



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101401125 B

(45) 授权公告日 2011. 12. 28

(21) 申请号 200780008996. 9

(22) 申请日 2007. 03. 15

(30) 优先权数据

072934/2006 2006. 03. 16 JP

167877/2006 2006. 06. 16 JP

008139/2007 2007. 01. 17 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 09. 12

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2007/055930 2007. 03. 15

(87) PCT申请的公布数据

W02007/119495 EN 2007. 10. 25

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 竹中克郎 远藤忠夫 龟岛登志男

八木朋之 横山启吾

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 杨国权

(51) Int. Cl.

G06T 5/00 (2006. 01)

A61B 6/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1533160 A, 2004. 09. 29, 全文.

CN 1455580 A, 2003. 11. 12, 全文.

US 5970115 A, 1999. 10. 19, 全文.

WO 2006013975 A1, 2006. 02. 09, 第

[0040-0076] 段, 图 1-12.

BEUVILLE E J ET AL. High-performance low-noise 128-channel readout-integrated circuit for flat-panel X-ray detector systems. 《PROCEEDINGS OF THE SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING SPIE-INT. SOC. OPT. ENG USA》. 2004, 第 5368 卷 (第 1 期), 全文.

审查员 陈荣华

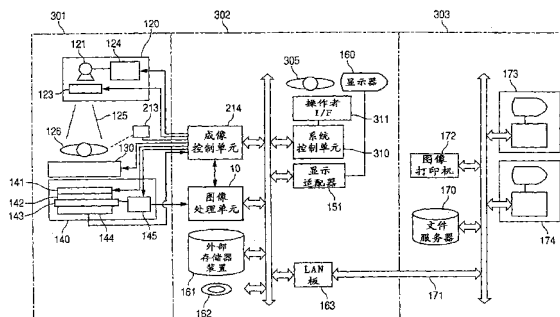
权利要求书 2 页 说明书 30 页 附图 28 页

(54) 发明名称

成像系统及其处理方法

(57) 摘要

本发明提供一种成像设备, 其改进像素相加读取时的校正精度, 并且几乎不使图像数据的分辨率劣化。该设备包括: 转换单元, 包括多个单位像素, 并将入射的放射线或光转换为像素信息; 信号处理单元, 基于来自控制单元的控制, 能够读取关于每个单位像素的像素信息, 或者能够读取关于多个单位像素的相加像素信息, 控制单元根据多种操作模式控制转换单元的驱动; 存储单元, 根据多种操作模式存储多个校正信息; 和校正单元, 基于根据操作模式从多个校正信息提取的校正信息执行像素信息的校正。



1. 一种成像设备,包括:

转换单元,包括多个单位像素,并将入射的放射线或光转换为像素信息;

信号处理单元,基于来自控制单元的控制,能够读取关于每个单位像素的所述像素信息,或者能够读取关于多个单位像素的相加像素信息,控制单元用于根据多种操作模式控制所述转换单元的驱动;

存储单元,根据所述多种操作模式存储多个校正信息;和

校正单元,基于根据所述操作模式从所述多个校正信息提取的校正信息来执行所述像素信息的校正,

其特征在于,

所述存储单元存储关于所述单位像素的缺陷单位像素的位置信息和关于多像素的缺陷多像素的位置信息,

通过将针对每个单位像素而获得的像素信息与第一阈值进行比较来提取所述缺陷单位像素的位置信息,以及通过将针对每个多像素而获得的像素信息与第二阈值进行比较来提取所述缺陷多像素的位置信息,以及

所述校正单元基于所述缺陷单位像素的位置信息,对根据所述多种操作模式在所述转换单元中被转换并在所述信号处理单元中针对每个单位像素被读取的像素信息执行校正,或者基于所述缺陷多像素的位置信息,对在所述转换单元中被转换并在所述信号处理单元中针对每个多像素被读取的像素信息执行校正。

2. 根据权利要求1所述的成像设备,其中,所述第一阈值或所述第二阈值被设置为以其与来自单位像素或多像素的正常输出值的比率的形式的值%,

其中,通过将在没有对象存在的状态下通过用放射线或光照射所述转换单元针对每个单位像素而获得的像素信息与所述第一阈值进行比较来提取所述缺陷单位像素的位置信息,以及

其中,通过将下述像素信息与所述第二阈值进行比较来提取所述缺陷多像素的位置信息,所述像素信息为关于在没有对象存在的状态下用放射线或光照射所述转换单元的情况下的所述多像素的像素信息而且与关于所述多个所述单位像素的像素信息结合。

3. 根据权利要求2所述的成像设备,其中,所述第一阈值和所述第二阈值为不同的值,或者其中所述第一阈值和所述第二阈值是相同的值。

4. 根据权利要求1所述的成像设备,还包括:

另外的存储单元,存储关于多个增益校正的校正信息,所述校正信息在没有对象存在的状态下在转换单元中针对多种操作模式的每种被转换并被所述信号处理单元读取,其中,所述另外的存储单元存储关于每个单位像素的所述像素信息的相加数量的关于增益校正的校正信息;和

另外的校正单元,根据所述多种操作模式从所述另外的存储单元提取关于对应的增益校正的校正信息,通过使用关于所述增益校正的校正信息基于所述像素信息执行对象图像的增益校正,以及通过使用关于所述增益校正的校正信息来执行所述增益校正处理,所述校正信息在关于所述单位像素和所述对象图像的像素信息的相加数量方面是相同的。

5. 根据权利要求1所述的成像设备,其中,关于所述单位像素的像素信息的相加为模拟信号的相加。

6. 根据权利要求 1 所述的成像设备,其中,所述转换单元包括基于非晶硅的光电转换元件。

7. 根据权利要求 6 所述的成像设备,其中,所述转换单元还包括用于转换入射的放射线的波长的波长转换构件。

8. 根据权利要求 4 所述的成像设备,其中,通过将多幅图像平均化来获得关于多个增益校正的校正信息。

9. 一种成像设备的处理方法,所述成像设备包括:

转换单元,包括多个单位像素,并将入射的放射线或光转换为像素信息;

信号处理单元,基于来自控制单元的控制,能够读取关于每个单位像素的所述像素信息,或者能够读取关于多个单位像素的相加像素信息,控制单元用于根据多种操作模式控制所述转换单元的驱动;

存储单元,根据所述多种操作模式存储多个校正信息;和

校正单元,基于根据所述操作模式从所述多个校正信息提取的校正信息来执行所述像素信息的校正,

所述处理方法包括以下步骤:

基于来自所述控制单元的控制,在所述转换单元中读取关于所述每个单位像素的像素信息,或者读取关于通过将所述多个单位像素相加而得到的多像素的像素信息;

其特征在于,所述方法还包括:

单位像素信息校正步骤,用于基于所述存储单元所存储的与单位像素有关的缺陷单位像素的位置信息对被所述转换单元射线照相并在所述读取步骤针对每个所述单位像素读取的像素信息进行校正,其中,通过将第一阈值与针对每个单位像素而获得的像素信息进行比较来获得所述缺陷单位像素的位置信息;或

多像素信息校正步骤,用于基于所述存储单元所存储的与多像素有关的缺陷多像素的位置信息对被所述转换单元射线照相并在所述读取步骤针对每个所述多像素读取的像素信息进行校正,其中,通过将第二阈值与针对每个多像素而获得的像素信息进行比较来获取所述缺陷多像素的位置信息。

10. 根据权利要求 9 所述的成像设备的处理方法,

其中,所述第一阈值或所述第二阈值被设置为以其与来自单位像素或多像素的正常输出值的比率的形式的值%,

其中,通过将在没有对象存在的状态下用放射线或光照射所述转换单元针对每个单位像素而获得的像素信息与所述第一阈值进行比较来提取所述缺陷单位像素的位置信息,以及

其中,通过将下述像素信息与所述第二阈值进行比较来提取所述缺陷多像素的位置信息,所述像素信息为关于在没有对象存在的状态下用放射线或光照射所述转换单元的情况下的所述多像素的像素信息而且与关于所述多个单位像素的像素信息结合。

成像系统及其处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种应用于医学诊断成像设备、非破坏性检查设备、使用放射线的分析仪器的成像系统及其处理方法和允许计算机执行该处理方法的程序。特别地,本发明涉及这样的成像系统,其意图通过像素相加改进灵敏度和帧率,同时包括缺陷补偿功能。顺便一提,在本说明书中,放射线还包括电磁波,诸如可见光、x 射线、 α 射线、 β 射线和 γ 射线。

背景技术

[0002] 迄今为止,作为医学治疗中的 x 射线的静止图像照相术,主流是胶片系统,在胶片系统中,将 x 射线照射在患者上,并使其透过的 x 射线图像曝光在胶片上。胶片具有显示和记录信息的功能,可被放大到大面积,灰度级高,而且,它重量轻,可容易操作。因此,它在全世界普及。另一方面,留待解决的是要求显影处理的复杂性、用于长时间段存放的场所问题和检索所需的人力和时间的问题。

[0003] 同时,作为运动图像射线照相术,主流是图像增强器(以下,缩写为[I. I.])。由于 I. I. 使用设备内部的光电倍增效应(photo-multiplying effect),所以通常,灵敏度高,从对放射线的低曝光剂量来讲,它是优良的。另一方面,指出缺点,诸如由于光学影响而导致的边缘图像的失真、低对比度和设备的大尺寸。I. I. 不仅具有医生所监视的患者的透射图像,而且还可将 CCD 的模拟输出转换为数字信号以记录、显示或存储该数字信号。然而,由于诊断要求高灰度级,所以即使 I. I. 被用于透射图像,通常也存在在静止图像照相中使用胶片的情况。

[0004] 最近几年,在医院对 x 射线图像的数字化的需求增长,并且代替 胶片,用固态图像感测装置按二维阵列图案布置的成像装置开始被使用,所述固态图像感测装置将诸如可见光和放射线的电磁波转换为电信号。这种成像装置简称为 FPD(平板检测器)。

[0005] 由于这种 FPD 可用数字信息代替 x 射线图像,所以可立即将图像信息传送到远方。因此,还提供这样的优点,即,尽管在远方,也可接收与都市中心的大学医院相同的先进诊断。如果不使用胶片,则还提供这样的优点,即可消除医院中用于胶片的存放空间。将来,如果可引入优良的图像数据处理技术,则很有希望有通过使用计算机而不用放射线医师的介入来进行自动诊断的可能性。

[0006] 此外,能够通过将非晶硅薄膜半导体用于固态图像感测装置来对静止图像进行射线照相的放射线成像设备已投入实际使用。关于这种放射线成像设备,通过使用非晶硅薄膜半导体的制造技术来实现覆盖人体胸部区域大小的超过 40cm^2 的大面积电子显示器。由于这种制造工艺相对容易,所以将来,预期有便宜的放射线成像设备的实现。而且,由于可将非晶硅制成不超过 1mm 的薄玻璃,所以提供这样的优点,即可将检测器的厚度制作得极薄。

[0007] 这样的放射线成像设备例如在第 H08-116044 号日本专利申请公布中被公开。此外,最近几年,正在研发通过这样的放射线成像设备的运动图像的射线照相术。如果可以以

低成本制造一批这样的设备,则可使静止图像和运动图像成像,因此,将预计它将在大多数医院变得普及。

[0008] 当通过使用这样的放射线成像设备使运动图像成像时,要解决的问题是,与静止图像相比,使读取时间变短(使帧率变快),并改进 S/N。因此,当对运动图像进行射线照相时,有时执行通常称为“像素相加”的驱动。通常,与读取单个像素作为一个像素(以下,这一个像素称为“单位像素”)对照,在像素相加的情况下,将多个像素放在一起,并作为一个像素读取(以下,这一个像素称为“多像素”)。因此,例如,当结合两个像素时,虽然信号变成两倍,但是噪声仅变为 $(\sqrt{2})$ 倍,因此,作为 S/N,可获得 $2/(\sqrt{2}) = (\sqrt{2}) \approx 1.4$ 倍的 S/N。

[0009] 此外,像素相加包括数字相加和模拟相加。数字相加被照常读取并执行 A/D 转换,在此之后,数字化地结合单位像素,构成多像素。与此相反,模拟相加为这样的技术,在该技术中,在 A/D 转换之前结合模拟信号,在此之后,执行 A/D 转换。数字相加被照常读取,然后,执行 A/D 转换,因此,虽然读取时间与不执行像素相加的情况(以下,称为“像素不相加”)没有不同,但是模拟相加可缩短读取时间。

[0010] 此外,关于用于在信号配线方向上相加和读取单位像素的驱动方法,例如,在“Proceeding of SPIE, Vol. 5368, Item721, 2004, Eric Beuville, Indigo System Corporation”中公开了这种方法。在这个非专利文档中,通过在 AD 转换器(ADC)的前级的采样和保持电路单元在信号配线方向上的像素相加(奇数线和偶数线的平均)被执行。信号被平均,噪声增加 $1/(\sqrt{2})$ 倍,从而 $S/N = (\sqrt{2})$ 倍。因而,在运动图像射线照相中,可以说通过像素相加的驱动是用于驱动的重要方法。

[0011] 此外,虽然放射线成像设备对射线照相的图像执行各种图像处理,但是它们之中的基本图像处理包括偏移校正、增益校正和缺陷校正。偏移校正为用于校正光电转换元件的暗分量和信号处理电路单元的偏移分量的处理。另一方面,增益校正为用于校正光电转换元件的灵敏度的波动和信号处理电路单元中的增益波动的处理。执行这种增益校正,以使得通常在对对象进行射线照相之前,在没有对象存在的状态下照射 x 射线,从而执行射线照相,并通过将射线照相的图像用作用于增益校正的图像,对在其中对象被射线照相的图像执行除法处理,从而执行校正。

[0012] 此外,缺陷校正为通过使用缺陷像素外围的像素值来校正缺陷像素的像素值的处理。虽然这样的放射线成像设备由半导体构成,但是当制造这种设备时,由于在半导体中引起的缺陷和在制造工艺中粘附的灰尘的影响,通常存在在像素中引起缺陷的情况。制造构成放射线成像设备的全部大量像素而不引起任何缺陷是极其困难的。因此,如果不使用包括缺陷像素的成像设备,则这将造成成像设备的生产率的降低。然而,如果如包括缺陷像素的成像设备本来那样使用它,则由于缺陷像素的影响而使得通过射线照相获得的图像的质量显著劣化。

[0013] 因此,为了使用包括缺陷像素的成像设备,迄今为止,提出了用于缺陷像素的校正技术。例如,在第 H05-023551 号日本专利公布中公开的技术通过使用缺陷像素的外围的像素值的平均比率来校正缺陷。

发明内容

[0014] 然而,特别是对于增益校正和缺陷校正,当执行这样的像素相加读取时,甚至当在执行像素不相加读取的情况下使用的校正按照原样被执行时,也存在不能有效地执行校正的问题。

[0015] 鉴于上述问题实现本发明,本发明旨在提供一种改进像素相加读取时的校正精度而且几乎不使图像数据的分辨率下降的成像设备、处理方法和程序。

[0016] 本发明的成像设备包括:转换单元,包括多个单位像素,并将入射的放射线或光转换为像素信息;信号处理单元,基于来自控制单元的控制,能够读取关于每个单位像素的像素信息,或者能够读取关于相加的多个单位像素的相加像素信息,控制单元用于根据多种操作模式控制转换单元的驱动;存储单元,根据多种操作模式存储多个校正信息;和校正单元,基于根据操作模式从多个校正信息提取的校正信息来执行像素信息的校正。

[0017] 此外,在本发明的成像设备中,存储单元包括单位像素缺陷信息和多像素缺陷信息,单位像素缺陷信息为关于单位像素的缺陷信息,多像素缺陷信息为关于多像素的缺陷信息。校正单元基于单位像素缺陷信息对在转换单元中根据多种操作模式被转换并在信号处理单元中针对每个单位像素读取的像素信息执行校正,或者基于多像素缺陷信息对在转换单元中被转换并在信号处理单元中针对每个多像素读取的像素信息执行校正。

[0018] 此外,在本发明的成像设备中,存储单元包括在转换单元中在没有对象存在的状态下被转换并被信号处理单元读取的用于多种操作模式中的每种的关于多个增益校正的校正信息,校正单元根据多种操作模式从存储单元提取关于对应的增益校正的校正信息,并通过使用关于增益校正的校正信息基于像素信息执行对象图像的增益校正。

[0019] 本发明的成像设备的处理方法为下述成像设备的处理方法,所述成像设备包括:转换单元,包括多个单位像素,并将入射的放射线或光转换为像素信息;信号处理单元,基于来自控制单元的控制,能够读取关于每个单位像素的像素信息,或者能够读取关于相加的多个单位像素的像素信息,控制单元用于根据多种操作模式控制转换单元的驱动;存储单元,根据多种操作模式存储多个校正信息;和校正单元,基于根据操作模式从多个校正信息提取的校正信息来执行像素信息的校正,其中,所述处理方法包括以下步骤:基于来自控制单元的控制,在转换单元中读取关于每个单位像素的像素信息,或者读取关于通过将多个单位像素相加而得到的多像素的像素信息;存储单位像素缺陷信息,所述单位像素缺陷信息为关于单位像素的缺陷信息;和存储多像素缺陷信息,所述多像素缺陷信息为关于多像素的缺陷信息。

[0020] 此外,本发明的成像设备的处理方法为下述成像设备的处理方法,所述成像设备包括:转换单元,包括多个单位像素,并将入射的放射线或光转换为像素信息;信号处理单元,基于来自控制单元的控制,能够读取关于每个单位像素的像素信息,或者能够读取关于相加的多个单位像素的相加像素信息,控制单元用于根据多种操作模式控制转换单元的驱动;存储单元,根据多种操作模式存储多个校正信息;和校正单元,基于根据操作模式从多个校正信息提取的校正信息来执行像素信息的校正,其中,所述处理方法包括以下步骤:存储步骤,将在没有对象存在的状态下在转换单元中针对多种操作模式的每种转换并被信号处理单元读取的多个校正信息存储在存储单元中;提取步骤,基于由操作模式设置单元设置的操作模式从存储单元提取对应的校正信息;和图像处理步骤,通过使用通过提取步骤提取的校正信息基于在转换单元中转换的像素信息执行对象图像的增益校正。

[0021] 用于存储本发明的程序的可读存储介质为用于存储允许计算机 执行下述成像设备的处理方法的程序的可读存储介质,所述成像设备包括:转换单元,包括多个单位像素,并将入射的放射线或光转换为像素信息;信号处理单元,基于来自控制单元的控制,能够读取关于每个单位像素的像素信息,或者能够读取关于相加的多个单位像素的相加像素信息,控制单元用于根据多种操作模式控制转换单元的驱动;存储单元,根据多种操作模式存储多个校正信息;和校正单元,基于根据操作模式从多个校正信息提取的校正信息来执行像素信息的校正,其中,所述程序允许计算机执行以下步骤:读取步骤,基于来自控制单元的控制,在转换单元中读取关于每个像素单位的像素信息,或者读取关于通过将多个单位像素相加而得到的多像素的像素信息;单位像素缺陷信息存储步骤,存储单位像素缺陷信息,所述单位像素缺陷信息为关于单位像素的缺陷信息;和多像素缺陷信息存储步骤,存储多像素缺陷信息,所述多像素缺陷信息为关于多像素的缺陷信息。

[0022] 此外,用于存储本发明的程序的可读存储介质为用于存储允许计算机执行下述成像设备的处理方法的程序的可读存储介质,所述成像设备包括:转换单元,包括多个单位像素,并将入射的放射线或光转换为像素信息;信号处理单元,基于来自控制单元的控制,能够读取关于每个单位像素的像素信息,或者能够读取关于相加的多个单位像素的相加像素信息,控制单元用于根据多种操作模式控制转换单元的驱动;存储单元,根据多种操作模式存储多个校正信息;和校正单元,基于根据操作模式从多个校正信息提取的校正信息来执行像素信息的校正,其中,所述程序允许计算机执行用于将在没有对象存在的状态下在转换单元中针对多种操作模式的每种转换并被信号处理装置读取的多个校正信息存储在存储单元中的存储步骤,其中,所述程序允许计算机执行以下步骤:存储步骤,将在没有对象存在的状态下在转换单元中被转换并被信号处理装置读取的多条校正信息存储在存储单元中;提取步骤,基于由操作模式设置装置设置的操作模式从存储单元提取对应的校正信息;和图像处理步骤,通过使用通过提取步骤提取的校正信息基于在转换单元中转换的像素信息执行对象图像的增益校正。

[0023] 从以下参考附图对示例性实施例的描述,本发明的进一步的特征将变得清楚。

附图说明

[0024] 图 1 是根据第一实施例的放射线成像系统的示意性框图。

[0025] 图 2 是示出放射线成像设备的详细构造的等效电路图。

[0026] 图 3 是示出用于驱动(单位像素读取模式)放射线成像设备的第一方法的时序图。

[0027] 图 4 是示出用于驱动(四像素相加读取模式)放射线成像设备的第二方法的时序图。

[0028] 图 5 是示出用于驱动(九像素相加读取模式)放射线成像设备的第二方法的时序图。

[0029] 图 6 是示出用于图 3 的单位像素读取模式的缺陷坐标表的生成过程的流程图。

[0030] 图 7 是示出用于图 4 的四像素相加读取模式的缺陷坐标表的生成过程的流程图。

[0031] 图 8 是示出用于图 5 的九像素相加读取模式的缺陷坐标表的生成过程的流程图。

[0032] 图 9A 和图 9B 是示出当通过单位像素读取模式读取图 2 的放射线成像设备时的缺

陷单位像素和单位像素缺陷坐标表的一个示例的视图。

[0033] 图 10A 和图 10B 是示出当通过四像素相加读取模式读取图 2 的放射线成像设备时的缺陷多像素和通过四像素相加的多像素缺陷坐标表的一个示例的视图。

[0034] 图 11A 和图 11B 是示出当通过九像素相加读取模式读取图 2 的放射线成像设备时的缺陷多像素和通过九像素相加的多像素缺陷坐标表的一个示例的视图。

[0035] 图 12 是示出根据第一实施例的放射线成像系统中的缺陷像素的校正处理的流程图。

[0036] 图 13 是示出在根据第二实施例的放射线成像系统中用于提取缺陷像素的方法的流程图。

[0037] 图 14A 和图 14B 是示出每个单位像素中的输出值和单位像素缺陷坐标表的一个示例的视图。

[0038] 图 15A 和图 15B 是示出通过四像素相加的多像素的每个中的输出值和通过四像素相加的多像素缺陷坐标表的一个示例的视图。

[0039] 图 16A 和图 16B 是示出通过十六像素相加的多像素的每个中的输出值和通过十六像素相加的多像素缺陷坐标表的一个示例的视图。

[0040] 图 17 是示出根据第三实施例的放射线成像系统中的缺陷像素的校正处理的流程图。

[0041] 图 18 是示出根据第四实施例的放射线成像系统的放射线成像设备中的详细构造的等效值电路图。

[0042] 图 19 是示出根据第四实施例的放射线成像系统的操作模式的视图。

[0043] 图 20 是示出根据第四实施例的放射线成像系统的像素不相加中的驱动方法的时序图。

[0044] 图 21 是示出根据第四实施例的放射线成像系统的 2×2 像素相加中的驱动方法的时序图。

[0045] 图 22 是示出根据第四实施例的放射线成像系统的 4×4 像素相加中的驱动方法的时序图。

[0046] 图 23A、图 23B 和图 23C 是示出根据每种像素相加模式的驱动方法的示意性电路图。

[0047] 图 24A 和图 24B 是用于描述伪像的产生机制的示意性电路图。

[0048] 图 25 是示出用于根据第四实施例的放射线成像系统的增益校正的图像的获取过程的流程图。

[0049] 图 26 是示出根据第四实施例的放射线成像系统的射线照相操作中的处理的流程图。

[0050] 图 27 是示出根据第五实施例的放射线成像系统的增益校正的图像的获取过程的流程图。

[0051] 图 28 是示出根据第六实施例的放射线成像系统的放射线成像设备 140 中的详细构造的等效值电路图。

具体实施方式

[0052] 在以下示出的第一至第三实施例中,将描述当执行像素相加时的缺陷校正。以下将描述当执行本发明人发现的像素相加时的缺陷校正的问题范围。

[0053] 当在本发明的放射线成像设备中执行像素相加读取时,在缺陷像素的甚至一个像素被包括在多像素中的每个单位像素中的情况下,这些多像素变成缺陷像素。因此,假设应用传统的缺陷校正技术,则关于相邻的多像素的信息适合于(取代)这些缺陷多像素。

