



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107666562 A

(43)申请公布日 2018.02.06

(21)申请号 201710608718.2

(22)申请日 2017.07.25

(30)优先权数据

2016-148595 2016.07.28 JP

(71)申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 井田义明

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 宿小猛

(51)Int.Cl.

H04N 5/217(2011.01)

H04N 5/232(2006.01)

H04N 9/04(2006.01)

H04N 9/64(2006.01)

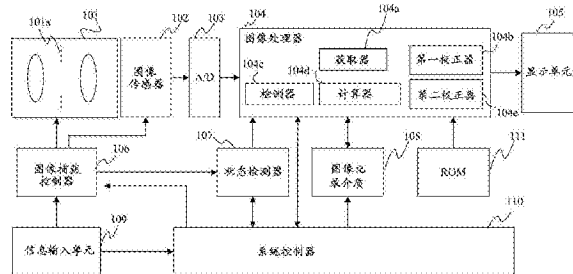
权利要求书2页 说明书10页 附图8页

(54)发明名称

图像处理装置、图像处理方法和存储介质

(57)摘要

提供了图像处理装置、图像处理方法和存储介质。一种图像处理装置包括：被配置为获取关于作为旋转对称成分和偏移成分中的一个的第一成分的第一成分信息的第一获取器，该第一成分信息在获取输入图像之前被获取并且被存储；被配置为通过对输入图像用第一成分信息执行校正处理而生成第一校正图像的第一校正器；被配置为检测第一校正图像中的颜色偏移量并且基于颜色偏移量获取关于作为旋转对称成分和偏移成分中的另一个的第二成分的第二成分信息的第二获取器；和被配置为对第一校正图像用第二成分信息执行校正处理或者对输入图像用第一成分信息和第二成分信息执行校正处理的第一校正器。



1. 一种图像处理装置,被配置为对通过使用光学系统进行的图像捕获而生成的输入图像执行图像处理以用于校正包含旋转对称成分和偏移成分的横向色差,其特征在于,所述图像处理装置包括:

第一获取器,被配置为获取关于作为旋转对称成分和偏移成分中的一个的第一成分的第一成分信息,第一成分信息在获取输入图像之前被获取并且被存储;

第一校正器,被配置为通过对输入图像用第一成分信息执行校正处理而生成第一校正图像;

第二获取器,被配置为检测第一校正图像中的颜色偏移量并且基于颜色偏移量获取关于作为旋转对称成分和偏移成分中的另一个的第二成分的第二成分信息;和

第二校正器,被配置为对第一校正图像用第二成分信息执行校正处理或者对输入图像用第一成分信息和第二成分信息执行校正处理。

2. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其特征在于,所述第一成分是旋转对称成分,并且所述第二成分是偏移成分。

3. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其特征在于,所述第一成分是偏移成分,并且所述第二成分是旋转对称成分。

4. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其特征在于,

所述第一获取器进一步获取关于在获取输入图像之前获取和存储的第二成分的第三成分信息,以及

所述第一校正器用第一成分信息和第三成分信息执行校正处理。

5. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其特征在于,

所述第二获取器进一步基于颜色偏移量获取关于第一成分的第四成分信息,以及所述第二校正器用第二成分信息和第四成分信息执行校正处理。

6. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其特征在于,所述第二获取器检测第一校正图像中的边缘,并且检测作为包括该边缘的区域的边缘部分中的一个颜色面对于另一颜色面的偏移量作为颜色偏移量。

7. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其特征在于,所述第一成分信息是在制造或调整光学系统时获取和存储的信息。

8. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其特征在于,

所述光学系统被包括在能够更换到图像捕获装置的透镜装置中,以及

所述第一获取器从透镜装置获取第一成分信息。

9. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其特征在于,所述第一获取器从输入图像的头信息获取第一成分信息。

10. 一种图像捕获装置,包括:

图像传感器,被配置为捕获由光学系统形成的被照体图像,

其特征在于,所述图像捕获装置包括根据权利要求1至9中的任一项所述的图像处理装置。

11. 一种透镜装置,包括光学系统并且能够更换到图像捕获装置,

其中,该图像捕获装置包括:

图像传感器,被配置为捕获由光学系统形成的被照体图像;和

根据权利要求1至9中的任一项所述的图像处理装置，
其特征在于，所述透镜装置向所述图像捕获装置供应第一成分信息。

12. 一种图像处理方法，被配置为对通过使用光学系统进行的图像捕获而生成的输入图像执行图像处理以用于校正包含旋转对称成分和偏移成分的横向色差，

其特征在于，所述图像处理方法包括以下步骤：

获取关于作为旋转对称成分和偏移成分中的一个的第一成分的第一成分信息，第一成分信息在获取输入图像之前被获取并且被存储；

通过对输入图像用第一成分信息执行校正处理而生成第一校正图像；

检测第一校正图像中的颜色偏移量并且基于颜色偏移量获取关于作为旋转对称成分和偏移成分中的另一个的第二成分的第二成分信息；和

对第一校正图像用第二成分信息执行校正处理或者对输入图像用第一成分信息和第二成分信息执行校正处理。

13. 一种存储图像处理程序的非暂时性计算机可读存储介质，该图像处理程序使得计算机能够执行被配置为对通过使用光学系统进行的图像捕获而生成的输入图像执行图像处理以用于校正包含旋转对称成分和偏移成分的横向色差的图像处理方法，

其特征在于，所述图像处理方法包括以下步骤：

获取关于作为旋转对称成分和偏移成分中的一个的第一成分的第一成分信息，第一成分信息在获取输入图像之前被获取并且被存储；

通过对输入图像用第一成分信息执行校正处理而生成第一校正图像；

检测第一校正图像中的颜色偏移量并且基于颜色偏移量获取关于作为旋转对称成分和偏移成分中的另一个的第二成分的第二成分信息；和

对第一校正图像用第二成分信息执行校正处理或者对输入图像用第一成分信息和第二成分信息执行校正处理。

图像处理装置、图像处理方法和存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及被配置为在捕获的图像中校正成像光学系统的横向色差(或倍率的色差)的图像处理技术。

背景技术

[0002] 被配置为在诸如数字照相机的图像捕获装置中形成被照体(object)图像的光学系统的各种像差使捕获图像的质量劣化。各种像差之中的横向色差使捕获图像中的一种或更多种颜色偏移。在以下的描述中,色差导致对每个颜色的成像位置的偏移(颜色偏移),并且,与由成像性能导致的模糊不同,由对每个像素的被照体图像的平行移动表达。日本专利公开No.2012-23532公开了用于在捕获图像中检测横向色差校正并且用于通过图像处理校正它的方法。更具体地,该方法检测从图像中心的径向(radial direction)(或图像高度或点方向)上的横向色差并且校正它。

[0003] 因为用于成像装置的图像传感器包括更多的像素并且单位像素尺寸(size)减小,所以,尽管横向色差在常规上还没有造成实质性的问题,但是该横向色差影响图像质量。例如,当由光学系统的制造误差导致的横向色差的改变不被校正时,图像质量下降。日本专利No.5505135公开了在包含制造误差的光学系统中生成的横向色差之中、通过计算相对于图像中心的旋转对称成分的校正量以及对其中颜色偏移量的量和方向在整个图像中均一(uniform)的偏移成分的校正量来校正由制造误差导致的横向色差的方法。

