



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117930482 A

(43) 申请公布日 2024.04.26

(21) 申请号 202311384708.7

(22) 申请日 2023.10.24

(30) 优先权数据

2022-170052 2022.10.24 JP

(71) 申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 木村公平

(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 刘玥

(51) Int.CI.

G02B 15/14 (2006.01)

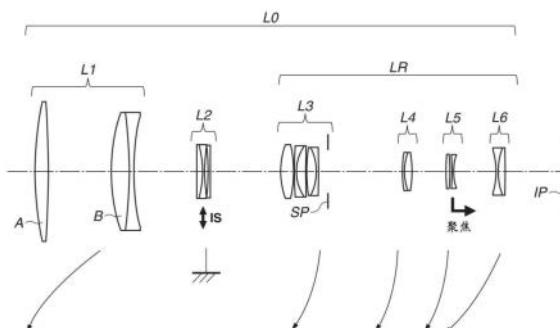
权利要求书2页 说明书20页 附图11页

(54) 发明名称

变焦透镜和包括变焦透镜的成像装置

(57) 摘要

公开了变焦透镜和包括变焦透镜的成像装置。一种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、以及包括一个或多个透镜单元的后透镜组。第一透镜单元、第二透镜单元、后透镜组从物侧到像侧依次布置。相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间改变。第一透镜单元被配置为在从广角端到望远端的变焦期间朝向物侧移动。第二透镜单元包括三个或更多个透镜。变焦透镜满足预定的不等式。



1. 一种变焦透镜，所述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、以及包括一个或多个透镜单元的后透镜组，所述第一透镜单元、所述第二透镜单元和所述后透镜组从物侧到像侧依次布置，

其中，相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间改变，

其中，所述第一透镜单元被配置为在从广角端到望远端的变焦期间朝向物侧移动，

其中，所述第二透镜单元包括三个或更多个透镜，并且

其中，以下的不等式被满足：

4.3<TD12t/TG12<12.0，并且

3.6<TD1/TD2<30.0，

其中，TD12t是在望远端处从所述第一透镜单元中的最接近物侧布置的透镜表面到所述第二透镜单元中的最接近像侧布置的透镜表面的光轴上的距离，TG12是所述第一透镜单元和所述第二透镜单元中包括的透镜的光轴上的厚度的总和，TD1是从所述第一透镜单元中的最接近物侧布置的透镜表面到所述第一透镜单元中的最接近像侧布置的透镜表面的光轴上的距离，并且TD2是从所述第二透镜单元中的最接近物侧布置的透镜表面到所述第二透镜单元中的最接近像侧布置的透镜表面的光轴上的距离。

2. 根据权利要求1所述的变焦透镜，其中，以下的不等式被满足：

0.1<m1/f1<0.5，

其中，m1是在从广角端到望远端的变焦期间所述第一透镜单元的移动量的绝对值，并且f1是所述第一透镜单元的焦距。

3. 根据权利要求1所述的变焦透镜，其中，以下的不等式被满足：

1.0<f1/fw<3.0，

其中，f1是所述第一透镜单元的焦距，并且fw是广角端处的整个系统的焦距。

4. 根据权利要求1所述的变焦透镜，其中，以下的不等式被满足：

-1.0<f2/fw<-0.2，

其中，f2是所述第二透镜单元的焦距，并且fw是广角端处的整个系统的焦距。

5. 根据权利要求1所述的变焦透镜，其中，以下的不等式被满足：

1.0<ft/TTDw<3.5，

其中，ft是望远端处的整个系统的焦距，并且TTDw是在广角端处从最接近物侧布置的透镜表面到像面的光轴上的距离。

6. 根据权利要求1所述的变焦透镜，其中，以下的不等式被满足：

8.0<ft/skw<35.0，

其中，ft是望远端处的整个系统的焦距，并且skw是广角端处的后焦距。

7. 根据权利要求1所述的变焦透镜，其中，以下的不等式被满足：

5.0<TTDw/skw<20.0，

其中，TTDw是在广角端处从最接近物侧布置的透镜表面到像面的光轴上的距离，并且skw是广角端处的后焦距。

8. 根据权利要求1所述的变焦透镜，其中，以下的不等式被满足：

0.4<D1max/TD1<0.9，

其中，D1max是所述第一透镜单元中的光轴上的最大空隙。

9. 根据权利要求1所述的变焦透镜,还包括被配置为在聚焦期间移动的聚焦单元,其中,以下的不等式被满足:

$$4.0 < |(1 - \beta_{ft}^2) \times \beta_{rt}^2| < 20.0,$$

其中, β_{ft} 是望远端处的所述聚焦单元的横向倍率,并且 β_{rt} 是望远端处的比所述聚焦单元更接近像侧布置的所有透镜单元的组合横向倍率。

10. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,以下的不等式被满足:

$$2.0 < G1d < 3.0,$$

其中, $G1d$ 是所述第一透镜单元中的最接近物侧布置的透镜的材料的比重。

11. 根据权利要求1所述的变焦透镜,

其中,所述第一透镜单元包括最接近物侧布置的正透镜A和与所述正透镜A相邻布置的正透镜B,并且

其中,所述正透镜A和所述正透镜B被布置为在其间具有所述第一透镜单元中的光轴上的最大空气间隙。

12. 根据权利要求11所述的变焦透镜,其中,所述第一透镜单元包括从物侧到像侧依次布置的所述正透镜A、所述正透镜B以及负透镜。

13. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,所述第二透镜单元在变焦期间被固定。

14. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,所述后透镜组包括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、具有负折光力的第五透镜单元、以及具有负折光力的第六透镜单元。

15. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,所述后透镜组包括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、具有正折光力的第五透镜单元、以及具有负折光力的第六透镜单元。

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、以及具有负折光力的第五透镜单元。

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、以及具有负折光力的第五透镜单元。

18. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,所述后透镜组包括具有正折光力的第三透镜单元。

19. 根据权利要求1所述的变焦透镜,还包括孔径光阑,所述孔径光阑被布置在第三透镜单元中的最接近物侧布置的透镜表面与所述第三透镜单元中的最接近像侧布置的透镜表面之间、或者被布置为比所述第三透镜单元更接近像侧,其中,所述第三透镜单元被包括在所述后透镜组中。

20. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,所述变焦透镜中包括的所有透镜的表面的形状是球面。

21. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,所述第二透镜单元的全部或一部分被配置为在图像抖动校正期间移动以便包含在与光轴垂直的方向上的分量。

22. 一种成像装置,包括:

根据权利要求1至21中任一项所述的变焦透镜;以及

图像传感器,所述图像传感器被配置为接收由所述变焦透镜形成的光学图像。

变焦透镜和包括变焦透镜的成像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及变焦透镜，并且适于诸如数字视频相机、数字静态相机、广播相机和卤化银胶片相机之类的成像装置。

背景技术

[0002] 近年来，要求用作成像装置的成像光学系统的变焦透镜的尺寸小并且重量轻，并且在望远端实现长焦距的同时在整个变焦范围内提供高光学性能。

[0003] 日本专利申请公开No.2009-86537讨论了一种以下的变焦透镜：第一透镜单元在变焦期间被固定，并且具有负折光力的第二透镜单元在从广角端到望远端的变焦期间朝向像侧移动。在该变焦透镜中，为了实现望远端处的长焦距，需要增加广角端处的总透镜长度，以便确保在变焦期间第二透镜单元的移动量。

发明内容

[0004] 根据本发明的一方面，一种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、以及包括一个或多个透镜单元的后透镜组，第一透镜单元、所透镜单元和后透镜组从物侧到像侧依次布置。相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间改变。第一透镜单元被配置为在从广角端到望远端的变焦期间朝向物侧移动。第二透镜单元包括三个或更多个透镜。以下的不等式被满足：

[0005] $4.3 < TD12t/TG12 < 12.0$ ，并且

[0006] $3.6 < TD1/TD2 < 30.0$ ，

[0007] 其中， $TD12t$ 是在望远端处从第一透镜单元中的最接近物侧布置的透镜表面到第二透镜单元中的最接近像侧布置的透镜表面的光轴上的距离， $TG12$ 是第一透镜单元和第二透镜单元中包括的透镜的光轴上的厚度的总和， $TD1$ 是从第一透镜单元中的最接近物侧布置的透镜表面到第一透镜单元中的最接近像侧布置的透镜表面的光轴上的距离，并且 $TD2$ 是从第二透镜单元中的最接近物侧布置的透镜表面到第二透镜单元中的最接近像侧布置的透镜表面的光轴上的距离。

[0008] 根据参考附图的示例性实施例的以下描述，本发明的其他特征将变得清楚。

附图说明

[0009] 图1是图示了根据第一示例性实施例的变焦透镜的广角端处的透镜的截面图。

[0010] 图2A是根据第一示例性实施例的变焦透镜的广角端处的像差图。图2B是根据第一示例性实施例的变焦透镜的望远端处的像差图。

[0011] 图3是图示了根据第二示例性实施例的变焦透镜的广角端处的透镜的截面图。

[0012] 图4A是根据第二示例性实施例的变焦透镜的广角端处的像差图。图4B是根据第二示例性实施例的变焦透镜的望远端处的像差图。

[0013] 图5是图示了根据第三示例性实施例的变焦透镜的广角端处的透镜的截面图。

[0014] 图6A是根据第三示例性实施例的变焦透镜的广角端处的像差图。图6B是根据第三示例性实施例的变焦透镜的望远端处的像差图。

[0015] 图7是图示了根据第四示例性实施例的变焦透镜的广角端处的透镜的截面图。

[0016] 图8A是根据第四示例性实施例的变焦透镜的广角端处的像差图。图8B是根据第四示例性实施例的变焦透镜的望远端处的像差图。

[0017] 图9是图示了根据第五示例性实施例的变焦透镜的广角端处的透镜的截面图。

[0018] 图10A是根据第五示例性实施例的变焦透镜的广角端处的像差图。图10B是根据第五示例性实施例的变焦透镜的望远端处的像差图。

[0019] 图11是成像装置的示意图。

具体实施方式

[0020] 下面,将参考附图来描述根据本发明的示例性实施例的光学系统和包括光学系统中的任一个的成像装置的示例。

[0021] 图1、图3、图5、图7和图9分别是图示了根据第一示例性实施例、第二示例性实施例、第三示例性实施例、第四示例性实施例和第五示例性实施例的变焦透镜L0的截面图。根据示例性实施例的变焦透镜L0是用于诸如数字视频相机、数字静态相机、广播相机、卤化银胶片相机、监视相机和车载相机之类的成像装置的变焦透镜。

[0022] 在截面图中的每一个中,左侧对应于物侧,并且右侧对应于像侧。根据示例性实施例的变焦透镜L0中的每一个也可以用作投影仪的投影透镜。在这种情况下,左侧对应于屏幕侧,并且右侧对应于投影图像侧。

[0023] 根据示例性实施例的变焦透镜L0中的每一个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和包括一个或多个透镜单元的后透镜组LR。第一透镜单元L1、第二透镜单元L2和后透镜组LR从物侧到像侧依次地布置。相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间改变。透镜单元中的每一个可以包括一个透镜或多个透镜。透镜单元中的每一个还可以包括孔径光阑。

[0024] 在截面图中的每一个中,向下指的每个实线箭头表示在从广角端到望远端的变焦期间对应的透镜单元的移动轨迹。在从无限远到近距离的聚焦期间,聚焦单元如由带有描述“聚焦”的箭头所指示地移动。在图像抖动校正期间,图像稳定单元如由带有描述“IS”的双头箭头所指示地移动。

[0025] 截面图中的每一个还图示了孔径光阑SP和像面IP。在根据示例性实施例的变焦透镜L0中的每一个被用于数字视频相机或数字静态相机的情况下,诸如电荷耦合器件(CCD)传感器或互补型金属氧化物半导体(CMOS)传感器之类的固态图像传感器(光电转换设备)的成像平面被布置在像面IP上。在根据示例性实施例的变焦透镜L0中的每一个被用作卤化银胶片相机的成像光学系统的情况下,对于胶片表面的感光表面被布置在像面IP上。

