



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109923403 A

(43)申请公布日 2019.06.21

(21)申请号 201780068105.2

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所(普通合伙) 11277

(22)申请日 2017.10.03

代理人 刘新宇

(30)优先权数据

2016-214231 2016.11.01 JP

(51)Int.Cl.

G01N 23/04(2018.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.04.30

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2017/035979 2017.10.03

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/083930 JA 2018.05.11

(71)申请人 株式会社岛津制作所

地址 日本京都府

(72)发明人 佐藤真

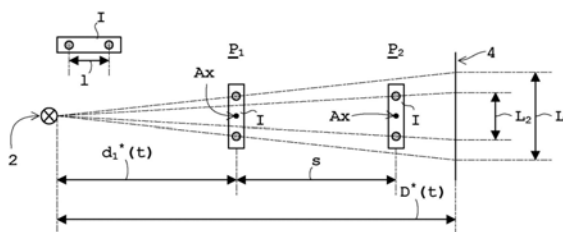
权利要求书3页 说明书21页 附图5页

(54)发明名称

放射线断层摄影装置的摄像倍率校正方法

(57)摘要

能够基于(作为摄影位置的)第一部位(P1)、(与第一部位(P1)不同的)第二部位(P2)处的工作台上的校正用器具(器具)(I)的投影像的大小(L1、L2)以及第一部位(P1)处的工作台的旋转中心轴(Ax)与第二部位(P2)处的工作台的旋转中心轴(Ax)之间的距离(s)来求出距离(SRD)。并且,能够通过将该求出的距离(SRD)加上X射线检测器(4)与第一部位(P1)处的工作台的旋转中心轴(Ax)之间的距离来求出距离(SDD),将这些求出的距离(SRD)、距离(SDD)的比率设为第一部位(P1)处的摄影的摄像倍率。



1. 一种放射线断层摄影装置的摄像倍率校正方法,用于对放射线断层摄影装置的摄像倍率进行校正,该放射线断层摄影装置具备:

射线源,其用于照射放射线;

工作台,其用于载置对象物,能够绕旋转中心轴的轴心进行旋转,且能够沿所述放射线的照射轴方向在作为摄影位置的第一部位与不同于所述第一部位的第二部位之间进行直行移动;以及

放射线检测器,其与所述射线源隔着所述工作台而相向配置,

所述放射线断层摄影装置通过使所述工作台绕所述旋转中心轴的轴心进行旋转来获得多个投影像,从而生成CT图像,

所述放射线断层摄影装置的摄像倍率校正方法的特征在于,

基于(a)所述第一部位处的所述工作台上的所述对象物的投影像的大小及所述第二部位处的所述工作台上的所述对象物的投影像的大小、以及(b)所述第一部位处的所述工作台的所述旋转中心轴与所述第二部位处的所述工作台的所述旋转中心轴之间的距离,或者基于(a)所述第一部位处的所述工作台上的所述对象物的CT图像的大小及所述第二部位处的所述工作台上的所述对象物的CT图像的大小、以及(b)所述第一部位处的所述工作台的所述旋转中心轴与所述第二部位处的所述工作台的所述旋转中心轴之间的距离,来求出所述射线源的焦点与所述第一部位处的所述工作台的所述旋转中心轴之间的距离SRD,

并且通过将所述求出的距离SRD与下述(c)的距离相加,来求出所述射线源的焦点与所述放射线检测器之间的距离SDD,其中,所述(c)的距离是所述放射线检测器与所述第一部位处的所述工作台的所述旋转中心轴之间的距离,

将这些求出的距离SRD和距离SDD的比率设为所述第一部位处的摄影的摄像倍率。

2. 根据权利要求1所述的放射线断层摄影装置的摄像倍率校正方法,其特征在於,所述(c)的距离等于校正时刻t的距离SDD与该校正时刻t的距离SRD之差,

通过对设该差等于在比较正时刻t靠前的时间点进行校正得到的SDD与在该时间点进行校正得到的SRD之差的方程式进行求解,来分别求出距离SRD和距离SDD。

3. 根据权利要求1或2所述的放射线断层摄影装置的摄像倍率校正方法,其特征在於,所述投影像或所述CT图像是在被检体的断层摄影时的前后得到的图像。

4. 根据权利要求1或2所述的放射线断层摄影装置的摄像倍率校正方法,其特征在於,所述CT图像是与被检体的断层摄影同时得到的校正用器具的图像。

5. 根据权利要求1至3中的任一项所述的放射线断层摄影装置的摄像倍率校正方法,其特征在於,

所述投影像是将校正用器具以相对于所述旋转中心轴的相对位置已知的方式载置于所述工作台后使用所述放射线检测器拍摄到的所述校正用器具的投影像,

通过包括所述(a)的所述第一部位处的所述工作台上的所述校正用器具的投影像的大小及所述第二部位处的所述工作台上的所述校正用器具的投影像的大小、以及所述(b)的距离的几何运算来求出距离SRD,

并且通过将该求出的距离SRD与所述(c)的距离相加来求出距离SDD。

6. 根据权利要求1至4中的任一项所述的放射线断层摄影装置的摄像倍率校正方法,其特征在於,

为了基于所述(a)的图像的大小和所述(b)的距离求出距离SRD,

根据在所述第一部位处将校正用器具载置于所述工作台后使用所述放射线检测器进行断层摄影所得到的CT图像中拍进的所述校正用器具的像素坐标,来求出所述校正用器具相对于所述旋转中心轴的相对位置,

所述投影像是使用所述放射线检测器拍摄到的所述校正用器具的投影像,

通过包括所述(a)的所述第一部位处的所述工作台上的所述校正用器具的投影像的大小及所述第二部位处的所述工作台上的所述校正用器具的投影像的大小、所述(b)的距离以及(d)所述校正用器具相对于所述旋转中心轴的相对位置的几何运算,来求出距离SRD,

并且通过将求出的距离SRD与所述(c)的距离相加来求出距离SDD。

7. 根据权利要求1至3中的任一项所述的放射线断层摄影装置的摄像倍率校正方法,其特征在于,

为了基于所述(a)的图像的大小和所述(b)的距离求出距离SRD,

根据在所述第一部位处将被检体载置于所述工作台后使用所述放射线检测器进行断层摄影所得到的CT图像,来求出表示所述(a)的所述第一部位处的所述被检体的CT图像的大小的、被检体的构造,

所述投影像是(A)当在从所述第一部位起移动了所述(b)的距离后的所述第二部位处设置了所述工作台时从所述被检体的构造投影且使用所述放射线检测器拍摄到的实测投影像、以及(B)当在从所述第一部位起移动了所述(b)的距离后的所述第二部位处设置了所述工作台时一边使所述射线源的焦点虚拟地移动一边从所述被检体的构造投影出的模拟投影像,

一边使所述射线源的焦点虚拟地移动一边进行所述(A)的实测投影像与所述(B)的模拟投影像的匹配,使得所述(A)的实测投影像的大小与所述(B)的模拟投影像的大小彼此一致,

求出在所述(B)的模拟投影像匹配到所述(A)的实测投影像时的所述射线源的焦点与所述第一部位处的所述工作台的所述旋转中心轴之间的距离,来作为距离SRD,

并且通过将求出的距离SRD与所述(c)的距离相加,求出在所述(B)的模拟投影像匹配到所述(A)的实测投影像时的所述射线源的焦点与所述放射线检测器之间的距离,来作为距离SDD。

8. 根据权利要求1至3中的任一项所述的放射线断层摄影装置的摄像倍率校正方法,其特征在于,

所述CT图像是将校正用器具载置于所述工作台后使用所述放射线检测器进行断层摄影所得到的所述校正用器具的CT图像,

通过包括所述(a)的所述第一部位处的所述工作台上的所述校正用器具的CT图像的大小及所述第二部位处的所述工作台上的所述校正用器具的CT图像的大小、以及所述(b)的距离的几何运算,来求出距离SRD,

并且通过将求出的距离SRD与所述(c)的距离相加来求出距离SDD。

9. 根据权利要求1至3中的任一项所述的放射线断层摄影装置的摄像倍率校正方法,其特征在于,

所述CT图像是(C)在所述第一部位处将被检体载置于所述工作台后使用所述放射线检

测器进行断层摄影所得到的CT图像、以及(D)在从所述第一部位起移动了所述(b)的距离后的所述第二部位处将该被检体载置于所述工作台后使用所述放射线检测器进行断层摄影所得到的CT图像,

在使所述断层摄影时的所述第一部位和所述第二部位的工作台的位置固定的状态下使所述射线源的焦点虚拟地移动一边分别进行所述第一部位和所述第二部位处的(E)的模拟CT图像的匹配,使得CT图像的大小彼此一致,

求出在所述第一部位和所述第二部位处的所述(E)的模拟CT图像彼此匹配时的所述射线源的焦点与所述第一部位处的所述工作台的所述旋转中心轴之间的距离来作为距离SRD,

并且通过将求出的距离SRD与所述(c)的距离相加,来求出在所述第一部位和所述第二部位处的所述(E)的模拟CT图像彼此匹配时的所述射线源的焦点与所述放射线检测器之间的距离作为距离SDD。

## 放射线断层摄影装置的摄像倍率校正方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种校正放射线断层摄影装置的摄像倍率的方法。

### 背景技术

[0002] 在无损检查装置等产业用放射线断层摄影 (CT:Computed Tomography:计算机断层摄影) 装置等中使用的放射线断层摄影装置 (CT装置) 主要由以下三个要素构成。即,CT装置由用于照射放射线的射线源、用于载置被检体且能够绕旋转中心轴的轴心旋转的工作台以及与射线源隔着该工作台而相向配置的放射线检测器这三个要素构成。

