



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110208934 B

(45) 授权公告日 2022.03.22

(21) 申请号 201910149244.9

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2019.02.28

G02B 15/167 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G02B 15/20 (2006.01)

申请公布号 CN 110208934 A

(56) 对比文件

(43) 申请公布日 2019.09.06

JP 2017062303 A, 2017.03.30

(30) 优先权数据

EP 2698660 A2, 2014.02.19

2018-034959 2018.02.28 JP

审查员 张凯华

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京都大田区下丸子3-30-2

(72) 发明人 下村和也 小川尚利 堀雅雄

(74) 专利代理机构 北京怡丰知识产权代理有限

公司 11293

代理人 迟军 马丽萍

权利要求书2页 说明书40页 附图18页

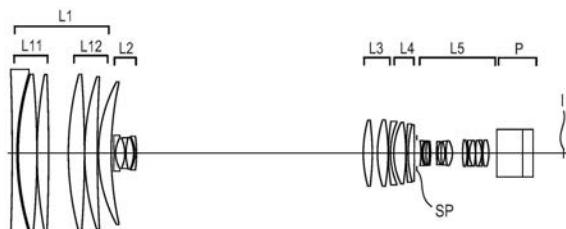
(54) 发明名称

变焦镜头和摄像装置

(57) 摘要

本发明提供一种变焦镜头和摄像装置。所述变焦镜头从物侧到像侧依次，由第一透镜单元、第二透镜单元和包括至少一个透镜单元的后透镜组组成，第一透镜单元具有正折光力并被构造为不为变焦而移动，第二透镜单元具有负折光力并被构造为变焦而移动。第一透镜单元包括至少六个透镜，包括在第一透镜单元中的最接近物侧的透镜是负透镜，并且所述变焦镜头满足以下条件表达式： $-1.65 < f1n/f1 < -1.10$, $37 < v1n < 48$, 并且 $87 < v_{ave} < 100$ ，其中， $f1n$ 是所述负透镜的焦距， $v1n$ 是所述负透镜针对d线的阿贝数， $f1$ 是第一透镜单元的焦距， v_{ave} 是第一透镜单元中包括的正透镜针对d线的阿贝数的平均值。

B



1. 一种变焦镜头，所述变焦镜头从物侧到像侧依次包括第一透镜单元、第二透镜单元和包括至少一个透镜单元的后透镜组，第一透镜单元具有正折光力并被构造成不为变焦而移动，第二透镜单元具有负折光力并被构造成为变焦而移动，其中，

第一透镜单元包括至少六个透镜，

包括在第一透镜单元中的最接近物侧的透镜是负透镜，并且

所述变焦镜头满足以下条件表达式：

$$-1.65 < f_{1n}/f_1 < -1.10,$$

$$37 < v_{1n} < 48,$$

$$87 < v_{pave} < 100, \text{ 并且}$$

$$3.26 \leq f_t/f_1 \leq 6.0,$$

其中， f_{1n} 是所述负透镜的焦距， v_{1n} 是所述负透镜针对d线的阿贝数， f_1 是第一透镜单元的焦距， v_{pave} 是第一透镜单元中包括的正透镜针对d线的阿贝数的平均值， f_t 是变焦镜头在望远端的焦距，针对d线的阿贝数 v_d 由以下表达式表达：

$$v_d = (N_d - 1) / (N_F - N_C),$$

其中， N_F 是针对F线的折射率， N_C 是针对C线的折射率， N_d 是针对d线的折射率。

2. 根据权利要求1所述的变焦镜头，其中，

第一透镜单元从物侧到像侧依次由1-1透镜子单元和1-2透镜子单元组成，1-1透镜子单元被构造成不为聚焦而移动，1-2透镜子单元被构造成为聚焦而移动。

3. 根据权利要求1所述的变焦镜头，其中，

所述变焦镜头满足以下条件表达式：

$$-9.0 \times 10^{-4} < (\theta_{pave} - \theta_{nave}) / (v_{pave} - v_{nave}) < -3.0 \times 10^{-4},$$

其中， v_{pave} 是正透镜针对d线的阿贝数的平均值， v_{nave} 是第一透镜单元中包括的负透镜针对d线的阿贝数的平均值， θ_{pave} 是正透镜的部分分散比的平均值， θ_{nave} 是负透镜的部分分散比的平均值，

部分分散比 θ 由以下表达式表达：

$$\theta = (N_g - N_F) / (N_F - N_C),$$

其中， N_g 是针对g线的折射率。

4. 根据权利要求2所述的变焦镜头，其中，

1-1透镜子单元从物侧到像侧依次包括作为负透镜的1n透镜、具有正折光力的2p透镜以及具有正折光力的3p透镜。

5. 根据权利要求4所述的变焦镜头，其中，

1n透镜是双凹透镜。

6. 根据权利要求4所述的变焦镜头，其中，

所述变焦镜头满足以下条件表达式：

$$-0.9 < f_{1n}/f_{2p} < -0.3, \text{ 并且}$$

$$-0.80 < f_{1n}/f_{3p} < -0.15,$$

其中， f_{1n} 是1n透镜的焦距， f_{2p} 是2p透镜的焦距， f_{3p} 是3p透镜的焦距。

7. 一种摄像装置，其包括：

变焦镜头；以及

摄像元件,其布置在所述变焦镜头的像平面上,

其中,所述变焦镜头从物侧到像侧依次包括第一透镜单元、第二透镜单元和包括至少一个透镜单元的后透镜组,第一透镜单元具有正折光力并被构造为不为变焦而移动,第二透镜单元具有负折光力并被构造为变焦而移动,其中,

第一透镜单元包括至少六个透镜,

包括在第一透镜单元中的最接近物侧的透镜是负透镜,并且

所述变焦镜头满足以下条件表达式:

$$-1.65 < f_{1n} / f_1 < -1.10,$$

$$37 < v_{1n} < 48,$$

$$87 < v_{pave} < 100, \text{ 并且}$$

$$3.26 \leq f_t / f_1 \leq 6.0,$$

其中, f_{1n} 是所述负透镜的焦距, v_{1n} 是所述负透镜针对d线的阿贝数, f_1 是第一透镜单元的焦距, v_{pave} 是第一透镜单元中包括的正透镜针对d线的阿贝数的平均值, f_t 是变焦镜头在望远端的焦距, 针对d线的阿贝数 v_d 由以下表达式表达:

$$v_d = (N_d - 1) / (N_F - N_C),$$

其中, N_F 是针对F线的折射率, N_C 是针对C线的折射率, N_d 是针对d线的折射率。

变焦镜头和摄像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及变焦镜头和摄像装置。

背景技术

[0002] 近年来,已存在如下需求:诸如电视摄像机、电影摄像机或摄影摄像机等的摄像装置配备有,具有宽视角、高变焦比和高光学性能的变焦镜头。尤其是,在作为专业视频拍摄系统的电视摄像机或电影摄像机中使用的诸如CCD传感器或CMOS传感器等的摄像器件,遍及整个摄像范围具有几乎均等的分辨率。为此,使用这种摄像器件的变焦镜头期望具有从视场(field)的中心到视场的周边的几乎均等的分辨率。

[0003] 已知如下正导型变焦镜头作为具有宽视角和高变焦比的变焦镜头,该正导型变焦镜头从物侧起依次包括,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。日本特开2012-220901号公报公开了具有90至120的变焦比的变焦镜头,该变焦镜头从物侧起依次包括,具有正折光力的第一透镜单元和具有负折光力的第二透镜单元,第一透镜单元由六个透镜组成。此外,日本特开2016-71140号公报公开了具有大约20倍的变焦比的变焦镜头,该变焦镜头从物侧起依次包括,具有正折光力的第一透镜单元和具有负折光力的第二透镜单元,第一透镜单元由六个透镜组成。

[0004] 为了使具有上述构造的正导型变焦镜头同时实现高光学性能、宽视角和小型化,适当地设置第一透镜单元的透镜构造、折光力和玻璃材料是重要的。在要同时实现较宽的视角、较高的倍率和较小的尺寸的情况下,尤其是望远端的色像差被校正不足,使得难以从视场的中心到视场的周边实现良好的光学性能。

[0005] 当日本特开2012-220901号公报中公开的变焦镜头被设计为实现较宽的视角和较高的倍率时,变焦镜头的第一透镜单元中的透镜的折光力和玻璃材料,具有对望远端的色像差校正不足的倾向。此外,日本特开2016-71140号公报中公开的变焦镜头具有大约20的变焦比,并且用于该变焦镜头的第一透镜单元中的透镜的折光力和玻璃材料,对于具有高于40的变焦比的变焦镜头不是最优的。

发明内容

[0006] 本公开例如提供一种变焦镜头,该变焦镜头的优势在于,具有宽视角、高变焦比、小型化和轻量化、以及遍及整个变焦范围的高光学性能。

[0007] 本发明的变焦镜头是如下变焦镜头,所述变焦镜头从物侧到像侧依次,由第一透镜单元、第二透镜单元和包括至少一个透镜单元的后透镜组组成,第一透镜单元具有正折光力并被构造成不为变焦而移动,第二透镜单元具有负折光力并被构造成为变焦而移动,其中,第一透镜单元包括至少六个透镜,包括在第一透镜单元中的最接近物侧的透镜是负透镜,并且所述变焦镜头满足以下条件表达式:

[0008] $-1.65 < f_{1n}/f_1 < -1.10$,

[0009] $37 < v_{1n} < 48$,并且

[0010] $87 < v_{pave} < 100$,

[0011] 其中, f_{1n} 是所述负透镜的焦距, v_{1n} 是所述负透镜针对d线的阿贝数, f_1 是第一透镜单元的焦距, v_{pave} 是第一透镜单元中包括的正透镜针对d线的阿贝数的平均值, 针对d线的阿贝数 v_d 由以下表达式表达:

[0012] $v_d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$,

[0013] 其中, N_F 是针对F线的折射率, N_C 是针对C线的折射率, N_d 是针对d线的折射率。

[0014] 通过以下参照附图对示例性实施例的描述, 本发明的其他特征将变得清楚。

附图说明

[0015] 图1是数值实施例1的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的镜头截面图。

[0016] 图2A是数值实施例1的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的像差图。

[0017] 图2B是数值实施例1的变焦镜头在 $f = 100\text{mm}$ 时聚焦于无限远处的像差图。

[0018] 图2C是数值实施例1的变焦镜头在望远端聚焦于无限远处的像差图。

[0019] 图3是数值实施例2的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的镜头截面图。

[0020] 图4A是数值实施例2的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的像差图。

[0021] 图4B是数值实施例2的变焦镜头在 $f = 100\text{mm}$ 时聚焦于无限远处的像差图。

[0022] 图4C是数值实施例2的变焦镜头在望远端聚焦于无限远处的像差图。

[0023] 图5是数值实施例3的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的镜头截面图。

[0024] 图6A是数值实施例3的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的像差图。

[0025] 图6B是数值实施例3的变焦镜头在 $f = 100\text{mm}$ 时聚焦于无限远处的像差图。

[0026] 图6C是数值实施例3的变焦镜头在望远端聚焦于无限远处的像差图。

[0027] 图7是数值实施例4的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的镜头截面图。

[0028] 图8A是数值实施例4的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的像差图。

[0029] 图8B是数值实施例4的变焦镜头在 $f = 100\text{mm}$ 时聚焦于无限远处的像差图。

[0030] 图8C是数值实施例4的变焦镜头在望远端聚焦于无限远处的像差图。

[0031] 图9是数值实施例5的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的镜头截面图。

[0032] 图10A是数值实施例5的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的像差图。

[0033] 图10B是数值实施例5的变焦镜头在 $f = 100\text{mm}$ 时聚焦于无限远处的像差图。

[0034] 图10C是数值实施例5的变焦镜头在望远端聚焦于无限远处的像差图。

[0035] 图11是数值实施例6的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的镜头截面图。

[0036] 图12A是数值实施例6的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的像差图。

[0037] 图12B是数值实施例6的变焦镜头在 $f = 100\text{mm}$ 时聚焦于无限远处的像差图。

[0038] 图12C是数值实施例6的变焦镜头在望远端聚焦于无限远处的像差图。

[0039] 图13是数值实施例7的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的镜头截面图。

[0040] 图14A是数值实施例7的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的像差图。

[0041] 图14B是数值实施例7的变焦镜头在 $f = 65\text{mm}$ 时聚焦于无限远处的像差图。

[0042] 图14C是数值实施例7的变焦镜头在望远端聚焦于无限远处的像差图。

[0043] 图15是数值实施例8的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的镜头截面图。

[0044] 图16A是数值实施例8的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的像差图。

- [0045] 图16B是数值实施例8的变焦镜头在 $f=100\text{mm}$ 时聚焦于无限远处的像差图。
- [0046] 图16C是数值实施例8的变焦镜头在望远端聚焦于无限远处的像差图。
- [0047] 图17A是数值实施例1的变焦镜头在广角端聚焦于最近物体上的光路图。
- [0048] 图17B是数值实施例1的变焦镜头在望远端聚焦于最近物体上的光路图。
- [0049] 图18是与对由正透镜单元引起的两种颜色的轴向色像差的校正以及残留的二级光谱有关的示意图。
- [0050] 图19是本发明的摄像装置的主要部分的示意图。

具体实施方式

- [0051] 下面将基于附图详细描述本发明的优选实施例。
- [0052] 首先,使用条件表达式来描述本发明的变焦镜头的特征。本发明的变焦镜头限定了第一透镜单元的透镜构造、折光力和玻璃材料,以实现宽视角、高变焦比、小型化和轻量化、以及遍及整个变焦范围的高光学性能。
- [0053] 本发明的变焦镜头(以及具有该变焦镜头的摄像装置),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以及包括至少一个透镜单元的后透镜组。第一透镜单元被构造成不为变焦而移动。第二透镜单元被构造成变焦而移动。第一透镜单元包括至少六个透镜,并且在第一透镜单元中最接近物侧的透镜是具有负折光力的1n透镜。变焦镜头满足以下条件表达式:
- [0054] $-1.65 < f_{1n}/f_1 < -1.10 \cdots (1)$
- [0055] $37 < v_{1n} < 48 \cdots (2)$
- [0056] 其中, f_{1n} 是 1n 透镜的焦距, v_{1n} 是 1n 透镜的 d 线的阿贝数 (Abbe number), f_1 是第一透镜单元的焦距。描述本发明的第一透镜单元的上述构造实现的光学效果。首先,本发明的第一透镜单元在最接近物侧的位置处具有 1n 透镜, 1n 透镜具有负折光力。图17A 和 图17B 分别是数值实施例1的变焦镜头在广角端和望远端聚焦于最近物体上的光路图。在图17A 和 图17B 中可以看出, 通过当变焦镜头在广角端聚焦于最近物体上时使离轴光线通过, 来确定具有最大透镜直径的 1n 透镜的透镜直径。为此, 扩大视角倾向于增大 1n 透镜的透镜直径。因此, 在本发明中, 第一透镜单元具有位于最接近物侧的负透镜, 使得变焦镜头的入射光瞳向物侧偏移, 以防止 1n 透镜的透镜直径由于扩大视角而增大。此外, 本发明的特征在于, 第一透镜单元包括至少六个透镜。如上所述, 作为负透镜的 1n 透镜的折光力越强, 入射光瞳向物侧偏移得越多, 并且对于减小 1n 透镜的透镜直径越有利。1n 透镜的折光力越强, 第一透镜单元中的正透镜的折光力变得越强。因此, 当第一透镜单元包括至少六个透镜时, 第一透镜单元中的透镜能够适当地分担第一透镜单元的折光力, 这使得能够遍及整个变焦范围实现高光学性能。
- [0057] 另外, 表达式(1)限定了 1n 透镜(第一透镜单元中最接近物侧的透镜)与第一透镜单元的焦距之比。表达式(2)限定了 1n 透镜(第一透镜单元中最接近物侧的透镜)的阿贝数。限定表达式(1)和表达式(2)中的条件, 以良好地校正望远端的色像差, 同时使得变焦镜头能够实现宽视角、高倍率化和小型化。如果表达式(1)的上限不满足, 则 1n 透镜的折光力相对于第一透镜单元太强。于是, 望远端的高阶球面像差增大, 使得难以实现良好的光学性能。相反地, 如果表达式(1)的下限不满足, 则 1n 透镜的折光力相对于第一透镜单元太弱。于

是,没有充分地产生1n透镜的上述小型化效果,使得难以减小变焦镜头的尺寸。而且,当1n透镜具有弱折光力时,无法充分地校正由第一透镜单元中的正透镜引起的色像差,从而引起对望远端的色像差的校正不足。如果表达式(2)的上限不满足,则第一透镜单元中的正透镜与负透镜之间的阿贝数的差太小,使得第一透镜单元中的透镜的折光力太强。结果,望远端的高阶球面像差增大,使得难以实现良好的光学性能。相反地,如果表达式(2)的下限不满足,则第一透镜单元中的正透镜与负透镜之间的阿贝数的差太大,从而削弱了1n透镜的折光力。于是,由第一透镜单元中的正透镜引起的色像差未被充分校正,从而引起对望远端的色像差的校正不足。当按如下设置表达式(1)时是更加优选的。

[0058] $-1.63 < f1n/f1 < -1.15 \cdots (1a)$

[0059] 作为另一方面,本发明的变焦镜头的特征在于,第一透镜单元从物侧到像侧依次,由被构造为不为聚焦而移动的1-1透镜子单元和被构造成为聚焦而移动的1-2透镜子单元组成。当第一透镜单元由此配备有被构造成为聚焦而移动的透镜单元时,可以使1-2透镜子单元为聚焦而移动的距离遍及整个变焦范围恒定。

[0060] 作为本发明的变焦镜头的另一方面,限定了第一透镜单元中的正透镜的阿贝数。具体地说,本发明的变焦镜头满足以下表达式:

[0061] $80 < vpave < 100 \cdots (3)$

[0062] 其中, $vpave$ 是第一透镜单元中的正透镜的d线的阿贝数的平均值。限定表达式(3)中的条件,以校正望远端的轴向色像差并实现高光学性能。如果表达式(3)的上限不满足,则难以制造具有低分散性的玻璃材料。相反地,如果表达式(3)的下限不满足,则第一透镜单元中的正透镜与负透镜之间的阿贝数的差太小,使得第一透镜单元中的透镜的折光力太强。结果,望远端的高阶球面像差增大,使得难以实现良好的光学性能。当按如下设置表达式(3)时是更加优选的。

[0063] $87 < vpave < 97 \cdots (3a)$

[0064] 作为本发明的变焦镜头的另一方面,限定了在第一透镜单元中使用的光学材料的部分分散比。变焦镜头满足以下条件表达式:

[0065] $-9.0 \times 10^{-4} < (\theta pave - \theta nave) / (vpave - vnav) < -3.0 \times 10^{-4} \cdots (4)$

[0066] 其中, $vpave$ 是第一透镜单元中的正透镜的d线的阿贝数的平均值, $vnav$ 是第一透镜单元中的负透镜的d线的阿贝数的平均值, $\theta pave$ 是第一透镜单元中的正透镜的部分分散比的平均值, $\theta nave$ 是第一透镜单元中的负透镜的部分分散比的平均值。

[0067] 在本发明中使用的光学元件(透镜)的材料的阿贝数和部分分散比如下。当Ng、NF、Nd和NC分别是弗劳恩霍夫(Fraunhofer)g线(435.8nm)、弗劳恩霍夫F线(486.1nm)、弗劳恩霍夫d线(587.6nm)和弗劳恩霍夫C线(656.3nm)的折射率时,阿贝数vd和针对g线和F线的部分分散比 θgF 如下:

[0068] $vd = (Nd - 1) / (NF - NC) \cdots (a)$

[0069] $\theta gF = (Ng - NF) / (NF - NC) \cdots (b)$

[0070] 关于现有的光学材料,相对于阿贝数vd,部分分散比 θgF 处于窄的范围内。此外,存在如下趋势:阿贝数vd越小,部分分散比 θgF 越大,并且阿贝数vd越大,折射率越低。用于校正由两个透镜1和2(这两个透镜1和2分别具有折光力 $\varphi 1$ 、 $\varphi 2$ 和阿贝数v1、v2)组成的薄的、紧密附着型系统(closely-attached system)的色像差的条件被表达为:

[0071] $\varphi_1/v_1 + \varphi_2/v_2 = E$... (c)

[0072] 通过下式得出透镜1和透镜2的组合折光力 φ :

[0073] $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2$... (d)

[0074] 当在表达式(c)中 $E=0$ 时,对于色像差,针对C线的图像形成位置和针对F线的图像形成位置一致。于是,通过以下表达式来表达 φ_1 和 φ_2 :

[0075] $\varphi_1 = \varphi \times v_1 / (v_1 - v_2)$... (e)

[0076] $\varphi_2 = \varphi \times v_2 / (v_1 - v_2)$... (f)

[0077] 图18是与对由具有正折光力的透镜单元LP引起的两种颜色的轴向色像差的校正以及残留的二级光谱有关的示意图。在图18中,正透镜1由具有大的阿贝数 v_1 的材料制成,负透镜2由具有小的阿贝数 v_2 的材料制成。因此,正透镜1具有小的部分分散比 θ_1 ,负透镜2具有大的部分分散比 θ_2 。于是,对C线和F线的轴向色像差的校正引起,针对g线的图像形成位置向像侧偏移。当二级光谱量 ΔS 是在物体距离为无限远的情况下光线入射时g线轴向色像差相对于C线和F线偏移的量时,二级光谱量 ΔS 被表达为:

[0078] $\Delta S = -(1/\varphi) \times (\theta_1 - \theta_2) / (v_1 - v_2)$... (g)

[0079] 为了良好地校正望远端的轴向色像差的二级光谱,需要调整由第一透镜单元引起的二级光谱的量,这是因为第一透镜单元显著引起了二级光谱。第一透镜单元具有正折光力,并且为了良好地校正望远端的轴向色像差的二级光谱,针对第一透镜单元选择的玻璃材料需要是仅仅引起小的二级光谱量 ΔS 的材料。

