



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102595061 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 18

(21) 申请号 201210003507. 3

(22) 申请日 2012. 01. 06

(30) 优先权数据

2011-006464 2011. 01. 14 JP

(71) 申请人 索尼公司

地址 日本东京都

(72) 发明人 安间文仁

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 朱胜 苗迎华

(51) Int. Cl.

H04N 5/367(2011. 01)

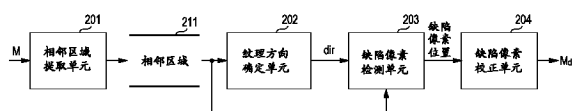
权利要求书 2 页 说明书 17 页 附图 11 页

(54) 发明名称

图像处理装置、图像处理和程序

(57) 摘要

本申请公开了一种图像处理装置、图像处理和程序。所述图像处理装置包括：纹理方向确定单元，其确定图像的纹理方向；缺陷像素检测单元，其计算包括多个像素的每一个像素组的像素值平均值，并基于所述像素值平均值的与所述像素组的布置方向对应的差信息来检测缺陷像素位置；以及，校正单元，其校正作为校正目标的、在基于在与由所述纹理方向确定单元确定的所述纹理方向相同的像素组布置方向上的所述差信息检测到的所述缺陷像素位置处的像素值。



1. 一种图像处理装置,包括:

纹理方向确定单元,其确定图像的纹理方向;

缺陷像素检测单元,其计算包括多个像素的每一个像素组的像素值平均值,并基于所述像素值平均值的与所述像素组的布置方向对应的差信息来检测缺陷像素位置;以及

校正单元,其校正作为校正目标的、在基于在与由所述纹理方向确定单元确定的所述纹理方向相同的像素组布置方向上的所述差信息检测到的所述缺陷像素位置处的像素值。

2. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其中,

所述缺陷像素检测单元计算包括共用像素值读取电路的所述多个像素的每一个像素组的所述像素值平均值,并基于所述像素值平均值的与所述像素组的布置方向对应的差信息来检测所述缺陷像素位置。

3. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其中,

所述缺陷像素检测单元根据与参考值(safe_mW)的差值确定像素是否是缺陷像素,所述参考值是在平坦区域中的多个像素组的平均值,在所述平坦区域中,在像素组的在相同布置方向上的多个相邻布置中,所述多个像素组的平均值的差较小。

4. 根据权利要求1所述的图像处理装置,

其中,所述纹理方向确定单元执行用于将水平、垂直、右上和右下这四个方向之一确定为所述纹理方向的处理,并且,

其中,所述缺陷像素检测单元在水平、垂直、右上和右下这四个方向中,基于所述像素值平均值的与所述像素组的布置方向对应的差信息来检测所述缺陷像素位置。

5. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其中,

所述纹理确定单元基于在以所关注的像素为中心的相邻区域中包括的布置在预定方向上的像素的像素值来计算多个微分值,将所述多个微分值排序,仅选择具有小值的数据,计算统计值,并基于所述统计值的比较来确定所述纹理方向。

6. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其中,

所述校正单元执行以在所述纹理方向上的相邻像素为参考像素、基于所述参考像素的像素值来确定在所述缺陷像素位置处的像素值的处理。

7. 根据权利要求1所述的图像处理装置,其中,

作为处理目标,所述缺陷像素检测单元计算在与由所述纹理方向确定单元确定的所述纹理方向相同的像素组布置方向上的包括多个像素的每一个像素组的像素值平均值,并基于所述像素值平均值的与所述像素组的布置方向对应的差信息来检测所述缺陷像素位置。

8. 一种在图像处理装置中执行的图像处理方法,所述方法包括:

使得纹理方向确定单元确定图像的纹理方向;

使得缺陷像素检测单元计算包括多个像素的每一个像素组的像素值平均值,并基于所述像素值平均值的与所述像素组的布置方向对应的差信息来检测缺陷像素位置;以及

使得校正单元校正作为校正目标的、基于在与由所述纹理方向确定单元确定的所述纹理方向相同的像素组布置方向上的所述差信息检测到的所述缺陷像素位置处的像素值。

9. 一种程序,用于使得图像处理装置执行图像处理,所述图像处理包括:

使得纹理方向确定单元确定图像的纹理方向;

使得缺陷像素检测单元计算包括多个像素的每一个像素组的像素值平均值,并基于所

述像素值平均值的与所述像素组的布置方向对应的差信息来检测缺陷像素位置 ;以及

使得校正单元校正作为校正目标的、基于在与由所述纹理方向确定单元确定的所述纹理方向相同的像素组布置方向上的所述差信息检测到的所述缺陷像素位置处的像素值。

图像处理装置、图像处理方法和程序

技术领域

[0001] 本公开涉及图像处理装置、图像处理方法和程序,更具体地,涉及校正从在固态成像器件中包括的缺陷像素输出的信号以抑制由缺陷像素引起的图像质量变差的图像处理装置、图像处理方法和程序。

背景技术

[0002] 通常,在诸如 CCD(电荷耦合器件)和 CMOS(互补金属氧化物半导体)传感器的固态成像元件中,可能包括缺陷像素。

[0003] 具体而言,在这样的固态成像元件中,缺陷像素可能由半导体的局部晶体缺陷引起,并输出异常成像信号,由此引起图像质量变差。例如,存在黑点图像缺陷像素或白点缺陷像素。已经提出了用于校正从缺陷像素输出的信号的各种信号处理方法和电路配置。

[0004] 在公开用于校正从缺陷像素输出的信号的技术的现有技术中,例如有日本未审查专利申请公布 No. 2009-290653、日本专利 No. 4343988 和日本专利 No. 4307318。

发明内容

[0005] 然而,在如上所述的现有技术中,当缺陷像素连续出现时、或者当在由多个像素共用的电路部分(例如,晶体管)处出现缺陷并且缺陷出现在多个像素中时,难以精确地获取纹理方向,因此难以充分地校正缺陷像素。

[0006] 当应用现有技术中公开的校正处理时,仅要在用于缺陷校正的相邻区域中校正中心像素。例如,当使用用于缺陷校正的相邻区域在后来阶段执行信号处理并且在除了中心像素之外的像素中包括缺陷时,还没有被校正的缺陷像素可以影响后来阶段的信号处理,并且难以获得校正效果。因此,在现有技术的方法中,必须对所有像素执行一次缺陷校正后执行以后阶段的信号处理,这引起电路规模增大或处理速度延迟的问题。

[0007] 期望提供一种图像处理装置、图像处理方法和程序,它们执行确定处理,在所述确定处理中,当确定纹理方向时缺陷的影响减小,以便即使当在相邻区域中存在多个缺陷像素时,也能有效地执行缺陷的检测和校正。

[0008] 根据本公开的第一实施例,提供了一种图像处理装置,包括:纹理方向确定单元,其确定图像的纹理方向;缺陷像素检测单元,其计算包括多个像素的每一个像素组的像素值平均值,并基于所述像素值平均值的与所述像素组的布置方向对应的差信息来检测缺陷像素位置;以及校正单元,其校正作为校正目标的、在基于在与由所述纹理方向确定单元确定的所述纹理方向相同的像素组布置方向上的所述差信息检测到的所述缺陷像素位置处的像素值。

[0009] 在根据本公开的实施例的图像处理装置中,所述缺陷像素检测单元可以计算包括共用像素值读取电路的所述多个像素的每一个像素组的所述像素值平均值,并基于所述像素值平均值的与所述像素组的布置方向对应的差信息来检测所述缺陷像素位置。

[0010] 在根据本公开的实施例的图像处理装置中,所述缺陷像素检测单元可以根据与参

考值 (safe_mW) 的差值确定像素是否是缺陷像素,所述参考值是在平坦区域中的多个像素组的平均值,在所述平坦区域中,在像素组的在相同布置方向上的多个相邻布置中,所述多个像素组单元的平均值的差较小。

[0011] 在根据本公开的实施例的图像处理装置中,所述纹理方向确定单元可以执行用于将水平、垂直、右上和右下这四个方向之一确定为所述纹理方向的处理,并且,所述缺陷像素检测单元在水平、垂直、右上和右下这四个方向中,基于所述像素值平均值的与所述像素组的布置方向对应的差信息来检测所述缺陷像素位置。

[0012] 在根据本公开的实施例的图像处理装置中,所述纹理确定单元可以基于在以所关注的像素为中心的相邻区域中包括的布置在预定方向上的像素的像素值来计算多个微分值,将所述多个微分值排序,仅选择具有小值的数据,计算统计值,并基于所述统计值的比较来确定所述纹理方向。

[0013] 在根据本公开的实施例的图像处理装置中,所述校正单元执行以在所述纹理方向上的相邻像素为参考像素、基于所述参考像素的像素值来确定在所述缺陷像素位置处的像素值的处理。

[0014] 在根据本公开的实施例的图像处理装置中,作为处理目标,所述缺陷像素检测单元可以计算在与由所述纹理方向确定单元确定的所述纹理方向相同的像素组布置方向上的包括多个像素的每一个像素组的像素值平均值,并基于所述像素值平均值的与所述像素组的布置方向对应的差信息来检测所述缺陷像素位置。

[0015] 根据本公开的第二实施例,提供了一种在图像处理装置中执行的图像处理方法,所述方法包括:使得纹理方向确定单元确定图像的纹理方向;使得缺陷像素检测单元计算包括多个像素的每一个像素组的像素值平均值,并基于所述像素值平均值的与所述像素组的布置方向对应的差信息来检测缺陷像素位置;以及,使得校正单元校正作为校正目标的、基于在与由所述纹理方向确定单元确定的所述纹理方向相同的像素组布置方向上的所述差信息检测到的所述缺陷像素位置处的像素值。

[0016] 根据本公开的第三实施例,提供了一种程序,用于使得图像处理装置执行图像处理,所述图像处理包括:使得纹理方向确定单元确定图像的纹理方向;使得缺陷像素检测单元计算包括多个像素的每一个像素组的像素值平均值,并基于所述像素值平均值的与所述像素组的布置方向对应的差信息来检测缺陷像素位置;以及,使得校正单元校正作为校正目标的、基于在与由所述纹理方向确定单元确定的所述纹理方向相同的像素组布置方向上的所述差信息检测到的所述缺陷像素位置处的像素值。

[0017] 根据本公开的实施例的程序例如是可以利用计算机可读存储介质或通信介质提供的程序,所述计算机可读存储介质或通信介质能够在可以执行各种程序代码的通用系统中使用。提供这样的计算机可读程序以在计算机系统上执行根据所述程序的处理。

[0018] 通过基于本公开的示例和附图的详细说明,将阐明本公开的其他特性和优点。在说明书中,系统指的是多个装置的逻辑组配置,并且所述装置不必然被设置在同一外壳中。

[0019] 根据本公开的实施例,实现了对所捕获的图像执行缺陷像素的检测和影响校正的配置。具体地说,确定图像的纹理方向,针对包括多个像素的每一个像素组计算像素值平均值,并基于所述像素值平均值的与所述像素组的布置方向对应的差信息来检测缺陷像素位置。在与所述纹理方向相同的像素组布置方向上检测到的缺陷像素位置处的像素值作为校