[0003] 将任意的被检体载置于工作台,一边从射线源照射放射线一边使工作台绕旋转中心轴的轴心旋转,由此进行断层摄影。利用放射线检测器对透过了被检体的放射线进行检测,对使用放射线检测器拍摄到的多个投影像实施重构运算,由此能够得到被检体的断层像。在此,能够基于从射线源到工作台的旋转中心轴的距离 (SRD:Source-to-Rotation centre Distance) 和从射线源到放射线检测器的距离 (SDD:Source-to-Detector Distance) 来利用SDD/SRD定义投影像的摄像倍率。因而,能够通过准确地求出摄像倍率来准确地掌握被检体的断层像的尺寸。

[0004] 实际上,射线源的焦点位置由于产生放射线的靶材的热膨胀而发生变动,以焦点直径等为代表的射线源的性质也根据放射线条件而发生变动。其结果,SDD、SRD变动。因而,如果不能准确地求出SDD、SRD,就无法准确地掌握被检体的断层像的尺寸。换言之,如果SDD、SRD不是准确的值,则所得到的被检体的断层像的尺寸就会变动而偏离真值。

[0005] 因此,存在一种准确地求出SDD、SRD来校正摄像倍率的技术 (例如,参照专利文献1、2)。如图7所示,具备使工作台T沿着将射线源S与放射线检测器D的中心相连接的轴 (也称为“照射轴”) 进行直行移动的直行驱动机构MC,将合适的校正用器具 (也称为“专用器具”或简称为“器具”) 以相对于旋转中心轴的相对位置已知的方式载置于工作台T。在专利文献1:日本专利第4396796号公报中,在某个部位拍摄了器具之后,利用直行驱动机构MC使器具与工作台T一起沿照射轴直行移动到其它部位,在该其它部位拍摄器具。以这种方式在共计两个部位分别拍摄器具,由此能够通过几何运算来校正特定位置处的SDD、SRD。此外,在这种以往的校正方法中使用设计尺寸已知的器具。

[0006] 另外,在专利文献2:日本特开2013-217773号公报中,使具有朝向特定的焦点位置倾斜的面的屏蔽构件接近放射线检测器地进行设置。当特定的焦点位置在专利文献2的图11的照射轴方向 (在图11中为Z方向) 或与照射轴正交的专利文献2的图13的水平方向 (在图13中为Y方向) 上发生变动时,由屏蔽构件产生的阴影的粗细如专利文献2的图12、图14那样变动。能够根据该阴影求出变动后的焦点位置或根据该阴影求出投影像的缩小率。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:日本专利第4396796号公报 (图1)

[0010] 专利文献2:日本特开2013-217773号公报 (第21-22页、图11-14)

## 发明内容

### [0011] 发明要解决的问题

[0012] 然而,现有方法的前提是,用于校正的上述器具的设计尺寸已知,因此存在以下问题:为了准确地求出摄像倍率,需要校正用器具的形状精度高。

[0013] 即,在如专利文献1:日本专利第4396796号公报那样的校正中,实际测量器具在投影像上的投影尺寸(像素间距离)。优选使器具尽量靠近射线源,以利用用于求取投影像的放射线检测器高精度地进行检测。因此,需要器具的小型化,难以对器具要求高的形状精度。这样,即使是不需要高的形状精度的器具、设计尺寸并非已知的器具或作为断层摄影的对象的被检体,也期望准确地求出SDD、SRD。

[0014] 本发明是鉴于这种情况而完成的,其目的在于提供一种即使使用任意的校正用器具或作为断层摄影的对象的被检体也能够准确地校正摄像倍率的放射线断层摄影装置的摄像倍率校正方法。

### [0015] 用于解决问题的方案

[0016] 本发明为了实现这种目的而采用如下的结构。

[0017] 即,本发明所涉及的放射线断层摄影装置的摄像倍率校正方法是一种用于对放射线断层摄影装置的摄像倍率进行校正的方法,该放射线断层摄影装置具备:射线源,其用于照射放射线;工作台,其用于载置对象物,能够绕旋转中心轴的轴心进行旋转,且能够沿所述放射线的照射轴方向在作为摄影位置的第一部位与不同于所述第一部位的第二部位之间进行直行移动;以及放射线检测器,其与所述射线源隔着所述工作台而相向配置,所述放射线断层摄影装置通过使所述工作台绕所述旋转中心轴的轴心进行旋转来获得多个投影像,从而生成CT图像,在所述放射线断层摄影装置的摄像倍率校正方法中,基于(a)所述第一部位处的所述工作台上的所述对象物的投影像的大小及所述第二部位处的所述工作台上的所述对象物的投影像的大小、以及(b)所述第一部位处的所述工作台的所述旋转中心轴与所述第二部位处的所述工作台的所述旋转中心轴之间的距离,或者基于(a)所述第一部位处的所述工作台上的所述对象物的CT图像的大小及所述第二部位处的所述工作台上的所述对象物的CT图像的大小、以及(b)所述第一部位处的所述工作台的所述旋转中心轴与所述第二部位处的所述工作台的所述旋转中心轴之间的距离,来求出所述射线源的焦点与所述第一部位处的所述工作台的所述旋转中心轴之间的距离SRD,并且通过将所述求出的距离SRD与下述(c)的距离相加,来求出所述射线源的焦点与所述放射线检测器之间的距离SDD,其中,所述(c)的距离是所述放射线检测器与所述第一部位处的所述工作台的所述旋转中心轴之间的距离,将这些求出的距离SRD和距离SDD的比率设为所述第一部位处的摄影的摄像倍率。

[0018] [作用和效果]根据本发明所涉及的放射线断层摄影装置的摄像倍率校正方法,在对通过使工作台绕旋转中心轴的轴心进行旋转来获得多个投影像从而生成CT图像的放射线断层摄影装置的摄像倍率进行校正时,使用下述(a)~(c)的参数分别求出距离SRD、距离SDD。

[0019] (a)是(作为摄影位置的)第一部位处的工作台上的对象物的投影像或CT图像的大小以及(与第一部位不同的)第二部位处的工作台上的对象物的投影像或CT图像的大小。(b)是第一部位处的工作台的旋转中心轴与第二部位处的工作台的旋转中心轴之间的距

离。能够基于上述(a)、(b)的参数来求出距离SRD。

[0020] 在本发明中,在下述(c)的参数已知或按已知看待的前提下,即使不使用如以往的方法那样的校正用器具的已知的设计尺寸的参数,也能够求出距离SDD。(c)是放射线检测器与(作为摄影位置的)第一部位处的工作台的旋转中心轴之间的距离。

[0021] 因而,如果基于上述(a)、(b)的参数准确地求出距离SRD,则也准确地求出射线源的焦点位置,仅通过将准确地求出的距离SRD与(c)的参数相加,就能够准确地求出距离SDD。能够通过将这些求出的距离SRD、距离SDD的比率设为第一部位处的摄影的摄像倍率来准确地校正摄像倍率。也就是说,即使对象物是未知尺寸的校正用器具或作为断层摄影的对象的被检体,也能够使用该对象物来准确地求出距离SRD、距离SDD、摄像倍率。其结果,即使使用任意的校正用器具或作为断层摄影的对象的被检体,也能够准确地校正摄像倍率。

[0022] 在本发明中,即使假设射线源的焦点位置在时间上发生了变动,也能够视为上述(c)的参数(距离)在时间上未发生变动而为固定。能够将校正时刻t的距离SDD与该校正时刻t的距离SRD之差视为上述(c)的距离(即,放射线检测器与第一部位处的工作台的旋转中心轴之间的距离)。因而,即使是任意的校正时刻t,也能够与射线源的焦点的变动无关地视为该差固定,能够视为该差等于在比较时刻t靠前的时间点进行校正得到的SDD与在该时间点进行校正得到的SRD之差。其结果,能够通过对比校正时刻t的距离SDD与该校正时刻t的距离SRD之差等于在比较时刻t靠前的时间点进行校正得到的SDD与在该时间点进行校正得到的SRD之差的方程式进行求解,来分别求出距离SRD、距离SDD。这样,即使上述(c)的参数(距离)并非已知,也能够通过对在时间上不发生变动而为固定的方程式进行求解来准确地求出距离SRD、距离SDD、摄像倍率。

[0023] 用于求出摄像倍率的投影像、CT图像也可以是在被检体的断层摄影时的前后得到的图像,在CT图像的情况下,也可以是与被检体的断层摄影同时得到的校正用器具的图像。在被检体的断层摄影时的前后获取投影像、CT图像意味着将被检体的断层摄影时设为基准时以不改变射线源的性质的状态获取投影像、CT图像。在与被检体的断层摄影同时获得校正用器具的CT图像的情况下,能够以射线源的性质可靠地不改变的状态同时获得通过被检体的断层摄影得到的被检体的CT图像和用于求出摄像倍率的校正用器具的CT图像。为了与被检体的断层摄影同时获得校正用器具的CT图像,在作为摄影位置的第一部位设置工作台,将被检体和校正用器具同时载置于同一工作台并进行断层摄影即可。

[0024] 作为分别求出距离SRD、距离SDD的具体方式,例如能够列举下述的方式(第一方式~第五方式)。

[0025] 投影像是将校正用器具以相对于旋转中心轴的相对位置已知的方式载置于工作台后使用放射线检测器拍摄到的校正用器具的投影像,通过包括所述(a)的第一部位处的工作台上的校正用器具的投影像的大小及第二部位处的工作台上的校正用器具的投影像的大小、以及所述(b)的距离的几何运算来求出距离SRD,并且通过将求出的距离SRD与所述(c)的距离相加来求出距离SDD(第一方式)。

[0026] 在第一方式的情况下,作为(a)的参数第一部位、第二部位处的工作台上的校正用器具的投影像的大小是由放射线检测器拍摄到的实测值,作为(b)的参数第一部位处的工作台的旋转中心轴与第二部位处的工作台的旋转中心轴之间的距离是已知的。因而,能够通过包括(a)的参数和(b)的参数的几何运算来准确地求出距离SRD。仅通过将求出的

