



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106134180 B

(45)授权公告日 2019.06.21

(21)申请号 201580017978.1

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

(22)申请日 2015.02.20

代理人 李辉 黄纶伟

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106134180 A

(51)Int.Cl.

H04N 5/232(2006.01)

(43)申请公布日 2016.11.16

G06T 5/00(2006.01)

(30)优先权数据

H04N 1/407(2006.01)

2014-078922 2014.04.07 JP

(56)对比文件

US 2002061142 A1,2002.05.23,

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

US 2005012947 A1,2005.01.20,

2016.09.30

US 2010329559 A1,2010.12.30,

(86)PCT国际申请的申请数据

US 2010303355 A1,2010.12.02,

PCT/JP2015/054816 2015.02.20

KAIMING HE ET AL.“Single Image Haze

(87)PCT国际申请的公布数据

Removal Using Dark Channel Prior”.《IEEE

W02015/156041 JA 2015.10.15

TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND

(73)专利权人 奥林巴斯株式会社

MACHINE INTELLIGENCE》.2011,第33卷(第12

地址 日本东京都

期),

(72)发明人 铃木博

审查员 陈瑞宁

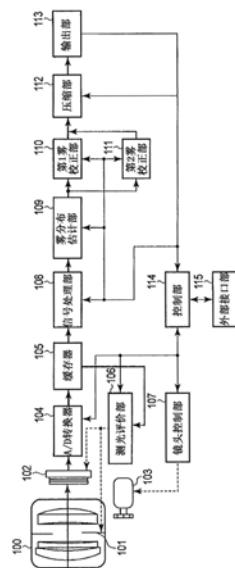
权利要求书3页 说明书17页 附图18页

(54)发明名称

图像处理装置和方法、存储能够由计算机临时读取的图像处理程序的记录介质、摄像装置

(57)摘要

图像处理装置包含劣化度检测部(200)、劣化度分布估计部(201)、校正方式选择部(202)、以及灰度校正部(110、111)。所述劣化度检测部(200)对图像的劣化度进行检测。所述劣化度分布估计部(201)对所述图像中的所述劣化度的分布进行估计。所述校正方式选择部(202)根据所述劣化度的分布来选择第1灰度校正方式和第2灰度校正方式中的任意一方。所述灰度校正部(110、111)根据所述选择的所述第1灰度校正方式或者所述第2灰度校正方式对所述图像进行灰度校正。



1. 一种图像处理装置,其特征在于,该图像处理装置具有:
劣化度检测部,其对图像的劣化度进行检测;
劣化度分布估计部,其对所述图像中的所述劣化度的分布进行估计;
校正方式选择部,其根据所述劣化度的分布来选择第1灰度校正方式和第2灰度校正方式中的任意一方;以及
灰度校正部,其根据所述选择的所述第1灰度校正方式或者所述第2灰度校正方式对所述图像进行灰度校正,
在所述第1灰度校正方式中,根据所述图像的每个小区域的所述劣化度来进行适当的灰度校正,
在所述第2灰度校正方式中,对所述图像的整体进行唯一的灰度校正。
2. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其特征在于,
所述劣化度分布估计部包含生成所述劣化度的直方图的劣化度直方图生成部,
所述校正方式选择部根据所述劣化度的所述直方图的分布的宽度而选择所述第1灰度校正方式或者所述第2灰度校正方式。
3. 根据权利要求2所述的图像处理装置,其特征在于,
所述校正方式选择部根据所述劣化度的所述直方图的平均值、标准偏差值、最大值与最小值的差、或者所述最大值与所述最小值的比值的各指标中的至少1个来选择所述第1灰度校正方式或者所述第2灰度校正方式。
4. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其特征在于,
所述劣化度分布估计部包含最大最小计算部,该最大最小计算部计算所述图像的整体的所述劣化度的最大值和最小值,
所述校正方式选择部根据所述最大值与所述最小值的差或者所述最大值与所述最小值的比值的大小,选择所述第1灰度校正方式或者所述第2灰度校正方式。
5. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其特征在于,
如果所述劣化度的直方图的分布的宽度为规定值以上,则所述校正方式选择部选择所述第1灰度校正方式,
如果所述劣化度的直方图的分布的宽度小于所述规定值,则所述校正方式选择部选择所述第2灰度校正方式。
6. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其特征在于,
所述第1灰度校正方式包含:
校正系数计算部,其按照所述图像的每个所述小区域计算用于所述灰度校正的校正系数;以及
自适应对比度校正部,其根据所述劣化度调整所述校正系数,进行所述适当的所述灰度校正。
7. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其特征在于,
在所述第2灰度校正方式中,根据由所述图像的亮度信号的分布和/或所述图像的颜色信号的分布所决定的校正函数,对所述图像的整体进行所述唯一的灰度校正。
8. 一种图像处理装置,其特征在于,具有:
劣化度检测部,其对图像的每个小区域的劣化度进行检测;

劣化度分布估计部,其对所述图像的所述劣化度的分布进行估计;

第1灰度校正部,其根据第1灰度校正方式对所述图像进行灰度校正而生成第1校正图像;

第2灰度校正部,其根据第2灰度校正方式对所述图像进行灰度校正而生成第2校正图像;

权重系数计算部,其计算与所述劣化度的分布的宽度对应的权重系数;以及

图像合成部,其根据所述权重系数对所述第1灰度校正部生成的所述第1校正图像与所述第2灰度校正部生成的所述第2校正图像进行加法合成。

9.根据权利要求8所述的图像处理装置,其特征在于,

所述权重系数计算部将根据所述劣化度的分布的宽度而增大的所述权重系数设定为第1权重系数,将根据所述劣化度的分布的宽度而减小的所述权重系数确定为第2权重系数,

所述图像合成部将所述第1权重系数与所述第1校正图像相乘,将所述第2权重系数与所述第2校正图像相乘,对该相乘后的所述第1校正图像与所述第2校正图像进行图像合成。

10.一种图像处理方法,其特征在于,该图像处理方法具有以下步骤:

对图像的劣化度进行检测;

对所述图像中的所述劣化度的分布进行估计;

根据所述劣化度的分布而选择第1灰度校正方式和第2灰度校正方式中的任意一方;以及

根据所述选择的所述第1灰度校正方式或者所述第2灰度校正方式对所述图像进行灰度校正,

其中,在所述第1灰度校正方式中,根据所述图像的每个小区域的所述劣化度来进行适当的灰度校正,

在所述第2灰度校正方式中,对所述图像的整体进行唯一的灰度校正。

11.一种图像处理方法,其特征在于,该图像处理方法具有以下步骤:

对图像的每个小区域的劣化度进行检测,

对所述图像中的所述劣化度的分布进行估计,

根据第1灰度校正方式对所述图像进行灰度校正而生成第1校正图像,

根据第2灰度校正方式对所述图像进行灰度校正而生成第2校正图像,

计算与所述劣化度的分布的宽度对应的权重系数,

根据所述权重系数对所述第1灰度校正部生成的所述第1校正图像和所述第2灰度校正部生成的所述第2校正图像进行加法合成。

12.一种记录介质,其存储能够由计算机临时读取的图像处理程序,该图像处理程序包含如下的功能:

劣化度检测功能,对图像的劣化度进行检测;

劣化度分布估计功能,对所述图像中的所述劣化度的分布进行估计;

校正方式选择功能,根据所述劣化度的分布来选择第1灰度校正方式和第2灰度校正方式中的任意一方;以及

灰度校正功能,根据所述选择的所述第1灰度校正方式或者所述第2灰度校正方式对所

述图像进行灰度校正，

其中，在所述第1灰度校正方式中，根据所述图像的每个小区域的所述劣化度来进行适当的灰度校正，

在所述第2灰度校正方式中，对所述图像的整体进行唯一的灰度校正。

13. 一种记录介质，其存储能够由计算机临时读取的图像处理程序，该图像处理程序包含如下的功能：

劣化度检测功能，对图像的每个小区域的劣化度进行检测；

劣化度分布估计功能，对所述图像中的所述劣化度的分布进行估计；

第1灰度校正功能，根据第1灰度校正方式对所述图像进行灰度校正而生成第1校正图像；

第2灰度校正功能，根据第2灰度校正方式对所述图像进行灰度校正而生成第2校正图像；

权重系数计算功能，计算与所述劣化度的分布的宽度对应的权重系数；以及

图像合成功能，根据所述权重系数对所述第1灰度校正部生成的所述第1校正图像和所述第2灰度校正部生成的所述第2校正图像进行加法合成。

14. 一种摄像装置，其具有：

摄像元件，其对来自被摄体的光像进行摄像；

权利要求1至9中的任意一项所述的图像处理装置，其对通过所述摄像元件的摄像而取得的图像数据的画质的劣化度进行检测，根据该劣化度对所述图像数据进行校正；以及

输出部，其输出通过所述图像处理装置进行图像处理后的所述图像数据。

图像处理装置和方法、存储能够由计算机临时读取的图像处理程序的记录介质、摄像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及对因例如霭或雾等的影响导致对比度或色彩等画质受损的图像进行校正的图像处理装置和方法、图像处理程序、摄像装置。

背景技术

[0002] 有时因大气中产生的霭或雾等的影响导致图像的对比度或色彩等画质受损。例如,有时在室外对远方的山等风景照进行摄影。在该摄影中,当远方的山中存在雾时,所摄影的图像因雾导致品质损伤,有时会使针对远方的山的视认性降低。

[0003] 作为解决这样的问题的技术存在例如专利文献1、2。专利文献1公开如下的内容:从图像内计算亮度的最大值、最小值,以使得这些计算出的最大值与最小值之间的差变大的方式进行对比度校正而使图像的视认性提高。如果是该专利文献1,则对于在图像整体上均匀地存在雾的图像,得到充分的效果。

[0004] 专利文献2公开了如下的内容:按照图像的局部区域,计算亮度的最大值、最小值,以使得这些最大值、最小值的差变大的方式进行适当的对比度校正。如果是该专利文献2,则在不存在雾的区域与存在雾的区域同时存在的图像中,也能够进行充分的对比度校正。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2012-054659号公报

[0008] 专利文献2:日本特开2010-152536号公报(特许第4982475号)

发明内容

[0009] 发明要解决的课题

[0010] 然而,当在图像内不存在雾的区域与存在雾的区域同时存在的情况下,亮度的最大值与最小值的差本来存在变大的倾向。因此,在专利文献1中,由于使用图像整体的亮度的最大值、最小值,因此亮度的最大值与最小值的差原本较大,无法充分地得到使图像的视认性提高的效果。

[0011] 在专利文献2中,由于与雾的浓淡无关,根据局部区域内的亮度的最大、最小值进行处理,因此对于不存在雾的区域与存在雾的区域同时存在的图像,能够得到充分的效果。然而,在专利文献2中,有时因图像的特性导致在校正后的图像中产生违和感。具体而言,当在图像整体为低对比度的情况下按照局部区域进行对比度校正时,会进行过度的对比度校正,按照各局部区域,对比度校正的强度会不同。因此有时在各局部区域的边界附近,对比度校正强度的变动较大。其结果为,产生灰度的阶差或亮度不均。因此在图像整体为低对比度的情况下,对于图像整体进行了唯一的校正时校正后的违和感较小。

[0012] 本发明是为了解决上述问题点而完成的,其目的在于,提供图像处理装置和方法、存储能够由计算机临时读取的图像处理程序的记录介质、摄像装置,能够估计雾成分的浓

淡,并根据雾成分相对于图像的分布而进行适当的灰度校正,从而不存在违和感而提高视认性,且得到高品质的图像。

[0013] 用于解决课题的手段

[0014] 本发明提供一种图像处理装置,该图像处理装置具有:劣化度检测部,其对图像的劣化度进行检测;劣化度分布估计部,其对所述图像中的所述劣化度的分布进行估计;校正方式选择部,其根据所述劣化度的分布来选择第1灰度校正方式和第2灰度校正方式中的任意一方;以及灰度校正部,其根据所述选择的所述第1灰度校正方式或者所述第2灰度校正方式对所述图像进行灰度校正。

[0015] 本发明提供一种图像处理方法,该图像处理方法包含以下步骤:对图像的劣化度进行检测;对所述图像中的所述劣化度的分布进行估计;根据所述劣化度的分布选择第1灰度校正方式和第2灰度校正方式中的任意一方;根据所述选择的所述第1灰度校正方式或者所述第2灰度校正方式对所述图像进行灰度校正。

[0016] 本发明提供一种记录介质,其存储能够由计算机临时读取的图像处理程序,该图像处理程序包含如下的功能:劣化度检测功能,对图像的劣化度进行检测;劣化度分布估计功能,对所述图像中的所述劣化度的分布进行估计;校正方式选择功能,根据所述劣化度的分布来选择第1灰度校正方式和第2灰度校正方式中的任意一方;以及灰度校正功能,根据所述选择的所述第1灰度校正方式或者所述第2灰度校正方式对所述图像进行灰度校正。

[0017] 本发明提供一种摄像装置,该摄像装置具有:摄像元件,其对来自被摄体的光像进行拍摄;上述图像处理装置,其对通过所述摄像元件的摄像而取得的图像数据的画质的劣化度进行检测,根据该劣化度对所述图像数据进行校正;以及输出部,其输出通过所述图像处理装置进行图像处理后的所述图像数据。

[0018] 发明效果

[0019] 根据本发明,能够提供图像处理装置和方法、存储能够由计算机临时读取的图像处理程序的记录介质、摄像装置,能够估计雾成分的浓淡,根据相对于图像的雾成分的分布进行适当的灰度校正,从而不存在违和感地提高视认性,得到高品质的图像。

附图说明

[0020] 图1是示出应用了本发明的图像处理装置的第1实施方式的摄像装置的结构框图。

[0021] 图2是示出该装置的雾分布估计部的具体的结构框图。

[0022] 图3A是用于说明基于该装置的输入图像的各像素的雾成分 $H(x, y)$ 的估计的示意图。

[0023] 图3B是示出将由该装置取得的每个关注像素的 $\min(I_r, I_g, I_b)$ 图像化后的雾成分 $H(x, y)$ 的图。

[0024] 图4A是示出在图像整体上存在均匀的雾而整体是高亮度且低彩度的图像的雾成分 $H(x, y)$ 的直方图的图。

[0025] 图4B是示出在图像内存在雾的区域与不存在雾的区域同时存在的情况下雾成分 $H(x, y)$ 的直方图的图。

[0026] 图5是示出该装置的第1雾校正部的一例的结构图。

[0027] 图6A是示出该装置的校正系数计算部对于输入图像进行的局部区域的扫描的图。

- [0028] 图6B是示出由该装置的校正系数计算部生成的局部区域直方图的图。
- [0029] 图6C是示出由该装置的校正系数计算部生成的累积直方图的图。
- [0030] 图7是示出该装置的对比度校正部的对比度校正动作的示意图。
- [0031] 图8是示出该装置的第2雾校正部的一例的结构图。
- [0032] 图9是该装置的摄影动作流程图。
- [0033] 图10是该装置的雾分布估计的动作流程图。
- [0034] 图11是该装置的自适应对比度校正的动作流程图。
- [0035] 图12是该装置的唯一的对比度校正的动作流程图。
- [0036] 图13是示出该装置的雾分布估计部的变形例的结构框图。
- [0037] 图14是示出应用了本发明的图像处理装置的第2实施方式的摄像装置的结构框图。
- [0038] 图15是示出该装置的雾分布估计部的结构框图。
- [0039] 图16是示出雾成分 $H(x, y)$ 的直方图的分布的大小 ΔH 的图。
- [0040] 图17是示出该雾分布估计部所计算的权重系数的图表的图。
- [0041] 图18是示出图像合成部的图像合成处理的概念的图。
- [0042] 图19是该装置的摄影动作流程图。
- [0043] 图20是该装置的雾分布估计流程图。

