



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108540693 B

(45) 授权公告日 2020.10.16

(21) 申请号 201810182432.7

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2018.03.06

H04N 5/225 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

H04N 5/232 (2006.01)

申请公布号 CN 108540693 A

H04N 5/247 (2006.01)

(43) 申请公布日 2018.09.14

审查员 刘虹彤

(30) 优先权数据

2017-041261 2017.03.06 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 市原昂 井上智晓

(74) 专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所

有限公司 11038

代理人 张劲松

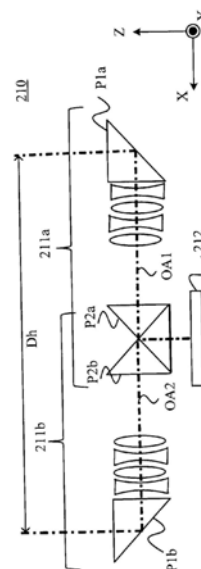
权利要求书3页 说明书18页 附图17页

(54) 发明名称

图像捕获装置和图像捕获单元

(57) 摘要

本发明公开了图像捕获装置和图像捕获单元。图像捕获装置(1)包括第一图像捕获器(100)和第二图像捕获器(110)，第一图像捕获器(100)包括第一图像捕获光学系统(101)和第一图像传感器(102)，第二图像捕获器(110)包括第二图像传感器(112)以及具有彼此不同的视点的第二图像捕获光学系统(111a)和第三图像捕获光学系统(111b)，第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统中的每一个的场角大于第一图像捕获光学系统的场角，第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统中的每一个包括将来自物体的光引导到第二图像传感器的至少两个反射部件(P1a,P2a;P1b,P2b)，并且满足预定的条件表达式。



1. 一种图像捕获装置,包括:

第一图像捕获器,所述第一图像捕获器包括第一图像捕获光学系统和第一图像传感器;以及

第二图像捕获器,所述第二图像捕获器包括第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统以及第二图像传感器,所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统具有彼此不同的视点,

其中,所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统中的每一个的场角大于所述第一图像捕获光学系统的场角,

其特征在于,

所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统中的每一个包括至少两个反射部件,所述至少两个反射部件被配置为将来自物体的光引导到所述第二图像传感器,并且

以下的条件表达式被满足:

$$0.5 > \frac{Df_s}{p_s} \frac{F_m p_m}{f_m^2} > 0.001$$

这里, f_m 是所述第一图像捕获光学系统的焦距, F_m 是所述第一图像捕获光学系统的F数, p_m 是所述第一图像传感器的像素间距, f_s 是所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统中的每一个的焦距, p_s 是所述第二图像传感器的像素间距,并且D是所述第二图像捕获器的基线。

2. 根据权利要求1所述的图像捕获装置,其特征在于,所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统中的每一个的场角在水平方向和垂直方向中的每一个上大于所述第一图像捕获光学系统的场角。

3. 根据权利要求1所述的图像捕获装置,其特征在于,在相对于所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统中的每一个的孔径的物体侧,所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统的光轴彼此平行。

4. 根据权利要求1所述的图像捕获装置,

其特征在于,

连接所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统的各光轴与所述第二图像传感器的平面的点的线与通过将基线投影为平行于所述第二图像传感器的每个边所获得的线段中的最长线段之间的角度不小于45度,并且

所述基线是连接所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统的各入射光瞳的中心的线段。

5. 根据权利要求1所述的图像捕获装置,其特征在于,通过将基线投影为平行于所述第二图像传感器的每个边所获得的线段中的最长线段大于所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统中的每一个的焦距的两倍长。

6. 根据权利要求1所述的图像捕获装置,其特征在于,所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统中的每一个是固定焦点图像捕获光学系统。

7. 根据权利要求1所述的图像捕获装置,

其特征在于,

所述第一图像捕获光学系统是固定焦点图像捕获光学系统,并且

所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统中的每一个的场角大于所述第一图像捕获光学系统的场角的两倍大。

8. 根据权利要求1所述的图像捕获装置,

其特征在于,

所述第一图像捕获光学系统是变倍图像捕获光学系统,并且

所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统中的每一个的场角大于所述第一图像捕获光学系统在望远端处的场角的两倍大。

9. 根据权利要求1所述的图像捕获装置,

其特征在于,

所述第一图像捕获光学系统是变倍图像捕获光学系统,并且

f_m 是所述第一图像捕获光学系统在望远端处的焦距,并且 F_m 是所述第一图像捕获光学系统在望远端处的F数。

10. 根据权利要求1所述的图像捕获装置,其特征在于,所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统中的每一个包括至少一个透镜,并且所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统中的每一个的光轴上最接近物体的透镜具有负折光力。

11. 根据权利要求1所述的图像捕获装置,

其特征在于,

所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统中的每一个包括四个透镜,并且

以下的条件表达式被满足:

$$f_1/f_2 > -1$$

$$f_4/f_3 < -1$$

这里, f_1 、 f_2 、 f_3 和 f_4 是所述第二图像捕获光学系统的光轴上从更接近物体的一侧依次四个透镜的焦距。

12. 根据权利要求1所述的图像捕获装置,

其特征在于,

所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统中的每一个包括四个透镜,并且

以下的条件表达式被满足:

$$\frac{f_1}{f_2} \frac{f_4}{f_3} < 0.7$$

这里, f_1 、 f_2 、 f_3 和 f_4 是所述第二图像捕获光学系统的光轴上从更接近物体的一侧依次四个透镜的焦距。

13. 根据权利要求1-12中的任一项所述的图像捕获装置,其特征在于,所述反射部件被配置为使包括反射部件的所述第二图像捕获光学系统或第三图像捕获光学系统的光轴弯曲90度。

14. 一种从图像捕获装置可拆卸的图像捕获单元,所述图像捕获装置包括第一图像传感器,所述第一图像传感器对经由第一图像捕获光学系统形成的光学图像进行光电转换,所述图像捕获单元包括:

具有彼此不同的视点的第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统;以及

第二图像传感器,所述第二图像传感器被配置为对经由所述第二图像捕获光学系统形成的第一光学图像和经由所述第三图像捕获光学系统形成的第二光学图像进行光电转换,其特征在于,

所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统中的每一个包括至少两个反射部件,所述至少两个反射部件被配置为将来自物体的光引导到所述第二图像传感器,并且以下的条件表达式被满足:

$$0.5 > \frac{Df_s}{p_s} \frac{F_m p_m}{f_m^2} > 0.001$$

这里, f_m 是所述第一图像捕获光学系统的焦距, F_m 是所述第一图像捕获光学系统的F数, p_m 是所述第一图像传感器的像素间距, f_s 是所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统中的每一个的焦距, p_s 是所述第二图像传感器的像素间距,并且D是所述第二图像捕获器的基线。

15. 根据权利要求14所述的图像捕获单元,其特征在于,所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统中的每一个的场角大于所述第一图像捕获光学系统的场角。

图像捕获装置和图像捕获单元

技术领域

[0001] 本发明涉及包括多个图像捕获器的图像捕获装置。

背景技术

[0002] 传统地,使用衬度(contrast)AF方法的自动聚焦是已知的,其中,数字照相机在改变焦点位置的同时计算图像的衬度以获得衬度被最大化的焦点位置作为对焦位置。使用衬度AF方法的自动聚焦具有高的聚焦精度,但是其处理速度慢。另外,在一些情况下,它不能对在图像捕获光学系统的场深(depth of field)的范围外较远地定位的物体(object)适当地执行聚焦。当图像捕获光学系统是具有相对小的场深的望远透镜时,这些问题特别明显。

[0003] 并且,与用于获取图像的图像捕获光学系统分开地包括用于获取物体距离的单元并且根据从该单元输出的距离信息聚焦成像透镜的图像捕获装置是已知的。特别地,与主图像捕获光学系统分开地包括两个副图像捕获光学系统、使用两个副图像捕获光学系统基于三角测量的原理获取物体距离以聚焦主图像捕获光学系统的图像捕获装置是已知的。并且,为了使两个副图像光学系统小型化并且降低其成本,每个图像捕获光学系统包括用于使光轴弯曲的反射部件(例如,棱镜)以将由两个图像捕获光学系统形成的物体图像引导到单个图像传感器单元的配置是已知的。

[0004] 日本专利公开No.H9-43682公开了组合范围取景器(range finder)和自动聚焦单元并且各入射窗口被一体化的取景器装置。日本专利公开No.2013-42379公开了与主成像透镜和主图像传感器分开地包括用于获取物体距离的两个透镜和两个图像传感器以使用它们获取距离图图像的图像捕获装置。

[0005] 当通过使用两个图像捕获光学系统获取物体距离时,对于存在于每个图像捕获光学系统的场深的范围外的物体(即,模糊的物体),距离的计算精度降低。从该观点考虑,为了使场深变深,优选用于计算物体距离的两个图像捕获光学系统的焦距短。然而,为了以高分辨率计算物体距离,连接每个图像捕获光学系统的直线(基线(base line))的长度(基线长度(base length))或每个焦距大是必要的。然而,在缩短构成立体照相机的图像捕获光学系统的焦距以便使每个图像捕获光学系统的场深变深的情况下,优选基线长度增加。

[0006] 日本专利公开No.H9-43682中公开的取景器装置具有设置反射部件以将由两个物镜形成的物体图像引导到单个图像传感器单元并且各物镜的焦距的总和基本上对应于基线长度的配置。即,当物镜的焦距缩短时,基线长度不能增加。日本专利公开No.2013-42379公开了用于通过与主图像捕获光学系统分开地使用两个图像捕获光学系统获取距离图图像的内容,但是它没有描述两个图像捕获光学系统的配置和用于在缩短焦距的同时增加基线长度的内容。

发明内容

[0007] 本发明提供能够在宽的距离范围上以高的精度和以高的速度聚焦的图像捕获装

置和图像捕获系统。

[0008] 作为本发明的一个方面的图像捕获装置包括：第一图像捕获器，所述第一图像捕获器包括第一图像捕获光学系统和第一图像传感器；以及第二图像捕获器，所述第二图像捕获器包括第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统以及第二图像传感器，所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统具有彼此不同的视点 (viewpoint)，所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统中的每一个的场角大于所述第一图像捕获光学系统的场角，所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统中的每一个包括至少两个反射部件，所述至少两个反射部件被配置为将来自物体的光引导到所述第二图像传感器，并且满足预定的条件表达式。

[0009] 作为本发明的另一个方面的图像捕获单元从图像捕获装置可拆卸，所述图像捕获装置包括第一图像传感器，所述第一图像传感器对经由第一图像捕获光学系统形成的光学图像进行光电转换，所述图像捕获单元包括：具有彼此不同的视点的第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统；以及第二图像传感器，所述第二图像传感器被配置为对经由所述第二图像捕获光学系统形成的第一光学图像和经由所述第三图像捕获光学系统形成的第二光学图像进行光电转换，所述第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统中的每一个包括至少两个反射部件，所述至少两个反射部件被配置为将来自物体的光引导到所述第二图像传感器，并且满足预定的条件表达式。

[0010] 从以下参照附图的示例性实施例的描述，本发明的进一步特征将变得清晰。

附图说明

[0011] 图1是每个实施例中的计算物体距离的方法的解释图。

[0012] 图2是每个实施例中的对应物体搜索处理的解释图。

[0013] 图3是实施例1中的图像捕获装置的框图。

[0014] 图4A和图4B是实施例1中的图像捕获装置的外观图。

[0015] 图5A和图5B是实施例1中的副图像捕获器的配置图。

[0016] 图6是实施例1中的副图像捕获器的图像捕获光学系统的截面图。

[0017] 图7是实施例1中的副图像捕获器的图像捕获光学系统的像差图。

[0018] 图8是示出实施例1中的图像捕获装置的操作的流程图。

[0019] 图9是实施例2中的图像捕获装置的框图。

[0020] 图10A和图10B是实施例2中的图像捕获装置的外观图。

[0021] 图11A-11C是实施例2中的副图像捕获器的配置图。

[0022] 图12A-12D是示出每个实施例中的棱镜的布置与图像传感器的倾斜误差之间的关系的关系的示图。

[0023] 图13是实施例2中的副图像捕获器的图像捕获光学系统的截面图。

[0024] 图14是实施例2中的副图像捕获器的图像捕获光学系统的像差图。

[0025] 图15是示出实施例2中的图像捕获装置的操作的流程图。

[0026] 图16A和图16B是实施例3和4中的每一个中的图像传感器的前视图。

具体实施方式

[0027] 以下将参照附图描述本发明的示例性实施例。

[0028] 首先,参照图1,将描述使用两个图像捕获光学系统获取物体距离的方法。图1是计算物体距离的方法的解释图,并且它示出通过使用具有相同结构的两个图像捕获光学系统CA和CB捕获存在于成像场景中的一个点处的物体Obj的情况。图像传感器SA和SB分别接收通过图像捕获光学系统CA和CB形成的物体图像(光学图像)。图像捕获光学系统CA和CB的入射光瞳的中心分别存在于 $(-D/2, 0)$ 和 $(D/2, 0)$ 处,并且物体Obj存在于 (x, z) 处。假定图像捕获光学系统CA和CB中的每一个的焦距为 f 并且图像传感器SA和SB中的物体Obj的坐标分别为 a 和 b ,则满足以下的表达式(1)。

$$[0029] \quad z = \frac{fD}{b-a} \quad \dots (1)$$

[0030] 在表达式(1)中, $b-a$ 是当同一物体被从不同的视点成像时成像平面上的位置偏差,即,视差。如果可以获取视差 $b-a$ (视差量),则通过将视差 $b-a$ 、图像捕获光学系统CA和CB中的每一个的焦距 f 、以及基线长度 D 分配给表达式(1),能够计算物体距离 z (即,从图像捕获光学系统的入射光瞳的中心到物体Obj的距离)。