的距离SRD与(c)的参数相加,也能够准确地求出距离SDD。

[0027] 另外,为了基于所述(a)的图像的大小和所述(b)的距离求出距离SRD,根据在第一部位处将校正用器具载置于工作台后使用放射线检测器进行断层摄影所得到的CT图像中拍进的校正用器具的像素坐标,来求出校正用器具相对于旋转中心轴的相对位置,投影像是使用放射线检测器拍摄到的校正用器具的投影像,通过包括所述(a)的第一部位处的工作台上的校正用器具的投影像的大小及第二部位处的工作台上的校正用器具的投影像的大小、所述(b)的距离以及(d)校正用器具相对于旋转中心轴的相对位置的几何运算,来求出距离SRD,并且通过将该求出的距离SRD与所述(c)的距离相加来求出距离SDD(第二方式)。

[0028] 在第一方式中,是相对于旋转中心轴的相对位置已知的情况,但在第二方式中,是相对于旋转中心轴的相对位置未知的情况。因此,通过在第一部位处将校正用器具载置于工作台后使用放射线检测器进行断层摄影,来获取校正用器具的CT图像。根据该CT图像中拍进的校正用器具的像素坐标来求出校正用器具相对于旋转中心轴的相对位置。当将校正用器具相对于旋转中心轴的相对位置设为(d)的参数时,能够通过除了包括第一方式中的(a)的参数和(b)的参数以外还包括第二方式中的(d)的参数的几何运算来准确地求出距离SRD。仅通过将该求出的距离SRD与(c)的参数相加,也能够准确地求出距离SDD。

[0029] 另外,为了基于所述(a)的图像的大小和所述(b)的距离求出距离SRD,根据在第一部位处将被检体载置于工作台后使用放射线检测器进行断层摄影所得到的CT图像,来求出表示所述(a)的第一部位处的被检体的CT图像的大小的、被检体的构造,投影像是(A)当在从第一部位起移动了所述(b)的距离后的第二部位处设置了工作台时从被检体的构造投影且使用放射线检测器拍摄到的实测投影像、以及(B)当在从第一部位起移动了所述(b)的距离后的第二部位处设置了工作台时一边使射线源的焦点虚拟地移动一边从被检体的构造投影出的模拟投影像,一边使射线源的焦点虚拟地移动一边进行所述(A)的实测投影像与所述(B)的模拟投影像的匹配,使得所述(A)的实测投影像的大小与所述(B)的模拟投影像的大小彼此一致,求出在所述(B)的模拟投影像匹配到所述(A)的实测投影像时的射线源的焦点与第一部位处的工作台的旋转中心轴之间的距离,来作为距离SRD,并且通过将该求出的距离SRD与所述(c)的距离相加,求出在所述(B)的模拟投影像匹配到所述(A)的实测投影像时的射线源的焦点与放射线检测器之间的距离,来作为距离SDD(第三方式)。

[0030] 在第一方式、第二方式中,使用校正用器具作为对象物,将对校正用器具进行摄影或断层摄影所得到的图像(校正用器具的投影像、校正用器具的CT图像)用于摄像倍率的校正。与此相对地,在第三方式中,使用断层摄影的对象即被检体作为对象物,将对被检体进行摄影或断层摄影所得到的图像(被检体的投影像、被检体的CT图像)用于摄像倍率的校正。因此,根据在第一部位处将被检体载置于工作台后使用放射线检测器进行断层摄影所得到的CT图像来求出(a)的参数时的表示第一部位处的被检体的CT图像的大小的、被检体的构造。当在从第一部位起移动了(b)的参数的距离后的第二部位处设置了工作台时,获取从被检体的构造投影且使用放射线检测器拍摄到的实测投影像。

[0031] 此时,被检体的CT图像没有使用要校正的SRD、SDD,因此表示被检体的CT图像的大小的被检体的构造也相对于实际的被检体的CT图像被放大或缩小。并且,作为断层摄影的对象被检体是未知尺寸的任意的被检体,因此仅根据从被检体的构造投影且使用放射线



检测器拍摄到的实测投影像求出被检体的实际的尺寸并不容易。因此,当在从第一部位起移动了(b)的参数的距离后的第二部位处设置了工作台时,使用一边使射线源的焦点虚拟地移动一边从被检体的构造投影出的模拟投影像。一边使射线源的焦点虚拟地移动一边进行(A)的实测投影像与(B)的模拟投影像的匹配,使得(A)的实测投影像的大小与(B)的模拟投影像的大小彼此一致。

[0032] 此外,当想要以固定在第一部位的状态(即,与断层摄影相同的部位)进行(A)的实测投影像与(B)的模拟投影像的匹配时,由于倍率存在自由度,因此无法对SRD乃至SDD进行校正。为了消除该自由度,互不相同的部位间的距离(第一部位处的工作台的旋转中心轴与第二部位处的工作台的旋转中心轴之间的距离)、即(b)的参数的距离需要是已知的。能够准确地求出将(B)的模拟投影像匹配到(A)的实测投影像时的射线源的焦点与第一部位处的工作台的旋转中心轴之间的距离来作为距离SRD。仅通过将该求出的距离SRD与(c)的参数相加,就能够准确地求出将(B)的模拟投影像匹配到(A)的实测投影像时的射线源的焦点与放射线检测器之间的距离来作为距离SDD。

[0033] 另外,CT图像是将校正用器具载置于工作台后使用放射线检测器进行断层摄影所得到的校正用器具的CT图像,通过包括所述(a)的第一部位处的工作台上的校正用器具的CT图像的大小及第二部位处的工作台上的校正用器具的CT图像的大小、以及所述(b)的距离的几何运算,来求出距离SRD,并且通过将该求出的距离SRD与所述(c)的距离相加来求出距离SDD(第四方式)。

[0034] 在第一方式、第二方式、第三方式中,至少使用投影像来用于摄像倍率的校正。与此相对地,在第四方式中,仅使用校正用器具的CT图像来用于摄像倍率的校正。与第三方式中的被检体的CT图像同样地,校正用器具的CT图像没有使用要校正的SRD、SDD,因此校正用器具的CT图像相对于实际的校正用器具的CT图像被放大或缩小。换言之,如果是使用被准确地校正后的SRD、SDD得到的CT图像,则能够不依赖于工作台的位置(摄影位置)地获得实际尺寸的CT图像。但是,未被校正的SRD、SDD由于射线源的焦点位置的变动而不具有正确的值,因此当使用未被校正的SRD、SDD时,CT图像的大小根据工作台的位置(摄影位置)不同而发生变动。

[0035] 因此,作为(a)的参数的第一部位、第二部位处的工作台上的校正用器具的CT图像的大小是由放射线检测器进行断层摄影所得到的实测值,作为(b)的参数的第一部位处的工作台的旋转中心轴与第二部位处的工作台的旋转中心轴之间的距离已知。因而,能够通过包括(a)的参数和(b)的参数的几何运算来准确地求出距离SRD。仅通过将该求出的距离SRD与(c)的参数相加,也能够准确地求出距离SDD。

[0036] 另外,CT图像是(C)在第一部位处将被检体载置于工作台后使用放射线检测器进行断层摄影所得到的CT图像、以及(D)在从第一部位起移动了所述(b)的距离后的第二部位处将该被检体载置于工作台后使用放射线检测器进行断层摄影所得到的CT图像,在使断层摄影时的第一部位和第二部位的工作台的位置固定的状态下一边使射线源的焦点虚拟地移动一边分别进行第一部位和第二部位处的(E)的模拟CT图像的匹配,使得CT图像的大小彼此一致,求出在第一部位和第二部位处的所述(E)的模拟CT图像彼此匹配时的射线源的焦点与第一部位处的工作台的旋转中心轴之间的距离来作为距离SRD,并且通过将该求出的距离SRD与(c)的距离相加,来求出在第一部位和第二部位处的所述(E)的模拟CT图像彼

此匹配时的射线源的焦点与放射线检测器之间的距离作为距离SDD(第五方式)。

[0037] 在第一方式、第二方式的方式中,作为对象物,使用校正用器具,将对校正用器具进行摄影或断层摄影所得到的图像(校正用器具的投影像、校正用器具的CT图像)用于摄像倍率的校正。与此相对地,在第五方式中,与第三方式同样地,作为对象物,使用作为断层摄影的对象物,将被检体,将对被检体进行断层摄影所得到的图像(被检体的CT图像)用于摄像倍率的校正。因此,获取在第一部位将被检体载置于工作台后使用放射线检测器进行断层摄影所得到的CT图像。另外,获取在第二部位将被检体载置于工作台后使用放射线检测器进行断层摄影所得到的CT图像。

[0038] 此时,与第三方式同样地,被检体的CT图像没有使用要校正的SRD、SDD,因此被检体的CT图像相对于实际的被检体的CT图像被放大或缩小。换言之,如在第四方式中所述,如果是使用被准确地校正后的SRD、SDD得到的CT图像,则能够不依赖于工作台的位置(摄影位置)地获得实际尺寸的CT图像。但是,未被校正的SRD、SDD由于射线源的焦点位置的变动而不具有正确的值,因此当使用未被校正的SRD、SDD时,CT图像的大小根据工作台的位置(摄影位置)不同而发生变动。

[0039] 并且,如在第三方式中所述,作为断层摄影的对象物,被检体是未知尺寸的任意的被检体,因此仅根据使用放射线检测器进行断层摄影所得到的被检体的CT图像来求出被检体的实际的尺寸并不容易。因此,分别获取在第一部位处将被检体载置于工作台后使用放射线检测器进行断层摄影所得到的(C)的CT图像以及当在从第一部位起移动了(b)的参数距离后的第二部位处将该被检体载置于工作台后使用放射线检测器进行断层摄影所得到的(D)的CT图像,进行如下匹配使得CT图像的大小彼此一致。