[0080] 限定表达式(4)中的条件,以校正望远端的轴向色像差并实现高光学性能。如果表达式(4)的上限不满足,则望远端的轴向色像差的二级光谱被有利地校正,但是第一透镜单元中的正透镜与负透镜之间的阿贝数的差较小,使得第一透镜单元中的透镜的折光力较强。结果,望远端的高阶球面像差增大,使得难以实现良好的光学性能。相反地,如果表达式(4)的下限不满足,则望远端的轴向色像差的二级光谱增大,使得难以良好地校正望远端的色像差。当按如下设置表达式(4)时是更加优选的。

[0081] $-8.0 \times 10^{-4} < (\theta_{pave} - \theta_{nave}) / (v_{pave} - v_{nave}) < -3.5 \times 10^{-4}$... (4a)

[0082] 作为另一方面,本发明的变焦镜头的特征在于,1-1透镜子单元从物侧到像侧依次包括:具有负折光力的1n透镜、具有正折光力的2p透镜、以及具有正折光力的3p透镜。当1-1透镜子单元由此包括物侧的负透镜以及像侧的正透镜以形成反焦构造(retrofocus configuration)时,变焦镜头的入射光瞳可能向物侧偏移,同时第一透镜单元的像侧主点向像侧偏移。因此,这种构造能够通过防止1-1透镜子单元的透镜直径由于扩大视角而增大,有利地减小变焦镜头的尺寸。

[0083] 作为另一方面,本发明的变焦镜头的特征在于,1n透镜是双凹透镜。这使得能够针对1n透镜设置适当的折光力,而无需使1n透镜在像侧的曲率半径太小。当1n透镜在像侧的曲率半径小时,1n透镜与2p透镜之间的空气间隔变得对于望远端的球面像差敏感,因此变焦镜头趋于易受透镜厚度等的制造误差的影响。

[0084] 作为本发明的变焦镜头的另一方面,限定了第一透镜单元中的透镜的折光力。变焦镜头满足以下条件表达式:

[0085] $-0.9 < f_{1n}/f_{2p} < -0.3 \cdots (5)$

[0086] $-0.80 < f_{1n}/f_{3p} < -0.15 \cdots (6)$

[0087] 其中, f_{1n} 、 f_{2p} 和 f_{3p} 分别是 $1n$ 透镜、 $2p$ 透镜和 $3p$ 透镜的焦距。限定表达式(5)和(6)以减小变焦镜头的尺寸并实现望远端的高光学性能。如果表达式(5)的上限不满足, 则 $2p$ 透镜的折光力弱。于是, $1n$ 透镜在像侧的曲率半径和 $2p$ 透镜在物侧的曲率半径增大, 从而引起望远端的球面像差的校正不足。相反地, 如果表达式(5)的下限不满足, 则 $1n$ 透镜的折光力相对于 $2p$ 透镜太弱。于是, 难以防止 $1n$ 透镜的透镜直径由于扩大视角而增大。如果表达式(6)的上限不满足, 则 $3p$ 透镜的折光力弱, 因此 $2p$ 透镜的折光力强。因此, $1n$ 透镜在像侧的曲率半径和 $2p$ 透镜在物侧的曲率半径减小, 使得难以校正望远端的高阶球面像差。相反地, 如果表达式(6)的下限不满足, 则 $1n$ 透镜的折光力相对于 $3p$ 透镜太弱。因此, 难以防止 $1n$ 透镜的透镜直径由于扩大视角而增大。当按如下设置表达式(5)和(6)时是更加优选的:

[0088] $-0.8 < f_{1n}/f_{2p} < -0.4 \cdots (5a)$

[0089] $-0.60 < f_{1n}/f_{3p} < -0.20 \cdots (6a)$

[0090] 作为本发明的变焦镜头的另一方面, 限定了变焦镜头在望远端的焦距与第一透镜单元的焦距的比。变焦镜头满足以下条件表达式:

[0091] $2.0 < f_t/f_1 < 6.0 \cdots (7)$

[0092] 其中, f_1 是第一透镜单元的焦距, f_t 是变焦镜头在望远端的焦距。限定表达式(7)中的条件, 以良好地校正轴向色像差同时实现高倍率。如果表达式(7)的上限不满足, 则变焦镜头的尺寸被有利地减小, 但是难以实现望远端的高光学性能, 尤其是难以良好地校正轴向色像差。相反地, 如果表达式(7)的下限不满足, 则第一透镜单元的焦距增大, 使得难以同时实现变焦镜头的高倍率化和小型化。当按如下设置表达式(7)时是更加优选的:

[0093] $2.3 < f_t/f_1 < 5.0 \cdots (7a)$

[0094] 此外, 本发明的摄像装置包括任一实施例的变焦镜头、以及具有预定有效摄像范围来接收由变焦镜头形成的图像的固态摄像元件。

[0095] 请注意, 可以在最接近物侧的位置处, 将保护滤光片或与保护滤光片相当的透镜附装于本发明的第一透镜单元。如果保护滤光片或与保护滤光片相当的透镜满足以下条件表达式, 则第一透镜单元中不包括保护滤光片或与其相当的透镜。

[0096] $|f_1/f_f| < 1.0 \times 10^{-4} \cdots (8)$

[0097] 其中, f_f 是保护滤光片或与保护滤光片相当的透镜的焦距。

[0098] 以下通过详述与实施例1至实施例8相对应的数值实施例1至数值实施例8的透镜构造的特征, 来描述本发明的变焦镜头的具体构造。

[0099] [实施例1]

[0100] 图1是根据本发明的实施例1(数值实施例1)的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的镜头截面图。图2A、图2B和图2C分别例示了在广角端、在焦距为100mm时和在望远端, 聚焦于无限远处的变焦镜头的纵向像差图。焦距是以毫米表达的稍后描述的数值实施例中的值。对于以下数值实施例同样如此。

[0101] 图1中的变焦镜头从物侧起依次包括: 具有正折光力并被构造成为聚焦而移动的第一透镜单元L1、具有负折光力并被构造成为从广角端向望远端变焦而向像侧移动的第二透镜单元L2、具有正折光力并被构造成为从广角端向望远端变焦而向物侧移动的第三

透镜单元L3、具有正折光力并被构造成为了校正由变焦引起的像平面变化而在光轴上以与第二透镜单元L2和第三透镜单元L3的移动联动的方式非线性移动的第四透镜单元L4、以及用于图像形成并且被构造成为不为变焦而移动的第五透镜单元L5。在本实施例中，后透镜组对应于第三透镜单元L3至第五透镜单元L5。

[0102] 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形成了变焦系统。“SP”表示孔径光阑，其布置在第四透镜单元L4与第五透镜单元L5之间并被构造成为不为变焦而在光轴方向上移动。“P”表示代表分色棱镜或滤光片的玻璃块。“I”表示像平面。当使用变焦镜头作为用于广播电视摄像机、视频摄像机或数字照相机的摄像光学系统时，像平面I与接收由变焦镜头形成的光学图像并进行光电转换的固态摄像元件(光电转换元件)等的像平面相对应。当使用变焦镜头作为用于胶片摄像机的摄像光学系统时，像平面I与对由变焦镜头形成的光学图像敏感的胶片平面相对应。

[0103] 在各纵向像差图中的球面像差的部分中，实线、双点划线、点划线和虚线分别表示e线、g线、C线和F线。在像散的部分中，虚线和实线分别表示子午像平面和矢状像平面。在倍率色像差的部分中，双点划线、点划线和虚线分别表示g线、C线和F线。此外，“ ω ”表示半视角，“Fno”表示f数。在各纵向像差图中，球面像差以 $\pm 0.4\text{mm}$ 的比例尺(scale)描绘，像散以 $\pm 0.4\text{mm}$ 的比例尺描绘，畸变以 $\pm 10\%$ 的比例尺描绘，并且倍率色像差以 $\pm 0.1\text{mm}$ 的比例尺描绘。请注意，在以下实施例中，广角端和望远端是指如下变焦位置，该变焦位置是用于变焦的第二透镜单元L2能够在光轴上机械移动的变焦范围的有效端(available end)。

[0104] 第一透镜单元L1与第1面至第12面相对应。第二透镜单元L2与第13面至第19面相对应，第三透镜单元L3与第20面至第25面相对应，第四透镜单元L4与第26面至第30面相对应。第五透镜单元L5与第31面至第53面相对应。第一透镜单元L1由被构造成为不为聚焦而移动的1-1透镜子单元L11和具有正折光力并被构造成为从无限远向近侧聚焦而移动的1-2透镜子单元L12组成。1-1透镜子单元L11与第1面至第6面相对应，1-2透镜子单元L12与第7面至第12面相对应。第一透镜单元L1由六个透镜组成，这六个透镜从物侧起依次为双凹透镜、双凸透镜、双凸透镜、双凸透镜、具有面向像侧的凹面的半月板凸透镜、以及具有面向像侧的凹面的半月板凸透镜。

[0105] 描述了与以上实施例1相对应的数值实施例1。不仅在数值实施例1中，而且在以下实施例中，“i”指示从物侧起的面(光学面)的序号；“ri”指示从物侧起第i面的曲率半径；“di”指示从物侧起第i面与第i+1面之间(在光轴上)的距离；“ndi”、“vdi”和“ θ_{gFi} ”分别指示从物侧起第i面与第i+1面之间的介质(光学构件)的折光率、阿贝数和部分分散比；“BF”指示空气中的后焦距。在X轴为光轴方向、H轴与光轴垂直、光行进方向为正、“R”为近轴曲率半径、“k”为圆锥常数、“A3”至“A16”均为非球面系数的情况下，以如下方式表达非球面形状。请注意，非球面数据中的“E-Z”指示“ $\times 10^{-Z}$ ”。

$$[0106] X = \frac{H^2 / R}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(H/R)^2}} + A4H^4 + A6H^6 + A8H^8 + A10H^{10} + A12H^{12} + A14H^{14} + A16H^{16} \\ + A3H^3 + A5H^5 + A7H^7 + A9H^9 + A11H^{11} + A13H^{13} + A15H^{15}$$

[0107] 表1示出了与实施例1的条件表达式相对应的值。实施例1满足表达式(1)至(7)，以适当地设置第一透镜单元的透镜构造、折光力和玻璃材料。由此，实施例1的变焦镜头实现

宽视角、高变焦比、小型化和轻量化以及遍及整个变焦范围的高光学性能。应当指出，本发明的变焦镜头必须满足表达式(1)和(2)，但并非必须满足表达式(3)至(7)。然而，当额外满足表达式(3)至(7)中的至少一个时，能够产生更好的效果。对于其他实施例同样如此。

[0108] 图19是例示使用任一实施例的变焦镜头作为其摄像光学系统的摄像装置(电视摄像机系统)的示意图。在图19中，附图标记101表示实施例1至8中的任一实施例的变焦镜头；附图标记124表示可从中拆装变焦镜头101的摄像机；附图标记125表示通过将变焦镜头101附装于摄像机124而形成的摄像装置。变焦镜头101具有第一透镜单元F、变焦部分LZ和用于图像形成的后透镜组R。第一透镜单元F包括用于聚焦的透镜单元。变焦部分LZ包括被构造成为用于变焦而在光轴上移动的第二透镜单元和第三透镜单元、以及被构造成为了校正由变焦引起的像平面变化而在光轴上移动的第四透镜单元。“SP”表示孔径光阑。“114”和“115”是在光轴方向上分别驱动第一透镜单元F和变焦部分LZ的驱动机构(例如螺旋体或凸轮)。“116”至“118”分别是用于对驱动机构114、驱动机构115和孔径光阑SP进行电力驱动的电机(驱动部)。“119”至“121”是用来检测第一透镜单元F和变焦部分LZ在光轴上的位置以及孔径光阑SP的孔径的检测器(例如编码器、电位器或感光器)。在摄像机124中，“109”表示摄像机124中的与滤光片或分色光学系统相当的玻璃块，“110”表示诸如CCD传感器或CMOS传感器等用来接收由变焦镜头101形成的被摄体图像的固态摄像元件(光电转换元件)。此外，“111”至“122”是用来控制对摄像机124和变焦镜头101的各种部分的驱动的CPU。

[0109] 当由此将本发明的变焦镜头应用于电视摄像机时，能够获得提供高光学性能的摄像装置。

[0110] [实施例2]

[0111] 图3是根据本发明的实施例2(数值实施例2)的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的镜头截面图。图4A、图4B和图4C分别例示了在广角端、在焦距为100mm时和在望远端聚焦于无限远处的变焦镜头的纵向像差图。

[0112] 图3中的变焦镜头从物侧起依次包括：具有正折光力并被构造成为聚焦而移动的第一透镜单元L1、具有负折光力并被构造成为用于从广角端向望远端变焦而向像侧移动的第二透镜单元L2、具有正折光力并被构造成为用于从广角端向望远端变焦而向物侧移动的第三透镜单元L3、具有正折光力并被构造成为了校正由变焦引起的像平面变化而在光轴上以与第二透镜单元L2和第三透镜单元L3的移动联动的方式非线性移动的第四透镜单元L4、被构造成为不为变焦而移动的第五透镜单元L5、以及具有正折光力并被构造成为用于变焦而略微移动以校正由制造误差引起的散焦的第六透镜单元L6。在本实施例中，后透镜组对应于第三透镜单元L3至第六透镜单元L6。

[0113] 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形成了变焦系统。“SP”表示孔径光阑，其布置在第四透镜单元L4与第五透镜单元L5之间并被构造成为不为变焦而在光轴方向上移动。

[0114] 第一透镜单元L1与第1面至第12面相对应。第二透镜单元L2与第13面至第19面相对应，第三透镜单元L3与第20面至第25面相对应，第四透镜单元L4与第26面至第30面相对应。第五透镜单元L5与第31面至第43面相对应，第六透镜单元L6与第44面至第53面相对应。第一透镜单元L1由被构造成为不为聚焦而移动的1-1透镜子单元L11和具有正折光力并被构造成为从无限远向近侧聚焦而移动的1-2透镜子单元L12组成。1-1透镜子单元L11与第1面

至第6面相对应，1-2透镜子单元L12与第7面至第12面相对应。第一透镜单元L1由六个透镜组成，这六个透镜从物侧起依次为双凹透镜、双凸透镜、具有面向像侧的凹面的半月板凸透镜、双凸透镜、具有面向像侧的凹面的半月板凸透镜、以及具有面向像侧的凹面的半月板凸透镜。

[0115] 表1示出了与实施例2的条件表达式相对应的值。实施例2满足表达式(1)至(7)，以适当地设置第一透镜单元的透镜构造、折光力和玻璃材料。由此，变焦镜头实现宽视角、高变焦比、小型化和轻量化以及遍及整个变焦范围的高光学性能。

[0116] [实施例3]

[0117] 图5是根据本发明的实施例3(数值实施例3)的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的镜头截面图。图6A、图6B和图6C分别例示了在广角端、在焦距为100mm时和在望远端聚焦于无限远处的变焦镜头的纵向像差图。

[0118] 图5中的变焦镜头从物侧起依次包括：保护滤光片F、具有正折光力并被构造成为聚焦而移动的第一透镜单元L1、具有负折光力并被构造成为用于从广角端向望远端变焦而向像侧移动的第二透镜单元L2、具有正折光力并被构造成为用于从广角端向望远端变焦而向物侧移动的第三透镜单元L3、具有正折光力并被构造成为了校正由变焦引起的像平面变化而在光轴上以与第二透镜单元L2和第三透镜单元L3的移动联动的方式非线性移动的第四透镜单元L4、以及被构造成为不为变焦而移动的第五透镜单元L5。在本实施例中，后透镜组对应于第三透镜单元L3至第五透镜单元L5。

[0119] 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形成了变焦系统。“SP”表示孔径光阑，其布置在第四透镜单元L4与第五透镜单元L5之间并被构造成为不为变焦而在光轴方向上移动。

[0120] 第一透镜单元L1与第3面至第14面相对应。第二透镜单元L2与第15面至第21面相对应，第三透镜单元L3与第22面至第28面相对应，第四透镜单元L4与第29面至第32面相对应。第五透镜单元L5与第34面至第55面相对应。第一透镜单元L1由被构造成为不为聚焦而移动的1-1透镜子单元L11和具有正折光力并被构造成为从无限远向近侧聚焦而移动的1-2透镜子单元L12组成。1-1透镜子单元L11与第3面至第8面相对应，1-2透镜子单元L12与第9面至第14面相对应。第一透镜单元L1由六个透镜组成，这六个透镜从物侧起依次为双凹透镜、双凸透镜、双凸透镜、具有面向像侧的凹面的半月板凸透镜、以及具有面向像侧的凹面的半月板凸透镜。

[0121] 表1示出了与实施例3的条件表达式相对应的值。实施例3满足表达式(1)至(7)，以适当地设置第一透镜单元的透镜构造、折光力和玻璃材料。由此，变焦镜头实现宽视角、高变焦比、小型化和轻量化以及遍及整个变焦范围的高光学性能。

[0122] [实施例4]

[0123] 图7是根据本发明的实施例4(数值实施例4)的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的镜头截面图。图8A、图8B和图8C分别例示了在广角端、在焦距为100mm时和在望远端聚焦于无限远处的变焦镜头的纵向像差图。

[0124] 图7中的变焦镜头从物侧起依次包括：具有正折光力用于聚焦的第一透镜单元L1、具有负折光力并被构造成为用于从广角端向望远端变焦而向像侧移动的第二透镜单元L2、具有正折光力并被构造成为用于从广角端向望远端变焦而向物侧移动的第三透镜单元L3、具有

正折光力并被构造成为了校正由变焦引起的像平面变化而在光轴上以与第二透镜单元L2和第三透镜单元L3的移动联动的方式非线性移动的第四透镜单元L4、以及被构造成为不为变焦而移动的第五透镜单元L5。在本实施例中，后透镜组对应于第三透镜单元L3至第五透镜单元L5。

[0125] 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形成了变焦系统。“SP”表示孔径光阑，其布置在第四透镜单元L4与第五透镜单元L5之间并被构造成为不为变焦而在光轴方向上移动。

[0126] 第一透镜单元L1与第1面至第12面相对应。第二透镜单元L2与第13面至第19面相对应，第三透镜单元L3与第20面至第25面相对应，第四透镜单元L4与第26面至第28面相对应。第五透镜单元L5与第30面至第51面相对应。第一透镜单元L1由被构造成为不为聚焦而移动的1-1透镜子单元L11和具有正折光力并被构造成为从无限远向近侧聚焦而移动的1-2透镜子单元L12组成。1-1透镜子单元L11与第1面至第6面相对应，1-2透镜子单元L12与第7面至第12面相对应。第一透镜单元L1由六个透镜组成，这六个透镜从物侧起依次为双凹透镜、双凸透镜、双凸透镜、双凸透镜、具有面向像侧的凹面的半月板凸透镜、以及具有面向像侧的凹面的半月板凸透镜。

[0127] 表1示出了与实施例4的条件表达式相对应的值。实施例4满足表达式(1)至(7)，以适当地设置第一透镜单元的透镜构造、折光力和玻璃材料。由此，变焦镜头实现宽视角、高变焦比、小型化和轻量化以及遍及整个变焦范围的高光学性能。

[0128] [实施例5]

[0129] 图9是根据本发明的实施例5(数值实施例5)的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的镜头截面图。图10A、图10B和图10C分别例示了在广角端、在焦距为100mm时和在望远端聚焦于无限远处的变焦镜头的纵向像差图。

[0130] 图9中的变焦镜头从物侧起依次包括：具有正折光力并被构造成为聚焦而移动的第一透镜单元L1、具有负折光力并被构造成为用于从广角端向望远端变焦而向像侧移动的第二透镜单元L2、具有正折光力并被构造成为用于从广角端向望远端变焦而向物侧移动的第三透镜单元L3、具有正折光力并被构造成为校正由变焦引起的像平面变化而在光轴上以与第二透镜单元L2和第三透镜单元L3的移动联动的方式非线性移动的第四透镜单元L4、以及被构造成为不为变焦而移动的第五透镜单元L5。在本实施例中，后透镜组对应于第三透镜单元L3至第五透镜单元L5。

[0131] 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形成了变焦系统。“SP”表示孔径光阑，其布置在第四透镜单元L4与第五透镜单元L5之间并被构造成为不为变焦而在光轴方向上移动。

[0132] 第一透镜单元L1与第1面至第12面相对应。第二透镜单元L2与第13面至第22面相对应，第三透镜单元L3与第23面至第24面相对应，第四透镜单元L4与第25面至第31面相对应。第五透镜单元L5与第33面至第55面相对应。第一透镜单元L1由被构造成为不为聚焦而移动的1-1透镜子单元L11和具有正折光力并被构造成为从无限远向近侧聚焦而移动的1-2透镜子单元L12组成。1-1透镜子单元L11与第1面至第6面相对应，1-2透镜子单元L12与第7面至第12面相对应。第一透镜单元L1由六个透镜组成，这六个透镜从物侧起依次为双凹透镜、双凸透镜、双凸透镜、双凸透镜、具有面向像侧的凹面的半月板凸透镜、以及具有面向像侧的凹面的半月板凸透镜。

的凹面的半月板凸透镜。

[0133] 表1示出了与实施例5的条件表达式相对应的值。实施例5满足表达式(1)至(7),以适当地设置第一透镜单元的透镜构造、折光力和玻璃材料。由此,变焦镜头实现宽视角、高变焦比、小型化和轻量化以及遍及整个变焦范围的高光学性能。

[0134] [实施例6]

[0135] 图11是根据本发明的实施例6(数值实施例6)的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的镜头截面图。图12A、图12B和图12C分别例示了在广角端、在焦距为100mm时和在望远端聚焦于无限远处的变焦镜头的纵向像差图。