[0054] 在这种情况下,不管甚至在缺陷多像素中作为单位像素包括无缺陷而有效的像素的事实,将有效像素结合到关于缺陷像素的信息,并通过像素相加读取来读取这些有效像素,因此,关于这些无缺陷而有效的像素的信息变得无效。例如,在四像素相加读取的情况下,它的缺陷为四个像素的缺陷,信息的缺乏很大。在这种情况下,不是通过与缺陷单位像素最靠近的相邻的单位像素来执行缺陷多像素的校正,而是通过关于远处的相邻的多像素的信息来执行缺陷多像素的校正。结果,存在图像的分辨率的降低以变糟而告终的问题。

[0055] 因此,鉴于上述问题实现根据第一、第二和第三实施例的本申请的发明的第一方面,旨在提供这样一种成像系统及其处理方法和程序,其能够减少像素相加读取时的缺陷像素,在图像数据中具有大量像素信息,并几乎不使图像数据的分辨率降低。

[0056] 以下将描述本申请的发明的第一方面的实施例。

[0057] (第一实施例)

[0058] 图1是根据第一实施例的放射线成像系统的示意性框图。如图1所示,本实施例的放射线成像系统包括x射线室301、x射线控制室302和医务室303。

[0059] 本实施例的放射线成像系统的操作受系统控制单元310控制。操作者接口(I/F)311包括由操作者305适当选择的显示器上的触摸面板、鼠标、键盘、操纵杆、脚踏开关。通过这个操作者接口(I/F)311,可执行每个信息的设置,诸如射线照相条件(静止图像、运动图像、管电压、管电流、照射时间等)、射线照相定时、图像处理条件、测试主体ID和用于处理取出的图像的方法。然而,由于几乎所有信息都是从放射线信息系统(未示出)传送,所以没有必要逐个地输入它们。操作者305的重要操作是确认射线照相的图像的操作。也就是说,确定它的角度是否正确、患者是否正在移动、或者图像处理是否合适等。

[0060] 系统控制单元310将基于来自操作者305或放射线信息系统(未示出)的指令的射线照相条件通知负责x射线照相序列的成像控制单元214,并控制单元214取入图像数据。成像控制单元214基于来自这个系统控制单元310的指令允许操作作为放射线源的放射线产生设备120、用于射线照相的床130和放射线成像设备140以取入图像数据,从而将该图像数据传送到图像处理单元10。

[0061] 在传送这个图像数据之后,例如,系统控制单元310允许图像处理单元10执行由操作者305指定的图像处理,并且在显示单元160中显示这个内容。同时,系统控制单元310允许图像处理单元10执行基本的图像处理,诸如偏移校正、白色校正、缺陷校正,并将处理之后的图像数据存储在外部存储器装置161中。此外,基于操作者305的指令,系统控制单元310执行再次射线照相处理和答复显示、图像数据到网络上的设备的传送和存储、在显示单元上的显示、在胶片上的打印等。

[0062] 接下来,将沿着信号流描述本实施例的放射线成像系统的构造和操作。

[0063] 放射线产生设备120包括x射线管121、x射线孔径123和高压产生电源124。受成像控制单元214控制的高压产生电源124驱动x射线管121,x射线管121辐射x射线

束 125。成像控制单元 214 驱动 x 射线孔径 123, x 射线孔径 123 形成 x 射线束 125, 以使得不执行伴随射线照相区域中的变化的不必要的 x 射线照射。x 射线束 125 导向躺在用于射线照相的具有 x 射线透射性的床 130 上的被检验体 126。

[0064] 基于成像控制单元 214 的控制驱动用于射线照相的床 130。从放射线产生设备 120 照射的 x 射线束 125 穿过被检验体 126 和用于射线照相的床 130, 在此之后, x 射线束 125 照射在放射线成像设备 140 上。

[0065] 放射线成像设备 140 包括格栅 141、转换器 142、光电转换电路单元 143、放射线曝光监视器 144 和外部电路单元 145。

[0066] 栅格 141 减小由 x 射线穿过被检验体 126 引起的 x 射线散射的影响。这个栅格 141 包括 x 射线低吸收材料和 x 射线高吸收材料, 例如, 它具有 Al 和 Pb 的条纹结构。成像控制单元 214 使栅格 141 振动, 以使在 x 射线照射时光电转换电路单元 143 和栅格 141 之间的栅比的关系不引起莫尔条纹 (moiré)。

[0067] 波长转换器 142 包括荧光体, 荧光体包括选自 Gd_2O_3 、 Gd_2O_2S 、 $CaWO_4$ 、 $CdWO_4$ 、CsI 和 ZnS 的一种类型作为主成分。在波长转换器 142 中, 通过高能量的入射 x 射线激发荧光体的主成分材料, 当再次相加时, 通过再次相加能量, 荧光体的主成分材料输出可见光区域的荧光放射线。它的荧光放射线归因于其自己的主成分材料, 诸如 Gd_2O_3 、 Gd_2O_2S 、 $CaWO_4$ 、 $CdWO_4$, 并归因于在主成分材料内激活的荧光放射线中心材料, 诸如 CsI:Tl 和 ZnS:Ag。与这个波长转换器 142 相邻, 布置光电转换电路单元 143。

[0068] 光电转换电路单元 143 将转换成波长转换器 142 的波长的光的光子转换为包括每个转换元件的每个像素 (单位像素) 的电信号。也就是说, 光电转换电路单元 143 对被检验体 126 的放射线图像进行射线照相。

[0069] x 射线曝光监视器 144 监视 x 射线透射。x 射线曝光监视器 144 可通过使用诸如晶体硅的光接收元件来直接检测 x 射线, 或者可从波长转换器 142 检测光。在本实施例中, 淀积在光电转换电路单元 143 的后表面上的 x 射线曝光监视器 144 的非晶硅光接收元件检测透射光电转换电路单元 143 的可见光 (与 x 射线图像成比例的光), 并将这个信息发送到成像控制单元 214。成像控制单元 214 基于来自 x 射线曝光监视器 144 的信息驱动高压产生电源 124 以关闭或调整 x 射线。

[0070] 外部电路单元 145 包括驱动电路单元和信号处理电路单元, 驱动电路单元用于驱动光电转换电路单元 143, 信号处理电路单元用于从光电转换电路单元 143 的每个像素读取信号。这个外部电路单元 145 在成像控制单元 214 的控制下驱动光电转换电路单元 143, 从每个像素读取信号, 并将该信号作为图像信号 (图像数据) 输出。

[0071] 从放射线成像设备 140 输出的图像信号被从 x 射线室 301 发送到 x 射线控制室 302 内部的图像处理单元 10。在这个发送时间, x 射线室 301 的内部伴随 x 射线的产生被充满很大的噪声, 有时存在由于噪声而导致不能精确地发送图像信号的情况。因此, 要求改进发送路线的耐噪声性 (noise surability)。例如, 具有纠错功能的发送路线的提供和通过具有屏蔽的一对双绞线和光纤的发送路径的使用是理想的。

[0072] 图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的指令对显示数据进行切换。此外, 图像处理单元 10 实时执行各种校正处理, 诸如偏移校正、白色校正和缺陷校正以及空间滤波处理和递归处理, 而且, 根据需要执行灰度级处理、散射的放射线校正处理和各种空间频

率处理。

[0073] 通过显示适配器 151 将被图像处理单元 10 处理的图像数据作为图像显示在显示单元 160 上。此外,将在与实时图像处理相同的时间的图像数据的仅经过校正处理的基本图像数据存储在外存储器装置 161 中。作为外存储器装置 161,具有大容量、高速度和高可靠性的数据存储装置是理想的,例如,诸如 RAID 的硬盘阵列是理想的。此外,基于来自操作者 305 的指令,将存储在外存储器装置 161 中的图像数据存储在其它外存储器装置中。此时,重构图像数据以满足预定标准(例如,IS&C),在此之后,将它存储在其它外存储器装置中。作为其它外存储器装置,例如,存在磁光盘 162、LAN 上的文件服务器 170 内部的硬盘等。

[0074] 本实施例的放射线成像系统还可通过 LAN 板 163 连接至 LAN171,并被构造为具有与 HIS 的数据兼容性。这个 LAN171 与用于显示运动图像或静止图像的监视器 174、用于将图像数据存档的文件服务器 170、用于将图像输出到胶片的图像打印机 172、用于执行复杂的图像处理和诊断支持的图像处理终端 173 等连接。顺便一提,不用说,这个 LAN171 可与多个放射线成像系统连接。此外,本实施例中的放射线成像系统根据预定协议(例如,DICOM)输出图像数据。另外,放射线成像系统可在射线照相时通过使用连接至 LAN171 的监视器 174 来由医生执行实时远程诊断。

[0075] 接下来,将描述放射线成像设备 140 的细节。图 2 是示出放射线成像设备 140 的详细构造的等效电路图。这里,在图 2 中,从构成放射线成像设备 140 的每个组件部分中,示出光电转换电路单元 143 和在外电路单元 145 中提供的驱动电路单元 101 以及信号处理电路单元 102。

[0076] 基于来自成像控制单元 214 的控制将这个放射线成像设备 140 构造为能够以各种射线照相模式驱动,所述各种射线照相模式包括运动图像射线照相模式、静止图像射线照相模式、单位像素读取和像素相加读取的像素读取模式。

[0077] 用像素(单位像素)11 按二维行列(二维矩阵)布置图 2 的光电转换电路单元 143,像素 11 每块包括将放射线转换为电荷的转换元件 S1-1 至 S6-6 中的一个和从转换元件取出电荷的开关元件 T1-1 至 T6-6 中的一个。在图 2 中,为了方便,示出总共 6×6 个像素的 36 个单位像素。

[0078] 例如,通过使用非晶硅薄膜半导体在诸如玻璃的绝缘基底上形成这个光电转换电路单元 143,并基于作为主成分的非晶硅根据 MIS 类型结构形成转换元件 S1-1 至 S6-6。在这种情况下,在转换元件 S1-1 至 S6-6 上,提供波长转换器 142,在波长转换器 142 中,转换元件将放射线转换为可检测的波长区域的光,并从波长转换器 142 用可见光入射转换元件。顺便一提,转换元件 S1-1 至 S6-6 可以是吸收入射放射线(x 射线)并将它直接转换为电荷的那些转换元件。作为这种直接转换类型的转换元件的主成分,例如,可列举非晶硒、砷化镓、碘化汞、碘化铅或碲化镉。此外,作为开关元件 T1-1 至 T6-6,合适地使用由非晶硅在诸如玻璃的绝缘基底上形成的 TFT(薄膜晶体管)。

[0079] 转换元件 S1-1 至 S6-6 包括光电二极管,并被施加有反向偏压。也就是说,光电二极管的阴极电极侧被偏压到+(正)。偏压线 V_s 为公共线,并连接至参考电源电路 12。

[0080] 驱动线 G1 至 G6 在行方向连接每个像素的开关元件。信号线 M1 至 M6 在列方向连接每个像素的开关元件。驱动电路单元 101 将驱动信号(脉冲)供应给栅线 G1 至 G6 的每

条,以驱动每个开关元件,并驱动控制转换元件 S1-1 至 S6-6 的每个。

[0081] 信号处理电路单元 102 放大每一行从每个像素通过信号线 M1 至 M6 的每条并行输出的电荷,并对其进行串行转换,以将其作为模拟数据(图像数据)输出。信号处理电路单元 102 包括分别提供有在输入端和输出端之间提供的电容器 Cf1 至 Cf6 的放大器 A1 至 A6、各种开关、包括电容器 CL1 至 CL6 的采样和保持电路、参考电源电路 12 和模拟复用器 13。

[0082] 开关 RES 用于重置电容器 Cf1 至 Cf6。放大器 A1 至 A6 用于放大来自信号线 M1 至 M6 的信号电荷。电容器 CL1 至 CL6 为用于临时存储被放大器 A1 至 A6 放大的信号电荷的采样和保持电容器。开关 SMPL 用于执行采样和保持。模拟复用器(MUX)13 用于直接转换并行输出的信号电荷,并包括模拟移位电阻器(ASR)110。

[0083] 成像控制单元 214 根据从系统控制单元 310 通知的拍摄条件将时钟信号 CLK 供应给信号处理电路单元 102 的模拟复用器 13 中的模拟移位电阻器 110。这个时钟信号为用于允许模拟移位电阻器 110 移位的信号。

[0084] 图 3 是示出放射线成像设备 140 的第一驱动方法(单位像素读取模式)的时序图。基于这个时序图,将描述在图 2 中示出的光电转换电路单元 143、驱动电路单元 101 和信号处理电路单元 102 的操作。

[0085] 首先,将描述光电转换时间段(x 射线照射时间段)中的操作。在所有的开关元件关闭的状态下,当从放射线产生设备 120 逐脉冲照射放射线(x 射线)时,将从放射线经过波长转换的放射线或光照射在每个转换元件上,与放射线或光量对应的信号电荷在每个转换元件中累积。

[0086] 此时,当使用上述将 x 射线转换为可见光的波长转换构件 143 时,可使用将与 x 射线剂量率对应的可见光引向转换元件侧的构件,或者可在转换元件的最邻近区域中布置波长转换构件 143。顺便一提,即使在光源关闭之后,经过光电转换的信号电荷在每个转换元件中也保持。

[0087] 接下来,将描述读取时间段中的操作。按第一线的转换元件 S1-1 至 S1-6、第二线的转换元件 S2-1 至 S2-6 和第三线的转换元件 S3-1 至 S3-6 的顺序执行读取操作,并执行所述读取操作,直到第六线的转换元件 S6-1 至 S6-6 的读取操作为止。

[0088] 首先,为了读取在第一线的转换元件 S1-1 至 S1-6 中累积的信号电荷,从驱动电路单元 101 将驱动信号给予连接至第一线的开关元件 T1-1 至 T1-6 的驱动线 G1。此时,驱动电路单元 101 基于来自成像控制单元 214 的控制将驱动信号输出到驱动线 G1。结果,第一线的开关元件 T1-1 至 T1-6 处于打开状态,通过信号线 M1 至 M6 传送在第一线的转换元件 S1-1 至 S1-6 中累积的信号电荷。

[0089] 放大器 A1 至 A6 根据电容器 Cf1 至 Cf6 的电容放大这些传送的信号电荷。基于来自成像控制单元 214 的控制通过 SMPL 信号在电容器 CL1 至 CL6 中对放大的信号电荷进行采样和保持。当模拟移位电阻器 110 与基于来自成像控制单元 214 的控制的 CLK 信号同步并按顺序接通时,按从电容器 CL1、CL2、CL3、CL4、CL5 和 CL6 的顺序按比例输出电容器 CL1 至 CL6 的每个的信号电荷。结果,通过模拟复用器 13 按顺序输出在第一线的转换元件 S1-1 至 S1-6 中累积的信号电荷作为模拟数据。

[0090] 与第一线的转换元件 S1-1 至 S1-6 的读取操作类似,按顺序执行从第二线的转换元件 S2-1 至 S2-6 直到第六线的转换元件 S6-1 至 S6-6 的读取操作。

[0091] 顺便一提,如果在第一线的转换元件的读取时间通过 SMPL 信号在电容器 CL1 至 CL6 中对来自信号线 M1 至 M6 的每个的信号电荷进行采样保持,则通过 RES 信号对电容器 Cf1 至 Cf6 进行重置,在此之后,可将驱动信号施加到驱动线 G2。也就是说,在模拟复用器 13 对来自第一线的转换元件的信号电荷进行串行转换操作期间,可同时传送第二线的转换元件 S2-1 至 S2-6 的信号电荷。以这种方式,通过使用波长转换器 142 将入射的放射线转换为转换元件可检测的波长区域的光,转换元件将该光转换为电荷,放射线信息被作为电信号读取,从而可获得被检验体的图像数据。

[0092] 在本实施例中,信号处理电路单元 102 的读取模式包括单位像素读取模式、四像素相加读取模式和九像素相加读取模式这三种读取模式。基于来自成像控制单元 214 的控制执行这个信号处理电路单元 102 的每种读取模式。单位像素读取模式(如图 3 所述)为用于通过按顺序将来自驱动电路单元 101 的驱动信号给予每一线来从每一线的转换元件读取信号电荷的模式。

[0093] 图 4 是示出放射线成像设备 140 的第二驱动方法(四像素相加读取模式)的时序图。

[0094] 图 4 中示出的四像素相加读取模式为这样的模式,在该模式中,将两行两列的单位像素的总共四个单位像素中的信号电荷结合在一起,并读取这些信号作为一个多像素的信号电荷。在这种情况下,在本实施例中,通过来自成像控制单元 214 的控制,从驱动电路单元 101 将驱动信号同时给予两条线的驱动线,同时,在信号处理电路单元 102 中,同时读取两条线的电荷信号。在读取之后,执行两条线的电荷的相加(数字相加)。在图 4 中,将驱动信号同时给予两条线,即,每对驱动线 G1 和 G2、G3 和 G4 与 G5 和 G6 的每条。

[0095] 图 5 是示出放射线成像设备 140 的第三驱动方法(九像素相加读取模式)的时序图。

[0096] 图 5 中示出的九像素相加读取模式为这样的模式,在该模式中,将三行三列的单位像素的总共九个单位像素中的信号电荷结合在一起,并读取这些信号作为一个多像素的信号电荷。在这种情况下,在本实施例中,通过来自成像控制单元 214 的控制,从驱动电路单元 101 将驱动信号同时给予三条线的驱动线,同时,在信号处理电路单元 102 中,同时读取三条线的电荷信号。在读取之后,执行三条线的电荷信号的相加。在图 5 中,将驱动信号同时给予三条线,即,每组驱动线 G1、G2 和 G3 与 G4、G5 和 G6 的每条。

[0097] 如图 4 和图 5 所示,通过相加和读取像素,读取时间缩短,帧率在运动图像射线照相时增加,还改进了 S/N 比率。

[0098] 接下来,将描述在本实施例的放射线成像系统中用于提取缺陷像素的方法。在本实施例中,如上所述,可执行图 3、图 4 和图 5 中描述的三种读取模式的射线照相。在本实施例的放射线成像系统中,与每种读取模式对应的缺陷坐标表例如被存储在外部存储器装置 161 中,当从成像控制单元 214 指定每种读取模式时,通过使用对应的缺陷坐标表校正射线照相的图像数据。

[0099] 首先,将描述本实施例的放射线成像系统中的缺陷坐标表的生成过程。

[0100] 图 6 是示出用于图 3 的单位像素读取模式的缺陷坐标表的生成过程的流程图。首先,在步骤 S101,在射线照相模式取作单位像素读取缺陷提取模式的情况下,成像控制单元 214 允许在被检验体 126 不存在于放射线产生设备 120 和放射线成像设备 140 之间的状态

下从放射线产生设备 120 产生放射线,并允许放射线成像设备 140 执行射线照相。成像控制单元 214 执行用于将通过射线照相从放射线成像设备 140 读取的每个单位像素的模拟数据传送到图像处理单元 10 的控制。

[0101] 随后,在步骤 S102,成像控制单元 214 控制图像处理单元 10, 并从射线照相的图像数据内提取单位像素的缺陷。具体地讲,单位像素的缺陷的这个提取处理将每个读取的单位像素的输出值与特定阈值(预定值)进行比较,并提取其输出值在阈值外的单位像素作为缺陷。在本实施例中,当将正常单位像素中的输出值取作 100%时,将输出值的阈值取为 95%,将其输出值低于 95%的单位像素提取为缺陷。

[0102] 随后,在步骤 S103,成像控制单元 214 基于缺陷单位像素的提取结果生成单位像素缺陷坐标表,并将这个表存储在外部存储器装置 161 中,所述单位像素缺陷坐标表包括关于缺陷单位像素的缺陷信息(指示行和列的位置信息等)。通过经过这些步骤 S101 至 S103 的处理,关于缺陷单位像素的缺陷信息被存储在外部存储器装置 161 中。

[0103] 图 7 是示出用于图 4 的四像素相加读取模式的缺陷坐标表的生成过程的流程图。首先,在步骤 S201,在射线照相模式取作四像素相加读取缺陷提取模式的情况下,成像控制单元 214 允许在被检验体 126 不存在于放射线产生设备 120 和放射线成像设备 140 之间的状态下从放射线产生设备 120 产生放射线,并允许放射线成像设备 140 执行射线照相。成像控制单元 214 执行用于将通过射线照相从放射线成像设备 140 读取的对于四个单位像素的多像素中的模拟数据传送到图像处理单元 10 的控制。

[0104] 随后,在步骤 S202,成像控制单元 214 控制图像处理单元 10,并从射线照相的图像数据内提取多像素的缺陷。具体地讲,多像素的缺陷的这个提取处理将读取的多像素的每个的输出值与特定阈值(预定值)进行比较,并提取其输出值在阈值外的多像素作为缺陷。在本实施例中,当将正常的多像素中的输出值取作 100%时,将输出值的阈值取为 95%,将其输出值低于 95%的多像素提取为缺陷。

[0105] 随后,在步骤 S203,成像控制单元 214 基于缺陷多像素的提取结果生成通过四像素相加的多像素的缺陷坐标表,并将这个表存储在外部存储器装置 161 中,所述缺陷坐标表包括关于缺陷多像素的缺陷信息(指示行和列的位置信息等)。通过经过这些步骤 S201 至 S203 的处理,关于通过四像素相加的多像素的缺陷信息被存储在外部存储器装置 161 中。

[0106] 图 8 是示出用于图 5 的九像素相加读取模式的缺陷坐标表的生成过程的流程图。

[0107] 首先,在步骤 S301,在射线照相模式取作九像素相加读取缺陷提取模式的情况下,成像控制单元 214 允许在被检验体 126 不存在于放射线产生设备 120 和放射线成像设备 140 之间的状态下从放射线产生设备 120 产生放射线,并允许放射线成像设备 140 执行射线照相。成像控制单元 214 执行用于将通过射线照相从放射线成像设备 140 读取的对于九个单位像素的多像素中的模拟数据传送到图像处理单元 10 的控制。

[0108] 随后,在步骤 S302,成像控制单元 214 控制图像处理单元 10,并从射线照相的图像数据内提取多像素的缺陷。具体地讲,多像素的缺陷的这个提取处理将读取的多像素的每个的输出值和特定阈值(预定值)进行比较,并提取其输出值在阈值外的多像素作为缺陷。在本实施例中,当将正常的多像素中的输出值取作 100%时,将输出值的阈值取为 95%,将其输出值低于 95%的多像素提取为缺陷。

