



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110320652 B

(45) 授权公告日 2022.06.17

(21) 申请号 201811540515.5

(22) 申请日 2018.12.17

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110320652 A

(43) 申请公布日 2019.10.11

(30) 优先权数据

2018-066872 2018.03.30 JP

(73) 专利权人 株式会社腾龙

地址 日本埼玉县

(72) 发明人 岩澤嘉人 山中久幸 岡田圭介

山添纯一

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理

有限公司 11006

专利代理师 高龙鑫

(51) Int. Cl.

G02B 15/177 (2006.01)

G02B 27/64 (2006.01)

G03B 13/36 (2021.01)

G03B 5/00 (2021.01)

(56) 对比文件

CN 104181682 A, 2014.12.03

JP 2006047771 A, 2006.02.16

CN 110007449 A, 2019.07.12

CN 104181682 A, 2014.12.03

JP 2006047771 A, 2006.02.16

CN 106687848 A, 2017.05.17

CN 107076969 A, 2017.08.18

CN 107272169 A, 2017.10.20

CN 105408795 A, 2016.03.16

CN 104181679 A, 2014.12.03

US 2012050603 A1, 2012.03.01

JP 2010181543 A, 2010.08.19

审查员 王颖

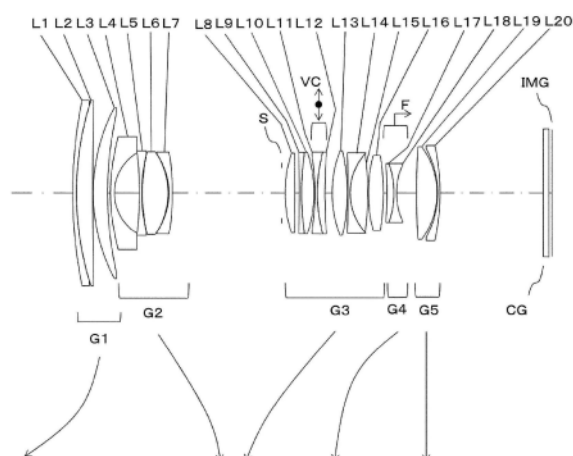
权利要求书3页 说明书32页 附图8页

(54) 发明名称

变焦镜头及摄像装置

(57) 摘要

本发明提供实现了对焦组及防抖组的轻型化且光学性能高的标准变焦镜头、及具备该变焦镜头的摄像装置。本发明的变焦镜头中,以广角端的最大空气间隔为界,将物体侧作为前组、像侧作为后组时,前组整体具有负折射力,后组整体具有正折射力,通过改变透镜组间的空气间隔来从广角端向望远端进行变焦,该变焦镜头包含在后组内配置且从无限远向近距离物体对焦时在光轴方向移动的对焦组F、和比对焦组F更靠近物体侧配置且在与光轴大致垂直的方向可以移动的防抖组VC,并满足指定的条件。本发明的摄像装置具备该变焦镜头。



1. 一种变焦镜头,其特征在于,

以广角端的最大空气间隔为界,将在物体侧配置的透镜组作为前组、在像侧配置的透镜组作为后组时,

所述前组整体具有负折射力,所述后组整体具有正折射力,

改变透镜组间的空气间隔以使至少所述前组与所述后组间的空气间隔减小,从而从广角端向望远端进行变焦,

包含在所述后组内配置且从无限远向近距离物体对焦时在光轴方向移动的对焦组、及比所述对焦组更靠近物体侧配置且在与光轴大致垂直的方向可以移动的防抖组,所述防抖组具备至少一片具有负折射力的透镜 L_{vcn} 、及至少一片具有正折射力的透镜 L_{vcp} ,

在从无限远向近距离物体对焦时所述对焦组移动的方向上,将最邻近该对焦组配置的透镜面设为透镜面 L_{nf} 时,满足以下的条件,

$$1) 4.80 < Cr1f / fw$$

$$2) 0.50 < (-ffw + Dfrw) / FBw < 2.00$$

$$3) 22.00 < 1 / | (1 / vdL_{vcn}) - (1 / vdL_{vcp}) | < 70.0016) 0.140 \leq Drf_{rt} / ft < 1.000$$

其中, $Cr1f$ 为该变焦镜头的最靠近物体侧面的曲率半径, fw 为广角端的该变焦镜头的焦距, ffw 为广角端的所述前组的合成焦距, $Dfrw$ 为广角端的所述前组的最靠近像侧面与所述后组的最靠近物体侧面在光轴上的距离, FBw 为广角端的该变焦镜头的自最靠近像侧面起至成像面为止的空气换算长度, vdL_{vcn} 为所述透镜 L_{vcn} 对于d线的阿贝数, vdL_{vcp} 为所述透镜 L_{vcp} 对于d线的阿贝数, Drf_{rt} 为望远端的所述对焦组与所述透镜面 L_{nf} 在无限远对焦时的在光轴上的距离, ft 为望远端的该变焦镜头的焦距。

2. 一种变焦镜头,其特征在于,

以广角端的最大空气间隔为界,将在物体侧配置的透镜组作为前组、在像侧配置的透镜组作为后组时,

所述前组整体具有负折射力,所述后组整体具有正折射力,

改变透镜组间的空气间隔以使至少所述前组与所述后组间的空气间隔减小,从而从广角端向望远端进行变焦,

包含在所述后组内配置且从无限远向近距离物体对焦时在光轴方向移动的对焦组、及比所述对焦组更靠近物体侧配置且在与光轴大致垂直的方向可以移动的防抖组,

所述后组在比所述对焦组更靠近物体侧具备至少一片具有负折射力的透镜 L_{rn} ,并满足以下的条件,

$$1) 4.80 < Cr1f / fw$$

$$2) 0.50 < (-ffw + Dfrw) / FBw < 2.00$$

$$8) 1.860 < NdL_{rn} < 2.10$$

其中, $Cr1f$ 为该变焦镜头的最靠近物体侧面的曲率半径, fw 为广角端的该变焦镜头的焦距, ffw 为广角端的所述前组的合成焦距, $Dfrw$ 为广角端的所述前组的最靠近像侧面与所述后组的最靠近物体侧面在光轴上的距离, FBw 为广角端的该变焦镜头的自最靠近像侧面起至成像面为止的空气换算长度, NdL_{rn} 为所述透镜 L_{rn} 对于d线的折射率。

3. 如权利要求1所述的变焦镜头,其中,至少任意一片所述透镜 L_{vcn} 和至少任意一片所述透镜 L_{vcp} 被接合。

4. 如权利要求1或2所述的变焦镜头,其中,所述防抖组具有至少一个非球面,该非球面具有折射力比基于其近轴曲率求出的折射力变弱了的非球面形状。

5. 如权利要求1或2所述的变焦镜头,其中,满足以下的条件,

$$4) 0.50 < |(1 - \beta_{vct}) \times \beta_{vctr}| < 6.00$$

其中, β_{vct} 为望远端的所述防抖组在无限远对焦时的横向放大率, β_{vctr} 为望远端的、在比所述防抖组更靠近像侧配置的所有透镜在无限远对焦时的合成横向放大率。

6. 如权利要求1或2所述的变焦镜头,其中,所述防抖组包含在所述后组内。

7. 如权利要求1或2所述的变焦镜头,其中,所述防抖组由一个单透镜组件构成。

8. 如权利要求1或2所述的变焦镜头,其中,满足以下的条件,

$$5) 0.00 < (Crff + Crfr) / (Crff - Crfr) < 5.00$$

其中, $Crff$ 为所述对焦组的最靠近物体侧面的曲率半径, $Crfr$ 为所述对焦组的最靠近像侧面的曲率半径。

9. 如权利要求1或2所述的变焦镜头,其中,满足以下的条件,

$$6) 1.20 < |[1 - (\beta_{ft} \times \beta_{ftr})] \times \beta_{ftr} \times \beta_{ftr}| < 15.00$$

其中, β_{ft} 为望远端的所述对焦组在无限远对焦时的横向放大率, β_{ftr} 为望远端的、在比所述对焦组更靠近像侧配置的所有透镜在无限远对焦时的合成横向放大率。

10. 如权利要求1或2所述的变焦镜头,其中,所述后组在比所述对焦组更靠近像侧具备至少一片透镜。

11. 如权利要求10所述的变焦镜头,其中,所述后组在比所述对焦组更靠近像侧具备至少一个具有负折射力的透镜面 S_r ,并满足以下的条件,

$$7) -0.400 < |f_w \times \tan \omega_w| / (f_{sr} - FB_w) < -0.002$$

其中, ω_w 为广角端的该变焦镜头的最离轴主光线的半视角, f_{sr} 为所述透镜面 S_r 的焦距。

12. 如权利要求1或2所述的变焦镜头,其中,所述后组在比所述对焦组更靠近物体侧具备至少一片具有负折射力的透镜 L_{rn} ,并满足以下的条件,

$$9) -0.015 < \Delta PgF < 0.022$$

其中, ΔPgF 为在以部分色散比为纵轴、对于d线的阿贝数 v_d 为横轴的坐标系中,将通过部分色散比为0.5393、 v_d 为60.49的玻璃材料C7的坐标和部分色散比为0.5829、 v_d 为36.30的玻璃材料F2的坐标的直线设为基准线时的、部分色散比自基准线偏离的偏差。

13. 如权利要求1或2所述的变焦镜头,其中,所述前组具备至少一个具有负折射力的透镜组,将该前组中具有最大的负折射力的透镜组设为负透镜组 n 时,满足以下的条件,

$$10) -2.00 < f_n / f_w < -0.55$$

其中, f_n 为所述负透镜组 n 的焦距, f_w 为广角端的该变焦镜头的焦距。

14. 如权利要求1或2所述的变焦镜头,其中,所述对焦组具有负折射力。

15. 如权利要求1或2所述的变焦镜头,其中,满足以下的条件,

$$11) -0.70 < f_f / f_t < -0.05$$

其中, f_f 为所述对焦组的焦距, f_t 为望远端的该变焦镜头的焦距。

16. 如权利要求1或2所述的变焦镜头,其中,所述对焦组具备至少一片具有负折射力的透镜 L_n ,并满足以下的条件,

12) $45.0 < \text{vdLn} < 98.0$

其中, vdLn 为所述透镜 Ln 对于 d 线的阿贝数。

17. 如权利要求1或2所述的变焦镜头, 其中, 将所述前组中最靠近物体侧配置的透镜组设为第一透镜组时, 从广角端向望远端进行变焦时该第一透镜组在光轴方向移动。

18. 如权利要求17所述的变焦镜头, 其中, 满足以下的条件,

13) $0.01 < |X1|/f_t < 0.65$

其中, $X1$ 为在从广角端向望远端进行变焦的期间, 自所述第一透镜组所能处的最靠近像侧位置起至最靠近物体侧位置为止该第一透镜组进行移动时的移动距离, f_t 为望远端的该变焦镜头的焦距。

19. 如权利要求1或2所述的变焦镜头, 其中, 满足以下的条件,

14) $0.01 < \text{Crrf}/f_t$

其中, Crrf 为所述后组的最靠近物体侧面的曲率半径, f_t 为望远端的该变焦镜头的焦距。

20. 如权利要求1或2所述的变焦镜头, 其中, 满足以下的条件,

15) $0.10 < \text{ffft}/f_t < 1.00$

其中, ffft 为望远端的在比所述对焦组更靠近物体侧配置的所有透镜的合成焦距, f_t 为望远端的该变焦镜头的焦距。

21. 如权利要求1或2所述的变焦镜头, 其中, 广角端的最短拍摄距离短于望远端的最短拍摄距离。

22. 如权利要求1或2所述的变焦镜头, 其中, 满足以下的条件,

17) $-1.50 < f_w/\text{ffw} < -0.50$

其中, f_w 为广角端的该变焦镜头的焦距。

23. 一种摄像装置, 其特征在于, 该摄像装置具备权利要求1~22中任意一项所述的变焦镜头、及位于该变焦镜头的像侧并将该变焦镜头形成的光学图像转换成电信号的摄像元件。

变焦镜头及摄像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及变焦镜头及摄像装置,尤其是,涉及数字静态相机或数字摄影机等采用了固体摄像元件(CCD或CMOS等)的摄像装置适用的变焦镜头及摄像装置。

背景技术

[0002] 目前,数字静态相机、数字摄影机、单反相机、无反相机等采用了固体摄像元件的摄像装置得到了普及。这些摄像装置普遍采用了被称为标准变焦镜头的摄像镜头。标准变焦镜头通常是指在变焦区域包含等效35mm焦距的50mm焦距的变焦镜头。

[0003] 例如,专利文献1公开了由自物体侧起依次排列的具有正折射力的第一透镜组、具有负折射力的第二透镜组、具有正折射力的第三透镜组及具有正折射力的第四透镜组构成的标准变焦镜头。该变焦镜头中,使第二透镜组向物体侧移动来对焦被拍摄体。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2008-3195号公报

发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 但在专利文献1公开的变焦镜头中,将承担主要的变焦作用的第二透镜组设为对焦组。第二透镜组的透镜片数多,与其他透镜组相比重。因此,难以进行迅速的自动对焦。并且,第二透镜组由于重,对焦时用于使第二透镜组移动的驱动机构也变得大型化。因此,导致了如包括镜筒在内的透镜组件整体大型化、重量化的问题。

[0009] 并且,近年来采用了将光学系统包含的至少一片透镜设为防抖组,拍摄时的手抖等导致影像模糊时,使防抖组在与光轴大致垂直的方向移动来使影像位移的技术方案。将这种防抖机构组装到变焦镜头中时,镜筒内需要配置用于在镜筒内使防抖组在与光轴大致垂直的方向移动的驱动机构。因此,出于该变焦透镜组件整体的小型化、轻型化的观点,防抖组的小型化及轻型化、及对焦组与防抖组的位置关系变得格外重要。

[0010] 鉴于这些问题,本发明的目的是提供一种实现了对焦组及防抖组的轻型化且光学性能高的小型的标准变焦镜头,及具备该变焦镜头的摄像装置。

[0011] 解决问题的方法

[0012] 为了解决上述问题,本发明的变焦镜头的特征在于,以广角端的最大空气间隔为界,将在物体侧配置的透镜组作为前组、在像侧配置的透镜组作为后组时,所述前组整体具有负折射力,所述后组整体具有正折射力,改变透镜组间的空气间隔以使至少所述前组与所述后组间的空气间隔减小,从而从广角端向望远端进行变焦,包含在所述后组内配置且从无限远向近距离物体对焦时在光轴方向移动的对焦组、及比所述对焦组更靠近物体侧配置且在与光轴大致垂直的方向可以移动的防抖组,并满足以下的条件。

[0013] 1) $3.80 < Cr1f/fw$

[0014] $2) 0.50 < (-ffw + Dfrw) / FBw < 2.00$

[0015] 其中, $Cr1f$: 该变焦镜头的最靠近物体侧面的曲率半径

[0016] fw : 广角端的该变焦镜头的焦距

[0017] ffw : 广角端的所述前组的合成焦距

[0018] $Dfrw$: 广角端的所述前组的最靠近像侧面与所述后组的最靠近物体侧面在光轴上的距离

[0019] FBw : 广角端的该变焦镜头的自最靠近像侧面起至成像面为止的空气换算长度

[0020] 并且, 为了解决上述课题, 本发明的摄像装置的特征在于, 具备上述本发明的变焦镜头、及位于该变焦镜头的像侧并将该变焦镜头形成的光学图像转换成电信号的摄像元件。

[0021] 发明的效果

[0022] 根据本发明, 可以提供实现了对焦组的轻型化且光学性能高的标准变焦镜头, 及具备该变焦镜头的摄像装置。

附图说明

[0023] 图1是表示本发明的实施例1的变焦镜头在广角端的无限远对焦时的透镜构成例子的剖面图。

[0024] 图2是实施例1的变焦镜头在广角端的无限远对焦时的球面像差图、像散图及歪曲像差图。

[0025] 图3是实施例1的变焦镜头在中间焦距状态的无限远对焦时的球面像差图、像散图及歪曲像差图。

[0026] 图4是实施例1的变焦镜头在望远端的无限远对焦时的球面像差图、像散图及歪曲像差图。

[0027] 图5是表示本发明的实施例2的变焦镜头在广角端的无限远对焦时的透镜构成例子的剖面图。

[0028] 图6是实施例2的变焦镜头在广角端的无限远对焦时的球面像差图、像散图及歪曲像差图。

[0029] 图7是实施例2的变焦镜头在中间焦距状态的无限远对焦时的球面像差图、像散图及歪曲像差图。

[0030] 图8是实施例2的变焦镜头在望远端的无限远对焦时的球面像差图、像散图及歪曲像差图。

[0031] 图9是表示本发明的实施例3的变焦镜头在广角端的无限远对焦时的透镜构成例子的剖面图。

[0032] 图10是实施例3的变焦镜头在广角端的无限远对焦时的球面像差图、像散图及歪曲像差图。

[0033] 图11是实施例3的变焦镜头在中间焦距状态的无限远对焦时的球面像差图、像散图及歪曲像差图。

[0034] 图12是实施例3的变焦镜头在望远端的无限远对焦时的球面像差图、像散图及歪曲像差图。

[0035] 图13是表示本发明的实施例4的变焦镜头在广角端的无限远对焦时的透镜构成例子的剖面图。

[0036] 图14是实施例4的变焦镜头在广角端的无限远对焦时的球面像差图、像散图及歪曲像差图。

[0037] 图15是实施例4的变焦镜头在中间焦距状态的无限远对焦时的球面像差图、像散图及歪曲像差图。

[0038] 图16是实施例4的变焦镜头在望远端的无限远对焦时的球面像差图、像散图及歪曲像差图。

[0039] 符号的说明

[0040] 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、F对焦组、S孔径光圈、CG护罩玻璃、IMG成像面

具体实施方式

[0041] 以下,说明本发明的变焦镜头及摄像装置的实施方式。其中,以下说明的变焦镜头及摄像装置是本发明的变焦镜头及摄像装置的一种实施方式,本发明的变焦镜头及摄像装置并不局限于以下的实施方式。

[0042] 1、变焦镜头

[0043] 1-1、变焦镜头的光学构成

[0044] 首先,说明本实施方式的变焦镜头的光学构成。本实施方式的变焦镜头中,以广角端的最大空气间隔为界,将在物体侧配置的透镜组作为前组、在像侧配置的透镜组作为后组时,前组整体具有负折射力,后组整体具有正折射力。从广角端向望远端变焦时,改变透镜组间的空气间隔以使至少前组与后组间的空气间隔减小。并且,该变焦镜头包含从无限远向近距离物体对焦时在光轴方向移动的对焦组、和比对焦组更靠近物体侧配置并在与光轴大致垂直的方向可以移动的防抖组,对焦组配置在后组内。

[0045] 该变焦镜头采用了以广角端的最大空气间隔为界,使前组具有发散作用、后组具有聚集作用的逆焦式的屈光度配置。因此,在抑制该变焦镜头的大型化的同时,易于扩大广角端的视角。即,该变焦镜头采用了适于标准变焦镜头的屈光度配置,因而在广角端实现了大视角化,并确保了适于单反相机等交换镜头系统的后焦,同时整体构成实现了小型化。其中,该变焦镜头在变焦区域包含等效35mm焦距的50mm焦距,且广角端的该变焦镜头的半视角(ω)大于 24° 。

