



(21)申请号 201611076002.4

(22)申请日 2016.11.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106842528 A

(43)申请公布日 2017.06.13

(30)优先权数据

2015-236483 2015.12.03 JP

(73)专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 奥村哲一郎

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 张劲松

(51)Int.Cl.

G02B 15/20(2006.01)

(56)对比文件

US 2014146216 A1, 2014.05.29,

JP 2004126307 A, 2004.04.22,

JP 2015203736 A, 2015.11.16,

JP 2008052174 A, 2008.03.06,

JP 2004037967 A, 2004.02.05,

JP 2011095505 A, 2011.05.12,

审查员 秦玉珍

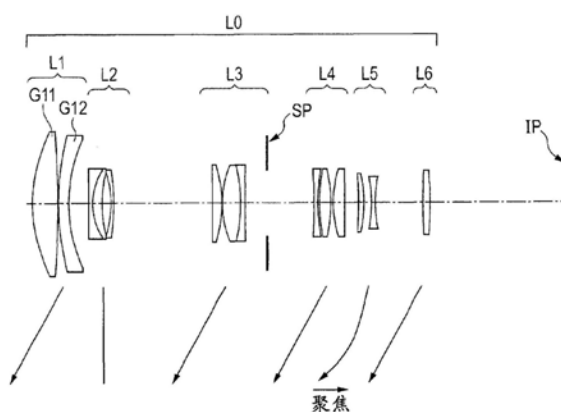
权利要求书4页 说明书17页 附图8页

(54)发明名称

变焦透镜和包含变焦透镜的图像拾取装置

(57)摘要

本发明公开了变焦透镜和包含变焦透镜的图像拾取装置。提供一种变焦透镜,该变焦透镜从物体侧到像侧依次包含:具有正折光力的第一透镜单元;具有负折光力的第二透镜单元;具有正折光力的第三透镜单元;具有正折光力的第四透镜单元;具有负折光力的第五透镜单元;以及具有正折光力的第六透镜单元,其中,第一透镜单元与第二透镜单元之间的间隔在从广角端到望远端的变焦期间增加,相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间改变,并且包含在第一透镜单元中的透镜的透镜形状被适当地设定。



1. 一种变焦透镜,其特征在于,该变焦透镜从物体侧到像侧依次包括:
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;
具有正折光力的第三透镜单元;
具有正折光力的第四透镜单元;
具有负折光力的第五透镜单元;以及
具有正折光力的第六透镜单元,
其中,所述第一透镜单元与第二透镜单元之间的间隔在从广角端到望远端的变焦期间增加,
其中,相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间改变,
其中,所述第一透镜单元从物体侧到像侧依次由正透镜和弯月负透镜组成,所述正透镜具有面向物体侧的凸表面,所述弯月负透镜具有面向物体侧的凸表面,并且
其中,满足以下的条件表达式:
$$1.2 \leq |f_{G12}/f_w| \leq 10.0,$$
其中, f_{G12} 代表所述弯月负透镜的焦距,并且 f_w 代表广角端的所述变焦透镜的焦距。
2. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,满足以下的条件表达式:
$$0.0 < (r_{12a} - r_{12b}) / (r_{12a} + r_{12b}) \leq 0.6,$$
其中, r_{12a} 代表所述弯月负透镜的物体侧透镜表面的曲率半径,并且 r_{12b} 代表所述弯月负透镜的像侧透镜表面的曲率半径。
3. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,所述弯月负透镜由树脂材料制成。
4. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,满足以下的条件表达式:
$$0.6 \leq r_{12b}/f_w \leq 3.5,$$
其中, r_{12b} 代表所述弯月负透镜的像侧透镜表面的曲率半径。
5. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,满足以下的条件表达式:
$$55.0 \leq v_{dG11} \leq 100.0,$$
其中, v_{dG11} 代表所述正透镜的材料的阿贝数。
6. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,所述第五透镜单元被配置为在从无限远到近距离的聚焦期间向像侧移动。
7. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,满足以下的条件表达式:
$$0.58 < S_{kw}/f_w < 1.00,$$
其中, S_{kw} 代表广角端的后焦距。
8. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,在从广角端到望远端的变焦期间,所述第二透镜单元被配置为不移动,并且所述第一透镜单元、第三透镜单元、第四透镜单元、第五透镜单元和第六透镜单元被配置为向物体侧移动。
9. 根据权利要求1所述的变焦透镜,其中,所述变焦透镜从物体侧到像侧依次由以下组成:
具有正折光力的第一透镜单元;
具有负折光力的第二透镜单元;
具有正折光力的第三透镜单元;

具有正折光力的第四透镜单元；
具有负折光力的第五透镜单元；以及
具有正折光力的第六透镜单元。

10. 一种变焦透镜，其特征在于，该变焦透镜从物体侧到像侧依次包括：

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；
具有正折光力的第三透镜单元；
具有正折光力的第四透镜单元；
具有负折光力的第五透镜单元；以及
具有正折光力的第六透镜单元，

其中，所述第一透镜单元与第二透镜单元之间的间隔在从广角端到望远端的变焦期间增加，

其中，相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间改变，

其中，所述第一透镜单元从物体侧到像侧依次由正透镜和弯月负透镜组成，所述正透镜具有面向物体侧的凸表面，所述弯月负透镜具有面向物体侧的凸表面，并且

其中，满足以下的条件表达式：

$$0.0 < (r_{12a} - r_{12b}) / (r_{12a} + r_{12b}) \leq 0.6,$$

其中， r_{12a} 代表所述弯月负透镜的物体侧透镜表面的曲率半径，并且 r_{12b} 代表所述弯月负透镜的像侧透镜表面的曲率半径。

11. 一种变焦透镜，其特征在于，该变焦透镜从物体侧到像侧依次包括：

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；
具有正折光力的第三透镜单元；
具有正折光力的第四透镜单元；
具有负折光力的第五透镜单元；以及
具有正折光力的第六透镜单元，

其中，所述第一透镜单元与第二透镜单元之间的间隔在从广角端到望远端的变焦期间增加，

其中，相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间改变，

其中，所述第一透镜单元从物体侧到像侧依次由正透镜和弯月负透镜组成，所述正透镜具有面向物体侧的凸表面，所述弯月负透镜具有面向物体侧的凸表面，并且

其中，满足以下的条件表达式：

$$0.6 \leq r_{12b} / f_w \leq 3.5,$$

其中， r_{12b} 代表所述弯月负透镜的像侧透镜表面的曲率半径，并且 f_w 代表广角端的所述变焦透镜的焦距。

12. 一种变焦透镜，其特征在于，该变焦透镜从物体侧到像侧依次包括：

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；
具有正折光力的第三透镜单元；

具有正折光力的第四透镜单元；

具有负折光力的第五透镜单元；以及

具有正折光力的第六透镜单元，

其中，所述第一透镜单元与第二透镜单元之间的间隔在从广角端到望远端的变焦期间增加，

其中，相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间改变，

其中，所述第一透镜单元从物体侧到像侧依次由正透镜和弯月负透镜组成，所述正透镜具有面向物体侧的凸表面，所述弯月负透镜具有面向物体侧的凸表面，并且

其中，满足以下的条件表达式：

$$55.0 \leq v_{dG11} \leq 100.0,$$

其中， v_{dG11} 代表所述正透镜的材料的阿贝数。

13. 一种变焦透镜，其特征在于，该变焦透镜从物体侧到像侧依次包括：

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；

具有正折光力的第三透镜单元；

具有正折光力的第四透镜单元；

具有负折光力的第五透镜单元；以及

具有正折光力的第六透镜单元，

其中，所述第一透镜单元与第二透镜单元之间的间隔在从广角端到望远端的变焦期间增加，

其中，相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间改变，

其中，所述第一透镜单元从物体侧到像侧依次由正透镜和弯月负透镜组成，所述正透镜具有面向物体侧的凸表面，所述弯月负透镜具有面向物体侧的凸表面，并且

其中，满足以下的条件表达式：

$$0.58 < Skw/f_w < 1.00,$$

其中， Skw 代表广角端的后焦距，并且 f_w 代表广角端的所述变焦透镜的焦距。

14. 一种变焦透镜，其特征在于，该变焦透镜从物体侧到像侧依次包括：

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；

具有正折光力的第三透镜单元；

具有正折光力的第四透镜单元；

具有负折光力的第五透镜单元；以及

具有正折光力的第六透镜单元，

其中，所述第一透镜单元与第二透镜单元之间的间隔在从广角端到望远端的变焦期间增加，

其中，在从广角端到望远端的变焦期间，所述第二透镜单元被配置为不移动，并且所述第一透镜单元、第三透镜单元、第四透镜单元、第五透镜单元和第六透镜单元被配置为向物体侧移动，

其中，相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间改变，并且

其中,所述第一透镜单元从物体侧到像侧依次由正透镜和弯月负透镜组成,所述正透镜具有面向物体侧的凸表面,所述弯月负透镜具有面向物体侧的凸表面。

15.一种图像拾取装置,其特征在于,该图像拾取装置包括:

根据权利要求1~14中的任一项所述的变焦透镜;和

图像拾取元件,该图像拾取元件被配置为接收由所述变焦透镜形成的图像。

变焦透镜和包含变焦透镜的图像拾取装置

技术领域

[0001] 本发明涉及适合于要被用在诸如数字照相机、视频照相机、广播照相机、监视照相机或卤化银胶片照相机的图像拾取装置中的图像拾取光学系统的变焦透镜和包含变焦透镜的图像拾取装置。

背景技术

[0002] 近年来,作为要被用在图像拾取装置中的图像拾取光学系统,要求作为整体小且重量轻并且具有短的总透镜长度和高的变焦比的这样的变焦透镜。作为满足这些要求的变焦透镜,已知存在其中具有正折光力的透镜单元被布置为最接近物体侧的正引导型变焦透镜。

