



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201965294 U

(45) 授权公告日 2011. 09. 07

(21) 申请号 201020699894. 5

(22) 申请日 2010. 12. 31

(30) 优先权数据

2010-002646 2010. 01. 08 JP

(73) 专利权人 富士胶片株式会社

地址 日本国东京都

(72) 发明人 富冈领子

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 张成新

(51) Int. Cl.

G02B 15/177(2006. 01)

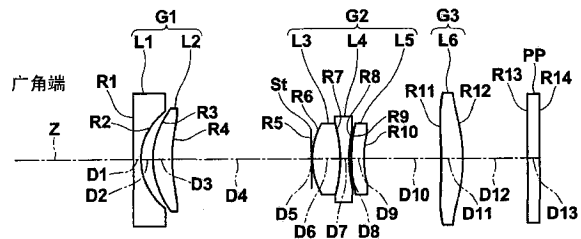
权利要求书 2 页 说明书 28 页 附图 15 页

(54) 实用新型名称

变焦透镜和成像装置

(57) 摘要

一种变焦透镜,包括从物侧开始依次布置的负第一透镜组、正第二透镜组、以及正第三透镜组。变焦透镜的焦距放大倍率能够通过改变透镜组之间的距离而改变。第一组透镜包括像侧是凹面的负第一透镜、和为非球面塑料透镜的正第二透镜。第二透镜组包括粘合透镜、和具有面对物侧的凸面的弯月形的第五透镜。所述粘合透镜包括双凸形的正第三透镜和双凹形的负第四透镜。第三透镜组包括正第六透镜,所述第六透镜是单透镜。对于第二透镜组的焦距 f_{G2} 和整个系统处于广角端的焦距 f_w 满足如下公式 (1) : $1.10 < f_{G2}/f_w < 1.33$ (1)。



1. 一种变焦透镜,其特征在于,包括从所述变焦透镜的物侧开始依次布置的:
 具有负屈光力的第一透镜组,
 具有正屈光力的第二透镜组,以及
 具有正屈光力的第三透镜组,
 其中所述变焦透镜的焦距放大倍率能够通过改变透镜组之间的距离而改变,
 其中所述第一透镜组包括第一透镜和第二透镜,所述第一透镜具有负屈光力并且像侧是凹面,所述第二透镜为具有正屈光力的非球面塑料透镜,

其中所述第二透镜组包括粘合透镜和具有面对所述物侧的凸面的弯月形的第五透镜,所述粘合透镜包括具有正屈光力的双凸形的第三透镜和具有负屈光力的双凹形的第四透镜,

其中所述第三透镜组包括具有正屈光力的第六透镜,所述第六透镜是单透镜,
 其中满足如下公式(1):

$$1.10 < fG2/f_w < 1.33 \quad (1), \text{其中}$$

$fG2$ 为第二透镜组的焦距,以及

f_w 为变焦透镜的整个系统处于广角端的焦距。

2. 如权利要求1所述的变焦透镜,其特征在于,满足如下公式(2):

$$-2.0 < fG1/f_w < -1.5 \quad (2), \text{其中,}$$

$fG1$ 为第一透镜组的焦距。

3. 如权利要求1所述的变焦透镜,其特征在于,满足如下公式(3):

$$(DG1+DG2+DG3)/f_w < 1.3 \quad (3), \text{其中,}$$

$DG1$ 为在变焦透镜的光轴上从第一透镜组中的最靠近物侧的表面到第一透镜组中的最靠近像侧的表面的距离,

$DG2$ 为在变焦透镜的光轴上从第二透镜组中的最靠近物侧的表面到第二透镜组中的最靠近像侧的表面的距离,

$DG3$ 为在变焦透镜的光轴上从第三透镜组中的最靠近物侧的表面到第三透镜组中的最靠近像侧的表面的距离。

4. 如权利要求1所述的变焦透镜,其特征在于,满足如下公式(4):

$$Nd2 \geq 1.6 \quad (4), \text{其中,}$$

$Nd2$ 为第二透镜对 d 线的折射率。

5. 如权利要求1所述的变焦透镜,其特征在于,满足如下公式(5):

$$vd2 < 30.0 \quad (5), \text{其中,}$$

$vd2$ 为第二透镜对 d 线的阿贝数。

6. 如权利要求1所述的变焦透镜,其特征在于,满足如下公式(6):

$$26 < vd1-vd2 < 35 \quad (6), \text{其中,}$$

$vd1$ 为第一透镜对 d 线的阿贝数,以及

$vd2$ 为第二透镜对 d 线的阿贝数。

7. 如权利要求1所述的变焦透镜,其特征在于,满足如下公式(7):

$$(Nd3+Nd4)/2 > 1.80 \quad (7), \text{其中,}$$

$Nd3$ 为第三透镜对 d 线的折射率,

Nd4 为第四透镜对 d 线的折射率。

8. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其特征在于,满足如下公式 (8) :

$vd3-vd4 > 15.0$ (8),其中,

vd3 为第三透镜对 d 线的阿贝数,

vd4 为第四透镜对 d 线的阿贝数。

9. 如权利要求 1 所述的变焦透镜,其特征在于,只通过在变焦透镜的光轴方向上移动第三透镜组执行聚焦。

10. 一种成像装置,其特征在于,包括如权利要求 1 所述的变焦透镜。

变焦透镜和成像装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种变焦透镜和成像装置。特别是,本实用新型涉及一种用于使用例如 CCD(电荷耦合装置)和 CMOS(互补金属氧化物半导体)之类的成像设备的数码相机、数码摄像机和类似物的变焦透镜。进一步地,本实用新型涉及一种包括变焦透镜的成像装置。

背景技术

[0002] 传统地,变焦透镜使用在各种相机中。具体而言,三组的变焦透镜被广泛使用,因为它们紧凑,并能很好地矫正偏差。与此同时,近年来数码相机和数码摄像机日益流行。对于数码相机和数码摄像机,希望缩小透镜尺寸,并且与普通照相机的透镜类似,获得低失真高品质的图像。同时,对于数码相机和数码摄像机,希望减少制作透镜的成本。自动聚焦技术主要用在数码相机和数字摄像机上,并且希望高速聚焦。因此,作为一种聚焦变焦透镜的方法,通常使用内聚焦方法和后聚焦方法。由于透镜靠近照相机的主体定位,因此内聚焦方法和后聚焦方法可以减少透镜的重量,并且容易驱动透镜。在这些聚焦方法中,三组透镜比两组透镜更合适。传统地,例如,在日本未审查的专利申请公布号 JP2005-321744(专利文献 1)、日本未审查的专利申请公布号 JP2005-331641(专利文献 2)、日本未审查的专利申请公布号 JP2006-139164(专利文献 3)、日本未审查的专利申请公布号 JP2008-233871(专利文献 4)、日本未审查的专利申请公布号 JP2008-233499(专利文献 5)、和日本未审查的专利申请公布号 JP2000-267009(专利文献 6)中,公开了体积小、并具有近似三倍的变焦率的三组变焦透镜。

[0003] 然而,在上述领域中的变焦透镜中,对改善变焦透镜性能的需求,对缩小变焦透镜尺寸的需求,以及对降低制造变焦透镜的成本的需求年年增强。专利文献 1 和 2 中公开的变焦透镜具有紧凑的结构,即在光轴方向上的每个透镜组的尺寸都有缩减。然而,由于专利文献 1 和 2 中使用玻璃作为非球面透镜的材料,使得制造变焦透镜的成本变高,并且难以将成本降低到近年来期望的水平。专利文献 3 到 6 中公开的变焦透镜使用了许多塑料透镜。因此,减少了制造透镜的成本并且减轻了透镜的重量。但是,专利文献 3 到 6 中的变焦透镜的尺寸需要进一步减小,以满足近年来对小型变焦透镜的需求。

[0004] 实用新型的内容

[0005] 鉴于以上所述的情况,本实用新型的目的是提供一种小型的生产成本低的、并且能够实现高的光学性能的变焦透镜。进一步地,本实用新型的另一目的是提供一种包括该变焦透镜的成像装置。

[0006] 根据本实用新型的一种变焦透镜,包括从所述变焦透镜的物侧开始依次布置的:

[0007] 具有负屈光力的第一透镜组,

[0008] 具有正屈光力的第二透镜组,以及

[0009] 具有正屈光力的第三透镜组,

[0010] 其中所述变焦透镜的焦距放大倍率能够通过改变透镜组之间的距离而改变,

[0011] 其中所述第一透镜组包括第一透镜和第二透镜,所述第一透镜具有负屈光力并且像侧是凹面,所述第二透镜为具有正屈光力的非球面塑料透镜,

[0012] 其中所述第二透镜组包括粘合透镜和具有面对所述物侧的凸面的弯月形的第五透镜,所述粘合透镜包括具有正屈光力的双凸形的第三透镜和具有负屈光力的双凹形的第四透镜,

[0013] 其中所述第三透镜组包括具有正屈光力的第六透镜,所述第六透镜是单透镜,

[0014] 其中满足如下公式 (1) :

[0015] $1.10 < fG2/fw < 1.33$ (1),其中

[0016] $fG2$ 为第二透镜组的焦距,以及

[0017] fw 为变焦透镜的整个系统处于广角端的焦距。

[0018] 在本实用新型的变焦透镜中,表述“第一透镜具有负屈光力并且像侧是凹面”,表述“所述第二透镜为具有正屈光力的非球面塑料透镜”,表述“具有正屈光力的双凸形的第三透镜”,表述“具有负屈光力的双凹形的第四透镜”,表述“具有面对所述物侧的凸面的弯月形的第五透镜”,以及表述“具有正屈光力的第六透镜”是指透镜为非球面透镜时的近轴区域。进一步地,术语“单透镜”是指一块透镜,而不是粘合透镜。

[0019] 在本实用新型的变焦透镜中,期望满足下列公式 (2) 至 (8) :

[0020] $-2.0 < fG1/fw < -1.5$ (2);

[0021] $(DG1+DG2+DG3)/fw < 1.3$ (3);

[0022] $Nd2 \geq 1.6$ (4);

[0023] $vd2 < 30.0$ (5);

[0024] $26 < vd1-vd2 < 35$ (6);

[0025] $(Nd3+Nd4)/2 > 1.80$ (7);

[0026] $vd3-vd4 > 15.0$ (8),其中

[0027] $fG1$ 为第一透镜组的焦距,

[0028] $DG1$ 为在变焦透镜的光轴上从第一透镜组中的最靠近物侧的表面到第一透镜组中的最靠近像侧的表面的距离,

[0029] $DG2$ 为在变焦透镜的光轴上从第二透镜组中的最靠近物侧的表面到第二透镜组中的最靠近像侧的表面的距离,

[0030] $DG3$ 为在变焦透镜的光轴上从第三透镜组中的最靠近物侧的表面到第三透镜组中的最靠近像侧的表面的距离,

[0031] $Nd2$ 为第二透镜对 d 线的折射率,

[0032] $Nd3$ 为第三透镜对 d 线的折射率,

[0033] $Nd4$ 为第四透镜对 d 线的折射率,

[0034] $vd1$ 为第一透镜对 d 线的阿贝数,

[0035] $vd2$ 为第二透镜对 d 线的阿贝数,

[0036] $vd3$ 为第三透镜对 d 线的阿贝数,

[0037] $vd4$ 为第四透镜对 d 线的阿贝数,

[0038] 在本实用新型的实施例中,可以满足上述公式 (2) 到 (8) 中的一个。可选择地,可以满足公式 (2) 至 (8) 的中的至少两个。

[0039] 期望根据本实用新型的变焦透镜被构造成,只通过在变焦透镜的光轴方向上移动第三透镜组执行聚焦。

[0040] 本实用新型的成像装置,包括本实用新型的变焦透镜。

[0041] 根据本实用新型,变焦透镜包括至少三个透镜组,透镜组的每个透镜的能力(power)、形状等是适当设定的。进一步的,变焦透镜中的对非球面塑料透镜或透镜是适当设定的。进一步的,第二个透镜组的能力范围适当地设定成满足公式(1)。因此,能够提供可以实现很高的光学性能的变焦透镜,同时降低了变焦透镜的尺寸,降低了生产变焦透镜的成本。进一步地,能够提供包括该变焦透镜的成像装置。

附图说明

[0042] 图 1A 是图示本实用新型实例 1 的变焦透镜处于广角端的结构横截面图;

[0043] 图 1B 是图示本实用新型实例 1 的变焦透镜处于望远端的结构横截面图;

[0044] 图 2A 是图示本实用新型实例 2 的变焦透镜处于广角端的结构横截面图;

[0045] 图 2B 是图示本实用新型实例 2 的变焦透镜处于望远端的结构横截面图;

[0046] 图 3A 是图示本实用新型实例 3 的变焦透镜处于广角端的结构横截面图;

[0047] 图 3B 是图示本实用新型实例 3 的变焦透镜处于望远端的结构横截面图;

[0048] 图 4A 是图示本实用新型实例 4 的变焦透镜处于广角端的结构横截面图;

[0049] 图 4B 是图示本实用新型实例 4 的变焦透镜处于望远端的结构横截面图;

[0050] 图 5A 是图示本实用新型实例 5 的变焦透镜处于广角端的结构横截面图;

[0051] 图 5B 是图示本实用新型实例 5 的变焦透镜处于望远端的结构横截面图;

[0052] 图 6 是用于解释第二透镜周边区域的形状的横截面图;

[0053] 图 7A 到图 7C 是用于解释伸缩安装方法的示意图;

[0054] 图 8A 到图 8L 是图示本实用新型实例 1 的变焦透镜的像差的示意图;

