



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118502089 A

(43) 申请公布日 2024.08.16

(21) 申请号 202410733131.4

(22) 申请日 2021.07.27

(30) 优先权数据

2020-129834 2020.07.31 JP

(62) 分案原申请数据

202110847175.6 2021.07.27

(71) 申请人 佳能株式会社

地址 日本

(72) 发明人 岩本俊二

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038

专利代理人 张劲松

(51) Int.Cl.

G02B 15/14 (2006.01)

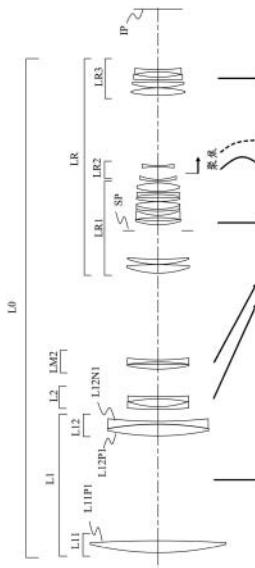
权利要求书2页 说明书23页 附图15页

(54) 发明名称

变焦透镜

(57) 摘要

本发明涉及变焦透镜。一种变焦透镜从物侧到像侧依次包括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以及整体具有正折光力并包括一个或多个透镜单元的后单元。相邻透镜单元之间的距离在变焦期间改变。第一透镜单元包括具有正折光力的第一子单元和设置在第一子单元的像侧的第二子单元。第一子单元包括第一正透镜，第一正透镜在第一子单元中所包括的透镜当中具有最小的焦距绝对值。第二子单元包括第二正透镜和第一负透镜，第一负透镜在第二子单元中所包括的负透镜当中具有最小的焦距绝对值。预定条件被满足。



1. 一种变焦透镜,所述变焦透镜从物侧到像侧依次包括:

第一透镜单元,具有正折光力;

中间组;以及

后单元,整体具有正折光力并包括一个或多个透镜单元,

其中,相邻的透镜单元之间的距离在变焦期间改变,

其中,所述中间组由第二透镜单元和中间透镜单元组成,所述第二透镜单元具有负折光力,

其中,所述第一透镜单元由具有正折光力的第一子单元和设置在所述第一子单元的像侧的第二子单元组成,

其中,所述第一子单元和所述第二子单元在所述第一透镜单元中被分开最大的间隔,

其中,所述第一子单元由第一正透镜组成,

其中,所述第二子单元包括第二正透镜和第一负透镜,

其中,所述第一正透镜是所述第一子单元中所包括的透镜当中具有最小的焦距绝对值的透镜,

其中,所述第一负透镜是所述第二子单元中所包括的负透镜当中具有最小的焦距绝对值的透镜,

其中,所述第一透镜单元在聚焦期间是固定的,

其中,所述第二透镜单元包括两个或更多个透镜,并且

其中,满足以下的条件表达式:

$$0.10 < d_{11}/f_{11} < 0.50$$

$$0.6 < f_{11}/f_1 < 2.0$$

$$-8.0 < f_1/f_2 < -2.5$$

其中, d_{11} 是从所述第一子单元到所述第二子单元的在光轴上的距离, f_{11} 是所述第一子单元的焦距, f_1 是所述第一透镜单元的焦距,并且 f_2 是所述第二透镜单元的焦距。

2. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其特征在于,满足以下的条件表达式:

$$0.9 < \sum f_{11i} / |f_{11i}| < 1.2$$

其中, f_{11i} 是从所述第一子单元的物侧起计数的第 i 个透镜的焦距。

3. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其特征在于,满足以下的条件表达式:

$$0.1 < (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) < 2.0$$

其中, r_1 是所述第一正透镜的物侧的表面的曲率半径,并且 r_2 是所述第一正透镜的像侧的表面的曲率半径。

4. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其特征在于,满足以下的条件表达式:

$$0.3 < (D_{1t} - D_{1w}) / |f_2| < 2.0$$

其中, D_{1t} 是在望远端处从所述第一透镜单元到所述第二透镜单元的在光轴上的距离,并且 D_{1w} 是在广角端处从所述第一透镜单元到所述第二透镜单元的在光轴上的距离。

5. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其特征在于,满足以下的条件表达式:

$$0.39 < L_t / f_t < 1.20$$

其中, L_t 是在望远端处所述第一透镜单元的最接近物的透镜表面到像面的在光轴上的距离,并且 f_t 是在望远端处所述变焦透镜的焦距。

6. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其特征在于,满足以下的条件表达式:

$$0.2 < (T1 + D1t) / ft < 0.9$$

其中,T1是从所述第一透镜单元的最接近物的透镜表面到所述第一透镜单元的最接近像面的透镜表面的在光轴上的距离,D1t是在望远端处从所述第一透镜单元到所述第二透镜单元的在光轴上的距离,并且ft是在望远端处所述变焦透镜的焦距。

7. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其特征在于,满足以下的条件表达式:

$$0.10 < (T1 + D1w) / fw < 0.95$$

其中,T1是从所述第一透镜单元的最接近物的透镜表面到所述第一透镜单元的最接近像面的透镜表面的在光轴上的距离,D1w是在广角端处从所述第一透镜单元到所述第二透镜单元的在光轴上的距离,并且fw是在广角端处所述变焦透镜的焦距。

8. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其特征在于,满足以下的条件表达式:

$$0.25 < f1 / ft < 1.20$$

其中,ft是在望远端处所述变焦透镜的焦距。

9. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其特征在于,满足以下的条件表达式:

$$-5.0 < \beta2w < -0.1$$

其中, $\beta2w$ 是在广角端处所述第二透镜单元的成像横向倍率。

10. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其特征在于,满足以下的条件表达式:

$$60 < vL11P1 < 100$$

其中, $vL11P1$ 是针对d线的所述第一正透镜的阿贝数。

11. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其特征在于,满足以下的条件表达式:

$$30 < vL12N1 < 60$$

其中, $vL12N1$ 是针对d线的所述第一负透镜的阿贝数。

12. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其特征在于,满足以下的条件表达式:

$$0.3 < d11 / T1 < 1.2$$

其中,T1是从所述第一透镜单元的最接近物的透镜表面到所述第一透镜单元的最接近像面的透镜表面的在光轴上的距离。

13. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其特征在于,所述第一子单元从物侧到像侧依次包括所述第一正透镜和具有正或负折光力的透镜。

14. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其特征在于,所述第二子单元包括三个或更少的透镜。

15. 一种图像拾取装置,其特征在于,所述图像拾取装置包括:

根据权利要求1至14中任一项所述的变焦透镜;以及

图像传感器,被配置为接收由所述变焦透镜形成的图像。

变焦透镜

[0001] 本申请是基于申请号为202110847175.6、申请日为2021年7月27日、发明名称为“变焦透镜”的专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及适于数字视频相机、数字静态相机、广播相机、基于胶片的相机、监视相机等的变焦透镜。

背景技术

[0003] 一种常规的变焦透镜包括具有正折光力并且最接近物的透镜单元以用于长焦距和大孔径比(日本专利公开号(JP)2013-167749、2019-120773和06-289296)。

[0004] 然而,具有在望远端处的长焦距和小F数的变焦透镜导致大的前透镜直径和重的重量。对于在JP 2013-167749、2019-120773和06-289296中公开的变焦透镜,重量减轻是不足的。为了减轻重量,减少透镜的数量是有效的,但随着透镜的数量的减少,变得难以实现高图像质量。

发明内容

[0005] 本发明提供了具有长焦距、大孔径比和高图像质量的紧凑且轻量化的变焦透镜。

[0006] 根据本发明的一个方面的变焦透镜从物侧到像侧依次包括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以及整体具有正折光力并包括一个或多个透镜单元的后单元。相邻透镜单元之间的距离在变焦期间改变。第一透镜单元包括具有正折光力的第一子单元和设置在第一子单元的像侧的第二子单元。第一子单元包括第一正透镜。第二子单元包括第二正透镜和第一负透镜。第一正透镜是第一子单元中所包括的透镜当中具有最小的焦距绝对值的透镜。第一负透镜是第二子单元中所包括的负透镜当中具有最小的焦距绝对值的透镜。满足以下的条件表达式:

[0007] $0.10 < d11/f11 < 0.50$

[0008] $0.6 < f11/f1 < 2.0$

[0009] $-8.0 < f1/f2 < -2.5$

[0010] 其中, $d11$ 是从第一子单元到第二子单元的在光轴上的距离, $f11$ 是第一子单元的焦距, $f1$ 是第一透镜单元的焦距,并且 $f2$ 是第二透镜单元的焦距。

[0011] 具有以上变焦透镜的图像拾取装置也构成了本发明的另一方面。

[0012] 根据以下参考附图对示例性实施例的描述,本发明的其它特征将变得清楚。

附图说明

[0013] 图1是在无穷远处于对焦状态的根据示例1的变焦透镜的截面图。

[0014] 图2是在无穷远处于对焦状态的根据示例1的变焦透镜的像差图。

[0015] 图3是在无穷远处于对焦状态的根据示例2的变焦透镜的截面图。

- [0016] 图4是在无穷远处于对焦状态的根据示例2的变焦透镜的像差图。
- [0017] 图5是在无穷远处于对焦状态的根据示例3的变焦透镜的截面图。
- [0018] 图6是在无穷远处于对焦状态的根据示例3的变焦透镜的像差图。
- [0019] 图7是在无穷远处于对焦状态的根据示例4的变焦透镜的截面图。
- [0020] 图8是在无穷远处于对焦状态的根据示例4的变焦透镜的像差图。
- [0021] 图9是在无穷远处于对焦状态的根据示例5的变焦透镜的截面图。
- [0022] 图10是在无穷远处于对焦状态的根据示例5的变焦透镜的像差图。
- [0023] 图11是在无穷远处于对焦状态的根据示例6的变焦透镜的截面图。
- [0024] 图12是在无穷远处于对焦状态的根据示例6的变焦透镜的像差图。
- [0025] 图13是在无穷远处于对焦状态的根据示例7的变焦透镜的截面图。
- [0026] 图14是在无穷远处于对焦状态的根据示例7的变焦透镜的像差图。
- [0027] 图15是图像拾取装置的示意图。

具体实施方式

[0028] 现在参照附图,将给出对根据本发明的实施例的详细描述。相应图中的对应元件将由相同的附图标记指定,并且将省略对其的重复描述。

[0029] 图1、图3、图5、图7、图9、图11和图13分别是在无穷远处于对焦状态的根据示例1至示例7的变焦透镜的截面图。根据每个示例的变焦透镜被用于诸如数字视频相机、数字静态相机、广播相机、基于胶片的相机和监视相机之类的图像拾取装置。

[0030] 在每个截面图中,左侧是物侧并且右侧是像侧。根据每个示例的变焦透镜包括多个透镜单元。在本说明书中,透镜单元是在变焦期间一体地移动或静止不动的透镜的组。也就是说,在根据每个示例的变焦透镜中,在变焦期间相邻透镜单元之间的距离改变。在每个截面图中示出的箭头指示在从广角端变焦到望远端以及从无穷远处的物(无穷远的物)聚焦到最接近的物期间透镜单元的移动方向。透镜单元可以包括单个透镜或多个透镜。透镜单元可以包括光圈(孔径光阑)。

[0031] 根据每个示例的变焦透镜L0从物侧到像侧依次包括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以及具有正折光力并包括一个或多个透镜单元的后单元LR。在根据每个示例的变焦透镜L0中,在变焦期间相邻透镜单元之间的距离改变。具有正折光力并最接近物的透镜单元容易地使得能够实现所谓的望远型折光力布置,这对于长焦距方案是有利的。

[0032] SP表示确定(限制)开放F数(Fno)的光束的光圈(孔径光阑)。IP表示像面。当根据每个示例的变焦透镜被用作用于数字静态相机或数字视频相机的成像光学系统时,诸如CCD传感器或CMOS传感器之类的固态图像传感器(光电转换元件)的成像平面被置于像面IP上。当根据每个示例的变焦透镜被用作基于胶片的相机的成像光学系统时,对于胶片平面的感光平面被置于像面IP上。

[0033] 图2、图4、图6、图8、图10、图12和图14分别是在无穷远处于对焦状态的根据示例1至示例7的变焦透镜L0的像差图。在球面像差图中,Fno表示F数。球面像差图示出了针对d线(波长587.6nm)和g线(波长435.8nm)的球面像差量。在像散图中,Δ S指示弧矢像面上的像散量,并且Δ M指示子午像面上的像散量。畸变图示出了针对d线的畸变量。色差图示出了针

对g线的色差量。 ω 是通过旁轴计算得到的半视角(°)。

[0034] 接下来是对根据每个示例的变焦透镜L0的特征配置的描述。

[0035] 对于具有长焦距、大孔径比和高图像质量的紧凑且轻量化的变焦透镜L0,重要的是适当地确定具有可能增大的直径的设置在物侧的透镜的布局和形状。特别地,最接近物的第一透镜单元L1的配置非常重要。

[0036] 在根据每个示例的变焦透镜L0中,第一透镜单元L1从物侧到像侧依次包括具有正折光力的第一子单元L11以及第二子单元L12。第一子单元L11具有第一正透镜L11P1。第二子单元L12具有第二正透镜L12P1和第一负透镜L12N1。第一正透镜L11P1是第一子单元L11中所包括的透镜当中具有最小的焦距绝对值的透镜。第一负透镜L12N1是第二子单元L12中所包括的负透镜当中具有最小的焦距绝对值的透镜。最接近物的第一透镜单元L1被划分为具有正折光力的第一子单元L11和具有正或负折光力的第二子单元L12,并且望远型配置被分配给第一透镜单元L1。该配置对于长焦距方案是有利的。当第二子单元L12包括至少一个正透镜和至少一个负透镜时,各种像差是可容易校正的。

[0037] 根据每个示例的变焦透镜L0满足以下条件表达式(1)至(3):

[0038] $0.08 < d11/f11 < 0.50$ (1)

