



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101642377 B

(45) 授权公告日 2012. 01. 25

(21) 申请号 200910162126. 8

(22) 申请日 2009. 08. 04

(30) 优先权数据

2008-201430 2008. 08. 05 JP

(73) 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京都大田区下丸子 3-30-2

(72) 发明人 林田真昌

(74) 专利代理机构 北京怡丰知识产权代理有限公司 11293

代理人 迟军

(51) Int. Cl.

A61B 6/00 (2006. 01)

H05G 1/08 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1825204 A, 2006. 08. 30, 全文.

US 7006600 B1, 2006. 02. 28, 全文.

US 2008/0011958 A1, 2008. 01. 27, 全文.

审查员 胡亚婷

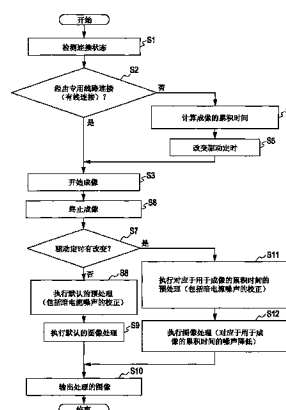
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 10 页

(54) 发明名称

X 射线成像装置

(57) 摘要

本发明提供一种 X 射线成像装置。首先,检测连接状态。接着,进行关于是否经由专用线路实现连接的确定。如果确定不是经由专用线路实现连接,则计算图像累积时间。然后,在改变驱动定时之后,开始成像操作。



1. 一种 X 射线成像装置,所述 X 射线成像装置包括:
X 射线成像部,其包括接收穿过被摄体的 X 射线的二维 X 射线成像单元;
X 射线生成控制单元;
所述 X 射线成像部与所述 X 射线生成控制单元之间的通信连接单元;
检测单元,其被配置为检测所述通信连接单元的连接方法;以及
驱动方法改变单元,其被配置为根据所述检测单元检测到的所述连接方法来改变所述 X 射线成像部的图像累积时间。
2. 根据权利要求 1 所述的 X 射线成像装置,其中当所述检测单元检测到的所述连接方法包括经由专用线路的连接时,所述驱动方法改变单元将所述 X 射线成像部的驱动方法改变为在固定的图像累积时间内获得图像的方法,而当所述检测单元检测到的所述连接方法包括无线连接或通过不经由专用线路的有线连接的连接时,所述驱动方法改变单元将所述驱动方法改变为与所述 X 射线生成控制单元同步地确定图像累积时间的方法。
3. 根据权利要求 1 所述的 X 射线成像装置,所述 X 射线成像装置还包括目标部位选择单元,该目标部位选择单元被配置为选择图像要被捕捉的目标部位,
其中所述驱动方法改变单元被配置为基于关于所述目标部位选择单元选择的所述目标部位的信息,来改变所述驱动方法。
4. 根据权利要求 1 至 3 中任意一项所述的 X 射线成像装置,其中所述驱动方法改变单元被配置为改变从所述 X 射线成像部到所述 X 射线生成控制单元的发送的延迟时间。
5. 根据权利要求 1 至 3 中任意一项所述的 X 射线成像装置,所述 X 射线成像装置被配置为根据所述 X 射线成像部的图像累积时间的变化来改变图像处理方法。
6. 根据权利要求 5 所述的 X 射线成像装置,所述 X 射线成像装置被配置为通过改变暗电流校正方法来改变所述图像处理方法。
7. 根据权利要求 5 所述的 X 射线成像装置,所述 X 射线成像装置被配置为改变所述图像处理方法,以使得通过获得与所述图像累积时间相对应的暗电流图像、选择用于暗电流校正的图像并从 X 射线图像中减去所选择的图像来校正图像中的暗电流。
8. 根据权利要求 7 所述的 X 射线成像装置,所述 X 射线成像装置被配置为通过改变噪声降低的方法来改变所述图像处理方法。
9. 根据权利要求 8 所述的 X 射线成像装置,所述 X 射线成像装置被配置为通过在噪声降低中改变与多个特定频率图像相对应的强调系数来改变所述噪声降低的方法。
10. 一种 X 射线成像方法,所述 X 射线成像方法包括以下步骤:
经由 X 射线成像部接收穿过被摄体的 X 射线,所述 X 射线在 X 射线生成控制单元的控制下生成;
经由通信连接单元在所述 X 射线成像部与所述 X 射线生成控制单元之间发送信息;
检测所述 X 射线成像部与所述 X 射线生成控制单元之间的连接方法;以及
根据所检测到的连接方法来改变所述 X 射线成像部的图像累积时间。

X 射线成像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及能够捕捉被摄体的 X 射线图像的 X 射线成像装置。

背景技术

[0002] 近年来,针对用于医学诊断用途的 X 射线成像,广泛使用了由包括光电转换元件的成像单元执行成像的数字成像装置。这种数字成像装置能够在不冲洗胶片等的情况下产生 X 射线图像,因此,在即时性上优于使用胶片的成像装置。

[0003] 在已知的包括光电转换元件的 X 射线成像装置中,成像单元和 X 射线生成单元经由专用线路彼此连接。这就允许在所述成像单元与所述 X 射线生成单元之间进行驱动定时信号和用于 X 射线生成的定时信号的通信,以及进行电源和图像信息的通信。

[0004] 在具有包括光电转换元件的成像单元的 X 射线成像装置中,在 X 射线放射之后,从所述光电转换元件中读取由 X 射线转换的电子。由此,产生了表示在特定时间段中放射的 X 射线的透射率分布的图像。

[0005] 大体上具有两种不同的用于读出电子的定时方案。在一种方法中, X 射线生成单元将读出定时发送给 X 射线成像单元以用于二者之间的同步。具体地说, X 射线生成单元在完成 X 射线放射之后,将 X 射线放射完成信号发送给 X 射线成像单元。X 射线成像单元在接收到 X 射线放射完成信号时,终止电荷的累积并开始读出电子。

[0006] 在另一方法中,如日本特开 2005-46203 号公报中所描述, X 射线生成单元在被允许放射 X 射线的时间段中放射 X 射线。然后, X 射线成像单元在接收到 X 射线生成信号之后,在固定的图像累积时间段中读出图像。

[0007] 在日本特开 2005-46203 号公报中,响应于来自第一开关的准备 X 射线成像的指令, X 射线生成单元和 X 射线成像单元开始准备成像。然后,开始累积电荷。此处,依 X 射线生成单元与 X 射线成像单元之间的连接方法而定,会发生时间延迟。

[0008] 通常,可以经由通用线路或无线连接以及经由专用线路来实现 X 射线成像单元与 X 射线生成单元之间的连接。就提供必要功能而言,使用通用线路或无线连接的连接在可用性和成本上优于使用专用线路的连接。通用线路的示例包括以太网 (Ethernet, 注册商标) 和千兆位以太网 (GigabitEthernet, 注册商标)。无线连接的示例包括无线局域网 (LAN) 连接和允许使用低频及高频电磁波通信的连接 (例如在专用短程通信中使用的连接)。

[0009] 然而,当利用除使用专用线路的连接方法以外的连接方法时,即,例如当使用无线连接时,包括电磁波的传输性能的外部因素会妨碍一次建立连接。结果,多次重试连接会引起时间延迟。当使用网络线路时,线路拥塞会降低通信速度并且也会引起时间延迟。利用除专用有线连接以外的连接方法的理由,即使用无线连接等的原因在于,数字 X 射线成像装置被要求改善可用性并且降低成本以及生成高质量的图像。

[0010] 在已知的具有固定的累积时间段的 X 射线成像装置中,在 X 射线放射期间会存在不能够累积信号的时间段。即,会存在发生不必要的 X 射线放射的时间段。换句话说,已知的 X 射线成像装置没有根据环境的不同而优化成像驱动信号的定时控制。

[0011] 日本特开 2005-46203 号公报公开了一种用于控制由 X 射线生成单元和 X 射线成像单元执行的 X 射线成像操作的控制方法。X 射线生成单元生成 X 射线,而 X 射线成像单元累积与 X 射线的量相对应的电荷并输出电信号。该控制方法使 X 射线生成单元根据准备 X 射线成像的指令来准备 X 射线的生成。该控制方法包括如下步骤:在 X 射线成像单元完成 X 射线成像的准备之后开始累积电荷;根据执行 X 射线成像的指令生成 X 射线;以及当自从电荷累积开始以后经过了预定的时间段时,终止电荷的累积和 X 射线的生成。

[0012] 然而,日本特开 2005-46203 号公报没有提供用于根据连接方法、累积时间以及要捕捉其图像的部位的有关信息来改变用于终止电荷累积的时间的装置。

[0013] 日本特许第 3105520 号公报所公开的一种 X 射线成像装置包括图像记录设备和同步设备。该图像记录设备将记录脉冲应用于将 X 射线源的同步调整为按照周期操作改变的同步设备。

[0014] 在日本特许第 3105520 号公报所公开的技术中,X 射线成像装置发送用于 X 射线源的同步的成像驱动信号。然而,没有用于根据连接方法等来改变驱动方法(例如,成像驱动信号的定时)的装置。

[0015] 日本特开 2001-276032 号公报公开了一种具有用于防止由于栅格移动引起的震动和电磁噪声所导致的图像质量劣化的配置的成像装置。使用这种配置,该成像装置能够捕捉最适合医学诊断的高质量图像。在该成像装置中,在停止用于驱动可移动栅格的移动的驱动操作之后,开始用于读出图像摄取元件的累积信号的读出操作。

[0016] 然而,在日本特开 2001-276032 号公报公开的成像装置中,在停止移动栅格之后终止电荷的累积。没有用于根据连接方法、累积时间以及图像要被捕捉的部位的有关信息来改变用于终止电荷累积的时间的装置。