[0031] 随后,参照图2,将描述用于从通过使用两个图像捕获光学系统获取的两个图像获取视差量的对应物体搜索处理。图2是对应物体搜索处理的解释图,并且它示出从不同视点捕获的图像IMG1和IMG2。图像坐标 (X, Y) 是以图2中所示的像素组的中心作为原点被定义的,水平方向为 X 轴,并且垂直方向为 Y 轴。位于图像坐标 (X, Y) 处的图像IMG1的像素值被假定为 $F1(X, Y)$,并且图像IMG2的像素值被假定为 $F2(X, Y)$ 。可以通过搜索最类似于坐标 (X, Y) 处的图像IMG1的像素值 $F1(X, Y)$ 的图像IMG2的像素值,获得对应于图像IMG1中的任意坐标 (X, Y) 的图像IMG2的像素。在以下的描述中,图像上的对应点和对应像素是相同的意思。

[0032] 图2中所示的图像IMG1和IMG2上的垂直线指示的像素P1和P2对应于来自同一物体的光被记录的对应像素(对应点)。然而,通常难以找到最类似于任意像素的像素,因此也可以通过使用较接近图像坐标 (X, Y) 的像素、通过称为块匹配方法的方法搜索类似像素。

[0033] 例如,将描述块尺寸为3时的块匹配处理。图像IMG1中的任意坐标 (X, Y) 处的像素(目标像素)和紧挨着目标像素的位于坐标 $(X-1, Y)$ 和 $(X+1, Y)$ 处的两个像素的总共三个像素的像素值分别为 $F1(X, Y)$ 、 $F1(X-1, Y)$ 和 $F1(X+1, Y)$ 。关于这三个像素,在 X 方向上从坐标 (X, Y) 偏移 k 的图像IMG2中的像素的像素值分别为 $F2(X+k, Y)$ 、 $F2(X+k-1, Y)$ 和 $F2(X+k+1, Y)$ 。此时,图像IMG1中位于坐标 (X, Y) 处的目标像素与图像IMG2中位于坐标 $(X+k, Y)$ 处的像素之间的相似度(类似的程度) E 由以下的表达式2定义。

$$[0034] \quad E = [F1(X, Y) - F2(X+k, Y)]^2 + [F1(X-1, Y) - F2(X+k-1, Y)]^2 \\ + [F1(X+1, Y) - F2(X+k+1, Y)]^2 = \sum_{j=-1}^1 [F1(X+j, Y) - F2(X+k+j, Y)]^2 \quad \dots (2)$$

[0035] 在值 k 在表达式(2)中逐次改变时计算相似度 E ,并且给出最小相似度 E 的坐标 $(X+$

k, Y) 是对应于图像IMG1的目标像素的图像IMG2的像素的坐标。在本实施例中,虽然在坐标仅在X方向上逐次改变时计算类似度E,但是可以在坐标在Y方向上或者X方向和Y方向两者上逐次改变时计算类似度E。通过执行这样的对应物体搜索处理,能够获取两个图像中的每一个中的对应点(对应像素)的坐标,并且计算作为它们之间的差量的视差量。

[0036] 如上所述,能够通过在使用两个图像捕获光学系统获取的两个图像中执行对应物体搜索处理来计算视差量,并且基于视差量计算物体距离。视差量与作为图像平面移动量的散焦量之间的关系根据图像捕获光学系统被确定。因此,能够基于视差量计算散焦量。然后,可以基于散焦量获得透镜的延伸量以移动透镜以被聚焦(相位差AF)。

[0037] 当执行对应物体搜索处理时,优选要被使用的两个图像是聚焦并且鲜锐(sharp)的图像。换句话说,优选当要捕获两个图像中的每一个时物体处于图像捕获光学系统的场深内。这是因为当物体模糊时,与真实对应点不同的不正确点被计算为对应点,作为结果,存在计算错误的物体距离的可能性。

[0038] 随后,将描述物体距离的计算精度。当物体距离为s、两个图像捕获光学系统之间的基线长度为D、并且两个图像捕获光学系统中的每一个的焦距为f时,物体距离分辨率 Δz 可以由以下的表达式(3)表达。

$$\Delta z = \frac{s}{\frac{Df}{2r(s-f)} + 1} \quad \dots (3)$$

[0040] 在表达式(3)中,r是视差分辨率,并且通过对应物体搜索处理获取的视差量包括最大 $\pm r$ 的误差。物体距离分辨率 Δz 是计算物体距离时的最大误差量,这意味着当获取位于物体距离s处的物体的距离时,计算包括最大 $\pm \Delta z$ 的误差的物体距离。换句话说,物体距离分辨率 Δz 越小,物体距离的计算精度越高。具体地,当物体距离s小(即,物体s接近)、基线长度D增加、焦距f增加、或者视差分辨率r减小时,物体距离的计算精度增加。

[0041] 每个实施例的图像捕获装置(图像捕获系统)包括第一图像捕获器(主图像捕获器)和第二图像捕获器(副图像捕获器)。主图像捕获器包括一个图像捕获光学系统和一个图像传感器,并且它是用于捕获图像的主图像捕获器。副图像捕获器包括两个图像捕获光学系统和一个图像传感器,并且它通过使用图像捕获光学系统获取上述物体距离。图像捕获装置基于通过使用副图像捕获器获取的物体距离信息聚焦主图像捕获器。副图像捕获器中的两个图像捕获光学系统中的每一个的场角大于主图像捕获器中的图像捕获光学系统的场角,并且能够通过使用副图像捕获器获取主图像捕获器的整个场角上的物体距离。因此,图像捕获装置可以获取主图像捕获器的场角内的任意物体的距离以在物体上聚焦主图像捕获器。如果上述物体距离分辨率 Δz 小于主图像捕获器的图像捕获光学系统的场深,则图像捕获装置可以通过使用由副图像捕获器获取的物体信息以高的精度聚焦主图像捕获器。

[0042] 假定图像捕获光学系统的焦距为f并且图像捕获光学系统的F数为F、物体距离为s、以及允许弥散圆(circle of confusion)为 δ ,则场深DoF可以一般由以下的表达式(4)表达。

$$[0043] \quad DoF = \frac{s(s-f)}{\frac{f^2}{F\delta} - (s+1)} \quad \dots (4)$$

[0044] 如果使用副图像捕获器的图像捕获光学系统的参数计算的物体距离分辨率 Δz 小于使用主图像捕获器的图像捕获光学系统的参数计算的场深DoF,则能够通过使用副图像捕获器的信息聚焦主图像捕获器的图像捕获光学系统。每个实施例的图像捕获装置满足以下的条件表达式(5)。

$$[0045] \quad \frac{s(s-f_m)}{\frac{f_m^2}{F_m\delta_m} - (s+1)} > \frac{s}{\frac{Df_s}{2r_s(s-f_s)} + 1} \quad \dots (5)$$

[0046] 在条件表达式(5)中, f_m 是主图像捕获器的图像捕获光学系统的焦距, F_m 是F数, δ_m 是允许弥散圆, f_s 是副图像捕获器的图像捕获光学系统的焦距, D 是基线长度,并且 r_s 是视差分辨率。当条件表达式(5)被修改时,可以导出以下的条件表达式(6)的关系。

$$[0047] \quad \frac{(s-f_m)Df_s}{(s-f_s)2r_s} - \frac{f_m^2}{F_m\delta_m} + 2 + s > 0 \quad \dots (6)$$

[0048] 当在物体距离 s 充分大于焦距 f_s 和 f_m 并且视差分辨率 r_s 和允许弥散圆 δ_m 被认为充分小于焦距 f_s 和 f_m 以及基线长度 D 的条件下近似条件表达式(6)时,可以获得条件表达式(7)。

$$[0049] \quad Df_s \frac{F_m}{f_m^2} > \frac{r_s}{2\delta_m} \quad \dots (7)$$

[0050] 允许弥散圆 δ_m 和视差分辨率 r_s 依赖于主图像捕获器的图像传感器的像素间距 p_m 和副图像捕获器的图像传感器的像素间距 p_s 。因此,主图像捕获器和副图像捕获器的每个参数对使用副图像捕获器聚焦主图像捕获器的处理的影响如上所述。

[0051] 优选地,每个实施例的图像捕获装置满足以下的条件表达式(8)。

$$[0052] \quad 0.5 > \frac{Df_s F_m p_m}{p_s f_m^2} > 0.001 \quad \dots (8)$$

[0053] 当主图像捕获器和副图像捕获器的每个参数满足条件表达式(8)时,能够通过使用副图像捕获器令人满意地聚焦主图像捕获器。

[0054] 更优选地,每个实施例的图像捕获装置满足以下的条件表达式(9)。

$$[0055] \quad 0.12 > \frac{Df_s F_m p_m}{p_s f_m^2} > 0.008 \quad \dots (9)$$

[0056] 优选地,每个实施例的副图像捕获器中包括的图像捕获光学系统包括四个透镜和两个反射部件。更优选地,假定四个透镜中的每一个的焦距在图像捕获光学系统的光轴上从接近物体的一侧依次为 f_1 、 f_2 、 f_3 和 f_4 ,则满足条件表达式(10)、(11)和(12)。

[0057] $f_1/f_2 > -1 \cdots (10)$

[0058] $f_4/f_3 < -1 \cdots (11)$

[0059]
$$\frac{f_1}{f_2} \frac{f_4}{f_3} < 0.7 \quad \dots (12)$$

[0060] 通过满足这些条件表达式,由于图像捕获光学系统的后侧主点位置接近图像传感器,因此与焦距相比能够增加图像捕获光学系统的总长度。作为结果,在包括两个反射部件的图像捕获光学系统中,可以在焦距被抑制为短的同时增加副图像捕获器的基线长度D,并且能够实现满足条件表达式(8)的图像捕获装置。因此,本发明的图像捕获装置执行的聚焦方法的概要如上所述。以下,将在每个实施例中详细描述图像捕获装置(图像捕获系统)。

[0061] [实施例1]

[0062] 首先,参照图3,将描述本发明的实施例1中的图像捕获装置1。图3是图像捕获装置1的框图。

[0063] 图像捕获装置1包括主要用于对物体成像的主图像捕获器(第一图像捕获器)100和获取物体的距离的副图像捕获器(第二图像捕获器)110。主图像捕获器100包括图像捕获光学系统(第一图像捕获光学系统)101和图像传感器(第一图像传感器)102。图像捕获光学系统101包括一个或多个透镜、孔径光阑101A和聚焦透镜101F,并且在图像传感器102上形成来自物体(未示出)的光的图像。图像捕获光学系统101是其焦距通过设置在图像捕获光学系统101中的一个或多个透镜的驱动改变的变倍图像捕获光学系统。优选地,图像捕获光学系统111a和111b中的每一个的场角大于图像捕获光学系统101在望远端处的场角的两倍。在主图像捕获器的图像捕获光学系统如本实施例中那样为变倍图像捕获光学系统并且主图像捕获器的图像捕获光学系统在望远端处的焦距为 f_{tm} 的情况下,条件表达式(8)被写为由以下的条件表达式(8a)代表。

[0064]
$$0.5 > \frac{Df_s}{p_s} \frac{F_m p_m}{f_{tm}^2} > 0.001 \quad \dots (8a)$$

[0065] 虽然图像捕获光学系统101在图3中被配置为图像捕获装置1的一部分,但是它可以是诸如单镜头反射照相机的可互换图像捕获光学系统。换句话说,本实施例可以应用于其中包括图像传感器102的图像捕获装置体和图像捕获光学系统101被一体地配置的图像捕获装置或者其中图像捕获光学系统101可拆卸的图像捕获装置(即,包括图像捕获光学系统101和图像捕获装置体的图像捕获系统)中的任一个。

[0066] 图像传感器102是诸如CMOS传感器和CCD传感器的固态图像传感器,并且它光电转换经由图像捕获光学系统101形成的光学图像(物体图像)以输出图像信号(模拟电信号)。图像捕获光学系统101中的孔径光阑101A和聚焦透镜101F的机械驱动基于来自系统控制器(控制器)30的指令(控制)由图像捕获控制器40执行。孔径光阑101A的开口直径根据设定的孔径值(F数)被控制。图像捕获控制器40根据物体距离控制聚焦透镜101F的位置以执行焦点调整(即,聚焦)。A/D转换器10将从图像传感器102输出的模拟电信号(图像信号)转换成数字信号。

[0067] 图像处理器20对从A/D转换器10输出的数字信号执行诸如像素插值处理、亮度信

号处理和颜色信号处理的所谓的显像处理以产生图像(图像数据)。由图像处理器20产生的图像记录在诸如半导体存储器和光盘的图像记录介质60上。并且,由图像处理器20产生的图像可以显示在显示单元70上。输入单元50根据用户的操作输入各种信息。

[0068] 副图像捕获器(第二图像捕获器)110包括图像捕获光学系统(第二图像捕获光学系统)111a、图像捕获光学系统(第三图像捕获光学系统)111b和图像传感器(第二图像传感器)112。图像捕获光学系统111a和111b中的每一个的场角在水平方向和垂直方向中的每一个上大于图像捕获光学系统101的场角。如下所述,图像捕获光学系统111a和111b中的每一个包括至少两个反射部件(棱镜)以将来自物体的光引导到图像传感器112。在相对于图像捕获光学系统111a和111b中的每一个的孔径(孔径光阑)的物体侧,图像捕获光学系统111a和111b的光轴0A1和0A2彼此平行。图像捕获光学系统111a和111b中的每一个是在图像传感器112上形成来自物体(未示出)的光的图像的固定焦点图像捕获光学系统。以下将描述副图像捕获器110的详细配置。与图像传感器102的情况类似,由图像传感器112产生的模拟电信号(图像信号)被输出到A/D转换器10以被转换成数字信号。

