



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108535850 A

(43)申请公布日 2018.09.14

(21)申请号 201810173012.2

(22)申请日 2018.03.02

(30)优先权数据

2017-040989 2017.03.03 JP

(71)申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 畠田隆弘

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 魏小微

(51)Int.Cl.

G02B 15/16(2006.01)

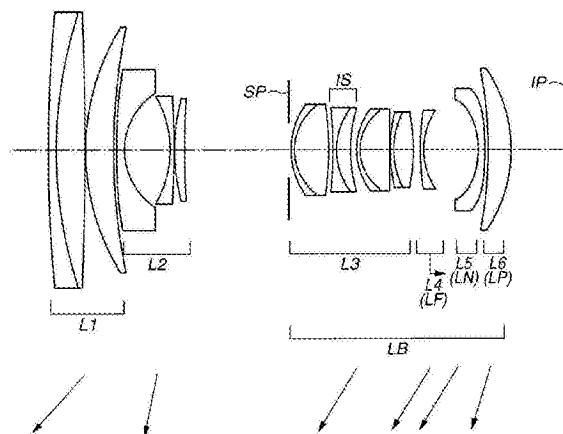
权利要求书3页 说明书19页 附图13页

(54)发明名称

变焦透镜和包括变焦透镜的图像拾取装置

(57)摘要

本发明涉及变焦透镜和包括变焦透镜的图像拾取装置。一种变焦透镜,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以及包括多个透镜单元且具有正折光力的后透镜组LB。后透镜组LB包括被配置为在聚焦期间移动且具有负折光力的透镜单元LF、设置在透镜单元LF的像侧且具有负折光力的透镜单元LN以及设置在透镜单元LN的像侧且在具有正折光力的透镜单元当中具有最大的正折光力的透镜单元LP。在从广角端到望远端变焦期间,透镜单元LP和透镜单元LN以预定的轨迹向物侧移动,并且透镜单元LP和透镜单元LF满足预定的条件表达式。



1. 一种变焦透镜,其特征在于,包括:

第一透镜单元,具有正折光力;

第二透镜单元,具有负折光力;以及

后透镜组,包括多个透镜单元且具有正折光力,

第一透镜单元、第二透镜单元和所述后透镜组从物侧到像侧依次设置,

其中,相邻的透镜单元之间的距离在变焦期间改变,

其中,所述后透镜组包括被配置为在聚焦期间移动且具有负折光力的透镜单元LF、设置在所述透镜单元LF的像侧且具有负折光力的透镜单元LN以及设置在所述透镜单元LN的像侧且具有正折光力的至少一个透镜单元,

其中,在从广角端到望远端变焦期间,透镜单元LP和所述透镜单元LN向物侧移动,使得所述透镜单元LP与所述透镜单元LN之间的距离增加,在具有正折光力的所述至少一个透镜单元当中所述透镜单元LP具有最大的折光力,以及

其中,满足以下条件表达式:

$$0.36 < |f_{LF}/f_{LP}| < 1.30$$

其中 f_{LP} 是所述透镜单元LP的焦距并且 f_{LF} 是所述透镜单元LF的焦距。

2. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,满足以下条件表达式:

$$0.2 < |f_{LF}/f_t| < 1.0$$

其中 f_t 是所述变焦透镜在望远端的焦距。

3. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,满足以下条件表达式:

$$1.0 < f_{LP}/f_w < 7.0$$

其中 f_w 是所述变焦透镜在广角端的焦距。

4. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,满足以下条件表达式:

$$0.05 < m_{LP}/f_t < 0.50$$

其中 m_{LP} 是从广角端到望远端变焦所伴随的所述透镜单元LP的移动量,并且 f_t 是所述变焦透镜在望远端的焦距。

5. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,满足以下条件表达式:

$$0.05 < (d_t - d_w)/f_t < 0.50$$

其中 d_w 是在广角端所述透镜单元LN与所述透镜单元LP之间的距离, d_t 是在望远端所述透镜单元LN与所述透镜单元LP之间的距离,并且 f_t 是所述变焦透镜在望远端的焦距。

6. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,满足以下条件表达式:

$$1.0 < |\beta_{rt}/\beta_{rw}| < 2.0$$

其中 β_{rw} 是设置在所述透镜单元LN的像侧的透镜单元在广角端的复合横向倍率,并且 β_{rt} 是设置在所述透镜单元LN的像侧的透镜单元在望远端的复合横向倍率。

7. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,满足以下条件表达式:

$$0.8 < |(1 - \beta_{LFt}^2) \times \beta_{rt}^2 / F_{not}| < 2.0$$

其中 β_{LFt} 是所述透镜单元LF在望远端的横向倍率, β_{rt} 是设置在所述透镜单元LN的像侧的透镜单元在望远端的复合横向倍率,并且 F_{not} 是所述变焦透镜在望远端的F数。

8. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,满足以下条件表达式:

$$1.0 < (r_1 + r_2) / (r_1 - r_2) < 3.0$$

其中 r_1 是所述透镜单元LF的最靠近物侧的透镜表面的曲率半径,并且 r_2 是所述透镜单元LF的最靠近像侧的透镜表面的曲率半径。

9. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,满足以下条件表达式:

$$0.5 < f_{LF}/f_{LN} < 1.5$$

其中 f_{LN} 是所述透镜单元LN的焦距。

10. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,满足以下条件表达式:

$$0.3 < f_1/f_t < 2.0$$

其中 f_1 是第一透镜单元的焦距,并且 f_t 是所述变焦透镜在望远端的焦距。

11. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,满足以下条件表达式:

$$0.5 < |f_2/f_w| < 1.5$$

其中 f_2 是第二透镜单元的焦距,并且 f_w 是所述变焦透镜在广角端的焦距。

12. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中所述透镜单元LF包括一个负透镜。

13. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中所述透镜单元LN被设置成与所述透镜单元LF相邻。

14. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中所述透镜单元LN包括一个负透镜。

15. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中所述透镜单元LP包括一个正透镜。

16. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中所述后透镜组包括

第三透镜单元,具有正折光力;

第四透镜单元,具有负折光力且用作所述透镜单元LF;

第五透镜单元,具有负折光力且用作所述透镜单元LN;以及

第六透镜单元,具有正折光力且用作所述透镜单元LP,

第三透镜单元、第四透镜单元、第五透镜单元以及第六透镜单元从物侧到像侧依次设置。

17. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中所述后透镜组包括

第三透镜单元,具有正折光力;

第四透镜单元,具有正折光力;

第五透镜单元,具有负折光力且用作所述透镜单元LF;

第六透镜单元,具有负折光力且用作所述透镜单元LN;以及

第七透镜单元,具有正折光力且用作所述透镜单元LP,

第三透镜单元、第四透镜单元、第五透镜单元、第六透镜单元以及第七透镜单元从物侧到像侧依次设置。

18. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中所述后透镜组包括

第三透镜单元,具有正折光力;

第四透镜单元,具有负折光力且用作所述透镜单元LF;

第五透镜单元,具有负折光力且用作所述透镜单元LN;

第六透镜单元,具有正折光力且用作所述透镜单元LP;以及

第七透镜单元,具有正折光力且具有比第六透镜单元的焦距大的焦距,

第三透镜单元、第四透镜单元、第五透镜单元、第六透镜单元以及第七透镜单元从物侧到像侧依次设置。

19. 一种图像拾取装置,其特征在于,包括:
根据权利要求1至18中任一项所述的变焦透镜;以及
图像拾取元件,被配置为接收由所述变焦透镜形成的图像。

变焦透镜和包括变焦透镜的图像拾取装置

技术领域

[0001] 本发明涉及变焦透镜,并且适用于数码摄像机、数码静态相机、广播相机、卤化银胶片相机、监视相机以及其它光学装置。

背景技术

[0002] 作为变焦透镜的一种形式,存在已知的正引导型变焦透镜,正引导型变焦透镜采用内聚焦系统或后聚焦系统,其中具有正折光力的第一透镜单元被设置成最靠近物侧,并且第二透镜单元和后续的透镜单元执行聚焦。

[0003] 美国专利公开申请No.2014/0362452讨论了一种正引导型变焦透镜,该正引导型变焦透镜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、具有正折光力的第三透镜单元、具有负折光力的第四透镜单元、具有负折光力的第五透镜单元以及具有正折光力的第六透镜单元。讨论了第四透镜单元优选地用作美国专利公开申请No.2014/0362452的变焦透镜的聚焦透镜单元。

[0004] 在美国专利公开申请No.2014/0362452的变焦透镜中,第六透镜单元的折光力比执行聚焦的第四透镜单元的折光力小得多。为此,存在这样的问题:当变焦透镜制造得紧凑时,难以在将聚焦灵敏度设定成能够容易地执行聚焦透镜单元的驱动控制的范围内的值的同时延长在广角端从出射光瞳到像平面的距离。

发明内容

[0005] 本发明针对能够容易地执行聚焦透镜单元的驱动控制并且延长在广角端从出射光瞳到像平面的距离的正引导型变焦透镜。

[0006] 根据本发明的示例性实施例的变焦透镜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包括多个透镜单元且具有正折光力的后透镜组,第一透镜单元、第二透镜单元和后透镜组从物侧到像侧依次设置,其中在变焦期间相邻透镜单元之间的距离改变,其中后透镜组包括被配置为在聚焦期间移动且具有负折光力的透镜单元LF、设置在透镜单元LF的像侧且具有负折光力的透镜单元LN以及至少一个设置在透镜单元LN的像侧且具有正折光力的透镜单元,其中透镜单元LP和透镜单元LN在从广角端到望远端变焦期间向物侧移动,使得透镜单元LP与透镜单元LN之间的距离增加,透镜单元LP在具有正折光力的至少一个透镜单元当中具有最大的折光力,并且,其中满足以下条件表达式:

[0007] $0.36 < |f_{LF}/f_{LP}| < 1.30$

[0008] 其中 f_{LP} 是透镜单元LP的焦距并且 f_{LF} 是透镜单元LF的焦距。

[0009] 从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

[0010] 图1是根据第一示例性实施例的变焦透镜当在广角端聚焦在无穷远处时的横截面图。

- [0011] 图2A和图2B是根据第一示例性实施例的变焦透镜当聚焦在无穷远处时的像差图。
- [0012] 图3A和图3B是根据第一示例性实施例的变焦透镜当聚焦在物距为0.45m的物体上时的像差图。
- [0013] 图4是根据第二示例性实施例的变焦透镜当在广角端聚焦在无穷远处时的横截面图。
- [0014] 图5A和图5B是根据第二示例性实施例的变焦透镜当聚焦在无穷远处时的像差图。
- [0015] 图6A和图6B是根据第二示例性实施例的变焦透镜当聚焦在物距为0.38m的物体上时的像差图。
- [0016] 图7是根据第三示例性实施例的变焦透镜当在广角端聚焦在无穷远处时的横截面图。
- [0017] 图8A和图8B是根据第三示例性实施例的变焦透镜当聚焦在无穷远处时的像差图。
- [0018] 图9A和图9B是根据第三示例性实施例的变焦透镜当聚焦在物距为0.70m的物体上时的像差图。
- [0019] 图10是根据第四示例性实施例的变焦透镜当在广角端聚焦在无穷远处时的横截面图。
- [0020] 图11A和图11B是根据第四示例性实施例的变焦透镜当聚焦在无穷远处时的像差图。
- [0021] 图12A和图12B是根据第四示例性实施例的变焦透镜当聚焦在物距为0.45m的物体上时的像差图。
- [0022] 图13是图像拾取装置的示意图。

具体实施方式

[0023] 在下文中,将描述根据本发明的变焦透镜以及包括该变焦透镜的图像拾取装置的示例性实施例。根据每个示例性实施例的变焦透镜是用于图像拾取装置(诸如数码静态相机、数码摄像机、广播相机、卤化银胶片相机和监视相机)的图像拾取光学系统。此外,根据每个示例性实施例的变焦透镜也能够用作用于投影仪的投影光学系统。

[0024] 图1、图4、图7和图10是根据第一示例性实施例至第四示例性实施例的变焦透镜当在广角端聚焦在无穷远处时的横截面图。在每个横截面图中,例示了孔径光阑SP和像平面IP。当根据每个示例性实施例的变焦透镜被用作用于摄像机或数码相机的图像拾取光学系统时,在像平面IP上设置诸如电荷耦合器件(CCD)传感器或互补金属氧化物半导体(CMOS)传感器之类的图像拾取元件。当根据每个示例性实施例的变焦透镜被用作用于卤化银胶片相机的图像拾取光学系统时,在像平面IP上设置胶片。此外,当根据每个示例性实施例的变焦透镜被用作用于投影仪的投影光学系统时,在像平面IP上设置调制来自光源的光以形成图像光的光调制元件。作为光调制元件,使用液晶面板等。

[0025] 此外,在每个横截面图中,例示了具有图像稳定功能的透镜单元IS。通过在包括垂直分量的方向上移动透镜单元IS,可以校正由相机抖动等造成的图像位置的波动。

[0026] 根据每个示例性实施例的变焦透镜是正引导型变焦透镜,该正引导型变焦透镜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以及包括多个透镜单元且具有正折光力的后透镜组LB。第一透镜单元L1、第二透镜单元L2和后透镜组LB从物侧

到像侧依次布置。

[0027] 每个横截面图中的箭头示意性地例示在从广角端到望远端变焦期间每个透镜单元的移动轨迹。在根据每个示例性实施例的变焦透镜中,相邻透镜单元之间的距离在变焦期间改变。在透镜的每个横截面图中,左侧是物侧(在用于投影仪的投影光学系统中是屏幕侧)并且右侧是像侧(在用于投影仪的投影光学系统中是原始图像侧)。

[0028] 在这里,将描述根据每个示例性实施例的变焦透镜中的后透镜组LB的配置。

[0029] 后透镜组LB包括具有负折光力的透镜单元LF以及设置在透镜单元LF的像侧且具有负折光力的透镜单元LN。根据每个示例性实施例的变焦透镜采用后聚焦系统,其中通过在沿着光轴的方向上移动透镜单元LF来执行聚焦。

[0030] 与其中通过移动第一透镜单元执行聚焦的前透镜聚焦系统相反,在后聚焦系统中,通过设置在光束的有效直径变小的位置处的透镜单元来执行聚焦。因而,聚焦透镜单元能够制造得紧凑且轻便。因此,能够快速执行聚焦。此外,第一透镜单元的光束的有效直径变得小于在前透镜聚焦系统中的第一透镜单元的光束的有效直径。因此,变焦透镜能够制造得紧凑。

[0031] 在这里,当变焦透镜具有更高的孔径比(aperture ratio)时,景深变浅。因此,有必要使图像形成平面的移动量与聚焦透镜单元在光轴上的移动量的比率(在下文中称为聚焦灵敏度)比较小。这是因为,当聚焦灵敏度高时,有必要以高准确度驱动聚焦透镜单元,这使得难以执行聚焦透镜单元的驱动控制。另一方面,当聚焦灵敏度太低时,聚焦透镜单元的驱动量增加,这使得聚焦透镜单元的驱动机构较大,或者使得难以使变焦透镜紧凑。

