



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106707476 B

(45)授权公告日 2019.11.05

(21)申请号 201610982275.9

(22)申请日 2016.11.08

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106707476 A

(43)申请公布日 2017.05.24

(30)优先权数据

2015-223150 2015.11.13 JP

(73)专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 桑代慎

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 宋岩

(51)Int.Cl.

G02B 15/173(2006.01)

(56)对比文件

US 2013242142 A1,2013.09.19,

US 2008304167 A1,2008.12.11,

JP S58136012 A,1983.08.12,

CN 102466872 A,2012.05.23,

US 2013010174 A1,2013.01.10,

审查员 徐红梅

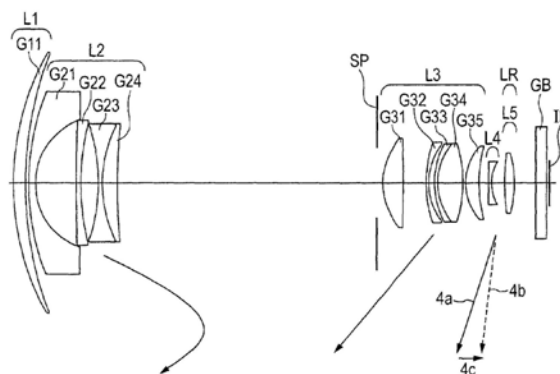
权利要求书2页 说明书23页 附图13页

(54)发明名称

变焦透镜和包括变焦透镜的图像拾取装置

(57)摘要

公开了变焦透镜和包括变焦透镜的图像拾取装置。该变焦透镜从物侧到像侧按顺序包括具有正折光力的第一透镜单元、具有负折光力的第二透镜单元、具有正折光力的第三透镜单元、具有负折光力的第四透镜单元以及包括至少一个透镜单元的后单元。在该变焦透镜中,对于每个透镜单元,移动的轨迹、焦距、在变焦期间的位移量,和透镜表面的形状被适当地设置。



1. 一种变焦透镜,从物侧到像侧按顺序包括具有正折光力的第一透镜单元、具有负折光力的第二透镜单元、具有正折光力的第三透镜单元、具有负折光力的第四透镜单元以及包括至少一个透镜单元的后单元,其中

第一透镜单元在变焦时不移动,

第三透镜单元和第四透镜单元中的每个透镜单元在从广角端到望远端的变焦期间朝向物侧移动,从而在变焦期间改变每相邻两个透镜单元之间的间隔,并且

变焦透镜的特征在于,变焦透镜满足以下条件表达式:

$$0.1 < f3/|m3| < 0.9,$$

$$-1.4 < f4/|m4| < -0.1, \text{ 以及}$$

$$1.5 < (R2a+R1a)/(R2a-R1a) < 30.0,$$

其中, $f3$ 是第三透镜单元的焦距, $f4$ 是第四透镜单元的焦距, $m3$ 是第三透镜单元在从广角端到望远端的变焦中的位移量, $m4$ 是第四透镜单元在从广角端到望远端的变焦中的位移量, $R1a$ 是第一透镜单元中最靠近物侧的透镜表面的曲率半径,并且 $R2a$ 是第一透镜单元中最靠近像侧的透镜表面的曲率半径。

2. 如权利要求1所述的变焦透镜,其中

变焦透镜满足以下条件表达式:

$$20.0 < f1/D1 < 200.0,$$

其中 $f1$ 是第一透镜单元 $L1$ 的焦距,并且 $D1$ 是第一透镜单元在光轴上的厚度。

3. 如权利要求1所述的变焦透镜,其中

第一透镜单元由单个正透镜构成,并且

变焦透镜满足以下条件表达式:

$$1.50 < nd11a < 1.80, \text{ 以及}$$

$$45.0 < vd11a < 75.0,$$

其中 $nd11a$ 和 $vd11a$ 分别是第一透镜单元的正透镜的材料的折射率和阿贝数。

4. 如权利要求1所述的变焦透镜,其中

变焦透镜满足以下条件表达式:

$$-3.6 < f2/fw < -2.0,$$

其中 $f2$ 是第二透镜单元的焦距,并且 fw 是在广角端的变焦透镜的焦距。

5. 如权利要求1所述的变焦透镜,其中

第二透镜单元从物侧到像侧按顺序包括负透镜、负透镜、负透镜和正透镜,并且

变焦透镜满足以下条件表达式:

$$1.85 < nd24a < 2.00, \text{ 以及}$$

$$14.0 < vd24a < 22.0,$$

其中 $nd24a$ 和 $vd24a$ 分别是第二透镜单元的正透镜的材料的折射率和阿贝数。

6. 如权利要求1所述的变焦透镜,其中

第三透镜单元包括多个正透镜,并且

变焦透镜满足以下条件表达式:

$$65.0 < vd3a,$$

其中 $vd3a$ 是第三透镜单元中的正透镜的材料的平均阿贝数。

7. 如权利要求1所述的变焦透镜, 其中
第三透镜单元包括多个正透镜, 并且
第三透镜单元的正透镜中的至少两个正透镜由满足以下条件表达式的材料形成:
 $0.010 < \theta_{gF} - (0.644 - 0.00168 \times v_d) < 0.070$,
其中 v_d 是材料的阿贝数, 并且 θ_{gF} 是材料的部分色散比。
8. 如权利要求1所述的变焦透镜, 其中
在从广角端到望远端的变焦期间, 第二透镜单元朝向像侧移动然后朝向物侧移动, 并且
且
变焦透镜满足以下条件表达式:
 $0.5 < m_2 / f_t < 1.3$,
其中 m_2 是第二透镜单元在从广角端到望远端的变焦期间在光轴上的位置之间的距离,
所述位置中的一个位置最靠近物体并且另一个位置最靠近图像, 并且 f_t 是在望远端的变焦透镜的焦距。
9. 如权利要求1所述的变焦透镜, 其中
第四透镜单元朝向像侧移动以从无穷远到近距离对焦。
10. 如权利要求1所述的变焦透镜, 其中
后单元由具有正折光力的第五透镜单元构成。
11. 如权利要求1所述的变焦透镜, 其中
后单元从物侧到像侧按顺序由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构成。
12. 一种图像拾取装置, 包括:
如权利要求1至11中任一项所述的变焦透镜; 以及
被配置成接收由所述变焦透镜形成的图像的图像拾取元件。
13. 如权利要求12所述的图像拾取装置, 还包括:
校正设备, 被配置成以电的方式校正由变焦透镜引起的畸变和横向色差中的至少一个。

变焦透镜和包括变焦透镜的图像拾取装置

技术领域

[0001] 本发明涉及变焦透镜和包括变焦透镜的图像拾取装置,该变焦透镜作为在诸如数字静物相机、视频相机、监控相机或广播相机之类的图像拾取装置中使用的图像拾取光学系统特别有利。

背景技术

[0002] 作为在图像拾取装置中使用的图像拾取光学系统,期望的是具有宽视角和高变焦比的紧凑的变焦透镜。也期望变焦透镜具有高分辨力。作为用于获得高变焦比的变焦透镜,正导型(positive-lead type)变焦透镜是已知的,其从物侧到像侧按顺序包括分别具有正、负、正和负折光力的第一到第四透镜单元,以及随后的包括至少一个透镜单元的后单元。

[0003] 日本专利申请公开No.2012-083601公开了包括分别具有正、负、正、负和正折光力的第一到第五透镜单元的变焦透镜。在这种变焦透镜中,第一透镜单元由负透镜和正透镜的胶合透镜形成,并且第二到第四透镜单元在变焦时移动。

[0004] 日本专利申请公开No.2006-178244公开了包括分别具有正、负、正、负和正折光力的第一到第五透镜单元的变焦透镜。在这种变焦透镜中,第一透镜单元由单个正透镜形成,并且第二到第五透镜单元在变焦时移动。

[0005] 日本专利申请公开No.2012-47814公开了从物侧到像侧按顺序包括分别具有正、负、正、负、负和正折光力的第一到第六透镜单元的变焦透镜。在这种变焦透镜中,第二、第四和第五透镜单元在变焦时移动。

[0006] 使正导型变焦透镜的视角加宽趋向于增大前透镜的有效直径并由此使整个系统增大。这样,为了使视角加宽而不牺牲整个系统的紧凑性,重要的是适当地设置每个透镜单元或尤其是第一透镜单元的配置。

[0007] 同样重要的是适当地设置诸如第三或第四透镜单元之类的可移动透镜单元的折光力,以及这些透镜单元在变焦时的移动量。

发明内容

[0008] 本发明的变焦透镜从物侧到像侧按顺序包括具有正折光力的第一透镜单元、具有负折光力的第二透镜单元、具有正折光力的第三透镜单元、具有负折光力的第四透镜单元,以及包括至少一个透镜单元的后单元。第一透镜单元在变焦时不移动,并且第三透镜单元和第四透镜单元中的每个在从广角端到望远端的变焦期间朝向物侧移动,从而在变焦期间改变每相邻两个透镜单元之间的间隔。变焦透镜满足以下条件表达式:

[0009] $0.1 < f_3 / |m_3| < 0.9$,

[0010] $-1.4 < f_4 / |m_4| < -0.1$, 以及

[0011] $1.5 < (R_{2a} + R_{1a}) / (R_{2a} - R_{1a}) < 30.0$,

[0012] 其中 f_3 是第三透镜单元的焦距, f_4 是第四透镜单元的焦距, m_3 是第三透镜单元在

从广角端到望远端的变焦时的位移量, m_4 是第四透镜单元在从广角端到望远端的变焦时的位移量, R_{1a} 是第一透镜单元中最靠近物侧的透镜表面的曲率半径, 并且 R_{2a} 是第一透镜单元中最靠近像侧的透镜表面的曲率半径。

[0013] 本发明的进一步特征将从以下参考附图对示例性实施例的描述变得清楚。

附图说明

- [0014] 图1是根据实施例1的变焦透镜在广角端的透镜剖面图。
- [0015] 图2A是示出了根据实施例1的变焦透镜在广角端的像差 (aberration) 的图。
- [0016] 图2B是示出了根据实施例1的变焦透镜在中间变焦位置的像差的图。
- [0017] 图2C是示出了根据实施例1的变焦透镜在望远端的像差的图。
- [0018] 图3是根据实施例2的变焦透镜在广角端的透镜剖面图。
- [0019] 图4A是示出了根据实施例2的变焦透镜在广角端的像差的图。
- [0020] 图4B是示出了根据实施例2的变焦透镜在中间变焦位置的像差的图。
- [0021] 图4C是示出了根据实施例2的变焦透镜在望远端的像差的图。
- [0022] 图5是根据实施例3的变焦透镜在广角端的透镜剖面图。
- [0023] 图6A是示出了根据实施例3的变焦透镜在广角端的像差的图。
- [0024] 图6B是示出了根据实施例3的变焦透镜在中间变焦位置的像差的图。
- [0025] 图6C是示出了根据实施例3的变焦透镜在望远端的像差的图。
- [0026] 图7是根据实施例4的变焦透镜在广角端的透镜剖面图。
- [0027] 图8A是示出了根据实施例4的变焦透镜在广角端的像差的图。
- [0028] 图8B是示出了根据实施例4的变焦透镜在中间变焦位置的像差的图。
- [0029] 图8C是示出了根据实施例4的变焦透镜在望远端的像差的图。
- [0030] 图9是根据实施例5的变焦透镜在广角端的透镜剖面图。
- [0031] 图10A是示出了根据实施例5的变焦透镜在广角端的像差的图。
- [0032] 图10B是示出了根据实施例5的变焦透镜在中间变焦位置的像差的图。
- [0033] 图10C是示出了根据实施例5的变焦透镜在望远端的像差的图。
- [0034] 图11是根据实施例6的变焦透镜在广角端的透镜剖面图。
- [0035] 图12A是示出了根据实施例6的变焦透镜在广角端的像差的图。
- [0036] 图12B是示出了根据实施例6的变焦透镜在中间变焦位置的像差的图。
- [0037] 图12C是示出了根据实施例6的变焦透镜在望远端的像差的图。
- [0038] 图13是本发明的图像拾取装置的主要部分的示意图。

具体实施方式

[0039] 现在将根据附图详细描述本发明的优选实施例。

[0040] 本发明的变焦透镜从物侧到像侧按顺序包括具有正折光力的第一透镜单元、具有负折光力的第二透镜单元、具有正折光力的第三透镜单元、具有负折光力的第四透镜单元以及包括至少一个透镜单元的后单元。第一透镜单元在变焦时不移动。第三透镜单元和第四透镜单元的每个在从广角端 (短焦距端) 到望远端 (长焦距端) 的变焦期间朝向物侧移动, 以在变焦期间改变每个相邻的透镜单元的间隔。

[0041] 图1是根据本发明的实施例1的变焦透镜在广角端的透镜剖面图。图2A、图2B和图2C分别是示出了根据实施例1的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端的像差的图。实施例1的变焦透镜具有7.97x的变焦比和1.63到4.00的f数。

[0042] 图3是根据本发明的实施例2的变焦透镜在广角端的透镜剖面图。图4A、图4B和图4C分别是示出了根据实施例2的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端的像差的图。实施例2的变焦透镜具有9.98x的变焦比和1.50到4.00的f数。图5是根据本发明的实施例3的变焦透镜在广角端的透镜剖面图。图6A、图6B和图6C分别是示出了根据实施例3的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端的像差的图。实施例3的变焦透镜具有7.97x的变焦比和1.65到4.00的f数。

[0043] 图7是根据本发明的实施例4的变焦透镜在广角端的透镜剖面图。图8A、图8B和图8C分别是示出了根据实施例4的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端的像差的图。实施例4的变焦透镜具有8.04x的变焦比和1.65到4.00的f数。图9是根据本发明的实施例5的变焦透镜在广角端的透镜剖面图。图10A、图10B和图10C分别是示出了根据实施例5的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端的像差的图。实施例5的变焦透镜具有4.99x的变焦比和1.65到3.68的f数。

[0044] 图11是根据本发明的实施例6的变焦透镜在广角端的透镜剖面图。图12A、图12B和图12C分别是示出了根据实施例6的变焦透镜在广角端、中间变焦位置和望远端的像差的图。实施例6的变焦透镜具有6.93x的变焦比和1.65到4.00的f数。图13是本发明的图像拾取装置的主要部分的示意图。

[0045] 每个实施例的变焦透镜是用于在诸如视频相机、数字相机、电视相机、监控相机或卤化银胶片相机之类的图像拾取装置中使用的图像拾取透镜系统。在透镜剖面图中，左侧是被摄体(物)侧(即前侧)，并且右侧是像侧(即后侧)。在透镜剖面图中，每个透镜单元由Li表示，其中“i”是透镜单元从物侧的序号。LR表示包括至少一个透镜单元的后单元。

[0046] 在透镜剖面图中，“SP”表示位于第三透镜单元L3的物侧或者第三透镜单元的透镜之间的孔径光阑。在透镜剖面图中，“GB”表示诸如滤光器、面板、石英低通滤波器或红外截止滤波器之类的光学元件。“IP”表示像面。当变焦透镜作为用于视频相机或数字静物相机的图像拾取光学系统使用时，诸如CCD传感器或CMOS传感器之类的固态图像拾取元件(光电转换元件)被置于像面IP。当变焦透镜作为用于卤化银胶片相机的图像拾取光学系统使用时，等价于胶片平面的感光表面被置于像面IP。