[0069] 图像处理器20产生从图像传感器112输出的两个图像。这两个图像对应于由图像捕获光学系统111a和111b形成的物体图像,并且它们是彼此具有视差的两个视差图像。在本实施例中,副图像捕获器110可以是可从图像捕获装置1拆卸的。在这种情况下,能够从多个副图像捕获器之中选择适合于图像捕获装置1的主图像捕获器100的副图像捕获器(图像捕获单元)以被附接到图像捕获装置1。

[0070] 图像处理器(距离计算器)20基于由副图像捕获器110产生的两个视差图像(即,从图像传感器112输出的两个图像信号)计算物体距离。图像处理器20可以计算由用户经由输入单元50指定的物体的距离,或者它可以计算存在于主图像捕获器100的场角的中心区域中的物体的距离。替代地,能够计算图像捕获光学系统111a和111b的场角之中彼此重叠的场角区域内的所有物体的距离以产生指示这些距离作为像素值的距离图图像。虽然在本实施例中图像捕获装置1对于主图像捕获器100和副图像捕获器110包括一个A/D转换器10和一个图像处理器20,但是本发明不限于此。例如,可以对于主图像捕获器100和副图像捕获器110中的每一个设置专用的A/D转换器和专用的图像处理器(多个A/D转换器和多个图像处理器)。在这种情况下,专用于副图像捕获器110的图像处理器是用于计算物体距离的距离计算器。

[0071] 系统控制器(控制器)30控制图像传感器102和112的驱动、图像处理器20的处理和图像捕获光学系统101的操作。图像捕获控制器40基于来自系统控制器30的指令(控制)机械地驱动图像捕获光学系统101中的孔径光阑101A和聚焦透镜101F。孔径光阑101A的孔径直径根据设定的孔径值(F数)被控制。图像捕获控制器40根据物体距离控制聚焦透镜101F的位置以执行焦点调整。聚焦透镜101F可以由系统控制器30控制,使得经由主图像捕获器100获取的图像的衬度被最大化,或者其位置可以由用户直接控制。

[0072] 随后,参照图4A、图4B、图5A和图5B,将描述副图像捕获器110的详细配置。图4A和图4B是图像捕获装置1的外观图,并且图4A和图4B分别示出顶视图和前视图。图5A和图5B是副图像捕获器110的配置图,并且图5A和图5B分别示出副图像捕获器110的平面图和图像传感器112的前视图。

[0073] 图4A和图4B仅示出图像捕获光学系统101、111a和111b中的每一个的最接近物体

的透镜。构成副图像捕获器110的图像捕获光学系统111a和111b被布置为使得最接近物体的透镜之间的长度为53mm,并且该长度对应于副图像捕获器110的基线长度D。

[0074] 如图5A中所示,图像捕获光学系统111a包括四个透镜以及两个棱镜P1a和P2a。类似地,图像捕获光学系统111b包括四个透镜以及两个棱镜P1b和P2b。在图5A中,图像捕获光学系统111a和111b的光轴OA1和OA2中的每一个由点划线指示。图像捕获光学系统111a的光轴OA1在XZ平面中在棱镜P1a中弯曲90度、在棱镜P2a中弯曲-90度,并且进入图像传感器112。即,棱镜P1a和P2a中的每一个使图像捕获光学系统111a的光轴OA1弯曲90度。棱镜P1b和P2b中的每一个使图像捕获光学系统111b的光轴OA2弯曲90度。图像捕获光学系统111a和111b具有相同的配置,并且被设置为关于穿过图像传感器112的中心且与Z轴平行的直线旋转对称。

[0075] 因此,通过组合用于使光轴OA1和OA2弯曲两次的两个反射部件(棱镜),能够实现长的基线长度,即使当一个图像传感器对应于两个图像捕获光学系统时。这是因为基线长度是连接两个图像捕获光学系统的入射光瞳的中心的线段,并且在副图像捕获器110中它对应于图像捕获光学系统111a和111b的最接近物体的透镜的中心之间的距离。

[0076] 在图5B中,基线长度D由点划线指示。在图5B中,图像捕获光学系统111a的图像圆(image circle)由ICa表示,光轴OA1与图像传感器112之间的交点由OCa表示,并且图像读取区域由Ra表示。并且,在图5B中,图像捕获光学系统111b的图像圆由ICb表示,光轴OA2与图像传感器112之间的交点由OCb表示,并且图像读取区域由Rb表示。如上所述,图像捕获光学系统111a和111b被设置为使得连接各光轴OA1和OA2与图像传感器112的交点OCa和OCb的线与基线长度D基本上彼此水平(平行)。并且,图像传感器112被设置为使得其长边基本上平行于基线长度D,并且其短边基本上垂直于基线长度D。以下,该布置被称为棱镜的水平布置。

[0077] 图像读取区域是对应于图像捕获光学系统111a和111b中的每一个的像素区域。通过读取该像素区域中的像素,获取由图像捕获光学系统111a和111b中的每一个形成的物体图像(光学图像)作为图像。由于图像传感器112的像素的像素读取区域外的像素不被使用,因此像素仅存在于像素读取区域中的图像传感器可以被用作图像传感器112。并且,它可以是在一个电路板上形成对应于图像读取区域Ra和Rb的两组像素的图像传感器单元。因此,两个图像读取区域Ra和Rb之间的距离与基线长度D相比小就足够了,并且图像传感器或图像传感器单元的形式可以任意地改变。

[0078] 图像捕获光学系统111a和111b以及图像传感器112由机械单元(未示出)一体地保持,并且它们不包括任何驱动单元。即,副图像捕获器110不包括聚焦机构。图像捕获光学系统111a和111b保持在机械单元上以便被聚焦在任意距离处的预定物体上。在本实施例中,作为示例,图像捕获光学系统111a和111b保持在机械单元上以便被聚焦在与副图像捕获器110分开5000mm的物体上。然而,该距离可以被任意地设定。

[0079] 在用于如上所述计算视差量的两个图像中,优选物体对焦。因此,图像捕获光学系统111a和111b需要具有深的场深。可以根据条件表达式(5)通过增加F数或者减小焦距f来扩大图像捕获光学系统的场深。为了即使在暗成像环境中也使用副图像捕获器110计算物体距离,优选F数小。因此,为了计算暗环境中的物体距离并且实现深的场深,图像捕获光学系统111a和111b的焦距f需要小。

[0080] 本实施例的图像捕获光学系统111a和111b中的每一个包括至少一个透镜,并且图像捕获光学系统111a和111b中的每一个的光轴上最接近物体的透镜具有负折光力。利用这样的配置,能够将图像捕获光学系统111a和111b的总长度中的每一个设定为比焦距长。这是因为最接近物体的透镜具有负折光力并且具有正折光力的透镜单元被设置在它后面,使得图像捕获光学系统111a和111b的后侧主点位置中的每一个可以被定位为接近图像传感器112。在本实施例中,采用像图像捕获光学系统111a和111b光轴OA1和OA2被折叠两次的配置。这增加图像捕获光学系统111a和111b中的每一个的总长度,使得能够增加两个棱镜P1a与P2a之间的距离(两个棱镜P1b与P2b之间的距离),即基线长度D。当焦距f小时,如表达式(3)所示,物体距离的计算精度下降。然而,通过采用这样的配置,即使当图像捕获光学系统111a和111b中的每一个的焦距f短时,基线长度D也可以增加。因此,能够抑制测距精度(距离计算精度)的劣化。

[0081] 设置在主图像捕获器100中的图像捕获光学系统101在望远端处的焦距为312mm并且在广角端处的焦距为100mm。F数为1.2,图像传感器102的尺寸为1/2.3型(即,对角长度为7.7mm),并且像素间距为 $1\mu\text{m}$ 。设置在副图像捕获器110中的图像捕获光学系统111a和111b中的每一个的焦距为18.2mm,图像传感器112的像素间距为 $1.34\mu\text{m}$,并且图像读取区域Ra和Rb中的每一个的对角长度为1.97mm。并且,图像捕获光学系统101的焦距的35mm等价焦距为1750mm,并且图像捕获光学系统111a和111b的焦距的35mm等价焦距为400mm。当主图像捕获器100和副图像捕获器110的每个参数被代入条件表达式(9)中时,获得0.009的值,这满足条件表达式(9)。在副图像捕获器110的图像捕获光学系统111a和111b中,从除棱镜以外的透镜的最后表面到图像传感器112的距离为22.8mm,同时从后侧主点位置到图像传感器112的距离(即,焦距)为18.2mm。

[0082] 如上所述,构成本实施例的副图像捕获器110的图像捕获光学系统111a和111b中的每一个包括至少两个反射部件(棱镜P1a和P2a或棱镜P1b和P2b)。并且,图像捕获光学系统111a和111b中的每一个的透镜单元的最接近物体的透镜具有负折光力。因此,可以实现满足条件表达式(9)的图像捕获装置。因此,能够在维持高的距离计算精度的同时实现深的场深和暗成像环境中的物体距离的计算两者。

[0083] 随后,参照图6,将描述副图像捕获器110的图像捕获光学系统111a的透镜截面。图6是图像捕获光学系统111a的截面图。在图6的截面图中,左侧是物体侧(前侧)并且右侧是图像侧(后侧)。图像平面IP对应于诸如CCD传感器和CMOS传感器的图像传感器(光电转换元件)112的成像平面。图像捕获光学系统111b也具有与图6中所示的图像捕获光学系统111a相同的配置。图7是图像捕获光学系统111a的像差图。在图7的像差图中,符号d和g是d线和g线,并且符号 ΔM 和 ΔS 分别是子午像面和弧矢像面。倍率色像差由g线代表。符号 ω 是半场角,并且符号Fno是F数。

[0084] 下面,参照图8,将描述图像捕获装置1的图像捕获过程。图8是示出图像捕获装置1的操作(图像捕获操作)的流程图。图8的每个步骤主要由图像捕获装置1的每个部分基于来自系统控制器30的命令(指令)执行。

[0085] 首先,在步骤S101,系统控制器30将由用户经由输入单元50选择的物体设定为目标物体。当物体没有被选择时,系统控制器30将存在于预定区域中的物体设定为目标物体。该区域例如是对应于主图像捕获器100的场角的中心的区域,但是本发明不限于此。并且,

系统控制器30获取由用户经由输入单元50输入的图像捕获条件(图像捕获条件信息)。图像捕获条件包括主图像捕获器100的F数或ISO灵敏度等,但是本发明不限于此。

[0086] 随后,在步骤S102,系统控制器30经由图像捕获控制器40控制副图像捕获器110以通过使用副图像捕获器110执行图像捕获来获得经由图像捕获光学系统111a和111b获得的两个图像。随后,在步骤S103,图像处理器20通过使用在步骤S102获取的两个图像计算图像捕获光学系统111a和111b的场角的重叠区域中的物体距离以产生距离图图像。图像处理器20可以通过使用在步骤S102获取的两个图像计算在步骤S101设定为目标物体的物体距离。

[0087] 随后,在步骤S104,系统控制器30经由图像捕获控制器40驱动主图像捕获器100的聚焦透镜101F。此时,系统控制器30基于在步骤S103计算的目标物体的距离(物体距离)在目标物体上聚焦图像捕获光学系统101。并且,系统控制器30经由图像捕获控制器40控制设置主图像捕获器100中的孔径光阑101A和图像传感器102,并且它设定在步骤S101获取的图像捕获条件。

[0088] 随后,在步骤S105,系统控制器30通过使用设置主图像捕获器100中的图像传感器102的输出信号执行已知的衬度AF。具体地,系统控制器30在经由图像捕获控制器40轻微地改变聚焦透镜101F的位置的同时评估通过使用图像传感器102获取的图像的衬度值。然后,系统控制器30获取衬度值被最大化的聚焦透镜101F的位置以确定对焦状态。步骤S105是当不能够在步骤S103计算具有足够精度的物体距离时执行的预备步骤,并且可以被省略。具体地,“当不能计算具有足够精度的物体距离时”意味着目标物体位于设置在副图像捕获器110中的图像捕获光学系统111a和111b的场深外的距离处。

[0089] 随后,在步骤S106,系统控制器30经由图像捕获控制器40控制主图像捕获器100以执行图像捕获来获取图像。此时获取的图像存储在图像记录介质60中,然后,图像捕获过程结束。在本实施例中,除了图像以外,由副图像捕获器110获取的两个图像可以存储在图像记录介质60中,或者由图像处理器20使用两个图像计算的距离图图像可以存储在记录介质60中。

[0090] 如上所述,在本实施例的图像捕获装置中,副图像捕获器的两个图像捕获光学系统的透镜单元之中最接近物体的透镜的折光力为负。并且,两个图像捕获光学系统中的每一个包括两个反射部件。因此,能够提供包括具有短的焦距和长的基线长度的副图像捕获器并且能够在宽的距离范围上以高的精度和以高的速度聚焦的图像捕获装置。

[0091] [实施例2]

[0092] 下面,参照图9,将描述本发明的实施例2中的图像捕获装置2。图9是图像捕获装置2的框图。图像捕获装置2包括主要用于捕获物体的图像的主图像捕获器200和获取物体的距离的副图像捕获器210。图像捕获装置2的除了主图像捕获器200和副图像捕获器210之外的要素与实施例1的图像捕获装置1的那些相同,因此将省略其描述。主图像捕获器200和副图像捕获器210的要素分别与设置在实施例1的图像捕获装置1中的主图像捕获器100和副图像捕获器110相同,除它们的一些部分以外,因此本实施例将仅描述不同的点。设置主图像捕获器200中的图像捕获光学系统201是固定焦点图像捕获光学系统。优选地,图像捕获光学系统211a和211b中的每一个的场角大于图像捕获光学系统201的场角的两倍。

[0093] 图10A和图10B是图像捕获装置2的外观图,并且图10A和图10B分别示出顶视图和前视图。图10A和图10B仅示出图像捕获光学系统201中最接近物体的透镜以及图像捕获光

