



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105929525 B

(45)授权公告日 2020.04.10

(21)申请号 201610105164.X

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.02.25

G02B 15/163(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105929525 A

(56)对比文件

CN 102129119 A, 2011.07.20,

CN 1749801 A, 2006.03.22,

CN 102132189 A, 2011.07.20,

US 2011211267 A1, 2011.09.01,

CN 102782553 A, 2012.11.14,

(43)申请公布日 2016.09.07

审查员 裴芳莹

(30)优先权数据

2015-038267 2015.02.27 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 岡田圭介 坂井隆彦

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

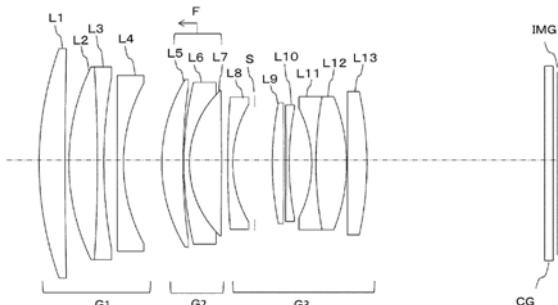
权利要求书3页 说明书21页 附图6页

(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,由此,作为光学系统,由从物体侧开始依次配置的第一透镜组G1、具有正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及第三透镜组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,并满足规定的条件。



5. 根据权利要求1所述的光学系统，

所述第一透镜组中最靠像侧的面、和所述第二透镜组中最靠物体侧的面满足下述条件，

$$0.65 < Cr2f/Cr1r < 2.00 \dots \quad (6)$$

其中，

Cr1r: 所述第一透镜组中最靠像侧的面的曲率半径，

Cr2f: 所述第二透镜组中最靠物体侧的面的曲率半径。

6. 根据权利要求1所述的光学系统，

所述第二透镜组至少含有1片具有负折射本领的透镜，

该具有负折射本领的透镜满足下述条件，

$$0.50 < (R1+R2) / (R1-R2) < 5.00 \dots \quad (7)$$

其中，

R1: 所述第二透镜组所包含的具有负折射本领的透镜的物体侧的面的曲率半径，

R2: 所述第二透镜组所包含的具有负折射本领的透镜的像侧的面的曲率半径。

7. 根据权利要求1所述的光学系统，

所述第二透镜组所包含的所述具有负折射本领的透镜满足下述条件，

$$vd2n < 50.0 \dots \quad (8)$$

其中，

vd2n: 该具有负折射本领的透镜对d线的阿贝数。

8. 根据权利要求1所述的光学系统，

所述第一透镜组包含至少1片具有正折射本领的透镜，

该具有正折射本领的透镜满足下述条件，

$$0.009 < \Delta PgF1 \dots \quad (9)$$

其中，

$\Delta PgF1$: 在以局部色散率为纵轴、以d线的阿贝数vd为横轴的坐标系中，将经过所述第一透镜组所包含的具有正折射本领的透镜中的局部色散率为0.5393、vd为60.49的玻璃材料C7的坐标、及局部色散率为0.5829、vd为36.30的玻璃材料F2的坐标的直线作为基准线时的、局部色散率的偏离基准线的偏差；此处，当将相对于波长435.8nm的光线g线、波长486.1nm的光线F线、波长587.6nm的光线d线、波长656.3nm的光线C线的玻璃的折射率分别设定为Ng、NF、Nd、NC时，阿贝数vd、局部色散率PgF能够表示如下：

$$vd = (Nd-1) / (NF-NC)$$

$$PgF = (Ng-NF) / (NF-NC) \text{。}$$

9. 根据权利要求1所述的光学系统，

所述第三透镜组至少具备1片具有负折射本领的透镜。

10. 根据权利要求1所述的光学系统，

所述第一透镜组满足下述条件，

$$2.6 < |f1| / f \dots \quad (10)$$

其中，

f1: 所述第一透镜组的焦距。

11. 一种摄像装置,其特征在于,具备:

权利要求1~10中任意一项所述的光学系统、和设置于该光学系统的像侧且将由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,伴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] 要求这种小型的摄像系统进一步的高性能化及小型化,特别对单焦点光学系统提出了大口径化的强烈要求。例如,专利文献1中,公开了一种微距性能良好且小型的、Fno比2.8小的大口径单焦点光学系统。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开平7-199066号公报

发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 然而,专利文献1所述的光学系统,其色像差的校正不充分,高性能化也称不上充分。

[0009] 因此,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第一透镜组、具有正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及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,并满足下述条件。

[0012] $1.90 < N_{d1} \cdots \cdots (1)$

[0013] $0 < C_{r1f}/f \cdots \cdots (2)$

[0014] 其中,

[0015] N_{d1} :所述第一透镜组中配置于最靠物体侧的透镜对d线的折射率,

[0016] C_{r1f} :所述第一透镜组中最靠物体侧的面的曲率半径,

[0017] f :该光学系统整体的焦距。

[0018] 另外,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。

[0019] 发明的效果

[0020] 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

- [0021] 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。
- [0022] 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。
- [0023] 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。
- [0024] 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。
- [0025] 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。
- [0026] 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。
- [0027] 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。
- [0028] 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。
- [0029] 图9是示出本发明的实施例5的光学系统的透镜构成例的剖面图。
- [0030] 图10是实施例5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。
- [0031] 图11是示出本发明的实施例6的光学系统的透镜构成例的剖面图。
- [0032] 图12是实施例6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。

具体实施方式

- [0033] 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。
- [0034] 1. 光学系统
- [0035] 1-1. 光学系统的构成
- [0036] 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第一透镜组、具有正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及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,并满足后述的条件式(1)及条件式(2)所表示的条件。首先,对本发明的光学系统的光学系统的构成进行说明。
- [0037] 对于本发明的光学系统,由从物体侧开始依次配置的第一透镜组、具有正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,由于能通过配置于像面侧的第二透镜组和第三透镜组对光束进行聚光,因而能够实现大口径化。
- [0038] 另外,本发明中,通过将所述第一透镜组及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。由于在构成该光学系统的从第一透镜组到第三透镜组中,仅使一部分透镜组即第二透镜组移动,因而能实现对焦组的小型化及轻量化,并能够实现包含了镜筒构成的该光学系统的整体的小型化及轻量化。另外,能够减小用于使对焦组移动的负荷,从而迅速地进行对焦操作。
- [0039] 以下,对各透镜组的构成进行说明。
- [0040] (1) 第一透镜组
- [0041] 第一透镜组只要满足后述的条件式(1)及条件式(2),则其他的具体透镜构成无特别限定。本发明中,第一透镜组的折射本领可以为正,也可以为负。本发明中,第一透镜组的折射本领即使为正和负中的任一者,也能获得本发明的效果。此外,对于与条件式相关的事项、更优选的透镜构成等,将在后面阐述。对于其他的透镜组也同样。

[0042] (2) 第二透镜组

[0043] 第二透镜组只要具有正折射本领,则其具体的透镜构成无特别限定,但是优选至少具有1片具有负折射本领的透镜。通过在具有正折射本领的第二透镜组内,至少配置1片具有负折射本领的透镜,能够抑制对焦时的第二透镜组的移动所带来的色像差的变动,且能够不依靠与被摄体的距离而获得优异的成像性能。

[0044] (3) 第三透镜组

[0045] 第三透镜组只要具有正折射本领,则其具体的透镜构成无特别限定,但是优选至少具备1片具有负折射本领的透镜。通过在具有正折射本领的第三透镜组内,至少配置1片具有负折射本领的透镜,能够抑制在第三透镜组产生色像差,从而能够实现良好的成像性能。

[0046] 另外,第三透镜组中,优选最靠像面侧的面在像面侧具有凸的形状。通过使该光学系统的最后一个面在像面侧为凸的形状,能够在最后一个面对光束进行聚光,使该光学系统的透镜直径不会变大,能实现大口径化。

[0047] (4) 防抖组

[0048] 本发明的光学系统中,也可以将上述的第一透镜组～第三透镜组中的任一透镜组整体或者一部分作为防抖组而在与光轴垂直的方向上移动,对摄像时的抖动等引起的旋转运动模糊等进行校正。

[0049] 1-2. 条件式

[0050] 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。

[0051] 首先,本发明的光学系统满足以下的条件式(1)及条件式(2)所表示的条件。

[0052] $1.90 < Nd1 \cdots \cdots (1)$

[0053] $0 < Cr1f/f \cdots \cdots (2)$

[0054] 其中,

[0055] $Nd1$:第一透镜组中配置于最靠物体侧的透镜对d线的折射率,

[0056] $Cr1f$:所述第一透镜组中最靠物体侧的面的曲率半径,

[0057] f :该光学系统整体的焦距。

[0058] 1-2-1. 条件式(1)

[0059] 上述条件式(1)是用于规定第一透镜组中配置于最靠物体侧的透镜(材料)对d线的折射率的式子。满足条件式(1)时,第一透镜组中配置于最靠物体侧的透镜的折射率为适当的值,能够对像面弯曲良好地进行校正。因此,能够获得小型、且高性能的光学系统。

[0060] 与此相对地,若条件式(1)的数值为下限值以下,则第一透镜组中配置于最靠物体侧的透镜的折射率较小,难以对像面弯曲进行校正,因而不优选。

[0061] 在获得这些效果的基础上,第一透镜组中,优选配置于最靠物体侧的透镜满足下述的条件式(1)',更优选满足条件式(1)"',进一步优选满足条件式(1)"。

[0062] $1.92 < Nd1 \cdots \cdots (1)'$

[0063] $1.94 < Nd1 \cdots \cdots (1)''$

[0064] $1.95 < Nd1 \cdots \cdots (1)'''$

[0065] 1-2-2. 条件式(2)

