



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116381916 A

(43) 申请公布日 2023. 07. 04

(21) 申请号 202211682358.8

(22) 申请日 2022.12.27

(30) 优先权数据

2022-000021 2022.01.01 JP

(71) 申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 中原诚 奥冈真也

(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 汪晶晶

(51) Int. Cl.

G02B 15/14 (2006.01)

G02B 15/16 (2006.01)

G02B 15/177 (2006.01)

G02B 13/18 (2006.01)

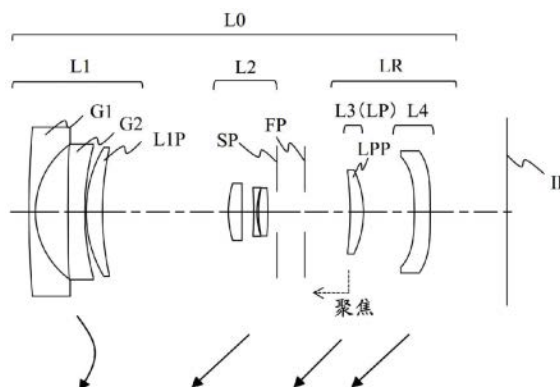
权利要求书3页 说明书22页 附图13页

(54) 发明名称

变焦透镜及具有该变焦透镜的图像拾取装置

(57) 摘要

本公开涉及变焦透镜及具有该变焦透镜的图像拾取装置。变焦透镜从物侧到像侧依次由具有负折光力的第一透镜单元、具有正折光力的第二透镜单元和包括一个或多个透镜单元的后组组成。相邻的透镜单元之间的各个距离在变焦期间改变。后组包括在从无限远物体到近距离物体聚焦期间从像侧到物侧移动的具有正折光力的聚焦透镜单元。聚焦透镜单元中最靠近物体的透镜具有在物侧具有凹表面的形状。满足以下不等式。 $1.20 < f_{LP}/f_{L2} < 3.20$ - $3.00 < f_{L1}/f_{L2} < -0.85$ f_{LP} 表示聚焦透镜单元的焦距, f_{L1} 表示第一透镜单元的焦距, 并且 f_{L2} 表示第二透镜单元的焦距。



1. 一种变焦透镜,从物侧到像侧依次由具有负折光力的第一透镜单元、具有正折光力的第二透镜单元和包括一个或多个透镜单元的后组组成,其中相邻的透镜单元之间的各个距离在变焦期间改变,

其中,后组包括在从无限远物体到近距离物体聚焦期间从像侧到物侧移动的具有正折光力的聚焦透镜单元,

其中聚焦透镜单元中最靠近物体的透镜具有在物侧具有凹表面的形状,并且

其中满足以下不等式:

$$1.20 < f_{LP}/f_{L2} < 3.20$$

$$-3.00 < f_{L1}/f_{L2} < -0.85$$

其中 f_{LP} 表示聚焦透镜单元的焦距, f_{L1} 表示第一透镜单元的焦距,并且 f_{L2} 表示第二透镜单元的焦距。

2. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中满足以下不等式:

$$0.25 < DSP_w/TL_w < 0.53$$

其中 DSP_w 表示在广角端处从孔径光阑到像平面的光轴上距离,并且 TL_w 表示变焦透镜在广角端处的透镜总长度。

3. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中第一透镜单元从物侧到像侧依次包括第一负透镜和第二负透镜,以及

其中满足以下不等式:

$$1.40 < n_{dG1} < 1.69$$

其中 n_{dG1} 表示第一负透镜的折射率。

4. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中第一透镜单元从物侧到像侧依次包括第一负透镜和第二负透镜,以及

其中满足以下不等式:

$$45 < v_{dG1} < 95$$

其中 v_{dG1} 表示第一负透镜的阿贝数。

5. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中满足以下不等式:

$$1.40 < n_{dLPP} < 1.65$$

其中 n_{dLPP} 表示聚焦透镜单元中具有最大正折光力值的正透镜的折射率。

6. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中满足以下不等式:

$$45 < v_{dLPP} < 95$$

其中 v_{dLPP} 表示聚焦透镜单元中具有最大正折光力值的正透镜的阿贝数。

7. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中满足以下不等式:

$$1.60 < n_{dL1P} < 2.10$$

其中 n_{dL1P} 表示第一透镜单元中具有最大正折光力值的正透镜的折射率。

8. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中满足以下不等式:

$$15 < v_{dL1P} < 45$$

其中 v_{dL1P} 表示第一透镜单元中具有最大正折光力值的正透镜的阿贝数。

9. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中第一透镜单元从物侧到像侧依次包括第一负透镜和第二负透镜,以及

其中第一负透镜与第二负透镜之间在光轴上存在空气距离。

10. 根据权利要求1所述的变焦透镜, 其中满足以下不等式:

$$0.50 < \text{MLP} / \text{ML2} < 1.50$$

其中MLP表示在对无限远物体聚焦的状态下从广角端到望远端变焦期间聚焦透镜单元的移动量, 并且ML2表示在对无限远物体聚焦的状态下从广角端到望远端变焦期间第二透镜单元的移动量。

11. 根据权利要求1所述的变焦透镜, 其中第一透镜单元从物侧到像侧依次包括第一负透镜和第二负透镜, 以及

其中满足以下不等式:

$$0 < f_{G1} / f_{G2} < 0.42$$

其中 f_{G1} 表示第一负透镜的焦距, 并且 f_{G2} 表示第二负透镜的焦距。

12. 根据权利要求1所述的变焦透镜, 其中第一透镜单元从物侧到像侧依次包括第一负透镜和第二负透镜, 以及

其中满足以下不等式:

$$-3.00 < (G1R2 + G1R1) / (G1R2 - G1R1) < -0.10$$

其中 $G1R2$ 表示第一负透镜的像侧的透镜表面的曲率半径, 并且 $G1R1$ 表示第一负透镜的物侧的透镜表面的曲率半径。

13. 根据权利要求1所述的变焦透镜, 其中第一透镜单元从物侧到像侧依次由第一负透镜、第二负透镜和正透镜组成。

14. 根据权利要求1所述的变焦透镜, 其中, 所述第一透镜单元从物侧到像侧依次包括第一负透镜和第二负透镜, 以及

其中第二负透镜由树脂材料制成。

15. 根据权利要求1所述的变焦透镜, 其中第一透镜单元从物侧到像侧依次包括第一负透镜和第二负透镜, 以及

其中第二负透镜的物侧和像侧的透镜表面中的至少一个透镜表面具有非球面形状。

16. 根据权利要求1所述的变焦透镜, 其中第二透镜单元包括孔径光阑, 并且

其中所述孔径光阑部署在第二透镜单元中最靠近图像的位置处。

17. 根据权利要求1所述的变焦透镜, 其中第二透镜单元中的透镜的数量为三个或更少。

18. 根据权利要求1所述的变焦透镜, 其中所述聚焦透镜单元由单个正透镜元件组成, 该单个正透镜元件具有在物侧具有凹表面的弯月形状。

19. 根据权利要求1所述的变焦透镜, 其中第二透镜单元在图像稳定期间在包括与光轴正交的分量的方向上移动。

20. 根据权利要求1至19中的任一项所述的变焦透镜, 其中所述后组从物侧到像侧依次由具有正折光力的第三透镜单元和具有负折光力的第四透镜单元组成。

21. 根据权利要求1至19中的任一项所述的变焦透镜, 其中所述后组从物侧到像侧依次由具有正折光力的第三透镜单元和具有正折光力的第四透镜单元组成。

22. 根据权利要求1至19中的任一项所述的变焦透镜, 其中所述后组从物侧到像侧依次由具有正折光力的第三透镜单元、具有负折光力的第四透镜单元和具有正折光力的第五透

镜单元组成。

23. 根据权利要求1至19中的任一项所述的变焦透镜, 其中所述后组从物侧到像侧依次由具有负折光力的第三透镜单元、具有正折光力的第四透镜单元和具有负折光力的第五透镜单元组成。

24. 根据权利要求1至19中的任一项所述的变焦透镜, 其中所述后组从物侧到像侧依次由具有负折光力的第三透镜单元、具有正折光力的第四透镜单元、具有负折光力的第五透镜单元和具有正折光力的第六透镜单元组成。

25. 一种图像拾取装置, 包括:

根据权利要求1至24中的任一项所述的变焦透镜; 以及

图像传感器, 被配置为接收由变焦透镜形成的图像的光。

26. 根据权利要求25所述的图像拾取装置, 其中在所述图像传感器中, 在广角端处的有效图像圆直径小于在望远端处的有效图像圆直径。

变焦透镜及具有该变焦透镜的图像拾取装置

技术领域

[0001] 本公开的实施例的一个方面涉及一种变焦透镜,其适用于使用固态图像传感器的图像拾取装置,诸如数字静态相机、数字视频相机、广播相机、监视相机等,或者适用于诸如使用卤化银胶片的相机之类的图像拾取装置。

背景技术

[0002] 在图像拾取装置中使用的变焦透镜需要具有宽视角、小尺寸和良好的光学特性。作为具有宽视角的变焦透镜,已知所谓的负引导型(negative lead type)变焦透镜,其包括部署在最靠近物体的位置处的具有负折光力的透镜单元。

[0003] 在前侧包括具有负折光力的透镜单元的负引导型变焦透镜具有可以相对容易地加宽视角并且可以容易地获得长后焦距的特性。但是,在负引导型变焦透镜中,透镜结构可能相对于孔径光阑不对称,因此难以校正各种像差。例如,难以降低聚焦期间的像差变化,这使得很难取得高光学性能。特别地,利用位于比第一透镜单元L1更靠近图像的位置处的透镜单元执行聚焦的内聚焦方法,容易使聚焦透镜单元更小和更轻并且容易使其进行高速聚焦,但是聚焦期间的像差变化可能增加。为了在减小聚焦透镜单元的尺寸和重量的同时实现良好的光学性能,重要的是在包括聚焦透镜单元的各个透镜单元中适当地设置光焦度布置(power arrangement)。

[0004] 日本专利公开No. (“JP”) 2019-040029公开了一种变焦透镜,其从物侧到像侧依次由具有负折光力的第一透镜单元、具有正折光力的第二透镜单元、具有负折光力的第三透镜单元和具有正折光力的第四透镜单元组成。

[0005] 虽然JP 2019-040029中描述的变焦透镜实现了小型聚焦透镜单元,但其光学性能不足。

发明内容

[0006] 本公开提供了一种具有良好光学性能的小型变焦透镜以及具有该变焦透镜的图像拾取装置和图像拾取系统。

[0007] 根据实施例的一个方面的变焦透镜从物侧到像侧依次由具有负折光力的第一透镜单元、具有正折光力的第二透镜单元和包括一个或多个透镜单元的后组组成。相邻的透镜单元之间的各个距离在变焦期间改变。后组包括在从无限远物体到近距离物体聚焦期间从像侧到物侧移动的具有正折光力的聚焦透镜单元。聚焦透镜单元中最靠近物体的透镜具有在物侧具有凹表面的形状。满足以下不等式。

[0008] $1.20 < f_{LP}/f_{L2} < 3.20$

[0009] $-3.00 < f_{L1}/f_{L2} < -0.85$

[0010] f_{LP} 表示聚焦透镜单元的焦距, f_{L1} 表示第一透镜单元的焦距,并且 f_{L2} 表示第二透镜单元的焦距。

[0011] 根据实施例的一个方面的图像拾取装置包括变焦透镜和被配置为接收由变焦透

镜形成的图像的图像传感器。

[0012] 本发明的其它特征将从以下参考附图对示例性实施例的描述中变得清楚。

附图说明

[0013] 图1是根据示例1的变焦透镜的透镜截面图。

[0014] 图2A至图2C是根据示例1的变焦透镜的像差图。

[0015] 图3是根据示例2的变焦透镜的透镜截面图。

[0016] 图4A至图4C是根据示例2的变焦透镜的像差图。

[0017] 图5是根据示例3的变焦透镜的透镜截面图。

[0018] 图6A至图6C是根据示例3的变焦透镜的像差图。

[0019] 图7是根据示例4的变焦透镜的透镜截面图。

[0020] 图8A至图8C是根据示例4的变焦透镜的像差图。

[0021] 图9是根据示例5的变焦透镜的透镜截面图。

[0022] 图10A至图10C是根据示例5的变焦透镜的像差图。

[0023] 图11是根据示例6的变焦透镜的透镜截面图。

[0024] 图12A至图12C是根据示例6的变焦透镜的像差图。

[0025] 图13是图像拾取装置的示意图。

具体实施方式

[0026] 参考附图,给出根据本公开的变焦透镜和具有该变焦透镜的图像拾取装置的实施例的描述。

[0027] 图1、图3、图5、图7、图9和图11分别是根据示例1至示例6的变焦透镜L0的透镜截面图,并且各自例示了变焦透镜L0在广角端处聚焦于无限远物体(即,无限远物体对焦状态)。根据各个示例的变焦透镜L0用于图像拾取装置,诸如数字视频相机、数字静态相机、广播相机、卤化银胶片相机和监视相机,或者用于包括可互换透镜的光学设备。

[0028] 在各个透镜截面图中,左侧是物侧,并且右侧是像侧。根据各个示例的变焦透镜L0被配置为包括多个透镜单元。在本申请的说明书中,透镜单元是变焦透镜L0的组件并且包括单个透镜或多个透镜。透镜单元可以包括孔径光阑或耀斑截止光圈。在根据各个示例的变焦透镜L0中,相邻的透镜单元之间的各个距离在从广角端到望远端变焦期间改变。

[0029] 在各个透镜截面图中,附图标记Li表示变焦透镜L0中的透镜单元当中从物侧数起的第i个(i是自然数)透镜单元。附图标记SP表示孔径光阑。附图标记FP表示截止不需要的光的耀斑截止滤光器。附图标记IP表示像平面,并且当根据各个示例的变焦透镜L0用于数字静态相机或数字视频相机的图像拾取光学系统时,诸如CCD传感器和CMOS传感器之类的固态图像传感器(光电转换元件)的图像拾取平面部署在像平面IP处。当根据各个示例的变焦透镜L0用于卤化银胶片相机的图像拾取光学系统时,与胶片表面对应的光敏表面部署在像平面IP处。

[0030] 各个透镜截面图中的实线箭头分别表示从广角端到望远端变焦期间透镜单元的简化移动轨迹。在本申请的说明书中,广角端和望远端是指当各个透镜单元位于光轴上的机械可移动范围的一端和另一端时的变焦位置。各个透镜截面图中的虚线箭头表示从无限

远物体到近距离物体聚焦期间透镜单元的简化移动轨迹。

[0031] 图2A至2C、图4A至图4C、图6A至图6C、图8A至图8C、图10A至图10C和图12A至图12C分别是根据示例1至示例6的变焦透镜L0的像差图。各个像差图都例示了无限远物体对焦状态下的像差。图2A、图4A、图6A、图8A、图10A和图12A中的各个图都是在广角端处的像差图，图2B、图4B、图6B、图8B、图10B和图12B中的各个图都是在中间变焦位置处的像差图，并且图2C、图4C、图6C、图8C、图10C和图12C中的各个图都是在望远端处的像差图。

[0032] 在各个球面像差图中， F_{no} 表示F数，并且例示了关于d线（波长587.6nm）和g线（波长435.8nm）的球面像差量。在各个像散图中， ΔS 表示弧矢像平面中的像散量，并且 ΔM 表示子午像平面中的像散量。各个畸变图例示了关于d线的畸变量。各个色差图例示了g线处的色差量。附图标记 ω 表示图像拾取半视角（°），其是通过近轴计算获取的视角。

[0033] 接下来，给出根据各个示例的变焦透镜L0中的特性配置的描述。

[0034] 根据各个示例的变焦透镜L0从物侧到像侧依次包括具有负折光力的第一透镜单元L1、具有正折光力的第二透镜单元L2和包括一个或多个透镜单元的后组LR。后组LR包括部署在第二透镜单元L2的像侧的所有透镜单元。变焦透镜L0是其中相邻的透镜单元之间的各个距离在变焦期间改变的变焦透镜。后组LR包括透镜单元LP（聚集透镜单元），其具有正折光力并且在从无限远物体到近距离物体聚焦期间从像侧到物侧移动。

[0035] 在根据各个示例的变焦透镜L0中，第一透镜单元L1可以从物侧到像侧依次包括负透镜G1（第一负透镜）和负透镜G2（第二负透镜）。

[0036] 在通过使用部署在比第一透镜单元L1更靠近图像的位置处的透镜单元来执行聚焦的内聚焦方法的情况下，容易减小聚焦透镜单元的尺寸和重量并且进行高速聚焦，但是聚焦期间的像差变化可能增加。在减小聚集透镜单元的尺寸和重量的同时要实现良好的光学性能时，要适当设置包括聚集透镜单元在内的透镜单元中的相应光焦度布置。