[0003] 在日本专利申请公开No.2012-47814中,公开了一种变焦透镜,该变焦透镜从物体侧到像侧依次(in order)包含具有正折光力、负折光力、正折光力、正折光力、负折光力和正折光力的第一透镜单元到第六透镜单元,并且被配置为在变焦期间改变相邻的透镜单元之间的间隔。

[0004] 获得作为整体小并且具有高的变焦比的正引导型变焦透镜是相对容易的。在正引导型变焦透镜中,轴光线(axial ray)在许多情况下在远离光轴的位置处通过第一透镜单元。因而,在正引导型变焦透镜中,第一透镜单元的有效直径趋于增加,从而导致大的第一透镜单元。并且,当在望远端的焦距长的同时增加变焦比时,在变焦范围的望远侧,大量地在第一透镜单元中产生诸如球面像差、慧差和色差的各种像差。

[0005] 在正引导型变焦透镜中,第一透镜单元的透镜结构大大地影响变焦透镜的光学特性,并且第一透镜单元的尺寸大大地影响变焦透镜的整个尺寸和重量。因此,为了获得作为整体小且重量轻并且具有高的变焦比和整个变焦范围上的高的光学特性的正引导型变焦透镜,除了透镜单元的数量和各透镜单元的折光力以外,适当地确定第一透镜单元的透镜结构是重要的。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供具有高的变焦比和整个变焦范围上的令人满意的特性的小且重量轻的变焦透镜、以及包含变焦透镜的图像拾取装置。

[0007] 根据本发明的一个实施例,提供一种变焦透镜,该变焦透镜从物体侧到像侧依次包括:

[0008] 具有正折光力的第一透镜单元;

[0009] 具有负折光力的第二透镜单元;

[0010] 具有正折光力的第三透镜单元;

[0011] 具有正折光力的第四透镜单元;

[0012] 具有负折光力的第五透镜单元;以及

[0013] 具有正折光力的第六透镜单元,

[0014] 其中,所述第一透镜单元与第二透镜单元之间的间隔在从广角端到望远端的变焦期间增加,

[0015] 其中,相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间改变,并且

[0016] 其中,所述第一透镜单元从物体侧到像侧依次由正透镜G11和弯月负透镜G12组成,所述正透镜G11具有面向物体侧的凸表面,所述弯月负透镜G12具有面向物体侧的凸表面。

[0017] 本发明的进一步特征从以下参照附图的示例性实施例的描述将变得清楚。

附图说明

[0018] 图1是根据本发明的示例1的变焦透镜的透镜截面图。

[0019] 图2A是示例1的变焦透镜中的在广角端的无限远端处的各种像差图。

[0020] 图2B是示例1的变焦透镜中的在望远端的无限远端处的各种像差图。

[0021] 图3是根据本发明的示例2的变焦透镜的透镜截面图。

[0022] 图4A是示例2的变焦透镜中的在广角端的无限远端处的各种像差图。

[0023] 图4B是示例2的变焦透镜中的在望远端的无限远端处的各种像差图。

[0024] 图5是根据本发明的示例3的变焦透镜的透镜截面图。

[0025] 图6A是示例3的变焦透镜中的在广角端的无限远端处的各种像差图。

[0026] 图6B是示例3的变焦透镜中的在望远端的无限远端处的各种像差图。

[0027] 图7是用于示出第一透镜单元的结构与像差系数I之间的关系的示图。

[0028] 图8是用于示出第一透镜单元的结构与像差系数II之间的关系的示图。

[0029] 图9是根据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

[0030] 现在,参照附图描述本发明的示例性实施例。根据本发明的变焦透镜从物体侧到像侧依次包含:具有正折光力的第一透镜单元;具有负折光力的第二透镜单元;具有正折光力的第三透镜单元;具有正折光力的第四透镜单元;具有负折光力的第五透镜单元;以及具有正折光力的第六透镜单元。第一透镜单元与第二透镜单元之间的间隔在从广角端到望远端的变焦期间增加。相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间改变。

[0031] 图1是根据本发明的示例1的变焦透镜在广角端(短焦距端)聚焦在无限远处的物体上时的透镜截面图。图2A是示例1的变焦透镜在广角端聚焦在无限远处的物体上时的像差图。图2B是示例1的变焦透镜在望远端(长焦距端)聚焦在无限远处的物体上时的像差图。示例1的变焦透镜具有4.25的变焦比和从大约4.16到大约5.88的F数。

[0032] 图3是根据本发明的示例2的变焦透镜在广角端聚焦在无限远处的物体上时的透镜截面图。图4A是示例2的变焦透镜在广角端聚焦在无限远处的物体上时的像差图。图4B是示例2的变焦透镜在望远端聚焦在无限远处的物体上时的像差图。示例2的变焦透镜具有4.25的变焦比和从大约4.16到大约5.88的F数。

[0033] 图5是根据本发明的示例3的变焦透镜在广角端聚焦在无限远处的物体上时的透镜截面图。图6A是示例3的变焦透镜在广角端聚焦在无限远处的物体上时的像差图。图6B是示例3的变焦透镜在望远端聚焦在无限远处的物体上时的像差图。示例3的变焦透镜具有

4.25的变焦比和从大约4.16到大约5.88的F数。

[0034] 图7是用于示出正引导型变焦透镜的第一透镜单元的透镜结构与像差系数I之间的关系的说明图。图8是用于示出正引导型变焦透镜的第一透镜单元的透镜结构与像差系数II之间的关系的说明图。图9是根据本发明的图像拾取装置的主要部分的示意图。

[0035] 每个示例的变焦透镜是要被用在诸如数字照相机、视频照相机、广播照相机、监视照相机和卤化银胶片照相机的图像拾取装置中的变焦透镜。每个示例的变焦透镜还可以被用作投影装置(投影仪)的投影光学系统。

[0036] 在透镜截面图中,左侧是物体侧(前方),并且右侧是像侧(后方)。变焦透镜L0在透镜截面图中的每一个中被示出。当从物体侧起的透镜单元的次序由i代表时,第i个透镜单元由 L_i 代表。孔径光阑SP也被示出。当变焦透镜被用作数字照相机、视频照相机等的图像拾取装置时,像面IP与诸如CCD传感器或CMOS传感器的图像拾取元件(光电转换元件)的图像拾取表面对应。

[0037] 当变焦透镜被用作卤化银胶片照相机的图像拾取装置时,像面IP与胶片表面对应。在从广角端到望远端的变焦期间,第一透镜单元L1以及第三透镜单元L3到第六透镜单元L6被配置为如箭头所指示的那样向物体侧移动。第二透镜单元L2被配置为不移动。相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间改变。在从无限远到近距离的聚焦期间,第五透镜单元L5被配置为如涉及聚焦的箭头所指示的那样向像侧移动。

[0038] 在球面像差图中,F数由 F_{no} 代表。并且,d指示d线(波长:587.6nm),g指示g线(波长:435.8nm),并且F指示F线(波长:435.8nm)。在像散图中,M指示d线处的子午像面,并且S指示d线处的弧矢像面。畸变像差图是关于d线的示图。横向色差图是相对于d线的g线的示图。半视角(度)由 ω 代表。

[0039] 每个示例的变焦透镜从物体侧到像侧依次包含如下布置的透镜单元。变焦透镜包含具有正折光力的第一透镜单元L1、具有负折光力的第二透镜单元L2、具有正折光力的第三透镜单元L3、孔径光阑SP、具有正折光力的第四透镜单元L4、具有负折光力的第五透镜单元L5以及具有正折光力的第六透镜单元L6。

[0040] 在每个示例中,相邻的透镜单元之间的间隔在变焦期间改变。具体而言,在望远端,与广角端相比,第一透镜单元L1与第二透镜单元L2之间的间隔大,第二透镜单元L2与第三透镜单元L3之间的间隔小,第三透镜单元L3与第四透镜单元L4之间的间隔小,第四透镜单元L4与第五透镜单元L5之间的间隔小,并且第五透镜单元L5与第六透镜单元L6之间的间隔大。孔径光阑SP被布置在第三透镜单元L3与第四透镜单元L4之间,并且被配置为在变焦期间与第三透镜单元L3一体化地(沿与第三透镜单元L3相同的轨迹)移动。

[0041] 在本发明的变焦透镜中,第一透镜单元L1从物体侧到像侧依次由具有面向物体侧的凸表面的正透镜G11和具有面向物体侧的凸表面的弯月负透镜G12组成。

[0042] 描述包含由三个透镜组成的第一透镜单元L1的正引导型变焦透镜。即,第一透镜单元L1从物体侧到像侧依次由具有面向物体侧的凸表面的正透镜以及通过接合正透镜和具有面向物体侧的凸表面的弯月负透镜所获得的接合透镜组成。当第一透镜单元L1由三个透镜组成时,在轴光线在高的位置处行进的望远侧,球面像差、慧差、色差等容易被校正。

[0043] 这里,从物体侧到像侧依次由正透镜、负透镜以及正透镜组成的第一透镜单元L1的结构被称为结构A。并且,如本发明中那样从物体侧到像侧依次由正透镜和弯月负透镜组

成的第一透镜单元L1的结构被称为结构B。描述这些情况下的像差系数I和II。图7和图8是在每个透镜表面中产生的像差系数I和II的说明图。在图7和图8的示图中,横轴代表表面号,并且纵轴代表像差系数。

[0044] 像差系数I和II的总像差系数在第一透镜单元L1的上述透镜结构之间基本上相同,因此可想象作为第一透镜单元L1两种结构具有几乎相同的像差产生量。然而,每个透镜表面中的像差系数在结构之间大大地不同。首先,在由三个透镜组成的第一透镜单元L1的结构A中,每个透镜表面中的像差系数具有小的值。