[0004] 光学系统的制造误差包含透镜(透镜元件和透镜单元)相对于光学系统中的光轴的偏心和倾斜、与透镜光轴方向平行的位置偏移和由透镜元件的形状和折射率导致的焦距偏移等。每个颜色的被照体图像主要由透镜的偏心和倾斜而偏移,并且,每个颜色的被照体图像的倍率主要通过与光轴方向平行的位置偏移和透镜的焦距偏移而偏移。在日本专利公开No.2012-23532中公开的方法为了校正而使图像高度方向上的倍率变化,并且不能校正由透镜的偏心和倾斜导致的每个颜色的被照体图像的横向偏移。

[0005] 在日本专利No.5505135中公开的方法考虑在整个图像中均一出现的横向色差的成分,并且可以校正每个颜色的被照体图像的偏移。

[0006] 但是,该方法基于包含基于设计值和制造误差的色彩倍率偏移(chromatic magnification shift)的捕获图像来检测偏移成分。该方法不能检测:在捕获图像中不包含仅出现偏移成分的弧矢(sagittal)方向边缘。“弧矢方向边缘”是亮度沿弧矢方向改变的边缘,并且与亮度在径向上改变的子午(meridional)方向边缘正交。另外,该方法可以在检测弧矢方向边缘时检测偏斜(incline)到期望角度的边缘,因而检测作为旋转对称成分包含于倍率偏移成分中的颜色偏移,并且导致检测误差。

发明内容

[0007] 本发明提供可以精确并且稳健地校正由光学系统的制造误差导致的横向色差的图像处理装置、图像处理方法等。

[0008] 根据本发明的一个方面的一种图像处理装置被配置为对通过使用光学系统进行的图像捕获而生成的输入图像执行图像处理以用于校正包含旋转对称成分和偏移成分的横向色差。该图像处理装置包括：被配置为获取关于作为旋转对称成分和偏移成分中的一个的第一成分的第一成分信息的第一获取器，第一成分信息是在获取输入图像之前被获取并且被存储的；被配置为通过对输入图像用第一成分信息执行校正处理而生成第一校正图像的第一校正器；被配置为检测第一校正图像中的颜色偏移量并且基于颜色偏移量获取关于作为旋转对称成分和偏移成分中的另一个的第二成分的第二成分信息的第二获取器；和被配置为对第一校正图像用第二成分信息执行校正处理或者对输入图像用第一成分信息和第二成分信息执行校正处理的第二校正器。

[0009] 从以下参照附图对示例性实施例的描述，本发明的另外特征将变得清楚。

附图说明

[0010] 图1A~图1E是根据本发明的一个实施例的用于解释由制造误差导致的横向色差的示意图。

[0011] 图2A~图2D是根据本实施例的用于解释边缘部分中的颜色偏移的示意图。

[0012] 图3是根据本发明的第一实施例的图像处理装置的构造的框图。

[0013] 图4是根据第一实施例的检测器的构造的框图。

[0014] 图5是根据第一实施例的图像处理的流程图。

[0015] 图6是根据本发明的第二实施例的图像处理的流程图。

[0016] 图7是根据本发明的第三实施例的图像处理的流程图。

具体实施方式

[0017] 将参照附图给出根据本发明的实施例的描述。

[0018] 首先，在描述特定实施例之前，将给出由图像捕获光学系统(下文中简称为“光学系统”)的制造误差导致的横向色差的生成机制的描述。如上所述，光学系统的制造误差包含透镜(透镜元件和透镜单元)相对于光学系统中的光轴的偏心和倾斜、与透镜光轴方向平行的位置偏移和由透镜元件的形状和折射率导致的焦距偏移等。

[0019] 在关于光轴旋转对称的光学系统中，横向色差是旋转对称的。当透镜偏心或倾斜时，出现偏心的光学系统所特有的旋转非对称横向色差。当透镜单元部分地偏心或倾斜时，由光学系统形成的像面(image plane)在与光轴正交的方向上基于物体面偏移。此时，因为偏移量由于偏心透镜单元的色散(dispersion)而对于每个波长改变，所以，每个颜色在整个像面(成像面)上以均一的量和均一的方向偏移。

[0020] 当生成与透镜的光轴方向平行的位置偏移和由于透镜元件的形状和折射率导致的焦距偏移时，被照体图像的倍率和旋转对称像差成分改变。此时，由于导致偏移的透镜单元的色散，变化量对于每个波长改变，因而，位置对于每个颜色旋转对称地偏移。在实际的光学系统中，在多个透镜中的每个中出现颜色偏移，并因此出现具有复杂图案的横向色差。图1A和图1B示出示例性的横向色差图案。图1A示出当对被设计为关于光轴旋转对称的光学系统提供制造误差时的横向色差的示例性图案。图1A中的箭头所示出的每个矢量代表矢量的开始位置处的横向色差的量和方向。当RGB图像作为通过图像捕获而捕获的图像被生成

时,在RG之间以及在BG之间显现不同的图案。本来,在旋转对称光学系统中,光轴中心与成像面中心一致,并且,围绕它作为对称中心出现横向色差图案。但是,在图1A中,横向色差在成像面的范围上具有不对称图案。

[0021] 图1B示出基于设计值上的横向色差成分校正图1A中所示的横向色差图案之后的横向色差图案。在设计值上的横向色差成分被校正之后,与校正前图案类似,横向色差仍在整个成像面上具有不对称的图案。这种残留与由制造误差导致的横向色差成分对应。在不考虑制造误差的常规的横向色差中,如图1B所示,出现校正残留,因而捕获图像劣化。

[0022] 设计值上的横向色差成分被校正之后的横向色差图案可以被近似为图1C中所示的旋转对称成分与在整个成像面中具有图1D中所示的均一颜色偏移矢量的偏移成分的和(sum)。例如,当对于制造误差只考虑透镜偏心和倾斜时,图1D中所示的偏移成分可以被校正,但是图1C中所示的旋转对称成分在校正之后被留下。因而,包含制造误差的实际的光学系统的横向色差可以被近似为旋转对称成分和在捕获图像中均一的偏移成分的和。旋转对称成分在设计值上的成分和由制造误差导致的成分的和。当基于以上成分做出校正时,如图1E中所示,由制造误差导致的横向色差可以被校正。除了包含制造误差的透镜之外,在具有透镜元件的偏心和倾斜的防振或图像稳定光学系统和倾斜偏移透镜中,类似的横向色差也可以被校正。

[0023] 接下来是用于检测横向色差的算法。现在将给出用于获取作为输入图像中的两个颜色成分(颜色面)的G面与R面之间的横向色差量(颜色偏移量)的方法的描述,其中输入图像作为捕获图像,但该方法类似地适用于其它颜色面之间的横向色差量的获取。首先,已知的方法生成用于输入图像200中的G面和R面的颜色面图像数据,并且基于每个生成的颜色面图像来检测边缘。例如,可以通过搜索连续像素中的像素值单调增加或降低的、相邻像素之间的差(增加或降低值)等于或高于预定值的区域来检测边缘。

[0024] 接下来,通过搜索在颜色面图像数据之间提供最大相关性的位置,在作为包含检测的边缘及其周围区域的区域的边缘部分中获得颜色偏移量。例如,通过相对于G面图像数据的位置移动R面图像数据的位置,可以计算减小两个颜色面图像数据之间的亮度值的差的绝对值或平方和的移动量,并且计算的移动量可以被设定为颜色偏移量。因为颜色偏移不是在与边缘部分中的边缘平行的方向上从输入图像检测的,所以,可以仅在一个方向上或在与边缘正交的方向上获得颜色偏移量。

[0025] 在边缘部分以外(outside)的区域中,颜色偏移量可以被二维搜索,但是,处理负担变得比一维搜索重。由光学系统中的横向色差导致的颜色偏移在图像数据中的边缘中显著出现,并且可以在边缘部分中被检测。