[0037] 因此，在根据各个示例的变焦透镜L0中，适当地设置各个透镜单元的焦距。具体而言，根据各个示例的变焦透镜L0满足以下不等式(1)和不等式(2)。

[0038] $1.20 < f_{LP}/f_{L2} < 3.20$ (1)

[0039] $-3.00 < f_{L1}/f_{L2} < -0.85$ (2)

[0040] f_{LP} 表示透镜单元LP的焦距， f_{L1} 表示第一透镜单元L1的焦距，并且 f_{L2} 表示第二透镜单元L2的焦距。

[0041] 不等式(1)与透镜单元LP的焦距 f_{LP} 与第二透镜单元L2的焦距 f_{L2} 之间的比率相关。如果该值小于不等式(1)的下限值，那么透镜单元LP的折光力太强以至于难以减小包括球面像差在内的各种像差在聚焦期间的变化。另一方面，如果该值大于不等式(1)的上限值，那么透镜单元LP的折光力太弱以至于聚焦期间的移动量增加。

[0042] 不等式(2)与第一透镜单元L1的焦距 f_{L1} 与第二透镜单元L2的焦距 f_{L2} 之间的比率相关。如果该值小于不等式(2)的下限值，那么第一透镜单元L1的折光力太弱以至于难以减小变焦透镜的尺寸。另一方面，如果该值大于不等式(2)的上限值，那么第一透镜单元L1的负折光力太强以至于在第一透镜单元L1中出现的诸如慧差和场曲之类的轴外像差增加，这使得难以充分校正像差。

[0043] 上述配置可以提供具有良好光学性能的小型变焦透镜。

[0044] 不等式(1)和(2)的数值范围可以被设置为以下不等式(1a)和(2a)的数值范围。

[0045] $1.30 < f_{LP}/f_{L2} < 3.10$ (1a)

[0046] $-2.50 < f_{L1}/f_{L2} < -0.90$ (2a)

[0047] 不等式 (1a) 和 (2a) 的数值范围可以被设置为以下不等式 (1b) 和 (2b) 的数值范围。

[0048] $1.40 < f_{LP}/f_{L2} < 3.05$ (1b)

[0049] $-2.00 < f_{L1}/f_{L2} < -0.95$ (2b)

[0050] 这里, 根据各个示例的变焦透镜L0被设计为允许发生畸变。在使用最近发展起来的电子像差校正技术的前提下, 该图像处理技术可以校正由畸变引起的图像的变形。因此, 包括变焦透镜L0的图像拾取光学系统包括在变焦透镜L0中出现的畸变量的设计值。使用畸变量的设计值, 通过任意图像处理单元 (例如, 附接到诸如相机主体之类的图像拾取装置上的CPU) 中的图像处理来校正由该图像拾取光学系统捕获的电子图像。

[0051] 允许发生畸变的变焦透镜不需要校正畸变的透镜, 因此可以容易地减小变焦透镜的尺寸和重量。具体而言, 使图像传感器在广角端处的有效图像拾取范围 (有效图像圆直径) 小于图像传感器在望远端处的有效图像拾取范围 (有效图像圆直径) 并如上所述校正畸变有助于减小前透镜直径。

[0052] 在根据各个示例的变焦透镜L0中, 透镜的一部分或透镜单元的一部分可以通过在图像稳定期间沿着包括与光轴正交的分量的方向 (该方向可以与光轴正交) 平行移位 (移动) 而用作图像稳定光学系统。另外, 也可以在部署在最靠近图像的位置处的透镜与图像拾取平面之间放置诸如低通滤光片、红外光截止滤光片等实质上不具有折光力的平行平板。

[0053] 接下来, 给出根据各个示例的变焦透镜L0中可以满足的条件的描述。

[0054] 根据各个示例的变焦透镜L0可以满足以下不等式 (3) 至 (12) 中的一个或多个。

[0055] $0.25 < DSPw/TLw < 0.53$ (3)

[0056] $1.40 < nd_{G1} < 1.69$ (4)

[0057] $45 < vd_{G1} < 95$ (5)

[0058] $1.40 < nd_{LPP} < 1.65$ (6)

[0059] $45 < vd_{LPP} < 95$ (7)

[0060] $1.60 < nd_{L1P} < 2.10$ (8)

[0061] $15 < vd_{L1P} < 45$ (9)

[0062] $0.50 < MLP/ML2 < 1.50$ (10)

[0063] $0 < f_{G1}/f_{G2} < 0.42$ (11)

[0064] $-3.00 < (G1R2+G1R1)/(G1R2-G1R1) < -0.10$ (12)

[0065] DSPw表示在广角端处从孔径光阑SP到像平面IP的光轴上距离。TLw表示变焦透镜L0在广角端处的透镜总长度。ndG1表示负透镜G1相对于d线的折射率, 并且vdG1表示负透镜G1相对于d线的阿贝数。ndLPP表示透镜单元LP中具有最强正折光力 (最大正折光力值) 的正透镜LPP相对于d线的折射率。折光力用焦距的倒数表示, 并且强折光力是指焦距的倒数的值大 (焦距的值小)。vdLPP表示透镜单元LP中具有最强正折光力 (最大正折光力值) 的正透镜LPP相对于d线的阿贝数。ndL1P表示第一透镜单元L1中具有最强正折光力 (最大正折光力值) 的正透镜L1P相对于d线的折射率。vdL1P表示第一透镜单元L1中具有最强正折光力 (最大正折光力值) 的正透镜L1P相对于d线的阿贝数。MLP表示在对无限远物体聚焦的状态下从广角端到望远端变焦期间透镜单元LP的移动量。假定移动量的符号在透镜单元LP在望远端

处相对于透镜单元LP在广角端处的位置位于物侧时为负,并且在透镜单元LP在望远端处相对于透镜单元LP在广角端处的位置位于像侧时为正。 $ML2$ 表示在从广角端到望远端变焦期间第二透镜单元L2的移动量。假定移动量的符号在第二透镜单元L2在望远端处相对于第二透镜单元L2在广角端处的位置位于物侧时为负,并且在第二透镜单元L2在望远端处相对于第二透镜单元L2在广角端处的位置位于像侧时为正。 $fG1$ 表示负透镜G1的焦距,并且 $fG2$ 表示负透镜G2的焦距。 $G1R2$ 表示负透镜G1的像侧透镜表面(像侧的透镜表面)的曲率半径,并且 $G1R1$ 表示负透镜G1的物侧透镜表面(物侧的透镜表面)的曲率半径。

[0066] 不等式(3)与在广角端处从孔径光阑SP到像平面IP的光轴上距离 $DSPw$ 与广角端处的透镜总长度 TLw 之间的比率相关。将孔径光阑SP放置在适当的位置处使得可以在减小孔径光阑SP的直径的同时容易地减小变焦透镜L0的尺寸。如果从孔径光阑SP到像平面IP的距离太短以至于该值小于不等式(3)的下限值,那么放置在孔径光阑SP的物侧的透镜的外径可能大。这使得难以减小变焦透镜L0的尺寸。另一方面,如果从孔径光阑SP到像平面IP的距离太长以至于该值大于不等式(3)的上限值,那么在第一透镜单元L1中发散的光束进入孔径光阑SP而不会聚。因此,难以减小孔径光阑SP的直径,这使得难以减小变焦透镜L0的尺寸。

[0067] 不等式(4)与负透镜G1的折射率 $ndG1$ 相关。如果该值小于不等式(4)的下限值,那么由于折射率小,因此可能使用比重(specific gravity)小的玻璃材料。这对于减小变焦透镜L0的重量是有效的,但是由于折光力小,因此尺寸减小变得困难。如果该值大于不等式(4)的上限值,那么透镜的比重大,这使得重量减小困难。

[0068] 不等式(5)与负透镜G1相对于d线的阿贝数 $vdG1$ 相关。如果该值小于不等式(5)的下限值,那么难以校正横向色差。如果该值大于不等式(5)的上限值,那么横向色差被过度校正。

[0069] 不等式(6)与透镜单元LP中具有最强正折光力的正透镜LPP相对于d线的折射率 $ndLPP$ 相关。如果该值小于不等式(6)的下限值,那么由于正透镜LPP的折射率太小,因此使其透镜表面的曲率半径变小以获取正确的折光力。这使得难以校正包括球面像差在内的各种像差。另一方面,如果该值大于不等式(6)的上限值,那么正透镜LPP的比重可能大,这使得重量减小困难。

[0070] 不等式(7)与透镜单元LP中具有最强正折光力的正透镜LPP相对于d线的阿贝数 $vdLPP$ 相关。如果该值小于不等式(7)的下限值,那么难以校正横向色差和轴上色差。如果该值大于不等式(7)的上限值,那么横向色差和轴上色差被过度校正。

[0071] 不等式(8)与第一透镜单元L1中具有最强正折光力的正透镜L1P相对于d线的折射率 $ndL1P$ 相关。如果正透镜L1P的折射率大于不等式(8)的上限值,那么整个透镜系统的珀兹伐和(Petzval sum)太小以至于难以校正场曲。另一方面,如果正透镜L1P的折射率小于不等式(8)的下限值的值,那么整个透镜系统的珀兹伐和太大以至于难以校正场曲。此外,使透镜表面的曲率半径变小以便获取正确的折光力,这使得难以校正包括彗差在内的轴外像差。

[0072] 不等式(9)与第一透镜单元L1中具有最强正折光力的正透镜L1P相对于d线的阿贝数 $vdL1P$ 相关。如果该值小于不等式(9)的下限值,那么难以校正横向色差。另一方面,如果该值大于不等式(9)的上限值,那么对于横向色差和轴上色差的校正不充分。

[0073] 不等式 (10) 与在对无限远物体聚焦的状态下从广角端到望远端变焦期间透镜单元LP的移动量MLP与在从广角端到望远端变焦期间第二透镜单元L2的移动量ML2之间的比率相关。如果该值小于不等式 (10) 的下限值,那么由于第二透镜单元L2的移动量大,因此在广角端处的透镜总长度增加。另一方面,如果该值大于不等式 (10) 的上限值,那么由于第二透镜单元L2的移动量小,因此增强第二透镜单元L2的折光力以获取期望的倍率变化率。这使得难以减少在变焦期间的包括球面像差在内的各种像差的变化。

[0074] 不等式 (11) 与负透镜G1的焦距fG1与负透镜G2的焦距fG2之间的比率相关。如果该值小于不等式 (11) 的下限值,那么负透镜G1和负透镜G2之一为正透镜,这使得难以加宽视角。在负透镜G1的焦距的绝对值明显小于负透镜G2的焦距的绝对值的情况下,可能难以同时实现视角的加宽和性能的提高,因此不等式 (11) 的下限值可以被设置为大于零的值,如下所述。如果该值大于不等式 (11) 的上限值,那么负透镜G1的折光力弱,这使得难以减小变焦透镜L0的尺寸。否则,负透镜G2的折光力强,这使得难以校正诸如场曲之类的轴外像差。

[0075] 不等式 (12) 与负透镜G1的形状相关。如果该值小于不等式 (12) 的下限值,那么由于负透镜G1具有负折光力,因此负透镜G1的形状为凸向物侧的弯月形并且是具有弱折光力的形状。因此,负透镜G1的折光力不足,并且因此负透镜G1的像侧的透镜的折光力增强,这使得难以校正诸如场曲之类的轴外像差。另一方面,如果该值大于不等式 (12) 的上限值,那么负透镜G1具有向两侧凸出的形状或向像侧凸出的弯月形状,并且负透镜G1的物侧表面的曲率半径变小。这增加了在负透镜G1的物侧表面上发生的诸如场曲之类的轴外像差并且使得难以校正轴外像差。否则,负透镜G1具有弱折光力的形状,这使得难以校正诸如场曲之类的轴外像差。

[0076] 不等式 (3) 至 (12) 的数值范围可以被设置为以下不等式 (3a) 至 (12a) 的数值范围。

[0077] $0.28 < \text{DSPw} / \text{TLw} < 0.51$ (3a)

[0078] $1.50 < \text{ndG1} < 1.67$ (4a)

[0079] $50 < \text{vdG1} < 85$ (5a)

[0080] $1.45 < \text{ndLPP} < 1.63$ (6a)

[0081] $55 < \text{vdLPP} < 90$ (7a)

[0082] $1.65 < \text{ndL1P} < 2.05$ (8a)

[0083] $18 < \text{vdL1P} < 40$ (9a)

[0084] $0.60 < \text{MLP} / \text{ML2} < 1.40$ (10a)

[0085] $0.05 < \text{fG1} / \text{fG2} < 0.41$ (11a)

[0086] $-2.50 < (\text{G1R2} + \text{G1R1}) / (\text{G1R2} - \text{G1R1}) < -0.30$ (12a)

[0087] 不等式 (3) 至 (12) 的数值范围可以被设置为以下不等式 (3b) 至 (12b) 的数值范围。

[0088] $0.30 < \text{DSPw} / \text{TLw} < 0.50$ (3b)

[0089] $1.55 < \text{ndG1} < 1.65$ (4b)

[0090] $55 < \text{vdG1} < 75$ (5b)

[0091] $1.48 < \text{ndLPP} < 1.61$ (6b)

[0092] $65 < \text{vdLPP} < 85$ (7b)

[0093] $1.68 < \text{ndL1P} < 2.01$ (8b)

[0094] $20 < \text{vdL1P} < 35$ (9b)

[0095] $0.70 < \text{MLP}/\text{ML2} < 1.30$ (10b)

[0096] $0.09 < \text{fG1}/\text{fG2} < 0.40$ (11b)

[0097] $-2.00 < (\text{G1R2} + \text{G1R1}) / (\text{G1R2} - \text{G1R1}) < -0.50$ (12b)

[0098] 接下来,给出根据各个示例的变焦透镜L0中可以满足的配置的描述。

[0099] 第一透镜单元L1可以从物侧到像侧依次由负透镜G1、负透镜G2和正透镜L1P组成。这有助于校正广角端处的诸如场曲之类的轴外像差。

[0100] 负透镜G2的物侧和像侧的透镜表面中的至少一个可以具有非球面形状。这有助于校正广角端处的诸如彗差和场曲之类的轴外像差。

[0101] 负透镜G2可以由树脂材料制成。通过在可能具有大透镜外径的负透镜G2中使用树脂材料,容易减小变焦透镜L0的重量。

[0102] 负透镜G1和负透镜G2之间的光轴上可能存在空气距离,这有利于校正诸如彗差和场曲之类的轴外像差。

[0103] 在图像稳定期间,第二透镜单元L2可以在包括与光轴正交的分量的方向(该方向可以与光轴正交)上平行移位(移动)。通过使用其中光束会聚的第二透镜单元L2作为图像稳定透镜单元,容易减小图像稳定透镜单元的尺寸。

[0104] 第二透镜单元L2中的透镜的数量可以是三个或更少。这使得更容易减小变焦透镜L0的重量。

[0105] 第二透镜单元L2可以包括孔径光阑SP,并且孔径光阑SP可以部署在第二透镜单元L2中最靠近图像的位置处。由于在第二透镜单元中光束会聚在像侧,因此容易使得孔径光阑小。

[0106] 从无限远物体到近距离物体的聚焦可以通过将具有正折光力并且包括在后组LR中的透镜单元LP从像侧移动到物侧来执行。轴上光线会聚在第二透镜单元L2的像侧。因此,在这种情况下,容易降低聚焦期间的包括球面像差在内的各种像差的变化。

[0107] 透镜单元LP可以由单个正透镜元件组成,该单个正透镜元件具有在物侧具有凹表面的弯月形状。单个透镜元件是单个透镜或胶合透镜。当透镜单元LP的物侧透镜表面为凹表面时,可以减小进入透镜表面的轴外光线的角度,使得更容易减小聚焦期间诸如场曲之类的轴外像差的变化。

[0108] 接下来,给出根据各个示例的变焦透镜L0的详细描述。

[0109] 根据示例1和示例2中的每一个的变焦透镜L0包括第一透镜单元L1、第二透镜单元L2、具有正折光力的第三透镜单元L3和具有负折光力的第四透镜单元L4。在根据示例1和示例2中的每一个的变焦透镜L0中,第三透镜单元L3和第四透镜单元L4对应于后组LR。在从广角端到望远端变焦期间,第一透镜单元L1在凸向像侧的轨迹上移动,并且第二透镜单元L2、第三透镜单元L3和第四透镜单元L4单调地向物侧移动。在根据示例1和示例2中的每一个的变焦透镜L0中,第二透镜单元L2和第四透镜单元L4在变焦期间作为整体(在同一轨迹上)移动。第三透镜单元L3对应于具有正折光力的透镜单元LP,并且第三透镜单元L3通过沿着光轴移动来执行从无限远物点到近距离物点的聚焦。

