



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118625496 A

(43) 申请公布日 2024.09.10

(21) 申请号 202410244808.8

(22) 申请日 2024.03.05

(30) 优先权数据

2023-035919 2023.03.08 JP

(71) 申请人 佳能株式会社

地址 日本

(72) 发明人 大出隆史 畠田隆弘

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所  
有限公司 11038

专利代理师 张劲松

(51) Int. Cl.

G02B 15/14 (2006.01)

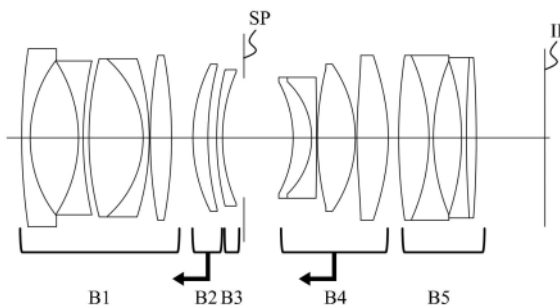
权利要求书2页 说明书14页 附图8页

### (54) 发明名称

光学系统和具有光学系统的图像拾取装置

### (57) 摘要

本公开涉及光学系统和具有光学系统的图像拾取装置。光学系统从物侧到像侧依次包括：具有正折光力的第一透镜单元、具有正折光力的第二透镜单元、第三透镜单元、具有正折光力的第四透镜单元、以及具有负折光力的第五透镜单元。在从无限远到近距离的聚焦期间，相邻的透镜单元之间的距离改变并且第二透镜单元和第四透镜单元朝着物侧移动。第二透镜单元和第四透镜单元中的至少一个包括两个或更多个透镜。第一透镜单元包括两个或更多个负透镜。预定的不等式被满足。



1. 一种光学系统,所述光学系统从物侧到像侧依次包括:  
具有正折光力的第一透镜单元;  
具有正折光力的第二透镜单元;  
第三透镜单元;  
具有正折光力的第四透镜单元;以及  
具有负折光力的第五透镜单元,  
其特征在于,在从无限远到近距离的聚焦期间,相邻的透镜单元之间的距离改变并且所述第二透镜单元和所述第四透镜单元朝着物侧移动,  
其中所述第二透镜单元和所述第四透镜单元中的至少一个包括两个或更多个透镜,  
其中所述第一透镜单元包括两个或更多个负透镜,  
其中以下不等式被满足:  
$$0.040 < T4/TTL < 0.590$$
其中TTL是作为在无限远处对焦状态下从所述光学系统的最靠近物体的透镜表面到像平面的光轴上的距离的总光学长度,并且T4是所述第四透镜单元的光轴上的厚度。
2. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,对于从无限远到近距离的聚焦,所述第一透镜单元、所述第三透镜单元、以及所述第五透镜单元相对于像平面固定。
3. 根据权利要求1所述的光学系统,还包括所述第二透镜单元与所述第四透镜单元之间的孔径光阑。
4. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,以下不等式被满足:  
$$0.30 < f4/f < 4.80$$
$$0.70 < f2/f < 26.80$$
其中f是在无限远处对焦状态下所述光学系统的焦点距离,f2是所述第二透镜单元的焦点距离,并且f4是所述第四透镜单元的焦点距离。
5. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,以下不等式被满足:  
$$0.05 < f4/f2 < 1.50$$
其中f2是所述第二透镜单元的焦点距离,并且f4是所述第四透镜单元的焦点距离。
6. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,以下不等式被满足:  
$$0.008 < D12/DT < 0.210$$
其中DT是在无限远处对焦状态下从所述第一透镜单元的物侧的透镜表面到最靠近像平面部署的透镜单元的像侧的透镜表面的光轴上的距离,并且D12是在无限远处对焦状态下从所述第一透镜单元的像侧的透镜表面到所述第二透镜单元的物侧的透镜表面的光轴上的距离。
7. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,以下不等式被满足:  
$$0.020 < D34/DT < 0.530$$
其中DT是在无限远处对焦状态下从所述第一透镜单元的物侧的透镜表面到最靠近像平面部署的透镜单元的像侧的透镜表面的光轴上的距离,并且D34是在无限远处对焦状态下从所述第三透镜单元的像侧的透镜表面到所述第四透镜单元的物侧的透镜表面的光轴上的距离。
8. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,以下不等式被满足:

$$0.004 < T2/TTL < 0.120$$

其中T2是所述第二透镜单元的光轴上的厚度。

9. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,以下不等式被满足:

$$-25.80 < f5/f < -0.90$$

其中f是在无限远处对焦状态下所述光学系统的焦点距离,并且f5是所述第五透镜单元的焦点距离。

10. 根据权利要求4所述的光学系统,其特征在于,以下不等式被满足:

$$0.05 < f4/f2 < 1.50。$$

11. 根据权利要求10所述的光学系统,其特征在于,以下不等式被满足:

$$-25.80 < f5/f < -0.90$$

其中f5是所述第五透镜单元的焦点距离。

12. 根据权利要求6所述的光学系统,其特征在于,以下不等式被满足:

$$0.020 < D34/DT < 0.530$$

其中D34是在无限远处对焦状态下从所述第三透镜单元的像侧的透镜表面到所述第四透镜单元的物侧的透镜表面的光轴上的距离。

13. 根据权利要求12所述的光学系统,其特征在于,以下不等式被满足:

$$0.004 < T2/TTL < 0.120$$

其中T2是所述第二透镜单元的光轴上的厚度。

14. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述光学系统中包括的多个透镜单元从物侧到像侧依次由所述第一透镜单元、所述第二透镜单元、所述第三透镜单元、所述第四透镜单元、以及所述第五透镜单元组成。

15. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述第二透镜单元的最靠近物体的透镜表面具有凸起形状。

16. 根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于,所述第三透镜单元的最靠近像平面的透镜表面具有凹陷形状。

17. 根据权利要求1至16中的任一项所述的光学系统,其特征在于,所述第四透镜单元的最靠近物体的透镜表面具有凹陷形状。

18. 根据权利要求4所述的光学系统,其特征在于,对于从无限远到近距离的聚焦,所述第一透镜单元、所述第三透镜单元、以及所述第五透镜单元相对于像平面固定。

19. 根据权利要求4所述的光学系统,其特征在于,孔径光阑被部署在所述第二透镜单元与所述第四透镜单元之间。

20. 一种图像拾取装置,所述图像拾取装置包括:

根据权利要求1至19中的任一项所述的光学系统;以及

图像传感器,所述图像传感器被配置为接收由所述光学系统形成的图像。

## 光学系统和具有光学系统的图像拾取装置

### 技术领域

[0001] 实施例的方面中的一个总体上涉及光学系统,并且更特别地涉及适合作为用于诸如数字静态相机、数字视频相机、广播相机、基于胶片的相机或监控相机的图像拾取装置的成像光学系统的光学系统。

### 背景技术

[0002] 最近使用诸如CCD和CMOS传感器的固态图像传感器的图像拾取装置已被要求减小具有大直径的广角透镜的尺寸并且提高性能。

[0003] 日本专利特开No.2015-200845公开了一种广角透镜,该广角透镜具有大直径,可以执行聚焦,并且可以维持良好的光学性能。

[0004] 日本专利特开No.2015-200845中公开的广角透镜在聚焦透镜单元中包括许多透镜。因此,这种广角透镜可以令人满意地抑制聚焦期间的像差波动,但是聚焦透镜单元重并且不适合高速且安静的驱动。

### 发明内容

[0005] 根据实施例的一个方面的光学系统从物侧到像侧依次包括:具有正折光力的第一透镜单元;具有正折光力的第二透镜单元;第三透镜单元;具有正折光力的第四透镜单元;以及具有负折光力的第五透镜单元。在从无限远到近距离的聚焦期间,相邻的透镜单元之间的距离改变并且所述第二透镜单元和所述第四透镜单元朝着物侧移动。所述第二透镜单元和所述第四透镜单元中的至少一个包括两个或更多个透镜。所述第一透镜单元包括两个或更多个负透镜。以下不等式被满足:

[0006]  $0.040 < T4/TTL < 0.590$

[0007] 其中TTL是作为在无限远处对焦状态下从所述光学系统的最靠近物体的透镜表面到像平面的光轴上的距离的总光学长度,并且T4是所述第四透镜单元的光轴上的厚度。具有上述光学系统的图像拾取装置也构成本公开的另一个方面。

[0008] 本公开的各个实施例的进一步的特征从以下参考附图对实施例的描述将变得清楚。

### 附图说明

[0009] 图1是根据示例1的光学系统在无限远处对焦状态下的透镜截面图。

[0010] 图2是根据示例1的光学系统在无限远处对焦状态下的纵向像差图。

[0011] 图3是根据示例1的光学系统在近距离(短距离)处对焦状态下的纵向像差图。

[0012] 图4是根据示例2的光学系统在无限远处对焦状态下的透镜截面图。

[0013] 图5是根据示例2的光学系统在无限远处对焦状态下的纵向像差图。

[0014] 图6是根据示例2的光学系统在近距离处对焦状态下的纵向像差图。

[0015] 图7是根据示例3的光学系统在无限远处对焦状态下的透镜截面图。

- [0016] 图8是根据示例3的光学系统在无限远处对焦状态下的纵向像差图。
- [0017] 图9是根据示例3的光学系统在近距离处对焦状态下的纵向像差图。
- [0018] 图10是根据示例4的光学系统在无限远处对焦状态下的透镜截面图。
- [0019] 图11是根据示例4的光学系统在无限远处对焦状态下的纵向像差图。
- [0020] 图12是根据示例4的光学系统在近距离处对焦状态下的纵向像差图。
- [0021] 图13是图像拾取装置的示意图。

### 具体实施方式

[0022] 现在参考附图,将给出根据本公开的实施例的光学系统和具有每个光学系统的图像拾取装置的描述。

[0023] 图1、图4、图7和图10分别是根据示例1至4的光学系统在无限远处对焦状态下(当聚焦在无限远物体上时)的透镜截面图。根据每个示例的光学系统是用于诸如数字静态相机、基于胶片的相机、数字视频相机、监控相机、广播相机和板载(车载)相机的图像拾取装置的成像光学系统。