[0039] $0.6 < f11/f1 < 2.0$ (2)

[0040] $-8.0 < f1/f2 < -2.0$ (3)

[0041] 这里,d11是从第一子单元L11的最接近像面的透镜表面到第二子单元L12的最接近物的透镜表面的在光轴上的距离(即,从第一子单元L11到第二子单元L12的在光轴上的距离)。f11是第一子单元L11的焦距。f1是第一透镜单元L1的焦距。f2是第二透镜单元L2的焦距。

[0042] 条件表达式(1)定义了第一子单元L11和第二子单元L12之间的距离与第一子单元L11的焦距的比率。通过将用具有正折光力的第一子单元L11会聚轴向光束并通过以适当的空气间距设置第二子单元L12,可以减小第二子单元L12的直径,并因此可以容易地减轻重量。如果第一子单元L11和第二子单元L12之间的距离较长超过了条件表达式(1)中的上限,则总透镜长度变长并且紧凑结构变得困难。如果第一子单元L11和第二子单元L12之间的距离较短超过了条件表达式(1)中的下限,则直径减小变得不足并且重量减轻变得困难。

[0043] 条件表达式(2)定义了第一子单元L11的焦距与第一透镜单元L1的焦距的比率。如果第一子单元L11的焦距f11变长超过了条件表达式(2)中的上限,则整个望远折光力布置以及因此较小的总透镜长度变得困难。如果第一子单元L11的焦距f11变短超过了条件表达式(2)中的下限,则变得难以校正在第一子单元L11中产生的像差特别是纵向和横向色差。

[0044] 条件表达式(3)定义了第一透镜单元L1的焦距与第二透镜单元L2的焦距的比率。如果第一透镜单元L1的焦距f1变短超过了条件表达式(3)中的上限,则变得难以校正在第一透镜单元L1中产生的像差尤其是纵向和横向色差。当第二透镜单元L2的焦距f2的绝对值变小超过了条件表达式(3)中的下限时,则变得难以校正在第二透镜单元L2中产生的像差尤其是球面像差的变焦波动和像散的变焦波动。

[0045] 条件表达式(1)至(3)的数值范围可以被设置为以下条件表达式(1a)至(3a)的数值范围:

[0046] $0.10 < d11/f11 < 0.35$ (1a)

[0047] $0.7 < f_{11}/f_1 < 1.5$ (2a)

[0048] $-5.5 < f_1/f_2 < -2.5$ (3a)

[0049] 条件表达式(1)至(3)的数值范围可以被设置为以下条件表达式(1b)至(3b)的数值范围:

[0050] $0.11 < d_{11}/f_{11} < 0.26$ (1b)

[0051] $0.74 < f_{11}/f_1 < 1.30$ (2b)

[0052] $-5.0 < f_1/f_2 < -3.0$ (3b)

[0053] 接下来是对根据每个示例的变焦透镜L0可以满足的配置的描述。

[0054] 根据每个示例的变焦透镜L0可以在聚焦期间使第一透镜单元L1相对于像面是不可移动(固定)的。在聚焦期间,可以使具有可能大的直径的设置在物侧的聚焦透镜单元L1相对于像面是不可移动的,并且利用具有小直径的后续单元的部分进行聚焦。该配置可以容易地实现聚焦透镜单元的重量减轻。

[0055] 在根据每个示例的变焦透镜L0中,第一子单元L11由第一正透镜L11P1或者从物侧到像侧依次顺序布置的第一正透镜L11P1和具有正或负折光力的透镜组成。由于第一子单元L11是最接近物的透镜单元,因此透镜直径和重量有可能大。因此,使第一子单元L11中的透镜的数量尽可能小是重要的。该配置可以容易地实现第一子单元L11的重量减轻。可以在第一正透镜L11P1的物侧设置基本上没有折光力的保护玻璃等。

[0056] 在根据每个示例的变焦透镜L0中,第二子单元L2可以包括三个或更少的透镜,包括正透镜和负透镜。当直径比第一子单元L11的直径小的第二子单元L12中的正透镜和负透镜用于校正像差时,可以促成高图像质量和重量减轻二者。

[0057] 接下来是对根据每个示例的变焦透镜L0可以满足的条件的描述。根据每个示例的变焦透镜L0可以满足以下条件表达式(4)至(14)中的一个或多个:

[0058] $0.9 < \sum f_{11i} / |f_{11i}| < 1.2$ (4)

[0059] $0.1 < (r_2+r_1) / (r_2-r_1) < 2.0$ (5)

[0060] $0.3 < (D_{1t}-D_{1w}) / |f_2| < 2.0$ (6)

[0061] $0.39 < L_t / f_t < 1.20$ (7)

[0062] $0.2 < (T_1+D_{1t}) / f_t < 0.9$ (8)

[0063] $0.10 < (T_1+D_{1w}) / f_w < 0.95$ (9)

[0064] $0.25 < f_1 / f_t < 1.20$ (10)

[0065] $-5.0 < \beta_{2w} < -0.1$ (11)

[0066] $60 < v_{L11P1} < 100$ (12)

[0067] $30 < v_{L12N1} < 60$ (13)

[0068] $0.3 < d_{11} / T_1 < 1.2$ (14)

[0069] 这里, f_{11i} 是从第一子单元L11的物侧起计数的第*i*个透镜的焦距,其中,“i”是自然数。 r_1 是第一正透镜L11P1的物侧的表面的曲率半径。 r_2 是第一正透镜L11P1的像侧的表面的曲率半径。 D_{1t} 是在望远端处从第一透镜单元L1的最接近像面的透镜表面到第二透镜单元L2的最接近物的透镜表面的在光轴上的距离(即,在望远端处从第一透镜单元L1到第二透镜单元L2的在光轴上的距离)。 D_{1w} 是在广角端处从第一透镜单元L1的最接近像面的透镜表面到第二透镜单元L2的最接近物的透镜表面的在光轴上的距离(即,在广角端处从第

一透镜单元L1到第二透镜单元L2的在光轴上的距离)。 l_t 是在望远端处从第一透镜单元L1的最接近物的透镜面到像面的在光轴上的距离。 f_t 是在望远端处变焦透镜L0的焦距。 T_1 是从第一透镜单元L1的最接近物的透镜表面到第一透镜单元L1的最接近像面的透镜表面的在光轴上的距离。 f_w 是在广角端处变焦透镜L0的焦距。 β_{2w} 是在广角端处第二透镜单元L2的成像横向倍率。 v_{L11P1} 是针对d线的第一正透镜L11P1的阿贝数。 v_{L12N1} 是针对d线的第一负透镜L12N1的阿贝数。

[0070] 条件表达式(4)定义了第一子单元L11的焦距与第一子单元L11中的透镜的焦距的比率。当第一子单元L11中的透镜的焦距 f_{11i} 的绝对值变小超过了条件表达式(4)中的上限时,每个透镜的折光力变得太强使得第一子单元L11的重量增加。如果第一子单元L11中的透镜的焦距 f_{11i} 的绝对值相对于第一子单元L11的焦距 f_{11} 变大超过了条件表达式(4)中的下限,则主点位置变得不稳定并且变得难以适当地校正像差。

[0071] 条件表达式(5)定义了第一正透镜L11P1的形状。如果第一正透镜L11P1的物侧的表面的曲率半径 r_1 的绝对值变小超过了条件表达式(5)中的上限,则变得难以校正球面像差。如果第一正透镜L11P1的像侧的曲率半径 r_2 的绝对值变小超过了条件表达式(5)中的下限,则变得难以缩短总透镜长度。

[0072] 条件表达式(6)定义了第一透镜单元L1和第二透镜单元L2之间的距离的变化量与第二透镜单元L2的焦距 f_2 的绝对值的比率。如果第一透镜单元L1和第二透镜单元L2之间的距离的变化量变大超过了条件表达式(6)中的上限,则变焦机构变得复杂并且重量减轻变得困难。如果第一透镜单元L1和第二透镜单元L2之间的距离的变化量变小超过了条件表达式(6)中的下限,则高倍率变化变得困难。

[0073] 条件表达式(7)定义了总透镜长度与在望远端处变焦透镜L0的焦距的比率。如果总透镜长度较长超过了条件表达式(7)中的上限,则紧凑结构变得困难。如果总透镜长度较短超过了条件表达式(7)中的下限,则变得难以校正像差特别是纵向色差、横向色差和像场弯曲。

[0074] 条件表达式(8)定义了在望远端处第一透镜单元L1和第二透镜单元L2之间的距离和第一透镜单元L1的厚度之和与在望远端处变焦透镜L0的焦距的比率。当第一透镜单元L1和第二透镜单元L2之间的距离变长或第一透镜单元L1的厚度增加超过了条件表达式(8)中的上限时,在望远端处穿过第一透镜单元L1的离轴光束的高度变高。当第一透镜单元L1和第二透镜单元L2之间的距离变短或第一透镜单元L1的厚度减小超过了条件表达式(8)中的下限时,进入第二透镜单元L2的轴上光束的高度变高,并且变得难以减小第二透镜单元L2的直径。

[0075] 条件表达式(9)定义了在广角端处第一透镜单元L1和第二透镜单元L2之间的距离和第一透镜单元L1的厚度之和与在广角端处变焦透镜L0的焦距的比率。如果第一透镜单元L1和第二透镜单元L2之间的距离变长或第一透镜单元L1的厚度增加超过了条件表达式(9)中的上限时,在广角端处穿过第一透镜单元L1的离轴光束的高度高并且前透镜直径增大。如果第一透镜单元L1和第二透镜单元L2之间的距离变短或第一透镜单元L1的厚度减小超过了条件表达式(9)中的下限时,在广角端处穿过第二透镜单元L2的离轴光束的高度高并且第二透镜单元L2的直径增大。

[0076] 条件表达式(10)定义了第一透镜单元L1的焦距与在望远端处变焦透镜L0的焦距

的比率。如果第一透镜单元L1的焦距f1变长超过了条件表达式(10)中的上限,则总透镜长度变长。如果第一透镜单元L1的焦距f1变短超过了条件表达式(10)中的下限,则变得难以校正第一透镜单元L1中的像差尤其是望远端处的球面像差、纵向色差和横向色差。

[0077] 条件表达式(11)定义了在广角端处第二透镜单元L2的成像横向倍率。如果在广角端处第二透镜单元L2的成像横向倍率 β_{2w} 的绝对值变小超过了条件表达式(11)中的上限,则在广角端处入射到后单元LR上的轴上光束的角度变大并且变得难以校正广角端处的球面像差。如果在广角端处第二透镜单元L2的成像横向倍率 β_{2w} 的绝对值变大超过了条件表达式(11)中的下限,则在广角端处变焦透镜L0的焦距变大并且高倍率变化变得困难。

[0078] 条件表达式(12)定义了针对d线的第一正透镜L11P1的阿贝数。在第一子单元L11中产生的像差在后单元LR中被放大,并且放大率随倍率变化而变化。因此,为了令人满意地校正色差,将针对d线的第一正透镜L11P1的阿贝数 v_{L11P1} 设置为适当值是重要的。如果针对d线的第一正透镜L11P1的阿贝数 v_{L11P1} 高于条件表达式(12)中的上限,则处理变得困难。如果针对d线的第一正透镜L11P1的阿贝数 v_{L11P1} 低于条件表达式(12)中的下限,则变得难以抑制由纵向和横向色差连同倍率变化引起的波动。

[0079] 条件表达式(13)定义了针对d线的第一负透镜L12N1的阿贝数。如果针对d线的第一负透镜L12N1的阿贝数 v_{L12N1} 高于条件表达式(13)中的上限,则色差校正不足。如果针对d线的第一负透镜L12N1的阿贝数 v_{L12N1} 变得低于条件表达式(13)中的下限,则色差校正变得过度。

[0080] 条件表达式(14)定义了第一子单元L11和第二子单元L12之间的距离与第一透镜单元L1的厚度的比率。如果第一子单元L11和第二子单元L12之间的距离变大超过了条件表达式(14)中的上限,则在广角端处第一子单元L11和第二子单元L12之间的离轴光线的高度差变大,并且变得难以校正像差尤其是广角端处的畸变和像散。如果第一子单元L11和第二子单元L12之间的距离变小超过了条件表达式(14)中的下限,则在广角端处第一子单元L11与第二子单元L12之间的离轴光线的高度差变小,并且对像差特别是广角端处的畸变和像散的校正变得过度。

[0081] 条件表达式(4)至(14)的数值范围可以被设置为以下条件表达式(4a)至(14a)的数值范围:

[0082] $0.95 < \sum f_{11i} / |f_{11i}| < 1.15$ (4a)

[0083] $0.3 < (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) < 1.5$ (5a)

[0084] $0.5 < (D_{1t} - D_{1w}) / |f_2| < 1.8$ (6a)

[0085] $0.49 < L_t / f_t < 1.10$ (7a)

[0086] $0.25 < (T_1 + D_{1t}) / f_t < 0.70$ (8a)

[0087] $0.22 < (T_1 + D_{1w}) / f_w < 0.80$ (9a)

[0088] $0.35 < f_1 / f_t < 1.00$ (10a)

[0089] $-3.5 < \beta_{2w} < -0.3$ (11a)

[0090] $64 < v_{L11P1} < 97$ (12a)

[0091] $35 < v_{L12N1} < 50$ (13a)

[0092] $0.40 < d_{11} / T_1 < 0.95$ (14a)

[0093] 条件表达式(4)至(14)的数值范围可以被设置为以下条件表达式(4b)至(14b)的

数值范围：

- [0094] $0.99 < \Sigma f_{11} / |f_{11i}| < 1.10$ (4b)
- [0095] $0.4 < (r_2+r_1) / (r_2-r_1) < 1.0$ (5b)
- [0096] $0.63 < (D_{1t}-D_{1w}) / |f_2| < 1.60$ (6b)
- [0097] $0.59 < L_t / f_t < 1.05$ (7b)
- [0098] $0.26 < (T_1+D_{1t}) / f_t < 0.50$ (8b)
- [0099] $0.25 < (T_1+D_{1w}) / f_w < 0.68$ (9b)
- [0100] $0.41 < f_1 / f_t < 0.89$ (10b)
- [0101] $-2.0 < \beta_{2w} < -0.4$ (11b)
- [0102] $66 < v_{L11P1} < 96$ (12b)
- [0103] $38 < v_{L12N1} < 48$ (13b)
- [0104] $0.50 < d_{11} / T_1 < 0.85$ (14b)