[0045] 可想象,这是因为像差被校正以减少在每个透镜表面中产生的像差量。另一方面,在本发明的由两个透镜组成的结构B中,在每个透镜表面中产生的像差量大。这是因为通过在各透镜表面中产生像差使得像差相互抵消,像差被校正。考虑色差的校正,结构B的两个透镜是由低色散玻璃材料制成的一个正透镜和由高色散玻璃材料制成的一个负透镜。在结构B中,正透镜的数量比结构A中的数量少,因此正透镜的焦度(power)增加,并且正透镜的每个透镜表面中的像差系数增加。

[0046] 在本发明中,通过产生像差使得大量地在正透镜中产生的像差系数I和II被具有面向物体侧的凸表面的弯月负透镜的像侧透镜表面抵消,像差被校正。本发明的变焦透镜包含从物体侧到像侧依次由正透镜和具有面向物体侧的凸表面的弯月负透镜组成的第一透镜单元L1,并因此以少量的透镜获得令人满意的光学特性。

[0047] 为了减小第一透镜单元L1的重量,优选使用树脂材料作为第一透镜单元L1中的负透镜的材料。树脂材料的使用通常具有变焦透镜常常由于温度变化而失焦的问题。然而,第一透镜单元L1中的负透镜的折光力在望远变焦透镜中相对弱,因此变焦透镜几乎不受环境变化影响。并且,正透镜和负透镜从物体侧到像侧依次被布置在第一透镜单元L1中。因而,不可能直接接触由树脂材料制成的负透镜,因此防止负透镜被损坏。

[0048] 另外,优选本发明的变焦透镜满足以下条件表达式中的至少一个。负透镜G12的物体侧透镜表面的曲率半径由 r_{12a} 代表,并且负透镜G12的像侧透镜表面的曲率半径由 r_{12b} 代表。广角端的整个系统的焦距由 f_w 代表。负透镜G12的焦距由 f_{G12} 代表。正透镜G11的材料的阿贝数由 v_{dG11} 代表。广角端的后焦距(back focus)由 Skw 代表。在这种情况下,优选满足以下条件表达式中的至少一个。

[0049] $0.0 < (r_{12a} - r_{12b}) / (r_{12a} + r_{12b}) \leq 0.6 \cdots (1)$

[0050] $0.6 \leq r_{12b} / f_w \leq 3.5 \cdots (2)$

[0051] $1.2 \leq |f_{G12} / f_w| \leq 10.0 \cdots (3)$

[0052] $55.0 \leq v_{dG11} \leq 100.0 \cdots (4)$

[0053] $0.58 < Skw / f_w < 1.00 \cdots (5)$

[0054] 下面,描述各条件表达式的技术含义。条件表达式(1)限定第一透镜单元L1中的弯月负透镜的透镜形状。轴光线被像侧透镜表面大大地折射,以由此平衡第一透镜单元L1中的球面像差和慧差。当该值超过条件表达式(1)的上限时,在弯月负透镜G12的像侧透镜表面中更大量地产生诸如球面像差和慧差的像差,并因此变得难以获得高的光学特性。另一方面,当该值下降到低于条件表达式(1)的下限时,弯月负透镜G12的负折光力弱化,并因此变得难以校正第一透镜单元L1中的色差。

[0055] 条件表达式(2)限定第一透镜单元L1中的弯月负透镜G12的像侧透镜表面的曲率

半径与广角端的整个系统的焦距的比。当该值超过条件表达式(2)的上限时,校正弯月负透镜G12中的像侧透镜表面中的诸如球面像差和慧差的像差的效果降低,并因此变得难以获得高的光学特性。另一方面,当该值下降到低于条件表达式(2)的下限时,在弯月负透镜G12的像侧透镜表面中产生的像差的量增加,并因此变得难以校正第一透镜单元L1中的球面像差、慧差等。并且,当曲率半径减小时,变得难以制造透镜。

[0056] 条件表达式(3)限定第一透镜单元L1中的弯月负透镜G12的焦距与广角端的整个系统的焦距的比。当该值超过条件表达式(3)的上限时,弯月负透镜G12的负折光力弱化(负折光力的绝对值减小),因此校正第一透镜单元L1中的色差的效果降低。另一方面,当该值下降到低于条件表达式(3)的下限时,弯月负透镜G12的负折光力增强(负折光力的绝对值增大),并因此变得难以校正第一透镜单元L1中的球面像差、慧差等,

[0057] 条件表达式(4)涉及第一透镜单元L1中的正透镜G11的材料的阿贝数。关于色差,当对包含在第一透镜单元L1中的正透镜使用低色散玻璃时,在望远侧可以容易地校正轴向和横向色差两者。当该值超过条件表达式(4)的上限时,色差被第一透镜单元L1中的正透镜G11过度地校正。另一方面,当该值下降到低于条件表达式(4)的下限时,色差被第一透镜单元L1中的正透镜G11不充分地校正。

[0058] 条件表达式(5)涉及广角端的后焦距 Skw 与广角端的整个系统的焦距 fw 的比。当该值超过条件表达式(5)的上限并且后焦距增加时,第一透镜单元L1的折光力和第二透镜单元L2的折光力需要被弱化,这导致总透镜长度的增加。另一方面,当该值下降到低于条件表达式(5)的下限并且后焦距过度减小时,变焦透镜在该变焦透镜被应用到单镜头反射照相机的可互换镜头时不利地干涉快速返回镜。

[0059] 更优选将条件表达式(1)~(5)的数值范围设定如下。

[0060] $0.20 \leq (r12a-r12b)/(r12a+r12b) \leq 0.55 \cdots (1a)$

[0061] $0.65 \leq r12b/fw \leq 1.00 \cdots (2a)$

[0062] $1.5 \leq |fG12/fw| \leq 4.0 \cdots (3a)$

[0063] $60.0 \leq vdG11 \leq 96.0 \cdots (4a)$

[0064] $0.65 < Skw/fw < 0.80 \cdots (5a)$

[0065] 下面,描述本发明的每个示例的透镜结构。

[0066] [示例1]

[0067] 第一透镜单元L1从物体侧到像侧依次由具有面向物体侧的凸表面的正透镜G11和具有面向物体侧的凸表面的弯月负透镜G12组成。负透镜G12的物体侧表面和像面侧表面均具有非球面形状。并且,负透镜G12由树脂材料制成。第二透镜单元L2从物体侧到像侧依次由通过接合具有面向物体侧的凹表面的负透镜和具有面向物体侧的凸表面的弯月正透镜所获得的接合透镜、以及具有面向物体侧的凹表面的负透镜组成。

[0068] 第三透镜单元L3从物体侧到像侧依次由具有面向像侧的凸表面的正透镜以及通过接合具有面向物体侧的凸表面的正透镜和具有面向物体侧的凹表面的负透镜所获得的接合透镜组成。孔径光阑SP被布置在第三透镜单元L3的像侧。第四透镜单元L4从物体侧到像侧依次由具有面向物体侧的凹表面的负透镜、具有面向物体侧的凸表面的正透镜、以及具有面向物体侧的凸表面的正透镜组成。

[0069] 第五透镜单元L5从物体侧到像侧依次由具有面向物体侧的凹表面的弯月正透镜

和具有面向物体侧的凹表面的负透镜组成。第五透镜单元L5被配置为在从无限远到近距离的聚焦期间向像面侧移动。第六透镜单元L6由具有面向物体侧的凸表面的正透镜组成。

[0070] [示例2]

[0071] 第一透镜单元L1的透镜结构与示例1相同。第二透镜单元L2从物体侧到像侧依次由通过接合具有面向像侧的凹表面的负透镜和具有面向物体侧的凸表面的弯月正透镜所获得的接合透镜、以及具有面向物体侧的凹表面的负透镜组成。第三透镜单元L3的透镜结构与示例1相同。孔径光阑SP的位置也与示例1相同。

[0072] 第四透镜单元L4从物体侧到像侧依次由具有面向物体侧的凹表面的负透镜、具有面向物体侧的凸表面的正透镜、以及具有面向物体侧的凸表面的正透镜组成。第五透镜单元L5的透镜结构与示例1相同。第五透镜单元L5被配置为在从无限远到近距离的聚焦期间向像面侧移动。第六透镜单元L6由具有面向物体侧的凸表面的正透镜组成。

[0073] [示例3]

[0074] 第一透镜单元L1的透镜结构与示例1相同。第二透镜单元L2从物体侧到像侧依次由通过接合具有面向像侧的凹表面的负透镜和具有面向物体侧的凸表面的弯月正透镜所获得的接合透镜、以及具有面向物体侧的凹表面的负透镜组成。第三透镜单元L3从物体侧到像侧依次由具有面向物体侧的凸表面的正透镜以及通过接合具有面向物体侧的凸表面的正透镜和具有面向物体侧的凹表面的负透镜所获得的接合透镜组成。

[0075] 孔径光阑SP被布置在第三透镜单元L3的像侧。第四透镜单元L4由具有凸表面的正透镜组成。第五透镜单元L5从物体侧到像侧依次由具有面向物体侧的凹表面的弯月正透镜和具有凹表面的负透镜组成。第五透镜单元L5被配置为在从无限远到近距离的聚焦期间向像面侧移动。第六透镜单元L6由具有面向物体侧的凸表面的正透镜组成。

[0076] 参照图9描述使用本发明的变焦透镜作为拍摄光学系统的根据本发明的实施例的数字照相机(图像拾取装置)。透镜镜筒10并入了根据示例1~3中的任何一个的变焦透镜11。在照相机体20中,提供被配置为向上反射通过变焦透镜11取入的光束的快速返回镜21和通过变焦透镜11在其上形成物体图像的聚焦屏22。