[0024] 在每个透镜截面图中,左侧是物侧(放大共轭表面侧),并且右侧是像侧(缩小共轭表面侧)。根据每个示例的光学系统包括多个透镜单元。在本说明书中,透镜单元是在聚焦期间移动或保持静止的一组透镜。即,在根据每个示例的光学系统中,相邻的透镜单元之间的距离在从无限远到近距离的聚焦期间改变。透镜单元可以包括一个或多个透镜。透镜单元可以包括孔径光阑。

[0025] 在每个透镜截面图中, $B_i$ 表示光学系统中从物侧计数的第*i*个透镜单元(其中*i*是自然数)。

[0026] SP表示孔径光阑。孔径光阑SP确定(限制)最小F数( $F_{no}$ ) (最大孔径)的光束。IP表示像平面。在根据每个示例的变焦透镜被用作数字静态相机或视频相机的成像光学系统的情况下,部署诸如CCD传感器或CMOS传感器的固态图像传感器(光电转换元件)的成像平面。在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的情况下,与胶片表面对应的感光表面被放置在像平面IP上。

[0027] 光轴方向上的箭头指示在从无限远到近距离的聚焦期间可移动的聚焦透镜单元的移动方向。

[0028] 图2、图5、图8和图11分别是根据示例1至4的光学系统在无限远处对焦状态下的纵向像差图。图3、图6、图9和图12分别是根据示例1至4的光学系统在近距离处对焦状态下的纵向像差图。

[0029] 在球面像差图中, $F_{no}$ 表示F数。球面像差图图示了对于d线(波长587.56nm)、g线(波长435.84nm)、C线(波长656.27nm)和F线(波长486.13nm)的球面像差量。在像散图中,S表示对于d线的弧矢像平面上的像散量,并且M表示对于d线的子午像平面上的像散量。畸变图图示了对于d线的畸变量。色像差图图示了对于g线、C线(波长656.27nm)和F线(波长486.13nm)的色像差量。 $\omega$ 是成像半视角( $^\circ$ ) (近轴计算中的视角),并且表示基于光线追踪值的视角。

[0030] 现在将给出根据每个示例的光学系统的特性配置的描述。

[0031] 根据每个示例的光学系统包括具有正折光力的第一透镜单元B1、具有正折光力的

第二透镜单元B2、第三透镜单元B3、具有正折光力的第四透镜单元B4、以及具有负折光力的第五透镜单元B5。在根据每个示例的光学系统中,相邻的透镜单元之间的距离在从无限远到近距离的聚焦期间改变。

[0032] 具有正折光力的第一透镜单元B1可以将发射光转换成会聚光,并且减小第二透镜单元B2的透镜直径和重量。

[0033] 第二透镜单元B2和第四透镜单元B4用作被配置为在聚焦期间移动的聚焦透镜单元,并且在从无限远到近距离的聚焦期间,第二透镜单元B2和第四透镜单元B4朝着物侧移动。

[0034] 在聚焦期间同时移动第二透镜单元B2和第四透镜单元B4可以抑制在聚焦期间整个系统的球面像差的波动。具有正折光力的第二透镜单元B2可以减小后续的透镜单元的直径。由此,可以减小部署在第二透镜单元B2后面的第四透镜单元B4的重量,并且可以实现聚焦透镜单元的高速且安静的驱动。在第二透镜单元B2具有负折光力并且具有聚焦功能的情况下,第二透镜单元B2在聚焦期间在图像方向上移动。为了在图像方向上移动第二透镜单元B2,第二透镜单元B2被部署为尽可能靠近物侧,但是第二透镜单元B2的直径和重量变得较大。如果增加第一透镜单元B1的折光力以便减小第二透镜单元B2的直径,那么在第一透镜单元B1中产生的球面像差量变得较大,并且整个光学系统的球面像差不能被完全地校正。

[0035] 如果第四透镜单元B4具有负折光力,那么第四透镜单元B4的直径和重量变得大于具有正折光力的第四透镜单元B4的直径和重量。这是因为第四透镜单元B4接收从第三透镜单元B3发射的会聚光,并且第三透镜单元B3与第四透镜单元B4之间的空气间隙变窄以便在从无限远到近距离的聚焦期间朝着像侧移动第四透镜单元B4。如果第四透镜单元B4朝着物侧移动,那么第四透镜单元B4的直径增加以便接收未会聚的光束。

[0036] 第二透镜单元B2和第四透镜单元B4中的至少一个包括两个或更多个透镜。由此,可以抑制像差。

[0037] 第一透镜单元B1包括两个或更多个负透镜。这种配置有助于使整个光学系统的角度变宽并且抑制在对于广角提供折光力时出现的畸变。

[0038] 如上所述,满足上述配置,根据每个示例的光学系统可以实现聚焦透镜单元的重量减小和聚焦期间的像差波动的抑制两者。

[0039] 现在将给出根据每个示例的光学系统中可以满足的条件的描述。根据每个实施例的光学系统可以满足以下不等式(1)至(8)中的一个或多个。

[0040] 这里, $f$ 是在无限远处对焦状态下光学系统的焦点距离。 $f_2$ 是第二透镜单元B2的焦点距离。 $f_4$ 是第四透镜单元B4的焦点距离。 $f_5$ 是第五透镜单元B5的焦点距离。 $D_1$ 是在无限远处对焦状态下从第一透镜单元B1的物侧的透镜表面到最靠近像平面部署的透镜单元的像侧的透镜表面的光轴上的距离。 $D_{12}$ 是在无限远处对焦状态下从第一透镜单元B1的像侧的透镜表面到第二透镜单元B2的物侧的透镜表面的光轴上的距离。 $D_{34}$ 是在无限远处对焦状态下从第三透镜单元B3的像侧的透镜表面到第四透镜单元B4的物侧的透镜表面的光轴上的距离。 $TTL$ 是在无限远处对焦状态下光学系统的总光学长度。这里,总光学长度是在无限远处对焦状态下从光学系统的最靠近物体的透镜表面到像平面的光轴上的距离。 $T_2$ 是第二透镜单元B2的光轴上的厚度。 $T_4$ 是第四透镜单元B4的光轴上的厚度。

- [0041]  $0.30 < f_4/f < 4.80$  (1)
- [0042]  $0.70 < f_2/f < 26.80$  (2)
- [0043]  $0.05 < f_4/f_2 < 1.50$  (3)
- [0044]  $-25.80 < f_5/f < -0.90$  (4)
- [0045]  $0.008 < D_{12}/DT < 0.210$  (5)
- [0046]  $0.020 < D_{34}/DT < 0.530$  (6)
- [0047]  $0.004 < T_2/TTL < 0.120$  (7)
- [0048]  $0.040 < T_4/TTL < 0.590$  (8)

[0049] 不等式(1)限定了在无限远处对焦状态下第四透镜单元B4的焦点距离与光学系统的焦点距离的比率。在值变得高于不等式(1)的上限的情况下,第四透镜单元B4的折光力变得太弱。如果第四透镜单元B4的折光力变得太弱,那么聚光力变得较弱并且整个光学系统变得较长。在值变得低于不等式(1)的下限的情况下,第四透镜单元B4的折光力变得太强。在第四透镜单元的折光力变得太强的情况下。如果第四透镜单元的折光力变得太强,那么聚光力变得较强,但是产生的像差量变得太大,并且整个光学系统不能获得优异的分辨率。此外,在增加透镜的数量以便抑制产生的像差的情况下,第四透镜单元B4变得较重,并且驱动速度和安静性降低。

[0050] 不等式(2)限定了在无限远处对焦状态下第二透镜单元B2的焦点距离与光学系统的焦点距离的比率。在值变得高于不等式(2)的上限的情况下,第二透镜单元B2的折光力变得太弱。如果第二透镜单元B2的折光力变得太弱,那么第二透镜单元B2或第四透镜单元B4的移动量增加,并且光学系统变得较长。在值变得低于不等式(2)的下限的情况下,第二透镜单元B2的折光力变得太强。如果第二透镜单元B2的折光力变得太强,那么第二透镜单元B2中的透镜的数量增加以抑制产生的像差。

[0051] 不等式(3)限定了第四透镜单元B4的焦点距离与第二透镜单元B2的焦点距离的比率。在值变得高于不等式(3)的上限值或低于不等式(3)的下限值的情况下,形成聚焦透镜单元的第二透镜单元B2和第四透镜单元B4具有差的平衡,并且不能令人满意地抑制像差波动。

[0052] 不等式(4)限定了在无限远处对焦状态下第五透镜单元B5的焦点距离与光学系统的焦点距离的比率。在值变得高于不等式(4)的上限的情况下,第五透镜单元B5的折光力变得太弱。在第五透镜单元B5的折光力变得太弱的情况下,抵消第一透镜单元B1中产生的畸变的功能降低,并且此外第四透镜单元B4不能具有折光力。在值变得低于不等式(4)的下限的情况下,第五透镜单元B5的折光力变得太强。在第五透镜单元B5的折光力变得太强的情况下,第四透镜单元B4的折光力增加并且变得难以抑制在第四透镜单元B4内出现的像差。

[0053] 不等式(5)限定了第一透镜单元B1和第二透镜单元B2之间的距离与第一透镜单元B1和最靠近像平面定位的透镜单元之间的距离的比率。在值变得高于不等式(5)的上限的情况下,相对于聚焦期间的移动量,过度地确保了第一透镜单元B1与第二透镜单元B2之间的距离。在第一透镜单元B1与第二透镜单元B2之间的距离太宽的情况下,其它透镜单元较薄并且不能部署必要数量的透镜。在值变得低于不等式(5)的下限的情况下,对于聚焦期间的移动量,不能充分地确保第一透镜单元B1与第二透镜单元B2之间的距离,从而不能令人满意地校正聚焦期间在第四透镜单元B4内产生的像差。

[0054] 不等式 (6) 限定了第三透镜单元B3和第四透镜单元B4之间的距离与第一透镜单元B1和最靠近像平面定位的透镜单元之间的距离的比率。在值变得高于不等式 (6) 的上限的情况下,相对于聚焦期间的移动量,过度地确保了第三透镜单元B3与第四透镜单元B4之间的距离。在第三透镜单元B3与第四透镜单元B4之间的距离变得太宽的情况下,其它透镜单元较薄并且不能部署必要数量的透镜以校正像差。在值变得低于不等式 (6) 的下限的情况下,对于聚焦期间的移动量,不能充分地确保第三透镜单元B3与第四透镜单元B4之间的距离。由此,不能充分地确保最短的成像距离。