[0047] 每个箭头示出了相应的透镜单元从广角端到望远端的变焦时的移动轨迹，以及相应的透镜单元在变焦期间对焦时的移动方向。在像差图中示出了球差的部分中，实线“d”表示d线(波长587.6nm)，双点划线“g”表示g线(波长435.8nm)，单点划线“C”表示C线(波长656.3nm)，并且断开线“F”表示F线(486.1nm)。在示出了像散(astigmatism)的部分中，断开线“M”表示d线的子午像面，并且实线“S”表示d线的弧矢像面。横向色差由相对于d线的g线、C线和F线代表。“Fno”表示f数，并且“ ω ”表示半视角(成像角度的一半)(度)。

[0048] 在实施例1到实施例5的透镜剖面图中，“L1”表示具有正折光力的第一透镜单元，“L2”表示具有负折光力的第二透镜单元，“L3”表示具有正折光力的第三透镜单元，并且“L4”表示具有负折光力的第四透镜单元。后单元LR由具有正折光力的第五透镜单元L5构成。实施例1到实施例5是五单元变焦透镜。

[0049] 在实施例1到实施例5中,第一透镜单元L1和第五透镜单元L5在变焦时不移动。其余的透镜单元在从广角端到望远端的变焦期间如箭头所示地移动。具体地,第二透镜单元L2朝向像侧移动并且然后朝向物侧移动,第三透镜单元L3朝向物侧移动,并且第四透镜单元L4朝向物侧移动。孔径光阑SP沿着与第三透镜单元L3相同的轨迹朝向物侧移动。

[0050] 第四透镜单元L4移动以校正由变焦引起的像面变动并且也执行对焦。实线曲线4a和虚线曲线4b是第四透镜单元L4在校正由变焦引起的像面变动时的移动轨迹,当焦点在无穷远处时第四透镜单元L4沿实线曲线4a移动并且当焦点在近距离(close-up)处时沿虚线曲线4b移动。为了从无穷远到近距离对焦,第四透镜单元L4如箭头4c所示向后移动。对焦可以由除了第四透镜单元L4以外的一个透镜单元或多个透镜单元执行。例如,对焦可以由第二透镜单元L2的部分或全部或者由第五透镜单元L5执行。

[0051] 在实施例6的透镜剖面图中,“L1”表示具有正折光力的第一透镜单元,“L2”表示具有负折光力的第二透镜单元,“L3”表示具有正折光力的第三透镜单元,并且“L4”表示具有负折光力的第四透镜单元。后单元LR由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构成。实施例6是六单元变焦透镜。

[0052] 在实施例6中,第一透镜单元L1和第六透镜单元L6在变焦时不移动。其余的透镜单元在从广角端到望远端的变焦期间如箭头所示地移动。具体地,第二透镜单元L2朝向像侧移动并且然后朝向物侧移动,第三透镜单元L3朝向物侧移动,第四透镜单元L4向物侧移动,并且第五透镜单元向物侧移动。

[0053] 在实施例6中,如在实施例1到实施例5中一样,第四透镜单元L4移动以执行对焦和由变焦引起的像面变动的校正。实线曲线4a和虚线曲线4b是第四透镜单元L4在校正由变焦引起的像面变动时的移动轨迹,当焦点在无穷远处时第四透镜单元L4沿实线曲线4a移动并且当焦点在近距离处时沿虚线曲线4b移动。为了从无穷远到近距离对焦,第四透镜单元L4如箭头4c所示向后移动。对焦可以由除了第四透镜单元L4以外的一个透镜单元或多个透镜单元执行。例如,对焦可以由第二透镜单元L2的部分或全部、第五透镜单元L5或第六透镜单元L6执行。

[0054] 在每个实施例中,孔径光阑SP的孔径直径可以是变量或常数。改变孔径光阑SP的孔径直径使得能够阻挡在望远端发生的由离轴光线引起的下方光线彗斑,以允许更好的光学性能。

[0055] 本发明的变焦透镜满足以下条件表达式。

$$[0056] \quad 0.1 < f_3 / |m_3| < 0.9 \cdots (1)$$

$$[0057] \quad -1.4 < f_4 / |m_4| < -0.1 \cdots (2)$$

$$[0058] \quad 1.5 < (R_{2a} + R_{1a}) / (R_{2a} - R_{1a}) < 30.0 \cdots (3)$$

[0059] 在以上条件表达式中,“ f_3 ”代表第三透镜单元L3的焦距,“ f_4 ”代表第四透镜单元L4的焦距,“ m_3 ”和“ m_4 ”分别代表第三透镜单元L3和第四透镜单元L4在从广角端到望远端的变焦期间的位移量,“ R_{1a} ”代表第一透镜单元L1中最靠近物侧的透镜表面的曲率半径,并且“ R_{2a} ”代表第一透镜单元L1中最靠近像侧的透镜表面的曲率半径。

[0060] 以上提及的位移量是在从广角端到望远端的变焦期间透镜单元在最靠近物体的位置和最靠近图像的位置之间的位置差。当透镜单元的位置在望远端比在广角端更接近像侧时,位移量的符号为正,当透镜单元的位置在望远端比在广角端更接近物侧时,位移量的

符号为负。

[0061] 接下来,描述以上条件表达式的技术含义。已知变焦透镜从物侧到像侧按顺序包括分别具有正、负、正和负折光力的第一到第四透镜单元,其中第二透镜单元在从广角端到望远端的变焦时朝向像侧移动。为了在这样的变焦透镜中同时获得第二透镜单元L2的高变焦效果以及整个系统的尺寸减小,第一透镜单元L1和第二透镜单元L2的折光力需要增大。

[0062] 同时,为了获得良好的光学性能,需要通过增大在第一透镜单元L1和第二透镜单元L2中的透镜的数目以便可以在这些透镜之间分配折光力来减少像差。然而这增大了第一透镜单元L1和第二透镜单元L2的厚度。此外,为了获得宽的视角,已经很大的第一透镜单元的有效直径被增大,并且这也增大了第一透镜单元的厚度。这些因素妨碍整个系统的尺寸减小。

[0063] 相反,本发明的变焦透镜被配置成使得第三透镜单元L3和第四透镜单元L4移动以用于变焦,第二透镜单元L2移动以校正由变焦引起的像面变动。为了在这样的配置中获得高变焦效果,第二透镜单元L2、第三透镜单元L3和第四透镜单元L4的折光力需要被增大(在绝对值上),但是第一透镜单元L1的折光力不需要增大,使得第一透镜单元L1的有效直径能够不增大。

[0064] 这样,本发明的第一透镜单元L1可以用更少的透镜形成,并且视角的加宽不太增大前透镜的有效直径。从而促进整个系统的尺寸减小。

[0065] 另外,本发明的变焦透镜被配置成使得第三透镜单元L3和第四透镜单元L4在从广角端到望远端的变焦期间独立于彼此(沿不同的轨迹)朝向物侧移动,以使得第三透镜单元L3和第四透镜单元L4可以共担变焦的任务。这种配置允许较短变焦行程(位移量)的高变焦比,以及总体透镜长度的尺寸减小。通过进一步满足条件表达式(1)到(3),本发明的变焦透镜获得了宽的视角、高变焦比、整个系统的尺寸减小,以及在整个变焦范围上良好的光学性能。

[0066] 条件表达式(1)限定了第三透镜单元L3的焦距与第三透镜单元L3用于变焦的位移量的比值。通过满足条件表达式(1),本发明的变焦透镜同时获得高变焦比和整个系统的尺寸减小。如果第三透镜单元L3的焦距过短,使得条件表达式(1)的比值低于其中限定的下限,则球面像差和彗形像差在整个变焦范围上增大到难以减小这些像差的程度。

[0067] 相反地,如果第三透镜单元L3的焦距过长,使得条件表达式(1)的比值超过其中限定的上限,则第三透镜单元L3仅产生小的变焦效果。然后,为了获得高变焦比,第三透镜单元L3和第四透镜单元L4必须移动更长来变焦(即,更大的位移量)。这不是优选的,因为这样的更长的变焦行程延长了总体透镜长度。

[0068] 条件表达式(2)限定了第四透镜单元L4的焦距与第四透镜单元L4用于变焦的位移量的比值。通过满足条件表达式(2),本发明的变焦透镜同时获得高变焦比和整个系统的尺寸减小。如果第四透镜单元L4具有过短的负焦距(或绝对值过大的负折光力),使得条件表达式(2)的比值超过其中限定的上限,则球差和彗差在整个变焦范围上增大到难以减小这些像差的程度。

[0069] 相反地,如果第四透镜单元L4具有过长的负焦距(或绝对值过小的负折光力),使得条件表达式(2)的比值低于其中限定的下限,则第四透镜单元L4仅产生小的变焦效果。然后,为了获得高变焦比,第三透镜单元L3和第四透镜单元L4必须移动更长来变焦。这不是优

选的,因为这样的更长的变焦行程延长了总体透镜长度。

[0070] 条件表达式(3)限定了第一透镜单元L1中最靠近物侧的透镜表面的曲率半径和第一透镜单元L1中最靠近像侧的透镜表面的曲率半径。通过满足条件表达式(3),本发明的变焦透镜同时获得宽的视角、高光学性能和整个系统的尺寸减小。如果曲率半径R1a和曲率半径R2a过大,使得条件表达式(3)的比值低于其中限定的下限,则穿过第一透镜单元L1中最靠近物侧的透镜表面的离轴光线的入射高度在广角端大。然后,第一透镜单元L1尺寸必须增大。相反地,如果曲率半径R1a和曲率半径R2a过小,使得条件表达式(3)的比值超过其中限定的上限,像场弯曲在广角端增大。

[0071] 在每个实施例中,每个元件被适当地设置以满足上述条件表达式(1)到(3)。从而,变焦透镜同时获得高变焦比、高光学性能和整个系统的尺寸减小。

[0072] 优选地,条件表达式(1)到(3)中的数值在每个实施例中可以设置如下。

[0073] $0.3 < f3/|m3| < 0.8 \dots (1a)$

[0074] $-1.2 < f4/|m4| < -0.3 \dots (2a)$

[0075] $2.0 < (R2a+R1a)/(R2a-R1a) < 20.0 \dots (3a)$

[0076] 如上所述,本发明提供了获得宽的视角、高变焦比、整个系统的尺寸减小和良好的光学性能的变焦透镜。

[0077] 更优选地,本发明的变焦透镜可以满足以下条件表达式中的至少一个。

[0078] $20.0 < f1/D1 < 200.0 \dots (4)$

[0079] $1.50 < nd11a < 1.80 \dots (5)$

[0080] $45.0 < vd11a < 75.0 \dots (6)$

[0081] $-3.6 < f2/fw < -2.0 \dots (7)$

[0082] $1.85 < nd24a < 2.00 \dots (8)$

[0083] $14.0 < vd24a < 22.0 \dots (9)$

[0084] $65.0 < vd3a \dots (10)$

[0085] $0.010 < \theta_{gF} - (0.644 - 0.00168 \times vd) < 0.070 \dots (11)$

[0086] $0.5 < m2/ft < 1.3 \dots (12)$

[0087] 在以上条件表达式中,“f1”代表第一透镜单元L1的焦距,并且“D1”代表第一透镜单元L1在光轴上的厚度(透镜单元厚度),“nd11a”代表单独地构成第一透镜单元L1的正透镜G11的材料的折射率,“vd11a”代表正透镜G11的材料的阿贝数,“f2”代表第二透镜单元L2的焦距,并且“fw”代表在广角端的整个系统的焦距。

[0088] 另外,“nd24a”代表正透镜G24的材料的折射率,正透镜G24是构成第二透镜单元L2的透镜中的一个,其中第二透镜单元L2从物侧到像侧按顺序由负透镜G21、负透镜G22、负透镜G23和正透镜G24构成,“vd24a”代表正透镜G24的材料的阿贝数,“vd3a”代表第三透镜单元L3中多个正透镜的材料的平均阿贝数,“vd”代表第三透镜单元L3中的正透镜的至少两个的材料的阿贝数,并且“ θ_{gF} ”代表该两个正透镜的材料的部分色散比。

[0089] 此外,“m2”代表在从广角端到望远端的变焦期间朝向像侧移动并且然后朝向物侧移动的第二透镜单元L2在光轴上的位置之间的距离。具体地,该距离是在从广角端到望远端的变焦期间第二透镜单元L2位于最靠近物体的位置到第二透镜单元L2位于最靠近图像的位置放的距离。最后,“ft”代表在望远端的整个系统的焦距。

[0090] 在实施例中的光学材料的阿贝数和部分色散比如下决定。当Ng、NF、Nd和NC分别代表材料对g线(435.8nm)、F线(486.1nm)、d线(587.6nm)和C线(656.3nm)(夫琅和费谱线)的折射率时,材料的阿贝数vd和材料对g线和F线的部分色散比 θ_{gF} 分别由以下公式表示。

$$[0091] \quad v_d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

$$[0092] \quad \theta_{gF} = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$$

[0093] 接下来,描述以上条件表达式的技术含义。

[0094] 条件表达式(4)限定了第一透镜单元L1的焦距与第一透镜单元L1在光轴上的厚度(透镜单元厚度)的比值。通过满足条件表达式(4),本发明的变焦透镜同时获得宽的视角和透镜系统的尺寸减小。

[0095] 如果第一透镜单元L1的透镜单元厚度过大,使得条件表达式(4)的比值低于其中限定的下限,则穿过第一透镜单元L1中最靠近物侧的透镜表面的离轴光线的入射高度在靠近广角端的变焦范围中大。于是,前透镜(即,第一透镜单元L1)的有效直径必须增大。相反地,如果第一透镜单元L1焦距过长,使得条件表达式(4)的比值超过其中限定的上限,则如果要加宽视角,前透镜的有效直径必须增大。

[0096] 条件表达式(5)限定了第一透镜单元L1的正透镜G11的材料的折射率。通过满足条件表达式(5),本发明的变焦透镜同时获得良好的光学性能和整个系统的尺寸减小。如果正透镜G11的材料的折射率过低,低于在条件表达式(5)中限定的下限,则第一透镜单元L1的透镜单元厚度增大,结果这延长了总体透镜长度。

[0097] 相反地,如果正透镜G11的材料的折射率过高,超过在条件表达式(5)中限定的上限,则匹兹伐和(Petzval sum)减少,这将场曲和像散增大到难以校正它们的程度。

[0098] 条件表达式(6)限定了第一透镜单元L1的正透镜G11的材料的阿贝数。通过满足条件表达式(6),本发明的变焦透镜促进广角端的横向色差的校正并由此获得良好的光学性能。

[0099] 低于在条件表达式(6)中限定的下限的阿贝数是不期望的,因为横向色差在广角端增大。相反地,超过在条件表达式(6)中限定的上限的阿贝数也是不期望的,因为横向色差在广角端被过度校正。

[0100] 条件表达式(7)限定了第二透镜单元L2的焦距。通过满足条件表达式(7),本发明的变焦透镜同时获得良好的光学性能和透镜系统的尺寸减小。如果第二透镜单元L2的负焦距的绝对值过大,使得条件表达式(7)的比值低于其中限定的下限,则被配置成校正由变焦引起的像面变动的透镜单元必须移动更长,这延长了总体透镜长度。相反地,如果第二透镜单元L2的负焦距的绝对值过小,使得条件表达式(7)的比值超过其中限定的上限,则在广角端不期望地产生大的场曲。

[0101] 条件表达式(8)限定了正透镜G24的材料的折射率,正透镜G24是第二透镜单元L2中最靠近图像的透镜。通过满足条件表达式(8),本发明的变焦透镜同时获得良好的光学性能和整个系统的尺寸减小。如果正透镜G24的材料的折射率过低,低于在条件表达式(8)中限定的下限,则第二透镜单元L2的透镜单元厚度必须增大,并且这延长了总体透镜长度。相反地,如果正透镜G24的材料的折射率过高,超过了在条件表达式(8)中限定的上限,则匹兹伐和减少到难以校正场曲和像散的程度。

