



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102576145 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 08

(21) 申请号 200980162013. 6

(22) 申请日 2009. 10. 19

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2012. 04. 19

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2009/068035 2009. 10. 19

(87) PCT国际申请的公布数据
W02011/048659 JA 2011. 04. 28

(73) 专利权人 佳能株式会社
地址 日本东京

(72) 发明人 和田健 田代欣久 田中常文

(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 卜荣丽

(51) Int. Cl.

G02B 15/00(2006. 01)

G02B 13/18(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2006-98972 A, 2006. 04. 13,

JP 2008203650 A, 2008. 09. 04,

CN 1882856 A, 2006. 12. 30,

US 20090091844 A1, 2009. 04. 09,

审查员 吴松江

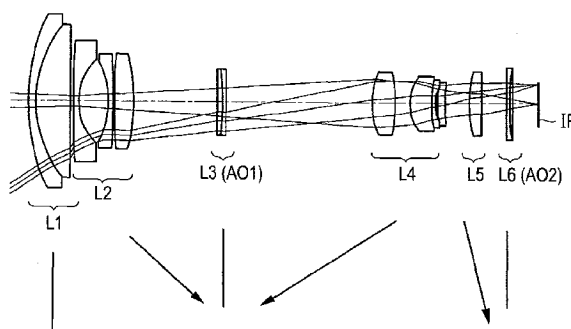
权利要求书1页 说明书22页 附图13页

(54) 发明名称

变焦透镜和包括该变焦透镜的图像拾取设备

(57) 摘要

一种变焦透镜包括多个折光力可变元件, 在所述多个折光力可变元件中, 高效率地实现高变焦比, 并且, 同时, 由折光力改变而导致的像场弯曲的变化减小。根据本发明的变焦透镜包括: 第一折光力可变元件, 通过改变当从广角端变焦到望远端时不同介质的边界表面的形状来使其折光力在正方向上改变; 和第二折光力可变元件, 通过改变不同介质的边界表面的形状来使其折光力在负方向上改变, 其中, 当从广角端变焦到望远端时, 第一折光力可变元件和第二折光力可变元件的成像倍率增大。



1. 一种变焦透镜,其包括:第一折光力可变元件,当从广角端变焦到望远端时通过改变不同介质的边界表面的形状来使其折光力在正方向上改变;和第二折光力可变元件,通过改变不同介质的边界表面的形状来使其折光力在负方向上改变,其中,当从广角端变焦到望远端时,所述第一折光力可变元件和所述第二折光力可变元件的成像倍率增大,以及其中,满足以下条件表达式:

$$0.05 < \Delta \phi_{1\min} \cdot \sqrt{(f_w \cdot f_t)} < 0.5$$

$$-0.5 < \Delta \phi_{2\min} \cdot \sqrt{(f_w \cdot f_t)} < -0.05$$

其中,在从广角端变焦到望远端中,当提供多个第一折光力可变元件时,具有最小的折光力改变量的第一折光力可变元件的折光力改变量为 $\Delta \phi_{1\min}$,或者,当仅提供一个第一折光力可变元件时,该第一折光力可变元件的折光力改变量为 $\Delta \phi_{1\min}$,并且当提供多个第二折光力可变元件时,具有最小的折光力改变量的第二折光力可变元件的折光力改变量为 $\Delta \phi_{2\min}$,或者当仅提供一个第二折光力改变元件时,该第二折光力可变元件的折光力的改变量为 $\Delta \phi_{2\min}$,并且整个变焦透镜处于广角端和望远端的焦距分别为 f_w 和 f_t 。

2. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,满足以下条件表达式:

$$0 < |\Delta \phi_1 + \Delta \phi_2| \cdot \sqrt{(f_w \cdot f_t)} < 0.15$$

其中,当从广角端变焦到望远端时的第一折光力可变元件的折光力改变量为 $\Delta \phi_1$,当从广角端变焦到望远端时的第二折光力可变元件的折光力改变量为 $\Delta \phi_2$ 。

3. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,所述第一折光力可变元件和所述第二折光力可变元件中的至少一个构成当从广角端变焦到望远端时移动的透镜单元中的至少部分。

4. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,其中,满足以下条件表达式:

$$-2.5 < f_1 / \sqrt{(f_w \cdot f_t)} < -0.7$$

$$0.1 < f_2 / \sqrt{(f_w \cdot f_t)} < 2.5$$

其中,从被设置为最接近物侧的透镜到所述第一折光力可变元件的光学系统的广角端处的焦距为 f_1 ,从被设置为最接近物侧的透镜到所述第二折光力可变元件的光学系统的广角端处的焦距为 f_2 。

5. 根据权利要求 1 所述的变焦透镜,包括其折光力在从广角端变焦到望远端时不改变的透镜单元,其中,当从广角端变焦到望远端时,所述透镜单元的成像倍率增大。

6. 一种包括根据权利要求 1 至 5 中的任何一个所述的变焦透镜的图像拾取设备。

变焦透镜和包括该变焦透镜的图像拾取设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种包括折光力可变元件的变焦透镜。根据本发明的变焦透镜适合于例如比如数字静态照相机的图像拍摄透镜。

背景技术

[0002] 迄今为止,可通过改变两种类型的液体之间的界面的曲率来改变折光力的光学元件是已知的。

[0003] 图 9(A) 显示利用彼此不混合的两种类型的液体的折光力可变元件。通过作为将电压施加于设置在外周部分处的电极 101 和 102 的结果,调整这些液体的接触角可改变电解质 103 与非电解质 104 之间的界面的曲率。

[0004] 图 9(B) 显示在两种类型的液体 201 与 202 之间包括弹性膜 203 的折光力可变元件 200。折光力可通过用驱动部件 204(诸如致动器)使弹性膜 203 变形来改变。根据这样的折光力可变元件 200,对于两种类型的液体 201 和 202,可选择趋向于彼此混合的液体。

[0005] 利用折光力可变元件(诸如以上所述的折光力可变元件)的变焦透镜是可获得的。在 PTL1 和 PTL2 中的变焦透镜中,折光力可变元件用于减小变焦时每个透镜单元的移动量,从而缩短整个透镜长度。

[0006] 引文列表

[0007] 专利文献

[0008] PTL 1:日本专利公开 No. 2006-98972

[0009] PTL 2:日本专利公开 No. 62-24210

发明内容

[0010] 技术问题

[0011] PTL 1 和 2 均讨论了具有某一变焦比的变焦透镜,但是没有考虑变焦时光学性能的变化。

[0012] 如果当折光力可变元件变焦时的曲率(即,折光力)没有适当地改变,则由变焦引起的像场弯曲的变化增大,并且高变焦比难以实现。

[0013] 本发明的目的是提供一种变焦透镜,其变焦比高,并且由变焦导致的像场弯曲的变化减小。

[0014] 问题的解决方案

[0015] 根据本发明的变焦透镜包括:第一折光力可变元件,当从广角端变焦到望远端时通过改变不同介质的边界表面的形状来使其折光力在正方向上改变;和第二折光力可变元件,通过改变不同介质的边界表面的形状来使其折光力在负方向上改变,其中,当从广角端变焦到望远端时,第一折光力可变元件和第二折光力可变元件的成像倍率增大。

[0016] 本发明的有益效果

[0017] 根据本发明,可提供一种变焦透镜,其变焦比高,并且由变焦导致的像场弯曲的变

化减小。

附图说明

- [0018] 图 1 是根据本发明的第一实施例的变焦透镜的截面图。
[0019] 图 2A 显示根据本发明的第一实施例的变焦透镜的像差。
[0020] 图 2B 显示根据本发明的第一实施例的变焦透镜的像差。
[0021] 图 3 是根据本发明的第二实施例的变焦透镜的截面图。
[0022] 图 4A 显示根据本发明的第二实施例的变焦透镜的像差。
[0023] 图 4B 显示根据本发明的第二实施例的变焦透镜的像差。
[0024] 图 5 是根据本发明的第三实施例的变焦透镜的截面图。
[0025] 图 6A 显示根据本发明的第三实施例的变焦透镜的像差。
[0026] 图 6B 显示根据本发明的第三实施例的变焦透镜的像差。
[0027] 图 7 是根据本发明的第四实施例的变焦透镜的截面图。
[0028] 图 8A 显示根据本发明的第四实施例的变焦透镜的像差。
[0029] 图 8B 显示根据本发明的第四实施例的变焦透镜的像差。
[0030] 图 9 示出折光力可变元件。
[0031] 图 10 是根据本发明的图像拾取设备的截面图。

具体实施方式

[0032] 以下将参照附图对本发明的优选实施例进行详细描述。

[0033] 首先,将对根据本发明的实施例的共同特征进行描述。

[0034] 根据本发明的每个实施例的变焦透镜包括当从广角端变焦到望远端时移动的多个透镜单元。另外,第一折光力可变元件 A01 和第二折光力可变元件 A02 构成透镜单元的至少一些,第一折光力可变元件 A01 的折光力(即,焦距的倒数)在从广角端变焦到望远端时在正方向上改变,第二折光力可变元件 A02 的折光力在从广角端变焦到望远端时在负方向上改变。

[0035] 这里,“折光力在正方向上改变”是指折光力可变元件的负折光力变小、或者负折光力变为正折光力、或者正折光力变大。另外,“折光力在负方向上改变”是指“折光力可变元件的负折光力增大”、或者“正折光力变为负折光力”、或者“正折光力减小”。

[0036] 作为第一折光力可变元件 A01 和第二折光力可变元件 A02 中的每个(例如,如图 9A 和图 9B 所示),可以使用可由于改变不同介质的边界表面的形状的结果而改变折光力的折光力可变元件。当使用可改变不同介质的边界表面的形状的折光力可变元件时,与当使用仅通过移动多个透镜来执行变焦的变焦透镜时相比,光学系统的大小更容易缩小。然而,如下所述,下述变焦透镜也包括在本发明中:像差变化减小的变焦透镜、以及其中可改变不同介质的边界表面的形状的折光力可变元件的成像倍率通过在变焦时移动该折光力可变元件来进一步增大的变焦透镜。此外,虽然在图 9 中示出了两种类型的液体之间的界面的控制,但是还可控制一种类型的液体与空气之间的界面。更进一步,还可使用其折光力通过使由例如凝胶或液体形成的透镜变 形来改变的折光力可变元件。

[0037] SP 表示孔径光阑,GB 表示玻璃块。IP 表示像面。在数字照相机中,设置固态图像

拾取元件,诸如 CCD 传感器或 CMOS。在卤化银照相机中,设置卤化银胶片。

[0038] 广角端和望远端是交替的变焦位置,这些变焦位置通过倍率改变透镜单元由于机械作用而在沿着光轴的可移动范围的两端处确定。

[0039] 另外,当从广角端变焦到望远端时,第一折光力可变元件 A01 和第二折光力可变元件 A02 的成像倍率增大。也就是说,在所述折光力可变元件中的每个中,广角端处的成像倍率 β_w 与望远端处的成像倍率 β_t 之间的比率的绝对值 $|\beta_t/\beta_w|$ 大于 1。本发明中的成像倍率是指当光学系统的物距无限时 d 线波长处的成像倍率。