[0136] 图11中的变焦镜头从物侧起依次包括:具有正折光力并被构造成为聚焦而移动的第一透镜单元L1、具有负折光力并被构造成为用于从广角端向望远端变焦而向像侧移动的第二透镜单元L2、具有负折光力并被构造成为用于从广角端向望远端变焦而向物侧移动的第三透镜单元L3、具有正折光力并被构造成为用于从广角端向望远端变焦而向物侧移动的第四透镜单元L4、具有正折光力并被构造成为校正由变焦引起的像平面变化而在光轴上以与第二透镜单元L2、第三透镜单元L3和第四透镜单元L4的移动联动的方式非线性移动的第五透镜单元L5、以及被构造成为不为变焦而移动的第六透镜单元L6。在本实施例中,后透镜组对应于第三透镜单元L3至第六透镜单元L6。

[0137] 在本实施例中,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形成了变焦系统。“SP”表示孔径光阑,其布置在第五透镜单元L5与第六透镜单元L6之间并被构造成为不为变焦而在光轴方向上移动。

[0138] 第一透镜单元L1与第1面至第14面相对应。第二透镜单元L2与第15面至第16面相对应,第三透镜单元L3与第17面至第21面相对应,第四透镜单元L4与第22面至第23面相对应。第五透镜单元L5与第24面至第32面相对应,第六透镜单元L6与第34面至第55面相对应。第一透镜单元L1由被构造成为不为聚焦而移动的1-1透镜子单元L11和具有正折光力并被构造成为从无限远向近侧聚焦而移动的1-2透镜子单元L12组成。1-1透镜子单元L11与第1面至第8面相对应,1-2透镜子单元L12与第9面至第14面相对应。第一透镜单元L1由七个透镜组成,这七个透镜从物侧起依次为双凹透镜、双凸透镜、双凹透镜、双凸透镜、双凸透镜、具有面向像侧的凹面的半月板凸透镜、以及具有面向像侧的凹面的半月板凸透镜。

[0139] 表1示出了与实施例6的条件表达式相对应的值。实施例6满足表达式(1)至(5)及(7),以适当地设置第一透镜单元的透镜构造、折光力和玻璃材料。由此,变焦镜头实现宽视角、高变焦比、小型化和轻量化以及遍及整个变焦范围的高光学性能。

[0140] [实施例7]

[0141] 图13是根据本发明的实施例7(数值实施例7)的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的镜头截面图。图14A、图14B和图14C分别例示了在广角端、在焦距为65mm时和在望远端聚焦于无限远处的变焦镜头的纵向像差图。

[0142] 图13中的变焦镜头从物侧起依次包括:具有正折光力并被构造成为聚焦而移动的第一透镜单元L1、具有负折光力并被构造成为用于从广角端向望远端变焦而向像侧移动的第二透镜单元L2、具有负折光力并被构造成为用于从广角端向望远端变焦而向像侧移动的第三透镜单元L3、具有负折光力并被构造成为用于从广角端向望远端变焦而向物侧移动然后向像侧移动的第四透镜单元L4、具有正折光力并被构造成为校正由变焦引起的像平面变化而

在光轴上以与第二透镜单元L2、第三透镜单元L3和第四透镜单元L4的移动联动的方式非线性移动的第五透镜单元L5、以及被构造成不为变焦而移动的第六透镜单元L6。在本实施例中，后透镜组对应于第三透镜单元L3至第六透镜单元L6。

[0143] 在本实施例中，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形成了变焦系统。“SP”表示孔径光阑，其布置在第五透镜单元L5与第六透镜单元L6之间并被构造成不为变焦而在光轴方向上移动。

[0144] 第一透镜单元L1与第1面至第13面相对应。第二透镜单元L2与第14面至第19面相对应，第三透镜单元L3与第20面至第21面相对应，第四透镜单元L4与第22面至第24面相对应。第五透镜单元L5与第25面至第28面相对应，第六透镜单元L6与第30面至第45面相对应。第一透镜单元L1由被构造成不为聚焦而移动的1-1透镜子单元L11和具有正折光力并被构造成为从无限远向近侧聚焦而移动的1-2透镜子单元L12组成。1-1透镜子单元L11与第1面至第7面相对应，1-2透镜子单元L12与第8面至第13面相对应。第一透镜单元L1由七个透镜组成，这七个透镜从物侧起依次为双凹透镜、由具有面向像侧的凹面的半月板凸透镜和双凸透镜形成的接合透镜、双凸透镜、具有面向像侧的凹面的半月板凸透镜、具有面向像侧的凹面的半月板凸透镜、以及具有面向像侧的凹面的半月板凸透镜。

[0145] 表1示出了与实施例7的条件表达式相对应的值。实施例7满足表达式(1)至(4)、(6)及(7)，以适当地设置第一透镜单元的透镜构造、折光力和玻璃材料。由此，变焦镜头实现宽视角、高变焦比、小型化和轻量化以及遍及整个变焦范围的高光学性能。

[0146] [实施例8]

[0147] 图15是根据本发明的实施例8(数值实施例8)的变焦镜头在广角端聚焦于无限远处的镜头截面图。图16A、图16B和图16C分别例示了在广角端、在焦距为100mm时和在望远端聚焦于无限远处的变焦镜头的纵向像差图。

[0148] 图15中的变焦镜头从物侧起依次包括：具有正折光力的第一透镜单元L1、具有负折光力并被构造成用于从广角端向望远端变焦而向像侧移动的第二透镜单元L2、具有正折光力并被构造成为了校正由变焦引起的像平面变化而在光轴上以与第二透镜单元L2的移动联动的方式非线性移动的第三透镜单元L3、以及被构造成不为变焦而移动的第四透镜单元L4。在本实施例中，后透镜组对应于第三透镜单元L3和第四透镜单元L4。

[0149] 在本实施例中，第二透镜单元L2和第三透镜单元L3形成了变焦系统。“SP”表示孔径光阑，其布置在第三透镜单元L3与第四透镜单元L4之间并被构造成不为变焦而在光轴方向上移动。

[0150] 第一透镜单元L1与第1面至第12面相对应。第二透镜单元L2与第13面至第19面相对应，第三透镜单元L3与第20面至第28面相对应，第四透镜单元L4与第30面至第56面相对应。第一透镜单元L1由被构造成不为聚焦而移动的1-1透镜子单元L11和具有正折光力并被构造成为从无限远向近侧聚焦而移动的1-2透镜子单元L12组成。1-1透镜子单元L11与第1面至第6面相对应，1-2透镜子单元L12与第7面至第12面相对应。第一透镜单元L1由六个透镜组成，这六个透镜从物侧起依次为双凹透镜、双凸透镜、具有面向像侧的凹面的半月板凸透镜、双凸透镜、具有面向像侧的凹面的半月板凸透镜、以及具有面向像侧的凹面的半月板凸透镜。

[0151] 表1示出了与实施例8的条件表达式相对应的值。实施例8满足表达式(1)至(7)，以

适当地设置第一透镜单元的透镜构造、折光力和玻璃材料。由此，变焦镜头实现宽视角、高变焦比、小型化和轻量化以及遍及整个变焦范围的高光学性能。

[0152] 尽管以上描述了本发明的优选实施例，但是本发明不限于这些实施例并且在其实质内可以进行各种变型和改变。本发明的特征在于对第一透镜单元的透镜构造、折光力和玻璃材料的适当设置，并且当与第二透镜单元的像侧的透镜单元相对应的后透镜组具有除了数值实施例1至8中描述的构造之外的构造时，仍然能够产生有利的效果。

[0153] [数值实施例1]

[0154] [单位mm]

[0155] 面数据

面编号	r	d	nd	vd	θgF	有效直径	
1	-2942.18811	6.00000	1.834810	42.74	0.5648	212.002	
2	335.45859	1.80000				200.133	
3	335.06633	23.70767	1.433870	95.10	0.5373	199.514	
4	-1057.92901	0.20000				198.161	
5	525.29863	14.68252	1.433870	95.10	0.5373	198.476	
[0156]	6	-2449.90453	25.25075			198.589	
	7	377.04224	20.53079	1.433870	95.10	0.5373	199.204
	8	-1365.49684	0.25000			198.661	
	9	306.95406	16.15620	1.433870	95.10	0.5373	193.061
	10	1716.23164	1.49946			191.758	
	11	188.24393	16.19337	1.438750	94.66	0.5340	180.210
	12	408.07756	(可变)			178.091	

	13	-532.82374	2.20000	2.003300	28.27	0.5980	45.145
	14	38.13165	11.72245				38.748
	15	-44.54614	1.45000	1.743198	49.34	0.5531	37.567
	16	72.56546	9.77415	1.892860	20.36	0.6393	38.794
	17	-46.48441	1.62858				39.876
	18	-41.75805	2.00000	1.882997	40.76	0.5667	39.814
	19	-152.60813	(可变)				42.397
	20	152.33559	11.49260	1.729157	54.68	0.5444	83.173
	21	-265.71450	6.61910				83.460
	22	139.88768	13.50202	1.438750	94.66	0.5340	83.757
	23	-246.30392	0.49825				83.128
	24	264.09410	2.60000	1.854780	24.80	0.6122	80.161
	25	97.10593	(可变)				77.382
	26	86.50601	15.38886	1.496999	81.54	0.5375	77.639
	27	-236.96933	0.50000				76.744
	28	415.87662	2.50000	1.805181	25.42	0.6161	73.398
[0157]	29	139.36202	7.84908	1.603112	60.64	0.5415	71.070
	30	-764.20052	(可变)				69.842
	31(光阑)	∞	5.45833				34.134
	32	-100.58829	1.40000	1.882997	40.76	0.5667	31.362
	33	50.28488	1.36347				30.487
	34	40.81657	3.59528	1.922860	18.90	0.6495	30.974
	35	96.04198	4.18687				30.494
	36	-79.86582	1.70000	1.804000	46.53	0.5577	30.147
	37	-114.43939	7.69473				30.251
	38	447.23261	1.50000	1.804000	46.53	0.5577	29.104
	39	36.26082	4.29014	1.846660	23.87	0.6205	28.682
	40	154.67305	4.70815				28.446
	41	-40.89612	1.50000	1.891900	37.13	0.5780	28.350
	42	100.53116	8.12196	1.516330	64.14	0.5353	29.957
	43	-29.81855	12.96157				31.195
	44	95.10916	5.83122	1.517417	52.43	0.5564	33.399
	45	-65.82347	1.39999				33.299
	46	-142.70016	1.50000	1.882997	40.76	0.5667	32.371

	47	37.95063	7.64407	1.487490	70.23	0.5300	31.922
	48	-86.09780	0.20000				32.324
	49	111.79843	7.62511	1.517417	52.43	0.5564	32.455
	50	-35.37773	1.50000	1.882997	40.76	0.5667	32.274
[0158]	51	-107.94732	0.20000				32.859
	52	90.09429	7.67048	1.539956	59.46	0.5441	32.842
	53	-53.74072	10.00000				32.352
	54	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	60.000
	55	0.00000	13.20000	1.516330	64.15	0.5352	60.000
	56	0.00000	0.00000				60.000
[0159]	非球面数据						
[0160]	第13面						
	K=1.99852e+000		A4=1.15677e-006		A6=-2.75064e-008		
	A8=-3.06848e-010		A10=9.10515e-013		A12=3.28486e-015		
[0161]	A14=1.35261e-018		A16=5.54400e-022		A3=2.74335e-007		
	A5=9.95673e-008		A7=4.02226e-009		A9=6.12079e-012		
	A11=-8.52506e-014		A13=-6.85632e-017		A15=-3.84859e-020		
[0162]	第21面						
	K=1.21093e+001		A4=2.82183e-007		A6=-5.59441e-011		
	A8=-2.00796e-014		A10=9.78964e-017		A12=-6.30815e-020		
[0163]	A14=1.70834e-023		A16=-4.73901e-027		A3=-2.90901e-008		
	A5=1.58196e-009		A7=1.10620e-012		A9=-1.50730e-015		
	A11=5.86871e-020		A13=1.04584e-022		A15=1.44467e-025		
[0164]	第30面						
	K=-2.23400e+002		A4=2.77687e-007		A6=4.69555e-010		
	A8=1.39733e-013		A10=-2.98156e-016		A12=4.58582e-019		
[0165]	A14=-2.25443e-022		A16=5.80568e-026		A3=1.70768e-007		
	A5=-5.73181e-009		A7=-1.36230e-011		A9=7.92918e-015		
	A11=-8.14405e-018		A13=2.06016e-021		A15=-8.57551e-025		
[0166]	各种数据						

变焦比 120.00

		广角	中间	望远
焦距		8.50	100.00	1020.00
F 数		1.75	1.75	5.30
视角 (度)		32.91	3.15	0.31
像高		5.50	5.50	5.50
总镜头长度		677.55	677.55	677.55
[0167]	BF	13.30	13.30	13.30
d12		3.47	154.53	194.08
d19		289.33	96.93	2.00
d25		4.21	10.31	4.50
d30		2.99	38.24	99.42
d56		13.30	13.30	13.30
入射光瞳位置		133.62	1087.74	14063.25
出射光瞳位置		166.67	166.67	166.67
前主点位置		142.60	1252.93	21866.59
后主点位置		4.80	-86.70	-1006.70

[0168] 变焦镜头单元数据

	单元	开始面	焦距	透镜结构长度	前主点位置	后主点位置
[0169]	1	1	251.50	126.27	72.69	-19.27
	2	13	-24.07	28.78	3.62	-16.98
	3	20	134.62	34.71	-5.03	-27.55
	4	26	112.37	26.24	4.27	-13.07
	5	31	42.11	148.25	58.68	17.53

[0170] [数值实施例2]

[0171] [单位mm]

[0172] 面数据

面编号	r	d	nd	vd	θgF	有效直径	
1	-2952.64955	6.00000	1.834000	37.16	0.5776	212.010	
2	382.14038	1.80000				202.136	
3	388.86609	24.39740	1.433870	95.10	0.5373	201.686	
4	-700.71634	0.20000				200.236	
5	765.02799	9.43214	1.496999	81.54	0.5375	197.717	
6	26529.27877	24.09090				197.762	
7	344.60037	19.76446	1.433870	95.10	0.5373	198.724	
8	-3028.72960	0.25000				198.149	
9	273.92589	18.29025	1.433870	95.10	0.5373	192.996	
10	1815.20913	1.49727				191.662	
11	203.60531	14.55714	1.496999	81.54	0.5375	180.653	
12	418.21430	(可变)				178.680	
13	-358.51551	2.20000	2.003300	28.27	0.5980	48.599	
14	44.27894	10.21274				42.067	
15	-75.14372	1.45000	1.834810	42.74	0.5648	40.882	
[0173]	16	49.98154	10.12963	1.922860	18.90	0.6495	40.623
	17	-63.54174	2.73098			40.442	
	18	-47.37298	2.00000	1.882997	40.76	0.5667	39.835
	19	-457.41251	(可变)			42.053	
	20	147.89828	11.09124	1.696797	55.53	0.5434	83.624
	21	-277.54144	1.34342			83.936	
	22	131.80447	17.76338	1.438750	94.66	0.5340	85.204
	23	-129.83682	2.54492			84.760	
	24	296.71336	2.60000	1.854780	24.80	0.6122	78.396
	25	99.83596	(可变)			75.434	
	26	115.98526	2.50000	1.854780	24.80	0.6122	74.905
	27	77.12734	11.07954	1.496999	81.54	0.5375	73.033
	28	1707.17446	0.20000			72.640	
	29	149.30923	8.66198	1.603112	60.64	0.5415	71.665
	30	-462.58889	(可变)			70.679	
	31(光阑)	∞	5.34463			33.793	
	32	-106.81540	1.40000	1.882997	40.76	0.5667	31.082
	33	47.77336	1.10755			30.181	

	34	38.57762	3.75204	1.922860	18.90	0.6495	30.648
	35	95.73986	4.68476				30.143
	36	-58.02741	1.70000	1.804000	46.53	0.5577	29.748
	37	-87.80328	7.40942				29.981
	38	123.41469	1.50000	1.804000	46.53	0.5577	29.021
	39	31.45397	4.72312	1.846660	23.87	0.6205	28.372
	40	65.61846	6.13690				27.856
	41	-32.58347	1.50000	1.891900	37.13	0.5780	27.904
	42	228.71899	8.24751	1.516330	64.14	0.5353	30.231
	43	-26.92662	(可变)				31.799
	44	58.80410	7.65043	1.517417	52.43	0.5564	36.037
[0174]	45	-68.74469	1.39994				35.850
	46	-185.00230	1.50000	1.882997	40.76	0.5667	34.614
	47	49.09316	8.06805	1.487490	70.23	0.5300	33.941
	48	-58.82288	0.20000				34.033
	49	74.37701	9.28723	1.517417	52.43	0.5564	32.901
	50	-39.92795	1.50000	1.882997	40.76	0.5667	31.569
	51	-244.65563	0.20000				31.243
	52	101.89805	7.21340	1.539956	59.46	0.5441	30.755
	53	-113.52844	(可变)				29.344
	54	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	60.000
	55	0.00000	13.20000	1.516330	64.15	0.5352	60.000
	56	0.00000	0.00000				60.000
[0175]	非球面数据						
[0176]	第13面						
	K=1.59939e+000		A4=1.04493e-006		A6=-2.62173e-008		
	A8=-3.03736e-010		A10=8.93863e-013		A12=3.23638e-015		
[0177]	A14=1.64495e-018		A16=5.15456e-022		A3=2.63147e-007		
	A5=9.06039e-008		A7=3.91967e-009		A9=6.19665e-012		
	A11=-8.33928e-014		A13=-7.34880e-017		A15=-4.16695e-020		
[0178]	第21面						

	K=6.69742e+000	A4=4.04488e-007	A6=-7.32603e-011
	A8=5.42241e-014	A10=7.31719e-017	A12=-2.97911e-020
[0179]	A14=3.60991e-023	A16=-2.06168e-028	A3=-7.03642e-008
	A5=1.48648e-009	A7=5.87324e-013	A9=-2.59047e-015
	A11=-4.36458e-020	A13=-6.18036e-022	A15=-3.45818e-025
[0180]	第29面		
	K=5.30341e+000	A4=-2.55551e-007	A6=-8.14464e-010
	A8=-2.37375e-013	A10=5.04334e-016	A12=-1.38421e-019
[0181]	A14=8.53415e-023	A16=-8.26363e-026	A3=-1.19884e-007
	A5=9.75693e-009	A7=2.57406e-011	A9=-1.52340e-014
	A11=2.00987e-018	A13=-6.42083e-021	A15=4.85077e-024
[0182]	各种数据		
	变焦比	125.00	

		广角	中间	望远
	焦距	8.50	100.00	1062.49
	F 数	1.75	1.75	5.50
	视角 (度)	32.91	3.15	0.30
	像高	5.50	5.50	5.50
	总镜头长度	672.29	672.29	672.29
[0183]	BF	13.92	13.92	13.92
	d12	3.66	150.66	188.54
	d19	292.86	101.86	2.00
	d25	4.46	15.10	4.73
	d30	2.97	36.33	108.68
	d43	10.97	11.06	10.97
	d53	5.93	5.84	5.93
	d56	13.92	13.92	13.92
	入射光瞳位置	132.19	1089.06	15229.74
	出射光瞳位置	192.78	191.53	192.78
[0184]	前主点位置	141.09	1245.37	22604.01
	后主点位置	5.42	-86.08	-1048.57
[0185]	变焦镜头单元数据			

单元	开始面	焦距	透镜结构长度	前主点位置	后主点位置
	1	1	248.00	120.28	67.91 -19.53
	2	13	-24.28	28.72	5.00 -14.14
[0186]	3	20	113.57	35.34	-3.01 -25.41
	4	26	131.03	22.44	6.05 -8.58
	5	31	-33.32	47.51	12.02 -27.35
	6	44	47.89	37.02	12.52 -14.51
	7	54	∞	46.20	14.58 -14.58

[0187] [数值实施例3]

[0188] [单位mm]

[0189] 面数据

	面编号	r	d	nd	vd	θgF	有效直径
	1	0.00000	5.00000	1.516330	64.14	0.5353	218.323
	2	0.00000	8.00000				214.788
	3	-998.22466	6.00000	1.788001	47.37	0.5559	212.011
	4	311.15990	1.80000				198.807
	5	309.33731	25.88420	1.433870	95.10	0.5373	198.234
	6	-853.38024	0.20000				196.582
[0190]	7	541.97521	17.04207	1.433870	95.10	0.5373	194.671
	8	-951.12069	24.68771				194.932
	9	382.03397	19.41205	1.433870	95.10	0.5373	196.069
	10	-1541.37175	0.25000				195.572
	11	299.41393	17.10177	1.433870	95.10	0.5373	190.640
	12	2560.82051	1.49828				189.388
	13	204.14134	15.04713	1.433870	95.10	0.5373	178.741
	14	455.53191	(可变)				176.715

15	9143.18075	2.20000	2.003300	28.27	0.5980	46.899	
16	37.53058	13.58442				40.065	
17	-37.55847	1.45000	1.754999	52.32	0.5475	38.703	
18	400.99468	8.95884	1.892860	20.36	0.6393	40.387	
19	-38.90124	1.50583				40.925	
20	-38.88617	2.00000	1.882997	40.76	0.5667	39.882	
21	-108.17780	(可变)				42.566	
22	129.34578	12.40474	1.729157	54.68	0.5444	79.823	
23	-224.28722	7.98847				79.948	
24	-1234.31437	10.08082	1.438750	94.66	0.5340	79.428	
25	-106.01195	0.46255				79.378	
26	643.60139	2.60000	1.854780	24.80	0.6122	75.636	
27	103.15549	10.31357	1.496999	81.54	0.5375	73.417	
28	1263.01077	(可变)				72.791	
29	277.90353	2.50000	1.854780	24.80	0.6122	71.447	
30	160.05144	0.20000				70.506	
[0191]	31	101.14903	11.25728	1.603112	60.64	0.5415	70.417
	32	-288.32745	(可变)			69.566	
	33(光阑)	∞	5.20414			34.825	
	34	-126.43417	1.40000	1.882997	40.76	0.5667	32.198
	35	49.48874	0.85812			31.241	
	36	40.23871	3.65091	1.922860	18.90	0.6495	31.597
	37	91.12081	5.42209			31.084	
	38	-47.98001	1.70000	1.804000	46.53	0.5577	30.706
	39	-59.08405	7.25165			31.071	
	40	64.42205	1.50000	1.804000	46.53	0.5577	29.612
	41	31.25734	3.57744	1.846660	23.87	0.6205	28.690
	42	54.86605	9.93462			28.112	
	43	-37.93700	1.50000	1.891900	37.13	0.5780	27.515
	44	206.58346	7.03923	1.516330	64.14	0.5353	28.920
	45	-30.15528	9.53044			29.996	
	46	319.32620	4.93362	1.517417	52.43	0.5564	31.002
	47	-52.26221	1.39980			31.033	
	48	-104.67191	1.50000	1.882997	40.76	0.5667	30.201