[0102] 条件表达式(9)限定了正透镜G24的材料的阿贝数,正透镜G24是第二透镜单元L2

中最靠近图像的透镜。通过满足条件表达式 (9), 本发明的变焦透镜有利地校正了广角端的横向色差并由此获得高光学性能。如果正透镜G24的材料的阿贝数过小, 低于在条件表达式 (9) 中限定的下限, 则横向色差在广角端被过度校正。相反地, 如果正透镜G24的材料的阿贝数过大, 超过了在条件表达式 (9) 中限定的上限, 则横向色差在广角端校正不足。

[0103] 条件表达式 (10) 限定了第三透镜单元L3中的正透镜的材料的平均阿贝数。通过满足条件表达式 (10), 本发明的变焦透镜同时获得良好的光学性能和高变焦比。如果正透镜的材料的平均阿贝数过小, 低于在条件表达式 (10) 中限定的下限, 则轴上色差在整个变焦范围上增大, 这使得难以获得良好的光学性能。

[0104] 条件表达式 (11) 限定了第三透镜单元L3中的正透镜的至少两个的阿贝数和部分色散比。通过满足条件表达式 (11), 本发明的变焦透镜同时获得良好的光学性能和高变焦比。如果部分色散比 θ_{gF} 过小, 使得条件表达式 (11) 的值低于其中限定的下限, 则轴上色差 (二次光谱) 在整个变焦范围上校正不足。相反地, 如果部分色散比 θ_{gF} 过大, 使得条件表达式 (11) 的值超过其中限定的上限, 则轴上色差 (二次光谱) 在整个变焦范围上过度校正。

[0105] 条件表达式 (12) 限定了在变焦时第二透镜单元L2移动的距离, 即, 第二透镜单元L2从光轴上最靠近物体的位置到光轴上最靠近图像的位置的位移量。通过满足条件表达式 (12), 本发明的变焦透镜同时获得透镜系统的尺寸减小和高变焦比。如果第二透镜单元L2的位移量过小, 使得条件表达式 (12) 的比值低于其中限定的下限, 为了高变焦比, 第二透镜单元L2的负折光力必须增大 (在绝对值上)。于是, 场曲和横向色差在变焦期间变化巨大。相反地, 如果第二透镜单元L2的位移量过大, 使得条件表达式 (12) 的比值超过其中限定的上限, 则总体透镜长度增大。

[0106] 优选地, 条件表达式 (4) 到 (12) 中的数值在实施例中可以如下设置。

[0107] $25.0 < f_1/D_1 < 140.0 \cdots (4a)$

[0108] $1.55 < n_{d11a} < 1.75 \cdots (5a)$

[0109] $50.0 < v_{d11a} < 65.0 \cdots (6a)$

[0110] $-3.2 < f_2/f_w < -2.2 \cdots (7a)$

[0111] $1.90 < n_{d24a} < 2.00 \cdots (8a)$

[0112] $16.0 < v_{d24a} < 20.0 \cdots (9a)$

[0113] $68.0 < v_{d3a} \cdots (10a)$

[0114] $0.013 < \theta_{gF} - (0.644 - 0.00168 \times v_d) < 0.040 \cdots (11a)$

[0115] $0.65 < m_2/f_t < 1.15 \cdots (12a)$

[0116] 当每个实施例的变焦透镜的元件被如上配置时, 变焦透镜可以获得整个系统的尺寸减小、宽的视角、高变焦比和在整个变焦范围上的高光学性能。当以上条件表达式适当地单元合时, 本发明的有利效果可被增强。

[0117] 接下来, 描述实施例1到实施例6的变焦透镜的配置。除非另作说明, 实施例的透镜单元中的透镜从物侧到像侧按顺序布置。

[0118] [实施例1、实施例2和实施例3]

[0119] 第一透镜单元L1由具有面向物侧的凸面的正弯月透镜 (G11) 形成。这种配置促进减小前透镜的有效直径。第二透镜单元L2由以下透镜形成: 具有面向物侧的凸面的负弯月透镜 (G21), 具有面向物侧的凸面的负弯月透镜 (G22), 以及通过胶合负双凹透镜 (G23) 和具

有面向物侧的凸面的正弯月透镜 (G24) 形成的胶合透镜。

[0120] 可替代地,第二透镜单元L2由以下透镜形成:具有面向物侧的凸面的负弯月透镜 (G21),负双凹透镜 (G22),以及通过胶合负双凹透镜 (G23) 和正双凸透镜 (G24) 形成的胶合透镜。第二透镜单元L2的负折光力因此在三个负透镜之中分配,这使得当视角加宽时会发生的场曲能够减小。

[0121] 第三透镜单元L3由以下透镜形成:在其两个表面上是非球面的正双凸透镜 (G31),具有面向物侧的凸面的负弯月透镜 (G32),通过胶合具有面向物侧的凸面的负弯月透镜 (G33) 和在其像侧表面是非球面的正双凸面透镜 (G34) 形成的胶合透镜,以及具有面向物侧的凸面的正弯月透镜 (G35)。这种配置允许高变焦比和在整个变焦范围上的球差和彗差的减小。

[0122] 第四透镜单元L4由在其两个透镜表面上是非球面的负双凹透镜形成。第四透镜单元L4具有非球面透镜表面的这种配置既获得高变焦比和又获得在中间变焦位置处彗差的减小。第五透镜单元L5由正双凸透镜形成。作为正透镜,第五透镜单元L5增强远心度以使得离轴光线以接近直角的角度进入图像拾取元件,从而减少由于阴影导致的外围光减少。

[0123] [实施例4]

[0124] 第一透镜单元L1由具有面向物侧的凸面并且在其两个表面上是非球面的正弯月透镜 (G11) 形成。在其两个表面上是非球面的第一透镜单元L1促进在广角端的畸变校正。第二透镜单元L2由以下透镜形成:具有面向物侧的凸面的负弯月透镜 (G21),具有面向物侧的凸面的负弯月透镜 (G22),以及通过胶合负双凹透镜 (G23) 和具有面向物侧的凸面的正弯月透镜 (G24) 形成的胶合透镜。

[0125] 第三透镜单元L3由以下透镜形成:在其两个表面上是非球面的正双凸透镜 (G31),通过胶合具有面向物侧的凸面的负弯月透镜 (G32) 和在其像侧表面是非球面的正双凸面透镜 (G33) 形成的胶合透镜,以及具有面向物侧的凸面的正弯月透镜 (G34)。第四透镜单元L4由在其两个表面上是非球面的负双凹透镜形成。第五透镜单元L5由单个正双凸透镜形成。

[0126] [实施例5]

[0127] 第一透镜单元L1由具有面向物侧的凸面的正弯月透镜 (G11) 形成。第二透镜单元L2由以下透镜形成:具有面向物侧的凸面的负弯月透镜 (G21),具有面向物侧的凸面的负弯月透镜 (G22),负双凹透镜 (G23),以及具有面向物侧的凸面的正弯月透镜 (G24)。

[0128] 第三透镜单元L3由以下透镜形成:在其两个表面上是非球面的正双凸透镜 (G31),通过胶合具有面向物侧的凸面的负弯月透镜 (G32) 和其像侧表面是非球面的正双凸透镜 (G33) 形成的胶合透镜。第四透镜单元L4由负双凹透镜形成。第五透镜单元L5由单个正双凸透镜形成。

[0129] [实施例6]

[0130] 第一透镜单元L1由具有面向物侧的凸面的正弯月透镜 (G11) 形成。第二透镜单元L2由以下透镜形成:具有面向物侧的凸面的负弯月透镜 (G21),具有面向物侧的凸面的负弯月透镜 (G22),具有面向像侧的凸面的负弯月透镜 (G23),以及正双凸透镜 (G24)。

[0131] 第三透镜单元L3由以下透镜形成:在其两个表面上是非球面的正双凸透镜 (G31),通过胶合具有面向物侧的凸面的负弯月透镜 (G32) 和其像侧表面是非球面的正双凸透镜 (G33) 形成的胶合透镜。第四透镜单元L4由负双凹透镜形成。第五透镜单元L5由负双凹透镜

形成。第六透镜单元L6由正双凸透镜构成。

[0132] 接下来,参考图13描述使用本发明的变焦透镜作为其图像拾取光学系统的图像拾取装置(监控相机)的实施例。图13中的参考编号如下:10表示监控相机机身,11表示图像拾取光学系统,其是实施例1到实施例6的变焦透镜的任意一个,12表示被配置成接收由图像拾取光学系统11形成的被摄体图像的诸如CCD传感器或CMOS传感器之类的图像拾取元件(光电转换元件),13表示存储器,其存储构成由图像拾取元件12光电转换的被摄体图像的信息,并且14表示用于传递由图像拾取元件12光电转换的被摄体图像的网络线缆。

[0133] 作为图像拾取装置,本发明不限于监控相机,并且也适合于其它装置,诸如视频相机或数码相机。

[0134] 除了上述任意变焦透镜之外,本发明的图像拾取装置可以包括用于电力地校正由变焦透镜引起的畸变和/或横向色差的校正电路(校正设备)(像差校正设备)。当图像拾取装置这样被配置成允许变焦透镜的畸变和横向色差时,变焦透镜需要更少的透镜,这有助于整个系统的尺寸减小。横向色差的电校正促进在图像拾取上的彩色模糊的减少,并因此促进分辨力的改进。

[0135] 以上已经描述了本发明的优选实施例。然而,本发明不限于这些实施例,并且在不背离本发明的主旨的情况下可以进行各种修改和改变。

[0136] 接下来,例示分别对应于本发明的实施例1到实施例6的数值数据1到6。在每单元数值数据中,“i”代表从物侧的光学表面的序号,“ri”代表第i光学表面(或仅作第i面)的曲率半径,“di”代表第i面和第i+1面之间的间隔,并且ndi和vdi分别代表具有第i面的光学构件的材料对d线的折射率和阿贝数。

[0137] “BF”代表在空气中的后焦距,其是从最后面的透镜表面到近轴像面的距离。总体透镜长度是后焦距BF与从第一透镜表面到最后面的透镜表面的距离的总距离。非球面表面有加星号的表面编号。

[0138] 另外,用“k”代表偏心率,“A4”“A6”“A8”“A10”代表非球面系数,并且“x”代表在距离光轴h的高度处从表面顶点沿光轴的位移,非球面形状如下表示:

[0139]
$$x = (h^2/R) / [1 + \{1 - (1+k) (h/R)^2\}^{1/2}] + A4h^4 + A6h^6 + A8h^8 + A10h^{10}$$

[0140] 其中R是近轴曲率半径。

[0141] 表1示出了条件表达式(1)到(12)和数值数据1到6之间的对应关系。在表1中,“G31”“G33”“G34”和“G35”表示第三透镜单元从物侧的第一、第三、第四和第五透镜。

[0142] [数值数据1]

[0143] [单位:mm]

[0144] 表面数据

	表面编号 i	ri	di	ndi	vdi	θ_{gFi}
	1	52.038	2.26	1.69680	55.5	
	2	69.603	(可变)			
	3	47.670	1.30	1.91082	35.3	
	4	13.090	7.61			
	5	466.020	0.95	1.83481	42.7	
	6	52.881	3.19			
	7	-34.709	0.80	1.59522	67.7	
	8	26.743	2.62	1.95906	17.5	
	9	124.179	(可变)			
	10(光阑)	∞	1.00			
[0145]	11*	12.280	3.90	1.55332	71.7	0.5398
	12*	-124.025	4.16			
	13	22.367	0.50	1.80610	33.3	
	14	11.899	1.17			
	15	16.875	0.50	2.00069	25.5	
	16	11.773	4.78	1.49710	81.6	0.5383
	17*	-24.562	0.45			
	18	10.407	2.50	1.59522	67.7	0.5442
	19	27.247	(可变)			
	20*	-437.946	0.50	1.58313	59.4	
	21*	7.840	(可变)			
	22	39.802	1.89	1.59522	67.7	
	23	-20.199	4.01			
[0146]	24	∞	1.99	1.51633	64.1	
	25	∞	0.50			
	像面	∞				
[0147]	非球面数据					
[0148]	第11面					
[0149]	$k=-3.21252\text{e-}001$					
[0150]	$A4=-2.43022\text{e-}005$					
[0151]	$A6=-4.09554\text{e-}008$					
[0152]	$A8=-6.57816\text{e-}010$					
[0153]	$A10=-4.37261\text{e-}012$					
[0154]	第12面					
[0155]	$k=0.00000\text{e+}000$					
[0156]	$A4=3.40354\text{e-}005$					
[0157]	$A6=-3.53503\text{e-}008$					
[0158]	$A8=-9.53608\text{e-}010$					
[0159]	第17面					
[0160]	$k=1.10167\text{e+}000$					
[0161]	$A4=-2.56689\text{e-}006$					
[0162]	$A6=5.35569\text{e-}008$					
[0163]	$A8=-7.34329\text{e-}010$					

[0164] A10=7.10741e-012
 [0165] 第20面
 [0166] k=-5.20135e+004
 [0167] A4=-1.16004e-004
 [0168] A6=3.94426e-006
 [0169] A8=-3.02893e-007
 [0170] A10=7.32199e-009
 [0171] 第21面
 [0172] k=0.00000e+000
 [0173] A4=7.34718e-005
 [0174] A6=-2.89091e-006
 [0175] 多种数据

变焦比 7.97

	广角	中间	摄远
焦距	3.86	14.53	30.73
F 数	1.63	2.51	4.00
半视角 (度)	61.2	16.7	8.04
像高	4.30	4.30	4.30
透镜总长	100.02	100.02	100.02
BF	5.82	5.82	5.82
d2	0.60	26.32	16.38
d9	48.61	10.48	1.80
d19	1.78	4.70	7.19
d21	2.46	11.94	28.07

[0177] 变焦透镜单元数据

透镜单元	起始面	焦距
1	1	281.10
2	3	-11.41
3	10	14.57
4	20	-13.20
5	22	22.78

[0179] [数值数据2]

[0180] [单位:mm]

[0181] 表面数据

表面编号 i	ri	di	ndi	vdi	θgFi
1	42.860	4.36	1.60311	60.6	
2	71.433	(可变)			
3	44.163	1.30	1.85150	40.8	
4	14.618	8.17			

	5	1031.570	0.95	1.80400	46.6	
	6	39.093	3.49			
	7	-50.024	0.80	1.59522	67.7	
	8	26.927	2.54	1.95906	17.5	
	9	75.158	(可变)			
	10(光阑)	∞	1.00			
	11*	11.978	5.21	1.55332	71.7	0.5398
	12*	-80.936	2.68			
	13	28.283	0.50	1.80610	33.3	
	14	11.645	1.11			
[0183]	15	16.198	0.50	2.00069	25.5	
	16	12.302	6.37	1.55332	71.7	0.5398
	17*	-30.391	0.54			
	18	10.596	2.52	1.59522	67.7	0.5442
	19	20.604	(可变)			
	20*	-14567.299	0.50	1.58313	59.4	
	21*	7.293	(可变)			
	22	31.334	2.25	1.60311	60.6	
	23	-17.897	3.54			
	24	∞	1.99	1.51633	64.1	
	25	∞	0.50			
	像面	∞				
[0184]	球面数据					
[0185]	第11面					
[0186]	$k=-2.75567e-001$					
[0187]	$A4=-2.87828e-005$					
[0188]	$A6=-9.54766e-008$					
[0189]	$A8=3.17602e-010$					
[0190]	$A10=-1.31061e-011$					
[0191]	第12面					
[0192]	$k=0.00000e+000$					
[0193]	$A4=3.88153e-005$					
[0194]	$A6=-4.33970e-008$					
[0195]	$A8=-1.10005e-009$					
[0196]	第17面					
[0197]	$k=1.01430e+000$					
[0198]	$A4=-8.36334e-006$					
[0199]	$A6=4.75254e-008$					
[0200]	$A8=1.36509e-009$					
[0201]	$A10=-9.95755e-012$					
[0202]	第20面					
[0203]	$k=1.53352e+007$					
[0204]	$A4=1.72795e-004$					