[0040] 因此,可当从广角端变焦到望远端时通过增大每个折光力可变元件的成像倍率来实现高变焦比。

[0041] 此外,可通过适当地改变第一折光力可变元件 A01 和第二折光力可变元件 A02 的折光力来减小像场弯曲的变化。也就是说,可当从广角端变焦到望远端时通过使第一折光力可变元件 A01 和第二折光力可变元件 A02 的折光力的方向反向来减小变焦时的匹兹阀和的变化。

[0042] 借助于前述特性,可获得根据本发明的优点。如果满足以下条件中的任何一个,则可实现更理想的结构。

[0043] 当从广角端变焦到望远端时,其折光力在正方向上改变的第一折光力可变元件 A01 的折光力的改变量为 $\Delta\phi_1$,其折光力在负方向上改变的第二折光力可变元件 A02 的折光力的改变量为 $\Delta\phi_2$ 。这里,“当从广角端变焦到望远端时折光力可变元件的折光力的改变量”是指望远端处的折光力(焦距的倒数)与广角端处的折光力(焦距的倒数)之间的差。当存在多个第一折光力可变元件 A01 或第二折光力可变元件 A02 时,第一折光力可变元件 A01 的折光力的改变量总和为 $\Delta\phi_1$,第二折光力可变元件 A02 的折光力的改变量总和为 $\Delta\phi_2$ 。另外,处于广角端和望远端的整个变焦透镜的焦距分别为 f_w 和 f_t 。这里,满足以下条件表达式:

$$[0044] \quad 0 < |\Delta\phi_1 + \Delta\phi_2| \cdot \sqrt{f_w \cdot f_t} < 0.15 \quad \dots (1)$$

[0045] 条件表达式 (1) 表示当从广角端变焦到望远端时的第一折光力可变元件 A01 和第二折光力可变元件 A02 的折光力的改变量。如果超过上限,则残余像场弯曲趋向于增大。

[0046] 当提供多个第一折光力可变元件 A01 时,当从广角端变焦到望远端时折光力改变量最小的第一折光力可变元件 A01min 的折光力改变量为 $\Delta\phi_{1min}$ 。另外,当提供多个第二折光力可变元件 A02 时,当从广角端变焦到望远端时折光力改变量最小的第二折光力可变元件 A02min 的折光力改变量为 $\Delta\phi_{2min}$ 。当仅提供一个第一折光力可变元件 A01 时,折光力可变元件 A01 的折光力改变量为 $\Delta\phi_{1min}$ 。类似地,当仅提供一个第二折光力可变元件 A02 时,该折光力可变元件的改变量为 $\Delta\phi_{2min}$ 。也就是说,当从广角端变焦到望远端时的第一折光力可变元件 A01 的折光力改变量的最小值为 $\Delta\phi_{1min}$,当从广角端变焦到望远端时的第二折光力可变元件 A02 的折光力改变量的最小值为 $\Delta\phi_{2min}$ 。

[0047] 这里,变焦透镜满足以下条件表达式:

$$[0048] \quad 0.05 < \Delta\phi_{1min} \cdot \sqrt{f_w \cdot f_t} < 0.5 \quad \dots (2)$$

$$[0049] \quad -0.5 < \Delta\phi_{2min} \cdot \sqrt{f_w \cdot f_t} < -0.05 \quad \dots (3)$$

[0050] 如果 $\Delta\phi_{1min} \cdot \sqrt{f_w \cdot f_t}$ 变得小于条件表达式 (2) 的下限、或者 $\Delta\phi_{2min} \cdot \sqrt{f_w \cdot f_t}$ 变得大于条件表达式 (3) 的上限,则变得难以通过使用折光力可变

元件来有效地增大变焦比。相反,如果 $\Delta \phi_{1\min} \cdot \sqrt{f_w \cdot f_t}$ 变得大于条件表达式 (2) 的上限、或者 $\Delta \phi_{2\min} \cdot \sqrt{f_w \cdot f_t}$ 变得小于条件表达式 (3) 的下限,则变焦时的折光力改变量变得太大,其结果是,像场弯曲的变化趋向于变大。

[0051] 更理想地,满足以下条件表达式 (2a) 和 (3a) :

$$[0052] \quad 0.08 < \Delta \phi_{1\min} \cdot \sqrt{f_w \cdot f_t} < 0.3 \quad \dots (2a)$$

$$[0053] \quad -0.3 < \Delta \phi_{2\min} \cdot \sqrt{f_w \cdot f_t} < -0.1 \quad \dots (3a)$$

[0054] 从被设置为最接近物侧的透镜到第一折光力可变元件 A01 的光学系统的广角端处的焦距为 f_1 ,从被设置为最接近物侧的透镜到邻近第二折光力可变元件 A02 的物侧的透镜的物侧的光学系统的广角端处的焦距为 f_2 。这里,满足以下条件表达式 :

$$[0055] \quad -2.5 < f_1 / \sqrt{f_w \cdot f_t} < -0.7 \quad \dots (4)$$

$$[0056] \quad 0.1 < f_2 / \sqrt{f_w \cdot f_t} < 2.5 \quad \dots (5)$$

[0057] 条件表达式 (4) 表达入射在第一折光力可变元件 A01 上的光束是发散光束。如果 $f_1 / \sqrt{f_w \cdot f_t}$ 变得小于条件表达式 (4) 的下限,则变得难以增大成像倍率,也就是说,变得难以通过改变第一折光力可变元件 A01 的折光力来获得高变焦比。相反,如果 $f_1 / \sqrt{f_w \cdot f_t}$ 变得大于条件表达式 (4) 的下限,则变得难以校正像场弯曲。因此,这不是理想的。

[0058] 条件表达式 (5) 表达入射在第二折光力可变元件 A02 上的光束为会聚光束。如果 $f_2 / \sqrt{f_w \cdot f_t}$ 变得小于条件表达式 (5) 的下限,则变得难以校正像场弯曲。因此,这不是理想的。相反,如果 $f_2 / \sqrt{f_w \cdot f_t}$ 变得大于条件表达式 (5) 的上限,则变得难以增大成像倍率,也就是说,变得难以通过改变第二折光力可变元件 A02 的折光力来获得高变焦比。

[0059] 更理想地,满足以下条件表达式 (4a) 和 (5a) :

$$[0060] \quad -1.3 < f_1 / \sqrt{f_w \cdot f_t} < -0.7 \quad \dots (4a)$$

$$[0061] \quad 0.3 < f_2 / \sqrt{f_w \cdot f_t} < 1.3 \quad \dots (5a)$$

[0062] 当存在多个第一折光力可变元件 A01 时,理想情况是,这些多个第一折光力可变元件 A01 中的每个满足条件表达式 (4) 或条件表达式 (4a)。类似地,当存在多个第二折光力可变元件 A02 时,理想情况是,每个第二折光力可变元件 A02 满足条件表达式 (5) 或条件表达式 (5a)。

[0063] 另外,第一折光力可变元件和第二折光力可变元件中的至少一个构成当从广角端变焦到望远端时移动的透镜单元中的至少一个。通过在变焦时移动折光力可变元件,增大成像倍率和减小变焦时的像差变化变得更容易。

[0064] 第一实施例

[0065] 接下来,将参照图 1 对根据本发明的第一实施例的变焦透镜进行描述。

[0066] 根据第一实施例的变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括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、第三透镜单元、具有正折光力的第四透镜单元 L4、具有正折光力的第五透镜单元 L5 和第六透镜单元 L6。这里,第三透镜单元 L3 由第一折光力可变元件 A01 形成,第六透镜单元 L6 由第二折光力可变元件 A02 形成。

[0067] 当从广角端变焦到望远端时,第一透镜单元 L1、第三透镜单元 L3 (第一折光力可变元件 A01) 和第六透镜单元 L6 (第二折光力可变元件 A02) 静止。

[0068] 当从广角端变焦到望远端时,第二透镜单元 L2 朝向像侧移动,以使第二透镜单元

L2 的成像倍率大致翻倍。

[0069] 此外,第一折光力可变元件 A01 和第二折光力可变元件 A02 的折光力被改变为使得当从广角端变焦到望远端时其成像倍率增大。

[0070] 当从广角端变焦到望远端时,第一折光力可变元件 A01 的成像倍率从 0.89 变为 1.28,1.28 是 0.89 的 1.44 倍。另外,第二折光力可变元件 A02 的成像倍率从 0.97 变为 1.01,1.01 是 0.97 的 1.04 倍。这里,每个折光力可变元件的成像倍率的参照为 d 线。

[0071] 借助于上述结构,实现具有大约为 9.5 的高变焦比的变焦透镜。

[0072] 聚焦通过移动第五透镜单元 L5 来执行。

[0073] 第一折光力可变元件 A01 和第二折光力可变元件 A02 均包括电解质和非电解质。对于第一折光力可变元件 A01 和第二折光力可变元件 A02 中的每个的电解质,使用水 ($N_d = 1.33, v_d = 55.7$)。另外,对于第一折光力可变元件 A01 的非电解质,使用具有 $N_d = 1.65$ 并且 $v_d = 42.7$ 的光学特性的油性介质。对于第二折光力可变元件 A02 的非电解质,使用具有 $N_d = 1.58$ 并且 $v_d = 46.2$ 的光学特性的油性介质。通过这样,折光力可变元件被形成使得各个折光力可变元件的介质彼此不混合。

[0074] 因为第一折光力可变元件 A01 使得像侧的油性介质的折射率高于物侧的水的折射率,并且使得界面处的曲率半径从负值变为正值,所以折光力从负值变为正值。另外,因为第二折光力可变元件 A02 使得像侧的油性介质的折射率高于物侧的水的折射率,并且使得界面处的曲率半径从正值变为负值,所以折光力从正值变为负值。因此,通过在相反方向上改变第一折光力可变元件 A01 和第二折光力可变元件 A02 的折光力,减小变焦时匹兹阔和的变化。

[0075] 第二实施例

[0076] 以下将参照图 3 对根据本发明的第二实施例的变焦透镜进行描述。

[0077] 根据第二实施例的变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括具有负折光力的第一透镜单元 L1、第二透镜单元 L2、具有正折光力的第三透镜单元 L3 和第四透镜单元 L4。这里,第二透镜单元 L2 包括第一折光力可变元件 A01 和多个透镜,第四透镜单元 L4 由第二折光力可变元件 A02 形成。

[0078] 当从广角端变焦到望远端时,包括第一折光力可变元件 A01 的第二透镜单元 L2 朝向物侧移动。另外,通过朝向像侧移动第三透镜单元 L3,增大成像倍率。此外,第二透镜单元 L2 的第一折光力可变元件 A01 和用作第四透镜单元 L4 的第二折光力可变元件 A02 的折光力被改变为使得当从广角端变焦到望远端时成像倍率增大。

[0079] 当从广角端变焦到望远端时,第一折光力可变元件 A01 的成像倍率从 0.79 变为 1.03,1.03 为 0.79 的 1.30 倍。另外,第二折光力可变元件 A02 的成像倍率从 0.98 变为 1.02,1.02 为 0.98 的 1.04 倍。这里,每个折光力可变元件的成像倍率的参照为 d 线。