[0105] 接下来是对根据每个示例的变焦透镜L0的详细描述。

[0106] 根据示例1的变焦透镜L0从物侧到像侧依次包括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、具有正折光力的中间透镜单元LM2以及具有正折光力的后单元LR。第一透镜单元L1从物侧到像侧依次包括具有正折光力的第一子单元L11以及第二子单元L12。后单元LR从物侧到像侧依次包括透镜单元LR1、LR2和LR3。在变焦期间，第一透镜单元L1和透镜单元LR1和LR3相对于像面是不可移动的。在聚焦期间，透镜单元LR2移动。透镜单元LR1包括光圈(孔径光阑)SP。在变焦期间，中间透镜单元LM2在与第二透镜单元L2的轨迹不同的轨迹上移动。

[0107] 根据示例2的变焦透镜L0从物侧到像侧依次包括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、具有负折光力的中间透镜单元LM2以及具有正折光力的后单元LR。第一透镜单元L1从物侧到像侧依次包括具有正折光力的第一子单元L11以及第二子单元L12。后单元LR包括从物侧到像侧依次布置的透镜单元LR1、LR2和LR3。在变焦期间，第一透镜单元L1和透镜单元LR1和LR3相对于像面是不可移动的。在聚焦期间，透镜单元LR2移动。透镜单元LR1包括光圈SP。在变焦期间，中间透镜单元LM2在与第二透镜单元L2的轨迹不同的轨迹上移动。

[0108] 根据示例3的变焦透镜L0从物侧到像侧依次包括具有正折光力的第一透镜单元L1、具有正折光力的中间透镜单元LM1、具有负折光力的第二透镜单元L2以及具有正折光力的后单元LR。第一透镜单元L1包括从物侧到像侧依次布置的具有正折光力的第一子单元L11以及第二子单元L12。后单元LR包括从物侧到像侧依次布置的透镜单元LR1、LR2、LR3和LR4。在变焦期间，第二透镜单元L2相对于像面是不可移动的。在聚焦期间，透镜单元LR2移动。透镜单元LR1包括光圈SP。在变焦期间，第一透镜单元L1、中间透镜单元LM1和透镜单元LR1、LR2、LR3和LR4在不同的轨迹上移动。

[0109] 根据示例4的变焦透镜L0从物侧到像侧依次包括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、具有正折光力的中间透镜单元LM2以及具有正折光力的后单元LR。第一透镜单元L1包括从物侧到像侧依次布置的具有正折光力的第一子单元L11以及第二子单元L12。后单元LR包括从物侧到像侧依次布置的透镜单元LR1、LR2和LR3。在变焦期间，第一透镜单元L1和透镜单元LR1和LR3相对于像面是不可移动的。在聚焦期间，

透镜单元LR2移动。透镜单元LR1包括光圈SP。在变焦期间,中间透镜单元LM2在与第二透镜单元L2的轨迹不同的轨迹上移动。

[0110] 根据示例5的变焦透镜L0从物侧到像侧依次包括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、具有正折光力的中间透镜单元LM2以及具有正折光力的后单元LR。第一透镜单元L1包括从物侧到像侧依次布置的具有正折光力的第一子单元L11以及第二子单元L12。在变焦期间,第一透镜单元L1和后单元LR相对于像面是不可移动的。在聚焦期间,中间透镜单元LM2移动。后单元LR包括光圈SP。在变焦期间,中间透镜单元LM2在与第二透镜单元L2的轨迹不同的轨迹上移动。

[0111] 根据示例6的变焦透镜L0从物侧到像侧依次包括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、具有正折光力的中间透镜单元LM2以及具有正折光力的后单元LR。第一透镜单元L1包括从物侧到像侧依次布置的具有正折光力的第一子单元L11以及第二子单元L12。后单元LR包括从物侧到像侧依次布置的透镜单元LR1、LR2和LR3。在变焦期间,第一透镜单元L1和透镜单元LR1和LR3相对于像面是不可移动的。在聚焦期间,透镜单元LR2移动。透镜单元LR1包括光圈SP。在变焦期间,中间透镜单元LM2在与第二透镜单元L2的轨迹不同的轨迹上移动。

[0112] 根据示例7的变焦透镜L0从物侧到像侧依次包括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、具有正折光力的中间透镜单元LM2以及具有正折光力的后单元LR。第一透镜单元L1包括从物侧到像侧依次布置的具有正折光力的第一子单元L11以及第二子单元L12。后单元LR包括从物侧到像侧依次布置的透镜单元LR1、LR2和LR3。在变焦期间,第一透镜单元L1和透镜单元LR1和LR3相对于像面是不可移动的。在聚焦期间,透镜单元LR2移动。透镜单元LR1包括光圈SP。在变焦期间,中间透镜单元LM2在与透镜单元L2的轨迹不同的轨迹上移动。

[0113] 在根据每个示例的变焦透镜L0中,所有具有折光力的表面都由折射表面制成。根据每个示例的变焦透镜L0可以以比衍射光学元件或反射表面的制造难度低的制造难度获取等同于或高于衍射光学元件或反射表面的光学性能的光学性能。

[0114] 在根据每个示例的变焦透镜L0中,可以通过使变焦透镜L0的部分在具有与光轴正交的方向的分量的方向上移动来进行图像稳定化。特别地,当要在图像稳定化期间被移动的部分被设置为具有相对小直径的设置在第一透镜单元L1的像侧的透镜单元时,驱动致动器以及因此包括变焦透镜L0的透镜装置可以被制造得紧凑。

[0115] 下面,将示出与示例1至示例7对应的数值示例1至数值示例7。

[0116] 在根据每个数值示例的表面数据中,r表示每个光学表面的曲率半径,并且d (mm) 表示第m个平面与第 (m+1) 个平面之间的轴上距离(在光轴上的距离),其中,m是从光入射侧起计数的表面数量.nd表示针对d线的每个光学元件的折射率,并且vd表示针对d线的光学元件的阿贝数。某种材料的针对d线的阿贝数vd被如下地表示:

[0117] $vd = (Nd - 1) / (NF - NC)$

[0118] 其中,Nd、NF和NC是针对Fraunhofer线中的d线(587.6nm)、F线(486.1nm)和C线(656.3nm)的折射率。

[0119] 在每个数值示例中,d、焦距 (mm)、F数和半视角 (°) 全都具有当根据每个示例的变焦透镜L0聚焦于无限远的物时的值。“后焦距”是按照空气等效长度的从最后的透镜表面

(最接近像面的透镜表面) 到旁轴像面的在光轴上的距离。“总透镜长度”是通过将后焦距与从变焦透镜L0的最前面表面(最接近物的透镜表面)到最后表面的在光轴上的距离相加而获得的长度。“透镜单元”可以包括单个透镜或多个透镜。

[0120] 数值示例1

[0121] 单位:mm表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	248.192	10.81	1.49700	81.5
2	-1007.866	93.92		
3	222.406	10.34	1.43387	95.1
4	-252.824	0.20		
5	-251.973	2.40	1.61340	44.3
6	420.422	(可变)		
7	321.884	2.40	1.59175	43.6
8	82.316	7.02		
9	-135.931	2.00	1.49700	81.5
10	529.745	(可变)		
11	126.315	4.22	1.80518	25.4
12	3742.503	1.97		
13	-203.607	2.00	1.49700	81.5
14	221.186	(可变)		
15	80.565	7.57	1.43875	94.7
16	-400.051	0.20		
17	81.828	4.73	1.43875	94.7
18	287.027	25.54		
19 (光圈)	∞	5.18		
20	64.019	3.48	1.49700	81.5
21	134.232	3.04		
22	-119.502	2.00	1.72916	54.7
23	47.661	3.68		
24	116.667	1.80	1.72047	34.7
25	60.414	6.63	1.49700	81.5
26	-95.360	0.15		
27	87.909	3.18	1.91082	35.3
28	775.767	3.27		
29	-108.619	1.80	1.91082	35.3
30	5245.315	0.93		
31	69.836	7.58	1.48749	70.2
32	-64.861	(可变)		
33	66.524	1.80	1.92286	20.9
34	44.442	11.14		
35	-125.659	1.30	1.59282	68.6
36	89.736	(可变)		
37	121.240	6.76	1.61340	44.3
38	-97.863	0.15		
39	82.871	5.36	1.69925	30.3
40	-360.199	2.06		
41	28868.349	2.00	1.53775	74.7
42	84.290	4.87		
43	-89.575	2.00	1.76385	48.5
44	180.746	(可变)		
[0122]	像面	∞		

[0123] 各种数据变焦比2.35

	广角	中间	望远
焦距:	206.00	316.02	485.01
FNO	4.09	4.10	4.10
半视角 (°)	6.00	3.92	2.55
像高	21.64	21.64	21.64
总透镜长度	486.99	486.99	486.99
BF	53.96	53.96	53.96

d 6	10.70	62.95	110.60
d10	24.66	11.58	1.71
d14	77.95	38.78	1.00
d32	1.27	3.30	1.00
d36	62.96	60.94	63.24
d44	53.96	53.96	53.96

[0125] 变焦透镜单元数据

透镜单元	起始表面	焦距:
1	1	418.09
2	7	-99.05
3	11	620.05
4	15	81.22
5	33	-53.48
6	37	163.86

[0126] 数值示例2单位:mm表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	1600.000	3.00	1.51742	52.4
2	1200.000	0.30		
3	210.695	12.26	1.43387	95.1
4	-1018.987	100.00		
5	-244.133	2.40	1.65412	39.7
6	-1066.668	0.30		
7	154.528	9.69	1.43387	95.1

8	-873.781	1.00		
9	96.903	3.60	1.61340	44.3
10	80.471	(可变)		
11	230.656	2.40	1.49700	81.5
12	83.484	5.89		
13	-245.992	2.00	1.49700	81.5
14	163.836	(可变)		
15	100.550	3.76	1.80518	25.4
16	291.045	3.44		
17	-172.487	2.00	1.59282	68.6
18	257.501	(可变)		
19	86.441	8.52	1.43875	94.7
20	-171.141	0.20		
21	73.650	4.27	1.43875	94.7
22	171.134	26.19		
23 (光圈)	∞	5.65		
24	65.272	4.03	1.49700	81.5
25	231.958	2.67		
26	-98.100	2.00	1.80400	46.5
27	51.202	3.37		
28	121.168	1.80	1.71617	45.5
29	59.531	6.63	1.49700	81.5
30	-90.820	0.15		
31	93.749	3.41	1.80400	46.5
32	-969.687	3.04		
33	-96.382	1.80	1.83481	42.7
34	-3738.973	1.89		
35	85.232	9.32	1.51633	64.1
36	-60.343	(可变)		
37	83.224	1.80	1.92286	20.9
38	57.953	4.95		
39	-266.633	1.30	1.48749	70.2
40	55.760	(可变)		
41	-903.238	2.00	1.49700	81.5
42	289.600	10.33		
43	133.666	6.41	1.56732	42.8
44	-74.873	0.15		
45	127.191	3.91	1.62004	36.3
46	-252.092	5.19		
47	-140.515	2.00	1.49700	81.5
48	110.305	4.40		
49	-66.763	2.00	1.49700	81.5
50	-2087.402	(可变)		
像面	∞			

[0128] 各种数据变焦比2.35

	广角	中间	望远
焦距:	206.00	316.09	485.00
FNO	4.10	4.10	4.10
半视角: (°)	6.00	3.92	2.55
像高	21.64	21.64	21.64
总透镜长度	487.46	487.46	487.46
[0129] BF	57.50	57.50	57.50
d10	5.04	54.32	99.04
d14	34.12	15.61	3.02
d18	63.89	33.13	1.00
d36	1.21	3.60	1.25
d40	44.26	41.87	44.22
d50	57.50	57.50	57.50

[0130] 变焦透镜单元数据

透镜单元	起始表面	焦距:
1	1	403.25
2	11	-111.72
3	15	-4063.64
4	19	82.71
5	37	-64.83
6	41	244.21

[0131] 数值示例3单位:mm表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	137.343	10.40	1.49700	81.5
2	-1178.632	60.88		
3	134.515	8.51	1.49700	81.5
4	-193.641	2.00	1.80400	46.5
5	211.141	(可变)		
6	133.079	2.94	1.68893	31.1
7	497.101	(可变)		
8	184.983	1.00	1.90043	37.4
9	72.740	2.80		
10	-99.328	1.00	1.78590	44.2
11	74.759	3.23	1.85478	24.8

12	-703.689	(可变)		
13	886.009	4.10	1.51742	52.4
14	-45.297	0.15		
15	112.007	5.59	1.48749	70.2
16	-31.443	1.60	1.90043	37.4
17	-166.051	2.00		
18	-41.628	1.80	1.90043	37.4
19	-153.362	2.05		
20 (光圈)	∞	5.08		
21	-1339.263	4.46	1.51742	52.4
22	-38.669	7.86		
[0132] 23	-617.496	2.79	1.51742	52.4
24	-75.090	(可变)		
25	110.379	1.40	1.59282	68.6
26	44.592	(可变)		
27	81.873	4.83	1.51742	52.4
28	-93.550	(可变)		
29	179.629	1.60	1.49700	81.5
30	48.683	5.64		
31	-49.626	1.80	1.49700	81.5
32	79.591	2.79	1.85478	24.8
33	167.470	(可变)		
像面	∞			
[0133]	各种数据变焦比3.79			
		广角	中间	望远
焦距:		154.50	312.26	585.00
FNO		5.10	5.81	6.51
半视角: (°)		7.97	3.96	2.12
像高		21.64	21.64	21.64
总透镜长度		288.00	338.00	388.00
BF		15.00	57.16	95.75
[0134]				
d 5		3.19	59.57	109.32
d 7		8.68	2.30	2.56
d12		38.93	23.60	3.38
d24		25.30	19.17	1.46
d26		18.09	11.14	18.91
d28		30.52	16.75	8.33
d33		15.00	57.16	95.75
[0135]	变焦透镜单元数据			
透镜单元	起始表面	焦距:		