[0066] 本发明的光学系统中,优选第一透镜组中最靠物体侧的面满足下述条件。

[0067] $0 < Cr1f/f \cdots \cdots (2)$

[0068] 其中，

[0069] $Cr1f$:所述第一透镜组中最靠物体侧的面的曲率半径。

[0070] 条件式(2)是用于规定第一透镜组中最靠物体侧的面的曲率半径的式子。满足条件式(2)时,第一透镜组中,最靠物体侧的面在物体侧呈凸的形状,能够以较少片数的透镜对歪曲像差或像面弯曲良好地进行校正。因此,能够获得小型、且高性能的光学系统。

[0071] 与此相对地,如果不满足条件式(2),即,第一透镜组中最靠物体侧的面为平面或者在物体侧呈凹的形状,则难以以较少片数的透镜对歪曲像差或像面弯曲进行校正,因而不优选。

[0072] 在获得这些效果的基础上,优选第一透镜组中最靠物体侧的面满足下述的条件式(2)',更优选满足条件式(2)"',进一步优选满足条件式(2)"",最优选满足条件式(2)"'"。

[0073] $0.2 < Cr1f/f < 20.0 \cdots \cdots (2)'$

[0074] $0.3 < Cr1f/f < 10.0 \cdots \cdots (2)''$

[0075] $0.4 < Cr1f/f < 5.0 \cdots \cdots (2)'''$

[0076] $0.5 < Cr1f/f < 3.0 \cdots \cdots (2)''''$

[0077] 1-2-3. 条件式(3)

[0078] 本发明的光学系统中,优选第一透镜组中最靠像面侧的面满足下述条件。

[0079] $0 < Cr1r/f \cdots \cdots (3)$

[0080] 其中，

[0081] $Cr1r$:第一透镜组中最靠像面侧的面的曲率半径。

[0082] 条件式(3)是用于规定第一透镜组中最靠像面侧的面的曲率半径的式子。满足条件式(3)时,第一透镜组中,最靠像面侧的面在物体侧呈凸的形状,能够良好地对像面弯曲进行校正。因此,能够更容易获得小型、且高性能的光学系统。

[0083] 与此相对地,如果不满足条件式(3),第一透镜组中最靠像面侧的面为平面或者在物体侧呈凹的形状,则像面弯曲的校正变困难,光学系统的小型化也变困难。

[0084] 在获得这些效果的基础上,优选第一透镜组中最靠像面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)"'"。

[0085] $0.10 < Cr1r/f < 3.00 \cdots \cdots (3)'$

[0086] $0.20 < Cr1r/f < 1.60 \cdots \cdots (3)''$

[0087] $0.25 < Cr1r/f < 1.20 \cdots \cdots (3)'''$

[0088] $0.25 < Cr1r/f < 0.80 \cdots \cdots (3)''''$

[0089] 1-2-4. 条件式(4)

[0090] 本发明的光学系统中,优选第二透镜组满足下述条件。

[0091] $0.4 < f2/f < 3.0 \cdots \cdots (4)$

[0092] 其中，

[0093] $f2$:第二透镜组的焦距。

[0094] 条件式(4)是用于规定第二透镜组的焦距相对于该光学系统整体的焦距之比的式子。满足条件式(4)时,能够使对焦时的第二透镜组的移动量变小,能够实现光学总长方向上的该光学系统的小型化。另外,满足条件式(4)时,第二透镜组的焦距、即折射本领在适当

的范围内,能够抑制对焦时的第二透镜组的位置变化所带来的像差变动,能够以更少片数的透镜且不依靠物距实现良好的成像性能。

[0095] 与此相对地,若条件式(4)的数值为上限值以上,即第二透镜组的焦距变大,即,第二透镜组的折射本领变小,则对焦时的第二透镜组的移动量变大。因此,光学总长变大,因而不优选。另外,若条件式(4)的数值为下限值以下,则第二透镜组的焦距变小,即,第二透镜组的折射本领变大,对焦时的第二透镜组的位置变化所带来的像差变动变大,像差产生量也变大。因此,为了获得良好的成像性能,会增加用于对像差进行校正的透镜数量,光学总长会变大,因而不优选。

[0096] 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(4)',更优选满足条件式(4)"',进一步优选满足条件式(4)"",最优选满足条件式(4)"""。

[0097] $0.5 < f_2/f < 2.0 \cdots \cdots (4)'$

[0098] $0.5 < f_2/f < 1.2 \cdots \cdots (4)''$

[0099] $0.5 < f_2/f < 1.1 \cdots \cdots (4)'''$

[0100] $0.5 < f_2/f < 1.0 \cdots \cdots (4)''''$

[0101] 1-2-5. 条件式(5)

[0102] 本发明的光学系统中,优选第二透镜组中最靠物体侧的面满足下述条件。

[0103] $0 < Cr_2f/f \cdots \cdots (5)$

[0104] 其中,

[0105] Cr_2f :第二透镜组中最靠物体侧的面的曲率半径,

[0106] f :该光学系统整体的焦距。

[0107] 条件式(5)是用于规定第二透镜组的最靠物体侧的面的曲率半径相对于该光学系统整体的焦距之比的式子。满足条件式(5)时,第二透镜组的最靠物体侧的面在物体侧呈凸的形状,能够对球面像差或像面弯曲进行良好地校正。因此,更容易获得小型、且高性能的光学系统。

[0108] 与此相对地,如果满足条件式(5),即第二透镜组中最靠物体侧的面为平面或者在物体侧呈凹的形状,则难以以较少片数的透镜对球面像差或像面弯曲进行校正,因而不优选。

[0109] 在获得这些效果的基础上,优选第二透镜组中最靠物体侧的面满足下述的条件式(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)"""。

[0110] $0.10 < Cr_2f/f < 3.00 \cdots \cdots (5)'$

[0111] $0.20 < Cr_2f/f < 1.00 \cdots \cdots (5)''$

[0112] $0.25 < Cr_2f/f < 0.80 \cdots \cdots (5)'''$

[0113] $0.25 < Cr_2f/f < 0.60 \cdots \cdots (5)''''$

[0114] 1-2-6. 条件式(6)

[0115] 本发明的光学系统中,优选第一透镜组中最靠像侧的面和第二透镜组中最靠物体侧的面满足下述条件。

[0116] $0.65 < Cr_2f/Cr_1r < 2.00 \cdots \cdots (6)$

[0117] 其中,

[0118] Cr_1r :第一透镜组中最靠像侧的面的曲率半径,

[0119] Cr2f:第二透镜组中最靠物体侧的面的曲率半径。

[0120] 上述条件式(6)是用于规定第二透镜组中最靠物体侧的面的曲率半径相对于第一透镜组中最靠像面侧的面的曲率半径之比的式子。满足条件式(6)时,能够以较少片数的透镜更加良好地进行球面像差或彗形像差、弧矢眩光的校正。因此,能够更容易获得小型、且高性能的光学系统。

[0121] 与此相对地,如果满足条件式(6),则难以以较少片数的透镜对球面像差或彗形像差、弧矢眩光进行校正,为了获得良好的成像性能,像差校正所需要的透镜片数会增加,随之会使该光学系统大型化,因而不优选。

[0122] 在获得这些效果的基础上,优选第一透镜组中最靠像面侧的面和第二透镜组中最靠物体侧的面满足条件式(6)',更优选满足条件式(6)''。

[0123] $0.65 < Cr2f/Cr1r < 1.30 \cdots \cdots (6)''$

[0124] $0.70 < Cr2f/Cr1r < 1.20 \cdots \cdots (6)'''$

[0125] 1-2-7. 条件式(7)

[0126] 本发明的光学系统中,优选第二透镜组至少包含一片具有负折射本领的透镜,且该具有负折射本领的透镜满足下述条件。

[0127] $0.50 < (R1+R2) / (R1-R2) < 5.00 \cdots \cdots (7)$

[0128] 其中,

[0129] R1:第二透镜组所包含的具有负折射本领的透镜的物体侧的面的曲率半径,

[0130] R2:第二透镜组所包含的具有负折射本领的透镜的像面侧的面的曲率半径。

[0131] 本发明的光学系统中,第二透镜组优选包含具有负折射本领的透镜,条件式(7)是用于规定该具有负折射本领的透镜的形状的式子。满足条件式(7)时,第二透镜组中,包含像面侧的面的曲率半径比物体侧的面的曲率半径要小的、具有负折射本领的透镜。此时,能够抑制轴向色像差的产生,并对球面像差良好地进行校正。

[0132] 与此相对地,若条件式(7)的数值为下限值以下,则该具有负折射本领的透镜的像面侧的面的曲率半径相对于物体侧的面的曲率半径会变得过小,从而轴向色像差的产生量变大,因而不优选。另外,若条件式(7)的数值为上限值以上,则该具有负折射本领的透镜的像面侧的面的曲率半径会变得过大,球面像差的校正会不充分,因而不优选。

[0133] 在获得这些效果的基础上,当第二透镜组包含具有负折射本领的透镜时,优选该具有负折射本领的透镜满足条件式(7)',更优选满足条件式(7)''。

[0134] $0.65 < (R1+R2) / (R1-R2) < 3.00 \cdots \cdots (7)'$

[0135] $0.78 < (R1+R2) / (R1-R2) < 2.95 \cdots \cdots (7)''$

[0136] 1-2-8. 条件式(8)

[0137] 本发明的光学系统中,优选上述第二透镜组所包含的上述具有负折射本领的透镜满足下述条件。

[0138] $vd2n < 45.0 \cdots \cdots (8)$

[0139] 其中,

[0140] vd2n:第二透镜组所包含的具有负折射本领的透镜对d线的阿贝数。

[0141] 条件式(8)是用于规定第二透镜组包含具有负折射本领的透镜时的、该具有负折射本领的透镜对d线的阿贝数的式子。满足条件式(8)时,能够对色像差良好地进行校正,更

