



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103687542 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 27

(21) 申请号 201280035012. 7

代理人 戚宏梅 杨谦

(22) 申请日 2012. 10. 02

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

A61B 6/00(2006. 01)

2011-222639 2011. 10. 07 JP

(56) 对比文件

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

CN 1747688 A, 2006. 03. 15,

2014. 01. 14

JP 昭 64-54341 A, 1989. 03. 01,

(86) PCT国际申请的申请数据

JP 特开 2007-215918 A, 2007. 08. 30,

PCT/JP2012/075492 2012. 10. 02

JP 特开 2008-142390 A, 2008. 06. 26,

(87) PCT国际申请的公布数据

审查员 王静

W02013/051550 JA 2013. 04. 11

(73) 专利权人 株式会社东芝

地址 日本东京都

专利权人 东芝医疗系统株式会社

(72) 发明人 佐藤直高 阿部真吾 井川胜家

小泽政广 菅野雄介 柿原淳

山下智史 渡部勇一郎

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

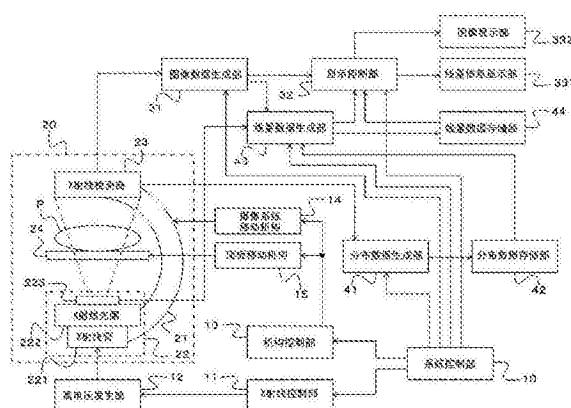
权利要求书1页 说明书11页 附图10页

### (54) 发明名称

X 射线诊断装置及线量管理方法

### (57) 摘要

X 射线诊断装置检测从 X 射线源输出并透射了被检体的 X 射线,生成被检体内的图像,具备:检测部、X 射线强度分布数据生成部、入射线量分布数据生成部。检测部检测从所述 X 射线源输出的 X 射线的强度。X 射线强度分布数据生成部基于所述检测部的检测结果,生成 X 射线强度分布数据,该 X 射线强度分布数据表示来自所述 X 射线源的 X 射线的照射域的多个局部区域的每个的 X 射线强度。入射线量分布数据生成部基于所述 X 射线强度分布数据,生成 X 射线强度分布数据,该 X 射线强度分布数据表示从所述 X 射线源输出并入射至被检体的 X 射线的线量。



1. 一种 X 射线诊断装置,检测从 X 射线源输出并透射了被检体的 X 射线,生成被检体内的图像,该 X 射线诊断装置具备:检测部,检测从所述 X 射线源输出的 X 射线的强度,其特征在于,还具备:

X 射线强度分布数据生成部,基于所述检测部的检测结果,生成 X 射线强度分布数据,该 X 射线强度分布数据表示来自所述 X 射线源的 X 射线的照射域的多个局部区域的每个的 X 射线强度;

X 射线强度分布校正数据生成部,基于所述检测部中的检测结果,生成 X 射线强度分布校正数据,该 X 射线强度分布校正数据表示在所述 X 射线源与所述被检体之间介有的介有物所导致的、所述 X 射线的衰减量;以及

入射线量分布数据生成部,基于所述 X 射线强度分布数据及所述 X 射线强度分布校正数据,生成入射线量分布数据,该入射线量分布数据表示从所述 X 射线源输出并入射至被检体的 X 射线的线量。

2. 如权利要求 1 所述的 X 射线诊断装置,其特征在于,  
所述检测部直接检测从所述 X 射线源输出的 X 射线。

3. 如权利要求 2 所述的 X 射线诊断装置,其特征在于,  
所述检测部包括面积线量计。

4. 如权利要求 2 所述的 X 射线诊断装置,其特征在于,  
所述检测部检测从所述 X 射线源输出并透射了介有物的 X 射线。

5. 如权利要求 4 所述的 X 射线诊断装置,其特征在于,  
所述检测部包括检测透射了所述介有物的 X 射线的 X 射线检测部。

6. 如权利要求 1 所述的 X 射线诊断装置,其特征在于,  
所述 X 射线强度分布数据生成部基于所述检测部的检测结果,生成表示所述多个局部区域中的 X 射线的 SN 比的分布的分布数据,作为所述 X 射线强度分布数据。

7. 如权利要求 1 所述的 X 射线诊断装置,其特征在于,  
具备:

显示控制部,基于所述入射线量分布数据,使表示所述多个局部区域的每个与入射至被检体的线量之间的对应关系的图像,在表示被检体的图像中显示于与所述多个局部区域对应的部分。

8. 一种线量管理方法,是 X 射线诊断装置中的线量管理方法,该 X 射线诊断装置检测从 X 射线源输出并透射了被检体的 X 射线,生成被检体内的图像,该线量管理方法中,检测从所述 X 射线源输出的 X 射线的强度,其特征在于,

基于所述 X 射线的强度的检测结果,生成 X 射线强度分布数据,该 X 射线强度分布数据表示来自所述 X 射线源的 X 射线的照射域的多个局部区域的每个的 X 射线强度;

基于所述 X 射线的强度的检测结果,生成 X 射线强度分布校正数据,该 X 射线强度分布校正数据表示在所述 X 射线源与所述被检体之间介有的介有物所导致的、所述 X 射线的衰减量;

基于所述 X 射线强度分布数据及所述 X 射线强度分布校正数据,生成入射线量分布数据,该入射线量分布数据表示从所述 X 射线源输出并入射至被检体的 X 射线的线量。

## X 射线诊断装置及线量管理方法

### 技术领域

[0001] 本发明的实施方式涉及 X 射线诊断装置及线量管理方法的技术。

### 背景技术

[0002] X 射线诊断装置从 X 射线管向患者照射 X 射线,通过 X 射线检测器等捕获透射了被检体的 X 射线,生成与该透射线量成正比的阴影像、即透视图像或摄影图像。然后,医师或检查技师等操作者(以下简称为“操作者”)通过观察由 X 射线诊断装置生成的透视图像或摄影图像,进行被检体的诊断。

[0003] 在这样的使用 X 射线诊断装置的诊断中,向被检体照射的线量的管理非常重要。这是因为,入射线量较大的情况下,存在给生物体组织带来照射损伤的危险性。

[0004] 另一方面,根据 X 射线诊断装置的结构或摄影时的条件不同,从 X 射线管照射的 X 射线的强度分布有时会产生偏差。例如,在 X 射线管内电子束与阳极碰撞而产生 X 射线时,由于足跟效应(heel effect),而有时所产生的 X 射线的强度分布会产生偏差。此外,根据 X 射线光阑或滤波器的条件,从照射域的一部分透射的 X 射线的强度有时会降低。此外,在 X 射线管与被检体之间介有顶板的情况下,在介有顶板的部分, X 射线的一部分被顶板吸收,该部分的 X 射线强度降低。

[0005] 在先技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献 1 :特开 2005-198762 号公报

### 发明内容

[0008] 发明所要解决的课题

[0009] 本发明所要解决的课题为,在照射域内 X 射线的强度分布产生偏差的条件下,也能够按照照射域内的每个规定区域管理入射线量。

[0010] 用于解决课题的手段

[0011] 为了达成上述目的,本实施方式的第 1 方式是一种 X 射线诊断装置,检测从 X 射线源输出并透射被检体的 X 射线,生成被检体内的图像,具备检测部、X 射线强度分布数据生成部及入射线量分布数据生成部。检测部检测从所述 X 射线源输出的 X 射线的强度。X 射线强度分布数据生成部基于所述检测部的检测结果,生成 X 射线强度分布数据,该 X 射线强度分布数据表示来自所述 X 射线源的 X 射线的照射域的多个局部区域的每个的 X 射线强度。入射线量分布数据生成部基于所述 X 射线强度分布数据,生成 X 射线强度分布数据,该 X 射线强度分布数据表示从所述 X 射线源输出并入射至被检体的 X 射线的线量。

