



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105892010 B

(45)授权公告日 2020.07.14

(21)申请号 201610116703.X

(22)申请日 2016.02.17

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105892010 A

(43)申请公布日 2016.08.24

(30)优先权数据  
2015-028905 2015.02.17 JP

(73)专利权人 株式会社腾龙  
地址 日本埼玉县

(72)发明人 山中久幸 冈田圭介 岩泽嘉人

(74)专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司 11006  
代理人 高龙鑫

(51)Int.Cl.

G02B 13/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 101833162 A, 2010.09.15,  
CN 103163629 A, 2013.06.19,  
CN 101833162 A, 2010.09.15,

审查员 潘佳惠

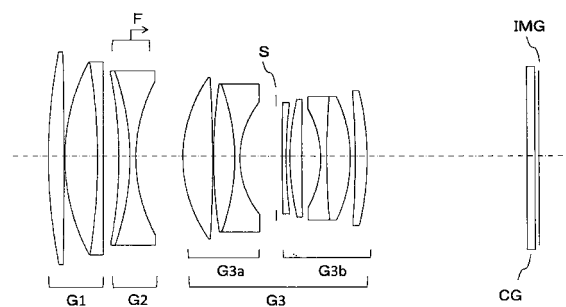
权利要求书1页 说明书15页 附图4页

### (54)发明名称

光学系统及摄像装置

### (57)摘要

本发明的目的在于,提供一种适合于小型的摄像系统的小型、高性能、且大口径的光学系统及摄像装置。所述光学系统,由从物体侧开始依次配置的具有正折射本领的第一透镜组(G1)、具有负折射本领的第二透镜组(G2)、和具有正折射本领的第三透镜组(G3)所构成,通过将第一透镜组(G1)和第三透镜组(G3)固定于光轴方向,并使第二透镜组(G2)在光轴方向上移动,从而从无限远物体向有限距离物体进行对焦,第三透镜组(G3)由从物体侧开始依次配置的物体侧组(G3a)、孔径光圈(S)和像侧组(G3b)所构成,且满足规定的条件。



1. 一种光学系统,其特征在于,

由从物体侧开始依次配置的具有正折射本领的第一透镜组、具有负折射本领的第二透镜组、和具有正折射本领的第三透镜组所构成,

通过将所述第一透镜组和所述第三透镜组固定于光轴方向,并使所述第二透镜组在光轴方向上移动,从而从无限远物体向有限距离物体进行对焦,

所述第三透镜组由从物体侧开始依次配置的物体侧组、孔径光圈和像侧组所构成,并满足以下的条件,

$$0.01 < f_{3b}/f < 3.00 \cdots (1)$$

其中, $f_{3b}$ 为所述像侧组的焦距, $f$ 为该光学系统的焦距,

所述第三透镜组满足以下的条件,

$$0.722 \leq f_3/f < 1.10 \cdots (2)$$

其中, $f_3$ 为所述第三透镜组的焦距,

所述物体侧组具有正折射本领,且所述物体侧组的最靠物体侧的面和所述物体侧组的最靠像面侧的面满足以下的条件,

$$1.0 < Cr_{3af}/Cr_{3ar} < 4.0 \cdots (4)$$

其中, $Cr_{3af}$ 为所述物体侧组的最靠物体侧的面的曲率半径, $Cr_{3ar}$ 为所述物体侧组的最靠像面侧的面的曲率半径。

2. 根据权利要求1所述的光学系统,所述物体侧组的最靠物体侧的面满足以下的条件,

$$0 < Cr_{3af}/f \cdots (3)$$

其中, $Cr_{3af}$ 为所述物体侧组的最靠物体侧的面的曲率半径。

3. 根据权利要求1所述的光学系统,所述第二透镜组满足以下的条件,

$$0.30 < |f_2|/f < 1.20 \cdots (5)$$

其中, $f_2$ 为所述第二透镜组的焦距。

4. 根据权利要求1所述的光学系统,所述第二透镜组至少具备一片具有正折射本领的透镜。

5. 根据权利要求1所述的光学系统,所述第二透镜组由一片具有正折射本领的透镜和一片具有负折射本领的透镜所构成。

6. 根据权利要求1所述的光学系统,所述第三透镜组满足以下的条件,

$$1.8 < f_3/(f \times \tan \omega) < 5.0 \cdots (6)$$

其中, $f_3$ 为所述第三透镜组的焦距, $\omega$ 为该光学系统的无限远对焦时的半视角。

7. 根据权利要求1所述的光学系统,所述物体侧组和所述像侧组满足以下的条件,

$$1.0 < |f_{3a}|/f_{3b} \cdots (7)$$

其中, $f_{3a}$ 为所述物体侧组的焦距。

8. 根据权利要求1所述的光学系统,所述第一透镜组满足以下的条件,

$$0.60 < f_1/f < 1.30 \cdots (8)$$

其中, $f_1$ 为所述第一透镜组的焦距。

9. 一种摄像装置,其特征在于,具备权利要求1~8中任意一项所述的光学系统、和设置在该光学系统的像面侧并将所述光学系统所形成的光学像变换为电信号的摄像元件。

## 光学系统及摄像装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光学系统及摄像装置,特别涉及适用于数字静态摄像机及数字摄影机等的使用了固体摄像元件的摄像装置中的光学系统、及具备该光学系统的摄像装置。

### 背景技术

[0002] 一直以来,数字静态摄像机、数字摄影机等的使用了固体摄像元件的摄像装置得到了普及。特别是随着近年来摄像光学系统的高性能化、小型化等,小型的摄像系统的普及得到了急速推进。

[0003] 作为这种小型的摄像系统的光学系统,提出有各种单焦点光学系统。例如,专利文献1公开了一种焦距比较长的单焦点光学系统,其具备从物体侧开始依次配置的具有正折射本领的前组、开放光圈、具有负折射本领的后组。一般地,对于焦距长的望远透镜而言,随着焦距变长,会更多地产生色像差。因此,例如在专利文献1的单焦点光学系统中,通过在光路内配置衍射光栅面,由该衍射光栅进行色像差的校正,从而获得良好的成像性能。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2014-109700号公报

### 发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 然而,对于专利文献1所公开的光学系统,由于构成光学系统的透镜的片数较多,因而不能充分实现光学系统的小型化。另外,该光学系统的 $F_{no}$ 比2.8还大,亮度不足。近年来,在要求小型的摄像系统的光学系统更为小型化的同时,特别对单焦点光学系统中比 $F_{no}$ 为2.8时更明亮的大口径化有着强烈的需求。

[0009] 本发明的目的在于,提供一种适合于小型的摄像系统的小型、高性能、且大口径的光学系统及摄像装置。

[0010] 解决课题的方法

[0011] 为了达成上述目的,本发明的光学系统的特征在于,由从物体侧开始依次配置的具有正折射本领的第一透镜组、具有负折射本领的第二透镜组、和具有正折射本领的第三透镜组所构成,通过将所述第一透镜组和所述第三透镜组固定于光轴方向,并使所述第二透镜组在光轴方向移动,从而从无限远物体向有限距离物体对焦,所述第三透镜组由从物体侧开始依次配置的物体侧组、孔径光圈、和像侧组所构成,并满足以下的条件。