[0205] A6=-1.27453e-005
 [0206] A8=-1.76767e-007
 [0207] A10=1.83430e-008
 [0208] 第21面
 [0209] k=0.00000e+000
 [0210] A4=3.56843e-004
 [0211] A6=-1.46894e-005
 [0212] A8=-1.46892e-007
 [0213] A10=1.50997e-008
 [0214] 多种数据

变焦比 9.98

	广角	中间	摄远
焦距	4.20	19.70	41.91
F 数	1.50	2.43	4.00
半视角 (度)	52.7	12.3	5.96
像高	4.30	4.30	4.30
透镜总长	110.10	110.10	110.10
BF	5.35	5.35	5.35
d2	0.60	30.43	19.54
d9	54.38	11.09	1.80
d19	1.83	5.46	8.93
d21	2.47	12.28	28.99

[0216] 变焦透镜单元数据

透镜单元	起始面	焦距
1	1	168.01
2	3	-12.13
3	10	15.15
4	20	-12.50
5	22	19.22

[0218] [数值数据3]

[0219] [单位:mm]

[0220] 表面数据

	表面编号 i	ri	di	ndi	vdi	θgFi
	1	54.370	2.25	1.69680	55.5	
	2	74.772	(可变)			
	3	38.088	1.30	1.91082	35.3	
	4	11.869	7.81			
	5	-463.501	0.95	1.83481	42.7	
	6	60.932	3.14			
	7	-26.416	0.80	1.59522	67.7	
	8	43.335	2.28	1.95906	17.5	
	9	-196.227	(可变)			
	10(光阑)	∞	(可变)			
	11*	12.473	4.24	1.55332	71.7	0.5398
[0221]	12*	-73.982	3.88			
	13	22.017	0.50	1.83400	37.2	
	14	11.988	0.90			
	15	16.501	0.50	2.00069	25.5	
	16	11.190	4.83	1.49710	81.6	0.5383
	17*	-29.406	0.15			
	18	10.793	2.77	1.53775	74.7	0.5392
	19	51.831	(可变)			
	20*	-320.813	0.50	1.58313	59.4	
	21*	7.958	(可变)			
	22	85.369	1.78	1.59522	67.7	
	23	-17.226	3.54			
	24	∞	1.99	1.51633	64.1	
	25	∞	0.50			
	像面	∞				
[0222]	非球面数据					
[0223]	第11面					
[0224]	k=-3.08221e-001					
[0225]	A4=-2.27857e-005					
[0226]	A6=-5.09300e-008					
[0227]	A8=-1.02497e-009					
[0228]	A10=4.89471e-013					
[0229]	第12面					
[0230]	k=0.00000e+000					
[0231]	A4=4.44122e-005					
[0232]	A6=-1.52107e-007					
[0233]	A8=-1.69322e-010					
[0234]	第17面					
[0235]	k=2.11872e+000					
[0236]	A4=-2.09168e-005					
[0237]	A6=2.24321e-007					
[0238]	A8=-2.91286e-009					

[0239] $A_{10}=2.06505e-011$
 [0240] 第20面
 [0241] $k=1.06798e+003$
 [0242] $A_4=-1.56913e-004$
 [0243] $A_6=2.46927e-006$
 [0244] $A_8=-7.24585e-008$
 [0245] $A_{10}=1.31505e-009$
 [0246] 第21面
 [0247] $k=0.00000e+000$
 [0248] $A_4=-1.65143e-005$
 [0249] $A_6=-4.50230e-007$
 [0250] 多种数据

变焦比 7.97

	广角	中间	望远
焦距	3.88	14.36	30.93
F 数	1.65	2.59	4.00
半视角 (度)	61.1	17.0	8.03
像高	4.30	4.30	4.30
[0251] 透镜总长	100.03	100.03	100.03
BF	5.35	5.35	5.35
d2	0.60	26.31	17.70
d9	38.03	8.01	1.80
d10	12.00	4.27	1.00
d19	1.67	4.01	6.41
d21	3.12	12.84	28.51

[0252] 变焦透镜单元数据

透镜单元	起始面	焦距
1	1	273.58
[0253] 2	3	-11.44
3	11	14.35
4	20	-13.31
5	22	24.24

[0254] [数值数据4]

[0255] [单位:mm]

[0256] 表面数据

	表面编号 i	ri	di	ndi	vdi	θgFi
	1*	74.372	4.30	1.58313	59.4	
	2*	195.075	(可变)			
	3	31.070	1.30	2.00100	29.1	
	4	12.816	6.50			
	5	55.837	0.95	1.83481	42.7	
	6	17.607	4.19			
[0257]	7	-53.938	0.80	1.59522	67.7	
	8	17.381	2.73	1.95906	17.5	
	9	46.379	(可变)			
	10(光阑)	∞	1.00			
	11*	13.534	3.60	1.49710	81.6	0.5383
	12*	-75.582	6.63			
	13	18.370	0.50	2.00069	25.5	
	14	10.623	5.11	1.49710	81.6	0.5383
	15*	-34.783	0.15			
	16	10.813	2.54	1.60311	60.6	0.5415
	17	28.486	(可变)			
	18*	47.770	0.50	1.76802	49.2	
	19*	7.428	(可变)			
[0258]	20	39.411	2.12	1.59522	67.7	
	21	-16.844	3.54			
	22	∞	1.99	1.51633	64.1	
	23	∞	0.50			
	像面	∞				
[0259]	非球面数据					
[0260]	第1面					
[0261]	k=-1.69717e+000					
[0262]	A4=5.29542e-006					
[0263]	A6=-8.48213e-009					
[0264]	A8=1.08032e-011					
[0265]	A10=-1.94115e-015					
[0266]	第2面					
[0267]	k=0.00000e+000					
[0268]	A4=5.40434e-006					
[0269]	A6=-1.45891e-008					
[0270]	A8=2.47254e-011					
[0271]	A10=-1.41142e-014					
[0272]	第11面					
[0273]	k=-3.53765e-001					
[0274]	A4=-2.67039e-005					
[0275]	A6=-8.76502e-008					
[0276]	A8=-8.97303e-010					
[0277]	A10=-9.98922e-012					

[0278] 第12面
 [0279] $k=0.00000e+000$
 [0280] $A4=2.30996e-005$
 [0281] $A6=-1.45948e-008$
 [0282] $A8=-2.45838e-009$
 [0283] 第15面
 [0284] $k=-3.75337e+000$
 [0285] $A4=-5.86132e-006$
 [0286] $A6=-5.87535e-009$
 [0287] $A8=3.06371e-009$
 [0288] $A10=-3.20509e-011$
 [0289] 第18面
 [0290] $k=-3.55459e+001$
 [0291] $A4=-3.74925e-005$
 [0292] $A6=-2.05436e-006$
 [0293] $A8=7.41421e-010$
 [0294] $A10=9.77184e-010$
 [0295] 第19面
 [0296] $k=0.00000e+000$
 [0297] $A4=1.27535e-004$
 [0298] $A6=-1.23364e-006$
 [0299] 多种数据

变焦比**8.04**

		广角	中间	摄远
[0300]	焦距	3.58	12.94	28.78
	F 数	1.65	2.49	4.00
	半视角 (度)	54.0	18.1	8.65
	像高	4.30	4.30	4.30
	透镜总长	97.04	97.04	97.04
	BF	5.35	5.35	5.35
[0301]	d2	0.60	21.56	11.61
	d9	43.47	10.89	1.89
	d17	1.61	4.37	7.39
	d19	2.43	11.27	27.20
[0302]	变焦透镜单元数据			

	透镜 单元	起始面	焦距			
	1	1	203.46			
[0303]	2	3	-9.47			
	3	10	13.85			
	4	18	-11.51			
	5	20	20.11			
[0304]	[数值数据5]					
[0305]	[单位:mm]					
[0306]	表面数据					
	表面编号 i	ri	di	ndi	vdi	θgFi
	1	26.770	2.94	1.69680	55.5	
	2	30.156	(可变)			
	3	27.114	1.20	1.85150	40.8	
	4	11.673	7.10			
	5	99.479	0.90	1.83481	42.7	
	6	13.621	5.06			
	7	-25.778	0.80	1.59522	67.7	
	8	184.779	0.50			
	9	30.360	1.84	1.95906	17.5	
	10	136.420	(可变)			
[0307]	11*	12.606	5.16	1.55332	71.7	0.5398
	12*	-42.128	2.56			
	13(光阑)	∞	1.00			
	14	14.863	0.50	2.00069	25.5	
	15	8.670	3.91	1.49710	81.6	0.5383
	16*	-17.442	(可变)			
	17	-114.952	0.50	1.60311	60.6	
	18	7.894	(可变)			
	19	19.095	3.23	1.49700	81.5	
	20	-17.800	4.74			
	21	∞	1.99	1.51633	64.1	
	22	∞	0.50			
	像面	∞				
[0308]	非球面数据					
[0309]	第11面					
[0310]	k=1.88582e-001					
[0311]	A4=-5.62415e-005					
[0312]	A6=1.97132e-007					
[0313]	A8=-7.99231e-010					
[0314]	A10=5.49056e-011					
[0315]	第12面					
[0316]	k=0.00000e+000					
[0317]	A4=1.09531e-004					
[0318]	A6=3.87115e-007					

[0319] A8=4.10847e-010
 [0320] A10=8.94648e-011
 [0321] 第16面
 [0322] k=1.66483e+000
 [0323] A4=9.63946e-005
 [0324] A6=-4.21155e-007
 [0325] A8=2.03346e-008
 [0326] A10=-2.23220e-010
 [0327] 多种数据

变焦比 4.99

	广角	中间	望远
焦距	3.82	11.61	19.07
F 数	1.65	2.59	3.68
[0328] 半视角 (度)	60.2	20.9	12.9
像高	4.30	4.30	4.30
透镜总长	89.15	89.15	89.15
BF	6.55	6.55	6.55
d2	0.60	20.18	18.06
d10	39.13	10.36	3.99
[0329] d16	2.29	6.09	8.87
d18	2.70	8.10	13.81

[0330] 变焦透镜单元数据

透镜单元	起始面	焦距
1	1	252.20
[0331] 2	3	-9.25
3	11	13.15
4	17	-12.23
5	19	19.09

[0332] [数值数据6]

[0333] [单位:mm]

[0334] 表面数据

	表面编号 i	ri	di	ndi	vdi	θ_{gFi}
	1	44.790	5.01	1.60311	60.6	
	2	88.205	(可变)			
	3	45.509	1.20	1.85150	40.8	
	4	10.521	6.56			
	5	65.472	0.90	1.77250	49.6	
	6	18.690	4.74			
	7	-18.602	0.80	1.59522	67.7	
	8	-137.681	0.15			
	9	42.159	1.92	1.92286	18.9	
	10	-242.367	(可变)			
	11*	11.959	4.30	1.55332	71.7	0.5398
[0335]	12*	-28.531	2.03			
	13(光阑)	∞	1.39			
	14	14.433	0.50	2.00069	25.5	
	15	7.766	4.46	1.49710	81.6	0.5383
	16*	-16.473	(可变)			
	17	240.359	0.50	1.49700	81.5	
	18	6.452	(可变)			
	19	-30.000	0.50	1.49700	81.5	
	20	50.000	(可变)			
	21	17.090	2.71	1.59522	67.7	
	22	-18.580	3.04			
	23	∞	1.99	1.51633	64.1	
	24	∞	0.50			
	像面	∞				
[0336]	非球面数据					
[0337]	第11面					
[0338]	$k=4.10535e-002$					
[0339]	$A4=-6.81622e-005$					
[0340]	$A6=-7.56211e-007$					
[0341]	$A8=1.57624e-008$					
[0342]	$A10=-1.43358e-010$					
[0343]	第12面					
[0344]	$k=0.00000e+000$					
[0345]	$A4=1.19898e-004$					
[0346]	$A6=-1.07739e-006$					
[0347]	$A8=2.20808e-008$					
[0348]	$A10=-1.73640e-010$					
[0349]	第16面					
[0350]	$k=1.58083e+000$					
[0351]	$A4=1.14026e-004$					
[0352]	$A6=5.30962e-007$					
[0353]	$A8=-1.70318e-008$					

[0354] $A10=2.45225e-010$

[0355] 多种数据

变焦比 6.93

	广角	中间	望远
焦距	3.95	14.75	27.38
F 数	1.65	2.59	4.00
半视角 (度)	58.2	16.4	8.98
[0356] 像高	4.30	4.30	4.30
透镜总长	90.05	90.05	90.05
BF	4.85	4.85	4.85
d2	0.60	24.37	22.48
d10	40.61	8.25	0.84
d16	1.50	5.26	8.17
[0357] d18	3.14	1.98	4.43
d20	1.00	6.98	10.92

[0358] 变焦透镜单元数据

透镜单元	起始面	焦距
1	1	144.60
[0359] 2	3	-9.66
3	11	12.38
4	17	-13.35
5	19	-37.65
6	21	15.39

[0360] [表1]

条件表达式		实施例					
		1	2	3	4	5	6
(1)		0.47	0.45	0.48	0.45	0.74	0.69
(2)		-0.52	-0.47	-0.52	-0.46	-1.10	-1.19
(3)		6.93	4.00	6.33	2.23	16.81	3.06
(4)		124.5	38.5	121.6	47.4	85.8	28.8
(5)		1.70	1.60	1.70	1.58	1.70	1.60
(6)		55.5	60.6	55.5	59.4	55.5	60.6
[0361] (7)		-2.96	-2.89	-2.95	-2.64	-2.42	-2.44
(8)		1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.92
(9)		17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	18.9
(10)		73.7	70.4	76.0	74.6	76.6	76.6
(11)	G31	0.016	0.016	0.016	0.031	0.016	0.016
	G33	-	-	-	0.031	0.031	0.031
	G34	0.031	0.016	0.031	-0.001	-	-
	G35	0.01	0.01	0.02	-	-	-
(12)		0.84	0.71	0.83	0.73	1.03	0.87