### 附图说明

[0012] 图 1 是本实施方式的 X 射线诊断装置的框图。

[0013] 图 2 表示照射域内的 X 射线强度的分布的一例。

- [0014] 图 3A 是表示 X 射线强度的 SN 比与入射线量的关系的图表。
- [0015] 图 3B 是用于说明分布数据的图。
- [0016] 图 4A 是用于说明顶板与入射线量的关系的图。
- [0017] 图 4B 是用于说明补偿滤波器与入射线量的关系的图。
- [0018] 图 4C 是用于说明补偿滤波器与入射线量的关系的图。
- [0019] 图 4D 是用于说明补偿滤波器与入射线量的关系的图。
- [0020] 图 5A 是入射线量的管理方法的一例。
- [0021] 图 5B 是入射线量的管理方法的一例。
- [0022] 图 6A 是对入射线量进行表示的信息的显示方式的一例。
- [0023] 图 6B 是对入射线量进行表示的信息的显示方式的一例。
- [0024] 图 7A 是表示与分布数据的生成有关的处理的流程的流程图。
- [0025] 图 7B 是表示与入射线量的计算有关的处理的流程的流程图。

### 具体实施方式

[0026] 参照图 1 说明本实施方式的医用图像处理系统。如图 1 所示,本实施方式的 X 射线诊断装置具备:摄影部 20、系统控制部 10、X 射线控制部 11、高电压发生部 12、机构控制部 13、摄像系统移动机构 14、顶板移动机构 15、图像数据生成部 31、显示控制部 32、线量信息显示部 331、图像显示部 332、分布数据生成部 41、分布数据存储部 42、线量数据生成部 43、线量数据存储部 44。

[0027] 此外,摄影部 20 具备:C 臂 21、X 射线发生部 22、X 射线检测器 23、顶板 24。

[0028] C 臂 21 是保持 X 射线发生部 22 及 X 射线检测器 23 的保持部。在 C 臂 21 的一端保持着 X 射线发生部 22。在 C 臂 21 的另一端以与 X 射线发生部 22 对置的方式保持着 X 射线检测器 23。C 臂 21 例如旋转自如地被支撑在从顶棚垂下的圆弧状的支柱上。在 X 射线发生部 22 与 X 射线检测器 23 之间配置有载置被检体 P 的诊视床的顶板 24。X 射线发生部 22 是用于朝向被检体 P 照射 X 射线的构造,该被检体 P 被载置在介于 X 射线发生部 22 与 X 射线检测器 23 之间的顶板 24 上。X 射线检测器 23 检测从 X 射线发生部 22 照射的 X 射线。

[0029] 摄像系统移动机构 14 是用于使 C 臂 21 移动及转动的驱动部。此外,顶板移动机构 15 是用于使顶板 24 移动的驱动部。摄像系统移动机构 14 及顶板移动机构 15 基于来自机构控制部 13 的控制而动作。具体地说,机构控制部 13 按照从系统控制部 10 供给的控制信号,生成表示 C 臂 21 及 X 射线检测器 23 的转动及移动的方向、移动量及速度的信息。关于系统控制部 10 留待后述。机构控制部 13 将生成的信息输出至摄像系统移动机构 14。摄像系统移动机构 14 基于该信息使 C 臂 21 移动及转动,从而控制 C 臂 21 的位置、朝向。

[0030] 此外,机构控制部 13 按照来自系统控制部 10 的控制信号,生成表示顶板 24 的移动的方向、移动量及速度的信息。机构控制部 13 将生成的信息输出至顶板移动机构 15。顶板移动机构 15 基于该信息控制顶板 24 的位置,以使顶板 24 沿着被检体 P 的体轴方向移动。

[0031] X 射线发生部 22 包括 X 射线管 221、X 射线光阑 222、面积线量计 223 而构成。X 射线管 221 通过高电压将从灯丝(filament)放出的电子加速,并使其与成为阳极的靶碰撞,从而产生 X 射线,并将该 X 射线从照射窗向外部照射。作为靶的材料,例如使用钨。X 射线光阑 222 设置于 X 射线管 221 的照射窗,由多片铅叶构成。为了使观察部位以外的不需要

的部分不被从 X 射线管 221 照射的 X 射线照射, X 射线光阑 222 缩限为规定的照射域的尺寸。此外,在 X 射线光阑 222 的出射侧,为了防止由亚克力板等形成的晕影,也可以设置使照射域内的规定区域的 X 射线衰减规定量的补偿滤波器 M1。

[0032] 面积线量计 223 检测通过了 X 射线光阑 222 的 X 射线的线量。面积线量计 223 将检测到的 X 射线的线量变换为电荷,并作为面积线量的输出信号输出至分布数据生成部 41 或线量数据生成部 43。该面积线量的输出信号与 X 射线的照射强度、照射面积及照射时间大致成正比。关于分布数据生成部 41 及线量数据生成部 43 留待后述。例如,通过将面积线量计 223 的输出信号除以从 C 臂 21 的旋转中心(即等中心点)向 X 射线管球侧离开了规定距离的基准位置(以下也称为“线量计算基准位置”)的面积,计算基准位置处的线量(以下也称为“空气比释动能:air kerma”)。换言之,利用面积线量计 223 的输出信号,将对线量计算基准位置处的每单位面积的 X 射线的照射强度进行表示的信号作为空气比释动能来输出。

[0033] 高电压发生部 12 产生为了使从 X 射线管 221 的阴极产生的热电子加速而对阳极与阴极之间施加的高电压。高电压发生部 12 的动作由 X 射线控制部 11 控制。具体地说,X 射线控制部 11 从系统控制部 10 接受表示 X 射线的照射条件的控制信息。X 射线控制部 11 基于该控制信息,生成表示 X 射线照射条件的信息,该 X 射线照射条件包括用于使高电压发生部 12 动作的管电流、管电压、X 射线脉冲宽度、照射周期(速率间隔)、透视区间等。X 射线控制部 11 基于该信息,控制高电压发生部 12 的动作。

[0034] X 射线检测器 23 例如由平板探测器(FPD:平面型 X 射线检测器)构成,该平板探测器具有配置为矩阵状的多个检测元件。X 射线检测器 23 按照每个检测元件检测在规定的照射域从 X 射线发生部 22 照射的 X 射线的强度。另外,在 FPD 的位于顶板 24 侧的面上,也可以设置将从被检体 P 的规定部位透射的 X 射线的散射光遮断的 X 射线栅格。X 射线检测器 23 将按照每个检测元件检测到的 X 射线的强度变换为电信号,并作为图像数据输出至分布数据生成部 41 或图像数据生成部 31。关于分布数据生成部 41 及图像数据生成部 31 留待后述。另外,X 射线检测器 23 也可以取代 FPD 而由 X 射线 I. I. (图像增强器)和 X 射线 TV 摄像机的组合构成。

[0035] 图像数据生成部 31 从 X 射线检测器 23 接受图像数据,并对该图像数据实施图像运算或图像处理。例如,图像数据生成部 31 进行用于生成如下数据的图像运算,该数据为基于造影剂注入前后的图像数据间减影的 DSA (Digital Subtraction Angiography :数字减影血管造影)图像数据、载入映像(load map)图像数据、长条图像数据等。此外,图像数据生成部 31 对通过图像运算得到的图像数据进行轮廓抽取及平滑化、灰度变更等图像处理。此外,图像数据生成部 31 从系统控制部 10 接受表示与该图像数据有关的 X 射线检查的条件信息。图像数据生成部 31 使通过图像运算及图像处理得到的图像数据附带表示 X 射线检查的条件信息,并输出至显示控制部 32。显示控制部 32 接受并基于该图像数据,在图像显示部 332 上显示 X 射线图像。

[0036] 系统控制部 10 构成全系统的控制中心,将由操作者输入的 X 射线的照射条件及摄影位置的条件作为 X 射线检查的条件来接受,控制 X 射线控制部 11 及机构控制部 13 的动作。具体地说,系统控制部 10 基于由操作者输入的 X 射线的照射条件来生成控制信号,通过该控制信号来控制 X 射线控制部 11 的动作。通过该控制信号,X 射线控制部 11 使高电

压发生部 12 动作并使得从 X 射线发生部 22 照射 X 射线。此外,系统控制部 10 基于由操作者输入的摄影位置的条件来生成控制信号,并通过该控制信号控制机构控制部 13 的动作。通过该控制信号,机构控制部 13 使摄像系统移动机构 14 及顶板移动机构 15 动作,从而控制 C 臂 21 的移动及转动和顶板 24 的移动。

[0037] 此外,系统控制部 10 将表示 X 射线检查的条件的信息输出至分布数据生成部 41、线量数据生成部 43 及图像数据生成部 31。关于分布数据生成部 41 及线量数据生成部 43 留待后述。