[0055] 不等式 (7) 限定了在无限远处对焦状态下第二透镜单元B2的厚度与光学系统的总光学长度的比率。在值变得高于不等式 (7) 的上限的情况下,第二透镜单元B2变得太厚。如果第二透镜单元B2变得太厚,那么其它透镜单元较薄并且不能部署必要数量的透镜以校正像差。此外,在第二透镜单元B2变得太厚的情况下,第二透镜单元B2变重,并且变得难以高速驱动第二透镜单元B2。在值变得低于不等式 (7) 的下限的情况下,第二透镜单元B2变得太薄并且第二透镜单元B2的聚焦功能降低。

[0056] 不等式 (8) 限定了在无限远处对焦状态下第四透镜单元B4的厚度与光学系统的总光学长度的比率。在值变得高于不等式 (8) 的上限的情况下,第四透镜单元B4变得太厚。如果第四透镜单元B4变得太厚,那么其它透镜单元较薄并且不能部署必要数量的透镜以校正像差。此外,在第四透镜单元B4变得太厚的情况下,第四透镜单元B4变重,并且变得难以高速驱动第四透镜单元B4。在值变得低于不等式 (8) 的下限的情况下,第四透镜单元B4变得太薄,并且第四透镜单元B4的聚焦功能降低或者变得难以抑制在第四透镜单元B4内出现的像差。

[0057] 不等式 (1) 至 (8) 可以利用下面的不等式 (1a) 至 (8a) 代替:

$$[0058] \quad 0.50 < f_4/f < 3.20 \quad (1a)$$

$$[0059] \quad 1.20 < f_2/f < 17.90 \quad (2a)$$

$$[0060] \quad 0.08 < f_4/f_2 < 1.00 \quad (3a)$$

$$[0061] \quad -17.20 < f_5/f < -1.50 \quad (4a)$$

$$[0062] \quad 0.010 < D_{12}/DT < 0.140 \quad (5a)$$

$$[0063] \quad 0.040 < D_{34}/DT < 0.360 \quad (6a)$$

$$[0064] \quad 0.007 < T_2/TTL < 0.079 \quad (7a)$$

$$[0065] \quad 0.070 < T_4/TTL < 0.390 \quad (8a)$$

[0066] 不等式 (1) 至 (8) 可以利用下面的不等式 (1b) 至 (8b) 代替:

$$[0067] \quad 0.90 < f_4/f < 1.80 \quad (1b)$$

$$[0068] \quad 2.20 < f_2/f < 9.90 \quad (2b)$$

$$[0069] \quad 0.10 < f_4/f_2 < 0.60 \quad (3b)$$

$$[0070] \quad -9.50 < f_5/f < -2.70 \quad (4b)$$

$$[0071] \quad 0.020 < D_{12}/DT < 0.080 \quad (5b)$$

$$[0072] \quad 0.070 < D_{34}/DT < 0.200 \quad (6b)$$

$$[0073] \quad 0.014 < T_2/TTL < 0.044 \quad (7b)$$

$$[0074] \quad 0.120 < T_4/TTL < 0.220 \quad (8b)$$

[0075] 将给出根据每个示例的光学系统的详细描述。

[0076] 示例1

[0077] 根据示例1的光学系统从物侧到像侧依次包括具有正折光力的第一透镜单元B1、具有正折光力的第二透镜单元B2、具有负折光力的第三透镜单元B3、具有正折光力的第四透镜单元B4和具有负折光力的第五透镜单元B5。第二透镜单元B2和第四透镜单元B4用作聚焦透镜单元,并且在从无限远到近距离的聚焦期间,第二透镜单元B2和第四透镜单元B4两者朝着物侧移动。

[0078] 第一透镜单元B1在从无限远到近距离的聚焦期间相对于像平面IP固定。

[0079] 在根据示例1的光学系统中,第一透镜单元B1从物侧到像侧依次具有五个透镜,即第一至第五透镜G1至G5。

[0080] 第一透镜G1具有负折光力。这有助于使整个光学系统的角度变宽。第一透镜G1具有非球表面。由此,可以抑制产生的畸变量。

[0081] 第二透镜G2具有负折光力。这有助于使整个光学系统的角度变宽。在第一透镜G1或第二透镜G2缺失的情况下,在提供折光力以使角度变宽时出现的畸变变得太大。

[0082] 第三透镜G3具有正折光力,并且第四透镜G4具有负折光力。第三透镜G3和第四透镜G4被接合,并且形成作为整体具有正折光力的接合透镜。随着角度变得较宽,从第二透镜G2发射的轴上光束变成发散光。因此,光束以强的光焦度汇聚,但是如果光通过单个透镜汇聚,那么出现大的纵向色像差和横向色像差。

[0083] 第五透镜G5具有正折光力。如果光束通过由第三透镜G3和第四透镜G4组成的接合透镜汇聚,那么出现大的球面像差。具有正折光力的第五透镜G5可以在抑制球面像差的同时会聚轴上光束。

[0084] 第二透镜单元B2在从无限远到近距离的聚焦期间与第四透镜单元B4同时移动。

[0085] 在根据示例1的光学系统中,第二透镜单元B2由具有正折光力的单个第六透镜G6组成。第六透镜G6的物侧的透镜表面凸起,并且第六透镜G6的像侧的透镜表面凹陷(concave)。由此,可以抑制在无限远处对焦状态下产生的球面像差量。

[0086] 第三透镜单元B3在从无限远到近距离的聚焦期间相对于像平面IP固定。

[0087] 在根据示例1的光学系统中,第三透镜单元B3由具有负折光力的单个第七透镜G7组成。第七透镜G7的物侧的透镜表面凸起(convex),并且第七透镜G7的像侧的透镜表面凹陷。由此,球面像差被抑制。

[0088] 孔径光阑SP被部署在第二透镜单元B2与第三透镜单元B3之间,并且在从无限远到近距离的聚焦期间相对于像平面IP固定。这有助于减小在聚焦期间移动的透镜单元的重量。

[0089] 第四透镜单元B4在从无限远到近距离的聚焦期间与第二透镜单元B2同时移动。

[0090] 在根据示例1的光学系统中,第四透镜单元B4从物侧到像侧依次具有四个透镜,即第八至第十一透镜G8至G11。

[0091] 第八透镜G8具有正折光力,并且第九透镜G9具有负折光力。第八透镜G8和第九透镜G9被接合,并且形成作为整体具有负折光力的接合透镜。第八透镜G8的物侧的透镜表面具有凹陷形状。由此,第四透镜单元B4中的正透镜中的像差被校正,并且整个第四透镜单元B4中的像差被抑制。由第八透镜G8和第九透镜G9组成的接合透镜允许第八透镜G8和第九透镜G9在抑制色像差的出现的同时作为整体具有强的负折光力。

[0092] 第十透镜G10具有正折光力。对第十透镜G10使用具有低色散和高反常色散的材料可以抑制整个光学系统的色像差。

[0093] 第十一透镜G11具有正折光力。第十一透镜G11具有非球表面。这种配置可以在增加第十一透镜G11的折光力的同时抑制球面像差。另外,通过将非球表面放置在轴外主光线被充分地分离的位置处、并且通过将非球表面成形为光焦度朝着周边变弱的形状,像平面被校正。

[0094] 第五透镜单元B5在从无限远到近距离的聚焦期间相对于像平面IP固定,并且作为整体具有负折光力。这种配置可以增加第四透镜单元B4的折光力。具有负折光力并且位于轴外主光线高的位置处的第五透镜单元B5可以校正第一透镜单元B1中产生的横向色像差和畸变。这消除了彻底地抑制第一透镜单元B1内的畸变的需要,并且可以减小部署在物侧的透镜的数量和整个光学系统的尺寸。

[0095] 在根据示例1的光学系统中,第五透镜单元B5从物侧到像侧依次具有四个透镜,即第十二至第十五透镜G12至G15。

[0096] 第十二透镜G12具有正折光力,并且第十三透镜G13具有负折光力。第十二透镜G12和第十三透镜G13被接合,并且形成作为整体具有负折光力的接合透镜。由第十二透镜G12和第十三透镜G13组成的接合透镜主要抑制横向色像差。这可以增加第五透镜单元B5的折光力,并且第五透镜单元B5的强的负折光力可以增加第四透镜单元B4的正折光力。

[0097] 第十四透镜G14具有负折光力,并且第十五透镜G15具有正折光力。第十四透镜G14和第十五透镜G15被接合,并且形成作为整体具有负折光力的接合透镜。由第十四透镜G14和第十五透镜G15组成的接合透镜主要抑制横向色像差。由第十四透镜G14和第十五透镜G15组成的接合透镜与由第十二透镜G12和第十三透镜G13组成的接合透镜分担折光力。

[0098] 示例2

[0099] 根据示例2的光学系统从物侧到像侧依次包括具有正折光力的第一透镜单元B1、具有正折光力的第二透镜单元B2、具有负折光力的第三透镜单元B3、具有正折光力的第四透镜单元B4和具有负折光力的第五透镜单元B5。第二透镜单元B2和第四透镜单元B4用作聚焦透镜单元,并且在从无限远到近距离的聚焦期间,第二透镜单元B2和第四透镜单元B4两者朝着物侧移动。

[0100] 在根据示例2的光学系统中,与根据示例1的光学系统相比,最靠近像平面部署的接合透镜是单透镜(固定焦点距离透镜)。

[0101] 示例3

[0102] 根据示例3的光学系统从物侧到像侧依次包括具有正折光力的第一透镜单元B1、具有正折光力的第二透镜单元B2、具有负折光力的第三透镜单元B3、具有正折光力的第四透镜单元B4和具有负折光力的第五透镜单元B5。第二透镜单元B2和第四透镜单元B4用作聚焦透镜单元,并且在从无限远到近距离的聚焦期间,第二透镜单元B2和第四透镜单元B4两者朝着物侧移动。

[0103] 在根据示例3的光学系统中,与根据示例1和2的光学系统相比,通过增加第一透镜单元B1中的负透镜的数量来使视角进一步变宽。

[0104] 示例4

[0105] 根据示例4的光学系统从物侧到像侧依次包括具有正折光力的第一透镜单元B1、

具有正折光力的第二透镜单元B2、具有正折光力的第三透镜单元B3、具有正折光力的第四透镜单元B4和具有负折光力的第五透镜单元B5。第二透镜单元B2和第四透镜单元B4用作聚焦透镜单元,并且在从无限远到近距离的聚焦期间,第二透镜单元B2和第四透镜单元B4两者朝着物侧移动。