[0040] 即,在使断层摄影时的第一部位和第二部位的工作台的位置固定的状态下一边使射线源的焦点虚拟地移动一边分别进行第一部位和第二部位处的(E)的模拟CT图像的匹配。能够准确地求出第一部位和第二部位处的(E)的模拟CT图像彼此匹配时的射线源的焦点与第一部位处的工作台的旋转中心轴之间的距离来作为距离SRD。仅通过将求出的距离SRD与(c)的参数相加,就能够准确地求出第一部位和第二部位处的(E)的模拟CT图像彼此匹配时的射线源的焦点与放射线检测器之间的距离来作为距离SDD。

[0041] 发明的效果

[0042] 根据本发明所涉及的放射线断层摄影装置的摄像倍率校正方法,能够基于(a)(作为摄影位置的)第一部位处的工作台上的对象物的投影像或CT图像的大小和(与第一部位不同的)第二部位处的工作台上的对象物的投影像或CT图像的大小以及(b)第一部位处的工作台的旋转中心轴与第二部位处的工作台的旋转中心轴之间的距离,来求出距离SRD。并且,能够通过将该求出的距离SRD加上(c)放射线检测器与(作为摄影位置的)第一部位处的工作台的旋转中心轴之间的距离来求出距离SDD,能够通过将这些求出的距离SRD、距离SDD的比率设为第一部位处的摄影的摄像倍率来校正摄像倍率。其结果,任意的校正用器具或断层摄影

## 附图说明

[0043] 图1是各实施例所涉及的X射线断层摄影装置的概要侧视图。

[0044] 图2是实施例1所涉及的用于摄像倍率的校正的X射线管的焦点、旋转中心轴、校正

用器具(器具)以及X射线检测器的检测面的概要俯视图。

[0045] 图3的(a)~(c)是实施例2所涉及的用于摄像倍率的校正的X射线管的焦点、旋转中心轴、校正用器具(器具)以及X射线检测器的检测面的概要俯视图。

[0046] 图4的(a)~(c)是实施例3所涉及的用于摄像倍率的校正的X射线管的焦点、旋转中心轴、被检体以及X射线检测器的检测面的概要俯视图。

[0047] 图5的(a)、(b)是实施例4所涉及的用于摄像倍率的校正的X射线管的焦点、旋转中心轴、校正用器具(器具)以及X射线检测器的检测面的概要俯视图。

[0048] 图6的(a)、(b)是实施例5所涉及的用于摄像倍率的校正的X射线管的焦点、旋转中心轴、被检体以及X射线检测器的检测面的概要俯视图。

[0049] 图7是以往的用于校正摄像倍率的放射线断层摄影装置的概要侧视图。

## 具体实施方式

[0050] 实施例1

[0051] 以下,参照附图来说明本发明的实施例1。

[0052] 图1是各实施例所涉及的X射线断层摄影装置的概要侧视图。包括后述的实施例2~5在内,在本实施例1中,作为放射线,采用X射线为例进行说明,并且,作为放射线断层摄影装置,采用X射线断层摄影装置为例进行说明。

[0053] 也包括后述的实施例2~5在内,在本实施例1中,如图1所示,X射线断层摄影装置1具备:X射线管2,其用于照射X射线;工作台3,其用于载置如被检体M或校正用器具I(参照图2)那样的对象物,能够绕旋转中心轴Ax的轴心旋转,且能够沿X射线的照射轴方向进行直行移动;以及X射线检测器4,其与X射线管2隔着该工作台3而相向配置,用于检测从X射线管2照射出的X射线。除此以外,X射线断层摄影装置1具备直行驱动机构5、重构处理部6以及摄像倍率校正部7。X射线管2相当于本发明的射线源,工作台3相当于本发明的工作台,X射线检测器4相当于本发明的放射线检测器。

[0054] 关于X射线检测器4,如图像增强器(I.I)、平板型X射线检测器(FPD:Flat Panel Detector)等所例示的那样,不作特别地限定。但是,更加优选使用具有变形少的平面的平板型X射线检测器(FPD)来作为X射线检测器4。也包括后述的实施例2~5在内,在本实施例1中,作为X射线检测器4,采用FPD为例进行说明。

[0055] FPD包括与像素对应地纵横排列的多个检测元件,检测元件检测X射线,并输出所检测到的X射线的的数据(电荷信号)来作为X射线检测信号。通过这样,从X射线管2朝向对象物O照射X射线,由FPD构成的X射线检测器4检测X射线并输出X射线检测信号。然后,通过使基于X射线检测信号的像素值与像素(检测元件)对应地排列来获取投影像。

[0056] 直行驱动机构5使工作台3沿着将X射线管2与X射线检测器4的中心相连接的轴(照射轴)进行直行移动。虽然不特别地限定直行驱动机构5的结构,但例如利用螺杆轴、引导构件等构成直行驱动机构5即可。能够利用直行驱动机构5使工作台3如图1中的双点划线那样移动距离s(也参照图2),从而在各个部位进行摄影或断层摄影。

[0057] 因而,能够在被检体M的断层摄影时的前后利用直行驱动机构5使载置有被检体M或器具I的工作台3移动,从而在图1中的实线和图1中的双点划线这两个部位进行摄影或断层摄影。将图1中的实线的部位设为摄影位置,将该摄影位置设为第一部位(附图标记为

P<sub>1</sub>)。另外,将图1中的双点划线的部位设为(与第一部位P<sub>1</sub>不同的)第二部位(附图标记为P<sub>2</sub>)。然后,将通过摄影得到的投影像或如后述的实施例2~5那样通过断层摄影得到的CT像(断层像、重构像)送入摄像倍率校正部7以供后述的用于摄像倍率的校正。

[0058] 重构处理部6对一边从X射线管2照射X射线一边使工作台3绕旋转中心轴Ax的轴心旋转并使用X射线检测器4拍摄到的多个投影像实施重构运算,由此获取CT像(断层像、重构像)。由此进行断层摄影。重构运算的具体方法是如滤波反投影(FBP:Filtered Back Projection)法、逐次近似法等例示那样的公知的方法,因此省略其说明。

[0059] 摄像倍率校正部7利用使用X射线检测器4拍摄到的投影像或由重构处理部6进行重构处理所得到的CT像来校正摄像倍率。后文叙述摄像倍率校正部7的具体的运算。重构处理部6、摄像倍率校正部7由中央运算处理装置(CPU)等构成。此外,重构处理部6也可以由GPU(Graphics Processing Unit:图形处理单元)等构成。

[0060] 接着,参照图2对本实施例1所涉及的摄像倍率校正部7(参照图1)的具体的运算进行说明。图2是实施例1所涉及的用于摄像倍率的校正的X射线管的焦点、旋转中心轴、校正用器具(器具)以及X射线检测器的检测面的概要俯视图。在图2中省略工作台的图示,仅图示X射线管的焦点,仅图示X射线检测器的检测面。

[0061] 在本实施例1中,在被检体M(参照图1)的断层摄影时的前后,将器具I以不改变射线线的性质且相对于旋转中心轴Ax的相对位置已知的方式载置于工作台3(参照图1),在工作台3的位置的两个部位(第一部位P<sub>1</sub>、第二部位P<sub>2</sub>)使用X射线检测器4分别拍摄器具I。如上述那样,在被检体M的断层摄影时的前后,利用直行驱动机构5(参照图1)使载置有器具I的工作台3进行移动,在图1中的实线和图1中的双点划线这两个部位(第一部位P<sub>1</sub>、第二部位P<sub>2</sub>)进行摄影。对第一部位P<sub>1</sub>、第二部位P<sub>2</sub>处的摄影顺序不作特别地限定。可以在作为摄影位置的第一部位P<sub>1</sub>拍摄了器具I之后在第二部位P<sub>2</sub>拍摄器具I,相反地,也可以在第二部位P<sub>2</sub>拍摄了器具I之后在作为摄影位置的第一部位P<sub>1</sub>拍摄器具I。通过拍摄器具I来获取器具I的投影像。

[0062] 在此,作为不改变射线线的性质的条件,例如存在X射线管2的管电压、管电流为固定的条件等。由此,作为被检体M的断层摄影时的前后,在断层摄影时的管电压、管电流为固定的期间拍摄器具I。此外,作为不改变射线线的性质的条件,并不限定于管电压、管电流为固定的条件。根据X射线管的规格、种类来设定射线线的性质的条件即可,例如存在通过X射线管的主电源的接通与断开的切换来改变射线线的性质的条件的情况。在该情况下,作为被检体的断层摄影时的前后,在X射线管的主电源接通的期间拍摄器具I。除此以外也存在以下情况:通过长时间的X射线管的照射,使X射线管的靶材由于热膨胀而发生变动,焦点直径变动。在该情况下,预先设定不发生热膨胀的时间,作为被检体的断层摄影时的前后,在所设定的(不发生热膨胀的)时间的期间拍摄器具I。

[0063] 在此,即使器具I的设计尺寸未知,由于后述的理由,器具I也能够准确地校正SDD、SRD,来准确地校正摄像倍率。当然,器具I的设计尺寸也可以已知。总之,作为器具I,优选由能够进行特征点检测的轴对称构造(球、圆柱、圆锥)、薄板构成。另外,器具I的材质优选相对于空气而言在投影像中充分地带有对比度。

[0064] 将在过去的基准时刻校正后的、X射线管2的焦点与第一部位P<sub>1</sub>处的工作台3的旋转中心轴Ax之间的距离SRD设为d<sub>1</sub>,将在该基准时刻校正后的、X射线管2的焦点与X射线检