学系统211a和211b中最接近物体的棱镜。虽然在实施例1的图像捕获装置1中设置在副图像捕获器110中的两个图像捕获光学系统111a和111b被布置为使得基线长度D与X轴平行,但是在本实施例的图像捕获装置2中,基线长度D被布置为使得基线长度D关于X轴以预定的角度倾斜。如图10B中所示,通过将基线长度D投影到X轴上获得的线段由Dh表示。图像捕获光学系统211a和211b被布置为使得线段Dh为50mm。在本实施例中,当使用X轴方向上的视差量计算物体距离时,线段Dh被视为基线(基线长度)。

[0094] 图11A-11C是副捕获器210的配置图,图11A是副图像捕获器210的平面图,图11B是图像传感器(第二图像传感器)212的前视图,并且图11C是图像传感器212以及棱镜P2a和P2b的透视图。图像捕获光学系统(第二图像捕获光学系统)211a包括四个透镜以及两个棱镜P1a和P2a。类似地,图像捕获光学系统(第三图像捕获光学系统)211b包括四个透镜以及两个棱镜P1b和P2b。图像捕获光学系统211a和211b具有相同的配置,并且被设置为关于穿过图像传感器212的中心且与Z轴平行的线旋转对称。

[0095] 在图像捕获装置1的副图像捕获器110中,接近图像传感器112的两个图像捕获光学系统111a和111b的棱镜P2a和P2b被设置为与基线D平行(即,棱镜P2a和P2b沿X轴被布置)。另一方面,在图像捕获装置2的副图像捕获器210中,棱镜P2a和P2b被设置为与基线(通过在X方向上投影基线长度D获得的线段Dh)垂直(即,棱镜P2a和P2b沿Y轴被布置)。

[0096] 在图11B中,通过在X方向上投影基线D获得的线段Dh由点划线指示。在图11B中,图像捕获光学系统211a的图像圆由ICa表示,光轴OA1与图像传感器212之间的交点由OCa表示,并且图像读取区域由Ra表示。在图11B中,图像捕获光学系统211b的图像圆由ICb表示,光轴OA2与图像传感器212之间的交点由OCb表示,并且图像读取区域由Rb表示。

[0097] 在图像捕获光学系统211a和211b中,连接光轴OA1和OA2与图像传感器212的交点OCa和OCb的线被布置为与线段Dh基本上垂直。并且,图像传感器212被布置为使得其短边基本上平行于线段Dh并且其长边基本上垂直于线段Dh。即,线段Dh是通过将基线D投影到图像传感器212的每个边上所获得的线段之中的最长线段。优选地,通过与图像传感器212的每个边平行地投影基线D所获得的线段之中的最长线段比图像捕获光学系统211a和211b中的每一个的焦距的两倍长的长度长。

[0098] 在图11C中,示出接近图像传感器212的图像捕获光学系统211a和211b的棱镜P2a和P2b,并且点划线分别指示图像捕获光学系统211a和211b的光轴OA1和OA2。由于如上所述两个棱镜P2a和P2b在Y方向上被并排设置,因此连接图像捕获光学系统211a和211b的光轴OA1和OA2与图像传感器212的交点OCa和OCb的线与线段Dh可以基本上彼此垂直。以下,该布置被称为棱镜的垂直布置。

[0099] 与实施例1的副图像捕获器110不同,本实施例的副图像捕获器210包括聚焦机构(未示出)。具体地,图像传感器212由聚焦机构保持,并且它由图像捕获控制器40控制以在Z方向上被驱动。一般地,随着图像传感器212在Z方向上被驱动,出现图像传感器212围绕Y轴或X轴旋转的误差(旋转误差)。以下,该旋转误差被称为图像传感器的倾斜误差。通过采用棱镜的垂直布置,本实施例的副图像捕获器210具有它几乎不受该倾斜误差影响的特征。

[0100] 这里,参照图12A-12D,将详细描述棱镜布置与倾斜误差之间的关系。图12A-12D是示出棱镜的布置与图像传感器的倾斜误差之间的关系的示图。图12A示出棱镜的横向布置,即,实施例1的棱镜P2a和P2b以及图像传感器112。图12B示出图像捕获装置1的副图像捕获

器110虚拟地具有与副图像捕获器210相同的聚焦机构并且作为聚焦驱动的结果在图像传感器112中出现围绕Y轴的倾斜误差的状态。另外,它示出如点线所示不出现倾斜的情况下图像传感器112的位置。假定倾斜的中心和坐标的原点表示为RC并且不存在倾斜的情况下各图像捕获光学系统的光轴与图像传感器112的交点的坐标由 poa 和 pob 表示。假定图像传感器112倾斜 θ 度时各图像捕获光学系统的光轴与图像传感器112之间的交点的坐标由 pra 和 prb 表示。此时,坐标 poa 与坐标 pra 之间的差 Δpa 由以下的表达式(13)代表,并且坐标 pob 与坐标 prb 之间的差 Δpb 由以下的表达式(14)代表。

$$[0101] \quad \Delta pa = poa \left(\frac{1}{\cos \theta} - 1 \right) \quad \dots \quad (13)$$

$$[0102] \quad \Delta pb = pob \left(\frac{1}{\cos \theta} - 1 \right) \quad \dots \quad (14)$$

[0103] 当图像传感器倾斜时,各图像捕获光学系统形成图像的物体图像的位置改变差 Δpa 和 Δpb 。此时,当 Δpa 和 Δpb 彼此不同时,差和视差量不能分离,使得获取错误的视差量并且对于物体距离的计算出现大的距离误差。

[0104] 随后,将描述在像本实施例的副图像捕获器210水平布置的情况下图像传感器的倾斜的影响。图12C示出棱镜的垂直布置,即,本实施例的副图像捕获器210的棱镜P2a和P2b以及图像传感器212。图12D示出作为聚焦驱动的结果在图像传感器212中出现以Y轴为中心的倾斜误差的状态,并且同时,它示出如点线所示不出现倾斜的情况下图像传感器212的位置。倾斜中心RC以及坐标 poa 、 pra 、 pob 和 prb 的定义与图12B中的那些相同。在图12D中,虽然没有明确地示出坐标 poa 、 pra 、 pob 和 prb ,但是满足 $poa = pob$ 、 $pra = prb$ 和 $\Delta pa = \Delta pb$ 。因此,即使图像传感器围绕Y轴倾斜,由于差 Δpa 和 Δpb 彼此相等,因此在物体距离的计算中也没有误差出现。当图像传感器围绕X轴倾斜时,在Y方向上出现不能与Y方向上的视差分离的物体位置变化,但是由于使用基线可以被取得长的方向即X方向上的视差量,因此在物体距离的计算中不存在问题(此时,基线长度对应于线段Dh)。

[0105] 如上所述,通过以棱镜的垂直布置设置棱镜,即,通过在垂直于基线的X投影(线段Dh)的方向上设置棱镜,可以减少图像传感器的倾斜的影响。作为结果,能够在维持物体距离的高计算精确度的同时执行图像传感器的聚焦驱动。

[0106] 设置在主图像捕获器200中的图像捕获光学系统201的焦距为535mm,F数为1.2,图像传感器202的尺寸为1/2.3型(即,对角长度为7.7mm),并且像素间距为 $1\mu m$ 。设置在副图像捕获器210中的图像捕获光学系统211a和211b中的每一个的焦距为18.2mm,图像传感器212的像素间距为 $1.34\mu m$,并且图像读取区域Ra和Rb中的每一个的对角长度为1.97mm。并且,图像捕获光学系统201的焦距的35mm等价焦距为3000mm,并且图像捕获光学系统211a和211b的焦距的35mm等价焦距为400mm。当主图像捕获器200和副图像捕获器210的每个参数被代入条件表达式(8)中时,获得0.0028的值,这满足条件表达式(8)。在副图像捕获器210的图像捕获光学系统211a和211b中,从除棱镜以外的透镜的最后表面到图像传感器212的距离为19.7mm,同时从后侧主点位置到图像传感器212的距离(即,焦距)为18.2mm。

[0107] 如上所述,构成本实施例的副图像捕获器210的图像捕获光学系统211a和211b中的每一个包括至少两个反射部件,并且最接近物体的透镜具有负折光力。因此,可以实现满

足条件表达式 (8) 的图像捕获装置。作为结果,能够在维持高的测距精度(即,物体距离的高计算精度)的同时实现深的场深和暗成像环境中的物体距离的计算两者。

[0108] 随后,参照图13,将描述副图像捕获器210的图像捕获光学系统211a的透镜截面。图13是图像捕获光学系统211a的截面图。在图13的截面图中,左侧是物体侧(前侧)并且右侧是图像侧(后侧)。图像平面IP对应于诸如CCD传感器和CMOS传感器的图像传感器112(光电转换元件)的成像平面。图14是图像捕获光学系统211a的像差图。在图14的像差图中,符号d和g分别是d线和g线,并且符号 ΔM 和 ΔS 分别是子午像面和弧矢像面。倍率色像差由g线代表。符号 ω 是半场角,并且符号Fno是F数。

[0109] 下面,参照图15,将描述图像捕获装置2的图像捕获过程。图15是示出图像捕获装置2的操作(图像捕获操作)的流程图。图15的每个步骤主要由图像捕获装置2的每个部分基于来自系统控制器30的指令(命令)执行。图15的步骤S201-S203分别与图8的步骤S101-S103相同,并且将省略其描述。

[0110] 随后,在步骤S204,系统控制器30经由图像捕获控制器40在Z轴上驱动副图像捕获器210的图像传感器212,以基于目标物体的距离(物体距离)在目标物体上聚焦图像捕获光学系统211a和211b。随后的步骤S205和S206分别与步骤S202和S203相同,并且将省略其描述。随后的步骤S207与步骤S104相同,并且步骤S208与步骤S106相同,因此将省略其描述。

[0111] 本实施例的图像捕获装置2在步骤S202和S203以及在步骤S205和S206总共两次使用副图像捕获器210计算物体距离。这是因为在初始状态中,假定目标物体存在于副图像捕获器210的场深外。即,在第一操作中,使用由副图像捕获器210获取的失焦图像执行低精确度物体距离计算以聚焦副图像捕获器210,并且在第二操作中,使用由副图像捕获器210获取的对焦图像执行高精度度物体距离计算以聚焦主图像捕获器200。在本实施例中,当可以在第一操作中计算具有足够精度的物体距离时,可以省略步骤S204-S206。

[0112] 如上所述,在本实施例的图像捕获装置中,设置在副图像捕获器中的图像捕获光学系统中最接近物体的透镜的折射率为负,并且图像捕获光学系统中的每一个包括至少两个反射部件。另外,以垂直布置设置每个图像捕获光学系统的棱镜。因此,能够提供包括具有短的焦距和长的基线长度的副图像捕获器并且能够在宽的距离范围上以高的精度和以高的速度聚焦的图像捕获装置。

[0113] [实施例3]

[0114] 下面,将描述本发明的实施例3中的图像捕获装置。由于本实施例的图像捕获装置的配置除其一部分以外与实施例2的图像捕获装置2的配置相同,因此将仅描述其间的差异。本实施例的主图像捕获器包括图像捕获光学系统和图像传感器。本实施例的副图像捕获器包括两个图像捕获光学系统和这些图像捕获光学系统共用的图像传感器312。这两个图像捕获光学系统与实施例2的图像捕获光学系统211a和211b相同。在本实施例中,两个图像捕获光学系统被布置为使得线段Dh(即,通过将基线长度D投影到X轴上获得的线段)为52.1mm。

[0115] 图16A是设置在本实施例的副图像捕获器中的图像传感器312的前视图。在图16A中,通过在X方向上投影基线长度D获得的线段Dh由点划线表示。在图16A中,副图像捕获器的一个图像捕获光学系统的图像圆由ICa表示,光轴与图像传感器312之间的交点由OCa表示,并且图像读取区域由Ra表示。另外,副图像捕获器的另一个图像捕获光学系统的图像圆

由ICb表示,光轴与图像传感器312之间的交点由OCb表示,并且图像读取区域由Rb表示。以这种方式,由线段Dh和连接两个图像捕获光学系统的各光轴与图像传感器312之间的交点OCa和OCb的线形成的角度为 $\theta=45$ 度(或者45度或更大)。在本实施例中,连接两个图像捕获光学系统(第二图像捕获光学系统和第三图像捕获光学系统)的光轴与第二图像传感器的平面彼此相交的点的线与通过将基线投影为平行于第二图像传感器的每个边所获得的线段之中的最长线段之间的角度为45度或更大。设置在副图像捕获器的图像捕获光学系统中的棱镜P2a和P2b不以垂直布置而被布置,但是通过将交点OCa和OCb之间的线段投影在线段Dh上所获得的线段的长度比在水平布置中小,因此不易于受图像传感器的倾斜误差的影响。

[0116] 设置在主图像捕获器中的图像捕获光学系统的焦距为178mm,F数为11,图像传感器的尺寸为1/2.3型(即,对角长度为7.7mm),并且像素间距为 $2.0\mu\text{m}$ 。设置在副图像捕获器中的图像捕获光学系统中的每一个的焦距为18.2mm,图像传感器312的像素间距为 $1.34\mu\text{m}$,并且图像读取区域Ra和Rb中的每一个的对角长度为1.97mm。并且,主图像捕获器的图像捕获光学系统的焦距的35mm等价焦距为1000mm,并且副图像捕获器中的图像捕获光学系统中的每一个的焦距的35mm等价焦距为400mm。当主图像捕获器和副图像捕获器的每个参数被代入条件表达式(8)中时,获得0.49的值,这满足条件表达式(8)。

[0117] 构成本实施例的副图像捕获器的图像捕获光学系统中的每一个包括至少两个反射部件,并且最接近物体的透镜具有负折光力。因此,可以实现满足条件表达式(8)的图像捕获装置。作为结果,能够实现深的场深和高的测距精度(物体距离的计算精度)两者。

[0118] [实施例4]