[0032] 此外,在后聚焦系统中,聚焦时的像差波动量趋于大于在前透镜聚焦系统中聚焦时的像差波动量,并且特别是当聚焦在近距离的物体上时球面像差趋于变大。

[0033] 为此,在使用后聚焦系统的具有大孔径的变焦透镜中,重要的是减小聚焦时的像差波动,同时将聚焦灵敏度设定在适当范围内。

[0034] 因而,在根据每个示例性实施例的变焦透镜中,具有负折光力的透镜单元LN设置于在聚焦期间移动的透镜单元LF的像侧。通过在后透镜组LB中将透镜单元分成具有负折光力的透镜单元LF和LN,透镜单元LF的聚焦灵敏度减小,便于聚焦透镜单元的驱动控制。此外,通过减小透镜单元LF的负折光力,伴随聚焦的像差波动减小。

[0035] 此外,在根据每个示例性实施例的变焦透镜中,至少一个具有正折光力的透镜单元设置在透镜单元LN的像侧。通过在透镜单元LN的像侧设置具有正折光力的透镜单元,有可能延长在广角端从出射光瞳到像平面IP的距离并且获得良好的远心性。因而,能够减少周边光量的下降量。

[0036] 此外,在根据每个示例性实施例的变焦透镜中,在设置在透镜单元LN的像侧且具有正折光力的透镜单元当中,具有最大的折光力的透镜单元LP在从广角端向望远端变焦期间被向物侧移动。利用这种配置,在望远端可以在透镜单元LP中减小光束的有效直径,并且可以使透镜单元LP紧凑。此外,有可能减小伴随聚焦的出射光瞳位置的波动以及入射在图像拾取元件上的离轴光束的入射角的波动。

[0037] 此外,为了补充由于透镜单元LP向物侧的移动而引起的减小,透镜单元LN向物侧移动,使得透镜单元LP与LN之间的距离在从广角端到望远端变焦期间增加。即,在根据每个示例性实施例的变焦透镜中,在从广角端到望远端变焦期间,透镜单元LP和LN向物侧移动,

使得它们之间的距离增加。利用这种配置,可以增加后透镜组LB的变焦的分担(burden)量,并且可以缩短变焦透镜在望远端的总长度。

[0038] 此外,根据每个示例性实施例的变焦透镜具有满足以下表达式(1)的配置:

$$[0039] \quad 0.36 < |f_{LF}/f_{LP}| < 1.30 \quad (1)$$

[0040] 其中 f_{LF} 是透镜单元LF的焦距并且 f_{LP} 是透镜单元LP的焦距。

[0041] 表达式(1)涉及用作聚焦透镜单元的透镜单元LF的焦距与透镜单元LP的焦距的比率。通过满足表达式(1),可以延长在广角端从出射光瞳到像平面IP的距离,同时便于聚焦透镜单元的驱动控制。

[0042] 当透镜单元LF的折光力变得如此小以至于 $|f_{LF}/f_{LP}|$ 的值超过表达式(1)的上限值时,聚焦灵敏度变得太小。在这种情况下,用于聚焦在期望的物距处所需的透镜单元LF的移动量变得太大,并且特别是变得难以缩短在望远端的总长度。或者,透镜单元LP的折光力变得太大,变得难以校正在广角端的场曲和畸变像差。

[0043] 另一方面,当透镜单元LF的折光力变得如此大以至于 $|f_{LF}/f_{LP}|$ 的值降至低于表达式(1)的下限值时,聚焦灵敏度变得太大,变得难以在聚焦期间执行透镜单元LF的驱动控制。或者,透镜单元LP的折光力变得太小,变得难以充分延长在广角端从出射光瞳到像平面IP的距离。

[0044] 此外,根据每个示例性实施例的变焦透镜期望地满足以下表达式(2):

$$[0045] \quad 0.2 < |f_{LF}/f_t| < 1.0 \quad (2)$$

[0046] 其中 f_t 是变焦透镜在望远端的焦距。

[0047] 表达式(2)适当地设定透镜单元LF的焦距。通过满足表达式(2),可以获得良好的光学性能,同时使透镜单元LF紧凑。

[0048] 当透镜单元LF的折光力变得如此小以至于 $|f_{LF}/f_t|$ 的值超过表达式(2)的上限值时,聚焦灵敏度变得太小。在这种情况下,用于聚焦在期望的物距处所需的透镜单元LF的移动量变得太大,并且聚焦透镜单元的驱动机构的尺寸变大。此外,当透镜单元LF的折光力变得如此大以至于 $|f_{LF}/f_t|$ 的值降至低于表达式(2)的下限值时,变得难以校正轴向色差和球面像差。此外,聚焦灵敏度变得太大,变得难以在聚焦期间以高准确度执行透镜单元LF的驱动控制。

[0049] 此外,根据每个示例性实施例的变焦透镜期望地满足以下条件表达式(3):

$$[0050] \quad 1.0 < f_{LP}/f_w < 7.0 \quad (3)$$

[0051] 其中 f_w 是变焦透镜在广角端的焦距。

[0052] 表达式(3)适当地设定透镜单元LP的焦距。通过满足表达式(3),可以充分延长在广角端从出射光瞳到像平面IP的距离。

[0053] 当透镜单元LP的折光力变得如此小以至于 f_{LP}/f_w 的值超过表达式(3)的上限值时,变得难以充分延长在广角端从出射光瞳到像平面IP的距离。此外,当透镜单元LP的折光力变得如此大以至于 f_{LP}/f_w 的值降至低于表达式(3)的下限值时,变得难以校正在广角端的场曲和畸变像差。

[0054] 此外,根据每个示例性实施例的变焦透镜期望地满足以下表达式(4),其中 m_{LP} 是在从广角端到望远端变焦期间所伴随的透镜单元LP的移动量,并且 f_t 是变焦透镜在望远端的焦距。要注意的是,在透镜单元LP从像侧向物侧移动的情况下,符号 m_{LP} 为正。

[0055] $0.05 < mLP/ft < 0.50$ (4)

[0056] 表达式(4)适当地设定伴随从广角端到望远端的变焦的透镜单元LP的移动量。通过满足表达式(4),可以减小伴随变焦的出射光瞳位置的波动,同时使变焦透镜紧凑。

[0057] 当mLP变得如此大以至于mLP/ft的值超过表达式(4)的上限值时,变焦透镜在望远端的总长度变得太长。

[0058] 另一方面,当mLP变得如此小以至于mLP/ft的值降至低于表达式(4)的下限值时,透镜单元LP在望远端的位置变得太接近像平面IP,因此,透镜单元LP的直径变得太大。此外,伴随变焦的出射光瞳位置的波动量变大。

[0059] 此外,根据每个示例性实施例的变焦透镜期望地满足以下条件表达式(5),其中dw是在广角端的透镜单元LN与透镜单元LP之间的距离,并且dt是在望远端的透镜单元LN与透镜单元LP之间的距离。要注意的是,透镜单元LN与透镜单元LP之间的距离是在光轴上从透镜单元LN的最靠近像侧的透镜表面到透镜单元LP的最靠近物侧的透镜表面的距离。

[0060] $0.05 < (dt-dw)/ft < 0.50$ (5)

[0061] 表达式(5)适当地设定在广角端的透镜单元LN与透镜单元LP之间的距离以及在望远端的透镜单元LN与透镜单元LP之间的距离的改变量。通过满足表达式(5),在从广角端到望远端变焦期间可以增加透镜单元LN和透镜单元LP上的变焦分担,并且可以缩短变焦透镜在望远端的总长度。

[0062] 当在广角端的透镜单元LN与透镜单元LP之间的距离以及在望远端的透镜单元LN与透镜单元LP之间的距离的改变量变得如此大以至于超过表达式(5)的上限值时,变焦透镜在望远端的总长度变得太长。此外,伴随变焦的出射光瞳位置的波动量变大。另一方面,当改变量降至低于表达式(5)的下限值时,变得难以确保在从广角端到望远端变焦期间透镜单元LN和透镜单元LP的适当放大,并且其它透镜单元上的变焦分担变大。在这种情况下,由于其它透镜单元的折光力变大,因此变得难以校正球面像差和场曲。

[0063] 此外,根据每个示例性实施例的变焦透镜期望地满足以下表达式(6),其中 β_{rw} 是设置在透镜单元LN的像侧的透镜单元在广角端的复合横向倍率,并且 β_{rt} 是设置在透镜单元LN的像侧的透镜单元在望远端的复合横向倍率。要注意的是,在仅有一个透镜单元设置在透镜单元LN的像侧的情况下, β_{rw} 是该透镜单元在广角端的横向倍率,并且 β_{rt} 是在望远端的横向倍率。

[0064] $1.0 < |\beta_{rt}/\beta_{rw}| < 2.0$ (6)

[0065] 表达式(6)适当地设定设置在透镜单元LN的像侧的透镜单元上的变焦分担。通过满足表达式(6),在从广角端到望远端变焦期间可以通过设置在透镜单元LN的像侧的透镜单元来增加倍率,并且可以缩短变焦透镜在望远端的总长度。

[0066] 当 $|\beta_{rt}/\beta_{rw}|$ 的值超过表达式(6)的上限值时,设置在透镜单元LN的像侧的透镜单元上的变焦分担变得太大,并且变得难以校正在广角端的畸变像差和场曲。另一方面,当 $|\beta_{rt}/\beta_{rw}|$ 的值降至低于表达式(6)的下限值时,变焦的分担变得太小,并且其它透镜单元的变焦分担变大。因此,其它透镜单元的折光力变得太大,变得难以校正球面像差和场曲。

[0067] 此外,根据每个示例性实施例的变焦透镜期望地满足以下条件表达式(7):

[0068] $0.8 < |(1-\beta_{LFt}^2) \times \beta_{rt}^2 / F_{not}| < 2.0$ (7)

[0069] 其中 β_{LFt} 是透镜单元LF在望远端的横向倍率, β_{rt} 是设置在透镜单元LN的像侧的

透镜单元在望远端的复合横向倍率,并且Fnot是在望远端的F数。

[0070] 表达式(7)适当地设定在望远端的聚焦透镜单元LF的聚焦灵敏度与F数的比率。在具有大孔径的变焦透镜中,有必要以高准确度执行聚焦透镜单元的驱动控制。通过满足表达式(7),可以减小聚焦灵敏度,并且可以更容易地执行用作聚焦透镜单元的透镜单元LF的驱动控制。

[0071] 当 $|(1-\beta LFt^2) \times \beta rt^2 / Fnot|$ 的值超过表达式(7)的上限值时,聚焦灵敏度变得太大,并且变得难以在聚焦期间以高准确度执行透镜单元LF的驱动控制。另一方面,当 $|(1-\beta LFt^2) \times \beta rt^2 / Fnot|$ 的值降至低于表达式(7)的下限值时,聚焦灵敏度变得太小,用于聚焦在期望的对焦(in-focus)距离处所需的透镜单元LF的移动量变得太大,并且变得难以缩短变焦透镜在望远端的总长度。

[0072] 此外,根据每个示例性实施例的变焦透镜期望地满足以下表达式(8):

$$[0073] \quad 1.0 < (r1+r2) / (r1-r2) < 3.0 \quad (8)$$

[0074] 其中r1是透镜单元LF的最靠近物侧的透镜表面的曲率半径,并且r2是最靠近像侧的透镜表面的曲率半径。

[0075] 表达式(8)适当地设定透镜单元LF的形状。通过满足表达式(8),有可能使得用作聚焦透镜单元的透镜单元LF的形状成为具有相对于像平面IP几乎同心的表面的形状。利用这种配置,轴上光通量穿过透镜单元LF,而不会被很大程度地折射,因而,可以减少在透镜单元LF中生成的球面像差量。因此,可以抑制由于聚焦在望远侧而引起的球面像差的波动。

[0076] 此外,根据每个示例性实施例的变焦透镜期望地满足以下表达式(9):

$$[0077] \quad 0.5 < fLF / fLN < 1.5 \quad (9)$$

[0078] 其中fLN是透镜单元LN的焦距。

[0079] 表达式(9)定义了聚焦透镜单元LF的焦距与透镜单元LN的焦距的比率的值的适当范围。通过满足表达式(9),可以获得良好的光学性能,同时使透镜单元LF紧凑。

[0080] 当透镜单元LF的折光力变得如此小以至于fLF/fLN的值超过表达式(9)的上限值时,用于聚焦在期望的对焦距离处所需的透镜单元LF的移动量变大,并且伴随聚焦的像差波动量变大。此外,聚焦透镜单元的驱动机构的尺寸变大。或者,透镜单元LN的折光力变得太大,变得难以充分延长在广角端从出射光瞳到像平面IP的距离。

[0081] 另一方面,当透镜单元LF的折光力变得如此大以至于fLF/fLN的值降至低于表达式(9)的下限值时,变得难以校正轴向色差和球面像差。

[0082] 此外,根据每个示例性实施例的变焦透镜期望地满足以下表达式(10):

$$[0083] \quad 0.3 < f1 / ft < 2.0 \quad (10)$$

[0084] 其中f1是第一透镜单元L1的焦距。

[0085] 表达式(10)定义第一透镜单元L1的焦距的适当范围。当f1/ft的值超过表达式(10)的上限值时,伴随从广角端到望远端变焦的第一透镜单元L1的移动量变大,并且变得难以缩短变焦透镜在望远端的总长度。另一方面,当f1/ft的值降至低于表达式(10)的下限值时,尽管对于增加变焦比是有利的,但是第一透镜单元L1的折光力变得太大,并且变得难以校正在望远端的球面像差。

[0086] 此外,根据每个示例性实施例的变焦透镜期望地满足以下表达式(11):

$$[0087] \quad 0.5 < |f2 / fw| < 1.5 \quad (11)$$

[0088] 其中 f_2 是第二透镜单元L2的焦距。

[0089] 表达式(11)定义第二透镜单元L2的焦距的适当范围。

[0090] 当第二透镜单元L2的折光力变得如此小以至于 $|f_2/f_w|$ 的值时超过表达式(11)的上限值时,变得难以在广角端获得反焦(retrofocus)型的折光力设置,并且变焦透镜在广角端的视角变窄。

[0091] 另一方面,当第二透镜单元L2的折光力变得如此大以至于 $|f_2/f_w|$ 的值降至低于表达式(11)的下限值时,伴随变焦的球面像差和横向色差的波动量变大。此外,在这种情况下,由于第二透镜单元的轴上光通量的发散效应变得太大,因此变得难以使后透镜组LB紧凑。