[0012]  $0.01 < f_{3b}/f < 3.00 \cdots (1)$

[0013] 其中,

[0014]  $f_{3b}$ :所述像侧组的焦距,

[0015]  $f$ :该光学系统的焦距。

[0016] 另外,本发明的摄像装置的特征在于,具备:光学系统、和设置于该光学系统的像

面侧并将所述光学系统所形成的光学像转换成电信号的摄像元件。

[0017] 发明的效果

[0018] 根据本发明,能够提供一种适合于小型的摄像系统的小型、高性能、且大口径的光学系统及摄像装置。

## 附图说明

[0019] 图1是示出本发明的实施例1的光学系统的透镜构成例的剖面图。

[0020] 图2是实施例1的光学系统的无限远对焦时的球面像差图、像散图及歪曲像差图。

[0021] 图3是示出本发明的实施例2的光学系统的透镜构成例的剖面图。

[0022] 图4是实施例2的光学系统的无限远对焦时的球面像差图、像散图及歪曲像差图。

[0023] 图5是示出本发明的实施例3的光学系统的透镜构成例的剖面图。

[0024] 图6是实施例3的光学系统的无限远对焦时的球面像差图、像散图及歪曲像差图。

[0025] 图7是示出本发明的实施例4的光学系统的透镜构成例的剖面图。

[0026] 图8是实施例4的光学系统的无限远对焦时的球面像差图、像散图及歪曲像差图。

[0027] 附图标记说明

[0028] G1 . . . 第一透镜组

[0029] G2 . . . 第二透镜组

[0030] G3 . . . 第三透镜组

[0031] G3a . . . 物体侧组

[0032] G3b . . . 像侧组

[0033] S . . . 孔径光圈

[0034] CG . . . 护罩玻璃

[0035] IMG . . . 像面

## 具体实施方式

[0036] 以下,对本发明的光学系统及摄像装置的实施方式进行说明。

[0037] 1. 光学系统

[0038] 1-1. 光学系统的构成

[0039] 本发明的光学系统的特征在于,由从物体侧开始依次配置的具有正折射本领的第一透镜组、具有负折射本领的第二透镜组、和具有正折射本领的第三透镜组所构成,通过将第一透镜组和第三透镜组固定于光轴方向,并使第二透镜组在光轴方向上移动,从而从无限远物体向有限距离物体进行对焦,第三透镜组由从物体侧开始依次配置的物体侧组、孔径光圈和像侧组所构成,且满足后述的条件式(1)所表示的条件。首先,对本发明光学系统的光学系统构成进行说明。

[0040] 在本发明的光学系统中,配置于最靠物体侧的第一透镜组具有正折射本领。因此,由于第一透镜组汇聚的光射入到第二透镜组中,因而第二透镜组可以由外径较小的透镜来构成,能够实现第二透镜组的小型化及轻量化。另外,由于第二透镜组具有负折射本领,因而能够使该光学系统为远摄型的构成。因此,能够使该光学总长变得比系统整体的焦距还短,能够实现系统整体的小型化。并且,由于配置于最靠像面侧的第三透镜组具有正折射本

领,因而能够在第三透镜组中对光束进行聚光,并能够实现大口径化。即,根据本发明,通过采用正负正的三组式结构,能够获得适合于小型的摄像系统的小型且大口径的光学系统。

[0041] 另外,本发明中,通过将第一透镜组和第三透镜组固定于光轴方向,并使第二透镜组在光轴方向上移动,从而从无限远物体向有限距离物体进行对焦。由于作为对焦组的第二透镜组,如上所述,通过第一透镜组的聚光作用而实现了小型化及轻量化,因而用于使第二透镜组移动的负荷小,能够迅速地进行对焦操作,且能使系统整体小型化。以下,对各透镜组的构成进行说明。

[0042] (1) 第一透镜组

[0043] 只要第一透镜组具有正折射本领,且满足后述的条件式等,则对于其具体的透镜构成无特别限定。

[0044] (2) 第二透镜组

[0045] 关于第二透镜组的构成,只要具有负折射本领,且满足后述的条件式等,则对于其具体的透镜构成没有特别限定,但是优选至少具备一片具有正折射本领的透镜。在具有负折射本领的第二透镜组内,通过至少配置一片具有正折射本领的透镜,能够抑制对焦时的第二透镜组的移动导致的色像差的变动,且能够不受与被摄体的距离的限制而获得良好的成像性能。

[0046] 进而,优选第二透镜组由一片具有正折射本领的透镜、和一片具有负折射本领的透镜所构成。通过由正负各一片的透镜构成第二透镜组,能够使第二透镜组变得更加小型及轻量,并能够更加迅速地进行对焦操作。此时,优选第二透镜组由将一片具有正折射本领的透镜、和一片具有负折射本领的透镜接合而成的接合透镜所构成。通过由接合透镜构成第二透镜组,能够降低组装时的制造误差,并能够抑制制造误差所引起的像差的产生。

[0047] (3) 第三透镜组

[0048] 本发明中,第三透镜组由从物体侧开始依次配置的物体侧组、孔径光圈、和满足条件式(1)的像侧组所构成。即,第三透镜组中,通过隔着孔径光圈而配置物体侧组和像侧组,从而能在孔径光圈的前后,容易地消除轴上光线及轴外光线的任一者所产生的像差,获得高性能的光学系统。

[0049] 第三透镜组中,物体侧组的折射本领并无特别限定。该光学系统中,通过在最靠像面侧配置具有正折射本领的像侧组,如上所述,能够实现该光学系统的大口径化。

[0050] 另外,第三透镜组中,优选物体侧组的最靠像面侧的面的曲率半径、及物体侧组的最靠物体侧的面的曲率半径分别满足后述的条件式(3)、条件式(4)。此外,关于这一点,将在后面进行阐述。

[0051] 并且,优选像侧组的最靠像面侧的面具有向像面侧凸出的形状。即,通过使该光学系统的最后一个面为向像面侧凸出的形状,能够在最后一个面对光束进行聚光,不会使该光学系统的透镜直径变大,能够实现大口径化。

[0052] (4) 防抖组

[0053] 本发明的光学系统中,也可以使上述的第一透镜组~第三透镜组中的任一透镜组的一部分作为防抖组而在与光轴垂直的方向上移动,并对摄像时的抖动等引起的旋转运动模糊等进行校正。

[0054] 1-2. 条件式

[0055] 接着,对本发明的光学系统应满足的条件、或者优选满足的条件进行说明。

[0056] 1-2-1.条件式(1)

[0057] 本发明的光学系统中,像侧组满足以下的条件。

[0058]  $0.01 < f_{3b}/f < 3.00 \cdots (1)$

[0059] 其中,

[0060]  $f_{3b}$ :像侧组的焦距,

[0061]  $f$ :该光学系统的焦距。

[0062] 上述条件式(1)是用于规定像侧组的焦距相对于该光学系统的焦距之比的式子。由于通过满足条件式(1),能够在该光学系统中,由配置于最靠像面侧的像侧组对光束进行聚光,因而能够实现该光学系统的大口径化。另外,能够良好地进行各种像差校正,并能够实现该光学系统的小型化及高性能化。

[0063] 对此,若条件式(1)的数值为上限值以上,即像侧组的焦距相对于该光学系统的焦距变得过大,则不能通过像侧组对光束充分地聚光,难以大口径化,因而不优选。另外,若条件式(1)的值为下限值以下,即像侧组的焦距相对于该光学系统的焦距变得过小,则会使球面像差、彗形像差及像面弯曲的校正变困难,因而不优选。

[0064] 在获得这些效果的基础上,优选像侧组满足下述的条件式(1)',更优选满足条件式(1)",进一步优选满足条件式(1)""。

[0065]  $0.10 < f_{3b}/f < 2.50 \cdots (1)'$

[0066]  $0.20 < f_{3b}/f < 2.00 \cdots (1)''$

[0067]  $0.30 < f_{3b}/f < 1.50 \cdots (1)'''$

[0068] 1-2-2.条件式(2)

[0069] 在本发明的光学系统中,优选第三透镜组满足以下的条件。

[0070]  $0.50 < f_3/f < 1.10 \cdots (2)$

[0071] 其中,

[0072]  $f_3$ :第三透镜组的焦距。

[0073] 条件式(2)是用于规定第三透镜组的焦距相对于本发明的光学系统的焦距之比的式子。通过满足条件式(2),能够在实现该光学系统的进一步的小型化、高性能化的同时,实现大口径化。

[0074] 与此相对地,若条件式(2)的值为上限值以上,即该第三透镜组的焦距相对于光学系统的焦距变得过大,则光学系统的总长变大,因而该光学系统的小型化变困难。与此同时,不能通过第三透镜组对光束充分地进行聚光,难以实现该光学系统的大口径化。从这些方面来看,不优选条件式(2)的值为上限值以上。另外,若条件式(2)的数值为下限值以下,即第三透镜组的焦距相对于该光学系统的焦距变得过小,则球面像差及彗形像差的校正变困难,因而不优选。

