



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101964873 B

(45) 授权公告日 2014. 08. 20

(21) 申请号 201010234441. X

(22) 申请日 2010. 07. 20

(30) 优先权数据

2009-170367 2009. 07. 21 JP

2009-170368 2009. 07. 21 JP

2010-043004 2010. 02. 26 JP

2010-043013 2010. 02. 26 JP

(73) 专利权人 株式会社尼康

地址 日本东京

(72) 发明人 宫胁优 松本豪

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

代理人 谢丽娜 关兆辉

(51) Int. Cl.

H04N 9/04 (2006. 01)

H04N 9/77 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 6233364 B1, 2001. 05. 15, 说明书第 6 栏

第 42-46 行, 第 8 栏第 1-37 行, 第 9 栏第 29-48 行,
第 12 栏第 7-15 行, 第 13 栏第 45 行-第 14 栏第
17 行, 图 1, 7, 10(a)-10(c), 摘要.

CN 101460971 A, 2009. 06. 17, 全文.

EP 0831421 B1, 2002. 07. 17, 全文.

审查员 李颜伶

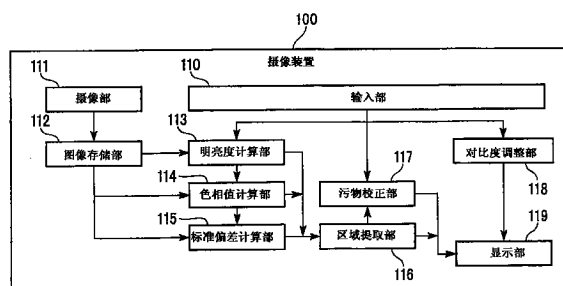
权利要求书1页 说明书57页 附图26页

(54) 发明名称

图像处理装置、图像处理程序及摄像装置

(57) 摘要

本发明提供一种图像处理装置、图像处理程序及摄像装置。该图像处理装置包括:亮度梯度计算部,用于根据图像信息计算图像内的亮度梯度;色相值计算部,用于计算表示根据由上述亮度梯度计算部算出的上述亮度梯度而设定的候补区域的内侧的色相的第一色相值和表示上述候补区域的周边的色相的第二色相值;以及区域提取部,用于从上述候补区域中提取上述第一色相值和上述第二色相值之差在预先设定的阈值以下的区域。



1. 一种图像处理装置,其特征在于,包括:

图像输入部,用于输入图像;

校正部,利用与上述图像的明亮度对应的明亮度信息,对与映入到上述图像中的异物对应的部分进行用于减少上述异物的影响的第一校正,利用与上述图像的饱和度对应的饱和度信息以及与上述图像的色相对应的色相信息中的至少一个,对与映入到上述图像中的异物对应的部分进行用于减少上述异物的影响的第二校正;以及

判断部,用于判断对上述图像进行的非线性校正的强弱,

上述校正部,在由上述判断部判断为上述图像是进行了强的非线性校正的图像时,进行上述第一校正及上述第二校正;在由上述判断部判断为上述图像是进行了弱的非线性校正的图像时,不进行上述第二校正。

2. 一种摄影装置,其特征在于,包括:

图像输入部,用于输入图像;

校正部,利用与上述图像的明亮度对应的明亮度信息,对与映入到上述图像中的异物对应的部分进行用于减少上述异物的影响的第一校正,利用与上述图像的饱和度对应的饱和度信息以及与上述图像的色相对应的色相信息中的至少一个,对与映入到上述图像中的异物对应的部分进行用于减少上述异物的影响的第二校正;以及

判断部,用于判断上述图像是否进行了非线性校正,

上述校正部在由上述判断部判断为上述图像是进行了非线性校正的图像时,进行上述第一校正及上述第二校正。

3. 根据权利要求2所述的摄影装置,其特征在于,

上述校正部在由上述判断部判断为上述图像不是进行了非线性校正的图像时,不进行上述第二校正。

4. 根据权利要求3所述的摄影装置,其特征在于,

上述校正部在由上述判断部判断为上述图像不是进行了非线性校正的图像时,进行上述第一校正,并且不进行上述第二校正。

5. 根据权利要求2~4中任一项所述的摄影装置,其特征在于,

上述校正部,对于与映入到上述图像中的多个异物对应的多个部分,分别对该多个部分独立地计算作为上述第一校正的校正量的第一校正量以及作为上述第二校正的校正量的第二校正量,并根据上述第一校正量和上述第二校正量来进行上述第一校正和上述第二校正。

6. 一种图像处理方法,包括以下步骤:

输入图像;以及

利用与图像的明亮度对应的明亮度信息,对与映入到上述图像中的异物对应的部分进行用于减少异物的影响的第一校正,利用与上述图像的饱和度对应的饱和度信息以及与上述图像的色相对应的色相信息中的至少一个,对与映入到上述图像中的异物对应的部分进行用于减少异物的影响的第二校正,

所述图像处理方法的特征在于,

在上述图像是进行了强的非线性校正的图像时,进行上述第一校正及上述第二校正,在上述图像是进行了弱的非线性校正的图像时,不进行上述第二校正。

图像处理装置、图像处理程序及摄像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种图像处理装置、图像处理程序及摄像装置。

[0002] 本申请请求以下申请的优先权且在此援引其内容作为参考：2009 年 7 月 21 日申请的日本国专利申请第 2009-170367 号、2009 年 7 月 21 日申请的日本国专利申请第 2009-170368 号、2010 年 2 月 26 日申请的日本国专利申请第 2010-043004 号、以及 2010 年 2 月 26 日申请的日本国专利申请第 2010-043013 号。

背景技术

[0003] 由电子相机等摄像装置进行摄像时，若在配置于摄像元件附近的光学滤波器等光学部件中的摄像光路上附着有污物，则会存在由附着的污物产生的映影映入到拍摄图像中的情况。尤其是在透镜更换式的摄像装置中，在更换透镜时等有时灰尘、粉尘等污物会进入相机主体内并附着。例如在 JP 特开 2004-220553 号公报（以下称为专利文献 1）所公开的技术中，为了检测这样映入到图像中的污物映影并进行校正，在同一面上预先拍摄映入了污物映影的基准图像并计算污物位置的坐标。并且，对于校正对象的拍摄图像中的与基准图像的污物位置对应的位置，进行删除污物映影的校正。此外，在专利文献 1 中公开了根据校正对象的图像中包含的各像素的亮度信息的变化来提取污物映影的技术。

[0004] 但是，通过专利文献 1 的技术而基于基准图像进行污物映影的校正时，对基准图像和校正对象的图像多个图像进行处理。因此，处理变得复杂，需要相当的摄像装置的处理性能、处理时间。另一方面，在根据校正对象的图像中包含的各像素的亮度信息的变化来提取污物映影时，有时会误将被拍摄体的色调引起的亮度变化作为污物映影提取。在提取映入到图像的污物时，优选以更少的处理高效地进行并且减少污物映影的误检测。

[0005] 此外，在由电子相机等摄像装置进行摄像时，若在配置于摄像元件附近的光学滤波器等光学部件中的摄像光路上附着有污物，则会存在由附着的污物产生的映影映入到拍摄图像中的情况。尤其是在透镜更换式的摄像装置中，在更换透镜时等有时灰尘、粉尘等污物会进入相机主体内并附着。例如在专利文献 1 所公开的技术中，为了提取这样映入到图像中的污物映影并进行校正，在同一面上预先拍摄映入了污物映影的基准图像并计算污物位置的坐标。并且，对于校正对象的拍摄图像中的与基准图像的污物位置对应的位置，进行删除污物映影的校正。此外，在专利文献 1 中公开了根据校正对象的图像中包含的各像素的亮度的变化来提取污物映影的技术。

[0006] 但是，通过专利文献 1 的技术而基于基准图像进行污物映影的校正时，对基准图像和校正对象的图像多个图像进行处理。因此，需要相当于复杂处理的处理负荷的摄像装置的处理性能、处理时间。另一方面，在根据校正对象的图像中包含的各像素的亮度的变化来提取污物映影时，例如有时会误将被拍摄体的色调引起的亮度变化作为污物映影提取。在此，在提取映入到图像的污物时，优选以更少的处理负荷高效地进行并且减少污物映影的误检测。

[0007] 此外，在数码相机等摄像装置中，有时会在配置于摄像光路的光学滤波器等光学

部件上附着异物,并因附着的异物在拍摄图像中产生图像缺陷。作为用于解决这种问题的现有技术,例如提出了以下的图像处理装置(参照专利文献1):根据拍摄图像的亮度数据检测图像中映入的异物,并除去该异物(参照专利文献1等)。

[0008] 但是,在现有技术中由于映入到拍摄图像中的异物的检测精度不足而存在产生误检测的情况。此外,在现有技术中存在难以判别特定区域的亮度变化是否是因异物的映入而引起的问题。

[0009] 此外,在数码相机等摄像装置中,有时会在配置于摄像光路的光学滤波器等光学部件上附着异物,并因附着的异物在拍摄图像中产生图像缺陷。作为用于解决这种问题的现有技术,例如提出了以下的图像处理装置(参照专利文献1):根据拍摄图像的亮度数据检测图像中映入的异物,并除去该异物(参照专利文献1等)。

[0010] 但是,在现有技术中对拍摄图像进行除去映入到图像中的异物的校正时,存在校正后的图像产生校正痕迹的问题。

发明内容

[0011] 本发明鉴于上述状况而提出。本发明的目的之一在于提供高效且正确地提取映入到图像中的污物阴影的图像处理装置、图像处理程序及摄像装置。

[0012] 此外,本发明的目的之一在于提供以较少的处理负荷正确地提取映入到图像中的污物阴影的图像处理装置、图像处理程序及摄像装置。

[0013] 此外,本发明的目的之一在于提供高精度地检测图像的异物的图像处理装置及图像处理程序。

[0014] 此外,本发明的目的之一在于提供能够进行良好的图像校正的图像处理装置、图像处理程序及摄像装置。

[0015] 本发明的一个方式的图像处理装置包括:亮度梯度计算部,用于根据图像信息计算图像内的亮度梯度;色相值计算部,用于计算表示根据由上述亮度梯度计算部算出的上述亮度梯度而设定的候补区域的内侧的色相的第一色相值和表示上述候补区域的周边的色相的第二色相值;以及区域提取部,用于从上述候补区域中提取上述第一色相值和上述第二色相值之差在预先设定的阈值以下的区域。

[0016] 上述图像处理装置优选如下构成:上述亮度梯度计算部根据进行了逆伽马校正的上述图像信息来计算上述亮度梯度。

[0017] 上述图像处理装置优选如下构成:上述区域提取部进行上述候补区域的大小是否在预先设定的阈值以上的判断,并根据该判断结果来提取上述区域。

[0018] 上述图像处理装置优选如下构成:还包括用于计算上述图像内的明亮度的程度的明亮度计算部,上述区域提取部根据以下判断中的至少一个来提取上述区域:上述候补区域的周边区域的明亮度值是否在预先设定的阈值以上;上述候补区域的周边的明亮度值的变化量是否在预先设定的阈值以下;以及上述候补区域的明亮度值和该候补区域的周边区域的明亮度值之比是否在预先设定的阈值以下。

[0019] 上述图像处理装置优选如下构成:还包括:明亮度计算部,用于计算表示图像内的各部分的明亮度的第一明亮度值和表示上述各部分的周边的明亮度的第二明亮度值;以及区域提取部,将由上述第一明亮度值和上述第二明亮度值之差在预先设定的阈值以上且

上述第一色相值和上述第二色相值之差不在预先设定的阈值以上的上述部分构成的区域提取出来。

[0020] 上述图像处理装置优选如下构成：还包括标准偏差计算部，其对上述图像中包含的像素，计算该像素的明亮度值和该像素的周边部分的明亮度值的标准偏差，上述区域提取部进一步以由上述标准偏差计算部算出的上述标准偏差在预先设定的阈值以上为条件，提取满足该条件的上述区域。

[0021] 上述图像处理装置优选如下构成：上述区域提取部判断提取出的上述区域中含有的像素的像素数是否在预先设定的像素数的范围内，并进一步以判断为在该范围内为条件，提取满足该条件的上述区域。

[0022] 上述图像处理装置优选如下构成：上述区域提取部进一步以提取出的上述区域的周边区域的明亮度值在预先设定的阈值以上为条件，提取满足该条件的上述区域。

[0023] 上述图像处理装置优选如下构成：上述区域提取部进一步以提取出的上述区域的周边区域的明亮度的标准偏差在预先设定的阈值以下为条件，提取满足该条件的上述区域。

[0024] 上述图像处理装置优选如下构成：上述区域提取部进一步以提取出的上述区域的明亮度值和该区域的周边区域的明亮度值之比在预先设定的阈值以下为条件，提取满足该条件的上述区域。

[0025] 本发明的一个方式的图像处理装置包括：图像输入部，用于输入拍摄图像；以及判断部，利用与上述拍摄图像内的检测区域的明亮度对应的明亮度信息以及与上述检测区域的饱和度对应的饱和度信息，判断上述检测区域是否为与映入到上述拍摄图像中的异物对应的部分，上述判断部在利用上述明亮度信息判断了上述检测区域是否为与上述异物对应的部分后，利用上述饱和度信息判断上述检测区域是否为与上述异物对应的部分。

[0026] 上述图像处理装置优选如下构成：上述判断部在与上述检测区域的饱和度对应的第一饱和度信息和与上述检测区域的周边区域的饱和度对应的第二饱和度信息之间的差异在预先设定的范围时，判断为上述检测区域是与上述异物对应的部分。

[0027] 上述图像处理装置优选如下构成：上述判断部在与上述检测区域的饱和度对应的第一饱和度信息和与上述检测区域的周边区域的饱和度对应的第二饱和度信息之间的差异不在预先设定的范围时，判断为上述检测区域不是与上述异物对应的部分。

[0028] 上述图像处理装置优选如下构成：上述判断部利用上述检测区域的明亮度和上述检测区域的周边区域的明亮度的梯度，判断上述检测区域是否为与上述异物对应的部分。

[0029] 上述图像处理装置优选如下构成：上述判断部利用与上述检测区域的饱和度对应的第一饱和度信息和与上述检测区域的周边区域的饱和度对应的第二饱和度信息之比，判断上述检测区域是否为与上述异物对应的部分。

[0030] 上述图像处理装置优选如下构成：上述判断部在与上述检测区域的周边区域的明亮度对应的第二明亮度信息不在预先设定的范围时，判断为上述检测区域不是与上述异物对应的部分。

[0031] 上述图像处理装置优选如下构成：上述判断部在上述检测区域的周边区域的明亮度的标准偏差不在预先设定的范围时，判断上述检测区域不是与上述异物对应的部分。

[0032] 本发明的一个方式的图像处理程序，用于使计算机执行以下步骤：计算表示图像

内的各部分的明亮度的第一明亮度值和表示上述各部分的周边的明亮度的第二明亮度值；计算表示上述区域内的色相的第一色相值和表示上述区域的周边的色相的第二色相值；以及将由上述第一明亮度值和上述第二明亮度值之差在预先设定的阈值以上且上述第一色相值和上述第二色相值之差不在预先设定的阈值以上的上述各部分构成的区域提取出来。

[0033] 本发明的一个方式的摄像装置包括：摄像部，用于拍摄图像；明亮度计算部，用于计算表示由上述摄像部拍摄的上述图像内的各部分的明亮度的第一明亮度值和表示上述各部分的周边的明亮度的第二明亮度值；色相值计算部，用于计算表示上述各部分的色相的第一色相值和表示上述各部分的周边的色相的第二色相值；以及区域提取部，将由上述第一明亮度值和上述第二明亮度值之差在预先设定的阈值以上且上述第一色相值和上述第二色相值之差不在预先设定的阈值以上的上述各部分构成的区域提取出来。

[0034] 本发明的一个方式的图像处理程序，用于使计算机执行以下步骤：根据图像信息计算图像内的亮度梯度；计算表示根据算出的上述亮度梯度而设定的候补区域的内侧的色相的第一色相值和表示上述候补区域的周边的色相的第二色相值；以及从上述候补区域中提取上述第一色相值和上述第二色相值之差在预先设定的阈值以下的区域。

[0035] 本发明的一个方式的摄像装置包括：摄像部，用于拍摄图像而生成图像信息；亮度梯度计算部，用于根据上述图像信息计算上述图像内的亮度梯度；色相值计算部，用于计算表示根据由上述亮度梯度计算部算出的上述亮度梯度而设定的候补区域的内侧的色相的第一色相值和表示上述候补区域的周边的色相的第二色相值；以及区域提取部，用于从上述候补区域中提取上述第一色相值和上述第二色相值之差在预先设定的阈值以下的区域。

[0036] 本发明的一个方式的程序，用于使计算机执行以下步骤：输入拍摄图像；计算上述拍摄图像的明亮度信息；计算上述拍摄图像的饱和度信息；以及利用上述明亮度信息和上述饱和度信息，检测与映入到上述图像中的异物相关的异物信息。

[0037] 本发明的一个方式的程序，用于使计算机执行以下步骤：输入拍摄图像；以及利用与上述拍摄图像内的检测区域的明亮度对应的明亮度信息以及与上述检测区域的饱和度对应的饱和度信息，判断上述检测区域是否为与映入到上述拍摄图像中的异物对应的部分。

[0038] 本发明的一个方式的图像处理装置包括：图像输入部，用于输入图像；以及校正部，利用与上述图像的明亮度对应的明亮度信息，对与映入到上述图像中的异物对应的部分进行用于减少上述异物的影响的第一校正，利用与上述图像的饱和度对应的饱和度信息以及与上述图像的色相对应的色相信息中的至少一个，对与映入到上述图像中的异物对应的部分进行用于减少上述异物的影响的第二校正。

[0039] 上述图像处理装置优选如下构成：上述图像是对将由光学系统得到的像光电转换而得到的拍摄图像进行了非线性校正的图像。

[0040] 上述图像处理装置优选如下构成：还包括判断部，用于判断上述图像是否进行了非线性校正，上述校正部在由上述判断部判断为上述图像是进行了非线性校正的图像时，进行上述第一校正及上述第二校正。

[0041] 上述图像处理装置优选如下构成：上述校正部在由上述判断部判断为上述图像不是进行了非线性校正的图像时，不进行上述第二校正。

[0042] 上述图像处理装置优选如下构成：还包括判断部，用于判断对上述图像进行的非线性校正的强弱，上述校正部，在由上述判断部判断为上述图像是进行了强的非线性校正的图像时，进行上述第一校正及上述第二校正；在由上述判断部判断为上述图像是进行了弱的非线性校正的图像时，不进行上述第二校正。

[0043] 上述图像处理装置优选如下构成：上述校正部，对于与映入到上述图像中的多个异物对应的多个部分，分别对该多个部分独立地计算作为上述第一校正的校正量的第一校正量以及作为上述第二校正的校正量的第二校正量，并根据上述第一校正量和上述第二校正量来进行上述第一校正和上述第二校正。

[0044] 本发明的一个方式的摄影装置包括：摄影部，对由光学系统得到的像进行拍摄并输出拍摄图像；图像转换部，输出对上述拍摄图像进行了非线性校正的图像；和校正部，利用与上述图像的明亮度对应的明亮度信息，对与映入到上述图像中的异物对应的部分进行用于减少上述异物的影响的第一校正，利用与上述图像的饱和度对应的饱和度信息以及与上述图像的色相对应的色相信息中的至少一个，对与映入到上述图像中的异物对应的部分进行用于减少上述异物的影响的第二校正。

[0045] 本发明的一个方式的程序，用于使计算机执行以下步骤：输入图像；以及利用与图像的明亮度对应的明亮度信息，对与映入到上述图像中的异物对应的部分进行用于减少异物的影响的第一校正，利用与上述图像的饱和度对应的饱和度信息以及与上述图像的色相对应的色相信息中的至少一个，对与映入到上述图像中的异物对应的部分进行用于减少异物的影响的第二校正。

附图说明

[0046] 图 1 是表示本发明第一实施方式的摄像装置的结构例的图。

[0047] 图 2 是表示该实施方式的摄像装置的结构例的框图。

[0048] 图 3A 是表示该实施方式的对比度调整的概念的框图。

[0049] 图 3B 是表示该实施方式的对比度调整的概念的框图。

[0050] 图 4 是表示该实施方式的摄像装置的动作例的流程图。

[0051] 图 5 是表示由该实施方式的摄像装置检测污物映影的图像数据的示例的图。

[0052] 图 6 是表示该实施方式的图像处理装置的结构例的图。

[0053] 图 7 是表示本发明第二实施方式的摄像装置的结构例的图。

[0054] 图 8 是表示该实施方式的摄像装置的结构例的框图。

[0055] 图 9 是表示该实施方式的摄像装置的动作例的流程图。

[0056] 图 10 是表示该实施方式的图像处理装置的结构例的图。

[0057] 图 11 是表示包含本发明第三实施方式的图像处理装置的相机的概要截面图。

[0058] 图 12 是图 11 所示的相机的整体框图。

[0059] 图 13A 是表示用该实施方式的图像处理装置执行的图像处理运算的一例的前半部分的流程图。

[0060] 图 13B 是表示用该实施方式的图像处理装置执行的图像处理运算的一例的后半部分的流程图。

[0061] 图 14A 是表示增益图的制作过程的概念图。

- [0062] 图 14B 是表示增益图的制作过程的概念图。
- [0063] 图 15 是表示该实施方式的图像处理装置中的异物检测水平的调整过程的概念图。
- [0064] 图 16 是表示在该实施方式的图像处理装置中计算的图像等的概念图。
- [0065] 图 17 是表示包含本发明第四实施方式的图像处理装置的计算机的框图。
- [0066] 图 18 是表示包含本发明第五实施方式的图像处理装置的相机的概要截面图。
- [0067] 图 19 是图 18 所示的相机的整体框图。
- [0068] 图 20A 是表示用该实施方式的图像处理装置执行的图像处理运算的一例的前半部分的流程图。
- [0069] 图 20B 是表示用该实施方式的图像处理装置执行的图像处理运算的一例的后半部分的流程图。
- [0070] 图 21A 是表示增益图的制作过程的概念图。
- [0071] 图 21B 是表示增益图的制作过程的概念图。
- [0072] 图 22 是表示该实施方式的图像处理装置中的异物检测水平的调整过程的概念图。
- [0073] 图 23 是表示在该实施方式的图像处理装置中计算的图像等的概念图。
- [0074] 图 24 是表示包含本发明第六实施方式的图像处理装置的计算机的框图。

具体实施方式

- [0075] 以下对本发明的一个方式的图像处理装置、图像处理程序及摄像装置进行说明。
- [0076] 另外,以下说明的目的是为了更好地理解本发明的主旨而进行具体说明。因此,以下的说明只要没有特别指定,则不限定本发明。
- [0077] 以下参照附图详细说明本发明的第一实施方式。
- [0078] 图 1 是表示该实施方式的摄像装置 100 的结构图。摄像装置 100 是透镜更换式的电子相机,包括具有作为多个光学透镜组的透镜 102 的光学系统 101。设置光学系统 101 的相机主体 103 包括快门 106、光学滤波器 105 等光学部件、摄像元件 104。摄像元件 104 为 CCD(Charge Coupled Device,电荷耦合器件)、CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor,互补金属氧化物半导体)等,将经由光学系统 101 曝光并在自身的成像面上成像的像转换为电信号,并输出作为转换后的电信号的图像信号。输出的图像信号被转换成图像数据,并在相机主体 103 所具备的监视器 108 上显示。监视器 108 例如为 LCD(Liquid Crystal Display,液晶显示器)等液晶显示器。
- [0079] 在此,光学系统 101 相对于相机主体 103 能够装拆。在光学系统 101 装拆时存在污物进入相机主体 103 的内部并附着在摄像光路上的情况。图 1 示出了附着在光学滤波器 105 上的污物 107。该污物 107 挡住经由光学系统 101 入射的光,而在摄像元件 104 所成的像上形成映影。从而,在由摄像装置 100 生成的图像数据中映入污物映影。该实施方式的摄像装置 100 进行校正以检测映入到图像数据中的这种污物映影并将其删除。
- [0080] 图 2 是表示该实施方式的摄像装置 100 的结构框图。摄像装置 100 具有根据预先存储于自身的存储区域中的程序来控制各部的动作的微机、CPU(Central Processing Unit,中央处理单元),并包括输入部 110、摄像部 111、图像存储部 112、明亮度计算部 113、

色相值计算部 114、标准偏差计算部 115、区域提取部 116、污物校正部 117、对比度调整部 118 和显示部 119。

[0081] 输入部 110 接受来自用户的操作信息的输入。输入部 110 例如包括：主要用于接受调整摄像时的快门速度的信息的输入的命令转盘；主要用于接受调整摄像时的光圈值的信息的输入的子命令转盘；用于接受对摄像并存储的图像进行重放的请求输入的重放按钮；用于接受将摄像并存储的图像删除的请求输入的删除按钮；用于选择在显示部 119 上显示的菜单项目的确定按钮等。

[0082] 摄像部 111 通过预定的控制顺序驱动光学系统 101，根据从摄像元件 104 输出的图像信号生成图像数据，从而拍摄图像。在此，摄像部 111 生成的图像数据是用 RGB 表色系统表示了各像素的颜色的信息。

[0083] 在图像存储部 112 中存储有由摄像部 111 生成的图像数据。

[0084] 明亮度计算部 113 用于计算：表示存储于图像存储部 112 的图像数据中包含的预定区域内的明亮度程度的第一明亮度值、和表示该区域的周边的明亮度程度的第二明亮度值。在此，区域的周边是指例如从预定区域的像素开始的周边 5 像素以内的像素等。明亮度计算部 113 根据图像数据中含有的像素的 RGB 值计算表示明亮度程度的亮度信息 (Y)。此外，明亮度计算部 113 根据 RGB 值通过以下公式 (1) 计算亮度信息。

[0085] 公式 (1)

$$Y = (0.299 \times R + 0.589 \times G + 0.114 \times B) / 255 \quad \dots (1)$$

[0087] 根据上述公式 (1)，明亮度计算部 113 针对存储于图像存储部 112 的图像数据中含有的各像素计算亮度信息，生成与图像数据对应的亮度平面。在此，说明了明亮度计算部 113 作为表示像素的明亮度程度的信息而计算亮度信息的示例，但例如也可以计算明度等。

[0088] 色相值计算部 114 用于计算表示预定区域内的色相的第一色相值、和表示该区域的周边的色相的第二色相值。色相值计算部 114 根据图像数据中含有的像素的 RGB 值来计算色相值 (Hue)。在此，色相值计算部 114 通过将图像数据中含有的像素的 RGB 值转换成 HSV 表色系统，而计算色相值。HSV 表色系统是通过 H(Hue：色相)、S(Saturation：饱和度)、V(Value：明度)来表示颜色的模型。色相值计算部 114 通过以下公式 (2) 来计算色相值 (H)。

[0089] 公式 (2)

[0090]

$$\left. \begin{aligned}
 V_{\max} &= \max\{R, G, B\} \\
 V_{\min} &= \min\{R, G, B\} \\
 V &= V_{\max} \\
 S &= (V_{\max} - V_{\min}) / V_{\max} \\
 H &= \begin{cases} (\pi/3)(b - g) & R = V_{\max} \\ (\pi/3)(2 + r - b) & G = V_{\max} \\ (\pi/3)(4 + g - r) & B = V_{\max} \end{cases} \\
 \text{其中、} \\
 r &= (V_{\max} - R) / (V_{\max} - V_{\min}) \\
 g &= (V_{\max} - G) / (V_{\max} - V_{\min}) \\
 b &= (V_{\max} - B) / (V_{\max} - V_{\min})
 \end{aligned} \right\} \dots(2)$$

[0091] 在此,在 $H < 0$ 时在 H 上增加 2π ,在 $V_{\max} = 0$ 时 $S = 0$ 、 H 不确定。通过上述公式 (2),色相值计算部 114 对存储于图像存储部 112 的图像数据中含有的各像素计算色相值。

[0092] 标准偏差计算部 115 通过对图像数据中含有的每个像素计算表示像素的明亮度值 (亮度信息) 和像素周边的明亮度值 (亮度信息) 之差的标准偏差,而取得图像数据中的明亮度的偏差。标准偏差计算部 115 对于由明亮度计算部 113 算出的亮度平面,按照各个预定区划而生成矩阵,计算将该矩阵的中心作为注目像素的标准偏差 (Y_{std}),从而取得明亮度的偏差。在此,预定区划是指例如 5 行 5 列的像素的矩阵。标准偏差计算部 115 通过以下公式 (3) 计算标准偏差。

[0093] 公式 (3)

$$[0094] \quad std = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \dots(3)$$

[0095] 其中, n 是矩阵的要素数, x_i 是矩阵的要素的值,求平均值 (标有“-”)的 x 是处理对象的矩阵中含有的全部要素的平均值。标准偏差计算部 115 对由明亮度计算部 113 计算出的亮度平面的各个像素计算标准偏差,生成标准偏差平面。标准偏差平面中的标准偏差的值在亮度的偏差大的区域示出相对高的值,而在偏差少的区域则成为相对低的值。从而, Y_{std} 在受到污物映影的影响而亮度变化的区域示出高值,在空白等均匀平面中则示出低值。在该例中,标准偏差计算部 115 计算的矩阵的大小为 5 行 5 列,但矩阵的大小可以使用适当的任意大小。例如,在将比其大的区域的矩阵作为处理对象时,通过平均化效果等而得到排除了亮度信息中含有的噪声的标准偏差平面。在此,示例了通过求出标准偏差来计算图像数据的明亮度的偏差,但也可以使用将标准偏差平方而得到的分散。

[0096] 区域提取部 116 用于从处理对象的图像数据提取映入污物映影的可能性高的区域。在区域提取部 116 的存储区域中预先存储有为了提取污物映影的区域而设定的多个条件。区域提取部 116 根据设定的条件缩小映入污物映影的可能性高的区域,并将满足所有条件的区域判定为映入了污物映影的区域。

[0097] 首先,区域提取部 116 以由标准偏差计算部 115 算出的标准偏差在预先设定的阈值以上为条件,从图像数据提取满足条件的区域。区域提取部 116 将由标准偏差计算部 115 生成的标准偏差平面中含有的像素的标准偏差与预先设定的标准偏差的阈值进行比较。区

域提取部 116,在标准偏差平面中含有的像素的标准偏差在设定的阈值以上时将该像素的值设为 1,在标准偏差平面中含有的像素的标准偏差低于设定的阈值时将该像素的值设为 0,而生成二值图像。即,在二值图像中,将与周边像素的亮度的变化量大、标准偏差在阈值以上的区域的像素设为 1,将与周边像素的亮度的变化量小、标准偏差低于阈值的区域的像素设为 0。区域提取部 116 从生成的二值图像提取像素的值为 1 的区域。区域提取部 116 根据对提取的区域是否为污物映影而设定的条件,进行以下的条件判定处理。在提取了不相邻的多个像素组的区域时,区域提取部 116 对提取出的各个区域进行以下的条件判定处理。

[0098] 此外,通过附着于摄像装置 100 的摄像光路上的污物形成污物映影,会对其图像的亮度产生影像,但不会对色相带来变化,利用这一特性,区域提取部 116 判断提取出的区域是否为污物映影。即,区域提取部 116,参照由明亮度计算部 113 生成的亮度平面,将以下内容作为条件并判断提取出的区域是否满足条件:提取区域中的像素的亮度和提取区域周边的像素的亮度之差在预先设定的阈值以上,并且,对提取区域的像素由色相值计算部 114 算出的色相值和对提取区域周边的像素由色相值计算部 114 算出的色相值之差不在预先设定的阈值以上。在提取出的区域满足该条件时,区域提取部 116 判定该区域为污物映影。在提取的区域不满足该条件时,区域提取部 116 判定该区域不是污物映影。此外,可以进一步设定以下条件:提取区域的像素的亮度比提取区域周边的像素的亮度小。对于提取区域或提取区域周边的像素,在以多个像素为处理对象时,可以通过各个区域中包含的像素的值的平均值来进行比较。

[0099] 并且,区域提取部 116 通过提取区域的大小来判断提取区域是否为污物映影。例如,对提取区域中含有的像素的像素数和作为污物映影设定的像素数的范围的下限值进行比较,在低于下限值时,区域提取部 116 判定该区域不是污物映影。这是由于,提取区域过小时,认为是因噪声而导致该区域的标准偏差在阈值以上。另一方面,对提取区域中含有的像素的像素数和作为污物映影设定的像素数的范围的上限值进行比较,在上限值以上时,区域提取部 116 也判定该区域不是污物映影。这是由于,提取区域过大时,认为是因被拍摄体存在而导致该区域的标准偏差在阈值以上。由此,区域提取部 116 判断提取出的区域中含有的像素的像素数是否在预先设定的像素数的范围内,进一步以判定在范围内为条件,将满足条件的区域判定为污物映影并将其提取出来。

[0100] 此外,区域提取部 116 进一步以提取出的区域的周边区域的明亮度值(亮度信息)在预先设定的阈值以上为条件来进行判定处理。区域提取部 116 对提取区域的周边区域的亮度信息和预先设定的阈值进行比较,在亮度信息在阈值以上时判定该区域为污物映影,在亮度信息不在阈值以上时判定该区域不是污物映影。

[0101] 此外,区域提取部 116 进一步以提取出的区域的周边区域的明亮度的变化量在预先设定的阈值以下为条件来进行判定处理。区域提取部 116 参照由标准偏差计算部 115 生成的标准偏差平面,在标准偏差为阈值以下时判定该区域为污物映影,在标准偏差不在阈值以下时判定该区域不是污物映影。

[0102] 此外,区域提取部 116 进一步以提取出的区域的明亮度值和该区域的周边区域的明亮度值之比在预先设定的阈值以下为条件来进行判定处理。区域提取部 116 参照由明亮度计算部 113 生成的亮度平面,计算提取区域的亮度和其周边区域的亮度之比,在计算出

的比值在阈值以下时判定该区域为污物映射,在比值不在阈值以下时判定该区域不是污物映射。

[0103] 此外,区域提取部 116 进行上述条件判定处理,在判定提取区域为污物映射时,计算图像数据中的提取区域的中心坐标。例如,区域提取部 116 在显示于显示部 119 的图像数据中,在计算出的中心坐标的部位显示预定大小的矩形的框。用户能够通过目视确认显示的框,来确认判定为污物映射的区域。

[0104] 污物校正部 117 进行污物校正处理以删除在由区域提取部 116 提取出的区域中映入的污物映射。如上所述,映入了污物映射的提取区域与周边区域相比色相没有变化,但亮度存在变化。因此,污物校正部 117 例如通过将提取区域的像素的亮度增加到与周边的像素的亮度相同的程度,而删除提取区域的污物映射。

[0105] 对比度调整部 118 进行使图像数据的对比度明显的处理。例如,在污物映射较薄、污物映射的区域的像素和周边像素的亮度差小到难以通过人眼确认的程度的情况下,用户很难确认污物映射的存在。因此,对比度调整部 118 通过增强图像数据中污物映射的区域和其周边区域的对比度,而强调较薄的污物映射,并显示在显示部 119 上。从而用户容易目视确认污物映射。例如,图 3A 和图 3B 是表示由区域提取部 116 提取出的提取区域的矩形图和色调曲线的例子的图。在图 3A 中, $Y1$ 表示亮度的最小值, $Y2$ 表示亮度的最大值, $Ymid$ 表示 $Y1$ 和 $Y2$ 的中间值。在此,对比度调整部 118 将 $Y1$ 和 $Y2$ 之间的亮度值再分布成 0-1 的值。从而,如图 3B 所示,色调曲线的斜度成为 $1/(Y2-Y1)$ 。在此,对比度调整部 118 根据由用户输入的操作信息变换 $Y1$ 和 $Y2$ 之间的间隔,从而能够调整对比度。

[0106] 显示部 119 是用于显示图像数据的显示器,相当于图 1 中的监视器 108。

[0107] 接下来参照图 4 的流程图说明由摄像装置 100 提取映入了污物映射的区域的动作例。由摄像部 111 拍摄图像并生成图像数据,且存储到图像存储部 112 中。输入部 110 从用户接受了想要进行污物检测的图像数据的选择后,将选择的图像数据从图像存储部 112 读出,并显示到显示部 119。在此,根据由用户输入的操作信息例如将图像重放模式变更为“污物检测结果显示模式”后,摄像装置 100 开始进行自图像数据的污物检测处理。首先,色相值计算部 114 进行图像数据的 HSV 转换而计算色相值 (Hue) (步骤 S1)。明亮度计算部 113 根据图像数据的 RGB 值计算亮度信息 (Y),而生成亮度平面 (步骤 S2)。标准偏差计算部 115 针对在步骤 S2 中由明亮度计算部 113 算出的亮度平面中的各像素的亮度信息计算标准偏差,而生成标准偏差平面 (步骤 S3)。

[0108] 区域提取部 116 在生成的标准偏差平面中提取标准偏差 ($Ystd$) 为阈值以上的区域 (步骤 S4)。并且,区域提取部 116 判断提取的区域中含有的像素数是否在预定范围内 (步骤 S5)。在此,区域提取部 116 若判定提取出的区域中含有的像素数不在预定范围内 (步骤 S5:否) 则结束处理。另一方面,区域提取部 116 若判定提取出的区域中含有的像素数在预定范围内,则使处理进入步骤 S6。

[0109] 此外,区域提取部 116 判断是否在步骤 S4 中提取出的区域内的亮度值和区域的周边的亮度值之差在预定的阈值以上、且区域内的色相值和区域的周边的色相值之差不在预定的阈值以上 (步骤 S6)。区域提取部 116 若判定区域内的亮度值和区域的周边的亮度值之差不在预定的阈值以上、或区域内的色相值和区域的周边的色相值之差在预定的阈值以上 (步骤 S6:否),则结束处理。另一方面,区域提取部 116 若判定在步骤 S4 中提取出的区