[0106] 在根据示例4的光学系统中,与根据示例3的光学系统相比,部署在第一透镜单元B1中的负透镜为非球面,由此抑制畸变并且使视角进一步变宽。

[0107] 下面将图示与示例1至4对应的数值。

[0108] 在每个数值示例中的表面数据中,r表示每个光学表面的曲率半径,并且d(mm)表示第m与第(m+1)表面之间的轴上距离(光轴上的距离),其中m是从光入射侧计数的表面编号。nd表示每个光学构件的对于d线的折射率,并且vd表示光学构件的基于d线的阿贝数。某一材料的阿贝数被表示如下:

$$[0109] \quad v_d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

[0110] 其中 $N_d$ 、 $N_F$ 和 $N_C$ 是夫琅禾费(Fraunhofer)线中的d线(587.6nm)、F线(486.1nm)和C线(656.3nm)的折射率。 $\Phi$ 是有效直径(mm)。

[0111] 在每个数值示例中,d、焦点距离(mm)、F数和半视角( $^\circ$ )均是在根据每个示例的光学系统处于在无限远物体上对焦状态的情况下的值。后焦距是以空气等效长度表达的从光学系统的最后的透镜表面(最靠近像平面的透镜表面)到近轴像平面的光轴上的距离。总透镜长度是从第一透镜表面(最靠近物体的透镜表面)到最后的透镜表面的光轴上的距离。透镜单元可以包括一个或多个透镜。

[0112] 如果光学表面为非球面,那么在表面编号的右侧添加星号\*。非球面形状被表达如下:

$$[0113] \quad x = (h^2/R) / [1 + \{1 - (1+k)(h/R)^2\}^{1/2}] + A_4 \times h^4 + A_6 \times h^6 + A_8 \times h^8 + A_{10} \times h^{10} + A_{12} \times h^{12}$$

[0114] 其中x是在光轴方向上从表面顶点的位移量,h是在与光轴垂直的方向上距光轴的高度,R是近轴曲率半径,k是圆锥常数,并且 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ 和 $A_{12}$ 是各阶次的非球面系数。每个非球面系数中的“ $e \pm XX$ ”意指“ $\times 10 \pm XX$ ”。

[0115] 下面的表1中的第十八表面是未示出的喇叭口切割(flare cut)表面。下面的表3中的第十和第十九表面是未示出的喇叭口切割表面。下面的表5中的第十和第二十一表面是喇叭口切割表面。

[0116] 数值示例1

[0117] 表1

[0118]

表面编号	r[mm]	d[mm]	nd	vd	$\Phi$ [mm]
1	141.971	1.900	1.583	59.38	38.522
*2	30.786	10.878			33.600
3	-32.445	1.050	1.516	64.14	32.937
4	79.633	1.294			33.494
5	70.961	12.194	1.764	48.49	34.046
6	-23.782	1.400	1.855	24.80	33.976
7	-59.990	0.200			34.446
8	104.120	4.816	2.001	25.46	35.776

9	-104.120	4.789			35.737
10	37.327	3.399	1.595	67.74	31.697
11	64.923	1.965			30.675
12	64.445	1.300	1.770	29.74	29.451
13	37.607	4.847			28.106
(sp) 14	$\infty$	11.058			27.226
15	-26.784	4.171	1.497	81.54	23.801
16	-17.641	1.100	1.770	29.74	23.963
17	-799.000	0.200			25.825
18	$\infty$	0.000			26.105
19	65.916	8.549	1.538	74.70	29.753
20	-29.612	0.350			31.541
*21	108.651	7.059	1.804	46.58	34.667
*22	-46.890	2.350			35.514
23	129.995	6.813	2.001	29.13	35.536
24	-45.734	1.000	1.770	29.74	35.255
25	45.734	6.330			33.190
26	-55.236	1.100	1.613	44.27	33.265
27	255.135	2.229	1.923	20.88	34.575
28	-255.135	15.447			34.821

[0119] 表2

[0120]

非球面数据	第2表面	第21表面	第22表面
r	3.078591E+01	1.086509E+02	-4.689015E+01
k	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A4	1.842516E-06	-5.695313E-06	3.990470E-06
A6	-5.037985E-09	-5.371583E-10	-9.941354E-10
A8	8.297148E-11	-4.069557E-13	6.139883E-12
A10	-4.482158E-13	-6.560588E-15	0.000000E+00
A12	1.281176E-15	0.000000E+00	0.000000E+00
A14	-1.393938E-18	0.000000E+00	0.000000E+00

[0121]

焦点距离 [mm]	34.0
Fno	1.45
总透镜长度 [mm]	102.341
后焦距 [mm]	15.447
最大像高 [mm]	20.03
半视角 (°)	30.5

[0122] 数值示例2

[0123] 表3

[0124]

表面编号	r [mm]	d [mm]	nd	vd	Φ [mm]
1	360.451	1.900	1.583	59.38	38.390
*2	32.174	11.511			33.541
3	-30.402	1.050	1.516	64.14	32.652
4	106.610	0.500			33.703
5	75.064	11.371	1.764	48.49	34.154
6	-25.535	1.400	1.855	24.80	34.197
7	-50.760	0.200			34.692
8	146.103	3.873	2.001	25.46	35.206
9	-143.190	0.000			35.205
10	∞	3.800			34.931
11	34.518	4.646	1.595	67.74	32.914
12	103.070	1.500			31.973
13	51.466	1.500	1.770	29.74	30.219
14	31.460	6.316			28.478
(SP) 15	∞	11.810			27.298
16	-26.046	2.759	1.497	81.54	23.658
17	-20.122	1.100	1.770	29.74	23.804
18	-779.954	0.200			25.214
19	∞	0.558			25.550
20	59.443	9.185	1.497	81.54	30.836
21	-31.899	2.186			32.795
*22	89.503	7.114	1.804	46.53	37.179
*23	-56.118	1.500			37.945
24	69.336	7.684	2.001	29.13	38.174
25	-58.895	1.100	1.770	29.74	37.662
26	34.256	6.839			34.145
27	-83.829	1.500	1.613	44.27	34.223
28	-262.530	15.444			34.900

[0125]

表4

[0126]

非球面数据	第2表面	第22表面	第23表面
r	3.217448E+01	8.950277E+01	-5.611754E+01
k	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A4	1.697231E-06	-4.587706E-06	3.931361E-06
A6	-9.598092E-09	1.115432E-09	1.682398E-09
A8	1.251928E-10	-8.943226E-12	-8.682252E-12
A10	-6.393750E-13	-4.870968E-15	5.837280E-15
A12	1.679648E-15	0.000000E+00	0.000000E+00
A14	-1.671035E-18	0.000000E+00	0.000000E+00

[0127]	焦点距离[mm]	34.0
	Fno	1.46
	总透镜长度[mm]	103.101
	后焦距[mm]	15.444
	最大像高[mm]	20.03
	半视角(°)	30.5

[0128] 数值示例3

[0129] 表5

[0130]	表面编号	r[mm]	d[mm]	nd	vd	Φ[mm]
	1	83.765	1.400	1.487	70.23	43.877
	2	23.000	4.899			35.164
	3	43.564	1.200	1.497	81.54	34.834
	4	23.747	17.694			31.596
	5	-23.433	1.296	1.497	81.54	27.745
	6	-74.680	0.149			28.499
	7	190.780	8.982	1.720	50.23	28.623
	8	-20.000	1.300	1.855	24.80	28.643
	9	-45.590	0.307			31.049
	10	∞	0.200			32.125
	11	308.809	4.670	2.001	29.13	32.346
	12	-56.776	2.967			32.573
	13	34.354	3.217	1.595	67.74	29.369
	14	61.105	3.198			28.447
	(SP) 15	∞	0.500			27.480
	16	37.765	1.300	1.613	44.27	25.726
	17	23.405	12.534			24.126
	18	-30.562	4.711	1.439	94.66	21.424
	19	-15.938	1.100	1.770	29.74	21.379
	20	-65.923	0.000			23.954
	21	∞	0.199			25.707
	22	55.261	9.114	1.439	94.66	29.152
	23	-27.499	0.348			30.818
	*24	173.130	5.671	1.804	46.58	33.153
	*25	-51.850	2.449			33.771
	26	97.004	6.924	2.001	29.13	34.175
	27	-44.738	1.150	1.770	29.74	33.870
	28	44.517	6.169			31.797
	29	-46.599	1.300	1.770	29.74	31.834
	30	-81.144	12.487			32.711

[0131] 表6

[0132]

非球面数据	第24表面	第25表面
r	1.731298E+02	-5.185033E+01
k	0.000000E+00	0.000000E+00
A4	-5.806869E-06	4.107567E-06
A6	1.438125E-09	1.739424E-09
A8	3.668843E-11	4.037293E-11
A10	-8.190791E-14	-5.003848E-14
A12	-1.818806E-17	-5.128412E-17
A14	0.000000E+00	0.000000E+00

[0133]

焦点距离[mm]	23.5
Fno	1.46
总透镜长度[mm]	104.949
后焦距[mm]	12.487
最大像高[mm]	18.62
半视角(°)	38.4

[0134] 数值示例4

[0135] 表7

[0136]

表面编号	r[mm]	d[mm]	nd	vd	Φ [mm]
1	53.345	2.300	1.583	59.38	44.303
*2	20.063	6.914			34.125
3	55.132	1.000	1.497	81.54	33.566
4	21.889	12.115			29.751
5	-28.009	1.200	1.497	81.54	28.519
6	186.975	0.200			28.985
7	55.468	9.453	1.804	46.53	29.309
8	-24.295	1.050	1.847	23.78	28.949
9	-70.642	0.200			28.536
10	202.287	2.403	2.001	29.13	27.354
11	-125.144	7.089			27.449
12	58.520	1.839	1.595	67.74	26.884
13	124.475	2.716			26.673
(SP) 14	∞	1.782			26.252
15	395.702	3.263	1.954	32.32	25.832
16	-52.934	1.000	1.604	20.81	25.626
17	-34.417	0.996	1.613	44.27	25.596
18	153.099	8.337			24.497
19	-27.375	3.962	1.439	94.66	22.602