[0038] 另一方面,本实施方式的 X 射线检查装置具有如下功能:基于来自面积线量计 223 的面积线量的输出信号,管理伴随着 X 射线照射的被检体 P 的被照射线量。在此,参照图 2 说明从 X 射线发生部 22 照射的 X 射线的在照射域内的 X 射线强度的分布。图 2 表示照射域内的 X 射线强度的分布的一例。图 2 的 D0 表示照射域内的 X 射线强度的分布均匀的情况。但是,照射域内的 X 射线强度的分布会由于各种原因而产生偏差,有时如 D1 所示那样, X 射线强度的分布不均匀。例如,在 X 射线管 221 内从灯丝放出的电子与靶碰撞时,由于足跟效应,在离阳极面近的角度方向上 X 射线强度有降低的趋势。此外,使用了补偿滤波器 M1 的情况下,在应用了补偿滤波器 M1 的区域, X 射线强度降低。此外,在被检体 P 与 X 射线发生部 22 之间介有顶板 24 的情况下, X 射线透射顶板 24 并衰减。在此,预先生成对本实施方式的 X 射线强度的分布进行表示的分布数据,在 X 射线检查时,使用该分布数据,按照照射域内的每个区域计算 X 射线强度。以后,着眼于管理被照射线量的功能,分为生成分布数据的“准备阶段”和计算 X 射线的入射线量的“检查阶段”,说明在各工序动作的结构。

[0039] (准备阶段)

[0040] 本实施方式的 X 射线检查装置,作为 X 射线检查之前的准备阶段,按照各个 X 射线的照射条件预先生成并存储表示 X 射线强度的分布的分布数据。关于该分布数据的生成方法,以下重点说明用于生成分布数据的结构。

[0041] 分布数据的生成是在卸下 X 射线检测器 23 的 X 射线栅格而在 X 射线发生部 22 与 X 射线检测器 23 之间不介有顶板 24 及补偿滤波器 M1 的状态下进行的。系统控制部 10 接受由操作者输入的 X 射线检查的条件,基于该条件生成控制信号,并将生成的控制信号输出至 X 射线控制部 11 及机构控制部 13。X 射线控制部 11 及机构控制部 13 基于该控制信号进行动作,由此, C 臂 21 动作及转动以成为规定的摄影位置,并且朝向基于 X 射线的照射条件而决定的规定的照射域从 X 射线发生部 22 照射 X 射线。此外,系统控制部 10 将表示该 X 射线检查的条件的信息输出至分布数据生成部 41。关于分布数据生成部 41 的详细情况留待后述。

[0042] 面积线量计 223 检测从 X 射线管 221 照射并通过了 X 射线光阑 222 的 X 射线的线量。在准备阶段,面积线量计 223 将检测到的 X 射线的线量变换为电荷,并作为面积线量的输出信号输出至分布数据生成部 41。另外, X 射线检查装置是在作为“准备阶段”进行动作还是在作为“检查阶段”进行动作,例如由系统控制部 10 接受操作者的操作来识别。

[0043] 此外, X 射线检测器 23 按照每个检测元件检测从 X 射线发生部 22 照射的 X 射线的强度。X 射线检测器 23 将按照每个检测元件检测到的 X 射线的强度变换为电信号,并作为图像数据输出至分布数据生成部 41。

[0044] 分布数据生成部 41 从 X 射线检测器 23 接受按照每个检测元件的图像数据。分布

数据生成部 41 作为图像数据而将检测到 X 射线的区域(即照射域)预先分割为多个区域。分布数据生成部 41 基于以 X 射线发生部 22 为基准而到 X 射线检测器 23 的距离和到线量计算基准位置的距离,将分割后的各区域换算为线量计算基准位置处的区域。将线量计算基准位置处的该各区域称为“管理单位区域”。分布数据生成部 41 按照每个该管理单位区域计算 X 射线的 SN 比(信噪比)。使用 X 射线检测器 23 的输出的分布数据的方法较为简单,但是一般来说,FPD 等 X 射线检测器的输出是对 X 射线强度分布及检测器自身的感度的偏差进行校正而输出的,所以难以沿用为 X 射线强度分布数据。以下具体说明每个该管理单位区域的 X 射线的 SN 比的计算方法。

[0045] 分布数据生成部 41 按照每个管理单位区域,基于每个检测元件的 X 射线强度的平均和各检测元件中的 X 射线强度的分散,计算 X 射线强度的 SD 值(标准偏差)。分布数据生成部 41 通过将 X 射线强度的平均除以计算出的 SD 值,计算该管理单位区域的 X 射线强度的平均(输出电平)与 SD 值之比,来作为该管理单位区域中的 X 射线的 SN 比。即,计算出的 X 射线强度的 SD 值相当于该 SN 比的计算中的噪声部分。

[0046] 另一方面,分布数据生成部 41 预先测定 X 射线的 SN 比与入射线量的关系来作为 X 射线检测器 23 的特性,并作为特性数据进行存储。图 3A 是作为 X 射线检测器 23 的特性而示出了 X 射线强度的 SN 比与入射线量的关系的图表,该特性起因于 X 射线量子噪声和 X 射线检测器 23 的固有噪声。X 射线等放射线的发生吸收是随机的现象。放射线的发生吸收的频度遵循于统计法则,所以伴随着噪声。该噪声相当于 X 射线量子噪声。此外,固有噪声是像构成 X 射线检测器 23 的电路的噪声那样的、X 射线检测器 23 所固有的噪声。如图 3A 所示,在线量较低的区域丧失线性。这是受到 2X 射线检测器 23 的固有噪声的影响所导致的。另一方面,在规定线量以上的情况下, X 射线的 SN 比与入射线量处于正比关系。这是因为,若 X 射线的强度增大而成为规定的线量以上,则 X 射线检测器 23 的固有噪声对于 X 射线量子噪声的影响变小而可以忽略。因此,在该准备阶段,通过预先设定从 X 射线发生部 22 照射的 X 射线的强度以使线量成为规定值以上,从而分布数据生成部 41 能够将 X 射线的 SN 比换算为入射线量。通过这样的结构,分布数据生成部 41 基于该特性数据,将按照每个区域计算的 SN 比换算为每个区域的入射线量。此外,这些分布可能会由于 X 射线管电压、线质滤波器厚或照射域尺寸等而发生变化,所以预先在各种条件下收集数据。

[0047] 此外,分布数据生成部 41 生成表示各种条件下的 X 射线强度的分布的分布数据。分布数据生成部 41 在线量计算基准位置按照每个管理单位区域具备分布数据。例如,在图 3B 的例子中,示出了在将整体的面积线量除以整体的照射面积而得到的线量(即空气比释动能)设为“100”的情况下的(有时将该情况的线量称为“平均线量”)、各管理单位区域的线量比(%)。例如,区域“a3”示出“60”。“60”表示是平均线量的 60% 的线量。此外,区域“c2”示出“125”。“125”表示是平均线量的 125% 的线量。即,在图 3B 中,以使整体的平均为“100”的方式对比率进行校正。

[0048] 分布数据生成部 41 从系统控制部 10 接受表示生成了分布数据时的 X 射线检查的条件信息。分布数据生成部 41 将所生成的分布数据与表示 X 射线检查的条件信息建立关联地存储到分布数据存储部 42 中。分布数据存储部 42 是用于存储分布数据的存储区域。分布数据存储部 42 构成为,通过指定 X 射线检查的条件,能够读出与该条件对应的分布数据。如以上那样,分布数据生成部 41 按照每个 X 射线检查的条件生成分布数据,并将

所生成的分布数据存储到分布数据存储部 42 中。

[0049] (检查阶段)

[0050] 接着,说明计算 X 射线的入射线量的“检查阶段”。本实施方式的 X 射线检查装置朝向被检体 P 照射 X 射线,基于由面积线量计 223 检测的面积线量和与这时的 X 射线检查的条件对应的分布数据,计算每个区域的入射线量。以下着重说明这时动作的结构。

[0051] 由操作者设定了 X 射线检查的条件后,系统控制部 10 基于该条件生成控制信号,并输出至 X 射线控制部 11 及机构控制部 13。由此,C 臂 21 动作及转动,以成为规定的摄影位置。在顶板 24 移动的同时,X 射线基于 X 射线的照射条件而从 X 射线发生部 22 朝向顶板 24 上的被检体 P 照射。系统控制部 10 将表示该 X 射线检查的条件信息输出至图像数据生成部 31 及线量数据生成部 43。线量数据生成部 43 的详细情况留待后述。