[0017] 日本特开 2005-312949 号公报公开的放射线成像装置包括:转换电路单元,其中在基板上将包含转换元素的多个像素布置成阵列;读出电路单元,其被配置为从所述转换电路单元中读出信号;以及放射线生成开关,用于指示放射线生成单元发射放射线。用于捕捉放射线图像的成像操作期包含两个操作阶段:在发射放射线之前的空闲操作阶段;以及在发射放射线时开始的读取操作阶段。为了使操作者能够在空闲操作阶段结束之后立即在合适的时间操作放射线生成开关,该放射线成像装置在空闲操作阶段中向操作者生成发射激励信号。

[0018] 日本特开 2005-312949 号公报公开的放射线成像装置没有用于根据连接方法等来改变驱动方法(例如,累积时间)的装置。然而,如果包含光电转换元件的 X 射线成像装置利用除使用专用线路的连接方法之外的连接方法来进行通信,则 X 射线生成单元会失同步或者在不执行图像累积的时间段中会发生放射。

[0019] 在图像累积时间内执行读取操作的 X 射线成像装置中,可以通过大幅增加图像累积时间来解决上述问题。然而,当图像累积时间增加时,光电转换元件的暗电流噪声(dark current noise)也增加,结果,图像质量会受到负面影响。

发明内容

[0020] 本发明提供一种能够解决上述问题的 X 射线成像装置。即,本发明提供一种能够在降低成像单元中的图像累积时间的同时,根据通信方法来防止由通信延迟而引起的不必

要的 X 射线放射的 X 射线成像装置。

[0021] 通过下面结合附图的描述,本发明的其他特征和优点将变得清楚,在所述附图中,相同的附图标记表示所有各图中的相同或相似的部分。

附图说明

[0022] 附图被并入说明书中并构成说明书的一部分,例示了本发明的示例性实施例,并与说明书一起用来说明本发明的原理。

[0023] 图 1 是例示根据本发明第一示例性实施例的 X 射线成像装置的电路配置的框图。

[0024] 图 2 是已知的 X 射线成像装置的时序图。

[0025] 图 3 是根据第一示例性实施例的 X 射线成像装置的时序图。

[0026] 图 4 是第一示例性实施例的流程图。

[0027] 图 5 例示了第一示例性实施例的 X 射线成像装置中的序列。

[0028] 图 6 例示了已知的 X 射线成像装置中的序列。

[0029] 图 7 是操作屏的正视图。

[0030] 图 8A 至图 8C 例示了用于噪声降低的离散小波变换和逆变换。

[0031] 图 9 是本发明第二示例性实施例的流程图。

[0032] 图 10 是可以安装 X 射线成像装置的成像系统的示例的立体图。

具体实施方式

[0033] 下面将参照附图对本发明的示例性实施例进行详细的描述。

[0034] 第一示例性实施例

[0035] 图 1 是例示根据本发明第一示例性实施例的整个 X 射线成像装置的电路配置的框图。X 射线成像装置包括生成 X 射线的 X 射线生成部 1 和上面入射穿过被摄体 P 的 X 射线的 X 射线成像部 10。彼此相对地布置 X 射线生成部 1 和 X 射线成像部 10。

[0036] X 射线生成部 1 包括生成 X 射线的 X 射线生成单元 2。X 射线生成单元 2 与 X 射线生成控制单元 3 连接。多个通信连接单元,即用于与 X 射线成像部 10 进行无线通信的无线通信连接单元 5 和用于与 X 射线成像部 10 进行有线通信的有线通信连接单元 6,经由总线 4 与 X 射线生成控制单元 3 连接。用于操作 X 射线生成部 1 的操作单元 7 经由总线 4 与 X 射线生成部 1 连接。

[0037] X 射线成像部 10 包括二维 X 射线成像单元 11,该二维 X 射线成像单元 11 包括接收穿过被摄体 P 的 X 射线的光电转换元件。二维 X 射线成像单元 11 通过中央处理单元 (CPU) 总线 12 与模拟 - 数字 (A/D) 转换单元 13、放大单元 14、收集捕捉的图像数据的数据收集单元 15 以及对数据收集单元 15 获得的图像进行预处理的预处理单元 16 连接。图像处理单元 17、存储图像的存储单元 18、CPU 19、主存储器 20、操作屏 21、图像显示单元 22、驱动方法改变单元 23、驱动方法表切换确定单元 24 以及目标部位选择单元 25 连接到 CPU 总线 12。

[0038] 多个通信连接单元,即用于与 X 射线生成部 1 进行通信的无线通信连接单元 26 和有线通信连接单元 27,也连接到 CPU 总线 12。

[0039] 主存储器 20 存储 CPU 19 中的处理所需的各种数据。同时,主存储器 20 用作 CPU 19 的工作存储器。CPU 19 根据操作屏 21 上的操作使用主存储器 20 来控制 X 射线成像装

置的总体操作。

[0040] X 射线成像部 10 例如每 10 分钟通过无线通信连接单元 26 或有线通信连接单元 27 与 X 射线生成部 1 中的无线通信连接单元 5 或有线通信连接单元 6 进行通信。由此, X 射线成像部 10 在操作屏 21 上指示用于执行成像的通信连接单元。当操作者通过操作屏 21 输入成像指令时, 在操作屏 21 上显示成像指令并且其被存储在存储单元 18 中。

[0041] 操作者在发出成像指令时, 使用操作屏 21 上的目标部位选择单元 25 来选择其图像要被捕捉的特定部位(下文中称作“目标部位”)。CPU 19 将成像指令经由 CPU 总线 12 发送给驱动方法改变单元 23。驱动方法改变单元 23 在接收到成像指令时通过驱动方法表切换确定单元 24 来改变驱动方法。

[0042] 然后, 当操作者使用 X 射线生成部 1 中的操作单元 7 来发出生成 X 射线的指令时, X 射线生成部 1 通过 X 射线生成控制单元 3 控制 X 射线生成单元 2, 来通过放射 X 射线执行 X 射线成像。

[0043] 在该 X 射线成像中, 从 X 射线生成单元 2 放射的 X 射线穿过被摄体 P 同时衰减, 并到达二维 X 射线成像单元 11。然后, 二维 X 射线成像单元 11 输出 X 射线图像信号。在第一示例性实施例中, 被摄体 P 是人体。这意味着从二维 X 射线成像单元 11 输出的 X 射线图像是人体图像。

[0044] 从二维 X 射线成像单元 11 输出的 X 射线图像信号被 A/D 转换单元 13 转换为预定数字信号, 并被作为 X 射线图像数据传送给预处理单元 16。预处理单元 16 主要校正 X 射线成像装置的特性。预处理单元 16 对 X 射线图像数据进行增益校正以校正二维 X 射线成像单元 11 的像素间的灵敏度(sensitivity)的变化。另外, 预处理单元 16 还对 X 射线图像数据进行暗电流校正以校正二维 X 射线成像单元 11 的像素间的暗电流变化。在操作者执行 X 射线成像之前, 预处理单元 16 将增益校正中使用的增益校正图像和暗电流校正中使用的暗电流校正图像存储在主存储器 20 中。所存储的图像在校正中需要时由预处理单元 16 调用。

[0045] 在 CPU 19 的控制下, 把由预处理单元 16 预处理的 X 射线图像数据作为原始图像数据经由 CPU 总线 12 传送给主存储器 20 和图像处理单元 17。在 X 射线成像装置的特性校正之后, 图像处理单元 17 对 X 射线图像数据进行图像处理, 以更好地展示医生想要观察的信息。图像处理的示例包括噪声降低、频率处理以及依赖于显示介质(诸如监视器或胶片)的类型的灰度处理(gradation processing)。将经过图像处理的 X 射线图像数据输出给图像显示单元 22。

[0046] 图 2 是已知的 X 射线成像操作的时序图。图 3 是根据第一示例性实施例的 X 射线成像操作的时序图。下面将通过对比图 2 和图 3 来描述本示例性实施例。

[0047] 在图 2 的 (a) 中, 正常的 X 射线延迟时间 Δt 和 X 射线放射时间 X(X 持续时间)能够落在从二维 X 射线成像单元 11 开始累积电荷的时刻开始到二维 X 射线成像单元 11 开始读出电荷的时刻的图像累积时间 T(累积持续时间)内。

[0048] 然而, 当使用不同的连接方法时, 如图 2 的 (b) 中所示, 除了正常的 X 射线延迟时间 Δt 之外, 还出现由通信重试等引起的延迟时间 $\Delta t'$ 。在这种情况下, 即使放射 X 射线, 也有可能无法获得图像, 因为图像累积时间 T 已经结束。

[0049] 作为上述问题的解决方案, 在第一示例性实施例中, 如图 3 所示, 预先在 X 射线生

成部 1 与 X 射线成像部 10 之间传送用于检查连接状态的信号 (CNN-CHK 和 CNN-RET)。

[0050] 例如,获得开放式系统互联 (open systems interconnection,OSI) 参考模型中的网络层和其它较低层的连接状态。OSI 参考模型包括物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层以及应用层。最基本地,针对使用专用线路、通用线路 (以太网等) 以及无线连接 (无线 LAN、IEEE802.11a 等) 中的何种,检查物理层上的连接状态。物理层主要处理原始比特流通过物理传送介质的传输。在无线 LAN 的情况下,自由空间用作传送介质。物理层定义了数据传输率、调制方法、信号系统参数以及用于发送器与接收器之间同步的参数。

[0051] 第一示例性实施例的 X 射线成像装置检查如上所述的连接状态,并将当前的连接状态显示在操作屏 21 上。即使存在多个可能的连接方法时,X 射线成像装置也会从中选择一个连接方法。这是因为,在第一示例性实施例中检查连接状态的目的在于确定通信延迟的可能性和程度以避免不必要的 X 射线放射。