域内的亮度值和区域的周边的亮度值之差在预定的阈值以上、且区域内的色相值和区域的周边的色相值之差不在预定的阈值以上,则使处理进入步骤 S7。

[0110] 并且,区域提取部 116 参照在步骤 S3 中生成的亮度平面,判断在步骤 S4 中提取出的区域的周边的亮度信息是否在预定的阈值以上(步骤 S7)。区域提取部 116 若判定在步骤 S4 中提取出的区域的周边的亮度信息不在预定的阈值以上(步骤 S7:否),则结束处理。另一方面,区域提取部 116 若判定提取出的区域的周边的亮度值在预定的阈值以上(步骤 S7:是),则使处理进入步骤 S8。

[0111] 然后,区域提取部 116 判断区域周边的标准偏差是否在阈值以内(步骤 S8)。区域提取部 116 若判定区域周边的标准偏差不在阈值以内(步骤 S8:否),则结束处理。另一方面,区域提取部 116 若判定区域周边的标准偏差在阈值以内(步骤 S8:是),则使处理进入步骤 S9。此外,区域提取部 116 判断区域周边的亮度比是否在阈值以内(步骤 S9)。区域提取部 116 若判定区域周边的亮度比不在阈值以内(步骤 S9:否),则结束处理。另一方面,区域提取部 116 若判定区域周边的亮度比在阈值以内(步骤 S9:是),则使处理进入步骤 S10。区域提取部 116 判定在提取出的区域中映入了污物映影,计算并输出提取出的区域的坐标值(步骤 S10)。

[0112] 区域提取部 116 在显示于显示部 119 上的图像数据中判定为污物映影的提取区域中显示矩形的框。在此,区域提取部 116 作为污物映影的区域而提取出多个区域时,显示多个框。从而,用户能够目视确认检测出的污物映影的量,因此能够根据检测出的污物的量获得光学部件的清扫的时机。此外,由用户向输入部 110 输入了表示已选择提取区域的信息后,对比度调整部 118 增强所选择的提取区域的对比度并显示到显示部 119。从而,用户在提取出的污物映影较薄时也容易目视确认。此外,由用户向输入部 110 输入了表示进行污物校正的请求的操作信息后,污物校正部 117 进行选择的提取区域的污物校正处理。

[0113] 图 5 是表示作为该实施方式的污物映影区域的提取处理的对象的图像数据的例子的图。在此示出了以下概念:将符号 a 所示的图像作为校正对象的图像数据,从图像数据中的符号 b 所示的区域提取污物映影的区域。符号 c 表示对符号 b 的区域由明亮度计算部 113 计算了亮度的例子。符号 d 表示对符号 b 的区域由色相值计算部 114 计算了色相值的例子。符号 e 表示由标准偏差计算部 115 计算了标准偏差的例子。符号 f 表示基于由标准偏差计算部 115 计算出的标准偏差的二值图像。根据这些信息,由区域提取部 116 进行条件判定处理,提取符号 g 所示的污物映影。

[0114] 在此,说明了由摄像装置 100 进行污物映影的提取处理和校正处理的例子,但也可以构成为由与摄像装置 100 不同的计算机装置进行这些处理。图 6 是表示这种结构的摄像装置 200 和图像处理装置 300 的框图。摄像装置 200 是拍摄被拍摄体而生成图像数据的电子相机。图像处理装置 300 是对摄像装置 200 生成的图像数据进行污物映影的提取处理和校正处理的计算机装置,包括输入部 310、图像存储部 312、明亮度计算部 313、色相值计算部 314、标准偏差计算部 315、区域提取部 316、污物校正部 317、对比度调整部 318、显示部 319。

[0115] 图像处理装置 300 具有的各部与上述摄像装置 100 具有的同名的各部结构相同。然而,输入部 310 为键盘、鼠标等器件。在图像存储部 312 中存储由摄像装置 200 拍摄并生成的图像数据。显示部 319 为液晶显示器等器件。

[0116] 另外,该实施方式的污物映射的提取处理也可以是压缩图像数据(例如1/4)并对压缩后的图像数据进行。此外,也可以对图像数据进行区域分割(例如 8×16),并对分割后的各个区域进行污物映射的提取处理。从而,可以减少处理对象的图像数据量,进一步降低负荷而进行处理。

[0117] 如上所述,根据该实施方式,通过利用由附着在摄像装置100内的摄像光路上的污物形成的污物映射会对该图像的亮度产生影响但不会对色相带来变化的特性,能够高效且正确的提取映入到图像中的污物映射。

[0118] 另外,图像存储部112(图像存储部312)由硬盘装置、光磁盘装置、闪存等非易失性存储器、CD-ROM等只读的存储介质、RAM(Random Access Memory,随机存取存储器)等易失性的存储器、或者它们的组合而构成。

[0119] 另外,明亮度计算部113(明亮度计算部313)、色相值计算部114(色相值计算部314)、标准偏差计算部115(标准偏差计算部315)、区域提取部116(区域提取部316)、污物校正部117(污物校正部317)、对比度调整部118(对比度调整部318),可以通过专用的硬件来实现,或者,也可以由存储器及CPU(中央运算装置)构成,通过将用于实现各处理部的功能的程序安装到存储器中并执行,而实现其功能。

[0120] 此外,也可以将用于实现各处理部的功能的程序记录到计算机可读的记录介质中,使计算机系统读取、执行该记录介质中记录的程序,从而进行由各部执行的处理。另外,这里所说的“计算机系统”包括OS、周边设备等硬件。

[0121] 此外,“计算机系统”若为利用WWW系统的情况则还包含主页提供环境(或显示环境)。

[0122] 此外,“计算机可读的记录介质”是指,软盘、光磁盘、ROM、CD-ROM等可携带介质、内置于计算机系统内的硬盘等存储装置。进而,“计算机可读的记录介质”还包括:如经由因特网等网络、电话线路等通信线路发送程序时的通信线这样在短时间内动态地保持程序的物质;如此时的服务器、客户的计算机系统内部的易失性存储器这样在一定时间保持程序的物质。此外,上述程序可以用于实现上述功能的一部分,进而可以通过与已经将上述功能记录到计算机系统内的程序的组合来实现。

[0123] 以下参照附图详细说明本发明的第二实施方式。

[0124] 图7是表示该实施方式的摄像装置1100的结构图。摄像装置1100是透镜更换式的电子相机,包括具有作为多个光学透镜组的透镜1102的光学系统1101。设置光学系统1101的相机主体1103包括快门1106、光学滤波器1105等光学部件、摄像元件1104。摄像元件1104为CCD(Charge Coupled Device)、CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)等,将经由光学系统1101曝光并在自身的成像面上成像的像转换为电信号,并输出作为转换后的电信号的图像信号。输出的图像信号被转换成图像数据,并在相机主体1103所具备的监视器1108上显示。监视器1108例如为LCD(Liquid Crystal Display)等液晶显示器。

[0125] 在此,光学系统1101相对于相机主体1103能够装拆。在该图中示出了附着在光学滤波器1105上的污物1107。该污物1107挡住经由光学系统1101入射的光,而在摄像元件1104所成的像上形成映射。从而,在由摄像装置1100生成的图像数据中映入污物映射。该实施方式的摄像装置1100进行校正以检测映入到图像数据中的这种污物映射并将其删

除。

[0126] 图 8 是表示该实施方式的摄像装置 1100 的结构的框图。摄像装置 1100 具有根据预先存储于自身的存储区域中的程序来控制各部的动作的微机、CPU (Central Processing Unit), 并包括输入部 1110、摄像部 1111、图像存储部 1112、明亮度计算部 1113、亮度梯度计算部 1114、色相值计算部 1115、区域提取部 1116、污物校正部 1117、和显示部 1118。

[0127] 输入部 1110 接受来自用户的操作信息的输入。输入部 1110 例如为通过按下而输入设定的信息的按钮等。或者也可以使用兼用作显示部 1118 等的显示器的触摸面板。

[0128] 摄像部 1111 通过预定的控制顺序驱动光学系统 1101, 根据从摄像元件 1104 输出的图像信号而生成图像数据。在此, 摄像部 1111 生成的图像数据是用 RGB 表色系统表示各像素的颜色并进行了伽马校正的信息。伽马校正通过图像数据中的颜色的信息、和输出该图像数据的显示器或打印机等输出装置所对应的伽马值之间的关系, 校正产生的颜色的误差的处理。在此, 根据从摄像元件 1104 输出的图像信号生成图像数据时, 有时会因上述误差而在输出时可看到图像中的暗部毁坏。通过这种伽马校正来校正误差, 能够显示忠实于从摄像元件 1104 输出的图像信号的色调的图像。

[0129] 在图像存储部 1112 中存储有由摄像部 1111 生成的图像数据。

[0130] 明亮度计算部 1113 用于计算图像内的明亮度的程度。在此, 明亮度计算部 1113 根据图像数据中含有的像素的 RGB 值, 对每个像素计算作为表示明亮度程度的明亮度值的亮度 (Y)。在此, 明亮度计算部 1113 根据 RGB 值通过以下公式 (4) 计算亮度。

[0131] 公式 (4)

$$[0132] \quad Y = (0.299 \times R + 0.589 \times G + 0.114 \times B) / 255 \quad \dots (4)$$

[0133] 根据上述公式 (4), 明亮度计算部 1113 针对存储于图像存储部 1112 的图像数据中含有的各像素计算亮度, 生成与图像数据对应的亮度平面。在此, 说明了明亮度计算部 1113 作为表示像素的明亮度程度的信息而计算亮度的示例, 但例如也可以计算明度等。

[0134] 亮度梯度计算部 1114 进行图像信息的逆伽马校正, 根据进行了逆伽马校正的图像信息而计算亮度梯度。如上所述, 由摄像部 1111 生成并存储于图像存储部 1112 的图像数据是伽马校正后的信息。这种伽马校正为了输出处理而进行的, 因此通过伽马校正校正后的值对其他处理来说成为误差。因此, 亮度梯度计算部 1114 进行逆伽马校正以计算图像数据的伽马校正前的亮度。亮度梯度计算部 1114 首先根据以下公式 (5) 计算进行了逆伽马校正的亮度 Y'。在此, γ 表示作为由摄像部 1111 进行的伽马校正中的校正系数的伽马值。

[0135] 公式 (5)

$$[0136] \quad Y' = (Y)^\gamma \quad \dots (5)$$

[0137] 此外, 亮度梯度计算部 1114 对根据图像数据中含有的各像素通过上述公式 (5) 计算出的 Y' 的亮度平面进行微分过滤, 对各像素 ($f(i, j)$) 计算与横向 (例如右) 相邻的像素的差分 ($\Delta_x f(i, j)$) 和与纵向 (例如下) 相邻的像素的差分 ($\Delta_y f(i, j)$)。亮度梯度计算部 1114 根据计算出的差分, 通过以下公式 (6) 计算表示亮度平面中的亮度 Y' 的梯度的值即亮度梯度 (Ygrad)。

[0138] 公式 (6)

$$[0139] \quad Ygrad = \sqrt{(\Delta_x f(i, j))^2 + (\Delta_y f(i, j))^2} \quad \dots (6)$$

[0140] 在此,亮度梯度计算部 1114 对亮度平面的各个像素计算亮度梯度,生成亮度梯度平面。亮度梯度平面中的亮度梯度,在因被拍摄体或污物映影的存在而导致亮度的变化量多的部分示出相对高的值,而在空白等均匀平面上示出相对低的值。

[0141] 色相值计算部 1115 用于计算表示根据由亮度梯度计算部 1114 算出的亮度梯度而设定的候补区域的内侧的色相的第一色相值、和表示候补区域的周边的色相的第二色相值。在此,区域的周边是指例如从预定区域的像素开始的周边 5 像素以内的像素等。在此,将根据由亮度梯度计算部 1114 算出的亮度梯度而由后述区域提取部 1116 提取出的候补区域作为处理对象。色相值计算部 1115 根据图像数据中含有的像素的 RGB 值来计算色相值(Hue)。在此,色相值计算部 1115 通过将图像数据中含有的像素的 RGB 值转换成 HSV 表色系统,而计算色相值。HSV 表色系统是通过 H(Hue:色相)、S(Saturation:饱和度)、V(Value:明度)来表示颜色的模型。色相值计算部 1115 通过以下公式 (7) 来计算色相值(H)。

[0142] 公式 (7)

[0143]

$$\left. \begin{aligned}
 V_{\max} &= \max\{R, G, B\} \\
 V_{\min} &= \min\{R, G, B\} \\
 V &= V_{\max} \\
 S &= (V_{\max} - V_{\min}) / V_{\max} \\
 H &= \begin{cases} (\pi/3)(b - g) & R = V_{\max} \\ (\pi/3)(2 + r - b) & G = V_{\max} \\ (\pi/3)(4 + g - r) & B = V_{\max} \end{cases} \\
 \text{其中、} \\
 r &= (V_{\max} - R) / (V_{\max} - V_{\min}) \\
 g &= (V_{\max} - G) / (V_{\max} - V_{\min}) \\
 b &= (V_{\max} - B) / (V_{\max} - V_{\min})
 \end{aligned} \right\} \dots(7)$$

[0144] 在此,在 $H < 0$ 时在 H 上增加 2π , 在 $V_{\max} = 0$ 时 $S = 0$ 、H 不确定。

[0145] 区域提取部 1116 用于从处理对象的图像数据提取映入污物映影的区域。在此,在区域提取部 1116 的存储区域中预先存储有为了提取污物映影的区域而设定的多个条件。区域提取部 1116 根据设定的条件缩小映入污物映影的可能性高的候补区域,并将满足所有条件的候补区域判定为映入了污物映影的区域。

[0146] 首先,区域提取部 1116 根据由亮度梯度计算部 1114 算出的亮度梯度来确定候补区域。在此,区域提取部 1116 以由亮度梯度计算部 1114 生成的亮度梯度平面中的亮度梯度在阈值以上为条件,提取候补区域。例如,区域提取部 1116 预先存储用于判断是否为边缘部分的亮度梯度的阈值,并比较亮度梯度平面中的各个像素的亮度梯度的值和阈值。区域提取部 1116,若判定亮度梯度在阈值以上则设为 1,若判定小于阈值则设为 0,而生成二值图像。区域提取部 1116 从生成的二值图像提取像素的值为 1 的区域作为候补区域。区域提取部 1116 根据为了判断提取的候补区域是否为污物映影而预先设定的条件,进行以下的条件判定处理。在此,区域提取部 1116 在提取了不相邻的多个像素组的区域作为候补区域时,对提取出的各个候补区域进行以下的条件判定处理。

[0147] 首先,区域提取部 1116 作为条件判定处理而进行候补区域的大小是否在预先设定的阈值以上的判定。在此,区域提取部 1116 预先存储有作为污物映影设定的像素数的范围的下限值和上限值。区域提取部 1116 将候补区域中含有的像素的像素数与作为污物映影设定的像素数的范围的下限值进行比较,在低于下限值时,判定该候补区域不是污物映影。这是由于,提取区域过小时,认为是因噪声而导致该候补区域的亮度梯度在阈值以上。另一方面,对候补区域中含有的像素的像素数和作为污物映影设定的像素数的范围的上限值进行比较,在上限值以上时,也判定该候补区域不是污物映影。这是由于,候补区域过大时,认为是因被拍摄体存在而导致该区域的亮度梯度在阈值以上。

[0148] 通过附着于摄像装置 1100 的摄像光路上的污物形成污物映影,会对其像素的亮度产生影像,但不会对色相带来变化,利用这一特性,区域提取部 1116 判断候补区域是否为污物映影。即,区域提取部 1116,将以下内容作为条件并判断提取的候补区域是否满足条件:对候补区域中含有的像素由明亮度计算部 1113 算出的亮度和候补区域周边的像素的亮度之差在预先设定的阈值以上,并且,对候补区域中含有的像素由色相值计算部 1115 算出的色相值和对候补区域周边的像素算出的色相值之差在预先设定的阈值以下。在提取出的候补区域满足该条件时,区域提取部 1116 判定该候补区域为污物映影。在提取的候补区域不满足该条件时,区域提取部 1116 判定该区域不是污物映影。在此,可以进一步设定以下条件:候补区域的像素的亮度比候补区域周边的像素的亮度小。对于候补区域或候补区域周边的像素,在以多个像素为处理对象时,可以通过各个候补区域中包含的像素的值的平均值来进行比较。

[0149] 此外,区域提取部 1116 进一步以候补区域的周边区域的明亮度值在预先设定的阈值以上为条件来进行条件判定处理。在此,区域提取部 1116 对候补区域的周边区域的亮度和预先设定的亮度的阈值进行比较,在亮度在阈值以上时判定该候补区域为污物映影,在亮度小于阈值时判定该区域不是污物映影。

[0150] 此外,区域提取部 1116 进一步以提取出的候补区域的周边区域的明亮度值的变化量在预先设定的阈值以下为条件来进行条件判定处理。在此,区域提取部 1116 参照由亮度梯度计算部 1114 生成的亮度梯度平面,在亮度梯度为阈值以下时判定该候补区域为污物映影,在亮度梯度不在阈值以下时判定该候补区域不是污物映影。

[0151] 此外,区域提取部 1116 进一步以提取出的候补区域的明亮度值和其周边区域的明亮度值之比在预先设定的阈值以下为条件来进行条件判定处理。例如,区域提取部 1116 参照由明亮度计算部 1113 生成的亮度平面,计算候补区域的亮度和其周边区域的亮度之比,在计算出的比值在阈值以下时判定该候补区域为污物映影,在计算出的比值不在阈值以下时判定该候补区域不是污物映影。

[0152] 此外,区域提取部 1116 进行上述条件判定处理,在判定候补区域为污物映影时,计算图像数据中的候补区域的中心坐标。此外,区域提取部 1116 在显示于显示部 1118 的图像数据中,在计算出的中心坐标的部位例如显示预定大小的矩形的框。用户能够通过目视确认显示的框,来确认判定为污物映影的区域。

[0153] 污物校正部 1117 进行污物校正处理以删除在由区域提取部 1116 提取出的污物映影的区域中映入的污物映影。在此,如上所述,映入了污物映影的区域与周边区域相比色相没有变化,但亮度存在变化。因此,污物校正部 1117 例如通过将污物映影的区域的像素的

亮度增加到与周边的像素的亮度相同的程度,而删除污物映影的区域的污物映影。

[0154] 显示部 1118 是用于显示图像数据的显示器,相当于图 7 中的监视器 1108。

[0155] 接下来参照图 9 的流程图说明由摄像装置 1100 从图像数据提取映入了污物映影的区域的动作例。在此,由摄像部 1111 拍摄图像并生成图像数据,且存储到图像存储部 1112 中。输入部 1110 从用户接受了想要进行污物映影检测的图像数据的选择的输入后,将选择的图像数据从图像存储部 1112 读出,并显示到显示部 1118。在此,根据由用户输入的操作信息例如将图像重放模式变更为“污物检测结果显示模式”后,摄像装置 1100 开始进行自图像数据的污物映影检测处理。首先,色相值计算部 1115 进行图像数据的 HSV 转换而计算色相值 (Hue) (步骤 S1001)。明亮度计算部 1113 根据图像数据的 RGB 值计算亮度 (Y),而生成亮度平面 (步骤 S1002)。亮度梯度计算部 1114 进行图像数据的逆伽马校正,生成基于进行了逆伽马校正的亮度 (Y') 的亮度梯度平面 (步骤 S1003)。

[0156] 区域提取部 1116 在生成的亮度梯度平面中提取亮度梯度 (Ygrad) 为阈值以上的区域 (步骤 S1004)。并且,区域提取部 1116 判断提取的区域中含有的像素数是否在预定范围内 (步骤 S1005)。在此,区域提取部 1116 若判定提取出的区域中含有的像素数不在预定范围内 (步骤 S1005:否) 则结束处理。另一方面,区域提取部 1116 若判定提取出的区域中含有的像素数在预定范围内 (步骤 S1005:是),则使处理进入步骤 S1006。

[0157] 然后,区域提取部 1116 判断是否在步骤 S1004 中提取出的候补区域内的亮度和候补区域的周边区域的亮度之差在预定的阈值以上、且候补区域内的色相值和周边区域的色相值之差小于预定的阈值 (步骤 S1006)。区域提取部 1116 若判定候补区域内的亮度和周边区域的亮度之差小于预定的阈值、或候补区域内的色相值和周边区域的色相值之差在预定的阈值以上 (步骤 S1006:否),则结束处理。另一方面,区域提取部 1116 若判定在步骤 S1004 中提取出的候补区域内的亮度和周边区域的亮度之差在预定的阈值以上、且候补区域内的色相值和周边区域的色相值之差小于预定的阈值,则使处理进入步骤 S1007。

[0158] 并且,区域提取部 1116 判断在步骤 S1004 中提取出的候补区域的周边区域的亮度是否在预定的阈值以上 (步骤 S1007)。区域提取部 1116 若判定周边区域的亮度小于预定的阈值 (步骤 S1007:否),则结束处理。另一方面,区域提取部 1116 若判定周边区域的亮度在预定的阈值以上 (步骤 S1007:是),则使处理进入步骤 S1008。

[0159] 然后,区域提取部 1116 判断周边区域的亮度梯度是否在阈值以下 (步骤 S1008)。区域提取部 1116 若判定周边区域的亮度梯度不在阈值以下 (步骤 S1008:否),则结束处理。另一方面,区域提取部 1116 若判定周边区域的亮度梯度在阈值以下 (步骤 S1008:是),则进入步骤 S1009。此外,区域提取部 1116 判断候补区域和周边区域的亮度比是否在阈值以下 (步骤 S1009)。区域提取部 1116 若判定候补区域和周边区域的亮度比不在阈值以下 (步骤 S1009:否),则结束处理。另一方面,区域提取部 1116 若判定候补区域和周边区域的亮度比在阈值以下 (步骤 S1009:是),则使处理进入步骤 S1010。区域提取部 1116 判定候补区域为映入了污物映影的区域,计算并输出提取出的污物映影的区域的坐标值 (步骤 S1010)。

[0160] 并且,区域提取部 1116 在显示于显示部 1118 上的图像数据中以计算出的污物映影的区域的坐标值为中心显示矩形的框。在此,区域提取部 1116 作为污物映影的区域而提取出多个区域时,显示多个框。从而,用户能够目视确认检测出的污物映影的个数,因此能

够例如根据检测出的污物映射的个数获得光学部件的清扫的时机。此外,由用户向输入部 1110 输入了表示进行污物校正的请求的操作信息后,污物校正部 1117 进行提取出的污物映射的区域的污物校正处理。

[0161] 在此,摄像装置 1100 例如也可以将通过区域提取部 1116 作为污物区域显示的矩形的框内的图像放大并显示到显示部 1118。从而在污物映射较小的情况下用户也容易目视确认。此外,摄像装置 1100 也可以根据来自用户的操作信息的输入,例如增强污物区域和其周边的对比度并显示到显示部 1118。由此,即使在污物映射较薄而小到污物映射的区域的像素和周边的像素的亮度差难以用人眼确认的程度时,也可由用户容易地目视确认。

[0162] 另外,在该实施方式中,说明了区域提取部 1116 从候补区域判定污物映射的区域的多个条件,但也可以不必仅将满足上述所有条件的区域作为污物映射提取,例如可以根据提取污物映射的对象的图像、要求的检测精度等,应用任意的条件进行污物映射的提取处理。

[0163] 此外,区域提取部 1116 将基于由亮度梯度计算部 1114 算出的亮度梯度的边沿部分作为候补区域提取时,例如存在以下情况:在提取圆形的污物映射时仅将污物映射的边沿部分作为候补区域提取,没有将边沿的内侧识别为候补区域,而提取了中心部形成了孔的环状的候补区域。因此,区域提取部 1116 也可以进行在使根据亮度梯度提取出的候补区域膨胀后收缩的处理(闭合/closing),进行填充候补区域的孔的处理。此外,也可以进行在使候补区域收缩后膨胀的处理(开放/opening),除去因噪声等产生的小的连接成分。

[0164] 在此,说明了由摄像装置 1100 进行污物映射的提取处理和校正处理的例子,但也可以构成为由与摄像装置 1100 不同的计算机装置进行这些处理。图 10 是表示这种结构的摄像装置 1200 和图像处理装置 1300 的框图。摄像装置 1200 是拍摄被拍摄体而生成图像数据的电子相机。图像处理装置 1300 是对摄像装置 1200 生成的图像数据进行污物映射的提取处理和校正处理的计算机装置,包括输入部 1310、图像存储部 1312、明亮度计算部 1313、亮度梯度计算部 1314、色相值计算部 1315、区域提取部 1316、污物校正部 1317、显示部 1318。

[0165] 图像处理装置 1300 具有的各部与上述摄像装置 1100 具有的同名的各部结构相同。然而,输入部 1310 为键盘、鼠标等器件。在图像存储部 1312 中存储由摄像装置 1200 拍摄并生成的图像数据。显示部 1318 为液晶显示器等器件。

[0166] 另外,该实施方式的污物映射的提取处理也可以是压缩图像数据(例如 1/4)并对压缩后的图像数据进行。此外,也可以对图像数据进行区域分割(例如 8×16),并对分割后的各个区域进行污物映射的提取处理。从而,可以减少处理对象的图像数据量,进一步降低负荷而进行处理。

[0167] 如上所述,根据该实施方式,通过利用由附着在摄像装置内的摄像光路上的污物形成的污物映射会对该图像的亮度产生影响但不会对色相带来变化的特性,能够高效且正确地提取映入到图像中的污物映射。

[0168] 另外,图像存储部 1112(图像存储部 1312)由硬盘装置、光磁盘装置、闪存等非易失性存储器、CR-ROM 等只读的存储介质、RAM(Random Access Memory)等易失性的存储器、或者它们的组合而构成。

[0169] 另外,明亮度计算部 1113(明亮度计算部 1313)、亮度梯度计算部 1114(亮度梯

度计算部 1314)、色相值计算部 1115(色相值计算部 1315)、区域提取部 1116(区域提取部 1316)、污物校正部 1117(污物校正部 1317),可以通过专用的硬件来实现,或者,也可以由存储器及 CPU(中央运算装置)构成,通过将用于实现各处理部的功能的程序安装到存储器中并执行,而实现其功能。

[0170] 此外,也可以将用于实现各处理部的功能的程序记录到计算机可读的记录介质中,使计算机系统读取、执行该记录介质中记录的程序,从而进行由各部执行的处理。另外,这里所说的“计算机系统”包括 OS、周边设备等硬件。

[0171] 此外,“计算机系统”若为利用 WWW 系统的情况则还包含主页提供环境(或显示环境)。此外,“计算机可读的记录介质”是指,软盘、光磁盘、ROM、CD-ROM 等可携带介质、内置于计算机系统内的硬盘等存储装置。进而,“计算机可读的记录介质”还包括:如经由因特网等网络、电话线路等通信线路发送程序时的通信线这样在短时间内动态地保持程序的物质;如此时的服务器、客户的计算机系统内部的易失性存储器这样在一定时间保持程序的物质。此外,上述程序可以用于实现上述功能的一部分,进而可以通过与已经将上述功能记录到计算机系统内的程序的组合来实现。

[0172] 以下参照附图详细说明本发明的第三实施方式。

[0173] 图 11 是具备本发明一个实施方式的图像处理装置的相机 2010 的概要图。相机 2010 包括:具备光学系统 2016 等的透镜镜筒部 2014;和具备摄像元件 2022 等的相机主体部 2012。在该实施方式中,作为具备图像处理装置的设备,以将透镜镜筒部 2014 装拆自如地安装于相机主体部 2012 上的透镜更换式相机为例进行说明,但具备该实施方式的图像处理装置的设备不限于此。例如,也可以是透镜镜筒部 2014 和相机主体部 2012 一体的相机、摄像机、移动电话、能够处理图像数据等的 PC(个人电脑)等。

[0174] 图 11 所示的相机主体部 2012 具备快门 2018、光学滤波器 2020 和摄像元件 2022 等。快门 2018 通过将从光学系统 2016 朝向摄像元件 2022 的摄影光隔断及使之通过来调整曝光时间。此外,光学滤波器 2020 由防止摄影时产生伪色(color moire,颜色波纹)等的光学低通滤波器等构成。

[0175] 摄像元件 2022 通过对由光学系统 2016 引导的光进行光电转换,而能够取得图像数据。但是,如图 11 所示,有时在摄影光的光路上、在用于使摄影光透过的光学滤波器 2020 等部件上附着有污物等异物 2024 时,在由摄像元件 2022 取得的图像数据中会包含受到了污物等异物 2024 的影响的像素。作为受到了异物 2024 的影响的像素,例如包括因异物 2024 阻碍了摄影光的透过结果导致颜色(明度等)从本来的摄影光的颜色变化了的像素等。该实施方式的相机 2010 如下文所述能够进行用于检测受到了异物 2024 的影响的像素的图像处理。此外,相机 2010 如下文所述,能够对包含受到了异物 2024 的影响的像素的拍摄图像,进行减轻或除去异物 2024 的影响的图像处理。

[0176] 图 12 是表示图 11 所示的相机 2010 所具备的图像处理装置的结构概要框图。相机 2010 包括:具有图 11 所示的摄像元件 2022 等的摄影部 2026;和对由摄影部 2026 等拍摄的拍摄图像进行图像处理的图像处理装置。搭载于相机 2010 上的图像处理装置包括图像转换部 2115、图像输入部 2028、存储部 2030、操作信号输入部 2032、摄影条件信号输入部 2034、显示部 2036 及运算部 2038 等。

[0177] 图像输入部 2028 以图像数据的形式输入由摄影部 2026 拍摄的拍摄图像。拍摄图

像例如为 RGB 数据等,但拍摄图像的数据形式并无特别限定。图像输入部 2028 将输入的拍摄图像向运算部 2038 输出。运算部 2038 对经由图像输入部 2028 输入的拍摄图像进行图像处理。另外,向图像输入部 2028,不仅可以输入由摄影部 2026 拍摄的拍摄图像,还可以输入由其他摄影装置拍摄的拍摄图像。此外,作为由运算部 2038 进行图像处理的拍摄图像,不限于由摄影部 2026 拍摄的拍摄图像,还包括由其他摄影装置拍摄的拍摄图像。

[0178] 进而,向图像输入部 2028,不仅输入对光学系统 2016 的像进行光电转换而得到的拍摄图像,还输入由图像转换部 2115 对拍摄图像进行了 γ 校正等的图像处理完毕的拍摄图像。图像转换部 2115 例如对于将光学系统 2016 的像光电转换而得到的拍摄图像,进行 γ 校正等图像处理、保存形式的变更、数据的压缩处理等。从而,图像转换部 2115 能够校正拍摄图像,以在将拍摄图像显示到液晶等显示装置上时更加鲜艳地显示或以更加自然的色调显示。此外,通过由图像转换部 2115 压缩拍摄图像,相机 2010 可以将更多的拍摄图像保存到未图示的存储卡等中。拍摄图像转换部 2115 对拍摄图像进行的图像处理包括线形校正和非线形校正。

[0179] 运算部 2038 包括信息计算部 2046、异物判断部 2048 及异物图像校正部 2050。信息计算部 2046 能够分析拍摄图像并计算与拍摄图像的颜色等相关的数据。异物判断部 2048 能够利用由信息计算部 2046 算出的数据,判断预定的检测区域是否为与映入到拍摄图像中的污物等异物对应的部分。进而,异物图像校正部 2050 能够根据异物判断部 2048 的判断,确定与映入到拍摄图像中的异物对应的部分,对拍摄图像进行用于减少异物的影响的图像处理。此外,异物图像校正部 2050 能够利用由信息计算部 2046 算出的数据,进行用于减少异物的影响的图像处理。

[0180] 信息计算部 2046 具有明亮度信息计算部 2054、饱和度信息计算部 2056、色相信息计算部 2058、明亮度梯度信息计算部 2060 和区域计算部 2062。信息计算部 2046 中包含的各计算部 2054、2056、2058、2060、2062 对拍摄图像进行运算处理,在各个计算部 2054、2056、2058、2060、2062 中分别计算不同的数据。

[0181] 明亮度信息计算部 2054 计算与拍摄图像的明亮度对应的明亮度信息。明亮度信息计算部 2054 计算的明亮度信息可以是拍摄图像的亮度信息,也可以是拍摄图像的明度信息,或亮度信息和明度信息双方。

[0182] 明亮度信息计算部 2054 利用以下的公式 (8) 根据拍摄图像中的各像素的 RGB 值计算各像素的亮度值 Y。

[0183] 公式 (8)

$$Y = (0.299 \times R + 0.589 \times G + 0.114 \times B) / 255 \quad \cdots (8)$$

[0185] 此外,明亮度信息计算部 2054 根据像素的亮度值 Y 而生成与拍摄图像对应的亮度平面。因此,明亮度信息计算部 2054 算出的亮度信息包括各像素的亮度值 Y、由各像素的位置及亮度值 Y 构成的亮度平面。

[0186] 明亮度信息计算部 2054 也可以取代亮度信息或与亮度信息组合而计算明度信息。明度信息通过对 RGB 数据进行 HSV 转换而得到。HSV 转换用于将 RGB 数据转换成色相 (Hue)、饱和度 (Saturation) 及明度 (Value)。拍摄图像中的各像素的明度值 V、色相值 H 及饱和度值 S 可以根据各像素的 RGB 值并通过以下的公式 (9-1) ~ (9-10) 求出。

[0187] 公式 (9-1) ~ (9-10)

$$[0188] \quad V = V_{\max} \quad \dots (9-1)$$

$$[0189] \quad S = (V_{\max} - V_{\min}) / V_{\max} \quad \dots (9-2)$$

$$[0190] \quad H = (\pi / 3) (b - g) \quad (R = V_{\max} \text{ 时}) \quad \dots (9-3)$$

$$[0191] \quad H = (\pi / 3) (2 + r - b) \quad (G = V_{\max} \text{ 时}) \quad \dots (9-4)$$

$$[0192] \quad H = (\pi / 3) (4 + g - r) \quad (B = V_{\max} \text{ 时}) \quad \dots (9-5)$$

[0193] 其中,

$$[0194] \quad V_{\max} = \max \{R, G, B\} \quad \dots (9-6)$$

$$[0195] \quad V_{\min} = \min \{R, G, B\} \quad \dots (9-7)$$

$$[0196] \quad r = (V_{\max} - R) / (V_{\max} - V_{\min}) \quad \dots (9-8)$$

$$[0197] \quad g = (V_{\max} - G) / (V_{\max} - V_{\min}) \quad \dots (9-9)$$

$$[0198] \quad b = (V_{\max} - B) / (V_{\max} - V_{\min}) \quad \dots (9-10)$$

[0199] 另外,由公式 (9-3) ~ (9-5) 转换的结果,在 $H < 0$ 时在 H 上增加 2π ,在 $V_{\max} = 0$ 时 $S = 0$ 、 H 不确定。

[0200] 明亮度信息计算部 2054 利用上述公式 (9-1) 及 (9-6) 根据拍摄图像中的各像素的 RGB 值计算各像素的明度值 V 。此外,明亮度信息计算部 2054 根据像素的明度值 V 生成与拍摄图像平面对应的明度平面。因此,明度信息计算部 2054 算出的明度信息包括各像素的明度值 V 、由各像素的位置及明度值 V 构成的明度平面。

[0201] 饱和度信息计算部 2056 计算与拍摄图像的饱和度对应的饱和度信息。饱和度信息计算部 2056 例如利用上述公式 (9-2)、(9-6) 及 (9-7) 根据拍摄图像中的各像素的 RGB 值计算各像素的饱和度值 S 。此外,饱和度信息计算部 2056 根据像素的饱和度值 S 生成与拍摄图像平面对应的饱和度平面。因此,饱和度信息计算部 2056 算出的饱和度信息包括各像素的饱和度值 S 、由各像素的位置及饱和度值 S 构成的明度平面。

[0202] 色相信息计算部 2058 计算与拍摄图像的色相对应的色相信息。色相信息计算部 2058 例如利用上述公式 (9-3) ~ (9-5) 及 (9-6) ~ (9-10) 根据拍摄图像中的各像素的 RGB 值计算各像素的色相值 H 。此外,色相信息计算部 2058 根据像素的色相值 H 生成与拍摄图像平面对应的色相平面。因此,色相信息计算部 2058 算出的色相信息包括各像素的色相值 H 、由各像素的位置及色相值 H 构成的明度平面。

[0203] 明亮度梯度信息计算部 2060 根据由明亮度信息计算部 2054 算出的亮度平面、明度平面,算出与拍摄图像的明亮度的梯度对应的明亮度梯度信息。作为由明亮度梯度信息计算部 2060 算出的明亮度梯度信息,包括亮度梯度信息、明度梯度信息。

[0204] 此时,明亮度梯度信息计算部 2060 优选根据通过逆 γ 校正部 2040 进行了逆 γ 校正的亮度平面、明度平面,计算明亮度梯度信息。拍摄图像多以与显示装置等对应地进行了 γ 校正的状态保存,因此经由图像输入部 2028 输入到运算部 2038 的拍摄图像也很可能进行了 γ 校正。因此,通过逆 γ 校正部 2040 对亮度平面、明度平面进行逆 γ 校正,能够使这些明亮度信息接近 RAW 数据具有的本来明亮度信息。

[0205] 将逆 γ 校正前的亮度平面及明度平面设为 $YP1$ 、 $VP1$,逆 γ 校正后的亮度平面及明度平面设为 $YP2$ 、 $VP2$,则由逆 γ 校正部 2040 进行的逆 γ 校正通过以下的公式 (10-1)、(10-2) 表示。

[0206] 公式 (10-1)、(10-2)

[0207] $YP2 = (YP1)^Y \quad \dots (10-1)$

[0208] $VP2 = (VP1)^Y \quad \dots (10-2)$

[0209] 明亮度梯度信息计算部 2060 例如根据明度平面 VP2 计算拍摄图像内的各位置（像素）的明度梯度值 $Vgrad(i, j)$ 。明亮度梯度信息计算部 2060 对明度平面 VP2 进行纵向、横向的微分过滤，计算纵向的差分 $\Delta_y f(i, j)$ 和横向的差分 $\Delta_x f(i, j)$ ，并利用算出的差分来计算各位置的明度梯度值 $Vgrad(i, j)$ 。若将明度平面 VP2 中包含的各像素的明度值 V 设为 $V(i, j)$ ，则明度梯度值 $Vgrad(i, j)$ 通过以下公式 (11-1) ~ (11-3) 算出。

