



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103676115 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310397523. X

(22) 申请日 2013. 09. 04

(30) 优先权数据

2012-199073 2012. 09. 11 JP

(71) 申请人 索尼公司

地址 日本东京都

(72) 发明人 金高文和 宇野久

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 黄小临

(51) Int. Cl.

G02B 15/163 (2006. 01)

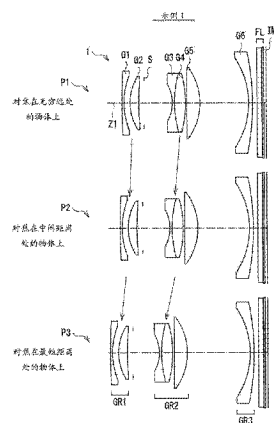
权利要求书2页 说明书22页 附图13页

(54) 发明名称

成像透镜和图像拾取装置

(57) 摘要

本发明提供了成像透镜和图像拾取装置。该成像透镜包括：可移动透镜组，其被配置为移动以允许成像透镜变得聚焦；以及最后的透镜组，其被布置在最靠图像侧的固定位置处，并具有负屈光力。满足下列条件表达式： $-2 < f_t/f_r < -0.45$ ……(1)，其中 f_t 是在成像透镜对焦在无穷远处的物体上的条件下成像透镜的总焦距，并且 f_r 是最后的透镜组的焦距。



1. 一种成像透镜,包括:

可移动透镜组,其被配置为移动以允许所述成像透镜变得聚焦;以及
最后的透镜组,其被布置在最靠图像侧的固定位置处,并具有负屈光力,其中
满足下列条件表达式,

$$-2 < f_t / f_r < -0.45 \cdots \cdots (1)$$

其中 f_t 是在所述成像透镜对焦在无穷远处的物体上的条件下所述成像透镜的总焦距,以及

f_r 是所述最后的透镜组的焦距。

2. 如权利要求 1 所述的成像透镜,其中,所述最后的透镜组由包括负透镜的两个或更少的透镜配置。

3. 如权利要求 2 所述的成像透镜,其中,所述最后的透镜组中的负透镜具有非球面表面。

4. 如权利要求 2 所述的成像透镜,其中,满足下列条件表达式, $0.6 < f_{ra} / f_r \leq 1 \cdots \cdots (2)$
其中 f_{ra} 是所述最后的透镜组中的负透镜的焦距。

5. 如权利要求 2 所述的成像透镜,其中,满足下列条件表达式,

$$-2 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < -0.5 \cdots \cdots (3)$$

其中 R_1 是所述最后的透镜组中的负透镜的物体侧表面的曲率半径,以及

R_2 是所述最后的透镜组中的负透镜的图像侧表面的曲率半径。

6. 如权利要求 1 所述的成像透镜,其中,满足下列条件表达式, $0.2 < L_r / Y < 1 \cdots \cdots (4)$

其中 L_r 是沿光轴从所述最后的透镜组中的最靠物体侧表面到图像平面的距离,以及
 Y 是沿所述图像平面的最大图像高度。

7. 如权利要求 1 所述的成像透镜,其中,满足下列条件表达式, $0.5 < T_D / Y < 1.4 \cdots \cdots (5)$

其中 T_D 是在所述成像透镜中包括的所有透镜沿光轴的总厚度。

8. 如权利要求 1 所述的成像透镜,其中,满足下列条件表达式, $2.0 < T_L / Y < 3.5 \cdots \cdots (6)$

其中 T_L 是所述成像透镜沿光轴的最大总长度。

9. 如权利要求 1 所述的成像透镜,其中,所述可移动透镜组包括非球面表面。

10. 如权利要求 1 所述的成像透镜,其中

所述可移动透镜组包括两个透镜组,以及

所述两个透镜组被配置为彼此独立地移动以允许所述成像透镜变得聚焦。

11. 如权利要求 10 所述的成像透镜,其中,所述两个透镜组每个都具有正屈光力。

12. 如权利要求 1 所述的成像透镜,其中,所述最后的透镜组包括一个负透镜和一个正透镜。

13. 一种图像拾取装置,其具有成像透镜和输出基于由所述成像透镜形成的光学图像的图像拾取信号的图像拾取器件,所述成像透镜包括:

可移动透镜组,其被配置为移动以允许所述成像透镜变得聚焦;以及

最后的透镜组,其被布置在最靠图像侧的固定位置处,并具有负屈光力,其中
满足下列条件表达式,

$$-2 < f_t / f_r < -0.45 \cdots \cdots (1)$$

其中 f_t 是在所述成像透镜对焦在无穷远处的物体上的条件下所述成像透镜的总焦

距,以及

f_r 是所述最后的透镜组的焦距。

成像透镜和图像拾取装置

技术领域

[0001] 本公开涉及一种成像透镜,其具有聚焦功能并适用于例如数字视频摄像机和数字相机的电子相机。本公开还涉及一种使用这种成像透镜的图像拾取装置。

背景技术

[0002] 最近,使用例如 CCD (电荷耦合器件) 和 CMOS (互补金属氧化物半导体) 的固态图像拾取器件的数字视频摄像机、数字相机等已被快速广泛使用。由于这种数字相机等的流行,对具有优越的便携性并适于高像素密度的高性能成像透镜的需求已增大。此外,最近的需要是多方面的,这可以从一些用户不仅需要变焦透镜而且需要具有固定焦距的单焦透镜而看出。

[0003] 作为对单焦透镜的需要,期望单焦透镜具有覆盖 30 度左右的广角的半视角,具有大约 F2 的打开 F 数(open F number)的大孔径比、紧凑的大小和高性能。作为这种成像透镜,已知一种反远距型(retrofocus-type)成像透镜。然而,所述反远距型成像透镜趋向于具有长的总光距(optical length)(例如,参见日本未审查专利申请公开 No. 2010-39088)。另一方面,日本未审查专利申请公开 No. 2011-64919(JP2011-64919A)和 No. 2012-63676(JP2012-63676A)公开了一种意图通过采用远摄型以减小大小的成像透镜。在 JP2011-64919A 中公开的成像透镜包括从物体平面按顺序布置的负透镜组、正透镜组、正透镜组和负透镜组,并具有大约 25 度的半视角和 2.8 左右的打开 F 数。在 JP2012-63676A 中公开的成像透镜包括从物体平面按顺序布置的正透镜组、正透镜组和负透镜组,并具有大约 30 度的半视角和 2.0 左右的打开 F 数。

发明内容

[0004] 然而,在 JP2011-64919A 和 JP2012-63676A 中公开的成像透镜中,未实现组件透镜沿光轴的总厚度和总光距的充分减小。因此,在携带和拍摄时阻碍相机变得紧凑。通常,为了进一步减小大小,必须提高每个透镜的屈光力。然而,在该情况下,难以良好地校正各种类型的像差。因此,难以实现具有大孔径比和高性能的成像透镜。例如,难以实现具有减小的大小同时具有覆盖大约 30 度的广角的半视角、具有 2.0 左右的打开 F 数的大孔径比和良好的光学性能的成像透镜。

[0005] 希望提供一种能够减小其大小同时具有广角、大孔径比和良好的光学性能的成像透镜和图像拾取装置。

[0006] 根据本公开的实施例,提供一种成像透镜,其包括:可移动透镜组,其被配置为移动以允许成像透镜变得聚焦;以及最后的透镜组,其被布置在最靠图像侧(most-image-side)的固定位置处,并具有负屈光力,其中满足下列条件表达式,

[0007] $-2 < f_t / f_r < -0.45 \cdots (1)$

[0008] 其中 f_t 是在成像透镜聚焦在无穷远处的物体上的条件下成像透镜的总焦距,并且 f_r 是最后的透镜组的焦距。

[0009] 根据本公开的实施例,提供一种图像拾取装置,其具有成像透镜和输出基于由所述成像透镜形成的光学图像的图像拾取信号的图像拾取器件,所述成像透镜包括:可移动透镜组,其被配置为移动以允许所述成像透镜变得聚焦;以及最后的透镜组,其被布置在最靠图像侧的固定位置处,并具有负屈光力,其中满足下列条件表达式,

[0010] $-2 < f_t / f_r < -0.45 \cdots \cdots (1)$

[0011] 其中 f_t 是在成像透镜聚焦在无穷远处的物体上的条件下成像透镜的总焦距,并且 f_r 是最后的透镜组的焦距。

[0012] 在本公开的上述实施例的成像透镜和图像拾取装置中,通过在最后的透镜组中提供负屈光力以实现远摄型配置。因此,实现了在实现大孔径比时趋向于大的透镜系统的大小的减小。

[0013] 根据本公开的上述实施例的成像透镜和图像拾取装置,优化整个成像透镜中的屈光力布置并优化每个透镜组的透镜配置。因此,实现大小的减小,同时实现广角、大孔径比和良好的光学特性。

[0014] 应理解前述的概括描述和下列的详细描述都是示例性的,并意图提供如要求的本技术的进一步解释。

附图说明

[0015] 包括附图以提供本公开的进一步理解,并且所述附图合并在该说明书中且构成该说明书的一部分。附图图示实施例并与说明书一起用于解释本技术的原理。

[0016] 图 1 是图示根据本公开的实施例的成像透镜的第一配置示例的透镜剖视图以及在聚焦时各个透镜组的移动状态。

[0017] 图 2 是图示与在成像透镜对焦在无穷远处的物体上的状态下的数值示例 1 对应的成像透镜的球面像差、像场弯曲和失真的像差图。

[0018] 图 3 是图示与在成像透镜对焦在中间距离处的物体上的状态下的数值示例 1 对应的成像透镜的球面像差、像场弯曲和失真的像差图。

[0019] 图 4 是图示与在成像透镜对焦在最短距离处的物体上的状态下的数值示例 1 对应的成像透镜的球面像差、像场弯曲和失真的像差图。

[0020] 图 5 是图示成像透镜的第二配置示例的透镜剖视图以及在对焦时各个透镜组的移动状态。

[0021] 图 6 是图示与在成像透镜对焦在无穷远处的物体上的状态下的数值示例 2 对应的成像透镜的球面像差、像场弯曲和失真的像差图。

[0022] 图 7 是图示与在成像透镜对焦在中间距离处的物体上的状态下的数值示例 2 对应的成像透镜的球面像差、像场弯曲和失真的像差图。

[0023] 图 8 是图示与在成像透镜对焦在最短距离处的物体上的状态下的数值示例 2 对应的成像透镜的球面像差、像场弯曲和失真的像差图。

[0024] 图 9 是图示成像透镜的第三配置示例的透镜剖视图,以及在对焦时各个透镜组的移动状态。

[0025] 图 10 是图示与在成像透镜对焦在无穷远处的物体上的状态下的数值示例 3 对应的成像透镜的球面像差、像场弯曲和失真的像差图。

[0026] 图 11 是图示与在成像透镜对焦在中间距离处的物体上的状态下的数值示例 3 对应的成像透镜的球面像差、像场弯曲和失真的像差图。

[0027] 图 12 是图示与在成像透镜对焦在最短距离处的物体上的状态下的数值示例 3 对应的成像透镜的球面像差、像场弯曲和失真的像差图。

[0028] 图 13 是图示成像透镜的第四配置示例的透镜剖视图,以及在对焦时各个透镜组的移动状态。

[0029] 图 14 是图示与在成像透镜对焦在无穷远处的物体上的状态下的数值示例 4 对应的成像透镜的球面像差、像场弯曲和失真的像差图。

[0030] 图 15 是图示与在成像透镜对焦在中间距离处的物体上的状态下的数值示例 4 对应的成像透镜的球面像差、像场弯曲和失真的像差图。

[0031] 图 16 是图示与在成像透镜对焦在最短距离处的物体上的状态下的数值示例 4 对应的成像透镜的球面像差、像场弯曲和失真的像差图。

[0032] 图 17 是图示图像拾取装置的配置示例的框图。

具体实施方式

[0033] 下面将参考附图详细描述本公开的实施例。将按下列顺序给出描述。

[0034] 1. 透镜的基本配置

[0035] 2. 功能和效果

[0036] 3. 对图像拾取装置的应用的示例

[0037] 4. 透镜的数值示例

[0038] 5. 其他实施例

[0039] [透镜的基本配置]

[0040] 图 1 图示根据本公开的实施例的成像透镜的第一配置示例。所述配置示例与稍后将描述的数值示例 1 中的透镜配置对应。类似地,分别在图 5、9、和 13 中示出与稍后将描述的数值示例 2 到 4 中的透镜配置对应的第二到第四配置示例。在图 1 等中,符号“IMG”指示图像平面并且“Z1”指示光轴。在下文中,将在适当情况下与图 1 等中示出的配置示例对应地描述根据本实施例的成像透镜的配置。然而,本公开的技术不限于附图中示出的配置示例。

[0041] 根据本实施例的成像透镜包括:移动以允许成像透镜变得聚焦的可移动透镜组,以及被布置在最靠图像侧位置、固定的、并具有负屈光力的最后的透镜组。此外,根据本实施例的成像透镜满足稍后将描述的条件表达式(1)。最后的透镜组可以理想地由包括负透镜的两个或更少的透镜形成。例如,最后的透镜组可以理想地由一个负透镜和一个正透镜形成。最后的透镜组中的负透镜可以理想地具有非球面表面。

[0042] 在图 1 中的第一配置示例中,第一透镜组 GR1 和第二透镜组 GR2 每个与可移动透镜组对应,并且第三透镜组 GR3 与最后的透镜组对应。在图 5、9、和 13 中的配置示例中,第二透镜组 GR2 和第三透镜组 GR3 每个与可移动透镜组对应,并且第四透镜组 GR4 与最后的透镜组对应。

[0043] 图 1 等从上侧示出在成像透镜对焦在无穷远处的物体上的状态下在透镜位置 P1 处、在成像透镜对焦在中间距离处的物体上的状态下在透镜位置 P2 处、以及在成像透镜对

