



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114706204 B

(45) 授权公告日 2024.08.23

(21) 申请号 202210365930.1

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

(22) 申请日 2019.10.09

有限公司 11038

(65) 同一申请的已公布的文献号

专利代理人 冯雯

申请公布号 CN 114706204 A

(51) Int.CI.

(43) 申请公布日 2022.07.05

G02B 15/173 (2006.01)

(30) 优先权数据

G02B 15/14 (2006.01)

2018-191202 2018.10.09 JP

(56) 对比文件

(62) 分案原申请数据

CN 107765397 A, 2018.03.06

201910954119.5 2019.10.09

WO 2016136352 A1, 2016.09.01

(73) 专利权人 佳能株式会社

审查员 赵强

地址 日本东京

(72) 发明人 中原诚 森丈大

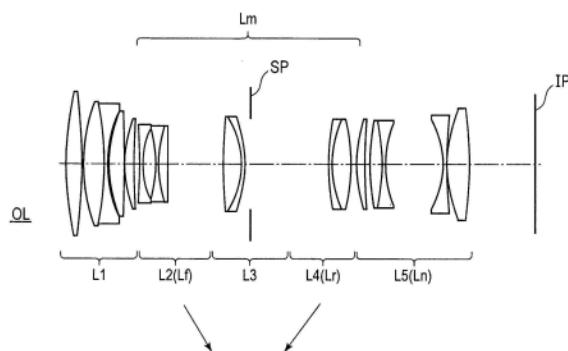
权利要求书2页 说明书22页 附图11页

(54) 发明名称

光学系统和图像拾取装置

(57) 摘要

本申请涉及光学系统和图像拾取装置。根据本发明的光学系统由具有正折光力的被设置为最靠近对象侧的第一透镜单元、包括至少两个透镜单元的中间组和具有负折光力的被设置为最靠近图像侧的最终透镜单元组成，其中相邻透镜单元之间的间隔在对焦期间被改变。中间组包括被配置为在对焦期间移动的第一对焦透镜单元和被设置在该第一对焦透镜单元的图像侧且被配置为在对焦期间移动的第二对焦透镜单元。孔径光阑被设置在中间组中包括的两个透镜之间。此处，适当地确定光学系统的焦距、最终透镜单元的焦距和第二对焦透镜单元的焦距。



1. 一种光学系统,其特征在于,所述光学系统包括多个透镜单元,相邻透镜单元之间的间隔在对焦期间被改变,

其中所述多个透镜单元由具有正折光力并且被设置为最靠近对象侧的第一透镜单元、包括至少两个透镜单元的中间组和具有负折光力并且被设置为最靠近图像侧的最终透镜单元组成,

其中所述中间组包括:被配置为在对焦期间移动的第一对焦透镜单元,和被设置在所述第一对焦透镜单元的图像侧并且被配置为在对焦期间移动的第二对焦透镜单元,

其中孔径光阑被设置在被包括在所述中间组中的两个透镜之间,以及

其中满足以下的条件表达式:

$$-7.00 < f/fn < -1.78$$

$$1.10 < |fr/fn| < 5.50$$

$$4.00 < f/sk < 9.00$$

$$0.60 \leq (-\beta)$$

其中f代表所述光学系统的焦距,fn代表所述最终透镜单元的焦距,fr代表所述第二对焦透镜单元的焦距,并且sk代表在对焦于无限远处的对象上期间所述光学系统的后焦距,并且 β 代表在对焦于最近距离处的对象上期间所述光学系统的成像放大率。

2. 根据权利要求1所述的光学系统,其中满足以下的条件表达式:

$$1.00 < f/f1 < 4.00$$

其中f1代表所述第一透镜单元的焦距。

3. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述第一对焦透镜单元是第二透镜单元,所述第二透镜单元在所述中间组中被设置为最靠近对象侧并且具有正或负的折光力,以及

其中满足以下的条件表达式:

$$1.50 < f/|f2| < 6.00$$

其中f2代表所述第二透镜单元的焦距。

4. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述第一对焦透镜单元是第二透镜单元,所述第二透镜单元在所述中间组中被设置为最靠近对象侧并且具有正或负的折光力,

其中所述第二透镜单元包括正透镜,以及

其中满足以下的条件表达式:

$$10 < vd2p < 23$$

其中vd2p代表在所述第二透镜单元中包括的所述正透镜的材料相对于d线的阿贝数。

5. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述中间组包括第二透镜单元,所述第二透镜单元在所述中间组中被设置为最靠近对象侧并且具有正或负的折光力,

其中所述第二透镜单元是所述第一对焦透镜单元,以及

其中满足以下的条件表达式:

$$0.02 < |D2| / DL < 0.40$$

其中DL代表在对焦于无限远处的对象上期间所述光学系统的总透镜长度,以及D2代表在从无限远处的对象到最近距离处的对象的对焦期间所述第二透镜单元的移动量。

6. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述中间组包括第二透镜单元,所述第二透镜单元在所述中间组中被设置为最靠近对象侧并且具有正或负的折光力,

其中所述第二透镜单元是所述第一对焦透镜单元,以及其中满足以下的条件表达式:

$$0.02 < |Dr| / DL < 0.40$$

其中DL代表在对焦于无限远处的对象上期间所述光学系统的总透镜长度,以及Dr代表在从无限远处的对象到最近距离处的对象的对焦期间所述第二对焦透镜单元的移动量。

7. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述第一对焦透镜单元和所述第二对焦透镜单元中的至少一个由至多三个透镜组成。

8. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述孔径光阑的孔径能够在对焦期间被改变。

9. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述孔径光阑被设置在所述第一对焦透镜单元和所述第二对焦透镜单元之间。

10. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述最终透镜单元包括负透镜和正透镜。

11. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述第一透镜单元在对焦期间不移动。

12. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述中间组由具有负折光力的第二透镜单元、具有正折光力的第三透镜单元和具有正折光力的第四透镜单元组成,所述第二透镜单元、所述第三透镜单元和所述第四透镜单元从对象侧到图像侧被按顺序设置。

13. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述中间组由具有负折光力的第二透镜单元、具有正折光力的第三透镜单元和具有负折光力的第四透镜单元组成,所述第二透镜单元、所述第三透镜单元和所述第四透镜单元从对象侧到图像侧被按顺序设置。

14. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述中间组由具有负折光力的第二透镜单元、具有正折光力的第三透镜单元、具有正折光力的第四透镜单元和具有正折光力的第五透镜单元组成,所述第二透镜单元、所述第三透镜单元、所述第四透镜单元和所述第五透镜单元从对象侧到图像侧被按顺序设置。

15. 根据权利要求1所述的光学系统,其中所述中间组由具有负折光力的第二透镜单元和具有正折光力的第三透镜单元组成,所述第二透镜单元和所述第三透镜单元从对象侧到图像侧被按顺序设置。

16. 一种图像拾取装置,其特征在于,包括:

根据权利要求1到15中的任一项所述的光学系统;和

图像拾取元件,所述图像拾取元件接收由所述光学系统形成的图像的光。

光学系统和图像拾取装置

[0001] 本申请是申请日为2019年10月9日、申请号为201910954119.5、发明名称为“光学系统和图像拾取装置”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及光学系统和图像拾取装置。

背景技术

[0003] 对于在整个对象距离上具有高光学性能的紧凑图像拾取系统有需求。

[0004] 作为相对容易地减小在对焦期间像差变化的对焦方法,已知在对焦期间独立移动多个透镜单元的浮动方法。

[0005] 美国专利申请公开No.2018/0059384公开一种由五个透镜单元组成的光学系统,该五个透镜单元中相邻透镜单元之间的间隔在对焦期间被改变,并且第二透镜单元和第四透镜单元在对焦期间被移动。

[0006] 为了减小对焦期间像差的变化,重要的是除了简单地采取浮动方法之外还恰当地确定该多个对焦透镜单元中设置在图像侧的对焦透镜单元的折光力,和光学系统中最靠近图像侧的最终透镜单元的折光力。为了减小光学系统的尺寸,重要的是恰当地确定最终透镜单元的折光力。

[0007] 在美国专利申请公开No.2018/0059384中公开的光学系统中,最终透镜单元具有低折光力,从而很难实现高光学性能和缩小光学系统的尺寸。

发明内容

[0008] 根据本发明的一个例子的光学系统包括多个透镜单元,在该多个透镜单元中相邻透镜单元之间的间隔在对焦期间被改变。该多个透镜单元包括:具有正折光力且被设置为最靠近对象侧的第一透镜单元,包括至少两个透镜单元的中间组,和具有负折光力且被设置为最靠近图像侧的最终透镜单元。中间组包括被配置为在对焦期间移动的第一对焦透镜单元,和被设置在第一对焦透镜单元的图像侧且被配置为在对焦期间移动的第二对焦透镜单元。光学系统满足以下条件表达式:

[0009] $-7.00 < f/f_n < -1.78$

[0010] $1.10 < |f_r/f_n| < 5.50$

[0011] 其中f代表光学系统的焦距,fn代表最终透镜单元的焦距,而fr代表第二对焦透镜单元的焦距。

[0012] 参照附图阅读示例性实施例的以下描述,本发明的进一步特征将变得十分清楚。

附图说明

[0013] 图1A是根据例1的光学系统在对焦于无限远处的对象上期间的剖视图。

[0014] 图1B是根据例1的光学系统在对焦于最近距离处的对象上期间的剖视图。

- [0015] 图2A是根据例1的光学系统在对焦于无限远处的对象上期间的像差图。
- [0016] 图2B是根据例1的光学系统在对焦于最近距离处的对象上期间的像差图。
- [0017] 图3A是根据例2的光学系统在对焦于无限远处的对象上期间的剖视图。
- [0018] 图3B是根据例2的光学系统在对焦于最近距离处的对象上期间的剖视图。
- [0019] 图4A是根据例2的光学系统在对焦于无限远处的对象上期间的像差图。
- [0020] 图4B是根据例2的光学系统在对焦于最近距离处的对象上期间的像差图。
- [0021] 图5A是根据例3的光学系统在对焦于无限远处的对象上期间的剖视图。
- [0022] 图5B是根据例3的光学系统在对焦于最近距离处的对象上期间的剖视图。
- [0023] 图6A是根据例3的光学系统在对焦于无限远处的对象上期间的像差图。
- [0024] 图6B是根据例3的光学系统在对焦于最近距离处的对象上期间的像差图。
- [0025] 图7A是根据例4的光学系统在对焦于无限远处的对象上期间的剖视图。
- [0026] 图7B是根据例4的光学系统在对焦于最近距离处的对象上期间的剖视图。
- [0027] 图8A是根据例4的光学系统在对焦于无限远处的对象上期间的像差图。
- [0028] 图8B是根据例4的光学系统在对焦于最近距离处的对象上期间的像差图。
- [0029] 图9A是根据例5的光学系统在对焦于无限远处的对象上期间的剖视图。
- [0030] 图9B是根据例5的光学系统在对焦于最近距离处的对象上期间的剖视图。
- [0031] 图10A是根据例5的光学系统在对焦于无限远处的对象上期间的像差图。
- [0032] 图10B是根据例5的光学系统在对焦于最近距离处的对象上期间的像差图。
- [0033] 图11示出根据本实施例的图像拾取装置的配置。