[0109] 随后,在步骤 S303,成像控制单元 214 基于缺陷多像素的提取结果生成通过九像素相加的多像素缺陷坐标表,并将这个表存储在外部存储器装置 161 中,所述多像素缺陷坐标表包括关于缺陷多像素的缺陷信息(指示行和列的位置信息等)。通过经过这些步骤 S301 至 S303 的处理,关于通过九像素相加的多像素的缺陷信息被存储在外部存储器装置 161 中。

[0110] 顺便一提,例如可在放射线成像设备 143 的工厂出货时执行图 6 至图 8 中示出的缺陷的提取过程。此外,缺陷提取模式不同于正常的射线照相模式,它是这样的模式,在其中,将每个读取的像素的输出值与特定阈值(预定值)进行比较,并将其输出值在阈值外的像素提取为缺陷。也就是说,缺陷提取模式允许在被检验体 126 不存在于放射线产生设备 120 和放射线成像设备 140 之间的状态下将来自放射线产生设备 120 的放射线照射在光电转换电路单元 143 上,并读取每个像素的电荷,并将它作为图像数据加载到图像处理单元 10,并基于特定阈值确定每个像素是否有缺陷。确定为有缺陷的像素的位置信息(关于行和列的信息等)存储在缺陷坐标表中。

[0111] 图 9A 和图 9B 是示出当通过单位像素读取模式读取图 2 的放射线成像设备时的缺陷单位像素和单位像素缺陷坐标表的一个示例的视图。这里,在图 9A 中,示出当通过单位像素读取模式读取缺陷单位像素时缺陷单位像素的位置,在图 9B 中,示出单位像素缺陷坐标表的一个示例。在本示例中,如图 9A 和图 9B 所示,存在如 A 至 C 所示的缺陷单位像素。

[0112] 图 10A 和图 10B 是示出当通过四像素相加模式读取图 2 的放射线成像设备时的缺陷多像素和通过四像素相加的多像素缺陷坐标表的一个示例的视图。这里,在图 10A 中,示出当通过四像素相加读取模式读取缺陷多像素时缺陷多像素的位置,在图 10B 中,示出通过四像素相加的缺陷多像素的坐标表的一个示例。为了执行四像素相加读取,如图 10A 所示,两行两列的单位像素 11 等同于一个多像素 21,从放射线成像设备 140 输出的图像数据变为总共三行三列的九个多像素 21 的数据。在本示例中,如图 10A 和图 10B 所示,存在如 A 和 B 所示的缺陷多像素 21。

[0113] 图 11A 和图 11B 是示出当通过九像素相加模式读取图 2 的放射线成像设备时的缺陷多像素和通过九像素相加的多像素缺陷坐标表的一个示例的视图。这里,在图 11A 中,示出当通过九像素相加模式读取缺陷多像素时缺陷多像素的位置,在图 11B 中,示出通过九像素相加的多像素缺陷坐标表的一个示例。为了执行九像素相加读取,如图 11A 所示,三行三列的单位像素 11 等同于一个多像素 31,从放射线成像设备 140 输出的图像数据为总共两行两列的四个多像素 31 的数据。在本示例中,如图 11A 和图 11B 所示,如 A 所示的缺陷多像素 31 存在。

[0114] 如图 9A 至图 11B 所示,随着像素相加的数量增加,缺陷的数量减少。以下将描述这。

[0115] 在图 10A 中示出的四像素相加读取模式的情况下,读取两行两列的四个单位像素 11 作为一个多像素 21。因此,多像素 21 的输出值简单地变为单位像素 11 的输出值的四倍。此外,一个多像素 21 中的每个单位像素 11 所占据的影响为 $1/4$ (25%)。类似地,在图 11A 中示出的九像素相加读取模式的情况下,读取三行三列的九个单位像素 11 作为一个多像素 31,因此,多像素 31 的输出值简单地变为单位像素 11 的输出值的九倍。此外,一个多像素 31 中的每个单位像素 11 所占据的影响为 $1/9$ (11%)。

[0116] 以这种方式,在像素相加读取中,随着像素相加的数量增加,每个单位像素 11 的影响所占据的比率降低,并且难以接收单位像素 11 的缺陷的影响。因此,根据单位像素的缺陷,通常存在这样的情况,即,通过执行像素相加读取,这样的缺陷不再是作为多像素的缺陷。因而,在本实施例中,还为每种像素相加模式准备用于执行像素的缺陷的校正的缺陷坐标表,并存储该表,当对被检验体进行射线照相时,通过参考与每种像素相加读取模式对应的缺陷坐标表来执行像素的缺陷的校正。

[0117] 在本实施例中,将当提取缺陷时的阈值取作其输出值减小不少于整个表面的平均值的 5% 的像素,换句话说,其输出值低于整个表面的平均值的 95% 的像素。

[0118] 如图 9A 和图 9B 所示,在通过单位像素读取模式读取的情况下,缺陷单位像素存在于总共 A 至 C 三块中。与正常的单位像素的输出值对照,单位像素 A 的输出值为 50% (减小 50%),单位像素 B 的输出值为 70% (减小 30%),单位像素的输出值为 90% (减小 10%),每个输出值远低于阈值,因此,提取每个单位像素作为缺陷单位像素。在图 9B 的单位像素缺陷坐标表中注册关于这些缺陷单位像素 A 至 C 的缺陷信息。这里,在本实施例中,将除缺陷单位像素 A 至 C 之外的单位像素取作正常像素,将其输出值取作平均值 (减小 0%)。

[0119] 如图 10A 和图 10B 所示,在通过四像素相加读取模式读取的情况下,缺陷多像素存在于总共 A 和 B 两块中。图 9A 和图 9B 中示出的缺陷单位像素 C 在单位像素读取模式下具有输出值的 90% (减小 10%),并是有缺陷的。在四像素相加读取模式下,由于除缺陷单位像素 C 之外的其它三个单位像素中的输出值中的减小为 0%,所以包括这个缺陷单位像素 C 的多像素 21 的输出值为 $90\% + 100\% + 100\% + 100\% = 390\%$ 。在四像素相加读取的情况下,与单位像素读取相比,输出值为 400% 的正常值,其为单位像素读取的输出值的 4 倍,与正常的多像素 21 的输出值相比,包括缺陷单位像素 C 的多像素 21 的输出值为 $390\% / 400\% = 97\%$ 的输出值。因此,这个值满足作为缺陷提取的阈值的 5% 内的值,因此,在四像素相加读取模式下,包括缺陷单位像素 C 的多像素 21 不是有缺陷的。

[0120] 另一方面,包括图 9A 和图 9B 的缺陷单位像素 A 的多像素 21 (多像素 A) 变为 $50\% + 100\% + 100\% + 100\% = 350\%$ 的输出值,与正常的多像素 21 对照,变为 $350\% / 400\% = 87\%$ 的输出值,因此,不在阈值的 5% 内,并被提取为缺陷。此外,包括图 9A 和图 9B 的缺陷单位像素 B 的多像素 21 (多像素 B) 变为 $70\% + 100\% + 100\% + 100\% = 370\%$ 的输出值,并与正常的多像素 21 对照,变为 $370\% / 400\% = 92\%$ 的输出值,因此,它不在阈值的 5% 内,并被提取为缺陷。在图 10B 的通过四像素相加读取的多像素缺陷坐标表中注册关于这些缺陷多像素 A 和 B 的缺陷信息。以这种方式,四像素相加读取模式的缺陷的数量为总共两块,当与单位像素读取模式相比时,这少一块。

[0121] 类似地,如图 11A 和图 11B 所示,在通过九像素相加读取模式读取的情况下,包括图 9A 和图 9B 的缺陷单位像素 A 的多像素 31 (多像素 A) 变为 $50\% + 100\% \times 8 = 850\%$ 的输出值。由于与正常的多像素 31 对照,这个多像素 A 变为 $850\% / 900\% = 94\%$ 的输出值,所以它不在阈值的 5% 内,并被提取为缺陷。此外,包括图 9A 和图 9B 的缺陷单位像素 B 的多像素 31 变为 $70\% + 100\% \times 8 = 870\%$ 的输出值,与正常的多像素 31 对照,变为 $870\% / 900\% = 96\%$ 的输出值,因此,落在阈值的 5% 内,没有变为缺陷。此外,包括图 9A 和图 9B 的缺陷单位像素 C 的多像素 31 变为 $90\% + 100\% \times 8 = 890\%$ 的输出值,与正常的多像素 31 对照,变为 $890\% / 900\% = 98\%$ 的输出值,因此,它在阈值的 5% 内,并不变为有缺陷的。

结果,在九像素相加读取模式下,在通过九像素相加的多像素缺陷坐标表中仅将多像素 A 注册为缺陷。

[0122] 以这种方式,在本实施例中,以三种类型准备缺陷坐标表,并根据像素的读取模式存储缺陷坐标表,在对象的射线照相时,参考与每个像素的读取模式对应的缺陷坐标表,并执行图像数据的缺陷校正。通过以这种方式为每种像素读取模式准备缺陷坐标表,可在像素相加时减少缺陷的数量。

[0123] 接下来,将描述本实施例的放射线成像系统中的缺陷像素的校正处理的方法。

[0124] 图 12 是示出在根据第一实施例的放射线成像系统中的缺陷像素的校正处理的流程图。当操作者 305 选择射线照相模式(像素读取模式)时,系统控制单元 310 对成像控制单元 214 通知基于所选择的射线照相模式的射线照相条件,成像控制单元 214 基于射线照相条件执行对象的射线照相(步骤 S401)。

[0125] 在完成射线照相之后,在步骤 S402,成像控制单元 214 控制图像处理单元 10,并执行被放射线成像设备 140 射线照相的图像数据的偏移校正。

[0126] 随后,在步骤 S403,成像控制单元 214 确定在步骤 S401 选择的射线照相模式(像素读取模式)是否是单位像素读取模式。作为这个确定的结果,当所选择的射线照相模式是单位像素读取模式时,所述过程前进到步骤 S404。然后,在步骤 S404,成像控制单元 214 控制图像处理单元 10,并通过使用存储在外部存储器装置 161 中的单位像素缺陷坐标表来执行被放射线成像设备 140 射线照相的图像数据的缺陷校正。另一方面,作为在步骤 S403 的确定结果,当所选择的射线照相模式不是单位像素读取模式时,所述过程前进到步骤 S405。

[0127] 随后,在步骤 S405,成像控制单元 214 确定在步骤 S401 选择的射线照相模式(像素读取模式)是否是四像素相加读取模式。作为这个确定的结果,当所选择的射线照相模式是四像素相加读取模式时,所述过程前进到步骤 S406。然后,在步骤 S406,成像控制单元 214 控制图像处理单元 10,并通过使用存储在外部存储器装置 161 中的通过四像素相加的多像素缺陷坐标表来执行被放射线成像设备 140 射线照相的图像数据的缺陷校正。另一方面,作为在步骤 S405 的确定结果,当所选择的射线照相模式不是四像素相加读取模式时,所述过程前进到步骤 S407。

[0128] 随后,在步骤 S407,成像控制单元 214 确定在步骤 S401 选择的射线照相模式(像素读取模式)是否是九像素相加读取模式。作为这个确定的结果,当所选择的射线照相模式是九像素相加读取模式时,所述过程前进到步骤 S408。然后,在步骤 S408,成像控制单元 214 控制图像处理单元 10,并通过使用存储在外部存储器装置 161 中的通过九像素相加的多像素缺陷坐标表来执行被放射线成像设备 140 射线照相的图像数据的缺陷校正。另一方面,作为在步骤 S407 的确定结果,当所选择的射线照相模式不是九像素相加读取模式时,所述过程前进到步骤 S409。

[0129] 当步骤 S404、S406 和 S408 的处理结束,或者在步骤 S407,当确定所选择的射线照相模式不是九像素结合读取模式时,随后,在步骤 S409,成像控制单元 214 控制图像处理单元 10,并对图像数据执行白色校正。

[0130] 随后,在步骤 S410,将在图像处理单元 10 处理的图像数据作为图像显示在显示单元 160 上。

[0131] 通过经过上述步骤 S401 至 S410 的处理,执行被放射线成像设备 140 射线照相的图像数据的缺陷像素的校正处理。

[0132] 这里,在本实施例中,虽然与放射线成像设备 140 分离布置图像处理单元 10,但是本发明不限于此,可在放射线成像设备 140 内布置图像处理单元 10。此外,在本实施例中,虽然将与各种像素读取模式对应的缺陷坐标表存储在外存储器装置 161 中,但是本发明不限于此,可将每个缺陷坐标表存储在放射线成像设备 140 中提供的存储装置中。此外,可在放射线成像设备 140 内提供图像处理单元 10 和具有缺陷坐标表的存储装置,可在放射线成像设备 140 内执行图像处理,诸如偏移校正、白色校正和缺陷校正。

[0133] 此外,在本实施例中,虽然通过将四像素相加读取模式和九像素相加读取模式取作示例对像素相加读取模式进行了描述,但是本发明不限于此,还可将任何其它相加读取模式应用于本发明。

[0134] (第二实施例)

[0135] 接下来,将描述本发明的第二实施例。由于根据第二实施例的放射线成像系统的构造与图 1 中示出的根据第一实施例的放射线成像系统的构造相同,所以将省略其描述。与根据第一实施例的放射线成像系统对照,根据第二实施例的放射线成像系统的不同之处在于用于提取缺陷像素的方法,因此,将仅描述该方法。此时,在第二实施例中,将通过这样的示例进行描述,在所述示例中,图 2 中示出的光电转换电路单元 143 包括单位像素的 8×8 个像素的总共 64 块。

[0136] 图 13 是示出在根据第二实施例的放射线成像系统中用于提取缺陷像素的方法的流程图。

[0137] 在第一实施例中,虽然通过用于每种像素读取方法的缺陷提取模式执行射线照相,但是在第二实施例中,仅执行通过单位像素读取的缺陷提取模式的射线照相。具体地讲,执行通过单位像素读取的缺陷提取模式的射线照相,对每个单位像素的数据(输出值)执行四像素相加和 16 像素相加,并执行当通过每种像素相加读取模式执行读取时的每个多像素中的缺陷提取。这是等同于图 13 中示出的流程图的(通过四像素相加转换为图像数据)和(通过 16 像素相加转换为图像数据)的处理。

[0138] 首先,在步骤 S501,成像控制单元 214 将射线照相模式取作单位像素读取缺陷提取模式,并允许在没有被检验体 126 存在于放射线产生设备 120 和放射线成像设备 140 之间的状态下从放射线产生设备 120 产生放射线,并允许放射线成像设备 140 执行射线照相。成像控制单元 214 执行用于将通过射线照相从放射线成像设备 140 读取的每个单位像素的模拟数据传送到图像处理单元 10 的控制。

[0139] 随后,在步骤 S502,成像控制单元 214 控制图像处理单元 10,并从射线照相的图像数据内提取单位像素的缺陷。具体地讲,单位像素缺陷的这个提取处理将每个读取的单位像素的输出值与特定阈值(预定值)进行比较,并提取其输出值在阈值外的单位像素作为缺陷。在本实施例中,当将正常的单位像素中的输出值取作 100% 时,将输出值的阈值取作 95%,并提取其输出值低于 95% 的单位像素作为缺陷。此时,例如,每个单位像素的输出值被存储在图像处理单元 10 内的存储器中。

[0140] 随后,在步骤 S503,成像控制单元 214 基于缺陷单位像素的提取结果生成单位像素缺陷坐标表,并将该表存储在外存储器装置 161 中,所述单位像素缺陷坐标表包括关

于缺陷单位像素的缺陷信息（指示行和列的位置信息等）。

[0141] 随后，在步骤 S504，通过对存储在图像处理单元 10 内的存储器中的每个单位像素的输出值进行算术处理，将输出值转换为当执行四像素相加读取时的图像数据。此时的图像数据为将两行两列的单位像素 11 取作一个多像素的数据。

[0142] 随后，在步骤 S505，成像控制单元 214 控制图像处理单元 10，并从在步骤 S504 转换的图像数据内提取多像素的缺陷。具体地讲，这个多像素缺陷的提取处理将每个多像素的输出值与特定阈值（预定值）进行比较，并提取其输出值在阈值外的多像素作为缺陷。在本实施例中，当将正常的多像素中的输出值取作 100% 时，将输出值的阈值取作 95%，并提取其输出值低于 95% 的多像素作为缺陷。

[0143] 随后，在步骤 S506，成像控制单元 214 基于在步骤 S505 的缺陷多像素的提取结果生成通过四像素相加的多像素缺陷坐标表，并将该表存储在外部存储器装置 161 中，所述多像素缺陷坐标表包括关于缺陷多像素的缺陷信息。

[0144] 随后，在步骤 S507，通过对存储在图像处理单元 10 内的存储器中的每个单位像素的输出值进行算术处理，将这个输出值转换为当执行 16 像素相加读取时的图像数据。此时的图像数据为将四行四列的单位像素 11 取作一个多像素的数据。

[0145] 随后，在步骤 S508，成像控制单元 214 控制图像处理单元 10，并从在步骤 S507 转换的图像数据内提取多像素的缺陷。具体地讲，这个多像素缺陷的提取处理将每个多像素的输出值与特定阈值（预定值）进行比较，并提取其输出值在阈值外的多像素作为缺陷。在本实施例中，当将正常的多像素中的输出值取作 100% 时，将输出值的阈值取作 95%，并提取其输出值低于 95% 的多像素作为缺陷。

[0146] 随后，在步骤 S509，成像控制单元 214 基于在步骤 S508 的缺陷多像素的提取结果生成通过 16 像素相加的多像素缺陷坐标表，并将该表存储在外部存储器装置 161 中，所述多像素缺陷坐标表包括关于缺陷多像素的缺陷信息。

[0147] 通过经过上述步骤 S501 至 S509 的处理，通过单位像素读取的缺陷提取模式的一次射线照相可生成根据每种读取模式（单位像素、四像素相加和 16 像素相加）的像素缺陷坐标表。

[0148] 在第二实施例中，由于仅一次执行单位像素读取中的缺陷提取模式的射线照相，所以提供这样的优点，即，与第一实施例相比，可降低执行射线照相的操作者 305 的工作负荷。

[0149] 图 14A 和图 14B 是示出每个单位像素 11 中的输出值和单位像素缺陷坐标表的一个示例的视图。这里，在图 14A 中，示出每个单位像素 11 中的输出值和缺陷像素的位置，在图 14B 中，示出单位像素缺陷坐标表的一个示例。在本实施例中，如图 14A 和图 14B 所示，存在如 A 至 C 所示的缺陷单位像素。

[0150] 图 15A 和图 15B 是示出通过四像素相加的每个多像素 41 的输出值和通过四像素相加的多像素缺陷坐标表的一个示例的视图。这里，在图 15A 中，示出通过四像素相加的每个多像素 41 中的输出值和缺陷像素的位置，在图 15B 中，示出通过四像素相加的多像素缺陷坐标表的一个示例。为了执行四像素相加，如图 15A 所示，两行两列的单位像素 11 等同于一个多像素 41，图像数据变为四行四列的多像素 41 的总共 16 块的数据。在本示例中，如图 15A 和图 15B 所示，存在 B 和 C 所示的缺陷多像素 41。

[0151] 图 16A 和图 16B 是示出通过 16 像素相加的每个多像素 51 的输出值和通过 16 像素相加的多像素缺陷坐标表的一个示例的视图。这里,在图 16A 中,示出通过 16 像素相加的每个多像素 51 中的输出值和缺陷像素的位置,在图 16B 中,示出通过 16 像素相加的多像素缺陷坐标表的一个示例。为了执行 16 像素相加,如图 16A 所示,四行四列的单位像素 11 等同于一个多像素 51,图像数据变为两行两列的总共 4 块的多像素 51 的数据。在本示例中,如图 16A 和图 16B 所示,不存在缺陷多像素。

[0152] 图 15A 是用于将图 14A 的两行两列的单位像素 11 的输出值相加的视图,图 16A 是用于将图 14A 的四行四列的单位像素 11 的输出值相加的视图。第二实施例中的缺陷像素的阈值为与正常像素的输出值相比输出值低于 95% 的像素。

[0153] 在单位像素读取模式下,虽然存在 A 至 C 的三个缺陷单位像素 11,但是在四像素相加时,由于周围像素的影响而使得包括这个缺陷单位像素 A 的多像素 41 通过四像素相加变为无缺陷,因此,从缺陷像素除去它。这里,在四像素相加时,输出值 $100 \times 4 = 400$ 是一种平均,输出值 $400 \times 0.95 = 380$ 变为缺陷像素的阈值。此外,在 16 像素相加中,包括缺陷单位像素 B 的多像素 51 和包括缺陷单位像素 C 的多像素 51 也是无缺陷的,缺陷变为零。这里,在 16 像素相加时,输出值 $100 \times 16 = 1600$ 是一种平均,输出值 $1600 \times 0.95 = 1520$ 变为缺陷像素的阈值。

[0154] 通过以这种方式提供用于每种像素相加模式的缺陷坐标表,缺陷像素数据的数量减少,并可减少图像质量的劣化。

[0155] 此外,在本实施例中,虽然通过将四像素相加读取模式和 16 像素相加读取模式取作示例对像素相加读取模式进行描述,但是本发明不限于此,还可将任何其它相加读取模式应用于本发明。

[0156] (第三实施例)

[0157] 接下来,将描述本发明的第三实施例。由于根据第三实施例的放射线成像系统的构造与根据第二实施例的放射线成像系统的构造相同,所以将省略其描述。根据第三实施例的放射线成像系统与根据第二实施例的放射线成像系统的不同之处在于用于提取缺陷像素的方法不同,因此,将仅描述这个方法。

[0158] 图 17 是示出用于在根据第三实施例的放射线成像系统中提取缺陷像素的方法的流程图。

[0159] 在第二实施例中,执行通过单位像素读取的缺陷提取的射线照相,并且通过图像处理,生成通过四像素相加和九像素相加的图像,从而执行缺陷的提取。另一方面,在第三实施例中,从通过单位像素读取的图像改变阈值,并执行每种像素相加模式的缺陷的提取。

[0160] 首先,成像控制单元 214 在将射线照相模式取作单位像素读取缺陷提取模式的情况下允许在没有被检验体 126 存在于放射线产生设备 120 和放射线成像设备 140 之间的状态下从放射线产生设备 120 产生放射线,并允许放射线成像设备 140 执行射线照相。成像控制单元 214 执行用于将通过射线照相从放射线成像设备 140 读取的每个单位像素的模拟数据传送到图像处理单元 10 的控制。

[0161] 随后,成像控制单元 214 控制图像处理单元 10,并从射线照相的图像数据内提取单位像素的缺陷。具体地讲,这个单位像素缺陷的提取处理将每个读取的单位像素的输出值与特定阈值(预定值)进行比较,并提取其输出值在阈值外的单位像素作为缺陷。在本

实施例中,当将正常的单位像素中的输出值取作 100%时,将输出值的阈值取作 90%,并提取其输出值低于 90%的单位像素作为缺陷。此时,例如,每个单位像素的输出值被存储在图像处理单元 10 内的存储器中。

[0162] 随后,成像控制单元 214 基于缺陷单位像素的提取结果生成单位像素缺陷坐标表,并将该表存储在外部存储器装置 161 中,所述单位像素缺陷坐标表包括关于缺陷单位像素的缺陷信息(指示行和列的位置信息等)。