具体实施方式

- [0044] [第1实施方式]
- [0045] 以下,参照附图对本发明的第1实施方式进行说明。
- [0046] 图1示出应用了图像处理装置的摄像装置的结构框图。在该图中,粗实线的箭头表示影像信号的流动,细实线的箭头表示控制信号的流动,虚线的箭头表示其他的信号的流动。以下,图2、图5、图8、图13至图15中也相同。
- [0047] 镜头系统100包含对焦透镜和光圈101等,成像出来自被摄体的光像。镜头系统100包含自动对焦用马达(AF马达)103,通过该AF马达103的驱动而使对焦透镜沿着光轴移动。AF马达103由镜头控制部107驱动控制。
- [0048] 在镜头系统100的光轴上设置有摄像传感器102。摄像传感器102接受来自镜头系统100的光像,进行光电转换而输出RGB的模拟影像信号。在摄像传感器102的输出端经由A/D转换器104连接有缓存器105、信号处理部108、以及雾分布估计部109。第1雾校正部110与第2雾校正部111这双方并联连接于该雾分布估计部109的输出端。在第1雾校正部110与第2雾校正部111的各输出端经由压缩部112连接有输出部113。缓存器105连接有测光评价部106。
- [0049] A/D转换器104将从摄像传感器102输出的模拟影像信号转换成数字影像信号。
- [0050] 缓存器105对从A/D转换器104传送的数字影像信号临时地进行保存。
- [0051] 测光评价部106根据保存于缓存器105的数字影像信号对向摄像传感器102入射的光像进行测光而进行评价(测光评价)。测光评价部106根据该测光评价和从控制部114输出的控制信号来控制镜头系统100的光圈101,对从摄像传感器102输出的模拟影像信号的输出电平等进行调整。

[0052] 信号处理部108对于保存在缓存器105中的数字影像信号进行公知的图像处理、例如插值处理、WB校正处理以及噪声降低处理等,将该图像处理后的数字影像信号向雾分布估计部109传送。

[0053] 雾分布估计部109根据从信号处理部108传送的数字影像信号来估计雾成分,根据该雾成分的分布信息来决定通过后级的第1雾校正部110和第2雾校正部111中的哪个来进行雾校正。即,由于第1雾校正部110与第2雾校正部111各自的雾校正的方式不同,因此雾分布估计部109决定通过哪种方式来进行雾校正。

[0054] 第1雾校正部110对于从信号处理部108传送的数字影像信号中因雾的影响而导致对比度降低的区域所对应的数字影像信号,进行强调对比度的自适应对比度校正。

[0055] 第2雾校正部111对于从信号处理部108传送的数字影像信号进行唯一的对比度校正、即对于图像整体进行单纯唯一的对比度校正。

[0056] 由第1雾校正部110或者第2雾校正部111校正后的数字影像信号向压缩部112传送。

[0057] 压缩部112针对从第1雾校正部110或者第2雾校正部111传送的数字影像信号进行公知的压缩处理、例如JPEG或者MPEG等,将该处理后的数字影像信号向输出部113传送。

[0058] 输出部113将压缩处理后的数字影像信号保存在存储卡等存储介质中。

[0059] 接着,对于雾分布估计部109、第1雾校正部110以及第2雾校正部111,具体地进行说明。

[0060] 图2示出雾分布估计部109的具体的结构框图。雾分布估计部109包含雾成分估计部200、雾直方图生成部201以及校正方式判定部202。雾成分估计部200的输入侧连接有信号处理部108。在雾成分估计部200的输出侧经由雾直方图生成部201连接有校正方式判定部202。第1雾校正部110与第2雾校正部111这双方连接于校正方式判定部202的输出侧。

[0061] 雾成分估计部(劣化度检测部)200输入从信号处理部108传送的数字影像信号,对使根据该数字影像信号而取得的图像数据劣化的劣化度进行估计。该劣化度是作为损害图像数据的对比度和色彩等画质、且使图像的视认性劣化的要因的指标。在该劣化度的估计中,对因例如图像数据中所包含的雾成分、霭成分、作为浊物的成分等淡白色而使画质降低的成分的浓淡进行估计。

[0062] 根据雾成为高亮度且低彩度这样的特征来进行雾成分等的劣化度的估计。由此,关于该雾成分等的劣化度,越高亮度且低彩度,表示劣化越大。通过对图像数据的各像素中的多个彩色信道之间,即R值、G值、B值之间的大小进行比较,并计算作为这些R值、G值、B值中的最小值的R值、G值或者B值,从而进行劣化度的估计。

[0063] 具体而言,雾成分估计部200输入从信号处理部108传送的数字影像信号,根据基于数字影像信号而得到的坐标(x,y)的各像素的R值、G值、B值来进行该各像素的雾成分的估计。该雾成分表示存在雾的情况、雾的浓度等。

[0064] 这里,在根据从信号处理部108传送的数字影像信号而取得的输入图像I上,假设将坐标(x,y)的雾成分设为H(x,y)、将坐标(x,y)的R值、G值、B值分别设为Ir、Ig、Ib,则坐标(x,y)的各像素的雾成分H(x,y)由下式(1)估计。

[0065] $H(x,y) = \min(Ir, Ig, Ib) \cdots (1)$

[0066] 图3A示出用于说明各像素的雾成分H(x,y)的估计的示意图。雾成分估计部200对

于根据从信号处理部108传送的数字影像信号而取得的输入图像I设定规定尺寸的扫描区域(小区域)F,对该扫描区域F进行扫描。扫描区域F形成为例如规定的尺寸n×m(n、m是自然数)的矩阵状。该扫描区域F形成为例如5×5像素的区域。使扫描区域F中心为关注像素。该扫描区域F也可以是1像素。

[0067] 雾成分估计部200在输入图像I的内部对扫描区域F进行扫描,在作为关注像素的输入图像I上的像素的每个扫描区域F中计算 $\min(I_r, I_g, I_b)$,将该 $\min(I_r, I_g, I_b)$ 设为雾成分 $H(x, y)$ 。

[0068] 更详细而言,雾成分估计部200在每个扫描区域F中,在包含该扫描区域F的关注像素的n×m的矩阵内,对扫描区域F内的各像素的 (I_r, I_g, I_b) 进行计算,将这些 (I_r, I_g, I_b) 中的最小值设为关注像素的雾成分 $H(x, y) = \min(I_r, I_g, I_b)$ 。

[0069] 雾成分估计部200将关注像素的雾成分 $H(x, y)$ 作为关注像素的劣化度或者扫描区域(小区域)F的劣化度进行计算。像后述那样雾成分 $H(x, y)$ 越大,该劣化度越大。

[0070] 图3B示出将每个关注像素的 $\min(I_r, I_g, I_b)$ 图像化后的雾成分 $H(x, y)$ 。由于在高亮度且低彩度的区域的像素值中,R值、G值、B值同等且较大,因此上述式(1)的右边 $\min(I_r, I_g, I_b)$ 的值较大。即,在高亮度且低彩度的区域中,雾成分 $H(x, y)$ 成为较大的值。而且,高亮度且低彩度的区域可以视为劣化度较大。

[0071] 与此相对,在低亮度或者高彩度的区域的像素值中,由于R值、G值、B值中的某值较小,因此上述 $\min(I_r, I_g, I_b)$ 的值较小。即,在低亮度和高彩度的区域中,雾成分 $H(x, y)$ 为较小的值。即,低亮度和高彩度的区域可以视为劣化度较小。

[0072] 而且,雾成分 $H(x, y)$ 具有如下的特征:雾的浓度越浓,越为较大的值,表示劣化度较大,雾的浓度越薄,越为较小的值,表示劣化度较小。向雾直方图生成部201传送该雾成分 $H(x, y)$ 。另外,在图3B中HG表示雾浓的地方,HF表示雾薄的地方。

[0073] 雾直方图生成部(劣化度分布估计部)201对从雾成分估计部200传送的雾成分 $H(x, y)$ 的值的频度进行计数,生成该雾成分 $H(x, y)$ 的直方图。雾直方图生成部201生成雾成分 $H(x, y)$ 的直方图,并且根据该直方图求出标准偏差 σ 、平均值 a 、最大值与最小值的差、或者最大值与最小值的比值等指标。

[0074] 图4A和图4B示出雾成分 $H(x, y)$ 的直方图的一例。如上所述,在图像上,在不存在雾的高彩度的区域中雾成分 $H(x, y)$ 的值较小,在存在雾的高亮度且低彩度的区域中雾成分 $H(x, y)$ 较大。

[0075] 图4A示出整体上存在均匀的雾的图像。该图像表示图像整体是高亮度且低彩度。在该图所示的图像的雾成分 $H(x, y)$ 的直方图中,在雾成分 $H(x, y)$ 的比值较高的值的位置具有山形(频度的最大值),且分布在窄的范围。即,在该直方图中,雾成分 $H(x, y)$ 的值的范围(分布的范围)窄。

[0076] 另一方面,图4B示出存在雾的区域与不存在雾的区域同时存在的图像。该图所示的图像的雾成分 $H(x, y)$ 的直方图在从低的值到高的值的宽范围中分布。在该直方图中,雾成分 $H(x, y)$ 的值的范围(分布的范围)宽。

[0077] 因此,能够根据这些雾成分 $H(x, y)$ 的直方图的分布来估计雾相对于图像的分布。

[0078] 将由该雾直方图生成部201生成的雾成分 $H(x, y)$ 的直方图向校正方式判定部202传送。同时将根据雾成分 $H(x, y)$ 的直方图而得到的标准偏差 σ 、平均值 a 、最大值与最小值的

差、或者最大值与最小值的比值等指标也向校正方式判定部202传送。

[0079] 校正方式判定部(校正方式选择部)202根据从雾直方图生成部201传送的雾成分H(x,y)的直方图的信息来判定采用进行自适应对比度校正的第1校正方式(第1灰度校正方式)、或者进行唯一的对比度校正的第2校正方式(第2灰度校正方式)中的哪个对比度校正方式。另外,第1校正方式与由后级的第1雾校正部110进行的校正对应,第2校正方式与由第2雾校正部111进行的校正对应。

[0080] 这里,对雾校正进行说明。在图像上存在雾的区域为低对比度。为了抑制该雾的影响、提高视认性,最好进行强调对比度的处理。在该对比度强调处理中,当在图像内存在雾的区域只是一部分的情况下,即使对图像整体进行单纯唯一的对比度校正,也无法得到抑制雾的影响、且提高视认性这样的充分的效果。

[0081] 根据这样的情况执行如下:在图像的每个局部区域中进行自适应对比度校正。但是,该自适应对比度校正并不是始终有效地工作,有时因图像特性而在校正后的图像中产生较大的违和感。例如,在图像整体上均匀地存在雾,对应于图4A所示的图像整体的直方图的范围窄的情况。

[0082] 基本上,自适应对比度校正根据图像的每个局部区域的亮度和颜色信号的直方图来决定校正系数而进行校正。在该校正中,针对每个像素所应用的校正系数根据上述亮度和颜色信号的直方图的分布而改变。

[0083] 但是,有时在各局部区域间的边界附近的临近像素间直方图的分布改变。在该情况下,有时自适应对比度校正后的相互邻接的各像素间的各像素值的差较大。其结果为,在相互邻接的各像素间,自适应对比度校正后的亮度值产生较大的差,会引起亮度不均等。

[0084] 这样在图像整体的直方图的范围窄的情况下,对图像整体进行唯一的对比度校正会使校正后的邻接像素间的像素值的差较小,优选进行该唯一的对比度校正。

[0085] 因此,本装置根据雾成分H(x,y)相对于图像整体的分布而切换对比度校正的方式。具体而言,在雾成分H(x,y)相对于图像整体的分布宽的情况下,判断为图像内的一部分包含存在雾的区域,应用自适应对比度校正。另一方面,在雾成分H(x,y)相对于图像整体的分布窄的情况下,判定为在图像整体上均匀地存在雾,应用唯一的对比度校正。

[0086] 而且,校正方式判定部202根据例如该雾成分H(x,y)的直方图的范围来估计上述雾成分H(x,y)的分布,根据该估计结果进行校正方式的判定。根据例如直方图的标准偏差σ、平均值a、或者最大值与最小值的差或比等指标来计算雾成分H(x,y)的直方图的范围。

[0087] 关于校正方式的判定,根据例如雾成分H(x,y)的直方图的标准偏差σ与阈值(规定值)th来判定第1或第2校正方式中的哪个对比度的校正方式,或者求出最大值与最小值的差或比值,根据该差或比值与规定的阈值th的比较结果来判定第1或第2校正方式中的哪个对比度的校正方式。

[0088] 例如,在使用雾成分H(x,y)的直方图的标准偏差σ和阈值th的情况下,

[0089] 校正方式判定部202比较标准偏差σ和阈值th,

[0090] 如果 $\sigma >= th \dots (2)$,

[0091] 则例如像图4B所示那样存在雾的区域与不存在雾的区域同时存在,选择对于雾成分H(x,y)的值的范围宽的图像进行自适应对比度校正的第1校正方式(第1雾校正部110)。在自适应对比度校正中,只对存在雾的区域进行对比度校正。

[0092] 另一方面,如果对该标准偏差 σ 与阈值 th 进行比较的结果为,

[0093] $\sigma < th \cdots (3)$,

[0094] 校正方式判定部202对于例如像图4A所示那样在整体上存在均匀的雾、雾成分 $H(x, y)$ 相对于图像整体的分布窄的图像,选择进行唯一的对比度校正的第2校正方式(第2雾校正部111)。

[0095] 因此,校正方式判定部202在判定为第1校正方式时,将从信号处理部108传送的数字影像信号向第1雾校正部110传送,另一方面,当判定为第2校正方式时,将从信号处理部108传送的数字影像信号向第2雾校正部111传送。

[0096] 另外,校正方式的判定不限于雾成分 $H(x, y)$ 的直方图,还考虑有根据亮度直方图来判定雾成分 $H(x, y)$ 的分布的方法,但不采用该判定方法。例如,当在图像中具有不存在雾的高彩度的区域的情况下,例如在 $(Ir, Ig, Ib) = (225, 200, 0)$ 的情况下,根据它们计算的该区域的亮度 $(a \cdot Ir + b \cdot Ig + c \cdot Ib)$ 为较高的值。另外,a、b、c是系数。

[0097] 因此,即使在图像中包含不存在雾的区域的情况下,如果使用亮度直方图,则有时直方图的范围窄,会判定为在图像整体上均匀地存在雾。

[0098] 其结果为,不适合在估计雾成分 $H(x, y)$ 的分布时使用亮度直方图。在本装置中,根据雾成分 $H(x, y)$ 的直方图来估计该雾成分 $H(x, y)$ 的分布,从而使该分布的估计精度提高。

[0099] 图5是示出第1雾校正部(灰度校正部)110的一例的结构图。第1雾校正部110进行基于第1校正方式的自适应对比度校正。具体而言,第1雾校正部110输入从信号处理部108传送的数字影像信号,对于该数字影像信号中的因例如雾的影响而导致对比度降低的区域进行强调对比度的校正,将该校正后的影像信号向压缩部112传送。

