在於,

所述像侧正透镜组和位于与所述像侧正透镜组相邻的位置的透镜组之间的间隔在变倍时变化。

7. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在於,

所述像侧正透镜组具有:第一副透镜组,其具有正屈光力;以及第二副透镜组,其包含正透镜和负透镜,

并且满足下面的条件式(1),

$$0.1 \leq f_{GBUN1}/f_{GPM} \leq 2.1 \quad (1)$$

这里,

f_{GBUN1} 是所述第一副透镜组的焦距,

f_{GPM} 是所述正透镜组的焦距。

8. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在於,

所述正透镜组具有满足下面的条件式(2-2)的规定的正透镜,

$$60 \leq v_{dGPMP1} \leq 100.0 \quad (2-2)$$

这里,

v_{dGPMP1} 是所述规定的正透镜的阿贝数,

所述规定的正透镜是所述正透镜组的正透镜中阿贝数最大的正透镜。

9. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在於,

所述像侧正透镜组具有:第一副透镜组,其具有正屈光力;以及第二副透镜组,其包含正透镜和负透镜,

并且满足下面的条件式(3),

$$0.02 \leq D_{GBUN12a}/f_{GBUN1} \leq 4.0 \quad (3)$$

这里,

$D_{GBUN12a}$ 是所述第一副透镜组与所述第二副透镜组之间的空气间隔,

f_{GBUN1} 是所述第一副透镜组的焦距。

10. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在於,

所述像侧正透镜组具有:第一副透镜组,其具有正屈光力;以及第二副透镜组,其包含正透镜和负透镜,

并且满足下面的条件式(4),

$$0.43 \leq |(M_{GGBUN1back}) \times (M_{GGBUN1-1})| \leq 5.0 \quad (4)$$

这里,

M_{GGBUN1} 是所述第一副透镜组的横向倍率,

$M_{GGBUN1back}$ 是规定的光学系统的横向倍率,

所述规定的光学系统是由位于比所述第一副透镜组靠像侧的位置的所有的透镜构成的光学系统,

横向倍率为无限远物体合焦时的横向倍率。

11. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在於,

所述像侧正透镜组具有:第一副透镜组,其具有正屈光力;以及第二副透镜组,其包含

正透镜和负透镜，

并且满足下面的条件式(5)，

$$-2.6 \leq \text{SFGBUN1} \leq 0.95 \quad (5)$$

这里，

SFGBUN1用下面的式子表示，

$$\text{SFGBUN1} = (\text{RGBUN1f} + \text{RGBUN1r}) / (\text{RGBUN1f} - \text{RGBUN1r})$$

RGBUN1f是所述第一副透镜组的位于最靠物体侧的位置的透镜面的曲率半径

RGBUN1r是所述第一副透镜组的位于最靠像侧的位置的透镜面的曲率半径。

12. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统，其特征在于，该变焦光学系统满足下面的条件式(6)，

$$2.0 \leq \text{fGPM}/\text{fw} \leq 20.0 \quad (6)$$

这里，

fGPM是所述正透镜组的焦距，

fw是广角端的所述变焦光学系统的焦距，

透镜成分为单透镜或接合透镜。

13. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统，其特征在于，

所述像侧正透镜组具有：第一副透镜组，其具有正屈光力；以及第二副透镜组，其包含正透镜和负透镜，

并且满足下面的条件式(7)，

$$2.3 \leq \text{fGBUN1}/\text{fw} \leq 9.7 \quad (7)$$

这里，

fGBUN1是所述第一副透镜组的焦距，

fw是广角端的所述变焦光学系统的焦距。

14. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统，其特征在于，该变焦光学系统满足下面的条件式(8-1)，

$$1.0 \leq |\text{LTLmax}/\text{fGN1}| \leq 19.0 \quad (8-1)$$

这里，

LTLmax是在所述变焦光学系统的全长中最大的全长，

fGN1是所述物体侧负透镜组的焦距。

15. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统，其特征在于，

所述像侧正透镜组具有：第一副透镜组，其具有正屈光力；以及第二副透镜组，其包含正透镜和负透镜，

所述第一副透镜组的位于最靠物体侧的位置的透镜面是向物体侧凸的面。

16. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统，其特征在于，

所述正透镜组以在无限远物体合焦时在望远端比在广角端更位于物体侧的方式移动。

17. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统，其特征在于，该变焦光学系统满足下面的条件式(9)，

$$0.25 \leq |\text{fGN1}/\text{fGPM}| \leq 2.0 \quad (9)$$

这里，

fGN1是所述物体侧负透镜组的焦距，

fGPM是所述正透镜组的焦距。

18. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统，其特征在于，该变焦光学系统满足下面的条件式(10)，

$$1.05 \leq |fGN1/fw| \leq 5.5 \quad (10)$$

这里，

fGN1是所述物体侧负透镜组的焦距，

fw是广角端的所述变焦光学系统的焦距。

19. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统，其特征在于，该变焦光学系统满足下面的条件式(11)，

$$2.0 \leq fGB/fw \leq 23 \quad (11)$$

这里，

fGB是所述像侧正透镜组的焦距，

fw是广角端的所述变焦光学系统的焦距。

20. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统，其特征在于，

所述像侧正透镜组具有：第一副透镜组，其具有正屈光力；以及第二副透镜组，其包含正透镜和负透镜，

并且满足下面的条件式(12)，

$$3.5 \leq fGBUN1/IHw35 \leq 14.0 \quad (12)$$

这里，

fGBUN1是所述第一副透镜组的焦距，

IHw35用下面的式子表示，

$$IHw35 = fw \times \tan 35^\circ,$$

fw是广角端的所述变焦光学系统的焦距。

21. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统，其特征在于，该变焦光学系统满足下面的条件式(13)，

$$1.8 \leq |fGN1/IHw35| \leq 8.0 \quad (13)$$

这里，

fGN1是所述物体侧负透镜组的焦距，

IHw35用下面的式子表示，

$$IHw35 = fw \times \tan 35^\circ,$$

fw是广角端的所述变焦光学系统的焦距。

22. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统，其特征在于，

所述像侧正透镜组具有：第一副透镜组，其具有正屈光力；以及第二副透镜组，其包含正透镜和负透镜，

并且满足下面的条件式(14)，

$$0.1 \leq DGBUN12a/fw \leq 2.0 \quad (14)$$

这里，

DGBUN12a是所述第一副透镜组与所述第二副透镜组之间的空气间隔，

f_w 是广角端的所述变焦光学系统的焦距。

23. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,

所述像侧正透镜组具有:第一副透镜组,其具有正屈光力;以及第二副透镜组,其包含正透镜和负透镜,

所述第一副透镜组由不具有空气间隔的透镜成分构成。

24. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,

所述像侧正透镜组具有:第一副透镜组,其具有正屈光力;以及第二副透镜组,其包含正透镜和负透镜,

所述第一副透镜组由1枚正透镜构成,

并且满足下面的条件式(15),

$$52 \leq v_{dGBUN1P} \leq 100.0 \quad (15)$$

这里,

$v_{dGBUN1P}$ 是所述第一副透镜组的所述正透镜的阿贝数。

25. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,

所述像侧正透镜组具有:第一副透镜组,其具有正屈光力;以及第二副透镜组,其包含正透镜和负透镜,

所述第二副透镜组由负透镜和正透镜构成。

26. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,

所述像侧正透镜组具有:第一副透镜组,其具有正屈光力;以及第二副透镜组,其包含正透镜和负透镜,

所述第一副透镜组由1枚正透镜构成,

所述第二副透镜组由1枚负透镜和1枚正透镜构成。

27. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,

所述像侧正透镜组具有:第一副透镜组,其具有正屈光力;以及第二副透镜组,其包含正透镜和负透镜,

所述第二副透镜组由负透镜、正透镜、以及配置于最靠像侧的位置的负透镜构成。

28. 根据权利要求25所述的变焦光学系统,其特征在于,

所述第二副透镜组的所述正透镜和所述负透镜接合。

29. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,

所述像侧正透镜组具有:第一副透镜组,其具有正屈光力;以及第二副透镜组,其包含正透镜和负透镜,

所述第二副透镜组在变倍时固定。

30. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,

所述像侧正透镜组具有:第一副透镜组,其具有正屈光力;以及第二副透镜组,其包含正透镜和负透镜,

所述第二副透镜组具有满足下面的条件式(16)的负透镜,

$$18.5 \leq v_{dGBUN2N} \leq 55.0 \quad (16)$$

这里,

$v_{dGBUN2N}$ 是所述第二副透镜组的所述负透镜的阿贝数。

31. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,所述开口光圈配置于比所述正透镜组靠物体侧的位置。
32. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,在所述像侧正透镜组的物体侧配置有移动的透镜组,所述移动的透镜组在变倍时沿光轴移动。
33. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,所述像侧正透镜组具有:第一副透镜组,其具有正屈光力;以及第二副透镜组,其包含正透镜和负透镜,所述第一副透镜组在与光轴垂直的方向上移动。
34. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,在所述物体侧负透镜组与所述正透镜组之间配置有中间透镜组,在基于绝对值的屈光力的比较中,所述中间透镜组的屈光力比所述物体侧负透镜组的屈光力小并且比所述正透镜组的屈光力小。
35. 根据权利要求34所述的变焦光学系统,其特征在于,所述中间透镜组是移动的透镜组,在对焦时沿光轴移动。
36. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,所述物体侧负透镜组和所述正透镜组配置为相邻。
37. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,在所述正透镜组与所述像侧正透镜组之间配置有具有负屈光力的像侧负透镜组。
38. 根据权利要求37所述的变焦光学系统,其特征在于,所述像侧负透镜组是移动的透镜组,在对焦时沿光轴移动。
39. 根据权利要求37所述的变焦光学系统,其特征在于,所述像侧负透镜组在变倍时不沿光轴移动。
40. 根据权利要求37所述的变焦光学系统,其特征在于,所述像侧负透镜组是移动的透镜组,在变倍时沿光轴移动。
41. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,所述正透镜组具有正透镜和负透镜。
42. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,所述正透镜组具有配置于最靠物体侧的位置的第一正透镜和配置于最靠像侧的位置的第二正透镜,所述第二正透镜的像侧的透镜面是凸的面。
43. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,所述变焦光学系统的全长在变倍时是恒定的。
44. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,在变倍时,所述开口光圈沿光轴仅在一个方向上移动或者不移动。
45. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,在变倍时,所述开口光圈不沿光轴移动。
46. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,在所述物体侧负透镜组的物体侧配置有具有正屈光力的规定的正透镜组。

47. 根据权利要求46所述的变焦光学系统,其特征在于,该变焦光学系统满足下面的条件式(18),

$$2.3 \leq f_{GP1}/f_{GPM} \leq 7 \quad (18)$$

这里,

f_{GP1} 是所述规定的正透镜组的焦距,

f_{GPM} 是所述正透镜组的焦距。

48. 根据权利要求46所述的变焦光学系统,其特征在于,所述规定的正透镜组具有负透镜和正透镜,

所述规定的正透镜组的所述正透镜是弯月形透镜,

所述弯月形透镜的物体侧的透镜面是向物体侧凸的面。

49. 根据权利要求46所述的变焦光学系统,其特征在于,所述规定的正透镜组具有负透镜和2枚正透镜。

50. 根据权利要求49所述的变焦光学系统,其特征在于,所述规定的正透镜组的2枚正透镜都是弯月形透镜,

所述弯月形透镜的物体侧的透镜面是向物体侧凸的面。

51. 根据权利要求50所述的变焦光学系统,其特征在于,所述规定的正透镜组还具有别的正透镜。

52. 根据权利要求37所述的变焦光学系统,其特征在于,该变焦光学系统满足下面的条件式(19),

$$0.5 \leq |f_{GPM}/f_{GNB}| \leq 2.0 \quad (19)$$

这里,

f_{GPM} 是所述正透镜组的焦距,

f_{GNB} 是所述像侧负透镜组的焦距。

53. 根据权利要求37所述的变焦光学系统,其特征在于,该变焦光学系统满足下面的条件式(20),

$$0.25 \leq f_{GN1}/f_{GNB} \leq 1.5 \quad (20)$$

这里,

f_{GN1} 是所述物体侧负透镜组的焦距,

f_{GNB} 是所述像侧负透镜组的焦距。

54. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,该变焦光学系统满足下面的条件式(21),

$$0.03 \leq \Delta GPM/LTL_w \leq 0.3 \quad (21)$$

这里,

ΔGPM 是从广角端移动到望远端时的所述正透镜组的移动量,

LTL_w 是广角端的所述变焦光学系统的全长。

55. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,所述正透镜组在变倍时不沿光轴移动。

56. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,所述物体侧负透镜组配置于最靠物体侧的位置。

57. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,
 所述物体侧负透镜组具有第一负弯月形透镜、第二负弯月形透镜、以及1枚正透镜,
 所述第一负弯月形透镜位于最靠物体侧的位置,
 所述第二负弯月形透镜位于所述第一负弯月形透镜的像侧,
 所述第一负弯月形透镜的物体侧的透镜面和所述第二负弯月形透镜的物体侧的透镜面都是向像侧凹的面。

58. 根据权利要求34所述的变焦光学系统,其特征在于,
 所述中间透镜组具有正屈光力,配置于比所述开口光圈靠物体侧的位置。

59. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,
 该变焦光学系统满足下面的条件式(22),

$$7.0 \leq f_t / f_w \leq 120 \quad (22)$$

这里,

f_t 是望远端的变焦光学系统的焦距,

f_w 是广角端的变焦光学系统的焦距。

60. 根据权利要求1或2所述的变焦光学系统,其特征在于,
 该变焦光学系统满足下面的条件式(24),

$$0.7 \leq F_{N0t} \leq 5.1 \quad (24)$$

这里,

F_{N0t} 是望远端的F数。

61. 根据权利要求1所述的变焦光学系统,其特征在于,
 该变焦光学系统满足下面的条件式(25-1),

$$0.0 \leq f_t / f_w + 13.38 \times \tan(\Omega_{Hw} / 2) - 21.0 \leq 350 \quad (25-1)$$

这里,

f_w 是广角端的所述变焦光学系统的焦距,

f_t 是望远端的所述变焦光学系统的焦距,

Ω_{Hw} 是广角端的水平方向的全视场角。

62. 根据权利要求46所述的变焦光学系统,其特征在于,
 该变焦光学系统满足下面的条件式(26),

$$0.04 \leq \Sigma GP1 / LTL_w \leq 0.35 \quad (26)$$

这里,

$\Sigma GP1$ 是所述规定的正透镜组的厚度,

LTL_w 是广角端的所述变焦光学系统的全长。

63. 根据权利要求57所述的变焦光学系统,其特征在于,
 该变焦光学系统满足下面的条件式(28),

$$1.9 < SPGN1Ln1 < 6.5 \quad (28)$$

这里,

$SPGN1Ln1$ 用下面的式子表示,

$$SPGN1Ln1 = (RGN1Ln1f + RGN1Ln1r) / (RGN1Ln1f - RGN1Ln1r)$$

$RGN1Ln1f$ 是所述第一负弯月形的物体侧的透镜面的曲率半径,

RGN1Ln1r是所述第一负弯月形的像侧的透镜面的曲率半径。

64. 一种摄像装置,其特征在于,该摄像装置具有:

光学系统;以及

摄像元件,其具有摄像面并且将所述光学系统形成在摄像面上的像转换为电信号,所述光学系统是权利要求1至63中的任意一项所述的变焦光学系统。

65. 根据权利要求64所述的摄像装置,其特征在于,

该摄像装置满足下面的条件式(30),

$$3.15\text{mm} \leq \text{Ring} \leq 40.0\text{mm} \quad (30)$$

这里,

Ring是所述摄像元件上的像圈的半径。

66. 一种变焦光学系统,其特征在于,

该变焦光学系统具有多个透镜组和开口光圈,

所述多个透镜组由具有正屈光力的2个以上的透镜组和具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组构成,

所述具有正屈光力的2个以上的透镜组具有:正透镜组,其具有正屈光力;以及像侧正透镜组,

所述具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组具有物体侧负透镜组,

所述像侧正透镜组在变倍时和对焦时都不沿光轴移动,

在所述多个透镜组中,与位于相邻位置的透镜组之间的间隔分别在变倍时、对焦时、或者变倍时和对焦时变化,

所述正透镜组在除了所述像侧正透镜组之外的所述具有正屈光力的2个以上的透镜组中具有最大的屈光力,并且具有满足下面的条件式(2)的规定的正透镜,

所述像侧正透镜组在所述具有正屈光力的2个以上的透镜组中位于最靠像侧的位置,

在所述多个透镜组具有2个以上具有负屈光力的透镜组的情况下,所述物体侧负透镜组在所述具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组中位于最靠物体侧的位置,

所述物体侧负透镜组以使无限远物体合焦时的所述物体侧负透镜组与所述正透镜组之间的间隔在望远端比在广角端窄的方式移动,

所述开口光圈位于所述物体侧负透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面和所述正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面之间,或者与所述正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面相邻,

所述像侧正透镜组具有:第一副透镜组,其具有正屈光力;以及第二副透镜组,其包含正透镜和负透镜,

并且满足下面的条件式(1),

$$0.1 \leq f_{\text{GBUN1}}/f_{\text{GPM}} \leq 2.1 \quad (1)$$

$$60.8 \leq v_{\text{dGPMP1}} \leq 100.0 \quad (2)$$

这里,

f_{GBUN1} 是所述第一副透镜组的焦距,

f_{GPM} 是所述正透镜组的焦距,

v_{dGPMP1} 是所述规定的正透镜的阿贝数,

所述规定的正透镜是所述正透镜组的正透镜中阿贝数最大的正透镜，
透镜成分为单透镜或接合透镜。

67. 一种变焦光学系统，其特征在于，

该变焦光学系统具有多个透镜组和开口光圈，

所述多个透镜组由具有正屈光力的2个以上的透镜组和具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组构成，

所述具有正屈光力的2个以上的透镜组具有：正透镜组，其具有正屈光力；以及像侧正透镜组，

所述具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组具有物体侧负透镜组，

所述像侧正透镜组在变倍时和对焦时都不沿光轴移动，

在所述多个透镜组中，与位于相邻位置的透镜组之间的间隔分别在变倍时、对焦时、或者变倍时和对焦时变化，

所述正透镜组在除了所述像侧正透镜组之外的所述具有正屈光力的2个以上的透镜组中具有最大的屈光力，

所述像侧正透镜组在所述具有正屈光力的2个以上的透镜组中位于最靠像侧的位置，

在所述多个透镜组具有2个以上具有负屈光力的透镜组的情况下，所述物体侧负透镜组在所述具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组中位于最靠物体侧的位置，

所述物体侧负透镜组以使无限远物体合焦时的所述物体侧负透镜组与所述正透镜组之间的间隔在望远端比在广角端窄的方式移动，

所述开口光圈位于所述物体侧负透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面和所述正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面之间，或者与所述正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面相邻，

所述像侧正透镜组具有：第一副透镜组，其具有正屈光力；以及第二副透镜组，其包含正透镜和负透镜，

并且满足下面的条件式(3)、(4)，

$$0.02 \leq DGBUN12a / fGBUN1 \leq 4.0 \quad (3)$$

$$0.43 \leq |(MGGUN1back) \times (MGGUN1-1)| \leq 5.0 \quad (4)$$

这里，

DGBUN12a是所述第一副透镜组与所述第二副透镜组之间的空气间隔，

fGBUN1是所述第一副透镜组的焦距，

MGGUN1是所述第一副透镜组的横向倍率，

MGGUN1back是规定的光学系统的横向倍率，

所述规定的光学系统是由位于比所述第一副透镜组靠像侧的位置的所有的透镜构成的光学系统，

横向倍率为无限远物体合焦时的横向倍率，

透镜成分为单透镜或接合透镜。

68. 一种变焦光学系统，其特征在于，

该变焦光学系统具有多个透镜组和开口光圈，

所述多个透镜组由具有正屈光力的2个以上的透镜组和具有负屈光力的1个或2个以上

的透镜组构成，

所述具有正屈光力的2个以上的透镜组具有：正透镜组，其具有正屈光力；以及像侧正透镜组，

所述具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组具有物体侧负透镜组，

所述像侧正透镜组在变倍时和对焦时都不沿光轴移动，

在所述多个透镜组中，与位于相邻位置的透镜组之间的间隔分别在变倍时、对焦时、或者变倍时和对焦时变化，

所述正透镜组在除了所述像侧正透镜组之外的所述具有正屈光力的2个以上的透镜组中具有最大的屈光力，并且具有满足下面的条件式(2-1)的规定的正透镜，

所述像侧正透镜组在所述具有正屈光力的2个以上的透镜组中位于最靠像侧的位置，

在所述多个透镜组具有2个以上具有负屈光力的透镜组的情况下，所述物体侧负透镜组在所述具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组中位于最靠物体侧的位置，

所述物体侧负透镜组以使无限远物体合焦时的所述物体侧负透镜组与所述正透镜组之间的间隔在望远端比在广角端窄的方式移动，

所述开口光圈位于所述物体侧负透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面和所述正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面之间，或者与所述正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面相邻，

所述像侧正透镜组具有：第一副透镜组，其具有正屈光力；以及第二副透镜组，其包含正透镜和负透镜，

并且满足下面的条件式(5)，

$$64.8 \leq vdGPMP1 \leq 100.0 \quad (2-1)$$

$$-2.6 \leq SFGBUN1 \leq 0.95 \quad (5)$$

这里，

vdGPMP1是所述规定的正透镜的阿贝数，

所述规定的正透镜是所述正透镜组的正透镜中阿贝数最大的正透镜，

SFGBUN1用下面的式子表示，

$$SFGBUN1 = (RGBUN1f + RGBUN1r) / (RGBUN1f - RGBUN1r)$$

RGBUN1f是所述第一副透镜组的位于最靠物体侧的位置的透镜面的曲率半径，

RGBUN1r是所述第一副透镜组的位于最靠像侧的位置的透镜面的曲率半径，

透镜成分为单透镜或接合透镜。

69. 一种变焦光学系统，其特征在于，

该变焦光学系统具有多个透镜组和开口光圈，

所述多个透镜组由具有正屈光力的2个以上的透镜组和具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组构成，

所述具有正屈光力的2个以上的透镜组具有：正透镜组，其具有正屈光力；以及像侧正透镜组，

所述具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组具有物体侧负透镜组，

所述像侧正透镜组在变倍时和对焦时都不沿光轴移动，

在所述多个透镜组中，与位于相邻位置的透镜组之间的间隔分别在变倍时、对焦时、或

者变倍时和对焦时变化，

所述正透镜组在除了所述像侧正透镜组之外的所述具有正屈光力的2个以上的透镜组中具有最大的屈光力，

所述像侧正透镜组在所述具有正屈光力的2个以上的透镜组中位于最靠像侧的位置，

在所述多个透镜组具有2个以上具有负屈光力的透镜组的情况下，所述物体侧负透镜组在所述具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组中位于最靠物体侧的位置，

所述物体侧负透镜组以使无限远物体合焦时的所述物体侧负透镜组与所述正透镜组之间的间隔在望远端比在广角端窄的方式移动，

所述开口光圈位于所述物体侧负透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面和所述正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面之间，或者与所述正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面相邻，

所述像侧正透镜组具有：第一副透镜组，其具有正屈光力；以及第二副透镜组，其包含正透镜和负透镜，

所述像侧正透镜组和位于与所述像侧正透镜组相邻的位置的透镜组之间的间隔在变倍时变化，

所述第一副透镜组的位于最靠像侧的位置的透镜面是向像侧凸的面，

并且满足下面的条件式(6)、(7)、(8)，

$$2.0 \leq f_{GPM}/f_w \leq 20.0 \quad (6)$$

$$2.3 \leq f_{GBUN1}/f_w \leq 9.7 \quad (7)$$

$$3.0 \leq |LTL_{max}/f_{GN1}| \leq 16.3 \quad (8)$$

这里，

f_{GPM} 是所述正透镜组的焦距，

f_{GBUN1} 是所述第一副透镜组的焦距，

f_w 是广角端的所述变焦光学系统的焦距，

LTL_{max} 是在所述变焦光学系统的全长中最大的全长，

f_{GN1} 是所述物体侧负透镜组的焦距，

透镜成分为单透镜或接合透镜。

70. 根据权利要求66至68中的任意一项所述的变焦光学系统，其特征在于，

所述第一副透镜组的位于最靠像侧的位置的透镜面是向像侧凸的面。

71. 根据权利要求66至68中的任意一项所述的变焦光学系统，其特征在于，

所述像侧正透镜组和位于与所述像侧正透镜组相邻的位置的透镜组之间的间隔在变倍时变化。

72. 根据权利要求67至69中的任意一项所述的变焦光学系统，其特征在于，该变焦光学系统满足下面的条件式(1)，

$$0.1 \leq f_{GBUN1}/f_{GPM} \leq 2.1 \quad (1)$$

这里，

f_{GBUN1} 是所述第一副透镜组的焦距，

f_{GPM} 是所述正透镜组的焦距。

73. 根据权利要求67或69所述的变焦光学系统，其特征在于，

所述正透镜组具有满足下面的条件式(2-2)的规定的正透镜，

$$60 \leq v_{dGMP1} \leq 100.0 \quad (2-2)$$

这里，

v_{dGMP1} 是所述规定的正透镜的阿贝数，

所述规定的正透镜是所述正透镜组的正透镜中阿贝数最大的正透镜。

74. 根据权利要求66、68、69中的任意一项所述的变焦光学系统，其特征在于，该变焦光学系统满足下面的条件式(3)，

$$0.02 \leq D_{GBUN12a} / f_{GBUN1} \leq 4.0 \quad (3)$$

这里，

$D_{GBUN12a}$ 是所述第一副透镜组与所述第二副透镜组之间的空气间隔，

f_{GBUN1} 是所述第一副透镜组的焦距。

75. 根据权利要求66、68、69中的任意一项所述的变焦光学系统，其特征在于，该变焦光学系统满足下面的条件式(4)，

$$0.43 \leq |(M_{GGBUN1back}) \times (M_{GGBUN1-1})| \leq 5.0 \quad (4)$$

这里，

M_{GGBUN1} 是所述第一副透镜组的横向倍率，

$M_{GGBUN1back}$ 是规定的光学系统的横向倍率，

所述规定的光学系统是由位于比所述第一副透镜组靠像侧的位置的所有的透镜构成的光学系统，

横向倍率为无限远物体合焦时的横向倍率。

76. 根据权利要求66、67、69中的任意一项所述的变焦光学系统，其特征在于，该变焦光学系统满足下面的条件式(5)，

$$-2.6 \leq S_{FGBUN1} \leq 0.95 \quad (5)$$

这里，

S_{FGBUN1} 用下面的式子表示，

$$S_{FGBUN1} = (R_{GBUN1f} + R_{GBUN1r}) / (R_{GBUN1f} - R_{GBUN1r})$$

R_{GBUN1f} 是所述第一副透镜组的位于最靠物体侧的位置的透镜面的曲率半径

R_{GBUN1r} 是所述第一副透镜组的位于最靠像侧的位置的透镜面的曲率半径。

77. 根据权利要求66至68中的任意一项所述的变焦光学系统，其特征在于，该变焦光学系统满足下面的条件式(6)，

$$2.0 \leq f_{GPM} / f_w \leq 20.0 \quad (6)$$

这里，

f_{GPM} 是所述正透镜组的焦距，

f_w 是广角端的所述变焦光学系统的焦距，

透镜成分为单透镜或接合透镜。

78. 根据权利要求66至68中的任意一项所述的变焦光学系统，其特征在于，该变焦光学系统满足下面的条件式(7)，

$$2.3 \leq f_{GBUN1} / f_w \leq 9.7 \quad (7)$$

这里，

fGBUN1是所述第一副透镜组的焦距，

f_w是广角端的所述变焦光学系统的焦距。

79. 根据权利要求66至68中的任意一项所述的变焦光学系统，其特征在于，该变焦光学系统满足下面的条件式(8-1)，

$$1.0 \leq |LTL_{max}/f_{GN1}| \leq 19.0 \quad (8-1)$$

这里，

LTL_{max}是在所述变焦光学系统的全长中最大的全长，

f_{GN1}是所述物体侧负透镜组的焦距。

80. 根据权利要求69所述的变焦光学系统，其特征在于，

所述第一副透镜组的位于最靠物体侧的位置的透镜面是向物体侧凸的面。

81. 根据权利要求70所述的变焦光学系统，其特征在于，

所述第一副透镜组的位于最靠物体侧的位置的透镜面是向物体侧凸的面。

82. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统，其特征在于，

所述正透镜组以在无限远物体合焦时在望远端比在广角端更位于物体侧的方式移动。

83. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统，其特征在于，该变焦光学系统满足下面的条件式(9)，

$$0.25 \leq |f_{GN1}/f_{GPM}| \leq 2.0 \quad (9)$$

这里，

f_{GN1}是所述物体侧负透镜组的焦距，

f_{GPM}是所述正透镜组的焦距。

84. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统，其特征在于，该变焦光学系统满足下面的条件式(10)，

$$1.05 \leq |f_{GN1}/f_w| \leq 5.5 \quad (10)$$

这里，

f_{GN1}是所述物体侧负透镜组的焦距，

f_w是广角端的所述变焦光学系统的焦距。

85. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统，其特征在于，该变焦光学系统满足下面的条件式(11)，

$$2.0 \leq f_{GB}/f_w \leq 23 \quad (11)$$

这里，

f_{GB}是所述像侧正透镜组的焦距，

f_w是广角端的所述变焦光学系统的焦距。

86. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统，其特征在于，该变焦光学系统满足下面的条件式(12)，

$$3.5 \leq f_{GBUN1}/IHw35 \leq 14.0 \quad (12)$$

这里，

f_{GBUN1}是所述第一副透镜组的焦距，

IHw35用下面的式子表示，

$$IHw35 = f_w \times \tan 35^\circ$$

f_w 是广角端的所述变焦光学系统的焦距。

87. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,该变焦光学系统满足下面的条件式(13),

$$1.8 \leq |f_{GN1}/IHw35| \leq 8.0 \quad (13)$$

这里,

f_{GN1} 是所述物体侧负透镜组的焦距,

$IHw35$ 用下面的式子表示,

$$IHw35 = f_w \times \tan 35^\circ,$$

f_w 是广角端的所述变焦光学系统的焦距。

88. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,该变焦光学系统满足下面的条件式(14),

$$0.1 \leq DGBUN12a/f_w \leq 2.0 \quad (14)$$

这里,

$DGBUN12a$ 是所述第一副透镜组与所述第二副透镜组之间的空气间隔, f_w 是广角端的所述变焦光学系统的焦距。

89. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,所述第一副透镜组由不具有空气间隔的透镜成分构成。

90. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,所述第一副透镜组由1枚正透镜构成,并且满足下面的条件式(15),

$$52 \leq v_{dGBUN1P} \leq 100.0$$

这里,

$v_{dGBUN1P}$ 是所述第一副透镜组的所述正透镜的阿贝数。

91. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,所述第二副透镜组由负透镜和正透镜构成。

92. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,所述第一副透镜组由1枚正透镜构成,

所述第二副透镜组由1枚负透镜和1枚正透镜构成。

93. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,所述第二副透镜组由负透镜、正透镜、以及配置于最靠像侧的位置的负透镜构成。

94. 根据权利要求91所述的变焦光学系统,其特征在於,

所述第二副透镜组的所述正透镜和所述负透镜接合。

95. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,所述第二副透镜组在变倍时固定。

96. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,所述第二副透镜组具有满足下面的条件式(16)的负透镜,

$$18.5 \leq v_{dGBUN2N} \leq 55.0 \quad (16)$$

这里,

$v_{dGBUN2N}$ 是所述第二副透镜组的所述负透镜的阿贝数。

97. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,所述开口光

圈配置于比所述正透镜组靠物体侧的位置。

98. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,在所述像侧正透镜组的物体侧配置有移动的透镜组,所述移动的透镜组在变倍时沿光轴移动。

99. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,所述第一副透镜组在与光轴垂直的方向上移动。

100. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,在所述物体侧负透镜组与所述正透镜组之间配置有中间透镜组,在基于绝对值的屈光力的比较中,所述中间透镜组的屈光力比所述物体侧负透镜组的屈光力小,并且比所述正透镜组的屈光力小。

101. 根据权利要求100所述的变焦光学系统,其特征在於,所述中间透镜组是移动的透镜组,在对焦时沿光轴移动。

102. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,所述物体侧负透镜组和所述正透镜组配置为相邻。

103. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,在所述正透镜组与所述像侧正透镜组之间配置有具有负屈光力的像侧负透镜组。

104. 根据权利要求103所述的变焦光学系统,其特征在於,所述像侧负透镜组是移动的透镜组,在对焦时沿光轴移动。

105. 根据权利要求103所述的变焦光学系统,其特征在於,所述像侧负透镜组在变倍时不沿光轴移动。

106. 根据权利要求103所述的变焦光学系统,其特征在於,所述像侧负透镜组是移动的透镜组,在变倍时沿光轴移动。

107. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,该变焦光学系统满足下面的条件式(17-1),

$$31.9^{\circ} \leq \Omega_{Hw}/2 \leq 88.0^{\circ} \quad (17-1)$$

这里,

Ω_{Hw} 是广角端的水平方向的全视场角。

108. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,所述正透镜组具有正透镜和负透镜。

109. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,所述正透镜组具有配置于最靠物体侧的位置的第一正透镜和配置于最靠像侧的位置的第二正透镜,