[0075] 在获得这些效果的基础上,优选第三透镜组满足下述的条件式(2)',更优选满足条件式(2)""。

[0076]  $0.55 < f_3/f < 1.00 \cdots (2)'$

[0077]  $0.60 < f_3/f < 0.95 \cdots (2)''$

[0078] 1-2-3.条件式(3)

[0079] 本发明的光学系统中,优选物体侧组的最靠物体侧的面满足以下的条件。

[0080]  $0 < Cr3af/f \cdots (3)$

[0081] 其中,

[0082]  $Cr3af$ :所述物体侧组的最靠物体侧的面的曲率半径。

[0083] 上述条件式(3)是用于规定物体侧组的最靠物体侧的面的曲率半径相对于该光学系统的焦距之比的式子。满足条件式(3)时,物体侧组的最靠物体侧的面为向物体侧凸出的形状,能够用较少片数的透镜对球面像差及像面弯曲进行良好地校正。因此,容易获得小型、且高性能的光学系统。

[0084] 与此相对地,若条件式(3)的值为下限值以下,则物体侧组的最靠物体侧的面为平面或者向物体侧凹的形状。此时,难以通过较少片数的透镜对球面像差及像面弯曲进行良好地校正,难以在维持良好的成像性能的同时实现该光学系统的小型化。

[0085] 在获得这些效果的基础上,优选物体侧组的最靠物体侧的面满足下述的条件式(3)',更优选满足条件式(3)",进一步优选满足条件式(3)"" ,最优选满足条件式(3)""。

[0086]  $0.10 < Cr3af/f < 20.00 \cdots (3)'$

[0087]  $0.14 < Cr3af/f < 10.00 \cdots (3)''$

[0088]  $0.20 < Cr3af/f < 5.00 \cdots (3)'''$

[0089]  $0.26 < Cr3af/f < 2.00 \cdots (3)''''$

[0090] 1-2-4.条件式(4)

[0091] 本发明的光学系统中,优选物体侧组的最靠物体侧的面和物体侧组的最靠像面侧的面满足以下的条件。

[0092]  $1.0 < Cr3af/Cr3ar < 4.0 \cdots (4)$

[0093] 其中,

[0094]  $Cr3ar$ :物体侧组的最靠像面侧的面的曲率半径。

[0095] 上述条件式(4)是用于规定上述物体侧组的最靠物体侧的面的曲率半径相对于上述物体侧组的最靠像面侧的面的曲率半径之比的式子。当满足条件式(4)时,能够以较少片数的透镜来更良好地进行球面像差及彗形像差、弧矢眩光的校正。因此,能更容易获得小型、且高性能的光学系统。

[0096] 与此相对地,如果物体侧组的最靠物体侧的面和物体侧组的最靠像面侧的面不满足条件式(4),则难以以较少片数的透镜对球面像差及彗形像差、弧矢眩光进行校正,为了获得良好的成像性能,像差校正所需的透镜片数会增加,随之会导致该光学系统的大型化,因而不优选。

[0097] 在获得这些效果的基础上,更优选物体侧组的最靠物体侧的面和物体侧组的最靠像面侧的面满足条件式(4)'。

[0098]  $1.0 < Cr3af/Cr3ar < 3.0 \cdots (4)'$

[0099] 1-2-5.条件式(5)

[0100] 本发明的光学系统中,优选第二透镜组满足以下的条件。

[0101]  $0.30 < |f2|/f < 1.20 \cdots (5)$

[0102] 其中,

[0103]  $f2$ :第二透镜组的焦距。

[0104] 上述条件式(5)是用于规定第二透镜组的焦距相对于该光学系统的焦距之比的式子。满足条件式(5)时,第二透镜组的折射本领处于适当的范围内,能够获得远摄比率较小的光学系统。即,能够获得光学总长比焦距要小的小型的光学系统。另外,由于对焦组即第二透镜组的折射本领处于适当的范围内,因而能抑制对焦时的像差变动,不依靠与被摄体的距离,即使以较少片数的透镜也能获得良好的成像性能,且容易获得小型、且高性能的光学系统。

[0105] 与此相对地,若条件式(5)的值为上限值以上,即第二透镜组的焦距相对于该光学系统的焦距变得过大,则难以缩小远摄比率。此时,光学总长变大,在实现光学系统的小型化上不优选。另外,若条件式(5)的值为下限值以下,即第二透镜组的焦距相对于该光学系统的焦距变得过小,则对焦组即第二透镜组的折射本领变大,对焦时的位置变化所引起的像差的产生量变大。因此,像差校正所需的透镜片数增加,难以在维持良好的成像性能的同时,实现该光学系统的小型化。

[0106] 在获得这些效果的基础上,优选第二透镜组满足下述的条件式(5)',更优选满足条件式(5)",进一步优选满足条件式(5)"" ,最优选满足条件式(5)""。

[0107]  $0.40 < |f_2|/f < 1.10 \cdots (5)'$

[0108]  $0.40 < |f_2|/f < 1.00 \cdots (5)''$

[0109]  $0.40 < |f_2|/f < 0.92 \cdots (5)'''$

[0110]  $0.59 < |f_2|/f < 0.92 \cdots (5)''''$

[0111] 1-2-6. 条件式(6)

[0112] 本发明的光学系统中,优选第三透镜组满足以下的条件。

[0113]  $1.8 < f_3/(f \times \tan \omega) < 5.0 \cdots (6)$

[0114] 其中,

[0115]  $f_3$ :第三透镜组的焦距

[0116]  $\omega$ :光学系统的无限远对焦时的半视角。

[0117] 上述条件式(6)是用于规定第三透镜组的焦距相对于该光学系统的摄像像高之比的式子。满足条件式(6)时,第三透镜组中,对于轴上光线及轴外光线的任一者,都能在孔径光圈的前后容易地抵消所产生的像差,并获得高性能的光学系统。

[0118] 与此相对地,不满足条件式(6)时,孔径光圈前后的像差的抵消变困难,难以使轴上光线及轴外光线的任一者所产生的像差变小,因而不优选。

[0119] 在获得这些效果的基础上,优选第三透镜组满足下述的条件式(6)',更优选满足条件式(6)""。

[0120]  $2.0 < f_3/(f \times \tan \omega) < 4.2 \cdots (6)'$

[0121]  $2.2 < f_3/(f \times \tan \omega) < 4.2 \cdots (6)''$

[0122] 1-2-7. 条件式(7)

[0123] 本发明的光学系统中,优选物体侧组和像侧组满足以下的条件。

[0124]  $1.0 < |f_{3a}|/f_{3b} \cdots (7)$

[0125] 其中,

[0126]  $f_{3a}$ :物体侧组的焦距,

[0127]  $f_{3b}$ 同上。



[0128] 上述条件式(7)是用于规定第三透镜组的物体侧组的焦距相对于像侧组的焦距之比的式子。满足条件式(7)时,像侧组的折射本领适当,能通过第三透镜组对光束进行汇聚并使该光学系统的大口径化变得容易。

[0129] 不满足上述条件式(7)时,即像侧组的焦距变大,折射本领变弱,因而大口径化变困难,因而不优选。

[0130] 在获得这些效果的基础上,更优选物体侧组和像侧组满足下述的条件式(7)'。

[0131]  $1.3 < |f_{3a}|/f_{3b} \cdots (7)'$

[0132] 如上所述,优选像侧组具有正折射本领。另外,虽然物体侧组可具有正或负的任一折射本领,但更优选具有正折射本领。通过使物体侧组和像侧组都具有正折射本领,从而如上所述,孔径光圈前后的像差的抵消变容易,能够获得高性能的光学系统。

[0133] 1-2-8. 条件式(8)

[0134] 本发明的光学系统中,优选第一透镜组满足以下的条件。

[0135]  $0.60 < f_1/f < 1.30 \cdots (8)$

[0136] 其中,

[0137]  $f_1$ : 第一透镜组的焦距,

[0138]  $f$ : 该光学系统的焦距。

[0139] 条件式(8)是用于规定第一透镜组的焦距相对于该光学系统的焦距之比的式子。通过满足条件式(8),使第一透镜组的焦距相对于该光学系统的焦距处于适当的范围内,能够在实现该光学系统的小型化、高性能化的同时,实现大口径化。