[0055] 图 9A 到图 9L 是图示本实用新型实例 2 的变焦透镜的像差的示意图;

[0056] 图 10A 到图 10L 是图示本实用新型实例 3 的变焦透镜的像差的示意图;

[0057] 图 11A 到图 11L 是图示本实用新型实例 4 的变焦透镜的像差的示意图;

[0058] 图 12A 到图 12L 是图示本实用新型实例 5 的变焦透镜的像差的示意图;以及

[0059] 图 13 是根据本实用新型实施例的数码相机的透视图。

具体实施方式

[0060] 下面将参照附图描述本实用新型的实施例。图 1A、图 1B 到图 5A、图 5B 是图示根据本实用新型的实施例的变焦透镜的结构实例的横截面图。图 1A、图 1B 到图 5A、图 5B 分别对应于将要描述的实例 1 到 5 中的变焦透镜。在图 1A、图 1B 到图 5A、5B 中所图示的变焦透镜的基本结构彼此相似,这些透镜的图示方式也彼此相似。因此,将主要参照图 1A 和 1B 描述根据本实用新型的实施例的变焦透镜。

[0061] 在图 1A 和 1B 中,左侧是物侧,右侧是像侧。图 1A 是图示处于广角端的透镜的布置的示意图,图 1B 是图示处于望远端的透镜的布置的示意图。进一步的,图 1A 和 1B 之间的实线简要表示当变焦透镜的放大倍率发生改变时透镜组的移动路径。

[0062] 本实施例的变焦透镜具有三组变焦结构,其中从变焦透镜的物侧沿光轴 Z 依序布

置：具有负屈光力的第一透镜组 G1、具有正屈光力的第二透镜组 G2 以及具有正屈光力的第三透镜组 G3。通过改变透镜组之间的距离而改变变焦透镜的放大倍率。在图 1A 和 1B 所示的实例中，孔径光阑 St 布置在第二透镜组 G2 的物侧。当变焦透镜的放大倍率发生改变时，孔径光阑 St 与第二透镜组 G2 一起移动。在图 1A 和 1B 中，并没有示出孔径光阑 St 的尺寸和形状，而是示出了孔径光阑在光轴上的位置。

[0063] 在图 1A 和 1B 中，考虑到聚焦透镜应用在成像装置上的情况，还示出了布置在第三透镜组 G3 的像侧的平行平板形状的光学部件 PP。光学部件 PP 采用基于成像装置的应用适当选择的玻璃盖、诸如低通滤光器之类的各种滤光器以及红外线阻止滤光器 (infrared ray cut filter)、或者类似物。在图 1A 和 1B 所示的实例中，聚焦透镜的像平面布置在与光学部件 PP 的像侧表面相同的位置。

[0064] 在图 1A 和 1B 中，符号 R_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) 表示组成变焦透镜的部件表面的曲率半径，组成变焦透镜的部件包括透镜、孔径光阑 St 和光学部件 PP。进一步地，符号 D_i ($i = 1, 2, 3, \dots$) 表示这些部件表面之间的距离。

[0065] 第一透镜组 G1 包括第一透镜 L1 和第二透镜 L2。第一透镜 L1 具有负屈光力，并且第一透镜 L1 的像侧是凹的。第二透镜 L2 是具有正屈光力的非球面的塑料透镜。第二透镜组 G2 包括粘合透镜和第五透镜 L5，而粘合透镜包括第三透镜 L3 和第四透镜 L4。第三透镜 L3 是具有正屈光力的双凸透镜。第四透镜 L4 是具有负屈光力的双凹透镜。第五透镜 L5 是具有面向物侧的凸表面的弯月形透镜。第三透镜组 G3 包括第六透镜 L6，第六透镜 L6 为具有正屈光力的单透镜。

[0066] 在图 1A 和 1B 中所示实例的变焦透镜中，第一透镜 L1 是平凹透镜，第二透镜 L2 是具有面向物侧的凸表面的正弯月形透镜。进一步地，第五透镜 L5 是负弯月形透镜，第六透镜 L6 是具有面向像侧的凸表面的正弯月形透镜。当第一透镜 L1 是平凹透镜时，可能以低成本生产第一透镜 L1。可替换的，第一透镜 L1 可以是双凹透镜。当第一透镜 L1 是双凹透镜时，与平凹透镜相比，可能增加第一透镜 L1 的负屈光力。双凹形状有利于矫正像差。

[0067] 最靠近物侧布置的第一透镜组 G1 的外径比其它透镜组的外径大。因此，如果在第一透镜组 G1 中使用塑料透镜代替玻璃透镜，则会提高降低生产成本和减轻变焦透镜的重量的有益效果。然而，当使用塑料透镜作为位于最靠近物侧的第一透镜 L1 时，会产生耐久性（或者耐候性，weather-resistance）差的 因素，因为塑料比玻璃具有更差的耐久性。为了解决这个问题，最好是在第一透镜 L1 的物侧上安装保护部件，如玻璃盖。但是，如果安装保护部件则会增加生产成本。因此，使用塑料透镜作为第一透镜组 G1 中的第二透镜 L2 是适合的。

[0068] 由于塑料具有高的模制和成型灵活性，因此使用塑料形成非球面透镜是合适的。在本实施例的变焦透镜中，第二透镜 L2 是非球面塑料透镜。非球面表面可以形成在第二透镜 L2 的两个表面中的一个上。但是，如果第二透镜 L2 两个表面都是非球面，则能更有效地矫正像差。通过减小由第一透镜 L1 发散出的光线的折射角度，第二透镜 L2 抑制各种像差的产生，其中第二透镜 L2 是正透镜，第一透镜 L1 是负透镜。因此，如果第二透镜 L2 是非球面透镜，就有可能以极好的方式矫正各种像差，并实现高的光学性能。

[0069] 当第二透镜 L2 是塑料透镜时，有可能很容易地在第二透镜 L2 有效直径之外以包括如图 6 所示的平坦面的方式形成周边区域。由于第一透镜 L1 的像侧表面是凹面，因此，

通常是在第一透镜 L1 像侧表面的周边区域（该周边区域位于有效直径之外）包括如图 6 所示的平坦面 1a。因此，如果第二透镜 L2 物侧表面的周边区域（该周边区域位于有效直径之外）包括以与第一透镜 L1 的平坦面 1a 接触的方式存在的平坦面 2a，就有可能降低调整组成第一透镜组 G1 的两个透镜的光轴的工作量。进一步地，还有可能提高构造变焦透镜的精度。

[0070] 当第二透镜 L2 的材料是塑料时，有可能以期望的形状不但容易形成透镜表面的形状而且容易形成第二透镜 L2 的外形，其中光线穿过所述透镜表面而且透镜表面的形状与图像的构成有关，而且第二透镜 L2 的外形与透镜的组装有关。因此，有可能以低的成本生产聚焦透镜。

[0071] 没有必要使第一透镜 L1 的平坦面 1a 和第二透镜 L2 的平坦面 2a 互相接触。第一透镜 L1 的平坦面 1a 和第二透镜 L2 的平坦面 2a 可以部分地相互接触。另外，没有必要使第一透镜 L1 的平坦面 1a 和第二透镜 L2 的平坦面 2a 直接相互接触。例如，可以在平坦面 1a 和平坦面 2a 之间设置平行的平坦部件，比如平行的平板或者薄膜或者薄层，而且平坦面 1a 和平坦面 2a 可以通过该平行的平坦部件相互接触。该平行的平坦部件的材料例如可以是所谓的聚酯薄膜 (Mylar)。进一步的，如果具有光阻止特性 (light cut characteristics) 的部件用做平行的平坦部件，该平行的平坦部件能够起到阻止鬼光 (ghost light) 的作用。

[0072] 在图 6 中，第一透镜 L1 的平坦面 1a 和第二透镜 L2 的平坦面 2a 大致垂直于光轴 z，但是，平坦面 1a 和 2a 没有必要以这种方式设置。进一步地，在图 6 中，第一透镜 L1 物侧表面的周边区域（有效直径之外的周边区域）、以及第二透镜 L2 像侧表面的周边区域（有效直径之外的周边区域）也包括平坦面。但是，这些区域的形状并不限于图 6 所示的形状。

[0073] 在本实用新型的变焦透镜中，第三透镜 L3 是双凸透镜，第四透镜 L4 是双凹透镜。因此，第三透镜 L3 和第四透镜 L4 分别具有强的正屈光力和强的负屈光力。这有利于矫正像差，并有助于减少透镜的数量。

[0074] 由于第三透镜 L3 和第四透镜 L4 粘合在一起，因此可以极好的方式矫正像差。进一步地，降低了第三透镜 L3 和第四透镜 L4 之间的相对偏心，抑制了球面像差的波动。因此，以低成本实现了高光学性能。进一步地，由于第三透镜 L3 和第四透镜 L4 是粘合透镜，因此第三透镜 L3 和第四透镜 L4 之间的气隙为 0。这样，能够减少光学系统在光轴方向上的厚度，并有助于缩小光学系统的尺寸。

[0075] 除了以上描述的基本的透镜结构外，本实施例的聚焦透镜满足以下公式 (1)：

[0076] $1.10 < fG2/fw < 1.33$ (1)，其中

[0077] $fG2$ 为第二透镜组 G2 的焦距，以及

[0078] fw 为整个系统处于广角端的焦距。

[0079] 公式 (1) 涉及到第二透镜组 G2 的能力或倍率 (power)。当第二透镜组 G2 的能力增强到一定程度，即 $fG2/fw$ 的值变得低于由公式 (1) 定义的下限时，在改变放大倍率 (magnification) 时像差的波动变大。因此，这样就很难维持良好的光学性能。相反地，当第二透镜组 G2 的能力减弱到一定程度，即 $fG2/fw$ 的值高于由公式 (1) 定义的上限时，第二透镜组 G2 在改变放大倍率时的移动量变大，这样不利于缩小整个光学系统的尺寸。

[0080] 进一步的，更期望满足下列公式 (1-2)：

[0081] $1.25 < fG2/fw \leq 1.32$ (1-2)。

[0082] 当满足公式 (1-2) 时,有可能实现更良好的光学性能,并进一步缩小了光学系统的尺寸。

[0083] 进一步的,甚至更期望满足下列公式 (1-3) :

$$[0084] \quad 1.3 < f_{G2}/f_w \leq 1.32 \quad (1-3)。$$

[0085] 当满足公式 (1-3) 时,与满足公式 (1-2) 的情况相比,有可能实现更良好的光学性能。

[0086] 期望根据本实用新型实施例的变焦透镜具有下述结构。在本实用新型的实施例,聚焦透镜可以具有其中的一种结构。可替换地,聚焦透镜可以具有其中至少两种结构。

[0087] 期望变焦透镜满足下列公式 (2) :

$$[0088] \quad -2.0 < f_{G1}/f_w < -1.5 \quad (2), \text{其中}$$

[0089] f_{G1} 为第一透镜组 G1 的焦距,以及

[0090] f_w 为整个系统处于广角端的焦距。

[0091] 公式 (2) 涉及到第一透镜组 G1 的能力。当第一透镜组 G1 的能力变得减弱到一定程度,即 f_{G1}/f_w 的值低于由公式 (2) 定义的下限时,第一透镜组 G1 的移动量在改变放大倍率时变大,这不利于缩小整个光学系统的尺寸。相反,当第一透镜组 G1 的能力变得增强到一定程度,即 f_{G1}/f_w 的值高于由公式 (2) 定义的上限时,在改变放大倍率时像差的波动变大。因此,很难保持良好的光学性能。

[0092] 更期望还满足下述公式 (2-2) :

$$[0093] \quad -1.8 < f_{G1}/f_w < -1.5 \quad (2-2)。$$

[0094] 当满足公式 (2-2) 时,有可能进一步缩小光学系统的尺寸。

[0095] 进一步的,甚至更期望满足下列公式 (2-3) :

$$[0096] \quad -1.8 < f_{G1}/f_w < -1.6 \quad (2-3)。$$

[0097] 当满足公式 (2-3) 时,与满足公式 (2-2) 的情况相比,有可能实现更良好的光学性能。

[0098] 期望还满足下列公式 (3) :

$$[0099] \quad (DG_1+DG_2+DG_3)/f_w < 1.3 \quad (3), \text{其中}$$

[0100] DG_1 为在变焦透镜的光轴上从第一透镜组的最靠近物侧表面到第一透镜组的最靠近像侧表面的距离,

[0101] DG_2 为在变焦透镜的光轴上从第二透镜组的最靠近物侧表面到第二透镜组的最靠近像侧表面的距离,

[0102] DG_3 为在变焦透镜的光轴上从第三透镜组的最靠近物侧表面到第三透镜组的最靠近像侧表面的距离,以及

[0103] f_w 为聚焦透镜的整个系统处于广角端的焦距。

[0104] 公式 (3) 涉及到每个透镜组的厚度 (在光轴方向上的长度)。当透镜组被构造成满足公式 (3) 时,有可能在透镜系统可收缩到成像装置内时减少透镜系统在光轴方向上的厚度。这能够使透镜系统紧凑。

[0105] 进一步的,期望满足下列公式 (3-2) :

$$[0106] \quad 1.1 < (DG_1+DG_2+DG_3)/f_w < 1.25 \quad (3-2)。$$

[0107] 当试图将每个透镜组的厚度减少到一定程度时,即 $(DG_1+DG_2+DG_3)/f_w$ 的值低于

由公式 (3-2) 定义的下限时, 则有必要增加每个透镜的曲率半径的绝对值。结果, 每个透镜组的能力变小。因此, 每个透镜组在改变放大倍率时的移动量变大, 因此, 处于收缩状态的整个透镜系统的长度在光轴方向上变长。当 $(DG1+DG2+DG3)/f_w$ 的值满足由公式 (3-2) 定义的上限时, 则有可能使透镜系统比在满足由公式 (3) 所定义的上限的情况更加紧凑。