[0026] 在图2A和图2B、图4A和图4B、图6A和图6B、图8A和图8B以及图10A和图10B分别是在根据第一示例性实施例、第二示例性实施例、第三示例性实施例、第四示例性实施例和第五示例性实施例的变焦透镜L0的广角端和望远端在无限远物体距离处实现聚焦的情况下的像差图。

[0027] 在每个球面像差图中,Fno表示F数,并且相对于d线(波长为587.6nm)和g线(波长

为435.8nm)的球面像差量被指示。在每个像散图中,ΔS表示矢状像面上的像差量,并且ΔM表示子午像面上的像差量。每个畸变像差图图示了相对于d线的畸变像差量。每个色差图图示了相对于g线的倍率色差量。另外,ω表示成像半视角(°)。

[0028] 接下来,将描述根据示例性实施例的变焦透镜L0中的每一个的特性配置。

[0029] 在根据示例性实施例的变焦透镜L0中的每一个中,第一透镜单元L1具有正折光力,由此主点被布置在物侧,并且总透镜长度(从变焦透镜L0中的最接近物侧布置的透镜表面到像面IP的光轴上的距离)缩短。第二透镜单元L2具有负折光力,由此校正在第一透镜单元L1中尤其是在广角端处产生的倍率色差。此外,布置包括一个或多个透镜单元的后透镜组LR,由此抑制在变焦期间产生的各种像差的波动。

[0030] 第一透镜单元L1在从广角端到望远端的变焦期间朝向物侧移动,由此广角端处的总透镜长度缩短。

[0031] 第二透镜单元L2包括三个或更多个透镜,由此抑制在变焦期间在第二透镜单元L2中产生的各种像差的波动。

[0032] 根据示例性实施例的变焦透镜L0中的每一个被配置为满足以下的不等式(1)和(2):

$$[0033] 4.3 < TD12t/TG12 < 12.0 \quad (1)$$

$$[0034] 3.6 < TD1/TD2 < 30.0 \quad (2)$$

[0035] 在不等式(1)和(2)中,TD12t是在望远端处从第一透镜单元L1中的最接近物侧布置的透镜表面到第二透镜单元L2中的最接近像侧布置的透镜表面的光轴上的距离。TG12是第一透镜单元L1和第二透镜单元L2中包括的透镜的光轴上的厚度的总和。TD1是从第一透镜单元L1中的最接近物侧布置的透镜表面到第一透镜单元L1中的最接近像侧布置的透镜表面的光轴上的距离。TD2是从第二透镜单元L2中的最接近物侧布置的透镜表面到第二透镜单元L2中的最接近像侧布置的透镜表面的光轴上的距离。

[0036] 不等式(1)和(2)是为了实现各种像差的校正、高变焦比以及尺寸和重量的减小。

[0037] 如果TD12t/TG12超过不等式(1)的上限,则望远端处的从第一透镜单元L1中的最接近物侧布置的透镜表面到第二透镜单元L2中的最接近像侧布置的透镜表面的距离变长。结果,总透镜长度变长,这是不期望的。如果TD12t/TG12小于不等式(1)的下限,则布置在第一透镜单元L1和第二透镜单元L2中的透镜的光轴上的厚度的总和增加。结果,第一透镜单元L1和第二透镜单元L2中包括的每个透镜的重量增加,这是不期望的。

[0038] 如果TD1/TD2超过不等式(2)的上限,则从第一透镜单元L1中的最接近物侧布置的透镜表面到第一透镜单元L1中的最接近像侧布置的透镜表面的光轴上的距离变长。结果,尤其是最接近物侧布置的透镜的直径变大,这是不期望的。如果TD1/TD2小于不等式(2)的下限,则从第二透镜单元L2中的最接近物侧布置的透镜表面到第二透镜单元L2中的最接近像侧布置的透镜表面的光轴上的距离变长。结果,难以确保在变焦期间第二透镜单元L2和后透镜组LR的移动量。因为为了获得期望的变焦比而要增加尤其是广角端处的总透镜长度,所以这是不期望的。

[0039] 以上提到的配置可以实现提供高光学性能和高变焦比的小而轻的变焦透镜。

[0040] 不等式(1)或不等式(2)的值范围的上限和下限中的至少一个被期望地设置为以下的不等式(1a)和(2a)中的对应不等式的值范围的上限和下限:

[0041] $4.5 < TD12t/TG12 < 11.0$ (1a)

[0042] $3.8 < TD1/TD2 < 20.0$ (2a)

[0043] 不等式(1)或不等式(2)的值范围的上限和下限中的至少一个更期望地被设置为以下的不等式(1b)和(2b)中的对应不等式的值范围的上限和下限:

[0044] $4.7 < TD12t/TG12 < 10.5$ (1b)

[0045] $4.0 < TD1/TD2 < 16.0$ (2b)

[0046] 接下来,将描述根据示例性实施例的变焦透镜L0中的每一个的期望配置。

[0047] 第一透镜单元L1包括最接近物侧布置的正透镜A和与正透镜A相邻布置的正透镜B。正透镜A和B以在其间第一透镜单元L1中的最大空气间隙被期望地布置。正透镜A和B之间的大空气间隙减少了入射在正透镜B和比正透镜B更接近像侧布置的透镜上的轴上光束。

[0048] 结果,可以减小正透镜B的直径和比正透镜B更接近像侧布置的透镜的直径,由此减小变焦透镜L0的重量。

[0049] 此外,在第一透镜单元L1中,负透镜被期望地比正透镜B更接近像侧布置。负透镜的布置使得可以适当地校正尤其是望远端处的诸如球面像差和轴上色差之类的像差。

[0050] 第二透镜单元L2期望地在变焦期间被固定。这可以减少在变焦期间产生的第二透镜单元L2的偏心,并且可以抑制在第二透镜单元L2中产生的各种像差的波动。

[0051] 孔径光阑SP期望地被布置在第三透镜单元L3中的最接近物侧布置的透镜表面与第三透镜单元L3中的最接近像侧布置的透镜表面之间、或者被布置为比第三透镜单元L3更接近像侧。因为入射在第三透镜单元L3或比第三透镜单元L3更接近像侧布置的透镜上的轴上光束相对小,所以可以减小孔径光阑SP的直径。

[0052] 变焦透镜L0中包括的所有透镜的表面的形状期望地是球面。使表面的形状为球面可以抑制制造变化,并且由此可以防止光学性能的劣化。

[0053] 在图像抖动校正期间,第二透镜单元L2的全部或一部分期望地移动,以包含垂直于光轴的方向上的分量。由于第二透镜单元L2具有相对高的负折光力,因此可以增加偏心灵敏度的绝对值,并且防止在图像稳定期间移动的透镜的直径的增加。本文中提到的偏心灵敏度是在垂直于光轴的方向上的像面IP上的图像形成点的移动量 $\Delta 2$ 与透镜的移动量 $\Delta 1$ 的比率($\Delta 2 / \Delta 1$)。

[0054] 接下来,将描述根据示例性实施例的变焦透镜L0中的每一个期望地满足的不等式(3)至(11)。

[0055] 根据示例性实施例的变焦透镜L0中的每一个期望地满足以下的不等式(3)至(11)中的至少一个或多个:

[0056] $0.1 < m1/f1 < 0.5$ (3)

[0057] $1.0 < f1/fw < 3.0$ (4)

[0058] $-1.0 < f2/fw < -0.2$ (5)

[0059] $1.0 < ft/TTDw < 3.5$ (6)

[0060] $8.0 < ft/skw < 35.0$ (7)

[0061] $5.0 < TTDw/skw < 20.0$ (8)

[0062] $0.4 < D1max/TD1 < 0.9$ (9)

[0063] $4.0 < |(1 - \beta ft^2) \beta rt^2| < 20.0$ (10)

[0064] $2.0 < G1d < 3.0 \quad (11)$

[0065] 在不等式(3)和(4)中, $m1$ 是在从广角端到望远端的变焦期间的第一透镜单元L1的移动量的绝对值, 并且 $f1$ 是第一透镜单元L1的焦距。在不等式(4)和(5)中, f_w 是广角端处的整个系统的焦距, 并且 $f2$ 是第二透镜单元L2的焦距。在不等式(6)至(8)中, f_t 是望远端处的整个系统的焦距, $TTDw$ 是在广角端处从最接近物侧布置的透镜表面到像面IP的光轴上的距离, 并且 skw 是广角端处的后焦距。

[0066] 在不等式(9)中, $D1max$ 是第一透镜单元L1中的光轴上的最大空气间隙。在不等式(10)中, βf_t 是在聚焦期间移动的聚焦单元的望远端处的横向倍率, 并且 βrt 是比聚焦单元更接近像侧布置的所有透镜单元的望远端处的组合的横向倍率。在不等式(11)中, $G1d$ 是第一透镜单元L1中的最接近物侧布置的透镜的材料的比重。

[0067] 接下来, 将描述不等式(3)至(11)的技术含义。

[0068] 如果 $m1/f1$ 超过不等式(3)的上限, 并且在从广角端到望远端的变焦期间第一透镜单元L1的移动量的绝对值变大, 则布置在第一透镜单元L1中的每个透镜的有效直径增加, 以便确保望远端处的周边光量, 并且重量增加。如果 $m1/f1$ 小于不等式(3)的下限, 并且第一透镜单元L1的折光力变弱, 则主点被布置在像侧, 并且总透镜长度变长。

[0069] 如果 $f1/f_w$ 超过不等式(4)的上限, 并且第一透镜单元L1的折光力变弱, 则主点被布置在像侧, 并且总透镜长度变长。如果 $f1/f_w$ 小于不等式(4)的下限, 并且第一透镜单元L1的折光力变强, 则在第一透镜单元L1中产生的各种像差变大。

[0070] 如果 $f2/f_w$ 超过不等式(5)的上限, 并且第二透镜单元L2的折光力变强, 则在变焦期间在第二透镜单元L2中产生的各种像差的波动变大。如果 $f2/f_w$ 小于不等式(5)的下限, 并且第二透镜单元L2的折光力变弱, 则在变焦期间第二透镜单元L2的移动量变大, 以便获得期望的变焦比。换句话说, 总透镜长度变长, 以便确保用于在变焦期间第二透镜单元L2的移动量的空间。

[0071] 如果 $f_t/TTDw$ 超过不等式(6)的上限, 并且望远端处的整个系统的焦距变长, 则第一透镜单元L1等的折光力变强, 以便防止总透镜长度的增加, 这使得难以校正各种像差。如果 $f_t/TTDw$ 小于不等式(6)的下限, 则在广角端处从最接近物侧布置的透镜表面到像面IP的光轴上的距离变长, 并且变焦透镜L0的尺寸增加。

[0072] 如果 f_t/skw 超过不等式(7)的上限, 并且望远端处的整个系统的焦距变长, 则第一透镜单元L1等的折光力变强, 以便防止总透镜长度的增加, 这使得难以校正各种像差。如果 f_t/skw 小于不等式(7)的下限, 则广角端处的后焦距变长。结果, 总透镜长度变长。

[0073] 如果 $TTDw/skw$ 超过不等式(8)的上限, 则在广角端处从最接近物侧布置的透镜表面到像面IP的光轴上的距离变长, 并且变焦透镜L0的尺寸增加。如果 $TTDw/skw$ 小于不等式(8)的下限, 并且在广角端处从最接近物侧布置的透镜表面到像面IP的光轴上的距离变短, 则第一透镜单元L1等的折光力变强, 这使得难以校正各种像差。

[0074] 如果 $D1max/TD1$ 超过不等式(9)的上限, 并且第一透镜单元L1中的光轴上的最大空气间隙变大, 则最接近物侧布置的透镜的直径增加, 以便确保周边光量, 并且重量增加。如果 $D1max/TD1$ 小于不等式(9)的下限, 并且第一透镜单元L1中的光轴上的最大空气间隙变小, 则尤其是最接近物侧布置的透镜的折光力变强, 这使得难以校正各种像差。