具体实施方式

- [0034] 现在将参照附图详细描述本发明的优选实施例。
- [0035] 以下将参照附图具体描述根据本方面的例子的光学系统和图像拾取装置。
- [0036] [光学系统的例子]
 - [0037] 这些例子的光学系统是用于诸如数字静态相机、广播相机、银盐胶片相机和监控相机的图像拾取装置的图像拾取光学系统。
 - [0038] 在图1A、1B、3A、3B、5A、5B、7A、7B、9A和9B中示出的光学系统的剖视图中,对象侧(前)位于左侧而图像侧(后)位于右侧。在剖视图中,L_i示出第i个透镜单元,其中i表示从对象侧到图像侧布置的透镜单元的数量。孔径光阑确定(限制)打开的F数(Fno)的光通量。在从无限远处的对象到最近距离处的对象对焦期间,对焦透镜单元如图中箭头指示地移动。
 - [0039] 当这些例子的光学系统被用于数字摄像机和数字相机等时,图像平面IP对应于图像拾取元件(光电转换元件),诸如CCD传感器或CMOS传感器。当这些例子的光学系统被用于银盐胶片相机时,图像平面IP对应于胶片表面。
 - [0040] 图2A、2B、4A、4B、6A、6B、8A、8B、10A和10B是根据这些例子的光学系统的像差图。在球面像差图中,Fno表示F数。在球面像差图中,实线指示d线(587.6nm波长),而双点划线指示g线(435.9nm波长)。在像散图中,虚线M指示子午图像平面而实线S指示矢状图像平面。失真指示d线的失真。横向色差指示g线的横向色差。 ω 表示半视场角(度)。
 - [0041] 在本说明书中,“透镜单元”可以由多个透镜或单个透镜组成。“后焦距(Backfocus)”是光学系统在光轴上从最终表面到近轴图像平面的空中等效距离。“总透镜

长度”通过将后焦距添加到光学系统在光轴上从前表面到最终表面之间的距离来确定。某种材料的阿贝数 vd 被表达为 $vd = (Nd - 1) / (NF - NC)$ ，其中 Ng 、 NF 、 Nd 和 NC 是该材料相对于g线(435.8nm波长)、F线(486.1nm)、d线(587.6nm)和C线(656.3nm)相应的折射率。

[0042] 根据本发明的例子的光学系统各自包括其中相邻透镜单元之间的间隔在对焦期间被改变的多个透镜单元。该多个透镜单元包括具有正折光力且被设置为最靠近对象侧的第一透镜单元，包括至少两个透镜单元的中间组和具有负折光力且被设置为最靠近图像侧的最终透镜单元。中间组包括第一对焦透镜单元和被设置在第一对焦透镜单元的图像侧的第二对焦透镜单元，该第一对焦透镜单元和第二对焦透镜单元两者都在对焦期间移动。通过采用使用至少两个对焦透镜单元的浮动方法，可以减小在对焦期间的像差变化。

[0043] 此外，根据本发明的例子的光学系统满足以下条件表达式(1)和(2)。

[0044] $-7.00 < f/fn < -1.78 \dots (1)$

[0045] $1.10 < |fr/fn| < 5.50 \dots (2)$

[0046] 此处， f 表示光学系统的焦距， fn 表示最终透镜单元的焦距，而 fr 表示第二对焦透镜单元的焦距。

[0047] 条件表达式(1)和(2)是用于缩小光学系统尺寸和通过抑制在对焦期间的像差变化在整个对象距离上实现高光学性能的条件。

[0048] 以下将描述条件表达式(1)和(2)。

[0049] 条件表达式(1)是最终透镜单元的焦距的条件表达式。设置最终透镜单元使其具有相对高的折光力，从而减小后焦距和促进光学系统的尺寸减小。

[0050] 如果在条件表达式(1)中比值低于下限值，最终透镜单元的焦距缩小而最终透镜单元的折光力增大。因此，难以修正诸如由最终透镜单元产生的场曲率和失真的各种像差，使得它并非优选。如果在条件表达式(1)中比值超过上限值，最终透镜单元的焦距增大而最终透镜单元的折光力减小。因此，后焦距增大，并且导致难以缩小光学系统尺寸，使得它并非优选。

[0051] 条件表达式(2)涉及最终透镜单元的焦距和第二对焦透镜单元的焦距的比值。第二对焦透镜单元被设置为使得折光力恰当低于最终透镜单元的折光力。这减小光学系统的尺寸并且抑制在对焦期间像差的变化。

[0052] 如果在条件表达式(2)中比值低于下限值以减小第二对焦透镜单元的焦距和增大第二对焦透镜单元的折光力，像差变化在对焦期间增大，因此它并非优选。如果条件表达式(2)中比值超过上限值以增大第二对焦透镜单元的焦距和增大第二对焦透镜单元的折光力，则在从无限远处的对象到最近距离处的对象的对焦期间移动量增大。这导致难以缩短光学系统尺寸，因此它并非优选。

[0053] 如以上，光学系统同时满足以上描述的配置和条件表达式(1)和(2)，从而可以获得具有小尺寸和在从无限远到最近距离的整个对象距离上具有高光学性能的光学系统。

[0054] 优选地，条件表达式(1)和(2)的数值范围可以被设置为如下：

[0055] $-6.50 < f/fn < -1.79 \dots (1a)$

[0056] $1.15 < |fr/fn| < 4.00 \dots (2a)$ 。

[0057] 更优选地，条件表达式(1)和(2)的数值范围可以被设置为如下：

[0058] $-4.00 < f/fn < -1.79 \dots (1b)$

[0059] $1.20 < |f_r/f_n| < 3.50 \dots$ (2b)。

[0060] 此外,根据本例子的光学系统被优选为满足以下条件表达式(3)到(9)中的至少一个表达式。通过满足条件表达式(3)到(9)中的至少一个表达式,光学系统尺寸减小和对焦期间抑制像差变化的效果增强,且在高成像放大率下成像(宏观成像)变得容易。

[0061] $2.50 < f/s_k < 9.00 \dots$ (3)

[0062] $1.00 < f/f_1 < 4.00 \dots$ (4)

[0063] $1.50 < f/|f_2| < 6.00 \dots$ (5)

[0064] $10 < v_{d2p} < 23 \dots$ (6)

[0065] $0.02 < |D_2|/D_L < 0.40 \dots$ (7)

[0066] $0.02 < |D_r|/D_L < 0.40 \dots$ (8)

[0067] $0.50 \leq (-\beta) \dots$ (9)

[0068] 此处,“ s_k ”表示在对焦于无限远处的对象上期间光学系统的后焦距, f_1 表示第一透镜单元的焦距,而 f_2 表示第二透镜单元的焦距。在这种情况下,第二透镜单元是被设置为最靠近中间组中的对象侧的透镜单元,并且具有正或负的折光力。第二透镜单元对应于第一对焦透镜单元。第二透镜单元中包括的正透镜的材料相对于d线的阿贝数被表示为 v_{d2p} 。

[0069] D_L 表示在对焦于无限远处的对象上期间光学系统的总透镜长度。在第二透镜单元用作第一对焦透镜单元时, D_2 表示在从无限远处的对象到最近距离处的对象的对焦期间第二透镜单元的移动量,而 D_r 表示在从无限远处的对象到最近距离处的对象的对焦期间第二对焦透镜单元的移动量。在这种情况下,当对焦于最近距离处的对象上的位置比对焦于无限远处的对象上的位置更靠近对象侧时,移动量 D_2 和移动量 D_r 的符号变为正。当对焦于最近距离处的对象上的位置比对焦于无限远处的对象上的位置更靠近图像侧时,该符号变为负。

[0070] 此外, β 表示在对焦于最近距离处的对象上期间光学系统的成像放大率。

[0071] 以下将描述条件表达式(3)到(9)。

[0072] 条件表达式(3)是涉及光学系统的后焦距的条件表达式。如果在条件表达式(3)中比值低于下限值以增大后焦距,则缩小光学系统的尺寸变得困难,因此它并非优选。如果在条件表达式(3)中比值超过上限值以减小后焦距,则最靠近图像侧的透镜的外直径增大,从而光学系统的尺寸在径向方向上增大,因此它并非优选。

[0073] 条件表达式(4)是涉及第一透镜单元的焦距的条件表达式。如果在条件表达式(4)中比值低于下限值以增大第一透镜单元的焦距而减小第一透镜单元的折光力,则光学系统的总透镜长度增大并且导致难以缩小尺寸,因此它并非优选。如果在条件表达式(4)中比值超过上限值以减小第一透镜单元的焦距而增大第一透镜单元的折光力,则发生诸如球面像差的各种像差,因此它并非优选。

[0074] 条件表达式(5)到(7)涉及设置为最靠近中间组中的对象侧并且对应于在对焦期间移动的第一对焦透镜单元的第二透镜单元。

[0075] 条件表达式(5)是涉及第二透镜单元的焦距的条件表达式。如果在条件表达式(5)中比值低于下限值以增大第二透镜单元的焦距而减小第二透镜单元的折光力,则在从无限远处的对象到最近距离处的对象的对焦期间第二透镜单元的移动量增大。这导致难以缩小光学系统尺寸,因此它并非优选。如果在条件表达式(5)中比值超过上限值以减小第二透镜

单元的焦距而增大第二透镜单元的折光力,则在对焦期间像差变化增大,因此它并非优选。

[0076] 条件表达式(6)是涉及第二透镜单元中包括的正透镜的材料相对于d线的阿贝数的条件表达式。如果在条件表达式(6)中比值低于下限值,则获得满足条件的材料变得困难,因此它并非优选。如果在条件表达式(6)中比值超过上限值,不幸的是,抑制在对焦期间的色差变化变得困难,因此它并非优选。

[0077] 条件表达式(7)适当地设置在从无限远处的对象到最近距离处的对象的对焦期间第二透镜单元的移动量。如果在条件表达式(7)中比值低于下限值以减小第二透镜单元的移动量,则第二透镜单元的折光力增大以获得预先确定的成像放大率,导致难以抑制在对焦期间产生的像差变化,因此它并非优选。如果在条件表达式(7)中比值超过上限值以增大第二透镜单元在对焦期间的移动量,则光学系统的总透镜长度增大并且导致难以缩小尺寸,因此它并非优选。

[0078] 条件表达式(8)涉及在从无限远处的对象到最近距离处的对象的对焦期间第二对焦透镜单元的移动量。如果在条件表达式(8)中比值低于下限值以减小第二透镜单元的移动量,则第二透镜单元的折光力增大以获得预先确定的成像放大率,导致难以抑制在对焦期间的像差变化,因此它并非优选。如果在条件表达式(8)中比值超过上限值以增大第二透镜单元的移动量,则光学系统的总透镜长度增大并且导致难以缩小尺寸,因此它并非优选。

[0079] 条件表达式(9)是涉及光学系统的成像放大率的条件表达式。如果在条件表达式(9)中比值低于下限值,则充分获得微距透镜的成像效果变得困难,因此它并非优选。

[0080] 优选地,条件表达式(3)到(9)的数值范围可以被设置为如下:

[0081] $3.50 < f/sk < 7.0 \dots$ (3a)

[0082] $1.30 < f/f_1 < 3.50 \dots$ (4a)

[0083] $1.80 < f/|f_2| < 5.00 \dots$ (5a)

[0084] $10 < v_{d2p} < 21 \dots$ (6a)

[0085] $0.05 < |D_2|/DL < 0.30 \dots$ (7a)

[0086] $0.05 < |D_r|/DL < 0.35 \dots$ (8a)

[0087] $0.60 \leq (-\beta) \dots$ (9a)。

[0088] 更优选地,条件表达式(3a)到(9a)的数值范围可以被设置为如下:

[0089] $4.00 < f/sk < 7.0 \dots$ (3b)

[0090] $1.45 < f/f_1 < 3.00 \dots$ (4b)

[0091] $2.00 < f/|f_2| < 4.50 \dots$ (5b)

[0092] $10 < v_{d2p} < 20 \dots$ (6b)

[0093] $0.09 < |D_2|/DL < 0.27 \dots$ (7b)

[0094] $0.10 < |D_r|/DL < 0.30 \dots$ (8b)

[0095] $0.70 \leq (-\beta) \dots$ (9b)。

[0096] 优选的是第一对焦透镜单元和第二对焦透镜单元中的至少一个透镜单元由至多三个透镜组成。这可以容易地减少对焦透镜单元的重量,实现高速对焦。

[0097] 根据本发明的例子的光学系统包括被设置在中间组或被设置在构成中间组的两个透镜单元之间的孔径光阑。优选的是在对焦期间能够改变孔径光阑的孔径。大体上,在能够进行成像放大率基本相等的近距离成像的微距透镜中, F 数 F_{no} 根据表达式 $C = (1 - \beta) \cdot$