测器4之间的距离SDD设为 $D_0$ 。关于此处的基准时刻,如果是比校正对象时靠前的时间点就不作特别地限定,例如可以是X射线断层摄影装置1(参照图1)发货时。但是,由于每次断层摄影时射线源的性质都发生改变,因此更为优选的是,每次断层摄影时进行(包括本实施例1等的)本发明的校正,将紧挨着校正对象时之前进行校正得到的SRD设为 $d_1$ ,将紧挨着校正对象时之前进行校正得到的SDD设为 $D_0$ 。像这样设定的 $d_1$ 、 $D_0$ 是临时的值。

[0065] 另外,如图2所示,将第一部位 $P_1$ 处的工作台3(参照图1)的旋转中心轴 $A_x$ 与第二部位 $P_2$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 之间的距离设为 $s$ (也参照图1),将第一部位 $P_1$ 、第二部位 $P_2$ 处的工作台3上的器具I的投影像的大小分别设为 $L_1$ 、 $L_2$ 。在图2中,为了使照射轴与相对于空气而言在投影像中充分地带有对比度的两个标记的中心一致,使这两个标记以轴对称构造来构成器具I,并将投影像上的这两个标记间的投影尺寸(像素间距离)分别设为 $L_1$ 、 $L_2$ 。另外,为了方便,将器具I的设计尺寸(在图2中为标记间的距离)设为1。如上所述,器具I的设计尺寸也可以是未知的,因此器具I的设计尺寸1无论是已知还是未知均可。

[0066] 另外,如图2所示,将要校正的SRD设为 $d_1^*(t)$ ,将要校正的SDD设为 $D^*(t)$ 。 $t$ 是校正时刻,能够将未知的 $d_1^*(t)$ 、 $D^*(t)$ 视为时间 $t$ 的函数。包括第一部位 $P_1$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 与第二部位 $P_2$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 间的距离 $s$ 以及第一部位 $P_1$ 、第二部位 $P_2$ 处的工作台3上的器具I的投影像的大小 $L_1$ 、 $L_2$ 的几何运算如下述式(1)、式(2)那样表示。

$$[0067] \quad D^*(t) / d_1^*(t) \times I = L_1 \cdots (1)$$

$$[0068] \quad D^*(t) / (d_1^*(t) + s) \times I = L_2 \cdots (2)$$

[0069] 如果利用上述式(1)、式(2)中的 $D^*(t) \times I$ 进行归纳,则如下述式(3)那样表示。

$$[0070] \quad (D^*(t) \times I) / L_1 \times d_1^*(t) = L_2 \times (d_1^*(t) + s) \cdots (3)$$

[0071] 由上述式(3)可知,即使不使用器具I的设计尺寸1也能够利用下述式(4)求取要校正的SRD( $d_1^*(t)$ )。

$$[0072] \quad d_1^*(t) = s \times L_2 / (L_1 - L_2) \cdots (4)$$

[0073] 上述式(4)中的器具I的投影像的大小 $L_1$ 、 $L_2$ 是实测值,第一部位 $P_1$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 与第二部位 $P_2$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 之间的距离 $s$ 是已知的。因而,能够利用上述式(4)求出要校正的SRD( $d_1^*(t)$ )。

[0074] 另一方面,能够将校正时刻 $t$ 的SDD( $D^*(t)$ )与校正时刻 $t$ 的距离SRD( $d_1^*(t)$ )之差( $D^*(t) - d_1^*(t)$ )视为X射线检测器4与第一部位 $P_1$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 之间的距离。因而,即使是任意的校正时刻 $t$ ,也能够与X射线管2的焦点的变动无关地视为差( $D^*(t) - d_1^*(t)$ )固定,且能够视为差( $D^*(t) - d_1^*(t)$ )等于在过去的基准时刻校正得到的SDD( $D_0$ )与在该基准时刻校正得到的SRD( $d_1$ )之差( $D_0 - d_1$ )。其结果,设校正时刻 $t$ 的SDD( $D^*(t)$ )与校正时刻 $t$ 的距离SRD( $d_1^*(t)$ )之差( $D^*(t) - d_1^*(t)$ )等于在过去的基准时刻校正得到的SDD( $D_0$ )与在基准时刻校正得到的SRD( $d_1$ )之差( $D_0 - d_1$ )的方程式如下述式(5)那样表示。

$$[0075] \quad D^*(t) - d_1^*(t) = D_0 - d_1 \cdots (5)$$

[0076] 通过求解上述式(5)的方程式来求出SDD( $D^*(t)$ )。具体地说,利用使上述式(5)变形得到的式( $D^*(t) = d_1^*(t) + \{D_0 - d_1\}$ ),将已经求出的SRD( $d_1^*(t)$ )加上等于X射线检测器4与第一部位 $P_1$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 之间的距离的参数( $D_0 - d_1$ )相加,来求出SDD( $D^*(t)$ )。将如以上那样求出的距离SRD( $d_1^*(t)$ )与SDD( $D^*(t)$ )的比率SDD/ SRD设为摄像倍率(校正后的摄影倍率)。

[0077] 根据本实施例1所涉及的摄像倍率校正方法,在对通过使工作台3绕旋转中心轴Ax的轴心进行旋转来获得多个投影像从而生成CT图像的放射线断层摄影装置(在各实施例中为X射线断层摄影装置)的摄像倍率进行校正时,使用下述(a)~(c)的参数来分别求出距离SRD、距离SDD。

[0078] (a)是(作为摄影位置的)第一部位P<sub>1</sub>处的工作台3上的对象物(在本实施例1中为器具I)的投影像的大小L<sub>1</sub>和(与第一部位P<sub>1</sub>不同的)第二部位P<sub>2</sub>处的工作台3上的对象物(器具I)的投影像的大小L<sub>2</sub>。(b)是第一部位P<sub>1</sub>处的工作台3的旋转中心轴Ax与第二部位P<sub>2</sub>处的工作台3的旋转中心轴Ax之间的距离s。能够基于上述(a)、(b)的参数来求出距离SRD。

[0079] 在(包括本实施例1等在内的)本发明中,在下述(c)的参数已知或按已知看待的前提下,即使不使用如以往的方法那样的器具的已知的设计尺寸的参数,也能够求出距离SDD。(c)是X射线检测器4与(作为摄影位置的)第一部位P<sub>1</sub>处的工作台3的旋转中心轴Ax之间的距离。

[0080] 因而,如果基于上述(a)、(b)的参数准确地求出距离SRD,则也能够准确地求出射线源(在本实施例1中为X射线管2)的焦点位置,仅通过将准确地求出的距离SRD与(c)的参数相加就能够准确地求出距离SDD。通过这些求出的距离SRD、距离SDD的比率SDD/SRD设为第一部位P<sub>1</sub>处的摄影的摄像倍率,能够准确地校正摄像倍率。也就是说,即使如本实施例1那样将对象物设为未知尺寸的器具I,也能够使用该器具I准确地求出距离SRD、距离SDD、摄像倍率。其结果,即使使用任意的器具I,也能够准确地校正摄像倍率。

[0081] 即使射线源(X射线管2)的焦点位置在时间上变动,也能够视为上述(c)的参数(距离)在时间上不发生变动而固定。能够将校正时刻t的距离SDD(D\*(t))与校正时刻t的距离SRD(d<sub>1</sub>\*(t))之差(D\*(t)-d<sub>1</sub>\*(t))视为上述(c)的距离(即,X射线检测器4与第一部位P<sub>1</sub>处的工作台3的旋转中心轴Ax之间的距离)。因而,即使是任意的校正时刻t,也能够与射线源(X射线管2)的焦点的变动无关地视为差(D\*(t)-d<sub>1</sub>\*(t))固定,能够视为差(D\*(t)-d<sub>1</sub>\*(t))等于在比较正时刻t靠前的时间点校正得到的SDD(D<sub>0</sub>)与在该时间点校正得到的SRD(d<sub>1</sub>)之差(D<sub>0</sub>-d<sub>1</sub>) (上述式(5)的D\*(t)-d<sub>1</sub>\*(t)=D<sub>0</sub>-d<sub>1</sub>)。其结果,能够通过对比校正时刻t的距离SDD(D\*(t))与该校正时刻t的距离SRD(d<sub>1</sub>\*(t))之差(D\*(t)-d<sub>1</sub>\*(t))等于在比较正时刻t靠前的时间点校正得到的SDD(D<sub>0</sub>)与在该时间点校正得到的SRD(d<sub>1</sub>)之差(D<sub>0</sub>-d<sub>1</sub>)的方程式(上述式(5))进行求解,来分别求出距离SRD、距离SDD。这样,即使上述(c)的参数(距离)不是已知的,也能够通过对在时间上不发生变动而固定的方程式(上述式(5))进行求解来准确地求出距离SRD、距离SDD、摄像倍率。

[0082] 在本实施例1中,用于求出摄像倍率的投影像(在本实施例1中为器具I的投影像)是在被检体M的断层摄影时的前后得到的图像。在被检体M的断层摄影时的前后获取投影像、如后述的实施例2、4、5那样的CT像意味着:当将被检体M的断层摄影时设为基准时,以射线源的性质不变的状态获取投影像、CT图像。

[0083] 在本实施例1中,投影像是将器具I以相对于旋转中心轴Ax的相对位置已知的方式载置于工作台3后使用X射线检测器4拍摄到的器具I的投影像。通过包括作为(a)的参数的第一部位P<sub>1</sub>处的工作台3上的器具I的投影像的大小L<sub>1</sub>及第二部位P<sub>2</sub>处的工作台3上的器具I的投影像的大小L<sub>2</sub>、以及作为(b)的参数的距离s的几何运算(上述式(1)、式(2)或将这些式子归纳为一个式子而得到的上述式(4)),来求出距离SRD。通过将求出的距离SRD与作为

(c) 的参数的距离(即, X射线检测器4与第一部位 $P_1$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 之间的距离)相加来求出距离SDD。