[0075] 不等式(10)指示聚焦单元在望远端处的位置灵敏度。本文中提到的位置灵敏度是

聚焦单元在光轴方向上的移动量 Δd 与由于聚焦单元的移动而导致的图像形成位置在光轴方向上的移动量 ΔL 的比率 ($\Delta L / \Delta d$)。

[0076] 如果 $| (1 - \beta f t^2) \beta r t^2 |$ 超过不等式 (10) 的上限，并且聚焦单元在望远端处的位置灵敏度变高，则聚焦单元的折光力变强，并且在聚焦单元的移动期间产生的各种像差的波动变大。如果 $| (1 - \beta f t^2) \beta r t^2 |$ 小于不等式 (10) 的下限，并且聚焦单元在望远端处的位置灵敏度变低，则在聚焦期间聚焦单元的移动量增加。换句话说，总透镜长度变长，以便确保用于在聚焦期间聚焦单元的移动量的空间。

[0077] 如果 $G1d$ 超过不等式 (11) 的上限，并且第一透镜单元 $L1$ 中的最接近物侧布置的透镜的材料的比重变大，则透镜的重量增加。如果 $G1d$ 小于不等式 (11) 的下限，并且第一透镜单元 $L1$ 中的最接近物侧布置的透镜的材料的比重变小，则该材料相对高色散，这使得难以校正色差。

[0078] 不等式 (3) 至 (11) 中的每一个的上限和下限中的至少一个被期望地设置为以下的不等式 (3a) 至 (11a) 中的对应不等式的上限和下限：

[0079] $0.2 < m1/f1 < 0.4$ (3a)

[0080] $1.2 < f1/fw < 2.7$ (4a)

[0081] $-0.8 < f2/fw < -0.25$ (5a)

[0082] $1.2 < ft/TTDw < 3.0$ (6a)

[0083] $12.0 < ft/skw < 30.0$ (7a)

[0084] $6.0 < TTDw/skw < 15.0$ (8a)

[0085] $0.5 < D1max/TD1 < 0.8$ (9a)

[0086] $4.1 < | (1 - \beta f t^2) \times \beta r t^2 | < 15.0$ (10a)

[0087] $2.35 < G1d < 2.55$ (11a)

[0088] 不等式 (3) 至 (11) 中的每一个的上限和下限中的至少一个被更期望地设置为以下的不等式 (3b) 至 (11b) 中的对应不等式的上限和下限：

[0089] $0.25 < m1/f1 < 0.35$ (3b)

[0090] $1.4 < f1/fw < 2.5$ (4b)

[0091] $-0.6 < f2/fw < -0.3$ (5b)

[0092] $1.4 < ft/TTDw < 2.8$ (6b)

[0093] $13.0 < ft/skw < 25.0$ (7b)

[0094] $8.0 < TTDw/skw < 12.0$ (8b)

[0095] $0.60 < D1max/TD1 < 0.75$ (9b)

[0096] $4.2 < | (1 - \beta f t^2) \times \beta r t^2 | < 13.0$ (10b)

[0097] $2.4 < G1d < 2.5$ (11b)

[0098] 接下来，将详细地描述根据示例性实施例的变焦透镜 $L0$ 中的每一个的配置。

[0099] 根据第一示例性实施例的变焦透镜 $L0$ 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 $L2$ 和后透镜组 LR 。第一透镜单元 $L1$ 、第二透镜单元 $L2$ 和后透镜组 LR 从物侧到像侧依次布置。后透镜组 LR 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 $L5$ 和具有负折光力的第六透镜单元 $L6$ 。第三透镜单元 $L3$ 、第四透镜单元 $L4$ 、第五透镜单元 $L5$ 和第六透镜单元 $L6$ 从物侧到像侧依

次布置。在适当地布置具有负折光力的透镜单元和具有正折光力的透镜单元的情况下，适当地校正整个变焦范围内的各种像差。

[0100] 第二透镜单元L2在变焦期间被固定，由此抑制由于第二透镜单元L2的偏心而导致的像差的产生。第二透镜单元L2包括从物侧到像侧依次布置的正透镜、负透镜和负透镜的三个透镜。第二透镜单元L2在基本上垂直于光轴的方向上移动，由此执行图像抖动校正。第二透镜单元L2包括三个透镜，由此抑制图像抖动校正期间的偏心像差。

[0101] 在从无限远到近距离的聚焦期间，第五透镜单元L5朝向像侧移动。在聚焦期间移动具有相对小的直径的第五透镜单元L5使得能够进行高速聚焦。确定F数Fno的孔径光阑SP在第三透镜单元L3中最接近像侧布置。孔径光阑SP在具有相对小的直径的第三透镜单元L3中最接近像侧布置，由此可以使孔径光阑SP的直径较小。

[0102] 根据第二示例性实施例的变焦透镜L0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和后透镜组LR。第一透镜单元L1、第二透镜单元L2和后透镜组LR从物侧到像侧依次布置。后透镜组LR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、具有正折光力的第五透镜单元L5和具有负折光力的第六透镜单元L6。第三透镜单元L3、第四透镜单元L4、第五透镜单元L5和第六透镜单元L6从物侧到像侧依次布置。

[0103] 在第二示例性实施例中，除了根据第一示例性实施例的配置之外，正透镜在第一透镜单元L1中最接近像侧布置。在添加正透镜的情况下，适当地校正尤其是望远端处的球面像差。

[0104] 根据第三示例性实施例的变焦透镜L0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和后透镜组LR。第一透镜单元L1、第二透镜单元L2和后透镜组LR从物侧到像侧依次布置。后透镜组LR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和具有负折光力的第五透镜单元L5。第三透镜单元L3、第四透镜单元L4和第五透镜单元L5从物侧到像侧依次布置。

[0105] 在第三示例性实施例中，第二透镜单元L2包括两个透镜，由此减小了变焦透镜L0的重量。

[0106] 根据第四示例性实施例的变焦透镜L0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和后透镜组LR。第一透镜单元L1、第二透镜单元L2和后透镜组LR从物侧到像侧依次布置。后透镜组LR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和具有负折光力的第五透镜单元L5。第三透镜单元L3、第四透镜单元L4和第五透镜单元L5从物侧到像侧依次布置。

[0107] 在第四示例性实施例中，第二透镜单元L2包括五个透镜并且第五透镜单元L5包括四个透镜，由此抑制在变焦期间在第二透镜单元L2和第五透镜单元L5中产生的各种像差的波动。在从无限远到近距离的聚焦期间，第四透镜单元L4朝向物侧移动。

[0108] 根据第五示例性实施例的变焦透镜L0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和后透镜组LR。第一透镜单元L1、第二透镜单元L2和后透镜组LR从物侧到像侧依次布置。后透镜组LR包括具有正折光力的第三透镜单元L3

[0109] 在第五示例性实施例中，使透镜单元的数量比第一示例性实施例中的数量小，并且包括三个透镜单元的配置抑制了在变焦期间产生的每个透镜单元的偏心并且改善了光

学性能。

[0110] 将描述分别与第一示例性实施例至第五示例性实施例对应的第一数值示例至第五数值示例。

[0111] 在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, d (mm) 表示第m个表面与第(m+1)个表面之间的轴上间隔(光轴上的距离)(m是从光入射侧起计数的表面编号)。另外, nd表示相对于d线的每个光学构件的折射率,并且vd表示每个光学构件的阿贝数。材料的阿贝数vd由 $vd = (Nd - 1) / (NF - NC)$ 表示,其中Nd、NF、NC分别是夫琅和费d线、F线和C线(波长为587.6nm、486.1nm和656.3nm)处的折射率。

[0112] [第一数值示例]

[0113] 单位:mm

[0114] 表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	208.140	8.30	1.48749	70.2
2	-575.227	39.20		
3	117.400	11.35	1.49700	81.5
4	-270.733	2.70	1.61340	44.3
5	154.413	(可变)		

6	-1313.396	3.50	1.80518	25.4
7	-65.332	1.40	1.77250	49.6
8	114.681	2.08		
9	-137.293	1.40	1.83481	42.7
10	893.658	(可变)		
11	48.839	8.05	1.49700	81.5
12	-79.168	0.55		
13	301.466	1.35	1.77250	49.6
14	27.972	5.77	1.54072	47.2
15	776.993	0.48		
16	93.677	6.14	1.51823	58.9
17	-33.663	1.30	1.77250	49.6
[0116]	18	-558.826	6.04	
	19 (光圈)	∞	(可变)	
20	71.179	1.30	2.00069	25.5
21	35.239	4.65	1.61340	44.3
22	-67.501	(可变)		
23	112.661	2.56	1.51742	52.4
24	-88.341	1.22		
25	-100.206	0.90	1.59522	67.7
26	29.728	(可变)		
27	-43.800	1.30	1.49700	81.5
28	43.800	4.30	1.72047	34.7
29	-576.993	(可变)		
像面	∞			
[0117]	各种数据			

	变焦比	3.82		
		广角	中间	望远
	焦距	203.00	390.84	776.00
	F 数	6.42	7.30	9.18
	半视角	6.08	3.17	1.60
	像高	21.64	21.64	21.64
	总透镜长度	331.63	390.98	421.61
[0118]	BF	37.98	61.62	96.27
	d5	39.49	98.84	129.47
	d10	43.89	32.37	3.29
	d19	46.32	45.47	47.31
	d22	21.38	12.89	3.01
	d26	26.74	23.95	26.42
	d29	37.98	61.62	96.27
[0119]	变焦透镜单元数据			
	单元	开始表面		焦距
	L1	1		302.68
	L2	6		-71.48
[0120]	L3	11		99.38
	L4	20		82.71
	L5	23		-66.78
	L6	27		-203.48
[0121]	[第二数值示例]			
[0122]	单位:mm			
[0123]	表面数据			
[0124]	表面编号	r	d	nd
				vd

1	144.748	9.32	1.48749	70.2
2	∞	48.43		
3	89.287	10.89	1.49700	81.6
4	-847.726	3.00	1.61340	44.3
5	74.191	1.97		
6	100.080	4.93	1.51823	58.9
7	174.640	(可变)		
8	∞	4.76	1.65412	39.7
9	-63.154	2.00	1.58913	61.1
10	767.732	3.37		
11	682.775	1.50	1.72916	54.7
12	82.889	2.86		
13	-101.488	1.50	1.69680	55.5
14	101.488	3.53	1.78472	25.7
[0125]	15	∞	(可变)	
	16	49.739	7.15	1.49700
	17	-138.331	0.19	
	18	64.996	1.70	1.72916
	19	27.598	9.12	1.53775
	20	-231.045	0.97	
	21	-86.744	1.90	1.90525
	22	1464.098	16.96	
	23 (光圈)	∞	24.36	
	24	64.330	4.61	1.61340
25	-43.939	1.30	1.89190	37.1
26	-157.290	(可变)		
27	271.506	2.33	1.85478	24.8
28	-74.228	1.00	1.83481	42.7
29	39.368	(可变)		

30	67.122	1.70	1.92286	20.9
31	38.251	6.33	1.65412	39.7
32	-60.563	(可变)		
33	-76.617	1.30	1.59522	67.7
34	166.663	1.15		
35	-165.426	1.50	1.59522	67.7
36	23.838	6.86	1.61340	44.3
37	181.816	(可变)		
像面	∞			

各种数据

变焦比	3.7		
[0126]		广角	中间
焦距	206.00	384.91	778.20
F 数	5.71	6.70	9.18
半视 角	6.00	3.22	1.59
像高	21.64	21.64	21.64
总透镜长度	330.11	387.57	420.11
BF	40.03	58.26	96.02
d7	7.95	65.40	97.95
d15	41.76	29.34	2.97
d26	15.09	8.51	3.09
d29	17.80	24.37	29.79
d32	18.99	13.18	1.79
d37	40.03	58.26	96.02

变焦透镜单元数据

单元	开始表面	焦距
L1	1	298.92
L2	8	-73.88
L3	16	72.61
L4	27	-56.61
L5	30	58.15
L6	33	-55.76