[0026] 当如在日本专利公开No. 2012-23532中公开的方法那样已知颜色偏移方向时,可以通过在与颜色偏移方向正交的边缘中检测沿与颜色偏移方向平行的方向的颜色偏移量而容易地获得颜色偏移量。

[0027] 当横向色差可以被表达为旋转对称成分与偏移成分的和时,在输入图像上的每个位置处颜色偏移方向是未知的。将参照图2A至图2D描述这种情况下的问题。为了检测偏移成分,如在日本专利No. 5505135中公开的那样,可以在垂直边缘中检测颜色偏移量,在该垂直边缘中,在从图2A中所示的输入图像200中的图像中心的垂直方向上定位的区域201中,亮度在水平方向上改变。该边缘与出现旋转对称成分的子午方向或径向平行,因而旋转对

称成分不导致颜色偏移。因此,只有偏移成分的水平成分可以被检测。出于图2B中所示的原因,不能在一般的边缘部分中检测颜色偏移成分。

[0028] 图2B放大了包括高亮度部分203和低亮度部分204的边缘部分。由于横向色差的影响,出现R面与G面之间的颜色偏移205。即使当在图2B中的箭头方向中的任一个上出现横向色差时,边缘部分也提供类似的图像。因此,当颜色偏移方向未知时,颜色偏移方向不能被识别。

[0029] 现在再次考虑偏移成分中的水平成分的检测。如上所述,通过检测像素值在水平方向上单调增加或降低并且相邻像素值之间的差等于或高于预定值的区域来检测垂直边缘。在这种情况下,如图2C中所示,因为像素值在水平方向上单调改变,所以可以检测稍微向垂直方向偏斜的边缘。即使当光学系统的制造误差太小以至于偏移成分可以被忽略时,也可能由于旋转对称成分出现真(true)的横向色差206。因为该边缘被检测为垂直边缘,所以通过检测水平成分检测的横向色差207被视为真值。换言之,即使当实际上不存在水平方向上的颜色偏移成分时,也在水平方向上错误地检测到颜色偏移。

[0030] 类似地,考虑用图2A中所示的区域202中的垂直边缘检测颜色偏移成分中的水平成分。必须检测旋转对称成分208和偏移成分209的水平成分的和。因而,一旦偏移成分209的水平成分被预先获得,就可以获取旋转对称成分。但是,实际检测的横向色差207受到偏移成分209的垂直成分影响。

[0031] 因而,当横向色差的偏移方向未知时,因为边缘斜坡从期望的角度偏移,所以出现检测误差。由于除了旋转对称成分之外还有偏移成分,而不是仅仅由于制造误差,因此,颜色偏移方向是未知的。对于在图像稳定光学系统和倾斜偏移透镜中出现的横向色差也是如此。因为检测误差的大小(magnitude)与边缘斜坡的正切成比例,因而,当斜坡较小时,检测误差较小,但是,如上所述,这对于色差的精确校正是问题。除了由制造误差导致的成分之外,旋转对称成分还包含设计值的成分,并且可能变得更大。当在检测由制造误差导致的相比而言较小的偏移成分时混入相比而言较大的旋转对称成分时,即使当边缘斜坡小时,偏移成分的检测也变得更不可靠。

[0032] 如上所述,根据本发明的实施例对通过使用光学系统的图像捕获生成的输入图像执行用于校正由旋转对称成分和偏移成分导致的横向色差的图像处理。旋转对称成分和偏移成分中的一个将被称为第一成分,并且旋转对称成分和偏移成分中的另一个将被称为第二成分。然后,本实施例获得在获得输入图像之前获得和存储的关于第一成分的第一成分信息,并且通过使用第一成分信息获得关于第二成分的第二成分信息。每个成分信息包含每个成分的量 and 方向。通过对输入图像使用第一成分信息进行第一校正处理来生成第一校正图像,检测第一校正图像中的颜色偏移量,并且基于颜色偏移量获得关于第二成分的第二成分信息。而且,通过对第一校正图像使用第二成分信息进行第二校正处理或者通过对输入图像使用第一和第二成分信息进行第二校正处理来生成第二校正图像。

[0033] 当基于旋转对称成分和偏移成分校正横向色差时,包含由制造误差导致的成分的横向色差可以被校正。另外,与图像稳定光学系统和倾斜偏移透镜对应的横向色差可以被校正。但是,在基于输入图像检测可以通过包含旋转对称成分和偏移成分模型近似的横向色差时,出现以上检测误差问题。

[0034] 从而,本实施例检测在获得输入图像之前通过使用第一成分信息校正输入图像获

得的、预先获得和存储的第一校正图像中的颜色偏移量,并且基于颜色偏移量获得第二成分信息。由此,本实施例可以稳健地检测在第一校正图像中留下的横向色差成分(第二成分)。然后,本实施例使用关于第二成分的第二成分信息以及第一成分信息执行以上第二校正处理,并且可以精确地校正包含由制造误差导致的成分的横向色差。这里,“预先获得”意味着例如在用于获得输入图像的光学系统的制造处理中获得和存储。

[0035] 第一成分可以是旋转对称成分,并且第二成分可以是偏移成分。当对获得的预先存储为第一成分信息的、关于旋转对称成分的信息执行第一校正处理时,在第一校正图像中检测的颜色偏移量可仅由偏移成分近似。在这种情况下,在图像稳定光学系统和倾斜偏移透镜中发现由光学元件的偏移方向导致的偏移成分的方向。因而,可以精确地检测颜色偏移量并且可以基于颜色偏移量精确地获得偏移成分。在包含制造误差的光学系统中偏移成分方向是未知的,但是,因为不存在旋转对称成分,所以由边缘的斜坡导致的检测误差可以减小。另外,当不存在旋转对称成分时,可以在没有弧矢方向边缘的情况下检测偏移成分,并且可以不必在边缘部分中检测颜色偏移量。因而,即使当在第一校正图像中不存在弧矢方向边缘时,也可以校正包含旋转对称成分和偏移成分的横向色差。在包含制造误差的光学系统中,第一成分不包含由制造误差导致的成分,并且可以包含设计值上的成分。虽然在这种情况下第一校正图像具有旋转对称成分的残留,但是旋转对称成分的大部分可以被校正,并且由边缘斜坡导致的检测误差可以减小。

[0036] 第一成分可以是偏移成分并且第二成分可以是旋转对称成分。可以凭借通过第一校正处理校正偏移成分来获得第一校正图像,并且可以对在第一校正图像中检测的颜色偏移量进行近似。在这种情况下,仅在径向上出现颜色偏移,因而与常规的旋转对称光学系统类似,可以精确地检测颜色偏移量,并且可以基于颜色偏移量精确地获得旋转对称成分。当存在偏移成分时,颜色偏移量在具有相同的图像高度且处于不同的图像位置的两个不同的点处在径向上被检测并且由此两个点处的旋转对称成分和相同的偏移成分可以彼此分开。另一方面,当偏移成分已被校正时,如果在每个图像高度处的一个点处存在边缘,则可以获得旋转对称成分。因而不必从第一校正图像中的中心搜索使得能够在多个方位角中校正颜色偏移量的边缘。

[0037] 可以获得在获得输入图像之前获得和存储的第一成分信息和与第二成分相关的第三成分(例如,它们的和),并且可以使用第一成分信息和第三成分信息执行第一校正处理。换言之,第一校正处理可以使用关于第一成分的信息和关于第二成分的信息。例如,可以用由制造误差导致的旋转对称成分和偏移成分的信息执行第一校正处理,或者可以用设计值上的旋转对称成分和由制造误差导致的偏移成分的信息执行第一校正处理。