所述第二正透镜的像侧的透镜面是凸的面。

110. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,所述变焦光学系统的全长在变倍时是恒定的。

111. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,在变倍时,所述开口光圈沿光轴仅在一个方向上移动或者不移动。

112. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,在变倍时,所述开口光圈不沿光轴移动。

113. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在于,在所述物体侧负透镜组的物体侧配置有具有正屈光力的规定的正透镜组。

114. 根据权利要求113所述的变焦光学系统,其特征在于,该变焦光学系统满足下面的条件式(18),

$$2.3 \leq f_{GP1}/f_{GPM} \leq 7 \quad (18)$$

这里,

f_{GP1} 是所述规定的正透镜组的焦距,

f_{GPM} 是所述正透镜组的焦距。

115. 根据权利要求113所述的变焦光学系统,其特征在于,所述规定的正透镜组具有负透镜和正透镜,

所述规定的正透镜组的所述正透镜是弯月形透镜,

所述弯月形透镜的物体侧的透镜面是向物体侧凸的面。

116. 根据权利要求113所述的变焦光学系统,其特征在于,所述规定的正透镜组具有负透镜和2枚正透镜。

117. 根据权利要求116所述的变焦光学系统,其特征在于,所述规定的正透镜组的2枚正透镜都是弯月形透镜,

所述弯月形透镜的物体侧的透镜面是向物体侧凸的面。

118. 根据权利要求117所述的变焦光学系统,其特征在于,所述规定的正透镜组还具有别的正透镜。

119. 根据权利要求103所述的变焦光学系统,其特征在于,该变焦光学系统满足下面的条件式(19),

$$0.5 \leq |f_{GPM}/f_{GNB}| \leq 2.0 \quad (19)$$

这里,

f_{GPM} 是所述正透镜组的焦距,

f_{GNB} 是所述像侧负透镜组的焦距。

120. 根据权利要求103所述的变焦光学系统,其特征在于,该变焦光学系统满足下面的条件式(20),

$$0.25 \leq f_{GN1}/f_{GNB} \leq 1.5 \quad (20)$$

这里,

f_{GN1} 是所述物体侧负透镜组的焦距,

f_{GNB} 是所述像侧负透镜组的焦距。

121. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在于,该变焦光学系统满足下面的条件式(21),

$$0.03 \leq \Delta GPMM/LTL_w \leq 0.3 \quad (21)$$

这里,

$\Delta GPMM$ 是从广角端移动到望远端时的所述正透镜组的移动量,

LTL_w 是广角端的所述变焦光学系统的全长。

122. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在于,所述正透镜组在变倍时不沿光轴移动。

123. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在于,所述物体侧负透镜组配置于最靠物体侧的位置。

124. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在于,所述物体侧负透镜组具有第一负弯月形透镜、第二负弯月形透镜、以及1枚正透镜,所述第一负弯月形透镜位于最靠物体侧的位置,所述第二负弯月形透镜位于所述第一负弯月形透镜的像侧,

所述第一负弯月形透镜的物体侧的透镜面和所述第二负弯月形透镜的物体侧的透镜面都是向像侧凹的面。

125. 根据权利要求100所述的变焦光学系统,其特征在于,

所述中间透镜组具有正屈光力,配置于比所述开口光圈靠物体侧的位置。

126. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在于,该变焦光学系统满足下面的条件式(22),

$$7.0 \leq f_t/f_w \leq 120 \quad (22)$$

这里,

f_t 是望远端的变焦光学系统的焦距,

f_w 是广角端的变焦光学系统的焦距。

127. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在于,该变焦光学系统满足下面的条件式(23),

$$0.6 \leq F_{N0w} \leq 4.0 \quad (23)$$

这里,

F_{N0w} 是广角端的F数。

128. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在于,该变焦光学系统满足下面的条件式(24),

$$0.7 \leq F_{N0t} \leq 5.1 \quad (24)$$

这里,

F_{N0t} 是望远端的F数。

129. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在于,该变焦光学系统满足下面的条件式(25-1),

$$0.0 \leq f_t/f_w + 13.38 \times \tan(\Omega_{Hw}/2) - 21.0 \leq 350 \quad (25-1)$$

这里,

f_w 是广角端的所述变焦光学系统的焦距,

f_t 是望远端的所述变焦光学系统的焦距,

Ω_{Hw} 是广角端的水平方向的全视场角。

130. 根据权利要求113所述的变焦光学系统,其特征在于,该变焦光学系统满足下面的条件式(26),

$$0.04 \leq \Sigma GP1/LTL_w \leq 0.35 \quad (26)$$

这里,

$\Sigma GP1$ 是所述规定的正透镜组的厚度,

LTL_w 是广角端的所述变焦光学系统的全长。

131. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,
该变焦光学系统满足下面的条件式(27),

$$-2.3 < f_w \times F_{N0w} / f_{GN1} < -0.4 \quad (27)$$

这里,

f_w 是广角端的所述变焦光学系统的焦距,

F_{N0w} 是广角端的F数,

f_{GN1} 是所述物体侧负透镜组的焦距。

132. 根据权利要求124所述的变焦光学系统,其特征在於,

该变焦光学系统满足下面的条件式(28),

$$1.9 < SPGN1Ln1 < 6.5 \quad (28)$$

这里,

$SPGN1Ln1$ 用下面的式子表示,

$$SPGN1Ln1 = (RGN1Ln1f + RGN1Ln1r) / (RGN1Ln1f - RGN1Ln1r)$$

$RGN1Ln1f$ 是所述第一负弯月形透镜的物体侧的透镜面的曲率半径,

$RGN1Ln1r$ 是所述第一负弯月形透镜的像侧的透镜面的曲率半径。

133. 根据权利要求66至69中的任意一项所述的变焦光学系统,其特征在於,

该变焦光学系统满足下面的条件式(29),

$$-25\% < DT_w < 5\% \quad (29)$$

这里,

DT_w 是广角端的最大视场角下的畸变像差量,用下面的式子表示,

$$DT_w = (IH_{w1} - IH_{w2}) / IH_{w2} \times 100(\%)$$

IH_{w1} 是包含最大视场角的光线在内的光束在像面成像时的实际像高,

IH_{w2} 是包含最大视场角的光线在内的光束在像面成像时的近轴像高,

IH_{w1} 、 IH_{w2} 都是无限远物点合焦时的像高。

134. 一种摄像装置,其特征在於,该摄像装置具有:

光学系统;以及

摄像元件,其具有摄像面并且将所述光学系统形成在摄像面上的像转换为电信号,

所述光学系统是权利要求66至133中的任意一项所述的变焦光学系统。

135. 根据权利要求134所述的摄像装置,其特征在於,

该摄像装置满足下面的条件式(30),

$$3.15\text{mm} \leq R_{img} \leq 40.0\text{mm} \quad (30)$$

这里,

R_{img} 是所述摄像元件上的像圈的半径。

136. 一种变焦光学系统,其特征在於,

该变焦光学系统具有多个透镜组和开口光圈,

所述多个透镜组由具有正屈光力的2个以上的透镜组和具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组构成,

所述具有正屈光力的2个以上的透镜组具有:正透镜组,其具有正屈光力;以及像侧正透镜组,

所述具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组具有物体侧负透镜组，

所述像侧正透镜组在变倍时和对焦时都不沿光轴移动，

在所述多个透镜组中，与位于相邻位置的透镜组之间的间隔分别在变倍时、对焦时、或者变倍时和对焦时变化，

所述正透镜组在除了所述像侧正透镜组之外的所述具有正屈光力的2个以上的透镜组中具有最大的屈光力，所述像侧正透镜组在所述具有正屈光力的两个以上的透镜组中位于最靠像侧的位置，

在所述多个透镜组具有2个以上具有负屈光力的透镜组的情况下，所述物体侧负透镜组在所述具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组中位于最靠物体侧的位置，

所述物体侧负透镜组以使无限远物体合焦时的所述物体侧负透镜组与所述正透镜组之间的间隔在望远端比在广角端窄的方式移动，

所述开口光圈位于所述物体侧负透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面和所述正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面之间，或者与所述正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面相邻，

所述像侧正透镜组具有：第一副透镜组，其具有正屈光力；以及第二副透镜组，其包含正透镜和负透镜，

在变倍时，所述开口光圈沿光轴仅在一个方向上移动或者不移动，

并且满足下面的条件式(17-1)、(5-1)，

$$31.9^{\circ} \leq \Omega_{Hw}/2 \leq 88.0^{\circ} \quad (17-1)$$

$$-2.0 \leq SFGBUN1 \leq 0.95 \quad (5-1)$$

这里，

Ω_{Hw} 是广角端的水平方向的全视场角，

SFGBUN1用下面的式子表示，

$$SFGBUN1 = (RGBUN1f + RGBUN1r) / (RGBUN1f - RGBUN1r)$$

RGBUN1f是所述第一副透镜组的位于最靠物体侧的位置的透镜面的曲率半径，

RGBUN1r是所述第一副透镜组的位于最靠像侧的位置的透镜面的曲率半径。

137. 一种变焦光学系统，其特征在于，

该变焦光学系统具有多个透镜组和开口光圈，

所述多个透镜组由具有正屈光力的2个以上的透镜组和具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组构成，

所述具有正屈光力的2个以上的透镜组具有：正透镜组，其具有正屈光力；以及像侧正透镜组，

所述具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组具有物体侧负透镜组，

所述像侧正透镜组在变倍时和对焦时都不沿光轴移动，

在所述多个透镜组中，与位于相邻位置的透镜组之间的间隔分别在变倍时、对焦时、或者变倍时和对焦时变化，

所述正透镜组在除了所述像侧正透镜组之外的所述具有正屈光力的2个以上的透镜组中具有最大的屈光力，并且具有满足下面的条件式(2-2)的规定的正透镜，

所述像侧正透镜组在所述具有正屈光力的2个以上的透镜组中位于最靠像侧的位置，

在所述多个透镜组具有2个以上具有负屈光力的透镜组的情况下,所述物体侧负透镜组在所述具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组中位于最靠物体侧的位置,

所述物体侧负透镜组以使无限远物体合焦时的所述物体侧负透镜组与所述正透镜组之间的间隔在望远端比在广角端窄的方式移动,

所述开口光圈位于所述物体侧负透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面和所述正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面之间,或者与所述正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面相邻,

所述像侧正透镜组具有:第一副透镜组,其具有正屈光力;以及第二副透镜组,其包含正透镜和负透镜,

并且满足下面的条件式(17-1)、(5-2),

$$60 \leq v_{dGPMP1} \leq 100.0 \quad (2-2)$$

$$31.9^\circ \leq \Omega_{Hw}/2 \leq 88.0^\circ \quad (17-1)$$

$$-1.91 \leq SFGBUN1 \leq 0.95 \quad (5-2)$$

这里,

v_{dGPMP1} 是规定的正透镜的阿贝数,

所述规定的正透镜是正透镜组的正透镜中阿贝数最大的正透镜,

Ω_{Hw} 是广角端的水平方向的全视场角,

SFGBUN1用下面的式子表示,

$$SFGBUN1 = (RGBUN1f + RGBUN1r) / (RGBUN1f - RGBUN1r)$$

RGBUN1f是所述第一副透镜组的位于最靠物体侧的位置的透镜面的曲率半径,

RGBUN1r是所述第一副透镜组的位于最靠像侧的位置的透镜面的曲率半径。

138.一种变焦光学系统,其特征在于,

该变焦光学系统具有多个透镜组和开口光圈,

所述多个透镜组由具有正屈光力的2个以上的透镜组和具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组构成,

所述具有正屈光力的2个以上的透镜组具有:正透镜组,其具有正屈光力;以及像侧正透镜组,

所述具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组具有物体侧负透镜组,

所述像侧正透镜组在变倍时和对焦时都不沿光轴移动,

在所述多个透镜组中,与位于相邻位置的透镜组之间的间隔分别在变倍时、对焦时、或者变倍时和对焦时变化,

所述正透镜组在除了所述像侧正透镜组之外的所述具有正屈光力的2个以上的透镜组中具有最大的屈光力,

所述像侧正透镜组在所述具有正屈光力的2个以上的透镜组中位于最靠像侧的位置,

在所述多个透镜组具有2个以上具有负屈光力的透镜组的情况下,所述物体侧负透镜组在所述具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组中位于最靠物体侧的位置,

所述物体侧负透镜组以使无限远物体合焦时的所述物体侧负透镜组与所述正透镜组之间的间隔在望远端比在广角端窄的方式移动,

所述像侧正透镜组具有:第一副透镜组,其具有正屈光力;以及第二副透镜组,其包含

正透镜和负透镜，

并且满足下面的条件式(17-1)、(1)，

$$31.9^{\circ} \leq \Omega_{Hw}/2 \leq 88.0^{\circ} \quad (17-1)$$

$$0.1 \leq f_{GBUN1}/f_{GPM} \leq 2.1 \quad (1)$$

这里，

Ω_{Hw} 是广角端的水平方向的全视场角，

f_{GBUN1} 是所述第一副透镜组的焦距，

f_{GPM} 是所述正透镜组的焦距。

139. 一种变焦光学系统，其特征在于，

该变焦光学系统具有多个透镜组和开口光圈，

所述多个透镜组由具有正屈光力的2个以上的透镜组和具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组构成，

所述具有正屈光力的2个以上的透镜组具有：正透镜组，其具有正屈光力；以及像侧正透镜组，

所述具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组具有物体侧负透镜组，

所述像侧正透镜组在变倍时和对焦时都不沿光轴移动，

在所述多个透镜组中，与位于相邻位置的透镜组之间的间隔分别在变倍时、对焦时、或者变倍时和对焦时变化，

所述正透镜组在除了所述像侧正透镜组之外的所述具有正屈光力的2个以上的透镜组中具有最大的屈光力，

所述像侧正透镜组在所述具有正屈光力的2个以上的透镜组中位于最靠像侧的位置，

在所述多个透镜组具有2个以上具有负屈光力的透镜组的情况下，所述物体侧负透镜组在所述具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组中位于最靠物体侧的位置，

所述物体侧负透镜组以使无限远物体合焦时的所述物体侧负透镜组与所述正透镜组之间的间隔在望远端比在广角端窄的方式移动，

所述开口光圈位于所述物体侧负透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面和所述正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面之间，或者与所述正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面相邻，

所述像侧正透镜组具有：第一副透镜组，其具有正屈光力；以及第二副透镜组，其包含正透镜和负透镜，

在变倍时，所述开口光圈沿光轴仅在一个方向上移动或者不移动，

并且满足下面的条件式(17-1)、(8-1)，

$$31.9^{\circ} \leq \Omega_{Hw}/2 \leq 88.0^{\circ} \quad (17-1)$$

$$1.0 \leq |LTL_{max}/f_{GN1}| \leq 19.0 \quad (8-1)$$

这里，

Ω_{Hw} 是广角端的水平方向的全视场角，

LTL_{max} 是在所述变焦光学系统的全长中最大的全长，

f_{GN1} 是所述物体侧负透镜组的焦距。

变焦光学系统和具备该变焦光学系统的摄像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及变焦光学系统和具备该变焦光学系统的摄像装置。

背景技术

[0002] 近年来,摄像光学系统在数字照相机、摄像机、监视用照相机以及电视会议系统的照相机等广泛的领域中使用。

[0003] 在这样的摄像光学系统中使用了变焦光学系统。作为变焦光学系统,有在专利文献1、专利文献2以及专利文献3中公开的变焦光学系统。专利文献1的变焦光学系统从物体侧起依次具有:具有负屈光力的第一透镜组、具有正屈光力的第二透镜组、具有负屈光力的第三透镜组、以及具有正屈光力的第四透镜组。

[0004] 在专利文献2和专利文献3中公开的变焦光学系统从物体侧起依次具有:具有正屈光力的第一透镜组、具有负屈光力的第二透镜组、具有正屈光力的第三透镜组、具有负屈光力的第四透镜组、以及具有正屈光力的第五透镜组。

[0005] 专利文献1:日本特开2005-49843号公报

[0006] 专利文献2:日本特开2011-221554号公报

[0007] 专利文献3:日本特开2011-175098号公报

发明内容

[0008] 然而,在专利文献1~3中,无法在确保广角端的大视场角、较小的F数的同时进行各种像差的良好校正。

[0009] 本发明就是鉴于这样的课题而完成的,其目的在于,提供能够确保广角端的大视场角和较小的F数并且良好地校正各种像差的变焦光学系统和具备该变焦光学系统的摄像装置。

[0010] 为了解决上述课题并实现目的,本发明的变焦光学系统的特征在于,该变焦光学系统具有多个透镜组和开口光圈,

[0011] 多个透镜组由具有正屈光力的2个以上的透镜组和具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组构成,

[0012] 具有正屈光力的2个以上的透镜组具有:正透镜组,其具有正屈光力;以及像侧正透镜组,

[0013] 具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组具有物体侧负透镜组,

[0014] 像侧正透镜组在变倍时和对焦时都不沿光轴移动,

[0015] 在多个透镜组中,与位于相邻位置的透镜组之间的间隔分别在变倍时、对焦时、或者变倍时和对焦时变化,

[0016] 正透镜组在除了像侧正透镜组之外的具有正屈光力的2个以上的透镜组中具有最大的屈光力,

[0017] 像侧正透镜组在具有正屈光力的2个以上的透镜组中位于最靠像侧的位置,

[0018] 在多个透镜组具有2个以上具有负屈光力的透镜组的情况下,物体侧负透镜组在具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组中位于最靠物体侧的位置,

[0019] 物体侧负透镜组以使无限远物体合焦时的物体侧负透镜组与正透镜组之间的间隔在望远端比在广角端窄的方式移动,

[0020] 开口光圈位于物体侧负透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面和正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面之间,或者与所述正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面相邻。

[0021] 并且,本发明的摄像装置的特征在于,该摄像装置具有:

[0022] 光学系统;以及

[0023] 摄像元件,其具有摄像面并且将所述光学系统形成在摄像面上的像转换为电信号,

[0024] 光学系统是上述变焦光学系统中的任意一个。

[0025] 根据本发明,能够提供能够确保广角端的大视场角和较小的F数并且良好地校正各种像差的变焦光学系统和具备该变焦光学系统的摄像装置。

附图说明

[0026] 图1是实施例一的变焦光学系统的镜头剖视图。

[0027] 图2是实施例二的变焦光学系统的镜头剖视图。

[0028] 图3是实施例三的变焦光学系统的镜头剖视图。

[0029] 图4是实施例四的变焦光学系统的镜头剖视图。

[0030] 图5是实施例五的变焦光学系统的镜头剖视图。

[0031] 图6是实施例六的变焦光学系统的镜头剖视图。

[0032] 图7是实施例七的变焦光学系统的镜头剖视图。

[0033] 图8是实施例八的变焦光学系统的镜头剖视图。

[0034] 图9是实施例一的变焦光学系统的像差图。

[0035] 图10是实施例二的变焦光学系统的像差图。

[0036] 图11是实施例三的变焦光学系统的像差图。

[0037] 图12是实施例四的变焦光学系统的像差图。

[0038] 图13是实施例五的变焦光学系统的像差图。

[0039] 图14是实施例六的变焦光学系统的像差图。

[0040] 图15是实施例七的变焦光学系统的像差图。

[0041] 图16是实施例八的变焦光学系统的像差图。

[0042] 图17是摄像装置的剖视图。

[0043] 图18是摄像装置的前方立体图。

[0044] 图19是摄像装置的后方立体图。

[0045] 图20是摄像装置的主要部分的内部电路的结构框图。

[0046] 图21是示出电视会议系统的结构的图。

[0047] 标号说明

[0048] G1:第一透镜组;G2:第二透镜组;G3:第三透镜组;G4:第四透镜组;G5:第五透镜

组;G6:第六透镜组;S:开口光圈;I:像面;1:单镜头无反光镜相机;2:摄影光学系统;3:镜筒的安装部;4:摄像元件面;5:后监视器;12:输入设备;13:控制部;14、15:总线;16:摄像驱动电路;17:暂时存储用存储器;18:处理器;19:存储装置;20:显示器;21:设定信息存储用存储器;22:总线;24:CDS/ADC;40:数字照相机;41:摄影光学系统;42:摄影用光路;45:快门按钮;47:液晶显示监视器;49:摄像传感器;100:电视会议系统;110、120、130:电视会议装置;111、121、131:主体;112、122、132:照相机;113、123、133:显示器;119、129、139:会议参与者;119'、129'、139':会议参与者的影像;140:广域网(WAN)。

具体实施方式

[0049] 在实施例的说明之前,对本发明的某个方式的实施方式的作用效果进行说明。另外,在具体地对本实施方式的作用效果进行说明时,示出具体的例子进行说明。但是,与后述的实施例的情况相同,这些例示的方式仅仅是本发明所包含的方式中的一部分,在这些方式中存在许多变形。因此,本发明并不限定于例示的方式。

[0050] 在下面的说明中,所谓“校正了”在有关像差校正时,是指像差量为容许值以下。并且,在有关手抖动校正时,是指因手抖动而产生的像的抖动量为容许值以下。

[0051] 对第一实施方式的变焦光学系统至第十实施方式的变焦光学系统(下面称作“本实施方式的变焦光学系统”)的基本结构进行说明。另外,在已经说明了同样的结构的技术意义的情况下省略说明。并且,对于条件式的技术意义,例如由于条件式(2)的技术意义与条件式(2-*)(*为数字)的技术意义相同,因此对条件式(2-*)的技术意义省略说明。并且,在下面的说明中,透镜成分是指单透镜或者接合透镜。

[0052] 本实施方式的变焦光学系统的基本结构如下:具有多个透镜组和开口光圈,多个透镜组由具有正屈光力的2个以上的透镜组和具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组构成,具有正屈光力的2个以上的透镜组具有:正透镜组,其具有正屈光力;以及像侧正透镜组,具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组具有物体侧负透镜组,像侧正透镜组在变倍时和对焦时都不沿光轴移动,在多个透镜组中,与位于相邻位置的透镜组之间的间隔分别在变倍时、对焦时、或者变倍时和对焦时变化,正透镜组在除了像侧正透镜组之外的具有正屈光力的2个以上的透镜组中具有最大的屈光力,像侧正透镜组在具有正屈光力的2个以上的透镜组中位于最靠像侧的位置,在多个透镜组具有2个以上具有负屈光力的透镜组的情况下,物体侧负透镜组在具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组中位于最靠物体侧的位置,物体侧负透镜组以使无限远物体合焦时的物体侧负透镜组与正透镜组之间的间隔在望远端比在广角端窄的方式移动,开口光圈位于物体侧负透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面和正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面之间,或者与上述正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面相邻。

[0053] 关于基本结构,具有多个透镜组和开口光圈。在多个透镜组中,与位于相邻位置的透镜组之间的间隔分别在变倍时、对焦时、或者变倍时和对焦时变化,

[0054] 多个透镜组由具有正屈光力的2个以上的透镜组和具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组构成,具有正屈光力的2个以上的透镜组具有正透镜组和像侧正透镜组,具有负屈光力的1个或2个以上的透镜组具有物体侧负透镜组。

[0055] 在基本结构中,物体侧负透镜组和正透镜组都包含于多个透镜组。在多个透镜组

中,存在位于相邻位置的透镜组之间的间隔变化的透镜组。因此,能够移动物体侧负透镜组和正透镜组。这样,在广角端能够确保大视场角。并且,在变倍区域的宽范围内能够缩短光学系统的全长。这里,例如,将半视场角超过30度的情况称作大视场角。但是,并不限定于该值。

[0056] 在基本结构中,像侧正透镜组在具有正屈光力的2个以上的透镜组中位于最靠像侧的位置。并且,像侧正透镜组例如能够在所有的透镜组中配置于最靠像侧的位置。若能够使位于最靠像侧的位置的透镜组的屈光力为正屈光力,则能够减小F数的值。这里,例如将广角端的F数为4.0以下的情况或者望远端的F数为5.1以下的情况称作较小的F数。但是,并不限定于该值。

[0057] 像侧正透镜组能够在变倍时和对焦时都不沿光轴移动。这样,能够缩短后焦距。其结果是,能够缩短光学系统的全长。并且,在变倍区域的宽范围内能够减少F数的变化。

[0058] 开口光圈能够位于物体侧负透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面和正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面之间。或者开口光圈能够配置为与正透镜组中位于最靠像侧的位置的透镜面相邻。这样,即使扩大视场角,正透镜组的直径也不会变大。其结果是,能够使光学系统小型化。

[0059] 若增大各透镜组的屈光力,则能够增大变倍作用。若能够增大变倍作用,则能够实现光学系统的全长缩短和光学系统的小径化。但是,当增大变倍作用时,在确保较小的F数的情况下,难以在变倍区域的宽范围内确保良好的成像性能。

[0060] 物体侧负透镜组涉及广角端的大视场角的确保。当增大变倍作用时,在物体侧负透镜组中容易产生倍率色像差。即使在物体侧负透镜组中产生了倍率色像差,如果能够抑制整个光学系统的倍率色像差的产生,则能够进一步扩大广角端的视场角并且实现光学系统的小型化和较小的F数的确保。

[0061] 广角端的轴上光束和轴外光束的分离状态在物体侧负透镜组和像侧正透镜组相似。因此,在像侧正透镜组也容易产生倍率色像差。此时,能够使像侧正透镜组中的倍率色像差的产生方向与物体侧负透镜组中的倍率色像差的产生方向相反。

[0062] 这样,通过使像侧正透镜组具有倍率色像差的校正作用,从而能够通过像侧正透镜组来校正在物体侧负透镜组产生的倍率色像差。

[0063] 当用手保持摄像装置时,根据情况,可能会因手抖动而使摄像装置振动。当因手抖动而对光学系统施加了振动时,因该振动的影响而无法获得鲜明的像。为了获得更鲜明且高分辨率的像,也可以在光学系统内进行手抖动校正。

[0064] 例如,在将摄像装置固定于三脚架的情况或将摄像装置固定在建筑物的外壁的情况下,若在固定的一侧产生振动,则该振动可能会传递给摄像装置。这样的振动也可以看作与手抖动的振动相同。因此,这种情况下的振动也可以看作包含于手抖动的振动。

[0065] 第一实施方式的变焦光学系统的特征在于,具有上述的基本结构并且满足下面的条件式(23)、(17-2)、(30)。

$$[0066] \quad 0.6 \leq F_{N0w} \leq 4.0 \quad (23)$$

$$[0067] \quad 49.0^\circ \leq \Omega_{Hw}/2 \leq 88.0^\circ \quad (17-2)$$

$$[0068] \quad 3.15\text{mm} \leq R_{img} \leq 40.0\text{mm} \quad (30)$$

[0069] 这里,

[0070] FNO_w 是广角端的F数，

[0071] ΩH_w 是广角端的水平方向的全视场角，

[0072] R_{img} 是摄像元件上的像圈的半径。

[0073] 若高于条件式(23)的下限值，则通过物体侧负透镜组和正透镜组来分别抑制广角端附近的球面像差的产生和非点像差的产生。并且，也能够通过规定的正透镜组来抑制广角端附近的球面像差的产生和非点像差的产生。

[0074] 若低于条件式(23)的上限值，则在广角端能够确保足够的明亮度。因此，例如在监视照相机中使用本实施方式的变焦光学系统的情况下，通过阴天时的监视或夜间的监视而获得良好的图像。

[0075] 若高于条件式(17-2)的下限值，则能够进行宽范围的摄像。因此，例如即使到被摄体的距离是接近2m的距离，也能够一次确认具有大约3m宽度的范围。

[0076] 例如，若在监视照相机中使用本实施方式的变焦光学系统，则能够减少死角。并且，在电梯内或道路宽度较窄的地方，难以获取与被摄体之间的距离。即使是这样的地方，若在监视照相机中使用本实施方式的变焦光学系统，则能够监视宽范围。

[0077] 并且，例如，在电视会议用的照相机中使用本实施方式的变焦光学系统的情况下，即使是较窄的房间也能够一次拍摄多人。在电视会议中，例如，如果能够将到被摄体的距离确保为1.5m，则能够一次确认具有大约2.3m宽度的范围。若换算为人数，则能够一次确认5人左右。这样，本实施方式的变焦光学系统作为无法扩大空间的地方的电视会议用的变焦光学系统是有效的。

[0078] 若低于条件式(17-2)的上限值，则能够减小位于比开口光圈靠物体侧的位置的透镜组的直径，因此能够使光学系统小型化。并且，由于像的周边部的变形较小，因此能够获得准确的像。

[0079] 为了确保足够的信息量，在监视照相机中所使用的光学系统可以具有高分辨率。所谓高分辨率例如是指高清电视的分辨率和大于高清电视的分辨率的分辨率。要想获得这样的分辨率，摄像元件的像素数例如至少为250万像素以上、300万像素以上、或者可以有800万像素。

[0080] 若高于条件式(30)的下限值，则即使确保了高分辨率，像素间距也不会过小。因此，能够将摄像元件的灵敏度保持得较高。若低于条件式(30)的上限值，则能够使摄像装小型化。

[0081] 第二实施方式的变焦光学系统的特征在于，具有上述的基本结构并且满足下面的条件式(23-1)、(25-1)、(17-3)、(30)

$$[0082] \quad 0.6 \leq FNO_w \leq 3.9 \quad (23-1)$$

$$[0083] \quad 0.0 \leq f_t/f_w + 13.38 \times \tan(\Omega H_w/2) - 21.0 \leq 350 \quad (25-1)$$

$$[0084] \quad 35.5^\circ \leq \Omega H_w/2 \leq 88.0^\circ \quad (17-3)$$

$$[0085] \quad 3.15\text{mm} \leq R_{img} \leq 40.0\text{mm} \quad (30)$$

[0086] 这里，

[0087] f_t 是望远端的变焦光学系统的焦距，

[0088] f_w 是广角端的变焦光学系统的焦距。

[0089] 条件式(17-3)的技术意义与条件式(17-2)的技术意义相同。

[0090] 例如,在监视照相机中,有时确认广角端的视野范围或放大规定区域详细地确认规定区域内。在考虑了获得更详细的信息的情况下,也可以增加变倍比。

[0091] 在变焦光学系统中,摄影区域可以与 $f \times \tan \omega$ 成比例(f 是焦距, ω 是视场角)。因此,随着广角端的水平视场角变窄,摄影区域内的信息量可以与视场角的 \tan 成比例地减少。即,信息量的减少率为视场角的变化率以上。

[0092] 广角端的水平视场角较窄的情况相对于广角端的水平视场角较宽的情况增加了变倍比,通过进一步缩窄望远端的视场角能够补偿信息量。在监视照相机中,通过拍摄而获得的信息量越多越好。在监视照相机用途中,通过进一步缩窄望远端的视场角能够补偿信息量。

[0093] 若高于条件式(25-1)的下限值,则能够获得足够的信息量。若低于条件式(25-1)的上限值,则能够减小物体侧负透镜组的直径,因此能够使光学系统小型化。或者,能够减少物体侧负透镜组的非点像差的产生。

[0094] 在上述基本结构中,像侧正透镜组可以具有:第一副透镜组,其具有正屈光力;以及第二副透镜组,其包含正透镜和负透镜。在下面的说明中,将包含第一副透镜组和第二副透镜组在内的结构称作另一个基本结构。

[0095] 入射到第二副透镜组的光线的高度在变倍时变化。若在变倍时固定像侧正透镜组,则第二副透镜组也固定。若在变倍时第二副透镜组被固定,则能够同时减小入射到第二副透镜组的中心光束直径的变化和周边光线高度的变化。其结果是,容易抑制从广角端向望远端的倍率色像差的变动并确保较小的F数。

[0096] 所谓中心光束直径是在像面的中心成像的光束的直径。所谓周边光线高度是在像面的周边成像的光线的高度。

[0097] 当在像面的附近使透镜组移动时,因透镜组的移动而容易产生灰尘。像侧正透镜组能够位于像面的附近。若使得像侧正透镜组不能沿光轴移动,则能够减少灰尘的产生。在将摄像元件配置于像面的情况下,能够减少灰尘对摄像面的附着。

[0098] 可以在第二副透镜组的附近配置在对焦时沿光轴移动的透镜组(下面称作“对焦用透镜组”)。若在变倍时固定第二副透镜组,则也可以在第二副透镜组的附近配置变倍用的致动器。因此,可以在对焦用透镜组的附近配置对焦用的致动器。其结果是,能够实现对焦单元的小型化。对焦单元例如可以由对焦用的透镜组和对焦用的致动器构成。

[0099] 要想使像侧正透镜组具有倍率色像差的校正作用,在像侧正透镜组配置第二副透镜组。此时,若能够由负透镜和正透镜构成第二副透镜组,则能够通过像侧正透镜组校正物体侧负透镜组产生的倍率色像差。