[0119] 下面,将描述本发明的实施例4中的图像捕获装置。由于本实施例的图像捕获装置的配置除其一部分以外与实施例2的图像捕获装置2的配置相同,因此将仅描述差异。本实施例的主图像捕获器包括图像捕获光学系统和图像传感器。本实施例的副图像捕获器包括两个图像捕获光学系统和这些图像捕获光学系统共用的图像传感器412。这两个图像捕获光学系统与实施例2的图像捕获光学系统211a和211b相同。在本实施例中,两个图像捕获光学系统被设置为使得线段Dh(即,通过将基线长度D投影到X轴上获得的线段)为51.5mm。

[0120] 图16B是设置在本实施例的副图像捕获器中的图像传感器412的前视图。在图16B中,通过在X方向上投影基线长度D获得的线段Dh由点划线指示。在图16A中,副图像捕获器的一个图像捕获光学系统的图像圆由ICa表示,光轴与图像传感器412之间的交点由OCa表示,并且图像读取区域由Ra表示。并且,副图像捕获器的另一个图像捕获光学系统的图像圆由ICb表示,光轴与图像传感器412之间的交点由OCb表示,并且图像读取区域由Rb表示。以这种方式,线段Dh与连接两个图像捕获光学系统的各光轴与图像传感器412的交点OCa和OCb的线之间的角度为 $\theta=30$ 度。设置在副图像捕获器的图像捕获光学系统中的棱镜P2a和P2b不以垂直布置而被设置,但是通过将交点OCa和OCb之间的线段投影在线段Dh上所获得的线段的长度比在水平布置中小,因此不易于受图像传感器的倾斜误差的影响。

[0121] 设置在主图像捕获器中的图像捕获光学系统的焦距为214mm,F数为5.6,图像传感器的尺寸为1/2.3型(即,对角长度为7.7mm),并且像素间距为 $1.34\mu\text{m}$ 。设置在副图像捕获器中的图像捕获光学系统中的每一个的焦距为18.2mm,图像传感器412的像素间距为 $1.34\mu\text{m}$,并且图像读取区域Ra和Rb中的每一个的对角长度为1.97mm。并且,主图像捕获器的图像捕

获光学系统的焦距的35mm等价焦距为1200mm,并且副图像捕获器中的图像捕获光学系统中的每一个的焦距的35mm等价焦距为400mm。当主图像捕获器和副图像捕获器的每个参数被代入条件表达式(9)中时,获得0.11的值,这满足条件表达式(9)。

[0122] 构成本实施例的副图像捕获器的图像捕获光学系统中的每一个包括至少两个反射部件,并且最接近物体的透镜具有负折光力。因此,可以实现满足条件表达式(8)的图像捕获装置。作为结果,能够实现深的场深和高的测距精度(物体距离的计算精度)两者。

[0123] 虽然在每个实施例中副图像捕获器的图像捕获光学系统包括透镜和反射部件,但是可以采用仅由反射部件构成的反射型成像光学系统。虽然在每个实施例中构成副图像捕获器的图像捕获光学系统中的每一个包括两个反射部件,但是它可以包括三个或更多个反射部件。

[0124] 以下,描述对应于实施例1(图像捕获光学系统111a和111b)的数值实施例1和对应于实施例2-4(图像捕获光学系统211a和211b)中的每一个的数值实施例2的具体数值数据。在每个数值实施例中,符号*i*表示从物体侧计数的表面的编号。棱镜单独地通过入射表面、反射表面和出射表面的三个面描述。符号 r_i 是第*i*光学表面(第*i*表面)的曲率半径。符号 d_i 是第*i*表面与第(*i*+1)表面之间的轴上距离。符号 n_{di} 和 v_{di} 分别是对*d*线的第*i*光学部件的材料的折射率和Abbe数。前侧主点位置和入射光瞳位置由以第一表面作为基准的坐标指示,并且后侧主点位置和出射光瞳位置由以最后表面作为基准的坐标指示。

[0125] 表1指示条件表达式(10)-(12)与每个数值实施例之间的关系。在每个条件表达式中,四个透镜的焦距从光轴上最接近物体的透镜依次分配给 f_1 、 f_2 、 f_3 和 f_4 。

[0126] (数值实施例1)

[0127] 单位mm

[0128] 表面数据

	表面号	r	d	nd	vd	有效直径
	1	-3.354	0.52	1.51633	64.1	3.20
	2	-6.622	1.25	1.63980	34.5	3.40
	3	-4.360				3.83
	4	∞	2.30	1.84666	23.8	3.88
	5	∞	2.30	1.84666	23.8	5.52
[0129]	6	∞	0.11			4.11
	7	57.114	0.15	1.68893	31.1	4.12
	8	5.133	1.12	1.60738	56.8	4.13
	9	-12.156	20.02			4.17
	10	∞	1.30	1.84666	23.8	2.15
	11	∞	1.30	1.84666	23.8	3.03
	12	∞				2.01
	图像平面	∞				
	焦距		18.20			
	F 数		5.76			
[0130]	场角		3.09			
	图像高度		0.98			
	总透镜长度		30.73			
[0131]	BF		0.22			
[0132]	d3		0.15			
[0133]	d12		0.15			
	入射光瞳位置		0.00			
	出射光瞳位置		27.70			
[0134]	前侧主点位置		-6.31			
	后侧主点位置		18.05			
[0135]	单个透镜数据					

	透镜	开始表面	焦距			
	1	1	-13.91			
[0136]	2	2	16.42			
	3	7	-8.20			
	4	8	6.09			
[0137]	(数值实施例2)					
[0138]	单位mm					
[0139]	表面数据					
	表面号	r	d	nd	vd	有效直径
	1 (光阑)	∞	2.20	1.84666	23.8	3.16
	2	∞	2.20	1.84666	23.8	4.51
[0140]	3	∞	1.03			3.41
	4	-5.627	0.50	1.53775	74.7	3.49
	5	-6.460	0.52	1.63980	34.5	3.65
	6	-6.435				3.80
	7	12.080	1.00	1.69895	30.1	3.92
	8	6.496	1.39	1.51633	64.1	3.85
	9	-18.681	16.66			3.85
[0141]	10	∞	1.20	1.84666	23.8	2.14
	11	∞	1.50	1.84666	23.8	3.02
	12	∞				1.99
	图像平面	∞				
	焦距		18.20			
	F 数		5.77			
[0142]	场角		3.09			
	图像高度		0.98			
	总透镜长度		29.00			
	BF		0.30			
[0143]	d6		0.50			
[0144]	d12		0.30			

	入射光瞳位置	0.00
[0145]	出射光瞳位置	27.02
	前侧主点位置	-6.08
	后侧主点位置	17.90

[0146] 单个透镜数据

	透镜	开始表面	焦距
	1	4	-102.70
[0147]	2	5	282.16
	3	7	-21.70
	4	8	9.51

[0148] [表1]

[0149]		数值实施例1	数值实施例2
	条件表达式 (10)	-0.8472	-0.3640
	条件表达式 (11)	-1.3456	-2.2811
	条件表达式 (12)	0.6296	0.1596

[0150] 根据每个实施例,能够提供能够在宽的距离范围上以高的精度和以高的速度聚焦的图像捕获装置和图像捕获单元。

[0151] 虽然已参照示例性实施例描述了本发明,但是要理解,本发明不限于公开的示例性实施例。以下的权利要求的范围要被赋予最宽的解释以便包含所有这样的修改以及等同的结构和功能。