正目标被校正。例如,在纹理方向上的位置上对共用读取电路的每一个像素组执行缺陷像素检测,以有效地检测缺陷像素位置。

附图说明

[0020] 图 1 是图示根据本公开的实施例的图像处理装置的配置示例的图。

[0021] 图 2 是图示根据本公开的实施例的图像处理装置的图像处理单元的配置示例的图。

[0022] 图 3 是图示由根据本公开的实施例的图像处理装置执行的处理序列的流程图。

[0023] 图 4 是图示根据本公开的实施例的图像处理装置的缺陷像素校正处理的配置示例的图。

[0024] 图 5 是图示在根据本公开的实施例的图像处理装置的缺陷像素校正处理中执行的纹理方向确定处理的图。

[0025] 图 6 是图示在由根据本公开的实施例的图像处理装置执行的纹理方向确定处理中执行的水平方向微分值计算处理的图。

[0026] 图 7 是图示在由根据本公开的实施例的图像处理装置执行的纹理方向确定处理中执行的垂直方向微分值计算处理的图。

[0027] 图 8 是图示在由根据本公开的实施例的图像处理装置执行的纹理方向确定处理中执行的右上方向微分值计算处理的图。

[0028] 图 9 是图示在由根据本公开的实施例的图像处理装置执行的纹理方向确定处理中执行的右下方向微分值计算处理的图。

[0029] 图 10 是具体地图示由根据本公开的实施例的图像处理装置的缺陷校正单元中的缺陷像素检测单元执行的处理的图。

[0030] 图 11 是图示由根据本公开的实施例的图像处理装置的缺陷校正单元中的缺陷像素检测单元执行的处理示例的图。

[0031] 图 12 是图示由根据本公开的实施例的图像处理装置的缺陷校正单元中的缺陷像素检测单元的修改示例的图。

具体实施方式

[0032] 本公开的一个实施例提供了一种图像处理装置,包括:纹理方向确定单元,其确定图像的纹理方向;缺陷像素检测单元,其计算包括多个像素的每一个像素组的像素值平均值,并基于所述像素值平均值的与所述像素组的布置方向对应的差信息来检测缺陷像素位置;以及校正单元,其校正作为校正目标的、在基于在与由所述纹理方向确定单元确定的所述纹理方向相同的像素组布置方向上的所述差信息检测到的所述缺陷像素位置处的像素值。

[0033] 本公开的另一个实施例提供了一种在图像处理装置中执行的图像处理方法,所述方法包括:使得纹理方向确定单元确定图像的纹理方向;使得缺陷像素检测单元计算包括多个像素的每一个像素组的像素值平均值,并基于所述像素值平均值的与所述像素组的布置方向对应的差信息来检测缺陷像素位置;以及使得校正单元校正作为校正目标的、基于在与由所述纹理方向确定单元确定的所述纹理方向相同的像素组布置方向上的所述差信

息检测到的所述缺陷像素位置处的像素值。

[0034] 本公开的另一个实施例提供了一种程序,用于使得图像处理装置执行图像处理,所述图像处理包括:使得纹理方向确定单元确定图像的纹理方向;使得缺陷像素检测单元计算包括多个像素的每一个像素组的像素值平均值,并基于所述像素值平均值的与所述像素组的布置方向对应的差信息来检测缺陷像素位置;以及使得校正单元校正作为校正目标的、基于在与由所述纹理方向确定单元确定的所述纹理方向相同的像素组布置方向上的所述差信息检测到的所述缺陷像素位置处的像素值。

[0035] 以下,将参考附图详细描述根据本公开的实施例的图像处理装置、图像处理方法和程序。通过成像装置系统来实施在此所述的实施例。首先,将描述整个系统的配置和操作,并且,将详细描述根据本公开的实施例的处理。按以下来提供所述描述。

[0036] 1. 图像处理装置的配置示例

[0037] 2. 根据本公开的实施例的图像处理的细节

[0038] 3. 缺陷校正单元的配置和处理的细节

[0039] 4. 由缺陷校正单元中的相邻区域提取单元执行的处理的细节

[0040] 5. 由缺陷校正单元中的纹理方向确定单元执行的处理的细节

[0041] 6. 由缺陷校正单元中的缺陷像素检测单元执行的处理的细节

[0042] 7. 缺陷像素校正单元的处理

[0043] 1. 图像处理装置的配置示例

[0044] 图 1 是作为根据本公开的实施例的图像处理装置的示例的成像装置(数字摄像机)的整体示图。成像装置主要包括光学系统、信号处理系统、记录系统、显示系统和控制系统。通过包括透镜等的光学系统的入射光到达诸如 CMOS 的成像元件 101。光首先到达 CMOS 成像表面的光接收元件,并在光接收元件中通过光电转换被转换为电信号。通过相关双采样电路(CDS) 102 去除噪声,所述信号通过模数(A/D)转换器 103 的数字化处理被转换为数字数据,然后,所述数字数据被暂时存储在 DSP 104 的图像存储器中,并且,在 DSP 104 中执行各种信号处理。

[0045] 在成像状态中,定时产生器(TG) 114 将信号处理系统控制为保持以固定帧速率的图像读取。

[0046] A/D 转换器 103 以固定的速率向 DSP 104 输出像素流,在 DSP 104 执行各种图像处理,然后,图像数据被发送到 LCD 驱动器 112、编解码器(CODEC) 105 或这两者。LCD 驱动器 112 将从 DSP 104 发送的图像数据转换为模拟信号,该模拟信号被输出到 LCD 113 并显示在 LCD 113 上。例如,LCD 113 用作相机的取景器。编解码器 105 执行从 DSP 104 发送的图像数据的编码,经编码的图像数据被记录在存储器 106 中。

[0047] 存储器 106 可以是使用半导体、磁记录介质、光磁记录介质、光学记录介质等的记录装置。

[0048] 例如,CPU 115 根据预先存储在存储单元中的程序来执行成像处理和图像处理的整体处理控制。

[0049] 输入单元 116 是由用户操作的操作单元。

[0050] 上面的说明是所述实施例的数字摄像机的整体系统的说明。

[0051] 在图 1 中所示的成像装置中,例如,DSP 104 主要执行根据本公开的实施例的处

理。以下,将详细描述根据本公开的实施例的图像处理。在下面的实施例中,DSP 104 执行根据本公开的实施例的图像处理,但是可以使用除了 DSP 104 之外的其他硬件或软件来执行根据本公开的实施例的处理。其他构成元件例如 CMOS 101 也可以执行图像处理。

[0052] 2. 根据本公开的实施例的图像处理的细节

[0053] 如上所述,例如,可以由 DSP 104 执行根据本公开的实施例的图像处理。

[0054] 因此,在以下描述的实施例的配置中,将描述 DSP 104 中的操作单元根据预定程序代码对向 DSP 104 输入的图像信号流顺序地执行所述图像处理中的操作的示例。

[0055] 在以下描述的实施例中,将程序中的每一个处理单元描述为功能块,并且将使用流程图来描述执行每一个处理的序列。然而,除了通过在所述实施例中描述的以程序的形式来实现之外,本公开的实施例还可以由硬件例如通过安装用于实现与由以下描述的功能块所执行的处理等同的处理的硬件电路来实现。

[0056] 图 2 是图示用于执行根据本公开的实施例的图像处理的图像处理单元的配置示例的框图。如上所述,例如通过图 1 中所示的 DSP 104 来配置图像处理单元。在图 2 中,由两条平行水平线表示的马赛克图像 117、Y 图像 124 和 C 图像 125 指示数据或用于存储数据的存储器,而包括缺陷校正单元 118 至 YC 转换单元 123 在内的其他配置表示在图像处理单元或处理单元中执行的处理。

[0057] 如图 2 中所示,图像处理单元包括缺陷校正单元 118、白平衡单元 119、去马赛克单元 120、矩阵单元 121、伽马校正单元 122 和 YC 转换单元 123。马赛克图像单元 117 表示到图像处理单元的输入图像,即,由图 1 中所示的 A/D 转换器 103 数字化的、向 DSP 104 输入的图像信号。

[0058] 通过存储在如图 1 中所示的成像元件 101 的对应像素中的颜色 R、G 和 B 中任何一个的强度信号(像素值)来提供马赛克图像 117,并且彩色布置例如是原色系统贝尔布置。

[0059] Y 图像 124 和 C 图像 125 是从图像处理单元输出的图像。这些图像对应于从 DSP 104 输出的 YCbCr 图像信号,并被输入到图 1 中所示的编解码器 105。

[0060] 将描述由在图 2 中所示的图像处理单元中的单元执行的处理。

[0061] 缺陷校正单元 118 将缺陷像素位置的像素值校正为从图 1 中所示的 A/D 转换器 103 输入的马赛克图像 117 中的精确值。

[0062] 白平衡单元 119 响应于每一个像素强度的色彩来设置适当的系数,使得非彩色拍摄对象区域的色彩平衡是相对于经缺陷校正的马赛克图像的非彩色。

[0063] 去马赛克单元 120 执行内插处理,以便在经过白平衡调整的马赛克图像的像素位置处具有相同强度的 R、G 和 B。去马赛克单元 120 的输出是三个图像,在所述三个图像中,在像素位置上独立地设置 R、G 和 B 三色的像素值。

[0064] 矩阵单元 121 向去马赛克单元 120 的输出的像素[R、G 和 B]应用被预先设置系数的 3 行和 3 列线性矩阵,并将它们转换为三原色的像素值(像素值 R_m、G_m 和 B_m)。线性矩阵的系数是用于呈现最佳颜色表现的重要设计项目,但是本公开的实施例涉及缺陷校正处理。在缺陷校正处理后应用矩阵处理,因此,可以与本公开的实施例无关地设计线性矩阵系数的具体值。

[0065] 矩阵单元 121 的输出是与经颜色校正的 R_m、G_m 和 B_m 三色对应的三个图像。在矩阵处理后,伽马校正单元 122 对经颜色校正的 3 通道图像执行伽马校正。

[0066] YC 转换单元 123 对经伽马校正的 3 通道图像执行 YC 矩阵处理和色度分量的带宽限制,以产生 Y 图像 124 和 C 图像 125。

[0067] 接下来,将参考图 3 中示出的流程图来描述由图 2 中所示的图像处理单元执行的处理的序列。

[0068] 首先,在步骤 S101 中,图像处理单元获取基于图像处理元件 101 的输出信号的马赛克图像。该图像是在图 2 中所示的马赛克图像 117。

[0069] 然后,在步骤 S102 中,缺陷校正单元 118 对马赛克图像执行缺陷校正处理。

[0070] 然后,在步骤 S103 中,白平衡单元 119 对经缺陷校正的马赛克图像执行白平衡处理。

[0071] 然后,在步骤 S104 中,去马赛克单元 120 执行去马赛克处理,所述去马赛克处理用于设置在经过白平衡处理的马赛克图像中的像素位置处的 R、G 和 B 的所有强度(像素值)。

[0072] 然后,在步骤 S105 中,矩阵单元 121 向 3 通道图像中的像素应用线性矩阵,并获得 RGB 3 通道图像。

[0073] 然后,在步骤 S106 中,伽马校正单元 122 对通过矩阵处理进行了颜色校正的 3 通道图像的像素执行伽马校正。

[0074] 然后,在步骤 S107 中,YC 转换单元 123 对经伽马校正的 3 通道图像执行 YC 转换,以产生 Y 图像 124 和 C 图像 125。

[0075] 最后,在步骤 S108 中,输出所产生的 Y 图像 124 和 C 图像 125。

[0076] 如上所述,完成图像处理单元的操作。

[0077] 3. 缺陷校正单元的配置和处理的细节

[0078] 接下来,将详细描述图像校正处理,图像校正处理是本公开的实施例的主要部分,并在缺陷校正单元 118 中被执行。

[0079] 图 4 示出图示缺陷校正单元 118 的内部配置的框图。

[0080] 如图 4 中所示,缺陷校正单元 118 主要包括相邻区域提取单元 201、纹理方向确定单元 202、缺陷像素检测单元 203 和缺陷像素校正单元 204。

[0081] 相邻区域提取单元 201 从向缺陷校正单元 118 输入的马赛克图像 117(即基于图 1 中所示的成像元件 101 的输出信号的马赛克图像 117) 切出包括关注像素的位置及其相邻区域的特定大小的相邻区域 211。在该实施例中,相邻区域 211 是以所关注的像素的位置为中心的 7×7 像素的矩形区域。

[0082] 纹理方向确定单元 202 在被设置为 7×7 像素的矩形区域的中心位置的关注像素的位置处的多个方向中确定执行检测缺陷像素的处理的方向。在该实施例中,纹理方向确定单元 202 的多个确定方向是下述四个方向:

[0083] 水平方向(H 方向),

[0084] 垂直方向(V 方向),

[0085] 右上方向(A 方向),以及

[0086] 右下方向(D 方向)。

[0087] 缺陷像素检测单元 203 根据由纹理方向确定单元 202 确定的执行检测缺陷像素的处理的方向来执行缺陷像素的检测。

[0088] 缺陷像素校正单元 204 使用相邻区域 211 的像素来校正由缺陷像素检测单元 203

检测到的缺陷像素位置的像素值。

[0089] 缺陷校正单元 118 通过这样的一系列处理来执行缺陷像素的校正。以下,将依序描述构成缺陷校正单元 118 的处理单元的具体处理的示例。

[0090] 4. 由缺陷校正单元中的相邻区域提取单元执行的处理的细节

[0091] 首先,将描述缺陷校正单元 118 中的相邻区域提取单元 201 所执行的处理的细节。

[0092] 相邻区域提取单元 201 执行保证对在关注像素的位置附近的 7×7 矩形区域中的像素信息的访问的操作。作为其具体方法,可以应用各种方法。例如,当将本公开的实施例实现为软件时,在存储器中以像素值与例如坐标位置相关联的布置形式来保证在以关注像素的位置为中心的相邻 7×7 矩形区域中的像素值。