[0046] 该变焦镜头中,在前组配置负折射力,在后组配置正折射力,从广角端向望远端变焦时,使前组与后组间的空气间隔减小。伴随着变焦,对于前组的光线入射角虽然发生变动,但对于后组的光线入射角的变动小。因此,通过将对焦组配置在后组,可以抑制对焦时的视角变动。因此,进行颤动时视角变动也变小,可以得到也适于视频拍摄的变焦镜头。

[0047] 进而,该变焦镜头中,对于后组的入射光束的直径小于对于前组的入射光束的直径。因此,与在前组配置对焦组的情形相比,通过将对焦组配置在后组,可以实现对焦组的小型化及轻型化。

[0048] 进而,该变焦镜头在比对焦组更靠近物体侧具备在与光轴大致垂直的方向可以移动的防抖组。所谓手抖等导致拍摄时振动传递到摄像装置、进而导致影像模糊时,通过使防

抖组在与光轴大致垂直的方向移动,可以使影像位移。即,可以进行影像模糊校正。该变焦镜头中,对焦组配置在该变焦镜头的像侧。因此,在比对焦组更靠近物体侧配置防抖组时,除了易于将用于使对焦组在光轴方向移动的驱动机构(包括机械部件、电机、电装部件等。以下,称之为“对焦驱动机构”)、及用于使防抖组在与光轴大致垂直的方向移动的驱动机构(包括机械部件、磁体、线圈、电装部件等。以下,称之为“防抖驱动机构”)紧凑地配置在镜筒内以外,各种布线也变得容易,可以实现包括该变焦镜头的镜筒在内的变焦镜头组件整体的小型化。相对于此,在比对焦组更靠近像侧配置防抖组时,在将上述对焦驱动机构和防抖驱动机构紧凑地配置在镜筒内的情形,除了防抖组的配置受到限制、难以实现所要求的光学性能以外,该变焦透镜组件的小型化也变得困难。其中,对于对焦驱动机构、防抖驱动机构的构成没有特别的限定。以下,进一步详细说明该变焦镜头的光学构成。

[0049] 1) 广角端的最大空气间隔

[0050] 首先,说明前组与后组间的空气间隔。该变焦镜头由多个透镜组构成。从广角端向望远端变焦时,各透镜组间的空气间隔发生变化。基于该变焦镜头的变焦位置,各透镜组间的空气间隔的大小发生变化。因此,本发明中,将构成该变焦镜头的各透镜组间的空气间隔中、该变焦镜头的广角端的最大空气间隔称为上述“广角端的最大空气间隔”。

[0051] 此外,将基于该变焦镜头的变焦位置变化的透镜组间的空气间隔称为可变间隔。此时,“广角端的最大空气间隔”是指在该变焦镜头中最靠近物体侧配置的透镜组与最靠近像侧配置的透镜组间的可变间隔中、广角端的最大的可变间隔,且不包含该变焦镜头中最靠近像侧配置的透镜组与成像面间的空气间隔(后焦)。再者,以“广角端的最大空气间隔”为界,将在物体侧配置的一个或多个透镜组称为前组、在像侧配置的一个或多个透镜组称为后组。

[0052] 2) 前组

[0053] 前组是在比上述“广角端的最大空气间隔”更靠近物体侧配置的一个或多个透镜组的总称。前组整体具有负折射力,因而前组具备至少一个具有负折射力的透镜组。

[0054] 将前组包含的具有负折射力的透镜组中、具有最大的负折射力的透镜组称为负透镜组n。该前组具有该负透镜组n、且整体具有负折射力即可,对于其他的透镜组构成没有特别的限定。例如,前组可以具备两个以上具有负折射力的透镜组,也可以具备一个以上具有正折射力的透镜组。

[0055] 但出于该变焦镜头的大口径化的观点,前组优选在最靠近物体侧具备具有正折射力的透镜组。再者,出于该变焦镜头的高倍率化的观点,前组中,在该具有正折射力的透镜组的像侧配置具有负折射力的透镜组。

[0056] 3) 后组

[0057] 后组是在比上述“广角端的最大空气间隔”更靠近像侧配置的一个或多个透镜组的总称。后组整体具有正折射力,因而后组至少具备一个具有正折射力的透镜组。后组包含上述对焦组、且整体具有正折射力即可,对于其他的透镜组构成没有特别的限定。例如,可以具备两个以上具有正折射力的透镜组,也可以具备一个以上具有负折射力的透镜组。并且,为了实现该变焦镜头的小型化在后组的最靠近物体侧配置具有正折射力的透镜组时,从高倍率化或大口径化来说是优选的,但对于这一点也没有特别的限定。

[0058] 后组优选在对焦组的像侧具有至少一片透镜。通过在对焦组的像侧配置至少一片

透镜,易于在对焦组的像侧校正对焦时的对焦组移动造成的像差变动。此时,该透镜的折射力可以为正,但优选该透镜具备至少一个具有负折射力的透镜面 S_r 。通过将具备至少一个该透镜面 S_r 的透镜配置在对焦组的像侧,易于减小像面弯曲。

[0059] 并且,后组优选在对焦组的物体侧具备至少一片具有负折射力的透镜 L_{rn} 。通过在对焦组更靠近物体侧配置具有负折射力的透镜 L_{rn} ,可以减小像面弯曲,易于降低色像差。同时,可以用该透镜 L_{rn} 进一步降低在对焦组生成的像差。因此,对焦时需要校正的像差生成量小,易于得到在整个对焦区域光学性能高的变焦镜头。

[0060] 4) 对焦组

[0061] 对焦组是构成后组的透镜组中的任意一个透镜组、或是其中的一部分。对于对焦组的构成没有特别的限定,但出于后述的理由,对焦组优选由一个单透镜组件构成。这里,单透镜组件是指一片单透镜、或将多片单透镜不经由空气间隔一体化了的接合透镜等透镜组件。即,单透镜组件即便在具有多个光学面的情形也只有在其最靠近物体侧面及最靠近像侧面接触空气,其他的面不与空气接触。并且,本发明中,单透镜可以是球面透镜及非球面透镜中的任意一种。并且,非球面透镜还包括表面贴附有非球面膜的、所谓的复合非球面透镜。

[0062] 对焦组由上述一个单透镜组件构成时,对焦组中不包含空气间隔。因此,与对焦组为多个单透镜经由空气间隔配置的构成相比,该变焦镜头能够实现对焦组的小型化及轻型化。其结果,可以实现构成对焦驱动机构的各种机械部件或电机、电装部件等的小型化,可以实现对焦驱动机构的轻型化。

[0063] 并且,与对焦组为将多片单透镜经由空气间隔配置的构成相比,对焦组由上述一个单透镜组件构成时,可以减小偏心误差或单透镜间的空气间隔的误差等各种制造误差。因此,可以减小制造误差造成的光学性能的降低,可以减小产品性能的波动。因此,能够以良好的成品率制造光学性能高的变焦镜头。

[0064] 进而,该对焦组优选具有负折射力。即,优选上述单透镜组件的合成折射力为负。对焦组具有负折射力时,可以利用该对焦组来抵消具有负折射力的前组生成的像面弯曲或歪曲像差。由此,可以得到光学性能更高的变焦镜头。

[0065] 这里,对焦组由一个单透镜组件构成即可,可以由一片单透镜构成,也可以由多片单透镜接合后组件化了的一个接合透镜构成,任意一种情形下都可以得到上述的一系列效果。与对焦组由接合透镜构成的情形相比,只由一片单透镜构成时可以实现对焦组的轻型化及小型化。

[0066] 另一方面,对焦组由接合透镜构成时,与对焦组只由一片单透镜构成的情形相比,可以实现光学性能的高性能化。例如,对焦组由包含具有正折射力的透镜(透镜 L_p)和具有负折射力的透镜(透镜 L_n)的接合透镜构成时,可以抑制向近距离被拍摄体对焦时的色像差的生成,可以得到光学性能更高的变焦镜头。

[0067] 此外,对焦组由上述接合透镜构成时,对于透镜 L_p 、透镜 L_n 的配置顺序没有特别的限定,但该接合透镜优选自物体侧起依次接合了上述透镜 L_p 、上述透镜 L_n 。如上所述,对焦组配置在后组。此时与轴向光线相比,离轴光线在构成对焦组的单透镜组件的偏周边部通过。这是由于,为了更好地校正倍率色像差,优选在像侧配置具有负折射力的透镜的缘故。

[0068] 5) 孔径光圈

[0069] 该变焦镜头中,对于孔径光圈的配置没有特别的限定。其中,这里提到的孔径光圈是指规定该变焦镜头的光束直径的孔径光圈,即规定该变焦镜头的Fno的孔径光圈。

[0070] 但出于在整个对焦区域得到良好的光学性能的观点,优选将孔径光圈配置在后组的物体侧或后组内。如上所述,进入后组的入射光束的直径变动小。因此,通过将孔径光圈配置在后组的物体侧或后组内,可以抑制对焦时的像差变动。

[0071] 6) 防抖组

[0072] 防抖组比对焦组更靠近物体侧配置。因此,如上所述,除了易于在镜筒内紧凑地配置各驱动机构以外,各种布线也变得容易,可以实现变焦透镜组件的小型化。

[0073] 该变焦镜头中,防抖组可以比对焦组更靠近物体侧配置。因此,防抖组可以配置在前组,也可以配置在后组。但如上所述,该变焦镜头中,进入后组的入射光束的直径小于进入前组的入射光束的直径。因此,将防抖组配置在后组时,与将防抖组配置在前组的情形相比,可以实现防抖组的小型化及轻型化。

[0074] 并且,防抖组更优选比孔径光圈更靠近像侧配置。在孔径光圈与对焦组之间,变焦时的光线高度的变动小,变焦时的像差变动也小。因此,在孔径光圈与对焦组之间配置防抖组时,也可以减小影像模糊校正时(防抖时)的像差变动。因此,可以实现防抖时在整个对焦区域像差变动小的高性能的变焦镜头。

[0075] 构成防抖组的透镜的片数可以是一片,也可以是多片。出于抑制防抖时的像差变动的观点,构成防抖组的透镜优选为多片。尤其是,出于抑制防抖时的色像差的生成、得到光学性能更高的变焦镜头的观点,防抖组优选由至少一片具有负折射力的透镜Lvcn和至少一片具有正折射力的透镜Lvcp构成。

[0076] 并且,该防抖组优选由一片具有负折射力的透镜Lvcn和一片具有正折射力的透镜Lvcp构成。防抖组由正和负的两片透镜构成时,可以抑制防抖时的色像差的生成,并实现该防抖组的小型化及轻型化。其结果,可以实现防抖驱动机构的小型化及轻型化,并可以实现该变焦透镜组件整体的小型化及轻型化。

[0077] 这里,防抖组优选由接合了上述透镜Lvcn和上述透镜Lvcp的接合透镜构成。此时,防抖组中没有空气间隔。因此,与将上述透镜Lvcn和上述透镜Lvcp经由空气间隔配置的构成相比,该变焦镜头可以实现防抖组的小型化及轻型化。

[0078] 并且,与防抖组为上述透镜Lvcn和上述透镜Lvcp经由空气间隔配置的构成相比,防抖组由接合了上述透镜Lvcn及上述透镜Lvcp的一个单透镜组件构成时,可以减小偏心误差或透镜间的空气间隔的误差等各种制造误差。因此,可以减少制造误差造成的光学性能的降低,可以减小产品性能的波动。因此,能够以良好的成品率制造光学性能高的变焦镜头。

[0079] 进而,该防抖组优选具有至少一个非球面。防抖组具有至少一个非球面时,可以抑制防抖时的彗形像差生成量。因此,由于用少的透镜片数即可以构成像差生成量少的防抖组,可以实现防抖组的小型化及轻型化。可以实现光学性能高的变焦镜头,可以实现防抖组的小型化及轻型化,可以实现防抖驱动机构的小型化及轻型化。

[0080] 并且,上述非球面优选具有折射力比基于其近轴曲率求出的折射力变弱了的非球面形状。在防抖组配置这种形状的非球面时,易于校正防抖时的彗形像差或面散焦,可以得到光学性能更高的变焦镜头。此外,防抖时的面散焦是指在防抖时防抖组偏心了的情形,相

对于理想像面,实际的像面如以向防抖组偏心了的方向倾斜的状态呈现的像差。

[0081] 7) 透镜组构成

[0082] 对于构成该变焦镜头的透镜组的数量没有特别的限定,例如,可以采用由具有正折射力的第一透镜组、具有负折射力的第二透镜组、具有正折射力的第三透镜组、具有负折射力的第四透镜组及具有正折射力的第五透镜组构成,第三透镜组以后为后组的五组结构的变焦镜头,或由具有负折射力的第一透镜组、具有正折射力的第二透镜组、具有负折射力的第三透镜组及具有正折射力的第四透镜组构成,第二透镜组以后为后组的四组结构的变焦镜头,或由具有正折射力的第一透镜组、具有负折射力的第二透镜组、具有正折射力的第三透镜组、具有正折射力的第四透镜组、具有负折射力的第五透镜组及具有正折射力的第六透镜组构成,第三透镜组以后为后组的六组结构的变焦镜头等各种透镜组构成。只要是以广角端的最大空气间隔为界,具备在物体侧具有负折射力的前组、在像侧具有正折射力的后组的构成,对于该变焦镜头的具体透镜组构成就没有特别的限定。

[0083] 1-2、动作

[0084] 1) 变焦时的动作

[0085] 该变焦镜头中,从广角端向望远端变焦时,改变透镜组间的空气间隔以使至少前组与后组间的空气间隔减小。

[0086] 这里,前组和/或后组具备多个透镜组时,变焦时各透镜组间的空气间隔也发生变化。从广角端向望远端变焦时,至少前组与后组间的空气间隔减小即可,对于其他透镜组间的空气间隔的增减没有特别的限定。并且,变焦时可以使构成该变焦镜头的所有透镜组在光轴方向移动,也可以将一部分透镜组固定在光轴方向上,使剩余的透镜组在光轴方向移动,对于各透镜组移动的有无及移动的方向没有特别的限定。

[0087] 这里,从广角端向望远端变焦时,使该变焦镜头中最靠近物体侧配置的第一透镜组向物体侧移动的话,可以缩短广角端的该变焦镜头的光学总长度。此时,将镜筒设置为所收容的内筒部分相对于外筒部分可伸缩的套盒状结构,从广角端向望远端变焦时,例如,使内筒部分伸出并使第一透镜组向物体侧移动,从望远端向广角端变焦时,将内筒部分收容在外筒部分中,即可以缩短广角端状态的镜筒长度,可以实现该变焦透镜组件的小型化。

[0088] 2) 对焦时的动作

[0089] 该变焦镜头中,从无限远向近距离物体对焦时,配置在后组中的上述对焦组在光轴方向移动。对于对焦时的对焦组的移动方向没有特别的限定,例如,从无限远向近距离物体对焦时优选向像侧移动。

[0090] 这里,在物体侧配置的前组配置负折射力,在像侧配置的后组配置正折射力,将上述对焦组配置在后组时,拍摄近距离被拍摄体时的轴向色像差的生成量或球面像差的生成量在广角端比望远端小。因此,与调整望远端的最短拍摄距离相比,缩短广角端的最短拍摄距离时,广角端的上述像差的各生成量也小。因此,相对于望远端的最短拍摄距离,通过缩短广角端的最短拍摄距离,可以适当选择拍摄视角并使其与被拍摄体的距离或被拍摄体的大小匹配,并可以利用该变焦镜头来扩大所能拍摄的拍摄场景。其中,最短拍摄距离(最短摄影距离)是指从成像面起至被拍摄体为止的最短距离。

[0091] 此外,对焦时,除了由上述接合透镜构成的对焦组以外,也可以使其他透镜组或透镜组的一部分移动。即,可以利用浮动方式进行对焦。就采用逆焦式的屈光度配置的摄像镜

头而言,采用浮动方式时,对焦时的像差校正变得容易,因而出于得到光学性能高的变焦镜头的观点,优选利用浮动方式进行对焦。

[0092] 但就浮动方式而言,对焦时需要使多个透镜组移动,因而对焦驱动机构的构成变得复杂化。因此,出于该变焦镜头的小型化及轻型化的观点,不采用浮动方式,而是优选在对焦时仅使由上述接合透镜构成的上述对焦组移动。即,在上述对焦组以外,该变焦镜头优选不包含对焦时在光轴上移动的透镜组。

[0093] 此外,本发明中,利用浮动方式进行对焦时,上述对焦组也可以满足本说明书中记载的构成或条件。即,对于对焦时与上述对焦组一同移动的其他透镜组或透镜组的一部分没有特别的限定。

[0094] 1-2、条件式

[0095] 该变焦镜头中,优选采用上述构成,并满足至少一个以下说明的条件式。

[0096] 1-2-1、条件式1

[0097] 1) $3.80 < Cr1f/fw$

[0098] 其中,Cr1f:该变焦镜头的最靠近物体侧面的曲率半径

[0099] fw:广角端的该变焦镜头的焦距

[0100] 条件式1是用于规定该变焦镜头的最靠近物体侧面的曲率半径与广角端的该变焦镜头的焦距之比的式子。条件式1的数值为正时,意味着该变焦镜头的最靠近物体侧面为平面向物体侧呈凸的形状。满足条件式1时,相对于广角端的该变焦镜头的焦距,该变焦镜头的最靠近物体侧面的曲率半径处于适宜的范围内,可以均衡地校正歪曲像差和像面弯曲。

[0101] 相对于此,条件式1的数值为下限值以下时,相对于广角端的该变焦镜头的焦距,该变焦镜头的最靠近物体侧面的曲率半径变得过小,歪曲像差为过度校正的同时,像面弯曲的校正变得困难,因而不优选。

[0102] 出于得到这些效果的观点,条件式1的下限值更优选为4.00,进一步优选为4.20,更进一步优选为4.50,更进一步优选为4.80,更进一步优选为5.10,最优选为6.50。并且,对于条件式1的上限值没有特别的限定,但设定上限值时优选为100.00,更优选为50.00,进一步优选为40.00。

[0103] 1-2-2、条件式2

[0104] 2) $0.50 < (-ffw + Dfrw) / FBw < 2.00$

[0105] 其中,ffw:广角端的前组的合成焦距

[0106] Dfrw:广角端的前组的最靠近像侧面与后组的最靠近物体侧面在光轴上的距离

[0107] FBw:广角端的该变焦镜头的自最靠近像侧面起至成像面为止的空气换算长度

[0108] 条件式2是用于规定广角端的入射到后组的光束聚光点距离与后组射出的光束聚光点距离之比的式子。条件式2中,分子为自入射到后组的光束聚光点起至后组的最靠近物体侧面为止在光轴上的距离。分母为所谓的后焦,表示后组射出的光束聚光点与后组的最靠近像侧面在光轴上的距离。满足条件式2时,在确保适于交换镜头系统的适宜后焦的同时,可以实现该变焦镜头的小型化。此时,前组的最靠近物体侧面是指前组中最靠近物体侧配置的透镜面,后组的最靠近像侧面是指后组中最靠近像侧配置的透镜面。