焦在最短距离处的物体上的状态下在透镜位置 P3 处的透镜布置,以及在聚焦时透镜组在其上移动的移动路径。实线箭头指示透镜组在聚焦时移动。在根据拍摄距离的变化的由箭头指示的位置处呈现正在移动的透镜组。

[0044] 除此之外,根据本实施例的成像透镜可以理想地满足稍后将描述的预定的条件表达式等。

[0045] [2. 功能和效果]

[0046] 然后,将给出根据本实施例的成像透镜的功能和效果的描述。与其一起将描述理想的配置。

[0047] 在本实施例的成像透镜中,通过允许最后的透镜组具有负屈光力以实现远摄型配置,并实现在实现大孔径比时趋向于大的透镜系统的大小的减小。通过按上述方式配置成像透镜并允许成像透镜满足稍后描述的条件表达式(1),实现透镜系统的大小的减小同时良好地校正像场弯曲。

[0048] 此外,在最后的透镜组中屏幕中的中央光线和离轴光线通过的位置彼此分开。因此,通过在最后的透镜组中布置非球面表面,良好地校正在广角透镜中容易引起的离轴像差,特别是失真、像场弯曲等。

[0049] 此外,在电子相机等中,已知一种通过向图像平面折叠(collapse)相应的透镜组使得在携带相机时减小透镜系统中的空气间隙以减小大小的技术。在本实施例的成像透镜中,为了在携带时减小大小,最后的透镜组可以理想地由两个或更少的透镜形成以便减小光轴上的厚度。

[0050] 此外,移动以允许成像透镜变得聚焦的透镜组可以理想地包括非球面表面。通过利用非球面表面以校正由在聚焦时透镜的移动引起的像差,独立于拍摄距离良好地校正像差。

[0051] 此外,可移动透镜组可以理想地由两个透镜组形成,并且两个透镜组可以理想地在聚焦时彼此独立移动。特别地,在具有大孔径比的透镜中在聚焦时像差的变化大。因此,通过调整两个透镜组之间的位置关系,校正像差,这导致性能的进一步提高。此外,两个透镜组中的每一个可以理想地具有正屈光力。

[0052] [关于条件表达式的描述]

[0053] 根据本实施例的成像透镜满足下列条件表达式(1)。

[0054] $-2 < f_t / f_r < -0.45 \cdots \cdots (1)$

[0055] 在上述条件表达式(1)中, f_t 是在成像透镜对焦在无穷远处的物体上的条件下成像透镜的总焦距,并且 f_r 是最后的透镜组的焦距。

[0056] 条件表达式(1)是定义对于减小透镜系统的大小优选的、最后的透镜组的焦距和透镜系统的总焦距之间的比率的表达式。当 f_t / f_r 的值小于条件表达式(1)中的下限时,最后的透镜组中的负屈光力过分地强,并且离轴光线以小角度进入图像拾取平面。因此,容易引起渐晕(shading)。当 f_t / f_r 的值大于条件表达式(1)中的上限时,最后的透镜组中的负屈光力弱。因此,难以减小光学系统的大小。因此,通过允许成像透镜具有上述配置并满足条件表达式(1),实现大小减小同时实现覆盖大约 30 度的广角的半视角、2.0 左右的打开 F 数和良好的光学性能。应注意,考虑到条件表达式(1),如在下列条件表达式(1)' 中示出的,下限可以被更优选地设置为 -1.5,并且上限可以被更优选地设置为 -0.55。

[0057] $-1.5 < f_t / f_r < -0.55 \dots (1)'$

[0058] 在根据本实施例的成像透镜中,通过这样优化每个透镜的配置以满足下列条件表达式中的至少一个,优选地组合的两个或多个以获得进一步的良好性能。

[0059] 根据本实施例的成像透镜可以理想地满足下列条件表达式(2)。通过满足条件表达式(2),适当地设置最后的透镜组中的负屈光力。

[0060] $0.6 < f_{ra} / f_r \leq 1 \dots (2)$

[0061] 在上述条件表达式(2)中, f_{ra} 是最后的透镜组中的负透镜的焦距。

[0062] 条件表达式(2)是定义对于获得预定的光学性能优选的、最后的透镜组中的负透镜的焦距和最后的透镜组的焦距之间的比率的表达式。当 f_{ra} / f_r 的值小于条件表达式(2)中的下限时,最后的透镜组中的负屈光力过分地强,并且过分地校正像场弯曲。因此,未实现更高的性能。相反,当 f_{ra} / f_r 的值大于条件表达式(2)中的上限时,最后的透镜组中的负屈光力弱。因此,没有充分地校正像弯曲(image curvature)。因此,通过允许成像透镜满足条件表达式(2),良好地校正像场弯曲。应注意,考虑到条件表达式(2),如在下列条件表达式(2)'中示出的,下限可以被更优选地设置为 0.65。

[0063] $0.65 < f_{ra} / f_r \leq 1 \dots (2)'$

[0064] 此外,根据本实施例的成像透镜可以理想地满足下列条件表达式(3)。通过满足条件表达式(3),适当地设置最后的透镜组中的负透镜的形状。因此,良好地校正像场弯曲和失真。

[0065] $-2 < (R1 + R2) / (R1 - R2) < -0.5 \dots (3)$

[0066] 在上述条件表达式(3)中, $R1$ 是最后的透镜组中的负透镜的物体侧表面的曲率半径,并且 $R2$ 是最后的透镜组中的负透镜的图像侧表面的曲率半径。

[0067] 条件表达式(3)是定义对于良好地校正像场弯曲和失真优选的、最后的透镜组中的负透镜的形状的表达式。当 $(R1 + R2) / (R1 - R2)$ 的值小于条件表达式(3)中的下限时,最后的透镜组中的负透镜的物体侧表面的曲率大,并且凹陷深。因此在折叠时不允许充分地减小空气间隙。因此,未实现大小减小。相反,当 $(R1 + R2) / (R1 - R2)$ 的值大于条件表达式(3)中的上限时,最后的透镜组中的负透镜的物体侧表面的曲率小。因此,离轴光线以小角度进入物体侧表面。因此,难以校正像场弯曲和失真。因此,通过允许成像透镜满足条件表达式(3),良好地校正像场弯曲。应注意,考虑到条件表达式(3),如在下列条件表达式(3)'中示出的,下限可以被更优选地设置为 -1.8,并且上限可以被更优选地设置为 -0.8。

[0068] $-1.8 < (R1 + R2) / (R1 - R2) < -0.8 \dots (3)'$

[0069] 此外,根据本实施例的成像透镜可以理想地满足下列条件表达式(4)。通过允许成像透镜满足条件表达式(4),在图像平面侧上布置最后的透镜组,这有助于校正离轴像差和在折叠时减小大小。

[0070] $0.2 < L_r / Y < 1 \dots (4)$

[0071] 在上述条件表达式(4)中, L_r 是沿光轴从最后的透镜组中的最靠物体侧(most-object-side)表面到图像平面的距离,并且 Y 是沿图像平面的最大图像高度。

[0072] 条件表达式(4)是定义最后的透镜组的位置的表达式。当 L_r / Y 的值小于条件表达式(4)中的下限时,不允许在透镜系统和图像拾取器件之间布置通常布置在其间的低通滤波器、红外截止滤光片等。相反,当 L_r / Y 的值大于条件表达式(4)中的上限时,最后的透镜

组被布置为远离图像拾取平面,这减少分开屏幕中的中央光线和离轴光线通过的透镜表面中的位置的效果。因此,难以校正离轴像差并且阻碍在折叠时减小大小。因此,通过满足条件表达式(4),实现离轴光线的校正和在折叠时减小大小。应注意,考虑到条件表达式(4),如在下列条件表达式(4)'中示出的,下限可以被更优选地设置为 0.25,并且上限可以被更优选地设置为 0.65。

[0073] $0.25 < L_r/Y < 0.65 \dots\dots (4)'$

[0074] 根据本实施例的成像透镜可以优选地满足下列条件表达式(5)。通过允许成像透镜满足条件表达式(5),实现在折叠时减小大小。

[0075] $0.5 < TD/Y < 1.4 \dots\dots (5)$

[0076] 在上述条件表达式(5)中,TD是在成像透镜中包括的所有透镜沿光轴的总厚度。

[0077] 条件表达式(5)是定义在透镜系统中包括的所有透镜沿光轴的总厚度的表达式。当TD/Y的值小于条件表达式(5)中的下限时,未确保用于实现高性能的必要数量的透镜。相反,当TD/Y的值大于条件表达式(5)中的上限时,阻碍在折叠时减小大小。因此,通过允许成像透镜满足条件表达式(5),实现在折叠时减小大小。应注意,考虑到条件表达式(5),如在下列条件表达式(5)'中示出的,下限可以被更优选地设置为 0.65,并且上限可以被更优选地设置为 1.2。

[0078] $0.65 < TD/Y < 1.2 \dots\dots (5)'$

[0079] 根据本实施例的成像透镜可以理想地满足下列条件表达式(6)。通过满足条件表达式(6),实现在拍摄时减小大小。

[0080] $2.0 < TL/Y < 3.5 \dots\dots (6)$

[0081] 在上述条件表达式(6)中,TL是成像透镜沿光轴的最大总长度。

[0082] 条件表达式(6)是定义透镜系统的总长度的表达式。当TL/Y的值小于条件表达式(6)中的下限时,需要允许每个透镜的屈光力过分地大并允许透镜系统的总长度短。因此,由于制造误差,使光学性能更退化。相反,当TL/Y的值大于条件表达式(6)中的上限时,总光学长度长,这阻碍在拍摄时减小大小。因此,通过允许成像透镜满足条件表达式(6),实现在拍摄时减小大小。应注意,考虑到条件表达式(6),如在下列条件表达式(6)'中示出的,下限可以被更优选地设置为 2.3,并且上限可以被更优选地设置为 3.2。

[0083] $2.3 < TL/Y < 3.2 \dots\dots (6)'$

[0084] 如上所述,根据本实施例,优化整个透镜中的屈光力布置,并优化每个透镜组的透镜配置。因此,实现大小减小,同时实现广角、大孔径比和良好的光学性能。

[0085] [对图像拾取装置的应用的示例]

[0086] 图17图示应用根据本实施例的成像透镜的图像拾取装置100的配置示例。图像拾取装置100可以是例如数码相机,并可以包括相机块10、相机信号处理部件20、图像处理部件30、LCD(液晶显示器)40、R-W(读取器-写入器)50、CPU(中央处理单元)60、输入部件70和透镜驱动控制部件80。

[0087] 相机块10具有图像拾取功能,并包括光学系统,所述光学系统包括作为图像拾取透镜的成像透镜11(成像透镜1、2、3或4)、以及例如CCD(电荷耦合器件)和CMOS(互补金属氧化物半导体)的图像拾取器件12。图像拾取器件12将由成像透镜11形成的光学图像转换为电信号,从而输出基于光学图像的图像拾取信号(图像信号)。

[0088] 相机信号处理部件 20 对从图像拾取器件 12 提供的图像信号执行例如模数转换、去噪、图像质量校正和转换到亮度色差信号的各种信号处理。

[0089] 图像处理部件 30 对图像信号执行记录和再现。具体地,图像处理部件 30 可以基于预定的图像数据格式对图像信号执行例如压缩编码和展开解码处理,执行关于例如分辨率等的规范的数据转换处理。

[0090] LCD40 具有显示例如用户关于输入部件 70 的操作状态和拍摄图像的各种数据的功能。R-W50 将由图像处理部件 30 编码的图像数据写到存储卡 1000 中,并读取在存储卡 1000 中记录的图像数据。存储卡 1000 可以是例如可附接到连接到 R-W50 的槽并可从所述槽拆除的半导体存储器。

[0091] CPU60 用作控制在图像拾取装置 100 中提供的每个电路块的控制处理部件。CPU60 可以基于来自输入部件 70 的指令输入信号等控制每个电路块。输入部件 70 可以由例如用户利用其执行必要操作的各种开关等配置。输入部件 70 可以由例如用于执行快门操作的快门释放按钮、用于选择操作模式的选择开关等配置,并向 CPU60 输出根据用户的操作的指令输入信号。透镜驱动控制部件 80 基于来自 CPU60 的控制信号控制在相机块 10 中布置的透镜的驱动,并控制例如驱动成像透镜 11 中的每个透镜的未示出的马达的部件。

[0092] 下面将给出图像拾取装置 100 中的操作的描述。在用于拍摄的待命状态中,在 CPU60 的控制之下,通过相机信号处理部件 20 向 LCD40 输出在相机块 10 中拍摄的图像信号,并将所述图像信号显示为通过相机的图像(camera-through image)。此外,例如,当从输入部件 70 向 CPU60 输入用于聚焦的指令输入信号时,CPU60 向透镜驱动控制部件 80 输出控制信号,并且成像透镜 11 中预定的透镜基于透镜驱动控制部件 80 的控制移动。

[0093] 当相机块 10 中未示出的快门根据来自输入部件 70 的指令输入信号操作时,从相机信号处理部件 20 向图像处理部件 30 输出拍摄图像信号,将所述拍摄图像信号压缩编码,并将所述拍摄图像信号转换为具有预定的数据格式的数字数据。转换后的数据被输出到 R-W50 并被写到存储卡 1000 中。

[0094] 应注意,例如,当半按下输入部件 70 中的快门释放按钮时,当完全按下快门释放按钮用于记录(拍摄)时等,透镜驱动控制部件 80 允许成像透镜 11 中预定的透镜基于来自 CPU60 的控制信号移动,从而执行聚焦。

[0095] 在再现在存储卡 1000 中记录的图像数据时,R-W50 根据关于输入部件 70 的操作从存储卡 1000 读取预定的图像数据,并且图像处理部件 30 对所述预定的图像数据执行扩展解码处理。此后,向 LCD40 输出再现图像信号,并在所述 LCD40 上显示再现的图像。