[0100] 第1雾校正部110包含校正系数计算部300和自适应对比度校正部301。校正系数计算部300与自适应对比度校正部301连接。自适应对比度校正部301的后级连接有压缩部112。控制部114对校正系数计算部300和自适应对比度校正部301这双方进行控制。

[0101] 校正系数计算部300根据从雾分布估计部109传送的数字影像信号和雾成分 $H(x, y)$ 来计算校正系数,该校正系数用于针对根据该数字影像信号而取得的输入图像I的各像素的对比度校正。关于该校正系数,从输入图像I的各像素中扫描关注像素,根据以此时的关注像素为中心的规定尺寸的规定区域内的例如R、G、B的直方图进行计算。校正系数计算部300使与雾成分 $H(x, y)$ 的值对应的权重系数与根据R、G、B的直方图计算出的校正系数进行乘算,并将该权重系数的乘算后的校正系数向自适应对比度校正部301传送。

[0102] 自适应对比度校正部301通过使从校正系数计算部300传送的各像素的校正系数与影像信号进行乘算而进行对比度校正。

[0103] 这里,对于校正系数计算部300和自适应对比度校正部301,具体地进行说明。

[0104] 校正系数计算部300针对例如图3A所示的图像数据的每个扫描区域(小区域)F计算用于灰度校正的校正系数(增益系数)。该校正系数计算部300计算校正系数,该校正系数用于在根据从雾分布估计部109传送的数字影像信号而取得的输入图像I中针对对比度较低的区域进行强调对比度的校正。另外,在校正系数计算部300中,不考虑雾成分而计算校正系数。

[0105] 具体而言,校正系数计算部300像图6A所示那样针对输入图像I扫描局部区域E的内部。校正系数计算部300对于每个关注像素,分别生成图6B所示的以该关注像素为中心的

局部区域E内的R值、G值、B值的直方图(局部区域的直方图)。图6B的直方图的横轴表示R值、G值或者B值的亮度成分,纵轴表示度数(像素数的度数)。局部区域E形成为矩阵状的规定的尺寸 $k \times 1$ (k 、1是自然数),该矩阵的中心为关注像素。

[0106] 校正系数计算部300对输入图像I中的每个关注像素所生成的局部区域E的直方图进行累积而生成图6C所示的累积直方图。图6C所示的累积直方图的横轴表示R值、G值或者B值的亮度成分。纵轴表示与R值、G值或者B值的亮度成分对应的彩色像素的累积度数(累积像素数)、或者与R值、G值或者B值对应的彩色像素的灰度校正(直方图平坦化)后的输出值。根据累积直方图进行灰度校正(直方图平坦化)的方法只要采用公知的图像处理技术即可。

[0107] 校正系数计算部300根据图6C所示的累积直方图来计算针对关注像素的R值、G值、B值的各校正系数(增益系数)gainR、gainG、gainB。

[0108] 这里,将关注像素(x,y)的R值、G值、B值的亮度成分分别假设为 $I_r(x,y)$ 、 $I_g(x,y)$ 、 $I_b(x,y)$ 。并且,将根据图6C所示的累积直方图而与校正后的输出图像(校正图像)对应地计算出的R值、G值、B值的亮度成分分别假设为 $Io_r(x,y)$ 、 $Io_g(x,y)$ 、 $Io_b(x,y)$,

[0109] 各校正系数gainR、gainG、gainB按照如下的方式计算。

$$gainR = Io_r(x,y) / I_r(x,y) \dots (4)$$

$$gainG = Io_g(x,y) / I_g(x,y) \dots (5)$$

$$gainB = Io_b(x,y) / I_b(x,y) \dots (6)$$

[0113] 即,校正系数计算部300对于输入图像I的每个像素,计算用于局部区域的直方图的平坦化的各校正系数gainR、gainG、gainB。各校正系数gainR、gainG、gainB是与输入图像I的多个像素的彩色信道R、G、B分别进行乘算的增益系数。这样,关于各校正系数gainR、gainG、gainB,指定以关注像素为中心的局部区域E,使用该局部区域E内的像素信息(例如直方图、最大值/最小值等)来计算。

[0114] 该校正系数计算部300将计算出的各校正系数(增益系数)gainR、gainG、gainB向自适应对比度校正部301传送。

[0115] 另外,虽然利用R、G、B的直方图计算上述校正系数,但不限于此,例如也可以根据亮度信号的直方图进行计算。并且,虽然利用累积直方图来计算上述灰度校正后的输出值,但不限于此,例如也可以根据基于上述直方图的信息所生成的线性函数、非线性函数、折线近似函数等进行计算。

[0116] 自适应对比度校正部(自适应灰度校正部)301根据由雾分布估计部109的雾成分估计部200估计出的雾成分 $H(x,y)$ 和由校正系数计算部300计算出的各校正系数gainR、gainG、gainB,来进行与图像数据的雾成分 $H(x,y)$ 对应的适当的灰度校正(对比度校正)。即,自适应对比度校正部301输入由雾成分估计部200估计的雾成分 $H(x,y)$ 和由校正系数计算部300计算的各校正系数gainR、gainG、gainB,根据这些雾成分 $H(x,y)$ 和各校正系数gainR、gainG、gainB,对于输入图像I的每个像素进行基于增益乘算的对比度校正。

[0117] 即,如图7所示,自适应对比度校正部301根据输入图像I的每个像素的雾成分 $H(x,y)$ 进行各校正系数gainR、gainG、gainB的调节。自适应对比度校正部301使调节后的各校正系数gainR、gainG、gainB与各像素的像素值进行乘算,得到进行了对比度校正后的校正图像Q。

[0118] 自适应对比度校正部301针对输入图像I的雾较浓的区域即高亮度且低彩度的区

域以保持原来的方式调整各校正系数gainR、gainG、gainB，并且针对雾较薄的区域、即低亮度或者高彩度的区域以使各校正系数gainR、gainG、gainB接近1.0的方式进行调整。

[0119] 具体而言，自适应对比度校正部301根据雾成分估计部200所估计的雾成分H(x, y)，对校正系数计算部300所计算的各校正系数gainR、gainG、gainB进行加权。自适应对比度校正部301使用通过加权而调整后的各校正系数gainR'、gainG'、gainB'来进行针对各像素的对比度校正。自适应对比度校正部301包含归一化系数计算部301a和系数转换部301b。

[0120] 归一化系数计算部301a对雾成分估计部200所估计的雾成分H(x, y)的像素值的最大值和根据图像内的雾成分H(x, y)的最大值等而归一化得到的归一化系数进行计算。

[0121] 系数转换部301b根据归一化系数计算部301a所计算的归一化系数将校正系数计算部300所计算的各校正系数gainR、gainG、gainB转换成加权后的各校正系数gainR'、gainG'、gainB'。

[0122] 该系数转换部301b对于校正系数计算部300所计算的各校正系数gainR、gainG、gainB进行转换，以使得归一化系数计算部301a所计算的归一化系数越大，则越保持各校正系数gainR、gainG、gainB的值，并且进行转换，以使得归一化系数越小，则使各校正系数gainR、gainG、gainB的值越接近1.0。

[0123] 具体而言，当将校正强度参数设为Strength时，通过加权而调整得到的各校正系数gainR'、gainG'、gainB'通过下式计算。

$$\text{gainR}' = 1.0 + (\text{gainR} - 1.0) * H(x, y) / 255 * \text{Strength} \cdots (7)$$

$$\text{gainG}' = 1.0 + (\text{gainG} - 1.0) * H(x, y) / 255 * \text{Strength} \cdots (8)$$

$$\text{gainB}' = 1.0 + (\text{gainB} - 1.0) * H(x, y) / 255 * \text{Strength} \cdots (9)$$

[0127] 根据各校正系数gainR'、gainG'、gainB'，在认为存在雾成分H(x, y)的高亮度且低彩度的区域中，由于雾成分H(x, y)为较大的值，因此该各校正系数gainR'、gainG'、gainB'被调整为保持原来的值gainR、gainG、gainB的大小。

[0128] 与此相对，在认为不存在雾成分H(x, y)的低亮度或者高彩度的区域中，由于雾成分H(x, y)为较小的值，因此该各校正系数gainR'、gainG'、gainB'被调整为接近1.0的值。

[0129] 即，关于基于各校正系数gainR'、gainG'、gainB'的调整，对于雾较浓的区域提高校正强度，对于雾较薄的区域降低校正强度。

[0130] 使用通过加权而调整得到的各校正系数gainR'、gainG'、gainB'来进行针对各像素的对比度校正。针对各像素的对比度校正通过下式计算。

$$I'_r(x, y) = I_r(x, y) * \text{gainR}' \cdots (10)$$

$$I'_g(x, y) = I_g(x, y) * \text{gainG}' \cdots (11)$$

$$I'_b(x, y) = I_b(x, y) * \text{gainB}' \cdots (12)$$

[0134] 图8示出第2雾校正部(灰度校正部)111的一例的结构图。第2雾校正部111由于对图像整体进行唯一的灰度校正，因此包含校正函数计算部400和唯一对比度校正部401。

[0135] 校正函数计算部400与唯一对比度校正部401连接。唯一对比度校正部401与压缩部112连接。控制部114对校正函数计算部400和唯一对比度校正部401这双方进行控制。

[0136] 校正函数计算部400根据从雾分布估计部109传送的数字影像信号，对用于对比度校正的校正函数进行计算。该校正函数由于根据例如图像整体的亮度直方图进行计算，因此包含例如线性函数、非线性函数、或者折线近似函数等。校正函数计算部400将计算出的

校正函数的信息向唯一对比度校正部401传送。

[0137] 唯一对比度校正部401根据从校正函数计算部400传送的校正函数,进行针对数字影像信号的对比度校正。即,该唯一对比度校正部401使用用于根据输入图像I的亮度·颜色信号进行对比度校正的校正函数而对输入图像I的整体进行唯一的对比度校正,其中,该输入图像I是根据从雾分布估计部109传送的数字影像信号而得到的。

[0138] 压缩部112对于从第1雾校正部110、或者第2雾校正部111传送的数字影像信号进行公知的JPEG或者MPEG等压缩处理而向输出部113传送。

[0139] 输出部113将从压缩部112传送的压缩处理后的数字影像信号记录于存储卡等。输出部113也可以将从压缩部112传送的数字影像信号单独地显示于显示器。

[0140] 控制部114由微计算机等构成。控制部114在与A/D转换器104、测光评价部106、镜头控制部107、信号处理部108、雾分布估计部109、第1雾校正部110、第2雾校正部111、压缩部112、输出部113之间分别进行数据等的交换,并且分别对该各部分进行控制。外部接口部115与控制部114连接。外部接口部115包含电源开关、快门按钮、用于进行摄影时的各种模式的切换的接口。

[0141] 接着,参照图9所示摄影动作流程图对像上述那样构成的装置的摄影动作进行说明。

[0142] 当对外部接口部115进行操作时,该外部接口部115在步骤S1中,将操作输入的与摄影相关的各种设定,例如各种信号、头信息等发送给控制部114。另外,当按下外部接口部115的记录按钮时,控制部114切换到摄影模式。

[0143] 在摄影模式中,当来自镜头系统100的光像入射到摄像传感器102时,该摄像传感器102接受来自镜头系统100的光像,输出模拟影像信号。该模拟影像信号被A/D转换器104转换成数字影像信号,发送给缓存器105。缓存器105对从A/D转换器104传送的数字影像信号临时地进行保存。

[0144] 信号处理部108在步骤S2中对于保存在缓存器105中的数字影像信号进行公知的插值处理、WB校正处理、噪声降低处理等图像处理,将该图像处理后的数字影像信号向雾分布估计部109传送。

[0145] 该雾分布估计部109在步骤S3中,根据图10所示的雾分布估计的动作流程图,根据从信号处理部108传送的数字影像信号对雾成分进行估计,根据该雾成分的分布信息来决定通过第1雾校正部110或者第2雾校正部111中的哪个来进行雾校正。

[0146] 具体而言,雾成分估计部200在步骤S10中输入从信号处理部108传送的数字影像信号,根据借助数字影像信号而得到的坐标(x,y)的各像素的R值、G值、B值来进行该各像素的雾成分H(x,y)的估计。

[0147] 即,雾成分估计部200对于像图3A所示那样根据从信号处理部108传送的数字影像信号而取得的输入图像I,设定规定的尺寸的扫描区域(小区域)F。雾成分估计部200在输入图像I上对扫描区域F进行扫描,在作为关注像素的输入图像I上的像素的每个扫描区域F中计算 $\min(I_r, I_g, I_b)$,将该 $\min(I_r, I_g, I_b)$ 设为雾成分H(x,y)(上述式(1))。

[0148] 雾成分H(x,y)在高亮度且低彩度的区域中为较大的值,即,可以视为劣化度较大。

[0149] 该雾成分H(x,y)在低亮度或高彩度的区域中为较小的值。即,可以视为劣化度较小。

[0150] 雾成分估计部200将雾成分 $H(x, y)$ 向雾直方图生成部201传送。

[0151] 雾直方图生成部201在步骤S11中,对从雾成分估计部200传送的雾成分 $H(x, y)$ 的值的频度进行计数,生成例如图4A和图4B所示的雾成分 $H(x, y)$ 的直方图。雾直方图生成部201生成雾成分 $H(x, y)$ 的直方图,并且根据该直方图求出标准偏差 σ 、平均值 a 等。

[0152] 图4A所示的图像在整体上存在均匀的雾,整体示出高亮度且低彩度。该图像的雾成分 $H(x, y)$ 的直方图在值比较高的位置具有山形,范围较窄。

[0153] 在图4B所示的图像中,同时存在存在雾的区域和不存在雾的区域。在该图像的雾成分 $H(x, y)$ 的直方图中,从低的值到高的值分布在较宽的范围,范围较宽。

[0154] 雾直方图生成部201将雾成分 $H(x, y)$ 的直方图向校正方式判定部202传送,并且根据该雾成分 $H(x, y)$ 的直方图得到的标准偏差 σ 、平均值 a 、最大值与最小值的差、或者最大值与最小值的比值等指标也向校正方式判定部202传送。

[0155] 校正方式判定部202在步骤S12中,根据从雾直方图生成部201传送的雾成分 $H(x, y)$ 的直方图的信息来判定对比度的校正方式是进行自适应对比度校正的第1校正方式、还是进行唯一的对比度校正的第2校正方式。

[0156] 在图像上存在雾的区域为低对比度。为了抑制该雾的影响、提高视认性,最好进行强调对比度的处理。因此,对于存在雾的区域,在每个该区域中进行自适应对比度校正。

[0157] 另一方面,在图像整体的直方图的范围窄的情况下,对于图像整体进行唯一的对比度校正会使邻接像素间的像素值的差变小,适合进行该唯一的对比度校正。

[0158] 因此,校正方式判定部202在图9所示的步骤S4中,在雾成分 $H(x, y)$ 相对于图像整体的分布较宽的情况下,判断为包含在图像内的一部分中存在雾的区域,判定为应用自适应对比度校正。即,如上述式(2)所示,校正方式判定部202对标准偏差 σ 和阈值 th 进行比较。