[0092] 要注意的是,上述表达式(1)至(11)的数值范围更期望地处于以下表达式(1a)至(11a)的范围中。

$$[0093] \quad 0.40 < |f_{LF}/f_{LP}| < 1.15 \quad (1a)$$

$$[0094] \quad 0.2 < |f_{LF}/f_t| < 0.8 \quad (2a)$$

$$[0095] \quad 1.5 < f_{LP}/f_w < 6.5 \quad (3a)$$

$$[0096] \quad 0.1 < m_{LP}/f_t < 0.4 \quad (4a)$$

$$[0097] \quad 0.05 < (d_t - d_w)/f_t < 0.40 \quad (5a)$$

$$[0098] \quad 1.1 < |\beta_{rt}/\beta_{rw}| < 1.7 \quad (6a)$$

$$[0099] \quad 1.0 < |(1 - \beta_{LF}t^2) \times \beta_{rt}^2/F_{not}| < 1.9 \quad (7a)$$

$$[0100] \quad 1.3 < (r_1 + r_2)/(r_1 - r_2) < 2.5 \quad (8a)$$

$$[0101] \quad 0.6 < f_{LF}/f_{LN} < 1.2 \quad (9a)$$

$$[0102] \quad 0.35 < f_1/f_t < 1.70 \quad (10a)$$

$$[0103] \quad 0.6 < |f_2/f_w| < 1.2 \quad (11a)$$

[0104] 此外,上述表达式(1)至(11)的数值范围更期望地处于以下表达式(1b)至(11b)的范围中。

$$[0105] \quad 0.50 < |f_{LF}/f_{LP}| < 1.0 \quad (1b)$$

$$[0106] \quad 0.2 < |f_{LF}/f_t| < 0.7 \quad (2b)$$

$$[0107] \quad 2.0 < f_{LP}/f_w < 5.0 \quad (3b)$$

$$[0108] \quad 0.10 < m_{LP}/f_t < 0.30 \quad (4b)$$

$$[0109] \quad 0.06 < (d_t - d_w)/f_t < 0.30 \quad (5b)$$

$$[0110] \quad 1.12 < |\beta_{rt}/\beta_{rw}| < 1.50 \quad (6b)$$

$$[0111] \quad 1.1 < |(1 - \beta_{LF}t^2) \times \beta_{rt}^2/F_{not}| < 1.8 \quad (7b)$$

$$[0112] \quad 1.4 < (r_1 + r_2)/(r_1 - r_2) < 2.3 \quad (8b)$$

$$[0113] \quad 0.7 < f_{LF}/f_{LN} < 1.1 \quad (9b)$$

$$[0114] \quad 0.5 < f_1/f_t < 1.6 \quad (10b)$$

$$[0115] \quad 0.7 < |f_2/f_w| < 1.1 \quad (11b)$$

[0116] 此外,透镜单元LN期望地设置成与透镜单元LF的像侧相邻。通过将透镜单元LN和透镜单元LF设置成彼此相邻,可以缩短变焦透镜的总长度。

[0117] 此外,透镜单元LF期望地包括一个负透镜。利用这种配置,可以使透镜单元LF紧凑,并且可以使变焦透镜的总长度短。此外,由于可以使透镜单元LF轻便,因此可以快速地

执行聚焦。

[0118] 此外,透镜单元LN期望地包括一个负透镜。利用这种配置,可以使透镜单元LN紧凑,并且可以使变焦透镜的总长度短。此外,透镜单元LP期望地包括一个正透镜。利用这种配置,可以使透镜单元LP紧凑并且可以使变焦透镜的总长度短。

[0119] 接下来,将详细描述根据每个示例性实施例的变焦透镜。

[0120] 根据第一示例性实施例的变焦透镜具有六单元配置。变焦透镜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以及具有正折光力的后透镜组LB。后透镜组LB包括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、具有负折光力的第五透镜单元L5以及具有正折光力的第六透镜单元L6。透镜的横截面图如图1所示。

[0121] 在根据第一示例性实施例的变焦透镜中,第四透镜单元L4与上述透镜单元LF对应,并且在从无穷远到短距离聚焦期间向像侧移动。第五透镜单元L5设置在第四透镜单元L4(透镜单元LF)的像侧,并且与上述透镜单元LN对应。在设置在第五透镜单元L5(透镜单元LN)的像侧且具有正折光力的透镜单元当中,第六透镜单元L6具有最强的折光力,并且与上述透镜单元LP对应。

[0122] 在根据第一示例性实施例的变焦透镜中,在从广角端到望远端变焦期间,第一透镜单元L1向物侧移动。第二透镜单元L2向物侧移动,使得第一透镜单元L1与第二透镜单元L2之间的距离增加。第三透镜单元L3向物侧移动,使得第二透镜单元L2与第三透镜单元L3之间的距离减小。第四透镜单元L4向物侧移动,使得第三透镜单元L3与第四透镜单元L4之间的距离减小。第五透镜单元L5向物侧移动,使得第四透镜单元L4与第五透镜单元L5之间的距离增加。第六透镜单元L6向物侧移动,使得第五透镜单元L5与第六透镜单元L6之间的距离增加。

[0123] 图2A和图2B是根据第一示例性实施例的变焦透镜当在广角端和望远端聚焦在无穷远处时的像差图。此外,图3A和图3B是根据第一示例性实施例的变焦透镜当在广角端和望远端聚焦在物距为0.45m的物体上时的像差图。

[0124] 在每个像差图中, F_{no} 是F数,以及 ω 是半视角(度)。在球面像差图中,d(实线)是d线(波长587.6nm),以及g(双点划线)是g线(波长435.8nm)。在像散图中,S(实线)是在d线处的弧矢像平面,以及M(虚线)是在d线处的子午像平面。畸变像差图例示了对于d线的畸变像差。横向色差图例示了对于g线的横向色差。

[0125] 根据第二示例性实施例的变焦透镜具有六单元配置。变焦透镜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以及具有正折光力的后透镜组LB。后透镜组LB包括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、具有负折光力的第五透镜单元L5以及具有正折光力的第六透镜单元L6。根据本示例性实施例的变焦透镜的横截面图如图4所示。

[0126] 在根据第二示例性实施例的变焦透镜中,第四透镜单元L4与上述透镜单元LF对应,并且在从无穷远到短距离聚焦期间向像侧移动。第五透镜单元L5设置在第四透镜单元L4(透镜单元LF)的像侧,并且与上述透镜单元LN对应。在设置在第五透镜单元L5(透镜单元LN)的像侧且具有正折光力的透镜单元当中,第六透镜单元L6具有最强的折光力,并且与上述透镜单元LP对应。

[0127] 在根据第二示例性实施例的变焦透镜中,在从广角端到望远端变焦期间,第一透镜单元L1向物侧移动。第二透镜单元L2向物侧移动,使得第一透镜单元L1与第二透镜单元L2之间的距离增加。第三透镜单元L3向物侧移动,使得第二透镜单元L2与第三透镜单元L3之间的距离减小。第四透镜单元L4向物侧移动,使得第三透镜单元L3与第四透镜单元L4之间的距离减小。第五透镜单元L5向物侧移动,使得第四透镜单元L4与第五透镜单元L5之间的距离增加。第六透镜单元L6向物侧移动,使得第五透镜单元L5与第六透镜单元L6之间的距离增加。

[0128] 图5A和图5B是根据第二示例性实施例的变焦透镜当在广角端和望远端聚焦在无穷远处时的像差图。此外,图6A和图6B是根据第二示例性实施例的变焦透镜当在广角端和望远端聚焦在物距为0.38m的物体上时的像差图。

[0129] 根据第三示例性实施例的变焦透镜具有七单元配置。变焦透镜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以及具有正折光力的后透镜组LB。后透镜组LB包括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、具有负折光力的第五透镜单元L5、具有负折光力的第六透镜单元L6以及具有正折光力的第七透镜单元L7。根据本示例性实施例的变焦透镜的横截面图如图7所示。

[0130] 在根据第三示例性实施例的变焦透镜中,第五透镜单元L5与上述透镜单元LF对应,并且在从无穷远到短距离聚焦期间向像侧移动。第六透镜单元L6设置在第五透镜单元L5(透镜单元LF)的像侧,并且与上述透镜单元LN对应。在设置在第六透镜单元L6(透镜单元LN)的像侧且具有正折光力的透镜单元当中,第七透镜单元L7具有最强的折光力,并且与上述透镜单元LP对应。

[0131] 在根据第三示例性实施例的变焦透镜中,在从广角端到望远端变焦期间,第一透镜单元L1向物侧移动。第二透镜单元L2向物侧移动,使得第一透镜单元L1与第二透镜单元L2之间的距离增加。第三透镜单元L3向物侧移动,使得第二透镜单元L2与第三透镜单元L3之间的距离减小。第四透镜单元L4向物侧移动,使得第三透镜单元L3与第四透镜单元L4之间的距离减小。第五透镜单元L5向物侧移动,使得第四透镜单元L4与第五透镜单元L5之间的距离增加。第六透镜单元L6向物侧移动,使得第五透镜单元L5与第六透镜单元L6之间的距离增加。第七透镜单元L7向物侧移动,使得第六透镜单元L6与第七透镜单元L7之间的距离增加。

[0132] 图8A和图8B是根据第三示例性实施例的变焦透镜当在广角端和望远端聚焦在无穷远处时的像差图。此外,图9A和图9B是根据第三示例性实施例的变焦透镜当在广角端和望远端聚焦在物距为0.70m的物体上时的像差图。

[0133] 根据第四示例性实施例的变焦透镜具有七单元配置。变焦透镜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以及具有正折光力的后透镜组LB。后透镜组LB包括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、具有负折光力的第五透镜单元L5、具有正折光力的第六透镜单元L6以及具有正折光力的第七透镜单元L7。根据本示例性实施例的变焦透镜的横截面图如图10所示。

[0134] 在根据第四示例性实施例的变焦透镜中,第四透镜单元L4与上述透镜单元LF对应,并且在从无穷远到短距离聚焦期间向像侧移动。第五透镜单元L5设置在第四透镜单元L4(透镜单元LF)的像侧,并且与上述透镜单元LN对应。在设置在第五透镜单元L5(透镜单元

LN)的像侧且具有正折光力的透镜单元当中,第六透镜单元L6具有最强的折光力,并且与上述透镜单元LP对应。

[0135] 在根据第四示例性实施例的变焦透镜中,在从广角端到望远端变焦期间,第一透镜单元L1向物侧移动。第二透镜单元L2向物侧移动,使得第一透镜单元L1与第二透镜单元L2之间的距离增加。第三透镜单元L3向物侧移动,使得第二透镜单元L2与第三透镜单元L3之间的距离减小。第四透镜单元L4向物侧移动,使得第三透镜单元L3与第四透镜单元L4之间的距离减小。第五透镜单元L5向物侧移动,使得第四透镜单元L4与第五透镜单元L5之间的距离增加。第六透镜单元L6向物侧移动,使得第五透镜单元L5与第六透镜单元L6之间的距离增加。此外,第七透镜单元L7在变焦期间不移动。

[0136] 图11A和图11B是根据第四示例性实施例的变焦透镜当在广角端和望远端聚焦在无穷远处时的像差图。此外,图12A和图12B是根据第四示例性实施例的变焦透镜当在广角端和望远端聚焦在物距为0.45m的物体时的像差图。

[0137] 接下来,示出分别与根据上述第一示例性实施例至第四示例性实施例的变焦透镜对应的数值示例1至数值示例4。

[0138] 在每个数值示例的表面数据中,r是每个透镜表面的曲率半径,以及d(mm)是第m个表面与第(m+1)个表面之间的轴向距离(光轴上的距离)。要注意的是,m是在从光入射侧计数时的表面编号。此外,nd是每个光学构件相对于d线的折射率,以及vd是光学构件的阿贝数。阿贝数vd是由以下表达式(12)定义的值:

$$[0139] \quad vd = (nd - 1) / (nF - nC) \quad (12)$$

[0140] 其中ng、nF、nd和nC分别是夫琅禾费(Fraunhofer)线的g线、F线、d线和C线的折射率。

[0141] 在每个数值示例的表面数据中,在非球面透镜表面的表面编号之后添加*(星号)的符号。此外,在非球面数据中,示出了每个非球面的非球面系数。在非球面系数中,“e±Z”意味着“×10^{±Z}”。透镜表面的非球面形状由以下表达式(13)表示:

$$[0142] \quad X = \frac{\frac{H^2}{R}}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)\left(\frac{H}{R}\right)^2}} + A4H^4 + A6H^6 + A8H^8 + A10H^{10} + A12H^{12} \quad (13)$$

[0143] 其中X是在光轴方向上距表面顶点的移位量,H是在垂直于光轴方向的方向上距光轴的高度,R是近轴曲率半径,K是圆锥常数,以及A4、A6、A8、A10和A12是非球面系数。

[0144] 在每个数值示例中,焦距(mm)、F数和半视角(°)全都是当根据每个示例性实施例的变焦透镜聚焦在无穷远处时的值。后焦距BF是从最后一个透镜表面到像平面的距离。透镜的总长度是通过将后焦距加到从第一透镜表面到最后一个透镜表面的距离而获得的值。

[0145] [数值示例1]

[0146] 单位mm

[0147] 表面数据

表面编号	r	d	nd	vd	有效直径
1	360.812	1.80	1.84666	23.8	62.80
2	102.577	6.64	1.72916	54.7	60.93
3	-772.618	0.15			60.54
4	54.305	6.51	1.72916	54.7	55.83
5	145.050	(可变)			54.70
6*	195.122	1.80	1.76802	49.2	36.16
7	15.928	10.58			25.29
8	-25.140	0.90	1.49700	81.5	23.93
9	-208.718	0.15			23.27
[0148] 10	47.367	2.32	1.89286	20.4	22.65
11	190.240	(可变)			22.14
12 (光阑)	∞	0.50			18.72
13	18.368	0.80	1.88300	40.8	20.01
14	13.125	7.95	1.58313	59.4	19.19
15*	-57.788	0.99			18.82
16	-87.965	0.80	1.76200	40.1	18.45
17	16.252	3.22	2.00069	25.5	18.08
18	34.593	1.40			17.70
19	15.903	0.80	2.00100	29.1	17.88
20	11.311	6.81	1.53775	74.7	16.78
21	6552.763	0.15			16.11
22	39.790	0.80	1.85478	24.8	15.80
23	19.824	4.52	1.58313	59.4	15.92
24*	-36.018	(可变)			16.42
25	64.857	0.80	1.57250	57.7	17.03
[0149] 26	16.869	(可变)			17.11
27*	-20.265	1.50	1.58313	59.4	22.44
28*	-77.916	(可变)			27.23
29	-98.804	5.29	1.88300	40.8	35.44
30	-34.131	(可变)			36.52
像平面	∞				

[0150] 非球面数据

[0151] 第六表面

[0152] $K=0.00000e+000A4=7.28875e-006A6=-2.03079e-008A8=6.78458e-011A10$
 $=-1.61143e-013A12=1.59482e-016$

[0153] 第十五表面

[0154] $K=0.00000e+000A4=2.25823e-005A6=-4.01819e-008A8=-1.92298e-010A10$
 $=3.85842e-013$

[0155] 第二十四表面

[0156] $K=0.00000e+000A4=4.03627e-005A6=2.28646e-008A8=1.73530e-010A10=-$
 $8.03393e-012$

[0157] 第二十七表面

[0158] $K=0.00000e+000A4=-9.10759e-006A6=-3.96094e-007A8=1.03168e-009A10=4.30404e-012A12=-1.28909e-013$

[0159] 第二十八表面

[0160] $K=0.00000e+000A4=-1.23220e-005A6=-2.88150e-007A8=2.01026e-009A10=-1.01180e-011A12=1.58725e-014$

