



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108398773 B

(45) 授权公告日 2021.04.09

(21) 申请号 201810109508.3

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2018.02.05

G02B 15/17 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108398773 A

(56) 对比文件

US 2012262798 A1, 2012.10.18

(43) 申请公布日 2018.08.14

US 2012262608 A1, 2012.10.18

(30) 优先权数据

JP 2016024341 A, 2016.02.08

2017-021499 2017.02.08 JP

JP 2016173529 A, 2016.09.29

(73) 专利权人 佳能株式会社

US 2009135496 A1, 2009.05.28

地址 日本东京

US 2014049672 A1, 2014.02.20

(72) 发明人 下村和也

审查员 黄秋艳

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所
有限公司 11038

代理人 杨小明

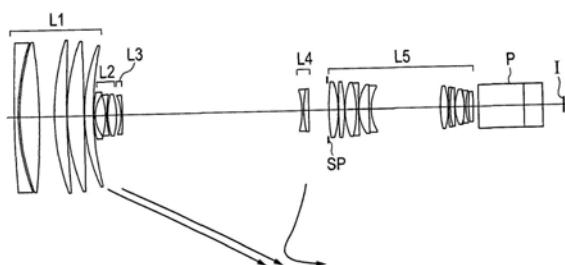
权利要求书2页 说明书28页 附图17页

(54) 发明名称

变焦透镜和具有变焦透镜的图像拾取装置

(57) 摘要

本发明涉及变焦透镜和具有变焦透镜的图像拾取装置。变焦透镜从物侧起依次包括：不为了变焦而移动的正的第一透镜单元；为了变焦而移动的负的第二透镜单元；为了变焦而移动的负的第三透镜单元；包括透镜单元并且为了变焦而移动的中间透镜组；以及包括透镜单元的后透镜组，最靠近变焦透镜的物侧的透镜单元不为了变焦而移动，孔径光阑放置在物侧或放置在后透镜组中，每一对相邻的透镜单元之间的距离为了变焦而改变，并且在广角端的在第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离、在望远端的在第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离以及在某个变焦范围内的在第二透镜单元与第三透镜单元之间的最大距离被适当地设置。



1. 一种变焦透镜，其特征在于，从其物侧到像侧依次包括：

第一透镜单元，第一透镜单元具有正折光力并被配置为不为了变焦而移动；

第二透镜单元，第二透镜单元具有负折光力并被配置为在变焦时移动；

第三透镜单元，第三透镜单元具有负折光力并被配置为在变焦时移动；

中间透镜组，中间透镜组包括至少一个透镜单元并被配置为在变焦时移动；以及

后透镜组，后透镜组包括至少一个透镜单元，后透镜组中的最靠近物侧的透镜单元被配置为不为了变焦而移动，

其中，所述变焦透镜包括相对于后透镜组放置在物侧或放置在后透镜组中的孔径光阑，

其中，每一对相邻的透镜单元之间的距离在变焦时改变，并且

其中，所述变焦透镜满足条件表达式

$$1.3 < L_{2\max} / L_{2w} < 3.0,$$

$$0.8 < L_{2\max} / L_{2t} < 4.0, \text{ 以及}$$

$$0.1 < f_2 / f_3 < 6.0,$$

其中 L_{2w} 是在广角端的在第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离， L_{2t} 是在望远端的在第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离，并且 $L_{2\max}$ 是在从焦距 f_{tm1} 到焦距 f_{tm2} 的变焦范围内的在第二透镜单元与第三透镜单元之间的最大距离， f_2 和 f_3 分别是第二透镜单元的焦距和第三透镜单元的焦距， f_{tm1} 和 f_{tm2} 分别被定义为

$$f_{tm1} = f_w \times Z^{0.7}, \text{ 以及}$$

$$f_{tm2} = f_w \times Z^{0.9},$$

其中 f_w 是所述变焦透镜在广角端的焦距，并且 Z 是所述变焦透镜的变焦比。

2. 如权利要求1所述的变焦透镜，其中

后透镜组包括两个凸透镜和一个凹透镜，并且被配置为不为了变焦而移动。

3. 如权利要求1所述的变焦透镜，其中

后透镜组包括两个凸透镜和一个凹透镜，

包括在后透镜组中、并且相对于后透镜组中包括的最靠近物侧的透镜单元被布置在像侧的透镜单元LRR被配置为在变焦时移动，以及

所述变焦透镜满足条件表达式

$$|mrr/drr| < 0.1,$$

其中 mrr 是透镜单元LRR在所述变焦透镜的整个变焦范围中的最大移动量，并且 drr 是透镜单元LRR的最靠近物侧的表面和透镜单元LRR的最靠近像侧的表面之间的光轴上的距离。

4. 如权利要求1所述的变焦透镜，其中

所述变焦透镜满足条件表达式

$$-10.0 < f_1 \times (f_2 + f_3) / (f_2 \times f_3) < -2.0,$$

其中 f_1 、 f_2 和 f_3 分别是第一透镜单元的焦距、第二透镜单元的焦距和第三透镜单元的焦距。

5. 如权利要求1所述的变焦透镜，其中

第二透镜单元和第三透镜单元共同包括一个凸透镜和两个凹透镜。

6. 如权利要求1所述的变焦透镜,其中
第二透镜单元和第三透镜单元包括非球面。
7. 如权利要求1所述的变焦透镜,其中
所述变焦透镜满足条件表达式
 $-2 < (R_2 + R_3) / (R_2 - R_3) < 30$,
其中R2是第二透镜单元的最靠近像侧的表面的曲率半径,并且R3是第三透镜单元的最
靠近物侧的表面的曲率半径。
8. 一种图像拾取装置,其特征在于,包括:
根据权利要求1至7中任一项所述的变焦透镜;以及
图像拾取元件,被配置为接收由所述变焦透镜形成的图像。

变焦透镜和具有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图像拾取装置。

背景技术

[0002] 近年,对于图像拾取装置(诸如电视摄像机、电影摄影机、数码静态相机和用于卤化银照相的相机),需要具有宽视角、高变焦比和高光学性能的变焦透镜。在专业视频拍摄系统(如电视机或电影摄像机)中使用的图像拾取设备(诸如CCD或CMOS)在整个图像拾取范围上具有基本均匀的分辨率。与这样的图像拾取设备一起使用的变焦透镜需要从图像的中心到外围具有基本均匀的分辨率。

[0003] 作为具有宽视角和高变焦比的变焦透镜,已知有正引导型的变焦透镜,其从物侧起依次包括具有正折光力的第一透镜单元和具有负折光力的用于变焦的第二透镜单元。例如,日本专利申请公开第2015-161693号和国际公开No.W02013/031203公开了变焦透镜,所述变焦透镜从物侧起依次包括具有正折光力的第一透镜单元,各自具有负折光力的第二、第三和第四透镜单元以及具有正折光力的第五透镜单元,这些透镜单元中有三个被配置为为了变焦而移动。在国际公开No.W02013/031203的变焦透镜中,透镜单元移动,使得第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离为了从广角端到望远端的变焦而总是被加宽。

[0004] 为了使如上配置的正引导型的变焦透镜同时实现高光学性能和尺寸减小,适当地设置透镜的折光力和透镜单元的移动轨迹是重要的。当同时实现更宽的视角、更高的变焦比和更小的尺寸时,特别是对于从变焦中间位置($f_w \times Z^{0.7}$)到望远端的焦距范围,像差增大,从而导致图像外围的性能劣化。

[0005] 但是,在日本专利申请公开第2015-161693号中公开的变焦透镜中,用于从广角端到变焦中间位置的变焦的第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离的变化小,并且没有采取有效措施来校正用于变焦中间位置的像差。此外,国际公开No.W02013/031203没有公开从变焦中间位置($f_w \times Z^{0.7}$)到像差增大的望远端的焦距范围内移动单元的移动轨迹,并且没有采取有效措施来校正像差。

发明内容

[0006] 本发明提供了例如在其宽视角、高变焦比、减小的尺寸和重量以及其整个变焦范围上的高光学性能方面的有利的变焦透镜。

[0007] 为了实现本发明的目的,一种变焦透镜,从其物侧到像侧依次包括:第一透镜单元,第一透镜单元具有正折光力并被配置为不为了变焦而移动;第二透镜单元,第二透镜单元具有负折光力并被配置为为了变焦而移动;第三透镜单元,第三透镜单元具有负折光力并被配置为为了变焦而移动;中间透镜组,中间透镜组包括至少一个透镜单元并被配置为为了变焦而移动;以及后透镜组,后透镜组包括至少一个透镜单元,后透镜组中的最靠近所述变焦透镜的物侧的透镜单元被配置为不为了变焦而移动,其中,所述变焦透镜包括相对于后透镜组放置在物侧或放置在后透镜组中的孔径光阑,其中,每一对相邻的透镜单元之

间的距离为了变焦而改变，并且其中，所述变焦透镜满足条件表达式

[0008] $1.3 < L2max/L2w < 3.0$ ，以及

[0009] $0.8 < L2max/L2t < 4.0$ ，

[0010] 其中 $L2w$ 是在广角端的在第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离， $L2t$ 是在望远端的在第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离，并且 $L2max$ 是在从焦距 f_{tm1} 到焦距 f_{tm2} 的变焦范围内的在第二透镜单元与第三透镜单元之间的最大距离， f_{tm1} 和 f_{tm2} 分别被定义为

[0011] $f_{tm1} = f_w \times Z^{0.7}$ ，以及

[0012] $f_{tm2} = f_w \times Z^{0.9}$ ，

[0013] 其中 f_w 是所述变焦透镜在广角端的焦距，并且 Z 是所述变焦透镜的变焦比。

[0014] 从以下参考附图对示例性实施例的描述中，本发明的其它特征将变得清晰。

附图说明

[0015] 图1是根据数值实施例1的变焦透镜在广角端聚焦于无限远处的透镜截面图。

[0016] 图2A是根据数值实施例1的变焦透镜在广角端聚焦于无限远处的像差图。

[0017] 图2B是根据数值实施例1的变焦透镜在 $f = 145.5\text{mm}$ 处聚焦于无限远处的像差图。

[0018] 图2C是根据数值实施例1的变焦透镜在 $f = 304.3\text{mm}$ 处聚焦于无限远处的像差图。

[0019] 图2D是根据数值实施例1的变焦透镜在望远端聚焦于无限远处的像差图。

[0020] 图3是根据数值实施例2的变焦透镜在广角端聚焦于无限远处的透镜截面图。

[0021] 图4A是根据数值实施例2的变焦透镜在广角端聚焦于无限远处的像差图。

[0022] 图4B是根据数值实施例2的变焦透镜在 $f = 145.5\text{mm}$ 处聚焦于无限远处的像差图。

[0023] 图4C是根据数值实施例2的变焦透镜在 $f = 304.3\text{mm}$ 处聚焦于无限远处的像差图。

[0024] 图4D是根据数值实施例2的变焦透镜在望远端聚焦于无限远处的像差图。

[0025] 图5是根据数值实施例3的变焦透镜在广角端聚焦于无限远处的透镜截面图。

[0026] 图6A是根据数值实施例3的变焦透镜在广角端聚焦于无限远处的像差图。

[0027] 图6B是根据数值实施例3的变焦透镜在 $f = 145.5\text{mm}$ 处聚焦于无限远处的像差图。

[0028] 图6C是根据数值实施例3的变焦透镜在 $f = 304.3\text{mm}$ 处聚焦于无限远处的像差图。

[0029] 图6D是根据数值实施例3的变焦透镜在望远端聚焦于无限远处的像差图。

[0030] 图7是根据数值实施例4的变焦透镜在广角端聚焦于无限远处的透镜截面图。

[0031] 图8A是根据数值实施例4的变焦透镜在广角端聚焦于无限远处的像差图。

[0032] 图8B是根据数值实施例4的变焦透镜在 $f = 145.5\text{mm}$ 处聚焦于无限远处的像差图。

[0033] 图8C是根据数值实施例4的变焦透镜在 $f = 200.5\text{mm}$ 处聚焦于无限远处的像差图。

[0034] 图8D是根据数值实施例4的变焦透镜在 $f = 304.3\text{mm}$ 处聚焦于无限远处的像差图。

[0035] 图8E是根据数值实施例4的变焦透镜在望远端聚焦于无限远处的像差图。

[0036] 图9是根据数值实施例5的变焦透镜在广角端聚焦于无限远处的透镜截面图。

[0037] 图10A是根据数值实施例5的变焦透镜在广角端聚焦于无限远处的像差图。

[0038] 图10B是根据数值实施例5的变焦透镜在 $f = 58.1\text{mm}$ 处聚焦于无限远处的像差图。

[0039] 图10C是根据数值实施例5的变焦透镜在 $f = 102.4\text{mm}$ 处聚焦于无限远处的像差图。

[0040] 图10D是根据数值实施例5的变焦透镜在望远端聚焦于无限远处的像差图。

- [0041] 图11是根据数值实施例6的变焦透镜在广角端聚焦于无限远处的透镜截面图。
- [0042] 图12A是根据数值实施例6的变焦透镜在广角端聚焦于无限远处的像差图。
- [0043] 图12B是根据数值实施例6的变焦透镜在f=233.6mm处聚焦于无限远处的像差图。
- [0044] 图12C是根据数值实施例6的变焦透镜在f=586.8mm处聚焦于无限远处的像差图。
- [0045] 图12D是根据数值实施例6的变焦透镜在望远端聚焦于无限远处的像差图。
- [0046] 图13A是示出数值实施例1的变焦透镜中的在广角端的光路的图。
- [0047] 图13B是示出数值实施例1的变焦透镜中的f=145.5mm处的光路的图。
- [0048] 图13C是示出数值实施例1的变焦透镜在望远端的光路的图。
- [0049] 图14是示出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

- [0050] 现在将根据附图详细描述本发明的优选实施例。
- [0051] 首先,基于条件表达式描述本发明的变焦透镜的特点。本发明的变焦透镜的第二透镜单元和第三透镜单元的移动轨迹被定义为使得变焦透镜可以实现宽视角、高变焦比、尺寸和重量减小以及在整个变焦范围上的高光学性能。
- [0052] 本发明的变焦透镜和具有该变焦透镜的图像拾取装置从物侧到像侧依次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、具有负折光力的第三透镜单元、包括至少一个透镜单元的中间透镜组以及包括至少一个透镜单元的后透镜组。孔径光阑或者放置在后透镜组的物侧、或者放置在后透镜组内部。第一透镜单元被配置为不为了变焦而移动,第二透镜单元被配置为为了变焦而移动,第三透镜单元被配置为为了变焦而移动,并且中间透镜组被配置为为了变焦而移动。后透镜组中最靠近物侧的透镜单元被配置为不为了变焦而移动。这意味着,如果后透镜组仅包括一个透镜单元,那么后透镜组被配置为不为了变焦而移动,而如果后透镜组包括多于一个透镜单元,那么后透镜组中最靠近物体的透镜单元被配置为不为了变焦而移动。另外,变焦透镜被配置为使得相邻透镜单元之间的距离为了变焦而改变。
- [0053] 变焦透镜满足以下表达式:
- [0054] $1.3 < L_{2w} / L_{2t} < 3.0$, 以及 • • • (1)
- [0055] $0.8 < L_{2max} / L_{2t} < 4.0$, • • • (2)
- [0056] 其中 L_{2w} 是在广角端的在第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离, L_{2t} 是在望远端的在第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离,并且 L_{2max} 是在焦距 f_{tm1} 与焦距 f_{tm2} 之间的变焦范围内的在第二透镜单元与第三透镜单元之间的最大距离, f_{tm1} 和 f_{tm2} 分别被定义为如下:
- [0057] $f_{tm1} = f_w \times Z^{0.7}$, 以及 • • • (a)
- [0058] $f_{tm2} = f_w \times Z^{0.9}$, • • • (b)
- [0059] 其中 f_w 是变焦透镜在广角端的焦距,并且 Z 是变焦比。
- [0060] 图13A、13B和13C是示出本发明的数值实施例1的变焦透镜中的分别在广角端、在 $f = 145.5\text{mm}$ ($f_w \times Z^{0.7}$) 和在望远端的光路的图。“L1”至“L5”分别表示第一至第五透镜单元。在本发明中,第二透镜和第三透镜的移动轨迹被设置为使得第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离可以为了从广角端到变焦中间范围 ($f_w \times Z^{0.7}$ 到 $f_w \times Z^{0.9}$) 的变焦而被加宽,并且