[0052] 在第一示例性实施例中,提供了一种用于根据检测到的连接状态改变图像累积时间 T 的表。例如,当通过具有相对低的通信稳定性的连接方法 (诸如无线连接) 实现连接时,由通信重试等引起的延迟时间 $\Delta t'$ 可能会根据外部环境而增加。即使出现延迟时间 $\Delta t'$ 时,也能够根据连接状态改变图像累积时间 T。因此,可以降低在图像累积时间 T 之外放射 X 射线的可能性。

[0053] 作为一种确保在 X 射线放射期间可靠地执行图像累积的方法,可以增加正常的图像累积时间 T。然而,随着图像累积时间 T 的增加,称为暗电流噪声的噪声等级也会增加。通常,在包括光电转换元件的二维 X 射线成像单元 11 中,暗电流噪声的变化程度随着图像累积时间 T 的增加而增加。因此,为了改善图像质量,需要尽可能降低图像累积时间 T。

[0054] 图 4 是 X 射线成像操作的流程图。在步骤 S1 中,通过检测通信连接单元的通信方法的检测单元来检测连接状态。期望在每次即将进行成像操作之前获得连接状态。然而,如果对每个成像操作都获得连接状态,则一个成像操作所需的时间增加。例如,在做健康检查的患者频繁访问的设施中,在连接状态几乎没有改变的情况下,无需对每个成像操作都检查连接状态。因此,对于用于健康检查目的的成像操作,期望可以每隔预定的时间段 (例如,10 分钟) 而不是每次进行成像操作时都检查连接状态。

[0055] 在步骤 S2 中,基于步骤 S1 中检测到的连接状态,进行关于该连接是否是经由专用线路的有线连接的确定。如果确定该连接是经由专用线路的有线连接 (步骤 S2 中的“是”),则可以预测通信稳定性将不会明显偏离已知值而得以维持。因此,不改变默认驱动定时,处理进行到步骤 S3 以开始成像操作。另一方面,如果在步骤 S2 中确定该连接不是经由专用线路的有线连接 (步骤 S2 中的“否”),则由于通信稳定性可能与专用线路情况下的通信稳定性不同,因而处理进行到步骤 S4。

[0056] 在步骤 S4 中计算用于成像操作的图像累积时间 T 之后,处理进行到步骤 S5。在步骤 S5 中,基于步骤 S4 中获得的图像累积时间 T 来改变驱动定时。具体地说,在步骤 S5 中延迟信号读出定时。然后,处理进行到步骤 S3。

[0057] 在步骤 S3 中,在确定的驱动定时开始成像操作。下面将描述相应的序列,但是当成像操作的准备完成时,X 射线成像部 10 向 X 射线生成部 1 输出准备完成信号。在接收到该准备完成信号之后,当按下 X 射线放射按钮 (未示出) 时,X 射线生成部 1 向 X 射线成像部 10 输出 X 射线生成信号。在 X 射线成像部 10 接收到该 X 射线生成信号之后,X 射线生

成部 1 生成 X 射线。在接收到该 X 射线生成信号之后, X 射线成像部 10 中的二维 X 射线成像单元 11 在如上所述确定的图像累积时间 T 内读出图像。

[0058] 当完成步骤 S3 中的成像操作时, 处理进行到步骤 S6。在步骤 S6 中, 例如通过对 X 射线生成进行互锁来终止成像操作。在步骤 S7 中, 进行关于对于捕捉的图像是否改变了驱动定时的确定。如果没有改变驱动定时 (步骤 S7 中的“否”), 则处理进行到步骤 S8。在步骤 S8 中, 预处理单元 16 例如在 500ms 的累积时间内执行默认的预处理。在步骤 S9 中, 图像处理单元 17 执行默认的图像处理。在步骤 S10 中, 将步骤 S9 中处理的图像输出给操作者预先在操作屏 21 上指定的介质 (例如胶片或监视器)。

[0059] 如果在步骤 S7 中确定驱动定时存在改变 (步骤 S7 中的“是”), 则处理进行到步骤 S11。在步骤 S11 中, 执行对应于用于成像操作的图像累积时间 T 的预处理。与步骤 S8 的默认的预处理不同, 在步骤 S11 的预处理中执行暗电流校正。这是因为当通过改变驱动定时来改变图像累积时间 T 时, 暗电流的量也相应地改变。即, 暗电流图像具有依赖于图像累积时间 T 的特性。因此, 为了改善图像质量, 期望对与同一图像累积时间 T 相对应的暗电流图像进行校正。

[0060] 如果在步骤 S7 中确定驱动定时存在改变, 则与步骤 S9 的默认的图像处理不同, 执行对应于用于成像操作的图像累积时间 T 的噪声降低。为了避免不必要的 X 射线放射, 改变驱动定时以增加图像累积时间 T。随着图像累积时间 T 的增加, 图像中的噪声等级也会增加。本示例性实施例涉及包括频率处理的噪声降低。当改变驱动定时并且增加图像累积时间 T 时, 在噪声降低中执行增强对应于特定频率图像的强调系数的频率处理。

[0061] 在包括光电转换元件的二维 X 射线成像单元 11 中, 大体上具有两种不同的用于获得暗电流图像的定时方案。一种是在获得 X 射线图像之后立即捕捉暗电流图像。另一种是预先在几个周期的图像累积时间 T 中获得多个暗电流图像。在前一种方法中, 捕捉静态图像涉及在图像显示之前仅获得一个图像所需的额外时间, 而捕捉动态图像涉及在图像显示之前获得多个图像所需的额外时间。另一方面, 在后一种方法中, 需要预先存储与相应的累积相对应的多个暗电流图像。在这种情况下, 由于不需要在获得 X 射线图像之后获取暗电流图像, 因此后一种方法在图像显示速度上优于前一种方法。

[0062] 在本示例性实施例中可以使用任何用于获得暗电流图像的方法。通过从 X 射线图像中减去对应于 X 射线图像的图像累积时间 T 的暗电流图像来进行暗电流校正。在进行了暗电流校正之后进行增益校正。由此, 输出光电转换特性被校正的图像。

[0063] 当完成了步骤 S11 中的预处理时, 处理进行到步骤 S12, 在步骤 S12 中进行图像处理。然后, 在步骤 S10 中, 把步骤 S11 中处理的图像输出给操作者预先在操作屏 21 上指定的介质 (例如胶片或监视器)。

[0064] 图 5 例示了根据第一示例性实施例的 X 射线生成部 1 与 X 射线成像部 10 之间的序列。图 6 例示了已知的序列。下面将通过对比图 5 和图 6 来描述本示例性实施例的序列。

[0065] 在本示例性实施例中, X 射线成像部 10 识别连接状态。X 射线成像部 10 将用于检查连接状态的信号 (CNN-CHK) 发送给 X 射线生成部 1, 并接收从 X 射线生成部 1 返回的信号 (CNN-RET)。例如, 当 X 射线成像部 10 的操作系统 (OS) 是 Windows (注册商标) (或 MS-DOS) 或 Linux 时, 发送网际包探测器 (packet internet groper, ping) 命令使得能够获得通信测试的统计结果。

[0066] 本序列的目的在于检查在该连接状态下的通信稳定性。因此,在本示例性实施例中,可以使用诸如查看电脑 IP 组态 (winipcfg)、地址解析协议 (arp)、路由跟踪 (tracert)、网络状态 (netstat)、查看本机的 IP 信息 (ipconfig)、路由 (route) 以及远程登录 (telnet) 的 Windows (或 MS-DOS) 命令。期望检查由 X 射线成像部 10 实际使用的应用的通信状态。例如,在第一示例性实施例中,还可以使用能够利用 ping 命令检查的 IP 级信息,即,OSI 参考模型的网络层上的信息。

[0067] 接下来,操作者使被摄体 P 置于 X 射线生成部 1 与 X 射线成像部 10 之间。操作者在说出例如“深吸气并屏住呼吸”以通知被摄体 P 开始成像之后,打开 X 射线生成部 1 的一级开关。X 射线生成部 1 将 RDY-REQ 信号发送给 X 射线成像部 10。X 射线成像部 10 停止读出先前图像并开始准备成像。要求空读取 (dummy reading) 的传感器驱动空读取。

[0068] 然后,例如在大约 100ms 的延迟之后,X 射线成像部 10 将 RDY-OK 信号发送给 X 射线生成部 1,以允许 X 射线生成部 1 打开二级开关。在操作者打开 X 射线生成部 1 的二级开关之后,X 射线生成部 1 将 X-REQ 信号发送给 X 射线成像部 10 并设立发生器 (generator)。当接收到 X-REQ 信号时,X 射线成像部 10 对用作传感器单元的二维 X 射线成像单元 11 进行初始化。在大约 100ms 的延迟之后,X 射线成像部 10 将 X-OK 信号发送给 X 射线生成部 1,从而发生器 X 射线被释放。

[0069] 在相关技术中,X 射线生成部 1 和 X 射线成像部 10 经由专用线路彼此有线连接,并且确保通信的稳定性。因此,例如,如图 6 所示,当图像累积时间 T 是 500ms 时,在 500ms 的固定时间之后开始图像读取是足够迅速的。然而,在第一示例性实施例中,在通信稳定性被破坏的外部环境的情况下,如果由于例如 X-OK 信号的通信中的冲突或等待时间而发生通信时间的延迟,则将延迟发生器 X 射线的释放定时。