[0140] 与此相对地,若条件式(8)的值为上限值以上,即第一透镜组的焦距相对于该光学系统的焦距变得过大,则光学系统的总长变大,且难以确保周边光量,因而不优选。另外,若条件式(8)的值为下限值以下,即第一透镜组的焦距相对于该光学系统的焦距变得过小,则难以对轴上色像差及彗形像差、像面弯曲进行校正,不能获得良好的成像性能,因而不优选。

[0141] 在获得这些效果的基础上,优选本发明的光学系统满足下述的条件式(8)',更优选满足条件式(8)" ,进一步优选满足条件式(8)'" ,最优选满足条件式(8)'''。

[0142]  $0.70 < f_1/f < 1.20 \cdots (8)'$

[0143]  $0.75 < f_1/f < 1.20 \cdots (8)''$

[0144]  $0.80 < f_1/f < 1.10 \cdots (8)'''$

[0145]  $0.80 < f_1/f < 1.03 \cdots (8)''''$

[0146] 1-2-9. 条件式(9)

[0147] 该光学系统具备防抖组时,优选防抖组满足以下的条件。此时,能够抑制防抖时的像差变动,维持该光学系统小型化,并在防抖时也能获得高成像性能。

[0148]  $0.1 < |(1-\beta_{vc}) \times \beta_r| < 0.8 \cdots (9)$

[0149] 其中,

[0150] 防抖组是指,可在与光轴垂直的方向上移动的透镜组,

[0151]  $\beta_{vc}$ : 无限远对焦时的防抖组的横向放大率,

[0152]  $\beta_r$ : 位于比防抖组还靠像侧的整个透镜的无限远对焦时的合成横向放大率。

[0153] 2. 摄像装置

[0154] 接着,对本发明的摄像装置进行说明。本发明的摄像装置的特征在于,具备:上述本发明的光学系统、和设置于该光学系统的像面侧并将该光学系统所形成的光学像变换为电信号的摄像元件。此处,对摄像元件等并无特别限定,也可使用CCD传感器或CMOS传感器等的固体摄像元件等。本发明的摄像装置适合作为数字摄像机或摄影机等的使用了这些固体摄像元件的摄像装置。另外,当然该摄像装置可以是将透镜固定于壳体的透镜固定式的摄像装置,也可以是单反相机或无反单镜头相机等的镜头交换式的摄像装置。

[0155] 接着,示出实施例对本发明做具体说明。但是,本发明并不限于以下的实施例。以下所列举的各实施例的光学系统为用于数字摄像机、摄影机、卤化银胶片相机等的摄像装置(光学装置)的摄像光学系统。另外,各透镜剖面图中,面向附图,左方为物体侧,右方为像面侧。

#### [0156] 实施例1

##### [0157] (1) 光学系统的构成

[0158] 图1是示出本发明的实施例1的光学系统的无限远对焦时的透镜构成的透镜剖面图。该光学系统由从物体侧开始依次配置的具有正折射本领的第一透镜组G1、具有负折射本领的第二透镜组G2、和具有正折射本领的第三透镜组G3构成。

[0159] 第一透镜组G1由从物体侧开始依次配置的具有正折射本领的透镜L1、和将具有正折射本领的透镜L2及具有负折射本领的透镜L3接合而成的接合透镜所构成。

[0160] 第二透镜组G2由将从物体侧开始依次配置的凹面朝向物体侧的且具有正折射本领的透镜L4、和具有负折射本领的双凹透镜L5接合而成的接合透镜所构成。

[0161] 第三透镜组G3由从物体侧开始依次配置的具有正折射本领的物体侧组G3a、孔径光圈、和具有正折射本领的像侧组G3b所构成。物体侧组G3a由从物体侧开始依次配置的凸面朝向物体侧且具有正折射本领的透镜L6、和将具有正折射本领的透镜L7及具有负折射本领的双凹透镜L8接合而成的接合透镜所构成。像侧组G3b由从物体侧开始依次配置的具有负折射本领的透镜L9、具有正折射本领的透镜L10、将凹面朝向物体侧且具有负折射本领的透镜L11及具有正折射本领的透镜L12接合而成的接合透镜、和凸面朝向像侧且具有正折射本领的透镜L13所构成。

[0162] 该实施例1的光学系统中,从无限远物体向近距离物体对焦时,在第一透镜组G1和第三透镜组G3被固定于光轴方向的状态下,第二透镜组G2沿着光轴向像面IMG侧移动。另外,由于手抖等而在摄像中产生了抖动时,使作为防抖组的第三透镜组G3的像侧组G3b中的透镜L10在与光轴垂直的方向上移动,由此对像面IMG上的像的模糊进行校正。此外,除了将第三透镜组G3的像侧组G3b所包含的透镜L10作为防抖组之外,也可以将配置在像侧组G3b中最靠物体侧的透镜L9作为防抖组。另外,不限于这些透镜,将第三透镜组G3作为防抖组也能获得同样的效果。

[0163] 此外,图1中,第三透镜组G3中,在物体侧组G3a和像侧组G3b之间所标注的“S”为孔径光圈。另外,第三透镜组G3的像面侧所标注的“CG”为护罩玻璃,表示低通滤波片或红外截止滤波片等。另外,护罩玻璃的像面侧所标注的“IMG”为像面,具体地,表示CCD传感器或CMOS传感器等的固体摄像元件的摄像面、或者卤化银胶片的胶片面等。这些符号等在实施例2~实施例4中所示的各透镜剖面图中也相同。

##### [0164] (2) 数值实施例

[0165] 接着,对应用了该光学系统的具体数值的数值实施例进行说明。表1中示出该光学系统的透镜数据。表1中,“面No.”表示从物体侧数的透镜面的顺序(面编号),“r”表示透镜面的曲率半径,“d”表示透镜面的光轴上的间隔,“Nd”表示对d线(波长 $\lambda=587.6\text{nm}$ )的折射率,“vd”表示对d线的阿贝数。另外,表2中是表1所示的光轴上的可变间隔。另外,将各条件式(1)~条件式(9)的数值示出于表9中。此外,各表中的长度的单位全部为“mm”,视角的单位全部为“°”。这些表中所涉及的事项在实施例2~实施例4所示出的各表中也相同,因而以下省略说明。

[0166] 图2中分别示出该光学系统的无限远对焦时的纵像差图。对于各纵像差图,面向附图从左开始依次表示球面像差、像散、歪曲像差。在表示球面像差的图中,纵轴为与开放F值的比率,横轴为散焦,实线表示d线(波长 $\lambda=587.6\text{nm}$ )的球面像差,虚线表示C线(波长 $\lambda=656.3\text{nm}$ )的球面像差,点划线表示g线(波长 $\lambda=435.8\text{nm}$ )的球面像差。在表示像散的图中,纵轴为像高,横轴为散焦,实线表示弧矢面上的像散,虚线表示子午面上的像散。在表示歪曲像差的图中,表示的是纵轴为像高、横轴取%时的歪曲像差。这些纵像差图所涉及的事项在实施例2~实施例4所示的各纵像差图中也相同,因而以下省略说明。

[0167] 另外,该光学系统的焦距(f)、F值(Fno)、半视角( $\omega$ )如下。

[0168]  $f=82.500$

[0169]  $Fno=1.829$

[0170]  $\omega=14.835$

[0171] (表1)

[0172]

面NO.	r	d	Nd	vd	
1	136.9943	3.949	1.83481	42.72	
2	-1343.8273	0.200			
3	50.9586	8.245	1.43700	95.10	
4	-151.4848	1.500	1.84666	23.78	
5	-2724.2546	D6			
6	-110.3115	2.800	1.84666	23.78	
7	-64.8320	1.500	1.51680	64.20	
8	40.7708	D9			
9	35.1699	7.463	1.83481	42.72	
10	-309.4906	0.200			
11	123.5636	5.324	1.49700	81.61	
12	-52.4842	1.300	1.64769	33.84	
13	22.4308	9.198			
14	INF	1.500			(孔径光圈)
15	475.3063	1.000	1.67270	32.17	
16	102.2144	1.016			
17	63.3790	2.900	1.72916	54.67	
18	792.0189	4.876			
19	-24.9593	1.500	1.64769	33.84	