为了从变焦中间范围到望远端的变焦而变成预定距离。描述这种光学效果。

[0061] 在正引导型的变焦透镜中,通过第一透镜单元的离轴光线中的主光线的光束高度特别在变焦中间范围 ($f_w \times Z^{0.7}$ 到 $f_w \times Z^{0.9}$) 中开始下降,因此倾向于在过度校正的方向上(向着像侧)发生像场弯曲。如在图13A、13B和13C中可以看到的那样,通过使第三透镜单元远离第二透镜单元向像侧移动,通过第三透镜单元的离轴光线的光束高度降低,这减小了在第三透镜单元中发生的过度校正方向上的像场弯曲。因此,能够有利地校正在变焦中间范围内倾向于发生的过度校正方向上的像场弯曲。

[0062] 表达式(1)和(2)定义在变焦中间范围 ($f_w \times Z^{0.7}$ 到 $f_w \times Z^{0.9}$) 中的在第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离。通过满足表达式(1),变焦透镜可以有利地校正变焦中间范围中的像场弯曲,从而在整个变焦范围上实现高光学性能。当变焦透镜不满足表达式(1)的上限时,第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离变得长到难以校正变焦中间范围中的轴向色差。当变焦透镜不满足表达式(1)的下限时,第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离相对于广角端的所述距离不够长,并且上述像场弯曲校正的效果变得小到难以在整个变焦范围上实现高光学性能。

[0063] 另外,通过满足表达式(2),变焦透镜既实现尺寸减小又实现高光学性能。当变焦透镜不满足表达式(2)的上限时,第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离变得长到难以校正变焦中间范围中的轴向色差。当变焦透镜不满足表达式(2)的下限时,在望远端的在第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离相对于变焦中间范围中的所述距离变得太长。因此,第二透镜单元和第三透镜单元的组合焦距变短,并且指派给第二透镜单元和第三透镜单元的变焦作用变小。结果变焦比减小,从而使得难以减小变焦透镜的尺寸。当在表达式(1)和(2)中的数值如下设置时是优选的:

[0064] $1.32 < L_{2max}/L_{2w} < 2.20$, 以及 • • • (1a)

[0065] $0.9 < L_{2max}/L_{2t} < 3.0$, • • • (2a)

[0066] 作为本发明的变焦透镜的附加模式,后透镜组具有至少两个凸透镜和至少一个凹透镜,并且被配置为不为了变焦而移动。

[0067] 作为本发明的变焦透镜的附加模式,后透镜组具有至少两个凸透镜和至少一个凹透镜。作为后透镜组中的一个透镜单元的透镜单元LRR被配置为为了变焦而移动。变焦透镜满足以下表达式:

[0068] $|m_{rr}/d_{rr}| < 0.1$ • • • (3)

[0069] 其中 m_{rr} 是透镜单元LRR在整个变焦范围中的最大移动量,并且 d_{rr} 是透镜单元LRR的最靠近物侧的表面和透镜单元LRR的最靠近像侧的表面之间的距离。透镜单元LRR可以在满足表达式(3)的范围内为了变焦而移动,以校正离轴像差。另外,通过结合变焦操作移动透镜单元LRR,可以校正由变焦造成的散焦。

[0070] 作为本发明的变焦透镜的附加模式,变焦透镜满足以下表达式:

[0071] $-10.0 < f_1 \times (f_2 + f_3) / (f_2 \times f_3) < -2.0$ • • • (4)

[0072] 其中 f_1 、 f_2 和 f_3 分别是第一透镜单元的焦距、第二透镜单元的焦距和第三透镜单元的焦距。 $(f_2 \times f_3) / (f_2 + f_3)$ 的数值对应于第二透镜单元和第三透镜单元的组合焦距。通过满足表达式(4),变焦透镜既实现了尺寸减小又实现了高光学性能。当变焦透镜不满足表达式(4)的上限时,第一透镜单元相对于第二透镜单元具有太强的折光力,这使得难以校正

广角端的畸变或望远端的轴向色差。当变焦透镜不满足表达式(4)的下限时,第一透镜单元相对于第二透镜单元具有太弱的折光力,这特别增加了第一透镜单元的尺寸,从而使得尺寸减小困难。当表达式(4)中的数值如下设置时是优选的:

[0073] $-8.5 < f_1 \times (f_2 + f_3) / (f_2 \times f_3) < -3.5$ • • • (4a)

[0074] 作为本发明的变焦透镜的附加模式,变焦透镜满足以下表达式:

[0075] $0.1 < f_2/f_3 < 10.0$ • • • (5)

[0076] 其中 f_2 和 f_3 分别是第二透镜单元的焦距和第三透镜单元的焦距。当变焦透镜不满足表达式(5)的上限时,第三透镜单元相对于第二透镜单元具有太强的折光力,并且第三透镜单元在望远端对于制造误差变得更加敏感。特别地,像场弯曲和彗差发生得更多,从而劣化可制造性。当变焦透镜不满足表达式(5)的下限时,第二透镜单元相对于第三透镜单元具有太强的折光力,这增加了在第二透镜单元中发生的像差,从而使得难以在整个变焦范围上实现高光学性能。当表达式(5)中的数值如下设置时是优选的:

[0077] $0.15 < f_2/f_3 < 6.00$ • • • (5a)

[0078] 作为本发明的变焦透镜的附加模式,第二透镜单元和第三透镜单元共同包括至少一个凸透镜和至少两个凹透镜。这种透镜配置使得构成第二透镜单元和第三透镜单元的透镜能够具有适当的折光力,以便能够有利地校正变焦中间范围中的像差和望远端的轴向色差。

[0079] 作为本发明的变焦透镜的附加模式,第二透镜单元或第三透镜单元具有至少一个非球面。这实现了变焦中间范围中的像场弯曲和球面像差的有效校正。

[0080] 作为本发明的变焦透镜的附加模式,变焦透镜满足以下表达式:

[0081] $-2 < (R_2 + R_3) / (R_2 - R_3) < 30$ • • • (6)

[0082] 其中 R_2 是第二透镜单元的最靠近像侧的表面的曲率半径,并且 R_3 是第三透镜单元的最靠近物侧的表面的曲率半径。当变焦透镜不满足表达式(6)的上限时,第二透镜单元的最靠近像侧的表面的曲率半径与第三透镜单元的最靠近物侧的表面的曲率半径之间的差值变小,从而使得难以有利地校正变焦中间范围中和望远端的像差。当变焦透镜不满足表达式(6)的下限时,第二透镜单元的最靠近像侧的表面的曲率半径与第三透镜单元的最靠近物侧的表面的曲率半径之间的差值变大,这使得第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离对制造误差敏感。当表达式(6)中的数值如下设置时是优选的:

[0083] $-1 < (R_2 + R_3) / (R_2 - R_3) < 20$ • • • (6a)

[0084] 另外,本发明的图像拾取装置的特征在于包括任何实施例的变焦透镜和具有用于接收由变焦透镜形成的光学图像的预定有效图像拾取范围的固态图像拾取元件。

[0085] 基于与实施例1至6对应的数值实施例1至6的透镜配置的特点来描述本发明的变焦透镜的具体配置。

[0086] [实施例1]

[0087] 图1是本发明的实施例1(数值实施例1)的变焦透镜在广角端聚焦于无限远处的透镜截面图。图2A、2B、2C和2D分别是数值实施例1的变焦透镜在广角端、焦距145.5mm($f_w \times Z^{0.7}$)、焦距304.3mm($f_w \times Z^{0.9}$)和望远端的纵向像差图。在所有的纵向像差图中,变焦透镜都聚焦于无限远处。焦距的值是以毫米表述的稍后给出的数值实施例中的值。这也适用于数值实施例的其余部分。145.5mm的焦距是在从 $f_w \times Z^{0.7}$ 到 $f_w \times Z^{0.9}$ 的范围内第二透镜单元与

第三透镜单元之间的距离最大的变焦位置。

[0088] 图1中的变焦透镜从物侧起依次包括具有正折光力的、用于聚焦的第一透镜单元L1，用于变焦的第二透镜单元L2和具有负折光力并且为了从广角端到望远端的变焦而向像侧移动的第三透镜单元L3，具有负折光力并且与第二透镜单元L2和第三透镜单元L3的移动相结合地在光轴上非线性移动以校正由变焦造成的像面位移的第四透镜单元L4，以及被配置为不为了变焦而移动并且进行成像作用的第五透镜单元L5。在本实施例中，第四透镜单元L4形成中间透镜组。

[0089] 在本实施例中，第二透镜单元L2、第三透镜单元L3和第四透镜单元L4构成变焦系统。“SP”表示孔径光阑并且放置在第四透镜单元L4与第五透镜单元L5之间。孔径光阑不为了变焦而在光轴方向上移动。“P”表示对应于在本发明的变焦透镜所连接到的图像拾取装置内部放置的光学滤波器或颜色分离光学系统的玻璃块。“I”是像面。当变焦透镜被用作用于广播电视相机、摄像机或数码静态相机的图像拾取光学系统时，像面I是例如接收由变焦透镜形成的光学图像并对其进行光电转换的固态图像拾取元件(光电转换元件)的图像拾取表面。当变焦透镜被用作胶片相机的图像拾取光学系统时，图像面I是对由变焦透镜形成的光学图像敏感的胶片平面。

[0090] 在纵向像差图中，示出球面像差的部分中的实线和双点划线分别表示e线和g线。在示出像散的部分中，断线和实线分别表示子午像面和弧矢像面。在示出横向色差的部分中，双点划线表示g线。此外，“ ω ”表示半视角，并且“Fno”表示f数。在纵向像差图中，球面像差基于-0.4mm至0.4mm范围内的尺度来表述，像散基于-0.4mm至0.4mm范围内的尺度来表述，畸变基于-10%至10%范围内的尺度来表述，并且横向色差基于-0.05mm至0.05mm范围内的尺度来表述。在以下实施例中，广角端和望远端指的是其中用于变焦的第二透镜单元L2可以在光轴上机械移动的变焦范围的可用的各端部的变焦位置。

[0091] 接下来，给出本实施例的透镜单元的透镜配置的描述。第一透镜单元L1与第1至第10表面对应，第二透镜单元L2与第11至第16表面对应，第三透镜单元L3与第17至第18表面对应，第四透镜单元L4与第19至第21表面对应以及第五透镜单元L5与第23到第42表面对应。第二透镜单元L2包括总共三个透镜(包括凸透镜和凹透镜)，并且第三透镜单元L3包括一个凹透镜。

[0092] 给出与实施例1对应的数值实施例1的描述。不仅在数值实施例1中，而且在所有数值实施例中，“i”表示从物侧起的表面(光学表面)的序号，“ r_i ”表示从物侧起的第*i*个表面的曲率半径，并且“ d_i ”表示从物侧起的第*i*个表面和第(*i*+1)个表面之间的距离(在光轴上)。另外，“ n_{di} ”和“ v_{di} ”分别表示介质(光学构件)在第*i*个表面和第(*i*+1)个表面之间的折射率和阿贝数，并且“BF”表示空气中的后焦距。注意，阿贝数v表述如下：

$$[0093] v = (N_f - 1) / (N_f - N_c)$$

[0094] 其中N_f、N_d和N_c分别是夫琅和费(Fraunhofer)的F-线(486.1nm), d线(587.6nm)和C线(656.3nm)的折射率。当X轴是光轴方向、H轴垂直于光轴并且光的行进方向为正时，非球面形状被表述为：

$$[0095] X = \frac{H^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(H/R)^2}} + A_4 H^4 + A_6 H^6 + A_8 H^8 + A_{10} H^{10} + A_{12} H^{12} + A_{14} H^{14} + A_{16} H^{16}$$

[0096] 其中, R是近轴曲率半径,k是圆锥常数,并且A4、A6、A8、A10、A12、A14和A16各自是非球面系数。另外,“e-Z”指示“ $\times 10^{-Z}$ ”。

[0097] 表1示出了用于本实施例的条件表达式中的数值。本实施例满足表达式(1)、(2)、(4)至(6)。由于第二透镜单元和第三透镜单元的移动轨迹被适当地设置,因此本实施例的变焦透镜有利地在整个变焦范围上校正像差,从而既实现高光学性能又实现尺寸和重量的减小。本发明的变焦透镜必须满足表达式(1)和(2),但不是必须满足表达式(3)至(6)。尽管如此,当满足表达式(3)至(6)中的至少一个时,产生更好的效果。对于其余的实施例来说也是如此。

[0098] 图14是使用任何实施例的变焦透镜作为其图像拾取光学系统的图像拾取装置(电视摄像机系统)的示意图。在图14中,标号“101”表示实施例1至6中任一个的变焦透镜,并且“124”表示相机。变焦透镜101可附连到相机124以及从相机124分离。标号“125”表示通过将变焦透镜101附连到相机124而形成的图像拾取装置。变焦透镜101具有第一透镜单元F、变焦部分LZ和用于形成图像的后透镜组R。第一透镜单元F包括用于聚焦的透镜单元。变焦部分LZ包括为了变焦而在光轴上移动的第二透镜单元和第三透镜单元,以及为了校正由变焦造成的像面位移而在光轴上移动的第四透镜单元。“SP”表示孔径光阑。标号“114”和“115”分别表示在光轴方向驱动第一透镜单元F和变焦部分LZ的驱动机制(诸如螺旋或凸轮)。标号“116”至“118”分别是电驱动所述驱动机制114、驱动机制115和孔径光阑SP的马达(驱动手段)。标号“119”至“121”分别是检测第一透镜单元F在光轴上的位置、变焦部分LZ在光轴上的位置以及孔径光阑SP的孔径的检测器(诸如编码器、电位计或光电传感器)。在相机124中,“109”表示与相机124中的光学滤波器或颜色分离光学系统对应的玻璃块,并且“110”表示接收由变焦透镜101形成的物体的光学图像的固态图像拾取元件(光电转换元件)(诸如CCD或CMOS传感器)。此外,“111”和“122”分别是控制相机124和变焦透镜101的驱动的CPU。

[0099] 当将本发明的变焦透镜如此应用于图像拾取装置、或者应用在上述电视摄像机的示例中时,图像拾取装置可以实现高光学性能。

[0100] [实施例2]

[0101] 图3是本发明的实施例2(数值实施例2)的变焦透镜在广角端聚焦于无限远处的透镜截面图。图4A、4B、4C和图4D分别是数值实施例2的变焦透镜在广角端、焦距145.5mm($f_w \times Z^{0.7}$)、焦距304.3mm($f_w \times Z^{0.9}$)和望远端的纵向像差图。在所有的纵向像差图中,变焦透镜都聚焦于无限远处。304.3mm的焦距是在从 $f_w \times Z^{0.7}$ 到 $f_w \times Z^{0.9}$ 的范围内第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离最大的变焦位置。

[0102] 图3中的变焦透镜从物侧起依次包括具有正折光力的、用于聚焦的第一透镜单元L1,用于变焦的第二透镜单元L2和具有负折光力并且为了从广角端到望远端的变焦而向像侧移动的第三透镜单元L3,具有负折光力并且与第二透镜单元L2和第三透镜单元L3的移动相结合地在光轴上非线性移动以校正由变焦造成的像面位移的第四透镜单元L4,以及被配置为不为了变焦而移动并且进行成像作用的第五透镜单元L5。在本实施例中,第四透镜单元L4形成中间透镜组。透镜单元的透镜配置与数值实施例1中的透镜配置相同。

[0103] 表1示出了用于本实施例的条件表达式中的数值。本实施例满足表达式(1)、(2)、(4)至(6)。由于第二透镜单元和第三透镜单元的移动轨迹被适当地设置,因此本实施例的变焦透镜有利地在整个变焦范围上校正像差,从而既实现高光学性能又实现尺寸和重量的

减小。

[0104] [实施例3]

[0105] 图5是本发明的实施例3(数值实施例3)的变焦透镜在广角端聚焦于无限远处的透镜截面图。图6A、6B、6C和6D分别是数值实施例3的变焦透镜在广角端、焦距145.5mm($f_w \times Z^{0.7}$)、焦距304.3mm($f_w \times Z^{0.9}$)和望远端的纵向像差图。在所有的纵向像差图中,变焦透镜都聚焦于无限远处。145.5mm的焦距是在从 $f_w \times Z^{0.7}$ 到 $f_w \times Z^{0.9}$ 的范围内第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离最大的变焦位置。

[0106] 图5中的变焦透镜从物侧起依次包括具有正折光力的、用于聚焦的第一透镜单元L1,用于变焦的第二透镜单元L2和具有负折光力并且为了从广角端到望远端的变焦而向像侧移动的第三透镜单元L3,分别具有负折光力和正折光力并且与第二透镜单元L2和第三透镜单元L3的移动相结合地在光轴上非线性移动的第四透镜单元L4和第五透镜单元L5,以及被配置为不为了变焦而移动并且进行成像作用的第六透镜单元L6。在本实施例中,第四透镜单元L4和第五透镜单元L5形成中间透镜组。

