(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119620337 A
(43)申请公布日 2025.03.14

(21)申请号 202411252688.2

(22)申请日 2024.09.09

(30)优先权数据
2023-147355 2023.09.12 JP

(71)申请人 佳能株式会社
地址 日本

(72)发明人 小林优真

(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 13/00(2006.01)
G02B 17/08(2006.01)
G02B 27/28(2006.01)

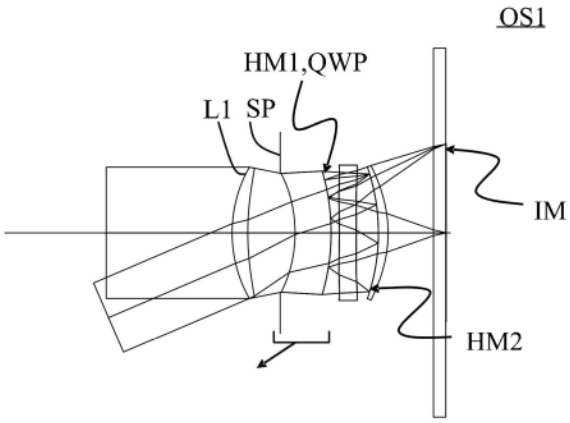
权利要求书2页 说明书76页 附图65页

(54)发明名称

光学系统和图像拾取装置

(57)摘要

本公开涉及光学系统和图像拾取装置。光学系统包括第一透射反射表面;第二透射反射表面,所述第二透射反射表面位于比所述第一透射反射表面更靠近图像的位置;以及透镜,所述透镜位于比所述第一透射反射表面更靠近物体或者比所述第二透射反射表面更靠近图像的位置。所述第一透射反射表面被配置为在聚焦期间在光轴方向上移动。所述透镜与所述第一透射反射表面和所述第二透射反射表面中的每一个分离。



CN 119620337 A

1.一种光学系统,包括:

第一透射反射表面;

第二透射反射表面,所述第二透射反射表面位于比所述第一透射反射表面更靠近图像的位置;以及

透镜,所述透镜位于比所述第一透射反射表面更靠近物体或者比所述第二透射反射表面更靠近图像的位置,

其特征在于所述第一透射反射表面被配置为在聚焦期间在光轴方向上移动,

其中所述透镜与所述第一透射反射表面和所述第二透射反射表面中的每一个分离。

2.根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于所述透镜位于最靠近物体的位置。

3.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:

$$-1.00 \leq \varphi fr/\varphi total \leq 0.42$$

其中φfr是所述第一透射反射表面的物体侧的所述光学系统的部分的折射力,并且$\varphi total$是所述光学系统的能力。

4.根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于在轴上边缘光线被所述第二透射反射表面反射的情况下,以下不等式被满足:

$0.15 \leq Hm2/f \leq 3.00$

其中Hm2是在与光轴垂直的方向上从光轴到反射点的距离,并且f是所述光学系统的焦距。

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:

$0.0 \leq dpupil/f \leq 2.0$

其中dpupil是从所述光学系统的最靠近物体的表面到所述光学系统的入射光瞳的距离,并且f是所述光学系统的焦距。

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:

$0.6 \leq Pm1/Ppupil \leq 2.0$

其中Pm1是所述第一透射反射表面的有效直径,并且Ppupil是所述光学系统的入射光瞳直径。

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:

$0.5 \leq Fno \leq 2.5$

其中Fno是所述光学系统的F数。

8.根据权利要求1所述的光学系统,还包括被部署在所述第一透射反射表面的物体侧、与所述第一透射反射表面分离、并且被配置为在聚焦期间与所述第一透射反射表面一体地移动的透镜,

其特征在于以下不等式被满足:

$$-1.00 \leq \varphi b/\varphi total \leq 0.70$$

其中φb是在聚焦期间与所述第一透射反射表面一体地移动的透镜单元的物体侧的所述光学系统的部分的折射力,并且$\varphi total$是所述光学系统的能力。

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:

$0.005 \leq |\Delta df|/f/Fno \leq 1.000$

其中$|\Delta df|$是在从无限远到与所述光学系统的焦距的10倍对应的距离的聚焦期间的移动量,f是所述光学系统的焦距,并且Fno是所述光学系统的F数。

10.根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于所述第一透射反射表面与所述第二透射反射表面之间的距离在聚焦期间改变。

11.根据权利要求1所述的光学系统,还包括孔径光阑,所述孔径光阑被配置为在聚焦期间在光轴方向上与所述第一透射反射表面一体地移动。

12.根据权利要求1所述的光学系统,还包括被部署在所述第一透射反射表面与所述第二透射反射表面之间的区域外侧、并且被配置为在聚焦期间在光轴方向上移动的透镜。

13.根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于在聚焦期间,所述第一透射反射表面和所述第二透射反射表面中的每一个被配置为不绕光轴旋转0.5°或更多。

14.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:

$0.0 \leq |\theta m| \leq 8.0$

其中θm(°)是所述第一透射反射表面的开角和所述第二透射反射表面的开角中的较小者。

15.根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于所述第一透射反射表面和所述第二透射反射表面中的至少一个被提供在两个光透射构件的接合表面上。

16.根据权利要求1所述的光学系统,其特征在于所述第一透射反射表面和所述第二透射反射表面中的至少一个是球面。

17.根据权利要求1至16中的任一项所述的光学系统,还包括图像稳定单元,所述图像稳定单元被部署在所述第一透射反射表面的物体侧。

18.根据权利要求17所述的光学系统,其特征在于以下不等式被满足:

$0.6 \leq \beta \leq 1.5$

其中β是在所述第二透射反射表面的图像侧部署的单元的横向倍率。

19.一种图像拾取装置,包括:

根据权利要求1至18中的任一项所述的光学系统;以及

图像传感器。

光学系统和图像拾取装置

技术领域

[0001] 本公开涉及光学系统和图像拾取装置。

背景技术

[0002] 由于智能电话相机的普及、在高端相机市场中从单透镜反光相机到无反光镜相机的转移等,成像光学系统的小型化最近已被强调。日本专利特开No.2005-352273公开了包括偏振元件和半反光镜的紧凑光学系统(偏振光反射成像系统)。

[0003] 日本专利特开No.2005-352273中公开的光学系统具有暗F数,例如,2.85。由于这种配置,来自偏振光反射成像系统的光量在随机偏振光入射在其上时变为八分之一。因此,该系统被配置有比通常的光学系统的F数亮的F数。此外,日本专利特开No.2005-352273中公开的光学系统不能令人满意地抑制聚焦期间的像差或增加成像倍率,因此不能在宽聚焦范围内实现高光学性能。

发明内容

[0004] 根据本公开的一个方面的光学系统包括第一透射反射表面;第二透射反射表面,所述第二透射反射表面位于比所述第一透射反射表面更靠近图像的位置;以及透镜,所述透镜位于比所述第一透射反射表面更靠近物体或者比所述第二透射反射表面更靠近图像的位置。所述第一透射反射表面被配置为在聚焦期间在光轴方向上移动。所述透镜与所述第一透射反射表面和所述第二透射反射表面中的每一个分离。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。

[0005] 本公开的各种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

[0006] 图1是图示根据每个示例的光学系统的光路的示意图。

[0007] 图2是图示根据每个示例的光学系统的另一个光路的示意图。

[0008] 图3是根据示例1的光学系统的截面图。

[0009] 图4A和图4B是根据示例1的光学系统的像差图。

[0010] 图5是根据示例2的光学系统的截面图。

[0011] 图6A和图6B是根据示例2的光学系统的像差图。

[0012] 图7是根据示例3的光学系统的截面图。

[0013] 图8A和图8B是根据示例3的光学系统的像差图。

[0014] 图9是根据示例4的光学系统的截面图。

[0015] 图10A和图10B是根据示例4的光学系统的像差图。

[0016] 图11是根据示例5的光学系统的截面图。

[0017] 图12A和图12B是根据示例5的光学系统的像差图。

[0018] 图13是根据示例6的光学系统的截面图。

[0019] 图14A和图14B是根据示例6的光学系统的像差图。

[0020] 图15是根据示例7的光学系统的截面图。

[0021] 图16A和图16B是根据示例7的光学系统的像差图。

[0022] 图17是根据示例8的光学系统的截面图。

[0023] 图18A和图18B是根据示例8的光学系统的像差图。

[0024] 图19是根据示例9的光学系统的截面图。

[0025] 图20A和图20B是根据示例9的光学系统的像差图。

[0026] 图21是根据示例10的光学系统的截面图。

[0027] 图22A和图22B是根据示例10的光学系统的像差图。

[0028] 图23是根据示例11的光学系统的截面图。

[0029] 图24A和图24B是根据示例11的光学系统的像差图。

[0030] 图25是根据示例12的光学系统的截面图。

[0031] 图26A和图26B是根据示例12的光学系统的像差图。

[0032] 图27是根据示例13的光学系统的截面图。

[0033] 图28A和图28B是根据示例13的光学系统的像差图。

[0034] 图29是根据示例14的光学系统的截面图。

[0035] 图30A和图30B是根据示例14的光学系统的像差图。

[0036] 图31是根据示例15的光学系统的截面图。

[0037] 图32A和图32B是根据示例15的光学系统的像差图。

[0038] 图33是根据示例16的光学系统的截面图。

[0039] 图34A和图34B是根据示例16的光学系统的像差图。

[0040] 图35是根据示例17的光学系统的截面图。

[0041] 图36A和图36B是根据示例17的光学系统的像差图。

[0042] 图37是根据示例18的光学系统的截面图。

[0043] 图38A和图38B是根据示例18的光学系统的像差图。

[0044] 图39是根据示例19的光学系统的截面图。

[0045] 图40A和图40B是根据示例19的光学系统的像差图。

[0046] 图41是根据示例20的光学系统的截面图。

[0047] 图42A和图42B是根据示例20的光学系统的像差图。

[0048] 图43是根据示例21的光学系统的截面图。

[0049] 图44A和图44B是根据示例21的光学系统的像差图。

[0050] 图45是根据示例22的光学系统的截面图。

[0051] 图46A和图46B是根据示例22的光学系统的像差图。

[0052] 图47是根据示例23的光学系统的截面图。

[0053] 图48A和图48B是根据示例23的光学系统的像差图。

[0054] 图49是根据示例24的光学系统的截面图。

[0055] 图50A和图50B是根据示例24的光学系统的像差图。

[0056] 图51是根据示例25的光学系统的截面图。

[0057] 图52A和图52B是根据示例25的光学系统的像差图。

[0058] 图53是根据示例26的光学系统的截面图。

[0059] 图54A和图54B是根据示例26的光学系统的像差图。

[0060] 图55是具有根据上述示例中的任何一个的光学系统的图像拾取装置的示意图。

具体实施方式

[0061] 现在参考附图,将给出根据本公开的实施例的详细描述。

[0062] 根据每个示例的光学系统(成像光学系统)通过在图像平面上形成物体图像、通过在图像平面上部署图像传感器、感光膜等并且通过捕获图像来执行成像。根据每个示例的光学系统从物体侧到图像侧依次包括第一折射透镜L1、第一透射反射(例如,半透反射式)表面HM1、四分之一波片QWP和第二透射反射表面HM2。从物体侧入射的光依次透过第一透射反射表面HM1和四分之一波片QWP,并且被第二透射反射表面HM2反射。光然后透过四分之一波片QWP,在第一透射反射表面HM1上被反射,透过四分之一波片QWP和第二透射反射表面HM2,并且进入诸如图像传感器或感光膜的图像平面IM。因此,可以在第一透射反射表面HM1与第二透射反射表面HM2之间部署移相器。移相器可以使用例如四分之一波片(QWP)或45°光学旋转器(诸如法拉第旋转器)。

[0063] 第一透射反射表面HM1、HM2不是一定具有50%的透射率和50%的反射率。对于随机偏振光的透射率与反射率的比率可以在1:3至3:1的范围中。随机偏振光是斯托克斯(Stokes)参数S0=1、S1=S2=S3=0的光。第一透射反射表面HM1和第二透射反射表面HM2中的每一个可以吸收光。可以在第一透射反射表面HM1或第二透射反射表面HM2的两侧或一侧形成或接合透镜(由玻璃或树脂制成的光透射构件)。换句话说,第一透射反射表面和第二透射反射表面中的至少一个可以在两个光透射构件的接合表面上提供。

[0064] 四分之一波片QWP可以使用例如具有双折射的晶体、聚合物膜或液晶配向层。也可以使用这样的晶体、聚合物膜或液晶配向层的层压体。适当地层压它们可以在宽波长范围中提供接近波长的四分之一的相位差。例如,可以使用Nippon Kayaku Co.,Ltd.的“WA-140T”、Colorlink Japan Co.,Ltd.的“Polar Correct”等。四分之一波片QWP不限于上述示例,并且可以是使用亚波长结构或元结构的四分之一波片QWP。更具体地,例如,可以使用Dexerials公司的无机波片或ENEOS公司的名称为“Nanoable Waveplate”的产品。

[0065] 四分之一波片QWP可以例如与第一透射反射表面HM1或第二透射反射表面HM2接合。四分之一波片QWP也可以与这些透射反射表面分开地部署。例如,作为四分之一波片QWP的膜可以被直接插入到光路中,或者膜可以被粘合到玻璃板并且插入到光路中。可以在四分之一波片QWP的两侧或一侧形成或接合透镜。例如,可以使用晶片级光学技术在作为基板的无机波片的一侧或两侧模制透镜。

[0066] 在具有这样的配置的光学系统在聚焦期间整个地延伸(即,通过将所有透镜沿着光轴前后移动相同的移动量来执行聚焦)的情况下,图像质量在延伸期间劣化。一般地成像透镜预期的对焦范围是从无限远到大于0.1倍的距离,并且至少在这个范围中可以能够执行聚焦而且可以确保高图像质量。可以执行直至高倍率的聚焦。在每个示例中,改变对焦位置被称为聚焦。除非另外指明,否则在聚焦期间移动诸如透镜和透射反射表面的光学元件的方向是沿着光轴,并且可以省略诸如“在沿着光轴的方向上”的描述。一般地,随着光学系

统具有更大的孔径直径,在宽成像倍率范围内维持高图像质量变得更困难。根据每个示例的光学系统在宽成像倍率范围内实现高图像质量,尽管它们的孔径大。

[0067] 根据每个示例的光学系统是可以通过沿着光轴前后移动第一透射反射表面HM1来改变对焦位置的成像光学系统。根据每个示例的光学系统包括在对焦位置被改变时不移动的折射透镜,或者折射透镜与第一透射反射表面HM1之间的距离改变并且折射透镜没有与第一透射反射表面HM1和第二透射反射表面HM2中的任何一个一体化(例如,折射透镜与每个透射反射表面分离)。如本文使用的折射透镜不包括作为平行板或几乎平行板的光学元件,诸如保护过滤器、传感器保护玻璃、IR截止过滤器、UV截止过滤器和低通过滤器。不是几乎平行板的折射透镜的示例是例如球面透镜,其中至少一个表面的曲率半径的绝对值小于光学系统的总焦距的1/20。此外,这里的“一体化”意味着透镜被接合、配对或固定(例如,如果介入有另一个透镜,也没有关系),并且“非一体化”意味着介入有空气间隙(例如,介于其间)。

[0068] 因此,在聚焦期间独立地移动第一透射反射表面HM1可以在宽聚焦范围内提供高图像质量。移动具有高像差校正能力的反射表面可以在宽聚焦范围内提供高图像质量。如稍后描述的每个数值示例中那样,第一透射反射表面HM1可以具有平坦表面。在这种情况下,即使第一透射反射表面HM1伴随聚焦而移动并且第二透射反射表面HM2固定,也可以实现高图像质量。这是出于以下原因。例如,随着第一透射反射表面HM1向前移动,第一透射反射表面HM1与第二透射反射表面HM2之间的距离增加。这相当于延伸从光束被第二透射反射表面HM2反射的点到图像平面的光路长度,并且以伪方式移动具有高像差校正能力的第二透射反射表面HM2。因此,即使第一透射反射表面HM1不具有能力,也可以通过移动第一透射反射表面HM1来以伪方式移动第二透射反射表面HM2,并且可以在宽聚焦范围内实现高图像质量。

[0069] 为了移动光学元件以进行聚焦,需要空间来容纳该移动。第一透射反射表面HM1适合作为在聚焦期间要被移动的单元,因为容易在物体侧确保这个空间。如果移动第二透射反射表面HM2以进行聚焦,那么难以确保这个空间。如稍后描述的每个数值示例中那样,第二透射反射表面HM2可以具有朝着物体侧凹的形状或者可以是平坦的。为了从无限远到近距离聚焦,第二透射反射表面HM2常常需要朝着图像侧移动。在需要较长后焦距的情况下,诸如在用于透镜可更换类型相机的透镜中,要在第二透射反射表面HM2的图像侧提供不可使用的空间。即使可以减小后焦距,也难以确保足够的空间来进行聚焦。这是因为要在第二透射反射表面HM2的图像侧放置折射透镜以校正图像平面波动或者增加光会聚能力和增加Fno。

[0070] 在根据每个示例的光学系统中,可以满足以下不等式(1):

[0071] $$-1.00 \leq \varphi fr/\varphi total \leq 0.42 \qquad (1)$$

[0072] 其中φfr是在第一透射反射表面HM1的物体侧的光学系统的部分的折射力(refractive power),并且$\varphi total$是(整个)光学系统的能力(power)。

[0073] 在根据每个示例的光学系统中,反射表面具有最高的像差校正能力。反射表面具有符号与反射表面的折射力相反的佩兹伐和(Petzval sum),并且不生成色像差。有效地利用这个反射表面的方式在宽聚焦范围内实现高图像质量中是重要的,尽管孔径大。

[0074] 满足不等式(1)可以使光束以高的光线高度进入反射表面,并且以接近反射表面的法线的角度离开反射表面(一般地,随着相对于表面法线的入射角增加,光线的像差增加)。因此,可以在宽聚焦范围中实现高图像质量。在值变得高于不等式(1)的上限的情况下,光线较大地汇聚在第一透射反射表面HM1的前侧(物体侧),并且反射表面上的入射光线高度减小。因此,反射表面对像差校正的贡献变小,并且难以在宽聚焦范围中实现高图像质量。另一方面,在值变得低于不等式(1)的下限的情况下,反射表面的有效直径增加,整个光学系统的尺寸增加,并且在聚焦期间被移动的透镜单元(聚焦单元)的重量增加。此外,光学系统作为整体趋于具有逆望远类型的增加特性,因此总光学长度增加。在聚焦单元的重量增加的情况下,在自动聚焦(AF)期间要使用大型高推力马达,这增加了尺寸和制造成本。第一透射反射表面HM1的物体侧的折射力是例如稍后描述的数值示例1中从第一表面到第三表面的子组的折射力。

[0075] 在根据每个示例的光学系统中,可以满足以下不等式(2):

[0076] $0.15 \leq Hm2/f \leq 3.00$ (2)

[0077] 其中Hm2是在轴上边缘光线被第二透射反射表面HM2反射时在与光轴垂直的方向上从光轴到反射点的距离,并且f是(整个)光学系统的焦距。

[0078] 在值变得高于不等式(2)的上限的情况下,透射反射表面对于光学系统的规格而言变得太大,并且整个光学系统的尺寸增加。此外,在根据每个示例的光学系统中,具有反射力的透射反射表面趋于对像差具有高倾斜敏感度。因此,具有反射力的透射反射表面可以具有倾斜调节机构,并且在这个机构被并入的情况下,包括镜筒的光学系统的直径变得甚至更大。另一方面,在值变得低于不等式(2)的下限的情况下,反射表面上的入射光线高度变得太低,并且不能充分地校正纵向色像差。随着孔径直径增加,纵向色像差对图像质量的影响增加,因此在诸如根据示例的光学系统的具有大孔径直径的透镜中,纵向色像差可以特别小。

[0079] 在根据每个示例的光学系统中,可以满足以下不等式(3):

[0080] $0.0 \leq dpupil/f \leq 2.0$ (3)

[0081] 其中dpupil是从最靠近物体的表面到光学系统的入射光瞳的距离。

[0082] 这里,入射光瞳是对于轴上光束的入射光瞳,其是在具有孔径光阑的光学系统中最大孔径处的入射光瞳。在值变得高于不等式(3)的上限的情况下,镜筒和透镜的外周对轴外光束的遮蔽以及因此周边减光增加。为了防止光遮蔽,物体侧的透镜直径要增加,因此整个光学系统的尺寸增加。根据定义,在一般的光学系统中,值永远不变得低于不等式(3)的下限。

[0083] 在根据每个示例的光学系统中,可以满足以下不等式(4):

[0084] $0.6 \leq Pm1/Ppupil \leq 2.0$ (4)

[0085] 其中Pm1是第一透射反射表面HM1的有效直径,并且Ppupil是光学系统的入射光瞳直径。

[0086] 这里,入射光瞳是对于轴上光束的入射光瞳。第一透射反射表面HM1的有效直径是第一透射反射表面HM1中正常的光束透过的区域的直径和反射它的区域的直径中的较大者。在值变得高于不等式(4)的上限的情况下,第一透射反射表面HM1的有效直径相对于入射光瞳直径大,并且聚焦单元的重量增加。另一方面,在值变得低于不等式(4)的下限的情

况下,相对于入射光瞳第一透射反射表面HM1的有效直径减小,并且轴外光束的遮蔽以及因此周边减光增加。此外,第一透射反射表面HM1和第二透射反射表面HM2不能充分地校正像差,并且不能提高图像质量。

[0087] 在根据每个示例的光学系统中,可以满足以下不等式(5):

[0088] $0.5 \leq Fno \leq 2.5$ (5)

[0089] 其中Fno是光学系统的F数。

[0090] 在值变得高于不等式(5)的上限的情况下,与由于每个透射反射表面引起的光的损失一起,到达图像平面的光量变得太小。此外,稍后描述的偏振器(偏振板)和偏振选择性透射反射元件一般不能分别完全地吸收或反射吸收轴或反射轴方向上的光。因此,特性误差的光例如直接到达图像平面而不被两个透射反射表面中的任一个反射,并且变成重影光。由于这个重影光的强度不依赖于F数,因此重影光强度随着F数变得更亮而相对降低。因此,从减小重影光强度的观点来看,值可以在不等式(5)的范围内。此外,在图像侧的介质是空气的一般情况下,值永远不变得低于不等式(5)的下限。

[0091] 假设根据每个示例的光学系统包括部署在第一透射反射表面HM1的物体侧、被配置为在聚焦期间与第一透射反射表面HM1一体地移动、并且在它与第一透射反射表面HM1之间具有空气间隙的折射透镜。于是,可以满足以下不等式(6):

[0092] $$-1.00 \leq \varphi b/\varphi total \leq 0.70 \qquad (6)$$

[0093] 其中φb是在聚焦期间与第一透射反射表面HM1一体地移动的透镜单元的物体侧的光学系统的部分的折射力。

[0094] 在聚焦期间,一般尽可能接近平行光束的光束可以进入聚焦单元,并且通过这样做,可以在宽聚焦范围内实现高图像质量。在值变得高于不等式(6)的上限的情况下,具有强汇聚趋势的光进入聚焦单元,并且由于上述原因,这是不合适的。此外,除非聚焦单元具有强负能力,否则后焦距减小。因此,这不适合需要相对长后焦距的应用,诸如用于透镜可更换类型相机系统的应用。此外,光线较大地汇聚在第一透射反射表面HM1的前侧,并且反射表面上的入射光线高度减小。因此,反射表面对像差校正的贡献减少,并且变得难以在宽聚焦范围内实现高图像质量。另一方面,在值变得低于不等式(6)的下限的情况下,反射表面的有效直径以及最终整个光学系统的尺寸增加,并且在聚焦期间被移动的透镜单元(例如,聚焦单元)的重量增加。此外,总光学系统趋于具有逆望远类型的增加特性,因此总光学长度增加。

[0095] 在根据每个示例的光学系统中,可以满足以下不等式(7):

[0096] $0.005 \leq |\Delta df|/f/Fno \leq 1.000$ (7)

[0097] 其中$|\Delta df|$是在对焦位置从无限远到与(整个)光学系统的焦距的10倍对应的距离改变时的移动量(在聚焦期间)。

[0098] 在值变得高于不等式(7)的上限的情况下,用于聚焦的移动量增加。聚焦单元的移动(或延伸)量增加,并且光学系统在移动(延伸)期间变大。替代地,聚焦单元的移动量变得太大,并且AF时间变长。另一方面,在值变得低于不等式(7)的下限的情况下,聚焦量对于景深而言变得太小,并且细微的聚焦变得困难。

[0099] 在根据每个示例的光学系统中,第一透射反射表面HM1与第二透射反射表面HM2之间的距离(间距)可以在聚焦期间改变。由于正常光总共三次经过反射表面之间的区域,因

此通过使这个间距可变,可以在宽聚焦范围内实现高图像质量,同时抑制伴随聚焦的光学元件的移动量。

[0100] 在根据每个示例的光学系统中,在改变对焦位置(在聚焦期间)时,孔径光阑SP可以与第一透射反射表面HM1一体地被移动。因此,孔径光阑SP或入射光瞳伴随聚焦而朝着物体侧被移动,从而可以抑制从无限远到近距离聚焦的单侧孔径。单侧孔径是在轴外光束经过孔径光阑时轴外光束的中心经过远离孔径光阑的中心的位置的现象。在中心之间的距离小的情况下,这不是大问题,但是在距离大的情况下,当孔径变窄时,出现诸如周边减光或不均匀模糊形状的问题。

[0101] 在根据每个示例的光学系统中,可以伴随聚焦而移动部署在第一透射反射表面HM1与第二透射反射表面HM2之间的区域外侧的折射透镜。即,第一透射反射表面HM1的物体侧的折射透镜和第二透射反射表面HM2的图像侧的折射透镜中的至少一个可以作为聚焦单元(或浮动单元)被移动。两个透射反射表面之间的透镜作用于光束三次,因此它对像差校正具有强影响,但是像差校正效果的细微调整是困难的。被配置为仅作用于光束一次以适度地影响像差并且部署在透射反射表面外侧的折射透镜可以作为聚焦单元(或浮动单元)被移动。

[0102] 在根据每个示例的光学系统中,第一透射反射表面HM1和第二透射反射表面HM2中的每一个在改变对焦位置时不可以绕光轴旋转0.5°或更多。如稍后所描述的,在根据每个示例的光学系统中,四分之一波片QWP和每个透射反射表面以光轴作为旋转轴的相对角度对于抑制重影和确保正常光的光量是重要的。因此,第一透射反射表面HM1和第二透射反射表面HM2中的每一个在聚焦期间绕光轴的旋转移动可以充分地小。在诸如四分之一波片QWP和每个透射反射表面的所有各向异性元件旋转相同量的情况下,在抑制重影和确保正常光的光量方面不存在问题。然而,在入射在光学系统上的光的偏振程度不低的情况下,透射光方向由于每个元件的同等旋转而改变。因此,依赖于物体,伴随聚焦可能发生亮度改变和颜色改变。

[0103] 在根据每个示例的光学系统中,可以满足以下不等式(8):

[0104] $0.0 \leq |\theta m| \leq 8.0$ (8)

[0105] 其中θm(°)可以是第一透射反射表面HM1的开角和第二透射反射表面HM2的开角中的较小者。

[0106] 这里,开角是相对于与光轴垂直的方向的表面法线的角度,并且以有效表面内最大的值进行评估。有效表面是正常光(即,非重影或非杂散光)透过的区域。

[0107] 如稍后所描述的,在根据每个示例的光学系统中,第一透射反射表面HM1和第二透射反射表面HM2中的一个可以使用诸如偏振分束器(PBS)的偏振选择性透射反射元件,并且另一个可以使用半反光镜。半反光镜可以通过利用气相沉积或溅射在玻璃或树脂上沉积金属或电介质多层膜来形成,因此它可以支持相对宽的开角范围。另一方面,难以在弯曲表面上形成偏振选择性透射反射元件。在形状接近平坦表面的情况下,它可以使用与平坦表面的工艺类似的工艺来制造,但是随着表面偏离平坦表面,要使用特殊的工艺。因此,在值变得高于不等式(8)的上限的情况下,难以形成偏振选择性透射反射元件。根据定义,值永远不变得低于不等式(8)的下限。

[0108] 在诸如树脂膜或以树脂膜作为基材的线栅的柔性材料被用作偏振选择性透射反

射元件的情况下,透射反射表面的表面准确度要被适当地维持。因此,在第一透射反射表面HM1和第二透射反射表面HM2中的一个由这样的材料制成的情况下,它可以与玻璃或者玻璃转变温度为40℃或更高的硬树脂接合。两个表面可以与玻璃或者玻璃转变温度为40℃或更高的硬树脂接合。用于接合的粘合剂(例如,包括弹性粘合剂)在这里不被特别地指定,但是粘合剂层可以是25μm或更小、或者15μm或更小。在仅一个表面被接合的情况下,保持器在保持透镜时可以不直接接触透射反射表面。例如,它可以被保持在接合的玻璃或硬树脂部分处。这种配置可以减小透射反射表面的表面畸变。

[0109] 关于表面精度,反射波阵面的粗糙度可以充分地平滑,并且反射波阵面上1/mm或更大的成分的rms可以是10nm或更小,并且0.05/mm或更大且1/mm或更小的成分的rms可以是10nm或更小。这种配置可以充分地抑制由反射表面的差的表面精度造成的图像质量的劣化。

[0110] 在每个示例中,第一透射反射表面HM1和第二透射反射表面HM2中的至少一个可以是球面。使用非球面有益于像差校正,但是比球面更难以使表面形状更接近设计值。因此,如果它使用球面,那么制造变得更容易。此外,细微的处理痕迹趋于留在非球面上,并且在这样的处理痕迹特别留在反射表面上的情况下,由处理痕迹产生的图案很可能反映在图像降级(散景)中。在用于图像和视频应用的具有大孔径直径的透镜中,用户也强调图像降级的质量,因此不会出现这样的图案。

[0111] 根据每个示例的光学系统可以包括图像稳定单元。图像稳定单元是对光学系统提供模糊防止功能(诸如由于在成像期间在与光轴垂直的方向上将相机移动可识别的或适当的量(例如,根据检测的模糊量)而造成的相机抖动)的单元。图像稳定单元可以被放置在第一透射反射表面的物体侧。以这种方式,可以在不增加光学系统的总长度的情况下并入图像稳定单元。因为图像稳定操作期间的像差变大,所以透射反射表面不可以被用作图像稳定单元。

[0112] 在根据每个示例的光学系统具有图像稳定单元的情况下,可以满足以下不等式(9):

[0113] $0.6 \leq \beta \leq 1.5$ (9)

[0114] 其中β是第二透射反射表面HM2的图像侧的透镜单元的横向倍率。

[0115] 在值变得高于不等式(9)的上限的情况下,第二透射反射表面HM2的图像侧的透镜单元的数量增加,并且第二透射反射表面HM2的图像侧的透镜单元的总长度或像差增加。另一方面,在值变得低于不等式(9)的下限的情况下,为了足够的图像稳定效果而图像稳定单元在与光轴垂直的方向上的移动量变得太大,并且变得难以配置执行图像稳定的驱动机构。

[0116] 根据每个示例的光学系统可以是同轴系统。这种配置提高了制造每个组件的容易性并且促进了组装过程。然而,透镜和透射反射表面的有效直径和外径不需要旋转对称,并且例如,可以使用矩形。

[0117] 根据每个示例的光学系统可以是一次成像系统,在光学系统是二次或更高次成像系统的情况下,已被成像一次的光线要被再次成像,并且总长度增加。

[0118] 在根据每个示例的光学系统具有AF功能以及具有F数为1.4或更小的大孔径直径的情况下,要求聚焦单元的高停止准确度。因此,例如,在无限远和近距离的两个点处提供

机械停止器,并且移动聚焦单元以便压靠停止器,至少对于无限远和近距离可以以高停止准确度执行AF。

[0119] 不等式(1)至(9)可以利用下面的不等式(1a)至(9a)替换:

[0120] $-0.800 \leq \varphi fr/\varphi total \leq 0.405$ (1a)

[0121] $0.165 \leq Hm2/f \leq 2.000$ (2a)

[0122] $0.00 \leq dpupil/f \leq 1.75$ (3a)

[0123] $0.7 \leq Pm1/Ppupil \leq 1.9$ (4a)

[0124] $0.5 \leq Fno \leq 2.4$ (5a)

[0125] $-0.75 \leq \varphi b/\varphi total \leq 0.65$ (6a)

[0126] $0.010 \leq |\triangle df|/f/Fno \leq 0.900$ (7a)

[0127] $0.0 \leq |\theta m| \leq 6.0$ (8a)

[0128] $0.6 \leq \beta \leq 1.2$ (9a)

[0129] 不等式(1)至(9)可以利用下面的不等式(1b)至(9b)替换:

[0130] $-0.5 \leq \varphi fr/\varphi total \leq 0.35$ (1b)

[0131] $0.18 \leq Hm2/f \leq 1.00$ (2b)

[0132] $0.0 \leq dpupil/f \leq 1.4$ (3b)

[0133] $0.75 \leq Pm1/Ppupil \leq 1.85$ (4b)

[0134] $0.52 \leq Fno \leq 2.20$ (5b)

[0135] $-0.50 \leq \varphi b/\varphi total \leq 0.60$ (6b)

[0136] $0.015 \leq |\triangle df|/f/Fno \leq 0.800$ (7b)

[0137] $0.0 \leq |\theta m| \leq 5.0$ (8b)

[0138] $0.6 \leq \beta \leq 1.()$ (9b)

[0139] 如稍后所描述的,在根据每个示例的光学系统中,偏振选择性透射反射元件可以被用作第一透射反射表面HM1和第二透射反射表面HM2中的一个。偏振选择性透射反射元件的示例包括由Asahi Kasei公司制造的“WGF”、由3M公司制造的“IQP-E”和由Moxtek,Inc.制造的“ProFlux”。偏振选择性透射反射元件的反射轴的透射率在使用波长范围中平均可以是大约1%或更小、或者0.5%或更小、或者0.25%或更小。因此,可以有效地抑制到达图像平面而没有被反射表面反射一次的杂散光(这将被称为“单路径重影”)。然而,即使偏振选择性透射反射元件具有反射轴的高透射率,也可以通过将它与线性偏振器结合使用来抑制单路径重影。半反光镜或胆甾相液晶可以被用作另一个透射反射表面。在使用半反光镜的情况下,从物体侧入射的随机偏振光的光量在直至光到达图像平面的时间变为12.5%或更小。通过使用胆甾相液晶,与使用半反光镜的情况相比,图像平面上的光量可以近似加倍。

[0140] 例如具有以下配置的根据每个示例的光学系统可以抑制正常成像光路中的光量的降低,同时减少从光路透过透射反射表面而没有被反射甚至一次的重影光(不必要的光泄漏)。

[0141] 根据每个示例的光学系统可以使用通过在透镜模制期间在透镜反射表面上形成栅格并且然后通过蒸发、印刷或光刻金属或介电材料而创建的光学元件作为偏振选择性反射元件。

[0142] 利用偏振的配置1

[0143] 现在参考图1,将给出利用偏振的配置的描述。图1是图示根据这个示例的光学系统的光路的示意图。根据这个示例的光学系统包括两个透射反射表面。这里,部署在根据这种配置的光学系统的物体侧的透射反射表面包括偏振选择性透射反射元件(偏振分束器:PBS):A。部署在根据这个示例的成像光学系统的图像平面侧的透射反射表面包括半反光镜(HM):C。第一四分之一波片(QWP1):B被部署在偏振选择性透射反射元件PBS与半反光镜HM之间。第二四分之一波片(QWP2):D和线性偏振器(POL):E被部署在半反光镜HM与图像平面IM之间。这里,偏振选择性透射反射元件A是被配置为反射在与已透过线性偏振器E时的方向相同的方向上偏振的线性偏振光并且透射与这个方向垂直的线性偏振光的元件。

[0144] 偏振选择性透射反射元件是例如线栅偏振器或具有层压延迟膜配置的反射类型偏振器。此时,偏振选择性透射反射元件A的线栅形成表面或延迟膜表面用作透射反射表面。线栅偏振器不一定必须由对准的金属线制成,而可以是包括以预定的间隔布置的薄金属或介电层的任何东西,只要它可以用作偏振选择性透射反射元件即可。例如,可以使用具有通过气相沉积对准的金属或介电层的元件。

[0145] 第一四分之一波片B和第二四分之一波片D以它们的慢轴相对于线性偏振器E的偏振透射轴倾斜45°被布置。这里,第一四分之一波片B和第二四分之一波片D可以以它们的慢轴倾斜90°被布置。由于这种布置,在光线透过第一四分之一波片B和第二四分之一波片D的情况下,波片的波长色散特性被抵消。半反光镜C是例如由介电多层膜或金属沉积形成的半反光镜,并且半反光镜C用作透射反射表面。线性偏振器E是例如吸收类型线性偏振器。

[0146] 现在将给出利用偏振的配置中的光路选择和功能的描述。从物体侧入射在光学系统上的光通过偏振选择性透射反射元件A变成线性偏振光,通过第一四分之一波片B变成圆形偏振光,并且进入半反光镜C。到达半反光镜C的光的一部分被反射,变成在相反方向上圆形偏振,并且返回到第一四分之一波片B。

[0147] 已返回到第一四分之一波片B的反向圆形偏振光通过第一四分之一波片B作为在与光第一次透过偏振选择性透射反射元件A时的方向正交的方向上偏振的线性偏振光返回到偏振选择性透射反射元件A,并且被偏振选择性透射反射元件A反射。这里,由于偏振选择性透射反射元件A的偏振选择性,在与光第一次经过偏振选择性透射反射元件A时的方向垂直的方向上偏振的线性偏振光被反射。

[0148] 已到达半反光镜C的光的一部分透过它,通过第二四分之一波片D变成在与光经过偏振选择性透射反射元件A时的方向相同的方向上偏振的线性偏振光,进入线性偏振器E,并且被线性偏振器E吸收。

[0149] 被偏振选择性透射反射元件A反射的光通过第一四分之一波片B变成圆形偏振并且进入半反光镜C。已到达半反光镜C的光的一部分透过它并且进入第二四分之一波片D。由于第二四分之一波片D,入射光变成在与被偏振选择性透射反射元件A反射的线性偏振光的方向平行的方向上偏振的线性偏振光。透过第二四分之一波片D的光进入线性偏振器E。这里,光的偏振和线性偏振器E的透射轴匹配,因此光的大部分透射并且被引导到图像平面IM。

[0150] 由于上述作用,仅透过偏振选择性透射反射元件PBS、被半反光镜C反射、被偏振选择性透射反射元件PBS反射、并且透过半反光镜C的光被引导到图像平面IM。在使用胆甾相

液晶来代替半反光镜C的情况下,可以安装胆甾相液晶,使得在胆甾相液晶的第一次反射期间,入射光的方向上的圆形偏振光被较大地反射。因此,可以增加正常光路上的光量,同时减少重影光。

[0151] 可以被用于图像平面IM的图像传感器和电荷耦合器件(CCD)一般具有高表面反射率。在这种配置中,在图像平面IM上反射的光再次透过线性偏振器E,并且被第二四分之一波片D转换成圆形偏振光。从第二四分之一波片D发射的光然后在半反光镜C上反射,变成相反方向上的圆形偏振光,并且再次透过第二四分之一波片D。此时,圆形偏振光被第二四分之一波片D转换成在与刚透过线性偏振器E的光的方向垂直的方向上偏振的线性偏振光。由于这个线性偏振光的方向与线性偏振器E的透射轴正交,因此光的大部分被线性偏振器E吸收。因此,在这种配置中,依次在图像平面IM、半反光镜C和图像平面IM上反射的光的大部分被切断,与图像平面IM相关的重影和眩光不太明显。为了获得这样的反射减少效果,在图像平面IM与线性偏振器E之间可以不放置使用双折射的光学低通过滤器。这是因为光学低通过滤器使偏振状态偏离期望的偏振状态。

[0152] 在这种配置中,可以紧跟在线性偏振器E后面(例如,挨着线性偏振器E并且在线性偏振器E的图像侧)部署第三四分之一波片(未示出)。在这种情况下,线性偏振器E的吸收轴与第三四分之一波片的慢轴之间的角度可以是45°或135°(在从光轴方向观看时)。这种配置还可以抑制由图像平面IM反射的光以及第三四分之一波片与图像平面IM之间的透镜表面的反射。

[0153] 此外,在这种配置中,可以在偏振选择性透射反射元件A与物体之间部署线性偏振器(未示出)。此时,偏振选择性透射反射元件A和线性偏振器被放置为使得它们的透射轴彼此重合。这种配置可以减少由已被偏振选择性透射反射元件A反射和被偏振选择性透射反射元件A与物体之间的透镜表面反射的光造成的重影。此外,这种配置可以较大地吸收偏振选择性透射反射元件A的反射轴方向上的偏振光,并且显著地减少单路重影。此外,吸收紫外线等可以提高偏振选择性透射反射元件A的环境耐性。

[0154] 在这种配置中,可以在偏振选择性透射反射元件A与物体之间放置四分之一波片(在部署上述线性偏振器的情况下,它被部署在线性偏振器与物体之间)。此时,四分之一波片和偏振选择性透射反射元件A被布置为使得四分之一波片的快轴或慢轴与偏振选择性透射反射元件A的透射轴形成45°的角度。因此,即使从物体侧入射的光是线性偏振的,也执行伪消偏振,并且无论它的偏振方向如何都可以进行成像。可以放置消偏振元件来代替四分之一波片。例如,Toyobo Co.,Ltd.的产品名称“Cosmoshine SRF”可以被用作消偏振元件。Cosmoshine SRF是具有大约10000nm的大双折射的膜,并且与使用四分之一波片的情况相比,这个膜可以防止由波片的波长特性和角度特性造成的颜色不均匀。

[0155] 利用偏振的配置2

[0156] 现在参考图2,将给出利用偏振的配置的描述。图2是根据每个示例的光学系统的光路的示意图。根据每个示例的光学系统包括两个透射反射表面。这里,放置在根据每个示例的光学系统的物体侧的透射反射表面包括半反光镜(HM):C。部署在根据每个示例的光学系统的显示元件侧的透射反射表面包括偏振选择性透射反射元件(PBS):A。第一四分之一波片(QWP1):B被部署在偏振选择性透射反射元件PBS与半反光镜HM之间。线性偏振器(POL):E和第二四分之一波片(QWP2):D被布置在半反光镜HM与物体平面之间。每个偏振元

件的配置和光轴方位的适当布置与利用偏振的配置1的那些类似。

[0157] 现在将给出利用偏振的配置中的光路选择和作用的描述。从物体侧入射在光学系统上的光通过线性偏振器E变成线性偏振光,通过第二四分之一波片D变成圆形偏振光,并且进入半反光镜C。已到达半反光镜C的光的一部分被反射,变成相反方向上的圆形偏振光,并且返回到第二四分之一波片D。

[0158] 到达半反光镜C并且被半反光镜C反射的光变成与入射方向相反的方向上的圆形偏振光。这个光被第二四分之一波片D转换成在与它透过线性偏振器E时的方向垂直的方向上偏振的线性偏振光,进入线性偏振器E,并且被线性偏振器E吸收。

[0159] 已透过半反光镜C的光被第一四分之一波片B转换成在与刚透过线性偏振器E的光的方向相同的方向上偏振的线性偏振光。这个线性偏振光被偏振选择性透射反射元件A反射并且返回到第一四分之一波片B。光然后被第一四分之一波片B转换成圆形偏振光,并且它的一部分被半反光镜C反射。被半反光镜C反射的光再次进入第一四分之一波片B并且被转换成偏振方向与它被偏振选择性透射反射元件A反射时的方向垂直的线性偏振光。这个线性偏振光透过偏振选择性透射反射元件A并且被引导到图像平面IM。

[0160] 由于上述作用,仅透过半反光镜C、在偏振选择性透射反射元件PBS上被反射、在半反光镜C上被反射、并且透过偏振选择性透射反射元件PBS的光被引导到图像平面IM。

[0161] 由于这种布置,可以在偏振选择性透射反射元件A与图像平面IM之间放置线性偏振器A'。在这种情况下,使线性偏振器A'和偏振选择性透射反射元件A的透射轴匹配。这种配置可以吸收在图像平面IM上被反射、在偏振选择性透射反射元件A上被反射、再次进入图像平面IM、并且变成重影和眩光的光。此外,这种配置可以较大地吸收已从偏振选择性透射反射元件A的反射轴方向泄漏的光,并且显著地减少单路重影。

[0162] 这种配置可以在线性偏振器E与物体之间放置四分之一波片。此时,四分之一波片和线性偏振器E被布置为使得四分之一波片的快轴或慢轴与线性偏振器E的透射轴形成45°的角度。以这种方式,即使从物体侧入射的光是线性偏振光,也无论它的偏振方向如何都可以进行成像。可以放置消偏振元件来代替四分之一波片。消偏振元件的示例可以使用由Toyobo Co.,Ltd.制造的“Cosmoshine SRF”。

[0163] 在两种配置的上述描述中,诸如正交(垂直)、平行和45°的术语不必严格地是90°、0°和45°。然而,这些角度要在离期望角度±5°内,或者可以在离期望角度±2°内,或者可以在离期望角度±1°内。

[0164] 上述两种配置都可以使用具有相同结构的两个四分之一波片QWP。如果四分之一波片QWP是理想的(即,它在使用范围内对所有波长和所有光线入射角给出恰好四分之一波长的相位),那么不存在问题。然而,实际上,这样的四分之一波片QWP不存在,并且依赖于透射光的波长等,给予光的相位不同。在上述两种配置中,在光透过两个四分之一波片QWP时,由第一四分之一波片QWP1和第二四分之一波片QWP2给出的相位被抵消,并且期望的光朝着图像平面侧发射。即,由第一透射反射表面和第二透射反射表面中的每一个反射一次的光被发射到图像侧,并且从未被反射的光被偏振器吸收。此时,在第一四分之一波片QWP1和第二四分之一波片QWP2的特性彼此不同的情况下,非预期的光因差异而朝着图像平面发射,重影和眩光发生并且使图像质量降级。

[0165] 在上述两种类型的配置中,线性偏振器E可以是吸收类型偏振器,而不是反射类

型。这是因为吸收类型偏振器不太可能造成由反射造成的重影和眩光。对于线性偏振器E，吸收轴的透射率在使用波长范围中平均可以是大约0.5％或更小、或者0.15％或更小、或者0.05％或更小。这种配置可以有效地抑制将到达图像平面而没有被反射表面反射的重影光。特别地，在使用波长范围宽的情况下，难以将偏振器的吸收轴的透射率维持为低，但是可以分层使用多个偏振器以获得期望的特性。线性偏振器E在可视范围中可以使用例如由Nippon KayakuCo.,Ltd.制造的“ACE-125U”或“VHC-12UL2S”、或者由Edmund Optics Japan Co.,Ltd.制造的“XP42HE”。例如，通过堆叠“ACE-125U”和由Nippon Kayaku Co.,Ltd.制造的“SHC-115U”，可以获得吸收轴的透射率极低的线性偏振器。通过以这种方式堆叠多个偏振器，可以提高对随时间劣化的耐性。