[0108] 进一步的, 期望满足下列公式 (4) :

[0109] $Nd2 \geq 1.6$ (4), 其中

[0110] $Nd2$ 为第二透镜 L2 对 d 线的折射率。

[0111] 公式 (4) 涉及到第二透镜 L2 的材料的折射率。当选择具有满足公式 (4) 相对较高的折射率的材料作为第二透镜 L2 的材料时, 则有可能防止第二透镜 L2 的曲率半径的绝对值变得太小。进一步地, 有可能抑制所产生像差的数量。

[0112] 期望满足下列公式 (5) :

[0113] $vd2 < 30.0$ (5), 其中

[0114] $vd2$ 为第二透镜 L2 对 d 线的阿贝 (Abbe) 数。

[0115] 公式 (5) 涉及到第二透镜 L2 的材料的阿贝数。当将具有满足公式 (5) 的高色散度的材料用做第二透镜 L2 的材料时, 即使第二透镜 L2 的材料是塑料, 也能够轻松地平衡像差。进一步的, 还有可能以良好的方式校正色差。

[0116] 更期望满足下列公式 (5-2) :

[0117] $vd2 < 28$ (5-2)。

[0118] 当满足公式 (5-2) 时, 能够以更良好的方式校正色差。

[0119] 进一步的, 期望满足下列公式 (6) :

[0120] $26 < vd1-vd2 < 35$ (6), 其中

[0121] $vd1$ 为第一透镜 L1 对 d 线的阿贝数, 以及

[0122] $vd2$ 为第二透镜 L2 对 d 线的阿贝数。

[0123] 公式 (6) 涉及到第一透镜组 G1 的两个透镜的材料的阿贝数, 这两个透镜一个是负透镜, 一个是正透镜。当这两个透镜的材料被选择成满足公式 (6) 时, 即使第二透镜 L2 的材料是塑料, 有可能以良好的方式校正色差。

[0124] 更期望满足下列公式 (6-2) :

[0125] $27 < vd1-vd2 < 33$ (6-2)。

[0126] 当满足公式 (6-2) 时, 有可能以更良好的方式校正色差。

[0127] 期望满足下列公式 (7) :

[0128] $(Nd3+Nd4)/2 > 1.80$ (7), 其中

[0129] $Nd3$ 为第三透镜对 d 线的折射率,

[0130] $Nd4$ 为第四透镜对 d 线的折射率。

[0131] 公式 (7) 涉及到在第二透镜组 G2 内构成粘合透镜的透镜的折射率。当以满足公式 (7) 的方式选择粘合透镜的材料时, 有可能防止构成粘合透镜的透镜的每个表面的曲率半径的绝对值变小。进一步地, 有可能减少第二透镜组 G2 的厚度, 并且有助于缩减第二透镜组 G2 的尺寸。

[0132] 进一步的, 期望满足下列公式 (8) :

[0133] $vd3-vd4 > 15.0$ (8), 其中

[0134] vd3 为第三透镜 L3 对 d 线的阿贝数, 以及

[0135] vd4 为第四透镜 L4 对 d 线的阿贝数。

[0136] 公式 (8) 涉及到在第二透镜组 G2 内构成粘合透镜的透镜的阿贝数。当选择构成粘合透镜的透镜的材料满足公式 (8) 时, 能够以良好的方式校正横向色差。

[0137] 根据本实用新型的变焦透镜中, 除第二透镜 L2 之外的一个透镜或者多个透镜都可以是非球面透镜。例如, 如果弯月形的第五透镜 L5 是非球面透镜, 则能够以良好的方式校正像差。如果最靠近像平面的第六透镜是非球面透镜, 则可以改进远心特性。

[0138] 期望以通过在光轴方向上只移动第三透镜组 G3 的方式执行调焦来构造本实用新型的变焦透镜。由于第三透镜组 G3 由单透镜组成, 因此能够在调焦时抑制驱动机构上的载荷。进一步的, 还可以提高调焦速度。

[0139] 在本实用新型的变焦透镜中, 除了第二透镜 L2 之外的一个或多个透镜可以由塑料制成, 以降低生产聚焦透镜的成本。例如, 期望具有非球面表面的透镜是塑料透镜, 以降低生产透镜的成本。

[0140] 当通过只移动第三透镜组 G3 来进行调焦时, 如果第六透镜是塑料透镜, 就有可能减轻聚焦透镜的重量。因此, 能够进一步提高调焦速度。在本实用新型的变焦透镜中, 即使使用具有相对较低的折射率的材料作为第五透镜 L5 的材料, 也会校正像差而不会产生问题。因此, 期望第五透镜 L5 是塑料透镜, 以降低生产透镜的成本。

[0141] 然而, 当在诸如室外环境之类的恶劣环境中使用本实用新型的变焦透镜时, 能够以使得透镜表面不会被风雨破坏的方式选择布置在最靠近物侧的第一透镜 L1 的材料。进一步的, 期望第一透镜 L1 的材料能够抵抗由于阳光照射引起的温度变化, 以及能够抵抗诸如油脂和清洁剂之类的化学品的腐蚀。换句话说, 期望使用高度防水、耐风蚀、耐酸、耐化学腐蚀等等的材料。进一步的, 在某些情况下, 期望第一透镜 L1 的材料是硬质的, 而不是易碎和易裂的。当必须满足这些条件时, 期望第一透镜 L1 的材料是玻璃。可替换地, 透明陶瓷也可以作为第一透镜 L1 的材料。

[0142] 当本实用新型的变焦透镜在恶劣的环境中使用, 期望给变焦透镜施加多层保护层。除了保护层之外, 还可以提供抗反射涂层, 以在使用变焦透镜时减少鬼光或者类似情况发生。

[0143] 在图 1 所示的实例中, 示出了光学部件 PP 布置在透镜系统和图像形成面 (像平面) 之间的情况。替代地, 可以在透镜之间布置各种滤光器, 例如, 低通滤光器镜和阻止特定波段的滤光器、或者类似物。可替换地, 变焦透镜的中透镜的至少一个表面上施加有涂层, 涂层具有与各种滤光器的功能类似的功能。

[0144] 一般来说, 通过沿光轴 Z 移动每个透镜组使聚焦透镜收缩, 以降低透镜组之间的距离。然而, 可以使用不同方法收缩变焦透镜。例如, 可以从光轴 Z 拆除组成透镜系统的一部分透镜并进行存放。

[0145] 将参照图 7A 到图 7C 描述用于收缩聚焦透镜的方法。图 7A 是示出透镜组在摄像 (成像) 时的布置示例。图 7B 是示出使用一般方式使变焦透镜收缩时透镜组的放置实例。在图 7b 所示的方法中, 当聚焦透镜收缩时, 第一透镜组 G 1 到第三透镜组 G3 沿着光轴 Z 如箭头 G1、G2、G3 所指的方向移动。

[0146] 相比之下, 图 7C 是示出通过使用一种方法使变焦透镜收缩时透镜组的结构布置,

在该方法中只将第二透镜组 G2 从光轴 Z 上拆除下来并存放。在图 7C 所示的方法中,当变焦透镜收缩时,只有第二透镜组 G2 沿着箭头 G2 所指的方向移动,箭头 G2 所指的方向与光轴 Z 的方向不同。同时,第一透镜组 G1 和第三透镜组 G3 沿光轴 Z 如箭头 G1、G3 所指的方向移动。

[0147] 在图 7C 所示的方法中,当变焦透镜收缩时,第二镜头组 G2 可以在垂直于光轴 Z 的方向上移动到与第三透镜 G3 平行的位置。因此,在变焦透镜收缩时,可以减少变焦透镜在光轴 Z 的方向上的厚度。在这种方法中,从光轴 Z 拆除并存放起来的一部分透镜并不仅限于第二透镜组。然而,在如本实用新型的实施例所构造的变焦透镜中,考虑到整个透镜系统中每个元件的厚度,期望第二透镜组 G2 从光轴 Z 上拆除下来。

[0148] 接下来,将描述本实用新型的变焦透镜的数量值的实例。图 1 到图 5 分别是实施例 1 到 5 中变焦透镜的横截面示意图。

[0149] 表 1 列出了有关实例 1 中变焦透镜的透镜数据,表 2 列出了有关实例 1 中变焦透镜的非球面数据。表 3 列出了有关变焦可变放大倍率的数据。类似地,表 4 到表 15 列出了有关实例 2 到 5 中变焦透镜的透镜数据、非球面数据和变焦可变放大倍率数据。在下述描述中,通过使用实例 1 解释表中符号的含义。该符号的含义对于实例 2 到 5 基本上是相同的。

[0150] 在表 1 的透镜数据中, Si 栏列出了第 i (i = 1、2、3、...) 表面的表面数值。构成透镜系统的元件的最靠近物侧的表面是第一表面,而且表面数值朝着像侧方向依次增加。Ri 栏列出了第 i 表面的曲率半径,以及第 Di 栏列出了在光轴 Z 上第 i 表面和第 (i+1) 表面之间的距离。进一步地, Ndj 栏列出了第 i (j = 1、2、3、...) 透镜对 d 线 (波长为 587.6 纳米) 的折射率。最靠近物侧的透镜是第一透镜,并且数字 j 朝着像侧方向依次增加。进一步地, vdj 栏列出了第 j 透镜对 d 线的阿贝数。

[0151] 当物侧面是凸面时,曲率半径的符号 (正 / 负) 是正的,而当像侧面是凸面时,曲率半径的符号是负的。透镜数据包括孔径光阑 (光阑) St 和光学部件 PP。在每个实例中,透镜数据表中的 Ri 和 Di (i = 1、2、3、...) 对应于透镜横截面中的符合 Ri 和 Di。进一步地,表 1 的底部列出了焦距 f (毫米) 的范围 Fno. 和当放大倍率从广角端至望远端发生改变时视线 (度) 的全角 2ω。

[0152] 在表 1 的透镜数据中,标记“*”附加到非球面的表面数值。进一步的,表 1 列出了光轴附近 (近轴曲率半径) 的曲率半径的数值作为非球面的曲率半径。表 2 中的非球面数据列出了与非球面相关的非球面系数。在表 2 的非球面数据中,“E-n” (n:整数) 的意思是“×10⁻ⁿ”,以及“E+n”的意思是“×10ⁿ”。进一步地,在下述非球面公式中非球面系数是指系数 KA、Am (m = 3、4、5、...) :

[0153] $Zd = C \cdot h^2 / \{1 + (1 - KA \cdot C^2 \cdot h^2)^{1/2}\} + \sum Am \cdot h^m$, 其中

[0154] Zd 为非球面的深度 (从非球面上高度为 h 的点到与非球面顶点接触并且垂直于光轴的平坦面的垂直线的长度),

[0155] h 为高度 (光轴到透镜表面的长度),

[0156] C 为近轴曲率半径,以及

[0157] KA, Am 为非球面系数 (m = 3、4、5、...)。

[0158] 在表 1 的透镜数据中,写在 Di (表面之间的距离) 栏中的项“变化 d4”、“变化 d10”

和“变化 d12”表示在放大倍率变化时距离的变化量。变化 d4 表示第一透镜组 G1 与孔径光阑 St 之间的距离。变化 d10 表示第二透镜组 G2 与第三透镜组 D3 之间的距离。变化 d12 表示第三透镜组 G3 与光学部件 PP 之间的距离。

[0159] 表 3 列出了关于变焦可变放大倍率的数据。表 3 列出了整个系统在广角端、中间位置和望远端的焦距、变化 d4、变化 d10 和变化 d12 的数值。这里，透镜数据中角度的单位和关于变焦可变放大倍率的数据用度来表示。进一步地，长度单位用“mm”表示。然而，由于当光学系统成比例地放大或缩小时光学系统能够实现类似的光学性能，因此可以使用其他合适的单位。在下面的表格中，数值四舍五入至预定的位数。

[0160] [表 1]

[0161] 实例 1 :透镜数据

[0162]

| Si | Ri | Di | Ndj | vdj |
|---------|----------|--------|---------|------|
| 1 | ∞ | 0.53 | 1.61400 | 55.0 |
| 2 | 4.3011 | 0.80 | | |
| 3 * | 5.4082 | 1.32 | 1.60595 | 27.0 |
| 4 * | 10.3733 | 变化 d4 | | |
| 5(光阑) | ∞ | 0.05 | | |
| 6 | 5.0055 | 1.92 | 1.88300 | 40.8 |
| 7 | -9.3990 | 0.61 | 1.80809 | 22.8 |
| 8 | 9.3990 | 0.17 | | |
| 9 * | 16.7287 | 0.86 | 1.50957 | 56.5 |
| 10 * | 11.2303 | 变化 d10 | | |
| 11 * | -74.9003 | 1.50 | 1.50957 | 56.5 |
| 12 * | -10.5688 | 变量 d12 | | |
| 13 | ∞ | 0.80 | 1.51680 | 64.2 |
| 14 | ∞ | 0.00 | | |
| 15(像平面) | ∞ | | | |

[0163] $f = 6.86$ 到 19.40 , $F_{no.} = 3.24$ 到 6.07 , 视角 $2\omega = 63.4$ 到 22.6

[0164] [表 2]