F_{no} (C 是常数) 随着成像放大率 β 变化而变化。因此,孔径光阑的孔径根据 F_{no} 的变化被改变,从而可以切断不必要的光束。优选的是孔径光阑被设置在第一对焦透镜单元和第二对焦透镜单元之间。因此可以减小孔径光阑的直径。

[0098] 优选的是,最终透镜单元包括负透镜和正透镜。因此,可以修正在最终透镜单元中产生的色差。

[0099] 优选的是,第一透镜单元在对焦期间不移动(被固定)。通过在对焦期间将可能重于其他透镜单元的第一透镜单元设置为不可移动,可以实现高速对焦。此外,对焦于近距离处的对象上可以在较短的工作距离处被执行,使得能够近距离成像。此外,透镜筒可以被配置为对来自外界的压力具有高抗性。

[0100] 以下将描述根据本发明的例子的光学系统。

[0101] (例1和例2)

[0102] 图1A是根据例1的光学系统OL对焦于无限远处的对象上的剖视图。图1B是根据例1的光学系统OL对焦于最近距离处的对象上的剖视图。图2A是根据例1的光学系统OL对焦于无限远处的对象上的像差图。图2B是根据例1的光学系统OL对焦于最近距离处的对象上的像差图。

[0103] 图3A是根据例2的光学系统OL对焦于无限远处的对象上的剖视图。图3B是根据例2的光学系统OL对焦于最近距离处的对象上的剖视图。图4A是根据例2的光学系统OL对焦于无限远处的对象上的像差图。图4B是根据例2的光学系统OL对焦于最近距离处的对象上的像差图。

[0104] 根据例1和例2的光学系统OL各自由具有正折光力的第一透镜单元L1、具有负折光力的第二透镜单元L2、具有正折光力的第三透镜单元L3、具有正折光力的第四透镜单元L4和具有负折光力的用作最终透镜单元Ln的第五透镜单元L5组成,上述各透镜单元从对象侧到图像侧被按顺序设置。在根据例1和例2的光学系统OL中,中间组Lm由第二透镜单元L2、第三透镜单元L3和第四透镜单元L4组成,且第三透镜单元L3包括孔径光阑SP。

[0105] 在根据例1和例2的光学系统OL中从无限远处的对象到近距离处的对象的对焦期间,用作第一对焦透镜单元Lf的第二透镜单元L2向图像侧移动,而用作第二对焦透镜单元Lr的第四透镜单元L4向对象侧移动。其他透镜单元在对焦期间不移动。

[0106] 根据例1和例2的光学系统OL具有完全相同的基本透镜单元配置。在光学系统中使用的透镜由不同的材料制成并且具有不同的形状。

[0107] (例3)

[0108] 图5A是根据例3的光学系统OL对焦于无限远处的对象上的剖视图。图5B是根据例3的光学系统OL对焦于最近距离处的对象上的剖视图。图6A是根据例3的光学系统OL对焦于无限远处的对象上的像差图。图6B是根据例3的光学系统OL对焦于最近距离处的对象上的像差图。

[0109] 根据例3的光学系统由具有正折光力的第一透镜单元L1、具有负折光力的第二透镜单元L2、具有正折光力的第三透镜单元L3、具有负折光力的第四透镜单元L4和具有负折光力的用作最终透镜单元Ln的第五透镜单元L5组成,上述各透镜单元从对象侧到图像侧被按顺序设置。在根据例3的光学系统OL中,中间组Lm由第二透镜单元L2、第三透镜单元L3和第四透镜单元L4组成,并且第三透镜单元L3包括孔径光阑SP。

[0110] 在根据例3的光学系统OL从无限远处的对象到近距离处的对象的对焦期间,用作第一对焦透镜单元Lf的第二透镜单元L2向图像侧移动,而用作第二对焦透镜单元Lr的第四透镜单元L4向图像侧移动。其他透镜单元在对焦期间不移动。

[0111] (例4)

[0112] 图7A是根据例4的光学系统OL对焦于无限远处的对象上的剖视图。图7B是根据例4的光学系统OL对焦于最近距离处的对象上的剖视图。图8A是根据例4的光学系统OL对焦于无限远处的对象上的像差图。图8B是根据例4的光学系统OL对焦于最近距离处的对象上的像差图。

[0113] 根据例4的光学系统OL由具有正折光力的第一透镜单元、具有负折光力的第二透镜单元L2、具有正折光力的第三透镜单元L3、具有正折光力的第四透镜单元L4、具有正折光力的第五透镜单元L5和具有负折光力的用作最终透镜单元Ln的第六透镜单元L6,上述各透镜单元从对象侧到图像侧被按顺序设置。在根据例4的光学系统OL,中间组Lm由第二透镜单元L2、第三透镜单元L3、第四透镜单元L4和第五透镜单元L5组成,并且第三透镜单元L3包括孔径光阑SP。

[0114] 在根据例4的光学系统OL中从无限远处的对象到近距离处的对象的对焦期间,用作第一对焦透镜单元Lf的第二透镜单元L2向图像侧移动,而用作第二对焦透镜单元Lr的第五透镜单元L5向对象侧移动。此外,在从无限远处的对象到近距离处的对象的对焦期间,第四透镜单元L4向对象侧移动,而第六透镜单元L6向对象侧移动。其他透镜单元在对焦期间不移动。

[0115] (例5)

[0116] 图9A是根据例5的光学系统OL对焦于无限远处的对象上的剖视图。图9B是根据例5的光学系统OL对焦于最近距离处的对象上的剖视图。图10A是根据例5的光学系统OL对焦于无限远处的对象上的像差图。图10B是根据例5的光学系统OL对焦于最近距离处的对象上的像差图。

[0117] 根据例5的光学系统OL由具有正折光力的第一透镜单元L1、具有负折光力的第二透镜单元L2、具有正折光力的第三透镜单元L3和具有负折光力的用作最终透镜单元Ln的第四透镜单元L4组成,上述各透镜单元从对象侧到图像侧被按顺序设置。在根据例5的光学系统OL中,中间组Lm由第二透镜单元L2和第三透镜单元L3组成。在对焦期间不移动的孔径光阑SP被设置在第二透镜单元L2和第三透镜单元L3之间。

[0118] 在根据例5的光学系统OL中从无限远处的对象到近距离处的对象的对焦期间,用作第一对焦透镜单元Lf的第二透镜单元L2向图像侧移动,而用作第二对焦透镜单元Lr的第三透镜单元L3向对象侧移动。其他透镜单元在对焦期间不移动。

[0119] 根据例1到例5的光学系统OL同时满足条件表达式(1)到(9)。因此,光学系统具有在整个对象距离上有高光学性能的紧凑配置。

[0120] [数值例]

[0121] 以下将描述对应于例1到例5的数值例1到数值例5。在数值例1到数值例5中,表面数字指示从对象侧来看的光学表面的顺序。r表示光学表面的曲率半径(mm),d表示在相邻光学表面之间的间隔(mm),nd表示d线处光学部件的材料的折射率,并且vd表示光学部件的材料相对于d线的阿贝数。阿贝数如以上已讨论的内容被定义。BF指示后焦距。在数值例4,

描述在对焦于无限远处期间的后焦距。

[0122] 在各个数值例中,非球面由右边带*的表面数字指示。当光轴方向被定义为X轴,垂直于光轴的方向被定义为H轴,光的行进方向被定义为正,R表示近轴曲率半径,K表示圆锥常数,A4、A6、A8、A10和A12表示非球面系数时,非球面形状由以下表达式确定:

$$[0123] X = \frac{H^2 / R}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)(H / R)^2}} + A4 \cdot H^4 + A6 \cdot H^6 + A8 \cdot H^8 + A10 \cdot H^{10} + A12 \cdot H^{12}$$

[0124] 此外,非球面系数的“e-x”意为“10^{-x}”。

[0125] 在表1中,数值例1到5中的值被指示用于条件表达式(1)到(9)。

[0126] (数值例1)

[0127] 单位mm

[0128] 表面数据

表面数字	r	d	nd	vd
1	96.836	4.87	1.76385	48.5
2	-220.851	0.55		
3	57.376	6.34	1.49700	81.5
4	-107.096	0.03		
5	-106.162	1.30	1.72825	28.5
6	38.926	0.30		
7	42.516	4.61	1.59282	68.6

8	-620.513	0.15			
9	40.421	2.85	1.72916	54.7	
10	164.248	(可变的)			
11	-277.848	0.90	1.87070	40.7	
12	25.829	4.07			
13	-43.761	0.85	1.72916	54.7	
14	39.787	3.03	1.95906	17.5	
15	-524.319	(可变的)			
16	132.128	5.64	1.58313	59.4	
17	-27.930	1.05	2.05090	26.9	
18	-42.695	1.90			
19 (孔径)	∞	(可变的)			
[0130]	20	75.644	0.95	2.05090	26.9
	21	33.694	5.84	1.77250	49.6
	22	-62.013	(可变的)		
	23	45.773	2.45	1.72916	54.7
	24	136.036	1.66		
	25	74.978	3.73	1.80810	22.8
	26	-65.999	1.00	1.90043	37.4
	27	32.690	17.63		
	28	-28.701	1.00	1.73800	32.3
	29	116.590	0.15		
	30	42.289	6.84	1.49700	81.5
	31	-151.590	(可变的)		
[0131]	图像平面	∞			
[0132]	各种数据				

焦距	87.82		
F 数	2.92		
半视场角 (度)	13.84		
图像高度	21.64		
总透镜长度	143.81		
BF	20.02		
	无限远	$\beta=-0.5$	$\beta=-1.5$
d10	1.76	7.29	17.30
d15	16.87	11.22	1.23
d19	23.74	15.19	0.85
d22	1.74	10.31	24.69
d31	20.02	-11.00	-28.86
[0133] 透镜单元数据			
单元	开始表面	焦距	
1	1	38.63	
2	11	-21.29	
3	16	81.25	
4	20	56.10	
5	23	-46.38	
[0134] (数值例2)			
[0135] 单位mm			
[0136] 表面数据			

表面数字	r	d	nd	vd
1	33.942	6.92	1.49700	81.5
2	436.947	0.12		
3	65.294	1.60	1.89286	20.4
4	37.377	0.14		
5*	35.679	5.70	1.58313	59.4
6*	-220.264	(可变的)		
7	73.559	1.10	1.59349	67.0
8	26.950	4.20		
9	-86.908	1.10	1.80400	46.5
10	33.422	2.57	1.95906	17.5
11	70.271	(可变的)		
12 (孔径)	∞	1.03		
13	60.792	6.67	1.49700	81.5
14	-27.310	0.99	1.67300	38.3
15	-65.219	2.14		
16	-88.779	2.15	1.88100	40.1
17	-52.824	(可变的)		
18	46.556	1.00	1.95375	32.3
19	22.998	5.80	1.75500	52.3
20	-336.342	(可变的)		
21	1033.026	1.00	1.48749	70.2
22	33.675	12.14		
23	-30.124	1.45	1.49700	81.5
24	53.591	0.14		
25	39.693	5.57	1.51742	52.4
26	-952.390	(可变的)		
图像平面	∞			

[0138]

[0139] 非球面数据

[0140] 第五平面

[0141] $K=0.00000e+000$ $A4=-2.49717e-006$ $A6=-3.58259e-009$ $A8=9.47256e-013$
 $A10=-3.03188e-015$

[0142] 第六平面

[0143] $K=0.00000e+000$ $A4=3.03399e-006$ $A6=-4.06178e-009$ $A8=9.02518e-012$
 $A10=-9.90183e-015$