[0077] 另外,提供被配置为将来自聚焦屏22的光束转换成正立像的五角屋脊棱镜23、用于观察在聚焦屏22上形成的物体图像的目镜24、以及诸如CCD传感器或CMOS传感器的被配置为接收来自变焦透镜11的光束的图像拾取元件25。

[0078] 图9是观察状态即拍摄待机状态下的图像拾取装置的示图。当拍摄者操作释放按钮时,镜子21从示出的光路缩回,使得可以在固态图像拾取元件25上取入物体图像。本发明也可以类似的方式应用到不包含快速返回镜的单镜头反射(SLR)照相机。并且,本发明的变焦透镜也可以类似的方式应用到视频照相机。

[0079] 以下描述示例1~3的具体的数值数据。在每个示例中, i 指示从物体侧起的次序, r_i 指示第 i 个光学表面(第 i 个表面)的曲率半径, d_i 指示第 i 个表面与第 $(i+1)$ 个表面之间的轴上间隔,并且 n_{di} 和 v_{di} 分别指示相对于 d 线的第 i 个表面与第 $(i+1)$ 个表面之间的光学部件的材料的折射率和阿贝数。非球面形状由以下等式表达:

[0080]

$$X = \frac{H^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1 + K)(H/R)^2}} + A4H^4 + A6H^6 + A8H^8 + A10H^{10} + A12H^{12}$$

[0081] 其中,X轴代表光轴方向,H轴代表与光轴垂直的方向上的轴,光的行进方向为正,R代表旁轴曲率半径,K代表圆锥常数,并且A4、A6、A8、A10和A12分别代表非球面系数。

[0082] 星号(*)指示具有非球面形状的表面。符号“e-x”指示 10^{-x} 。符号“BF”指示空气等效的后焦距。总透镜长度是通过将后焦距BF加到从第一透镜表面到最后透镜表面的距离所获得的值。并且,在表1中示出以上描述的条件表达式与示例1~3之间的关系。

[0083] (数值数据1)

[0084] 单位mm

[0085] 表面数据

表面号 i	ri	di	ndi	vdi	有效直径
1	48.239	7.29	1.49700	81.5	41.02
2	-285.954	0.20			40.41
3*	83.279	3.00	1.58306	30.2	38.70
4*	47.535	(可变)			36.41
5	-426.758	1.00	1.72458	50.2	19.22
[0086] 6	17.993	2.72	1.80809	22.8	18.35
7	36.522	2.63			18.08
8	-31.345	0.80	1.80400	46.6	18.09
9	-79.092	(可变)			18.54
10	-301.698	2.62	1.80400	46.6	20.95
11	-44.143	0.10			21.25
12	29.827	5.21	1.49700	81.5	21.13

	13	-48.378	1.40	1.91665	34.2	20.55
	14	275.908	6.31			20.24
	15(光阑)	∞	(可变)			19.34
	16	-102.909	1.00	1.85433	32.5	18.42
	17	40.604	0.31			18.50
	18	57.001	3.27	1.72916	54.7	18.50
	19	-48.598	0.73			18.70
[0087]	20	32.333	3.42	1.65844	50.9	18.52
	21	-589.109	(可变)			17.97
	22	-93.360	1.55	1.76182	26.5	16.10
	23	-38.443	2.00			15.89
	24	-39.528	1.00	1.68437	56.6	14.33
	25	32.062	(可变)			13.75
	26	132.749	1.97	1.54072	47.2	17.28
	27	-204.915	(可变)			17.46
	像面	∞				
[0088]	非球面数据					
[0089]	第三表面					
[0090]	K=0.00000e+000 A4=-4.82409e-008 A6=-3.20726e-010					
[0091]	A8=-4.69114e-013 A10=-7.02763e-016 A12=-1.00869e-019第四表面					
[0092]	K=0.00000e+000 A4=9.77507e-007 A6=3.68942e-010					
[0093]	A8=-3.61221e-013 A10=-7.63401e-016 A12=-1.96184e-018					
[0094]	各种数据					
	变焦比	4.25				
[0095]		广角	中间	望远		
	焦距	56.80	133.96	241.20		

	F 数	4.16	5.18	5.88		
	半视角（度）	13.52	5.82	3.24		
	像高	13.66	13.66	13.66		
	总透镜长度	155.00	190.45	210.00		
	BF	39.68	62.21	71.05		
	d4	5.84	41.30	60.84		
	d9	28.83	12.68	1.50		
[0096]	d15	13.99	7.61	9.94		
	d21	4.10	4.18	3.15		
	d25	14.03	13.96	14.98		
	d27	39.68	62.21	71.05		
	入射光瞳位置	48.67	144.90	243.04		
	出射光瞳位置	-44.55	-37.47	-41.11		
	前主点位置	67.17	98.82	-34.45		
	后主点位置	-17.12	-71.75	-170.15		
[0097]	变焦透镜单元数据					
	单元	第一表面	焦距	透镜结 构长度	前主点 位置	后主点 位置
	1	1	135.17	10.49	-5.47	-11.87
[0098]	2	5	-28.49	7.15	3.21	-1.91
	3	10	46.08	15.63	-0.38	-12.21
	4	16	46.25	8.74	5.41	0.15
	5	22	-38.04	4.55	4.02	0.51
	6	26	149.29	1.97	0.50	-0.78
[0099]	单个透镜数据					
[0100]	透镜	第一表面	焦距			
	1	1	83.66			

	2	3	-196.01
	3	5	-23.81
	4	6	41.19
	5	8	-65.07
	6	10	64.02
	7	12	37.96
[0101]	8	13	-44.81
	9	16	-33.97
	10	18	36.45
	11	20	46.65
	12	22	84.75
	13	24	-25.72
	14	26	149.29

[0102] (数值数据2)

[0103] 单位mm

[0104] 表面数据

	表面号 i	ri	di	ndi	vdi	有效直径
	1	47.111	7.55	1.48749	70.2	41.02
	2	-217.750	0.20			40.43
	3*	107.076	2.50	1.58306	30.2	38.80
	4*	51.047	(可变)			36.72
[0105]	5	393.995	1.00	1.74950	35.3	20.00
	6	18.914	2.60	1.92286	18.9	19.22
	7	32.919	3.06			18.85
	8	-30.459	0.80	1.58913	61.1	18.85
	9	-130.959	(可变)			19.34
	10	-1915.736	2.54	1.80400	46.6	20.75
	11	-51.903	0.20			20.99

	12	28.596	4.80	1.49700	81.5	20.83
	13	-63.009	1.00	1.91082	35.3	20.25
	14	128.891	4.14			19.91
	15(光阑)	∞	(可变)			19.37
	16	-125.242	1.29	1.82290	25.7	17.99
	17	42.902	0.24			18.01
	18	56.910	3.11	1.72342	38.0	18.01
	19	-53.334	0.68			18.14
[0106]	20*	25.213	2.98	1.58313	59.4	17.79
	21	307.091	(可变)			17.28
	22	-204.121	1.49	1.84666	23.8	16.26
	23	-55.303	2.00			16.02
	24	-71.071	0.70	1.80400	46.6	14.43
	25	25.122	(可变)			13.88
	26*	44.821	2.09	1.58306	30.2	17.22
	27*	143.030	(可变)			17.27
	像面	∞				
[0107]	非球面数据					
[0108]	第三表面					
[0109]	K=0.00000e+000	A4=-3.28852e-009	A6=-7.18541e-010			
[0110]	A8=-1.03930e-012	A10=-2.52055e-016	A12=1.95339e-018			
[0111]	第四表面					
[0112]	K=0.00000e+000	A4=1.17029e-006	A6=1.30889e-010			
[0113]	A8=-1.52389e-012	A10=-1.90898e-015	A12=5.52736e-018			
[0114]	第二十表面					
[0115]	K=0.00000e+000	A 4=-3.09458e-006	A6=-2.96795e-010			
[0116]	A 8=-1.17099e-010	A10=2.33552e-013	A12=1.96595e-015			
[0117]	第二十六表面					
[0118]	K=0.00000e+000	A4=1.72262e-007	A6=-5.38878e-009			
[0119]	A8=1.59563e-009	A10=-1.50506e-011	A12=2.97817e-014			
[0120]	第二十七表面					
[0121]	K=0.00000e+000	A4=2.08190e-007	A6=7.77213e-009			
[0122]	A8=6.48847e-010	A10=1.17877e-012	A12=-5.99422e-014			

[0123] 各种数据

变焦比	4.25		
	广角	中间	望远
焦距	56.80	133.00	241.20
F 数	4.16	5.18	5.88
半视角 (度)	13.52	5.86	3.24
像高	13.66	13.66	13.66
总透镜长度	154.98	190.19	209.93
BF	39.68	63.72	76.81
d4	5.41	40.62	60.36
d9	31.63	14.21	1.50
d15	19.88	13.27	12.89
d21	4.10	3.27	2.03
d25	9.30	10.13	11.37
d27	39.68	63.72	76.81
入射光瞳位置	49.52	137.80	217.04
出射光瞳位置	-42.04	-36.34	-37.63
前主点位置	66.84	94.01	-50.15
后主点位置	-17.12	-69.28	-164.39

[0125] 变焦透镜单元数据

[0126]

单元	第一表面	焦距	透镜结构长度	前主点位置	后主点位置
1	1	140.08	10.25	-5.25	-11.61
2	5	-31.45	7.46	3.84	-1.66
3	10	49.19	12.68	-0.85	-10.05
4	16	43.34	8.31	4.57	-0.58
5	22	-31.97	4.19	3.86	0.61
6	26	111.09	2.09	-0.60	-1.91