[0362] 虽然已经参考示范性的实施例描述了本发明,应理解到本发明不限制于公开的示

范性的实施例。以下权利要求的范畴将符合最宽泛的解读以便包围所有这样的修改和等效结构以及功能。

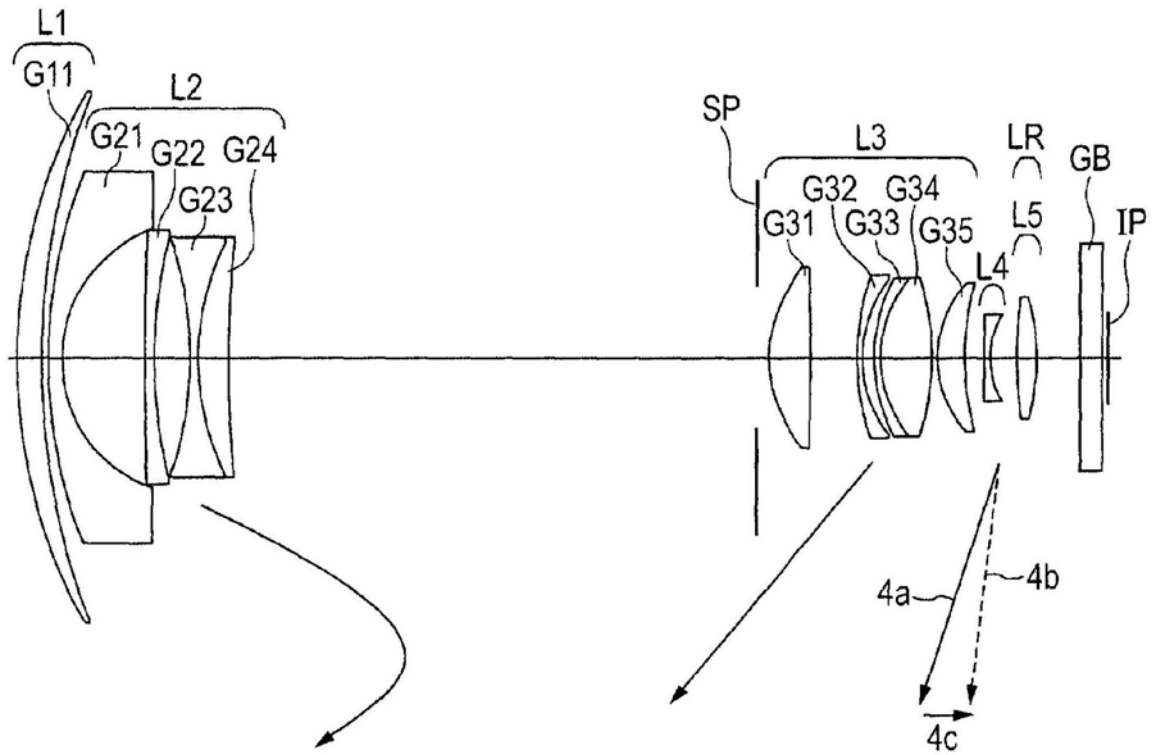


图1

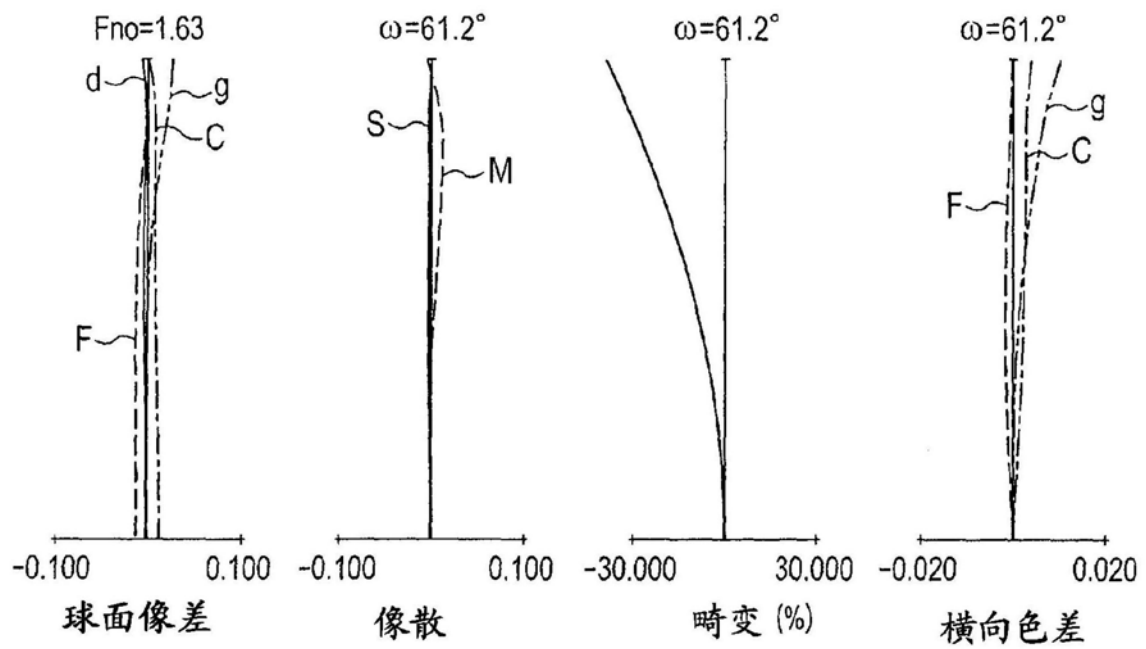


图2A

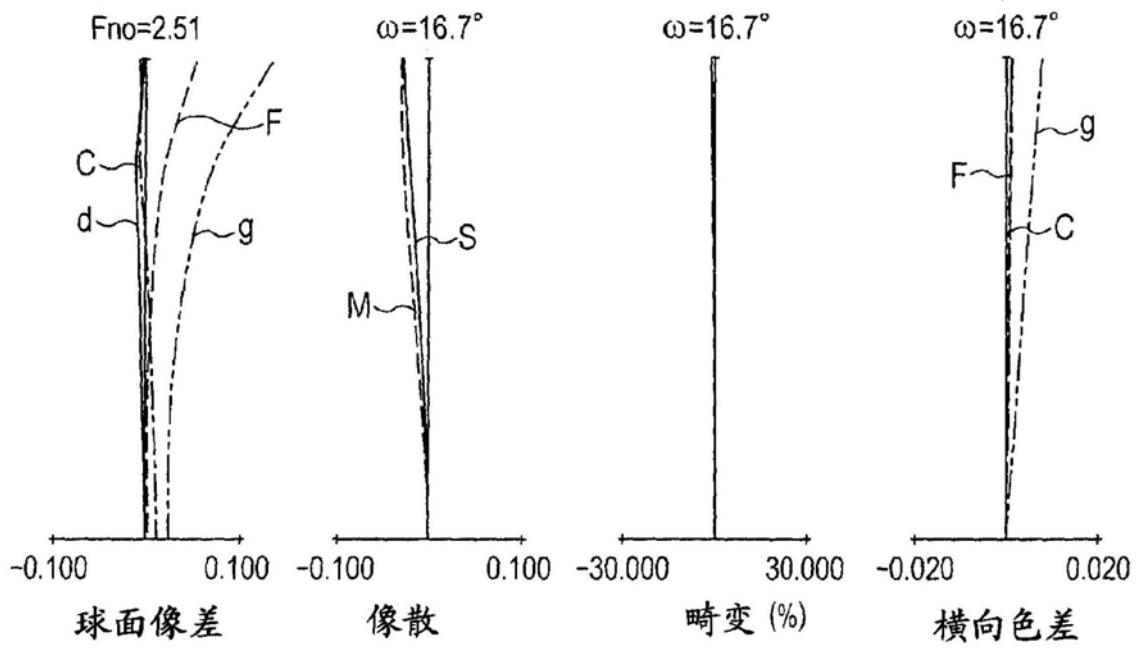


图2B

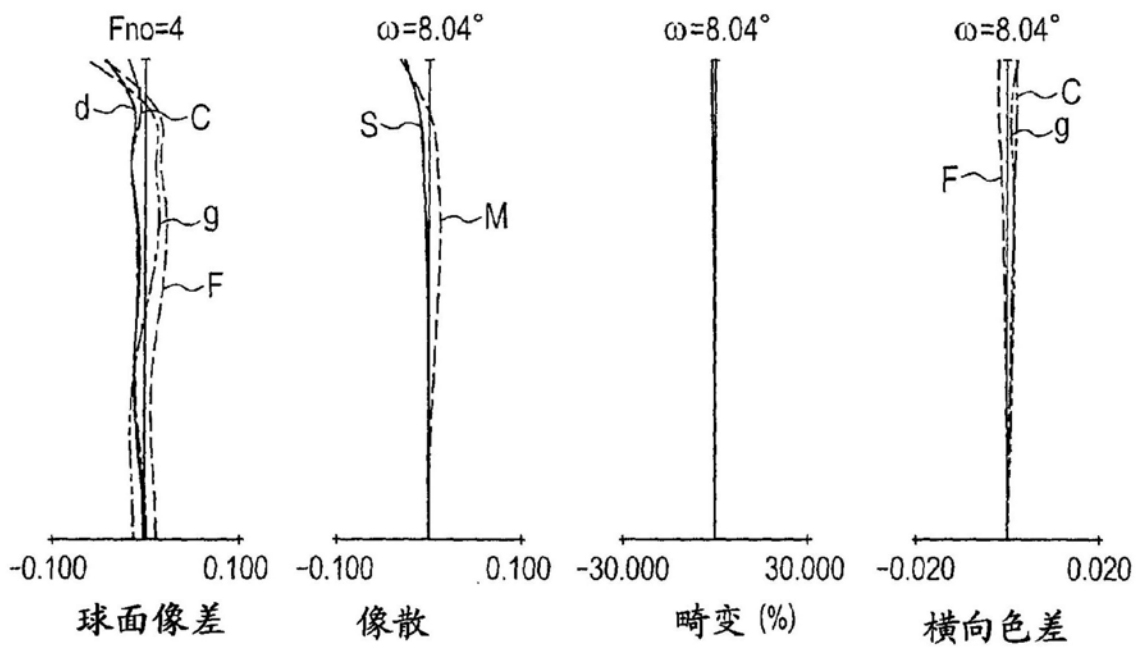


图2C

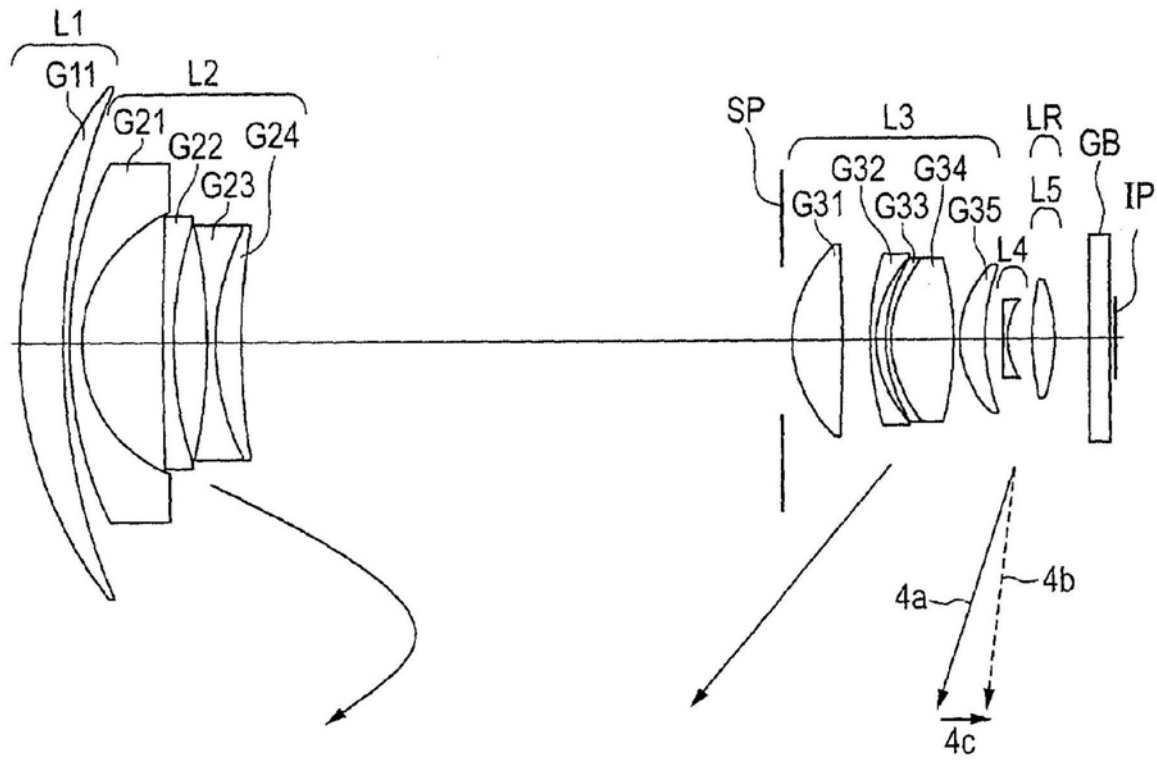