[0166] 假设上述两种类型的配置与包括光学低通过滤器的图像传感器组合使用。此时，最靠近图像平面的偏振器的透射轴与光学低通过滤器的双折射板当中最靠近物体的双折射板的快轴之间的相对角度可以是45°或135°。这种配置可以提供与通常的光学系统(例如，与一般的屈光光学系统不同，不具有偏振依赖性)的低通效果类似的低通效果。替代地，可以在最靠近图像平面的偏振器的图像侧部署四分之一波片。在那种情况下，最靠近图像平面的偏振器的透射轴和四分之一波片的快轴可以被设置为45°或135°。这种配置朝着图像传感器发射圆形偏振光，从而可以提供与通常的光学系统的低通效果类似的低通效果。替代地，可以通过在最靠近图像平面的偏振器的图像侧放置具有大双折射的塑料模制透镜来使发射的光伪随机偏振，并且可以获得与通常的光学系统的低通效果类似的低通效果。

[0167] 在上述两种类型的配置中，偏振选择性透射反射元件、四分之一波片和线性偏振器中的每一个可以是圆形、矩形或多边形。在制造成本方面，可以在平坦表面上布局而没有任何余裕的形状(诸如矩形和正六边形)可以是合适的，因为每个元件可以无浪费地使用。在这些光学元件当中，主要由聚合物材料制成的那些可以以低成本获得。在使用这样的元件的情况下，它们可以被粘合到玻璃或树脂，例如，如上所述，以确保足够的表面准确度。这种形式可以通过以大尺寸粘合它们并且通过从它切出矩形的量来消除材料损失。如上所述，在上述两种类型的配置中，元件之间的方位是重要的。矩形元件可以容易地对每个部件保证部件的外形和元件的朝向(例如，快轴、慢轴、透射轴、吸收轴、透射轴和反射轴)，并且简化或省略方位的调整。

[0168] 在根据每个示例的光学系统中，透镜可以由树脂材料或玻璃材料制成。然而，放置在第一与第二透射反射表面之间的透镜可以具有低双折射。

[0169] 根据每个示例的光学系统从物体侧到图像侧依次包括第一折射透镜L1、第一透射反射表面HM1、四分之一波片QWP和第二透射反射表面HM2。在聚焦期间，第一透射反射表面HM1在光轴方向上移动。在聚焦期间，第一折射透镜L1不移动，或者移动以便改变第一折射透镜L1与第一透射反射表面HM1之间的光轴方向上的距离。第一折射透镜L1与第一透射反射表面HM1和第二透射反射表面HM2中的每一个分离。

[0170] 替代地，根据每个示例的光学系统从物体侧到图像侧依次包括第一折射透镜L1、第一透射反射表面HM1、四分之一波片QWP、第二透射反射表面HM2和第二折射透镜L2。在聚焦期间，第一透射反射表面HM1在光轴方向上移动。在聚焦期间，第二折射透镜L2不移动，或者第二折射透镜L2与第一透射反射表面HM1之间的光轴方向上的距离改变。第二折射透镜L2与第一透射反射表面HM1和第二透射反射表面HM2中的每一个分离。

[0171] 根据每个示例的光学系统可以包括第三折射透镜,该第三折射透镜被部署在第一透射反射表面HM1的物体侧,与第一透射反射表面HM1分离,并且被配置为在聚焦期间与第一透射反射表面HM1一体地移动。根据每个示例的光学系统可以包括第四折射透镜,该第四折射透镜被部署在第一透射反射表面HM1与第二透射反射表面HM2之间的区域外侧,并且在聚焦期间在光轴方向上移动。

[0172] 下面将详细描述根据每个示例的光学系统。

[0173] 示例1

[0174] 现在参考图3、图4A和图4B,将给出根据示例1的光学系统OS1的描述。图3是光学系统OS1的截面图。光学系统OS1从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。此外,四分之一波片QWP被部署在第一透射反射表面HM1的图像侧。

[0175] 图4A是在无限远处(物体上)对焦状态下光学系统OS1的像差图,并且图4B是在近距离处(物体上)对焦状态下光学系统OS1的像差图。在球面像差图中,Fno表示F数。球面像差图图示了对于d线(波长587.6nm)、g线(波长435.8nm)、C线(波长656.3nm)和F线(波长486.1nm)的球面像差量。在像散图中,S指示弧矢图像平面上的像散量,并且M指示子午图像平面上的像散量。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线和F线的色像差量。ω是半视角(°)。obj表示聚焦位置(从图像平面IM到对焦表面的距离)(单位:mm)。上述定义类似地可应用于后续的像差图。

[0176] 在聚焦期间,光学系统OS1在光轴方向上一体地移动孔径光阑SP和包括第一透射反射表面HM1的透镜单元。在图1中,底部箭头指示要被移动的透镜单元和在从无限远到近距离聚焦期间的移动方向。在图3中,箭头指向物体侧,指示透镜在从无限远到近距离聚焦期间朝着物体侧移动。这类似地应用于后续的光路图。

[0177] 在光学系统OS1中,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1对应。

[0178] 示例2

[0179] 现在参考图5、图6A和图6B,将给出根据示例2的光学系统OS2的描述。图5是光学系统OS2的截面图。图6A是在无限远处对焦状态下光学系统OS2的像差图,并且图6B是在近距离处对焦状态下光学系统OS2的像差图。

[0180] 光学系统OS2从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。此外,四分之一波片QWP被部署在第一透射反射表面HM1的图像侧,夹着一片平板玻璃。这种配置可以容易地提高反射表面的表面精度。在这个示例中,四分之一波片QWP作为厚度为0.1mm的平板被并入到光路图和数值中,但是这对像差几乎没有影响,并且这个厚度的存在或不存在不影响每个示例的本质,因此在示例1中省略了四分之一波片QWP的厚度。此后,可以省略四分之一波片QWP、透射反射表面等的厚度。在聚焦期间,光学系统OS2在光轴方向上一体地移动凸表面面向物体侧的弯月形透镜的物体侧的透镜单元(包括孔径光阑SP)。

[0181] 在光学系统OS2中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1、第三折射透镜和第四折射透镜对应,并且最靠近图像平面的透镜与第二折射透镜L2对应。

[0182] 示例3

[0183] 现在参考图7、图8A和图8B,将给出根据示例3的光学系统OS3的描述。图7是光学系统OS3的截面图。图8A图示了在无限远处对焦状态下光学系统OS3的像差图,并且图8B图示

了在近距离处对焦状态下光学系统OS3的像差图。

[0184] 光学系统OS3从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。此外,四分之一波片QWP经由凸透镜被部署在第一透射反射表面HM1的图像侧。在聚焦期间,光学系统OS3在光轴方向上一体地移动从物体侧起的七个透镜单元(包括平板并且不包括四分之一波片QWP)和孔径光阑SP。

[0185] 在光学系统OS3中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1、第三折射透镜和第四折射透镜对应,并且最靠近图像平面的透镜与第二折射透镜L2对应。

[0186] 示例4

[0187] 现在参考图9、图10A和图10B,将给出根据示例4的光学系统OS4的描述。图9是光学系统OS4的截面图。图10A是在无限远处对焦状态下光学系统OS4的像差图,并且图10B是在近距离处对焦状态下光学系统OS4的像差图。

[0188] 光学系统OS4从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。此外,四分之一波片QWP被部署在第一透射反射表面HM1的图像侧。在聚焦期间,光学系统OS4在光轴方向上一体地移动紧跟在孔径光阑SP后面(例如,挨着孔径光阑SP)并且在孔径光阑SP的图像侧部署的七个透镜单元。此外,可以通过在与光轴垂直的方向上移动从物体侧计数的第四和第五接合透镜(图像稳定单元)来执行图像稳定。

[0189] 在光学系统OS4中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1对应,紧跟在孔径光阑SP后面的透镜与第三和第四折射透镜对应,并且最靠近图像平面的透镜与第二折射透镜L2对应。

[0190] 示例5

[0191] 现在参考图11、图12A和图12B,将给出根据示例5的光学系统OS5的描述。图11是光学系统OS5的截面图。图12A是在无限远处对焦状态下光学系统OS5的像差图,并且图12B是在近距离处对焦状态下光学系统OS5的像差图。

[0192] 光学系统OS5从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。此外,四分之一波片QWP被部署在第一透射反射表面HM1的图像侧。在聚焦期间,光学系统OS5在光轴方向上一体地移动紧跟在孔径光阑SP后面(例如,挨着孔径光阑SP)并且在孔径光阑SP的图像侧部署的三个透镜单元。

[0193] 在光学系统OS5中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1对应,紧跟在孔径光阑SP后面的透镜与第三和第四折射透镜对应,并且最靠近图像平面的透镜与第二折射透镜L2对应。

[0194] 示例6

[0195] 现在参考图13、图14A和图14B,将给出根据示例6的光学系统OS6的描述。图13是光学系统OS6的截面图。图14A是在无限远处对焦状态下光学系统OS6的像差图,并且图14B是在近距离处对焦状态下光学系统OS6的像差图。

[0196] 光学系统OS6从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。四分之一波片QWP被部署在第一透射反射表面HM1的图像侧。在聚焦期间,光学系统OS6在光轴方向上一体地移动孔径光阑SP和紧跟在孔径光阑SP后面(例如,挨着孔径光阑SP)并且在孔径光阑SP的图像侧部署的两个透镜。

[0197] 在光学系统OS6中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1对应,并且最靠近

图像平面的透镜与第二折射透镜L2对应。

[0198] 示例7

[0199] 现在参考图15、图16A和图16B,将给出根据示例7的光学系统OS7的描述。图15是光学系统OS7的截面图。图16A是在无限远处对焦状态下光学系统OS7的像差图,并且图16B是在近距离处对焦状态下光学系统OS7的像差图。

[0200] 光学系统OS7从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。此外,四分之一波片QWP被部署在第一透射反射表面HM1的图像侧。在聚焦期间,光学系统OS7在光轴方向上一体地移动孔径光阑SP、紧跟在孔径光阑SP后面(例如,挨着孔径光阑SP)并且在孔径光阑SP的物体侧部署的透镜、以及挨着孔径光阑SP并且在孔径光阑SP的图像侧部署的五个透镜(包括平板)。可以通过在与光轴正交的方向上移动紧跟在孔径光阑SP后面(例如,挨着孔径光阑SP)并且在孔径光阑SP的图像侧部署的透镜(图像稳定单元)来执行图像稳定。

[0201] 在光学系统OS7中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1对应,紧跟在孔径光阑SP后面(例如,挨着孔径光阑SP)并且在孔径光阑SP的物体侧部署的透镜与第三和第四折射透镜对应,并且最靠近图像平面的透镜与第二折射透镜L2对应。

[0202] 示例8

[0203] 现在参考图17、图18A和图18B,将给出根据示例8的光学系统OS8的描述。图18A图示了在无限远处对焦状态下光学系统OS8的像差图,并且图18B图示了在近距离处对焦状态下光学系统OS8的像差图。

[0204] 光学系统OS8从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。在聚焦期间,光学系统OS8在光轴方向上一体地移动紧跟在孔径光阑SP后面(例如,挨着孔径光阑SP)并且在孔径光阑SP的图像侧部署的四个透镜(包括平板并且不包括四分之一波片)。此外,可以通过在与光轴正交的方向上移动紧跟在孔径光阑SP前面(例如,挨着孔径光阑SP)并且在孔径光阑SP的物体侧部署的接合透镜(图像稳定单元)来执行图像稳定。

[0205] 在光学系统OS8中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1对应,紧跟在第二透射反射表面HM2后面(例如,挨着第二透射反射表面HM2)部署的透镜与第四折射透镜对应,并且最靠近图像平面的透镜与第二折射透镜L2对应。

[0206] 示例9

[0207] 现在参考图19、图20A和图20B,将给出根据示例9的光学系统OS9的描述。图19是光学系统OS9的截面图。图20A是在无限远处对焦状态下光学系统OS9的像差图,并且图20B是在近距离处对焦状态下光学系统OS9的像差图。

[0208] 光学系统OS9从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。在聚焦期间,光学系统OS9在光轴方向上一体地移动孔径光阑SP和紧跟在孔径光阑SP后面(例如,挨着孔径光阑SP)并且在孔径光阑SP的图像侧部署的两个透镜。

[0209] 在光学系统OS9中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1对应,并且紧跟在孔径光阑SP后面的透镜与第三和第四折射透镜对应。

[0210] 示例10

[0211] 现在参考图21、图22A和图22B,将给出根据示例10的光学系统OS10的描述。图21是

光学系统OS10的截面图。图22A是在无限远处对焦状态下光学系统OS10的像差图,并且图22B是在近距离处对焦状态下光学系统OS10的像差图。

[0212] 光学系统OS10从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。在聚焦期间,光学系统OS10在光轴方向上一体地移动孔径光阑SP、以及紧跟在孔径光阑SP后面(例如,挨着孔径光阑SP并且在孔径光阑SP的图像侧)和紧跟在孔径光阑SP前面(例如,挨着孔径光阑SP并且在孔径光阑SP的物体侧)部署的透镜,并且还将其图像侧的两个透镜作为一体的浮动单元在光轴方向上移动不同的移动量。

[0213] 在光学系统OS10中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1、第三折射透镜和第四折射透镜对应,并且最靠近图像平面的透镜与第二折射透镜L2对应。

[0214] 示例11

[0215] 现在参考图23、图24A和图24B,将给出根据示例11的光学系统OS11的描述。图23是光学系统OS11的截面图。图24A图示了在无限远处对焦状态下光学系统OS11的像差图,并且图24B图示了在近距离处对焦状态下光学系统OS11的像差图。

[0216] 光学系统OS11从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。在聚焦期间,光学系统OS11在光轴方向上一体地移动孔径光阑SP和紧跟在孔径光阑SP后面(例如,挨着孔径光阑SP)并且在孔径光阑SP的图像侧部署的两个透镜。

[0217] 在光学系统OS11中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1对应,并且紧跟在孔径光阑SP后面的透镜与第四折射透镜对应。

[0218] 示例12

[0219] 现在参考图25、图26A和图26B,将给出根据示例12的光学系统OS12的描述。图25是光学系统OS12的截面图。图26A是在无限远处对焦状态下光学系统OS12的像差图,并且图26B是在近距离处对焦状态下光学系统OS12的像差图。

[0220] 光学系统OS12从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。在聚焦期间,光学系统OS12在光轴方向上一体地移动孔径光阑SP和紧跟在孔径光阑SP后面并且在孔径光阑SP的图像侧的三个透镜。

[0221] 在光学系统OS12中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1对应,并且紧跟在孔径光阑SP后面的透镜与第三和第四折射透镜对应。

[0222] 示例13

[0223] 现在参考图27、图28A和图28B,将给出根据示例13的光学系统OS13的描述。图27是光学系统OS13的截面图。图28A是在无限远处对焦状态下光学系统OS13的像差图,并且图28B是在近距离处对焦状态下光学系统OS13的像差图。

[0224] 光学系统OS13从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。在聚焦期间,光学系统OS13不移动总共三个透镜,即,最靠近物体的两个透镜和最靠近图像平面的一个透镜,但是在光轴方向上一体地移动剩余的透镜单元和孔径光阑SP。

[0225] 在光学系统OS13中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1对应,并且紧跟在孔径光阑SP前面的透镜与第三和第四折射透镜对应。

[0226] 示例14

[0227] 现在参考图29、图30A和图30B,将给出根据示例14的光学系统OS14的描述。图29是

光学系统OS14的截面图。图30A是在无限远处对焦状态下光学系统OS14的像差图,并且图30B是在近距离处对焦状态下光学系统OS14的像差图。

[0228] 光学系统OS14从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。在聚焦期间,光学系统OS14在光轴方向上一体地移动孔径光阑SP和紧跟在孔径光阑SP后面并且在孔径光阑SP的图像侧部署的两个透镜。

[0229] 在光学系统OS14中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1对应,并且紧跟在孔径光阑SP后面的透镜与第四折射透镜对应。

[0230] 示例15

[0231] 现在参考图31、图32A和图32B,将给出根据示例15的光学系统OS15的描述。图31是光学系统OS15的截面图。图32A是在无限远处对焦状态下光学系统OS15的像差图,并且图32B是在近距离处对焦状态下光学系统OS15的像差图。

[0232] 光学系统OS15从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。在聚焦期间,光学系统OS15在光轴方向上一体地移动孔径光阑SP和紧跟在孔径光阑SP后面并且在孔径光阑SP的图像侧部署的两个透镜。

[0233] 在光学系统OS15中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1对应,并且紧跟在孔径光阑SP后面的透镜与第四折射透镜对应。

[0234] 示例16

[0235] 现在参考图33、图34A和图34B,将给出根据示例16的光学系统OS16的描述。图33是光学系统OS16的截面图。图34A是在无限远处对焦状态下光学系统OS16的像差图,并且图34B是在近距离处对焦状态下光学系统OS16的像差图。

[0236] 光学系统OS16从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。在聚焦期间,光学系统OS16在光轴方向上一体地移动孔径光阑SP和紧跟在孔径光阑SP后面并且在孔径光阑SP的图像侧部署的三个透镜。

[0237] 在光学系统OS16中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜对应,并且紧跟在孔径光阑SP后面的透镜与第四折射透镜对应。

[0238] 示例17

[0239] 现在参考图35、图36A和图36B,将给出根据示例17的光学系统OS17的描述。图35是光学系统OS17的截面图。图36A是在无限远处对焦状态下光学系统OS17的像差图,并且图36B是在近距离处对焦状态下光学系统OS17的像差图。

[0240] 光学系统OS17从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。在聚焦期间,光学系统OS17在光轴方向上一体地移动紧跟在孔径光阑SP后面并且在孔径光阑SP的图像侧部署的三个透镜。

[0241] 在光学系统OS17中,作用于按原样到达图像平面而没有被第一透射反射表面HM1或者第二透射反射表面HM2反射的单路光的光学系统的能力增强。单路光可能不到达图像平面,并且可能被偏振器吸收。然而,由于偏振器的特性不理想,因此不可避免地单路光在一定程度上到达图像平面。这种配置可以防止由单路光造成的重影扩散到整个图像。

[0242] 在光学系统OS17中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1对应,并且紧跟在孔径光阑SP后面的透镜与第三和第四折射透镜对应。

[0243] 示例18

[0244] 现在参考图37、图38A和图38B,将给出根据示例18的光学系统OS18的描述。图37是光学系统OS18的截面图。图38A是在无限远处对焦状态下光学系统OS18的像差图,并且图38B是在近距离处对焦状态下光学系统OS18的像差图。

[0245] 光学系统OS18从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。在聚焦期间,光学系统OS18不移动总共两个透镜,即,最靠近物体的透镜和最靠近图像平面的透镜,但是在光轴方向上一体地移动剩余的透镜单元和孔径光阑SP。

[0246] 在光学系统OS18中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1对应,并且紧跟在孔径光阑SP前面部署的透镜与第三和第四折射透镜对应。

[0247] 示例19

[0248] 现在参考图39、图40A和图40B,将给出根据示例19的光学系统OS19的描述。图39是光学系统OS19的截面图。图40A是在无限远处对焦状态下光学系统OS19的像差图,并且图40B是在近距离处对焦状态下光学系统OS19的像差图。

[0249] 光学系统OS19从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。在聚焦期间,光学系统OS19在光轴方向上一体地移动孔径光阑SP和紧跟在孔径光阑SP后面并且在孔径光阑SP的图像侧部署的透镜,并且还将最靠近图像平面的两个透镜作为一体的浮动单元在光轴方向上移动不同的移动量。

[0250] 在光学系统OS19中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1对应,并且紧跟在孔径光阑SP后面的透镜与第四折射透镜对应。

[0251] 示例20

[0252] 现在参考图41、图42A和图42B,将给出根据示例20的光学系统OS20的描述。图41是光学系统OS20的截面图。图42A是在无限远处对焦状态下光学系统OS20的像差图,并且图42B是在近距离处对焦状态下光学系统OS20的像差图。

[0253] 光学系统OS20从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。在聚焦期间,光学系统OS20在光轴方向上一体地移动孔径光阑SP和紧跟在孔径光阑SP后面并且在孔径光阑SP的图像侧部署的两个透镜。

[0254] 在光学系统OS20中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1对应,并且紧跟在孔径光阑SP后面部署的透镜与第四折射透镜对应。

[0255] 示例21

[0256] 现在参考图43、图44A和图44B,将给出根据示例21的光学系统OS21的描述。图43是光学系统OS21的截面图。图44A是在无限远处对焦状态下光学系统OS21的像差图,并且图44B是在近距离处对焦状态下光学系统OS21的像差图。

[0257] 光学系统OS21从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。在聚焦期间,光学系统OS21在光轴方向上移动紧跟在孔径光阑SP后面并且在孔径光阑SP的图像侧部署的一个透镜。

[0258] 在光学系统OS21中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1对应。

[0259] 示例22

[0260] 现在参考图45、图46A和图46B,现在将给出根据示例22的光学系统OS22的描述。图45是光学系统OS22的截面图。图46A图示了在无限远处对焦状态下光学系统OS22的像差图,并且图46B图示了在近距离处对焦状态下光学系统OS22的像差图。

[0261] 光学系统OS22从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。在聚焦期间,光学系统OS22在光轴方向上移动两个接合透镜,从物体侧起的第五和第六透镜。

[0262] 在光学系统OS22中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1对应,并且紧跟在孔径光阑SP后面的透镜与第四折射透镜对应。

[0263] 示例23

[0264] 现在参考图47、图48A和图48B,将给出根据示例23的光学系统OS23的描述。图47图示了光学系统OS23的截面图。图48A图示了在无限远处对焦状态下光学系统OS23的像差图,并且图48B图示了在近距离处对焦状态下光学系统OS23的像差图。

[0265] 光学系统OS23从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。在聚焦期间,光学系统OS23在光轴方向上一体地移动孔径光阑SP和除最靠近图像平面的透镜以外的透镜单元。

[0266] 在光学系统OS23中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1、第三折射透镜和第四折射透镜对应,并且最靠近图像平面的透镜与第二折射透镜L2对应。

[0267] 示例24

[0268] 现在参考图49、图50A和图50B,将给出根据示例24的光学系统OS24的描述。图49图示了光学系统OS24的截面图。图50A图示了在无限远处对焦状态下光学系统OS24的像差图,并且图50B图示了在近距离处对焦状态下光学系统OS24的像差图。

[0269] 光学系统OS24从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。在聚焦期间,光学系统OS24在光轴方向上移动从物体侧计数的第六透镜。

[0270] 在光学系统OS24中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1对应,并且具有第一透射反射表面HM1的透镜与第四折射透镜对应。

[0271] 示例25

[0272] 现在参考图51、图52A和图52B,将给出根据示例25的光学系统OS25的描述。图51图示了光学系统OS25的截面图。图52A是在无限远处对焦状态下光学系统OS25的像差图,并且图52B是在近距离处对焦状态下光学系统OS25的像差图。

[0273] 光学系统OS25从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(透镜单元)和传感器保护玻璃。在聚焦期间,光学系统OS25在光轴方向上移动紧跟在孔径光阑SP后面并且在孔径光阑SP的图像侧部署的平板。

[0274] 在光学系统OS25中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1对应。

[0275] 示例26

[0276] 现在参考图53、图54A和图54B,将给出根据示例26的光学系统OS26的描述。图53是光学系统OS26的截面图。图54A是在无限远处对焦状态下光学系统OS26的像差图,并且图54B是在近距离处对焦状态下光学系统OS26的像差图。

[0277] 光学系统OS26从物体侧到图像平面IM侧依次包括多个透镜(多个透镜单元)和传感器保护玻璃。在聚焦期间,光学系统OS26一体地移动孔径光阑SP和除最靠近物体的透镜以外的三个透镜。

[0278] 在光学系统OS26中,例如,最靠近物体的透镜与第一折射透镜L1对应,并且紧跟在孔径光阑SP后面的透镜与第四折射透镜对应。

[0279] 现在将给出分别与示例1至26对应的数值示例1至26的描述。在每个数值示例的表面数据中,表面编号i表示从光瞳平面侧计数的第i表面。r表示第i表面的曲率半径,并且d(mm)表示第i表面与第(i+1)表面之间的透镜厚度或空气距离。nd表示第i光学元件的材料对于d线的折射率,并且νd表示光学构件的基于d线的阿贝数。某一材料的阿贝数νd被如下表达:

[0280] $vd=(Nd-1)/(NF-NC)$

[0281] 其中Nd、NF和NC分别是对于夫琅禾费(Fraunhofer)线中的d线(587.6nm)、F线(486.1nm)、以及C线(656.3nm)的折射率。SP表示孔径光阑。

[0282] 挨着表面编号的星号“*”意味着该表面具有非球面形状。非球面形状被如下表达:

[0283] $$x(h)=\frac{\left(\frac{h^2}{r}\right)}{1+\sqrt{\left\{1-(1+k)\left(\frac{h}{r}\right)^2\right\}}}+A_2h^2+A_4h^4+A_6h^6+A_8h^8+A_{10}h^{10}+\cdots$$

[0284] 其中x是在光轴方向上距表面顶点的高度h的位置处的位移量,R是近轴曲率半径,k是圆锥常数,并且Ai:(i=2、4、6、8…)是每个阶次的非球面系数。每个非球面系数中的“e±XX”意指“$\times 10^{\pm XX}$”。

[0285] 在每个数值示例中,d、焦距(mm)、F数(Fno)和半视角(°)全部是在根据每个示例的光学系统处于在无限远处物体上对焦状态的情况下的值。“后焦距(BF)”是以空气等效长度表达的从最后的透镜表面(最靠近图像平面的透镜表面)到近轴图像平面的光轴上的距离。“总透镜长度”是从光学系统的最前面的透镜表面(最靠近物体的透镜表面)到最后的表面的光轴上的距离加上后焦距。“透镜单元”包括一个或多个透镜。

[0286] 数值示例1

[0287] 单位:mm

[0288] 表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1*	33.264	3.80	1.51633	64.1
2*	67.341	7.87		
3 (SP)	∞	3.61		
4*	-60.314	8.76	1.54658	55.9
5*	-56.658	2.00		
6*	-178.356	4.14	1.54658	55.9
7*	-278.259	5.36		
8*	-49.931	-5.36		
9*	-278.259	-4.14	1.54658	55.9
10*	-178.356	-2.00		
11*	-56.658	2.00		
12*	-178.356	4.14	1.54658	55.9
13*	-278.259	5.36		
14*	-49.931	2.35	1.54658	55.9
15*	19.782	11.00		
16	∞	3.00	1.51633	64.1
17	∞	0.10		
图像平面	∞			

[0289]

[0290] 非球面数据

[0291] 第1表面

[0292] K＝0.00000e+00 A4＝1.75368e-06 A6＝-2.08107e-09第2表面

[0293] K＝0.00000e+00 A4＝-1.06144e-06 A6＝-1.12963e-08

[0294] 第4表面

[0295] K＝0.00000e++00 A2＝-5.47088e-03 A4＝-1.57901e-05 A6＝2.13974e-08 A 8＝7.49429e-1 2

[0296] 第5表面

[0297] K＝0.00000e+00 A4＝-3.35715e-06 A6＝5.58849e-09 A 8＝-1.34412e-11 A10＝1.23184e-14 A12＝-8.60860e-21

[0298] 第6表面

[0299] K＝0.00000e+00 A 4＝2.67533e-05 A 6＝-6.60403e-08 A 8＝8.83817e-11 A10＝-3.54229e-13 A12＝2.37426e-16

[0300] 第7表面

[0301] K＝0.00000e+00 A4＝2.21090e-05 A6＝-4.76083e-08 A 8＝9.17449e-11 A10

＝-3.35061e-13

[0302] 第8表面

[0303] K＝0.00000e+00 A4＝-8.37494e-07 A 6＝9.41948e-10 A 8＝8.14789e-12 A10＝-1.12477e-13 A12＝3.58736e-16

[0304] 第9表面

[0305] K＝0.00000e+00 A4＝2.21090e-05 A 6＝-4.76083e-08 A 8＝9.17449e-11 A10＝-3.35061e-13

[0306] 第10表面

[0307] K＝0.00000e+00 A 4＝2.67533e-05 A 6＝-6.60403e-08 A 8＝8.83817e-11 A10＝-3.54229e-13 A12＝2.37426e-16

[0308] 第11表面

[0309] K＝0.00000e+00 A4＝-3.35715e-06 A 6＝5.58849e-09 A 8＝-1.34412e-11 A10＝1.23184e-14 A12＝-8.60860e-21

[0310] 第12表面

[0311] K＝0.00000e+00 A4＝2.67533e-05 A 6＝-6.60403e-08 A 8＝8.83817e-11 A10＝-3.54229e-13 A12＝2.37426e-16

[0312] 第13表面

[0313] K＝0.00000e+00 A4＝2.21090e-05 A 6＝-4.76083e-08 A 8＝9.17449e-11 A10＝-3.35061e-13

[0314] 第14表面

[0315] K＝0.00000e+00 A4＝-8.37494e-07 A6＝9.41948e-10 A8＝8.14789e-12 A10＝-1.12477e-13 A12＝3.58736e-16

[0316] 第15表面

[0317] K＝0.00000e+00 A2＝-4.12994e-02 A4＝-1.43658e-05 A6＝-9.85889e-09 A8＝-1.01161e-10

[0318] 各种数据

[0319]

焦距	48.00
Fno	1.50
半视角	24.26
图像高度	21.64
BF	0.10
d17	0.10

[0320]

[0321] 数值示例2单位:mm表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1*	-92.915	1.80	1.85400	40.4
2*	275.875	0.20		
3	66.286	7.72	1.70482	29.8
4	-107.417	2.08		
5 (SP)	∞	4.87		
6	-67.525	1.50	1.93012	34.8
7	∞	1.00	1.51633	64.1
8	∞	0.10	1.51633	64.1
9	∞	3.86	1.90686	34.6
10	-110.546	-3.86		
11	∞	-0.10	1.51633	64.1
12	∞	-1.00	1.51633	64.1
13	∞	1.00		
14	∞	0.10	1.51633	64.1
15	∞	3.86	1.90686	34.6

[0322]

16	-110.546	1.69	1.96278	27.0
17	116.994	1.00		
18*	54.224	1.20	1.82754	38.6
19*	45.694	1.20		
20	33.649	6.69	1.49703	81.6
21	-154.042	1.74		
22	-55.180	6.50	1.58935	64.1
23	-20.730	3.00	1.80508	46.8
24	-64.377	0.10		
25	-70.837	5.04	1.49701	81.6
26	-29.198	-0.10		
27	131.017	2.02	1.61588	65.3
28*	-250.495	9.40		
29	∞	3.00	1.51633	64.1
30	∞	0.10		
图像平面	∞			

[0323] 非球面数据

[0324] 第1表面

[0325] K＝0.00000e+00 A 4＝-4.06466e-06 A6＝1.03932e-08 A8＝-1.67472e-11 A10＝1.02529e-14

[0326] 第2表面

[0327] K＝0.00000e+00 A4＝-3.12852e-06 A6＝1.11218e-08 A 8＝-2.12628e-11 A10＝1.94691e-14 A12＝-6.84758e-18

[0328] 第18表面

[0329] K＝0.00000e+00 A4＝2.10433e-05 A 6＝-2.77702e-08

[0330] 第19表面

[0331] K＝0.00000e+00 A 4＝2.40984e-05 A 6＝-2.49256e-08

[0332] 第28表面

[0333] K＝0.00000e+00 A4＝7.07409e-06 A6＝-7.48712e-09 A8＝2.28141e-11 A10＝-

[0334] 3.65416e-14

[0335] 各种数据

	焦距	32.00
	Fno	0.75
	半视角	24.37
[0336]	图像高度	14.50
	BF	0.10
	d30	0.10

[0337] 数值示例3

[0338] 单位:mm

[0339] 表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1*	-161.627	1.80	1.85400	40.4
[0340] 2*	82.516	0.20		
3	51.999	6.47	1.73854	38.7
4	-66.398	4.96		

	5 (SP)	∞	2.19		
	6	-115.094	1.50	1.72916	54.7
	7	100.330	2.62	1.49092	67.6
	8	∞	0.10	1.51633	50.0
	9	∞	2.00	1.51633	64.1
	10	∞	-2.00		
	11	∞	-0.10	1.51633	50.0
	12	∞	-2.62	1.49092	67.6
	13	100.330	2.62		
	14	∞	0.10	1.51633	50.0
	15	∞	2.00	1.51633	64.1
	16	∞	1.70	1.84297	43.7
[0341]	17	44.276	2.26		
	18	809.825	2.59	1.72916	54.7
	19	-101.774	1.20		
	20	47.329	3.62	1.52211	77.5
	21	941.218	2.45		
	22	-47.172	9.50	1.53844	75.1
	23	-23.955	2.00	1.90571	37.6
	24	-39.180	0.10		
	25	71.664	5.31	1.59522	67.7
	26	-64.902	9.40		
	27	∞	3.00	1.51633	64.1
	28	∞	0.10		
	图像平面	∞			

[0342] 非球面数据

[0343] 第1表面

[0344] K＝0.00000e+00 A4＝1.82053e-06 A6＝1.07157e-09

[0345] 第2表面

[0346] K＝0.00000e+00 A4＝1.11630e-06 A 6＝2.22067e-09

[0347] 各种数据

	焦距	32.00
	Fno	0.95
	半视角	24.38
[0348]	图像高度	14.50
	BF	0.10
	d28	0.10

[0349] 数值示例4

[0350] 单位:mm

[0351] 表面数据

[0352]

表面编号	r	d	nd	vd
1	38.604	1.80	1.59522	67.7
2	21.733	10.42		
3	-2098.480	1.00	1.73273	54.3
4	51.623	0.20		
5	36.753	4.79	1.55917	44.3
6	-101.671	2.00		
7	-69.648	1.20	1.59522	67.7

	8	66.757	2.17	1.69895	30.1
	9	426.308	1.50		
	10 (SP)	∞	6.23		
	11	30.285	6.34	1.49700	81.5
	12	-105.796	0.10		
	13	230.558	2.11	1.49700	81.5
	14	-161.563	7.56		
	15*	-101.727	1.50	1.85035	35.9
	16	∞	4.56	1.49700	81.5
	17	-44.954	1.97	1.85407	36.5
	18	-105.745	-1.97		
	19	-44.954	-4.56	1.49700	81.5
	20	∞	4.56		
[0353]	21	-44.954	1.97	1.85407	36.5
	22	-105.745	0.00		
	23	-105.745	3.45	1.87153	42.0
	24	-36.678	0.10		
	25*	121.884	2.00	1.85087	43.0
	26*	78.991	1.11		
	27	-210.514	1.20	1.84666	23.8
	28	252.666	0.10		
	29	47.461	4.09	2.00330	28.3
	30	260.763	9.40		
	31	∞	0.00		
	32	∞	0.00		
	33	∞	3.00	1.51633	64.1
	34	∞	0.11		
[0354]	图像平面	∞			

[0355] 非球面数据

[0356] 第15表面

[0357] K＝0.00000e+00 A 4＝-8.84207e-06 A 6＝-1.26449e-08

[0358] 第25表面

[0359] K＝0.00000e+00 A4＝-6.31962e-05 A 6＝2.28241e-08

[0360] 第26表面

[0361] K＝0.00000e+00 A4＝-6.21 297e-05 A 6＝4.62364e-08

[0362] 各种数据

焦距	21.65
Fno	0.95
半视角	33.81

[0363]

图像高度	14.50
BF	0.11
d34	0.11

[0364] 数值示例5

[0365] 单位:mm

[0366] 表面数据

[0367]

表面编号	r	d	nd	vd
1	-109.185	1.50	1.67510	32.4

[0368]

2	-1210.137	0.20		
3*	34.632	6.56	1.63323	50.6
4*	-186.241	0.30		
5 (SP)	∞	5.89		
6	-60.428	1.50	1.63270	47.5
7	761.621	0.10		
8	181.467	1.50	1.49758	82.4
9	∞	11.55	1.49402	82.0
10	-65.604	2.00		
11*	-86.397	1.00	2.00330	28.3
12	-110.085	-1.00		
13*	-86.397	-2.00		
14	-65.604	-11.55	1.49402	82.0
15	∞	11.55		
16	-65.604	2.00		
17*	-86.397	1.00	2.00330	28.3
18	-110.085	1.00		
19	115.140	1.71	1.63640	63.1
20*	3508.933	1.44		
21	∞	1.50	1.51633	64.1
22	∞	0.10		
图像平面	∞			

[0369] 非球面数据

[0370] 第3表面

[0371] K＝0.00000e+00 A 4＝1.63267e-07 A 6＝2.93219e-09

[0372] 第4表面

[0373] K＝0.00000e+00 A4＝1.17377e-06 A6＝8.47197e-10 A8＝-1.15699e-12 A10＝-4.32516e-15

[0374] 第11表面

[0375] K＝0.00000e+00 A4＝-2.19247e-06 A6＝-2.62246e-09 A8＝2.21713e-12 A10＝-2.22878e-14 A12＝1.58408e-17

[0376] 第13表面

[0377] K＝0.00000e+00 A4＝-2.19247e-06 A6＝-2.62246e-09 A8＝2.21713e-12 A10

＝-2.22878e-14 A12＝1.58408e-17

[0378] 第17表面

[0379] K＝0.00000e+00 A4＝-2.19247e-06 A6＝-2.62246e-09 A8＝2.21713e-12 A10＝-2.22878e-14 A12＝1.58408e-17

[0380] 第20表面

[0381] K＝0.00000e+00 A4＝2.63824e-05 A6＝-1.06717e-07

[0382] 各种数据

	焦距	32.00
	Fno	0.95
	半视角	24.38
[0383]	图像高度	14.50
	BF	0.10
	d22	0.10

[0384] 数值示例6单位:mm表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	-81.190	3.00	1.56404	71.6
2	-178.691	0.94		
3	84.160	14.20	1.54726	46.3
4	-109.712	3.90		
5 (SP)	∞	13.27		
6	-47.777	1.50	1.60342	38.0
7	∞	3.43	1.88300	40.8
8	-214.922	2.26		
9*	-144.806	3.50	1.59522	67.7
10	-101.352	-3.50		
11*	-144.806	-2.26		
12	-214.922	-3.43	1.88300	40.8
13	∞	3.43		
14	-214.922	2.26		
15*	-144.806	3.50	1.59522	67.7
16	-101.352	4.35	1.81057	25.1
17	279.559	1.00		
18	68.860	8.79	1.72916	54.7
19*	-135.440	4.25		
20	58.135	6.52	1.50599	80.0
21	-114.882	1.00		
22	∞	3.00	1.51633	64.1
23	∞	0.10		
图像平面	∞			

[0385]

[0386] 非球面数据

[0387] 第9表面

[0388] K＝0.00000e+00 A4＝-8.77810e-07 A6＝1.97233e-11 A8＝-1.93497e-13 A10＝2.59713e-16 A12＝-1.33641e-19

[0389] 第11表面

[0390] K＝0.00000e+00 A4＝-8.77810e-07 A6＝1.97233e-11 A 8＝-1.93497e-13 A10＝2.59713e-16 A12＝-1.33641e-19

[0391] 第15表面

[0392] K＝0.00000e+00 A4＝-8.77810e-07 A 6＝1.97233e-11 A 8＝-1.93497e-13 A10＝2.59713e-16 A12＝-1.33641e-19

[0393] 第19表面

[0394] K＝0.00000e+00 A4＝1.32990e-07 A6＝1.09167e-09 A 8＝-5.37842e-13 A10＝2.07993e-16

[0395] 各种数据

焦距	32.00
Fno	0.55
半视角	24.38
图像高度	14.50
BF	0.10
d23	0.10

[0396]

[0397]

[0398] 数值示例7单位:mm表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	132.020	1.80	1.52841	76.5
2	23.495	3.81		
3*	34.705	2.50	1.54658	55.9
4*	24.842	5.79		
5	33.997	3.04	1.84666	23.8
6	51.145	12.17		
7	27.031	5.79	1.48749	70.4
8	-127.810	0.30		
9 (SP)	∞	4.51		
10*	-97.461	1.50	1.72916	54.7
11	183.806	1.00		
12	∞	1.00	1.51633	64.1
13	∞	2.62	1.48749	70.2
14	-62.885	2.00	1.85025	30.1
15*	-100.173	-2.00		
16	-62.885	-2.62	1.48749	70.2
17	∞	-1.00	1.51633	64.1
18	∞	1.00		
19	∞	2.62	1.48749	70.2
20	-62.885	2.00	1.85025	30.1
21*	-100.173	2.15		
22	-71.168	3.71	1.49700	81.5
23	-26.476	0.50		
24	-49.336	1.20	1.84666	23.8
[0399] 25	1246.886	0.10		
26*	44.977	7.21	1.85400	40.4
27*	-51.137	9.40		
28	∞	3.00	1.51633	64.1
29	∞	0.10		
图像平面	∞			

[0400] 非球面数据

[0401] 第3表面

[0402] K＝0.00000e+00 A4＝2.80058e-05 A 6＝-1.86749e-08 A 8＝5.41443e-12 A10＝5.11302e-14

[0403] 第4表面

[0404] K＝0.00000e+00 A 4＝2.7131 9e-05 A 6＝-2.40373e-08

[0405] 第10表面

[0406] K＝0.00000e+00 A 4＝1.80747e-06 A 6＝5.34299e-10

[0407] 第15表面

[0408] K＝0.00000e+00 A4＝2.89798e-06 A 6＝4.44896e-09 A 8＝2.67425e-12

[0409] 第21表面

[0410] K＝0.00000e+00 A4＝2.89798e-06 A 6＝4.44896e-09 A 8＝2.67425e-12

[0411] 第26表面

[0412] K＝0.00000e+00 A4＝-2.06753e-06 A 6＝7.40511e-09 A 8＝2.47090e-11

[0413] 第27表面

[0414] K＝0.00000e+00 A4＝1.08328e-05 A6＝-2.04810e-08 A 8＝1.01300e-10 A10＝-9.40040e-14

[0415] 各种数据

	焦距	17.38
	Fno	0.95
	半视角	39.84
[0416]	图像高度	14.50
	BF	0.10
	d29	0.10

[0417] 数值示例8

[0418] 单位:mm

[0419] 表面数据

	表面编号	r	d	nd	vd
	1*	-409.789	1.80	1.85400	40.4
[0420]	2*	42.180	0.20		
	3	40.979	3.54	1.84666	23.8
	4	122.998	1.00		

	5	96.345	1.92	2.00100	29.1
	6	41.243	6.48	1.81600	46.6
	7	-118.059	0.50		
	8 (SP)	∞	13.69		
	9	∞	1.00	1.51633	64.1
	10	∞	0.10	1.51633	40.0
	11	∞	2.72	1.82115	24.1
	12	-105.501	-2.72		
	13	∞	-0.10	1.51633	40.0
	14	∞	-1.00	1.51633	64.1
	15	∞	1.00		
	16	∞	0.10	1.51633	40.0
[0421]	17	∞	2.72	1.82115	24.1
	18	-105.501	1.70	1.92119	24.0
	19*	39.788	4.68		
	20	-36.572	2.13	1.84666	23.8
	21	-35.086	1.00		
	22	91.120	7.28	1.49700	81.6
	23	-28.563	2.00	1.87070	40.7
	24	-173.578	0.10		
	25*	39.262	8.74	1.58913	61.1
	26*	-44.520	9.40		
	27	∞	3.00	1.51633	64.1
	28	∞	0.10		
	图像平面	∞			

[0422] 非球面数据

[0423] 第1表面

[0424] K＝0.00000e+00 A 4＝4.43125e-08 A 6＝8.19697e-10

[0425] 第2表面

[0426] K＝0.00000e+00 A 4＝1.51907e-06 A 6＝1.25991e-09

[0427] 第19表面

[0428] K＝0.00000e+00 A 4＝-5.63465e-07 A 6＝-1.32044e-09 A 8＝-6.5%30e-12

A10＝-3.66076e-15

[0429] 第25表面

[0430] K＝0.00000e+00 A 4＝5.89089e-08 A6＝7.14844e-09

[0431] 第26表面

[0432] K＝0.00000e+00 A4＝9.86729e-06 A6＝-5.58092e-09 A 8＝3.90470e-11 A10＝-5.62801e-14

[0433] 各种数据

焦距	32.00
Fno	0.95
半视角	24.38
图像高度	14.50
BF	0.10
d28	0.10

[0434]

[0435] 数值示例9单位:mm表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1*	8.184	1.64	1.54658	55.9
2*	33.051	4.17		
3 (SP)	∞	0.60		
4*	-43.951	1.60	1.54658	55.9
5*	564.166	1.26		
6*	-7.524	0.30	1.54658	55.9
7*	-10.919	0.95		
8*	-26.449	0.90	1.54658	55.9
9*	-15.162	0.95		
10*	-9.626	-0.95		
11*	-15.162	-0.90	1.54658	55.9
12*	-26.449	-0.95		
13*	-10.919	0.95		
14*	-26.449	0.90	1.54658	55.9
15*	-15.162	0.95		
16*	-9.626	0.35	1.54658	55.9
17*	-6.872	0.03		
18	∞	0.43	1.51633	64.1
19	∞	0.10		
图像平面	∞			

[0436] 非球面数据第1表面

[0437] K＝0.00000e+00 A 2＝-2.92248e-02 A4＝-1.66006e-04 A6＝1.48542e-06 A8＝-3.34281e-08 A10＝2.02751e-10 A12＝1.57208e-12

[0438] 第2表面

[0439] K＝0.00000e+00 A4＝7.63633e-05 A6＝5.33636e-06 A8＝-1.52003e-07 A10＝3.33154e-09 A12＝-2.42253e-11

[0440] 第4表面

[0441] K＝0.00000e+00 A4＝-3.88719e-04 A6＝-1.52411e-05 A8＝2.17573e-06 A10＝-1.53277e-07

[0442] 第5表面

[0443] K＝0.00000e+00 A 4＝-2.17211 e-04 A 6＝1.28090e-05 A 8＝-8.94365e-07

[0444] 第6表面

[0445] K＝0.00000e+00 A 4＝-5.58108e-04 A 6＝1.87674e-05 A 8＝-1.36199e-06

[0446] 第7表面

[0447] K＝0.00000e+00 A4＝-3.42153e-04 A6＝6.88122e-06 A8＝-2.36999e-07 A10＝-8.92100e-10 A12＝2.97739e-13

[0448] 第8表面

[0449] K＝0.00000e+00 A4＝5.15689e-05 A 6＝-1.88653e-05 A 8＝3.12701e-07 A10＝-1.02106e-08 A12＝5.08818e-11

[0450] 第9表面

[0451] K＝0.00000e+00 A4＝1.00441e-04 A 6＝-2.22495e-05 A 8＝4.90051e-07 A10)＝-9.61 925e-09

[0452] 第10表面

[0453] K＝0.00000e+00 A 4＝-4.29042e-05 A 6＝3.45895e-06 A 8＝-2.86769e-08 A10＝-2.33169e-09 A12＝2.61879e-11 A14＝-1.75383e-14 A16＝-2.25865e-16

[0454] 第11表面

[0455] K＝0.00000e+00 A 4＝1.00441e-04 A 6＝-2.22495e-05 A 8＝4.90051e-07 A10＝-9.61 925e-09

[0456] 第12表面

[0457] K＝0.00000e+00 A 4＝5.15689e-05 A 6＝-1.88653e-05 A 8＝3.12701e-07 A10＝-1.02106e-08 A12＝5.08818e-11