[0109] 相对于此,条件式2的数值为上限值以上时,广角端的后焦变短。因此,难以确保适

于交换镜头系统的后焦。并且,条件式2的数值为上限值以上时,意味着入射到后组的光束聚光点远。即,入射到后组的光束聚光点位于物体侧、广角端的光学总长度变长,因而难以实现该变焦镜头的小型化。由此,条件式2的数值优选为低于上限值。

[0110] 另一方面,条件式2的数值为下限值以下时,广角端的后焦变长,易于确保适于交换镜头系统的后焦。但后焦变得过长时,广角端的光学总长度变长。因此,此时也难以实现该变焦镜头的小型化。由此,条件式2的数值优选大于下限值。

[0111] 出于得到这些效果的观点,条件式2的下限值优选为0.60,更优选为0.70,进一步优选为0.80,更进一步优选为0.90,更进一步优选为1.05,更进一步优选为1.15。并且,条件式2的上限值优选为1.95,更优选为1.92。

[0112] 1-2-3、条件式3

[0113] 该变焦镜头中,如上所述,防抖组优选具备至少一片具有负折射力的透镜Lvcn和至少一片具有正折射力的透镜Lvcp。此时,更优选满足以下的条件。

[0114] $3) 22.00 < 1 / \left| (1 / v d L v c n) - (1 / v d L v c p) \right| < 70.00$

[0115] 其中,vdLvcn:透镜Lvcn对于d线的阿贝数

[0116] vdLvcp:透镜Lvcp对于d线的阿贝数

[0117] 条件式3是用于规定防抖组具有上述透镜Lvcn和上述透镜Lvcp时的上述透镜Lvcn与上述透镜Lvcp的阿贝数差的式子。满足条件式3时,色像差的校正与玻璃材料成本的平衡变好,在实现防抖时色像差生成量少的光学性能高的变焦镜头的同时,可以抑制成本变得过高。

[0118] 相对于此,条件式3的数值为上限值以上时,色像差校正不足,防抖时的倍率色像差的校正变得困难,因而不优选。另一方面,条件式3的数值为下限值以下时,色像差校正过度,此时防抖时的倍率色像差的校正也变得困难,因而不优选。进而,条件式3的数值为下限值以下的玻璃材料为高折射率材料,价格昂贵。因此,出于成本的观点,也不优选条件式3的数值为下限值以下。

[0119] 出于得到这些效果的观点,条件式3的下限值更优选为22.50,进一步优选为23.00,更进一步优选为23.50,更进一步优选为24.00,更进一步优选为24.20。并且,条件式3的上限值更优选为60.00,进一步优选为55.00,更进一步优选为50.00,更进一步优选为47.00。

[0120] 这里,防抖组包含至少各一片上述透镜Lvcn和上述透镜Lvcp时,可以得到上述效果。此时,防抖组中可以包含不满足条件式3的透镜,但出于色像差和成本的观点,优选防抖组包含的透镜都满足条件式3。出于色像差和成本的观点,防抖组更优选由一片透镜Lvcn和一片透镜Lvcp两片透镜构成。

[0121] 1-2-4、条件式4

[0122] $4) 0.50 < \left| (1 - \beta v c t) \times \beta v c t r \right| < 6.00$

[0123] 其中, $\beta v c t$:望远端的防抖组在无限远对焦时的横向放大率

[0124] $\beta v c t r$:望远端的、比防抖组更靠近像侧配置的所有透镜在无限远对焦时的合成横向放大率

[0125] 条件式4是用于规定防抖组的模糊校正系数的式子。这里,模糊校正系数表示防抖组移动单位距离时的成像面的移动距离。满足条件式4时,防抖时的防抖组的移动距离处于

适宜范围内,在高精度地实现迅速的影像模糊校正的同时,易于实现该变焦镜头的小型化。

[0126] 相对于此,条件式4的数值为下限值以下时,防抖组的模糊校正系数变得过小。因此,防抖时的防抖组的移动距离变大,需要加大镜筒的外径来确保防抖组可移动的空间。并且,防抖组的移动距离变大后也导致防抖驱动机构的大型化。由此,该变焦镜头的小型化变得困难,因而不优选。并且,条件式4的数值为上限值以上时,防抖组的模糊校正系数变得过大。因此,影像模糊校正时的防抖组的移动距离变得过小,从而需要高精度的位置控制,因而不优选。

[0127] 出于得到这些效果的观点,条件式4的下限值更优选为0.60,进一步优选为0.70,更进一步优选为0.85,更进一步优选为1.00,更进一步优选为1.10。并且,条件式4的上限值更优选为5.00,进一步优选为4.10,更进一步优选为3.00,更进一步优选为2.30,更进一步优选为2.20。

[0128] 1-2-5、条件式5

[0129] $5) 0.00 < (Crff + Crfr) / (Crff - Crfr) < 5.00$

[0130] 其中,Crff:对焦组的最靠近物体侧面的曲率半径

[0131] Crfr:对焦组的最靠近像侧面的曲率半径

[0132] 上述条件式5是用于规定对焦组的最靠近物体侧面和最靠近像侧面的形状的式子。对焦组的最靠近物体侧面是指构成对焦组的透镜中最靠近物体侧配置的透镜的物体侧面。同样,对焦组的最靠近像侧面是指构成对焦组的透镜中最靠近像侧配置的透镜的像侧面。对焦组的最靠近物体侧面和最靠近像侧面的形状为上述条件式5规定的形状时,可以良好地进行球面像差的校正,可以减小对焦近距离被拍摄体时的像差变动,可以得到在整个对焦区域光学性能高的变焦镜头。

[0133] 出于得到这些效果的观点,条件式5的下限值更优选为0.05,进一步优选为0.08,更进一步优选为0.10,更进一步优选为0.15。并且,条件式5的上限值更优选为4.50,进一步优选为4.00,更进一步优选为3.00。

[0134] 1-2-6、条件式6

[0135] $6) 1.20 < | [1 - (\beta_{ft} \times \beta_{ft})] \times \beta_{ftr} \times \beta_{ftr} | < 15.00$

[0136] 其中, β_{ft} :望远端的对焦组在无限远对焦时的横向放大率

[0137] β_{ftr} :望远端的、比对焦组更靠近像侧配置的所有透镜在无限远对焦时的合成横向放大率

[0138] 条件式6是用于规定对焦组的对焦灵敏度的式子。这里,对焦灵敏度表示对焦组移动单位距离时的成像面的移动距离。满足条件式6时,从无限远物体向近距离物体对焦时的对焦组的移动距离处于适宜范围内,在实现迅速的自动对焦的同时,易于实现该变焦镜头的小型化。

[0139] 相对于此,条件式6的数值为下限值以下时,对焦组的对焦灵敏度变得过小。因此,从无限远物体向近距离物体对焦时的对焦组的移动距离变大,光学总长度变长,从而该变焦镜头的小型化变得困难,因而不优选。并且,条件式6的数值为上限值以上时,对焦组的对焦灵敏度变得过大。因此,用于校正对焦位置的位置偏移的对焦组的移动距离变得过小,需要高精度的位置控制,因而不优选。

[0140] 出于得到这些效果的观点,条件式6的下限值更优选为1.50,进一步优选为2.00,

更进一步优选为2.50,更进一步优选为3.00,更进一步优选为3.60。并且,条件式6的上限值更优选为14.00,进一步优选为13.00,更进一步优选为12.00。

[0141] 6-1) $|\beta_{ft}| > 1$

[0142] 这里,条件式6中的“ β_{ft} ”的绝对值优选大于1。如上所述,“ β_{ft} ”是指望远端的对焦组在无限远对焦时的横向放大率。对焦组配置在后组。后组包含的透镜组(对焦组)具有大于1的横向放大率时,可以使该变焦镜头的光学总长度方向及径向方向小型化。

[0143] 1-2-7、条件式7

[0144] 该变焦镜头中,如上所述,优选在比对焦组更靠近像侧具备至少一个具有负折射力的透镜面 S_r 。此时,更优选满足以下的条件式。

[0145] 7) $-0.400 < |f_w \times \tan \omega_w| / (f_{sr} - FB_w) < -0.002$

[0146] 其中, ω_w :广角端的该变焦镜头的最离轴主光线的半视角

[0147] f_{sr} :透镜面 S_r 的焦距

[0148] 条件式7是虚拟表示透镜面 S_r 的聚光点与成像面的最离轴主光线像高之比的式子。这里,主光线是指通过光圈中心的光线。在对焦组的像侧配置满足条件式7的透镜面 S_r 时,可以利用该透镜面 S_r 良好地校正像面弯曲。因此,易于实现该变焦镜头的进一步的高性能化。

[0149] 相对于此,条件式7的数值为上限值以上时,透镜面 S_r 的负折射力变得过小。此时,像面弯曲过于偏向校正不足一侧,难以实现该变焦镜头的高性能化,因而不优选。另一方面,条件式7的数值为下限值以下时,透镜面 S_r 的负折射力变得过大。此时,变为佩兹伐和的校正不足,该变焦镜头的高性能化变得困难,因而不优选。并且,可以具有两个以上透镜面 S_r ,此时任意一个面满足条件式7即可,更优选所有透镜面 S_r 均满足条件式7,从而易于实现高性能化。

[0150] 出于得到这些效果的观点,条件式7的上限值更优选为-0.004,进一步优选为-0.006,更进一步优选为-0.008,更进一步优选为-0.010,更进一步优选为-0.012。并且,条件式7的下限值更优选为-0.350,进一步优选为-0.300,更进一步优选为-0.250,更进一步优选为-0.230,更进一步优选为-0.220。

[0151] 1-2-8、条件式8

[0152] 该变焦镜头中,如上所述,后组优选在比对焦组更靠近物体侧具备至少一片具有负折射力的透镜 L_{rn} 。此时,优选满足以下的条件。

[0153] 8) $1.84 < Nd_{Lrn} < 2.10$

[0154] 其中, Nd_{Lrn} :透镜 L_{rn} 对于d线的折射率

[0155] 条件式8是规定透镜 L_{rn} 对于d线的折射率的式子。这里,后组整体具有正折射力。因此,为了良好地校正佩兹伐和,后组中需要配置由折射率高的玻璃材料构成的具有负折射力的透镜。就满足条件式8的玻璃而言,考虑到佩兹伐和的校正和玻璃材料成本,其平衡性好。因此,后组在对焦组的物体侧具备满足条件式8的透镜 L_{rn} 时,在得到光学性能高的变焦镜头的同时,可以抑制成本变得过高的问题。

[0156] 相对于此,条件式8的数值为下限值以下时,上述透镜 L_{rn} 对于d线的折射率小,无法充分地进行佩兹伐和的校正,因而不优选。另一方面,条件式8的数值为上限值以上时,上述透镜 L_{rn} 对于d线的折射率变大,出于校正佩兹伐和的观点不优选。但与对于d线的折射率

小的玻璃材料相比,对于d线的折射率大的玻璃材料通常价格昂贵。采用对于d线的折射率为上限值以上的玻璃材料时,可以得到与佩兹伐和的校正相关的效果,但考虑到性价比时其效果小。因此,出于成本的观点,不优选条件式8的数值为上限值以上。

[0157] 出于得到这些效果的观点,条件式8的下限值更优选为1.860,进一步优选为1.870,更进一步优选为1.880。并且,条件式8的上限值更优选为2.070,进一步优选为2.010,更进一步优选为1.960。

[0158] 1-2-9、条件式9

[0159] 该变焦镜头中,如上所述,后组优选在比对焦组更靠近物体侧具备至少一片具有负折射力的透镜Lrn。此时,优选满足以下的条件。

[0160] 9) $-0.015 < \Delta \text{PgF} < 0.022$

[0161] 其中, ΔPgF :在部分色散比为纵轴、对于d线的阿贝数 v_d 为横轴的坐标系中,将通过部分色散比为0.5393、 v_d 为60.49的玻璃材料C7的坐标和部分色散比为0.5829、 v_d 为36.30的玻璃材料F2的坐标的直线设为基准线时的、部分色散比自基准线偏离的偏差

[0162] 这里,将对于g线(435.8nm)、F线(486.1nm)、d线(587.6nm)、C线(656.3nm)的玻璃的折射率分别设为 N_g 、 N_F 、 N_d 、 N_C 时,阿贝数(v_d)、部分色散比(PgF)表示如下。

[0163] $v_d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$

[0164] $\text{PgF} = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$

[0165] 条件式9是用于规定透镜Lrn的反常色散性的式子。这里,后组整体具有正折射力。为了在具有正折射力的透镜组进行色像差的校正,通常组合高色散玻璃材料制的负透镜和低色散玻璃材料制的正透镜。但高色散玻璃材料对于波长的色散特性呈二次曲线性,低色散玻璃材料对于波长的色散特性呈线性。因此,组合高色散玻璃材料制的负透镜和低色散玻璃材料制的正透镜时,在某个波长即便可以将色像差调整为0,在其他波长也会残留有色像差,无法在整个使用波长区域校正色像差。

[0166] 所以,通过组合满足上述条件式9的由反常色散性低的玻璃材料构成且具有负折射力的透镜Lrn、和如以下说明的由反常色散性高的玻璃材料构成的正透镜,可以在整个使用波长区域校正色像差。因此,通过将满足条件式9的具有负折射力的透镜Lrn配置在对焦组的物体侧,可以实现在整个使用波长区域色像差良好的光学性能高的变焦镜头。此外,出于良好地校正色像差的观点,该透镜Lrn更优选满足上述条件式8和条件式9。

[0167] 出于得到这些效果的观点,条件式9的下限值更优选为-0.012,进一步优选为-0.010。并且,条件式9的上限值更优选为0.014,进一步优选为0.013,更进一步优选为0.012。

[0168] 这里,该变焦镜头中,优选后组在对焦组的物体侧具备满足上述条件式9的透镜Lrn,同时具备满足以下的条件式9-1的具有正折射力的透镜Lrp。

[0169] 9-1) $0.009 < \Delta \text{PgFp} < 0.060$

[0170] 其中, ΔPgFp :在部分色散比为纵轴、对于d线的阿贝数 v_d 为横轴的坐标系中,将通过部分色散比为0.5393、 v_d 为60.49的玻璃材料C7的坐标和部分色散比为0.5829、 v_d 为36.30的玻璃材料F2的坐标的直线设为基准线时的、部分色散比自基准线偏离的偏差

[0171] 满足条件式9-1的玻璃材料的反常色散性高,对于波长的色散特性呈二次曲线性。因此,通过在后组配置满足上述条件式9的透镜Lrn,并配置满足条件式9-1的具有正折射力

的透镜Lrp,可以实现在整个使用波长区域色像差良好的变焦镜头。

[0172] 1-2-10、条件式10

[0173] 该变焦镜头中,前组具备至少一个具有负折射力的透镜组,将该前组中具有最大的负折射力的透镜组设为负透镜组n时,优选满足以下的条件。

[0174] 10) $-2.00 < f_n / f_w < -0.55$

[0175] 其中, f_n :负透镜组n的焦距

[0176] f_w :广角端的该变焦镜头的焦距

[0177] 条件式10是规定前组包含的负透镜组n的焦距与广角端的该变焦镜头的焦距之比的式子。满足条件式10时,可以抑制该变焦镜头的大型化,易于在广角端扩大视角。并且,用少的透镜片数即可以进行像面弯曲、彗形像差、歪曲像差等的校正,可以得到光学性能高的小型变焦镜头。

[0178] 相对于此,条件式10的数值为下限值以下时,相对于该变焦镜头在广角端的焦距,前组包含的折射力最大的负透镜组n的折射力变小,因而由在前组中配置的该负透镜组n带来的扩大视角的效果变小。此时,为了在广角端实现广角化,需要增大所谓的前透镜的外径,该变焦镜头的小型化变得困难。另一方面,条件式10的数值为上限值以上时,相对于该变焦镜头在广角端的焦距,前组包含的折射力最大的负透镜组n的折射力变大。因此,像面弯曲、彗形像差、歪曲像差等各像差的校正变得困难。其结果,为了得到光学性能高的变焦镜头,需要增加用于像差校正的透镜片数,该变焦镜头的小型化变得困难。

[0179] 出于得到这些效果的观点,条件式10的下限值更优选为-1.90,进一步优选为-1.80,更进一步优选为-1.60。并且,条件式10的上限值更优选为-0.58,进一步优选为-0.62,更进一步优选为-0.68。

[0180] 1-2-11、条件式11

[0181] 11) $-0.70 < f_f / f_t < -0.05$

[0182] 其中, f_f :对焦组的焦距

[0183] f_t :望远端的该变焦镜头的焦距

[0184] 上述条件式11是用于规定对焦组的焦距与望远端的该变焦镜头的焦距之比的式子。满足条件式11时,可以抑制对焦近距离被拍摄体时的轴向色像差、球面像差、像面弯曲等的生成,得到在整个对焦区域光学性能高的变焦镜头。并且,满足条件式11时,对焦组的折射力处于适宜范围内,可以将对焦灵敏度控制在适宜范围内。对焦灵敏度处于适宜范围内时,可以将从无限远物体向近距离物体对焦时的对焦组的移动距离控制在适宜范围内,在实现迅速的自动对焦的同时,易于实现该变焦镜头的小型化。

[0185] 相对于此,条件式11的数值为下限值以下时,对焦组的焦距相对于望远端的该变焦镜头的焦距变大。即,对焦组的折射力变得过小。此时,对焦组的对焦灵敏度变得过低,从而对焦近距离被拍摄体时的对焦组的移动距离变大。因此,需要确保用于移动对焦组的空气间隔,进而导致该变焦镜头的光学总长度的大型化,因而不优选。另一方面,条件式11的数值为上限值以上时,对焦组的焦距相对于望远端的该变焦镜头的焦距变小。即,对焦组的折射力变得过大。此时,对焦近距离被拍摄体时的轴向色像差、球面像差或像面弯曲变大,难以在整个对焦区域维持高的光学性能,因而不优选。并且,此时,对焦组的对焦灵敏度变得过高。对焦灵敏度变得过高时,需要高精度的位置控制来校正对焦位置的位置偏移,因而

不优选。

[0186] 出于得到这些效果的观点,条件式11的下限值更优选为-0.65,进一步优选为-0.60,更进一步优选为-0.55,更进一步优选为-0.45。并且,条件式11的上限值更优选为-0.08,进一步优选为-0.10,更进一步优选为-0.12。

[0187] 1-2-12、条件式12

[0188] 该变焦镜头中,对焦组优选具备至少一片具有负折射力的透镜 L_n ,并满足以下的条件。

[0189] 12) $45.0 < \nu_d L_n < 98.0$

[0190] 其中, $\nu_d L_n$:透镜 L_n 对于d线的阿贝数

[0191] 上述条件式12是用于规定对焦组包含的具有负折射力的透镜 L_n 的阿贝数的式子。满足条件式12时,色像差的校正变得良好,易于得到光学性能高的变焦镜头。并且,满足条件式12的玻璃材料多为比重较小的玻璃材料,可以有效地实现对焦组的轻型化。