[0127] 单个透镜数据

	透镜	第一表面	焦距
	1	1	80.20
	2	3	-170.11
	3	5	-26.54
	4	6	44.23
	5	8	-67.57
	6	10	66.31
[0128]	7	12	40.28
	8	13	-46.35
	9	16	-38.70
	10	18	38.51
	11	20	46.92
	12	22	89.18
	13	24	-23.01
	14	26	111.09
[0129]	(数值数据3)		
[0130]	单位mm		
[0131]	表面数据		

[0132]

表面号 i	ri	di	ndi	vdi	有效直径
1	42.265	8.20	1.60311	60.6	42.60
2	-487.386	0.20			41.51
3*	121.567	3.00	1.58306	30.2	39.38
4*	39.929	(可变)			35.32
5	228.854	1.00	1.92411	30.7	19.40
6	15.662	3.35	1.94719	18.9	18.04
7	43.921	2.01			17.76
8	-40.012	0.80	1.73584	53.7	17.76
9	635.989	(可变)			18.12
10*	165.474	2.63	1.58306	30.2	19.11
11*	-55.960	4.12			19.34
12	28.337	5.60	1.49700	81.5	19.52
13	-33.888	2.00	2.00069	25.5	19.04
14	262.367	4.23			19.07
15 (光 阑)	∞	(可变)			19.43
16*	42.636	4.31	1.58313	59.4	19.77
17*	-38.499	(可变)			19.52
18	-45.076	1.34	1.83400	37.2	16.31
19	-33.037	2.31			16.24
20	-38.593	1.00	1.49700	81.5	14.65
21	27.172	(可变)			13.99
22	61.152	2.18	1.83400	37.2	16.66
23	89.037	(可变)			16.79
像面	∞				

[0133] 非球面数据

[0134] 第三表面

[0135] $K=0.00000e+000$ $A4=-3.57241e-007$ $A6=-1.28579e-009$

[0136]	$A8 = -4.62925e-013$	$A10 = 2.10167e-015$	$A12 = -8.40703e-019$
[0137]	第四表面		
[0138]	$K = 0.00000e+000$	$A4 = 1.35466e-006$	$A6 = -3.99618e-010$
[0139]	$A8 = -3.00824e-013$	$A10 = -8.25139e-017$	$A12 = 5.22754e-018$
[0140]	第十表面		
[0141]	$K = 0.00000e+000$	$A4 = -3.70891e-007$	$A6 = -3.86537e-009$
[0142]	$A8 = 2.49758e-012$	$A10 = -5.53705e-014$	$A12 = -8.52614e-016$
[0143]	第十一表面		
[0144]	$K = 0.00000e+000$	$A4 = -2.01512e-006$	$A6 = -2.13755e-009$
[0145]	$A8 = -1.78457e-011$	$A10 = -1.45810e-013$	$A12 = 2.56989e-016$
[0146]	第十六表面		
[0147]	$K = 0.00000e+000$	$A4 = -5.99353e-006$	$A6 = 1.55071e-008$
[0148]	$A8 = 1.14805e-010$	$A10 = -2.53371e-013$	$A12 = 1.86211e-014$
[0149]	第十七表面		
[0150]	$K = 0.00000e+000$	$A4 = 6.58617e-006$	$A6 = 2.82848e-008$
[0151]	$A8 = -2.14273e-010$	$A10 = 3.26866e-012$	$A12 = 5.59603e-015$
[0152]	各种数据		

变焦比

4.25

[0153]

广角

中间

望远

焦距

56.80**137.00****241.19**

	F 数	4.16	5.07	5.88		
	半视角（度）	13.52	5.69	3.24		
	像高	13.66	13.66	13.66		
	总透镜长度	152.22	193.00	207.22		
	BF	38.00	55.53	69.48		
	d4	7.03	47.81	62.03		
	d9	25.04	12.66	1.50		
[0154]	d15	10.67	5.53	2.74		
	d17	7.66	6.15	6.51		
	d21	15.54	17.05	16.69		
	d23	38.00	55.53	69.48		
	入射光瞳位置	53.83	184.89	261.83		
	出射光瞳位置	-39.38	-35.61	-32.90		
	前主点位置	68.94	115.97	-65.23		
	后主点位置	-18.79	-81.46	-171.72		
[0155]	变焦透镜单元数据					
	单元	第一表面	焦距	透镜结 构长度	前主点 位置	后主点 位置
	1	1	144.80	11.40	-10.51	-16.46
[0156]	2	5	-27.96	7.16	3.72	-1.01
	3	10	66.66	18.58	-3.65	-17.19
	4	16	35.39	4.31	1.46	-1.32
	5	18	-41.55	4.65	3.63	-0.04
	6	22	226.10	2.18	-2.51	-3.66
[0157]	单个透镜数据					
[0158]	透镜	第一表面	焦距			
	1	1	64.86			

	2	3	-103.38
	3	5	-18.23
	4	6	24.30
	5	8	-51.13
	6	10	72.04
[0159]	7	12	32.01
	8	13	-29.89
	9	16	35.39
	10	18	141.18
	11	20	-31.92
	12	22	226.10

[0160] [表1]

[0161]

	条件表达式				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
示例 1	0.27	0.84	3.5	81.5	0.70
示例 2	0.35	0.90	3.0	70.2	0.70
示例 3	0.51	0.70	1.8	60.6	0.67

[0162] 尽管已参照示例性实施例描述了本发明,但要理解,本发明不限于公开的示例性实施例。随附权利要求的范围应被赋予最宽的解释以便包含所有这样的修改以及等同的结构和功能。