1	1	331.05
2	6	262.92
3	8	-75.12
[0136]	4	77.25
	5	-127.22
	6	85.18
	7	-53.88

[0137] 数值示例4单位:mm表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	192.768	10.01	1.59349	67.0
2	-565.950	29.08		
3	130.790	11.87	1.43387	95.1
4	-249.363	0.61		
5	-240.070	2.40	1.61340	44.3
6	161.424	(可变)		
7	102.744	2.40	1.75500	52.3
8	62.690	8.30		
9	-137.352	2.00	1.59282	68.6
10	356.484	(可变)		
11	103.405	3.92	1.85478	24.8
12	374.851	2.78		
13	-205.180	2.00	1.59282	68.6
14	289.058	(可变)		
15	134.709	5.51	1.43875	94.7
16	-294.584	0.20		
17	65.635	6.62	1.49700	81.5
18	444.827	29.83		
19 (光圈)	∞	0.01		
20	68.881	3.53	1.49700	81.5
21	167.836	2.46		
22	-145.136	2.00	1.72916	54.1
23	44.979	3.63		
24	101.451	1.80	1.83481	42.7
25	62.708	5.73	1.49700	81.5
26	-124.805	0.15		
27	99.323	2.91	1.80400	46.5
28	920.217	3.78		
29	-77.925	1.80	1.72047	34.7
30	-291.757	0.14		

31	72.543	7.03	1.49700	81.5	
32	-63.811	(可变)			
33	67.818	1.80	1.92286	20.9	
34	49.926	2.84			
35	-418.819	1.30	1.49700	81.5	
36	60.744	(可变)			
37	169.755	2.00	1.49700	81.5	
38	54.274	1.79			
[0138]	39	87.282	3.82	1.73800	32.3
	40	-2061.573	0.15		
	41	70.343	7.19	1.61340	44.3
	42	-88.421	0.20		
	43	-172.560	2.00	1.49700	81.5
	44	84.236	4.18		
	45	-98.387	2.00	1.59282	68.6
	46	311.306	(可变)		
	像面	∞			

[0139] 各种数据变焦比1.90

		广角	中间	望远
焦距:		205.00	282.75	390.00
FNO		4.10	4.10	4.10
半视角: (°)		6.02	4.38	3.18
像高		21.64	21.64	21.64
总透镜长度		367.09	367.09	367.09
BF		46.68	46.68	46.68
d 6		1.00	34.37	66.02
d10		11.89	6.28	1.67
d14		55.80	28.04	1.00
d32		3.72	4.30	1.00
d36		66.27	65.69	68.99
d46		46.68	46.68	46.68

[0141] 变焦透镜单元数据

透镜单元	起始表面	焦距:
1	1	300.89
2	7	-93.12
3	11	791.74
4	15	79.43
5	33	-71.15
6	37	356.92

[0142] 数值示例5单位:mm表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	181.344	10.48	1.49700	81.5
2	-496.472	33.41		
3	181.330	9.62	1.43875	94.7
4	-240.523	1.50	1.83481	42.7
5	298.470	0.20		
6	158.254	7.26	1.43387	95.1
7	-1257.157	(可变)		
8	455.708	5.46	1.90366	31.3
9	-81.648	1.50	1.59282	68.6
10	70.480	2.87		
11	1543.213	1.50	1.59282	68.6
12	102.636	3.67	1.90366	31.3
13	860.825	1.08		
14	-244.951	1.50	1.59282	68.6
15	262.498	3.66		
16	-63.775	1.50	1.83481	42.7
17	258.606	(可变)		
18	107.388	4.93	1.49700	81.5
19	-184.438	0.20		
20	95.447	1.50	1.83400	37.2
21	45.866	6.76	1.49700	81.5
22	-681.970	(可变)		
23	-63.568	1.50	1.76182	26.5
24	-94.759	0.20		
25	56.749	6.84	1.53775	74.7
26	-208.996	2.00		
27 (光圈)	∞	(可变)		
28	123.622	3.99	1.80610	33.3
29	-113.323	1.50	1.51633	64.1
30	58.693	2.90		
31	-120.944	1.50	1.65160	58.5
32	56.031	(可变)		
33	78.530	3.67	1.62299	58.2
34	-875.305	0.20		
35	89.890	3.99	1.62299	58.2
36	-206.504	3.05		
37	-36.547	1.50	1.80610	33.3
38	-58.039	40.00		
39	140.268	3.13	1.51742	52.4
[0143]	40	672.633	(可变)	
	像面	∞		
[0144]	各种数据变焦比1.90			

		广角	中间	望远
焦距:		205.00	301.98	389.00
FNO		4.12	4.12	4.12
半视角: (°)		6.02	4.10	3.18
像高		21.64	21.64	21.64
总透镜长度		370.15	370.15	370.15
[0145] BF		61.37	61.37	61.37
d 7		35.10	58.63	69.70
d17		28.64	14.57	2.00
d22		38.40	28.94	30.44
d27		29.61	29.61	29.61
d32		2.49	2.49	2.49
d40		61.37	61.37	61.37
[0146] 变焦透镜单元数据				
透镜单元	起始表面	焦距:		
1	1	213.90		
2	8	-46.51		
3	18	106.13		
4	23	121.17		
5	28	-61.73		
6	33	80.87		
[0147] 数值示例6单位:mm表面数据				
表面编号	r	d	nd	vd
1	600.000	3.20	1.48749	70.2
2	800.000	0.30		
3	179.672	10.90	1.43387	95.1
4	-495.656	53.46		
5	182.557	6.46	1.43387	95.1
6	-829.929	1.62		
7	-348.214	2.00	1.61340	44.3

8	297.573	(可变)			
9	763.380	2.00	1.49700	81.5	
10	68.234	4.36			
11	-103.778	2.00	1.59282	68.6	
12	401.764	(可变)			
13	120.486	2.90	1.80518	25.4	
14	-2121.523	0.48			
15	-351.633	2.00	1.59282	68.6	
16	218.545	(可变)			
17	100.125	3.78	1.43875	94.7	
18	-414.245	0.33			
19	67.984	3.87	1.43875	94.7	
20	498.481	21.57			
21 (光圈)	∞	0.22			
22	68.761	3.34	1.49700	81.5	
23	352.445	1.06			
24	-199.283	2.00	1.80400	46.5	
25	49.295	5.69			
26	93.500	2.00	1.72916	54.7	
27	53.934	4.71	1.49700	81.5	
28	-119.758	0.25			
[0148]	29	118.985	2.11	1.80400	46.5
	30	461.369	3.04		
	31	-84.524	2.00	1.96300	24.1
	32	-584.778	0.15		
	33	100.248	4.51	1.59551	39.2
	34	-70.014	(可变)		
	35	250.325	2.00	1.83481	42.7
	36	98.568	1.17		
	37	1834.762	2.00	1.76385	48.5
	38	213.695	(可变)		
	39	-94.335	1.40	1.80400	46.5
	40	79.557	0.99		
	41	67.956	3.69	1.61340	44.3
	42	-67.668	55.54		
	43	767.812	1.80	1.43875	94.7
	44	43.459	5.35	1.61340	44.3
	45	-83.139	0.56		
	46	-62.127	2.00	1.43875	94.7
	47	456.486	2.01		
	48	-59.541	2.00	1.49700	81.5
	49	-307.180	(可变)		
	像面	∞			

[0149] 各种数据变焦比2.54

	广角	中间	望远
焦距:	305.00	485.95	774.99
FNO	8.09	8.10	8.10
半视视角: (°)	4.06	2.55	1.60
像高	21.64	21.64	21.64
总透镜长度	489.78	489.78	489.78
BF	100.04	100.04	100.04
[0150]			
d 8	45.70	88.03	126.95
d12	28.93	13.60	1.45
d16	54.77	27.77	1.00
d34	1.14	6.17	1.00
d38	26.39	21.36	26.53
d49	100.04	100.04	100.04

[0151] 变焦透镜单元数据

透镜单元	起始表面	焦距:
1	1	348.98
2	9	-71.23
3	13	364.94
4	17	81.36
5	35	-120.65
6	39	-397.62

[0152] 数值示例7单位:mm表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	400.000	5.60	1.59349	67.0
2	∞	0.30		
3	154.576	9.97	1.43387	95.1
4	-1622.495	43.14		
5	122.825	9.47	1.43875	94.7
6	-328.709	2.40	1.61340	44.3
7	126.402	(可变)		
8	129.510	3.49	1.48749	70.2
9	209.619	6.88		
10	147.953	1.80	1.54072	47.2
11	48.454	7.56		
12	-127.286	1.70	1.53775	74.7

13	218.082	(可变)		
14	70.892	3.96	1.85478	24.8
15	213.260	3.27		
16	-134.064	1.80	1.59282	68.6
17	155.534	(可变)		
18	115.739	4.42	1.49700	81.5
19	-428.709	0.14		
20	58.479	5.23	1.49700	81.5
21	233.567	19.97		
22 (光圈)	∞	0.01		
23	90.337	2.91	1.49700	81.5
24	205.595	1.25		
25	-978.689	2.00	1.87070	40.7
26	56.242	2.53		
27	92.105	1.80	1.92286	20.9
[0153]	64.222	5.60	1.49700	81.5
29	-136.344	0.15		
30	96.638	2.69	1.90366	31.3
31	330.341	0.96		
32	53.900	3.96	1.48749	70.2
33	162.524	(可变)		
34	-674.987	3.17	1.85478	24.8
35	-68.844	1.30	1.74950	35.3
36	60.778	(可变)		
37	123.600	1.98	1.49700	81.5
38	66.985	9.94		
39	77.720	7.14	1.61340	44.3
40	-111.444	15.91		
41	-89.491	1.98	1.49700	81.5
42	156.732	(可变)		
像面	∞			

[0154] 各种数据

[0155] 变焦比1.90

		广角	中间	望远
焦距:		205.01	281.28	389.96
FNO		4.10	4.10	4.10
半视角: (°)		6.02	4.40	3.18
[0156]	像高	21.64	21.64	21.64
	总透镜长度	367.02	367.02	367.02
	BF	39.99	39.99	39.99
	d 7	2.25	27.33	52.64
	d13	7.20	3.69	1.00

[0157]	d17	45.56	23.99	1.37
	d33	3.09	4.83	3.08
	d36	72.56	70.82	72.57
	d42	39.99	39.99	39.99

[0158] 变焦透镜单元数据

透镜单元	起始表面	焦距:
1	1	290.10
2	8	-78.83
[0159]	3	2720.21
	4	64.32
	5	-82.71
	6	337.28

[0160] 表1示出了每个数值示例中的与条件表达式(1)到(14)对应的值。

[0161] 表1

条件表达式		数值示例						
		1	2	3	4	5	6	7
(1)	$d11/f11$	0.234	0.248	0.245	0.119	0.124	0.175	0.196
(2)	$f11/f1$	0.961	1.047	0.750	0.809	1.256	0.826	0.760
(3)	$f1/f2$	-4.221	-3.609	-4.407	-3.231	-4.599	-4.899	-3.680
(4)	$\Sigma (f11 / f11i)$	1.000	1.091	1.000	1.000	1.000	1.002	1.004
(5)	$(r2+r1)/(r2-r1)$	0.605	0.657	0.791	0.492	0.465	0.468	0.826
(6)	$(D1t-D1w)/ f2 $	1.009	0.841	1.494	0.698	0.744	1.141	0.639
(7)	Lt/ft	1.004	1.005	0.663	0.941	0.952	0.632	0.941
(8)	$(T1+D1t)/ft$	0.471	0.478	0.336	0.308	0.340	0.264	0.317
(9)	$(T1+D1w)/fw$	0.623	0.668	0.625	0.268	0.476	0.405	0.357
(10)	$f1/ft$	0.862	0.831	0.566	0.772	0.550	0.450	0.744
(11)	β_{2w}	-0.536	-0.692	-1.870	-0.599	-0.442	-0.447	-0.457
(12)	ν_{L11P1}	81.540	95.100	81.540	67.000	81.540	95.100	95.100
(13)	ν_{L12N1}	44.270	39.680	46.530	44.270	42.740	44.270	44.270
(14)	$d11/T1$	0.798	0.754	0.744	0.539	0.535	0.686	0.609

[0163] 图像拾取装置

[0164] 现在参照图15,将给出对针对成像光学系统的使用根据本发明的光学系统的数字静态相机(图像拾取装置)10的示例的描述。在图15中,附图标记11表示包括示例1至示例7中描述的变焦透镜中的任一个的成像光学系统。附图标记12表示诸如CCD传感器和CMOS传感器之类的图像传感器(光电转换元件),其被构建在相机主体13中,接收由成像光学系统11形成的光学图像并执行光电转换。相机主体13可以是具有快速转向镜的所谓的单透镜反射相机,或者是没有快速转向镜的所谓的无反光镜相机。

[0165] 如此应用于诸如数字静态相机之类的图像拾取装置的根据本发明的变焦透镜可以提供具有小透镜的图像拾取装置。

[0166] 每个示例可以提供具有长焦距、大孔径比和高图像质量的紧凑且轻量化的变焦透镜。

[0167] 虽然已经参考示例性实施例描述了本发明,但要理解,本发明不限于所公开的示例性实施例。以下权利要求的范围应被赋予最宽泛的解释,以便涵盖所有这样的修改以及