[0192] 相对于此,条件式12的数值为下限值以下时,上述透镜 L_n 的色散大,向有限距离物体进行对焦时的轴向色像差的校正变得困难,因而不优选。另一方面,条件式12的数值为上限值以上时,构成该对焦组的上述透镜 L_n 的色散变小,从校正色像差的方面来看是不优选的。但与阿贝数小的玻璃材料相比,阿贝数大的玻璃材料价格昂贵。采用阿贝数为上限值以上的玻璃材料时,会得到与色像差的校正相关的效果,但考虑到性价比时其效果小。因此,出于成本的观点,不优选条件式12的数值为上限值以上。

[0193] 出于得到这些效果的观点,条件式12的下限值更优选为45.5,进一步优选为46.0,更进一步优选为47.0,更进一步优选为49.0,更进一步优选为51.0。并且,条件式12的上限值更优选为82.0,进一步优选为76.0,更进一步优选为68.0,更进一步优选为65.0,更进一步优选为62.0。

[0194] 1-2-13、条件式13

[0195] 该变焦镜头中,如上所述,从广角端向望远端变焦时优选第一透镜组向物体侧移动。此时,优选满足以下的条件式13。

[0196] 13) $0.01 < |X1|/f_t < 0.65$

[0197] 其中, $X1$:从广角端向望远端进行变焦的期间,自第一透镜组所能处的最靠近像侧位置起至最靠近物体侧位置为止该第一透镜组移动时的移动距离

[0198] f_t :望远端的该变焦镜头的焦距

[0199] 上述条件式13是用于规定从广角端向望远端进行变焦时的第一透镜组向物体侧的移动距离的式子。满足条件式13时,第一透镜组的折射力适宜,且变焦时该移动距离处于适宜范围内。因此,在确保指定的变焦比的同时,可以缩短广角端的该变焦镜头的光学总长度,可以实现该变焦镜头的小型化。

[0200] 相对于此,条件式13的数值为下限值以下时,变焦时的第一透镜组的上述移动距离变小。此时,为了确保指定的变焦比,需要增强各透镜组的折射力。增强各透镜组的折射力时,需要更多的透镜片数来进行轴向色像差或球面像差等的像差校正,难以实现该变焦镜头的小型化。并且,条件式13的数值为上限值以上时,变焦时的第一透镜组的上述移动距离变大。此时,在镜筒为在外筒部分收容了内筒部分的套盒状结构的情形,基于广角端的光学总长度来设计镜筒长度的话,会出现需要将内筒部分设计成双重后收容在外筒部分中等

的问题,镜筒的结构变得复杂,镜筒的外径也变大,因而不优选。

[0201] 其中,“从广角端向望远端进行变焦的期间,自第一透镜组所能处的最靠近像侧位置起至最靠近物体侧位置为止该第一透镜组移动时的移动距离”等于“从广角端向望远端进行变焦的期间,第一透镜组所能处的最靠近像侧的位置与第一透镜组所能处的最靠近物体侧的位置在光轴上的距离(差值)”。因此,“X1”即为“从广角端向望远端进行变焦的期间,第一透镜组所能处的最靠近像侧的位置与第一透镜组所能处的最靠近物体侧的位置在光轴上的距离”。例如,从广角端向望远端进行变焦时,第一透镜组向像侧描绘着凸的轨迹朝物体侧移动时,变焦时第一透镜组描绘的凸的轨迹的顶点位置(最靠近像侧位置)、与在广角端或望远端第一透镜组位于最靠近物体侧的位置(最靠近物体侧位置)的距离即为X1。此外,如上所述,第一透镜组的移动轨迹可以向像侧凸或向物体侧凸,也可以是S形,对此没有特别的限定。无需多言,第一透镜组的移动轨迹也可以是线性。

[0202] 出于得到这些效果的观点,条件式13的下限值更优选为0.05,进一步优选为0.10,更进一步优选为0.15,更进一步优选为0.20。并且,条件式13的上限值更优选为0.60,进一步优选为0.55,更进一步优选为0.48,更进一步优选为0.46。

[0203] 1-2-14、条件式14

[0204] 14) $0.01 < \text{Crrf}/f_t$

[0205] 其中,Crrf:后组的最靠近物体侧面的曲率半径

[0206] f_t :望远端的该变焦镜头的焦距

[0207] 上述条件式14是用于规定后组的最靠近物体侧面的曲率半径与望远端的该变焦镜头的焦距之比的式子。条件式14的数值为正时,意味着后组的最靠近物体侧面为平面或向物体侧呈凸的形状。满足条件式14时,相对于望远端的该变焦镜头的焦距,后组的最靠近物体侧面的曲率半径处于适宜范围内,球面像差和彗形像差的校正平衡变得良好。

[0208] 出于得到这些效果的观点,条件式14的下限值更优选为0.03,进一步优选为0.06,更进一步优选为0.09,更进一步优选为0.10。并且,对于条件式14的上限值没有特别的限定,但如果设定上限值,优选为500.00,更优选为50.00,进一步优选为25.00,更进一步优选为12.00。

[0209] 1-2-15、条件式15

[0210] 15) $0.10 < \text{ffft}/f_t < 1.00$

[0211] 其中,ffft:望远端的比对焦组更靠近物体侧配置的所有透镜的合成焦距

[0212] f_t :望远端的该变焦镜头的焦距

[0213] 条件式15是用于规定比上述对焦组更靠近物体侧配置的所有透镜的合成焦距与该变焦镜头在望远端的焦距之比的式子。满足条件式15时,比该对焦组更靠近像侧配置的所有透镜组的合成横向放大率处于适宜范围内,在确保指定的变焦比的同时,易于得到光学性能高的小型变焦镜头。

[0214] 相对于此,条件式15的数值为下限值以下时,相对于该变焦镜头在望远端的焦距,比对焦组更靠近物体侧配置的所有透镜的合成焦距变短。此时,比对焦组更靠近像侧配置的所有透镜组的合成横向放大率变大。因此,球面像差或像面弯曲变大,难以得到光学性能高的小型变焦镜头,因而不优选。另一方面,条件式15的数值为上限值以上时,相对于该变焦镜头在望远端的焦距,比对焦组更靠近物体侧配置的所有透镜的合成焦距变长。此时,

比对焦组更靠近像侧配置的所有透镜组的合成横向放大率变小。因此,为了确保指定的变焦比,需要加长变焦时的各透镜组的移动距离,难以实现变焦镜头在光轴方向的小型化,因而不优选。

[0215] 出于得到这些效果的观点,条件式15的下限值更优选为0.15,进一步优选为0.20,更进一步优选为0.25,更进一步优选为0.30,更进一步优选为0.36,最优选为0.40。并且,条件式15的上限值更优选为0.90,进一步优选为0.80,更进一步优选为0.70,更进一步优选为0.60。

[0216] 1-2-16、条件式16

[0217] 将从无限远向近距离物体对焦时在对焦组移动的方向最邻近该对焦组配置的透镜面设为透镜面Lnf时,该变焦镜头优选满足以下的条件。

[0218] 16) $0.015 < \text{Drfrt}/f_t < 1.000$

[0219] 其中,Drfrt:望远端的对焦组与上述透镜面Lnf在无限远对焦时的在光轴上的距离

[0220] f_t :望远端的该变焦镜头的焦距

[0221] 条件式16是用于规定对焦组、与从无限远向近距离物体对焦时在对焦组移动的方向最邻近该对焦组配置的透镜面Lnf的间隔(光轴上的距离)的式子。满足条件式16时,可以确保对焦时对焦组在指定的方向移动的间隔,并可以缩短最短拍摄距离。并且,满足条件式16时,可以有效地缩短广角端的最短拍摄距离。

[0222] 相对于此,条件式16的数值为下限值以下时,无法确保对焦时对焦组在指定的方向移动的间隔,无法缩短最短拍摄距离,因而不优选。另一方面,条件式16的数值为上限值以上时,望远端的光学总长度变长,难以实现该变焦镜头的小型化,因而不优选。

[0223] 此外,从无限远向近距离物体对焦时对焦组移动的方向可以朝向物体侧或像侧。从无限远向近距离物体对焦时对焦组移动的方向朝向物体侧时,上述透镜面Lnf成为最邻近该对焦组的物体侧配置的透镜面。并且,从无限远向近距离物体对焦时对焦组移动的方向朝向像侧时,上述透镜面Lnf成为最邻近该对焦组的像侧配置的透镜面。

[0224] 出于得到这些效果的观点,条件式16的下限值更优选为0.020,进一步优选为0.030,更进一步优选为0.040。并且,条件式16的上限值更优选为0.800,进一步优选为0.600,更进一步优选为0.400,更进一步优选为0.300,更进一步优选为0.250。

[0225] 1-2-17、条件式17

[0226] 17) $-1.50 < f_w/ffw < -0.50$

[0227] 其中, f_w :广角端的该变焦镜头的焦距

[0228] ffw :广角端的前组的合成焦距

[0229] 条件式17是用于规定广角端的该变焦镜头的焦距与广角端的前组的合成焦距之比的式子。满足条件式17时,更易于用少的透镜片数来得到光学性能高的变焦镜头。

[0230] 相对于此,条件式17的数值为下限值以下时,相对于广角端的该变焦镜头的焦距,广角端的前组的合成焦距变短,从而像面弯曲、彗形像差、歪曲像差等的像差校正变得困难。因此,需要增加用于像差校正的透镜片数来得到光学性能高的变焦镜头。即,无法用少的透镜片数得到光学性能高的变焦镜头,该变焦镜头的小型化变得困难,因而不优选。另一方面,条件式17的数值为上限值以上时,广角端的前组的合成焦距相对于广角端的该变焦

镜头的距离变长,利用前组扩大视角的效果变小。因此,需要增大前透镜的透镜直径来实现广角端的大视角化,该变焦镜头的小型化变得困难,因而不优选。

[0231] 出于得到这些效果的观点,条件式17的下限值更优选为-1.40,进一步优选为-1.30,更进一步优选为-1.20。并且,条件式17的上限值更优选为-0.55,进一步优选为-0.60,更进一步优选为-0.63。

[0232] 1-2-18、条件式18

[0233] 该变焦镜头中,更优选包含满足以下的条件式18的具有正折射力的透镜Lp。

[0234] 18) $15.0 < \nu dLp < 35.0$

[0235] νdLp : 上述透镜Lp对于d线的阿贝数

[0236] 条件式18是用于规定上述透镜Lp的阿贝数的式子。满足条件式18时,色像差的校正变得良好,可以得到光学性能高的变焦镜头。

[0237] 相对于此,条件式18的数值为下限值以下时,色像差的校正过度,向有限距离物体对焦时难以校正轴向色像差,因而不优选。进而,条件式18的数值为下限值以下的玻璃材料是高折射率材料,价格昂贵。因此,出于成本的观点,也不优选条件式18的数值为下限值以下。另一方面,条件式18的数值为上限值以上时,色像差的校正不足,因而不优选。

[0238] 出于得到这些效果的观点,条件式18的下限值优选为18.0,更优选为22.0。并且,条件式18的上限值优选为34.0,更优选为33.0,进一步优选为32.0,更进一步优选为31.0,更进一步优选为30.0。

[0239] 此外,该变焦镜头中可以包含多片上述透镜Lp,但出于该变焦镜头的小型化和高性能化的观点,该变焦镜头中优选只包含一片上述透镜Lp。并且,对于上述透镜Lp的配置没有特别的限定,可以在该变焦镜头的任意一个透镜组中进行配置。在后组配置上述透镜Lp时,色像差的校正变得更为良好,因而优选。进而,上述透镜Lp更优选配置在对焦组中,对焦组优选由包含上述透镜Lp的单透镜组件构成。在对焦组配置上述透镜Lp时,更易于校正向有限距离物体对焦时的轴向色像差。

[0240] 根据上述变焦镜头,可以提供实现了对焦组的轻型化且光学性能高的标准变焦镜头,及具备该变焦镜头的摄像装置。尤其是,该变焦镜头在变焦区域包含等效35mm焦距的50mm焦距,且可以使广角端的该变焦镜头的半视角(ω)大于 24° 。

[0241] 2、摄像装置

[0242] 其次,说明本发明的摄像装置。本发明的摄像装置的特征在于,具备上述本发明的变焦镜头、及在该变焦镜头的像面侧设置并将该变焦镜头形成的光学图像转换成电信号的摄像元件。

[0243] 这里,对于摄像元件等没有特别的限定,也可以采用CCD(Charge Coupled Device)传感器、或CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)传感器等固体摄像元件等。本发明的摄像装置适于用作为数码相机或摄影机等采用了这些固体摄像元件的摄像装置。并且,该摄像装置可以是镜头固定在壳体中的镜头固定式的摄像装置,也可以是单反相机或无反相机等镜头交换式的摄像装置。尤其是,本发明的变焦镜头可以确保交换镜头系统适宜的后焦。因此,适于具备光学取景器、相位差传感器、或用于向这些部件分光的光学元件等的单反相机等摄像装置。

[0244] 本发明的摄像装置更优选具备电性加工摄像元件取得的拍摄图像数据,从而改变

拍摄图像的形状的图像处理部,或存储用于在该图像处理部加工拍摄图像数据的图像校正数据、图像校正程序等的图像校正数据存储部等。变焦镜头小型化时,易于出现在成像面成像的拍摄图像形状的变形(歪曲)。此时,优选在图像校正数据存储部预先存储用于校正拍摄图像形状的变形的变形校正数据后,在上述图像处理部,用在图像校正数据存储部存储的变形校正数据来校正拍摄图像形状的变形。根据这种摄像装置,可以进一步确保变焦镜头的小型化,在得到美观的拍摄图像的同时可以实现摄像装置整体的小型化。

[0245] 进而,本发明的摄像装置中,优选在上述图像校正数据存储部预先存储倍率色像差校正数据后,在上述图像处理部,用在图像校正数据存储部存储的倍率色像差校正数据来校正该拍摄图像的倍率色像差。通过在图像处理部校正倍率色像差、即色彩的歪曲像差,可以减少构成光学系统的透镜片数。因此,根据这种摄像装置,可以进一步确保变焦镜头的小型化,在得到美观的拍摄图像的同时可以实现摄像装置整体的小型化。

[0246] 以下,列举实施例来具体说明本发明,但本发明并不局限于以下的实施例。以下列举的各实施例的变焦镜头适用于数码相机、摄像机、银盐胶片相机等摄像装置(光学装置)。并且,各透镜剖面图中,面向附图左侧为物体侧,右侧为成像面侧。

[0247] 实施例1

[0248] 1) 变焦镜头的光学构成

[0249] 图1是表示本发明的实施例1的变焦镜头在广角端的无限远对焦时的透镜构成的透镜剖面图。该变焦镜头由自物体侧起依次排列的具有正折射力的第一透镜组G1、具有负折射力的第二透镜组G2、具有正折射力的第三透镜组G3、具有负折射力的第四透镜组G4、具有正折射力的第五透镜组G5构成。从无限远物体向近距离物体对焦时,第四透镜组G4沿着光轴向像侧移动。孔径光圈S配置在第三透镜组G3的物体侧。本实施例中,前组由第一透镜组G1及第二透镜组G2构成,后组由第三透镜组G3、第四透镜组G4及第五透镜组G5构成。第二透镜组G2与第三透镜组G3之间为“广角端的最大空气间隔”。

[0250] 以下,说明各透镜组的构成。第一透镜组G1由自物体侧起依次排列的接合了向物体侧呈凸状的负弯月透镜L1和凸透镜L2的接合透镜、向物体侧呈凸状的正弯月透镜L3构成。

[0251] 第二透镜组G2由自物体侧起依次排列的向物体侧呈凸状的负弯月透镜L4、双凹透镜L5、双凸透镜L6、向物体侧呈凹状的负弯月透镜L7构成。负弯月透镜L4的物体侧面为非球面。并且,负弯月透镜L7的两面为非球面。

[0252] 第三透镜组G3由自物体侧起依次排列的孔径光圈S、双凸透镜L8、接合了双凹透镜L9及双凸透镜L10的接合透镜、接合了双凹透镜L11及向物体侧呈凸状的正弯月透镜L12的接合透镜、双凸透镜L13、接合了双凹透镜L14及双凸透镜L15的接合透镜、双凸透镜L16构成。双凸透镜L8的像侧面为非球面,双凹透镜L11的物体侧面为非球面。双凹透镜L14是上述透镜Lrn,双凸透镜L15是上述Lrp。双凹透镜L14的 ΔPgF 为0.000,双凸透镜L10的 ΔPgFp 为0.0375。

[0253] 第四透镜组G4由自物体侧起依次排列的接合了向像侧呈凸状的正弯月透镜L17和双凹透镜L18的接合透镜构成。第四透镜组G4只由具有负折射力的接合透镜构成,正弯月透镜L17为上述透镜Lp,双凹透镜L18为上述透镜Ln。

[0254] 第五透镜组G5由自物体侧起依次排列的双凸透镜L19、向物体侧呈凹状的负弯月

透镜L20构成。负弯月透镜L20的物体侧面为上述透镜面Sr。

[0255] 实施例1的变焦镜头中,从广角端向望远端变焦时相对于像面,第一透镜组G1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向物体侧移动,第五透镜组G5固定在光轴方向上。

[0256] 因拍摄时的手抖等导致影像模糊时,将第三透镜组G3包含的接合了双凹透镜L11及向物体侧呈凸状的正弯月透镜L12的接合透镜作为防抖组,使该防抖组在与光轴大致垂直的方向移动来使影像位移,从而进行影像模糊校正。此外,双凹透镜L11为上述透镜Lvcn,正弯月透镜L12为上述透镜Lvcp。并且,双凹透镜L11的物体侧面具有折射力比基于其近轴曲率求出的折射力变弱了的非球面形状。

[0257] 并且,图1示出的“IMG”为成像面,具体表示CCD传感器、CMOS传感器等固体摄像元件的摄像面、或银盐胶片的胶片面等。并且,成像面IMG的物体侧具备护罩玻璃CG等实质不具有折射力的平行平板。这些点在其他实施例示出的各透镜剖面图中也相同,以下省略说明。

[0258] 2) 数值实施例

[0259] 其次,说明该变焦镜头采用了具体数值的数值实施例。表1示出了该变焦镜头的面数据。表1中,“面编号”表示自物体侧数起的透镜面的顺序、“r”表示透镜面的曲率半径,“d”表示透镜面在光轴上的间隔,“Nd”表示对于d线(波长 $\lambda=587.6\text{nm}$)的折射率,“vd”表示对于d线的阿贝数,“H”表示有效半径。并且,面编号之后的列中示出的“ASP”表示该透镜面为非球面,“S”表示孔径光圈。进而,在透镜面的光轴上的间隔一栏中示出的“D5”、“D13”等是指该透镜面在光轴上的间隔在变焦时或对焦时发生变化的可变间隔。此外,各表中的长度单位均为“mm”,视角单位均为“°”。并且,曲率半径的“0.0000”是指平面。此外,表1中的第37面及第38面是护罩玻璃CG的面数据。