[0210] 公式 (11-1) ~ (11-3)

[0211] $\Delta_x f(i, j) = V(i, j) - V(i-1, j) \quad \dots (11-1)$

[0212] $\Delta_y f(i, j) = V(i, j) - V(i, j-1) \quad \dots (11-2)$

[0213] $Vgrad(i, j) = \sqrt{(\Delta_x f(i, j))^2 + (\Delta_y f(i, j))^2} \quad \dots (11-3)$

[0214] 另外，公式 (11-1) ~ (11-3) 中的 i 表示像素的横向的位置， j 表示像素的纵向的位置。明亮度梯度信息计算部 2060 根据各位置的明度梯度值 $Vgrad(i, j)$ 生成与拍摄图像平面对应的明度梯度平面。因此，在明亮度梯度信息计算部 2060 算出的明度梯度信息中包括明度梯度值 $Vgrad(i, j)$ 、明度梯度平面。

[0215] 此外，明亮度梯度信息计算部 2060 可以取代明度梯度信息或除了明度梯度信息之外，根据亮度平面 VP2 计算亮度梯度信息。亮度梯度信息中包括亮度梯度值 $Ygrad(i, j)$ 、亮度梯度平面。亮度梯度信息的计算方法与上述明度梯度信息相同。

[0216] 区域计算部 2062 计算用于检测是否映入异物的检测区域。区域计算部 2062 能够例如利用由明亮度梯度信息计算部 2060 算出的明亮度梯度信息来计算检测区域。

[0217] 检测区域只要是拍摄图像的一部分即可，并无特别限定，但优选将映入异物的可能性高的区域作为检测区域。在此，在由明亮度梯度信息计算部 2060 算出的明亮度梯度平面中，相当于被拍摄体边沿的部分、映入了异物的部分，存在其明度梯度值 $Vgrad(i, j)$ 相对较大的倾向。与之相对，与空白、被拍摄体的内部等对应的部分存在明度梯度值 $Vgrad(i, j)$ 相对较小的倾向。

[0218] 因此，该实施方式的区域计算部 2062 能够计算将明度梯度平面二值化了的二值化图像，并将连接明度梯度值 $Vgrad(i, j)$ 高的像素而成的连接区域作为检测区域。即，区域计算部 2062 对明度梯度平面设定预定的阈值，将具有高于该阈值的明度梯度值的像素的值替换为“1”，将具有低于该阈值的明度梯度值的像素的值替换为“0”，从而计算二值化图像。

[0219] 进而，区域计算部 2062 从算出的二值化图像提取值为“1”的像素，并将值为“1”的像素作为检测区域。区域计算部 2062 若连接值为“1”的像素彼此，则将这些像素的集合确定为一个检测区域。反之，区域计算部 2062，在值为“1”的一个像素集合相对于值为“1”的另一个像素集合没有通过值为“1”的像素连接时，将该两个区域确定为不同的检测区域。

[0220] 区域计算部 2062 如上所述可以根据明度梯度平面计算检测区域，除此之外还可以根据由明亮度信息计算部 2054 算出的亮度梯度平面来计算检测区域。区域计算部 2062 与明度梯度平面同样地能够通过根据亮度梯度平面计算二值化图像，来计算检测区域。

[0221] 异物判断部 2048 利用由信息计算部 2046 算出的各信息，判断各个检测区域是否

为与映入到拍摄图像中的异物对应的部分。异物判断部 2048 包括第一判断部 2064、第二判断部 2066、第三判断部 2068 和第四判断部 2070。第一～第四判断部 2064～2070 利用彼此不同的判断基准,判断作为判断对象的检测区域是否为与映入到拍摄图像中的异物对应的部分。

[0222] 第一判断部 2064 根据作为判断对象的检测区域的大小,判断该检测区域是否为与映入到图像中的异物对应的部分。在该实施方式的图像处理装置中,作为异物判断部 2048 的判断对象的检测区域及其大小,利用由明亮度梯度信息计算部 2060 算出的明亮度梯度信息,而由区域计算部 2062 进行计算。因此,例如区域计算部 2062 根据亮度梯度平面计算出检测区域时,第一判断部 2064 利用各像素的亮度梯度值等信息进行判断。此外,区域计算部 2062 根据明度梯度平面计算出检测区域时,第一判断部 2064 利用各像素的明度梯度值等信息进行判断。

[0223] 第一判断部 2064 在由区域计算部 2062 算出的检测区域的大小在预定范围时,能够判断出该检测区域是与映入到图像中的异物对应的部分。此外,第一判断部 2064 在由区域计算部 2062 算出的检测区域的大小超过预定的范围而更大或比预定的范围小时,能够判断出该检测区域不是与映入到图像中的异物对应的部分。

[0224] 在第一判断部 2064 中判定是异物映入的区域的范围,根据拍摄图像的大小、拍摄条件等来设定,例如可以使下限值为 25 像素、上限值为 300 像素。

[0225] 第二判断部 2066 利用与检测区域的饱和度对应的饱和度信息,判断该检测区域是否为与映入到图像中的异物对应的部分。第二判断部 2066 利用由饱和度信息计算部 2056 算出的饱和度值 S 及饱和度平面,判断该检测区域是否为与映入到图像中的异物对应的部分。该实施方式的第二判断部 2066 研究与检测区域的饱和度对应的第一饱和度信息和与检测区域的周边区域的饱和度对应的第二饱和度信息之间的差异。第二判断部 2066 在第一饱和度信息和第二饱和度信息间的差异处于预先设定的范围时,判断出作为判断对象的检测区域是与异物对应的部分。此外,第二判断部 2066 在第一饱和度信息和第二饱和度信息间的差异不在预先设定的范围时,判断出作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分。

[0226] 在此,第一饱和度信息例如可以是检测区域中含有的像素的饱和度值 S 的平均值。此外,第二饱和度信息可以是检测区域的周边区域的像素的饱和度值 S 的平均值。另外,检测区域的周边区域例如可以规定成:与检测区域的外周接触的同时包围该检测区域的周边的区域、且具有与检测区域同等程度的面积的区域。

[0227] 第二判断部 2066 将作为判断对象的检测区域判断为异物映入的区域的数值范围没有特别限定。此外,判断为异物映入的区域的数值范围可以用饱和度值 S 的差的大小(绝对值)来规定,也可以用第一饱和度信息和第二饱和度信息的值的比来规定。

[0228] 例如,第二判断部 2066 在检测区域中含有的像素的饱和度值 S 的平均值 S_1 为检测区域的周边区域的像素的饱和度值 S 的平均值 S_2 的 $0.95 \sim 2$ 倍时,判断出作为判断对象的检测区域是异物映入的区域。不是污物而是作为被拍摄体拍摄到图像中的像,在饱和度信息中强烈地留有信息,相反,异物映入的像则对饱和度几乎不产生影响。因此,若检测区域中没有映入污物,则第一饱和度信息和第二饱和度信息的差异较大,反之,若在检测区域中映入了污物,则第一饱和度信息和第二饱和度信息的差异较小。

[0229] 第二判断部 2066 不仅可以如上所述利用饱和度信息进行判断,此外还可以利用与检测区域的明亮度对应的明亮度信息,判断该检测区域是否为映入到图像中的异物对应的部分。利用明亮度信息进行判断时,第二判断部 2066 能够利用由明亮度信息计算部 2054 算出的明度值 V 和明度平面,判断该检测区域是否为映入到图像中的异物对应的部分。此外,第二判断部 2066 也可以利用由明亮度信息计算部 2054 算出的亮度值 Y 和亮度平面,判断该检测区域是否为映入到图像中的异物对应的部分。

[0230] 该实施方式的第二判断部 2066 例如研究与检测区域的明度对应的第一明度信息和与检测区域的周边区域的明度对应的第二明度信息之间的差异。第二判断部 2066 在第一明度信息和第二明度信息间的差异不在预先设定的范围时,判断为作为判断对象的检测区域是与异物对应的部分。

[0231] 在此,第一明度信息例如可以是检测区域中含有的像素的明度值 V 的平均值。此外,第二明度信息可以是检测区域的周边区域的像素的明度值 V 的平均值。例如,第二判断部 2066 在检测区域中含有的像素的明度值 V 的平均值 $V1$ 小于检测区域的周边区域的像素的明度值 V 的平均值 $V2$ 的 0.975 倍时,判断为作为判断对象的检测区域是异物映入的区域。这是因为,异物的映入对饱和度、色相几乎没有影响,但对明亮度强烈地留有信息。

[0232] 进而,第二判断部 2066 除了利用了饱和度信息的判断之外,还可以利用与检测区域的色相对应的色相信息,判断该检测区域是否为映入到图像中的异物对应的部分。利用色相信息进行判断时,第二判断部 2066 能够利用由色相信息计算部 2058 算出的色相值 H 和色相平面,判断该检测区域是否为映入到图像中的异物对应的部分。

[0233] 该实施方式的第二判断部 2066 例如研究与检测区域的色相对应的第一色相信息和与检测区域的周边区域的色相对应的第二色相信息之间的差异。第二判断部 2066 在第一色相信息和第二色相信息间的差异在预先设定的范围时,判断为作为判断对象的检测区域是与异物对应的部分。

[0234] 在此,第一色相信息例如可以是检测区域中含有的像素的色相值 H 的平均值。此外,第二色相信息可以是检测区域的周边区域的像素的色相值 H 的平均值。例如,第二判断部 2066 在检测区域中含有的像素的色相值 H 的平均值 $H1$ 为检测区域的周边区域的像素的色相值 H 的平均值 $H2$ 的 0.94 ~ 1.06 倍时,判断为作为判断对象的检测区域是异物映入的区域。这是因为,不是污物而是作为被拍摄体拍摄到图像中的像,在色相信息中强烈地留有信息,相反,异物映入的像则对色相几乎不产生影响。

[0235] 第三判断部 2068 在与检测区域的周边区域的明亮度对应的第二明度信息等不在预先设定的范围时,判断为作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分。此外,第三判断部 2068 在与检测区域的周边区域的明度对应的第二明度信息处于预先设定的范围时,判断为作为判断对象的检测区域是与异物对应的部分。作为第三判断部 2068 使用的明亮度信息,包括作为检测区域的周边区域的像素的明度值 V 的平均值的第二明度信息、作为检测区域的周边区域的像素的亮度值 Y 的平均值的第二亮度信息等。

[0236] 例如,第三判断部 2068 在检测区域的周边区域中含有的像素的明度值 V 的平均值 $V2$ 为 60 以下时,判断为上述检测区域不是与异物对应的部分。这是因为,在检测区域的周边区域的明亮度低于预定值时,即使检测区域中映入了异物,异物的映入对图像的影响也很小。

[0237] 第四判断部 2070 在检测区域的周边区域的明亮度的标准偏差不在预先设定的范围时,判断为作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分。此外,第四判断部 2070 在检测区域的周边区域的明亮度的标准偏差处于预先设定的范围时,判断为作为判断对象的检测区域是与异物对应的部分。在此,作为检测区域的周边区域的明亮度的标准偏差,包括检测区域的周边区域的像素的明度值 V 的标准偏差、检测区域的周边区域的像素的亮度值 Y 的标准偏差。

[0238] 例如,第四判断部 2070 根据检测区域的周边区域中含有的像素的明度值 $V(i, j)$ 和检测区域的周边区域中含有的像素的明度值 $V(i, j)$ 的平均值 V_2 ,利用以下的公式 (12) 计算检测区域的周边区域的明亮度的标准偏差 V_{std} 。

[0239] 公式 (12)

$$V_{std} = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (V(i, j) - V_2)^2} \quad \dots \quad (12)$$

[0241] 另外,公式 (12) 中的 n 是检测区域的周边区域中含有的像素数。在第四判断部 2070 中,用于判断检测区域中是否映入了异物的阈值根据拍摄图像的摄影条件而适当设定。例如,第四判断部 2070 在检测区域的周边区域中的明亮度的标准偏差 V_{std} 为 0.6 以上时,可以判断为该检测区域不是与映入到图像中的异物对应的部分。这是因为,检测区域的周边区域的明亮度的标准偏差较大时,检测区域中的高明度梯度值或亮度梯度值很可能不是基于异物的映入,而是基于被拍摄体光。

[0242] 第四判断部 2070 也可以根据检测区域的周边区域中含有的像素的亮度值 Y 来计算检测区域的周边区域的明亮度的标准偏差。第四判断部 2070 在利用根据亮度信息计算出的标准偏差时,也可以与根据明度信息计算出标准偏差时同样地判断作为判断对象的检测区域是否为与异物对应的部分。

[0243] 如上所述,异物判断部 2048 中包含的第一~第四判断部 2064 ~ 2070 能够分别独立地判断作为判断对象的检测区域是否为映入到图像中的异物对应的部分。异物判断部 2048 可以将第一~第四判断部 2064 ~ 2070 的判断结果全部输出到检测修正部 2044 及异物图像校正部 2050。此外,异物判断部 2048 也可以利用第一~第四判断部 2064 ~ 2070 的判断结果,综合判断在各检测区域中是否映入了异物,并将综合判断结果输出到检测修正部 2044 及异物图像校正部 2050。

[0244] 例如,异物判断部 2048 在一个以上的第一~第四判断部 2064 ~ 2070 判断为作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分时,进行作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分的综合判断。或者,异物判断部 2048 在所有的第一~第四判断部 2064 ~ 2070 判断为作为判断对象的检测区域是与异物对应的部分时,进行作为判断对象的检测区域是与异物对应的部分的综合判断。

[0245] 异物图像校正部 2050 利用异物判断部 2048 的判断结果、由信息计算部 2046 算出的数据,对与映入到拍摄图像中的异物对应的部分,进行减少异物的影响的校正。此外,异物图像校正部 2050 也可以取代异物判断部 2048 的判断结果,而根据作为由检测修正部 2044 修正了的判断结果的修正结果,进行从拍摄图像减少异物的影响的校正。

[0246] 检测修正部 2044 可以根据经由操作信号输入部 2032 输入到运算部 2038 的操作信号,修正异物判断部 2048 的判断。例如,检测修正部 2044 根据操作信号而变更在异物判

断部 2048 的第一～第四判断部 2064～2070 中使用的阈值中的至少一个。由此,检测修正部 2044 可以对检测区域是否为与异物对应的部分进行再判断,修正异物判断部 2048 的判断。

[0247] 图 15 是表示检测修正部 2044 进行的判断的修正过程的概念图。在图 15 中与检测区域的大小和检测区域内外的明度比(第一明度信息和第二明度信息之比)相对应地绘制了由区域计算部 2062 算出的检测区域。图 15 中的圆圈 2098 及三角 2096 分别对应于一个检测区域。另外,圆圈 2098 对应于由检测修正部 2044 再判断为是与异物对应的部分的检测区域。此外,三角 2096 对应于由检测修正部 2044 再判断为不是与异物对应的部分的检测区域。

[0248] 在图 15 所示的例子中,图 12 所示的检测修正部 2044 修正由第一判断部 2064 进行的判断(基于检测区域的大小的判断)和由第二判断部 2066 进行的判断(基于检测区域的明度和检测区域的周边区域的明度间的差异的判断)。检测修正部 2044 可以根据操作信号而变更关于检测区域的大小的阈值 C1、关于检测区域内外的明度比的阈值 C2。这是由于,关于检测区域的大小的阈值 C1、关于检测区域内外的明度比的阈值 C2 对检测灵敏度具有很大影响。

[0249] 在此,图 15 中用三角 2096 及圆圈 2098 表示的检测区域,认为越是朝向箭头 2111 所示的左上方向绘制的区域是与对拍摄图像带来更显著的影响的异物对应的部分。这是由于,越是检测区域大且相对于周边区域的明度的差异大(明度比(第一明度信息/第二明度信息)小)的检测区域越是容易显眼。反之,认为越是向箭头 2113 所示的右下方向绘制的检测区域,对拍摄图像的影响越小。这是由于,判断为异物的检测区域的大小越小、相对于周边区域的明度的差异越小,则越难以显眼。

[0250] 图 12 所示的检测修正部 2044 可以通过根据来自输入部 2032 的操作信号向使图 15 所示的阈值 C1 增加的方向变化,而仅将大于阈值 C1 的检测区域再判断为与异物对应的部分,减少异物的误检测。反之,检测修正部 2044 可以通过根据来自输入部 2032 的操作信号向使图 15 所示的阈值 C1 减少的方向变化,而减少异物的检测遗漏。此外,检测修正部 2044 可以通过根据操作信号增减阈值 C2,而与阈值 C1 的情况同样地调整检测灵敏度。

[0251] 检测修正部 2044 可以使阈值 C1 和阈值 C2 的值独立地变化,也可以例如利用将阈值 C1 和阈值 C2 作为变量的预定的函数(一次函数等),而按照一个参数使阈值 C1 和 C2 变化。检测修正部 2044 变更的阈值不限于关于检测区域的大小的阈值 C1、关于检测区域内外的明度比的阈值 C2。

[0252] 例如,检测修正部 2044 变更的阈值可以是第二判断部 2066 的关于饱和度值 S 的阈值、第二判断部 2066 的关于亮度值 Y 的阈值、第二判断部 2066 的关于色相值 H 的阈值、第三判断部 2068 的关于周边区域的明度值 V 的阈值、第四判断部 2070 的关于周边区域的明亮度的标准偏差 V_{std} 的阈值。此外,检测修正部 2044 也可以通过变更关于区域计算部 2062 的明度梯度值 $V_{grad}(i, j)$ 的阈值,而变更信息计算部 2046 及异物判断部 2048 的计算结果和判断结果。检测修正部 2044 变更这些阈值来修正异物判断部 2048 的判断结果。从而,该实施方式的图像处理装置可以进行与使用者的喜好对应的异物检测。

[0253] 检测修正部 2044 也可以将异物判断部 2048 的判断结果、由检测修正部 2044 再判断为是与异物对应的部分的检测区域的位置,重叠在拍摄图像上并在显示部 2036 进行显

示。从而,相机 2010 的使用者可以在视觉上识别图像处理装置的异物的检测灵敏度的同时,使检测修正部 2044 实施与喜好对应的判断修正。此外,也可以向检测修正部 2044 输入以下操作信号:使用者直接指定拍摄图像中的检测区域的位置,修正检测区域是否为与异物对应的部分的判断。从而,检测修正部 2044 可以进一步进行与使用者的喜好对应的判断修正。

[0254] 此外,检测修正部 2044 也可以向存储部 2030 输出作为修正了的判断基准的修正判断基准、使检测修正部 2044 的判断与图 15 所示的检测区域的数据对应了的数据(异物映射图)。修正判断基准包括上述阈值 C1 和阈值 C2 的值。此外,使检测修正部 2044 的判断结果与检测区域的数据对应了的数据,包括图 15 所示的检测区域的分类、检测区域的大小或 / 和明度比的值、以及检测区域的位置。存储部 2030 可以存储由检测修正部 2044 修正了的修正判断基准、检测区域的数据,并根据需要输出到判断基准变更部 2042。

[0255] 判断基准变更部 2042 可以根据修正判断基准,变更作为异物判断部 2048 的第一~第四判断部 2064 ~ 2068 进行判断时的判断基准的初始判断基准。判断基准变更部 2042 可以变更异物判断部 2048 的初始判断基准以使其接近修正判断基准。

[0256] 初始判断基准是在检测修正部 2044 的修正前与异物判断部 2048 进行的判断相关的判断基准。修正判断基准是在检测修正部 2044 的修正判断时使用的判断基准。因此,判断基准变更部 2042 可以使异物判断部 2048 的初始判断基准接近相机 2010 的使用者的喜好。从而,该实施方式的图像处理装置可以有效地进行与使用者的喜好对应的异物检测。另外,判断基准变更部 2042 也可以计算存储于存储部 2030 中的多个修正判断基准的平均值,根据修正判断基准的平均值来变更异物判断部 2048 的初始判断基准。

[0257] 此外,判断基准变更部 2042 也可以利用经过对使检测修正部 2044 的判断结果与检测区域的数据对应的数据进行多次判断而累积的累积数据,变更异物判断部 2048 的初始判断基准。例如,判断基准变更部 2042 根据异物映射图的累积数据,计算判断为是与异物对应的部分的检测区域(图 15 的圆圈 2098)的比例比判断为不是与异物对应的部分的检测区域(图 15 的三角 2096)的比例大的范围。并且,判断基准变更部 2042 根据由异物映射图的累积数据计算出的范围,变更异物判断部 2048 的初始判断基准。从而,判断基准变更部 2042 可以使异物判断部 2048 的初始判断基准接近相机 2010 的使用者的喜好。

[0258] 异物图像校正部 2050 根据异物判断部 2048 的判断、由检测修正部 2044 修正了的判断,对与映入到拍摄图像中的异物对应的部分,进行减少异物的影响的图像校正。该实施方式的异物图像校正部 2050 具有第一图像校正部 2074、第二图像校正部 2076 和第三图像校正部 2078。

[0259] 第一图像校正部 2074 可以利用由明亮度信息计算部 2054 算出的明度信息,对与映入到拍摄图像中的异物对应的部分,进行减少该异物的影响的第一校正。第一图像校正部 2074 利用由明亮度信息计算部 2054 算出的各像素的明度值 V 和明度平面来进行第一图像校正。

[0260] 第一图像校正部 2074 进行局部的明度值 V 的规格化(标准化)处理,对成为校正对象的检测区域,计算明度透过率信号 $VT(i, j)$,生成对于成为校正对象的检测区域的明度透过率映射图(明度增益图)。在此,在第一图像校正部 2074 中成为校正对象的检测区域,是在异物判断部 2048 或检测修正部 2044 中判断为是与异物对应的部分的检测区域。

[0261] 明度透过率信号 $VT(i, j)$ 通过计算检测区域中的着眼像素 (i, j) 的明度值 $V(i, j)$ 和包含着眼像素 (i, j) 的局部范围的明度值的平均值之间的相对比而算出。该实施方式的第一图像校正部 2074 可以通过以下的公式 (13) 计算明度透过率信号 $VT(i, j)$ 。

[0262] 公式 (13)

$$VT(i, j) = \frac{V(i, j)}{(\sum_{m=i-\alpha}^{i+\alpha} \sum_{n=j-\beta}^{j+\beta} V(i+m, j+n)) / (2\alpha+1)(2\beta+1)} \quad \dots (13)$$

[0264] 在公式 (13) 中, α 和 β 相当于取局部平均的范围。 α 表示以着眼像素 (i, j) 为中心而左右扩展的像素数, β 表示以着眼像素 (i, j) 为中心而上下扩展的像素数。在明度透过率信号 $VT(i, j)$ 的计算中, 取局部平均的范围可以设定为假定的异物映入区域的 3 倍左右, 但并不特别限定。例如, 第一图像校正部 2074 在明度透过率信号 $VT(i, j)$ 的计算中, 可以将像素数 α 和 β 的值设为 $\alpha = 36 \sim 55$ 、 $\beta = 36 \sim 55$ 。

[0265] 图 14A、14B 是用于说明在第一图像校正部 2074 中进行的明度透过率映射图的生成的概念图。图 14A 表示拍摄图像的明度平面中的左右方向的明度值 V 的变化。在图 14A 所示的明度平面 (曲线) 2081 中, 存在明度值 V 相对于周边部分较低、明度梯度值 $Vgrad(i, j)$ 较大的下陷部 2082、2084。在图 14A 中, 成为第一图像校正部 2074 的校正对象的检测区域是与下陷部 2082、2084 对应的检测区域 A 和检测区域 B。

[0266] 图 12 所示的第一图像校正部 2074 对于图 14A 所示的明度平面 (曲线) 的检测区域 A 中含有的各像素、和检测区域 B 中含有的各像素, 计算明度透过率信号 $VT(i, j)$ 。图 14B 表示由图 14A 所示的明度平面 (曲线) 算出的明度透过率映射图。图 14A 所示的明度平面中的下陷部 2082、2084 通过局部的规格化处理而仅提取因异物引起的明度下降, 在图 14B 所示的明度透过率映射图中, 置换为明度透过率的下陷部 2082a、2084a。由此, 第一图像校正部 2074 对于判断为是与异物对应的部分的检测区域, 生成明度透过率映射图。第一图像校正部 2074 也可以通过分别对各个检测区域生成增益图, 而对各个检测区域分别独立地计算作为第一图像校正的校正量的第一校正量 (明度增益)。

[0267] 进而, 第一图像校正部 2074 利用各检测区域的位置信息和各检测区域的明度透过率映射图, 对于与映入到拍摄图像中的异物对应的部分, 实施减少或除去异物的影响的第一图像校正。第一图像校正部 2074 在检测区域中含有的各像素的明度值 $V(i, j)$ 上乘以明度透过率信号 $VT(i, j)$ 的倒数, 进行增益校正。即, 第一图像校正部 2074 对与映入到拍摄图像中的异物对应的检测区域中含有的像素的明度值 V 进行增益校正, 减少或除去因异物的映入而引起的明度的变化。例如, 第一图像校正部 2074 利用以下的公式 (14) 计算校正了的明度值 $VC(i, j)$ 。

[0268] 公式 (14)

$$VC(i, j) = V(i, j) / VT(i, j) \quad \dots (14)$$

[0270] 由此, 第一图像校正部 2074 通过将检测区域的明度值 $V(i, j)$ 置换为进行了上述增益校正的明度值 $VC(i, j)$, 而校正拍摄图像的明度平面。从而, 第一图像校正部 2074 可以从拍摄图像减少或除去因异物的映入引起的明度的变化。

[0271] 第二图像校正部 2076 可以利用由饱和度信息计算部 2056 算出的饱和度信息, 对与映入到拍摄图像中的异物对应的部分, 进行减少该异物的影响的第二图像校正。第二图

像校正部 2076 利用由饱和度信息计算部 2056 算出的各像素的饱和度值 S 和饱和度平面, 进行第二图像校正。

[0272] 第二图像校正部 2076 与第一图像校正部 2074 同样地, 进行局部的饱和度值 S 的规格化(标准化)处理, 对成为校正对象的检测区域, 计算饱和度透过率信号 $ST(i, j)$, 生成对于成为校正对象的检测区域的饱和度透过率映射图(饱和度增益图)。在第二图像校正部 2076 中成为校正对象的检测区域与第一图像校正部 2074 同样地, 是在异物判断部 2048 或检测修正部 2044 中判断为是与异物对应的部分的检测区域。

[0273] 饱和度透过率信号 $ST(i, j)$ 的计算公式, 可以使用将公式 (13) 中的明度透过率信号 $VT(i, j)$ 和明度值 $V(i, j)$ 置换为饱和度透过率信号 $ST(i, j)$ 和饱和度值 $S(i, j)$ 的公式。此外, 第二图像校正部 2076 与第一图像校正部 2074 同样地, 对于判断为是与异物对应的部分的检测区域, 生成饱和度透过率映射图。第二图像校正部 2076 也可以通过分别对各个检测区域生成增益图, 而对各个检测区域分别独立地计算作为第二图像校正的校正量的第二校正量(饱和度增益)。

[0274] 第二图像校正部 2076 与第一图像校正部 2074 同样地, 利用各检测区域的位置信息和各检测区域的饱和度透过率映射图, 对于与映入到拍摄图像中的异物对应的部分, 实施减少或除去异物的影响的第二图像校正。第二图像校正部 2076 在检测区域中含有的各像素的饱和度值 $S(i, j)$ 上乘以饱和度透过率信号 $ST(i, j)$ 的倒数, 进行增益校正。例如, 第二图像校正部 2076 利用以下的公式 (15) 来计算校正了的饱和度值 $SC(i, j)$ 。

[0275] 公式 (15)

$$[0276] \quad SC(i, j) = S(i, j) / ST(i, j) \quad \cdots (15)$$

[0277] 由此, 第二图像校正部 2076 通过将检测区域的饱和度值 $S(i, j)$ 置换为进行了上述增益校正的饱和度值 $SC(i, j)$, 而校正拍摄图像的饱和度平面。从而, 第二图像校正部 2076 可以从拍摄图像减少或除去因异物的映入引起的饱和度的变化。

[0278] 第三图像校正部 2078 可以利用由色相信息计算部 2058 算出的色相信息, 对与映入到拍摄图像中的异物对应的部分, 进行减少该异物的影响的第三图像校正。第三图像校正部 2078 利用由色相信息计算部 2058 算出的各像素的色相值 H 和色相平面, 进行第三图像校正。

[0279] 第三图像校正部 2078 与第一图像校正部 2074 同样地, 进行局部的色相值 H 的规格化(标准化)处理, 对成为校正对象的检测区域, 计算色相透过率信号 $HT(i, j)$, 生成对于成为校正对象的检测区域的色相透过率映射图(色相增益图)。在第三图像校正部 2078 中成为校正对象的检测区域与第一图像校正部 2074 同样地, 是在异物判断部 2048 或检测修正部 2044 中判断为是与异物对应的部分的检测区域。

[0280] 色相透过率信号 $HT(i, j)$ 的计算公式, 可以使用将公式 (13) 中的明度透过率信号 $VT(i, j)$ 和明度值 $V(i, j)$ 置换为色相透过率信号 $HT(i, j)$ 和色相值 $H(i, j)$ 的公式。此外, 第三图像校正部 2078 与第一图像校正部 2074 同样地, 对于判断为是与异物对应的部分的检测区域, 生成色相透过率映射图。第三图像校正部 2078 也可以通过分别对各个检测区域生成增益图, 而对各个检测区域分别独立地计算作为第三图像校正的校正量的第三校正量(色相增益)。

[0281] 第三图像校正部 2078 与第一图像校正部 2074 同样地, 利用各检测区域的位置信

息和各检测区域的色相透过率映射图,对于与映入到拍摄图像中的异物对应的部分,实施减少或除去异物的影响的第三图像校正。第三图像校正部 2078 在检测区域中含有的各像素的色相值 $H(i, j)$ 上乘以色相透过率信号 $HT(i, j)$ 的倒数,进行增益校正。例如,第三图像校正部 2078 利用以下的公式 (16) 计算校正了的色相值 $HC(i, j)$ 。

[0282] 公式 (16)

$$[0283] \quad HC(i, j) = H(i, j) / HT(i, j) \quad \cdots (16)$$

[0284] 由此,第三图像校正部 2078 通过将检测区域的色相值 $H(i, j)$ 置换为进行了上述增益校正的色相值 $HC(i, j)$,而校正拍摄图像的色相平面。从而,第三图像校正部 2078 可以从拍摄图像减少或除去因异物的映入引起的色相的变化。

[0285] 异物图像校正部 2050,在例如颜色校正判断部 2052 判断为当前要校正的拍摄图像是例如 JPEG 图像这样进行了非线性校正的图像的情况下,进行 HSV 校正以通过第一~第三图像校正部 2074 ~ 2078 进行的第一~第三图像校正来校正拍摄图像。

[0286] 第一~第三图像校正部 2074 ~ 2078 进行的 HSV 校正,对拍摄图像进行 HSV 转换,分别针对明度平面、饱和度平面、色相平面单独地制作增益图,进行图像校正。因此,第一~第三图像校正部 2074 ~ 2078 进行的 HSV 校正,在拍摄图像的颜色进行了非线性校正时,也可以在与周边部分的色调保持高匹配性的同时校正因异物的映入引起的颜色的变化。

[0287] 另外,异物图像校正部 2050,例如在颜色校正判断部 2052 判断为当前要校正的拍摄图像例如为 RAW 图像这样没有进行非线性校正的图像时,可以进行一般的仅由亮度进行的校正(也可以是仅由明度进行的校正)。

[0288] 一般的亮度校正例如如下进行。进行局部的亮度值 Y 的规格化(标准化)处理,对成为校正对象的检测区域,计算亮度透过率信号 $YT(i, j)$,生成对于成为校正对象的检测区域的亮度透过率映射图(亮度增益图)。亮度透过率信号 $YT(i, j)$ 的计算公式,可以使用将公式 (13) 中的明度透过率信号 $VT(i, j)$ 和明度值 $V(i, j)$ 置换为亮度透过率信号 $YT(i, j)$ 和亮度值 $Y(i, j)$ 的公式。

[0289] 在检测区域中含有的各像素的 R 值 $R(i, j)$ 、G 值 $G(i, j)$ 和 B 值 $B(i, j)$ 上分别乘以亮度透过率信号 $YT(i, j)$ 的倒数,进行增益校正。例如,利用以下的公式 (17-1) ~ (17-3) 计算校正了的 R 值 $RC(i, j)$ 、G 值 $GC(i, j)$ 和 B 值 $BC(i, j)$ 。

[0290] 公式 (17-1) ~ (17-3)

$$[0291] \quad RC(i, j) = R(i, j) / YT(i, j) \quad \cdots (17-1)$$

$$[0292] \quad GC(i, j) = G(i, j) / YT(i, j) \quad \cdots (17-2)$$

$$[0293] \quad BC(i, j) = B(i, j) / YT(i, j) \quad \cdots (17-3)$$

[0294] 由此,可以通过将检测区域中含有的 RGB 值置换为进行了上述增益校正的 R 值 $RC(i, j)$ 、G 值 $GC(i, j)$ 和 B 值 $BC(i, j)$ (一般的亮度校正),而校正拍摄图像。

[0295] 另外,在一般的亮度校正中,如公式 (17-1) ~ (17-3) 所示,仅利用亮度的增益图($YT(i, j)$)进行校正。因此,对进行了非线性校正的图像进行一般的亮度校正后,有时校正后的像素中的 RGB 值($RC(i, j)$ 、 $GC(i, j)$ 、 $BC(i, j)$)中的某个会成为从周边部分的像素中的 RGB 值离开的值,而产生校正痕迹。

[0296] 此外,这种问题在对成为校正对象的拍摄图像进行了很强的非线性校正时容易产生。并且对拍摄图像进行非线性校正的方式也存在按照相机等摄影装置的机种不同而不同

的情况。与之相对,在该实施方式的 HSV 校正中,如公式 (14) ~ (16) 所示,分别生成明度增益图、饱和度增益图及色相增益图而进行校正,因此进行增益校正的像素被校正为接近周边部分的像素的颜色。此外,根据 HSV 校正,即使在作为校正对象的拍摄图像进行了非线性校正的情况下,也可以防止在校正后的拍摄图像中产生校正痕迹的问题,并且无论作为校正对象的图像的非线性校正的形式。即,例如对 JPEG 以外的非线性校正后的图像也可以期待该实施方式的效果。

[0297] 另外,异物图像校正部 2050 进行的 HSV 校正,也可以通过组合由第一~第三图像校正部 2074 ~ 2078 校正了的明度平面、饱和度平面和色相平面,而生成校正后的拍摄图像,也可以省略第二图像校正部 2076 或第三图像校正部 2078 进行的图像校正。即,在异物图像校正部 2050 进行的 HSV 校正中,也可以不对饱和度平面或色相平面中的任一一方进行增益校正,并使没有进行增益校正的饱和度平面或色相平面与校正后的明度平面等组合,生成校正后的拍摄图像。

[0298] 在该实施方式中,通过在利用了第一图像校正部 2074 的基于明度的校正(也包括基于亮度的校正)上组合利用了第二图像校正部 2076 的基于饱和度的校正,与一般的仅亮度的校正相比,尤其是对进行了非线性校正的图像的异物除去校正的精度得以提高。此外,在该实施方式中,通过在利用了第一图像校正部 2074 的基于明度的校正(也包括基于亮度的校正)上组合利用了第三图像校正部 2078 的基于色相的校正,与一般的仅亮度的校正相比,尤其是对进行了非线性校正的图像的异物除去校正的精度得以提高。

[0299] 另外,异物图像校正部 2050 在 HSV 校正中,也可以按照检测区域分别独立地计算第一~第三图像校正所涉及的校正量即第一~第三校正量。通过按照检测区域分别计算校正量,该实施方式的图像处理装置与针对拍摄图像整体计算校正量时相比可以抑制运算量。此外,在异物图像校正部 2050 的第一图像校正部中,当然也可以取代明度信息,而利用亮度信息进行图像校正。

[0300] 颜色校正判断部 2052 判断作为在异物图像校正部 2050 中除去异物影响的校正的对象的拍摄图像,是否为对将由相机 2010 的光学系统 2016 得到的像光电转换而得到的拍摄图像进行了非线性校正后的图像。颜色校正判断部 2052 判断作为在异物图像校正部 2050 中除去异物影响的校正的对象的拍摄图像是否进行了非线性校正,并将判断结果输出到异物图像校正部 2050。

[0301] 异物图像校正部 2050 在通过颜色校正判断部 2052 判断为当前要校正的拍摄图像进行了非线性校正时,进行由第一~第三图像校正部 2074 ~ 2078 进行的上述 HSV 校正,由异物图像校正部 2050 进行减少异物的影响的校正。反之,异物图像校正部 2050 可以在通过颜色校正判断部 2052 判断为当前要校正的拍摄图像没有进行非线性校正时,不进行由第一~第三图像校正部 2074 ~ 2078 进行的图像校正,仅进行一般的亮度校正,由异物图像校正部 2050 进行减少异物的影响的校正。

[0302] 此外,颜色校正判断部 2052 也可以判断作为在异物图像校正部 2050 中除去异物影响的校正的对象的拍摄图像所进行的非线性校正的强弱。颜色校正判断部 2052 判断作为在异物图像校正部 2050 中除去异物影响的校正的对象的拍摄图像所进行的非线性校正的强弱,并将判断结果输出到异物图像校正部 2050。

[0303] 此时,异物图像校正部 2050 在通过颜色校正判断部 2052 判断为当前要校正的拍

摄图像进行了强的非线性校正时,进行由第一~第三图像校正部 2074 ~ 2078 进行的上述 HSV 校正,由异物图像校正部 2050 进行减少异物的影响的校正。反之,异物图像校正部 2050 可以在通过颜色校正判断部 2052 判断为当前要校正的拍摄图像进行了弱的非线性校正时,不进行由第一~第三图像校正部 2074 ~ 2078 进行的图像校正,仅进行一般的亮度校正,由异物图像校正部 2050 进行减少异物的影响的校正。