[0107] 接下来,给出本实施例的透镜单元的透镜配置的描述。第一透镜单元L1与第1至第10表面对应,第二透镜单元L2与第11至第16表面对应,第三透镜单元L3与第17至第18表面对应,第四透镜单元L4与第19至第21表面对应,第五透镜单元L5与第22至第25表面对应,并且第六透镜单元L6与第27至第42表面对应。第二透镜单元L2包括凸透镜和凹透镜的总共三个透镜,并且第三透镜单元L3包括一个凹透镜。

[0108] 表1示出了用于本实施例的条件表达式中的数值。本实施例满足表达式(1)、(2)、(4)至(6)。由于第二透镜单元和第三透镜单元的移动轨迹被适当地设置,因此本实施例的变焦透镜有利地在整个变焦范围上校正像差,从而既实现高光学性能又实现尺寸和重量的减小。

[0109] [实施例4]

[0110] 图7是本发明的实施例4(数值实施例4)的变焦透镜在广角端聚焦于无限远处的透镜截面图。图8A、8B、8C、8D和8E分别是数值实施例4的变焦透镜在广角端、焦距145.5mm($f_w \times Z^{0.7}$)、焦距200.5mm(在从 $f_w \times Z^{0.7}$ 到 $f_w \times Z^{0.9}$ 的范围内第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离最大的变焦位置)、焦距304.3mm($f_w \times Z^{0.9}$)和望远端的纵向像差图。在所有的纵向像差图中,变焦透镜都聚焦于无限远处。200.5mm的焦距是在从 $f_w \times Z^{0.7}$ 到 $f_w \times Z^{0.9}$ 的范围内第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离最大的变焦位置。

[0111] 图7中的变焦透镜从物侧起依次包括具有正折光力的、用于聚焦的第一透镜单元L1、用于变焦的第二透镜单元L2和具有负折光力并且为了从广角端到望远端的变焦而向像侧移动的第三透镜单元L3,分别具有负折光力和正折光力并且与第二透镜单元L2和第三透镜单元L3的移动相结合地在光轴上非线性移动的第四透镜单元L4和第五透镜单元L5,被配置为不为了变焦而移动的第六透镜单元L6,以及被配置为为了变焦而移动的第七透镜单元L7。在本实施例中,第四透镜单元L4和第五透镜单元L5形成中间透镜组,并且第六透镜单元L6和第七透镜单元L7形成后透镜组。另外,第七透镜单元L7与作为后透镜组的一部分的透镜单元LRR对应。

[0112] 接下来,给出本实施例的透镜单元的透镜配置的描述。第一透镜单元L1与第1至第10表面对应,第二透镜单元L2与第11至第12表面对应,第三透镜单元L3与第13至第18表面

对应,第四透镜单元L4与第19至第21表面对应,第五透镜单元L5与第22至第25表面对应,第六透镜单元L6与第27至第32表面对应,并且第七透镜单元L7与第33至第42表面对应。第二透镜单元L2包括一个凹透镜,并且第三透镜单元L3包括凸透镜和凹透镜的总共三个透镜。

[0113] 表1示出了用于本实施例的条件表达式中的数值。本实施例满足表达式(1)至(6)。由于第二透镜单元和第三透镜单元的移动轨迹被适当地设置,因此本实施例的变焦透镜有利地在整个变焦范围上校正像差,从而既实现高光学性能又实现尺寸和重量的减小。

[0114] [实施例5]

[0115] 图9是本发明的实施例5(数值实施例5)的变焦透镜在广角端聚焦于无限远处的透镜截面图。图10A、10B、10C和10D分别是数值实施例5的变焦透镜在广角端、焦距58.1mm($f_w \times Z^{0.7}$)、焦距102.44mm($f_w \times Z^{0.9}$)和望远端的纵向像差图。在所有的纵向像差图中,变焦透镜都聚焦于无限远处。102.44mm的焦距是在从 $f_w \times Z^{0.7}$ 到 $f_w \times Z^{0.9}$ 的范围内第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离最大的变焦位置。

[0116] 图9中的变焦透镜从物侧起依次包括具有正折光力的、用于聚焦的第一透镜单元L1,用于变焦的第二透镜单元L2和具有负折光力并且为了从广角端到望远端的变焦而向像侧移动的第三透镜单元L3,分别具有负折光力和正折光力并且与第二透镜单元L2和第三透镜单元L3的移动相结合地在光轴上非线性移动的第四透镜单元L4和第五透镜单元L5,以及被配置为不为了变焦而移动并进行成像作用的第六透镜单元L6。在本实施例中,第四透镜单元L4和第五透镜单元L5形成中间透镜组。

[0117] 接下来,给出本实施例的透镜单元的透镜配置的描述。第一透镜单元L1与第1至第10表面对应,第二透镜单元L2与第11至第17表面对应,第三透镜单元L3与第18至第19表面对应,第四透镜单元L4与第20至第22表面对应,第五透镜单元L5与第23至第26表面对应,并且第六透镜单元L6与第28至第40表面对应。第二透镜单元L2包括凸透镜和凹透镜的总共四个透镜,并且第三透镜单元L3包括一个凹透镜。

[0118] 表1示出了用于本实施例的条件表达式中的数值。本实施例满足表达式(1)、(2)、(4)至(6)。由于第二透镜单元和第三透镜单元的移动轨迹被适当地设置,因此本实施例的变焦透镜有利地在整个变焦范围上校正像差,从而既实现高光学性能又实现尺寸和重量的减小。

[0119] [实施例6]

[0120] 图11是本发明的实施例6(数值实施例6)的变焦透镜在广角端聚焦于无限远处的透镜截面图。图12A、12B、12C和12D分别是数值实施例6的变焦透镜在广角端、焦距233.61mm($f_w \times Z^{0.7}$)、焦距586.8mm($f_w \times Z^{0.9}$)和望远端的纵向像差图。在所有的纵向像差图中,变焦透镜都聚焦于无限远处。233.61mm的焦距是在从 $f_w \times Z^{0.7}$ 到 $f_w \times Z^{0.9}$ 的范围内第二透镜单元与第三透镜单元之间的距离最大的变焦位置。

[0121] 图11中的变焦透镜从物侧起依次包括具有正折光力的、用于聚焦的第一透镜单元L1,用于变焦的第二透镜单元L2和具有负折光力并且为了从广角端到望远端的变焦而向像侧移动的第三透镜单元L3,具有正折光力并且与第二透镜单元L2和第三透镜单元L3的移动相结合地在光轴上非线性移动的第四透镜单元L4和第五透镜单元L5,以及被配置为不为了变焦而移动并进行成像作用的第六透镜单元L6。在本实施例中,第四透镜单元L4和第五透镜单元L5形成中间透镜组。

[0122] 接下来,给出本实施例的透镜单元的透镜配置的描述。第一透镜单元L1与第1至第10表面对应,第二透镜单元L2与第11至第15表面对应,第三透镜单元L3与第16至第18表面对应,第四透镜单元L4与第19至第25表面对应,第五透镜单元L5与第26至第27表面对应,并且第六透镜单元L6与第29至第49表面对应。第二透镜单元L2包括凸透镜和凹透镜的总共三个透镜,并且第三透镜单元L3包括凸透镜和凹透镜的总共两个透镜。

[0123] 表1示出了用于本实施例的条件表达式中的数值。本实施例满足表达式(1)、(2)、(4)至(6)。由于第二透镜单元和第三透镜单元的移动轨迹被适当地设置,因此本实施例的变焦透镜有利地在整个变焦范围上校正像差,从而既实现高光学性能又实现尺寸和重量的减小。

[0124] [数值实施例1]

[0125] [单位:毫米]

[0126] 表面数据

	表面编号 i	ri	di	ndi	vdi	有效直径
1	824.902	3.00	1.80610	40.9	107.32	
2	158.319	1.21			106.70	
3	162.063	14.06	1.43387	95.1	107.26	
4	-466.625	10.91			107.48	
5	168.657	9.04	1.43387	95.1	109.12	
6	820.944	0.20			108.84	
7	148.539	12.09	1.43387	95.1	107.43	
8	-5912.120	0.20			106.81	
9	123.587	6.47	1.43387	95.1	101.03	
10	216.650	(可变)			100.08	
[0127]	11	86.066	1.00	1.85150	40.8	33.55
	12	24.362	7.51			29.40
	13	-48.305	0.90	1.81600	46.6	29.22
	14	71.499	0.70			29.21
	15	49.278	6.33	1.80810	22.8	29.74
	16	-55.053	(可变)			29.54
	17	-37.373	1.10	1.81600	46.6	27.78
	18*	-188.072	(可变)			27.85
	19	-54.569	1.30	1.77250	49.6	28.42
	20	76.386	3.58	1.84666	23.8	29.97
	21	-2973.776	(可变)			30.58

	22(光阑)	∞	1.00			38.13
	23	161.111	6.57	1.60738	56.8	39.36
	24	-69.560	0.15			39.94
	25	324.619	4.43	1.51823	58.9	40.02
	26	-111.651	0.35			39.97
	27	51.937	8.26	1.48749	70.2	38.58
	28	-74.253	1.50	1.83400	37.2	37.70
	29	455.597	0.15			36.73
	30	31.698	7.46	1.48749	70.2	34.97
	31	929.268	1.50	1.88300	40.8	33.45
	32	31.618	50.00			30.74
	33	73.343	5.68	1.57501	41.5	30.39
[0128]	34	-56.462	0.20			30.07
	35	194.336	1.20	1.81600	46.6	28.36
	36	68.964	3.34	1.51742	52.4	27.53
	37	1844.233	0.20			26.74
	38	30.899	6.42	1.49700	81.5	25.03
	39	-57.977	1.20	1.88300	40.8	23.21
	40	36.665	2.00			21.52
	41	81.340	3.37	1.51823	58.9	21.47
	42	-221.688	3.80			21.16
	43	∞	33.00	1.60859	46.4	31.25
	44	∞	13.20	1.51680	64.2	31.25
	45	∞	8.90			31.25
	像面	∞				
[0129]	非球面数据					
[0130]	第18表面					
[0131]	K=6.06641e+001					
[0132]	A4=1.21406e-006					
[0133]	A6=1.81961e-009					
[0134]	A8=1.60180e-012					
[0135]	各种数据					

变焦比 40.00

	焦距	11.00	145.49	304.26	440.00
	F数	2.10	2.10	2.84	4.10
	半视角	26.57	2.16	1.04	0.72
	图像高度	5.50	5.50	5.50	5.50
	透镜总长	389.79	389.79	389.79	389.79
[0136]	BF	8.90	8.90	8.90	8.90
	d10	0.48	108.23	118.84	121.91
	d16	3.16	5.70	3.97	3.02
	d18	129.16	3.50	9.46	19.61
	d21	13.52	28.90	14.06	1.79
	入射光瞳位置	77.38	984.05	1760.39	2251.60
	出射光瞳位置	-689.71	-689.71	-689.71	-689.71
	前主点位置	88.21	1099.24	1932.13	2414.48
	后主点位置	-2.10	-136.59	-295.36	-431.10

[0137] 变焦透镜单元数据

单元	起始表面	焦距	透镜结构	前主点位	后主点位
			长度	置	置
	1	1	161.84	57.18	31.47
[0138]	2	11	-56.13	16.43	-5.67
	3	17	-57.06	1.10	-0.15
	4	19	-77.62	4.88	-0.12
	5	22	69.73	154.97	61.88

[0139] [数值实施例2]

[0140] [单位:毫米]

[0141] 表面数据

表面编号 i	ri	di	ndi	vdi	有效直径
1	793.443	3.00	1.80610	40.9	107.32
2	154.155	1.00			106.67
3	154.310	14.61	1.43387	95.1	107.25
4	-459.024	10.89			107.46
5	177.864	8.58	1.43387	95.1	108.92
6	845.646	0.20			108.66
7	156.955	8.87	1.43387	95.1	107.41
8	601.578	0.20			106.83
9	133.153	9.97	1.43387	95.1	103.57
10	622.166	(可变)			102.73
11	1276.681	1.00	1.85150	40.8	30.55
12	21.326	6.59			26.57
13	-61.603	0.90	1.81600	46.6	26.54
14	2441.976	0.70			26.92
[0142]	15	59.038	6.26	1.80810	22.8
	16	-37.640	(可变)		27.53
	17	-32.623	1.10	1.83481	42.7
	18*	264.759	(可变)		24.75
	19	-57.004	1.30	1.69680	55.5
	20	119.202	3.58	1.84666	23.8
	21	-2847.323	(可变)		37.99
	22(光阑)	∞	1.00		39.19
	23	335.848	5.89	1.60738	56.8
	24	-65.292	0.15		40.80
	25	97.925	6.23	1.51823	58.9
	26	-134.259	0.35		41.26
	27	59.252	8.29	1.48749	70.2
	28	-81.639	1.50	1.83400	37.2

	29	197.726	0.15		37.59
	30	31.205	8.33	1.48749	70.2
	31	-1181.610	1.50	1.88300	40.8
	32	35.138	50.00		32.11
	33	73.266	6.38	1.57501	41.5
	34	-56.068	0.20		31.12
	35	82.153	1.20	1.81600	46.6
	36	31.275	6.06	1.51742	52.4
[0143]	37	-164.680	0.20		26.08
	38	80.201	5.97	1.49700	81.5
	39	-30.677	1.20	1.88300	40.8
	40	70.986	2.00		21.81
	41	26.025	3.51	1.51823	58.9
	42	48.262	3.80		20.73
	43	∞	33.00	1.60859	46.4
	44	∞	13.20	1.51680	64.2
	45	∞	8.90		31.25
	像面	∞			
[0144]	非球面数据				
[0145]	第18表面				
[0146]	K=3.88016e+001				
[0147]	A4=-4.96524e-006				
[0148]	A6=-5.02500e-009				
[0149]	A8=2.51247e-013				
[0150]	各种数据				
	变焦比		40.00		
[0151]	焦距	11.00	145.49	304.26	440.00
	F数	2.10	2.10	2.84	4.10
	半视角	26.57	2.16	1.04	0.72

	图像高度	5.50	5.50	5.50	5.50
	透镜总长	395.45	395.45	395.45	395.45
	BF	8.90	8.90	8.90	8.90
	d10	1.12	110.91	121.12	124.11
	d16	2.94	4.19	4.46	4.67
[0152]	d18	141.84	6.85	8.45	17.12
	d21	1.80	25.74	13.66	1.79
	入射光瞳位置	72.84	991.54	1761.78	2270.22
	出射光瞳位置	-624.13	-624.13	-624.13	-624.13
	前主点位置	83.65	1103.59	1919.80	2404.39
	后主点位置	-2.10	-136.59	-295.36	-431.10
[0153]	变焦透镜单元数据				
	单元	起始表面	焦距	透镜结构	前主点位
		面		长度	置
	1	1	161.84	57.32	31.70
[0154]	2	11	-150.00	15.46	-38.96
	3	17	-34.54	1.10	0.07
	4	19	-93.88	4.88	-0.17
	5	22	69.64	160.11	60.79
[0155]	[数值实施例3]				
[0156]	[单位:毫米]				
[0157]	表面数据				
	表面编号 i	ri	di	ndi	vdi
					有效直径
	1	957.775	3.00	1.80610	40.9
	2	162.368	1.23		106.79
[0158]	3	166.431	13.56	1.43387	95.1
	4	-512.273	11.01		107.58
	5	168.959	10.13	1.43387	95.1
	6	1495.081	0.20		109.60
					109.31

7	154.612	11.65	1.43387	95.1	107.73
8	38839.726	0.20			107.04
9	122.556	7.02	1.43387	95.1	101.45
10	225.674	(可变)			100.41
11	88.441	1.00	1.85150	40.8	34.60
12	24.699	7.72			30.25
13	-51.946	0.90	1.81600	46.6	30.07
14	72.344	0.70			30.03
15	49.970	6.54	1.80810	22.8	30.55
16	-55.423	(可变)			30.34
17	-36.505	1.10	1.81600	46.6	28.36
18*	-195.032	(可变)			28.46
19	-67.953	1.30	1.77250	49.6	28.54
20	99.252	3.21	1.84666	23.8	29.65
21	-2050.578	(可变)			30.17
[0159]	22	-396.308	4.27	1.60738	56.8
	23	-71.051	0.15		39.22
	24	148.116	4.32	1.51823	58.9
	25	-208.979	(可变)		40.04
	26(光阑)	∞	1.00		39.64
27	46.637	8.82	1.48749	70.2	39.30
28	-94.064	1.50	1.83400	37.2	38.45
29	-259.814	0.15			37.92
30	34.514	7.64	1.48749	70.2	35.17
31	-361.353	1.50	1.88300	40.8	33.45
32	30.145	50.00			30.35
33	∞	5.14	1.57501	41.5	31.16
34	-45.674	0.20			31.19
35	68.946	1.20	1.81600	46.6	29.25
36	24.087	7.80	1.51742	52.4	27.55
37	-89.159	0.20			26.92