[0093] 当将本公开的实施例实现为硬件时,一般成像装置的信号处理系统经常被实现为使得来自传感器的信号以水平线的方式依序流动,作为像素强度的一阶系列形式的数据。在该情况下,通常,使用能够存储一个水平行的像素强度(像素值)的延迟行来保证对在垂直方向上相邻的水平行的像素的访问。

[0094] 至少准备 6 个延迟行来保证对 7×7 矩形区域的访问。

[0095] 5. 由缺陷校正单元中的纹理方向确定单元执行的处理的细节

[0096] 接下来,将描述缺陷校正单元 118 中的纹理方向确定单元 202 执行的处理的细节。

[0097] 图 5 是图示纹理方向确定单元 202 的详细配置和操作的图。

[0098] 纹理方向确定单元 202 具有下面的用于执行所关注的像素的相邻区域(在该示例中为 7×7 像素区域)的像素值分析的微分值计算单元。

[0099] (1) 水平方向微分值计算单元 311,用于计算在水平方向上的微分值,

[0100] (2) 垂直方向微分值计算单元 312,用于计算在垂直方向上的微分值,

[0101] (3) 右上方向微分值计算单元 313,用于计算在右上方向上的微分值,以及

[0102] (4) 右下方向微分值计算单元 314,用于计算在右下方向上的微分值。

[0103] 在该实施例中,相邻区域是以关注像素为中心的 7×7 像素的区域,并且对该相邻区域执行分析。

[0104] 纹理方向确定单元 202 进一步包括:统计值计算单元 321a 至 321d,用于根据关于四个方向计算的微分值计算统计值;以及,统计值比较单元 331,用于通过比较所述方向的统计值来确定相邻区域 211 中的纹理的方向。

[0105] 将参考附图描述水平方向微分值计算单元 311 计算在水平方向上的微分值的处理。

[0106] 图 6 是图示水平方向微分值计算单元 311 的处理的图。图 6 示出以关注像素为中心的 7×7 像素的相邻区域。

[0107] 由 x 坐标来表示水平方向,并且由 y 坐标来表示垂直方向。 7×7 像素的相邻区域的中心,即 $(x, y) = (4, 4)$,对应于关注像素的位置。

[0108] 在纹理方向确定过程中使用的像素被表示为 W 。在像素位置 (x, y) ,通过下面的公式来获取水平方向微分值 $\text{gradH}(x, y)$:

[0109] $\text{gradH}(x, y) = \text{abs}(w(x-1, y) - w(x+1, y))$

[0110] 其中, $\text{abs}()$ 是获取绝对值的函数, $w(x-1, y)$ 是在坐标位置 $(x-1, y)$ 处的 W 的像素值(强度), $w(x+1, y)$ 是在坐标位置 $(x+1, y)$ 处的 W 的像素值(强度)。

[0111] 水平方向微分值计算单元 311 获取在由图 6 中的符号 0 指示的像素位置处的微分值 gradH。

[0112] 例如,在位置 $(x, y) = (2, 1)$ 的符号 0 的位置处,基于在水平方向上的两个相邻 W 的像素值(强度)来获取微分值 gradH。

[0113] 也就是说,使用 $(x, y) = (1, 1)$ 和 $(x, y) = (3, 1)$ 这两个 W 像素的像素值来计算微分值 gradH(2, 1)。

[0114] 在由图 6 中的符号 0 指示的 18 个像素位置处获取微分值 gradH。

[0115] 接下来,将描述垂直方向微分值计算单元 312 计算在垂直方向上的微分值的处理。

[0116] 图 7 是图示垂直方向微分值计算单元 312 的处理的图。图 7 示出以关注像素为中心的 7×7 像素的相邻区域。

[0117] 水平方向由 x 坐标表示,并且垂直方向由 y 坐标表示。 7×7 像素的相邻区域的中心,即 $(x, y) = (4, 4)$,对应于关注像素的位置。

[0118] 在纹理方向确定过程中使用的像素由 W 表示。在像素位置 (x, y) ,通过下面的公式来获取垂直方向微分值 gradV(x, y) :

$$[0119] \quad \text{gradV}(x, y) = \text{abs}(w(x, y-1) - w(x, y+1))$$

[0120] 其中,abs() 是获取绝对值的函数, $w(x, y-1)$ 是在坐标位置 $(x, y-1)$ 处的 W 的像素值(强度), $w(x, y+1)$ 是在坐标位置 $(x, y+1)$ 处的 W 的像素值(强度)。

[0121] 垂直方向微分值计算单元 312 获取在由图 7 中的符号 0 指示的像素位置处的微分值 gradV。

[0122] 例如,在位置 $(x, y) = (1, 2)$ 的符号 0 的位置处,基于在垂直方向上的两个相邻 W 的像素值(强度)来获取微分值 gradV。

[0123] 也就是说,使用 $(x, y) = (1, 1)$ 和 $(x, y) = (1, 3)$ 这两个 W 像素的像素值来计算微分值 gradH(1, 2)。

[0124] 在由图 7 中的符号 0 指示的 18 个像素位置处获取微分值 gradV。

[0125] 接下来,将描述右上方向微分值计算单元 313 计算在右上方向上的微分值的处理。

[0126] 图 8 是图示右上方向微分值计算单元 313 的处理的图。图 8 示出以关注像素为中心的 7×7 像素的相邻区域。

[0127] 水平方向由 x 坐标表示,并且垂直方向由 y 坐标表示。 7×7 像素的相邻区域的中心,即 $(x, y) = (4, 4)$,对应于关注像素的位置。

[0128] 在纹理方向确定过程中使用的像素由 W 表示。在像素位置 (x, y) ,通过下面的公式来获取右上方向微分值 gradA(x, y) :

$$[0129] \quad \text{gradA}(x, y) = \text{abs}(w(x, y) - w(x+1, y-1))$$

[0130] 其中,abs() 是获取绝对值的函数, $w(x, y)$ 是在坐标位置 (x, y) 处的 W 的像素值(强度), $w(x+1, y-1)$ 是在坐标位置 $(x+1, y-1)$ 处的 W 的像素值(强度)。

[0131] 右上方向微分值计算单元 313 获取在图 8 中的虚线内的 W 像素位置处的微分值 gradA。

[0132] 例如,在位置 $(x, y) = (1, 3)$ 的符号 W 的位置处,基于像素本身和右上相邻 W 的像

素值（强度）来获取微分值 gradA。

[0133] 也就是说，使用 $(x, y) = (1, 3)$ 和 $(x, y) = (2, 2)$ 这两个 W 像素的像素值来计算微分值 gradA(1, 3)。

[0134] 在由图 8 中所示的虚线内的 18 个 W 像素位置处获取微分值 gradA。

[0135] 接下来，将描述右下方向微分值计算单元 314 计算在右下方向上的微分值的处理。

[0136] 图 9 是图示右下方向微分值计算单元 314 的处理的图。图 9 示出以关注像素为中心的 7×7 像素的相邻区域。

[0137] 水平方向由 x 坐标表示，并且垂直方向由 y 坐标表示。 7×7 像素的相邻区域的中心，即 $(x, y) = (4, 4)$ ，对应于关注像素的位置。

[0138] 在纹理方向确定过程中使用的像素由 W 表示。在像素位置 (x, y) ，通过下面的公式来获取右下方向微分值 gradD(x, y)：

[0139] $\text{gradD}(x, y) = \text{abs}(w(x, y) - w(x+1, y+1))$

[0140] 其中，abs() 是获取绝对值的函数， $w(x, y)$ 是在坐标位置 (x, y) 处的 W 的像素值（强度）， $w(x+1, y+1)$ 是在坐标位置 $(x+1, y+1)$ 处的 W 的像素值（强度）。

[0141] 右下方向微分值计算单元 314 获取在由图 9 中的虚线内的 W 像素位置处的微分值 gradD。

[0142] 例如，在位置 $(x, y) = (1, 1)$ 的符号 W 的位置处，基于像素本身和右下相邻 W 的像素值（强度）来获取微分值 gradD。

[0143] 也就是说，使用 $(x, y) = (1, 1)$ 和 $(x, y) = (2, 2)$ 这两个 W 像素的像素值来计算微分值 gradD(1, 1)。

[0144] 在由图 9 中所示的虚线内的 18 个 W 像素位置处获取微分值 gradD。

[0145] 接下来，将描述统计值计算单元 321a 至 321d 的处理。

[0146] 统计值计算单元 321a 至 321d 基于微分值的幅值来对分别由下述微分值计算单元计算的微分值 gradH、gradV、gradA 和 gradD 执行排序：

[0147] (1) 水平方向微分值计算单元 311，

[0148] (2) 垂直方向微分值计算单元 312，

[0149] (3) 右上方向微分值计算单元 313，以及

[0150] (4) 右下方向微分值计算单元 314。

[0151] 使用升序的到第 n 个微分值的微分值来计算平均值 mHgrad、mVgrad、mAgrad 和 mDgrad。

[0152] 如参考图 6 至图 9 所述，通过以一个关注像素为中心的 7×7 相邻区域的像素分析来计算下面的微分值：

[0153] (1) 水平方向微分值计算单元 311 的 18 个水平方向微分值 gradH，

[0154] (2) 垂直方向微分值计算单元 312 的 18 个垂直方向微分值 gradV，

[0155] (3) 右上方向微分值计算单元 313 的 18 个右上方向微分值 gradA，以及

[0156] (4) 右下方向微分值计算单元 314 的 18 个右下方向微分值 gradD。

[0157] 统计值计算单元 321a 至 321d 执行基于微分值的幅值的排序，作为基于所述多个微分值的统计值，并使用升序的至第 n 个值的微分值来计算平均微分值 mHgrad、mVgrad、

mAgrad 和 mDgrad。

[0158] 在此, n 是等于或小于被排序的微分值的长度 N 的值。在该示例中, N 是 18。

[0159] 根据假定包括在相邻区域 211 中的连续缺陷的幅值来确定 n 的值。例如, 当在相邻区域像素中包括的连续缺陷像素是 2×2 像素时, 由于缺陷的影响而未精确地获取的微分值是最大 4 个像素, 因此, $n = N - 4$ 。

[0160] 接下来, 将描述统计值比较单元 331 的处理。

[0161] 统计值比较单元 331 比较如上所述由统计值计算单元 321a 至 321d 在水平、垂直、右上和右下方向上计算的统计值 mHgrad、mVgrad、mAgrad 和 mDgrad, 并且将具有最小统计值的方向确定为纹理方向。

[0162] 例如, 当 mHgrad 是最小值时, 相邻区域 211 的纹理方向被确定为水平方向。

[0163] 缺陷校正单元 118 中的纹理方向确定单元 202 如上所述地确定纹理方向, 并向缺陷像素检测单元 203 输出纹理方向信息 (dir) 作为确定信息。

[0164] 纹理方向信息 (dir) 对应于具有最小亮度改变或像素值改变的方向。

[0165] 6. 由缺陷校正单元中的缺陷像素检测单元执行的处理的细节

[0166] 接下来, 将参考图 10 来描述由缺陷校正单元 118 中的缺陷像素检测单元 203 执行的处理的细节。

[0167] 图 10 是示出由缺陷像素检测单元 203 执行的处理及其配置的图。

[0168] 缺陷像素检测单元 203 针对每个共用像素组对构成相邻区域 211 (在该示例中, 以关注像素为中心的 7×7 像素的区域) 的像素执行处理, 每个共用像素组由共用像素输出读取电路 (共用 FD) 的多个像素形成。共用像素组是共用读取电路的一组像素。