[0084] 在本实施例1的情况下, 作为(a)的参数的第一部位 $P_1$ 、第二部位 $P_2$ 处的工作台3上的器具I的投影像的大小 $L_1$ 、 $L_2$ 是由X射线检测器4拍摄到的实测值, 作为(b)的参数的第一部位 $P_1$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 与第二部位 $P_2$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 之间的距离 $s$ 已知。因而, 能够通过包括(a)的参数和(b)的参数的几何运算(上述式(1)、式(2)或将这些式子归纳为一个式子而得到的上述式(4))来准确地求出距离SRD。仅通过将求出的距离SRD与(c)的参数相加, 也能够准确地求出距离SDD。

[0085] 实施例2

[0086] 接着, 参照附图来说明本发明的实施例2。

[0087] 图1是各实施例所涉及的X射线断层摄影装置的概要侧视图。对与上述的实施例1共用的结构标注相同的附图标记, 并省略其说明, 并且省略图示。此外, 包括后述的实施例3~5在内, 在本实施例2中, 与上述的实施例1同样地使用了图1所示的X射线断层摄影装置1。

[0088] 在上述的实施例1中, 将器具I(参照图2)以相对于旋转中心轴 $A_x$ 的相对位置已知的方式载置于工作台3, 在工作台3的位置的两个部位(第一部位 $P_1$ 、第二部位 $P_2$ )使用X射线检测器4分别拍摄器具I, 获取到了器具I的投影像。与此相对地, 在本实施例2中, 相对于旋转中心轴 $A_x$ 的相对位置是未知的, 因此, 通过在第一部位 $P_1$ 将器具I(参照图3)载置于工作台3后使用X射线检测器4进行断层摄影, 来获取器具I的CT图像。将通过断层摄影得到的器具I的CT图像送入摄像倍率校正部7以供摄像倍率的校正。并且, 将在工作台3的位置的两个部位(第一部位 $P_1$ 、第二部位 $P_2$ )使用X射线检测器4分别拍摄到的器具I的投影像也送入摄像倍率校正部7以供摄像倍率的校正。

[0089] 接着, 参照图3对本实施例2所涉及的摄像倍率校正部7(参照图1)的具体的运算进行说明。图3的(a)~图3的(c)是实施例2所涉及的用于摄像倍率的校正的X射线管的焦点、旋转中心轴、校正用器具(器具)以及X射线检测器的检测面的概要俯视图。与图2同样地, 在图3中省略工作台的图示, 仅图示X射线管的焦点, 仅图示X射线检测器的检测面。

[0090] 在本实施例2中, 在被检体M(参照图1)的断层摄影时的前后或者与被检体M的断层摄影同时, 在第一部位 $P_1$ 将器具I载置于工作台3(参照图1)后使用X射线检测器4进行断层摄影, 由此获取器具I的CT图像。然后, 根据该CT图像中拍进的器具I的像素坐标来求出相对于旋转中心轴 $A_x$ 的相对位置。在其前后, 不改变射线源的性质地将器具I载置于工作台3, 在工作台3的位置的两个部位(第一部位 $P_1$ 、第二部位 $P_2$ )使用X射线检测器4分别拍摄器具I。

[0091] 如上述的实施例1中所述, 在器具I的断层摄影时的前后, 利用直行驱动机构5(参照图1)使载置有器具I的工作台3移动, 在图1中的实线和图1中的双点划线这两个部位(第一部位 $P_1$ 、第二部位 $P_2$ )进行摄影。与上述的实施例1同样地, 对第一部位 $P_1$ 、第二部位 $P_2$ 的摄影顺序不作特别地限定。可以在作为摄影位置的第一部位 $P_1$ 拍摄了器具I之后在第二部位 $P_2$ 拍摄器具I, 相反地, 也可以在第二部位 $P_2$ 拍摄了器具I之后在作为摄影位置的第一部位 $P_1$ 拍摄器具I。通过拍摄器具I来获取器具I的投影像。

[0092] 在此, 作为不改变射线源的性质条件的条件, 与上述的实施例1同样地, 例如存在X射线管2的管电压、管电流为固定的条件等。由此, 作为被检体M的断层摄影时的前后、器具I的断层摄影时的前后, 在断层摄影时的管电压、管电流为固定的期间拍摄器具I。与上述的实



例1同样地,作为不改变射线源的性质的条件,并不限于管电压、管电流为固定的条件。根据X射线管的规格、种类来设定射线源的性质的条件即可。关于管电压、管电流为固定的条件以外的不改变射线源的性质的条件,在实施例1中已经叙述过,因此在此不再赘述。

[0093] 在此,器具I使用了设计尺寸未知的器具,但如上述的实施例1中所述,器具I的设计尺寸也可以是已知的。

[0094] 对用于根据CT图像中拍进的器具I的像素坐标来求出相对于旋转中心轴Ax的相对位置的具体方法进行叙述。首先,如图3的(a)所示,将实际的CT图像中的器具I相对于旋转中心轴Ax的相对位置矢量设为 $l_1$ (在图3、下述的数式中,在将箭头一并标记在 $l_1$ 上之后标注为矢量)。如果将以旋转中心轴Ax的坐标为原点的标记的坐标设为 $(x_1, y_1)$ ,则实际的CT图像中的器具I相对于旋转中心轴Ax的相对位置矢量 $l_1$ 用 $(x_1, y_1)$ 来表示。

[0095] 与上述的实施例1同样地,如图3的(b)所示,将在过去的基准时刻校正后的、X射线管2的焦点与第一部位 $P_1$ 处的工作台3(参照图1)的旋转中心轴Ax之间的距离SRD设为 $d_1$ ,将在该基准时刻校正后的、X射线管2的焦点与X射线检测器4之间的距离SDD设为 $D_0$ 。如上述的实施例1中所述,每次断层摄影时射线源的性质都改变,因此更为优选在每次断层摄影时进行(包括本实施例2等的)本发明的校正,将紧挨着校正对象时之前进行校正得到的SRD设为 $d_1$ ,将紧挨着校正对象时之前进行校正得到的SDD设为 $D_0$ 。像这样设定的 $d_1$ 、 $D_0$ 是临时的值。

[0096] 因而,利用临时设定的SRD( $=d_1$ )、SDD( $=D_0$ )得到的CT图像没有使用要校正的SRD、SDD,因此关于利用临时设定的SRD( $=d_1$ )、SDD( $=D_0$ )得到的CT图像中的器具I相对于旋转中心轴Ax的相对位置矢量,相对于实际的CT图像中的器具I相对于旋转中心轴Ax的相对位置矢量 $l_1$ 而言被放大或缩小。换言之,不使用要校正的SRD、SDD而利用临时设定的SRD( $=d_1$ )、SDD( $=D_0$ )得到的CT图像自身相对于使用要校正的SRD、SDD得到的实际的CT图像被放大或缩小。

[0097] 因而,当使用相对于实际的CT图像被放大或缩小的、进行断层摄影所得到的CT图像(即,利用临时设定的SRD( $=d_1$ )、SDD( $=D_0$ )得到的CT图像)时,所要拍摄的器具I的投影像的大小 $L_1$ 、 $L_2$ (参照图3的(c))也相对于实际的大小被放大或缩小。但是,即使这些投影像的大小 $L_1$ 、 $L_2$ 相对于实际的大小被放大或缩小,也能够通过后述的几何运算来准确地求出要校正的SRD、SDD。

[0098] 如图3的(b)所示,将利用临时设定的SRD( $=d_1$ )、SDD( $=D_0$ )得到的CT图像中的器具I相对于旋转中心轴Ax的相对位置矢量设为 $l_2$ (在图3、下述的数式中,在将箭头一并标记在 $l_2$ 上之后标注为矢量)。与相对位置矢量 $l_1$ 同样地,当将以旋转中心轴Ax的坐标为原点的标记的坐标设为 $(x_2, y_2)$ 时,利用临时设定的SRD( $=d_1$ )、SDD( $=D_0$ )得到的CT图像中的器具I相对于旋转中心轴Ax的相对位置矢量 $l_2$ 用 $(x_2, y_2)$ 来表示。

[0099] 也就是说,通过对进行断层摄影得到的CT图像中拍进的器具I的坐标 $(x_2, y_2)$ 进行实际测量来求出相对位置矢量 $l_2=(x_2, y_2)$ 。综上所述,根据在第一部位 $P_1$ 处将器具I载置于工作台3后使用X射线检测器4进行断层摄影所得到的CT图像中拍进的器具I的像素坐标来求出相对位置矢量 $l_2$ 。

[0100] 由于是像这样进行断层摄影得到的CT图像(即,利用临时设定的SRD( $=d_1$ )、SDD( $=D_0$ )得到的CT图像)中拍进的器具I的相对位置矢量 $l_2=(x_2, y_2)$ ,因此也将该相对位置矢量 $l_2$ 展开为坐标 $(x_2, y_2)$ 得到的参数用于几何运算。如图3的(c)所示,将第一部位 $P_1$ 处的



工作台3(参照图1)的旋转中心轴A与第二部位P<sub>2</sub>处的工作台3的旋转中心轴A<sub>x</sub>之间的距离设为s(也参照图1),将第一部位P<sub>1</sub>、第二部位P<sub>2</sub>处的工作台3上的器具I的投影像的大小分别设为L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>。在图3的(c)中,将相对于空气而言在投影像中充分地带有对比度的两个标记中的一个标记的坐标设为(x<sub>1</sub>,y<sub>1</sub>),将另一个标记的坐标设为(x<sub>1</sub>,-y<sub>1</sub>),将投影像上的这两个标记间的投影尺寸(像素间距离)分别设为L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>。