[0080] 借助于上述结构,实现具有大约为 4.8 的高变焦比的变焦透镜。

[0081] 聚焦通过移动第三透镜单元 L3 来执行。

[0082] 第一折光力可变元件 A01 和第二折光力可变元件 A02 均包括电解质和非电解质。对于第一折光力可变元件 A01 和第二折光力可变元件 A02 中的每个的电解质,使用水 ($N_d = 1.33, v_d = 55.7$)。另外,对于第一折光力可变元件 A01 的非电解质,使用具有 $N_d = 1.65$ 并且 $v_d = 33.4$ 的光学特性的油性介质。对于第二折光力可变元件 A02 的非电解质,使用

具有 $N_d = 1.65$ 并且 $v_d = 29.6$ 的光学特性的油性介质。通过这样,折光力可变元件被形成成为使得各个折光力可变元件的介质彼此不混合。

[0083] 因为第一折光力可变元件 A01 使得物侧的油性介质的折射率高于像侧的水的折射率,并且使得界面处的曲率半径从正值变为负值,所以折光力从负值变为正值。因为第二折光力可变元件 A02 使得物侧的油性介质的折射率高于像侧的水的折射率,并且使得界面处的曲率半径从负值变为正值,所以折光力从正值变为负值。因此,通过在相反方向上改变第一折光力可变元件 A01 和第二折光力可变元件 A02 的折光力,减小变焦时匹兹阀和的变化。

[0084] 第三实施例

[0085] 以下将参照图 5 对根据本发明的第三实施例的变焦透镜进行描述。

[0086] 根据第三实施例的变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括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、棱镜 PR、第三透镜单元 L3、具有正折光力的第四透镜单元 L4、第五透镜单元 L5 和第六透镜单元 L6。这里,第三透镜单元 L3 由第一折光力可变元件 A01 形成,第五透镜单元 L5 由第二折光力可变元件 A02a 和正透镜形成,第六透镜单元 L6 由第二折光力可变元件 A02b 形成。

[0087] 当从广角端变焦到望远端时,第一透镜单元 L1、棱镜 PR、第三透镜单元 L3(第一折光力可变元件 A01) 和第六透镜单元 L6(第二折光力可变元件 A02b) 静止。

[0088] 当从广角端变焦到望远端时,第二透镜单元 L2 朝向像侧移动,以使第二透镜单元 L2 的成像倍率大致翻倍。另外,包括第二折光力可变元件 A02a 的第五透镜单元 L5 朝向像侧移动。此外,构成第三透镜单元 L3 的第一折光力可变元件 A01、第五透镜单元 L5 的第二折光力可变元件 A02a 和构成第六透镜单元 L6 的第二折光力可变元件 A02b 的折光力被改变为使得其成像倍率增大。

[0089] 当从广角端变焦到望远端时,第一折光力可变元件 A01 的成像倍率从 1.04 变为 1.49,1.49 是 1.04 的 1.43 倍。另外,第二折光力可变元件 A02a 的成像倍率从 0.98 变为 1.06,1.06 是 0.98 的 1.08 倍。此外,第二折光力可变元件 A02b 的成像倍率从 1.00 变为 1.03,1.03 是 1.00 的 1.03 倍。

[0090] 借助于上述结构,实现具有大约为 9.5 的高变焦比的变焦透镜。

[0091] 聚焦通过移动包括第二折光力可变元件 A02a 的第五透镜单元 L5 来执行。

[0092] 第一折光力可变元件 A01 以及第二折光力可变元件 A02a 和 A02b 均包括电解质和非电解质。对于所有折光力可变元件的电解质,使用水 ($N_d = 1.33$, $v_d = 55.7$)。对于所有折光力可变元件的非电解质,使用具有 $N_d = 1.74$ 并且 $v_d = 40.0$ 的光学特性的油性介质。通过这样,折光力可变元件被形成成为使得各个折光力可变元件的介质彼此不混合。

[0093] 因为第一折光力可变元件 A01 使得像侧的油性介质的折射率高于物侧的水的折射率,并且使得液体界面处的正曲率半径增大,所以正折光力增大。因为第二折光力可变元件 A02a 和 A02b 均使得像侧的油性介质的折射率高于物侧的水的折射率,并且均使得界面处的曲率半径从正值变为负值,所以每个折光力从正值变为负值。因此,通过在相反方向上改变第一折光力可变元件 A01 以及第二折光力可变元件 A02a 和 A02b 的折光力,减小变焦时匹兹阀和的变化。

[0094] 第四实施例

[0095] 以下将参照图 7 对根据本发明的第四实施例的变焦透镜进行描述。

[0096] 根据第四实施例的变焦透镜按从物侧到像侧的顺序包括具有负折光力的第一透镜单元 L1、具有正折光力的第二透镜单元 L2、第三透镜单元 L3、具有正折光力的第四透镜单元 L4 和第五透镜单元 L5。这里,第三透镜单元 L3 包括第 3a 透镜单元 L3a、第一折光力可变元件 A01 和第 3b 透镜单元 L3b。第五透镜单元 L5 由第二折光力可变元件 A02 形成。

[0097] 在本实施例中,当从广角端变焦到望远端时,第一透镜单元 L1 和第五透镜单元 L5(第二折光力可变元件 A02) 静止。

[0098] 当从广角端变焦到望远端时,第四透镜单元 L4 朝向物侧移动,以使第四透镜单元 L4 的成像倍率增大大约 1.2 倍。另外,设置在第 3a 透镜单元 L3a 与第 3b 透镜单元 L3b 之间的第一折光力可变元件 A01 的折光力以及构成第五透镜单元 L5 的第二折光力可变元件 A02 的折光力被改变为使得其成像倍率增大。

[0099] 当从广角端变焦到望远端时,第一折光力可变元件 A01 的成像倍率从 0.66 变为 0.87,0.87 为 0.66 的 1.32 倍。另外,第二折光力可变元件 A02 的成像倍率从 0.72 变为 1.40,1.40 是 0.72 的 1.95 倍。

[0100] 借助于上述结构,实现具有大约为 2.1 的高变焦比的超广角变焦透镜。

[0101] 第一透镜单元 L1 按从物侧到像侧的顺序包括第 1a 透镜单元 L1a 和第 1b 透镜单元 L1b。聚焦通过移动第 1b 透镜单元 L1b 来执行。

[0102] 第一折光力可变元件 A01 以及第二折光力可变元件 A02 均包括电解质和非电解质。对于第一折光力可变元件 A01 以及第二折光力可变元件 A02 中的每个的电解质,使用水 ($N_d=1.33$, $v_d=55.7$)。对于第一折光力可变元件 A01 的非电解质,使用具有 $N_d=1.73$ 并且 $v_d=40.0$ 的光学特性的油性介质。对于第二折光力可变元件 A02 的非电解质,使用具有 $N_d=1.48$ 并且 $v_d=54.6$ 的光学特性的油性介质。

[0103] 因为第一折光力可变元件 A01 使得像侧的油性介质的折射率高于物侧的水的折射率,并且使得液体界面处的负曲率半径增大,所以负折光力减小。因为第二折光力可变元件 A02 使得像侧的油性介质的折射率高于物侧的水的折射率,并且使得界面处的曲率半径从正值变为负值,所以折光力从正值变为负值。因此,通过在相反方向上改变第一折光力可变元件 A01 和第二折光力可变元件 A02 的折光力,减小变焦时匹兹阀和的变化。

[0104] 虽然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,以使得可在本发明的要点的范围内进行各种修改和改变。

[0105] 接下来,以下将给出每个实施例中的数据。 i 表示从物面算起的表面的序号, r_i 表示透镜表面的曲率半径, d_i 表示第 i 表面与第 $(i+1)$ 表面之间的透镜厚度和空气间隙, n_i 和 v_i 分别表示相对于 d 线的折射率和阿贝数。

[0106] 另外,被设置为最接近像侧的玻璃块 GB 对应于例如 CCD 保护玻璃或低通滤波器。 k 、 A 、 B 、 C 、 D 、 E 等表示非球面系数。

[0107] 当在离光轴高度为 h 的位置处沿着光轴方向的位移为参照表面顶点的 x 时,非球面形状用以下表达式表达:

$$[0108] \quad x = (h^2/R) / [1 + \{1 - (1+k) (h/R)^2\}^{1/2}] + Ah^4 + Bh^6 + Ch^8 + Dh^{10} + Eh^{12}$$

[0109] 其中, R 表示曲率半径。

[0110] 数值示例 1

[0111] 单位 mm

[0112] 表面数据

[0113]

表面编号	r	d	nd	vd	有效直径
1	28.479	1.20	1.84666	23.8	25.75
2	17.564	5.48	1.77250	49.6	22.80
3	6873.853	(可变)			21.95
4	147.858	0.80	1.88300	40.8	16.84
5	8.515	4.59			12.59
6*	-18.084	1.00	1.88300	40.8	12.39
7*	143.569	0.10			12.82
8	380.124	3.03	1.94595	18.0	12.91
[0114]					
9	-26.866	(可变)			13.12
10	无限远	0.61	1.33304	55.7	9.00
11	(可变)	0.64	1.65294	42.8	8.89
12	无限远	(可变)			8.78
13*	12.178	3.50	1.49700	81.5	7.65
14	-27.439	2.50			8.43
15	7.898	3.39	1.49700	81.5	7.39
16	20.614	0.60	2.00330	28.3	6.09
17	6.609	0.40			5.71
18	16.233	1.15	1.72825	28.5	5.71
19	38.772	(可变)			5.70
20*	17.363	1.97	1.45600	90.3	8.66
21	344.622	(可变)			8.55
22	无限远	0.55	1.33304	55.7	10.00
23	(可变)	0.55	1.58068	46.2	10.00
24	无限远				10.00

[0115] 像面

[0116] 非球面数据

[0117] 第 6 表面

[0118] $K = 0.00000e+000$ $A_4 = -6.02345e-004$ $A_6 = 1.34031e-005$ $A_8 = -1.91200e-007$ $A_{10} = 1.56592e-009$

[0119] 第 7 表面

[0120] $K = -3.21679e+003$ $A_4 = -4.54896e-004$ $A_6 = 1.01416e-005$ $A_8 = -1.29730e-007$ $A_{10} = 1.05351e-009$

[0121] 第 13 表面

[0122] $K = 1.05797e+000$ $A_4 = -1.74178e-004$ $A_6 = -1.08865e-006$ $A_8 = -5.81524e-009$

[0123] 第 20 表面

[0124] $K = 9.63774e+000$ $A_4 = -2.50683e-004$ $A_6 = 5.21092e-007$ $A_8 = -4.99622e-007$ $A_{10} = 2.55173e-009$

[0125] 各种数据

[0126]

变焦比	9.45		
	广角	中间	望远
焦距	5.20	16.08	49.14
F 数	2.93	3.93	6.30
视角	33.9	12.3	4.1
图像高度	3.50	3.50	3.50
总透镜高度	80.75	80.75	80.75
BF	4.04	4.04	4.04
d3	0.55	9.03	13.24
d9	13.34	4.86	0.65
d12	23.05	14.50	1.97
d19	3.73	15.26	26.79
d21	3.99	1.00	2.01
d24	4.07	5.33	23.28
r11	-84.67	-1423.26	35.80
d10	0.61	0.53	0.34
d11	0.64	0.72	0.91
r23	35.15	91.55	-75.00
d22	0.55	0.69	0.88
d23	0.55	0.41	0.22
入射光瞳位置	17.72	41.01	52.15
出射光瞳位置	-21.48	-54.88	-113.40
前主点位置	21.86	52.70	80.76
后主点位置	-1.13	-12.08	-44.90