[0163] 随后,成像控制单元 214 控制图像处理单元 10,并从射线照相的图像数据内提取四像素相加缺陷。具体地讲,这个四像素相加缺陷的提取处理将每个读取的单位像素的输出值与特定阈值(预定值)进行比较,并提取其输出值在阈值外的单位像素作为缺陷。在本实施例中,当将正常的单位像素中的输出值取作 100%时,将输出值的阈值取作 60%,并提取其输出值低于 60%的单位像素作为缺陷。此时,例如,每个单位像素的输出值被存储在图像处理单元 10 内的存储器中。

[0164] 随后,成像控制单元 214 基于缺陷单位像素的提取结果生成四像素相加缺陷坐标表,并将该表存储在外部存储器装置 161 中,所述四像素相加缺陷坐标表包括关于缺陷单位像素的缺陷信息(指示行和列的位置信息等)。

[0165] 随后,成像控制单元 214 控制图像处理单元 10,并从射线照相的图像数据内提取九像素相加缺陷。具体地讲,这个九像素相加缺陷的提取处理将每个读取的单位像素的输出值与特定阈值(预定值)进行比较,并提取其输出值在阈值外的单位像素作为缺陷。在本实施例中,当将正常的单位像素中的输出值取作 100%时,将输出值的阈值取作 10%,并提取其输出值低于 10%的单位像素作为缺陷。此时,例如,每个单位像素的输出值被存储在图像处理单元 10 内的存储器中。

[0166] 随后,成像控制单元 214 基于缺陷单位像素的提取结果生成九像素缺陷坐标表,并将该表存储在外部存储器装置 161 中,所述九像素缺陷坐标表包括关于缺陷单位像素的缺陷信息(指示行和列的位置信息等)。

[0167] 通过经过上述步骤,通过单位像素读取的缺陷提取模式的一次射线照相可生成根据每种读取模式(单位像素、四像素相加和九像素相加)的像素缺陷坐标表。

[0168] 在第三实施例中,由于仅一次执行单位像素读取中的通过缺陷提取模式的射线照相,所以提供这样的优点,即,与第一实施例相比,可降低执行射线照相的操作者 305 的工作负荷。此外,与第二实施例相比,由于没有必要产生像素相加图像,所以可使处理简单。

[0169] 此外,在第三实施例中,随着像素相加增加,单位像素对多像素的影响减小,因此,对于每种像素相加模式,阈值改变,并提取缺陷。例如,在四像素相加中,多像素对单位像素的输出值所占比率变为四分之一。因此,可使得阈值为单位像素模式的缺陷的四倍。例如,在单位像素模式下,虽然将其输出比正常像素减小 10%的像素(阈值 90%)取作缺陷,但是在四像素相加中,可将其输出比正常像素减小 40%的像素(阈值 60%)取作缺陷。此外,在九像素相加中,单位像素所占的比率变为九分之一,因此,将其输出减小 90%的像素(阈值 10%)取作缺陷。

[0170] 此外,在第三实施例中,虽然通过将四像素相加读取模式和九像素相加读取模式取作示例对像素相加读取模式进行描述,但是本发明不限于此,还可将任何其它相加读取模式应用于本发明。

[0171] 根据本发明的第一至第三实施例,由于与在转换单元中读取像素的方法对应的缺陷信息被存储,所以通过使用关于与在转换单元中读取像素的方法对应的像素的缺陷信息,可执行缺陷像素的校正。结果,可提供这样的成像设备(成像系统)及其处理方法和用于存储程序的可读存储器装置,其减少像素相加读取时的缺陷像素并在图像数据中具有更多的像素信息,而且,几乎不使图像数据的分辨率降低。

[0172] 接下来,在下述第四至第六实施例中,将描述在执行像素相加的情况下的增益校正。以下将描述如发明人发现的在执行像素相加的情况下的增益校正的问题范围。

[0173] 如先前所述,增益校正是用于校正光电转换元件的灵敏度的波动和信号处理电路单元的增益波动的处理。这个增益校正通常照射放射线,并在对被检验体进行射线照相之前在没有被检验体存在的状态下执行射线照相,并通过使用射线照相的图像作为增益校正图像,来对给被检验体进行射线照相的图像执行除法处理。

[0174] 当在本发明的放射线成像设备中执行像素相加读取时,例如,存在这样的问题,即,医生在他的诊断中实际使用的校正之后的图像不仅受被检验体图像的 S/N 的影响,而且还受增益校正图像的 S/N 的影响。此外,存在这样的问题,即,当除增益校正图像之外的分量与增益校正图像混合时,这作为伪像显现在校正之后的图像中。

[0175] 鉴于上述问题实现下述第四至第六实施例,这些实施例旨在提供这样一种放射线成像设备,当在通过像素相加的射线照相中执行增益校正时,该放射线成像设备具有高的 S/N,而且,实现伪像少的射线照相图像的获取。

[0176] (第四实施例)

[0177] 图 18 是示出根据第四实施例的放射线成像系统的放射线成像设备 140 中的详细构造的等效电路图。

[0178] 这里,在图 18 中,从构成放射线成像设备 140 的每个部件中,示出光电转换电路单元 143、外部电路单元 145 中提供的驱动电路单元 146、信号处理电路单元 147 和电源电路单元 148。图 18 中示出的光电转换电路单元 143、驱动电路单元 146、信号处理电路单元 147 和电源电路单元 148,例如,通过使用非晶硅薄膜半导体来构造。

[0179] 基于来自成像控制单元 214 的控制将这个放射线成像设备 140 构造为能够在各种类型的操作模式下驱动,所述操作模式包括运动图像射线照相模式和静止图像射线照相模式。

[0180] 用光电转换元件 S1-1 至 S8-8 和每块被提供有一个开关元件 T1-1 至 T8-8 的元件(单位像素)100 按二维矩阵图案布置图 18 的光电转换电路单元 143,光电转换元件 S1-1 至 S8-8 为用于将放射线转换为电信号(电荷)的转换元件,开关元件 T1-1 至 T8-8 用于从光电转换元件取出(传送)电信号。在图 18 中,为了方便,示出总共 8×8 个像素的 64 个单位像素。

[0181] 例如通过使用非晶硅薄膜半导体将这个光电转换电路单元 143 的每个单位像素 100 形成在诸如玻璃的绝缘基底上。此外,基于作为主成分的非晶硅根据 MIS 类型结构或 PIN 类型结构形成光电转换元件 S1-1 至 S8-8。在这种情况下,在光电转换元件 S1-1 至 S8-8 上,提供波长转换器 142,在波长转换器 142 中,光电转换元件将放射线转换为可检测波长区域的光,并用来自波长转换器 142 的可见光入射光电转换元件。顺便一提,光电转换元件 S1-1 至 S8-8 可以是吸收入射放射线(x 射线)并将它直接转换为电荷的那些元件。作

为这种直接转换类型的光电转换元件,例如,可使选自非晶硒、砷化镓、碘化汞、碘化铅和碲化镉的一种类型作为主成分。此外,作为开关元件 T1-1 至 T8-8,合适使用由非晶硅在诸如玻璃的绝缘基底上形成的 TFT(薄膜晶体管)。

[0182] 光电转换元件 S1-1 至 S8-8 例如包括光电二极管,并被施加有反向偏压。也就是说,光电二极管的阴极电极侧被偏压到+(正)。偏压线 V_s 为用于将偏压(V_s)供应给每个光电二极管的公共线,并连接至电源电路单元 148。

[0183] 栅线 G1 至 G8 为这样的配线,其在行方向连接每个像素的开关元件,使开关元件 T1-1 至 T8-8 的每个打开和关闭。驱动电路单元 146 将驱动信号(脉冲)施加到栅线 G1 至 G8,并驱动控制开关元件 T1-1 至 T8-8。信号线 M1 至 M8 为这样的配线,其在列方向连接每个像素的开关元件,并通过开关元件 T1-1 至 T8-8 读取光电转换元件 S1-1 至 S8-8 向着信号处理电路单元 147 的电信号(电荷)。

[0184] 开关 RES 用于重置电容器 Cf1 至 Cf8。放大器 A1 至 A8 用于放大来自信号线 M1 至 M8 的电信号。 V_{ref} 线为用于将参考电源从电源电路单元 104 供应给放大器 A1 至 A4 的配线。电容器 CL1 至 CL8 为用于临时存储被放大器 A1 至 A8 放大的电信号的采样和保持电容器。开关 SMPL 用于执行采样和保持。开关 AVE1 和 AVE2 用于对采样和保持的电信号进行像素相加(平均)。AD 转换器 AD1 至 AD8 用于将被采样和保持电容器 CL1 至 CL8 采样和保持的电信号(模拟信号)转换为数字信号。将这些 AD 转换之后的数字信号输出到例如图像处理单元 10,并对其进行诸如图像处理的预定处理,在此之后,执行处理的图像数据的显示和存储。

[0185] 接下来,将描述根据本实施例的放射线成像系统的操作。图 19 是示出根据第四实施例的放射线成像系统的操作模式的视图。如图 19 所示,根据本实施例的放射线成像系统被构造为能够设置四种操作模式:静止图像射线照相模式、第一运动图像射线照相模式(1)、第二运动图像射线照相模式(2)和第三运动图像射线照相模式(3)。

[0186] 在静止图像射线照相模式下,由于仅在一张片材上对图像进行射线照相,所以没有必要加快帧率,然而,要求分辨能力,因此,不执行单位像素的相加驱动。此外,运动射线照相模式具有从第一到第三的总共三种类型,每种类型在单位像素的相加数量方面不同。

[0187] 在单位像素的相加处理中,由于同时读取多个单位像素的信号,所以帧率变快, S/N 也增加。然而,由于多个单位像素被集成为一个并被输出,所以分辨能力降低。因此,根据被检验体(对象)126 的条件等,作为技师的射线照相师 305 通过使用操作者接口(I/F)311 选择帧率、 S/N 和分辨能力中的哪项被给予优先级并被射线照相。在本实施例中,单位像素的相加数量变为第一运动射线照相模式(1)中的像素不相加、第二运动射线照相模式(2)中的 2×2 像素相加和第三运动图像射线照相模式(3)中的 4×4 像素相加。也就是说,操作者接口(I/F)接口 311 具有操作模式设置装置的功能,所述操作模式设置装置用于在信号处理电路单元 147 中设置上述多种操作模式,上述多种操作模式在关于单位像素 100 的像素信息的相加数量方面不同。

[0188] 接下来,通过使用图 20 至图 22 中示出的时序图,将描述根据本实施例的放射线成像系统的操作。

[0189] 图 20 是示出根据第四实施例的放射线成像系统的像素不相加中的驱动方法的时序图。基于这个时序图,将描述图 18 中示出的光电转换电路单元 143、驱动电路单元 146 和

信号处理电路单元 147 的操作。

[0190] 首先,将描述光电转换时间段(x 射线照射时间段)中的操作。在所有的开关元件关闭的状态下,当从放射线产生设备 120 逐脉冲地照射放射线(x 射线)时,用从放射线进行波长转换的光或放射线照射每个光电转换元件。然后,与放射线或光量对应的电信号(电荷)在每个光电转换元件中累积。

[0191] 此时,当使用上述用于将 x 射线转换为可见光的波长转换器 142 时,可使用用于将与 x 射线剂量率对应的可见光引向光电转换元件侧的构件,或者可将波长转换器 142 布置成极靠近光电转换元件。顺便一提,即使在 x 射线变为不进行照射之后,经过光电转换的电信号(电荷)在每个光电转换元件中也保持。

[0192] 接下来,将描述读取时间段期间的操作。按从第一线的光电转换元件 S1-1 至 S1-8、第二线的光电转换元件 S2-1 至 S2-8 和第三线的光电转换元件 S3-1 至 S3-8 的顺序执行读取操作,并执行所述读取操作,直到第八线的光电转换元件 S8-1 至 S8-8 的读取操作为止。

[0193] 首先,为了读取在第一线的光电转换元件 S1-1 至 S1-8 中累积的电信号(电荷),从驱动电路单元 146 将驱动信号(脉冲)给予连接至第一线的开关元件 T1-1 至 T1-8 的栅线 G1。此时,驱动电路单元 146 基于来自成像控制单元 214 的控制将驱动信号输出到栅线 G1。结果,第一线的开关元件 T1-1 至 T1-8 处于接通状态,通过信号线 M1 至 M8 传送基于在第一线的光电转换元件 S1-1 至 S1-8 中累积的电荷的电信号。

[0194] 放大器 A1 至 A8 根据电容器 Cf1 至 Cf8 的电容放大传送到这些信号线 M1 至 M8 的电信号。基于来自成像控制单元 214 的控制,通过 SMPL 信号在电容器 CL1 至 CL8 中对放大的电信号进行采样和保持。在此之后,AD 转换器 AD1 至 AD8 对电容器 CL1 至 CL8 采样保持的电信号进行 AD 转换,这些电信号作为数字数据输出到图像处理单元 10 等。

[0195] 与第一线的光电转换元件 S1-1 至 S1-8 的读取操作类似,按顺序执行第二线的光电转换元件 S2-1 至 S2-8 的读取操作和第三线的光电转换元件 S3-1 至 S3-8 的读取操作,然后,执行第四线至第八线的读取操作。

[0196] 以这种方式,通过使用波长转换器 142 将 x 射线转换为可见光,通过每个光电转换元件将可见光转换为电荷,读取 x 射线信息作为电信号,从而可获得关于对象(被检验体 126)的信息。

[0197] 接下来,将通过使用图 21 描述 2×2 像素相加中的驱动方法。图 21 是示出根据第一实施例的放射线成像系统的 2×2 像素相加中的驱动方法的时序图。

[0198] 与不执行图 4 中示出的像素相加的情况相比, 2×2 像素相加中的驱动在同时导通/截止的栅线的数量方面不同。如图 20 所示,在不执行像素相加的驱动中,虽然按 G1、G2、G3... 的顺序使栅线导通/截止,但是在 2×2 像素相加的驱动中,G1 和 G2、G3 和 G4、G5 和 G6 与 G7 和 G8 的每一组同时导通/截止。

[0199] 当通过使用这样的 2×2 像素相加来使栅线 G1 和 G2 同时导通时,同时打开开关元件 T1-1 至 T2-8,例如,光电转换元件 S1-1 和 S2-1 的电信号(像素不相加的两倍的电信号)之和在电容器 Cf1 中累积。此外,在 2×2 像素相加的驱动中,与不执行像素相加的情况相比,读取时间段也变为一半,因此,帧率变为双倍。

[0200] 此外,在 2×2 像素相加的驱动中,在信号线方向上也执行像素相加。具体地讲,

在电容器 CL1 至 CL8 中对电信号进行采样保持之后,基于来自成像控制单元 214 的控制的 AVE1 信号的输入允许电容 CL1 和 CL2、CL3 和 CL4、CL5 和 CL6 与 CL7 和 CL8 彼此耦合,从而使采样保持的信号平均。结果,2×2 像素的电信号被合计在一个像素中,并被作为多像素输出。

[0201] 接下来,将通过使用图 22 描述 4×4 像素相加的驱动方法。图 22 是示出根据第一实施例的放射线成像系统的 4×4 像素相加中的驱动方法的时序图。

[0202] 在 2×2 像素相加中的驱动中,使两条栅线同时导通 / 截止,而在 4×4 像素相加中的驱动中,通过使四条栅线同时导通 / 截止来执行读取。因此,实现增加为四倍的信号输出。此外,与 2×2 像素相加中的驱动相比,读取时间段缩短为 1/4,帧率增加为 4 倍。

[0203] 关于信号线方向上的像素相加,在电容器 CL1 至 CL8 中对电信号进行采样保持之后,基于来自成像控制单元 214 的控制的 AVE1 信号和 AVE2 信号的脉冲的输入允许电容器 CL1 至 CL4 与 CL5 至 CL8 的每个电容彼此耦合。结果,在电容器 CL1 至 CL8 的每个中采样保持的电信号被平均,平均的模拟信号被 AD 转换,从而 4×4 像素的电信号被合计到一个像素中,并被作为多像素输出。

[0204] 此外,如从图 21 和图 22 的驱动时序显而易见的,在本实施例的通过像素相加的驱动中,在通过所有的 AD 转换器 AD1 至 AD8 进行 AD 转换之前对模拟信号执行相加处理。原因在于,与在对所有的单位像素的模拟信号进行 AD 转换之后执行像素相加的数字相加相比,由于 AD 转换时间和读取时间短并且可使帧率变快,所以优选地在通过将模拟信号相加减少数据量之后执行 AD 转换。此外,与数字信号的相加处理相比,可使模拟信号的相加处理在 S/N 方面变高。

[0205] 图 23A、图 23B 和图 23C 是示出通过每种像素相加模式的驱动方法的示意性电路图。这里,图 23A 是用于像素不相加模式的示意性电路图,图 23B 是用于数字相加模式的示意性电路图,图 23C 是用于模拟相加模式的示意性电路图。可通过以下方面概括地指示放射线成像设备的噪声,即, x 射线 :x 射线照射时的散粒噪声,传感器 :由于光电转换元件的暗电流而引起的散粒噪声,AMP (放大器) :信号处理电路的噪声,以及 AD :AD 转换器的量化噪声。噪声之和为这些分量的平方和的平方根。

[0206] 在图 23A 的像素不相加模式的电路图的情况下,简单地将每个分量取作平方和,以取其平方根。此外,在图 23B 的情况下,在 AD 转换器 AD(1) 和 AD(2) 的后级,执行两个像素的数字相加,因此,使所有的噪声为 (√ 2) 倍。图 23C 示出使两条栅线同时导通时的模拟相加,因此,使 x 射线 :x 射线照射时的散粒噪声和传感器 :与 x 射线和光电转换元件相关联的噪声变为 (√ 2) 倍。具体地讲,可通过以下公式表示上述相加。

[0207] - 像素不相加 = $\sqrt{\{(X \text{ 射线})\}^2 + (\text{传感器})^2 + (\text{AMP})^2 + (\text{AD})^2}$

[0208] - 数字相加 = $\sqrt{2\{(X \text{ 射线})\}^2 + 2(\text{传感器})^2 + 2(\text{AMP})^2 + 2(\text{AD})^2}$

[0209] - 模拟相加 = $\sqrt{2\{(X \text{ 射线})\}^2 + 2(\text{传感器})^2 + (\text{AMP})^2 + 2(\text{AD})^2}$

[0210] 由于根据每种像素相加模式的信号量使得 :像素不相加 = 一倍、数字相加 = 两倍和模拟相加 = 两倍,所以如果与 S/N 相比,信号量不少于像素不相加 = 1、数字相加 = 2 / (√ 2) 和模拟相加 = 2 / (√ 2) 的量。因此,S/N 为模拟相加 > 数字相加 > 像素不相加。结果,从帧率和 S/N 来看,都通过模拟相加来执行通过像素相加的驱动。

[0211] 接下来,将描述作为本发明的特征的增益校正图像的射线照相。

[0212] 在本实施例中,如图 19 所示,存在四种类型的操作模式,在这四种类型的操作模式中,一种类型是静止图像射线照相模式,其它三种类型是运动图像射线照相模式。本发明的特征在于通过与用于与这四种类型的操作模式相关联地对对象进行射线照相的每种操作模式相同的驱动来获得增益校正图像。因此,通过一种静止图像射线照相模式和三种运动图像射线照相模式,对增益校正图像进行射线照相,并获得与每种操作模式对应的增益校正图像。

[0213] 通过执行增益校正之后的图像来执行由医生进行的实际诊断。因此,增益校正处理之后的图像中的 S/N 变得重要。根据被技师(操作者 305)射线照相的对象图像的 S/N 和用于增益校正处理的增益校正图像的 S/N 来定义增益校正之后的图像中的 S/N。因此,当增益校正图像的 S/N 低时,即使当对象图像的 S/N 高时,图像质量也劣化。

[0214] 因此,在本实施例中,在用于执行像素相加的操作模式的情况下,增益校正图像不通过 S/N 低的数字相加执行射线照相,而是通过模拟相加执行射线照相,其与对象的射线照相类似。

[0215] 此外,当使增益校正图像对每种操作模式是共同的并通过使用 2×2 像素相加的增益校正图像和 4×4 像素相加的增益校正图像来校正实际通过模拟相加而被射线照相的对象图像时,伪像结束显现,所述 2×2 像素相加的增益校正图像从通过像素不相加驱动的射线照相的图像通过数字相加而生成。这里,将通过使用图 24A 和图 24B 描述伪像的产生机制。

[0216] 图 24A 和图 24B 是用于描述伪像的产生机制的示意性电路图。在图 24A 中示出的数字相加的情况下,信号(1)穿过光电转换元件(1) $\rightarrow$ AMP(1) $\rightarrow$ AD(1)的路线,信号(2)穿过光电转换元件(2) $\rightarrow$ AMP(2) $\rightarrow$ AD(2)的路线,并分别被输出。与此相反,在图 24 中示出的模拟相加的情况下,信号(1)穿过光电转换元件(1) $\rightarrow$ AMP(1) $\rightarrow$ AD(1)的路线和与数字相加相同的路线。然而,信号(2)变为光电转换元件(2) $\rightarrow$ AMP(2) $\rightarrow$ AD(1),在 AD 转换器方面不同于数字相加的情况。

[0217] 如与理想 AD 转换器的输入和输出对照地表示实际 AD 转换器的输入和输出中的移位,存在 INL(积分非线性)特性。即使使用相同类型的 AD 转换器,这个特性也改变元件的波动特性。因此,如果不同的 AD 转换器对特性进行 AD 转换和校正,则这些特性差异结束在图像中作为伪像显现(在这种情况下为条纹伪像)。由于除了 AD 转换器的元件的这样的波动之外,还有放大器和电容器的元件的波动,当试图通过模拟相加的图像使数字相加的图像经过增益校正处理时,伪像结束显现。

[0218] 因此,为了改进 S/N,而且消除伪像的显现,在本实施例中,在用于执行像素相加的操作模式的情况下,当对象图像为模拟相加像素时,也通过使用模拟相加图像使增益校正图像经过校正处理。

[0219] 接下来,将描述增益校正图像的获得处理。图 25 是示出根据第四实施例的放射线成像系统的增益校正图像的获得处理的流程图。也就是说,图 25 是校准的流程图。

[0220] 可在技师(操作者 305)对对象进行射线照相之前执行增益校正图像的获得,或者可在从工厂装运产品时执行增益校正图像的获得。此外,由于光电转换元件的灵敏度特性可能随时间改变,所以可通过每六个月或每年更新来执行正确的增益校正处理。

[0221] 这里,关于校准的射线照相自身,除了对象(被检验体 126)不置于放射线产生设

备 120 和放射线成像设备 140 之间之外,与通过放置普通的对象(被检验体 126)执行射线照相的情况类似地驱动放射线成像设备。在第一实施例中,如上所述,由于操作模式包括四种不同的模式,所以根据每种模式驱动放射线成像设备,针对每张片材对图像进行射线照相,并将该图像存储在增益校正图像存储器(本实施例中的外部存储器装置 161)中。以下将具体描述图 25 的处理。

[0222] 首先,在步骤 S101,成像控制单元 214 基于来自系统控制单元 310 的控制允许在没有被检验体 126 存在于放射线产生设备 120 和放射线成像设备 140 之间的状态下从放射线产生设备 120 产生放射线,并通过静止图像射线照相模式执行射线照相。在步骤 S102,图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制将通过步骤 S101 的静止图像射线照相模式被射线照相的图像作为用于静止图像射线照相模式的增益校正图像存储在外部存储器装置 161 中。