	49	34.42737	10.16368	1.487490	70.23	0.5300	30.053
	50	-79.95092	0.20000				31.278
	51	152.08205	6.76563	1.517417	52.43	0.5564	31.686
	52	-38.44946	1.50000	1.882997	40.76	0.5667	31.767
[0192]	53	-87.11748	0.20000				32.447
	54	62.55066	6.92712	1.539956	59.46	0.5441	32.609
	55	-59.81625	10.00000				32.195
	56	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	60.000
	57	0.00000	13.20000	1.516330	64.15	0.5352	60.000
	58	0.00000	0.00000				60.000
[0193]	非球面数据						
[0194]	第15面						
	K=1.22862e+000		A4=9.75661e-007			A6=-2.92720e-008	
	A8=-3.07531e-010		A10=8.92200e-013			A12=3.33890e-015	
[0195]	A14=1.39558e-018		A16=5.56108e-022			A3=3.45811e-007	
	A5=1.23798e-007		A7=4.08618e-009			A9=6.23142e-012	
	A11=-8.49263e-014		A13=-7.13714e-017			A15=-3.86742e-020	
[0196]	第23面						
	K=4.27474e+000		A4=4.42986e-007			A6=-8.23029e-011	
	A8=-4.49509e-014		A10=2.69234e-017			A12=-2.93257e-020	
[0197]	A14=4.73480e-023		A16=-4.98474e-027			A3=2.92285e-008	
	A5=1.27192e-009		A7=2.28076e-012			A9=2.99151e-017	
	A11=1.01128e-018		A13=-1.59757e-021			A15=-4.98206e-026	
[0198]	第31面						
	K=4.44427e-001		A4=-1.38238e-007			A6=5.46001e-011	
	A8=-3.34795e-013		A10=-1.25473e-015			A12=7.96776e-019	
[0199]	A14=-1.22205e-022		A16=-1.90720e-025			A3=-1.51552e-007	
	A5=-1.34038e-009		A7=-3.41887e-012			A9=3.31026e-014	
	A11=1.56502e-017		A13=-3.00082e-020			A15=1.73545e-023	
[0200]	各种数据						

变焦比 105.00

		广角	中间	望远		
	焦距	8.25	100.00	866.25		
	F 数	1.75	1.75	4.67		
	视角 (度)	33.69	3.15	0.36		
	像高	5.50	5.50	5.50		
	总镜头长度	694.47	694.47	694.47		
[0201]	BF	13.28	13.28	13.28		
	d14	3.19	160.44	198.84		
	d21	294.25	98.52	4.00		
	d28	1.50	7.51	17.59		
	d32	4.46	36.93	82.98		
	d58	13.28	13.28	13.28		
	入射光瞳位置	142.72	1118.61	10959.15		
	出射光瞳位置	135.92	135.92	135.92		
	前主点位置	151.52	1300.15	17944.04		
	后主点位置	5.03	-86.72	-852.97		
[0202]	变焦镜头单元数据					
	单元	开始面	焦距	透镜结构长度	前主点位置	后主点位置
	1	1	251.80	141.92	89.43	-13.42
[0203]	2	15	-25.33	29.70	3.59	-18.82
	3	22	101.14	43.85	4.43	-26.69
	4	29	174.29	13.96	3.48	-5.17
	5	33	40.25	148.36	60.48	15.62
[0204]	[数值实施例4]					
[0205]	[单位mm]					
[0206]	面数据					

面编号	r	d	nd	vd	θgF	有效直径
1	-1710.45126	6.00000	1.882997	40.76	0.5667	211.720
2	343.28451	1.40000				199.702
3	340.76308	22.84373	1.433870	95.10	0.5373	199.127
4	-1189.30874	0.20000				197.325
5	501.84555	18.22586	1.496999	81.54	0.5375	200.158
6	-1020.91117	23.39842				200.351
7	409.35773	18.74443	1.433870	95.10	0.5373	200.011
8	-1760.91683	0.25000				199.457
9	292.43169	15.91910	1.433870	95.10	0.5373	194.002
10	1197.32133	1.49822				192.692
11	200.86305	15.41334	1.537750	74.70	0.5392	182.645
12	428.48964	(可变)				180.548
13	-313.13253	2.20000	2.003300	28.27	0.5980	44.866
14	33.71915	12.26576				37.588
[0207]	15	-41.16057	1.45000	1.834810	42.74	0.5648
	16	62.17773	8.91591	1.922860	18.90	0.6495
	17	-62.38400	5.38582			38.934
	18	-30.98396	2.00000	1.882997	40.76	0.5667
	19	-37.64090	(可变)			41.894
	20	95.39226	13.72373	1.696797	55.53	0.5434
	21	-358.40886	8.01605			79.997
	22	411.33331	13.04458	1.438750	94.66	0.5340
	23	-106.61916	0.48432			78.837
	24	209.83014	2.60000	1.854780	24.80	0.6122
	25	78.79437	(可变)			69.203
	26	69.63884	2.50000	1.854780	24.80	0.6122
	27	57.06993	15.42195	1.496999	81.54	0.5375
	28	-234.08629	(可变)			65.966
29(光阑)	∞	4.94237				33.092
30	-145.71080	1.40000	1.882997	40.76	0.5667	30.516
31	41.09812	1.17793				29.467

	32	37.22361	3.44445	1.922860	18.90	0.6495	29.919
	33	75.65657	5.48487				29.433
	34	-43.90762	1.70000	1.816000	46.62	0.5568	29.176
	35	-47.59024	7.24906				29.589
	36	175.43181	1.50000	1.804000	46.53	0.5577	28.323
	37	31.05200	4.24489	1.846660	23.87	0.6205	27.731
	38	94.50727	5.01959				27.411
	39	-39.73416	1.50000	1.891900	37.13	0.5780	27.330
	40	93.10685	7.93711	1.516330	64.14	0.5353	28.920
	41	-29.16696	12.88024				30.181
	42	68.50752	6.68142	1.517417	52.43	0.5564	32.814
[0208]	43	-65.55175	1.39995				32.607
	44	-107.65742	1.50000	1.882997	40.76	0.5667	31.683
	45	34.89816	7.55137	1.487490	70.23	0.5300	31.258
	46	-102.98421	0.20000				31.752
	47	87.36510	7.86530	1.517417	52.43	0.5564	32.127
	48	-35.22935	1.50000	1.882997	40.76	0.5667	32.015
	49	-100.50763	0.20000				32.661
	50	83.96779	6.68159	1.539956	59.46	0.5441	32.700
	51	-53.21268	10.00000				32.366
	52	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	60.000
	53	0.00000	13.20000	1.516330	64.15	0.5352	60.000
	54	0.00000	0.00000				60.000
[0209]	非球面数据						
[0210]	第13面						
	K=-2.00000e+000		A4=3.04442e-006		A6=-2.65777e-008		
	A8=-3.20442e-010		A10=9.24029e-013		A12=3.25049e-015		
[0211]	A14=1.48023e-018		A16=5.32770e-022		A3=-4.02893e-007		
	A5=6.26697e-008		A7=4.15404e-009		A9=6.07014e-012		
	A11=-8.37999e-014		A13=-7.23493e-017		A15=-3.84154e-020		
[0212]	第21面						

	K=1.04683e+001	A4=5.83804e-007	A6=-2.51358e-010
	A8=1.09404e-013	A10=6.88754e-017	A12=-6.60352e-020
[0213]	A14=4.72282e-023	A16=-2.46015e-027	A3=2.48858e-007
	A5=5.83645e-009	A7=2.40296e-012	A9=-3.85730e-015
	A11=1.04867e-018	A13=-5.60653e-022	A15=-3.36579e-025
[0214]	第26面		
	K=-2.13010e-002	A4=-2.16344e-007	A6=-1.02471e-009
	A8=-1.44726e-013	A10=3.09243e-016	A12=-5.03381e-019
[0215]	A14=1.26284e-022	A16=-8.60420e-026	A3=3.63917e-007
	A5=1.58236e-008	A7=2.85283e-011	A9=-1.62628e-014
	A11=1.42445e-017	A13=-2.46490e-021	A15=4.10158e-024
[0216]	各种数据		
	变焦比	100.00	

		广角	中间	望远
	焦距	8.00	100.00	799.99
	F 数	1.75	1.75	4.16
	视角 (度)	34.51	3.15	0.39
	像高	5.50	5.50	5.50
	总镜头长度	671.36	671.36	671.36
[0217]	BF	13.29	13.29	13.29
	d12	3.49	159.38	192.90
	d19	285.83	97.08	4.00
	d25	5.48	6.15	20.79
	d28	3.10	35.29	80.22
	d54	13.29	13.29	13.29
	入射光瞳位置	125.44	1191.73	10621.53
	出射光瞳位置	143.31	143.31	143.31
	前主点位置	133.94	1368.65	16343.64
[0218]	后主点位置	5.29	-86.71	-786.70
[0219]	变焦镜头单元数据			

	单元	开始面	焦距	透镜结构长度	前主点位置	后主点位置	
[0220]	1	1	245.21	123.89	71.32	-16.41	
	2	13	-24.15	32.22	1.67	-24.50	
	3	20	120.61	37.87	-5.88	-30.60	
	4	26	123.90	17.92	2.03	-9.85	
	5	29	39.44	148.26	56.98	15.16	
[0221]	[数值实施例5]						
[0222]	[单位mm]						
[0223]	面数据						
	面编号	r	d	nd	vd	θgF	有效直径
[0224]	1	-1636.49852	6.00000	1.834810	42.74	0.5648	212.015
	2	368.42949	1.80000				200.647
	3	363.93351	22.01304	1.433870	95.10	0.5373	199.967
	4	-1662.37602	0.20000				197.818
	5	772.41365	15.74003	1.433870	95.10	0.5373	198.832
	6	-751.71544	24.50618				199.118
	7	480.79430	17.51537	1.433870	95.10	0.5373	200.641
	8	-1250.82948	0.25000				200.339
	9	275.11695	19.73844	1.433870	95.10	0.5373	195.449
	10	5924.93473	1.49615				194.464
	11	181.00928	15.59409	1.438750	94.66	0.5340	181.018
	12	364.09501	(可变)				179.201
	13	2611.04787	2.80000	1.903660	31.32	0.5946	46.719
	14	62.46417	3.62310				41.144
	15	-278.05117	1.70000	2.001000	29.13	0.5997	41.887
	16	59.18261	6.07620				39.424
	17	-72.99201	1.72000	1.900430	37.37	0.5774	39.427

	18	239.08076	4.65000	1.808095	22.76	0.6307	40.442
	19	-160.38629	0.12000				40.964
	20	154.80129	9.69000	1.808095	22.76	0.6307	41.449
	21	-36.03157	1.70000	1.816000	46.62	0.5568	41.400
	22	11240.10571	(可变)				42.358
	23	257.78212	10.20000	1.496999	81.54	0.5375	75.250
	24	-152.21100	(可变)				75.987
	25	81.78544	15.00000	1.437000	95.10	0.5326	79.969
	26	-290.13783	0.12000				79.548
	27	649.13093	5.70000	1.437000	95.10	0.5326	77.966
	28	-635.79082	0.12000				76.704
	29	101.78523	2.02000	1.800000	29.84	0.6017	72.589
	30	50.62806	17.00000	1.437000	95.10	0.5326	67.465
	31	-1065.41039	(可变)				66.129
	32(光阑)	∞	5.21000				34.696
	33	-145.83445	1.50000	1.772499	49.60	0.5520	32.135
[0225]	34	40.64453	0.12000				30.934
	35	37.46411	3.99000	1.805181	25.42	0.6161	31.040
	36	274.92557	3.03000				30.755
	37	-62.87569	1.50000	1.487490	70.23	0.5300	30.464
	38	-331.93524	6.31000				30.178
	39	-119.76380	1.80000	1.804000	46.58	0.5573	29.106
	40	79.04800	4.85000	1.805181	25.42	0.6161	29.137
	41	227.22882	1.68000				29.163
	42	-105.51290	3.50000	1.882997	40.76	0.5667	29.186
	43	53.47768	9.79000	1.540720	47.23	0.5651	30.486
	44	-49.61881	0.12000				32.343
	45	59.36631	14.27000	1.834807	42.73	0.5648	33.498
	46	76.77071	7.92000				31.475
	47	1676.58760	6.38000	1.729157	54.68	0.5444	31.950
	48	-58.74910	0.12000				32.094
	49	1160.20334	5.50000	1.953750	32.32	0.5898	31.183
	50	41.97610	1.21000				29.566
	51	43.59972	14.88000	1.568832	56.36	0.5489	29.967

	52	-69.37111	0.15000				29.344
	53	57.08470	5.79000	1.487490	70.23	0.5300	28.125
	54	-65.79583	3.47000	1.953750	32.32	0.5898	27.071
	55	-136.35307	0.25000				26.244
[0226]	56	0.00000	1.00000	1.516330	64.14	0.5353	25.717
	57	0.00000	0.10000				25.334
	58	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	60.000
	59	0.00000	13.20000	1.516330	64.15	0.5352	60.000
	60	0.00000	0.00000				60.000
[0227]	非球面数据						
[0228]	第13面						
	K=0.00000e+000		A4=3.73226e-007			A6=-1.85656e-010	
[0229]	A8=2.84125e-012		A10=-1.48139e-014			A12=3.95140e-017	
	A14=-5.29683e-020		A16=2.77998e-023				
[0230]	第24面						
	K=0.00000e+000		A4=1.81265e-007			A6=-2.18673e-010	
[0231]	A8=4.54414e-013		A10=-5.79004e-016			A12=4.19988e-019	
	A14=-1.58916e-022		A16=2.42413e-026				
[0232]	第27面						
	K=0.00000e+000		A4=-1.75194e-007			A6=-3.10471e-010	
[0233]	A8=6.47038e-013		A10=-8.69621e-016			A12=6.59113e-019	
	A14=-2.58923e-022		A16=4.09530e-026				
[0234]	各种数据						
	变焦比		110.00				
[0235]				广角	中间	望远	
	焦距			8.40	100.00	923.99	

	F 数	1.75	1.75	4.80			
	视角 (度)	33.22	3.15	0.34			
	像高	5.50	5.50	5.50			
	总镜头长度	677.22	677.22	677.22			
	BF	13.89	13.89	13.89			
	d12	3.21	153.91	191.20			
[0236]	d22	297.91	97.46	2.00			
	d24	1.50	14.68	1.70			
	d31	2.98	39.55	110.70			
	d60	13.89	13.89	13.89			
	入射光瞳位置	132.61	1065.69	11937.60			
	出射光瞳位置	264.60	264.60	264.60			
	前主点位置	141.29	1205.58	16267.00			
	后主点位置	5.49	-86.11	-910.10			
[0237]	变焦镜头单元数据						
	单元	开始面	焦距	透镜结构长度	前主点位置	后主点位置	
	1	1	250.00	124.85	73.57	-16.31	
[0238]	2	13	-26.50	32.08	3.49	-18.78	
	3	23	193.60	10.20	4.32	-2.55	
	4	25	110.00	39.96	5.10	-22.85	
	5	32	49.37	150.64	61.48	13.93	
[0239]	[数值实施例6]						
[0240]	[单位mm]						
[0241]	面数据						
	面编号	r	d	nd	vd	θgF	有效直径
	1	-1061.37564	6.00000	1.788001	47.37	0.5559	212.004
[0242]	2	437.88370	2.00000				203.748
	3	446.06598	23.92188	1.433870	95.10	0.5373	203.452
	4	-622.49493	0.19890				202.444

	5	915.30360	6.00000	1.850259	32.27	0.5929	198.861
	6	608.63429	1.00000				198.800
	7	471.99209	19.57807	1.433870	95.10	0.5373	199.772
	8	-884.56718	24.97986				199.955
	9	404.12448	19.24764	1.433870	95.10	0.5373	199.211
	10	-1513.72254	0.25000				198.630
	11	295.70647	15.37006	1.433870	95.10	0.5373	192.784
	12	1140.36416	1.49921				191.444
	13	176.82815	17.53882	1.438750	94.66	0.5340	179.878
	14	396.25334	(可变)				177.706
	15	-265.90829	2.20000	2.003300	28.27	0.5980	43.317
	16	40.28905	(可变)				37.709
	17	-48.69408	1.45000	1.743198	49.34	0.5531	36.841
	18	64.90157	10.15625	1.892860	20.36	0.6393	39.000
	19	-46.65078	0.94977				40.017
	20	-43.70695	2.00000	1.882997	40.76	0.5667	39.949
[0243]	21	-238.00409	(可变)				42.385
	22	245.70301	9.91935	1.729157	54.68	0.5444	82.223
	23	-236.88071	(可变)				82.831
	24	103.55182	17.39977	1.438750	94.66	0.5340	85.116
	25	-193.03075	1.05104				84.448
	26	252.55381	2.60000	1.854780	24.80	0.6122	80.086
	27	100.85362	1.00000				77.180
	28	95.22728	13.03743	1.496999	81.54	0.5375	77.084
	29	-438.07745	2.50000	1.854780	24.80	0.6122	76.012
	30	523.78139	0.20000				74.753
	31	180.13422	8.54326	1.603112	60.64	0.5415	74.156
	32	-300.14000	(可变)				73.243
	33(光阑)	∞	5.52545				36.079
	34	-107.41243	1.40000	1.882997	40.76	0.5667	33.373
	35	58.33624	0.49984				32.524
	36	40.86521	3.81080	1.922860	18.90	0.6495	32.846
	37	88.11073	5.44329				32.257
	38	-54.21473	1.70000	1.804000	46.53	0.5577	31.839

	39	-78.11945	7.02652				32.153
	40	93.33051	1.50000	1.804000	46.53	0.5577	31.111
	41	35.84895	4.89868	1.846660	23.87	0.6205	30.368
	42	78.85313	5.49000				29.704
	43	-54.59995	1.50000	1.891900	37.13	0.5780	29.515
	44	79.40629	8.36701	1.516330	64.14	0.5353	30.594
	45	-31.23562	11.32613				31.571
	46	336.41962	3.58796	1.517417	52.43	0.5564	31.321
	47	-1136.62512	2.00000				31.189
[0244]	48	5113.58495	1.50000	1.882997	40.76	0.5667	31.022
	49	35.43620	10.23202	1.487490	70.23	0.5300	30.800
	50	-89.05834	0.20000				31.899
	51	81.01290	7.80550	1.517417	52.43	0.5564	32.333
	52	-37.38744	1.50000	1.882997	40.76	0.5667	32.200
	53	-108.00852	0.20000				32.754
	54	98.80813	6.54950	1.539956	59.46	0.5441	32.745
	55	-51.28636	10.00000				32.439
	56	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	60.000
	57	0.00000	13.20000	1.516330	64.15	0.5352	60.000
	58	0.00000	0.00000				60.000
[0245]	非球面数据						
[0246]	第15面						
	K=-2.00000e+000		A4=1.26593e-006			A6=-2.67796e-008	
	A8=-3.03007e-010		A10=8.75925e-013			A12=3.31947e-015	
[0247]	A14=1.36796e-018		A16=5.79644e-022			A3=-4.12865e-007	
	A5=8.74667e-008		A7=3.94668e-009			A9=6.37487e-012	
	A11=-8.43915e-014		A13=-7.03012e-017			A15=-3.91084e-020	
[0248]	第23面						
	K=1.60380e+001		A4=1.88802e-007			A6=-4.95211e-011	
[0249]	A8=-1.59588e-014		A10=9.82595e-017			A12=-1.39189e-019	
	A14=1.45831e-023		A16=-3.70179e-027			A3=1.48240e-008	
[0250]	A5=2.30878e-009		A7=1.81659e-012			A9=-2.39785e-015	
	A11=2.10561e-018		A13=1.20846e-021			A15=3.43940e-026	
[0251]	第31面						

	K=-3.11813e+000	A4=-3.88068e-007	A6=-1.19018e-010
	A8=-4.23032e-013	A10=-3.17181e-016	A12=-2.58822e-019
[0252]	A14=2.86962e-022	A16=-3.93678e-026	A3=3.18532e-007
	A5=5.35389e-009	A7=1.56885e-012	A9=1.95280e-014
	A11=9.95417e-018	A13=-7.08697e-021	A15=-3.08479e-025
[0253]	各种数据		
	变焦比	116.00	

		广角	中间	望远
	焦距	8.80	100.00	1020.79
	F 数	1.75	1.75	5.30
	视角 (度)	32.01	3.15	0.31
	像高	5.50	5.50	5.50
	总镜头长度	681.25	681.25	681.25
	BF	13.29	13.29	13.29
[0254]	d14	3.87	150.98	188.46
	d16	10.21	10.05	10.03
	d21	284.02	100.73	2.00
	d23	8.00	9.60	8.27
	d32	2.99	37.74	100.33
	d58	13.29	13.29	13.29
	入射光瞳位置	140.13	1085.30	13261.31
	出射光瞳位置	182.18	182.18	182.18
	前主点位置	149.39	1244.51	20452.20
	后主点位置	4.49	-86.71	-1007.49
[0255]	变焦镜头单元数据			