[0100] 但是,若重点地校正倍率色像差,则可能会产生非点像差或彗形像差。因此,若仅重点地抑制倍率色像差,则可能会对成像性能产生不良影响。在这种情况下,能够在第二副透镜组的物体侧配置具有正屈光力的第一副透镜组。这样,能够提高整个像侧正透镜组的像差校正能力。其结果是,能够校正整个光学系统的倍率色像差并且能够校正非点像差或彗形像差。

[0101] 如果能够在使第一副透镜组和第二副透镜组分离的状态下进行配置,则能够提高整个像侧正透镜组的像差校正能力。能够在第一副透镜组和第二副透镜组之间设置某种程度的宽度的空气间隔。

[0102] 如后述那样,第一副透镜组能够在与光轴垂直的方向上移动。这样,能够通过第一副透镜组进行手抖动校正。

[0103] 如上所述,像侧正透镜组的透镜能够分为构成第一副透镜组的透镜和构成第二副透镜组的透镜。若能够采用这样的结构,则能够像上述那样校正倍率色像差、非点像差以及彗形像差。此外,若能够采用这样的结构,则能够使第二副透镜组从像面离开。因此,能够提高第一副透镜组的倍率。

[0104] 若提高了第一副透镜组的倍率,则能够在第一副透镜组提高使透镜或透镜组在与光轴垂直的方向上移动时的移动量与像面上的像的移动量的比(下面称作“手抖动校正灵敏度”)。这样,能够通过第一副透镜组进行手抖动校正。这样,若能够采用将像侧正透镜组分为2个副透镜组的结构,则能够以较小的移动量进行手抖动的校正。并且,由于移动量较小,因此能够进行追随性更高的手抖动校正。

[0105] 并且,若包含有对在变倍时移动的透镜组进行手抖动校正的透镜,则因随着变倍产生的透镜位置的变动而可能在检测出的手抖动量上产生误差。若在变倍时固定像侧正透镜组,则第二副透镜组也固定。在变倍时,通过固定第二副透镜组能够减小误差。

[0106] 第三实施方式的变焦光学系统的特征在于,具有上述另一个基本结构并且正透镜组具有满足下面的条件式(2)的规定的正透镜,并满足下面的条件式(1)。

$$[0107] \quad 0.1 \leq f_{GBUN1}/f_{GPM} \leq 2.1 \quad (1)$$

$$[0108] \quad 60.8 \leq v_{dGPMP1} \leq 100.0 \quad (2)$$

[0109] 这里,

[0110] f_{GBUN1} 是第一副透镜组的焦距,

[0111] f_{GPM} 是正透镜组的焦距,

[0112] v_{dGPMP1} 是规定的正透镜的阿贝数,

[0113] 规定的正透镜是正透镜组的正透镜中阿贝数最大的正透镜。

[0114] 若高于条件式(1)的下限值,则能够抑制第一副透镜组的像差的产生并主要抑制彗形像差的产生或非点像差的产生。其结果是,在广角端附近能够获得良好的成像性能。若低于条件式(1)的上限值,则能够增大第一副透镜组的校正效果并主要增大彗形像差的校正效果或非点像差的校正效果。其结果是,在广角端附近能够获得良好的成像性能。

[0115] 若高于条件式(2)的下限值,则能够抑制正透镜组的轴上色像差的产生。其结果是,在变倍区域的宽范围内能够确保良好的成像性能。若低于条件式(2)的上限值,则能够良好地校正色像差。

[0116] 第四实施方式的变焦光学系统的特征在于,具有上述另一个基本结构并且满足下面的条件式(3)、(4)。

$$[0117] \quad 0.02 \leq D_{GBUN12a}/f_{GBUN1} \leq 4.0 \quad (3)$$

$$[0118] \quad 0.43 \leq |(M_{GGBUN1back}) \times (M_{GGBUN1-1})| \leq 5.0 \quad (4)$$

[0119] 这里,

[0120] $D_{GBUN12a}$ 是第一副透镜组与第二副透镜组之间的空气间隔,

[0121] f_{GBUN1} 是第一副透镜组的焦距,

[0122] M_{GGBUN1} 是第一副透镜组的横向倍率,

[0123] $M_{GGBUN1back}$ 是规定的光学系统的横向倍率,

[0124] 规定的光学系统是由位于比第一副透镜组靠像侧的位置的所有的透镜构成的光学系统，

[0125] 横向倍率是无限远物体合焦时的横向倍率。

[0126] 若高于条件式 (3) 的下限值，则能够抑制非点像差的产生和彗形像差的产生。

[0127] 若低于条件式 (3) 的上限值，则减小了像侧正透镜组的光轴方向的厚度。在这种情况下，能够增加在变倍时移动的透镜组的移动空间从而获得高变倍比。

[0128] 若高于条件式 (4) 的下限值或者低于上限值，则能够抑制非点像差的产生或彗形像差的产生。

[0129] 像后述那样，第一副透镜组能够在与光轴垂直的方向上移动。这样，能够通过第一副透镜组进行手抖动校正。通过高于条件式 (4) 的下限值能够提高手抖动校正灵敏度。在这种情况下，由于第一副透镜组的移动量较小，因此能够提高第一副透镜组对手抖动的追随性。

[0130] 第五实施方式的变焦光学系统的特征在于，具有上述另一个基本结构并且正透镜组具有满足下面的条件式 (2-1) 的规定的正透镜，并满足下面的条件式 (5)。

[0131] $64.8 \leq v_{dGPMP1} \leq 100.0$ (2-1)

[0132] $-2.6 \leq SFGBUN1 \leq 0.95$ (5)

[0133] 这里，

[0134] v_{dGPMP1} 是规定的正透镜的阿贝数，

[0135] 规定的正透镜是正透镜组的正透镜中阿贝数最大的正透镜，

[0136] $SFGBUN1$ 用下面的式子表示，

[0137] $SFGBUN1 = (RGBUN1f + RGBUN1r) / (RGBUN1f - RGBUN1r)$

[0138] $RGBUN1f$ 是第一副透镜组的位于最靠物体侧的位置的透镜面的曲率半径，

[0139] $RGBUN1r$ 是第一副透镜组的位于最靠像侧的位置的透镜面的曲率半径。

[0140] 若高于条件式 (5) 的下限值或者低于上限值，则能够抑制第一副透镜组的非点像差的产生或彗形像差的产生。

[0141] 像后述那样，能够通过第一副透镜组进行手抖动校正。若高于条件式 (5) 的下限值或者低于上限值，则减小了球面像差的非对称性或非点像差的非对称性。因此，能够获得良好的手抖动校正性能。

[0142] 第六实施方式的变焦光学系统的特征在于，具有上述另一个基本结构并且像侧正透镜组和位于与像侧正透镜组相邻的位置的透镜组之间的间隔在变倍时变化，第一副透镜组的位于最靠像侧的位置的透镜面是向像侧凸的面，并满足下面的条件式 (6)、(7)、(8)。

[0143] $2.0 \leq f_{GPM}/f_w \leq 20.0$ (6)

[0144] $2.3 \leq f_{GBUN1}/f_w \leq 9.7$ (7)

[0145] $3.0 \leq |LTL_{max}/f_{GN1}| \leq 16.3$ (8)

[0146] 这里，

[0147] f_{GPM} 是正透镜组的焦距，

[0148] f_{GBUN1} 是第一副透镜组的焦距，

[0149] f_w 是广角端的变焦光学系统的焦距，

[0150] LTL_{max} 是在变焦光学系统的全长中最大的全长，

[0151] f_{GN1} 是物体侧负透镜组的焦距。

[0152] 像侧正透镜组的与位于相邻位置的透镜组之间的间隔能够在变倍时变化。这样，能够使入射到像侧正透镜组的光线的入射角变化。由此，在变倍区域的宽范围内能够提高倍率色像差的校正效果、非点像差的校正效果以及彗形像差的校正效果。其结果是，能够获得良好的成像性能。

[0153] 第一副透镜组的位于最靠像侧的位置的透镜面可以是向像侧凸的面。这样，能够减少彗形色像差的产生。

[0154] 若高于条件式(6)的下限值，则能够主要抑制正透镜组的球面像差的产生。其结果是，在广角端能够确保较小的F数。若低于条件式(6)的上限值，则能提高正透镜组的变倍作用。其结果是，能够使光学系统小型化。

[0155] 通过满足条件式(7)，能够抑制正透镜组的像差的产生并主要抑制彗形像差的产生或非点像差的产生。

[0156] 若高于条件式(8)的下限值，则使物体侧负透镜组的直径小径化。其结果是，能够实现光学单元的小径化。若低于条件式(8)的上限值，则增强了正透镜组的变倍作用。其结果是，能够使位于比物体侧负透镜组靠像侧的位置的透镜组的直径小径化。光学单元例如由变焦光学系统和镜筒构成。

[0157] 第七实施方式的变焦光学系统的特征在于，具有上述另一个基本结构并且在变倍时开口光圈能够沿光轴仅在一个方向上移动或者不移动，并满足下面的条件式(17-1)、(5-1)。

$$[0158] \quad 31.9^\circ \leq \Omega_{Hw}/2 \leq 88.0^\circ \quad (17-1)$$

$$[0159] \quad -2.0 \leq SFGBUN1 \leq 0.95 \quad (5-1)$$

[0160] 这里，

[0161] Ω_{Hw} 是广角端的水平方向的全视场角。

[0162] SFGBUN1用下面的式子表示，

$$[0163] \quad SFGBUN1 = (RGBUN1f + RGBUN1r) / (RGBUN1f - RGBUN1r)$$

[0164] RGBUN1f是所述第一副透镜组的位于最靠物体侧的位置的透镜面的曲率半径，

[0165] RGBUN1r是所述第一副透镜组的位于最靠像侧的位置的透镜面的曲率半径。

[0166] 在变倍时，开口光圈能够沿光轴移动。在变倍时，若开口光圈的移动方向在中途反转，则有时会在开口光圈相对于像面的位置上产生误差。例如，在使用齿轮的移动机构中，位置的误差因齿隙而产生。在变倍时，通过使开口光圈的移动方向仅为一个方向，能够使开口光圈的位置始终稳定。F数随着变倍而变化。若能够使开口光圈的位置稳定，则能够使开口光圈的位置与设计时的位置一致或大致一致。其结果是，能够减小使F数变化时的误差。

[0167] 若减小了F数，则容易发生光斑。在变倍时，若能够固定开口光圈的位置，则能够进一步减小使F数变化时的误差。其结果是，能够减少光斑的发生。

[0168] 若在变倍时固定开口光圈，则能够减小因变倍而导致的F数的急剧变化。其结果是，即使是F数较小的情况，在变倍区域的宽范围内也能够确保稳定的光量。

[0169] 并且，要想变更开口光圈的开口直径，可以使用电气构件。作为电气构件，例如有传递电信号的电线。若在变倍时固定开口光圈，则能够减小开口光圈的移动量，因此能够减小电线的长度的变化。其结果是，能够实现具有耐久性较高的构造的电气构件。

[0170] 条件式(17-1)的技术意义与条件式(17-2)的技术意义相同。

[0171] 第八实施方式的变焦光学系统的特征在于,具有上述另一个基本结构并且正透镜组具有满足下面的条件式(2-2)的规定的正透镜,并满足下面的条件式(17-1)、(5-2)。

[0172] $60 \leq v_{dGPMP1} \leq 100.0$ (2-2)

[0173] $31.9^\circ \leq \Omega_{Hw/2} \leq 88.0^\circ$ (17-1)

[0174] $-1.91 \leq SFGBUN1 \leq 0.95$ (5-2)

[0175] 这里,

[0176] v_{dGPMP1} 是规定的正透镜的阿贝数,

[0177] 规定的正透镜是正透镜组的正透镜中阿贝数最大的正透镜。

[0178] 第九实施方式的变焦光学系统具有上述另一个基本结构并且满足下面的条件式(17-1)、(1)。

[0179] $31.9^\circ \leq \Omega_{Hw/2} \leq 88.0^\circ$ (17-1)

[0180] $0.1 \leq f_{GBUN1}/f_{GPM} \leq 2.1$ (1)

[0181] 这里,

[0182] f_{GBUN1} 是第一副透镜组的焦距,

[0183] f_{GPM} 是正透镜组的焦距。

[0184] 第十实施方式的变焦光学系统的特征在于,具有上述另一个基本结构并且在变倍时开口光圈能够沿光轴仅在一个方向上移动或者不移动,并满足下面的条件式(17-1)、(8-1)。

[0185] $31.9^\circ \leq \Omega_{Hw/2} \leq 88.0^\circ$ (17-1)

[0186] $1.0 \leq |LTL_{max}/f_{GN1}| \leq 19.0$ (8-1)

[0187] 这里,

[0188] LTL_{max} 是在变焦光学系统的全长中最大的全长,

[0189] f_{GN1} 是所述物体侧负透镜组的焦距。

[0190] 在第一实施方式的变焦光学系统和第二实施方式的变焦光学系统中,像侧正透镜组也可以具有:第一副透镜组,其具有正屈光力;以及第二副透镜组,其包含正透镜和负透镜。

[0191] 在第一实施方式的变焦光学系统至第五实施方式的变焦光学系统以及第七实施方式的变焦光学系统至第十实施方式的变焦光学系统中,第一副透镜组的位于最靠像侧的位置的透镜面能够成为向像侧凸的面。

[0192] 这样,能够减少彗形色像差的产生。

[0193] 在第一实施方式的变焦光学系统至第五实施方式的变焦光学系统以及第七实施方式的变焦光学系统至第十实施方式的变焦光学系统中,像侧正透镜组和位于与像侧正透镜组相邻的位置的透镜组之间的间隔能够在变倍时改变。

[0194] 第一实施方式的变焦光学系统、第二实施方式的变焦光学系统、第四实施方式的变焦光学系统至第八实施方式的变焦光学系统以及第十实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(1)。

[0195] $0.1 \leq f_{GBUN1}/f_{GPM} \leq 2.1$ (1)

[0196] 这里,

[0197] fGBUN1是第一副透镜组的焦距，

[0198] fGPM是正透镜组的焦距。

[0199] 在第一实施方式的变焦光学系统、第二实施方式的变焦光学系统、第四实施方式的变焦光学系统以及第六实施方式的变焦光学系统至第十实施方式的变焦光学系统中，正透镜组可以具有满足下面的条件式(2-2)的规定的正透镜。

[0200] $60 \leq v_{dGPMP1} \leq 100.0$ (2-2)

[0201] 这里，

[0202] v_{dGPMP1} 是规定的正透镜的阿贝数，

[0203] 规定的正透镜是正透镜组的正透镜中阿贝数最大的正透镜。

[0204] 第一实施方式的变焦光学系统至第三实施方式的变焦光学系统以及第五实施方式的变焦光学系统至第十实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(3)。

[0205] $0.02 \leq DGBUN12a/fGBUN1 \leq 4.0$ (3)

[0206] 这里，

[0207] DGBUN12a是第一副透镜组与第二副透镜组之间的空气间隔，

[0208] fGBUN1是第一副透镜组的焦距。

[0209] 第一实施方式的变焦光学系统至第三实施方式的变焦光学系统以及第五实施方式的变焦光学系统至第十实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(4)。

[0210] $0.43 \leq |(MGBUN1back) \times (MGBUN1-1)| \leq 5.0$ (4)

[0211] 这里，

[0212] MGBUN1是第一副透镜组的横向倍率，

[0213] MGBUN1back是规定的光学系统的横向倍率，

[0214] 规定的光学系统是由位于比第一副透镜组靠像侧的位置的所有的透镜构成的光学系统，

[0215] 横向倍率是无限远物体合焦时的横向倍率。

[0216] 第一实施方式的变焦光学系统至第四实施方式的变焦光学系统、第六实施方式的变焦光学系统、第九实施方式的变焦光学系统以及第十实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(5)。

[0217] $-2.6 \leq SFGBUN1 \leq 0.95$ (5)

[0218] 这里，

[0219] SFGBUN1用下面的式子表示，

[0220] $SFGBUN1 = (RGBUN1f + RGBUN1r) / (RGBUN1f - RGBUN1r)$

[0221] RGBUN1f是第一副透镜组的位于最靠物体侧的位置的透镜面的曲率半径、

[0222] RGBUN1r是第一副透镜组的位于最靠像侧的位置的透镜面的曲率半径。

[0223] 第一实施方式的变焦光学系统至第五实施方式的变焦光学系统以及第七实施方式的变焦光学系统至第十实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(6)。

[0224] $2.0 \leq fGPM/fw \leq 20.0$ (6)

[0225] 这里，

[0226] fGPM是正透镜组的焦距，

[0227] fw是广角端的变焦光学系统的焦距。

[0228] 第一实施方式的变焦光学系统至第五实施方式的变焦光学系统以及第七实施方式的变焦光学系统至第十实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(7)。

$$[0229] \quad 2.3 \leq f_{GBUN1}/f_w \leq 9.7 \quad (7)$$

[0230] 这里，

[0231] f_{GBUN1} 是第一副透镜组的焦距，

[0232] f_w 是广角端的变焦光学系统的焦距。

[0233] 第一实施方式的变焦光学系统至第五实施方式的变焦光学系统以及第七实施方式的变焦光学系统至第九实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(8-1)。

$$[0234] \quad 1.0 \leq |LTL_{max}/f_{GN1}| \leq 19.0 \quad (8-1)$$

[0235] 这里，

[0236] LTL_{max} 是在变焦光学系统的全长中最大的全长，

[0237] f_{GN1} 是物体侧负透镜组的焦距。

[0238] 在本实施方式的变焦光学系统中，第一副透镜组的位于最靠物体侧的位置的透镜面能够成为向物体侧凸的面。

[0239] 这样，能够减少球面像差的产生。

[0240] 在本实施方式的变焦光学系统中，正透镜组能够以在无限远物体合焦时在望远端比在广角端更位于物体侧的方式移动。

[0241] 这样，能够提高变倍作用。其结果是，能够实现光学系统的小型化。

[0242] 本实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(9)。

$$[0243] \quad 0.25 \leq |f_{GN1}/f_{GPM}| \leq 2.0 \quad (9)$$

[0244] 这里，

[0245] f_{GN1} 是物体侧负透镜组的焦距，

[0246] f_{GPM} 是正透镜组的焦距。

[0247] 若高于条件式(9)的下限值，则能够抑制物体侧负透镜组的倍率色像差的产生。若低于条件式(9)的上限值，则能够抑制正透镜组的球面像差的产生。其结果是，能够确保较小的F数。

[0248] 本实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(10)。

$$[0249] \quad 1.05 \leq |f_{GN1}/f_w| \leq 5.5 \quad (10)$$

[0250] 这里，

[0251] f_{GN1} 是物体侧负透镜组的焦距，

[0252] f_w 是广角端的变焦光学系统的焦距。

[0253] 若高于条件式(10)的下限值，则能够抑制物体侧负透镜组的倍率色像差的产生。若低于条件式(10)的上限值，则使物体侧负透镜组的直径变小。其结果是，能够使光学单元小径化。并且，减小了变倍时的物体侧负透镜组的移动量。其结果是，能够高速地进行变倍。

[0254] 本实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(11)。

$$[0255] \quad 2.0 \leq f_{GB}/f_w \leq 23 \quad (11)$$

[0256] 这里，

[0257] f_{GB} 是像侧正透镜组的焦距，

[0258] f_w 是广角端的变焦光学系统的焦距。

[0259] 若高于条件式(11)的下限值,则能够使像侧正透镜组的直径小径化。其结果是,能够使光学单元小径化。并且,能够抑制倍率色像差的产生。若低于条件式(11)的上限值,则能够兼顾大视场角的确保和较小的F数的确保。

[0260] 本实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(12)。

$$[0261] \quad 3.5 \leq f_{GBUN1}/IHw35 \leq 14.0 \quad (12)$$

[0262] 这里,

[0263] f_{GBUN1} 是第一副透镜组的焦距,

[0264] $IHw35$ 用下面的式子表示,

$$[0265] \quad IHw35 = f_w \times \tan 35^\circ$$

[0266] f_w 是广角端的变焦光学系统的焦距。

[0267] $IHw35$ 是以35度的角度入射到变焦光学系统的主光线从与近轴像面交叉的位置到光轴的距离。该主光线是视场角为35度时的主光线。

[0268] 若高于条件式(12)的下限值或者低于上限值,则能够抑制第一副透镜组的像差的产生并主要抑制彗形像差的产生或非点像差的产生。

[0269] 本实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(13)。

$$[0270] \quad 1.8 \leq |f_{GN1}/IHw35| \leq 8.0 \quad (13)$$

[0271] 这里,

[0272] f_{GN1} 是物体侧负透镜组的焦距,

[0273] $IHw35$ 用下面的式子表示,

$$[0274] \quad IHw35 = f_w \times \tan 35^\circ$$

[0275] f_w 是广角端的变焦光学系统的焦距。

[0276] 若高于条件式(13)的下限值,则能够抑制物体侧负透镜组的倍率色像差的产生。若低于条件式(13)的上限值,则减小了物体侧负透镜组的直径。其结果是,能够使光学单元小径化。并且,减小了变倍时的物体侧负透镜组的移动量。其结果是,能够高速地进行变倍。

[0277] 本实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(14)。

$$[0278] \quad 0.1 \leq DGBUN12a/f_w \leq 2.0 \quad (14)$$

[0279] 这里,

[0280] $DGBUN12a$ 是第一副透镜组与第二副透镜组之间的空气间隔,

[0281] f_w 是广角端的变焦光学系统的焦距。

[0282] 若高于条件式(14)的下限值,则能够抑制非点像差的产生或彗形像差的产生。若低于条件式(14)的上限值,则减小了像侧正透镜组的光轴方向的厚度。在这种情况下,能够扩大像侧正透镜组的物体侧的空间。在使位于像侧正透镜组的物体侧的透镜组沿光轴移动的情况下,能够扩大移动空间。其结果是,能够获得较高的变倍比。

[0283] 在本实施方式的变焦光学系统中,第一副透镜组能够由不具有空气间隔的透镜成分构成。

[0284] 这样,能够减小像侧正透镜组的光轴方向的厚度。在这种情况下,能够扩大像侧正透镜组的物体侧的空间。在使位于像侧正透镜组的物体侧的透镜组沿光轴移动的情况下,能够扩大移动空间。并且,能够抑制高次的倍率色像差的产生。

[0285] 在本实施方式的变焦光学系统中,第一副透镜组由1个正透镜构成,并且能够满足

下面的条件式(15)。

[0286] $52 \leq v_{dGBUN1P} \leq 100.0$ (15)

[0287] 这里，

[0288] $v_{dGBUN1P}$ 是第一副透镜组的正透镜的阿贝数。

[0289] 若高于条件式(15)的下限值，则能够抑制倍率色像差的产生。并且，像后述那样能够通过第一副透镜组进行手抖动校正。在使第一副透镜组移动的情况下，能够减少色像差的产生。

[0290] 在本实施方式的变焦光学系统中，第二副透镜组能够由负透镜和正透镜构成。

[0291] 这样，能够减小像侧正透镜组的光轴方向的厚度。在这种情况下，能够扩大像侧正透镜组的物体侧的空间。在使位于像侧正透镜组的物体侧的透镜组沿光轴移动的情况下，能够扩大移动空间。其结果是，能够增加变倍比。

[0292] 在本实施方式的变焦光学系统中，第一副透镜组能够由1枚正透镜构成，第二副透镜组能够由1枚负透镜和1枚正透镜构成。

[0293] 这样，能够减小像侧正透镜组的光轴方向的厚度。在这种情况下，能够扩大像侧正透镜组的物体侧的空间。在使位于像侧正透镜组的物体侧的透镜组沿光轴移动的情况下，能够扩大移动空间。其结果是，能够实现光学系统的小型化和较高的变倍比的确保。

[0294] 在本实施方式的变焦光学系统中，第二副透镜组能够由负透镜、正透镜、以及配置于最靠像侧的位置的负透镜构成。

[0295] 这样，能够进行像侧正透镜组的倍率色像差的校正。

[0296] 在本实施方式的变焦光学系统中，第二副透镜组的正透镜和负透镜能够接合。

[0297] 这样，能够抑制高次的彗形像差的产生或高次的非点像差的产生。

[0298] 在本实施方式的变焦光学系统中，第二副透镜组能够在变倍时固定。

[0299] 入射到第二副透镜组的光线的高度在变倍时变化。若在变倍时固定第二副透镜组，则能够同时减小入射到第二副透镜组的中心光束直径的变化和周边光线高度的变化。其结果是，容易抑制从广角端向望远端的倍率色像差的变动，并确保较小的F数。

[0300] 当在像面的附近使透镜组移动时，因透镜组的移动而容易产生灰尘。第二副透镜组位于像面的附近。因此，通过在变倍时固定第二副透镜组，能够减少灰尘的产生。在将摄像元件配置于像面的情况下，能够减少灰尘对摄像面的附着。

[0301] 在第二副透镜组的附近能够配置在对焦时沿光轴移动的透镜组(下面称作“对焦用透镜组”)。若在变倍时固定第二副透镜组，则也可以在第二副透镜组的附近配置变倍用的致动器。因此，能够在对焦用透镜组的附近配置对焦用的致动器。其结果是，能够实现对焦单元的小型化。

[0302] 在本实施方式的变焦光学系统中，第二副透镜组可以具有满足下面的条件式(16)的负透镜。

[0303] $18.5 \leq v_{dGBUN2N} \leq 55.0$ (16)

[0304] 这里，

[0305] $v_{dGBUN2N}$ 是第二副透镜组的负透镜的阿贝数。

[0306] 若高于条件式(16)的下限值，则能够抑制2次光谱的产生或倍率色像差的产生。

[0307] 在本实施方式的变焦光学系统中，开口光圈能够配置于比正透镜组靠物体侧的位

置。

[0308] 这样,能够使位于比正透镜组靠物体侧的位置的透镜组的直径小径化。

[0309] 本实施方式的变焦光学系统在像侧正透镜组的物体侧配置有移动的透镜组,移动的透镜组能够在变倍时沿光轴移动。

[0310] 这样,能够使入射到像侧正透镜组的光线的入射角变化。由此,在变倍区域的宽范围内能够提高倍率色像差的校正效果、非点像差的校正效果以及彗形像差的校正效果。其结果是,能够获得良好的成像性能。

[0311] 本实施方式的变焦光学系统能够使第一副透镜组在与光轴垂直的方向上移动。

[0312] 像以基本结构进行说明的那样,当用手保持摄像装置时,根据情况,可能会因手抖动而使摄像装置振动。当因手抖动而对光学系统施加了振动时,因该振动的影响而无法获得鲜明的像。为了获得更鲜明且高分辨的像,也可以在光学系统内进行手抖动校正。

[0313] 在第一副透镜组中,与其它透镜组相比,对球面像差的影响相对较小。因此,能够通过第一副透镜组进行手抖动校正。这样,即使使透镜移动,也能够减小像的中心的成像性能的劣化。而且,能够提高手抖动校正灵敏度。

[0314] 能够通过第二副透镜组校正在第一副透镜组产生的倍率色像差。因此,能够减小像的周边部的成像性能的劣化。

[0315] 在本实施方式的变焦光学系统中,在物体侧负透镜组和正透镜组之间配置有中间透镜组,在基于绝对值的屈光力的比较中,中间透镜组的屈光力能够比物体侧负透镜组的屈光力小并且比正透镜组的屈光力小。

[0316] 若使中间透镜组具有负屈光力,则能够用中间透镜组和物体侧负透镜组来分担负屈光力。并且,若使中间透镜组具有正屈光力,则能够用中间透镜组和正透镜组来分担正屈光力。在任一情况下,都能够主要提高非点像差的校正能力和球面像差的校正能力。

[0317] 并且,在变倍时,能够改变中间透镜组与物体侧负透镜组的间隔、和中间透镜组与正透镜组的间隔。这样,能够进行像面弯曲的校正。其结果是,在广角端至望远端的宽范围内,能够从像的中心到周边获得良好的成像性能。

[0318] 开口光圈可以配置于中间透镜组和正透镜组之间。这样,能够使像的周边的成像性能更加良好。

[0319] 在本实施方式的变焦光学系统中,能够使中间透镜组成为移动的透镜组,中间透镜组能够在对焦时沿光轴移动。

[0320] 这样,能够减少对焦时的球面像差的变动或非点像差的变动。其结果是,能够获得良好的成像性能。

[0321] 在本实施方式的变焦光学系统中,物体侧负透镜组和正透镜组能够配置为相邻。

[0322] 在这种情况下,在物体侧负透镜组和正透镜组之间未配置透镜组。因此,在望远端附近,能够使物体侧负透镜组和正透镜组更加接近。由此,能够进一步提高变倍比。

[0323] 在本实施方式的变焦光学系统中,能够在正透镜组和像侧正透镜组之间配置具有负屈光力的像侧负透镜组。

[0324] 这样,通过使像侧负透镜组沿光轴移动,能够使像侧负透镜组与正透镜组之间的间隔变化。由此,在变倍区域的宽范围内能够获得良好的成像性能。

[0325] 在物体侧负透镜组和正透镜组相邻的结构中,在变倍时容易产生非点像差的变动

和像面弯曲的变动。通过使像侧负透镜组与正透镜组之间的间隔变化,能够抑制在变倍时产生的非点像差的变动和像面弯曲的变动。其结果是,即使在物体侧负透镜组和正透镜组相邻的结构中,在变倍区域的宽范围内也能够获得良好的成像性能。

[0326] 在本实施方式的变焦光学系统中,像侧负透镜组是移动的透镜组,能够在对焦时沿光轴移动。

[0327] 具有负屈光力的像侧负透镜组配置在具有正屈光力的正透镜组和具有正屈光力的像侧正透镜组之间。在该位置上,光束直径变小。因此,能够使像侧负透镜组的直径变小。并且,能够提高像侧负透镜组的倍率。因此,能够轻量地构成对焦时的移动量较小的对焦透镜组。其结果是,能够实现高速的对焦。

[0328] 在本实施方式的变焦光学系统中,像侧负透镜组能够在变倍时不沿光轴移动。

[0329] 像侧负透镜组能够在变倍时固定。这样,由于能够减少在变倍时移动的透镜组的数量,因此能够简化变倍机构。

[0330] 在本实施方式的变焦光学系统中,像侧负透镜组是移动的透镜组,能够在变倍时沿光轴移动。

[0331] 这样,在变倍时能够改变正透镜组与像侧负透镜组之间的间隔或像侧负透镜组与像侧正透镜组之间的间隔。其结果是,能够抑制变倍时的非点像差的变动和像面弯曲的变动。并且,能够进一步增加变倍比。

[0332] 第一实施方式的变焦光学系统和第二实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(17)或者(17-4)。

$$[0333] \quad 31.9^\circ \leq \Omega H_w/2 \leq 75.0^\circ \quad (17)$$

$$[0334] \quad 31.9^\circ \leq \Omega H_w/2 \leq 88.0^\circ \quad (17-4)$$

[0335] 这里,

[0336] ΩH_w 是广角端的水平方向的全视场角。

[0337] 第三实施方式的变焦光学系统至第六实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(17)或者(17-1)。

$$[0338] \quad 31.9^\circ \leq \Omega H_w/2 \leq 75.0^\circ \quad (17)$$

$$[0339] \quad 31.9^\circ \leq \Omega H_w/2 \leq 88.0^\circ \quad (17-1)$$

[0340] 这里,

[0341] ΩH_w 是广角端的水平方向的全视场角。

[0342] 第七实施方式的变焦光学系统至第十实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(17)。

$$[0343] \quad 31.9^\circ \leq \Omega H_w/2 \leq 75.0^\circ \quad (17)$$

[0344] 这里,

[0345] ΩH_w 是广角端的水平方向的全视场角。

[0346] 条件式(17)、(17-4)的技术意义与条件式(17-2)的技术意义相同。

[0347] 在本实施方式的变焦光学系统中,正透镜组可以具有正透镜和负透镜。

[0348] 为了提高变倍比并且减小F数,可以在有助于成像的波段的宽范围内校正球面像差。位于开口光圈的附近的第三透镜组可能与球面像差有很大关系。因此,若在正透镜组中至少能够使用正透镜和负透镜,则能够校正球面像差。若校正了球面像差,则像后述那样能

够进行手抖动校正。

[0349] 在本实施方式的变焦光学系统中,正透镜组具有配置于最靠物体侧的位置的第一正透镜和配置于最靠像侧的位置的第二正透镜,第二正透镜的像侧的透镜面能够成为凸的面。

[0350] 这样,能够用2个正透镜来分担正透镜组的屈光力。因此,能够抑制像差的恶化并且增大正透镜组的屈光力。其结果是,能够缩短光学系统的全长并且能够减小F数。

[0351] 通过增大第一正透镜的屈光力能够增大正透镜组的变倍作用。通过使第二正透镜的像侧的透镜面成为凸的面,能够提高球面像差的校正效果和彗形像差的校正效果。

[0352] 在本实施方式的变焦光学系统中,变焦光学系统的全长在变倍时能够为恒定的。

[0353] 若位于最靠物体侧的位置的透镜组在变倍时移动,则整个光学系统的重心位置可能会变化。当整个光学系统的重心位置变化时,有时摄影时的姿势从变倍前的姿势变化。这样,若位于最靠物体侧的位置的透镜组在变倍时移动,有时很难以恒定的姿势进行拍摄。