[0223] 随后,在步骤 S103,成像控制单元 214 基于来自系统控制器 310 的控制允许在没有被检验体 126 存在于放射线产生设备 120 和放射线成像设备 140 之间的状态下从放射线产生设备 120 产生放射线,并通过第一运动图像射线照相模式(1)执行射线照相。也就是说,执行像素不相加的运动图像射线照相。在步骤 S104,图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制将通过步骤 S103 的第一运动图像射线照相模式(1)被射线照相的图像作为用于第一运动图像射线照相模式的增益校正图像存储在外部存储器装置 161 中。

[0224] 随后,在步骤 S105,成像控制单元 214 基于来自系统控制单元 310 的控制允许在没有被检验体 126 存在于放射线产生设备 120 和放射线成像设备 140 之间的状态下从放射线产生设备 120 产生放射线,并通过第二运动图像射线照相模式(2)执行射线照相。也就是说,执行 2×2 像素相加的运动图像射线照相。在步骤 S106,图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制将通过步骤 S105 的第二运动图像射线照相模式(2)被射线照相的图像作为用于第二运动图像射线照相模式的增益校正图像存储在外部存储器装置 161 中。

[0225] 随后,在步骤 S107,成像控制单元 214 基于来自系统控制单元 310 的控制允许在没有被检验体 126 存在于放射线产生设备 120 和放射线成像设备 140 之间的状态下从放射线产生设备 120 产生放射线,并通过第三运动图像射线照相模式(3)执行射线照相。也就是说,执行 4×4 像素相加的运动图像射线照相。在步骤 S108,图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制将通过步骤 S107 的第三运动图像射线照相模式(3)被射线照相的图像作为用于第三运动图像射线照相模式的增益校正图像存储在外部存储器装置 161 中。

[0226] 通过经过上述步骤 S101 至 S108 的处理,将根据与每种操作模式对应的增益校正图像的图像数据存储在外部存储器装置 161 中。

[0227] 接下来,将描述在布置对象(被检验体 126)的情况下的实际射线照相操作。图 26 是示出根据第四实施例的放射线成像系统的射线照相操作中的处理的流程图。

[0228] 首先,在开始射线照相之前,系统控制单元 310 接受由技师(操作者 305)通过操作者接口(I/F)311 输入的射线照相条件(S201),所述射线照相条件诸如对象信息、x 射线管电压、x 射线管电流、照射时间和放射线产生设备 120 的图像处理条件。此外,系统控制单元 310 检测由技师(操作者 305)通过操作者接口(I/F)311 从四种操作模式中选择的操作模式(S202)。

[0229] 随后,在步骤 S203,例如,成像控制单元 214 确定在步骤 S202 检测和选择的操作模

式是否是静止图像射线照相模式。

[0230] 在步骤 S203, 当确定所选择的操作模式为静止图像射线照相模式时, 随后在步骤 S204, 成像控制单元 214 控制放射线产生设备 120 和放射线成像设备 140, 并通过静止图像射线照相模式执行 x 射线照相。具体地讲, 成像控制单元 214 从放射线产生设备 120 的 x 射线管 121 照射 x 射线, 并执行用于通过像素不相加读取光电转换电路单元 143 的单位像素的电信号的控制, 并获得静止图像射线照相模式的射线照相图像。

[0231] 随后, 在步骤 S205, 图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制对在步骤 S204 被射线照相的射线照相图像的图像数据执行偏移校正处理。具体地讲, 图像处理单元 10 对在步骤 S204 被射线照相的射线照相图像的图像数据执行偏移校正, 所述偏移校正减去光电转换元件的暗分量和诸如信号处理电路单元 147 的放大器的偏移分量。

[0232] 随后, 在步骤 S206, 图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制对在步骤 S205 经过偏移校正处理的图像数据执行增益校正。具体地讲, 图像处理单元 10 首先从外部存储器装置 161 中提取用于静止图像射线照相模式的增益校正图像的图像数据。接下来, 图像处理单元 10 基于用于提取的静止图像射线照相模式的增益校正图像使在步骤 S205 经过偏移校正处理的静止图像射线照相模式的图像数据经过增益校正处理。

[0233] 随后, 在步骤 S207, 图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制对在步骤 S206 经过增益校正处理的图像数据执行适于图像处理条件的其它图像处理。随后, 在步骤 S208, 系统控制单元 310 或成像控制单元 214 控制图像处理单元 10, 并在显示单元 160 或监视器 174 中显示经过预定图像处理的静止图像射线照相模式的射线照相图像。在静止图像射线照相模式的情况下, 当被射线照相的图像被射线照相在一张片材上时, 射线照相操作完成。

[0234] 另一方面, 在步骤 S203, 当确定所选择的操作模式不是静止图像射线照相模式时, 控制单元前进到步骤 S209。在步骤 S209, 例如, 成像控制单元 214 确定在步骤 S202 检测和选择的操作模式是否是第一运动图像射线照相模式 (1)。

[0235] 当确定在步骤 S209 选择的操作模式为第一运动图像射线照相模式 (1) 时, 控制单元前进到步骤 S210。在步骤 S210, 成像控制单元 214 控制放射线产生设备 120 和放射线成像设备 140, 并通过第一运动图像射线照相模式 (1) 执行 x 射线照相。具体地讲, 成像控制单元 214 从放射线产生设备 120 的 x 射线管 121 照射 x 射线, 并执行用于通过像素不相加读取光电转换电路单元 143 的单位像素的电信号的控制, 并获得第一运动图像射线照相模式 (1) 的射线照相图像。

[0236] 随后, 在步骤 S211, 图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制对在步骤 S210 被射线照相的射线照相图像的图像数据执行偏移校正处理。具体地讲, 图像处理单元 10 对在步骤 S210 被射线照相的射线照相图像的图像数据执行偏移校正, 所述偏移校正减去光电转换元件的暗分量和诸如信号处理电路单元 147 的放大器的偏移分量。

[0237] 随后, 在步骤 S212, 图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制对在步骤 S211 经过偏移校正处理的图像数据执行增益校正处理。具体地讲, 图像处理单元 10 首先从外部存储器装置 161 内提取用于第一运动图像射线照相模式的增益校正图像的图像数据。然后, 图像处理单元 10 基于用于提取的第一运动图像射线照相模式的增益校正图像使在步骤 S211 经过偏移校正处理的第一运动射线照相模式的图像数据经过增益校正处理。

[0238] 随后,在步骤 S213,图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制对在步骤 S212 经过增益校正处理的图像数据执行适于图像处理条件的其它图像处理。随后,在步骤 S214,系统控制单元 310 或成像控制单元 214 控制图像处理单元 10,并在显示单元 160 或监视器 174 显示经过预定图像处理的第一运动图像射线照相模式 (1) 的射线照相图像。

[0239] 随后,在步骤 S215,例如,系统控制单元 310 确定技师(操作者 305)是否通过操作者接口(I/F)311 发出用于终止第一运动图像射线照相模式 (1) 的射线照相的指令(用于使照射开关分开)。作为这个确定的结果,当没有发出用于终止第一运动图像射线照相模式 (1) 的射线照相的指令时,控制单元 310 返回到步骤 S210,并实时更新监视器 174 的显示器等,同时重复射线照相→成像处理→显示。另一方面,作为步骤 S215 的确定结果,当发出用于终止第一运动图像射线照相模式 (1) 的射线照相的指令时,终止射线照相操作。

[0240] 另一方面,在步骤 S209,当确定所选择的操作模式不是第一运动图像射线照相模式 (1) 时,控制单元前进到步骤 S216。在步骤 S216,例如,成像控制单元 214 确定在步骤 S202 检测和选择的操作模式是否是第二运动图像射线照相模式 (2)。

[0241] 当确定在步骤 S216 选择的操作模式为第二运动图像射线照相模式 (2) 时,控制单元前进到步骤 S217。在步骤 S217,成像控制单元 214 控制放射线产生设备 120 和放射线成像设备 140,并通过第二运动图像射线照相模式 (2) 执行 x 射线照相。具体地讲,成像控制单元 214 从放射线产生设备 120 的 x 射线管 121 照射 x 射线,并执行用于通过 2×2 像素相加读取光电转换电路单元 143 的单位像素的电信号的控制,并获得第二运动图像射线照相模式 (2) 的射线照相图像。

[0242] 随后,在步骤 S218,图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制对在步骤 S217 被射线照相的射线照相图像的图像数据执行偏移校正处理。具体地讲,图像处理单元 10 对在步骤 S217 被射线照相的射线照相图像的图像数据执行偏移校正,所述偏移校正减去光电转换元件的暗分量和诸如信号处理电路单元 147 的放大器的偏移分量。

[0243] 随后,在步骤 S219,图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制对在步骤 S218 经过偏移校正处理的图像数据执行增益校正处理。具体地讲,图像处理单元 10 首先从外部存储器装置 161 内提取用于第二运动图像射线照相模式的增益校正图像的图像数据。然后,图像处理单元 10 基于用于提取的第二运动图像射线照相模式的增益校正图像使在步骤 S218 经过偏移校正处理的第二运动射线照相模式的图像数据经过增益校正处理。

[0244] 随后,在步骤 S220,图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制对在步骤 S219 经过增益校正处理的图像数据执行适于图像处理条件的其它图像处理。随后,在步骤 S221,系统控制单元 310 或成像控制单元 214 控制图像处理单元 10,并在显示单元 160 或监视器 174 显示经过预定图像处理的第二运动图像射线照相模式 (2) 的射线照相图像。

[0245] 随后,在步骤 S222,例如,系统控制单元 310 确定技师(操作者 305)是否通过操作者接口(I/F)311 发出用于终止第二运动图像射线照相模式 (2) 的射线照相的指令(用于使照射开关分开)。作为这个确定的结果,当没有发出用于终止第二运动图像射线照相模式 (2) 的射线照相的指令时,控制单元 310 返回到步骤 S217,并实时更新监视器 174 的显示器等,同时重复射线照相→成像处理→显示。另一方面,作为步骤 S222 的确定结果,当发出用于终止第二运动图像射线照相模式 (2) 的射线照相的指令时,终止射线照相操作。

[0246] 当确定在步骤 S216 选择的操作模式不是第二运动图像射线照相模式 (2) 时,由于

在步骤 S202 选择的操作模式为剩余的第三运动图像射线照相模式 (3), 所以控制单元前进到步骤 S223。在步骤 S223, 成像控制单元 214 控制放射线产生设备 120 和放射线成像设备 140, 并通过第三运动图像射线照相模式 (3) 执行 x 射线照相。具体地讲, 成像控制单元 214 从放射线产生设备 120 的 x 射线管 121 照射 x 射线, 并执行用于通过 4×4 像素相加读取光电转换电路单元 143 的单位像素的电信号的控制, 并获得第三运动图像射线照相模式 (3) 的射线照相图像。

[0247] 随后, 在步骤 S224, 图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制对在步骤 S223 被射线照相的射线照相图像的图像数据执行偏移校正处理。具体地讲, 图像处理单元 10 对在步骤 S223 被射线照相的射线照相图像的图像数据执行偏移校正, 所述偏移校正减去光电转换元件的暗分量和诸如信号处理电路单元 147 的放大器的偏移分量。

[0248] 随后, 在步骤 S225, 图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制对在步骤 S224 经过偏移校正处理的图像数据执行增益校正处理。具体地讲, 图像处理单元 10 首先从外部存储器装置 161 内提取用于第三运动图像射线照相模式的增益校正图像的图像数据。然后, 图像处理单元 10 基于用于提取的第三运动图像射线照相模式的增益校正图像使在步骤 S224 经过偏移校正处理的第三运动图像射线照相模式的图像数据经过增益校正处理。

[0249] 随后, 在步骤 S226, 图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制对在步骤 S225 经过增益校正处理的图像数据执行适于图像处理条件的其它图像处理。随后, 在步骤 S227, 系统控制单元 310 或成像控制单元 214 控制图像处理单元 10, 并在显示单元 160 或监视器 174 显示经过预定图像处理的第三运动图像射线照相模式 (3) 的射线照相图像。

[0250] 随后, 在步骤 S228, 例如, 系统控制单元 310 确定技师 (操作者 305) 是否通过操作者接口 (I/F) 311 发出用于终止第三运动图像射线照相模式 (3) 的射线照相的指令 (用于使照射开关分开)。作为这个确定的结果, 当没有发出用于终止第三运动图像射线照相模式 (3) 的射线照相的指令时, 控制单元 310 返回到步骤 S223, 并实时更新监视器 174 的显示器等, 同时重复射线照相→成像处理→显示。另一方面, 作为步骤 S228 的确定结果, 当发出用于终止第三运动图像射线照相模式 (3) 的射线照相的指令时, 终止射线照相操作。

[0251] (第五实施例)

[0252] 接下来, 将描述本发明的第五实施例。

[0253] 根据第五实施例的放射线成像系统的构造与根据第四实施例的放射线成像系统的构造相同。此外, 根据第五实施例的放射线成像系统的射线照相操作中的处理与根据第四实施例的放射线成像系统的射线照相操作中的处理相同。在根据第五实施例的放射线成像系统中, 与根据第四实施例的放射线成像系统的不同之处在于增益校正图像的获得处理, 因此, 以下将仅对其进行描述。

[0254] 图 27 是示出根据第五实施例的放射线成像系统的增益校正图像的获得处理的流程图。也就是说, 图 27 是校准的流程图。

[0255] 首先, 在步骤 S301, 成像控制单元 214 基于来自系统控制单元 310 的控制允许在没有被检验体 126 存在于放射线产生设备 120 和放射线成像设备 140 之间的状态下从放射线产生设备 120 产生放射线, 并对十张片材执行静止图像射线照相模式的射线照相。随后, 在步骤 S302, 例如, 图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制使在步骤 S301 被射线

照相的十幅图像经过平均处理。在步骤 S303, 图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制将在步骤 S302 经过平均处理的图像作为用于静止图像射线照相模式的增益校正图像存储在外部存储器装置 161 中。

[0256] 随后, 在步骤 S304, 成像控制单元 214 基于来自系统控制单元 310 的控制允许在没有被检验体 126 存在于放射线产生设备 120 和放射线成像设备 140 之间的状态下从放射线产生设备 120 产生放射线, 并对十张片材执行第一运动图像射线照相模式 (1) 的射线照相。也就是说, 对十张片材执行像素不相加的运动图像射线照相。随后, 在步骤 S305, 例如, 图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制使在步骤 304 被射线照相的图像的十张片材经过平均处理。在步骤 S306, 图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制将在步骤 305 经过平均处理的图像作为用于第一运动图像射线照相模式的增益校正图像存储在外部存储器装置 161 中。

[0257] 随后, 在步骤 S307, 成像控制单元 214 基于来自系统控制单元 310 的控制允许在没有被检验体 126 存在于放射线产生设备 120 和放射线成像设备 140 之间的状态下从放射线产生设备 120 产生放射线, 并对十张片材执行第二运动图像射线照相模式 (2) 的射线照相。也就是说, 对十张片材执行 2×2 像素相加的运动图像射线照相。随后, 在步骤 S308, 例如, 图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制使在步骤 307 被射线照相的图像的十张片材经过平均处理。在步骤 S309, 图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制将在步骤 S308 经过平均处理的图像作为用于第二运动图像射线照相模式的增益校正图像存储在外部存储器装置 161 中。

[0258] 随后, 在步骤 S310, 成像控制单元 214 基于来自系统控制单元 310 的控制允许在没有被检验体 126 存在于放射线产生设备 120 和放射线成像设备 140 之间的状态下从放射线产生设备 120 产生放射线, 并对十张片材执行第三运动图像射线照相模式 (3) 的射线照相。也就是说, 对十张片材执行 4×4 像素相加的运动图像射线照相。随后, 在步骤 S311, 例如, 图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制使在步骤 S310 被射线照相的图像的十张片材经过平均处理。在步骤 S312, 图像处理单元 10 基于来自成像控制单元 214 的控制将在步骤 S311 经过平均处理的图像作为用于第三运动图像射线照相模式的增益校正图像存储在外部存储器装置 161 中。

[0259] 通过经过上述步骤 S301 至 S312 的处理, 将根据与每种操作模式对应的增益校正图像的图像数据存储在外部存储器装置 161 中。

[0260] 在第四实施例中, 当对增益校正图像进行射线照相时, 对于每种操作模式, 对一张片材的图像进行射线照相。另一方面, 在第五实施例中, 如图 27 的流程图所示, 对于每种操作模式, 对分别具有相同的增益校正图像的十张片材进行射线照相, 使那副图像经过平均处理, 并将其作为增益校正图像存储在外部存储器装置 161 (增益校正图像存储器) 中。

[0261] 多张片材 (N 张片材) 被射线照相并使其经过平均处理, 从而图像的噪声分量 (σ) 降至 $1/(\sqrt{N})$ 。例如, 如本实施例中所示, 当十张片材的图像经过平均处理时, 噪声分量降至 $1/(\sqrt{10})$, 或者当 100 张片材的图像经过平均处理时, 噪声分量降至 $1/(\sqrt{100}) = 1/10$, 并且用于增益校正之后的图像的增益校正图像的噪声减小。此外, 在运动图像射线照相模式的情况下, 由于连续执行射线照相, 所以可在几乎不改变射线照相所需的时间的情况下执行一张片材以及十张片材的射线照相。例如, 如果运动图像驱动通过 30FPS 执行运

动图像射线照相,则用于一张片材的射线照相时间为 33ms,用于 10 张片材的射线照相时间为 330ms,因此,增加的时间仅为 $330\text{ms}-33\text{ms} = 297\text{ms}$,负责执行校准的人所需的工时数量几乎不变。

[0262] (第六实施例)

[0263] 接下来,将描述本发明的第六实施例。根据第六实施例的放射线成像系统的构造与根据第四实施例的放射线成像系统的构造相同。此外,根据第六实施例的放射线成像系统的增益校正图像的获得处理和射线照相操作中的处理与根据第四实施例的放射线成像系统中的处理相同。在根据第六实施例的放射线成像系统中,与根据第四实施例的放射线成像系统的不同之处在于信号处理电路单元 147 的内部构造,因此,以下将仅对其进行描述。

[0264] 图 28 是示出根据第六实施例的放射线成像系统的放射线成像设备 140 中的详细构造的等效电路图。根据第六实施例的放射线成像设备 140 的特征在于信号处理电路单元 147a 包括数字相加电路单元 149a 和 149b。也就是说,当与第四实施例的等效电路图相比时,不存在已在信号线方向上执行像素相加的开关 AVE1 和 AVE2,并且 AD 转换器 AD1 至 AD8 的后级被提供有数字相加电路单元 149a 和 149b。

[0265] 在第四实施例中,虽然在 AD 转换器 AD1 至 AD8 执行 AD 转换之前开关 AVE1 和 AVE2 已执行像素相加,但是在第六实施例中,在 AD 转换器 AD1 至 AD8 执行 AD 转换之后执行数字相加。当在 AD 转换之前使用没有被提供平均功能的诸如开关 AVE1 和 AVE2 的信号处理电路单元 147 时,通过数字相加执行线方向上的像素相加,并且仅在栅线方向上,可执行模拟相加。这些数字相加电路单元 149a 和 149b 也可通过诸如 PLD 的可编程器件执行数字相加,还可使设计的自由度变宽。因此,在信号线方向上的像素相加的情况下通过数字相加执行第六实施例中的对象射线照相图像和增益校正图像的射线照相,在栅线方向上的像素相加的情况下通过模拟相加执行第六实施例中的对象射线照相图像和增益校正图像的射线照相,从而可减少增益校正之后的图像中的伪像的显现。

[0266] 根据本发明的第四至第六实施例,当在通过像素相加的射线照相中执行增益校正时, S/N 高,而且,可获得伪像非常少的射线照相图像。

[0267] 此外,可将上述第四至第六实施例与上述第一至第三实施例中的任何一个组合起来。

[0268] 此外,可通过激活存储在计算机的 RAM 和 ROM 的程序来实现包括上述根据本发明的放射线成像系统的每种装置和描述放射线成像系统的处理方法的每个步骤。这个程序和记录有计算机可读的程序的存储介质包括在本发明中。

[0269] 具体地讲,将程序记录在诸如 CD-ROM 的存储介质中,或者通过各种传输介质将程序提供给计算机。作为记录这个程序的存储介质,除了 CD-ROM 之外,还可使用软盘、硬盘、磁带、磁光盘、非易失性存储卡等。另一方面,作为这个程序的传输介质,可使用作为载波的用于传播和提供程序信息的计算机网络(例如 LAN、诸如互联网的 WAN、无线电通信网络)系统中的通信介质。此外,作为此时的通信介质,可列举诸如光纤的有线电路和无线电路。

[0270] 此外,不仅有可通过实现提供给计算机的程序来实现根据本发明的放射线成像系统的功能的情况,而且有与在其中程序在计算机或其它应用软件中工作的 OS(操作系统)协作来实现根据本发明的放射线成像系统的功能的情况,以及还有通过计算机的特征扩展

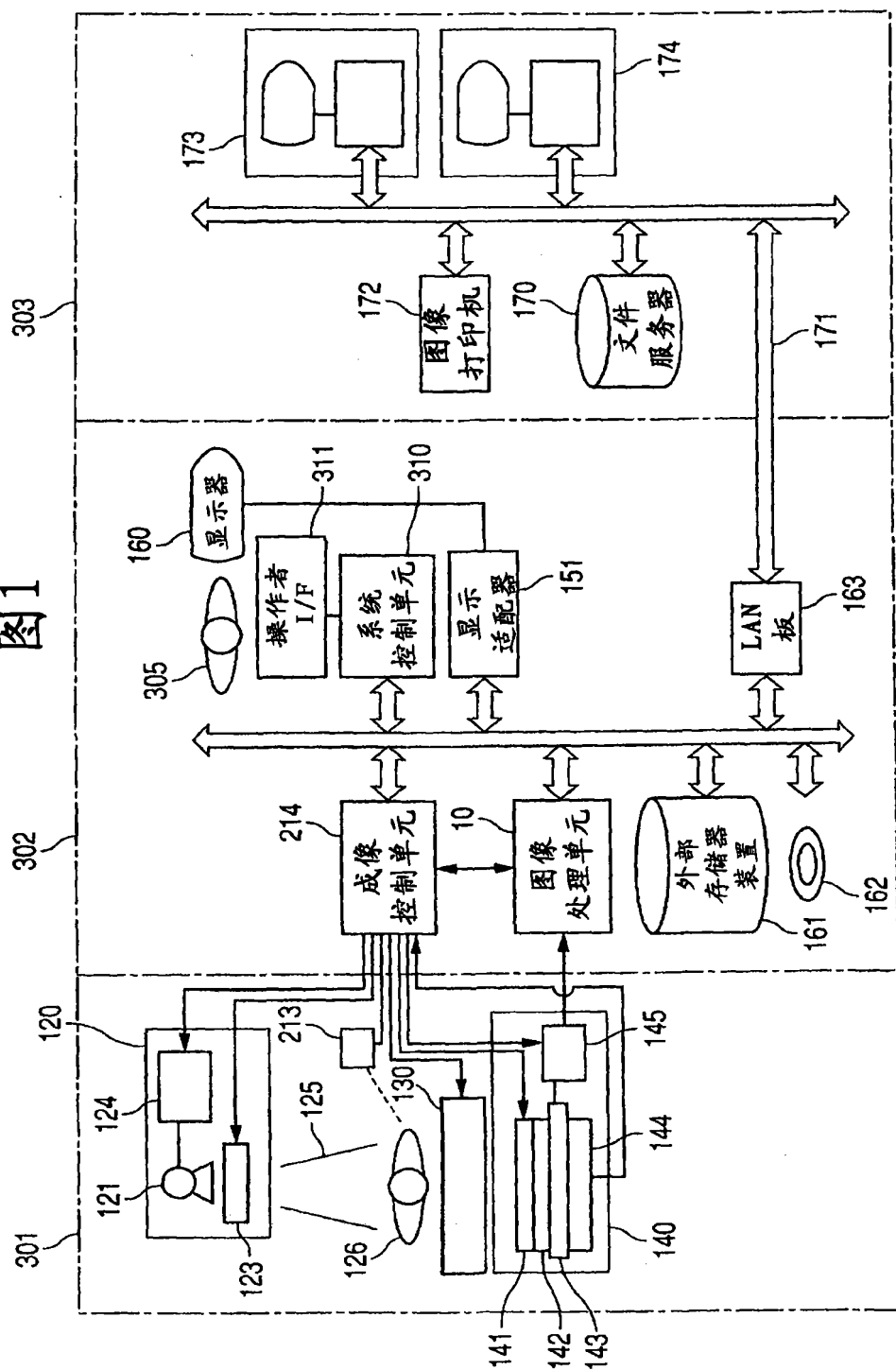
板和特征扩展单元来执行提供的程序的处理的全部或一部分以实现本发明的放射线成像系统的功能的情况,即,上述所有情况都包括本发明中的这种程序。