[0038] 而且,可以基于在第一校正图像中检测的颜色偏移量获得关于第一成分的第四成分信息和第二成分信息区域(例如,作为它们的和),并且可以使用第二成分信息和第四成分信息执行第二校正处理。由此,即使当第一校正图像包含偏移成分和旋转对称成分两者时,第二校正处理也可以校正它们。因为检测具有以上问题,所以,必须在第一校正图像中校正颜色偏移量中的大部分。例如,一旦在第一校正图像中校正设计值上的旋转对称成分,就可以以减小的检测误差来检测由制造误差导致的旋转对称成分和偏移成分。另外,一旦在第一校正误差中校正预先存储的设计值上的旋转对称成分和由制造误差导致的旋转对称成分和偏移成分,就可以校正由于环境光的光源颜色、或随时间的劣化而在第一校正图

像中留下的横向色差等。

[0039] 可以通过检测第一校正图像中的边缘并且通过检测作为包含检测边缘的区域的边缘部分中的一个颜色面对于另一颜色面的偏移量作为颜色偏移量来检测第一校正图像中的颜色偏移量。因为在边缘部分中显著出现横向色差,所以颜色偏移量的检测精度在边缘部分中高。另外,一维搜索对于检测来说是足够的,因而该构造提供快速处理。当以上构造检测颜色偏移量时,可以避免或减小检测误差。

[0040] 因为由制造误差导致的偏移成分和旋转对称成分对于每个单独光学系统是不同的,所以如上所述,可以在光学系统的制造过程中单独地测量和存储第一成分信息。作为该制造处理的替代,可以在诸如修理(repair)之类的调整处理中存储第一成分信息。从输入图像的检测具有以上问题,并且包含以上检测误差,但是可以通过在制造处理中测量理想的测量环境解决该问题。

[0041] 当可更换(interchangeable)透镜装置包括光学系统并且可以更换到图像捕获装置时,可更换透镜装置可以包括被配置为存储第一成分信息的透镜存储单元,并且可更换透镜装置可以向图像处理装置或包含图像处理装置的图像捕获装置供应第一成分信息。由此,不必对图像处理装置或图像捕获装置中的各种光学系统存储第一成分信息。另外,该构造可以对由安装有可更换透镜装置的图像捕获装置获得的输入图像校正由制造误差导致的横向色差。

[0042] 第一成分信息可作为头(header)信息存储于输入图像中,并且,图像处理单元(装置)或包括图像处理单元的图像捕获装置可以从头信息获得第一成分信息。由此,图像处理装置或具有图像处理装置的图像捕获装置不必存储各种图像捕获条件下的第一成分信息。

[0043] 第一实施例

[0044] 图3示出根据本发明的第一实施例的包括图像处理装置的图像捕获装置的构造。图像捕获单元包括(图像捕获)光学系统101和图像传感器102。光学系统101包括光阑101a,并且在图像传感器102上对来自未示出的被照体的光成像。图像传感器102包括光电转换元件(诸如CCD传感器和CMOS传感器),对由光学系统101形成的被照体图像(光学图像)进行光电转换并且输出模拟图像信号。

[0045] 由图像传感器102的光电转换生成的模拟信号由A/D转换器103转换成数字图像信号,并且被输出到作为图像处理装置的图像处理器104。图像处理器104对数字图像信号执行一般的图像处理,生成作为捕获图像的输入图像,并且执行用于校正与光学系统101的制造误差对应的横向色差的图像处理。

[0046] 图像处理器104包括获取器(第一获取器)104a、第一校正器104b、检测器104c、计算器104d和第二校正器104e。获取器104a从作为存储单元的ROM 111读取(并且执行将在后面描述的插值(interpolation)计算)并且获取作为横向色差中的旋转对称成分和偏移成分中的一种的信息的第一成分信息。第一校正器104b通过执行将在后面描述的第一校正处理而生成第一校正图像。检测器104c检测第一校正图像中的颜色偏移量。如图4中所示,检测器104c包括边缘检测器301和颜色偏移量获取器302。

[0047] 计算器104d基于由检测器104c检测的颜色偏移量来计算(获得)作为横向色差中的旋转对称成分和偏移成分中的另一种的信息的第二成分信息。检测器104c和计算器104d构造第二获取器。第二校正器104e通过将在后面描述的校正处理生成第二校正图像。

[0048] 作为由图像处理器104生成的第二校正图像的输出图像或通过对第二校正图像执行另一图像处理而生成的输出被存储在诸如半导体存储器和光盘之类的图像存储介质108中。在这种情况下,第一成分信息和第二成分信息可以被写入于输出图像文件中。输出图像可以被显示在显示单元105上。

[0049] 信息输入单元109检测由用户选择和输入的作为图像捕获条件的信息(诸如F数和曝光时间段),并且将数据供应到系统控制器110。图像捕获控制器106根据来自系统控制器110的驱动命令移动光学系统101中的未示出的聚焦透镜,控制F数、曝光时间段和图像传感器102的操作,并且获取被照体图像。

[0050] 状态检测器107根据来自系统控制器110的图像捕获条件获取命令获得当前图像捕获条件的信息。图像捕获条件包含光学系统101的F数、变焦位置、聚焦位置和曝光时间段以及图像传感器102的ISO速度等。光学系统101可以被一体化设置到图像捕获装置(图像传感器102)或可以更换到图像捕获装置的可更换透镜装置。当对可更换透镜装置设置光学系统101时,可以对可更换透镜设置ROM 111,并且图像捕获装置中的获取器104a可以通过可更换透镜装置与图像捕获装置之间的通信来获得第一成分量的信息。即使在这种情况下,也可以对图像捕获装置设置ROM 111的功能的至少一部分。

[0051] 图5中的流程图示出根据本实施例的用于校正横向色差的图像处理(图像处理方法)的流程。作为主计算机的系统控制器110和作为图像处理计算机的图像处理器104根据作为计算机程序的图像处理程序执行该处理。该处理可以不必在计算机中的软件上执行,并且,至少一个处理器或电路可以在图像处理器104中执行每个功能。

[0052] 在步骤S101中,系统控制器110控制包括光学系统101和图像传感器102的图像捕获单元,使得图像捕获单元捕获被照体图像并且指示图像处理器104生成输入图像。

[0053] 在步骤S102中,系统控制器110通过状态检测器107获得当前图像捕获条件的信息。

[0054] 在步骤S103中,图像处理器104(获取器104a)从ROM 111获得与在步骤S102中获得的图像捕获条件对应的第一成分信息。本实施例获得横向色差中的由制造误差导致的偏移成分的量 and 方向的信息(下文中统称为“偏移分量”)作为第一成分信息。

[0055] ROM 111存储在光学系统101的制造处理中(或在获得输入图像之前)测量的多个代表性图像捕获条件下的偏移分量的信息作为数据表。图像处理器104使用在当前图像捕获条件附近的至少两个代表性图像捕获条件下的偏移分量执行插值处理,并且计算并获得与当前图像捕获条件对应的偏移分量。偏移分量由R和G之间以及B和G之间的二维矢量表达,但是当可更换透镜装置包括ROM 111时,其实际尺寸被存储在ROM 111中。在这种情况下,图像处理器104基于图像传感器102中的像素尺寸信息而将从ROM 111读出的偏移分量转换为像素单元中的偏移量。