容易获得小型、且高性能的光学系统。

[0142] 与此相对地,不满足条件式(8)时,在第二透镜组中无法对色像差充分地进行校正,对焦时的第二透镜组的位置变化所带来的色像差的变动变大,像差产生量也会变大。因此,为了获得良好的成像性能,会增加用于对像差进行校正的透镜数量,光学总长会变大,因而不优选。

[0143] 在获得这些效果的基础上,当第二透镜组包含具有负折射本领的透镜时,优选该具有负折射本领的透镜满足条件式(8)',更优选满足条件式(8)"。

[0144] $vd2n < 40.0 \cdots (8)'$

[0145] $vd2n < 35.0 \cdots (8)''$

[0146] 1-2-9. 条件式(9)

[0147] 本发明的光学系统中,优选第一透镜组至少包含一片具有正折射本领的透镜,且该具有正折射本领的透镜满足下述条件。

[0148] $0.009 < \Delta PgF1 \cdots (9)$

[0149] 其中,

[0150] $\Delta PgF1$:在以局部色散率为纵轴、以d线的阿贝数 vd 为横轴的坐标系中,将经过第一透镜组所包含的具有正折射本领的透镜中的局部色散率为0.5393、 vd 为60.49的玻璃材料C7的坐标、及局部色散率为0.5829、 vd 为36.30的玻璃材料F2的坐标的直线作为基准线时的、局部色散率偏离基准线的偏差。

[0151] 此处,当将相对于波长435.8nm的光线g线、波长486.1nm的光线F线、波长587.6nm的光线d线、波长656.3nm的光线C线的玻璃的折射率分别设定为 Ng 、 NF 、 Nd 、 NC 时,阿贝数 vd 、局部色散率 PgF 能够表示如下:

[0152] $vd = (Nd - 1) / (NF - NC)$

[0153] $PgF = (Ng - NF) / (NF - NC)$

[0154] 上述条件式(9)是用于规定第一透镜组所包含的具有正折射本领的透镜的反常色散性的式子。通过使第一透镜组具备满足条件式(9)所示的反常色散性的具有正折射本领的透镜,能够对轴向色像差的各像差良好地进行校正。

[0155] 与此相对地,不满足条件式(9)时,如果第一透镜组所包含的具有正折射本领的透镜的反常色散性变小,则轴向色像差的校正变困难,因而不优选。

[0156] 在获得这些效果的基础上,优选第一透镜组中具有正折射本领的透镜满足下述条件式(9)'。

[0157] $0.015 < \Delta PgF1 \cdots (9)'$

[0158] 1-2-10. 条件式(10)

[0159] 本发明的光学系统中,优选第一透镜组优选满足下述条件式(10)。

[0160] $2.6 < |f1|/f \cdots (10)$

[0161] 其中,

[0162] $f1$:所述第一透镜组的焦距。上述条件式(10)是用于规定第一透镜组的焦距相对于该光学系统整体的焦距之比的式子。本发明的光学系统中,如上所述,第一透镜组的折射本领为正或为负均可,通过使任一情况均满足条件式(10),能够减小第一透镜组中色像差的产生量。另外,通过满足条件式(10),能够使第一透镜组具有正折射本领时的聚光作用处

于适当的范围内,对焦时,即使当第二透镜组的位置发生了变化时,也能够抑制射入到第二透镜组的光束直径的变动。因此,能够抑制对焦时的球面像差的变动,能以较少片数的透镜实现良好的成像性能。另外,第一透镜组具有负折射本领时,也能使其发散作用处于适当的范围内,并能够抑制射入到第二透镜组的光束直径变大。因此,能够实现对焦组即第二透镜组的小型化及轻量化,并能够实现该包含了镜筒构成的光学系统整体的小型化及轻量化。另外,容易迅速地进行对焦操作。

[0163] 与此相对地,若条件式(10)的数值为下限值以下,即第一透镜组的焦距变小,则难以减小第一透镜组的色像差的产生量。另外,由于第一透镜组具有正折射本领时的聚光作用变得过强,因而对焦时的第二透镜组的位置变化所带来的球面像差的变动会变大。由于这些原因,难以以较少片数的透镜获得高性能的光学系统。另外,第一透镜组具有负折射本领时,若条件式(10)的数值为下限值以下,则由于第一透镜组产生的发散作用变得过强,从而需要加大对焦组即第二透镜组的外径。此时,包含了镜筒构成的光学系统整体的小型化变困难,难以迅速地进行对焦操作。

[0164] 在获得这些效果的基础上,优选第一透镜组满足条件式(10)',更优选满足条件式(10)"。

[0165] $3.1 < |f_1|/f \cdots \cdots (10)'$

[0166] $3.3 < |f_1|/f \cdots \cdots (10)''$

[0167] 1-2-11. 条件式(11)

[0168] 本发明的光学系统中,优选第二透镜组至少包含一片具有正折射本领的透镜,且该具有正折射本领的透镜满足下述条件。

[0169] $0.009 < \Delta PgF_3 \cdots \cdots (11)$

[0170] 其中,

[0171] ΔPgF_3 :在以局部色散率为纵轴、以d线的阿贝数 v_d 为横轴的坐标系中,将经过第二透镜组所包含的正透镜中的局部色散率为0.5393、 v_d 为60.49的玻璃材料C7的坐标、及局部色散率为0.5829、 v_d 为36.30的玻璃材料F2的坐标的直线作为基准线时的、局部色散率偏离基准线的偏差。

[0172] 此处,当将相对于波长435.8nm的光线g线、波长486.1nm的光线F线、波长587.6nm的光线d线、波长656.3nm的光线C线的玻璃的折射率分别设定为 N_g 、 N_F 、 N_d 、 N_C 时,阿贝数 v_d 、局部色散率 PgF 能够表示如下:

[0173] $v_d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$

[0174] $PgF = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$ 。

[0175] 本发明的光学系统中,第二透镜组优选包含具有正折射本领的透镜,上述条件式(11)是用于规定该具有正折射本领的透镜的反常色散性的式子。当第二透镜组包含满足条件式(11)的具有正折射本领的透镜时,能够良好地对轴向色像差进行校正,并能够抑制对焦时的色像差的变动,因而优选。

[0176] 与此相对地,不满足条件式(11)时,即第二透镜组所包含的具有正折射本领的透镜的反常色散性变小,则轴向色像差的校正变困难,因而不优选。另外,对焦时的第二透镜组的位置变化所伴随的色像差的变动会变大,因而不优选。

[0177] 在获得这些效果的基础上,优选该具有正折射本领的透镜满足条件式(11)'。

[0178] $0.015 < \Delta PgF3 \cdots \cdots (11)$ '

[0179] 1-2-12. 条件式 (12)

[0180] 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, 能维持该光学系统的小型化, 并在防抖时也获得高成像性能。

[0181] $0.1 < |(1-\beta_{vc}) \times \beta_r| < 0.8 \cdots \cdots (12)$

[0182] 其中,

[0183] 防抖组是指可在相对于光轴垂直的方向上移动的透镜组,

[0184] β_{vc} : 无限远对焦时的防抖组的横向放大率,

[0185] β_r : 比防抖组还位于像面侧的整个透镜的无限远对焦时的合成横向放大率。

[0186] 2. 摄像装置

[0187] 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且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于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。

[0188] 接着, 示出实施例对本发明进行具体说明。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)中的摄像光学系统。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。

[0189] (实施例1)

[0190] (1) 光学系统的构成

[0191] 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、具有正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。

[0192] 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、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、和凹面朝向像侧且具有负折射本领的透镜L4所构成。

[0193] 第二透镜组G2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L5、和将像侧具有大曲率的凹面且具有负折射本领的透镜L6及具有正折射本领的透镜L7接合而成的接合透镜所构成。

[0194] 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透镜L8、孔径光圈S、具有正折射本领的透镜L9、具有负折射本领的透镜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。

[0195] 在该实施例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, 使第二透镜组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, 通过将作为防抖组的第三透镜组G3中的透镜L9在与光轴垂直的方向上移动, 从而对像面IMG上的像的模糊进行校正。

[0196] 此外,图1中,第三透镜组G3中所标注的“S”为孔径光圈。另外,第三透镜组G3的像面侧所标注的“CG”表示低通滤波片或护罩玻璃等。另外,“CG”的像面侧所标注的“IMG”为像面,具体而言表示的是CCD或CMOS传感器等的固体摄像装置的摄像面、或者卤化银胶片的胶片面等。这些附图标记等在以下的实施例所示的各透镜剖面图中也相同,因而以下省略说明。

[0197] (2) 数值实施例

[0198] 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1示出该光学系统的透镜数据。表1(1-1)中,“面No.”为从物体侧数的透镜面的顺序(面编号),“r”为透镜面的曲率半径,“d”为透镜面的光轴上的间隔,“Nd”为对d线(波长 $\lambda=587.6\text{nm}$)的折射率,“vd”为对d线的阿贝数。另外, ΔPgF 为在以局部色散率为纵轴、以d线的阿贝数 vd 为横轴的坐标系中,将经过透镜中的局部色散率为0.5393、 vd 为60.49的玻璃材料C7的坐标、及局部色散率为0.5829、 vd 为36.30的玻璃材料的F2的坐标的直线作为基准线时的、局部色散率的偏离基准线的偏差,且对应于上述的 $\Delta PgF1 \sim \Delta PgF3$ 中的任一者。此处,当将相对于波长435.8nm的光线g线、波长486.1nm的光线F线、波长587.6nm的光线d线、波长656.3nm的光线C线的玻璃的折射率分别设定为 Ng 、 NF 、 Nd 、 NC 时,阿贝数 vd 、局部色散率 PgF 能够表示如下:

$$[0199] vd = (Nd-1) / (NF-NC)$$

$$[0200] PgF = (Ng-NF) / (NF-NC)$$

[0201] 另外,表1(1-2)中是表1(1-1)所示的光轴上的可变间隔。此外,各表中的长度的单位全部为“mm”,视角的单位全部为“°”。这些事项在以下的实施例中也相同,因而以下省略说明。另外,表7示出条件式(1)~条件式(12)的数值。