[0354] 若在变倍时能够使变焦光学系统的全长为恒定,则在变倍时能够不使位于最靠物体侧的位置的透镜组移动。若在变倍时能够不使位于最靠物体侧的位置的透镜组移动,则能够减少摄影时的姿势的变化进行变倍。

[0355] 并且,外观上在镜筒中不存在可动的部分。因此,若使用本实施方式的变焦光学系统和镜筒来构成光学单元,则能够构成耐久性、防尘性以及防水性更高的光学单元。例如,若在监视照相机中使用该光学单元,则可以长期将监视照相机设置在屋外。

[0356] 在本实施方式的变焦光学系统中,在变倍时,开口光圈能够沿光轴仅在一个方向上移动或者不移动。

[0357] 有关开口光圈的移动的技术意义如在第七实施方式的变焦光学系统中说明的那样。

[0358] 在本实施方式的变焦光学系统中,在变倍时,开口光圈可以不沿光轴移动。

[0359] 有关开口光圈的移动的技术意义如在第五实施方式的变焦光学系统中说明的那样。

[0360] 在本实施方式的变焦光学系统中,可以在物体侧负透镜组的物体侧配置具有正屈光力的规定的正透镜组。

[0361] 在这种情况下,成为如下结构:在正透镜组的物体侧和像侧配置有具有正屈光力的透镜组(规定的正透镜组、像侧正透镜组)。因此,在变倍区域的宽范围内,在整个变焦区域,容易采用以正透镜组为中心光学上对称的结构。其结果是,能够确保广角端的大视场角和较高的变倍比。并且,能够缩短光学系统的全长,并且在变倍区域的宽范围内,能够主要良好地校正像面弯曲或彗形像差。所谓光学上对称的结构例如是指屈光力的排列。

[0362] 能够由规定的正透镜组和物体侧负透镜组构成望远型的光学系统。在这种情况下,规定的正透镜组与物体侧负透镜组之间的间隔能够设为与广角端相比在望远端更宽。这样,能够增强望远型所具有的作用。其结果是,能够缩短光学系统的全长并增加变倍比。

[0363] 规定的正透镜组能够配置于最靠物体侧的位置。这样,能够进一步增强望远型所具有的作用。其结果是,能够缩短光学系统的全长并增加变倍比。

[0364] 由于能够减小入射到正透镜组的光束的直径,因此即使减小了望远端附近的F数,也能够使正透镜组小径化。

[0365] 如上所述,在具有大视场角和较高的变倍比的变焦光学系统中,能够获得小型且能够确保良好的成像性能的光学系统。

[0366] 本实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(18)。

[0367] $2.3 \leq f_{GP1}/f_{GPM} \leq 7$ (18)

[0368] 这里,

[0369] f_{GP1} 是规定的正透镜组的焦距,

[0370] f_{GPM} 是正透镜组的焦距。

[0371] 若高于条件式(18)的下限值,则能够增强正透镜组的变倍作用。其结果是,能够获得较高的变倍比。若低于条件式(18)的上限值,则能够抑制正透镜组的球面像差的产生或彗形像差的产生。其结果是,能够获得较小的F数。

[0372] 在本实施方式的变焦光学系统中,规定的正透镜组具有负透镜和正透镜,规定的正透镜组的正透镜是弯月形透镜,能够使弯月形透镜的物体侧的透镜面成为向物体侧凸的面。

[0373] 规定的正透镜组可以具有负透镜和正透镜。由此,能够实现较高的变倍比并且在变倍区域的宽范围内能够减少色像差的产生。

[0374] 规定的正透镜组的正透镜能够成为弯月形透镜。弯月形透镜的物体侧的透镜面能够成为向物体侧凸的面。这样,能够减少变倍时的非点像差的变动。其结果是,在变倍区域的宽范围内能够获得稳定的成像性能。

[0375] 在本实施方式的变焦光学系统中,规定的正透镜组能够由负透镜和2枚正透镜构成。

[0376] 在规定的正透镜组中,在望远端附近容易产生球面像差。这样,能够抑制望远端附近的球面像差的产生。其结果是,能够获得较高的变倍比。

[0377] 2枚正透镜中的至少1枚正透镜能够成为凸面朝向物体侧的正弯月形透镜。这样,能够同时减少变倍时的球面像差的变动和非点像差的变动。其结果是,在变倍区域的宽范围内能够获得稳定的成像性能。

[0378] 在本实施方式的变焦光学系统中,规定的正透镜组的2个正透镜都是弯月形透镜,弯月形透镜的物体侧的透镜面能够成为向物体侧凸的面。

[0379] 由此,能够实现较高的变倍比并且在变倍区域的宽范围内能够减少色像差的产生。并且,能够减少变倍时的非点像差的变动。其结果是,在变倍区域的宽范围内能够获得稳定的成像性能。

[0380] 在本实施方式的变焦光学系统中,规定的正透镜组还可以具有别的正透镜。

[0381] 这样,能够增大规定的正透镜组的正屈光力。其结果是,能够缩短光学系统的全长。

[0382] 本实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(19)。

[0383] $0.5 \leq |f_{GPM}/f_{GNB}| \leq 2.0$ (19)

[0384] 这里,

[0385] f_{GPM} 是正透镜组的焦距,

[0386] f_{GNB} 是像侧负透镜组的焦距。

[0387] 若高于条件式(19)的下限值,则能够抑制像侧负透镜组的像面弯曲的发生。若低

于条件式(19)的上限值,则能够抑制像侧负透镜组的非点像差的产生。其结果是,能够抑制因组装误差而使像成为单侧模糊状态。

[0388] 本实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(20)。

$$[0389] \quad 0.25 \leq f_{GN1}/f_{GNB} \leq 1.5 \quad (20)$$

[0390] 这里,

[0391] f_{GN1} 是物体侧负透镜组的焦距,

[0392] f_{GNB} 是像侧负透镜组的焦距。

[0393] 若高于条件式(20)的下限值,则能够抑制物体侧负透镜组的倍率色像差的产生。若低于条件式(20)的上限值,则能够增强物体侧负透镜组的变倍作用。

[0394] 本实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(21)。

$$[0395] \quad 0.03 \leq \Delta GPMM/LTLw \leq 0.3 \quad (21)$$

[0396] 这里,

[0397] $\Delta GPMM$ 是从广角端移动到望远端时的正透镜组的移动量,

[0398] $LTLw$ 是广角端的变焦光学系统的全长。

[0399] 若高于条件式(21)的下限值,则能够将透镜组的变倍作用分散给物体侧负透镜组。其结果是,即使是大视场角的广角端的视场角大的情况,也能够抑制倍率色像差的变动。

[0400] 若低于条件式(21)的上限值,则能够减小正透镜组的移动量。其结果是,提高了变倍速度。并且,即使是减小了望远端附近的F数的情况,也能够减小正透镜组的直径,并且,能够抑制球面像差的产生

[0401] 在本实施方式的变焦光学系统中,正透镜组可以在变倍时不沿光轴移动。

[0402] 当使透镜组移动时,因移动机构所具有的松动,有时在使透镜组停止时的位置上产生偏差。正透镜组可能会产生球面像差或彗形像差。因此,在变倍时固定正透镜组。这样,对于正透镜组的位置,要在变倍区域的宽范围内能够抑制相对于设计上的位置的偏差。其结果是,在变倍区域的宽范围内能够获得良好的成像性能。

[0403] 在望远端附近,容易使球面像差的产生量或彗形像差的产生量变大。在望远端的半视场角为4度以下那样的光学系统中,如果能够在变倍时固定正透镜组,则在抑制这些像差产生的方面是有效的。

[0404] 在本实施方式的变焦光学系统中,物体侧负透镜组能够配置于最靠物体侧的位置。

[0405] 这样,能够确保更大的视场角。

[0406] 在本实施方式的变焦光学系统中,物体侧负透镜组具有第一负弯月形透镜、第二负弯月形透镜、以及1枚正透镜,第一负弯月形透镜位于最靠物体侧的位置,第二负弯月形透镜位于第一负弯月形透镜的像侧,第一负弯月形透镜的物体侧的透镜面和第二负弯月形透镜的物体侧的透镜面都能够成为向像侧凹的面。

[0407] 物体侧负透镜组的负屈光力与光学系统的直径的小径化有很大关系。通过增大物体侧负透镜组的负屈光力,能够使光学系统的直径小径化。并且,能够扩大视场角。

[0408] 若增大了物体侧负透镜组的负屈光力,则容易增加像面弯曲的发生量或非点像差的产生量。在位于最靠物体侧的位置的透镜组中,轴外的主光线通过透镜组时的高度最高。

[0409] 因此,在物体侧负透镜组的最靠物体侧的位置配置第一负弯月形透镜。而且,在第一负弯月形透镜的像侧配置第二负弯月形透镜。而且,第一负弯月形透镜的物体侧的透镜面和第二负弯月形透镜的物体侧的透镜面都为向像侧凹的面。若能如此,则能够增大物体侧负透镜组的负屈光力并且减轻光线的急剧折射。其结果是,能够减少像面弯曲的发生或非点像差的产生。并且,通过配置正透镜,能够减少轴上色像差的产生或倍率色像差的产生。

[0410] 在本实施方式的变焦光学系统中,中间透镜组具有正屈光力,并且能够配置于比开口光圈靠物体侧的位置。

[0411] 这样,能够增大物体侧负透镜组的负屈光力来确保大视场角,同时能够校正因扩大视场角而容易产生的倍率色像差。

[0412] 本实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(22)。

$$[0413] \quad 7.0 \leq f_t/f_w \leq 120 \quad (22)$$

[0414] 这里,

[0415] f_t 是望远端的变焦光学系统的焦距,

[0416] f_w 是广角端的变焦光学系统的焦距。

[0417] 若高于条件式(22)的下限值,则能够获得高清晰度的像。因此,例如在监视照相机中使用本实施方式的变焦光学系统的情况下,能够鲜明地拍摄汽车的牌照或人脸等。若低于条件式(22)的上限值,则能够缩短光学系统的全长。其结果是,能够使光学系统小型化。

[0418] 本实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(23)。

$$[0419] \quad 0.6 \leq F_{N0w} \leq 4.0 \quad (23)$$

[0420] 这里,

[0421] F_{N0w} 是广角端的F数。

[0422] 本实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(24)。

$$[0423] \quad 0.7 \leq F_{N0t} \leq 5.1 \quad (24)$$

[0424] 这里,

[0425] F_{N0t} 是望远端的F数。

[0426] 若高于条件式(24)的下限值,则能够通过物体侧负透镜组和正透镜组来分别抑制望远端附近的球面像差的产生和非点像差的产生。并且,也能够通过规定的正透镜组来抑制望远端附近的球面像差的产生和非点像差的产生。

[0427] 若低于条件式(24)的上限值,则在望远端能够确保足够的明亮度。因此,例如在监视照相机中使用本实施方式的变焦光学系统的情况下,通过阴天时的监视或夜间的监视而获得良好的图像。

[0428] 第一实施方式的变焦光学系统至第六实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(25)或者(25-1)。

$$[0429] \quad 0.0 \leq f_t/f_w + 13.38 \times \tan(\Omega H_w/2) - 21.0 \leq 80 \quad (25)$$

$$[0430] \quad 0.0 \leq f_t/f_w + 13.38 \times \tan(\Omega H_w/2) - 21.0 \leq 350 \quad (25-1)$$

[0431] 这里,

[0432] f_w 是广角端的变焦光学系统的焦距,

[0433] f_t 是望远端的变焦光学系统的焦距。

[0434] Ω_{Hw} 是广角端的水平方向的全视场角。

[0435] 条件式(25)的技术意义与条件式(15-1)的技术意义相同。

[0436] 第七实施方式的变焦光学系统至第十实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(25-1)。

$$[0437] \quad 0.0 \leq f_t/f_w + 13.38 \times \tan(\Omega_{Hw}/2) - 21.0 \leq 350 \quad (25-1)$$

[0438] 这里，

[0439] f_w 是广角端的变焦光学系统的焦距，

[0440] f_t 是望远端的变焦光学系统的焦距。

[0441] Ω_{Hw} 是广角端的水平方向的全视场角。

[0442] 本实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(26)。

$$[0443] \quad 0.04 \leq \Sigma GP1/LTL_w \leq 0.35 \quad (26)$$

[0444] 这里，

[0445] $\Sigma GP1$ 是规定的正透镜组的厚度，

[0446] LTL_w 是广角端的变焦光学系统的全长。

[0447] 若高于条件式(26)的下限值，则能够增大规定的正透镜组的屈光力。其结果是，能够缩短光学系统的全长。若低于条件式(26)的上限值，则能够确保位于与规定的正透镜组相邻的位置的透镜组变倍时移动的空间。因此，在广角侧能够确保大视场角并且确保较高的变倍比。

[0448] 本实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(27)。

$$[0449] \quad -2.3 < f_w \times F_{N0w}/f_{GN1} < -0.4 \quad (27)$$

[0450] 这里，

[0451] f_w 是广角端的变焦光学系统的焦距，

[0452] F_{N0w} 是广角端的F数，

[0453] f_{GN1} 是物体侧负透镜组的焦距。

[0454] 若高于条件式(27)的下限值，则即使在使光学系统小径化并且获得较小的F数的情况下，也能够获得大视场角。若低于条件式(27)的上限值，则能够实现光学系统的小径化。

[0455] 本实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(28)。

$$[0456] \quad 1.9 < SPGN1Ln1 < 6.5 \quad (28)$$

[0457] 这里，

[0458] $SPGN1Ln1$ 用下面的式子表示，

$$[0459] \quad SPGN1Ln1 = (RGN1Ln1f + RGN1Ln1r) / (RGN1Ln1f - RGN1Ln1r)$$

[0460] $RGN1Ln1f$ 是第一负弯月形透镜的物体侧的透镜面的曲率半径，

[0461] $RGN1Ln1r$ 是第一负弯月形透镜的像侧的透镜面的曲率半径。

[0462] 若低于条件式(28)的下限值，则物体侧的透镜面与像侧的透镜面的曲率差过大。因此，产生了非点像差。

[0463] 若高于条件式(28)的上限值，则物体侧的透镜面与像侧的透镜面的曲率差过小。因此，物体侧负透镜组的屈光力变小。在这种情况下，入射到位于比物体侧负透镜组靠像侧的位置的透镜组的光线的入射高度变高。其结果是，位于比物体侧负透镜组靠像侧的位置

的透镜组的直径变大。

[0464] 在高于条件式(28)的上限值的状态下,若强行地增大物体侧负透镜组的负屈光力而使光学系统小径化,则第一负弯月形透镜的透镜面的曲率过小。在这种情况下,通过物体侧面的表面顶点向物体侧凸出而使光学系统的全长变长并且使包含透镜框在内的直径变大。

[0465] 本实施方式的变焦光学系统能够满足下面的条件式(29)。

[0466] $-25\% < DTw < 5\%$ (29)

[0467] 这里,

[0468] DTw是广角端的最大视场角下的畸变像差量,用下面的式子表示,

[0469] $DTw = (IHw1 - IHw2) / IHw2 \times 100 (\%)$

[0470] IHw1是包含最大视场角的光线在内的光束在像面成像时的实际像高,

[0471] IHw2是包含最大视场角的光线在内的光束在像面成像时的近轴像高,

[0472] IHw1和IHw2都是无限远物点合焦时的像高。

[0473] 若低于条件式(29)的下限值,则像的失真过大。因此,被摄体的准确的识别很难。或者,在对由摄像装置获取到的图像进行电畸变校正的情况下,由于图像的周边部被大幅拉伸,因此显著地发生周边部的图像的劣化。

[0474] 若高于条件式(29)的上限值,则视场角与无像差状态下的视场角相比过小。因此,在广角端无法获得足够的信息量。

[0475] 本实施方式的摄像装置的特征在于,具有:光学系统;以及摄像元件,其具有摄像面并且将通过光学系统而在摄像面上形成的像转换为电信号,光学系统是本实施方式的变焦光学系统。

[0476] 能够提供能够获得高画质的图像的摄像装置。

[0477] 本实施方式的摄像装置能够满足下面的条件式(30)。

[0478] $3.15\text{mm} \leq Ring \leq 40.0\text{mm}$ (30)

[0479] 这里,

[0480] Ring是摄像元件上的像圈的半径。

[0481] 作为摄像装置,例如有数字照相机、摄像机、监视照相机、电视会议系统的照相机等。

[0482] 在数字照相机或摄像机中的摄影要求中,例如可能有2个摄影要求。第一个摄影要求是想要拍摄大的建筑物的要求或想要进行使广阔的背景为背景(back)的纪念摄影的要求。第二个摄影要求是想要用1个摄影镜头进行从宽范围的摄影到被摄体的放大摄影的要求。

[0483] 为了不错过摄影机会,优选稳定地获得高分辨率的图像。因此,只要能够提高光学系统的成像性能并且使成像性能稳定即可。这样,能够稳定地形成高分辨率的像。

[0484] 若产生手抖动导致的振动或手抖动以外的振动,则会产生像抖动。若产生了像抖动,则难以稳定地获得高分辨率的图像。要想稳定地获得高分辨率的图像,只要尽可能地抑制因振动而导致的像抖动即可。

[0485] 因振动而导致的像抖动能够通过减小开放F数来抑制。并且,如果能够使光学系统的一部分移动,则能够校正因振动而导致的像抖动。

[0486] 为了不错过摄影机会,只要能够进行快速的变焦即可。

[0487] 作为监视照相机的要求,可能有如下要求:能够进行更宽范围的监视、能够进行更高倍率的监视。例如,更高倍率的监视能够容易进行牌照的数字的确定、人物的确定等。

[0488] 并且,在数字照相机或摄像机中,有时机动性是重要的。这里,所谓机动性例如是指搬运的容易性、手持摄影时的稳定性、对焦速度的高速性等。为了使装置的机动性优异,光学系统优选小型且轻量的结构。并且,在监视照相机中,由于有时不限定设置监视照相机的地方,因此有时对光学系统要求小型化和细径化。

[0489] 本实施方式的变焦光学系统能够主要用于使用了电子摄像元件的摄像装置的光学系统。在这种情况下,半视场角能够为36度以上。半视场角也可以为40度以上,甚至42度以上。半视场角与焦距的对应关系如下。

	半视场角	焦距
[0490]	36 度以上	29mm 以下
	40 度以上	26mm 以下
	42 度以上	24mm 以下

[0491] 本实施方式的变焦光学系统能够确保广角端的大视场角并确保较小的F数,而且,能够良好地校正各种像差。并且,本实施方式的变焦光学系统在机动性和设置的自由度方面优异,并且光学系统被小型化和细径化。根据本实施方式的变焦光学系统,能够提供在不错过摄影机会的稳定的摄影和快速的摄影方面有效的摄像光学系统。

[0492] 上述的变焦光学系统和光学装置能够同时满足多个结构。这样,能够获得良好的变焦光学系统和光学装置。并且,结构的组合是任意的。并且,对各条件式可以仅限定要进一步限定的条件式的数值范围的上限值或下限值。

[0493] 可以将条件式(9)~(30)中的至少1个与本实施方式的变焦光学系统的基本结构组合。在该组合中,可以不包含条件式(1)、(2)、(2-1)以及(3)~(8)。

[0494] 对各条件式能够像下面那样变更下限值或者上限值。

[0495] 关于条件式(1),设定如下。

[0496] 能够将下限值设为0.26、0.3、0.4、0.42、0.5、0.58、0.6、0.75中的任意一个。

[0497] 能够将上限值设为2.0、1.8、1.7、1.6、1.56、1.4中的任意一个。

[0498] 关于条件式(2)、(2-1)、(2-2),设定如下。

[0499] 能够将下限值设为61、63、64、65、66、69、70、71、73、74、76、77、80中的任意一个。

[0500] 能够将上限值设为95、91、86中的任意一个。

[0501] 关于条件式(3),设定如下。

[0502] 能够将下限值设为0.025、0.03、0.035、0.04中的任意一个。

[0503] 能够将上限值设为3.0、2.1、1.1、0.5、0.4、0.3、0.2、0.17中的任意一个。

[0504] 关于条件式(4),设定如下。

[0505] 能够将下限值设为0.44、0.45、0.47、0.5、0.52、0.55、0.56、0.6、0.61中的任意一个。

[0506] 能够将上限值设为4.0、3.0、2.9、2.0、1.9、1.5、1.2、1.0、0.80中的任意一个。

[0507] 关于条件式(5)、(5-1)、(5-2),设定如下。

- [0508] 能够将下限值设为-2.2、-2.0、-1.8、-1.5、-1.4、-1.0、-0.97、-0.8、-0.7中的任意一个。
- [0509] 能够将上限值设为0.8、0.70、0.5、0.44、0.3、0.19、0.0、-0.07、-0.3中的任意一个。
- [0510] 关于条件式(6),设定如下。
- [0511] 能够将下限值设为2.2、2.3、2.4、2.5、2.6、2.7、2.9、3.4、3.6中的任意一个。
- [0512] 能够将上限值设为16.4、12.7、10.0、9.1、9.0、8.0、7.0、5.5中的任意一个。
- [0513] 关于条件式(7),设定如下。
- [0514] 能够将下限值设为2.5、2.6、2.8、2.9、3.5、4.0、4.5中的任意一个。
- [0515] 能够将上限值设为9.0、8.7、8.5、8.0、7.8、7.0、6.8、6.5、5.9中的任意一个。
- [0516] 关于条件式(8)、(8-1),设定如下。
- [0517] 能够将下限值设为2.0、3.2、4.0、4.7、5.0、5.4、6.0、6.4、7.0、7.5、7.7、8.0、8.2、8.5、9.0、9.9中的任意一个。
- [0518] 能够将上限值设为18.1、18.0、17.5、17.2、17.0、16.5、16.3、16.1、16.0、15.8、15.6、15.5、15.3、15.0、14.5、14.0中的任意一个。
- [0519] 关于条件式(9),设定如下。
- [0520] 能够将下限值设为0.26、0.27、0.28、0.29、0.30、0.4、0.45中的任意一个。
- [0521] 能够将上限值设为1.7、1.5、1.4、1.3、1.2、1.0、0.70中的任意一个。
- [0522] 关于条件式(10),设定如下。
- [0523] 能够将下限值设为1.1、1.15、1.2、1.3、1.4、1.5、2.1、2.5中的任意一个。
- [0524] 能够将上限值设为5.0、4.7、4.5、4.3、4.1、4.0、3.5中的任意一个。
- [0525] 关于条件式(11),设定如下。
- [0526] 能够将下限值设为2.2、2.3、2.4、2.5、2.6、2.7、2.8、3.05中的任意一个。
- [0527] 能够将上限值设为21.5、20.9、20、19、18.8、18、16.7、14.56中的任意一个。
- [0528] 关于条件式(12),设定如下。
- [0529] 能够将下限值设为3.7、3.8、4.0、4.2、4.5、5.0中的任意一个。
- [0530] 能够将上限值设为13.0、12.6、12.0、11.2、10.0、9.8、8.4中的任意一个。
- [0531] 关于条件式(13),设定如下。
- [0532] 能够将下限值设为1.8、1.9、2.1、3.0、3.5中的任意一个。
- [0533] 能够将上限值设为7.3、7.0、6.7、6.5、6.0、5.8、5.1中的任意一个。
- [0534] 关于条件式(14),设定如下。
- [0535] 能够将下限值设为0.12、0.13、0.14、0.15、0.16、0.18中的任意一个。
- [0536] 能够将上限值设为1.7、1.5、1.2、0.97中的任意一个。
- [0537] 关于条件式(15),设定如下。
- [0538] 能够将下限值设为52、53、55、59、63、67中的任意一个。
- [0539] 能够将上限值设为95、91、86、82中的任意一个。
- [0540] 关于条件式(16),设定如下。
- [0541] 能够将下限值设为20、21、23、24、25、26、27、28、29中的任意一个。
- [0542] 能够将上限值设为55、54、53、53.5、50、45中的任意一个。

- [0543] 关于条件式(17)、(17-1)、(17-2)、(17-3)、(17-4),设定如下(单位是“°(度)”)。
- [0544] 能够将下限值设为32、33、36、37、39、41、48中的任意一个。
- [0545] 能够将上限值设为85、80、75、70、66、65、61、56中的任意一个。
- [0546] 关于条件式(18),设定如下。
- [0547] 能够将下限值设为2.5、2.6、2.7、2.8、2.9、3.0、3.2中的任意一个。
- [0548] 能够将上限值设为6.5、6.2、6.0、5.5、5.3、5.0、4.5、4.0、3.6中的任意一个。
- [0549] 关于条件式(19),设定如下。
- [0550] 能够将下限值设为0.63、0.7、0.76、0.85、0.89、1.0中的任意一个。
- [0551] 能够将上限值设为1.8、1.7、1.6、1.5、1.4、1.3中的任意一个。
- [0552] 关于条件式(20),设定如下。
- [0553] 能够将下限值设为0.31、0.35、0.37、0.4、0.42、0.45、0.48中的任意一个。
- [0554] 能够将上限值设为1.34、1.2、1.1、1.0、0.84中的任意一个。
- [0555] 关于条件式(21),设定如下。
- [0556] 能够将下限值设为0.05、0.06、0.09、0.1、0.11、0.13、0.14中的任意一个。
- [0557] 能够将上限值设为0.28、0.25、0.23、0.22、0.20中的任意一个。
- [0558] 关于条件式(22),设定如下。
- [0559] 能够将下限值设为8.7、9.5、10.4、12、12.1、13.5、13.7、14、20中的任意一个。
- [0560] 能够将上限值设为100、81、80、63、60、45、44、25中的任意一个。
- [0561] 关于条件式(23)、(23-1),设定如下。
- [0562] 能够将下限值设为0.77、0.8、0.85、0.9、1.0、1.1、1.2、1.3中的任意一个。
- [0563] 能够将上限值设为3.7、3.5、3.4、3.2、3.0、2.9、2.6、2.5、2.4、2.2、2.0、1.84、1.8中的任意一个。
- [0564] 关于条件式(24),设定如下。
- [0565] 能够将下限值设为1.2、1.25、1.5、1.7、1.79、2.0、2.2、2.34、2.88中的任意一个。
- [0566] 能够将上限值设为5.0、4.80、4.7、4.51、4.5、4.3、4.21、4.2、4.0、3.91、3.5、2.95中的任意一个。
- [0567] 关于条件式(25)、(25-1),设定如下。
- [0568] 能够将下限值设为0.13、0.2、0.26、0.3、0.39、0.45、0.52、1.0、3.5中的任意一个。
- [0569] 能够将上限值设为300、150、80、70、63、60、50、46、45、40、35、30、25、20、13中的任意一个。
- [0570] 关于条件式(26),设定如下。
- [0571] 能够将下限值设为0.05、0.07、0.08、0.10中的任意一个。
- [0572] 能够将上限值设为0.31、0.26、0.22、0.18中的任意一个。
- [0573] 关于条件式(27),设定如下。
- [0574] 能够将下限值设为-2.2、-2.1、-1.9、-1.8、-1.7、-1.6、-1.55中的任意一个。
- [0575] 能够将上限值设为-0.42、-0.43、-0.45、-0.46、-0.5、-0.6、-0.8、-1.0中的任意一个。
- [0576] 关于条件式(28),设定如下。
- [0577] 能够将下限值设为2.5、2.6、3.0、3.2、3.9、4.0、4.5中的任意一个。

- [0578] 能够将上限值设为6.1、6.0、5.8、5.7、5.5、5.4、5.0中的任意一个。
- [0579] 关于条件式(29),设定如下(单位是“%”)。
- [0580] 能够将下限值设为-23、-22.0、-21、-20.0、-18、-17.0、-16.5、-16、-15.0中的任意一个。
- [0581] 能够将上限值设为4.5、4.0、3.0、2.8、2.5、0.68、0、-1.5、-3.0、-3.5、-3.6中的任意一个。
- [0582] 关于条件式(30),设定如下(单位是“mm”)。
- [0583] 能够将下限值设为3.2、3.25、3.3、3.4、3.5、3.6、3.8、4.0、4.1、5.0中的任意一个。
- [0584] 能够将上限值设为38、35、33、26、19、12中的任意一个。
- [0585] 下面,根据附图详细地对变焦光学系统的实施例进行说明。另外,本发明并不受该实施例限定。
- [0586] 对各实施例的镜头剖视图进行说明。(a)示出广角端的镜头剖视图,(b)示出中间焦距状态的镜头剖视图,(c)示出望远端的镜头剖视图。
- [0587] 对各实施例的像差图进行说明。(a)示出广角端的球面像差(SA),(b)示出广角端的非点像差(AS),(c)示出广角端的畸变像差(DT),(d)示出广角端的倍率色像差(CC)。
- [0588] 并且,(e)示出中间焦距状态下的球面像差(SA),(f)示出中间焦距状态下的非点像差(AS),(g)示出中间焦距状态下的畸变像差(DT)、(h)示出中间焦距状态下的倍率色像差(CC)。
- [0589] 并且,(i)示出望远端的球面像差(SA),(j)示出望远端的非点像差(AS),(k)示出望远端的畸变像差(DT)、(l)示出望远端的倍率色像差(CC)。
- [0590] 镜头剖视图和像差图都是无限远物体合焦时的图。
- [0591] 用G1表示第一透镜组,用G2表示第二透镜组,用G3表示第三透镜组,用G4表示第四透镜组,用G5表示第五透镜组,用G6表示第六透镜组,用S表示开口光圈(明亮度光圈),用I表示像面(摄像面)。并且,在位于最靠像侧的位置的透镜组与像面I之间可以配置摄像元件的遮盖玻璃C。
- [0592] 表1示出上述的“规定的正透镜组”、“物体侧负透镜组”、“中间透镜组”、“正透镜组”、“像侧负透镜组”以及“像侧正透镜组”与各实施例中的第一透镜组G1~第六透镜组G6的关系。
- [0593] 【表1】

[0594]

	实施例一	实施例二	实施例三	实施例四
规定的正透镜组	没有	第一透镜组G1	第一透镜组G1	第一透镜组G1
物体侧负透镜组	第一透镜组G1	第二透镜组G2	第二透镜组G2	第二透镜组G2
中间透镜组	第二透镜组G2	没有	没有	第三透镜组G3
正透镜组	第三透镜组G3	第三透镜组G3	第三透镜组G3	第四透镜组G4
像侧负透镜组	没有	第四透镜组G4	第四透镜组G4	第五透镜组G5
像侧正透镜组	第四透镜组G4	第五透镜组G5	第五透镜组G5	第六透镜组G6

[0595]

	实施例五	实施例六	实施例七	实施例八
规定的正透镜组	第一透镜组G1	第一透镜组G1	第一透镜组G1	没有
物体侧负透镜组	第二透镜组G2	第二透镜组G2	第二透镜组G2	第一透镜组G1
中间透镜组	没有	没有	没有	第二透镜组G2 第三透镜组G3
正透镜组	第三透镜组G3	第三透镜组G3	第三透镜组G3	第四透镜组G4
像侧负透镜组	第四透镜组G4	第四透镜组G4	第四透镜组G4	没有
像侧正透镜组	第五透镜组G5	第五透镜组G5	第五透镜组G5	第五透镜组G5

[0596] 实施例一的变焦光学系统从物体侧起依次由具有负屈光力的第一透镜组G1、具有正屈光力的第二透镜组G2、具有正屈光力的第三透镜组G3、以及具有正屈光力的第四透镜组G4构成。开口光圈S配置于第二透镜组G2和第三透镜组G3之间。

[0597] 第一透镜组G1由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L1、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L2、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L3、双凹负透镜L4、以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L5构成。

[0598] 第二透镜组G2由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L6和双凸正透镜L7构成。这里，负弯月形透镜L6和双凸正透镜L7接合。

[0599] 第三透镜组G3由凸面朝向像侧的正弯月形透镜L8、双凹负透镜L9、双凸正透镜L10、双凹负透镜L11、双凸正透镜L12、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L13、以及双凸正透

镜L14构成。这里,负弯月形透镜L13和双凸正透镜L14接合。

[0600] 第四透镜组G4由双凸正透镜L15、双凹负透镜L16、双凸正透镜L17、以及凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L18构成。这里,双凹负透镜L16和双凸正透镜L17接合。

[0601] 第一副透镜组由双凸正透镜L15构成。第二副透镜组由双凹负透镜L16、双凸正透镜L17以及负弯月形透镜L18构成。

[0602] 在变倍时,第一透镜组G1在向像侧移动之后向物体侧移动,第二透镜组G2向物体侧移动,第三透镜组G3向物体侧移动,第四透镜组G4固定。开口光圈S向物体侧移动。

[0603] 在对焦时,第二透镜组G2沿光轴移动,在手抖动校正时,双凸正透镜L15在与光轴垂直的方向上移动。

[0604] 非球面设置于负弯月形透镜L2的两个侧面、双凸正透镜L12的两个侧面、双凸正透镜L15的物体侧面、负弯月形透镜L18的像侧面合计6个面。

[0605] 实施例二的变焦光学系统从物体侧起依次由具有正屈光力的第一透镜组G1、具有负屈光力的第二透镜组G2、具有正屈光力的第三透镜组G3、具有负屈光力的第四透镜组G4、以及具有正屈光力的第五透镜组G5构成。开口光圈S配置于第二透镜组G2和第三透镜组G3之间。