[0144] 各种数据

焦距 **97.62**

F 数 **2.92**

半视场角 (度) **12.50**

[0145] 图像高度 **21.64**

总透镜长度 **123.21**

BF **18.86**

	无限远	$\beta=-0.5$	$\beta=-1.0$
--	-----	--------------	--------------

[0146] d6	1.69	8.71	17.03
-----------	-------------	-------------	--------------

d11	18.27	11.22	3.02
-----	--------------	--------------	-------------

d17	19.86	9.55	1.48
-----	--------------	-------------	-------------

[0147] d20	1.00	11.28	19.40
------------	-------------	--------------	--------------

d26	18.86	-11.03	-22.39
-----	--------------	---------------	---------------

[0148] 透镜单元数据

单元	开始表面	焦距
----	------	----

1	1	46.16
----------	----------	--------------

2	7	-29.84
----------	----------	---------------

3	12	55.02
----------	-----------	--------------

4	18	71.09
----------	-----------	--------------

5	21	-35.74
----------	-----------	---------------

[0149] (数值例3)

[0150] 单位mm

[0151] 表面数据

表面数	r	d	nd	vd
1	90.562	5.96	1.61997	63.9
2	-108.830	0.50		
3	51.135	4.21	1.59282	68.6
4	524.980	1.35		
[0152]				
5	-119.027	1.20	2.00069	25.5
6	180.430	1.50		
7	76.440	2.82	1.59282	68.6
8	-2773.639	(可变的)		
9	645.509	1.00	1.95375	32.3

10	49.544	2.04			
11	-413.410	1.00	2.00100	29.1	
12	30.426	4.22	1.95906	17.5	
13	518.367	(可变的)			
14 (孔径)	∞	0.75			
15	123.605	3.65	1.88300	40.8	
16	-76.877	0.20			
17	64.331	5.67	1.67003	47.2	
18	-38.033	1.10	1.95906	17.5	
[0153]	-90.082	(可变的)			
	-107.861	4.72	1.95906	17.5	
	-33.963	1.50	1.72825	28.5	
	54.658	(可变的)			
	-27.650	1.50	1.88300	40.8	
	-1214.212	0.15			
	106.154	4.10	1.53172	48.8	
	-81.520	(可变的)			
图像平面	∞				
[0154]	各种数据				
	焦距	95.36			
	F数	2.92			
	半视场角 (度)	12.78			
	图像高度	21.64			
[0155]	总透镜长度	125.16			
	BF	15.84			

		无限远	$\beta = -0.5$	$\beta = -1.0$	
	d8	1.56	12.82	28.73	
[0156]	d13	29.38	18.13	2.22	
	d19	2.21	11.55	23.69	
	d22	27.03	16.93	5.72	
	d26	15.84	-11.34	-19.22	
[0157]	透镜单元数据				
	单元	开始表面	焦距		
	1	1	58.10		
	2	9	-42.14		
	3	14	31.98		
	4	20	-64.18		
	5	23	-53.04		
[0158]	(数值例4)				
[0159]	单位mm				
[0160]	表面数据				
	表面数	r	d	nd	vd
	1	79.793	5.27	1.49700	81.5
	2	-312.910	0.15		
	3	57.058	5.24	1.76385	48.5
	4	-864.124	1.60	1.85478	24.8

5	64.788	0.14			
6*	44.013	5.52	1.49710	81.6	
7*	-177.556	(可变的)			
8	151.443	1.10	1.72916	54.7	
9	30.762	4.86			
10	-84.909	1.10	1.59349	67.0	
11	39.902	2.60	1.95906	17.5	
12	77.076	(可变的)			
13 (孔径)	∞	1.62			
14	233.437	1.93	1.43387	95.1	
15	-1499.976	(可变的)			
16	311.326	5.50	1.43875	94.7	
[0161]	17	-34.375	1.20	1.90043	37.4
	18	-48.400	(可变的)		
19	177.221	5.95	1.43387	95.1	
20	-61.557	0.00			
21	116.103	5.60	1.55032	75.5	
22	-81.684	1.00	2.05090	26.9	
23	-169.142	(可变的)			
24	-105.477	3.73	2.00069	25.5	
25	-47.370	1.30	1.49700	81.5	
26	151.951	4.32			
27	-42.369	1.50	1.72916	54.7	
28	111.159	0.15			
29	48.618	4.00	1.43875	94.7	
[0162]	30	90.968	(可变的)		
	图像平面	∞			
[0163]	非球面数据				

[0164] 第六表面

[0165] $K=0.00000e+000$ $A4=-5.55343e-007$ $A6=-5.08149e-010$ $A8=1.50360e-012$
 $A10=-5.65017e-015$

[0166] 第七表面

[0167] $K=0.00000e+000$ $A4=2.62452e-006$ $A6=-1.41166e-009$ $A8=6.43676e-013$
 $A10=-2.18295e-015$

[0168] 各种数据

焦距 **109.58**

F 数 **2.92**

半视场角 (度) **11.17**

[0169] 图像高度 **21.64**

总透镜长度 **175.01**

BF **21.20**

	无限远	$\beta=-0.5$	$\beta=-1.0$
--	-----	--------------	--------------

d7	1.19	11.49	21.51
----	------	-------	-------

d12	23.30	13.00	2.99
-----	-------	-------	------

d15	28.81	1.00	0.99
-----	-------	------	------

d18	19.57	19.71	1.90
-----	-------	-------	------

d23	15.55	40.93	41.87
-----	-------	-------	-------

[0171] d30	21.20	-24.81	-27.92
------------	-------	--------	--------

[0172] 透镜单元数据

单元	开始表面	焦距
----	------	----

1	1	46.82
---	---	-------

2	8	-32.98
---	---	--------

3	13	465.73
---	----	--------

4	16	149.37
---	----	--------

5	19	70.57
---	----	-------

6	24	-44.84
---	----	--------

[0173] (数值例5)

[0174] 单元mm

[0175] 表面数据

表面数	r	d	nd	vd
1	∞	2.65		
2	280.506	3.86	1.90366	31.3
3	-155.521	0.18		
4	90.445	4.98	1.61800	63.4
5	-428.051	0.72		
6	-168.375	1.76	1.85478	24.8
7	49.135	0.16		
8	50.643	4.33	1.59282	68.6
9	-3862.730	0.16		
10	47.252	3.14	1.76385	48.5

11	168.899	(可变的)			
12	-3318.610		1.10	1.71300	53.9
13	37.460		2.85		
14	2814.658		1.00	1.54814	45.8
15	35.083		0.50		
16	36.820		2.77	1.94595	18.0
17	71.909	(可变的)			
18 (孔径)	∞	(可变的)			
19	118.625		3.76	1.76385	48.5
20	-72.671		0.20		
21	94.570		4.31	1.49700	81.5
[0176]	-55.657		0.02		
	-55.917		1.10	1.85478	24.8
	-202.945	(可变的)			
	293.527		2.05	1.80809	22.8
25	-142.811		1.33	1.83481	42.7
27	41.657		6.12		
28	40.751		10.60	1.53172	48.8
29	-58.201		1.70	1.90366	31.3
30	-339.901		9.70		
31	-186.072		1.91	1.80518	25.4
32	-86.876		17.95		
33	-54.071		1.81	1.88300	40.8
34	389.203	(可变的)			
[0177]	图像平面	∞			
[0178]	各种数据				

焦距	103.00		
F 数	2.92		
半视场角 (度)	11.86		
图像高度	21.64		
总透镜长度	167.36		
BF	15.14		
	无限远	$\beta = -1.0$	$\beta = -2.0$
d11	2.22	10.05	25.86
d17	26.02	18.18	2.38
d18	31.12	20.01	1.50
d24	2.79	13.91	32.42
d34	0.40	0.40	0.40
[0179] 透镜单元数据			
单元	开始表面	焦距	
1	1	55.66	
2	12	-44.91	
3	19	50.09	
4	25	-41.48	
[0180] [表1]			

[0182]

	数值例 1	数值例 2	数值例 3	数值例 4	数值例 5
f	87.82	97.62	95.48	109.58	103.00
f1	38.63	46.16	58.10	46.82	55.66
f2	-21.29	-29.84	-42.14	-32.98	-44.91
fr	56.10	71.09	-64.18	70.57	50.09
fn	-46.38	-35.74	-53.04	-44.84	-41.48
DL	143.82	123.21	125.19	175.01	170.01
D2	15.54	-15.26	-27.27	-20.31	23.64
Dr	-22.89	18.40	21.48	-45.49	29.62
sk	20.02	18.86	15.93	21.20	15.14
vd2p	17.47	17.47	17.47	17.47	17.98
条件表达式(1)	-1.89	-2.73	-1.80	-2.44	-2.48
条件表达式(2)	1.21	1.99	1.21	1.57	1.21
条件表达式(3)	4.39	5.18	5.99	5.17	6.80
条件表达式(4)	2.27	2.11	1.64	2.34	1.85
条件表达式(5)	4.13	3.27	2.27	3.32	2.29
条件表达式(6)	17.47	17.47	17.47	17.47	17.98
条件表达式(7)	0.11	0.12	0.22	0.12	0.14
条件表达式(8)	0.16	0.15	0.17	0.26	0.17

[0183] [图像拾取装置的例子]

[0184] 参考图11,以下将描述图像拾取装置的例子。图11示出图像拾取装置10的配置。图像拾取装置10包括相机主体13、包括根据以上描述的例1到例5中任意一个例子的光学系统OL的透镜装置11和对由光学系统OL形成的图像进行光电转换的光接收元件(图像拾取元件)12。光接收元件12可以是图像拾取元件,诸如CCD传感器或CMOS传感器。透镜装置11和相机主体13可以被相互整合或被可拆卸地互相附接。本例的图像拾取装置10可以具有在整个对象距离上有高光学性能的紧凑配置。

[0185] 本发明的图像拾取装置10不限于图11中示出的数字静态相机。本发明适用于诸如广播相机、银盐胶片相机和监控相机的各种图像拾取装置。

[0186] 例如,第一对焦透镜单元和第二对焦透镜单元的焦距的符号和对焦期间的移动方向不限于例子中的那些。焦距的符号和移动方向可以根据第一对焦透镜单元和第二对焦透镜单元的折光力的大小和第一对焦透镜单元和第二对焦透镜单元和其他透镜单元的折光力之间的关系根据需要被改变。

[0187] 例如,孔径光阑SP在对焦期间可移动。如果第三透镜单元包括多个透镜,孔径光阑

SP可被设置在该多个透镜中的两个透镜之间。

[0188] 例如,在光学系统中,可以通过将透镜中的一些透镜以包括有垂直于光轴的元件的方向移动来修正图像模糊。

[0189] 虽然已参照行示例性实施例描述了本发明,但应理解,本发明不限于所公开的示例性实施例。以下的权利要求的范围应被赋予最宽的解释,以便包含所有这样的修改和等同的结构和功能。