[0202] 图2分别示出该光学系统的无限远对焦时的纵像差图。对于纵像差图,面向附图从左开始依次表示球面像差、像散、歪曲像差。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,实线表示矢状面上的像散,虚线表示子午面上的像散。在表示歪曲像差的图中,表示的是当纵轴为像高、横轴取%时的歪曲像差。这些纵像差图所涉及的事项在以下的实施例所示的各纵像差图中也同样,因而以下省略说明。

[0203] 另外,该光学系统的焦距(f)、F值(Fno)、半视角(ω)如下。

$$[0204] f = 84.364$$

$$[0205] Fno = 1.837$$

$$[0206] \omega = 14.368$$

[0207] (表1)

[0208] (1-1)

面No.	r	d	Nd	vd	ΔPgF
1	79.2235	6.200	2.00100	29.13	0.0036
2	1170.2397	0.889			
3	51.6042	6.815	1.43700	95.10	0.0564
4	-349.4146	1.500	1.83400	37.34	
5	112.9108	3.159			

6	3491.9755	1.500	1.56732	42.84	
7	39.3633	D7			
8	37.8437	5.080	1.88100	40.14	
9	134.6845	0.200			
10	81.0310	1.300	1.71736	29.50	
11	23.7894	7.640	1.49700	81.61	0.0375
12	-1512.1806	D12			
13	209.5332	1.200	1.61293	37.00	
14	27.2973	5.215			
15	INF	4.200			(孔径光圈)
16	71.1439	2.700	1.83481	42.72	
17	-1255.7332	0.500			
18	-1519.4218	0.800	1.62004	36.30	
19	66.9349	5.385			
20	-28.8090	1.000	1.71736	29.50	
21	86.3790	7.301	1.91082	35.25	
22	-41.7351	0.200			
23	-13463.9676	4.618	2.00100	29.13	
24	-79.6376	42.294			
25	0.0000	2.000	1.51680	64.20	
26	0.0000	1.000			

[0210] (1-2)

[0211]

拍摄距离	INF	800.00
D7	9.122	1.822
D12	1.484	8.784

[0212] (实施例2)

[0213] (1) 光学系统的构成

[0214] 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、具有正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。

[0215] 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、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、和凹面朝向像侧且具有负折射本领的透镜L4所构成。

[0216] 第二透镜组G2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L5、和将像侧具有大曲率的凹面且具有负折射本领的透镜L6及具有正折射本领的透镜L7接合而成的接合透镜所构成。

[0217] 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透镜L8、孔径光圈S、具有正折射本领的透镜L9、具有负折射本领的透镜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。

[0218] 在该实施例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固定于光轴方向的状态下,使第二透镜组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。

[0219] (2) 数值实施例

[0220] 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2(2-1)中是该光学系统的透镜数据,表2(2-2)中是表2(2-1)所示的光轴上的可变间隔。另外,表7示出条件式(1)~条件式(12)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。

[0221] 另外,该光学系统的焦距(f)、F值(Fno)、半视场角(ω)如下。

[0222] $f=85.383$

[0223] $Fno=1.835$

[0224] $\omega=14.313$

[0225] (表2)

[0226] (2-1)

面NO.	r	d	Nd	vd	ΔPgf
1	73.9028	5.364	2.00100	29.13	0.0036
2	566.6963	1.819			
3	51.6297	6.718	1.43700	95.10	0.0564
4	-561.2666	1.500	1.83400	37.34	
5	105.4748	3.174			
6	1023.6021	1.500	1.54814	45.82	
7	37.8688	D7			
8	37.2843	4.583	1.88100	40.14	
9	103.0000	0.200			
10	65.6202	1.300	1.75520	27.53	
11	24.3217	7.561	1.49700	81.61	0.0375
12	-1801.5179	D12			
13	344.5212	1.200	1.64769	33.84	
14	27.1594	5.972			
15	INF	1.200			(孔径光圈)
16	70.6898	3.128	1.83481	42.72	
17	-210.3942	0.500			
18	-908.0358	1.000	1.83481	42.72	
19	71.4025	5.895			
20	-27.6685	1.000	1.72825	28.32	
21	73.2794	7.325	1.91082	35.25	
22	-43.2675	0.200			
23	1368.9942	5.495	2.00100	29.13	

24	-69.0631	45.502			
25	0.0000	2.000	1.51680	64.20	
26	0.0000	1.000			

[0228] (2-2)

[0229]	拍摄距离	INF	800.00
	D7	9.262	1.798
	D12	1.483	8.948

[0230] (实施例3)

[0231] (1) 光学系统的构成

[0232] 图5是示出本发明的实施例3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、具有正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。

[0233] 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、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、和凹面朝向像侧且具有负折射本领的透镜L4所构成。

[0234] 第二透镜组G2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L5、将像侧具有大曲率的凹面且具有负折射本领的透镜L6及具有正折射本领的透镜L7接合而成的接合透镜所构成。

[0235] 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透镜L8、孔径光圈S、具有正折射本领的透镜L9、具有负折射本领的透镜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。

[0236] 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,使第二透镜组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中的透镜L9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。

[0237] (2) 数值实施例

[0238] 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(3-1)中是该光学系统的透镜数据,表3(3-2)中是表3(3-1)所示的光轴上的可变间隔。另外,表7示出条件式(1)~条件式(12)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。

[0239] 另外,该光学系统的焦距(f)、F值(Fno)、半视场角(ω)如下。

[0240] $f = 85.959$

[0241] $Fno = 1.838$

[0242] $\omega = 14.157$

[0243] (表3)

[0244] (3-1)

[0245]	面N0.	r	d	Nd	vd	$\Delta Pg f$
	1	72.0350	5.488	1.95375	32.32	0.0000
	2	728.5398	0.200			

3	49.2221	7.366	1.43700	95.10	0.0564
4	-341.0822	1.500	1.83400	37.34	
5	107.6632	2.435			
6	444.3058	1.500	1.51680	64.20	
7	35.7914	D7			
8	38.3849	5.977	1.88100	40.14	
9	13231.0876	0.200			
10	647.1575	1.300	1.71736	29.50	
11	24.6070	6.742	1.49700	81.61	0.0375
12	315.6135	D12			
13	113.5779	1.200	1.64769	33.84	
14	27.7768	5.158			
15	INF	4.500			(孔径光圈)
16	68.8655	2.971	1.88100	40.14	
17	7309.6063	0.500			
18	853.4621	1.000	1.67270	32.17	
19	63.6967	4.448			
20	-39.5793	1.000	1.69895	30.05	
21	56.9319	10.500	1.95375	32.32	
22	-57.3431	0.200			
23	678.7679	5.000	1.95375	32.32	
24	-126.0257	39.3517			
25	0.0000	2.000	1.5168	64.2	
26	0.0000	1.000			

[0246] (3-2)

[0247]

拍摄距离	INF	800.00
D7	10.603	1.921
D12	1.491	10.174

[0248] (实施例4)

[0249] (1) 光学系统的构成

[0250] 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、具有正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。

[0251] 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、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、和凹面朝向像侧且具有负折射本领的透镜L4所构成。

[0252] 第二透镜组G2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L5、和将像侧具有大曲率的凹面且具有负折射本领的透镜L6及具有正折射本领的透镜L7接合而成的接合透镜所构成。

[0253] 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透镜L8、孔径光圈、具有正折射本领的透镜L9、具有负折本领的透镜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。

[0254] 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,使第二透镜组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中的透镜L9在与光轴垂直的方向上移动,由此,对像面IMG上的像的偏移进行校正。

[0255] (2) 数值实施例

[0256] 接着,对该光学系统应用了具体数值的数值实施例进行说明。表4(4-1)中是该光学系统的透镜数据,表4(4-2)中是表4(4-1)所示的光轴上的可变间隔。另外,表7示出条件式(1)~条件式(12)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。

[0257] 另外,该光学系统的焦距(f)、F值(Fno)、半视角(ω)如下。

[0258] $f=86.875$

[0259] $Fno=1.836$

[0260] $\omega=13.958$

[0261] (表4)

[0262] (4-1)

面No.	r	d	Nd	vd	$\Delta Pg f$
1	75.0788	5.559	1.95375	32.32	0.0000
2	1114.9797	2.071			
3	52.3164	6.622	1.43700	95.10	0.0564
4	-421.8613	1.500	1.83400	37.34	
5	126.5094	2.901			
6	-1536.7588	1.500	1.57099	50.80	
7	40.4021	D7			
8	38.2662	5.060	1.88100	40.14	
9	166.6929	0.200			
10	106.0353	1.300	1.71736	29.50	
11	23.6191	7.608	1.49700	81.61	0.0375
12	-4637.3482	D12			
13	172.3503	1.200	1.62004	36.30	
14	27.8605	5.261			
15	INF	4.500			(孔径光圈)
16	65.8975	2.800	1.83481	42.72	
17	-91477.3712	0.500			
18	4137.3176	1.000	1.62004	36.30	
19	60.5074	5.324			
20	-31.6920	1.000	1.71736	29.50	