[0165] 实例 1 :非球面数据

[0166]

| Si | KA | A3 | A4 | A5 | A6 |
|----|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 3 | -0.9241327 | 1.2807094E-03 | -1.5423134E-03 | 2.4011713E-03 | -1.0779309E-03 |
| 4 | 0.6678306 | 8.8156210E-04 | 2.7500016E-03 | 1.6775362E-03 | 5.8574107E-04 |
| 9 | 1.8238576 | -1.7596800E-03 | 5.9925883E-03 | -2.1425793E-03 | 9.2783910E-04 |
| 10 | -5.0317097 | -1.1610835E-03 | 1.0514528E-02 | -1.4270941E-03 | 1.0647590E-03 |
| 11 | -0.0440454 | 0.0000000E+00 | 1.4136919E-04 | 0.0000000E+00 | 2.2971675E-05 |
| 12 | -3.7939521 | 0.0000000E+00 | -9.9965179E-05 | 0.0000000E+00 | 1.6034172E-05 |

[0167]

| Si | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 3 | 2.2290457E-04 | -4.4355101E-06 | -4.7546329E-06 | 1.3797858E-08 | 6.8072630E-08 |
| 4 | 4.8143606E-05 | 1.1487498E-05 | -1.9796555E-06 | -2.2594993E-07 | 0.0000000E+00 |
| 9 | -1.5400313E-04 | -9.6443741E-06 | -8.9579630E-06 | -5.5182038E-08 | -2.7641324E-08 |
| 10 | -1.5273207E-04 | -3.0166022E-06 | -1.5018531E-06 | 5.1614529E-09 | -1.3603031E-09 |
| 11 | 0.0000000E+00 | 3.2199547E-07 | 0.0000000E+00 | -1.7445138E-08 | 0.0000000E+00 |
| 12 | 0.0000000E+00 | 1.1446845E-06 | 0.0000000E+00 | -4.0490367E-08 | 0.0000000E+00 |

[0168]

| | |
|----|----------------|
| Si | A12 |
| 9 | -1.3562922E-10 |

| | |
|----|----------------|
| 10 | -5.3943787E-12 |
|----|----------------|

[0169] [表 3]

[0170] 实例 1 :关于变焦可变放大倍率的数据

[0171]

| | f | 变化 d4 | 变化 d10 | 变化 d12 |
|-----|--------|-------|--------|--------|
| 广角端 | 6.861 | 9.561 | 5.305 | 4.452 |
| 中间 | 11.537 | 4.679 | 10.284 | 3.900 |
| 望远端 | 19.401 | 1.705 | 17.893 | 3.281 |

[0172] [表 4]

[0173] 实例 2 :透镜数据

[0174]

| Si | Ri | Di | Ndj | vdj |
|-----------------|-----------|--------|---------|------|
| 1 | -95.4940 | 0.55 | 1.58313 | 59.4 |
| 2 | 4.4110 | 0.90 | | |
| 3 [*] | 5.6049 | 1.42 | 1.60595 | 27.0 |
| 4 [*] | 9.8473 | 变化 d4 | | |
| 5(光阑) | ∞ | 0.05 | | |
| 6 | 4.9534 | 1.92 | 1.88300 | 40.8 |
| 7 | -9.2000 | 0.63 | 1.84666 | 23.8 |
| 8 | 9.2000 | 0.19 | | |
| 9 [*] | 14.4098 | 1.00 | 1.50957 | 56.5 |
| 10 [*] | 12.4076 | 变化 d10 | | |
| 11 [*] | -114.8135 | 1.60 | 1.50957 | 56.5 |
| 12 [*] | -11.2731 | 变化 d12 | | |
| 13 | ∞ | 0.80 | 1.51680 | 64.2 |
| 14 | ∞ | 0.00 | | |

| | | | | |
|---------|----------|--|--|--|
| 15(像平面) | ∞ | | | |
|---------|----------|--|--|--|

[0175] $f = 6.80$ 到 19.22 , $F_{no.} = 3.17$ 到 5.95 , 视角 $2\omega = 65.4$ 到 23.0

[0176] [表 5]

[0177] 实例 2 :非球面数据

[0178]

| Si | KA | A3 | A4 | A5 | A6 |
|----|------------|----------------|----------------|---------------|----------------|
| 3 | -0.4550601 | 2.0655362E-04 | -8.8260982E-04 | 1.5255021E-03 | -6.6914186E-04 |
| 4 | -0.8636347 | -3.2189119E-04 | -1.6662028E-03 | 1.2451089E-03 | -5.0411168E-04 |
| 9 | 0.3933923 | -1.5744424E-03 | 3.4663272E-03 | 1.9551408E-04 | -4.4123043E-05 |
| 10 | 1.8022821 | -8.1776834E-04 | 7.5358771E-03 | 6.8352216E-04 | 6.1640294E-05 |
| 11 | -0.0022064 | 0.0000000E+00 | 1.0895229E-04 | 0.0000000E+00 | 2.2160589E-05 |
| 12 | -2.0827287 | 0.0000000E+00 | -3.0311173E-05 | 0.0000000E+00 | 1.8293286E-05 |

[0179]

| Si | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 3 | 1.2605380E-04 | -2.5880642E-06 | -2.7874664E-06 | 1.2693552E-08 | 5.1615990E-08 |
| 4 | 3.8872635E-05 | 6.9364493E-06 | -8.5086762E-07 | -1.2740069E-07 | 0.0000000E+00 |
| 9 | -7.1546166E-05 | -6.7584691E-07 | -4.4949069E-07 | -2.4044667E-09 | -1.1365728E-09 |
| 10 | 2.3434418E-05 | 6.4608477E-08 | 2.2900911E-08 | 1.0631316E-10 | 5.5775072E-11 |
| 11 | 0.0000000E+00 | -1.1114324E-06 | 0.0000000E+00 | 5.1960802E-08 | 0.0000000E+00 |
| 12 | 0.0000000E+00 | -1.1321520E-06 | 0.0000000E+00 | 5.4923309E-08 | 0.0000000E+00 |

| | |
|----|----------------|
| Si | A12 |
| 9 | -5.1010271E-12 |

[0180]

| | |
|----|---------------|
| 10 | 3.9874564E-13 |
|----|---------------|

[0181] [表 6]

[0182] 实例 2 :关于变焦可变放大倍率的数据

[0183]

| | f | 变化 d4 | 变化 d10 | 变化 d12 |
|-----|--------|-------|--------|--------|
| 广角端 | 6.798 | 9.334 | 5.096 | 4.495 |
| 中间 | 11.432 | 4.734 | 10.415 | 3.662 |
| 望远端 | 19.224 | 1.766 | 17.902 | 3.317 |

[0184] [表 7]

[0185] 实例 3 :透镜数据

[0186]

| Si | Ri | Di | Ndj | vdj |
|-----------------|-----------|--------|---------|------|
| 1 | -199.9810 | 0.55 | 1.61405 | 55.0 |
| 2 | 4.3225 | 0.85 | | |
| 3 [*] | 5.5371 | 1.42 | 1.60595 | 27.0 |
| 4 [*] | 10.6494 | 变化 d4 | | |
| 5(光阑) | ∞ | 0.05 | | |
| 6 | 4.9274 | 2.02 | 1.88300 | 40.8 |
| 7 | -8.7999 | 0.57 | 1.84666 | 23.8 |
| 8 | 9.2618 | 0.19 | | |
| 9 [*] | 25.0790 | 0.90 | 1.50957 | 56.5 |
| 10 [*] | 19.1685 | 变化 d10 | | |
| 11 [*] | -131.8752 | 1.60 | 1.50957 | 56.5 |
| 12 [*] | -12.2429 | 变化 d12 | | |
| 13 | ∞ | 0.80 | 1.51680 | 64.2 |
| 14 | ∞ | 0.00 | | |

| | | | | |
|---------|----------|--|--|--|
| 15(像平面) | ∞ | | | |
|---------|----------|--|--|--|

[0187] $f = 6.81$ 到 19.25 , $F_{no.} = 3.21$ 到 5.97 , 视角 $2\omega = 65.2$ 到 23.0

[0188] [表 8]

[0189] 实例 3 :非球面数据

[0190]

| Si | KA | A3 | A4 | A5 | A6 |
|----|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 3 | -1.5453159 | 1.7517332E-04 | 2.0736977E-04 | 1.3316941E-03 | -5.8032021E-04 |
| 4 | -1.0580439 | -2.7135198E-04 | -1.6162617E-03 | 1.1916315E-03 | -4.7164809E-04 |
| 9 | 2.8054077 | -1.9609270E-03 | 5.5074174E-03 | -1.2281357E-03 | 6.7532076E-04 |
| 10 | 6.5511744 | -1.4349763E-03 | 9.6587771E-03 | -8.2793702E-04 | 8.3712979E-04 |
| 11 | -0.0007366 | 0.0000000E+00 | 2.3855764E-04 | 0.0000000E+00 | -3.2032774E-06 |
| 12 | -1.5392185 | 0.0000000E+00 | 1.7650002E-04 | 0.0000000E+00 | -9.7259906E-06 |

[0191]

[0192]

| Si | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 3 | 1.0149999E-04 | -1.7986287E-06 | -2.1655099E-06 | 7.5730904E-09 | 3.6801221E-08 |
| 4 | 3.8173645E-05 | 5.6620476E-06 | -9.5010289E-07 | -1.0848333E-07 | 0.0000000E+00 |
| 9 | -1.4262231E-04 | -7.0760816E-06 | -6.4298189E-06 | -3.9190487E-08 | -1.9174284E-08 |
| 10 | -8.3832854E-05 | 2.3626725E-06 | -1.3330333E-06 | -5.2448772E-09 | -1.7114468E-09 |
| 11 | 0.0000000E+00 | 2.6872632E-07 | 0.0000000E+00 | 2.7976574E-08 | 0.0000000E+00 |
| 12 | 0.0000000E+00 | 2.9323889E-07 | 0.0000000E+00 | 3.1896461E-08 | 0.0000000E+00 |

| | |
|----|----------------|
| Si | A12 |
| 9 | -8.5546514E-11 |

| | |
|----|----------------|
| 10 | -2.1562455E-12 |
|----|----------------|

[0193] [表 9]

[0194] 实施例 3 :关于变焦可变放大倍率的数据

[0195]

| | f | 变化 d4 | 变化 d10 | 变化 d12 |
|-----|--------|-------|--------|--------|
| 广角端 | 6.807 | 9.519 | 5.355 | 4.377 |
| 中间 | 11.447 | 4.755 | 10.485 | 3.660 |
| 望远端 | 19.249 | 1.736 | 17.889 | 3.374 |

[0196] [表 10]

[0197] 实例 4 :透镜数据

[0198]

| Si | Ri | Di | Ndj | vdj |
|-------|----------|--------|---------|------|
| 1 | ∞ | 0.53 | 1.61405 | 55.0 |
| 2 | 4.2915 | 0.80 | | |
| 3 * | 5.3962 | 1.32 | 1.60595 | 27.0 |
| 4 * | 10.2944 | 变化 d4 | | |
| 5(光阑) | ∞ | 0.05 | | |
| 6 | 5.1374 | 1.90 | 1.88300 | 40.8 |
| 7 | -8.7205 | 0.60 | 1.80809 | 22.8 |
| 8 | 10.5041 | 0.17 | | |
| 9 * | 16.9368 | 0.87 | 1.50957 | 56.5 |
| 10 * | 10.6102 | 变化 d10 | | |
| 11 * | -57.8572 | 1.50 | 1.50957 | 56.5 |
| 12 * | -10.2941 | 变化 d12 | | |
| 13 | ∞ | 0.80 | 1.51680 | 64.2 |
| 14 | ∞ | 0.00 | | |

| | | | | |
|---------|----------|--|--|--|
| 15(像平面) | ∞ | | | |
|---------|----------|--|--|--|

[0199] $f = 6.85$ 到 19.37 , $F_{no.} = 3.24$ 到 6.06 , 视角 $2\omega = 63.6$ 到 22.6

[0200] [表 11]

[0201] 实例 4 :非球面数据

[0202]

| Si | KA | A3 | A4 | A5 | A6 |
|----|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 3 | -0.1801441 | 1.2074149E-03 | -2.1809261E-03 | 2.5151340E-03 | -1.1316576E-03 |
| 4 | 0.1810814 | 8.1462919E-04 | -2.8407345E03 | 1.7068968E-03 | -6.0637771E-04 |
| 9 | 1.7865010 | -1.0760157E-03 | 5.4109223E-03 | -1.9519421E-03 | 9.2786830E-04 |
| 10 | -4.7822759 | -4.9761361E-04 | 9.7654140E-03 | -1.2053480E-03 | 1.0396368E-03 |
| 11 | -0.0450703 | 0.0000000E+00 | 4.5928464E-04 | 0.0000000E+00 | 2.1314431E-06 |
| 12 | -3.1818802 | 0.0000000E+00 | 3.1553236E-04 | 0.0000000E+00 | -4.8198952E-06 |

[0203]

[0204]

| Si | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 3 | 2.2807192E-04 | -4.1423144E-06 | -4.6032253E-06 | 1.3229461E-08 | 6.6326470E-08 |
| 4 | 4.4041404E-05 | 1.1789618E-05 | -1.5931511E-06 | -2.2340123E-07 | 0.0000000E+00 |
| 9 | -1.6543489E-04 | -9.7868350E-06 | -9.0599646E-06 | -5.5731462E-08 | -2.7885722E-08 |
| 10 | -1.7759092E-04 | -3.1406344E-06 | -1.5472472E-06 | -5.2914488E-09 | -1.3723214E-09 |
| 11 | 0.0000000E+00 | 7.9046152E-07 | 0.0000000E+00 | -1.7132396E-08 | 0.0000000E+00 |
| 12 | 0.0000000E+00 | 1.4077013E-06 | 0.0000000E+00 | -3.4621158E-08 | 0.0000000E+00 |

| Si | A12 |
|----|----------------|
| 9 | -1.3577598E-10 |

| | |
|----|----------------|
| 10 | -4.7086842E-12 |
|----|----------------|

[0205] [表 12]