[0096] 应注意,在上述实施例中,描述了将图像拾取装置应用于数字相机的示例。然而,图像拾取装置的应用的范围不限于数字相机,并且图像拾取装置 100 的具体应用可以包括各种其他电子装置。例如,在没有限制的情况下,诸如可更换镜头相机、数字摄影机、组装了数字摄影机等移动电话和 PDA(个人数字助理)的各种其他电子装置可以是图像拾取装置 100 的具体应用。

[0097] [4. 透镜的数值示例]

[0098] 然后,将给出根据本实施例的成像透镜的具体数值示例的描述。表中的符号等和下面的描述代表如下。“表面编号”代表第 i 个表面的编号,其中最靠物体侧组件的表面被计为第 1 表面,并且依序将数字附于组件的表面,使得随着组件的表面变得越接近图像平面,

数字变得越大。“ r_i ”代表第 i 个表面的旁轴曲率半径的值(mm)。“ D_i ”代表在第 i 个表面和第 $(i+1)$ 个表面之间沿光轴的间距的值(mm)。“ N_i ”代表具有第 i 个表面的光学组件的材料的 d 线(具有 587.6nm 的波长)的屈光率的值。“ v_i ”代表具有第 i 个表面的光学组件的材料的 d 线的阿贝数的值。“曲率半径”中的值“0”指示平坦的表面或孔径光阑表面。

[0099] 在相应的数值示例中使用的一些透镜具有形成为非球面表面的透镜表面。由用于非球面表面的下列表达式定义非球面表面的形状,其中“ x ”是从透镜表面的顶点沿光轴的距离(凹陷量),“ y ”是在与光轴垂直的方向上的高度(图像高度),“ c ”是透镜的顶点处的旁轴曲率(曲率半径的倒数),“ K ”是圆锥常数,并且“ A ”、“ B ”、“ C ”和“ D ”分别是第四阶、第六阶、第八阶和第十阶的非球面表面系数。在稍后将描述的示出非球面表面系数的相应的表中,“ $E-i$ ”是具有 10 作为底数的指数表达式。换句话说,“ $E-i$ ”指示“ 10^{-i} ”。为了给出示例,“ $0.12345E-05$ ”代表“ 0.12345×10^{-5} ”。

[0100] (用于非球面表面的表达式)

$$[0101] \quad x = cy^2 / (1 + (1 - (1 + K)c^2y^2)^{1/2}) + Ay^4 + By^6 + \dots$$

[0102] [数值示例 1]

[0103] 表 1 到 4 示出与根据图 1 中示出的第一配置示例的成像透镜 1 对应的具体数值示例。具体地,表 1 示出其基本透镜数据并且表 2 示出关于非球面表面的数据。表 3 和 4 示出其他数据。

[0104] 成像透镜 1 包括从物体平面向图像平面按顺序布置的具有正屈光力的第一透镜组 GR1、具有正屈光力的第二透镜组 GR2 和具有负屈光力的第三透镜组 GR3。第一透镜组 GR1 包括从物体平面向图像平面按顺序布置的第一透镜 G1 和第二透镜 G2。第一透镜 G1 由具有面向物体平面的凸表面的弯月形负透镜形成。第二透镜 G2 由具有面向物体平面的凸表面的弯月形正透镜形成。第二透镜组 GR2 包括从物体平面向图像平面按顺序布置的第三透镜 G3 和第四透镜 G4 相互接合的接合透镜以及第五透镜 G5。第三透镜 G3 由具有双凹形的负透镜形成。第四透镜 G4 由具有双凸形的正透镜形成。第五透镜 G5 是具有面向图像平面的凸表面的弯月形正透镜。第三透镜组 GR3 包括由具有面向物体平面的凹表面的弯月形负透镜形成的第六透镜 G6。滤光片 FL 布置在第三透镜组 GR3 和图像平面 IMG 之间。孔径光阑 S 布置在图像平面侧上第一透镜组 GR1 的附近,并且在聚焦时与第一透镜组 GR1 一起移动。在聚焦时,第一透镜组 GR1 和第二透镜组 GR2 用作可移动透镜组。

[0105] 在数值示例 1 中,第一透镜组 GR1 中的正透镜(G2)的两个表面(第三表面和第四表面)、第二透镜组 GR2 中的正透镜(G4)的图像侧表面(第八表面)、和第三透镜组 GR3 中的负透镜(G6)的物体侧表面(第十一表面)是非球面表面。数值示例 1 中非球面表面的第四阶、第六阶、第八阶和第十阶非球面表面系数 A、B、C 和 D 的值与圆锥常数 K 的值在表 2 中一起示出。

[0106] 表 3 示出在成像透镜对焦在无穷远处的物体上的状态、成像透镜对焦在中间距离处的物体上的状态和成像透镜对焦在最短距离处的物体上的状态中的每一个中的焦距 f 、F 数 F_{no} 和半视角 ω 的值。

[0107] 在数值示例 1 中,在从无穷远状态聚焦到最短距离状态时,第一透镜组 GR1 和第二透镜组 GR2 之间的表面间距 $D5$ 以及第二透镜组 GR2 和第三透镜组 GR3 之间的表面间距 $D10$ 变化。表 4 示出在成像透镜对焦在无穷远处的物体上的状态、成像透镜对焦在中间距离处

的物体上的状态和成像透镜对焦在最短距离处的物体上的状态中的每一个中的拍摄放大倍率和可变间距的值。

[0108] [表 1]

[0109]

示例 1					
透镜组	表面编号	r_i	D_i	N_i	v_i
GR1	1	271.685	1.00	1.6990	30.05
	2	33.479	2.40		
	3	21.515	3.58	1.8513	40.10
	4	219.697	2.22		
(孔径光阑)	5	0.000	(D5)		
GR2	6	-15.318	1.00	1.7521	25.05
	7	44.871	4.40	1.8513	40.10
	8	-36.042	0.77		
	9	-6000.000	5.25	1.8810	40.14
	10	-24.628	(D10)		
GR3	11	-25.275	1.50	1.5891	61.25
	12	-98.773	1.78		
FL	13	0.000	1.92	1.5168	64.20
	14	0.000	0.19		
	15	0.000	0.70	1.5168	64.20
	16	0.000	0.92		

[0110] [表 2]

[0111]

示例 1 · 非球面表面数据					
表面编号	K	A	B	C	D
3	0.0000E+00	6.2090E-06	1.5232E-08	-5.3849E-11	0.0000E+00
4	0.0000E+00	2.0748E-05	5.1765E-08	-5.3288E-11	0.0000E+00
8	0.0000E+00	1.4057E-05	1.0306E-08	1.6020E-11	0.0000E+00
11	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00	0.0000E+00

[0112] [表 3]

示例 1			
	无穷远	中间距离	最短距离
f	36.05	35.22	32.23
Fno	2.04	2.06	2.19
ω	30.97	30.67	29.29

[0114] [表 4]

示例 1			
	无穷远	中间距离	最短距离
拍摄放大倍率	-	0.04	0.19
D5	11.59	11.38	10.80
D10	20.16	21.31	26.02

[0116] 在图 2 到图 4 中示出与上述数值示例 1 对应的成像透镜 1 的像差性能。图 2 图示成像透镜对焦在无穷远处的物体上的状态中的像差。图 3 图示成像透镜对焦在中间距离处的物体上的状态中的像差。图 4 图示成像透镜对焦在最短距离处的物体上的状态中的像差。

[0117] 图 2 到图 4 图示球面像差、像散(像场弯曲)和失真作为像差图。在每个像差图中,利用作为基准波长的 d 线(587.6nm)示出像差。在示出像场弯曲的像差图中,实线(S)示出弧矢像面(sagittal image plane)中的像差,并且虚线(M)示出子午像面(meridional image plane)中的像差。

[0118] 如从上述相应的像差图中可以清楚地看出,良好地校正了各种类型的像差,并且实现了优越的成像性能。

[0119] [数值示例 2]

[0120] 表 5 到 8 示出与根据图 5 中示出的第二配置示例的成像透镜 2 对应的具体数值示

例。具体地,表 5 示出其基本透镜数据并且表 6 示出关于非球面表面的数据。表 7 和 8 示出其他数据。

[0121] 成像透镜 2 包括从物体平面向图像平面按顺序布置的具有负屈光力的第一透镜组 GR1、具有正屈光力的第二透镜组 GR2、具有正屈光力的第三透镜组 GR3 和具有负屈光力的第四透镜组 GR4。第一透镜组 GR1 包括由具有面向物体平面的凹表面的弯月形负透镜形成的第一透镜 G1。第二透镜组 GR2 包括由具有面向物体平面的凸表面的弯月形正透镜形成的第二透镜 G2。第三透镜组 GR3 包括从物体平面向图像平面按顺序布置的第三透镜 G3 和第四透镜 G4 相互接合的接合透镜以及第五透镜 G5。第三透镜 G3 是具有双凹形的负透镜。第四透镜 G4 是具有双凸形的正透镜。第五透镜 G5 由具有双凸形的正透镜形成。第四透镜组 GR4 包括从物体平面向图像平面按顺序布置的第六透镜 G6 和第七透镜 G7。第六透镜 G6 由具有面向物体平面的凹表面的弯月形负透镜形成。第七透镜 G7 由具有面向物体平面的凸表面的、具有平凸形的正透镜形成。滤光片 FL 布置在第四透镜组 GR4 和图像平面 IMG 之间。孔径光阑 S 布置在图像平面侧上第二透镜组 GR2 的附近,并且在聚焦时与第二透镜组 GR2 一起移动。在聚焦时,第二透镜组 GR2 和第三透镜组 GR3 用作可移动透镜组。

[0122] 在数值示例 2 中,第一透镜组 GR1 中的负透镜(G1)的两个表面(第一表面和第二表面)、第二透镜组 GR2 中的正透镜(G2)的两个表面(第三表面和第四表面)、第三透镜组 GR3 中的正透镜(G4)的图像侧表面(第八表面)和第四透镜组 GR4 中的负透镜(G6)的两个表面(第十一表面和第十二表面)是非球面表面。数值示例 2 中非球面表面的第四阶、第六阶、第八阶和第十阶非球面表面系数 A、B、C 和 D 的值与圆锥常数 K 的值在表 6 中一起示出。

[0123] 表 7 示出在成像透镜对焦在无穷远处的物体上的状态、成像透镜对焦在中间距离处的物体上的状态和成像透镜对焦在最短距离处的物体上的状态中的每一个中的焦距 f 、F 数 F_{no} 和半视角 ω 的值。

[0124] 在数值示例 2 中,在从无穷远状态聚焦到最短距离状态时,第一透镜组 GR1 和第二透镜组 GR2 之间的表面间距 D2、第二透镜组 GR2 和第三透镜组 GR3 之间的表面间距 D5、以及第三透镜组 GR3 和第四透镜组 GR4 之间的表面间距 D10 变化。表 8 示出在成像透镜对焦在无穷远处的物体上的状态、成像透镜对焦在中间距离处的物体上的状态和成像透镜对焦在最短距离处的物体上的状态中的每一个中的拍摄放大倍率和可变间距的值。

[0125] [表 5]

[0126]

示例 2					
透镜组	表面编号	r_i	D_i	N_i	v_i
GR1	1	-87.002	1.00	1.9229	20.88
	2	-180.188	(D2)		
GR2	3	18.246	3.67	1.8820	37.22
	4	72.439	2.00		
(孔径光阑)	5	0.000	(D5)		
GR3	6	-17.741	1.00	1.9229	20.88
	7	23.336	4.10	1.8820	37.22
	8	-38.862	1.85		
	9	112.158	5.00	2.0007	25.46
	10	-33.740	(D10)		
GR4	11	-14.286	1.50	1.6226	58.16
	12	-174.431	0.50		
	13	86.402	3.63	1.8810	40.14
	14	0.000	1.00		
FL	15	0.000	2.44	1.5168	64.20
	16	0.000	0.42		
	17	0.000	0.70	1.5168	64.20
	18	0.000	0.92		

[0127]

[0128] [表 6]

[0129]

示例 2·非球面表面数据					
表面编号	K	A	B	C	D
1	0.0000E+00	-2.0084E-05	2.1862E-07	-7.8531E-10	1.2168E-12
2	4.2251E+00	-1.8511E-05	2.2781E-07	-8.4318E-10	1.3924E-12
3	3.0572E-01	9.1755E-06	1.0756E-07	-4.1088E-10	6.2896E-12
4	9.8987E+00	1.2803E-05	3.9281E-08	0.0000E+00	0.0000E+00
8	-5.4041E+00	1.8822E-05	8.1307E-08	1.0785E-09	0.0000E+00
11	-1.1725E+00	7.6611E-06	-2.1458E-07	1.4280E-09	-2.1461E-12
12	1.0084E-09	-6.8997E-07	-8.8719E-08	3.6460E-10	-3.2214E-13

[0130] [表 7]

示例 2			
	无穷远	中间距离	最短距离
f	34.13	33.33	31.04
Fno	2.05	2.08	2.21
ω	32.37	31.81	30.02

[0132] [表 8]

示例 2			
	无穷远	中间距离	最短距离
拍摄放大倍率	-	0.03	0.15
D2	5.17	4.42	1.99
D5	6.13	6.05	5.87
D10	10.89	11.71	14.34

[0134] 在图 6 到图 8 中示出与上述数值示例 2 对应的成像透镜 2 的像差性能。图 6 图示成像透镜对焦在无穷远处的物体上的状态中的像差。图 7 图示成像透镜对焦在中间距离处的物体上的状态中的像差。图 8 图示成像透镜对焦在最短距离处的物体上的状态中的像差。

[0135] 图 6 到图 8 图示球面像差、像散(像场弯曲)和失真作为像差图。在每个像差图中,利用作为基准波长的 d 线(587.6nm)示出像差。在示出像场弯曲的像差图中,实线(S)示出弧矢像面中的像差,并且虚线(M)示出子午像面中的像差。