[0458] 第13表面

[0459] K＝0.00000e+00 A4＝-3.42153e-04 A6＝6.88122e-06 A 8＝-2.36999e-07 A10＝-8.92100e-10 A12＝2.97739e-13

[0460] 第14表面

[0461] K＝0.00000e+00 A4＝5.15689e-05 A 6＝-1.88653e-05 A 8＝3.12701e-07 A10＝-1.02106e-08 A12＝5.08818e-11

[0462] 第15表面

[0463] K＝0.00000e+00 A 4＝1.00441e-04 A 6＝-2.22495e-05 A 8＝4.90051e-07 A10＝-9.61925e-09

[0464] 第16表面

[0465] K＝0.00000e+00 A4＝-4.29042e-05 A6＝3.45895e-06 A8＝-2.86769e-08 A10＝-2.33169e-09 A12＝2.61879e-11 A14＝-1.75383e-14 A16＝-2.25865e-16

[0466] 第17表面

[0467] K＝0.00000e+00 A 2＝7.65763e-03 A 4＝1.70301e-03 A 6＝-2.74630e-05 A 8＝2.26084e-07

[0468] 各种数据

	焦距	7.74
	Fno	1.40
	半视角	45.66
[0469]	图像高度	7.92
	BF	0.10
	d19	0.10

[0470] 数值示例10

[0471] 单位:mm

[0472] 表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1*	34.495	3.34	1.51633	64.1
2*	75.497	(可变)		
3 (SP)	∞	4.31		
4*	-69.221	3.66	1.54658	55.9
5*	-51.980	(可变)		
6*	117.370	4.32	1.54658	55.9
7*	166.054	3.48		
8*	111.755	-3.48		
9*	166.054	-4.32	1.54658	55.9
10*	117.370	(可变)		
11*	-51.980	(可变)		
12*	117.370	4.32	1.54658	55.9
13*	166.054	3.48		
14*	111.755	3.04	1.54658	55.9
15*	34.800	(可变)		
16	∞	3.00	1.51633	64.1
17	∞	0.10		
图像平面	∞			

[0473]

[0474]

[0475] 非球面数据

[0476] 第1表面

[0477] K＝0.00000e+00 A4＝-1.74929e-06 A6＝-8.62843e-10

[0478] 第2表面

[0479] K＝0.00000e+00 A4＝-4.07821e-06 A 6＝-7.23767e-10

[0480] 第4表面

[0481] K＝0.00000e+00 A 2＝-1.22787e-02 A 4＝-1.83823e-06 A 6＝2.70135e-08 A 8＝-5.09885e-11

[0482] 第5表面

[0483] K＝0.00000e+00 A4＝:-2.15470e-06 A6＝4.98429e-09 A8＝-3.38806e-11 A10＝1.31569e-13 A12＝-2.13965e-16

[0484] 第6表面

[0485] K＝0.00000e+00 A 4＝-1.56713e-07 A 6＝-6.36987e-08 A 8＝8.88377e-11 A10＝-2.64136e-13 A12＝2.14791e-16

[0486] 第7表面

[0487] K＝0.00000e+00 A 4＝3.08711e-06 A 6＝-4.36485e-08 A 8＝1.39724e-11 A10＝2.33549e-15

[0488] 第8表面

[0489] K＝0.00000e+00 A 2＝:-1.54062e-02 A 4＝-1.12202e-06 A 6＝1.18269e-10 A 8＝5.81600e-12 A10＝-5.88663e-15 A12＝1.86539e-18

[0490] 第9表面

[0491] K＝0.00000e+00 A 4＝3.08711e-06 A 6＝-4.36485e-08 A 8＝1.39724e-11 A10＝2.33549e-15

[0492] 第10表面

[0493] K＝0.00000e+00 A 4＝-1.56713e-07 A 6＝-6.36987e-08 A 8＝8.88377e-11 A10＝-2.64136e-13 A12＝2.14791e-16

[0494] 第11表面

[0495] K＝0.00000e+00 A4＝-2.15470e-06 A 6＝4.98429e-09 A 8＝-3.38806e-11 A10＝1.31569e-13 A12＝-2.13965e-16

[0496] 第12表面

[0497] K＝0.00000e+00 A 4＝-1.56713e-07 A 6＝-6.36987e-08 A 8＝8.88377e-11 A10＝-2.64136e-13 A12＝2.14791e-16

[0498] 第13表面

[0499] K＝0.00000e+00 A 4＝3.08711e-06 A 6＝-4.36485e-08 A 8＝1.39724e-11 A10＝

[0500] 2.33549e-1 5

[0501] 第14表面

[0502] K＝0.00000e+00 A 2＝:-1.54062e-02 A 4＝-1.12202e-06 A 6＝1.18269e-10 A 8＝5.81600e-12 A10＝-5.88663e-15 A12＝1.86539e-18

[0503] 第15表面

[0504] K＝0.00000e+00 A 2＝-3.00572e-02 A4＝-1.07875e-05 A 6＝-1.07802e-08 A 8＝4.04651e-13

[0505] 各种数据

焦距	48.00		
Fno	1.50		
半视角	24.26		
图像高度	21.64		
BF	0.10		
物体距离	INF	480	400
d2	12.67	12.67	12.67
d5	3.08	2.37	2.00
d10	-3.08	-2.37	-2.00
d11	3.08	2.37	2.00
d15	11.00	20.26	23.79
d17	0.10	-6.12	-8.05

[0506]

[0507]

[0508]

[0509] 数值示例11单位:mm表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	43.050	2.48	1.49700	81.5
2	122.119	5.62		
3 (SP)	∞	0.99		
4	-72.690	1.50	1.51680	64.2
5	-2719.444	2.91	1.49700	81.5
6	-71.844	14.08		
7*	-84.641	2.00	1.77250	49.5
8	-127.982	-2.00		
9*	-85.016	-14.08		
10	-71.844	-2.91	1.49700	81.5
11	-2719.444	2.91		
12	-71.844	14.08		
13*	-84.641	2.00	1.77250	49.5
14	-127.982	1.70	1.80518	25.4
15	-755.115	1.00		
16	50.885	4.16	1.49700	81.5
17	-142.624	2.00		
18	∞	1.50	1.51633	64.1
19	∞	0.10		
图像平面	∞			

[0510] 非球面数据

[0511] 第7表面

[0512] K＝0.00000e+00 A4＝-1.27170e-06 A6＝1.09638e-09 A8＝-1.59118e-11 A10＝6.69227e-14 A12＝-1.11236e-16

[0513] 第9表面

[0514] K＝0.00000e+00 A4＝-1.27170e-06 A 6＝1.09638e-09 A 8＝-1.59118e-11 A10＝6.69227e-14 A12＝-1.11236e-16

[0515] 第13表面

[0516] K＝0.00000e+00 A4＝-1.27170e-06 A 6＝1.09638e-09 A 8＝-1.59118e-11 A10＝6.69227e-14 A12＝-1.11236e-16

[0517] 各种数据

	焦距	45.00
	Fno	2.00
	半视角	16.72
[0518]	图像高度	13.52
	BF	0.10
	d19	0.10

[0519] 数值示例12

[0520] 单位:mm

[0521] 表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	-64.414	1.70	1.80400	46.6
2	-89.821	0.20		
3	37.669	7.98	1.51823	58.9
4	-115.201	3.69		
5 (SP)	∞	2.18		
6	-105.027	1.50	1.83481	42.7
7	-577.086	7.48		
8	132.568	1.50	1.49700	81.5
9	∞	1.81	1.83481	42.7
10	-134.855	2.00		
11*	-54.249	2.00	1.85400	40.4
12	-102.974	-2.00		
13*	-54.249	-2.00		
14	-134.855	-1.81	1.83481	42.7
15	∞	1.81		
16	-135.405	2.00		
17*	-54.249	2.00	1.85400	40.4
18	-102.974	1.70	2.00330	28.3
19	220.682	1.16		
20	-170.532	3.24	1.49700	81.5
21	-36.082	1.20		
22	57.215	4.96	1.80420	46.5
23	-81.669	9.40		
24	∞	3.00	1.51633	64.1
25	∞	0.10		
图像平面	∞			

[0522]

[0523] 非球面数据

[0524] 第11表面

[0525] K＝0.00000e+00 A 4＝-2.98007e-06 A 6＝5.44403e-09 A 8＝-5.81960e-1 A10＝2.52878e-13 A12＝-4.19387e-16

[0526] 第13表面

[0527] K＝0.000000e+00 A 4＝-2.98007e-06 A 6＝5.44403e-09 A 8＝-5.81 960e-11 A10＝2.52878e-13 A12＝-4.19387e-16

[0528] 第17表面

[0529] K＝0.00000e+00 A 4＝-2.98007e-06 A 6＝5.44403e-09 A 8＝-5.81960e-11 A10＝2.52878e-13 A12＝-4.19387e-16

[0530] 各种数据

焦距	32.00
Fno	0.95
半视角	24.38

[0531]

图像高度	14.50
BF	0.10
d25	0.10

[0532] 数值示例13

[0533] 单位:mm

[0534] 表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	212.715	2.00	1.49700	81.5
2	117.564	3.05	1.68948	31.0
3	296.551	23.72		
4	242.548	2.89	1.84666	23.8
5	101.330	2.49		
6	-110.931	2.00	1.91082	35.2
7	913.868	1.15		
8 (SP)	∞	0.30		
9	60.164	3.22	1.80518	25.5
10	∞	4.95	1.48749	70.2
11	-52.664	2.31		
12*	-56.420	2.00	1.85400	40.4
13	-101.670	-2.00		
14*	-56.420	-2.31		
15	-52.664	-4.95	1.48749	70.2
16	∞	4.95		
17	-52.664	2.31		
18*	-56.420	2.00	1.85400	40.4
19	-101.670	1.70	1.77250	49.6
20	37.111	1.12		
21	42.372	9.37	1.51680	64.2
22*	-27.818	1.20		
23	40.818	4.10	1.49700	81.5
24	1004.153	9.40		
25	∞	3.00	1.51633	64.1
26	∞	0.10		
图像平面	∞			

[0535]

[0536]

[0537] 非球面数据

[0538] 第12表面

[0539] K＝0.00000e+00 A4＝-2.56220e-06 A 6＝-1.16511e-09 A 8＝-8.21450e-12

A10＝2.52195e-14 A12＝-4.26110e-17

[0540] 第14表面

[0541] K＝0.00000e+00 A4＝-2.56220e-06 A6＝-1.16511e-09 A8＝-8.21450e-12 A10＝2.52195e-14 A12＝-4.26110e-17

[0542] 第18表面

[0543] K＝0.00000e+00 A 4＝-2.56220e-06 A 6＝-1.16511e-09 A 8＝-8.21450e-12 A10＝2.52195e-14 A12＝-4.26110e-17

[0544] 第22表面

[0545] K＝0.00000e+00 A 4＝2.04785e-06 A 6＝-8.15703e-09

[0546] 各种数据

焦距	32.00
Fno	0.95
半视角	24.38
图像高度	14.50
BF	0.10
d26	0.10

[0547]

[0548] 数值示例14单位:mm表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	-100.067	2.00	1.48749	70.2
2	-340.582	2.93		
3	79.292	11.08	1.54072	47.2
4	-128.708	7.22		
5 (SP)	∞	7.19		
6	-64.631	2.00	1.60342	38.0
7	∞	2.53	1.83481	42.7
8	-260.842	4.82		
9*	-82.704	3.50	1.53996	59.5
10	-90.589	-3.50		
11*	-82.704	-4.82		
12	-260.842	-2.53	1.83481	42.7
13	∞	2.53		
14	-260.842	4.82		
15*	-82.704	3.50	1.53996	59.5
16	-90.589	1.72	1.84666	23.8
17	-1015.139	1.72		
18	47.324	7.42	1.64000	60.2
19*	-96.561	3.49		
20	51.514	5.39	1.55352	71.7
21	-114.495	1.06		
22	∞	3.00	1.51633	64.1
23	∞	0.10		
图像平面	∞			

[0549]

[0550] 非球面数据

[0551] 第9表面

[0552] K＝0.00000e+00 A4＝-8.31478e-07 A 6＝-2.74307e-10 A 8＝1.58841e-13 A10＝2.42540e-17 A12＝-1.36738e-19

[0553] 第11表面

[0554] K＝0.00000e+00 A 4＝-8.31478e-07 A 6＝-2.74307e-10 A 8＝1.58841e-13 A10＝2.42540e-17 A12＝-1.36738e-19

[0555] 第15表面

[0556] K＝0.00000e+00 A4＝-8.31478e-07 A 6＝-2.74307e-10 A 8＝1.58841e-13 A10＝2.42540e-17 A12＝-1.36738e-19

[0557] 第19表面

[0558] K＝0.00000e+00 A4＝2.54086e-06 A 6＝-5.50287e-10 A 8＝1.66150e-12 A10＝7.92260e-18

[0559] 各种数据

焦距	32.00
Fno	0.55
半视角	24.38
图像高度	14.50
BF	0.10
d23	0.10

[0560]

[0561]

[0562] 数值示例15单位:mm表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1*	52.287	5.84	1.58573	59.7
2*	135.265	6.51		
3 (SP)	∞	3.11		
4	-106.453	2.00	1.53775	74.7
5	-114.505	13.32	1.56732	42.8
6	-117.115	15.96		
7*	-59.265	2.00	1.51742	52.2
8	-104.966	-2.00		
9*	-59.265	-15.96		
10	-117.043	-13.32	1.56732	42.8
11	-114.430	13.32		
12	-117.043	15.96		
13*	-59.265	2.00	1.51742	52.2
14	-104.966	1.70	1.51742	52.4
15	-85.497	1.00		
16*	526.394	2.84	1.85400	40.4
17*	-148.323	4.44		
18	∞	1.50	1.51633	64.1
19	∞	0.10		
图像平面	∞			

[0563] 非球面数据

[0564] 第1表面

[0565] K＝0.00000e+00 A 4＝3.18032e-07A 6＝2.80240e-10 A 8＝-6.47939e-14 A10＝3.10952e-16

[0566] 第2表面

[0567] K＝0.00000e+00 A4＝-1.64643e-07A 6＝-1.26010e-10

[0568] 第7表面

[0569] K＝0.00000e+00 A4＝-7.44307e-07A6＝-5.79334e-10 A8＝2.09678e-14 A10＝-7.96117e-16 A12＝2.86214e-19

[0570] 第9表面

[0571] K＝0.00000e+00 A4＝-7.44307e-07A 6＝-5.79334e-10 A 8＝2.09678e-14 A10＝-7.96117e-16 A12＝2.86214e-19

[0572] 第13表面

[0573] K＝0.00000e+00 A4＝-7.44307e-07A 6＝-5.79334e-10 A 8＝2.09678e-14 A10＝-7.96117e-16 A12＝2.86214e-19

[0574] 第16表面

[0575] K＝0.00000e+00 A 4＝-4.65984e-05 A 6＝-1.36407e-07

[0576] 第17表面

[0577] K＝0.00000e+00 A 4＝-5.41008e-05 A 6＝-5.41946e-08各种数据

焦距	100.00
Fno	2.00
半视角	7.70
图像高度	13.52
BF	0.10
d19	0.10

[0578] 数值示例16单位:mm表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	62.002	6.87	1.61997	63.9
2	374.246	20.78		
3 (SP)	∞	2.62		
4	-101.769	1.50	1.88300	40.8
5	∞	12.45	1.65160	58.5
6	-80.971	2.00		
7*	-92.486	2.41	1.85400	40.4
8	-169.778	-2.41		
9*	-92.486	-2.00		
10	-80.971	-12.45	1.65160	58.5
11	∞	12.45		
12	-80.971	2.00		
13*	-92.486	2.41	1.85400	40.4

	14	-169.778	6.36	1.49700	81.5
	15	-59.903	14.27		
[0579]	16	∞	3.00	1.51633	64.1
	17	∞	0.10		
	图像平面	∞			

[0580] 非球面数据

[0581] 第7表面

[0582] K＝0.00000e+00 A 4＝-8.49441e-07A 6＝4.42583e-10 A 8＝:-2.29922e-12 A10＝3.41916e-15 A12＝-2.00.408e-18

[0583] 第9表面

[0584] K＝0.00000e+00 A 4＝-8.49441e-07A 6＝4.42583e-10 A 8＝-2.29922e-12 A10＝3.41916e-15 A12＝-2.00408e-18

[0585] 第13表面

[0586] K＝0.00000e+00 A4＝-8.49441e-07A 6＝4.42583e-10 A 8＝-2.29922e-12 A10＝3.41916e-15 A12＝-2.00408e-18

[0587] 各种数据

	焦距	52.00
	Fno	0.95
	半视角	14.58
[0588]	图像高度	13.52
	BF	0.10
	d17	0.10

[0589] 数值示例17单位:mm表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	45.051	2.00	2.00100	29.1
2	46.817	6.45		
3*	35.316	5.10	1.51633	64.1
4	448.833	1.29		
5 (SP)	∞	8.73		
6	-34.039	1.71	1.49700	81.5
7	-37.495	0.10		
8	-222.409	1.50	2.00100	29.1
9	∞	4.62	1.48749	70.2
10	-46.732	1.50		
11*	-40.684	2.00	1.85400	40.4
12	-98.403	-2.00		
13*	-40.684	-1.50		
14	-46.732	-4.62	1.48749	70.2
15	∞	4.62		
16	-46.732	1.50		
17*	-40.684	2.00	1.85400	40.4
18	-98.404	1.00		
19	144.816	5.66	1.88300	40.8
20	-42.677	9.40		
21	∞	3.00	1.51633	64.1
22	∞	0.10		
图像平面	∞			

[0590]

[0591] 非球面数据

[0592] 第3表面

[0593] K＝0.00000e+00 A4＝1.01631e-06 A6＝-2.30048e-09 A8＝2.71764e-11 A10＝-5.99857e-14 A12＝7.06294e-17

[0594] 第11表面

[0595] K＝0.00000e+00 A 4＝-4.23437e-06 A 6＝4.07555e-09 A 8＝-6.70601 e-11 A 10＝2.79579e-13 A12＝-4.68393e-16

[0596] 第13表面

[0597] K＝0.00000e+00 A 4＝-4.23437e-06 A 6＝4.07555e-09 A 8＝-.6.70601e-11 A10＝2.79579e-13 A12＝-4.68393e-16

[0598] 第17表面

[0599] K＝0.00000e+0(0 A 4＝-4.23437e-06 A 6＝4.07555e-09 A 8＝-6.70601e-11 A10＝2.79579e-13 A12＝-4.68393e-16

[0600] 各种数据

焦距	32.00
Fno	0.95
半视角	24.38
图像高度	14.50
BF	0.10
d22	0.10

[0601]

[0602]

[0603] 数值示例18单位:mm表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	48.707	1.50	1.84666	23.8
2*	46.185	5.77		
3	38.164	2.00	1.78470	26.3
4	79.648	1.86		
5 (SP)	∞	2.07		
6	-62.601	2.37	1.59522	67.7
7	∞	3.87	1.52841	76.5
8	-51.351	2.07		
9*	-44.034	2.00	1.95375	32.3
10	-71.635	-2.00		
11*	-44.034	-2.07		
12	-51.351	-3.87	1.52841	76.5
13	∞	3.87		
14	-51.351	2.07		
15*	-44.034	2.00	1.95375	32.3
16	-71.635	4.69	1.72916	54.7
17*	-29.692	1.00		
18	35.258	6.70	1.49700	81.5
19	-97.953	3.39		
20	∞	3.00	1.51633	64.1
21	∞	0.10		
图像平面	∞			

[0604]

[0605] 非球面数据

[0606] 第2表面

[0607] K＝0.00000e+00 A 4＝-1.80322e-06 A 6＝-4.85921 e-09

[0608] 第9表面

[0609] K＝0.00000e+00 A4＝-5.53212e-06 A6＝-1.00677e-08 A8＝2.07899e-12 A10＝-6.64077e-14 A12＝-8.05438e-17

[0610] 第11表面

[0611] K＝0.00000e+00 A4＝-5.53212e-06 A6＝-1.00677e-08 A8＝2.07899e-12 A10＝-6.64077e-14 A12＝-8.05438e-17

[0612] 第15表面

[0613] K＝0.00000e+00 A4＝-5.53212e-06 A6＝-1.00677e-08 A8＝2.07899e-12 A10＝-6.64077e-14 A12＝-8.05438e-17

[0614] 第17表面

[0615] K＝0.00000e+00 A 4＝-3.1 8242e-06 A 6＝-2.57579e-08 A 8＝7.82406e-11 A 10＝-2.38554e-13

[0616] 各种数据

焦距	21.65
Fno	0.90
半视角	33.82
图像高度	14.50
BF	0.10

[0617]

[0618]

d21	0.10

[0619] 数值示例19单位:mm表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1*	34.741	3.12	1.51633	64.1
2*	70.145	(可变)		
3 (SP)	∞	3.67		
4*	-87.357	6.37	1.54658	55.9
5*	-50.934	(可变)		
6*	-51.069	4.35	1.54658	55.9
7*	-55.512	5.11		
8*	-48.144	-5.11		
9*	-55.512	-4.35	1.54658	55.9
10*	-51.069	(可变)		
11*	-50.934	(可变)		
12*	-51.069	4.35	1.54658	55.9
13*	-55.512	5.11		
14*	-48.144	1.70	1.54658	55.9
15*	22.265	(可变)		
16	∞	3.00	1.51633	64.1
17	∞	0.10		

[0620] 图像平面 ∞

[0621] 非球面数据

[0622] 第1表面

[0623] K＝0.00000e+00 A 4＝2.05760e-06 A 6＝-1.20695e-09 A 8＝1.87087e-11 A 10＝-3.04451e-14 A12＝-338066e-18

[0624] 第2表面

[0625] K＝0.00000e+00 A4＝8.53439e-07A 6＝-3.77007e-09 A 8＝1.13209e-11 A10＝-4.09934e-14 A12＝2.20382e-17

[0626] 第4表面

[0627] K＝0.00000e+00 A2＝-9.94614e-03 A4＝-1.13659e-05 A6＝1.70344e-08 A8＝1.55013e-11 A10＝1.01486e-14

[0628] 第5表面

[0629] K＝0.00000e+00 A4＝-1.98602e-06 A6＝1.24590e-09 A8＝7.15980e-12 A10＝-7.27344e-14

[0630] 第6表面

[0631] K＝0.00000e+00 A4＝1.74651e-05 A 6＝-3.72923e-08 A 8＝-5.19580e-11 A10＝7.83608e-14 A12＝-7.61217e-16

[0632] 第7表面

[0633] K＝0.00000e+00 A4＝1.25192e-05 A 6＝-2.18272e-08 A8＝2.39426e-11 A10＝-1.99465e-13

[0634] 第8表面

[0635] K＝0.00000e+00 A4＝-1.52761e-07A6＝1.51824e-10 A8＝-4.67105e-13 A10＝-1.43466e-14 A12＝6.59523e-17

[0636] 第9表面

[0637] K＝0.00000e+000 A4＝1.25192e-05 A6＝-2.18272e-08 A8＝2.39426e-11 A10＝-1.99465e-13

[0638] 第10表面

[0639] K＝0.000000e+00 A4＝1.74651e-05 A 6＝-3.72923e-08 A 8＝-5.19580e-11 A10＝7.83608e-14 A12＝-7.61217e-16

[0640] 第11表面

[0641] K＝0.00000e+00 A4＝-1.98602e-06 A6＝1.24590e-09 A8＝7.15980e-12 A10＝-7.27344e-14

[0642] 第12表面

[0643] K＝0.00000e+00 A4＝1.74651e-05 A 6＝-3.72923e-08 A 8＝-5.19580e-11 A10＝7.83608e-14 A12＝-7.61217e-16

[0644] 第13表面

[0645] K＝0.00000e+00 A4＝1.25192e-05 A6＝-2.18272e-08 A8＝2.39426e-11 A10＝-1.99465e-13

[0646] 第14表面

[0647] K＝0.00000e+00 A4＝-1.52761e-07A6＝1.51824e-10 A8＝-4.67105e-13 A10＝-1.43466e-14 A12＝6.59523e-17

[0648] 第15表面

[0649] K＝0.00000e+00 A 2＝-3.67253e-02 A4＝-6.47218e-06 A 6＝-1.64802e-08 A 8＝-4.65932e-11

[0650] 各种数据

焦距	47.99		
Fno	1.50		
半视角	24.26		
图像高度	21.64		
BF	0.10		
物体距离	INF	480	275
d2	11.58	9.08	6.48
d5	2.00	2.83	3.39
d10	-2.00	-2.83	-3.39
d11	2.00	2.83	3.39
d15	11.00	12.67	14.70
d17	0.10	-4.96	-9.09

[0653] 数值示例20

[0654] 单位:mm

[0655] 表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	-95.586	3.00	1.91082	35.2
2	-213.920	2.23		

	3	66.966	8.02	1.61293	37.0
	4	-123.603	7.39		
	5 (SP)	∞	4.18		
	6	-76.270	1.00	1.79950	42.3
	7	∞	3.02	1.78800	47.5
	8	-126.465	2.00		
	9*	-69.935	2.00	1.85400	40.4
	10	-101.262	0.00		
	11	-101.262	0.00		
	12	-101.262	-2.00	1.85400	40.4
	13*	-69.935	-2.00		
	14	-126.465	-3.02	1.78800	47.5
[0657]	15	∞	3.02		
	16	-126.421	2.00		
	17*	-69.935	2.00	1.85400	40.4
	18	-101.262	0.00		
	19	-101.262	1.70	1.91082	35.2
	20	182.675	1.00		
	21	46.813	10.35	1.49700	81.6
	22*	-73.680	1.20		
	23	79.825	6.53	1.49700	81.5
	24	-49.719	9.40		
	25	∞	3.00	1.51633	64.1
	26	∞	0.10		
	图像平面	∞			

[0658] 非球面数据

[0659] 第9表面

[0660] K＝0.00000e+00 A4＝-1.02932e-06 A 6＝1.71899e-10 A 8＝-1.82378e-12 A10＝4.42535e-15 A12＝-4.22552e-18

[0661] 第13表面

[0662] K＝0.00000e+00 A4＝-1.02932e-06 A 6＝1.71899e-10 A 8＝-1.82378e-12 A10＝4.42535e-15 A 12＝-4.22552e-1 8

[0663] 第17表面

[0664] K＝0.00000e+00 A4＝-1.02932e-06 A6＝1.71899e-10 A8＝-1.82378e-12 A10＝4.42535e-15 A12＝-4.22552e-18

[0665] 第22表面

[0666] K＝0.00000e+00 A 4＝4.77769e-06 A 6＝3.78844e-09

[0667] 各种数据

[0668]

焦距	32.00
Fno	0.70
半视角	24.38
图像高度	14.50
BF	0.10
d26	0.10

[0669] 数值示例21

[0670] 单位:mm表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	41.943	11.40	1.48749	70.2
2	716.633	4.73		
3*	201.736	2.40	1.77250	49.5
4*	72.349	5.98		
5 (SP)	∞	9.41		
6	∞	3.12	1.51742	52.4
7	-125.229	2.34		
8	-89.374	2.00	1.88300	40.8
9	-151.660	-2.00		
10	-89.374	-2.34		
11	-125.229	-3.12	1.51742	52.4
12	∞	3.12		
13	-125.229	2.34		
14	-89.374	2.00	1.88300	40.8
15	-151.660	4.00		
16*	-51.495	2.50	1.54400	56.0
17*	-65.237	0.15		
18	69.697	9.65	1.48749	70.2
19	-44.228	0.11		
20	2922.340	5.40	1.90525	35.0
21	182.622	13.20		
22	∞	3.00	1.51633	64.1
23	∞	0.10		
图像平面	∞			

[0671] 非球面数据

[0672] 第3表面

[0673] K＝0.00000e+00 A 4＝5.29083e-06 A 6＝-9.38486e-09 A 8＝8.37198e-12 A10＝-3.53430e-1 5

[0674] 第4表面

[0675] K＝0.00000e+00 A4＝7.53551e-06 A 6＝-8.80710e-09 A 8＝8.79233e-12 A10＝-3.43617e-15

[0676] 第16表面

[0677] K＝0.00000e+00 A4＝1.27331e-05 A 6＝-1.42063e-08

[0678] 第17表面

[0679] K＝0.00000e+00 A 4＝1.65139e-05 A 6＝-1.03897e-08 A 8＝-5.14026e-12 A10＝8.65167e-15

[0680] 各种数据

焦距	50.00
Fno	0.96
半视角	23.40

[0681]

图像高度	21.64
BF	0.10
d23	0.10

[0682] 数值示例22

[0683] 单位:mm表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	173.495	2.00	1.88300	40.8
2	49.123	0.03		
3*	37.190	2.00	1.54000	56.0
4*	41.815	0.50		
5	43.296	8.70	1.64769	33.8
6	103.465	3.02		
7 (SP)	∞	2.00		
8	46.811	11.04	1.49700	81.5
9	-84.883	5.74		
10	-74.092	1.50	1.65160	58.5
11	∞	4.81	1.51633	64.1
12	-65.199	1.87		
13*	-63.950	2.00	1.85400	40.4
14*	-114.321	-2.00		
15*	-63.950	-1.87		
16	-65.199	-4.81	1.51633	64.1
17	∞	4.81		
18	-65.199	1.87		
19*	-63.950	2.00	1.85400	40.4
20*	-114.321	0.20		
21	∞	1.00	1.51633	64.1
22	∞	5.44	1.48749	70.2
23	-52.217	12.00		
24	∞	3.00	1.51633	64.1
25	∞	0.10		
图像平面	∞			

[0684]

[0685] 非球面数据

[0686] 第3表面

[0687] K＝0.00000e+00 A 4＝-6.28932e-06 A 6＝-1.79799e-08 A 8＝-1.23977e-11 A 10＝3.86980e-14

[0688] 第4表面

[0689] K＝0.00000e+00 A 4＝-3.97301e-06 A 6＝-1.70340e-08 A 8＝-1.09235e-11 A10＝4.30624e-14

[0690] 第13表面

[0691] K＝0.00000e-+00 A4＝-1.56151e-06 A 6＝3.94324e-11 A 8＝3.89519e-12 A10＝-1.21217e-14 A12＝1.18319e-17

[0692] 第14表面

[0693] K＝0.000000e+00 A 4＝4.92297e-08 A 6＝6.76632e-10

[0694] 第15表面

[0695] K＝0.00000e+00 A4＝-1.56151e-06 A 6＝3.94324e-11 A 8＝3.89519e-12 A10＝-1.21217e-14 A12＝1.18319e-17

[0696] 第19表面

[0697] K＝0.00000e+00 A4＝-1.56151e-06 A 6＝3.94324e-11 A 8＝3.89519e-12 A10＝-1.21217e-14 A12＝1.18319e-17

[0698] 第20表面

[0699] K＝0.00000e+00 A 4＝4.92297e-08 A 6＝6.76632e-10

[0700] 各种数据

焦距	35.00
Fno	1.00
半视角	31.72
图像高度	21.64
BF	0.10
d25	0.10

[0701]

[0702] 数值示例23

[0703] 单位:mm

[0704] 表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	43.558	1.80	1.69895	30.1
2*	60.509	3.98		
3	121.002	2.41	1.49700	81.5
4	-507.521	6.78		
5 (SP)	∞	2.36		
6	-124.482	1.50	2.00330	28.3
7	∞	1.50	1.49700	81.5
8	402.886	3.43		
9*	-465.811	2.00	1.49700	81.5
10	-103.041	-2.00		
11*	-465.811	-3.43		
12	402.886	-1.50	1.49700	81.5
13	∞	1.50		
14	402.886	3.43		
15*	-465.811	2.00	1.49700	81.5
16	-103.041	1.70	1.88300	40.8
17	-299.030	1.44		
18	-106.107	6.87	1.48749	70.4
19*	-35.070	1.20		
20	32.823	6.31	1.49700	81.5
21	480.969	6.81		
22	∞	3.00	1.51633	64.1
23	∞	0.10		
图像平面	∞			

[0705]

[0706]

[0707] 非球面数据

[0708] 第2表面

[0709] K＝0.00000e+00 A 4＝4.08957e-07A 6＝-5.56282e-10

[0710] 第9表面

[0711] K＝0.00000e+00 A4＝-2.15617e-06 A6＝-3.25248e-09 A8＝1.70004e-11 A10＝-9.65529e-14 A12＝1.62524e-16

[0712] 第11表面

[0713] K＝0.00000e+00 A4＝-2.15617e-06 A 6＝-3.25248e-09 A 8＝1.70004e-11 A 10＝-9.65529e-14 A12＝1.62524e-16

[0714] 第15表面

[0715] K＝0.00000e+00 A4＝-2.15617e-06 A 6＝-3.25248e-09 A 8＝1.70004e-11 A10＝-9.65529e-14 A12＝1.62524e-16

[0716] 第19表面

[0717] K＝0.00000e+00 A4＝4.46773e-07A6＝-5.83941e-09 A8＝5.31116e-12 A10＝-1.07179e-14

[0718] 各种数据

[0719]

焦距	31.99
Fno	1.20
半视角	24.38
图像高度	14.50
BF	0.10
d23	0.10

[0720] 数值示例24

[0721] 单位:mm

[0722] 表面数据

[0723]

表面编号	r	d	nd	vd
1	-1663.968	2.00	1.61800	63.4
2	71.473	0.30		
3*	92.922	2.04	1.54000	56.0
4*	108.037	0.50		
5	39.338	15.64	1.48749	70.2

[0724]

6	1004.404	1.68		
7 (SP)	∞	2.33		
8	60.041	10.92	1.49700	81.5
9	-49.535	0.30		
10	-71.257	5.59	1.69680	55.5
11	-140.988	5.89		
12	-91.635	1.50	1.59551	39.2
13	∞	1.60		
14*	213.232	2.30	1.77250	49.5
15*	576.812	1.26		
16	-124.828	-1.26		
17*	576.812	-2.30	1.77250	49.5
18*	213.232	-1.60		
19	∞	1.60		
20*	213.232	2.30	1.77250	49.5
21*	576.812	1.26		
22	-124.828	1.50	1.98612	16.5
23	∞	1.00	1.51633	64.1
24	∞	0.10		
25	140.590	5.21	1.79360	37.1
26	-85.259	10.33		
27	∞	3.00	1.51633	64.1
28	∞	0.10		
图像平面	∞			

[0725] 非球面数据第3表面

[0726] K＝0.000000e+00 A4＝1.29859e-06 A 6＝6.82258e-(9 A8＝1.75850e-11 A10＝-2.68142e-14

[0727] 第4表面

[0728] K＝0.00000e+00 A4＝4.27604e-06 A 6＝9.79087e-09 A 8＝1.77416e-11 A10＝-1.97887e-14

[0729] 第14表面

[0730] K＝0.00000e+00 A4＝-6.23100e-06 A 6＝5.29938e-09 A 8＝-4.53625e-11

A10＝6.33782e-14

[0731] 第15表面

[0732] K＝0.00000e+00 A 4＝-4.46191e-06 A 6＝3.27854e-09 A 8＝-3.42859e-11 A10＝4.89042e-14

[0733] 第17表面

[0734] K＝0.00000e+00 A 4＝-4.46191e-06 A 6＝3.27854e-09 A 8＝-3.42859e-11 A10＝

[0735] 4.89042e-14

[0736] 第18表面

[0737] K＝0.00000e+00 A 4＝-6.23100e-06 A 6＝5.29938e-09 A 8＝-4.53625e-11 A 10＝6.33782e-14

[0738] 第20表面

[0739] K＝0.00000e+00 A4＝-6.23100e-06 A 6＝5.29938e-09 A 8＝-4.53625e-11 A 10＝6.33782e-14

[0740] 第21表面

[0741] K＝0.00000e+00 A 4＝-4.461 91e-06 A 6＝3.27854e-09 A 8＝-3.42859e-11 A 10＝4.89042e-14

[0742] 各种数据

	焦距	35.50
	Fno	0.95
	半视角	31.36
[0743]	图像高度	21.64
	BF	0.10
	d28	0.10

[0744] 数值示例25

[0745] 单位:mm

[0746] 表面数据

[0747]

表面编号	r	d	nd	vd
1	43.323	11.34	1.48749	70.2
2	1026.458	6.87		
3*	224.417	2.40	1.77250	49.5
4*	67.659	5.58		
5 (SP)	∞	7.24		
6	∞	2.00	1.51633	64.1
7	∞	1.50		
8	323.649	2.47	1.65943	60.8
9	-369.996	1.71		

	10	-111.236	2.00	1.89293	39.3
	11	-157.686	-2.00		
	12	-111.236	-1.71		
	13	-369.996	-2.47	1.65943	60.8
	14	323.649	-1.50		
	15	∞	1.50		
	16	323.649	2.47	1.65943	60.8
	17	-369.996	1.71		
	18	-111.236	2.00	1.89293	39.3
	19	-157.686	0.10		
[0748]	20	∞	1.80	1.51633	64.1
	21	∞	2.95		
	22*	-35.701	2.50	1.54400	56.0
	23*	-42.066	0.15		
	24	75.163	9.49	1.48749	70.2
	25	-41.912	0.11		
	26	-125.469	6.08	1.88300	40.8
	27	-4397.925	11.79		
	28	∞	3.00	1.51633	64.1
	29	∞	0.10		
	图像平面	∞			

[0749] 非球面数据

[0750] 第3表面

[0751] K＝0.00000e+00 A4＝1.29798e-006 A6＝-3.96015e-09 A8＝4.15359e-12 A10＝-2.08355e-15

[0752] 第4表面

[0753] K＝0.00000e+00 A4＝3.17673e-06 A6＝-3.76681e-09 A8＝5.14754e-12 A10＝-3.01761e-15

[0754] 第22表面

[0755] K＝0.00000e+00 A 4＝1.81465e-05 A 6＝3.61890e-10 A 8＝-5.09761e-11 A10＝5.10749e-14

[0756] 第23表面

[0757] K＝0.00000e+00 A 4＝2.06653e-05 A 6＝2.60284e-09 A 8＝-4.72922e-11

A10＝4.87368e-14

[0758] 各种数据

焦距	50.00
Fno	0.95
半视角	23.40

[0759]

图像高度	21.64
BF	0.10
d29	0.10

[0760] 数值示例26

[0761] 单位:mm

[0762] 表面数据

[0763]

表面编号	r	d	nd	vd
1*	34.442	3.39	1.51633	64.1
2*	49.387	14.11		
3 (SP)	∞	8.00		
4*	-40.752	1.50	1.54658	55.9
5*	-56.972	1.11		
6*	59.695	6.31	1.54658	55.9
7*	67.405	4.60		
8*	-49.479	-4.60		
9*	67.405	-6.31	1.54658	55.9

[0764]

10*	59.695	-1.11		
11*	-56.972	1.11		
12*	59.695	6.31	1.54658	55.9
13*	67.405	4.60		
14*	-49.479	1.87	1.54658	55.9
15*	-39.271	11.00		
16	∞	3.00	1.51633	64.1
17	∞	0.10		
图像平面	∞			

[0765] 非球面数据

[0766] 第1表面

[0767] K＝0.00000e+00 A 4＝1.88779e-07A 6＝3.81432e-09 A 8＝-6.92099e-1 2 A10＝1.47763e-14 A12＝2.09285e-18

[0768] 第2表面

[0769] K＝0.00000e+00 A 4＝3.34279e-07A 6＝4.78843e-09 A 8＝-1.29872e-11 A10＝2.79285e-14 A12＝-1.08478e-17

[0770] 第4表面

[0771] K＝0.00000e+00 A4＝-1.15373e-07A6＝1.61379e-08 A8＝-1.23993e-10 A10＝2.56881e-13 A12＝1.87005e-16

[0772] 第5表面

[0773] K＝0.00000e++00 A4＝-4.26715e-06 A6＝-7.78873e-09 A8＝2.53451e-11 A10＝-3.37826e-13 A12＝9.95687e-16

[0774] 第6表面

[0775] K＝0.00000e+00 A4＝-9.31759e-06 A6＝-5.59292e-08 A8＝1.47485e-10 A10＝-4.23025e-13 A12＝-3.93468e-16

[0776] 第7表面

[0777] K＝0.00000e+00 A 4＝-4.47037e-06 A6＝-6.44026e-08 A 8＝2.05905e-10 A10＝-6.27518e-13 A12＝7.31725e-16

[0778] 第8表面

[0779] K＝0.00000e+00 A 4＝-1.37402e-06 A 6＝6.20006e-09 A 8＝:-1.27％3e-11 A10＝6.01445e-14 A12＝1.20501e-16

[0780] 第9表面

[0781] K＝0.00000e+00 A4＝-4.47037e-06 A 6＝-6.44026e-08 A 8＝2.05905e-10 A10＝-6.27518e-13 A12＝7.31725e-16

[0782] 第10表面

[0783] K＝0.00000e+00 A4＝-9.31759e-06 A6＝-5.59292e-08 A8＝1.51573e-10 A10＝-4.08206e-13 A12＝-2.41308e-16

[0784] 第11表面

[0785] K＝0.00000e+00 A4＝-4.26715e-06 A6＝-7.78873e-09 A8＝2.53451e-11 A10＝-3.37826e-13 A12＝9.95687e-16

[0786] 第12表面

[0787] K＝0.00000e+00 A4＝-9.31759e-06 A6＝-5.59292e-08 A8＝1.47485e-10 A10＝-4.23025e-13 A12＝-3.93468e-16

[0788] 第13表面

[0789] K＝0.00000e+00 A4＝-4.47037e-06 A 6＝-6.44026e-08 A 8＝2.05905e-10 A10＝-6.27518e-13 A12＝7.31725e-16

[0790] 第14表面

[0791] K＝0.00000e+00 A4＝-1.37402e-06 A 6＝6.20006e-09 A8＝-1.27963e-11 A10＝6.01445e-14 A12＝-1.20501e-16

[0792] 第15表面

[0793] K＝0.00000e+00 A4＝-3.44872e-06 A 6＝2.97587e-08 A 8＝-1.68641e-10 A10＝5.42072e-13 A 12＝-7.60286e-16

[0794] 各种数据

[0795]

焦距	50.00
Fno	1.50
半视角	23.40
图像高度	21.64
BF	0.10
d17	0.10

[0796] 表1总结了每个数值示例中的各种值。

[0797] 表1

[0798]

	EX1	EX2	EX3	EX4	EX5	EX6	EX7	EX8	EX9	EX10	EX11	EX12	EX13
Hm2	14.331	23.145	16.252	13.062	14.699	28.562	12.242	16.554	2.594	13.911	9.394	12.886	16.459
dpupil	11.741	7.585	9.884	17.848	11.448	16.012	21.336	8.858	5.995	17.497	7.794	10.820	35.302
Pm1	30.106	45.751	32.528	30.175	30.224	57.434	26.500	33.518	9.862	30.178	28.378	26.960	33.778
Δdf	1.327	17.89	11.96	5.939	3.572	3.598	5.698	11.94	0.242	8.518	3.575	3.168	5.854
φfr	-0.005	-0.008	0.004	0.010	0.003	-0.003	0.001	0.005	-0.055	-0.009	0.001	0.012	0.001
φfr／φtotal	-0.235	-0.269	0.126	0.221	0.095	-0.096	0.013	0.147	-0.425	-0.443	0.042	0.388	0.046
Hm2／f	0.299	0.723	0.508	0.603	0.459	0.893	0.704	0.517	0.335	0.290	0.209	0.403	0.514
dpupil／f	0.245	0.237	0.309	0.824	0.358	0.500	1.228	0.277	0.775	0.365	0.173	0.338	1.103
Pm1／Ppupil	0.941	1.072	0.966	1.324	1.842	0.987	1.449	0.995	1.784	0.943	1.261	0.800	1.003
Fno	1.500	0.750	0.950	0.950	1.950	0.550	0.950	0.950	1.400	1.500	2.000	0.950	0.950
φb／φtotal	-	0.164	0.317	0.553	-0.362	-	0.212	-	-0.104	0.401	-	-0.208	-0.451
Δdf／f／Fno	0.018	0.745	0.394	0.289	0.057	0.204	0.345	0.393	0.022	0.118	0.040	0.104	0.193
abs(θm)	17.193	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	34.972	26.193	0.000	0.000	0.000
β	-	-	-	0.663	-	-	0.627	0.615	-	-	-	-	-

	EX14	EX15	EX16	EX17	EX18	EX19	EX20	EX21	EX22	EX23	EX24	EX25	EX26
Hm2	27.927	19.451	21.110	12.438	11.170	14.747	21.786	20.061	15.003	11.542	13.486	20.455	14.145
dpupil	19.121	11.275	32.145	13.179	9.933	15.693	16.334	25.170	11.460	15.096	15.911	27.784	18.579
Pm1	54.914	49.376	43.827	26.535	28.275	29.485	43.025	43.241	35.250	34.000	34.42	41.638	29.621
Δdf	2.252	3.321	4.921	3.864	3.999	2.502	4.590	5.336	3.467	6.260	3.3553	5.243	6.1738
φfr	-0.001	0.003	0.002	0.010	0.001	-0.007	0.000	0.005	0.006	0.003	0.0113	0.0043	-0.007
φfr／φtotal	-0.018	0.255	0.094	0.316	0.028	-0.329	-0.008	0.266	0.214	0.084	0.4021	0.2166	-0.331
Hm2／f	0.873	0.195	0.406	0.389	0.516	0.307	0.681	0.401	0.429	0.361	0.3799	0.4091	0.2829
dpupil／f	0.598	0.113	0.618	0.412	0.459	0.327	0.510	0.503	0.327	0.472	0.4482	0.5557	0.3716
Pm1／Ppupil	0.944	0.988	0.801	0.788	1.176	0.922	0.941	0.830	1.007	1.275	0.9211	0.7911	0.8886
Fno	0.550	2.000	0.950	0.950	0.900	1.500	0.700	0.960	1.000	1.200	0.95	0.95	1.5
φb／φtotal	-	-	-	-	0.237	-	-	-	-	0.307	-	-	-
Δdf／f／Fno	0.128	0.017	0.100	0.127	0.205	0.035	0.205	0.111	0.099	0.163	0.0995	0.1104	0.0823
abs(θm)	0.000	12.378	0.000	0.000	0.000	18.670	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
β	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[0799] 现在参考图55,将给出使用根据上述示例中的任何一个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)的描述。图15解释了具有根据上述示例中的任何一个的光学系统的图像拾取装置6。在图15中,附图标记4表示相机主体,并且附图标记3表示与根据每个示例的光学系统OS1至OS26中的任何一个对应的成像光学系统。附图标记5表示诸如CCD传感器或CMOS传感器的图像传感器(光电转换元件),其被内置到相机主体4中并且配置为接收和配置为光电转换由成像光学系统3形成的光学图像。相机主体4可以是具有快速返回反光镜的所谓的单透镜反光相机、或不具有快速返回反光镜的所谓的无反光镜相机。

[0800] 根据每个示例的光学系统可以被用于智能电话的成像相机和距离检测相机、透镜可更换类型相机、透镜固定相机、透镜附接胶片(一次性相机)等。它还可以被用于例如相机取景器和XR设备中的视觉线(视线)检测、生物特征识别和面部表情识别。它还可以被用于诸如XR设备和自动机器人的外部识别应用。

