



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102835102 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 01

(21) 申请号 201180016308. X

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 02. 18

H04N 5/367(2006. 01)

(30) 优先权数据

2010-073472 2010. 03. 26 JP

(56) 对比文件

JP 特开 2005-341244 A, 2005. 12. 08,

JP 特开 2005-123946 A, 2005. 05. 12,

US 2004/0096125 A1, 2004. 05. 20,

CN 1767660 A, 2006. 05. 03,

CN 101677359 A, 2010. 03. 24,

CN 101464418 A, 2009. 06. 24,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 09. 26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2011/054217 2011. 02. 18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/118329 EN 2011. 09. 29

审查员 李晶

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京都大田区下丸子 3 丁目 30 番
2 号

(72) 发明人 法田纱央里 本田充辉

(74) 专利代理机构 北京魏启学律师事务所
11398

代理人 魏启学

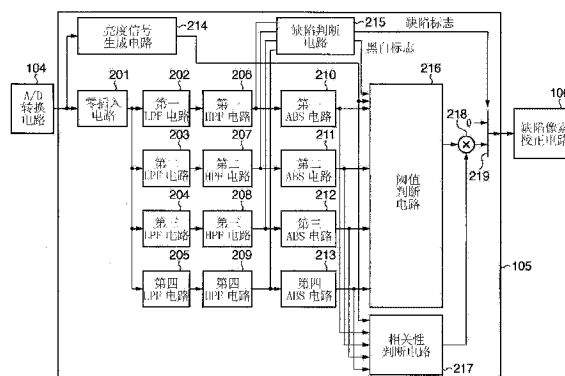
权利要求书4页 说明书14页 附图12页

(54) 发明名称

图像处理设备和图像处理设备的控制方法

(57) 摘要

本发明提供一种图像处理设备,其用于从通过由多个像素所构成的图像传感器所生成的图像数据,检测来自所述图像传感器的缺陷像素的信号,所述图像处理设备包括:第一判断部件,用于获得表示感兴趣像素和位于所述感兴趣像素周围的多个像素之间的信号水平的差的的第一判断值;第二判断部件,用于获得表示所述感兴趣像素和位于所述感兴趣像素周围的所述多个像素之间的信号水平的差的分布宽度的第二判断值;以及检测部件,用于使用所述第一判断值和所述第二判断值,检测来自所述感兴趣像素的信号是否是缺陷像素信号。



1. 一种图像处理设备,其用于从通过由多个像素所构成的图像传感器所生成的图像数据检测来自所述图像传感器的缺陷像素的信号,所述图像处理设备包括:

第一判断部件,用于获得表示感兴趣像素和位于所述感兴趣像素周围的多个像素之间的信号水平的差的大小的第一判断值;

第二判断部件,用于获得表示所述感兴趣像素和位于所述感兴趣像素周围的多个像素之间的信号水平的差的大小的分布宽度的第二判断值;以及

检测部件,用于使用所述第一判断值和所述第二判断值,检测来自所述感兴趣像素的信号是否是缺陷像素信号,

其中,所述第一判断部件通过获得所述感兴趣像素和位于所述感兴趣像素周围的多个像素中的每一个之间的信号水平的差、根据所述差中的每一个获得表示来自所述感兴趣像素的信号是缺陷像素信号的可能性的值、并且将所获得的值相乘,获得所述第一判断值,

所述第一判断值是随着所述差的大小增大而增大的值,并且所述第二判断值是随着所述差的大小的分布宽度减小而增大的值,以及

在所述第一判断值和所述第二判断值两者都大于或等于各自的预定阈值的情况下,所述检测部件将来自所述感兴趣像素的信号检测为缺陷像素信号。

2. 根据权利要求 1 所述的图像处理设备,其中,还包括校正部件,所述校正部件用于在所述检测部件将来自所述感兴趣像素的信号检测为缺陷像素信号的情况下,使用根据位于所述感兴趣像素周围的像素的信号水平所获得的校正值,校正所述感兴趣像素的信号水平。

3. 一种图像处理设备,其用于从通过由多个像素所构成的图像传感器所生成的图像数据检测来自所述图像传感器的缺陷像素的信号,所述图像处理设备包括:

处理部件,用于以感兴趣像素为中心、在多个方向上对包括所述感兴趣像素的区域进行高通滤波处理;

第一判断部件,用于获得表示所述感兴趣像素和位于所述感兴趣像素周围的多个像素之间的信号水平的差的大小的第一判断值;

第二判断部件,用于获得表示所述感兴趣像素和位于所述感兴趣像素周围的多个像素之间的信号水平的差的大小的分布宽度的第二判断值;以及

检测部件,用于使用所述第一判断值和所述第二判断值,检测来自所述感兴趣像素的信号是否是缺陷像素信号,

其中,所述第一判断部件根据所述高通滤波处理的结果的绝对值,获得所述第一判断值,

所述第二判断部件根据所述高通滤波处理的结果的绝对值的分布宽度,获得所述第二判断值,

所述第一判断值是随着所述差的大小增大而增大的值,并且所述第二判断值是随着所述差的大小的分布宽度减小而增大的值,以及

在所述第一判断值和所述第二判断值两者都大于或等于各自的预定阈值的情况下,所述检测部件将来自所述感兴趣像素的信号检测为缺陷像素信号。

4. 根据权利要求 3 所述的图像处理设备,其中,

所述处理部件在进行所述高通滤波处理之前,以所述感兴趣像素为中心、在所述多个

方向上对包括所述感兴趣像素的区域进行低通滤波处理,以及

所述处理部件以所述感兴趣像素为中心、在所述多个方向中的一个方向上进行所述低通滤波处理,然后以所述感兴趣像素为中心、在所述多个方向中不同于所述低通滤波处理的方向的另一个方向上进行所述高通滤波处理。

5. 根据权利要求 3 所述的图像处理设备,其中,还包括:

多个所述处理部件,用于在不同频带进行高通滤波处理;

与所述多个处理部件相对应地设置的多个所述第一判断部件和多个所述第二判断部件;以及

选择部件,用于选择根据如下第一判断值和第二判断值所获得的值:该第一判断值和第二判断值是通过与所述多个处理部件中的一个相对应的所述第一判断部件和所述第二判断部件所获得的第一判断值和第二判断值。

6. 一种图像处理设备,其用于从通过由多个像素所构成的图像传感器所生成的图像数据检测来自所述图像传感器的缺陷像素的信号,所述图像处理设备包括:

第一判断部件,用于获得表示感兴趣像素和位于所述感兴趣像素周围的多个像素之间的信号水平的差的大小的第一判断值;

第二判断部件,用于获得表示所述感兴趣像素和位于所述感兴趣像素周围的多个像素之间的信号水平的差的大小的分布宽度的第二判断值;以及

校正部件,用于使用通过将所述第一判断值和所述第二判断值相乘所获得的值,通过将所述感兴趣像素的信号水平和根据位于所述感兴趣像素周围的像素的信号水平所获得的校正值加权相加,来校正所述感兴趣像素的信号水平,

其中,所述第一判断值是随着所述差的大小增大而增大的值,并且所述第二判断值是随着所述差的大小的分布宽度减小而增大的值,以及

随着通过将所述第一判断值和所述第二判断值相乘所获得的值增大,所述校正部件向所述校正值分配更高的权重。

7. 根据权利要求 6 所述的图像处理设备,其中,所述第一判断部件通过获得所述感兴趣像素和位于所述感兴趣像素周围的多个像素中的每一个之间的信号水平的差、根据所述差中的每一个获得表示来自所述感兴趣像素的信号是缺陷像素信号的可能性的值、并且将所获得的值相乘,获得所述第一判断值。

8. 根据权利要求 6 所述的图像处理设备,其中,还包括:

处理部件,用于以所述感兴趣像素为中心、在多个方向上对包括所述感兴趣像素的区域进行高通滤波处理,

其中,所述第一判断部件根据所述高通滤波处理的结果的绝对值,获得所述第一判断值,并且所述第二判断部件根据所述高通滤波处理的结果的绝对值的分布宽度,获得所述第二判断值。

9. 根据权利要求 8 所述的图像处理设备,其中,

所述处理部件在进行所述高通滤波处理之前,以所述感兴趣像素为中心、在所述多个方向上对包括所述感兴趣像素的区域进行低通滤波处理,以及

所述处理部件以所述感兴趣像素为中心、在所述多个方向中的一个方向上进行所述低通滤波处理,然后以所述感兴趣像素为中心、在所述多个方向中不同于所述低通滤波处理

的方向的另一个方向上进行所述高通滤波处理。

10. 根据权利要求 8 所述的图像处理设备,其中,还包括:

多个所述处理部件,用于在不同频带进行高通滤波处理;

与所述多个处理部件相对应地设置的多个所述第一判断部件和多个所述第二判断部件;以及

选择部件,用于选择根据如下第一判断值和第二判断值所获得的值:该第一判断值和第二判断值是通过与所述多个处理部件中的一个相对应的所述第一判断部件和所述第二判断部件所获得的第一判断值和第二判断值。

11. 一种图像处理设备的控制方法,其中,所述图像处理设备用于从通过由多个像素所构成的图像传感器所生成的图像数据检测来自所述图像传感器的缺陷像素的信号,所述控制方法包括以下步骤:

第一判断步骤,其通过第一判断部件来进行,用于获得表示感兴趣像素和位于所述感兴趣像素周围的多个像素之间的信号水平的差的大小的第一判断值,其中,所述第一判断值随着所述差的大小增大而增大;

第二判断步骤,其通过第二判断部件来进行,用于获得表示所述感兴趣像素和位于所述感兴趣像素周围的多个像素之间的信号水平的差的大小的分布宽度的第二判断值,其中,所述第二判断值随着所述差的大小的分布宽度减小而增大;以及

检测步骤,其通过检测部件来进行,用于在所述第一判断值和所述第二判断值两者都大于或等于各自的预定阈值的情况下,将来自所述感兴趣像素的信号检测为缺陷像素信号,

其中,在获得所述第一判断值的步骤中,所述第一判断部件通过获得所述感兴趣像素和位于所述感兴趣像素周围的多个像素中的每一个之间的信号水平的差、根据所述差中的每一个获得表示来自所述感兴趣像素的信号是缺陷像素信号的可能性的值、并且将所获得的值相乘,获得所述第一判断值。

12. 一种图像处理设备的控制方法,其中,所述图像处理设备用于从通过由多个像素所构成的图像传感器所生成的图像数据检测来自所述图像传感器的缺陷像素的信号,所述控制方法包括以下步骤:

第一判断步骤,其通过第一判断部件来进行,用于获得表示感兴趣像素和位于所述感兴趣像素周围的多个像素之间的信号水平的差的大小的第一判断值,其中,所述第一判断值随着所述差的大小增大而增大;

第二判断步骤,其通过第二判断部件来进行,用于获得表示所述感兴趣像素和位于所述感兴趣像素周围的多个像素之间的信号水平的差的大小的分布宽度的第二判断值,其中,所述第二判断值随着所述差的大小的分布宽度减小而增大;以及

校正步骤,其通过校正部件来进行,用于通过将所述感兴趣像素的信号水平和根据位于所述感兴趣像素周围的像素的信号水平所获得的校正值加权相加,校正所述感兴趣像素的信号水平,其中,随着通过将所述第一判断值和所述第二判断值相乘所获得的值增大,向所述校正值分配更高的权重。

13. 一种图像处理设备的控制方法,其中,所述图像处理设备用于从通过由多个像素所构成的图像传感器所生成的图像数据检测来自所述图像传感器的缺陷像素的信号,所述控

制方法包括以下步骤：

处理步骤，其通过处理部件来进行，用于以感兴趣像素为中心、在多个方向上对包括所述感兴趣像素的区域进行高通滤波处理；

第一判断步骤，其通过第一判断部件来进行，用于获得表示所述感兴趣像素和位于所述感兴趣像素周围的多个像素之间的信号水平的差的大小的第一判断值，其中，所述第一判断部件根据所述高通滤波处理的结果的绝对值，获得所述第一判断值，并且所述第一判断值随着所述差的大小增大而增大；

第二判断步骤，其通过第二判断部件来进行，用于获得表示所述感兴趣像素和位于所述感兴趣像素周围的多个像素之间的信号水平的差的大小的分布宽度的第二判断值，其中，所述第二判断部件根据所述高通滤波处理的结果的绝对值的分布宽度，获得所述第二判断值，并且所述第二判断值随着所述差的大小的分布宽度减小而增大；以及

检测步骤，其通过检测部件来进行，用于使用所述第一判断值和所述第二判断值，检测来自所述感兴趣像素的信号是否是缺陷像素信号，

其中，在所述第一判断值和所述第二判断值两者都大于或等于各自的预定阈值的情况下，所述检测部件将来自所述感兴趣像素的信号检测为缺陷像素信号。

图像处理设备和图像处理设备的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种检测来自图像传感器中的缺陷像素的信号的图像处理设备及其控制方法。

背景技术

[0002] 诸如数字照相机或数字摄像机等的摄像设备通常采用 CCD 传感器或 CMOS 传感器作为配置有颜色滤波器的图像传感器。对于这类图像传感器,存在由于结构因素、制造过程期间发生的因素和制造后发生的外部因素等而产生缺陷像素(所谓的“闪烁缺陷”)的情况。例如,CMOS 传感器中产生缺陷像素的因素的一个例子是在从光电二极管接收电荷的浮动扩散中发生的噪声。由于这类噪声不一定周期性发生,因而有时可能以诸如每进行数次摄像等频繁的间隔发生噪声,并且有时可能以诸如每几年等不频繁的间隔发生噪声。还已知图像传感器中的缺陷像素的发生频率不依赖于温度和电荷累积时间。