[0136] 如从上述相应的像差图中可以清楚地看出,良好地校正了各种类型的像差,并且实现了优越的成像性能。

[0137] [数值示例 3]

[0138] 表 9 到 12 示出与根据图 9 中示出的第三配置示例的成像透镜 3 对应的具体数值示例。具体地,表 9 示出其基本透镜数据并且表 10 示出关于非球面表面的数据。表 11 和 12 示出其他数据。

[0139] 成像透镜 3 包括从物体平面向图像平面按顺序布置的具有正屈光力的第一透镜组 GR1、具有正屈光力的第二透镜组 GR2、具有正屈光力的第三透镜组 GR3 和具有负屈光力的第四透镜组 GR4。第一透镜组 GR1 包括由具有面向物体平面的凸表面的弯月形正透镜形成的第一透镜 G1。第二透镜组 GR2 包括从物体平面向图像平面按顺序布置的第二透镜 G2 和第三透镜 G3。第二透镜 G2 由具有双凹形的负透镜形成。第三透镜 G3 由具有双凸形的正透镜形成。第三透镜组 GR3 包括从物体平面向图像平面按顺序布置的第四透镜 G4 和第五透镜 G5 相互接合的接合透镜以及第六透镜 G6。第四透镜 G4 是具有双凹形的负透镜。第五透镜 G5 是具有双凸形的正透镜。第六透镜 G6 由具有双凸形的正透镜形成。第四透镜组 GR4 包括从物体平面向图像平面按顺序布置的第七透镜 G7 和第八透镜 G8。第七透镜 G7 由具有面向物体平面的凹表面的弯月形负透镜形成。第八透镜 G8 由具有面向物体平面的凸表面的、平凸形的正透镜形成。滤光片 FL 布置在第四透镜组 GR4 和图像平面 IMG 之间。孔径光阑 S 布置在图像平面侧上第二透镜组 GR2 的附近,并且在聚焦时与第二透镜组 GR2 一起移动。在聚焦时,第二透镜组 GR2 和第三透镜组 GR3 用作可移动透镜组。

[0140] 在数值示例 3 中,第一透镜组 GR1 中的负透镜(G1)的图像侧表面(第二表面)、第二透镜组 GR2 中的正透镜(G3)的两个表面(第五表面和第六表面)、第三透镜组 GR3 中的正透镜(G5)的图像侧表面(第十表面)和第四透镜组 GR4 中的负透镜(G7)的两个表面(第十三表面和第十四表面)是非球面表面。数值示例 3 中非球面表面的第四阶、第六阶、第八阶和第十阶非球面表面系数 A、B、C 和 D 的值与圆锥常数 K 的值在表 10 中一起示出。

[0141] 表 11 示出在成像透镜对焦在无穷远处的物体上的状态、成像透镜对焦在中间距离处的物体上的状态和成像透镜对焦在最短距离处的物体上的状态中的每一个中的焦距 f 、F 数 F_{no} 和半视角 ω 的值。

[0142] 在数值示例 3 中,在从无穷远状态聚焦到最短距离状态时,第一透镜组 GR1 和第二透镜组 GR2 之间的表面间距 D2、第二透镜组 GR2 和第三透镜组 GR3 之间的表面间距 D7 以及第三透镜组 GR3 和第四透镜组 GR4 之间的表面间距 D12 变化。表 12 示出在成像透镜对焦在无穷远处的物体上的状态、成像透镜对焦在中间距离处的物体上的状态和成像透镜对焦在最短距离处的物体上的状态中的每一个中的拍摄放大倍率和可变间距的值。

[0143] [表 9]

[0144]

示例 3					
透镜组	表面编号	r_i	D_i	N_i	v_i
GR1	1	47.455	2.01	1.5831	59.46
	2	64.682	(D2)		
GR2	3	-167.506	1.00	1.8467	23.78
	4	58.796	0.50		
	5	19.856	3.77	1.8820	37.22
	6	-938.234	2.00		
(孔径光阑)	7	0.000	(D7)		
GR3	8	-16.026	1.00	1.9229	20.88
	9	75.768	3.74	1.8820	37.22
	10	-31.071	0.50		
	11	536.216	5.00	2.0010	29.13
	12	-26.972	(D12)		
GR4	13	-12.981	1.50	1.5831	59.46
	14	-87.788	0.50		
	15	105.471	3.22	1.8810	40.14
	16	0.000	1.00		
FL	17	0.000	2.44	1.5168	64.20
	18	0.000	0.42		
	19	0.000	0.70	1.5168	64.20
	20	0.000	0.92		

[0145]

[0146] [表 10]

[0147]

示例 3 · 非球面表面数据					
表面编号	K	A	B	C	D
2	2.4487E+00	1.1974E-06	5.5163E-09	-1.6265E-11	0.0000E+00
5	4.2393E-01	-2.6921E-06	3.8837E-08	-2.0629E-10	1.7513E-12
6	-4.2666E+01	1.1957E-05	2.7489E-08	0.0000E+00	0.0000E+00
10	-6.9063E+00	-5.2982E-06	1.1880E-07	2.7451E-10	0.0000E+00
13	-1.1547E+00	5.2972E-05	-4.7953E-07	1.3457E-09	-1.1273E-12
14	1.7675E+01	3.3023E-05	-2.1058E-07	3.7202E-10	-1.3009E-13

[0148] [表 11]

示例 3			
	无穷远	中间距离	最短距离
f	36.04	34.83	31.59
Fno	2.06	2.09	2.19
ω	30.97	30.61	29.57

[0150] [表 12]

示例 3			
	无穷远	中间距离	最短距离
拍摄放大倍率	-	0.04	0.15
D2	6.88	6.11	3.78
D7	8.13	7.99	7.57
D12	11.69	12.61	15.36

[0152]

[0153] 在图 10 到图 12 中示出与上述数值示例 3 对应的成像透镜 3 的像差性能。图 10 图示成像透镜对焦在无穷远处的物体上的状态中的像差。图 11 图示成像透镜对焦在中间距离处的物体上的状态中的像差。图 12 图示成像透镜对焦在最短距离处的物体上的状态中的像差。

[0154] 图 10 到图 12 图示球面像差、像散(像场弯曲)和失真作为像差图。在每个像差图中,利用作为基准波长的 d 线(587.6nm)示出像差。在示出像场弯曲的像差图中,实线(S)示出弧矢像面中的像差,并且虚线(M)示出子午像面中的像差。

[0155] 如从上述相应的像差图中可以清楚地看出,良好地校正了各种类型的像差,并且

实现了优越的成像性能。

[0156] [数值示例 4]

[0157] 表 13 到 16 示出与根据图 13 中示出的第四配置示例的成像透镜 4 对应的具体数值示例。具体地,表 13 示出其基本透镜数据并且表 14 示出关于非球面表面的数据。表 15 和 16 示出其他数据。

[0158] 成像透镜 4 包括从物体平面向图像平面按顺序布置的具有负屈光力的第一透镜组 GR1、具有正屈光力的第二透镜组 GR2、具有正屈光力的第三透镜组 GR3 和具有负屈光力的第四透镜组 GR4。第一透镜组 GR1 包括由具有面向物体平面的凸表面的弯月形负透镜形成的第一透镜 G1。第二透镜组 GR2 包括从物体平面向图像平面按顺序布置的第二透镜 G2 和第三透镜 G3。第二透镜 G2 由具有双凹形的负透镜形成。第三透镜 G3 由具有双凸形的正透镜形成。第三透镜组 GR3 包括从物体平面向图像平面按顺序布置的第四透镜 G4 和第五透镜 G5 相互接合的接合透镜以及第六透镜 G6。第四透镜 G4 由具有双凹形的负透镜形成。第五透镜 G5 由具有双凸形的正透镜形成。第六透镜 G6 是具有双凸形的正透镜。第四透镜组 GR4 包括从物体平面向图像平面按顺序布置的第七透镜 G7 和第八透镜 G8。第七透镜 G7 由具有双凹形的负透镜形成。第八透镜 G8 由具有面向物体平面的凸表面的、具有平凸形的正透镜形成。滤光片 FL 布置在第四透镜组 GR4 和图像平面 IMG 之间。孔径光阑 S 布置在图像平面侧上第二透镜组 GR2 的附近,并且在聚焦时与第二透镜组 GR2 一起移动。在聚焦时,第二透镜组 GR2 和第三透镜组 GR3 用作可移动透镜组。

[0159] 在数值示例 4 中,第二透镜组 GR2 中的正透镜(G3)的两个表面(第五表面和第六表面)、第三透镜组 GR3 中的正透镜(G5)的图像侧表面(第十表面)和第四透镜组 GR4 中的负透镜(G7)的两个表面(第十三表面和第十四表面)是非球面表面。数值示例 4 中非球面表面的第四阶、第六阶、第八阶和第十阶非球面表面系数 A、B、C 和 D 的值与圆锥常数 K 的值在表 14 中一起示出。

[0160] 表 15 示出在成像透镜对焦在无穷远处的物体上的状态、成像透镜对焦在中间距离处的物体上的状态和成像透镜对焦在最短距离处的物体上的状态中的每一个中的焦距 f 、F 数 F_{no} 、和半视角 ω 的值。

[0161] 在数值示例 4 中,在从无穷远状态聚焦到最短距离状态时,第一透镜组 GR1 和第二透镜组 GR2 之间的表面间距 D2、第二透镜组 GR2 和第三透镜组 GR3 之间的表面间距 D7、以及第三透镜组 GR3 和第四透镜组 GR4 之间的表面间距 D12 变化。表 16 示出在成像透镜对焦在无穷远处的物体上的状态、成像透镜对焦在中间距离处的物体上的状态、和成像透镜对焦在最短距离处的物体上的状态中的每一个中的拍摄放大倍率和可变间距的值。

[0162] [表 13]

[0163]

示例 4					
透镜组	表面编号	r_i	D_i	N_i	v_i
GR1	1	159.600	1.50	1.5168	64.20
	2	77.326	(D2)		
GR2	3	-69.425	1.00	1.8052	25.46
	4	294.900	0.30		
	5	21.781	3.58	1.8820	37.22
	6	-289.804	2.50		
(孔径光阑)	7	0.000	(D7)		
GR3	8	-18.224	1.00	1.9229	20.88
	9	34.516	4.05	1.8820	37.22
	10	-46.808	0.30		
	11	192.783	5.65	2.0010	29.13
	12	-26.475	(D12)		
GR4	13	-17.604	1.50	1.5831	59.46
	14	690.328	0.30		
	15	93.242	3.48	1.9037	31.31
	16	0.000	1.00		
FL	17	0.000	1.43	1.5490	64.20
	18	0.000	0.59	1.5190	64.20
	19	0.000	0.42		
	20	0.000	0.70	1.5168	64.20
	21	0.000	0.92		

[0164]

[0165] [表 14]

[0166]

示例 4·非球面表面数据					
表面编号	K	A	B	C	D
5	3.1491E-01	-2.2869E-06	-2.3122E-09	5.0257E-10	-4.1528E-12
6	0.0000E+00	1.1201E-05	-1.2788E-08	4.7065E-10	-4.6757E-12
10	-2.5312E+01	-5.1489E-06	1.8946E-07	-5.4584E-10	1.6124E-12
13	-1.1868E+00	2.5789E-05	-2.4014E-07	7.2212E-10	-6.0888E-13
14	0.0000E+00	2.0510E-05	-1.2562E-07	2.2322E-10	-1.1277E-13

[0167] [表 15]

示例 4			
	无穷远	中间距离	最短距离
f	33.99	32.68	30.87
Fno	2.05	2.10	2.18
ω	32.48	31.73	30.62

[0169]

[0170] [表 16]

示例 4			
	无穷远	中间距离	最短距离
拍摄放大倍率	-	0.06	0.15
D2	7.33	6.04	4.08
D7	7.86	7.56	7.11
D12	14.60	16.19	18.60

[0172] 在图 14 到图 16 中示出与上述数值示例 4 对应的成像透镜 4 的像差性能。图 14 图示成像透镜对焦在无穷远处的物体上的状态中的像差。图 15 图示成像透镜对焦在中间距离处的物体上的状态中的像差。图 16 图示成像透镜对焦在最短距离处的物体上的状态中的像差。

[0173] 图 14 到图 16 图示球面像差、像散(像场弯曲)和失真作为像差图。在每个像差图中,利用作为基准波长的 d 线(587.6nm)示出像差。在示出像场弯曲的像差图中,实线(S)示出弧矢像面中的像差,并且虚线(M)示出子午像面中的像差。

[0174] 如从上述相应的像差图中可以清楚地看出,良好地校正了各种类型的像差,并且实现了优越的成像性能。

[0175] [相应的示例的其他数值数据]

[0176] 表 17 示出对于每个数值示例总结的、与上述相应的条件表达式有关的值。如从表 17 中可以看出,每个数值示例的值在每个条件表达式的数值的范围内。

[0177] [表 17]

[0178]

条件表达式	示例 1	示例 2	示例 3	示例 4
ft	36.05	34.13	36.04	33.99
fr	-57.87	-34.30	-34.22	-41.74
(1)ft/fr	-0.62	-1.00	-1.05	-0.81
fra	-57.87	-24.98	-26.21	-29.30
(2)fra/fr	1.00	0.73	0.77	0.70
R1	-25.28	-14.29	-12.98	-17.60
R2	-98.77	-174.43	-87.79	690.33
(3)(R1+R2)/(R1-R2)	-1.69	-1.18	-1.35	-0.95
Lr	7.01	11.11	10.69	10.33
Y	21.63	21.63	21.63	21.63
(4)Lr/Y	0.32	0.51	0.49	0.48
TD	16.73	19.90	21.23	21.75
(5)TD/Y	0.77	0.92	0.98	1.01
TL	64.45	51.92	56.92	60.00
(6)TL/Y	2.98	2.40	2.63	2.77

[0179]

[0180] [5. 其他实施例]