[0801] 每个示例可以提供光学系统和图像拾取装置,其中的每一个具有减小的尺寸和在宽聚焦范围内高的光学性能。

[0802] 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广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。

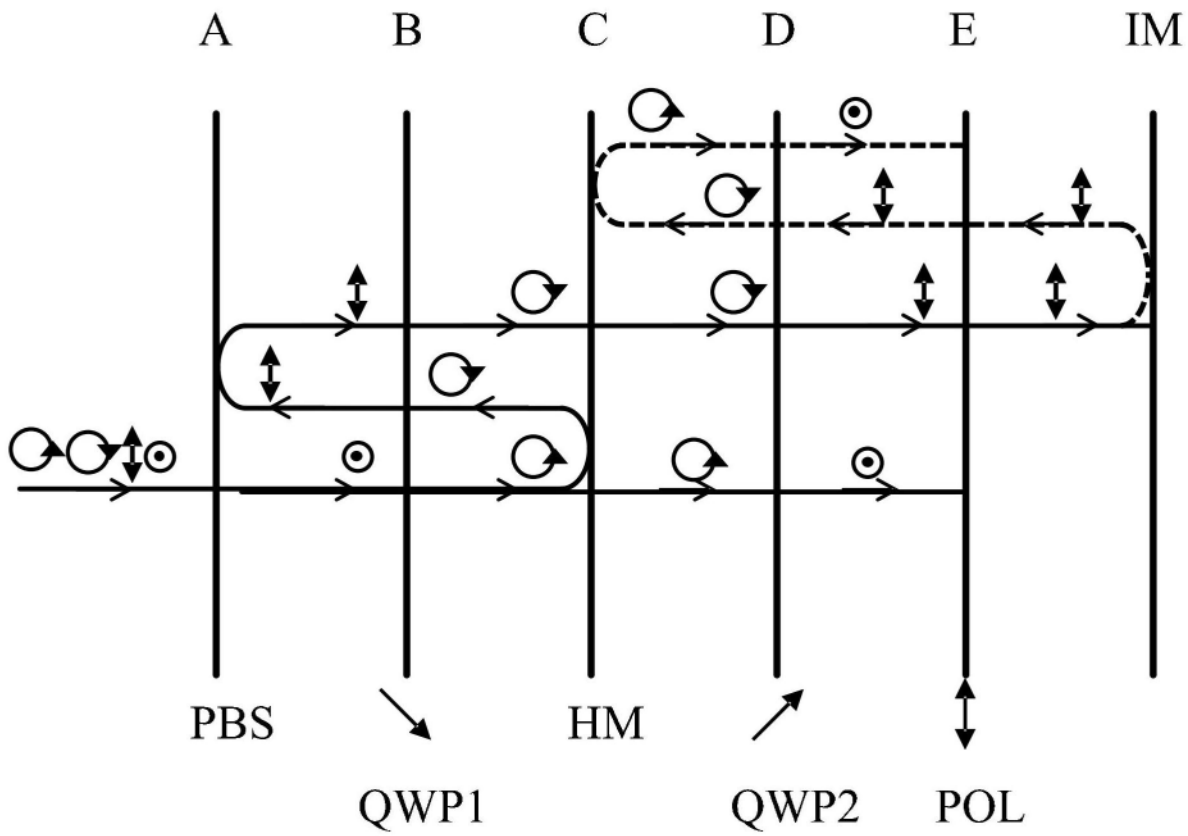

A
B
C
D
E
IM
PBS
HM
QWP1
QWP2
POL

图1

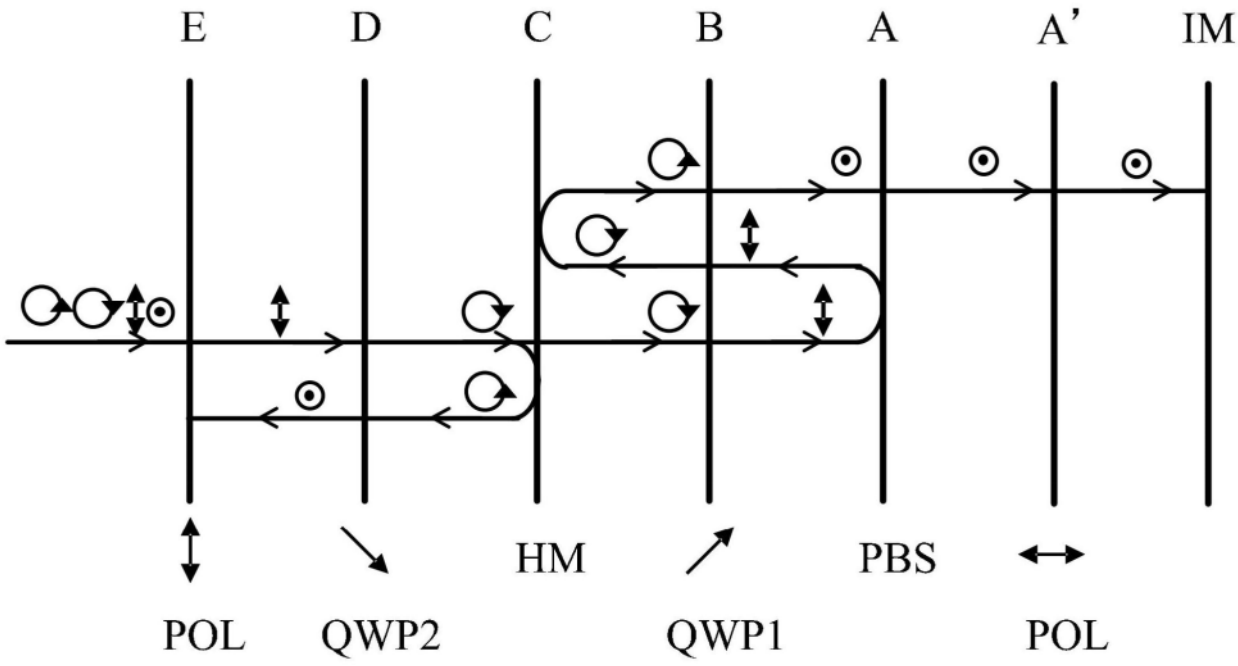

E
D
C
B
A
A'
IM
POL
QWP2
HM
QWP1
PBS
POL

图2

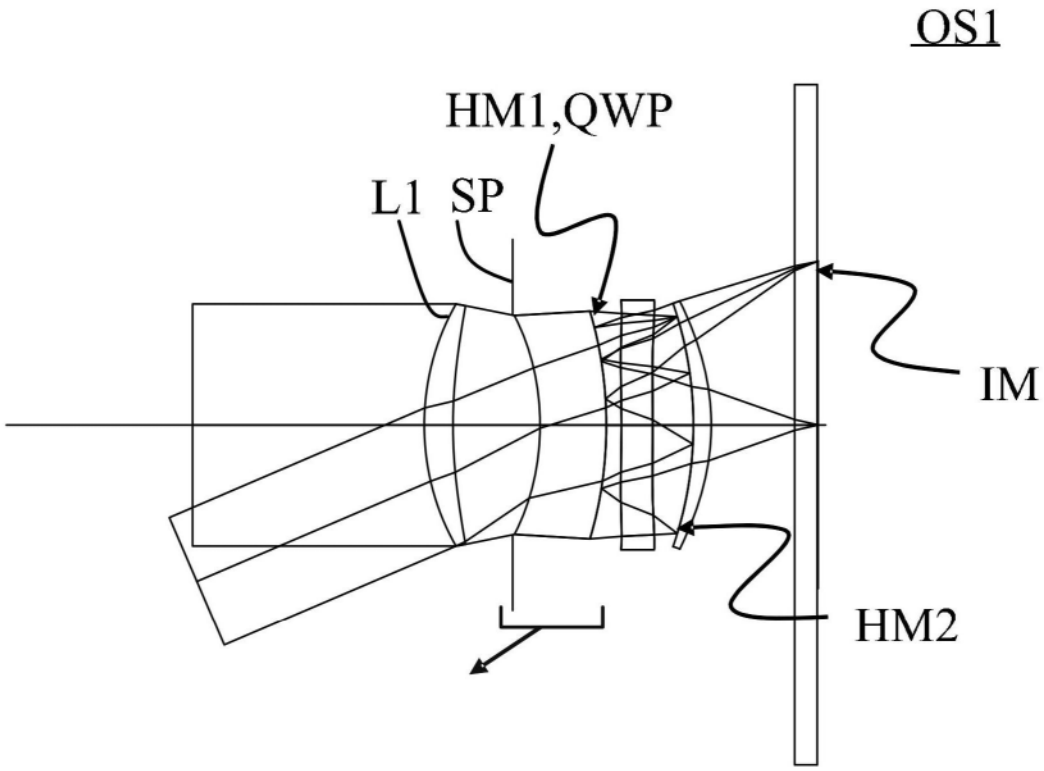


图3

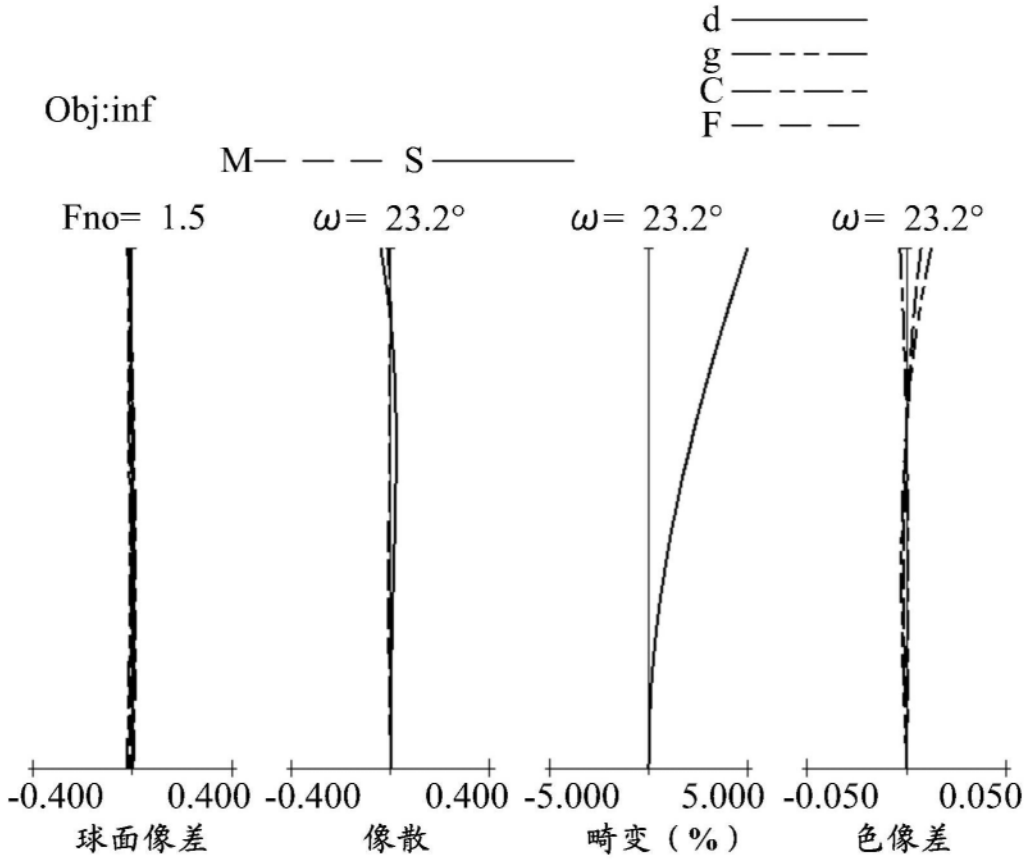

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 1.5
ω= 23.2°
ω= 23.2°
ω= 23.2°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图4A

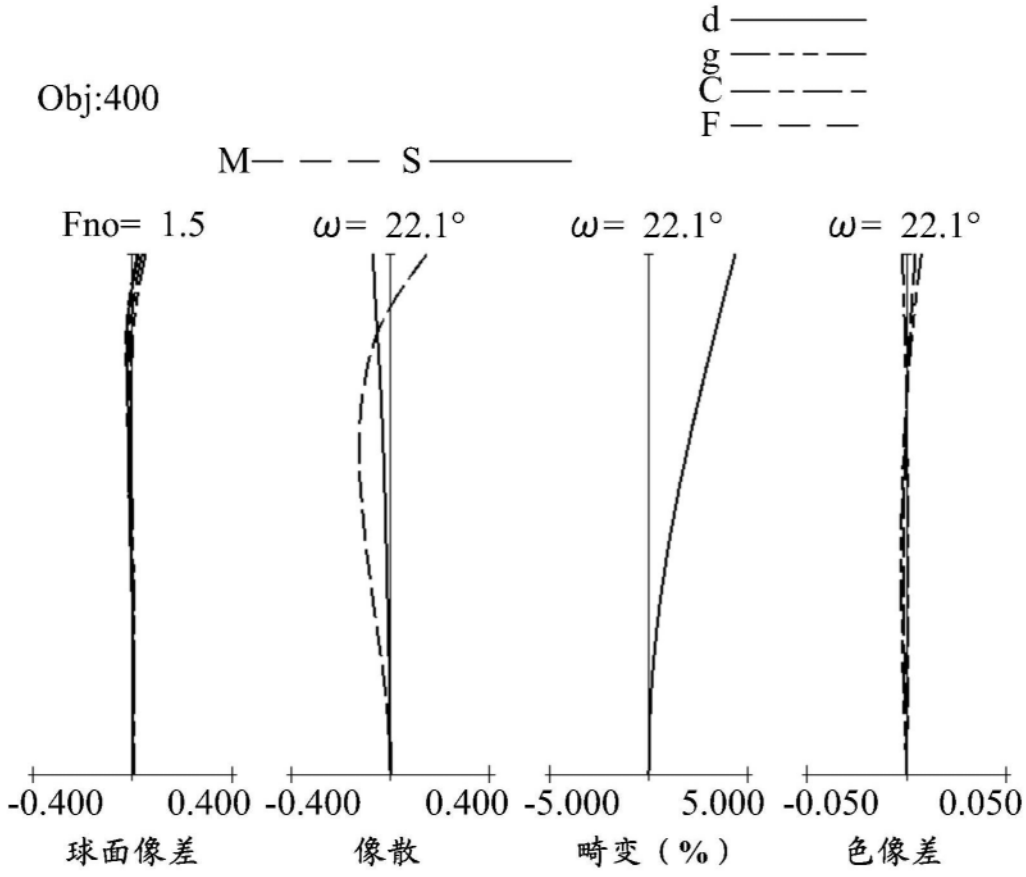

d
g
C
F
Obj:400
M
S
Fno= 1.5
ω= 22.1°
ω= 22.1°
ω= 22.1°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图4B

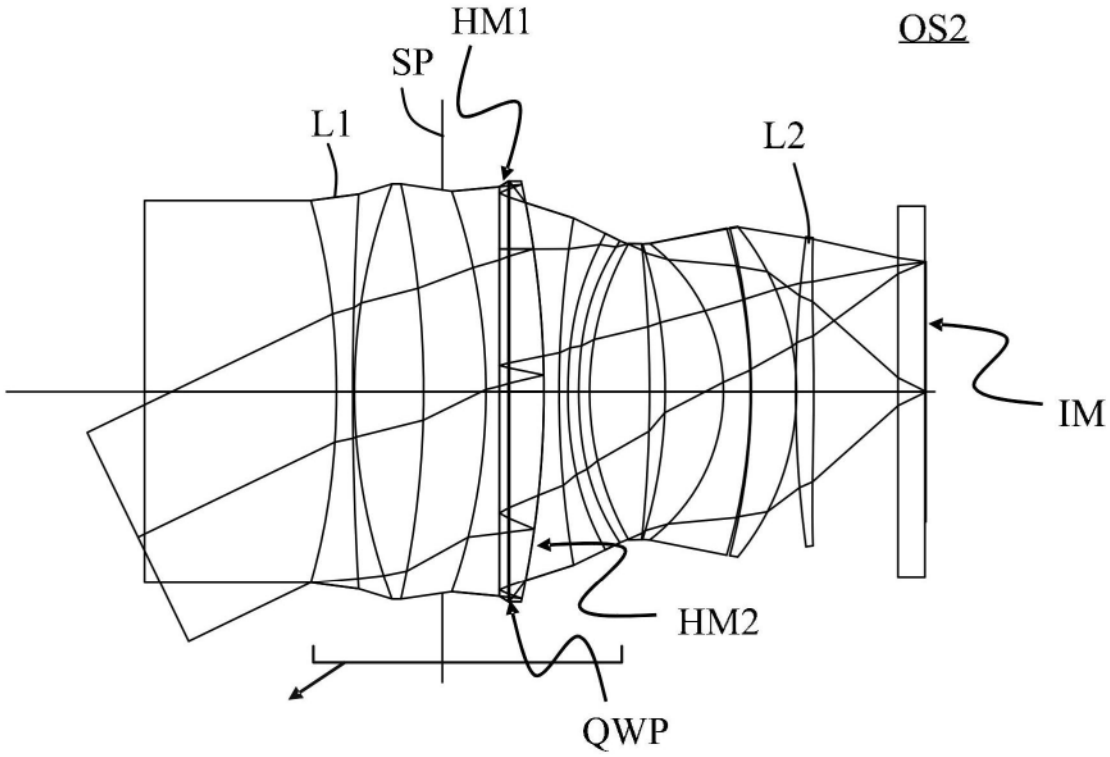


图5

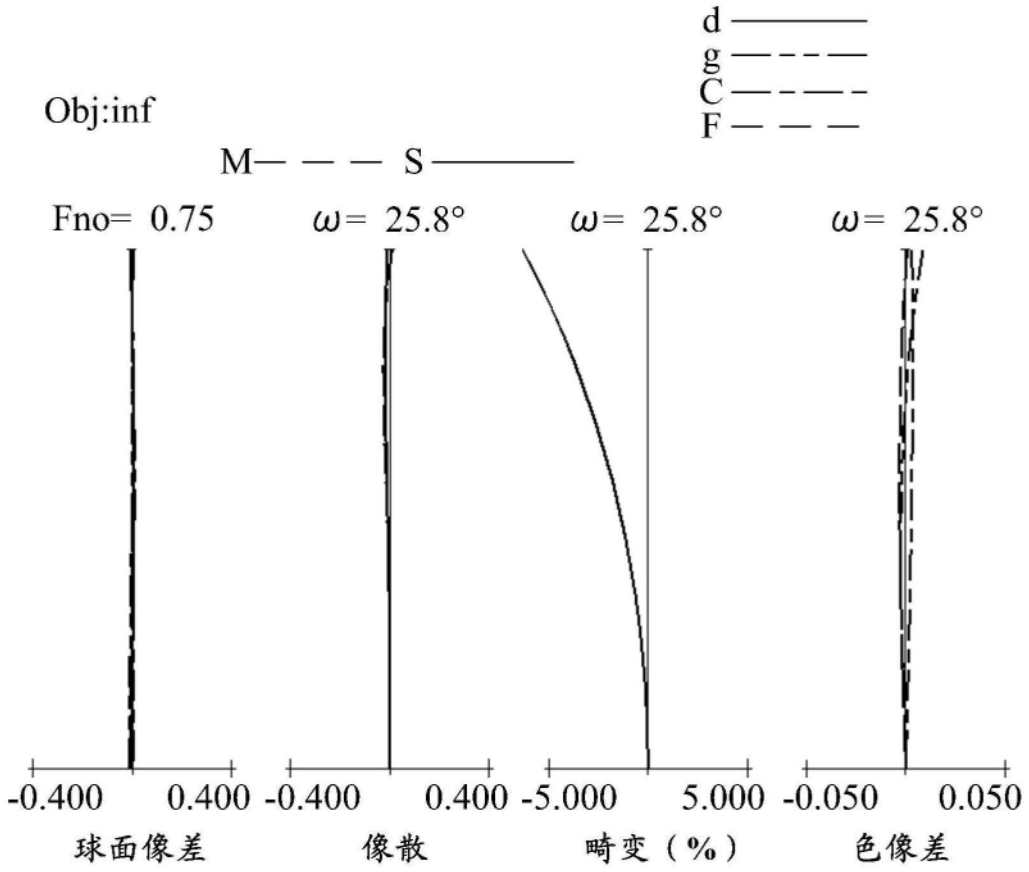

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 0.75
ω= 25.8°
ω= 25.8°
ω= 25.8°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图6A

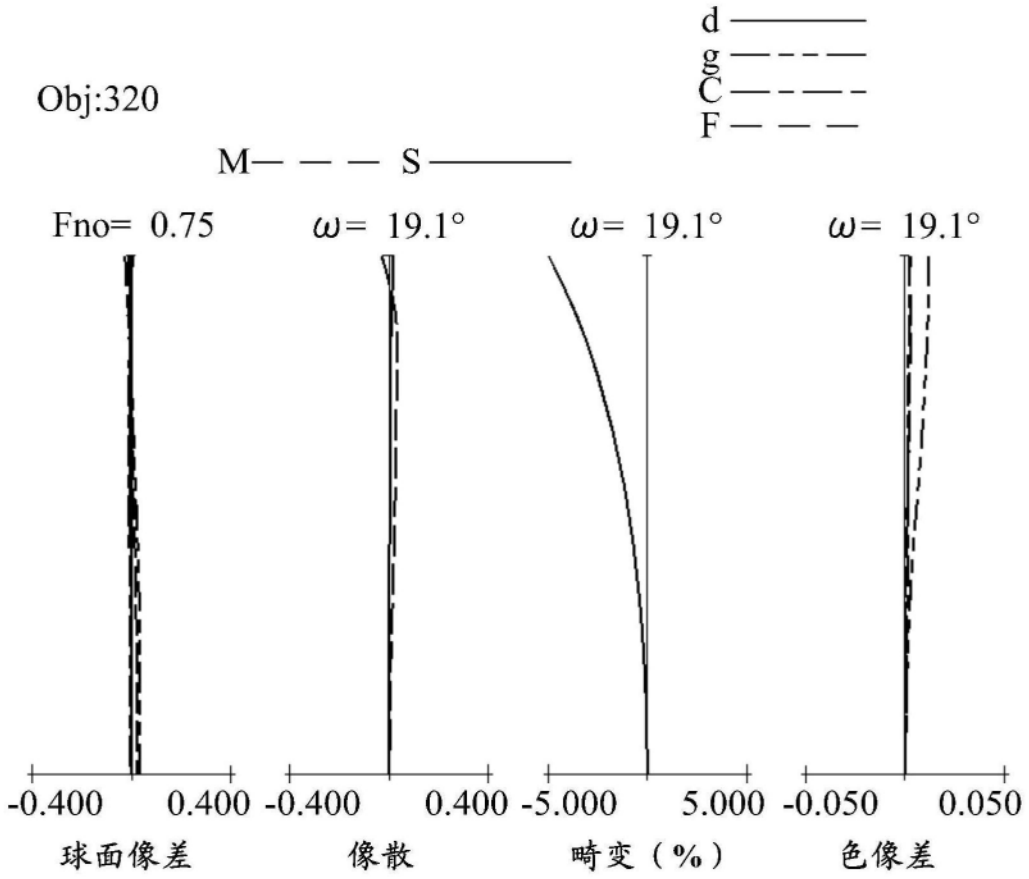

d
g
C
F
Obj:320
M
S
Fno= 0.75
ω= 19.1°
ω= 19.1°
ω= 19.1°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图6B

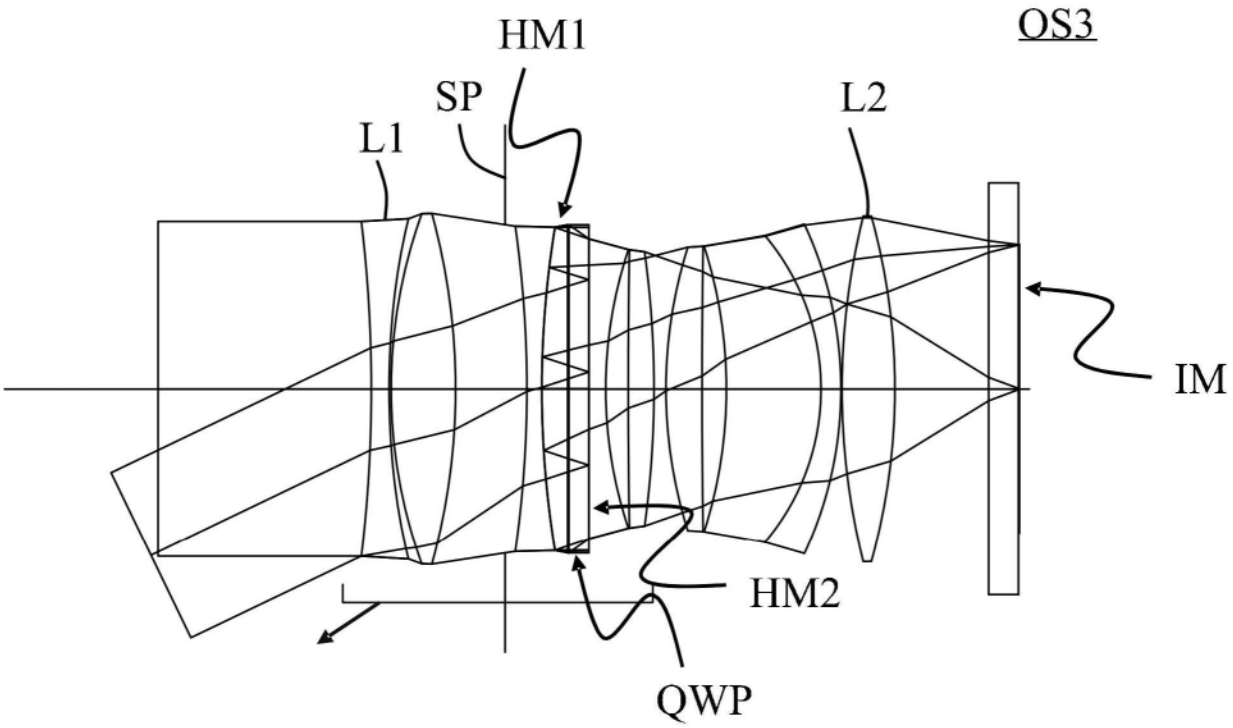

HM1
OS3
SP
L2
L1
IM
HM2
QWP

图7

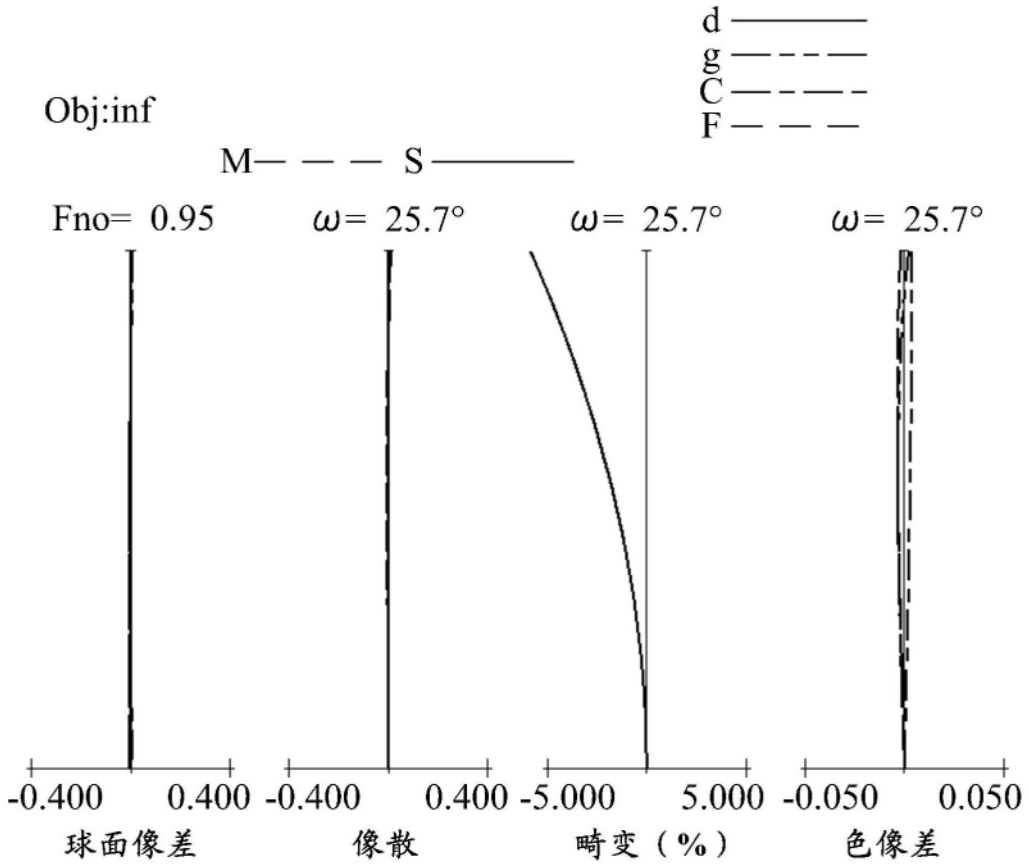

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 0.95
ω= 25.7°
ω= 25.7°
ω= 25.7°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图8A

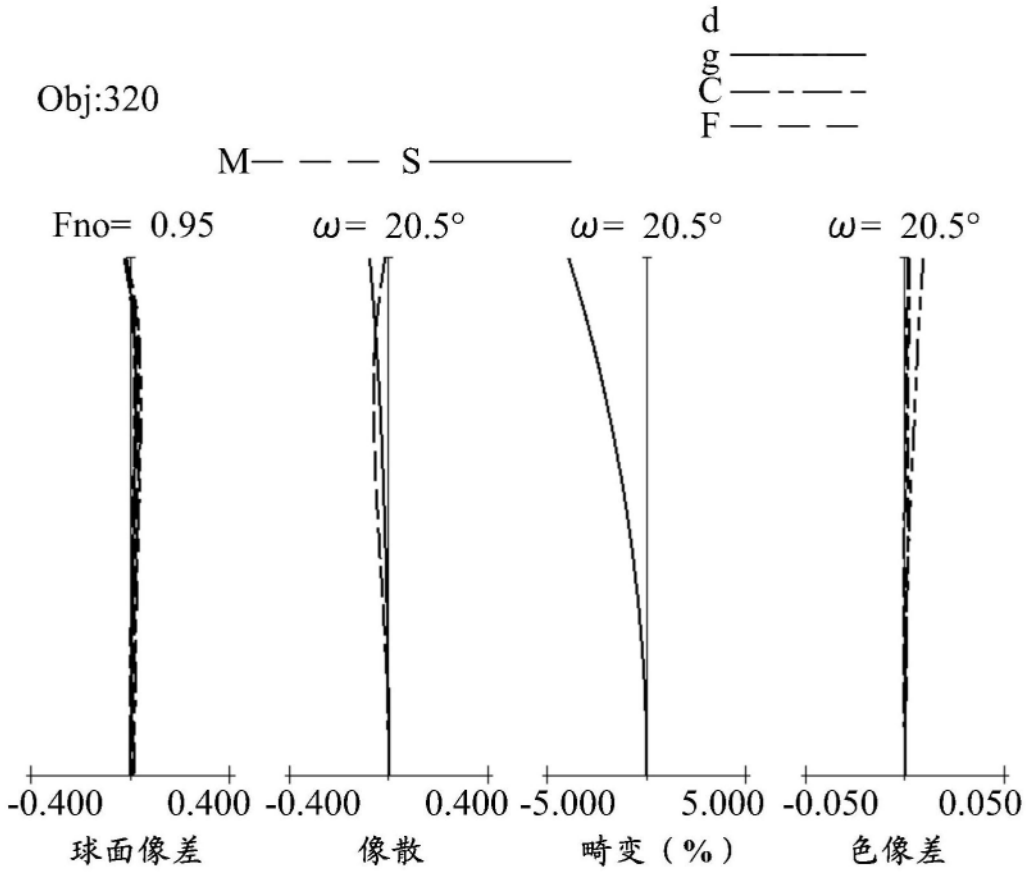

d
g
C
F
Obj:320
M
S
Fno= 0.95
ω= 20.5°
ω= 20.5°
ω= 20.5°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图8B

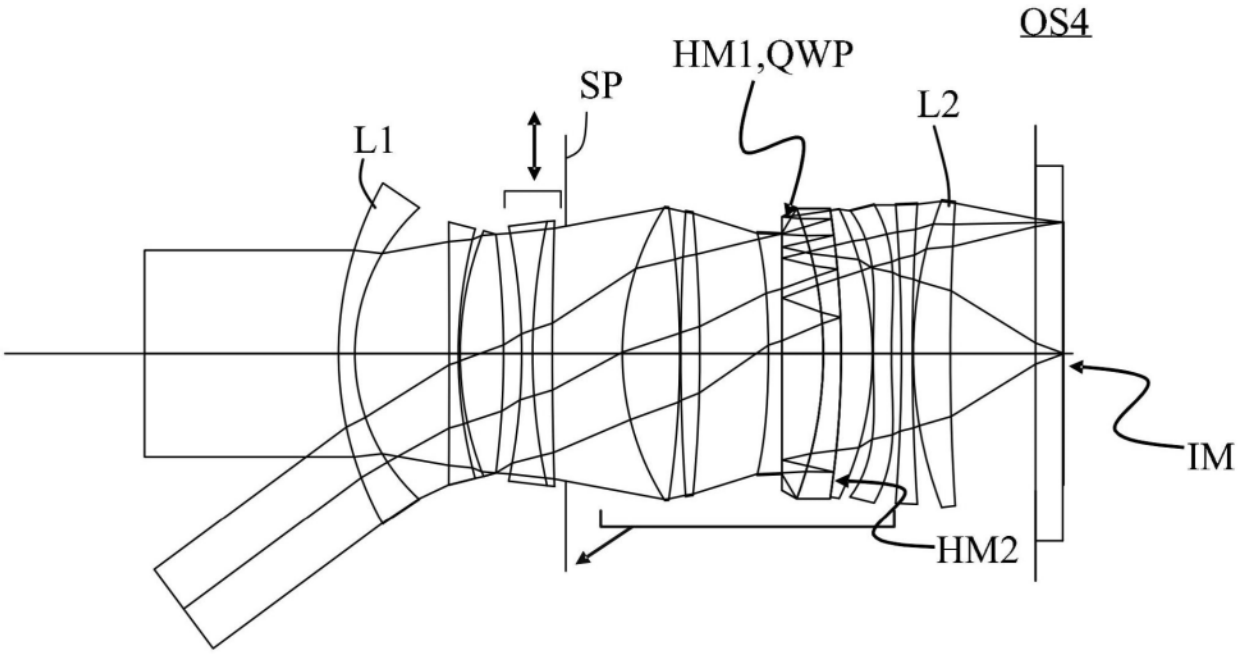

OS4
HM1,QWP
SP
L2
L1
IM
HM2

图9

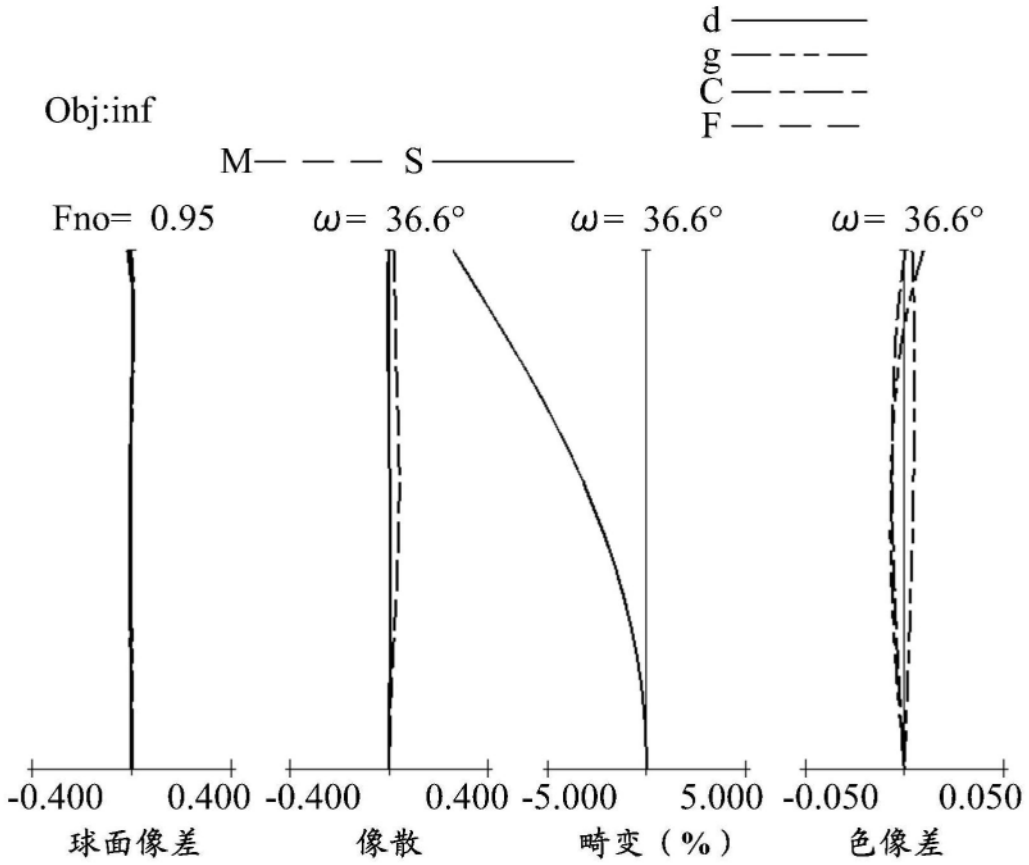

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 0.95
ω= 36.6°
ω= 36.6°
ω= 36.6°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图10A

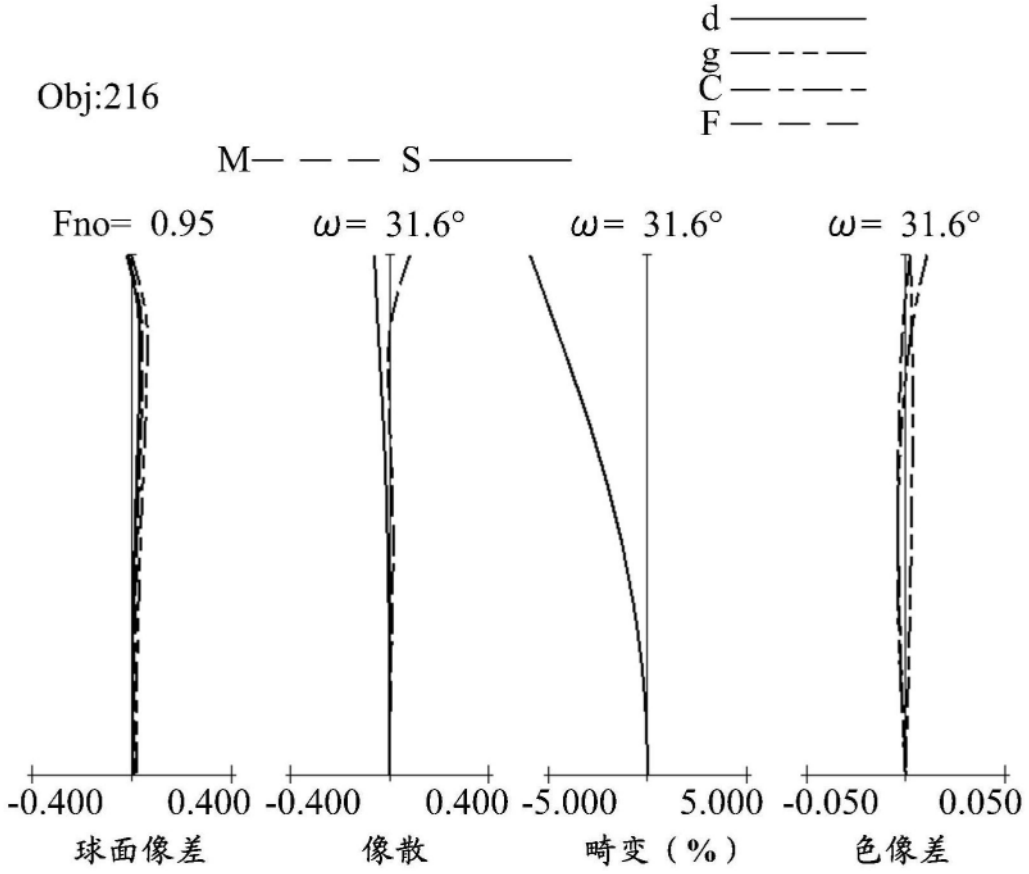

d
g
C
F
Obj:216
M
S
Fno= 0.95
ω= 31.6°
ω= 31.6°
ω= 31.6°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图10B

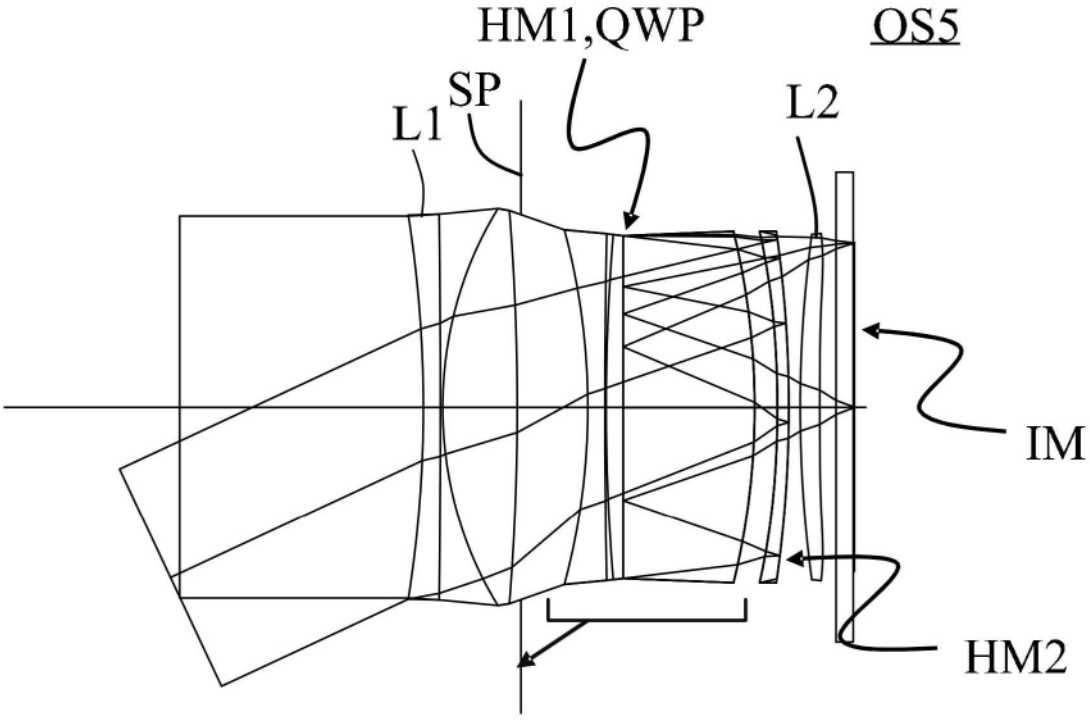

HM1,QWP
OS5
L1
SP
L2
IM
HM2

图11

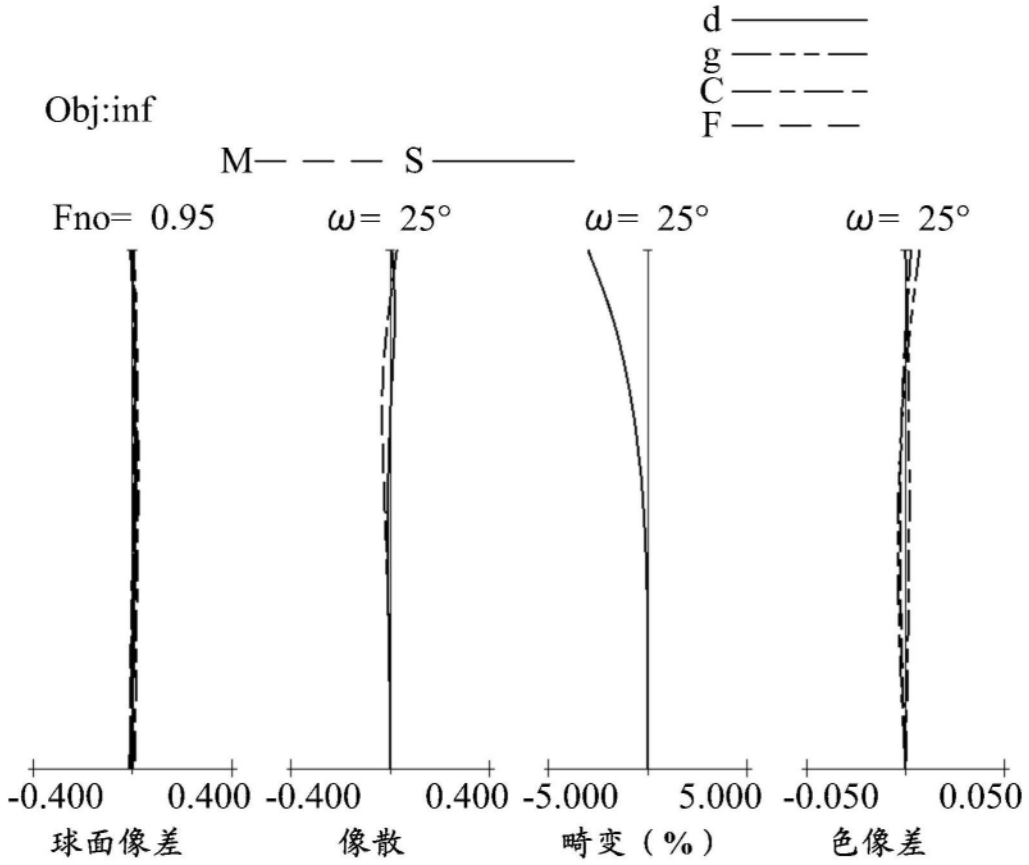

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 0.95
ω= 25°
ω= 25°
ω= 25°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图12A