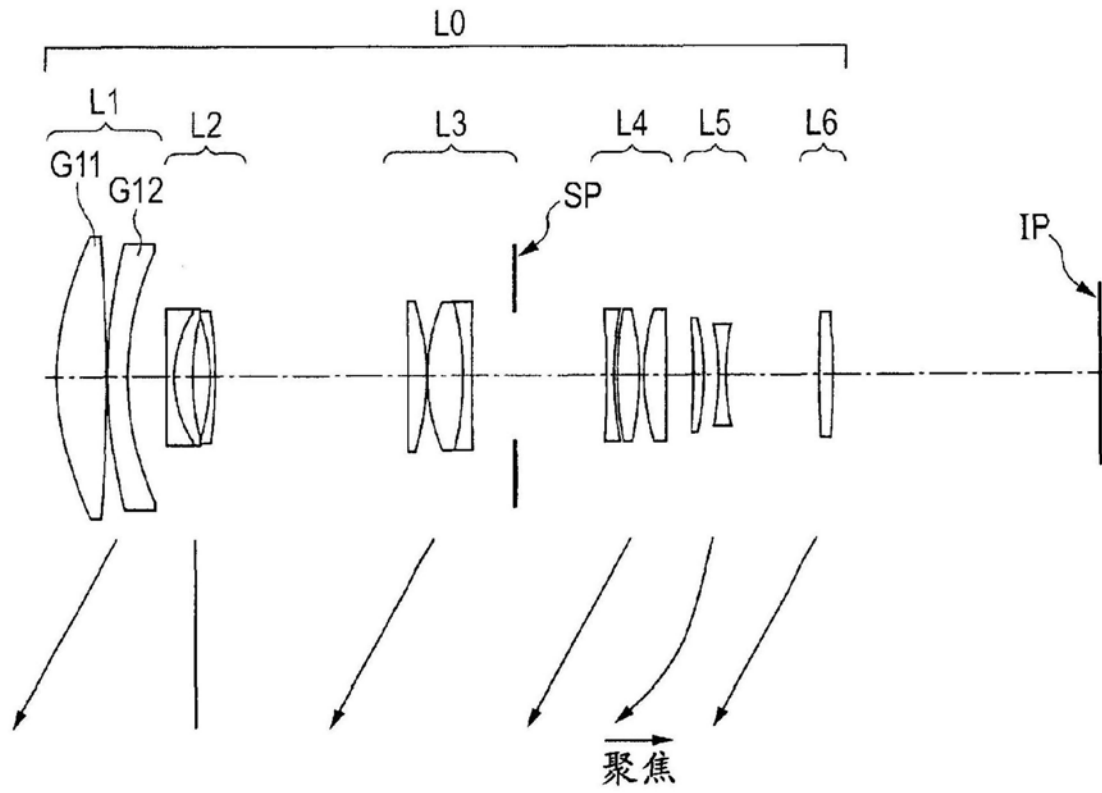


图1

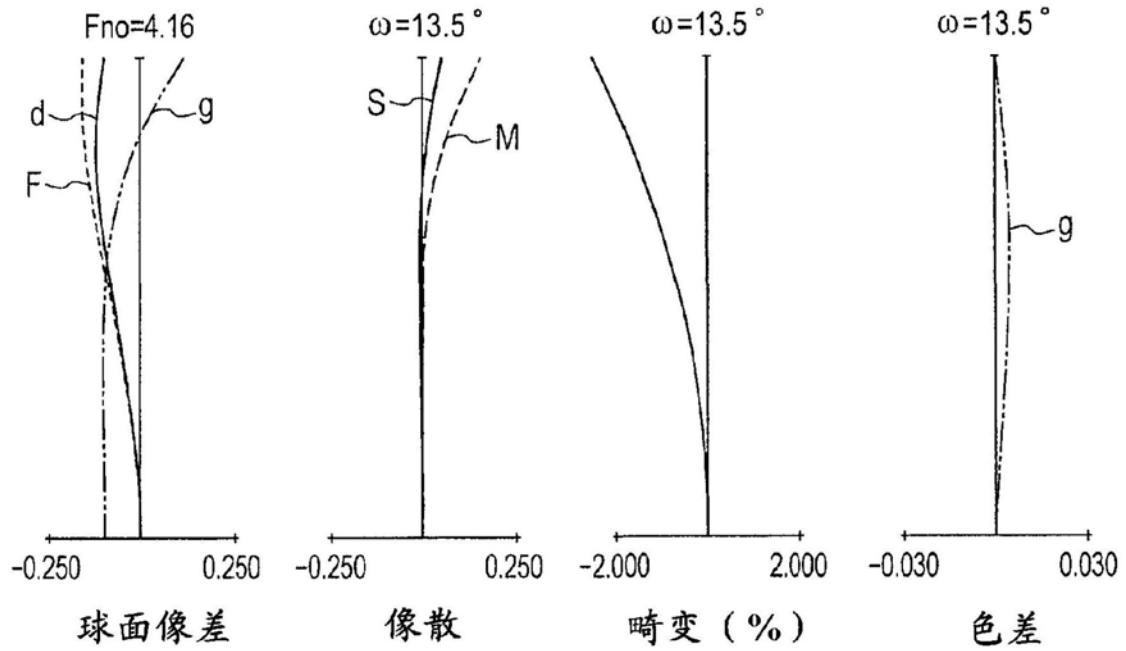


图2A

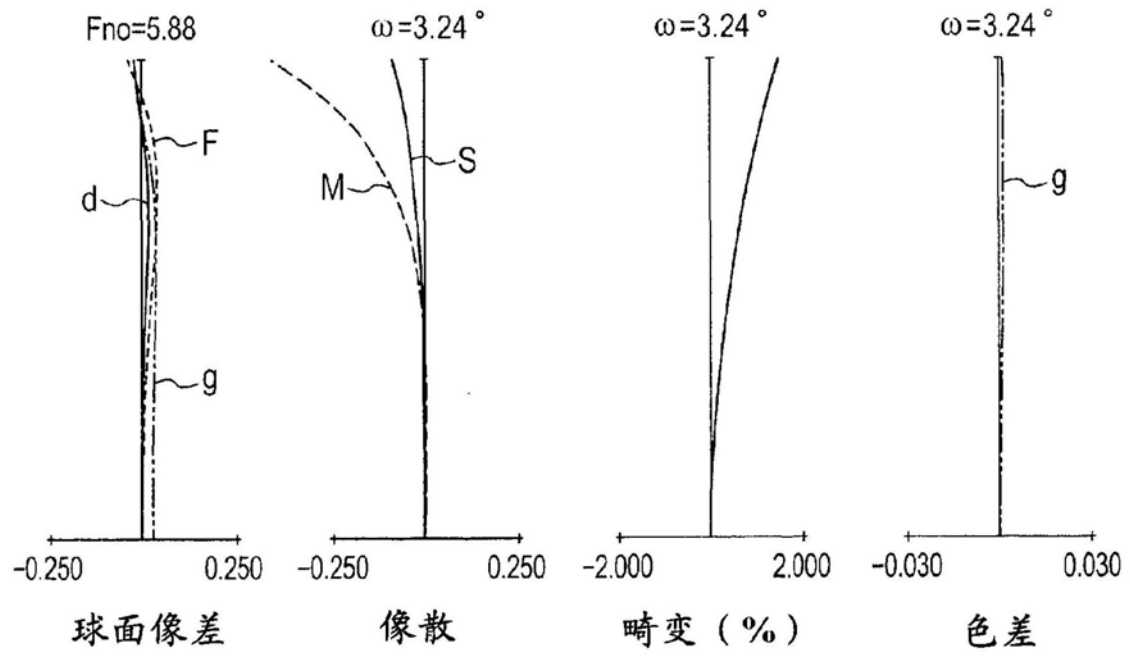


图2B

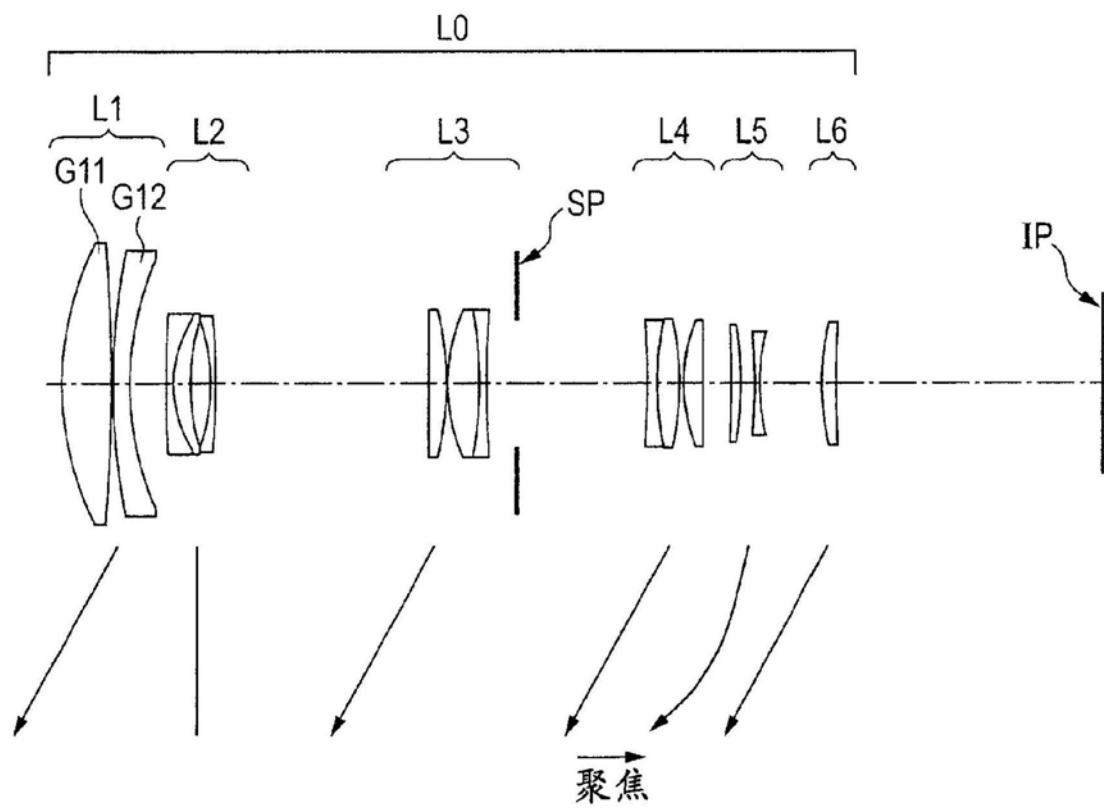


图3