	单元	开始面	焦距	透镜结构长度	前主点位置	后主点位置
	1	1	245.00	137.58	78.95	-19.22
	2	15	-34.46	2.20	0.95	-0.14
[0256]	3	17	-102.90	14.56	-0.95	-9.11
	4	22	166.13	9.92	2.94	-2.84
	5	24	111.79	46.33	12.91	-19.84
	6	33	45.45	148.26	62.69	16.84

[0257] [数值实施例7]

[0258] [单位mm]

[0259] 面数据

面编号	r	d	nd	vd	θgF	有效直径
1	-359.39541	2.50000	1.756998	47.82	0.5565	110.247
2	396.59730	3.48827				109.068
3	3117.01401	2.50000	1.800999	34.97	0.5864	109.071
4	428.50284	10.30551	1.537750	74.70	0.5392	109.026
5	-298.82473	0.20000				109.089
6	308.22527	11.08859	1.433870	95.10	0.5373	107.618
7	-319.83576	9.00507				107.234
8	206.78083	7.06825	1.433870	95.10	0.5373	105.276
[0260]	9	902.40762	0.20000			104.951
10	165.75914	8.02404	1.433870	95.10	0.5373	103.484
11	654.06410	0.20000				102.878
12	127.26368	8.35035	1.438750	94.66	0.5340	99.354
13	366.19607	(可变)				98.484
14	145.26698	1.00000	1.882997	40.76	0.5667	34.868
15	20.06738	8.38561				29.304
16	-71.49829	0.90000	1.816000	46.62	0.5568	29.319
17	143.17100	0.70000				29.975
18	64.30732	6.38901	1.808095	22.76	0.6307	31.008
19	-50.80997	(可变)				31.148

20	-58.23395	1.50000	1.816000	46.62	0.5568	29.181	
21	-1675656.65350	(可变)				29.21	
22	-45.23600	1.30000	1.729157	54.68	0.5444	26.086	
23	72.15046	3.80394	1.846660	23.78	0.6205	27.647	
24	21853.29495	(可变)				28.366	
25	-222.66178	4.62793	1.607379	56.81	0.5483	36.288	
26	-52.20061	0.15000				37.081	
27	163.22100	4.61915	1.518229	58.90	0.5457	37.988	
28	-121.11140	(可变)				38.081	
29(光阑)	∞	1.00000				37.449	
30	40.23219	8.82919	1.487490	70.23	0.5300	36.927	
31	-88.68244	1.50000	1.800999	34.97	0.5864	35.946	
32	337.95041	0.15000				35.024	
33	24.49251	7.81710	1.487490	70.23	0.5300	32.871	
[0261]	34	147.58114	1.50000	1.882997	40.76	0.5667	31.076
	35	22.56434	39.70000				27.576
	36	507.25144	5.75009	1.575006	41.50	0.5767	29.737
	37	-36.97174	0.20000				29.779
	38	113.61656	1.20000	1.816000	46.62	0.5568	27.577
	39	19.50969	8.03088	1.517417	52.43	0.5564	25.539
	40	-93.99984	0.20000				25.150
	41	26.83452	5.64769	1.496999	81.54	0.5375	23.655
	42	-141.82981	1.20000	1.882997	40.76	0.5667	22.222
	43	32.89802	1.00000				20.831
	44	19.84821	2.85682	1.517417	52.43	0.5564	20.398
	45	34.69000	3.80000				19.635
	46	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	31.250
	47	0.00000	13.20000	1.516800	64.17	0.5347	31.250
	48	0.00000	0.00000				31.250

[0262] 非球面数据

[0263] 第21面

[0264] K=-6.77371e+015 A4=-3.77917e-006 A6=-3.26883e-009

[0265] A8=-1.31120e-011

[0266] 各种数据

变焦比 40.00

		广角	中间	望远
焦距		10.00	65.00	400.00
F 数		2.10	2.09	4.00
视角 (度)		28.81	4.84	0.79
像高		5.50	5.50	5.50
总镜头长度		390.24	390.24	390.24
BF		8.90	8.90	8.90
[0267]	d13	0.48	92.42	121.54
	d19	4.06	8.29	3.80
	d21	123.36	16.81	16.94
	d24	14.95	27.67	1.80
	d28	5.61	3.26	4.37
	d48	8.90	8.90	8.90
	入射光瞳位置	72.77	529.32	2342.06
	出射光瞳位置	-377.90	-377.90	-377.90
	前主点位置	82.51	583.40	2328.41
	后主点位置	-1.10	-56.10	-391.10

[0268] 变焦镜头单元数据

	单元	开始面	焦距	透镜结构长度	前主点位置	后主点位置
[0269]	1	1	153.00	62.93	38.89	-4.51
	2	14	-54.00	17.37	-9.61	-28.95
	3	20	-71.01	1.50	-0.00	-0.82
	4	22	-68.92	5.10	-0.08	-2.88
	5	25	60.94	9.40	4.18	-1.87
[0270]	6	29	81.82	136.58	65.16	-57.82
[0271]	[数值实施例8]					
[0272]	[单位mm]					
[0273]	面数据					

面编号	r	d	nd	vd	θgF	有效直径
1	-3219.15445	6.00000	1.834810	42.74	0.5648	210.248
2	339.26740	5.59717				203.223
3	356.24760	23.70767	1.433870	95.10	0.5373	203.057
4	-871.03373	0.20000				202.444
5	467.87855	13.73745	1.433870	95.10	0.5373	195.837
6	39813.87540	25.96905				194.406
7	384.96497	19.32556	1.433870	95.10	0.5373	191.431
8	-1082.76913	0.25000				190.992
9	321.58358	13.50574	1.433870	95.10	0.5373	185.735
10	1351.63455	1.49946				184.602
11	202.07209	13.83704	1.438750	94.66	0.5340	175.517
12	427.28548	(可变)				173.802
[0274]	13	760.08161	2.20000	2.003300	28.27	0.5980
	14	39.94114	10.37173			38.538
	15	-45.16372	1.40000	1.882997	40.76	0.5667
	16	119.39260	8.19008	1.922860	18.90	0.6495
	17	-48.49175	0.80490			39.198
	18	-46.39487	1.60000	1.816000	46.62	0.5568
	19	-169.96654	(可变)			41.502
	20	135.90703	15.91651	1.618000	63.33	0.5441
	21	-142.70113	0.20000			85.785
	22	106.01111	14.73798	1.595220	67.74	0.5442
	23	-310.53242	0.20000			84.543
	24	207.22121	2.30000	1.805181	25.42	0.6161
	25	61.58210	16.54703	1.438750	94.93	0.5340
	26	0.00000	3.07020			71.493

27	-2129.44793	4.87762	1.603112	60.64	0.5415	70.015	
28	-265.82673	(可变)				69.095	
29(光阑)	∞	2.34389				32.240	
30	-131.63184	1.40000	1.882997	40.76	0.5667	31.268	
31	48.80082	5.81685	1.846660	23.78	0.6205	30.188	
32	-604.15816	3.93674				29.470	
33	-68.61027	1.85376	1.816000	46.62	0.5568	33.200	
34	91.87822	0.14994				33.000	
35	38.45136	4.43200	1.808095	22.76	0.6307	33.400	
36	471.29146	2.54455				33.300	
37	-98.12201	1.57966	1.882997	40.76	0.5667	33.200	
38	77.01058	4.99993				33.300	
39	-47.95666	2.00000	1.800999	34.97	0.5864	27.096	
40	855.90747	6.40869	1.516330	64.14	0.5353	28.471	
41	-31.49626	0.48845				29.545	
42	-73.02060	1.90641	1.647689	33.79	0.5938	29.790	
[0275]	43	-117.83965	3.89264	1.639999	60.08	0.5370	30.331
	44	-49.24783	2.24785				30.857
	45	198.54428	10.14730	1.639999	60.08	0.5370	30.542
	46	56.51148	6.10415				29.433
	47	-513.77698	3.28309	1.540720	47.23	0.5651	30.183
	48	-72.97308	3.12464				30.457
	49	26485.31295	3.07334	1.834000	37.16	0.5776	30.418
	50	57.52585	5.33615	1.487490	70.23	0.5300	30.392
	51	-76.11088	0.20000				30.607
52	246.77943	5.12050	1.496999	81.54	0.5375	30.573	
53	-41.99755	2.50000	1.882997	40.76	0.5667	30.480	
54	-98.95452	1.18171				30.973	
55	70.49015	8.22548	1.518229	58.90	0.5457	30.808	
56	-62.95156	10.00000				30.503	
57	0.00000	33.00000	1.608590	46.44	0.5664	60.000	
58	0.00000	13.20000	1.516330	64.15	0.5352	60.000	
59	0.00000	0.00000				60.000	

[0276] 非球面数据

[0277] 第13面

[0278] K=-1.83797e+003 A4=1.29958e-006 A6=-7.74148e-010

[0279]	A8=5.40070e-013		
[0280]	第21面		
[0281]	K=-9.62897e+000	A4=8.42919e-008	A6=3.91480e-011
[0282]	A8=-5.61496e-015		
[0283]	第27面		
[0284]	K=2.66795e+003	A4=1.19175e-007	A6=-1.51584e-010
[0285]	A8=2.81676e-014		
[0286]	各种数据		
	变焦比	120.00	

		广角	中间	望远
	焦距	8.70	100.00	1044.00
	F 数	1.80	1.80	5.70
	视角 (度)	32.30	3.15	0.30
	像高	5.50	5.50	5.50
	总镜头长度	667.84	667.84	667.84
[0287]	BF	11.41	11.41	11.41
	d12	2.65	166.32	205.85
	d19	295.51	104.66	1.81
	d28	1.73	28.90	92.23
	d59	11.41	11.41	11.41
	入射光瞳位置	130.08	1108.66	13587.09
	出射光瞳位置	178.89	178.89	178.89
	前主点位置	139.23	1268.37	21139.00
	后主点位置	2.71	-88.59	-1032.59
[0288]	变焦镜头单元数据			

	单元	开始面	焦距	透镜结构长度	前主点位置	后主点位置
	1	1	261.57	123.63	76.69	-13.64
[0289]	2	13	-26.00	24.57	3.71	-14.10
	3	20	66.00	57.85	10.60	-29.75
	4	29	41.67	150.50	56.36	19.08

[0290] [表1]

		数值实施例							
条件表达式		1	2	3	4	5	6	7	8
(1)	f1n/ f1	-1.43	-1.62	-1.19	-1.31	-1.43	-1.59	-1.62	-1.40
(2)	v1n	42.74	37.16	47.37	40.76	42.74	47.37	47.82	42.74
(3)	vpa ve	95.01	89.68	95.10	88.31	95.01	95.01	90.93	95.01
(4)	(θpa ve-θ nave) / (vpa ve-v nav e)	5.39E-04	-7.66E- 04	-3.90E-0 4	-6.09E-0 4	-5.39E-0 4	-6.84E-0 4	-6.95E-0 4	-5.39E-0 4
(5)	f1n/ f2p	-0.61	-0.70	-0.57	-0.53	-0.52	-0.65	0.40	-0.62
(6)	f1n/ f3p	-0.36	-0.25	-0.38	-0.47	-0.41	0.18	-0.75	-0.34
(7)	ft/f1	4.06	4.28	3.44	3.26	3.70	4.17	2.61	3.99
[0291]	f1n	-358.42	-402.79	-298.93	-321.47	-357.75	-390.73	-247.48	-365.34
	f1	251.50	248.00	251.80	245.21	250.00	245.00	153.00	261.57
	θpa ve	0.5366	0.5374	0.5373	0.5377	0.5366	0.5366	0.5370	0.54
	θna ve	0.5648	0.5776	0.5559	0.5667	0.5648	0.5744	0.5715	0.56
	vpa ve	95.01	89.68	95.10	88.31	95.01	95.01	90.93	95.01
	vna ve	42.74	37.16	47.37	40.76	42.74	39.82	41.40	42.74
	f2p	588.08	578.88	525.52	611.72	688.70	601.51	-616.31	584.71
	f3p	995.95	1580.1 8	796.50	677.69	878.61	-2140.25	327.97	1088.36
	ft	1020.00	1062.4 9	866.25	799.99	923.99	1020.79	400.00	1044.00

[0292] 虽然参照示例性实施例对本发明进行了描述,但是应当理解,本发明并不限于所公开的示例性实施例。应当对所附权利要求的范围给予最宽的解释,以使其涵盖所有这些变型例以及等同的结构和功能。