[0110] 根据示例3的变焦透镜L0包括第一透镜单元L1、第二透镜单元L2、具有正折光力的第三透镜单元L3和具有正折光力的第四透镜单元L4。在根据示例3的变焦透镜L0中,第三透镜单元L3和第四透镜单元L4对应于后组LR。在从广角端到望远端变焦期间,第一透镜单元

L1在凸向像侧的轨迹上移动,并且第二透镜单元L2、第三透镜单元L3和第四透镜单元L4单调地向物侧移动。在根据示例3的变焦透镜L0中,第二透镜单元L2和第四透镜单元L4在变焦期间作为整体(在同一轨迹上)移动。第三透镜单元L3对应于具有正折光力的透镜单元LP,并且第三透镜单元L3通过沿着光轴移动来执行从无限远物点到近距离物点的聚焦。

[0111] 根据示例4的变焦透镜L0包括第一透镜单元L1、第二透镜单元L2、具有正折光力的第三透镜单元L3、具有负折光力的第四透镜单元L4和具有正折光力的第五透镜单元L5。在根据示例4的变焦透镜L0中,第三透镜单元L3、第四透镜单元L4和第五透镜单元L5对应于后组LR。在从广角端到望远端变焦期间,第一透镜单元L1在凸向像侧的轨迹上移动,第二透镜单元L2、第三透镜单元L3和第四透镜单元L4单调地向物侧移动,并且第五透镜单元L5单调地向像侧移动。在根据示例4的变焦透镜L0中,第二透镜单元L2和第四透镜单元L4在变焦期间作为整体(在同一轨迹上)移动。第三透镜单元L3对应于具有正折光力的透镜单元LP,并且第三透镜单元L3通过沿着光轴移动来执行从无限远物点到近距离物点的聚焦。

[0112] 根据示例5的变焦透镜L0包括第一透镜单元L1、第二透镜单元L2、具有负折光力的第三透镜单元L3、具有正折光力的第四透镜单元L4和具有负折光力的第五透镜单元L5。在根据示例5的变焦透镜L0中,第三透镜单元L3、第四透镜单元L4和第五透镜单元L5对应于后组LR。在从广角端到望远端变焦期间,第一透镜单元L1在凸向像侧的轨迹上移动,并且第二透镜单元L2、第三透镜单元L3、第四透镜单元L4和第五透镜单元L5单调地向物侧移动。在根据示例5的变焦透镜L0中,第二透镜单元L2和第五透镜单元L5在变焦期间作为整体(在同一轨迹上)移动。第四透镜单元L4对应于具有正折光力的透镜单元LP,并且第四透镜单元L4通过沿着光轴移动来执行从无限远物点到近距离物点的聚焦。

[0113] 根据示例6的变焦透镜L0包括第一透镜单元L1、第二透镜单元L2、具有负折光力的第三透镜单元L3、具有正折光力的第四透镜单元L4、具有负折光力的第五透镜单元L5和具有正折光力的第六透镜单元L6。在根据示例6的变焦透镜L0中,第三透镜单元L3、第四透镜单元L4、第五透镜单元L5和第六透镜单元L6对应于后组LR。在从广角端到望远端变焦期间,第一透镜单元L1在凸向像侧的轨迹上移动,并且第二透镜单元L2、第三透镜单元L3、第四透镜单元L4、第五透镜单元L5和第六透镜单元L6单调地向物侧移动。在根据示例6的变焦透镜L0中,第二透镜单元L2和第五透镜单元L5在变焦期间作为整体(在同一轨迹上)移动。第四透镜单元L4对应于具有正折光力的透镜单元LP,并且第四透镜单元L4通过沿着光轴移动来执行从无限远物点到近距离物点的聚焦。

[0114] 下面给出分别对应于示例1至示例6的数值示例1至数值示例6。

[0115] 在各个数值示例中的表面数据中,r表示各个光学表面的曲率半径,并且d(mm)表示第m个表面与第(m+1)个表面之间的轴上距离(光轴上的距离)。m是从光入射侧算起的表面编号。nd表示各个光学构件相对于d线的折射率,并且vd表示各个光学构件的阿贝数。某种材料的阿贝数vd由下式表达,其中Nd、NF和NC表示相对于夫琅和费(Fraunhofer)线的d线(587.6nm)、F线(486.1nm)和C线(656.3nm)的折射率。

[0116]
$$v_d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

[0117] 在各个数值示例中,d、焦距(mm)、F数和半视角(°)的值都是在根据相应示例的各个变焦透镜L0聚焦在无限远处的物体上的状态下的值。“后焦距”是从透镜最后一个表面(最靠近图像的透镜表面)到近轴像平面的光轴上距离的空气换算长度。“透镜总长度”是通

过将后焦距加到从变焦透镜L0中的最前面的透镜表面(最靠近物体的透镜表面)到最后一个表面的光轴上距离而获取的长度。“透镜单元”不限于包括多个透镜的配置,而是可以具有由单个透镜组成的配置。

[0118] 在光学表面是非球面表面的情况下,符号*被附加到表面编号的右侧。非球面形状由下式表达,其中X表示在光轴方向上距表面顶点的位移量,h表示在与光轴正交的方向上距光轴的高度,R表示近轴曲率半径,K表示圆锥常数,并且A4、A6、A8、A10和A12表示各个阶的非球面表面系数。

$$[0119] \quad X = (h^2/R) / [1 + [1 - (1+K) (h/R)^2]^{1/2}] + A4 \times h^4 + A6 \times h^6$$

$$[0120] \quad + A8 \times h^8 + A10 \times h^{10} + A12 \times h^{12}$$

[0121] 各个非球面表面系数中的“e±XX”表示“ $\times 10^{\pm XX}$ ”。

[0122] [数值示例1]

[0123] 单位:毫米

[0124] 表面数据

	表面编号	r	d	nd	vd
	1	238.756	1.40	1.63854	55.4
	2	18.479	7.21		
	3*	994.673	3.70	1.53110	55.9
	4	56.399	0.30		
	5	28.004	3.60	1.69895	30.1
	6	65.231	(可变)		
[0125]	7	21.644	3.00	1.90366	31.3
	8	-709.102	2.60		
	9	-102.707	0.70	1.84666	23.9
	10	16.164	0.37		
	11	26.583	2.05	1.77250	49.6
	12	-76.939	2.00		
	13 (光阑)	∞	6.15		
	14	∞	(可变)		

	15	-65.961	2.95	1.48749	70.2
	16	-21.205	(可变)		
[0126]	17*	-90.404	3.50	1.53110	55.9
	18*	-1111.779	(可变)		
	像平面		∞		
[0127]	非球面表面数据				
[0128]	第3表面				
[0129]	K=0.00000e+000A 4=2.06228e-006A 6=-3.09541e-009A 8=7.24904e-011				
[0130]	A10=-3.07809e-013A12=9.19241e-016				
[0131]	第17表面				
[0132]	K=0.00000e+000A 4=-1.01775e-004A 6=1.71677e-007A 8=1.83977e-010				
[0133]	A10=-1.16025e-011A12=2.80092e-014				
[0134]	第18表面				
[0135]	K=0.00000e+000A 4=-9.00719e-005A 6=2.07355e-007A 8=-1.21619e-010				
[0136]	A10=-4.95038e-012A12=1.35424e-014				
[0137]	各种数据				
	变焦比	1.96			
			广角	中间	望远
	焦距:	24.71	35.01	48.53	
[0138]	F 数:	4.63	5.66	6.48	
	半视角 (°) :	36.23	29.55	23.08	
	图像高度:	18.10	19.85	20.68	
	透镜总长度:	105.60	98.52	99.03	
	BF:	16.94	25.84	37.19	
[0139]	d6	27.85	11.87	1.02	
	d14	10.04	10.38	10.30	
	d16	11.24	10.91	10.98	
	d18	16.94	25.84	37.19	
[0140]	变焦透镜单元数据				

单元	起始表面	焦距
1	1	-40.14
2	7	39.51
3	15	62.75
4	17	-185.51

[0141] [数值示例2]

[0142] 单位:毫米

[0143] 表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	194.836	1.40	1.63854	55.4
2	19.216	7.45		
3*	97.731	3.30	1.53110	55.9
4	50.481	0.15		
5	25.378	3.36	1.74077	27.8
6	40.484	(可变)		
7	28.994	1.78	1.95375	32.3
8	-2837.037	4.32		
9	-36.870	0.55	1.80810	22.8
10	26.363	0.35		
11	61.033	1.82	1.85150	40.8
12	-30.900	2.06		
13 (光阑)	∞	(可变)		
14	∞	9.45		
15	-87.219	2.77	1.48749	70.2
16	-22.880	(可变)		
17*	-140.744	3.55	1.53110	55.9
18*	244.765	(可变)		
像平面	∞			

[0145] 非球面表面数据

[0146] 第3表面

[0147] $K=0.00000e+000A$ $4=1.74257e-006A$ $6=-2.46696e-009A$ $8=7.75729e-011$
 [0148] $A10=-3.31377e-013A12=8.09051e-016$
 [0149] 第17表面
 [0150] $K=0.00000e+000A$ $4=-8.76708e-005A$ $6=1.10417e-007A$ $8=2.08926e-009$
 [0151] $A10=-3.00779e-011A12=1.05365e-013$
 [0152] 第18表面
 [0153] $K=0.00000e+000A$ $4=-8.05410e-005A$ $6=2.07802e-007A$ $8=2.03128e-010$
 [0154] $A10=-8.66422e-012A12=2.90115e-014$
 [0155] 各种数据

变焦比 1.96

	广角	中间	望远
焦距:	24.72	36.55	48.52
F 数:	4.64	5.88	6.49
半视角 (°):	36.09	28.56	23.01
图像高度:	18.02	19.90	20.61
透镜总长度:	108.53	98.64	98.06
[0157] BF:	16.96	26.55	36.14
d6	30.74	11.26	1.09
d13	7.26	7.81	8.06
d16	11.25	10.70	10.44
d18	16.96	26.55	36.14

[0158] 变焦透镜单元数据

单元	起始表面	焦距
1	1	-44.09
2	7	41.43
3	14	62.74
4	17	-167.72

[0159] [数值示例3]

[0160] 单位:毫米

[0161] 表面数据

	表面编号	r	d	nd	vd
	1	232.845	1.40	1.62299	58.2
	2	19.941	7.96		
	3*	111.062	3.30	1.53110	55.9
	4	51.120	0.15		
	5	27.285	3.28	1.85026	32.3
	6	42.225	(可变)		
	7	21.725	3.96	1.95375	32.3
	8	1131.357	2.85		
	9	-46.823	0.55	1.80810	22.8
	10	20.233	0.51		
	11	60.580	1.70	1.80400	46.5
	12	-36.758	1.68		
[0162]	13 (光阑)	∞	(可变)		
	14	∞	5.20		
	15	-49.571	2.22	1.49700	81.5
	16	-27.201	(可变)		
	17*	39.782	3.43	1.53110	55.9
	18*	50.673	(可变)		
	像平面	∞			
[0163]	非球面表面数据				
[0164]	第3表面				
[0165]	K=0.00000e+000A 4=1.84216e-006A 6=8.01311e-010A 8=5.12283e-011				
[0166]	A10=-2.30863e-013A12=5.59343e-016				
[0167]	第17表面				
[0168]	K=0.00000e+000A 4=-4.36850e-005A 6=-1.04709e-007A 8=1.10943e-009				
[0169]	A10=-6.81115e-012A12=1.19305e-014				
[0170]	第18表面				
[0171]	K=0.00000e+000A 4=-4.39901e-005A 6=-9.00326e-008A 8=9.46107e-010				
[0172]	A10=-5.28840e-012A12=9.00245e-015各种数据				

变焦比	1.96		
	广角	中间	望远
焦距:	24.71	36.32	48.52
F 数:	4.64	5.88	6.49
半视角 (°):	36.10	28.72	23.02
图像高度:	18.02	19.90	20.62
透镜总长度:	111.00	99.87	98.01
BF:	16.96	26.97	36.98
d6	34.02	12.88	1.01
d13	14.34	17.31	17.82
d16	7.48	4.50	3.99
d18	16.96	26.97	36.98

[0173] 变焦透镜单元数据

单元	起始表面	焦距
1	1	-46.24
2	7	38.99
3	14	117.40
4	17	314.18

[0175] [数值示例4]

[0176] 单位:毫米

[0177] 表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	-1120.940	1.40	1.63854	55.4
2	29.481	9.39		

	3*	-105.871	3.30	1.53110	55.9
	4*	-390.341	0.15		
	5	37.169	5.61	2.00100	29.1
	6	55.239	(可变)		
	7	22.578	3.84	1.85150	40.8
	8	-4398.814	3.78		
	9	-49.047	3.04	1.76182	26.5
	10	19.940	0.38		
	11	38.988	1.70	1.77250	49.6
[0178]	12	-50.780	1.49		
	13 (光阑)	∞	(可变)		
	14	∞	8.31		
	15	-60.430	2.44	1.53775	74.7
	16	-28.373	(可变)		
	17*	27.547	3.42	1.53110	55.9
	18*	19.381	(可变)		
	19	-476.759	2.53	1.98612	16.5
	20	-139.384	(可变)		
	像平面	∞			
[0179]	非球面表面数据				
[0180]	第3表面				
[0181]	K=0.00000e+000A 4=1.73506e-005A 6=-5.81504e-008A 8=2.33643e-010				
[0182]	A10=-4.73065e-013A12=3.72284e-016				
[0183]	第4表面				
[0184]	K=2.78976e+002A 4=1.77155e-005A 6=-5.73090e-008A 8=2.47146e-010				
[0185]	A10=-5.30598e-013A12=4.44306e-016				
[0186]	第17表面				
[0187]	K=0.00000e+000A 4=-1.15240e-004A 6=1.08980e-007A 8=1.09284e-009				
[0188]	A10=-9.51817e-012A12=2.49887e-014				
[0189]	第18表面				
[0190]	K=0.00000e+000A 4=-1.42130e-004A 6=2.49994e-007A 8=5.94173e-011				
[0191]	A10=-4.17813e-012A12=1.06545e-014				

[0192] 各种数据

变焦比 2.07

	广角	中间	望远
焦距:	26.52	40.09	55.00
F 数:	4.63	5.88	6.49
半视角 (°):	34.19	26.40	20.54
图像高度:	18.02	19.90	20.61
透镜总长度:	130.02	109.61	101.49
BF:	11.57	11.28	11.00

[0193]

d6	47.80	18.28	1.05
d13	12.86	15.19	14.62
d16	4.53	2.19	2.76
d18	2.50	11.89	21.29
d20	11.57	11.28	11.00

[0194] 变焦透镜单元数据

单元	起始表面	焦距
1	1	-66.85
2	7	42.89
3	14	96.88
4	17	-144.01
5	19	199.00

[0195]

[0196] [数值示例5]单位:毫米表面数据

	表面编号	r	d	nd	vd
	1	80.208	1.40	1.63854	55.4
	2	19.361	14.61		
	3*	-164.348	2.80	1.53110	55.9
	4*	253.136	0.15		
	5	38.801	2.51	1.92286	20.9
	6	55.307	(可变)		
	7	21.105	4.44	1.91082	35.3
	8	-157.113	0.10		
	9	-95.832	4.01	1.85451	25.2
	10	15.464	0.27		
	11	20.249	2.55	1.63930	44.9
	12	-54.619	1.98		
	13 (光阑)	∞	(可变)		
	14	-20.018	0.80	1.83481	42.7
	15	-24.304	(可变)		
	16	∞	5.38		
	17	-79.509	2.82	1.49700	81.5
	18	-23.407	(可变)		
	19*	106.844	3.57	1.53110	55.9
[0197]	20*	35.485	(可变)		
	像平面	∞			
[0198]	非球面表面数据				
[0199]	第3表面				
[0200]	K=0.00000e+000A 4=8.19088e-006A 6=-4.23962e-008A 8=4.87158e-011				
[0201]	A10=2.63400e-013A12=-6.28278e-016				
[0202]	第4表面				
[0203]	K=-1.79037e+002A 4=6.17666e-006A 6=-5.09905e-008A 8=3.25197e-011				
[0204]	A10=3.67841e-013A12=-9.82139e-016				
[0205]	第19表面				
[0206]	K=0.00000e+000A 4=-1.33629e-004A 6=9.73781e-008A 8=1.70352e-009				