	38	30.821	5.69	1.49700	81.5	24.72
	39	-109.662	1.20	1.88300	40.8	23.04
	40	37.479	1.00			21.45
	41	20.136	2.86	1.51633	64.1	21.08
[0160]	42	23.282	3.80			20.07
	43	∞	33.00	1.60859	46.4	31.25
	44	∞	13.20	1.51680	64.2	31.25
	45	∞	8.90			31.25
	像面	∞				
[0161]	非球面数据					
[0162]	第18表面					
[0163]	K=1.10614e+001					
[0164]	A4=-1.04495e-007					
[0165]	A6=1.49273e-009					
[0166]	A8=-2.78561e-012					
[0167]	各种数据					
	变焦比		40.00			
	焦距	11.00	145.49	304.26	440.00	
	F数	2.10	2.10	2.84	4.10	
	半视角	26.57	2.16	1.04	0.72	
	图像高度	5.50	5.50	5.50	5.50	
[0168]	透镜总长	402.32	402.32	402.32	402.32	
	BF	8.90	8.90	8.90	8.90	
	d10	0.50	108.67	118.69	121.55	
	d16	3.44	7.30	4.50	3.18	
	d18	130.73	2.99	14.30	27.41	
	d21	18.04	37.57	17.39	1.80	
	d25	5.61	1.79	3.44	4.38	
	入射光瞳位置	78.83	1100.87	2072.39	2756.36	
	出射光瞳位置	-362.70	-362.70	-362.70	-362.70	
[0169]	前主点位置	89.50	1189.40	2127.53	2675.36	
	后主点位置	-2.10	-136.59	-295.36	-431.10	
[0170]	变焦透镜单元数据					

单元	起始表 面	焦距	透镜结构	前主点位	后主点位
			长度	置	置
[0171]	1	1	161.84	58.00	32.10 -10.67
	2	11	-60.57	16.86	-6.72 -23.06
	3	17	-54.93	1.10	-0.14 -0.75
	4	19	-98.10	4.51	-0.16 -2.62
	5	22	76.77	8.74	3.57 -2.08
	6	26	85.10	145.90	66.14 -65.90
[0172]	[数值实施例4]				
[0173]	[单位:毫米]				
[0174]	表面数据				
表面编号 i	ri	di	ndi	vdi	有效直径
1	1048.292	3.00	1.80610	40.9	107.32
2	171.892	1.02			106.85
3	172.183	13.29	1.43387	95.1	107.37
4	-504.624	10.94			107.58
5	181.778	9.37	1.43387	95.1	109.13
[0175]	6	1837.612	0.20		108.88
	7	169.002	9.75	1.43387	95.1 107.44
	8	1453.341	0.20		106.80
	9	123.713	8.72	1.43387	95.1 102.32
	10	326.920	(可变)		101.40
	11*	142.404	1.00	1.90366	31.3 32.09
	12	27.189	(可变)		28.54

13	-61.256	0.90	1.81600	46.6	27.28	
14	43.006	0.70			26.81	
15	38.788	6.78	1.80810	22.8	27.19	
16	-40.973	1.46			26.90	
17	-28.420	1.10	1.81600	46.6	26.43	
18	-188.867	(可变)			26.60	
19	-66.394	1.30	1.77250	49.6	33.16	
20	111.810	3.60	1.84666	23.8	34.73	
21	-810.403	(可变)			35.35	
22	-232.668	4.18	1.60738	56.8	39.58	
23	-68.053	0.15			40.35	
24	187.852	5.04	1.51823	58.9	41.47	
25	-147.895	(可变)			41.69	
26 (光阑)	∞	1.00			41.61	
[0176]	27	52.470	8.94	1.48749	70.2	41.56
	28	-97.136	1.50	1.88300	40.8	40.85
	29	-147.088	0.15			40.56
	30	34.301	9.05	1.48749	70.2	36.98
	31	-139.386	1.50	1.83400	37.2	35.09
	32	31.290	(可变)			31.45
	33	92.165	5.96	1.57501	41.5	29.49
	34	-47.014	0.20			29.13
	35	64.136	1.20	1.81600	46.6	26.52
	36	34.197	3.93	1.51742	52.4	25.27
	37	163.804	0.50			24.27
	38	120.406	5.30	1.49700	81.5	23.81
	39	-31.687	1.20	1.88300	40.8	22.38
	40	87.657	1.00			21.44
	41	84.754	3.63	1.51823	58.9	21.20
	42	-99.458	(可变)			20.81
	43	∞	33.00	1.60859	46.4	31.25

	44	∞	13.20	1.51680	64.2	31.25
[0177]	45	∞	8.90			31.25
	像面	∞				
[0178]	非球面数据					
[0179]	第十一表面					
[0180]	K=2.34652e+001					
[0181]	A4=1.00780e-006					
[0182]	A6=-2.02900e-009					
[0183]	A8=8.13926e-012					
[0184]	各种数据					
	变焦比		40.00			
	焦距	11.00	145.49	200.50	304.26	440.00
	F数	2.10	2.10	2.10	2.84	4.10
	半视角	26.56	2.16	1.57	1.04	0.72
	图像高度	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
	透镜总长	401.74	401.74	401.74	401.74	401.74
	BF	8.90	8.90	8.90	8.90	8.90
	d10	0.73	109.83	114.97	120.07	123.00
[0185]	d12	7.68	10.03	10.33	10.01	9.29
	d18	142.57	3.77	3.37	13.81	29.19
	d21	8.54	33.61	28.92	16.31	1.80
	d25	5.56	7.83	7.49	4.89	1.80
	d32	50.00	49.93	49.92	49.91	49.90
	d42	3.80	3.87	3.88	3.89	3.90
	入射光瞳位置	74.92	1063.00	1411.24	2095.45	2868.06
	出射光瞳位置	-407.11	-404.60	-404.22	-403.83	-403.59
	前主点位置	85.63	1157.30	1514.43	2175.41	2838.71
	后主点位置	-2.10	-136.59	-191.60	-295.36	-431.10
[0186]	变焦透镜单元数据					

单元	起始表 面	焦距	透镜结构		前主点位 置	后主点位 置
			长度			
[0187]	1	1	161.84	56.49	31.09	-10.72
	2	11	-37.06	1.00	0.65	0.12
	3	13	-64.91	10.94	2.30	-4.36
	4	19	-101.08	4.90	-0.34	-3.02
	5	22	79.24	9.37	4.11	-1.95
	6	26	544.09	22.14	-143.82	-124.71
	7	33	70.90	22.93	-1.80	-16.66
	8	43	∞	46.20	14.58	-14.58
[0188]	[数值实施例5]					
[0189]	[单位:毫米]					
[0190]	表面数据					
表面编号 i		ri	di	ndi	vdi	有效直径
1		-620.262	2.20	1.85478	24.8	80.08
2		110.247	6.47			76.66
3		138.334	11.72	1.49700	81.5	76.75
4		-173.747	8.12			76.38
5		107.380	6.93	1.49700	81.5	70.61
6		751.089	0.15			69.59
7		90.356	7.54	1.59522	67.7	65.00
8		1878.500	0.15			63.76
9		55.069	5.21	1.76385	48.5	55.89
10		99.809	(可变)			54.70
11		57.480	0.90	1.88300	40.8	23.62
12		12.370	5.16			18.53
13		-57.787	5.77	1.80810	22.8	18.36
14		-11.575	0.80	1.88300	40.8	17.88
15		93.077	0.20			17.33

16	23.202	2.44	1.59551	39.2	17.30
17	110.151	(可变)			16.96
18	-269.745	1.10	1.77250	49.6	16.16
19	70.665	(可变)			15.83
20	-23.861	0.70	1.77250	49.6	18.39
21	45.892	3.30	1.84666	23.8	20.33
22	-1110.861	(可变)			21.34
23	-127.612	4.07	1.60311	60.6	22.84
24	-28.636	0.15			24.05
25	54.966	3.56	1.51633	64.1	26.03
26*	25521.363	(可变)			26.27
27 (光阑)	∞	1.30			27.93
[0192]	28	108.437	6.85	1.51742	52.4
	29	-27.766	0.90	1.88300	40.8
	30	-48.681	32.40		29.10
	31	44.751	6.54	1.58913	61.1
	32	-42.387	0.20		25.84
	33	-57.451	1.40	1.83481	42.7
	34	28.110	4.33	1.49700	81.5
	35	140.859	1.50		23.51
	36	160.081	6.44	1.51823	58.9
	37	-19.095	1.40	1.83400	37.2
	38	-51.774	0.20		23.99
	39	56.543	5.16	1.51633	64.1
	40	-51.575	4.00		24.17
	41	∞	33.00	1.60859	46.4
	42	∞	13.20	1.51633	64.1
	43	∞	8.90		40.00
像面					

[0193] 非球面数据

[0194] 第26表面

[0195] K=-3.55603e+006

- [0196] A4=4.90701e-007
 [0197] A6=4.39091e-009
 [0198] A8=-4.52046e-011
 [0199] A10=2.10063e-013
 [0200] A12=-3.56390e-016
 [0201] 各种数据

变焦比 17.00

	焦距	8.00	58.13	102.44	136.00
	F 数	1.90	1.96	2.05	2.50
	半视角	34.51	5.40	3.07	2.32
	图像高度	5.50	5.50	5.50	5.50
	透镜总长	259.60	259.60	259.60	259.60
	BF	8.90	8.90	8.90	8.90
[0202]	d10	0.41	37.60	42.28	43.86
	d17	2.44	2.45	3.27	3.31
	d19	40.97	4.06	3.94	4.51
	d22	1.79	6.37	3.89	1.79
	d26	9.63	4.78	1.86	1.78
	入射光瞳位置	47.63	274.51	453.79	573.27
	出射光瞳位置	-10976.85	-10976.85	-10976.85	-10976.85
	前主点位置	55.62	332.33	555.27	707.59
	后主点位置	0.90	-49.23	-93.54	-127.10

[0203] 变焦透镜单元数据

	单元	起始表面	焦距	透镜结构	前主点位	后主点位
				长度	置	置
[0204]	1	1	61.00	48.49	30.71	-0.58
	2	11	-15.02	15.26	1.06	-9.88
	3	18	-72.04	1.10	0.49	-0.13
[0205]	4	20	-33.37	4.00	-0.08	-2.26
	5	23	38.24	7.78	3.01	-1.98
	6	27	51.54	118.82	51.30	-62.98

[0206] [数值实施例6]

[0207] [单位:毫米]

[0208] 表面数据

表面编号 i	ri	di	ndi	vdi	有效直径
1	1090.019	6.00	1.83400	37.2	190.47
2	263.229	0.99			188.26
3	262.549	21.88	1.43387	95.1	188.89
4	-2546.320	20.69			189.17
5	313.034	21.92	1.43387	95.1	194.07
6	-1179.467	0.25			193.80
7	239.654	19.88	1.43387	95.1	188.43
8	2321.476	0.25			187.40
9	169.179	15.64	1.43875	94.9	174.63
10	338.870	(可变)			172.71
[0209]	11	167.672	2.00	2.00330	51.47
	12	45.036	7.98		45.20
	13	-183.633	2.00	1.88300	44.72
	14	39.574	8.51	1.92286	41.78
	15	-554.774	(可变)		41.05
	16	-54.952	4.00	1.80810	39.63
	17	-40.823	2.00	1.81600	40.40
	18*	2688.085	(可变)		42.85
	19	108.075	8.57	1.60311	78.51
	20*	∞	0.20		78.63
	21	140.888	12.72	1.49700	79.70

22	-162.124	0.20			79.58
23	132.175	2.50	1.85478	24.8	75.83
24	61.079	12.37	1.49700	81.5	71.83
25	498.838	(可变)			71.34
26*	875.581	6.04	1.59522	67.7	68.68
27	-155.291	(可变)			68.33
28 (光阑)	∞	1.42			34.71
29	84.987	1.40	1.81600	46.6	32.95
30	29.740	0.20			30.90
31	32.169	5.57	1.84666	23.8	30.89
32	73.299	7.00			29.46
33	-35.690	1.40	1.88300	40.8	28.15
34	221.173	4.00			28.90
35	-96.973	1.80	1.75500	52.3	29.90
36	65.257	3.44	1.84666	23.8	31.75
[0210]	37	317.904	3.03		32.37
38	∞	16.48	1.62041	60.3	34.29
39	-41.309	6.47			39.28
40	207.729	7.42	1.48749	70.2	39.96
41	-62.310	0.20			39.88
42	144.545	1.60	1.88300	40.8	38.03
43	36.283	9.05	1.48749	70.2	36.31
44	-153.846	0.20			35.93
45	75.778	9.09	1.56732	42.8	34.93
46	-51.249	1.60	1.88300	40.8	33.38
47	60.067	0.20			32.22
48	46.462	7.59	1.48749	70.2	32.37
49	-51.977	14.00			32.08
50	∞	33.00	1.60859	46.4	60.00
51	∞	13.20	1.51633	64.2	60.00
52	∞	12.00			60.00
像面	∞				
[0211]	非球面数据				
[0212]	第18表面				

[0213] K=-3.28820e+004
 [0214] A4=2.40636e-008
 [0215] A6=-2.71419e-010
 [0216] A8=3.15903e-013
 [0217] 第20表面
 [0218] K=-2.02027e+013
 [0219] A4=3.75968e-007
 [0220] A6=1.77693e-011
 [0221] A8=-2.46630e-015
 [0222] 第26表面
 [0223] K=1.07280e+002
 [0224] A4=-3.52261e-007
 [0225] A6=-4.00314e-012
 [0226] A8=-3.41561e-015
 [0227] 各种数据

变焦比 100.00

	焦距	9.30	233.61	586.79	930.00
[0228]	F 数	1.85	1.85	3.09	4.90
	半视角	30.60	1.35	0.54	0.34
	图像高度	5.50	5.50	5.50	5.50
	透镜总长	621.60	621.60	621.60	621.60
	BF	12.00	12.00	12.00	12.00
	d10	1.07	156.69	166.56	169.75
	d15	6.14	9.05	7.98	7.43
	d18	271.35	66.34	23.99	1.79
	d25	3.10	7.11	10.01	5.08
[0229]	d27	2.00	44.47	75.11	99.60
	入射光瞳位置	130.02	2149.91	5461.33	10726.41
	出射光瞳位置	-1881.51	-1881.51	-1881.51	-1881.51
	前主点位置	139.27	2354.70	5866.28	11199.64
	后主点位置	2.70	-221.61	-574.79	-918.00
[0230]	变焦透镜单元数据				

单元	起始表 面	焦距	透镜结构	前主点位	后主点位
			长度	置	置
[0231]	1	238.05	107.51	57.27	-21.69
	2	11	-54.61	20.50	-12.94
	3	16	-65.48	6.00	-3.22
	4	19	85.83	36.56	-20.27
	5	26	221.30	6.04	-0.57
	6	28	66.96	149.35	14.78

[0232] 表1

条件表达式		数值实施例					
		1	2	3	4	5	6
(1)	L2max/L2w	1.8	1.52	2.12	1.35	1.34	1.48
(2)	L2max/L2t	1.89	0.95	2.29	1.11	0.99	1.22
(3)	mrr/drr	-	-	-	0.0044	-	-
(4)	f1(f2+f3)/(f2×f3)	-5.72	-5.76	-5.62	-6.86	-4.91	-7.99
(5)	f2/f3	0.98	4.34	1.1	0.57	0.21	0.83
(6)	(R2+R3)/(R2-R3)	5.23	14	4.86	-0.39	-0.42	1.22
	Z	40	40	40	40	17	100
	fw	11	11	11	11	8	9.3
	ftm1	145.5	145.5	145.5	145.5	58.1	233.6

[0234]	ftm2	304.3	304.3	304.3	304.3	102.4	586.8
	L2w	3.16	2.94	3.44	7.68	2.44	6.14
	L2max	5.7	4.46	7.3	10.34	3.27	9.05
	L2t	3.02	4.67	3.18	9.29	3.31	7.43
	mrr	-	-	-	0.1	-	-
	drr	-	-	-	22.93	-	-
	f1	161.84	161.84	161.84	161.84	61	238.05
	f2	-56.13	-150	-60.57	-37.06	-15.02	-54.61
	f3	-57.06	-34.54	-54.93	-64.91	-72.04	-65.48
	R2	-55.05	-37.64	-55.42	27.19	110.15	-554.77
	R3	-37.37	-32.62	-36.5	-61.26	-269.74	-54.95