[0271] 工业应用性

[0272] 本发明用于光电转换设备、放射线成像设备、放射线成像系统和操作这些设备的程序,它们用于医学诊断设备、非破坏性分析仪器等。

[0273] 本申请要求于 2006 年 3 月 16 日提交的第 2006-072934 号日本专利申请、于 2006 年 6 月 16 日提交的第 2006-167877 号日本专利申请和于 2007 年 1 月 17 日提交的第 2007-008139 号日本专利申请的优先权,在此引入这些专利申请作为参考。

图 1



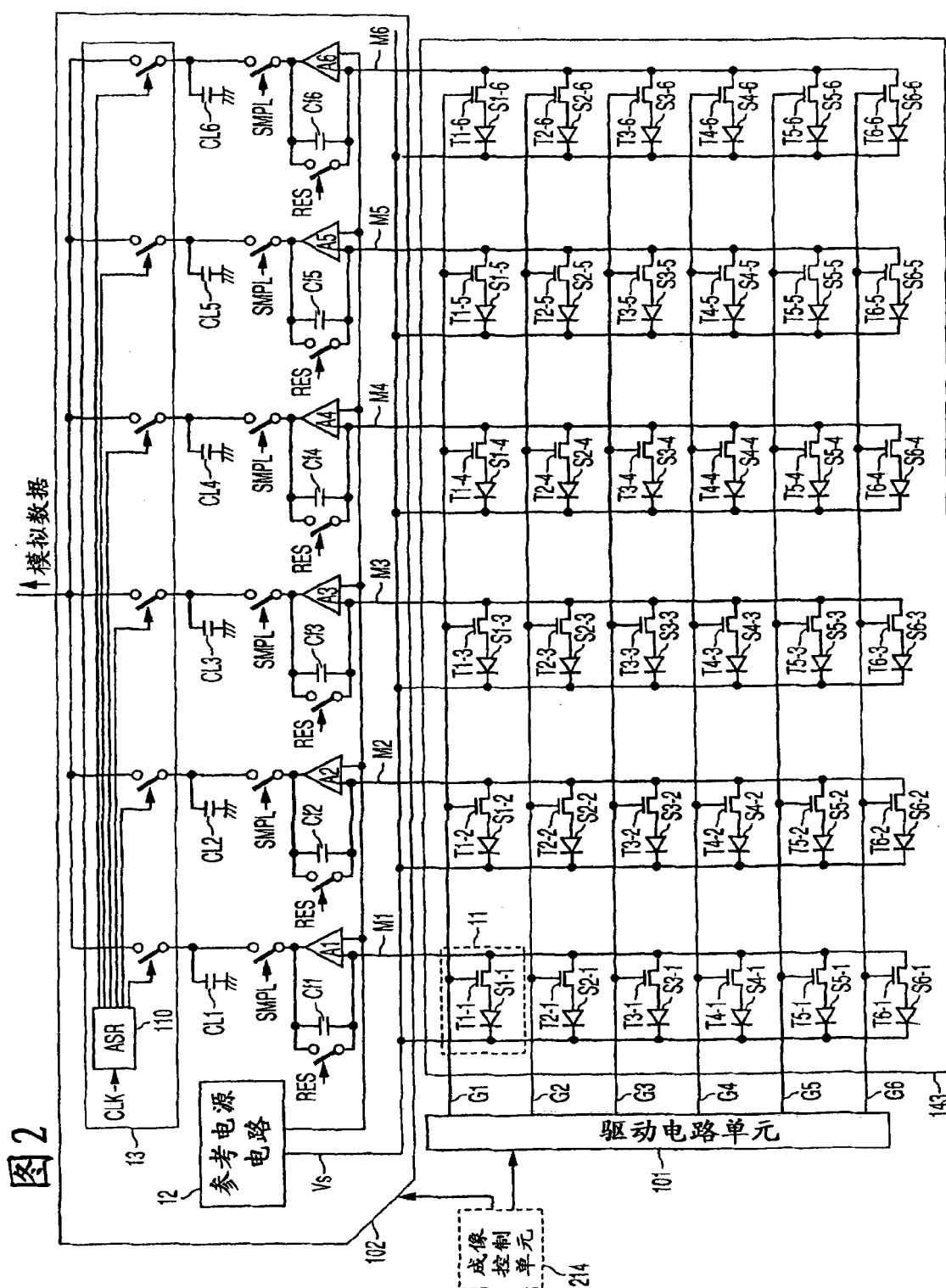


图3

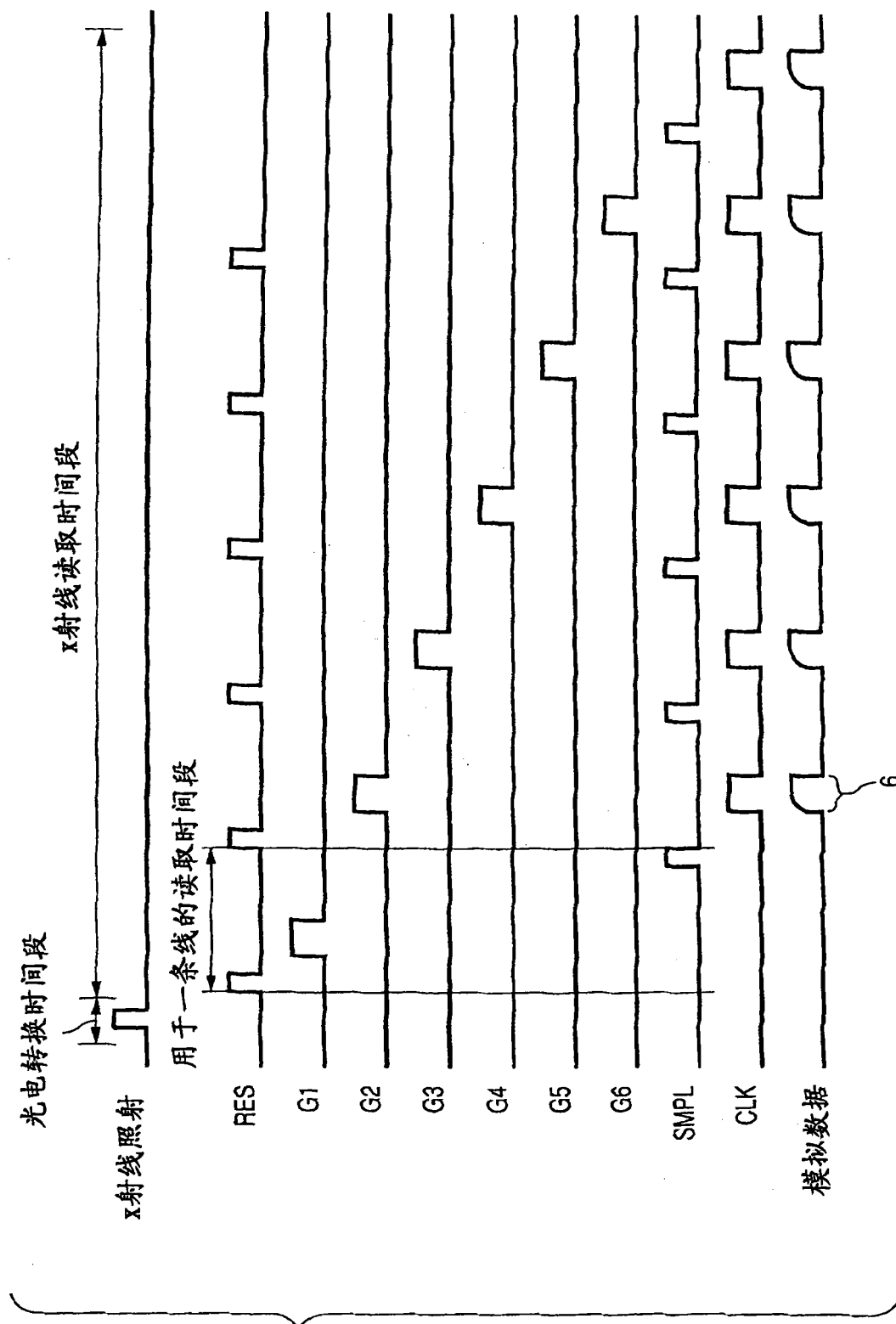


图4

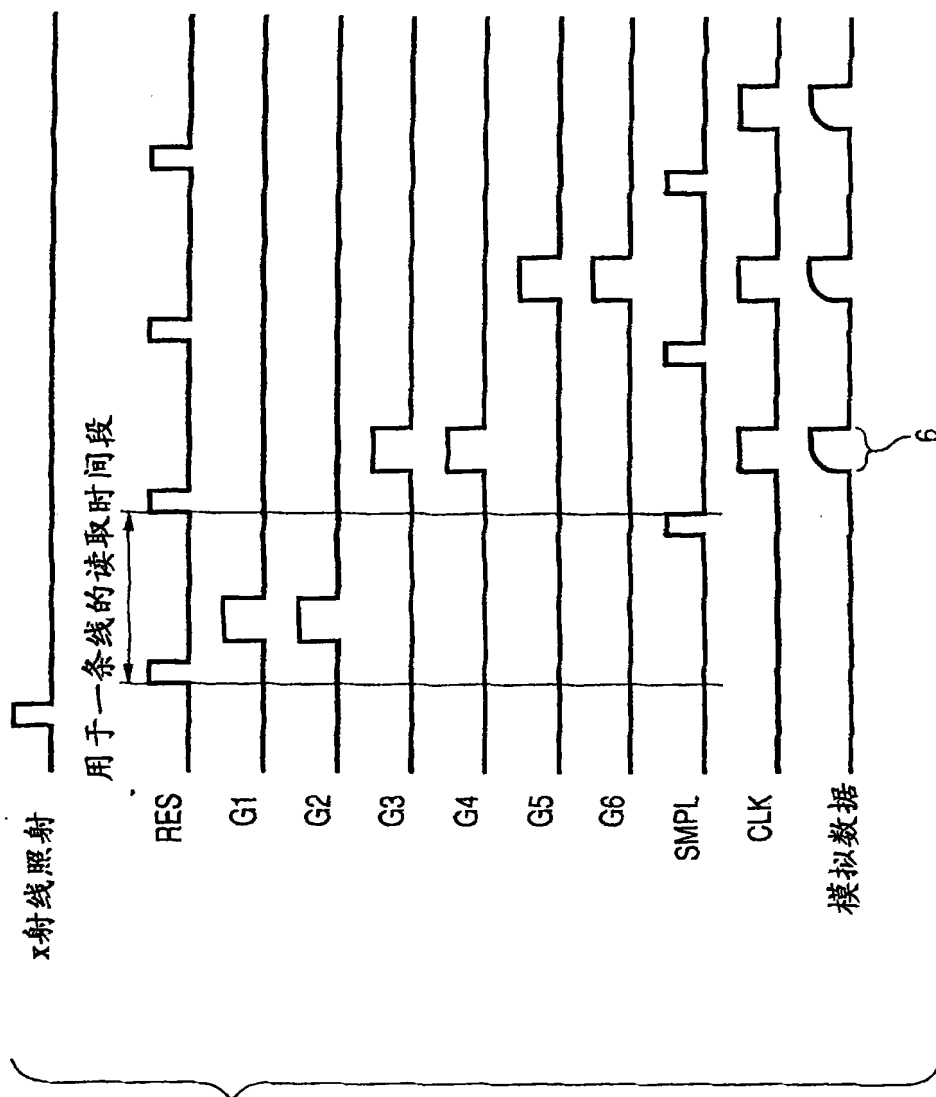
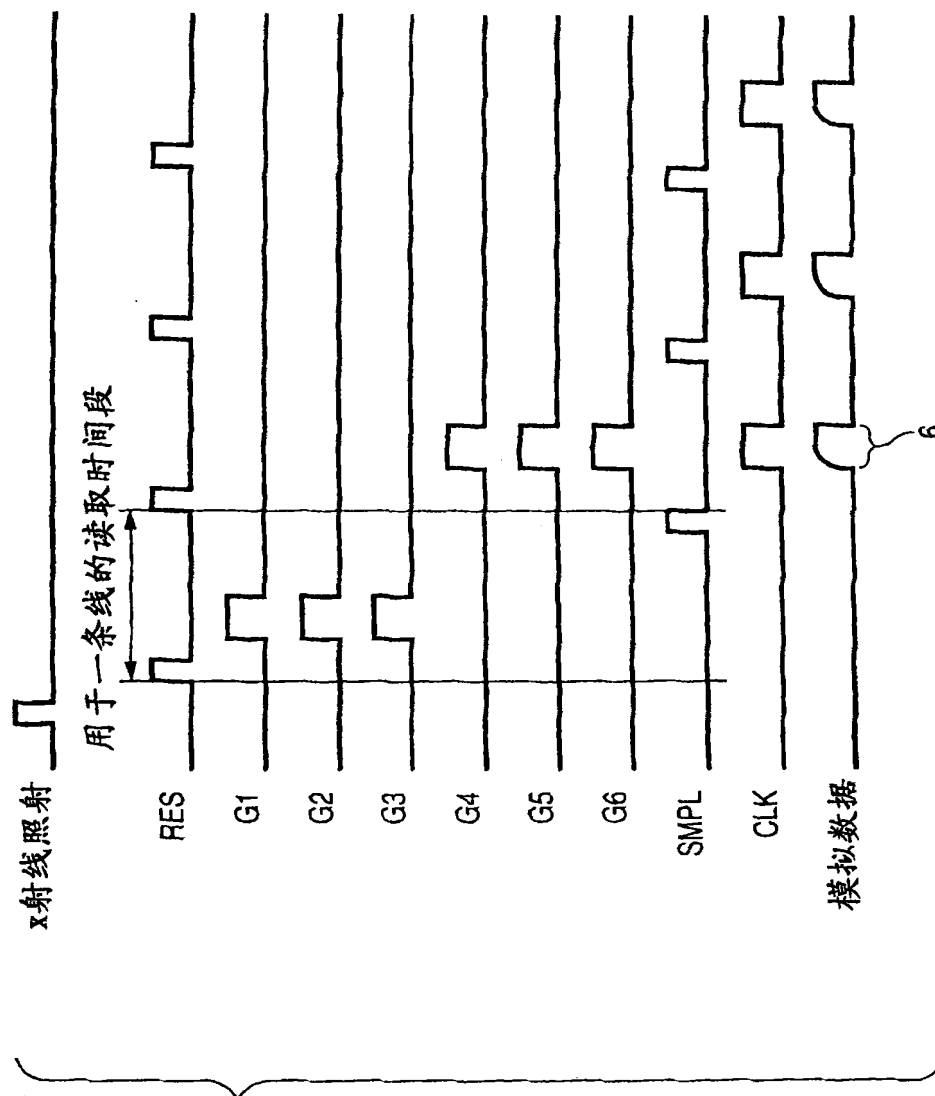