20	181.2022	6.000	1.83481	42.72	
21	-35.7170	1.236			
22	-203.9183	3.000	1.95375	32.32	
23	-70.4915	40.387			
24	0.0000	2.000	1.51680	64.20	
25	0.0000	1.000			

[0173] (表2)

摄影距离	INF	800.00
D6	3.831	13.705
D9	11.874	2.000

[0175] (实施例2)

[0176] (1) 光学系统的构成

[0177] 图3是示出本发明的实施例2的光学系统的无限远对焦时的透镜构成的透镜剖面图。该光学系统由从物体侧开始依次配置的具有正折射本领的第一透镜组G1、具有负折射本领的第二透镜组G2、和具有正折射本领的第三透镜组G3所构成。

[0178] 第一透镜组G1由从物体侧开始依次配置的具有正折射本领的透镜L1、具有正折射本领的透镜L2、和将具有负折射本领的透镜L3及具有正折射本领的正透镜L4接合而成的接合透镜所构成。

[0179] 第二透镜组G2由将从物体侧开始依次配置的凹面朝向物体侧且具有正折射本领的透镜L5、和具有负折射本领的双凹透镜L6接合而成的接合透镜所构成。

[0180] 第三透镜组G3由从物体侧开始依次配置的具有正折射本领的物体侧组G3a、孔径光圈、和具有正折射本领的像侧组G3b所构成。物体侧组G3a由从物体侧开始依次配置的凸面朝向物体侧且具有正折射本领的透镜L7、具有正折射本领的透镜L8、和具有负折射本领的双凹透镜L9所构成。像侧组G3b由从物体侧开始依次配置的具有负折射本领的透镜L10、具有正折射本领的透镜L11、将凹面朝向物体侧且具有负折射本领的透镜L12及具有正折射本领的透镜L13接合而成的接合透镜、和凸面朝向像侧且具有正折射本领的透镜L14所构成。

[0181] 该实施例2的光学系统中,从无限远物体向近距离物体对焦时,在第一透镜组G1和第三透镜组G3被固定于光轴方向的状态下,第二透镜组G2沿光轴向像面IMG侧移动。另外,由手抖等而在摄像时产生了抖动时,使作为防抖组的第三透镜组G3的像侧组G3b中的透镜L11在与光轴垂直的方向上移动,由此对像面IMG上的像的模糊进行校正。此外,当然与实施例1相同地,也可将该透镜L11以外的透镜作为防抖组。

[0182] (2) 数值实施例

[0183] 接着,对该光学系统的应用了具体数值的数值实施例进行说明。表3中是该光学系统的透镜数据,表4中是表3所示的光轴上的可变间隔。另外,表9中示出条件式(1)~条件式(9)的数值。进而,图4是该光学系统的无限远对焦时的纵像差图。

[0184] 另外,该光学系统的焦距(f)、F值(Fno)、半视角( $\omega$ )如下。

[0185]  $f=82.500$

[0186]  $Fno=1.830$

[0187]  $\omega = 14.835$ 

[0188] (表3)

面NO.	r	d	Nd	vd	
1	111.0544	5.034	1.83481	42.72	
2	-633.0510	0.200			
3	54.1321	5.106	1.49700	81.61	
4	188.4730	2.429			
5	-213.0729	1.700	1.79098	27.60	
6	140.7417	4.436	1.43875	94.94	
7	-135.8544	D8			
8	-141.2148	3.000	1.84666	23.78	
9	-74.1810	1.500	1.57809	64.20	
10	45.3199	D11			
11	36.3762	5.818	1.83481	42.72	
12	370.8124	0.200			
13	63.3674	4.499	1.64822	60.45	
14	-164.9546	0.200			
15	-157.4577	1.200	1.66654	32.68	
16	22.7400	10.138			
17	INF	2.342			(孔径光圈)
18	-804.9285	0.800	1.53527	57.43	
19	77.9404	1.000			
20	65.6129	2.800	1.72916	54.67	
21	0.0000	3.607			
22	-23.3779	1.000	1.69346	30.59	
23	153.6514	5.304	1.83481	42.72	
24	-34.0115	0.200			
25	-167.8394	2.939	1.95375	32.32	
26	-55.9810	42.009			
27	0.0000	2.000	1.51680	64.20	
28	0.0000	1.000			

[0190] (表4)

摄影距离	INF	800.00
D8	2.000	12.540
D11	12.540	2.000

[0192] (实施例3)

[0193] (1) 光学系统的构成

[0194] 图5是示出本发明的实施例3的无限远对焦时的透镜构成的透镜剖面图。该光学系统由从物体侧开始依次配置的具有正折射本领的第一透镜组G1、具有负折射本领的第二透

镜组G2、和具有正折射本领的第三透镜组G3所构成。

[0195] 对于第一透镜组G1,由从物体侧开始依次配置的具有正折射本领的透镜L1、具有正折射本领的透镜L2、和将具有负折射本领的透镜L3及具有正折射本领的透镜L4接合而成的接合透镜所构成。

[0196] 对于第二透镜组G2,由将从物体侧开始依次配置的凸面朝向像面侧且具有正折射本领的透镜L5、和具有负折射本领的双凹透镜L6接合而成的接合透镜所构成。

[0197] 第三透镜组G3由从物体侧开始依次配置的具有负折射本领的物体侧组G3a、孔径光圈、和具有正折射本领的像侧组G3b所构成。对于物体侧组G3a,由将从物体侧开始依次配置的凸面朝向物体侧且具有正折射本领的透镜L7、和具有负折射本领的双凹透镜L8接合而成的接合透镜所构成。像侧组G3b由从物体侧开始依次配置的具有正折射本领的透镜L9、具有负折射本领的双凹透镜L10、将具有正折射本领的双凸透镜L11及具有负折射本领的双凹透镜L12接合而成的接合透镜、和凸面朝向像侧且具有正折射本领的透镜L13所构成。

[0198] 在该实施例3的光学系统中,从无限远物体向近距离物体对焦时,在第一透镜组G1和第三透镜组G3被固定于光轴方向的状态下,第二透镜组G2沿光轴向像面IMG侧移动。另外,由于手抖等而在摄像时产生了抖动时,将作为防抖组的第三透镜组G3的像侧组G3b中的透镜L13在与光轴垂直的方向上移动,由此对像面IMG上的像的模糊进行校正。此外,当然与实施例1相同地,也可以将该透镜L13以外的透镜作为防抖组。

[0199] (2) 数值实施例

[0200] 接着,对该光学系统的应用了具体数值的数值实施例进行说明。表5中是该光学系统的透镜数据,表6中是表5所示的光轴上的可变间隔。另外,表9示出条件式(1)~条件式(9)的数值。进而,图6是该光学系统的无限远对焦时的纵像差图。

[0201] 另外,该光学系统的焦距(f)、F值(Fno)、半视角( $\omega$ )如下。

[0202]  $f=113.000$

[0203]  $Fno=1.456$

[0204]  $\omega=10.632$

[0205] (表5)

[0206]

面NO.	r	d	Nd	vd	
1	169.5961	8.129	1.80420	46.50	
2	-565.0665	0.300			
3	80.1740	7.570	1.88100	40.14	
4	184.8786	4.006			
5	-1759.8053	5.430	1.68893	31.16	
6	58.7479	13.680	1.49700	81.61	
7	-429.4037	D8			
8	359.5742	7.310	1.80809	22.76	
9	-82.1294	1.300	1.88100	40.14	
10	68.0222	D11			
11	74.0332	9.400	1.72916	54.67	
12	-76.7808	2.146	1.71736	29.50	