20	-16.142	0.900	1.770	29.74	22.681
21	-74.284	0.150			24.406
22	43.364	6.929	1.497	81.54	25.696
23	-30.417	0.150			25.899
*24	233.926	4.767	1.804	46.58	27.213
*25	-39.719	1.999			27.947
26	153.817	4.496	1.804	46.53	28.325
27	-43.791	1.000	1.770	29.74	28.264
28	32.158	6.596			27.909
29	603.874	1.000	1.613	44.27	30.637
30	34.319	5.869	1.954	32.32	32.763
31	5224.302	15.526			33.004

[0137] 表8

[0138]

非球面数据	第2表面	第24表面	第25表面
r	2.006287E+01	2.339257E+02	-3.971868E+01
k	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00
A4	-2.464849E-06	-1.454983E-05	3.345623E-06
A6	-7.189256E-09	-3.772205E-09	-1.979595E-09
A8	-9.776918E-12	1.829933E-11	1.910633E-11
A10	2.265032E-14	1.771958E-13	2.159794E-13
A12	-1.680768E-16	0.000000E+00	0.000000E+00
A14	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

[0139]

焦点距离[mm]	20.6
Fno	1.46
总透镜长度[mm]	101.674
后焦距[mm]	15.526
最大像高[mm]	18.68
半视角(°)	42.2

[0140] 表9总结了每个数值示例的各种值。

[0141] 表9

	示例1	示例2	示例3	示例4
$f4/f$	1.104	1.214	1.596	1.583
$f2/f$	4.153	2.502	5.369	8.914
$f4/f2$	0.266	0.485	0.297	0.178
[0142] $f5/f$	-3.009	-3.881	-5.399	-8.567
$D12/DT$	0.047	0.037	0.028	0.070
$D34/DT$	0.155	0.176	0.119	0.082
$T2/TTL$	0.029	0.039	0.027	0.016
$T4/TTL$	0.182	0.195	0.180	0.144

[0143] 图像拾取装置

[0144] 现在参考图13,将给出使用根据每个示例的光学系统作为成像光学系统的数字静态相机(图像拾取装置)10的示例的描述。图13图示了图像拾取装置10的配置。图像拾取装置10包括相机主体13、包括根据上述示例1至4中的任一个的光学系统的透镜装置11、以及被配置为对由光学系统形成的图像进行光电转换的图像传感器(光接收元件)12。图像传感器12可以使用诸如CCD传感器或CMOS传感器的图像传感器。透镜装置11和相机主体13可以彼此集成或者彼此可附接和拆卸。相机主体13可以是具有快转镜的所谓的单透镜反射相机,或者不具有快转镜的所谓的无镜相机。

[0145] 因此,将根据每个示例的光学系统应用于诸如数字静态相机的图像拾取装置10可以提供具有其中聚焦透镜单元的重量和聚焦期间的像差波动两者减小的光学系统的图像拾取装置10。

[0146] 根据这个实施例的图像拾取装置10不限于图13中所示的数字静态相机,而是可以应用于诸如广播相机、基于胶片的相机和监控相机的各种图像拾取装置。

[0147] 虽然本公开已描述了示例实施例,但是要理解的是,一些实施例不限于所公开的实施例。随附权利要求的范围要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。

[0148] 本公开可以提供实现聚焦透镜单元的重量减小和聚焦期间的像差波动的抑制的光学系统。

[0149] 本申请要求2023年3月8日提交的日本专利申请No.2023-035919的权益,该日本专利申请No.2023-035919的全部内容在此通过引用并入本文。