[0161] 各种数据

[0162] 变焦比4.12

	广角	中间	望远
焦距	24.72	57.08	101.89
F数	4.12	4.12	4.12
视角	41.19	20.76	11.99
[0163] 图像高度	21.64	21.64	21.64
透镜总长度	120.52	140.11	159.71
BF	13.52	18.44	26.90
d5	0.70	18.51	35.81
d11	24.20	9.43	2.38
d24	1.58	2.26	0.96
[0164] d26	12.56	11.89	13.18
d28	0.78	12.42	13.30
d30	13.52	18.44	26.90

[0165] 变焦透镜组数据

单元	开始表面	焦距
1	1	92.83
2	6	-20.76
[0166] 3	12	22.08
4	25	-40.07
5	27	-47.42
6	29	56.87

[0167] [数值示例2]

[0168] 单位mm

[0169] 表面数据

表面编号	r	d	nd	vd	有效直径
1	457.815	2.10	1.84666	23.8	68.31
2	102.115	6.44	1.77250	49.6	65.81
3	1437.112	0.15			65.28
4	58.311	7.34	1.77250	49.6	59.87
5	182.081	(可变)			58.58
6*	156.913	1.80	1.85400	40.4	39.98
7*	19.258	9.93			29.40
8	-40.599	1.00	1.53775	74.7	28.42
9	25.229	6.70	1.85478	24.8	25.83
10	-75.996	3.99			24.78
11	-27.960	1.55	1.51742	52.4	20.98
[0170] 12	-22.614	0.90	2.00100	29.1	21.30
13	-44.959	(可变)			22.40
14 (光阑)	∞	0.50			24.33
15	26.600	3.79	1.43875	94.9	26.37
16	76.837	0.15			26.33
17	26.884	1.00	1.88300	40.8	26.61
18	15.319	10.32	1.61881	63.9	24.85
19*	-79.194	0.96			24.35
20	-101.307	0.90	1.72047	34.7	24.19
21	20.340	3.68	2.00100	29.1	24.01
22	41.892	3.51			23.68
23	28.473	0.90	2.00100	29.1	24.29
24	17.666	9.43	1.72916	54.7	23.28
25*	-26.848	(可变)			22.69
26	61.322	0.80	1.83481	42.7	21.51
27	23.239	(可变)			20.99
28*	-25.127	1.50	1.85400	40.4	22.71
[0171] 29*	-69.764	(可变)			26.23
30	-44.620	3.96	2.00100	29.1	35.54
31	-28.914	(可变)			36.53
像平面	∞				

[0172] 非球面数据

[0173] 第六表面

[0174] $K=0.00000e+000A4=-1.41095e-006A6=3.45657e-008A8=-1.07605e-010A10=1.58603e-013A12=-8.57988e-017$

[0175] 第七表面

[0176] $K=0.00000e+000A4=-7.83038e-006A6=1.45488e-008A8=9.28901e-011A10=-5.25682e-013$

[0177] 第十九表面

[0178] $K=0.00000e+000A4=2.38855e-005A6=-1.01986e-008A8=-1.01928e-011A10=4.97492e-014$

[0179] 第二十五表面

[0180] $K=0.00000e+000A4=2.75519e-005A6=-3.81740e-008A8=2.22228e-011A10=7.70144e-015$

[0181] 第二十八表面

[0182] $K=0.00000e+000A4=8.71027e-006A6=-7.11280e-007A8=2.97814e-009A10=-9.93103e-012A12=-3.41237e-014$

[0183] 第二十九表面

[0184] $K=0.00000e+000A4=7.65026e-006A6=-5.84476e-007A8=3.80156e-009A10=-1.61546e-011A12=2.91996e-014$

[0185] 各种数据

[0186] 变焦比2.75

	广角	中间	望远
焦距	24.72	47.12	67.87
F数	2.91	2.91	2.91
视角	41.19	24.66	17.68
图像高度	21.64	21.64	21.64
[0187] 透镜总长度	131.52	148.87	166.23
BF	18.27	22.71	26.93

d5	0.70	14.03	27.17
d13	16.79	5.47	2.37
d25	1.63	1.82	0.96
d27	9.90	9.72	10.57
[0188] d29	0.91	11.81	14.90
d31	18.27	22.71	26.93

[0189] 变焦透镜组数据

单元	开始表面	焦距
1	1	102.24
2	6	-20.14
[0190] 3	14	23.07
4	26	-45.26
5	28	-46.71
6	30	72.87

[0191] [数值示例3]

[0192] 单位mm

[0193] 表面数据

表面编号	r	d	nd	vd	有效直径
1	238.414	2.10	1.95375	32.3	66.00
2	106.904	6.14	1.49700	81.5	61.97
3	-2696.186	0.15			61.86
4	100.111	5.67	1.49700	81.5	61.16
5	1039.311	0.15			60.75
6	78.303	5.25	1.49700	81.5	58.47
7	247.955	(可变)			57.77
8*	382.720	1.00	1.85135	40.1	32.74
9*	15.693	9.93			24.38
10	-20.916	0.80	1.49700	81.5	22.95
11	76.879	0.15			22.38
12	58.907	4.49	1.92119	24.0	22.59
[0194] 13	-39.904	3.50			23.23
14	-21.252	0.85	1.95375	32.3	23.53
15	-33.913	(可变)			24.96
16 (光阑)	∞	0.39			26.83
17*	25.080	7.85	1.63980	34.5	29.98
18*	-83.068	0.15			29.62
19	52.557	5.62	1.51633	64.1	28.30
20	-151.305	0.15			26.87
21	-349.132	0.90	2.00100	29.1	26.44
22	18.277	6.54	1.51742	52.4	24.36
23	190.216	(可变)			24.51
24	31.222	0.80	2.00069	25.5	25.30
25	16.268	9.12	1.76200	40.1	24.08
26	702.918	0.73			23.57
27	1024.579	2.77	1.58313	59.4	23.43
28*	-45.978	(可变)			23.26
29	184.776	3.56	2.00069	25.5	18.22
30	-26.133	0.75	1.95375	32.3	18.24
31	41.415	(可变)			18.23
32	86.680	1.10	2.00100	29.1	23.11
33	18.513	7.29	1.61293	37.0	23.47
[0195] 34	1330.468	0.15			25.29
35	121.215	11.40	1.71736	29.5	26.10
36	-17.028	1.30	1.91082	35.3	27.67
37*	17502.678	(可变)			32.50
38	63.160	3.42	1.85478	24.8	36.60
39	349.390	1.30	2.00100	29.1	36.57
40	131.704	(可变)			36.51
像平面	∞				
[0196] 非球面数据					
[0197] 第八表面					

[0198] $K=0.00000e+000A4=3.01361e-007A6=2.50588e-008A8=-3.48140e-011A10=4.64746e-014$

[0199] 第九表面

[0200] $K=0.00000e+000A4=-1.97615e-005A6=-3.80863e-008$

[0201] 第十七表面

[0202] $K=0.00000e+000A4=-5.89468e-006A6=-3.70002e-009A8=-2.36358e-012A10=-2.05744e-014$

[0203] 第十八表面

[0204] $K=0.00000e+000A4=6.90751e-006A6=-3.91500e-009$

[0205] 第二十八表面

[0206] $K=0.00000e+000A4=5.47126e-006A6=-8.28986e-009A8=-1.65522e-011A10=-1.78623e-013$

[0207] 第三十七表面

[0208] $K=0.00000e+000A4=-7.62243e-006A6=-7.72939e-009A8=2.74005e-012A10=-3.54345e-014$

[0209] 各种数据

[0210] 变焦比11.77

	广角	中间	望远
[0211] 焦距	24.72	90.83	290.86
F 数	4.12	5.00	5.88
视角	41.19	13.40	4.25
图像高度	21.64	21.64	21.64
透镜总长度	165.57	210.57	255.57
BF	14.37	32.56	30.89

[0212] d7	0.69	36.77	67.77
d15	29.33	9.51	0.59
d23	2.42	1.00	2.40
d28	1.00	8.71	7.67
d31	11.28	11.05	20.62
d37	1.00	5.48	20.13
d40	14.37	32.56	30.89

[0213] 变焦透镜组数据

单元	开始表面	焦距
1	1	114.54
2	8	-15.91
3	16	47.18
4	24	35.80
5	29	-64.31
6	32	-63.57
7	38	151.52

[0215] [数值示例4]

[0216] 单位mm

[0217] 表面数据

表面编号	r	d	nd	vd	有效直径
1	429.229	1.80	1.84666	23.8	63.30
2	129.679	5.26	1.72916	54.7	62.03
3	-2279.753	0.15			61.68
4	63.144	6.14	1.72916	54.7	57.94
5	181.719	(可变)			56.96
6*	444.999	1.80	1.76802	49.2	41.04
7	18.334	12.32			29.25
8	-28.007	0.90	1.49700	81.5	28.19
[0218] 9	-87.991	0.15			27.90
10	54.487	2.54	1.89286	20.4	27.05
11	197.466	(可变)			26.54
12 (光阑)	∞	0.50			21.36
13	21.758	0.80	1.88300	40.8	22.63
14	15.435	8.36	1.58313	59.4	21.81
15*	-56.674	0.99			21.48
16	-101.283	0.80	1.76200	40.1	21.03
17	18.419	3.45	2.00069	25.5	20.57
18	39.245	1.67			20.17
19	18.103	0.80	2.00100	29.1	20.30
20	12.952	9.83	1.53775	74.7	19.12
21	-82.340	0.15			17.92
22	76.800	0.80	1.85478	24.8	17.36
23	28.145	4.03	1.58313	59.4	16.77
24*	-50.736	(可变)			17.21
25	58.045	0.80	1.57250	57.7	17.90
[0219] 26	17.128	(可变)			17.92
27*	-23.790	1.50	1.58313	59.4	22.82
28*	-93.823	(可变)			27.09
29	-63.749	4.68	1.88300	40.8	35.43
30	-32.022	(可变)			36.51
31	155.829	1.91	1.83481	42.7	42.15
32	351.247	(可变)			42.14
像平面	∞				

[0220] 非球面数据

[0221] 第六表面

[0222] $K=0.00000e+000A4=6.53773e-006A6=-1.12142e-008A8=2.35316e-011A10$
 $=-3.77465e-014A12=2.66659e-017$

[0223] 第十五表面

[0224] $K=0.00000e+000A4=1.55231e-005A6=-2.87309e-008A8=2.20515e-011A10$

=-1.77413e-013

[0225] 第二十四表面

[0226] $K=0.00000e+000A4=2.54826e-005A6=5.96854e-008A8=-7.03456e-010A10=1.54199e-012$

[0227] 第二十七表面

[0228] $K=0.00000e+000A4=-4.25162e-006A6=-3.98601e-007A8=1.32578e-009A10=1.61897e-012A12=-9.58394e-014$

[0229] 第二十八表面

[0230] $K=0.00000e+000A4=-3.65848e-006A6=-3.41509e-007A8=2.38399e-009A10=-1.18165e-011A12=1.84765e-014$

[0231] 各种数据

[0232] 变焦比4.12

	广角	中间	望远
焦距	24.72	60.36	101.89
[0233] F数	4.12	4.12	4.12
视角	41.19	19.72	11.99
图像高度	21.64	21.64	21.64
透镜总长度	134.63	158.14	181.65
BF	14.13	14.13	14.13

d5	0.70	22.69	40.35
d11	32.05	12.53	4.85
[0234] d24	2.24	2.49	1.00
d26	11.82	11.57	13.06
d28	0.79	15.17	16.86
d30	0.79	7.45	19.28
d32	14.13	14.13	14.13

[0235] 变焦透镜组数据

单元	开始表面	焦距
1	1	110.32
2	6	-25.11
[0236] 3	12	25.20
4	25	-42.74
5	27	-55.09
6	29	68.15
7	31	334.02

[0237] 表1中总结了每个数值示例中的各种数值。

[0238] 表1

[0239]

条件表达式		第一 示例性实施例	第二 示例性实施例	第三 示例性实施例	第四 示例性实施例
(1)	$ fLF/fLP $	0.70	0.62	0.42	0.63
(2)	$ fLF/ft $	0.39	0.67	0.22	0.42
(3)	fLP/fw	2.30	2.95	6.13	2.76
(4)	mLP/ft	0.13	0.13	0.12	0.18
(5)	$(dt - dw)/ft$	0.12	0.21	0.07	0.16
(6)	$ \beta_{rt}/\beta_{rw} $	1.14	1.20	1.31	1.16
(7)	$ (1 - \beta LFt^2) \times \beta_{rt}^2 / F_{not} $	1.24	1.65	1.19	1.29
(8)	$(r1 + r2)/(r1 - r2)$	1.70	2.22	1.58	1.84
(9)	fLF/fLN	0.84	0.97	1.01	0.78
(10)	$f1/ft$	0.91	1.51	0.39	1.08
(11)	$ f2/fw $	0.84	0.81	0.64	1.02

[0240] [图像拾取装置]

[0241] 图13是作为本发明的示例性实施例的图像拾取装置(数码静态相机)100的示意图。根据本示例性实施例的图像拾取装置100包括相机主体70、类似于根据上述第一示例性实施例至第四示例性实施例的变焦透镜中的任何一个的变焦透镜71以及对由变焦透镜71形成的图像进行光电转换的图像拾取元件72。作为图像拾取元件72,可以使用诸如CCD传感器或CMOS传感器之类的图像拾取元件。

[0242] 由于根据本示例性实施例的图像拾取装置100具有类似于根据第一示例性实施例至第四示例性实施例的变焦透镜中的任何一个的变焦透镜71,因此易于执行聚焦透镜单元的驱动控制。此外,由于在广角端从出射光瞳到像平面的距离长,因此可以从屏幕的中心到屏幕的周边获得高质量的图像。

[0243] 要注意的是,根据上述示例性实施例中的每一个的变焦透镜不仅可以应用于图13中例示的数码静态相机,而且还可以应用于各种光学装置(诸如卤化银胶片相机、摄像机和望远镜)。

[0244] 尽管以上已经描述了本发明的示例性实施例和示例,但是本发明不限于这些示例性实施例和示例,而是可以在本发明的要点的范围内进行各种组合、修改和改变。

[0245] 虽然已经参考示例性实施例描述了本发明,但是应当理解的是,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当被赋予最广泛的解释,以便涵盖所有此类修改以及等同的结构和功能。