13	47.3187	8.400			
14	0.0000	1.440			(孔径光圈)
15	55.4814	6.408	1.88100	40.14	
16	-1699.5922	1.450			
17	-143.0842	1.600	1.69895	30.05	
18	46.8539	5.400			
19	62.1770	8.794	2.00100	29.13	
20	-54.6956	1.600	1.69895	30.05	
21	46.8048	2.070			
22	117.1331	4.130	1.88100	40.14	
23	-179.3981	43.111			
24	0.0000	2.000	1.51680	64.20	
25	0.0000	1.000			

[0207] (表6)

[0208] 摄影距离	INF	1000.00
D8	3.623	17.362
D11	15.885	2.146

[0209] (实施例4)

[0210] (1) 光学系统的构成

[0211] 图7是示出本发明的实施例4的光学系统的无限远对焦时的透镜构成的透镜剖面图。该光学系统由从物体侧开始依次配置的具有正折射本领的第一透镜组G1、具有负折射本领的第二透镜组G2、和具有正折射本领的第三透镜组G3所构成。

[0212] 第一透镜组G1由从物体侧开始依次配置的具有正折射本领的透镜L1、和将具有正折射本领的透镜L2及具有负折射本领的透镜L3接合而成的接合透镜所构成。

[0213] 第二透镜组G2由从物体侧开始依次配置的具有负折射本领的双凹透镜L4、和将凹面朝向像面侧且具有负折射本领的透镜L5及具有正折射本领的透镜L6接合而成的接合透镜所构成。

[0214] 第三透镜组G3由从物体侧开始依次配置的具有负折射本领的物体侧组G3a、孔径光圈、和具有正折射本领的像侧组G3b所构成。物体侧组G3a由从物体侧开始依次配置的凸面朝向物体侧且具有正折射本领的透镜L7、和具有负折射本领的双凹透镜L8所构成。对于像侧组G3b,由从物体侧开始依次配置的具有正折射本领的透镜L9、具有负折射本领的透镜L10、将具有正折射本领的双凸透镜L11及具有负折射本领的双凹透镜L12接合而成的接合透镜、和凸面朝向像侧且具有正折射本领的透镜L13所构成。

[0215] 在该实施例4的光学系统中,从无限远物体向近距离物体对焦时,在第一透镜组G1和第三透镜组G3被固定于光轴方向的状态下,第二透镜组G2沿光轴向像面IMG侧移动。另外,由于手抖等而在摄像时产生了抖动时,使作为防抖组的第三透镜组G3的像侧组G3b中的透镜L10在与光轴垂直的方向上移动,由此对像面IMG上的像的模糊进行校正。此外,与实施例1相同地,当然也可以将该透镜L10以外的透镜作为防抖组。

[0216] (2) 数值实施例

[0217] 接着,对该光学系统的应用了具体数值的数值实施例进行说明。表7中是该光学系统的透镜数据,表8中是表7所示的光轴上的可变间隔。另外,表9示出条件式(1)~条件式(9)的数值。进而,图8是该光学系统的无限远对焦时的纵像差图。

[0218] 另外,该光学系统的焦距(f)、F值(Fno)、半视角( $\omega$ )如下。

[0219]  $f=83.300$

[0220]  $Fno=1.476$

[0221]  $\omega=14.665$

[0222] (表7)

[0223]

面NO.	r	d	Nd	vd	
1	152.1262	6.865	1.72916	54.67	
2	-284.0479	0.880			
3	57.3260	9.144	1.49700	81.61	
4	-448.8525	2.300	1.84666	23.78	
5	276.0781	D5			
6	-185.4005	1.900	1.48749	70.24	
7	65.9621	2.582			
8	185.6692	1.900	1.48749	70.44	
9	29.5626	4.700	1.90366	31.31	
10	37.5253	D10			
11	76.9019	7.000	1.59282	68.62	
12	-94.7793	1.500			
13	-58.6391	1.900	1.69895	30.05	
14	56.5062	6.490			
15	0.0000	1.397			(孔径光圈)
16	81.3681	9.060	1.91082	35.25	
17	-78.0937	1.880			
18	156.7608	0.984	1.48749	70.44	
19	70.7126	2.850			
20	43.5682	10.750	1.59282	68.62	
21	-41.4984	2.100	1.62004	36.30	
22	35.4243	2.300			
23	93.1880	4.120	1.91082	35.25	
24	-4810.7453	39.933			
25	0.0000	2.000	1.51680	64.20	
26	0.0000	1.0000			

[0224] (表8)

[0225]

摄影距离	INF	850.00
D5	4.785	15.103
D10	17.448	7.130



[0226] (表9)

[0227]

		实施例1	实施例2	实施例3	实施例4
条件式 (1)	$f_{3b}/f$	0.807	0.867	0.572	0.481
条件式 (2)	$f_3/f$	0.829	0.806	0.762	0.722
条件式 (3)	$Cr_{3af}/f$	0.426	0.441	0.655	0.923
条件式 (4)	$Cr_{3af}/Cr_{3ar}$	1.568	1.600	1.565	1.361
条件式 (5)	$ f_2 /f$	0.788	0.795	0.773	0.694
条件式 (6)	$f_3/(f \times \tan \omega)$	3.132	3.041	4.058	2.759
条件式 (7)	$ f_{3a} /f_{3b}$	2.854	2.223	3.718	2.718
条件式 (8)	$f_1/f$	0.932	0.960	0.853	0.965
条件式 (9)	$ (1-\beta_{vc}) \times \beta_r $	0.495	0.511	0.578	0.220