[0207] $A_{10} = -1.81236e-011$ $A_{12} = 4.81540e-014$

[0208] 第20表面

[0209] $K = 0.00000e+000$ $A_4 = -1.31273e-004$ $A_6 = 3.10386e-007$ $A_8 = 7.12932e-012$

[0210] $A_{10} = -5.06314e-012$ $A_{12} = 1.39234e-014$

[0211] 各种数据

变焦比 2.35

	广角	中间	望远
焦距:	20.61	33.70	48.50
F 数:	4.63	5.88	6.49
半视角 (°):	41.17	30.56	23.03
图像高度:	18.02	19.90	20.61
透镜总长度:	120.00	104.38	100.66
BF:	10.49	20.91	31.34

[0213]

d6	41.21	15.16	1.01
d13	4.86	6.13	7.40
d15	6.56	8.20	6.82
d18	9.48	6.58	6.69
d20	10.49	20.91	31.34

[0214] 变焦透镜单元数据

单元	起始表面	焦距
1	1	-45.32
2	7	32.92
3	14	-148.57
4	16	65.65
5	19	-101.81

[0215] [数值示例6]

[0216] 单位:毫米

[0217] 表面数据

表面编号	r	d	nd	vd
1	91.050	1.40	1.63854	55.4
2	22.276	17.49		
3*	-59.262	2.80	1.53110	55.9
4*	-858.745	0.15		
5	46.234	3.30	1.92286	20.9
6	79.048	(可变)		
7	21.043	4.64	1.80400	46.5
8	172.624	2.15		
9	-5060.863	4.00	1.73037	32.2
10	13.782	0.37		
11	17.389	4.12	1.75500	52.3
12	-278.333	1.71		
13 (光阑)	∞	(可变)		
14*	-66.256	1.20	1.82165	24.0
[0218] 15	-282.440	3.65		
16	∞	(可变)		
17	-129.496	4.64	1.59522	67.7
18	-13.532	1.00	1.72916	54.7
19	-22.824	(可变)		
20*	110.948	2.98	1.53110	55.9
21*	29.174	(可变)		
22	154.476	2.41	1.98612	16.5
23	-14900.415	(可变)		
像平面	∞			

[0219] 非球面表面数据

[0220] 第3表面

[0221] $K=0.00000e+000A$ $4=2.47198e-005A$ $6=-8.08847e-008A$ $8=1.65476e-010$

[0222] $A10=-1.37297e-013A12=3.16753e-017$

[0223] 第4表面

[0224] $K=-8.61713\text{e}+003A$ $4=1.91654\text{e}-005A$ $6=-6.74993\text{e}-008A$ $8=7.58767\text{e}-011$
 [0225] $A10=1.07307\text{e}-013A12=-2.66741\text{e}-016$
 [0226] 第14表面
 [0227] $K=0.00000\text{e}+000A$ $4=-9.45333\text{e}-006A$ $6=1.17313\text{e}-007A$ $8=-6.37183\text{e}-012$
 [0228] $A10=2.95045\text{e}-011A12=0.00000\text{e}+000$
 [0229] 第20表面
 [0230] $K=0.00000\text{e}+000A$ $4=-1.23685\text{e}-004A$ $6=4.03138\text{e}-007A$ $8=6.98371\text{e}-010$
 [0231] $A10=-1.74137\text{e}-011A12=5.43473\text{e}-014$
 [0232] 第21表面
 [0233] $K=0.00000\text{e}+000A$ $4=-1.34776\text{e}-004A$ $6=5.78897\text{e}-007A$ $8=-1.36238\text{e}-009$
 [0234] $A10=-2.66916\text{e}-012A12=1.50537\text{e}-014$
 [0235] 各种数据

变焦比 2.84

	广角	中间	望远
焦距:	20.61	39.47	58.50
F 数:	4.64	5.88	6.49
半视角 (°):	41.17	26.75	19.41
[0236] 图像高度:	18.02	19.90	20.61
透镜总长度:	135.00	120.11	125.50
BF:	10.49	11.09	11.70
d6	46.04	13.39	1.02
d13	2.30	4.06	5.83
d16	7.15	9.97	10.76
d19	9.71	5.12	2.57
[0237] d21	1.30	18.46	35.61
d23	10.49	11.09	11.70
[0238] 变焦透镜单元数据			

单元	起始表面	焦距
1	1	-47.50
2	7	34.88
[0239] 3	14	-105.62
4	17	55.50
5	20	-75.48
6	22	155.06

[0240] 在下面给出的表1中总结了各个数值示例中的各种值。

	示例 1	示例 2	示例 3	示例 4	示例 5	示例 6
fG1	-31.445	-33.490	-35.095	-44.964	-40.330	-46.554
fG2	-112.730	-201.481	-181.813	-274.637	-187.194	-120.000
ndG1	1.639	1.639	1.623	1.639	1.639	1.639
fL1	-40.136	-44.094	-46.240	-66.855	-45.322	-47.499
fL2	39.511	41.433	38.995	42.893	32.920	34.883
fLP	62.750	62.737	117.402	96.881	65.648	55.498
ν dG1	55.38	55.38	58.16	55.38	55.38	55.38
ndLPP	1.487	1.487	1.497	1.538	1.497	1.595
ν dLPP	70.23	70.23	81.54	74.70	81.54	67.74
ndL1P	1.699	1.741	1.850	2.001	1.923	1.923
ν dL1P	30.130	27.790	32.270	29.134	20.881	20.881
MLP	-19.992	-18.374	-16.538	-16.456	-18.059	-28.381
ML2	-20.250	-19.181	-20.025	-18.218	-20.855	-35.521
DSPw	50.829	34.284	49.629	48.155	43.974	46.834
[0241] TLw	105.604	91.568	111.003	130.022	120.001	135.000
G1R2	18.479	19.216	19.941	22.250	19.361	22.272
G1R1	238.756	194.836	232.845	-128.744	80.208	85.085
(1) fLP/fL2	1.59	1.51	3.01	2.26	1.99	1.59
(2) fL1/fL2	-1.02	-1.06	-1.19	-1.56	-1.38	-1.36
(3) DSPw/TLw	0.48	0.37	0.45	0.37	0.37	0.35
(4) ndG1	1.64	1.64	1.62	1.64	1.64	1.64
(5) ν dG1	55.4	55.4	58.2	55.4	55.4	55.4
(6) ndLPP	1.487	1.487	1.497	1.538	1.497	1.595
(7) ν dLPP	70	70	82	75	82	68
(8) ndL1P	1.70	1.74	1.85	2.00	1.92	1.92
(9) ν dL1P	30	28	32	29	21	21
(10) MLP/ML2	0.99	0.96	0.83	0.90	0.87	0.80
(11) fG1/fG2	0.28	0.17	0.19	0.16	0.22	0.39
(12)(G1R2+G1R1) /(G1R2-G1R1)	-1.17	-1.22	-1.19	-0.71	-1.64	-1.71

[0242] 图像拾取装置

[0243] 接下来,参考图13,给出使用本公开的变焦透镜L0作为成像光学系统的数字相机(图像拾取装置)的实施例的描述。图13是根据该实施例的图像拾取装置(数字静态相机)10的示意图。图像拾取装置10包括相机主体13、与根据上述示例1至示例6的任何变焦透镜类

似的变焦透镜11,以及内置于相机主体13中并且以光电方式转换由变焦透镜11形成的光学图像的光接收元件(图像传感器)12。相机主体13可以是具有快速转向镜(quick turn mirror)的所谓单反相机(single-lens reflex camera),或者可以是不具有快速转向镜的所谓无反相机(mirrorless camera)。

[0244] 通过具有具备良好光学特性的小型变焦透镜11,根据该实施例的图像拾取装置10可以获取高质量图像。

[0245] 诸如CCD和CMOS传感器之类的图像传感器可以用作光接收元件12。通过电校正由光接收元件12获取的图像中的诸如畸变和色差之类的各种像差,可以获取高质量的输出图像。

[0246] 根据上述各个示例的变焦透镜L0不仅可以应用于图13中所示的数字静态相机,而且可以应用于各种光学设备,诸如卤化银胶片相机、视频相机和望远镜。

[0247] 图像拾取系统

[0248] 图像拾取系统(监视相机系统)可以被配置为包括根据各个示例的变焦透镜L0和被配置为控制变焦透镜L0的控制单元。在这种情况下,控制单元可以控制变焦透镜L0,使得各个透镜单元在变焦、聚焦和图像稳定期间如上所述移动。控制单元可以不与变焦透镜L0一体配置,并且控制单元可以与变焦透镜L0分开配置。例如,配置可以使得远离用于驱动变焦透镜L0的各个透镜的驱动单元放置的控制单元(控制装置)包括发送用于控制变焦透镜L0的控制信号(指令)的发送单元。通过使用这样的控制单元,可以远程控制变焦透镜L0。

[0249] 此外,该配置可以使得控制单元包括用于远程操作变焦透镜L0的诸如控制器和按钮之类的操作单元,从而根据用户对操作单元的输入来控制变焦透镜L0。例如,可以提供放大按钮和减小按钮作为操作单元。在这种情况下,该配置可以使得信号从控制单元发送到变焦透镜L0的驱动单元,使得当用户按下放大按钮时,变焦透镜L0的倍率增加,并且当用户按下减小按钮时,变焦透镜L0的倍率减小。

[0250] 图像拾取系统可以包括诸如液晶面板之类的显示单元,其显示关于变焦透镜L0的变焦(移动状态)的信息。关于变焦透镜L0的变焦的信息例如是各个透镜单元的变焦倍率(变焦状态)或移动量(移动状态)。在这种情况下,用户可以在查看显示单元上显示的关于变焦透镜L0的变焦的信息的同时经由操作单元远程操作变焦透镜L0。在这种情况下,显示单元和操作单元可以通过采用例如触摸面板而一体地配置。

[0251] 根据上述实施例,可以提供具有良好光学特性的小型变焦透镜、以及具有该变焦透镜的图像拾取装置和图像拾取系统。

[0252] 虽然已经参考示例性实施例描述了本发明,但是应该理解的是,本发明不限于所公开的示例性实施例。所附权利要求的范围应被给予最广泛的解释,以便涵盖所有此类修改以及等同的结构和功能。