[0052] X 射线检测器 23 按照每个检测元件检测从 X 射线发生部 22 照射的 X 射线的强度。X 射线检测器 23 将按照每个检测元件检测的 X 射线的强度变换为电信号,并作为图像数据输出至图像数据生成部 31。图像数据生成部 31 对图像数据实施图像运算及图像处理,使该图像数据附带从系统控制部 10 接受的表示 X 射线检查的条件信息后,输出至显示控制部 32。

[0053] 面积线量计 223 检测从 X 射线管 221 照射并通过了 X 射线光阑 222 的 X 射线的线量。面积线量计 223 将检测到的 X 射线的线量变换为电荷,并作为面积线量的输出信号输出至线量数据生成部 43。

[0054] 线量数据生成部 43 从系统控制部 10 接受表示 X 射线检查的条件信息。线量数据生成部 43 从分布数据存储部 42 抽取与该信息建立了关联的分布数据。

[0055] 此外,线量数据生成部 43 从面积线量计 223 接受面积线量的输出信号。该输出信号所示的面积线量相当于整体的面积线量。线量数据生成部 43 基于整体的面积线量和分布数据所包含的每个区域的线量的比率,计算线量计算基准位置处的每个区域的入射线量。例如,将来自面积线量计 223 的输出信号除以线量计算基准位置整体的照射面积而得到的线量设为 100mGy,抽取到图 3B 所示的分布数据。该情况下,例如由于与区域“b2”建立了关联的比率为“100”,所以区域“b2”的入射线量为  $100\text{mGy} \times 100\% = 100\text{mGy}$ 。此外,由于与区域“b4”建立了关联的比率为“110”,所以区域“b4”的入射线量为  $100\text{mGy} \times 110\% = 110\text{mGy}$ 。

[0056] 接着,线量数据生成部 43 基于表示 X 射线检查的条件信息,计算伴随着补偿滤波器 M1 的使用和顶板 24 的透射而 X 射线衰减的区域及其衰减量。作为一例,参照图 4A,说明计算在被检体 P 与 X 射线发生部 22 之间介有顶板 24 的情况下因透射顶板 24 而导致的 X 射线的衰减量的方法。在图 4A 中,入射线量  $I_0$  的 X 射线表示相对于厚度  $t$  的顶板 24 以入射角  $\theta$  入射的情况。首先,线量数据生成部 43 根据表示 X 射线检查的条件信息,在 X 射线的照射域中确定在被检体 P 与 X 射线发生部 22 之间介有顶板 24 的区域。接着,线量数据生成部 43 计算所确定的区域中的 X 射线的衰减量。透射顶板 24 后的 X 射线的衰减量(入射线量)基于 X 射线在顶板 24 中透射的距离  $t_1$ 、顶板 24 的 X 射线的吸收系数  $\mu$ 、入射线量  $I_0$  来计算。

[0057] X 射线在顶板 24 中透射的距离  $t_1$  通过以下的数式来计算。

[0058]  $t_1 = t / \cos \theta$

[0059] 此外,从顶板 24 透射后的 X 射线的入射线量 I 通过以下的数式来计算。

$$[0060] \quad I = I_0 \exp(-u \cdot t_1)$$

[0061] 在使用补偿滤波器 M1 的情况下,衰减量的计算方法与介有顶板 24 的情况不同。这是因为,从补偿滤波器 M1 透射后的 X 射线由面积线量计 223 检测。参照图 4B ~ 图 4D 说明使用补偿滤波器 M1 的情况。图 4B ~ 图 4D 是用于说明补偿滤波器 M1 与入射线量的关系的图。如图 4B 所示,说明补偿滤波器 M1 的一部分进入后的状态。为了校正补偿滤波器 M1 的影响,有校正 X 射线强度的分布数据的方法和校正线量计算基准位置处的线量计算结果的方法等。在此说明前者。将补偿滤波器 M1 的透射率设为  $A \times 100\%$ 。此外,将相对于面积线量计 223 整体而言、插入了补偿滤波器 M1 的部分所占的比例设为  $B \times 100\%$ 。在图 3B 那样的 X 射线强度的分布数据中,在插入了补偿滤波器 M1 的区域, X 射线强度衰减为 A 的比例。例如,图 4B 示出了面积线量计 223 整体的 40% 被透射率 50% ( $A = 0.5$ ) 的补偿滤波器 M1 覆盖的情况的、X 射线强度的衰减率的分布。基于图 4B 所示的分布,预先制作并存储以使平均为 100 (即 100%) 的方式进行了换算的分布数据。下面以图 4B 的情况为例说明该分布数据的具体制作方法。

[0062] 首先,计算将各区域的值设为 100 的情况下与各区域对应的值的和(D1)、以及应用了补偿滤波器 M1 的情况下与各区域对应的值的和(D2)。在本实施例中,由于分割为  $5 \times 5$  的区域,所以成为  $D1 = 5 \times 5 \times 100 = 2500$ 。此外,区域 d1 ~ d5 及 e1 ~ e5 通过补偿滤波器 M1 而衰减为 50,所以, D2 为  $D2 = 100 \times 15 + 50 \times 10 = 2000$ 。基于该计算出的 D1 及 D2 计算系数  $D1/D2$ 。在图 4B 的例子情况下,  $D1/D2$  为  $D1/D2 = 2500/2000 = 1.25$ 。利用计算出的系数  $D1/D2$  对图 4B 所示的分布进行校正,由此来计算以使平均为 100 的方式进行了换算的分布数据。图 4C 表示通过系数  $D1/D2$  对图 4B 所示的分布进行校正而制作出的分布数据。如图 4C 所示,区域 a1 ~ a5、b1 ~ b5 及 c1 ~ c5 被校正为 125,区域 d1 ~ d5 及 e1 ~ e5 被校正为 62.5。

[0063] 在使用补偿滤波器 M1 的情况下,线量数据生成部 43 在计算每个区域的入射线量时,将基于表示 X 射线检查的条件信息抽取到的分布数据的值、和基于补偿滤波器 M1 的条件制作出的分布数据的值按照每个区域进行相乘,从而校正分布数据。在图 4D 中示出了将图 3B 所示的分布数据基于图 4C 所示的分布数据进行校正而得到的校正后的分布数据。图 4D 中的区域 M2 相当于应用了补偿滤波器 M1 的部分。例如,区域 a1 在图 3B 中示出“90”%,所以未被补偿滤波器 M1 覆盖。因此,通过将该值乘以与图 4C 所示的分布数据的区域 a1 对应的值“125”%,校正后的值成为“112.5”%。此外,区域 d1 在图 3B 中示出“100”%,该区域被补偿滤波器 M1 覆盖。因此,通过将该值乘以与图 4C 所示的分布数据的区域 d1 对应的值“62.5”%,校正后的值成为“62.5”%。在分布数据校正后,线量数据生成部 43 对校正后的分布数据计算 X 射线的衰减量即可。

[0064] 即,线量数据生成部 43 基于计算出的衰减量,校正按照每个区域计算出的入射线量。

[0065] 如以上那样,线量数据生成部 43 按照每个区域计算入射线量,生成与作为该入射线量的计算对象的区域建立了关联的线量数据。例如,图 5A 是示意性地表示本实施例中的线量数据的一例的图。此外,图 5B 表示未考虑照射域的 X 射线强度分布的以往方法。例如,在图 5A 所示的例子中,区域“b1”与入射线量“100mGy”建立了关联。此外,区域“c3”

与入射线量“120mGy”建立了关联。另外,在图 5B 所示的例子中,照射域整体与平均入射线量“100mGy”建立了关联。这样,通过使用分布数据,能够将照射域分割为多个区域,能够按照每个区域计算入射线量。线量数据生成部 43 将所生成的线量数据输出至显示控制部 32。此外,线量数据生成部 43 也可以将所生成的线量数据与表示 X 射线检查的条件信息建立关联地存储到线量数据存储部 44 中。线量数据存储部 44 是用于存储线量数据的存储区域。线量数据存储部 44 构成为通过指定 X 射线检查的条件,能够读出与该条件对应的线量数据。