[0159] 如果比较的结果为 $\sigma >= th$,则校正方式判定部202判断为是例如像图4B所示那样存在雾的区域与不存在雾的区域同时存在,雾成分 $H(x, y)$ 的值的范围较宽的图像。该判断的结果为,校正方式判定部202选择对于该图像进行自适应对比度校正的第1校正方式(第1雾校正部110)。

[0160] 另一方面,校正方式判定部202在该步骤S4中,在雾成分 $H(x, y)$ 相对于图像整体的分布较窄的情况下判断为在图像整体上均匀地存在雾,判定为应用唯一的对比度校正。即,校正方式判定部202像上述式(3)所示那样对标准偏差 σ 和阈值 th 进行比较。如果比较的结果为 $\sigma < th$,则校正方式判定部202判断为是例如像图4A所示那样在整体上存在均匀的雾,雾成分 $H(x, y)$ 相对于图像整体的分布较窄的图像。该判断的结果为,校正方式判定部202选择对于该图像进行唯一的对比度校正的第2校正方式(第2雾校正部111)。

[0161] 因此,校正方式判定部202当判定为第1校正方式时,将从信号处理部108传送的数字影像信号向第1雾校正部110传送。另一方面,当判定为第2校正方式时,校正方式判定部202将从信号处理部108传送的数字影像信号向第2雾校正部111传送。

[0162] 当上述校正方式的判定的结果为选择第1校正方式(第1雾校正部110)时,该第1雾校正部110根据图11所示的自适应对比度校正的动作流程图,输入从信号处理部108传送的数字影像信号。第1雾校正部110对于数字影像信号中的因例如雾的影响导致对比度降低的区域进行强调对比度的校正。将该校正后的数字影像信号向压缩部112传送。

[0163] 具体而言,第1雾校正部110的校正系数计算部300在步骤S20中,根据从雾分布估

计部109传送的数字影像信号和雾成分 $H(x, y)$ ，计算校正系数，该校正系数用于对于据该数字影像信号而取得的输入图像I的各像素的对比度校正。

[0164] 更具体而言，如图6A所示，校正系数计算部300对于根据从雾分布估计部109传送的数字影像信号而取得的输入图像I，对局部区域E的内部进行扫描。校正系数计算部300对于每个关注像素，分别生成图6B所示的以该关注像素为中心的局部区域E内的例如R值、G值、B值的局部区域E的直方图。校正系数计算部300对局部区域E内的直方图进行累积而生成图6C所示的累积直方图。校正系数计算部300根据累积直方图，通过上述式(4)至(6)来计算对于关注像素的R值、G值、B值的校正系数(增益系数)，即对于输入图像I的每个像素，用于局部区域的直方图的平坦化的各校正系数gainR、gainG、gainB。校正系数计算部300将计算出的各校正系数(增益系数)gainR、gainG、gainB向自适应对比度校正部301传送。

[0165] 自适应对比度校正部301在步骤S23中，通过使从校正系数计算部300传送的各像素的校正系数与数字影像信号进行乘算而进行对比度校正。

[0166] 具体而言，自适应对比度校正部301像图7所示那样根据输入图像I的每个像素的雾成分 $H(x, y)$ 而进行各校正系数gainR、gainG、gainB的调节，使这些调节后的各校正系数gainR、gainG、gainB与各像素的像素值进行乘算，得到进行了对比度校正后的校正图像Q。

[0167] 自适应对比度校正部301对于输入图像I中的雾较浓的区域即高亮度且低彩度的区域，以保持原来的方式调整各校正系数gainR、gainG、gainB，并且对于雾较薄的区域即低亮度或者高彩度的区域以使各校正系数gainR、gainG、gainB接近1.0的方式进行调整。即，自适应对比度校正部301根据雾成分估计部109所估计的雾成分 $H(x, y)$ ，对校正系数计算部300所计算的各校正系数gainR、gainG、gainB进行归一化、即进行加权。自适应对比度校正部301使用通过加权而调整得到的各校正系数gainR'、gainG'、gainB'来进行针对各像素的对比度校正。

[0168] 更具体而言，自适应对比度校正部301的归一化系数计算部301a在步骤S21中，对使雾成分估计部200所估计的雾成分 $H(x, y)$ 归一化的归一化系数进行计算。

[0169] 系数转换部301b在步骤S22中，根据归一化系数计算部301a所计算的归一化系数，将校正系数计算部300所计算的各校正系数gainR、gainG、gainB转换成加权后的各校正系数gainR'、gainG'、gainB'。

[0170] 该系数转换部301b对于校正系数计算部300所计算的各校正系数gainR、gainG、gainB，以归一化系数计算部301a所计算的归一化系数越大则越保持各校正系数gainR、gainG、gainB的值的方式进行转换，并且以归一化系数越小则越使各校正系数gainR、gainG、gainB的值接近1.0的方式进行转换。

[0171] 具体而言，假设校正强度参数为Strength，通过上述式(7)至(9)来计算通过加权而调整得到的各校正系数gainR'、gainG'、gainB'。根据各校正系数gainR'、gainG'、gainB'，在高亮度且低彩度的区域中，由于雾成分 $H(x, y)$ 为较大的值，因此该各校正系数gainR'、gainG'、gainB'被调整为保持原来的值gainR、gainG、gainB的大小。

[0172] 与此相对，在低亮度或者高彩度的区域中，由于雾成分 $H(x, y)$ 为较小的值，因此该各校正系数gainR'、gainG'、gainB'被调整为接近1.0的值。即，关于基于各校正系数gainR'、gainG'、gainB'的调整，对于雾较浓的区域提高校正强度，对于雾较薄的区域降低校正强度。

[0173] 对于各像素的对比度校正是使用通过加权而调整得到的各校正系数 $gainR'$ 、 $gainG'$ 、 $gainB'$ 来进行的。对于各像素的对比度校正通过上述式(10)至(12)来计算。

[0174] 当上述校正方式的判定的结果为选择第2校正方式(第2雾校正部111)时,该第2雾校正部111根据图12所示的唯一的对比度校正的动作流程图,对于图像整体进行唯一的灰度校正。

[0175] 第2雾校正部111的校正函数计算部400在步骤S30中根据从雾分布估计部109传送的数字影像信号来计算用于对比度校正的校正函数。由于该校正函数是根据例如图像整体的亮度直方图来计算的,包含例如线性函数、非线性函数、或者折线近似函数等。校正函数计算部400将计算出的校正函数的信息向唯一对比度校正部401传送。

[0176] 唯一对比度校正部401在步骤S31中根据从校正函数计算部400传送的校正函数,进行对于数字影像信号的对比度校正。即,唯一对比度校正部401根据输入图像I的亮度/颜色信号决定用于进行对比度校正的校正函数,使用该决定的校正函数对于输入图像I的整体进行唯一的对比度校正,其中,该输入图像I是根据从雾分布估计部109传送的数字影像信号而得到的。

[0177] 压缩部112在步骤S7中,对于从第1雾校正部110或者第2雾校正部111传送的数字影像信号进行公知的JPEG或者MPEG等压缩处理而向输出部113传送。

[0178] 输出部113在步骤S8中,将从压缩部112传送的压缩处理后的数字影像信号记录于存储卡等。输出部113也可以将从压缩部112传送的数字影像信号单独地显示于显示器。

[0179] 这样,根据上述第1实施方式,求出雾成分 $H(x, y)$ 相对于图像整体的分布,在该雾成分 $H(x, y)$ 的分布较宽的情况下,判断为在图像内的一部分中包含存在雾的区域,进行自适应对比度校正,另一方面,在雾成分 $H(x, y)$ 的分布窄的情况下,判定为在图像整体中均匀地存在雾,进行唯一的对比度校正。对于例如像图4A所示那样在整体上存在均匀的雾,雾成分 $H(x, y)$ 相对于图像整体的分布较窄的图像,进行唯一的对比度校正。对于例如像图4B所示那样存在雾的区域与不存在雾的区域同时存在,雾成分 $H(x, y)$ 的值的范围较宽的图像进行自适应对比度校正。由此,能够只对存在雾的区域进行对比度校正。这样通过估计雾成分的浓淡,根据雾成分相对于图像的分布进行适合的灰度校正,而能够不存在违和感地提高视认性,得到高品质的图像。

[0180] 在自适应对比度校正部301中,对于输入图像I中的雾成分较浓的区域即高亮度且低彩度的区域,以保持各校正系数 $gainR$ 、 $gainG$ 、 $gainB$ 的值方式进行调整,并且对于雾成分较薄的区域即低亮度或者高彩度的区域以使各校正系数 $gainR$ 、 $gainG$ 、 $gainB$ 接近1.0的方式进行调整,因此能够根据雾较浓或者较薄等浓度而对于因雾的影响导致对比度降低的区域进行强调对比度的校正。

[0181] [第1实施方式的变形例]

[0182] 接着,参照附图对本发明的第1实施方式的变形例进行说明。另外,由于该变形例对上述第1实施方式的雾分布估计部109的内部结构进行了变形,因此对于与上述图2相同的部分标注相同的符号而省略其详细的说明。

[0183] 图13示出雾分布估计部109的结构框图。雾分布估计部109取代上述雾直方图生成部201而设置最大最小计算部203。由此,校正方式判定部202经由最大最小计算部203而与雾成分估计部200连接。控制部114相对于最大最小计算部203双向地进行信号的交换,对最

大最小计算部203进行控制。

[0184] 最大最小计算部203对从雾成分估计部200传送的雾成分 $H(x, y)$ 相对于图像整体的最大值和最小值进行计算,将该雾成分 $H(x, y)$ 的最大值和最小值向校正方式判定部202传送。

[0185] 校正方式判定部202根据从最大最小计算部203传送的最大值与最小值的差、或者最大值与最小值的比值等的大小而判定校正方式、即判定根据第1雾校正部110或者第2雾校正部111中的哪个来进行雾校正。

[0186] 具体而言,校正方式判定部202求出雾成分 $H(x, y)$ 的最大值与最小值的差或者比值,如果该差或者比值较大,则判断为是例如像图4B所示那样存在雾的区域与不存在雾的区域同时存在,且雾成分 $H(x, y)$ 的值的范围较宽的图像,选择对于该图像进行自适应对比度校正的第1校正方式(第1雾校正部110)。

[0187] 另一方面,校正方式判定部202求出雾成分 $H(x, y)$ 的最大值与最小值的差或者比值,如果该差或者比值较小,则判断为是例如像图4A所示那样在整体上存在均匀的雾,且雾成分 $H(x, y)$ 相对于图像整体的分布较窄的图像,选择对于该图像进行唯一的对比度校正的第2校正方式(第2雾校正部111)。

[0188] 另外,关于雾成分 $H(x, y)$ 的最大值与最小值的差或者比值的大小,例如只要对该差或者比值与预先设定的阈值(规定值)进行比较而进行判定即可。

[0189] 这样,根据第1实施方式的变形例,根据雾成分 $H(x, y)$ 相对于图像整体的最大值与最小值的差或者比的大小而判定通过第1雾校正部110或者第2雾校正部111中的哪个来进行雾校正。由此,能够对例如像图4A所示那样在整体上存在均匀的雾且雾成分 $H(x, y)$ 相对于图像整体的分布较窄的图像、以及像图4B所示那样存在雾的区域与不存在雾的区域同时存在且雾成分 $H(x, y)$ 的值的范围较宽的图像进行判定,能够根据该各图像而选择是进行自适应对比度校正(第1雾校正部110)、还是进行唯一的对比度校正(第2雾校正部111)。

[0190] [第2实施方式]

[0191] 接着,参照附图对本发明的第2实施方式进行说明。另外,在该第2实施方式中,对于与上述图1相同的部分标注相同的符号而省略其详细的说明,对不同的部分进行说明。

[0192] 图14示出应用了图像处理装置的摄像装置的结构框图。在本装置中,第1雾校正部110、第2雾校正部111以及雾分布估计部109并联连接于信号处理部108的输出侧,并且第1雾校正部110、第2雾校正部111、雾分布估计部109与图像合成部116连接。压缩部112与图像合成部116连接。

[0193] 雾分布估计部109根据从信号处理部108传送的数字影像信号来估计各像素的雾成分 $H(x, y)$ 。雾分布估计部109根据图像整体的雾成分 $H(x, y)$ 来估计该雾成分的分布,根据该估计出的雾成分 $H(x, y)$ 的分布对在图像合成部116中使用的权重系数进行计算。雾分布估计部109将估计出的各像素的雾成分 $H(x, y)$ 向第1雾校正部110传送,并且将计算出的权重系数向图像合成部116传送。

[0194] 图15示出该雾分布估计部109的结构图。雾分布估计部109取代上述校正方式判定部202而设置权重系数计算部204。在雾分布估计部109中设置有雾成分估计部200。权重系数计算部204经由雾直方图生成部201与雾成分估计部200连接。除了雾成分估计部200和雾直方图生成部201之外,控制部114还与权重系数计算部204双向地进行信号的交换,对权重

系数计算部204进行控制。

[0195] 雾成分估计部200与上述同样地输入从信号处理部108传送的数字影像信号,根据借助该数字影像信号而得到的坐标(x,y)的各像素中的R值、G值、B值来进行该各像素的雾成分H(x,y)的估计。

[0196] 雾直方图生成部201与上述同样地对从雾成分估计部200传送的雾成分H(x,y)的值的频度进行计数,生成例如图4A和图4B所示的雾成分H(x,y)的直方图。雾直方图生成部201生成雾成分H(x,y)的直方图,并且根据该直方图求出标准偏差σ、平均值a、最大值与最小值的差、或者最大值与最小值的比值等指标。

[0197] 权重系数计算部204根据从雾成分估计部200传送的雾成分H(x,y)的直方图的信息,对在后级的图像合成部116的图像合成处理中使用的权重系数w进行计算。例如,如图16所示,通过下式(13)所示的计算式来计算权重系数w,使得雾成分H(x,y)的直方图的分布(横向宽度)的大小ΔH越宽,该计算权重系数w越接近1.0。

[0198] $w = a \cdot \Delta H + b \cdots (13)$

[0199] 这里,a、b表示对权重系数w进行计算的函数的系数,ΔH表示雾成分H(x,y)的直方图分布的大小(0~255)。图17示出权重系数w($=a \cdot \Delta H + b$)的图表。

[0200] 当判断为从雾成分估计部200传送的雾成分H(x,y)的直方图分布的大小ΔH较宽,是例如像图4B所示那样存在雾的区域与不存在雾的区域同时存在的可能性高的图像时,权重系数计算部204对于进行自适应对比度校正的第1雾校正部110的校正结果,计算较大的权重系数w(第1权重系数)、例如大于0.5的权重系数w。

[0201] 当判断为从雾成分估计部200传送的雾成分H(x,y)的直方图分布的大小ΔH较窄,是例如像图4A所示那样在整体上存在均匀的雾、雾成分H(x,y)相对于图像整体的分布较窄的图像时,权重系数计算部204对于进行唯一的对比度校正的第2雾校正部111的校正结果,计算较小的权重系数w(第2权重系数)、例如小于0.5的权重系数w。

[0202] 另外,上述式(13)所示的权重系数w的计算式是线性的式子,但不限于此,即使是非线性函数的式子或者折线近似函数等也可以应对。

[0203] 使用ΔH作为表示直方图分布的大小的指标,但不限于此,也可以根据例如直方图分布的最大值、最小值的比值来测量直方图分布的大小。

[0204] 图像合成部116根据从雾分布估计部109传送的权重系数w,对从第1雾校正部110传送的数字影像信号和从第2雾校正部111传送的数字影像信号进行加法合成。