[0070] 考虑到通信中的这种情况,在第一示例性实施例中,X 射线成像装置具有用于根据通信方法和目标部位来设置图像累积时间 T 的设置表。

[0071] 图 5 例示了在将图像累积时间 T 设置为 1000ms 时执行的序列。X 射线生成部 1 指示 X 射线成像部 10 在经过图像累积时间 T 之后开始图像读取。响应于来自个人计算机 (PC) 或操作者的成像请求,X 射线成像部 10 在传感器不处于睡眠模式的情况下解除互锁。然后,X 射线成像部 10 将互锁信号发送给 X 射线生成部 1,在 X 射线生成部 1 中 RDY-REQ 信号被切断。

[0072] 图 7 例示了根据第一示例性实施例的 X 射线成像部 10 中的操作屏 21 的画面。操作屏 21 具有指示患者姓名等的患者信息显示域 31、X 射线图像显示区 32 以及指示用于图像获得定时信号的连接方法的连接方法显示区 33。此外,操作屏 21 还具有用于改变连接方法的连接方法切换按钮 34、用于发出开始成像的指令的成像开始按钮 35、指示备注等的消息显示域 36 以及用作允许选择和显示目标部位的目标部位选择单元 25 的部位按钮 37。

[0073] 当 X 射线生成部 1 和 X 射线成像部 10 经由专用线路彼此连接时,连接方法显示区 33 指示“专用线路”。连接方法切换按钮 34 提供例如允许操作者选择可应用于 X 射线成像装置的连接方法的下拉菜单。

[0074] 在操作者使用部位按钮 37 中的一个选择了目标部位之后,在消息显示域 36 中显示诸如“已准备好 X 射线成像”的消息。然后,通过选择成像开始按钮 35,操作者可以发出捕捉 X 射线图像的指令。

[0075] 图 8A 至图 8C 例示了图像处理单元 17 中的用于噪声降低的离散小波变换和逆变换。图 8A 是例示将图像分解为多个频率成分的电路图。图 8B 例示了通过二维变换获得的二级变换系数组的配置。图 8C 例示了重构电路。噪声降低将图像分解为多个频率成分,并且分析重叠在各频率成分上的噪声以生成噪声数据。通过从各频率成分中减去噪声数据,可以降低相应频带中存在的噪声。

[0076] 在第一示例性实施例中,即使当通信稳定性降低时,X 射线放射时间也能够落在 X 射线成像装置的图像累积时间 T 内。由于可以通过增加图像累积时间 T 来实现以上描述,因此图像中可能会出现暗电流噪声。暗电流噪声可能由对应于各像素的光电二极管和放大器的特性变化而引起,并且固定模式噪声和随机噪声以混合方式出现。暗电流噪声的等级随着图像累积时间 T 的增加而单调增加。暗电流噪声与表示穿过被摄体 P 的 X 射线分布的图像在频率上不同。因此,通过使用通过弱化强调系数而获得的值来对相应频率成分的图像执行频率分解和加权以实现重构,可以降低对图像质量的负面影响。

[0077] 暗电流噪声具有依赖于累积时间的固定模式。因此,相应的频率成分在被划分为子带的图像中具有一定的趋势。如果随着累积时间的增加而增加的噪声成分中的空间频率对应于例如图 8B 的频率子带 HH2,则根据第一示例性实施例的噪声降低抑制对应于频率子带 HH2 的成分,并在图 8C 中将它们相加。第一示例性实施例的噪声降低可以将减去的量调整为例如 10 个不同的等级。通过改变用于调整减去的量的参数值,可以抑制相应的频带中的噪声。

[0078] 由此,通过根据驱动定时的改变按照上述方式改变噪声降低,可以抑制暗电流噪声并改善图像质量。

[0079] 第二示例性实施例

[0080] 在上述第一示例性实施例中,根据通信中的连接状态来改变 X 射线成像装置的图像累积时间 T。在本发明的第二示例性实施例中,不仅通过使用连接信息而且还通过使用目标部位信息来改变累积表。

[0081] 图 9 是例示根据第二示例性实施例的 X 射线成像装置的操作的流程图。在图 9 中,对与图 4 中的步骤相同的步骤赋予相同的步骤号,并且省略其描述。

[0082] 在第二示例性实施例中,如果在步骤 S2 中确定该连接不是经由专用线路的有线连接(步骤 S2 中的“否”),则处理进行到步骤 S21。在步骤 S21 中,操作者使用目标部位选择单元 25 在操作屏 21 上选择目标部位。通过选择在成像中其图像要被捕捉的目标部位,可以使用适合图像处理的频率和灰度。

[0083] 在步骤 S22 中,进行关于在步骤 S21 中选择的目标部位是否是 X 射线放射量大的部位的确定。例如,如果选择腰部侧面、髋关节或股骨,则处理进行到步骤 S4,在步骤 S4 中用于成像的图像累积时间 T 被改变。例如,当要捕捉心脏附近部位的图像时,X 射线放射时间通常很短。因此,即使当步骤 S1 中检测到的连接状态显示通信方法具有较低的即时性时,改变用于驱动 X 射线成像装置的成像操作的定时也不是很有必要。

[0084] 在步骤 S22 中,如上所述,基于所选择的目标部位来估计 X 射线放射时间。然而,很明显第二示例性实施例不局限于此。例如,可以由数据收集单元 15 获得输入给 X 射线生成部 1 的 X 射线放射时间,从而可以在步骤 S22 中,基于输入给 X 射线生成部 1 的 X 射线放射时间来进行关于是否改变驱动定时的确定。

[0085] 表 1 示出了根据第二示例性实施例的与连接方法（连接状态）和身体部位相对应的图像累积时间 T 和图像处理方法的示例。如表 1 所示，根据 X 射线成像装置的连接方法和身体部位来改变 X 射线成像装置的图像累积时间 T。

[0086] 表 1

[0087]

连接方法	身体部位	X 射线放射时间	图像累积时间 T	图像处理方法
无线	胸部	20ms	500ms	图像处理 1
无线	胸椎侧面等	350ms	1000ms	图像处理 2
有线	胸部	20ms	500ms	图像处理 1
有线	胸椎侧面等	350ms	500ms	图像处理 1

[0088] 为了改善图像质量，根据图像累积时间 T 的改变来改变图像处理方法，如表 1 中的数值所示。

[0089] 在第二示例性实施例中，根据连接方法来改变图像累积时间 T。当连接是经由专用线路的有线连接时，不改变 X 射线成像装置的图像累积时间 T 和图像处理方法。

[0090] 在上面的表 1 中，将连接方法粗略地划分为有线连接和无线连接。然而，连接类型不局限于它们。例如，有线通信的稳定性在使用专用线路的情况下与在使用通用以太网或千兆位以太网连接的情况下不同。此外，可以基于是点对点地实现连接还是与网络上的其他通信存在冲突、以及用于传输控制协议 / 互联网协议 (TCP/IP) 连接的包大小等来确定通信稳定性。

[0091] 在第二示例性实施例中，还将目标部位用作确定是否要改变图像累积时间 T 的因素。这是因为发生上述问题的可能性依据于目标部位而变化。具体地说，这是因为 X 射线放射时间和图像累积时间 T 依据于目标部位而变化。例如，当要捕捉包括心脏的胸部正面的图像时，由于存在许多在心脏跳动时移动的部位，因此通常在最可能短的 X 射线放射时间（大约 30 到 50ms）内捕捉图像，该时间可能依据于 X 射线生成部 1 的最大额定输出而变化。为了防止在成像期间由被摄体 P 的身体移动而引起的图像模糊，通常在很短的 X 射线放射时间（大约 30 到 150ms）内捕捉其它部位的图像。

[0092] 然而，对于被摄体 P 吸收的 X 射线的量大的目标部位，或者对于要求图像具有高的对比噪声比 (contrast-to-noise ratio) 的目标部位，需要增加 X 射线放射时间。例如，在使用上述 X 射线放射条件的设施中，针对腰部侧面、髋关节和股骨的 X 射线放射时间通常为 500ms。如果累积时间是 500ms 并且经由专用线路实现连接，则尽管图像累积时间 T 可能落在 X 射线放射时间内，但是通信延迟的容限仍然很小。

[0093] 另一方面，当要捕捉 X 射线放射时间短的部位的图像时，即使存在通信延迟，X 射线放射时间也很有可能落在图像累积时间 T 内，除了在延迟很大的情况下。即，根据目标部位和连接方法来改变图像累积时间 T。操作者在成像前使用目标部位选择单元 25 来选择目标部位。

[0094] 根据目标部位、累积时间以及连接方法来改变表 1 中的图像处理方法。也就是说，

可以将图像处理方法确定为目标部位、图像累积时间以及无线或有线连接的函数。当连接是经由专用线路的有线连接时，X 射线成像装置的驱动方法和图像处理方法可以与相关技术相同。

[0095] 然而，当以无线方式实现连接，或者经由通用专用线路或经由通过网络的专用线路来实现连接时，提供一种用于根据目标部位改变驱动方法和图像处理方法的表。当将具有长的 X 射线放射时间的腰部侧面、髋关节或股骨等选择为目标部位时，尤其需要改变驱动方法和图像处理方法。虽然在表 1 中没有示出，但是可以将“儿童”和“孕妇”从“成年人”中分离出来，以相应地改变驱动方法和图像处理方法。也就是说，由于特别需要避免对儿童和孕妇进行不必要的 X 射线照射，因此对于他们需要在很多部位改变驱动方法和图像处理方法。

[0096] 图 10 例示了可以安装根据本发明至少一个示例性实施例的 X 射线成像装置的各种成像系统的示例。这些示例包括胸部成像装置、Bucky 直立成像台、顶板升降式 Bucky 工作台以及 DU 警报式 Bucky 成像装置。

[0097] 根据本发明的至少一个示例性实施例，在使用多个连接方法的 X 射线成像装置中，根据连接方法来改变成像驱动信号的定时（包括图像获取期间的累积时间）。这样既能够提高通信稳定性又能够改善图像质量。