[0127] [第三数值示例] 单位:mm 表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	276.825	6.18	1.48749	70.2
2	-600.775	39.20		
3	119.101	7.36	1.49700	81.5
4	-496.322	2.70	1.61340	44.3
5	164.850	(可变)		
6	-189.115	2.24	1.80518	25.4
7	-66.169	1.40	1.77250	49.6
8	121.138	(可变)		
9	51.485	7.45	1.49700	81.5
10	-90.684	1.12		
11	380.120	1.35	1.77250	49.6
12	30.296	5.13	1.54072	47.2
13	443.836	0.73		
14	110.891	5.53	1.51823	58.9
15	-37.072	1.30	1.77250	49.6
16	-296.706	9.32		

	17 (光圈)	∞	41.15	
	18	66.591	1.30	2.00069
	19	34.650	3.94	1.61340
	20	-83.966	(可变)	
	21	93.250	2.61	1.51742
[0129]	22	-71.258	1.88	
	23	-69.994	0.90	1.59522
	24	28.582	(可变)	
	25	-179.806	1.30	1.49700
	26	30.669	3.65	1.72047
	27	75.036	(可变)	
	像面	∞		
[0130]	各种数据			
	变焦比	2.46		
			广角	中间
	焦距	203.01	395.08	500.04
	F数	6.43	8.04	9.18
	半视角	6.08	3.13	2.48
	像高	21.64	21.64	21.64
	总透镜长度	321.37	404.17	420.39
	BF	37.99	62.27	74.98
	d5	39.40	122.19	138.42
	d8	49.99	41.02	32.90
	d20	17.25	6.96	3.00
	d24	28.99	23.97	23.34
	d27	37.99	62.27	74.98
[0131]	变焦透镜单元数据			

单元	开始表面	焦距		
L1	1	342.38		
[0132] L2	6	-98.13		
L3	9	76.09		
L4	21	-64.30		
L5	25	-200.31		
[0133] [第四数值示例]				
[0134] 单位:mm				
[0135] 表面数据				
表面编号	r	d	nd	vd
1	141.629	9.15	1.51823	58.9
2	7683.053	46.38		
3	114.796	9.86	1.49700	81.5
4	-395.656	2.70	1.61340	44.3
5	80.183	1.45		
6	101.475	5.71	1.49700	81.5
7	193.888	(可变)		
8	56.915	5.47	1.59270	35.3
9	2310.622	0.97		
10	245.283	1.65	1.83481	42.7
11	59.448	3.29		
12	119.146	1.65	1.71989	55.4
13	74.599	3.31		
14	-108.591	1.65	1.65394	60.9
15	89.528	2.66	1.84666	23.8
16	185.266	(可变)		

	17	81.580	5.72	1.49700	81.5
	18	-103.333	0.20		
	19	61.959	6.95	1.49700	81.5
	20	-70.310	1.80	1.90043	37.4
	21	252.967	30.62		
	22 (光圈)	∞	4.93		
	23	-35.634	1.30	1.60311	60.6
	24	44.939	6.76	1.52584	49.7
	25	-32.909	0.20		
	26	-43.510	1.95	1.48749	70.2
	27	-37.860	(可变)		
[0136]	28	155.017	5.70	1.57714	42.3
	29	-23.967	1.20	1.95375	32.3
	30	-60.504	2.43		
	31	-31.133	2.56	1.58896	35.9
	32	-26.486	(可变)		
	33	-106.469	1.00	1.53775	74.7
	34	19.932	5.81	1.51653	52.8
	35	122.631	3.44		
	36	-50.383	1.50	1.49700	81.5
	37	30.867	5.46	1.51257	54.7
	38	-294.673	(可变)		
	像面	∞			
[0137]	各种数据				
	变焦比		3.77		
[0138]			广角	中间	望远
	焦距		206.02	384.95	775.89
	F数		5.77	6.80	9.20

半视角	5.99	3.22	1.60
像高	21.64	21.64	21.64
总透镜长度	326.81	380.44	419.36
BF	31.57	53.56	91.89
d7	8.62	62.25	101.18
d26	44.19	28.14	2.21
d27	18.16	26.33	35.76
d32	38.86	24.76	2.93
[0139] d38	31.57	53.56	91.89

变焦透镜单元数据

单元	开始表面	焦距
L1	1	342.32
L2	8	-89.16
L3	17	102.74
L4	28	130.20
L5	33	-54.45

[0140] [第五数值示例] 单位:mm 表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	218.302	5.89	1.48749	70.2
2	-738.944	39.20		
3	251.266	6.97	1.49700	81.5
4	-222.883	2.70	1.61340	44.3
5	337.588	(可变)		

6	453.827	3.22	1.80518	25.4
7	-79.739	1.40	1.77250	49.6
8	100.533	2.43		
9	-89.220	1.40	1.83481	42.7
10	-393.480	(可变)		
11	44.461	7.61	1.49700	81.5
12	-88.855	0.55		
13	216.893	1.35	1.77250	49.6
14	25.104	5.51	1.54072	47.2
15	200.999	0.45		
16	61.022	6.50	1.51823	58.9
17	-32.801	1.30	1.77250	49.6
[0141]	18	912.404	11.86	
	19 (光圈)	∞	23.62	
	20	134.867	1.30	2.00069
	21	50.424	4.79	1.61340
	22	-57.225	14.54	
	23	-67.250	1.98	1.51742
	24	-38.172	10.00	
	25	-33.025	0.90	1.59522
	26	-6071.683	29.02	
	27	-40.861	1.30	1.49700
	28	49.832	3.84	1.72047
	29	-471.630	(可变)	
	像面	∞		
[0142]	各种数据			
	变焦比	3.93		
		广角	中间	望远
	焦距	152.68	299.59	600.00

	F数	6.34	8.05	9.18
	半视角	8.07	4.13	2.07
	像高	21.64	21.64	21.64
[0143]	总透镜长度	331.63	386.74	427.64
	BF	39.31	65.54	82.78
	d5	35.90	93.92	153.22
	d10	66.79	37.64	2.00
	d29	39.31	65.54	82.78
[0144]	变焦透镜单元数据			
	单元	开始表面	焦距	
[0145]	L1	1	379.81	
	L2	6	-78.52	
	L3	11	62.16	
[0146]	表1指示根据上述示例性实施例的各种种类的值。			
[0147]	[表1]			

	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	第五示例性 实施例
	不等式(1)	TD12t/TG12	6.960	4.731	9.936	4.867
[0148]	不等式(2)	TD1/TD2	7.348	4.022	15.245	3.645
	不等式(3)	m1/f1	0.297	0.301	0.289	0.270
	不等式(4)	f1/fw	1.491	1.451	1.686	1.662
	不等式(5)	f2/fw	-0.352	-0.359	-0.483	-0.433
	不等式(6)	ft/TTDw	2.340	2.357	1.556	2.374
	不等式(7)	ft/skw	20.433	19.439	13.164	24.576
	不等式(8)	TTDw/skw	8.733	8.246	8.460	10.351
	不等式(9)	D1max/TD1	0.637	0.617	0.707	0.616
	不等式(10)	$ (1-\beta ft^2)\beta rt^2 $	10.261	10.400	7.447	4.299
						6.023

不等式 (11)	G1d	2.460	2.460	2.460	2.480	2.460
[0149]	TD12t	199.399	196.009	197.496	197.065	216.434
	TG12	28.650	41.427	19.878	40.491	21.579
	TD1	61.550	78.536	55.441	75.245	54.762
	TD2	8.377	19.526	3.637	20.644	8.452
	m1	89.979	90.001	99.021	92.553	96.003
	f1	302.680	298.915	342.378	342.325	379.811
	f2	-71.481	-73.881	-98.129	-89.157	-78.520
	fw	203.002	206.000	203.012	206.021	152.679
	ft	775.996	778.200	500.042	775.890	599.999
	TTDw	331.633	330.112	321.374	326.807	331.633
	skw	37.977	40.033	37.987	31.572	39.306
	D1max	39.200	48.433	39.200	46.385	39.200
	βft	2.360	4.184	2.233	0.685	1.891
	βrt	1.498	0.794	1.367	2.845	1.529

[0150] [成像装置]

[0151] 接下来,将参考图11描述使用根据本发明的示例性实施例中的任一个的变焦透镜L0作为成像光学系统的数字静态相机(成像装置)的示例。图11图示了使用第一示例性实施例至第五示例性实施例中描述的变焦透镜L0中的任一个的成像光学系统11。诸如电荷耦合器件(CCD)传感器或互补型金属氧化物半导体(CMOS)传感器之类的图像拾取设备(光电转换设备)12内置于相机主体10中,接收由成像光学系统11形成的光学图像,并且对光学图像进行光电转换。相机主体10可以是包括快速转向镜的单透镜反射式相机或者没有快速转向镜的无反射镜相机。

[0152] 以这种方式,将根据本发明的示例性实施例中的任一个的变焦透镜L0应用于诸如数字静态相机之类的成像装置使得能够获得高分辨率、广角图像。

[0153] 尽管以上已描述本发明的示例的示例性实施例,但本发明不限于这些示例性实施例,并且可以在不脱离本发明的范围的情况下按各种形式来组合、修改和改变。

[0154] 虽然已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。随附权利要求的范围将被赋予最宽泛的解释,以包含所有这样的修改形式以及等同的结构和功能。