[0181] 根据本公开的技术不限于上述实施例和示例中的描述,并且可以进行各种修改。例如,在上述数值示例中的每一个中示出的每个部件的形状和数值仅仅是用于将本技术实现为本技术的一些具体实施例的示例,并且不应基于其限制性地解释本技术的技术范围。

[0182] 此外,在上述实施例和示例中,描述了基本上由三个或四个透镜组形成的配置。然而,配置还包括可以采用基本上没有屈光力的透镜。

[0183] 可能根据本公开的上述示例实施例实现至少下列配置。

[0184] [1] 一种成像透镜,其包括:

[0185] 可移动透镜组,其被配置为移动以允许成像透镜变得聚焦;以及

[0186] 最后的透镜组,其被布置在最靠图像侧的固定位置处并具有负屈光力,其中

[0187] 满足下列条件表达式,

[0188] $-2 < f_t / f_r < -0.45 \cdots \cdots (1)$

[0189] 其中 f_t 是在成像透镜对焦在无穷远处的物体上的条件下的成像透镜的总焦距，并且

[0190] f_r 是最后的透镜组的焦距。

[0191] [2] 根据 [1] 的成像透镜，其中，最后的透镜组由包括负透镜的两个或更少的透镜配置。

[0192] [3] 根据 [2] 的成像透镜，其中，最后的透镜组中的负透镜具有非球面表面。

[0193] [4] 根据 [2] 或 [3] 的成像透镜，其中，满足下列条件表达式，

[0194] $0.6 < f_{ra} / f_r \leq 1 \cdots \cdots (2)$

[0195] 其中 f_{ra} 是最后的透镜组中的负透镜的焦距。

[0196] [5] 根据 [2] 到 [4] 中的任何一项的成像透镜，其中，满足下列条件表达式，

[0197] $-2 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < -0.5 \cdots \cdots (3)$

[0198] 其中 R_1 是最后的透镜组中的负透镜的物体侧表面的曲率半径，以及

[0199] R_2 是最后的透镜组中的负透镜的图像侧表面的曲率半径。

[0200] [6] 根据 [1] 到 [5] 中的任何一项的成像透镜，其中，满足下列条件表达式，

[0201] $0.2 < L_r / Y < 1 \cdots \cdots (4)$

[0202] 其中 L_r 是最后的透镜组中从最靠物体侧表面沿光轴到图像平面的距离，以及

[0203] Y 是沿图像平面的最大图像高度。

[0204] [7] 根据 [1] 到 [6] 中的任何一项的成像透镜，其中，满足，下列条件表达式，

[0205] $0.5 < TD / Y < 1.4 \cdots \cdots (5)$

[0206] 其中 TD 是在成像透镜中包括的所有透镜沿光轴的总厚度。

[0207] [8] 根据 [1] 到 [7] 中的任何一项的成像透镜，其中，满足下列条件表达式，

[0208] $2.0 < TL / Y < 3.5 \cdots \cdots (6)$

[0209] 其中 TL 是成像透镜沿光轴的最大总长度。

[0210] [9] 根据 [1] 到 [8] 中的任何一项的成像透镜，其中，可移动透镜组包括非球面表面。

[0211] [10] 根据 [1] 到 [9] 中的任何一项的成像透镜，其中

[0212] 可移动透镜组包括两个透镜组，以及

[0213] 两个透镜组被配置为彼此独立地移动以允许成像透镜变得聚焦。

[0214] [11] 根据 [10] 的成像透镜，其中，两个透镜组每个都具有正屈光力。

[0215] [12] 根据 [1] 到 [11] 中的任何一项的成像透镜，其中，最后的透镜组包括一个负透镜和一个正透镜。

[0216] [13] 根据 [1] 到 [12] 中的任何一项的成像透镜，还包括基本上没有屈光力的透镜。

[0217] [14] 一种图像拾取装置，其具有成像透镜和输出基于由所述成像透镜形成的光学图像的图像拾取信号的图像拾取器件，所述成像透镜包括：

[0218] 可移动透镜组，其被配置为移动以允许所述成像透镜变得聚焦；以及

[0219] 最后的透镜组，其被布置在最靠图像侧的固定位置处并具有负屈光力，其中

[0220] 满足下列条件表达式，

[0221] $-2 < f_t / f_r < -0.45 \cdots \cdots (1)$

[0222] 其中 f_t 是在成像透镜对焦在无穷远处的物体上的条件下的成像透镜的总焦距，以及

[0223] f_r 是最后的透镜组的焦距。

[0224] [15] 根据 [14] 的图像拾取装置，还包括基本上没有屈光力的透镜。

[0225] 本应用包含与在 2012 年 9 月 11 日在日本专利局提交的日本优先权申请 JP2012-199073 中公开的主题有关的主题，其整个内容通过引用合并于此。