[0606] 第一透镜组G1由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L1、凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L2、以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L3构成。这里,负弯月形透镜L1和正弯月形透镜L2接合。

[0607] 第二透镜组G2由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L4、双凹负透镜L5、以及双凸正透镜L6构成。

[0608] 第三透镜组G3由双凸正透镜L7、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L8、以及双凸正透镜L9构成。这里,负弯月形透镜L8和双凸正透镜L9接合。

[0609] 第四透镜组G4由双凹负透镜L10构成。

[0610] 第五透镜组G5由双凸正透镜L11、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L12、以及双凸正透镜L13构成。这里,负弯月形透镜L12和双凸正透镜L13接合。

[0611] 第一副透镜组由双凸正透镜L11构成。第二副透镜组由负弯月形透镜L12和双凸正透镜L13构成。

[0612] 在变倍时,第一透镜组G1在向像侧移动之后,向物体侧移动,第二透镜组G2向像侧移动,第三透镜组G3向物体侧移动,第四透镜组G4和第五透镜组G5固定。开口光圈S固定。

[0613] 在对焦时,第四透镜组G4沿光轴移动,在手抖动校正时,双凸正透镜L11在与光轴垂直的方向上移动。

[0614] 非球面设置于双凹负透镜L5的两个侧面、双凸正透镜L7的两个侧面、双凹负透镜L10的两个侧面、双凸正透镜L11的两个侧面合计8个面。

[0615] 实施例三的变焦光学系统从物体侧起依次由具有正屈光力的第一透镜组G1、具有负屈光力的第二透镜组G2、具有正屈光力的第三透镜组G3、具有负屈光力的第四透镜组G4、以及具有正屈光力的第五透镜组G5构成。开口光圈S配置于第二透镜组G2和第三透镜组G3之间。

[0616] 第一透镜组G1由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L1、凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L2、以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L3构成。这里,负弯月形透镜L1和正弯月形透

镜L2接合。

[0617] 第二透镜组G2由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L4、双凹负透镜L5、以及双凸正透镜L6构成。

[0618] 第三透镜组G3由双凸正透镜L7、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L8、以及双凸正透镜L9构成。这里，负弯月形透镜L8和双凸正透镜L9接合。

[0619] 第四透镜组G4由双凹负透镜L10构成。

[0620] 第五透镜组G5由双凸正透镜L11、凸面朝向像侧的负弯月形透镜L12、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L13、以及双凸正透镜L14构成。这里，双凸正透镜L11和负弯月形透镜L12接合。负弯月形透镜L13和双凸正透镜L14接合。

[0621] 第一副透镜组由双凸正透镜L11和负弯月形透镜L12构成。第二副透镜组由负弯月形透镜L13和双凸正透镜L14构成。

[0622] 在变倍时，第一透镜组G1固定，第二透镜组G2向像侧移动，第三透镜组G3向物体侧移动，第四透镜组G4在移动到物体侧之后，向像侧移动，第五透镜组G5固定。开口光圈S固定。

[0623] 在对焦时，第四透镜组G4沿光轴移动，在手抖动校正时，双凸正透镜L11和负弯月形透镜L12在与光轴垂直的方向上移动。

[0624] 非球面设置于双凹负透镜L5的两个侧面、双凸正透镜L7的两个侧面、双凹负透镜L10的两个侧面、双凸正透镜L11的物体侧面合计7个面。

[0625] 实施例四的变焦光学系统从物体侧起依次由具有正屈光力的第一透镜组G1、具有负屈光力的第二透镜组G2、具有负屈光力的第三透镜组G3、具有正屈光力的第四透镜组G4、具有负屈光力的第五透镜组G5、以及具有正屈光力的第六透镜组G6构成。开口光圈S配置于第三透镜组G3和第四透镜组G4之间。

[0626] 第一透镜组G1由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L1、凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L2、以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L3构成。这里，负弯月形透镜L1和正弯月形透镜L2接合。

[0627] 第二透镜组G2由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L4、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L5、以及双凸正透镜L6构成。

[0628] 第三透镜组G3由凸面朝向像侧的负弯月形透镜L7构成。

[0629] 第四透镜组G4由双凸正透镜L8、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L9、以及双凸正透镜L10构成。这里，负弯月形透镜L9和双凸正透镜L10接合。

[0630] 第五透镜组G5由双凹负透镜L11构成。

[0631] 第六透镜组G6由双凸正透镜L12、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L13、以及双凸正透镜L14构成。这里，负弯月形透镜L13和双凸正透镜L14接合。

[0632] 第一副透镜组由双凸正透镜L12构成。第二副透镜组由负弯月形透镜L13和双凸正透镜L14构成。

[0633] 在变倍时，第一透镜组G1固定，第二透镜组G2向像侧移动，第三透镜组G3向像侧移动，第四透镜组G4向物体侧移动、第五透镜组G5在移动到物体侧之后，向像侧移动。第六透镜组G6固定。开口光圈S固定。

[0634] 在对焦时，第三透镜组G3沿光轴移动，在手抖动校正时，双凸正透镜L12在与光轴

垂直的方向上移动。

[0635] 非球面设置于负弯月形透镜L5的两个侧面、双凸正透镜L8的两个侧面、双凹负透镜L11的两个侧面、双凸正透镜L12的两个侧面合计8个面。

[0636] 实施例五的变焦光学系统从物体侧起依次由具有正屈光力的第一透镜组G1、具有负屈光力的第二透镜组G2、具有正屈光力的第三透镜组G3、具有负屈光力的第四透镜组G4、以及具有正屈光力的第五透镜组G5构成。开口光圈S配置于第二透镜组G2和第三透镜组G3之间。

[0637] 第一透镜组G1由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L1、凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L2、以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L3构成。这里，负弯月形透镜L1和正弯月形透镜L2接合。

[0638] 第二透镜组G2由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L4、双凹负透镜L5、以及双凸正透镜L6构成。

[0639] 第三透镜组G3由双凸正透镜L7、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L8、以及双凸正透镜L9构成。这里，负弯月形透镜L8和双凸正透镜L9接合。

[0640] 第四透镜组G4由双凹负透镜L10构成。

[0641] 第五透镜组G5由双凸正透镜L11、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L12、以及双凸正透镜L13构成。这里，负弯月形透镜L12和双凸正透镜L13接合。

[0642] 第一副透镜组由双凸正透镜L11构成。第二副透镜组由负弯月形透镜L12和双凸正透镜L13构成。

[0643] 在变倍时，第一透镜组G1固定，第二透镜组G2向像侧移动，第三透镜组G3向物体侧移动，第四透镜组G4在移动到物体侧之后，向像侧移动，第五透镜组G5固定。开口光圈S固定。

[0644] 在对焦时，第四透镜组G4沿光轴移动，在手抖动校正时，双凸正透镜L11在与光轴垂直的方向上移动。

[0645] 非球面设置于双凹负透镜L5的两个侧面、双凸正透镜L7的两个侧面、双凹负透镜L10的两个侧面、以及双凸正透镜L11的两个侧面合计8个面。

[0646] 实施例六的变焦光学系统从物体侧起依次由具有正屈光力的第一透镜组G1、具有负屈光力的第二透镜组G2、具有正屈光力的第三透镜组G3、具有负屈光力的第四透镜组G4、以及具有正屈光力的第五透镜组G5构成。开口光圈S配置于第二透镜组G2和第三透镜组G3之间。

[0647] 第一透镜组G1由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L1、凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L2、以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L3构成。这里，负弯月形透镜L1和正弯月形透镜L2接合。

[0648] 第二透镜组G2由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L4、双凹负透镜L5、以及双凸正透镜L6构成。

[0649] 第三透镜组G3由凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L7、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L8、以及双凸正透镜L9构成。这里，负弯月形透镜L8和双凸正透镜L9接合。

[0650] 第四透镜组G4由双凹负透镜L10构成。

[0651] 第五透镜组G5由双凸正透镜L11、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L12、以及双凸

正透镜L13构成。这里,负弯月形透镜L12和双凸正透镜L13接合。

[0652] 第一副透镜组由双凸正透镜L11构成。第二副透镜组由负弯月形透镜L12和双凸正透镜L13构成。

[0653] 在变倍时,第一透镜组G1固定,第二透镜组G2向像侧移动,第三透镜组G3向物体侧移动,第四透镜组G4在向物体侧移动之后,向像侧移动,第五透镜组G5固定。开口光圈S固定。

[0654] 在对焦时,第四透镜组G4沿光轴移动,在手抖动校正时,双凸正透镜L11在与光轴垂直的方向上移动。

[0655] 非球面设置于双凹负透镜L5的两个侧面、正弯月形透镜L7的两个侧面、双凹负透镜L10的两个侧面、双凸正透镜L11的两个侧面合计8个面。

[0656] 实施例七的变焦光学系统从物体侧起依次由具有正屈光力的第一透镜组G1、具有负屈光力的第二透镜组G2、具有正屈光力的第三透镜组G3、具有负屈光力的第四透镜组G4、以及具有正屈光力的第五透镜组G5构成。开口光圈S配置于第二透镜组G2和第三透镜组G3之间。

[0657] 第一透镜组G1由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L1、双凸正透镜L2、凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L3、以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L4构成。这里,负弯月形透镜L1和双凸正透镜L2接合。

[0658] 第二透镜组G2由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L5、双凹负透镜L6、以及双凸正透镜L7构成。

[0659] 第三透镜组G3由双凸正透镜L8、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L9、以及双凸正透镜L10构成。这里,负弯月形透镜L9和双凸正透镜L10接合。

[0660] 第四透镜组G4由双凹负透镜L11构成。

[0661] 第五透镜组G5由双凸正透镜L12、双凹负透镜L13、以及双凸正透镜L14构成。这里,双凹负透镜L13和双凸正透镜L14接合。

[0662] 第一副透镜组由双凸正透镜L12构成。第二副透镜组由双凹负透镜L13和双凸正透镜L14构成。

[0663] 在变倍时,第一透镜组G1固定,第二透镜组G2向像侧移动,第三透镜组G3固定,第四透镜组G4在向像侧移动之后,向物体侧移动,第五透镜组G5固定。开口光圈S固定。

[0664] 在对焦时,第四透镜组G4沿光轴移动,在手抖动校正时,双凸正透镜L12在与光轴垂直的方向上移动。

[0665] 非球面设置于负弯月形透镜L5的两个侧面、双凸正透镜L8的两个侧面、双凹负透镜L11的两个侧面、双凸正透镜L12的两个侧面合计8个面。

[0666] 实施例八的变焦光学系统从物体侧起依次由具有负屈光力的第一透镜组G1、具有正屈光力的第二透镜组G2、具有负屈光力的第三透镜组G3、具有正屈光力的第四透镜组G4、以及具有正屈光力的第五透镜组G5构成。开口光圈S配置于第二透镜组G2和第三透镜组G3之间。

[0667] 第一透镜组G1由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L1、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L2、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L3、双凹负透镜L4、以及凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L5构成。

[0668] 第二透镜组G2由凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L6和双凸正透镜L7构成。这里，负弯月形透镜L6和双凸正透镜L7接合。

[0669] 第三透镜组G3由双凸正透镜L8、双凹负透镜L9、双凸正透镜L10、以及双凹负透镜L11构成。

[0670] 第四透镜组G4由凸面朝向物体侧的正弯月形透镜L12、凸面朝向物体侧的负弯月形透镜L13、以及双凸正透镜L14构成。这里，负弯月形透镜L13和双凸正透镜L14接合。

[0671] 第五透镜组G5由双凸正透镜L15、双凹负透镜L16、双凸正透镜L17、以及双凹负透镜L18构成。这里，双凹负透镜L16和双凸正透镜L17接合。

[0672] 第一副透镜组由双凸正透镜L15构成。第二副透镜组由双凹负透镜L16、双凸正透镜L17以及双凹负透镜L18构成。

[0673] 在变倍时，第一透镜组G1在向像侧移动之后，向物体侧移动，第二透镜组G2向物体侧移动，第三透镜组G3向物体侧移动，第四透镜组G4向物体侧移动，第五透镜组G5固定。开口光圈S向物体侧移动。

[0674] 在对焦时，第二透镜组G2沿光轴移动，在手抖动校正时，双凸正透镜L15在与光轴垂直的方向上移动。

[0675] 非球面设置于负弯月形透镜L2的两个侧面、正弯月形透镜L12的两个侧面、双凸正透镜L15的物体侧面、双凹负透镜L18的像侧面合计6个面。

[0676] 表2中示出以2个基准划分透镜组的结果。能够用位于相邻位置的透镜之间的间隔是否变化来划分透镜组。位于相邻位置的透镜之间的间隔在变倍时或对焦时变化。在以变倍时的间隔变化为基准进行划分的情况和以对焦时的间隔变化为基准进行划分的情况中，透镜组的划分不同。

[0677] 例如，在实施例二中，以变倍时的间隔变化为基准进行划分的情况如下。

[0678] 第一透镜组:L1、L2、L3

[0679] 第二透镜组:L4、L5、L6

[0680] 第三透镜组:L7、L8、L9

[0681] 第四透镜组:L10、L11、L12、L13

[0682] 以对焦时的间隔变化为基准进行划分的情况如下。

[0683] 第一透镜组:L1、L2、L3、L4、L5、L6、L7、L8、L9

[0684] 第二透镜组:L10

[0685] 第三透镜组:L11、L12、L13

[0686] 这样，在以变倍时的间隔变化为基准进行划分的情况和以对焦时的间隔变化为基准进行划分的情况中，透镜组的组数和1个透镜组中所包含的透镜的枚数不同。

[0687] 若将由最少的透镜枚数构成的透镜的集合设为1个透镜组，则以变倍时的间隔变化和对焦时的间隔变化为基准的情况如下。

[0688] 第一透镜组:L1、L2、L3

[0689] 第二透镜组:L4、L5、L6

[0690] 第三透镜组:L7、L8、L9

[0691] 第四透镜组:L10

[0692] 第五透镜组:L11、L12、L13

[0693] 在表2中,将仅以变倍时的间隔变化划分透镜组的情况记为“划分一”,将以变倍时的间隔变化和对焦时的间隔变化划分透镜组的情况记为“划分二”。

[0694] 【表2】

	实施例一	实施例二	实施例三	实施例四	实施例五
划分一	4组	4组	5组	6组	5组
划分二	4组	5组	5组	6组	5组

[0695]

	实施例六	实施例七	实施例八
划分一	5组	5组	5组
划分二	5组	5组	5组

[0696] 下面,示出上述各实施例的数值数据。在面数据中,r是各透镜面的曲率半径,d是各透镜面之间的间隔,nd是各透镜的d线的折射率,vd是各透镜的阿贝数,*标记是非球面。

[0697] 并且,在变焦数据中,f是变焦光学系统的焦距,FNO.是F数, Ω 是半视场角,IH是像高,LTL是光学系统的全长,BF是后焦距。后焦距是从最靠像侧的光学面到近轴像面的距离。全长是将最靠物体侧的透镜面到最靠像侧的透镜面的距离加上后焦距而得到的。WE是广角端,ST是中间焦距状态,TE是望远端。

[0698] 并且,在各组焦距中,f1、f2...是各透镜组的焦距。

[0699] 并且,在将光轴方向设为z,将与光轴垂直的方向设为y,将圆锥系数设为k,将非球面系数设为A4、A6、A8、A10、A12时,用下式表示非球面形状。

$$z = (y^2/r) / [1 + \{1 - (1+k) (y/r)^2\}^{1/2}]$$

$$+ A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10} + A_{12} y^{12} + \dots$$

[0702] 并且,在非球面系数中,“e-n”(n为整数)表示“ 10^{-n} ”。

[0703] 另外,这些各种值的符号在后述的实施例的数值数据中也是共用的。

[0704] 数值实施例一

[0705] 单位mm

[0706] 面数据

面编号	r	d	nd	v d
物面	∞	∞		
1	34.469	2.500	1.72916	54.68
2	22.000	6.582		
3*	14.379	2.800	1.49700	81.54
4*	6.982	6.318		
[0707] 5	18.956	1.500	1.88300	40.76
6	12.192	9.033		
7	-57.928	1.150	1.49700	81.54
8	20.683	0.100		
9	18.969	3.398	1.90366	31.32
10	47.795	可变		
11	49.077	0.700	1.90366	31.32

	12	15.623	3.721	1.76200	40.10
	13	-50.213	可变		
	14 (光圈)	∞	3.033		
	15	-268.899	3.776	1.49700	81.54
	16	-17.125	0.100		
	17	-17.544	0.700	1.90366	31.32
	18	121.455	0.260		
	19	26.173	3.386	1.80810	22.76
	20	-40.802	0.306		
	21	-34.402	0.700	1.88300	40.76
	22	40.587	0.500		
[0708]	23*	19.315	2.754	1.49700	81.54
	24*	-106.534	0.100		
	25	34.261	0.700	1.88300	40.76
	26	12.578	5.939	1.49700	81.54
	27	-18.203	可变		
	28*	33.750	4.000	1.49700	81.54
	29	-38.814	1.500		
	30	-50.000	0.700	1.69680	55.53
	31	29.032	7.000	1.49700	81.54
	32	-18.880	0.100		
	33	37.523	1.200	1.69350	53.18
	34*	15.442			
	像面	∞			
[0709]	非球面数据				
[0710]	第三面				
[0711]	k=-5.1452				
[0712]	A4=-1.9119e-005,A6=1.7142e-007,A8=-5.4830e-010,				
[0713]	A10=9.1544e-013,A12=-6.5441e-016,A14=0.0000e+000				
[0714]	第四面				
[0715]	k=-1.5491				
[0716]	A4=1.7766e-005,A6=6.3967e-007,A8=-4.2627e-009,				

- [0717] $A_{10}=1.7518e-011, A_{12}=-4.1823e-014, A_{14}=0.0000e+000$
 [0718] 第二十三面
 [0719] $k=0.0000$
 [0720] $A_4=4.1558e-005, A_6=1.7862e-007, A_8=-2.8046e-009,$
 [0721] $A_{10}=7.1475e-011, A_{12}=0.0000e+000, A_{14}=0.0000e+000$
 [0722] 第二十四面
 [0723] $k=0.0000$
 [0724] $A_4=8.5865e-005, A_6=3.8320e-007, A_8=-6.5118e-009,$
 [0725] $A_{10}=9.7933e-011, A_{12}=0.0000e+000, A_{14}=0.0000e+000$
 [0726] 第二十八面
 [0727] $k=0.0000$
 [0728] $A_4=-4.2991e-005, A_6=-1.9973e-007, A_8=7.5589e-010,$
 [0729] $A_{10}=-2.0666e-012, A_{12}=0.0000e+000, A_{14}=0.0000e+000$
 [0730] 第三十四面
 [0731] $k=0.0000$
 [0732] $A_4=1.5891e-005, A_6=-1.9482e-007, A_8=5.3162e-011,$
 [0733] $A_{10}=-1.1083e-012, A_{12}=-3.1247e-014, A_{14}=0.0000e+000$
 [0734] 变焦数据

	WE	ST	TE
f	7.300	9.900	14.031
FNO.	1.967	2.382	2.986
[0735] 2Ω	127.4	105.0	80.8
IH	11.85	11.85	11.85
LTL	113.582	112.346	117.513
BF	15.430	15.430	15.430
d10	15.370	7.338	1.240
[0736] d13	7.724	5.520	3.352
d27	0.500	9.500	22.934

- [0737] 各组焦距
 [0738] $f_1=-11.5429f_2=41.3593f_3=37.8827f_4=106.32$
 [0739] 数值实施例二
 [0740] 单位mm
 [0741] 面数据

	面编号	r	d	nd	v d
	物面	∞	∞		
	1	96.913	1.600	1.92119	23.96
	2	35.025	6.931	1.51633	64.14
	3	275.273	0.250		
	4	42.405	4.600	1.91082	35.25
	5	264.575	可变		
	6	264.575	0.950	1.78800	47.37
[0742]	7	10.900	5.812		
	8*	-120.313	0.800	1.85135	40.10
	9*	15.518	5.151		
	10	45.483	2.700	1.92286	20.88
	11	-120.498	可变		
	12 (光圈)	∞	可变		
	13*	19.628	4.725	1.80610	40.88
	14*	-850.000	5.541		
	15	28.431	0.650	1.85478	24.80
	16	10.174	5.150	1.49700	81.54
	17	-30.905	可变		
	18*	-58.733	0.700	1.58313	59.38
	19*	11.744	3.300		
	20*	13.004	3.800	1.58313	59.38
[0743]	21*	-850.000	3.800		
	22	18.320	0.600	2.00100	29.13
	23	8.400	5.727	1.61800	63.40
	24	-31.484			
	像面	∞			
[0744]	非球面数据				
[0745]	第八面				
[0746]	k=0.0000				
[0747]	A4=1.5897e-004,A6=-4.6243e-006,A8=6.0294e-008,				

- [0748] $A_{10}=-4.3744e-010, A_{12}=1.4215e-012, A_{14}=0.0000e+000$
- [0749] 第九面
- [0750] $k=0.0000$
- [0751] $A_4=5.4622e-005, A_6=-4.8681e-006, A_8=6.2006e-008,$
- [0752] $A_{10}=-4.3749e-010, A_{12}=1.3677e-012, A_{14}=0.0000e+000$
- [0753] 第十三面
- [0754] $k=0.0000$
- [0755] $A_4=-8.0152e-007, A_6=-3.4395e-007, A_8=9.0517e-009,$
- [0756] $A_{10}=-1.4953e-010, A_{12}=9.3464e-013, A_{14}=0.0000e+000$
- [0757] 第十四面
- [0758] $k=0.0000$
- [0759] $A_4=2.4705e-005, A_6=-4.0759e-007, A_8=1.0962e-008,$
- [0760] $A_{10}=-2.0152e-010, A_{12}=1.4434e-012, A_{14}=0.0000e+000$
- [0761] 第十八面
- [0762] $k=0.0000$
- [0763] $A_4=1.5541e-004, A_6=-6.7393e-006, A_8=2.3846e-007,$
- [0764] $A_{10}=-5.0744e-009, A_{12}=5.5675e-011, A_{14}=0.0000e+000$
- [0765] 第十九面
- [0766] $k=0.0000$
- [0767] $A_4=1.4156e-004, A_6=-9.5105e-006, A_8=3.6964e-007,$
- [0768] $A_{10}=-8.9290e-009, A_{12}=1.0492e-010, A_{14}=0.0000e+000$
- [0769] 第二十面
- [0770] $k=0.0000$
- [0771] $A_4=2.1326e-005, A_6=-1.5883e-006, A_8=2.2701e-008,$
- [0772] $A_{10}=-3.9311e-010, A_{12}=1.3883e-012, A_{14}=0.0000e+000$
- [0773] 第二十一面
- [0774] $k=0.0000$
- [0775] $A_4=8.9785e-005, A_6=-2.2240e-006, A_8=4.2912e-008,$
- [0776] $A_{10}=-8.1741e-010, A_{12}=4.8550e-012, A_{14}=0.0000e+000$
- [0777] 变焦数据

	WE	ST	TE
f	3.920	12.513	53.868
FNO.	1.731	2.334	3.694
2Ω	88.0	30.9	7.4
IH	3.86	3.86	3.86
LTL	135.267	121.686	131.638
[0778] BF	5.868	5.868	5.868
d5	0.700	19.944	37.993
d11	42.422	9.597	1.500
d12	21.682	15.217	1.201
d17	1.809	8.274	22.290
[0779] 各组焦距			
[0780] $f_1=69.5426f_2=-10.6613f_3=21.0955f_4=-16.7221$			
[0781] $f_5=15.85838$			
[0782] 数值实施例三			
[0783] 单位mm			
[0784] 面数据			

面编号	r	d	nd	v d
物面	∞	∞		
1	96.913	1.600	1.92119	23.96
2	35.025	6.931	1.51633	64.14
3	275.273	0.250		
4	42.405	4.600	1.91082	35.25
5	264.575	可变		
6	264.575	0.950	1.78800	47.37
7	10.900	5.812		
8*	-120.313	0.800	1.85135	40.10
9*	15.518	5.151		
[0785] 10	45.483	2.700	1.92286	20.88
11	-120.498	可变		
12 (光圈)	∞	可变		
13*	19.628	4.725	1.80610	40.88
14*	-850.000	5.541		
15	28.431	0.650	1.85478	24.80
16	10.174	5.150	1.49700	81.54
17	-30.905	可变		
18*	-58.733	0.700	1.58313	59.38
19*	11.744	可变		
20*	13.004	3.800	1.58313	59.38
21	-25.125	0.500	1.60562	43.70
22	-850.000	3.500		
23	18.320	0.600	2.00100	29.13
24	8.400	5.727	1.63854	55.38
[0786] 25	-31.484	1.986		
26	∞	0.500	1.51633	64.14
27	∞			
像面	∞			

- [0787] 非球面数据
- [0788] 第八面
- [0789] $k=0.0000$
- [0790] $A4=1.5897e-004, A6=-4.6243e-006, A8=6.0294e-008,$
- [0791] $A10=-4.3744e-010, A12=1.4215e-012, A14=0.0000e+000$
- [0792] 第九面
- [0793] $k=0.0000$
- [0794] $A4=5.4622e-005, A6=-4.8681e-006, A8=6.2006e-008,$
- [0795] $A10=-4.3749e-010, A12=1.3677e-012, A14=0.0000e+000$
- [0796] 第十三面
- [0797] $k=0.0000$
- [0798] $A4=-8.0152e-007, A6=-3.4395e-007, A8=9.0517e-009,$
- [0799] $A10=-1.4953e-010, A12=9.3464e-013, A14=0.0000e+000$
- [0800] 第十四面
- [0801] $k=0.0000$
- [0802] $A4=2.4705e-005, A6=-4.0759e-007, A8=1.0962e-008,$
- [0803] $A10=-2.0152e-010, A12=1.4434e-012, A14=0.0000e+000$
- [0804] 第十八面
- [0805] $k=0.0000$
- [0806] $A4=1.5541e-004, A6=-6.7393e-006, A8=2.3846e-007,$
- [0807] $A10=-5.0744e-009, A12=5.5675e-011, A14=0.0000e+000$
- [0808] 第十九面
- [0809] $k=0.0000$
- [0810] $A4=1.4156e-004, A6=-9.5105e-006, A8=3.6964e-007,$
- [0811] $A10=-8.9290e-009, A12=1.0492e-010, A14=0.0000e+000$
- [0812] 第二十面
- [0813] $k=0.0000$
- [0814] $A4=-4.0000e-005, A6=-8.0000e-007, A8=2.4500e-008,$
- [0815] $A10=-4.0300e-010, A12=1.6334e-012, A14=9.5550e-015$
- [0816] 变焦数据

	WE	ST	TE
f	3.858	13.681	54.586
FNO.	1.616	2.718	3.743
2Ω	93.6	31.6	8.1
IH	3.90	3.90	3.90
LTL	135.4113	135.4113	135.4113
[0817] BF	3.500	3.500	3.500
d5	0.701	19.946	37.993
d11	38.792	19.547	1.500
d12	25.310	5.263	1.201
d17	1.806	8.048	22.220
d19	3.300	17.105	6.995
[0818]	各组焦距		
[0819]	f1=69.5426 f2=-10.6613 f3=21.0955 f4=-16.7221		
[0820]	f5=15.5369		
[0821]	数值实施例四		
[0822]	单位mm		
[0823]	面数据		

面编号	r	d	nd	v d
物面	∞	∞		
1	92.120	1.600	1.92119	23.96
2	32.500	6.800	1.51633	64.14
3	433.690	0.250		
4	37.024	4.600	1.91082	35.25
5	159.340	可变		
6	800.000	00.950	1.78800	47.37
7	11.344	5.429		
8*	179.882	0.800	1.85135	40.10
9*	15.233	5.797		
10	42.969	2.700	1.92286	20.88
11	-104.967	可变		
[0824] 12	-19.693	0.600	1.49700	81.54
13	-50.402	可变		
14 (光圈)	∞	可变		
15*	20.587	4.304	1.80610	40.88
16*	-65.944	4.329		
17	35.216	0.650	1.85478	24.80
18	10.461	5.150	1.49700	81.54
19	-39.681	可变		
20*	-21.773	0.700	1.58313	59.38
21*	17.472	可变		
22*	17.764	3.800	1.58313	59.38
23*	-50.000	3.800		
24	16.092	0.600	2.00100	29.13
25	8.400	6.464	1.55332	71.68
26	-24.899			
[0825] 像面	∞			
[0826] 非球面数据				
[0827] 第八面				

- [0828] $k=0.0000$
- [0829] $A4=1.9204e-004, A6=-4.6001e-006, A8=5.9027e-008,$
- [0830] $A10=-4.6276e-010, A12=1.6492e-012, A14=0.0000e+000$
- [0831] 第九面
- [0832] $k=0.0000$
- [0833] $A4=9.2635e-005, A6=-5.0300e-006, A8=5.7997e-008,$
- [0834] $A10=-4.2610e-010, A12=1.4426e-012, A14=0.0000e+000$
- [0835] 第十五面
- [0836] $k=0.0000$
- [0837] $A4=-3.3191e-006, A6=-2.7346e-007, A8=9.1363e-009,$
- [0838] $A10=-1.5390e-010, A12=9.5150e-013, A14=0.0000e+000$
- [0839] 第十六面
- [0840] $k=0.0000$
- [0841] $A4=2.7388e-005, A6=-3.7164e-007, A8=1.1596e-008,$
- [0842] $A10=-1.9852e-010, A12=1.2889e-012, A14=0.0000e+000$
- [0843] 第二十面
- [0844] $k=0.0000$
- [0845] $A4=1.4804e-004, A6=-6.9716e-006, A8=2.5556e-007,$
- [0846] $A10=-5.1495e-009, A12=5.3645e-011, A14=0.0000e+000$
- [0847] 第二十一面
- [0848] $k=0.0000$
- [0849] $A4=9.5164e-005, A6=-9.0906e-006, A8=3.6881e-007,$
- [0850] $A10=-8.4439e-009, A12=9.3371e-011, A14=0.0000e+000$
- [0851] 第二十二面
- [0852] $k=0.0000$
- [0853] $A4=4.7318e-005, A6=-1.5859e-006, A8=2.8805e-008,$
- [0854] $A10=-4.3652e-010, A12=1.2135e-013, A14=0.0000e+000$
- [0855] 第二十三面
- [0856] $k=0.0000$
- [0857] $A4=1.1433e-004, A6=-2.1168e-006, A8=4.6215e-008,$
- [0858] $A10=-8.8917e-010, A12=3.9636e-012, A14=0.0000e+000$
- [0859] 变焦数据

	WE	ST	TE
f	3.920	13.901	55.482
FNO.	1.632	2.500	3.750
2Ω	88.3	28.1	7.3
IH	3.60	3.60	3.60
LTL	137.265	137.265	137.265
[0860] BF	6.581	6.581	6.581
d5	0.700	18.594	34.123
d11	12.834	4.127	3.688
d13	25.577	16.390	1.300
d14	20.450	3.847	1.196
d19	1.800	8.403	24.049
d21	10.000	20.000	7.005
[0861] 各组焦距			
[0862] $f1=63.7451$ $f2=-13.8805$ $f3=-65.4593$ $f4=19.7499$			
[0863] $f5=-16.5148$ $f6=15.8345$			
[0864] 数值实施例五			
[0865] 单位mm			
[0866] 面数据			

面编号	r	d	nd	v d
物面	∞	∞		
1	96.913	1.600	1.92119	23.96
2	35.025	6.931	1.51633	64.14
3	275.273	0.250		
4	42.405	4.600	1.91082	35.25
5	264.575	可变		
6	264.575	0.950	1.78800	47.37
7	10.900	5.812		
8*	-120.313	0.800	1.85135	40.10
9*	15.518	5.151		
10	45.483	2.700	1.92286	20.88
11	-120.498	可变		
[0867] 12 (光圈)	∞	可变		
13*	19.628	4.725	1.80610	40.88
14*	-850.000	5.541		
15	28.431	0.650	1.85478	24.80
16	10.174	5.150	1.49700	81.54
17	-30.905	可变		
18*	-58.733	0.700	1.58313	59.38
19*	11.744	可变		
20*	13.004	3.800	1.58313	59.38
21*	-850.000	3.800		
22	18.320	0.600	2.00100	29.13
23	8.400	5.727	1.61800	63.40
24	-31.484	2.042		
25	∞	0.500	1.51633	64.14
26	∞			
[0868] 像面	∞			
[0869] 非球面数据				
[0870] 第八面				