[0206] 实例 4 :关于变焦可变放大倍率的数据

[0207]

| | f | 变化 d4 | 变化 d10 | 变化 d12 |
|-----|--------|-------|--------|--------|
| 广角端 | 6.850 | 9.562 | 5.398 | 4.443 |
| 中间 | 11.519 | 4.663 | 10.335 | 3.917 |
| 望远端 | 19.370 | 1.704 | 17.970 | 3.235 |

[0208] [表 13]

[0209] 实例 5 :透镜数据

[0210]

| Si | Ri | Di | Ndj | dj |
|-------|-----------|--------|---------|------|
| 1 | -105.2300 | 0.55 | 1.67790 | 55.3 |
| 2 | 4.5685 | 0.85 | | |
| 3* | 5.8195 | 1.40 | 1.61396 | 25.5 |
| 4* | 12.0840 | 变化 d4 | | |
| 5(光阑) | ∞ | 0.05 | | |
| 6 | 4.9760 | 1.94 | 1.88300 | 40.8 |
| 7 | -8.8824 | 0.71 | 1.80809 | 22.8 |
| 8 | 9.6798 | 0.18 | | |
| 9* | 23.4994 | 0.90 | 1.50957 | 56.5 |
| 10* | 15.2075 | 变化 d10 | | |
| 11* | -117.6177 | 1.60 | 1.50957 | 56.5 |
| 12* | -11.6256 | 变化 d12 | | |
| 13 | ∞ | 0.80 | 1.51680 | 64.2 |
| 14 | ∞ | 0.00 | | |

| | | | | |
|---------|----------|--|--|--|
| 15(像平面) | ∞ | | | |
|---------|----------|--|--|--|

[0211] $f = 6.77$ 到 19.14 , $F_{no.} = 3.15$ 到 5.97 , 视角 $2\omega = 65.4$ 到 23.0

[0212] [表 14]

[0213] 实例 5 :非球面数据

[0214]

| Si | KA | A3 | A4 | A5 | A6 |
|----|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 3 | -1.8372736 | -5.5022454E-04 | 9.5321522E-04 | 9.4301784E-04 | -5.4176749E-04 |
| 4 | -1.4582900 | -1.2187176E-03 | -4.6200692E-04 | 6.3370514E-04 | -4.0095270E-04 |
| 9 | 2.8443685 | -3.3283977E-03 | 6.2365013E-03 | -1.8992039E-03 | 6.9803660E-04 |
| 10 | 7.1502982 | -2.4006811E-03 | 1.0008172E-02 | -1.2802533E-03 | 8.5739257E-04 |
| 11 | -0.0011619 | 0.0000000E+00 | 1.3301170E-04 | 0.0000000E+00 | 1.8551700E-05 |
| 12 | -1.5232059 | 0.0000000E+00 | 1.2578289E-04 | 0.0000000E+00 | 7.8916303E-06 |

[0215]

| Si | A7 | A8 | A9 | A10 | A11 |
|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 3 | 1.1158275E-04 | -2.1700406E-06 | -2.6203365E-06 | 4.6915487E-09 | 3.5841555E-08 |
| 4 | 5.3549702E-05 | 5.3065488E-06 | -1.6225628E-06 | -1.1628315E-07 | 0.0000000E+00 |
| 9 | -1.2529671E-04 | -7.0835459E-06 | -6.4992990E-06 | -3.9771201E-08 | -1.9486204E-08 |
| 10 | -8.5797344E-05 | 2.4075875E-06 | -1.3505555E-06 | -5.2658666E-09 | 1.6905813E-09 |
| 11 | 0.0000000E+00 | -7.0024237E-07 | 0.0000000E+00 | 3.7010485E-08 | 0.0000000E+00 |
| 12 | 0.0000000E+00 | -3.0457925E-07 | 0.0000000E+00 | 3.0404665E-08 | 0.0000000E+00 |

[0216]

| | |
|----|----------------|
| Si | A12 |
| 9 | -8.6482528E-11 |

| | |
|----|----------------|
| 10 | -1.8482772E-12 |
|----|----------------|

[0217] [表 15]

[0218] 实施例 5 :关于变焦可变放大倍率的数据

[0219]

| | f | 变化 d4 | 变化 d10 | 变化 d12 |
|-----|--------|-------|--------|--------|
| 广角端 | 6.769 | 8.431 | 5.323 | 4.284 |
| 中间 | 11.383 | 4.200 | 10.484 | 3.692 |
| 望远端 | 19.143 | 1.574 | 18.242 | 3.279 |

[0220] 在实施例 1-5 的所有变焦透镜中,第二透镜 L2、第五透镜 L5 和第六透镜 L6 的材料都为塑料。由于组成整套光学系统的透镜中有一半是塑料透镜,于是能够以低成本生产变焦透镜。

[0221] 表 16 示出了实例 1-5 的变焦透镜中与公式 1-8 相对应的数值,在实例 1-5 中, d 线为基准波长,表 16 示出了在基准波长处的数值。如表 16 所示,所有实例 1-5 均满足公式 1-8。

[0222] [表 16]

[0223]

| | 公式 | 实例 1 | 实例 2 | 实例 3 | 实例 4 | 实例 5 |
|-----|--------------------|----------|---------|---------|----------|----------|
| (1) | $fG2/fw$ | 1.320 | 1.319 | 1.319 | 1.320 | 1.269 |
| (2) | $fG1/fw$ | -1.738 | -1.690 | -1.682 | -1.730 | -1.560 |
| (3) | $(DG1+DG2+DG3)/fw$ | 1.12 | 1.21 | 1.19 | 1.12 | 1.20 |
| (4) | Nd2 | 1.60595 | 1.60595 | 1.60595 | 1.60595 | 1.61396 |
| (5) | vd2 | 27.0 | 27.0 | 27.0 | 27.0 | 25.5 |
| (6) | vd1-vd2 | 28.0 | 32.4 | 28.0 | 28.0 | 29.8 |
| (7) | $(Nd3+Nd4)/2$ | 1.845545 | 1.86483 | 1.86483 | 1.845545 | 1.845545 |
| (8) | vd3-vd4 | 18.0 | 17.0 | 17.0 | 18.0 | 18.0 |

[0224] 图 8A-8D 的示意图分别示出了实例 1 中的变焦透镜在广角端的球面像差、像散(astigmatism)、畸变、横向像差。图 8E-8H 的示意图分别示出了实例 1 中变焦透镜在中间位置的球面像差、像散、畸变(distortion)、横向像差。图 8I-8L 的示意图分别示出了实例 1 中变焦透镜在望远端的球面像差、像散、畸变、横向像差。

[0225] 在球差示意图中,分别用实线、点划线、双点划线表示对于 587.6 纳米波长、460.0

纳米波长以及 615.0 纳米波长的像差。在表示散光的示意图中,分别用实线、虚线表示径向方向 (sagittal direction) 方向的像差以及切线方向的像差。在畸变示意图中,用实线表示对于 587.6 纳米波长处的像差。在横向像差示意图中,分别用点划线、双点划线表示对于 460.0 纳米波长和 615.0 纳米波长的偏差。在球差示意图中,“ Fno ”表示 F - 值,在其它示意图中,“ ω ”表示半视角。

[0226] 同样的,图 9A-9L、图 10A-10L,图 11A-11L,图 12A-12L 分别示出了实例 2-5 中变焦透镜的像差。

[0227] 如上所述,如数据所示出的,实例 1-5 中每一个变焦透镜都由少数量的透镜 (即 6 个透镜) 组成。进一步地,变焦透镜具有接近 3 倍的变焦比值,这样就降低制造变焦透镜的成本。进一步地,当变焦透镜收缩时,在光轴方向上的厚度很小。尽管变焦透镜具有紧凑的结构,仍然以良好的方式校正像差,并且变焦透镜实现了很高的光学性能。

[0228] 接下来,将描述根据本实用新型所述的成像装置的实施例。图 13 是示出根据本实用新型所述的成像装置的实施例的数码相机 10 的透视图。如图 13 所示,在数码相机 10 的照相机主体 11 的前侧设有根据本实用新型的实施例的变焦透镜 12、取景器物镜窗 13、以及用于向成像对象输出闪光的闪光产生装置 14。进一步地,在照相机主体 11 的上侧部设有快门按钮 15 和变焦杆 16。进一步地,在照相机主体 11 内设有通过变焦透镜 12 形成物体的图像的成像装置 17,例如 CCD、或是 CMOS。

[0229] 变焦透镜 12 布置成使得变焦透镜 12 的光轴方向与照相机主体 11 的厚度方向相同。如上所述,根据本实用新型的实施例的变焦透镜 12 足够小。这样,当变焦透镜 12 被收缩到照相机主体 11 的主体部分内进行保存时,变焦透镜在光轴方向上的总体长度变短。于是,数码相机 10 的厚度变小。进一步地,由于本实施例中的变焦透镜 12 可低成本的制造并具有很高的光学性能,使得数码相机 10 可低成本的制造,并可获得高品质的图像。

[0230] 至此,参照实施例和实例描述了本实用新型。但是本实用新型并不限于上述实施例和实例,而是可作出不同的改进。例如,每个透镜元件的曲率半径、表面之间的距离、折射率、阿贝数、非球面系数值并不局限于上述实施例中的数值,也可以取其它数值。

[0231] 在成像装置的实施例中,以数码相机为例进行了描述。但是,本实用新型的成像装置并不局限于数码相机。例如,本实用新型所述的成像装置可以应用到不同的成像装置,如摄像机。