[0169] 共用像素统计值计算单元 411 计算每个共用像素组的统计值, 每个共用像素组由共用像素输出读取电路 (共用 FD) 的多个像素形成。

[0170] 另外, 缺陷像素检测单元 203 包括以下单元, 所述以下单元使用由共用像素统计值计算单元 411 计算的统计值, 并在相邻区域 211 中在相应方向上检测被估计为有缺陷的像素。也就是说, 提供与四个方向对应的以下缺陷检测单元:

[0171] (1) 水平方向缺陷检测单元 421, 用于在水平方向上执行缺陷检测,

[0172] (2) 垂直方向缺陷检测单元 422, 用于在垂直方向上执行缺陷检测,

[0173] (3) 右上方向缺陷检测单元 423, 用于在右上方向上执行缺陷检测, 以及

[0174] (4) 右下方向缺陷检测单元 424, 用于在右下方向上执行缺陷检测。

[0175] 另外, 缺陷像素检测单元 203 包括缺陷像素位置选择单元 431, 缺陷像素位置选择单元 431 输入由如上所述的纹理方向确定单元 202 确定的纹理方向信息 (dir), 并且从由缺陷检测单元 421 至 424 在前一个阶段估计为缺陷像素的像素中选择作为校正目标的校正目标缺陷像素位置。

[0176] 例如, 作为固态成像装置的共用像素配置, 存在以 8 个像素为单位的像素配置。

[0177] 图 11 示出由实线连接的 8 个像素指示共用像素的配置示例。

[0178] 也就是说, 图 11 中所示的示例描述了包括 8 个像素并且使用一个像素输出读取电路的共用像素组 (共用 FD) 的配置。

[0179] 在图 11 中所示的共用像素图案的情况下, 由包括关注像素的共用像素 (8 个像素) 组成的像素组是 FD01。

[0180] 由 FD00、FD10、FD11、FD12 和 FD22 来依序指示在由包括关注像素的共用像素组成的像素组 FD01 的相邻的左、左下、下、右下和右方向上的由共用像素组成的像素组。

[0181] 也就是说,在以关注像素为中心的 7×7 像素区域中,设置由共用像素 (8 个像素) 组成的像素组,诸如从左上侧起的 FD00、FD01 和 FD02 和从右下侧起的 FD10、FD11 和 FD12。

[0182] 当共用像素组共用像素输出读取电路时,存在该组的一个像素有缺陷的情况或因为读取电路的缺陷导致输出值被设置为偏离正常值的值的情况。例如,在图 11 中所示的像素组 FD00 的所有构成像素都可能是缺陷像素。

[0183] 以下,将描述当像素组 FD01 和 FD11 之一有缺陷时的处理的示例。

[0184] 首先,共用像素统计值计算单元 411 计算在相邻区域 211 中的每个共用像素组的 W 像素的像素值平均值。在该示例中,相邻区域 211 是以关注像素为中心的 7×7 像素区域。

[0185] 例如, $mW01$ 是共用像素组 (FD01) 中包括的 W 像素的平均值,所述共用像素组 (FD01) 包括在图 11 中所示的由 7×7 像素形成的像素区域中的被虚线围绕的中心像素。共用像素组是如上所述的共用读取电路的一组像素。

[0186] 类似地, $mW00$ 是在像素共用组 (FD00) 中包括的 W 像素的平均值;

[0187] $mW01$ 是在像素共用组 (FD01) 中包括的 W 像素的平均值;

[0188] $mW02$ 是在像素共用组 (FD02) 中包括的 W 像素的平均值;

[0189] $mW10$ 是在像素共用组 (FD10) 中包括的 W 像素的平均值;

[0190] $mW11$ 是在像素共用组 (FD11) 中包括的 W 像素的平均值;以及

[0191] $mW12$ 是在像素共用组 (FD12) 中包括的 W 像素的平均值。

[0192] 由相应的共用像素组的 6 个平均值 ($mW00$ 至 $mW12$) 形成的平均值组是平均值组 1。

[0193] 也就是说,平均值组 1 由以下总共 2×3 个像素共用组的平均值形成:包括关注像素 (在图 11 中所示的 7×7 像素区域中以虚线围绕的中心像素) 的像素共用组 (FD01) 以及在像素共用组 (FD01) 的左 (FD00)、左下 (FD10)、下 (FD11)、右下 (FD12) 和右 (FD02) 方向的相邻共用像素组。

[0194] 与在图 11 中所示的 6 个共用像素组 FD00 至 FD12 对应地计算平均值组 1。替代地,可以通过使用由以下总共 2×3 个像素共用组的平均值来形成使用平均值组 2 的配置:包括关注像素的像素共用组 (FD01) 以及左 (FD00)、左上 (未示出,在 FD00 之上)、上 (未示出,在 FD01 之上)、右上 (未示出,在 FD02 之上) 和右 (FD02) 的相邻共用像素组。

[0195] 根据关注像素的相位和共用像素的图案来确定是否使用平均值组 1 或平均值组 2。也就是说,由 $mW00$ 表示共用 FD00 的 W 像素的平均值,并且,以相同的方式来表示共用另一个 FD 的 W 像素的平均值。

[0196] 将描述水平方向缺陷检测单元 421 的处理。首先,水平方向缺陷检测单元 421 基于由前一个阶段的共用像素统计值计算单元 411 计算的 2×3 个平均值 ($mW00$ 至 $mW12$) 来计算下面的共用像素组的水平方向差值 (梯度: $gH00$ 至 $gH11$)。也就是说,计算 $gH00 = \text{abs}(mW00 - mW01)$ 、 $gH01 = \text{abs}(mW01 - mW02)$ 、 $gH10 = \text{abs}(mW10 - mW11)$ 和 $gH11 = \text{abs}(mW11 - mW12)$ 。

[0197] 差值 (梯度) 对应于一阶差分。

[0198] 水平方向缺陷检测单元 421 基于相应的共用像素组的水平方向差值 (梯度: $gH00$ 至 $gH11$) 来计算下面的差平均值:

- [0199] 上水平方向差值（梯度：gH00 和 gH01）的平均值
- [0200] $gH0 = (gH00 + gH01) / 2$
- [0201] 下水平方向差值（梯度：gH10 和 gH11）的平均值
- [0202] $gH1 = (gH10 + gH11) / 2$
- [0203] 水平方向缺陷检测单元 421 比较以下部分：
- [0204] 差平均值（ $gH0 = (gH00 + gH01) / 2$ ），它是上水平方向差值（梯度）的平均值，和
- [0205] 差平均值（ $gH1 = (gH10 + gH11) / 2$ ），它是下水平方向差值（梯度）的平均值。
- [0206] 水平方向缺陷检测单元 421 根据比较结果来计算水平方向缺陷检测平均值（safe_mW）如下。
- [0207] (a) 如果 $gH0 < gH1$,
- [0208] $safe_mW = (mW00 + mW01 + mW02) / 3$, 并且
- [0209] (b) 如果 $gH0 > gH1$,
- [0210] $safe_mW = (mW10 + mW11 + mW12) / 3$ 。
- [0211] 根据上面的 (a) 和 (b) 中的任何一个, 获取水平方向缺陷检测平均值 safe_mW。
- [0212] 该处理是下述处理：从上和下像素区域中选择在像素值上有较小改变的平坦区域, 并计算平均值作为水平方向缺陷检测平均值（safe_mW）。
- [0213] 然后, 当包括缺陷确定目标的共用像素组 (FD01) 在内的上共用像素组的上水平方向差值（梯度）的差平均值（gH0）等于或大于预定阈值、并且满足下面的条件公式时, 水平方向缺陷检测单元 421 确定共用像素组 FD01 具有缺陷：
- [0214] $abs(mW01 - safe_mW) > abs(mW00 - safe_mW)$
- [0215] 该确定处理是下述处理：当包括缺陷确定目标的共用像素组 (FD01) 在内的上共用像素组的上水平方向差值（梯度）的差平均值（gH0）等于或大于预定阈值, 并且缺陷确定目标的共用像素组 (FD01) 的像素值平均值（mW01）和水平方向缺陷检测平均值（safe_mW）之间的差大于在水平方向上与共用像素组 (FD01) 相邻的左共用像素组 (FD00) 的像素值平均值（mW00）和水平方向缺陷检测平均值（safe_mW）之间的差时, 确定缺陷确定目标的共用像素组 (FD01) 具有缺陷。
- [0216] 当包括缺陷确定目标的共用像素组 (FD11) 在内的下共用像素组的下水平方向差值（梯度）的差平均值（gH1）等于或大于预定阈值、并且满足下面的条件公式时, 确定共用像素组 (FD11) 具有缺陷。
- [0217] $abs(mW11 - safe_mW) > abs(mW10 - safe_mW)$
- [0218] 该确定处理是下述处理：当下水平方向差值（梯度）的差平均值（gH1）等于或大于预定阈值, 并且缺陷确定目标的共用像素组 (FD11) 的像素值平均值（mW11）和水平方向缺陷检测平均值（safe_mW）之间的差大于与共用像素组 (FD11) 相邻的左共用像素组 (FD10) 的像素值平均值（mW10）和水平方向缺陷检测平均值（safe_mW）之间的差时, 确定缺陷确定目标的共用像素组 (FD11) 具有缺陷。
- [0219] 接下来, 将描述垂直方向缺陷检测单元 422 的处理。
- [0220] 垂直方向缺陷检测单元 422 基于由前一个阶段的共用像素统计值计算单元 411 计算的 2×3 个平均值（mW00 至 mW12）来计算下面的共用像素组的垂直方向差值（梯度：gV0 和 gV1）。也就是说, 垂直方向缺陷检测单元 422 计算：左列的共用像素组 (FD00 和 FD10) 的

垂直方向差值 (梯度) $gV0, gV0 = \text{abs}(mW00 - mW10)$; 以及右列的共用像素组 (FD01 和 FD11) 的垂直方向差值 (梯度) $gV1, gV1 = \text{abs}(mW01 - mW11)$ 。

[0221] 此外, 垂直方向缺陷检测单元 422 比较相应的共用像素组的两个垂直方向差值 (梯度: $gV0$ 和 $gV1$), 并且基于比较结果来计算下面的垂直方向缺陷检测平均值 (safe_mW)。

[0222] (a) 如果 $gV0 < gV1$,

[0223] $\text{safe_mW} = (mW00 + mW10) / 2$, 并且

[0224] (b) 如果 $gV0 > gV1$,

[0225] $\text{safe_mW} = (mW01 + mW11) / 2$ 。

[0226] 根据上面的 (a) 和 (b) 中的任何一个, 获取垂直方向缺陷检测平均值 safe_mW 。

[0227] 该处理是下述处理: 从在彼此相邻的两个垂直列中的共用像素组的列的像素区域中选择在像素值上有较小改变的平坦区域, 所述两个垂直列即包括共用像素组 (FD00 和 FD10) 的左列以及包括共用像素组 FD01 和 FD11 的右列; 以及, 计算平均值作为垂直方向缺陷检测平均值 (safe_mW)。

[0228] 然后, 当包括缺陷确定目标的共用像素组 (FD01) 在内的列的垂直方向差值 (梯度) $gV1$ 等于或大于预定阈值、并且满足下面的条件公式时, 垂直方向缺陷检测单元 422 确定共用像素组 (FD01) 具有缺陷:

[0229] $\text{abs}(mW01 - \text{safe_mW}) > \text{abs}(mW11 - \text{safe_mW})$

[0230] 该确定处理是下述处理: 当包括缺陷确定目标的共用像素组 (FD01) 在内的垂直方向列的垂直方向差值 (梯度) ($gV1$) 等于或大于预定阈值, 并且缺陷确定目标的共用像素组 (FD01) 的像素值平均值 ($mW01$) 和垂直方向缺陷检测平均值 (safe_mW) 之间的差大于在垂直方向上与共用像素组 (FD01) 相邻的下共用像素组 (FD11) 的像素值平均值 ($mW11$) 和垂直方向缺陷检测平均值 (safe_mW) 之间的差的时候, 确定缺陷确定目标的共用像素组 (FD01) 具有缺陷。

[0231] 然后, 当包括缺陷确定目标的共用像素组 (FD11) 在内的列的垂直方向差值 (梯度) $gV1$ 等于或大于预定阈值、并且满足下面的条件公式时, 垂直方向缺陷检测单元 422 确定共用像素组 (FD11) 具有缺陷:

[0232] $\text{abs}(mW11 - \text{safe_mW}) > \text{abs}(mW01 - \text{safe_mW})$

[0233] 该确定处理是下述处理: 当包括缺陷确定目标的共用像素组 (FD11) 在内的垂直方向列的垂直方向差值 (梯度) ($gV1$) 等于或大于预定阈值, 并且缺陷确定目标的共用像素组 (FD11) 的像素值平均值 ($mW11$) 和垂直方向缺陷检测平均值 (safe_mW) 之间的差大于在垂直方向上与共用像素组 (FD11) 相邻的上共用像素组 (FD01) 的像素值平均值 ($mW01$) 和垂直方向缺陷检测平均值 (safe_mW) 之间的差的时候, 确定缺陷确定目标的共用像素组 (FD11) 具有缺陷。

[0234] 接下来, 将描述右上方向缺陷检测单元 423 的处理。

[0235] 右上方向缺陷检测单元 423 基于由前一个阶段的共用像素统计值计算单元 411 计算的 2×3 个平均值 ($mW00$ 至 $mW12$) 来计算以下共用像素组的右上方向差值 (梯度: $gA0$ 和 $gA1$)。也就是说, 右上方向缺陷检测单元 423 计算: 在右上方向上相邻的共用像素组 (FD10 和 FD01) 的右上方向差值 (梯度) $gA0, gA0 = \text{abs}(mW10 - mW01)$; 以及, 在右上方向上相邻的共用像素组 (FD11 和 FD02) 的右上方向差值 (梯度) $gA1, gA1 = \text{abs}(mW11 - mW02)$ 。

[0236] 右上方向缺陷检测单元 423 比较相应的共用像素组的两个右上方向差值（梯度： $gA0$ 和 $gA1$ ），并且基于比较结果来计算下面的右上方向缺陷检测平均值（ $safe_mW$ ）。

[0237] (a) 如果 $gA0 < gA1$,

[0238] $safe_mW = (mW10+mW01)/2$, 并且

[0239] (b) 如果 $gA0 > gA1$,

[0240] $safe_mW = (mW11+mW02)/2$ 。

[0241] 根据上面的 (a) 和 (b) 中的任何一个, 获取右上方向缺陷检测平均值 $safe_mW$ 。

[0242] 该处理是下述处理: 从在彼此相邻的两个右上方向行中的共用像素组的相邻数据中选择在像素值上有较小改变的平坦区域, 所述两个右上方向行中的共用像素组即共用像素组 (FD10 和 FD01) 和共用像素组 (FD11 和 FD02); 以及, 计算平均值作为右上方向缺陷检测平均值 ($safe_mW$)。

[0243] 然后, 当包括缺陷确定目标的共用像素组 (FD01) 在内的共用像素组的右上方向差值（梯度） $gA0$ 等于或大于预定阈值、并且满足下面的条件公式时, 右上方向缺陷检测单元 423 确定共用像素组 FD01 具有缺陷:

[0244] $abs(mW01-safe_mW) > abs(mW10-safe_mW)$

[0245] 该确定处理是下述处理: 当包括缺陷确定目标的共用像素组 (FD01) 在内的在右上方向上右上方向差值（梯度）($gA1$) 等于或大于预定阈值, 并且缺陷确定目标的共用像素组 (FD01) 的像素值平均值 ($mW01$) 和右上方向缺陷检测平均值 ($safe_mW$) 之间的差大于在右上方向上与共用像素组 (FD01) 相邻的左下共用像素组 (FD10) 的像素值平均值 ($mW10$) 和右上方向缺陷检测平均值 ($safe_mW$) 之间的差的时候, 确定缺陷确定目标的共用像素组 (FD01) 具有缺陷。

[0246] 然后, 当包括缺陷确定目标的共用像素组 (FD11) 在内的在右上方向上的共用像素组的右上方向差值（梯度） $gA1$ 等于或大于预定阈值、并且满足下面的条件公式时, 右上方向缺陷检测单元 423 确定共用像素组 FD11 具有缺陷:

[0247] $abs(mW11-safe_mW) > abs(mW02-safe_mW)$

[0248] 该确定处理是下述处理: 当包括缺陷确定目标的共用像素组 (FD11) 在内的在右上方向上的右上方向差值（梯度）($gA1$) 等于或大于预定阈值, 并且缺陷确定目标的共用像素组 (FD11) 的像素值平均值 ($mW11$) 和右上方向缺陷检测平均值 ($safe_mW$) 之间的差大于在右上方向上与共用像素组 (FD11) 相邻的左下共用像素组 (FD02) 的像素值平均值 ($mW02$) 和右上方向缺陷检测平均值 ($safe_mW$) 之间的差的时候, 确定缺陷确定目标的共用像素组 (FD11) 具有缺陷。

[0249] 接下来, 将描述右下方向缺陷检测单元 424 的处理。

[0250] 右下方向缺陷检测单元 424 基于由前一个阶段的共用像素统计值计算单元 411 计算的 2×3 个平均值 ($mW00$ 至 $mW12$) 来计算下面的共用像素组的右下方向差值（梯度： $gD0$ 和 $gD1$ ）。也就是说, 右下方向缺陷检测单元 424 计算: 在右下方向上相邻的共用像素组 (FD00 和 FD11) 的右下方向差值（梯度） $gD0$, $gD0 = abs(mW00-mW11)$; 以及, 在右下方向上相邻的共用像素组 (FD01 和 FD12) 的右下方向差值（梯度） $gD1$, $gD1 = abs(mW01-mW12)$ 。

[0251] 右下方向缺陷检测单元 424 比较相应的共用像素组的两个右下方向差值（梯度： $gD0$ 和 $gD1$ ），并且基于比较结果来计算下面的右下方向缺陷检测平均值 ($safe_mW$)。

[0252] (a) 如果 $gD0 < gD1$,

[0253] $safe_mW = (mW00+mW11)/2$, 并且

[0254] (b) 如果 $gD0 > gD1$,

[0255] $safe_mW = (mW01+mW12)/2$ 。

[0256] 根据上面的 (a) 和 (b) 中的任何一个, 获取右下方向缺陷检测平均值 $safe_mW$ 。

[0257] 该处理是下述处理: 从在彼此相邻的两个右下方向行中的共用像素组的相邻数据中选择在像素值上有较小改变的平坦区域, 所述两个右下方向行中的共用像素组即共用像素组 (FD00 和 FD11) 和共用像素组 (FD01 和 FD12); 并且, 计算平均值作为右下方向缺陷检测平均值 ($safe_mW$)。

[0258] 然后, 当包括缺陷确定目标的共用像素组 (FD01) 在内的在右下方向上的共用像素组的右下方向差值 (梯度) $gD1$ 等于或大于预定阈值、并且满足下面的条件公式时, 右下方向缺陷检测单元 424 确定共用像素组 FD01 具有缺陷:

[0259] $abs(mW01-safe_mW) > abs(mW12-safe_mW)$

[0260] 该确定处理是下述处理: 当包括缺陷确定目标的共用像素组 (FD01) 在内的在右下方向上的共用像素组的右下方向差值 (梯度) ($gD1$) 等于或大于预定阈值, 并且缺陷确定目标的共用像素组 (FD01) 的像素值平均值 ($mW01$) 和右下方向缺陷检测平均值 ($safe_mW$) 之间的差大于在右下方向上与共用像素组 (FD01) 相邻的右下共用像素组 (FD12) 的像素值平均值 ($mW12$) 和右下方向缺陷检测平均值 ($safe_mW$) 之间的差的时候, 确定缺陷确定目标的共用像素组 (FD01) 具有缺陷。

[0261] 然后, 当包括缺陷确定目标的共用像素组 (FD11) 在内的共用像素组的右下方向差值 (梯度) $gD0$ 等于或大于预定阈值、并且满足下面的条件公式时, 右下方向缺陷检测单元 424 确定共用像素组 FD11 具有缺陷:

[0262] $abs(mW11-safe_mW) > abs(mW00-safe_mW)$

[0263] 该确定处理是下述处理: 当包括缺陷确定目标的共用像素组 (FD11) 在内的在右下方向上的共用像素组的右下方向差值 (梯度) ($gD0$) 等于或大于预定阈值, 并且缺陷确定目标的共用像素组 (FD11) 的像素值平均值 ($mW11$) 和右下方向缺陷检测平均值 ($safe_mW$) 之间的差大于在右下方向上与共用像素组 (FD11) 相邻的左上共用像素组 (FD00) 的像素值平均值 ($mW00$) 和右下方向缺陷检测平均值 ($safe_mW$) 之间的差的时候, 确定缺陷确定目标的共用像素组 (FD11) 具有缺陷。

[0264] 接下来, 将说明缺陷像素位置选择单元 431 的处理。

[0265] 缺陷像素位置选择单元 431 从由如上所述的相应方向的缺陷检测单元 421 至 424 检测到的像素位置中选择由如上所述的纹理方向确定单元 202 确定的纹理方向 (dir) 的检测结果。

[0266] 也就是说, 当纹理方向确定单元 202 确定的纹理方向 (dir) 是水平方向 (H) 时, 选择水平方向缺陷检测单元 421 的检测结果。具体而言, 当水平方向缺陷检测单元 421 确定共用像素组 FD_{xy} (例如, FD01) 具有缺陷像素时, 选择共用像素组 FD_{xy} 作为具有校正目标的缺陷像素的共用像素组。

[0267] 当由纹理方向确定单元 202 确定的纹理方向 (dir) 是垂直方向 (V) 时, 选择垂直方向缺陷检测单元 422 的检测结果。具体而言, 当垂直方向缺陷检测单元 422 确定共用像

素组 FD_{xy} (例如, FD01) 具有缺陷像素时,选择共用像素组 FD_{xy} 作为具有校正目标的缺陷像素的共用像素组。

[0268] 当纹理方向确定单元 202 确定的纹理方向 (dir) 是右上方向 (A) 时,选择右上方向缺陷检测单元 423 的检测结果。具体而言,当右上方向缺陷检测单元 423 确定共用像素组 FD_{xy} (例如, FD01) 具有缺陷像素时,选择共用像素组 FD_{xy} 作为具有校正目标的缺陷像素的共用像素组。

[0269] 当纹理方向确定单元 202 确定的纹理方向 (dir) 是右下方向 (D) 时,选择右下方向缺陷检测单元 424 的检测结果。具体而言,当右下方向缺陷检测单元 424 确定共用像素组 FD_{xy} (例如, FD01) 具有缺陷像素时,选择共用像素组 FD_{xy} 作为具有校正目标的缺陷像素的共用像素组。

[0270] 由缺陷像素位置选择单元 431 执行的校正目标缺陷像素的选择处理是下述处理: 由确定检测单元 421 至 424 估计为具有缺陷的像素的像素中,确定仅在与由纹理方向确定单元 202 确定的纹理方向 (dir) 对应的方向上的位置处的像素具有作为实际上缺陷像素的高概率,并且选择该像素作为校正目标。

[0271] 将描述选择处理。

[0272] 在缺陷检测单元 421 至 424 中,将在对应方向上在像素值上有大改变的共用像素组设置为可能具有缺陷像素的共用像素组,并确定所述像素组作为包括缺陷像素的组。

[0273] 然而,由缺陷检测单元 421 至 424 确定的缺陷像素可能不是要校正的缺陷像素,并且可能输出真值。

[0274] 缺陷像素位置选择单元 431 从包括被缺陷检测单元 421 至 423 确定为缺陷像素的共用像素组中选择包括要校正的缺陷像素的共用像素组。对于选择处理,应用纹理方向信息 (dir)。

[0275] 纹理方向最初是在像素值上具有小改变的方向。

[0276] 在缺陷检测单元 421 至 424 中,将在对应方向上在像素值上具有大改变的共用像素组估计为可能具有缺陷像素的组,并且将这些确定为缺陷像素。

[0277] 缺陷像素位置选择单元 431 从缺陷检测单元 421 至 424 的输出中仅选择与纹理方向对应的共用像素组作为具有要校正的实际缺陷像素的共用像素组。其他组被确定为高度可能输出实际像素值,并且从校正目标排除所述其他组。

[0278] 在参考图 10 所述的缺陷像素检测单元 203 的配置中,在包括水平方向缺陷检测单元 421、垂直方向缺陷检测单元 422、右上方向缺陷检测单元 423 和右下方向缺陷检测单元 424 的检测单元中确定被估计为具有缺陷像素的像素组,然后,在缺陷像素位置选择单元 431 中使用纹理方向信息将缺陷检测单元 421 至 424 的输出之一选择并设置为校正目标。