[0098] 注意，本发明可以应用于包括单个设备的装置或由多个设备构成的系统中。

[0099] 此外，还可以通过直接或间接地向系统或装置提供实现前述示例性实施例的功能的软件程序、使用所述系统或装置的计算机读取所提供的程序代码、然后执行该程序代码来实现本发明。在这种情况下，只要所述系统或装置具有所述程序的功能，实现的模式无需依赖于程序。

[0100] 因此，由于通过计算机来实现本发明的功能，所以安装在所述计算机中的所述程序代码也实现了本发明。换句话说，本发明的保护范围还涵盖了用于实现本发明的功能的计算机程序。

[0101] 在这种情况下，只要所述系统或装置具有所述程序的功能，可以以任意形式执行所述程序，例如目标代码、解释器执行的程序或提供给操作系统的脚本数据。

[0102] 能够用于提供所述程序的存储介质的示例有软盘、硬盘、光盘、磁光盘、光盘只读存储器（CD-ROM）、可记录 CD（CD-R）、可重写 CD（CD-RW）、磁带、非易失性存储卡、ROM 以及数字通用盘（DVD）（DVD-ROM 和 DVD-R）。

[0103] 至于提供所述程序的方法，可以使用客户端计算机的浏览器将所述客户端计算机连接到互联网的网站，并且可以将本发明的计算机程序或所述程序的可自动安装压缩文件下载到诸如硬盘的记录介质中。此外，还可以通过将构成所述程序的程序代码分割为多个文件并从不同的网站下载这些文件来提供本发明的程序。换句话说，本发明的保护范围还涵盖将通过计算机实现本发明的功能的程序文件下载到多个用户的万维网（WWW）服务器。

[0104] 还可以对本发明的程序进行加密并将其存储在诸如 CD-ROM 的存储介质中、将所述存储介质分发给用户、允许满足特定需求的用户经由互联网从网站下载解密密钥信息、并允许这些用户通过使用所述密钥信息对加密的程序进行解密，从而使得所述程序被安装在所述用户计算机中。

[0105] 除了通过由计算机执行读取的程序来实现根据示例性实施例的前述功能的情况

之外,运行在所述计算机上的操作系统等也可以执行全部或部分实际处理,使得通过该处理能够实现前述示例性实施例的功能。

[0106] 此外,在将从所述存储介质中读取的程序写入插入所述计算机的功能扩展板或者写入设置在连接到所述计算机的功能扩展单元中的存储器之后,安装在所述功能扩展板或功能扩展单元上的 CPU 等执行全部或部分实际处理,使得通过该处理能够实现前述示例性实施例的功能。

[0107] 由于能够不背离本发明的主旨和范围而实现本发明的多种表象显著不同的示例性实施例,因此应当理解,本发明并不局限于除在所附权利要求中限定的实施例之外的其特定的示例性实施例。