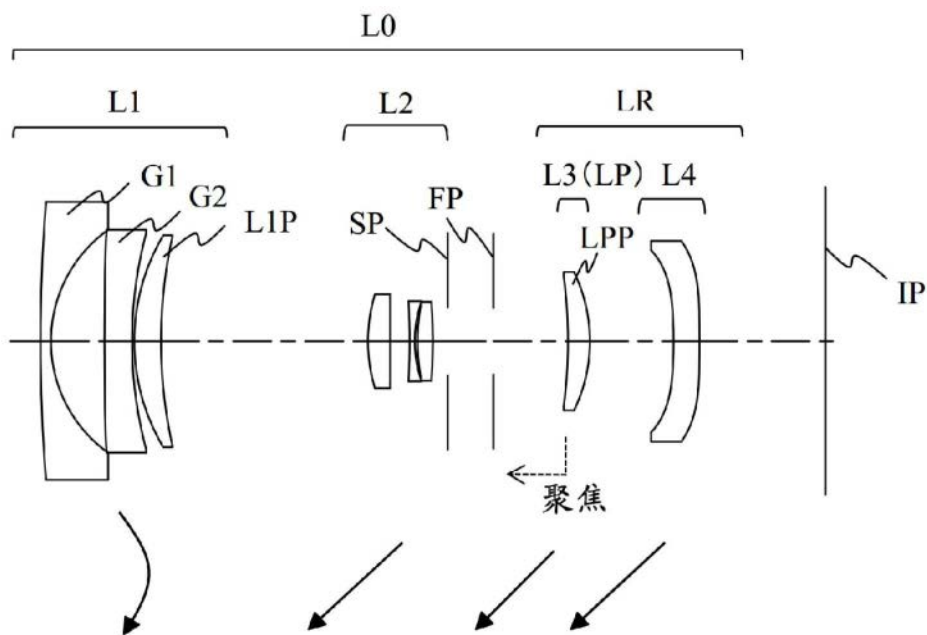


图1

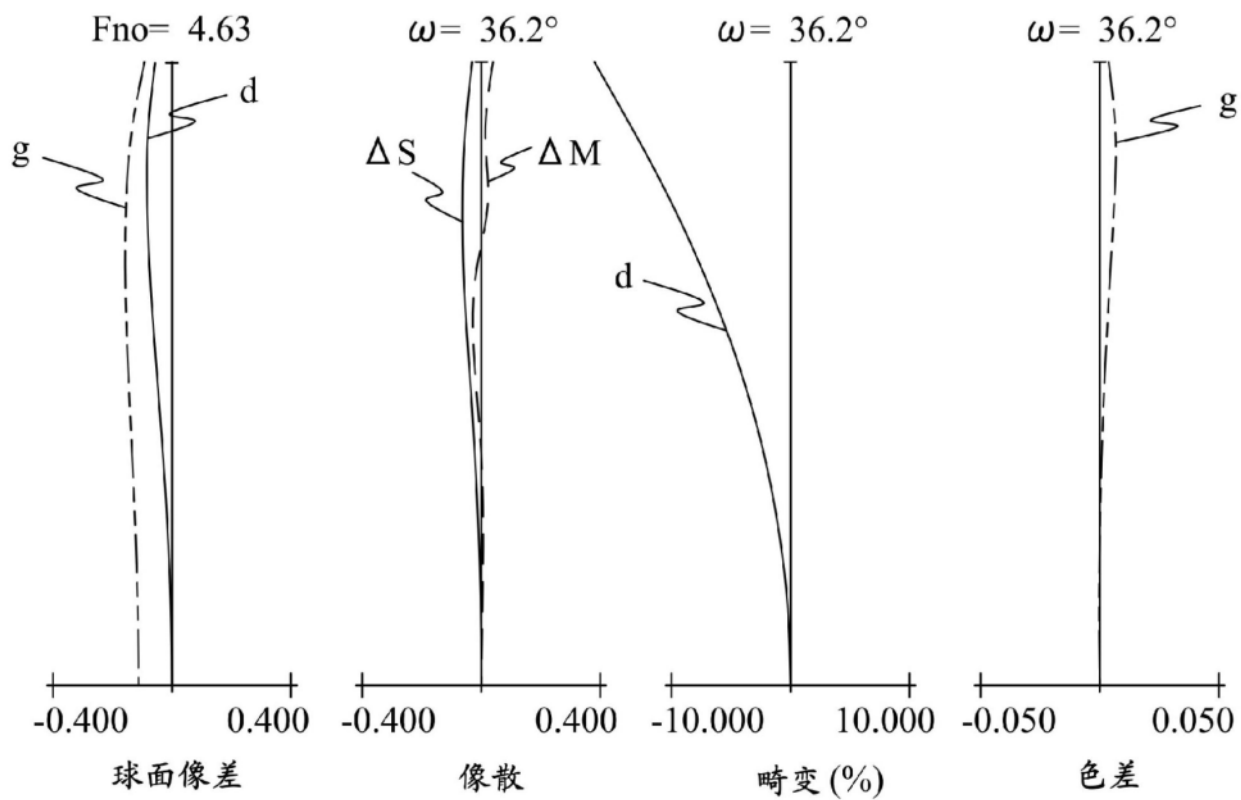


图2A

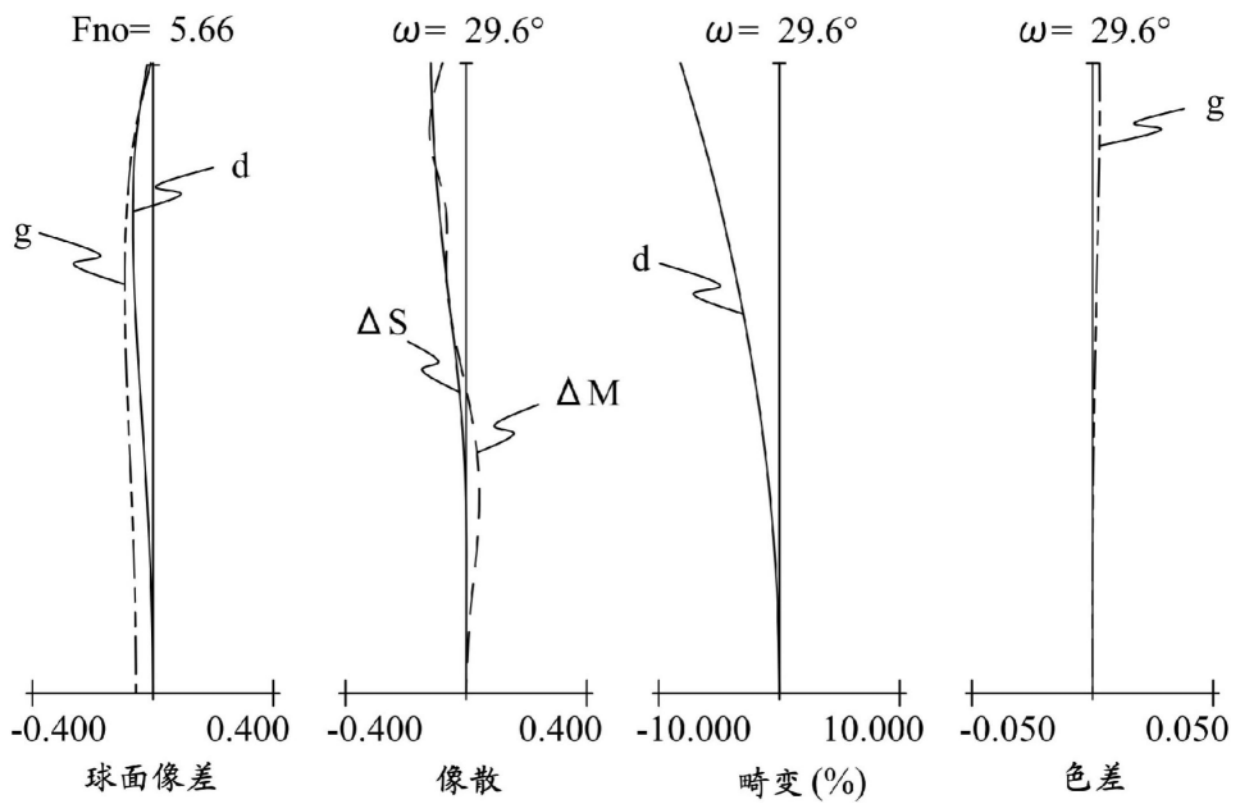


图2B

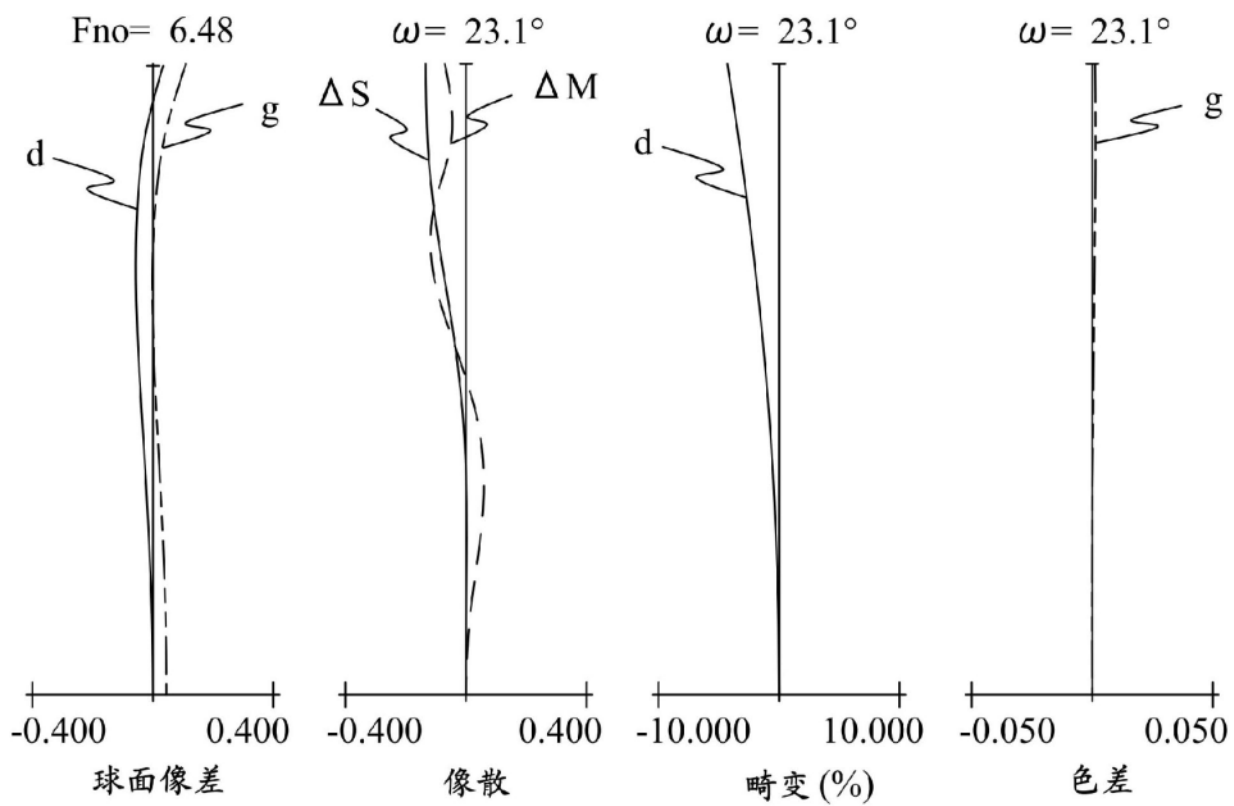


图2C

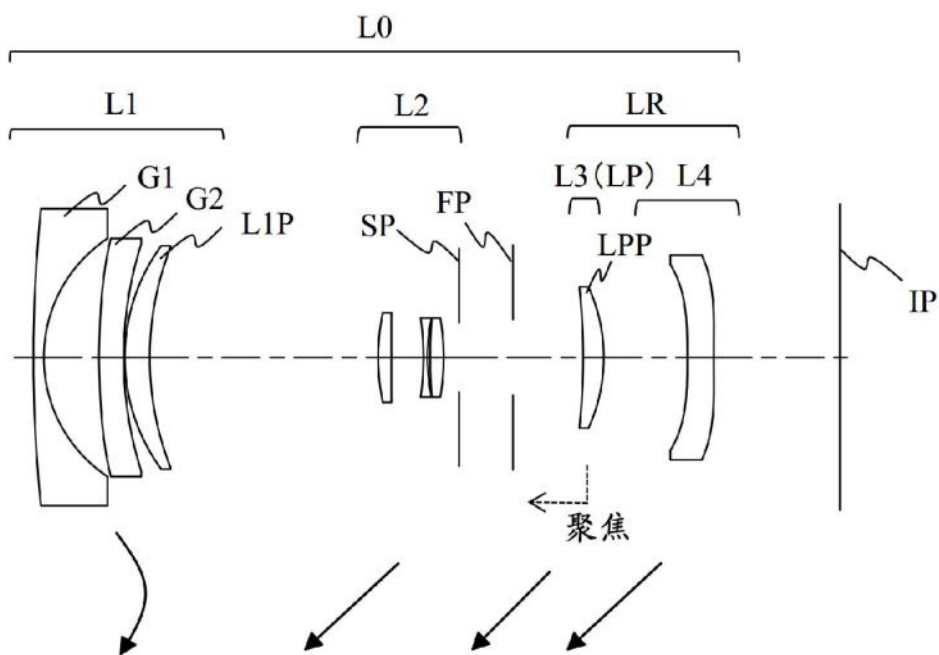


图3

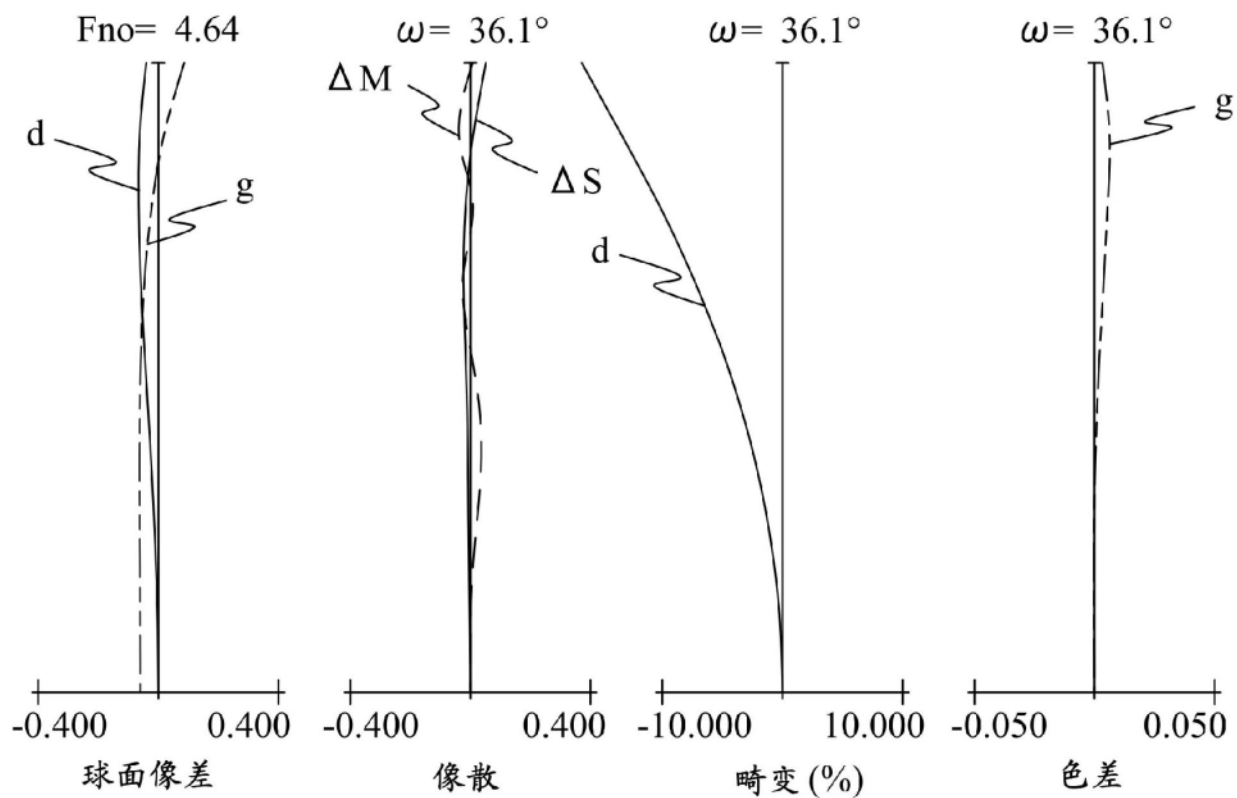


图4A