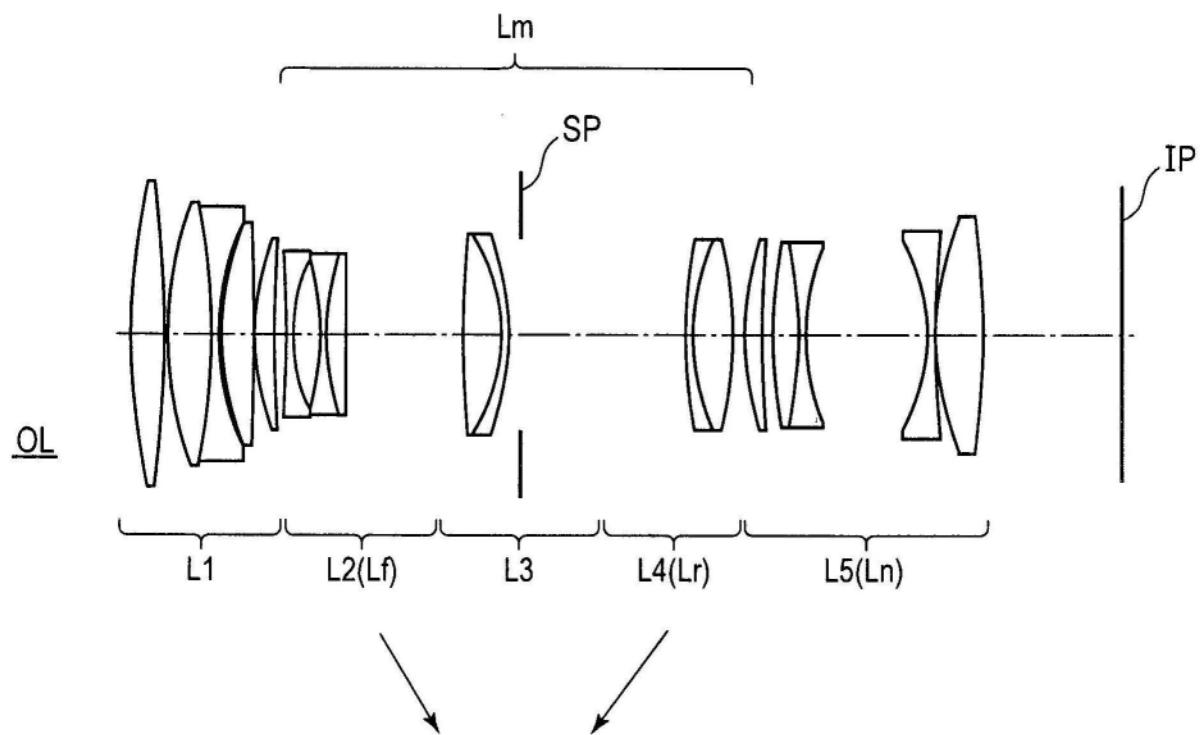


图1A

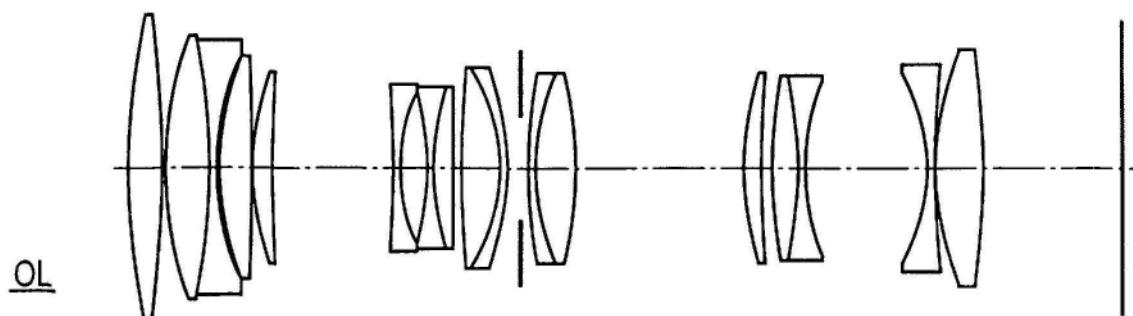


图1B

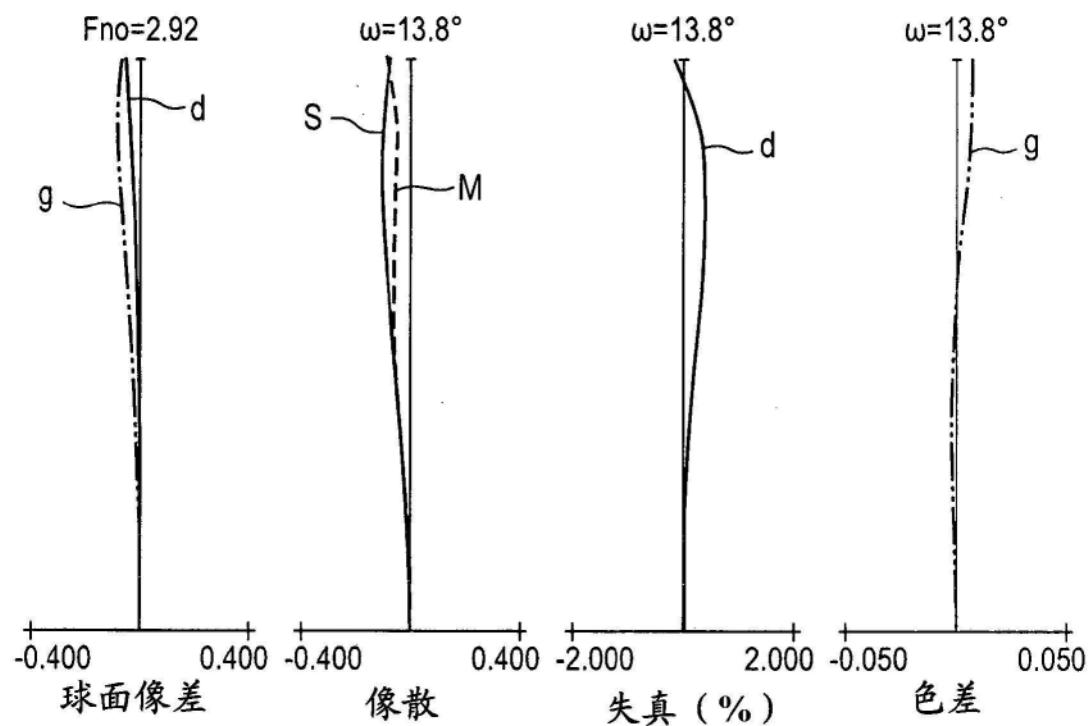


图2A

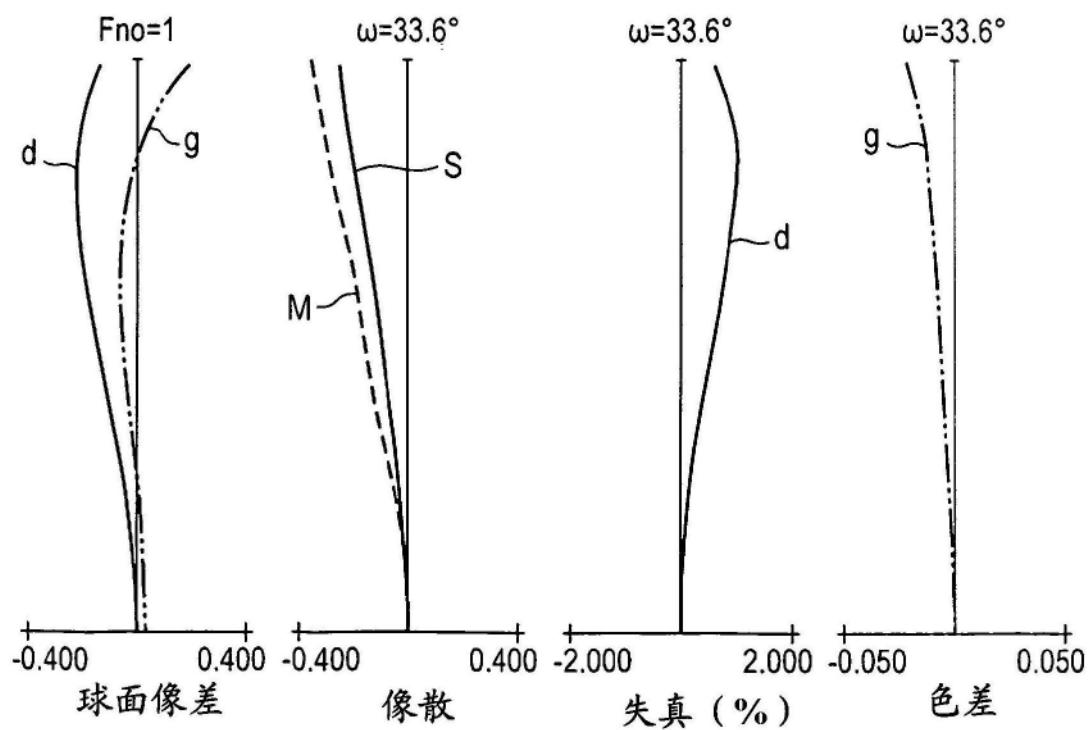


图2B

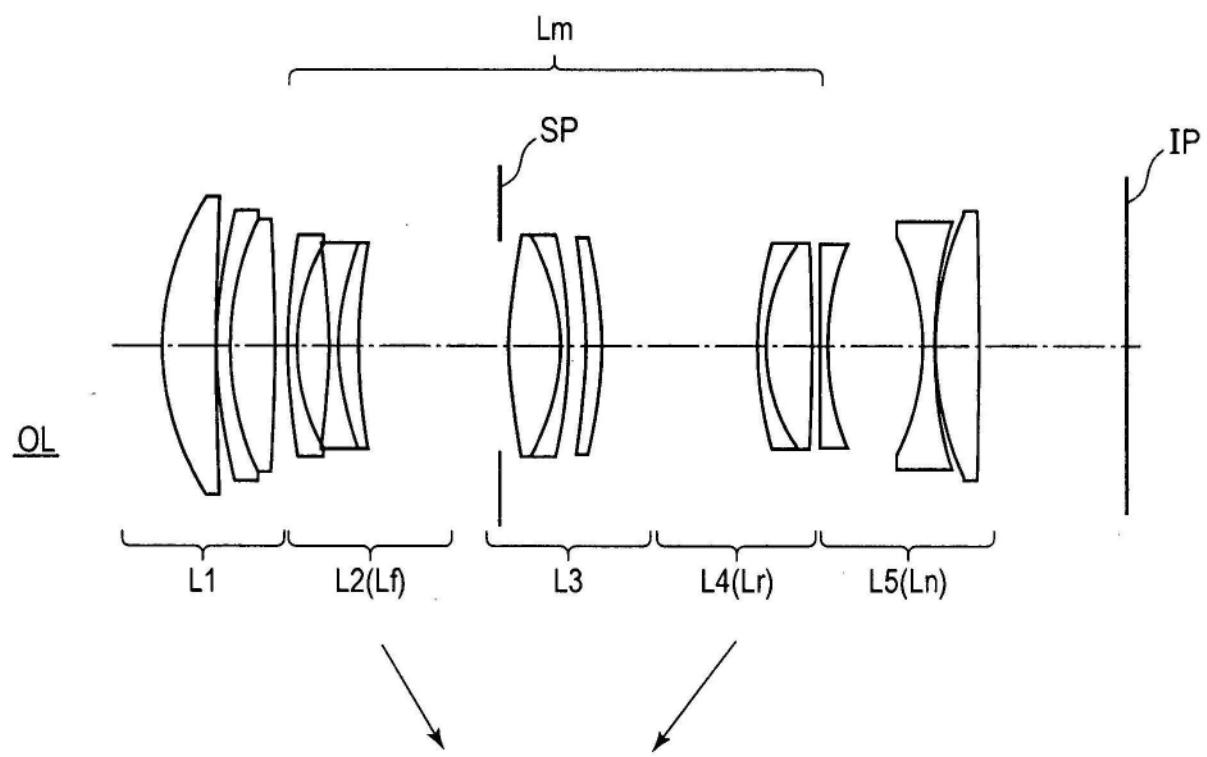


图3A