图3

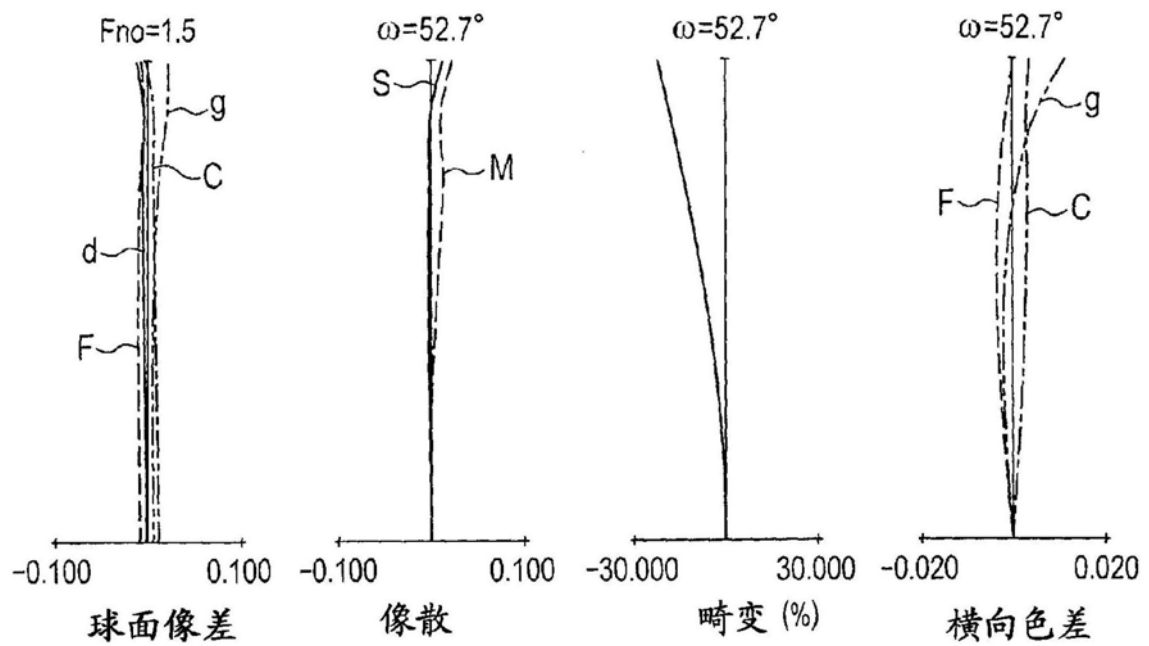


图4A

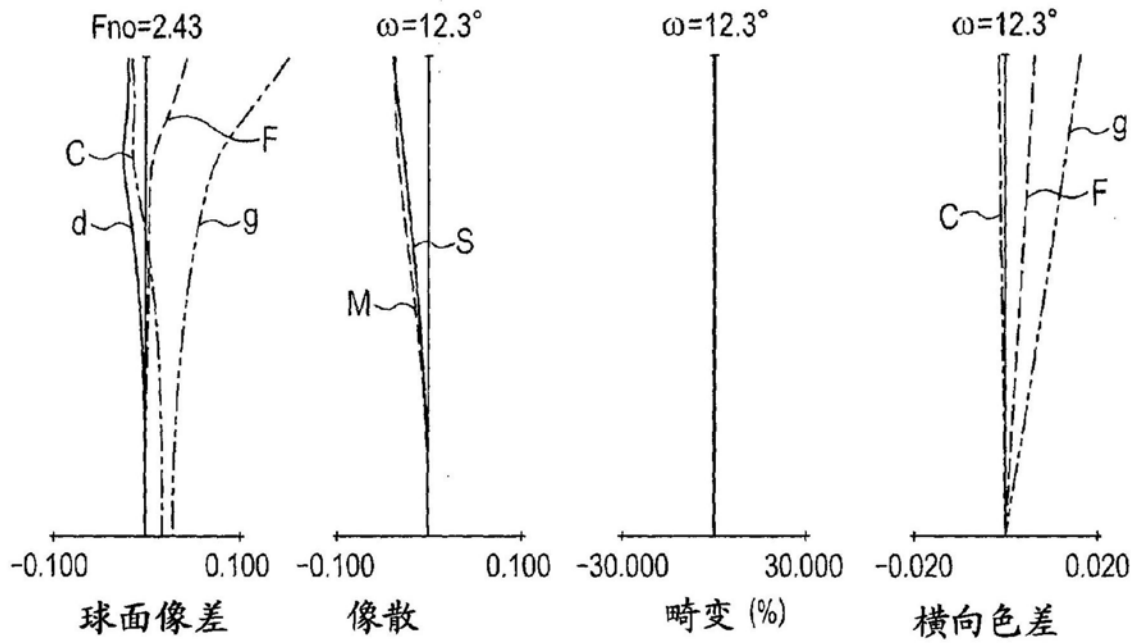


图4B

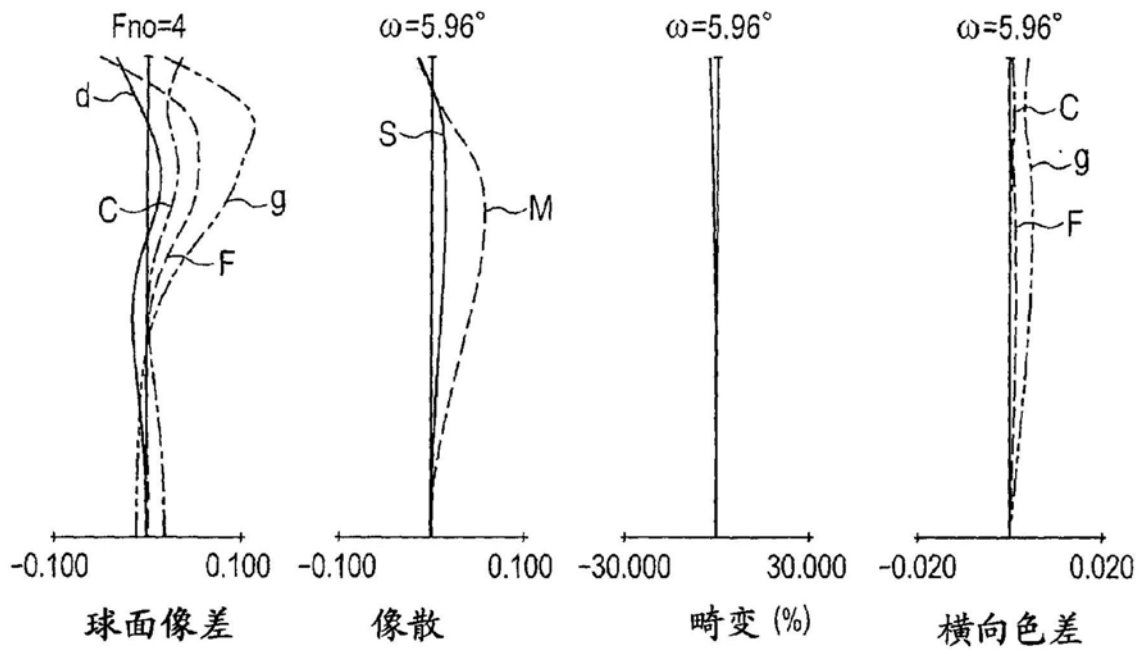


图4C

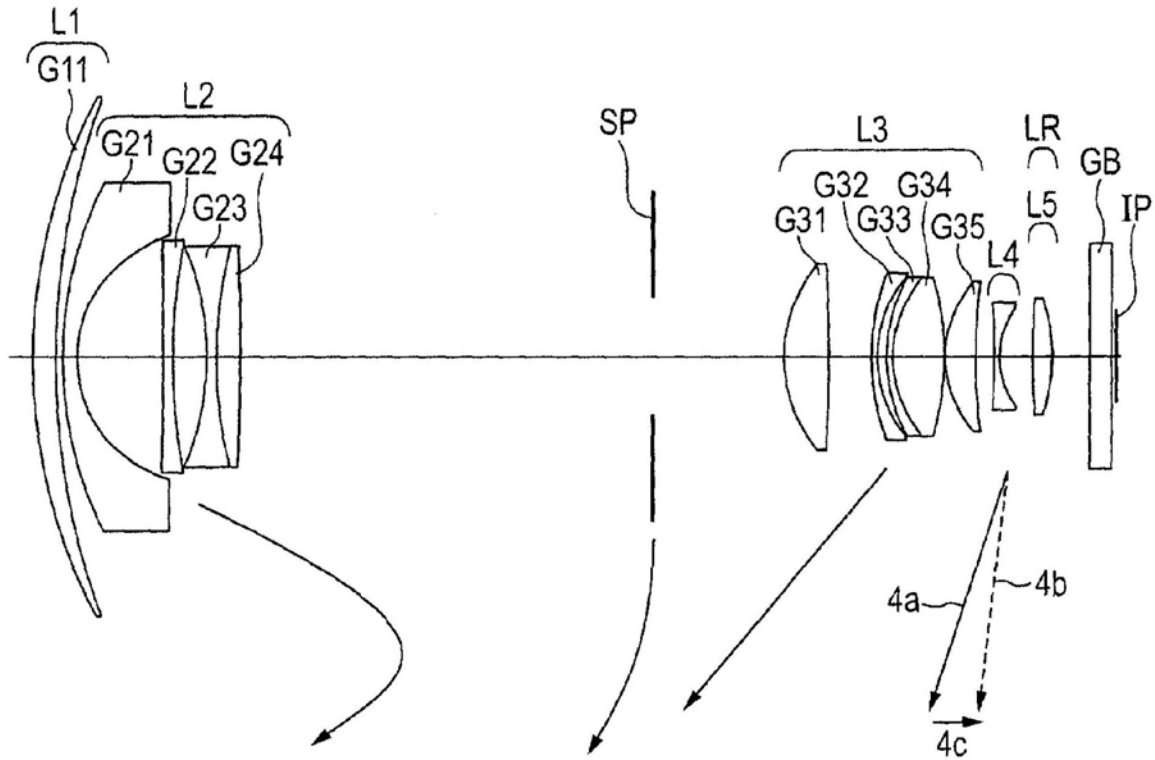


图5

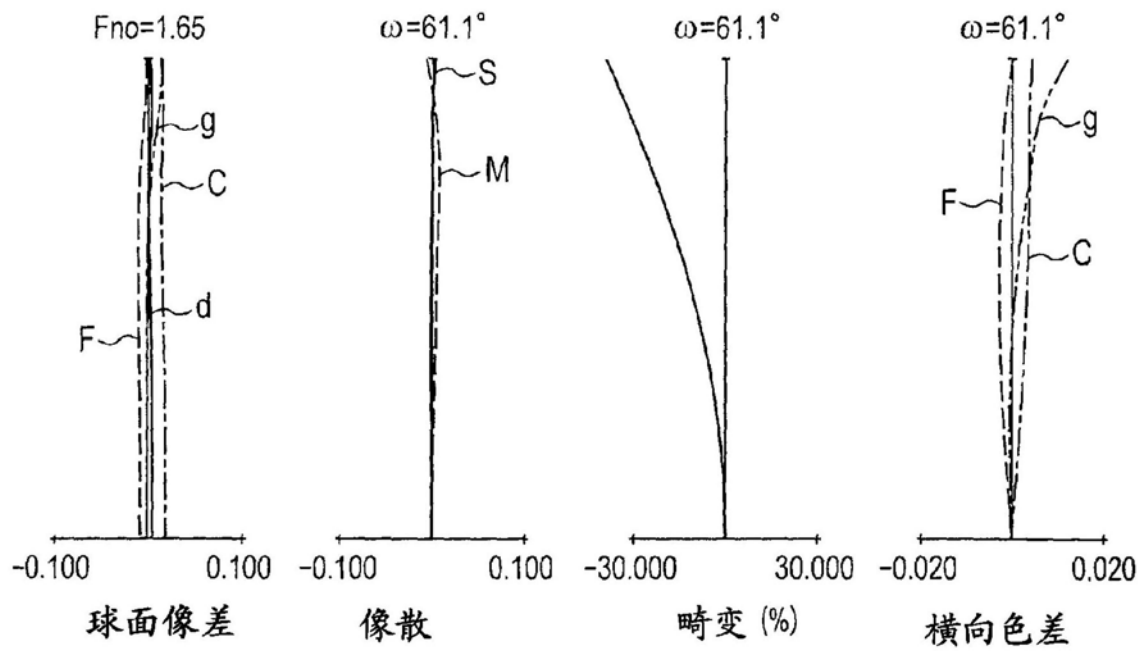


图6A

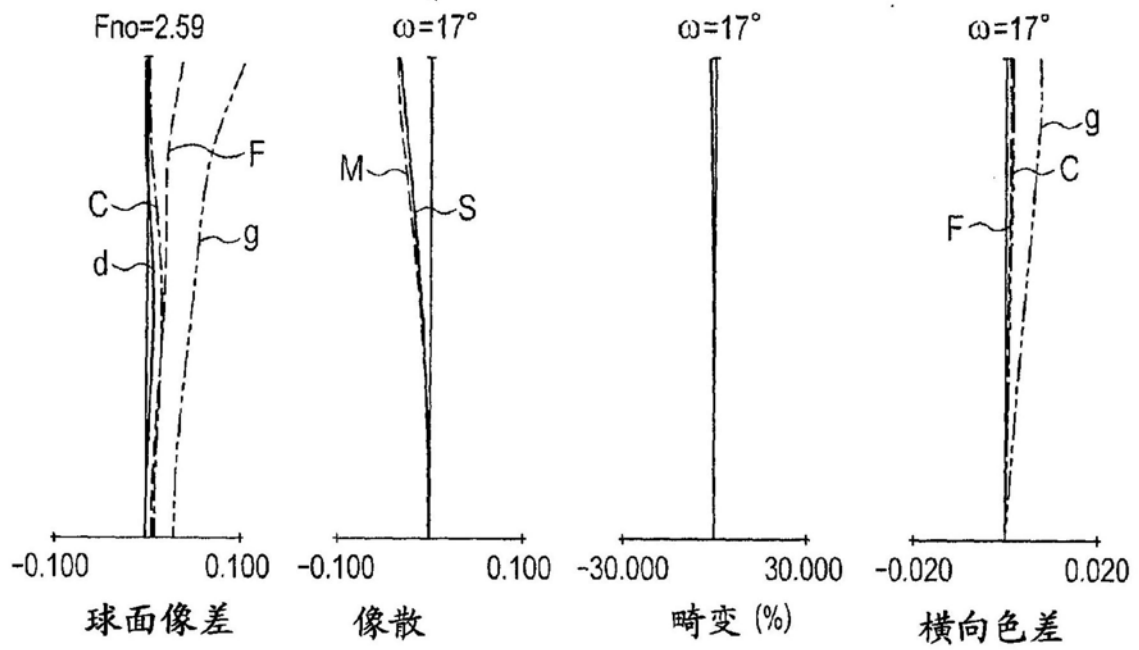


图6B

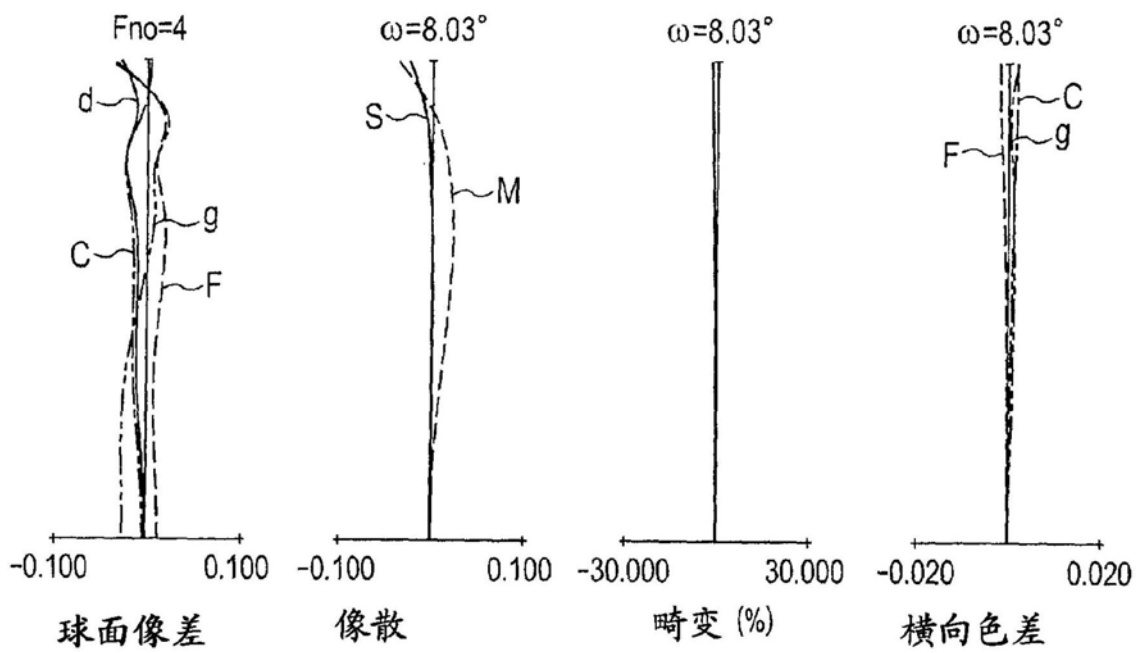