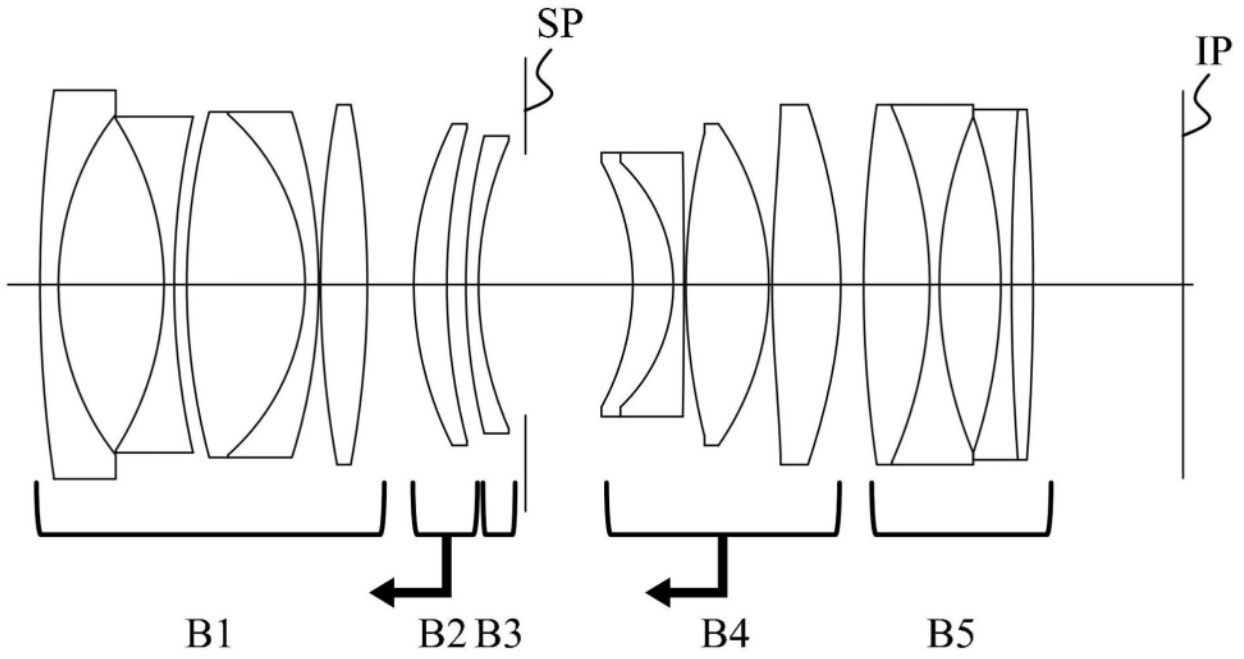


图1

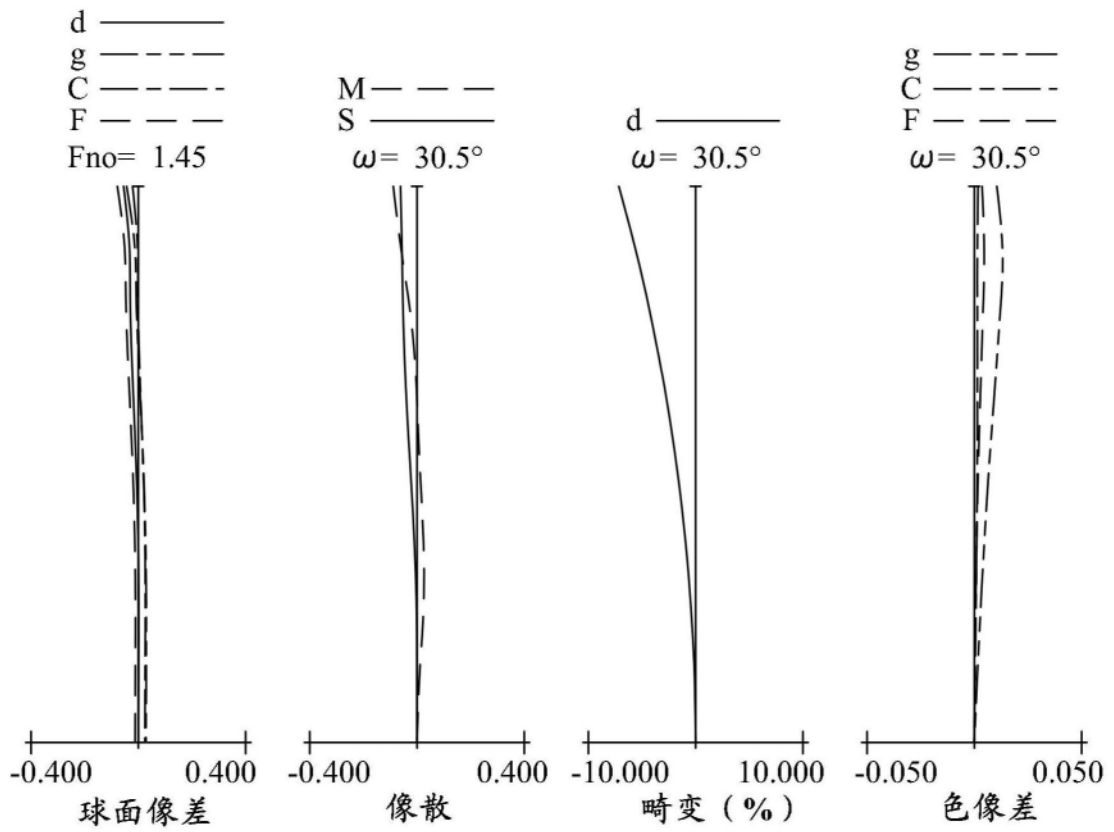


图2

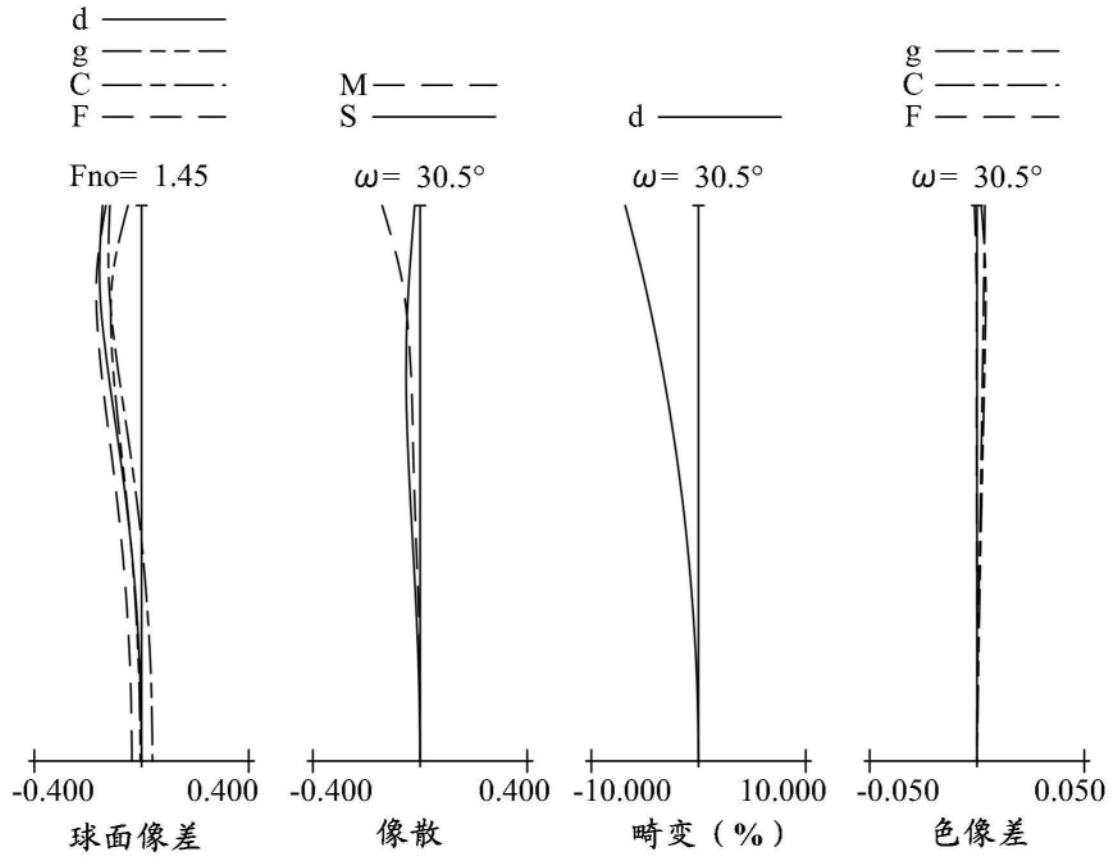


图3

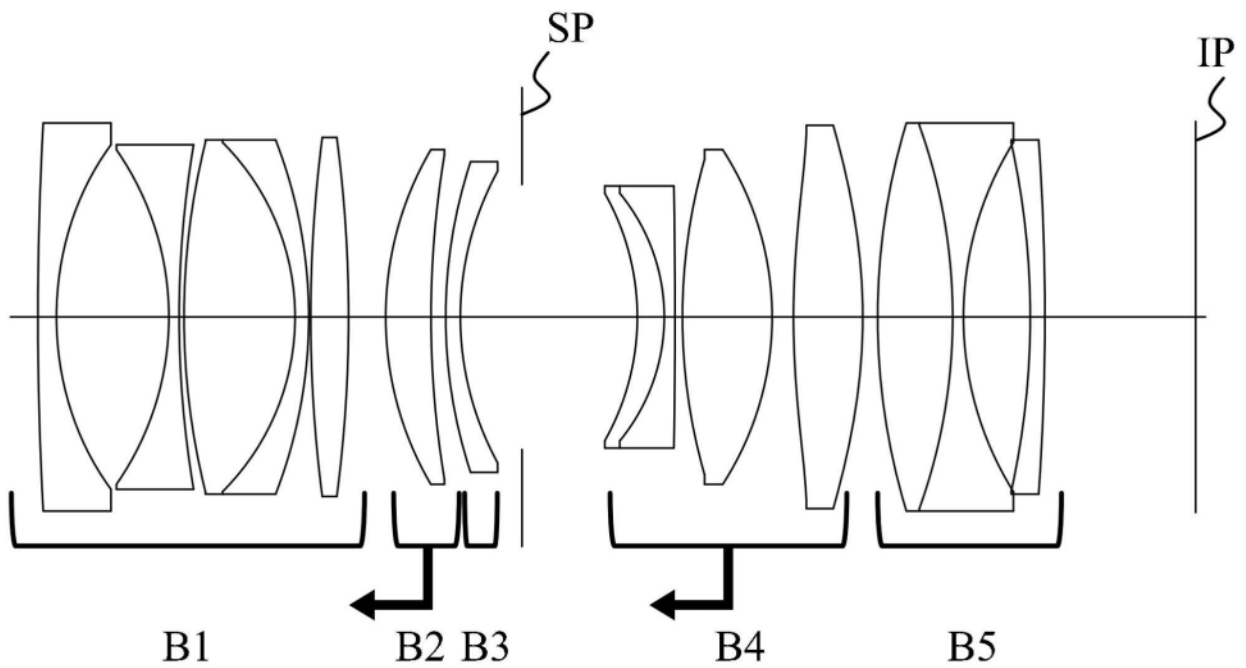


图4