[0127] 变焦透镜单元的数据

[0128]

单元	第 1 表面	焦距	透镜构造长度	前主点位置	后主点位置
1	1	39.24	6.68	-0.12	-3.86
2	4	-9.14	9.52	0.32	-7.51
3	10	-264.68	1.25	0.46	-0.39
4	13	17.56	11.53	-5.41	-10.05
5	20	40.02	1.97	-0.07	-1.42
6	22	141.94	1.10	0.41	-0.35

[0129] 单透镜数据

[0130]

透镜	第 1 表面	焦距
1	1	-57.00
2	2	22.79
3	4	-10.26
4	6	-18.14
5	8	26.62
6	10	254.24
7	11	-129.68
8	13	17.48
9	15	23.67
10	16	-9.91
11	18	37.54
12	20	40.02
13	22	-105.54
14	23	60.53

[0131] 数值示例 2

[0132] 单位 mm

[0133] 表面数据

[0134]

表面编号	r	d	nd	vd	有效直径
1*	822.436	1.10	1.86400	40.6	14.40
2*	6.178	1.95			10.70
3	8.151	1.80	1.94595	18.0	11.30
4	11.485	(可变)			10.70
5	无限远	(可变)	1.64600	33.4	5.20
6	(可变)	(可变)	1.33304	55.8	5.20
7	无限远	0.10			5.20
8*	5.918	1.80	1.85135	40.1	5.50
9	64.692	0.23			5.20
10	7.646	1.30	1.71999	50.2	4.90
11	-106.751	0.50	1.84666	23.8	4.50
12	3.885	0.94			4.00
13	27.578	1.00	1.74950	35.3	4.00
14	-29.647	0.58			4.00
15(光阑)	无限远	(可变)			2.99
16*	18.844	1.20	1.69350	53.2	8.30
17	67.088	(可变)			8.30
18	无限远	(可变)	1.65400	29.6	8.00
19	(可变)	(可变)	1.33304	55.8	8.00
20	无限远	1.00			8.00
21	无限远	0.50	1.51633	64.1	20.00
22	无限远	(可变)			20.00

[0135] 非球面数据

[0136] 第 1 表面

[0137] $K = -4.39302e+005$ $A_4 = 2.66495e-004$ $A_6 = -3.66801e-006$ $A_8 = 2.93756e-008$ $A_{10} = -1.12868e-010$

[0138] 第 2 表面

[0139] $K = -1.73497e+000$ $A_4 = 1.07426e-003$ $A_6 = -1.07394e-006$ $A_8 = 1.26888e-007$ $A_{10} = 8.27304e-011$

[0140] 第 8 表面

[0141] $K = -3.07128e-001$ $A_4 = -2.29854e-004$ $A_6 = 6.52175e-006$ $A_8 = -1.64145e-006$ $A_{10} = 8.32941e-008$

[0142] 第 16 表面

[0143] $K = 0.00000e+000$ $A_4 = 5.73806e-005$ $A_6 = 3.23139e-005$ $A_8 = -2.35249e-006$ $A_{10} = 6.20072e-008$

[0144] 各种数据

[0145] 变焦比 4.75

[0146]

	广角	中间	望远
焦距	4.43	12.65	21.05
F 数	2.88	4.26	5.88
视角	37.50	15.04	9.17
图像高度	3.40	3.40	3.40
总透镜高度	40.82	34.72	39.64
BF	0.30	0.27	0.18
d4	18.49	4.26	1.12
d15	2.40	11.85	19.20
d17	3.63	2.33	3.13
d22	0.30	3.80	8.44
r6	37.56	351.26	-187.78
r19	-32.10	-160.48	32.10
入射光瞳位置	8.44	7.27	6.88
出射光瞳位置	-9.42	-22.95	-31.72
主前点位置	10.85	13.03	14.04
后主点位置	-4.13	-12.38	-20.87

[0147] 变焦透镜单元的数据

[0148]

单元	第 1 表面	焦距	透镜构造长度	前主点位置	后主点位置
1	1	-10.50	4.85	0.53	-2.75
2	5	10.64	7.45	-0.95	-5.62
3	16	37.41	1.20	-0.27	-0.98
4	18	100.00	2.50	0.38	-1.61

[0149] 单透镜数据

[0150]

透镜	第 1 表面	焦距
1	1	-7.21
2	3	23.51
3	5	-58.14
4	6	112.76
5	8	7.54
6	10	9.96
7	11	-4.42
8	13	19.21
9	16	37.41
10	18	49.08
11	19	-96.37
12	21	0.00

[0151] 数值示例 3

[0152] 单位 mm

[0153] 表面数据

[0154]

表面编号	r	d	nd	vd	有效直径
1	29.397	1.20	1.84666	23.8	25.77
2	17.032	5.55	1.77250	49.6	22.60
3	1892.933 (可变)				21.62

[0155]

4	156.862	0.80	1.88300	40.8	17.32
5	9.488	4.42			13.25
6*	-17.514	1.00	1.88300	40.8	13.04
7*	37.762	0.10			13.25
8	63.542	2.03	1.94595	18.0	13.25
9	-30.670	(可变)			13.36
10	无限远	8.00	1.80610	33.3	10.00
11	无限远	0.10			9.02
12	无限远	(可变)	1.33304	55.7	9.02
13	(可变)	(可变)	1.73770	40.0	8.92
14	无限远	(可变)			8.87
15*	11.394	4.99	1.49700	81.5	7.94
16	-26.014	2.50			8.35
17	9.232	2.72	1.49700	81.5	7.25
18	20.516	0.60	2.00330	28.3	6.31
19	7.095	0.33			5.94
20	13.895	1.56	1.69895	30.1	5.94
21	23.416	(可变)			5.84
22	无限远	(可变)	1.33304	55.7	8.15
23	(可变)	(可变)	1.73770	40.0	8.20
24	无限远	0.10			8.28
25*	15.007	2.04	1.43875	95.0	8.42
26	3459.951	(可变)			8.35
27	无限远	(可变)	1.33304	55.7	10.00
28	(可变)	(可变)	1.73770	40.0	10.00
29	无限远				10.00

[0156] 非球面数据

[0157] 第6表面

[0158] $K = 0.00000e+000$ $A_4 = -4.22458e-004$ $A_6 = 2.03537e-005$ $A_8 = -4.48262e-007$ $A_{10} = 3.76964e-009$

[0159] 第7表面

[0160] $K = -9.37295e+001$ $A_4 = -1.86139e-004$ $A_6 = 1.34122e-005$ $A_8 = -3.14173e-007$ $A_{10} = 2.71380e-009$

[0161] 第 15 表面

[0162] $K = 7.74031e-001$ $A_4 = -1.79994e-004$ $A_6 = -1.21748e-006$ $A_8 = -7.68902e-009$

[0163] 第 25 表面

[0164] $K = 8.98920e-001$ $A_4 = -4.72110e-005$ $A_6 = 7.06658e-006$ $A_8 = -5.65233e-007$ $A_{10} = 1.33876e-008$

[0165] 各种数据

[0166] 变焦比 9.45

[0167]

	广角	中间	望远
焦距	5.20	14.42	49.14
F 数	2.93	3.93	6.22
视角	33.9	13.6	4.1
图像高度	3.50	3.50	3.50
总透镜高度	88.50	88.50	88.50
BF	4.12	4.12	4.12
d3	0.55	8.16	14.34
d9	14.34	6.73	0.55
d14	20.96	12.82	0.65
d21	3.09	14.02	26.69
d26	3.79	1.00	0.50
d29	4.15	5.86	26.09
r13	368.81	76.23	30.33
d12	0.60	0.53	0.40

[0168]

d13	0.60	0.67	0.80
r23	380.89	-75.00	-60.00
d22	0.60	0.70	0.72
d23	0.60	0.50	0.48
r28	39181.87	-6802.20	-60.00
d27	0.60	0.60	0.74
d28	0.60	0.60	0.46
入射光瞳位置	18.07	37.68	58.44
出射光瞳位置	-21.04	-46.48	-74.15
前主点位置	22.19	47.98	76.79
后主点位置	-1.05	-10.38	-44.87

[0169] 变焦透镜单元的数据

[0170]

单元	第 1 表面	焦距	透镜构造长度	前主点位置	后主点位置
1	1	41.39	6.75	-0.18	-3.95
2	4	-8.48	8.35	0.98	-5.62
PR	10	无限远	8.00	0.00	0.00
3	12	911.40	1.20	0.45	-0.35
4	15	18.97	12.71	-6.15	-11.01
5	22	33.15	3.34	0.87	-1.44
6	27	96826.88	1.20	0.45	-0.35

[0171] 单透镜数据

[0172]

透镜	第 1 表面	焦距
1	1	-50.05
2	2	22.22
3	4	-11.47
4	6	-13.44
5	8	22.10

[0173]

6	10	0.00
7	12	-1107.39
8	13	499.94
9	15	16.68
10	17	31.27
11	18	-11.06
12	20	45.80
13	22	-1143.68
14	23	516.32
15	25	34.35
16	27	-117648.78
17	28	53113.55

[0174] 数值示例 4

[0175] 单位 mm

[0176] 表面数据

[0177]

表面编号	r	d	nd	vd	有效直径
1*	87.448	3.50	1.58593	59.6	43.54
2	13.318	13.54			26.01
3	-145.556	1.30	1.77250	49.6	24.47
4	24.148	0.06	1.51640	52.2	22.07
5*	21.710	1.18			22.05
6	27.601	3.88	1.72825	28.5	21.85
7	97.186	(可变)			20.76
8	-54.322	1.25	1.83481	42.7	11.65
9	15.722	4.13	1.51742	52.4	11.48
10	-36.387	1.06			12.06
11(光阑)	无限远	1.50			12.26
12	57.720	2.48	1.51823	58.9	13.42

[0178]

13	-32.609	(可变)			13.74
14	-28.135	0.80	1.80400	46.6	14.44
15	-73.400	0.17			14.90
16	无限远	1.90	1.33304	55.7	15.15
17	(可变)	1.10	1.73769	40.0	15.69
18	无限远	0.30			16.12
19	47.868	3.42	1.84666	23.8	16.99
20	-36.983	(可变)			17.38
21	59.392	5.76	1.48749	70.2	17.67
22	-18.267	1.00	1.83400	37.2	17.59
23	38.697	0.05			18.46
24	18.482	6.35	1.43875	95.0	20.18
25	-29.769	0.15			20.32
26	157.796	1.00	1.83400	37.2	19.89
27	16.754	7.24	1.48456	70.0	19.28
28*	-26.534	(可变)			19.64
29	无限远	4.50	1.33304	55.7	19.91
30	(可变)	3.80	1.48000	54.6	20.25
31	无限远	32.19			20.25
32	无限远	2.90	1.54400	67.6	50.00
33	无限远				50.00

[0179] 非球面数据

[0180] 第 1 表面

[0181] $K = 0.00000e+000$ $A_4 = 2.81271e-005$ $A_6 = -6.64739e-008$ $A_8 = 1.81153e-010$ $A_{10} = -2.68350e-013$ $A_{12} = 1.90592e-016$