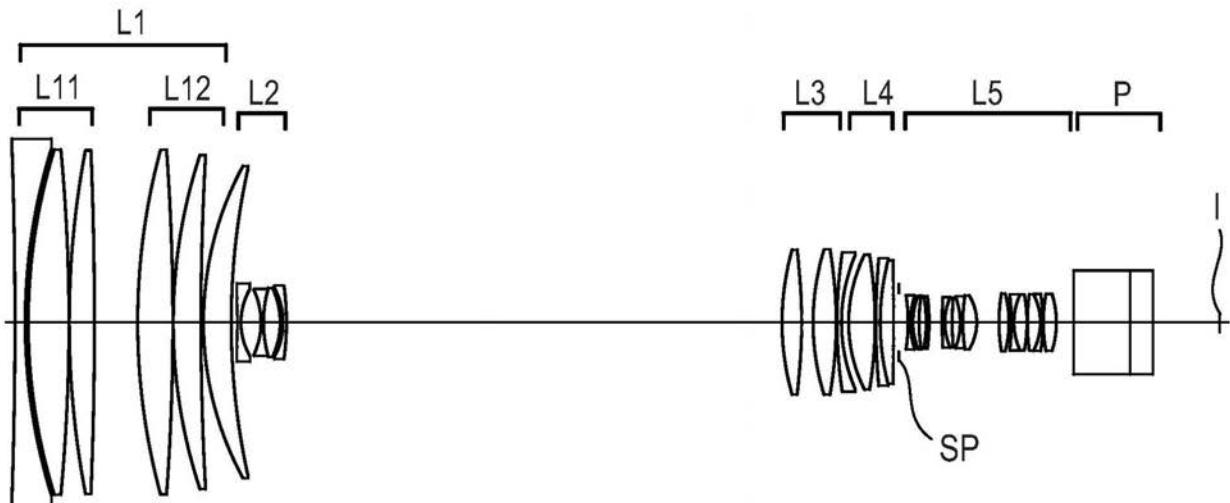


图1

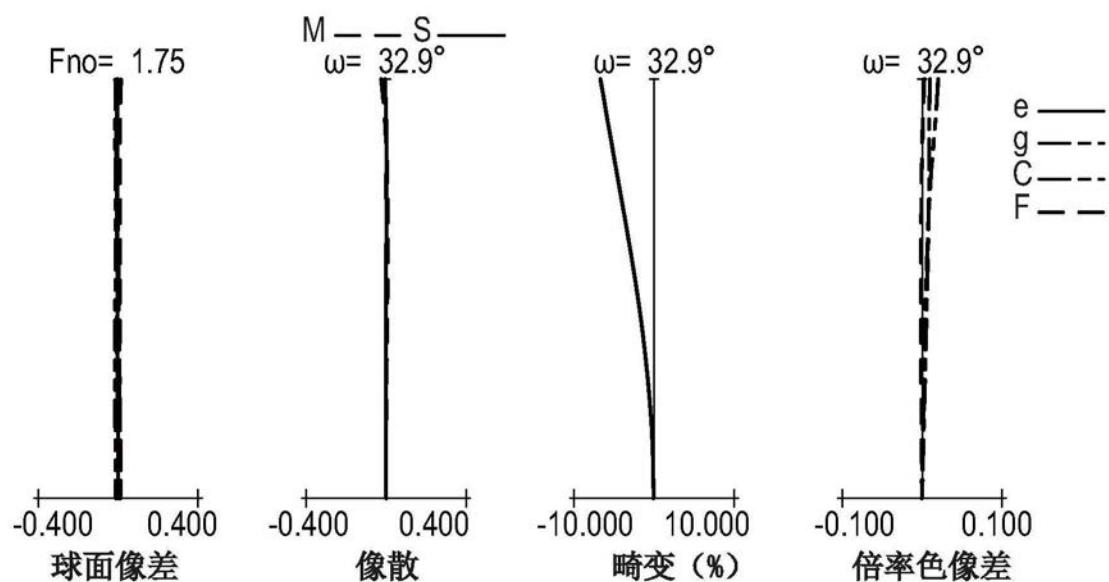


图2A

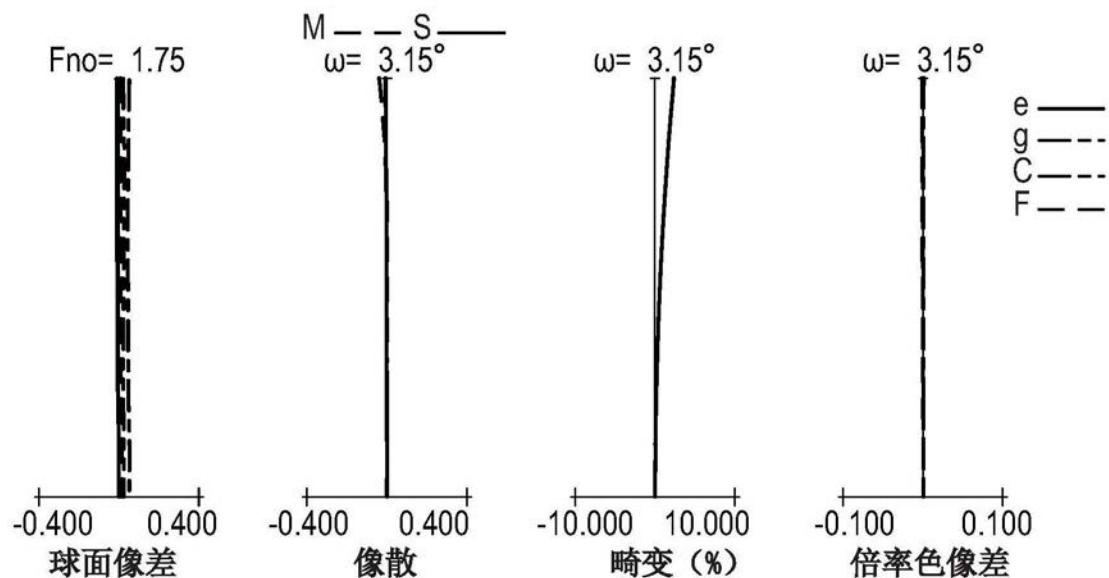


图2B

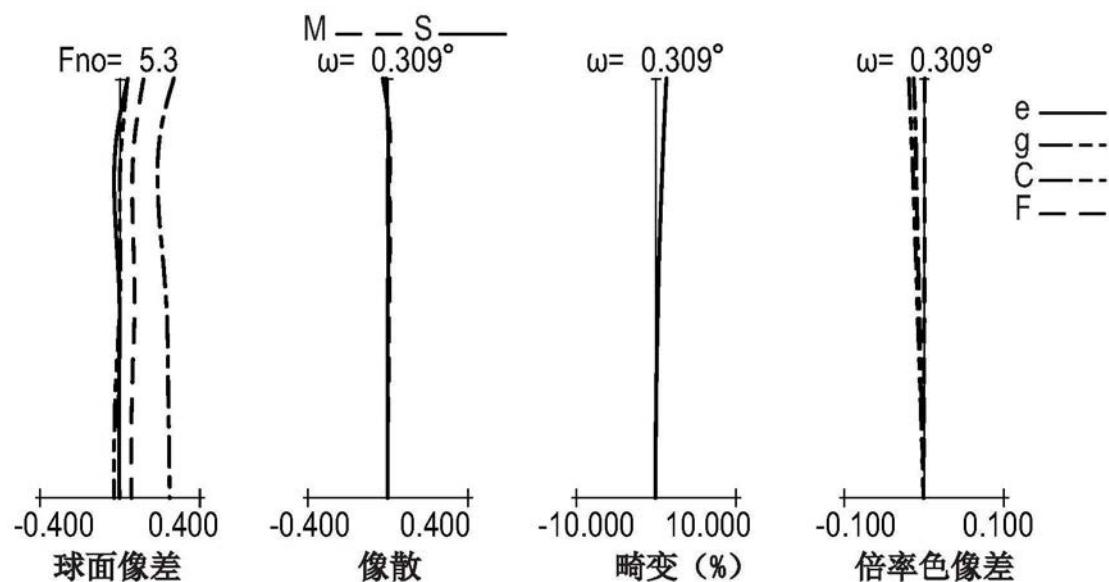


图2C

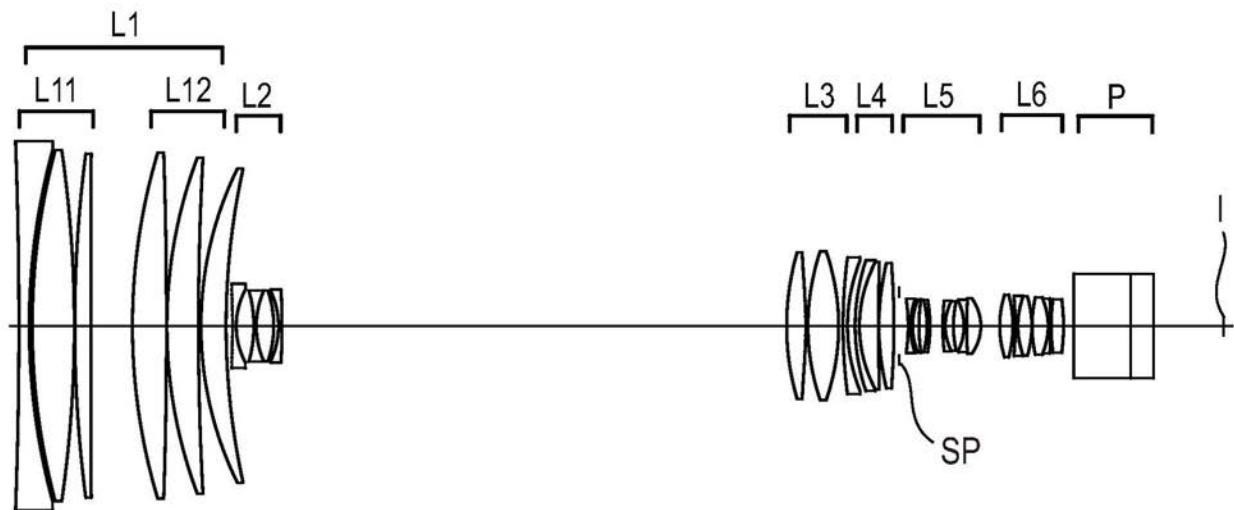


图3

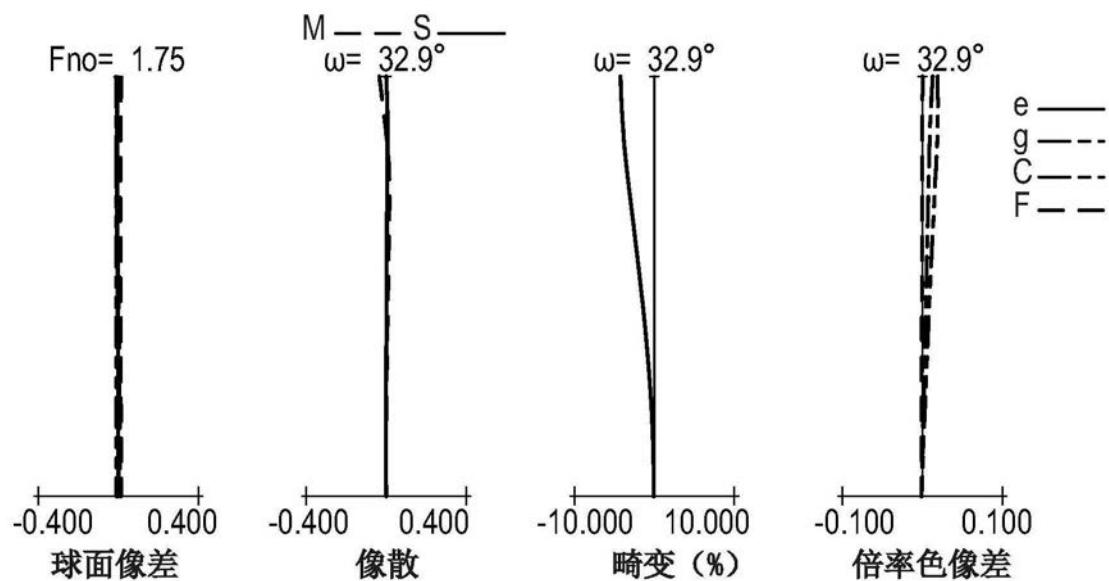


图4A

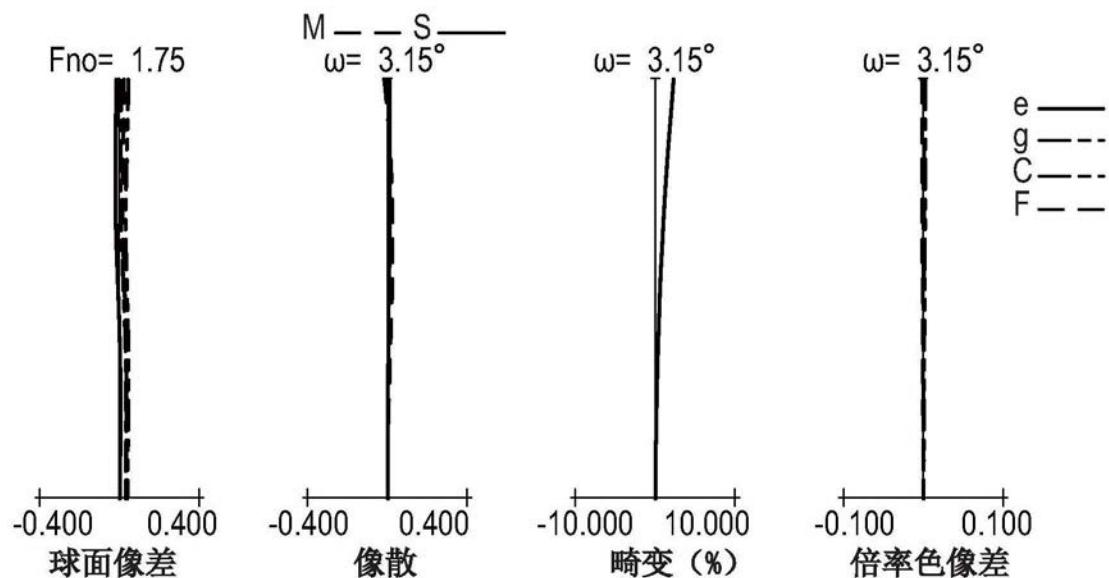


图4B

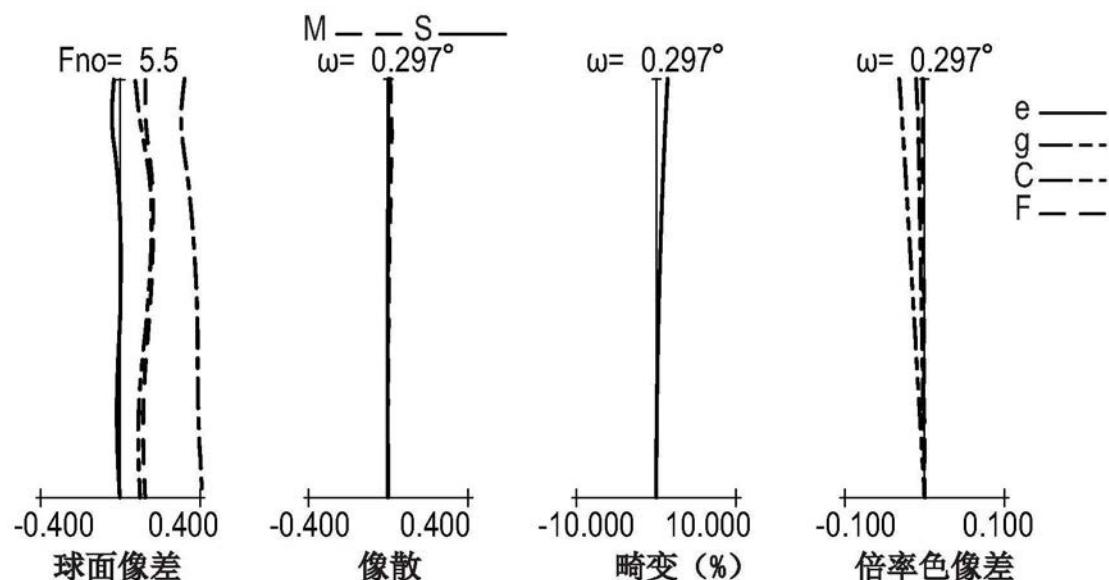


图4C

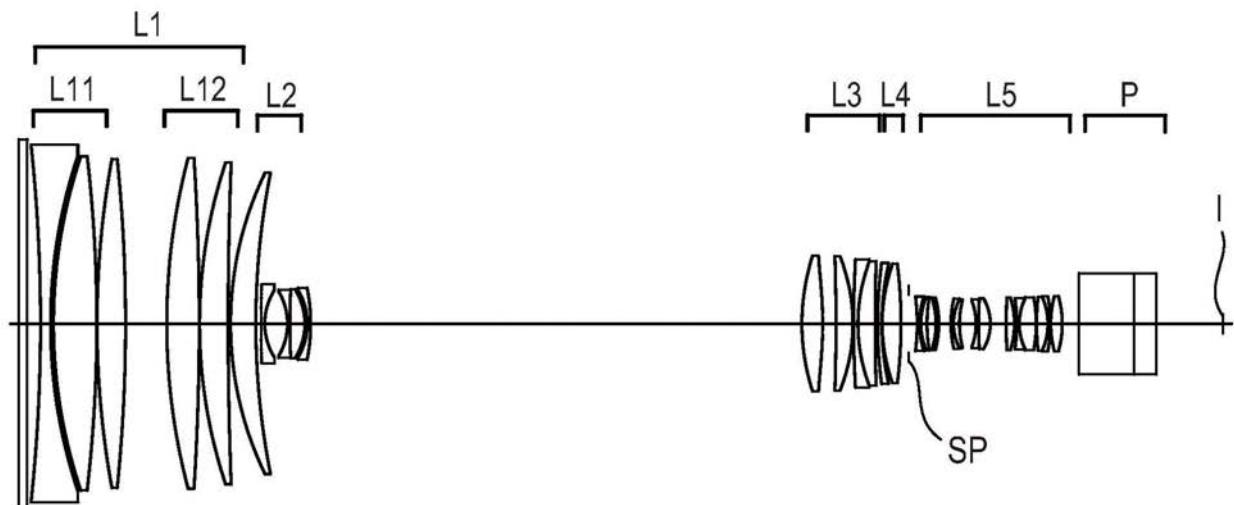


图5

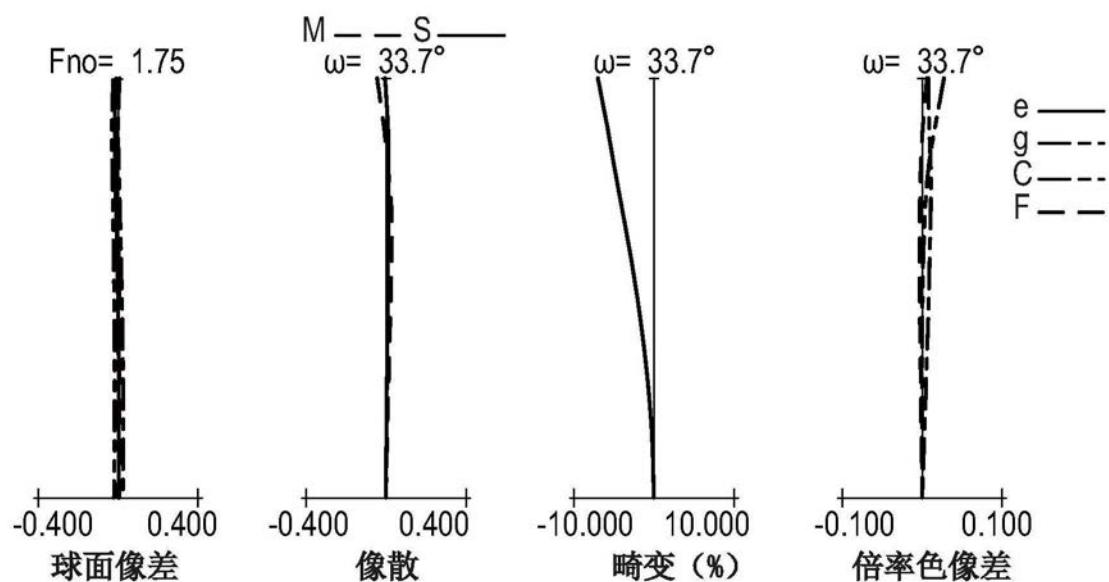


图6A

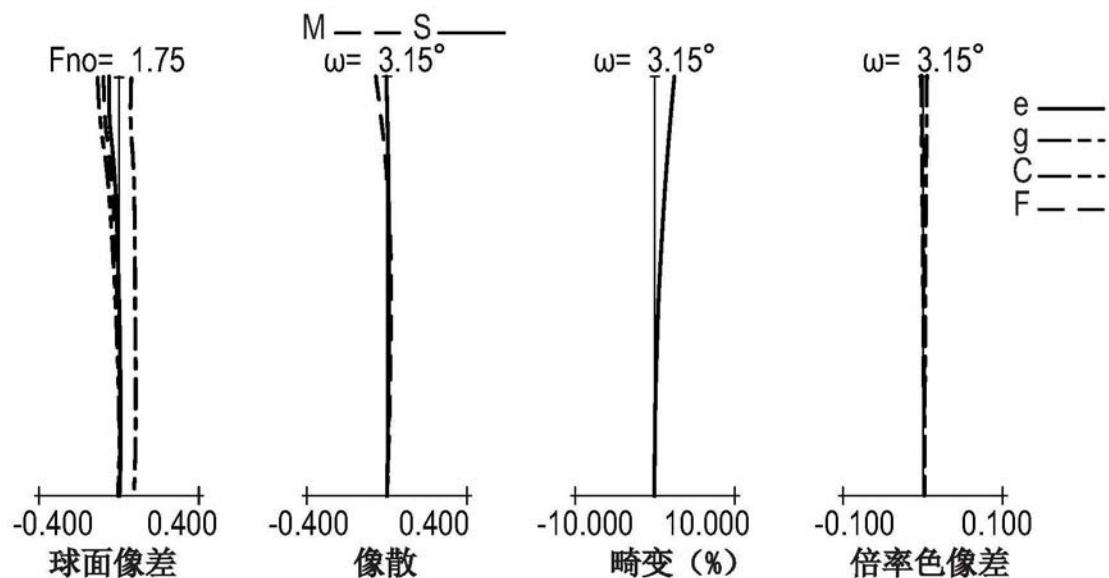


图6B

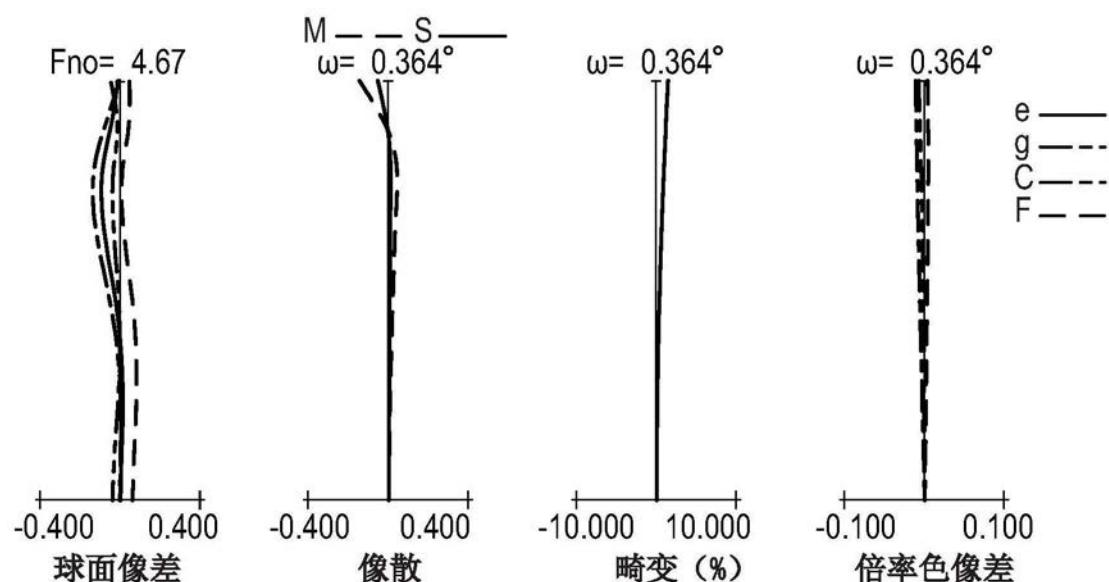


图6C