[0003] 考虑到此,日本特开 2004-297267 号公报和日本特开 2001-086517 号公报提出了用于检测图像传感器中的缺陷像素的技术。利用这些技术,不仅可以检测在制造过程期间在特定位置所发生的缺陷像素,而且还可以检测在制造之后所发生的缺陷像素。例如,日本特开 2004-297267 号公报公开了这样一种技术,该技术用于针对各颜色滤波器获得感兴趣像素和感兴趣像素的多个周围像素之间的信号水平的差,并且如果所有差都大于或等于阈值,则将感兴趣像素检测为缺陷像素。日本特开 2001-086517 号公报公开了这样一种技术,该技术用于不管颜色滤波器的颜色如何、获得所有像素的亮度值,并且如果感兴趣像素和多个周围像素之间的亮度水平的差大于或等于阈值,则将感兴趣像素检测为缺陷像素。

[0004] 然而,利用传统技术不能高精度地检测在图像传感器中发生的缺陷像素。例如,对于日本特开 2004-297267 号公报所述的技术,在进行高感光度摄像的情况下,图像数据(图像信号)的放大倍率增大,因此图像数据中包括的噪声成分也被放大,因而在一些情况下,噪声成分可能比感兴趣像素的周围像素的信号水平更为突出。特别地,在被摄体的空间频率低的区域中,这类噪声成分具有比感兴趣像素的周围像素的信号水平更高的值的可能性更高,结果,感兴趣像素和周围像素之间的信号水平的差变得大于阈值,并且可能将感兴趣像素错误地检测为缺陷像素。注意,尽管可以考虑将阈值设置成高的值以避免这类错误检测,但是由于感兴趣像素和周围像素之间的信号水平的差小(不明显),所以在信号水平高的区域中,难以检测到缺陷像素。对于日本特开 2001-086517 号公报所述的技术,同样出现类似于日本特开 2004-297267 号公报的问题。

发明内容

[0005] 本发明提供一种用于高精度地检测图像传感器中的缺陷像素的技术。

[0006] 根据本发明的一个方面,提供一种图像处理设备,其用于从通过由多个像素所构成的图像传感器所生成的图像数据检测来自所述图像传感器的缺陷像素的信号,所述图像处理设备包括:第一判断部件,用于获得表示感兴趣像素和位于所述感兴趣像素周围的多

个像素之间的信号水平的差的大小的第一判断值；第二判断部件，用于获得表示所述感兴趣像素和位于所述感兴趣像素周围的多个像素之间的信号水平的差的分布宽度的第二判断值；以及检测部件，用于使用所述第一判断值和所述第二判断值，检测来自所述感兴趣像素的信号是否是缺陷像素信号，其中，所述第一判断值是随着所述差的大小增大而增大的值，并且所述第二判断值是随着所述差的大小的分布宽度减小而增大的值，以及在所述第一判断值和所述第二判断值两者都大于或等于预定阈值的情况下，所述检测部件将来自所述感兴趣像素的信号检测为缺陷像素信号。

[0007] 通过以下参考附图对典型实施例的说明，本发明的其它方面将显而易见。

附图说明

[0008] 图 1 是示出应用作为本发明的一个方面的图像处理设备的摄像设备的结构的示意性框图。

[0009] 图 2 是示出图 1 所示的摄像设备中的缺陷像素检测电路的结构的示意性框图。

[0010] 图 3A ~ 3I 是示出通过图 2 所示的缺陷像素检测电路中的零插入电路、LPF 电路和 HPF 电路所进行的处理的图。

[0011] 图 4 是示出图 2 所示的缺陷像素检测电路中的阈值判断电路的结构的示意性框图。

[0012] 图 5A ~ 5B 是示出图 4 所示的阈值判断电路中的缺陷水平生成电路所进行的缺陷水平生成的图。

[0013] 图 6 是示出图 2 所示的缺陷像素检测电路中的相关性判断电路的结构的示意性框图。

[0014] 图 7 是示出图 6 所示的相关性判断电路中的缺陷水平生成电路所进行的第二判断值的生成的图。

[0015] 图 8 是示出图 1 所示的摄像设备中的缺陷像素校正电路的结构的示意性框图。

[0016] 图 9 是示出图 1 所示的摄像设备中的缺陷像素检测电路的其它结构的示意性框图。

[0017] 图 10A 和 10B 是示出图 9 所示的缺陷像素检测电路中的第五 HPF 电路和第六 HPF 电路所进行的 HPF 处理的图。

[0018] 图 11 是示出图 1 所示的摄像设备中的缺陷像素检测电路的其它结构的示意性框图。

[0019] 图 12 是示出图 1 所示的摄像设备中的缺陷像素检测电路的其它结构的示意性框图。

具体实施方式

[0020] 下面参考附图说明本发明的优选实施例。注意，在整个附图中，相同附图标记表示相同构件，并且不给出对其的重复说明。

[0021] 图 1 是示出应用作为本发明的一个方面的图像处理设备的摄像设备 100 的结构的示意性框图。摄像设备 100 是用于拍摄被摄体图像的摄像设备，并且在本实施例中以数字照相机来实现。

[0022] 摄像设备 100 包括摄像镜头 101、光圈 102、配置有 R(红色)、G(绿色)和 B(蓝色)颜色滤波器的图像传感器 103、以及将从图像传感器 103 接收到的模拟图像信号(电信号)转换成数字图像数据的 A/D 转换电路 104。摄像设备 100 还包括缺陷像素检测电路 105,其中,缺陷像素检测电路 105 用作检测来自图像传感器 103 中的缺陷像素(诸如闪烁缺陷)的信号的处理设备。摄像设备 100 还包括缺陷像素校正电路 106,其中,缺陷像素校正电路 106 对通过缺陷像素检测电路 105 被检测为来自缺陷像素的输出的信号进行校正。摄像设备 100 还包括在电路之间进行总线仲裁的存储器控制电路 107、临时存储图像数据的 DRAM 108 和进行诸如颜色转换处理和锐化处理等的图像处理的图像处理电路 109。摄像设备 100 还包括用于减小或放大图像数据的变倍电路 110、用于判断各电路的参数和模式的系统控制器 111 以及用于显示(产生)与图像数据相对应的图像的显示单元 112。摄像设备 100 还包括用于调制图像信号以在显示单元 112 上显示图像的视频调制电路 113、以及对图像数据进行压缩处理的压缩电路 114。摄像设备 100 还包括用于记录通过压缩电路 114 压缩后的图像数据的可拆卸记录介质 115、以及用作与记录介质 115 的接口的介质控制电路 116。

[0023] 入射到摄像镜头 101 的光(被摄体光)在经由光圈 102 适当曝光之后入射至图像传感器 103,并且被图像传感器 103 转换成电信号。利用 A/D 转换电路 104 将通过图像传感器 103 所生成的被摄体光的电信号从模拟图像信号转换成数字图像数据。

[0024] 将通过图像传感器 103 和 A/D 转换电路 104 生成的、从多个像素输出的信号所构成的图像数据输入给用于检测图像数据中所包括的缺陷像素的信号的缺陷像素检测电路 105。将通过缺陷像素检测电路 105 作为从缺陷像素的输出所检测到的信号输入给缺陷像素校正电路 106 来校正该信号,其中,缺陷像素校正电路 106 通过参考来自作为缺陷像素所检测到的像素周围的像素的信号进行插值来进行该校正。

[0025] 经由存储器控制电路 107、将通过缺陷像素校正电路 106 校正作为来自缺陷像素的输出所检测到的信号而获得的图像数据写入 DRAM 108。经由存储器控制电路 107、通过图像处理电路 109 读出写入到 DRAM 108 中的图像数据。

[0026] 在图像处理电路 109 中,从 DRAM 108 读取的图像数据经过颜色转换处理和锐化处理等,并且被转换成包括亮度信号和色差信号的图像数据。经由存储器控制电路 107,将通过图像处理电路 109 处理后的图像数据写入 DRAM 108。经由存储器控制电路 107,通过变倍电路 110 读出写入 DRAM 108 中的图像数据。

[0027] 变倍电路 110 将图像数据的倍率改变成例如 720×240 ,从而在显示单元 112 上显示与图像数据相对应的图像。经由存储器控制电路 107,将通过变倍电路 110 放大或缩小的图像数据写入 DRAM 108。经由存储器控制电路 107,通过视频调制电路 113 读出写入到 DRAM 108 的图像数据。

[0028] 视频调制电路 113 对图像数据进行编码。将通过图像处理电路 109 处理后的图像数据作为图像显示在显示单元 112 上。

[0029] 在将图像数据写入记录介质 115 的情况下,变倍电路 110 将从 DRAM 108 读出的图像数据(在通过图像处理电路 109 处理之后且被写入 DRAM 108 后所读出的图像数据)的大小放大或缩小成预定大小。经由存储器控制电路 107,将通过变倍电路 110 改变了倍率的图像数据写入 DRAM 108。经由存储器控制电路 107,通过压缩电路 114 读出写入到 DRAM

108 的图像数据。

[0030] 压缩电路 114 利用诸如 JPEG 等的压缩方法对从 DRAM 108 读出的图像数据进行压缩。经由存储器控制电路 107, 将通过压缩电路 114 压缩后的图像数据写入 DRAM 108, 然后通过介质控制电路 116 进行读出。介质控制电路 116 将通过压缩电路 114 压缩后的图像数据写入 (记录) 到记录介质 115 中。

[0031] 参考图 2, 对用于使用通过图像传感器 103 和 A/D 转换电路 104 所生成的图像数据检测来自图像传感器 103 中的缺陷像素的信号的缺陷像素检测电路 105 进行详细说明。如上所述, 由于图像传感器 103 中配置有颜色滤波器的拜耳阵列, 所以通过图像传感器 103 和 A/D 转换电路 104 所生成的图像数据由多种类型 (三种类型 R、G 和 B) 的单色像素组构成。注意, 在本实施例中, 以下面的情况为例进行说明: 作为感兴趣像素的 G 像素中的一个缺陷像素 (闪烁缺陷)。

[0032] 缺陷像素检测电路 105 接收来自 A/D 转换电路 104 的数字图像数据的输入。假定以 8 位表示图像数据中所包括的各像素的信号水平。缺陷像素检测电路 105 包括零插入电路 201、第一低通滤波器 (LPF) 电路 202、第二 LPF 电路 203、第三 LPF 电路 204 和第四 LPF 电路 205。缺陷像素检测电路 105 还包括第一高通滤波器 (HPF) 电路 206、第二 HPF 电路 207、第三 HPF 电路 208 和第四 HPF 电路 209。缺陷像素检测电路 105 还包括第一绝对值 (ABS) 电路 210、第二 ABS 电路 211、第三 ABS 电路 212 和第四 ABS 电路 213。缺陷像素检测电路 105 还包括亮度信号生成电路 214、缺陷判断电路 215、阈值判断电路 (第一判断单元) 216、相关性判断电路 (第二判断单元) 217、乘法器 218 和选择器 219。

[0033] 如图 3A 所示, 零插入电路 201 在由以感兴趣像素为中心的多个像素所构成的区域中, 对除 G 像素以外的像素 (具有与感兴趣像素不同的颜色的像素) 的信号水平插入 0 值 (0)。

[0034] 如图 3B 所示, 第一 LPF 电路 202 对在除 G 像素以外的像素的信号水平中插入了 0 值的图像数据进行垂直方向上的低通滤波处理 (例如, 使用滤波系数 (1, 2, 1) 的低通滤波处理)。这样, 通过各自的垂直像素的信号水平对具有 0 值的像素的信号水平进行插值。

[0035] 如图 3C 所示, 第二 LPF 电路 203 对在除 G 像素以外的像素的信号水平中插入了 0 值的图像数据进行水平方向上的 LPF 处理。这样, 通过各自的水平像素的信号水平对具有 0 值的像素的信号水平进行插值。

[0036] 如图 3D 所示, 第三 LPF 电路 204 对在除 G 像素以外的像素的信号水平中插入了 0 值的图像数据进行 135 度方向上的 LPF 处理。这样, 通过各自的位于 135 度方向上的像素的信号水平对具有 0 值的像素的信号水平进行插值。

[0037] 如图 3E 所示, 第四 LPF 电路 205 对在除 G 像素以外的像素的信号水平中插入了 0 值的图像数据进行 45 度方向上的 LPF 处理。这样, 通过各自的位于 45 度方向上的像素的信号水平对具有 0 值的像素的信号水平进行插值。

[0038] 如图 3F 所示, 第一 HPF 电路 206 对通过第一 LPF 电路 202 所进行的 LPF 处理的结果 (输出数据) 进行水平方向上的高通滤波处理 (例如, 使用滤波系数 (-1, 2, -1) 的高通滤波处理)。

[0039] 如图 3G 所示, 第二 HPF 电路 207 对通过第二 LPF 电路 203 所进行的 LPF 处理的结果 (输出数据) 进行垂直方向上的 HPF 处理。

[0040] 如图 3H 所示,第三 HPF 电路 208 对通过第三 LPF 电路 204 所进行的 LPF 处理的结果(输出数据)进行 45 度方向上的 HPF 处理。