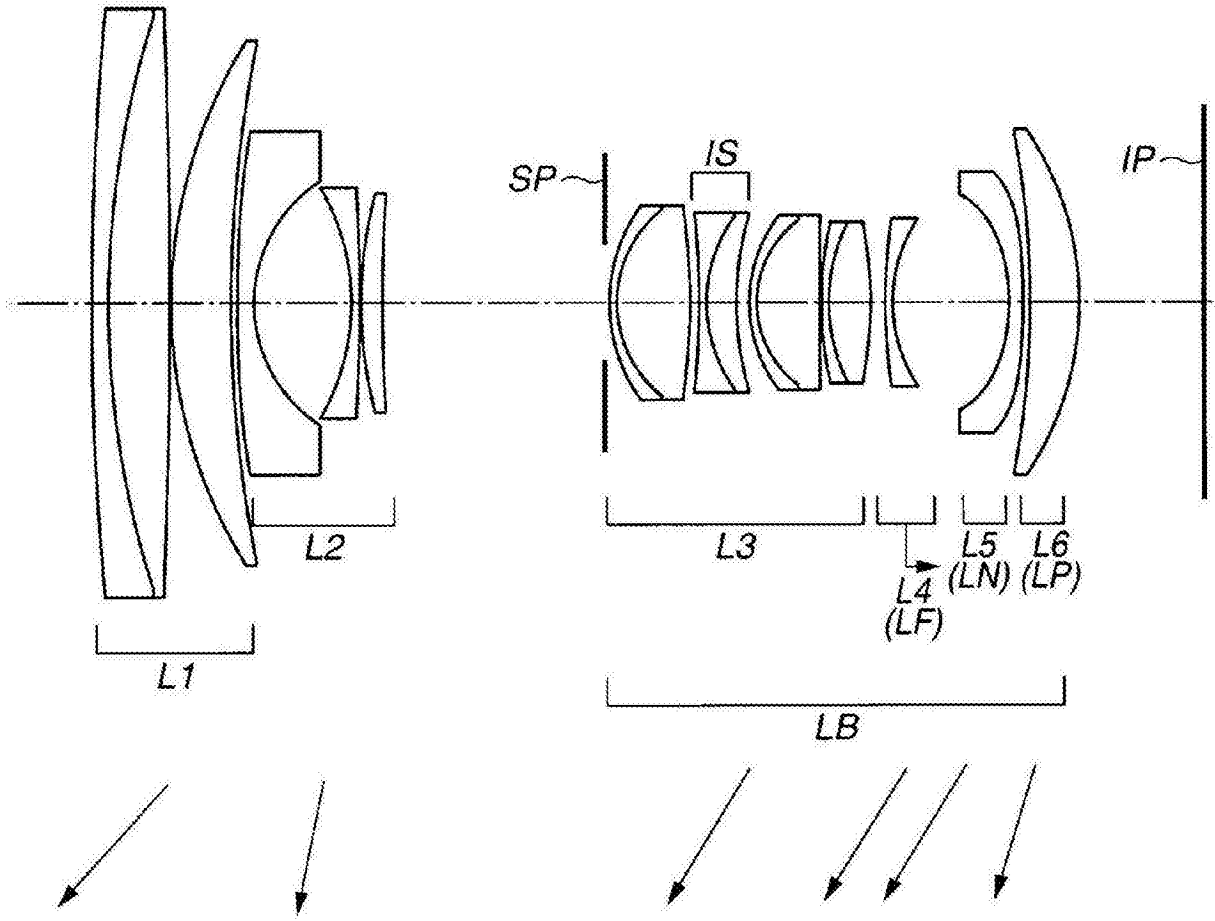


图1

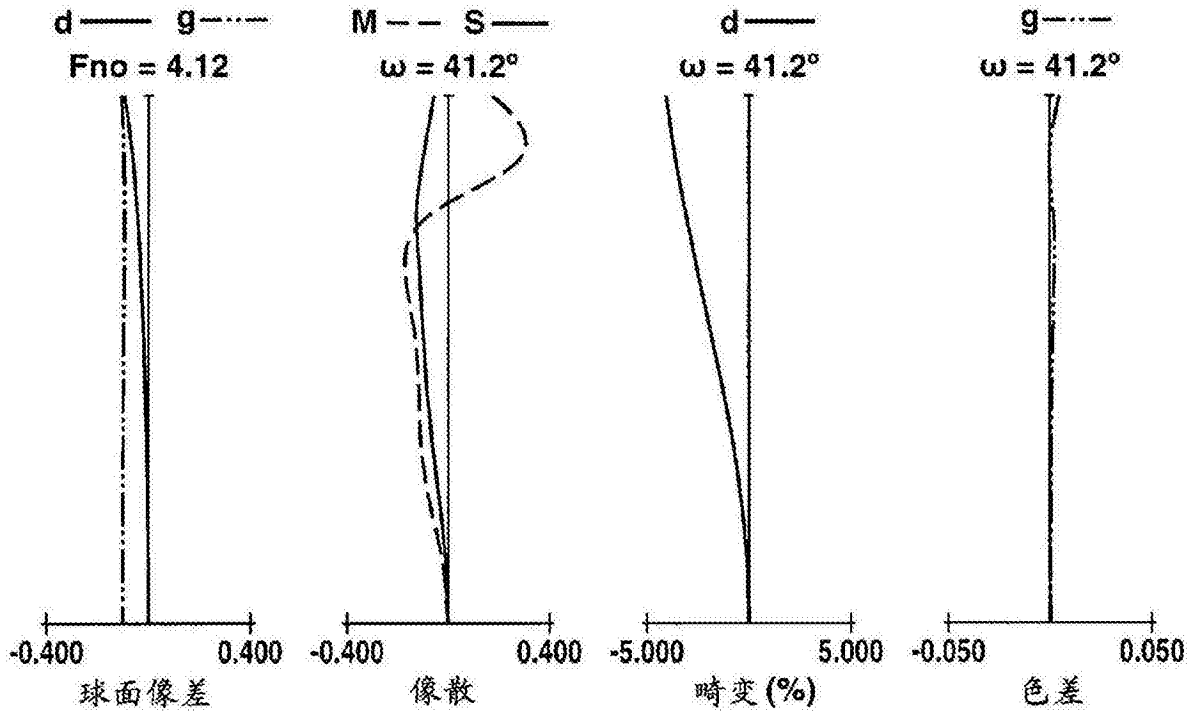


图2A

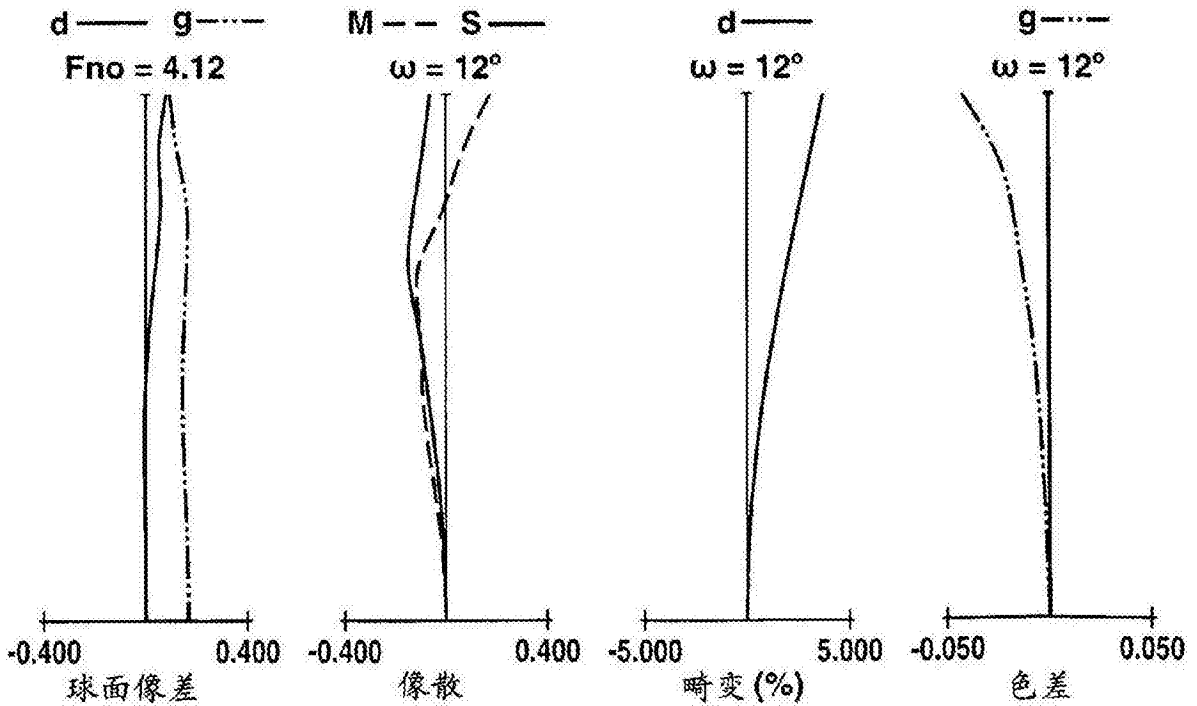


图2B

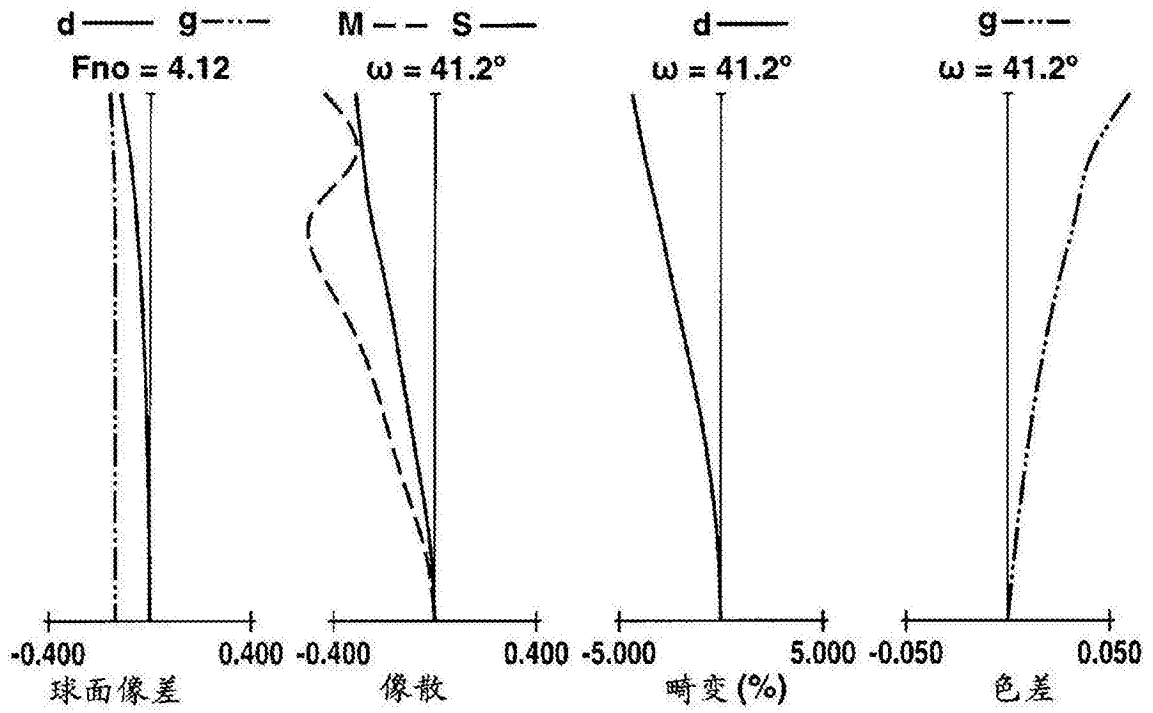


图3A

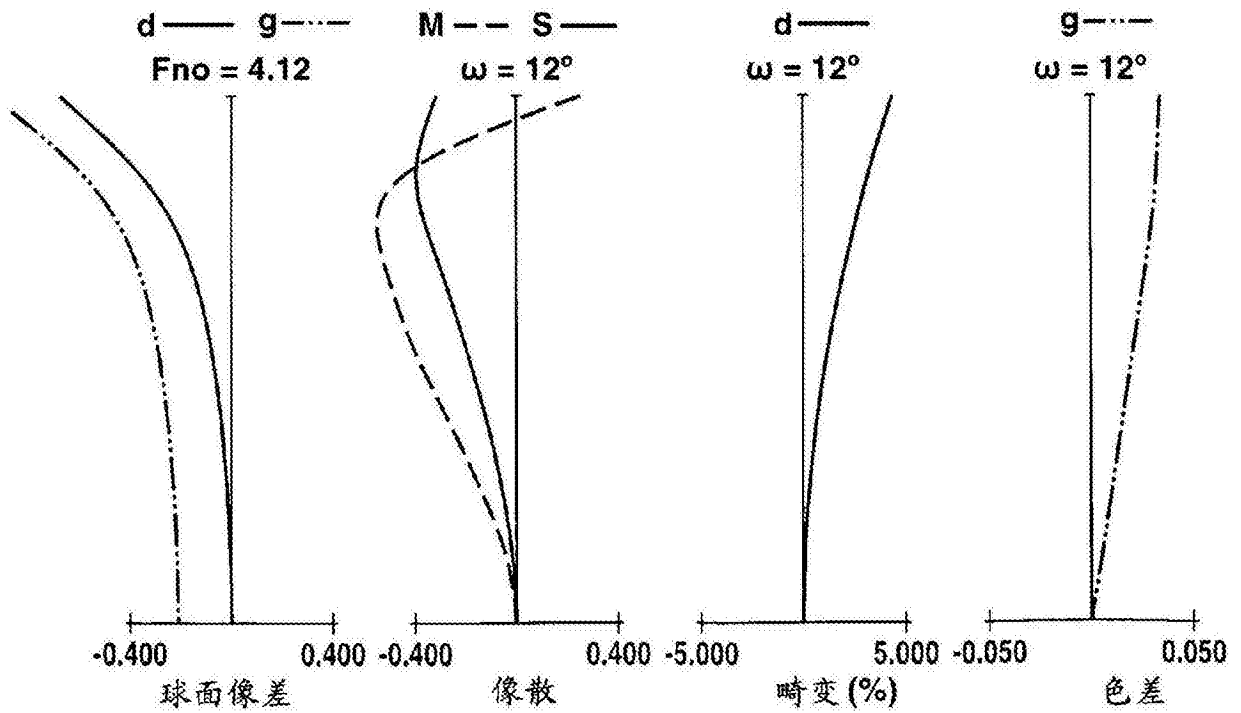


图3B