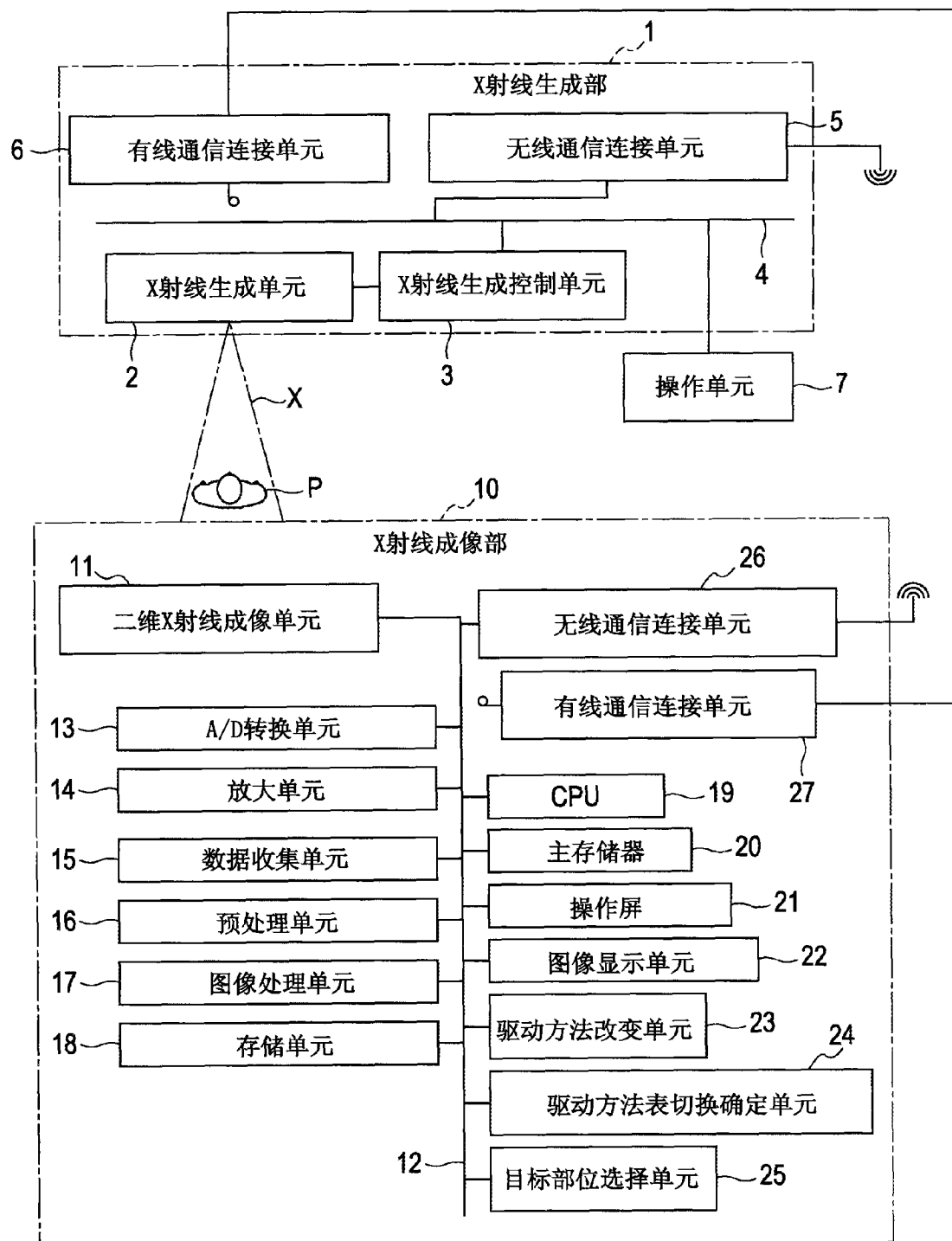


图 1

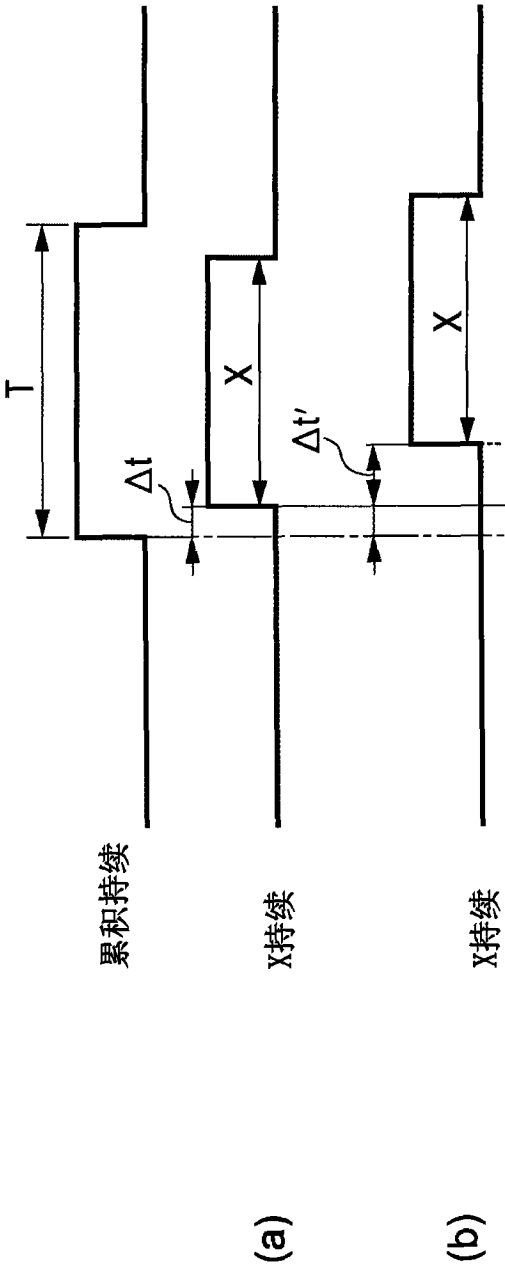


图 2

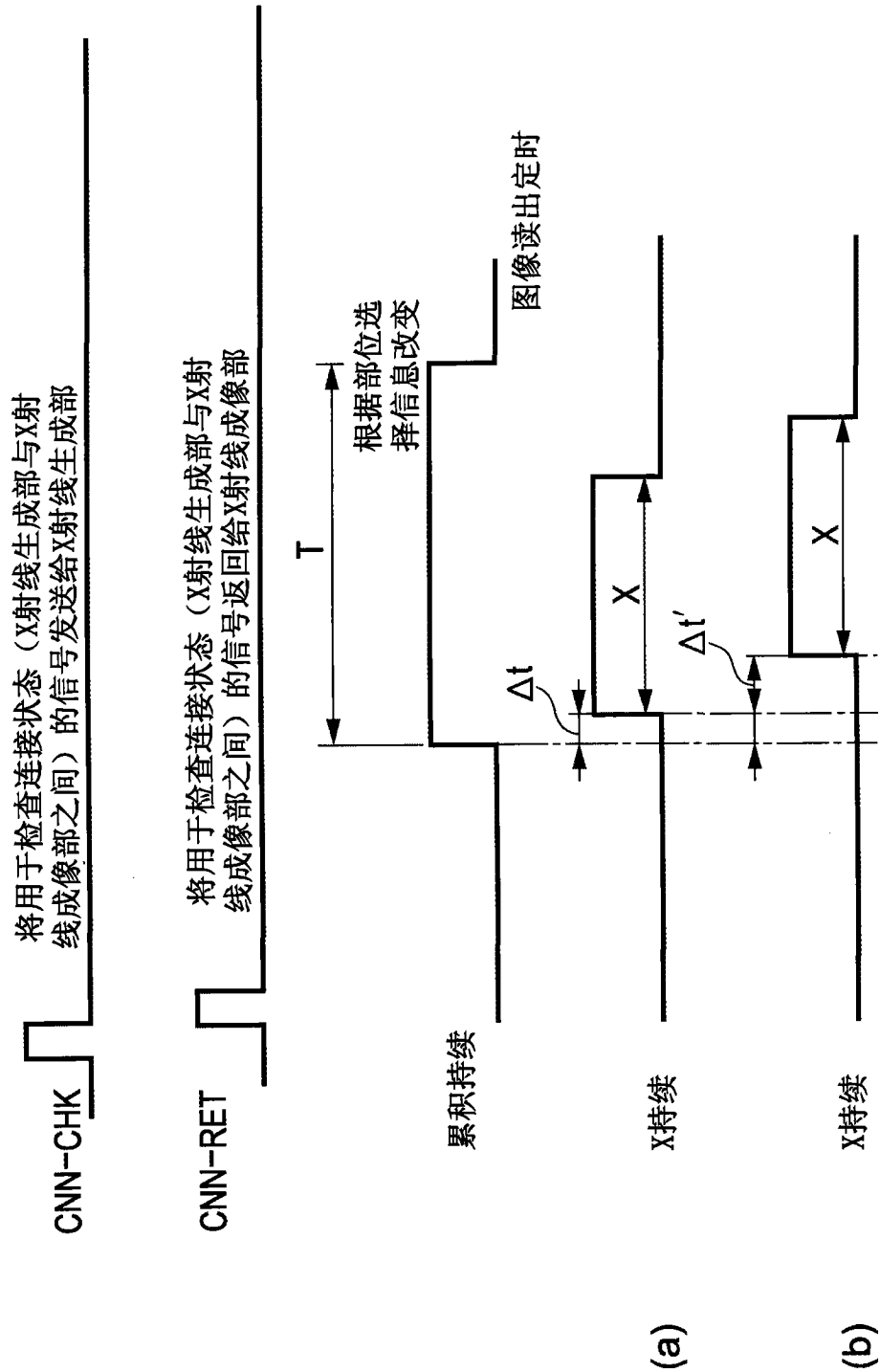