[0041] 如图 3I 所示,第四 HPF 电路 209 对通过第四 LPF 电路 205 所进行的 LPF 处理的结果(输出数据)进行 135 度方向上的 HPF 处理。

[0042] 这样,在缺陷像素检测电路 105 中,第一 LPF 电路 202 和第一 HPF 电路 206 构成用于使用感兴趣像素作为基准在不同方向上进行滤波处理的处理单元。类似地,第二 LPF 电路 203 和第二 HPF 电路 207、第三 LPF 电路 204 和第三 HPF 电路 208、以及第四 LPF 电路 205 和第四 HPF 电路 209 也分别构成用于进行滤波处理的处理单元。注意,LPF 处理的方向(第一方向)和 HPF 处理的方向(与第一方向垂直的第二方向)针对各处理单元而不同。

[0043] 第一 ABS 电路 210 输出通过第一 HPF 电路 206 所进行的 HPF 处理的结果(输出数据)的 8 位绝对值。类似地,第二 ABS 电路 211、第三 ABS 电路 212 和第四 ABS 电路 213 分别输出通过第二 HPF 电路 207、第三 HPF 电路 208 和第四 HPF 电路 209 所进行的 HPF 处理的结果(输出数据)的 8 位绝对值。将通过第一~第四 HPF 电路 206 ~ 209 所进行的 HPF 处理的结果的绝对值分别称为 HA1、HA2、HA3 和 HA4。

[0044] 亮度信号生成电路 214 根据输入至缺陷像素检测电路 105 的图像数据(由 R、G 和 B 的拜耳阵列所构成的图像数据)生成亮度信号。例如,亮度信号生成电路 214 根据下面的公式 1 生成亮度信号 Y。

[0045] $Y=0.299R+0.587G+0.114B$ (公式 1)

[0046] 缺陷判断电路 215 根据通过第一~第四 HPF 电路 206 ~ 209 所进行的 HPF 处理的结果的符号(+或-),输出表示来自感兴趣像素的信号是否是缺陷像素信号的缺陷标志。缺陷判断电路 215 还输出表示缺陷像素是白色缺陷还是黑色缺陷的黑白标志。这里,“白色缺陷”是指在暗状态下看起来亮的缺陷像素,并且“黑色缺陷”是指在入射光下看起来暗的缺陷像素。

[0047] 具体地,在通过第一~第四 HPF 电路 206 ~ 209 所进行的 HPF 处理的所有结果具有相同符号的情况下,缺陷判断电路 215 输出标志“1”作为缺陷标志(1 位)。这表示来自感兴趣像素的信号是缺陷像素信号。另一方面,在通过第一~第四 HPF 电路 206 ~ 209 所进行的 HPF 处理的结果中的任一个具有不同符号的情况下,缺陷判断电路 215 输出标志“0”作为缺陷标志。这表示来自感兴趣像素的信号不是缺陷像素信号。注意,使用缺陷标志作为选择器 219 中的选择信号。

[0048] 在通过第一~第四 HPF 电路 206 ~ 209 所进行的 HPF 处理的所有结果具有正符号的情况下,缺陷判断电路 215 输出表示白色缺陷的标志“1”作为黑白标志(1 位)。另一方面,在通过第一~第四 HPF 电路 206 ~ 209 所进行的 HPF 处理的所有结果具有负符号的情况下,缺陷判断电路 215 输出表示黑色缺陷的标志“0”作为黑白标志。黑白标志不一定是必需的,并且可以省略。注意,将黑白标志输出给阈值判断电路 216。

[0049] 阈值判断电路 216 将分别从第一~第四 ABS 电路 210 ~ 213 输入的 HPF 处理的结果的绝对值 HA1 ~ HA4 与任意设置的阈值进行比较。基于比较结果,阈值判断电路 216 输出第一判断值 D1,第一判断值 D1 是表示来自感兴趣像素的信号是缺陷像素信号的可能性的值。

[0050] 图 4 是示出阈值判断电路 216 的结构示意性框图。阈值判断电路 216 包括第一

缺陷水平生成电路 401、第二缺陷水平生成电路 402、第三缺陷水平生成电路 403、第四缺陷水平生成电路 404、以及乘法器 405 ~ 407。

[0051] 第一缺陷水平生成电路 401 基于从第一 ABS 电路 210 输入的 HPF 处理（水平滤波处理）的结果的绝对值 HA1，生成（计算）缺陷水平 DL1。第二缺陷水平生成电路 402 基于从第二 ABS 电路 211 输入的 HPF 处理（垂直滤波处理）的结果的绝对值 HA2，生成缺陷水平 DL2。第三缺陷水平生成电路 403 基于从第三 ABS 电路 212 输入的 HPF 处理（45 度滤波处理）的结果的绝对值 HA3，生成缺陷水平 DL3。第四缺陷水平生成电路 404 基于从第四 ABS 电路 213 输入的 HPF 处理（135 度滤波处理）的结果的绝对值 HA4，生成缺陷水平 DL4。假定以 8 位值分别表示这些 HPF 处理的结果的绝对值 HA1 ~ HA4。

[0052] 参考图 5A 和 5B，具体说明通过第一 ~ 第四缺陷水平生成电路 401 ~ 404 所进行的缺陷水平的生成。注意，这里使用的术语“缺陷水平”是指表示来自感兴趣像素的信号是缺陷像素信号的可能性的值。在本实施例中，将缺陷水平生成范围从 0 到 255 的值，其中，缺陷水平“0”表示来自感兴趣像素的信号不是缺陷像素信号。相反，缺陷水平“255”表示来自感兴趣像素的信号是缺陷像素信号。缺陷水平越接近“0”，则来自感兴趣像素的信号不是缺陷像素信号的可能性越高，而缺陷水平越接近“255”，则来自感兴趣像素的信号是缺陷像素信号的可能性越高。

[0053] 图 5A 和 5B 示出输入给第一 ~ 第四缺陷水平生成电路 401 ~ 404 的 HPF 处理的结果的绝对值与通过第一 ~ 第四缺陷水平生成电路 401 ~ 404 所生成的缺陷水平（值）之间的关系。在图 5A 和 5B 中，水平轴表示作为 HPF 处理的结果的绝对值 HA (HA1 ~ HA4)，并且垂直轴表示缺陷水平 DL (DL1 ~ DL4)。

[0054] 第一 ~ 第四缺陷水平生成电路 401 ~ 404 预先保持图 5A 和 5B 所示的阈值 TH2 和斜率值 SL1。第一 ~ 第四缺陷水平生成电路 401 ~ 404 根据下面的公式 2 ~ 4，将 HPF 处理的结果的绝对值 HA 转换成缺陷水平 DL (8 位)。

[0055] 在 $HA \leq TH2$ 的情况下，

[0056] $DL=0$. (公式 2)

[0057] 在 $TH2 < HA < TH1$ 的情况下，

[0058] $DL=SL1 \times (HA-TH2)$. (公式 3)

[0059] 在 $TH1 \leq HA$ 的情况下，

[0060] $DL=255$. (公式 4)

[0061] 这里， $TH1=TH2+(255/SL1)$ 。

[0062] 例如，在图 5A 和 5B 所示的例子中，如果 HPF 处理的结果的输入绝对值 HA 大于或等于阈值 TH1，则第一 ~ 第四缺陷水平生成电路 401 ~ 404 生成缺陷水平 DL “255”。另一方面，如果 HPF 处理的结果的输入绝对值 HA 小于或等于阈值 TH2，则第一 ~ 第四缺陷水平生成电路 401 ~ 404 生成缺陷水平 DL “0”。如果 HPF 处理的结果的输入绝对值 HA 大于阈值 TH2、并且小于阈值 TH1，则第一 ~ 第四缺陷水平生成电路 401 ~ 404 生成值随着所输入的 HPF 处理的结果的绝对值增大而增大的缺陷水平 DL。

[0063] 注意，第一 ~ 第四缺陷水平生成电路 401 ~ 404 根据从缺陷判断电路 215 输入的黑白标志，即根据缺陷像素是白色缺陷还是黑色缺陷，改变阈值 TH2 和斜率 SL1。例如，当缺陷像素是白色缺陷时，第一 ~ 第四缺陷水平生成电路 401 ~ 404 将阈值 TH2 和斜率 SL1 设

置成具有如图 5A 所示的特性,而当缺陷像素是黑色缺陷时,第一~第四缺陷水平生成电路 401 ~ 404 将阈值 TH2 和斜率 SL1 设置成具有如图 5B 所示的特性。

[0064] 假定阈值 TH2 是通过例如将根据摄像设备 100 的工作模式所确定的任意设置值与通过亮度信号生成电路 214 所生成的来自感兴趣像素的周围像素的亮度信号的平均值相乘所获得的值。由于亮度越高,噪声越大,所以必须根据通过亮度信号生成电路 214 所生成的亮度信号(即噪声量)来改变阈值 TH2。通过随着亮度增大而增大阈值 TH2,可以防止将噪声错误判断为缺陷像素。还假定斜率 SL1 是通过例如将根据摄像设备 100 的工作模式所确定的任意设置值与通过亮度信号生成电路 214 所生成的亮度信号相乘所获得的值。通过确定阈值 TH2 和斜率 SL1 来确定阈值 TH1。注意,代替通过使用公式 2 ~ 4 的转换来获得,可以将如图 5A 和 5B 所示的相对于绝对值 HA 的缺陷水平 DL 预先存储在表中。

[0065] 可选地,代替设置阈值 TH1 和 TH2,可以将绝对值 HA 和缺陷水平 DL 之间的关系定义为函数(诸如三次函数),其中,在绝对值 HA 的整个范围上,缺陷水平 DL 随着绝对值 HA 增大而增大。然后,可以根据亮度切换该函数,从而使得相对于绝对值 HA 的缺陷水平 DL 的值随着感兴趣像素周围的亮度增大而减小。

[0066] 乘法器 405 通过将由第一缺陷水平生成电路 401 所生成的缺陷水平和由第二缺陷水平生成电路 402 所生成的缺陷水平相乘,获得 16 位值,对该 16 位值进行 8 位移位运算,并且输出作为结果的 8 位值作为缺陷水平 DL5。乘法器 406 通过将由第三缺陷水平生成电路 403 所生成的缺陷水平和由第四缺陷水平生成电路 404 所生成的缺陷水平相乘,获得 16 位值,对该 16 位值进行 8 位移位运算,并且输出作为结果的 8 位值作为缺陷水平 DL6。乘法器 407 通过将利用乘法器 405 的乘法所获得的缺陷水平 DL5 和利用乘法器 406 的乘法所获得的缺陷水平 DL6 相乘,获得 16 位值,对该 16 位值进行 8 位移位运算,并且输出作为结果的 8 位值作为第一判断值 D1。

[0067] 这样,阈值判断电路 216 基于滤波处理的结果,获得感兴趣像素和位于感兴趣像素周围的多个像素之间的信号水平的差。然后阈值判断电路 216 生成第一判断值 D1,其中,第一判断值 D1 表示上述信号水平的差越大,则来自感兴趣像素的信号是缺陷像素信号的可能性越高。

[0068] 再参考图 2,相关性判断电路 217 比较分别从第一~第四 ABS 电路 210 ~ 213 输入的 HPF 处理的结果的绝对值 HA1 ~ HA4 的大小。基于比较结果,相关性判断电路 217 输出第二判断值 D2,其中,第二判断值 D2 表示来自感兴趣像素的信号是缺陷像素信号的可能性。

[0069] 图 6 是示出相关性判断电路 217 的结构示意性框图。相关性判断电路 217 包括第一选择电路 601、第二选择电路 602、第三选择电路 603、第四选择电路 604、第五选择电路 605、第六选择电路 606、减法器 607 和缺陷水平判断电路 608。

[0070] 第一选择电路 601 将从第一 ABS 电路 210 输入的 HPF 处理的结果的绝对值 HA1 和从第二 ABS 电路 211 输入的 HPF 处理的结果的绝对值 HA2 进行比较,并且输出较大的绝对值。第二选择电路 602 将从第一 ABS 电路 210 输入的 HPF 处理的结果的绝对值 HA1 和从第二 ABS 电路 211 输入的 HPF 处理的结果的绝对值 HA2 进行比较,并且输出较小的绝对值。

[0071] 第三选择电路 603 将从第三 ABS 电路 212 输入的 HPF 处理的结果的绝对值 HA3 和从第四 ABS 电路 213 输入的 HPF 处理的结果的绝对值 HA4 进行比较,并且输出较大的绝对

值。第四选择电路 604 将从第三 ABS 电路 212 输入的 HPF 处理的结果的绝对值 HA3 和从第四 ABS 电路 213 输入的 HPF 处理的结果的绝对值 HA4 进行比较,并且输出较小的绝对值。

[0072] 第五选择电路 605 比较从第一选择电路 601 输出的绝对值和从第三选择电路 603 输出的绝对值,并且输出较大的绝对值。从第五选择电路 605 输出的绝对值是通过第一～第四 ABS 电路 210～213 所进行的 HPF 处理的结果(即在四个方向上所进行的滤波处理的结果)中的最大绝对值。

[0073] 第六选择电路 606 比较从第二选择电路 602 输出的绝对值和从第四选择电路 604 输出的绝对值,并且输出较小的绝对值。从第六选择电路 606 输出的绝对值是通过第一～第四 ABS 电路 210～213 所进行的 HPF 处理的结果(即在四个方向上所进行的滤波处理的结果)中的最小绝对值。