21	78.8054	8.006	1.95375	32.32	
22	-44.9277	0.200			
23	595.3414	5.000	1.95375	32.32	
24	-111.2031	40.970			
25	0.0000	2.000	1.51680	64.20	
26	0.0000	1.0000			

[0264] (4-2)

[0265]

拍摄距离	INF	800.00
D7	9.372	1.500
D12	1.500	9.372

[0266] (实施例5)

[0267] (1) 光学系统的构成

[0268] 图9是示出本发明的实施例5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、具有正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。

[0269] 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、和凹面朝向像侧且具有负折射本领的透镜L3所构成。

[0270] 第二透镜组G2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L4、将凸面朝向物体侧且具有正折射本领的透镜L5及像侧具有大曲率的凹面且具有负折射本领的透镜L6接合而成的接合透镜、孔径光圈S、将具有负折射本领的双凹透镜L7及具有正折射本领的透镜L8接合而成的接合透镜、和具有正折射本领的透镜L9所构成。

[0271] 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透镜L10、和具有正折射本领的透镜L11所构成。

[0272] 在该实施例5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,使第二透镜组G2沿光轴向像面IMG侧移动。另外,由于在手抖等而在摄像时产生了抖动时,使作为防抖组的第二透镜组G2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。

[0273] (2) 数值实施例

[0274] 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(5-1)中是该光学系统的透镜数据,表5(5-2)中是表5(5-1)所示的光轴上的可变间隔。另外,表7示出条件式(1)~条件式(12)的数值。进而,图10是该光学系统的无限远对焦时的纵像差图。

[0275] 另外,该光学系统的焦距(f)、F值(Fno)、半视角(ω)如下。

[0276] $f = 112.109$

[0277] $Fno = 1.445$

[0278] $\omega = 10.759$

[0279] (表5)

[0280] (5-1)

面NO.	r	d	Nd	vd	ΔPgf
1	96.7439	5.737	1.95375	32.32	0.0000

2	199.2286	0.500			
3	51.1798	13.999	1.43700	95.10	0.0564
4	368.4500	8.500			
5	318.1258	1.800	1.62004	36.30	
6	38.4465	D6			
7	42.7291	7.637	1.59282	68.62	0.0194
8	147.5531	0.500			
9	33.7593	10.000	1.43700	95.10	0.0564
10	-1664.0285	1.500	1.67270	32.17	
11	24.8668	9.275			
12	INF	5.963			(孔径光圈)
13	-40.6766	3.314	1.80610	33.27	
14	42.2856	7.871	1.95375	32.32	
15	-58.6609	0.500			(孔径光圈)
16	110.2689	2.876	2.00100	29.13	
17	-616.3326	D(19)			
18	388.0620	1.000	1.60342	38.01	
19	50.6042	3.894			
20	91.1632	3.440	1.72916	54.67	
21	-262.1401	37.574			
22	0.0000	2.000	1.51680	64.20	
23	0.0000	1.000			

[0282] (5-2)

[0283]

拍摄距离	INF	1000.00
D6	19.053	3.788
D12	2.068	17.332

[0284] (实施例6)

[0285] (1) 光学系统的构成

[0286] 图11是示出本发明的实施例6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负折射本领的第一透镜组G1、具有正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。

[0287] 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、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、和凹面朝向像侧且具有负折射本领的透镜L4所构成。

[0288] 第二透镜组G2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L5、和将像侧具有大曲率的凹面且具有负折射本领的透镜L6及具有正折射本领的透镜L7接合而成的接合透镜所构成。

[0289] 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透镜L8、孔径光圈S、具有正折射本领的透镜L9、具有负折射本领的透镜L10、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。

[0290] 在该实施例6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,使第二透镜组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中的透镜L9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。

[0291] (2) 数值实施例

[0292] 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6(6-1)中是该光学系统的透镜数据,表6(6-2)中是表6(6-1)所示的光轴上的可变间隔。另外,表7示出条件式(1)~条件式(12)的数值。进而,图12是该光学系统的无限远对焦时的纵像差图。

[0293] 另外,该光学系统的焦距(f)、F值(Fno)、半视角(ω)如下。

[0294] $f = 82.600$

[0295] $Fno = 1.831$

[0296] $\omega = 14.726$

[0297] (表6)

[0298] (6-1)

面NO.	r	d	Nd	vd	ΔPgf
1	67.7293	6.148	2.00100	29.13	0.0036
2	388.3279	0.940			
3	52.3968	6.694	1.49700	81.61	0.0375
4	-1410.3290	1.500	1.83400	37.34	
5	90.6135	3.180			
6	713.7990	1.480	1.73985	36.59	
7	39.3695	D7			
8	38.9587	4.930	1.88100	40.14	
9	114.7385	0.200			
10	48.0249	1.280	1.71736	29.50	
11	23.1269	7.560	1.49700	81.61	0.0375
12	-1336.7107	D12			
13	245.1992	1.180	1.61293	37.00	
14	26.1768	5.150			
15	0.0000	4.150			(孔径光圈)
16	71.2071	2.660	1.78066	47.84	
17	-1862.3061	0.540			
18	1476.2696	0.840	1.62004	36.30	
19	63.6204	5.477			
20	-26.3232	1.000	1.71736	29.50	
21	88.4941	7.233	1.91082	35.25	
22	-38.0813	0.200			

23	654.2754	4.430	2.00100	29.13	
24	-87.5721	41.568			
25	0.0000	2.000	1.51680	64.20	
26	0.0000	1.000			

[0300] (6-2)

[0301]

拍摄距离	INF	790.00
D7	8.385	1.939
D12	1.628	8.074

[0302] (表7)

		实施例1	实施例2	实施例3	实施例4	实施例5	实施例6
条件式(1)	N d 1	2. 001	2. 001	1. 954	1. 954	1. 954	2. 001
条件式(2)	C r 1 f / f	0. 939	0. 866	0. 838	0. 864	0. 863	0. 820
条件式(3)	C r 1 r / f	0. 467	0. 444	0. 416	0. 465	0. 343	0. 477
条件式(4)	f 2 / f	0. 688	0. 695	0. 802	0. 723	0. 798	0. 577
条件式(5)	C r 2 f / f	0. 449	0. 437	0. 447	0. 440	0. 381	0. 472
条件式(6)	C r 2 f / C r 1 r	3. 132	3. 041	4. 058	2. 759	3. 222	3. 212
条件式(7)	(R 1 + R 2) / (R 1 - R 2)	1. 831	2. 178	1. 079	1. 573	0. 971	2. 858
条件式(8)	v d 2 n	29. 50	27. 53	29. 50	29. 50	32. 17	29. 50
条件式(9)	Δ P g F 1	0. 056	0. 056	0. 056	0. 056	0. 056	0. 038
条件式(10)	f 1 / f	8. 197	6. 722	4. 680	5. 488	3. 762	34. 591
条件式(11)	Δ P g F 3	0. 038	0. 038	0. 038	0. 038	0. 019	0. 038
条件式(12)	(1 - β v c) × β r	0. 589	0. 596	0. 601	0. 606	0. 744	0. 529