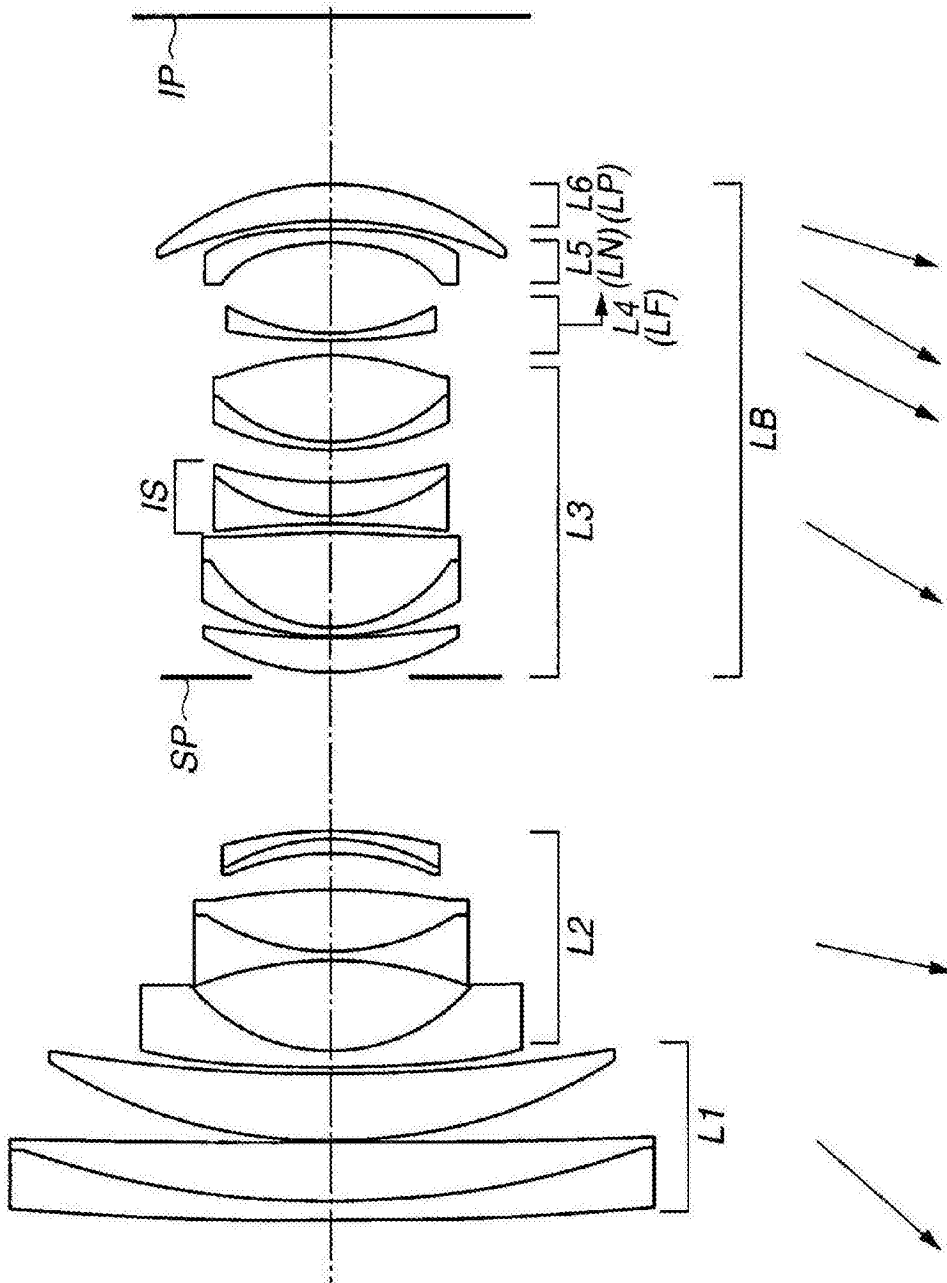


图4

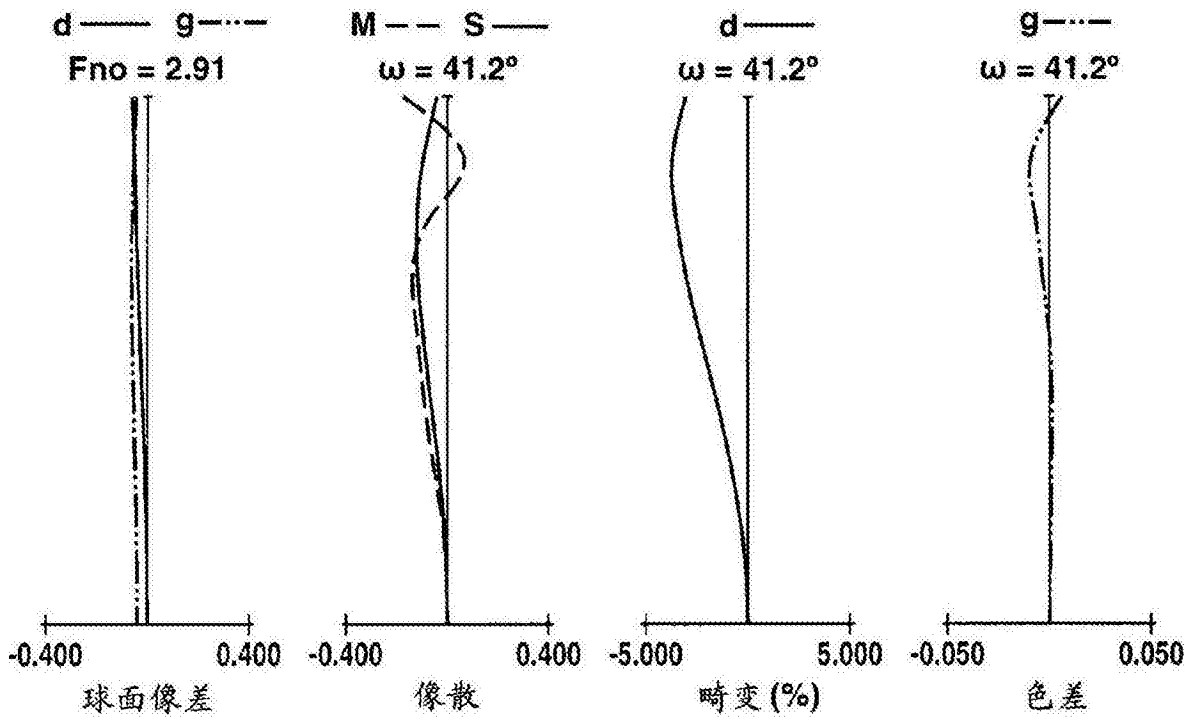


图5A

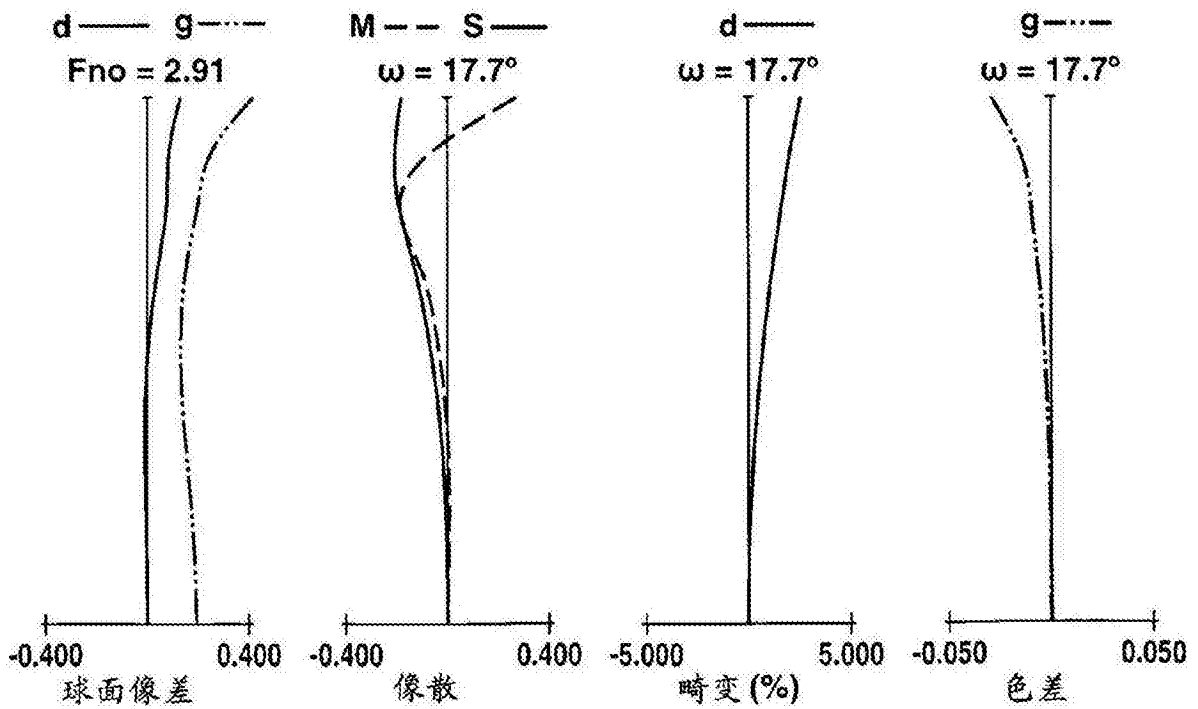


图5B

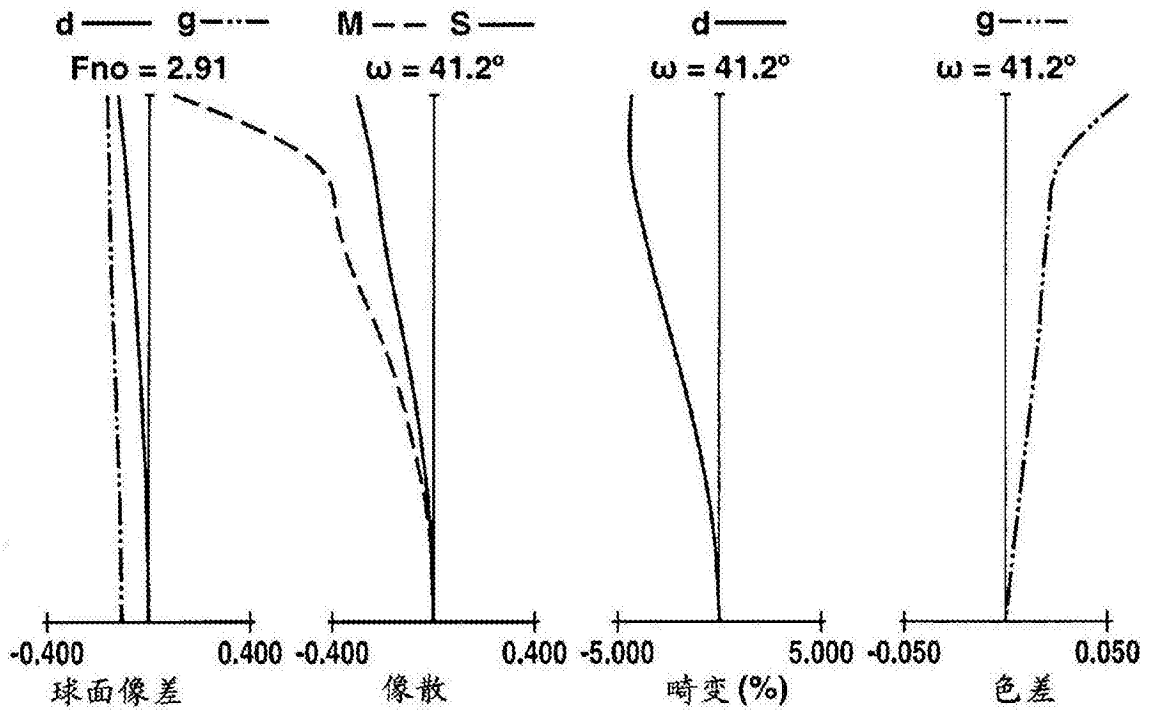


图6A

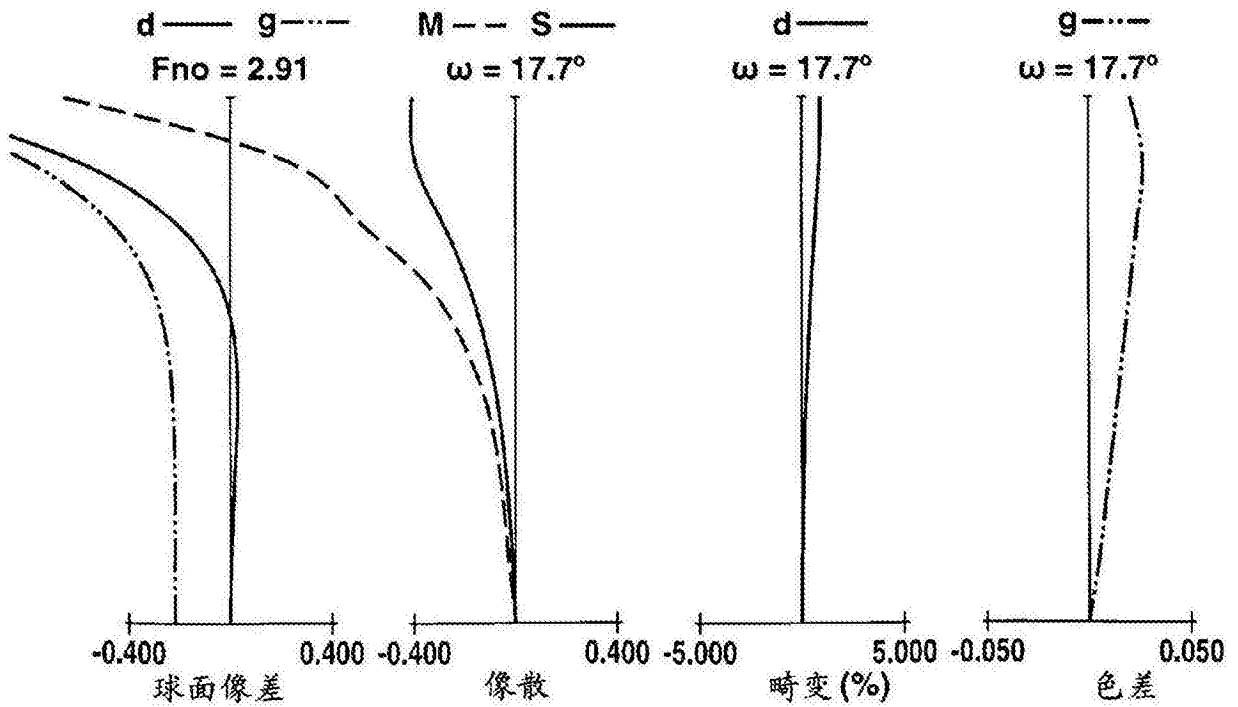


图6B

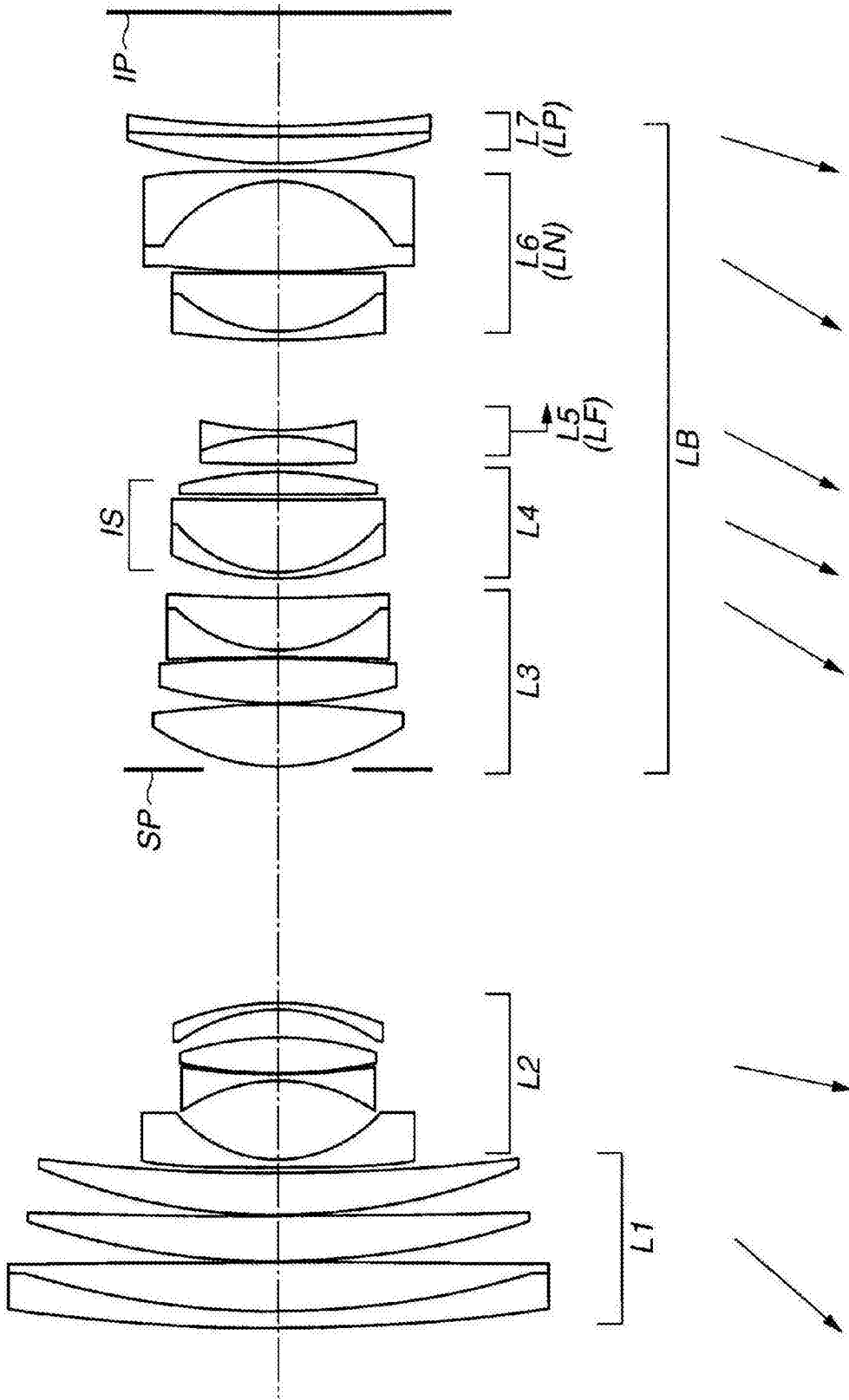