[0056] 在步骤S104中,图像处理器104(第一校正器104b)执行用于使用在步骤S103中获得的偏移分量校正在步骤S101中获得的输入图像中的偏移成分的第一校正处理(可以是已知的校正处理),由此生成第一校正图像。

[0057] 在步骤S105中,图像处理器104(检测器104c)中的边缘检测器301检测在步骤S104中生成的第一校正图像中的子午方向边缘(包括靠近子午方向的方向上的边缘)。颜色量获取器302获得(检测)在包含这些边缘的每个边缘部分中的子午方向上的颜色偏移量。

[0058] 在步骤S106中,图像处理器104(计算器104d)使用在步骤S105中获得的颜色偏移量计算旋转对称分量。更具体地,图像处理器104对于图像高度的每个预定范围的图像方位角中的获得的颜色偏移量进行平均,并且用多项式近似对于图像高度的颜色偏移量的改变。

[0059] 在步骤S107中,图像处理器104(第二校正器104e)使用在步骤S106中计算的旋转对称分量对在步骤S104中生成的第一校正图像执行用于校正旋转对称成分的第二校正处理(可以是已知的校正处理),由此生成第二校正图像。

[0060] 如所讨论的,本实施例可以精确地校正由制造误差导致的横向色差。在步骤S107中,图像处理器104(第二校正器104e)可以计算在步骤S103中获得的偏移分量与在步骤S106中计算的旋转对称量的和,并且使用计算结果对输入图像执行第二校正处理。由此,可以获得精确地校正由制造误差导致的横向色差的第二校正图像。

[0061] 第二实施例

[0062] 接下来描述根据本发明的第二实施例。根据本发明的图像捕获装置具有与第一实施例相同的基本构造,并且共同的部件将由相同的附图标记表示。图6中的流程图示出根据本实施例的用于校正横向色差的图像处理的流程。本实施例中的获取器104a从ROM 111获得作为第一成分信息的旋转对称分量的信息,并且检测器104c检测到作为第二成分信息的偏移分量(包含方向)。

[0063] 步骤S201和S202与第一实施例(图5)中的步骤S101和S102相同。

[0064] 在步骤S203中,图像处理器104(获取器104a)从ROM 111获取与在步骤S202中获得的图像捕获条件对应的旋转对称分量的信息。与第一实施例类似,ROM 111存储在光学系统101的测量处理中(或在获得输入图像之前)测量的多个代表性图像捕获条件下的旋转对称量的信息作为数据表。图像处理器104使用在接近当前图像捕获条件的至少两个代表性图像捕获条件下的旋转对称量的信息来执行插值处理。用其中可更换透镜装置包括ROM 111的像素单元进行的转换与第一实施例中的步骤S103中的转换类似。

[0065] 在步骤S204中,图像处理器104(第一校正器104b)使用在步骤S203中获得的旋转对称分量对在步骤S201中获得的输入图像执行用于校正旋转对称成分的第一校正处理,由此生成第一校正图像。

[0066] 在步骤S205中,图像处理器104(检测器104c)中的边缘检测器301检测在步骤S204中生成的第一校正图像中的垂直边缘(包含近似垂直边缘)和水平边缘(包含近似水平边缘)。颜色偏移量获取器302获得(检测)包含垂直边缘的每个边缘部分中的水平方向上的颜色偏移量。另外,颜色偏移量获取器302获取(检测)包含水平边缘的每个边缘部分中的垂直方向上的颜色偏移量。因为在第一校正图像中已经校正了旋转对称成分,所以可以在图像上的任意位置处的边缘部分中获得颜色偏移量。为了提高检测精度,可以在输入图像中的尽可能宽的区域中获取颜色偏移量。

[0067] 在步骤S206中,图像处理器104(计算器104d)使用在步骤S205中获得的颜色偏移量来计算偏移分量。更具体地,图像处理器104基于水平方向和垂直方向中的每个上获得的颜色偏移量的平均值来计算二维矢量的偏移分量。

[0068] 在步骤S207中,图像处理器104(第二校正器104e)使用在步骤S206中计算的偏移分量对在步骤S204中生成的第一校正图像执行用于校正偏移成分的第二校正处理(可

以是已知的校正处理),由此生成第二校正图像。

[0069] 如上所述,本实施例可以精确地校正由制造误差导致的横向色差。在步骤S207中,图像处理器104(第二校正器104e)可以计算在步骤S203中获得的旋转对称分量和在步骤S206中计算的偏移分量的和,并且使用计算结果对输入图像执行第二校正处理。该构造可以提供可以精确地校正由制造误差导致的横向色差的第二校正图像。

[0070] 第三实施例

[0071] 接下来描述根据本发明的第三实施例。第一和第二实施例使用包括图像处理装置的图像捕获装置,而在本实施例中,与图像处理装置对应的个人计算机根据安装在其中的图像处理程序执行图像处理。图7中的流程图示出了根据本实施例的用于校正横向色差的图像处理的流程。

[0072] 在步骤S301中,个人计算机(下文简称为“PC”)从图像捕获装置或者诸如因特网之类的通信线通过有线或无线通信获得输入图像作为由图像捕获装置生成的捕获图像。

[0073] 在步骤S302中,PC从在步骤S301中获得的输入图像中的头信息获得捕获输入图像时的图像捕获条件的信息。

[0074] 在步骤S303中,PC(获取器)从输入图像中的头信息获得在步骤S302中获得的图像捕获条件下的、光学系统101的横向色差的设计值上的以及由制造误差导致的横向色差量(诸如旋转对称分量和偏移分量)的信息。旋转对称分量和偏移分量中的一个对应于第一成分信息,并且它们中的另一个对应于第三成分信息。该信息已经由已经通过从可更换透镜装置的通信获得信息的图像捕获装置写入图像文件中的头信息中,该可更换透镜装置将设计值上的和由制造误差导致的横向色差量的信息存储在透镜存储单元中。

[0075] 在步骤S304中,计算机(第一校正器)使用在步骤S303中获得的包含设计值上以及由制造误差导致的旋转对称分量和偏移分量的横向色差,对输入图像执行用于校正横向色差的第一校正处理,由此生成第一校正图像。

[0076] 理想地,此时已经以充分的精度对横向色差进行了校正。但是,实际上,由于光学系统101随着时间的劣化,包含旋转对称成分和偏移成分的横向色差可以在第一校正图像中留下。因此,在步骤S305中,PC检测第一校正图像中的子午方向边缘,并且获得(检测)每个边缘部分中的子午方向上的颜色偏移量。本实施例假定第一校正图像包含旋转对称成分和偏移成分,但是步骤S304几乎已经校正了横向色差,因而颜色偏移量具有很少的检测误差。

[0077] 在步骤S306中,PC(计算器)使用在步骤S305中获得的颜色偏移量计算在第一校正图像中留下的旋转对称分量和偏移分量。旋转对称分量和偏移分量中的一个对应于第四成分信息,并且它们中的另一个对应于第二成分信息。更具体地,PC通过使用由与图像高度相关多项式表达的旋转对称成分中的每个阶的系数和在整个图像区域中均一的偏移成分中的垂直和水平成分作为变量而执行已知的优化方法,使得它匹配在步骤S305中获得的子午方向上的颜色偏移量。

[0078] 在步骤S307中,PC(第二校正器)通过使用在步骤S306中计算的旋转对称分量和偏移分量对第一校正图像来执行用于校正横向色差的第二校正处理,由此生成第二校正图像。如上所述,可以精确地校正由制造误差导致的横向色差。