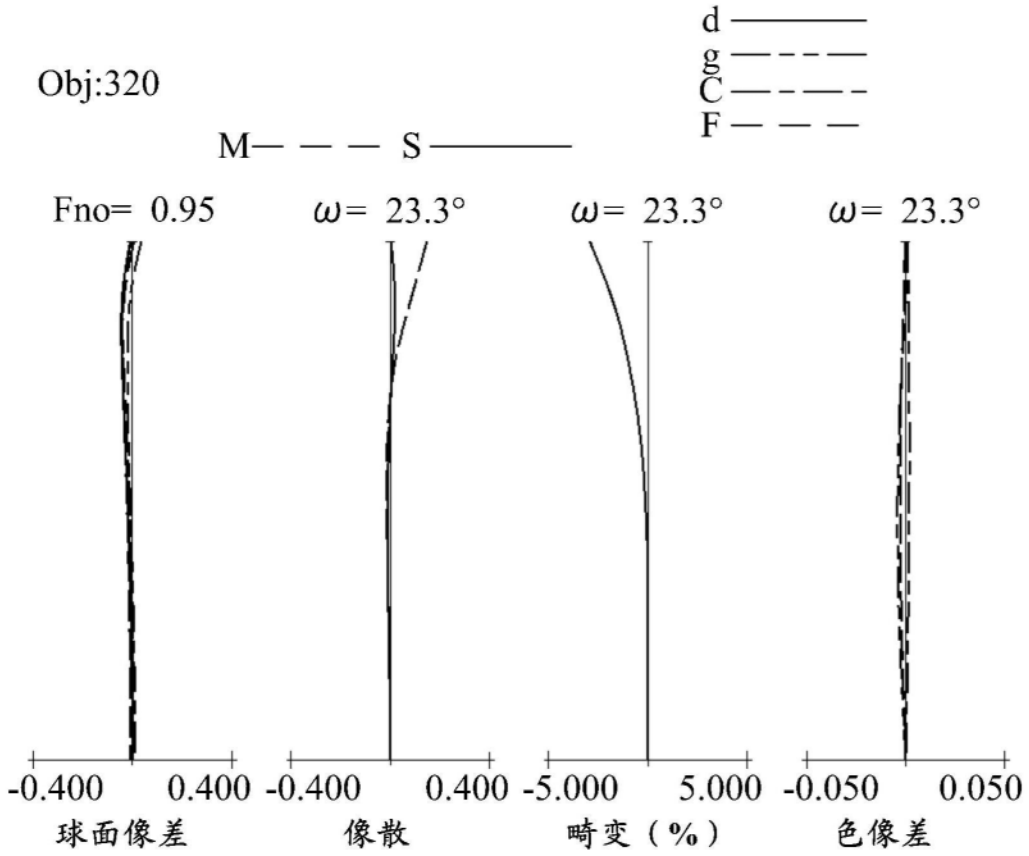

d
g
C
F
Obj:320
M
S
Fno= 0.95
ω= 23.3°
ω= 23.3°
ω= 23.3°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图12B

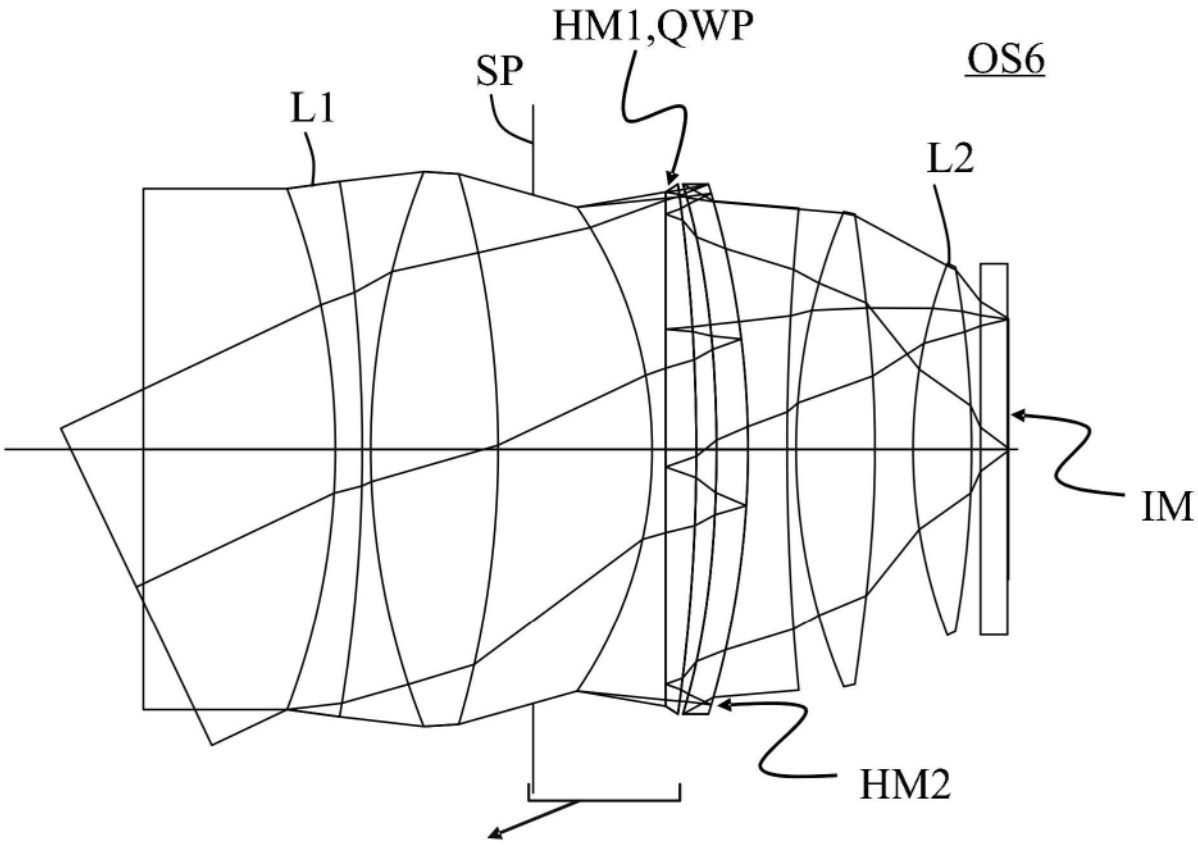


图13

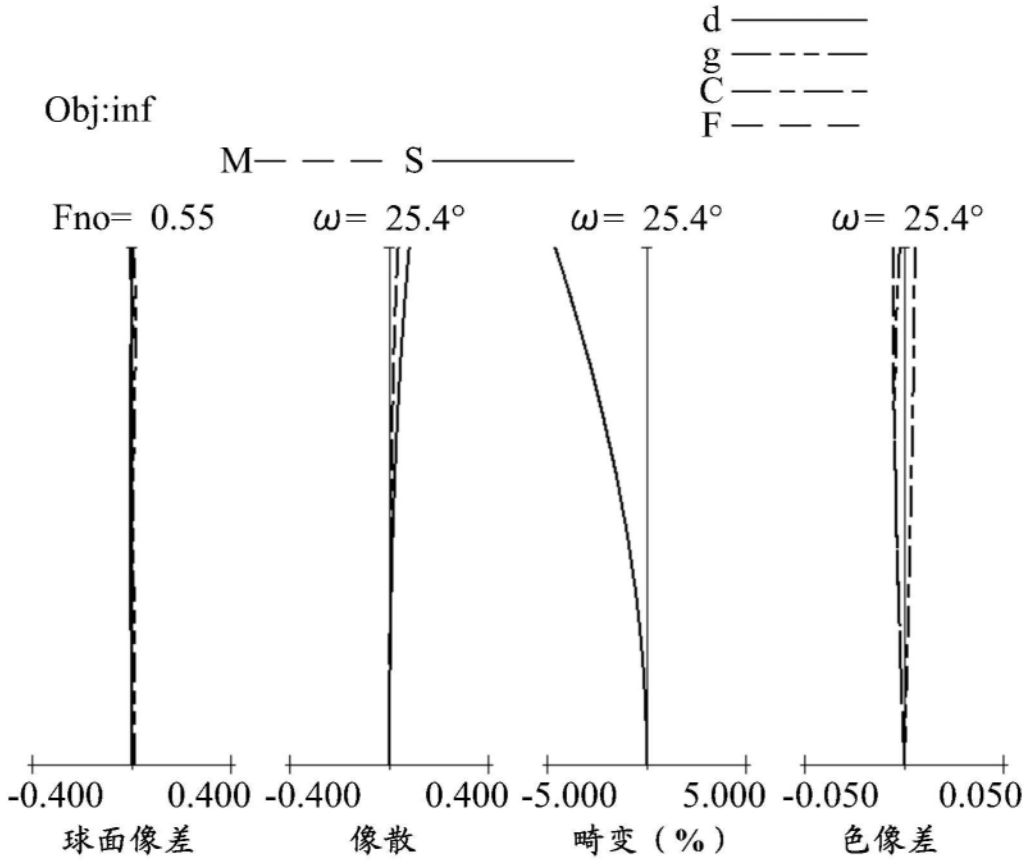

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 0.55
ω= 25.4°
ω= 25.4°
ω= 25.4°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图14A

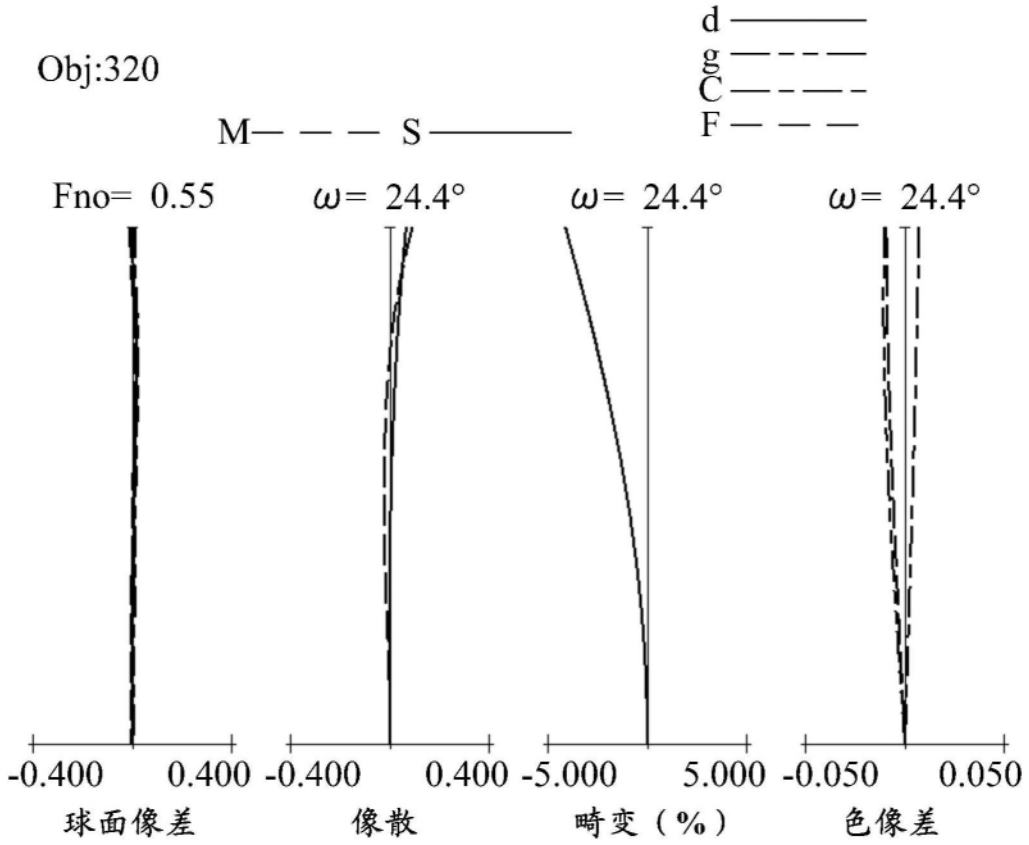

Obj:320
d
g
C
F
M
S
Fno= 0.55
ω= 24.4°
ω= 24.4°
ω= 24.4°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图14B

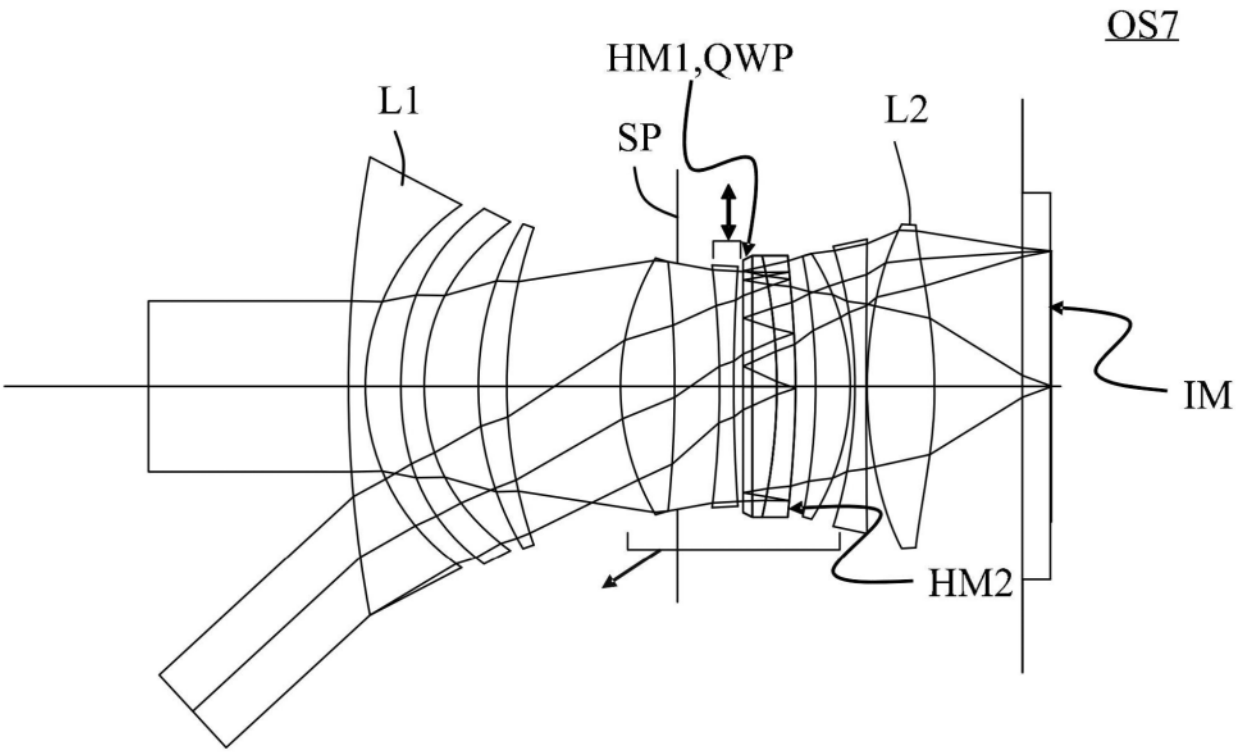

OS7
HM1,QWP
L1
SP
L2
IM
HM2

图15

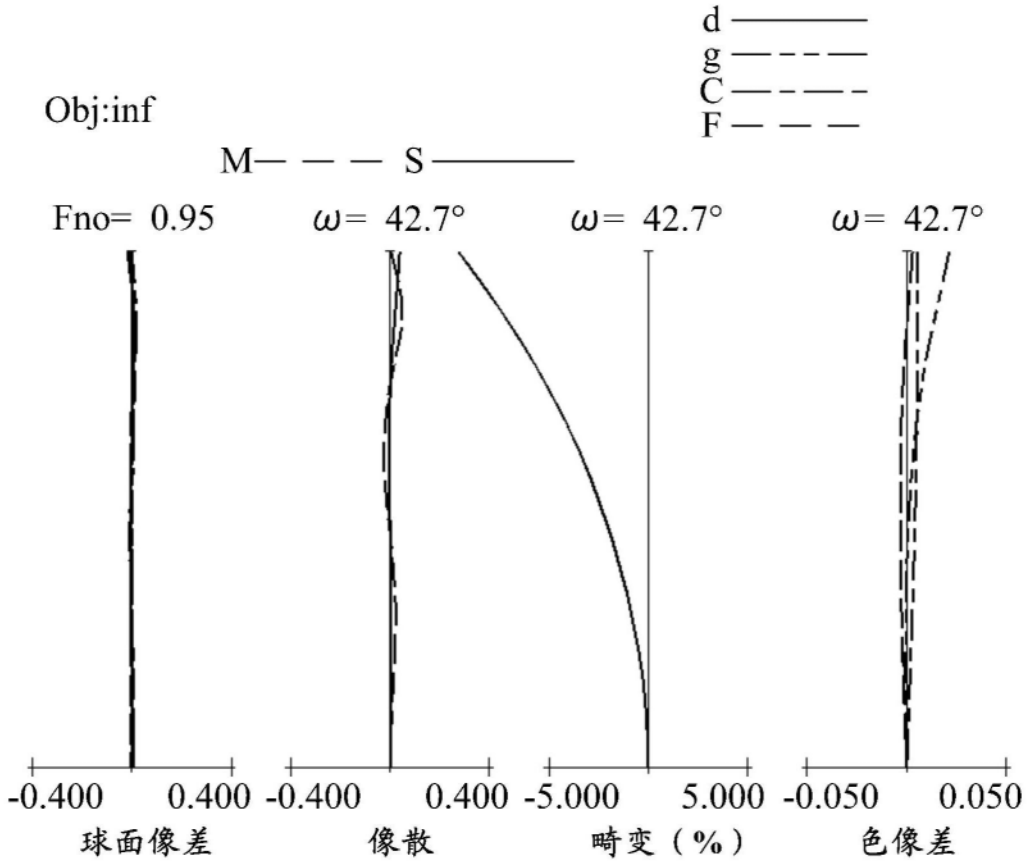

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 0.95
ω= 42.7°
ω= 42.7°
ω= 42.7°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图16A

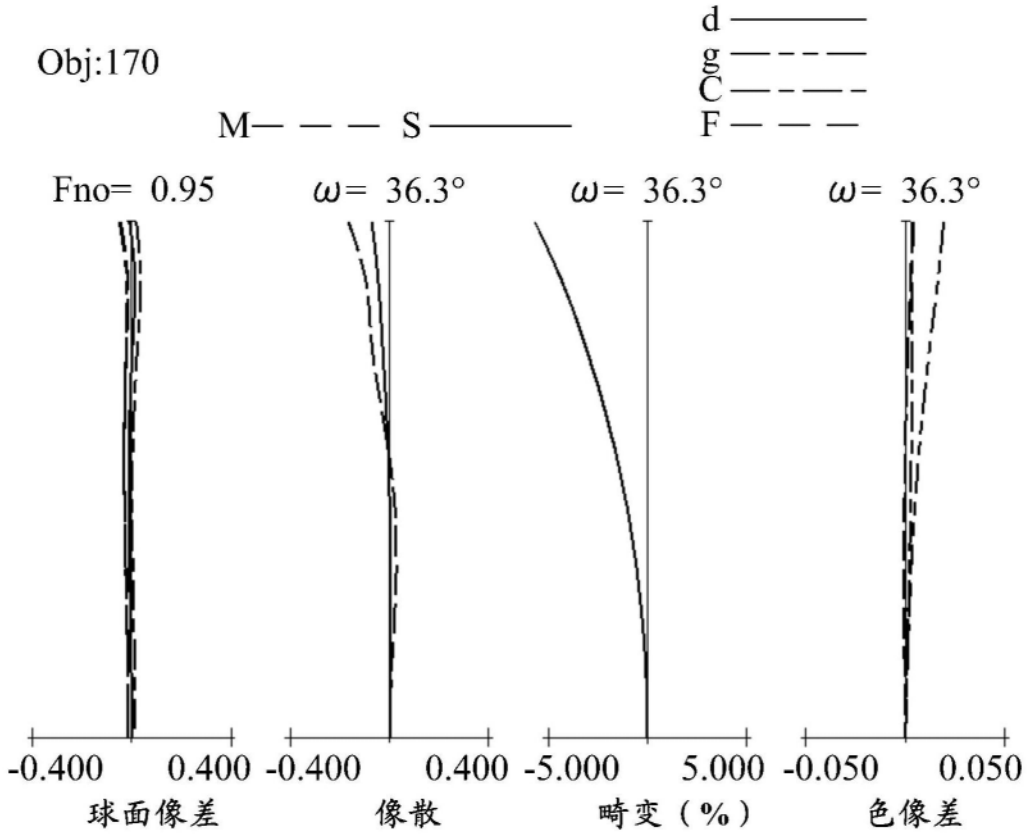

Obj:170
d
g
C
F
M
S
Fno= 0.95
ω= 36.3°
ω= 36.3°
ω= 36.3°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图16B

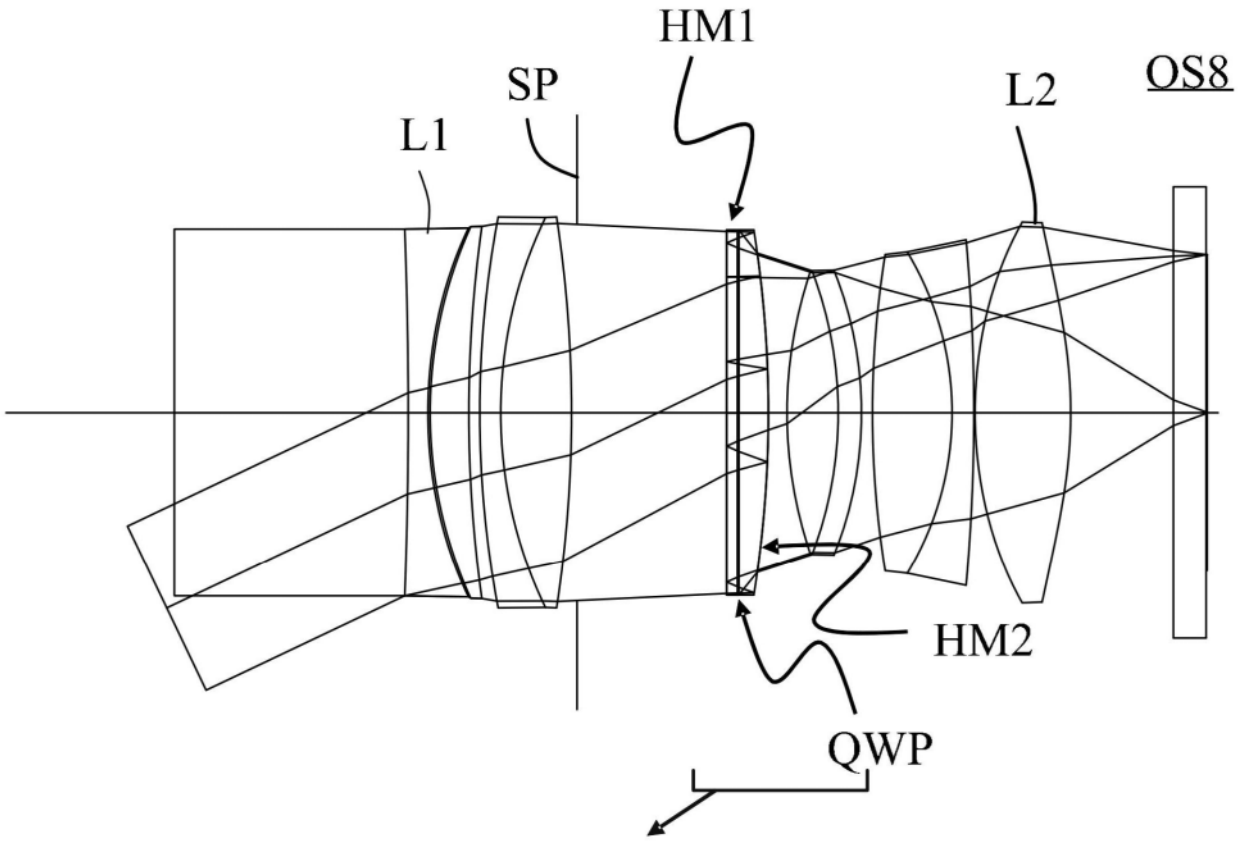


图17

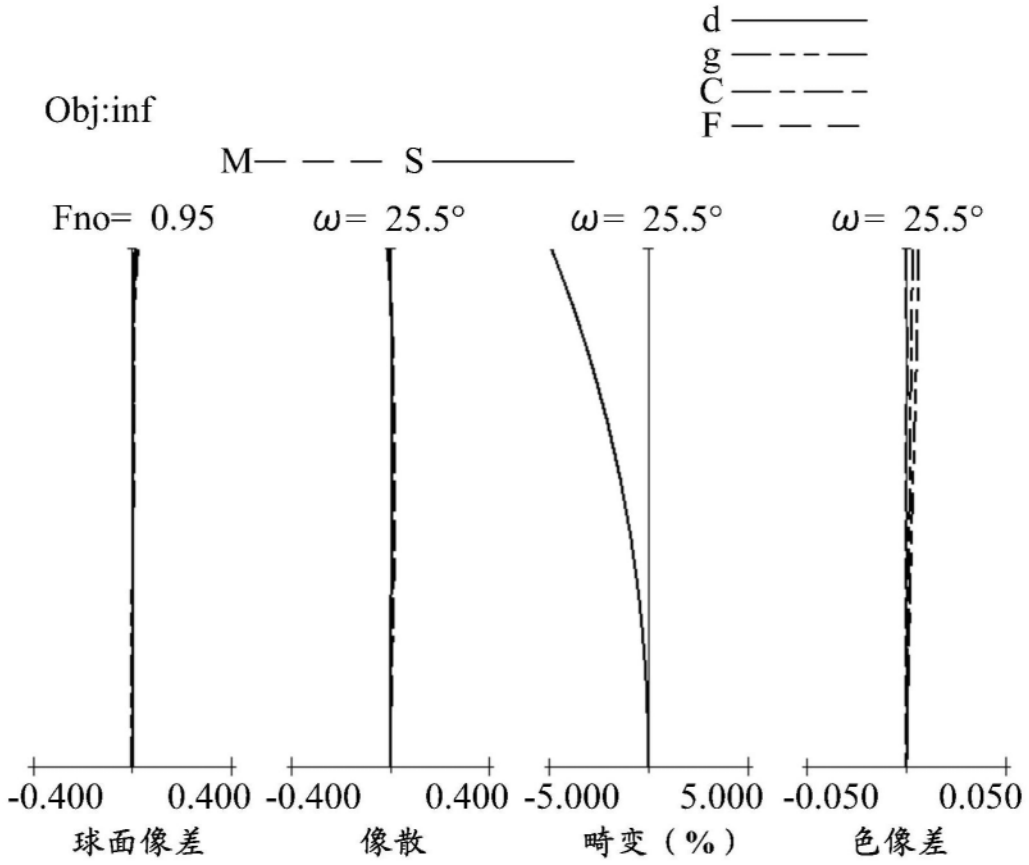

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 0.95
ω= 25.5°
ω= 25.5°
ω= 25.5°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图18A

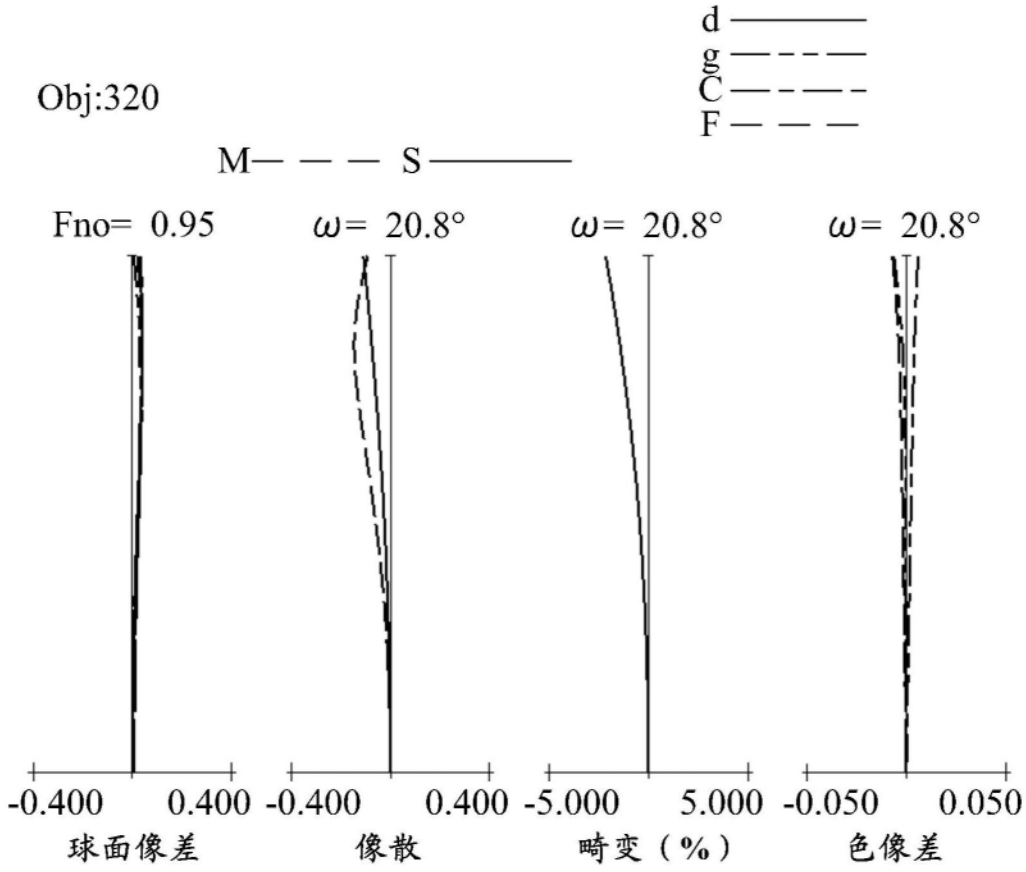

d
g
C
F
Obj:320
M
S
Fno= 0.95
ω= 20.8°
ω= 20.8°
ω= 20.8°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图18B

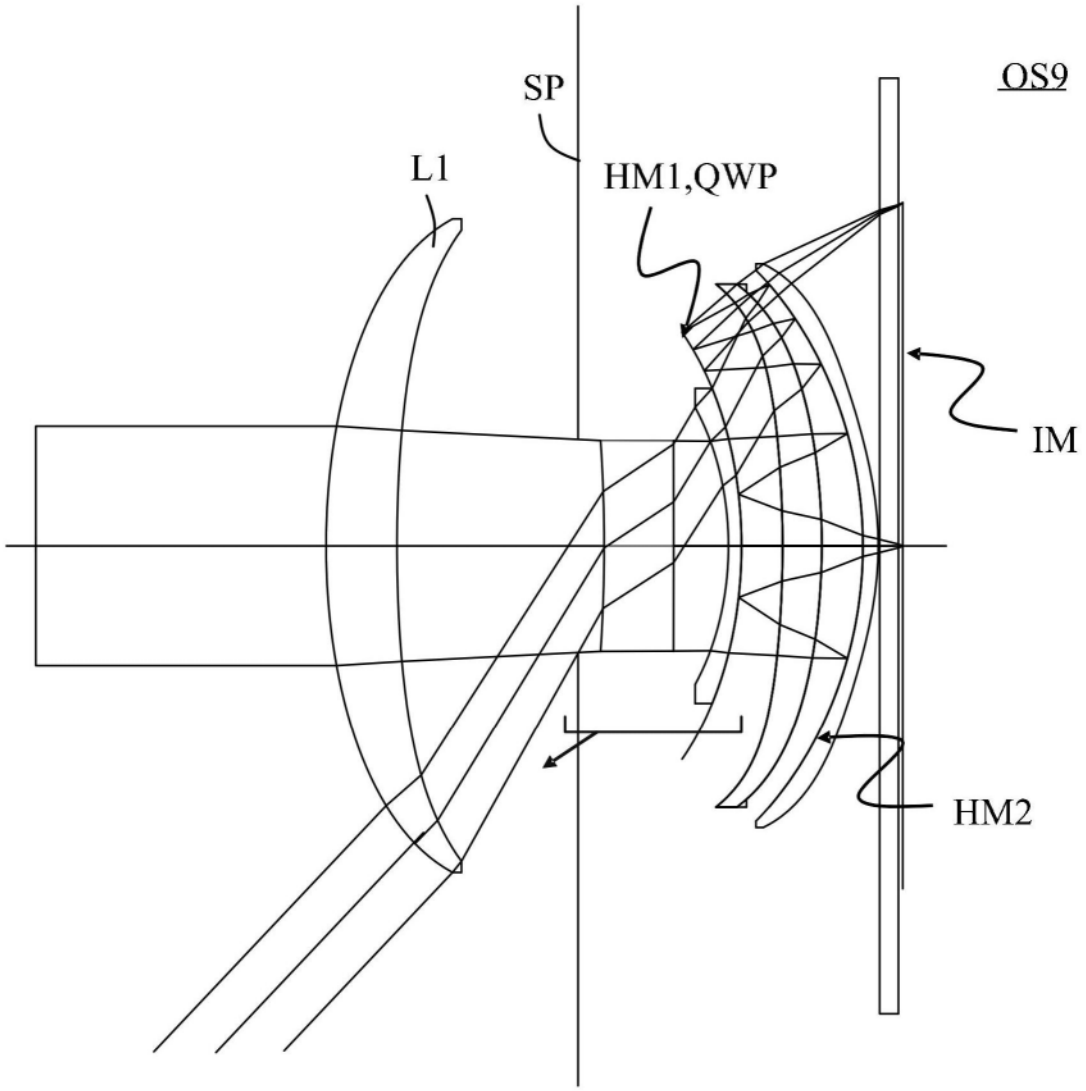


图19

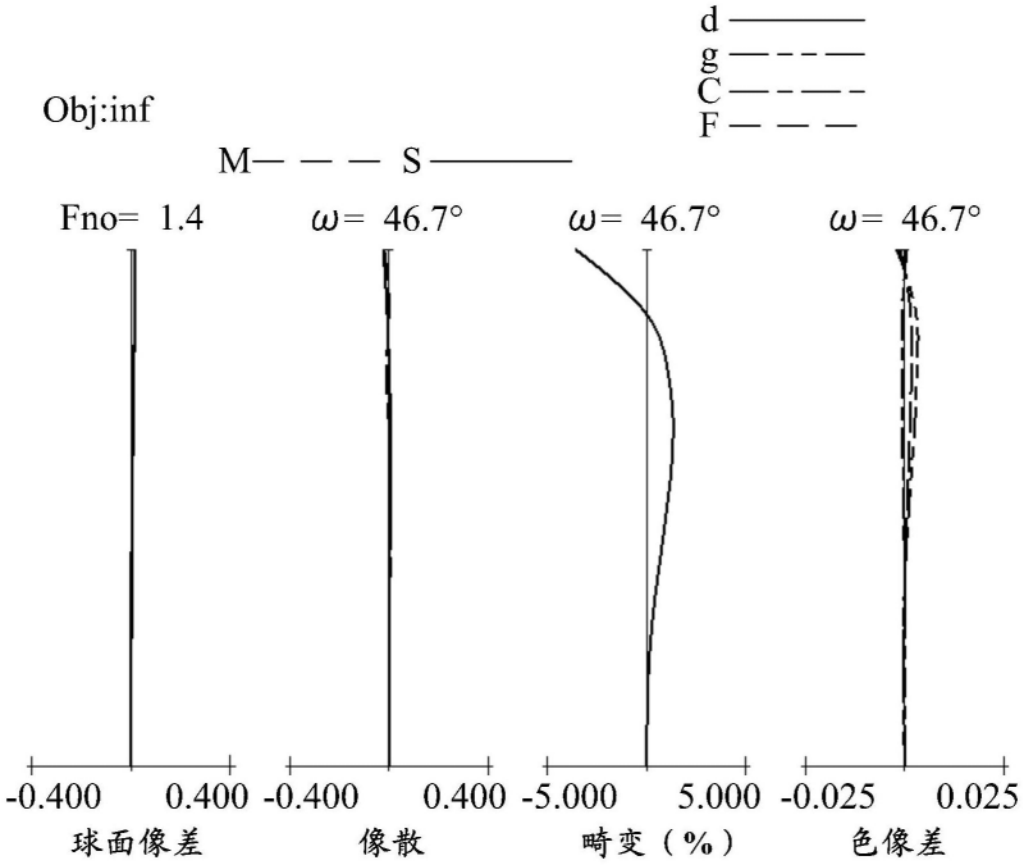

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 1.4
ω= 46.7°
ω= 46.7°
ω= 46.7°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.025
0.025
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图20A

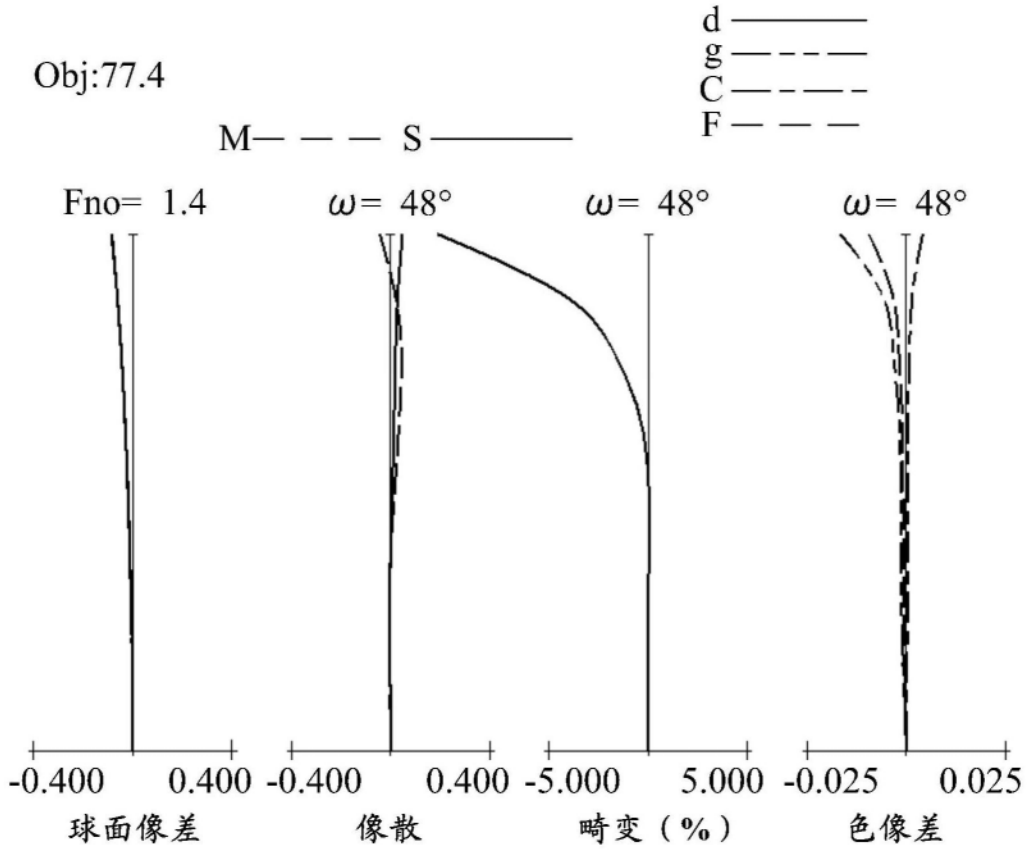

d
g
C
F
Obj:77.4
M
S
Fno= 1.4
ω= 48°
ω= 48°
ω= 48°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.025
0.025
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图20B

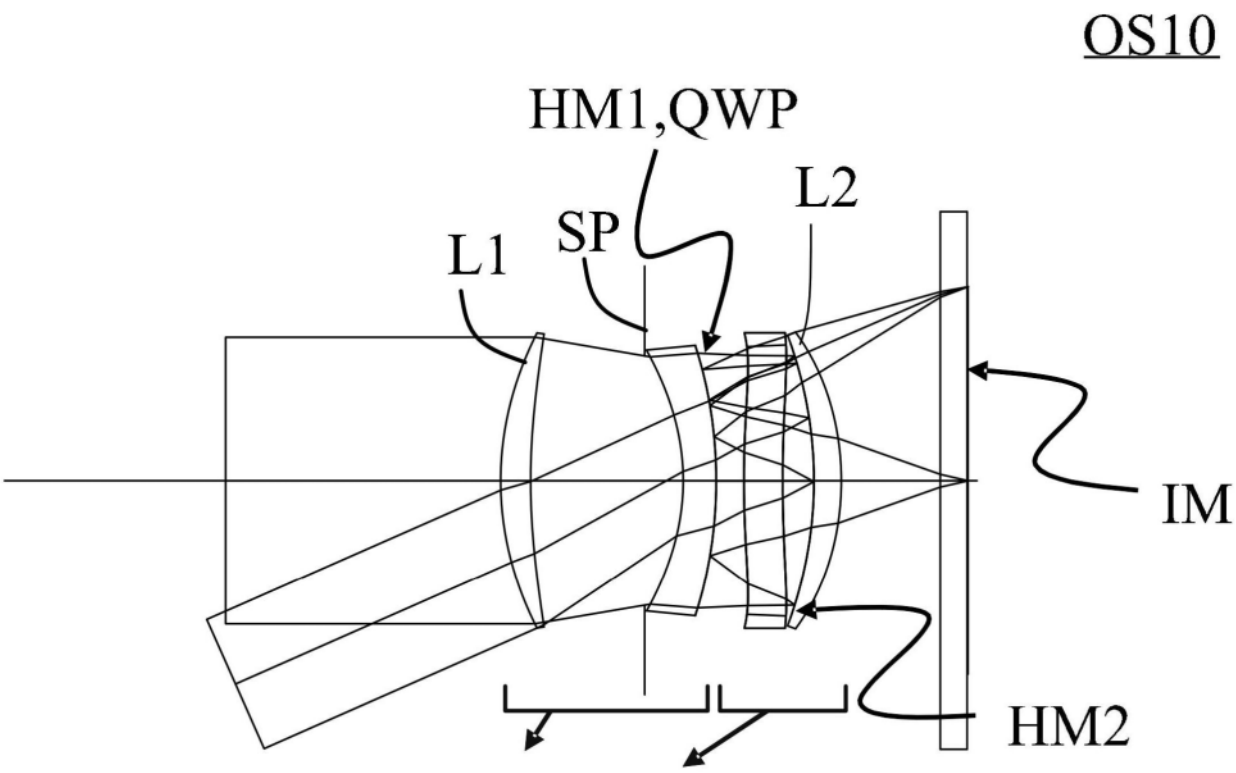


图21

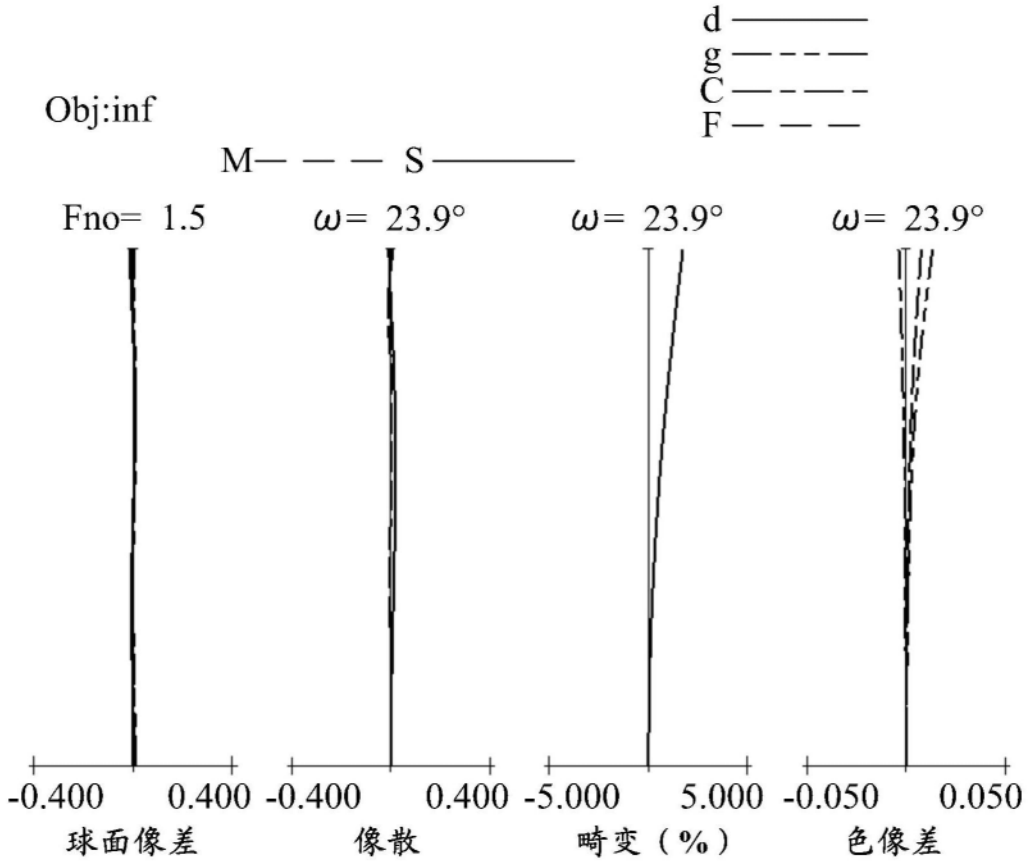

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 1.5
ω= 23.9°
ω= 23.9°
ω= 23.9°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图22A

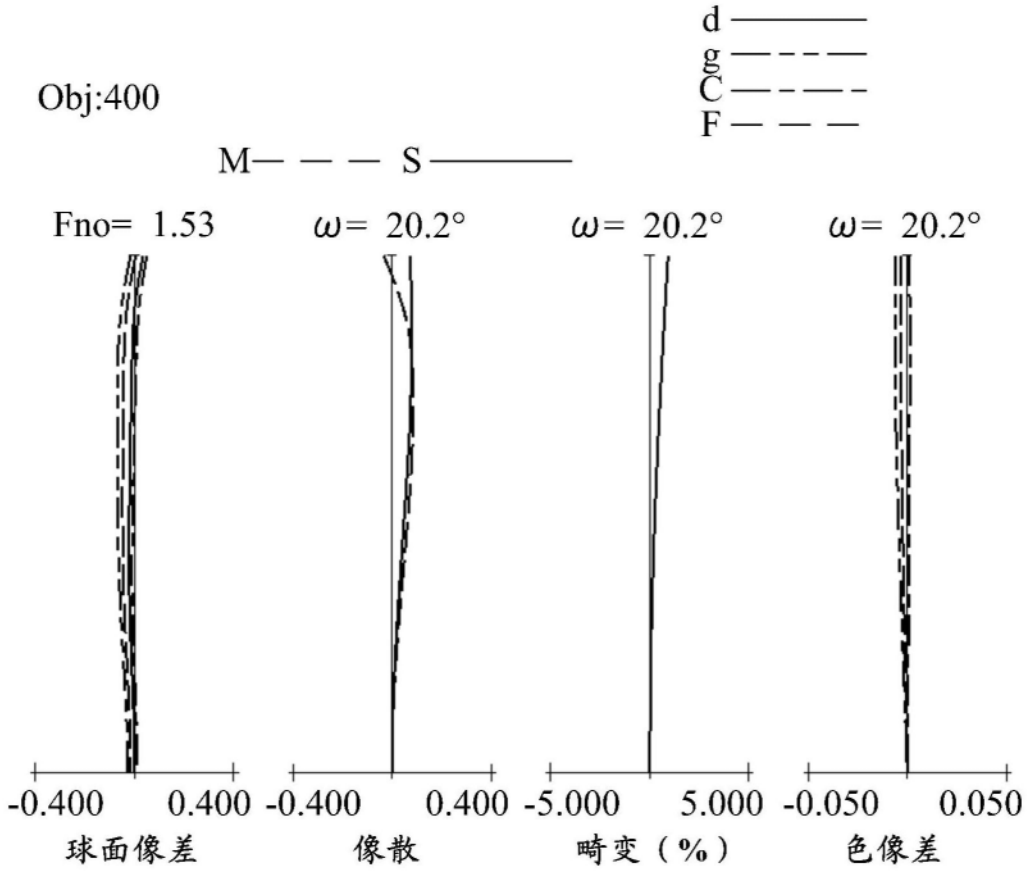

d
g
C
F
Obj:400
M
S
Fno= 1.53
ω= 20.2°
ω= 20.2°
ω= 20.2°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图22B