[0260] 表2是该变焦镜头的参数表。该参数表示出了无限远对焦时的该变焦镜头的焦距“f”、F值“Fno”、半视角“ ω ”、像高“Y”、光学总长度“TL”。其中,表2中自左侧起依次示出了广角端、中间焦距状态、望远端的各数值。

[0261] 表3示出了变焦时的该变焦镜头在光轴上的可变间隔。表3中自左侧起依次示出了在广角端、中间焦距状态、望远端无限远对焦时的各数值。此外,表中“INF”表示“ ∞ (无穷大)”。

[0262] 表4示出了对焦时的该变焦镜头在光轴上的可变间隔。表4示出了在广角端、中间焦距状态、望远端各拍摄距离(摄影距离)为380.00mm、400.00mm、400.00mm时的数值。这些拍摄距离是在各焦距的最短拍摄距离。

[0263] 表5示出了构成该变焦镜头的各透镜组的焦距。

[0264] 表6是各非球面的非球面系数。该非球面系数是用下述式定义各非球面形状时的数值。并且,表25中示出了各条件式1~条件式18的数值。

[0265]
$$X(Y) = CY^2 / \{1 + [1 - (1+K) \times C^2 Y^2]^{1/2}\} + A4 \times Y^4 + A6 \times Y^6 + A8 \times Y^8 + A10 \times Y^{10} + A12 \times Y^{12}$$

[0266] 表6中,“E-a”表示“ $\times 10^{-a}$ ”。并且,上述式子中,“X”是光轴方向自基准面偏离的位移量,“C”是面顶点的曲率,“Y”是与光轴垂直的方向自光轴起的高度,“K”是圆锥系数,“An”是n次方的非球面系数。

[0267] 这些表相关的事项在其他实施例的各表中也相同,以下省略说明。

[0268] 表1

面编号	r	d	Nd	v d	H
1	164.8841	1.300	2.00069	25.46	31.000
2	106.9087	5.753	1.59282	68.62	30.327
3	2049.3432	0.200			30.056
4	64.4678	5.097	1.59282	68.62	28.300
5	127.7370	D5			27.808
6 ASP	66.2535	1.400	1.87483	41.12	18.405
7	16.5245	8.916			13.821
8	-116.2454	0.800	1.85680	41.86	13.668
9	56.4149	0.200			13.446
10	61.8227	9.135	1.73319	26.22	13.451
11	-25.7135	0.300			13.288
12 ASP	-22.4217	1.200	1.70845	51.27	13.182
13 ASP	-103.8458	D13			13.108
14 S	0.0000	1.200			8.858
15	44.2087	3.473	1.69350	53.18	12.906
16 ASP	-219.2615	1.536			12.944
17	-866.8618	0.800	1.84984	37.32	13.064
18	94.5183	4.469	1.59282	68.62	13.156
[0269] 19	-44.7943	0.300			13.283
20 ASP	-82.7341	0.900	1.74007	48.57	13.312
21	56.0779	2.635	1.84666	23.78	13.331
22	183.1346	2.578			13.356
23	41.0183	5.387	1.74192	48.43	13.775
24	-63.8393	0.200			13.624
25	-539.6209	0.800	1.97110	29.19	13.071
26	20.6597	6.228	1.49700	81.61	12.253
27	-111.4492	0.238			12.264
28	51.0216	5.332	1.61800	63.39	12.159
29	-79.8317	D29			11.800
30	-139.9604	2.500	1.80809	22.76	9.380
31	-31.1560	0.900	1.69350	53.18	9.408
32 ASP	23.4283	D32			9.411
33	246.3353	7.306	1.59282	68.62	14.773
34	-27.2244	0.200			15.146
35	-31.7701	0.800	1.80897	38.14	15.013
36	-80.5852	D36			15.522
37	0.0000	2.000	1.51680	64.20	20.964
38	0.0000	1.000			21.170

[0270] 表2

	f	24.695	59.995	101.989
	Fno	4.119	4.120	4.119
[0271]	ω	42.156	19.074	11.409
	Y	21.633	21.633	21.633
	TL	170.000	186.493	207.607

[0272] 表3

	f	24.695	59.995	101.989
	拍摄距离	INF	INF	INF
	D5	1.000	27.253	51.899
[0273]	D13	38.860	10.474	1.300
	D29	1.242	8.791	13.609
	D32	7.117	18.194	19.019
	D36	36.700	36.700	36.700

[0274] 表4

	拍摄距离	380.000	400.000	400.000
[0275]	D29	1.825	11.176	19.899
	D32	6.535	15.809	12.728

[0276] 表5

	组	面编号	焦距
	G1	1-5	150.486
[0277]	G2	6-13	-21.265
	G3	14-29	27.830
	G4	30-32	-31.313
	G5	33-36	114.076

[0278] 表6

	面编号	K	A4	A6	A8	A10	A12
	6	0	-1.8735E-06	2.9593E-09	-1.3867E-11	1.5854E-14	-8.4316E-18
	12	0	3.0985E-05	-3.0498E-07	2.1696E-09	-7.7151E-12	1.1327E-14
[0279]	13	0	1.7444E-05	-3.0958E-07	2.0521E-09	-7.3574E-12	1.0024E-14
	16	0	1.2534E-05	-6.6064E-09	8.6021E-11	-4.2944E-13	9.2479E-16
	20	0	2.1197E-06	-8.9016E-09	6.0935E-11	-2.0221E-13	2.6903E-16
	32	0	1.9583E-06	1.0589E-08	-4.3641E-10	3.7956E-12	-1.3630E-14

[0280] 并且,图2~图4分别表示该实施例1的变焦镜头在广角端、中间焦距状态、望远端的无限远对焦时的纵向像差图。各图所示的纵向像差图中,面向附图自左侧起依次分别为球面像差(mm)、像散(mm)、歪曲像差(%)。表示球面像差的图中,纵轴为与开放F值的比例,横轴为散焦,实线表示d线(波长 $\lambda=587.6\text{nm}$)的球面像差,点划线表示g线(波长 $\lambda=435.8\text{nm}$)的球面像差,虚线表示C线(波长 $\lambda=656.3\text{nm}$)的球面像差。表示像散的图中,纵轴为像高,横轴为散焦,实线表示对于d线的弧矢像面(ds),虚线表示对于d线的子午像面(dm)。表示歪曲像差的图中,纵轴为像高,横轴为%,从而表示歪曲像差。这些纵向像差图相关的事项在其他实施例的纵向像差图中也相同,以下省略说明。

[0281] 并且,该变焦镜头在广角端的无限远对焦时的后焦“fb”如下所述。其中,以下的数值是不包含护罩玻璃(Nd=1.5168)的数值,其他实施例的后焦也是同样的情况。

[0282] fb=39.019 (mm)

[0283] 实施例2

[0284] 1) 变焦镜头的光学构成

[0285] 图5是表示本发明的实施例2的变焦镜头在广角端的无限远对焦时的透镜构成的透镜剖面图。该变焦镜头由自物体侧起依次排列的具有负折射力的第一透镜组G1、具有正折射力的第二透镜组G2、具有负折射力的第三透镜组G3、具有正折射力的第四透镜组G4构成。从无限远物体向近距离物体对焦时,第三透镜组G3沿着光轴向像侧移动。孔径光圈S配置在第二透镜组G2的最靠近像侧。本实施例中,前组由第一透镜组G1构成,后组由第二透镜组G2、第三透镜组G3及第四透镜组G4构成。第一透镜组G1和第二透镜组G2之间为“广角端的最大空气间隔”。

[0286] 以下,说明各透镜组的构成。第一透镜组G1由自物体侧起依次排列的向物体侧呈凸状的负弯月透镜L1、向物体侧呈凸状的负弯月透镜L2、向物体侧呈凸状的正弯月透镜L3构成。负弯月透镜L1的像侧面为非球面。

[0287] 第二透镜组G2由自物体侧起依次排列的向物体侧呈凸状的正弯月透镜L4、接合了向物体侧呈凸状的负弯月透镜L5及双凸透镜L6的接合透镜、孔径光圈S构成。正弯月透镜L4的两面为非球面。负弯月透镜L5为上述透镜Lrn。并且,负弯月透镜L5的 ΔPgF 为0.0137。

[0288] 第三透镜组G3由自物体侧起依次排列的接合了向像侧呈凸状的正弯月透镜L7和双凹透镜L8的接合透镜构成。第三透镜组G3只由具有负折射力的接合透镜构成,正弯月透镜L7为上述透镜Lp,双凹透镜L8为上述透镜Ln。

[0289] 第四透镜组G4由自物体侧起依次排列的向像侧呈凸状的正弯月透镜L9、接合了双凸透镜L10及向物体侧呈凹状的负弯月透镜L11的接合透镜构成。正弯月透镜L9为上述透镜Lrp。并且,正弯月透镜L9的 $\Delta PgFp$ 为0.0375。并且,负弯月透镜L11的物体侧面为上述透镜面Sr。

[0290] 实施例2的变焦镜头中,从广角端向望远端变焦时相对于像面,第一透镜组G1向像侧移动,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。

[0291] 因拍摄时的手抖等导致影像模糊时,通过将第二透镜组G2作为防抖组,使该防抖组在与光轴大致垂直的方向移动来使影像位移,从而进行影像模糊校正。此外,负弯月透镜L5为上述透镜Lvcn,正弯月透镜L4及双凸透镜L6分别为上述透镜Lvcp。此外,表25的条件式3的数值(37.770)是将双凸透镜L6的阿贝数设为 $vdLvcp$ 时的数值。将正弯月透镜L4的阿贝数设为 $vdLvcp$ 时的条件式3的数值为37.890。并且,正弯月透镜L4的两面为非球面,物体侧面具有折射力比基于其近轴曲率求出的折射力变弱了的非球面形状。

[0292] 2) 数值实施例

[0293] 其次,说明该变焦镜头采用了具体数值的数值实施例。表7示出了该变焦镜头的面数据,表8是该变焦镜头的参数表。此外,表7中的第21面及第22面为护罩玻璃CG的面数据。

[0294] 表9示出了变焦时的该变焦镜头在光轴上的可变间隔,表10示出了对焦时的该变焦镜头在光轴上的可变间隔。此外,表10示出了在广角端、中间焦距状态、望远端各拍摄距

离(摄影距离)为230.00mm、250.00mm、250.00mm时的数值。这些拍摄距离是在各焦距的最短拍摄距离。

[0295] 表11示出了构成该变焦镜头的各透镜组的焦距。表12示出了各非球面的非球面系数。并且,表25示出了各条件式1~条件式18的数值。

[0296] 并且,图6~图8分别示出了该实施例2的变焦镜头在广角端、中间焦距状态、望远端的无限远对焦时的纵向像差图。

[0297] 进而,该变焦镜头在广角端的无限远对焦时的后焦如下。

[0298] $fb=38.002$ (mm)

[0299] 表7

面编号	r	d	Nd	νd	H
1	664.2203	2.000	1.59201	67.02	19.685
2 ASP	12.4206	9.063			14.659
3	99.0474	1.700	1.83400	37.34	14.679
4	44.9342	0.382			14.536
5	27.4552	4.648	1.76182	26.61	15.052
6	82.1402	D6			14.800
7 ASP	27.5225	4.248	1.61881	63.85	8.001
8 ASP	341.9552	3.733			7.928
9	41.6779	1.000	1.84666	23.78	7.889
10	17.5890	4.766	1.51680	64.20	7.701
[0300] 11	-20.4065	1.000			7.687
12 S	0.0000	D12			6.788
13	-43.8890	2.597	1.84666	23.78	6.245
14	-13.2199	1.000	1.80420	46.50	6.132
15	29.7835	D15			5.859
16	-217.0738	2.391	1.49700	81.61	5.867
17	-18.3135	0.300			5.905
18	63.0476	2.475	1.49700	81.61	5.747
19	-21.3360	1.000	1.83481	42.72	5.607
20	-161.5834	D20			5.569
21	0.0000	2.000	1.51680	64.20	13.865
22	0.0000	1.000			14.225

[0301] 表8

f	18.538	28.896	53.339
Fno	3.605	4.550	5.767
[0302] ω	38.587	26.428	14.755
Y	14.200	14.200	14.200
TL	133.849	122.674	120.000

[0303] 表9

f	18.538	28.896	53.339
拍摄距离	INF	INF	INF

[0304]

D6	43.626	20.912	1.273
D12	2.450	4.207	10.084
D15	6.788	8.311	7.450
D20	35.683	43.942	55.891

[0305] 表10

拍摄距离	230.000	250.000	250.000
------	---------	---------	---------

[0306]

D12	3.300	5.738	15.028
D15	5.938	6.780	2.500

[0307] 表11

组	面编号	焦距
G1	1-6	-28.619
G2	7-12	23.772
G3	13-15	-22.745
G4	16-20	44.047

[0308]

[0309] 表12

面编号	K	A4	A6	A8	A10	A12
2	-0.864	9.3680E-06	2.0539E-09	4.6218E-11	7.4937E-15	0.0000E+00
7	0	-1.1011E-05	5.5255E-08	-2.4435E-09	0.0000E+00	0.0000E+00
8	0	2.2843E-05	7.6512E-08	-2.5280E-09	0.0000E+00	0.0000E+00

[0311] 实施例3

[0312] 1) 变焦镜头的光学构成

[0313] 图9是表示本发明的实施例3的变焦镜头在广角端的无限远对焦时的透镜构成的透镜剖面图。该变焦镜头由自物体侧起依次排列的具有正折射力的第一透镜组G1、具有负折射力的第二透镜组G2、具有正折射力的第三透镜组G3、具有正折射力的第四透镜组G4、具有负折射力的第五透镜组G5、具有正折射力的第六透镜组G6构成。从无限远物体向近距离物体对焦时，第五透镜组G5沿着光轴向像侧移动。孔径光圈S配置在第三透镜组G3的最靠近物体侧。本实施例3中，前组由第一透镜组G1及第二透镜组G2构成，后组由第三透镜组G3、第四透镜组G4、第五透镜组G5及第六透镜组G6构成。第二透镜组G2和第三透镜组G3之间为“广角端的最大空气间隔”。

[0314] 以下，说明各透镜组的构成。第一透镜组G1由自物体侧起依次排列的接合了向物体侧呈凸状的负弯月透镜L1及凸透镜L2的接合透镜、向物体侧呈凸状的正弯月透镜L3构成。

[0315] 第二透镜组G2由自物体侧起依次排列的向物体侧呈凸状的负弯月透镜L4、接合了双凹透镜L5及双凸透镜L6的接合透镜、向物体侧呈凹状的负弯月透镜L7构成。负弯月透镜L4的物体侧面为非球面，负弯月透镜L7的两面为非球面。

[0316] 第三透镜组G3由自物体侧起依次排列的孔径光圈S、接合了向物体侧呈凸状的负

弯月透镜L8、双凸透镜L9及向物体侧呈凹状的负弯月透镜L10三片透镜的接合透镜、双凸透镜L11构成。双凸透镜L11为上述透镜Lp。并且,双凸透镜L9为上述透镜Lrp。双凸透镜L9的 ΔPgF 为0.0194。

[0317] 第四透镜组G4由自物体侧起依次排列的接合了双凸透镜L12及向物体侧呈凹状的负弯月透镜L13的接合透镜、接合了双凹透镜L14及向像侧呈凸状的正弯月透镜L15的接合透镜、双凸透镜L16构成。双凸透镜L12的物体侧面为非球面,双凸透镜L16的两面为非球面。双凹透镜L14为上述透镜Lrn,正弯月透镜L15为上述透镜Lrp。双凹透镜L14的 ΔPgF 为0.0036,正弯月透镜L15的 $\Delta PgFp$ 为0.0194。

[0318] 第五透镜组G5由两面为非球面的双凹透镜L17构成。即,只由一片具有负折射力的单透镜构成,该双凹透镜L17相当于上述透镜Ln。

[0319] 第六透镜组G6由向像侧呈凸状的正弯月透镜L18构成。正弯月透镜L18的物体侧面为上述透镜面Sr。

[0320] 实施例3的变焦镜头中,从广角端向望远端变焦时相对于像面,第一透镜组G1向物体侧移动,第二透镜组G2先向像侧移动后再向物体侧移动,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向物体侧移动,第六透镜组G6先向像侧移动后再向物体侧移动。

[0321] 因拍摄时的手抖等导致影像模糊时,通过将第四透镜组G4包含的接合了双凸透镜L12和向物体侧呈凹状的负弯月透镜L13的接合透镜作为防抖组,使该防抖组在与光轴大致垂直的方向移动来使影像位移,从而进行影像模糊校正。此外,负弯月透镜L13为上述透镜Lvcn,双凸透镜L12为上述透镜Lvcp。并且,双凸透镜L12的物体侧面具有折射力比基于其近轴曲率求出的折射力变弱了的非球面形状。

[0322] 2) 数值实施例

[0323] 其次,说明该变焦镜头采用了具体数值的数值实施例。表13示出了该变焦镜头的面数据,表14是该变焦镜头的参数表。此外,表13中的第33面及第34面为护罩玻璃CG的面数据。

[0324] 表15示出了变焦时的该变焦镜头在光轴上的可变间隔,表16示出了对焦时的该变焦镜头在光轴上的可变间隔。此外,表16示出了在广角端、中间焦距状态、望远端各拍摄距离(拍摄距离)为380.00mm、400.00mm、400.00mm时的数值。这些拍摄距离是在各焦距的最短拍摄距离。

[0325] 表17示出了构成该变焦镜头的各透镜组的焦距。表18示出了各非球面的非球面系数。并且,表25示出了各条件式1~条件式18的数值。

[0326] 并且,图10~图12分别示出了该实施例3的变焦镜头在广角端、中间焦距状态、望远端的无限远对焦时的纵向像差图。

[0327] 进而,该变焦镜头在广角端的无限远对焦时的后焦如下。

[0328] $fb=39.000$ (mm)

[0329] 表13

面编号	r	d	Nd	ν d	H
1	323.7548	1.200	1.92119	23.96	31.000
2	162.8221	5.378	1.59282	68.62	30.511
3	-416.6201	0.200			30.309
4	52.5783	6.103	1.59282	68.62	27.700
5	117.8837	D5			27.204
6 ASP	205.3924	0.300	1.51460	49.96	17.800
7	92.8554	1.000	1.72916	54.67	17.549
8	16.2034	9.149			12.854
9	-33.2034	0.800	1.49700	81.61	12.685
10	23.5127	7.798	1.72047	34.71	11.846
11	-53.7846	2.177			11.330
12 ASP	-24.1046	1.000	1.85135	40.10	11.000
13 ASP	-39.5928	D13			11.078
14 S	0.0000	1.000			7.350
15	33.5262	0.800	2.00100	29.13	11.263
16	22.1705	7.146	1.59282	68.62	11.130
[0330] 17	-24.7861	0.800	1.80610	40.73	11.214
18	-1553.7806	0.200			11.601
19	45.5555	3.337	1.94595	17.98	11.975
20	-11420.0602	D20			11.917
21 ASP	73.0633	5.117	1.59282	68.62	11.798
22	-34.4056	0.800	1.94595	17.98	11.608
23	-44.4387	0.200			12.500
24	-252.4796	0.800	2.00100	29.13	11.189
25	21.7316	3.716	1.59282	68.62	10.757
26	44.7795	0.200			10.768
27 ASP	32.9204	6.239	1.82098	42.50	10.900
28 ASP	-56.3856	D28			10.951
29 ASP	-177.3325	1.000	1.59201	67.02	11.450
30 ASP	29.2491	D30			11.132
31	-331.6955	2.594	1.87070	40.73	13.305
32	-82.1148	D32			13.500
33	0.0000	2.000	1.51680	64.20	21.332
34	0.0000	1.000			21.528