图5



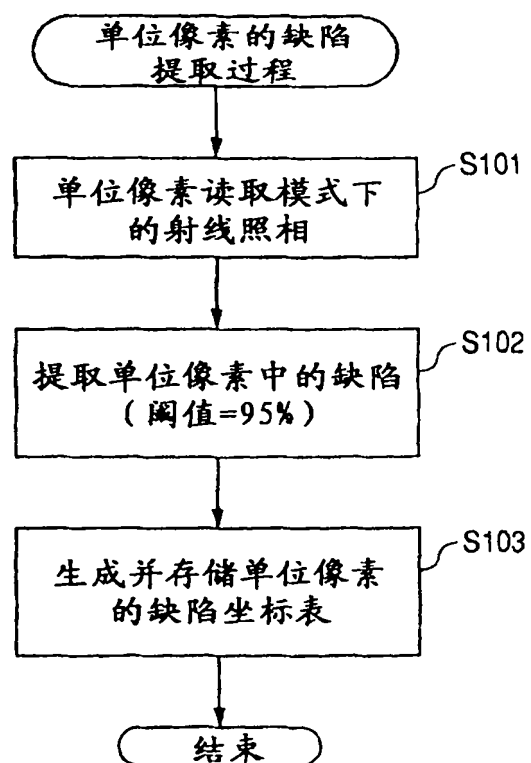


图 6

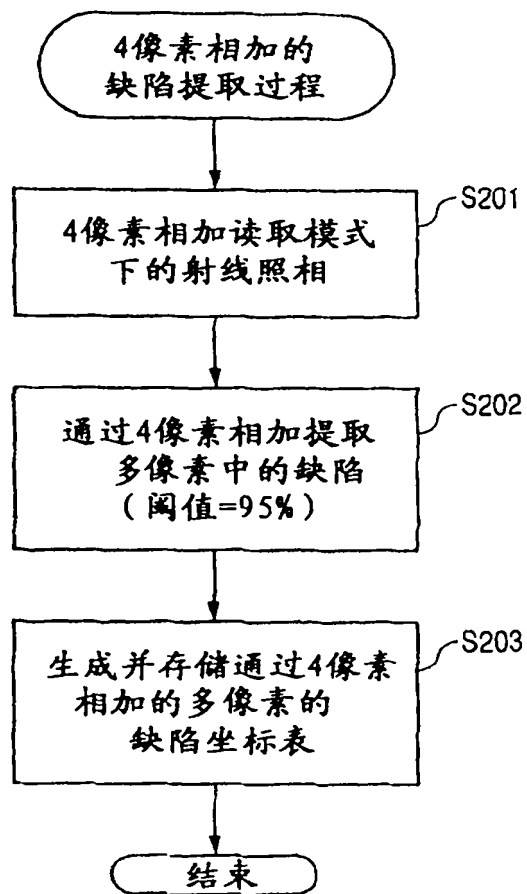


图 7

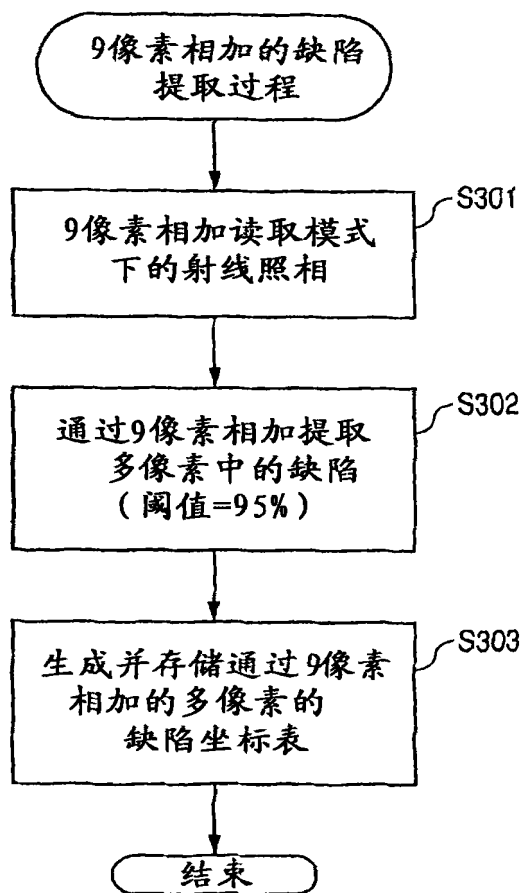


图 8

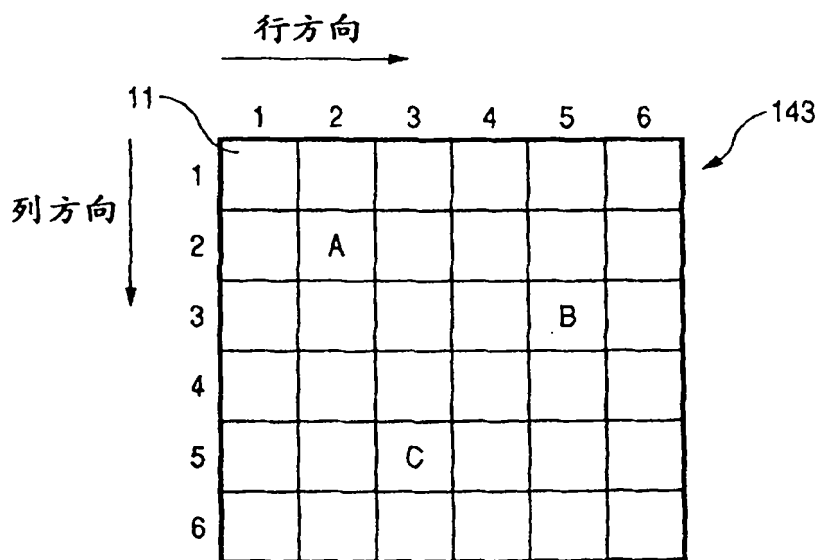


图 9A

缺陷像素	列	行	输出
A	2	2	50%
B	5	3	70%
C	3	5	90%

图 9B

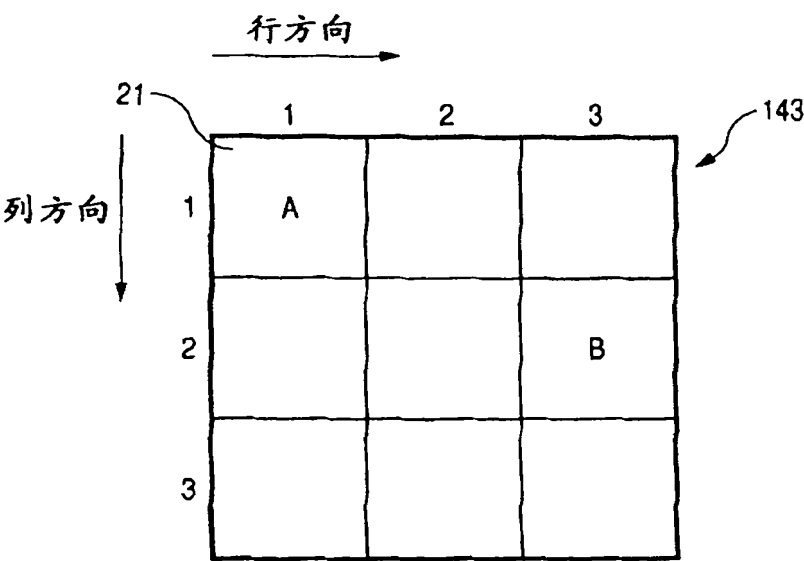


图 10A

缺陷像素	列	行	输出
A	1	1	87%
B	3	2	92%

图 10B

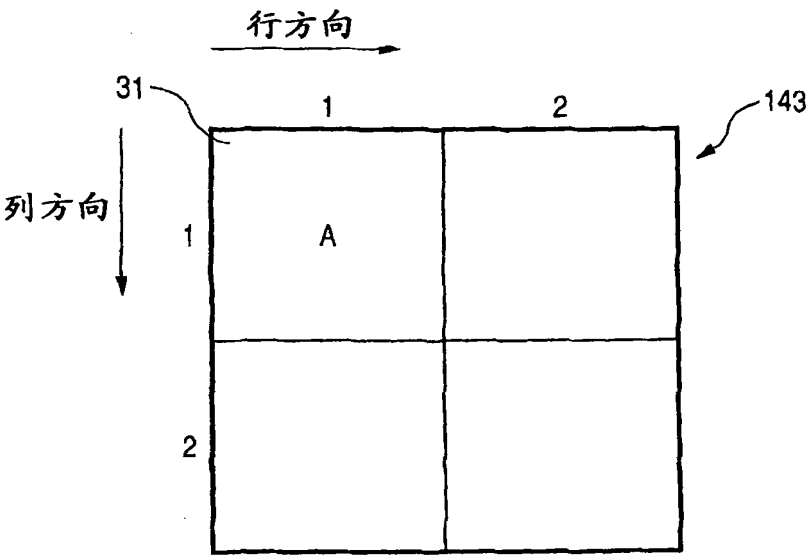


图 11A

缺陷像素	列	行	输出
A	1	1	94%

图 11B

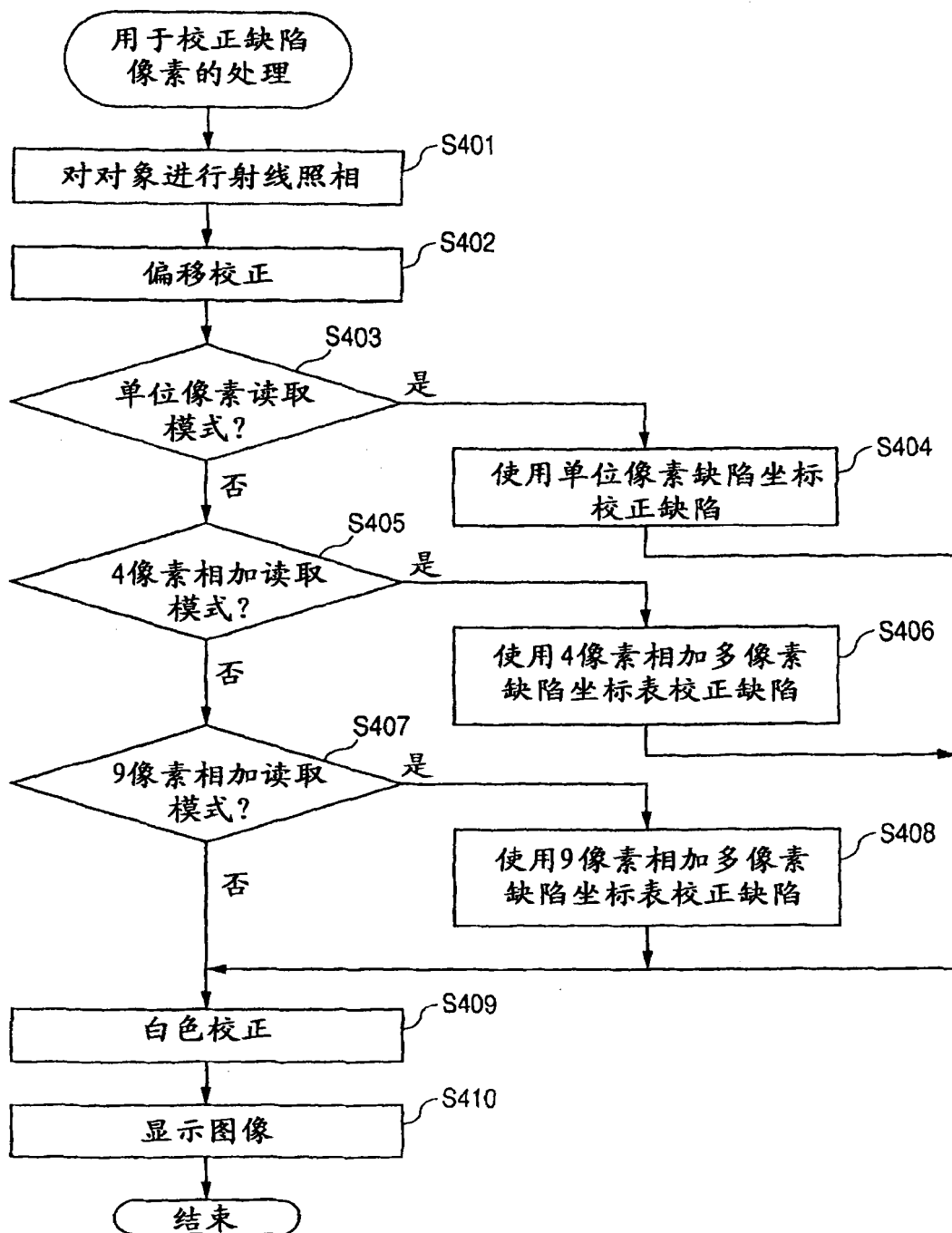


图 12

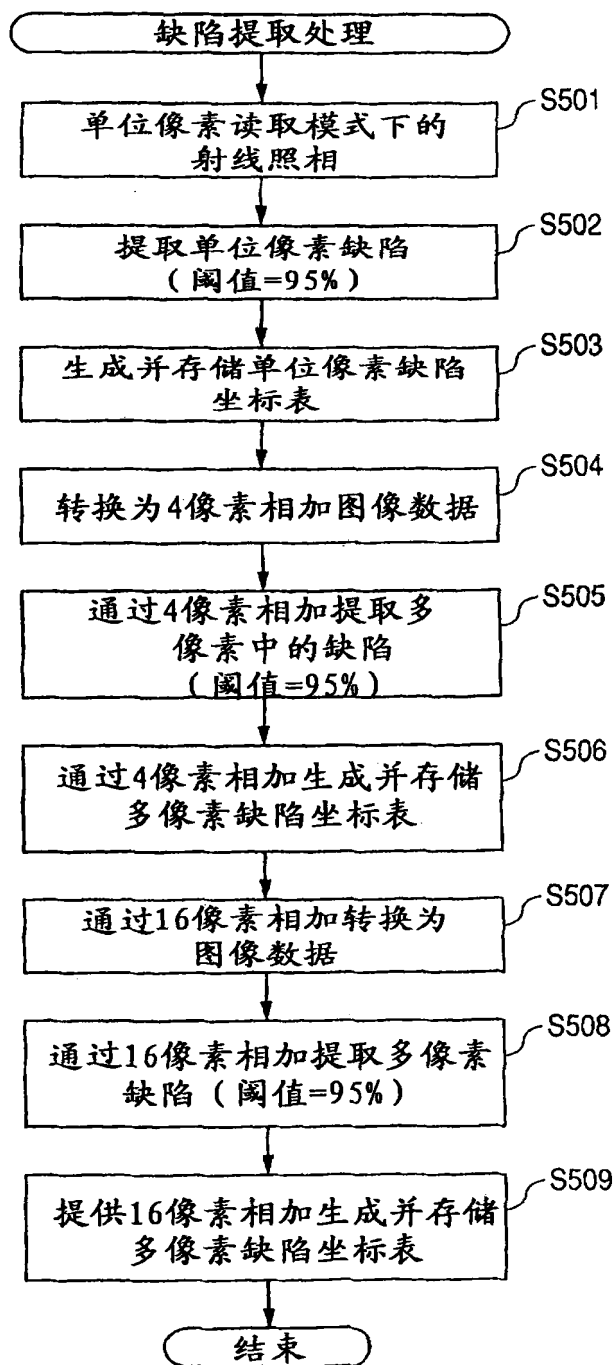


图 13

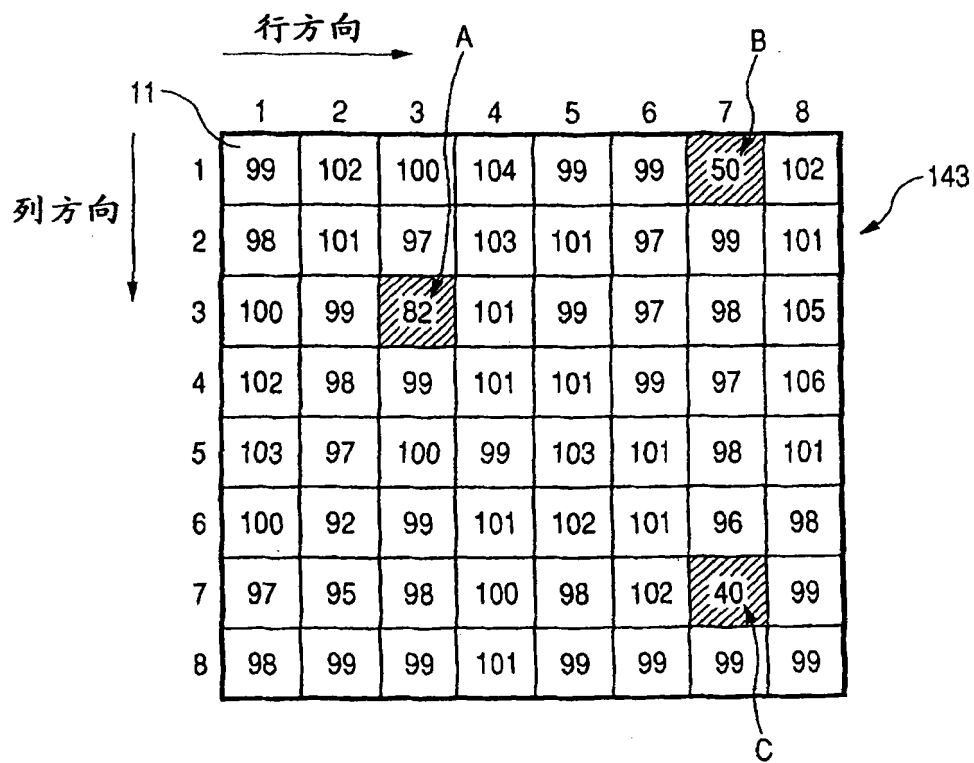


图 14A

缺陷像素	列	行	输出
A	3	3	82%
B	7	1	50%
C	7	7	40%

图 14B

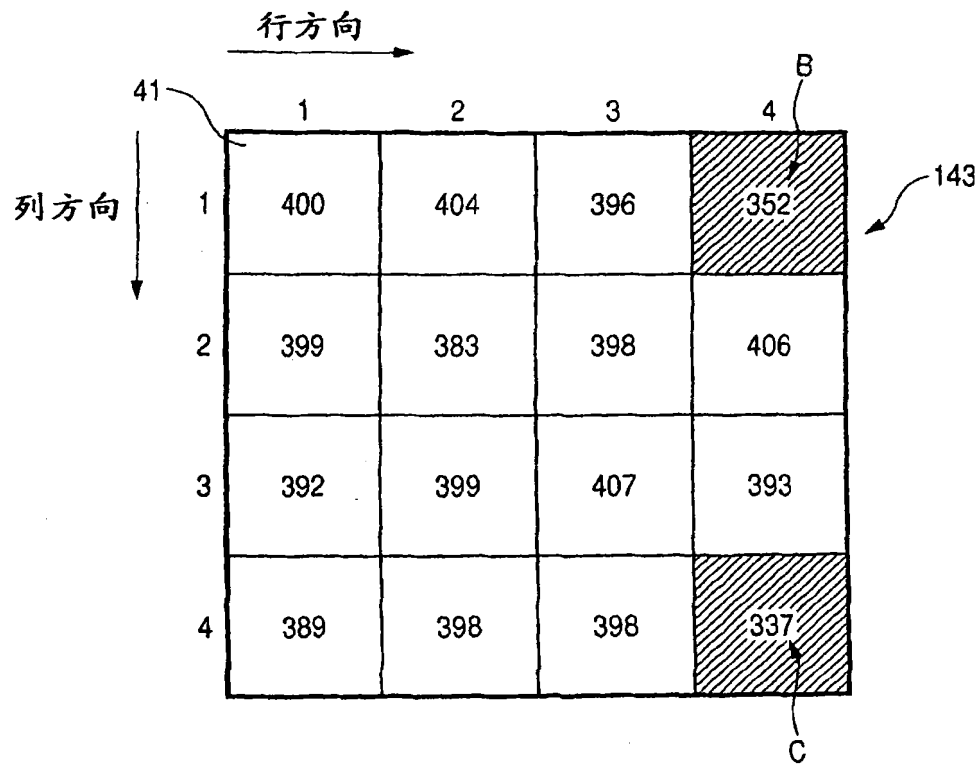


图 15A

缺陷像素	列	行	输出
B	4	1	88%
C	4	4	84%

图 15B

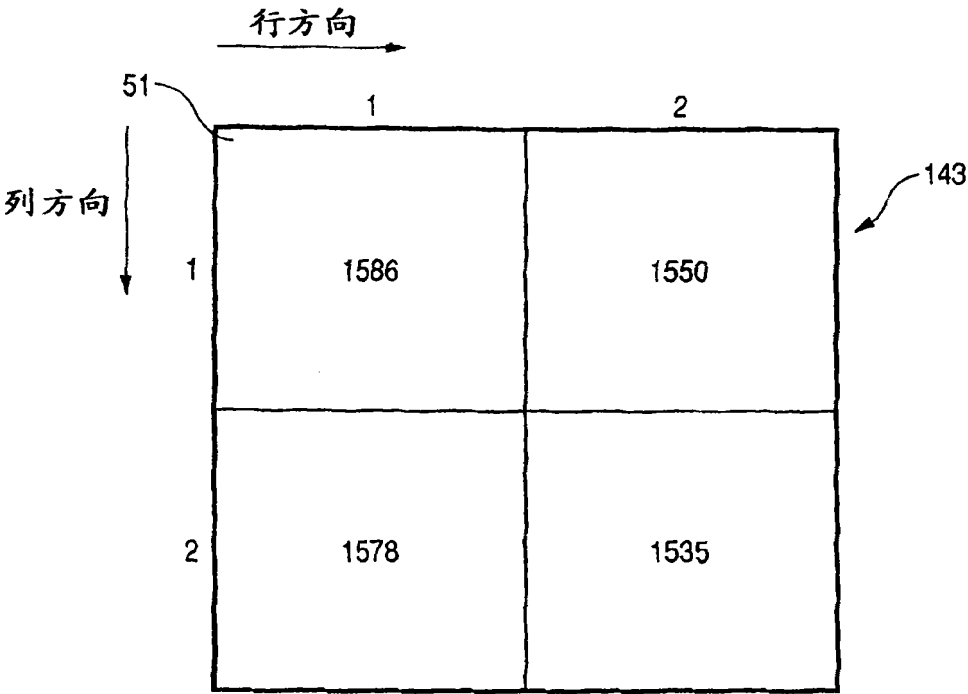


图 16A

缺陷像素	列	行	(输出
无			

图 16B

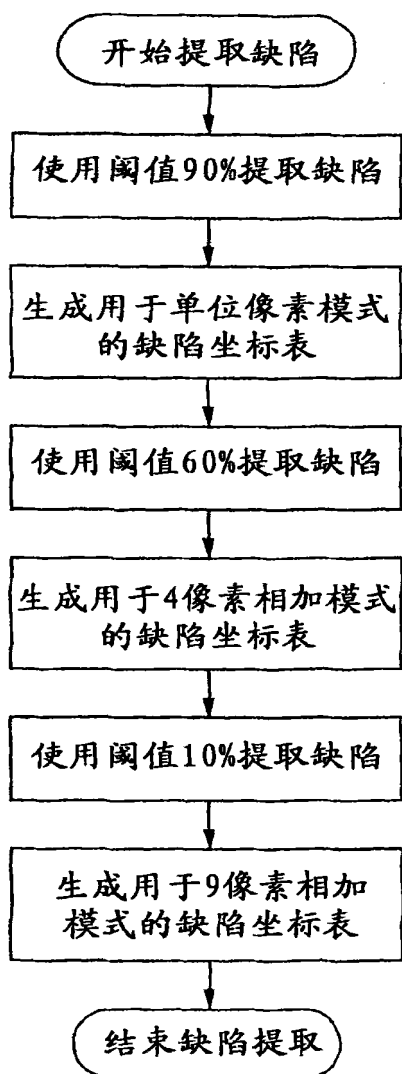
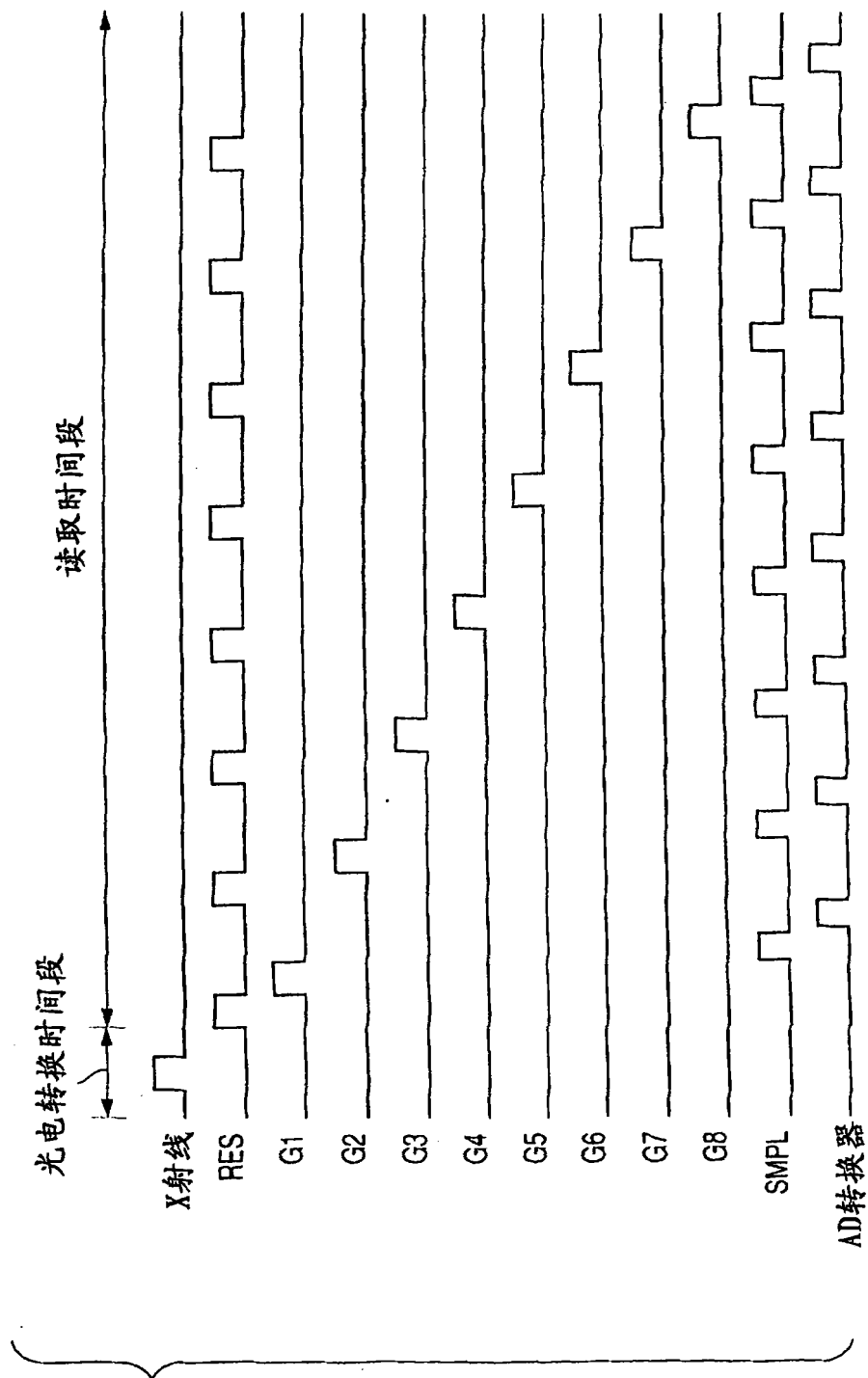


图 17

操作模式	性能
静止图像射线照相模式	
运动图像射线照相模式 [1] (像素不相加模式)	低速/高分辨率
运动图像射线照相模式 [2] (2x2 像素相加模式)	中速/中分辨率
运动图像射线照相模式 [3] (4x4 像素相加模式)	高速/低分辨率