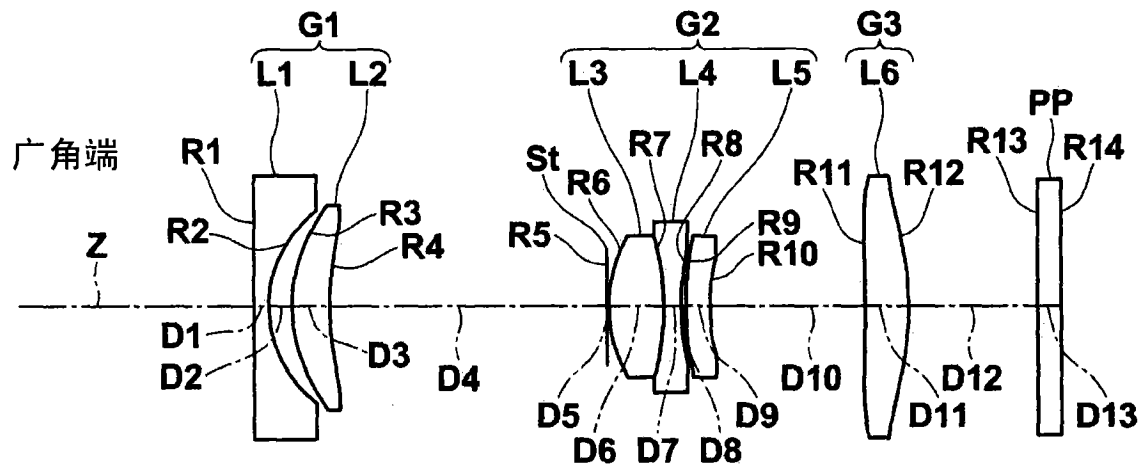


图1A

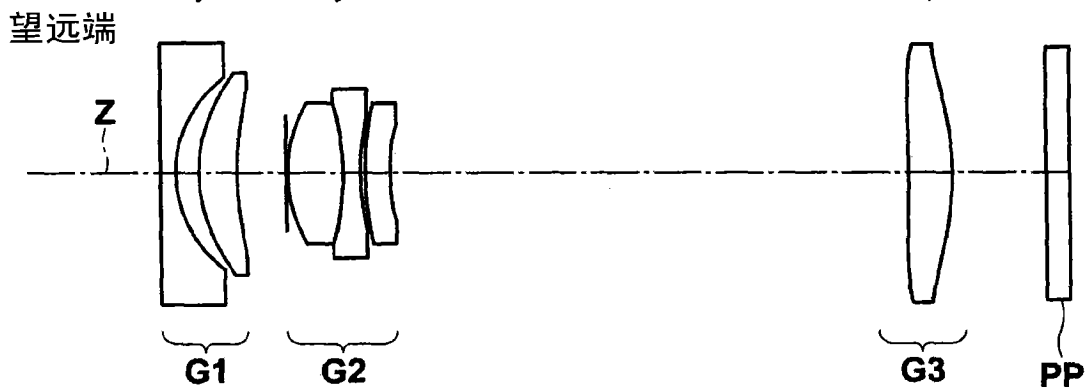


图1B

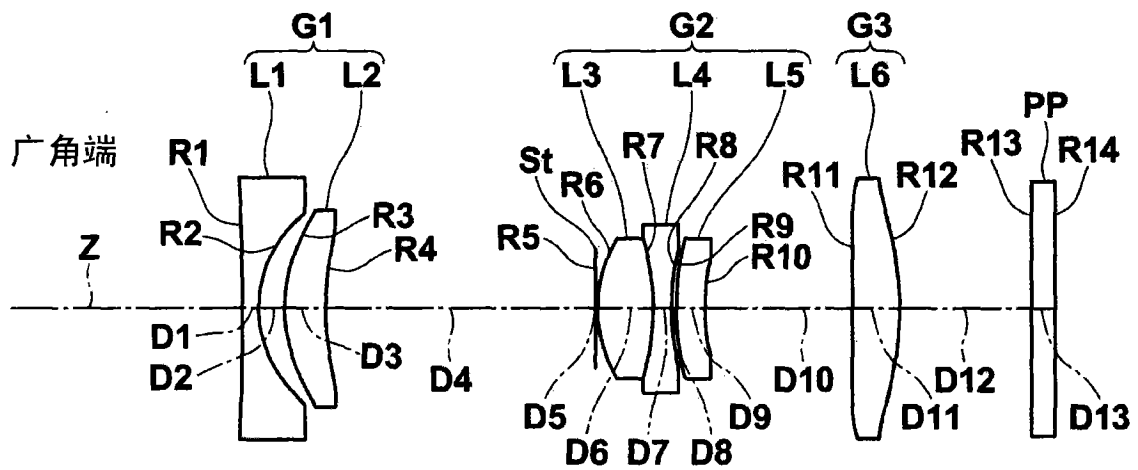


图2A

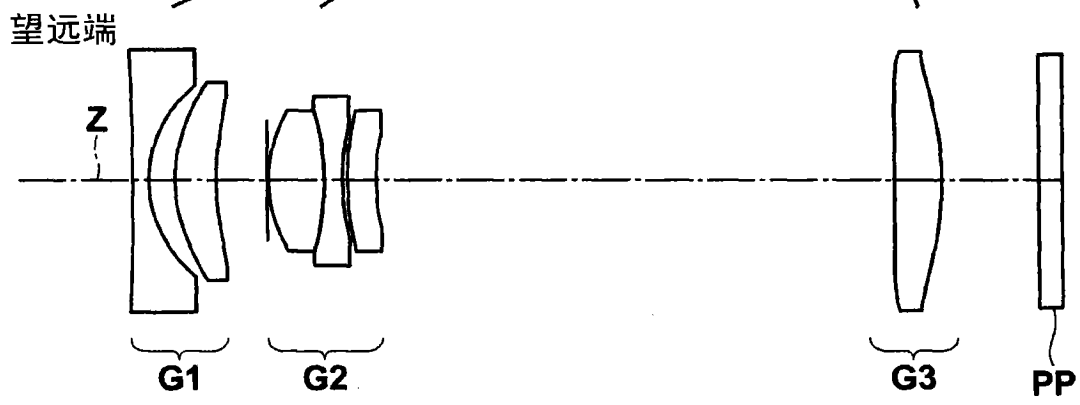


图2B

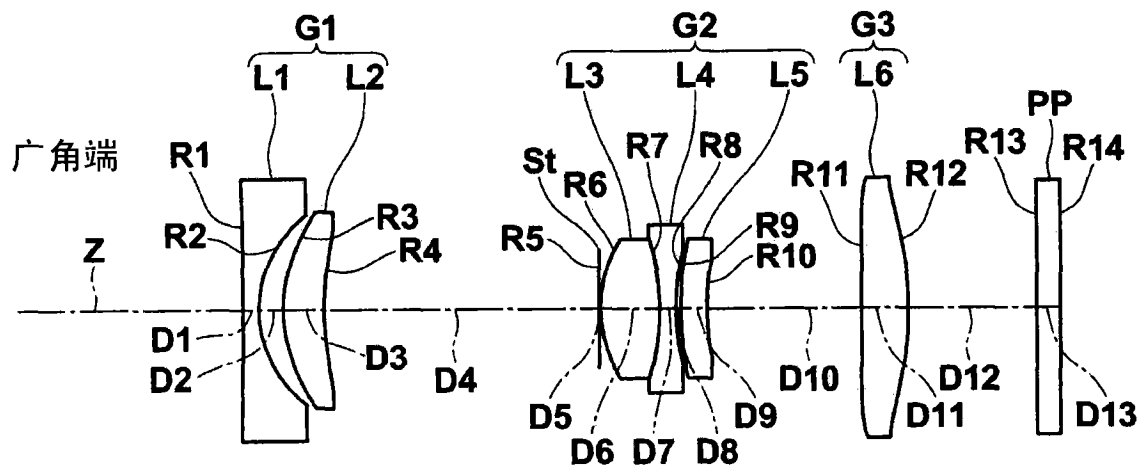


图3A

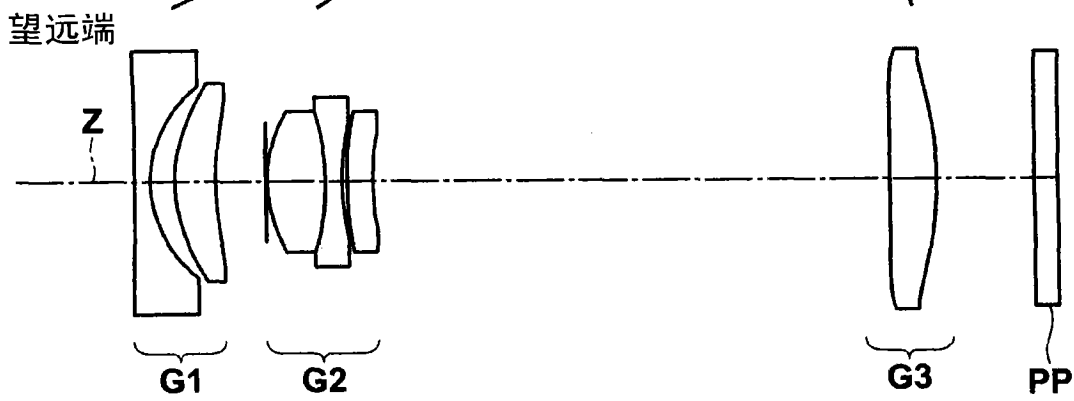


图3B

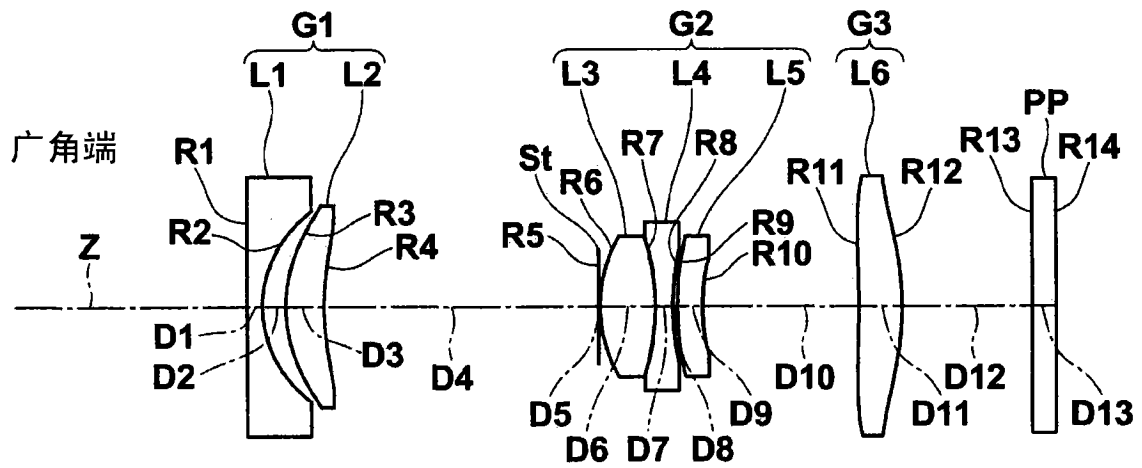


图4A

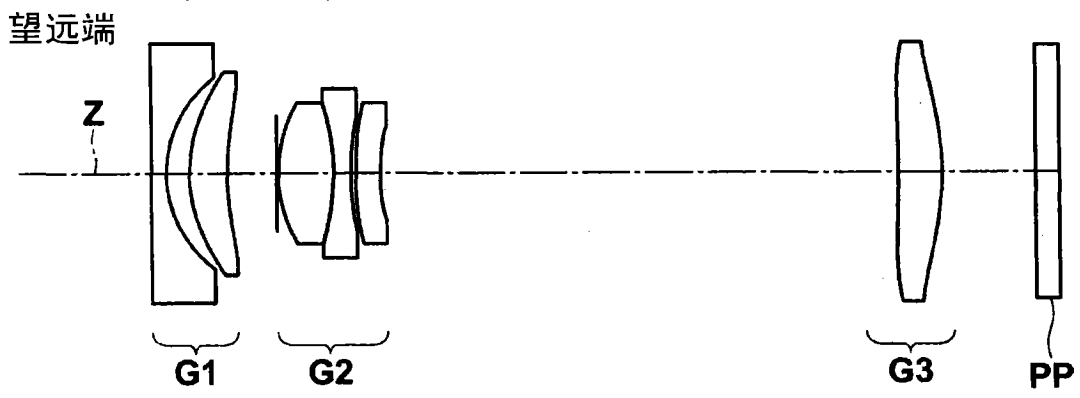


图4B

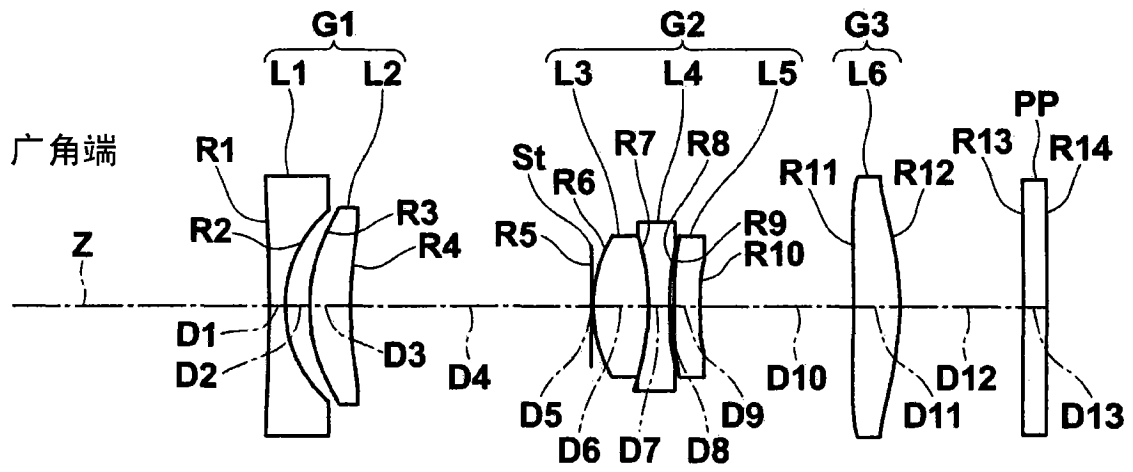


图5A

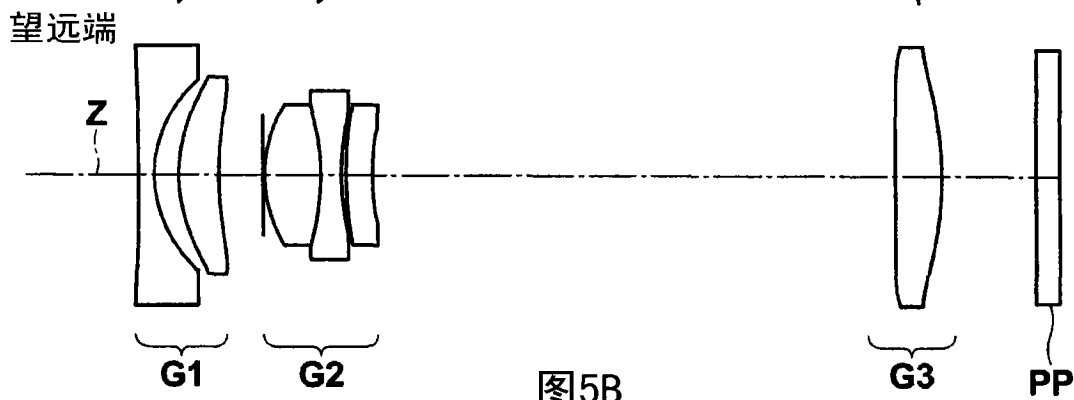


图5B

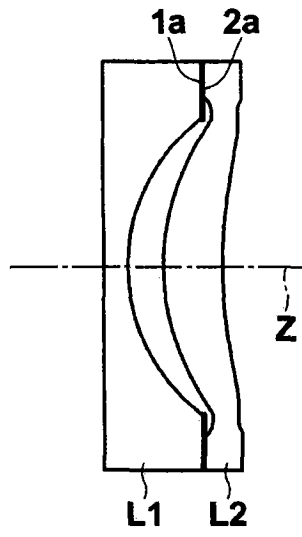


图 6