- [0871] $k=0.0000$
- [0872] $A4=1.5897e-004, A6=-4.6243e-006, A8=6.0294e-008,$
- [0873] $A10=-4.3744e-010, A12=1.4215e-012, A14=0.0000e+000$
- [0874] 第九面
- [0875] $k=0.0000$
- [0876] $A4=5.4622e-005, A6=-4.8681e-006, A8=6.2006e-008,$
- [0877] $A10=-4.3749e-010, A12=1.3677e-012, A14=0.0000e+000$
- [0878] 第十三面
- [0879] $k=0.0000$
- [0880] $A4=-8.0152e-007, A6=-3.4395e-007, A8=9.0517e-009,$
- [0881] $A10=-1.4953e-010, A12=9.3464e-013, A14=0.0000e+000$
- [0882] 第十四面
- [0883] $k=0.0000$
- [0884] $A4=2.4705e-005, A6=-4.0759e-007, A8=1.0962e-008,$
- [0885] $A10=-2.0152e-010, A12=1.4434e-012, A14=0.0000e+000$
- [0886] 第十八面
- [0887] $k=0.0000$
- [0888] $A4=1.5541e-004, A6=-6.7393e-006, A8=2.3846e-007,$
- [0889] $A10=-5.0744e-009, A12=5.5675e-011, A14=0.0000e+000$
- [0890] 第十九面
- [0891] $k=0.0000$
- [0892] $A4=1.4156e-004, A6=-9.5105e-006, A8=3.6964e-007,$
- [0893] $A10=-8.9290e-009, A12=1.0492e-010, A14=0.0000e+0000$
- [0894] 第二十面
- [0895] $k=0.0000$
- [0896] $A4=2.1326e-005, A6=-1.5883e-006, A8=2.2701e-008,$
- [0897] $A10=-3.9311e-010, A12=1.3883e-012, A14=0.0000e+000$
- [0898] 第二十一面
- [0899] $k=0.0000$
- [0900] $A4=8.9785e-005, A6=-2.2240e-006, A8=4.2912e-008,$
- [0901] $A10=-8.1741e-010, A12=4.8550e-012, A14=0.0000e+000$
- [0902] 变焦数据

	WE	ST	TE
f	3.920	13.900	55.458
FNO.	1.642	2.762	3.803
2Ω	93.9	31.9	8.1
IH	4.00	4.00	4.00
LTL	135.267	135.267	135.267
[0903] BF	3.500	3.500	3.500
d5	0.701	19.946	37.993
d11	38.792	19.547	1.500
d12	25.310	5.263	1.201
d17	1.806	8.048	22.220
d19	3.300	17.105	6.995
[0904]	各组焦距		
[0905]	f1=69.5426 f2=-10.6613 f3=21.0955 f4=-16.7221		
[0906]	f5=15.8584		
[0907]	数值实施例六		
[0908]	单位mm		
[0909]	面数据		

面编号	r	d	nd	v d
物面	∞	∞		
1	172.259	1.400	1.80000	29.84
2	34.197	8.700	1.49700	81.54
3	1460.498	0.142		
4	44.219	5.350	1.88300	40.76
5	512.943	可变		
6	2423.461	0.800	1.75500	52.32
7	10.943	6.466		
8*	-60.609	0.800	1.85135	40.10
9*	15.318	3.626		
10	46.981	2.850	2.00069	25.46
11	-60.777	可变		
[0910] 12 (光圈)	∞	可变		
13*	17.473	4.255	1.80610	40.88
14*	5183.259	4.168		
15	24.073	1.156	1.85478	24.80
16	9.050	5.689	1.49700	81.54
17	-38.695	可变		
18*	-39.794	1.380	1.51633	64.14
19*	10.215	可变		
20*	10.888	5.000	1.59201	67.02
21*	-34.693	0.700		
22	84.518	0.679	1.91082	35.25
23	8.600	5.937	1.59282	68.63
24	-17.000	1.223		
25	∞	0.300	1.51633	64.14
26	∞			
[0911] 像面	∞			
[0912] 非球面数据				
[0913] 第八面				

- [0914] $k=0.0000$
- [0915] $A4=2.4982e-004, A6=-6.3097e-006, A8=7.4826e-008,$
- [0916] $A10=-4.8887e-010, A12=1.3090e-012, A14=0.0000e+000$
- [0917] 第九面
- [0918] $k=0.0000$
- [0919] $A4=1.1296e-004, A6=-6.5158e-006, A8=7.8796e-008,$
- [0920] $A10=-5.1308e-010, A12=1.3875e-012, A14=0.0000e+000$
- [0921] 第十三面
- [0922] $k=0.0000$
- [0923] $A4=-1.3869e-005, A6=3.6314e-008, A8=-1.0447e-009,$
- [0924] $A10=1.2984e-011, A12=-1.9446e-013, A14=0.0000e+000$
- [0925] 第十四面
- [0926] $k=0.0000$
- [0927] $A4=1.5375e-005, A6=-1.8471e-008, A8=7.7633e-010,$
- [0928] $A10=-1.9570e-011, A12=-4.4054e-014, A14=0.0000e+000$
- [0929] 第十八面
- [0930] $k=0.0000$
- [0931] $A4=3.8084e-004, A6=-1.1061e-005, A8=1.5509e-007,$
- [0932] $A10=-5.1645e-010, A12=-8.3679e-012, A14=0.0000e+000$
- [0933] 第十九面
- [0934] $k=0.0000$
- [0935] $A4=3.7263e-004, A6=-1.0803e-005, A8=4.6473e-008,$
- [0936] $A10=2.7164e-009, A12=-4.6246e-011, A14=0.0000e+000$
- [0937] 第二十面
- [0938] $k=0.0000$
- [0939] $A4=-8.0337e-006, A6=-9.6749e-007, A8=-3.4950e-008,$
- [0940] $A10=1.1473e-009, A12=-1.6740e-011, A14=0.0000e+000$
- [0941] 第二十一面
- [0942] $k=0.0000$
- [0943] $A4=2.2738e-004, A6=-4.8854e-006, A8=8.1344e-008,$
- [0944] $A10=-1.0966e-009, A12=8.6599e-013, A14=0.0000e+000$
- [0945] 变焦数据

	WE	ST	TE
f	3.880	13.900	54.911
FNO.	1.535	2.448	3.615
2Ω	94.2	30.7	8.0
IH	3.90	3.90	3.90
LTL	133.266	133.266	133.266
[0946] BF	3.500	3.500	3.500
d5	0.652	21.730	38.666
d11	39.284	18.206	1.270
d12	24.209	8.359	1.200
d17	1.800	6.158	18.490
d19	3.300	14.792	9.619
[0947]	各组焦距		
[0948]	f1=70.5085f2=-11.245f3=19.5499f4=-15.5968		
[0949]	f5=14.4976		
[0950]	数值实施例七		
[0951]	单位mm		
[0952]	面数据		

面编号	r	d	nd	v d
物面	∞	∞		
1	66.004	1.400	2.00330	28.27
2	38.845	6.600	1.43700	95.10
3	-5121.326	0.150		
4	45.472	3.850	1.49700	81.61
5	390.188	0.150		
6	28.589	4.112	1.59282	68.63
7	86.592	可变		
8*	250.431	0.700	1.88202	37.22
9*	5.800	3.217		
10	-15.216	0.700	1.88300	40.76
11	25.038	0.158		
12	15.612	2.000	1.95906	17.47
[0953] 13	-77.613	可变		
14 (光圈)	∞	1.600		
15*	14.305	6.618	1.49700	81.54
16*	-18.618	0.100		
17	55.444	0.800	1.95906	17.47
18	26.621	5.500	1.59282	68.63
19	-19.566	可变		
20*	-21.828	0.600	1.61881	63.85
21*	11.866	可变		
22*	13.609	2.600	1.69350	53.18
23*	-23.632	1.400		
24	-50.000	0.500	1.67270	32.10
25	5.832	4.000	1.61800	63.40
26	-19.455			
像面	∞			
[0954] 非球面数据				
[0955] 第八面				

- [0956] $k=0.0000$
- [0957] $A4=1.1657e-004, A6=-4.7771e-006, A8=1.0266e-007,$
- [0958] $A10=-1.2292e-009, A12=6.8533e-012, A14=0.0000e+000$
- [0959] 第九面
- [0960] $k=0.0000$
- [0961] $A4=2.8399e-005, A6=-5.0316e-006, A8=7.6629e-008,$
- [0962] $A10=-5.6198e-009, A12=7.3385e-015, A14=0.0000e+000$
- [0963] 第十五面
- [0964] $k=0.0000$
- [0965] $A4=-6.7271e-005, A6=-5.6952e-008, A8=4.3217e-009,$
- [0966] $A10=0.0000e+000, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$
- [0967] 第十六面
- [0968] $k=0.0000$
- [0969] $A4=1.5796e-004, A6=-3.0143e-007, A8=9.1071e-009,$
- [0970] $A10=0.0000e+000, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$
- [0971] 第二十面
- [0972] $k=0.0000$
- [0973] $A4=4.3078e-004, A6=8.3968e-008, A8=5.8477e-008,$
- [0974] $A10=-2.0285e-009, A12=1.1271e-011, A14=-9.0058e-016$
- [0975] 第二十一面
- [0976] $k=0.0000$
- [0977] $A4=2.5317e-004, A6=7.9304e-006, A8=1.0323e-007,$
- [0978] $A10=-7.7729e-011, A12=1.4809e-012, A14=-9.2727e-014$
- [0979] 第二十二面
- [0980] $k=0.0000$
- [0981] $A4=-2.1886e-004, A6=-2.7224e-006, A8=-4.4772e-008,$
- [0982] $A10=0.0000e+000, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$
- [0983] 第二十三面
- [0984] $k=0.0000$
- [0985] $A4=-5.7837e-005, A6=-5.0381e-006, A8=1.2328e-008,$
- [0986] $A10=0.0000e+000, A12=0.0000e+000, A14=0.0000e+000$
- [0987] 变焦数据

	WE	ST	TE		
	f	4.400	24.502	110.303	
	FNO.	1.284	2.708	3.912	
	2Ω	74.1	14.5	3.2	
	IH	3.20	3.20	3.20	
[0988]	LTL	91.334	91.334	91.334	
	BF	2.794	2.794	2.794	
	d7	0.600	20.511	28.740	
	d13	28.361	8.450	0.221	
	d19	3.500	9.017	2.821	
	d21	9.324	3.807	10.003	
[0989]	各组焦距				
[0990]	f1=41.3141f2=-5.95179f3=12.667f4=-12.3386				
[0991]	f5=12.4793				
[0992]	数值实施例八				
[0993]	单位mm				
[0994]	面数据				
	面编号	r	d	nd	v d
[0995]	物面	∞	∞		

	1	32.958	2.500	1.72916	54.68
	2	22.000	6.718		
	3*	14.650	2.800	1.49700	81.54
	4*	6.982	6.128		
	5	18.885	1.500	1.88300	40.76
	6	12.192	9.331		
	7	-37.493	1.150	1.49700	81.54
	8	23.368	0.100		
	9	20.920	3.295	1.90366	31.32
	10	65.843	可变		
	11	45.610	0.700	1.90366	31.32
	12	14.567	3.710	1.76200	40.10
	13	-61.117	可变		
	14 (光圈)	∞	3.233		
[0996]	15	558.614	2.201	1.49700	81.54
	16	-18.807	0.398		
	17	-19.200	0.700	1.90366	31.32
	18	676.224	0.422		
	19	31.028	4.500	1.80810	22.76
	20	-51.532	0.280		
	21	-43.996	0.700	1.88300	40.76
	22	43.492	可变		
	23*	17.431	3.576	1.49700	81.54
	24*	123.888	0.100		
	25	32.396	0.700	1.88300	40.76
	26	12.894	5.405	1.49700	81.54
	27	-20.350	可变		
	28*	25.139	4.000	1.49700	81.54
	29	-60.137	1.500		

	30	-55.825	0.700	1.73400	51.47
	31	40.354	7.000	1.49700	81.54
[0997]	32	-17.122	0.100		
	33	-127.773	1.200	1.69350	53.18
	34*	29.469			
	像面	∞			
[0998]	非球面数据				
[0999]	第三面				
[1000]	k=-5.1578				
[1001]	A4=-2.6367e-005,A6=1.9350e-007,A8=-5.5344e-010,				
[1002]	A10=8.6354e-013,A12=-5.9596e-016,A14=0.0000e+000				
[1003]	第四面				
[1004]	k=-1.4638				
[1005]	A4=-6.3458e-006,A6=6.5895e-007,A8=-4.0609e-009,				
[1006]	A10=1.8497e-011,A12=-4.6613e-014,A14=0.0000e+000				
[1007]	第二十三面				
[1008]	k=0.0000				
[1009]	A4=5.3550e-005,A6=2.5268e-007,A8=-1.1773e-009,				
[1010]	A10=6.9280e-011,A12=0.0000e+000,A14=0.0000e+000				
[1011]	第二十四面				
[1012]	k=0.0000				
[1013]	A4=9.7341e-005,A6=5.2429e-007,A8=-6.3742e-009,				
[1014]	A10=1.3623e-010,A12=0.0000e+000,A14=0.0000e+000				
[1015]	第二十八面				
[1016]	k=0.0000				
[1017]	A4=-1.8653e-005,A6=-1.7106e-007,A8=-1.7490e-010,				
[1018]	A10=-2.7884e-012,A12=0.0000e+000,A14=0.0000e+000				
[1019]	第三十四面				
[1020]	k=0.0000				
[1021]	A4=4.9646e-005,A6=2.0461e-007,A8=-4.7353e-009,				
[1022]	A10=6.4260e-011,A12=-3.6929e-013,A14=0.0000e+000				
[1023]	变焦数据				

	WE	ST	TE
f	7.299	9.899	14.026
FNO.	2.880	2.880	2.880
2Ω	119.9	98.8	75.6
IH	10.80	10.80	10.80
[1024] LTL	113.574	113.212	118.104
BF	14.367	14.367	14.367
d10	14.271	7.305	1.246
d13	9.057	6.973	3.474
d22	0.733	0.171	0.739
d27	0.500	9.750	23.631

[1025] 各组焦距

[1026] $f_1 = -11.4848$ $f_2 = 44.9051$ $f_3 = -53.7943$ $f_4 = 23.2175$

[1027] $f_5 = 90.307$

[1028] 接下来,下面列出了各实施例中的条件式的值。下面的(2)所记载的值与条件式(2-1)的值和条件式(2-2)的值对应。下面的(2)所记载的值与条件式(5-1)的值和条件式(5-2)的值对应。下面的(8)所记载的值与条件式(8-1)的值对应。下面的(17)所记载的值与条件式(17-1)、(17-2)、(17-3)、(17-4)的值对应。下面的(23)所记载的值与条件式(23-1)的值对应。下面的(25)所记载的值与条件式(25-1)的值对应。另外,连字符(-)表示无法计算出值。

	实施例一	实施例二	实施例三	实施例四
[1029] (1) fGBUN1/fGPM	0.977	1.043	1.061	1.162

	(2) v_{dGPMP1}	81.54	81.54	81.54	81.54
	(3) $DGBUN12a/fGBUN1$	0.041	0.173	0.156	0.166
	(4) $ (MGGBUN1back) \times$ $(MGGBUN1-1) $	0.696	0.646	0.625	0.640
	(5) $SFGBUN1$	-0.070	-0.970	-0.970	-0.476
	(6) $fGPM/fw$	5.190	5.382	5.468	5.038
	(7) $fGBUN1/fw$	5.069	5.612	5.803	5.855
	(8) $ LTLmax/fGN1 $	10.181	12.688	12.701	9.889
	(9) $ fGN1/fGPM $	0.305	0.505	0.505	0.703
	(10) $ fGN1/fw $	1.581	2.720	2.763	3.541
	(11) fGB/fw	14.565	4.046	4.027	4.039
	(12) $fGBUN1/IHw35$	7.239	8.015	8.287	8.362
	(13) $ fGN1/IHw35 $	2.258	3.884	3.946	5.057
	(14) $DGBUN12a/fw$	0.205	0.969	0.907	0.969
[1030]	(15) $v_{dGBUN1P}$	81.54	59.38	59.38	59.38
	(16) $v_{dGBUN2N}$	53.18	29.13	29.13	29.13
	(17) $\Omega Hw/2$	56.256	40.118	42.887	39.998
	(18) $fGP1/fGPM$	-	3.297	3.297	3.228
	(19) $ fGPM/fGNB $	-	1.262	1.262	1.196
	(20) $fGN1/fGNB$	-	0.638	0.638	0.840
	(21) $\Delta GPMM/LTLw$	0.198	0.151	0.178	0.140
	(22) ft/fw	1.922	13.742	14.148	14.153
	(23) $FNOw$	2.986	1.731	1.616	1.632
	(24) $FNOt$	1.967	3.694	3.743	3.750
	(25) $ft/fw+13.38$ $\times \tan(\Omega Hw/2) -21.0$	0.95	4.02	5.58	4.38
	(26) $\Sigma GP1/LTLw$	-	0.099	0.099	0.097
	(27) $fw \times FNOw/fGN1$	-1.244	-0.636	-0.585	-0.461
	(28) $SPGN1Ln1$	4.529	-	-	-

	(29) DTw	-16.2307	-5.77414	-5.12255	-5.37673
	(30) Rimg	11.85	3.57	3.9	3.6
		实施例五	实施例六	实施例七	实施例八
	(1) fGBUN1/fGPM	1.043	0.746	1.01	1.561
	(2) v dGPMP1	81.54	81.54	81.54	81.54
	(3) DGBUN12a/fGBUN1	0.173	0.048	0.109	0.041
	(4) (MGGBUN1back) × (MGGBUN1-1)	0.646	0.802	0.609	0.692
	(5) SFGBUN1	-0.970	-0.522	-0.269	-0.410
	(6) fGPM/fw	5.382	5.039	2.879	3.181
	(7) fGBUN1/fw	5.613	3.761	2.913	4.964
	(8) LTLmax/fGN1	12.688	11.860	15.346	10.284
	(9) fGN1/fGPM	0.505	0.575	0.470	0.495
[1031]	(10) fGN1/fw	2.720	2.898	1.353	1.573
	(11) fGB/fw	4.046	3.736	2.836	12.372
	(12) fGBUN1/IHw35	8.016	5.372	4.161	7.090
	(13) fGN1/IHw35	3.884	4.139	1.932	2.247
	(14) DGBUN12a/fw	0.969	0.180	0.318	0.206
	(15) v dGBUN1P	59.38	67.02	53.18	81.54
	(16) v dGBUN2N	29.13	35.25	32.1	51.47
	(17) ΩHw/2	43.045	43.180	33.343	55.680
	(18) fGP1/fGPM	3.297	3.607	3.262	-
	(19) fGPM/fGNB	1.262	1.253	1.027	-
	(20) fGN1/fGNB	0.638	0.721	0.482	-
	(21) ΔGPMM/LTLw	0.178	0.173	-	0.204
	(22) ft/fw	14.148	14.152	25.068	1.922
	(23) FNOw	1.642	1.535	1.284	2.880
	(24) FNOt	3.803	3.615	3.912	2.880

	(25) $ft/fw+13.38$				
	$\times \tan(\Omega Hw/2) -21.0$	5.64	5.71	12.87	0.52
	(26) $\Sigma GP1/LTLw$	0.099	0.117	0.178	-
[1032]	(27) $fw \times FNOw/fGN1$	-0.604	-0.530	-0.949	-1.830
	(28) $SPGN1Ln1$	-	-	-	5.015
	(29) DTw	-4.74879	-6.62018	-3.63712	-14.3949
	(30) $Rimg$	4	3.9	3.2	10.8

[1033] 图17是作为电子摄像装置的单镜头无反光镜相机的剖视图。在图17中,在单镜头无反光镜相机1的镜筒内可以配置有摄影光学系统2。安装部3使摄影光学系统2相对于单镜头无反光镜相机1的机身能够装卸。作为安装部3,可以使用螺旋类型的安装部或卡口类型的安装部等。在该例子中,使用了卡口类型的安装部,但并不限于此。并且,在单镜头无反光镜相机1的机身可以配置有摄像元件面4和后监视器5。另外,作为摄像元件,可以使用摄像传感器、小型的CCD或CMOS等。

[1034] 而且,作为单镜头无反光镜相机1的摄影光学系统2,例如可以使用上述实施例一~八所示的变焦光学系统。

[1035] 图18、图19示出摄像装置的结构的概念图。图18是作为摄像装置的数字照相机40的前方立体图、图19是该数字照相机40的后方立体图。在该数字照相机40的摄影光学系统41中可以使用本实施例的变焦光学系统。

[1036] 该实施方式的数字照相机40可以包含位于摄影用光路42上的摄影光学系统41、快门按钮45、液晶显示监视器47等。当按压配置于数字照相机40的上部的快门按钮45时,与此联动地可以通过摄影光学系统41例如实施例一的变焦光学系统进行摄影。通过摄影光学系统41而形成的物体像可以在设置于成像面附近的摄像传感器(光电转换面)上形成。该摄像传感器所接受到的物体像可以通过处理器而作为电子图像在设置于照相机背面的液晶显示监视器47上显示。并且,所拍摄的电子图像能够记录于存储器中。

[1037] 图20示出数字照相机40的主要部分的内部电路的框图。另外,在下面的说明中,上述的处理器例如可以由CDS/ADC24、暂时存储用存储器17、以及处理器18等构成。存储器可以由存储装置19等构成。

[1038] 如图20所示,数字照相机40可以具有:输入设备12,与该输入设备12连接的控制部13、经由总线14和15与该控制部13的控制信号输出端口连接的摄像驱动电路16以及暂时存储用存储器17、处理器18、存储装置19、显示器20、以及设定信息存储用存储器21。

[1039] 上述的暂时存储用存储器17、处理器18、存储装置19、显示器20、以及设定信息存储用存储器21经由总线22可以相互进行数据的输入、输出。并且,摄像传感器49和CDS/ADC24可以与摄像驱动电路16连接。

[1040] 输入设备12可以具有各种输入按钮和开关。经由它们可以将外部(照相机使用者)输入的事件信息通知给控制部13。控制部13例如是由CPU等构成的中央运算处理装置,内置有未图示的程序存储器,可以根据保存在程序存储器中的程序来控制整个数字照相机40。

[1041] 摄像传感器49由摄像驱动电路16进行驱动控制,可以将经由摄影光学系统41而形成的物体像的各像素的光量转换为电信号并输出给CDS/ADC24。

[1042] CDS/ADC24是如下电路:对从摄像传感器49输入的电信号进行放大并且进行模拟/数字转换,可以将仅进行了该放大和数字转换的影像原始数据(拜耳数据,下面称作RAW数据。)输出给暂时存储用存储器17。

[1043] 暂时存储用存储器17例如可以是由SDRAM等构成的缓冲器,也可以是暂时存储从CDS/ADC24输出的RAW数据的存储器装置。处理器18是如下电路:能够读取存储在暂时存储用存储器17中的RAW数据或存储在存储装置19的RAW数据,根据控制部13所指定的画质参数而电进行包含畸变像差校正在内的各种图像处理。

[1044] 存储装置19例如装卸自如地安装有由闪存等构成的卡型或棒型的记录介质,在这些闪存中可以记录从暂时存储用存储器17传输的RAW数据或被处理器18图像处理后的图像数据并进行保持。

[1045] 显示器20由液晶显示监视器47等构成,可以显示拍摄到的RAW数据、图像数据、操作菜单等。在设定信息存储用存储器21中可以具有预先保存有各种画质参数的ROM部、以及存储通过输入设备12的输入操作而从ROM部读取的画质参数的RAM部。

[1046] 图21示出电视会议系统的结构。电视会议系统100可以具有多个电视会议装置110、120、130。而且,电视会议装置110、120、130各自可以与网络例如广域网(WAN) 140连接。

[1047] 电视会议装置110可以具有主体111、照相机112、以及显示器113。同样地,电视会议装置120和电视会议装置130也可以具有相同的单元。照相机112例如可以具有实施例一的变倍光学系统和摄像传感器。通过照相机112而可以进行会议参与者和会议资料的摄影。

[1048] 电视会议装置110、120、130可以配置于彼此分开的据点(远程地点)。因此,会议参与者119、129、139各自的影像可以经由广域网(WAN) 140而发送给其他会议参与者所使用的电视会议装置。其结果是,在显示器113上可以显示会议参与者129'的影像129'和会议参与者139的影像139'。并且,可以在影像的发送同时发送声音。对于显示器123、133也是同样的。

[1049] 这样,通过使用电视会议系统100,从而即使彼此的据点是远程地点,会议参与者119、129、139各自也能够一边确认自身以外的会议参与者的样子和发言内容一边推进会议。另外,在各据点使用的电视会议装置并不一定要是相同的装置。

[1050] 另外,本发明在不脱离其主旨的范围内可以采用各种变形例。并且,并不一定限定于上述各实施例所示的形状个数。并且,在上述各实施例中,可以不必配置遮盖玻璃。并且,在各透镜组内或各透镜组外也可以配置有如下透镜:该透镜是上述各实施例中未图示的透镜且实质上不具有屈光力。