[0279] 或者,例如,根据纹理方向信息,可以从缺陷检测单元 421 至 424 中选择性地操作在与纹理方向相同方向上执行缺陷检测的缺陷检测单元。

[0280] 例如,如图 12 中所示,在缺陷像素位置选择单元 431 中使用根据纹理方向信息控制的开关 432 来确定是否操作缺陷检测单元 421 至 424 中的任何一个,以便操作缺陷检测单元 421 至 424 中的任何一个。

[0281] 在该实施例中,虽然描述了使用在检测方向上的一阶微分值 (梯度) 的示例,但是例如,除了一阶微分值 (梯度) 之外,还可以使用二阶微分值 (拉普拉斯算子)。

[0282] 7. 缺陷像素校正单元的处理

[0283] 将描述在图 4 中所示的缺陷像素校正单元 204 的处理。

[0284] 缺陷像素校正单元 204 对如上所述由缺陷像素检测单元 203 检测到的缺陷像素执行校正。

[0285] 校正单元 204 相对于所检测到的缺陷像素,基于由纹理方向确定单元 202 确定的纹理方向,使用相邻像素来确定校正像素值。

[0286] 作为确定校正像素值的方法,可以应用不同方法,例如,可以应用参考相邻像素的像素值的校正处理。例如,在纹理方向上执行校正处理,诸如用于将缺陷像素的像素值替换为最接近缺陷像素位置的像素的像素值的方法。另外,可以在纹理方向上应用从由共用像素统计值计算单元 411 计算的 2×3 个平均值中进行选择的处理。

[0287] 已经参考具体实施例详细说明了本公开。然而显然本领域内的技术人员可以在不偏离本公开的主要构思的范围内校正和修改实施例。也就是说,本公开的实施例被公开作为示例,因此不应当被解释为限制。为了确定本公开的主要构思,优选的是参考权利要求。

[0288] 可以通过硬件、软件或者两者的组合来执行在此所述的系列处理。当通过软件来执行处理时,可以在安装于专用硬件中的计算机的存储器中安装和执行用于记录处理序列的程序,或者,可以在能够执行各种处理的通用计算机中安装和执行所述程序。例如,所述程序可以被预先记录在记录介质中。除了从记录介质向计算机的安装之外,也可以经由诸如局域网 (LAN) 和因特网的网络接收所述程序,并且所述程序可以安装在诸如内置硬盘的记录介质中。

[0289] 在说明书中描述的各种处理可以不仅以根据说明书的时间顺序被执行,而且可以根据执行处理的装置的性能或根据需要被并行或独立地执行。在说明书中的系统是多个装置的逻辑组配置,并且构成装置不限于被设置在同一外壳中。

[0290] 本公开包含与在 2011 年 1 月 14 日在日本专利局提交的日本优先权专利申请 JP 2011-006464 中公开的主题相关的主题,所述日本优先权专利申请的整体内容通过引用被包含在此。

[0291] 本领域内的技术人员应当明白,可以根据设计要求和因素进行各种修改、组合、子组合和改变,只要所述修改、组合、子组合和改变在所附的权利要求或者其等同内容的范围内。