[0228] 工业实用性

[0229] 根据本发明,能够提供一种适合于小型的摄像系统的小型、高性能、且大口径的光学系统及摄像装置。

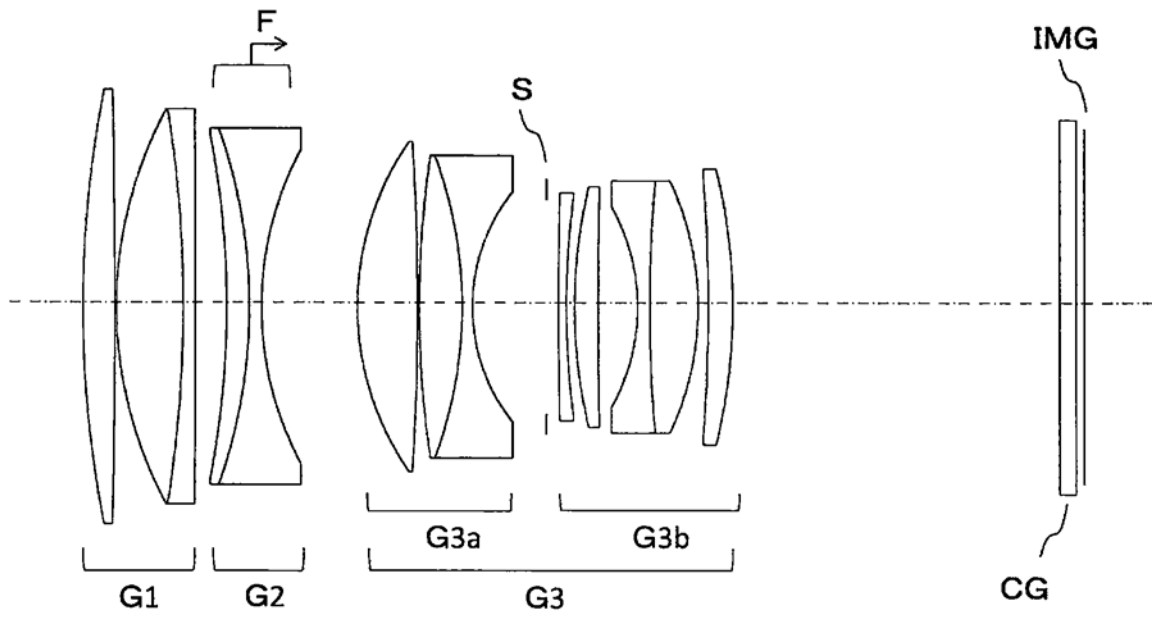


图1

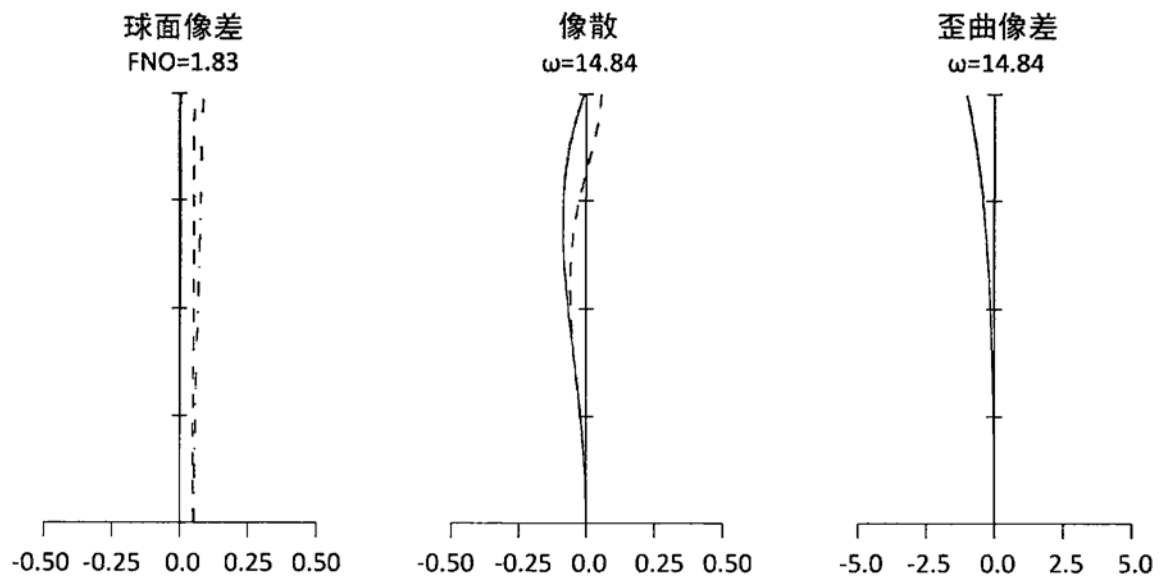


图2

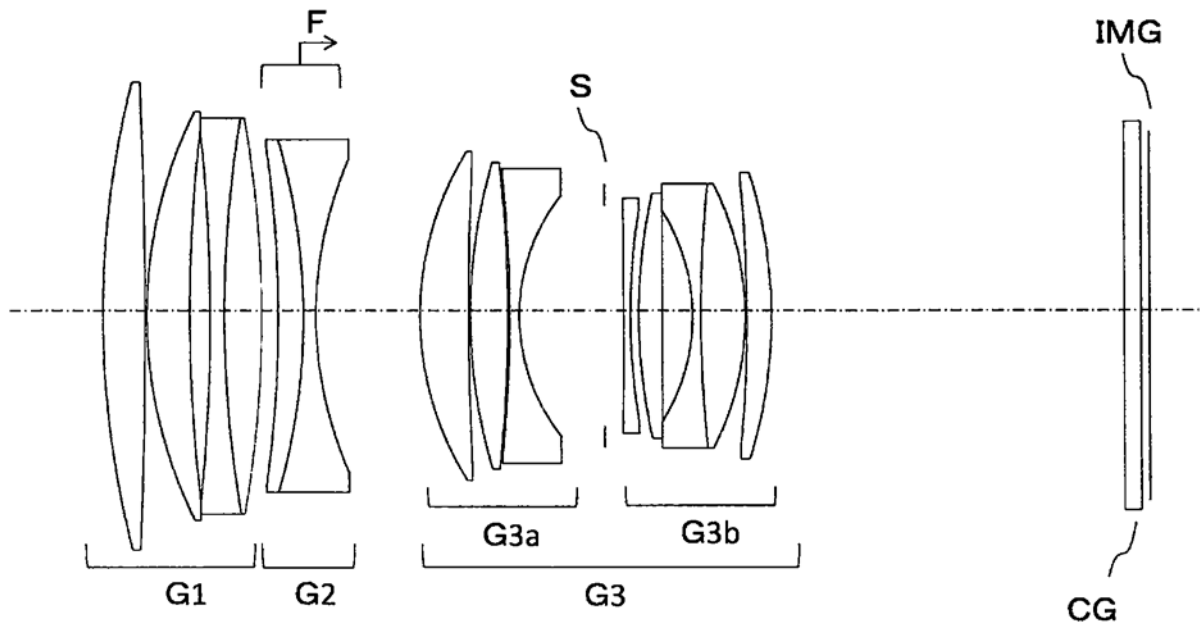


图3