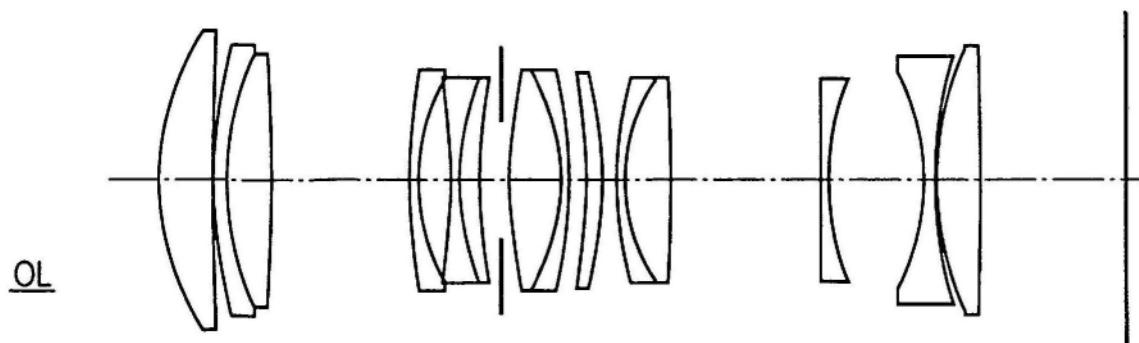


图3B

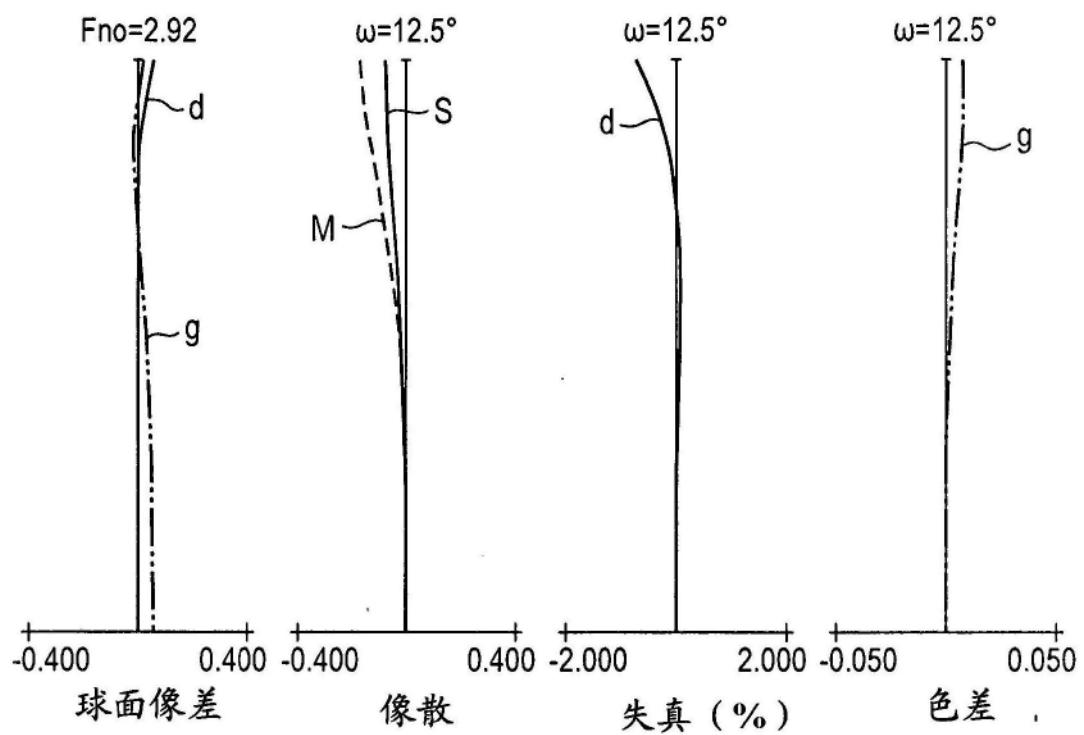


图4A

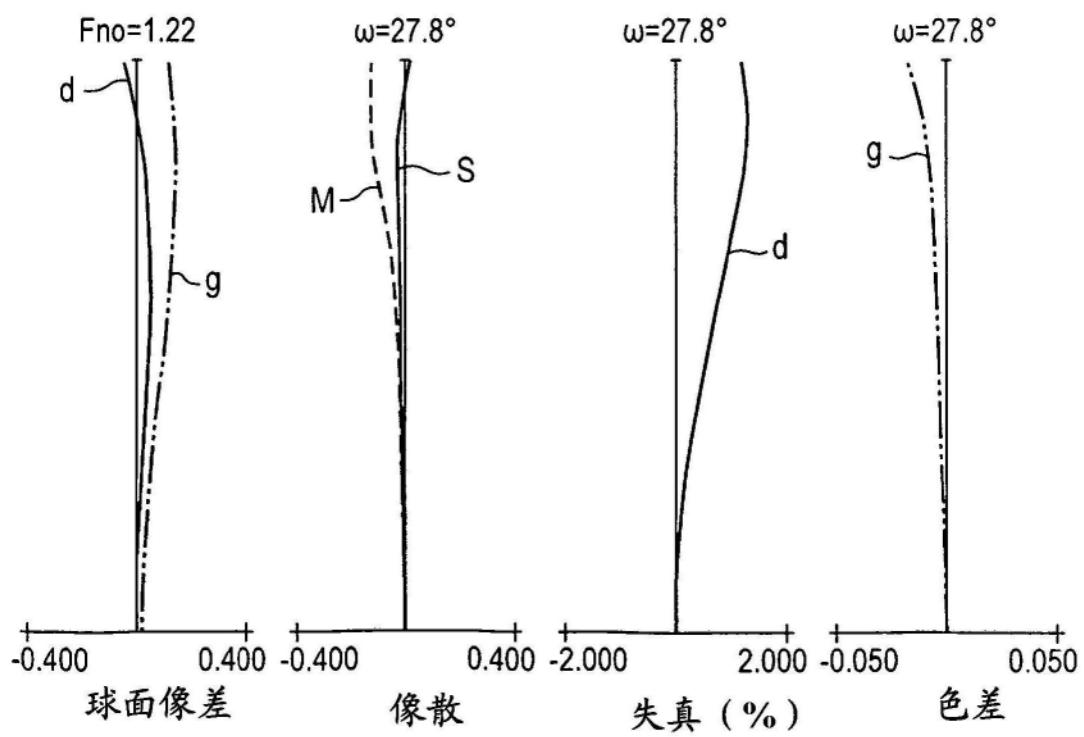


图4B

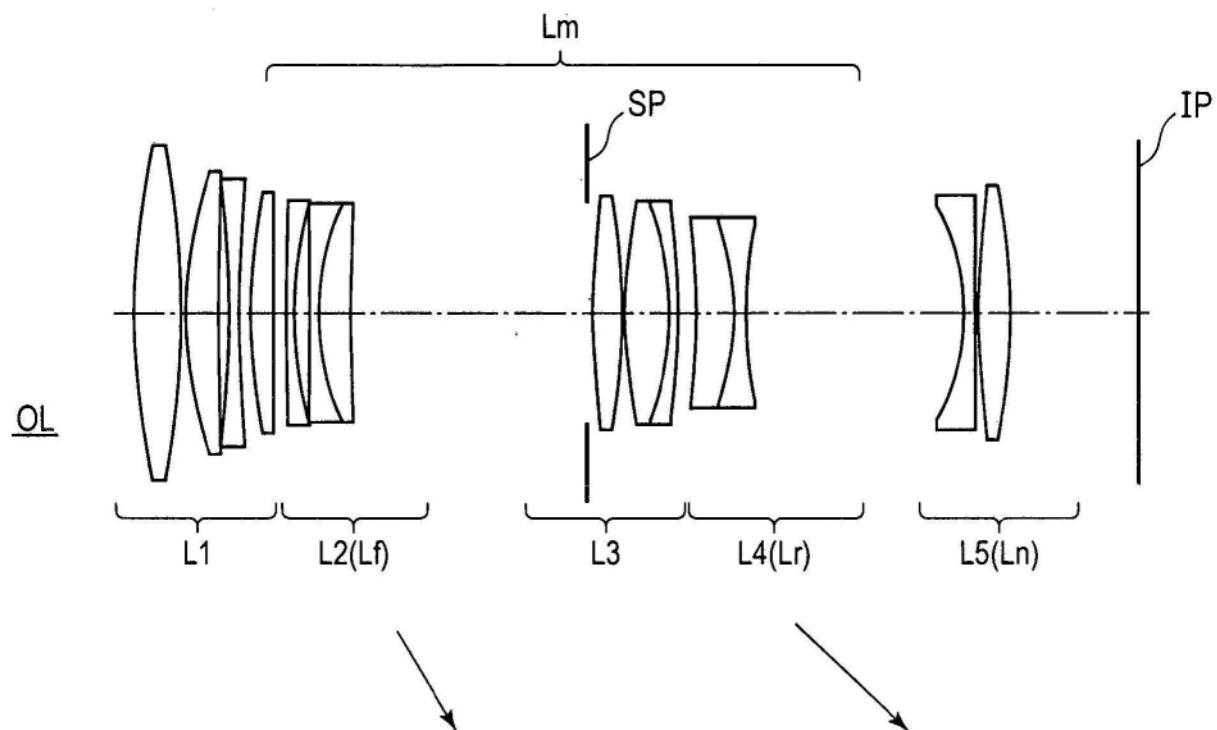


图5A

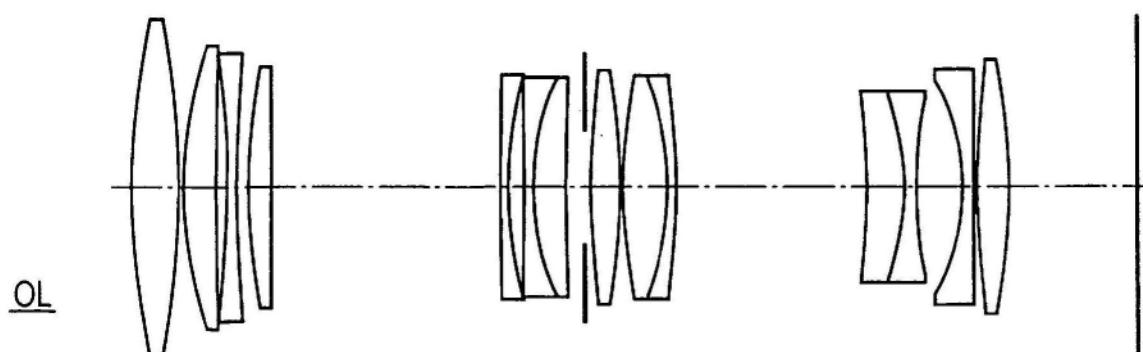


图5B

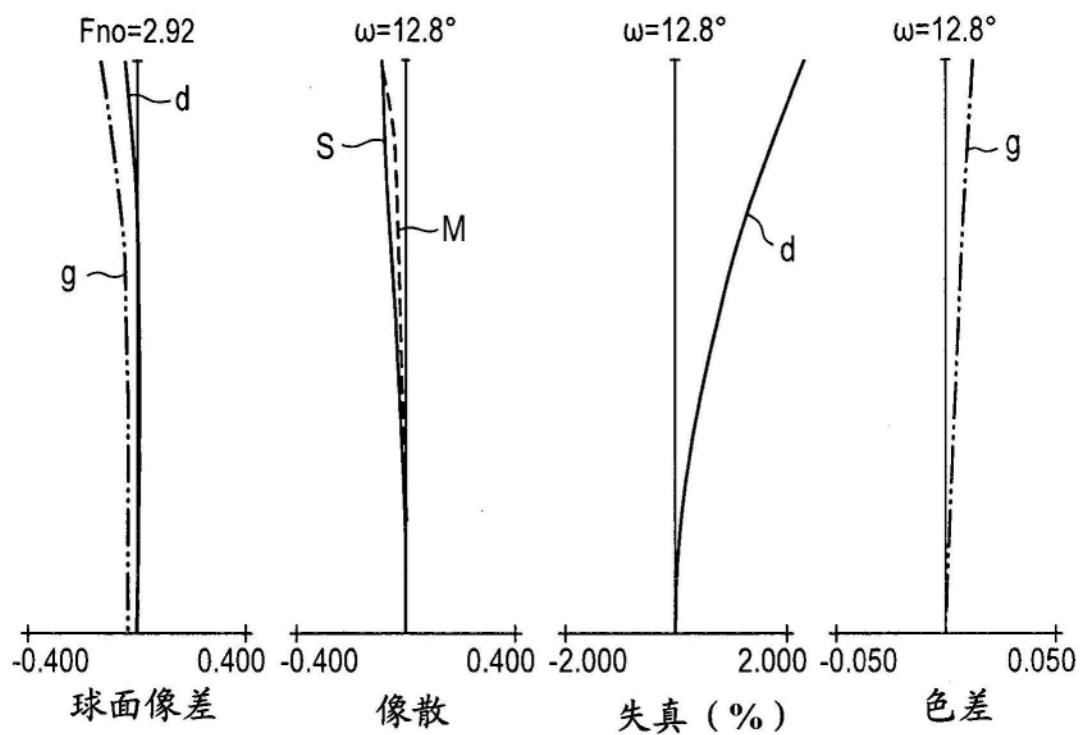