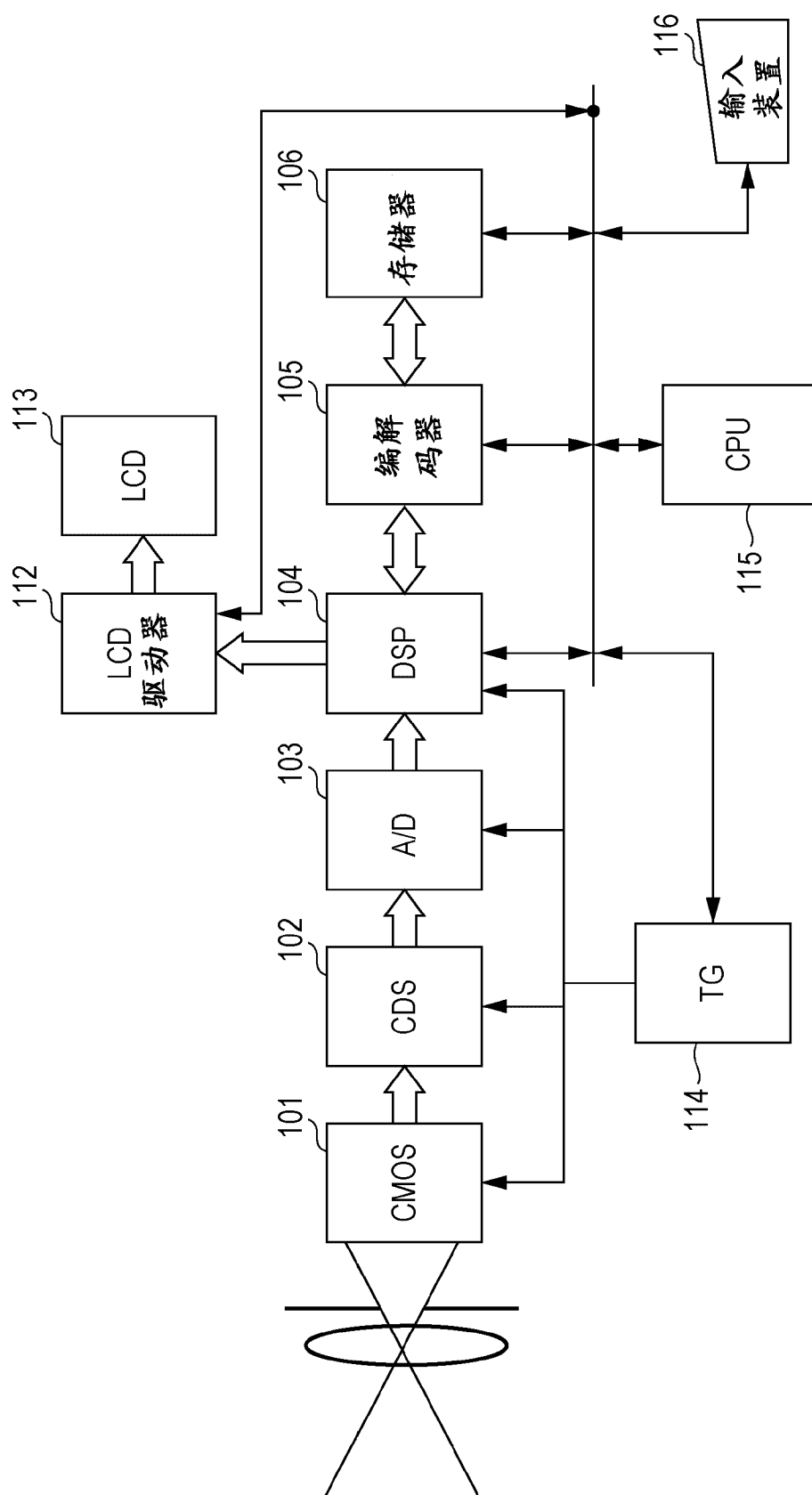


图 1

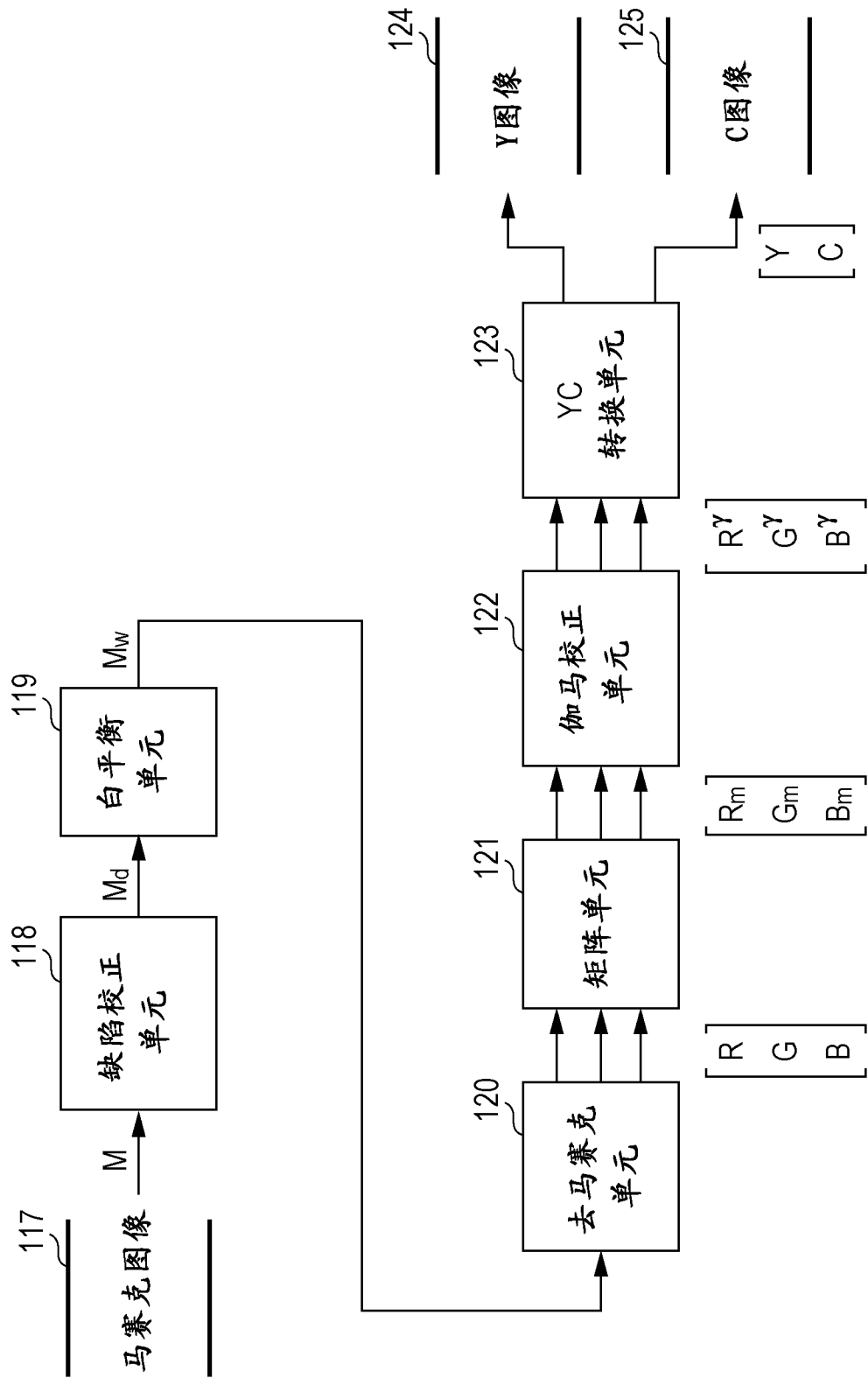


图 2

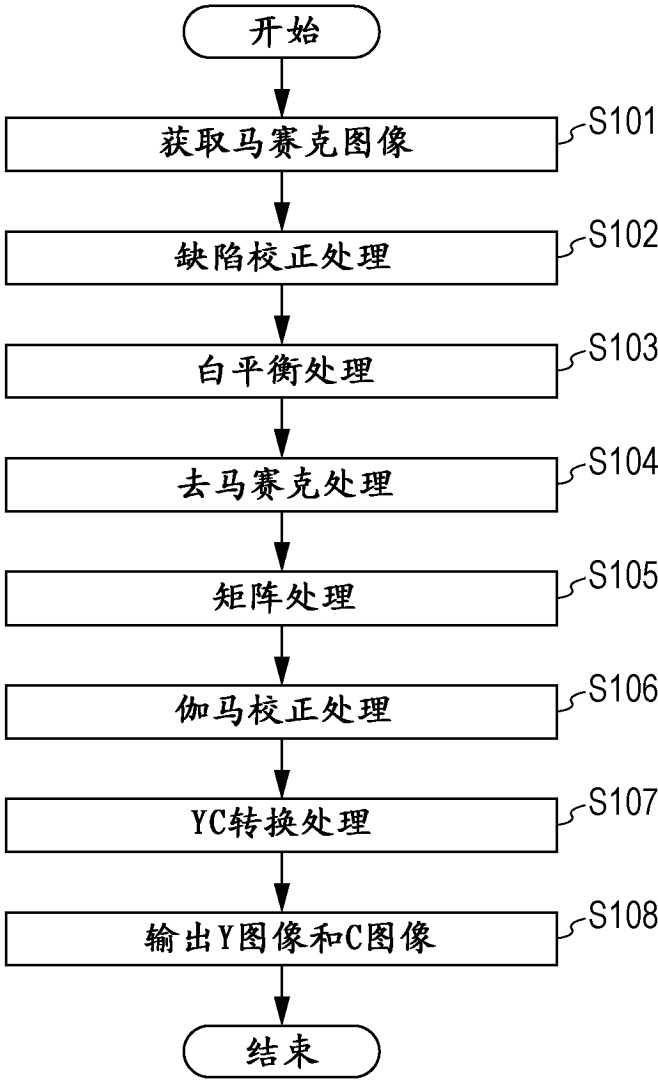


图 3

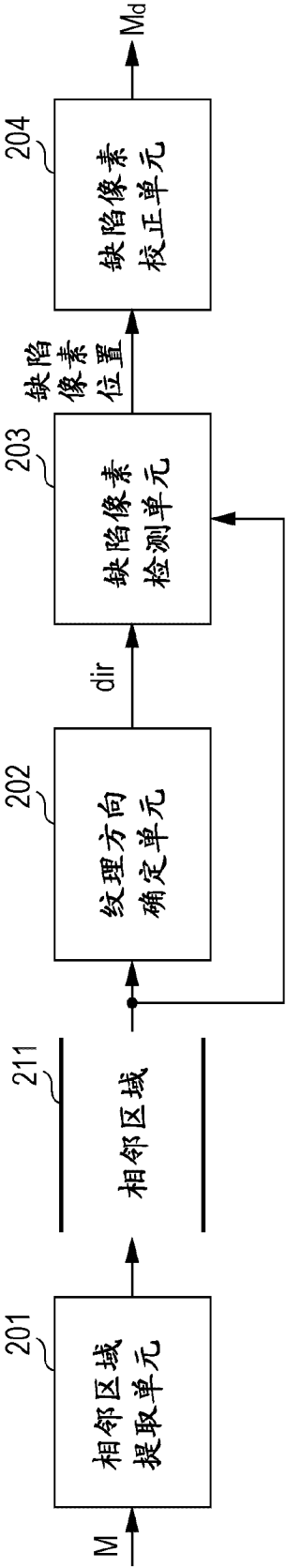


图 4

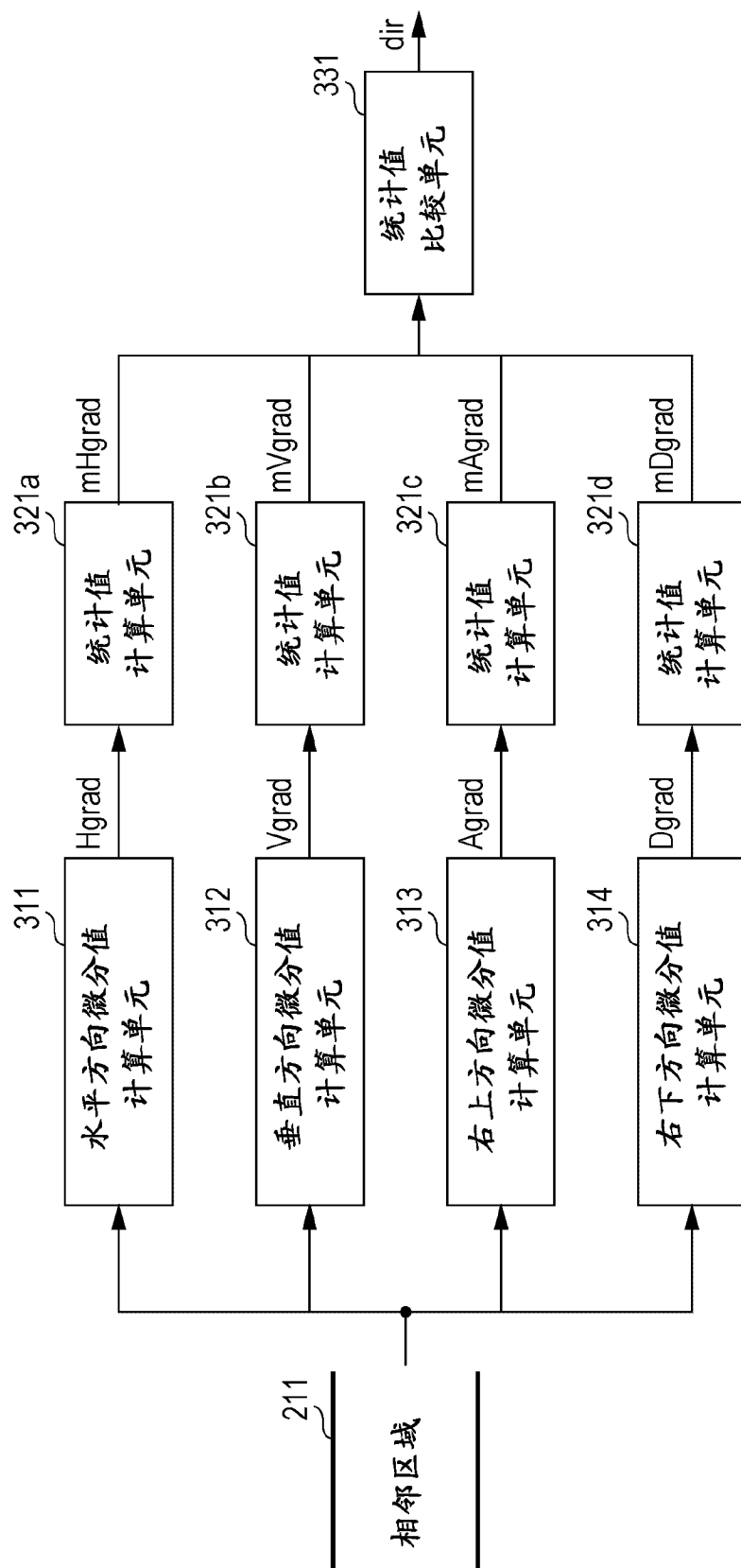
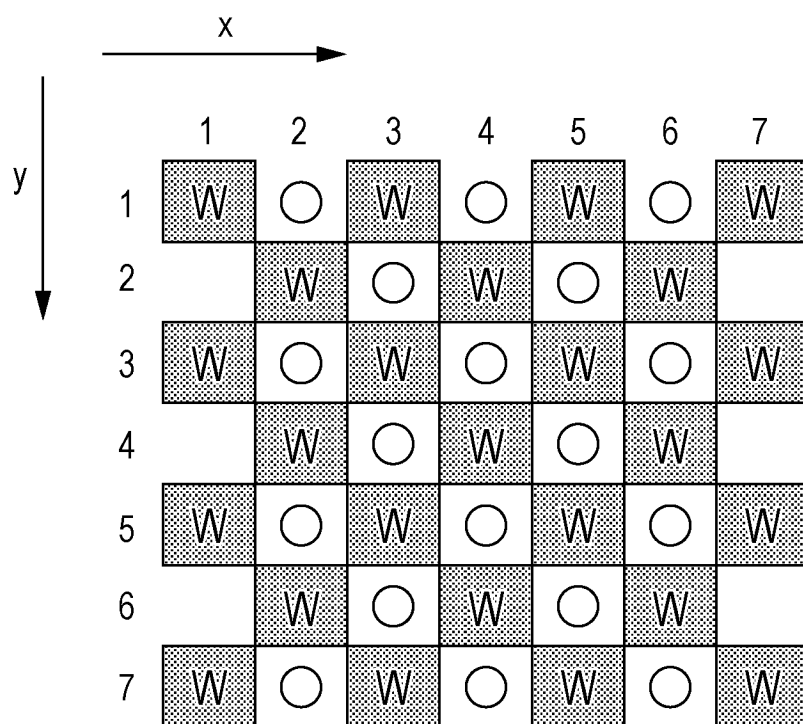
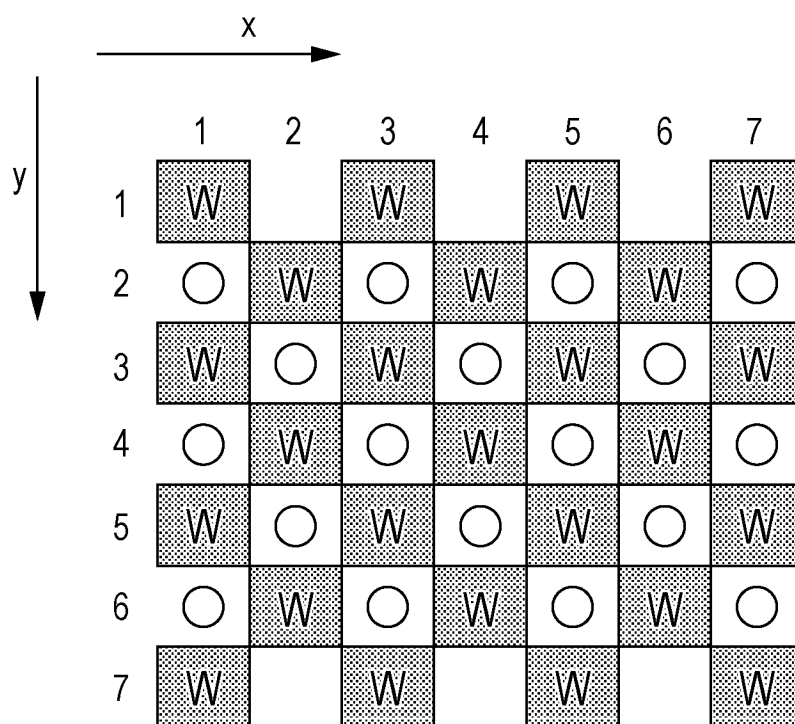


图 5



$$\text{gradH}(x, y) = |w(x-1, y) - w(x+1, y)|$$

图 6



$$\text{grad}V(x, y) = |w(x, y-1) - w(x, y+1)|$$

图 7

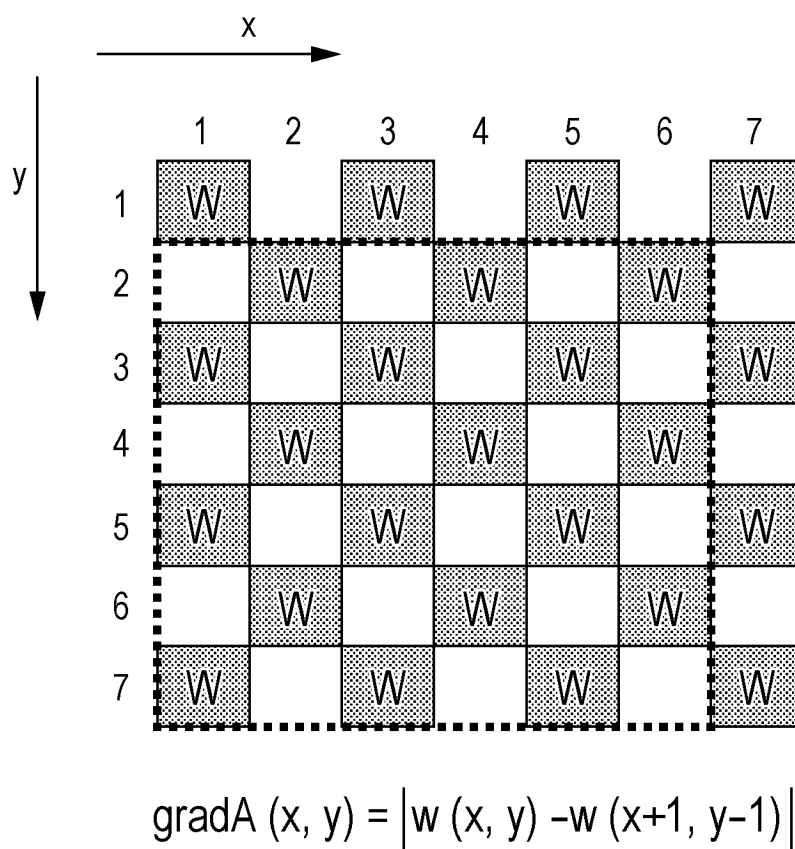
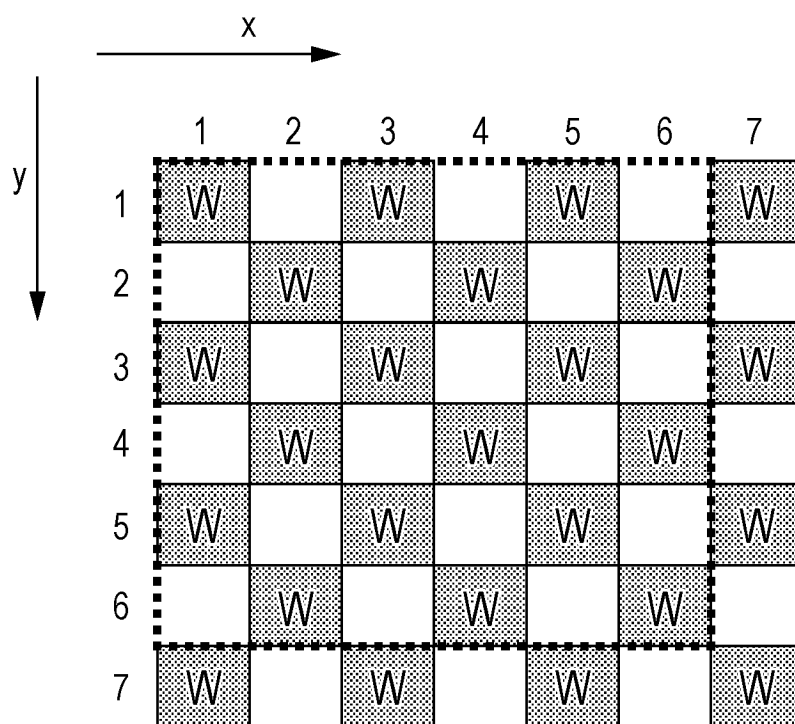