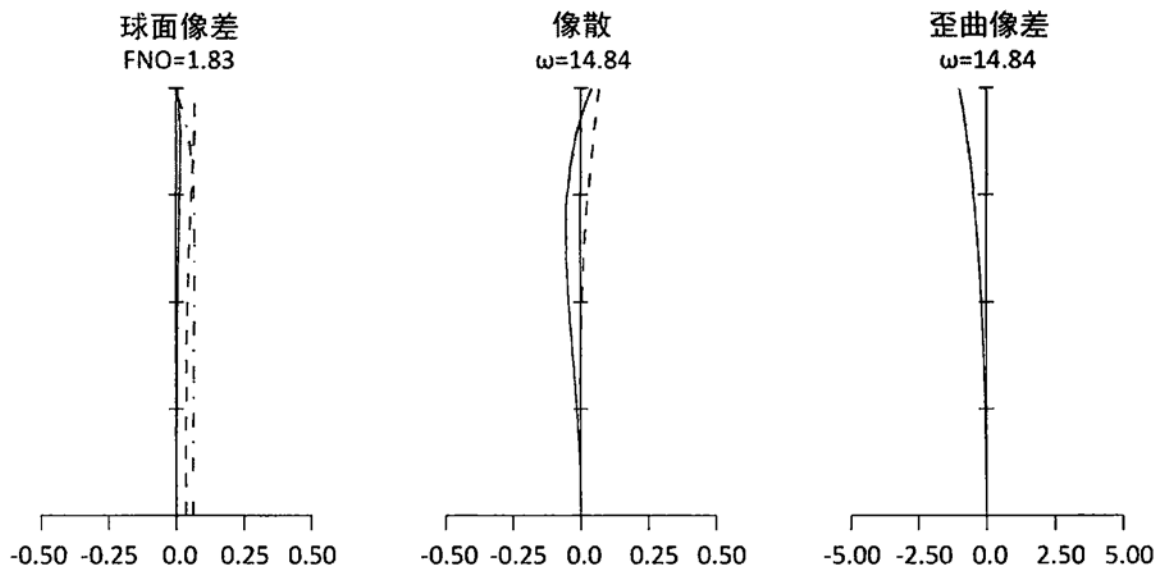


图4

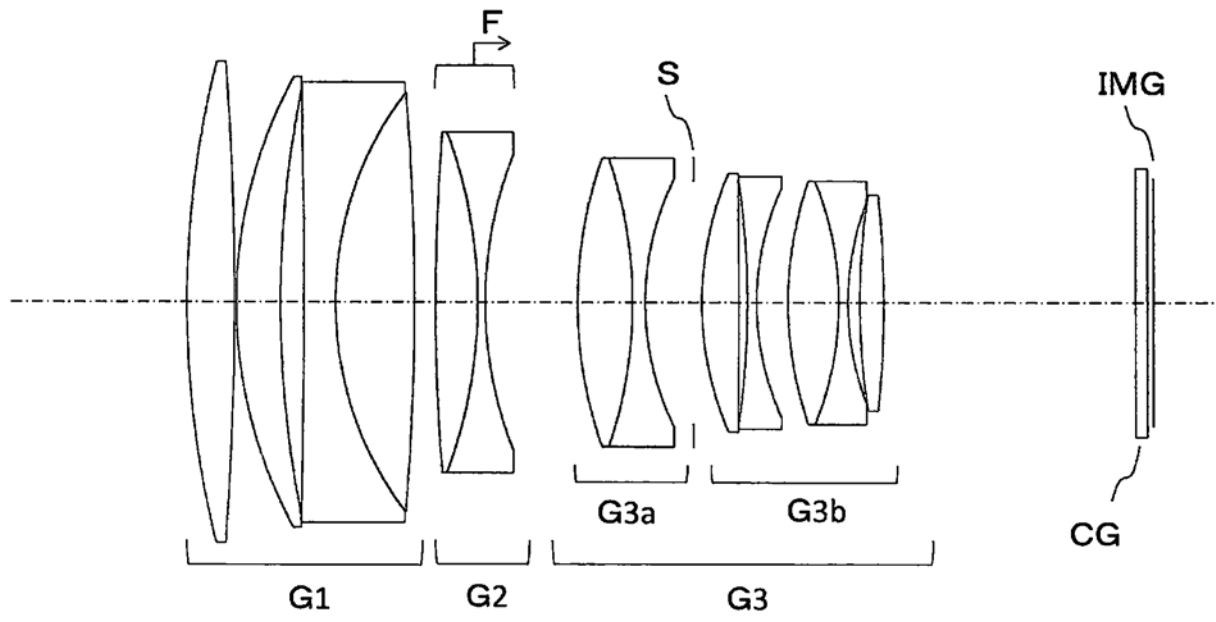


图5

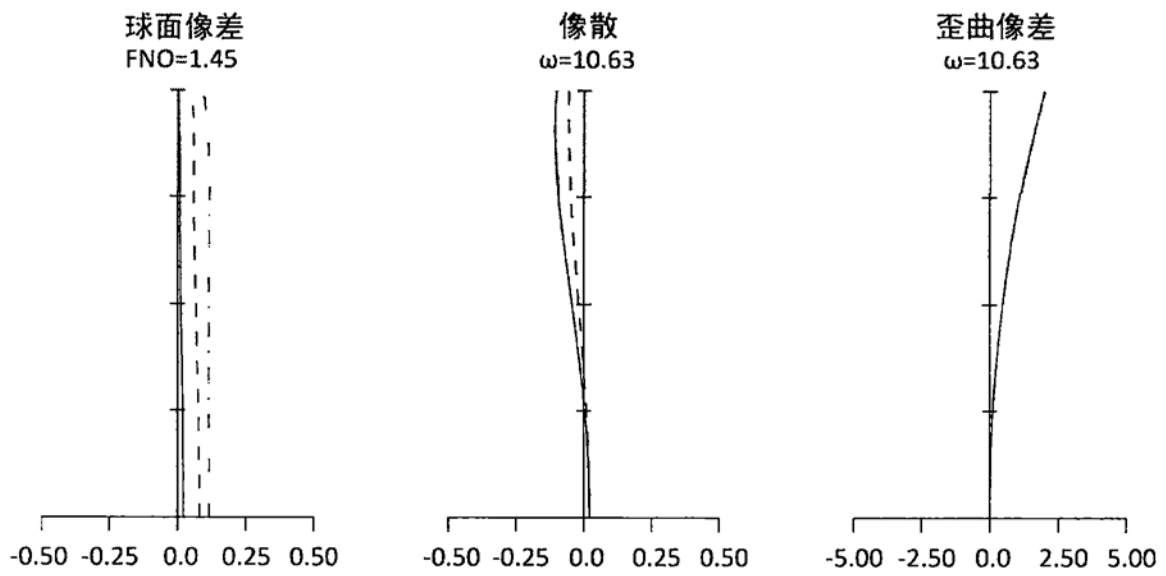


图6

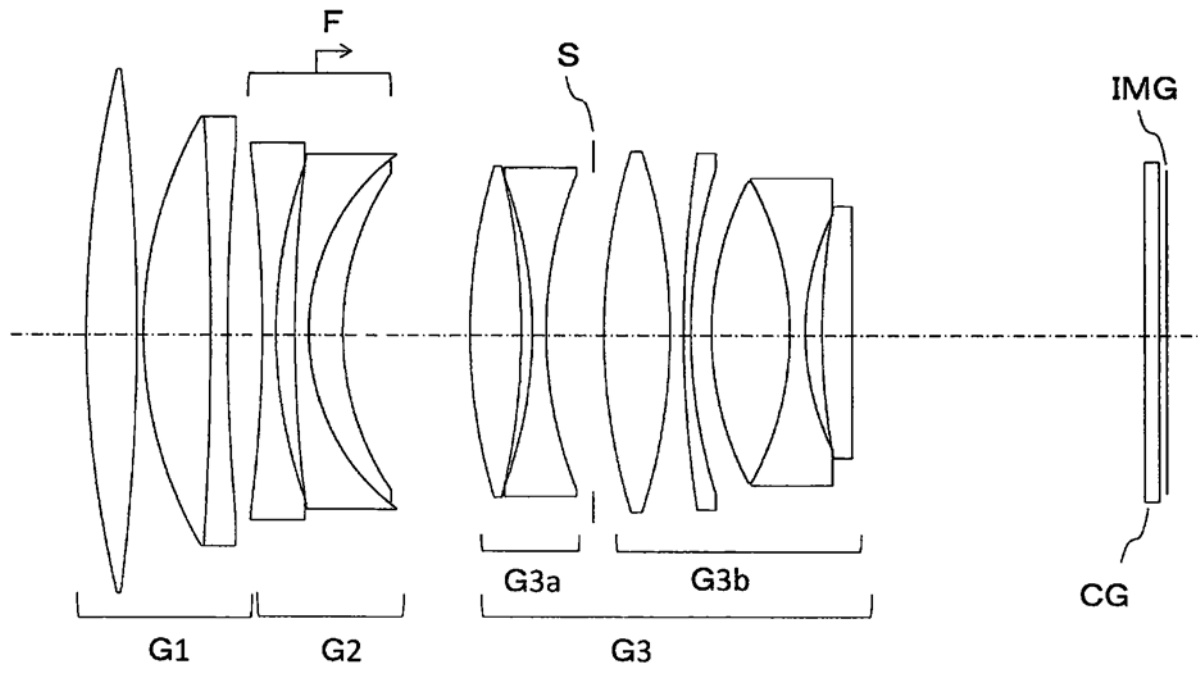


图7

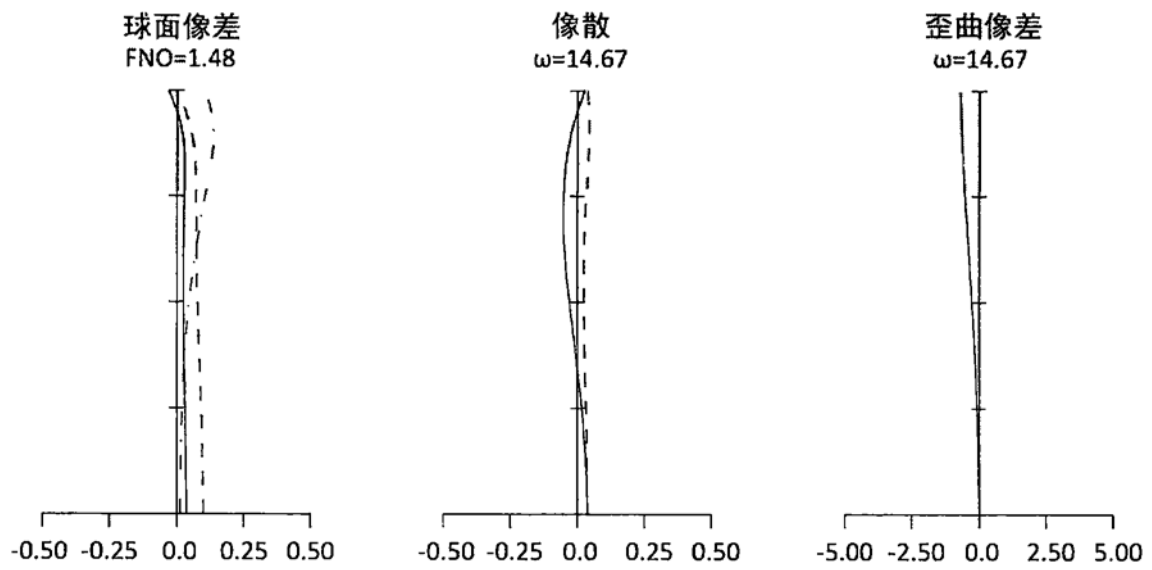


图8