[0331] 表14

	f	25.752	51.482	101.851
	Fno	4.123	4.108	4.120
[0332]	ω	41.307	22.170	11.633
	Y	21.633	21.633	21.633
	TL	150.364	161.368	203.864

[0333] 表15

	f	25.752	51.482	101.851
	拍摄距离	INF	INF	INF
	D5	1.000	17.096	42.593
[0334]	D13	25.849	6.747	1.000
	D20	4.201	2.583	1.000
	D28	0.997	5.217	1.003
	D30	9.581	13.836	20.242
	D32	36.681	43.834	65.971

[0335] 表16

	拍摄距离	380.000	400.000	400.000
[0336]	D28	1.933	7.951	7.855
	D30	8.645	11.101	13.390

[0337] 表17

	组	面编号	焦距
	G1	1-5	114.642
	G2	6-13	-20.988
[0338]	G3	14-20	42.458
	G4	21-28	45.184
	G5	29-30	-42.335
	G6	31-32	124.734

[0339] 表18

	面编号	K	A4	A6	A8	A10	A12
	6	0	1.2837E-05	-2.1442E-08	5.5949E-11	-1.1996E-13	1.5377E-16
	12	0	-8.7531E-06	8.6202E-08	-3.3258E-10	5.1244E-13	-9.3573E-16
	13	0	-9.7742E-06	7.6139E-08	-3.0250E-10	3.5047E-13	0.0000E+00
[0340]	21	0	-5.5002E-06	-1.6789E-08	8.7410E-11	-3.4776E-13	7.7049E-16
	27	0	-3.5514E-06	2.9946E-08	3.3719E-10	-1.8317E-12	1.2820E-14
	28	0	7.9983E-06	-1.0254E-09	7.7608E-10	-5.3802E-12	2.7034E-14
	29	0	-1.2178E-05	1.5756E-07	-1.0359E-09	2.8436E-12	0.0000E+00
	30	0	-1.5518E-05	1.5764E-07	-1.0926E-09	2.8672E-12	2.0668E-15

[0341] 实施例4

[0342] 1) 变焦镜头的光学构成

[0343] 图13是表示实施例4的变焦镜头在广角端的无限远对焦时的透镜构成的透镜剖面图。该变焦镜头由自物体侧起依次排列的具有正折射力的第一透镜组G1、具有负折射力的第二透镜组G2、具有正折射力的第三透镜组G3、具有正折射力的第四透镜组G4、具有负折射力的第五透镜组G5、具有正折射力的第六透镜组G6构成。从无限远物体向近距离物体对焦时,第五透镜组G5沿着光轴向像侧移动。孔径光圈S配置在第三透镜组G3的最靠近物体侧。本实施例中,前组由第一透镜组G1及第二透镜组G2构成,后组由第三透镜组G3、第四透镜组G4、第五透镜组G5及第六透镜组G6构成。第二透镜组G2和第三透镜组G3之间为“广角端的最大空气间隔”。

[0344] 以下,说明各透镜组的构成。第一透镜组G1由自物体侧起依次排列的接合了向物体侧呈凸状的负弯月透镜L1及凸透镜L2的接合透镜、向物体侧呈凸状的正弯月透镜L3构成。

[0345] 第二透镜组G2由自物体侧起依次排列的向物体侧呈凸状的负弯月透镜L4、双凹透镜L5、双凸透镜L6、向物体侧呈凹状的负弯月透镜L7构成。负弯月透镜L4的物体侧面为非球面,负弯月透镜L7的两面为非球面。

[0346] 第三透镜组G3由自物体侧起依次排列的孔径光圈S、双凸透镜L8、接合了双凹透镜L9及双凸透镜L10的接合透镜、接合了双凹透镜L11及向物体侧呈凸状的正弯月透镜L12的接合透镜构成。双凸透镜L8的像侧面及双凹透镜L11的物体侧面为非球面。双凸透镜L10为上述透镜Lrp。并且,双凸透镜L10的 $\Delta PgFp$ 为0.0194。

[0347] 第四透镜组G4由自物体侧起依次排列的双凸透镜L13、接合了双凹透镜L14及双凸透镜L15的接合透镜、双凸透镜L16构成。双凹透镜L14为上述透镜Lrn,双凸透镜L15为上述透镜Lrp。双凹透镜L14的 ΔPgF 为0.000,双凸透镜L15的 $\Delta PgFp$ 为0.0375。

[0348] 第五透镜组G5由自物体侧起依次排列的接合了向像侧呈凸状的正弯月透镜L17和双凹透镜L18的接合透镜构成。第五透镜组G5只由具有负折射力的接合透镜构成,正弯月透镜L17为上述透镜Lp,双凹透镜L18为上述透镜Ln。

[0349] 第六透镜组G6由自物体侧起依次排列的接合了双凸透镜L19和向物体侧呈凹状的负弯月透镜L20的接合透镜构成。

[0350] 实施例4的变焦镜头中,从广角端向望远端变焦时相对于像面,第一透镜组G1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向物体侧移动,第五透镜组G5向物体侧移动,第六透镜组G6固定在光轴方向上。

[0351] 因拍摄时的手抖等导致影像模糊时,通过将第三透镜组G3包含的接合了双凹透镜L11和向物体侧呈凸状的正弯月透镜L12的接合透镜作为防抖组,使该防抖组在与光轴大致垂直的方向移动来使影像位移,从而进行影像模糊校正。此外,双凹透镜L11为上述透镜Lvcn,正弯月透镜L12为上述透镜Lvcp。并且,双凹透镜L11的物体侧面具有折射力比基于其近轴曲率求出的折射力变弱了的非球面形状。

[0352] 2) 数值实施例

[0353] 其次,说明该变焦镜头采用了具体数值的数值实施例。表19示出了该变焦镜头的面数据,表20是该变焦镜头的参数表。此外,表19中的第36面及第37面是护罩玻璃CG的面数据。

[0354] 表21示出了变焦时的该变焦镜头在光轴上的可变间隔,表22示出了对焦时的该变

焦镜头在光轴上的可变间隔。此外,表22示出了在广角端、中间焦距状态、望远端各拍摄距离(摄影距离)为380.00mm、400.00mm、400.00mm时的数值。这些拍摄距离是在各焦距的最短拍摄距离。

[0355] 表23示出了构成该变焦镜头的各透镜组的焦距。表24示出了各非球面的非球面系数。并且,表25示出了各条件式1~条件式18的数值。

[0356] 并且,图14~图16分别示出了实施例4的变焦镜头在广角端、中间焦距状态、望远端的无限远对焦时的纵向像差图。

[0357] 进而,该变焦镜头在广角端的无限远对焦时的后焦如下。

[0358] $f_b=39.437$ (mm)

[0359] 表19

面编号	r	d	Nd	ν d	H
1	234.7666	1.300	2.00069	25.46	31.000
2	138.4148	5.791	1.59282	68.62	30.558
3	-680.0462	0.200			30.302
4	69.5724	5.230	1.59282	68.62	28.400
5	161.1477	D5			27.926
6 ASP	79.5439	1.400	1.86791	41.50	18.481
7	16.1943	8.900			13.716
8	-318.2547	0.800	1.87450	36.30	13.541
9	45.1827	0.309			13.327
10	51.2199	8.660	1.73426	26.35	13.336
11	-25.6352	0.451			13.228
12 ASP	-20.9608	1.200	1.77115	48.40	13.152
13 ASP	-64.5265	D13			13.100
14 S	0.0000	1.200			8.750
15	53.1982	3.548	1.69350	53.18	12.260
16 ASP	-79.4200	1.520			12.346
17	-266.2503	0.800	1.82595	41.71	12.461
18	88.0772	4.260	1.59282	68.62	12.571
19	-42.6289	0.624			12.691
20 ASP	-78.1987	0.900	1.74974	49.75	12.900
21	60.1253	2.368	1.84666	23.78	12.727
22	185.3061	D22			12.759
23	47.5209	5.193	1.68881	54.43	13.170
24	-55.0964	0.200			13.066
25	-327.0636	0.800	1.96229	29.86	12.625
26	22.8885	6.220	1.49700	81.61	12.075
27	-77.0078	0.350			12.125
28	73.7860	5.020	1.61800	63.39	12.044
29	-73.2609	D29			11.750
30	-207.6716	2.500	1.80809	22.76	9.380
31	-36.7222	0.900	1.69350	53.18	9.429
32 ASP	22.1640	D32			9.493
33	52.7180	6.495	1.59282	68.62	15.993
34	-73.2205	0.800	1.69206	30.32	16.171
35	-416.6667	37.118			16.374
36	0.0000	2.000	1.51680	64.20	21.005
37	0.0000	1.000			21.342

[0361] 表20

	f	24.839	59.958	102.474
	Fno	4.121	4.119	4.120
[0362]	ω	41.981	18.973	11.267
	Y	21.633	21.633	21.633
	TL	169.752	174.603	207.241

[0363] 表21

	f	24.839	59.958	102.474
	拍摄距离	INF	INF	INF
	D5	1.000	20.275	53.597
[0364]	D13	38.216	6.180	1.360
	D22	4.143	3.278	2.700
	D29	1.179	12.168	13.313
	D32	7.156	14.643	18.212

[0365] 表22

	拍摄距离	380.000	400.000	400.000
[0366]	D29	1.849	15.198	20.630
	D32	6.486	11.613	10.895

[0367] 表23

	组	面编号	焦距
	G1	1-5	140.430
	G2	6-13	-21.836
[0368]	G3	14-22	56.376
	G4	23-29	39.322
	G5	30-32	-31.033
	G6	33-37	86.738

[0369] 表24

	面编号	K	A4	A6	A8	A10	A12
	6	0	-3.5121E-07	1.2475E-09	-1.8924E-11	2.0318E-14	-9.3027E-18
	12	0	3.4527E-05	-2.8731E-07	2.1583E-09	-7.5699E-12	1.1133E-14
[0370]	13	0	1.8666E-05	-3.0289E-07	2.0678E-09	-7.5735E-12	1.0314E-14
	16	0	1.3999E-05	-4.6523E-09	4.5363E-11	-3.1634E-13	9.7102E-16
	20	0	2.6081E-06	-9.1362E-09	6.1882E-11	-2.3937E-13	3.9842E-16
	32	0	-4.4734E-06	3.3579E-09	-4.8480E-10	4.0227E-12	-1.3728E-14

[0371] 表25

		实施例1	实施例2	实施例3	实施例4	
	条件式1	$Cr1f/fw$	6.677	35.830	12.572	9.452
	条件式2	$(-ffw+Dfrw)/FBw$	1.714	1.901	1.422	1.703
	条件式3	$1/ (1/\nu dLv_{cn})-(1/\nu dLv_{cp}) $	46.591	37.770	24.364	45.555
	条件式4	$ (1-\beta v_{ct})\times\beta v_{ctr} $	1.194	4.004	1.682	1.198
	条件式5	$(Crff+Crfr)/(Crff-Crfr)$	0.713	0.191	0.717	0.807
	条件式6	$ \{1-(\beta ft^2)\}\times\beta ftr^2 $	5.419	4.437	5.061	4.609
	条件式6-1	$ \beta f t $	3.756	5.520	5.034	4.451
	条件式7	$ fw\times\tan\omega w /(fsr-FBw)$	-0.197	-0.141	-0.029	-0.017
	条件式8	$NdLrn$	1.971	1.847	2.001	1.962
[0372]	条件式9	ΔPgF	0.000	0.014	0.004	0.000
	条件式9-1	$\Delta PgFp$	0.038	0.038	0.019	0.038
	条件式10	fn/fw	-0.861	-1.544	-0.815	-0.879
	条件式11	ff/ft	-0.307	-0.426	-0.416	-0.303
	条件式12	νdLn	53.186	46.503	67.023	53.186
	条件式13	$ X1 /ft$	0.369	0.260	0.525	0.366
	条件式14	$Crrf/ft$	0.433	0.516	0.329	0.519
	条件式15	$ffft/ft$	0.414	0.467	0.435	0.454
	条件式16	$Drfrt/ft$	0.186	0.140	0.199	0.178
	条件式17	fw/ffw	-0.920	-0.648	-0.900	-0.895
	条件式18	νdLp	22.761	23.785	17.980	22.761

[0373] 工业实用性

[0374] 根据本发明,可以提供实现了对焦组及防抖组的轻型化且光学性能高的标准变焦镜头,及具备该变焦镜头的摄像装置。尤其是,该变焦镜头适于用作为变焦区域包含等效35mm焦距的50mm焦距,广角端的该变焦镜头的半视角(ω)大于24°的变焦镜头。