图6A

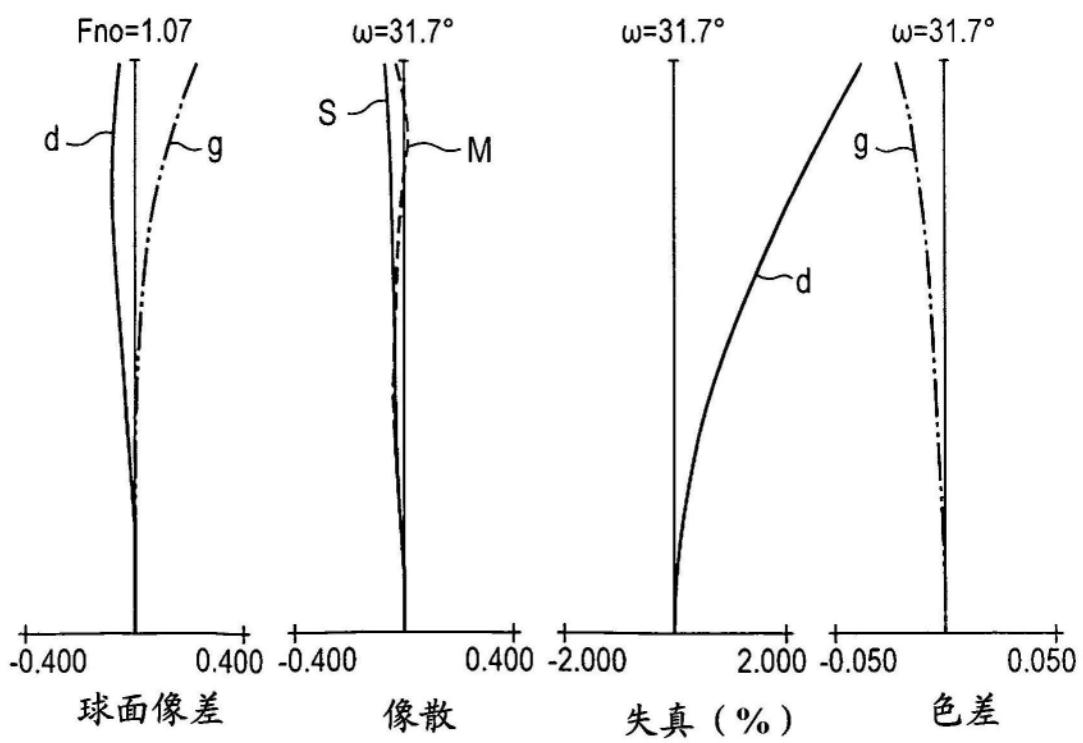


图6B

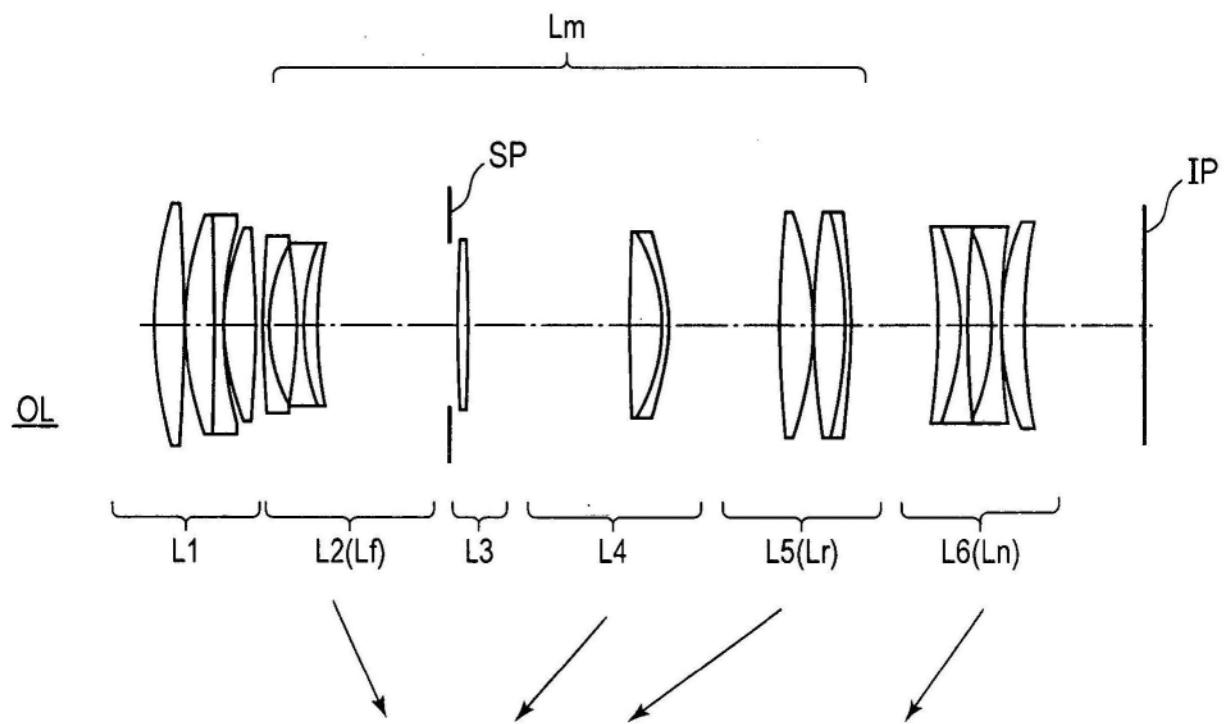


图7A

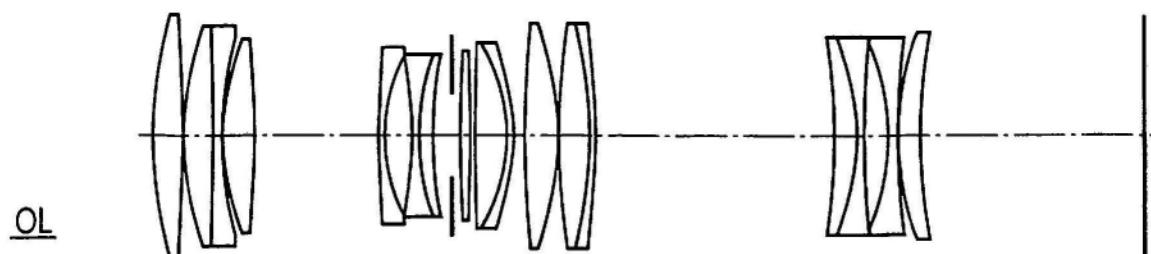


图7B

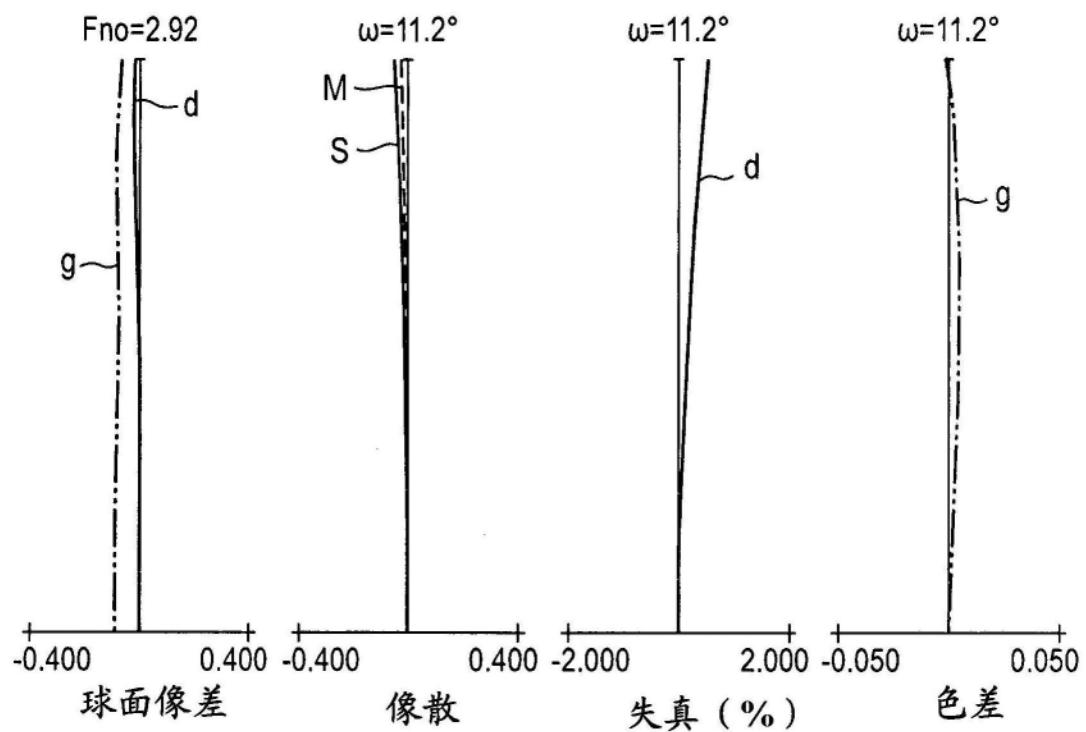


图8A

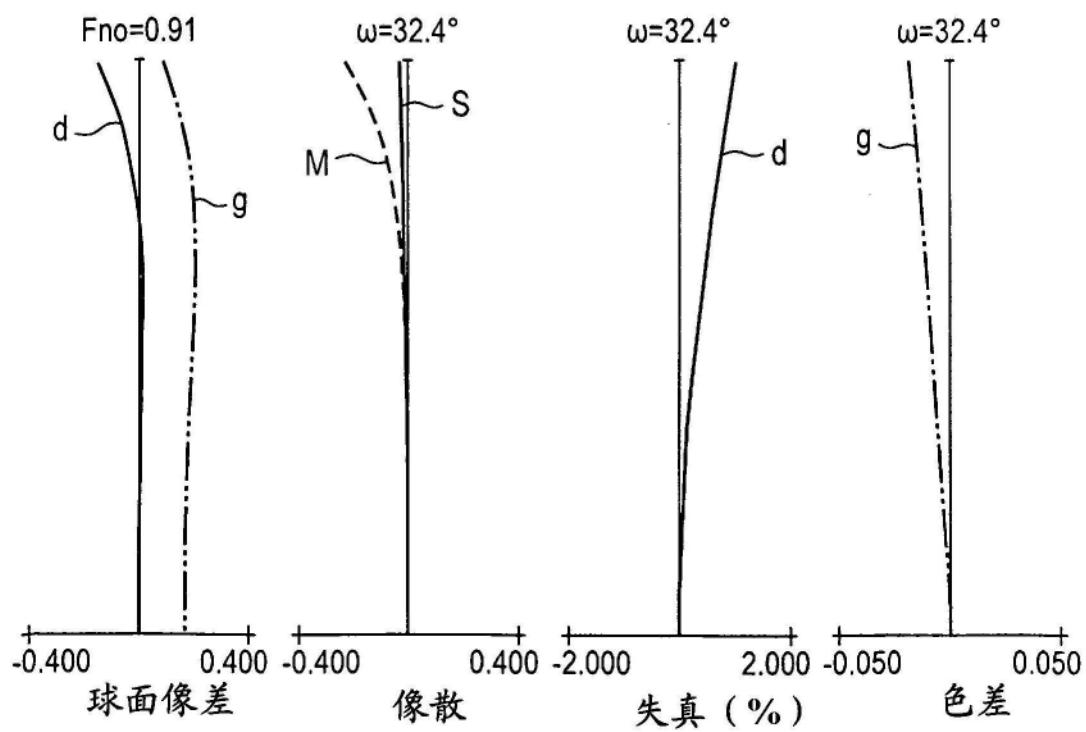