[0066] 显示控制部 32 从系统控制部 10 接受表示 C 臂 21 的位置及角度、顶板 24 的位置、X 射线检测器 23 的位置、照射域的尺寸、以及 X 射线光阑 222 的状态的信息。显示控制部 32 基于这些信息,计算 X 射线相对于模型化的患者(以下称为“患者模型”)而言的入射位置及照射域的大小。此外,显示控制部 32 从线量数据生成部 43 接受基于分布数据按照每个区域计算了入射线量而得的线量数据。显示控制部 32 使线量信息显示部 331 将患者模型上的照射面的入射线量,按照该区域单位,以可识别的方式(例如根据入射线量来区分颜色显示)进行显示。另外,该线量数据例如也可以在检查中实时地作为累积线量来计算,使线量信息显示部 331 依次进行显示。图 6A 中作为表示入射线量的信息的显示方式的一例,示出了在患者模型上以可识别的方式显示各区域的入射线量的情况。另外,也可以是,显示控制部 32 从线量数据存储部 44 抽取与从系统控制部 10 接受的信息对应的线量数据,并使线量信息显示部 331 进行显示。通过像这样动作,能够预先收集线量数据,日后能够使线量信息显示部 331 显示该线量数据来用于诊断。

[0067] 另外,也可以是,线量数据生成部 43 从图像数据生成部 31 接受图像数据,将该图像数据与所生成的线量数据建立关联地存储到线量数据存储部 44 中。这种情况下,显示控制部 32 从线量数据存储部 44 读出图像数据及线量数据,基于该图像数据及线量数据,使线量信息显示部 331 显示 X 射线图像及入射线量。通过采用这样的结构,将图像数据及线量数据建立关联地存储,所以例如能够以如下方式进行动作:事先进行 X 射线图像的摄影和线量数据的生成,日后使线量信息显示部 331 显示 X 射线图像及入射线量。

[0068] (处理)

[0069] 接下来说明本实施方式的 X 射线诊断装置的一系列动作。首先,参照图 7A 说明用于按照 X 射线的照射条件预先生成并存储分布数据的准备阶段的动作。图 7A 是表示准备阶段的一系列动作的流程图。

[0070] (步骤 S11)

[0071] 分布数据的生成是在卸下 X 射线检测器 23 的 X 射线栅格而在 X 射线发生部 22 与 X 射线检测器 23 之间不介有顶板 24 及补偿滤波器 M1 的状态下进行的。此外,将图像处理等功能关闭,以使入射 X 射线与来自 X 射线检测器 23 的输出成正比关系。系统控制部 10 接受由操作者输入的 X 射线检查的条件,基于 X 射线检查的条件生成控制信号,并将所生成的控制信号输出至 X 射线控制部 11 及机构控制部 13。此外,系统控制部 10 将表示该 X 射线检查的条件信息输出至分布数据生成部 41。

[0072] (步骤 S12)

[0073] 机构控制部 13 基于来自系统控制部 10 的控制信号对摄像系统移动机构 14 进行控制,使 C 臂 21 动作及转动,以成为作为 X 射线检查的条件而指示的摄影位置。此外,X 射

线控制部 11 基于来自系统控制部 10 的控制信号对高电压发生部 12 进行控制,基于作为 X 射线检查的条件指示的 X 射线的照射条件,使 X 射线发生部 22 照射 X 射线。

[0074] (步骤 S13)

[0075] 此外, X 射线检测器 23 按照每个检测元件检测从 X 射线发生部 22 照射的 X 射线的强度。X 射线检测器 23 将按照每个检测元件检测到的 X 射线的强度变换为电信号,并作为图像数据输出至分布数据生成部 41。

[0076] (步骤 S14)

[0077] 分布数据生成部 41 从 X 射线检测器 23 接受按照每个检测元件的图像数据。分布数据生成部 41 作为图像数据而将检测到 X 射线的区域(即照射域)预先分割为多个区域,按照每个区域计算图像数据的 SN 比。具体地说,分布数据生成部 41 按照每个区域,基于每个检测元件的 X 射线强度的平均和各检测元件中的 X 射线强度的分散,计算 X 射线强度的 SD 值(标准偏差)。分布数据生成部 41 通过将 X 射线强度的平均除以计算出的 SD 值,来计算 SD 值相对于该区域的 X 射线强度的平均(输出电平)而成的比例,作为该区域中的 X 射线的 SN 比。

[0078] 另一方面,分布数据生成部 41 预先测定 X 射线的 SN 比与入射线量的关系来作为 X 射线检测器 23 的特性,并作为特性数据进行存储。分布数据生成部 41 基于该特性数据,将按照每个区域计算出的 SN 比换算为每个区域的入射线量。分布数据生成部 41 将该每个区域的入射线量以使平均值一定的方式换算为该每个区域的比(参照图 3)。

[0079] 分布数据生成部 41 从系统控制部 10 接受表示生成了分布数据时的 X 射线检查的条件信息。分布数据生成部 41 将所生成的分布数据与表示 X 射线检查的条件信息建立关联地存储到分布数据存储部 42 中。如以上那样,分布数据生成部 41 按照每个 X 射线检查的条件生成分布数据,并将所生成的分布数据存储到分布数据存储部 42 中。

[0080] 接着,参照图 7B 说明向被检体 P 照射 X 射线而生成 X 射线图像,并且计算 X 射线的入射线量的检查阶段。图 7B 是表示检查阶段的一系列动作的流程图。

[0081] (步骤 S21)

[0082] 由操作者设定 X 射线检查的条件后,系统控制部 10 基于该条件生成控制信号,并输出至 X 射线控制部 11 及机构控制部 13。此外,系统控制部 10 将表示该 X 射线检查的条件信息输出至图像数据生成部 31 及线量数据生成部 43。

[0083] (步骤 S22)

[0084] 线量数据生成部 43 从系统控制部 10 接受表示 X 射线检查的条件信息。线量数据生成部 43 从分布数据存储部 42 抽取与该信息建立了关联的分布数据。

[0085] (步骤 S23)

[0086] 机构控制部 13 基于来自系统控制部 10 的控制信号,对摄像系统移动机构 14 及顶板移动机构 15 进行控制,使 C 臂 21 动作及转动以成为作为 X 射线检查的条件而指示的摄影位置。此外,X 射线控制部 11 基于来自系统控制部 10 的控制信号对高电压发生部 12 进行控制,基于作为 X 射线检查的条件而指示的 X 射线的照射条件,使 X 射线发生部 22 照射 X 射线。由此,从 X 射线发生部 22 朝向顶板 24 上的被检体 P 照射 X 射线。

[0087] (步骤 S24)

[0088] 面积线量计 223 检测从 X 射线管 221 照射并通过了 X 射线光阑 222 的 X 射线的线

量。面积线量计 223 将检测到的 X 射线的线量变换为电荷,并作为面积线量的输出信号输出至线量数据生成部 43。

[0089] (步骤 S25)

[0090] 线量数据生成部 43 从面积线量计 223 接受面积线量的输出信号。该输出信号所示的面积线量相当于整体的面积线量。线量数据生成部 43 基于整体的面积线量和分布数据所包含的每个区域的线量的比率,计算每个区域的入射线量。

[0091] 接着,线量数据生成部 43 基于表示 X 射线检查的条件信息,伴随着补偿滤波器 M1 的使用和顶板 24 的透射,计算 X 射线衰减的区域及其衰减量。线量数据生成部 43 基于计算出的衰减量,校正按照每个区域计算的入射线量。

[0092] 线量数据生成部 43 按照每个区域计算入射线量,生成与作为该入射线量的计算对象的区域建立了关联的线量数据。线量数据生成部 43 将所生成的线量数据输出至显示控制部 32。

[0093] 显示控制部 32 从系统控制部 10 接受表示 C 臂 21 的位置及角度、顶板 24 的位置、X 射线检测器 23 的位置、照射域的尺寸、以及 X 射线光阑 222 的状态的信息。显示控制部 32 基于这些信息,计算 X 射线相对于患者模型的入射位置及照射域的大小。此外,显示控制部 32 从线量数据生成部 43 接受基于分布数据按照每个区域计算了入射线量而得的线量数据。显示控制部 32 使线量信息显示部 331,将患者模型上的照射面的入射线量,按照该区域单位,以可识别的方式进行显示。这样,根据本实施方式的 X 射线检查装置,通过使用分布数据,能够将照射域分割为多个区域,能够按照该各个区域计算入射线量。

[0094] 在此参照图 5B。图 5B 是示意性地表示不使用分布数据而生成了线量数据的情况的例子。线量数据生成部 43 基于分布数据来识别照射域中的 X 射线强度的分布。因此,例如像以往那样不使用分布数据的情况下,如图 5B 所示,识别各区域并按照每个区域计算入射线量是非常困难的。例如,图 6B 示出了这种情况下表示入射线量的信息的显示方式的一例。在这样不使用分布数据的情况下,如图 5B 及图 6B 的 V2B 那样,作为向照射区域内均匀地照射 X 射线的情形来管理入射线量。