[0304] 存储部 2030 用于存储由检测修正部 2044 修正了的修正判断基准、检测区域的数据、拍摄图像的摄影条件等。存储部 2030 由非易失性存储器等构成。操作信号输入部 2032 是用于输入与以下操作对应的操作信号的输入部:为了确定与映入到拍摄图像中的异物对应的部分而由使用者进行的操作。向操作信号输入部 2032 输入用于变更以下阈值的操作信号:关于检测区域的大小的阈值 C1、关于检测区域的内外的明度比的阈值 C2 等,由异物判断部 2048 的第一~第四判断部 2064 ~ 2070 使用的阈值(判断基准)。

[0305] 操作信号输入部 2032 例如包括在相机主体部 2012(参照图 11)设置的按钮、十字键、旋转式选择器等用于使用者向图像处理装置输入操作信号的用户接口。检测修正部 2044 可以根据经由操作信号输入部 2032 输入到运算部 2038 的操作信号,来修正异物判断部 2048 的判断。

[0306] 向摄影条件信号输入部 2034 输入与在异物判断部 2048 中判断的拍摄图像、在异物图像校正部 2050 中进行图像校正的拍摄图像相关的摄影条件。向摄影条件信号输入部 2034 输入的摄影条件例如包括:拍摄了拍摄图像时的光圈值、摄影灵敏度、拍摄了拍摄图像时使用的光学系统的种类、焦距等。

[0307] 检测修正部 2044 可以与经由摄影条件信号输入部 2034 输入的摄影条件相对应地,在存储部 2030 中存储作为修正了的判断基准的修正判断基准、关于图 15 所示的异物映射图的数据。此外,判断基准变更部 2042 可以根据与摄影条件对应的修正判断基准,按照各摄影条件分别变更作为异物判断部 2048 的第一~第四判断部 2064 ~ 2070 进行判断时的判断基准的初始判断基准。存在与使用者的喜好对应的异物检测灵敏度根据摄影条件而变化的情况,包括摄影条件信号输入部 2034 的图像处理装置可以使异物判断部 2048 的初始判断基准更接近相机 2010 的使用者的喜好。

[0308] 此外,在位于光学滤波器 2020 的特定位置的异物持续附着的情况下,若摄影条件相同,则该异物持续映入到拍摄图像的确定的位置的可能性很高。因此,通过根据摄影条件保存与异物映射图相关的数据,该实施方式的图像处理装置可以容易地确定使用者关注的异物的映入位置。

[0309] 显示部 2036 例如由设于相机主体部 2012(参照图 11)的液晶显示装置等构成。显示部 2036 可以将由检测修正部 2044 再判断为是与异物对应的部分的检测区域的位置重叠显示在拍摄图像上。

[0310] 图 13A 和图 13B 是表示在图 12 所示的相机 2010 中进行的图像处理运算的一例的流程图。图 13A 表示图像处理运算的前半部分,图 13B 表示图像处理运算的后半部分。如图 13A 和图 13B 所示,图像处理运算包括:包含步骤 S2003 ~ 步骤 S2007 的运算 I;包含步骤 S2008 ~ 步骤 S2011 的运算 II;包含步骤 S2012 ~ 步骤 S2016 的运算 III;以及包含步骤 S2017 ~ 步骤 S2020 的运算 IV。

[0311] 在运算 I 中,运算部 2038 进行以下运算:计算明亮度信息、饱和度信息等与拍摄图

像的颜色相关的信息。在运算 II 中,运算部 2038 利用在运算 I 中算出的信息,计算异物映入的位置等与映入到拍摄图像中的异物相关的异物信息。此外,在运算 II 中,运算部 2038 利用在运算 I 中算出的信息,判断拍摄图像内的检测区域是否为与映入到拍摄图像内的异物对应的部分。

[0312] 在运算 III 中,运算部 2038 进行以下运算:经由操作信号输入部 2032 输入使用者的操作信号,根据输入的操作信号来修正在运算 II 中进行的判断。在运算 IV 中,运算部 2038 在根据运算 II 或运算 III 中的判断结果确定了异物映入的检测区域的基础上,利用在运算 II 中算出的信息,对与映入到拍摄图像中的异物对应的部分进行减少异物影响的图像校正。在运算 IV 中,运算部 2038 利用在运算 I 中算出的明亮度信息进行减少异物影响的第一图像校正(第一图像校正部 2074 进行的图像校正)。进而,在运算 IV 中,利用在运算 I 中算出的饱和度信息进行减少异物影响的第二图像校正(第二图像校正部 2076 进行的图像校正)、利用在运算 I 中算出的色相信息进行减少异物影响的第三图像校正(第三图像校正部 2078 进行的图像校正)。

[0313] 图 12 所示的相机 2010 搭载的图像处理装置,如图 13A 所示在步骤 S2001 中开始一系列的图像处理运算。在步骤 S2002 中经由图像输入部 2028 将由摄影部 2026 拍摄到的拍摄图像输入到运算部 2038。

[0314] 图 16 以作为标号 2000a 所示的拍摄图像的一部分的拍摄图像 2000b(标号 2000b)为例,说明了在图 12 所示的相机 2010 中进行的图像处理运算。在图 13A 所示的步骤 S2002 中,将拍摄图像 2000b 输入到运算部 2038。

[0315] 在图 13A 所示的步骤 S2003 ~ 步骤 S2007 中,图 12 所示的运算部 2038 中的信息计算部 2046 计算与拍摄图像的颜色相关的信息。在步骤 S2003 中,信息计算部 2046 的明亮度信息计算部 2054 计算与拍摄图像的明亮度对应的明亮度信息。明亮度信息计算部 2054 可以计算拍摄图像的亮度平面,也可以计算拍摄图像的明度平面,而在图 13A 所示的步骤 S2003 中,明亮度信息计算部 2054 利用上述公式(9-1)和(9-6)计算明度平面。

[0316] 在步骤 S2004 中,信息计算部 2046 的饱和度信息计算部 2056 利用上述公式(9-2)、(9-6)和(9-7)计算饱和度平面。此外,在步骤 S2005 中,利用上述公式(9-3) ~ (9-5)和(9-6) ~ (9-10)计算色相平面。

[0317] 如图 16 所示,在步骤 S2003 中从拍摄图像 2000b 计算拍摄图像 2000b 的明度平面 2000d(标号 2000d)。此外,在步骤 S2004 中从拍摄图像 2000b 计算拍摄图像 2000b 的饱和度平面(未图示)。进而,在步骤 S2005 中从拍摄图像 2000b 计算拍摄图像 2000b 的色相平面 2000c。

[0318] 在图 13A 所示的步骤 S2006 中,信息计算部 2046 的明亮度梯度信息计算部 2060 计算与拍摄图像的明亮度的梯度对应的明亮度梯度信息。明亮度梯度信息计算部 2060 可以计算拍摄图像的亮度梯度平面,也可以计算拍摄图像的明度梯度平面,而在图 13A 所示的步骤 S2006 中,明亮度梯度信息计算部 2060 利用在步骤 S2003 中算出的明度平面的数据和上述公式(11),计算明度梯度平面。

[0319] 在图 13A 所示的步骤 S2007 中,信息计算部 2046 的区域计算部 2062 计算检测区域。区域计算部 2062 利用由明亮度梯度计算部 2060 算出的明度梯度平面,计算二值化图像,而计算检测区域。区域计算部 2062 将连接了具有高于阈值的明度梯度值的像素而成的

区域确定为一个检测区域。

[0320] 如图 16 所示,在步骤 S2006 中,根据拍摄图像 2000b 的明度平面 2000d(标号 2000d) 计算拍摄图像 2000b 的明度梯度平面 2000e(标号 2000e)。此外,在步骤 S2007 中,根据明度梯度平面 2000e 计算二值化图像 2000f(标号 2000f)。

[0321] 在图 13A 所示的步骤 S2008 ~ 步骤 S2011 中,图 12 所示的运算部 2038 中的异物判断部 2048 利用由信息计算部 2046 算出的信息,对于由区域计算部 2062 确定的各检测区域,判断该检测区域是否为与异物对应的部分。

[0322] 在图 13A 所示的步骤 S2008 中,异物判断部 2048 的第一判断部 2064 根据作为判断对象的检测区域的大小,判断该检测区域是否为与映入到图像中的异物对应的部分。第一判断部 2064 可以利用二值化图像 2000f,根据检测区域中含有的像素的数量等来计算检测区域的大小。此外,第一判断部 2064 在根据二值化图像 2000f 算出的检测区域的大小不在预定的范围内时,判断为作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分。

[0323] 在图 13A 所示的步骤 S2009 中,异物判断部 2048 的第二判断部 2066 利用与检测区域的饱和度对应饱和度信息、与检测区域的色相对应的色相信息、以及与检测区域的明度对应的明度信息,判断该检测区域是否为与映入到图像中的异物对应的部分。

[0324] 在步骤 S2009 中,第二判断部 2066 首先利用由明亮度信息计算部 2054 算出的明度平面,研究与检测区域的明度对应的第一明度信息和与检测区域的周边区域的明度对应的第二明度信息之间的差异。在步骤 S2009 中,第二判断部 2066 将检测区域中含有的像素的明度值 V 的平均值作为第一明度信息,将检测区域的周边区域中含有的像素的明度值 V 的平均值作为第二明度信息。第二判断部 2066 在第一明度信息和第二明度信息之比不在预先设定的范围内时,判断为作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分。

[0325] 然后,第二判断部 2066 利用由饱和度信息计算部 2056 算出的饱和度平面,研究与检测区域的饱和度对应的第一饱和度信息和与检测区域的周边区域的饱和度对应的第二饱和度信息之间的差异。在步骤 S2009 中,第二判断部 2066 将检测区域中含有的像素的饱和度值 S 的平均值作为第一饱和度信息,将检测区域的周边区域中含有的像素的饱和度值 S 的平均值作为第二饱和度信息。第二判断部 2066 在第一饱和度信息和第二饱和度信息之比不在预先设定的范围内时,判断为作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分。

[0326] 进而,第二判断部 2066 利用由色相信息计算部 2058 算出的色相平面,研究与检测区域的色相对应的第一色相信息和与检测区域的周边区域的色相对应的第二色相信息之间的差异。在步骤 S2009 中,第二判断部 2066 将检测区域中含有的像素的色相值 H 的平均值作为第一色相信息,将检测区域的周边区域中含有的像素的色相值 H 的平均值作为第二色相信息。第二判断部 2066 在第一色相信息和第二色相信息之比不在预先设定的范围内时,判断为作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分。

[0327] 在图 13A 所示的步骤 S2010 中,异物判断部 2048 的第三判断部 2068 利用与检测区域的周边区域的明亮度对应的信息,判断该检测区域是否为与映入到图像中的异物对应的部分。第三判断部 2068 利用由明亮度信息计算部 2054 算出的明度平面,计算与检测区域的周边区域的明度对应的第二明度信息。第三判断部 2068 与第二判断部 2066 同样地将检测区域的周边区域中含有的像素的明度值 V 的平均值作为第二明度信息。第三判断部 2068 在第二明度信息不在预先设定的范围时,判断为作为判断对象的检测区域不是与异物

对应的部分。

[0328] 在图 13A 所示的步骤 S2011 中,异物判断部 2048 的第四判断部 2070 根据检测区域的周边区域的明亮度的标准偏差,判断该检测区域是否为与映入到图像中的异物对应的部分。第四判断部 2070 利用由明亮度信息计算部 2054 算出的明度平面和上述公式 (12),计算检测区域的周边区域的明度的标准偏差。第四判断部 2070 在检测区域的周边区域的明亮度的标准偏差不在预先设定的范围时,判断为作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分。

[0329] 如图 13B 所示,在步骤 S2008 ~ 步骤 S2012 中,从二值化图像 2000f 中,排除标号 2000g 所示的二值化图像 2000g 这样不与异物对应的检测区域,而仅提取异物映入的检测区域。

[0330] 另外,与图 13A 的步骤 S2008 ~ 步骤 S2011 对应的判断,可以对拍摄图像 2000b 包含的所有的检测区域进行,而与步骤 S2009 ~ 步骤 S2011 对应的判断也可以仅对在之前的步骤 S2009 ~ 步骤 S2011 中没有判断为不是与异物对应的部分的区域进行。异物判断部 2048 仅将在步骤 S2008 ~ 步骤 S2011 中均没有判断为不是与异物对应的部分的检测区域,判断为是与异物对应的部分。

[0331] 此外,异物判断部 2048 也可以在对一个检测区域按照步骤 S2008 ~ 步骤 S2011 的顺序进行了判断后,再对另一个检测区域按照步骤 S2008 ~ 步骤 S2011 的顺序进行判断。此时,关于一个检测区域的判断,可以在步骤 S2008 ~ 步骤 S2011 所包含的任一个步骤中判断为作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分的时刻跳过对该检测区域的剩下的判断(步骤),开始进行对另一个检测区域的判断。此时,异物判断部 2048 将在步骤 S2011 中作为判断对象的检测区域、且在步骤 S2011 中没有判断为不是与异物对应的部分的检测区域,判断为是与异物对应的部分。异物判断部 2048 可以跳过与步骤 S2009 ~ 步骤 S2011 对应的判断,从而图像处理装置可以减轻异物判断部 2048 的运算量。

[0332] 运算部 2038 在结束了包括图 13A 的步骤 S2007 ~ 步骤 S2011 的运算 II 后,执行包括图 13B 的步骤 S2012 ~ 步骤 S2016 的运算 III。另外,运算部 2038 也可以根据使用者的设定等,在结束了包括图 13A 的步骤 S2007 ~ 步骤 S2011 的运算 II 后不进行运算 III,而执行包括图 13B 的步骤 S2017 ~ 步骤 S2020 的运算 IV。

[0333] 在图 13B 所示的步骤 S2012 ~ 步骤 S2016 中,运算部 2038 的修正判断部 2044 等进行以下运算:经由操作信号输入部 2032 输入使用者的操作信号,根据输入的操作信号修正在步骤 S2008 ~ 步骤 S2011 中进行的判断。

[0334] 在图 13B 所示的步骤 S2012 中,检测修正部 2044 在显示部 2036 上与拍摄图像重叠地显示异物判断部 2048 的判断结果。如图 16 中标号 2000h 所示的图像那样,显示部 2036 接受来自检测修正部 2044 的指示,将在异物判断部 2048 中判断为是与异物对应的部分的检测区域,与拍摄图像 2000b 重叠并与其他检测区域区分地进行显示。在标号 2000h 所示的图像中,仅将由区域计算部 2062 提取出的检测区域中、在异物判断部 2048 中判断为是与异物对应的部分的检测区域的位置,利用三角形的图形显示。

[0335] 在图 13B 所示的步骤 S2013 中,经由操作信号输入部 2032 将用于修正在异物判断部 2048 中进行的判断的操作信号输入到运算部 2038 的检测修正部 2044。在步骤 S2013 中,使用者可以在确认显示部 2036 上显示的判断结果的同时,对操作信号输入部 2032 中包

含的用户接口进行操作,输入用于修正在异物判断部 2048 中进行的判断的操作信号。

[0336] 使用者在认为异物判断部 2048 的判断中异物的检测灵敏度过低时,输入用于变更判定中使用的阈值的操作信号,以便以比在异物判断部 2048 中进行的判断更高的检测灵敏度进行再判断。例如,使用者输入以下操作信号:变更成减少关于检测区域的大小的阈值 C1(参照图 16)的操作信号;变更成增加(接近 1)关于检测区域内外的明度比的阈值 C2(参照图 16)的操作信号。

[0337] 反之,使用者在认为异物判断部 2048 的判断中异物的检测灵敏度过高时,输入用于变更判定中使用的阈值的操作信号,以便以比在异物判断部 2048 中进行的判断更低的检测灵敏度进行再判断。例如,使用者输入以下操作信号:变更成增加关于检测区域的大小的阈值 C1(参照图 16)的操作信号;变更成减少(接近 0)关于检测区域内外的明度比的阈值 C2(参照图 16)的操作信号。

[0338] 在图 13B 所示的步骤 S2014 中,检测修正部 2044 根据经由操作信号输入部 2032 输入到运算部 2038 中的操作信号,变更在异物判断部 2048 的判断中所使用的阈值,进行检测区域是否为与异物对应的部分的再判断。即,在步骤 S2014 中,检测修正部 2044 利用对应于操作信号而变更的阈值,修正在异物判断部 2048 中的第一~第四判断部 2064~2070 中进行的判断。

[0339] 例如,在步骤 S2013 中输入了用于使关于检测区域的大小的阈值 C1(参照图 16)减少的操作信号时,检测修正部 2044 如下修正异物判断部 2048 的判断。即,检测修正部 2044 在根据操作信号而减少了第一判断部 2064 的阈值 C1 的基础上,使异物判断部 2048 再计算包括步骤 S2008~步骤 S2011 的运算 II。检测修正部 2044 将通过再计算而判断为是与异物对应的部分的检测区域,认定是再判断为与异物对应的部分的检测区域。

[0340] 在图 13B 所示的步骤 S2015 中,检测修正部 2044 更新显示部 2036 的显示。即,显示部 2036 根据由检测修正部 2044 修正了的判断,将在步骤 S2014 中再判断为是与异物对应的部分的检测区域重叠在拍摄图像上显示。

[0341] 使用者确认在步骤 S2015 中更新了的显示部 2036 的显示,在认为由检测修正部 2044 再判断了的检测结果适当时,将用于结束检测区域的再判断的操作信号输入到相机 2010。此时,检测修正部 2044 进行步骤 S2016 的处理。此外,使用者在认为由检测修正部 2044 再判断了的检测结果不适当时,对检测修正部 2044 输入用于重新进行检测区域的再判断的操作信号。此时,检测修正部 2044 重新进行步骤 S2013~步骤 S2015 涉及的处理。

[0342] 在图 13B 的步骤 S2016 中,检测修正部 2044 将再判断时的阈值、在再判断中判断为是与异物对应的部分的检测区域的位置等输出到存储部 2030 中。存储部 2030 存储再判断时的阈值、判断为是与异物对应的部分的检测区域的位置等数据,并可以根据需要对判断基准变更部 2042 输出存储的数据。

[0343] 在图 13B 所示的步骤 S2017~步骤 S2020 中,运算部 2038 的异物图像校正部 2050 利用由明亮度信息计算部 2054 算出的信息,对由检测修正部 2044 判断为是与异物对应的部分的检测区域,进行从拍摄图像减少异物影响的图像校正。

[0344] 在步骤 S2017 中,异物图像检测部 2050 将由检测修正部 2044 判断为是与异物对应的部分的检测区域,确定为用于从拍摄图像减少异物影响的图像校正的对象区域。在步骤 S2018 中,颜色校正判断部 2052 判断当前要校正的拍摄图像是否由图像转换部 2015 等

进行了非线性校正。

[0345] 在步骤 S2018 中判断为拍摄图像进行了非线性校正时,在步骤 S2019 和步骤 S2020 中进行由异物图像校正部 2050 的第一~第三图像校正部 2074 ~ 2078 进行的图像校正。此时,在步骤 S2019 中,异物图像校正部 2050 的第一~第三图像校正部 2074 ~ 2078,利用由明亮度信息计算部 2054 算出的明度信息、由饱和度信息计算部 2056 算出的饱和度信息和由色相信息计算部 2058 算出的色相信息,对图像校正的对象区域生成增益图。异物图像校正部 2050 的第一~第三图像校正部 2074 ~ 2078 利用由信息计算部 2046 算出的信息和上述公式 (13),生成明度透过率映射图、饱和度透过率映射图和色相透过率映射图。

[0346] 在步骤 S2020 中,异物图像校正部 2050 的第一~第三图像校正部 2074 ~ 2078 利用明度透过率映射图、饱和度透过率映射图、色相透过率映射图以及上述公式 (14) ~ (16),进行拍摄图像的明度平面、饱和度平面和色相平面的增益校正。进而,异物图像校正部 2050 通过组合由第一~第三图像校正部 2074 ~ 2078 进行了增益校正的明度平面、饱和度平面和色相平面,生成校正后的拍摄图像。

[0347] 在步骤 S2018 中判断为拍摄图像没有进行非线性校正时,可以在步骤 S2019 和步骤 S2020 中进行一般的仅由亮度进行的校正。

[0348] 在步骤 S2021 中,进行了步骤 S2020 中生成的校正后的拍摄图像的保存处理后,结束一系列的图像处理运算。

[0349] 如上所述,该实施方式的图像处理装置具有异物判断部 2048,其利用检测区域的明亮度信息和检测区域的饱和度信息,判断检测区域是否为与映入到拍摄图像中的异物对应的部分。异物判断部 2048 不仅利用检测区域的明亮度信息,还利用饱和度信息来判断检测区域,因此可以正确地判断在检测区域中是否映入了异物。这是由于,映入到拍摄图像中的异物具有对饱和度及色相几乎没有影响、但对明亮度产生强烈影响的特征。此外,为了从拍摄图像中检测因异物的映入引起的颜色变化,通过组合饱和度信息和明亮度信息进行判断会更为有效。

[0350] 另外,除了检测区域的明亮度信息和检测区域的饱和度信息之外,还利用检测区域的色相信息来判断检测区域,从而该实施方式的图像处理装置能够更为正确地判断检测区域中是否映入了异物。此外,通过利用检测区域的周边区域的明亮度的信息、检测区域的周边区域的明亮度的标准偏差来进行判断,该实施方式的图像处理装置能够更为正确地判断检测区域中是否映入了异物。这是由于,在拍摄图像中的暗部、明度的不均大的部分,容易误将被拍摄体边沿误检测为因异物的进入而产生的边沿。此外,在这些区域中,即使存在因异物的进入而产生的边沿,也难以明显看出。此外,该实施方式的图像形成装置通过在进行了基于明亮度信息的判断后,进行基于饱和度信息或色相信息的判断,可以利用饱和度信息或色相信息来补足或验证基于明亮度信息的判断。

[0351] 该实施方式的图像处理装置具有检测修正部 2044,其根据使用者的操作信号来修正异物判断部 2048 的判断。因此,该实施方式的图像处理装置能够以适于使用者的喜好的检测水平,检测映入到拍摄图像中的异物。此外,具有用于显示检测修正部 2044 修正前后的检测结果的显示部 2036,因此通过使用者在确认显示部 2036 的显示的同时调整检测水平,能够防止异物的误检测、检测遗漏。

[0352] 此外,该实施方式的图像处理装置具有判断基准变更部 2042,其根据检测修正部

2044 的修正判断基准,变更作为异物判断部 2048 的第一~第四判断部 2064~2070 进行判断时的判断基准的初始判断基准。判断基准变更部 2042 可以使异物判断部 2048 的初始判断基准接近相机 2010 的使用者的喜好,因此该实施方式的图像处理装置能够有效地进行对应于使用者的喜好的异物检测。另外,检测修正部 2044 可以修正区域计算部 2062 生成二值化图像时的阈值,判断基准变更部 2042 可以变更区域计算部 2062 生成二值化图像时的阈值。通过修正区域计算部 2062 生成二值化图像时的阈值或反馈该阈值,该实施方式的图像处理装置能够使异物检测灵敏度适当。

[0353] 该实施方式的图像处理装置具有异物图像校正部 2050,其通过在基于明度增益图的增益校正之外增加基于饱和度增益图的增益校正及/或基于色相增益图的增益校正,进行用于减少映入到拍摄图像中的异物的影响的图像校正。因此,该实施方式的图像处理装置即使在作为校正对象的拍摄图像进行了非线性校正的情况下,也能够保持与周边部分的色调的高匹配性的同时校正因异物的映入引起的颜色的变化。此外,该实施方式的图像处理装置,即使在作为校正对象的拍摄图像进行了非线性校正时,也能够防止在校正后的拍摄图像中产生校正痕迹的问题。

[0354] 另外,在上述实施方式中,以搭载有图像处理装置的相机 2010 为例说明了摄像装置,但具有图像处理装置的摄影装置不限于静态照相机,还包括摄像机、移动电话等。此外,用于执行上述图像处理的程序,不限于静态照相机、摄像机、移动电话中搭载的计算机执行的程序,还包括可以进行其他图像处理的计算机执行的程序。

[0355] 以下参照附图详细说明本发明的第四实施方式。

[0356] 图 17 是包括该实施方式的图像处理装置的个人电脑等计算机 2120 的框图。计算机 2120 不含图 12 所示的摄像部 2026、操作信号输入部 2032、摄影条件信号输入部 2023 和图像转换部 2115,作为其替代而如图 17 所示包括 I/F(接口)2122 和操作信号输入部 2124。图 17 所示的计算机 2120,关于图 12 所示的摄像部 2026 等以外的部分,具有与图 12 所示的相机 2010 相同的结构,因此关于与图 12 所示的相机 2010 相同的结构,标以与图 12 相同的标号而省略说明。

[0357] 计算机 2120 具有用于与存储卡、相机、移动电话等连接的 I/F2122。从 I/F2122、内置于计算机 2120 中的存储部 2030,向计算机 2120 的图像输入部 2028 输入拍摄图像。图 17 所示的运算部 2038 与图 12 所示的相机 2010 的运算部 2038 同样地,对经由图像输入部 2028 输入的拍摄图像进行图像处理。另外,可以经由 I/F2122 等与拍摄图像一起将摄影条件等输入到运算部 2038。运算部 2038 可以是构成处于其内部的信息计算部 2046、异物判断部 2048 和异物图像校正部 2050 等的专用电路,但优选由存储有用于实现这些功能的程序的存储单元和执行存储于该存储单元中的程序的中央信息处理装置(CPU)构成。

[0358] 操作信号输入部 2124 与第三实施方式的操作信号输入部 2032 同样,是用于输入与以下操作对应的操作信号的输入部:为了确定与映入到拍摄图像中的异物对应的部分而由使用者进行的操作。作为操作信号输入部 2124 例如包括键盘、鼠标、触摸板等,但并不特别限定。

[0359] 计算机 2120 的运算部 2038 对于经由图像输入部 2028 输入的拍摄图像,可以与第三实施方式的运算部 2028 同样地进行映入到拍摄图像中的异物的检测、用于减少映入到拍摄图像中的异物的影响的图像校正。因此,该计算机 2020 中含有的图像处理装置也起到

与第三实施方式的相机 2010 所搭载的图像处理装置同样的效果。

[0360] 以下参照附图详细说明本发明的第五实施方式。

[0361] 图 18 是具备该实施方式的图像处理装置的相机 3010 的概要图。相机 3010 包括：具备光学系统 3016 等的透镜镜筒部 3014；和具备摄像元件 3022 等的相机主体部 3012。在该实施方式中，作为具备图像处理装置的设备，以将透镜镜筒部 3014 装拆自如地安装于相机主体部 3012 上的透镜更换式相机为例进行说明，但具备该实施方式的图像处理装置的设备不限于此。例如，也可以是透镜镜筒部 3014 和相机主体部 3012 一体的相机、摄像机、移动电话、能够处理图像数据等的 PC（个人电脑）等。

[0362] 图 18 所示的相机主体部 3012 具备快门 3018、光学滤波器 3020 和摄像元件 3022 等。快门 3018 通过将从光学系统 3016 朝向摄像元件 3022 的摄影光隔断及使之通过来调整曝光时间。此外，光学滤波器 3020 由防止摄影时产生伪色（color moire）等的光学低通滤波器等构成。

[0363] 摄像元件 3022 通过对由光学系统 3016 引导的光进行光电转换，而能够取得图像数据。但是，如图 18 所示，有时在摄影光的光路上、在用于使摄影光透过光学滤波器 3020 等部件上附着有污物等异物 3024 时，在由摄像元件 3022 取得的图像数据中会包含受到了污物等异物 3024 的影响的像素。作为受到了异物 3024 的影响的像素，例如包括因异物 3024 阻碍了摄影光的透过结果导致颜色（明度等）从本来的摄影光的颜色变化了的像素等。该实施方式的相机 3010 如下文所述能够进行用于检测受到了异物 3024 的影响的像素的图像处理。此外，相机 3010 如下文所述，能够对包含受到了异物 3024 的影响的像素的拍摄图像，进行减轻或除去异物 3024 的影响的图像处理。

[0364] 图 19 是表示图 18 所示的相机 3010 所具备的图像处理装置的结构概要框图。相机 3010 包括：具有图 18 所示的摄像元件 3022 等的摄影部 3026；和对由摄影部 3026 等拍摄的拍摄图像进行图像处理的图像处理装置。搭载于相机 3010 上的图像处理装置包括图像转换部 3115、图像输入部 3028、存储部 3030、操作信号输入部 3032、摄影条件信号输入部 3034、显示部 3036 及运算部 3038 等。

[0365] 图像输入部 3028 以图像数据的形式输入由摄影部 3026 拍摄的拍摄图像。拍摄图像例如为 RGB 数据等，但拍摄图像的数据形式并无特别限定。图像输入部 3028 将输入的拍摄图像向运算部 3038 输出。运算部 3038 对经由图像输入部 3028 输入的拍摄图像进行图像处理。另外，向图像输入部 3028，不仅可以输入由摄影部 3026 拍摄的拍摄图像，还可以输入由其他摄影装置拍摄的拍摄图像。此外，作为由运算部 3038 进行图像处理的拍摄图像，不限于由摄影部 3026 拍摄的拍摄图像，还包括由其他摄影装置拍摄的拍摄图像。

[0366] 进而，向图像输入部 3028，不仅输入对光学系统 3016 的像进行光电转换而得到的拍摄图像，还输入由图像转换部 3115 对拍摄图像进行了 γ 校正等的图像处理完毕的拍摄图像。图像转换部 3115 例如对于将光学系统 3016 的像光电转换而得到的拍摄图像，进行 γ 校正等图像处理、保存形式的变更、数据的压缩处理等。从而，图像转换部 3115 能够校正拍摄图像，以在将拍摄图像显示到液晶等显示装置上时更加鲜艳地显示或以更加自然的色调显示。此外，通过由图像转换部 3115 压缩拍摄图像，相机 3010 可以将更多的拍摄图像保存到未图示的存储卡等中。拍摄图像转换部 3115 对拍摄图像进行的图像处理包括线形校正和非线形校正。

[0367] 运算部 3038 包括信息计算部 3046、异物判断部 3048 及异物图像校正部 3050。信息计算部 3046 能够分析拍摄图像并计算与拍摄图像的颜色等相关的数据。异物判断部 3048 能够利用由信息计算部 3046 算出的数据,判断预定的检测区域是否为与映入到拍摄图像中的污物等异物对应的部分。进而,异物图像校正部 3050 能够根据异物判断部 3048 的判断,确定与映入到拍摄图像中的异物对应的部分,对拍摄图像进行用于减少异物的影响的图像处理。此外,异物图像校正部 3050 能够利用由信息计算部 3046 算出的数据,进行用于减少异物的影响的图像处理。

[0368] 信息计算部 3046 具有明亮度信息计算部 3054、饱和度信息计算部 3056、色相信息计算部 3058、明亮度梯度信息计算部 3060 和区域计算部 3062。信息计算部 3046 中包含的各计算部 3054、3056、3058、3060、3062 对拍摄图像进行运算处理,在各个计算部 3054、3056、3058、3060、3062 中分别计算不同的数据。

[0369] 明亮度信息计算部 3054 计算与拍摄图像的明亮度对应的明亮度信息。明亮度信息计算部 3054 计算的明亮度信息可以是拍摄图像的亮度信息,也可以是拍摄图像的明度信息,或亮度信息和明度信息双方。

[0370] 明亮度信息计算部 3054 利用以下的公式 (18) 根据拍摄图像中的各像素的 RGB 值计算各像素的亮度值 Y。

[0371] 公式 (18)

$$Y = (0.299 \times R + 0.589 \times G + 0.114 \times B) / 255 \quad \cdots (18)$$

[0373] 此外,明亮度信息计算部 3054 根据像素的亮度值 Y 而生成与拍摄图像对应的亮度平面。因此,明亮度信息计算部 3054 算出的亮度信息包括各像素的亮度值 Y、由各像素的位置及亮度值 Y 构成的亮度平面。

[0374] 明亮度信息计算部 3054 也可以取代亮度信息或与亮度信息组合而计算明度信息。明度信息通过对 RGB 数据进行 HSV 转换而得到。HSV 转换用于将 RGB 数据转换成色相 (Hue)、饱和度 (Saturation) 及明度 (Value)。拍摄图像中的各像素的明度值 V、色相值 H 及饱和度值 S 可以根据各像素的 RGB 值并通过以下的公式 (19-1) ~ (19-10) 求出。

[0375] 公式 (19-1) ~ (19-10)

$$V = V_{\max} \quad \cdots (19-1)$$

$$S = (V_{\max} - V_{\min}) / V_{\max} \quad \cdots (19-2)$$

$$H = (\pi / 3) (b - g) (R = V_{\max} \text{ 时}) \quad \cdots (19-3)$$

$$H = (\pi / 3) (2 + r - b) (G = V_{\max} \text{ 时}) \quad \cdots (19-4)$$

$$H = (\pi / 3) (4 + g - r) (B = V_{\max} \text{ 时}) \quad \cdots (19-5)$$

[0381] 其中,

$$V_{\max} = \max \{R, G, B\} \quad \cdots (19-6)$$

$$V_{\min} = \min \{R, G, B\} \quad \cdots (19-7)$$

$$r = (V_{\max} - R) / (V_{\max} - V_{\min}) \quad \cdots (19-8)$$

$$g = (V_{\max} - G) / (V_{\max} - V_{\min}) \quad \cdots (19-9)$$

$$b = (V_{\max} - B) / (V_{\max} - V_{\min}) \quad \cdots (19-10)$$

[0387] 另外,由公式 (19-3) ~ (19-5) 转换的结果,在 $H < 0$ 时在 H 上增加 2π ,在 $V_{\max} = 0$ 时 $S = 0$ 、H 不确定。

[0388] 明亮度信息计算部 3054 利用上述公式 (19-1) 及 (19-6) 根据拍摄图像中的各像素的 RGB 值计算各像素的明度值 V。此外,明亮度信息计算部 3054 根据像素的明度值 V 生成与拍摄图像平面对应的明度平面。因此,明度信息计算部 3054 算出的明度信息包括各像素的明度值 V、由各像素的位置及明度值 V 构成的明度平面。

[0389] 饱和度信息计算部 3056 计算与拍摄图像的饱和度对应的饱和度信息。饱和度信息计算部 3056 例如利用上述公式 (19-2)、(19-6) 及 (19-7) 根据拍摄图像中的各像素的 RGB 值计算各像素的饱和度值 S。此外,饱和度信息计算部 3056 根据像素的饱和度值 S 生成与拍摄图像平面对应的饱和度平面。因此,饱和度信息计算部 3056 算出的饱和度信息包括各像素的饱和度值 S、由各像素的位置及饱和度值 S 构成的明度平面。

[0390] 色相信息计算部 3058 计算与拍摄图像的色相对应的色相信息。色相信息计算部 3058 例如利用上述公式 (19-3) ~ (19-5) 及 (19-6) ~ (19-10) 根据拍摄图像中的各像素的 RGB 值计算各像素的色相值 H。此外,色相信息计算部 3058 根据像素的色相值 H 生成与拍摄图像平面对应的色相平面。因此,色相信息计算部 3058 算出的色相信息包括各像素的色相值 H、由各像素的位置及色相值 H 构成的明度平面。

[0391] 明亮度梯度信息计算部 3060 根据由明亮度信息计算部 3054 算出的亮度平面、明度平面,算出与拍摄图像的明亮度的梯度对应的明亮度梯度信息。作为由明亮度梯度信息计算部 3060 算出的明亮度梯度信息,包括亮度梯度信息、明度梯度信息。

[0392] 此时,明亮度梯度信息计算部 3060 优选根据通过逆 γ 校正部 3040 进行了逆 γ 校正的亮度平面、明度平面,计算明亮度梯度信息。拍摄图像多以与显示装置等对应地进行了 γ 校正的状态保存,因此经由图像输入部 3028 输入到运算部 3038 的拍摄图像也很可能进行了 γ 校正。因此,通过逆 γ 校正部 3040 对亮度平面、明度平面进行逆 γ 校正,能够使这些明亮度信息接近 RAW 数据具有的本来明亮度信息。

[0393] 将逆 γ 校正前的亮度平面及明度平面设为 YP1、VP1,逆 γ 校正后的亮度平面及明度平面设为 YP2、VP2,则由逆 γ 校正部 3040 进行的逆 γ 校正通过以下的公式 (20-1)、(20-2) 表示。

[0394] 公式 (20-1)、(20-2)

$$[0395] \quad YP2 = (YP1)^{\gamma} \quad \dots (20-1)$$

$$[0396] \quad VP2 = (VP1)^{\gamma} \quad \dots (20-2)$$

[0397] 明亮度梯度信息计算部 3060 例如根据明度平面 VP2 计算拍摄图像内的各位置(像素)的明度梯度值 $V_{grad}(i, j)$ 。明亮度梯度信息计算部 3060 对明度平面 VP2 进行纵向、横向的微分过滤,计算纵向的差分 $\Delta_y f(i, j)$ 和横向的差分 $\Delta_x f(i, j)$,并利用算出的差分来计算各位置的明度梯度值 $V_{grad}(i, j)$ 。若将明度平面 VP2 中包含的各像素的明度值 V 设为 $V(i, j)$,则明度梯度值 $V_{grad}(i, j)$ 通过以下公式 (21-1) ~ (21-3) 算出。

[0398] 公式 (21-1) ~ (21-3)

$$[0399] \quad \Delta_x f(i, j) = V(i, j) - V(i-1, j) \quad \dots (21-1)$$

$$[0400] \quad \Delta_y f(i, j) = V(i, j) - V(i, j-1) \quad \dots (21-2)$$

$$[0401] \quad V_{grad}(i, j) = \sqrt{(\Delta_x f(i, j))^2 + (\Delta_y f(i, j))^2} \quad \dots (21-3)$$

[0402] 另外,公式 (21-1) ~ (21-3) 中的 i 表示像素的横向的位置, j 表示像素的纵向的

位置。明亮度梯度信息计算部 3060 根据各位置的明度梯度值 $V_{grad}(i, j)$ 生成与拍摄图像平面对应的明度梯度平面。因此,在明亮度梯度信息计算部 3060 算出的明度梯度信息中包括明度梯度值 $V_{grad}(i, j)$ 、明度梯度平面。