等同的结构和功能。

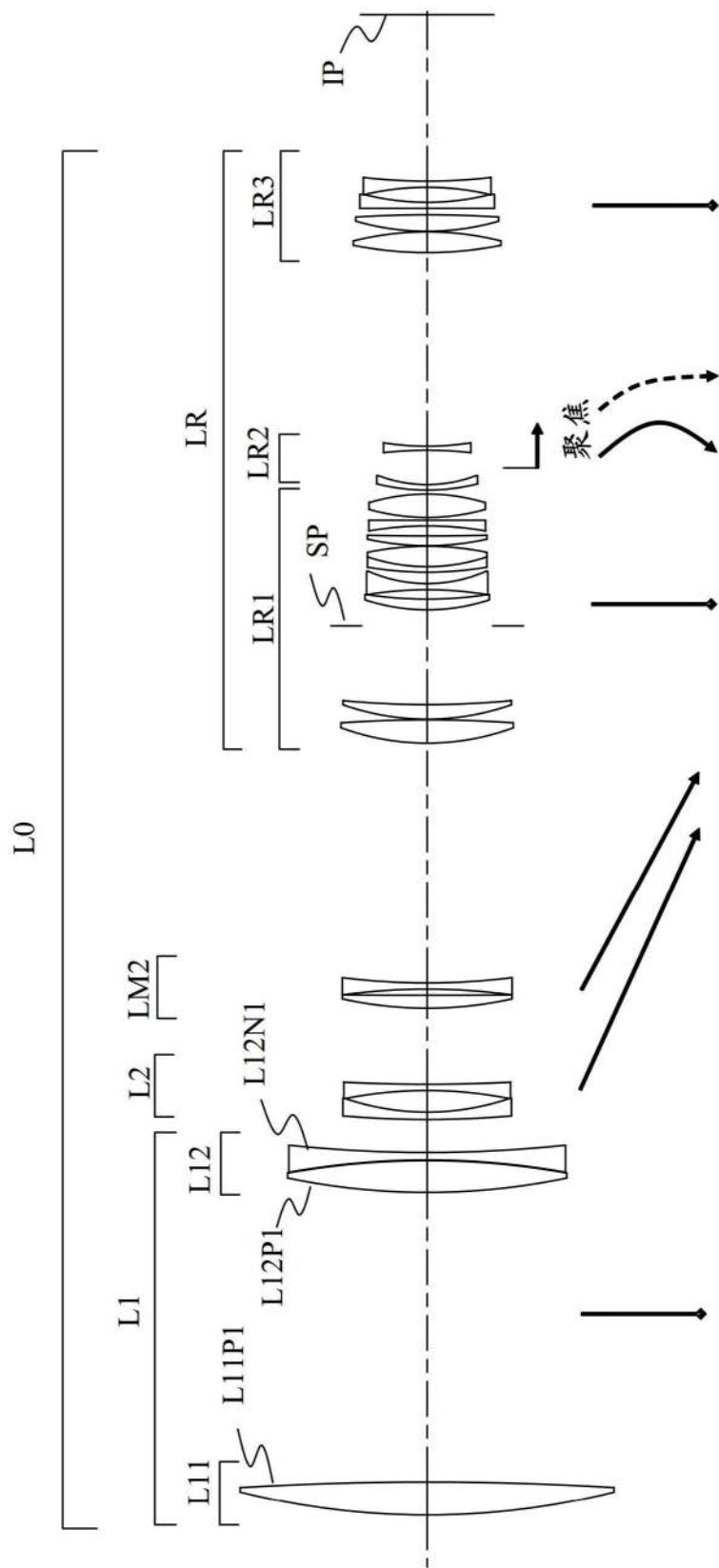


图1

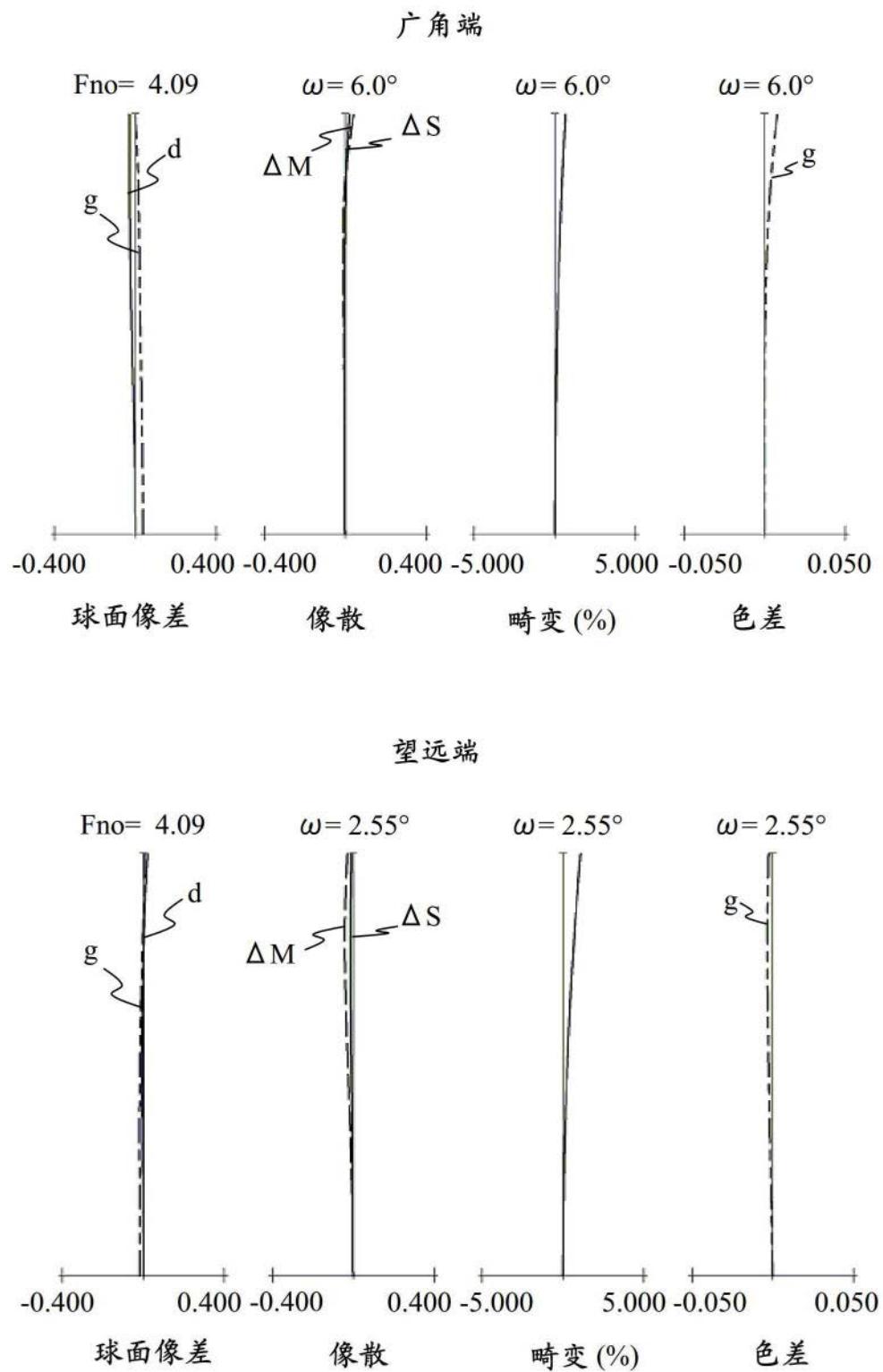


图2

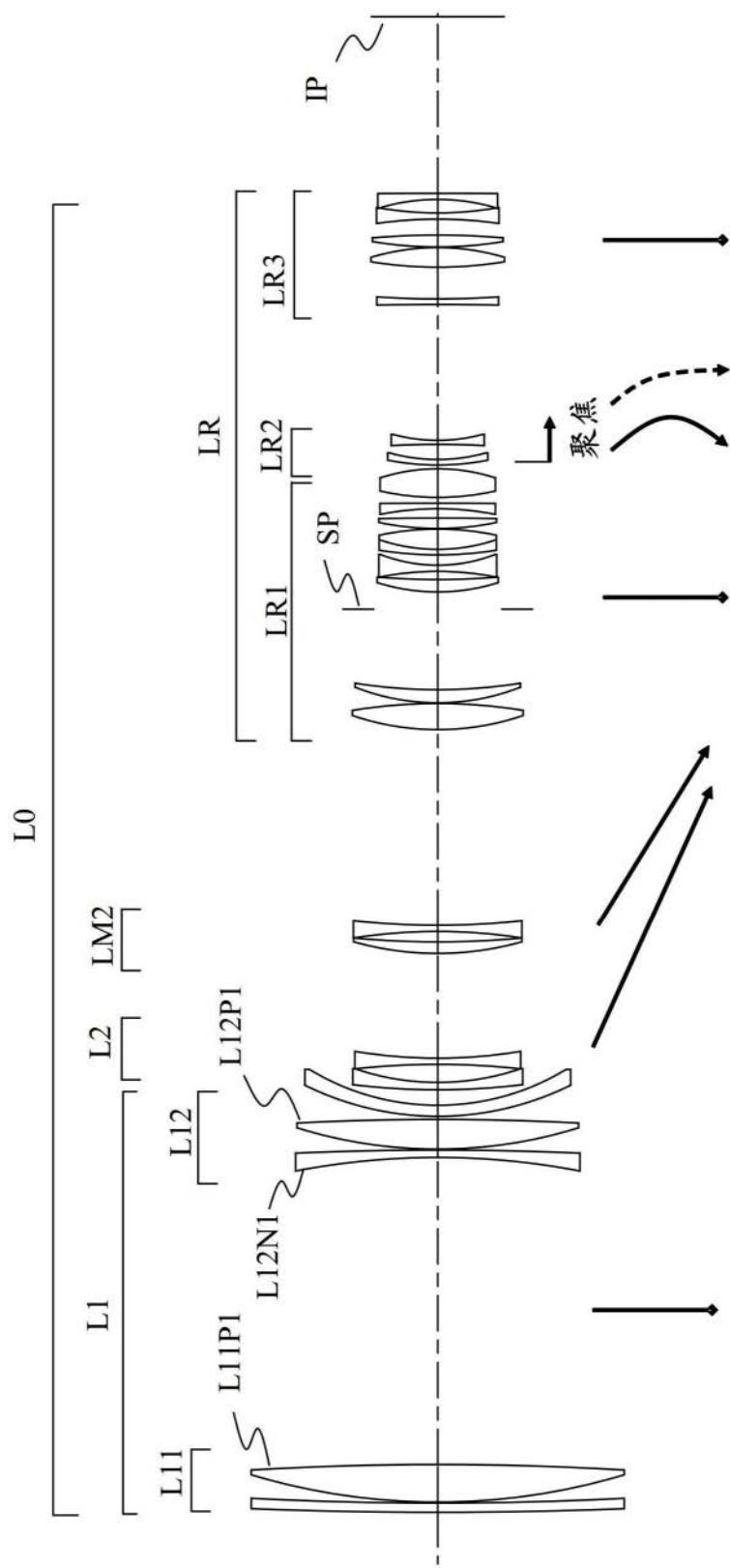


图3

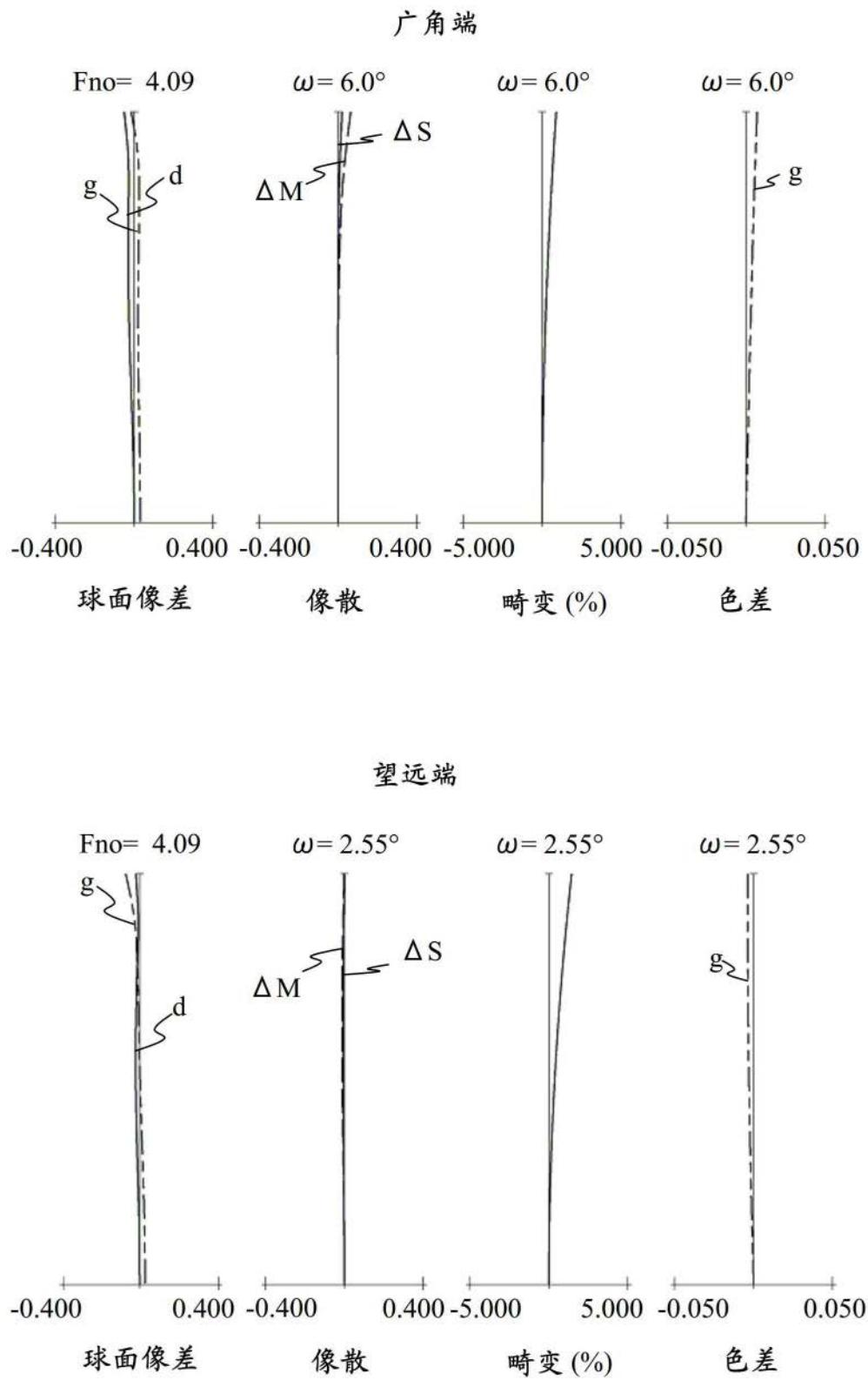


图4

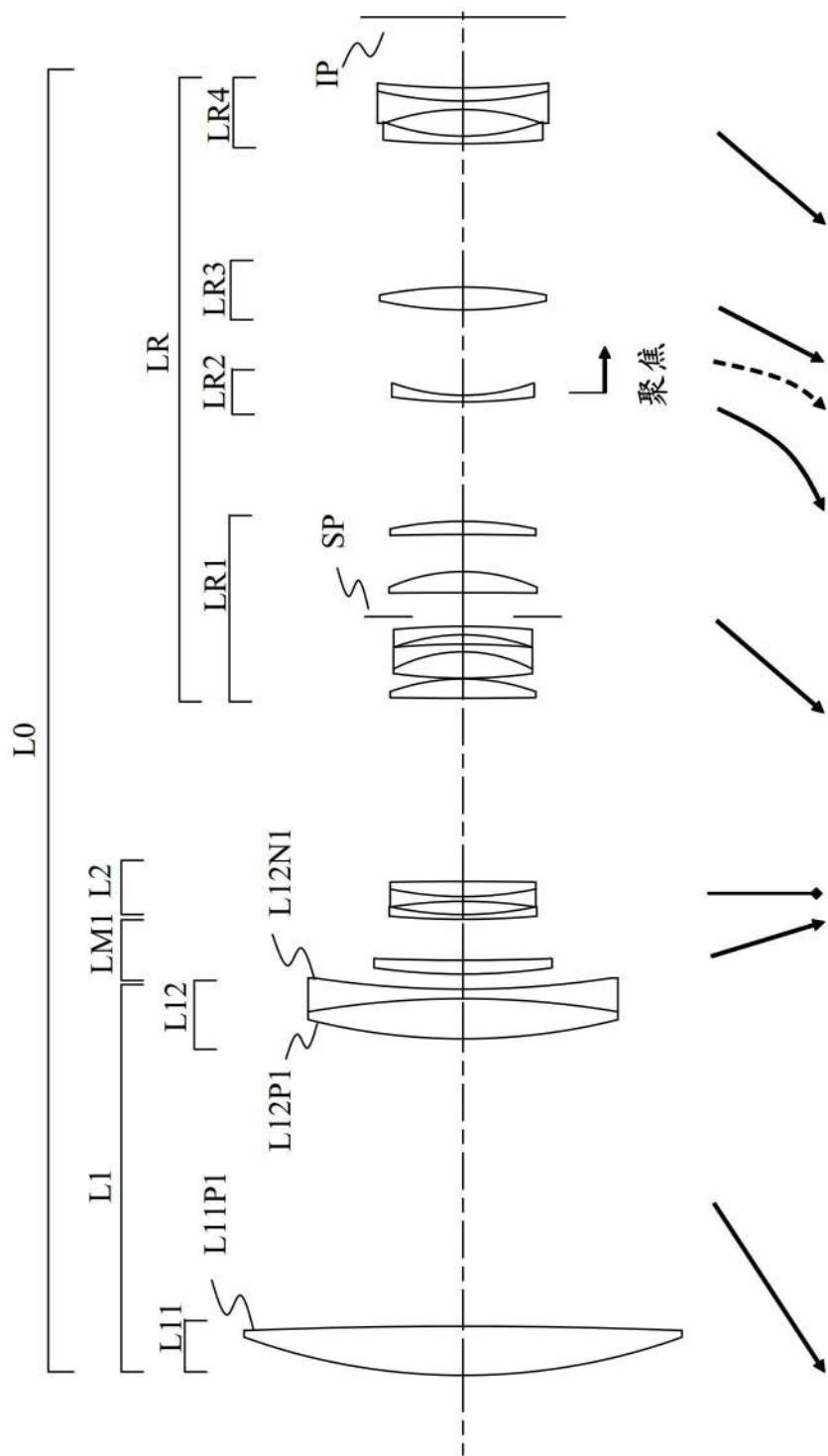
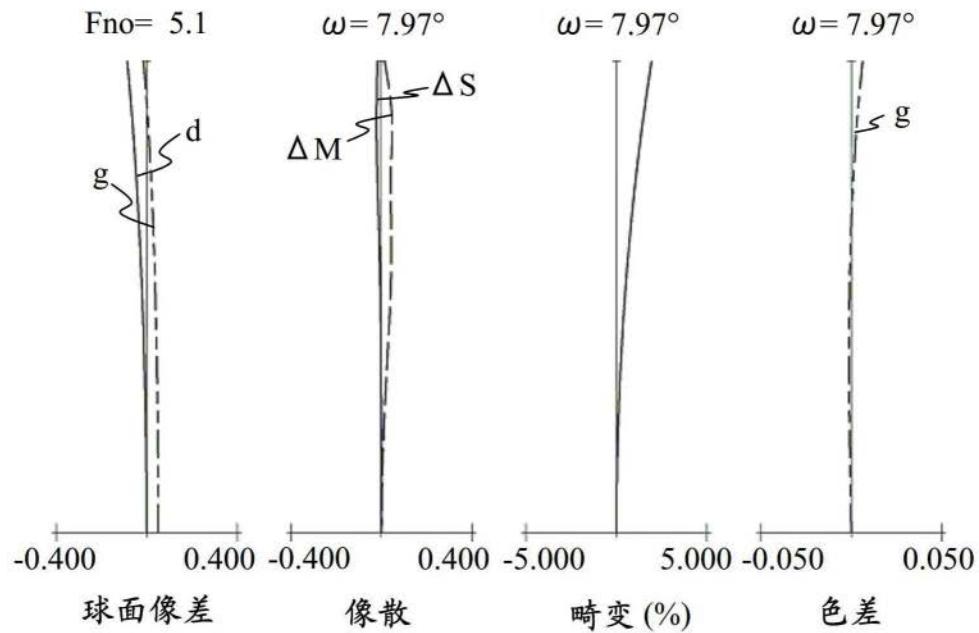