[0205] 图18示出图像合成部116的图像合成处理的概念图。图像合成部116根据权重系数计算部204所计算的权重系数w,对图像I01和图像I02进行图像合成,该图像I01是对于进行了第1雾校正部110的自适应对比度校正的图像进行加权($w=0.75$)而得到的,该图像I02是对于进行了第2雾校正部111的唯一的对比度校正的图像进行了加权($1-w=0.25$)而得到的。该图像合成是通过计算下式(14)而求出的。即,图像合成后的输出图像Io通过下式得到。

[0206] $I_o = w \cdot I_{01} + (1-w) \cdot I_{02} \cdots \cdots (14)$

[0207] 这里,I01表示进行了自适应对比度校正后的图像,I02表示进行了唯一的对比度校正后的图像。

[0208] 接着,参照图19所示的摄影动作流程图对像上述那样构成的装置的摄影动作进行

说明。

[0209] 雾分布估计部109在步骤S40中,根据从信号处理部108传送的数字影像信号来估计各像素的雾成分 $H(x, y)$ 。雾分布估计部109根据图像整体的雾成分 $H(x, y)$ 来估计该雾成分的分布,根据该估计出的雾成分 $H(x, y)$ 的分布来计算在图像合成部116中使用的权重系数。雾分布估计部109将估计出的各像素的雾成分 $H(x, y)$ 向第1雾校正部110传送,并且将计算出的权重系数向图像合成部116传送。

[0210] 具体而言,雾分布估计部109根据图20所示的雾分布估计流程图进行雾分布的估计。雾成分估计部200在步骤S50中,与上述同样地输入从信号处理部108传送的数字影像信号,根据借助该数字影像信号而得到的坐标 (x, y) 的各像素中的R值、G值、B值进行该各像素的雾成分 $H(x, y)$ 的估计。

[0211] 雾直方图生成部201在步骤S51中与上述同样地对从雾成分估计部200传送的雾成分 $H(x, y)$ 的值的频度进行计数,生成例如图4A和图4B所示的雾成分 $H(x, y)$ 的直方图。雾直方图生成部201生成雾成分 $H(x, y)$ 的直方图,并且根据该直方图求出标准偏差 σ 、平均值 a 、最大值与最小值的差、最大值与最小值的比值、或者直方图的分布的大小 ΔH 等指标。

[0212] 权重系数计算部204在步骤S52中根据从雾直方图生成部201传送的雾成分 $H(x, y)$ 的直方图的信息,通过上述式(13)来计算在图像合成部116的图像合成处理中使用的权重系数 w 。如上述图16所示,权重系数 w 表示雾成分 $H(x, y)$ 的直方图的分布的大小 ΔH 越宽则越接近1.0的值。

[0213] 具体而言,当判断为从雾直方图生成部201传送的雾成分 $H(x, y)$ 的直方图分布的大小 ΔH 较宽,是例如像图4B所示那样存在雾的区域和不存在雾的区域同时存在的可能性高的图像时,权重系数计算部204对于进行自适应对比度校正的第1雾校正部110的校正结果,计算较大的权重系数 w 、例如大于0.5的权重系数 w 。

[0214] 当判断为从雾直方图生成部201传送的雾成分 $H(x, y)$ 的直方图分布的大小 ΔH 窄,是例如像图4A所示那样在整体上存在均匀的雾且雾成分 $H(x, y)$ 相对于图像整体的分布窄的图像时,权重系数计算部204对于进行自适应对比度校正的第1雾校正部110的校正结果,计算较小的权重系数 w 、例如小于0.5的权重系数 w 。

[0215] 另一方面,第1雾校正部110在步骤S5中根据上述图11所示的自适应对比度校正的动作流程图进行自适应对比度校正。第1雾校正部110根据从雾成分估计部200传送的雾成分 $H(x, y)$ 的值,针对每个像素对于在从信号处理部108传送的数字影像信号中因雾的影响导致对比度降低的区域进行自适应对比度校正。第1雾校正部110将进行了自适应对比度校正的数字影像信号向图像合成部116传送。

[0216] 第2雾校正部111在步骤S6中根据上述图12所示的唯一的对比度校正的动作流程图,对于从信号处理部108传送的数字影像信号进行唯一的对比度校正。第2雾校正部111将进行了唯一的对比度校正的影像信号向图像合成部116传送。

[0217] 如图18所示,该图像合成部116在步骤S41中根据权重系数 w 和上述式(14)对图像I01和图像I02进行计算而进行图像合成,得到图像合成后的输出图像I_o,其中,该图像I01是通过第1雾校正部110进行自适应对比度校正而得到的,该图像I02是通过第2雾校正部111进行唯一的对比度校正而得到的。

[0218] 压缩部112在步骤S7中对于从图像合成部116传送的数字影像信号进行公知的

JPEG或者MPEG等压缩处理而向输出部113传送。该输出部113在步骤S8中将从压缩部112传送的压缩处理后的数字影像信号记录于存储卡等。输出部113也可以将从压缩部112传送的数字影像信号单独地显示于显示器。

[0219] 这样,根据上述第2实施方式,如果雾成分 $H(x, y)$ 的直方图分布的大小 ΔH 较宽,是例如像图4B所示那样存在雾的区域与不存在雾的区域同时存在的可能性高的图像,则权重系数计算部204使自适应对比度校正的结果乘以较大的权重系数 w ,使唯一的对比度校正的结果乘以较小的权重系数 $(1-w)$ 。

[0220] 如果雾成分 $H(x, y)$ 的直方图分布的大小 ΔH 较窄,是例如像图4A所示那样在整体上存在均匀的雾、雾成分 $H(x, y)$ 相对于图像整体的分布窄的图像,则权重系数计算部204使自适应对比度校正的结果乘以较小的权重系数 w ,使唯一的对比度校正的结果乘以较大的权重系数 $(1-w)$ 而进行图像合成。

[0221] 由此,能够根据自适应对比度校正与唯一的对比度校正的合成图像而得到视认性提高以及校正后的违和感小的高品质的图像。

[0222] 另外,本发明不限于上述各实施方式,也可以以如下的方式进行变形。

[0223] 作为上述各实施方式的劣化度的雾成分 $H(x, y)$ 包含雾成分和白色成分。

[0224] 上述各实施方式以硬件的处理为前提,但不限于此,例如,也可以采用单独在软件中处理从信号处理部108输出的数字影像信号的结构。

[0225] 上述各实施方式针对从信号处理部108输入的数字影像信号的各像素进行雾成分估计和校正系数计算的处理,但不限于此,也可以在缩小了例如数字影像信号的尺寸之后进行雾成分估计、校正系数计算的处理。

[0226] 在对缩小图像进行雾成分估计、校正系数计算的处理的情况下,只要在对比度校正时在公知的插值处理(例如双线性插值、双三次插值等)中将雾成分和校正系数扩大到原来的尺寸之后进行对比度校正即可。

[0227] 此外,本发明不限于上述实施方式,能够在实施阶段在不脱离其主旨的范围内使结构要素变形而具体化。并且,能够根据上述实施方式所公开的多个结构要素的适当的组合而形成各种发明。例如,也可以从实施方式所示的所有结构要素中删除几个结构要素。此外,也可以适当组合不同的实施方式的结构要素。

[0228] 标号说明

[0229] 100:镜头系统;101:光圈;102:摄像传感器;103:自动对焦用马达(AF马达);104:A/D转换器;105:缓存器;106:测光评价部;107:镜头控制部;108:信号处理部;109:雾分布估计部;110:第1雾校正部;111:第2雾校正部;112:压缩部;113:输出部;114:控制部;115:外部接口部;116:图像合成部;200:雾成分估计部;201:雾直方图生成部;202:校正方式判定部;203:最大最小计算部;204:权重系数计算部;300:校正系数计算部;301:自适应对比度校正部;301a:归一化系数计算部;301b:系数转换部;400:校正函数计算部;401:唯一对比度校正部。