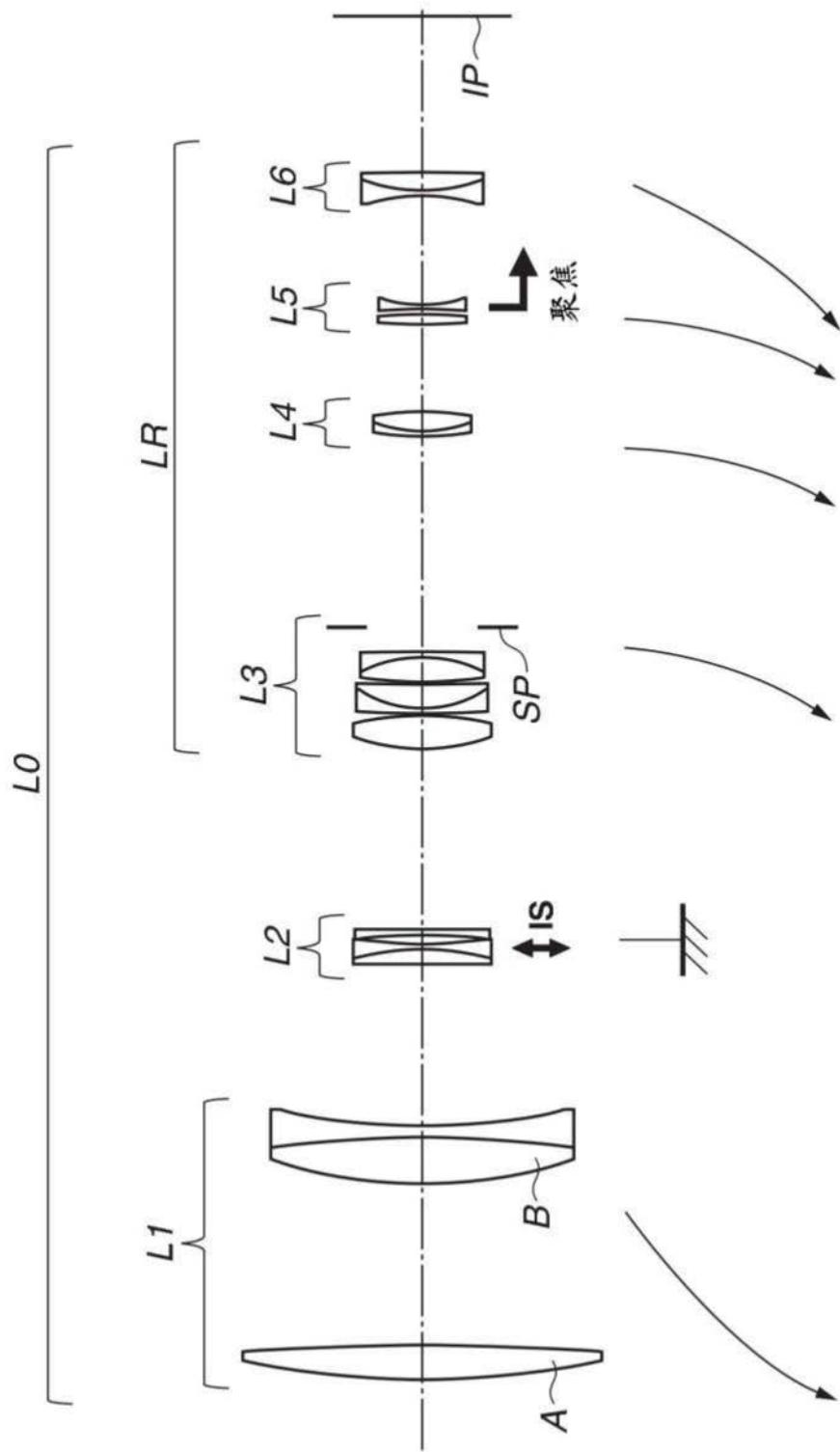


图1

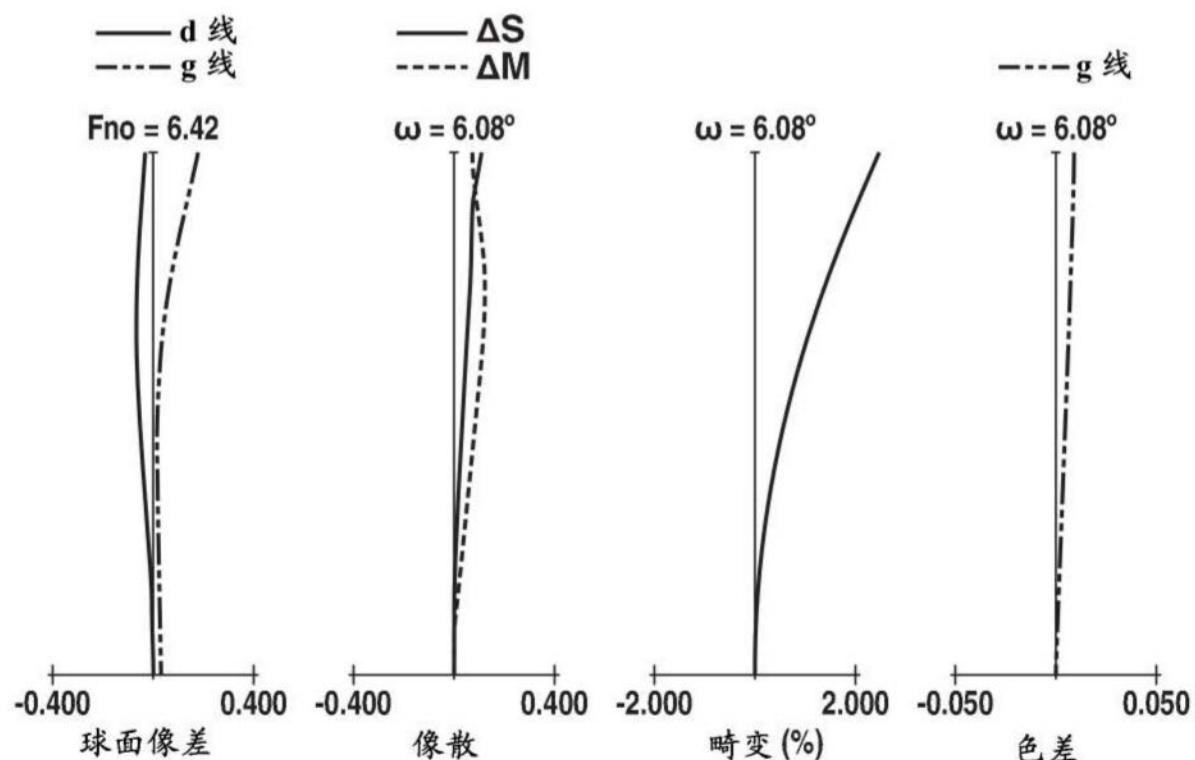


图2A

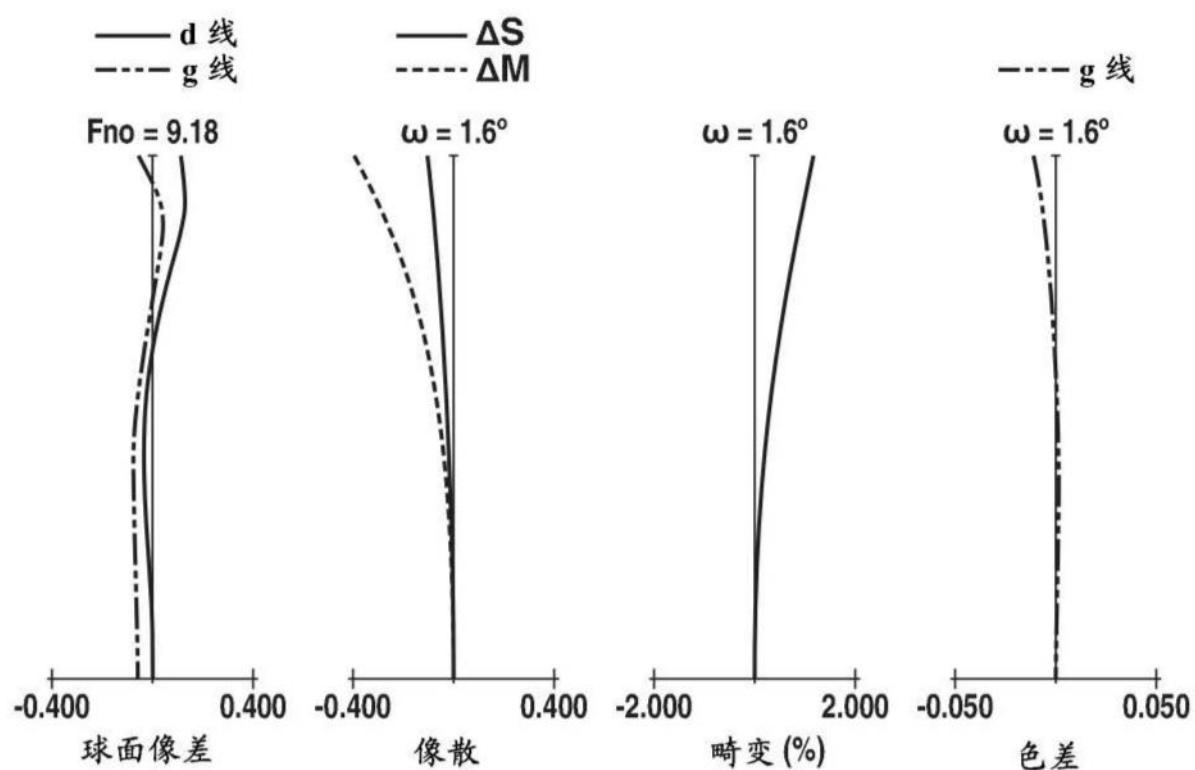


图2B

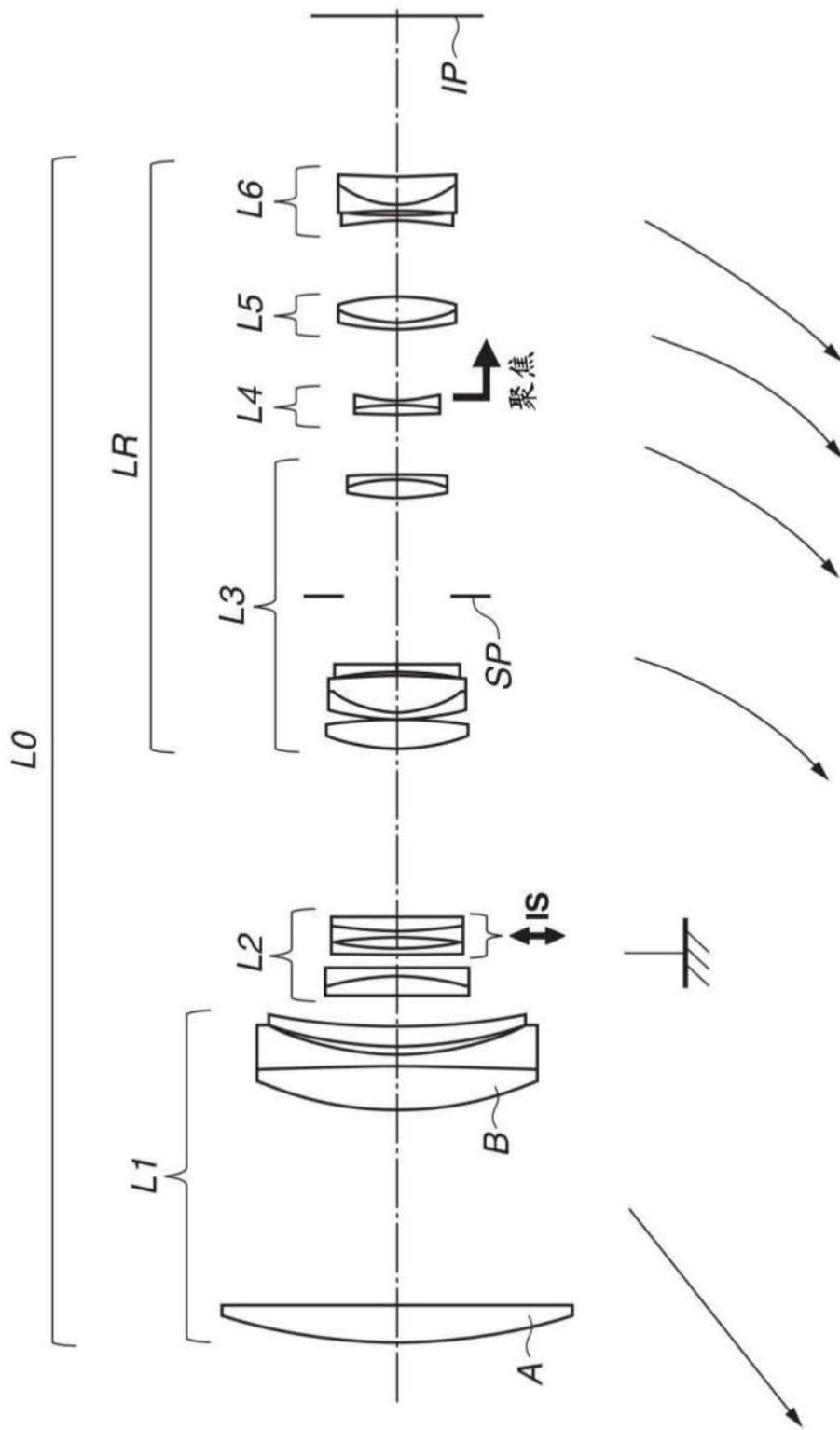


图3