[0182] 第 5 表面

[0183] $K = 0.00000e+000$ $A_4 = 2.48045e-006$ $A_6 = -4.21349e-007$ $A_8 = 3.98551e-009$ $A_{10} = -2.93680e-011$ $A_{12} = 9.05546e-014$

[0184] 第 28 表面

[0185] $K = 0.00000e+000$ $A_4 = 2.93617e-005$ $A_6 = -7.97543e-008$ $A_8 = 4.56680e-009$ $A_{10} = -4.19447e-011$ $A_{12} = 2.35569e-013$

[0186] 各种数据

[0187] 变焦比 2.07

[0188]

	广角	中间	望远
焦距	10.32	12.65	21.36
F 数	3.03	3.42	4.63
视角	52.82	49.44	42.11
图像高度	13.60	13.60	13.60
总透镜高度	133.06	133.06	133.06
BF	1.24	1.24	1.24
d7	17.28	13.42	4.74
d13	1.27	1.11	4.41
d20	6.90	5.62	1.26
d28	0.10	5.37	15.15
d33	1.19	0.69	2.17
r17	-33.75	-40.53	-100.91
r30	19.52	35.92	-14.06
入射光瞳位置	16.95	16.53	15.25
出射光瞳位置	-151.07	-121.58	-80.18
前主点位置	26.57	27.88	31.01
后主点位置	-9.12	-11.46	-20.16

[0189] 变焦透镜单元的数据

[0190]

单元	第 1 表面	焦距	透镜构造长度	前主点位置	后主点位置
1	1	-14.99	23.46	6.70	-11.25
2	8	110.30	10.43	22.72	19.29
3	14	72.11	7.69	10.27	6.42
4	21	96.08	21.54	18.60	4.34
5	29	132.82	43.39	3.38	-36.64

[0191]

[0192] 单透镜数据

[0193]

透镜	第 1 表面	焦距
1	1	-27.29
2	3	-26.72
3	4	-419.79
4	6	51.72
5	8	-14.49
6	9	21.81
7	12	40.59
8	14	-57.19
9	16	101.33
10	17	-45.75
11	19	25.11
12	21	29.37
13	22	-14.76
14	24	27.08
15	26	-22.55
16	27	22.42
17	29	-58.61
18	30	40.66
19	32	0.00

[0194] 每个数值示例中的条件表达式的值在表 1 中给出。

[0195] 【表 1】

[0196] (表 1)

[0197]

	条件表达式(1)	条件表达式(2)	条件表达式(3)	条件表达式(4)	条件表达式(5)
数值示例 1	0.038	0.203	-0.165	-0.88	0.34
数值示例 2	0.097	0.097	-0.193	-1.09	0.47
数值示例 3	0.037	0.196	-0.125	-0.80	0.47(AO2a) 0.33(AO2b)
数值示例 4	0.148	0.118	-0.267	-0.71	0.97

[0198] 接下来,将使用图 10 对使用根据本发明的变焦透镜作为图像拍摄光学系统的数字静态照相机(图像拾取设备)(光学设备)的实施例进行描述。在图 10 中,标号 20 表示照相机本体,标号 21 表示由根据本发明的变焦透镜形成的图像拍摄光学系统。标号 22 表示接收由图像形成光学系统 21 形成的对象图像并且被设置在照相机本体中的固态图像拾取元件(光电转换元件),诸如 CCD 传感器或 CMOS 传感器。标号 23 表示记录与经过由图像拾取元件 22 执行的光电转换的对象图像对应的信息的存储器。标号 24 表示由例如液晶显示面板形成并且用于观察形成在图像拾取元件 22 上的对象图像的取景器。通过以这种方式将根据本发明的变焦透镜应用于诸如数字静态照相机的图像拾取设备,实现具有高光学性能的小型图像拾取装置。