[0095] 对此,根据本实施方式的 X 射线检查装置,通过使用分布数据,能够将照射域分为多个区域,能够按照每个该区域计算入射线量。由此,例如如图 5A 及图 6A 所示, X 射线强度的分布存在偏差,即使在 X 射线的入射线量局部地增大的情况下,也能够检测 X 射线的入射线量来进行管理。

[0096] 以上说明了本发明的几个实施方式,但这些实施方式只是作为例子提示,不意图限定发明的范围。这些新的实施方式能够以其他方式来实施,在不脱离发明的主旨的范围内,能够进行各种省略、置换、变更。这些实施方式及其变形包含在发明的范围及主旨中,也包含在权利要求所记载的范围及其等同范围内。

[0097] 符号的说明

[0098] 10 系统控制部

[0099] 11X 射线控制部

[0100] 12 高电压发生部

[0101] 13 机构控制部

[0102] 14 摄像系统移动机构

- [0103] 15 顶板移动机构
- [0104] 20 摄影部
- [0105] 21C 臂
- [0106] 22X 射线发生部
- [0107] 221X 射线管
- [0108] 222X 射线光阑
- [0109] 223 面积线量计
- [0110] 23X 射线检测器
- [0111] 24 顶板
- [0112] 31 图像数据生成部
- [0113] 32 显示控制部
- [0114] 331 线量信息显示部
- [0115] 332 图像显示部
- [0116] 41 分布数据生成部
- [0117] 42 分布数据存储部
- [0118] 43 线量数据生成部
- [0119] 44 线量数据存储部

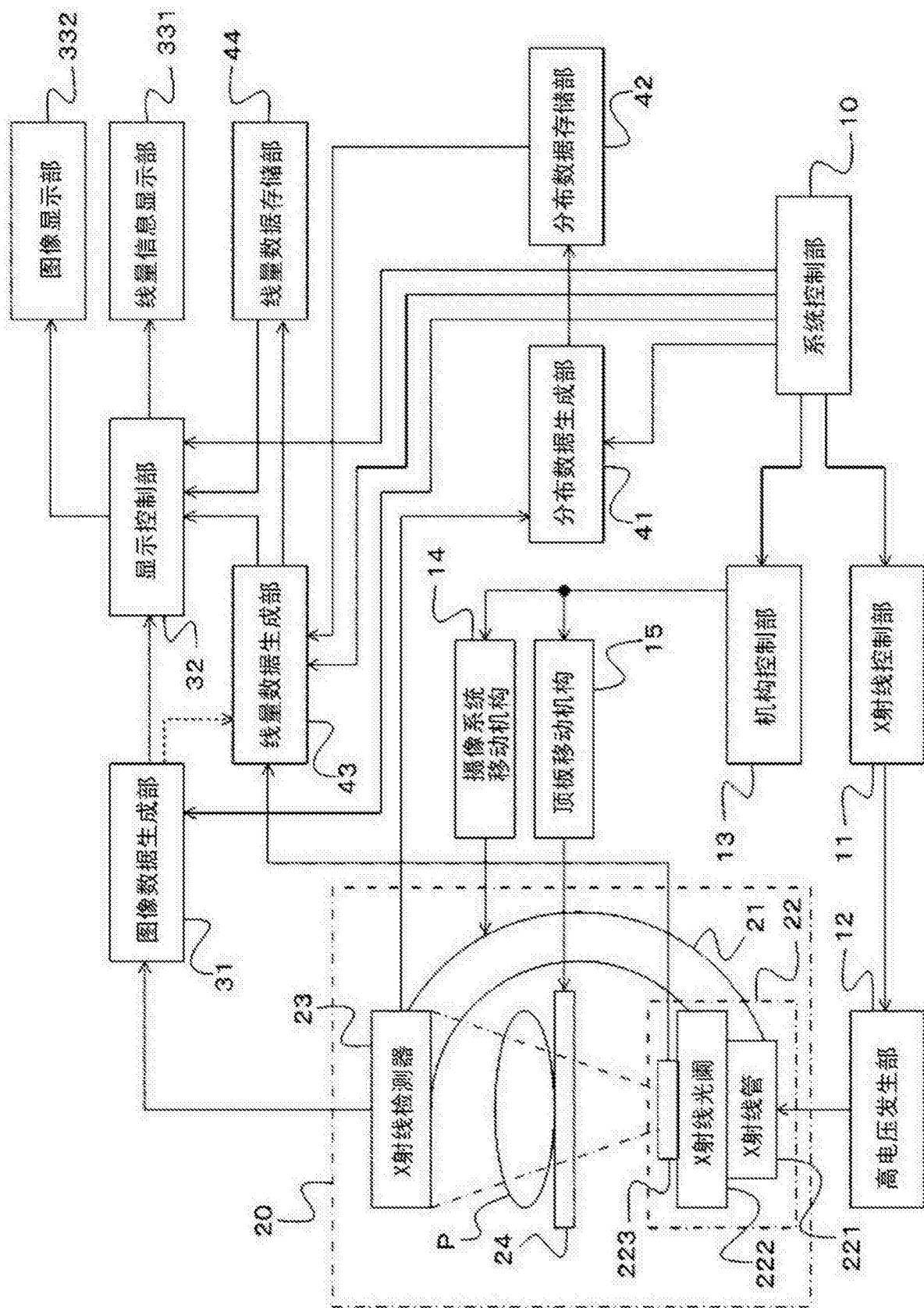


图 1

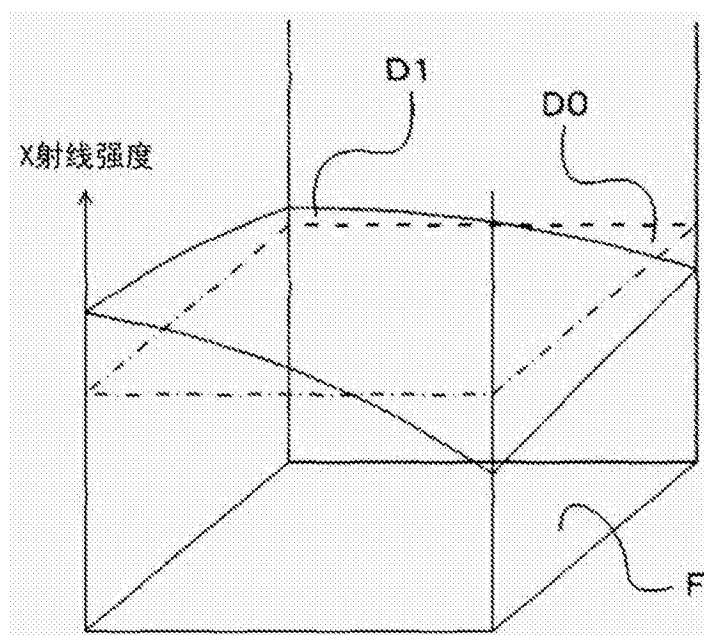


图 2

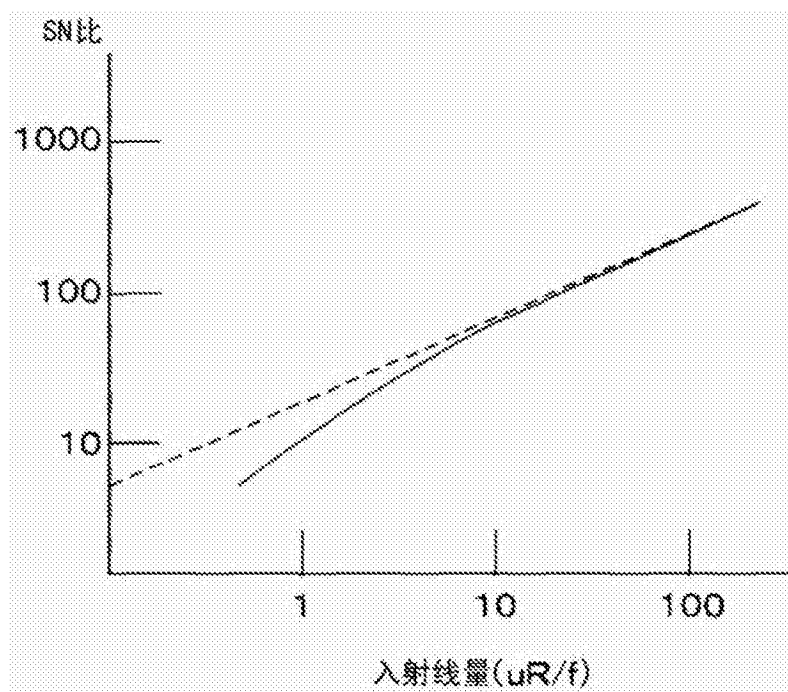


图 3A

|   | a   | b   | c   | d   | e   |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 90  | 100 | 110 | 100 | 100 |
| 2 | 65  | 100 | 125 | 110 | 100 |
| 3 | 60  | 110 | 120 | 110 | 100 |
| 4 | 60  | 110 | 120 | 110 | 100 |
| 5 | 100 | 100 | 110 | 100 | 90  |