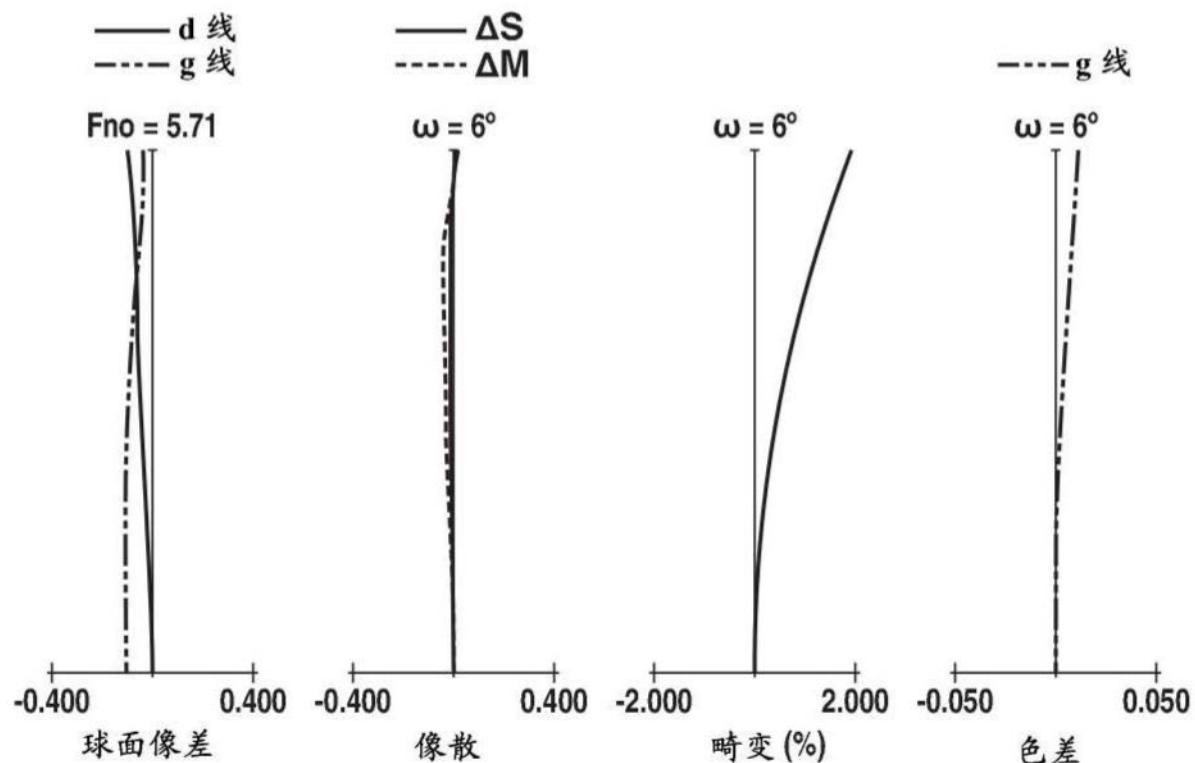


图4A

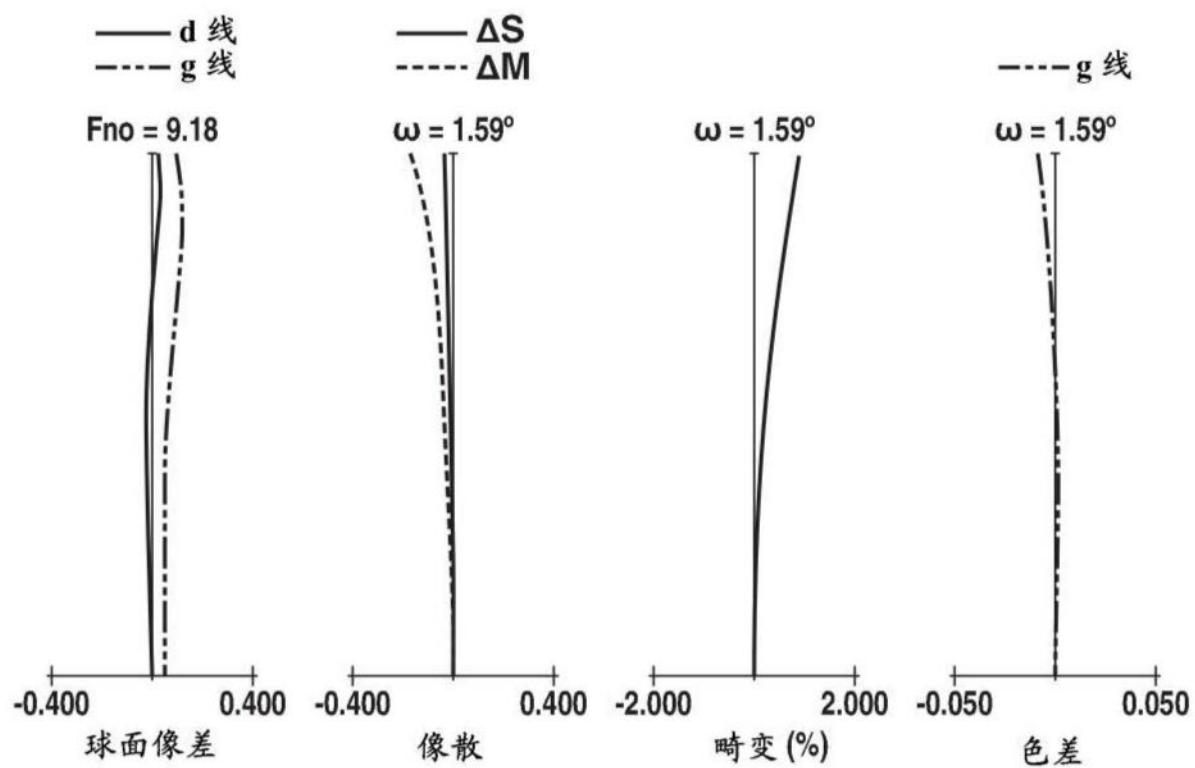


图4B

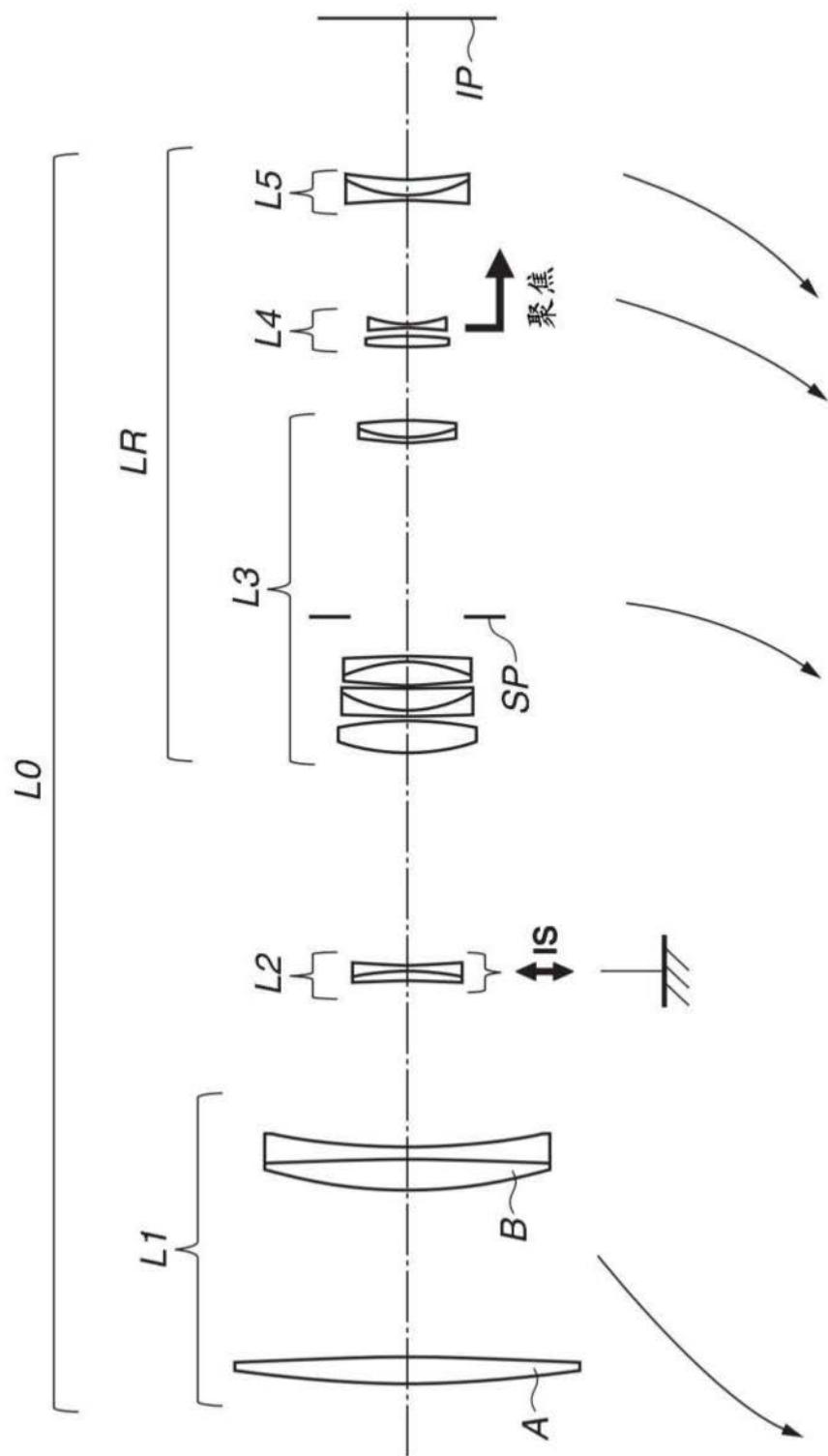


图5

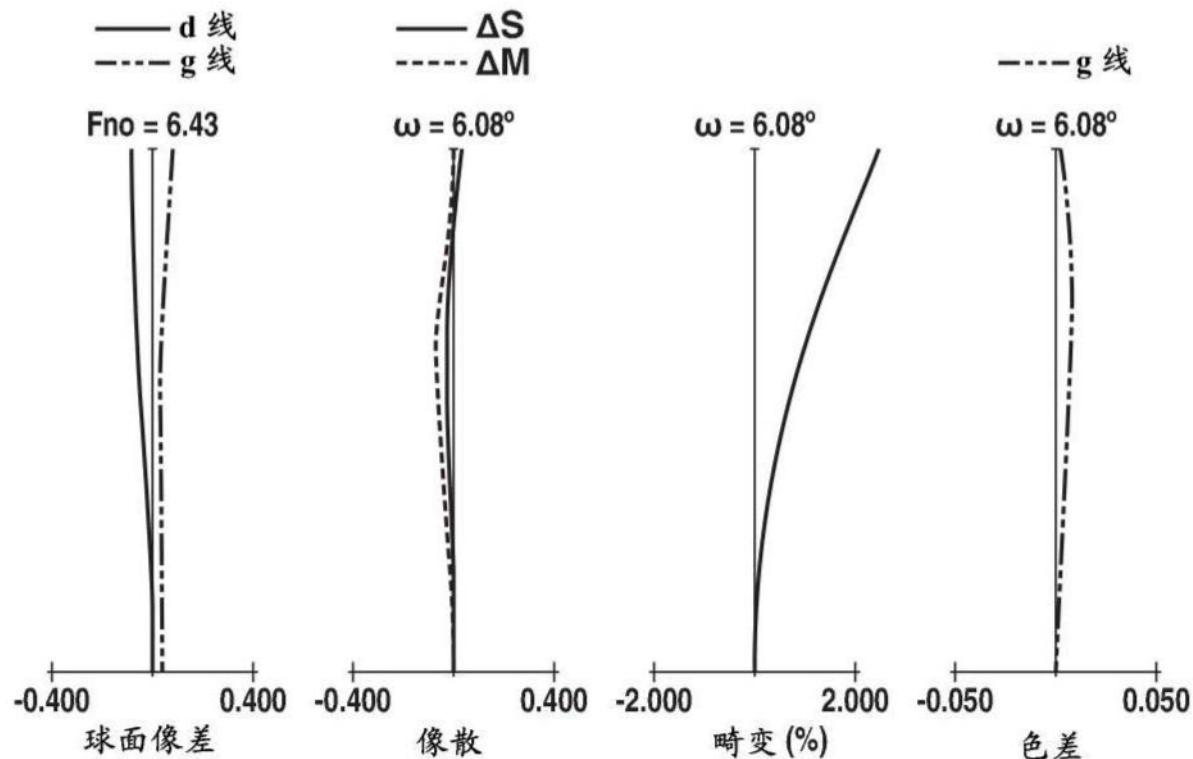


图6A