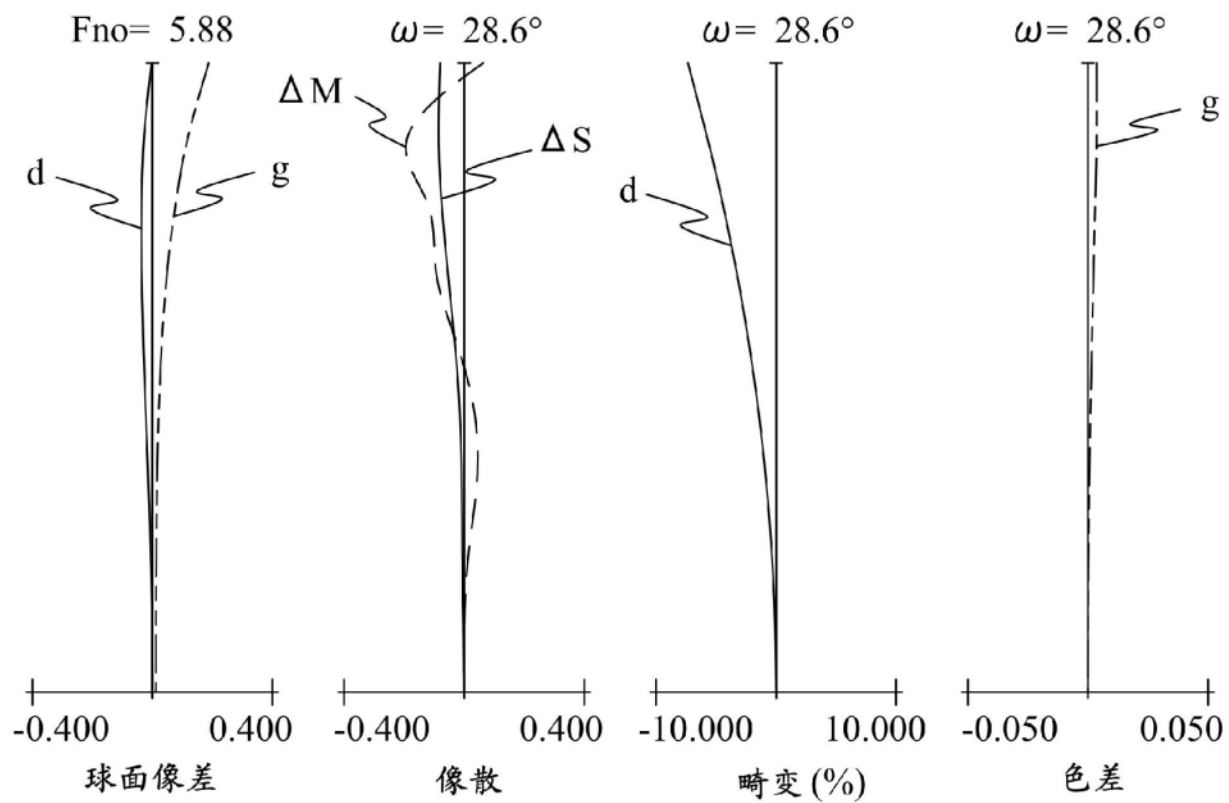


图4B

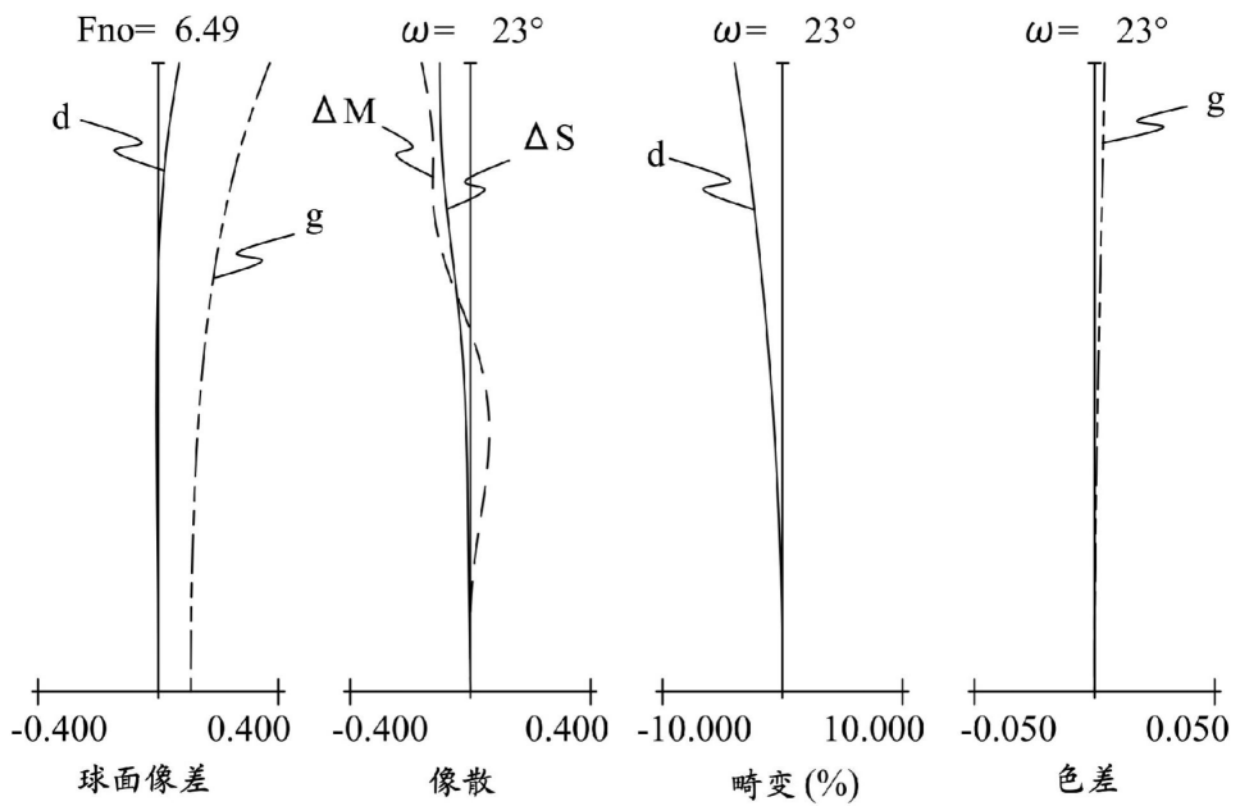


图4C

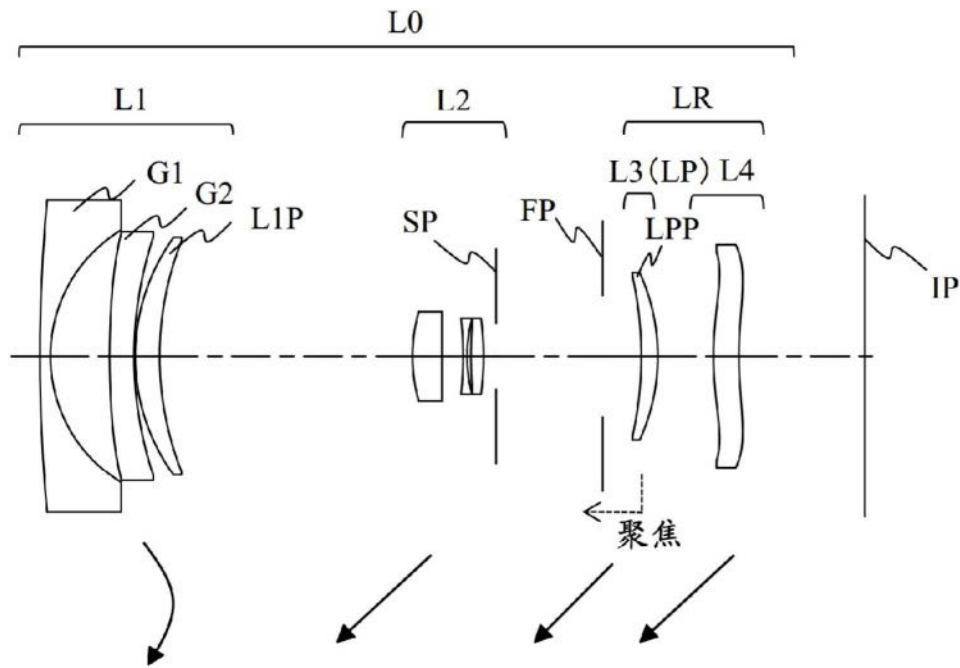


图5

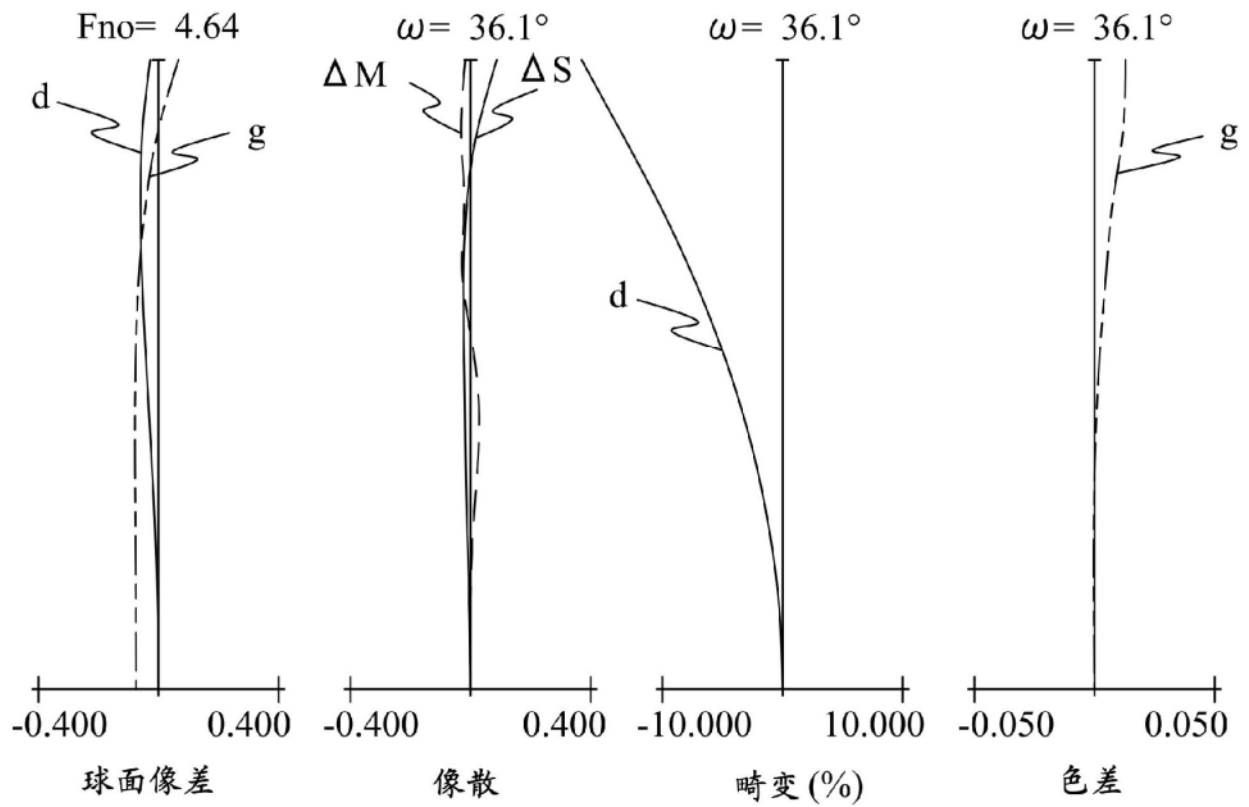


图6A

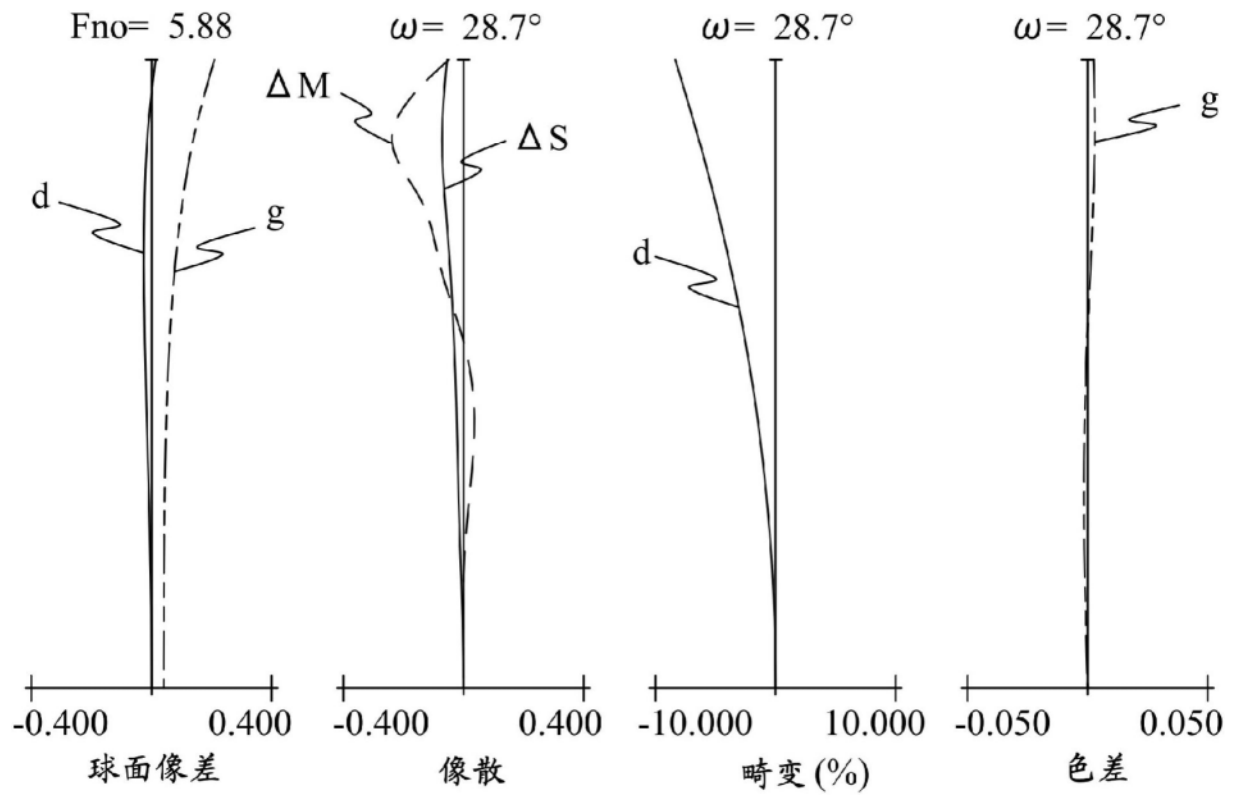


图6B

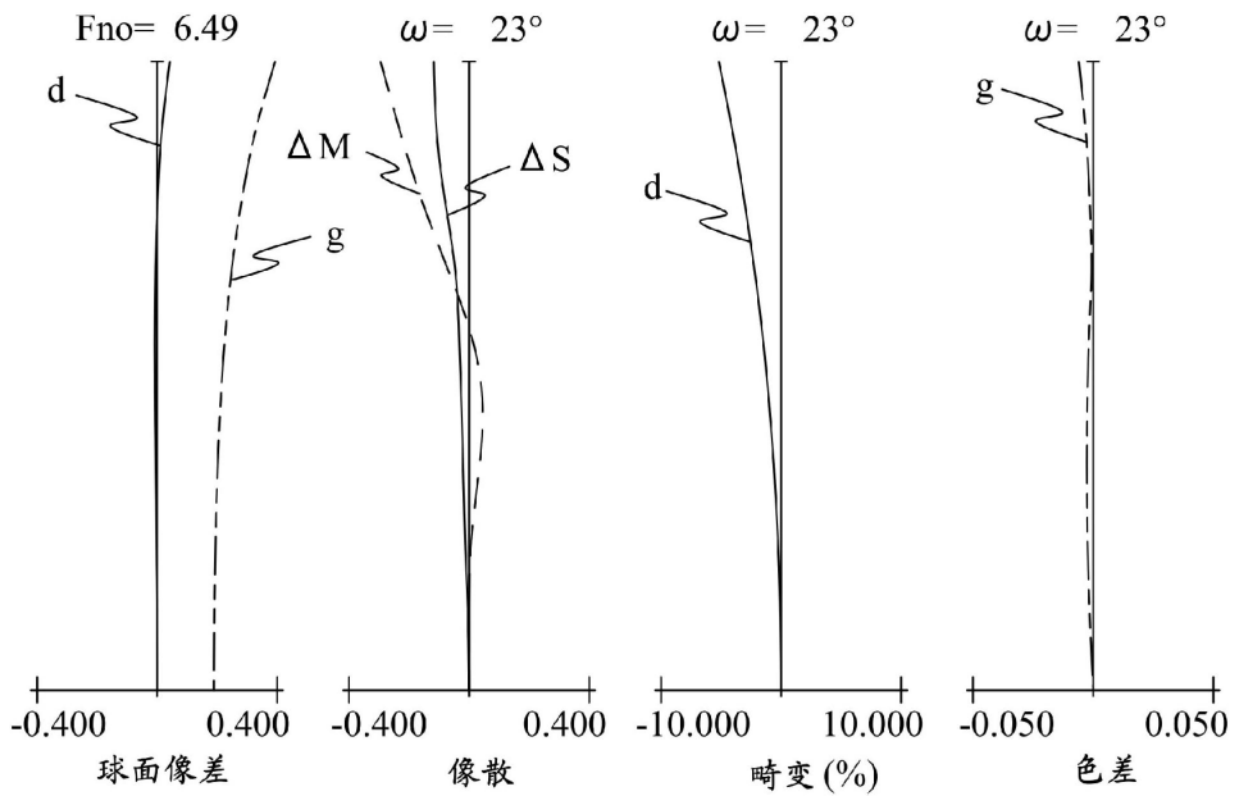


图6C

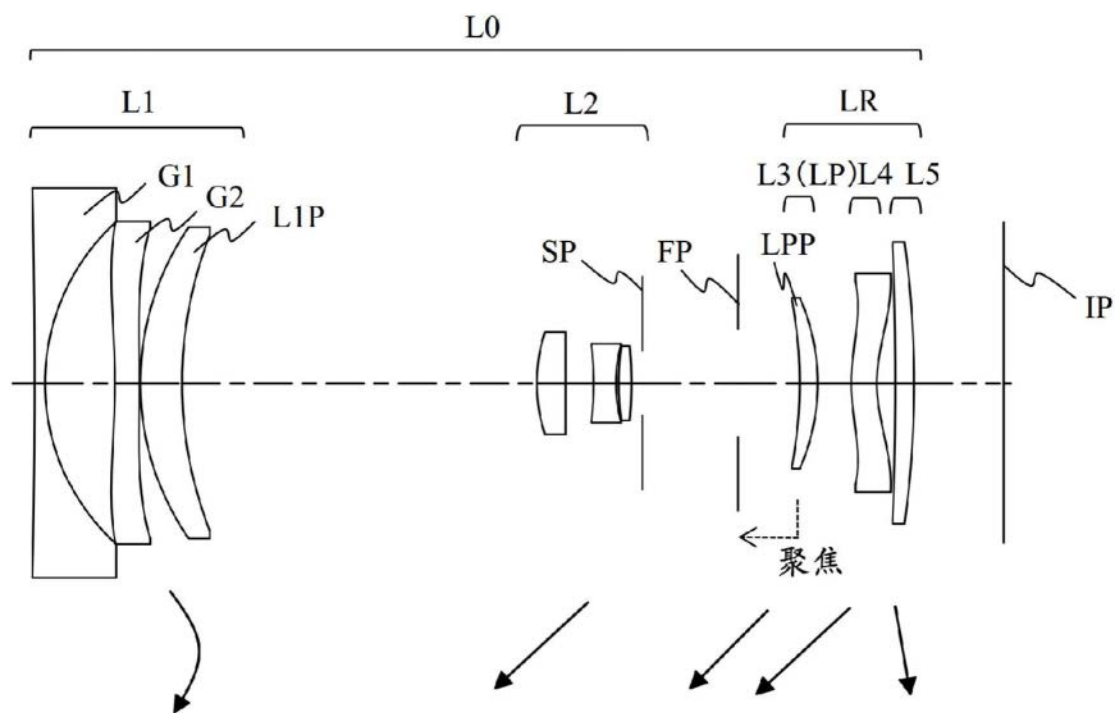