图 19

图20



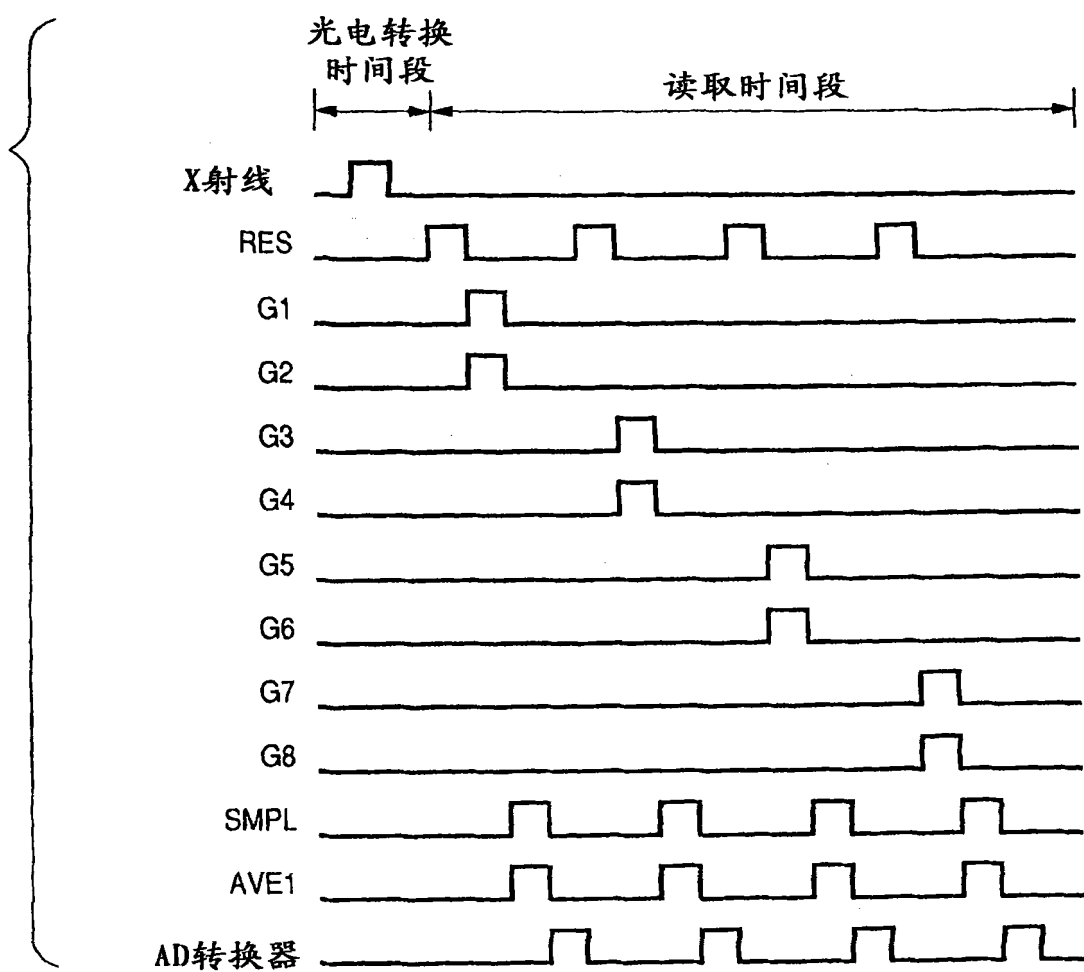


图 21

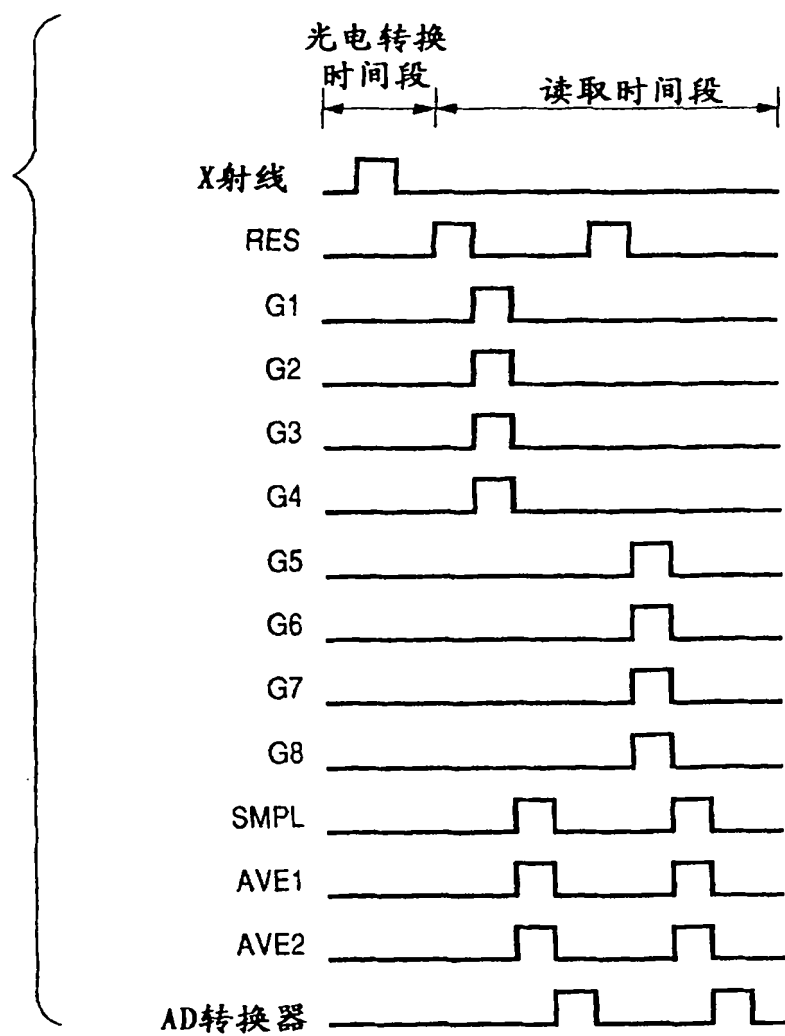


图 22

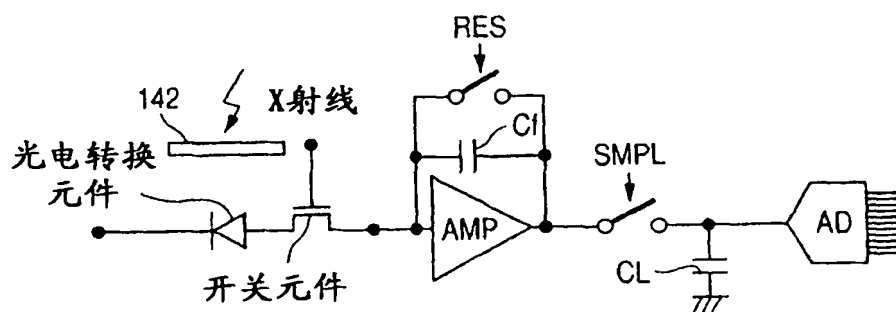
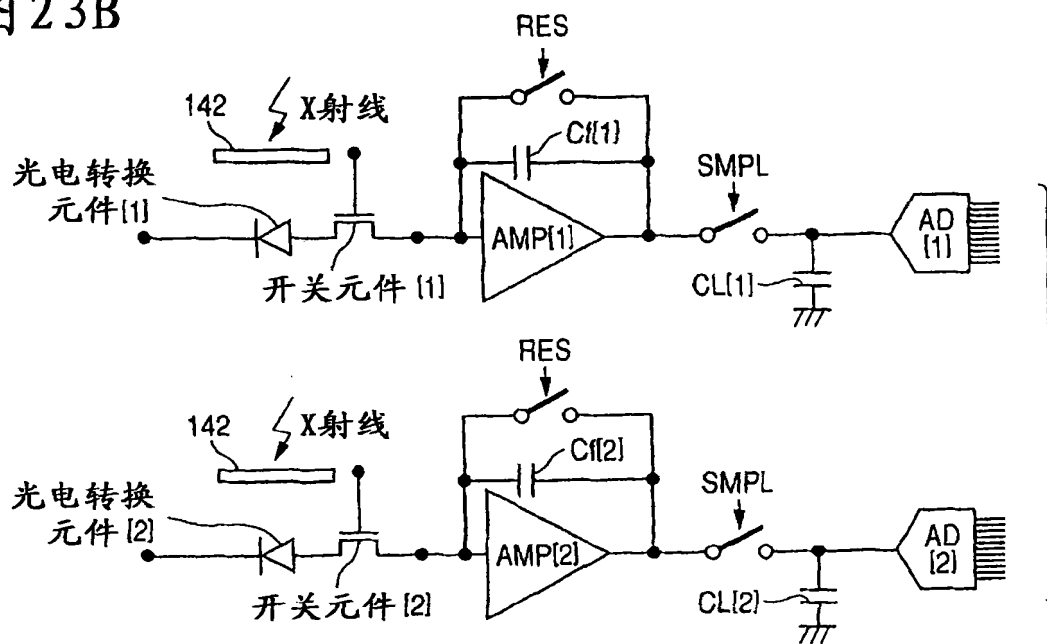


图 23A

图 23B



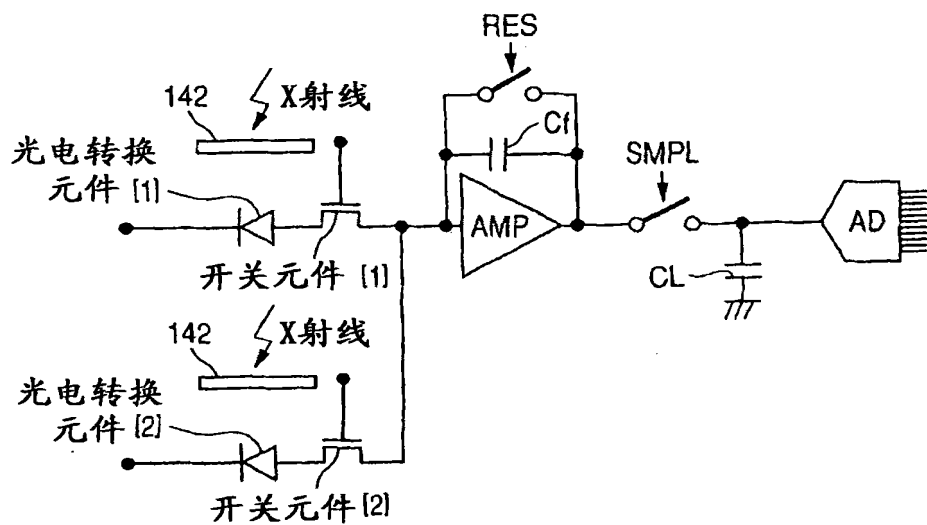


图 23C

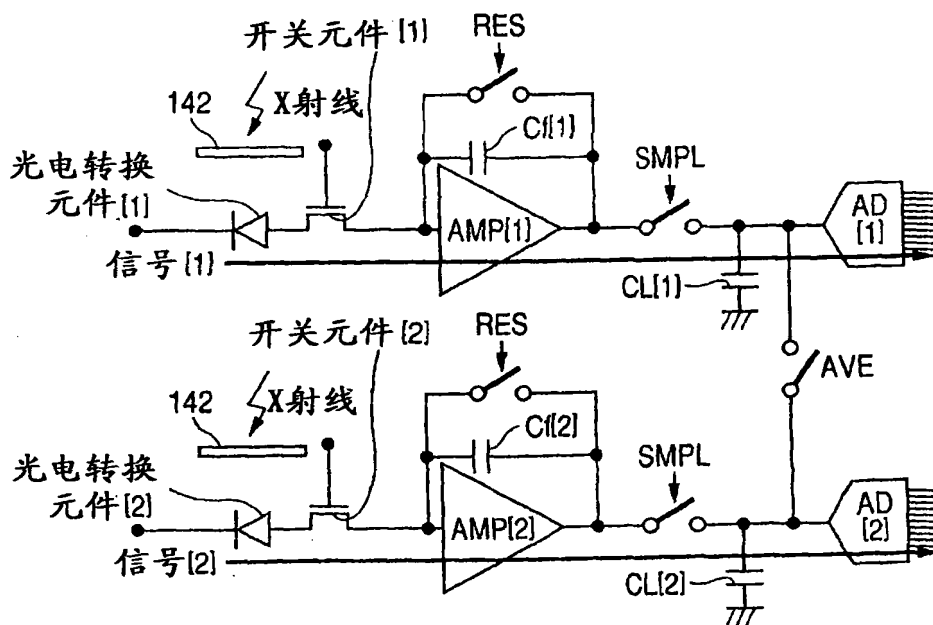


图 24A

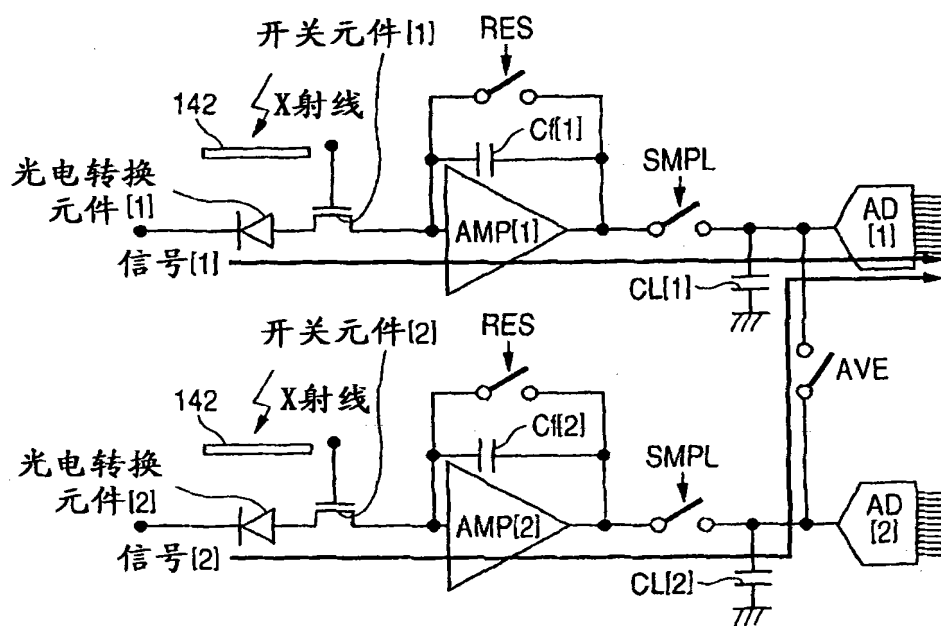


图 24B

图25

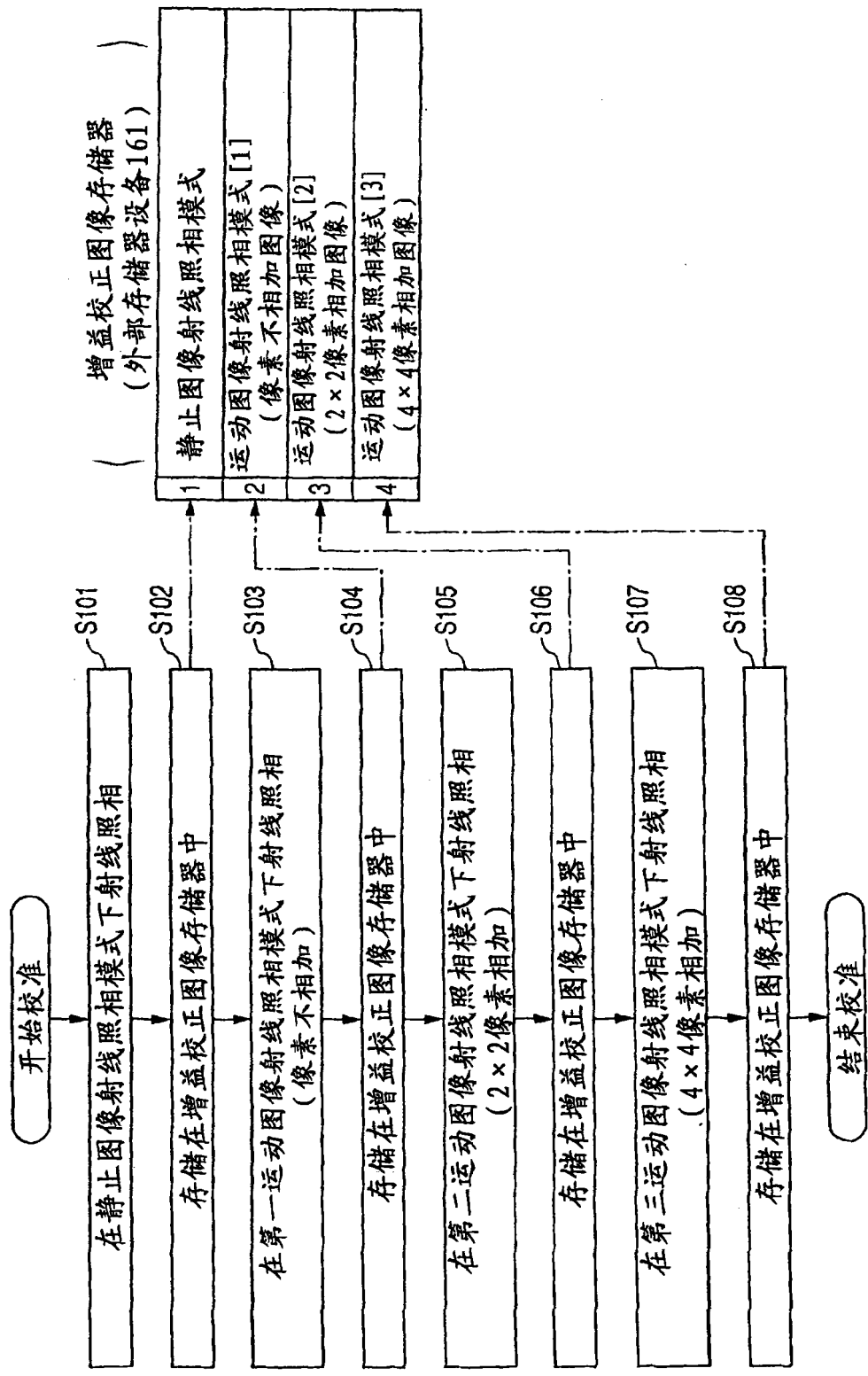


图 26

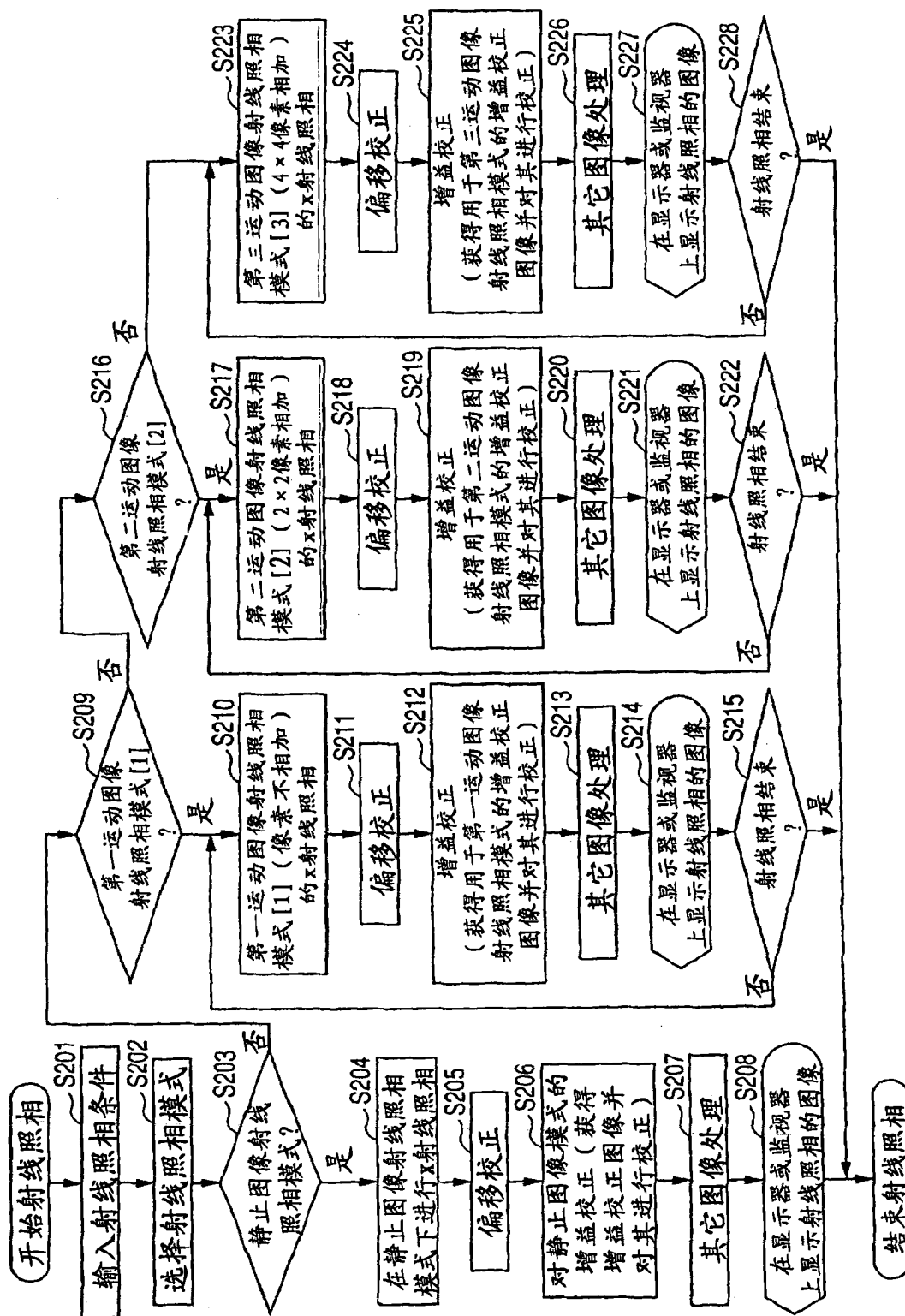
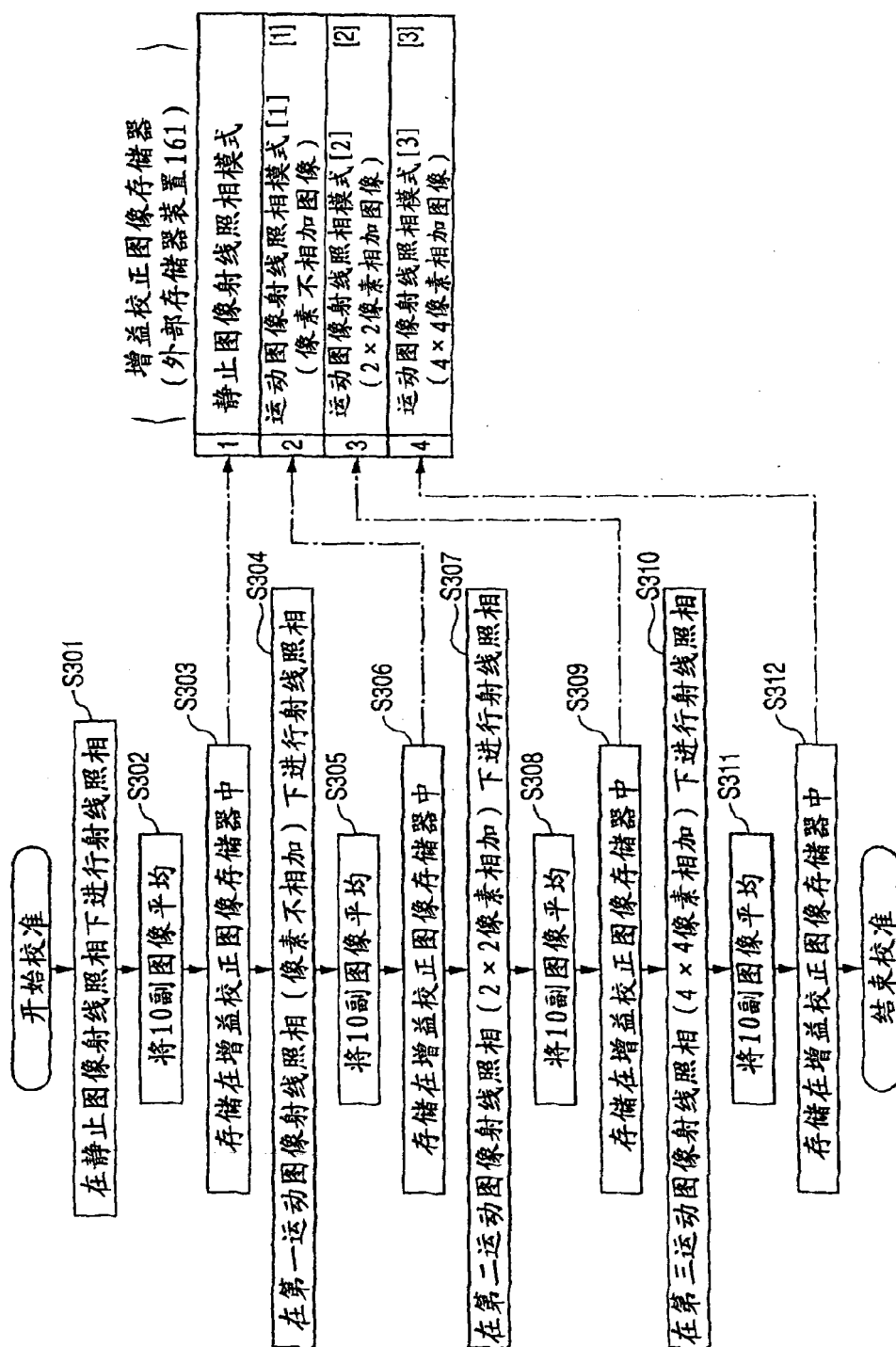


图27



28