图 3

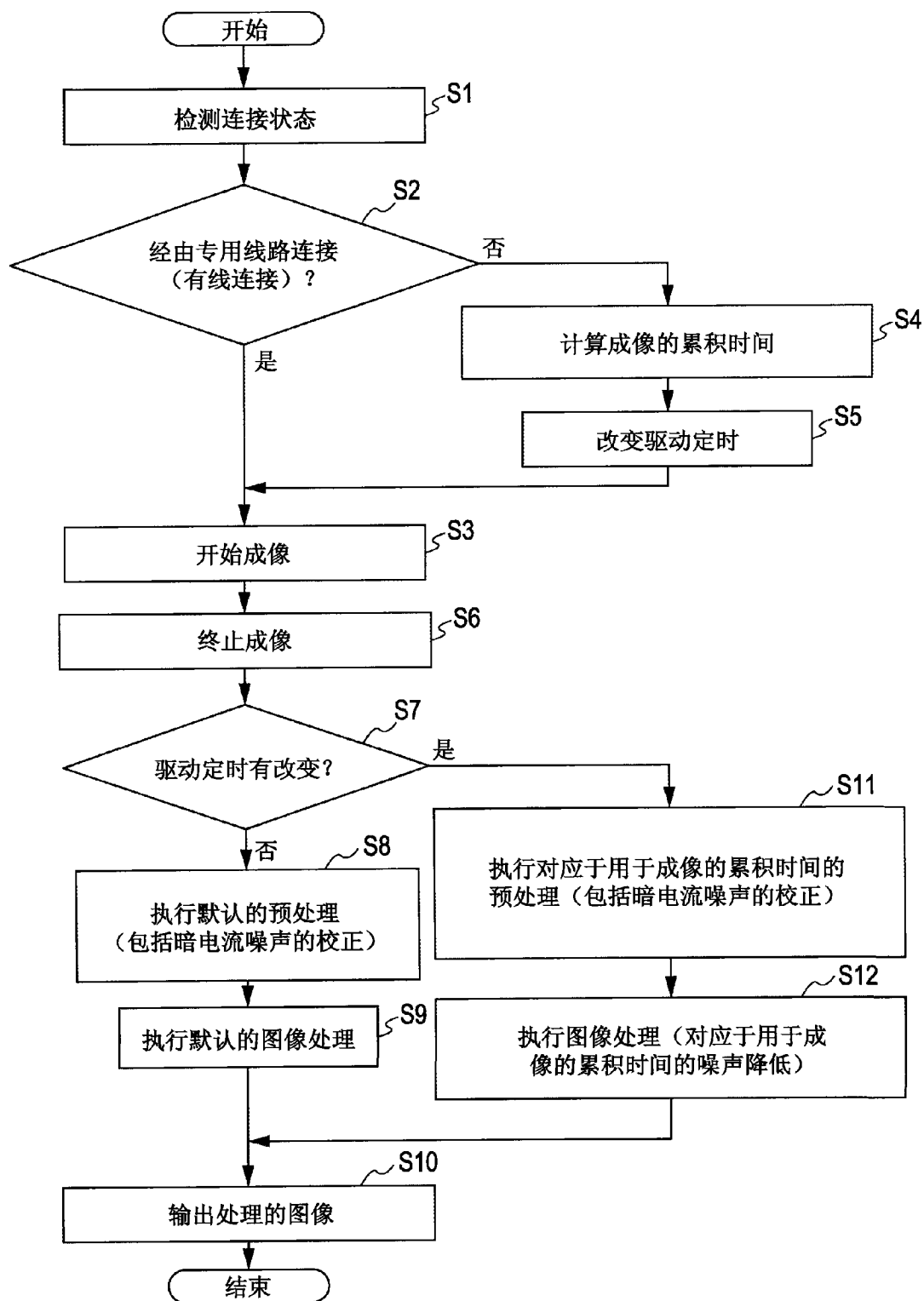


图 4

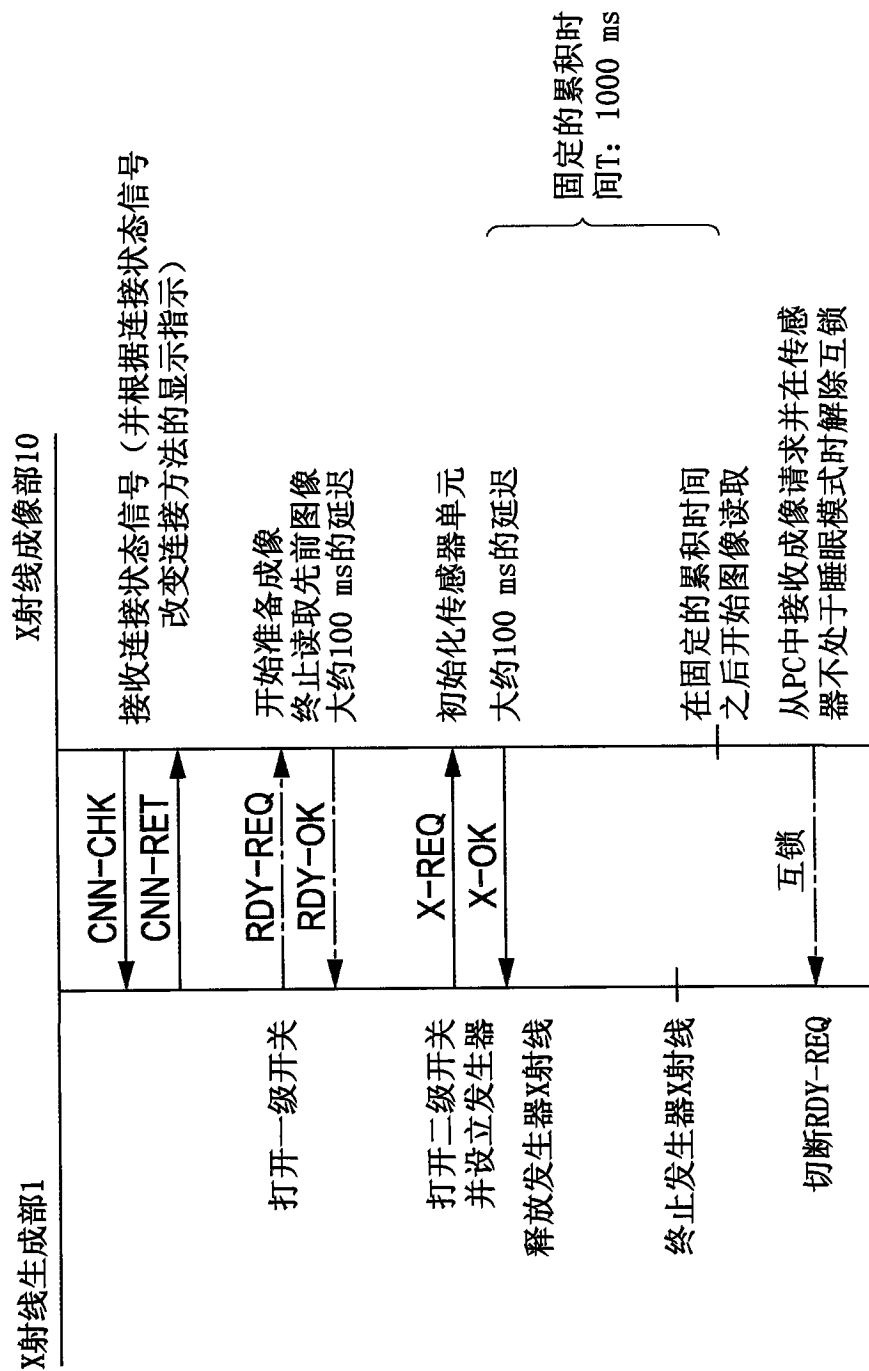
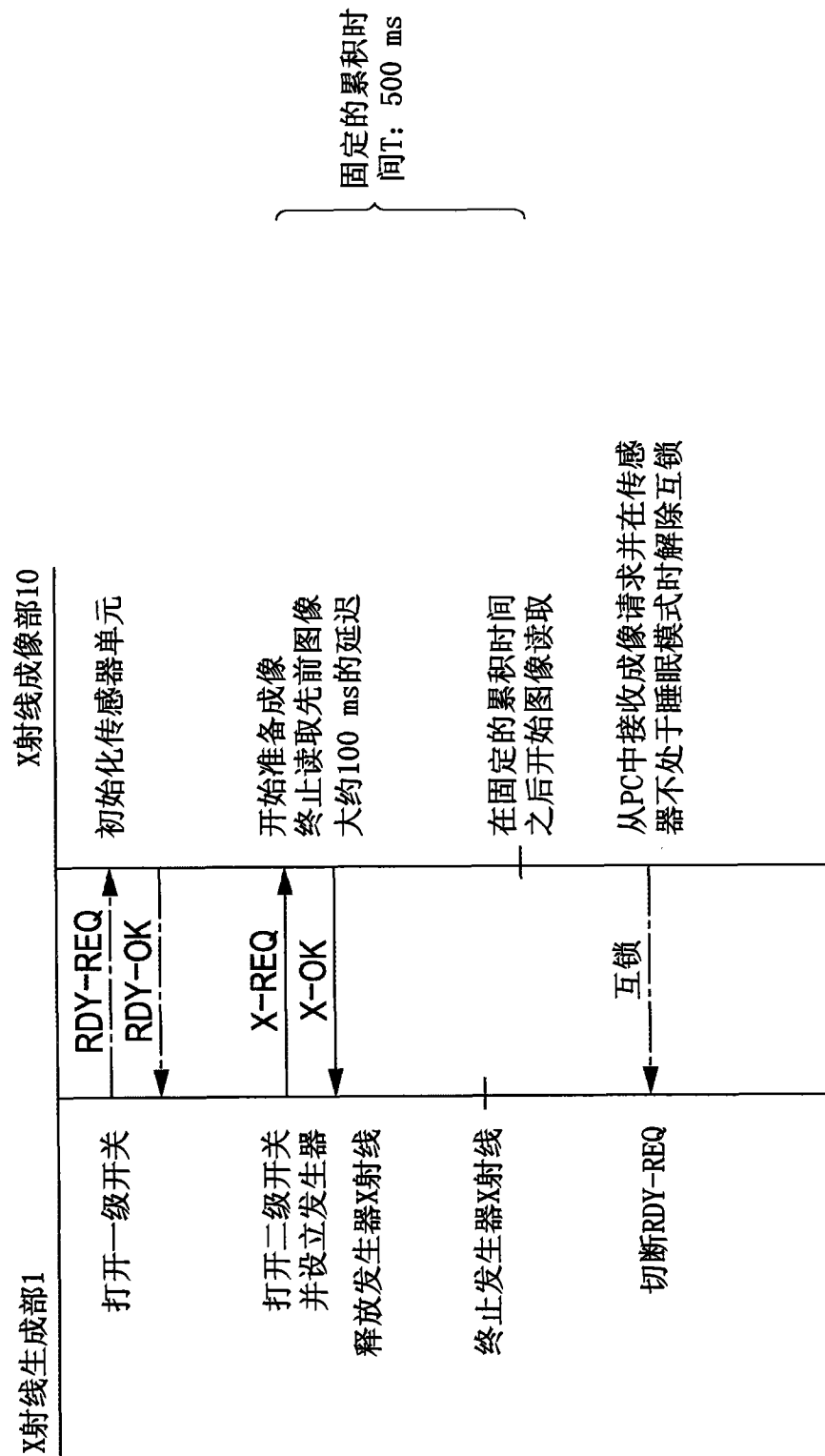