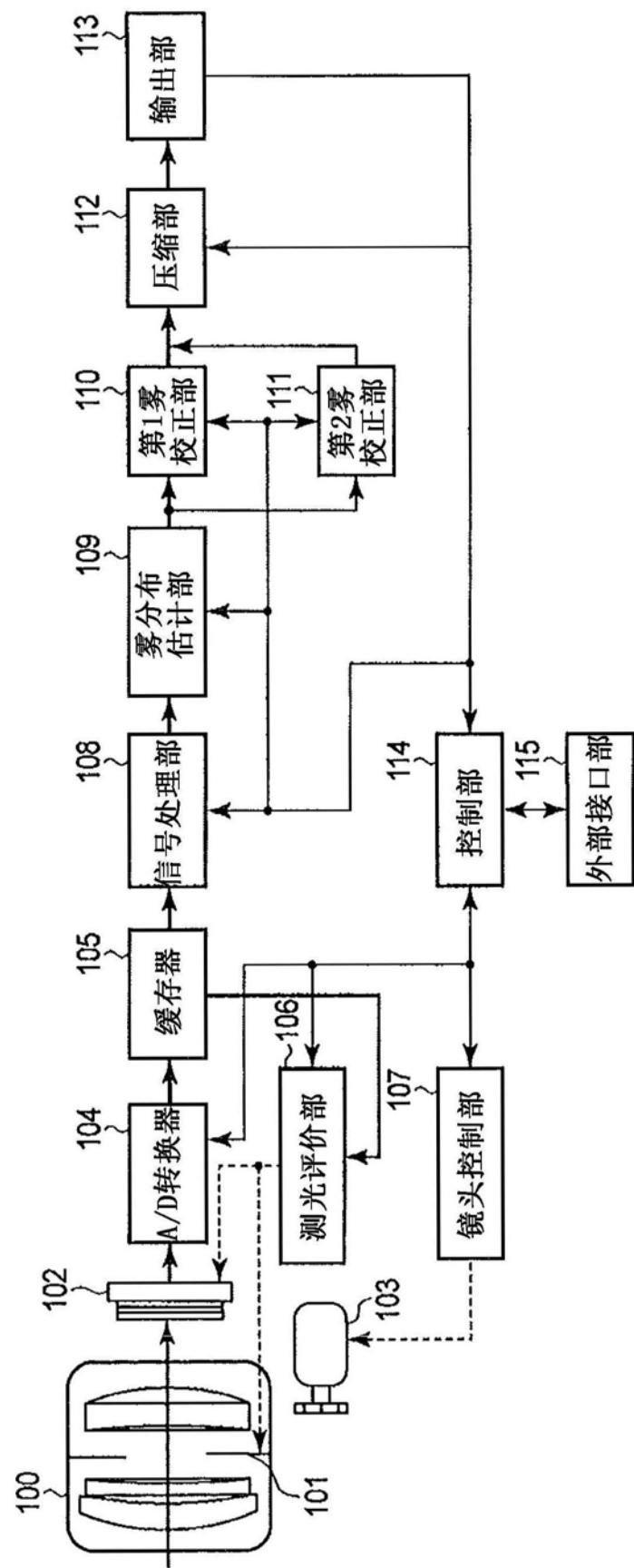


图1

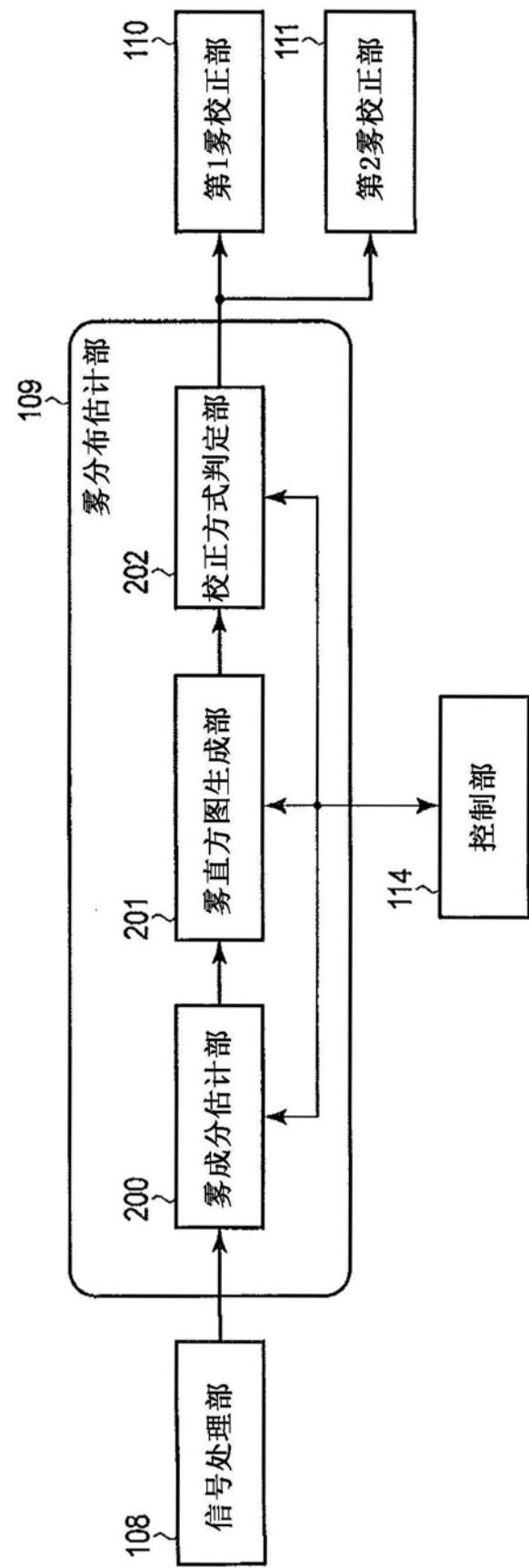


图2

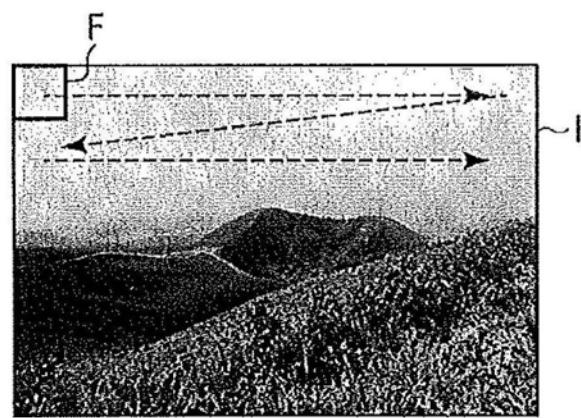


图3A

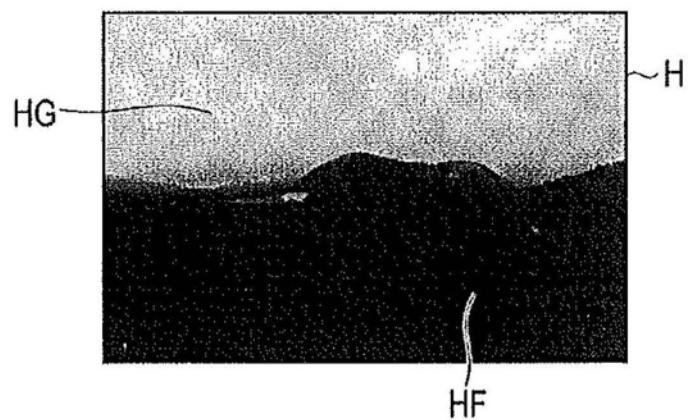


图3B

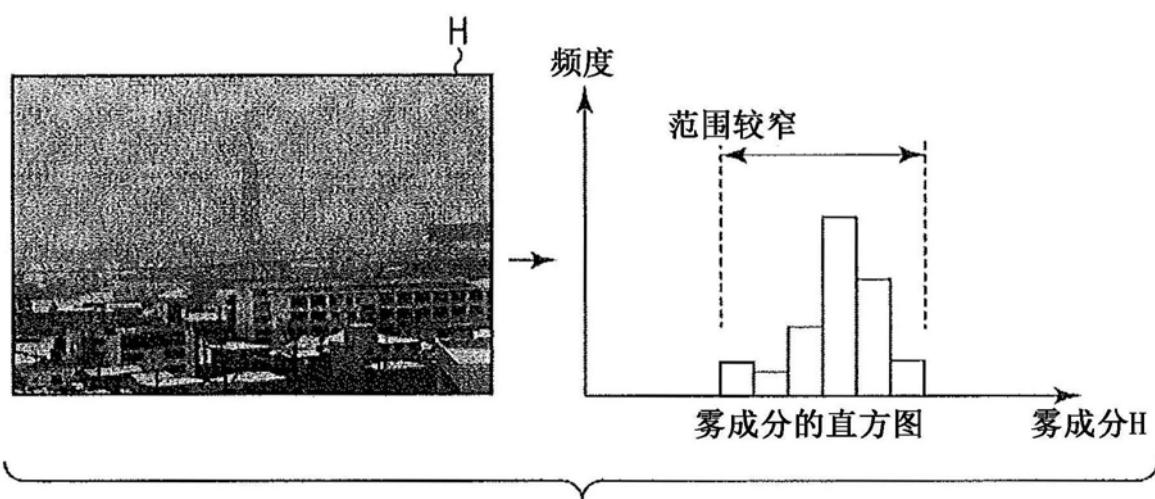


图4A

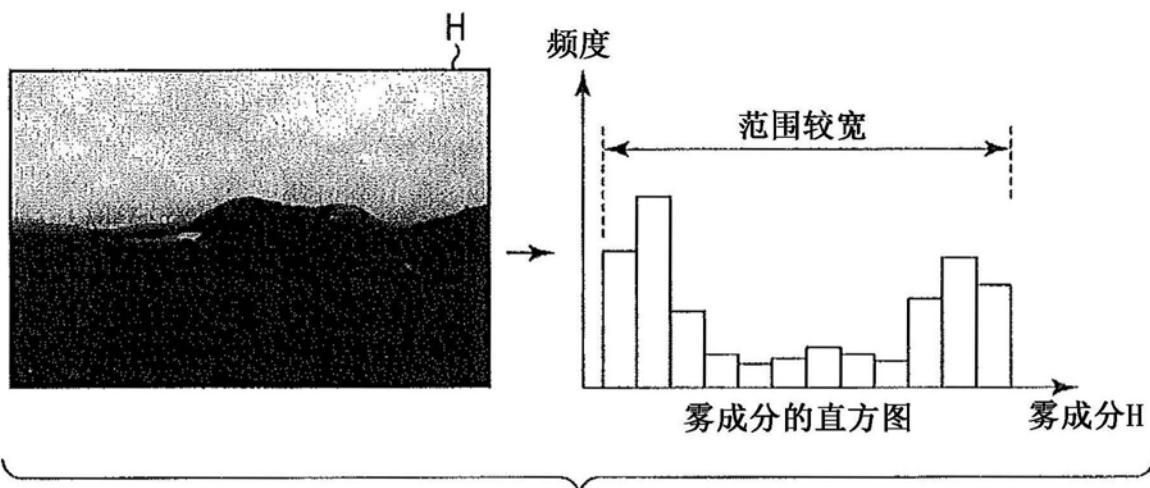


图4B

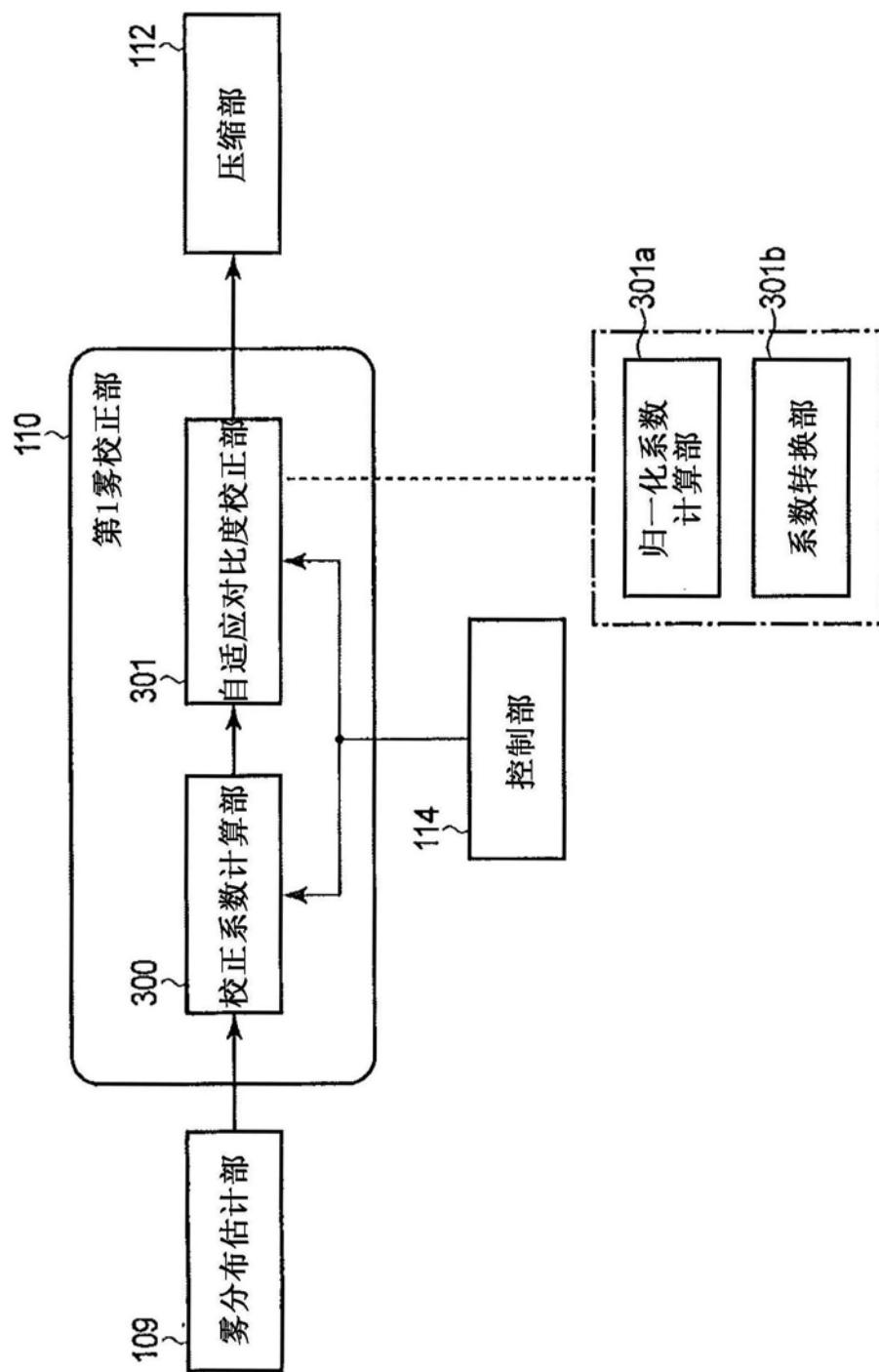


图5

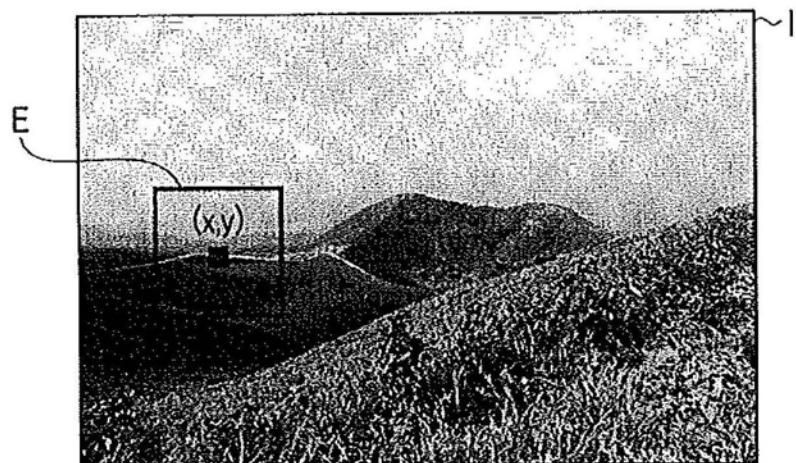


图6A