[0074] 减法器 607 从第五选择电路 605 所输出的绝对值减去第六选择电路 606 所输出的绝对值。通过减法器 607 所进行的减法的结果表示通过第一～第四 ABS 电路 210～213 所进行的 HPF 处理的结果的最大的差(差的分布宽度),并且由于通过从最大绝对值减去最小绝对值来获得,所以始终是大于 0 的正值或等于 0。

[0075] 缺陷水平判断电路 608 基于从减法器 607 输出的绝对值,生成(计算)第二判断值 D2,并且输出第二判断值 D2。参考图 7 具体说明通过缺陷水平判断电路 608 所进行的第二判断值 D2 的生成。注意,如第一判断值 D1 一样,通过缺陷水平判断电路 608 所生成的第二判断值 D2 表示来自感兴趣像素的信号是缺陷像素信号的可能性。图 7 是示出要输入给缺陷水平判断电路 608 的通过减法器 607 所进行的减法的结果(绝对值 HB)和通过缺陷水平判断电路 608 所生成的第二判断值 D2 之间的关系的图。在图 7 中,水平轴表示通过减法器 607 所进行的减法的结果(绝对值 HB),并且垂直轴表示第二判断值 D2。

[0076] 缺陷水平判断电路 608 预先保持图 7 所示的阈值 TH3 和斜率值 SL2,并且根据下面的公式 5～7 将减法器 607 的减法的结果转换成第二判断值 D2(8 位)。

[0077] 在 $HB \leq TH3$ 的情况下,

[0078] $D2=255$. (公式 5)。

[0079] 在 $TH3 < HB < TH4$ 的情况下,

[0080] $D2=SL2 \times (HB-TH3)+255$. (公式 6)

[0081] 在 $TH4 \leq HB$ 的情况下,

[0082] $D2=0$. (公式 7)

[0083] 这里, $TH4=TH3+(255/SL2)$ 。

[0084] 例如,在图 7 所示的例子中,如果通过减法器 607 的减法的结果 HB 小于或等于阈值 TH3,则缺陷水平判断电路 608 生成第二判断值 D2“255”。另一方面,如果通过减法器 607 的减法的结果 HB 大于或等于阈值 TH4,则缺陷水平判断电路 608 生成第二判断值 D2“0”。如果通过减法器 607 进行减法的结果 HB 大于阈值 TH3 并且小于阈值 TH4,则缺陷水平判断电路 608 生成值随着减法器 607 的减法的结果(绝对值)减小而增大的第二判断值 D2。

[0085] 注意,阈值 TH3 是通过例如将根据摄像设备 100 的工作模式所确定的任意设置值和通过亮度信号生成电路 214 所生成的亮度信号相乘所获得的值。还应注意,斜率 SL2 也是通过例如将根据摄像设备 100 的工作模式所确定的任意设置值和通过亮度信号生成电路 214 所生成的亮度信号相乘所获得的值。通过确定阈值 TH3 和斜率值 SL2 来确定阈值 TH4。

可选地,代替通过使用公式 5 ~ 7 的转换来获得,可以将图 7 所示的相对于通过减法器 607 进行减法的结果 HB 的第二判断值 D2 预先存储在表中。

[0086] 这样,相关性判断电路 217 基于滤波处理的结果,获得感兴趣像素和感兴趣像素的周围像素之间的信号水平的差的分布宽度(即减法结果 HB)。然后相关性判断电路 217 生成第二判断值 D2,其中,第二判断值 D2 表示上述信号水平的差的分布宽度越小,则来自感兴趣像素的信号是缺陷像素信号的可能性越大。

[0087] 注意,在图像数据中包括许多噪声的情况下,存在下面的可能性:由于噪声,阈值判断电路 216 可能将来自感兴趣像素的信号错误地判断为缺陷像素信号(即输出第一判断值“255”)。考虑到此,需要在下面的情况下在相关性判断电路 217 中判断为来自感兴趣像素的信号不是缺陷像素信号:在包括感兴趣像素的区域的图像数据中包括许多噪声、并且上述差的分布宽度也大。

[0088] 在感兴趣像素不是缺陷像素的情况下,通过第一~第四 ABS 电路 210 ~ 213 所获得的 HPF 处理的结果(即在四个方向上所进行的滤波处理的结果)会是接近 0 的值,因此,差的分布宽度也是接近 0 的值。在这种情况下,由于差的分布宽度小,所以相关性判断电路 217 可能将来自感兴趣像素的信号错误地判断为缺陷像素信号(即输出第二判断值“255”)。为此,需要在感兴趣像素和邻接像素之间的信号水平的差大于或等于阈值的情况下、在阈值判断电路 216 中判断为来自感兴趣像素的信号是缺陷像素信号。

[0089] 考虑到此,在本实施例中,如图 2 所示,乘法器 218 通过将来自阈值判断电路 216 输出的第一判断值 D1 和从相关性判断电路 217 输出的第二判断值 D2 相乘,获得第三判断值。具体地,乘法器 218 通过将第一判断值 D1 和第二判断值 D2 相乘,获得 16 位值,对该 16 位值进行 8 位移位运算,并且输出作为结果的 8 位值(即从 0 到 255 的值)作为第三判断值 K。这使得即使阈值判断电路 216 进行了错误判断,相关性判断电路 217 也能够正确判断感兴趣像素是否是缺陷像素,并且使得即使相关性判断电路 217 进行了错误判断,阈值判断电路 216 也能够正确判断感兴趣像素是否是缺陷像素。换句话说,如果感兴趣像素在阈值判断电路 216 和相关性判断电路 217 两者中被判断为缺陷像素,则将感兴趣像素检测为缺陷像素。可选地,如果在阈值判断电路 216 和相关性判断电路 217 两者中判断为感兴趣像素是缺陷像素的可能性高,则将来自感兴趣像素的信号检测为是缺陷像素信号的可能性高的信号。

[0090] 如果从缺陷判断电路 215 输入的缺陷标志是“1”(即表示感兴趣像素是缺陷像素),则选择器 219 输出通过乘法器 218 的乘法所获得的第三判断值 K。如果从缺陷判断电路 215 输入的缺陷标志是“0”(即表示感兴趣像素不是缺陷像素),则选择器 219 输出“0”作为第三判断值。注意,将从选择器 219 输出的缺陷水平输入给缺陷像素校正电路 106。

[0091] 图 8 是示出缺陷像素校正电路 106 的结构的示意性框图。缺陷像素校正电路 106 经由 A/D 转换电路 104 接收包括缺陷像素的图像数据的输入。缺陷像素校正电路 106 包括校正值计算电路 801 和加权加法器电路 802。

[0092] 例如,校正值计算电路 801 进行使用不参考感兴趣像素的系数(例如,(1,0,1))的滤波处理,并且计算用于校正缺陷像素的信号水平的校正值。可选地,校正值计算电路 801 可以根据图像数据确定边缘方向,并且参考位于沿感兴趣像素的边缘方向的像素的信号水平来计算校正值,或者可以通过预先插值来获得校正值。作为其它可选方法,可以通过向根

据位于沿边缘方向的像素的信号水平所计算出的校正值分配比根据位于沿其它方向的像素的信号水平所计算出的校正值的权重更高的权重,并且相加并平均这些校正值,来获得校正值。

[0093] 加权加法器电路 802 根据从缺陷像素检测电路 105 输出的第三判断值 K,对从 A/D 转换电路 104 输出的感兴趣像素的信号水平 ORG 和通过校正值计算电路 801 所计算出的校正值 COR 进行加权相加。例如,加权加法器电路 802 根据下面的公式 8 输出感兴趣像素的校正后的信号水平 OUT。

[0094] $OUT = COR \times K + ORG \times (255 - K)$ (公式 8)

[0095] 如上所述,第三判断值 K 的范围为 0 ~ 255。由于在感兴趣像素不是缺陷像素(即感兴趣像素是正常像素)的可能性高的情况下,第三判断值 K 接近“0”,所以加权加法器电路 802 通过向感兴趣像素的信号水平 ORG 分配高权重、并且将校正值 COR 和信号水平 ORG 加权相加,来输出信号水平(即校正了缺陷像素的图像数据)OUT。另一方面,由于在感兴趣像素是缺陷像素的可能性高的情况下,第三判断值 K 接近“255”,所以加权加法器电路 802 通过向校正值 COR 分配高权重、并且将校正值 COR 和感兴趣像素的信号水平 ORG 加权相加,来输出信号水平 OUT。可选地,可以将第三判断值 K 与预定阈值进行比较,并且如果第三判断值 K 小于该阈值,则输出感兴趣像素的信号水平 ORG 作为校正后的信号水平 OUT,否则,输出根据公式 8 所获得的值作为校正后的信号水平 OUT。

[0096] 根据如上所述的本实施例,在阈值判断电路 216 和相关性判断电路 217 两者中将来自感兴趣像素的信号判断为缺陷像素信号的情况下,将感兴趣像素检测为缺陷像素。可选地,在阈值判断电路 216 和相关性判断电路 217 两者中判断为来自感兴趣像素的信号是缺陷像素信号的可能性高的情况下,将感兴趣像素的信号水平检测为是缺陷像素信号的可能性高的信号水平。为此,与传统技术相比,可以更精确地检测缺陷像素。因此,由于根据通过将从阈值判断电路 216 输出的缺陷水平和从相关性判断电路 217 输出的缺陷水平相乘所获得的值来校正感兴趣像素的信号水平,所以与传统技术相比,可以更精确地校正缺陷像素。

[0097] 注意,在缺陷像素检测电路 105 中,如图 9 所示,第一 LPF 电路 202 和第二 LPF 电路 203 可以各自设置有两个高通滤波器电路,其中,每一高通滤波器电路各自进行不同的高通滤波处理。

[0098] 参考图 9,第五 HPF 电路 901 和第六 HPF 电路 902 对于通过第一 LPF 电路 202 所进行的 LPF 处理的结果,在水平方向上各自进行不同的高通滤波处理。例如,如图 10A 所示,第五 HPF 电路 901 进行使用低通滤波系数 $((1, 2, 1) \times (1, 2, 1) \times (-1, 2, -1))$ 的高通滤波处理(使用第一高通滤波器的第一高通滤波处理)。如图 10B 所示,第六 HPF 电路 902 进行使用高通滤波系数 $((1, 2, 1) \times (-1, 2, -1) \times (-1, 2, -1))$ 的高通滤波处理(使用第二高通滤波器的第二高通滤波处理)。

[0099] 第七 HPF 电路 903 和第八 HPF 电路 904 对通过第二 LPF 电路 203 所进行的 LPF 处理的结果,在垂直方向上各自进行不同的高通滤波处理。例如,第七 HPF 电路 903 进行使用低通滤波系数(参考图 10A)的高通滤波处理。第八 HPF 电路 904 进行使用高通滤波系数(参考图 10B)的高通滤波处理。

[0100] 第五 AB S 电路 905 输出通过第五 HPF 电路 901 所进行的 HPF 处理的结果(输出

数据)的绝对值。类似地,第六ABS电路906、第七ABS电路907和第八ABS电路908输出分别通过第六HPF电路902、第七HPF电路903和第八HPF电路904所进行的HPF处理的结果(输出数据)的绝对值。

[0101] 第一运算电路909和第二运算电路910具有相同结构,每一个均包括阈值判断电路216、相关性判断电路217和乘法器218。第一运算电路909接收通过第五ABS电路905、第七ABS电路907、第三ABS电路212和第四ABS电路213所获得的HPF处理的结果的绝对值的输入。第二运算电路910接收通过第六ABS电路906、第八ABS电路908、第三ABS电路212和第四ABS电路213所获得的HPF处理的结果的绝对值的输入。

[0102] 第一运算电路909和第二运算电路910各自使用在相同频带中所进行的HPF处理的结果的绝对值,获得表示感兴趣像素的信号是缺陷像素信号的可能性的判断值。注意,理想的是对于包括水平方向、垂直方向、45度方向和135度方向的所有方向使用相同频带。在本实施例中,由于从感兴趣像素到基准像素的距离在倾斜方向与水平和垂直方向之间不同,因此频带在它们之间是不同的,所以在水平和垂直方向与45度和135度方向(倾斜方向)之间,使用不同的滤波系数。

[0103] 最大值选择电路911比较从第一运算电路909输出的判断值和从第二运算电路910输出的判断值,并且输出较大的判断值。

[0104] 如果在图像数据的高频带中进行滤波处理(参考图10B),则存在下面的情况:边缘残留,因此将来自感兴趣像素的信号错误地判断为缺陷像素信号。为此,在低频带中同样进行滤波处理,从而可靠地检测低频带中存在的缺陷像素。然后,对于边缘上存在的这类缺陷像素,将高通滤波处理的结果和低通滤波处理的结果进行比较,以防止将边缘错误地判断为缺陷像素。

[0105] 在本实施例中,尽管作为例子说明了在G像素中发生缺陷像素的情况,但是,即使在R或B像素中发生缺陷像素,通过在除R或B像素以外的像素中插入0值,可以通过相同处理来检测缺陷像素。

[0106] 代替通过R、G和B像素之间的区分来获得第一和第二判断值,阈值判断电路216和相关性判断电路217可以使用通过公式1所获得的亮度信号Y来获得第一和第二判断值。