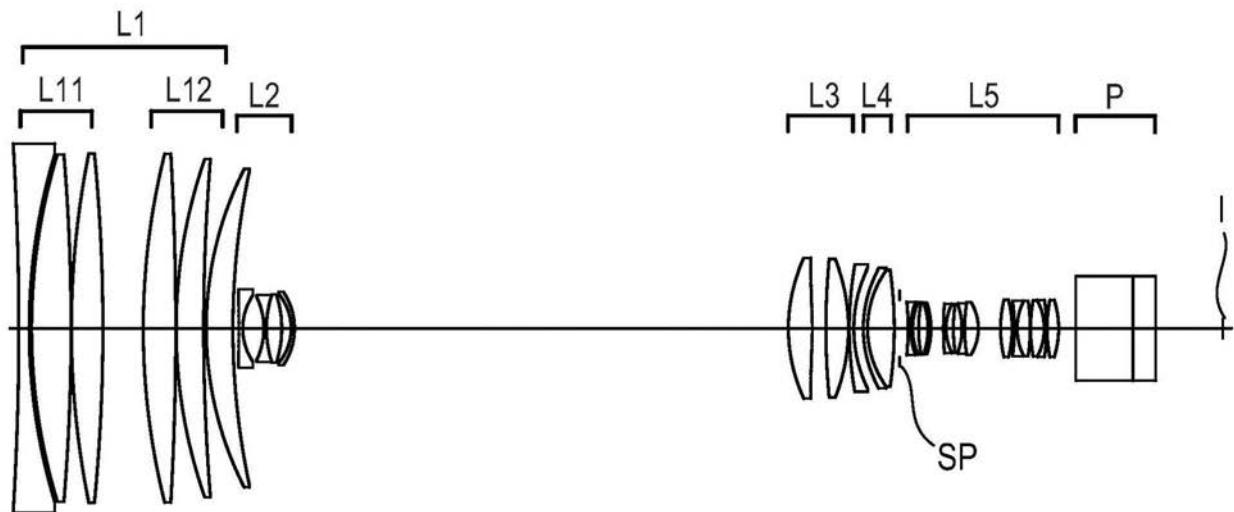


图7

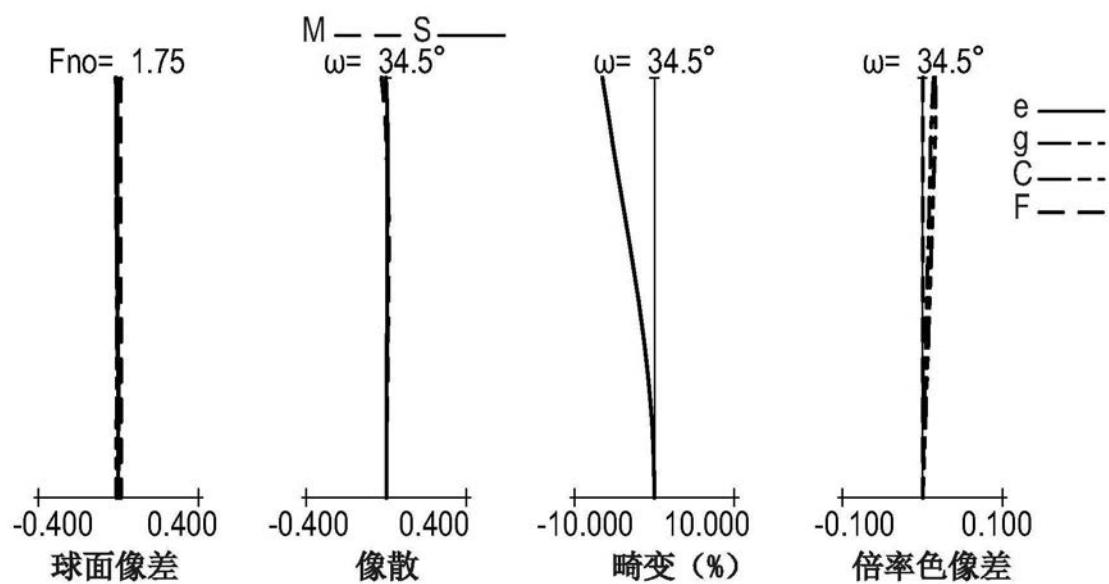


图8A

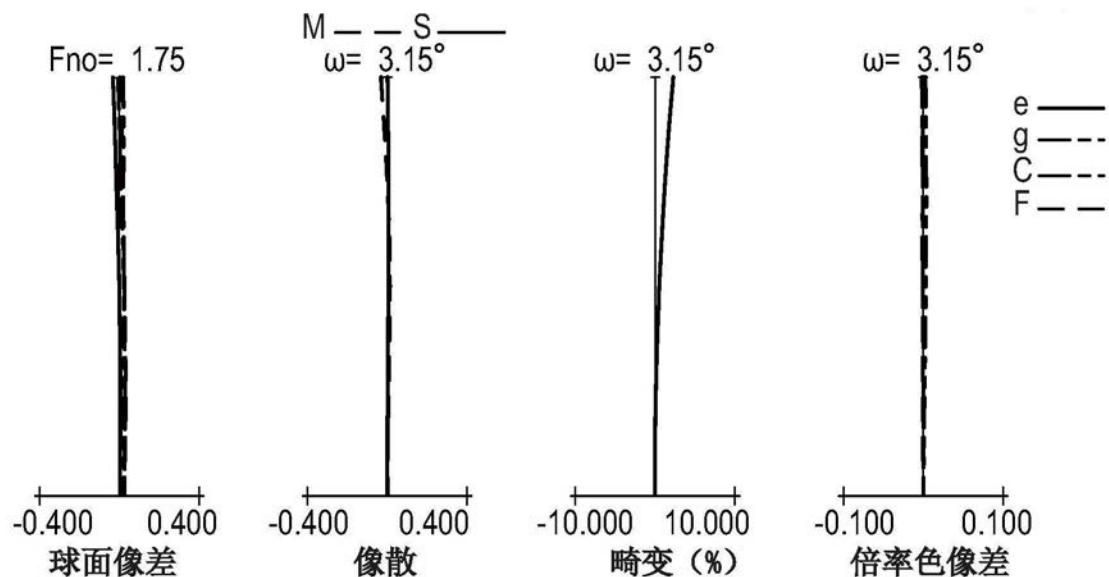


图8B

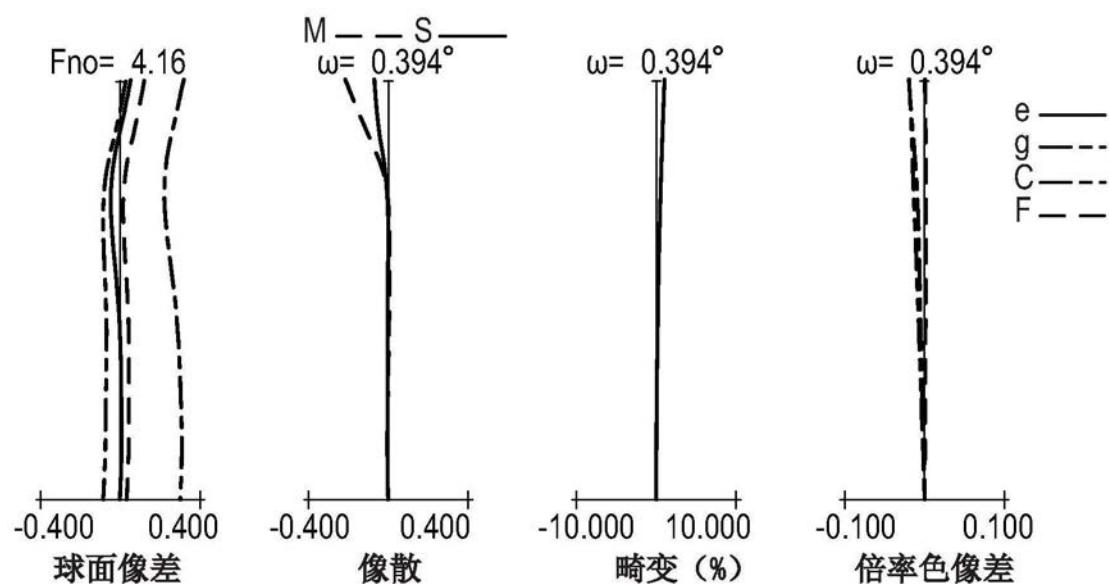


图8C

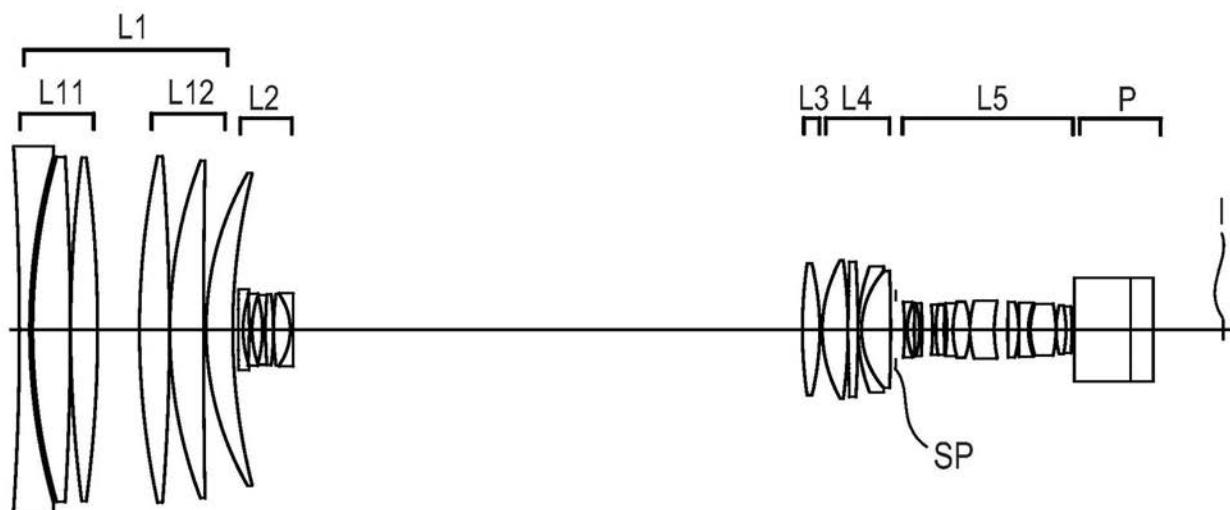


图9

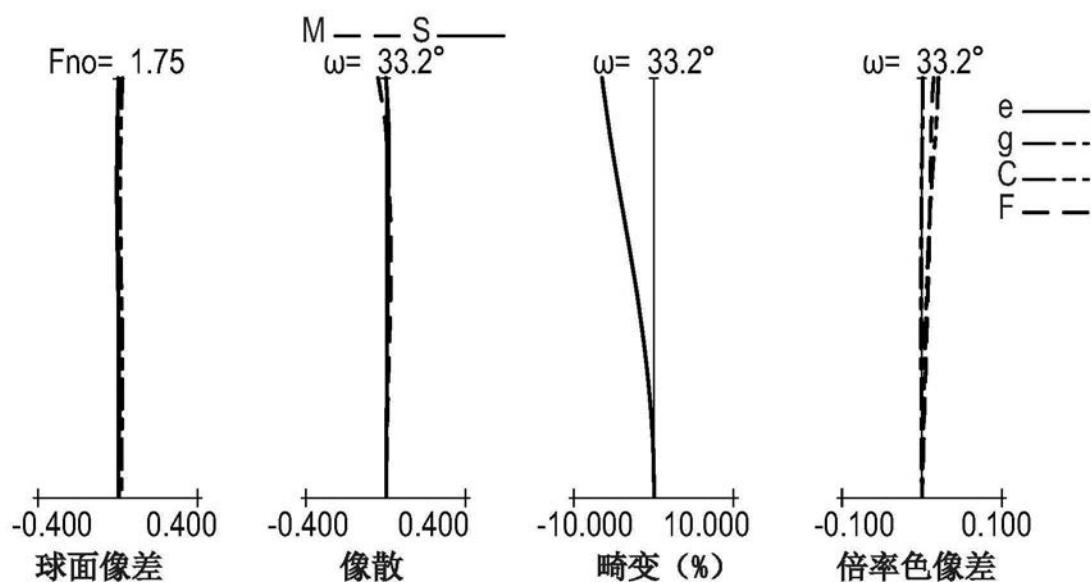


图10A

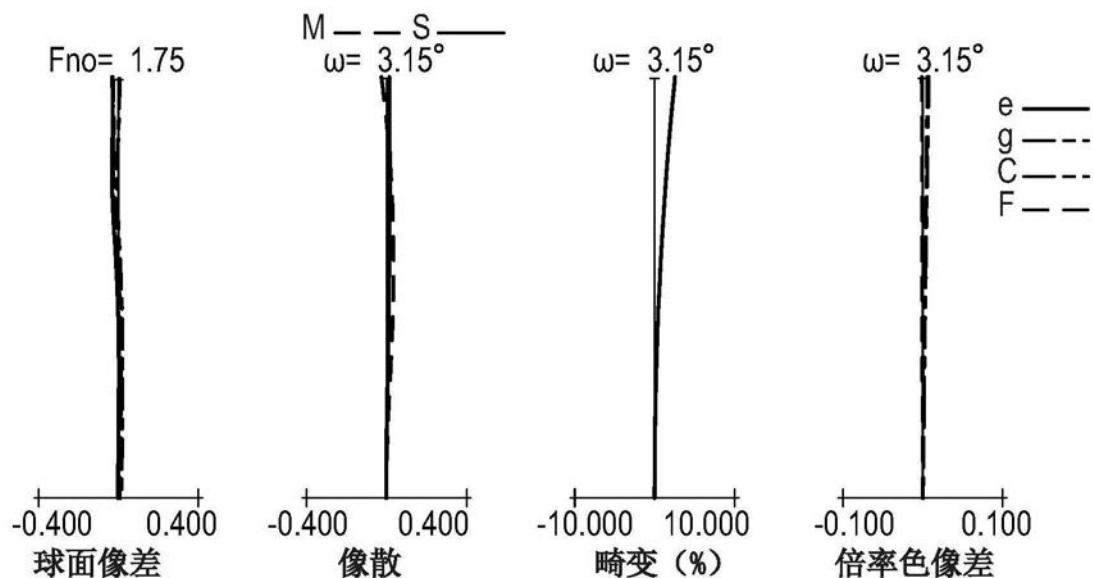


图10B

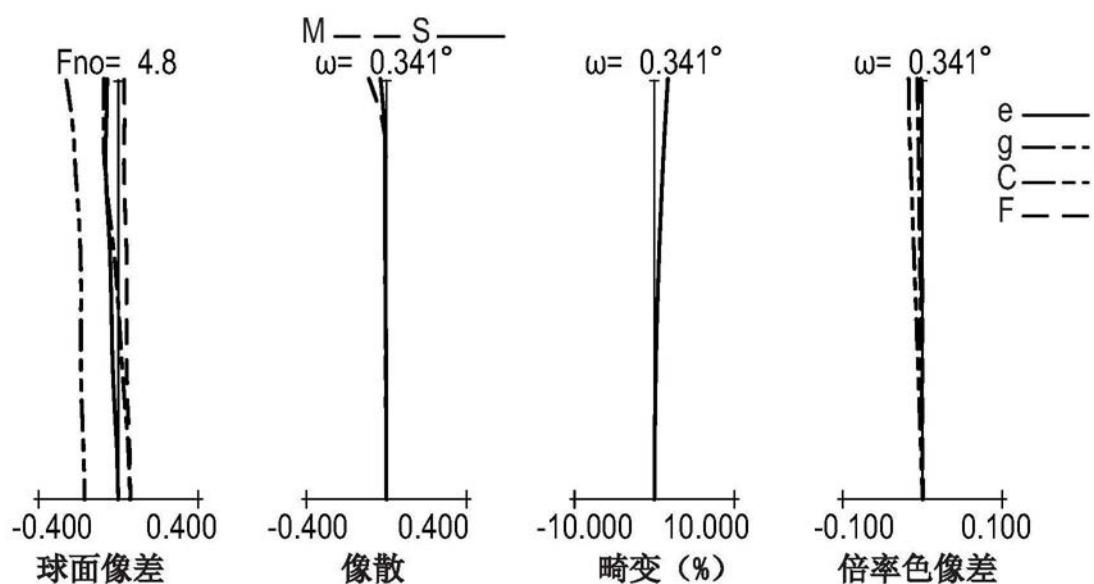


图10C

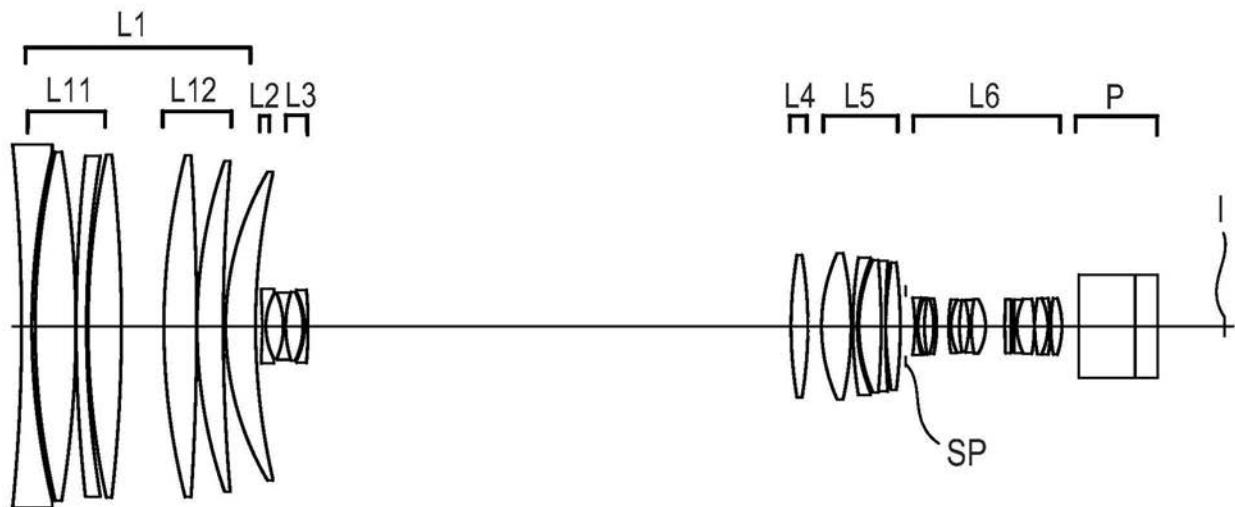


图11

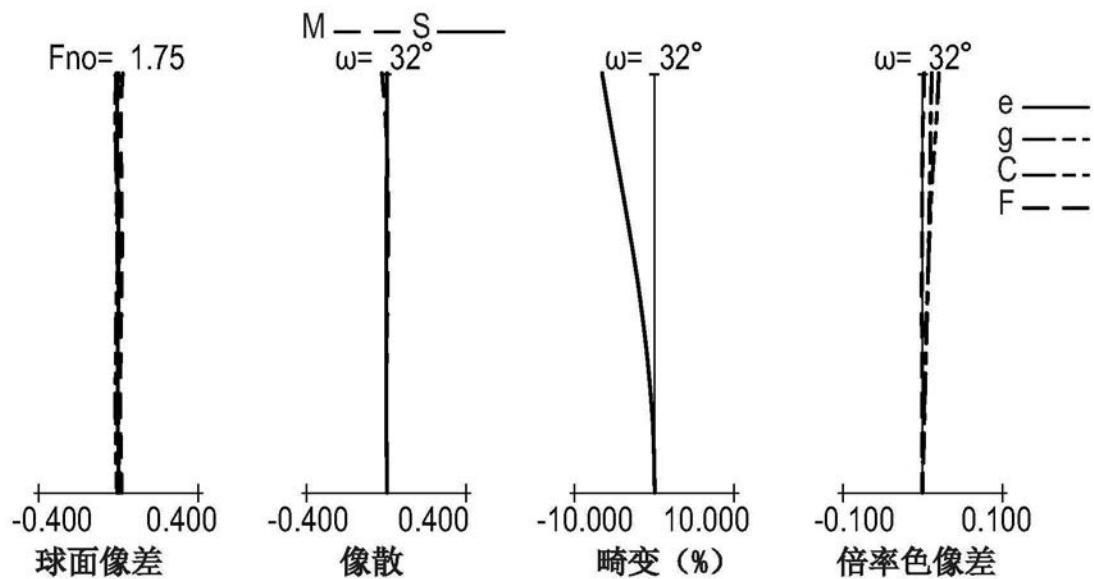


图12A

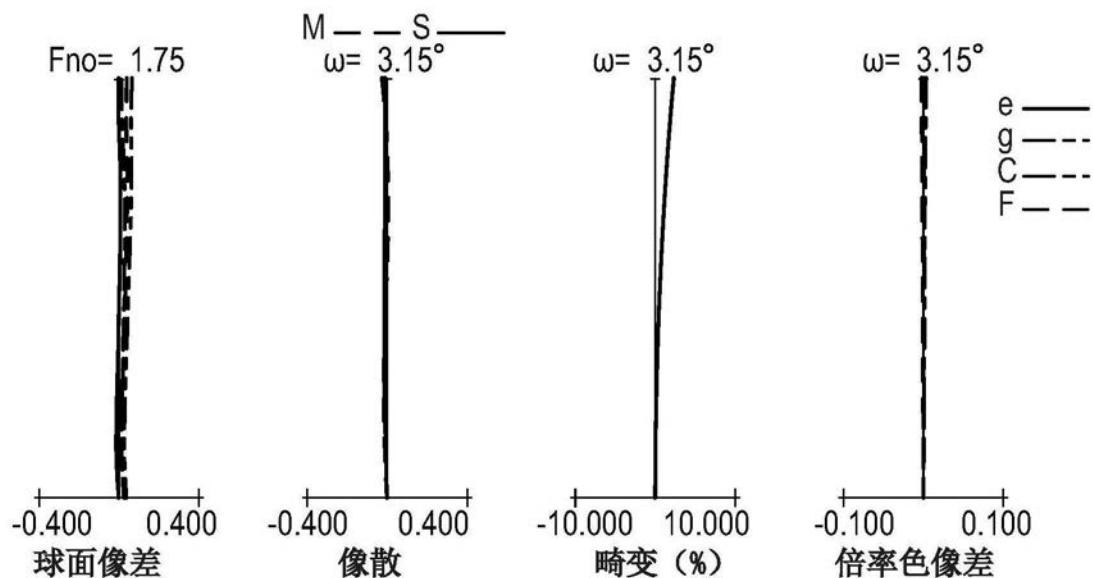


图12B

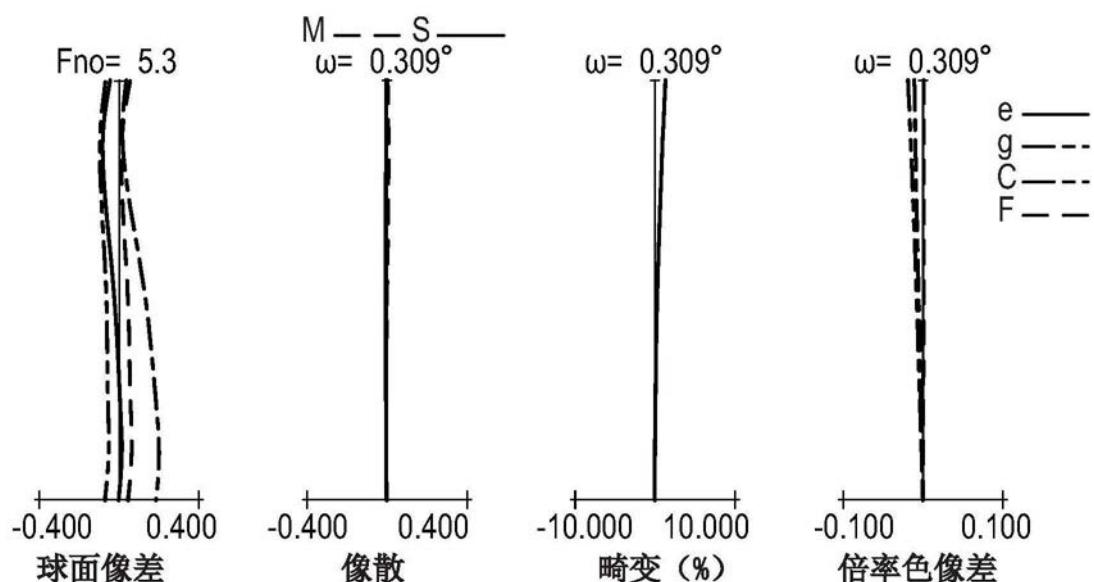


图12C