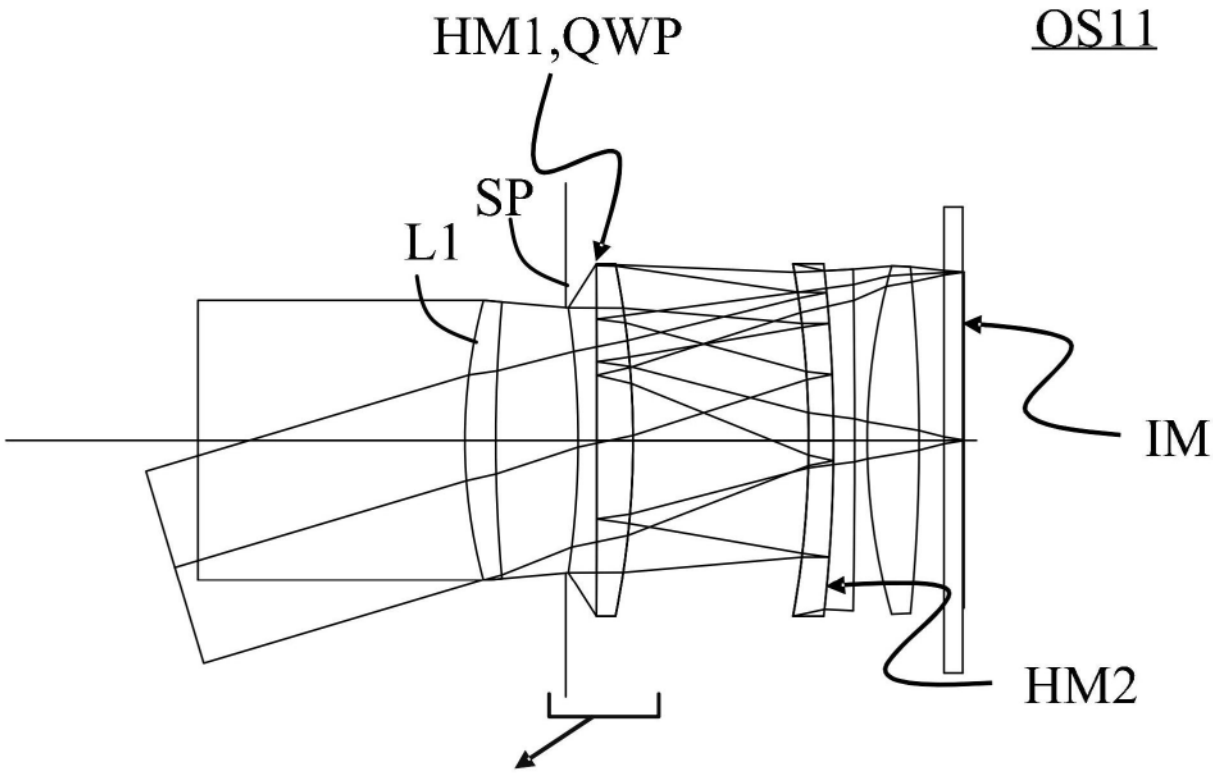


图23

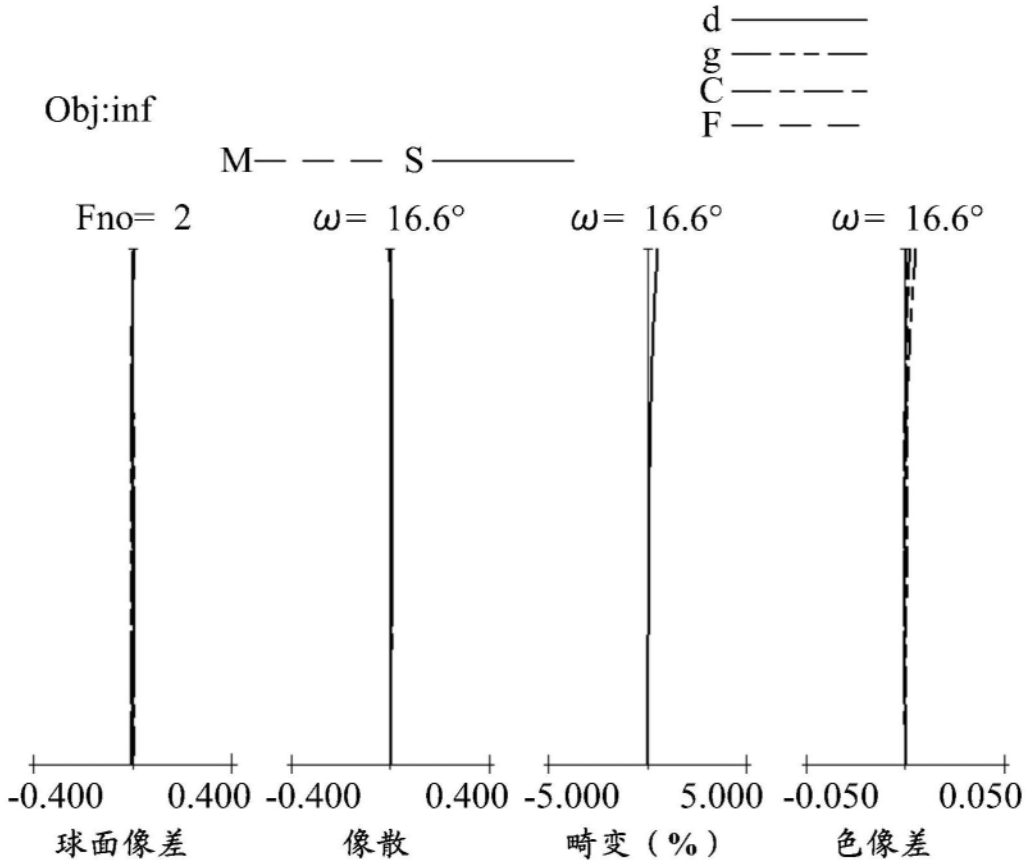

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 2
ω= 16.6°
ω= 16.6°
ω= 16.6°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图24A

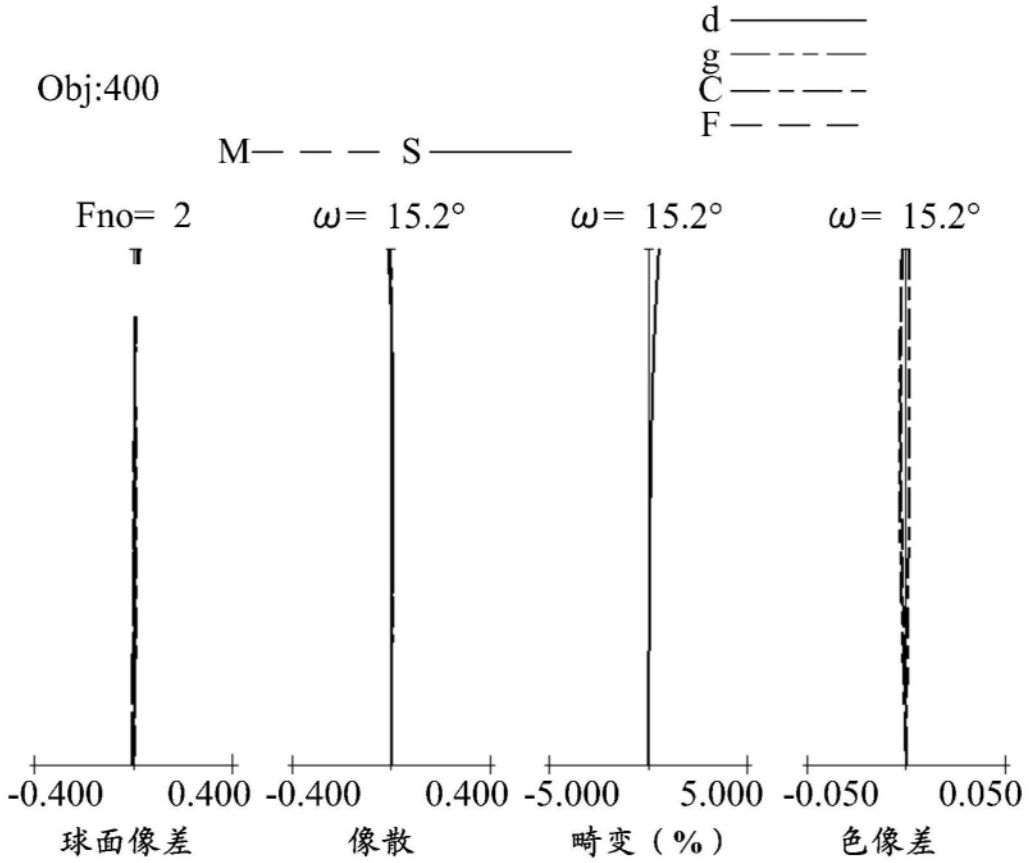

d
g
C
F
Obj:400
M
S
Fno= 2
ω= 15.2°
ω= 15.2°
ω= 15.2°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图24B

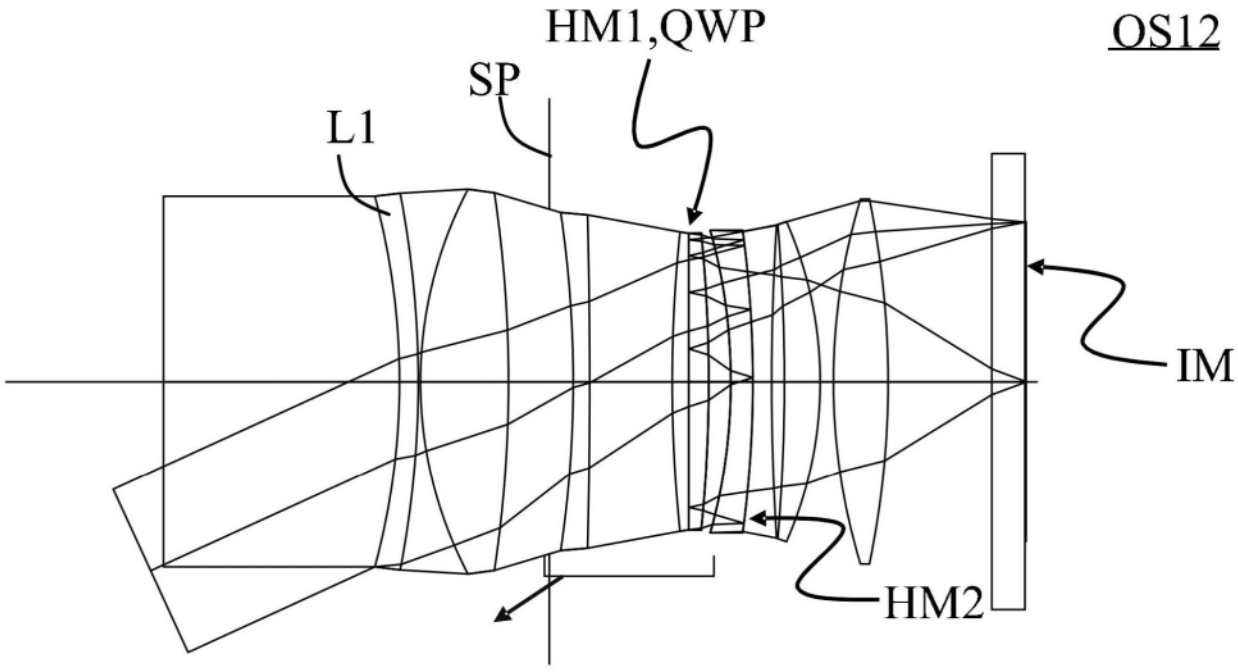

HM1,QWP
OS12
SP
L1
IM
HM2

图25

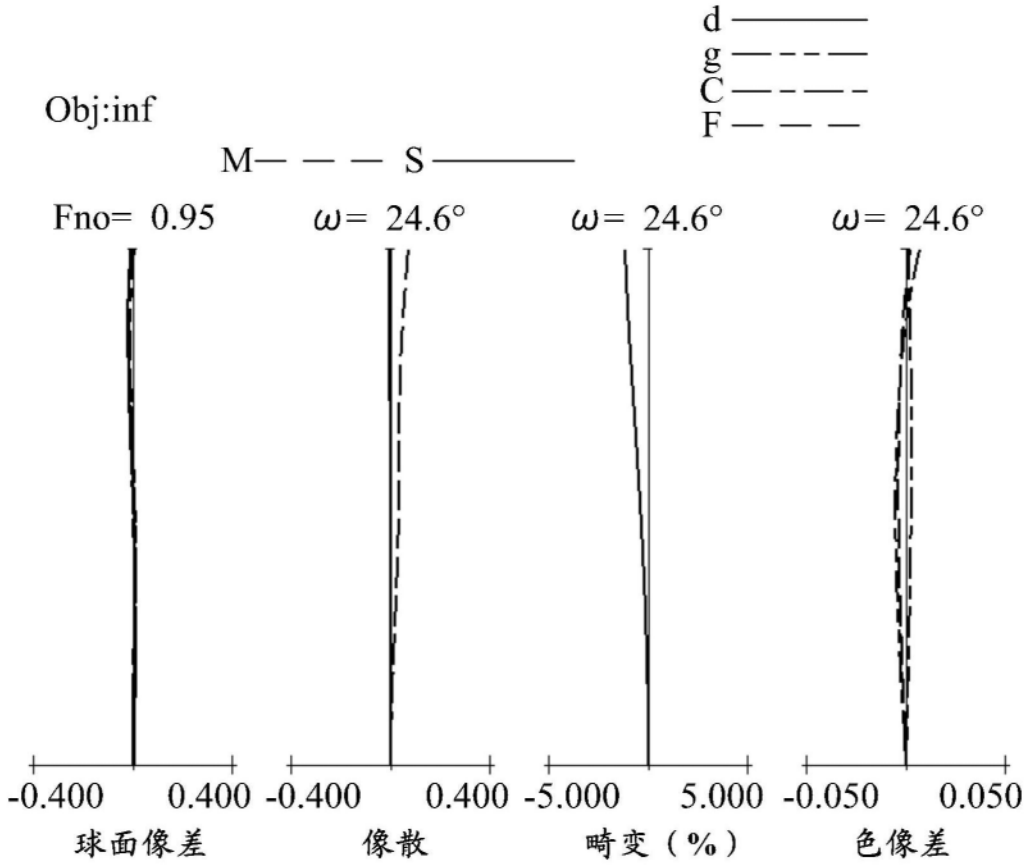

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 0.95
ω= 24.6°
ω= 24.6°
ω= 24.6°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图26A

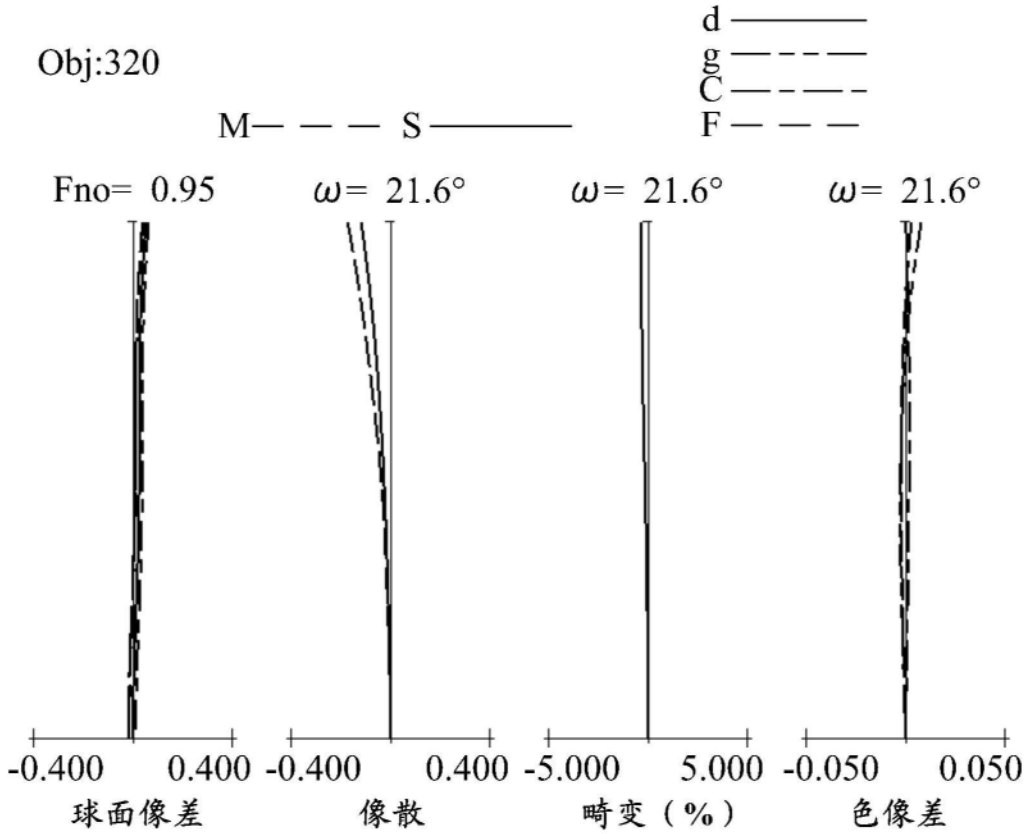

Obj:320
d
g
C
F
M
S
Fno= 0.95
ω= 21.6°
ω= 21.6°
ω= 21.6°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图26B

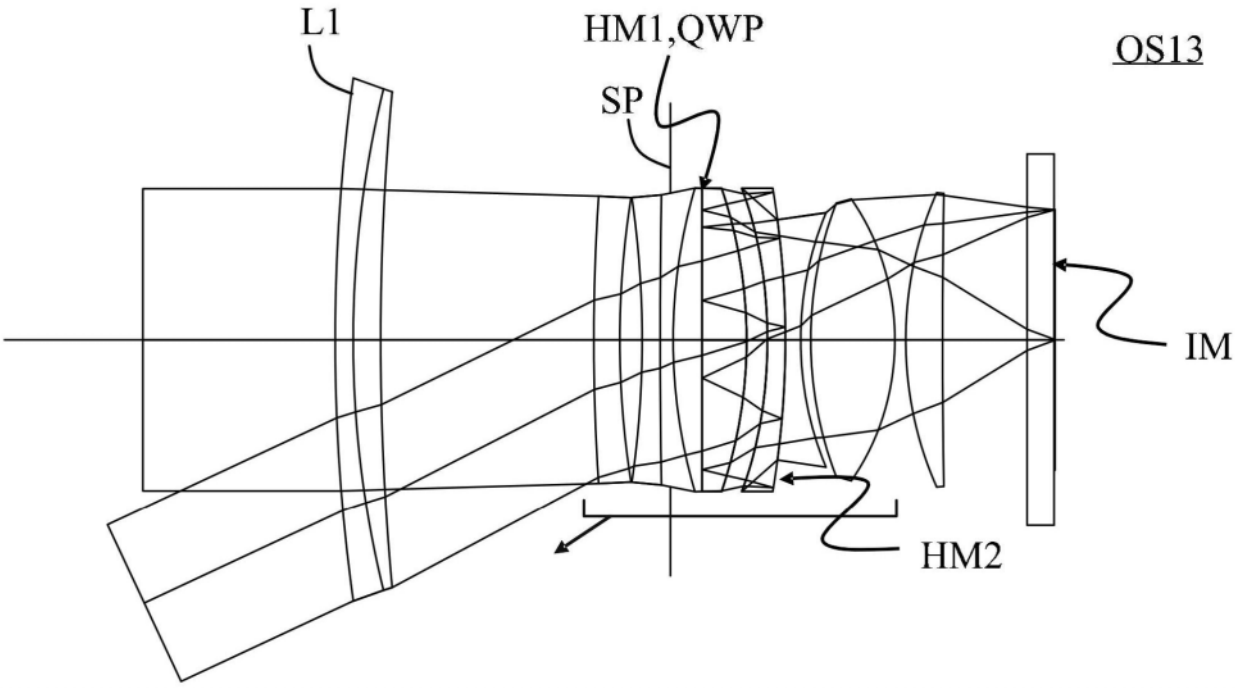

L1
HM1,QWP
SP
OS13
IM
HM2

图27

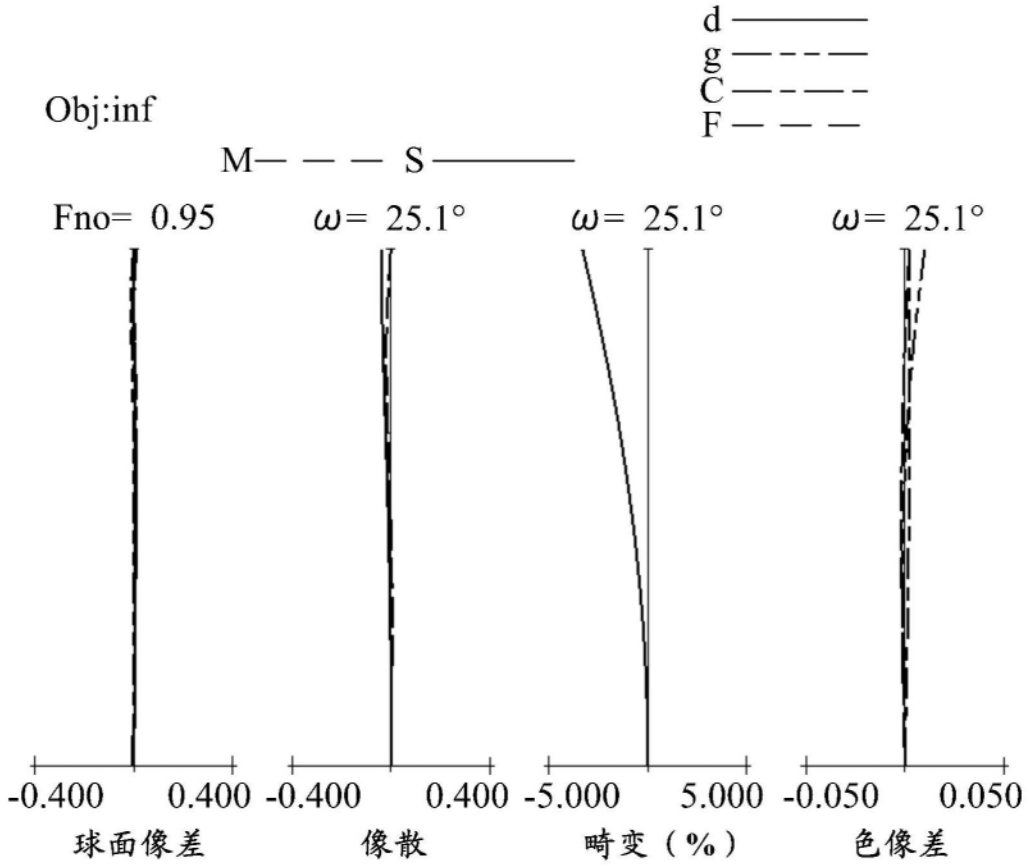

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 0.95
ω= 25.1°
ω= 25.1°
ω= 25.1°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图28A

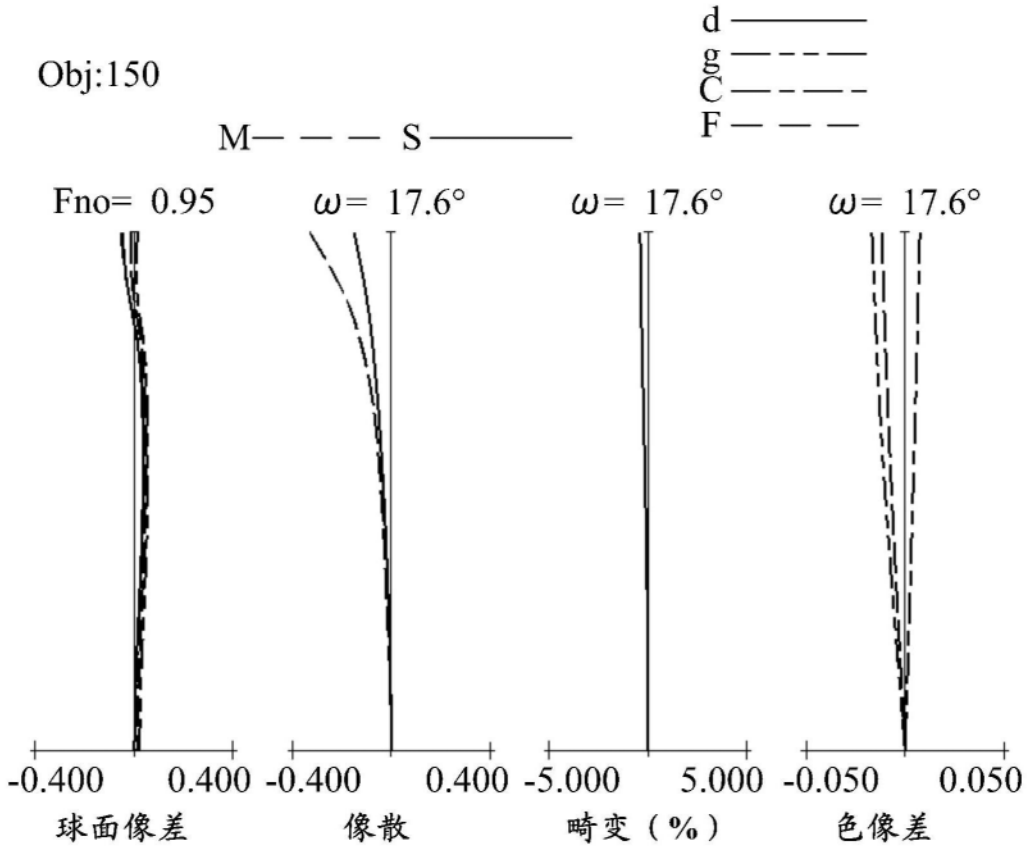

d
g
C
F
Obj:150
M
S
Fno= 0.95
ω= 17.6°
ω= 17.6°
ω= 17.6°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图28B

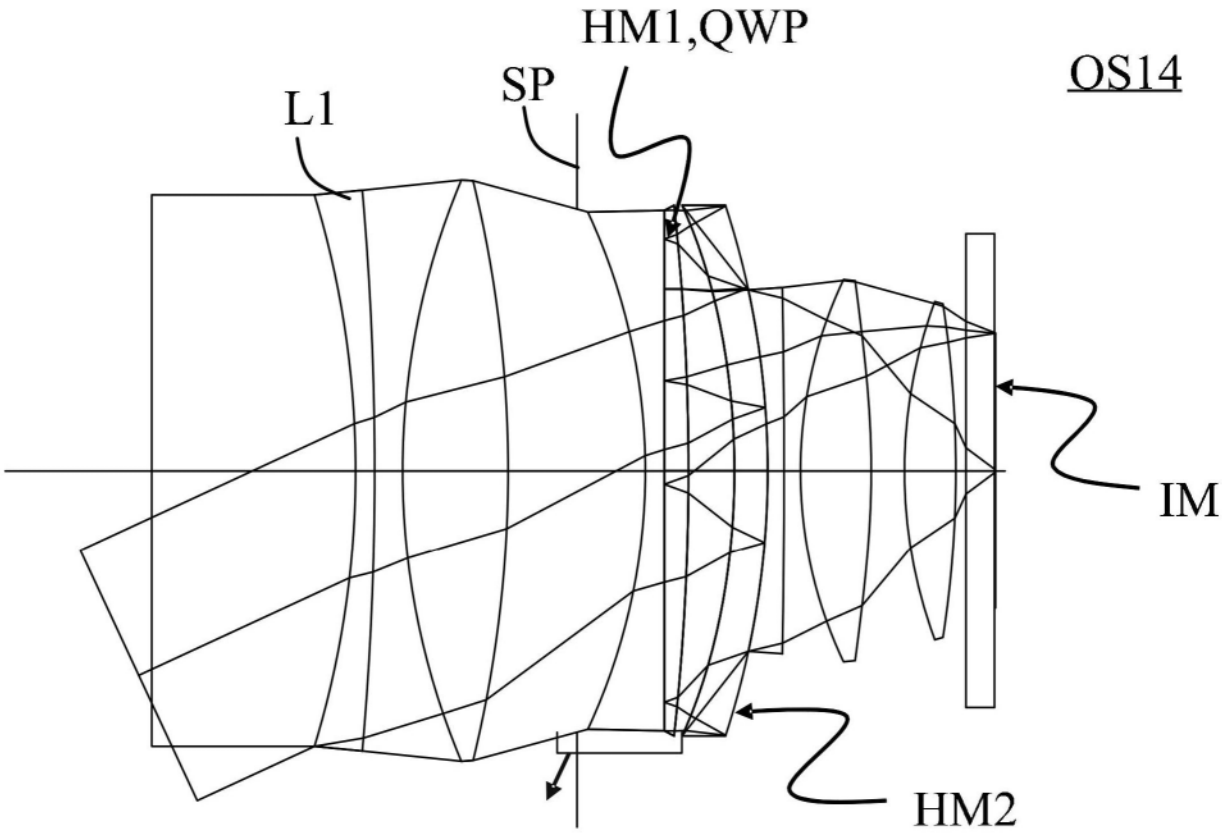


图29

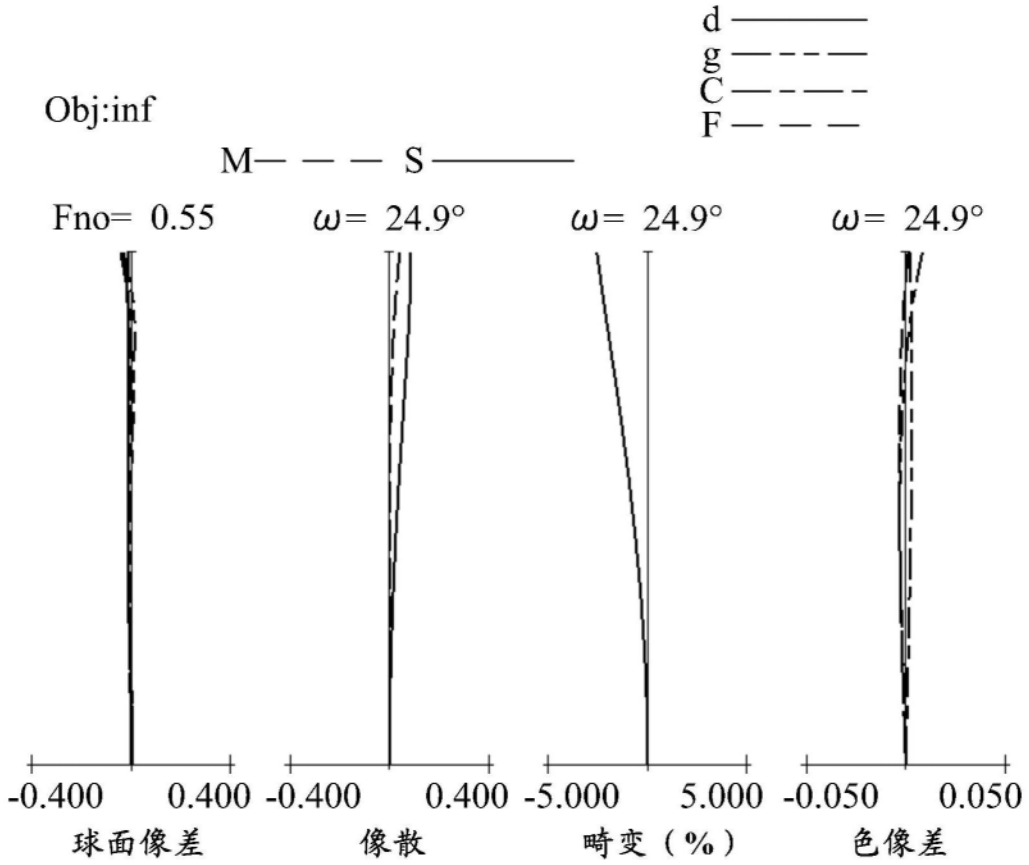

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 0.55
ω= 24.9°
ω= 24.9°
ω= 24.9°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图30A

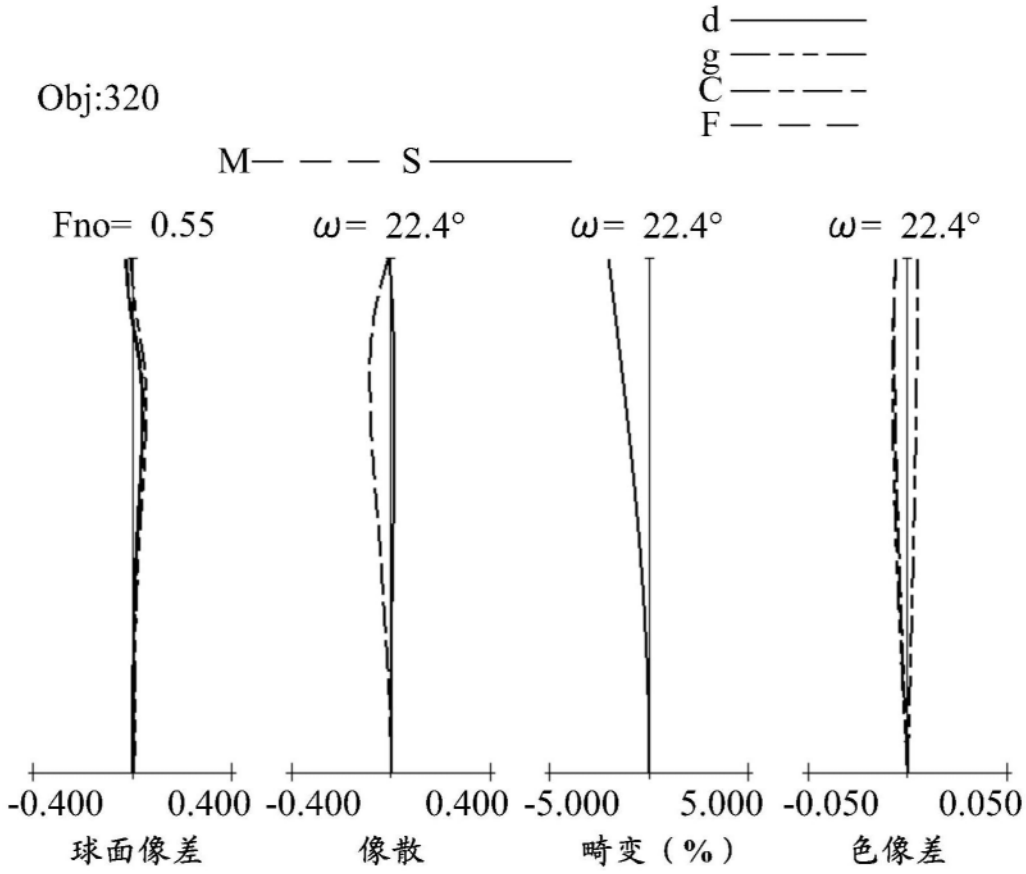

d
g
C
F
Obj:320
M
S
Fno= 0.55
ω= 22.4°
ω= 22.4°
ω= 22.4°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图30B

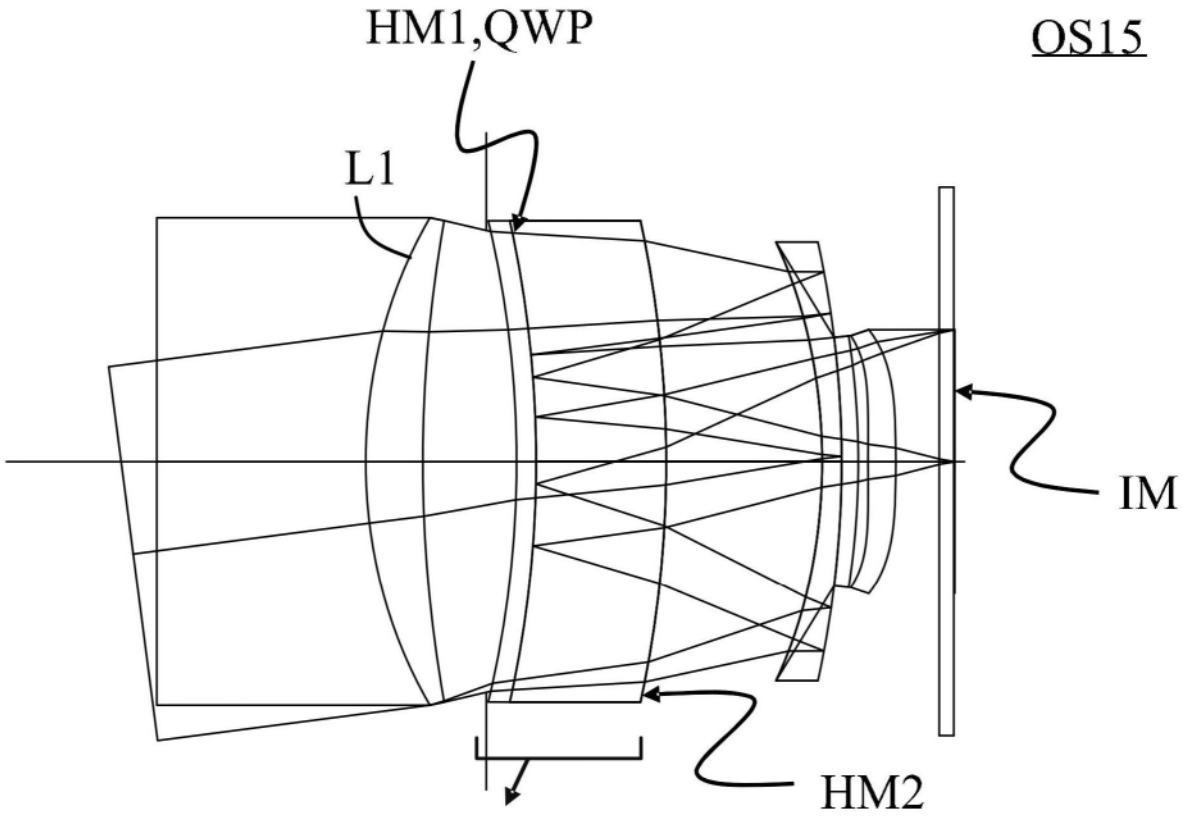


图31

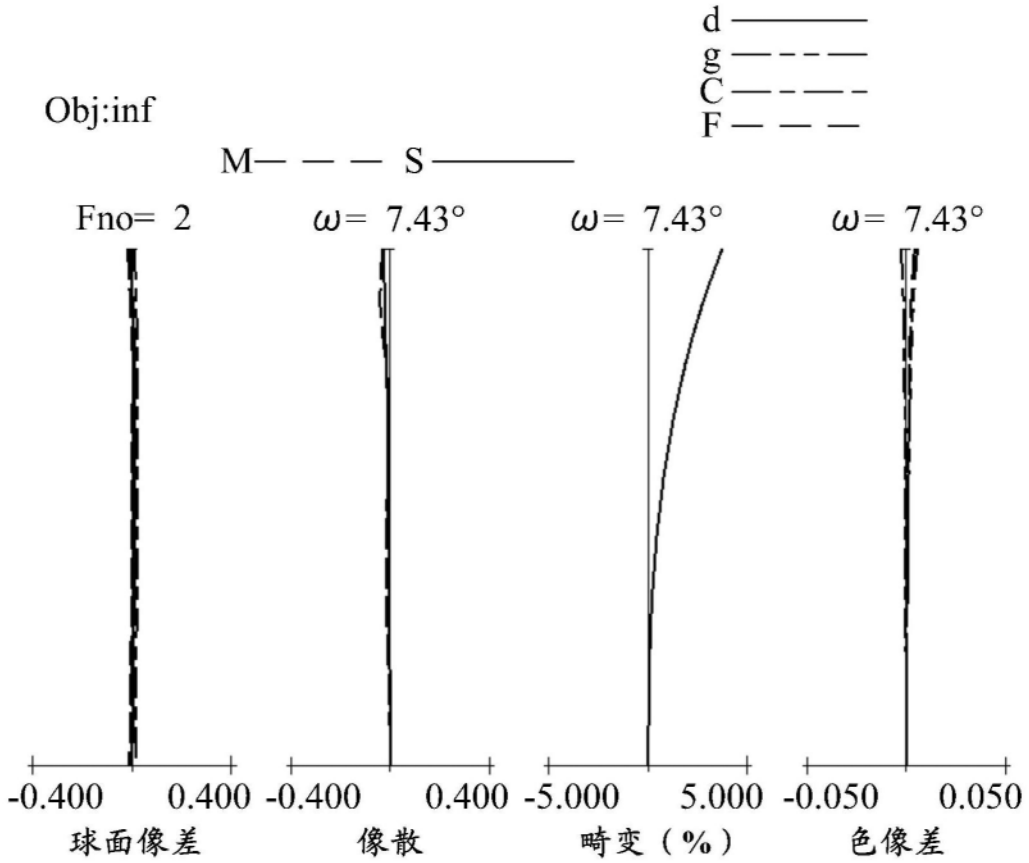

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 2
ω= 7.43°
ω= 7.43°
ω= 7.43°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图32A

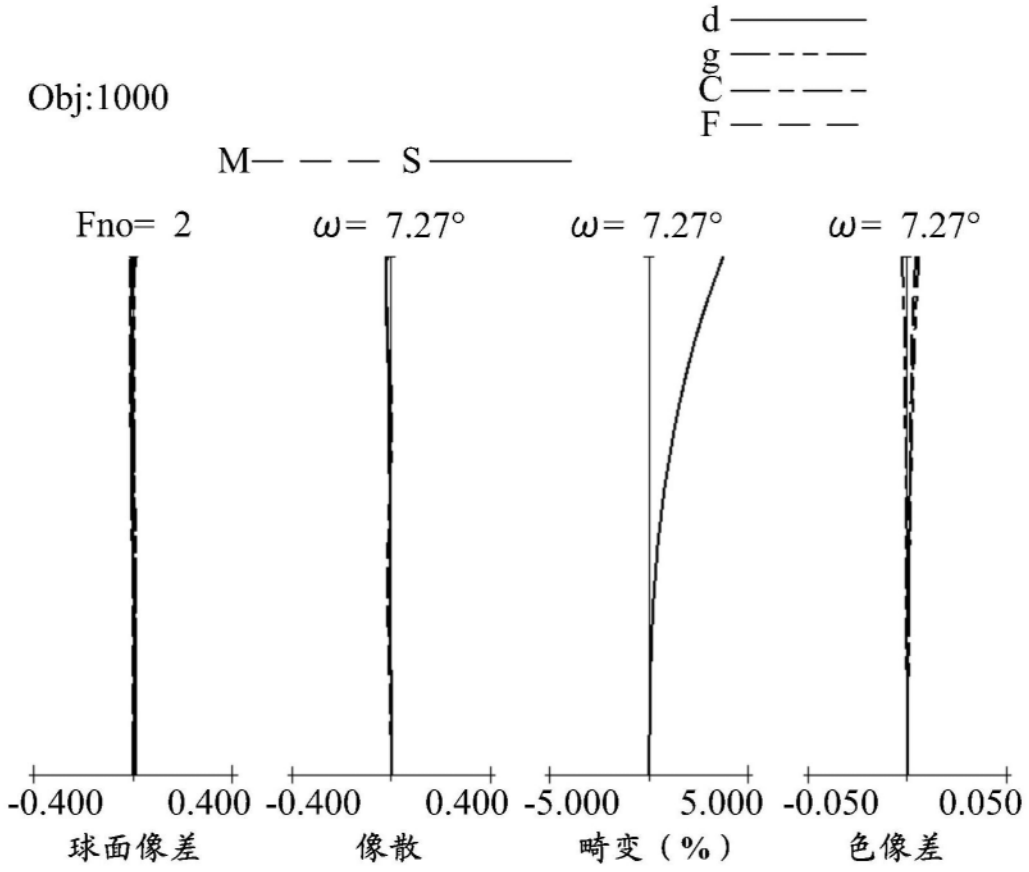

d
g
C
F
Obj:1000
M
S
Fno= 2
ω= 7.27°
ω= 7.27°
ω= 7.27°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图32B

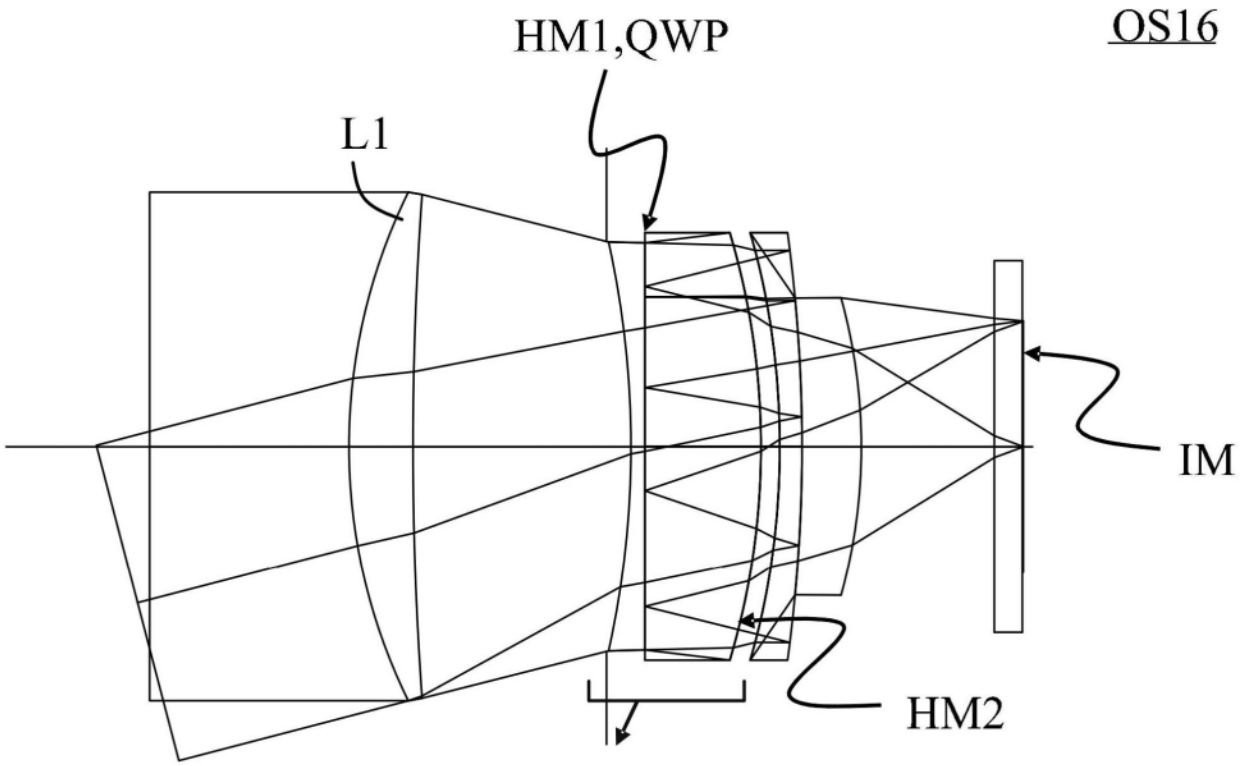


图33

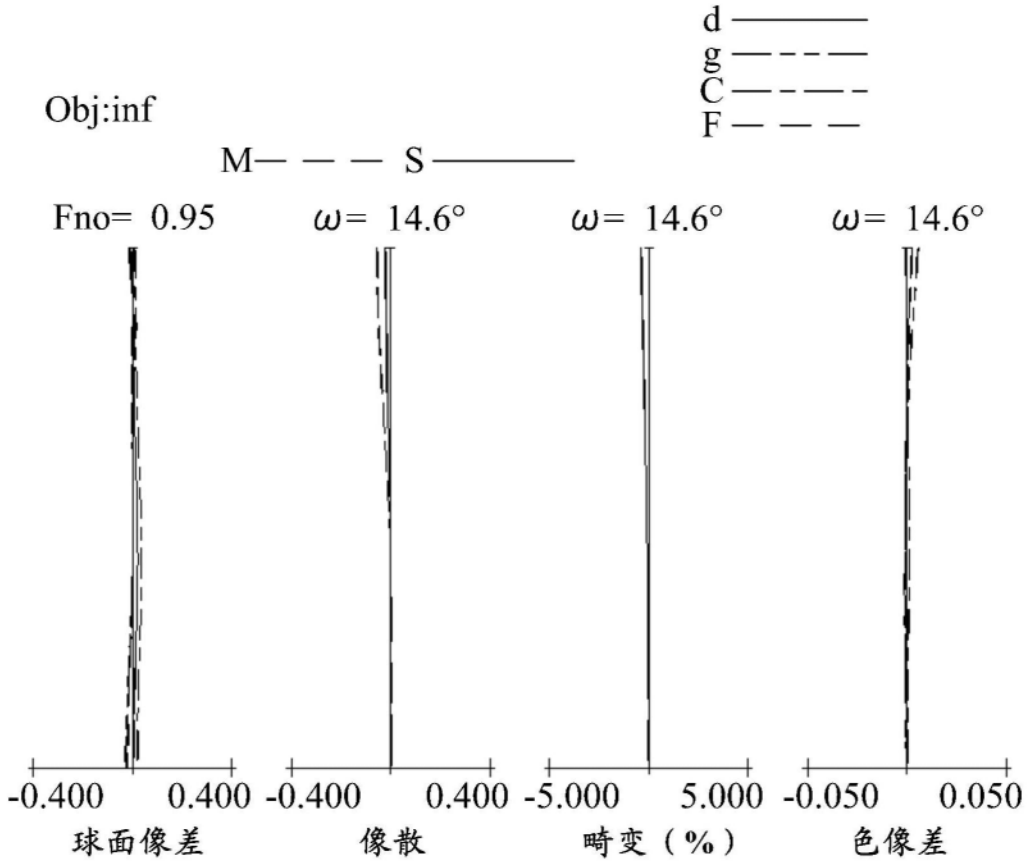

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 0.95
ω= 14.6°
ω= 14.6°
ω= 14.6°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图34A