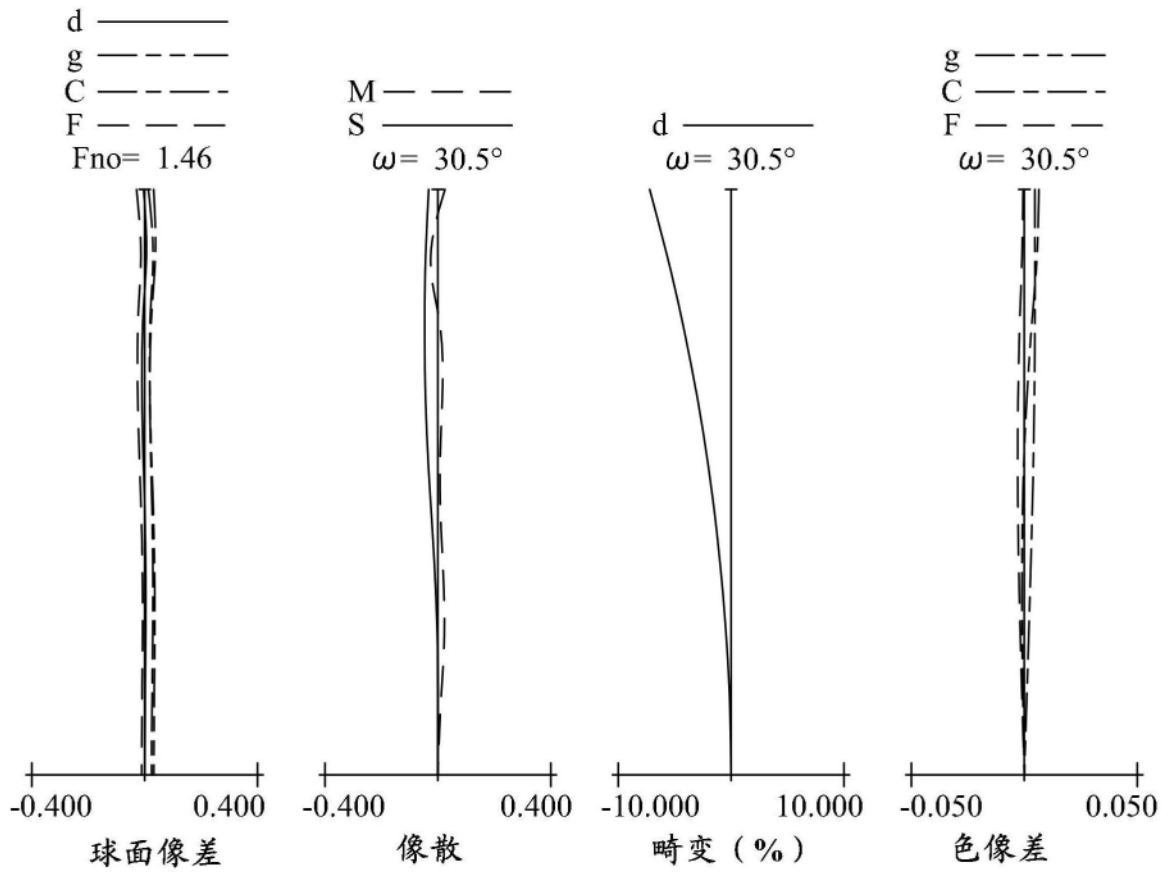


图5

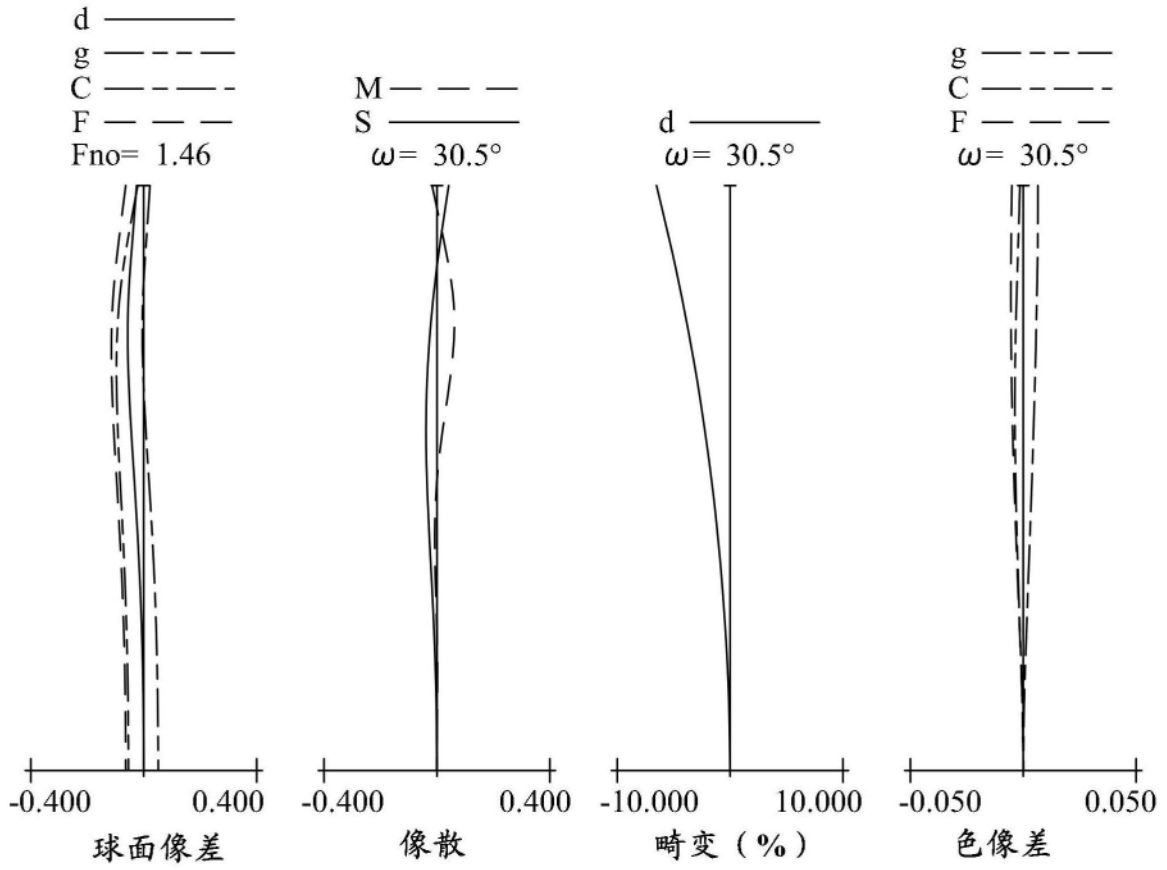


图6

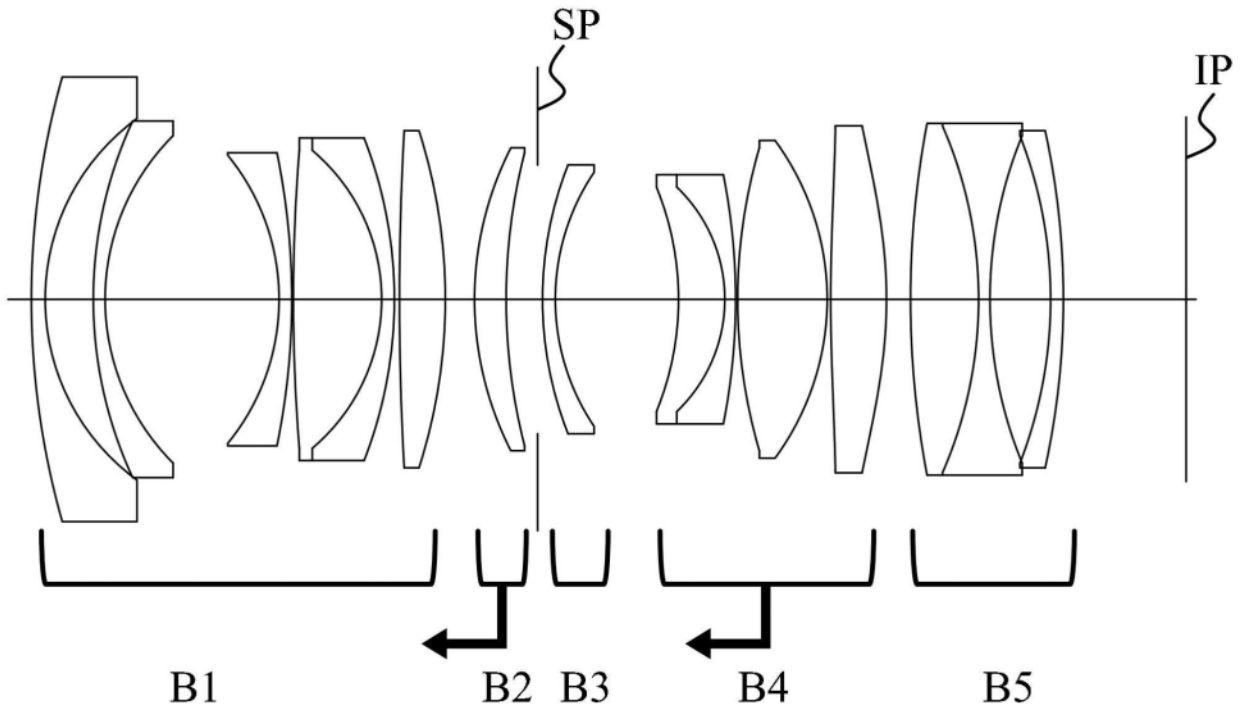


图7

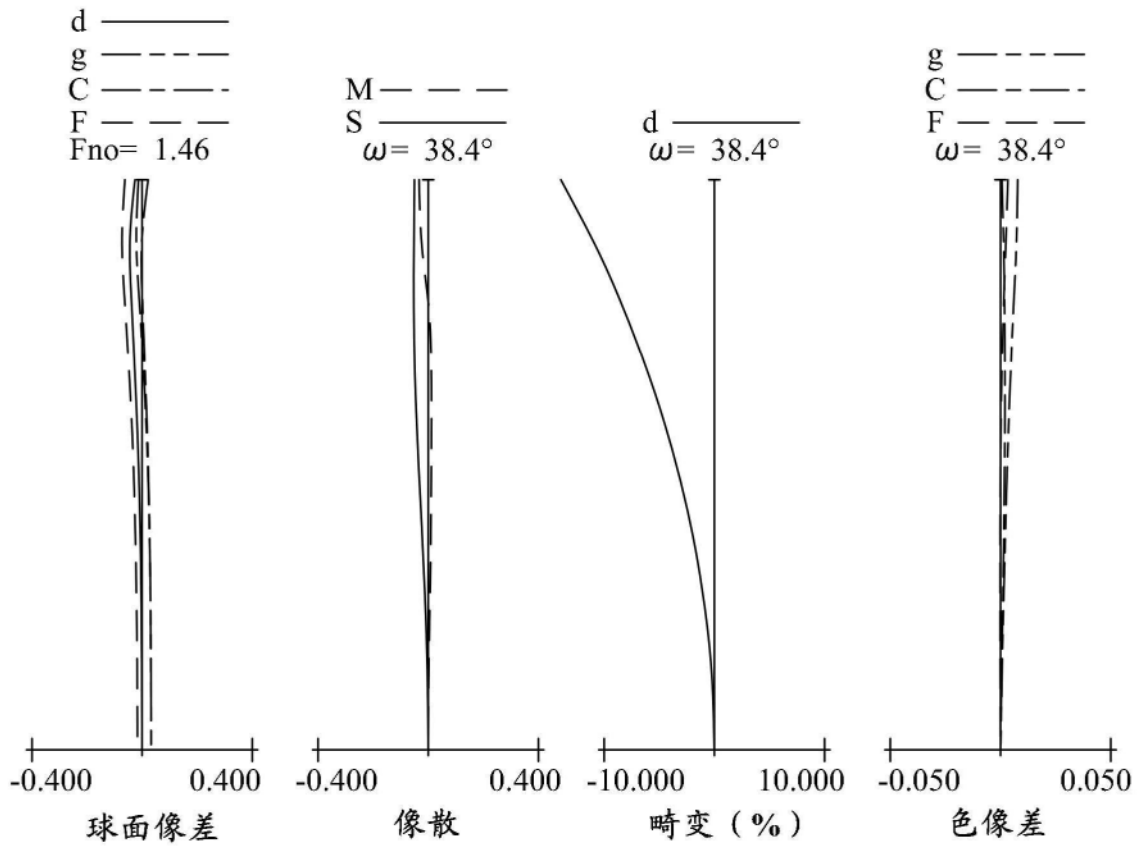


图8

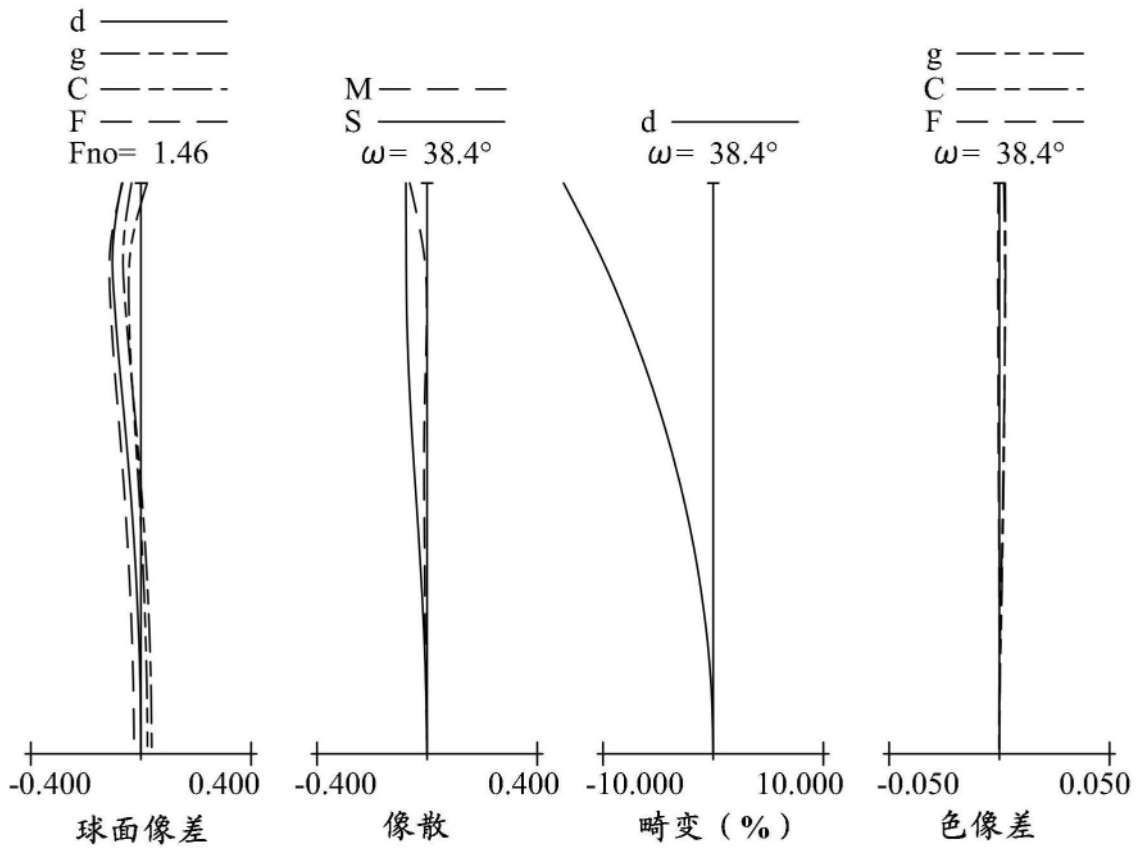