图5

广角端



望远端

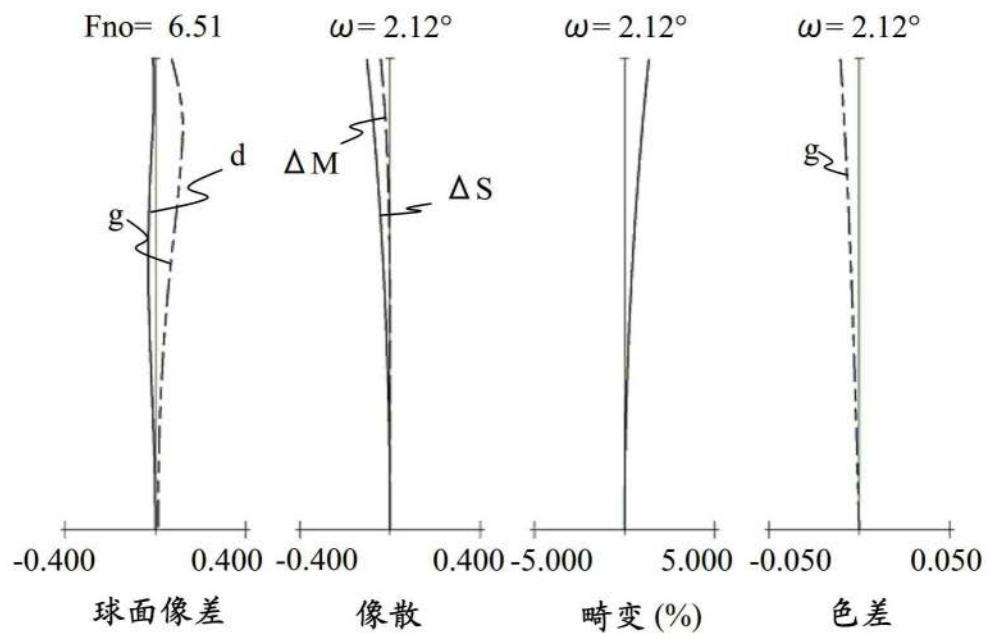


图6

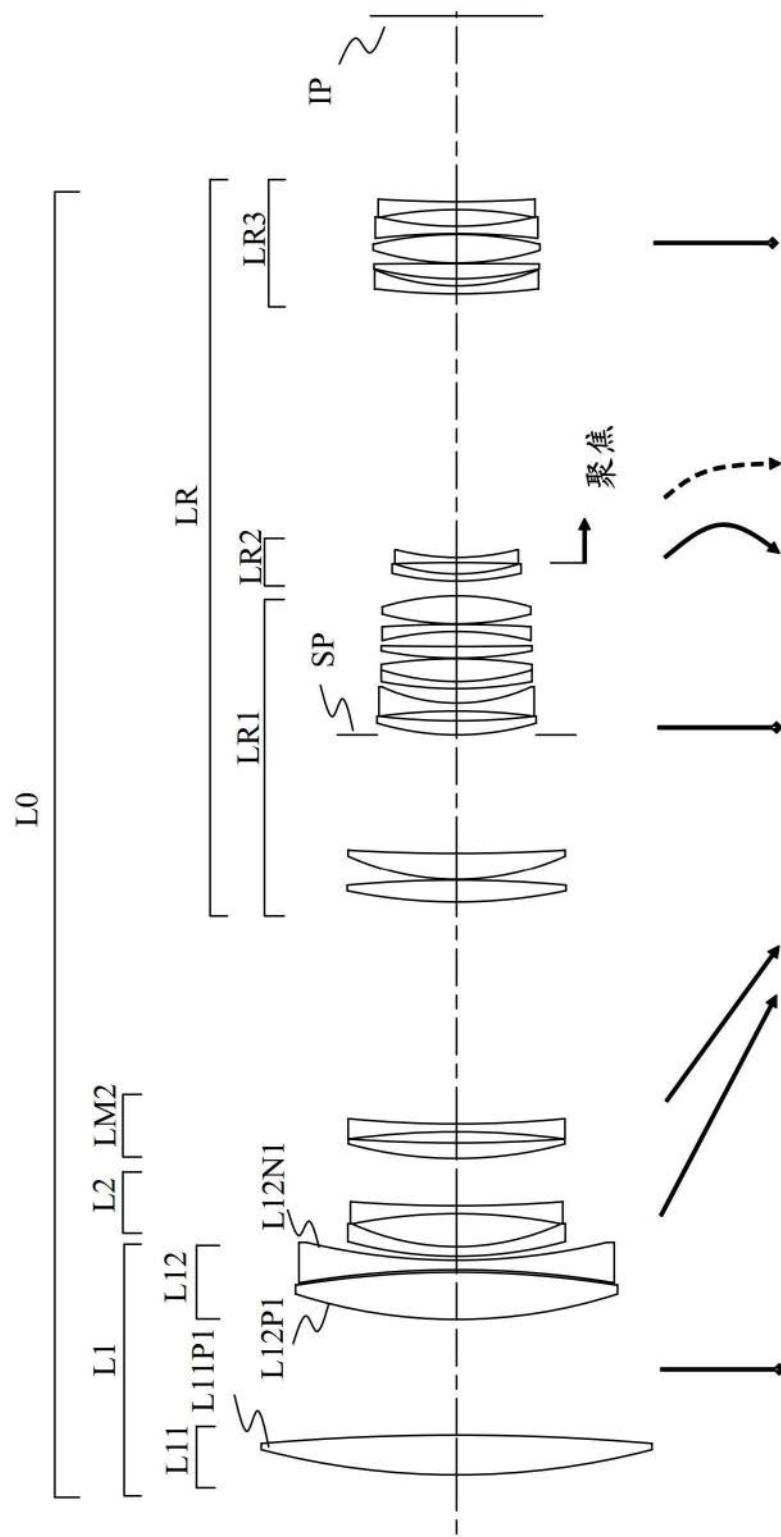


图7

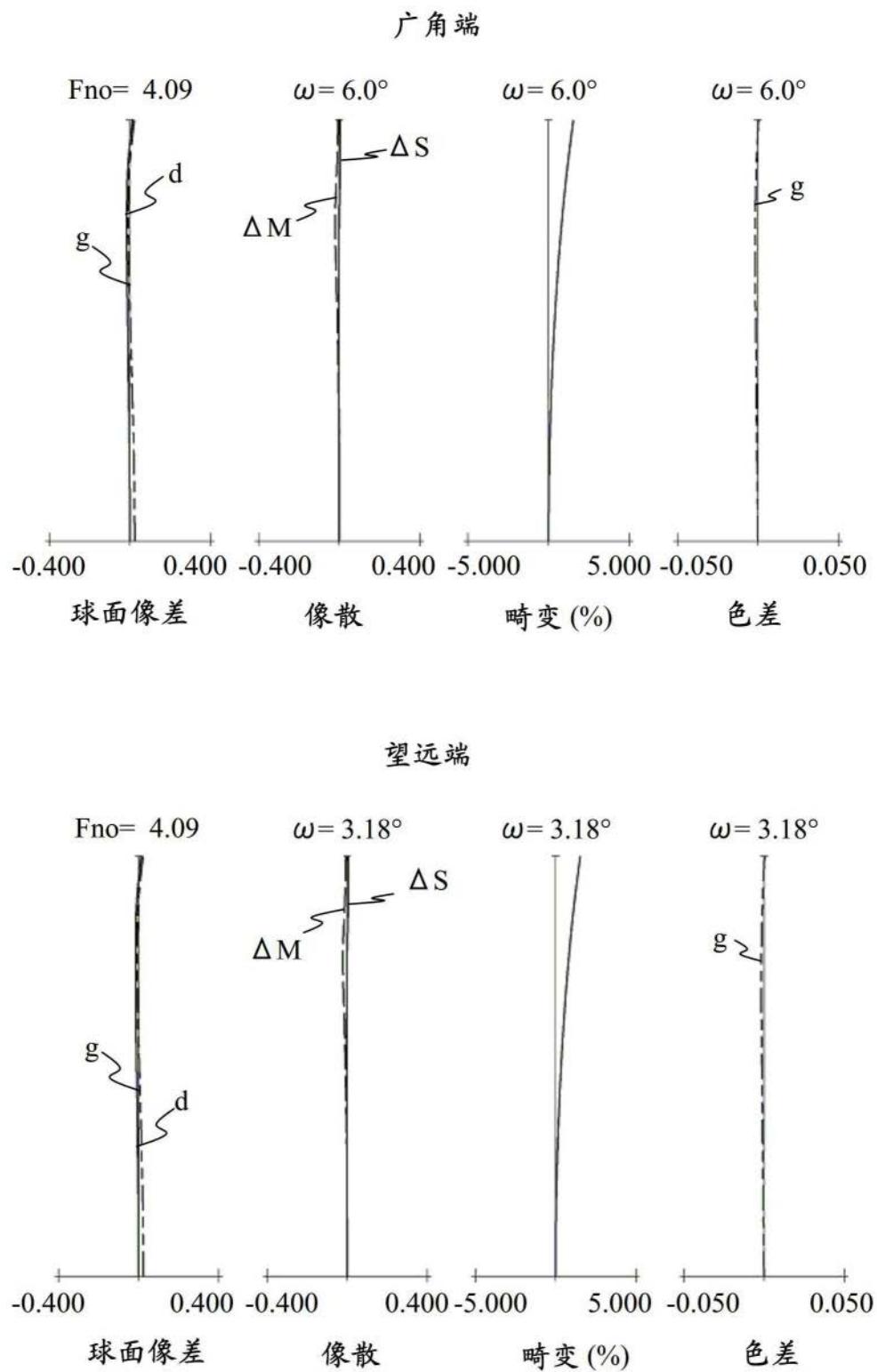


图8