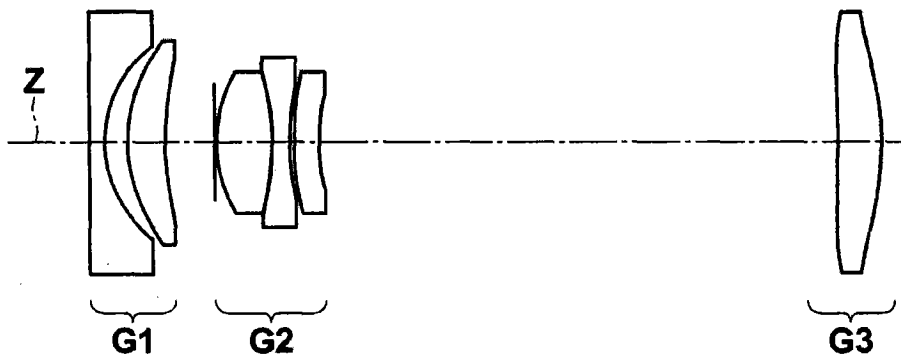


图 7A

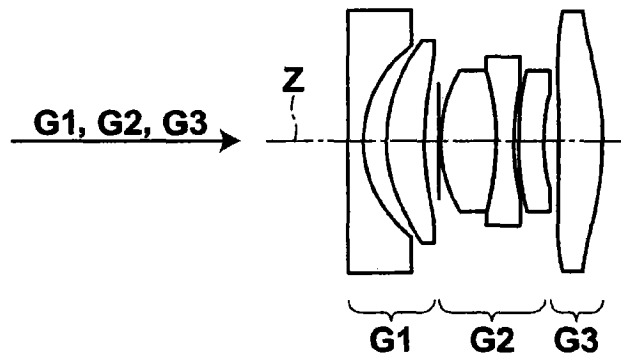


图 7B

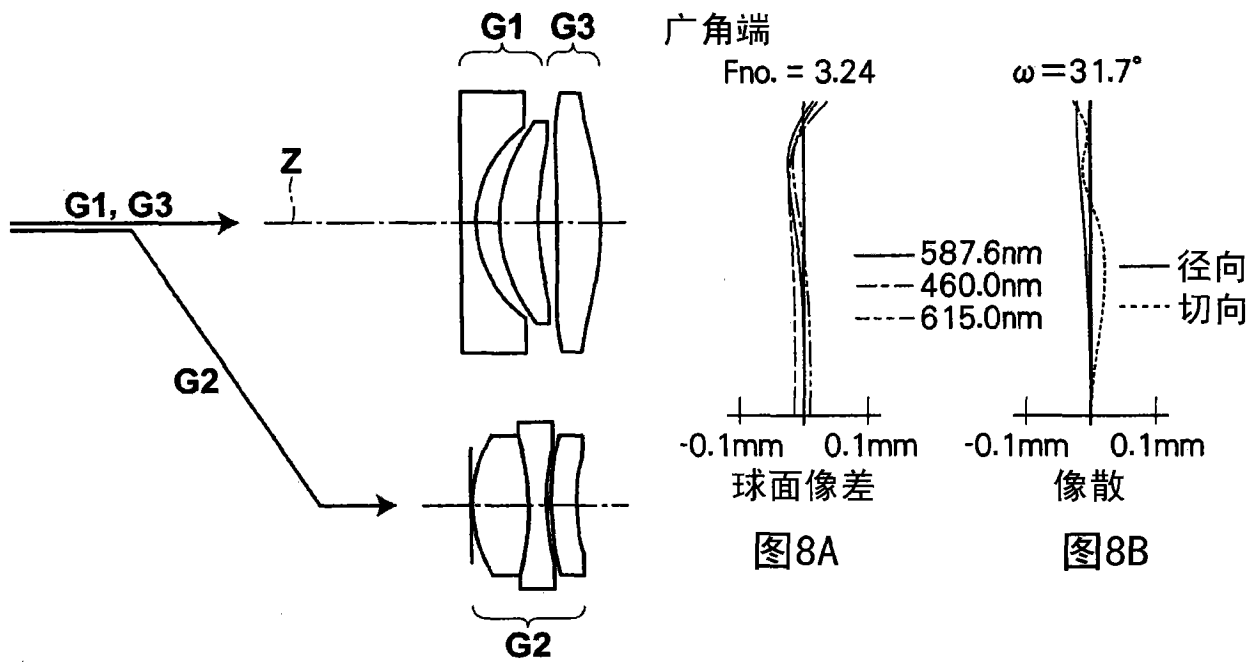


图 7C

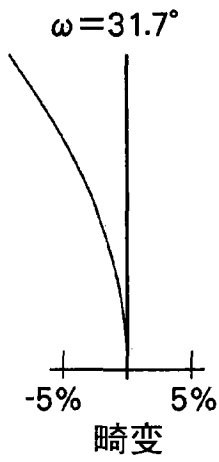


图 8C

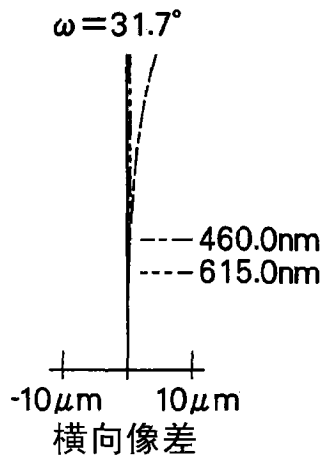


图 8D

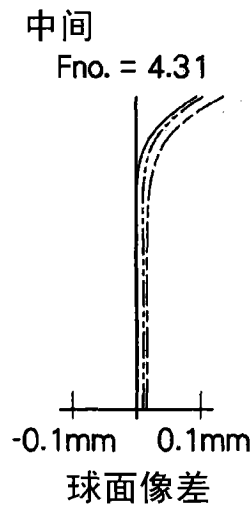


图 8E

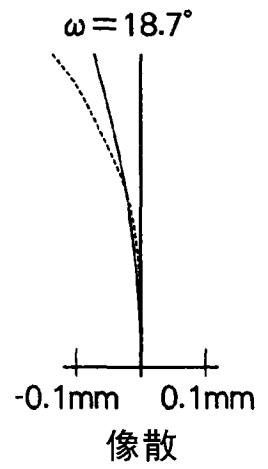


图 8F



图 8G



图 8H

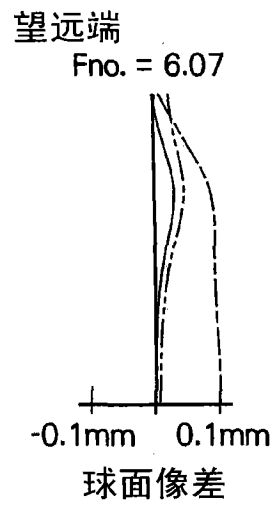


图 8I

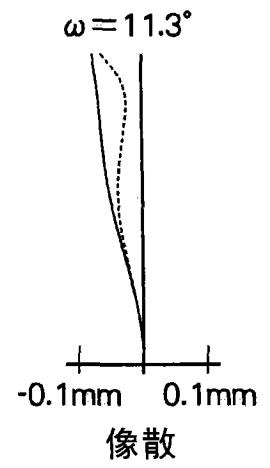


图 8J



图 8K

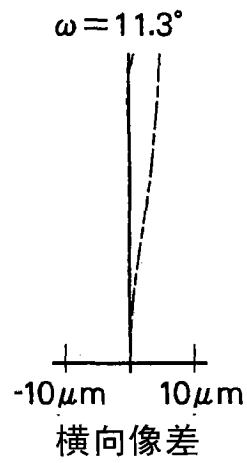
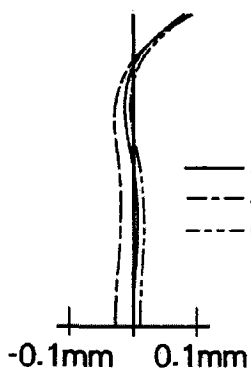