[0199] 指代符号列表

[0200] A01 第一折光力可变元件

[0201] A02 第二折光力可变元件

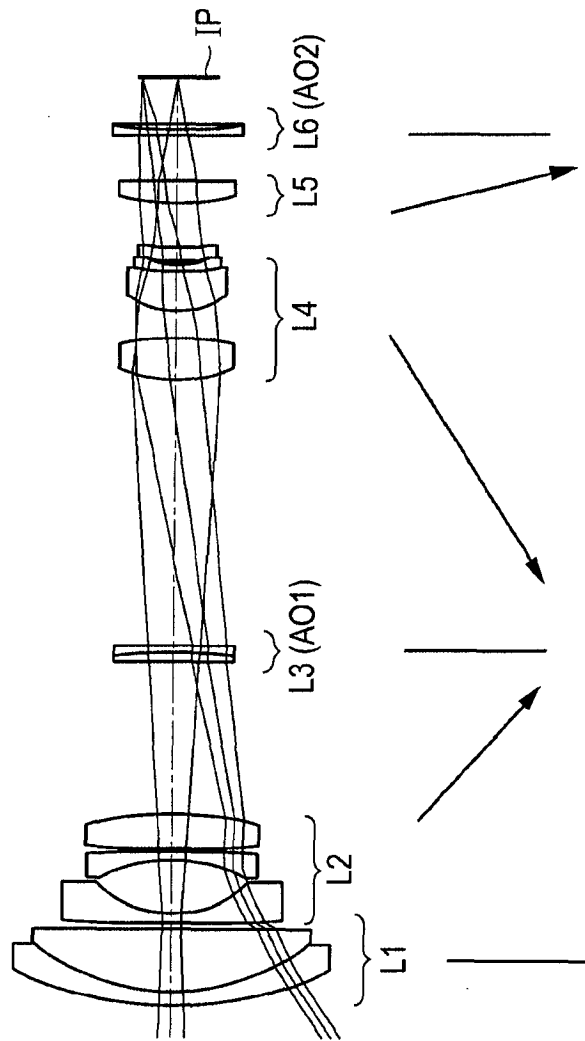


图 1

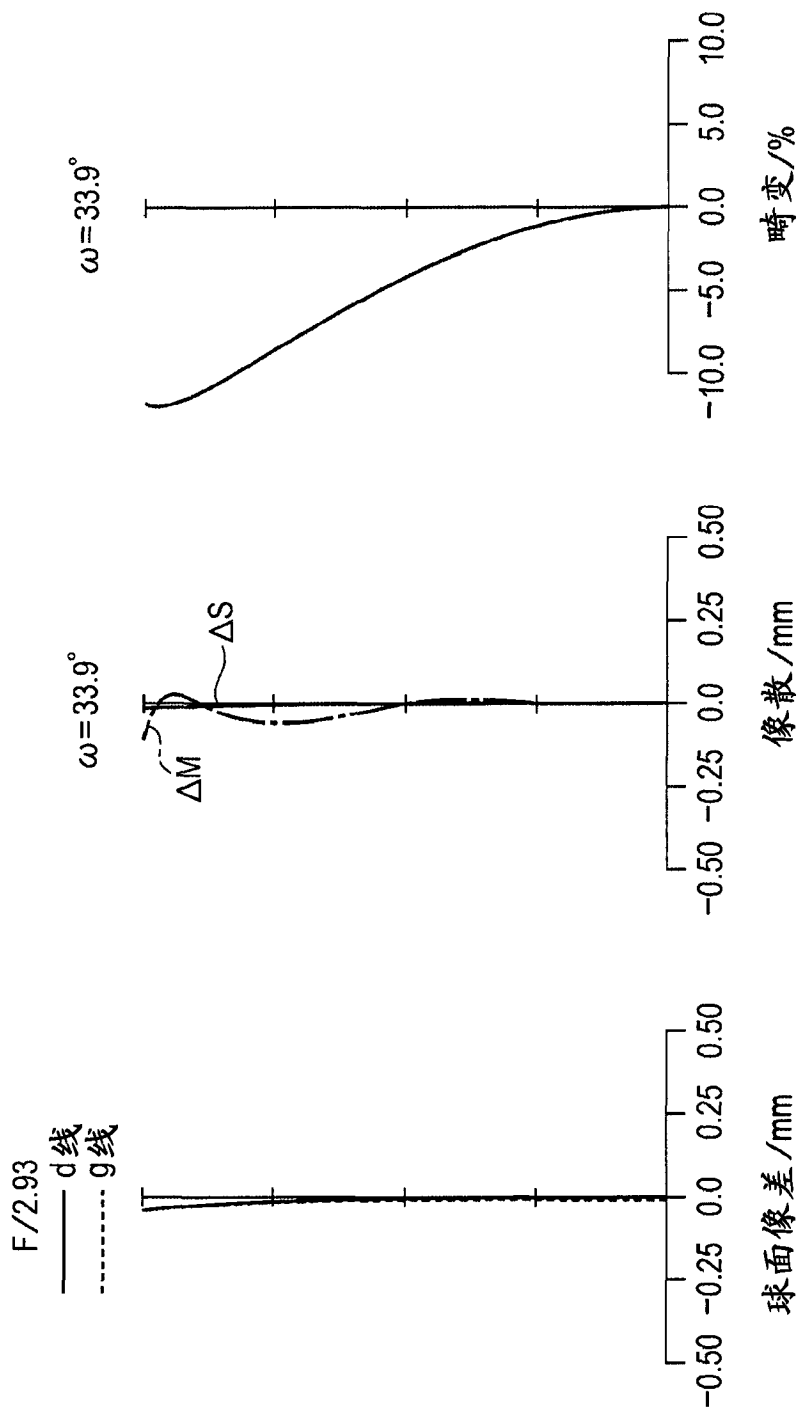


图 2A

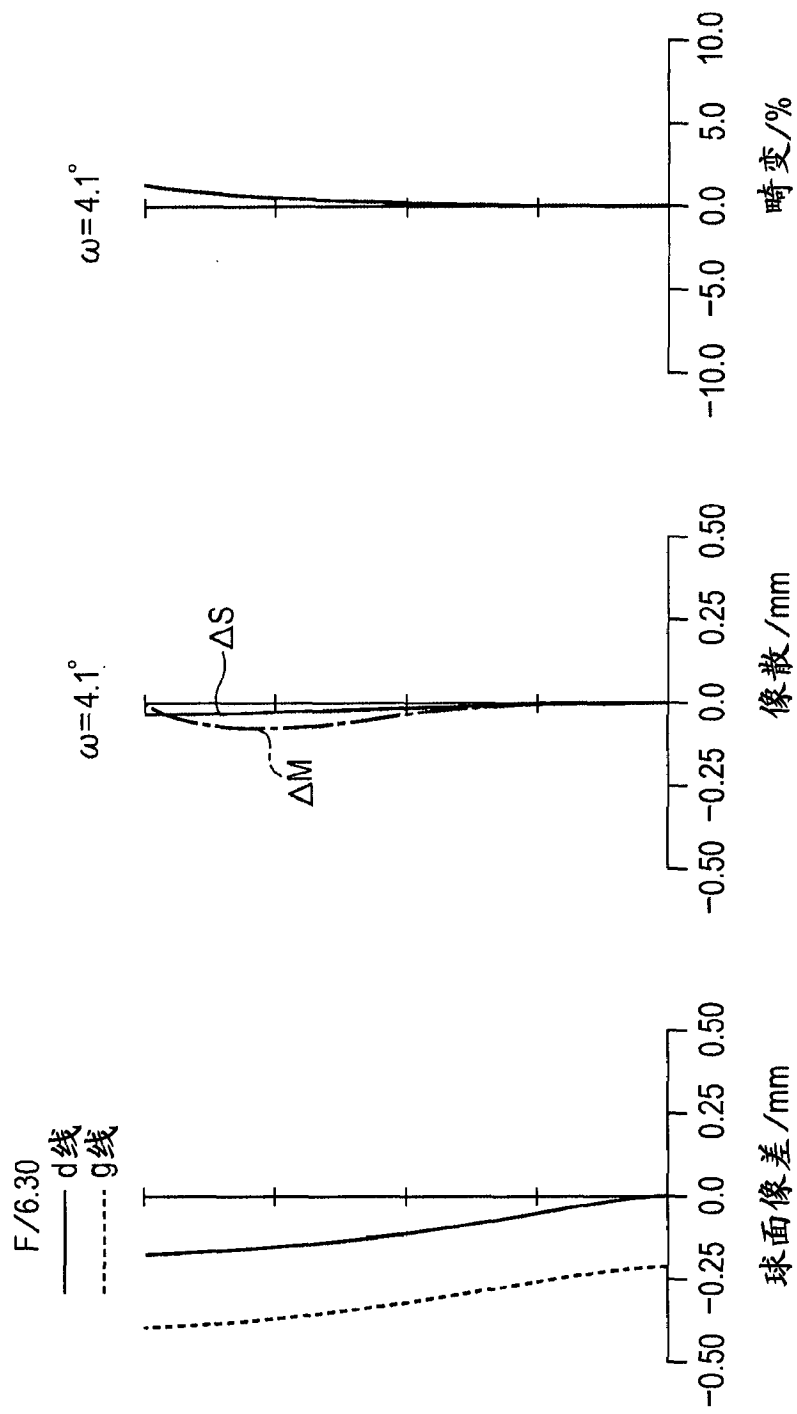


图 2B

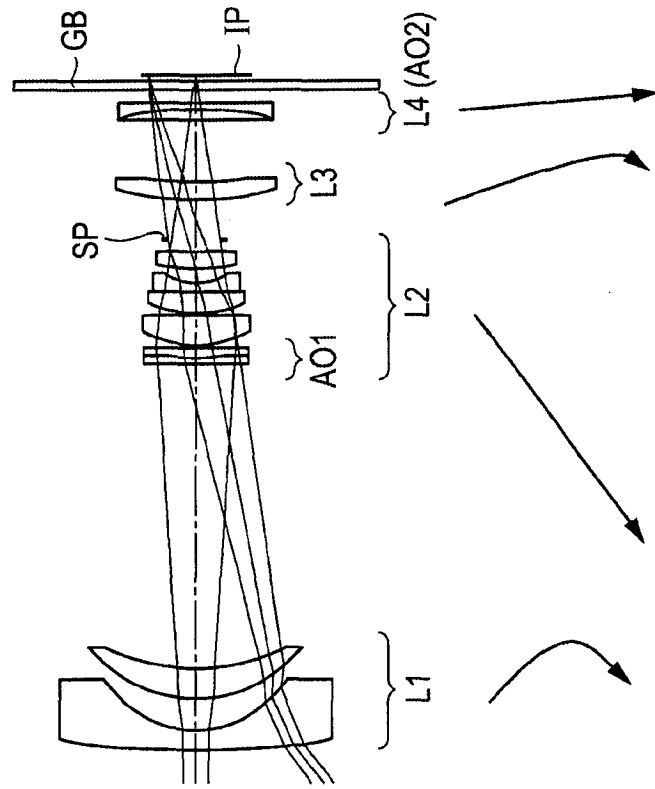