图 8



$$\text{gradD}(x, y) = |w(x, y) - w(x+1, y+1)|$$

图 9

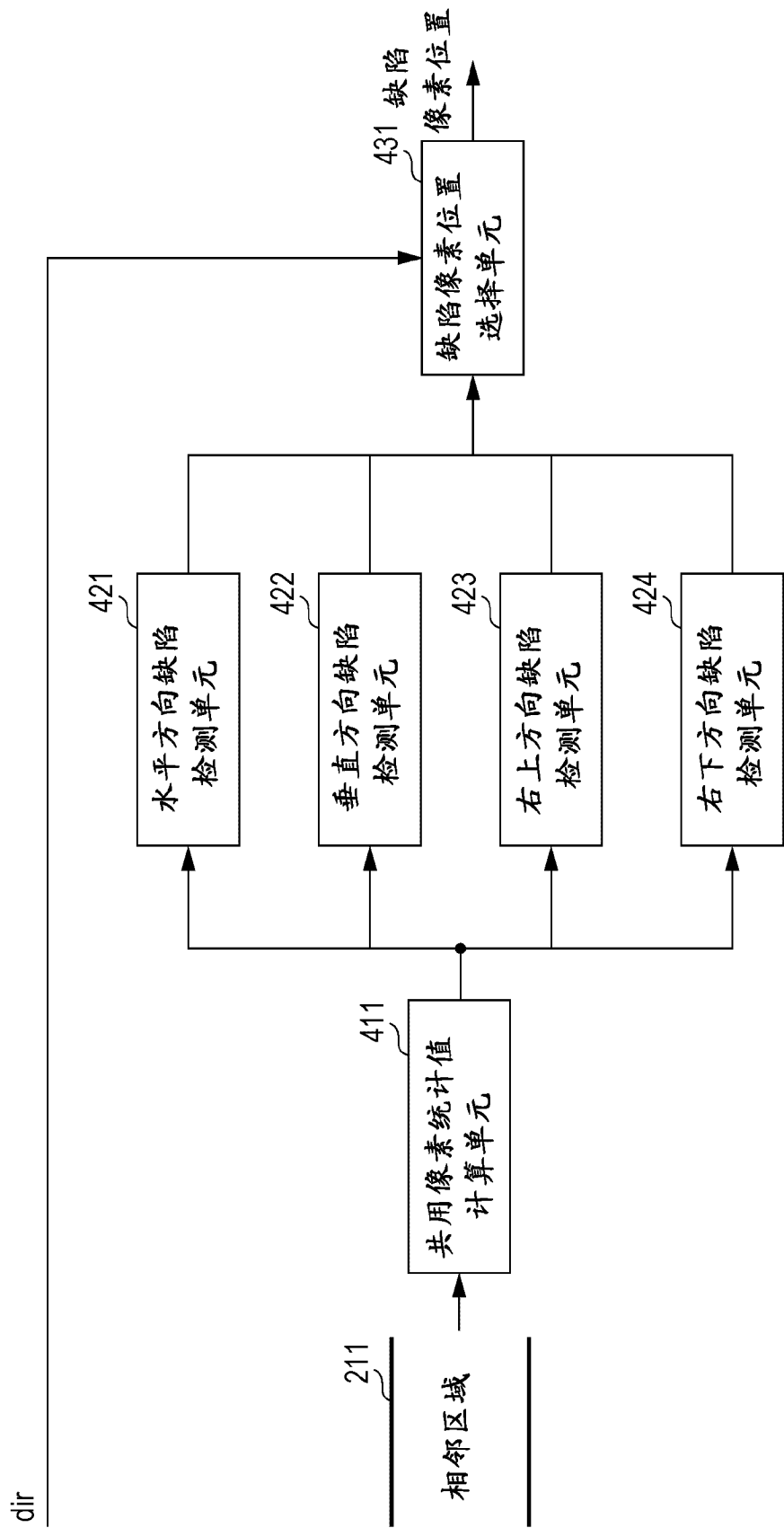


图 10

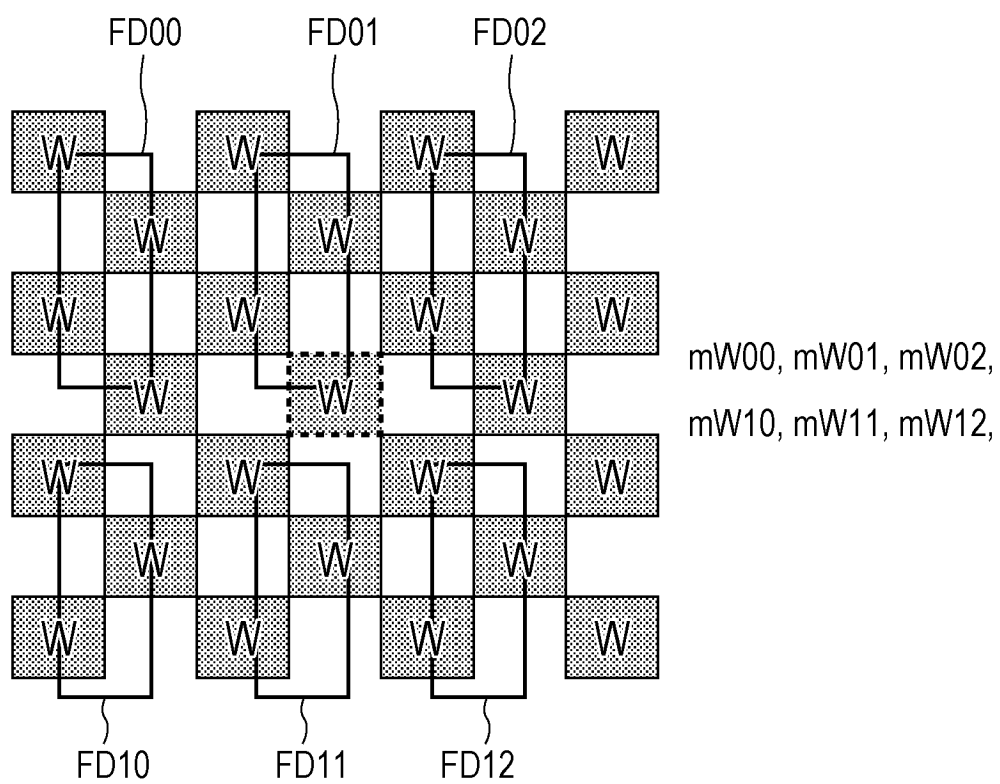


图 11

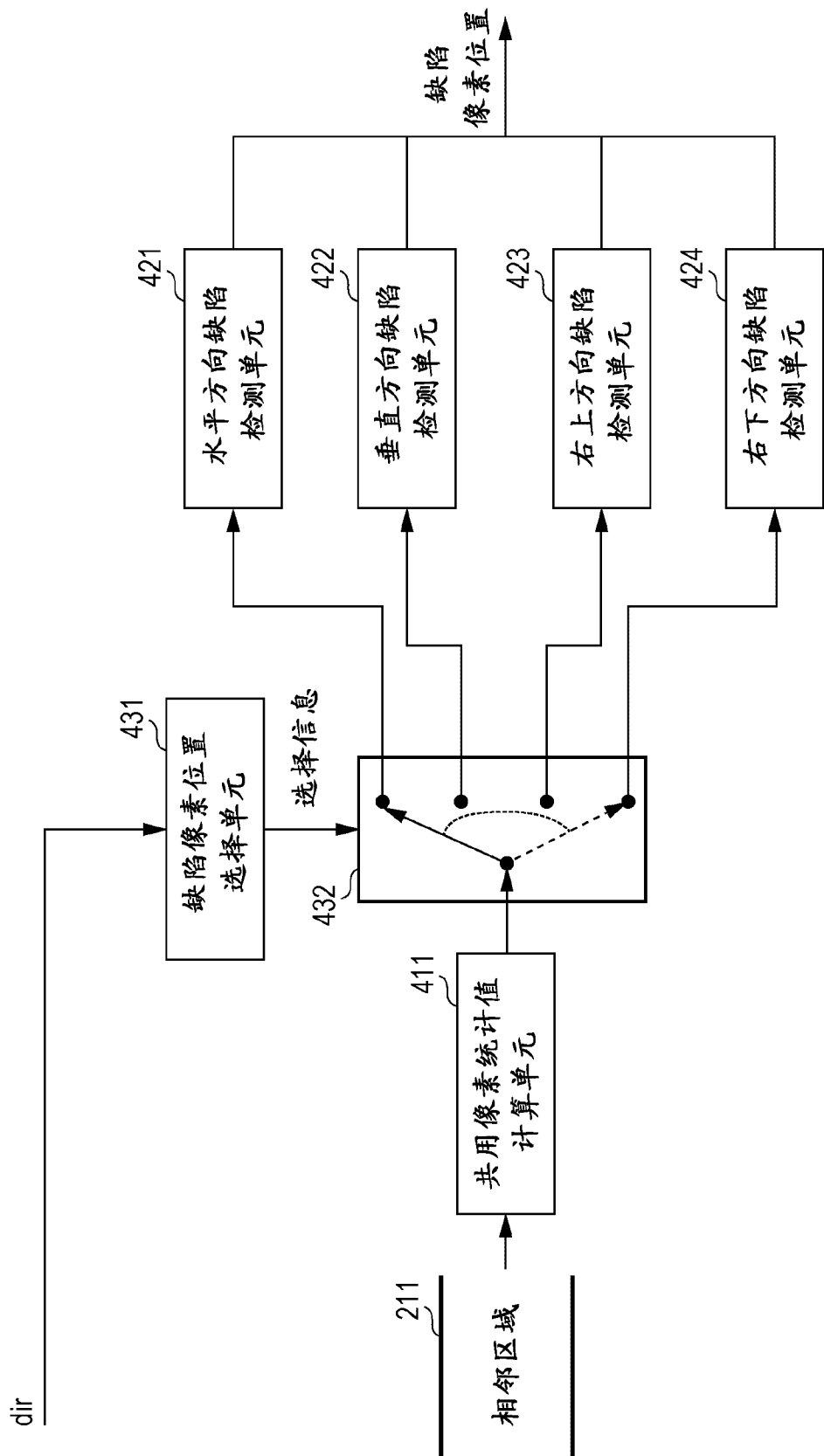


图 12