[0226] 本领域技术人员应理解，取决于设计需求和其他因素，只要各种修改、组合、部分组合、和改变在所附权利要求或其等效物的范围内，其就可以发生。

示例 1

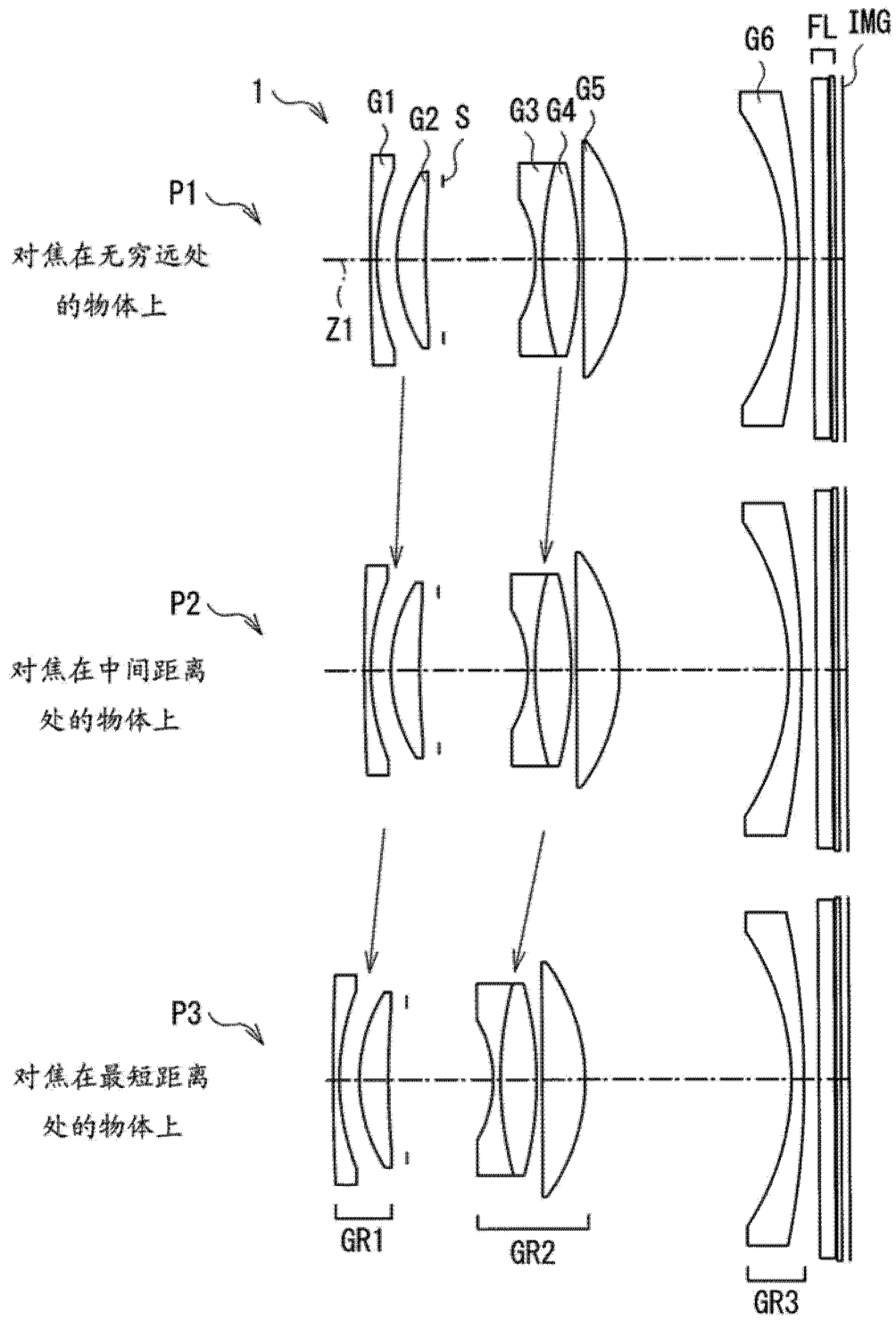


图 1

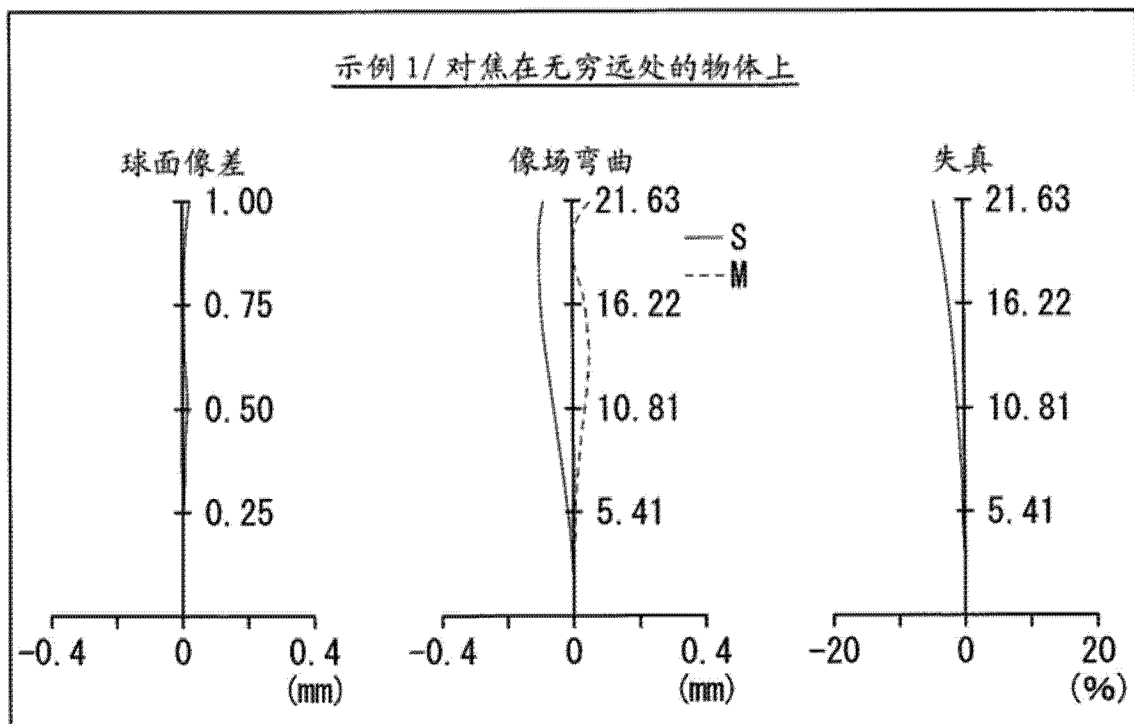


图 2

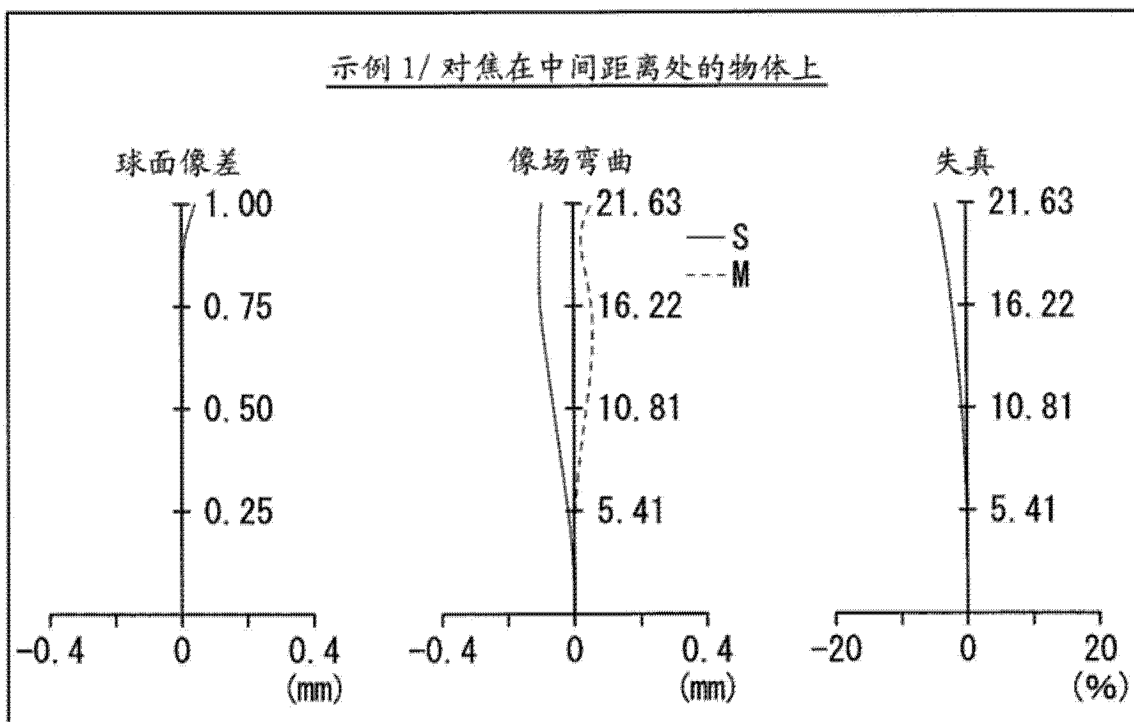


图 3

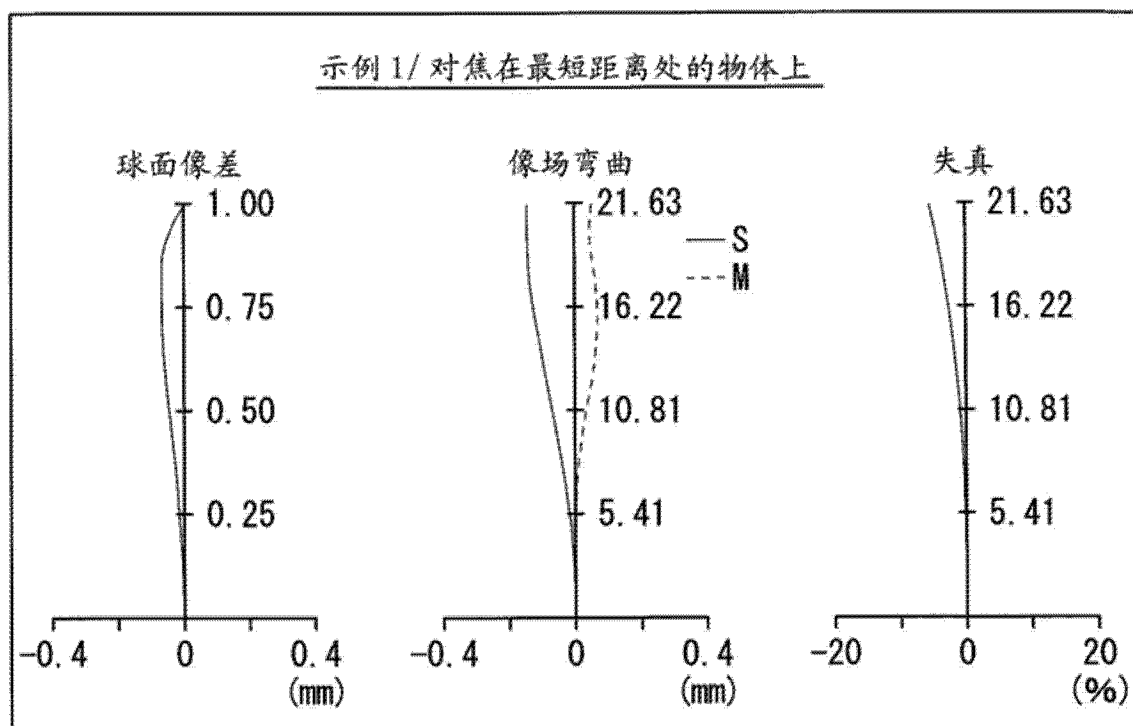


图 4

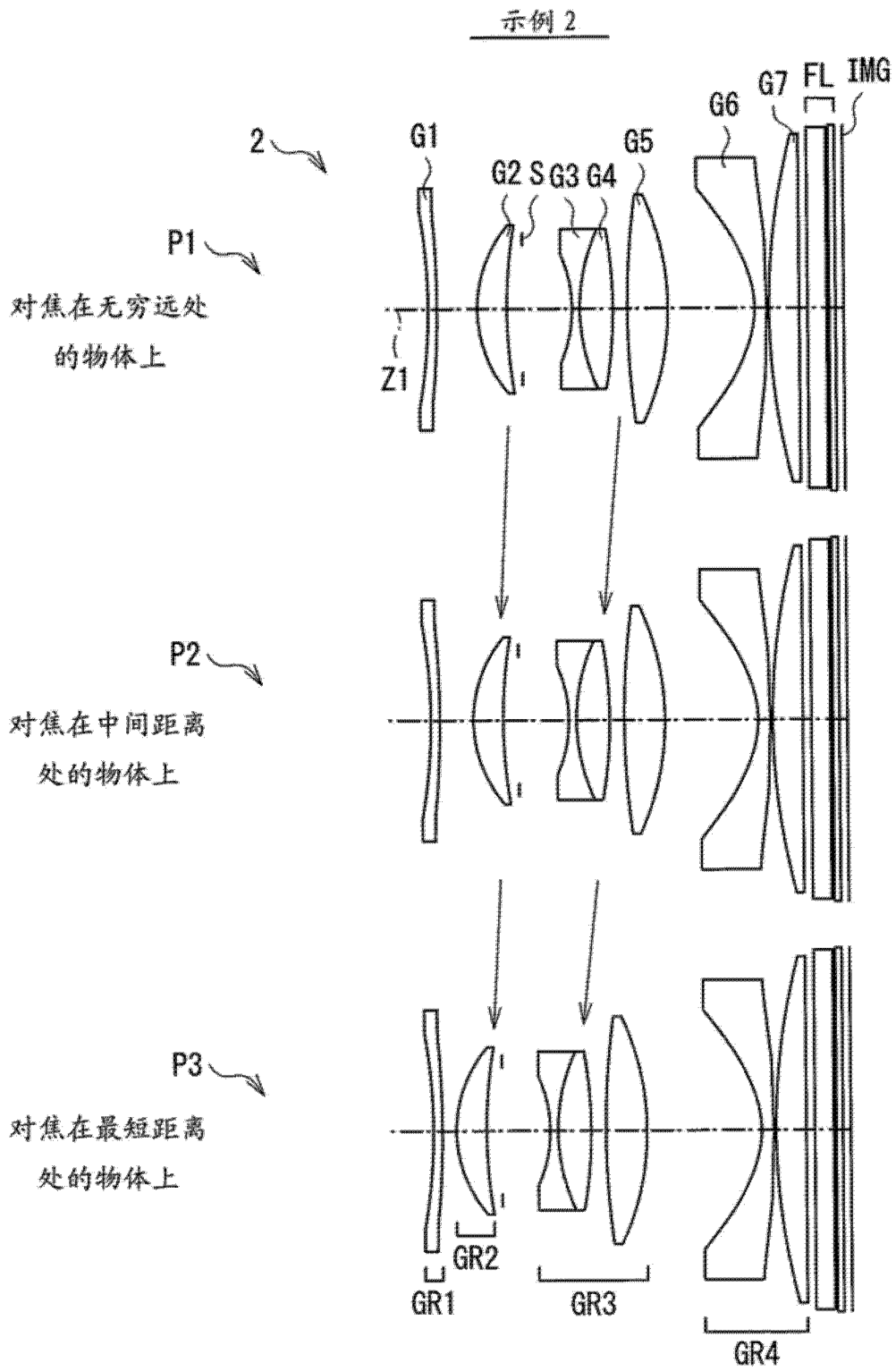