[0304] 工业实用性

[0305] 本发明的光学系统适合于小型的摄像系统,且能够提供一种小型、高性能、且大口

径的光学系统及摄像装置。

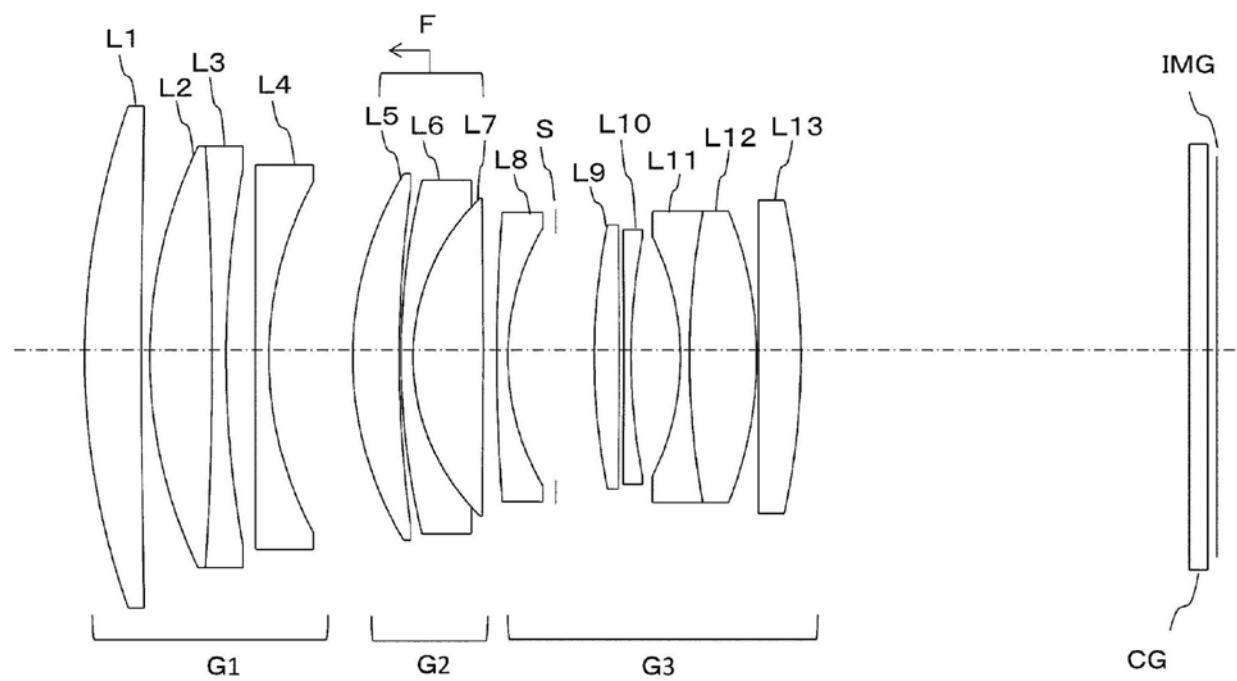


图1

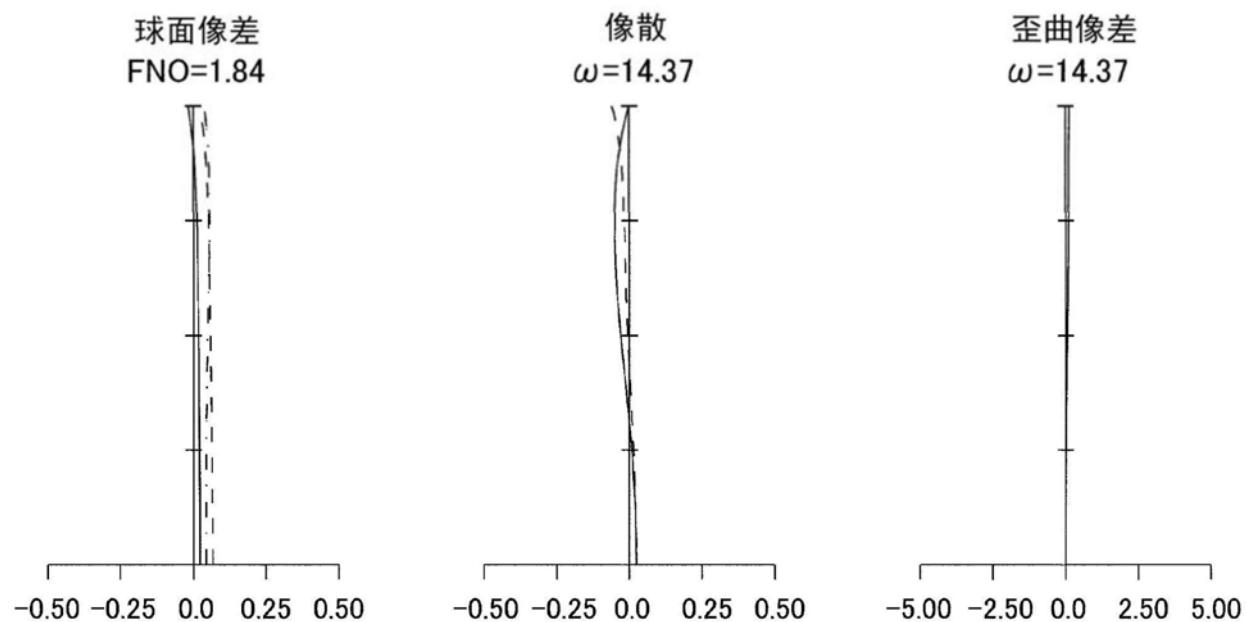


图2

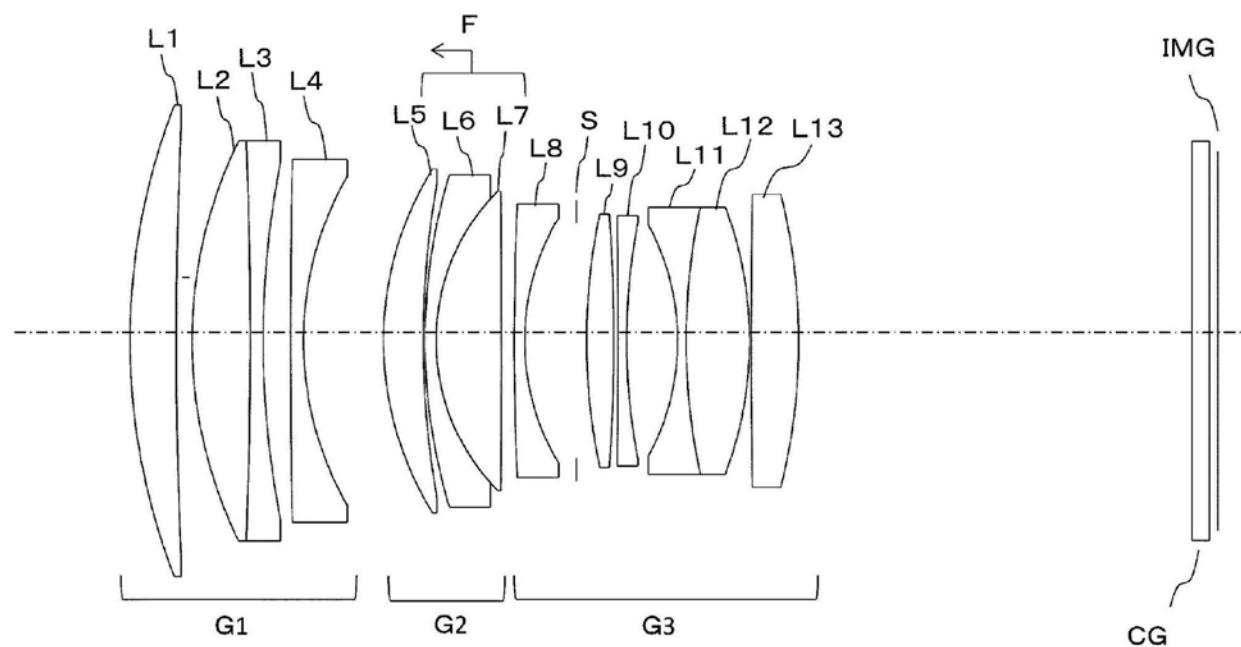


图3