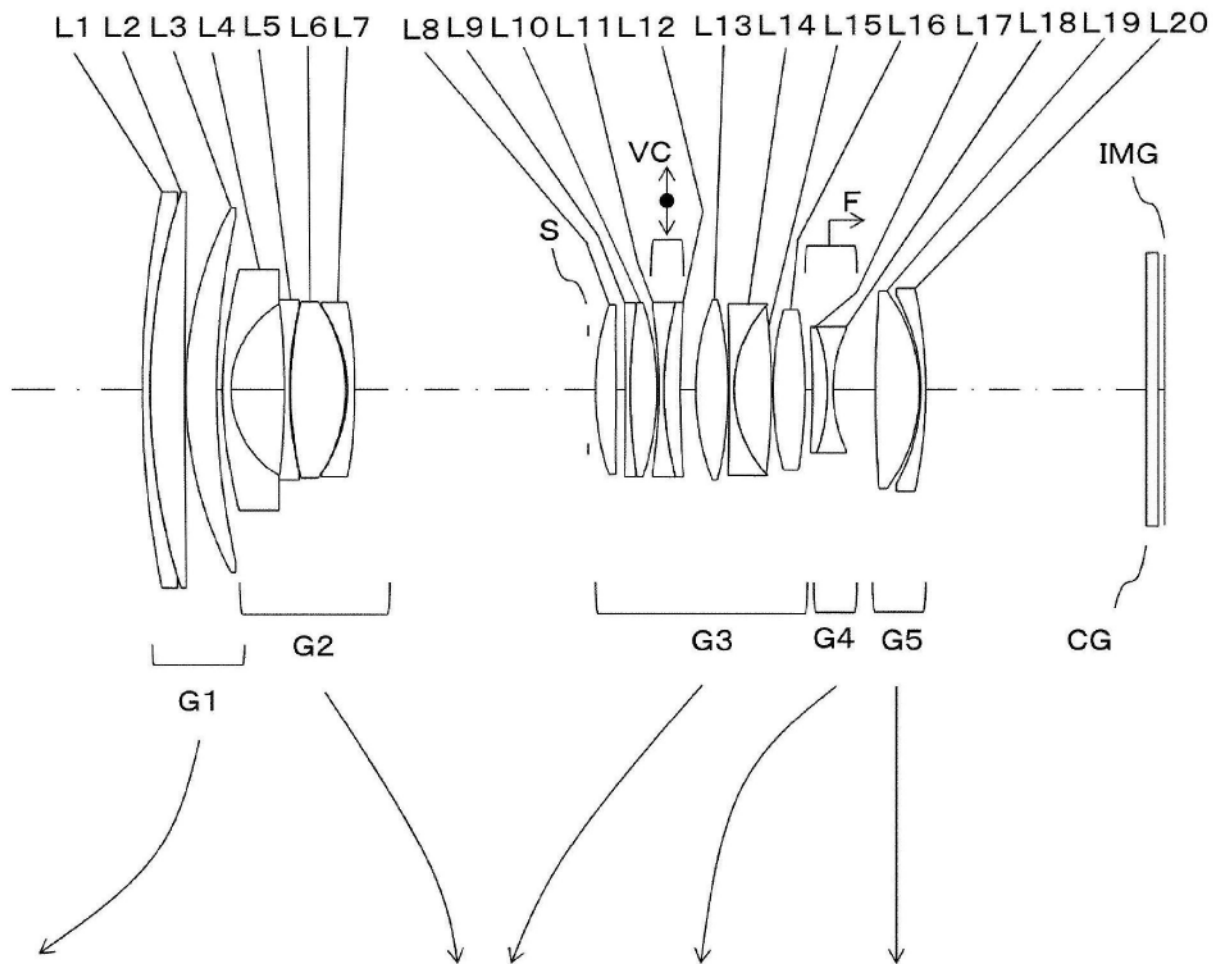


图1

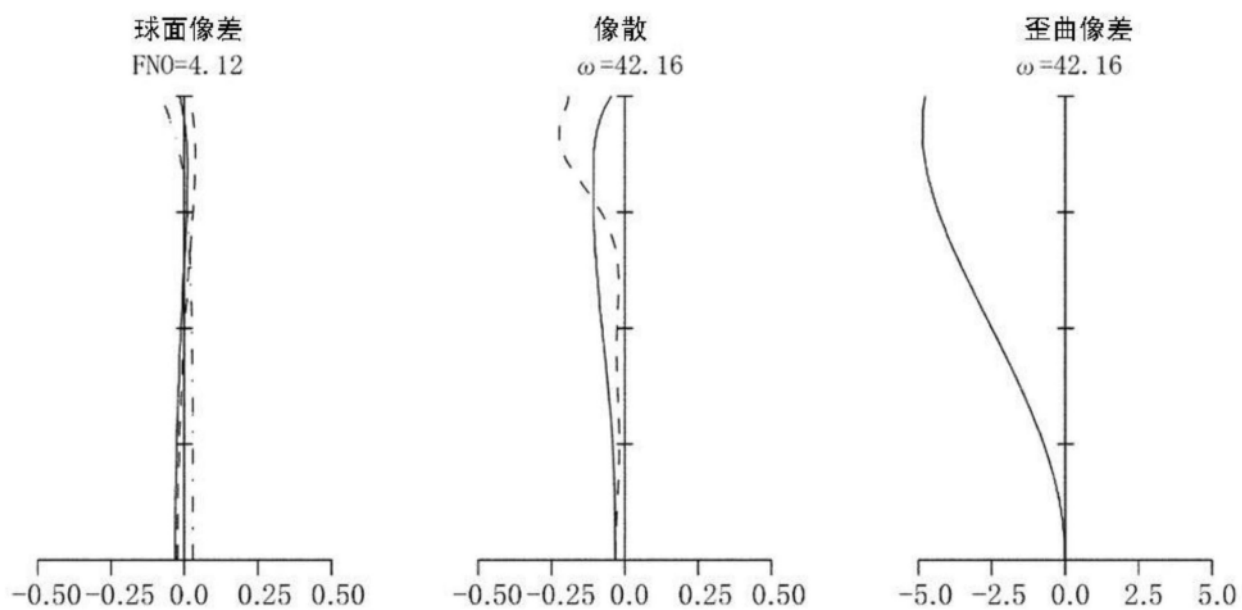


图2

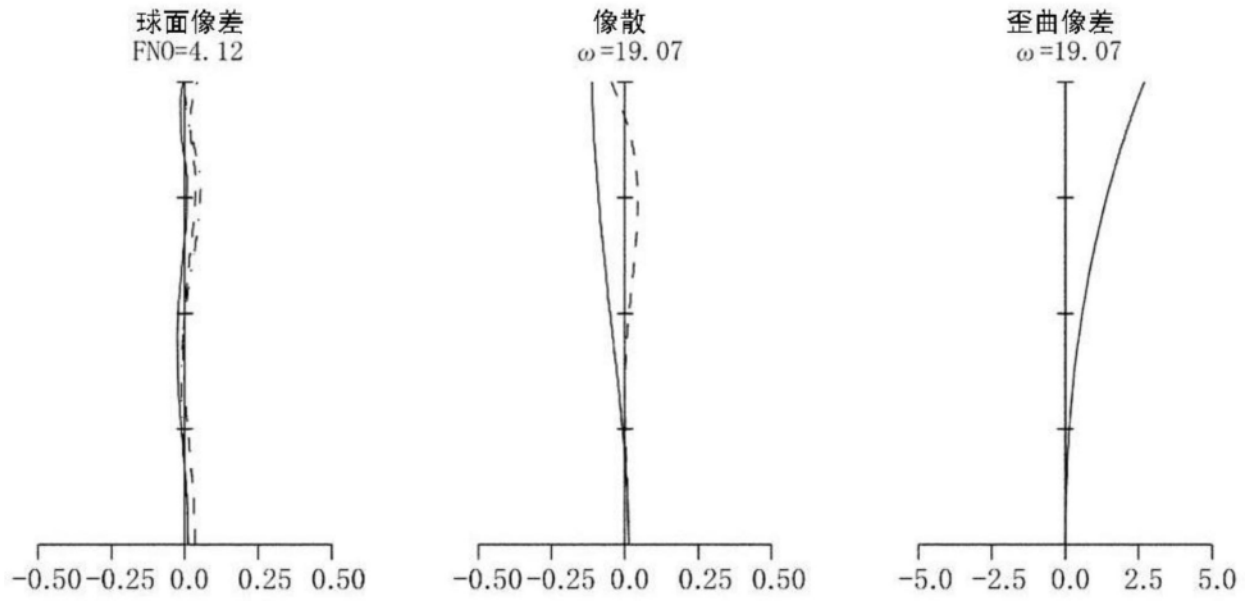


图3

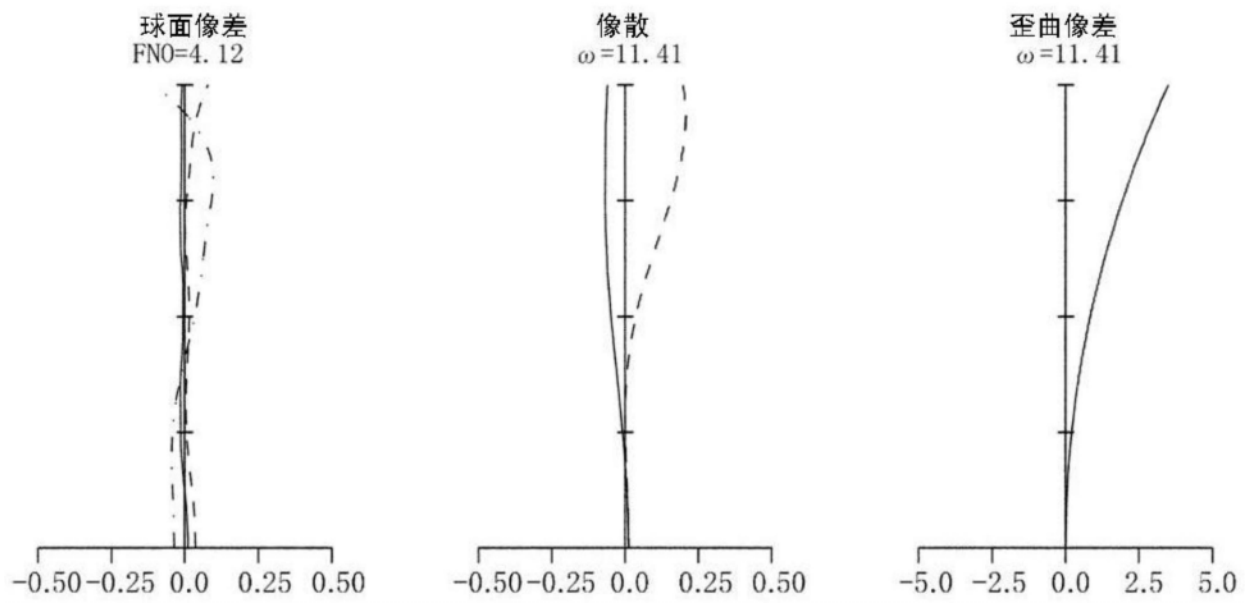


图4

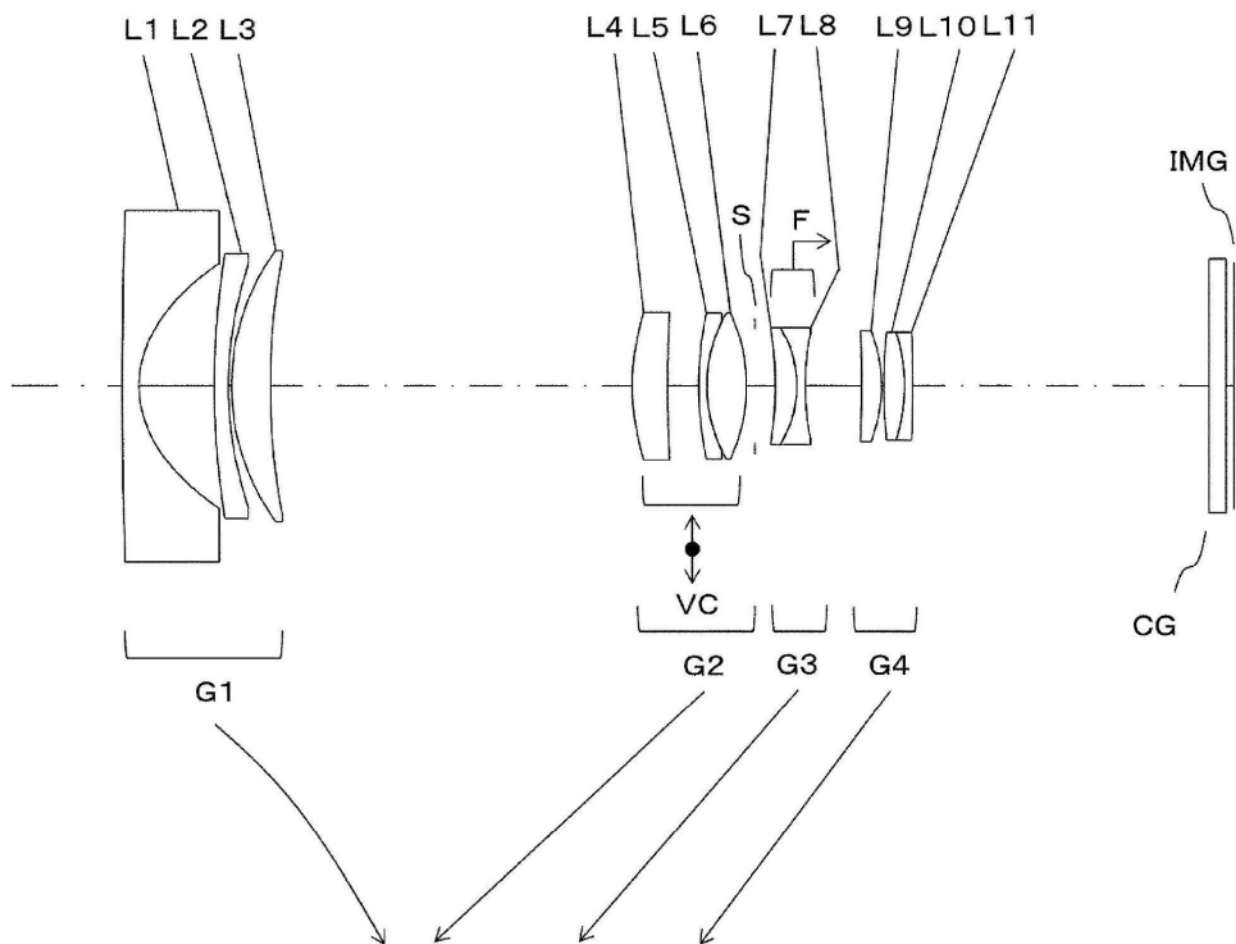


图5

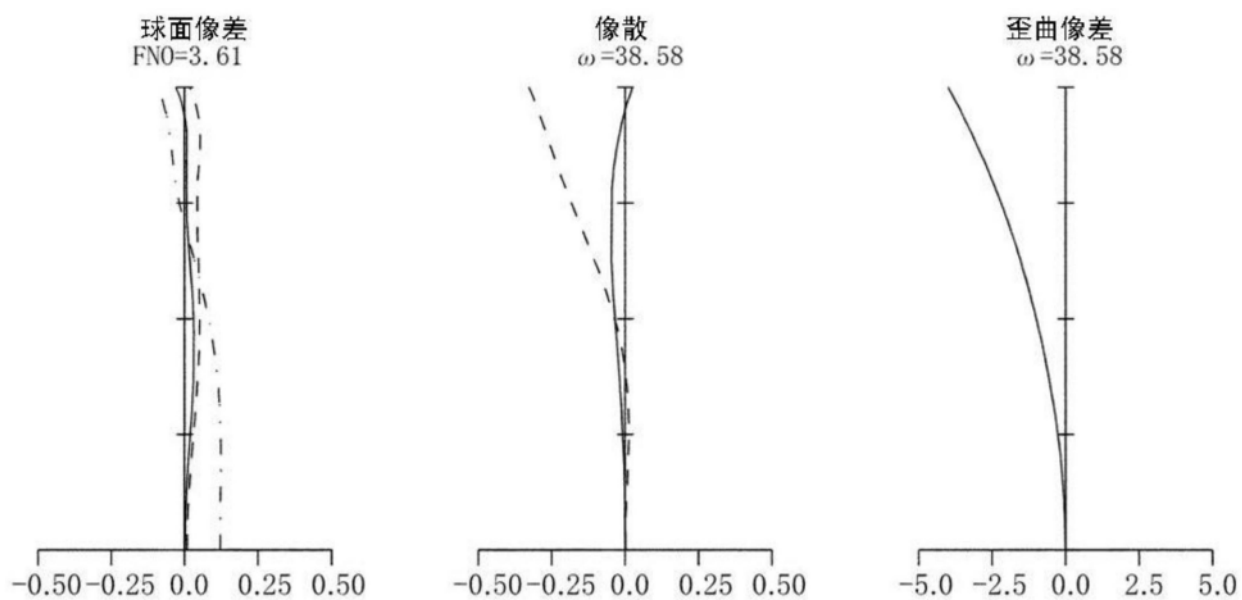


图6

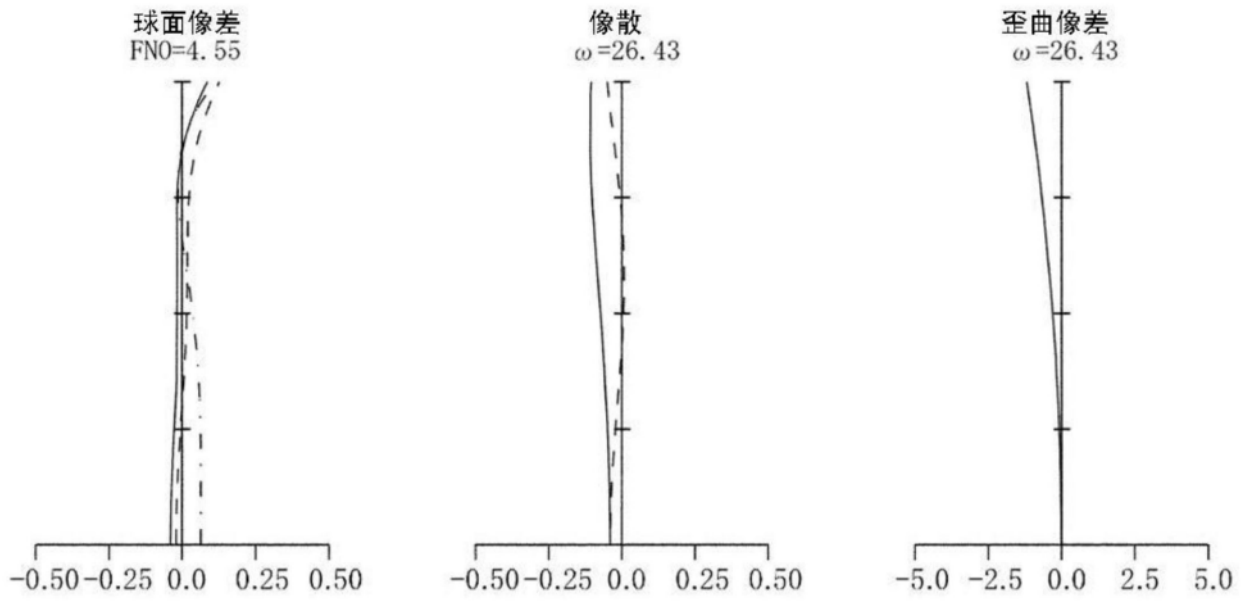


图7

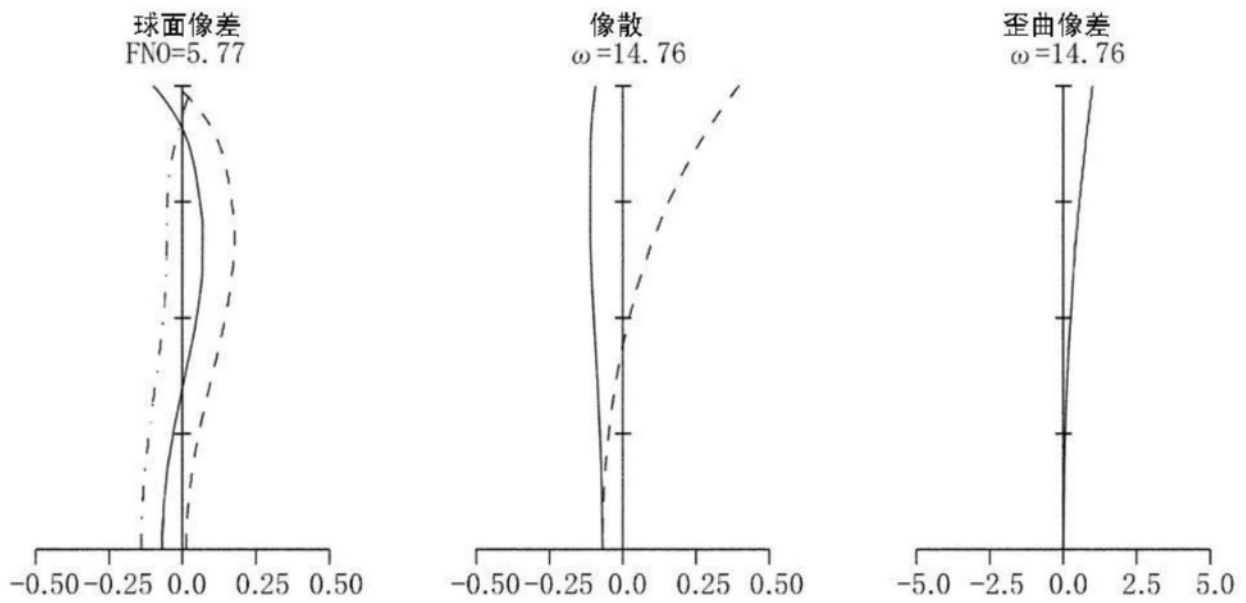


图8