[0101] 另外,与上述的实施例1同样地,如图3的(c)所示,将要校正的SRD设为d<sub>1</sub><sup>\*</sup>(t),将要校正的SDD设为D<sup>\*</sup>(t)。如上述的实施例1中所述,t是校正时刻,能够将未知的d<sub>1</sub><sup>\*</sup>(t)、D<sup>\*</sup>(t)视为时间t的函数。包括第一部位P<sub>1</sub>处的工作台3的旋转中心轴A<sub>x</sub>与第二部位P<sub>2</sub>处的工作台3的旋转中心轴A<sub>x</sub>之间的距离s、第一部位P<sub>1</sub>及第二部位P<sub>2</sub>处的工作台3上的器具I的投影像的大小L<sub>1</sub>及L<sub>2</sub>、以及将相对位置矢量 $l_2$ 展开得到的坐标(x<sub>2</sub>,y<sub>2</sub>)的几何运算如下述式(6)、式(7)那样表示。

$$[0102] \quad D^*(t) / (d_1^*(t) + x_2) \times y_2 = L_1 / 2 \cdots (6)$$

$$[0103] \quad D^*(t) / (d_1^*(t) + s + x_2) \times y_2 = L_2 / 2 \cdots (7)$$

[0104] 如果用上述式(6)、式(7)中的 $2 \times D^*(t) \times y_2$ 进行归纳,则如下述式(8)那样表示。

$$[0105] \quad (2 \times D^*(t) \times y_2 =) L_1 \times (d_1^*(t) + x_2) = L_2 \times (d_1^*(t) + s + x_2) \cdots (8)$$

[0106] 由上述式(8)可知,即使不使用与照射轴正交的方向的相对位置的坐标y<sub>2</sub>,只要使用照射轴方向的相对位置的坐标x<sub>2</sub>就能够求出要校正的SRD(d<sub>1</sub><sup>\*</sup>(t))。在上述的实施例1中,器具I的设计尺寸1是与照射轴正交的方向上的长度,与此相对地,在本实施例2中,如果考虑将器具I的设计尺寸1替换为与照射轴正交的方向的相对位置的坐标y<sub>2</sub>就清楚了。

[0107] 与上述的实施例1不同,在上述式(8)中包含照射轴方向的相对位置的坐标x<sub>2</sub>。因而,在本实施例2中,通过使上述式(8)的几何运算中包含相对位置的坐标x<sub>2</sub>的参数,能够求出要校正的SRD(d<sub>1</sub><sup>\*</sup>(t))。通过求解上述的实施例1中的上述式(5)的方程式(将已经求出的SRD(d<sub>1</sub><sup>\*</sup>(t))与参数(D<sub>0</sub>-d<sub>1</sub>)相加),能够求出要校正的SDD(D<sup>\*</sup>(t))。并且,将距离SRD、距离SDD的比率SDD/SRD设为第一部位P<sub>1</sub>处的摄影的摄像倍率。

[0108] 最后,为了消除由放大/缩小造成的影响,将利用临时设定的SRD(=d<sub>1</sub>)、SDD(=D<sub>0</sub>)得到的CT图像中的器具I相对于旋转中心轴A<sub>x</sub>的相对位置矢量 $l_2$ 校正为实际的CT图像中的器具I相对于旋转中心轴A<sub>x</sub>的相对位置矢量 $l_1$ 。

[0109] 当使用临时设定的SRD(d<sub>1</sub>)、SDD(D<sub>0</sub>)、要校正的SRD(d<sub>1</sub><sup>\*</sup>(t))、SDD(D<sup>\*</sup>(t))时,各个相对位置矢量 $l_1$ 、 $l_2$ 用下述式(9)的关系式来表示。

[0110] [数1]

$$[0111] \quad \frac{D^*(t)}{d_1^*(t)} \vec{l}_1 = \frac{D_0}{d_1} \vec{l}_2 \quad \dots \quad (9)$$

[0112] 将上述式(9)变形为下述式(10)。

[0113] [数2]

$$[0114] \quad \vec{l}_1 = \frac{D_0}{d_1} \times \frac{d_1^*(t)}{D^*(t)} \vec{l}_2 \quad \dots \quad (10)$$

[0115] 将相对位置矢量 $l_2$ 乘以上述式(10)的右边中的D<sub>0</sub>/d<sub>1</sub>×d<sub>1</sub><sup>\*</sup>(t)/D<sup>\*</sup>(t)倍,由此消除

由放大/缩小造成的影响,来将该相对位置矢量 $l_2$ 校正为相对位置矢量 $l_1$ 。

[0116] 根据本实施例2所涉及的摄像倍率校正方法,与上述的实施例1同样地,能够基于(a) (作为摄影位置的)第一部位 $P_1$ 处的工作台3上的对象物(在本实施例2中为器具I)的投影像的大小 $L_1$ 和(与第一部位 $P_1$ 不同的)第二部位 $P_2$ 处的工作台3上的对象物(器具I)的投影像的大小 $L_2$ 、以及(b)第一部位 $P_1$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 与第二部位 $P_2$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 之间的距离 $s$ ,来求出距离SRD。并且,能够通过将该求出的距离SRD加上(c) X射线检测器4与(作为摄影位置的)第一部位 $P_1$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 之间的距离,来求出距离SDD,能够通过将这些求出的距离SRD、距离SDD的比率设为第一部位 $P_1$ 处的摄影的摄像倍率来校正摄像倍率。其结果,即使使用任意的器具I,也能够准确地校正摄像倍率。

[0117] 在本实施例2中,用于求出摄像倍率的投影像(在本实施例2中为器具I的投影像)、CT图像(在本实施例2中为器具I的CT图像)是在被检体M的断层摄影时的前后得到的图像。另外,在本实施例2的情况下,为了求出摄像倍率,也可以使用与被检体M的断层摄影同时得到的器具I的CT图像。如上述的实施例1中所述,在被检体M的断层摄影时的前后获取投影像、CT图像意味着:当将被检体M的断层摄影时设为基准时,以不改变射线源的性质的状态获取投影像、CT图像。

[0118] 在与被检体M的断层摄影同时获得器具I的CT图像的情况下,能够以可靠地不改变射线源的性质的状态同时获得通过被检体M的断层摄影得到的被检体M的CT图像以及用于求出摄像倍率的器具I的CT图像。为了与被检体M的断层摄影同时获得器具I的CT图像,在作为摄影位置的第一部位 $P_1$ 处设置工作台3,并将被检体M和器具I同时载置于同一工作台3来进行断层摄影即可。

[0119] 在本实施例2中,根据在第一部位 $P_1$ 处将器具I载置于工作台3后使用X射线检测器4进行断层摄影所得到的CT图像中拍进的器具I的像素坐标,来求出器具I相对于旋转中心轴 $A_x$ 的相对位置。另一方面,投影像是使用X射线检测器4拍摄到的器具I的投影像,通过包括作为(a)的参数的第一部位 $P_1$ 处的工作台3上的器具I的投影像的大小 $L_1$ 及第二部位 $P_2$ 处的工作台3上的器具I的投影像的大小 $L_2$ 、作为(b)的参数的距离 $s$ 以及(d)器具I相对于旋转中心轴 $A_x$ 的相对位置的几何运算(上述式(6)、式(7)或将这些式子归纳为一个式子而得到的上述式(8)),来求出距离SRD。通过将该求出的距离SRD与作为(c)的参数的距离(即,X射线检测器4与第一部位 $P_1$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 之间的距离)相加来求出距离SDD。

[0120] 在上述的实施例1的情况下,是器具I相对于旋转中心轴 $A_x$ 的相对位置已知的情况,但在本实施例2的情况下,是器具I相对于旋转中心轴 $A_x$ 的相对位置未知的情况。因此,通过在第一部位 $P_1$ 将器具I载置于工作台3后使用X射线检测器4进行断层摄影,来获取器具I的CT图像。根据该CT图像中拍进的器具I的像素坐标来求出器具I相对于旋转中心轴 $A_x$ 的相对位置。当将器具I相对于旋转中心轴 $A_x$ 的相对位置设为(d)的参数时,能够通过除了包括上述的实施例1中的(a)的参数和(b)的参数以外还包括本实施例2的(d)的参数的几何运算(上述式(6)、式(7)或将这些式子归纳为一个式子而得到的上述式(8))来准确地求出距离SRD。仅通过将该求出的距离SRD与(c)的参数相加,也能够准确地求出距离SDD。

[0121] 实施例3

[0122] 接着,参照附图来说明本发明的实施例3。

[0123] 图1是各实施例所涉及的X射线断层摄影装置的概要侧视图。对与上述的实施例1、

2共用的结构标注相同的附图标记,并省略其说明,并且省略图示。此外,包括后述的实施例4~5在内,在本实施例3中,与上述的实施例1、2同样地使用了图1所示的X射线断层摄影装置1。

[0124] 在上述的实施例1、2中,使用了器具I(参照图2或图3)作为对象物,将对器具I进行摄影或断层摄影所得到的图像(器具I的投影像、器具I的CT图像)用于摄像倍率的校正。与此相对地,在本实施例3中,使用断层摄影的对象即被检体M作为对象物,将对被检体M进行摄影或断层摄影所得到的图像(被检体M的投影像、被检体M的CT图像)用于摄像倍率的校正。具体地说,在第一部位 $P_1$ 将被检体M载置于工作台3后使用X射线检测器4进行断层摄影,由此获取被检体M的CT图像。将通过断层摄影得到的被检体M的CT图像送入摄像倍率校正部7以供摄像倍率的校正。并且,将后述的实测投影像和模拟投影像也送入摄像倍率校正部7以供摄像倍率的校正。

[0125] 接着,参照图4对本实施例3所涉及的摄像倍率校正部7(参照图1)的具体的运算进行说明。图4的(a)~图4的(c)是实施例3所涉及的用于摄像倍率的校正的X射线管的焦点、旋转中心轴、被检体以及X射线检测器的检测面的概要俯视图。与图2、图3同样地,在图4中省略工作台的图示,仅图示X射线管的焦点,且仅图示X射线检测器的检测面。