图 3B

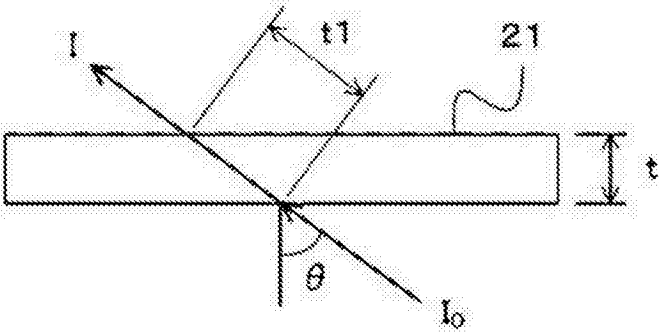


图 4A

223

|   | a   | b   | c   | d  | e  |
|---|-----|-----|-----|----|----|
| 1 | 100 | 100 | 100 | 50 | 50 |
| 2 | 100 | 100 | 100 | 50 | 50 |
| 3 | 100 | 100 | 100 | 50 | 50 |
| 4 | 100 | 100 | 100 | 50 | 50 |
| 5 | 100 | 100 | 100 | 50 | 50 |

M1

图 4B

223

|   | a   | b   | c   | d    | e    |
|---|-----|-----|-----|------|------|
| 1 | 125 | 125 | 125 | 62.5 | 62.5 |
| 2 | 125 | 125 | 125 | 62.5 | 62.5 |
| 3 | 125 | 125 | 125 | 62.5 | 62.5 |
| 4 | 125 | 125 | 125 | 62.5 | 62.5 |
| 5 | 125 | 125 | 125 | 62.5 | 62.5 |

M1

图 4C

|   | a     | b     | c     | d    | e    |
|---|-------|-------|-------|------|------|
| 1 | 112.5 | 125   | 137.5 | 62.5 | 62.5 |
| 2 | 81.3  | 125   | 156.3 | 68.8 | 62.5 |
| 3 | 75    | 137.5 | 150   | 68.8 | 62.5 |
| 4 | 75    | 137.5 | 150   | 68.8 | 62.5 |
| 5 | 125   | 125   | 137.5 | 62.5 | 56.3 |