[0235] 虽然已经参考示例性实施例描述了本发明,但是应当理解的是,本发明不限于所公开的示例性实施例。所附权利要求的范围应被赋予最宽泛的解释,以便涵盖所有此类修

改以及等同的结构和功能。

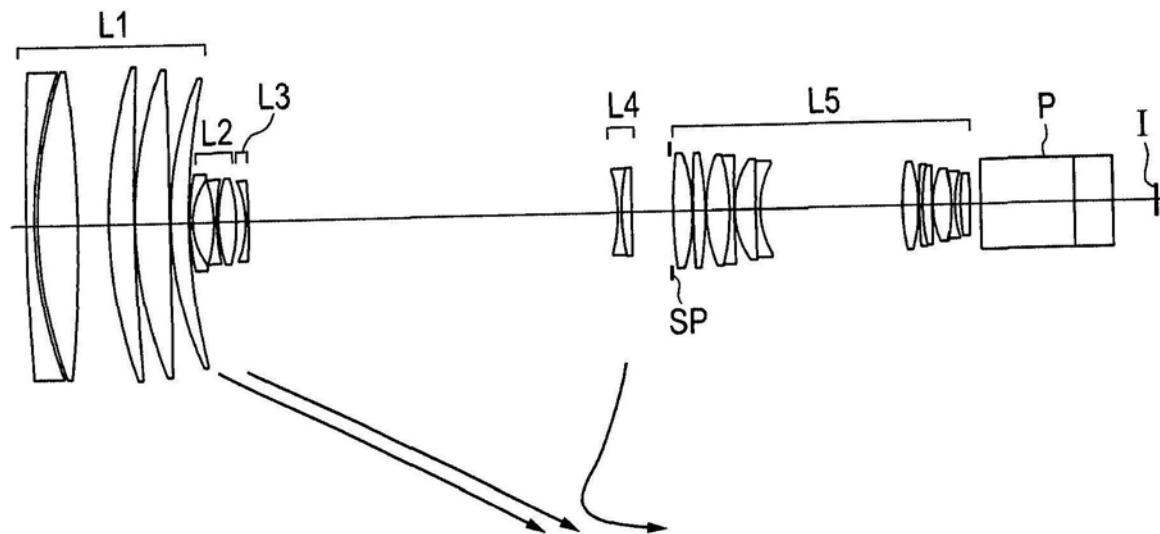


图1

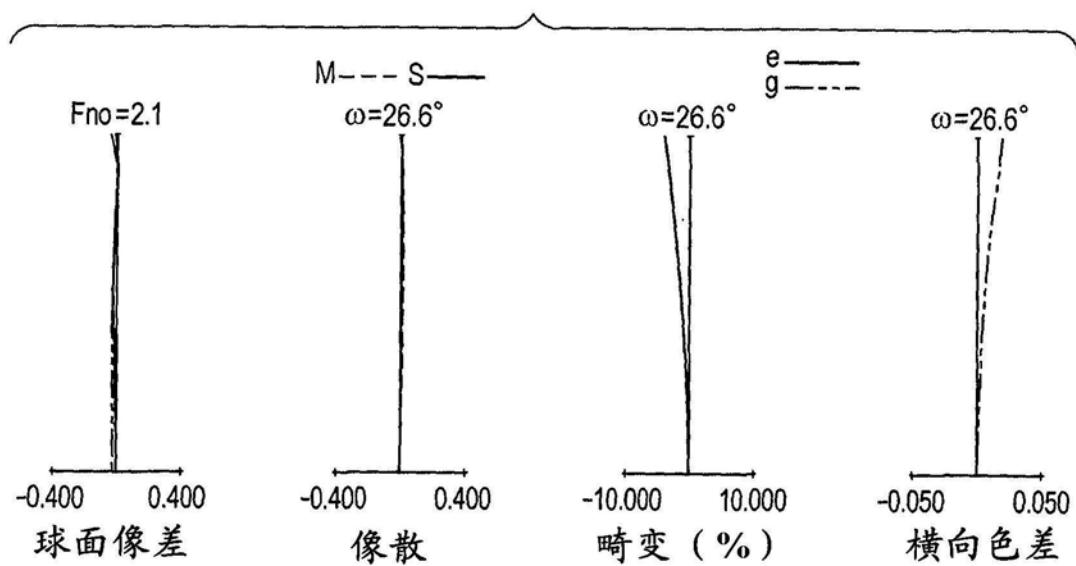


图2A

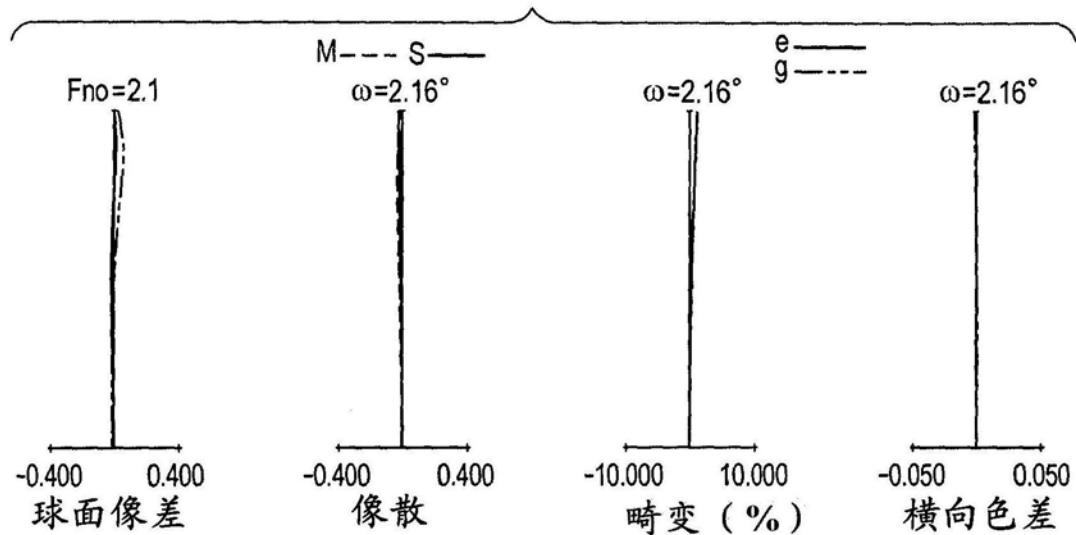


图2B

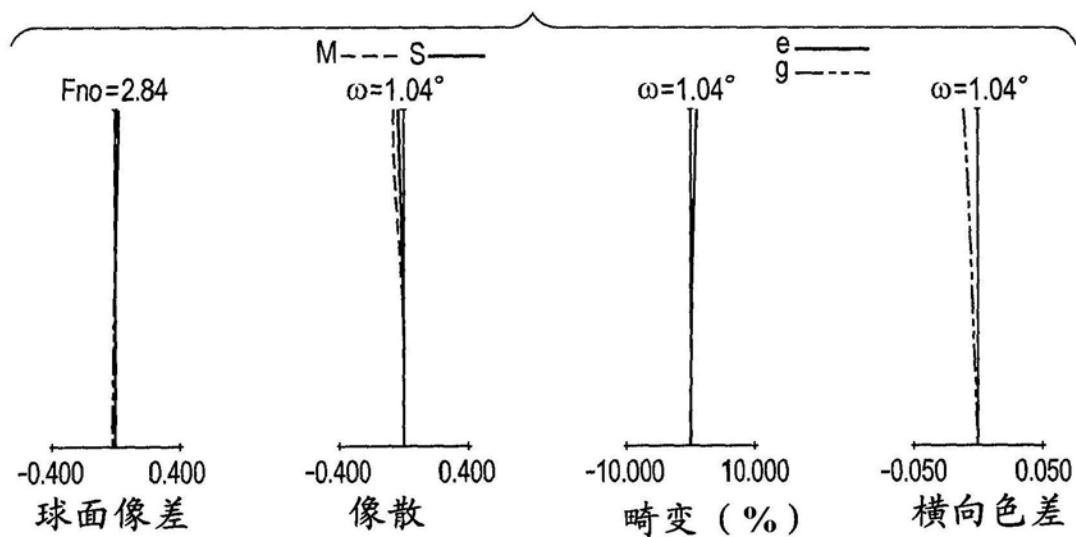


图2C

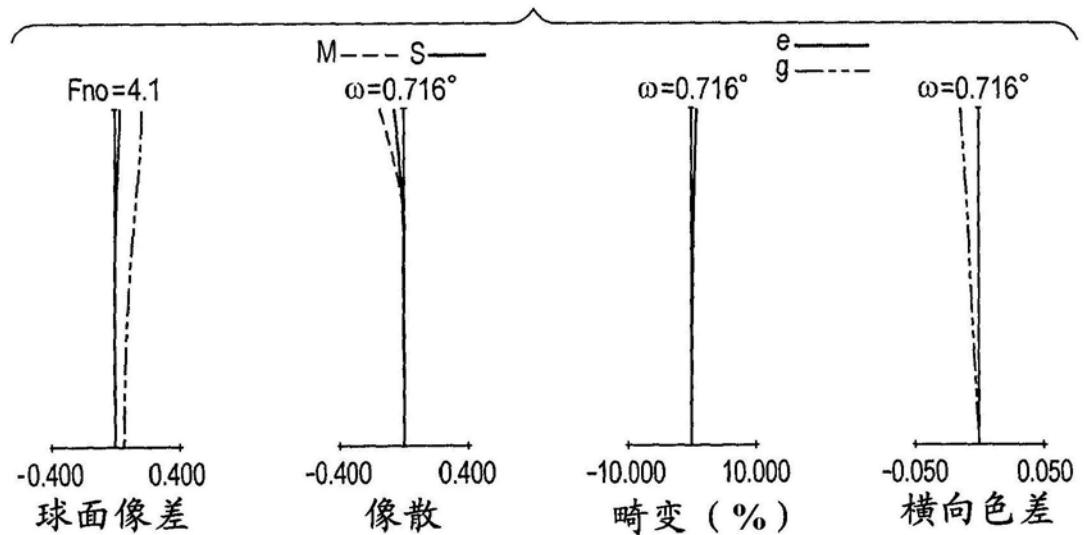


图2D

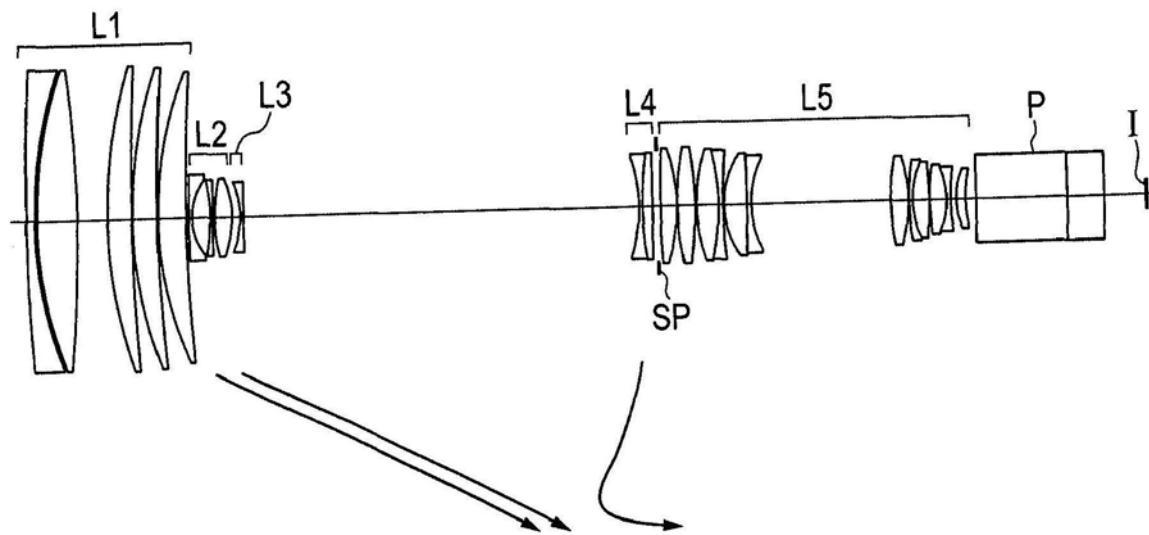


图3

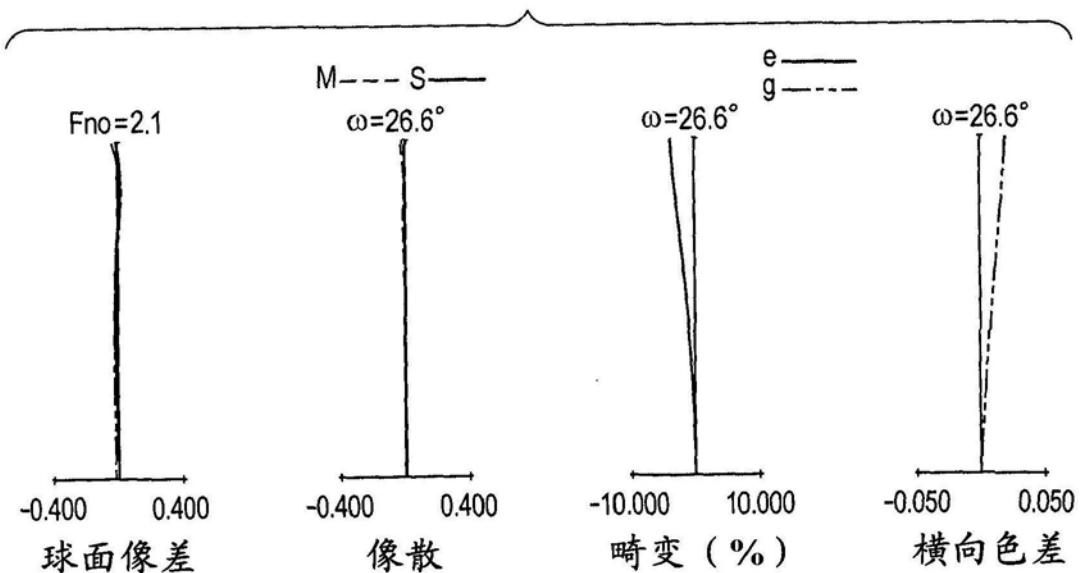


图4A