[1051] **【工业上的可利用性】**

[1052] 如上所述,本发明适于能够确保广角端的大视场角和较小的F数而且良好地校正各种像差的变焦光学系统和具备该变焦光学系统的摄像装置。

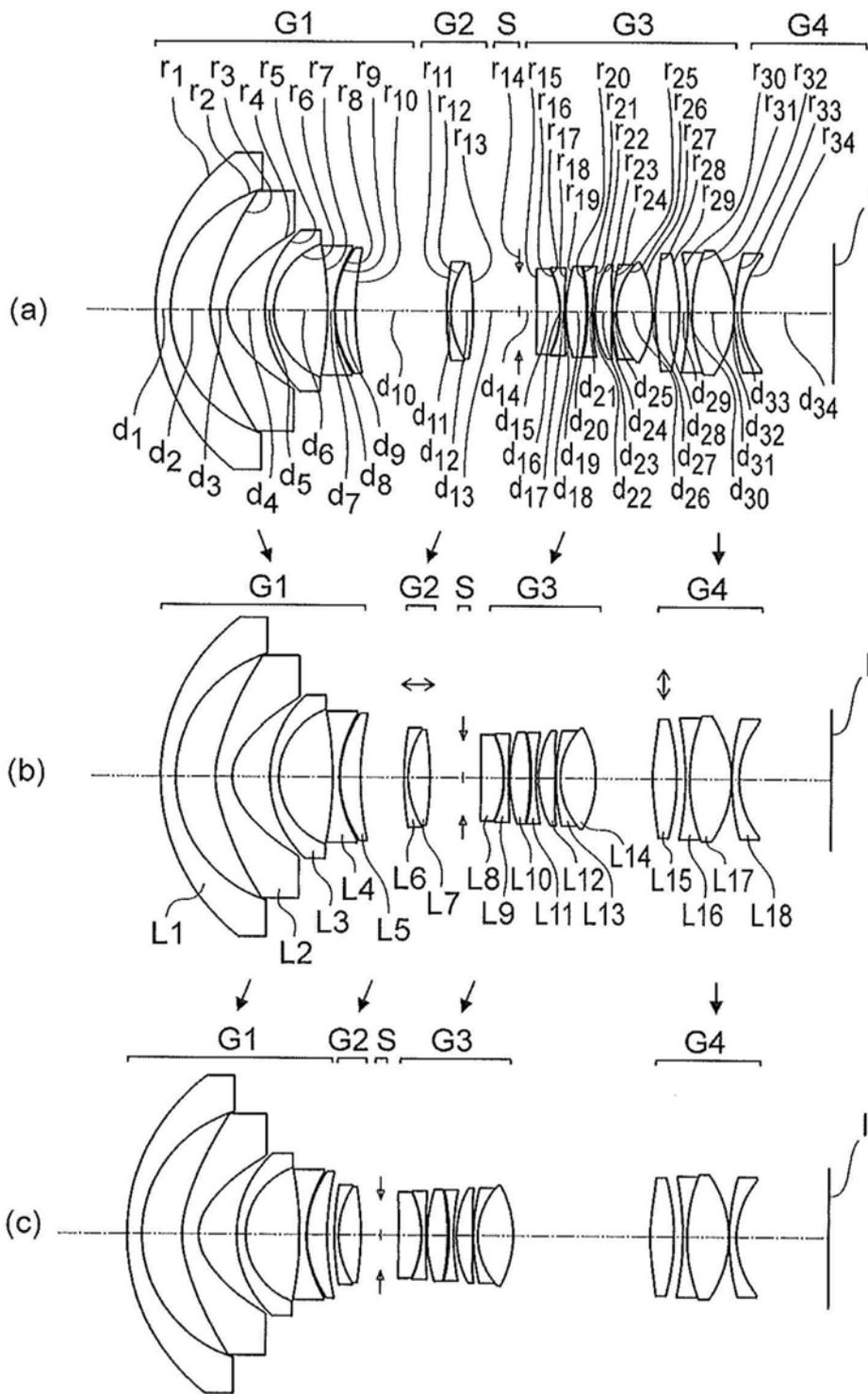


图1

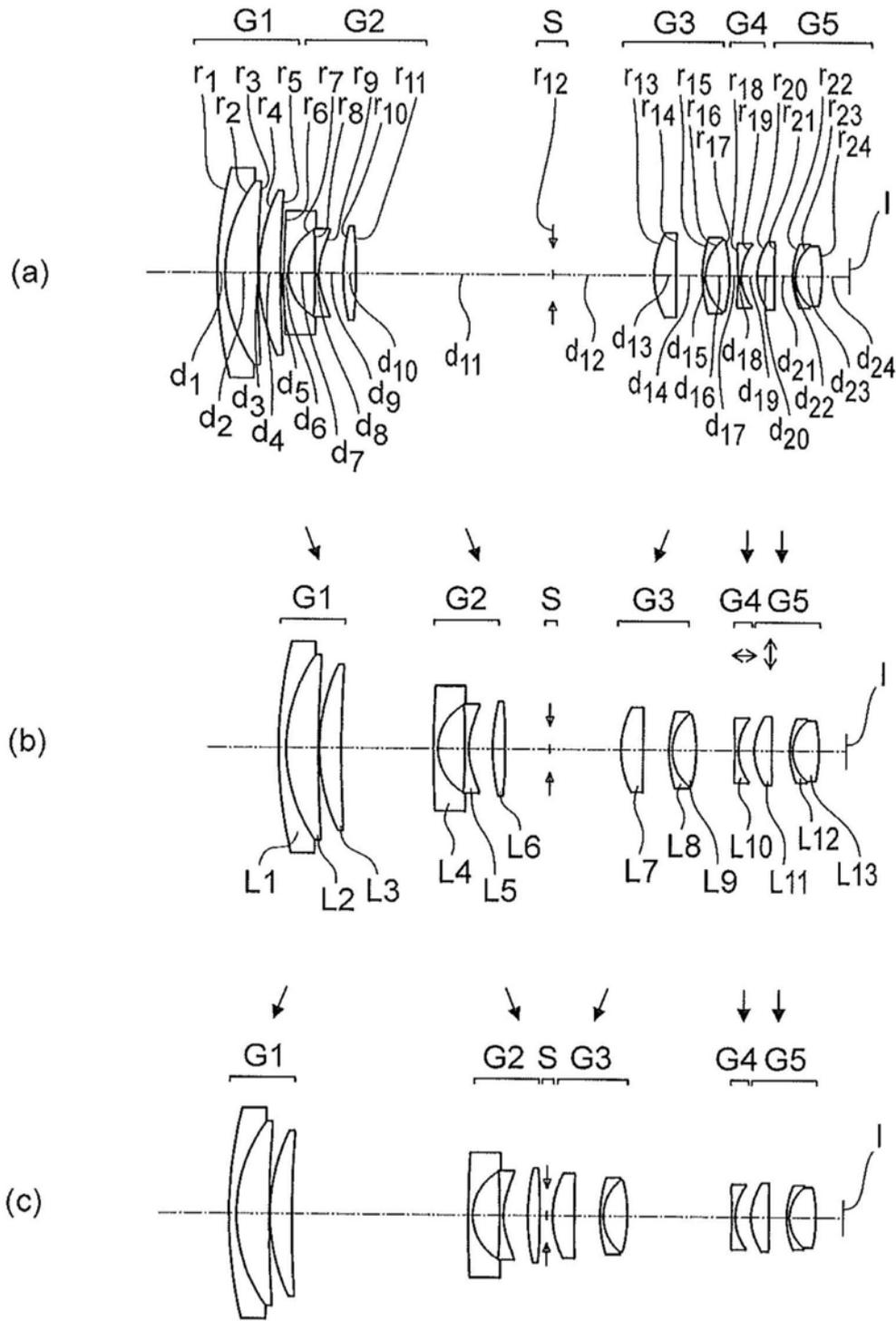


图2

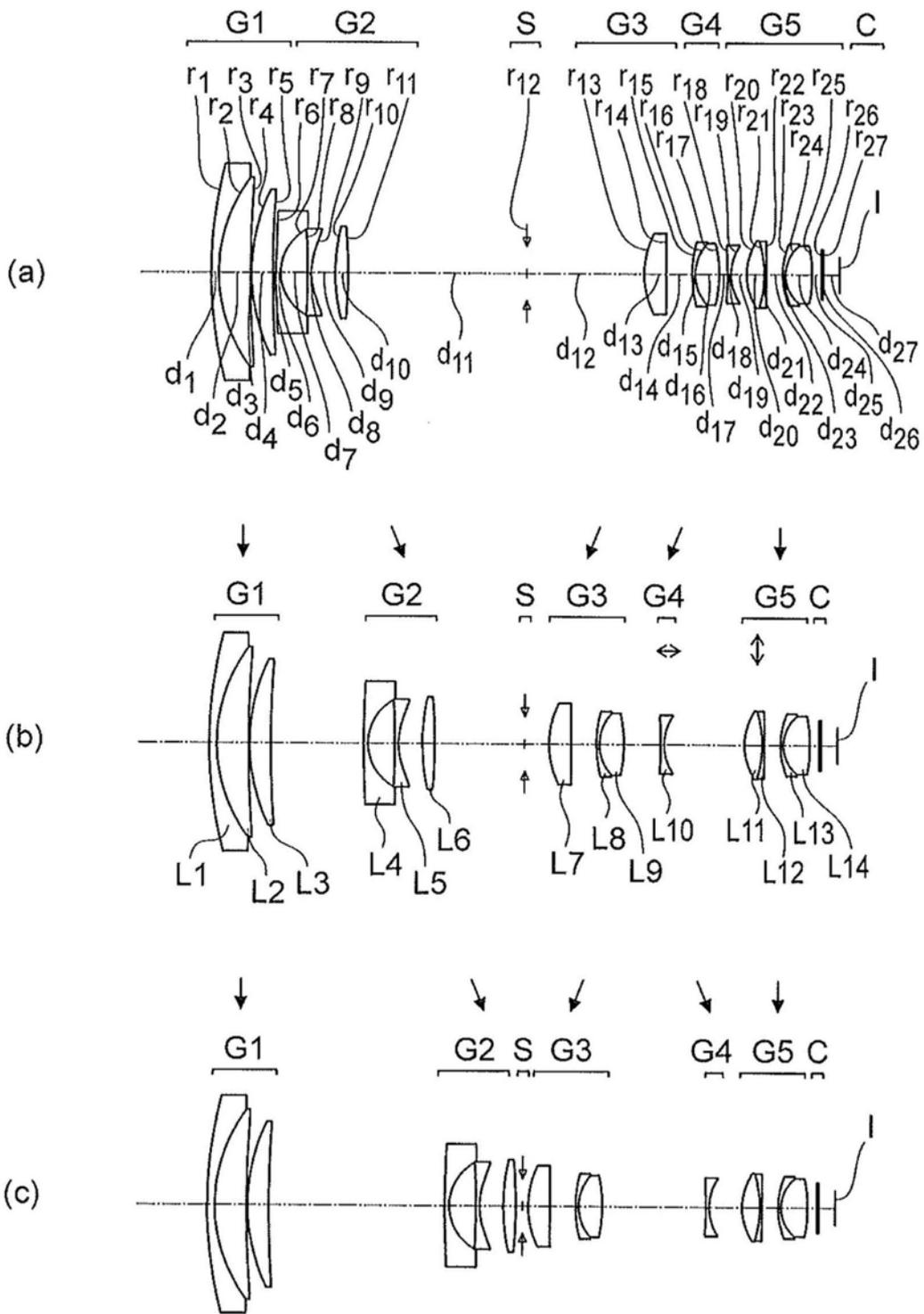


图3

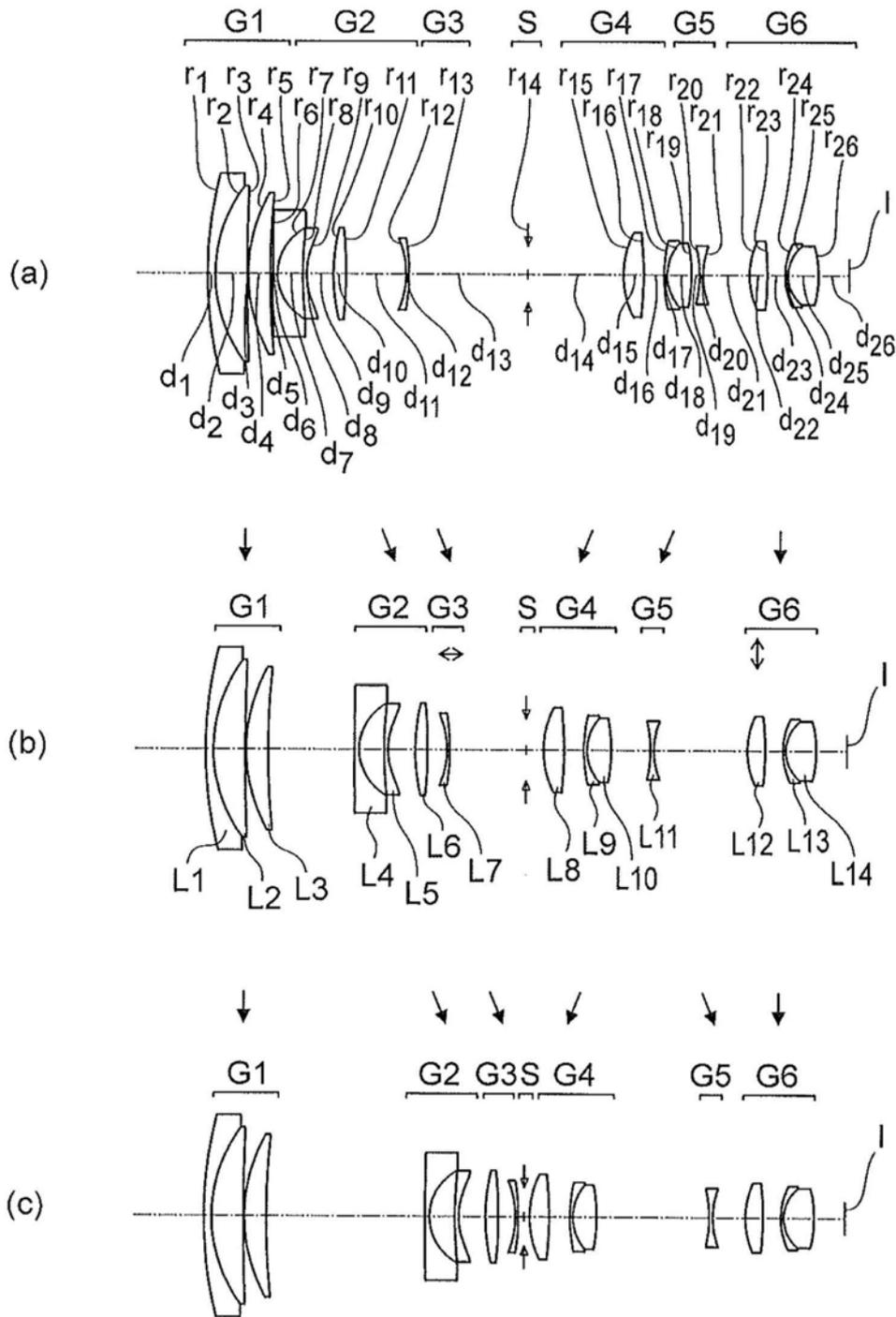


图4

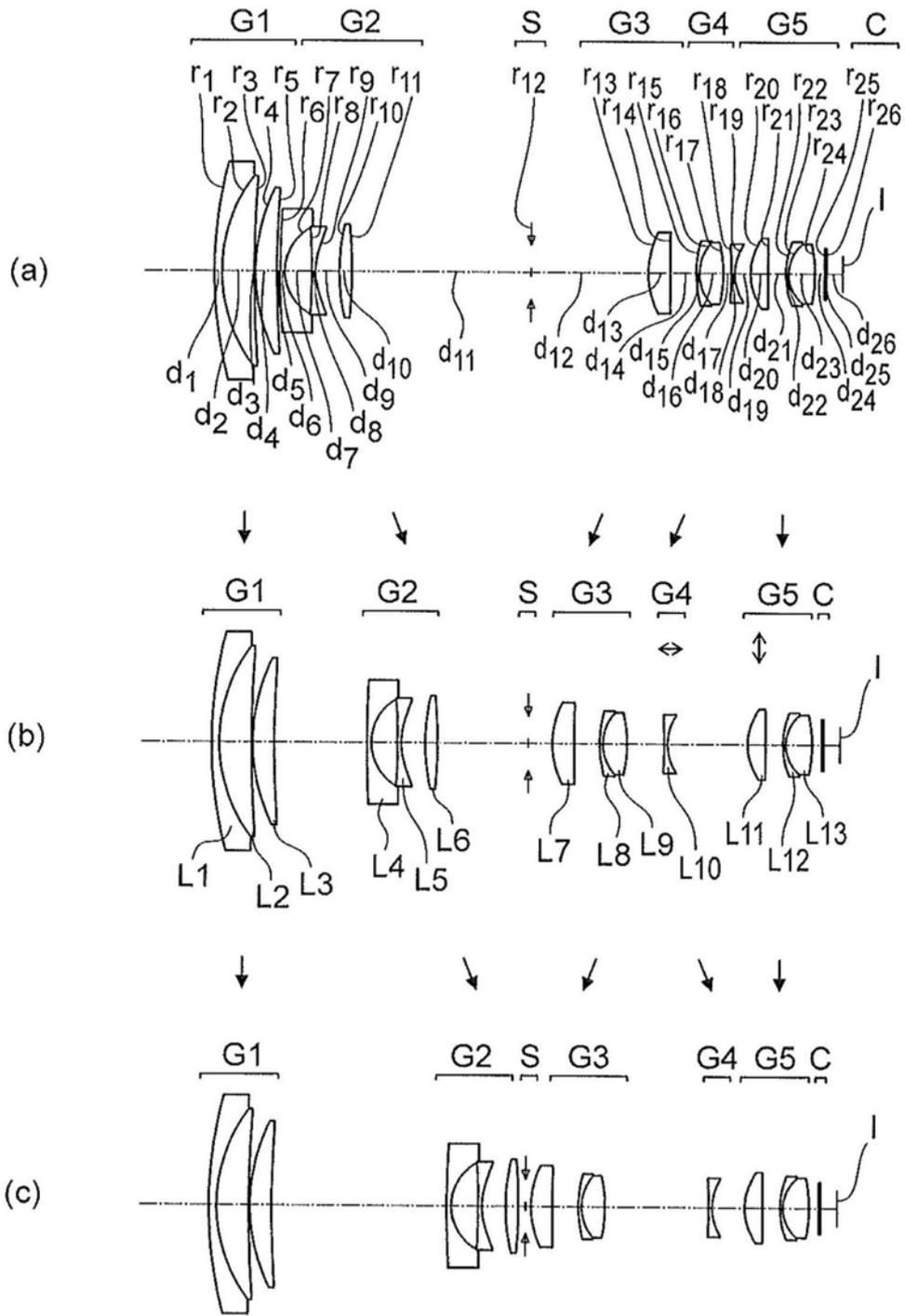


图5

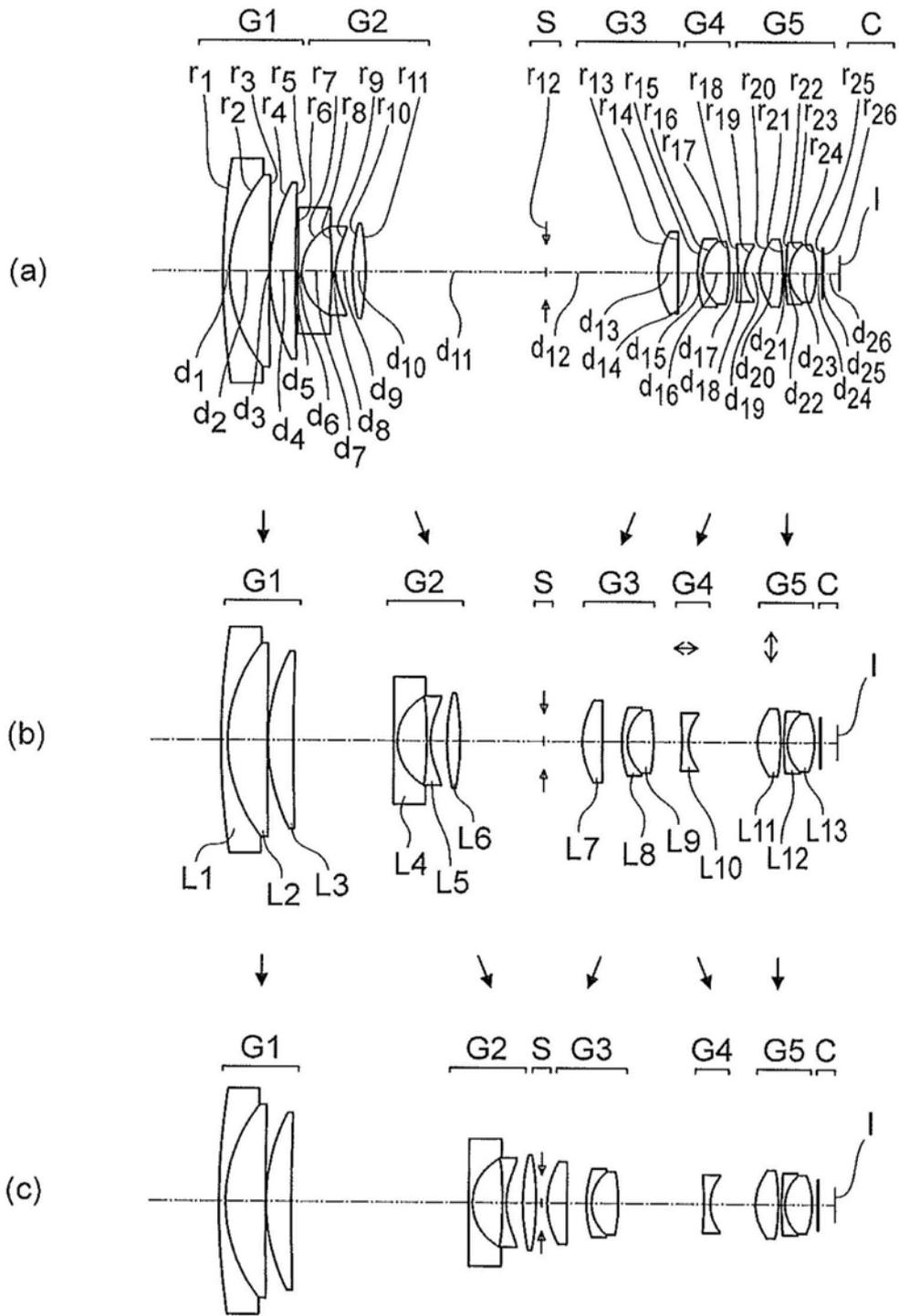


图6

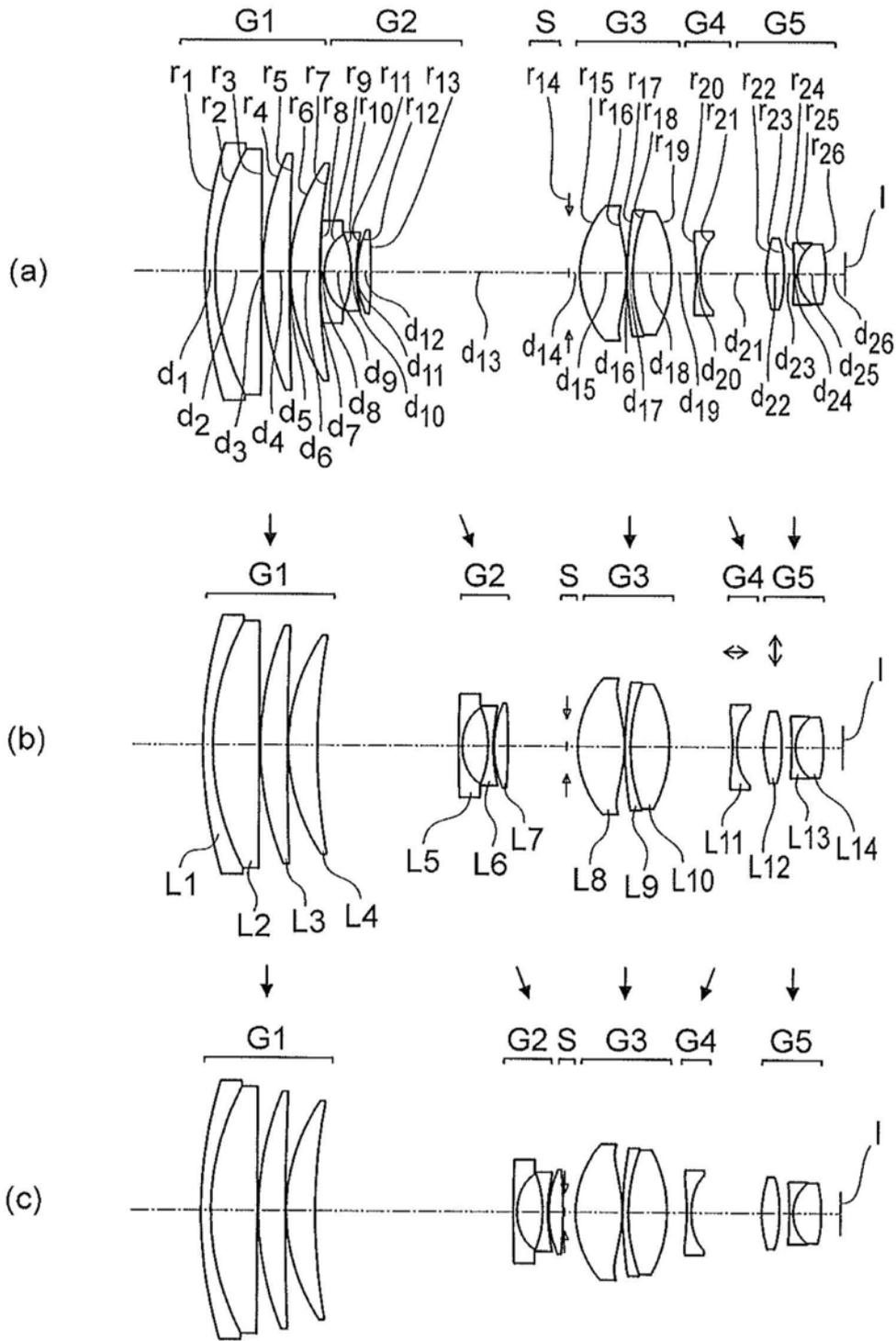


图7

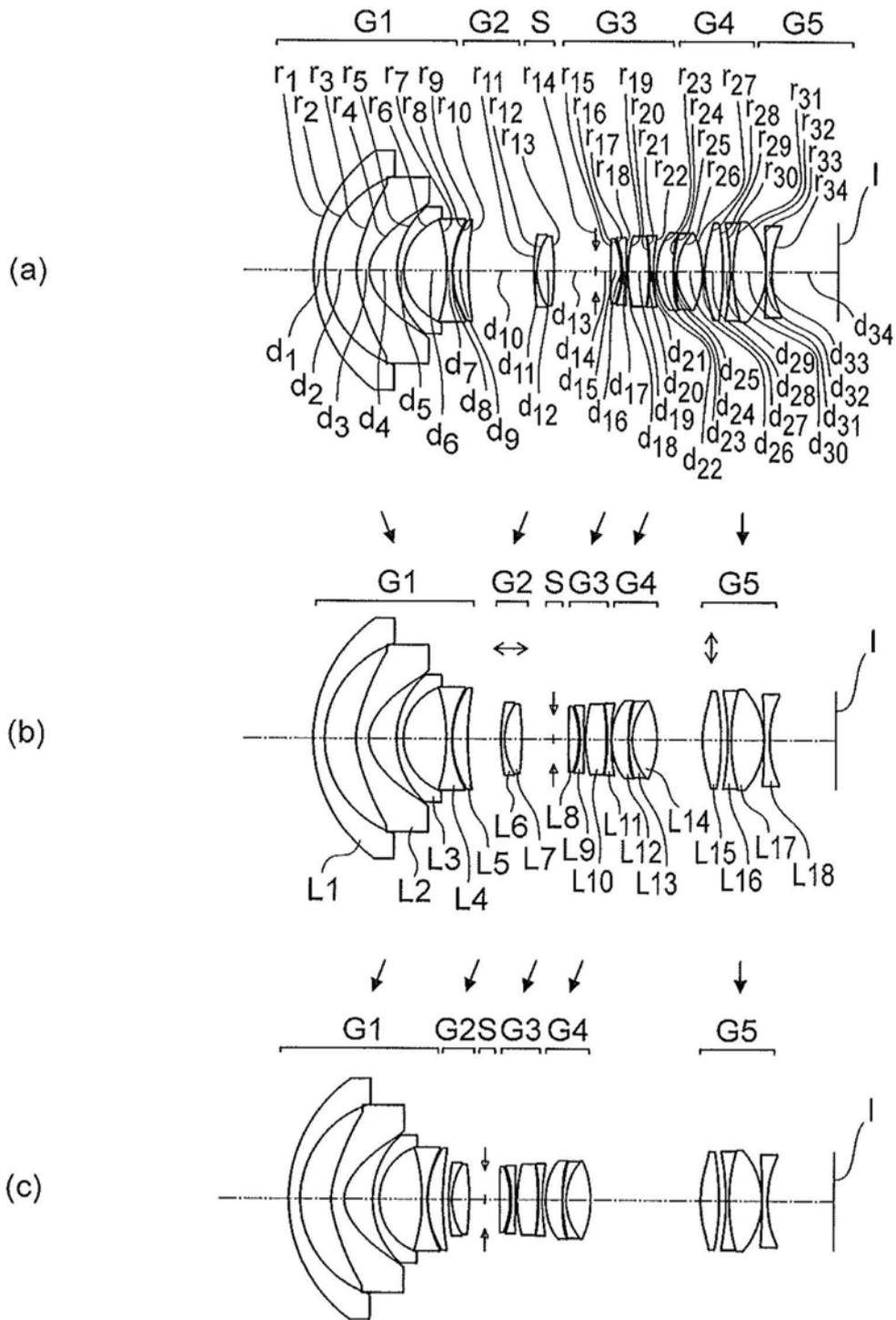


图8

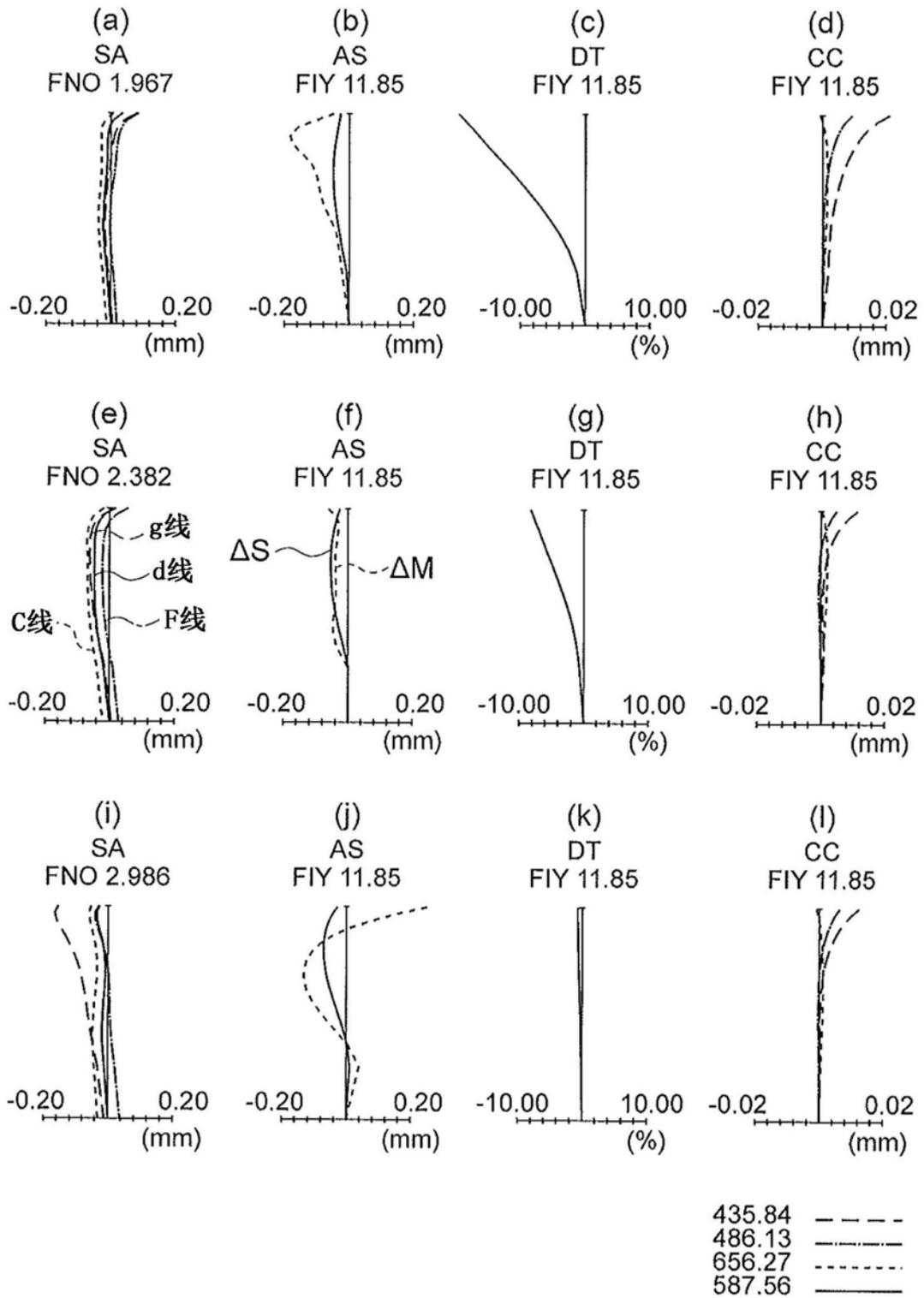


图9

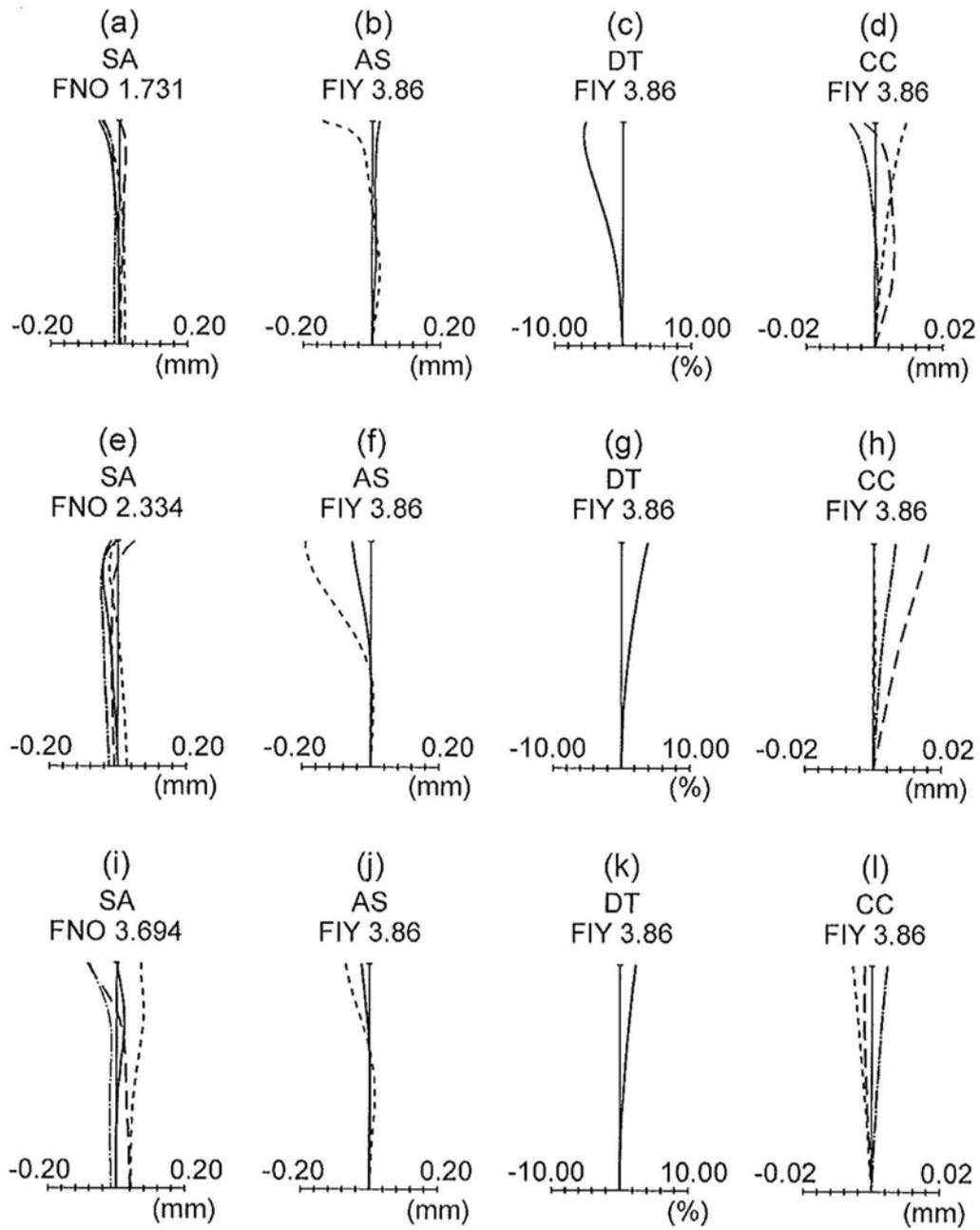