图6C

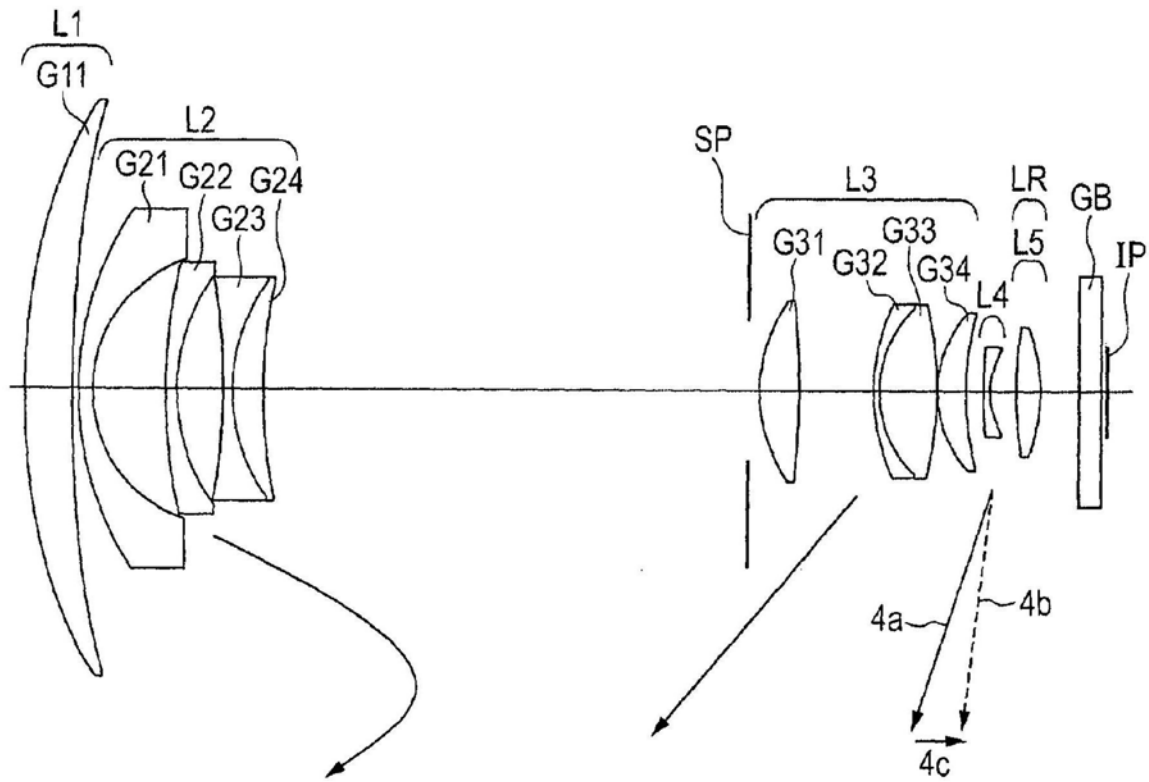


图7

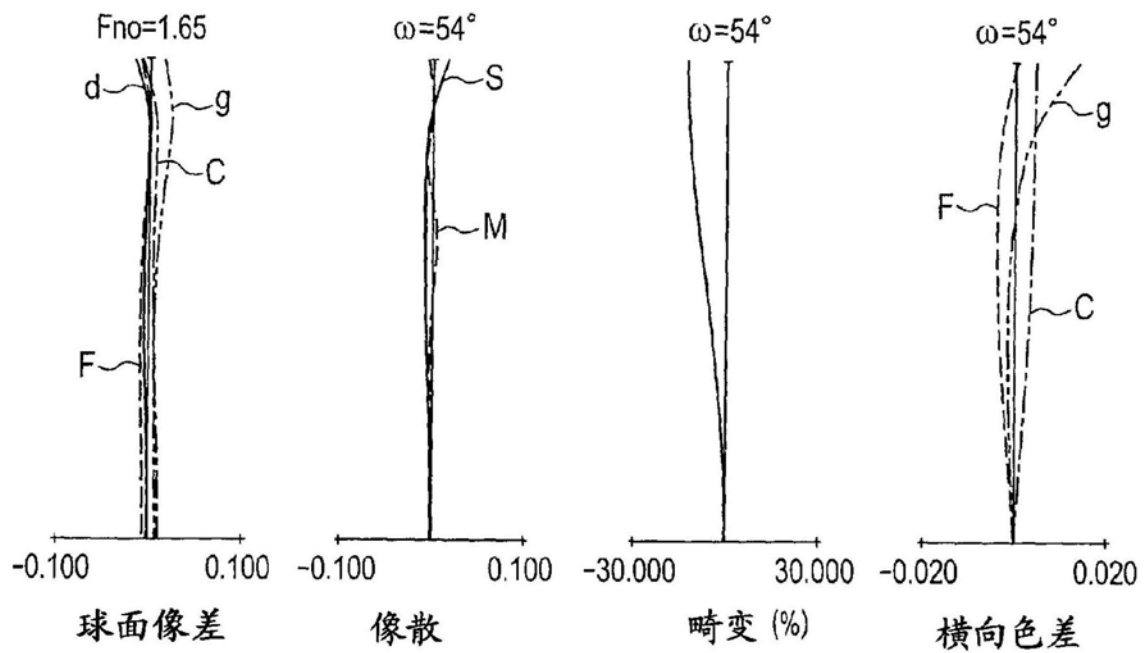


图8A

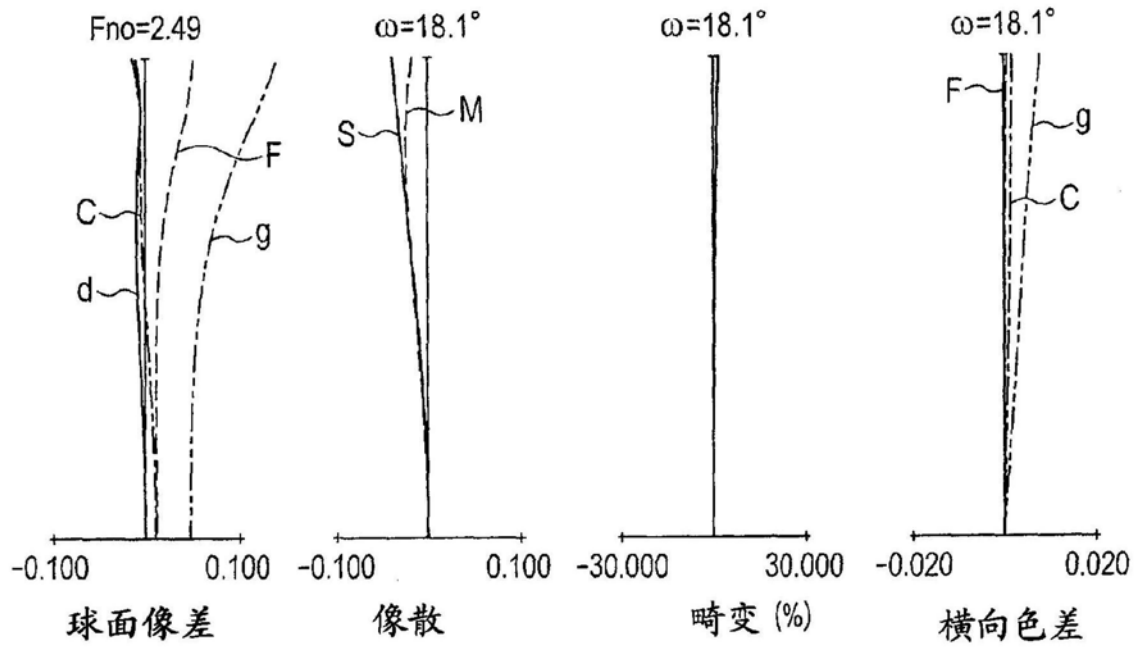


图8B

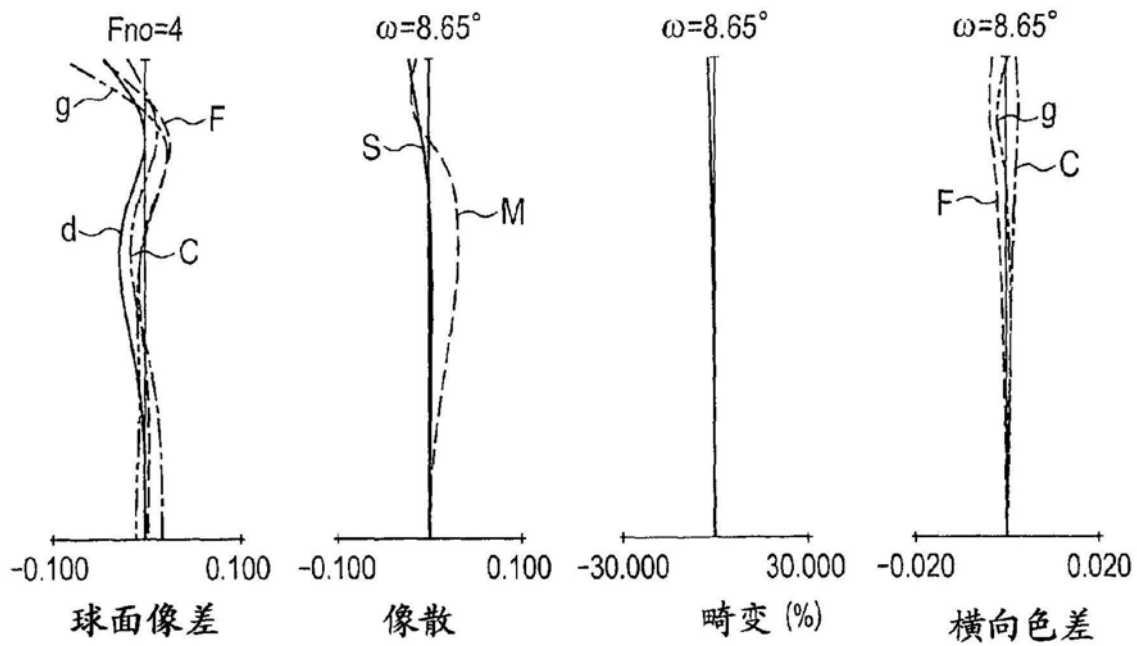


图8C

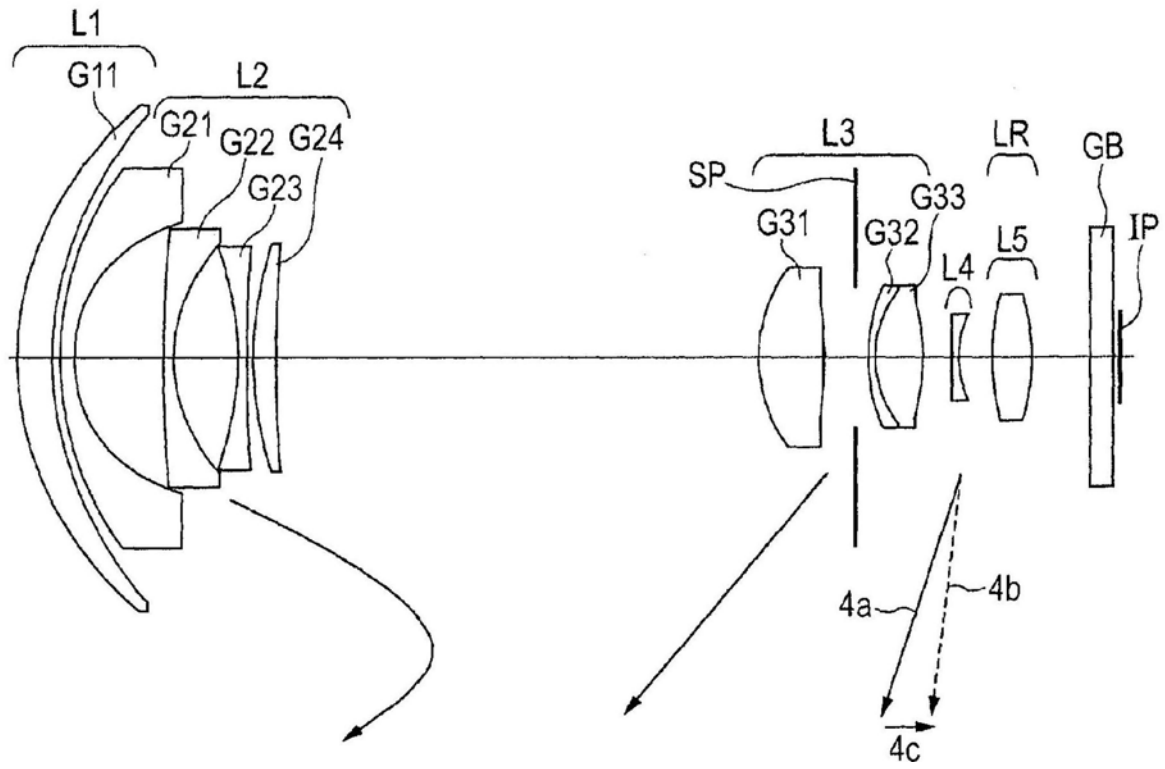


图9

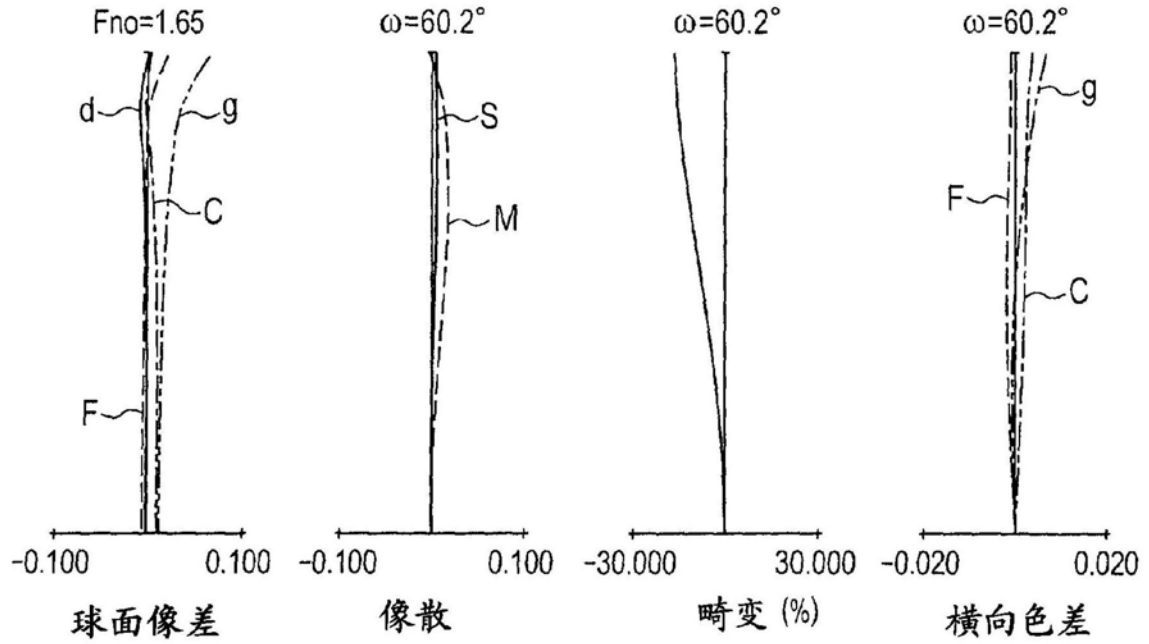


图10A