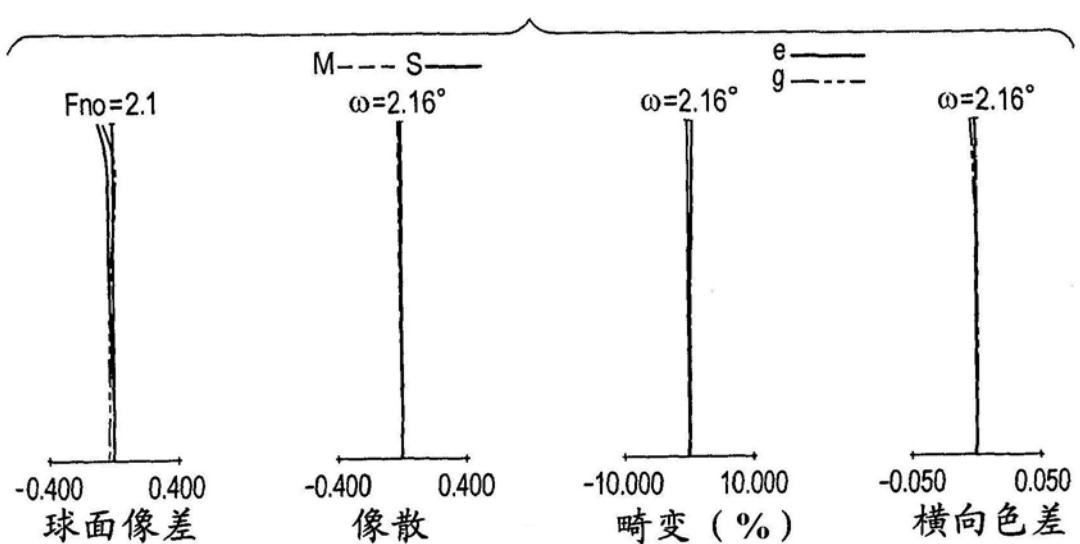


图4B

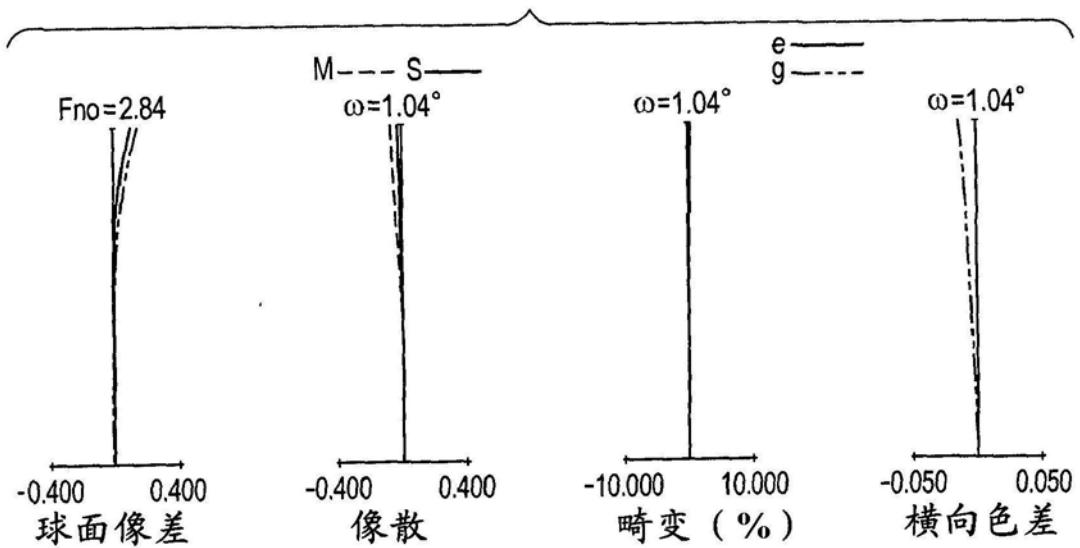


图4C

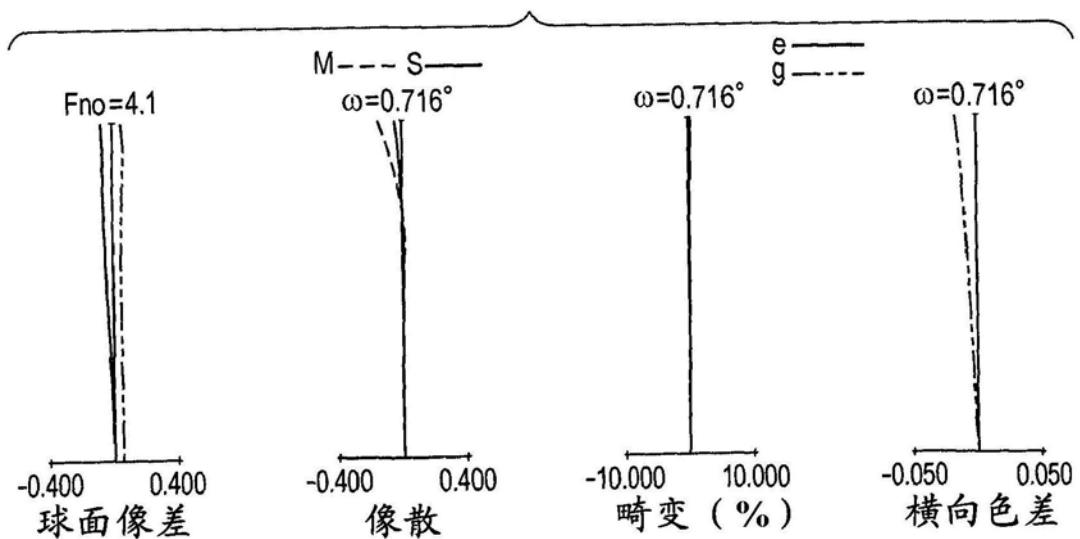


图4D

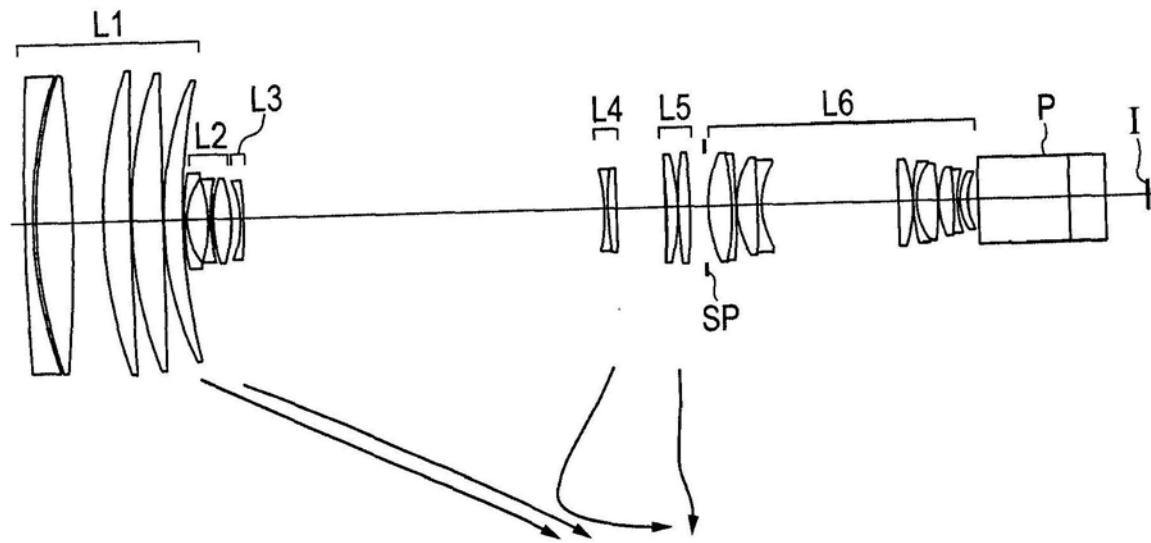


图5

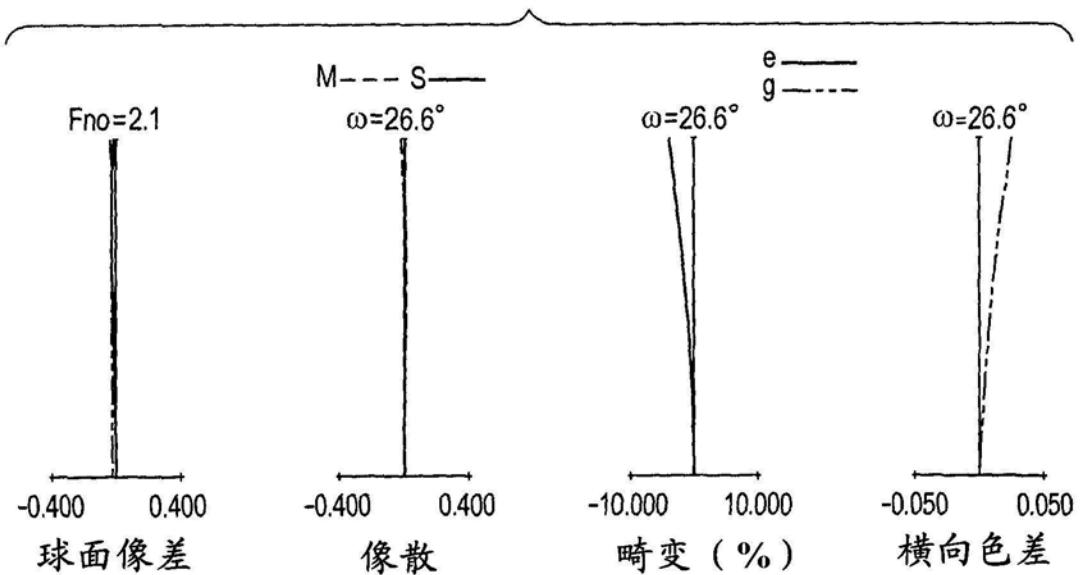


图6A

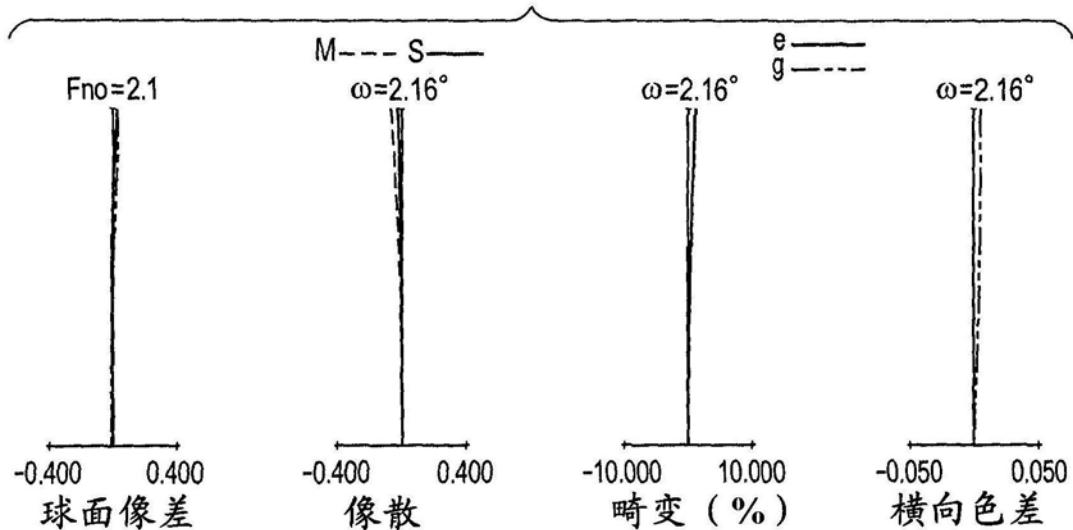


图6B

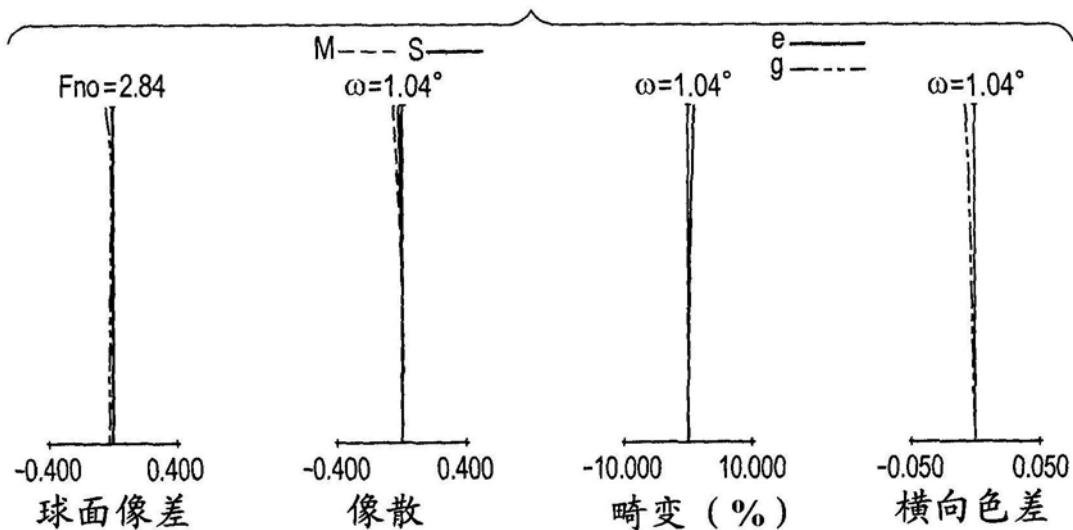


图6C

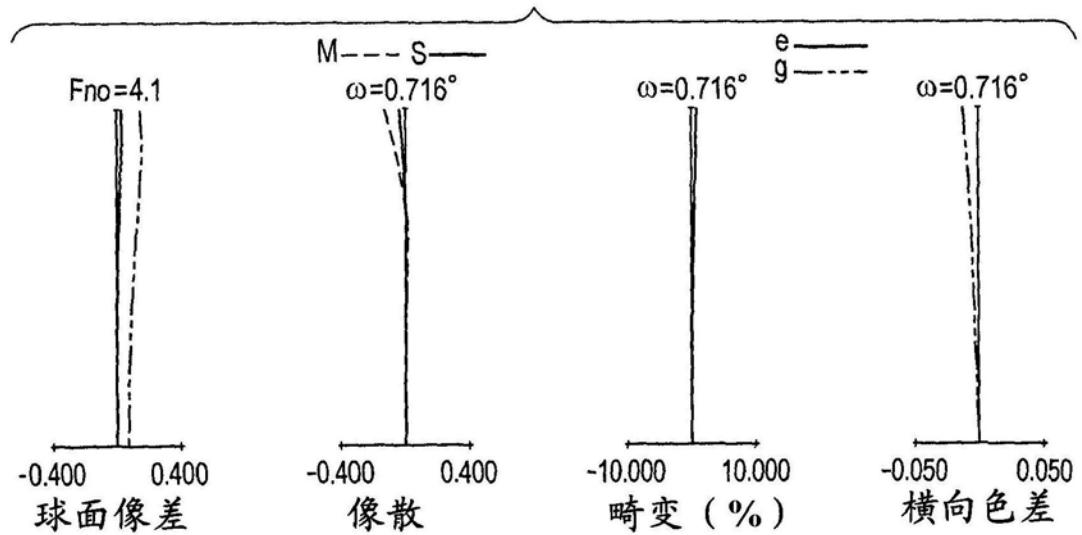


图6D

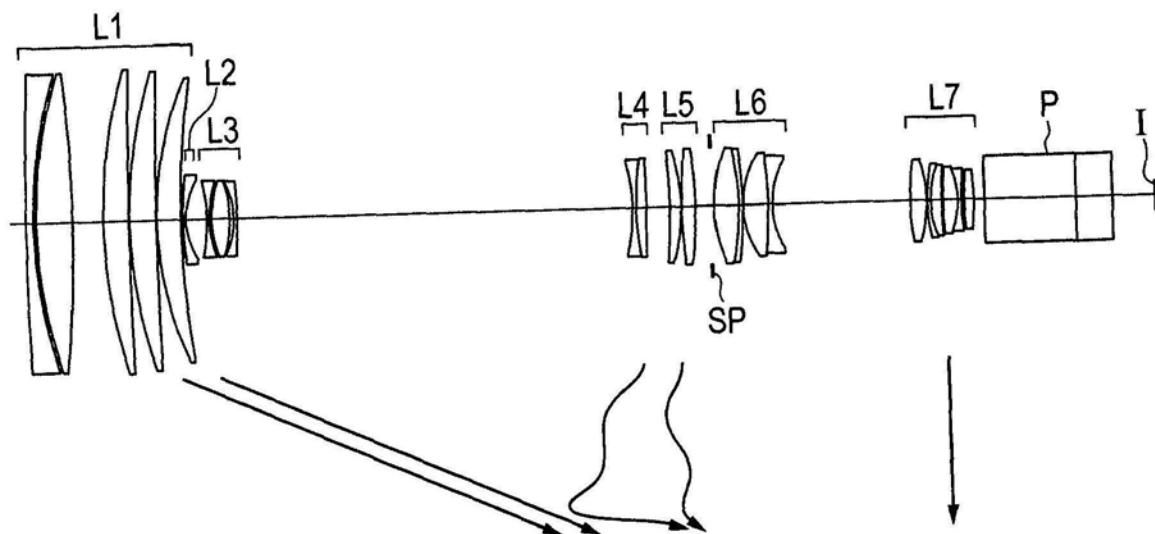


图7

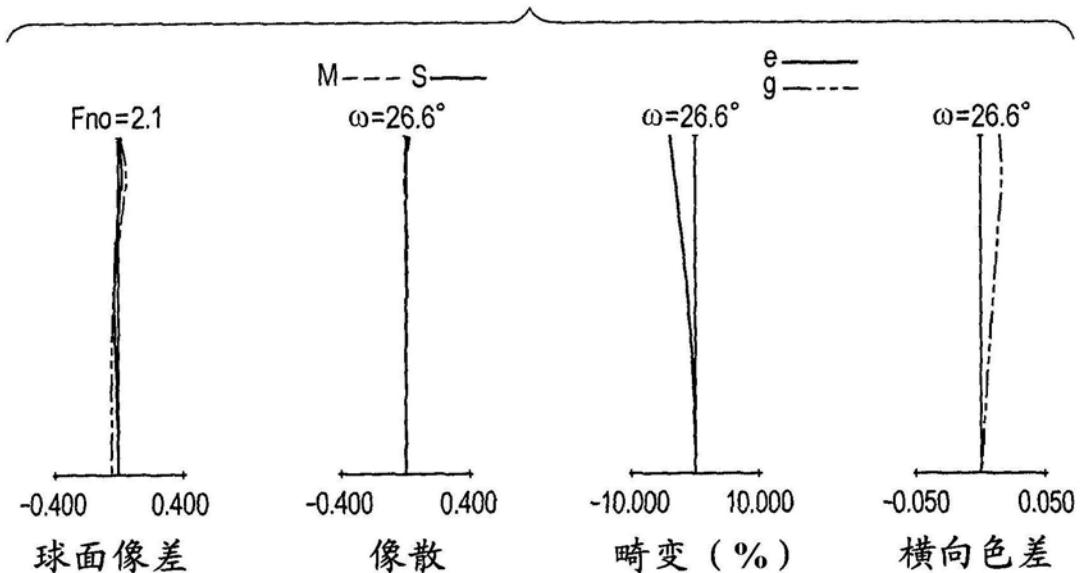