图8B

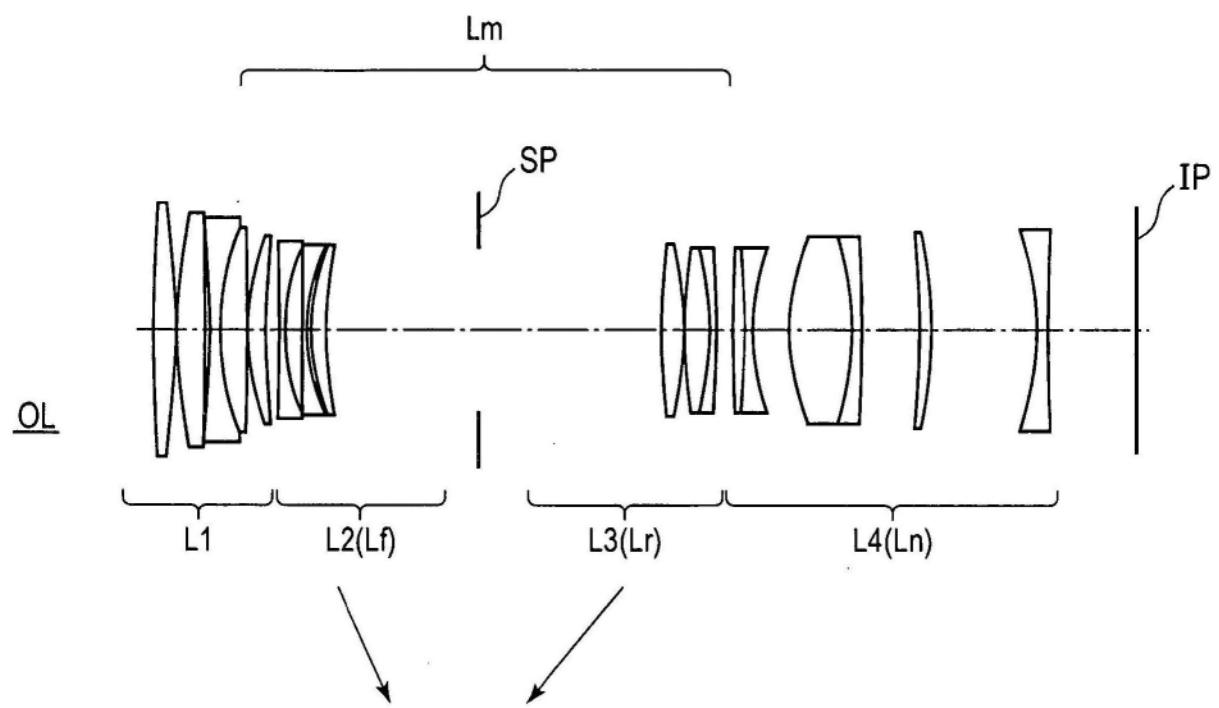


图9A

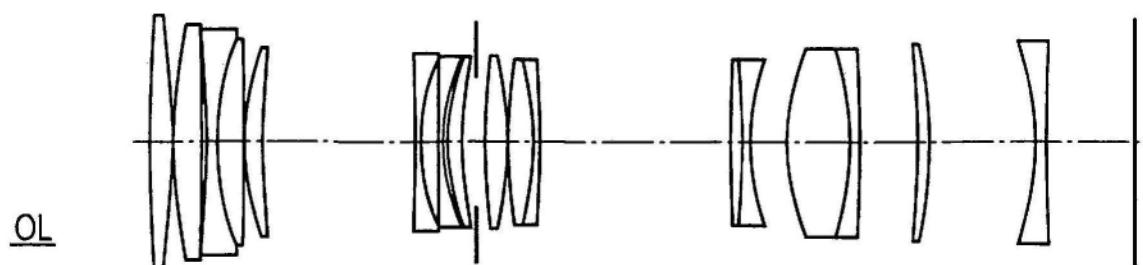


图9B

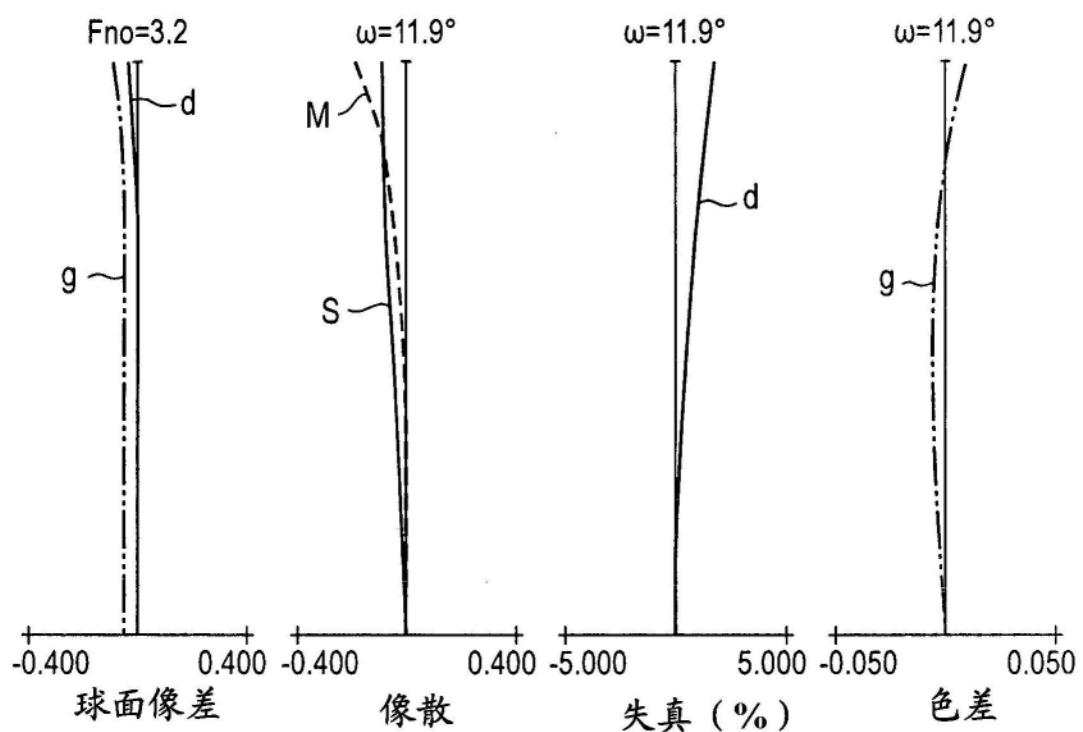


图10A

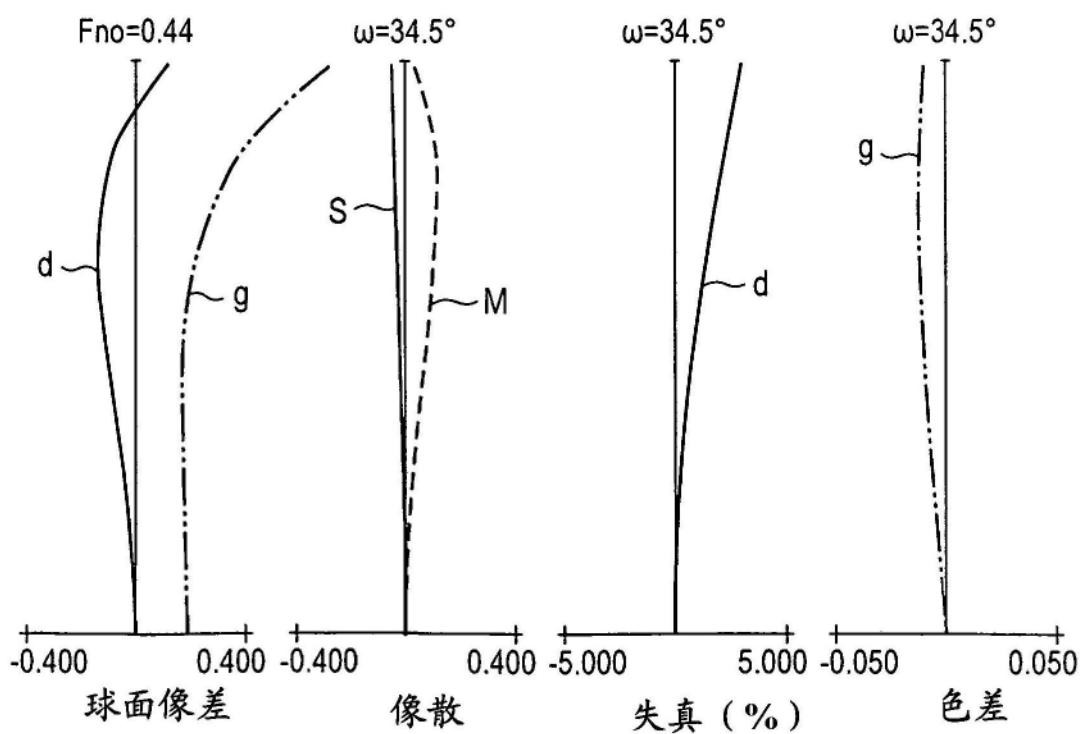


图10B

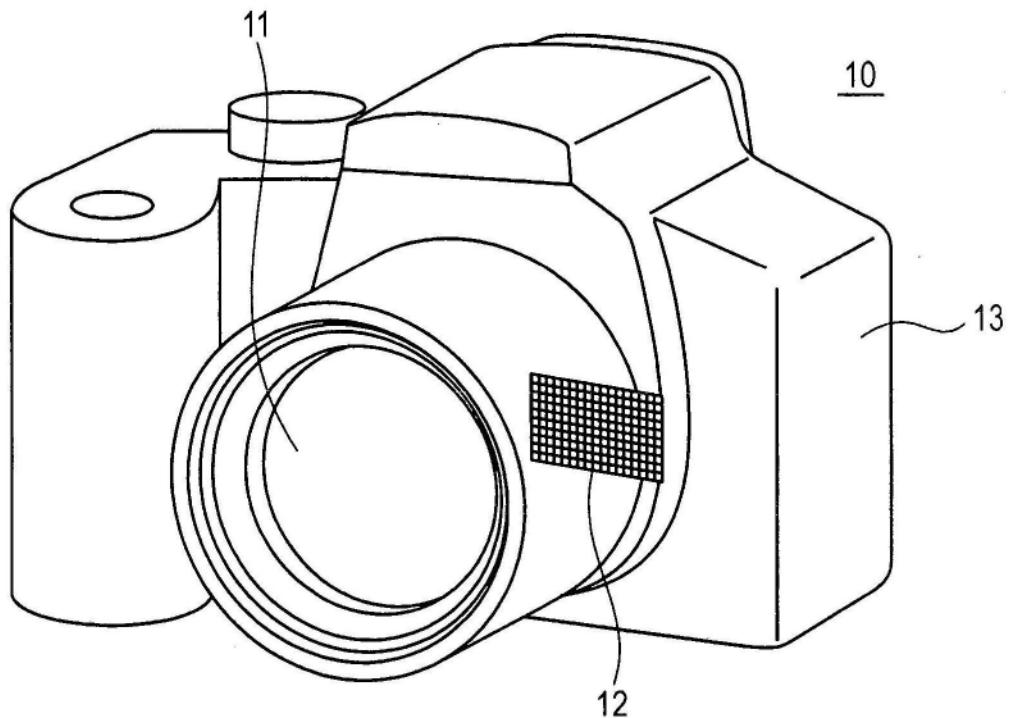


图11