[0079] 与仅通过使用存储在可更换透镜装置中的横向色差信息校正由制造误差导致的

横向色差相比,本实施例可以更精确地校正由制造误差导致的横向色差。

[0080] 其它实施例

[0081] 本发明的实施例还可以通过读出并执行记录在存储介质(也可以被更完整地称为“非暂时性计算机可读存储介质”)上的计算机可执行指令(例如,一个或多个程序)以执行上述(一个或多个)实施例中的一个或多个的功能和/或包括用于执行上述(一个或多个)实施例中的一个或多个的功能的一个或多个电路(例如,专用集成电路(ASIC))的系统或装置的计算机,以及,通过由系统或装置的计算机通过例如读出并执行来自存储介质的计算机可执行指令以执行上述实施例中的一个或多个的功能并且/或者控制一个或多个电路以执行上述(一个或多个)实施例中的一个或多个的功能而执行的方法来实现。计算机可以包括一个或多个处理器(例如,中央处理单元(CPU)、微处理单元(MPU)),并且可以包含单独的计算机或单独的处理器网络,以读出并执行计算机可执行指令。计算机可执行指令可以例如从网络或存储介质被提供给计算机。存储介质可以包括例如硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、分布式计算系统的储存器、光盘(诸如紧致盘(CD)、数字多功能盘(DVD)或蓝光盘(BD)TM)、闪存存储器设备、存储卡等中的一个或多个。

[0082] 虽然已经参照示例性实施例描述了本发明,但应该理解,本发明不限于公开的示例性实施例。所附权利要求的范围应被赋予最广泛的解释以便涵盖所有这样的修改以及等同的结构和功能。