图8A

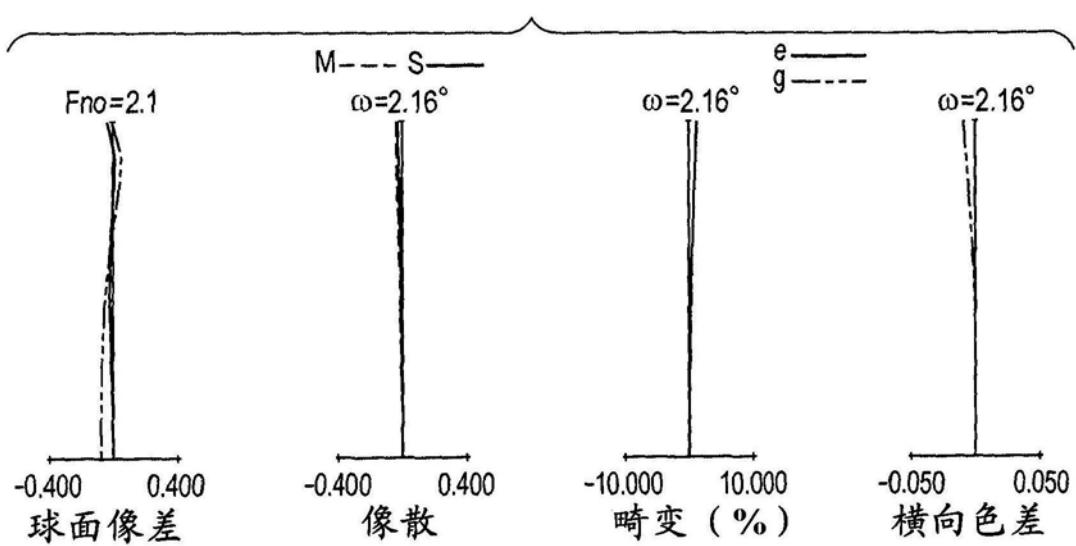


图8B

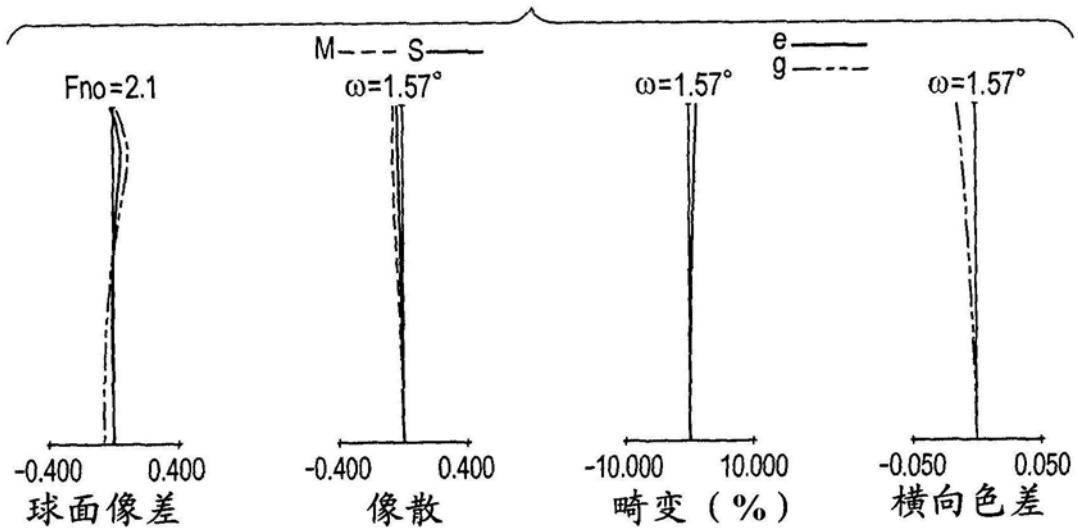


图8C

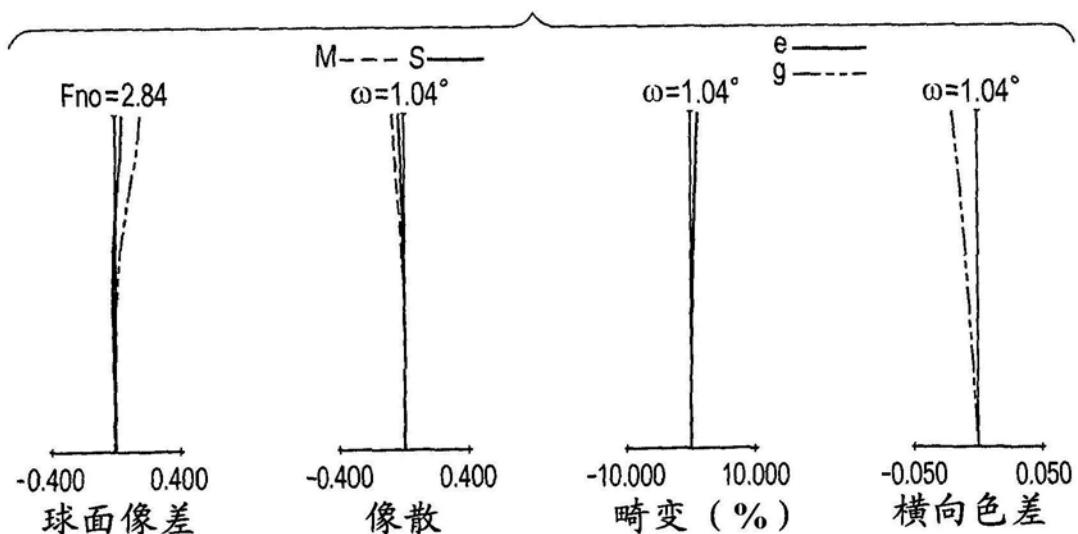


图8D

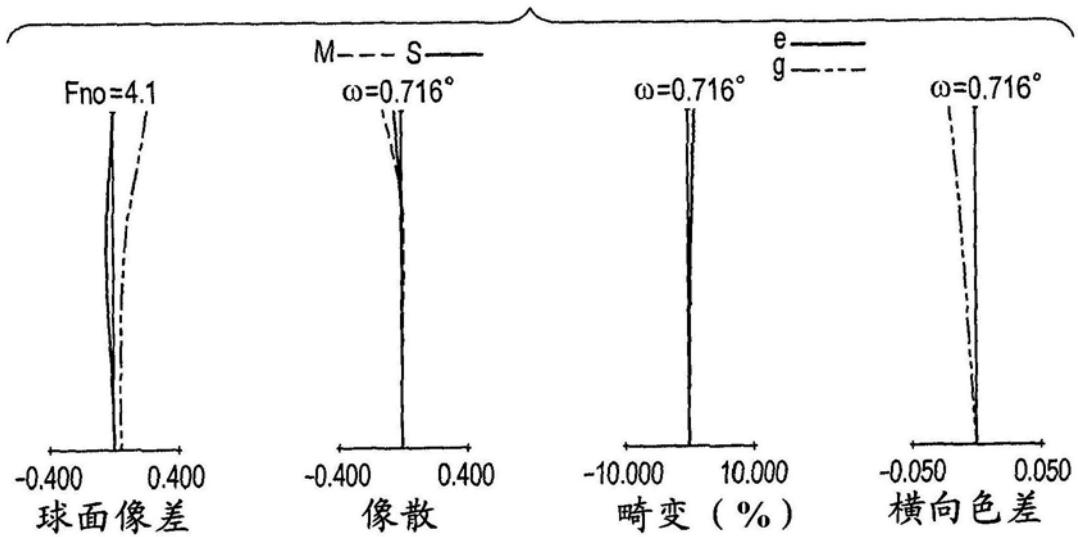


图8E

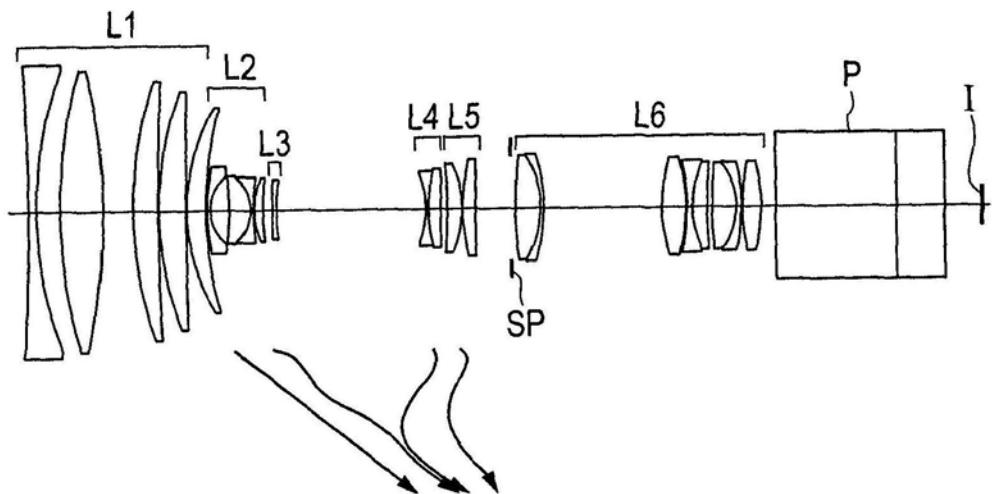


图9

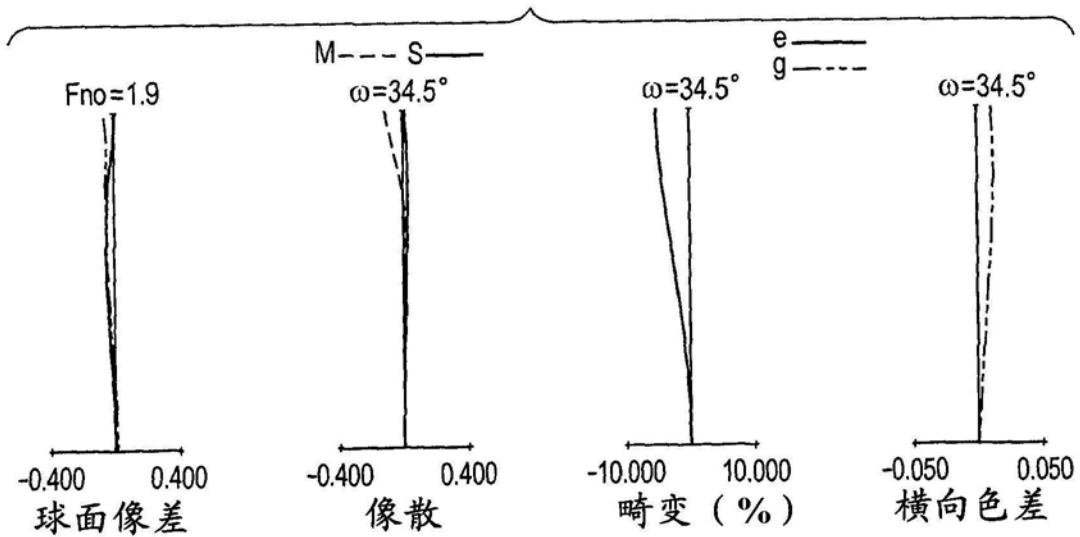


图10A

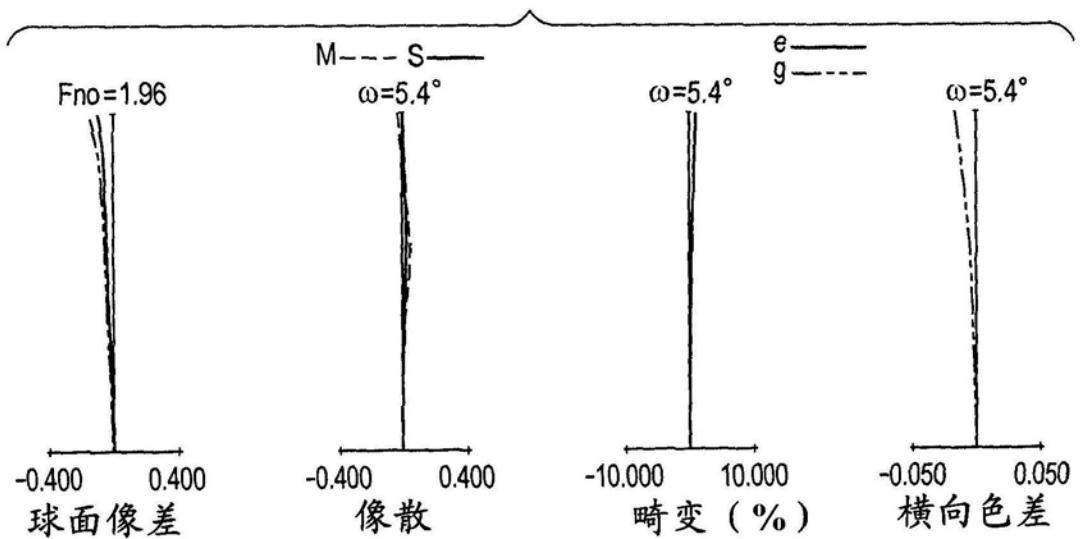


图10B

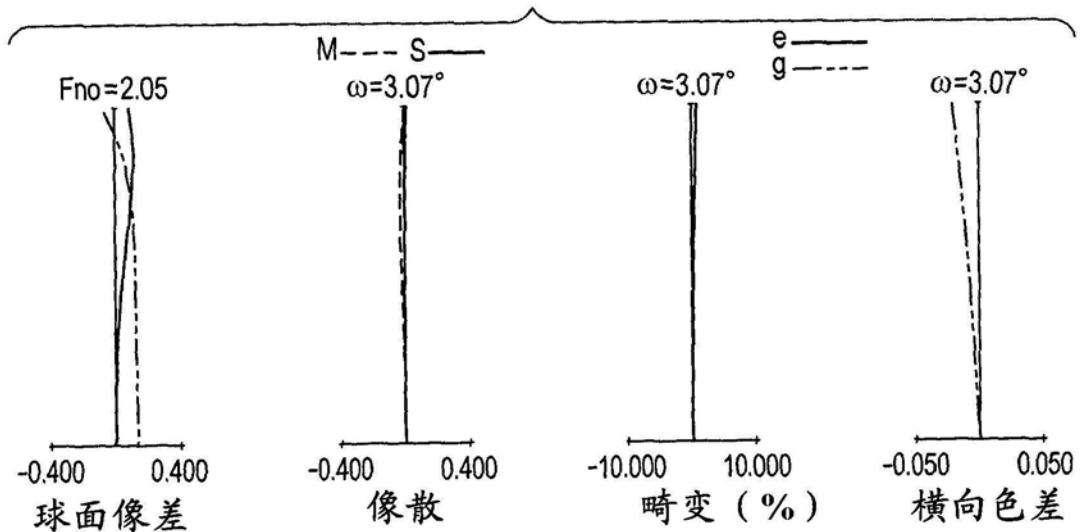


图10C

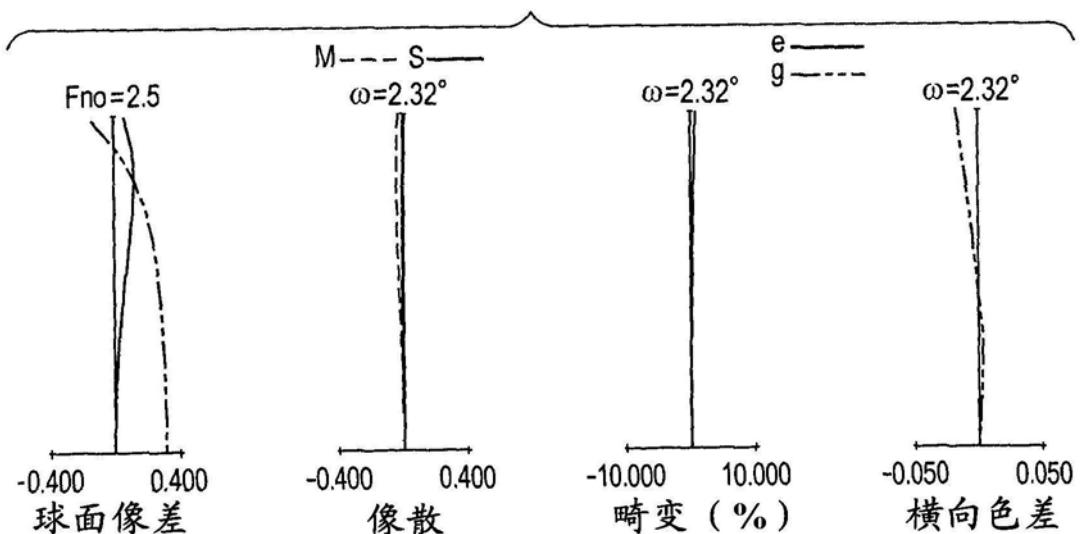