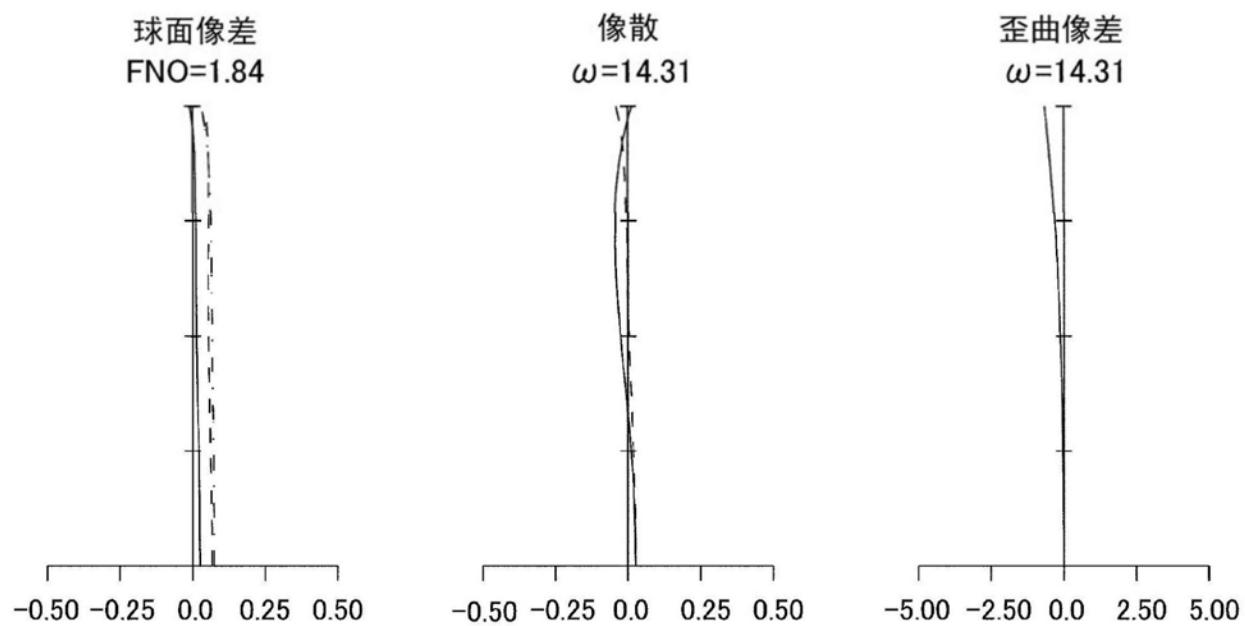


图4

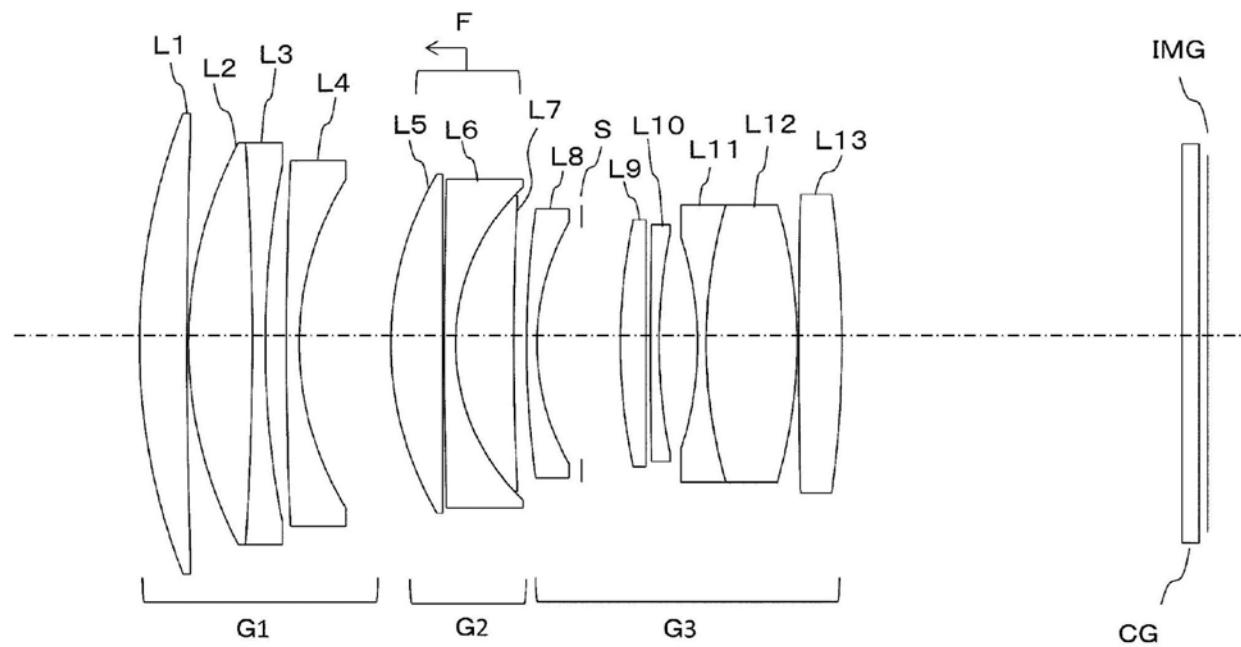


图5

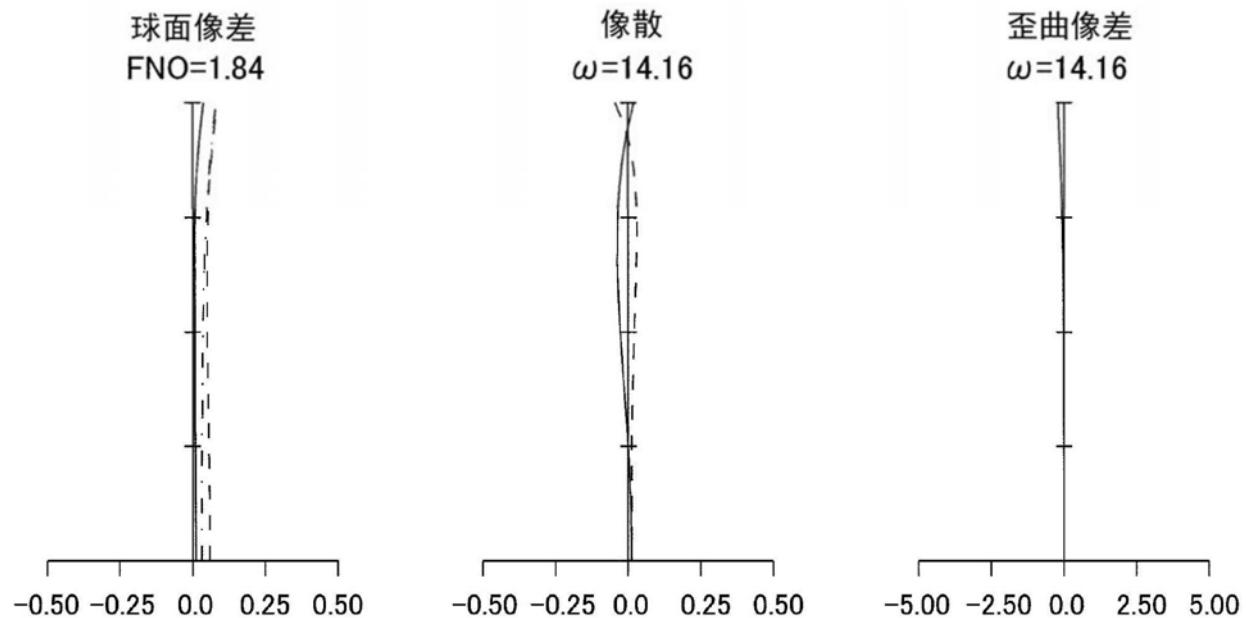


图6

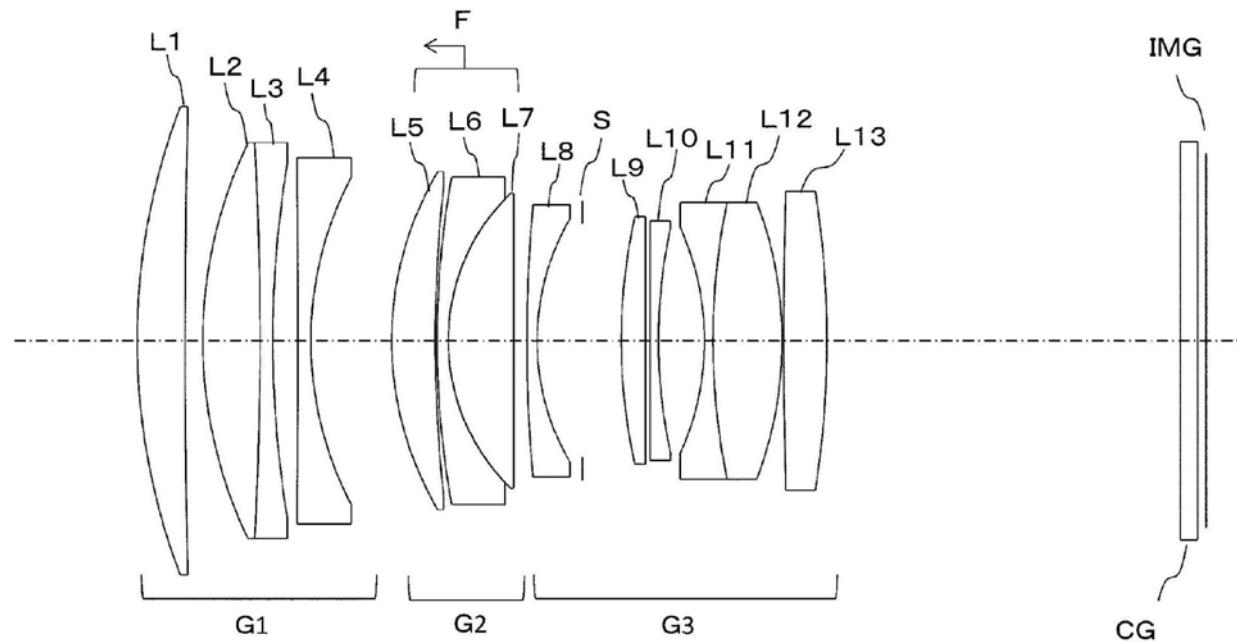


图7

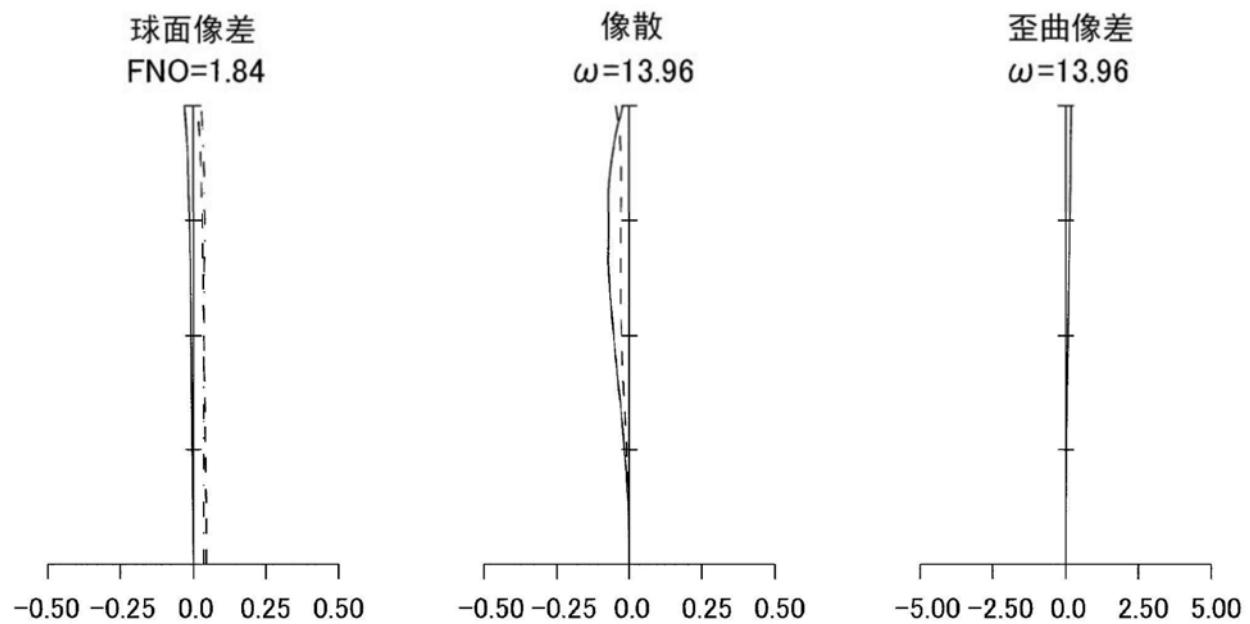