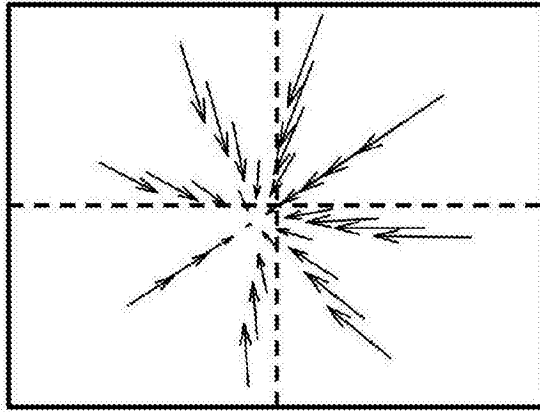


图1A

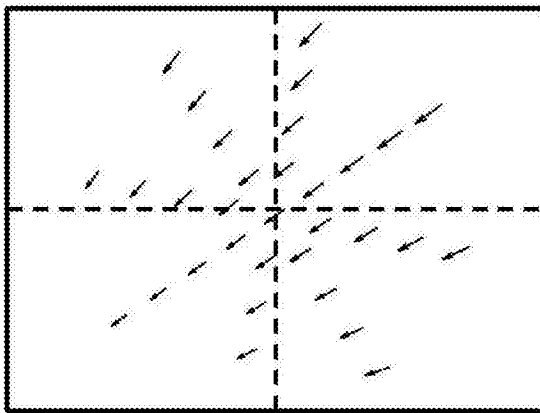


图1B

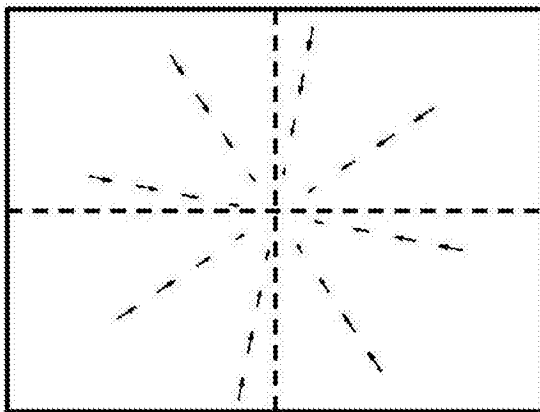


图1C

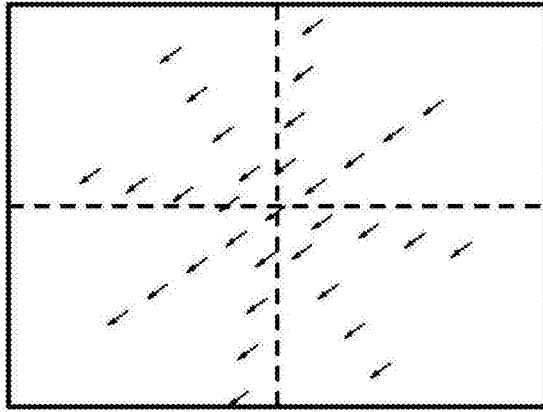


图1D

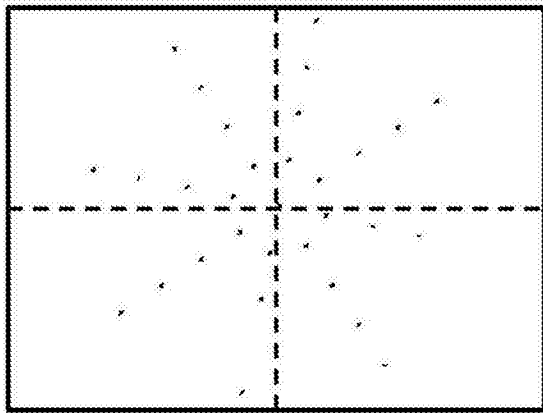


图1E

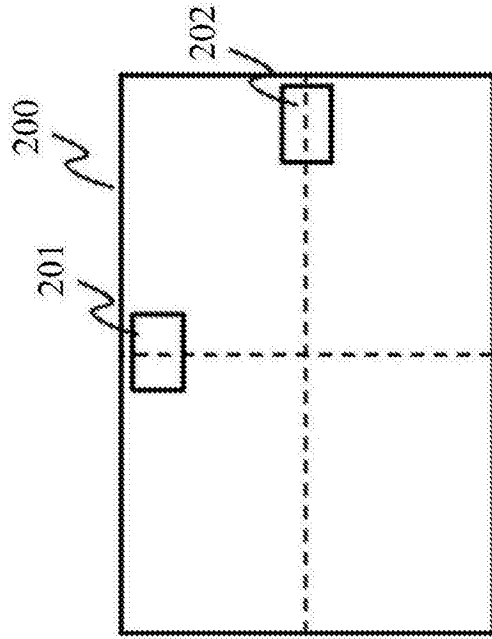


图2A

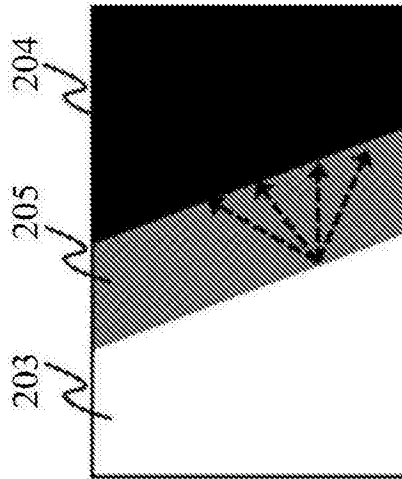