图 5

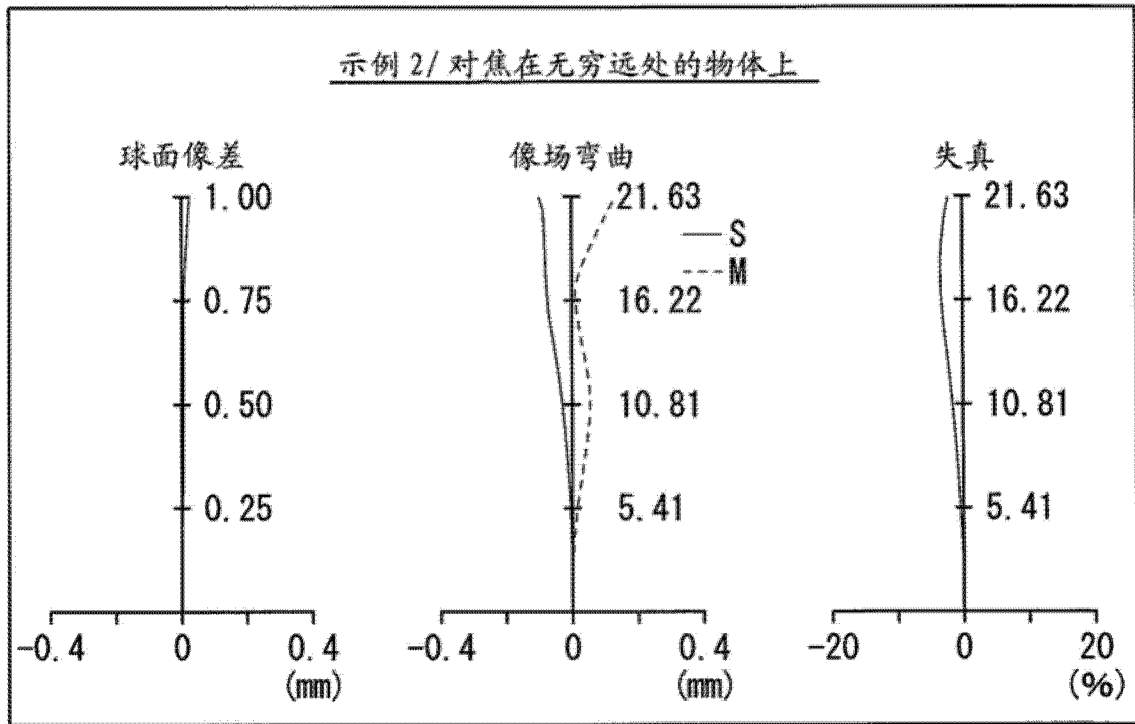


图 6

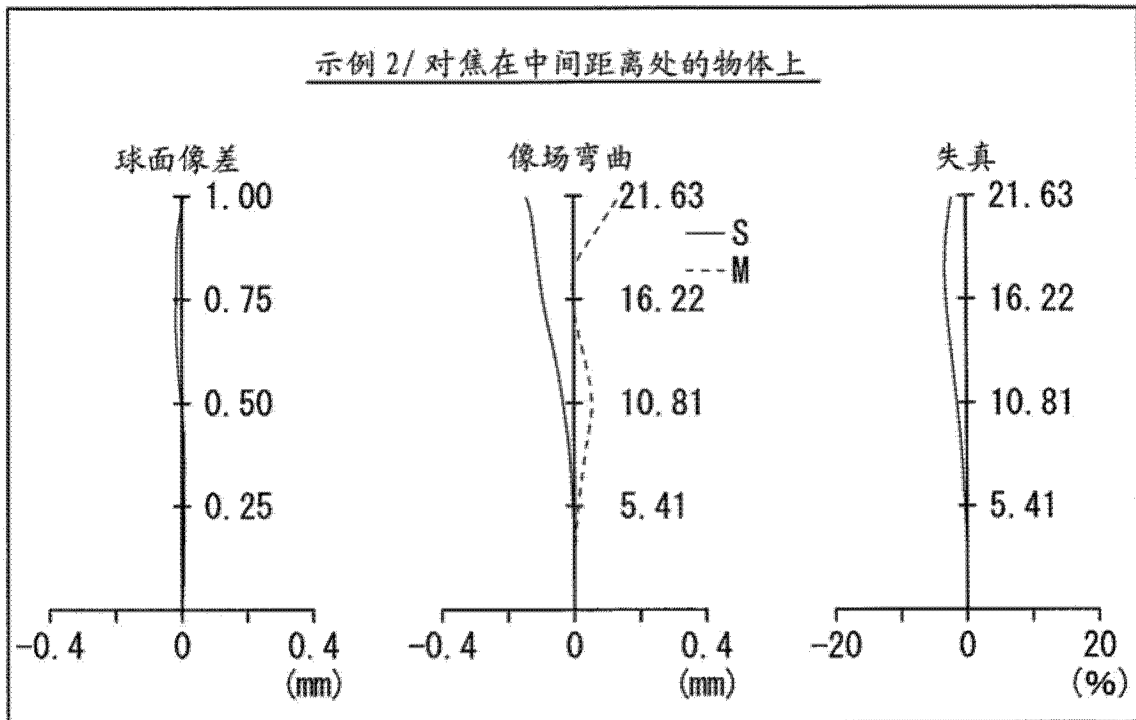


图 7

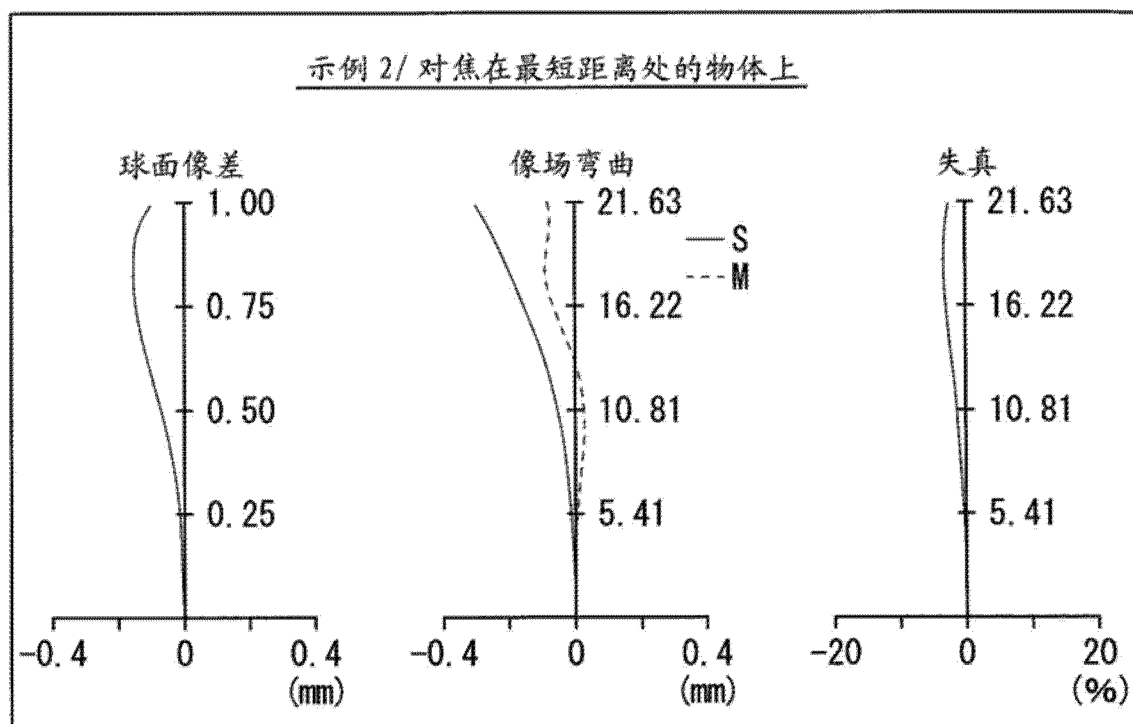


图 8

示例 3

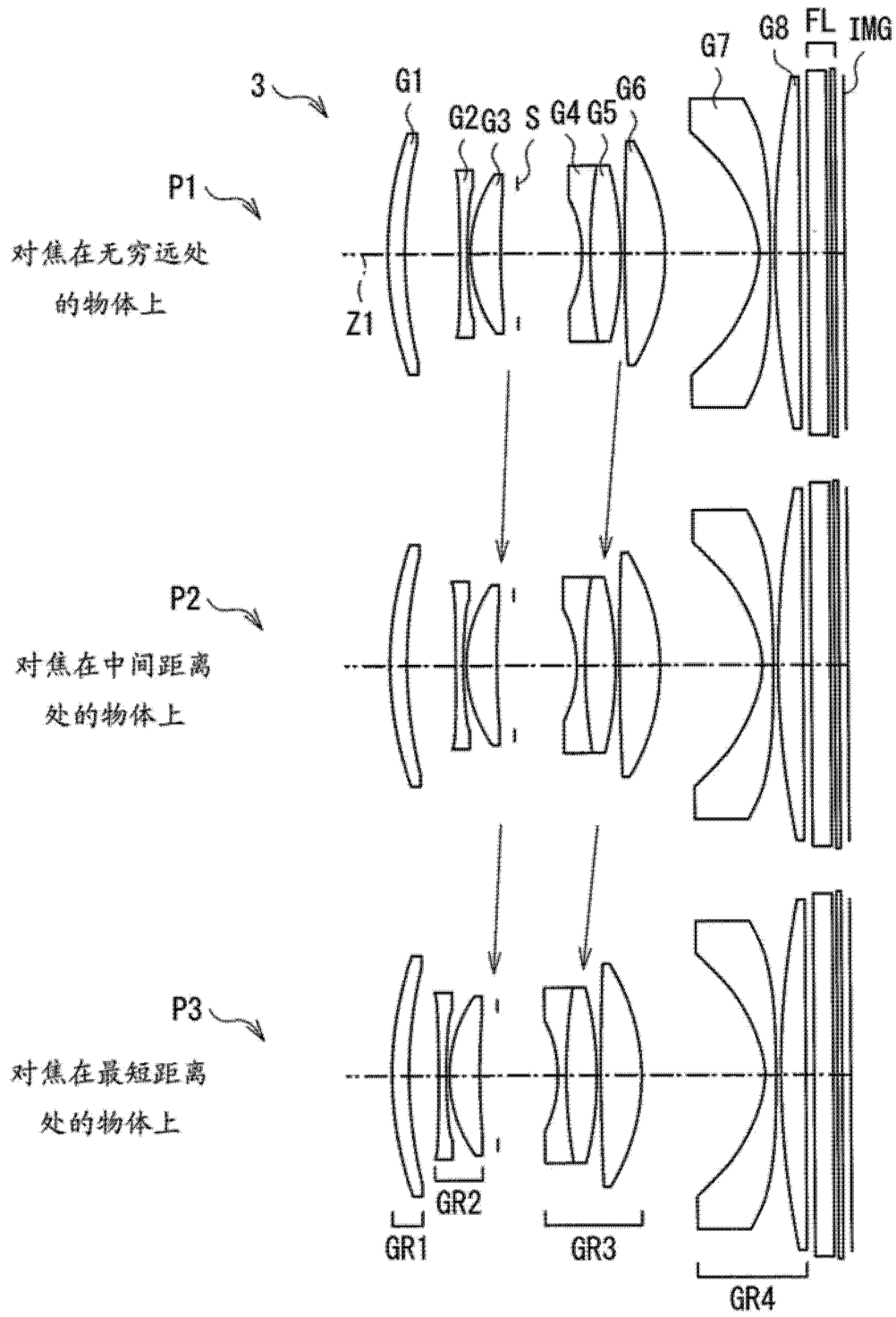


图 9

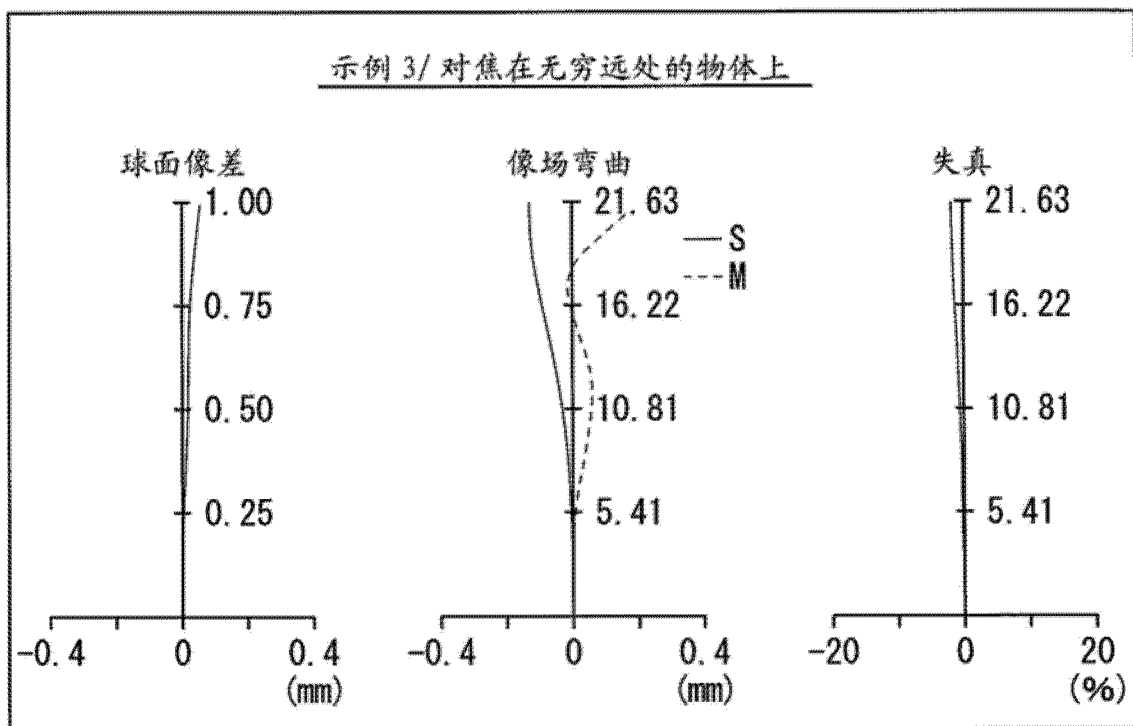


图 10

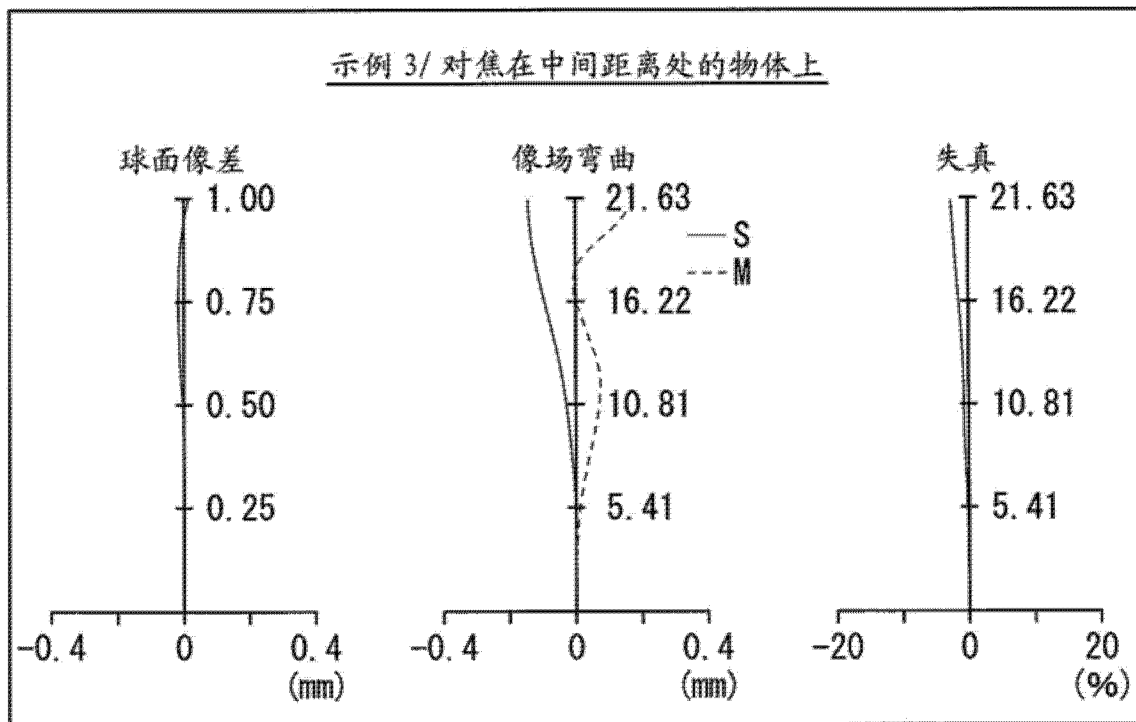