[0403] 此外,明亮度梯度信息计算部 3060 可以取代明度梯度信息或除了明度梯度信息之外,根据亮度平面 VP2 计算亮度梯度信息。亮度梯度信息中包括亮度梯度值 $Y_{grad}(i, j)$ 、亮度梯度平面。亮度梯度信息的计算方法与上述明度梯度信息相同。

[0404] 区域计算部 3062 计算用于检测是否映入异物的检测区域。区域计算部 3062 能够例如利用由明亮度梯度信息计算部 3060 算出的明亮度梯度信息来计算检测区域。

[0405] 检测区域只要是拍摄图像的一部分即可,并无特别限定,但优选将映入异物的可能性高的区域作为检测区域。在此,在由明亮度梯度信息计算部 3060 算出的明亮度梯度平面中,相当于被拍摄体边沿的部分、映入了异物的部分,存在其明度梯度值 $V_{grad}(i, j)$ 相对较大的倾向。与之相对,与空白、被拍摄体的内部等对应的部分存在明度梯度值 $V_{grad}(i, j)$ 相对较小的倾向。

[0406] 因此,该实施方式的区域计算部 3062 能够计算将明度梯度平面二值化了的二值化图像,并将连接明度梯度值 $V_{grad}(i, j)$ 高的像素而成的连接区域作为检测区域。即,区域计算部 3062 对明度梯度平面设定预定的阈值,将具有高于该阈值的明度梯度值的像素的值替换为“1”,将具有低于该阈值的明度梯度值的像素的值替换为“0”,从而计算二值化图像。

[0407] 进而,区域计算部 3062 从算出的二值化图像提取值为“1”的像素,并将值为“1”的像素作为检测区域。区域计算部 3062 若连接值为“1”的像素彼此,则将这些像素的集合确定为一个检测区域。反之,区域计算部 3062,在值为“1”的一个像素集合相对于值为“1”的另一个像素集合没有通过值为“1”的像素连接时,将该两个区域确定为不同的检测区域。

[0408] 区域计算部 3062 如上所述可以根据明度梯度平面计算检测区域,除此之外还可以根据由明亮度信息计算部 3054 算出的亮度梯度平面来计算检测区域。区域计算部 3062 与明度梯度平面同样地能够通过根据亮度梯度平面计算二值化图像,来计算检测区域。

[0409] 异物判断部 3048 利用由信息计算部 3046 算出的各信息,判断各个检测区域是否为与映入到拍摄图像中的异物对应的部分。异物判断部 3048 包括第一判断部 3064、第二判断部 3066、第三判断部 3068 和第四判断部 3070。第一~第四判断部 3064 ~ 3070 利用彼此不同的判断基准,判断作为判断对象的检测区域是否为与映入到拍摄图像中的异物对应的部分。

[0410] 第一判断部 3064 根据作为判断对象的检测区域的大小,判断该检测区域是否为与映入到图像中的异物对应的部分。在该实施方式的图像处理装置中,作为异物判断部 3048 的判断对象的检测区域及其大小,利用由明亮度梯度信息计算部 3060 算出的明亮度梯度信息,而由区域计算部 3062 进行计算。因此,例如区域计算部 3062 根据亮度梯度平面计算出检测区域时,第一判断部 3064 利用各像素的亮度梯度值等信息进行判断。此外,区域计算部 3062 根据明度梯度平面计算出检测区域时,第一判断部 3064 利用各像素的明度梯度值等信息进行判断。

[0411] 第一判断部 3064 在由区域计算部 3062 算出的检测区域的大小在预定范围时,能够判断出该检测区域是与映入到图像中的异物对应的部分。此外,第一判断部 3064 在由区

域计算部 3062 算出的检测区域的大小超过预定的范围而更大或比预定的范围小时,能够判断出该检测区域不是与映入到图像中的异物对应的部分。

[0412] 在第一判断部 3064 中判定是异物映入的区域的范围,根据拍摄图像的大小、拍摄条件等来设定,例如可以使下限值为 25 像素、上限值为 300 像素。

[0413] 第二判断部 3066 利用与检测区域的饱和度对应的饱和度信息,判断该检测区域是否为与映入到图像中的异物对应的部分。第二判断部 3066 利用由饱和度信息计算部 3056 算出的饱和度值 S 及饱和度平面,判断该检测区域是否为与映入到图像中的异物对应的部分。该实施方式的第二判断部 3066 研究与检测区域的饱和度对应的第一饱和度信息和与检测区域的周边区域的饱和度对应的第二饱和度信息之间的差异。第二判断部 3066 在第一饱和度信息和第二饱和度信息间的差异处于预先设定的范围时,判断出作为判断对象的检测区域是与异物对应的部分。此外,第二判断部 3066 也可以在第一饱和度信息和第二饱和度信息间的差异不在预先设定的范围时,判断出作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分。

[0414] 在此,第一饱和度信息例如可以是检测区域中含有的像素的饱和度值 S 的平均值。此外,第二饱和度信息可以是检测区域的周边区域的像素的饱和度值 S 的平均值。另外,检测区域的周边区域例如可以规定成:与检测区域的外周接触的同时包围该检测区域的周边的区域、且具有与检测区域同等程度的面积的区域。

[0415] 第二判断部 3066 将作为判断对象的检测区域判断为异物映入的区域的数值范围没有特别限定。此外,判断为异物映入的区域的数值范围可以用饱和度值 S 的差的大小(绝对值)来规定,也可以用第一饱和度信息和第二饱和度信息的值的比来规定。

[0416] 例如,第二判断部 3066 在检测区域中含有的像素的饱和度值 S 的平均值 $S1$ 为检测区域的周边区域的像素的饱和度值 S 的平均值 $S2$ 的 $0.95 \sim 2$ 倍时,判断出作为判断对象的检测区域是异物映入的区域。不是污物而是作为被拍摄体拍摄到图像中的像,在饱和度信息中强烈地留有信息,相反,异物映入的像则对饱和度几乎不产生影响。因此,若检测区域中没有映入污物,则第一饱和度信息和第二饱和度信息的差异较大,反之,若在检测区域中映入了污物,则第一饱和度信息和第二饱和度信息的差异较小。

[0417] 第二判断部 3066 不仅可以如上所述利用饱和度信息进行判断,此外还可以利用与检测区域的明亮度对应的明亮度信息,判断该检测区域是否为映入到图像中的异物对应的部分。利用明亮度信息进行判断时,第二判断部 3066 能够利用由明亮度信息计算部 3054 算出的明度值 V 和明度平面,判断该检测区域是否为映入到图像中的异物对应的部分。此外,第二判断部 3066 也可以利用由明亮度信息计算部 3054 算出的亮度值 Y 和亮度平面,判断该检测区域是否为映入到图像中的异物对应的部分。

[0418] 该实施方式的第二判断部 3066 例如研究与检测区域的明度对应的第一明度信息和与检测区域的周边区域的明度对应的第二明度信息之间的差异。第二判断部 3066 在第一明度信息和第二明度信息间的差异不在预先设定的范围时,判断为作为判断对象的检测区域是与异物对应的部分。

[0419] 在此,第一明度信息例如可以是检测区域中含有的像素的明度值 V 的平均值。此外,第二明度信息可以是检测区域的周边区域的像素的明度值 V 的平均值。例如,第二判断部 3066 在检测区域中含有的像素的明度值 V 的平均值 $V1$ 小于检测区域的周边区域的像素

的明度值 V 的平均值 V2 的 0.975 倍时,判断为作为判断对象的检测区域是异物映入的区域。这是因为,异物的映入对饱和度、色相几乎没有影响,但对明亮度强烈地留有信息。

[0420] 进而,第二判断部 3066 除了利用了饱和度信息的判断之外,还可以利用与检测区域的色相对应的色相信息,判断该检测区域是否为映入到图像中的异物对应的部分。利用色相信息进行判断时,第二判断部 3066 能够利用由色相信息计算部 3058 算出的色相值 H 和色相平面,判断该检测区域是否为映入到图像中的异物对应的部分。

[0421] 该实施方式的第二判断部 3066 例如研究与检测区域的色相对应的第一色相信息和与检测区域的周边区域的色相对应的第二色相信息之间的差异。第二判断部 3066 在第一色相信息和第二色相信息间的差异在预先设定的范围时,判断为作为判断对象的检测区域是与异物对应的部分。

[0422] 在此,第一色相信息例如可以是检测区域中含有的像素的色相值 H 的平均值。此外,第二色相信息可以是检测区域的周边区域的像素的色相值 H 的平均值。例如,第二判断部 3066 在检测区域中含有的像素的色相值 H 的平均值 H1 为检测区域的周边区域的像素的色相值 H 的平均值 H2 的 0.94 ~ 1.06 倍时,判断为作为判断对象的检测区域是异物映入的区域。这是因为,不是污物而是作为被拍摄体拍摄到图像中的像,在色相信息中强烈地留有信息,相反,异物映入的像则对色相几乎不产生影响。

[0423] 第三判断部 3068 在与检测区域的周边区域的明亮度对应的第二明度信息等不在预先设定的范围时,判断为作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分。此外,第三判断部 3068 在与检测区域的周边区域的明度对应的第二明度信息处于预先设定的范围时,判断为作为判断对象的检测区域是与异物对应的部分。作为第三判断部 3068 使用的明亮度信息,包括作为检测区域的周边区域的像素的明度值 V 的平均值的第二明度信息、作为检测区域的周边区域的像素的亮度值 Y 的平均值的第二亮度信息等。

[0424] 例如,第三判断部 3068 在检测区域的周边区域中含有的像素的明度值 V 的平均值 V2 为 60 以下时,判断为上述检测区域不是与异物对应的部分。这是因为,在检测区域的周边区域的明亮度低于预定值时,即使检测区域中映入了异物,异物的映入对图像的影响也很小。

[0425] 第四判断部 3070 在检测区域的周边区域的明亮度的标准偏差不在预先设定的范围时,判断为作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分。此外,第四判断部 3070 在检测区域的周边区域的明亮度的标准偏差处于预先设定的范围时,判断为作为判断对象的检测区域是与异物对应的部分。在此,作为检测区域的周边区域的明亮度的标准偏差,包括检测区域的周边区域的像素的明度值 V 的标准偏差、检测区域的周边区域的像素的亮度值 Y 的标准偏差。

[0426] 例如,第四判断部 3070 根据检测区域的周边区域中含有的像素的明度值 V(i, j) 和检测区域的周边区域中含有的像素的明度值 V(i, j) 的平均值 V2,利用以下的公式 (22) 计算检测区域的周边区域的明亮度的标准偏差 Vstd。

[0427] 公式 (22)

$$[0428] \quad Vstd = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (V(i, j) - V2)^2} \quad \cdots \quad (22)$$

[0429] 另外,公式(22)中的 n 是检测区域的周边区域中含有的像素数。在第四判断部3070中,用于判断检测区域中是否映入了异物的阈值根据拍摄图像的摄影条件而适当设定。例如,第四判断部3070在检测区域的周边区域中的明亮度的标准偏差 V_{std} 为0.6以上时,可以判断为该检测区域不是与映入到图像中的异物对应的部分。这是因为,检测区域的周边区域的明亮度的标准偏差较大时,检测区域中的高明度梯度值或亮度梯度值很可能不是基于异物的映入,而是基于被拍摄体光。

[0430] 第四判断部3070也可以根据检测区域的周边区域中含有的像素的亮度值 Y 来计算检测区域的周边区域的明亮度的标准偏差。第四判断部3070在利用根据亮度信息计算出的标准偏差时,也可以与根据明度信息计算出标准偏差时同样地判断作为判断对象的检测区域是否为与异物对应的部分。

[0431] 如上所述,异物判断部3048中包含的第一~第四判断部3064~3070能够分别独立地判断作为判断对象的检测区域是否为映入到图像中的异物对应的部分。异物判断部3048可以将第一~第四判断部3064~3070的判断结果全部输出到检测修正部3044及异物图像校正部3050。此外,异物判断部3048也可以利用第一~第四判断部3064~3070的判断结果,综合判断在各检测区域中是否映入了异物,并将综合判断结果输出到检测修正部3044及异物图像校正部3050。

[0432] 例如,异物判断部3048在第一~第四判断部3064~3070中一个以上判断为作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分时,进行作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分的综合判断。或者,异物判断部3048在第一~第四判断部3064~3070全部判断为作为判断对象的检测区域是与异物对应的部分时,进行作为判断对象的检测区域是与异物对应的部分的综合判断。

[0433] 异物图像校正部3050利用异物判断部3048的判断结果、由信息计算部3046算出的数据,对与映入到拍摄图像中的异物对应的部分,进行减少异物的影响的校正。此外,异物图像校正部3050也可以取代异物判断部3048的判断结果,而根据作为由检测修正部3044修正了的判断结果的修正结果,进行从拍摄图像减少异物的影响的校正。

[0434] 检测修正部3044可以根据经由操作信号输入部3032输入到运算部3038的操作信号,修正异物判断部3048的判断。例如,检测修正部3044根据操作信号而变更在异物判断部3048的第一~第四判断部3064~3070中使用的阈值中的至少一个。由此,检测修正部3044可以对检测区域是否为与异物对应的部分进行再判断,修正异物判断部3048的判断。

[0435] 图22是表示检测修正部3044进行的判断的修正过程的概念图。在图22中与检测区域的大小和检测区域内外的明度比(第一明度信息和第二明度信息之比)相对应地绘制了由区域计算部3062算出的检测区域。图22中的圆圈3098及三角3096分别对应于一个检测区域。另外,圆圈3098对应于由检测修正部3044再判断为是与异物对应的部分的检测区域。此外,三角3096对应于由检测修正部3044再判断为不是与异物对应的部分的检测区域。

[0436] 在图22所示的例子中,图19所示的检测修正部3044修正由第一判断部3064进行的判断(基于检测区域的大小的判断)和由第二判断部3066进行的判断(基于检测区域的明度和检测区域的周边区域的明度间的差异的判断)。检测修正部3044可以根据操作

信号而变更关于检测区域的大小的阈值 C1、关于检测区域内外的明度比的阈值 C2。这是由于,关于检测区域的大小的阈值 C1、关于检测区域内外的明度比的阈值 C2 对检测灵敏度具有很大影响。

[0437] 在此,图 22 中用三角 3096 及圆圈 3098 表示的检测区域,认为越是朝向箭头 3111 所示的左上方向绘制的区域是与对拍摄图像带来更显著的影响的异物对应的部分。这是由于,越是检测区域大且相对于周边区域的明度的差异大(明度比(第一明度信息/第二明度信息)小)的检测区域越是容易显眼。反之,认为越是向箭头 3113 所示的右下方向绘制的检测区域,对拍摄图像的影响越小。这是由于,判断为异物的检测区域的大小越小、相对于周边区域的明度的差异越小,则越难以显眼。

[0438] 图 19 所示的检测修正部 3044 可以通过根据来自输入部 3032 的操作信号向使图 22 所示的阈值 C1 增加的方向变化,而仅将大于阈值 C1 的检测区域再判断为与异物对应的部分,减少异物的误检测。反之,检测修正部 3044 可以通过根据来自输入部 3032 的操作信号向使图 22 所示的阈值 C1 减少的方向变化,而减少异物的检测遗漏。此外,检测修正部 3044 可以通过根据操作信号增减阈值 C2,而与阈值 C1 的情况同样地调整检测灵敏度。

[0439] 检测修正部 3044 可以使阈值 C1 和阈值 C2 的值独立地变化,也可以例如利用将阈值 C1 和阈值 C2 作为变量的预定的函数(一次函数等),而按照一个参数使阈值 C1 和 C2 变化。检测修正部 3044 变更的阈值不限于关于检测区域的大小的阈值 C1、关于检测区域内外的明度比的阈值 C2。

[0440] 例如,检测修正部 3044 变更的阈值可以是第二判断部 3066 的关于饱和度值 S 的阈值、第二判断部 3066 的关于亮度值 Y 的阈值、第二判断部 3066 的关于色相值 H 的阈值、第三判断部 3068 的关于周边区域的明度值 V 的阈值、第四判断部 3070 的关于周边区域的明亮度的标准偏差 Vstd 的阈值。此外,检测修正部 3044 也可以通过变更关于区域计算部 3062 的明度梯度值 $V_{grad}(i, j)$ 的阈值,而变更信息计算部 3046 及异物判断部 3048 的计算结果和判断结果。检测修正部 3044 变更这些阈值来修正异物判断部 3048 的判断结果。从而,该实施方式的图像处理装置可以进行与使用者的喜好对应的异物检测。

[0441] 检测修正部 3044 也可以将异物判断部 3048 的判断结果、由检测修正部 3044 再判断为是与异物对应的部分的检测区域的位置,重叠在拍摄图像上并在显示部 3036 进行显示。从而,相机 3010 的使用者可以在视觉上识别图像处理装置的异物的检测灵敏度的同时,使检测修正部 3044 实施与喜好对应的判断修正。此外,也可以向检测修正部 3044 输入以下操作信号:使用者直接指定拍摄图像中的检测区域的位置,修正检测区域是否为与异物对应的部分的判断。从而,检测修正部 3044 可以进一步进行与使用者的喜好对应的判断修正。

[0442] 此外,检测修正部 3044 也可以向存储部 3030 输出作为修正了的判断基准的修正判断基准、使检测修正部 3044 的判断与图 22 所示的检测区域的数据对应了的数据(异物映射图)。修正判断基准包括上述阈值 C1 和阈值 C2 的值。此外,使检测修正部 3044 的判断结果与检测区域的数据对应了的数据,包括图 22 所示的检测区域的分类、检测区域的大小或/和明度比的值、以及检测区域的位置。存储部 3030 可以存储由检测修正部 3044 修正了的修正判断基准、检测区域的数据,并根据需要输出到判断基准变更部 3042。

[0443] 判断基准变更部 3042 可以根据修正判断基准,变更作为异物判断部 3048 的第

一～第四判断部 3064 ～ 3068 进行判断时的判断基准的初始判断基准。判断基准变更部 3042 可以变更异物判断部 3048 的初始判断基准以使其接近修正判断基准。

[0444] 初始判断基准是在检测修正部 3044 的修正前与异物判断部 3048 进行的判断相关的判断基准。修正判断基准是在检测修正部 3044 的修正判断时使用的判断基准。因此,判断基准变更部 3042 可以使异物判断部 3048 的初始判断基准接近相机 3010 的使用者的喜好。从而,该实施方式的图像处理装置可以有效地进行与使用者的喜好对应的异物检测。另外,判断基准变更部 3042 也可以计算存储于存储部 3030 中的多个修正判断基准的平均值,根据修正判断基准的平均值来变更异物判断部 3048 的初始判断基准。

[0445] 此外,判断基准变更部 3042 也可以利用经过对使检测修正部 3044 的判断结果与检测区域的数据对应的数据进行多次判断而累积的累积数据,变更异物判断部 3048 的初始判断基准。例如,判断基准变更部 3042 根据异物映射图的累积数据,计算判断为是与异物对应的部分的检测区域(图 22 的圆圈 3098)的比例比判断为不是与异物对应的部分的检测区域(图 22 的三角 3096)的比例大的范围。并且,判断基准变更部 3042 根据由异物映射图的累积数据计算出的范围,变更异物判断部 3048 的初始判断基准。从而,判断基准变更部 3042 可以使异物判断部 3048 的初始判断基准接近相机 3010 的使用者的喜好。

[0446] 异物图像校正部 3050 根据异物判断部 3048 的判断、由检测修正部 3044 修正了的判断,对与映入到拍摄图像中的异物对应的部分,进行减少异物的影响的图像校正。该实施方式的异物图像校正部 3050 具有第一图像校正部 3074、第二图像校正部 3076 和第三图像校正部 3078。

[0447] 第一图像校正部 3074 可以利用由明亮度信息计算部 3054 算出的明度信息,对与映入到拍摄图像中的异物对应的部分,进行减少该异物的影响的第一校正。第一图像校正部 3074 利用由明亮度信息计算部 3054 算出的各像素的明度值 V 和明度平面来进行第一图像校正。

[0448] 第一图像校正部 3074 进行局部的明度值 V 的规格化(标准化)处理,对成为校正对象的检测区域,计算明度透过率信号 $VT(i, j)$,生成对于成为校正对象的检测区域的明度透过率映射图(明度增益图)。在此,在第一图像校正部 3074 中成为校正对象的检测区域,是在异物判断部 3048 或检测修正部 3044 中判断为是与异物对应的部分的检测区域。

[0449] 明度透过率信号 $VT(i, j)$ 通过计算检测区域中的着眼像素 (i, j) 的明度值 $V(i, j)$ 和包含着眼像素 (i, j) 的局部范围的明度值的平均值之间的相对比而算出。该实施方式的第一图像校正部 3074 可以通过以下的公式(23)计算明度透过率信号 $VT(i, j)$ 。

[0450] 公式(23)

$$VT(i, j) = \frac{V(i, j)}{(\sum_{m=i-\alpha}^{i+\alpha} \sum_{n=j-\beta}^{j+\beta} V(i+m, j+n)) / (2\alpha+1)(2\beta+1)} \quad \dots (23)$$

[0452] 在公式(23)中, α 和 β 相当于取局部平均的范围。 α 表示以着眼像素 (i, j) 为中心而左右扩展的像素数, β 表示以着眼像素 (i, j) 为中心而上下扩展的像素数。在明度透过率信号 $VT(i, j)$ 的计算中,取局部平均的范围可以设定为假定的异物映入区域的 3 倍左右,但并不特别限定。例如,第一图像校正部 3074 在明度透过率信号 $VT(i, j)$ 的计算中,可以将像素数 α 和 β 的值设为 $\alpha = 36 \sim 55$ 、 $\beta = 36 \sim 55$ 。

[0453] 图 21A、21B 是用于说明在第一图像校正部 3074 中进行的明度透过率映射图的生成的概念图。图 21A 表示拍摄图像的明度平面中的左右方向的明度值 V 的变化。在图 21A 所示的明度平面（曲线）3081 中，存在明度值 V 相对于周边部分较低、明度梯度值 $V_{grad}(i, j)$ 较大的下陷部 3082、3084。在图 21A 中，成为第一图像校正部 3074 的校正对象的检测区域是与下陷部 3082、3084 对应的检测区域 A 和检测区域 B。

[0454] 图 19 所示的第一图像校正部 3074 对于图 21A 所示的明度平面（曲线）的检测区域 A 中含有的各像素、和检测区域 B 中含有的各像素，计算明度透过率信号 $VT(i, j)$ 。图 21B 表示由图 21A 所示的明度平面（曲线）算出的明度透过率映射图。图 21A 所示的明度平面中的下陷部 3082、3084 通过局部的规格化处理而仅提取因异物引起的明度下降，在图 21B 所示的明度透过率映射图中，置换为明度透过率的下陷部 3082a、3084a。由此，第一图像校正部 3074 对于判断为是与异物对应的部分的检测区域，生成明度透过率映射图。第一图像校正部 3074 也可以通过分别对各个检测区域生成增益图，而对各个检测区域分别独立地计算作为第一图像校正的校正量的第一校正量（明度增益）。

[0455] 进而，第一图像校正部 3074 利用各检测区域的位置信息和各检测区域的明度透过率映射图，对于与映入到拍摄图像中的异物对应的部分，实施减少或除去异物的影响的第一图像校正。第一图像校正部 3074 在检测区域中含有的各像素的明度值 $V(i, j)$ 上乘以明度透过率信号 $VT(i, j)$ 的倒数，进行增益校正。即，第一图像校正部 3074 对与映入到拍摄图像中的异物对应的检测区域中含有的像素的明度值 V 进行增益校正，减少或除去因异物的映入而引起的明度的变化。例如，第一图像校正部 3074 利用以下的公式 (24) 计算校正了的明度值 $VC(i, j)$ 。

[0456] 公式 (24)

$$[0457] \quad VC(i, j) = V(i, j) / VT(i, j) \quad \cdots (24)$$

[0458] 由此，第一图像校正部 3074 通过将检测区域的明度值 $V(i, j)$ 置换为进行了上述增益校正的明度值 $VC(i, j)$ ，而校正拍摄图像的明度平面。从而，第一图像校正部 3074 可以从拍摄图像减少或除去因异物的映入引起的明度的变化。

[0459] 第二图像校正部 3076 可以利用由饱和度信息计算部 3056 算出的饱和度信息，对与映入到拍摄图像中的异物对应的部分，进行减少该异物的影响的第二图像校正。第二图像校正部 3076 利用由饱和度信息计算部 3056 算出的各像素的饱和度值 S 和饱和度平面，进行第二图像校正。

[0460] 第二图像校正部 3076 与第一图像校正部 3074 同样地，进行局部的饱和度值 S 的规格化（标准化）处理，对成为校正对象的检测区域，计算饱和度透过率信号 $ST(i, j)$ ，生成对于成为校正对象的检测区域的饱和度透过率映射图（饱和度增益图）。在第二图像校正部 3076 中成为校正对象的检测区域与第一图像校正部 3074 同样地，是在异物判断部 3048 或检测修正部 3044 中判断为是与异物对应的部分的检测区域。

[0461] 饱和度透过率信号 $ST(i, j)$ 的计算公式，可以使用将公式 (23) 中的明度透过率信号 $VT(i, j)$ 和明度值 $V(i, j)$ 置换为饱和度透过率信号 $ST(i, j)$ 和饱和度值 $S(i, j)$ 的公式。此外，第二图像校正部 3076 与第一图像校正部 3074 同样地，对于判断为是与异物对应的部分的检测区域，生成饱和度透过率映射图。第二图像校正部 3076 也可以通过分别对各个检测区域生成增益图，而对各个检测区域分别独立地计算作为第二图像校正的校正量的

第二校正量（饱和度增益）。

[0462] 第二图像校正部 3076 与第一图像校正部 3074 同样地，利用各检测区域的位置信息和各检测区域的饱和度透过率映射图，对于与映入到拍摄图像中的异物对应的部分，实施减少或除去异物的影响的第二图像校正。第二图像校正部 3076 在检测区域中含有的各像素的饱和度值 $S(i, j)$ 上乘以饱和度透过率信号 $ST(i, j)$ 的倒数，进行增益校正。例如，第二图像校正部 3076 利用以下的公式 (25) 来计算校正了的饱和度值 $SC(i, j)$ 。

[0463] 公式 (25)

$$[0464] \quad SC(i, j) = S(i, j) / ST(i, j) \quad \cdots (25)$$

[0465] 由此，第二图像校正部 3076 通过将检测区域的饱和度值 $S(i, j)$ 置换为进行了上述增益校正的饱和度值 $SC(i, j)$ ，而校正拍摄图像的饱和度平面。从而，第二图像校正部 3076 可以从拍摄图像减少或除去因异物的映入引起的饱和度的变化。

[0466] 第三图像校正部 3078 可以利用由色相信息计算部 3058 算出的色相信息，对与映入到拍摄图像中的异物对应的部分，进行减少该异物的影响的第三图像校正。第三图像校正部 3078 利用由色相信息计算部 3058 算出的各像素的色相值 H 和色相平面，进行第三图像校正。

[0467] 第三图像校正部 3078 与第一图像校正部 3074 同样地，进行局部的色相值 H 的规格化（标准化）处理，对成为校正对象的检测区域，计算色相透过率信号 $HT(i, j)$ ，生成对于成为校正对象的检测区域的色相透过率映射图（色相增益图）。在第三图像校正部 3078 中成为校正对象的检测区域与第一图像校正部 3074 同样地，是在异物判断部 3048 或检测修正部 3044 中判断为是与异物对应的部分的检测区域。

[0468] 色相透过率信号 $HT(i, j)$ 的计算公式，可以使用将公式 (23) 中的明度透过率信号 $VT(i, j)$ 和明度值 $V(i, j)$ 置换为色相透过率信号 $HT(i, j)$ 和色相值 $H(i, j)$ 的公式。此外，第三图像校正部 3078 与第一图像校正部 3074 同样地，对于判断为是与异物对应的部分的检测区域，生成色相透过率映射图。第三图像校正部 3078 也可以通过分别对各个检测区域生成增益图，而对各个检测区域分别独立地计算作为第三图像校正的校正量的第三校正量（色相增益）。

[0469] 第三图像校正部 3078 与第一图像校正部 3074 同样地，利用各检测区域的位置信息和各检测区域的色相透过率映射图，对于与映入到拍摄图像中的异物对应的部分，实施减少或除去异物的影响的第三图像校正。第三图像校正部 3078 在检测区域中含有的各像素的色相值 $H(i, j)$ 上乘以色相透过率信号 $HT(i, j)$ 的倒数，进行增益校正。例如，第三图像校正部 3078 利用以下的公式 (26) 计算校正了的色相值 $HC(i, j)$ 。

[0470] 公式 (26)

$$[0471] \quad HC(i, j) = H(i, j) / HT(i, j) \quad \cdots (26)$$

[0472] 由此，第三图像校正部 3078 通过将检测区域的色相值 $H(i, j)$ 置换为进行了上述增益校正的色相值 $HC(i, j)$ ，而校正拍摄图像的色相平面。从而，第三图像校正部 3078 可以从拍摄图像减少或除去因异物的映入引起的色相的变化。

[0473] 异物图像校正部 3050，在例如颜色校正判断部 3052 判断为当前要校正的拍摄图像是例如 JPEG 图像这样进行了非线性校正的图像的情况下，进行 HSV 校正以通过第一～第三图像校正部 3074～3078 进行的第一～第三图像校正来校正拍摄图像。

[0474] 第一～第三图像校正部 3074～3078 进行的 HSV 校正,对拍摄图像进行 HSV 转换,分别针对明度平面、饱和度平面、色相平面单独地制作增益图,进行图像校正。因此,第一～第三图像校正部 3074～3078 进行的 HSV 校正,在拍摄图像的颜色进行了非线性校正时,也可以在与周边部分的色调保持高匹配性的同时校正因异物的映入引起的颜色的变化。

[0475] 另外,异物图像校正部 3050,例如在颜色校正判断部 3052 判断为当前要校正的拍摄图像例如为 RAW 图像这样没有进行非线性校正的图像时,可以进行一般的仅由亮度进行的校正(也可以是仅由明度进行的校正)。

[0476] 一般的亮度校正例如如下进行。进行局部的亮度值 Y 的规格化(标准化)处理,对成为校正对象的检测区域,计算亮度透过率信号 $YT(i, j)$,生成对于成为校正对象的检测区域的亮度透过率映射图(亮度增益图)。亮度透过率信号 $YT(i, j)$ 的计算公式,可以使用将公式(23)中的明度透过率信号 $VT(i, j)$ 和明度值 $V(i, j)$ 置换为亮度透过率信号 $YT(i, j)$ 和亮度值 $Y(i, j)$ 的公式。

[0477] 在检测区域中含有的各像素的 R 值 $R(i, j)$ 、G 值 $G(i, j)$ 和 B 值 $B(i, j)$ 上分别乘以亮度透过率信号 $YT(i, j)$ 的倒数,进行增益校正。例如,利用以下的公式(27-1)～(27-3)计算校正了的 R 值 $RC(i, j)$ 、G 值 $GC(i, j)$ 和 B 值 $BC(i, j)$ 。

[0478] 公式(27-1)～(27-3)

$$[0479] \quad RC(i, j) = R(i, j) / YT(i, j) \quad \cdots (27-1)$$

$$[0480] \quad GC(i, j) = G(i, j) / YT(i, j) \quad \cdots (27-2)$$

$$[0481] \quad BC(i, j) = B(i, j) / YT(i, j) \quad \cdots (27-3)$$

[0482] 由此,可以通过将检测区域中含有的 RGB 值置换为进行了上述增益校正的 R 值 $RC(i, j)$ 、G 值 $GC(i, j)$ 和 B 值 $BC(i, j)$ (一般的亮度校正),而校正拍摄图像。

[0483] 另外,在一般的亮度校正中,如公式(27-1)～(27-3)所示,仅利用亮度的增益图($YT(i, j)$)进行校正。因此,对进行了非线性校正的图像进行一般的亮度校正后,有时校正后的像素中的 RGB 值($RC(i, j)$ 、 $GC(i, j)$ 、 $BC(i, j)$)中的某个会成为从周边部分的像素中的 RGB 值离开的值,而产生校正痕迹。

[0484] 此外,这种问题在对成为校正对象的拍摄图像进行了很强的非线性校正时容易产生。并且对拍摄图像进行非线性校正的方式也存在按照相机等摄影装置的机种不同而不同的情况。与之相对,在该实施方式的 HSV 校正中,如公式(24)～(26)所示,分别生成明度增益图、饱和度增益图及色相增益图而进行校正,因此进行增益校正的像素被校正为接近周边部分的像素的颜色。此外,根据 HSV 校正,即使在作为校正对象的拍摄图像进行了非线性校正的情况下,也可以防止在校正后的拍摄图像中产生校正痕迹的问题,并且无论作为校正对象的图像的非线性校正的形式。即,例如对 JPEG 以外的非线性校正后的图像也可以期待该实施方式的效果。

[0485] 另外,异物图像校正部 3050 进行的 HSV 校正,也可以通过组合由第一～第三图像校正部 3074～3078 校正了的明度平面、饱和度平面和色相平面,而生成校正后的拍摄图像,也可以省略第二图像校正部 3076 或第三图像校正部 3078 进行的图像校正。即,在异物图像校正部 3050 进行的 HSV 校正中,也可以不对饱和度平面或色相平面中的任一方进行增益校正,并使没有进行增益校正的饱和度平面或色相平面与校正后的明度平面等组合,生成校正后的拍摄图像。

[0486] 在该实施方式中,通过在利用了第一图像校正部 3074 的基于明度的校正(也包括基于亮度的校正)上组合利用了第二图像校正部 3076 的基于饱和度的校正,与一般的仅亮度的校正相比,尤其是对进行了非线性校正的图像的异物除去校正的精度得以提高。此外,在该实施方式中,通过在利用了第一图像校正部 3074 的基于明度的校正(也包括基于亮度的校正)上组合利用了第三图像校正部 3078 的基于色相的校正,与一般的仅亮度的校正相比,尤其是对进行了非线性校正的图像的异物除去校正的精度得以提高。

[0487] 另外,异物图像校正部 3050 在 HSV 校正中,也可以按照检测区域分别独立地计算第一~第三图像校正所涉及的校正量即第一~第三校正量。通过按照检测区域分别计算校正量,该实施方式的图像处理装置与针对拍摄图像整体计算校正量时相比可以抑制运算量。此外,在异物图像校正部 3050 的第一图像校正部中,当然也可以取代明度信息,而利用亮度信息进行图像校正。

[0488] 颜色校正判断部 3052 判断作为在异物图像校正部 2050 中除去异物影响的校正的对象的拍摄图像,是否为对将由相机 3010 的光学系统 3016 得到的像光电转换而得到的拍摄图像进行了非线性校正后的图像。颜色校正判断部 3052 判断作为在异物图像校正部 3050 中除去异物影响的校正的对象的拍摄图像是否进行了非线性校正,并将判断结果输出到异物图像校正部 3050。

[0489] 异物图像校正部 3050 在通过颜色校正判断部 3052 判断为当前要校正的拍摄图像进行了非线性校正时,进行由第一~第三图像校正部 3074~3078 进行的上述 HSV 校正,由异物图像校正部 3050 进行减少异物的影响的校正。反之,异物图像校正部 3050 可以在通过颜色校正判断部 3052 判断为当前要校正的拍摄图像没有进行非线性校正时,不进行由第一~第三图像校正部 3074~3078 进行的图像校正,仅进行一般的亮度校正,由异物图像校正部 3050 进行减少异物的影响的校正。

[0490] 此外,颜色校正判断部 3052 也可以判断作为在异物图像校正部 3050 中除去异物影响的校正的对象的拍摄图像所进行的非线性校正的强弱。颜色校正判断部 3052 判断作为在异物图像校正部 3050 中除去异物影响的校正的对象的拍摄图像所进行的非线性校正的强弱,并将判断结果输出到异物图像校正部 3050。

[0491] 此时,异物图像校正部 3050 在通过颜色校正判断部 3052 判断为当前要校正的拍摄图像进行了强的非线性校正时,进行由第一~第三图像校正部 3074~3078 进行的上述 HSV 校正,由异物图像校正部 3050 进行减少异物的影响的校正。反之,异物图像校正部 3050 可以在通过颜色校正判断部 3052 判断为当前要校正的拍摄图像进行了弱的非线性校正时,不进行由第一~第三图像校正部 3074~3078 进行的图像校正,仅进行一般的亮度校正,由异物图像校正部 3050 进行减少异物的影响的校正。

[0492] 存储部 3030 用于存储由检测修正部 3044 修正了的修正判断基准、检测区域的数据、拍摄图像的摄影条件等。存储部 3030 由非易失性存储器等构成。操作信号输入部 3032 是用于输入与以下操作对应的操作信号的输入部:为了确定与映入到拍摄图像中的异物对应的部分而由使用者进行的操作。向操作信号输入部 3032 输入用于变更以下阈值的操作信号:关于检测区域的大小的阈值 C1、关于检测区域的内外的明度比的阈值 C2 等,由异物判断部 3048 的第一~第四判断部 3064~3070 使用的阈值(判断基准)。

[0493] 操作信号输入部 3032 例如包括在相机主体部 3012(参照图 18)设置的按钮、十

字键、旋转式选择器等用于使用者向图像处理装置输入操作信号的用户接口。检测修正部 3044 可以根据经由操作信号输入部 3032 输入到运算部 3038 的操作信号,来修正异物判断部 3048 的判断。

[0494] 向摄影条件信号输入部 3034 输入与在异物判断部 3048 中判断的拍摄图像、在异物图像校正部 3050 中进行图像校正的拍摄图像相关的摄影条件。向摄影条件信号输入部 3034 输入的摄影条件例如包括:拍摄了拍摄图像时的光圈值、摄影灵敏度、拍摄了拍摄图像时使用的光学系统的种类、焦距等。