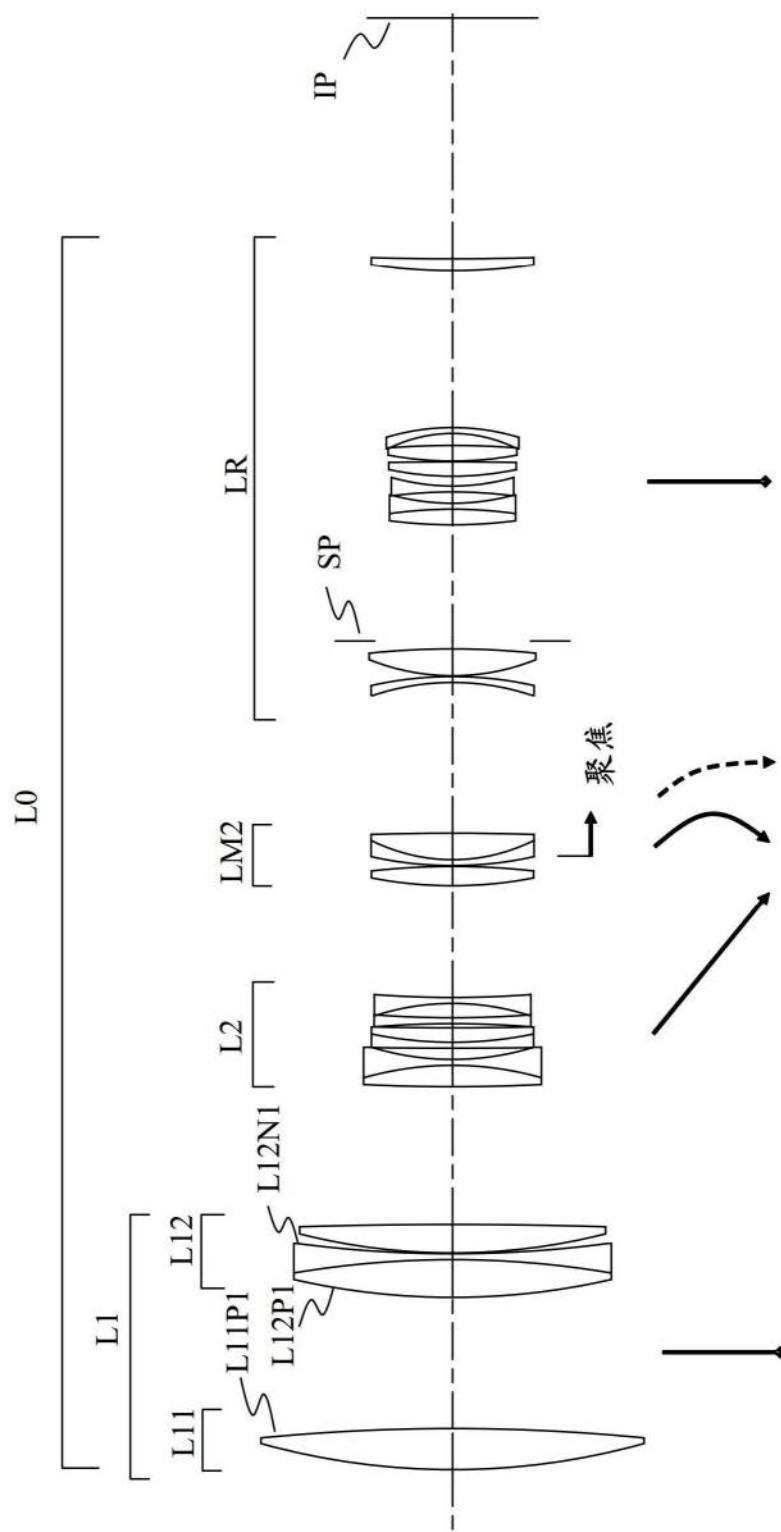


图9

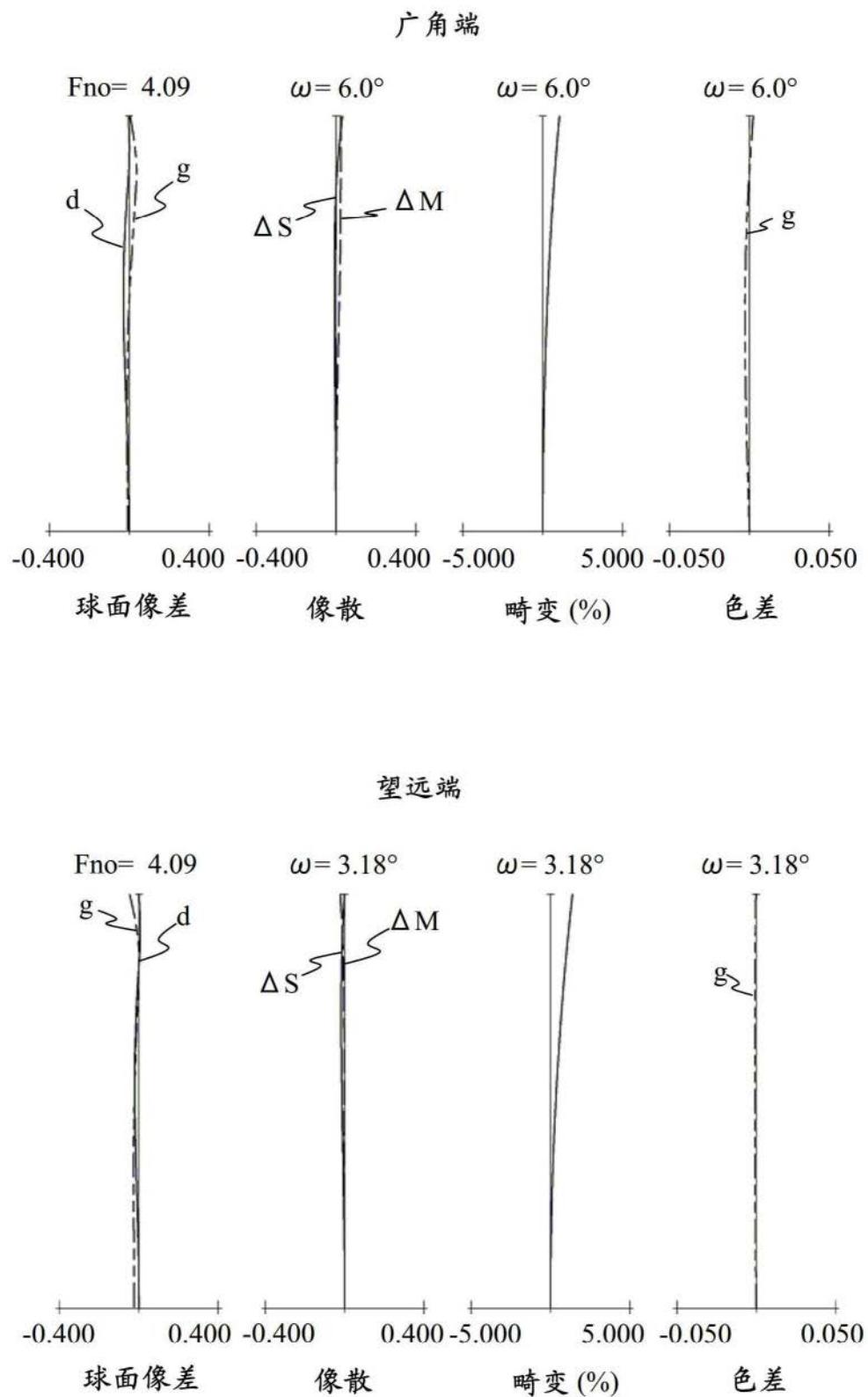


图10

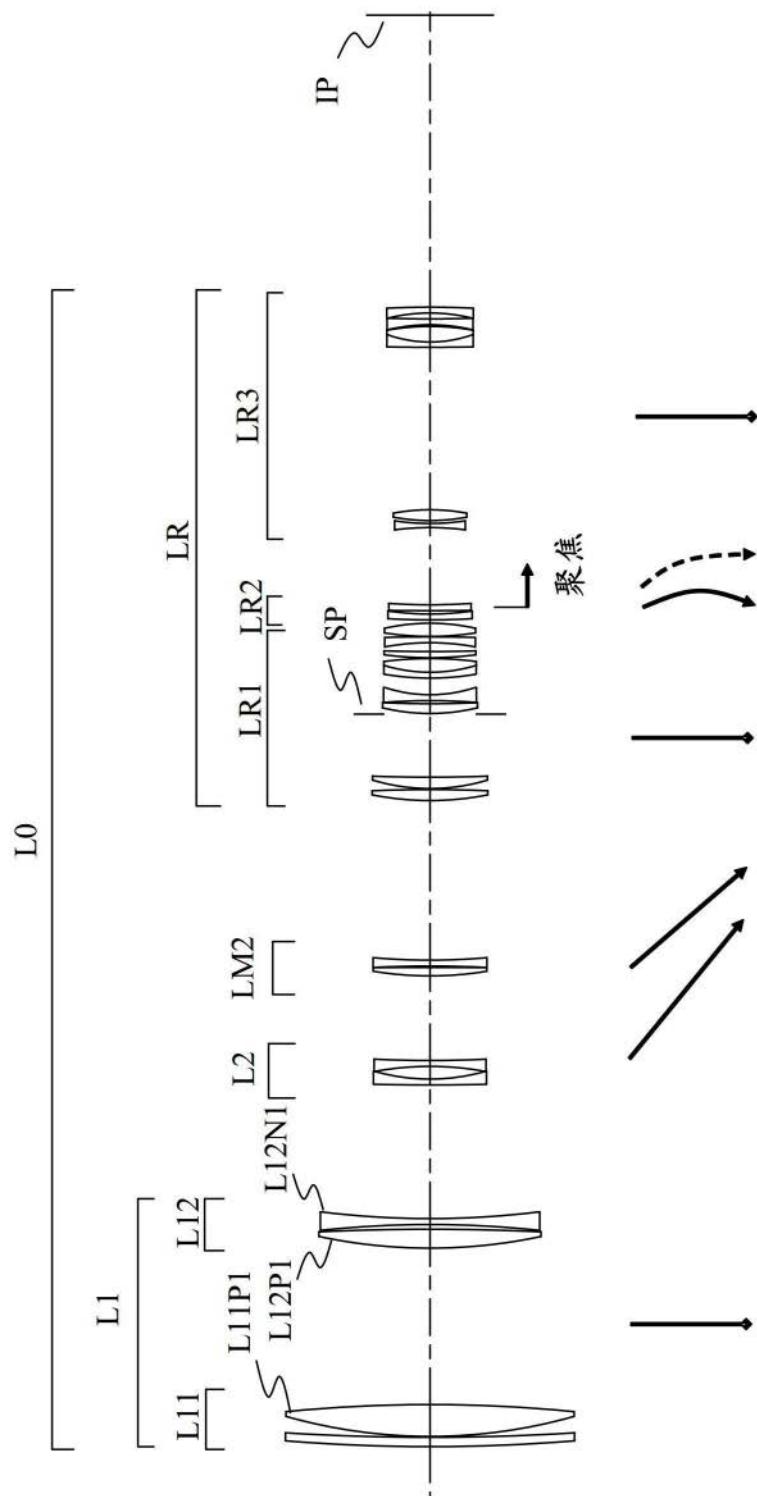
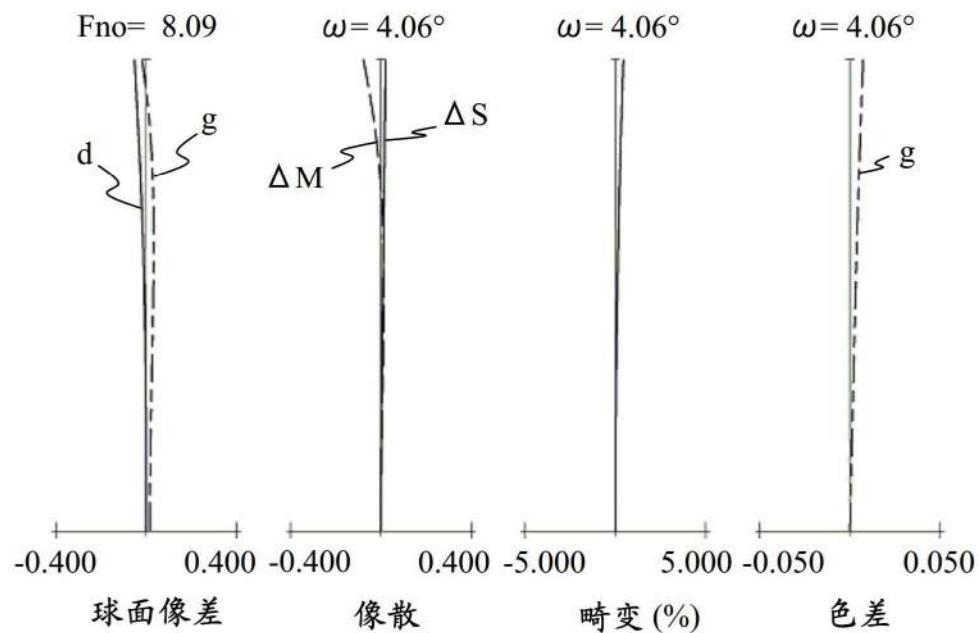