图7

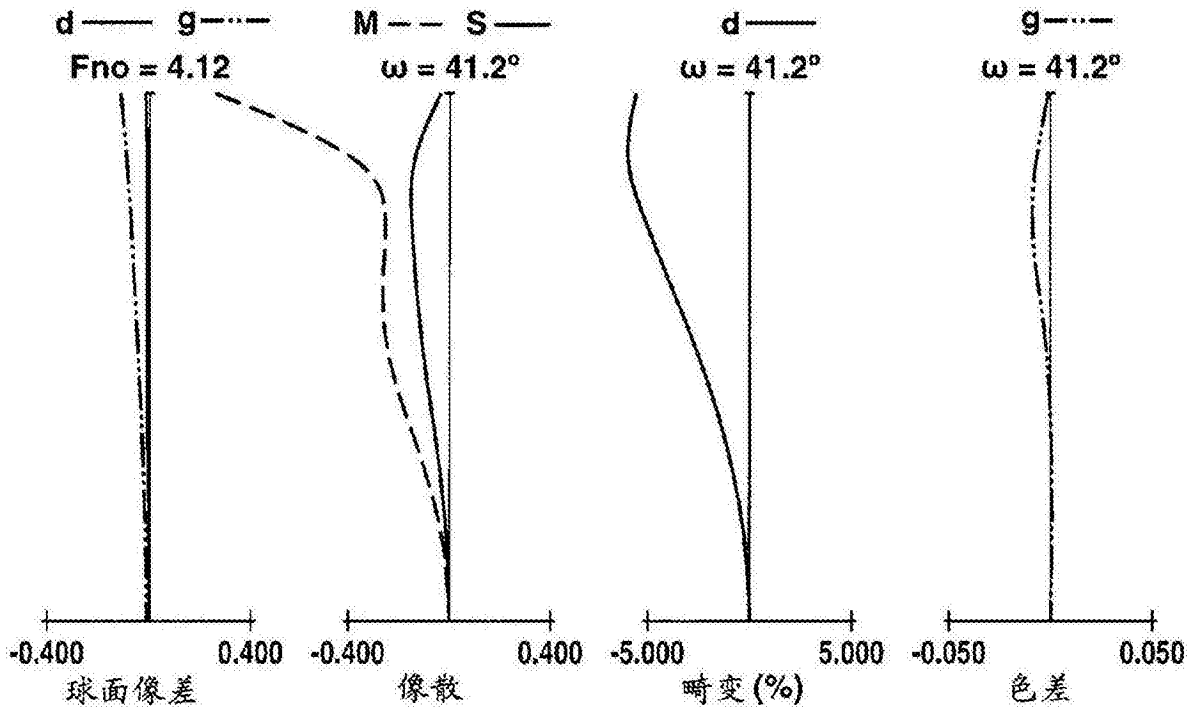


图8A

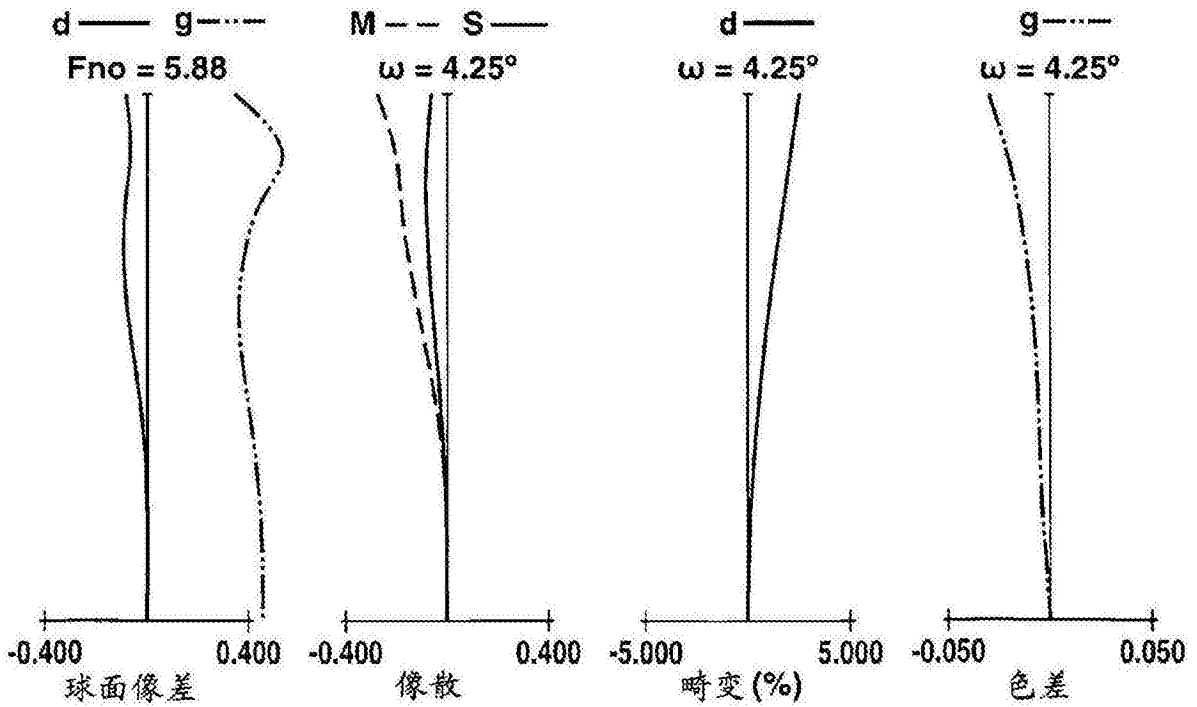


图8B

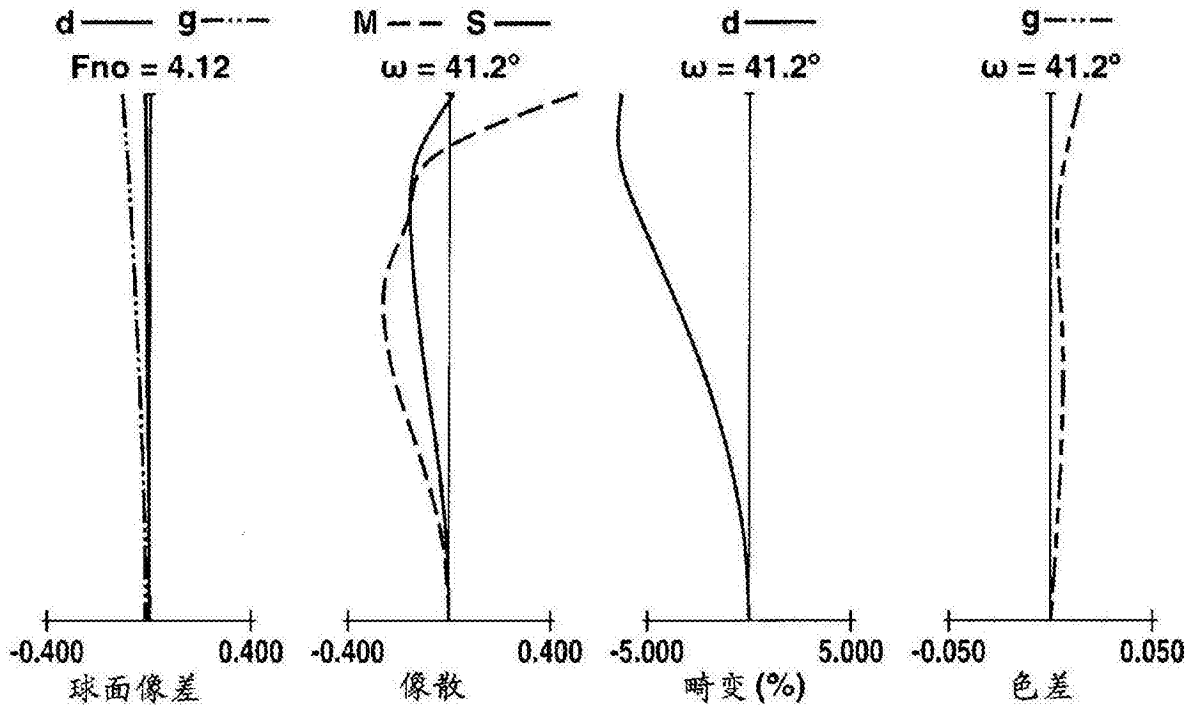


图9A

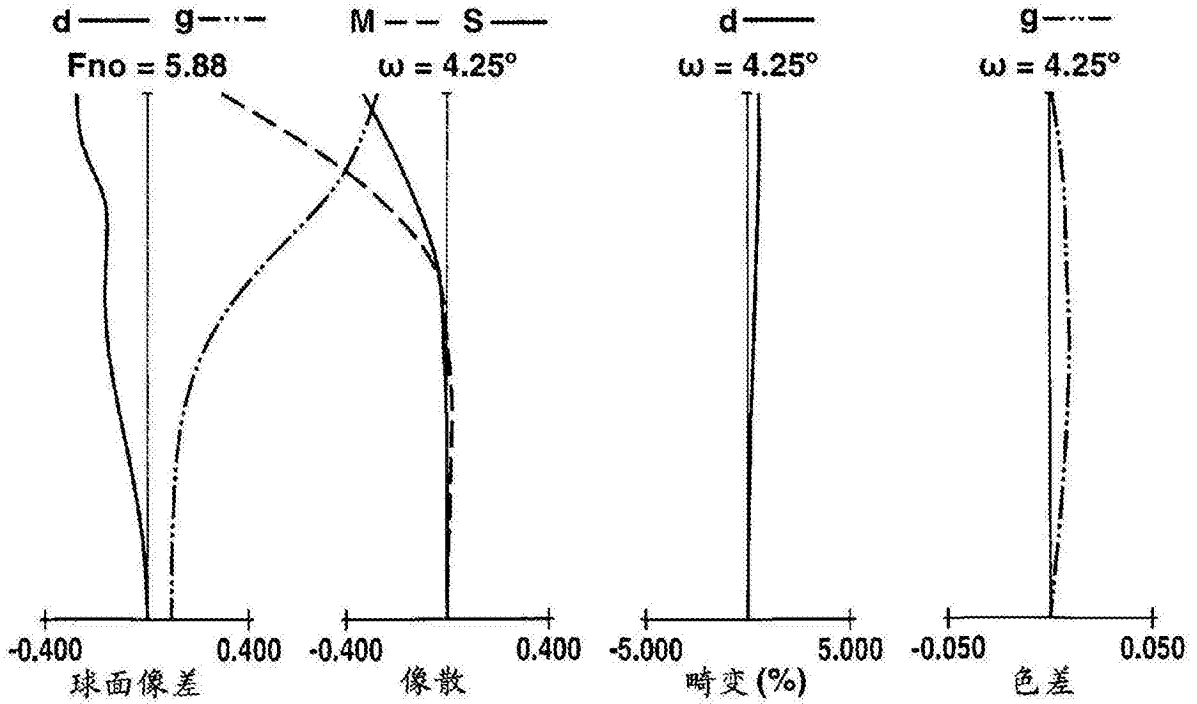


图9B

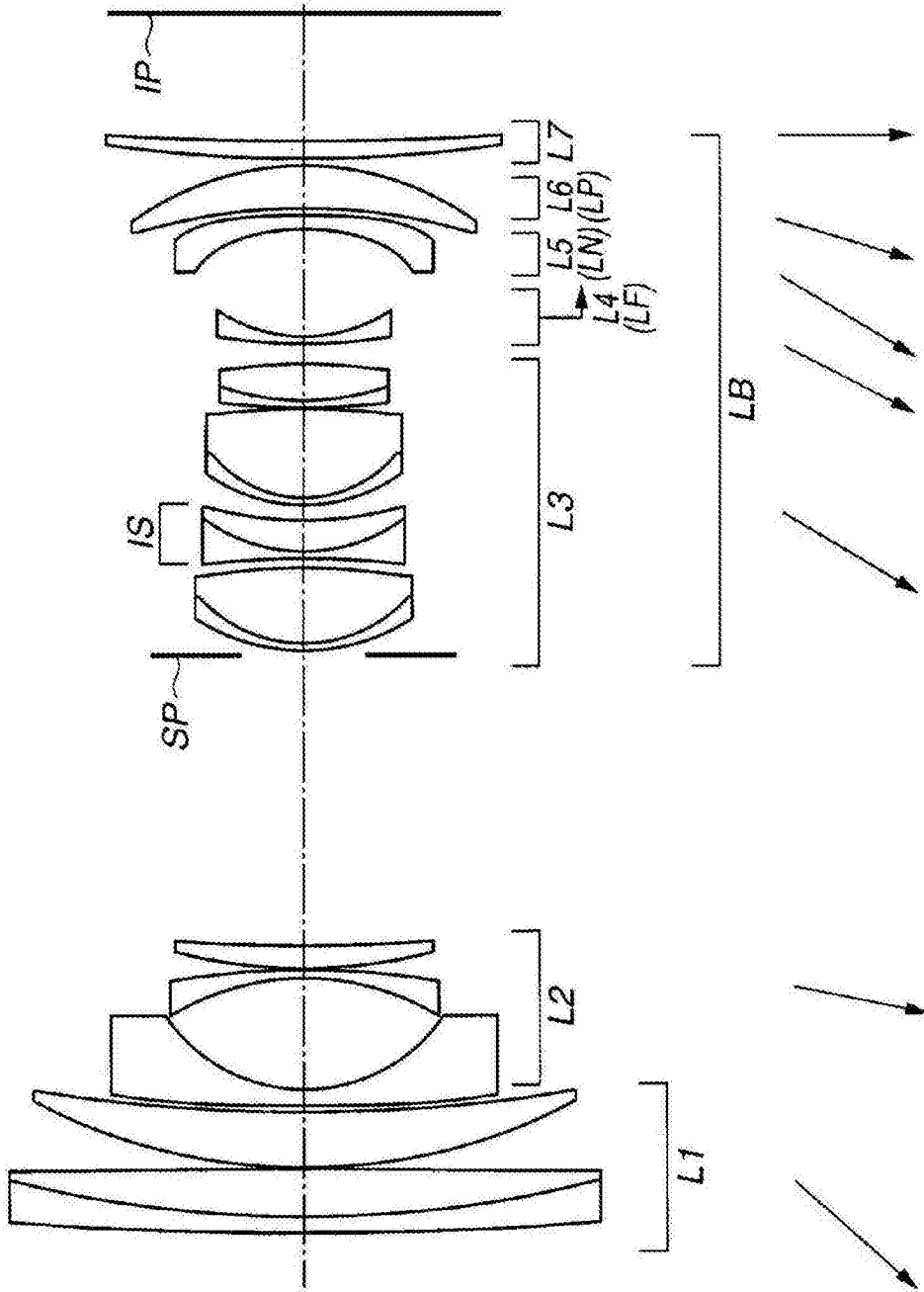