[0495] 检测修正部 3044 可以与经由摄影条件信号输入部 3034 输入的摄影条件相对应地,在存储部 3030 中存储作为修正了的判断基准的修正判断基准、关于图 22 所示的异物映射图的数据。此外,判断基准变更部 3042 可以根据与摄影条件对应的修正判断基准,按照各摄影条件分别变更作为异物判断部 3048 的第一~第四判断部 3064 ~ 3070 进行判断时的判断基准的初始判断基准。存在与使用者的喜好对应的异物检测灵敏度根据摄影条件而变化的情况,包括摄影条件信号输入部 3034 的图像处理装置可以使异物判断部 3048 的初始判断基准更接近相机 3010 的使用者的喜好。

[0496] 此外,在位于光学滤波器 3020 的特定位置的异物持续附着的情况下,若摄影条件相同,则该异物持续映入到拍摄图像的确定的位置的可能性很高。因此,通过根据摄影条件保存与异物映射图相关的数据,该实施方式的图像处理装置可以容易地确定使用者关注的异物的映入位置。

[0497] 显示部 3036 例如由设于相机主体部 3012(参照图 18)的液晶显示装置等构成。显示部 3036 可以将由检测修正部 3044 再判断为是与异物对应的部分的检测区域的位置重叠显示在拍摄图像上。

[0498] 图 20A 和图 20B 是表示在图 19 所示的相机 3010 中进行的图像处理运算的一例的流程图。图 20A 表示图像处理运算的前半部分,图 20B 表示图像处理运算的后半部分。如图 20A 和图 20B 所示,图像处理运算包括:包含步骤 S3003 ~ 步骤 S3007 的运算 I;包含步骤 S3008 ~ 步骤 S3011 的运算 II;包含步骤 S3012 ~ 步骤 S3016 的运算 III;以及包含步骤 S3017 ~ 步骤 S3020 的运算 IV。

[0499] 在运算 I 中,运算部 3038 进行以下运算:计算明亮度信息、饱和度信息等与拍摄图像的颜色相关的信息。在运算 II 中,运算部 3038 利用在运算 I 中算出的信息,计算异物映入的位置等与映入到拍摄图像中的异物相关的异物信息。此外,在运算 II 中,运算部 3038 利用在运算 I 中算出的信息,判断拍摄图像内的检测区域是否为与映入到拍摄图像内的异物对应的部分。

[0500] 在运算 III 中,运算部 3038 进行以下运算:经由操作信号输入部 2032 输入使用者的操作信号,根据输入的操作信号来修正在运算 II 中进行的判断。在运算 IV 中,运算部 3038 在根据运算 II 或运算 III 中的判断结果确定了异物映入的检测区域的基础上,利用在运算 II 中算出的信息,对与映入到拍摄图像中的异物对应的部分进行减少异物影响的图像校正。在运算 IV 中,运算部 3038 利用在运算 I 中算出的明亮度信息进行减少异物影响的第一图像校正(第一图像校正部 3074 进行的图像校正)。进而,在运算 IV 中,利用在运算 I 中算出的饱和度信息进行减少异物影响的第二图像校正(第二图像校正部 3076 进行的图像校正)、利用在运算 I 中算出的色相信息进行减少异物影响的第三图像校正(第三图

像校正部 3078 进行的图像校正)。

[0501] 图 19 所示的相机 3010 所搭载的图像处理装置,如图 20A 所示在步骤 S3001 中开始一系列的图像处理运算。在步骤 S3002 中经由图像输入部 3028 将由摄影部 3026 拍摄到的拍摄图像输入到运算部 3038。

[0502] 图 23 以作为标号 3000a 所示的拍摄图像的一部分的拍摄图像 3000b (标号 3000b) 为例,说明了在图 19 所示的相机 3010 中进行的图像处理运算。在图 20A 所示的步骤 S3002 中,将拍摄图像 3000b 输入到运算部 3038。

[0503] 在图 20A 所示的步骤 S3003 ~ 步骤 S3007 中,图 19 所示的运算部 3038 中的信息计算部 3046 计算与拍摄图像的颜色相关的信息。在步骤 S3003 中,信息计算部 3046 的明亮度信息计算部 3054 计算与拍摄图像的明亮度对应的明亮度信息。明亮度信息计算部 3054 可以计算拍摄图像的亮度平面,也可以计算拍摄图像的明度平面,而在图 20A 所示的步骤 S3003 中,明亮度信息计算部 3054 利用上述公式 (19-1) 和 (19-6) 计算明度平面。

[0504] 在步骤 S3004 中,信息计算部 3046 的饱和度信息计算部 3056 利用上述公式 (19-2)、(19-6) 和 (19-7) 计算饱和度平面。此外,在步骤 S3005 中,利用上述公式 (19-3) ~ (19-5) 和 (19-6) ~ (19-10) 计算色相平面。

[0505] 如图 23 所示,在步骤 S3003 中从拍摄图像 3000b 计算拍摄图像 3000b 的明度平面 3000d (标号 3000d)。此外,在步骤 S3004 中从拍摄图像 3000b 计算拍摄图像 3000b 的饱和度平面 (未图示)。进而,在步骤 S3005 中从拍摄图像 3000b 计算拍摄图像 3000b 的色相平面 3000c。

[0506] 在图 20A 所示的步骤 S3006 中,信息计算部 3046 的明亮度梯度信息计算部 3060 计算与拍摄图像的明亮度的梯度对应的明亮度梯度信息。明亮度梯度信息计算部 3060 可以计算拍摄图像的亮度梯度平面,也可以计算拍摄图像的明度梯度平面,而在图 20A 所示的步骤 S3006 中,明亮度梯度信息计算部 3060 利用在步骤 S3003 中算出的明度平面的数据和上述公式 (21),计算明度梯度平面。

[0507] 在图 20A 所示的步骤 S3007 中,信息计算部 3046 的区域计算部 3062 计算检测区域。区域计算部 3062 利用由明亮度梯度计算部 3060 算出的明度梯度平面,计算二值化图像,而计算检测区域。区域计算部 3062 将连接了具有高于阈值的明度梯度值的像素而成的区域确定为一个检测区域。

[0508] 如图 23 所示,在步骤 S3006 中,根据拍摄图像 3000b 的明度平面 3000d (标号 3000d) 计算拍摄图像 3000b 的明度梯度平面 3000e (标号 3000e)。此外,在步骤 S3007 中,根据明度梯度平面 3000e 计算二值化图像 3000f (标号 3000f)。

[0509] 在图 20A 所示的步骤 S3008 ~ 步骤 S3011 中,图 19 所示的运算部 3038 中的异物判断部 3048 利用由信息计算部 3046 算出的信息,对于由区域计算部 3062 确定的各检测区域,判断该检测区域是否为与异物对应的部分。

[0510] 在图 20A 所示的步骤 S3008 中,异物判断部 3048 的第一判断部 3064 根据作为判断对象的检测区域的大小,判断该检测区域是否为与映入到图像中的异物对应的部分。第一判断部 3064 可以利用二值化图像 3000f,根据检测区域中含有的像素的数量等来计算检测区域的大小。此外,第一判断部 3064 在根据二值化图像 3000f 算出的检测区域的大小不在预定的范围内时,判断为作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分。

[0511] 在图 20A 所示的步骤 S3009 中, 异物判断部 3048 的第二判断部 3066 利用与检测区域的饱和度对应饱和度信息、与检测区域的色相对应的色相信息、以及与检测区域的明度对应的明度信息, 判断该检测区域是否为与映入到图像中的异物对应的部分。

[0512] 在步骤 S3009 中, 第二判断部 3066 首先利用由明亮度信息计算部 3054 算出的明度平面, 研究与检测区域的明度对应的第一明度信息和与检测区域的周边区域的明度对应的第二明度信息之间的差异。在步骤 S3009 中, 第二判断部 3066 将检测区域中含有的像素的明度值 V 的平均值作为第一明度信息, 将检测区域的周边区域中含有的像素的明度值 V 的平均值作为第二明度信息。第二判断部 3066 在第一明度信息和第二明度信息之比不在预先设定的范围内时, 判断为作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分。

[0513] 然后, 第二判断部 3066 利用由饱和度信息计算部 3056 算出的饱和度平面, 研究与检测区域的饱和度对应的第一饱和度信息和与检测区域的周边区域的饱和度对应的第二饱和度信息之间的差异。在步骤 S3009 中, 第二判断部 3066 将检测区域中含有的像素的饱和度值 S 的平均值作为第一饱和度信息, 将检测区域的周边区域中含有的像素的饱和度值 S 的平均值作为第二饱和度信息。第二判断部 3066 在第一饱和度信息和第二饱和度信息之比不在预先设定的范围内时, 判断为作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分。

[0514] 进而, 第二判断部 3066 利用由色相信息计算部 3058 算出的色相平面, 研究与检测区域的色相对应的第一色相信息和与检测区域的周边区域的色相对应的第二色相信息之间的差异。在步骤 S3009 中, 第二判断部 3066 将检测区域中含有的像素的色相值 H 的平均值作为第一色相信息, 将检测区域的周边区域中含有的像素的色相值 H 的平均值作为第二色相信息。第二判断部 3066 在第一色相信息和第二色相信息之比不在预先设定的范围内时, 判断为作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分。

[0515] 在图 20A 所示的步骤 S3010 中, 异物判断部 3048 的第三判断部 3068 利用与检测区域的周边区域的明亮度对应的信息, 判断该检测区域是否为与映入到图像中的异物对应的部分。第三判断部 3068 利用由明亮度信息计算部 3054 算出的明度平面, 计算与检测区域的周边区域的明度对应的第二明度信息。第三判断部 3068 与第二判断部 3066 同样地将检测区域的周边区域中含有的像素的明度值 V 的平均值作为第二明度信息。第三判断部 3068 在第二明度信息不在预先设定的范围时, 判断为作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分。

[0516] 在图 20A 所示的步骤 S3011 中, 异物判断部 3048 的第四判断部 3070 根据检测区域的周边区域的明亮度的标准偏差, 判断该检测区域是否为与映入到图像中的异物对应的部分。第四判断部 3070 利用由明亮度信息计算部 3054 算出的明度平面和上述公式 (22), 计算检测区域的周边区域的明度的标准偏差。第四判断部 3070 在检测区域的周边区域的明亮度的标准偏差不在预先设定的范围时, 判断为作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分。

[0517] 如图 23 所示, 在步骤 S3008 ~ 步骤 S3012 中, 从二值化图像 3000f 中, 排除标号 3000g 所示的二值化图像 3000g 这样不与异物对应的检测区域, 而仅提取异物映入的检测区域。

[0518] 另外, 与图 20A 的步骤 S3008 ~ 步骤 S3011 对应的判断, 可以对拍摄图像 3000b 包含的所有的检测区域进行, 而与步骤 S3009 ~ 步骤 S3011 对应的判断也可以仅对在之前的

步骤 S3009 ~ 步骤 S3011 中没有判断为不是与异物对应的部分的区域进行。异物判断部 3048 仅将在步骤 S3008 ~ 步骤 S3011 中均没有判断为不是与异物对应的部分的检测区域, 判断为是与异物对应的部分。

[0519] 此外, 异物判断部 3048 也可以在对一个检测区域按照步骤 S3008 ~ 步骤 S3011 的顺序进行了判断后, 再对另一个检测区域按照步骤 S3008 ~ 步骤 S3011 的顺序进行判断。此时, 关于一个检测区域的判断, 可以在步骤 S3008 ~ 步骤 S3011 所包含的任一个步骤中判断为作为判断对象的检测区域不是与异物对应的部分的时刻跳过对该检测区域的剩下的判断 (步骤), 开始进行对另一个检测区域的判断。此时, 异物判断部 3048 将在步骤 S3011 中作为判断对象的检测区域、且在步骤 S3011 中没有判断为不是与异物对应的部分的检测区域, 判断为是与异物对应的部分。异物判断部 3048 可以跳过与步骤 S3009 ~ 步骤 S3011 对应的判断, 从而图像处理装置可以减轻异物判断部 3048 的运算量。

[0520] 运算部 3038 在结束了包括图 20A 的步骤 S3007 ~ 步骤 S3011 的运算 II 后, 执行包括图 20B 的步骤 S3012 ~ 步骤 S3016 的运算 III。另外, 运算部 3038 也可以根据使用者的设定等, 在结束了包括图 20A 的步骤 S3007 ~ 步骤 S3011 的运算 II 后不进行运算 III, 而执行包括图 20B 的步骤 S3017 ~ 步骤 S3020 的运算 IV。

[0521] 在图 20B 所示的步骤 S3012 ~ 步骤 S3016 中, 运算部 3038 的修正判断部 3044 等进行以下运算: 经由操作信号输入部 3032 输入使用者的操作信号, 根据输入的操作信号修正在步骤 S3008 ~ 步骤 S3011 中进行的判断。

[0522] 在图 20B 所示的步骤 S3012 中, 检测修正部 3044 在显示部 3036 上与拍摄图像重叠地显示异物判断部 3048 的判断结果。如图 23 中标号 3000h 所示的图像那样, 显示部 3036 接受来自检测修正部 3044 的指示, 将在异物判断部 3048 中判断为是与异物对应的部分的检测区域, 与拍摄图像 3000b 重叠并与其他检测区域区分地进行显示。在标号 3000h 所示的图像中, 仅将由区域计算部 3062 提取出的检测区域中、在异物判断部 3048 中判断为是与异物对应的部分的检测区域的位置, 利用三角形的图形显示。

[0523] 在图 20B 所示的步骤 S3013 中, 经由操作信号输入部 3032 将用于修正在异物判断部 3048 中进行的判断的操作信号输入到运算部 3038 的检测修正部 3044。在步骤 S3013 中, 使用者可以在确认显示部 3036 上显示的同时, 对操作信号输入部 3032 中包含的用户接口进行操作, 输入用于修正在异物判断部 3048 中进行的判断的操作信号。

[0524] 使用者在认为异物判断部 3048 的判断中异物的检测灵敏度过低时, 输入用于变更判定中使用的阈值的操作信号, 以便以比在异物判断部 3048 中进行的判断更高的检测灵敏度进行再判断。例如, 使用者输入以下操作信号: 变更成减少关于检测区域的大小的阈值 C1 (参照图 23) 的操作信号; 变更成增加 (接近 1) 关于检测区域内外的明度比的阈值 C2 (参照图 23) 的操作信号。

[0525] 反之, 使用者在认为异物判断部 3048 的判断中异物的检测灵敏度过高时, 输入用于变更判定中使用的阈值的操作信号, 以便以比在异物判断部 3048 中进行的判断更低的检测灵敏度进行再判断。例如, 使用者输入以下操作信号: 变更成增加关于检测区域的大小的阈值 C1 (参照图 23) 的操作信号; 变更成减少 (接近 0) 关于检测区域内外的明度比的阈值 C2 (参照图 23) 的操作信号。

[0526] 在图 20B 所示的步骤 S3014 中, 检测修正部 3044 根据经由操作信号输入部 3032

输入到运算部 3038 中的操作信号,变更在异物判断部 3048 的判断中所使用的阈值,进行检测区域是否为与异物对应的部分的再判断。即,在步骤 S3014 中,检测修正部 3044 利用对应于操作信号而变更的阈值,修正在异物判断部 3048 中的第一~第四判断部 3064 ~ 3070 中进行的判断。

[0527] 例如,在步骤 S3013 中输入了用于使关于检测区域的大小的阈值 C 1 (参照图 23) 减少的操作信号时,检测修正部 3044 如下修正异物判断部 3048 的判断。即,检测修正部 3044 在根据操作信号而减少了第一判断部 3064 的阈值 C1 的基础上,使异物判断部 3048 再计算包括步骤 S3008 ~ 步骤 S3011 的运算 II。检测修正部 3044 将通过再计算而判断为是与异物对应的部分的检测区域,认定是再判断为与异物对应的部分的检测区域。

[0528] 在图 20B 所示的步骤 S3015 中,检测修正部 3044 更新显示部 3036 的显示。即,显示部 3036 根据由检测修正部 3044 修正了的判断,将在步骤 S3014 中再判断为是与异物对应的部分的检测区域重叠在拍摄图像上显示。

[0529] 使用者确认在步骤 S3015 中更新了的显示部 3036 的显示,在认为由检测修正部 3044 再判断了的检测结果适当时,将用于结束检测区域的再判断的操作信号输入到相机 3010。此时,检测修正部 3044 进行步骤 S3016 的处理。此外,使用者在认为由检测修正部 3044 再判断了的检测结果不适当时,对检测修正部 3044 输入用于重新进行检测区域的再判断的操作信号。此时,检测修正部 3044 重新进行步骤 S3013 ~ 步骤 S3015 涉及的处理。

[0530] 在图 20B 的步骤 S3016 中,检测修正部 3044 将再判断时的阈值、在再判断中判断为是与异物对应的部分的检测区域的位置等输出到存储部 3030 中。存储部 3030 存储再判断时的阈值、判断为是与异物对应的部分的检测区域的位置等数据,并可以根据需要对判断基准变更部 3042 输出存储的数据。

[0531] 在图 20B 所示的步骤 S3017 ~ 步骤 S3020 中,运算部 3038 的异物图像校正部 3050 利用由明亮度信息计算部 3054 算出的信息,对由检测修正部 3044 判断为是与异物对应的部分的检测区域,进行从拍摄图像减少异物影响的图像校正。

[0532] 在步骤 S3017 中,异物图像检测部 3050 将由检测修正部 3044 判断为是与异物对应的部分的检测区域,确定为用于从拍摄图像减少异物影响的图像校正的对象区域。在步骤 S3018 中,颜色校正判断部 3052 判断当前要校正的拍摄图像是否由图像转换部 3015 等进行了非线性校正。

[0533] 在步骤 S3018 中判断为拍摄图像进行了非线性校正时,在步骤 S3019 和步骤 S3020 中进行由异物图像校正部 3050 的第一~第三图像校正部 3074 ~ 3078 进行的图像校正。此时,在步骤 S3019 中,异物图像校正部 3050 的第一~第三图像校正部 3074 ~ 3078,利用由明亮度信息计算部 3054 算出的明度信息、由饱和度信息计算部 3056 算出的饱和度信息和由色相信息计算部 3058 算出的色相信息,对图像校正的对象区域生成增益图。异物图像校正部 3050 的第一~第三图像校正部 3074 ~ 3078 利用由信息计算部 3046 算出的信息和上述公式 (23),生成明度透过率映射图、饱和度透过率映射图和色相透过率映射图。

[0534] 在步骤 S3020 中,异物图像校正部 3050 的第一~第三图像校正部 3074 ~ 3078 利用明度透过率映射图、饱和度透过率映射图、色相透过率映射图以及上述公式 (24) ~ (26),进行拍摄图像的明度平面、饱和度平面和色相平面的增益校正。进而,异物图像校正部 3050 通过组合由第一~第三图像校正部 3074 ~ 3078 进行了增益校正的明度平面、饱和

度平面和色相平面,生成校正后的拍摄图像。

[0535] 在步骤 S3018 中判断为拍摄图像没有进行非线性校正时,可以在步骤 S3019 和步骤 S3020 中进行一般的仅由亮度进行的校正。

[0536] 在步骤 S3021 中,进行了步骤 S3020 中生成的校正后的拍摄图像的保存处理后,结束一系列的图像处理运算。

[0537] 如上所述,该实施方式的图像处理装置具有异物判断部 3048,其利用检测区域的明亮度信息和检测区域的饱和度信息,判断检测区域是否为与映入到拍摄图像中的异物对应的部分。异物判断部 3048 不仅利用检测区域的明亮度信息,还利用饱和度信息来判断检测区域,因此可以正确地判断在检测区域中是否映入了异物。这是由于,映入到拍摄图像中的异物具有对饱和度及色相几乎没有影响、但对明亮度产生强烈影响的特征。此外,为了从拍摄图像中检测因异物的映入引起的颜色变化,通过组合饱和度信息和明亮度信息进行判断会更为有效。

[0538] 另外,除了检测区域的明亮度信息和检测区域的饱和度信息之外,还利用检测区域的色相信息来判断检测区域,从而该实施方式的图像处理装置能够更为正确地判断检测区域中是否映入了异物。此外,通过利用检测区域的周边区域的明亮度的信息、检测区域的周边区域的明亮度的标准偏差来进行判断,该实施方式的图像处理装置能够更为正确地判断检测区域中是否映入了异物。这是由于,在拍摄图像中的暗部、明度的不均大的部分,容易误将被拍摄体边沿误检测为因异物的进入而产生的边沿。此外,在这些区域中,即使存在因异物的进入而产生的边沿,也难以明显看出。此外,该实施方式的图像形成装置通过在进行了基于明亮度信息的判断后,进行基于饱和度信息或色相信息的判断,可以利用饱和度信息或色相信息来补足或验证基于明亮度信息的判断。

[0539] 该实施方式的图像处理装置具有检测修正部 3044,其根据使用者的操作信号来修正异物判断部 3048 的判断。因此,该实施方式的图像处理装置能够以适于使用者的喜好的检测水平,检测映入到拍摄图像中的异物。此外,具有用于显示检测修正部 3044 修正前后的检测结果的显示部 3036,因此通过使用者在确认显示部 3036 的显示的同时调整检测水平,能够防止异物的误检测、检测遗漏。

[0540] 此外,该实施方式的图像处理装置具有判断基准变更部 3042,其根据检测修正部 3044 的修正判断基准,变更作为异物判断部 3048 的第一~第四判断部 3064~3070 进行判断时的判断基准的初始判断基准。判断基准变更部 3042 可以使异物判断部 3048 的初始判断基准接近相机 3010 的使用者的喜好,因此该实施方式的图像处理装置能够有效地进行对应于使用者的喜好的异物检测。另外,检测修正部 3044 可以修正区域计算部 3062 生成二值化图像时的阈值,判断基准变更部 3042 可以变更区域计算部 3062 生成二值化图像时的阈值。通过修正区域计算部 3062 生成二值化图像时的阈值或反馈该阈值,该实施方式的图像处理装置能够使异物检测灵敏度适当。

[0541] 该实施方式的图像处理装置具有异物图像校正部 3050,其通过在基于明度增益图的增益校正之外增加基于饱和度增益图的增益校正及 / 或基于色相增益图的增益校正,进行用于减少映入到拍摄图像中的异物的影响的图像校正。因此,该实施方式的图像处理装置即使在作为校正对象的拍摄图像进行了非线性校正的情况下,也能够保持与周边部分的色调的高匹配性的同时校正因异物的映入引起的颜色的变化。此外,该实施方式的图像

处理装置,即使在作为校正对象的拍摄图像进行了非线性校正时,也能够防止在校正后的拍摄图像中产生校正痕迹的问题。

[0542] 另外,在上述实施方式中,以搭载有图像处理装置的相机 3010 为例说明了摄像装置,但具有图像处理装置的摄影装置不限于静态照相机,还包括摄像机、移动电话等。此外,用于执行上述图像处理的程序,不限于静态照相机、摄像机、移动电话中搭载的计算机执行的程序,还包括可以进行其他图像处理的计算机执行的程序。

[0543] 以下参照附图详细说明本发明的第六实施方式。

[0544] 图 24 是包括该实施方式的图像处理装置的个人电脑等计算机 3120 的框图。计算机 3120 不含图 19 所示的摄像部 3026、操作信号输入部 3032、摄影条件信号输入部 3023 和图像转换部 3115,作为其替代而如图 24 所示包括 I/F(接口)3122 和操作信号输入部 3124。图 24 所示的计算机 3120,关于图 19 所示的摄像部 3026 等以外的部分,具有与图 19 所示的相机 3010 相同的结构,因此关于与图 19 所示的相机 3010 相同的结构,标以与图 19 相同的标号而省略说明。

[0545] 计算机 3120 具有用于与存储卡、相机、移动电话等连接的 I/F3122。从 I/F3122、内置于计算机 3120 中的存储部 3030,向计算机 3120 的图像输入部 3028 输入拍摄图像。图 24 所示的运算部 3038 与图 19 所示的相机 3010 的运算部 3038 同样地,对经由图像输入部 3028 输入的拍摄图像进行图像处理。另外,可以经由 I/F3122 等与拍摄图像一起将摄影条件等输入到运算部 3038。运算部 3038 可以是构成处于其内部的信息计算部 3046、异物判断部 3048 和异物图像校正部 3050 等的专用电路,但优选由存储有用于实现这些功能的程序的存储单元和执行存储于该存储单元中的程序的中央信息处理装置(CPU)构成。

[0546] 操作信号输入部 3124 与第五实施方式的操作信号输入部 3032 同样,是用于输入与以下操作对应的操作信号的输入部:为了确定与映入到拍摄图像中的异物对应的部分而由使用者进行的操作。作为操作信号输入部 3124 例如包括键盘、鼠标、触摸板等,但并不特别限定。

[0547] 计算机 3120 的运算部 3038 对于经由图像输入部 3028 输入的拍摄图像,可以与第五实施方式的运算部 2028 同样地进行映入到拍摄图像中的异物的检测、用于减少映入到拍摄图像中的异物的影响的图像校正。因此,该计算机 3020 中含有的图像处理装置也起到与第五实施方式的相机 3010 所搭载的图像处理装置同样的效果。

[0548] 以上,说明了本发明的优选实施方式,但本发明不限于这些实施方式。可以在不脱离本发明的主旨的范围内进行结构的附加、省略、置换及其他变更。本发明不由上述说明限定,而仅由权利要求书限定。