图7

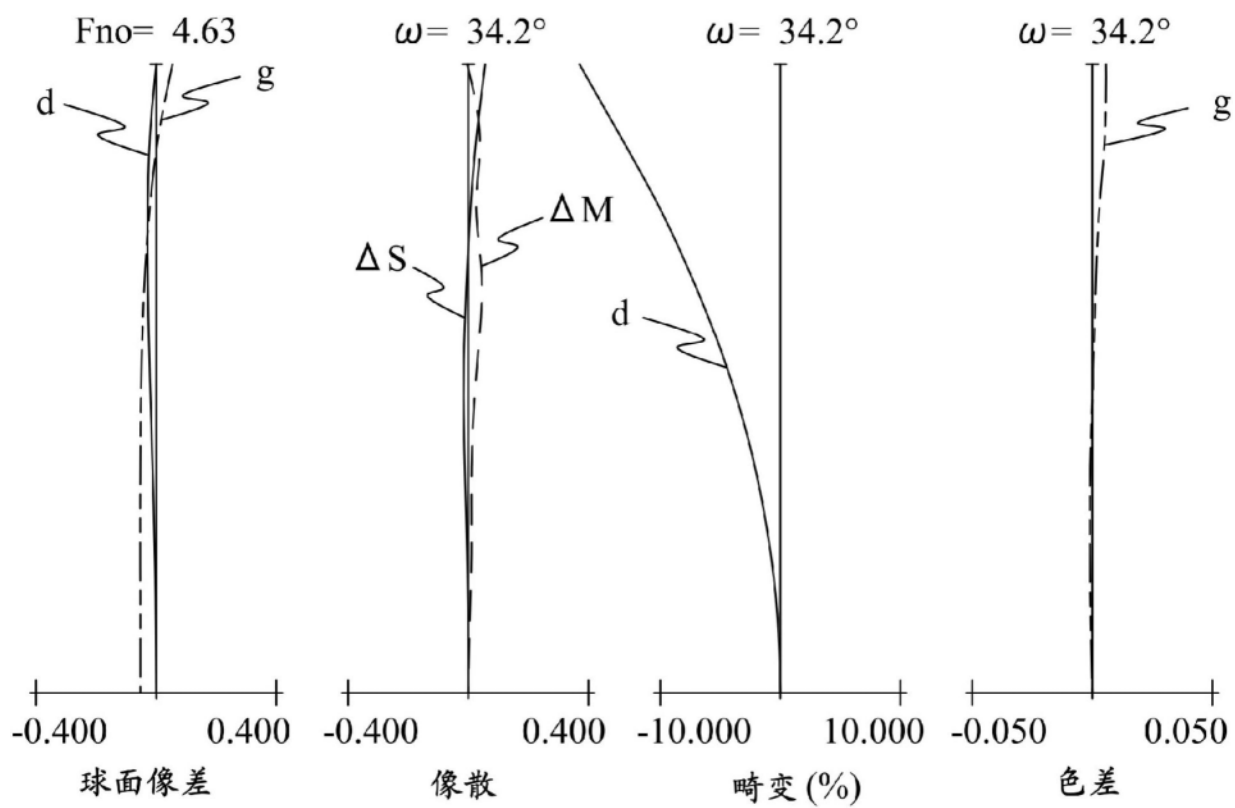


图8A

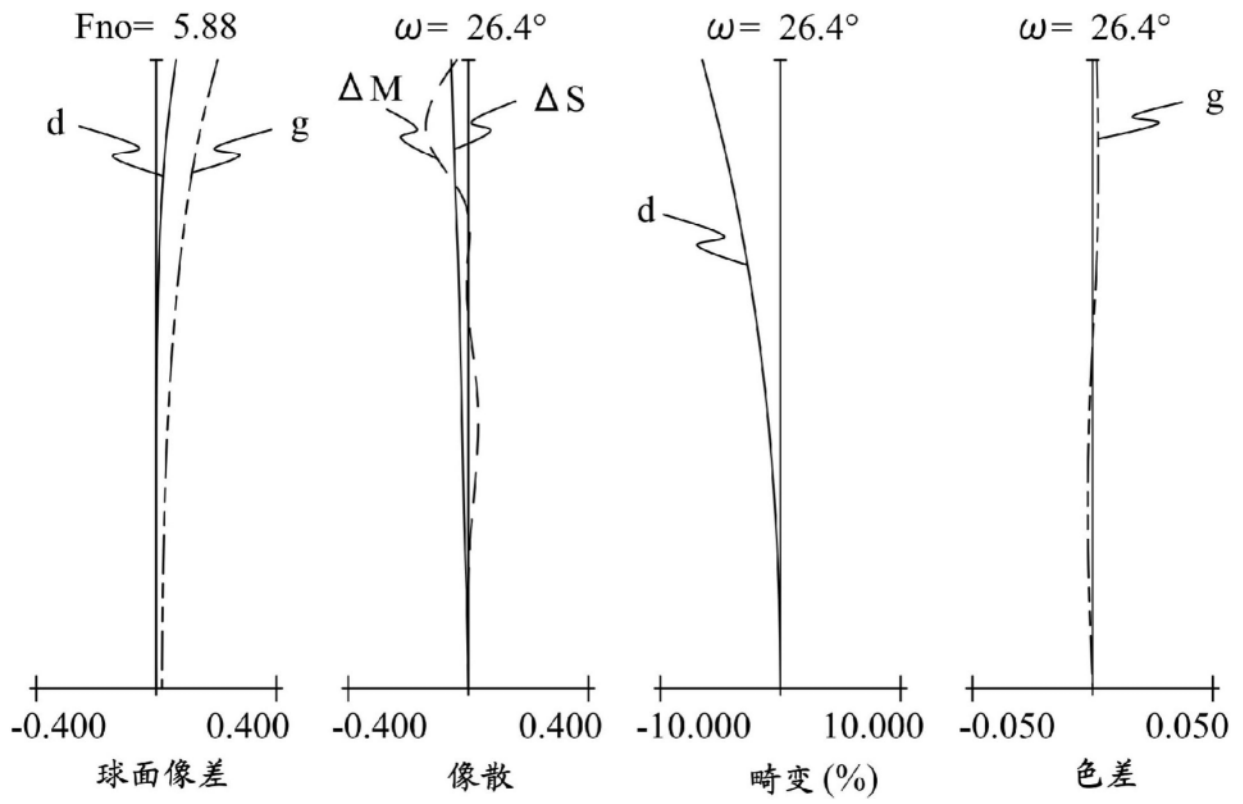


图8B

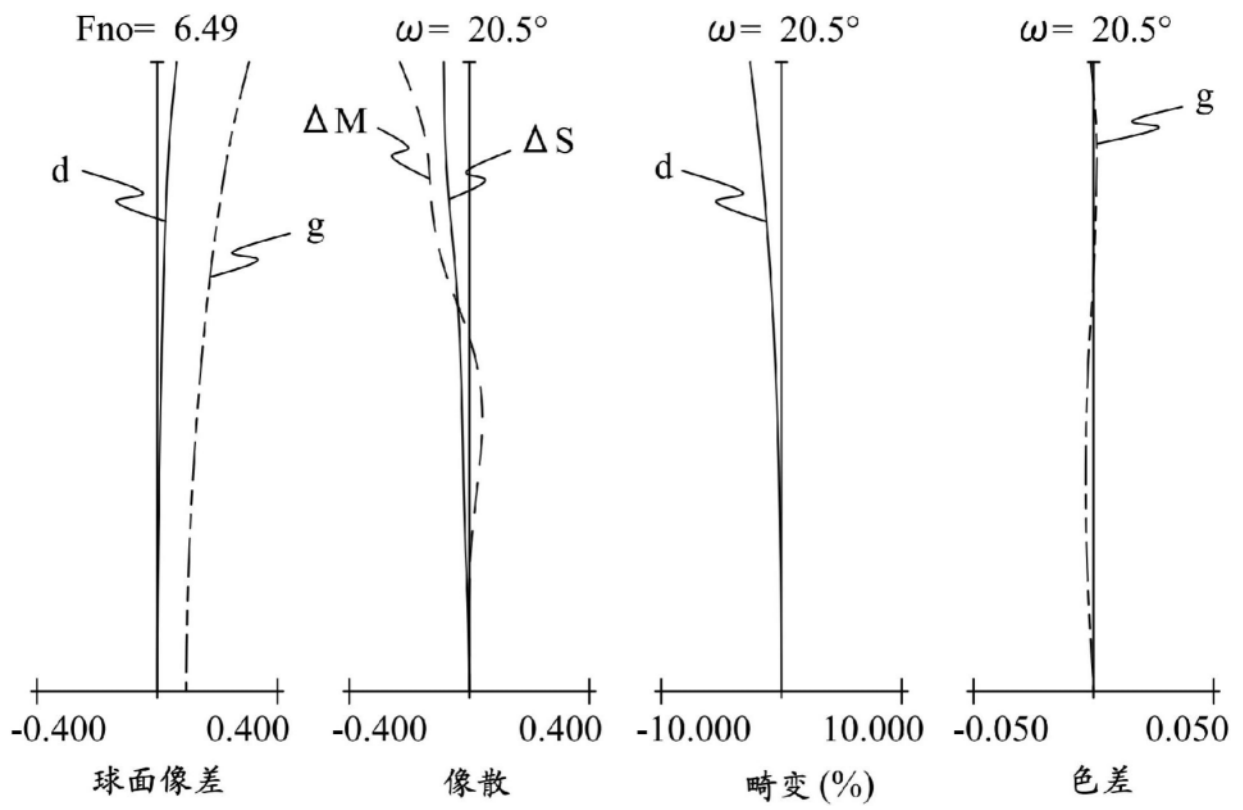


图8C

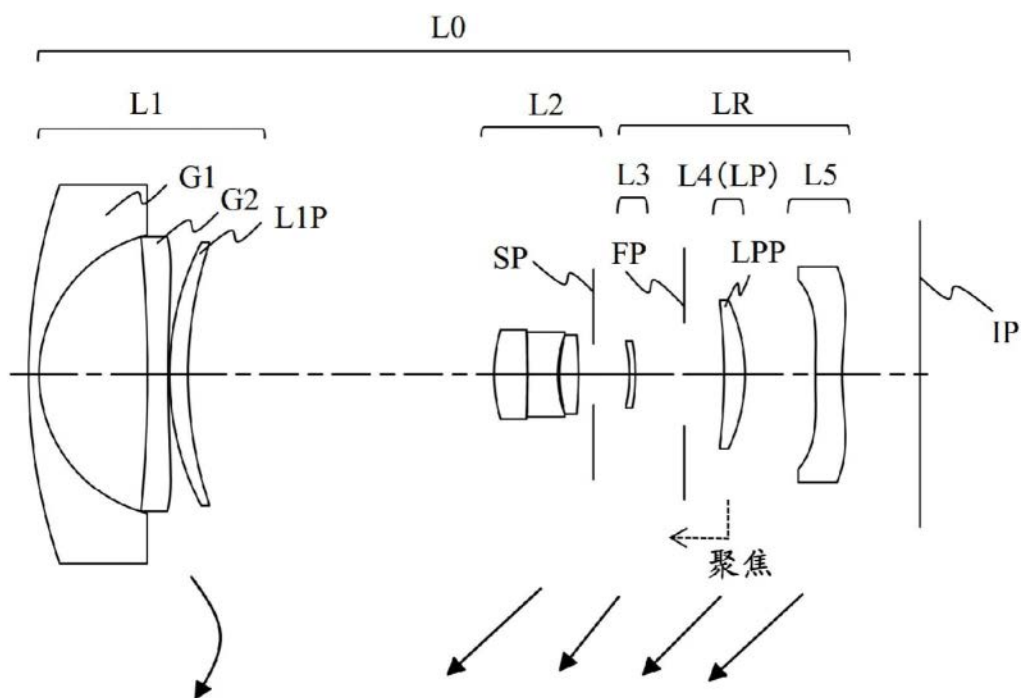


图9

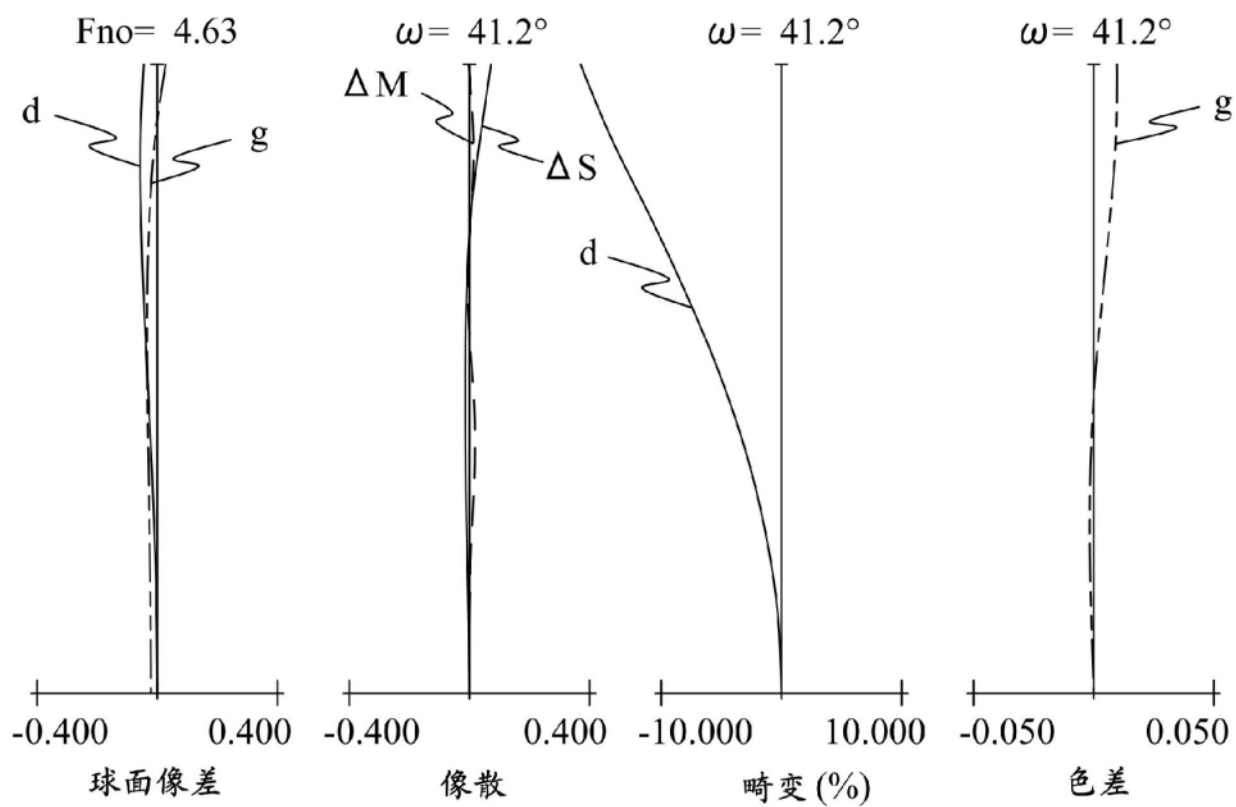


图10A

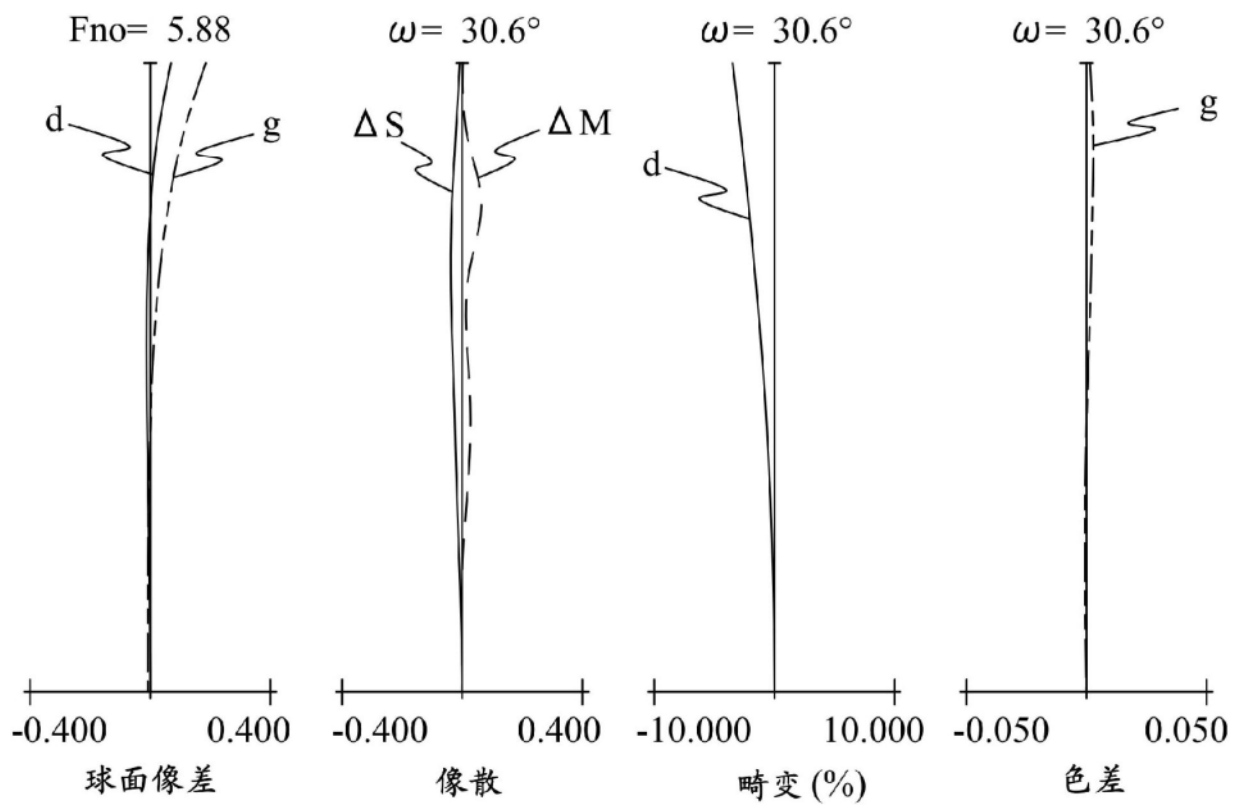