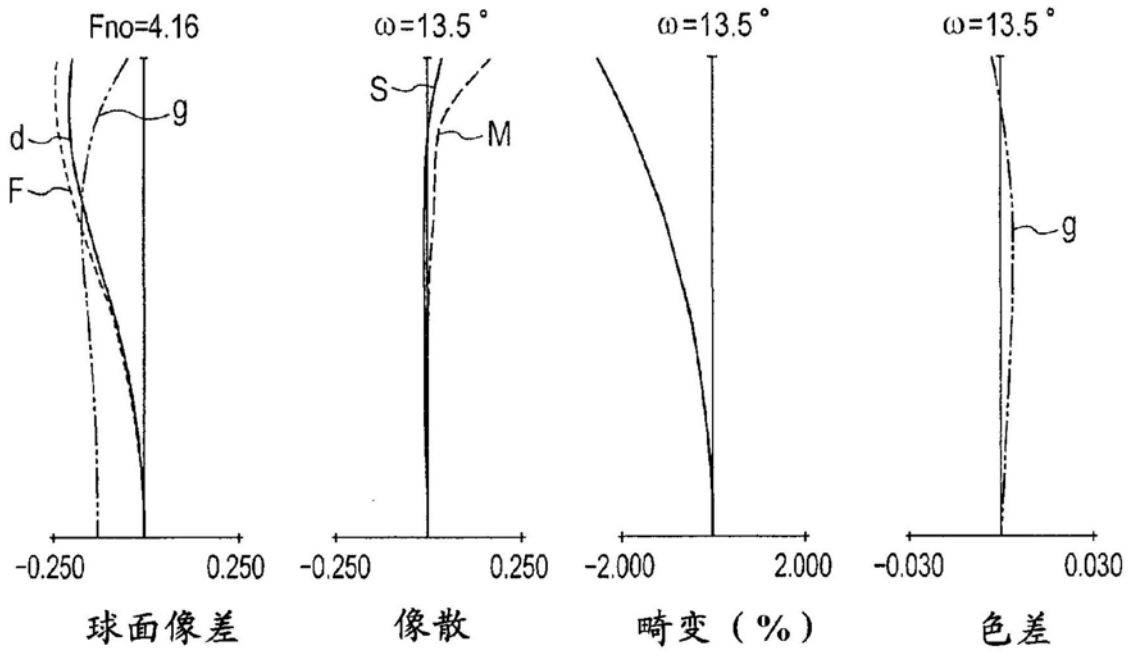


图4A

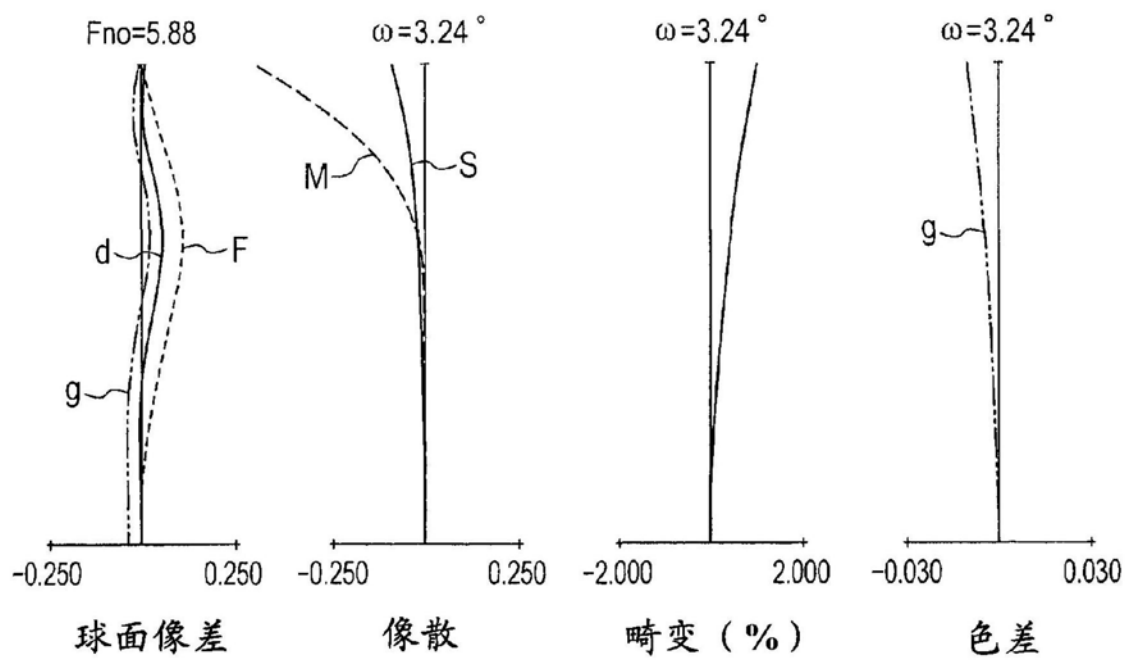


图4B

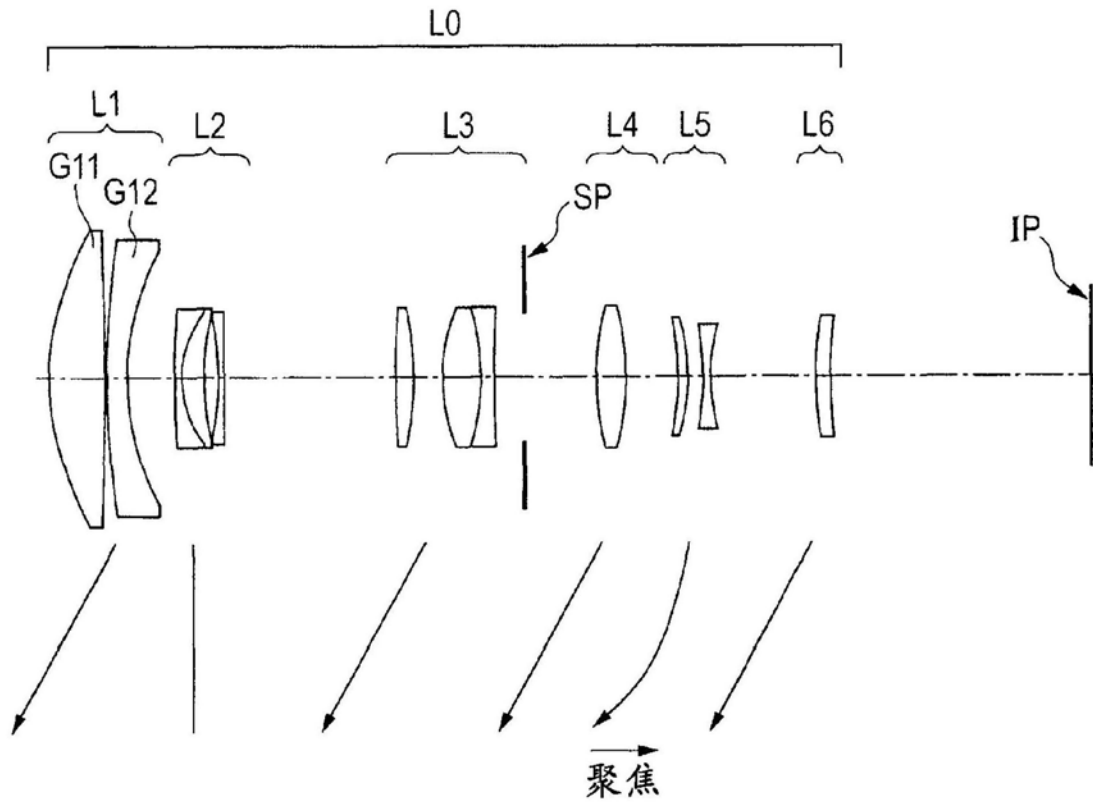


图5

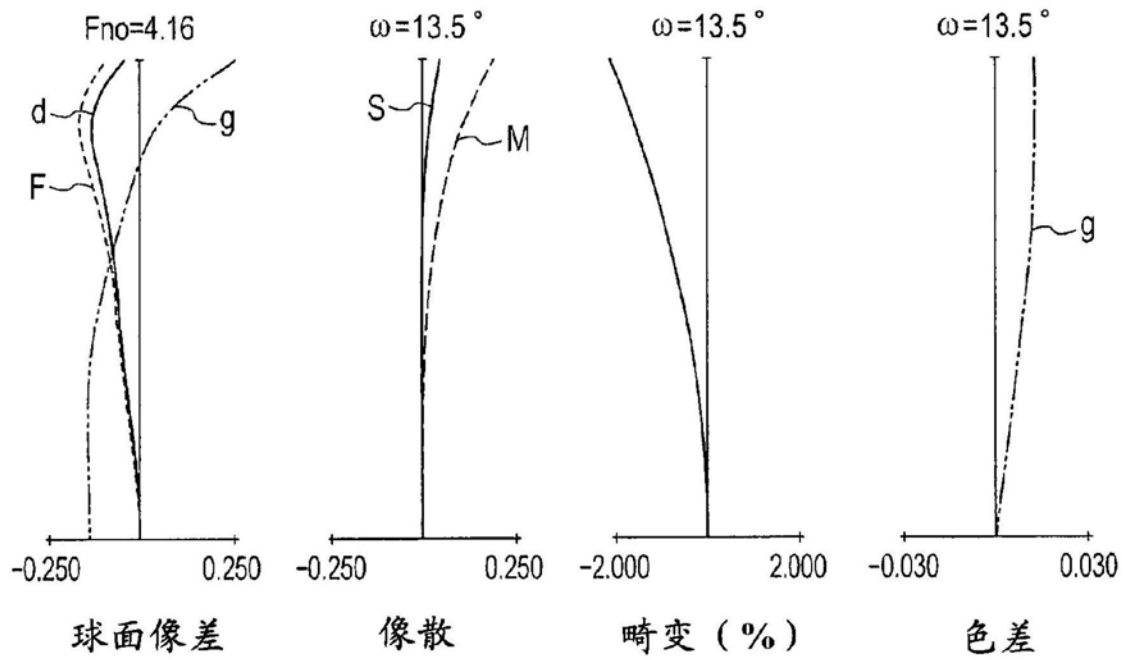


图6A