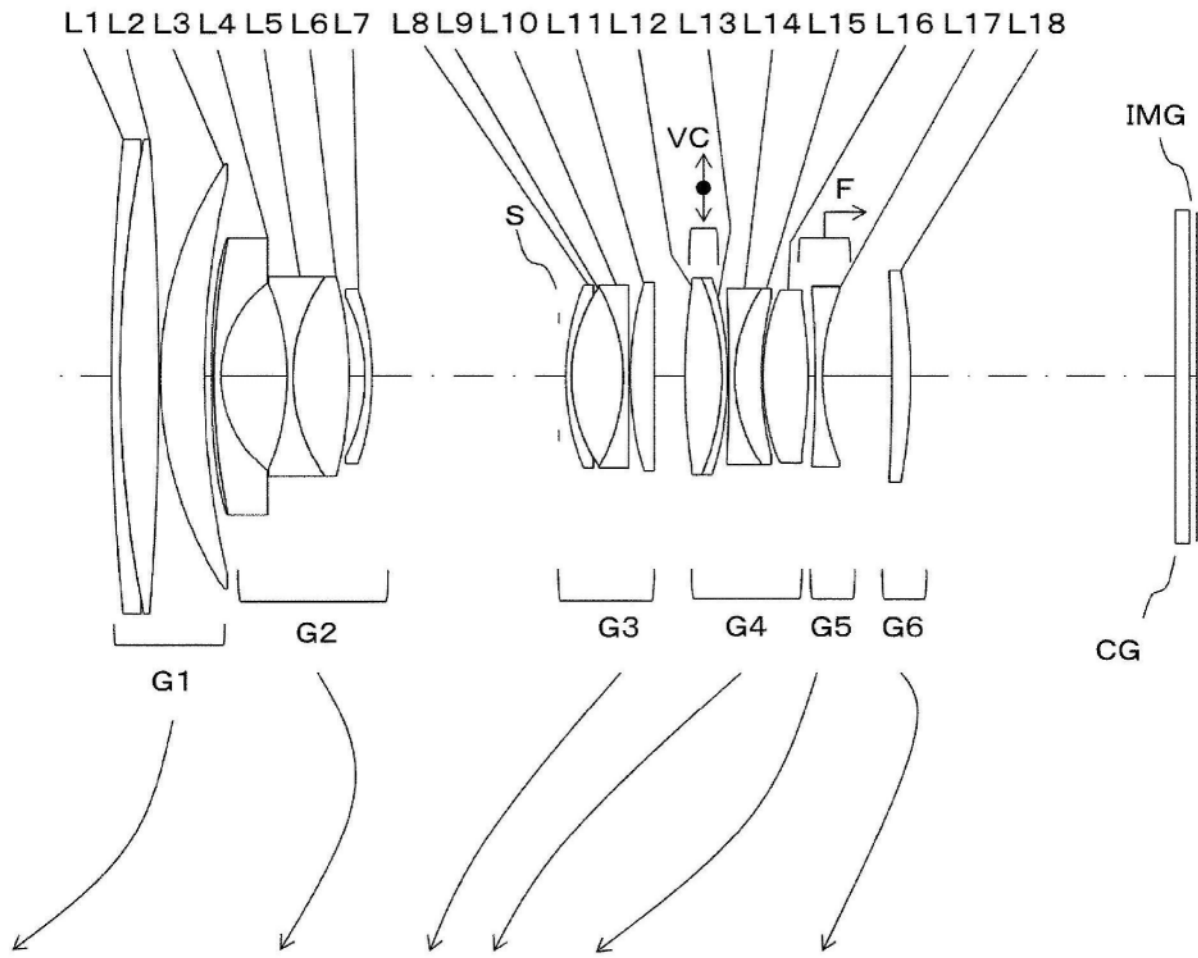


图9

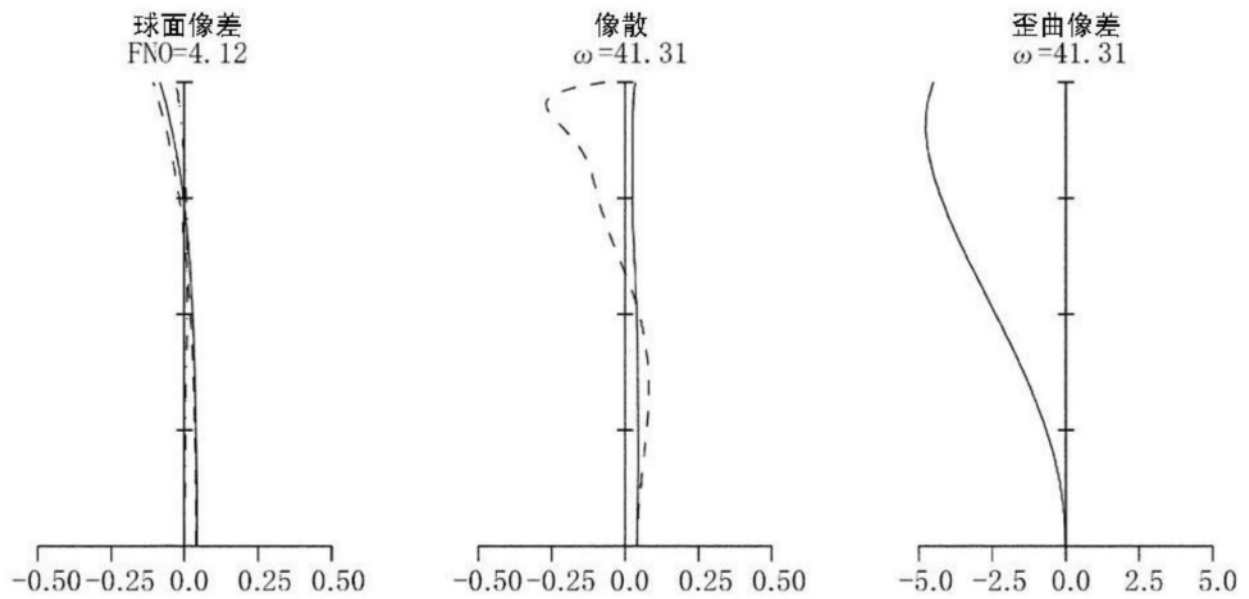


图10

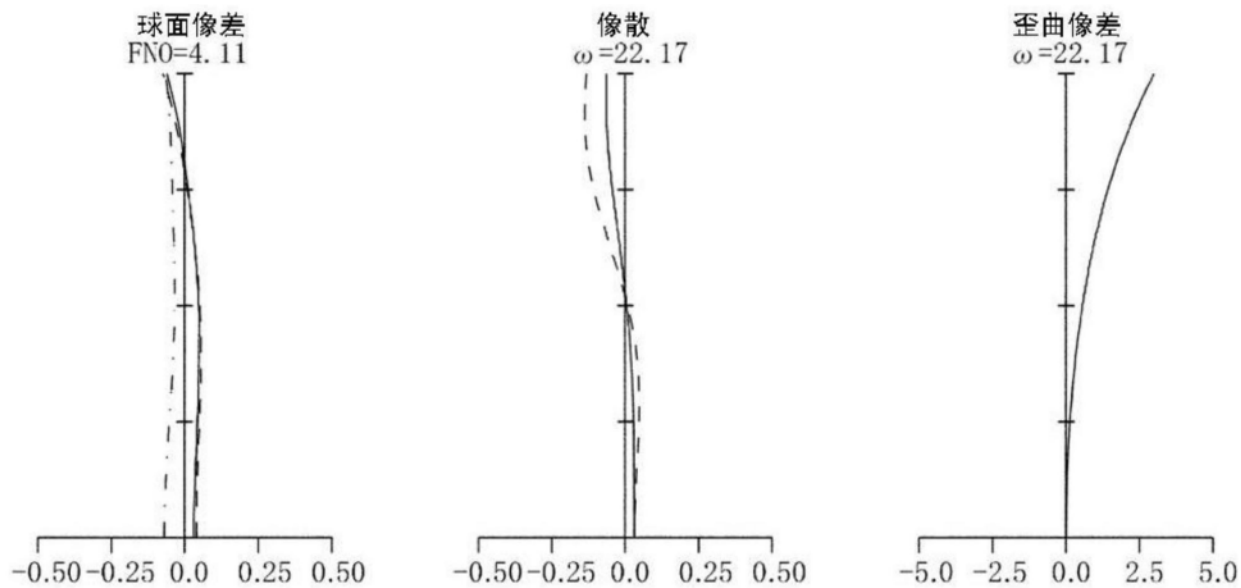


图11

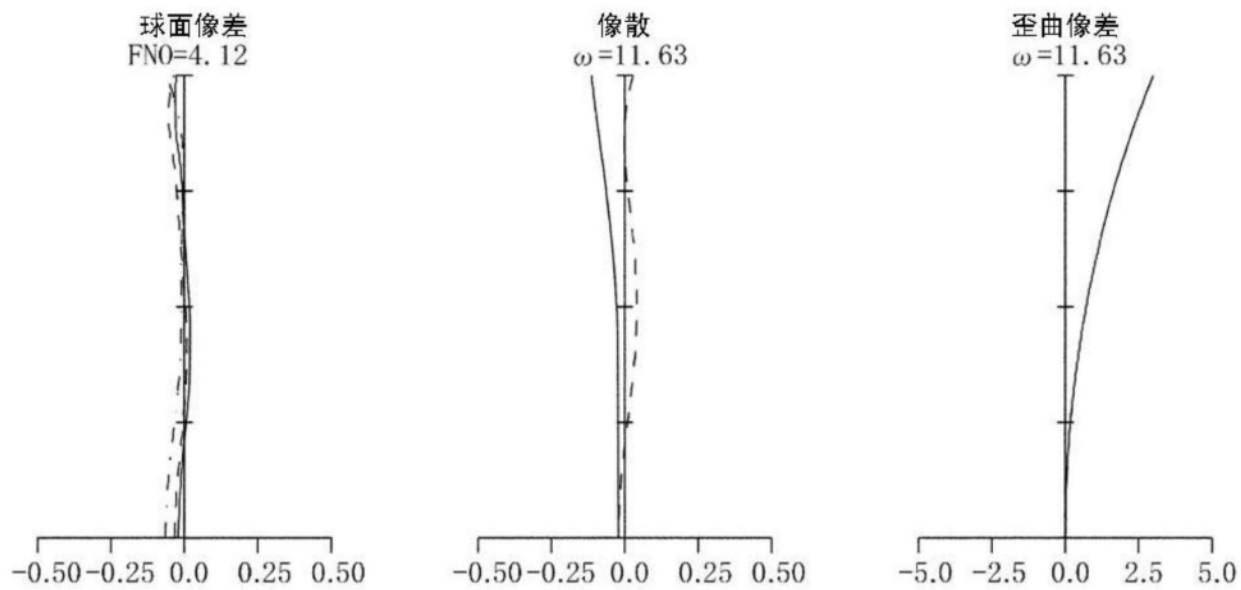


图12

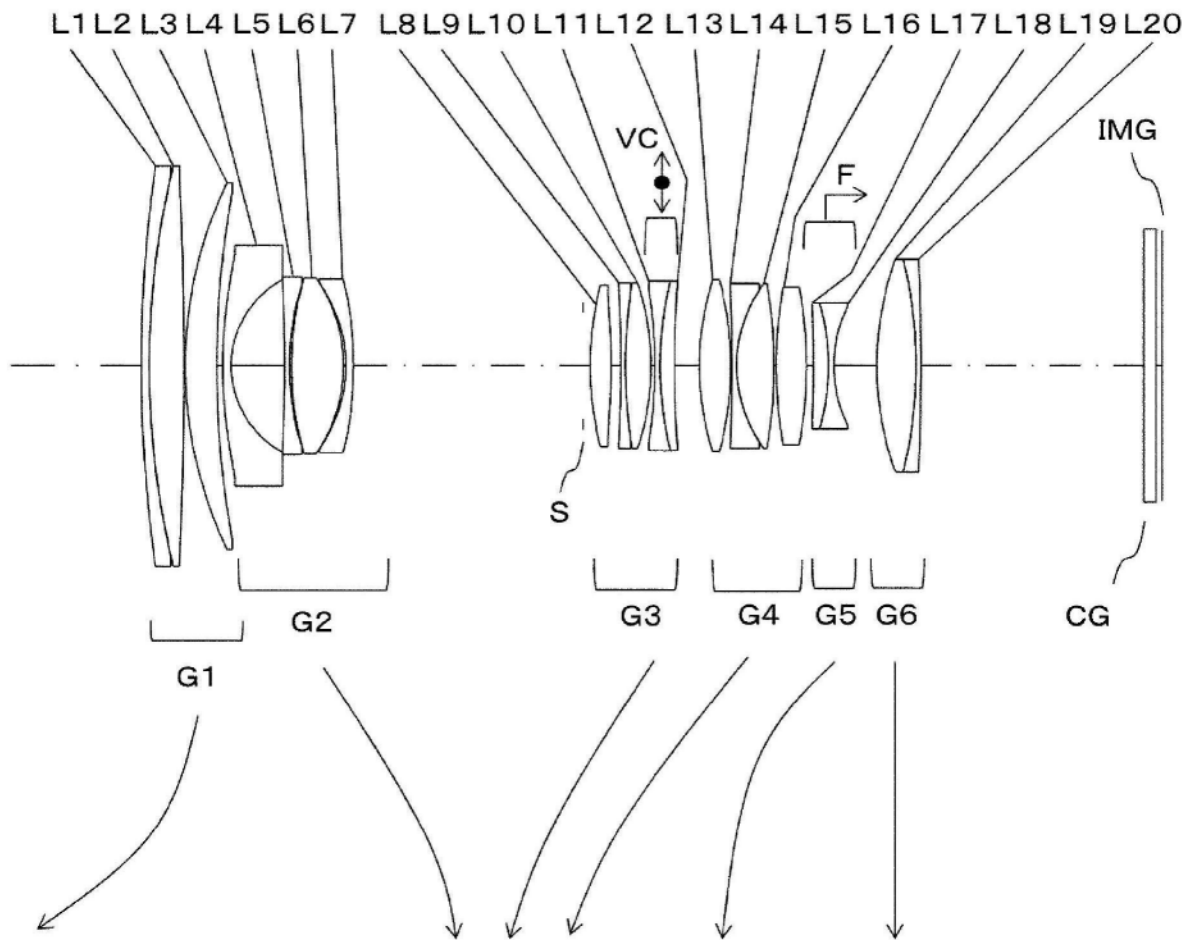


图13

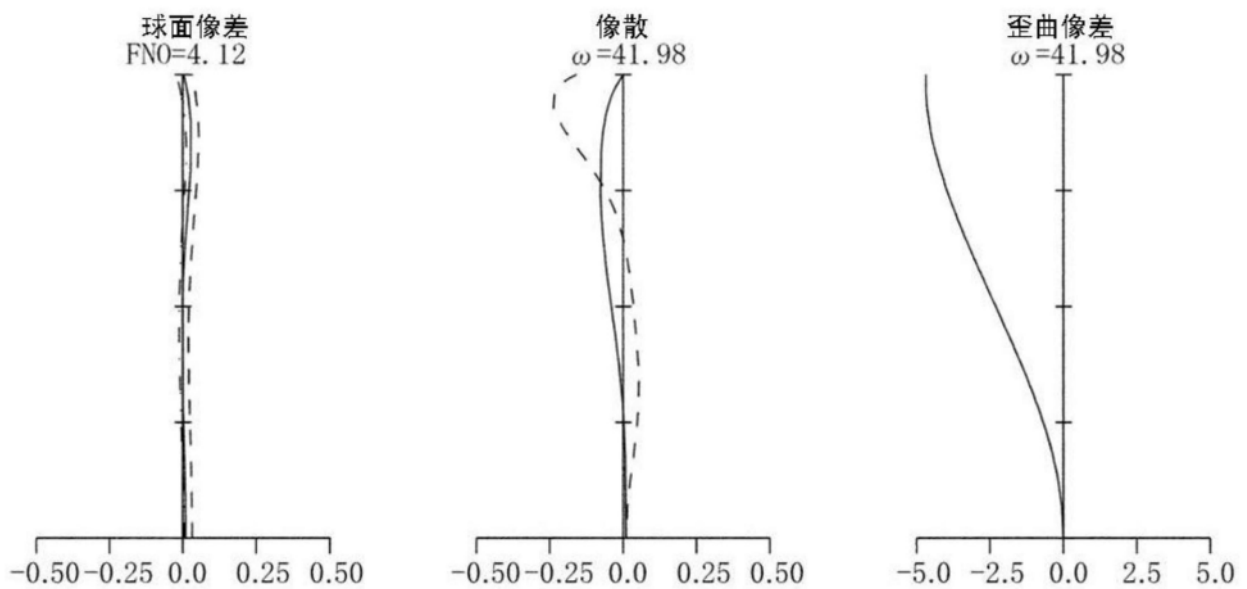


图14

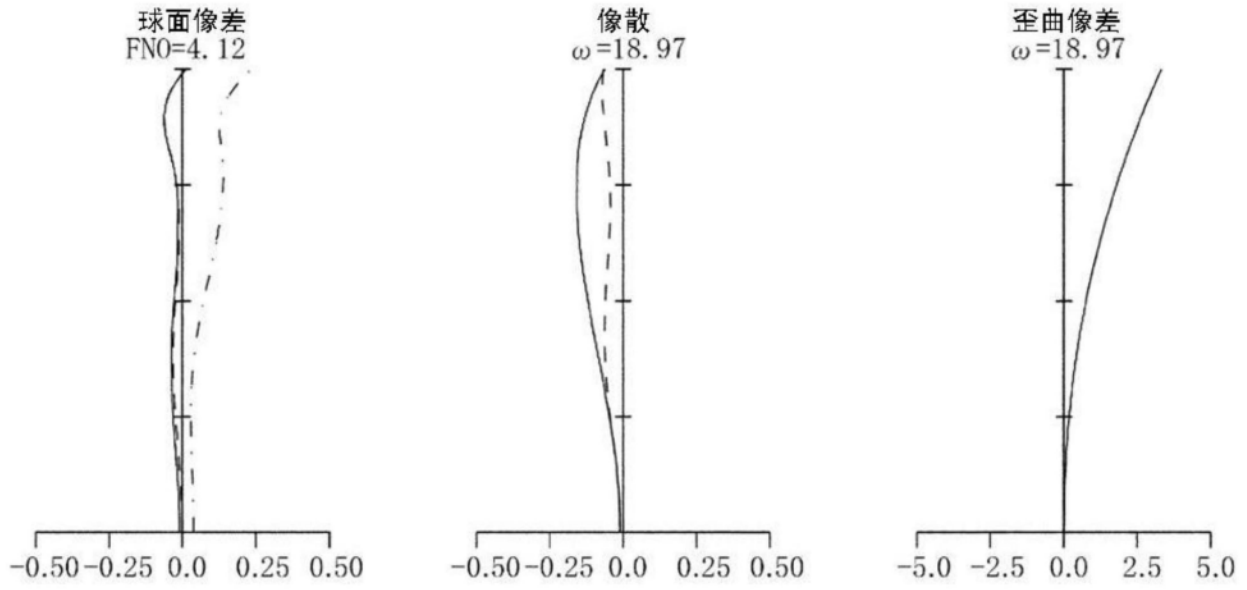


图15

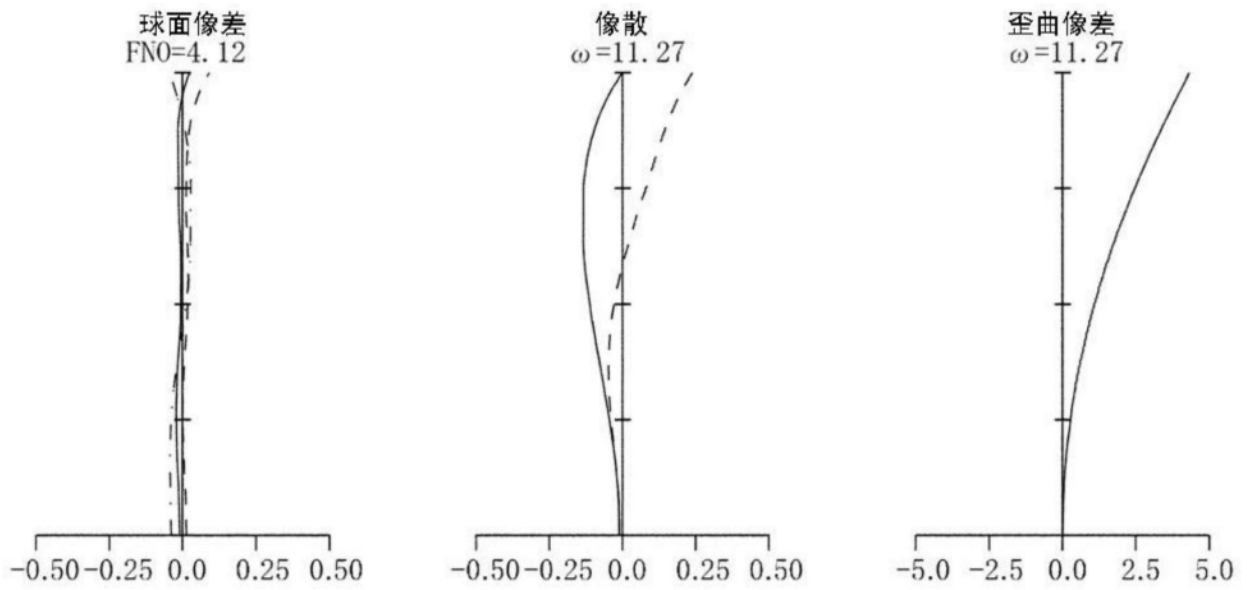


图16