[0107] 通过一些其它方法可以获得阈值判断电路216为了获得第一判断值D1所使用的绝对值HA,只要该绝对值表示感兴趣像素和感兴趣像素周围的多个像素之间的信号水平的差的大小即可。例如,阈值判断电路216可以获得通过第一~第四ABS电路210~213所进行的HPF处理的结果的绝对值的平均值,并且使用该平均值作为绝对值HA、通过公式2~4获得第一判断值D1。

[0108] 另外,相关性判断电路217可以获得通过第一~第四ABS电路210~213所进行的HPF处理的结果的绝对值的方差,并且随着该方差减小,将第二判断值D2设置成更大的值。

[0109] 注意,尽管缺陷像素检测电路105由图2中的LPF电路和HPF电路构成,但是如图11所示不包括LPF电路的结构也是可以的。下面关注与图2所示的缺陷像素检测电路105的结构的不同,说明图11所示的缺陷像素检测电路105的其它结构。

[0110] 第一HPF电路1101对于在除G像素以外的像素的信号水平中插入了0值的图像

数据,在水平方向进行使用例如 $(-1, 0, 2, 0, -1)$ 的滤波系数的 HPF 处理。类似地,第一 HPF 电路 1101 还对在除 R 像素以外的像素的信号水平中插入了 0 值的图像数据和在除 B 像素以外的像素的信号水平中插入了 0 值的图像数据进行 HPF 处理。

[0111] 第二 HPF 电路 1102 对于在除 G 像素以外的像素的信号水平中插入了 0 值的图像数据,在垂直方向进行使用滤波系数,例如 $(-1, 0, 2, 0, -1)$ 的 HPF 处理。类似地,第二 HPF 电路 1102 还对在除 R 像素以外的像素的信号水平中插入了 0 值的图像数据和在除 B 像素以外的像素的信号水平中插入了 0 值的图像数据,进行 HPF 处理。

[0112] 第三 HPF 电路 1103 对在除 G 像素以外的像素的信号水平中插入了 0 值的图像数据,在 45 度方向上进行使用例如 $(-1, 2, -1)$ 的滤波系数的 HPF 处理。

[0113] 第四 HPF 电路 1104 对在除 G 像素以外的像素的信号水平中插入了 0 值的图像数据,在 135 度方向上进行例如 $(-1, 2, -1)$ 的使用滤波系数的 HPF 处理。

[0114] 对于图 11 所示的缺陷像素检测电路 105 的结构,零插入电路 201 对插入了 0 值的像素不进行插值处理,因此,HPF 电路各自具有在 HPF 处理期间不受插入了 0 值的像素的影响的滤波系数。在水平方向和垂直方向两者上,由于每隔一个像素配置所有 G、R 和 B 像素,所以对于 G、R 和 B 像素可以使用相同的滤波系数。另一方面,在 45 度方向和 135 度方向两者上,由于连续配置 G 像素,而每隔一个像素配置 R 和 B 像素两者,所以仅对 G 像素进行 HPF 处理。

[0115] 第一~第四 ABS 电路 1105 ~ 1108 输出分别通过第一~第四 HPF 电路 1101 ~ 1104 所进行的 HPF 处理的结果的绝对值(输出数据)。

[0116] 如图 2 所示的缺陷判断电路 215 一样,缺陷判断电路 1109 根据通过第一~第四 HPF 电路 1101 ~ 1104 所进行的 HPF 处理的结果的符号(正的或负的),输出缺陷标志和黑白标志。如果感兴趣像素是 G 像素,则缺陷判断电路 1109 参考通过第一 HPF 电路 1101、第二 HPF 电路 1102、第三 HPF 电路 1103 和第四 HPF 电路 1104 所进行的 HPF 处理的结果的符号。如果感兴趣像素是 R 或 B 像素,则缺陷判断电路 1109 参考通过第一 HPF 电路 1101 和第二 HPF 电路 1102 所进行的 HPF 处理的结果的符号。

[0117] 如图 2 所示的阈值判断电路 216 一样,阈值判断电路 1110 将从第一~第四 ABS 电路 1105 ~ 1108 输入的 HPF 处理的结果的绝对值与任意设置的阈值进行比较。基于比较结果,阈值判断电路 1110 获得表示来自感兴趣像素的信号是缺陷像素信号的可能性的第一判断值 D1。如图 2 所示的相关性判断电路 217 一样,相关性判断电路 1111 比较从第一~第四 ABS 电路 1105 ~ 1108 输入的 HPF 处理的结果的绝对值的大小。基于比较结果,相关性判断电路 1111 获得表示来自感兴趣像素的信号是缺陷像素信号的可能性的第二判断值 D2。

[0118] 如果感兴趣像素是 G 像素,则阈值判断电路 1110 和相关性判断电路 1111 参考通过第一 ABS 电路 1105、第二 ABS 电路 1106、第三 ABS 电路 1107 和第四 ABS 电路 1108 所获得的 HPF 处理的结果的绝对值。如果感兴趣像素是 R 或 B 像素,则阈值判断电路 1110 和相关性判断电路 1111 参考通过第一 ABS 电路 1105 和第二 ABS 电路 1106 所获得的 HPF 处理的结果的绝对值。

[0119] 然后,如图 2 的情况一样,乘法器 218 通过将第一判断值和第二判断值相乘,获得第三判断值,并且经由选择器 219 将第三判断值输入给缺陷像素校正电路 106。

[0120] 此外,代替诸如图 2 所示的 LPF 电路和 HPF 电路等的滤波器电路,如图 12 一样,由差分电路构成缺陷像素检测电路 105 的结构也是可以的。下面关注与图 2 所示的缺陷像素检测电路 105 的结构的不同,说明图 12 所示的缺陷像素检测电路 105 的结构。

[0121] 第一差分电路 1201 进行用于通过从感兴趣像素的值减去位于感兴趣像素右侧并具有与感兴趣像素相同颜色的第二个像素的值来获得值的差分处理。第二差分电路 1202 进行用于通过从感兴趣像素的值减去位于感兴趣像素左侧并具有与感兴趣像素相同颜色的第二个像素的值来获得值的差分处理。

[0122] 第三差分电路 1203 进行用于通过从感兴趣像素的值减去位于感兴趣像素上侧并具有与感兴趣像素相同颜色的第二个像素的值来获得值的差分处理。第四差分电路 1204 进行用于通过从感兴趣像素的值减去位于感兴趣像素下侧并具有与感兴趣像素相同颜色的第二个像素的值来获得值的差分处理。

[0123] 第五差分电路 1205 进行用于通过从感兴趣像素的值减去位于感兴趣像素右上侧并具有与感兴趣像素相同颜色的邻接像素的值来获得值的差分处理。第六差分电路 1206 进行用于通过从感兴趣像素的值减去位于感兴趣像素左下侧并具有与感兴趣像素相同颜色的邻接像素的值来获得值的差分处理。

[0124] 第七差分电路 1207 进行用于通过从感兴趣像素的值减去位于感兴趣像素左上侧并具有与感兴趣像素相同颜色的邻接像素的值来获得值的差分处理。第八差分电路 1208 进行用于通过从感兴趣像素的值减去位于感兴趣像素右下侧并具有与感兴趣像素相同颜色的邻接像素的值来获得值的差分处理。

[0125] 这样,第一~第八差分电路 1201 ~ 1208 各自获得感兴趣像素和位于感兴趣像素周围的像素之间的值的差。尽管不管感兴趣像素是 G、R 还是 B 像素,第一~第四差分电路 1201 ~ 1204 都进行差分处理,但是第五~第八差分电路 1205 ~ 1208 仅在感兴趣像素是 G 像素的情况下进行差分处理。

[0126] 第一~第八 AB S 电路 1209 ~ 1216 输出分别通过第一~第八差分电路 1201 ~ 1208 所进行的差分处理的结果(输出数据)的绝对值。

[0127] 如图 2 所示的缺陷判断电路 215 一样,缺陷判断电路 1217 根据通过第一~第八差分电路 1201 ~ 1208 所进行的差分处理的结果的符号(正的或负的),输出缺陷标志和黑白标志。如果感兴趣像素是 G 像素,则缺陷判断电路 1217 参考通过第一~第八差分电路 1201 ~ 1208 所进行的差分处理的结果的符号。如果感兴趣像素是 R 或者 B 像素,则缺陷判断电路 1217 参考通过第一~第四差分电路 1201 ~ 1204 所进行的差分处理的结果的符号。

[0128] 如图 2 所示的阈值判断电路 216 一样,阈值判断电路 1218 将从第一~第八 AB S 电路 1209 ~ 1216 输入的差分处理的结果的绝对值与任意设置的阈值进行比较。基于比较结果,阈值判断电路 1218 获得表示来自感兴趣的信号是缺陷像素信号的可能性的第一判断值。如图 2 所示的相关性判断电路 217 一样,相关性判断电路 1219 比较从第一~第八 ABS 电路 1209 ~ 1216 输入的差分处理的结果的绝对值的大小。基于比较结果,相关性判断电路 1219 获得表示来自感兴趣像素的信号是缺陷像素信号的可能性的第二判断值。

[0129] 注意,如果感兴趣像素是 G 像素,则阈值判断电路 1218 和相关性判断电路 1219 参考通过第一~第八 ABS 电路 1209 ~ 1216 所获得的差分处理的结果的绝对值。如果感兴趣像素是 R 或者 B 像素,则阈值判断电路 1218 和相关性判断电路 1219 参考通过第一~第四

ABS 电路 1209 ~ 1212 所获得的差分处理的结果的绝对值。

[0130] 然后,如图 2 的情况一样,乘法器 218 通过将第一判断值和第二判断值相乘,获得第三判断值,并且经由选择器 219 将第三判断值输入给缺陷像素校正电路 106。

[0131] 如上所述,根据本实施例的缺陷像素检测电路 105 获得第一判断值,其中,第一判断值表示感兴趣像素和位于感兴趣像素周围的多个像素之间的信号水平的差的大小。第一判断值是随着感兴趣像素和周围像素之间的信号水平的差增大而增大的值。缺陷像素检测电路 105 还获得表示感兴趣像素和多个周围像素之间的信号水平的差的大小的分布宽度的第二判断值。第二判断值是随着感兴趣像素和多个周围像素之间的信号水平的差的大小的分布宽度减小而增大的值。缺陷像素检测电路 105 将第一判断值 D1 和第二判断值 D2 相乘,并且判断为通过该乘法所获得的值越大,则来自感兴趣像素的信号是缺陷像素信号的可能性越高。注意,如果通过该乘法所获得的值大于或等于阈值,则缺陷像素检测电路 105 可以将感兴趣像素的信号判断为缺陷像素信号。可选地,如果第一和第二判断值 D1 和 D2 两者都大于或等于阈值,则缺陷像素检测电路 105 可以将来自感兴趣像素的信号判断为缺陷像素信号。

[0132] 此外,由于缺陷像素校正电路 106 基于通过该乘法所获得的值来判断要校正感兴趣像素的程度、或者是否校正感兴趣像素,所以与传统技术相比,可以更精确地降低缺陷像素的影响。

[0133] 注意,缺陷像素不一定独立存在,并且存在两个缺陷像素可能并排存在的可能性。考虑到此,在感兴趣像素周围存在下面的像素的情况下,缺陷像素检测电路 105 可以在排除该像素的信号水平的同时进行缺陷像素的判断:该像素的信号水平接近感兴趣像素的信号水平,但是与其它周围像素的信号水平非常不同。

[0134] 此外,尽管以通过诸如数字照相机或摄像机等的摄像设备所进行的用于检测缺陷像素的处理作为例子,说明了上述实施例,但是本发明并非意图局限于此。例如,安装有具有图像处理功能的应用程序的个人计算机可以根据从存储器(未示出)读取的程序,对从可拆卸的存储介质或者经由网络所获取的图像信号,进行上述处理。

[0135] 此外,在本实施例中,尽管通过阈值判断电路所生成的缺陷水平和通过相关性判断电路所生成的缺陷水平是 8 位,但是这两个缺陷水平可以具有不同的位宽。

[0136] 还可以利用读出并执行记录在存储器装置上的程序以进行上述实施例的功能的系统或设备的计算机(或者 CPU 或 MPU 等装置)和通过下面的方法实现本发明的方面,其中,利用系统或设备的计算机通过例如读出并执行记录在存储器装置上的程序以进行上述实施例的功能来进行上述方法的步骤。为此,例如,通过网络或者通过用作存储器装置的各种类型的记录介质(例如,计算机可读介质)将该程序提供给计算机。

[0137] 尽管参考典型实施例说明了本发明,但是应该理解,本发明不局限于所公开的典型实施例。所附权利要求书的范围符合最宽的解释,以包含所有这类修改、等同结构和功能。