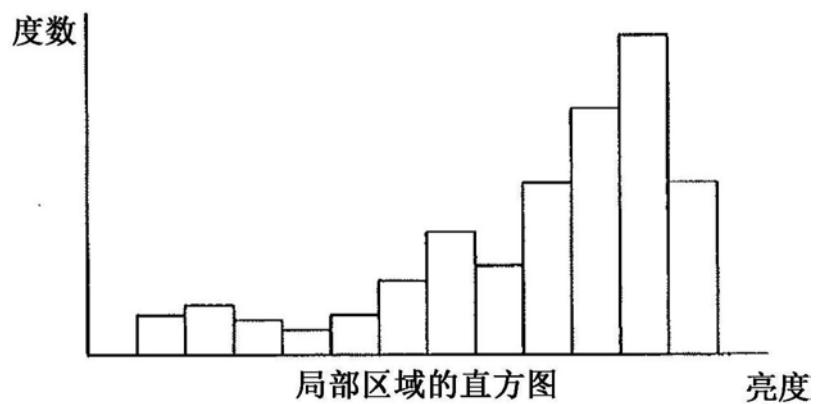


图6B

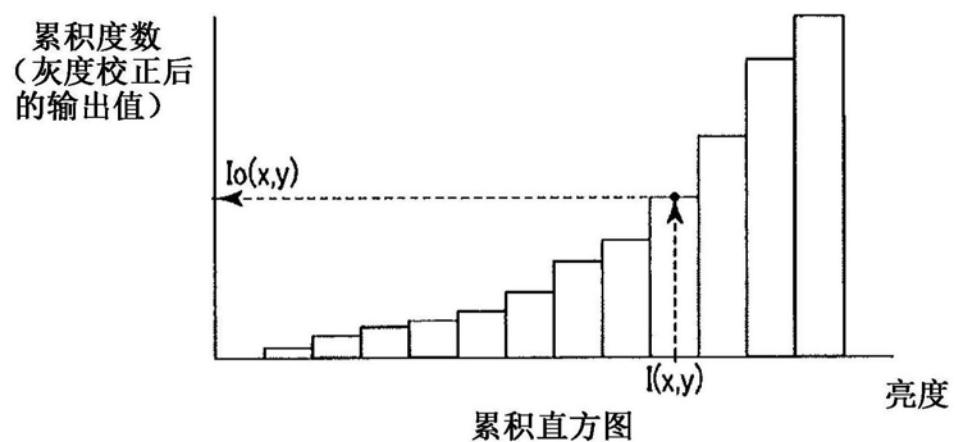


图6C

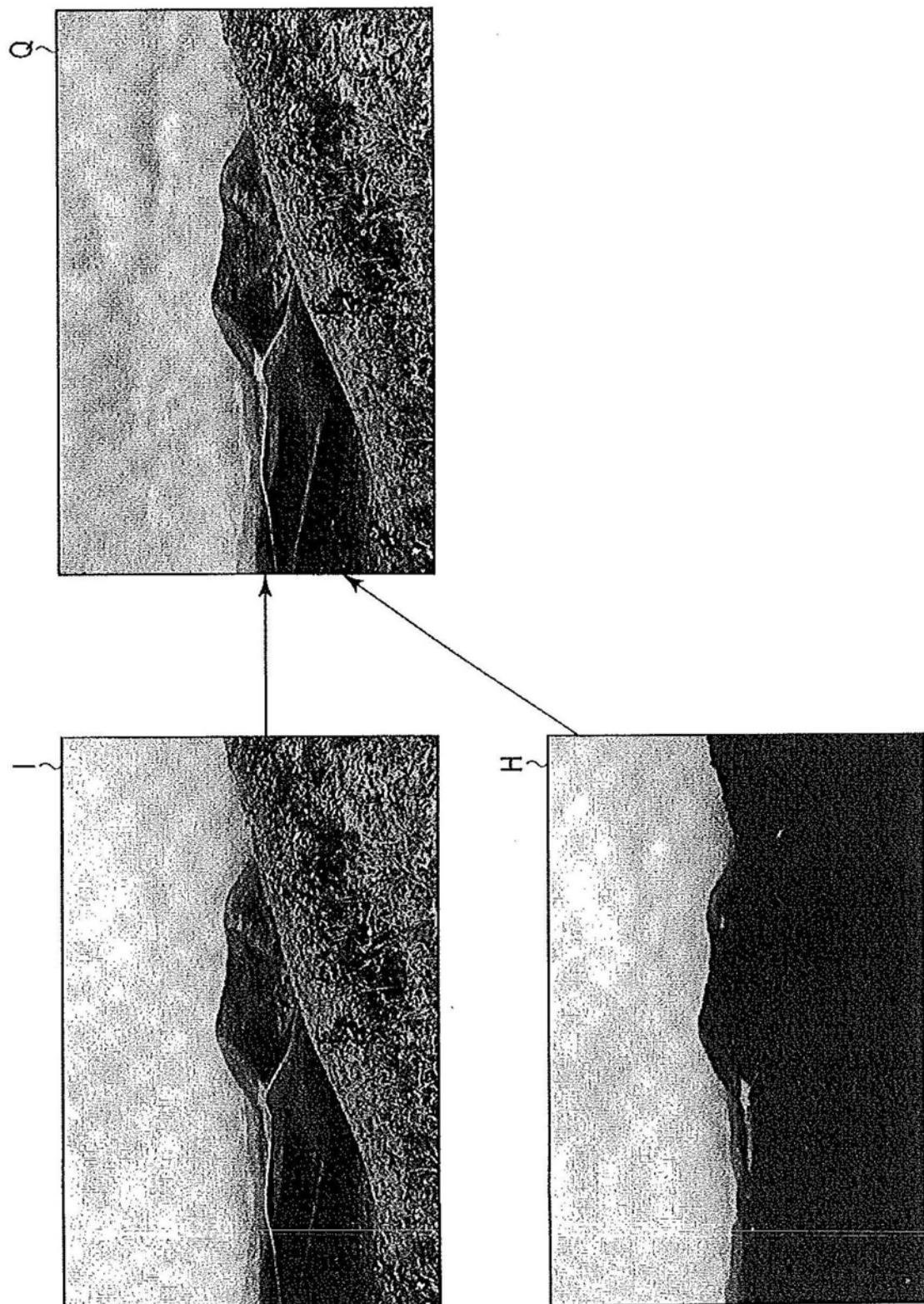


图7

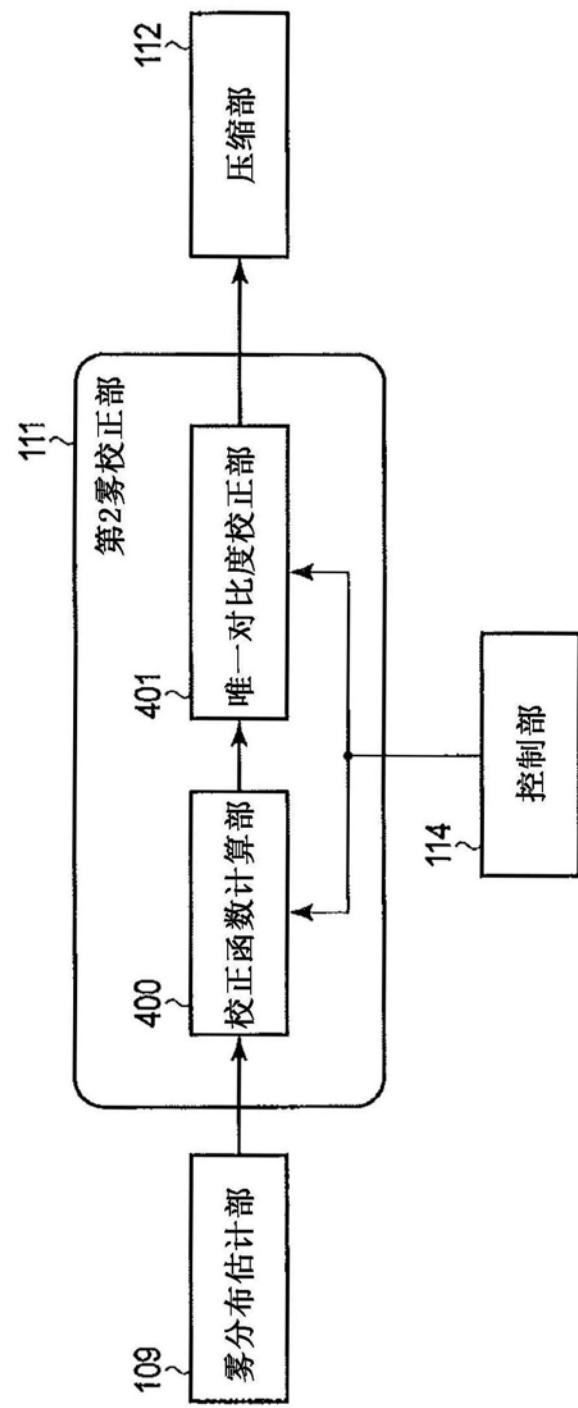


图8

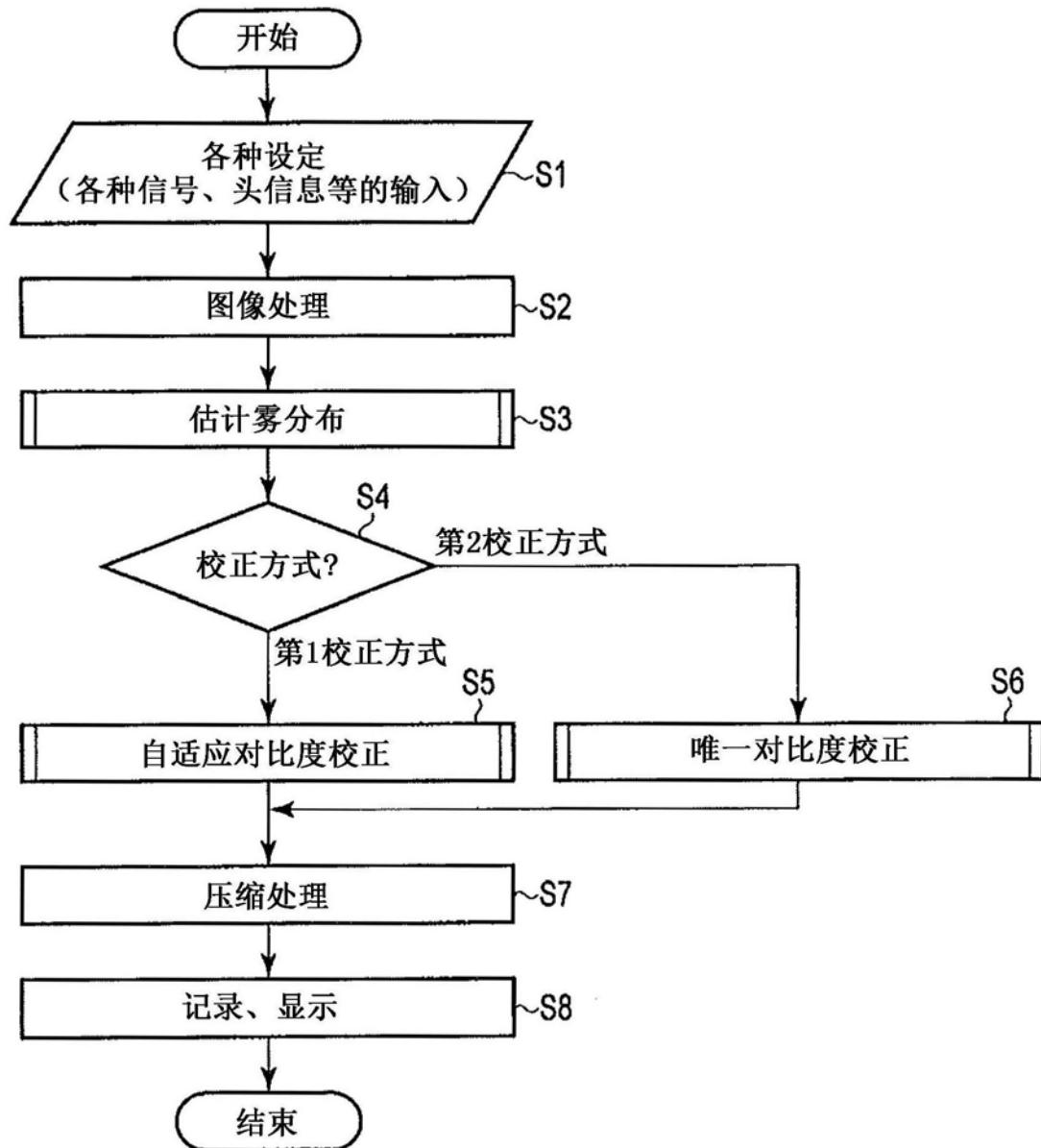


图9

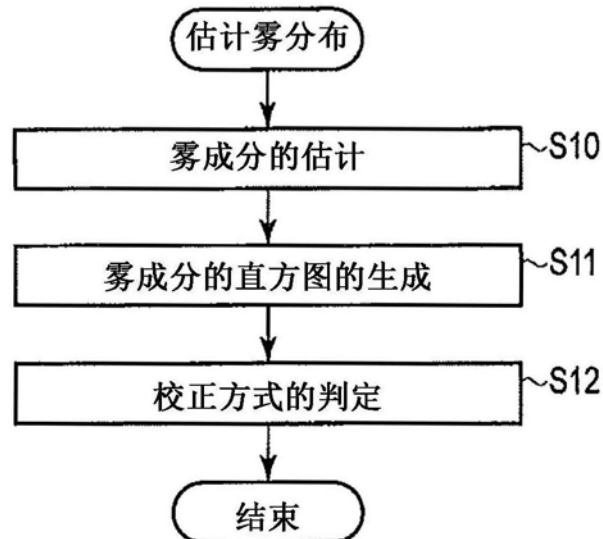


图10

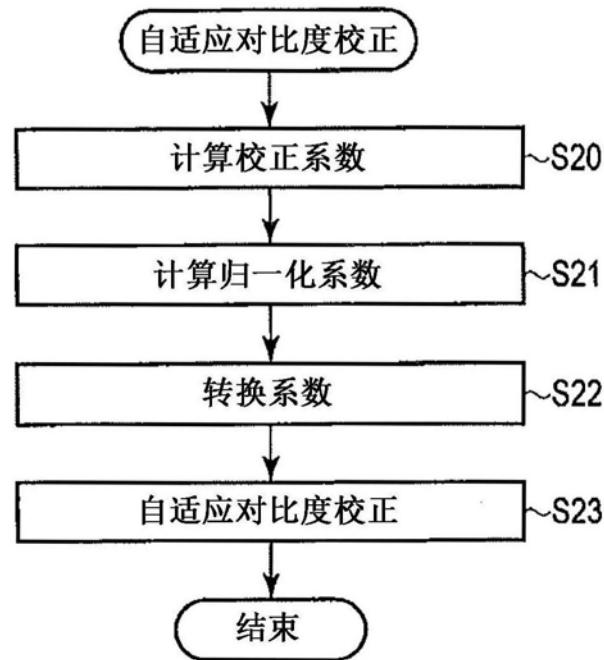


图11

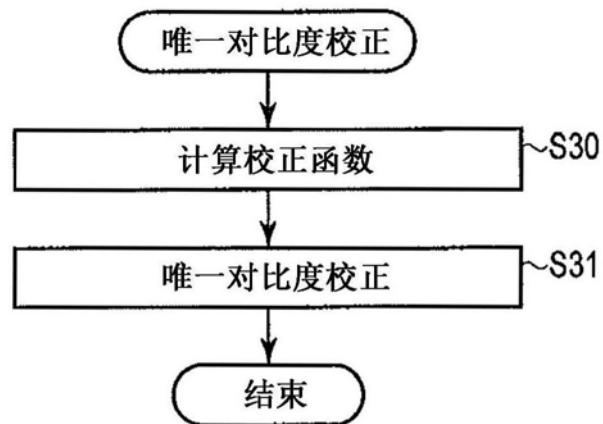


图12