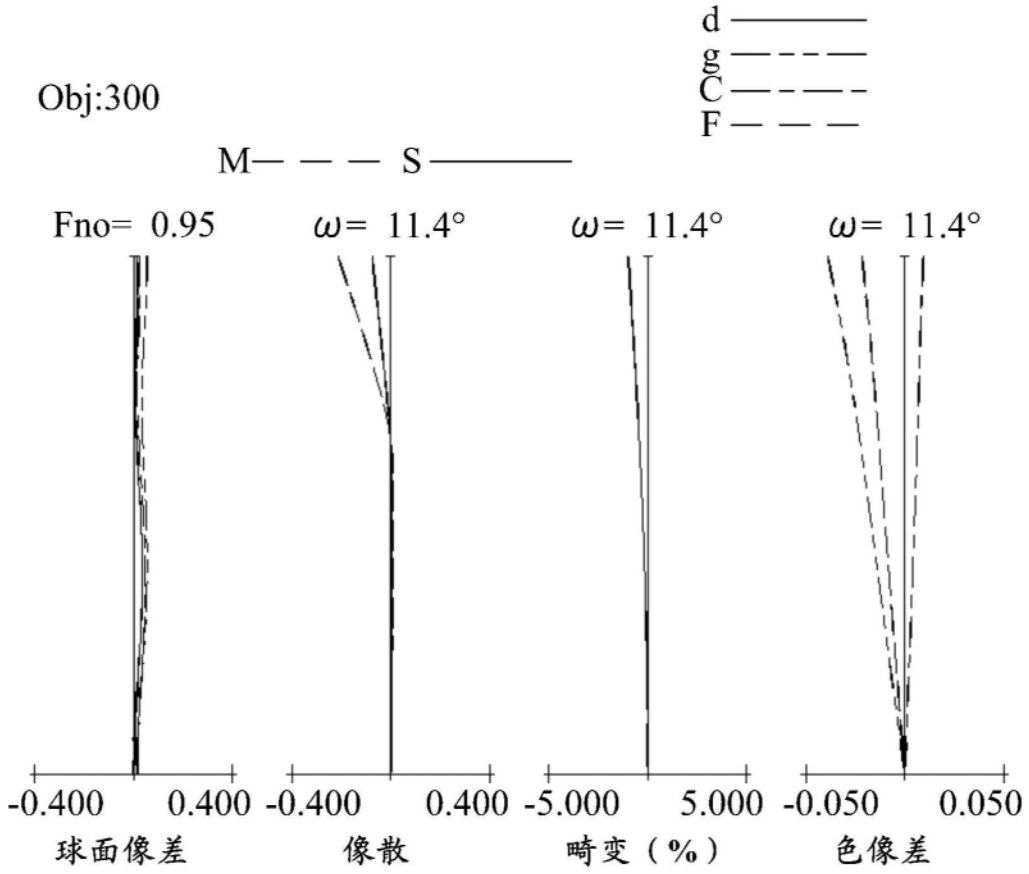

d
g
C
F
Obj:300
M
S
Fno= 0.95
ω= 11.4°
ω= 11.4°
ω= 11.4°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图34B

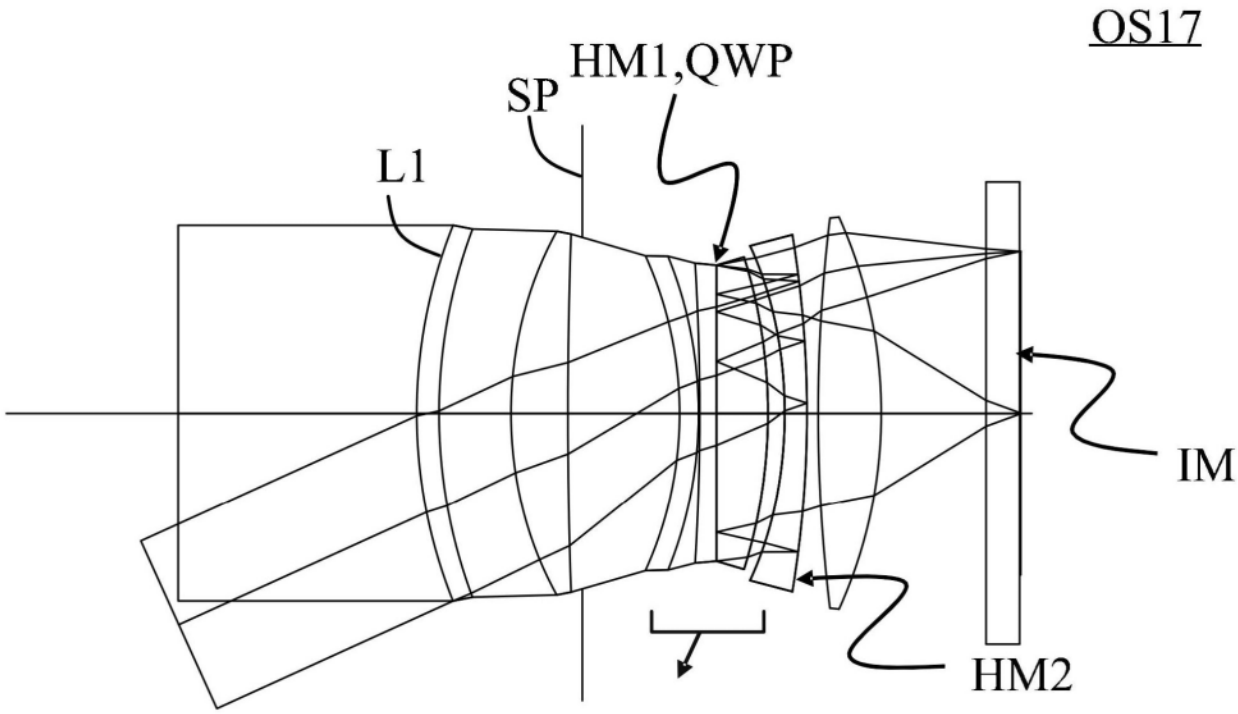

OS17
HM1,QWP
SP
L1
IM
HM2

图35

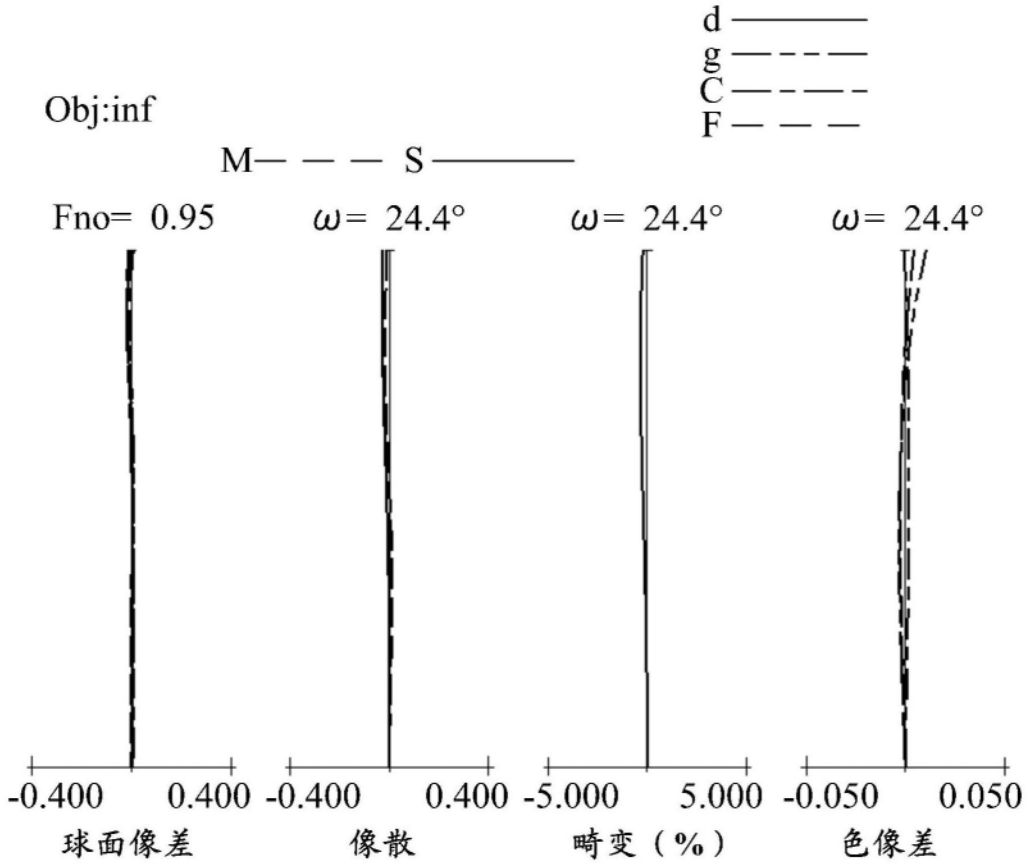

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 0.95
ω= 24.4°
ω= 24.4°
ω= 24.4°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图36A

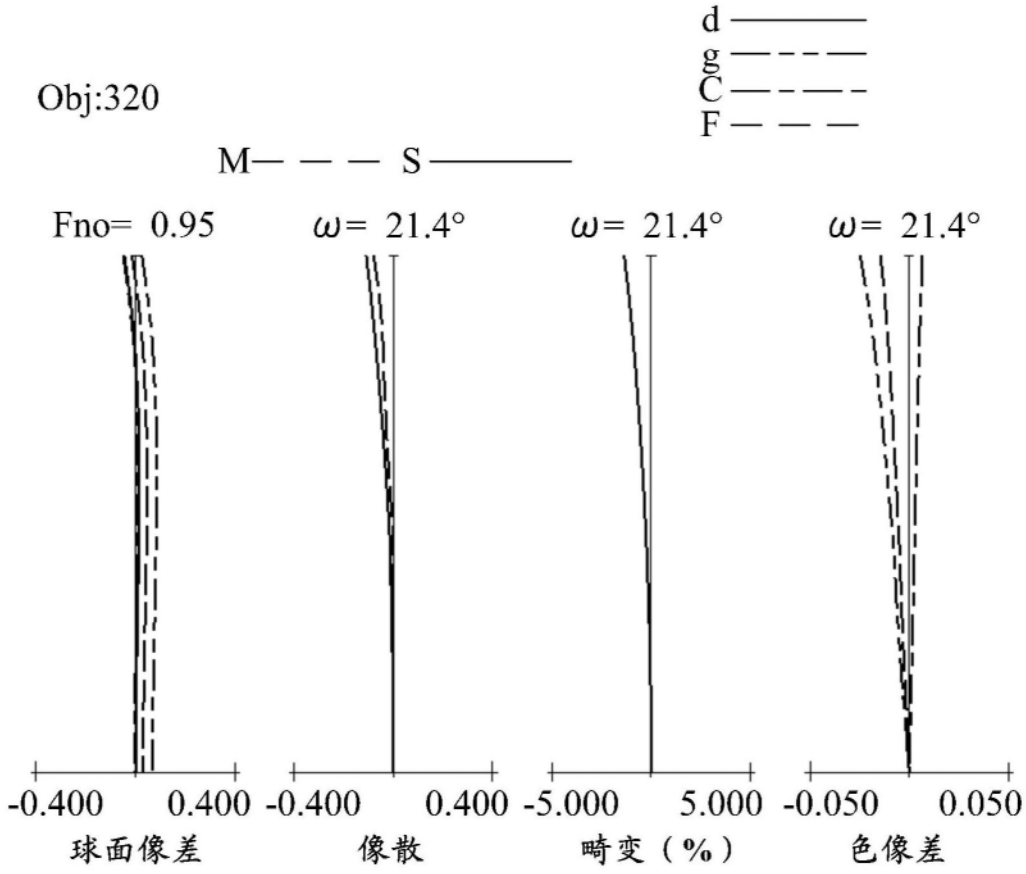

d
g
C
F
Obj:320
M
S
Fno= 0.95
ω= 21.4°
ω= 21.4°
ω= 21.4°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图36B

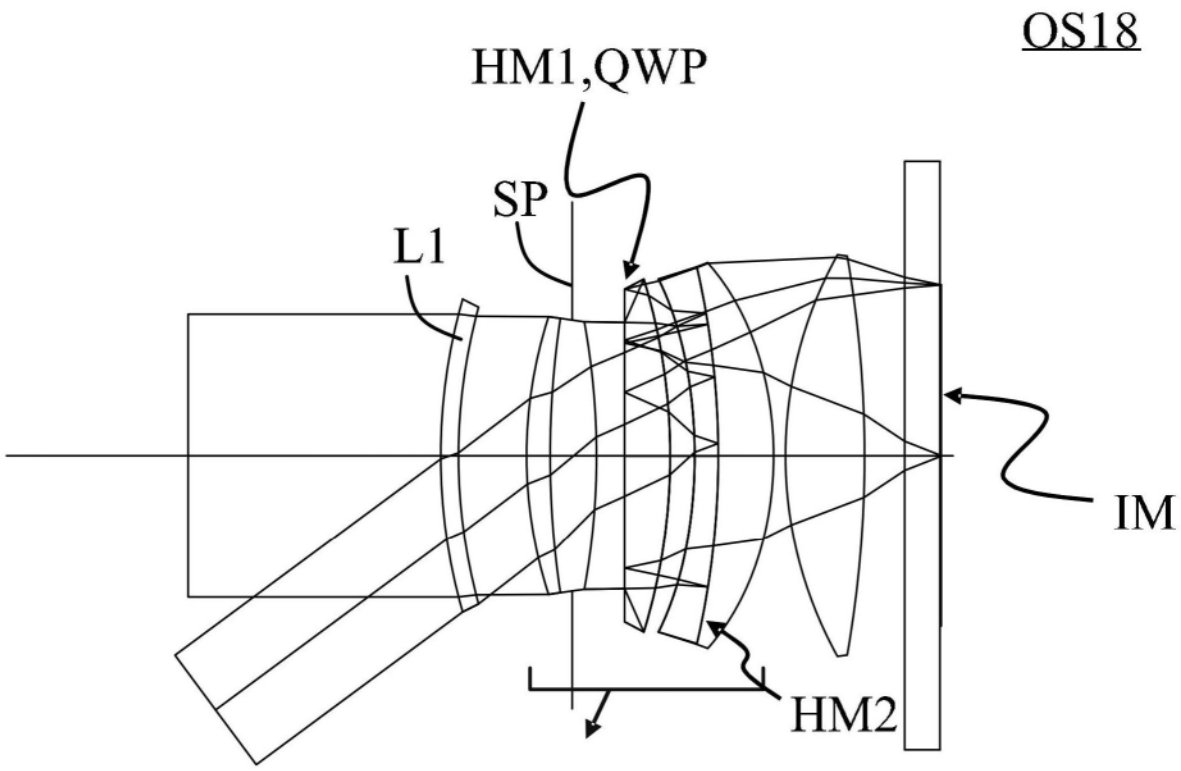


图37

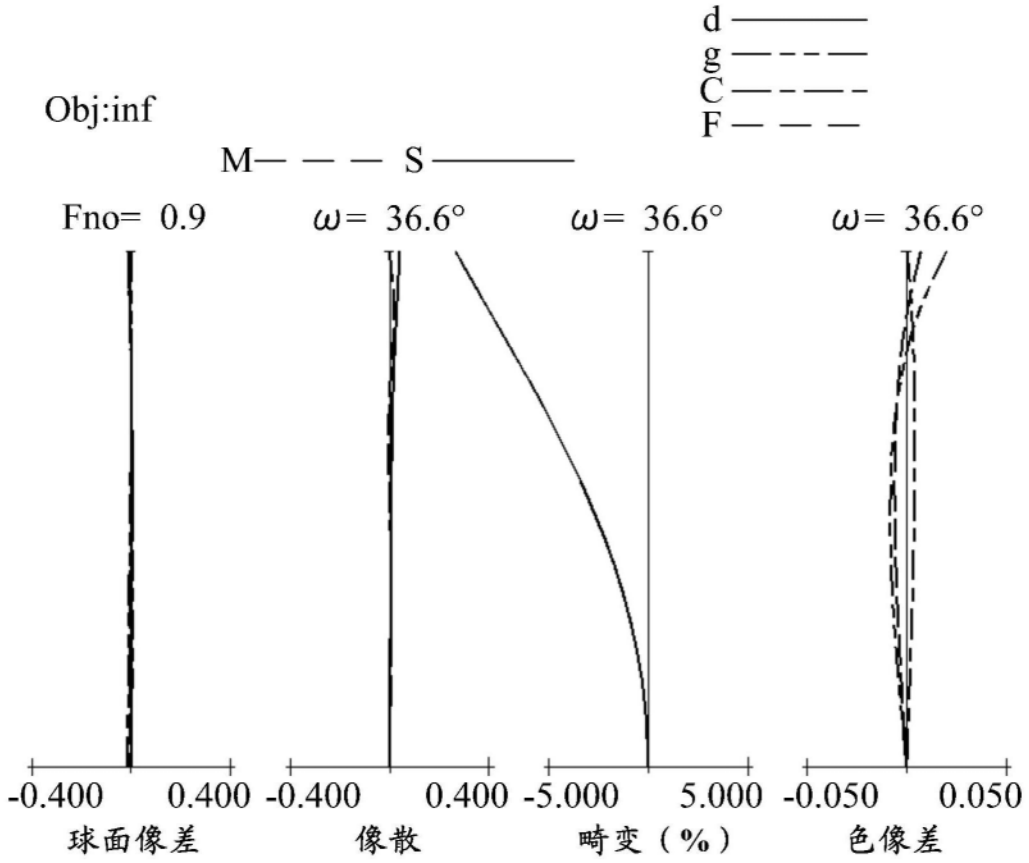

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 0.9
ω= 36.6°
ω= 36.6°
ω= 36.6°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图38A

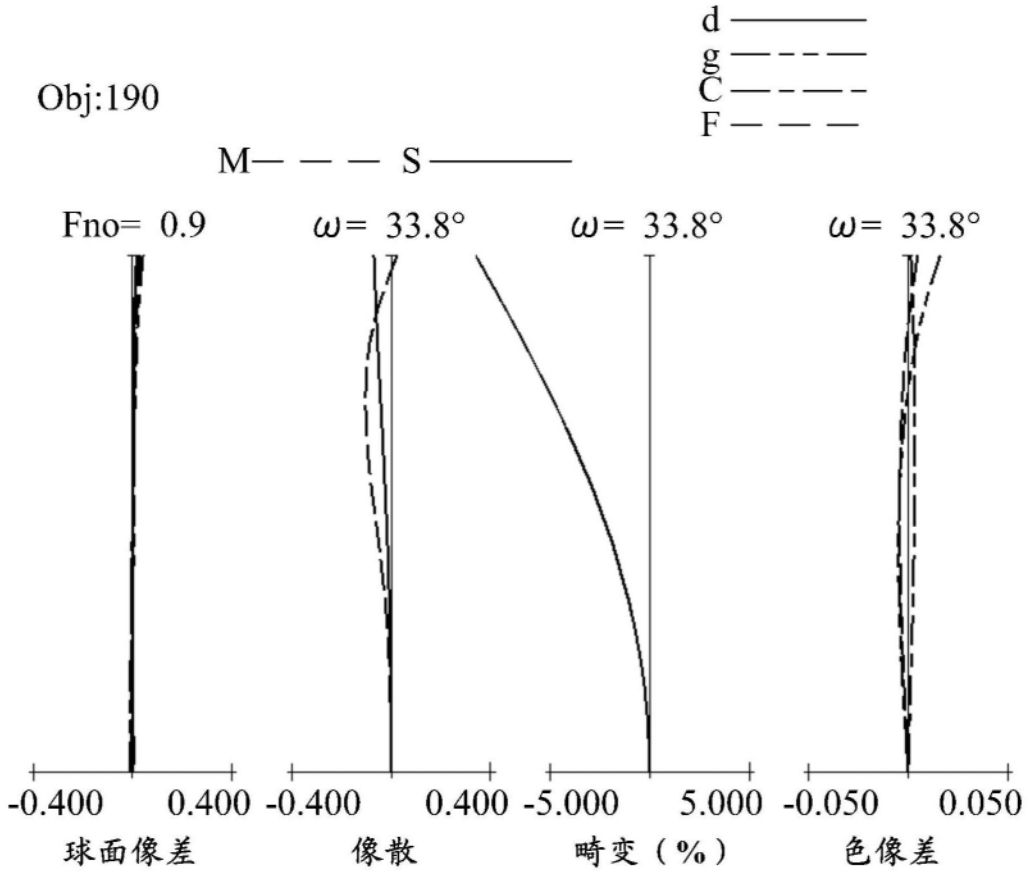

d
g
C
F
Obj:190
M
S
Fno= 0.9
ω= 33.8°
ω= 33.8°
ω= 33.8°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图38B

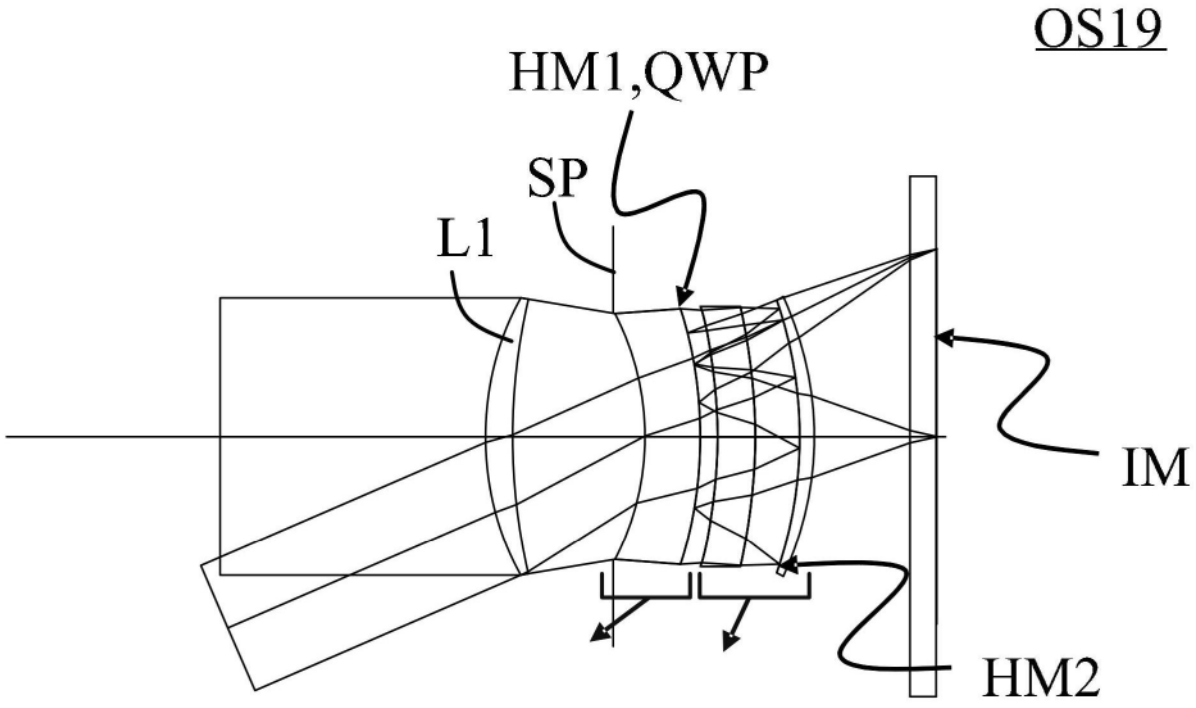

OS19
HM1,QWP
SP
L1
IM
HM2

图39

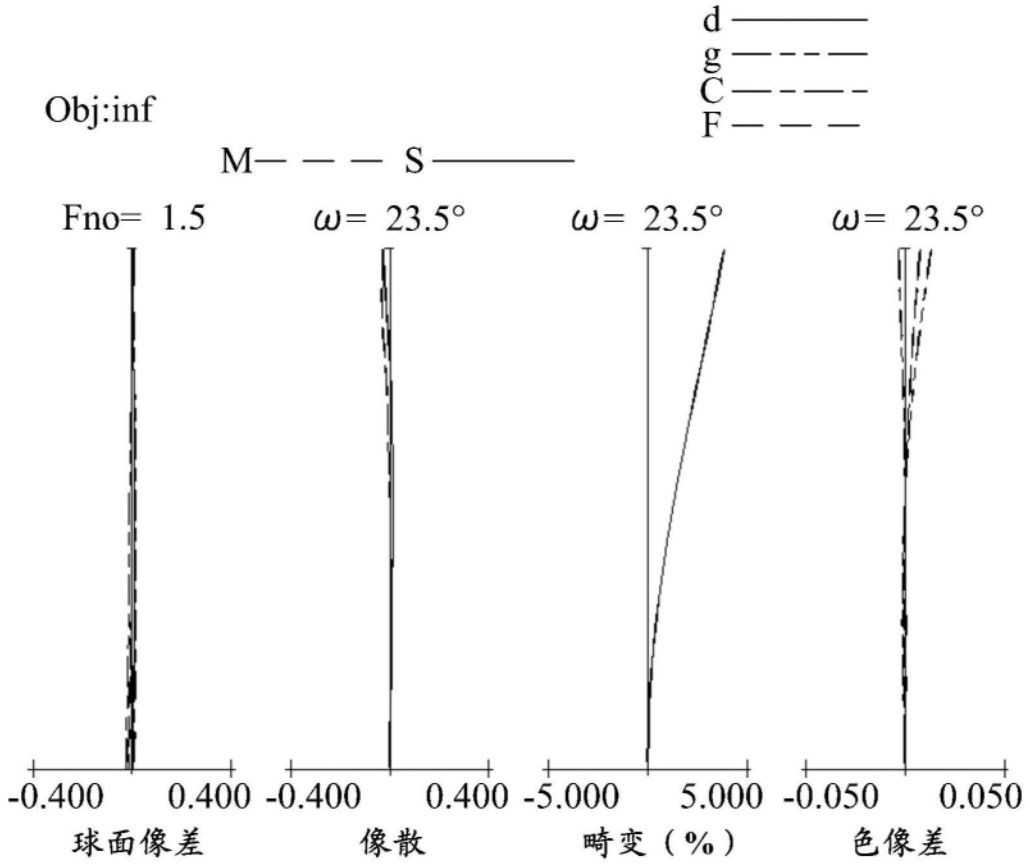

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 1.5
ω= 23.5°
ω= 23.5°
ω= 23.5°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图40A

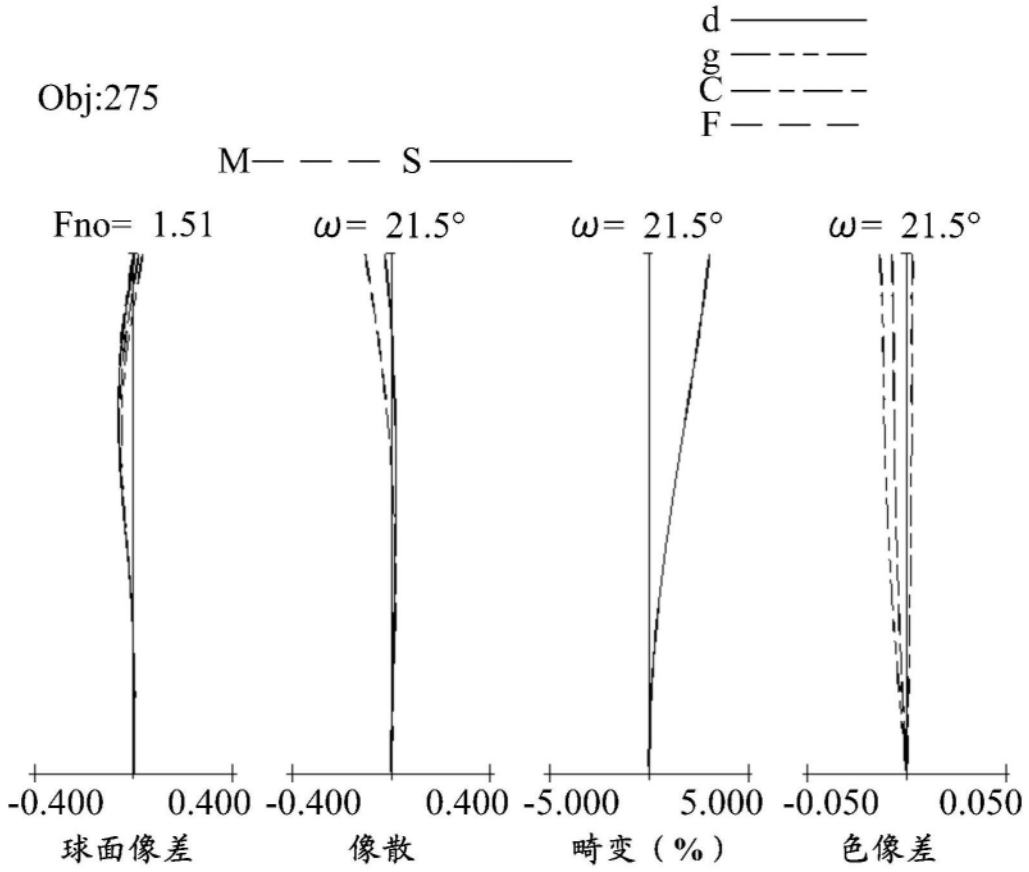

d
g
C
F
Obj:275
M
S
Fno= 1.51
ω= 21.5°
ω= 21.5°
ω= 21.5°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图40B

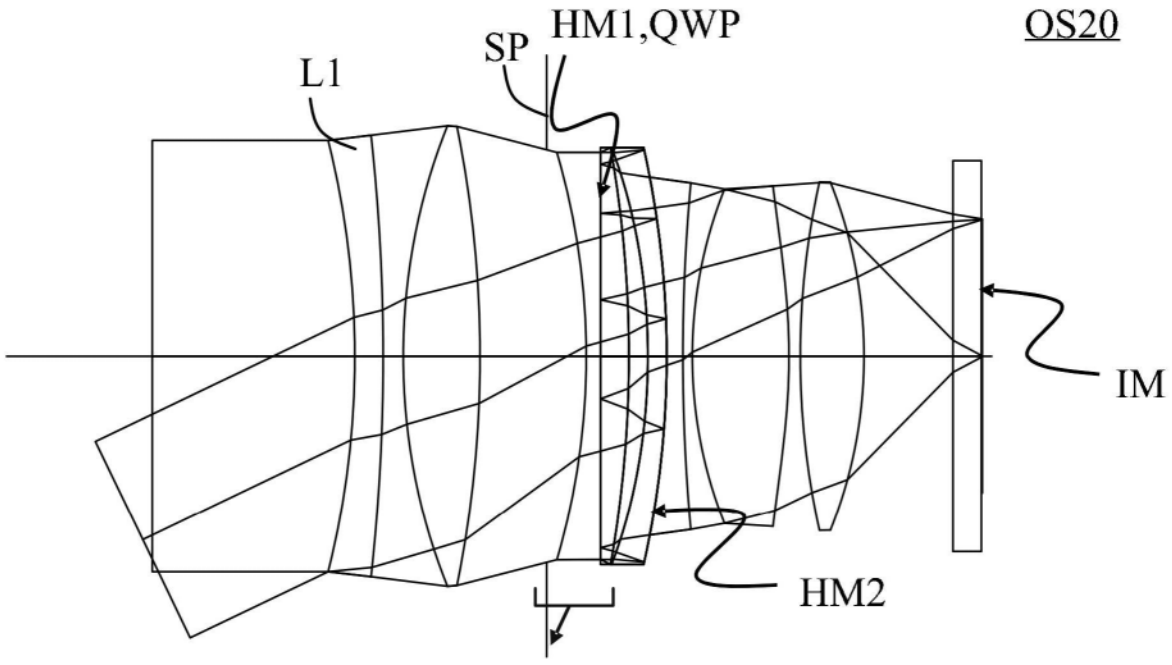

L1
SP
HM1,QWP
OS20
IM
HM2

图41

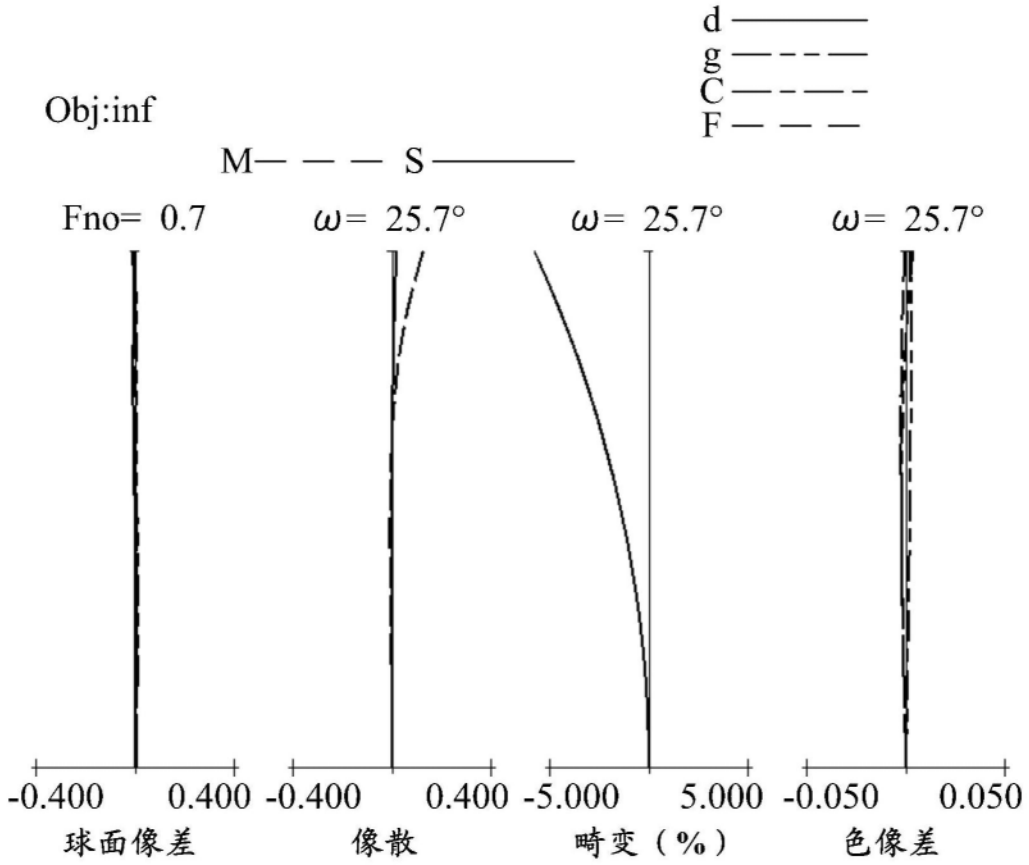

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 0.7
ω= 25.7°
ω= 25.7°
ω= 25.7°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图42A

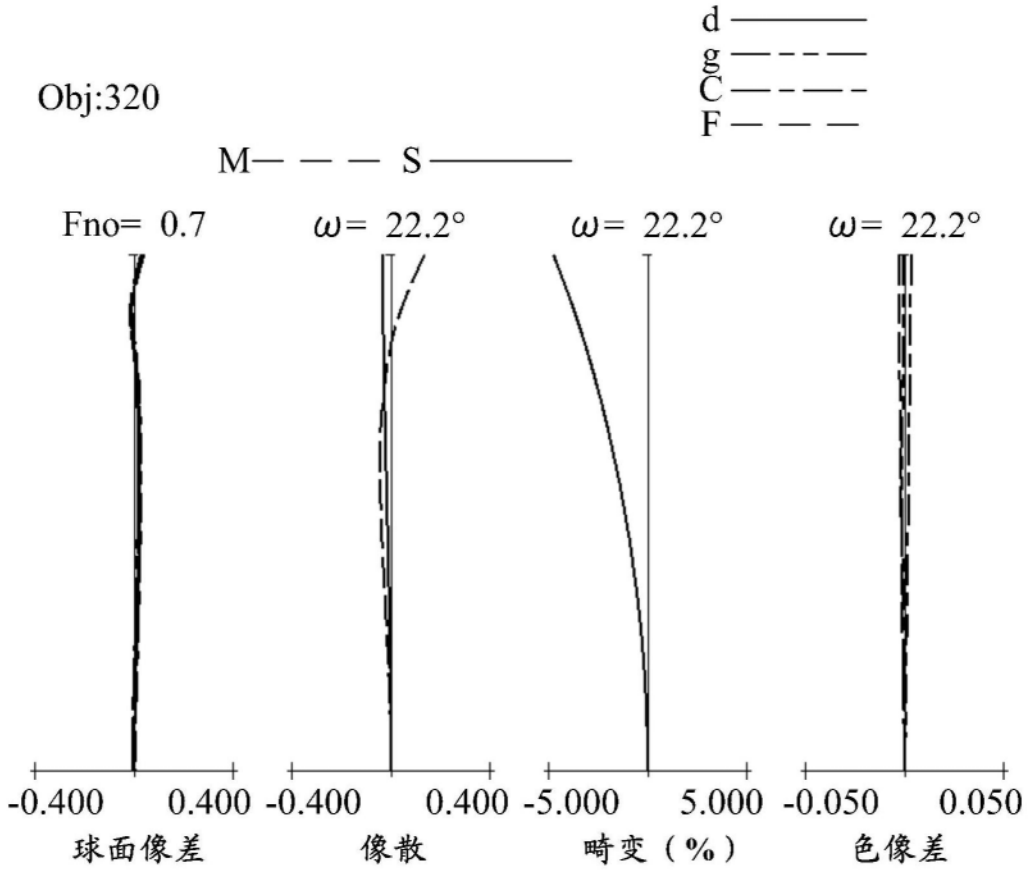

d
g
C
F
Obj:320
M
S
Fno= 0.7
ω= 22.2°
ω= 22.2°
ω= 22.2°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图42B

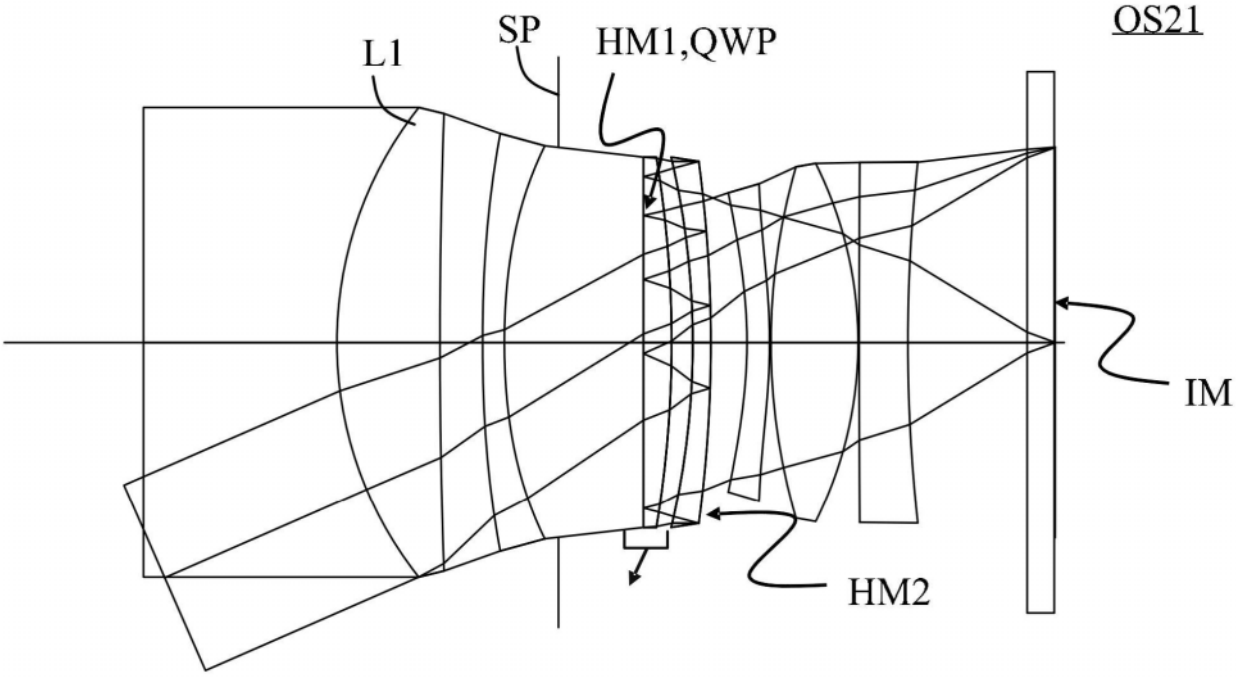

L1
SP
HM1,QWP
OS21
IM
HM2

图43

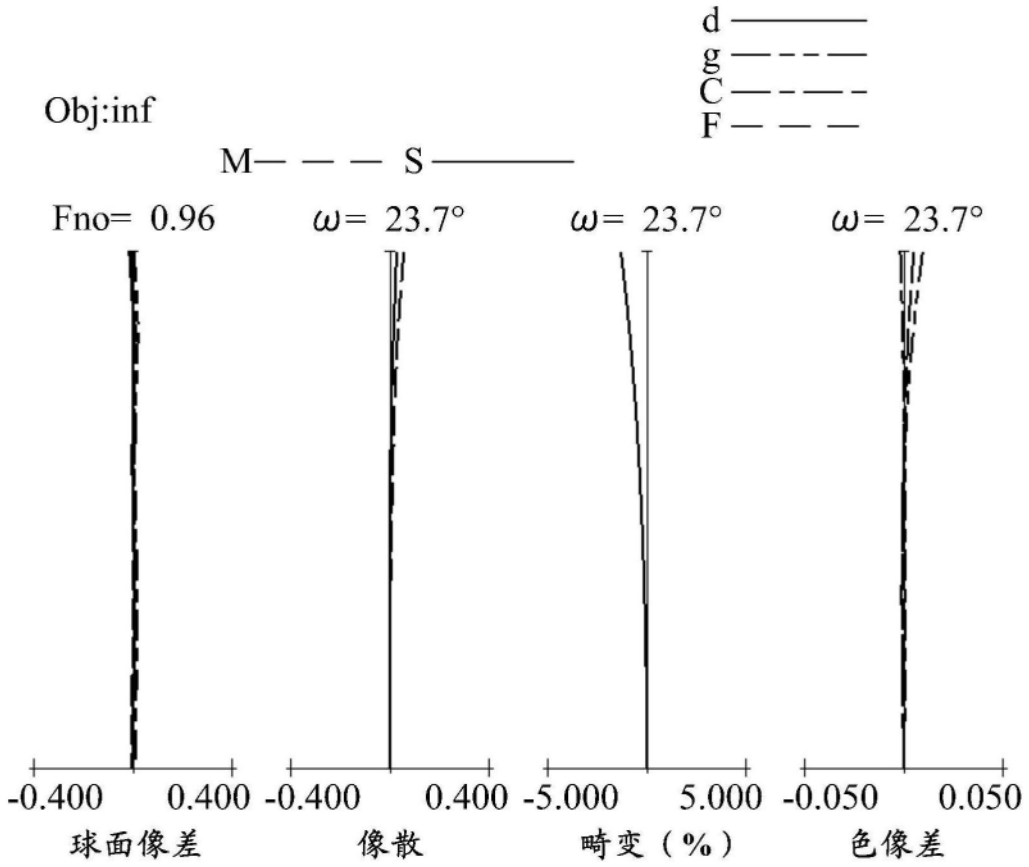

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 0.96
ω= 23.7°
ω= 23.7°
ω= 23.7°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图44A