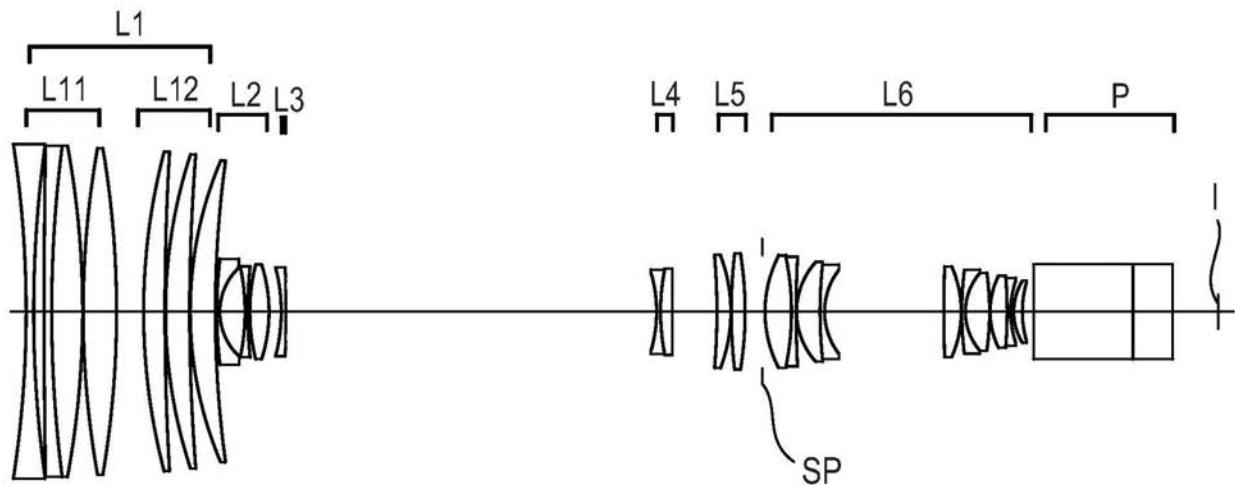


图13

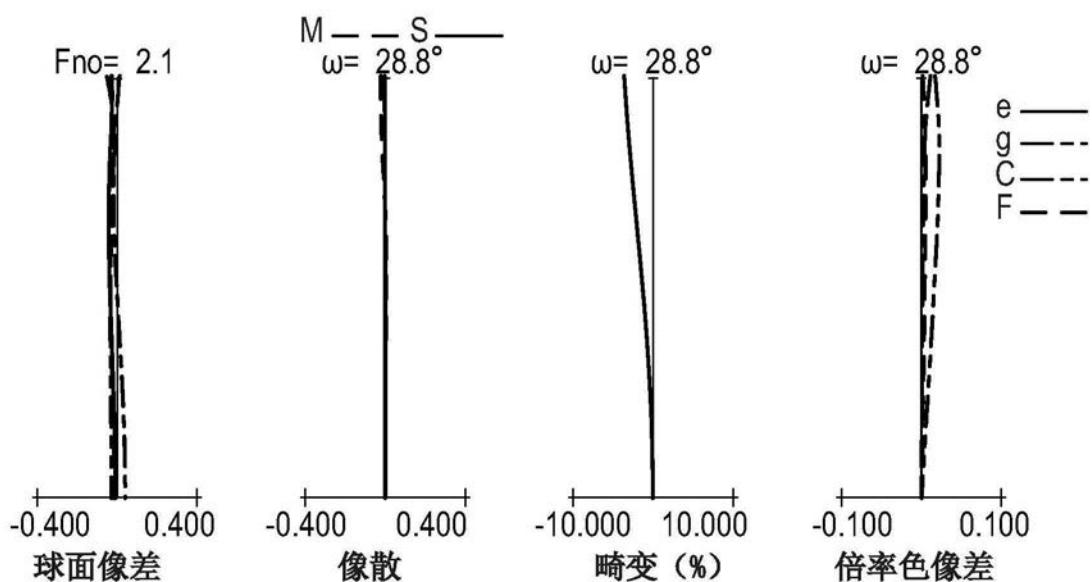


图14A

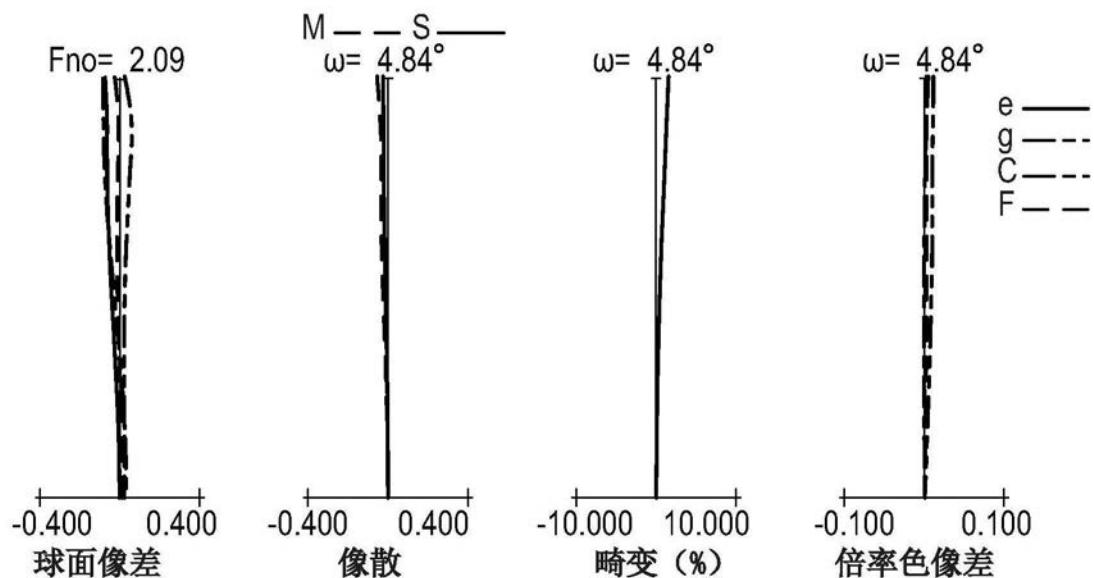


图14B

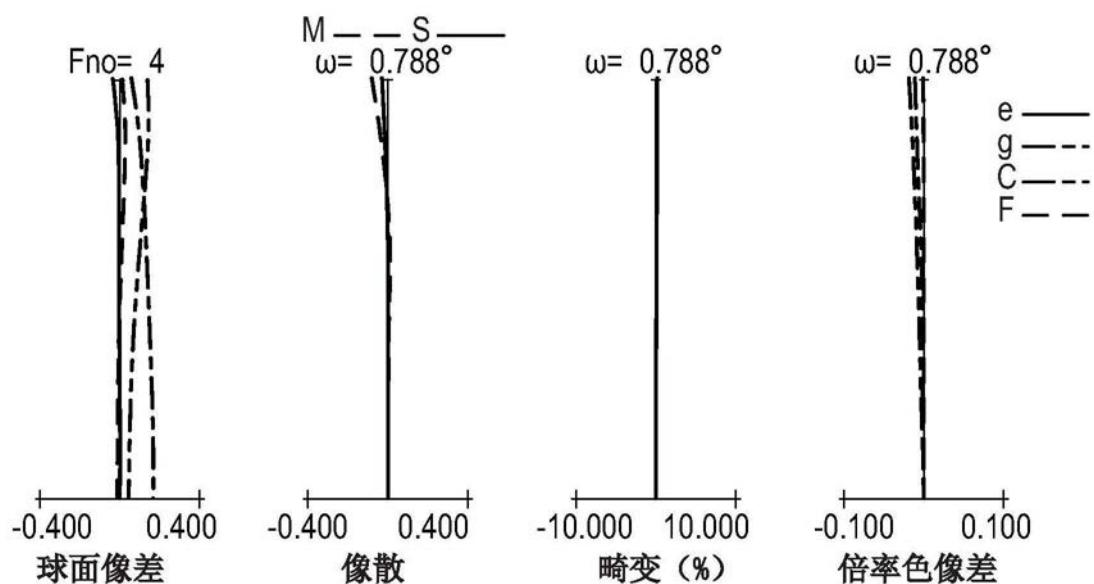


图14C

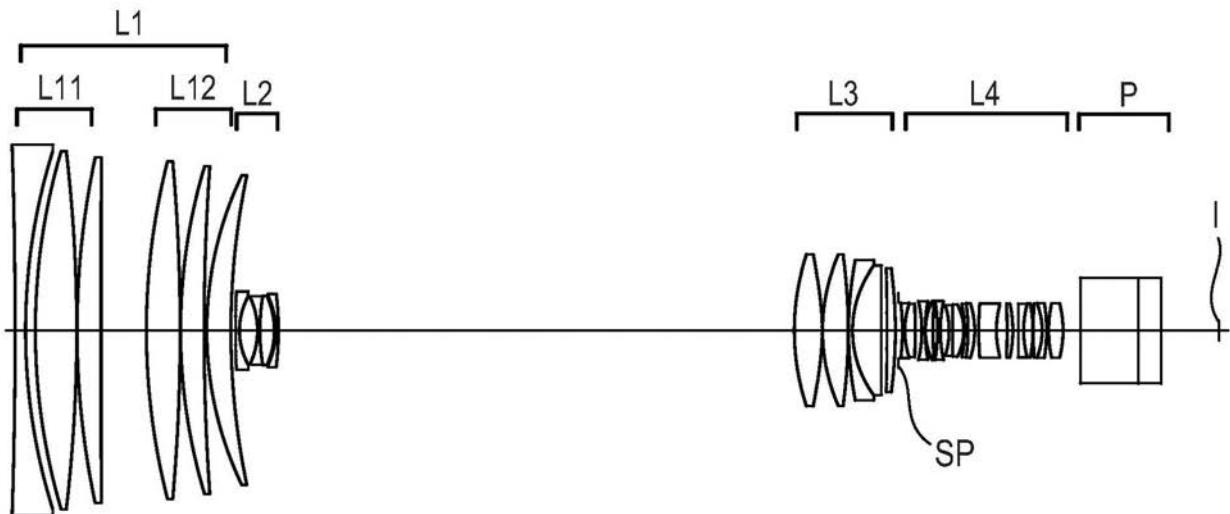


图15

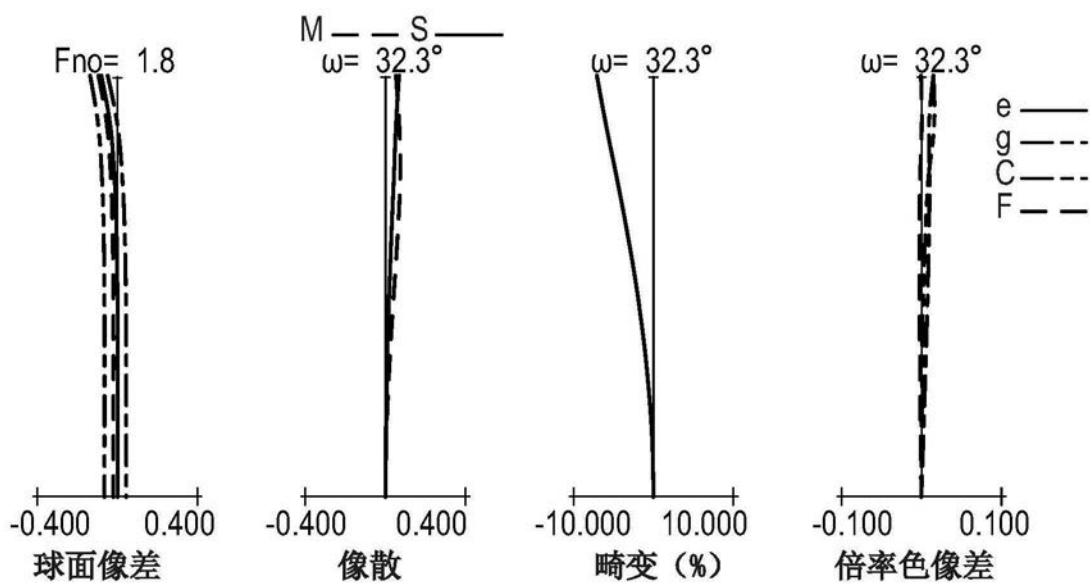


图16A

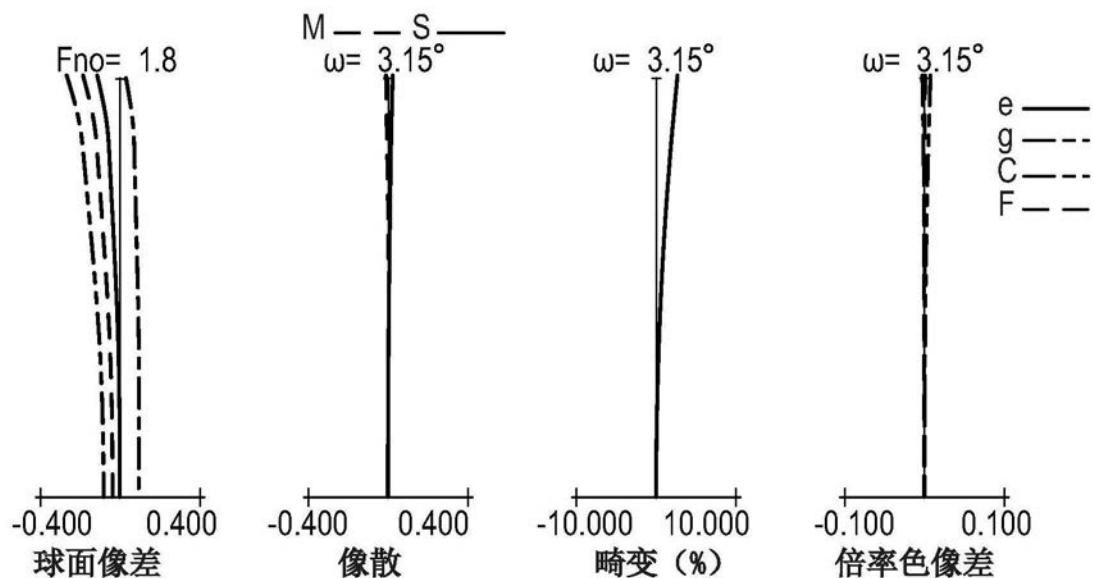


图16B

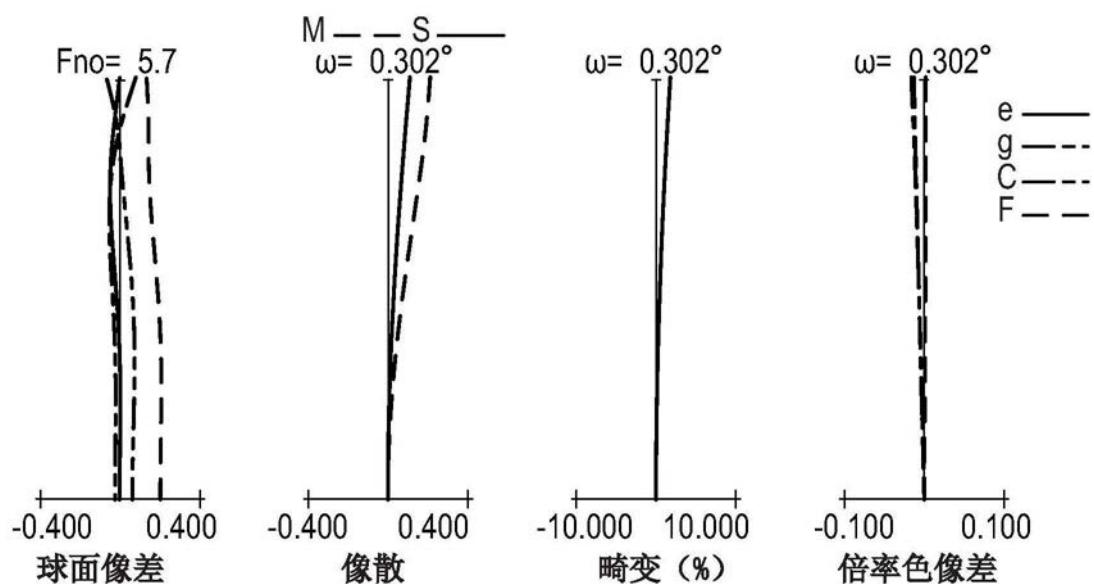


图16C

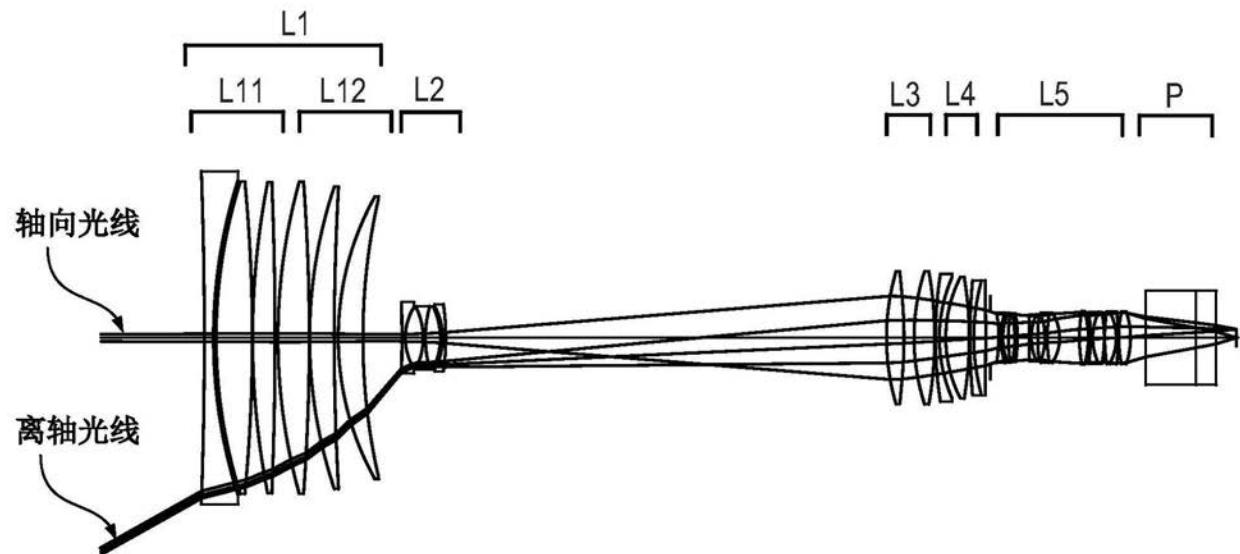


图17A

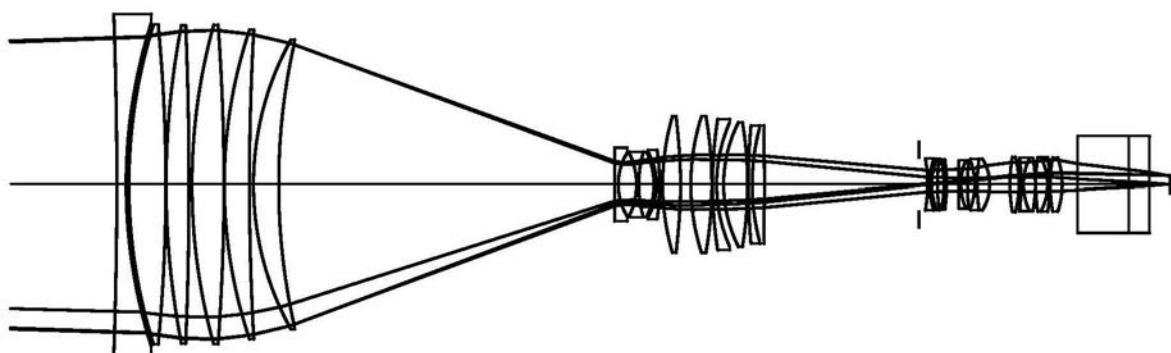


图17B

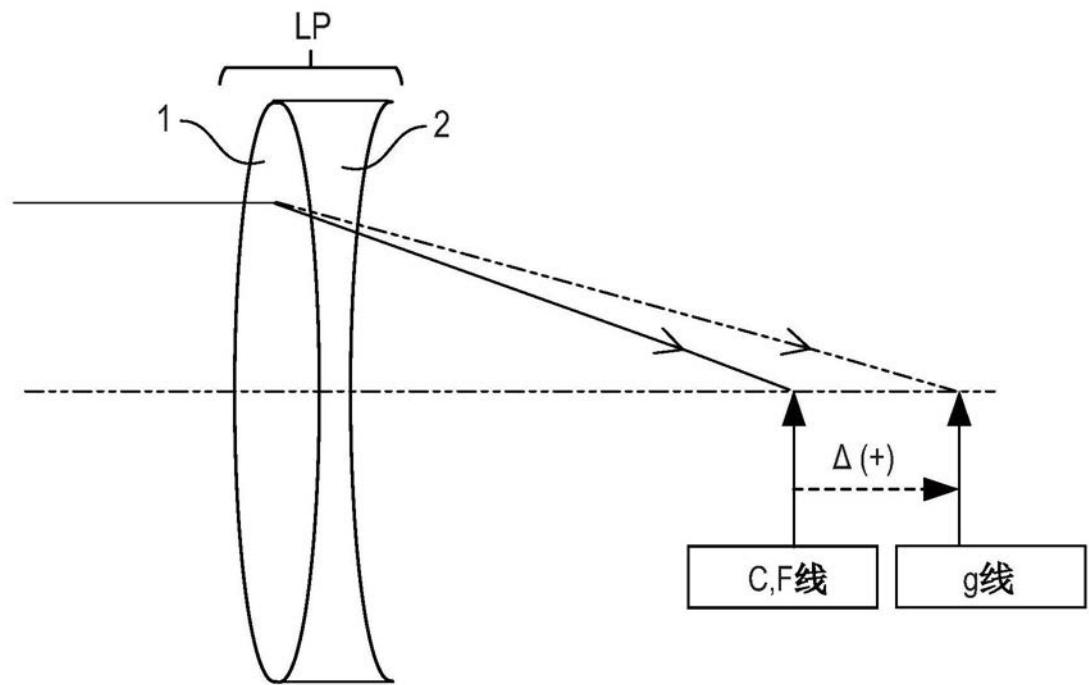


图18

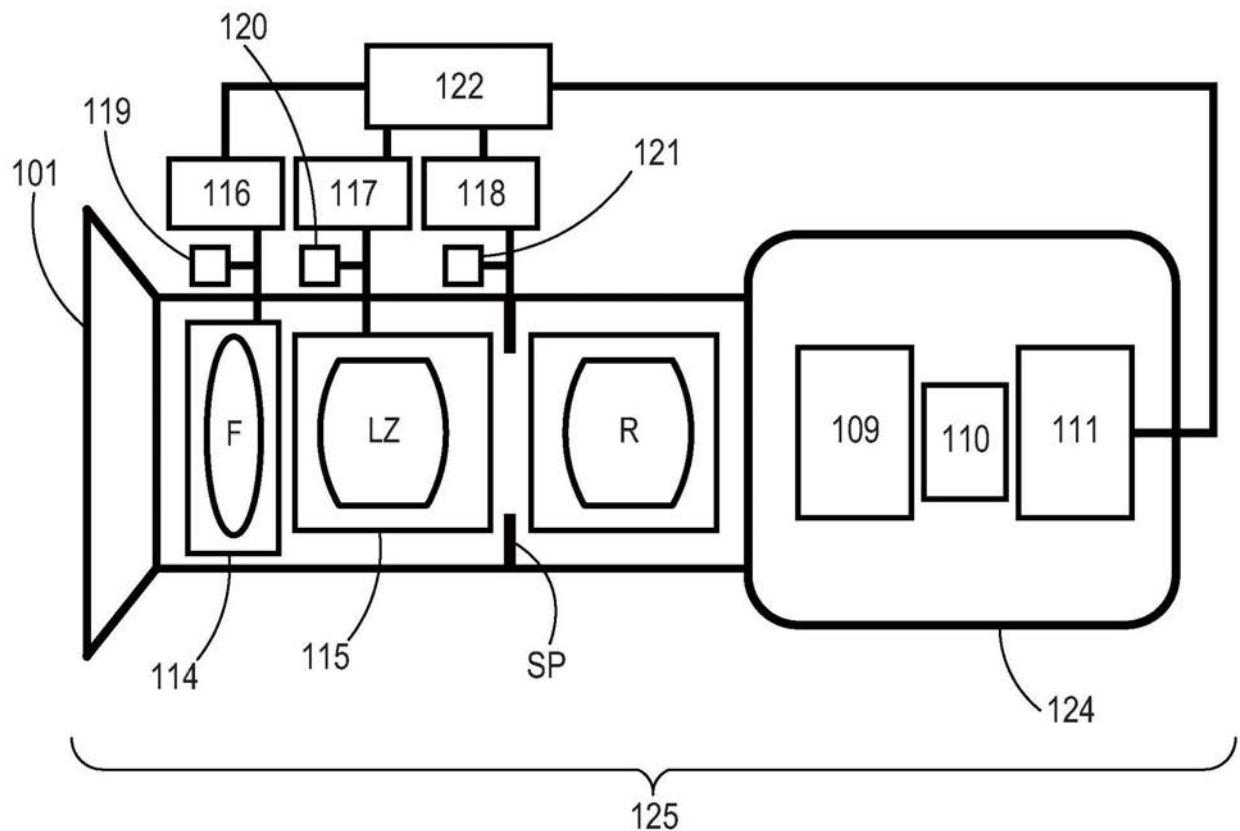


图19