M2

图 4D

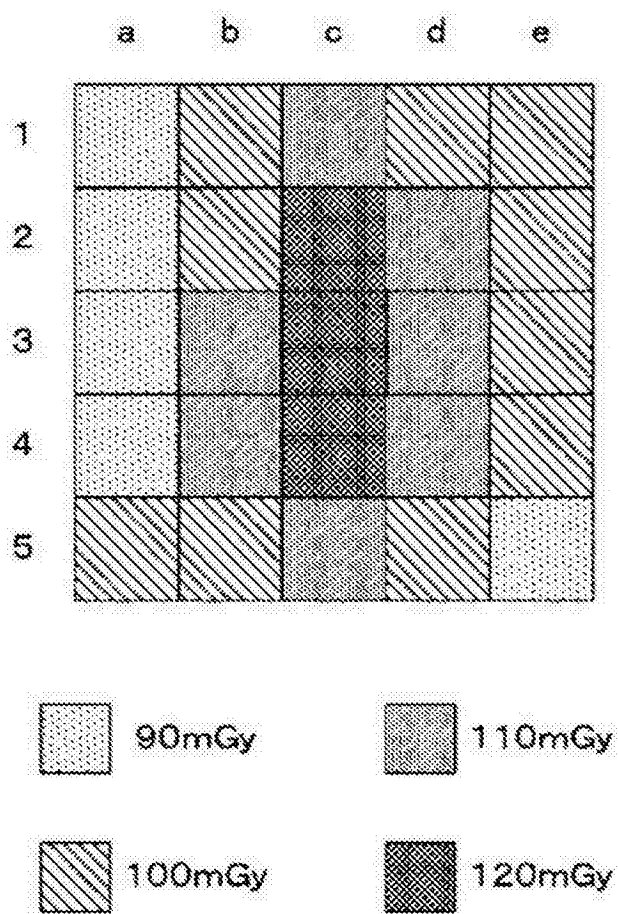


图 5A

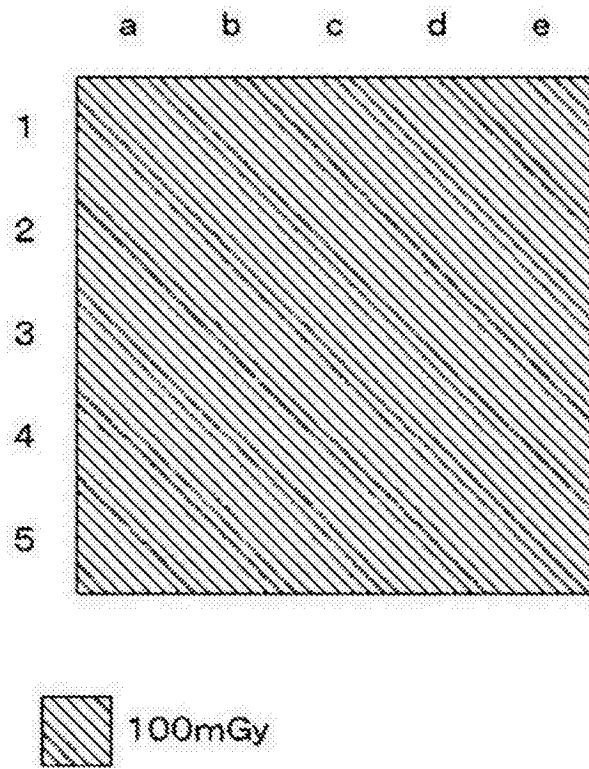


图 5B

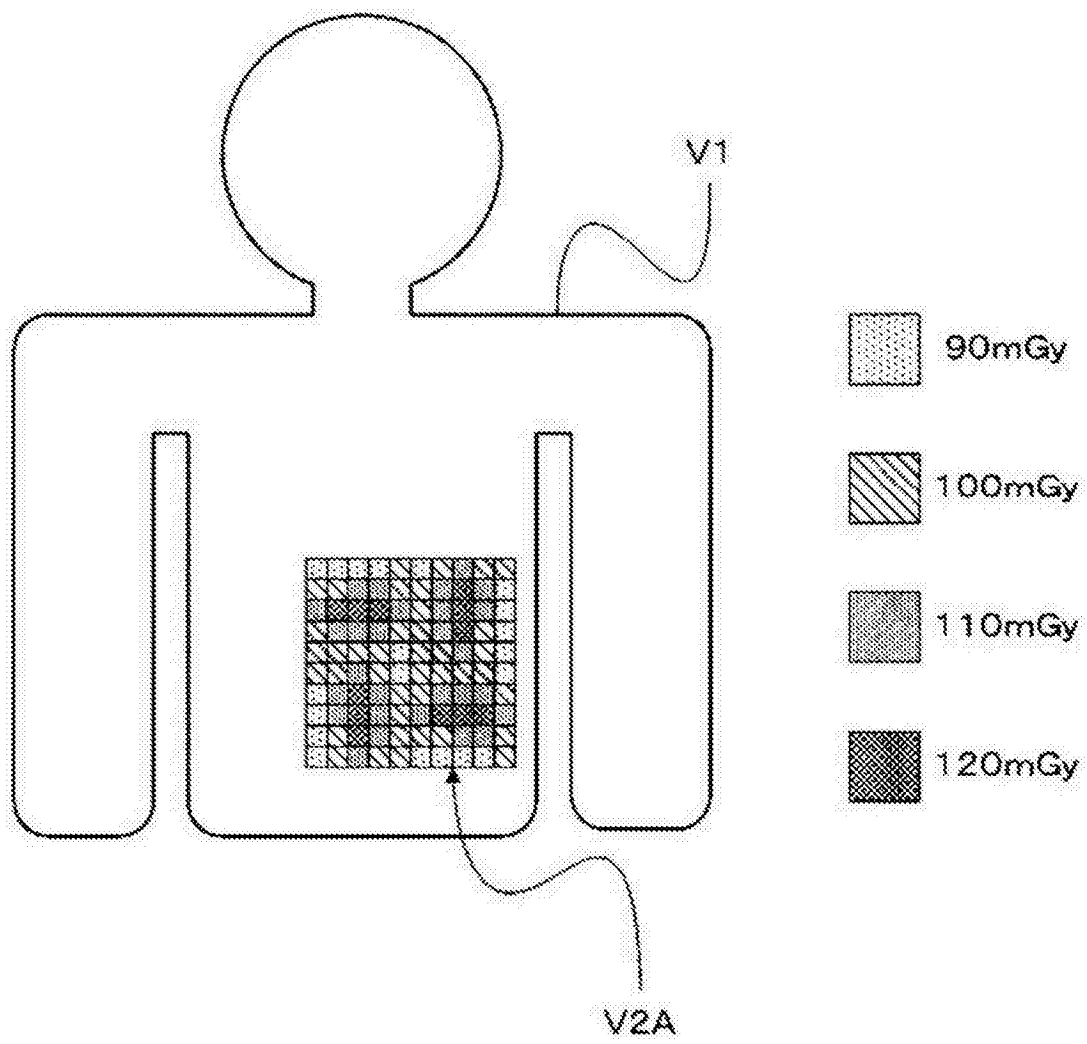


图 6A

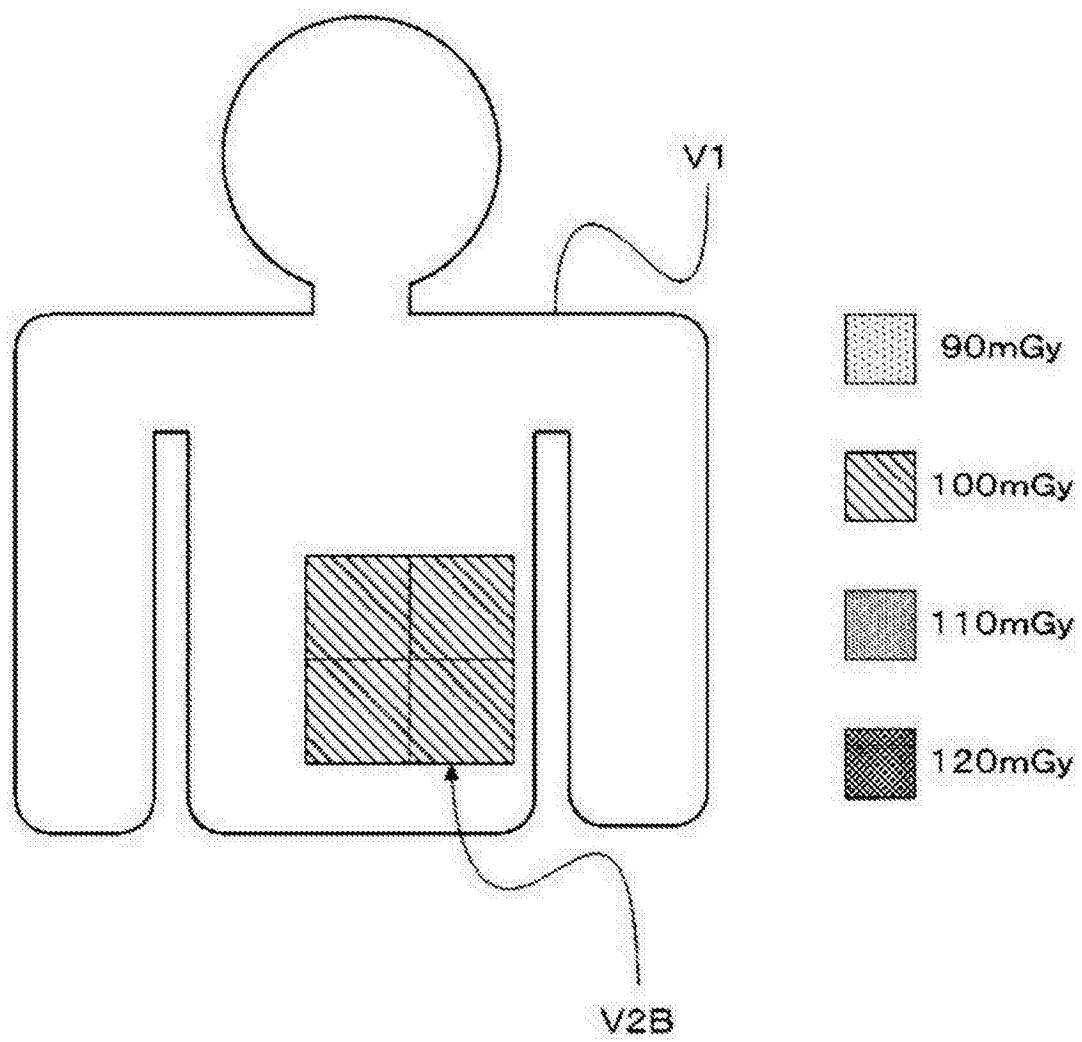


图 6B

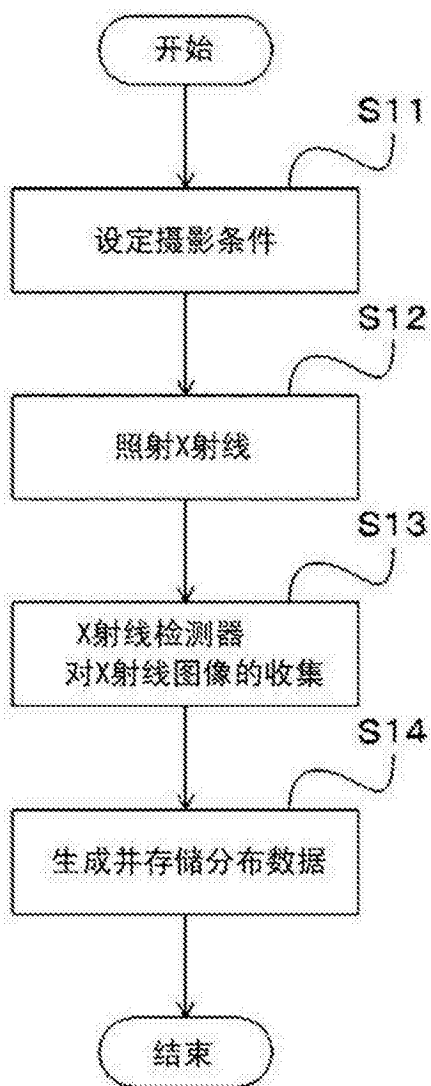


图 7A

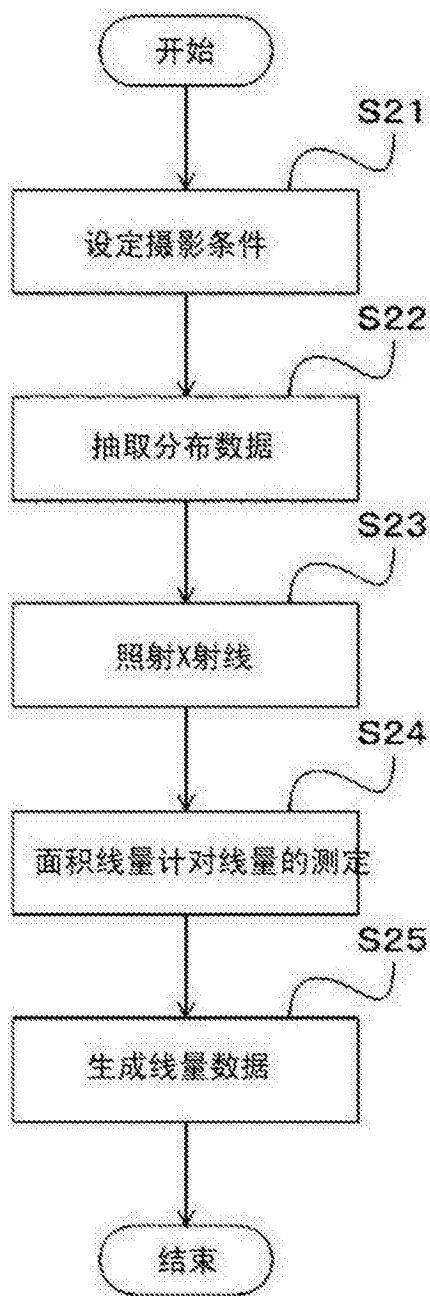


图 7B