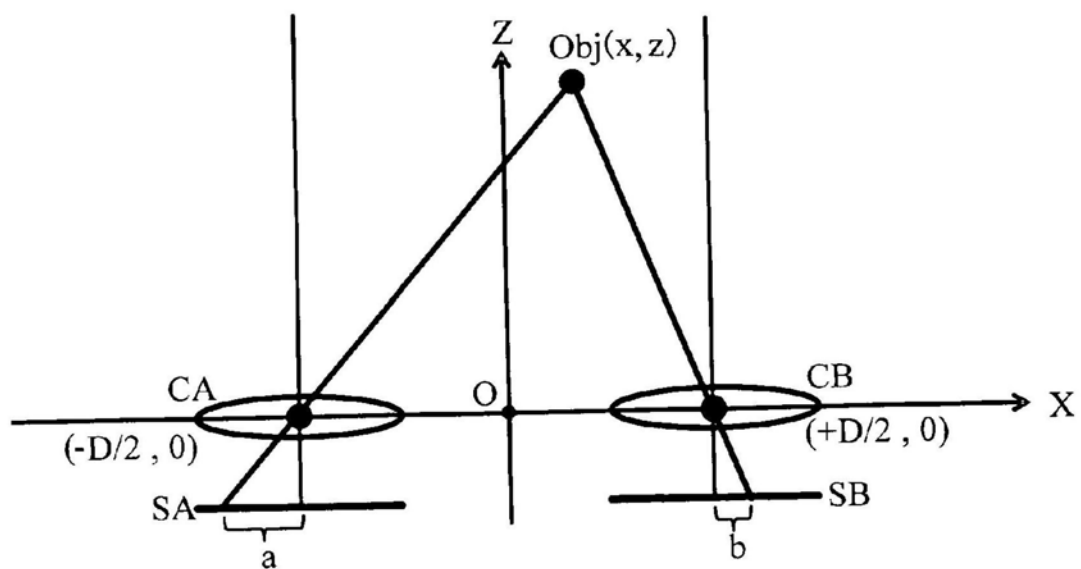


图1

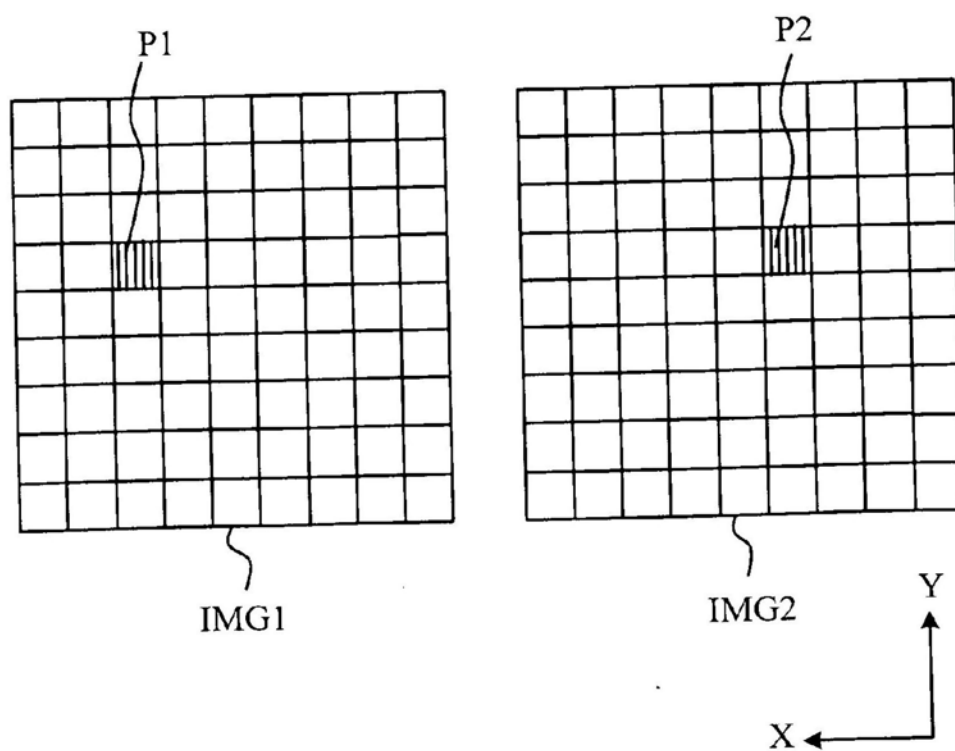


图2

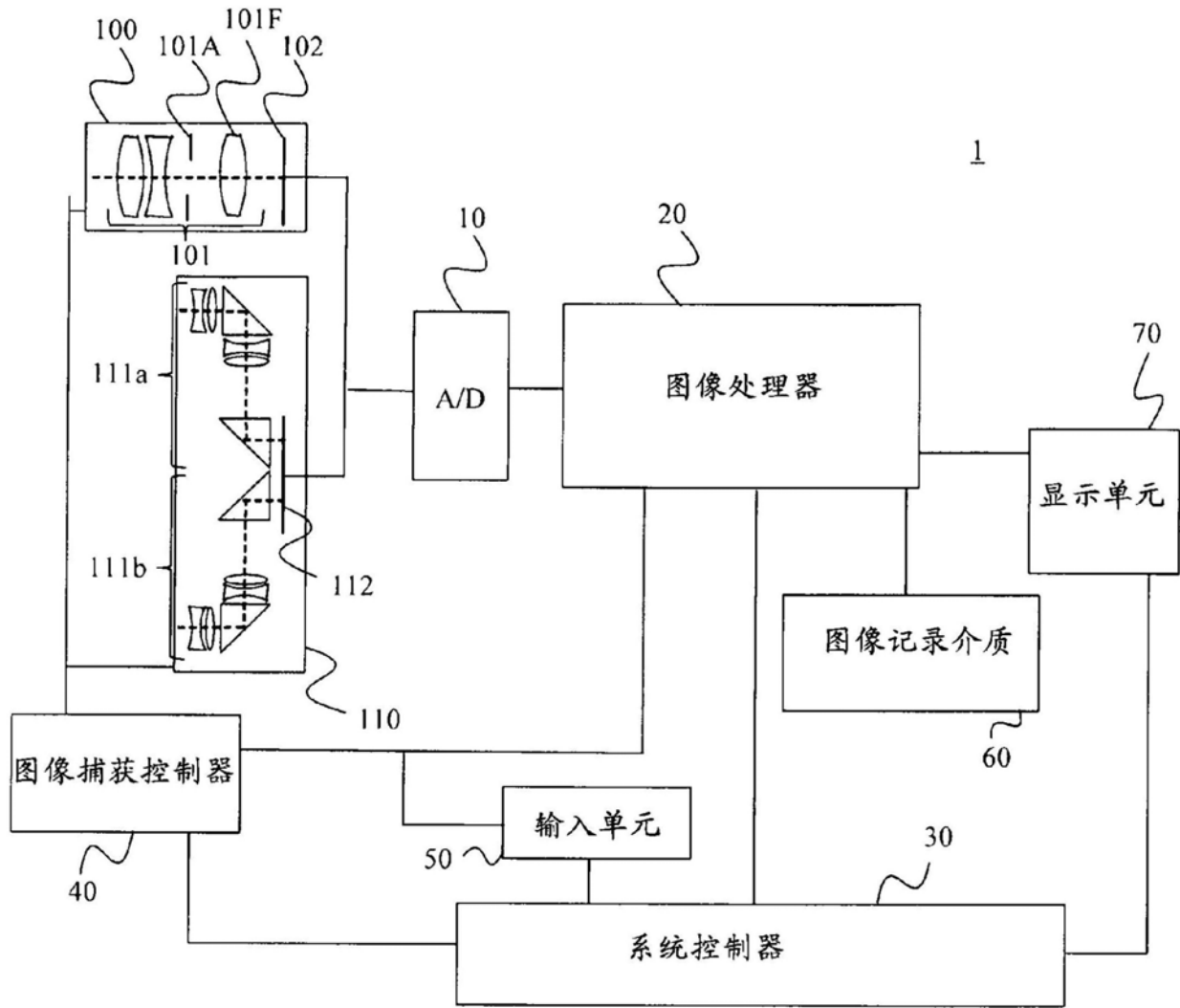


图3

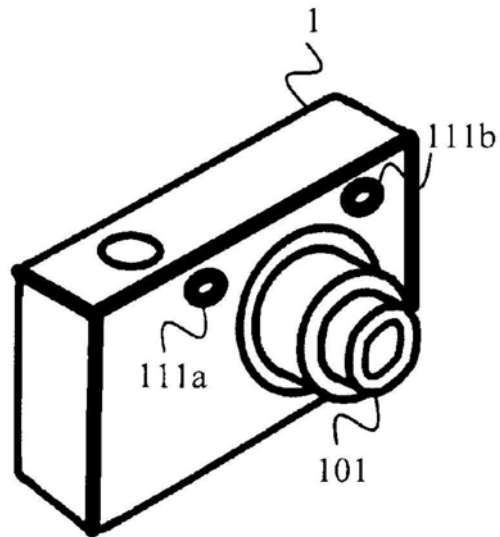


图4A

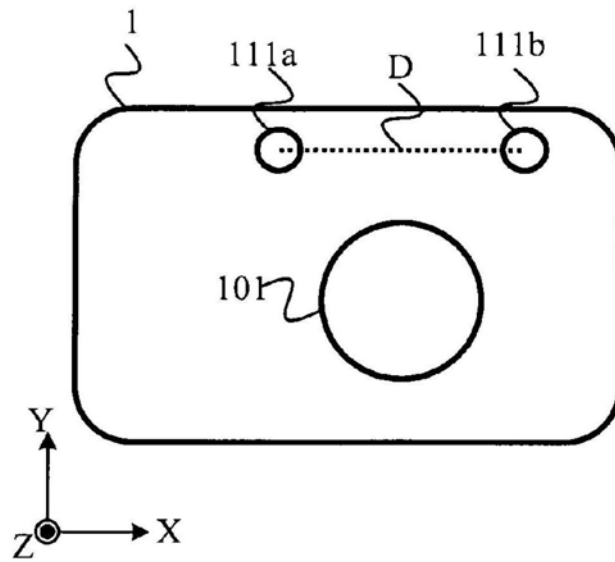


图4B

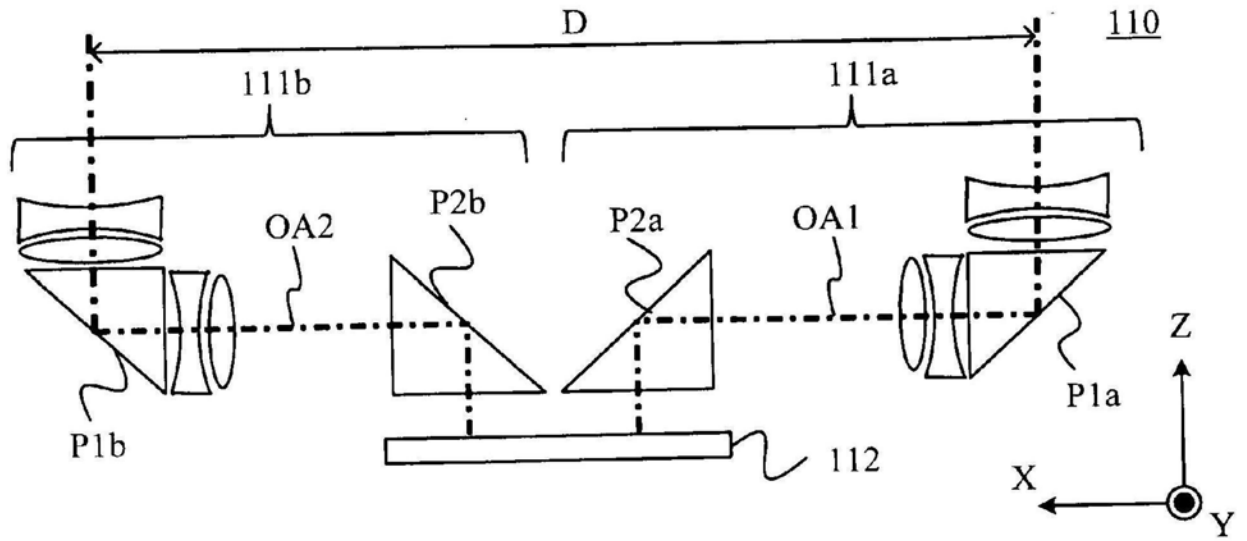


图5A

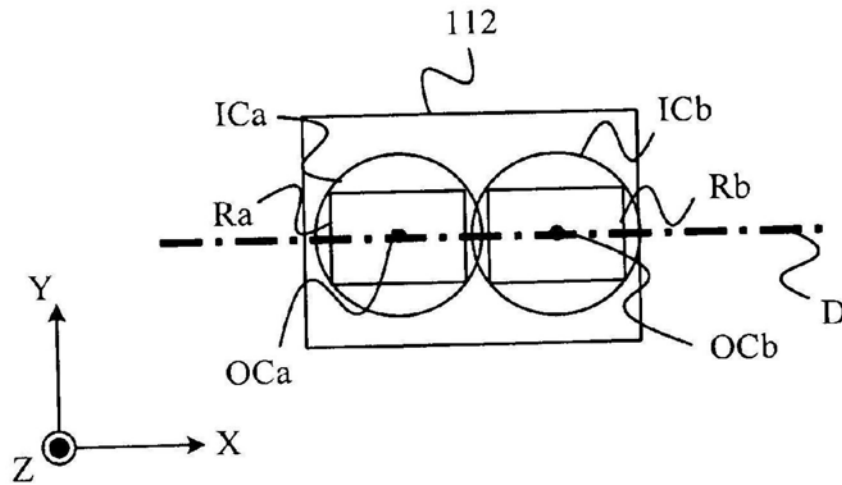


图5B

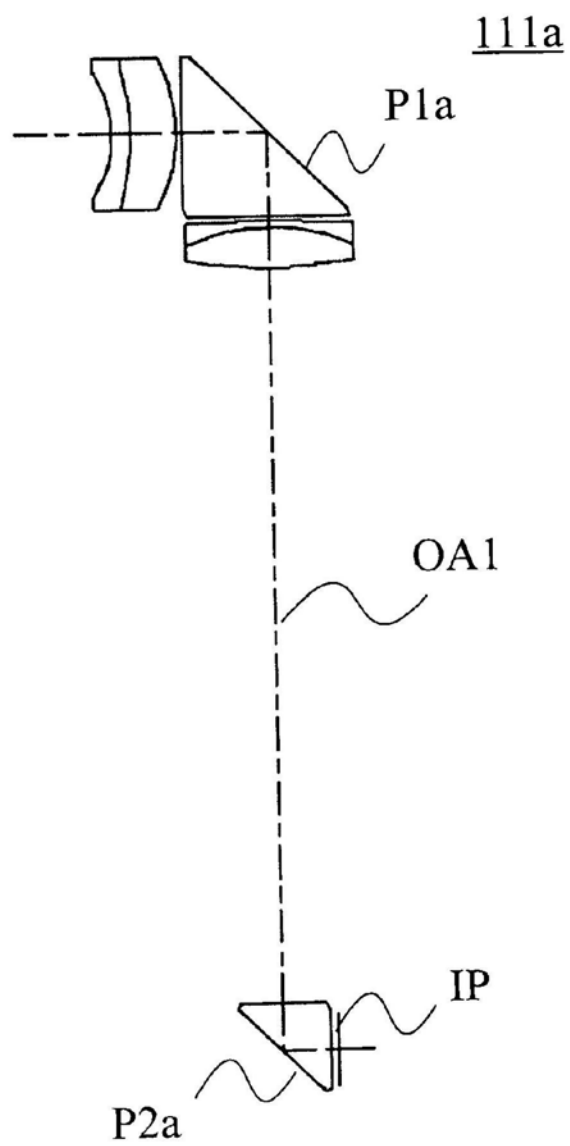


图6