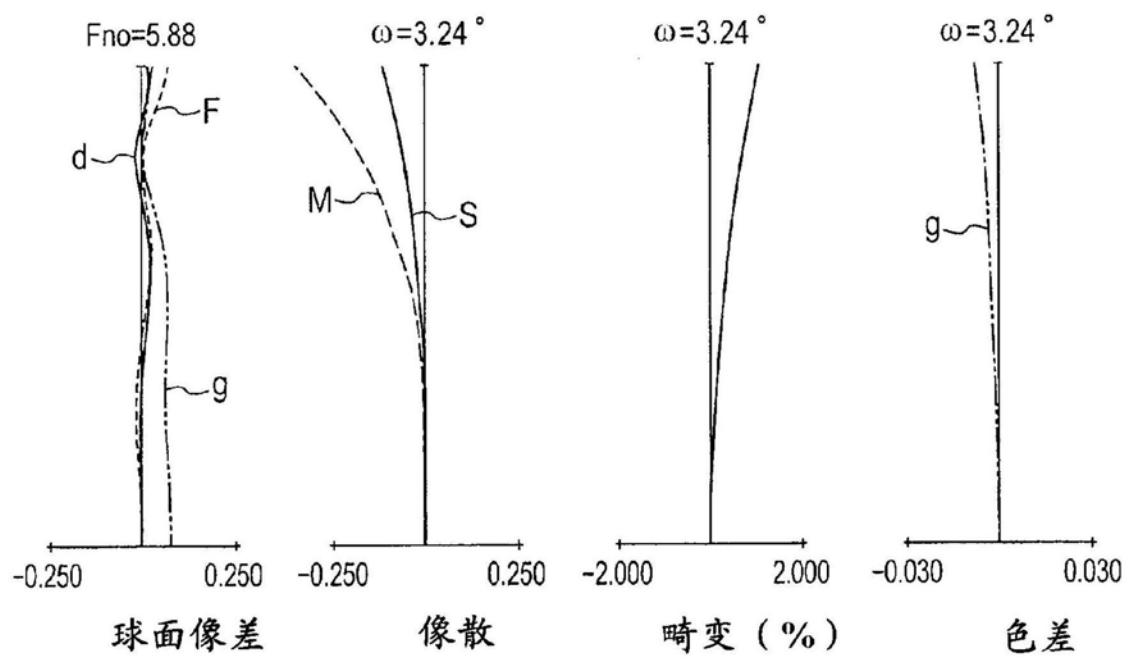


图6B

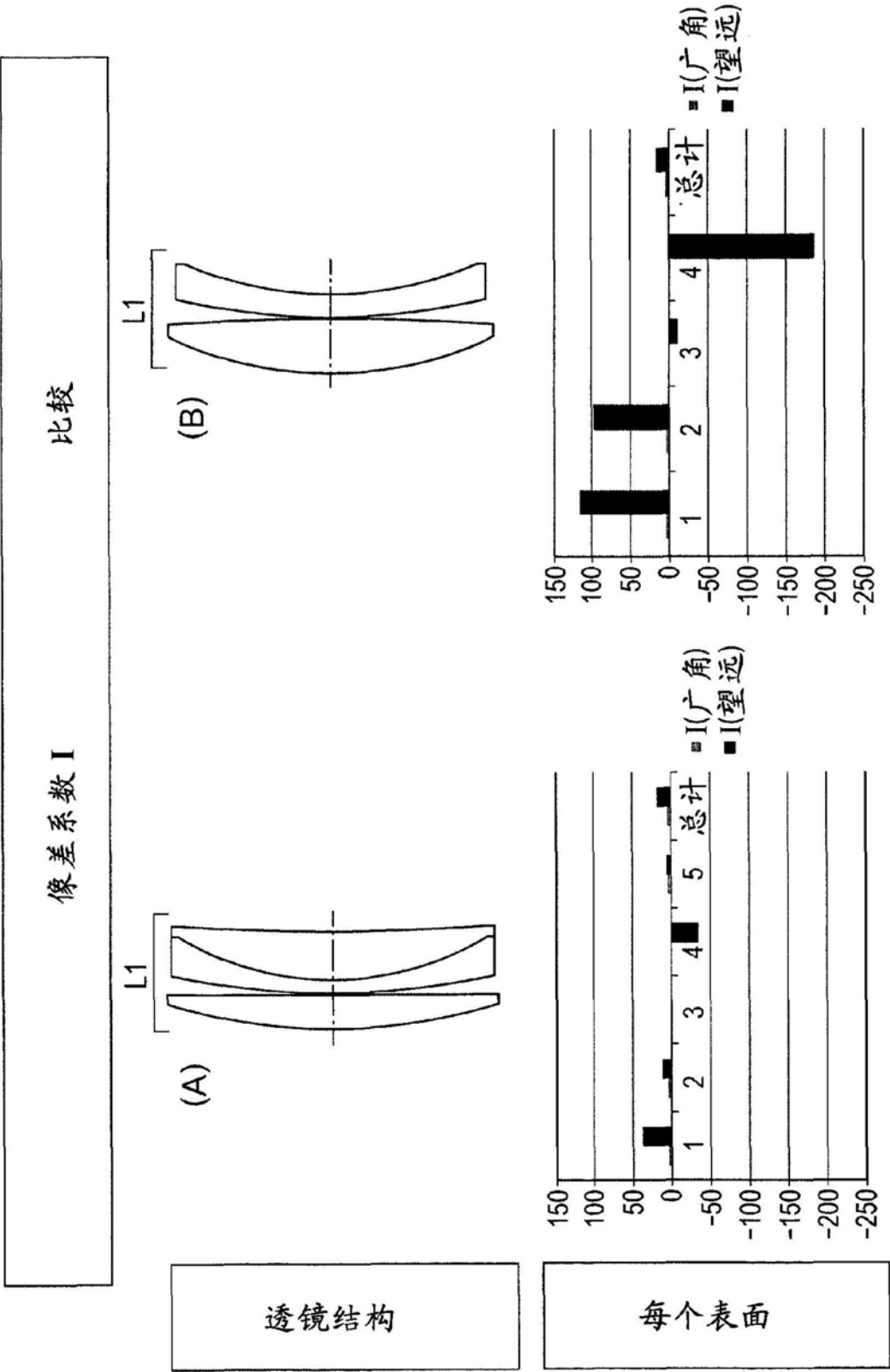


图7

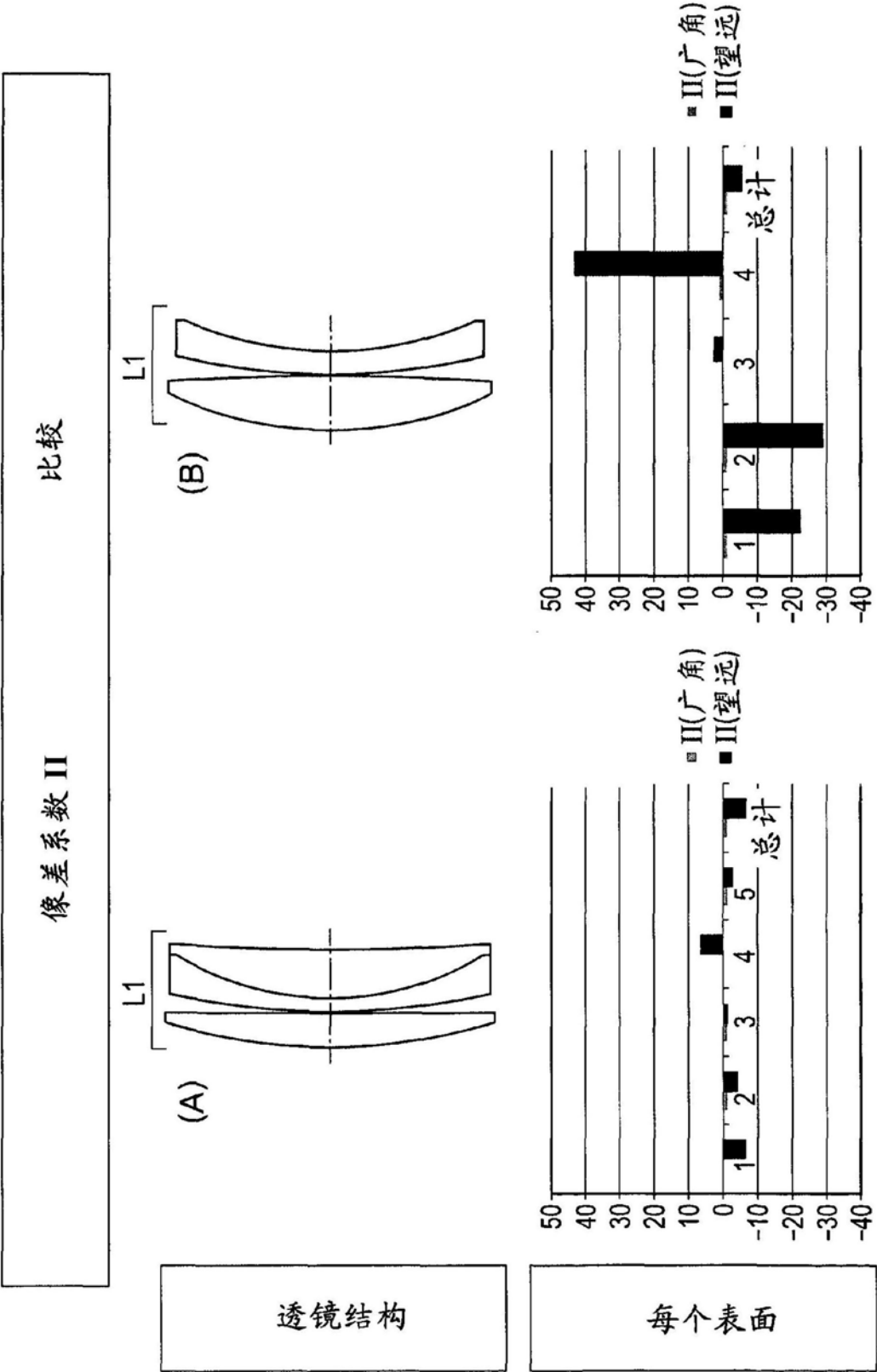


图8

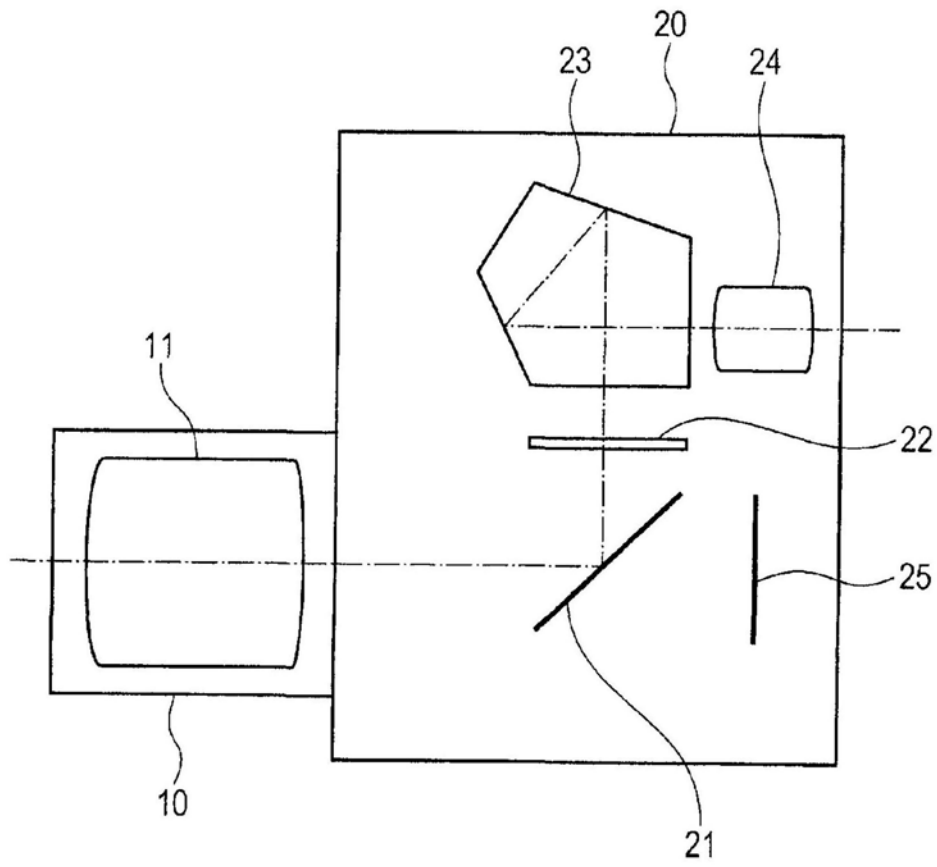


图9