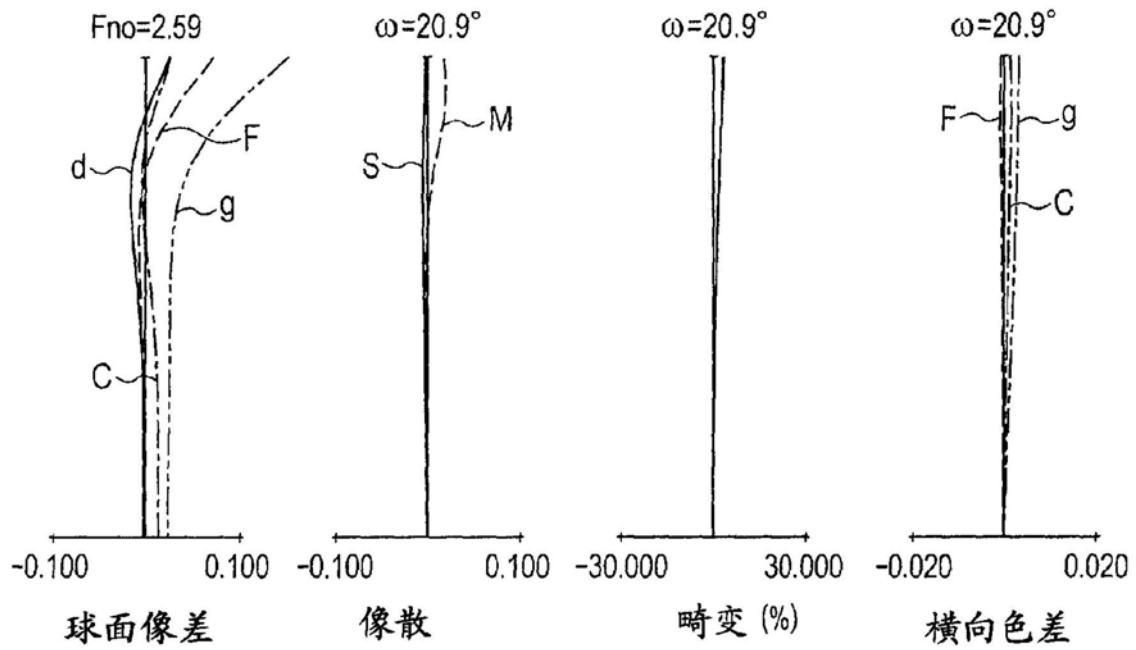


图10B

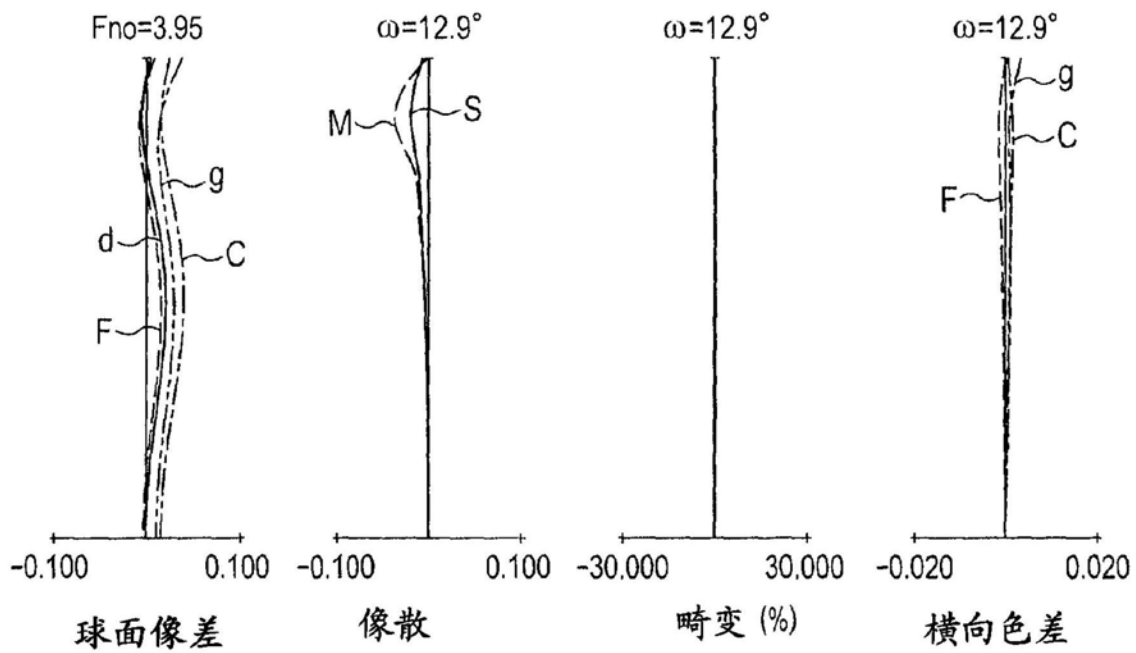


图10C

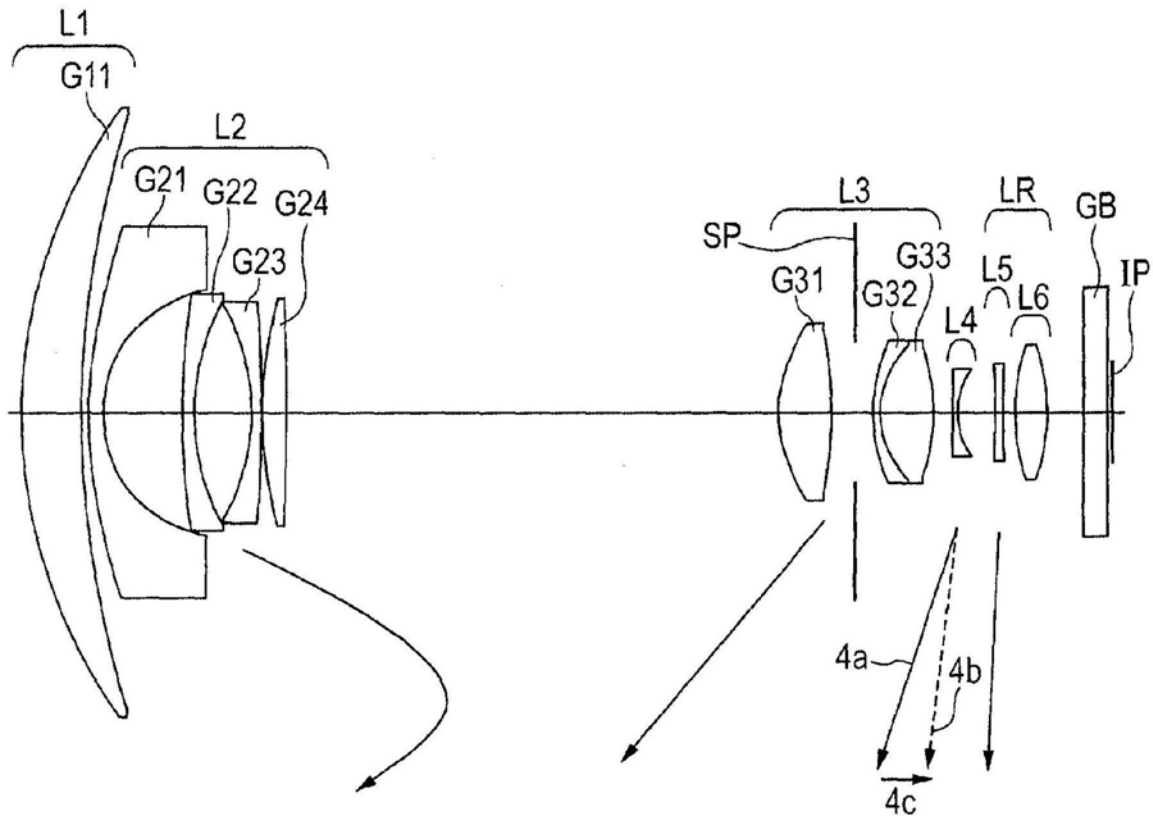


图11

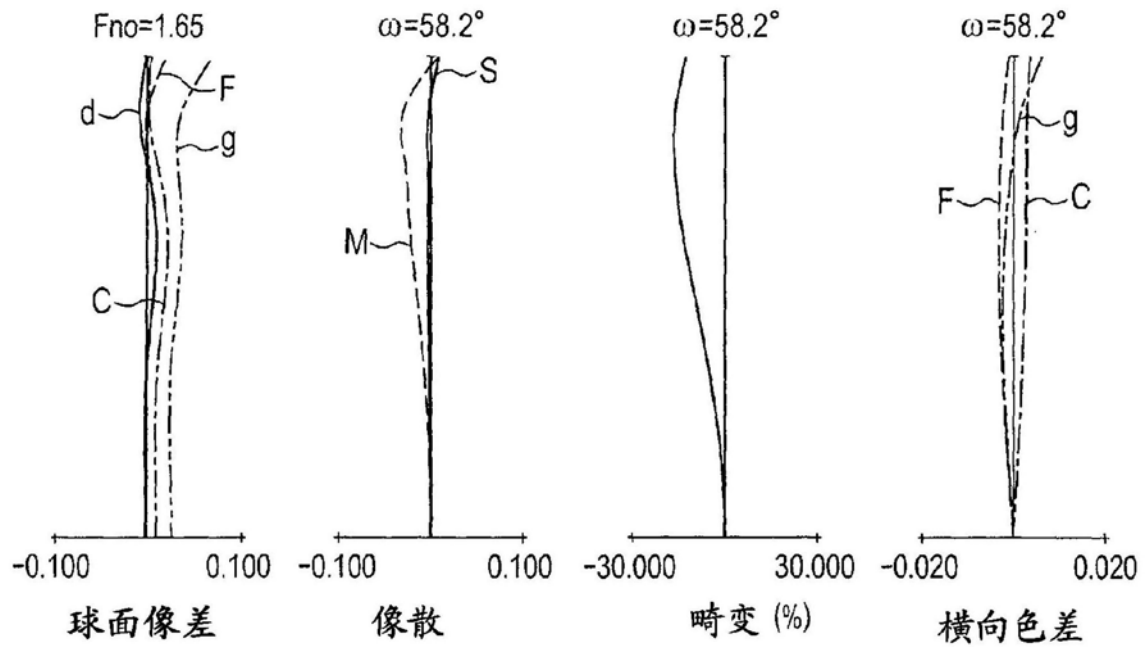


图12A

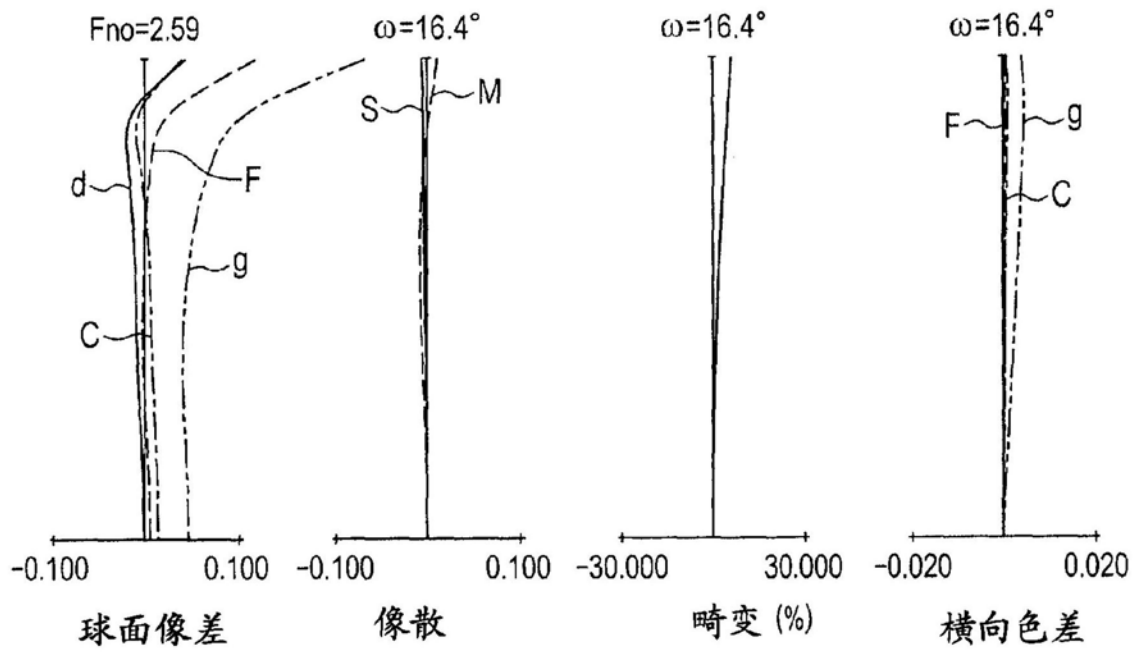


图12B

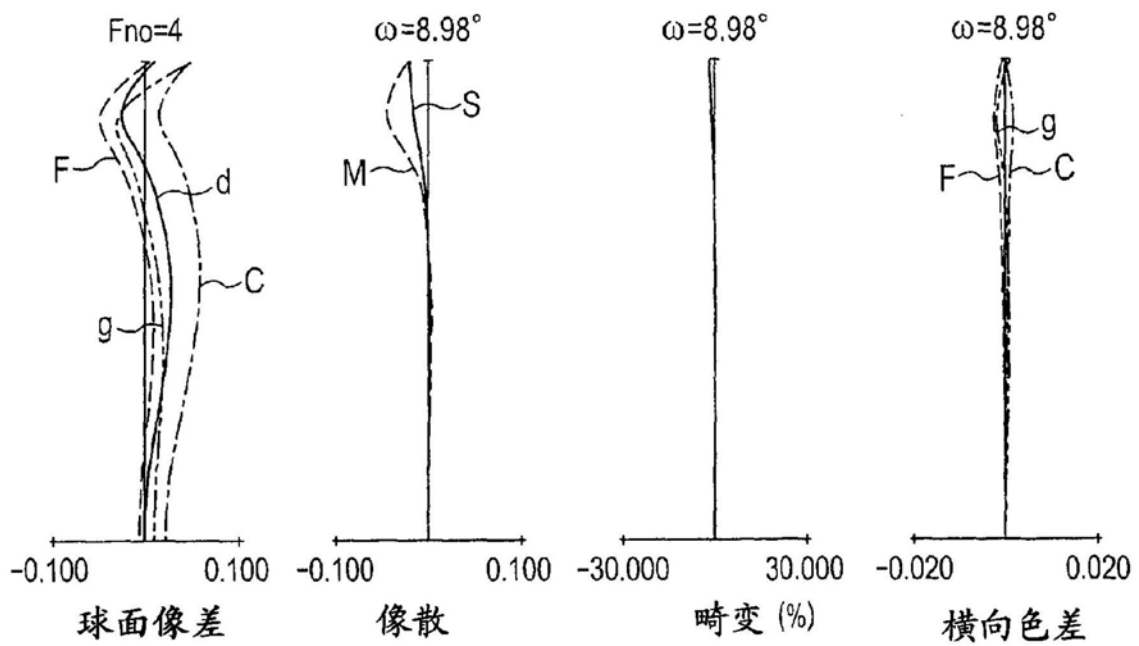


图12C

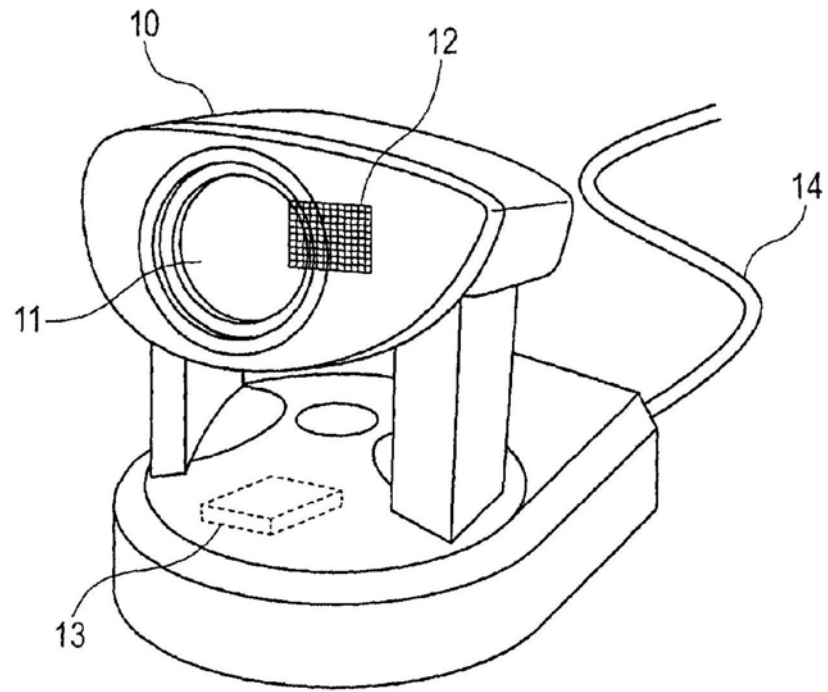


图13