图9

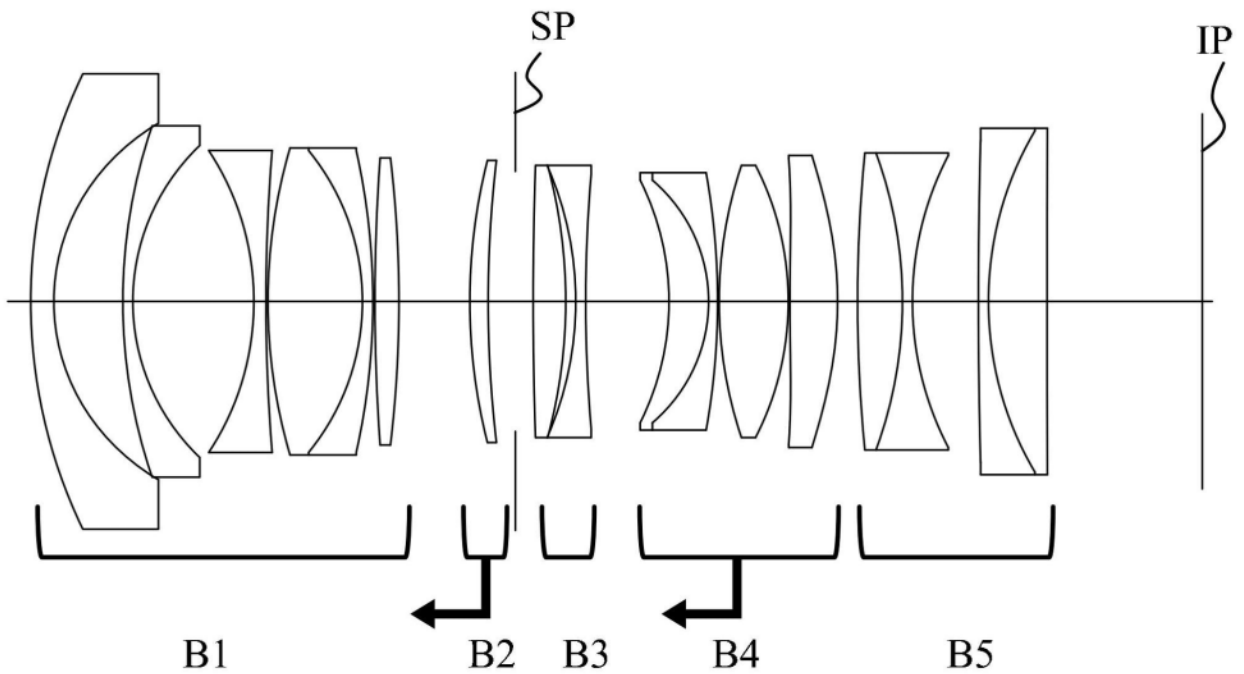


图10

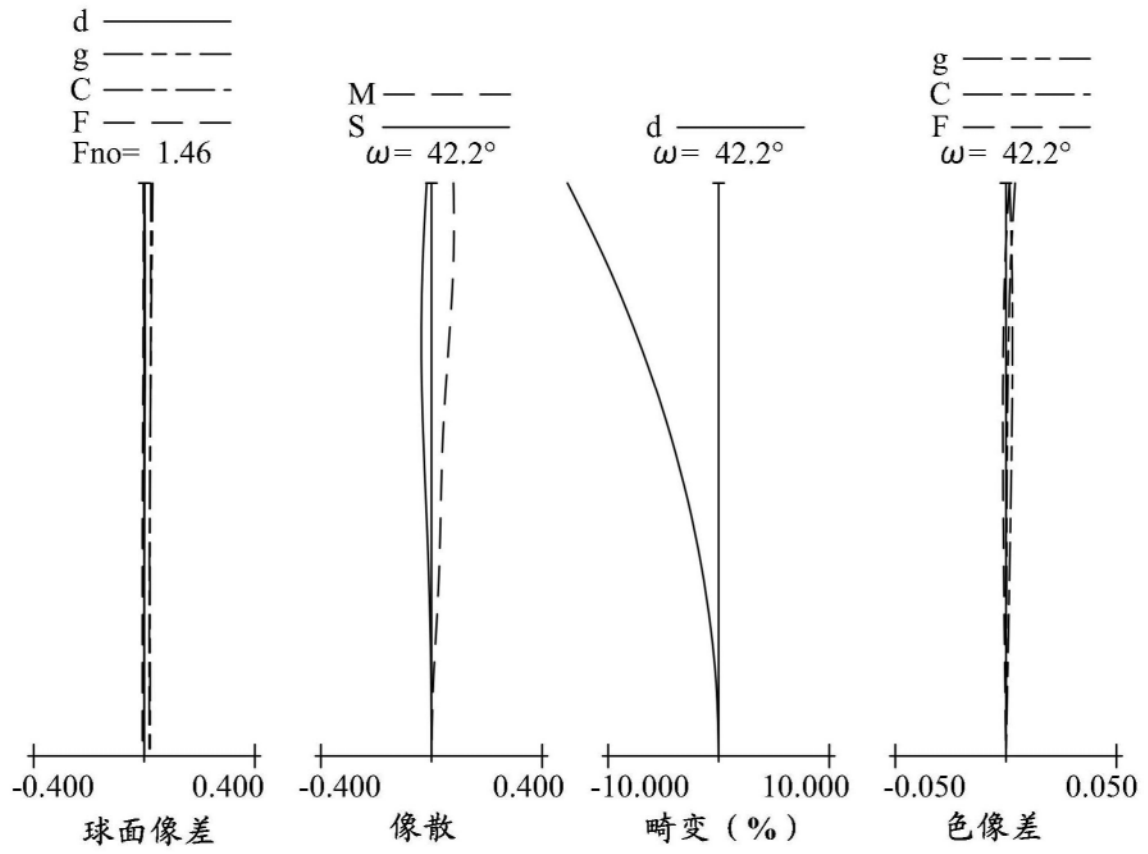


图11

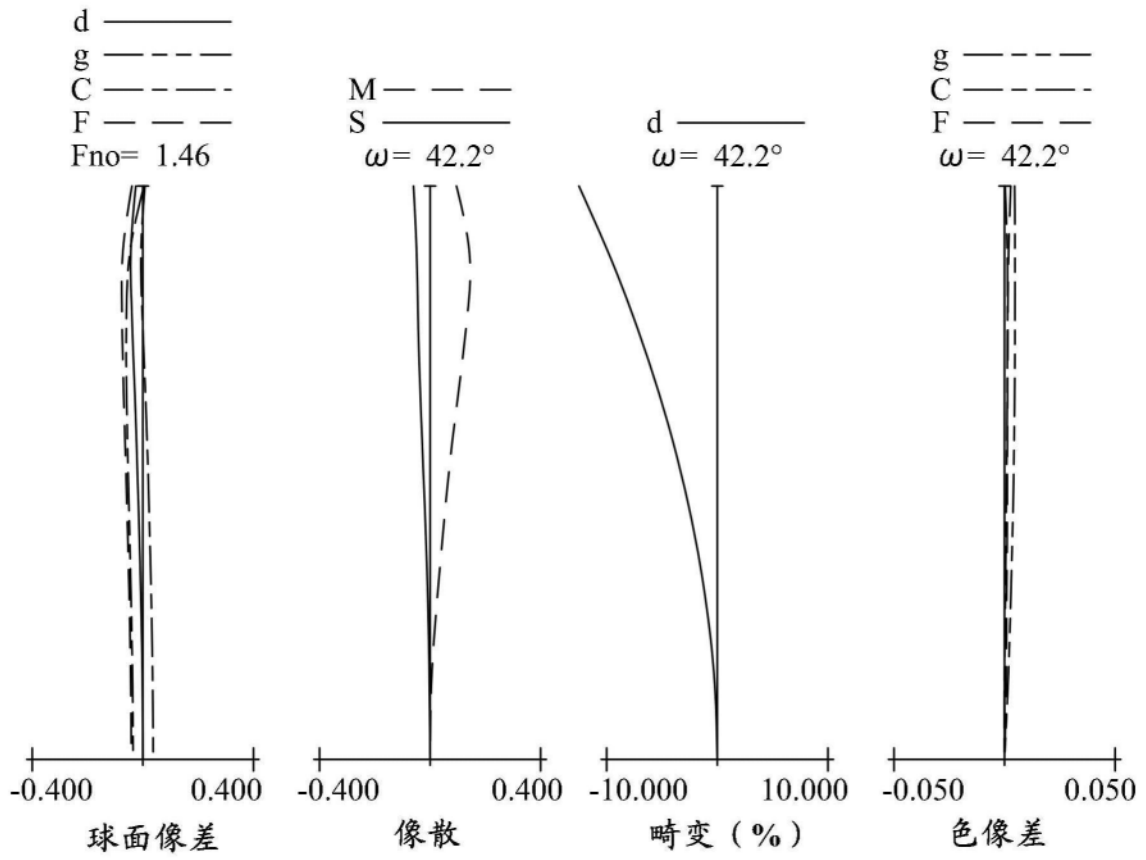


图12

10

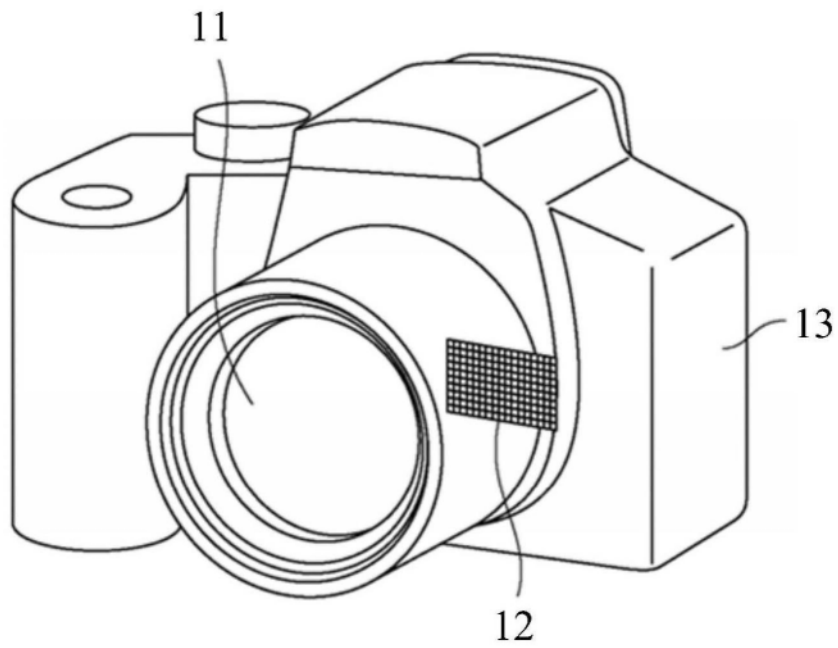


图13