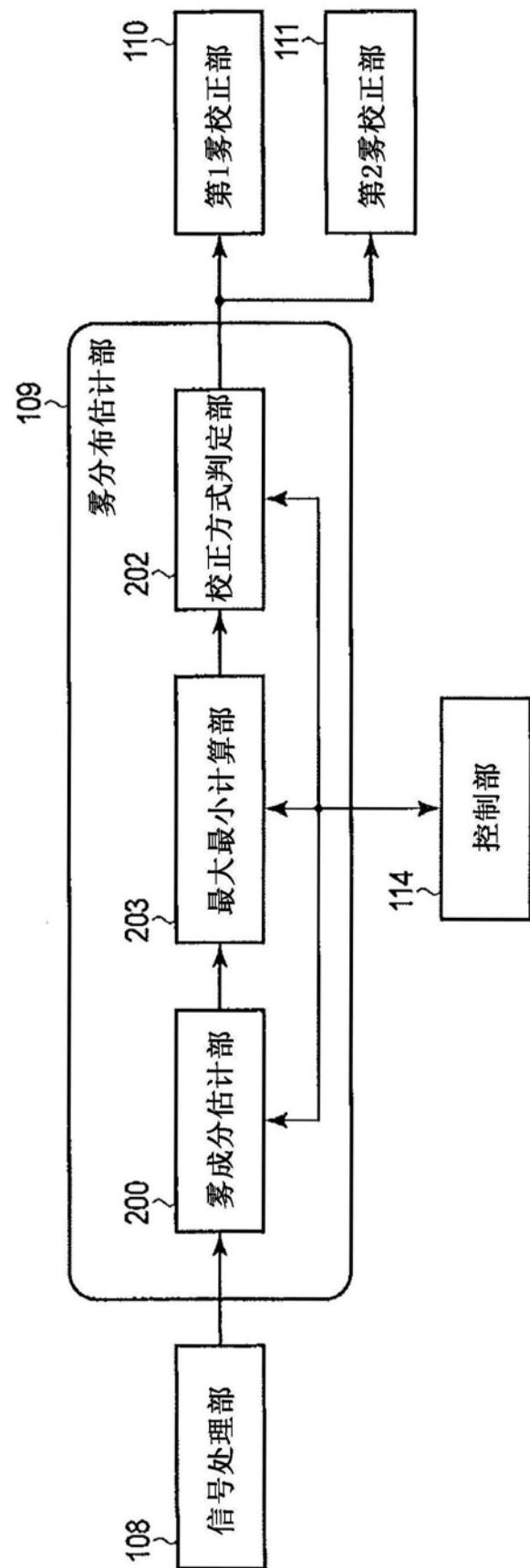


图13

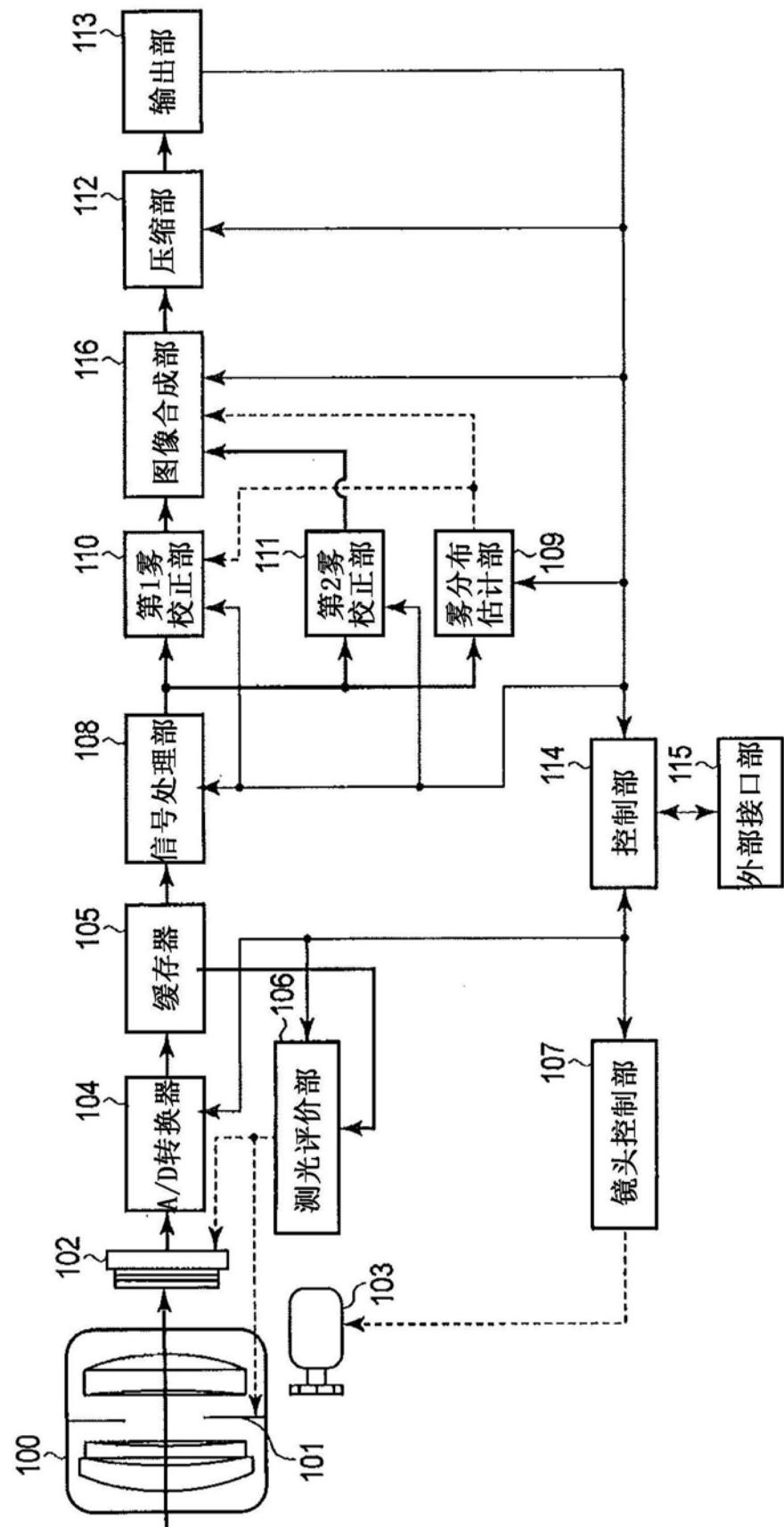


图14

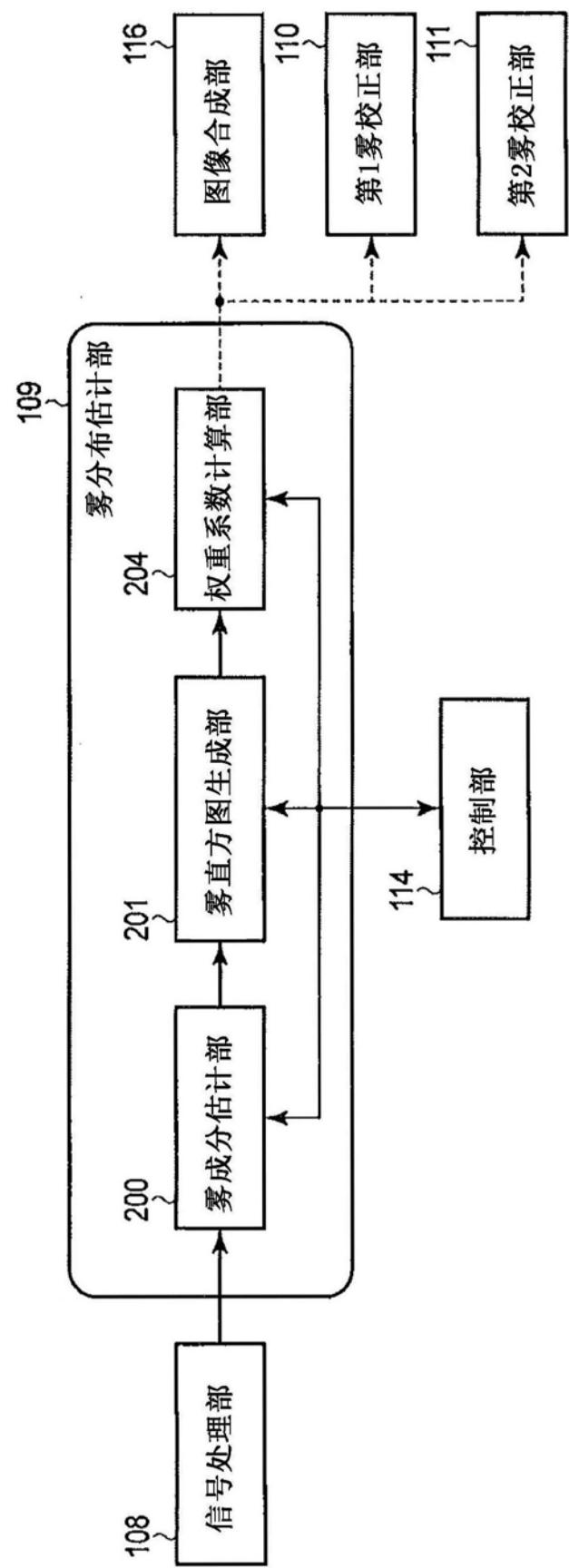


图15

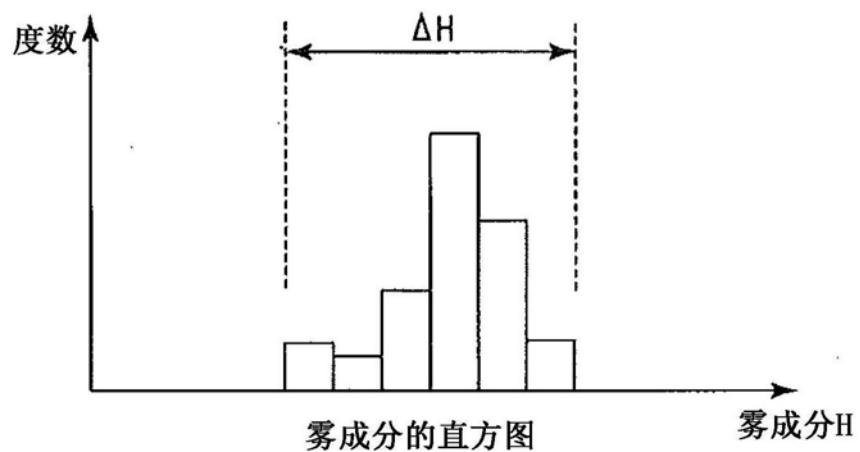


图16

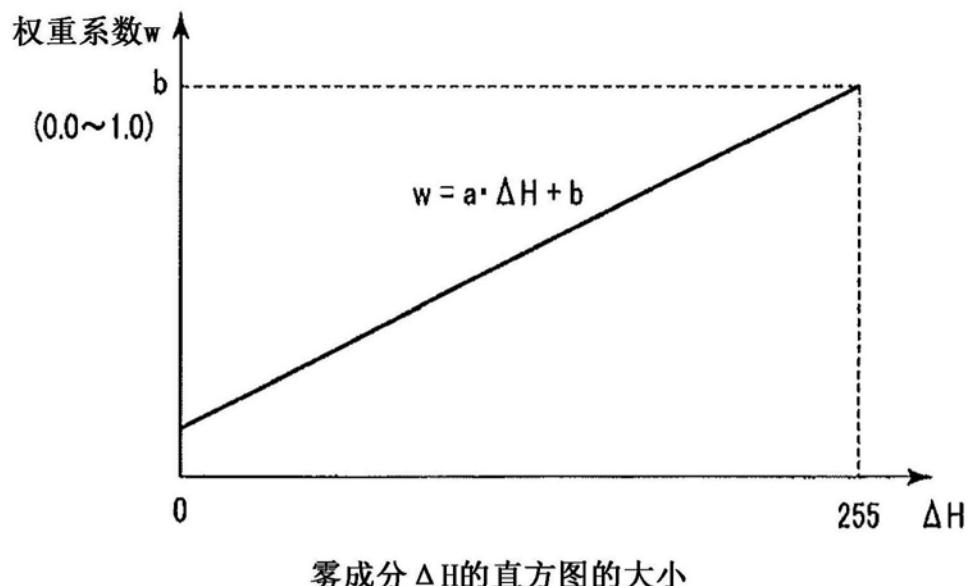


图17

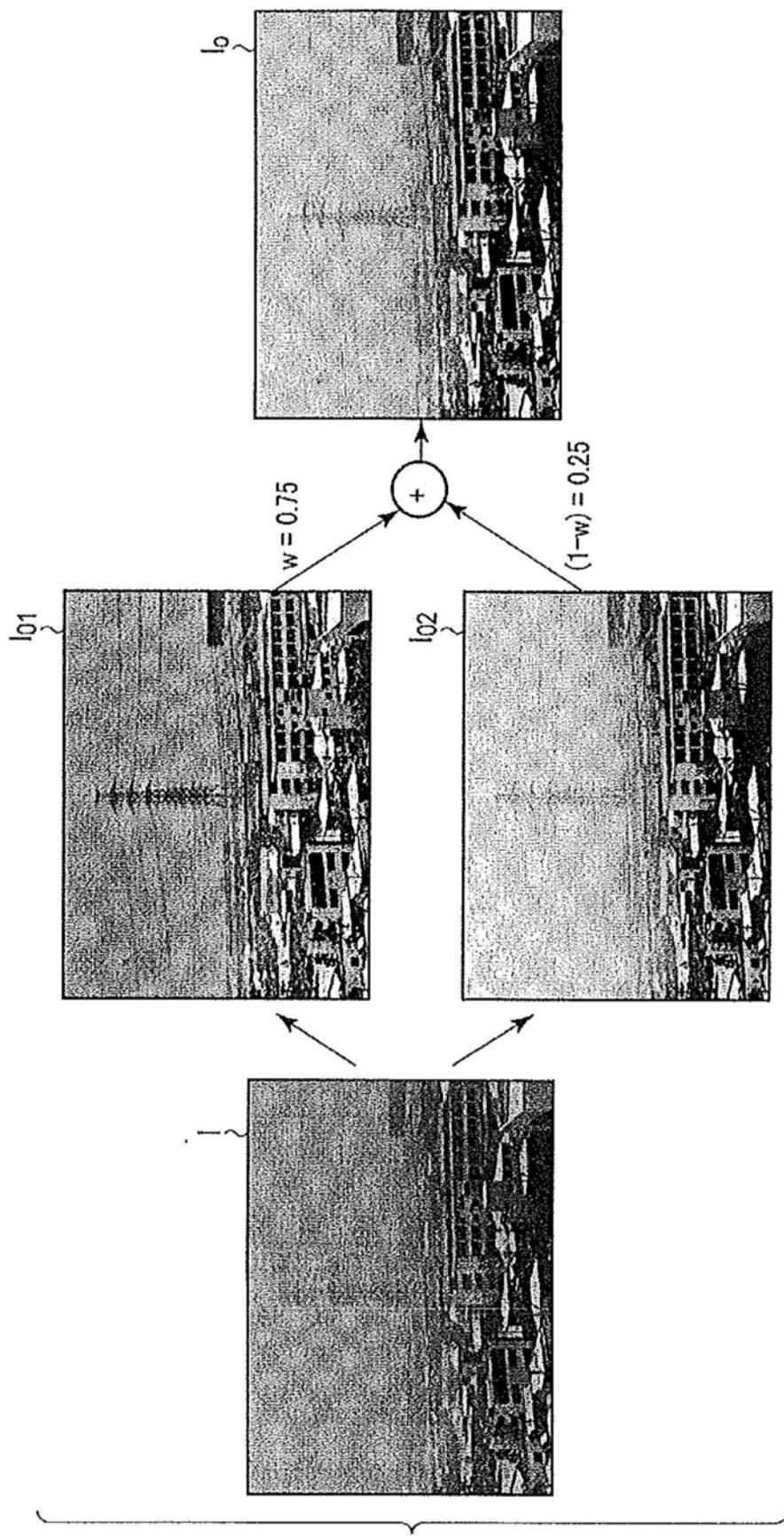


图18

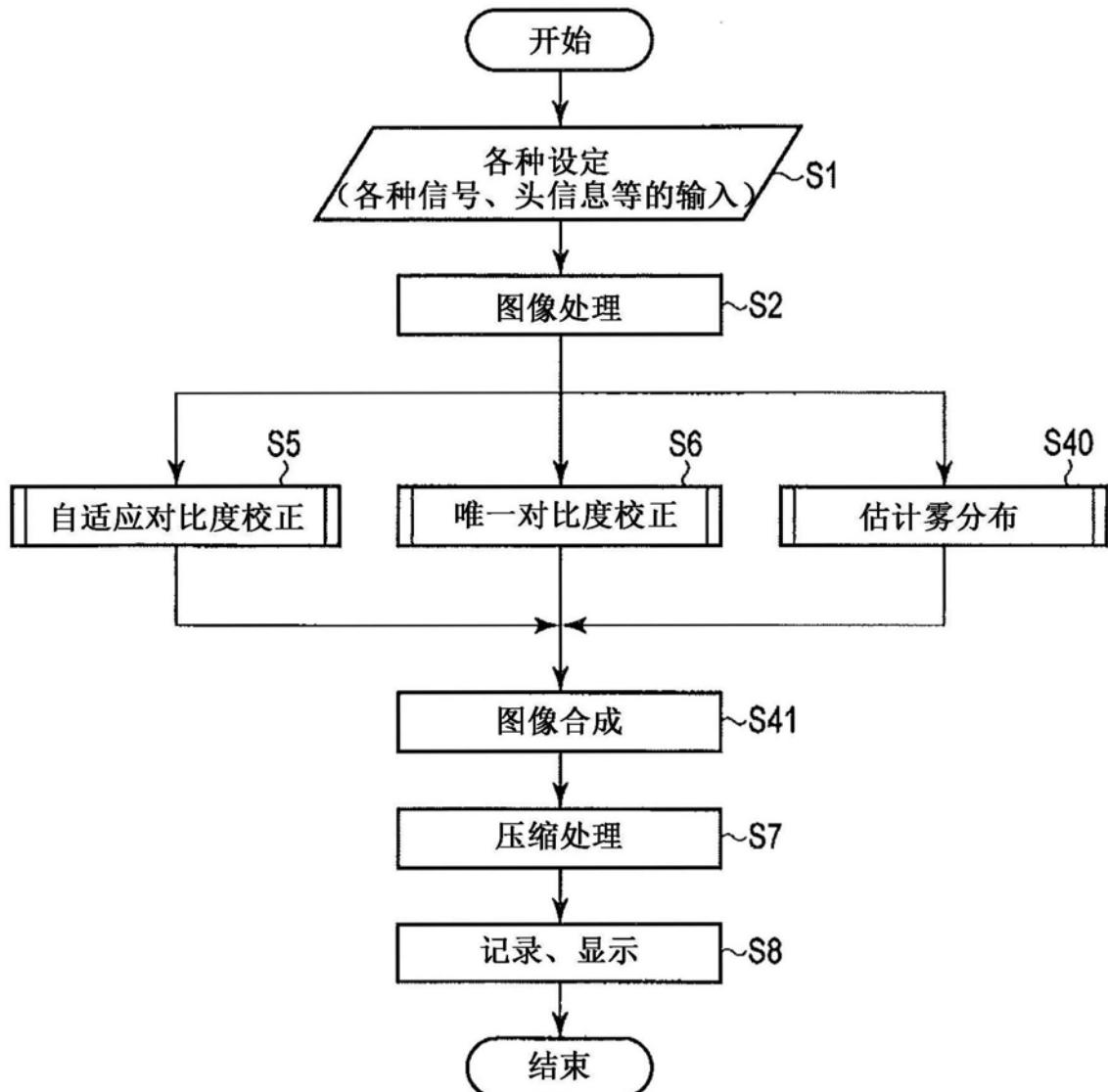


图19

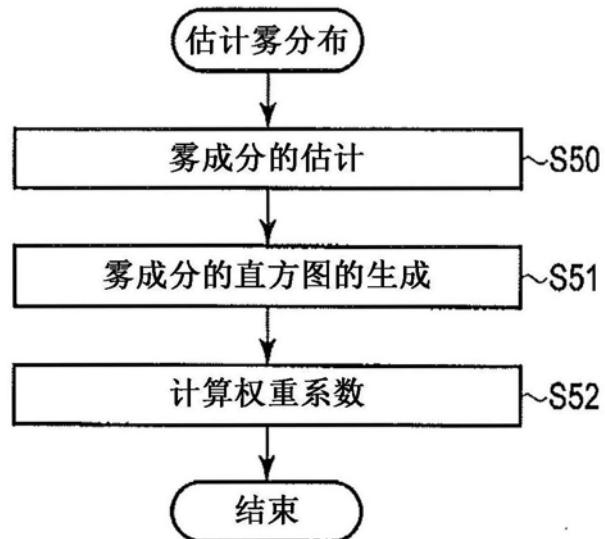


图20