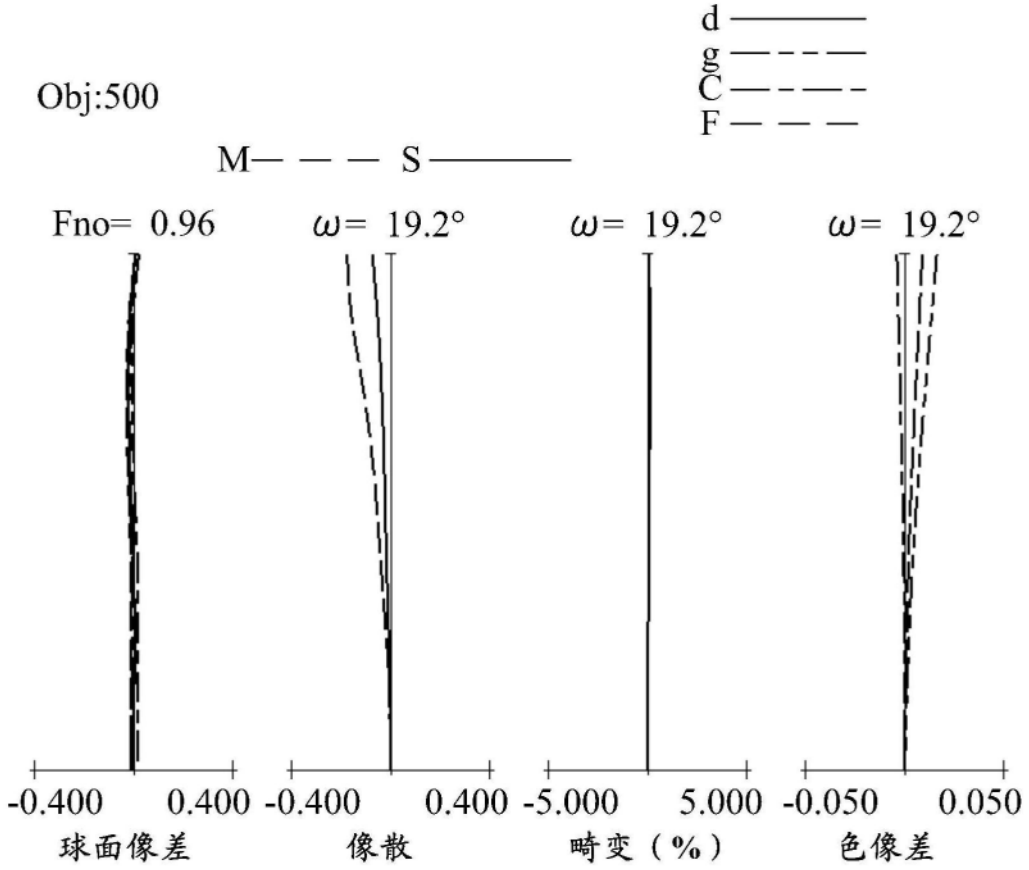

d
g
C
F
Obj:500
M
S
Fno= 0.96
ω= 19.2°
ω= 19.2°
ω= 19.2°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图44B

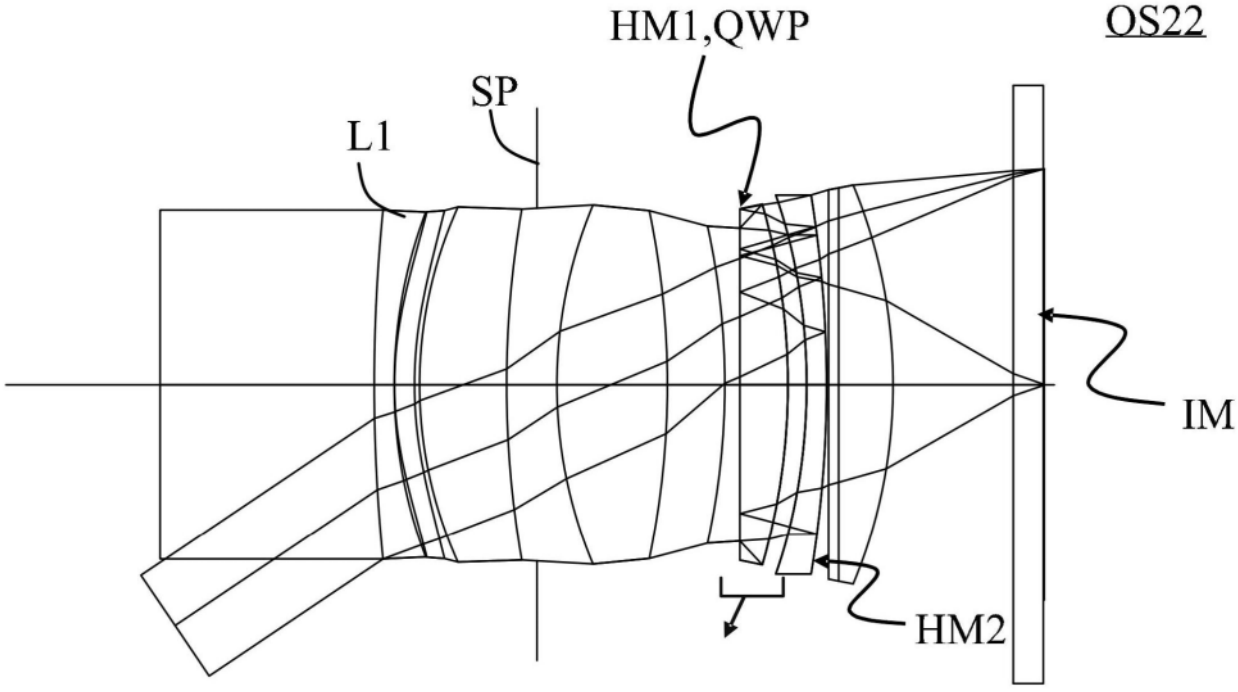

HM1,QWP
OS22
SP
L1
IM
HM2

图45

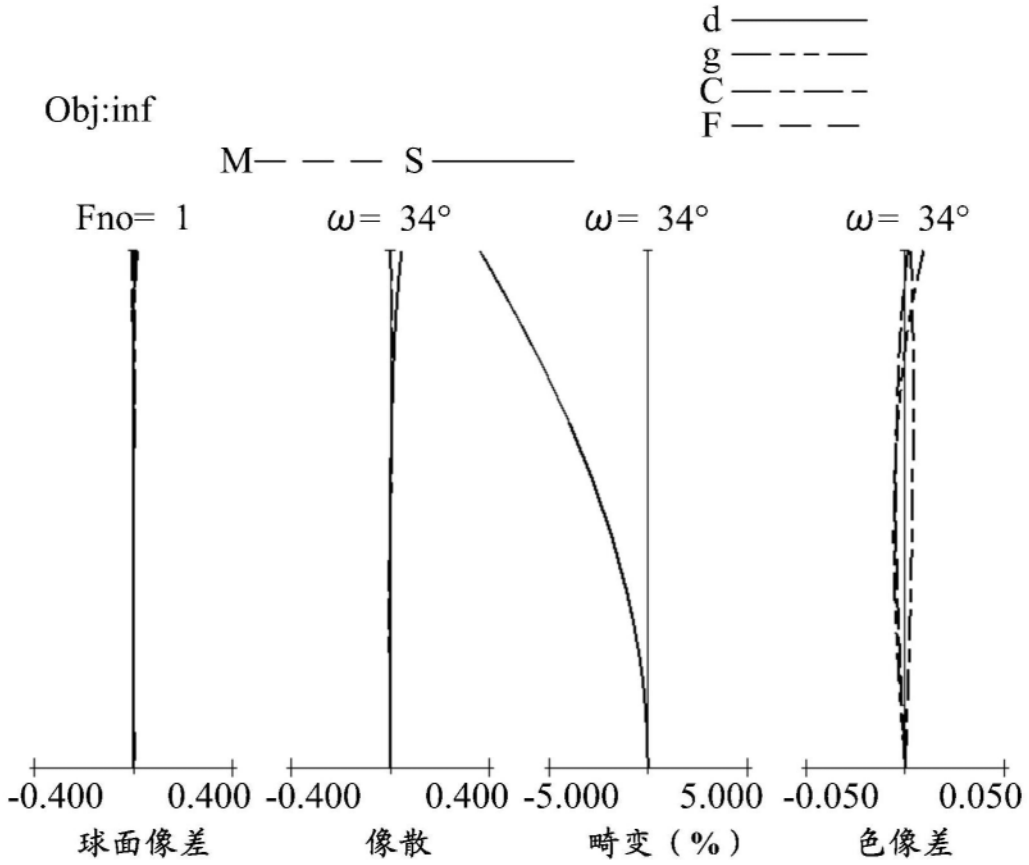

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 1
ω= 34°
ω= 34°
ω= 34°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图46A

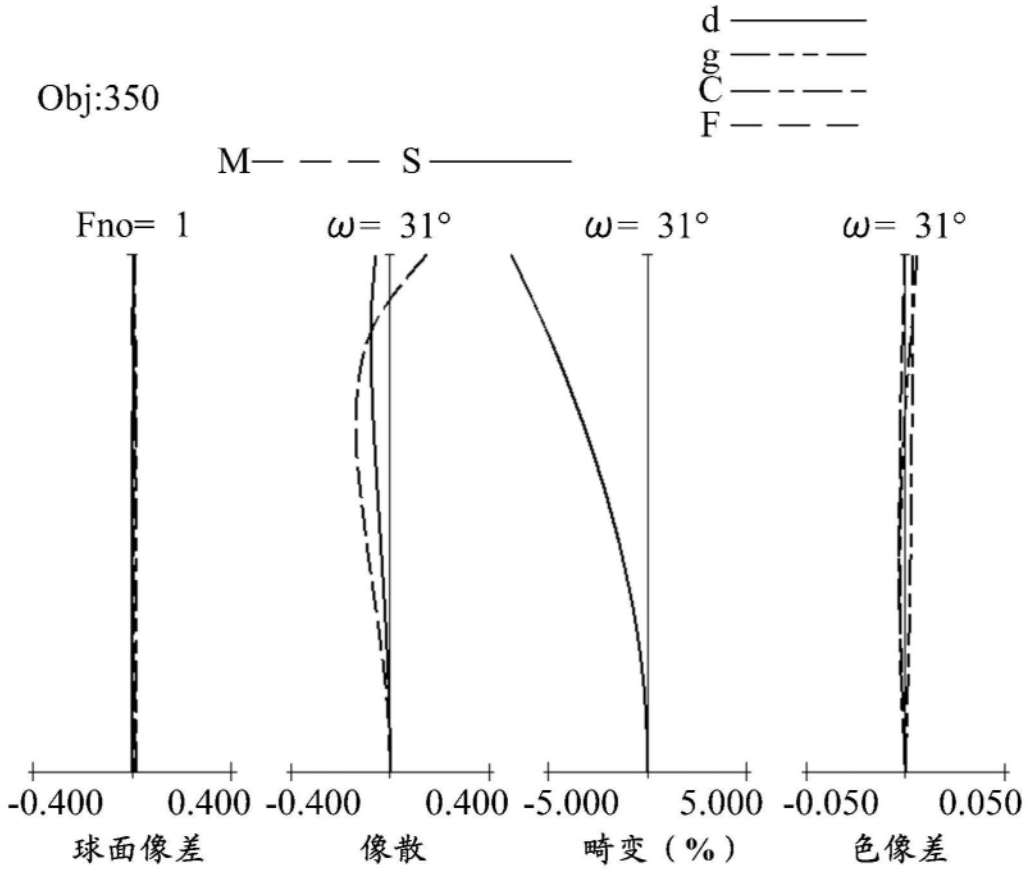

d
g
C
F
Obj:350
M
S
Fno= 1
ω= 31°
ω= 31°
ω= 31°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图46B

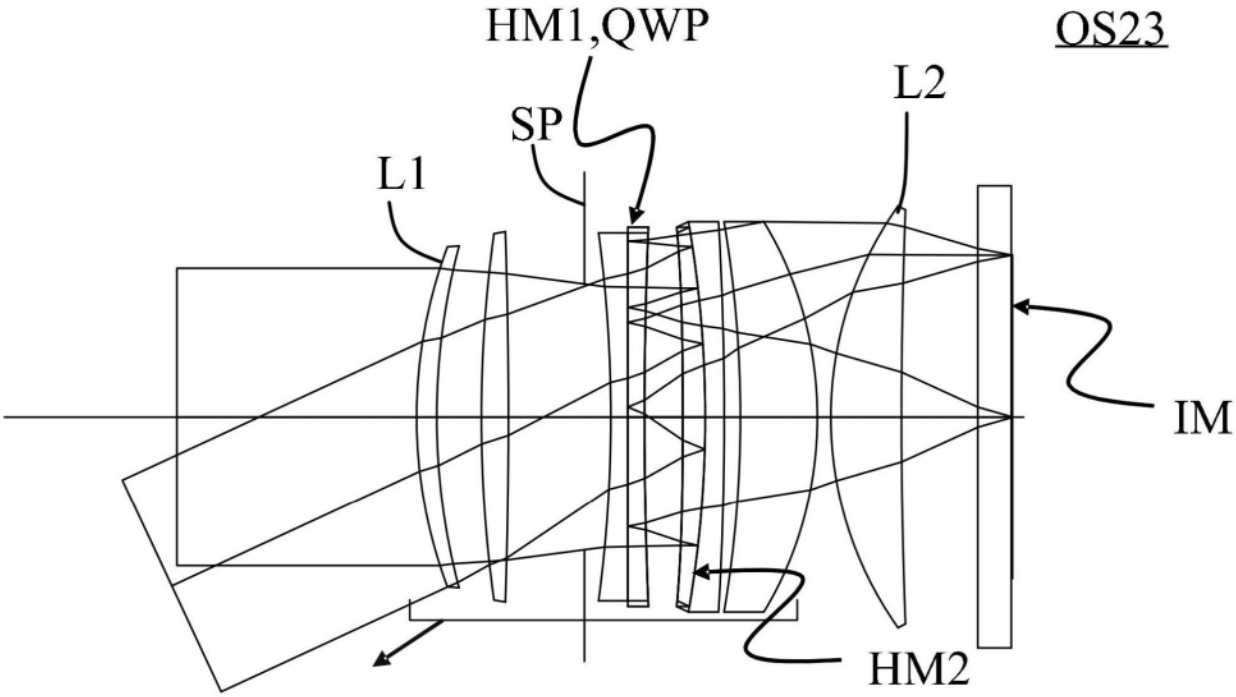

HM1,QWP
OS23
L2
SP
L1
IM
HM2

图47

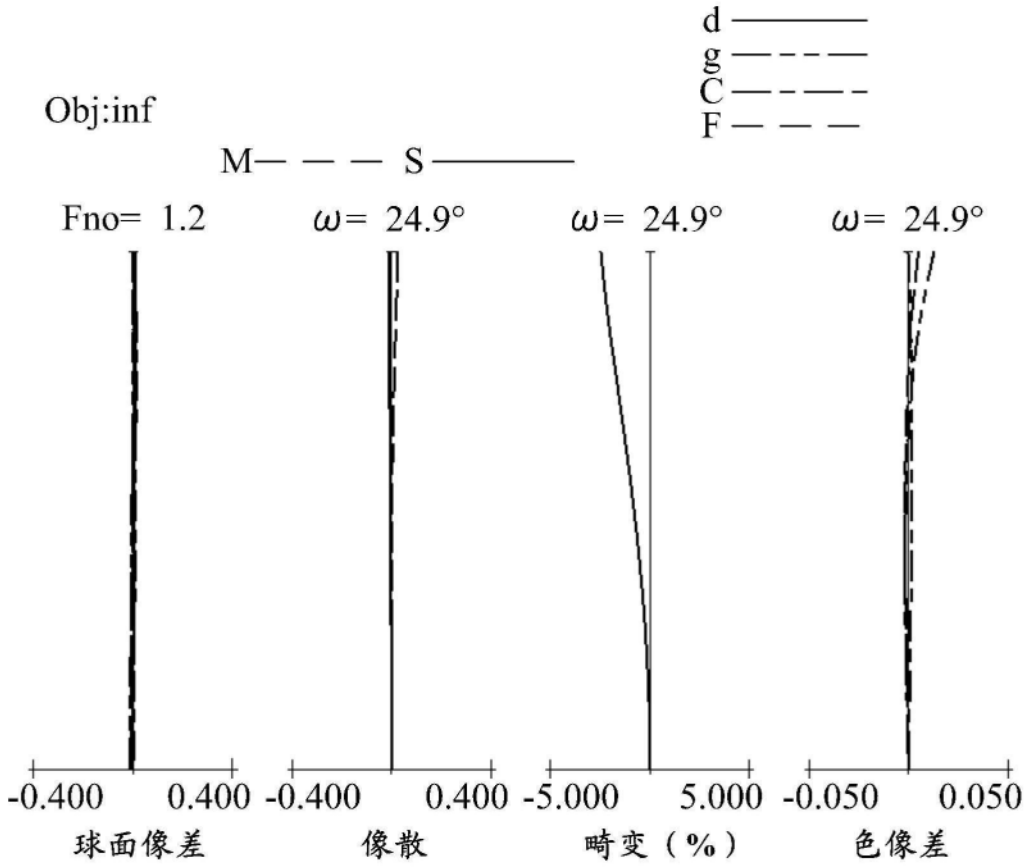

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 1.2
ω= 24.9°
ω= 24.9°
ω= 24.9°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图48A

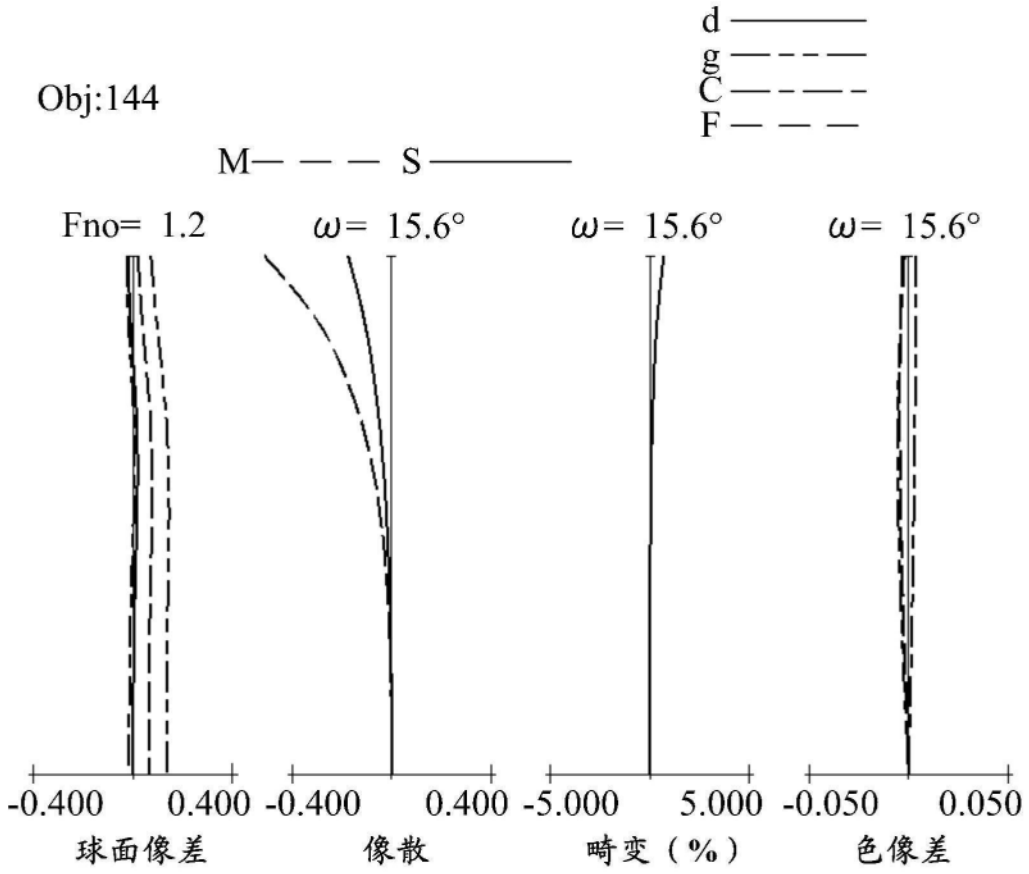

d
g
C
F
Obj:144
M
S
Fno= 1.2
ω= 15.6°
ω= 15.6°
ω= 15.6°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图48B

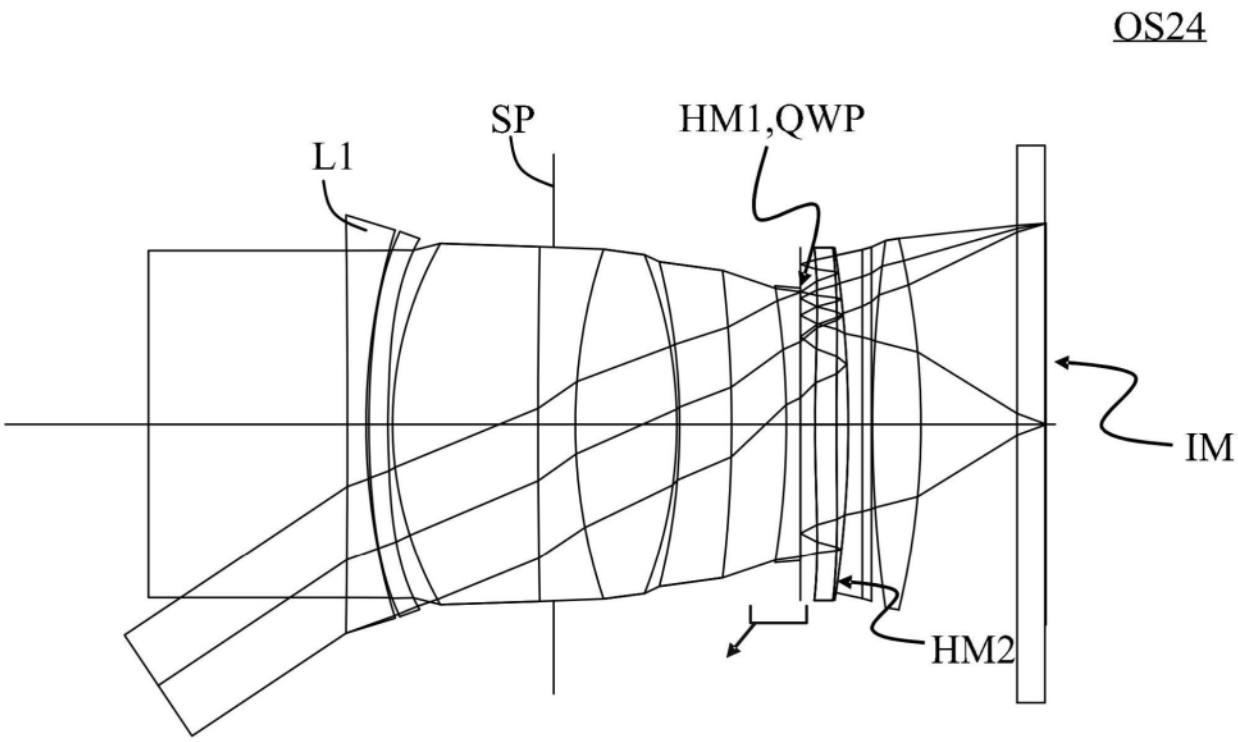

OS24
SP
HM1,QWP
L1
IM
HM2

图49

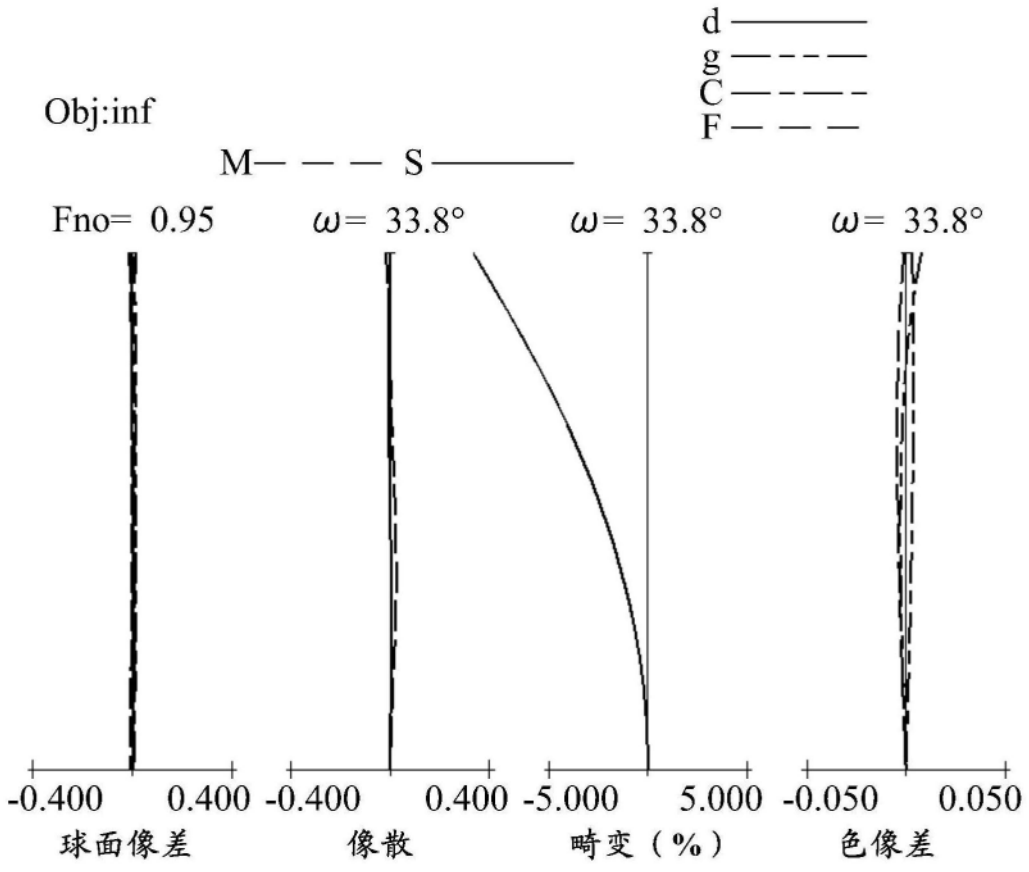

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 0.95
ω= 33.8°
ω= 33.8°
ω= 33.8°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图50A

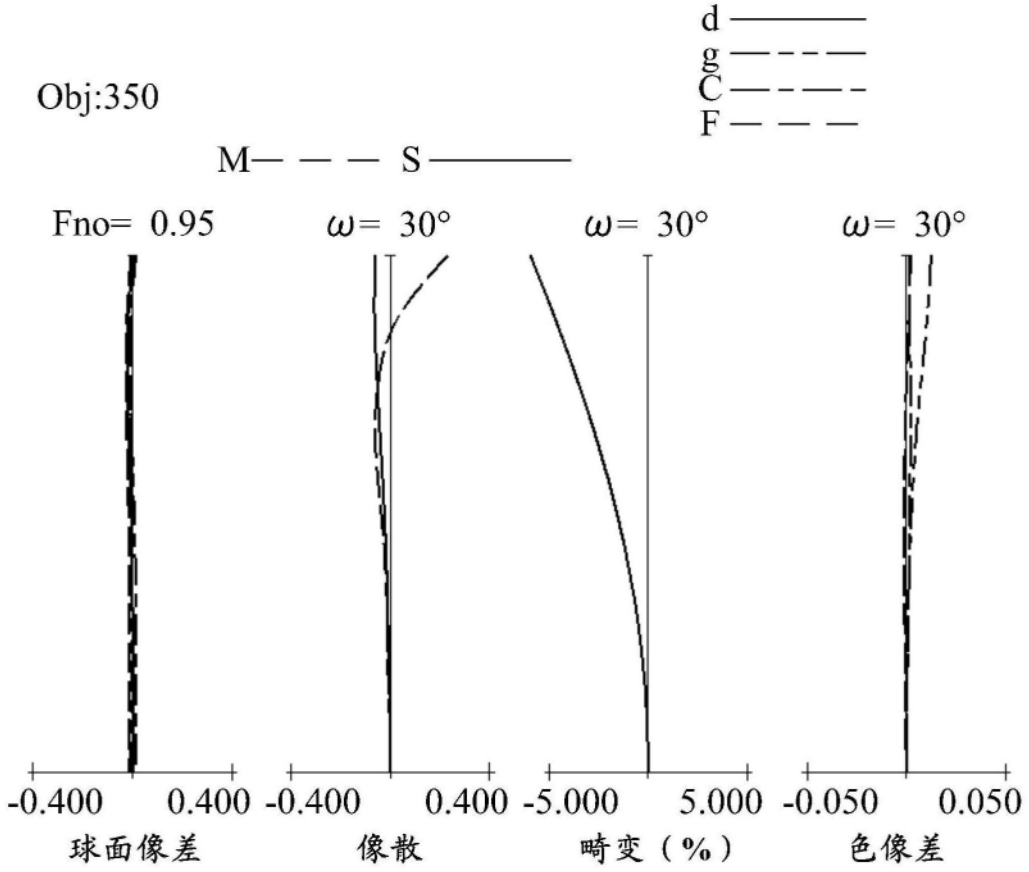

d
g
C
F
Obj:350
M
S
Fno= 0.95
ω= 30°
ω= 30°
ω= 30°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图50B

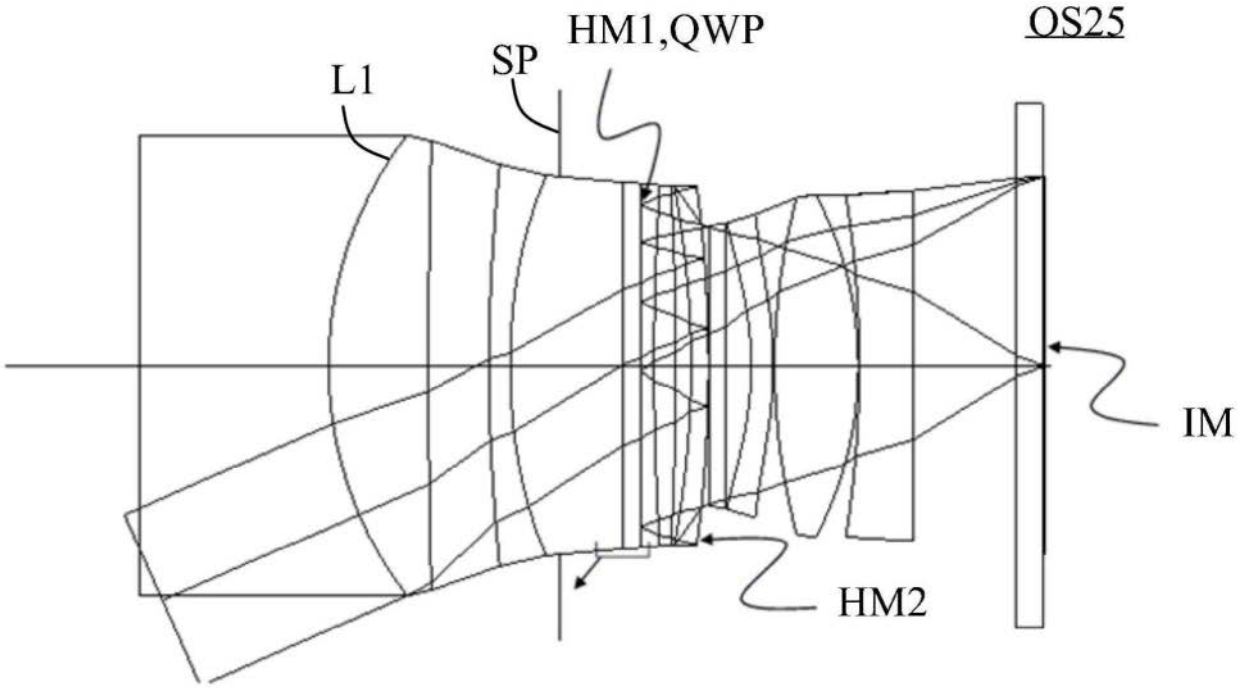

HM1,QWP
OS25
L1
SP
IM
HM2

图51

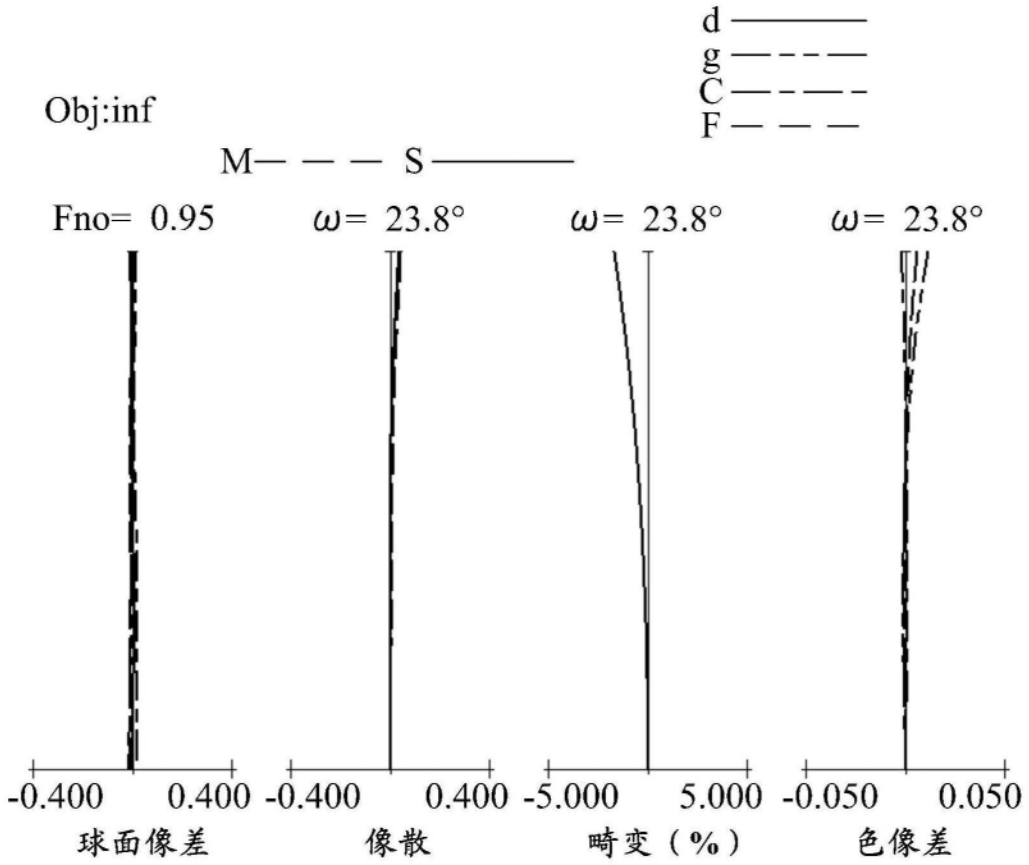

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 0.95
ω= 23.8°
ω= 23.8°
ω= 23.8°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图52A

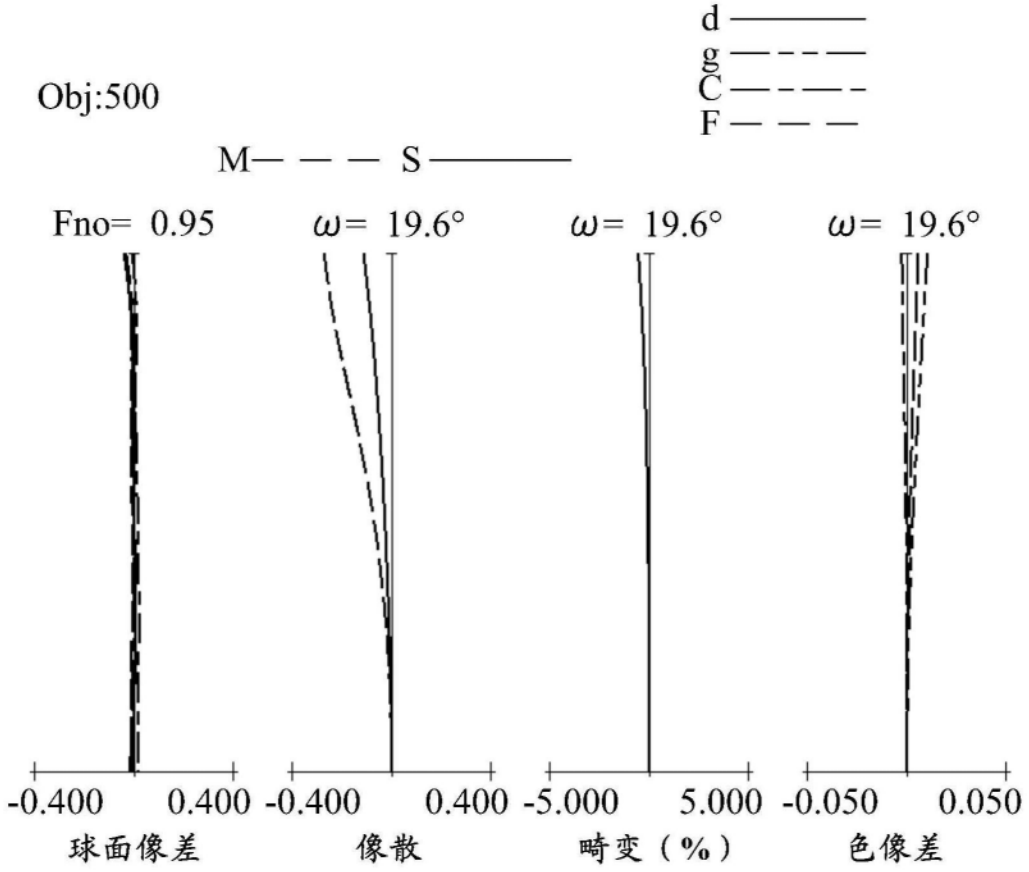

d
g
C
F
Obj:500
M
S
Fno= 0.95
ω= 19.6°
ω= 19.6°
ω= 19.6°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图52B

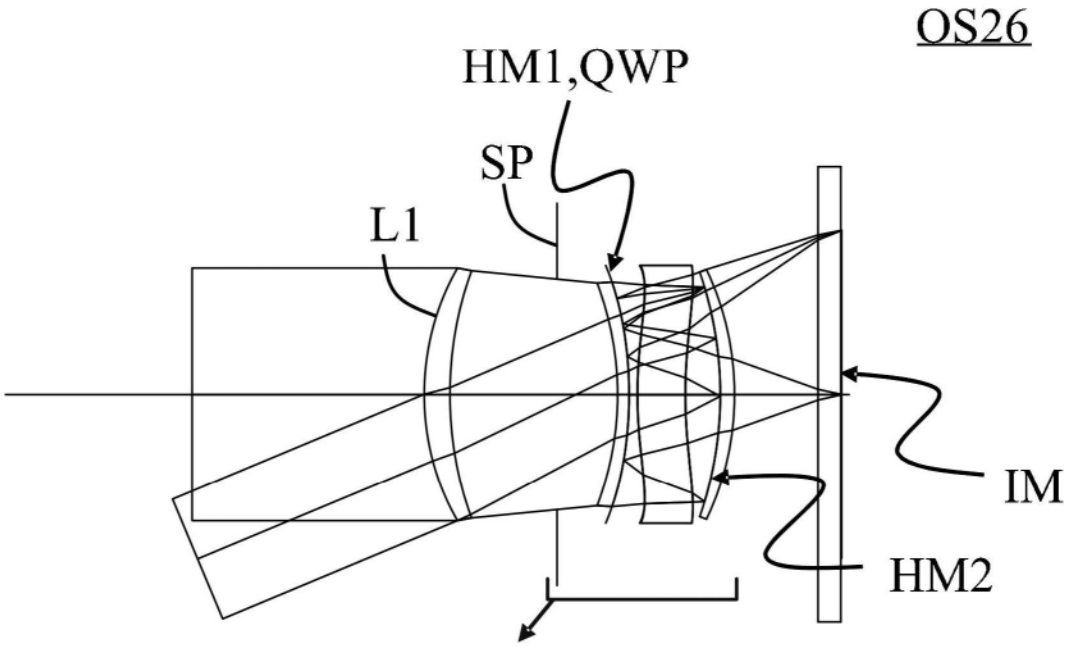

OS26
HM1,QWP
SP
L1
IM
HM2

图53

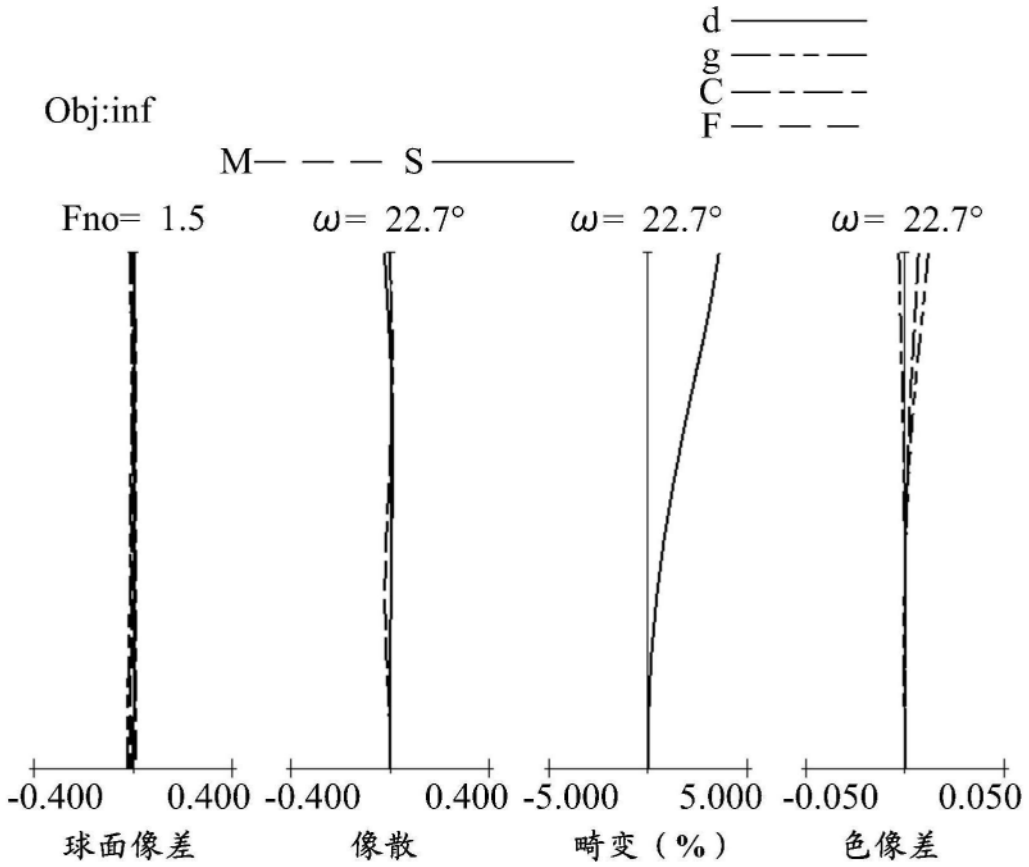

d
g
C
F
Obj:inf
M
S
Fno= 1.5
ω= 22.7°
ω= 22.7°
ω= 22.7°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图54A

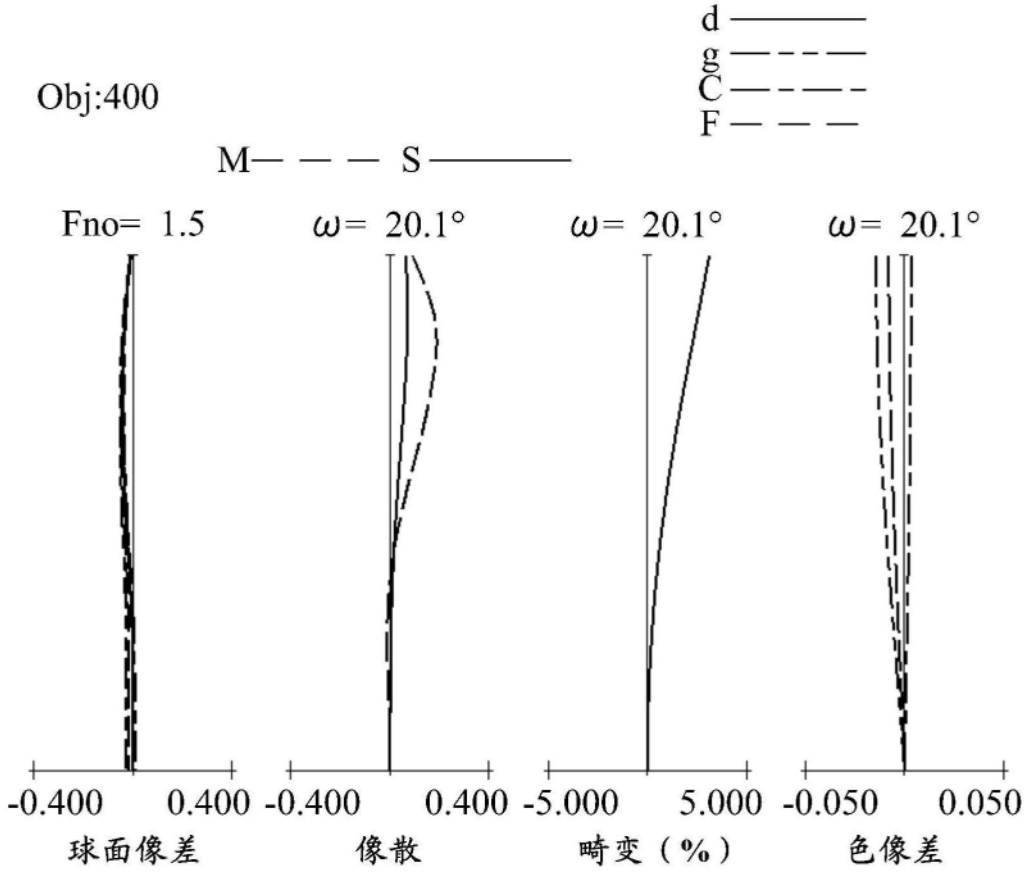

d
g
C
F
Obj:400
M
S
Fno= 1.5
ω= 20.1°
ω= 20.1°
ω= 20.1°
-0.400
0.400
-0.400
0.400
-5.000
5.000
-0.050
0.050
球面像差
像散
畸变（%）
色像差

图54B

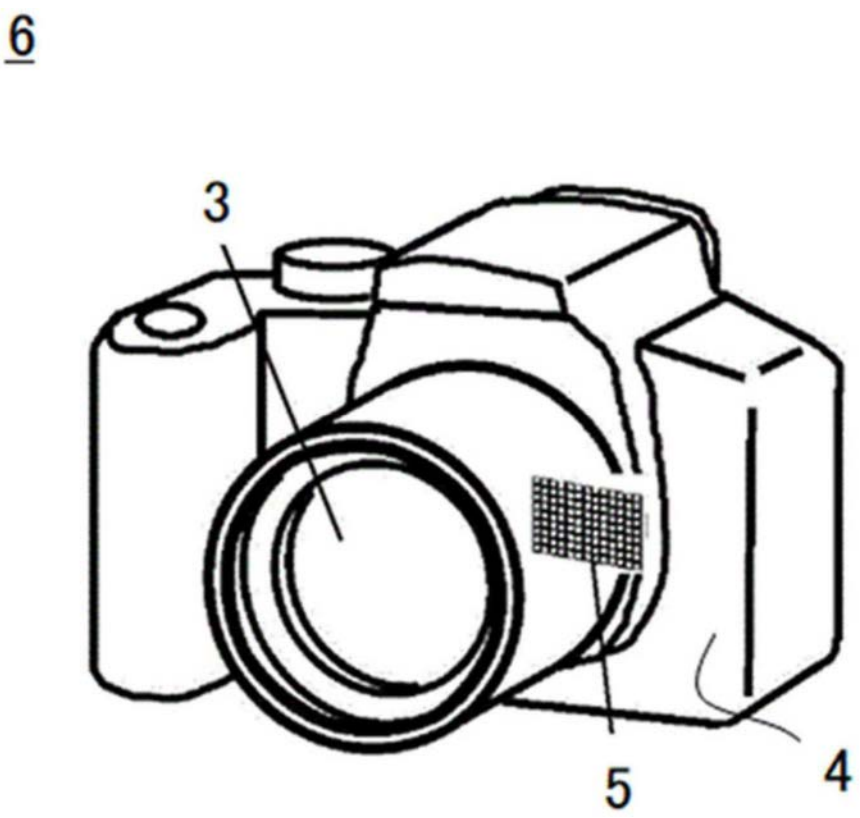


图55