图 8L

广角端

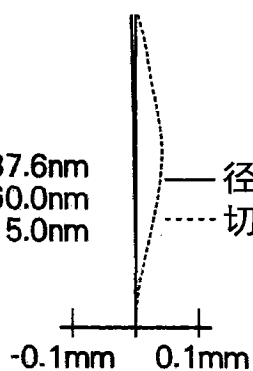
Fno. = 3.17



球面像差

图9A

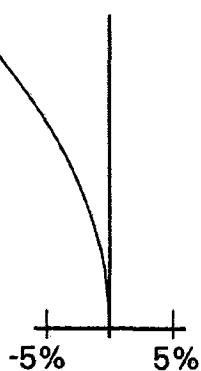
$\omega = 32.7^\circ$



像散

图9B

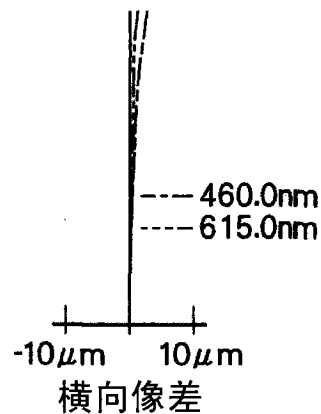
$\omega = 32.7^\circ$



畸变

图9C

$\omega = 32.7^\circ$

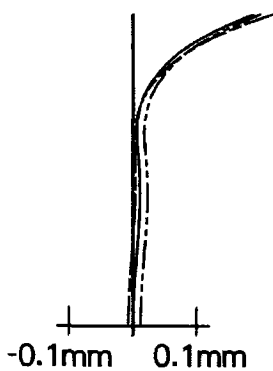


横向像差

图9D

中间

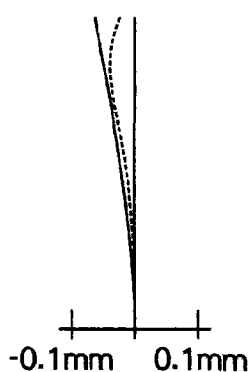
Fno. = 4.25



球面像差

图9E

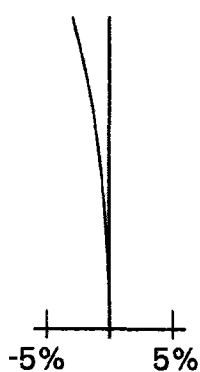
$\omega = 19.1^\circ$



像散

图9F

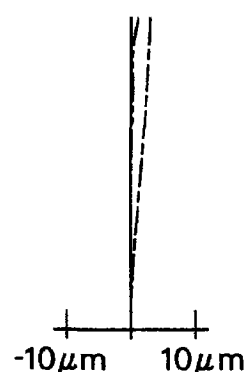
$\omega = 19.1^\circ$



畸变

图9G

$\omega = 19.1^\circ$



横向像差

图9H

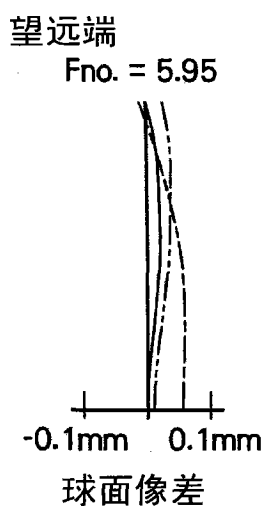


图 9I

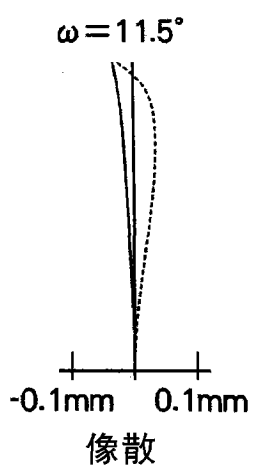


图 9J

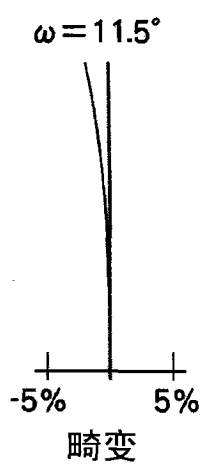


图 9K



图 9L

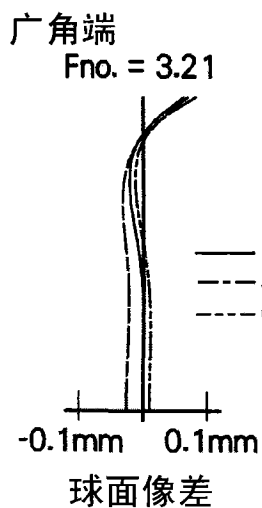


图10A

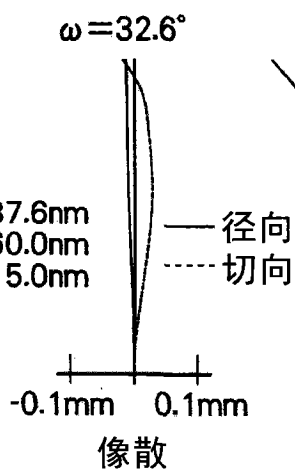


图10B

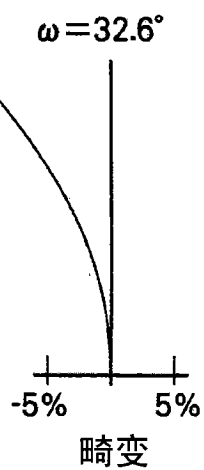


图10C

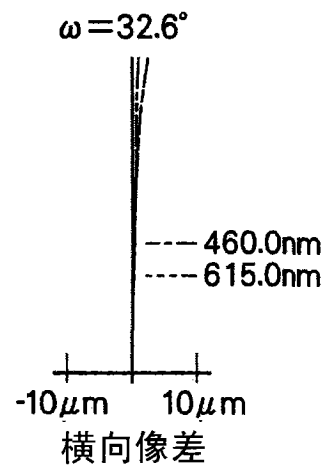


图 10D

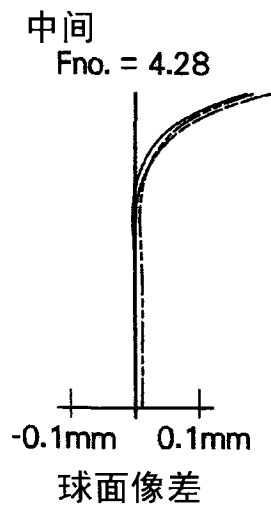


图 10E

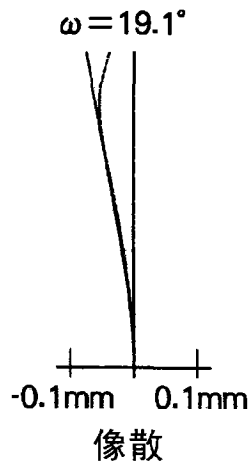


图 10F

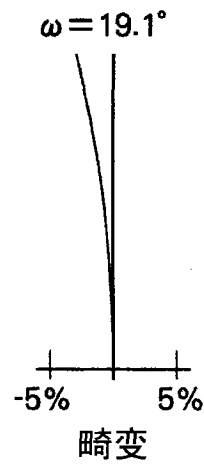


图 10G

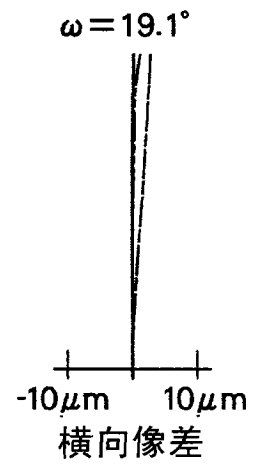


图 10H

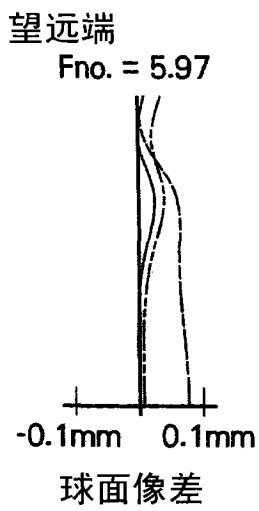


图 10I

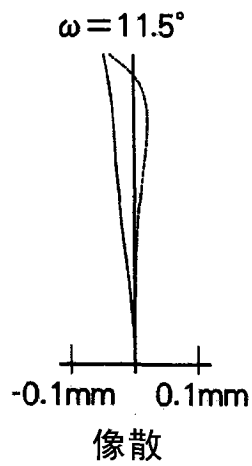


图 10J

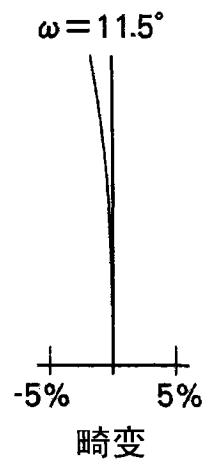


图 10K

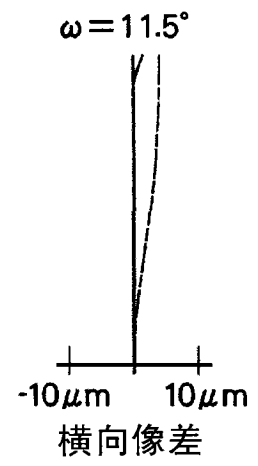
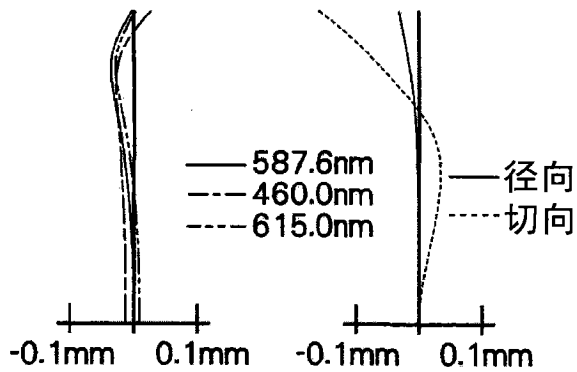


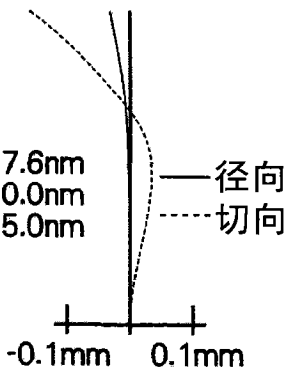
图 10L

广角端
Fno. = 3.24



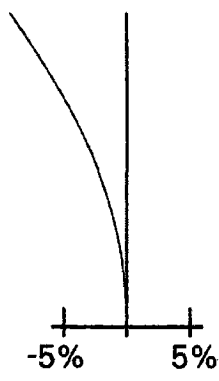
球面像差
图 11A

$\omega = 31.8^\circ$



像散
图 11B

$\omega = 31.8^\circ$



畸变
图 11C

$\omega = 31.8^\circ$

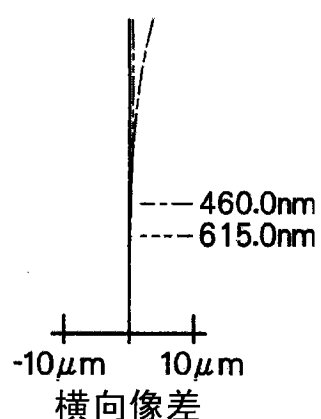


图 11D

中间
Fno. = 4.31

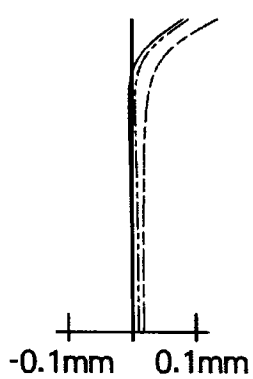


图 11E

$\omega = 18.7^\circ$

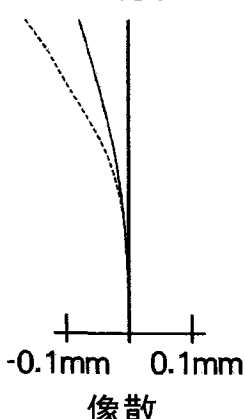


图 11F

$\omega = 18.7^\circ$

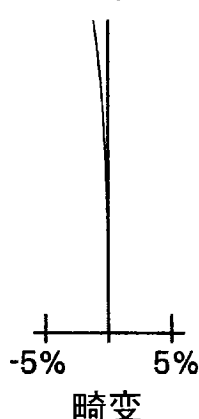


图 11G

$\omega = 18.7^\circ$

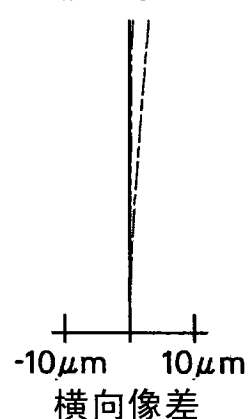


图 11H

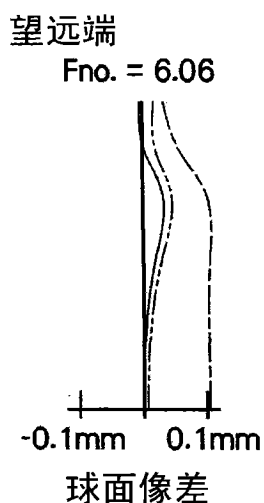


图 11I

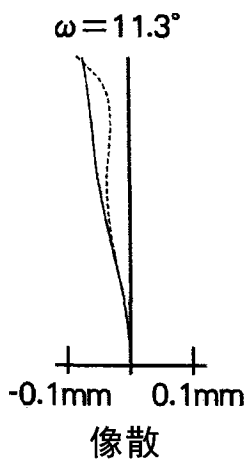


图 11J

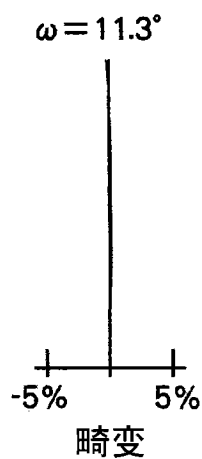


图 11K

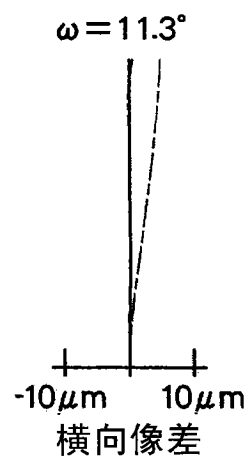


图 11L

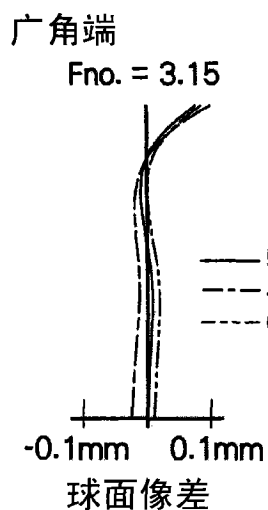


图 12A

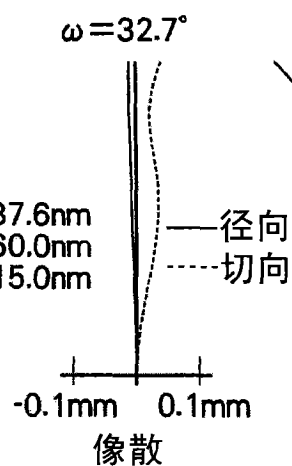


图 12B

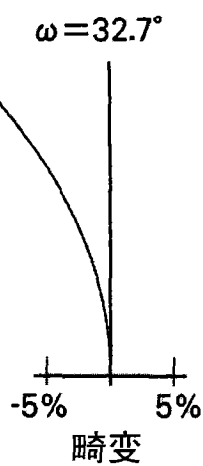


图 12C

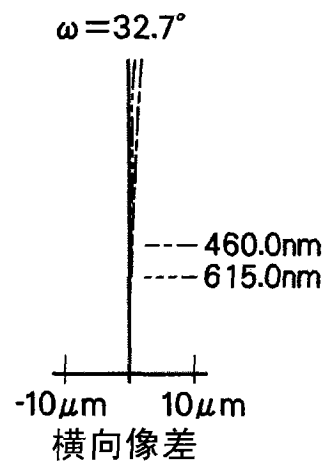


图 2D

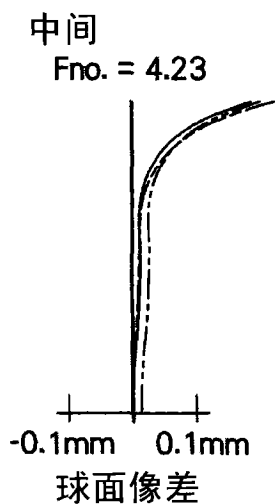


图 12E

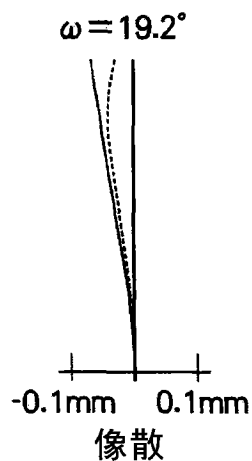


图 12F

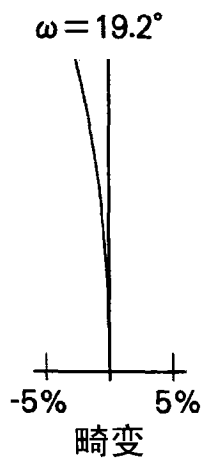


图 12G

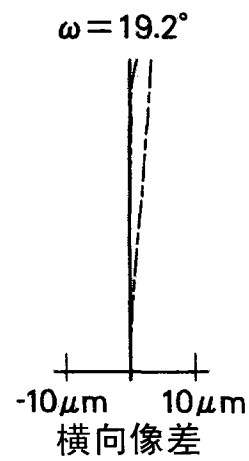


图 12H

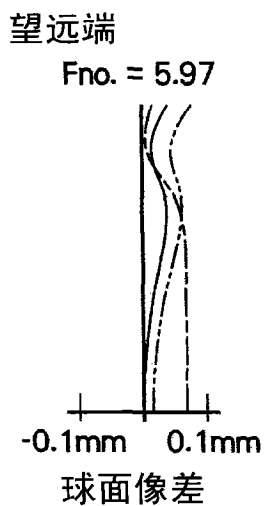


图 12I

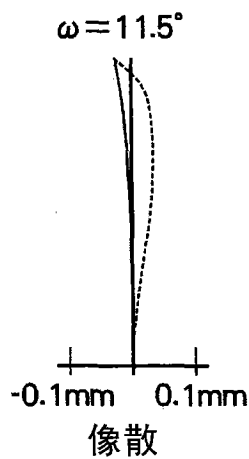


图 12J

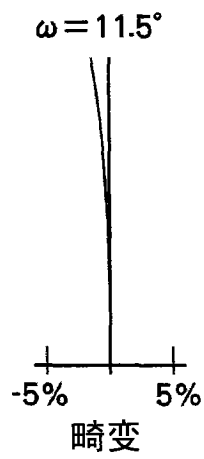


图 12K

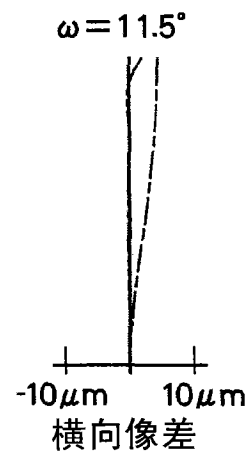


图 12L

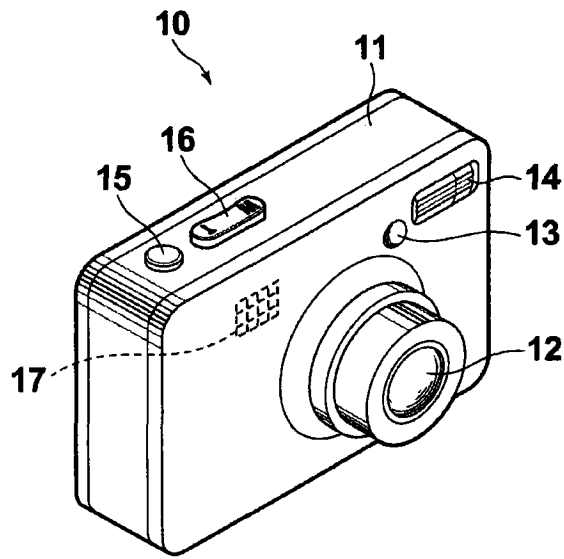


图 13