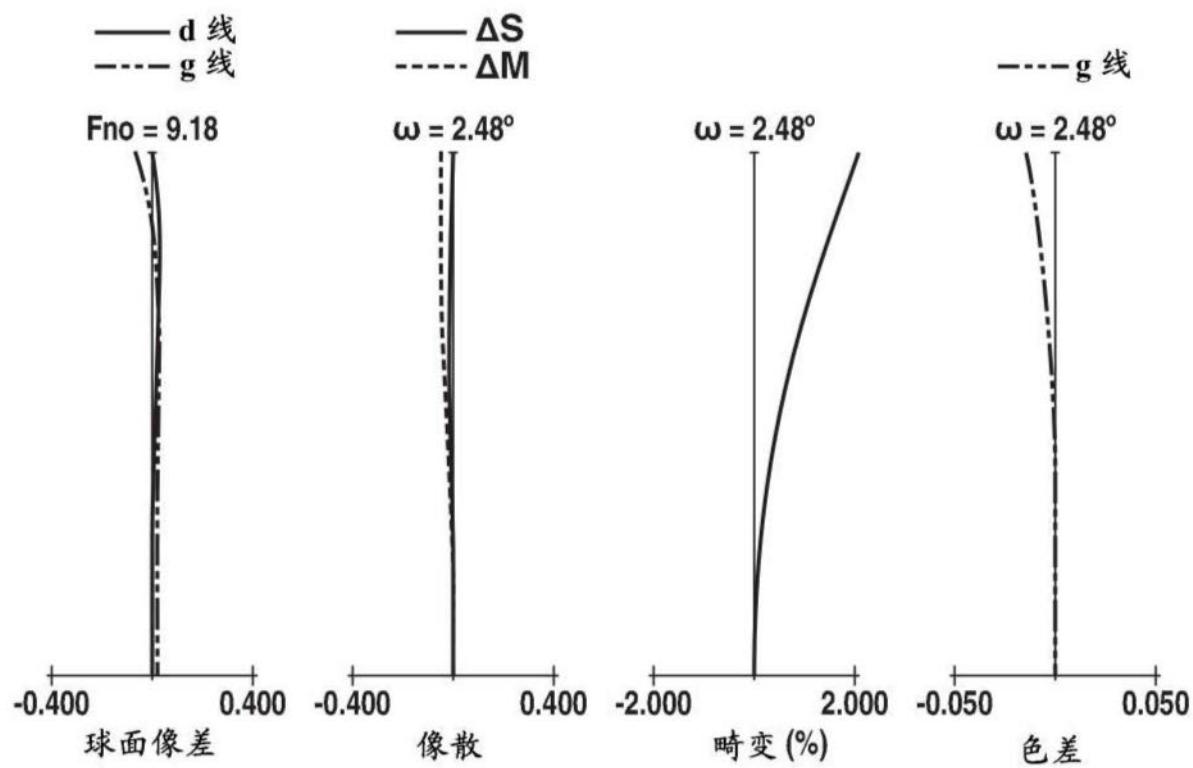


图6B

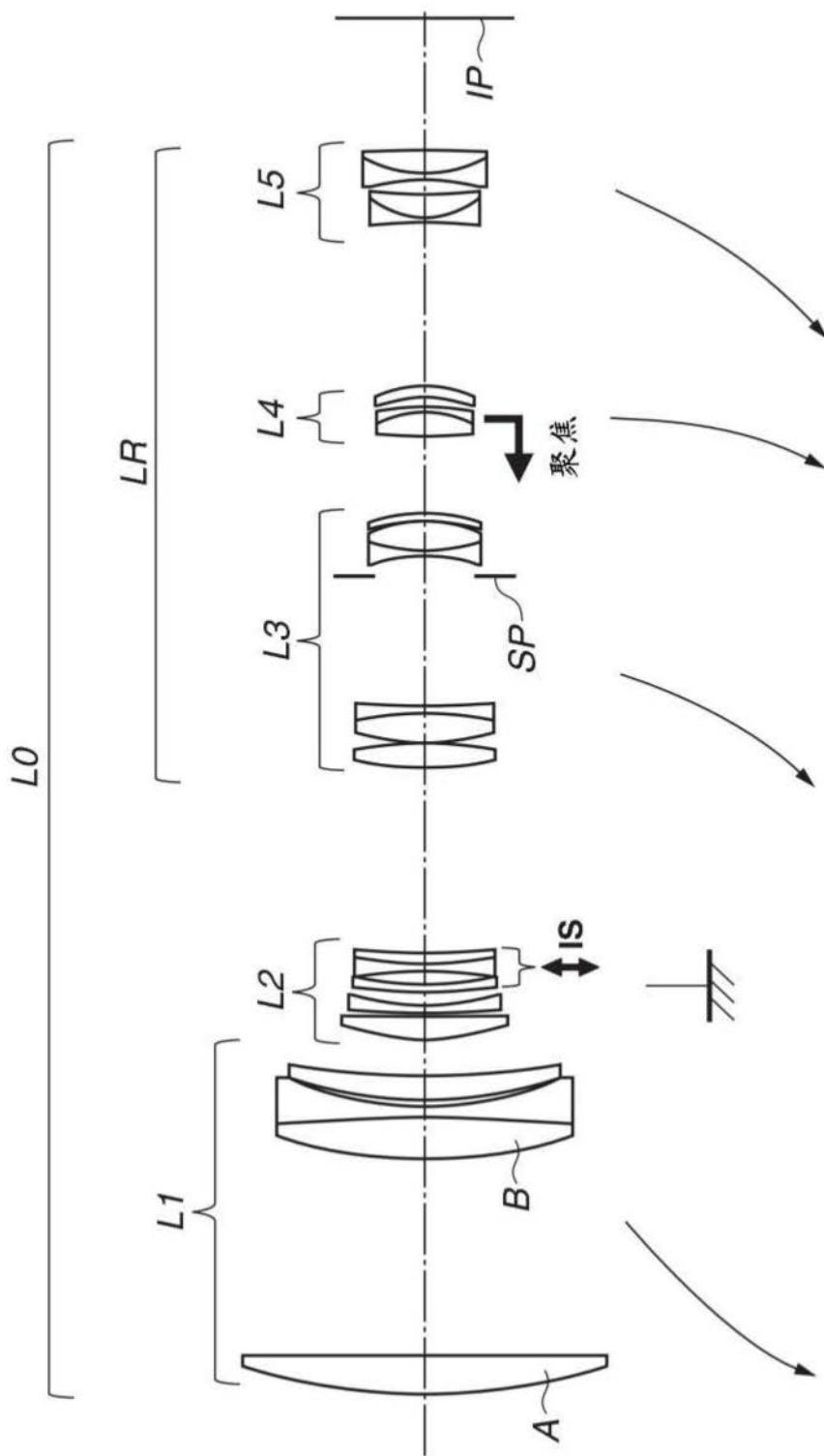


图7

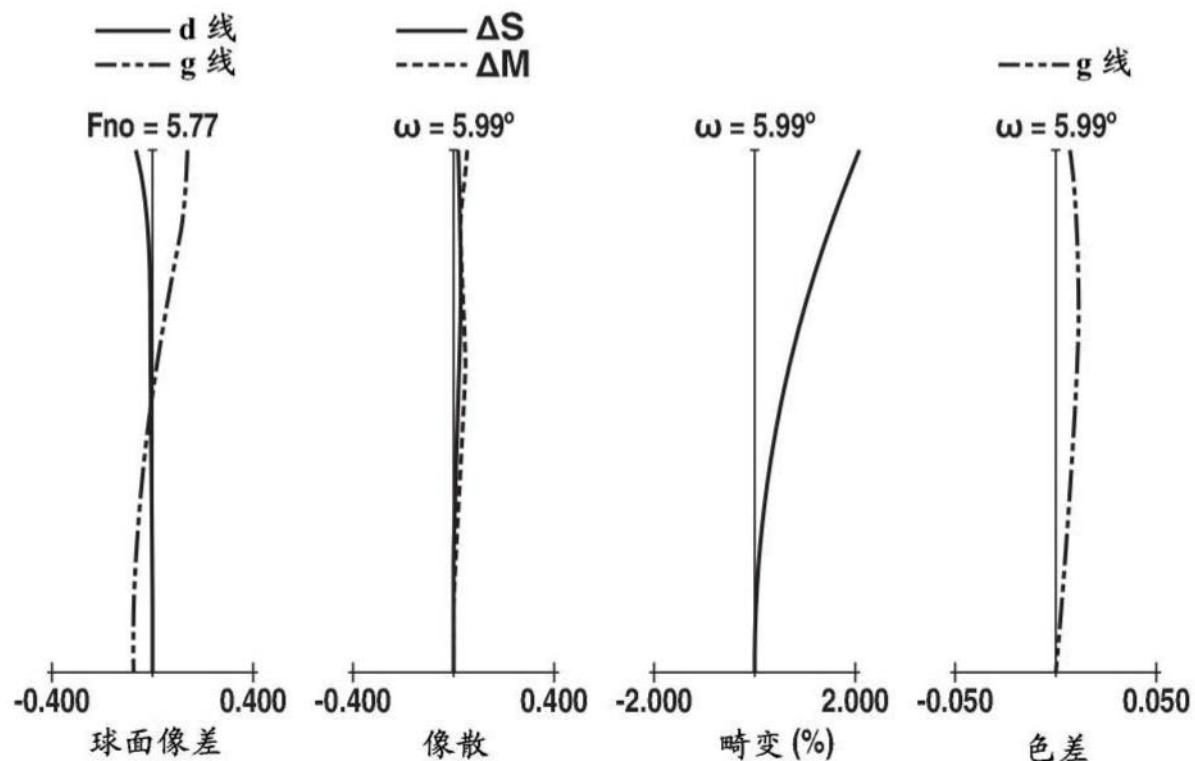


图8A

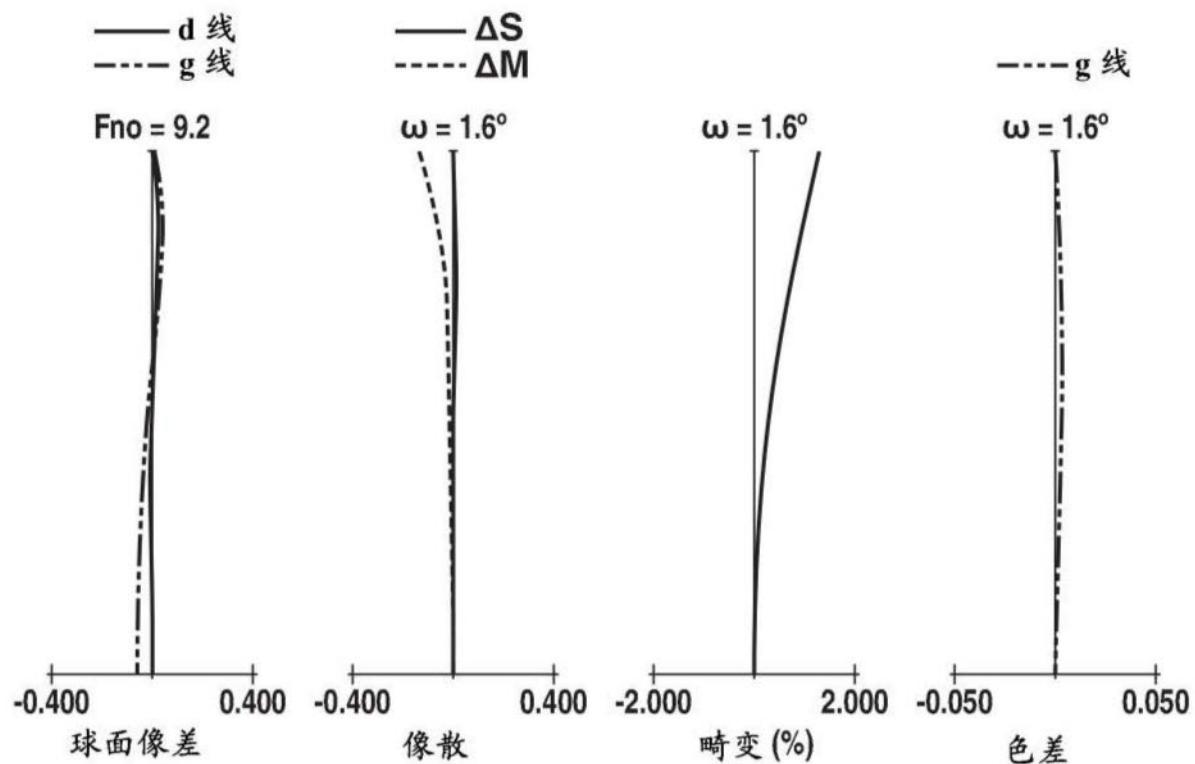


图8B