图 3

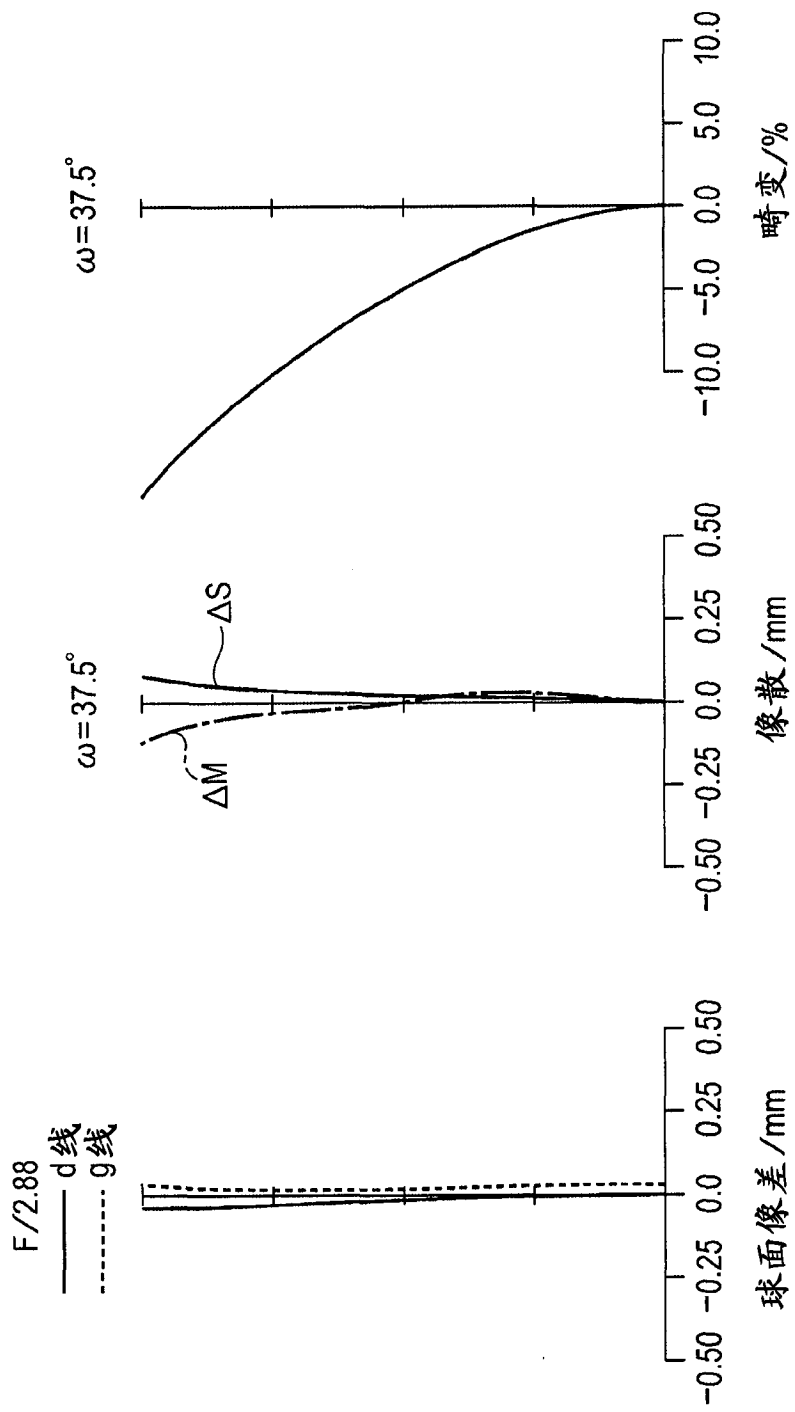


图 4A

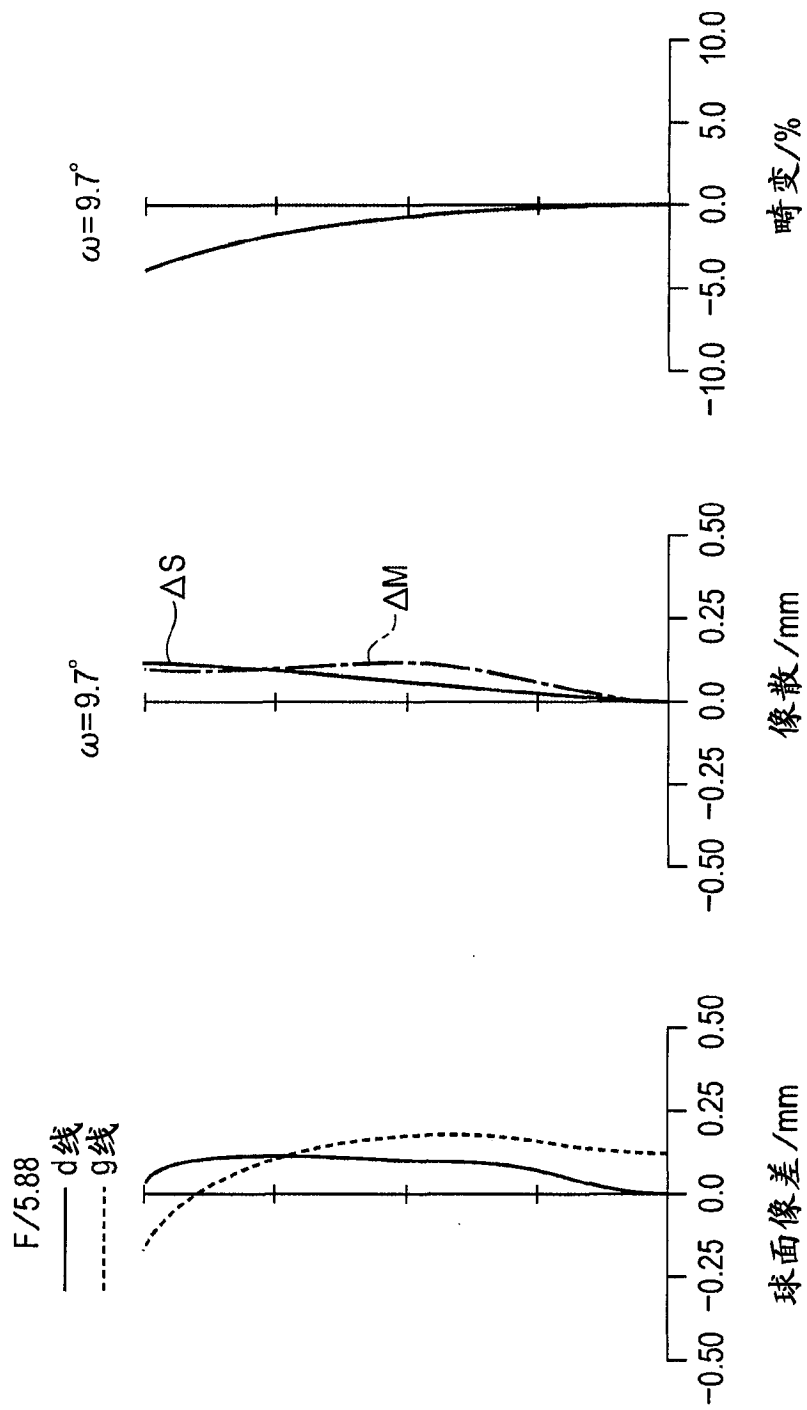


图 4B

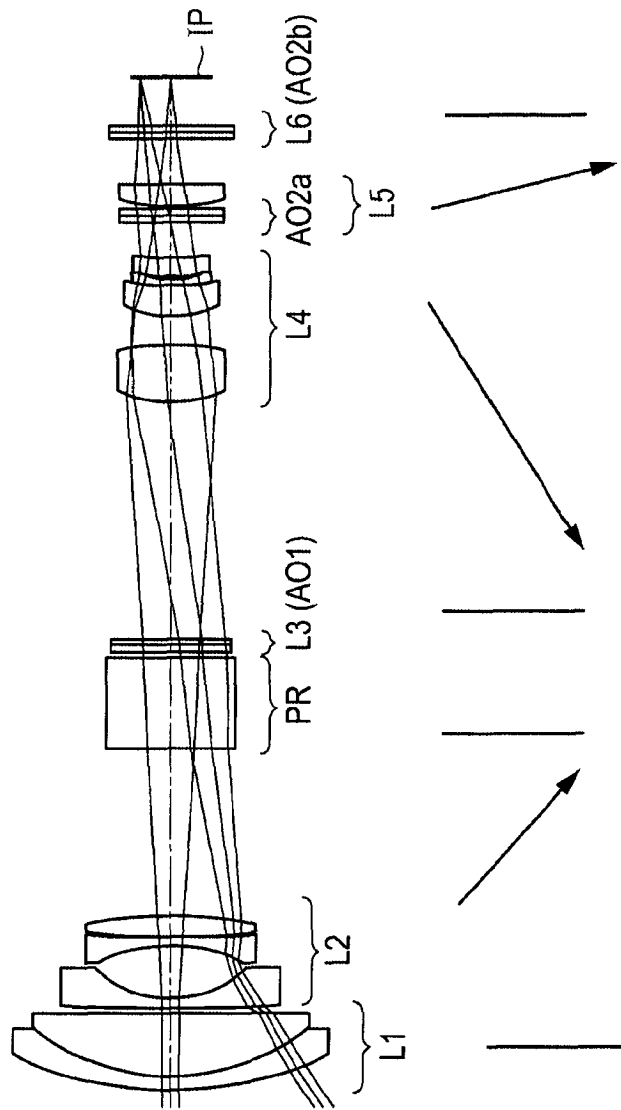


图 5

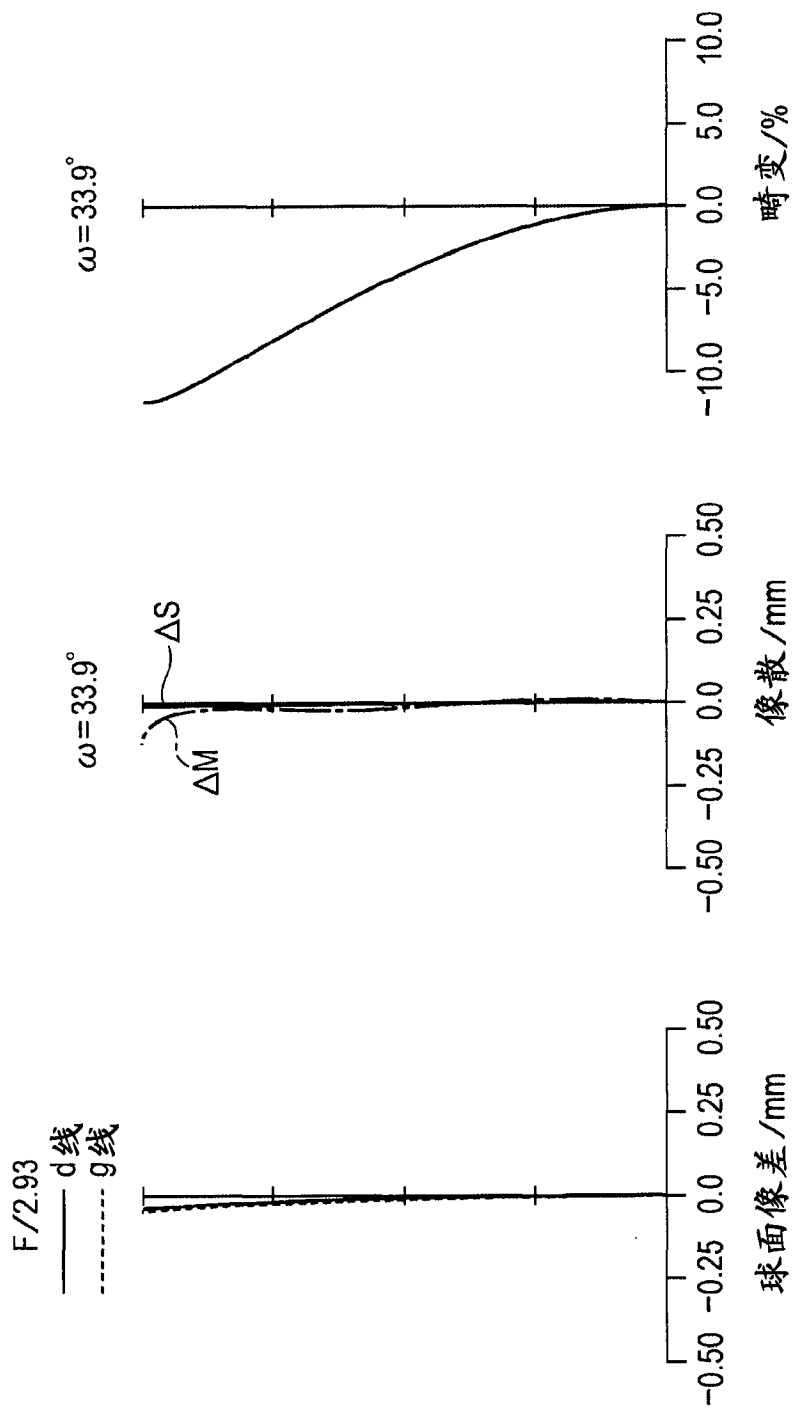


图 6A

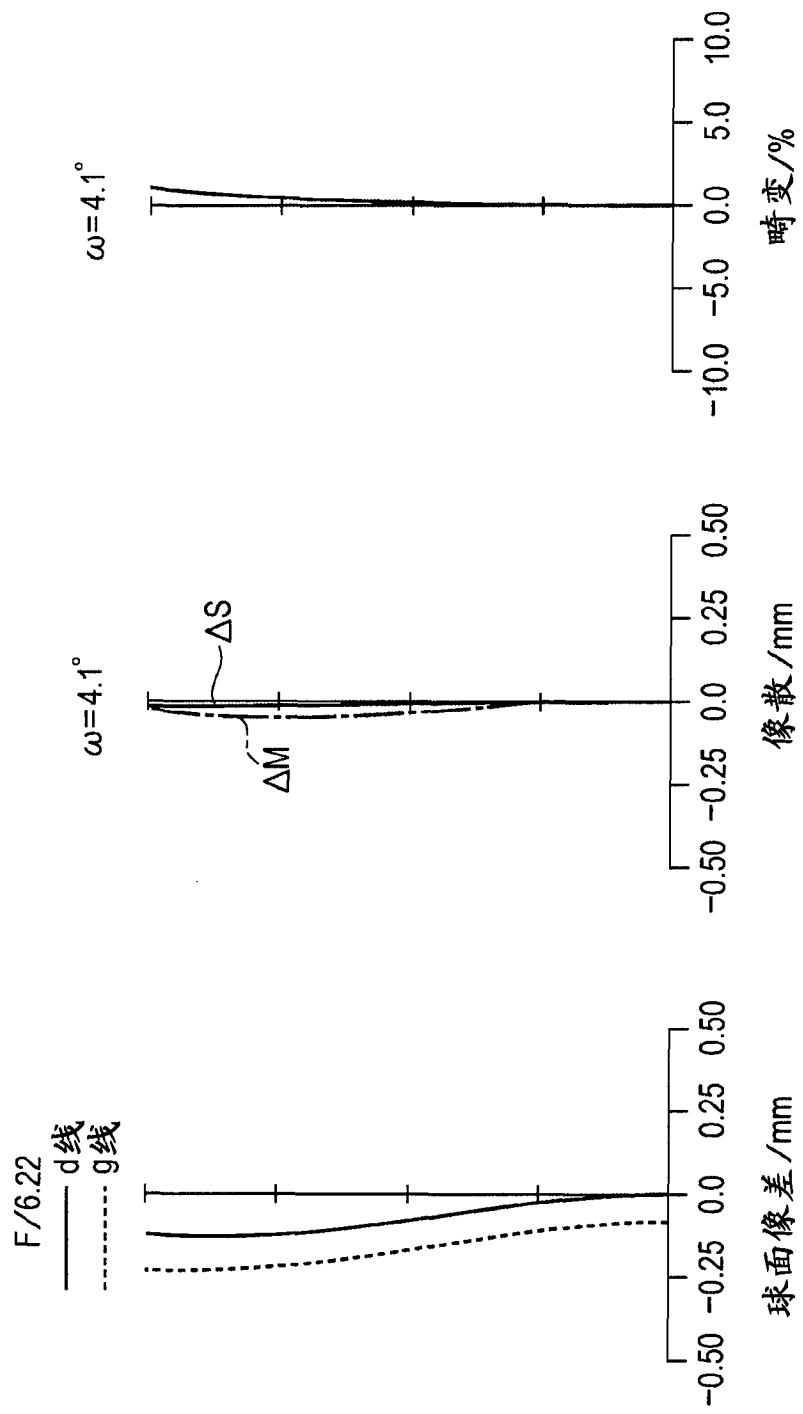