图10

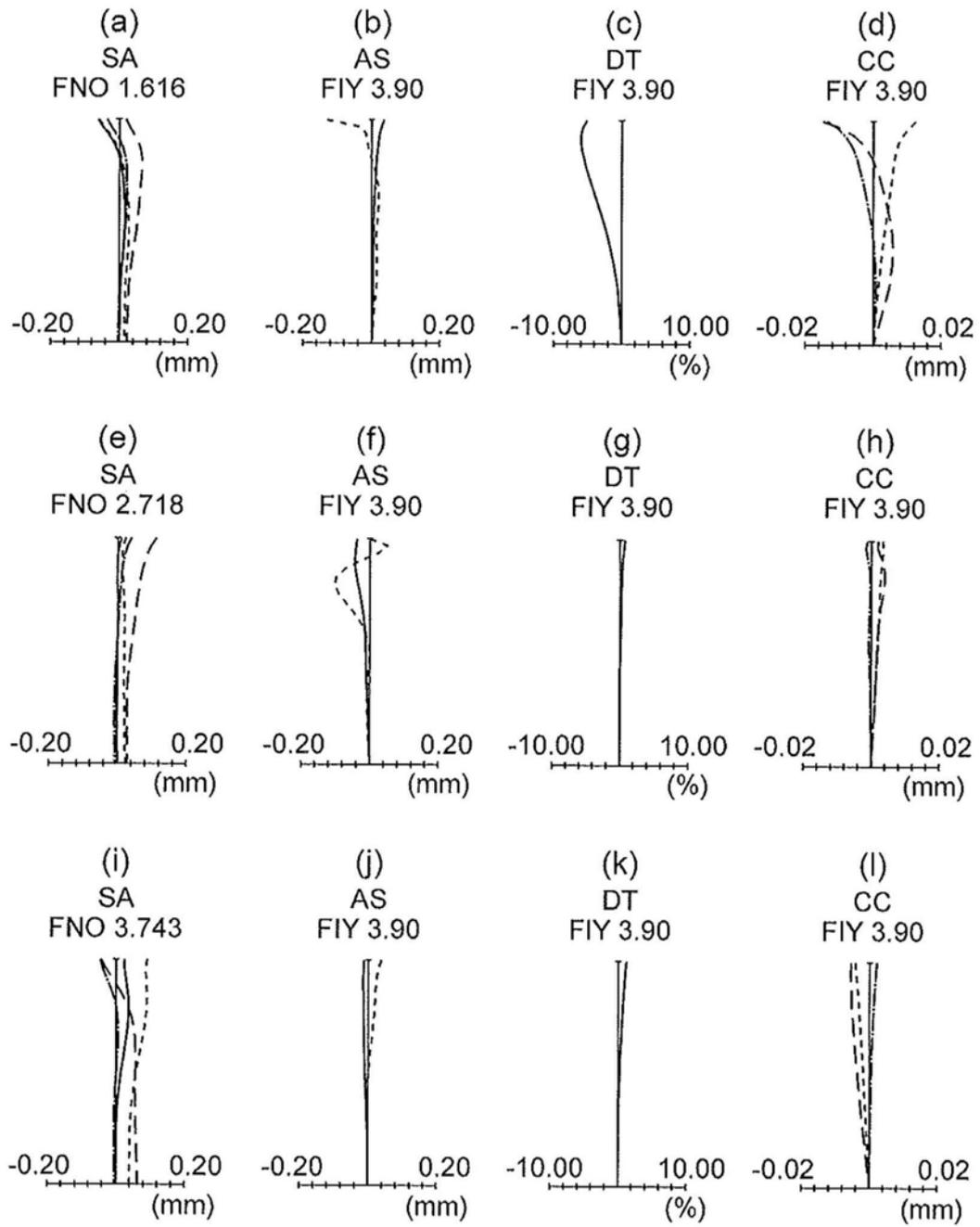


图11

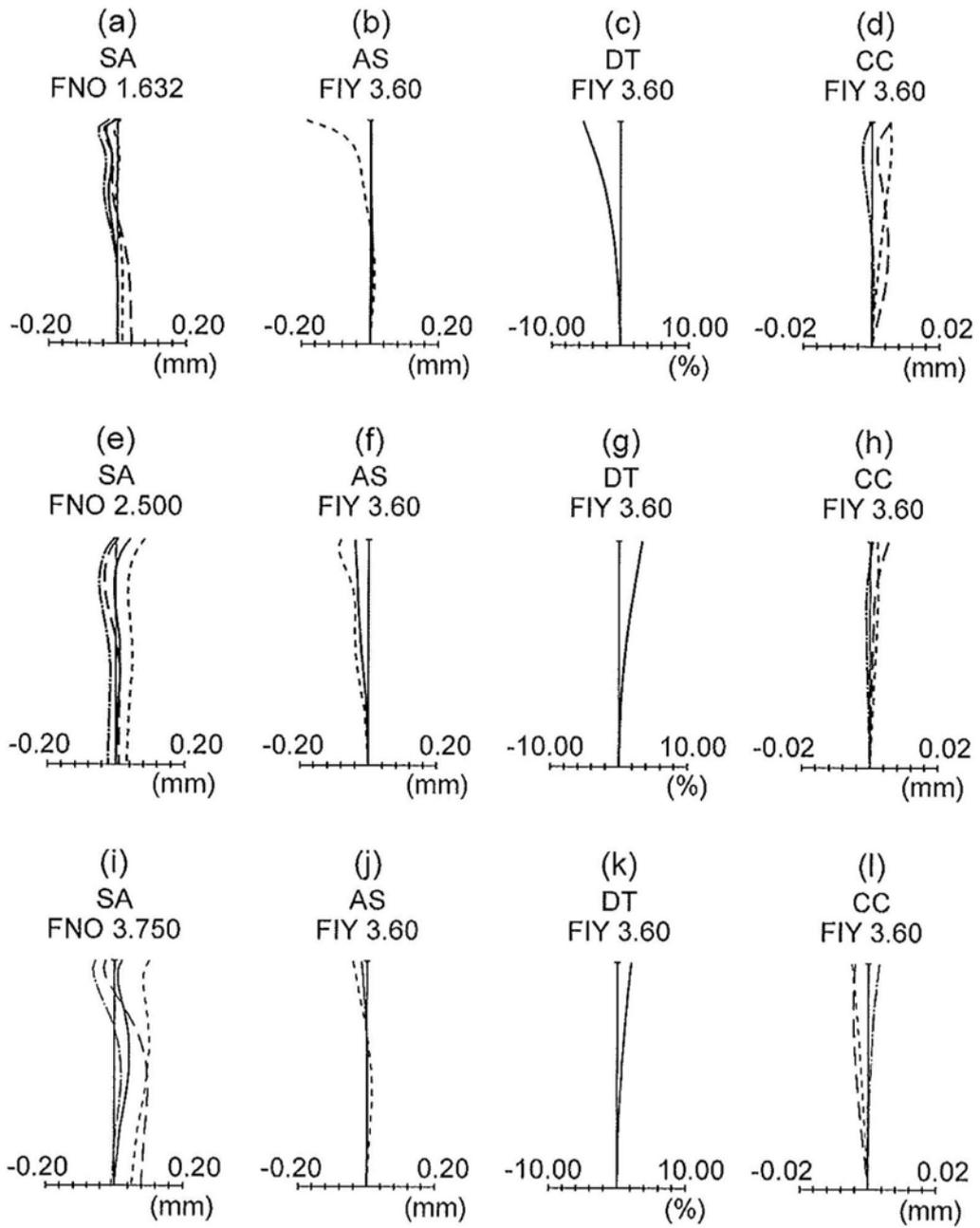


图12

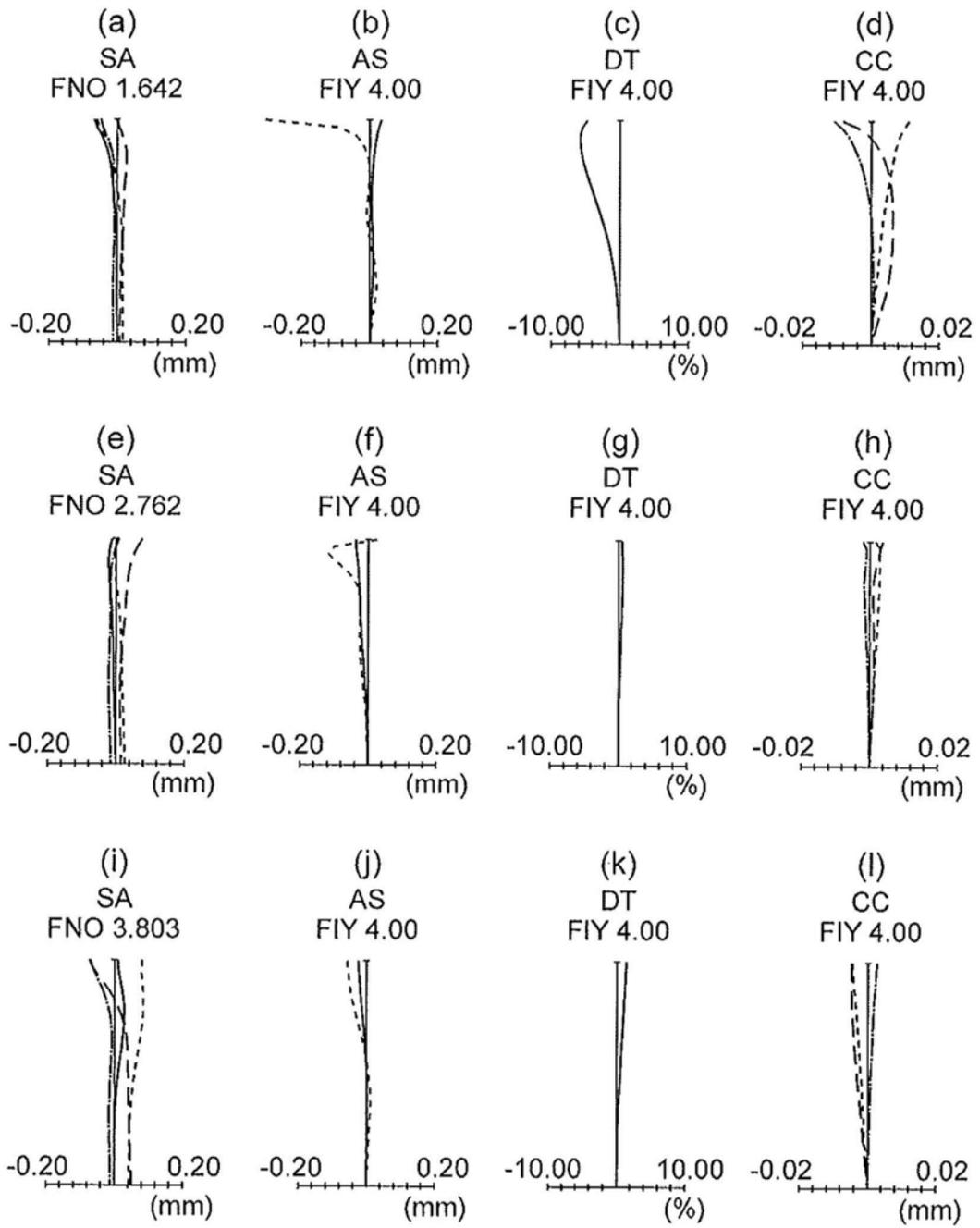


图13

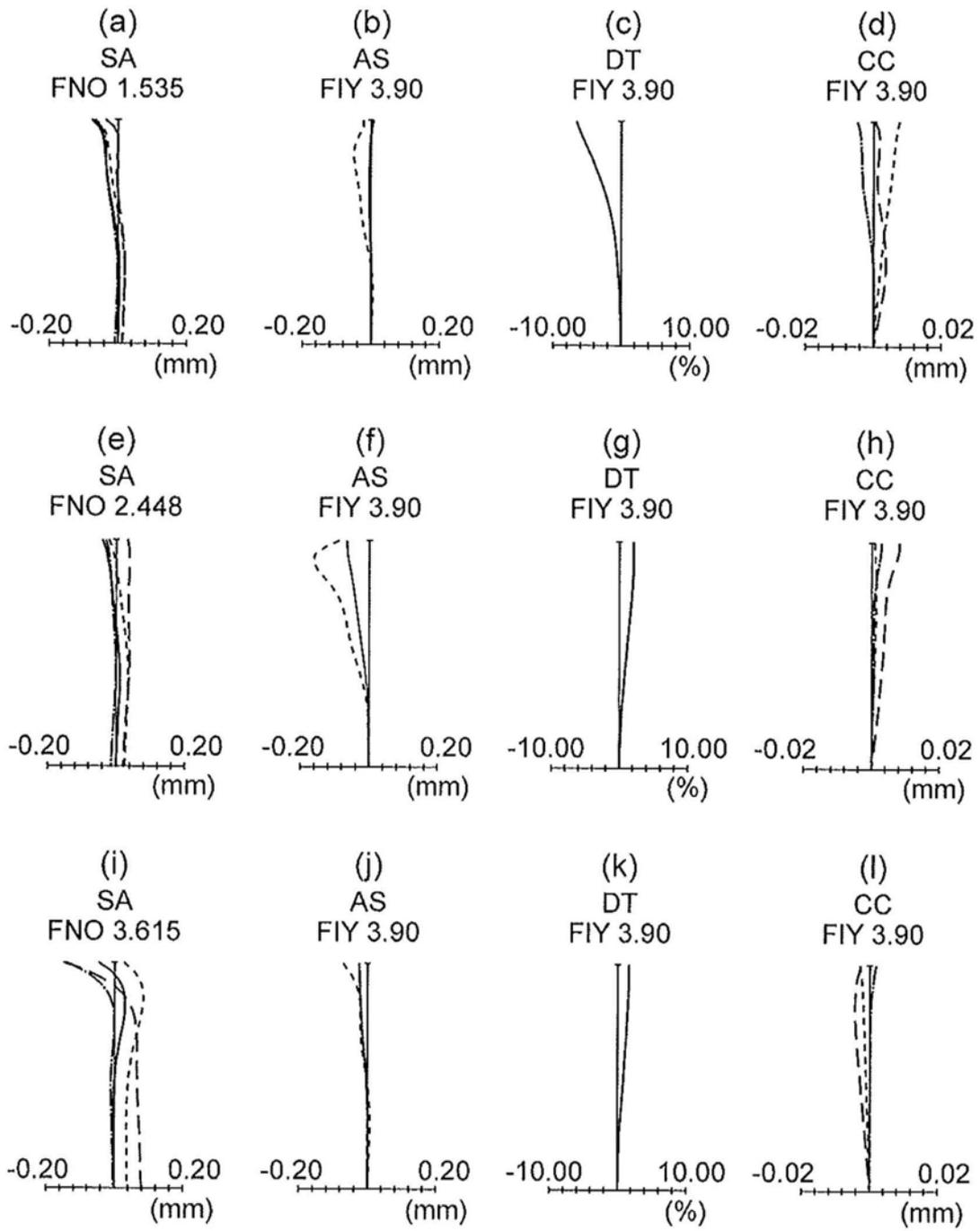


图14

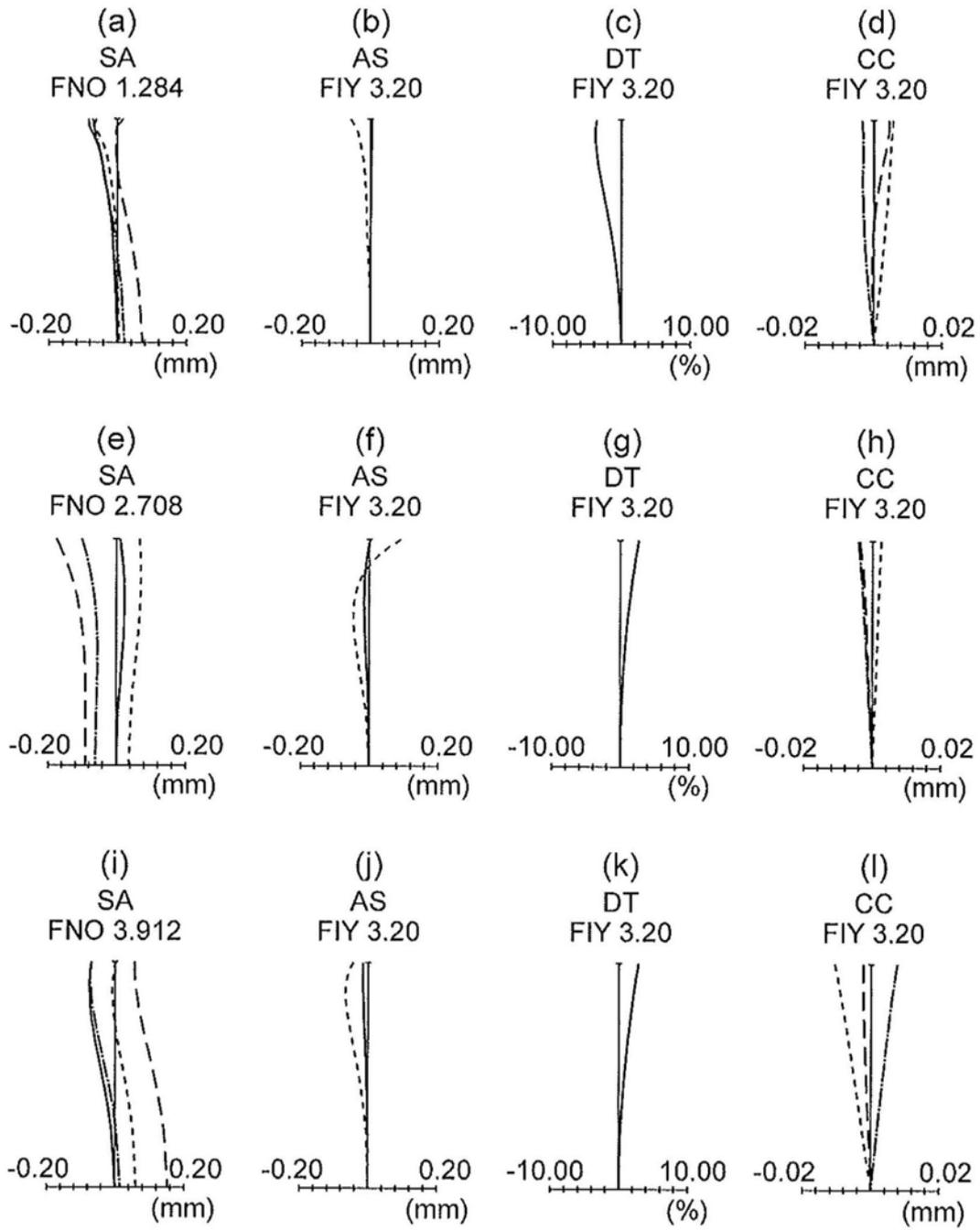


图15

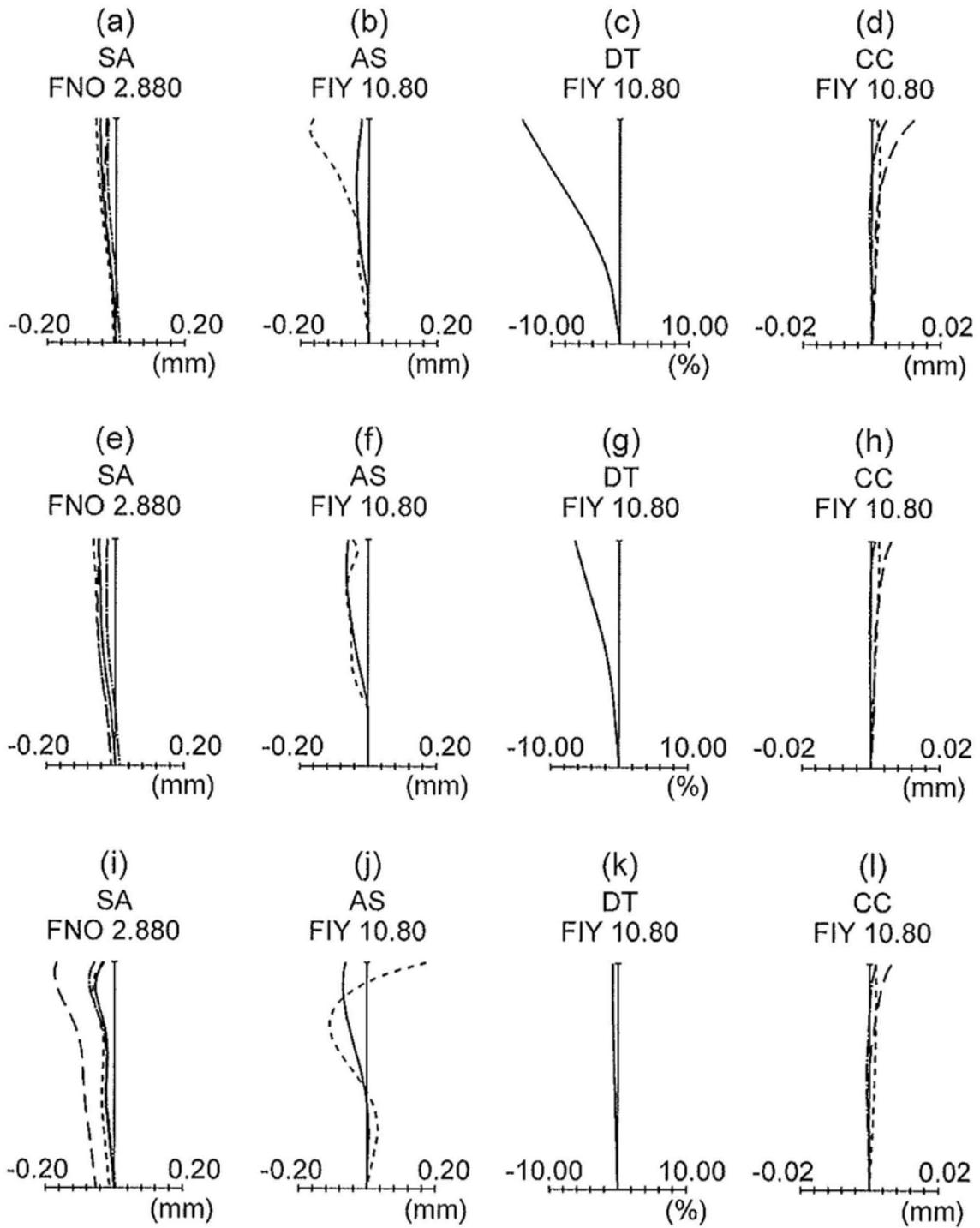


图16

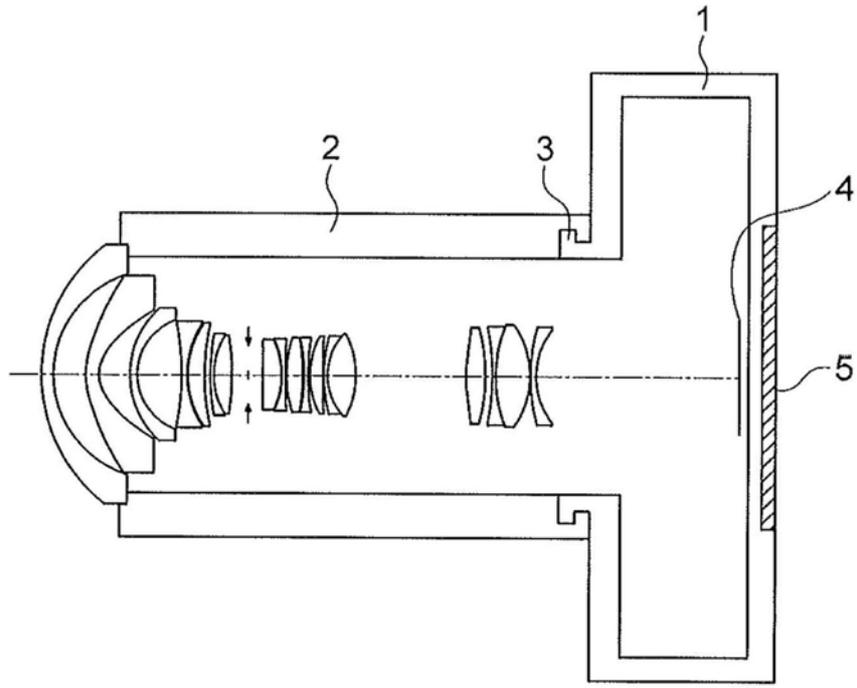


图17

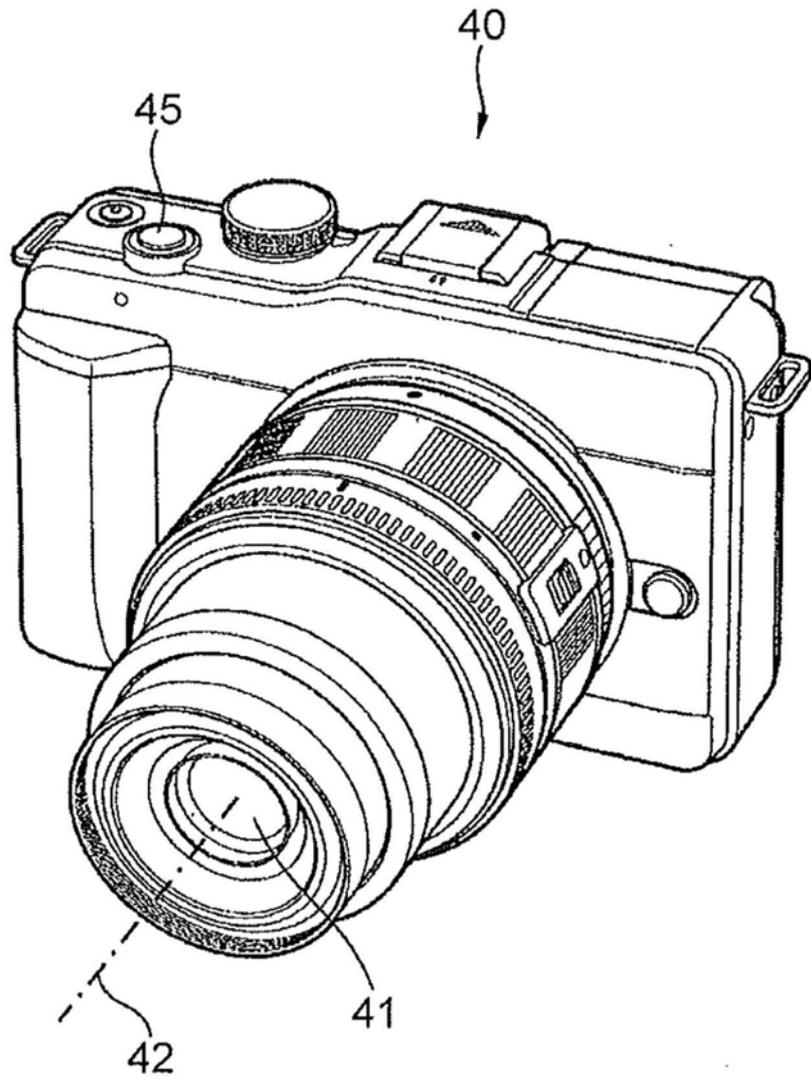


图18

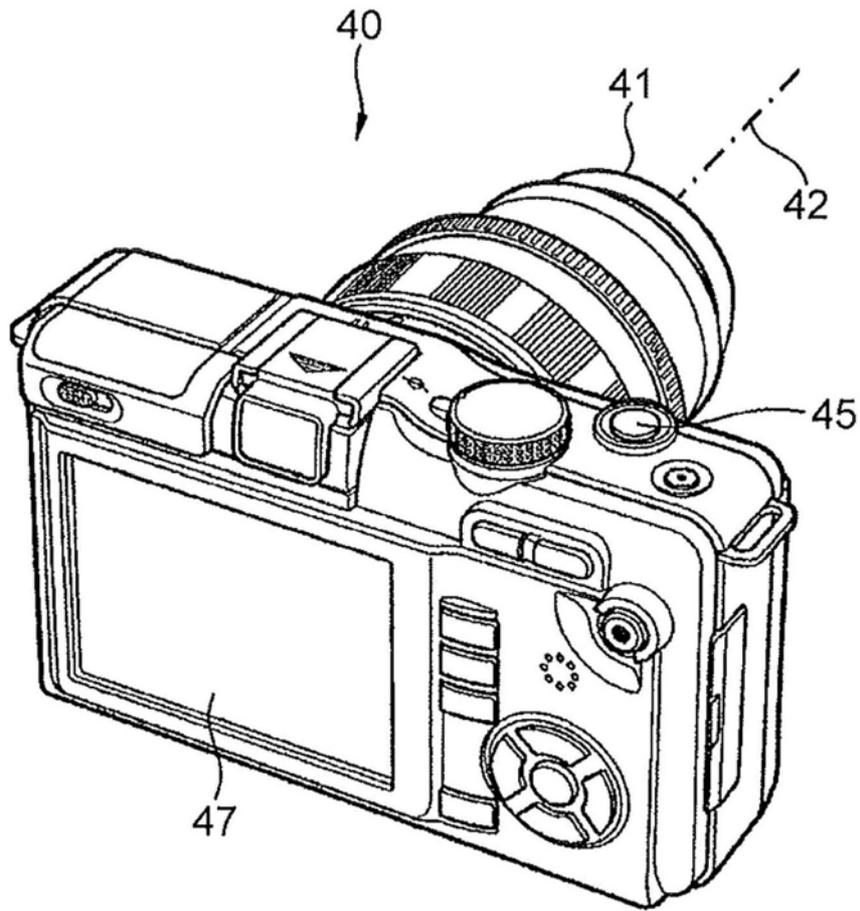


图19

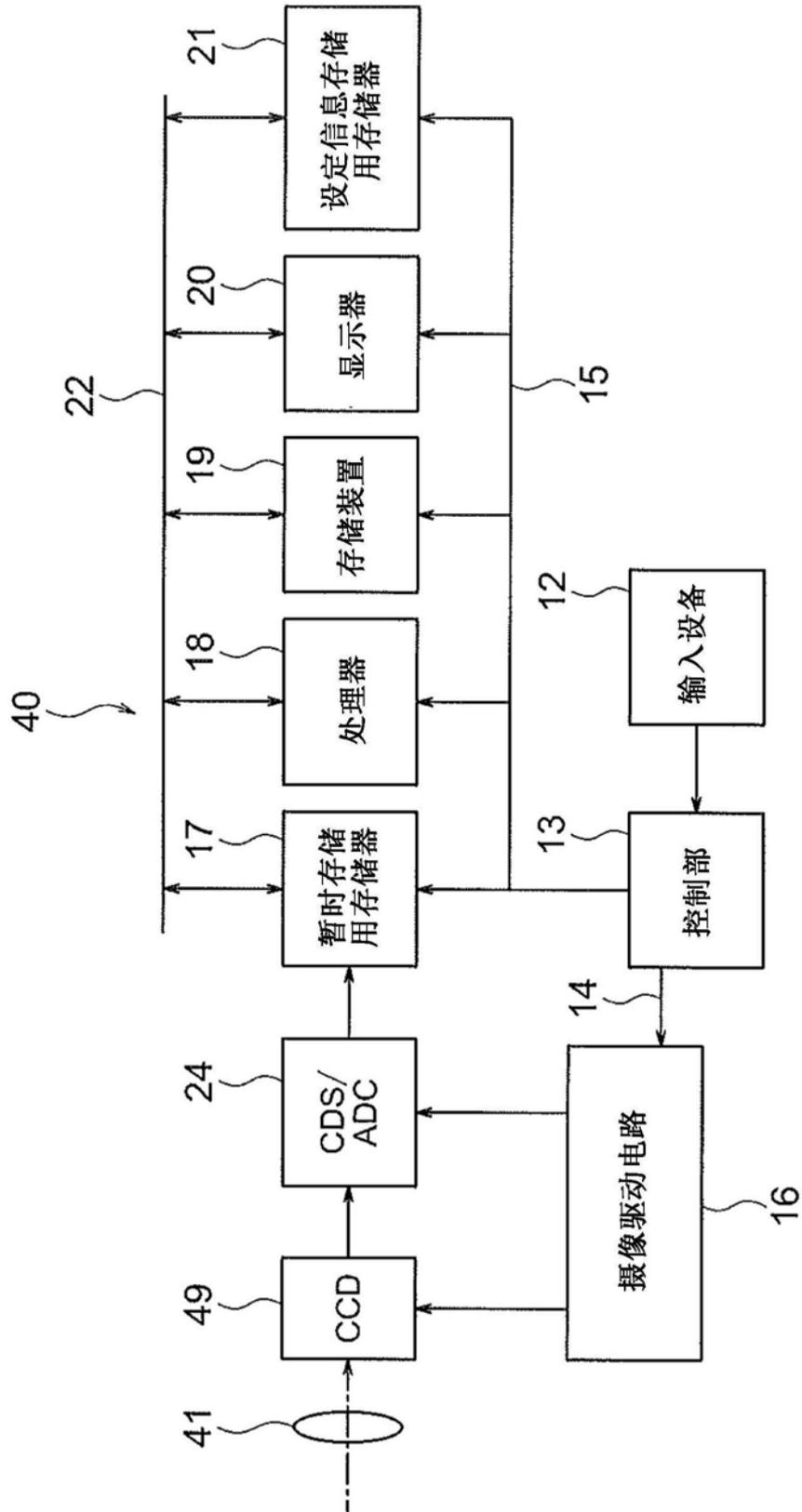


图20

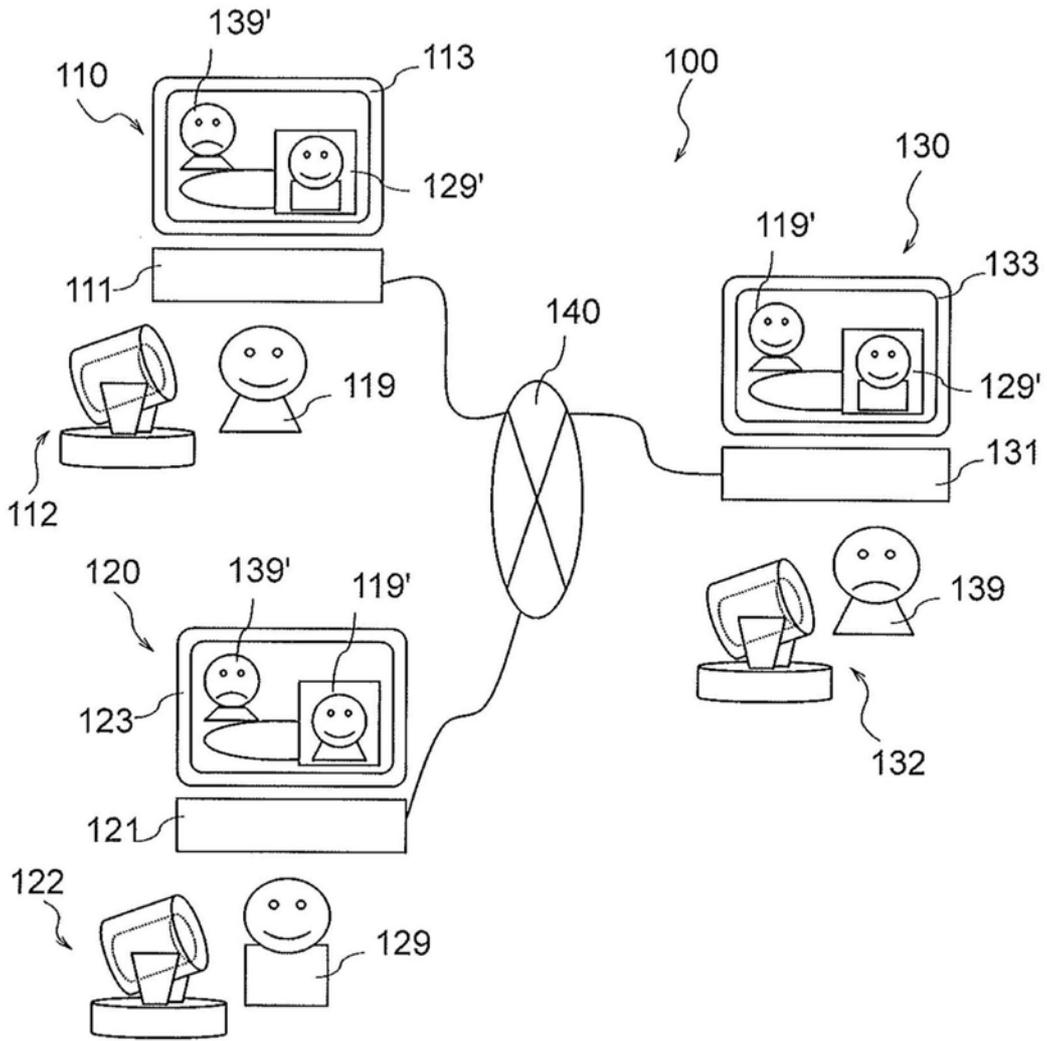


图21