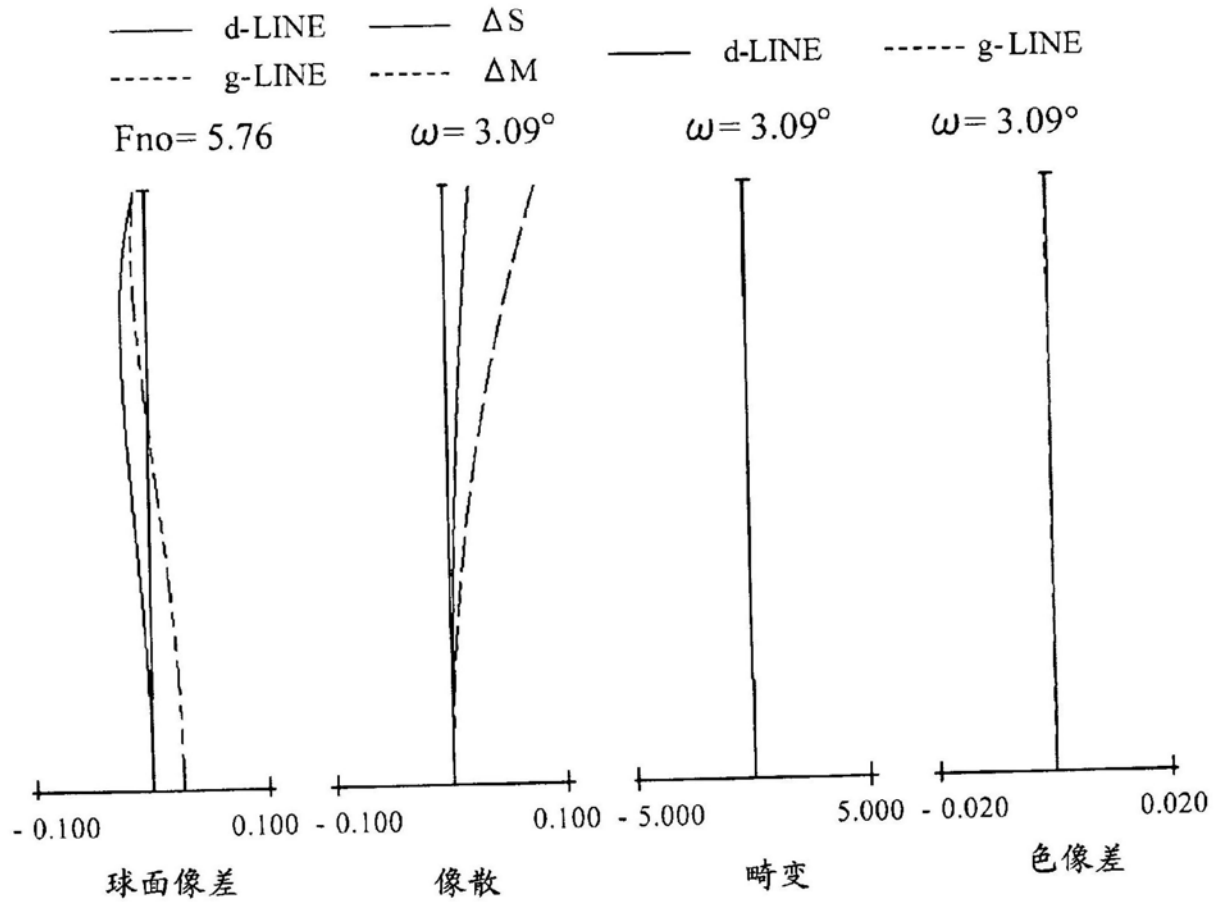


图7

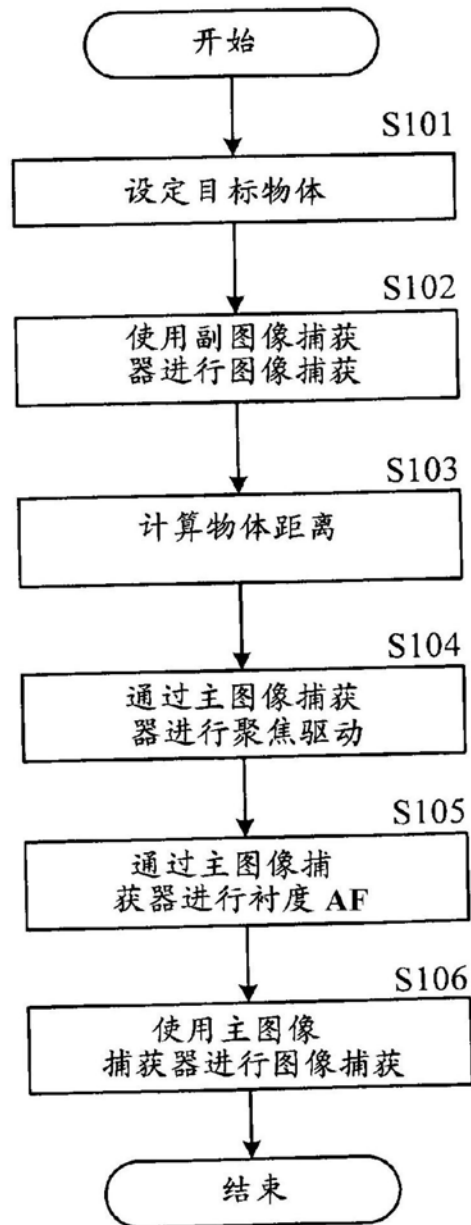


图8

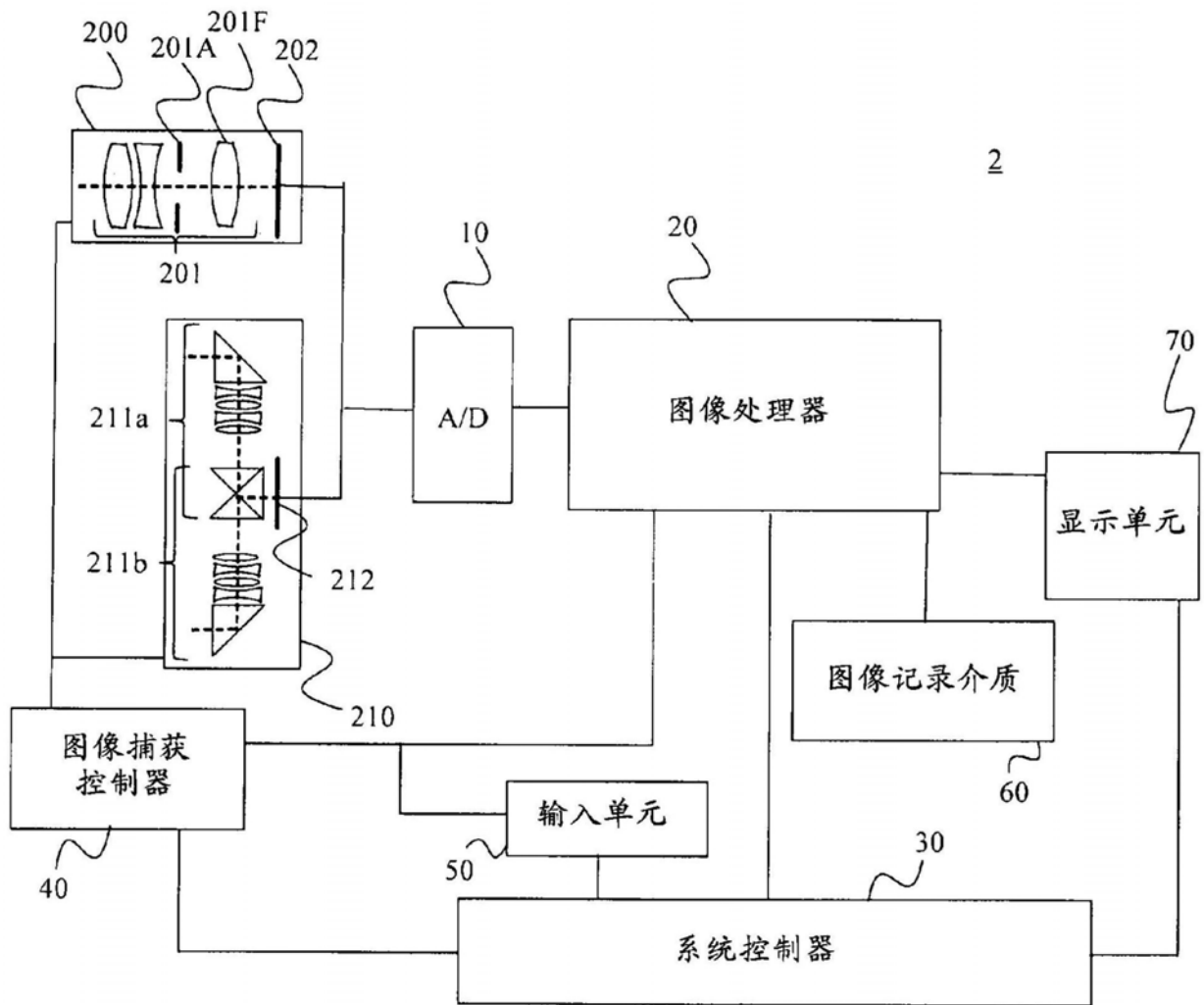


图9

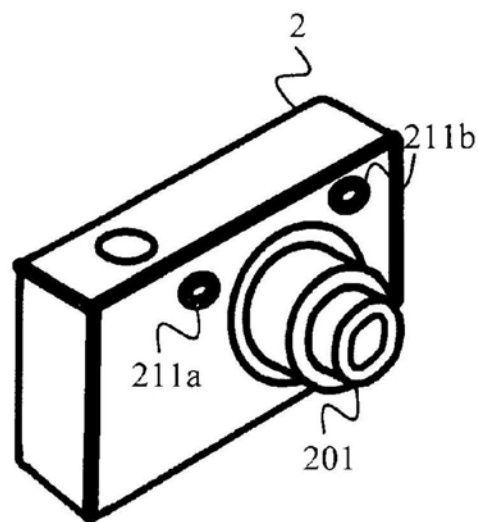


图10A

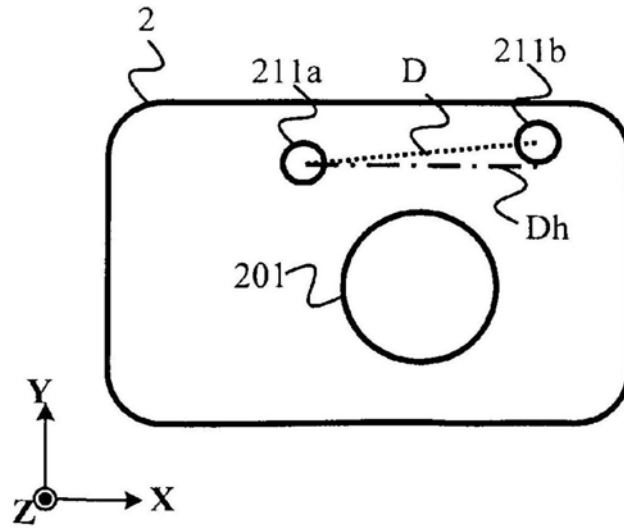


图10B

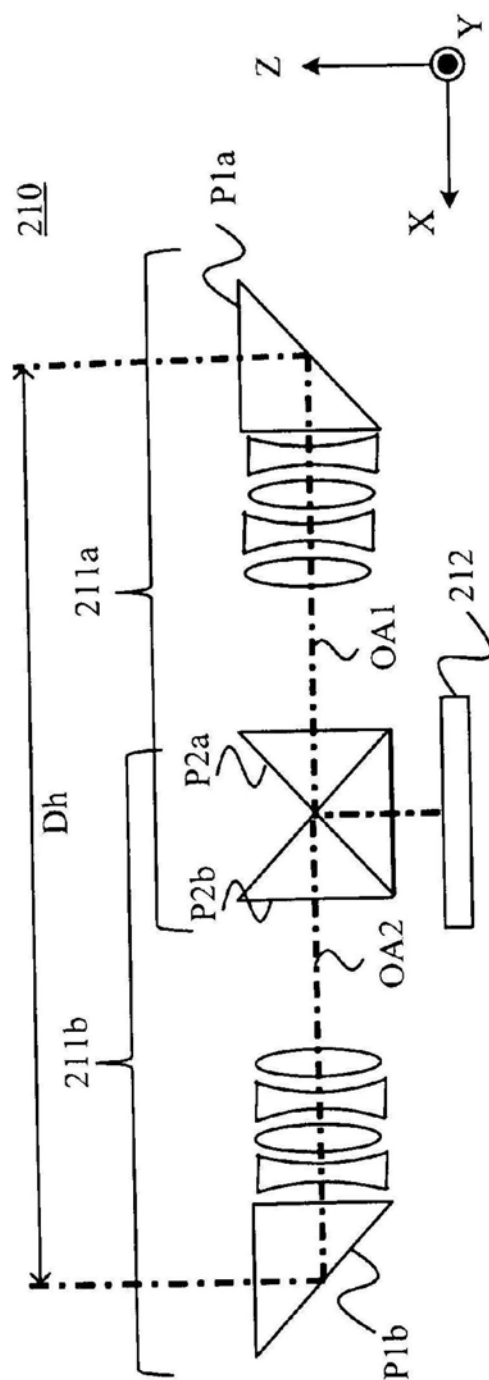


图11A

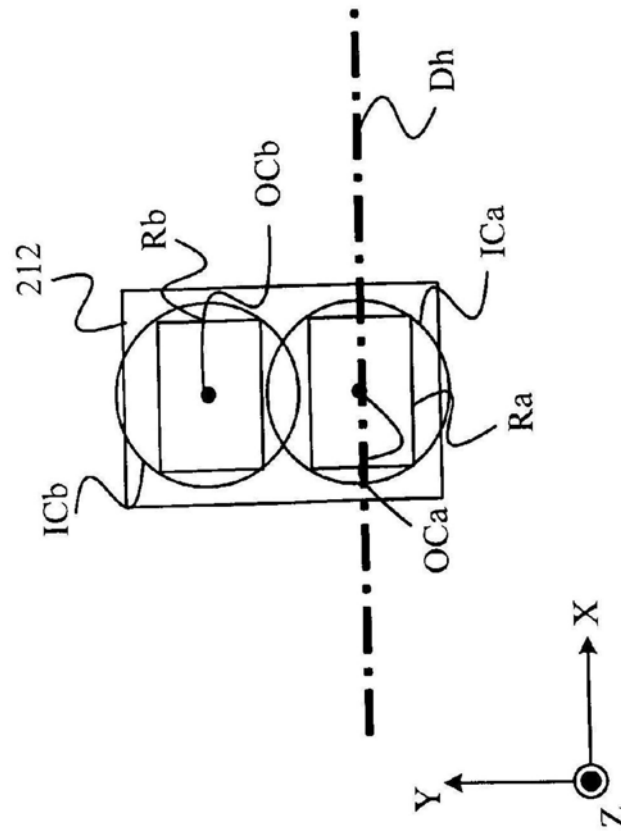


图11B

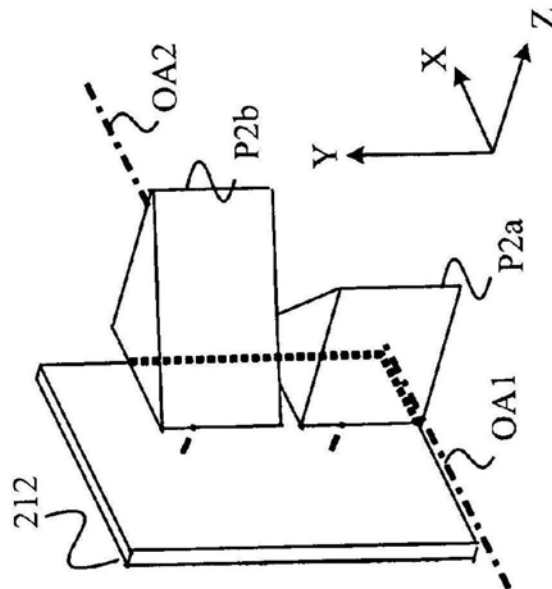


图11C

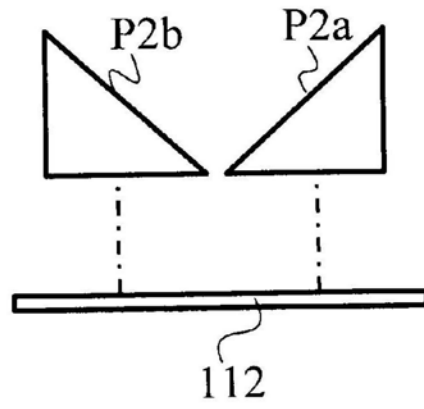