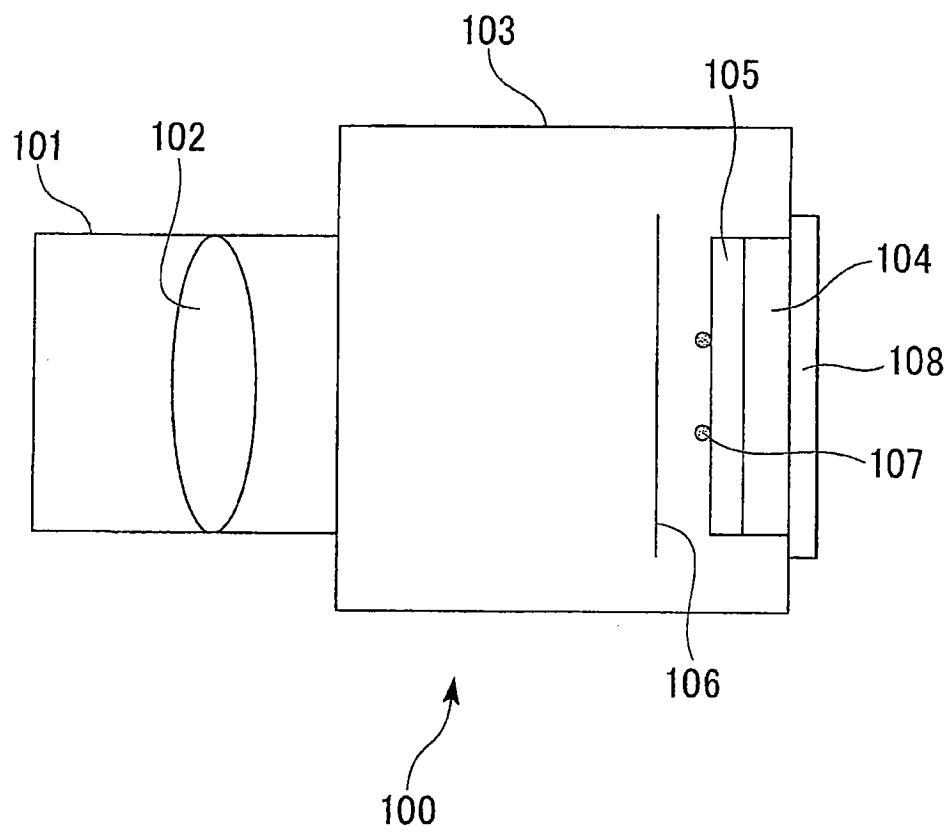


图 1

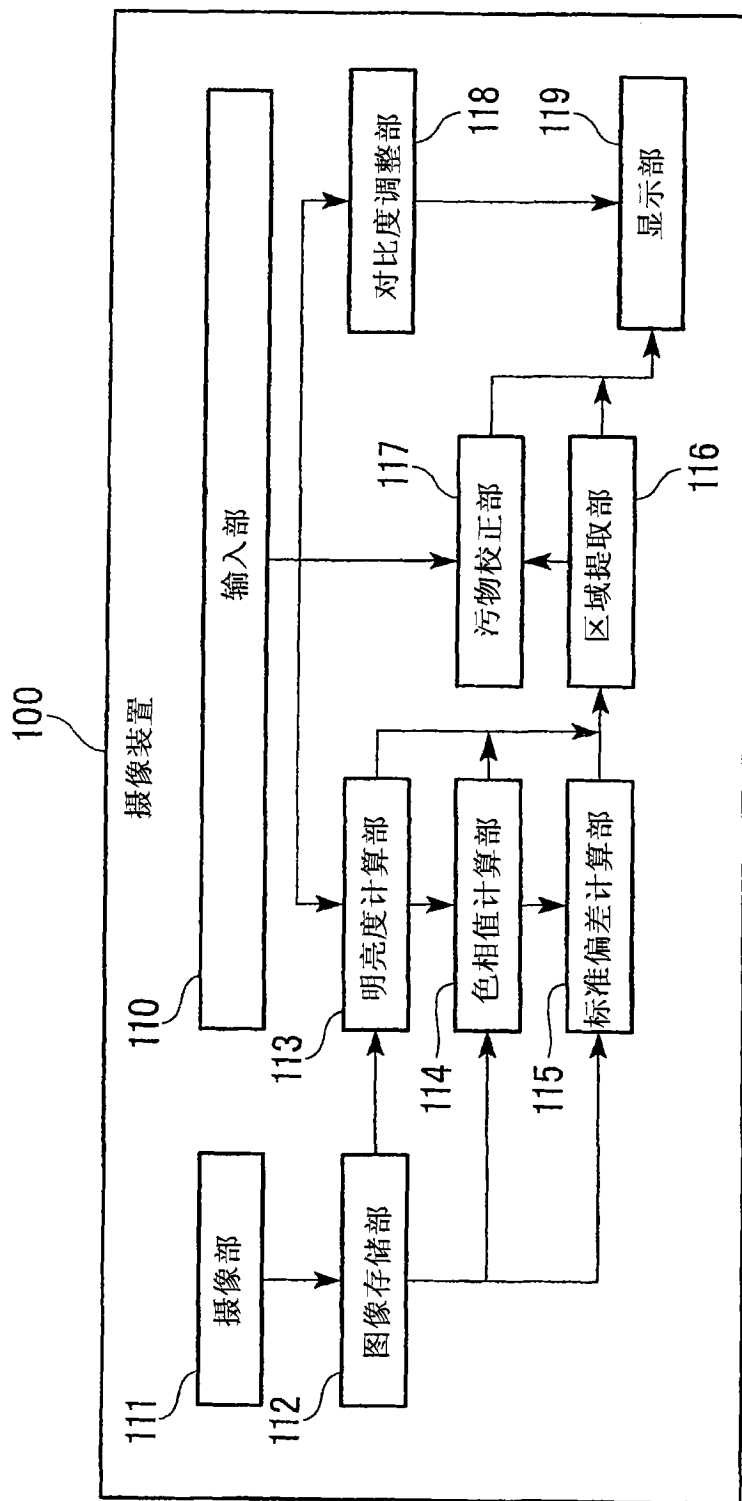


图 2

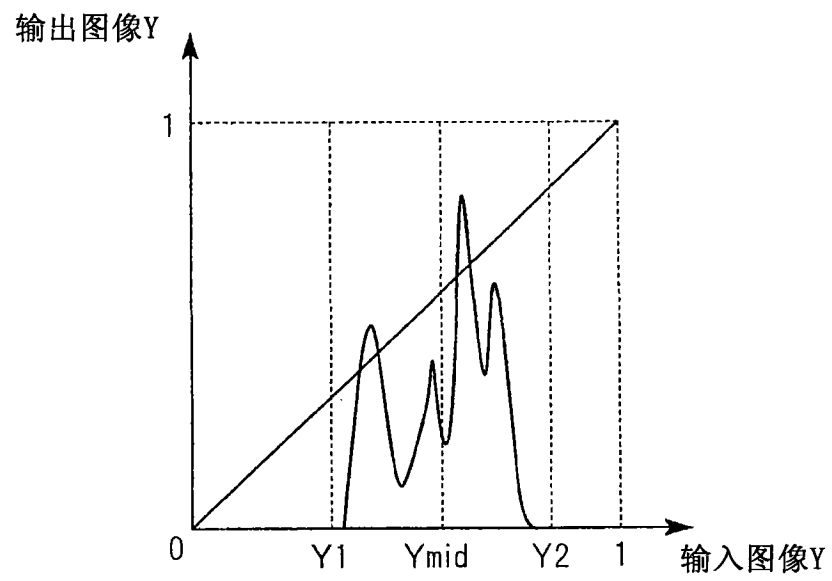


图 3A

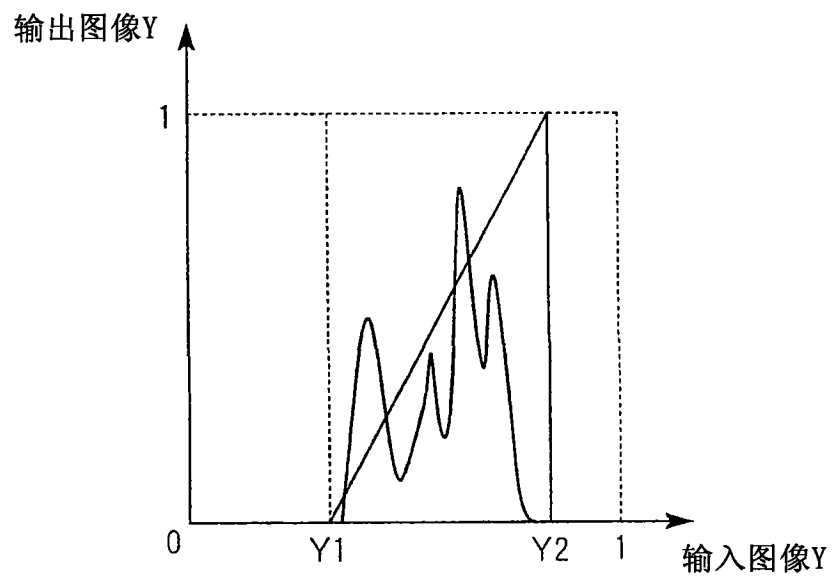


图 3B

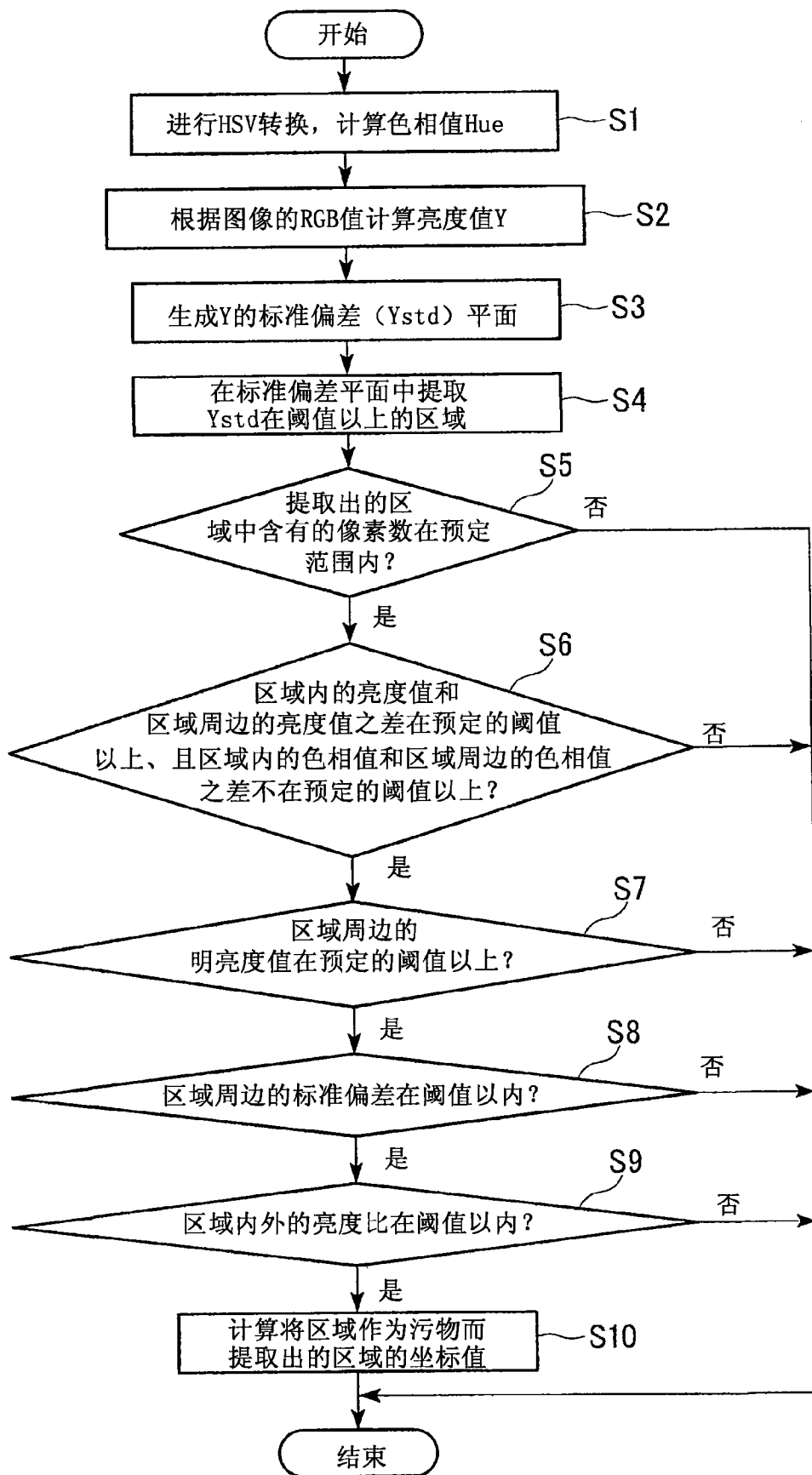


图 4

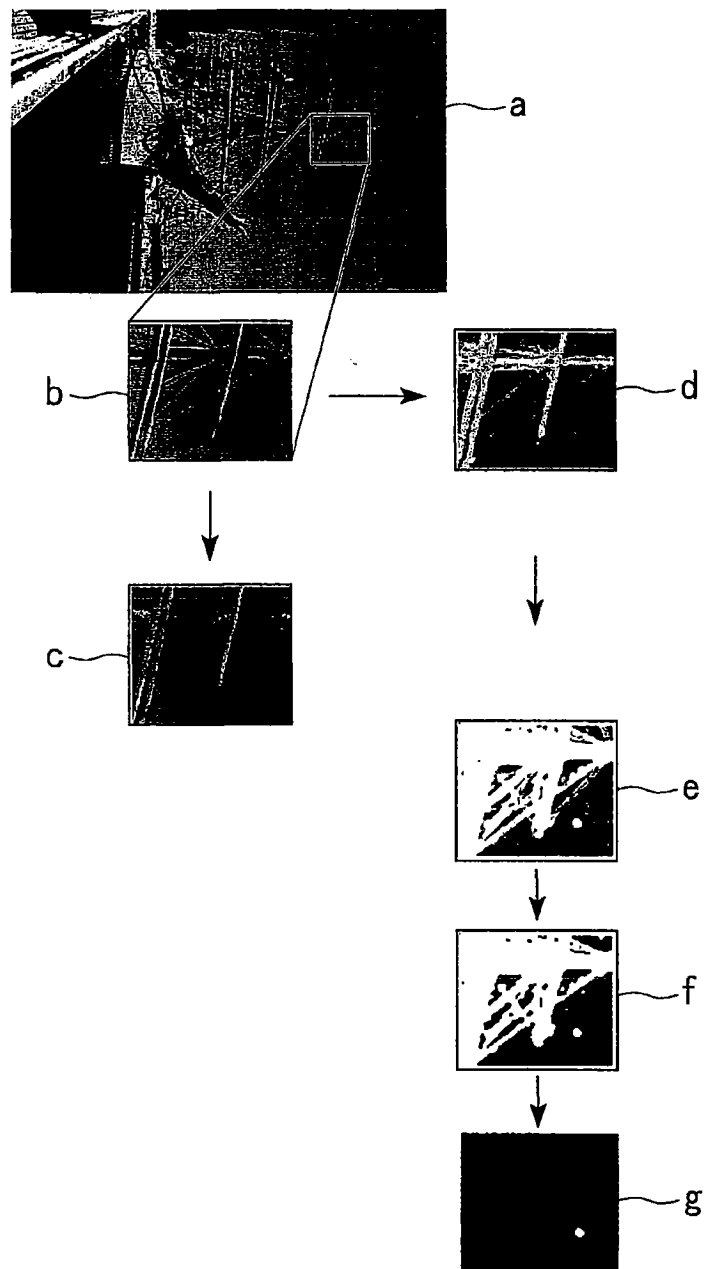


图 5

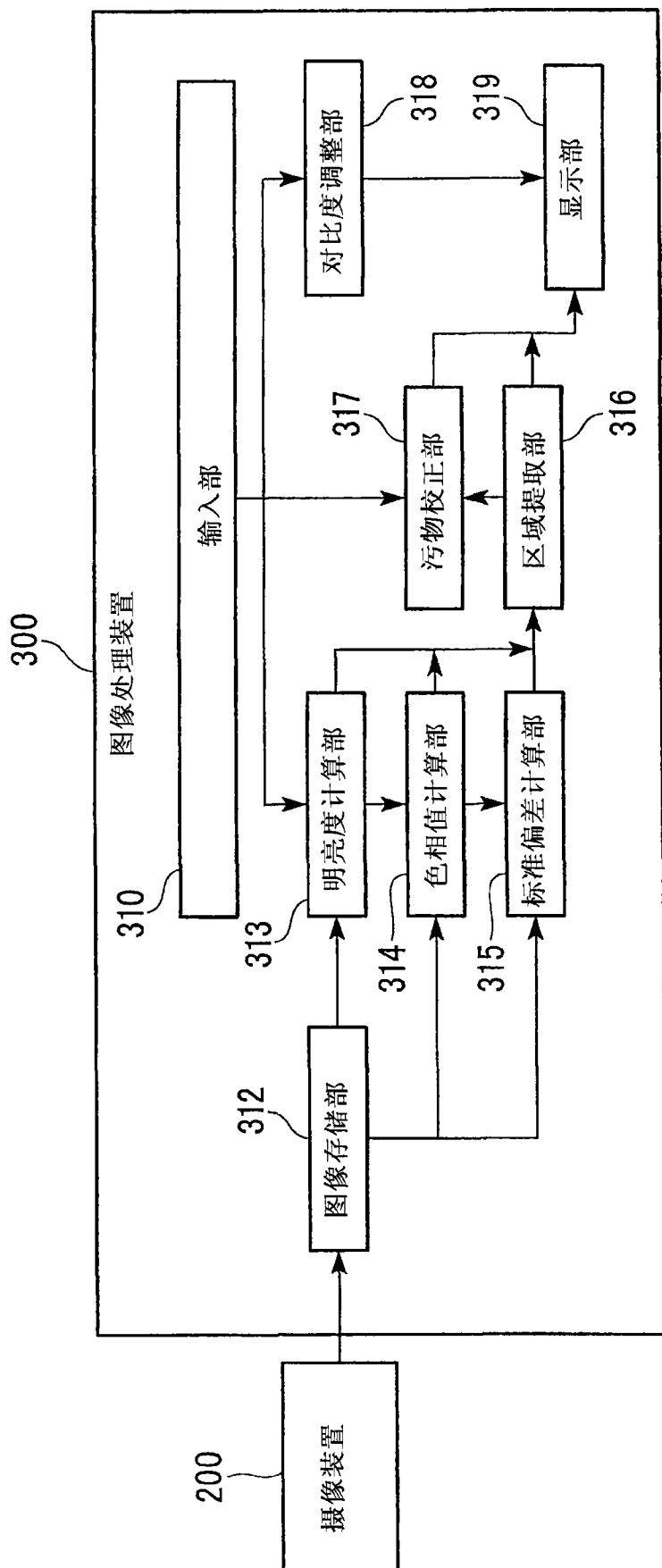


图 6

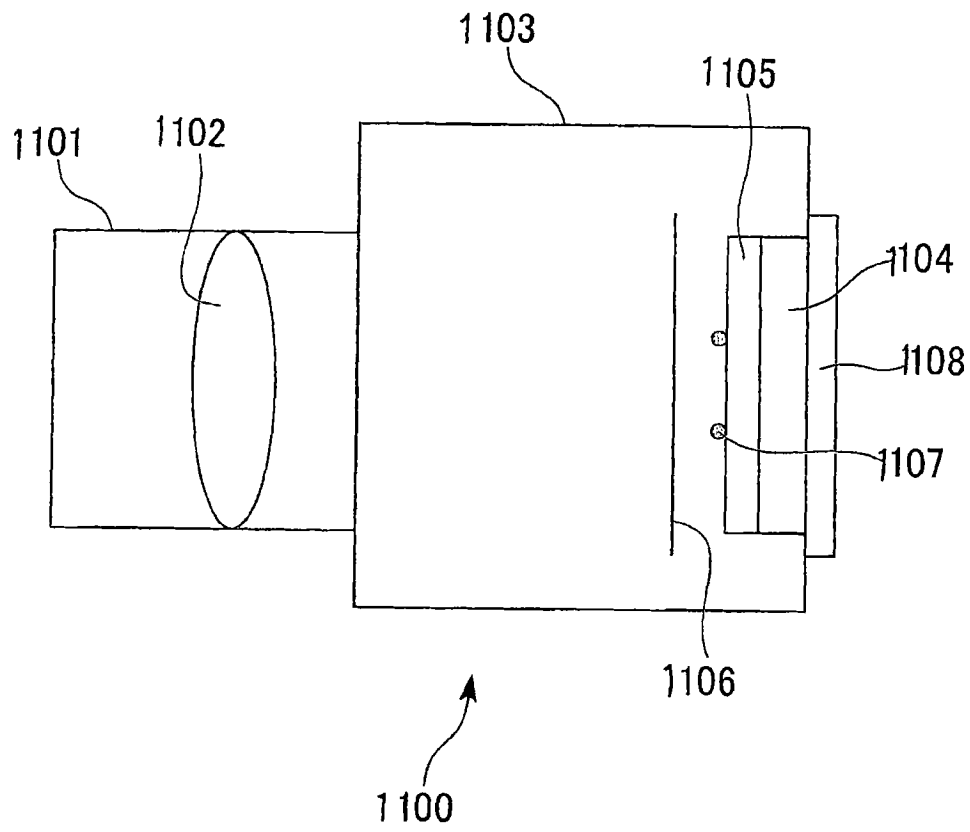


图 7

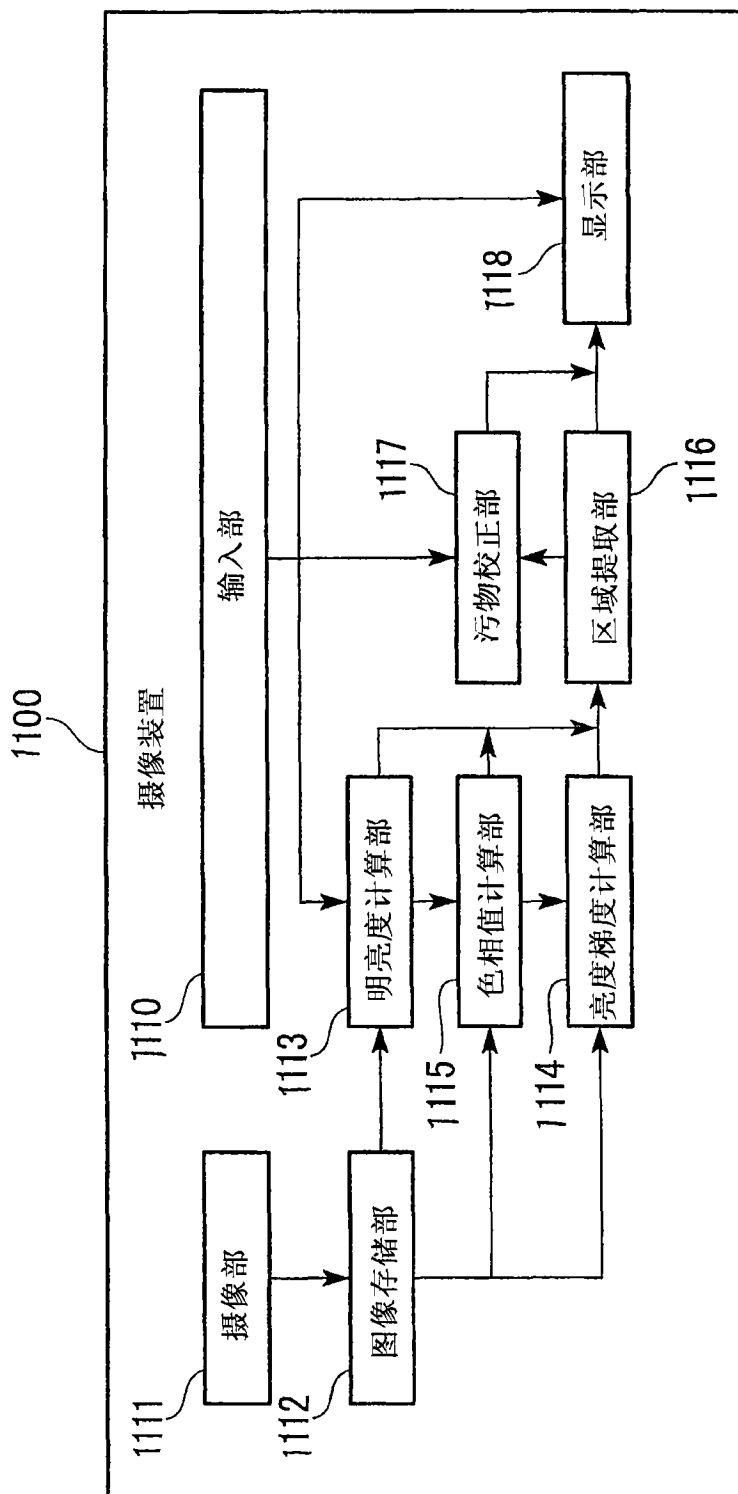


图 8

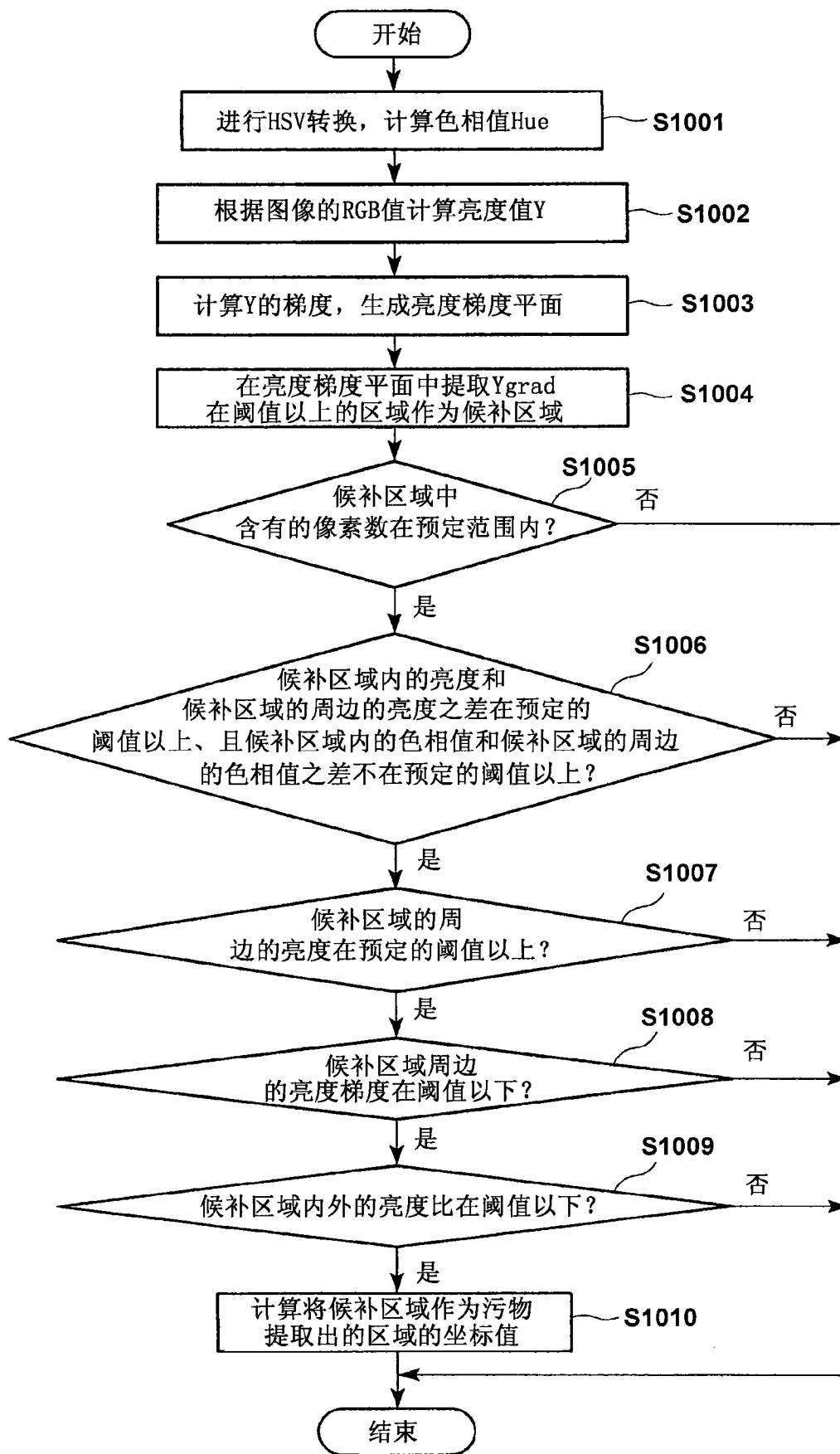


图9

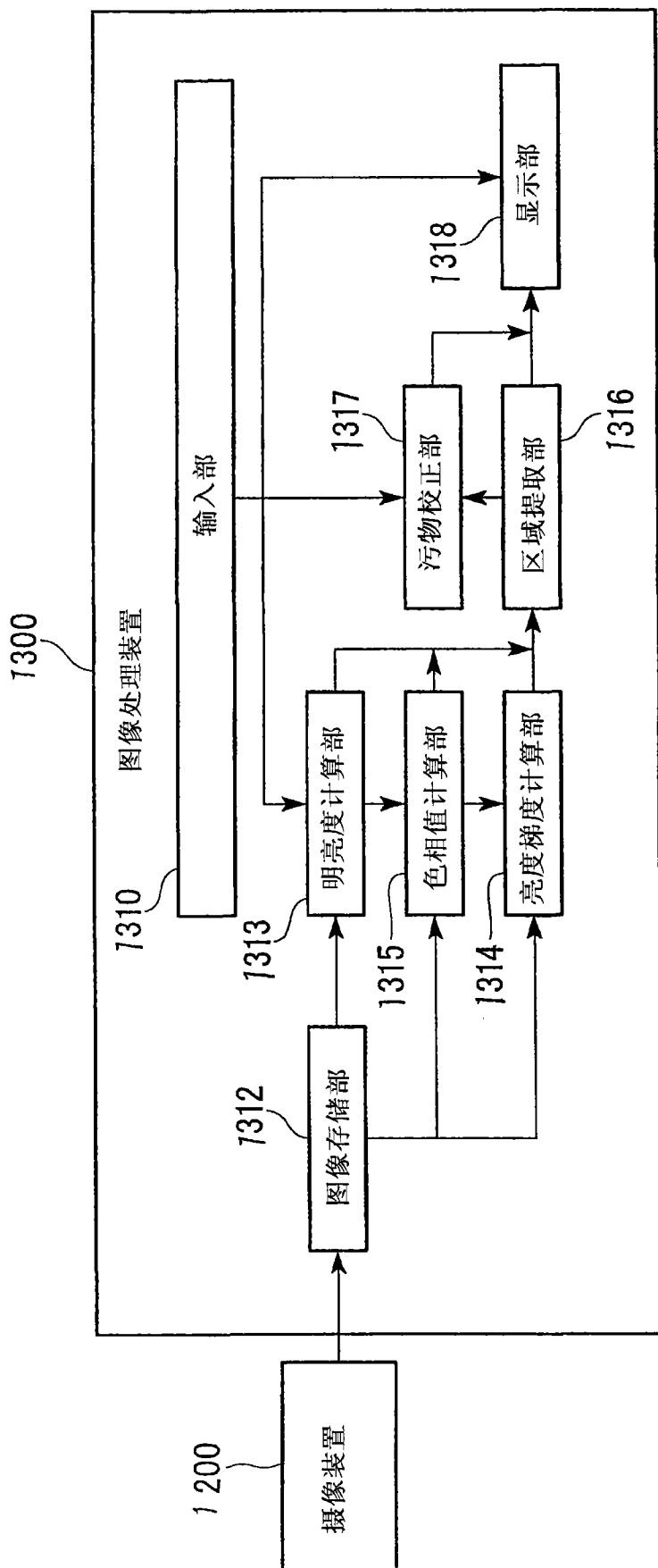


图 10

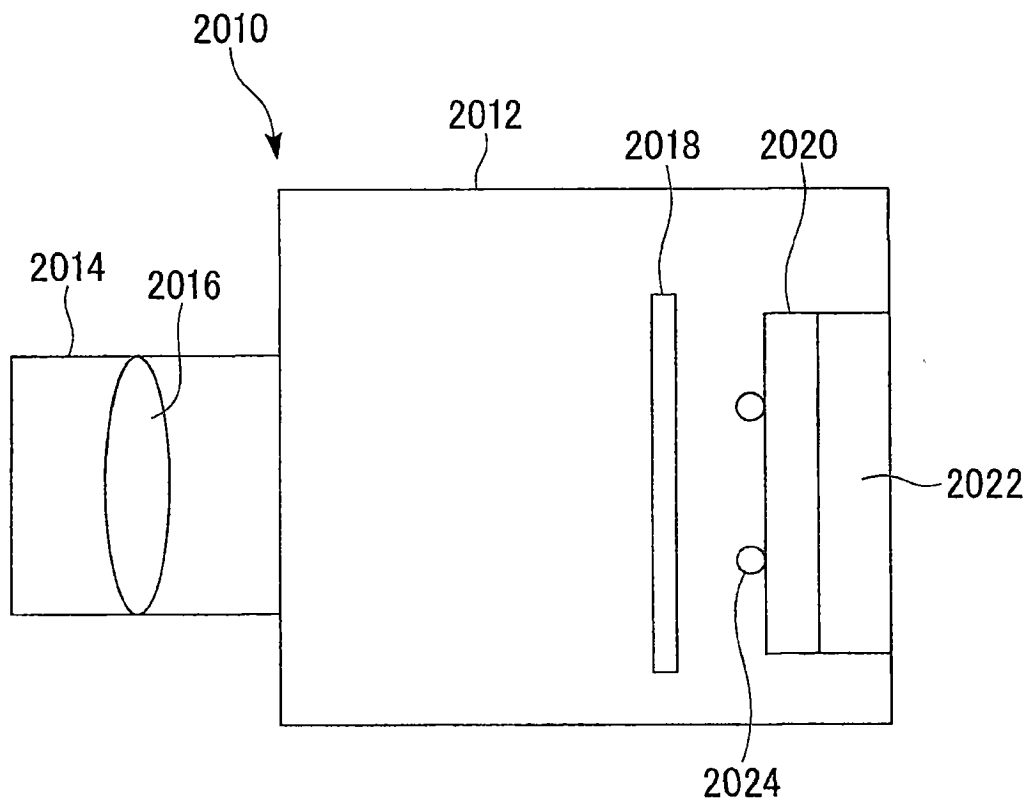


图 11

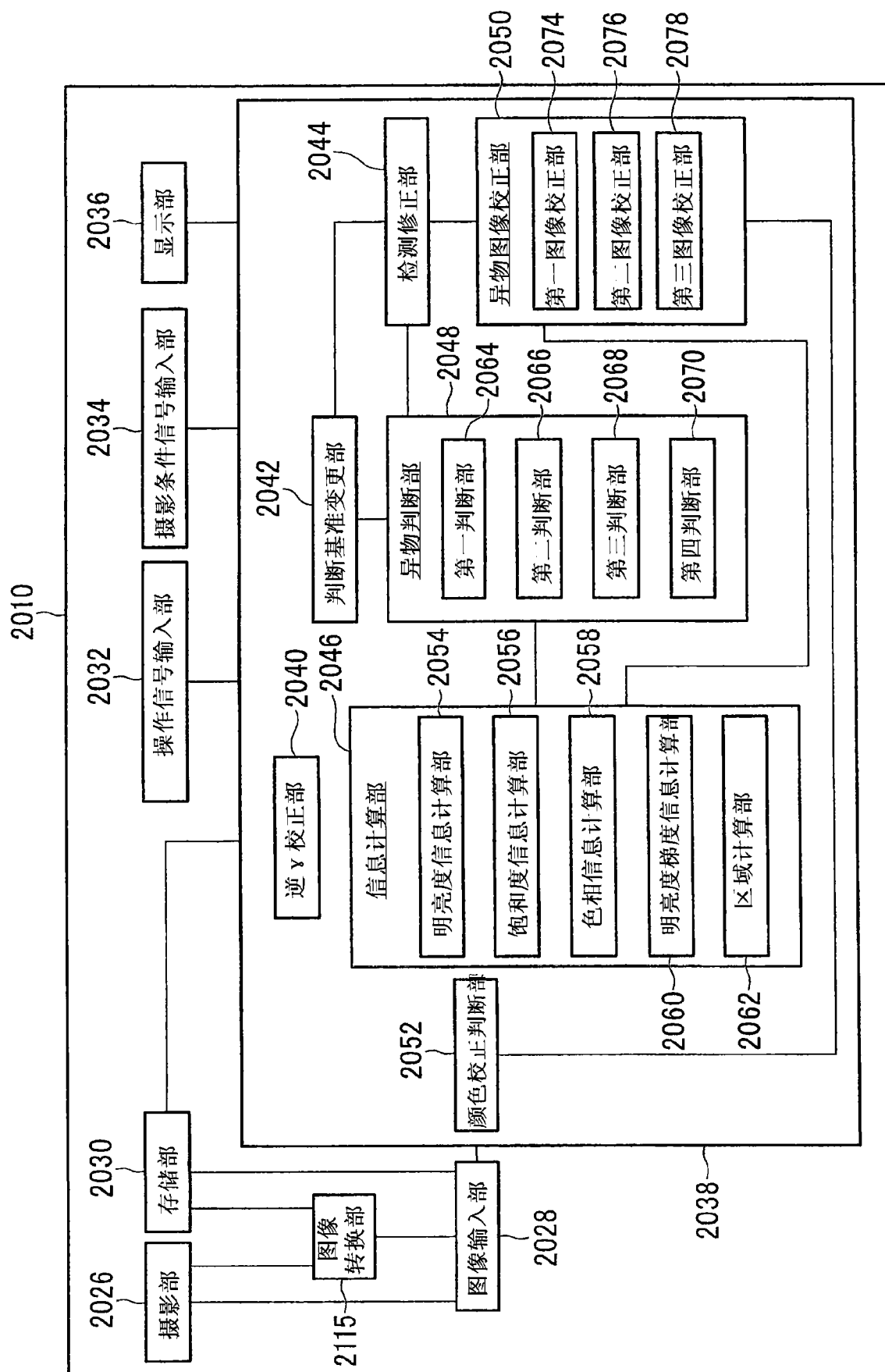


图 12

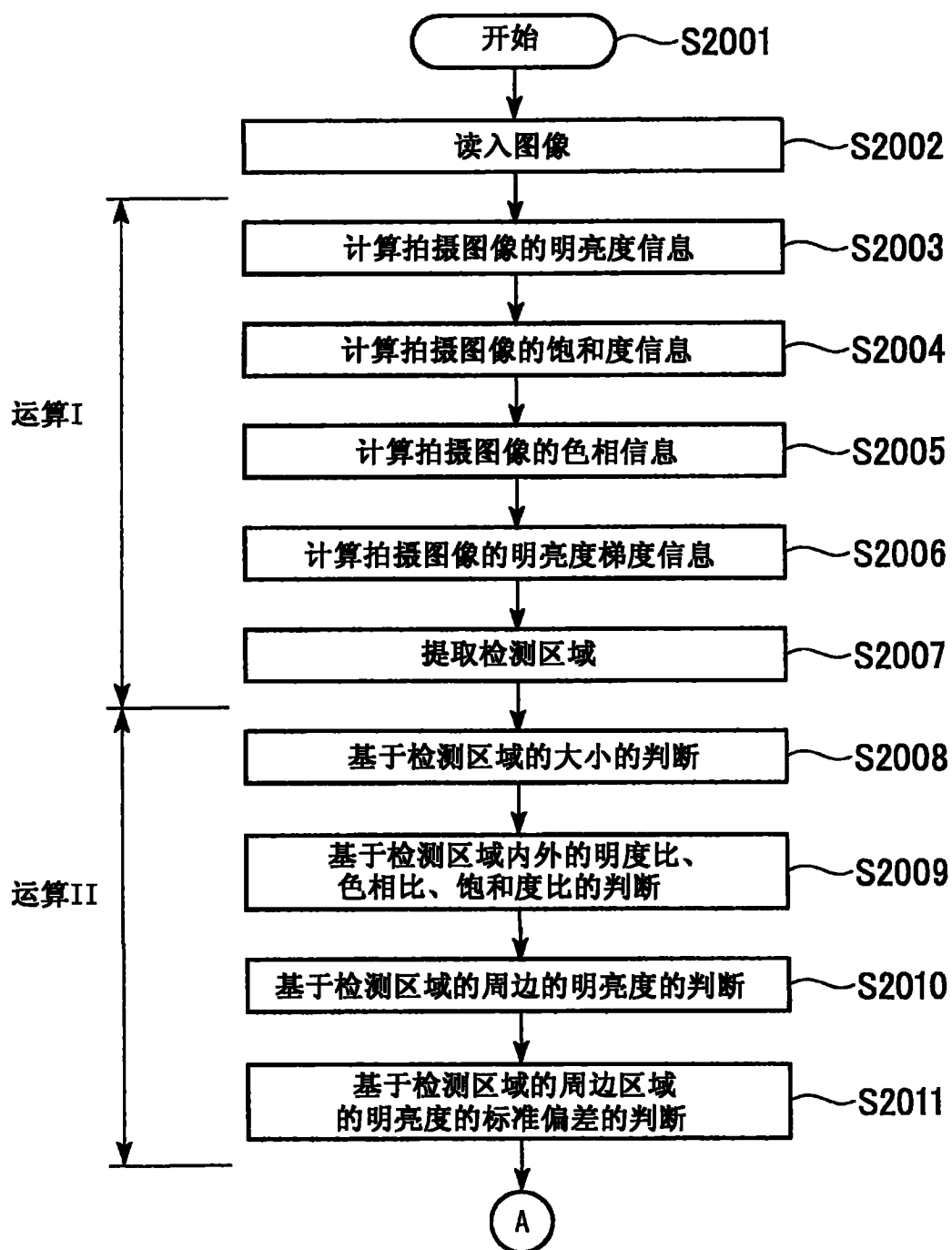


图 13A

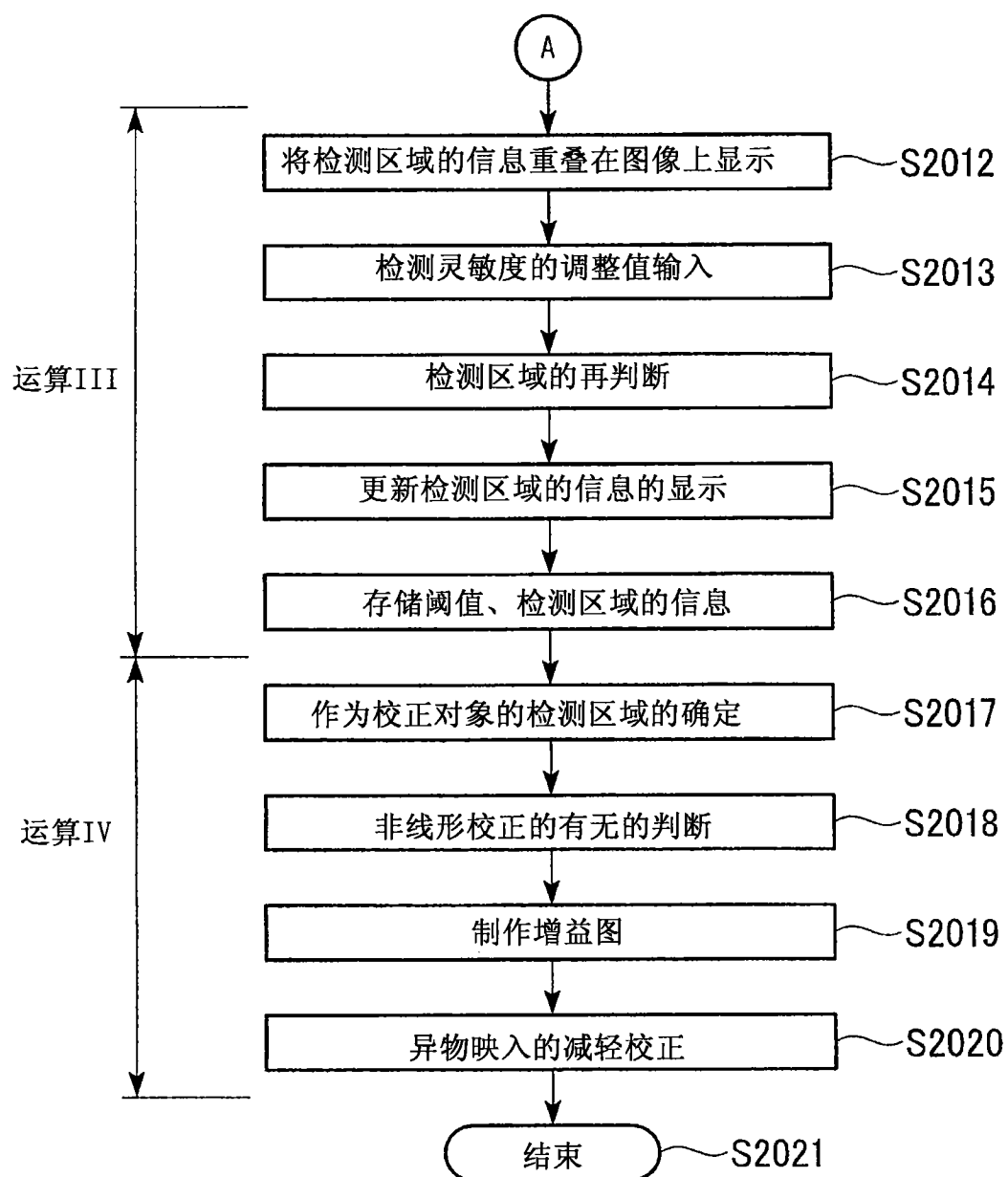