图2B

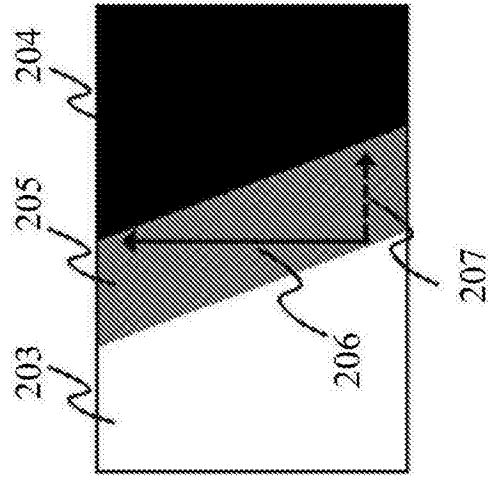


图2C

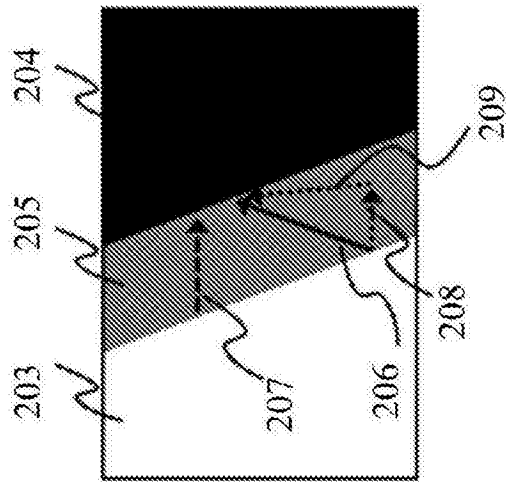


图2D

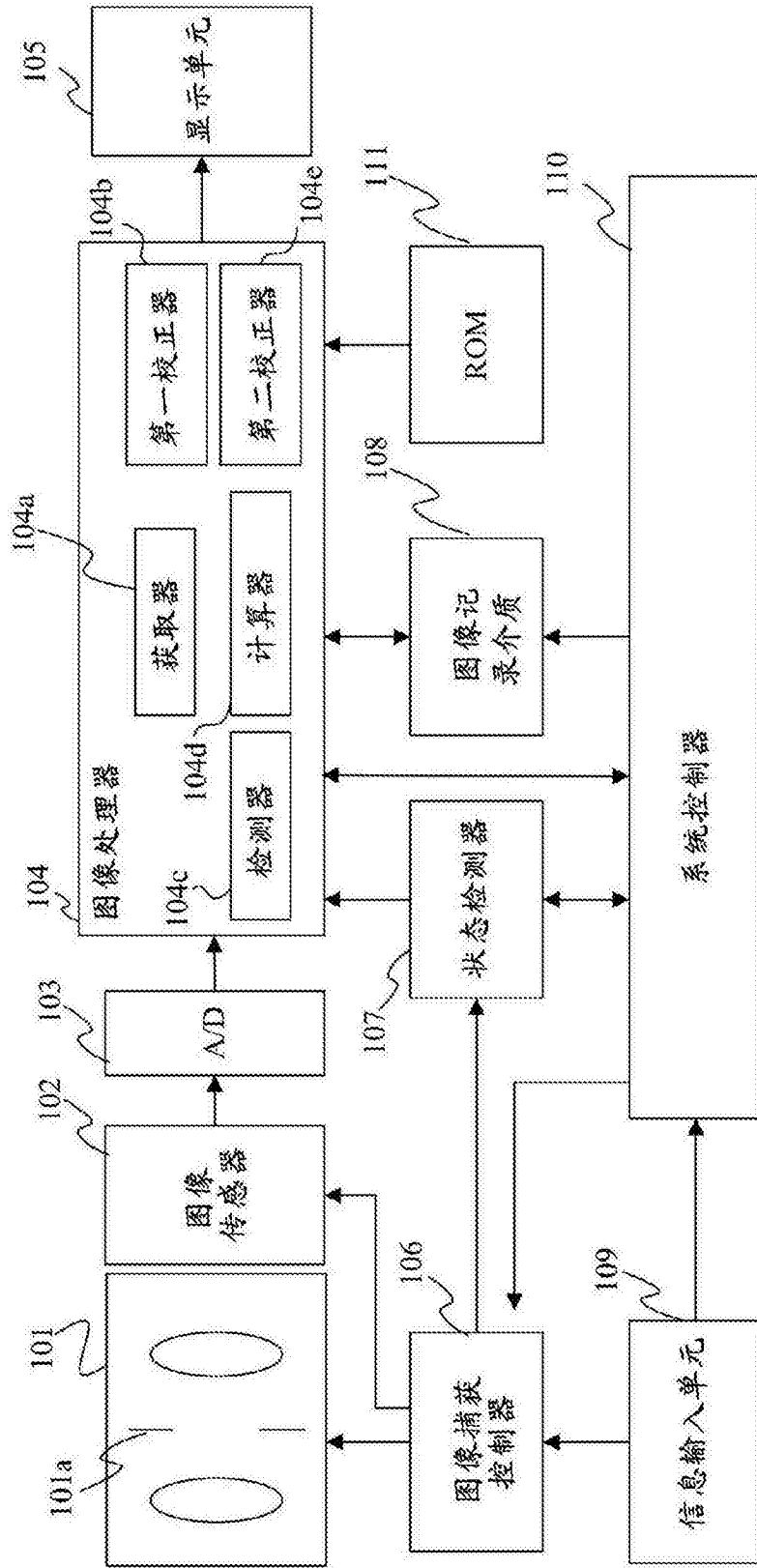


图3

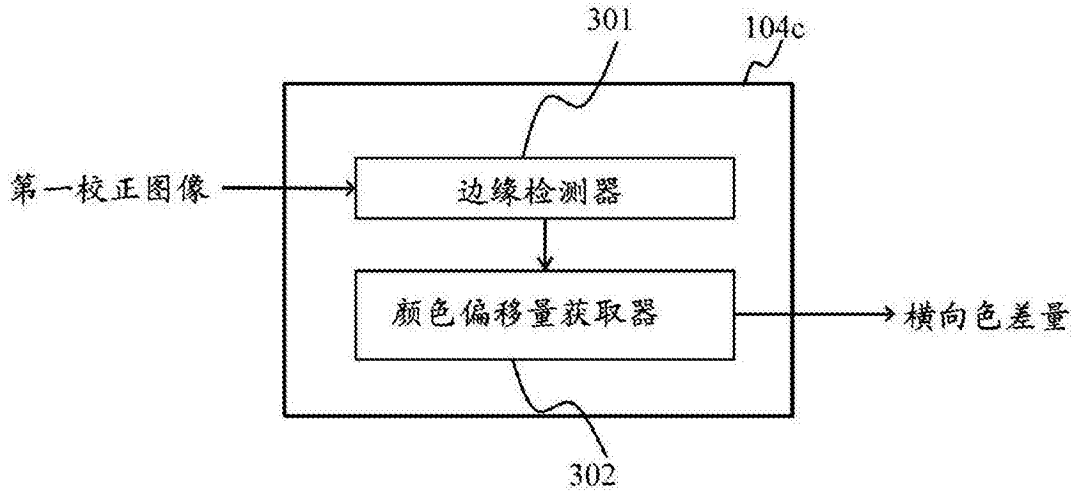


图4

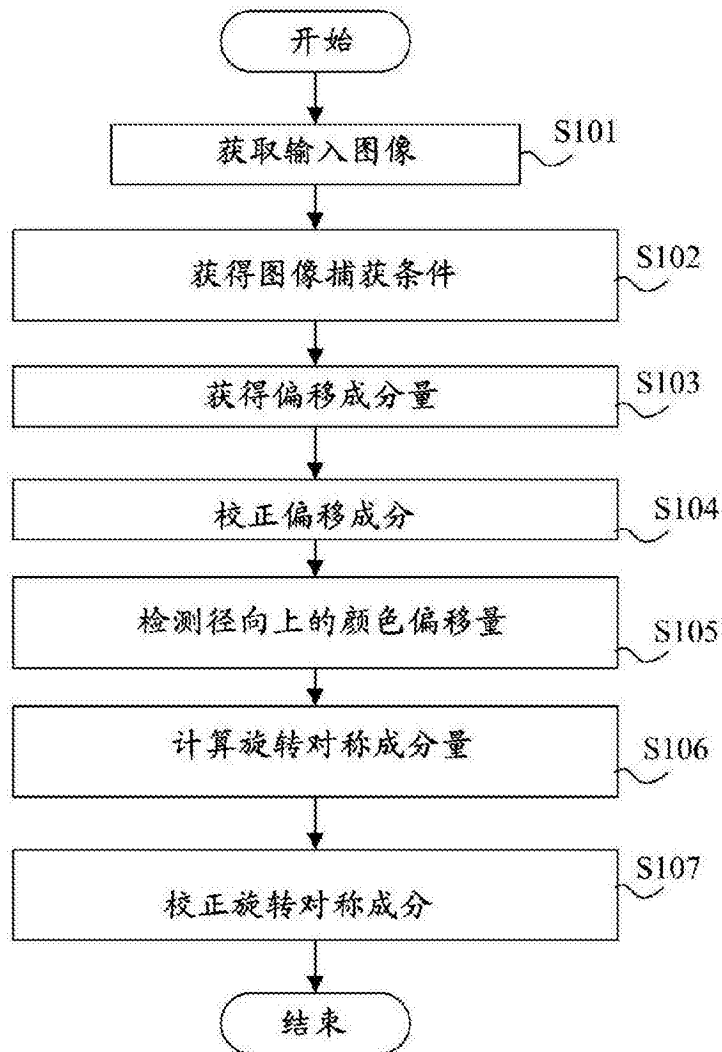


图5

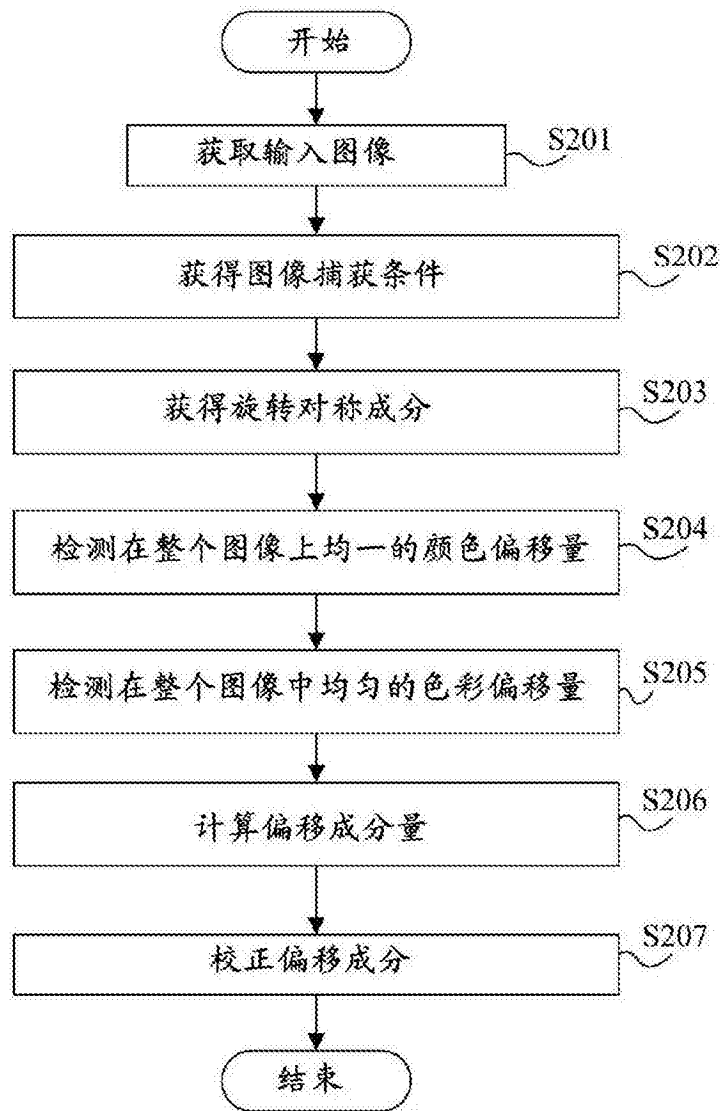


图6

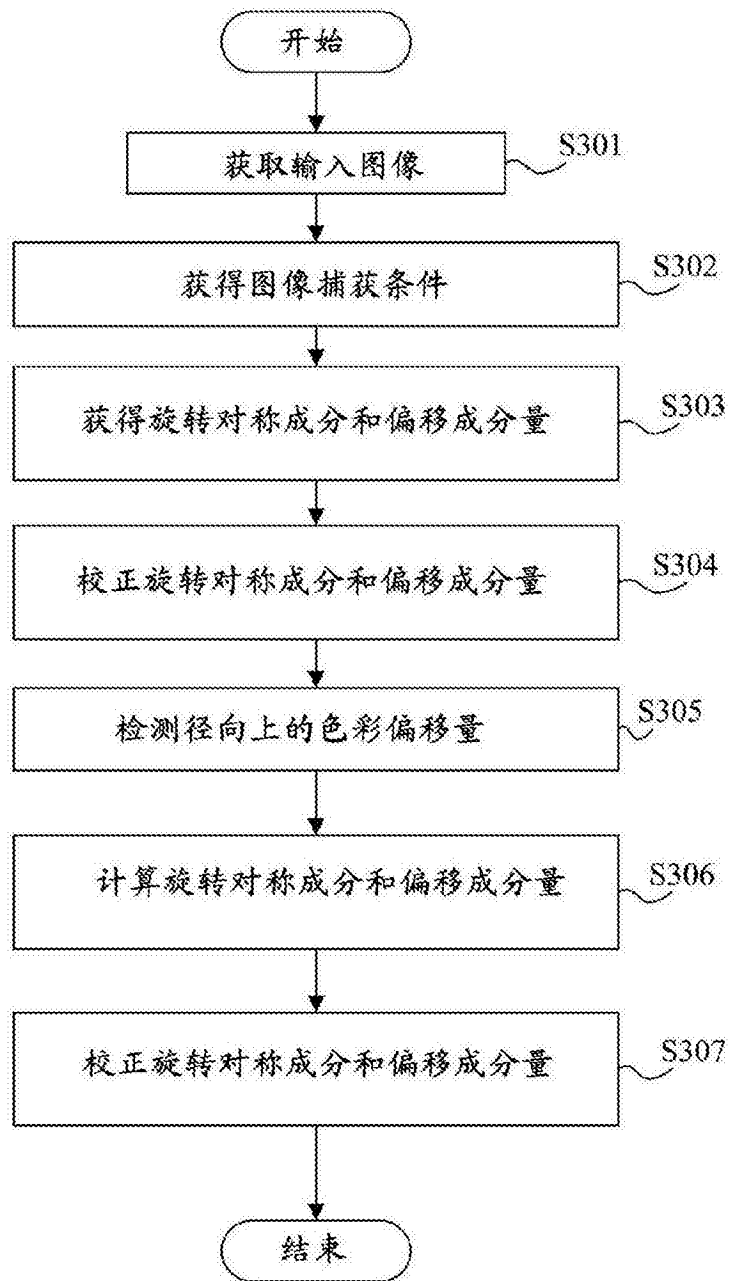


图7