[0138] 本申请要求 2010 年 3 月 26 日提交的日本 2010-073472 号专利申请的优先权,其全部内容通过引用包含于此。

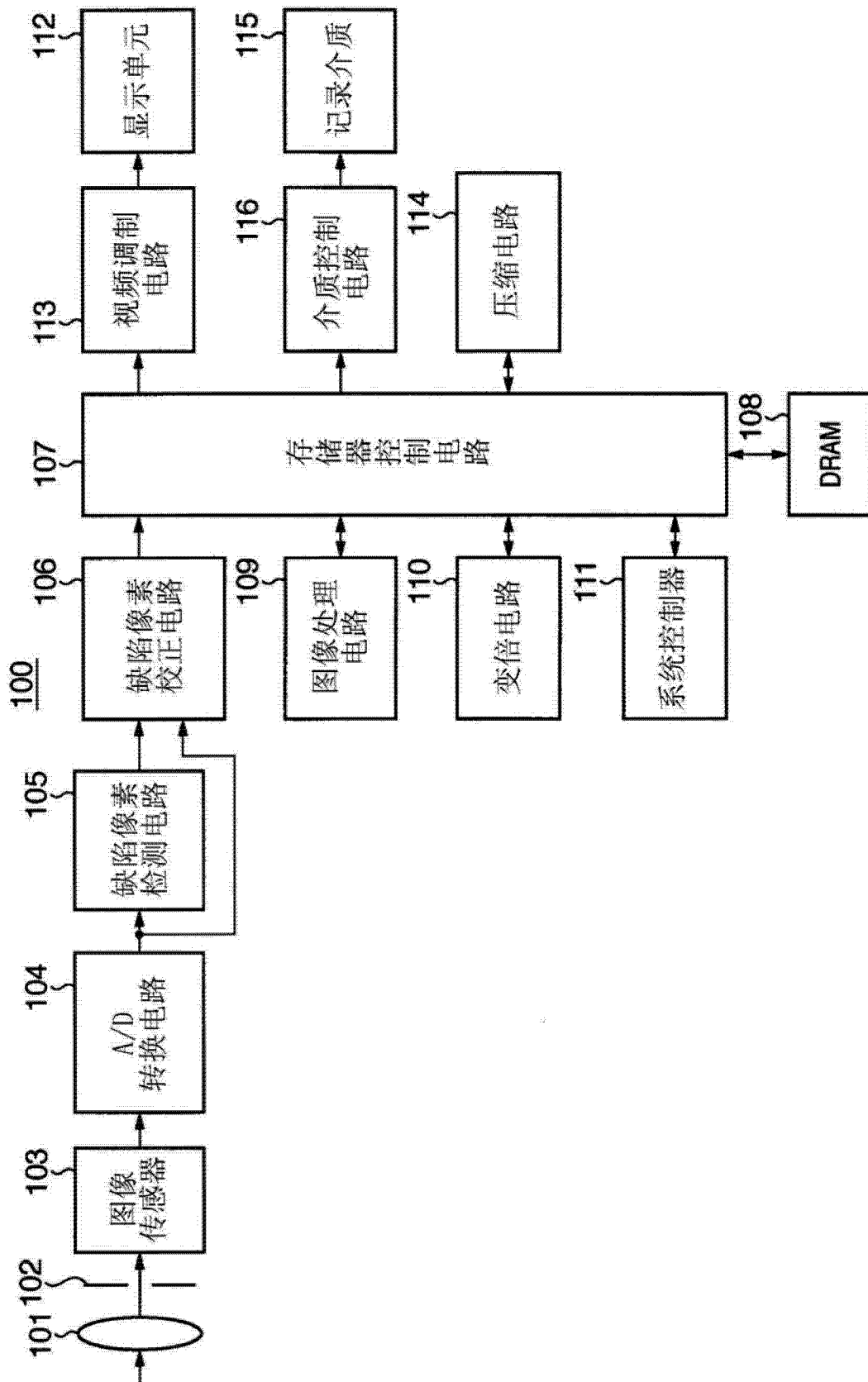


图 1

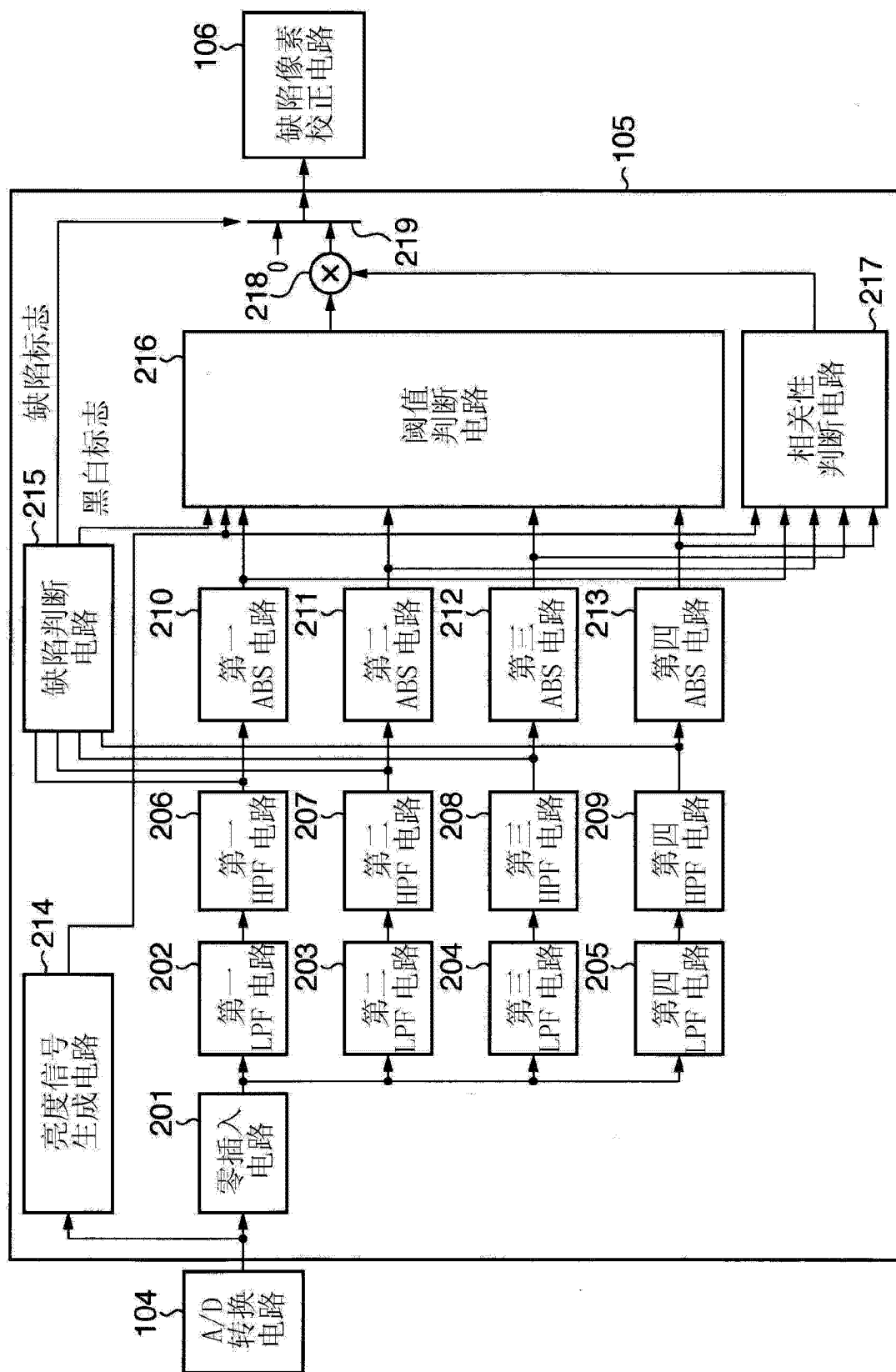


图 2

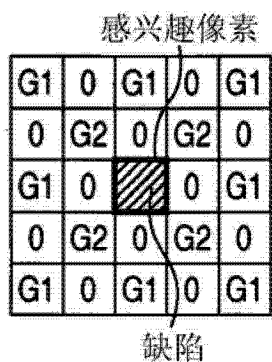


图 3A

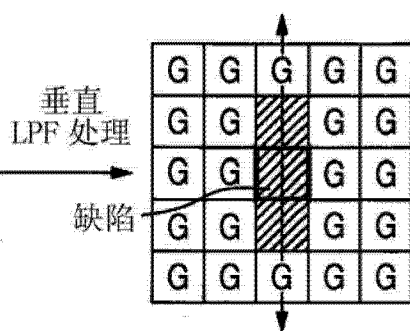


图 3B

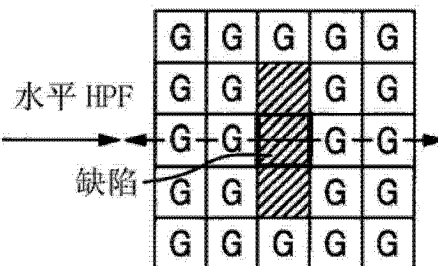


图 3F

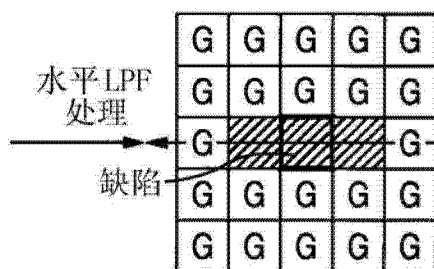


图 3C