图 6B

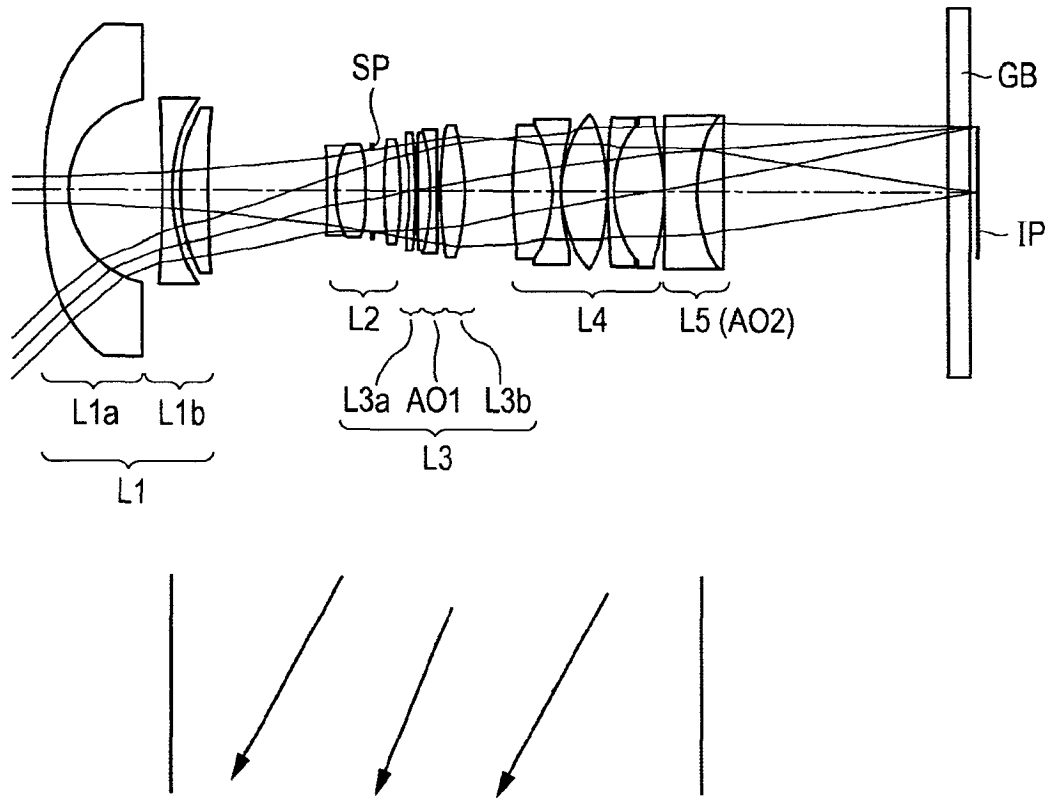


图 7

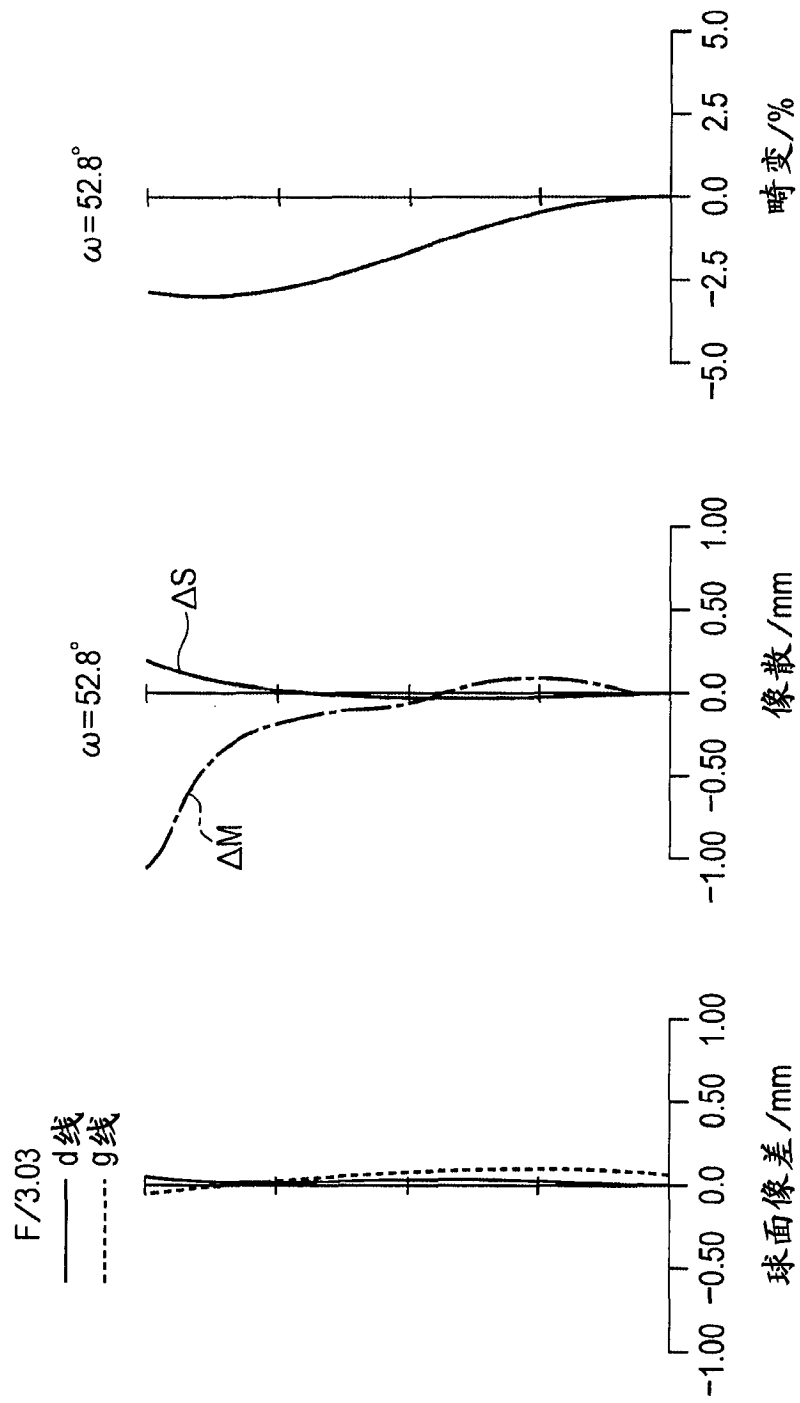


图 8A

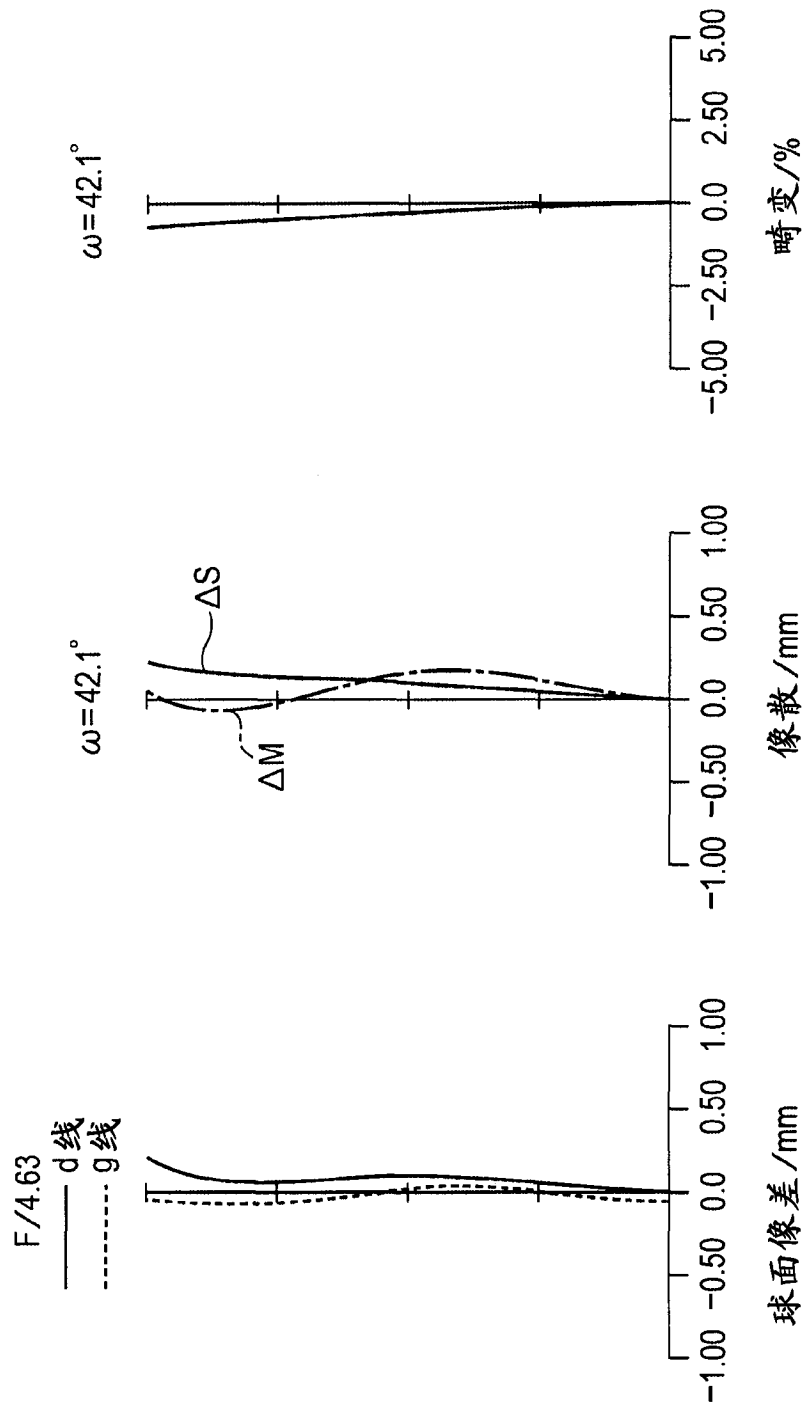


图 8B

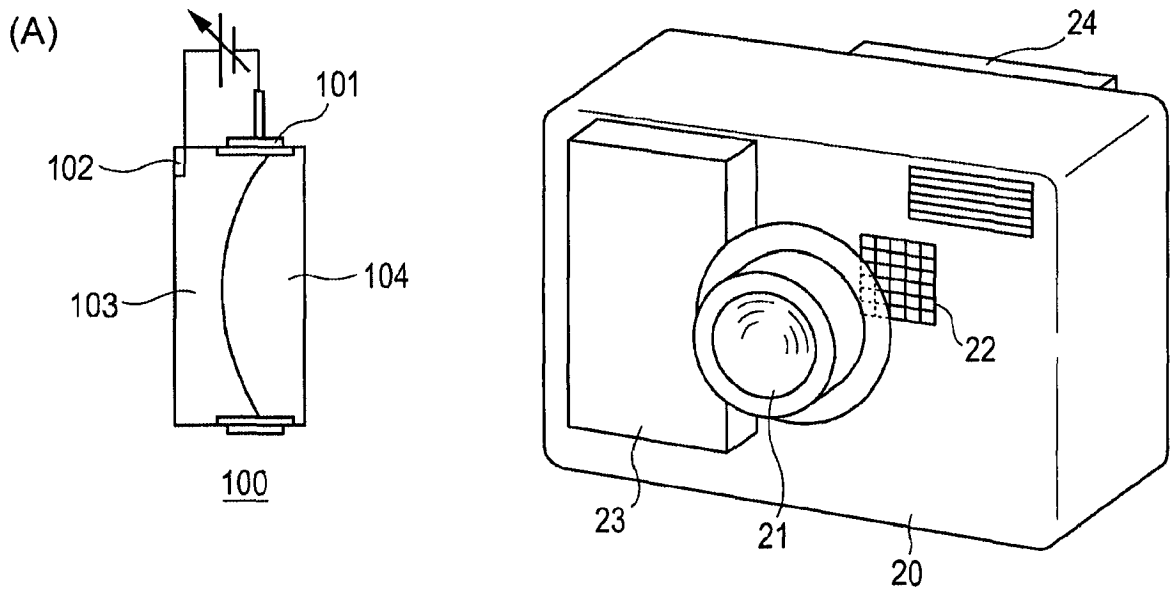


图 10

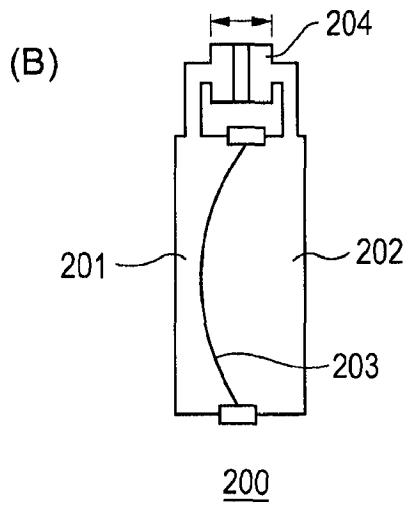


图 9