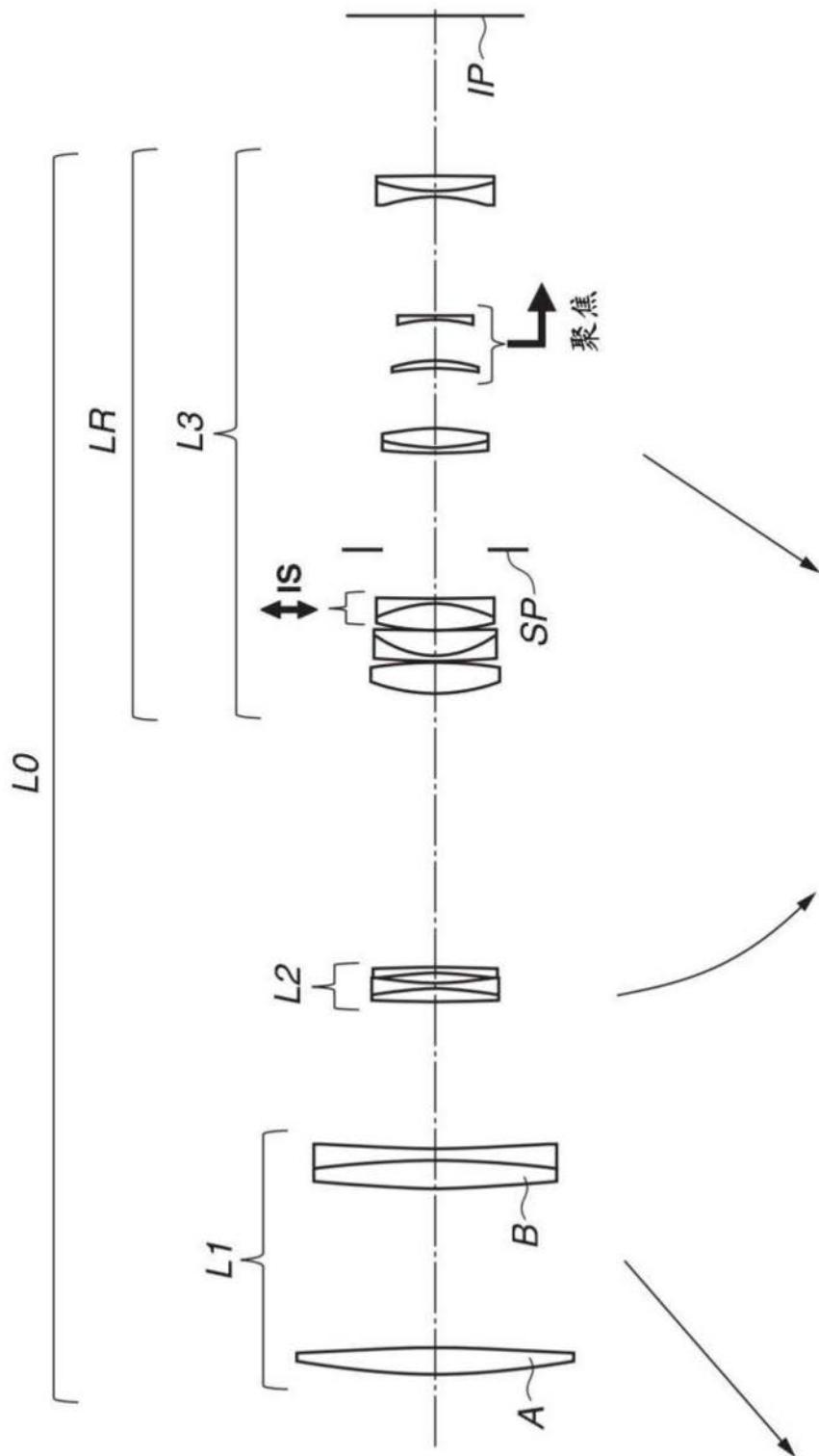


图9

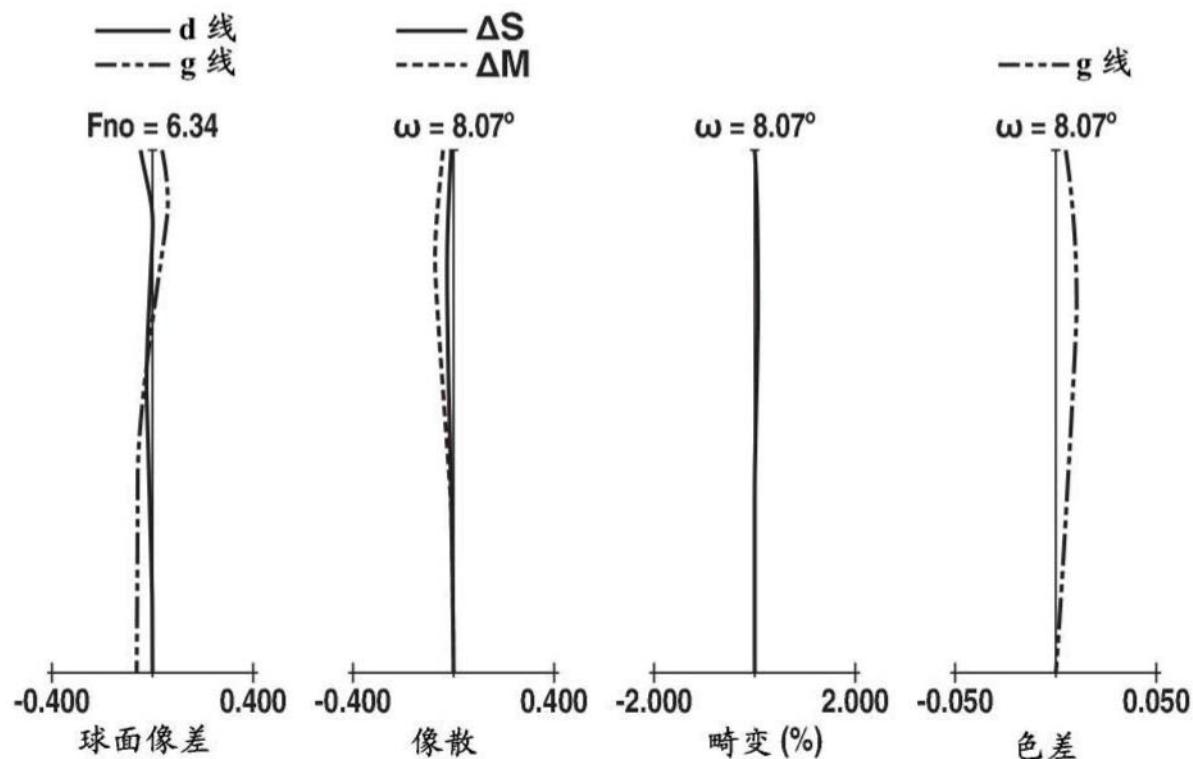


图10A

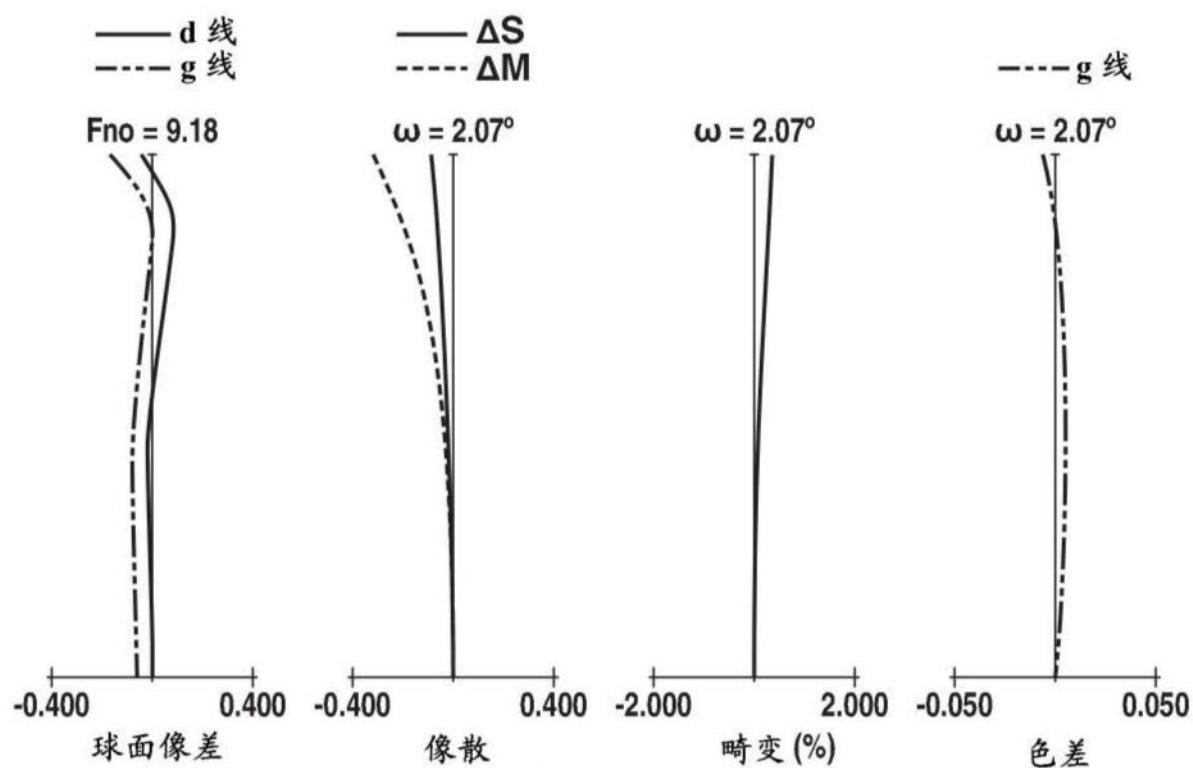


图10B

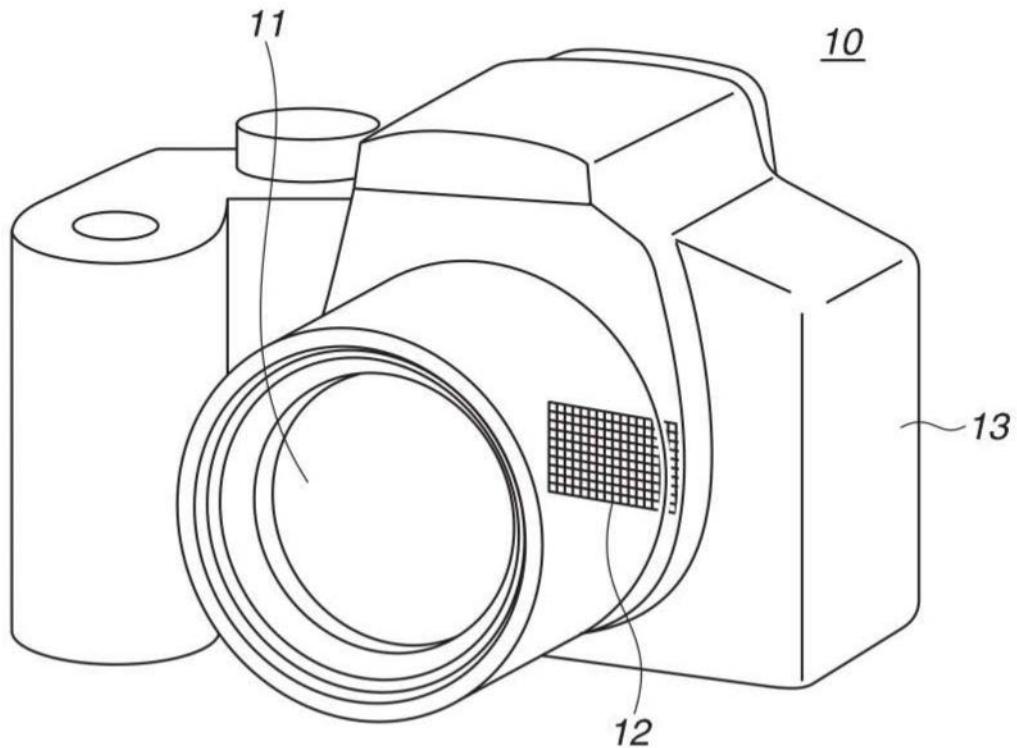


图11