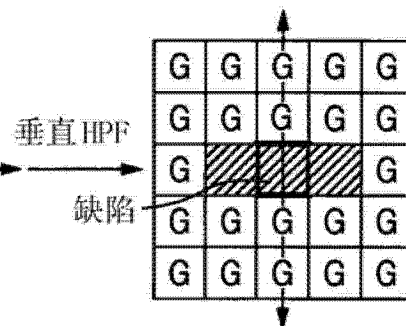


图 3G

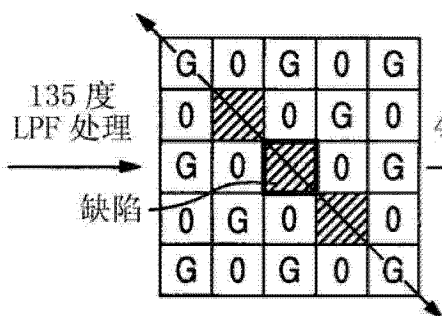


图 3D

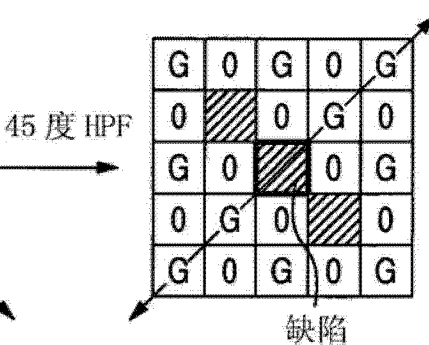


图 3H

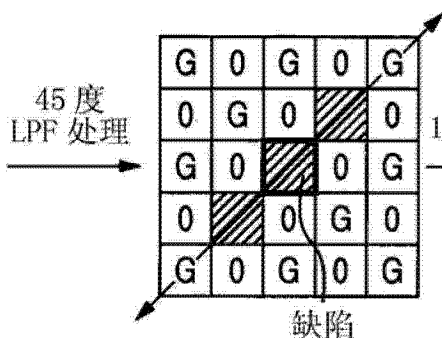


图 3E

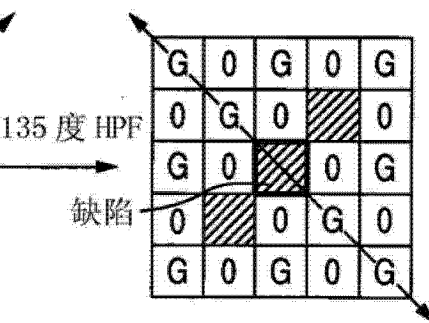


图 3I

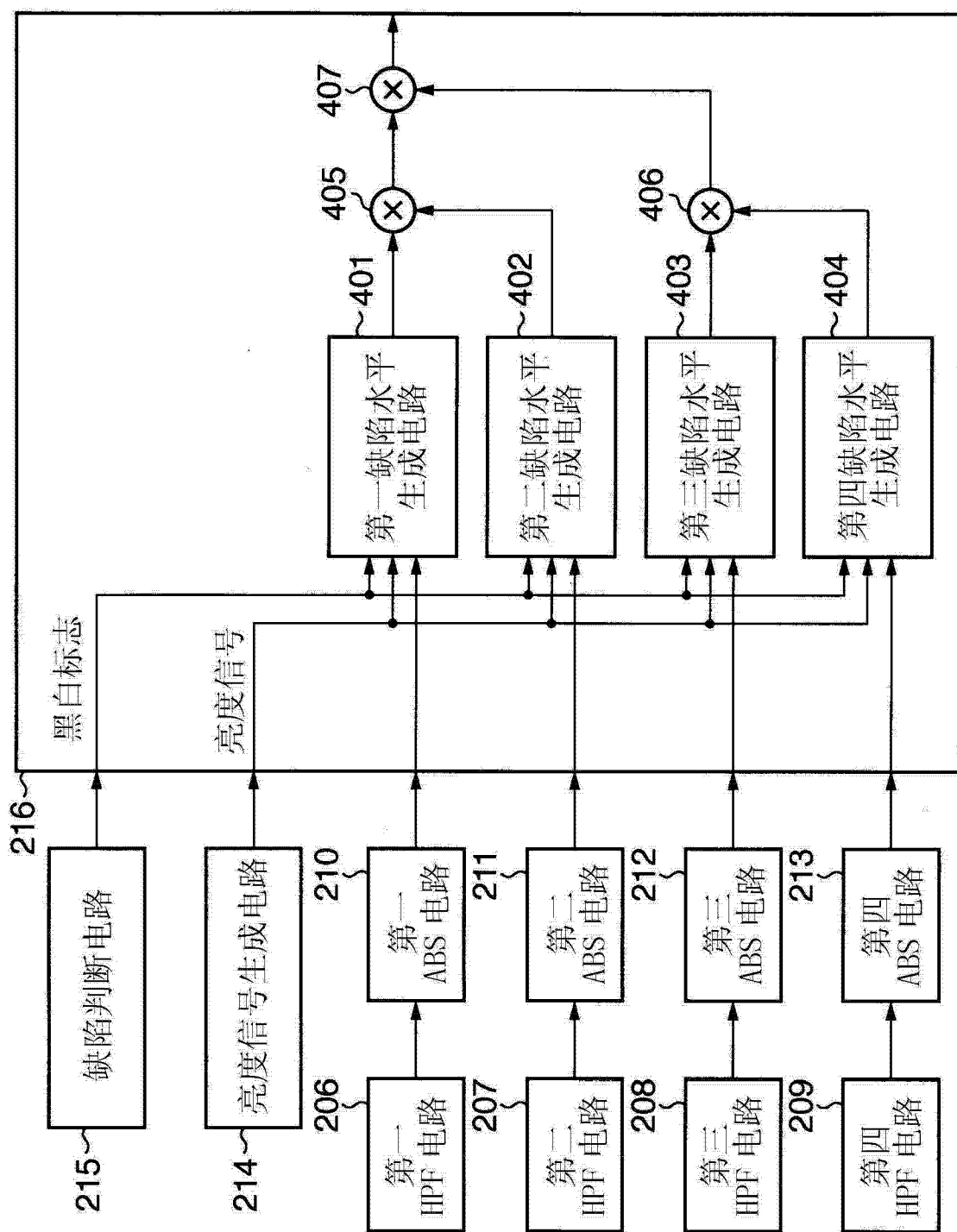


图 4

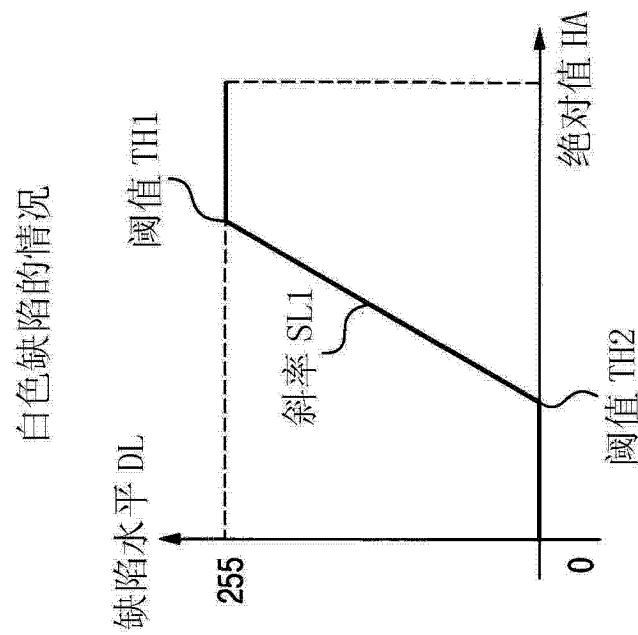


图 5A

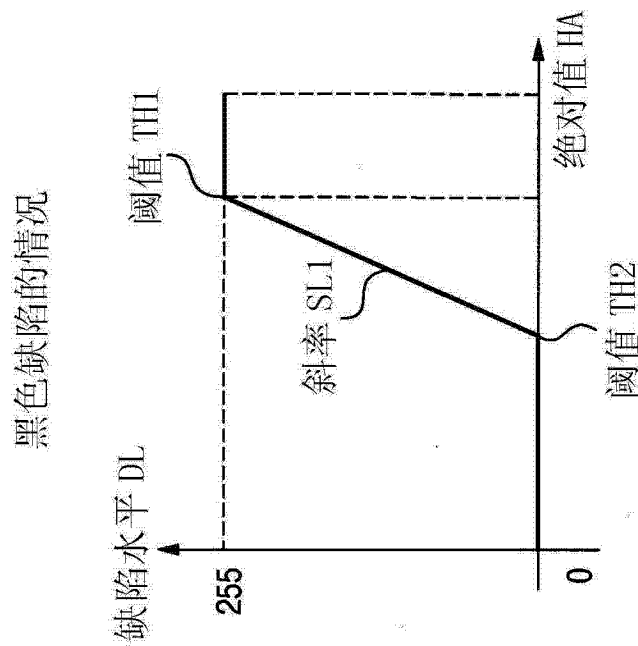


图 5B