图8

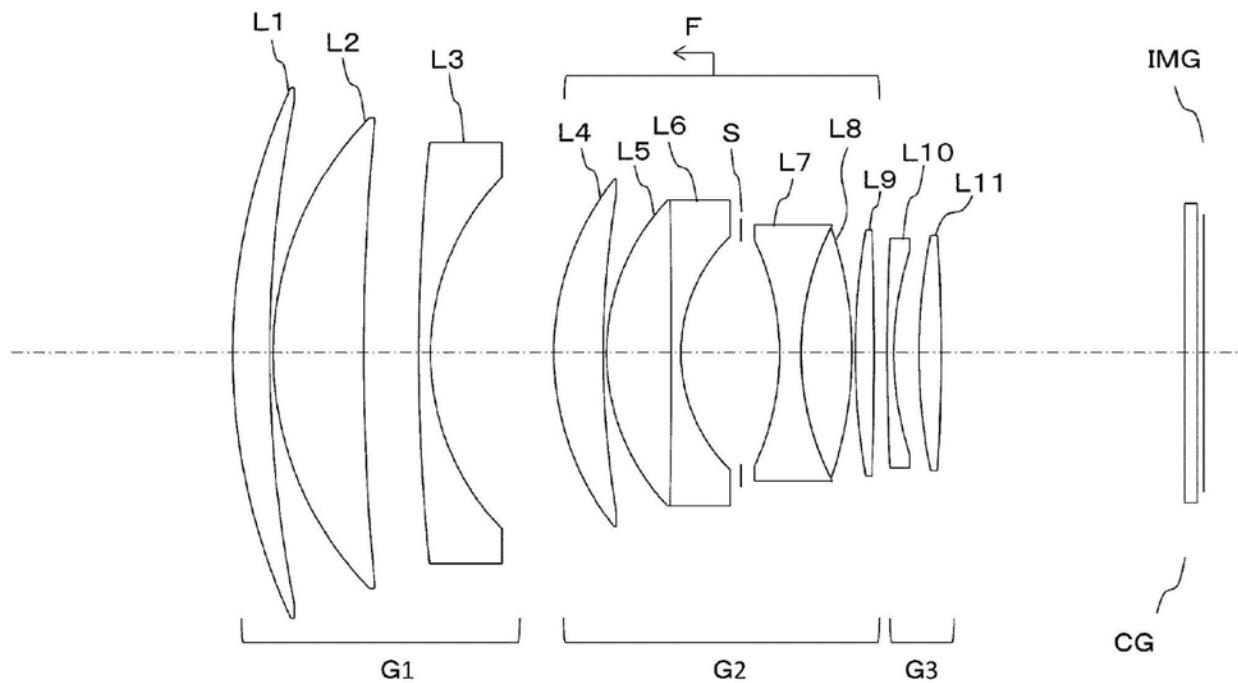


图9

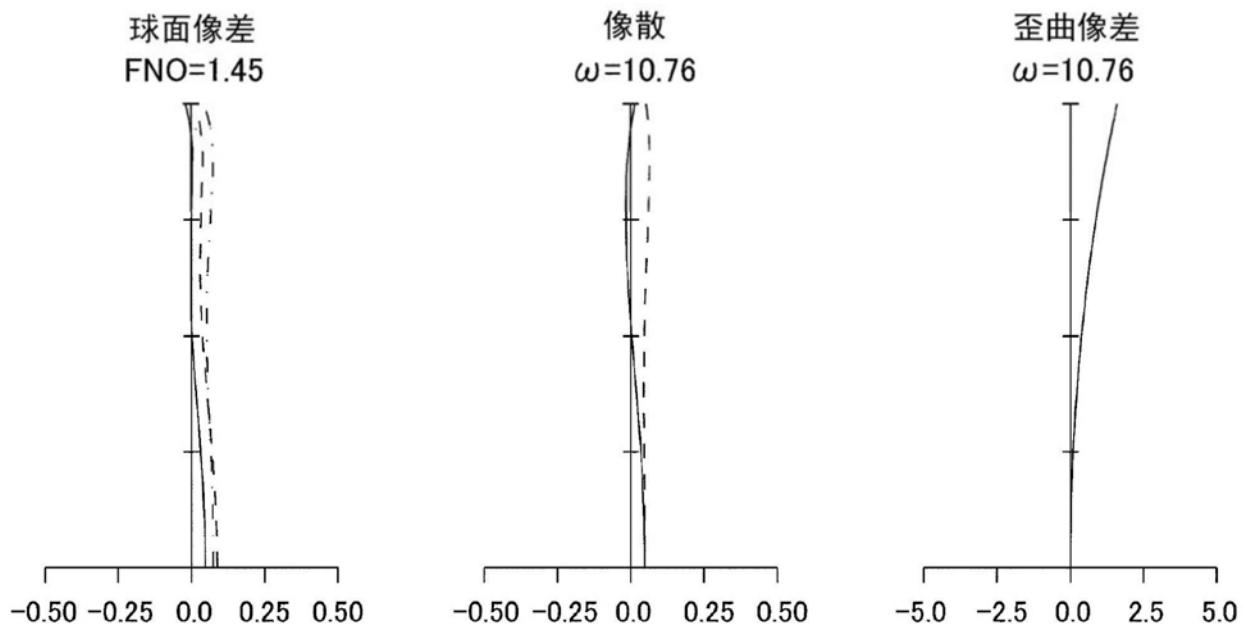


图10

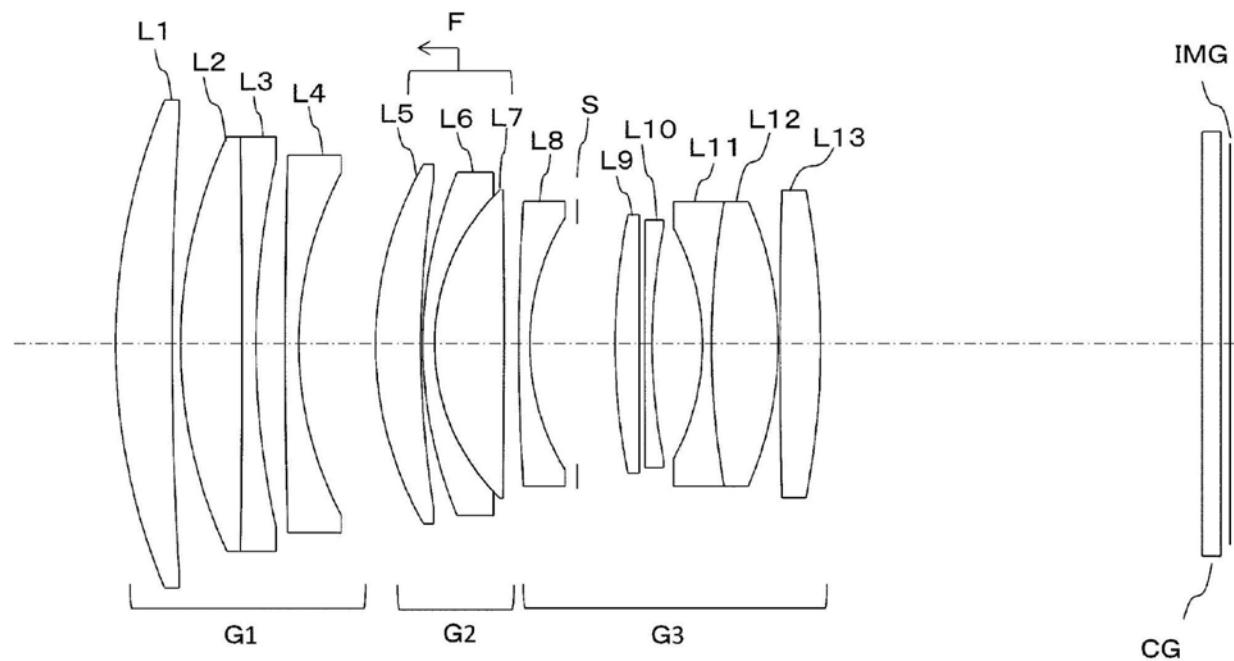


图11

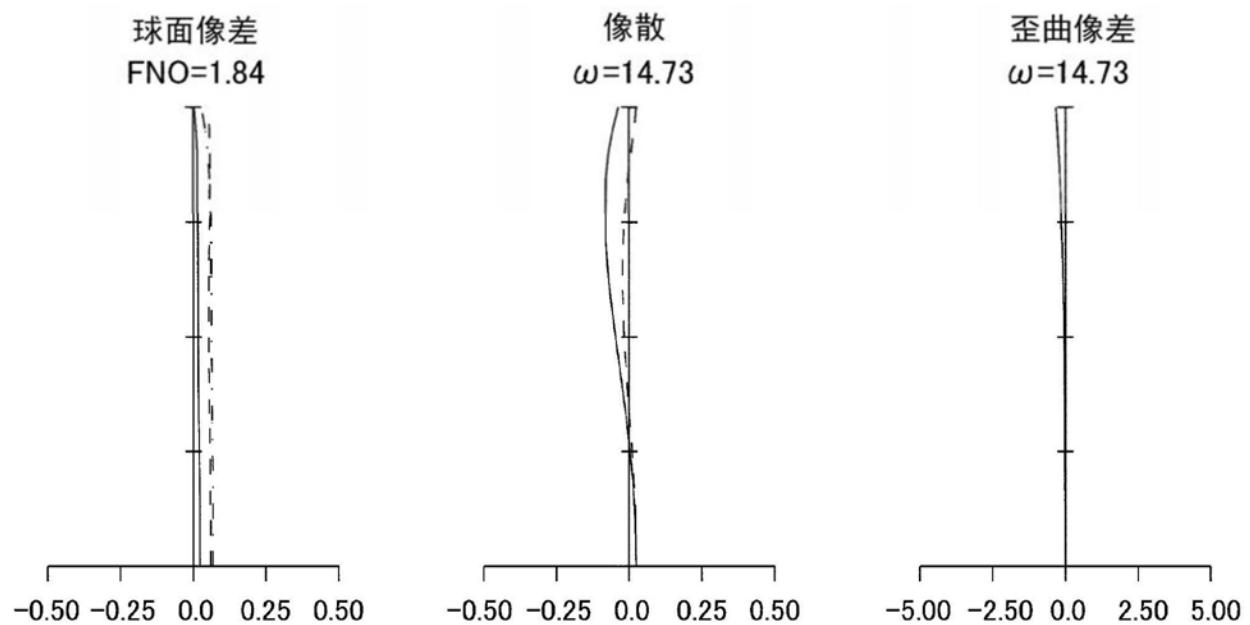


图12