图10D

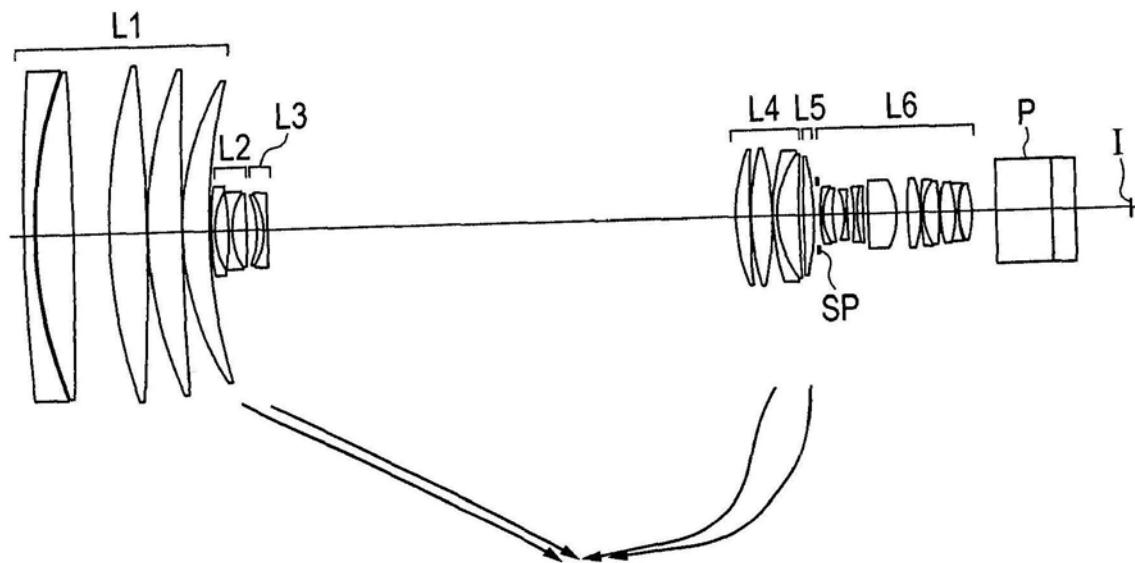


图11

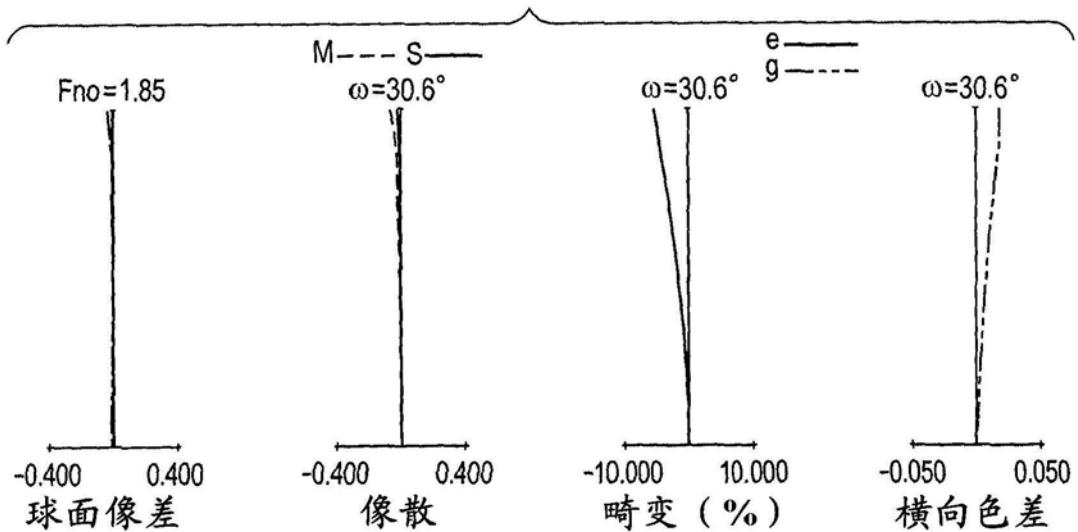


图12A

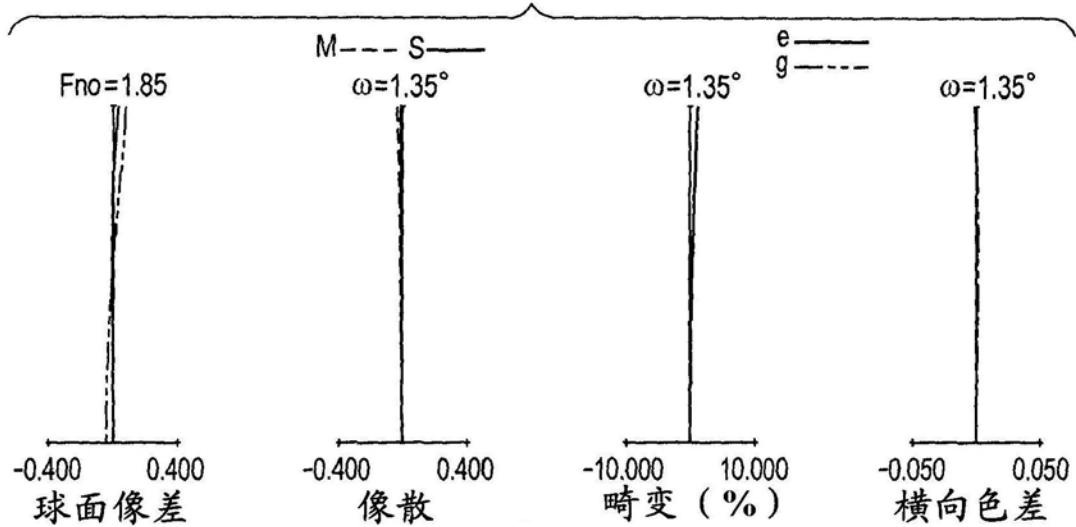


图12B

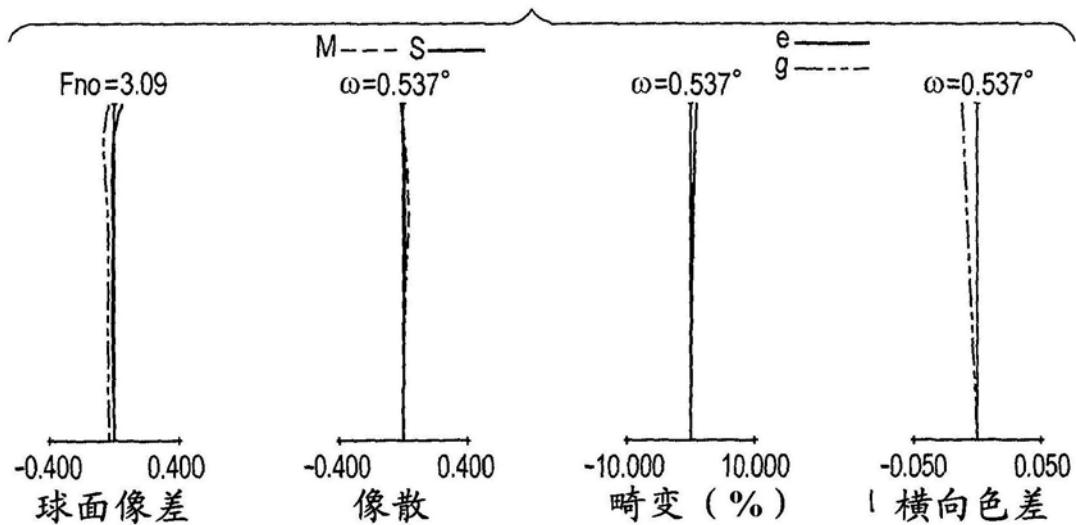


图12C

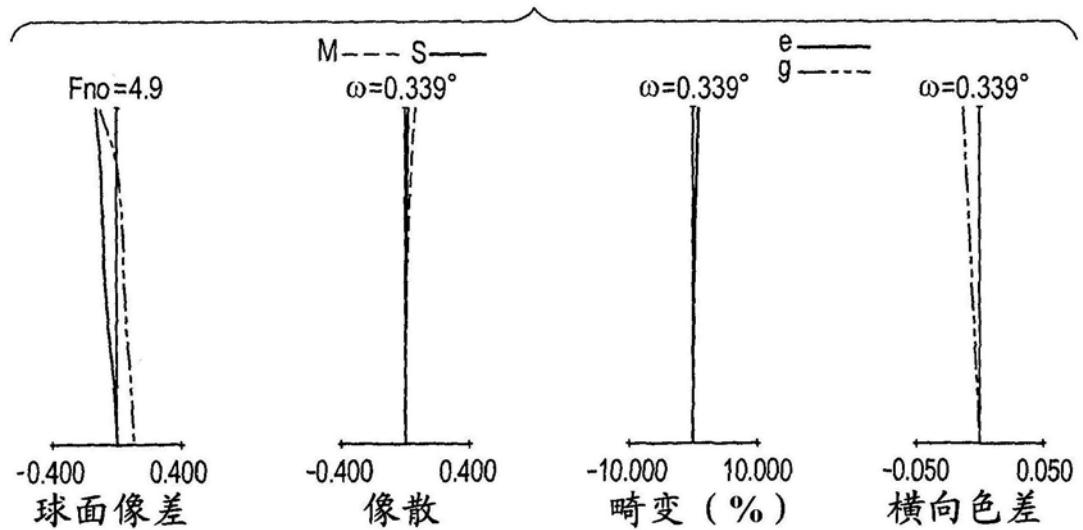


图12D

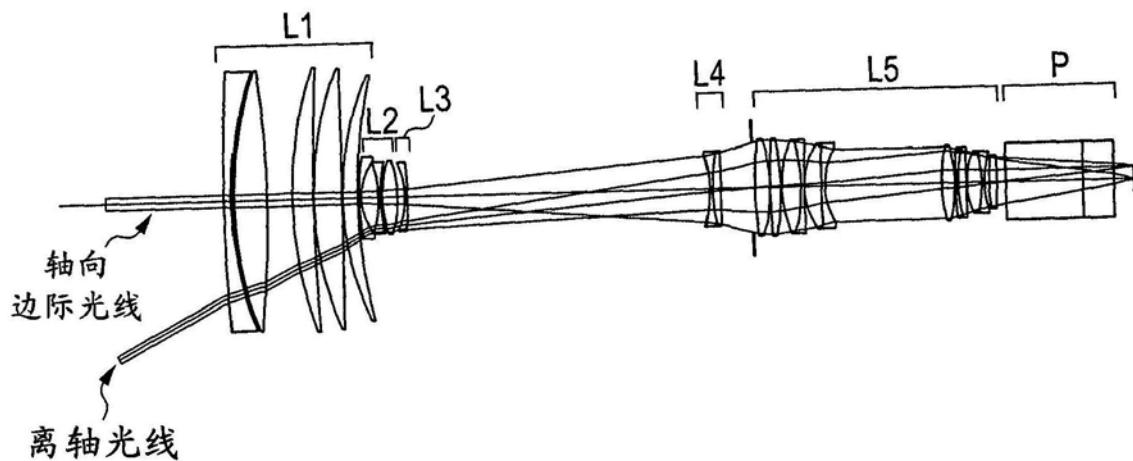


图13A

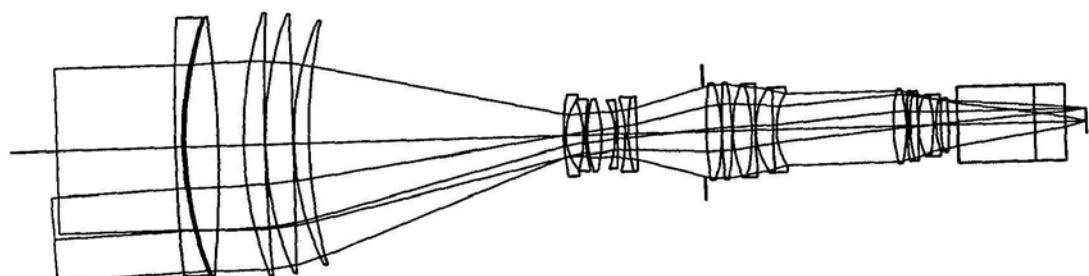


图13B

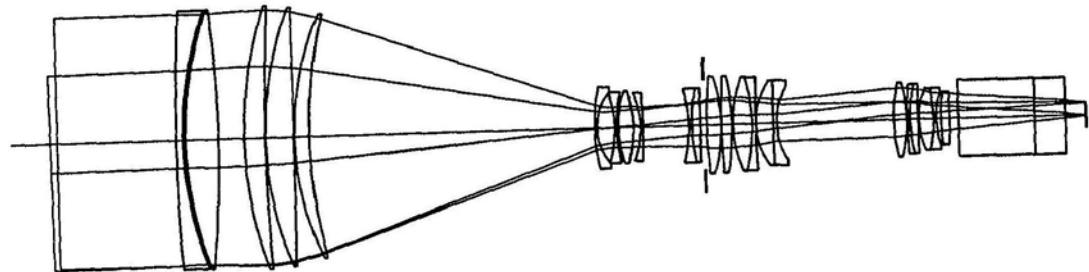


图13C

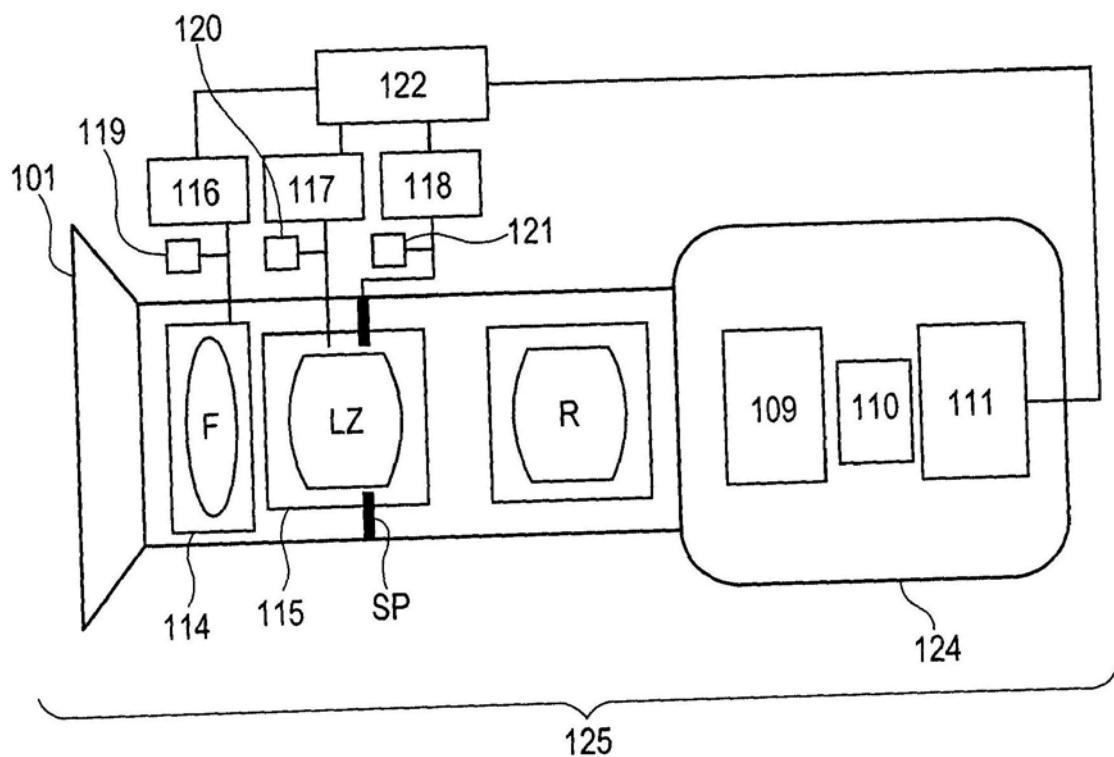


图14