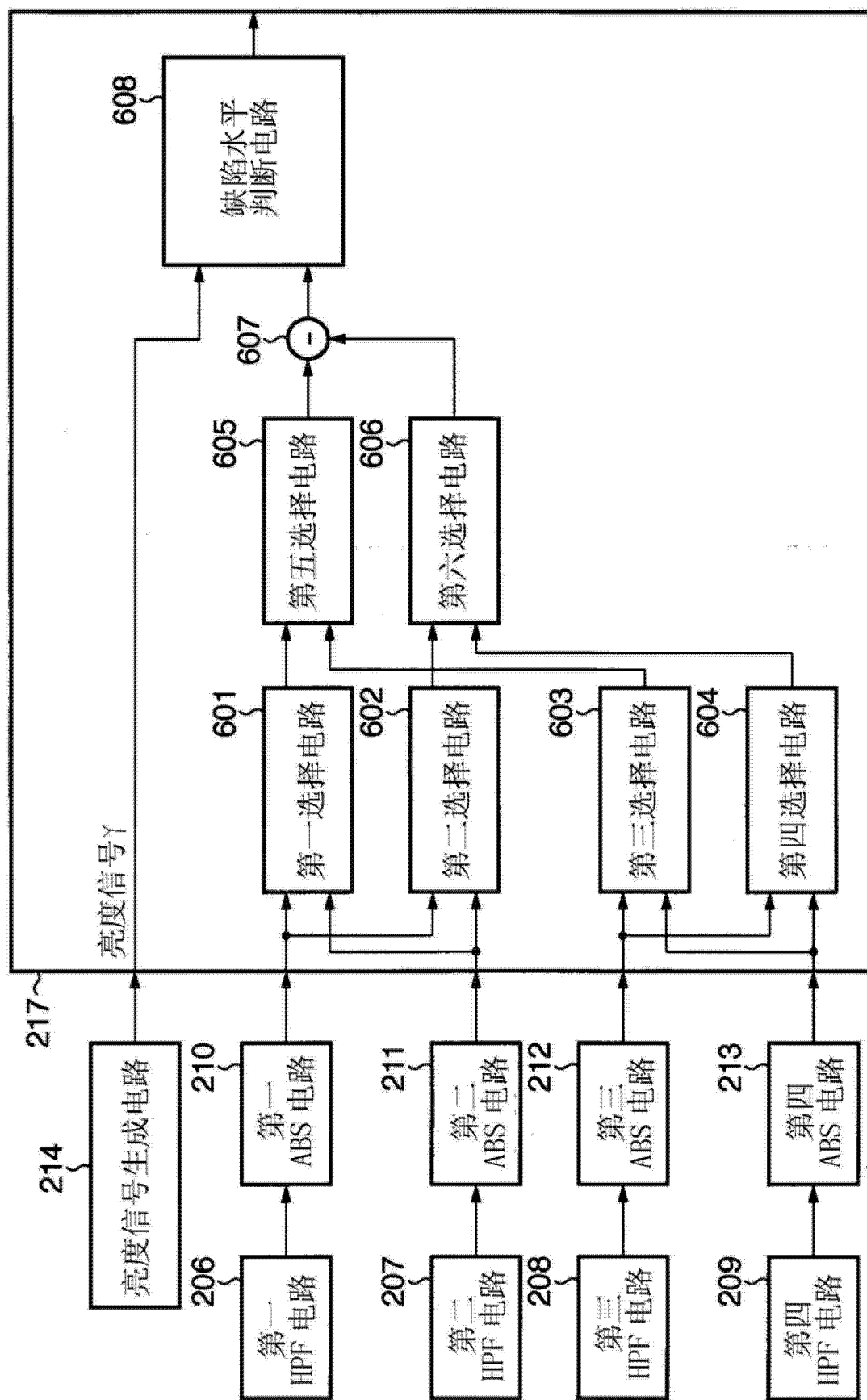


图 6

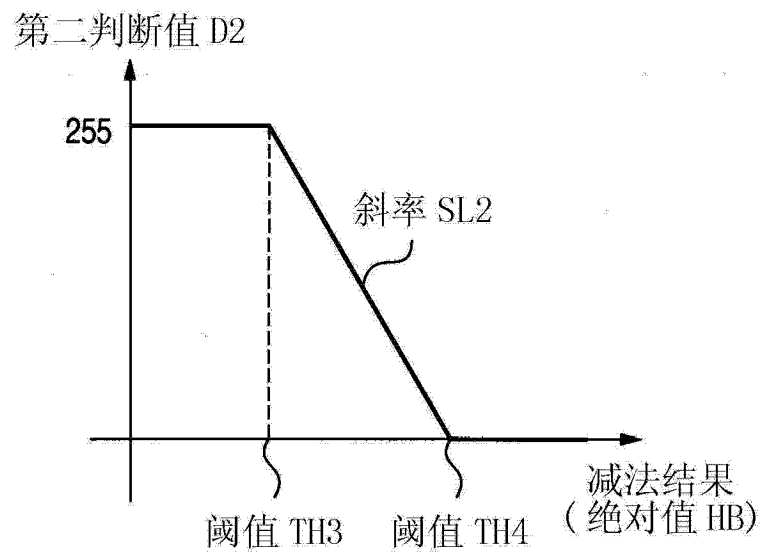


图 7

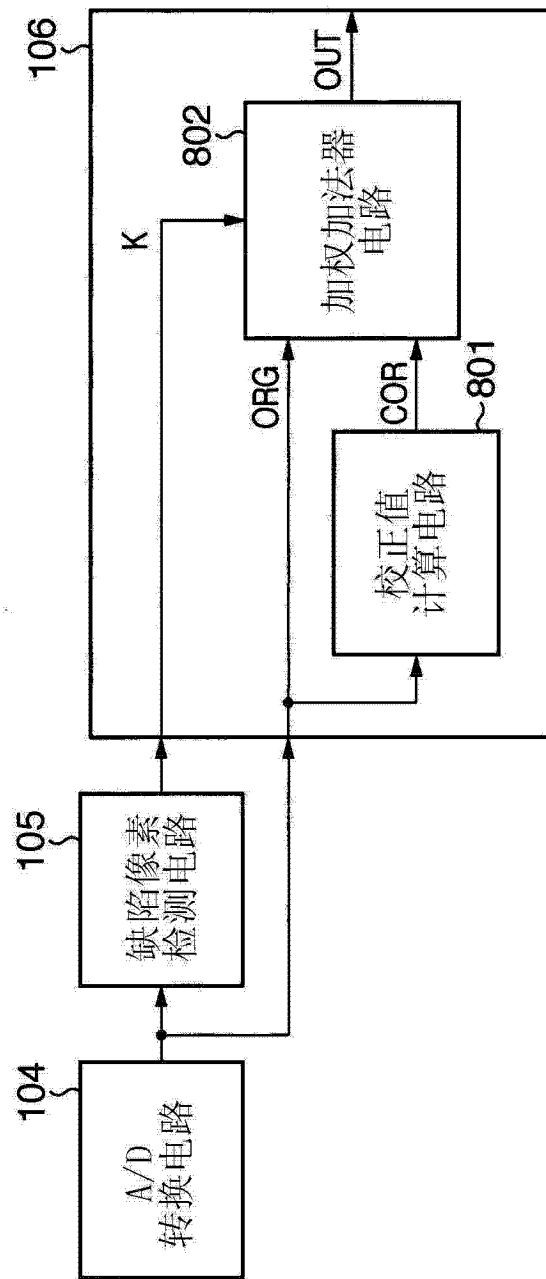


图 8

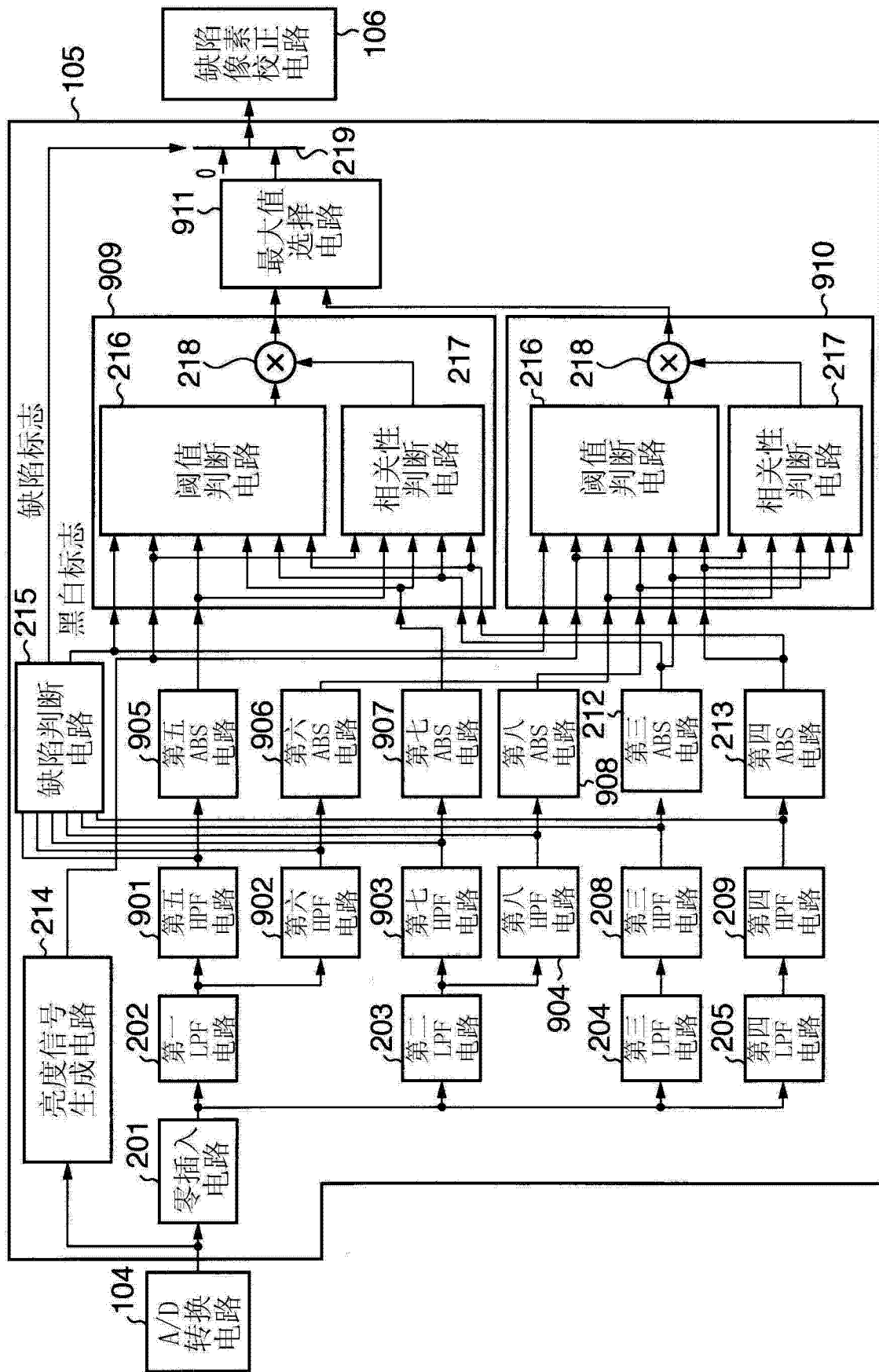


图 9

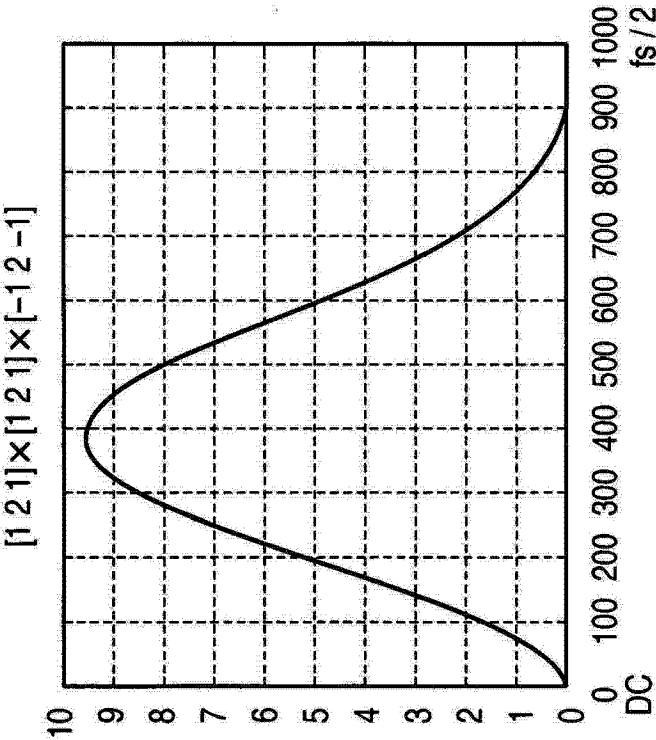


图 10A

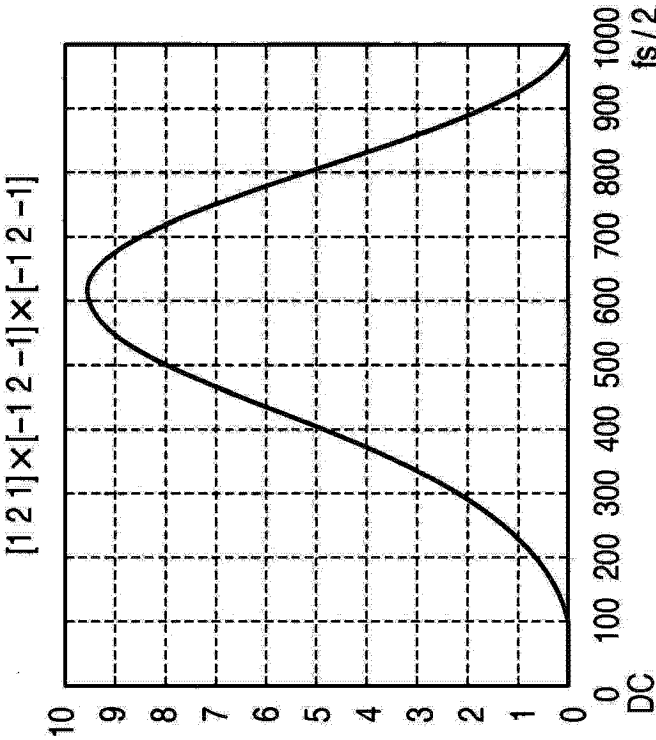


图 10B

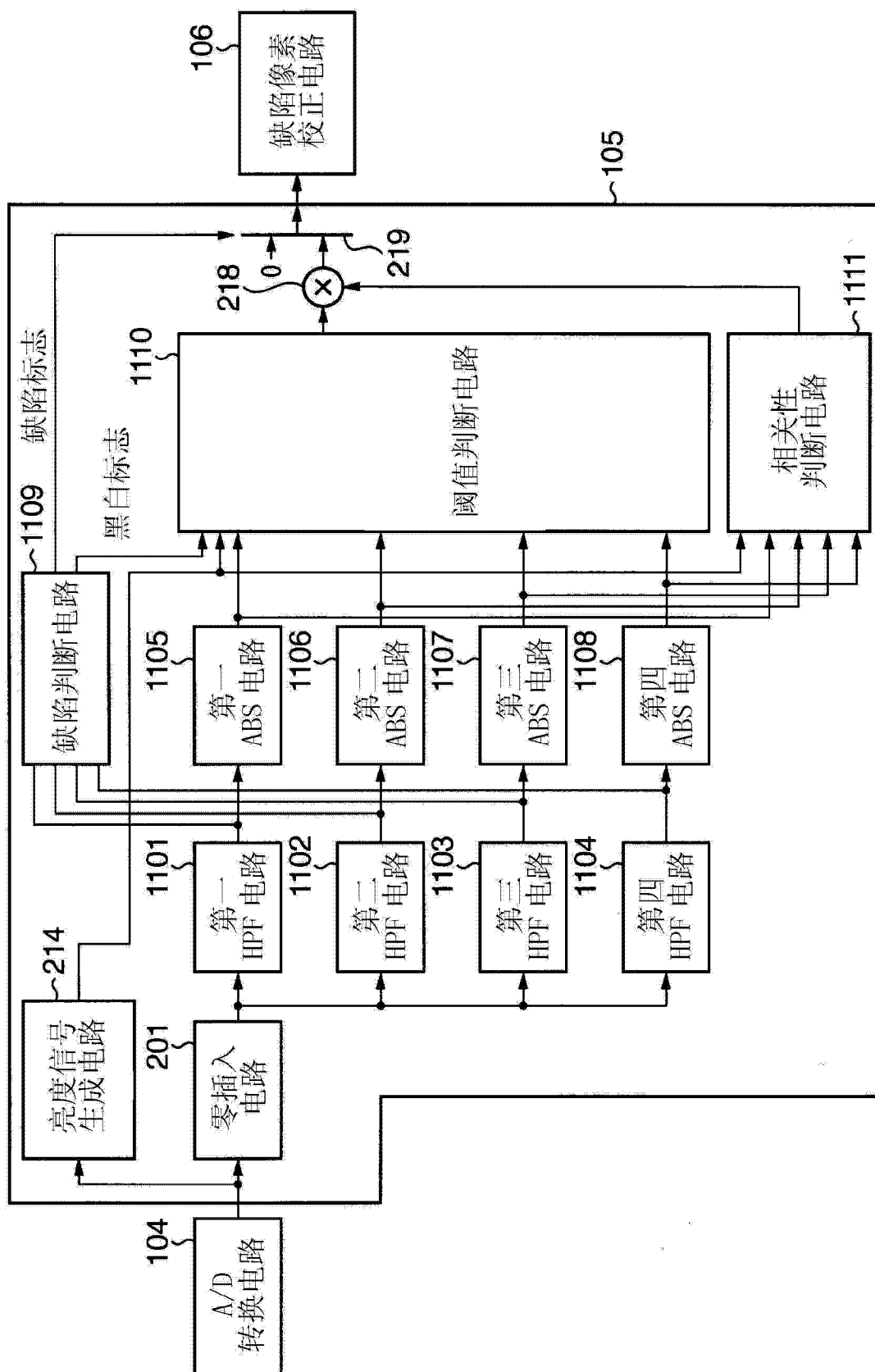


图 11

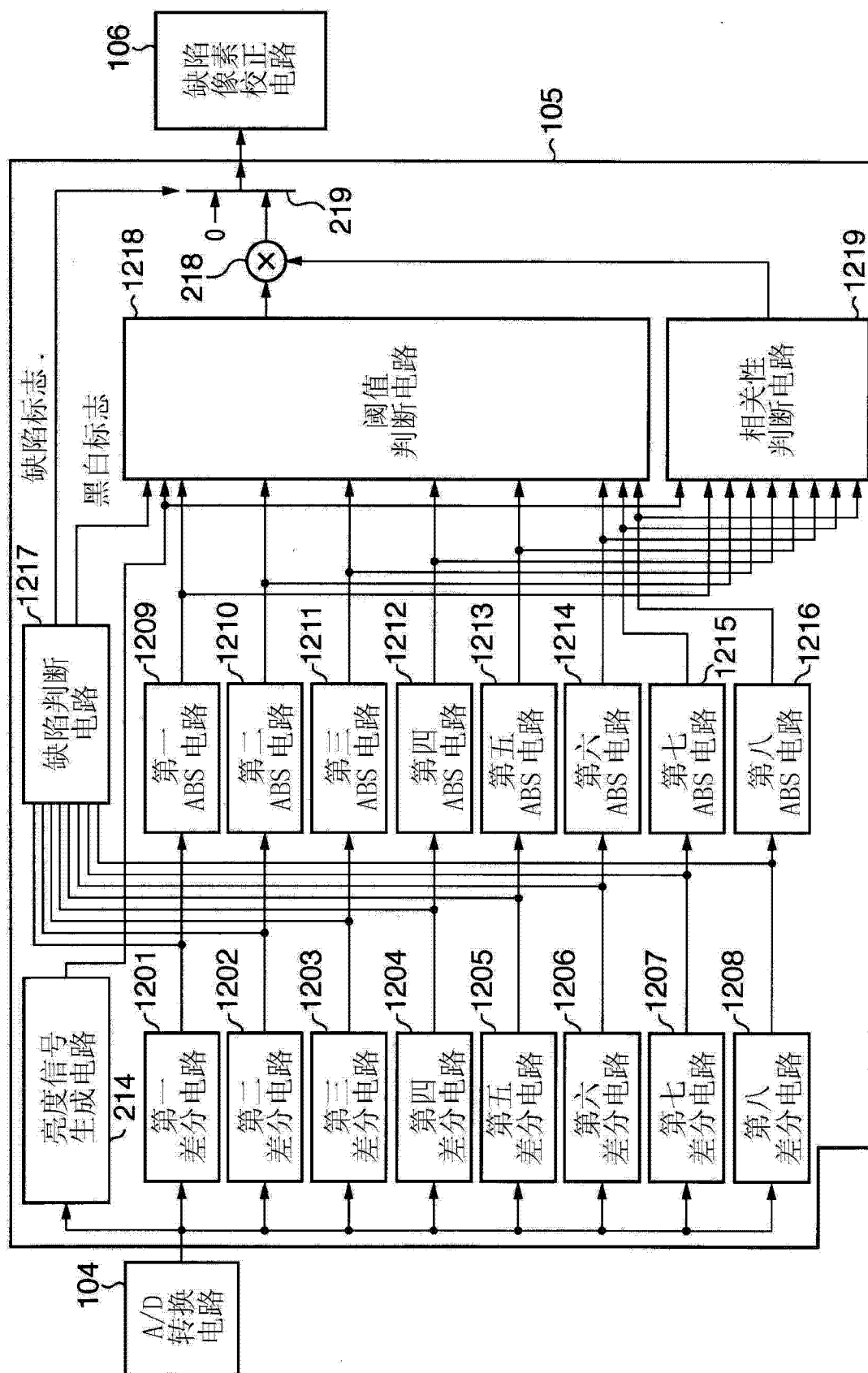


图 12