图 11

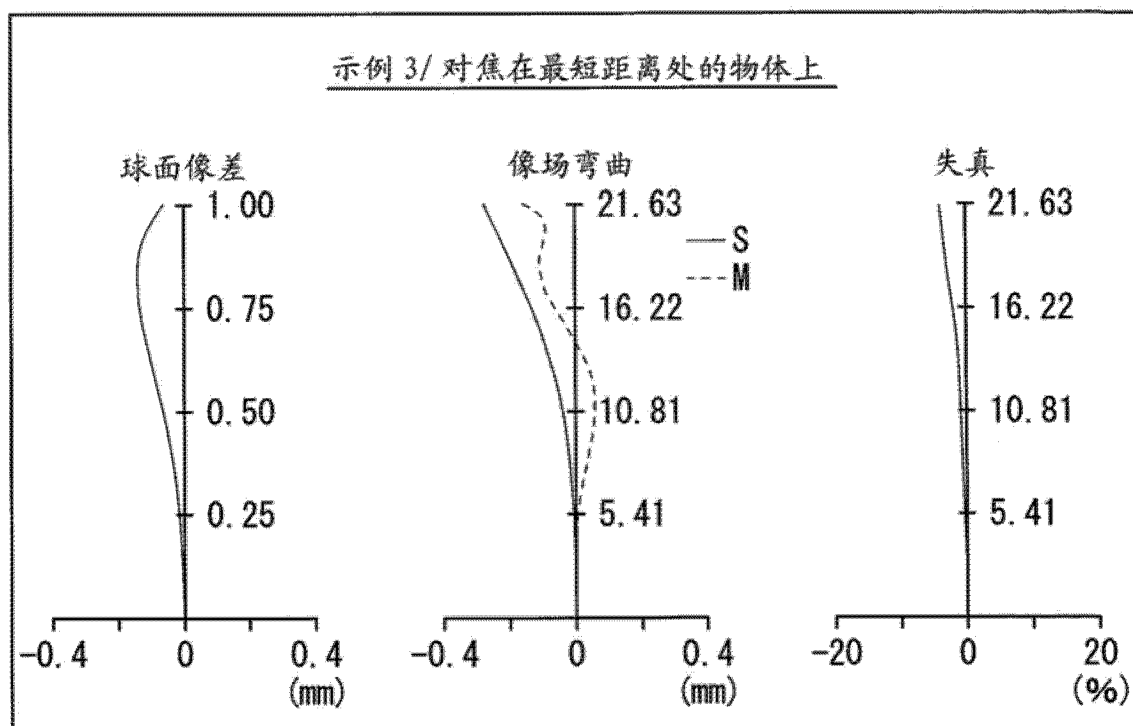


图 12

示例 4

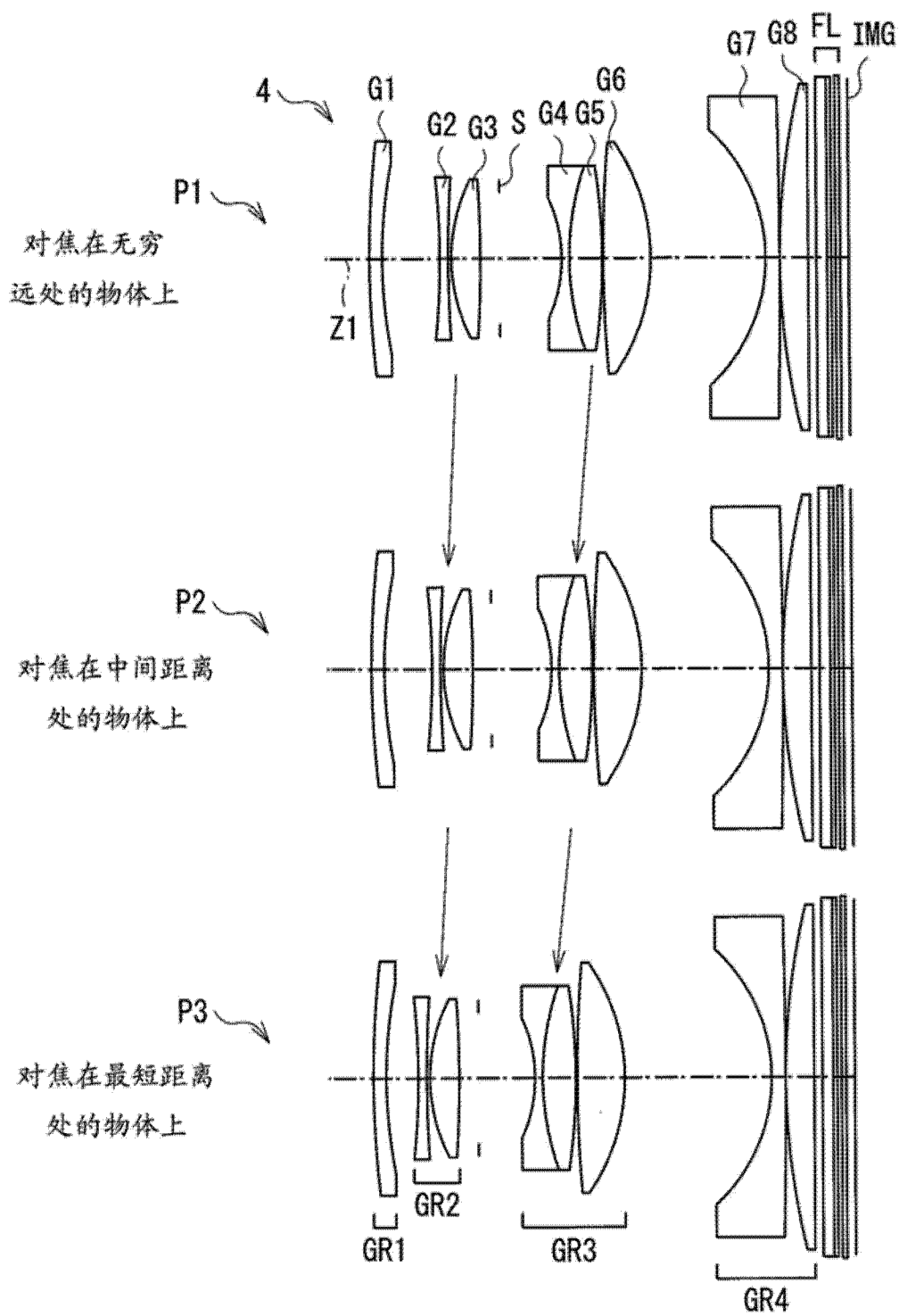


图 13

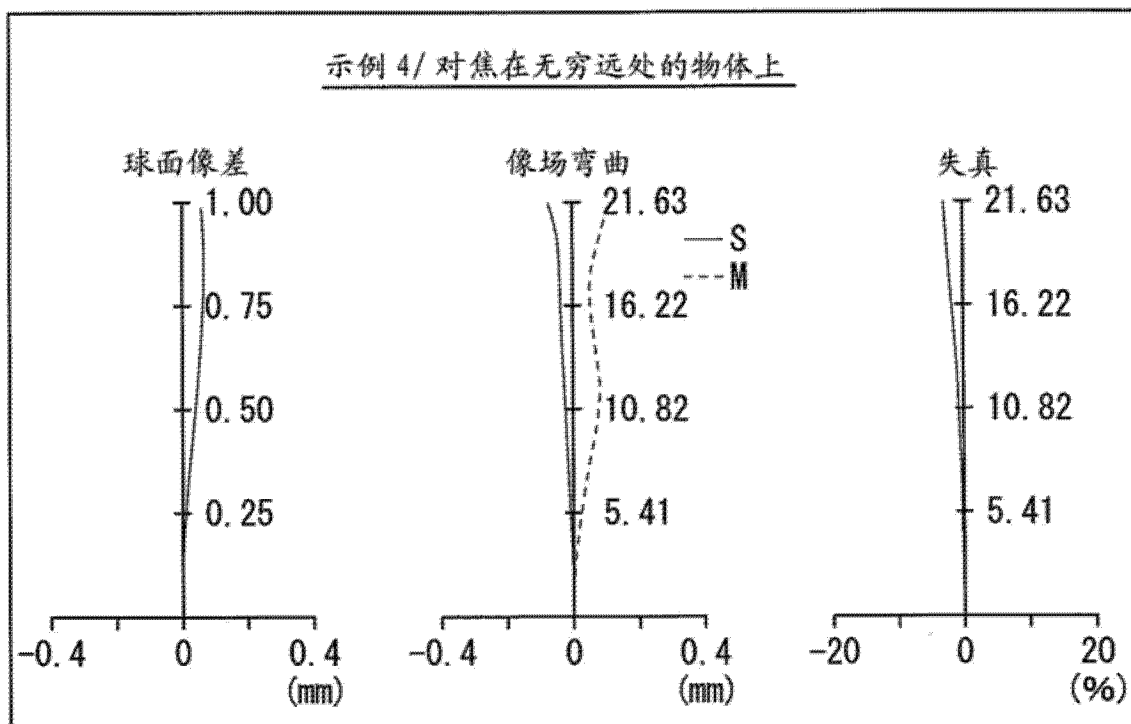


图 14

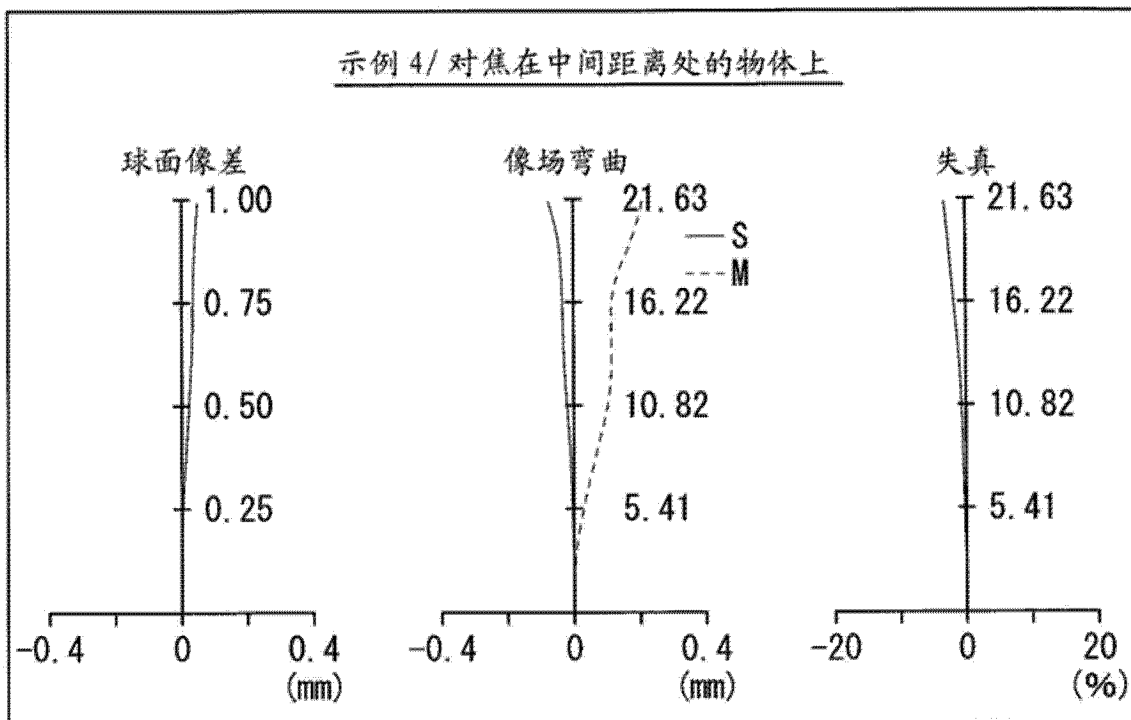


图 15

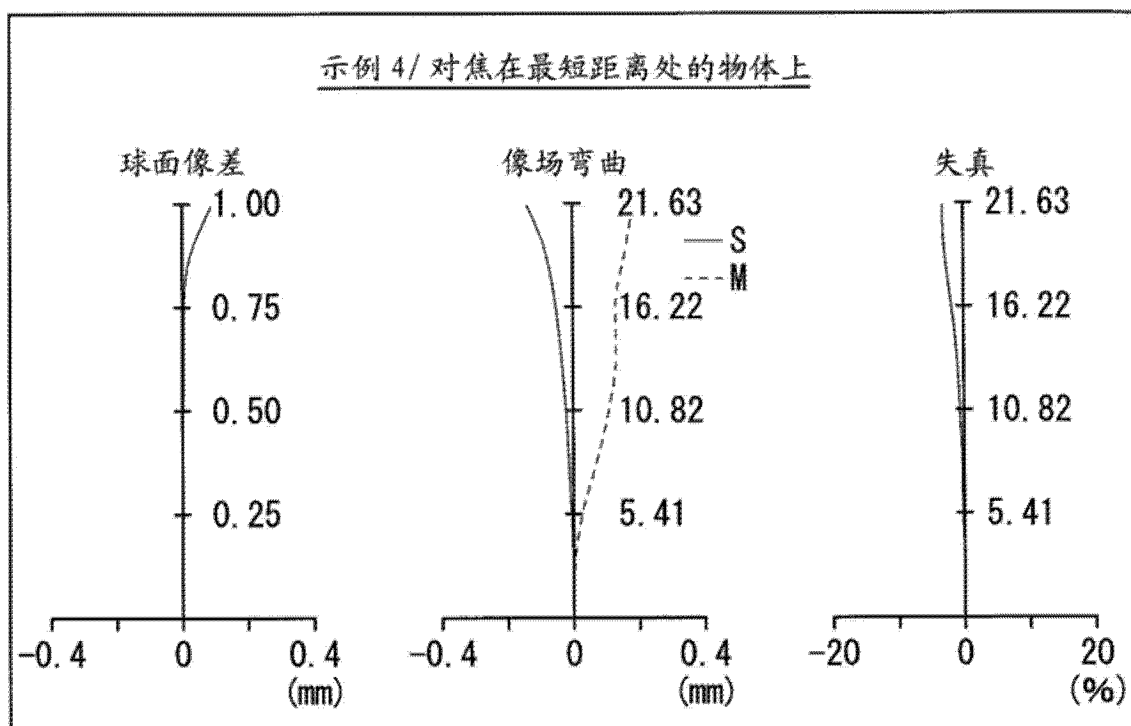


图 16

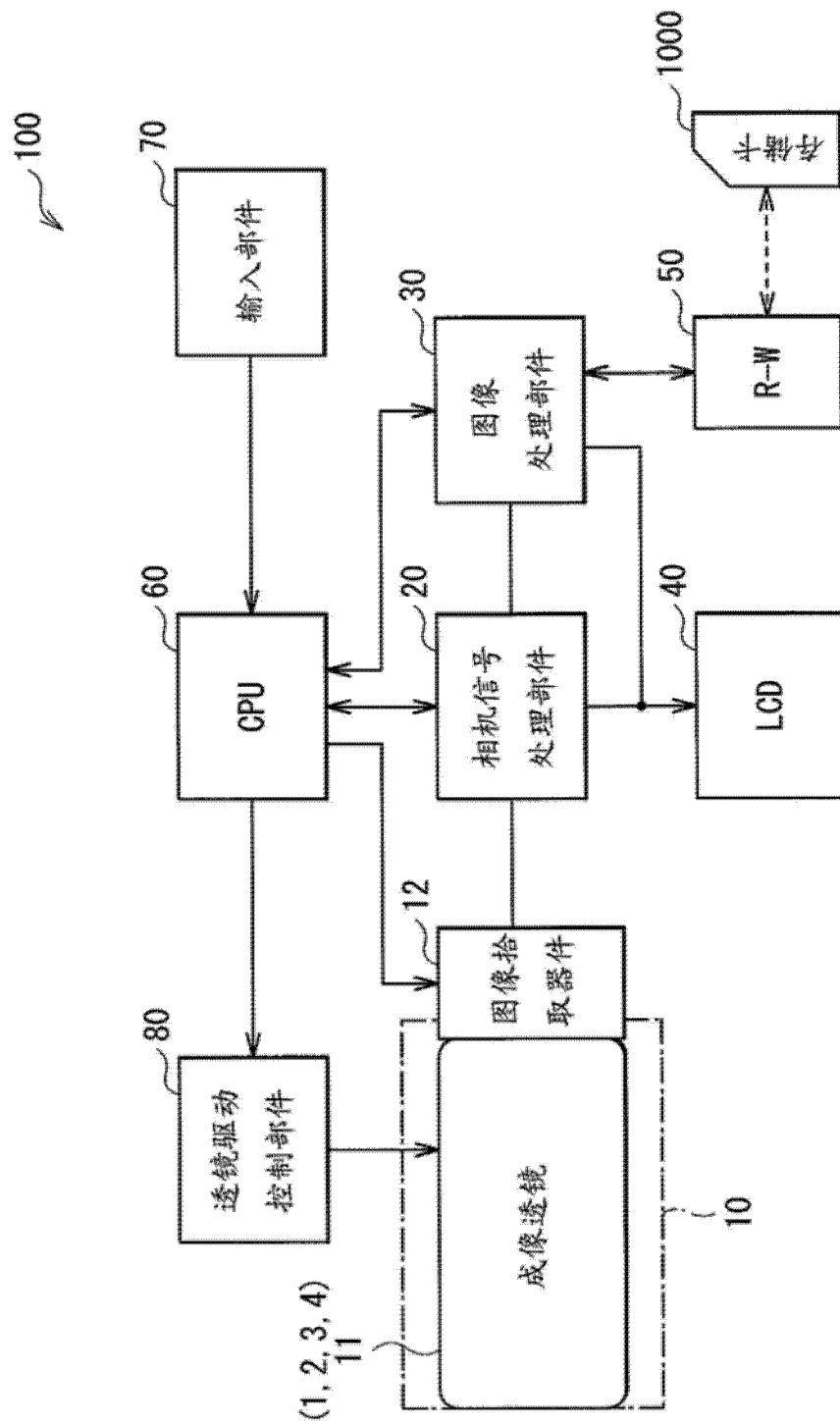


图 17