图 13B

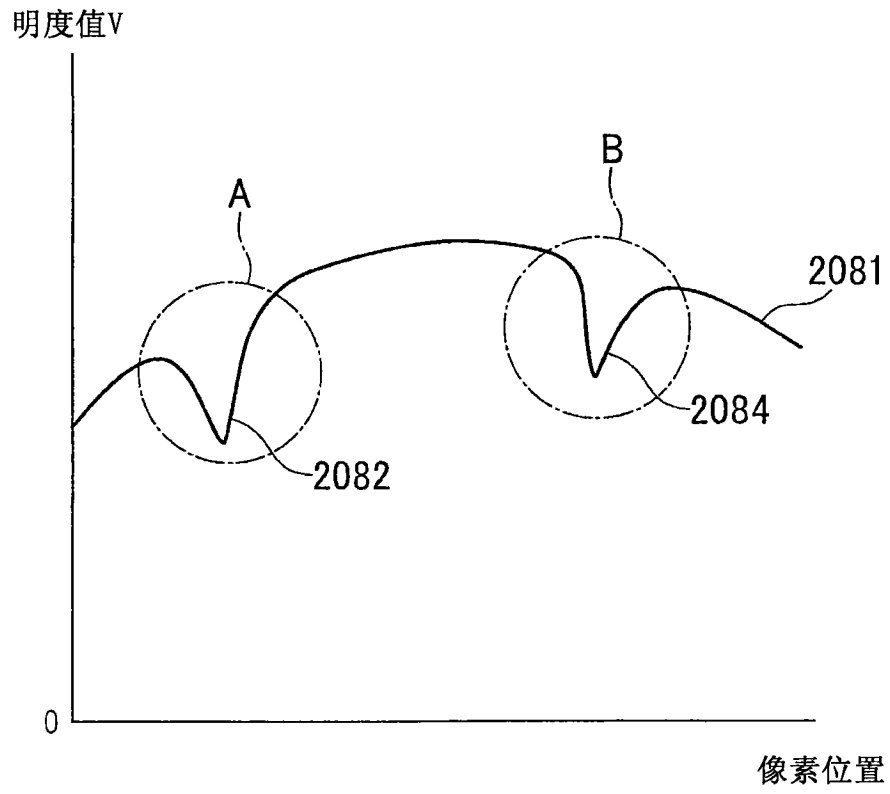


图 14A

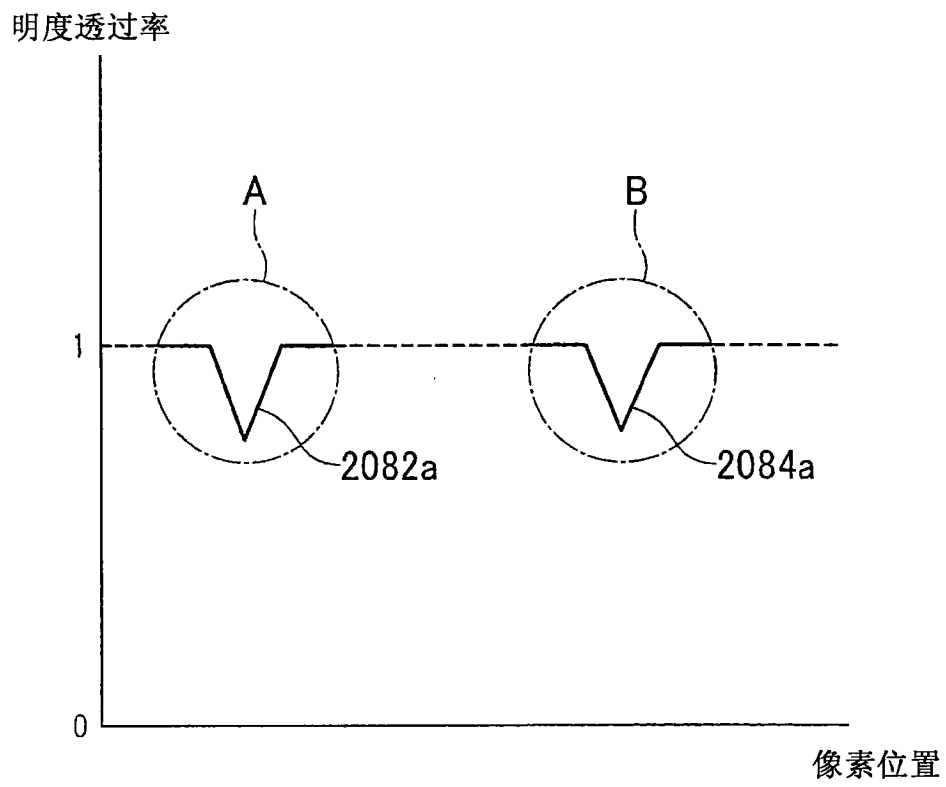


图 14B

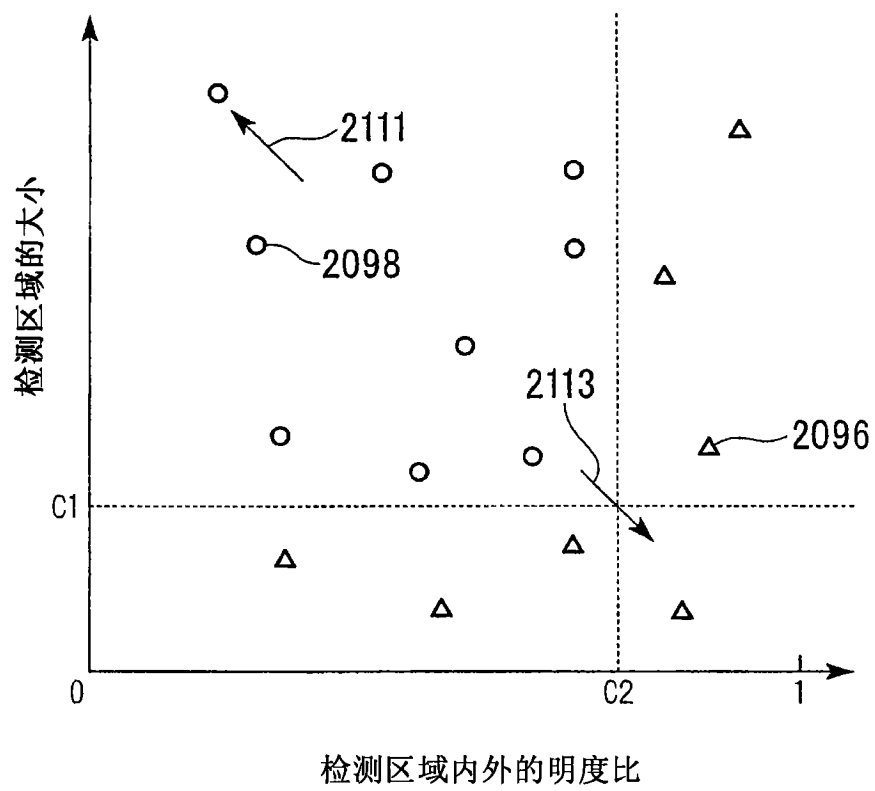


图 15

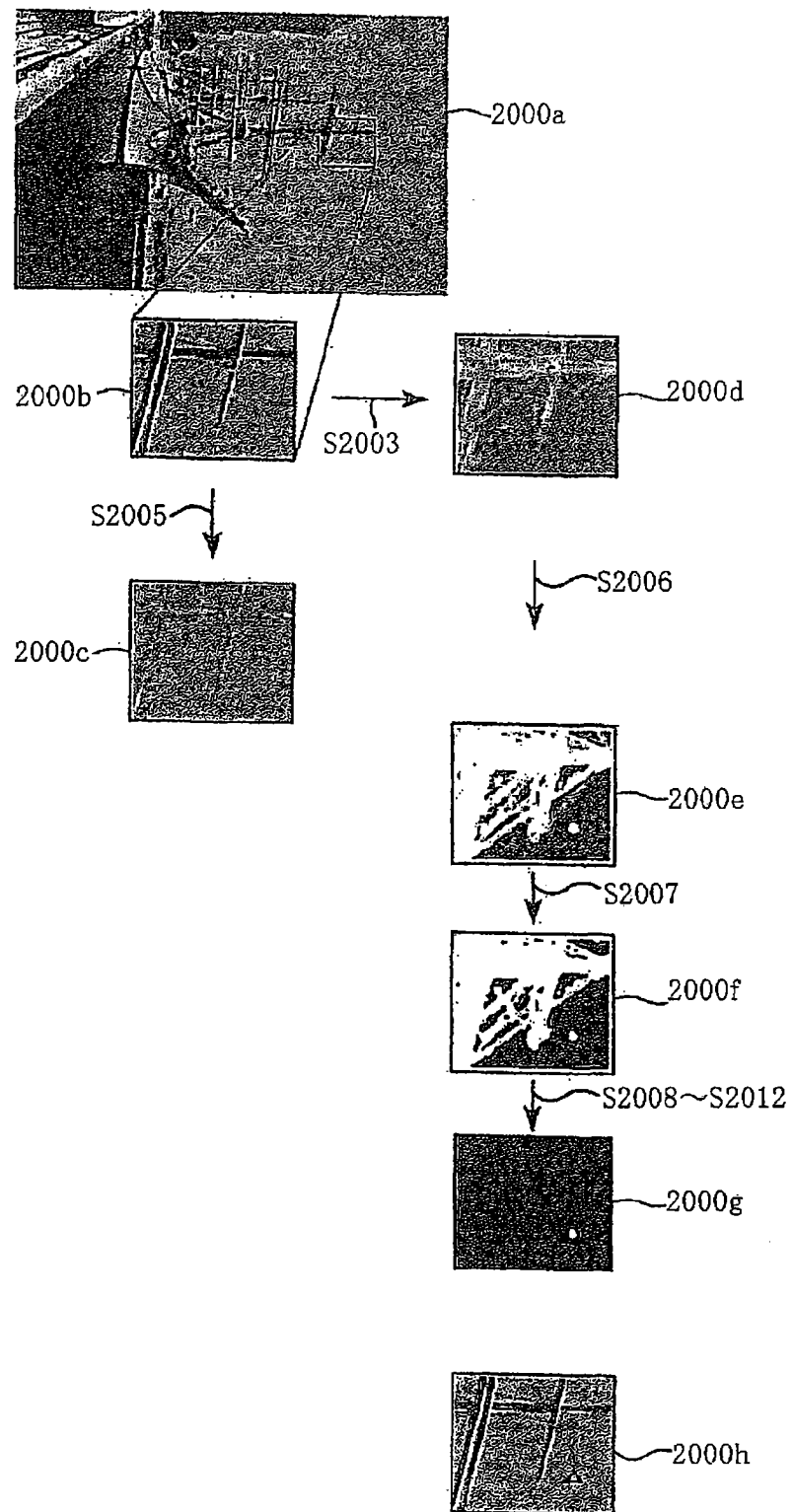


图 16

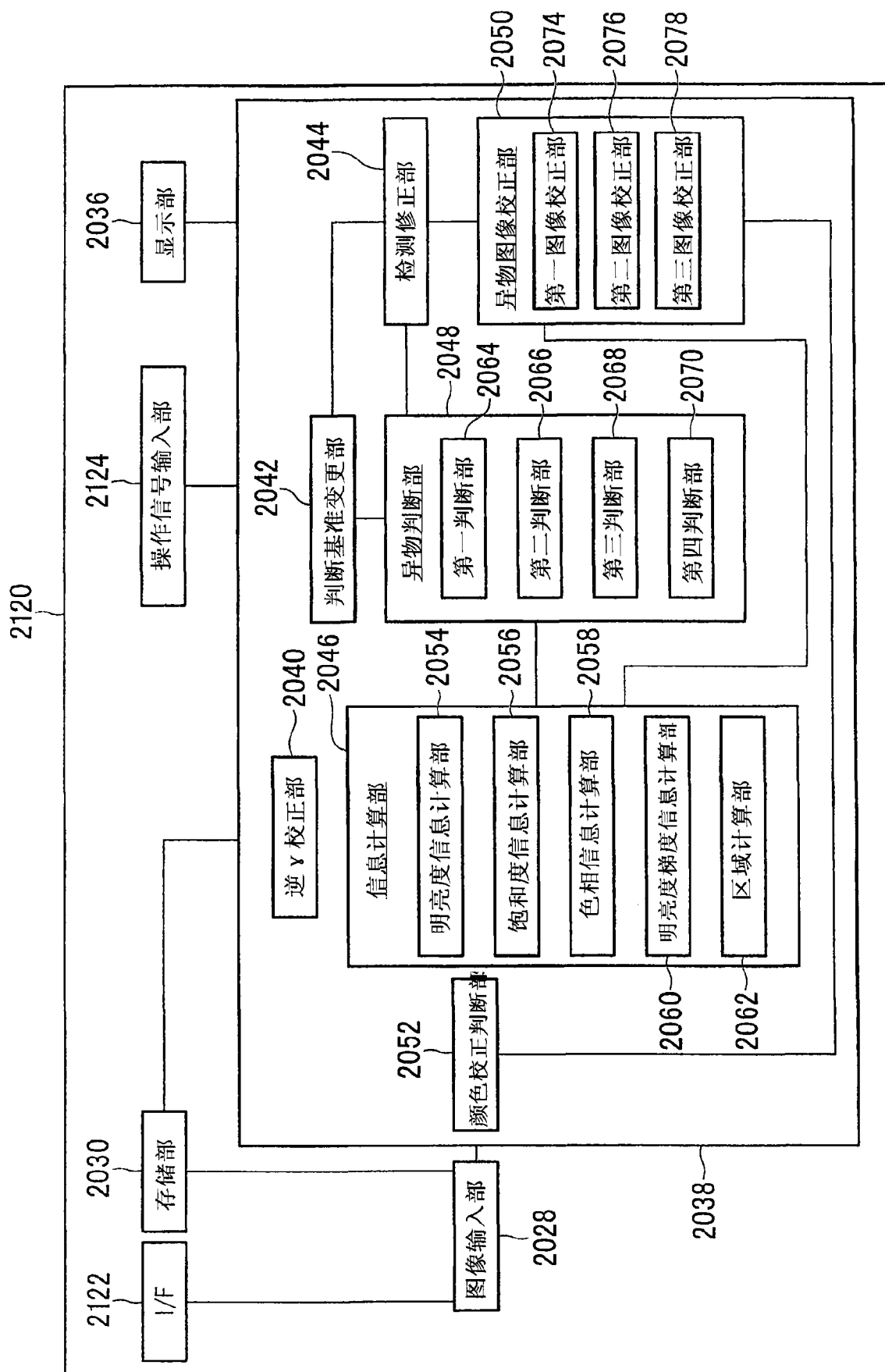


图 17

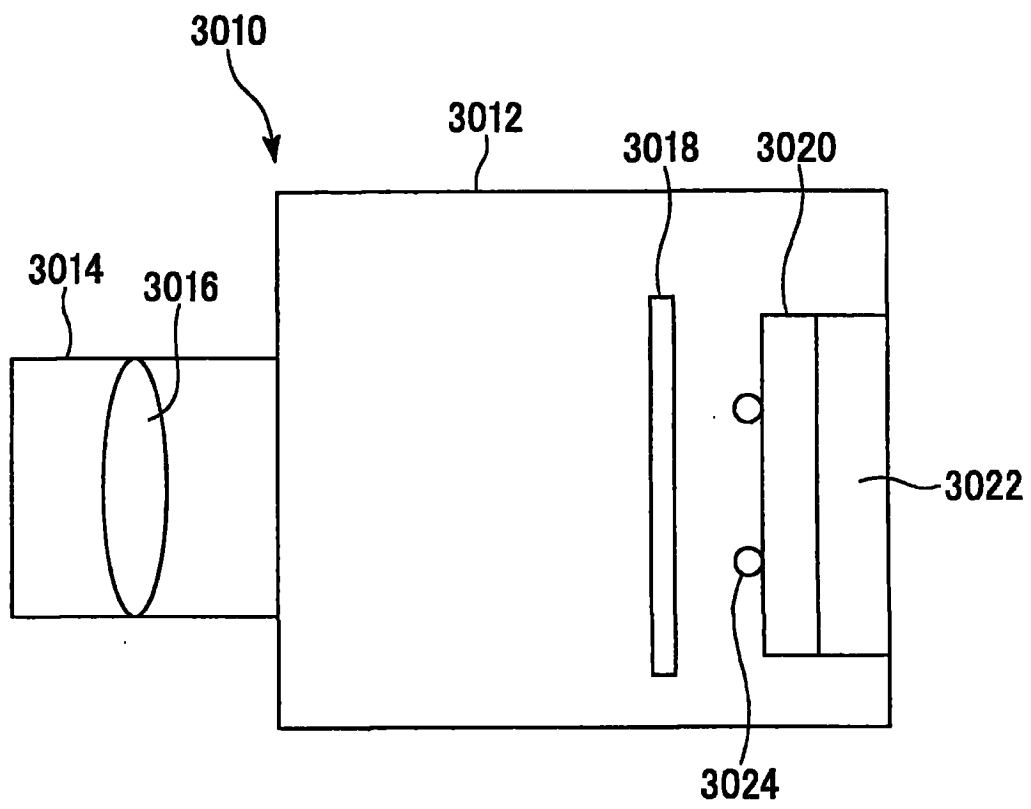


图 18

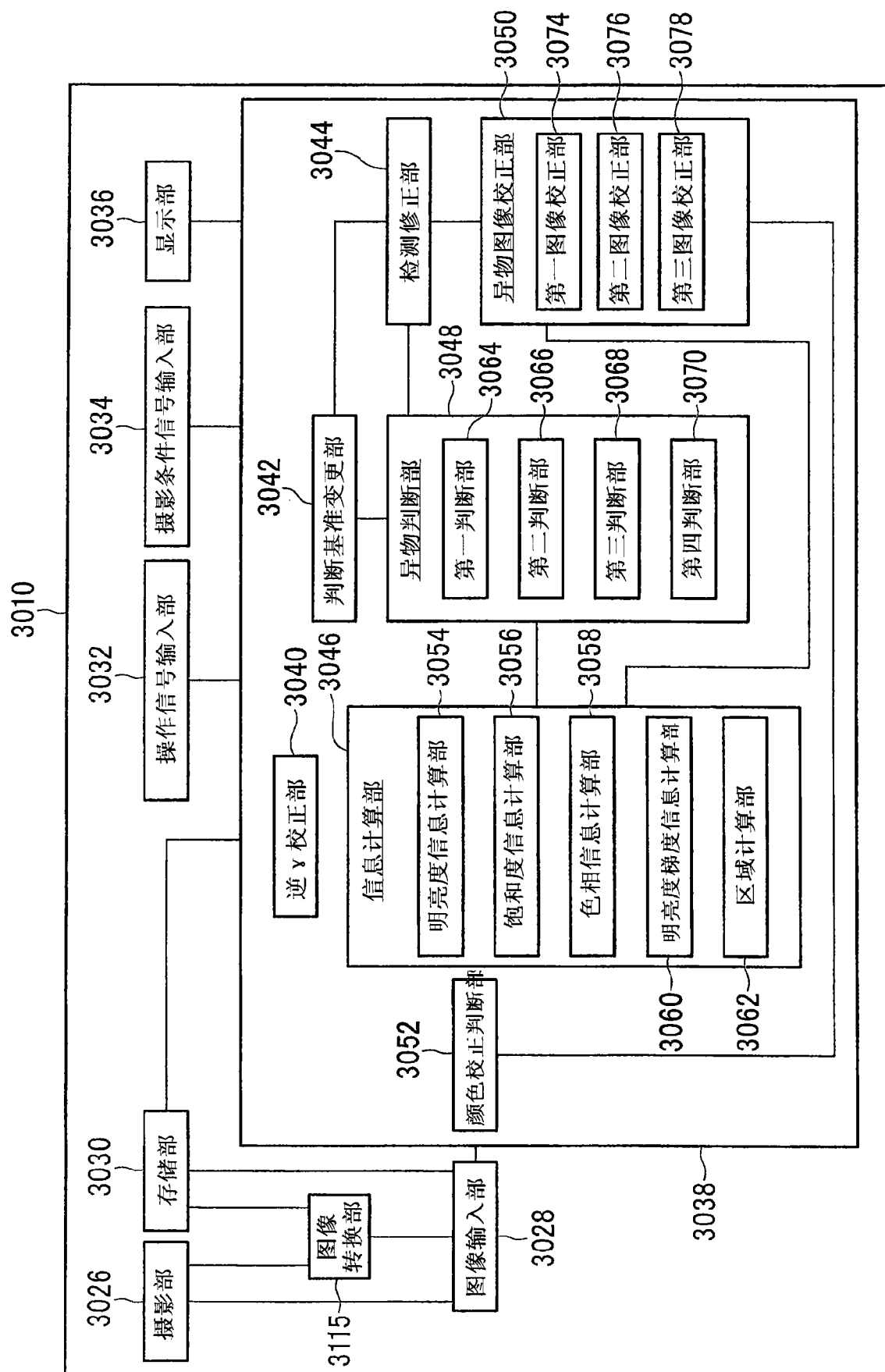


图 19

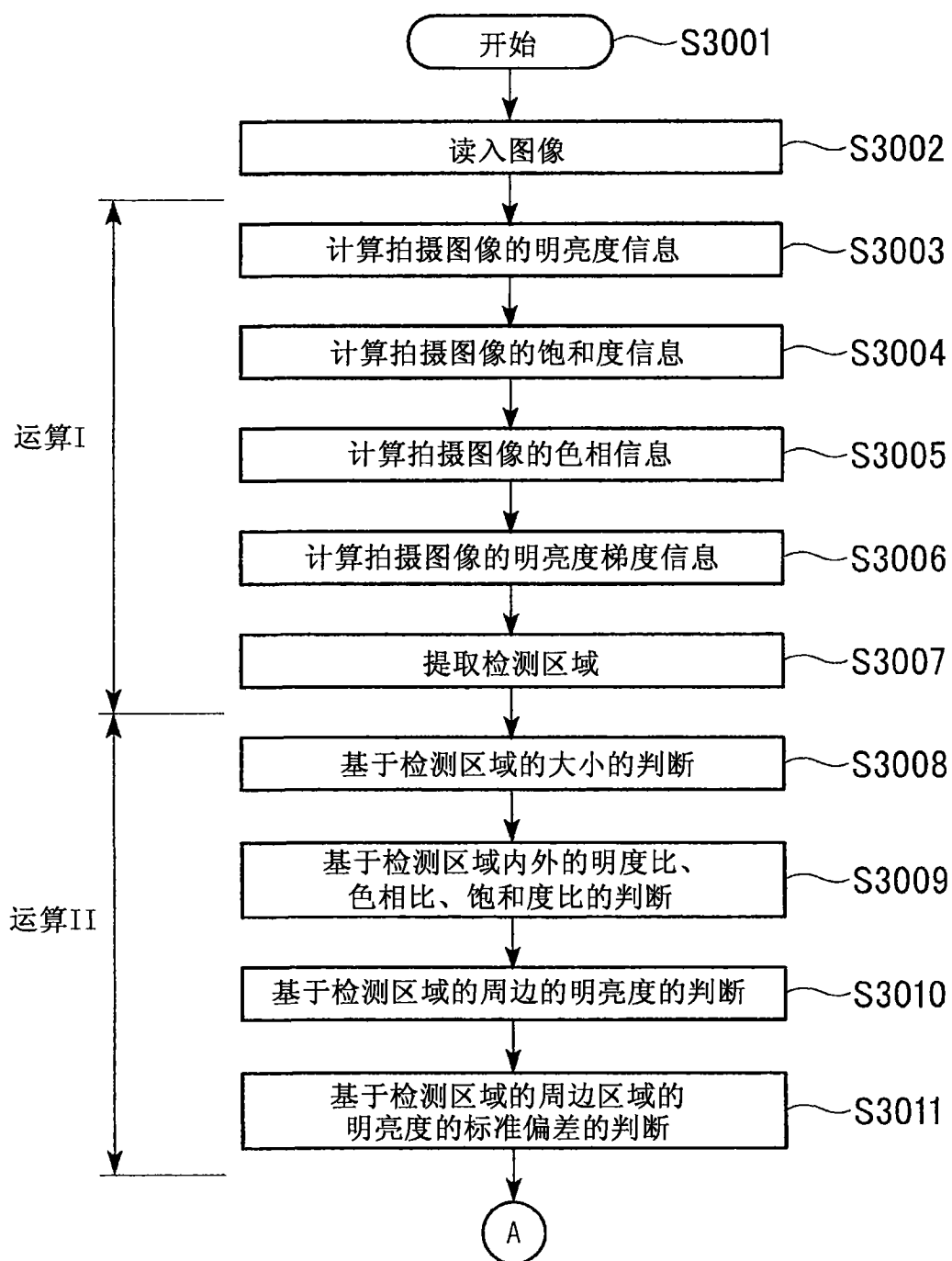
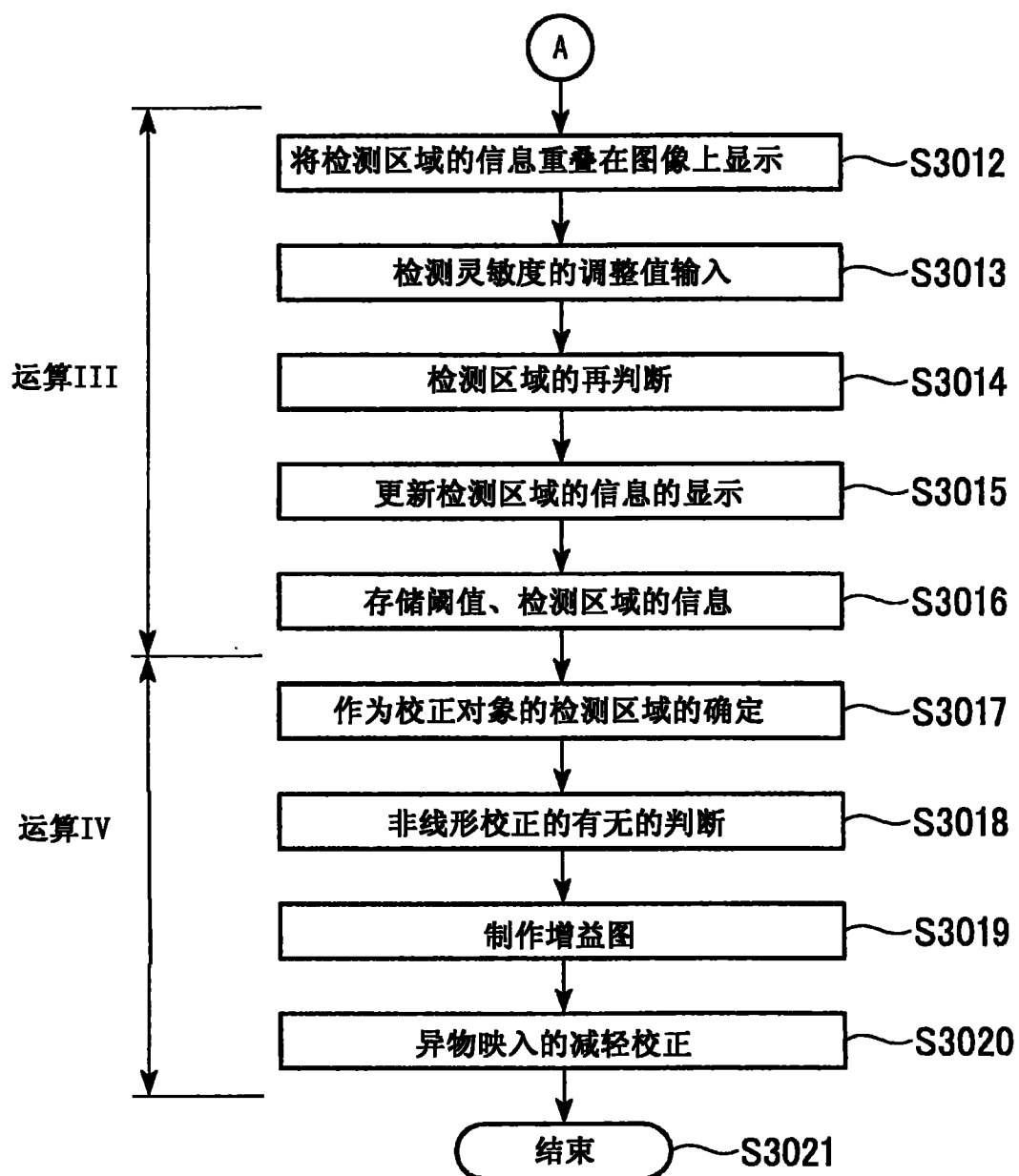


图 20A



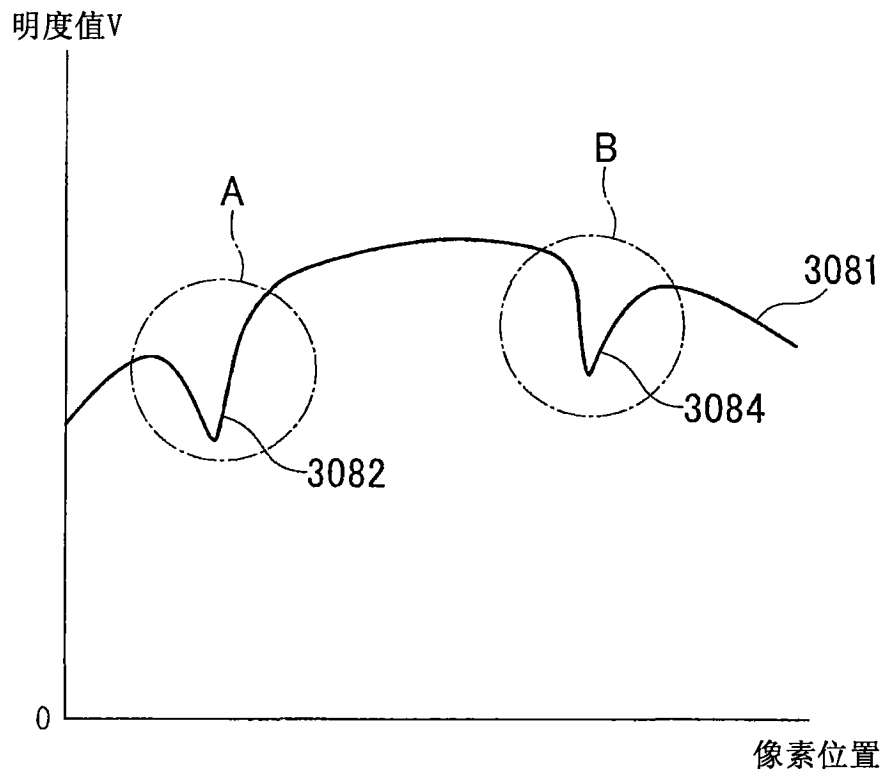


图 21A

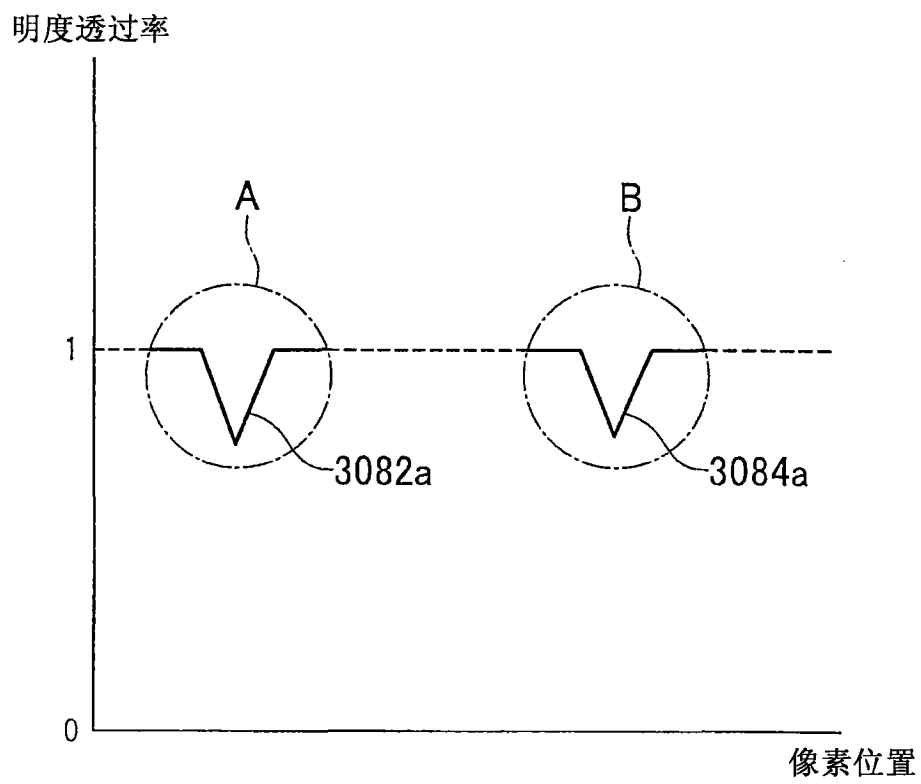


图 21B

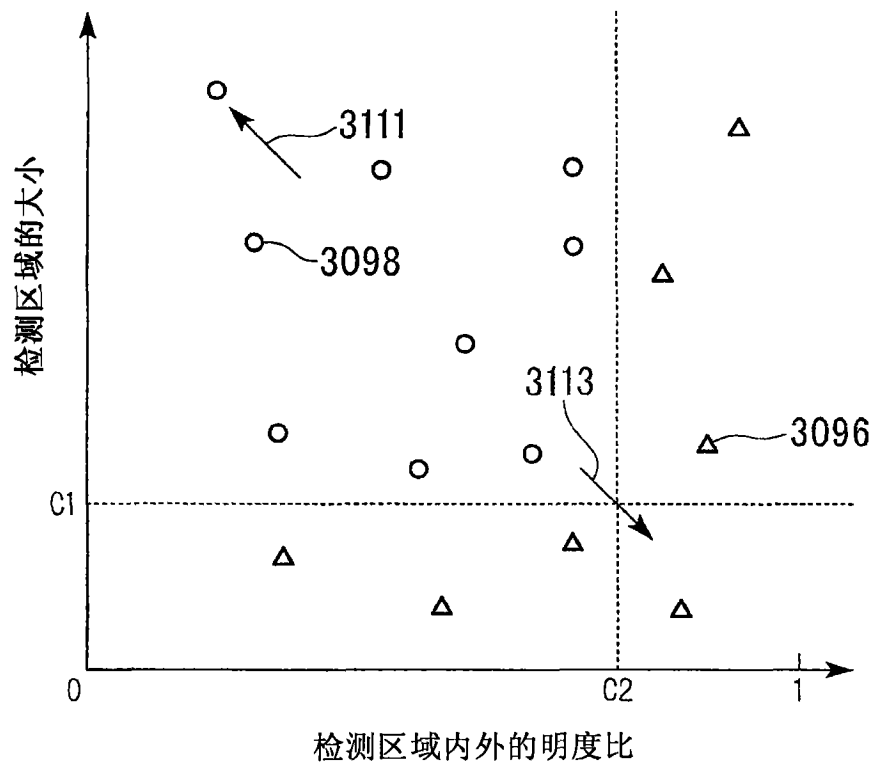


图 22

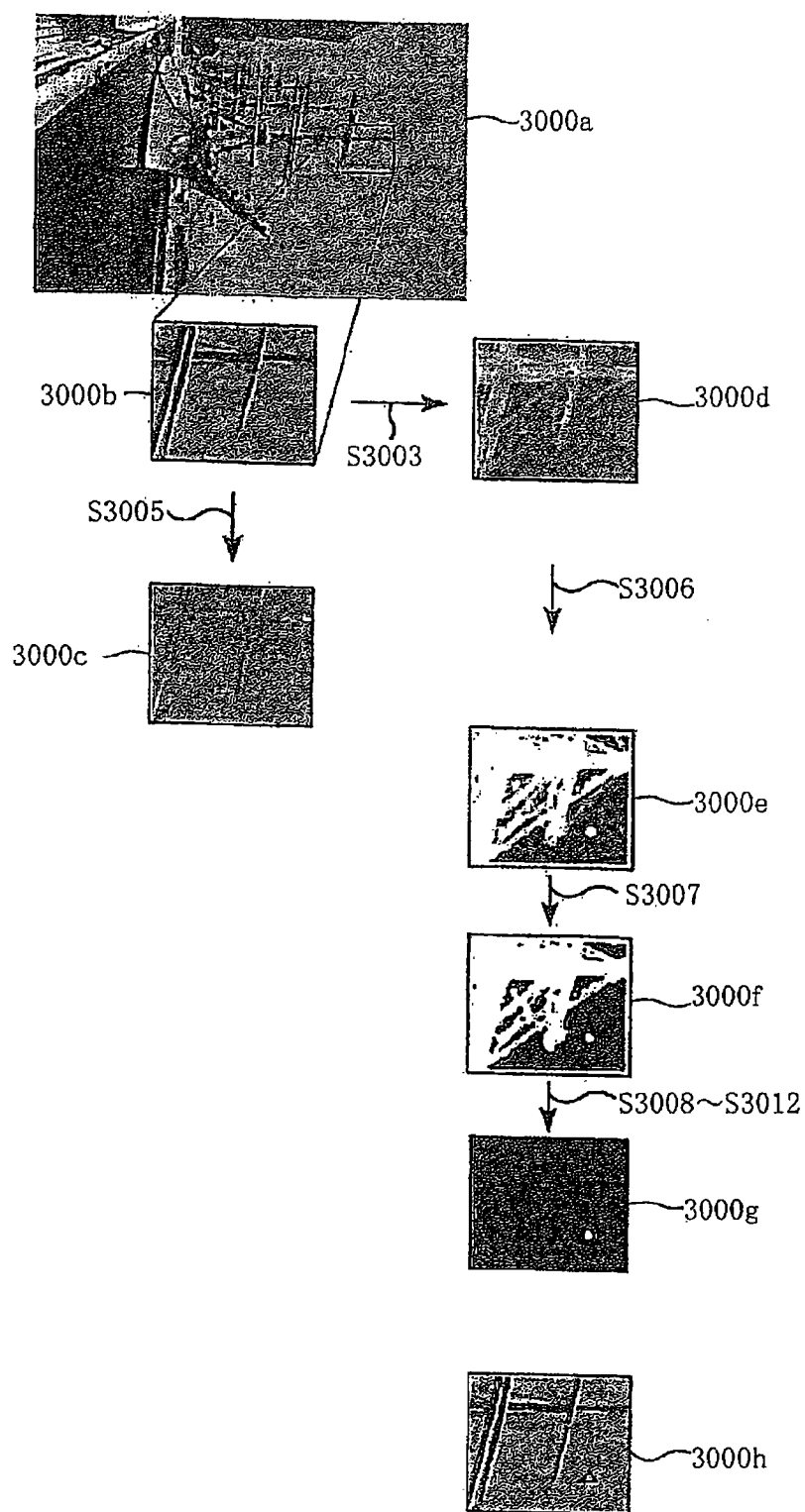


图 23

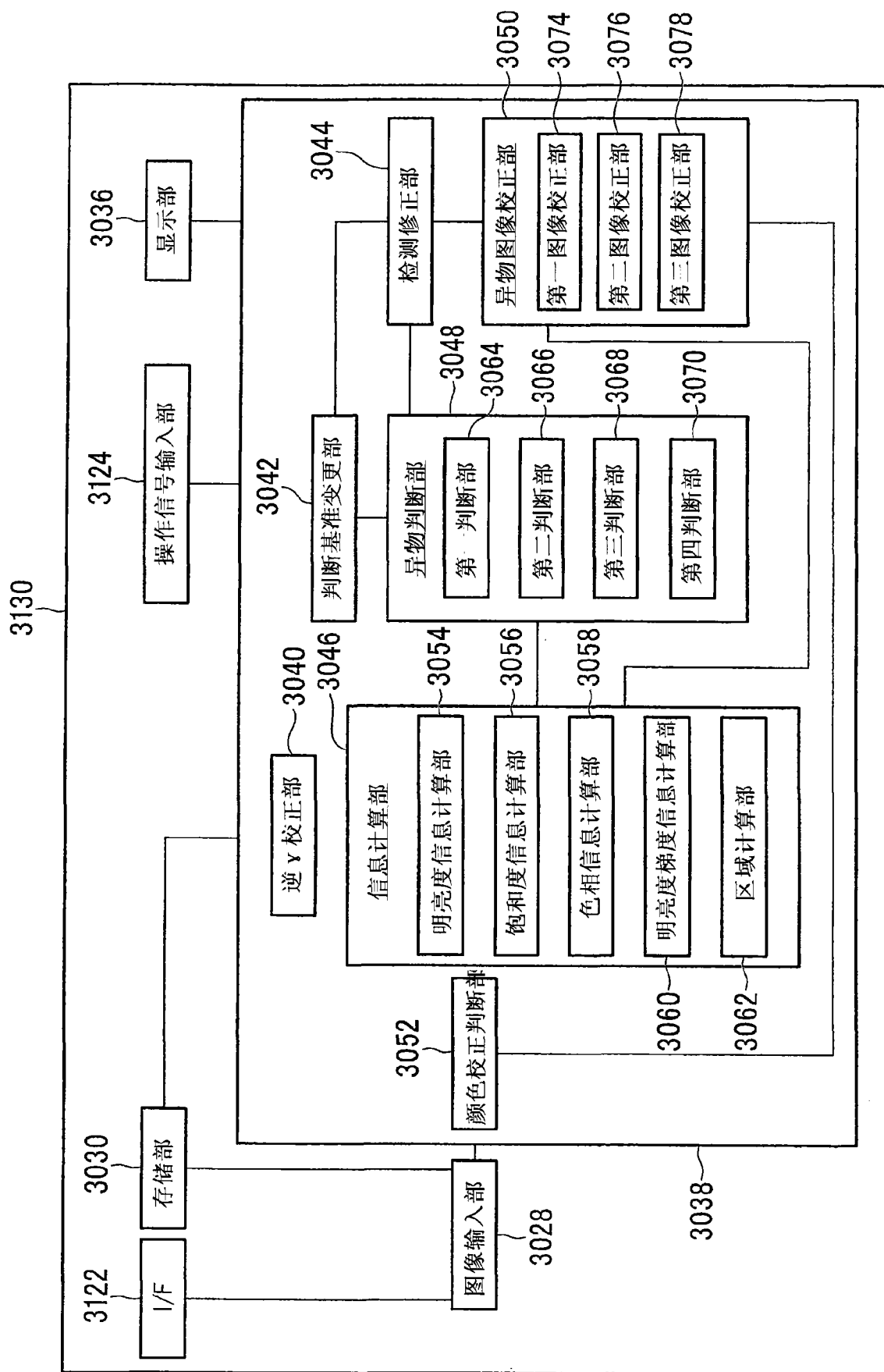


图 24