图 5



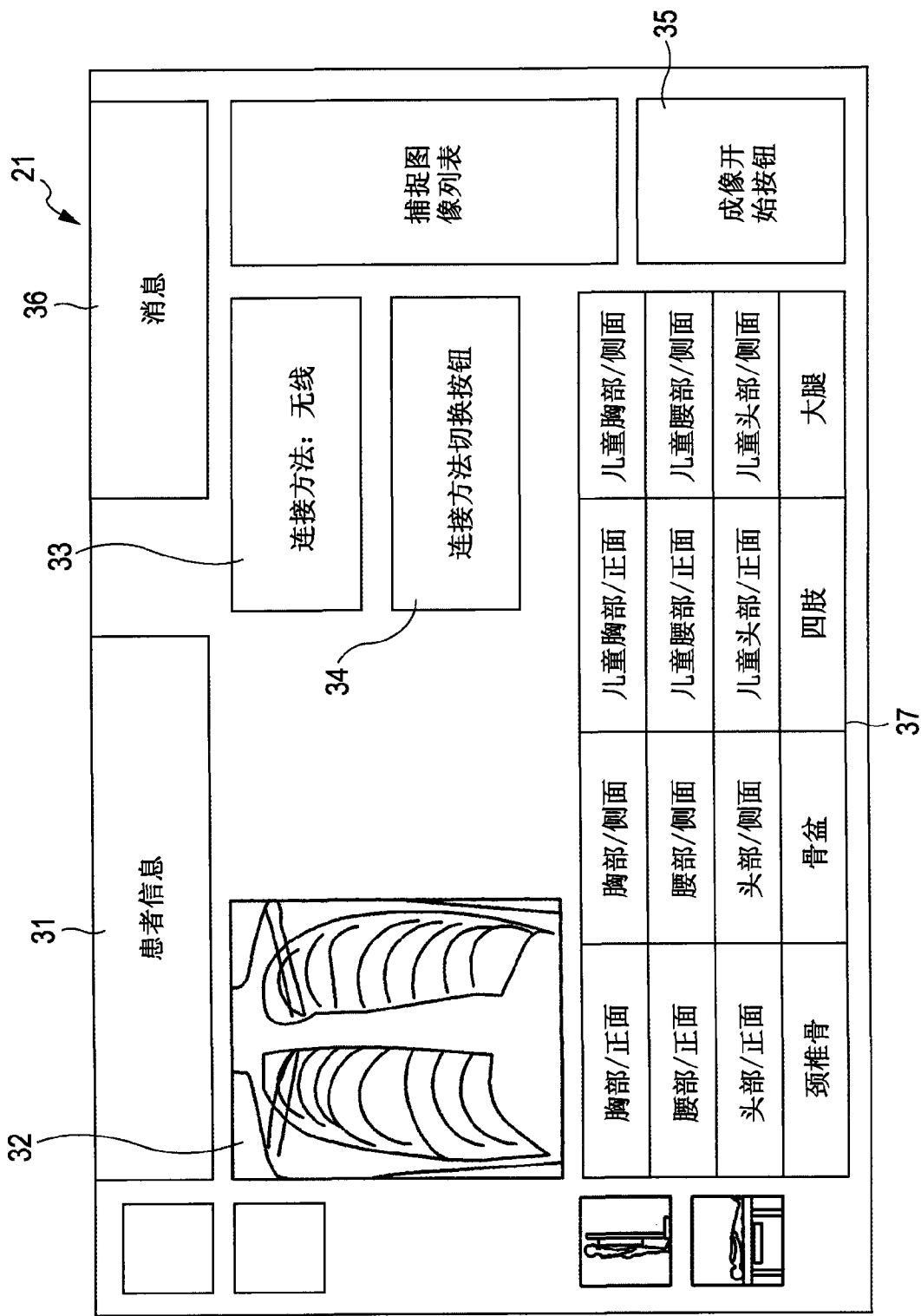


图 7

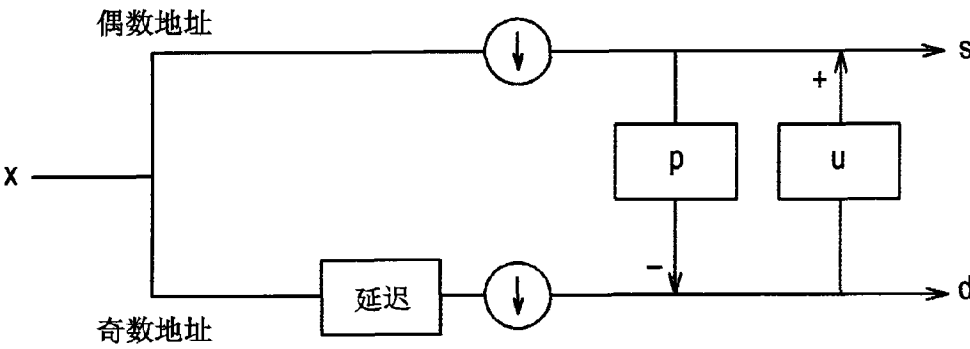


图 8A

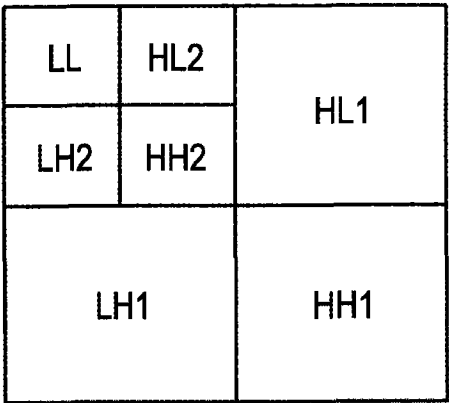


图 8B

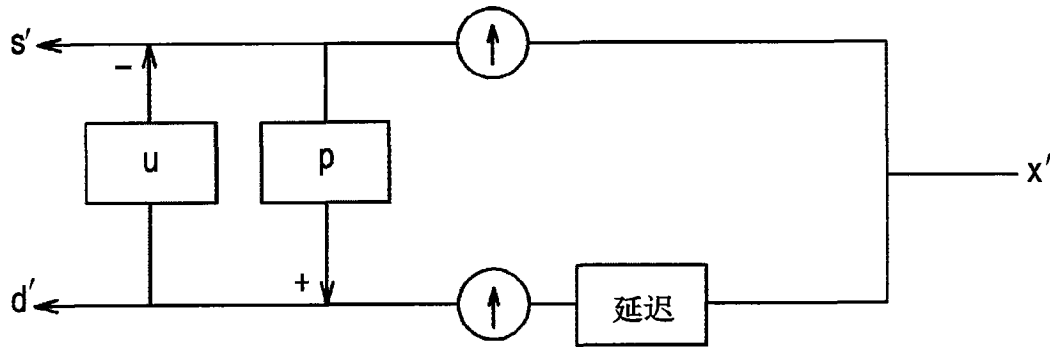


图 8C

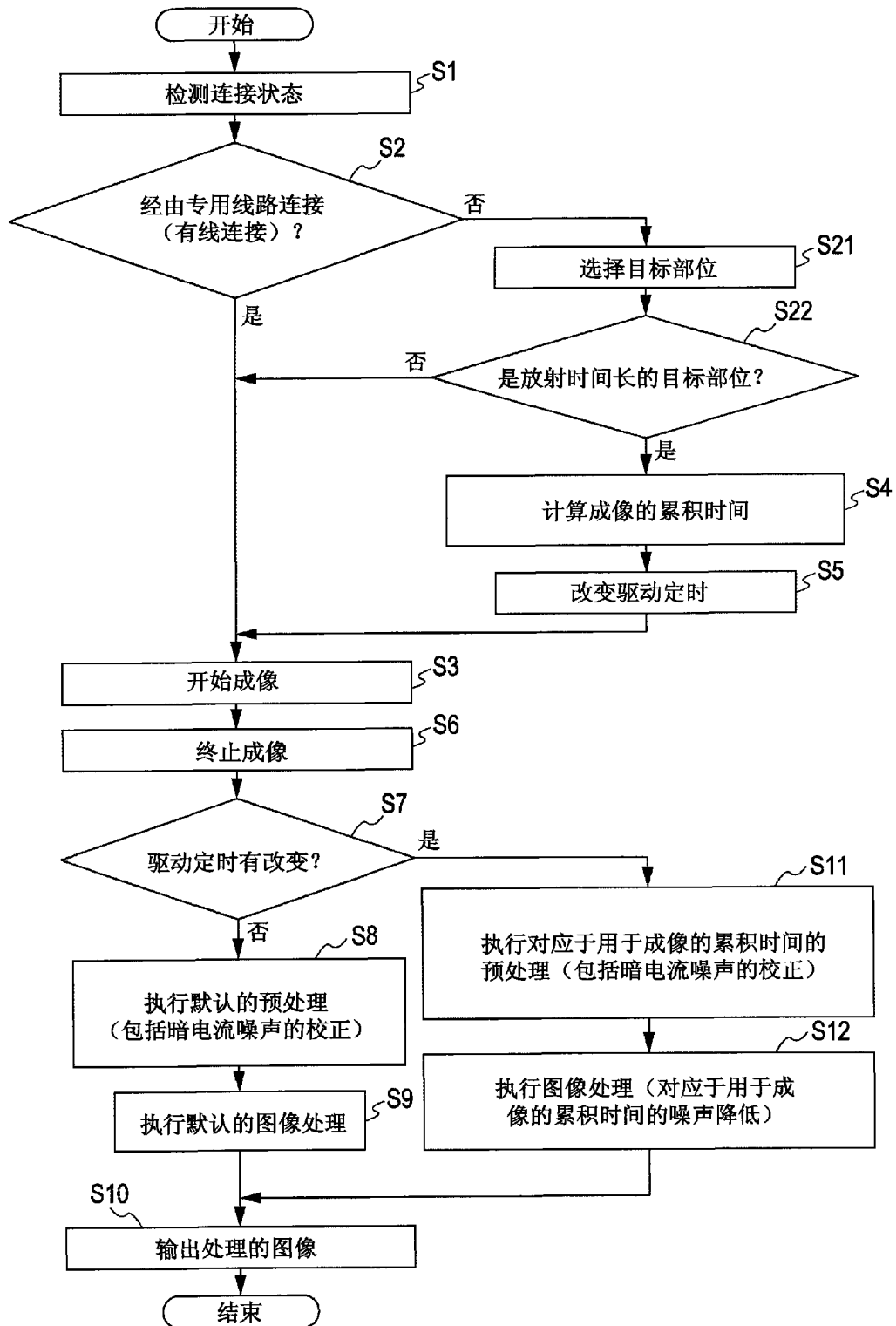


图 9

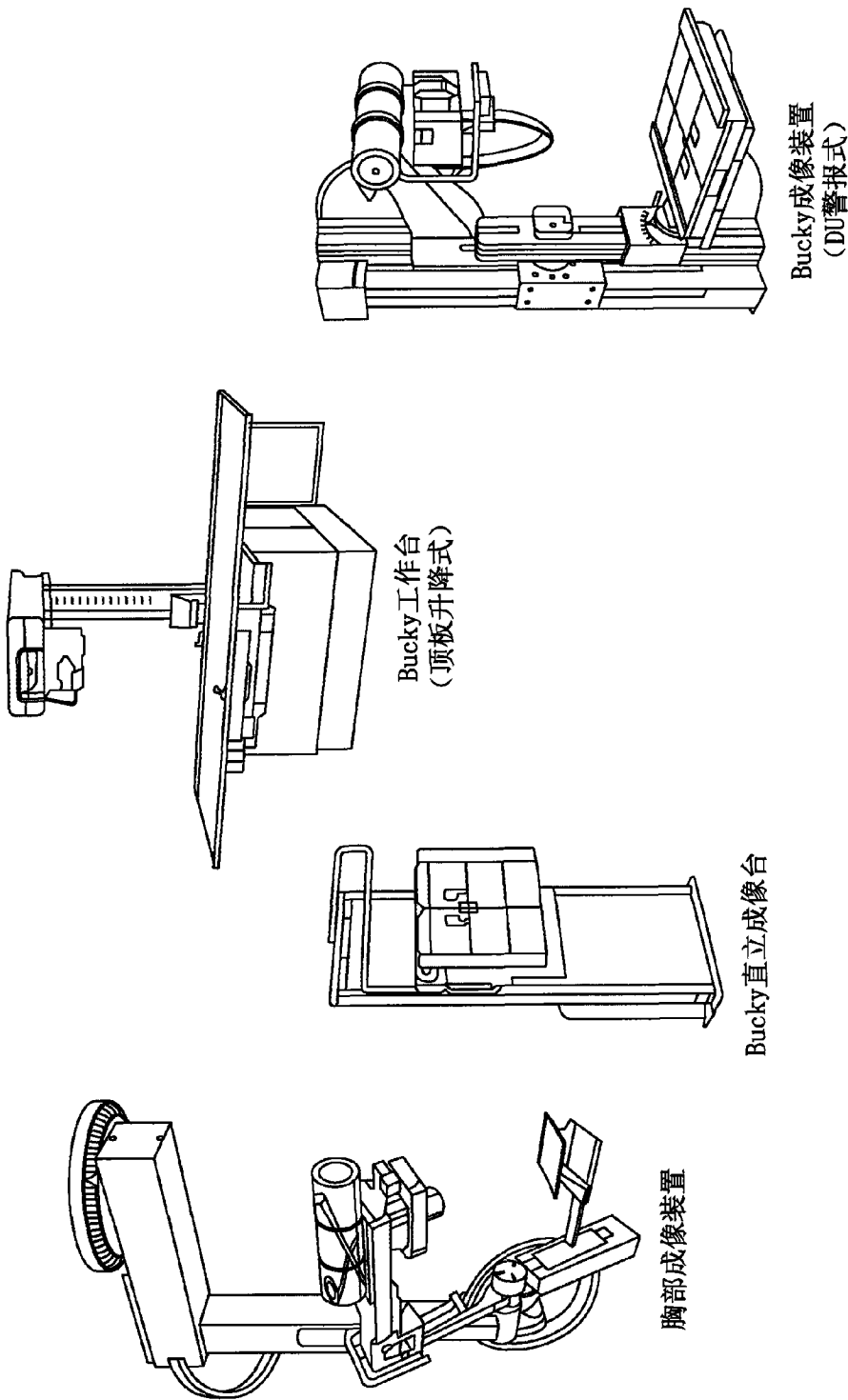


图 10