图10B

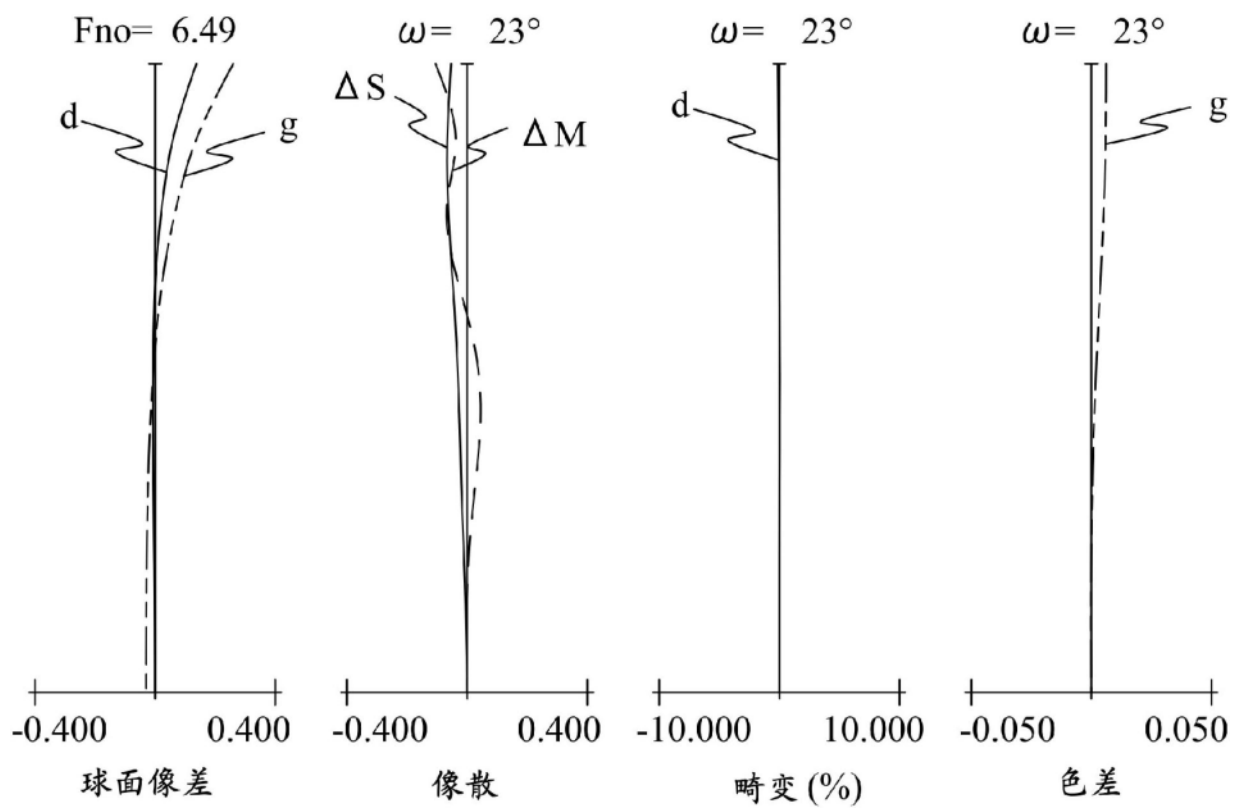


图10C

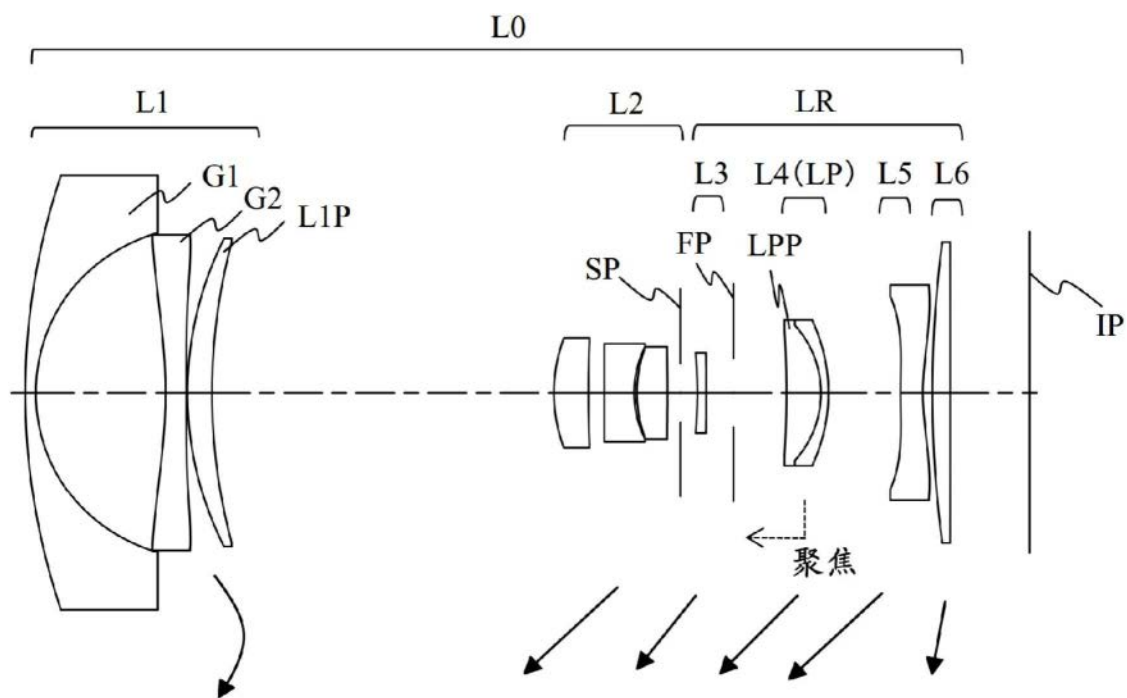


图11

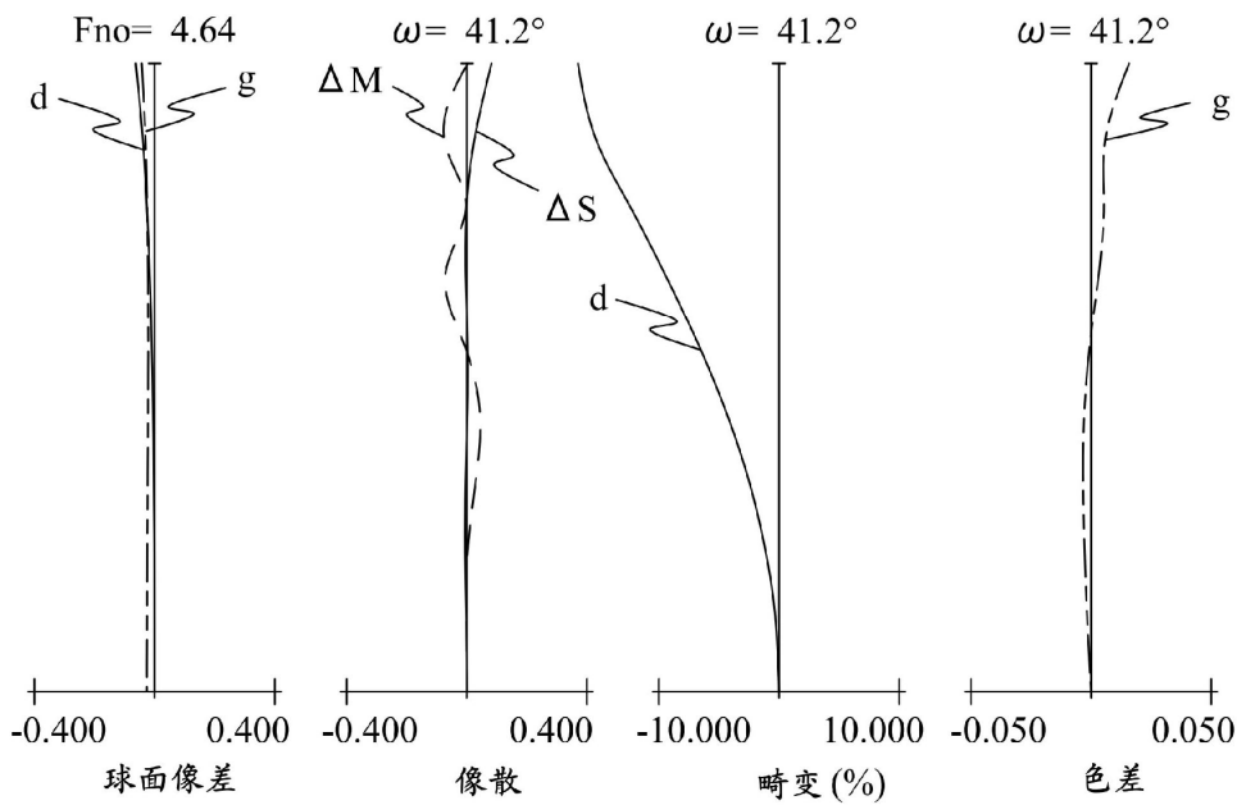


图12A

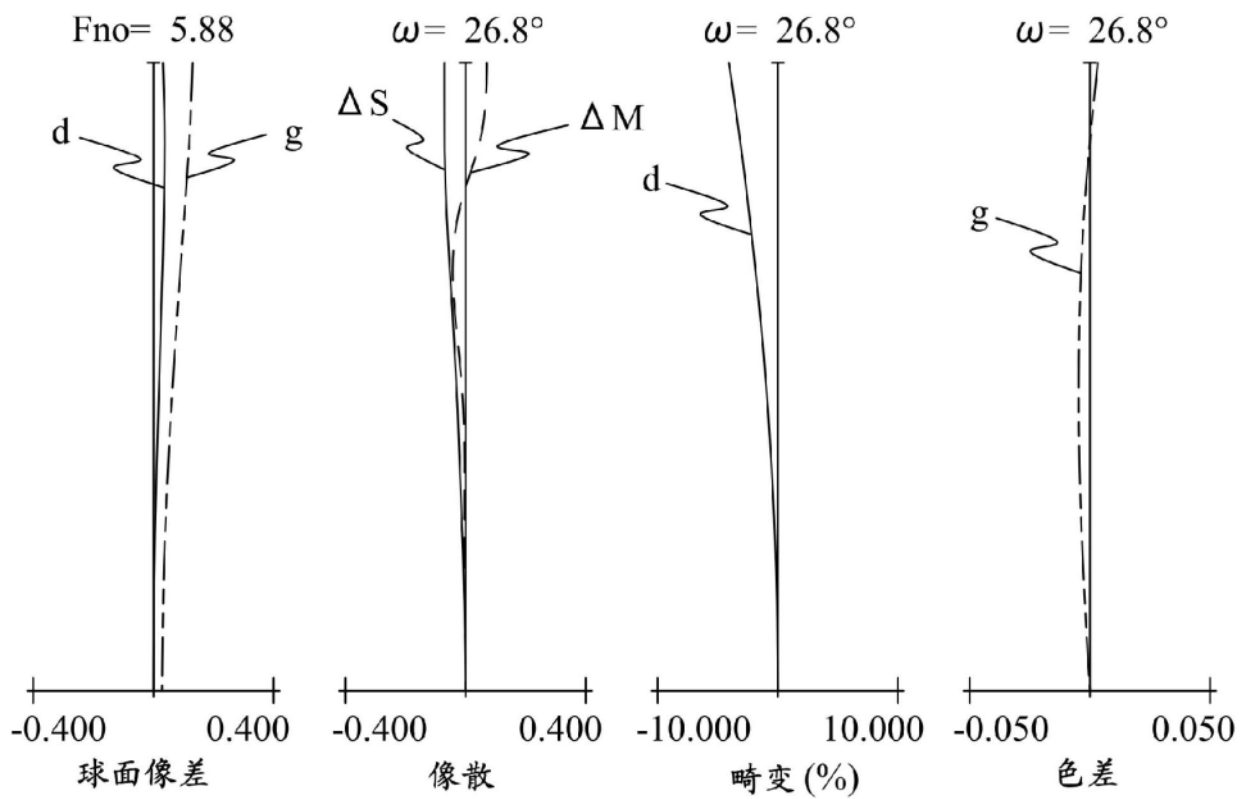


图12B

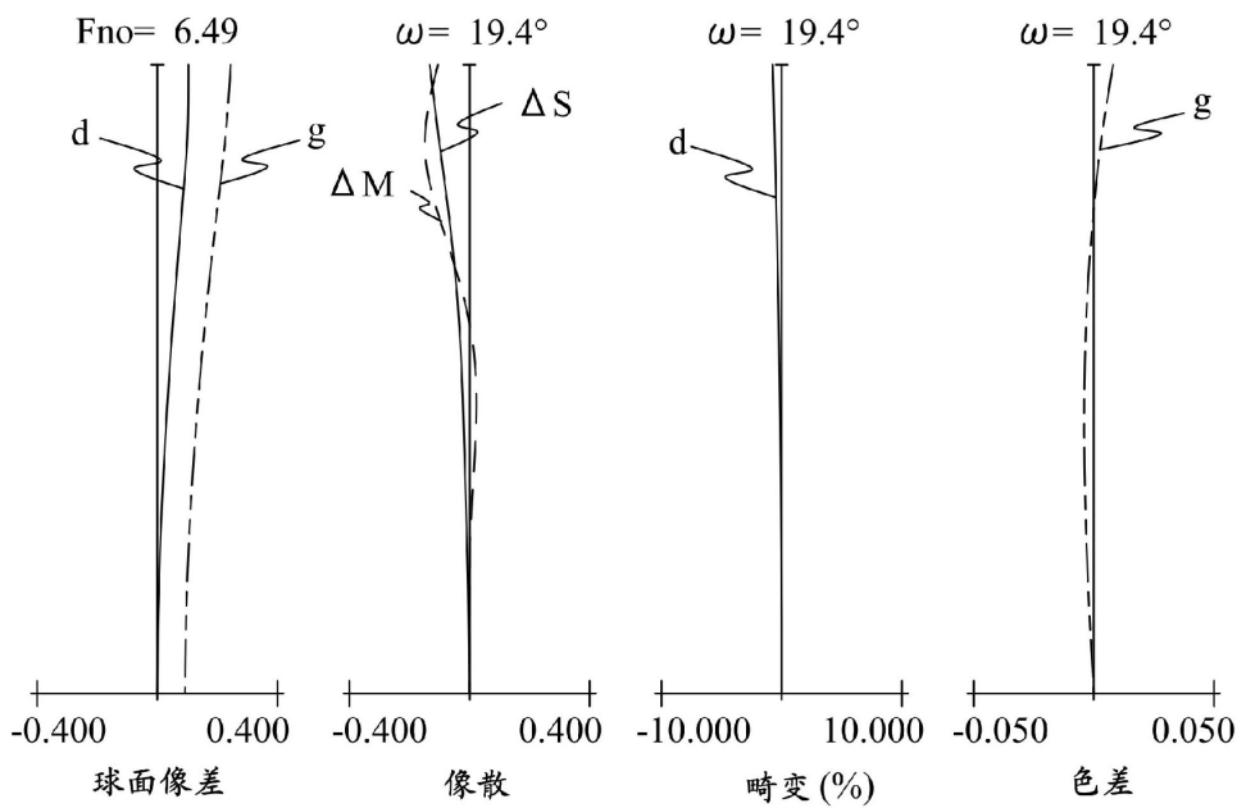


图12C

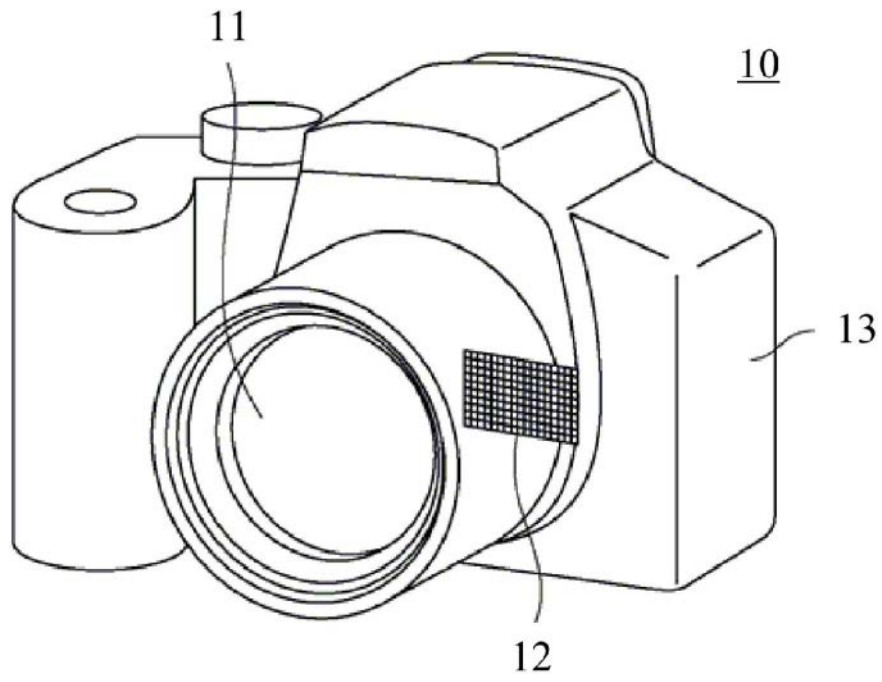


图13