图10

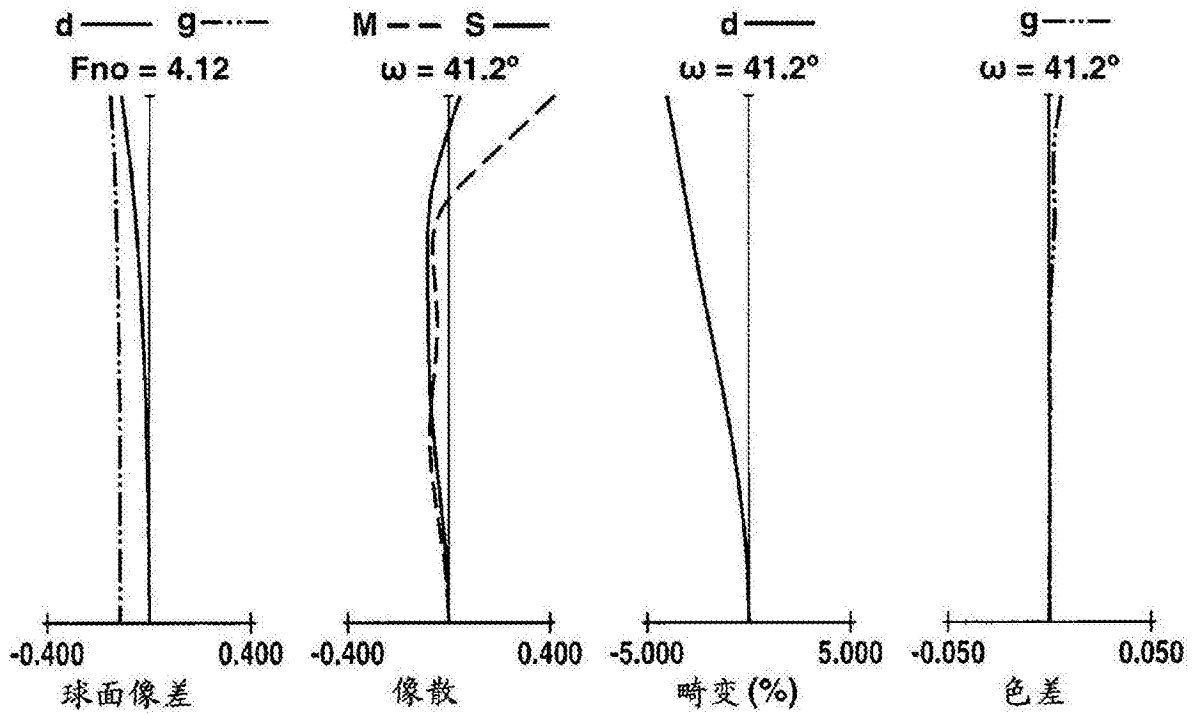


图11A

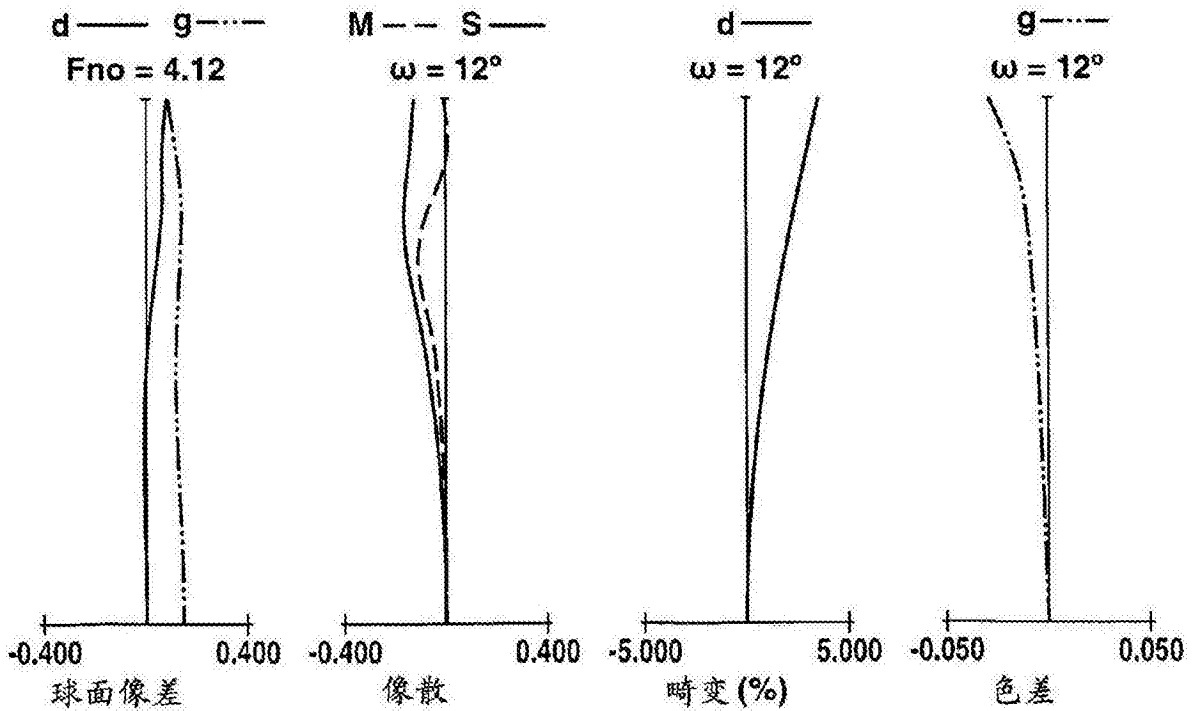


图11B

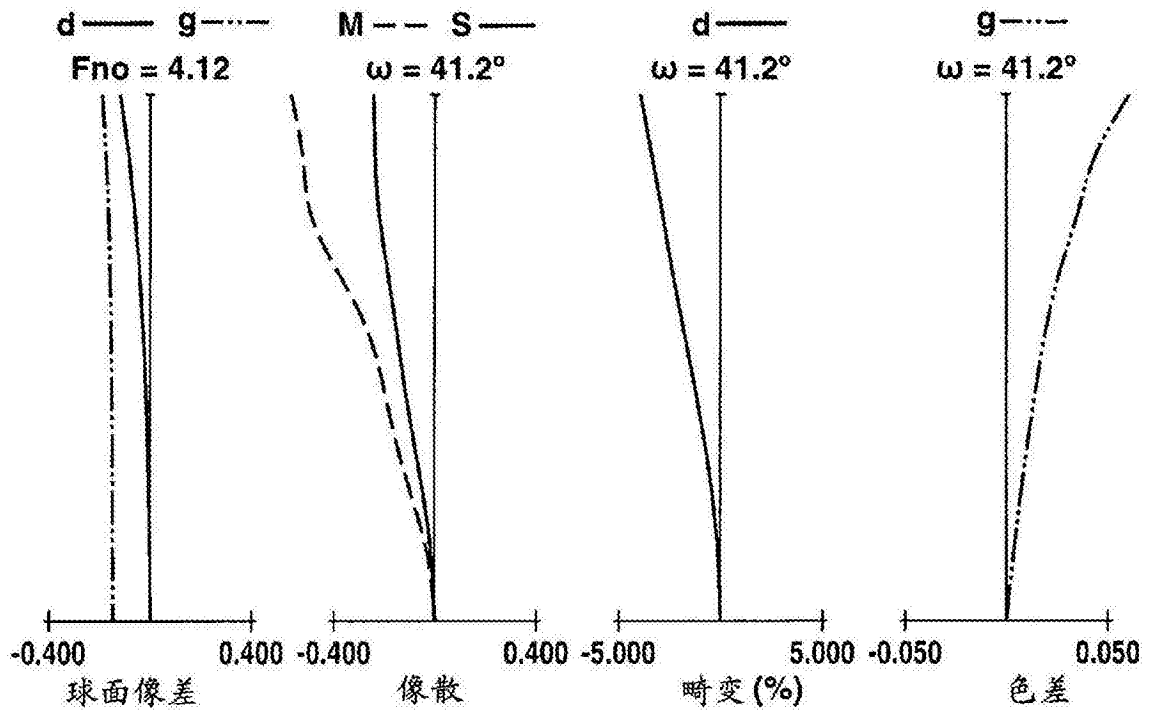


图12A

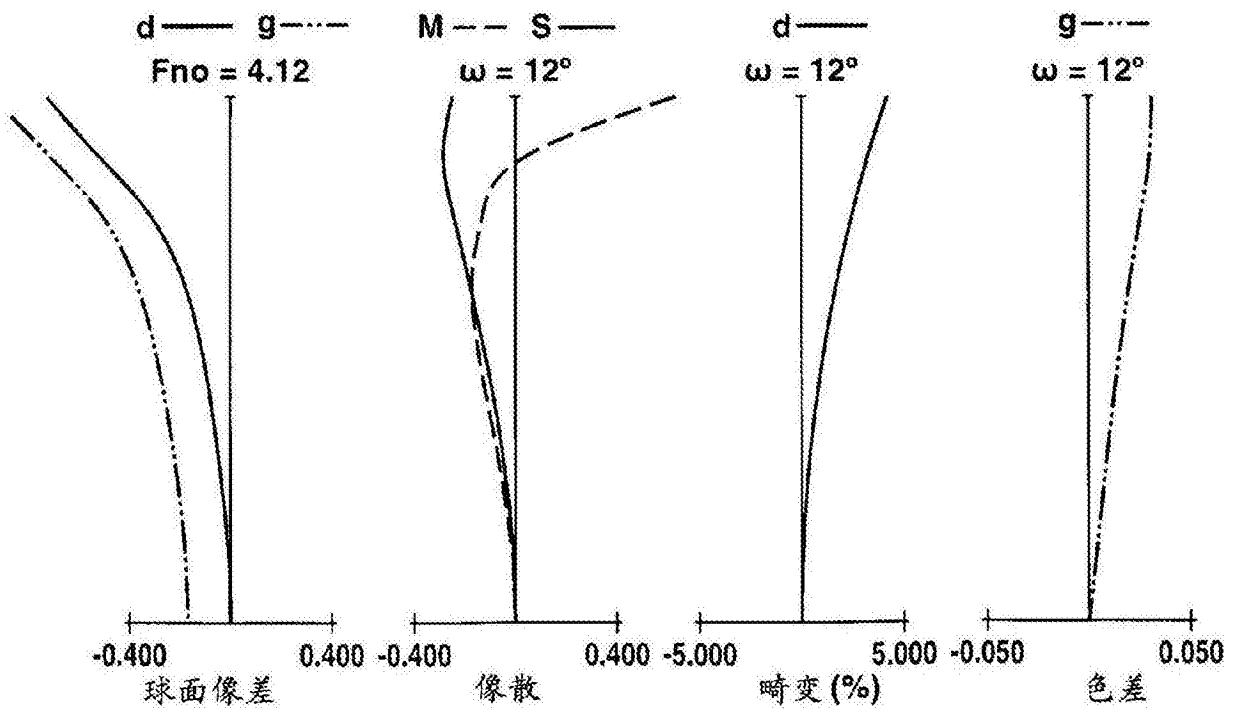


图12B

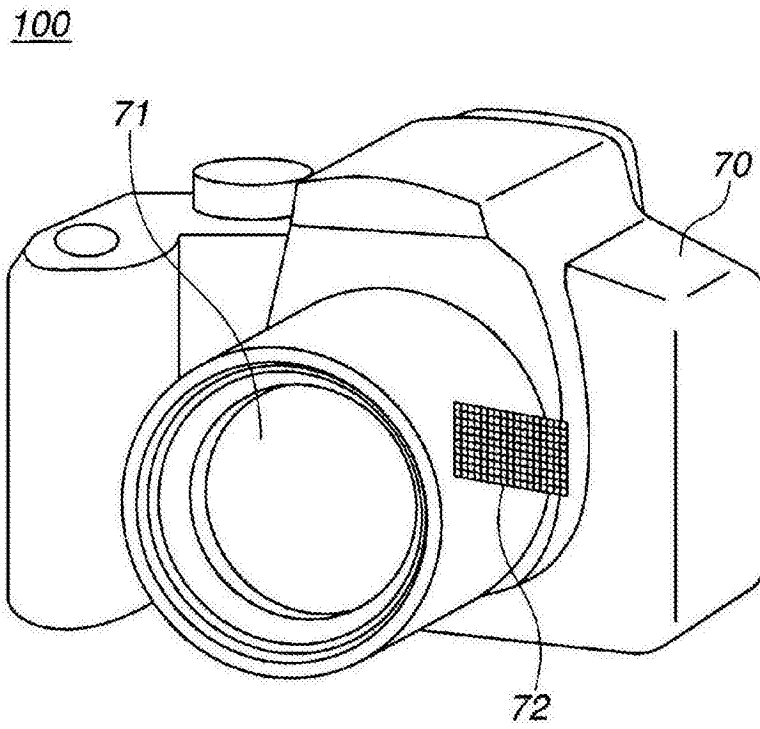


图13