图11

广角端



望远端

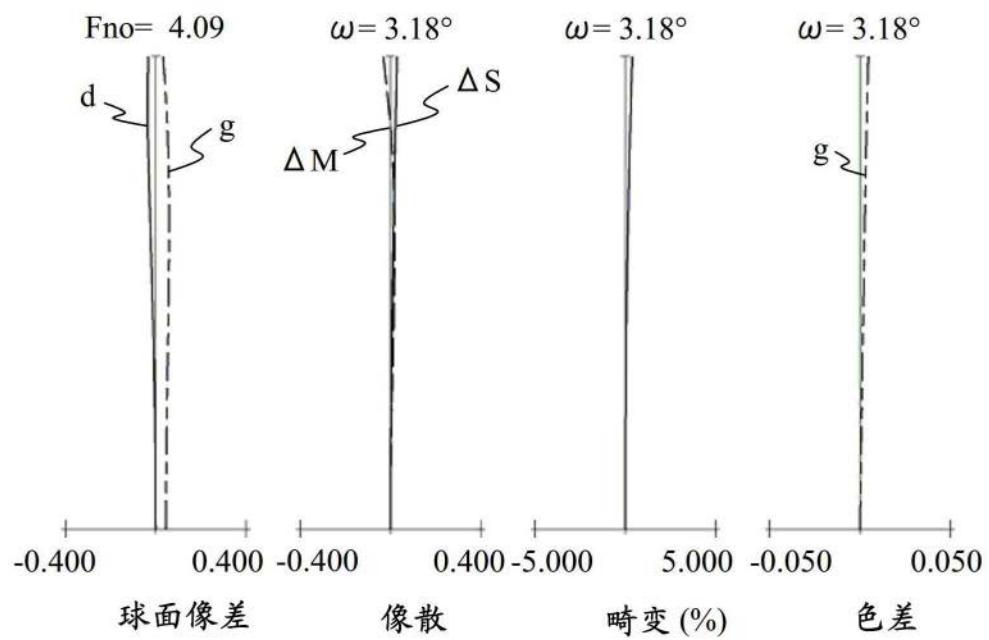


图12

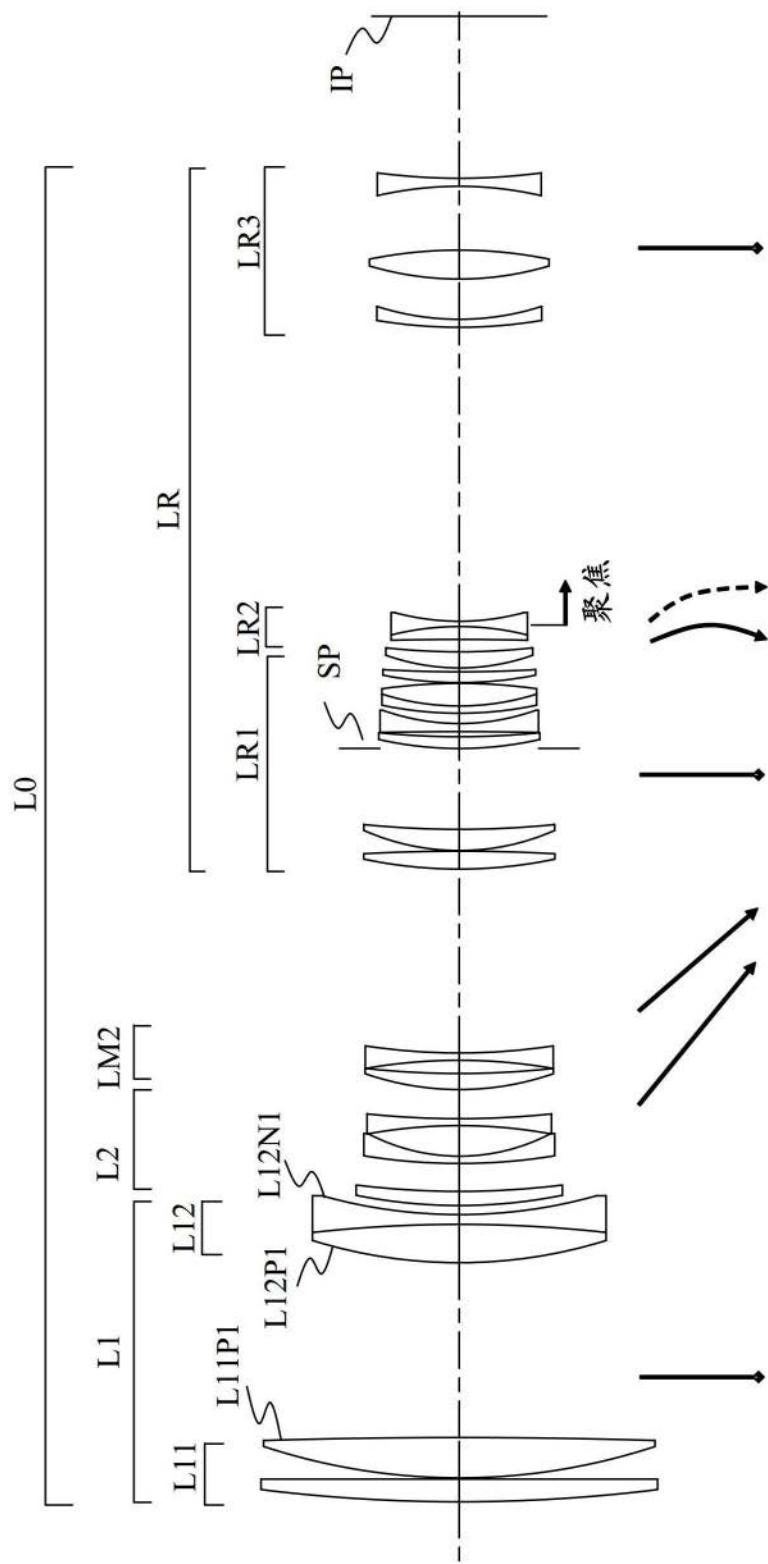
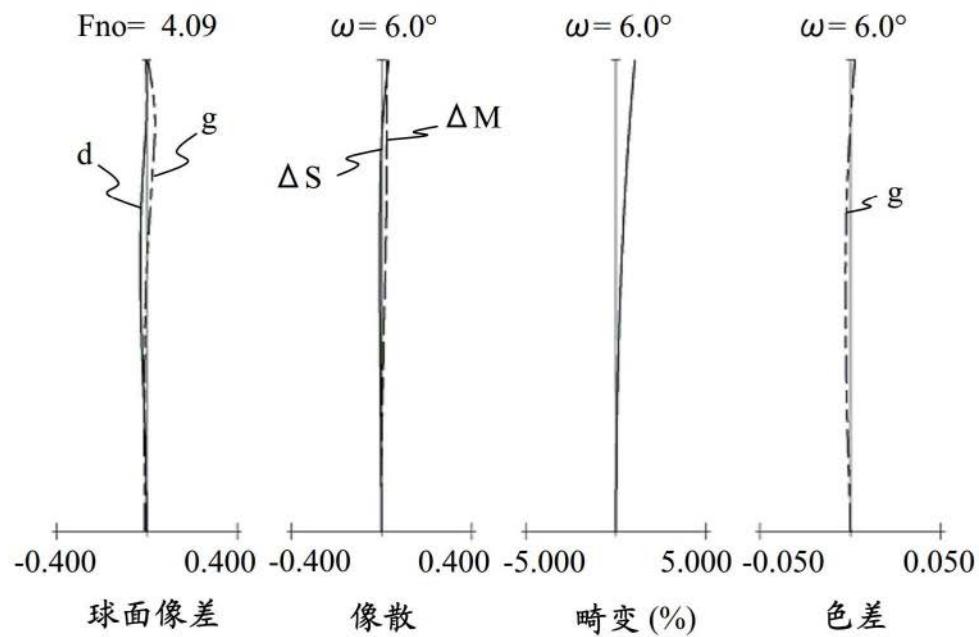


图13

广角端



望远端

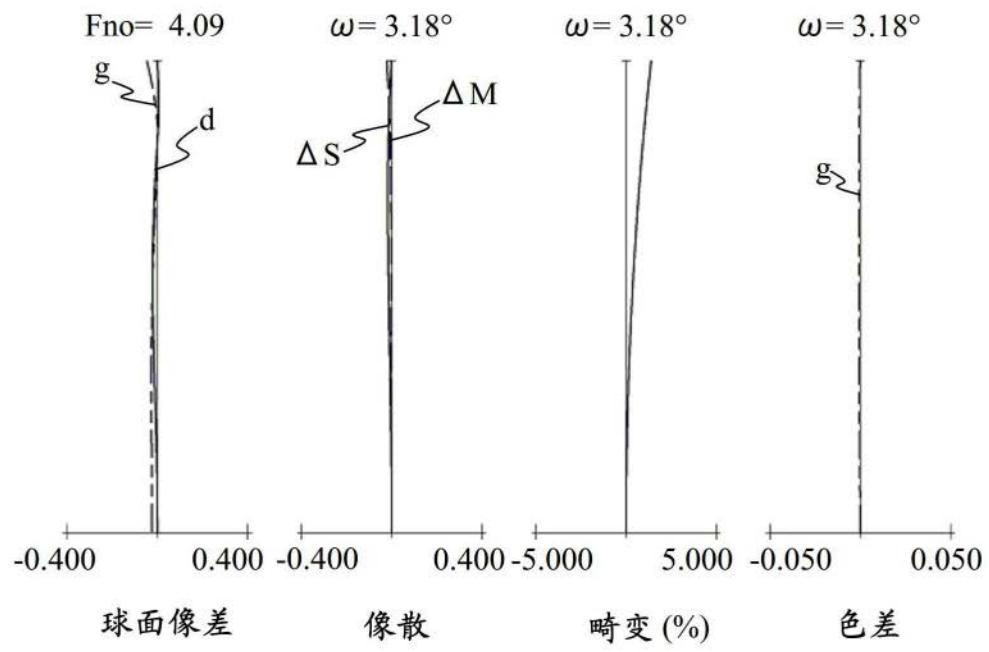


图14

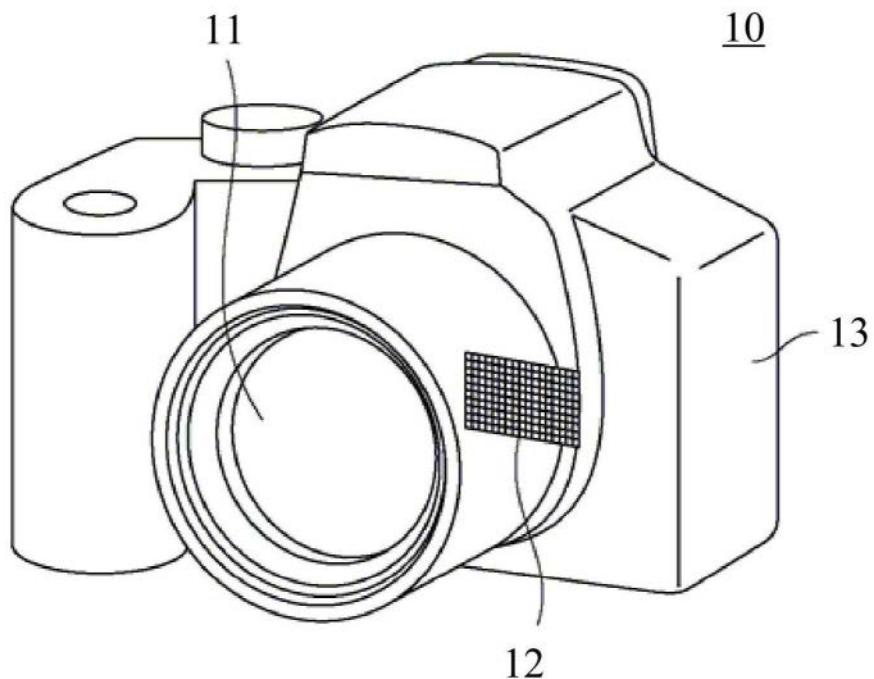


图15