图12A

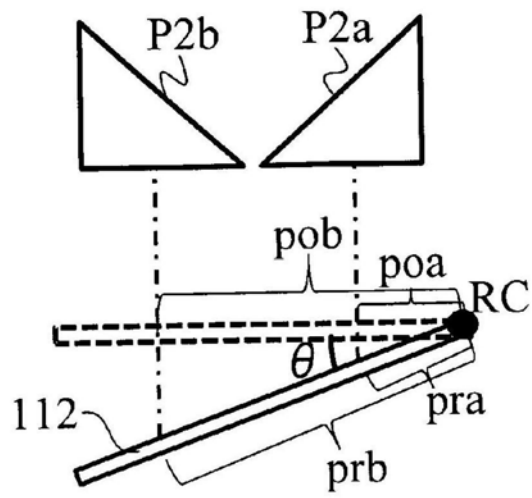


图12B

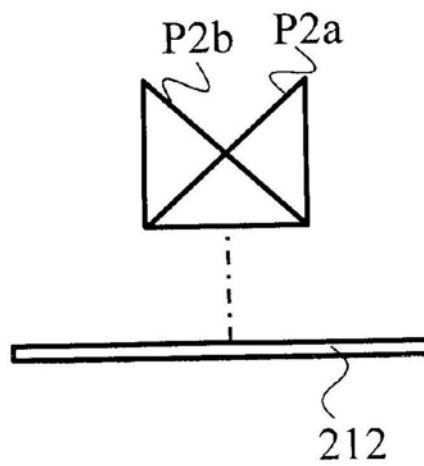


图12C

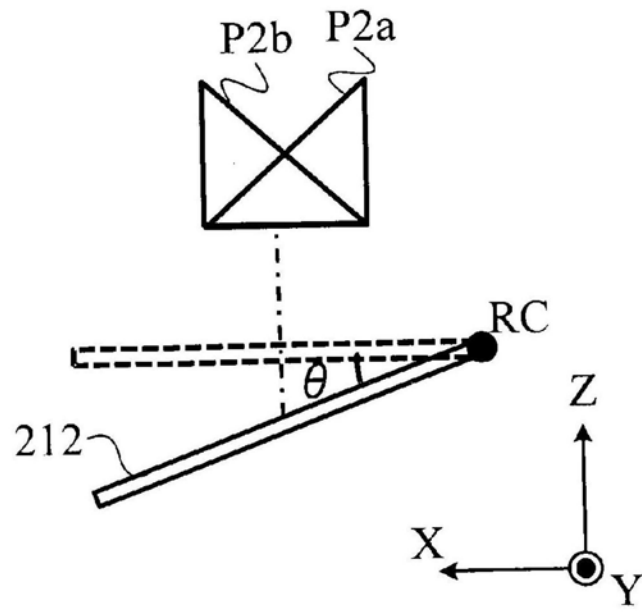


图12D

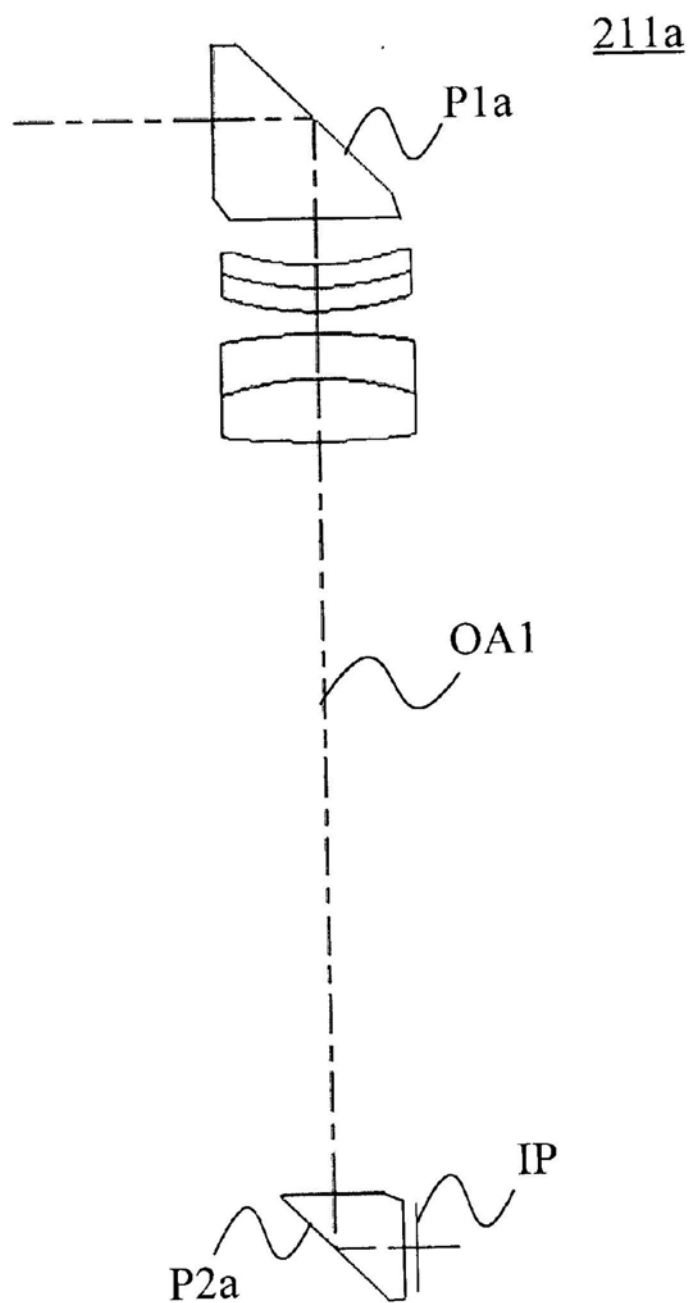


图13

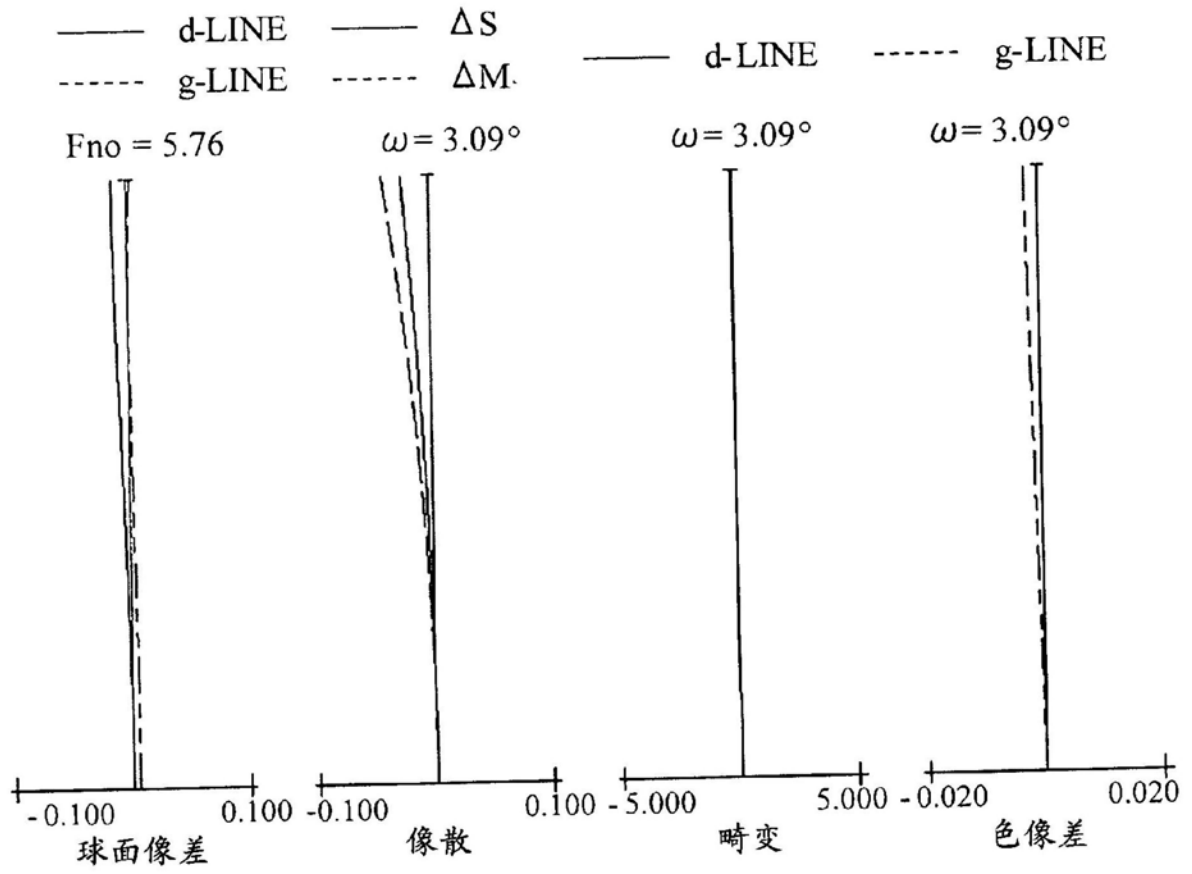


图14

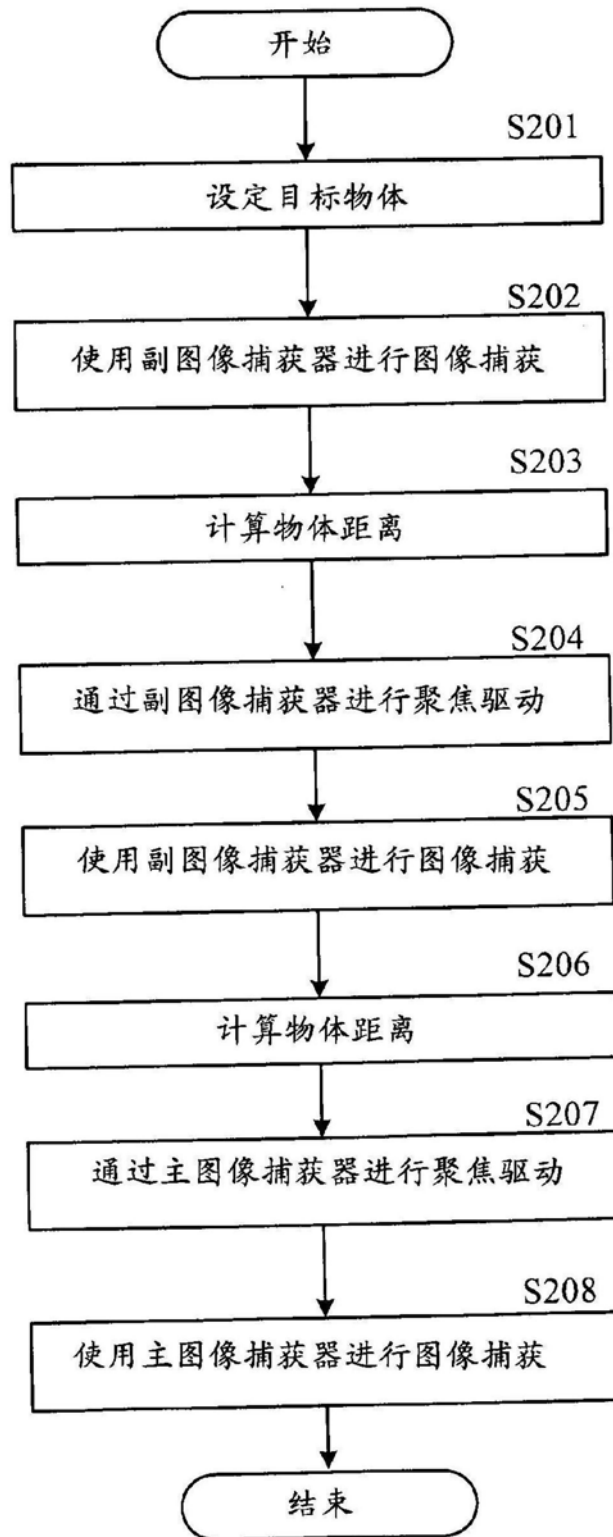


图15

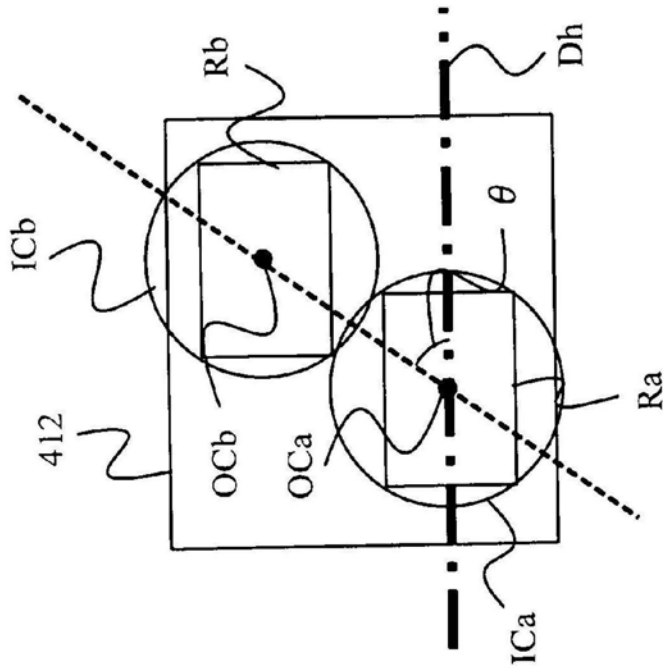


图 16A

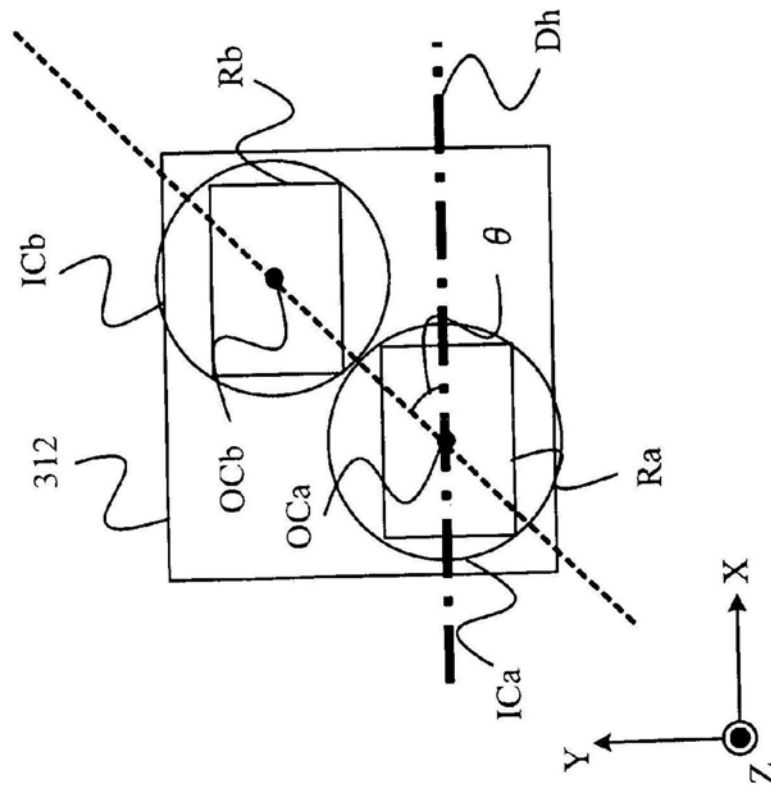


图 16B