[0126] 在本实施例3中,如图4的(a)所示,根据在第一部位 $P_1$ 将被检体M载置于工作台3(参照图1)后使用X射线检测器4进行断层摄影所得到的CT图像,来求出表示第一部位 $P_1$ 处的被检体M的CT图像的大小的、被检体的构造。之后,在不改变射线源的性质地在从第一部位 $P_1$ 起移动了距离 $s$ (参照图4的(b))后的第二部位 $P_2$ 处设置了工作台3时,获得从被检体M的构造投影且使用X射线检测器4拍摄到的实测投影像。

[0127] 在被检体M的断层摄影时之后,利用直行驱动机构5(参照图1)使载置有被检体M的工作台3移动,从而在图1中的双点划线的两个部位(第二部位 $P_2$ )进行摄影。通过拍摄被检体M的构造来获取从被检体M的构造投影且使用X射线检测器4拍摄到的被检体M的实测投影像。如图4的(b)所示那样将实测投影像设为A。

[0128] 如图4的(c)所示,当在第二部位 $P_2$ 处设置了工作台3时,一边使X射线管2的焦点虚拟地移动一边获取从被检体M的构造投影出的模拟投影像。将模拟投影像设为B。此处的模拟投影像是指不从X射线管2实际照射X射线而利用将X射线管2的焦点与被检体M的构造(轮廓)相连接的线进行描绘、并且在描绘出的线的延长线上且X射线检测器的检测面上投影出的投影像。

[0129] 一边使X射线管2的焦点虚拟地移动一边进行实测投影像A与模拟投影像B的匹配,使得实测投影像A的大小与模拟投影像B的大小彼此一致。能够求出将模拟投影像B匹配到实测投影像A时的X射线管2的焦点与第一部位 $P_1$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 之间的距离来作为距离SRD。求出将模拟投影像B匹配到实测投影像A时的X射线管2的焦点与X射线检测器4之间的距离来作为距离SDD。并且,将距离SRD、距离SDD的比率 $SDD/SRD$ 设为第一部位 $P_1$ 处的摄影的摄像倍率。

[0130] 根据本实施例3所涉及的摄像倍率校正方法,与上述的实施例1、2同样地,能够基于(a)(作为摄影位置的)第一部位 $P_1$ 处的工作台3上的对象物(在本实施例3中为被检体M)的CT图像的大小(在本实施例3中为表示被检体M的CT图像的大小的被检体M的构造)和(与第一部位 $P_1$ 不同的)第二部位 $P_2$ 处的工作台3上的对象物(被检体M)的投影像(在本实施例3

中为从被检体M的构造投影出的实测投影像A和模拟投影像B)的大小以及(b)第一部位P<sub>1</sub>处的工作台3的旋转中心轴Ax与第二部位P<sub>2</sub>处的工作台3的旋转中心轴Ax之间的距离s,来求出距离SRD。并且,能够通过将该求出的距离SRD加上(c)X射线检测器4与(作为摄影位置的)第一部位P<sub>1</sub>处的工作台3的旋转中心轴Ax之间的距离,来求出距离SDD,能够通过将这些求出的距离SRD、距离SDD的比率设为第一部位P<sub>1</sub>处的摄影的摄像倍率来校正摄像倍率。其结果,即使使用作为断层摄影的对象的被检体M,也能够准确地校正摄像倍率。

[0131] 如上所述,在本实施例3中,使用断层摄影的对象即被检体M作为对象物,将对被检体M进行摄影或断层摄影所得到的图像(被检体M的投影像、被检体M的CT图像)用于摄像倍率的校正。因此,根据在第一部位P<sub>1</sub>将被检体M载置于工作台3后使用X射线检测器4进行断层摄影所得到的CT图像,来求出表示(a)的参数中的第一部位P<sub>1</sub>处的被检体M的CT图像的大小的、被检体M的构造。当在从第一部位P<sub>1</sub>起移动了(b)的参数的距离s后的第二部位P<sub>2</sub>处设置了工作台3时,获取从被检体M的构造投影且使用X射线检测器4拍摄到的实测投影像。

[0132] 此时,被检体M的CT图像没有使用应该校正的SRD、SDD,因此表示被检体M的CT图像的大小的被检体M的构造也相对于实际的被检体M的CT图像被放大或缩小。并且,作为断层摄影的对象的被检体M是未知尺寸的任意的被检体M,因此仅根据从被检体M的构造投影且使用X射线检测器4拍摄到的实测投影像A来求出被检体M的实际的尺寸并不容易。因此,当在从第一部位P<sub>1</sub>起移动了(b)的参数的距离s后的第二部位P<sub>2</sub>处设置了工作台3时,使用一边使射线源(在本实施例3中为X射线管2)的焦点虚拟地移动一边从被检体M的构造投影出的模拟投影像B。一边使射线源(X射线管2)的焦点虚拟地移动一边进行实测投影像A的大小与模拟投影像B的大小的匹配,使得实测投影像A的大小与模拟投影像B的大小彼此一致。

[0133] 此外,当想要以固定在第一部位P<sub>1</sub>处的状态(即,与断层摄影相同的部位)进行实测投影像A与模拟投影像B的匹配时,由于存在倍率的自由度,因此无法对SRD乃至SDD进行校正。为了消除该自由度,互不相同的部位间的距离(第一部位P<sub>1</sub>处的工作台3的旋转中心轴Ax与第二部位P<sub>2</sub>处的工作台3的旋转中心轴Ax之间的距离)、即(b)的参数的距离s(>0)需要是已知的。能够准确地求出将模拟投影像B匹配到实测投影像A时的射线源(X射线管2)的焦点与第一部位P<sub>1</sub>处的工作台3的旋转中心轴Ax之间的距离来作为距离SRD。仅通过将该求出的距离SRD与作为(c)的参数的距离(即,X射线检测器4与第一部位P<sub>1</sub>处的工作台3的旋转中心轴Ax之间的距离)相加,就能够准确地求出将模拟投影像B匹配到实测投影像A时的射线源(X射线管2)的焦点与X射线检测器4之间的距离来作为距离SDD。

[0134] 实施例4

[0135] 接着,参照附图来说明本发明的实施例4。

[0136] 图1是各实施例所涉及的X射线断层摄影装置的概要侧视图。对与上述的实施例1~3共用的结构标注相同的附图标记,并省略其说明,并且省略图示。此外,包括后述的实施例5在内,在本实施例4中,与上述的实施例1~3同样地,使用了图1所示的X射线断层摄影装置1。

[0137] 在上述的实施例1~3中,至少使用投影像来用于摄像倍率的校正。与此相对地,在本实施例4中,仅使用器具I(参照图5)的CT图像来用于摄像倍率的校正。具体地说,在第一部位P<sub>1</sub>将器具I载置于工作台3后使用X射线检测器4进行断层摄影,由此获取第一部位P<sub>1</sub>处的器具I的CT图像,并且在第二部位P<sub>2</sub>将器具I载置于工作台3后使用X射线检测器4进行断

层摄影,由此获取第二部位P<sub>2</sub>处的器具I的CT图像。将通过断层摄影得到的器具I的CT图像送入摄像倍率校正部7以供摄像倍率的校正。

[0138] 接着,参照图5对本实施例4所涉及的摄像倍率校正部7(参照图1)的具体的运算进行说明。图5的(a)和图5的(b)是实施例4所涉及的用于摄像倍率的校正的X射线管的焦点、旋转中心轴、校正用器具(器具)以及X射线检测器的检测面的概要俯视图。与图2、图3、图4同样地,在图5中省略工作台的图示,仅图示X射线管的焦点,且仅图示X射线检测器的检测面。

[0139] 在本实施例4中,在被检体M(参照图1)的断层摄影时的前后,不改变射线源的性质地将器具I载置于工作台3(参照图1),从而在工作台3的位置的两个部位(第一部位P<sub>1</sub>、第二部位P<sub>2</sub>)处使用X射线检测器4对器具I分别进行断层摄影。

[0140] 如上述的实施例1、2中所述,在被检体M的断层摄影时的前后利用直行驱动机构5(参照图1)使载置有器具I的工作台3移动,在图1中的实线和图1中的双点划线这两个部位(第一部位P<sub>1</sub>、第二部位P<sub>2</sub>)进行断层摄影。与上述的

[0141] 实施例1、2同样地,第一部位P<sub>1</sub>、第二部位P<sub>2</sub>处的摄影顺序并未被特别地限定。可以在作为摄影位置的第一部位P<sub>1</sub>对器具I进行断层摄影之后在第二部位P<sub>2</sub>对器具I进行断层摄影,相反地,也可以在第二部位P<sub>2</sub>对器具I进行断层摄影之后在作为摄影位置的第一部位P<sub>1</sub>对器具I进行断层摄影。通过对器具I进行断层摄影来获取器具I的CT图像。

[0142] 在此,作为不改变射线源的性质的条件,与上述的实施例1、2同样地,例如是X射线管2的管电压、管电流为固定的条件等。由此,作为被检体M的断层摄影时的前后,在断层摄影时的管电压、管电流为固定的期间对器具I进行断层摄影。与上述的实施例1、2同样地,作为不改变射线源的性质的条件,并不限于管电压、管电流为固定的条件。根据X射线管的规格、种类来设定射线源的性质的条件即可。关于管电压、管电流为固定的条件以外的不改变射线源的性质的条件,由于在实施例1中已经叙述过,因此在此不再赘述。

[0143] 在此,器具I使用了设计尺寸未知的器具,但如上述的实施例1中所述,器具I的设计尺寸也可以已知。

[0144] 如图5的(a)所示,在实际的几何中,如在各实施例中所述,将要校正的SRD设为 $d_1^*(t)$ ,将要校正的SDD设为 $D^*(t)$ 。如上述的实施例1、2中所述,t是校正时刻,能够将未知的 $d_1^*(t)$ 、 $D^*(t)$ 视为时间t的函数。另外,为了方便,与上述的实施例1同样地将器具I的设计尺寸(在图5中为标记间的距离)设为1。

[0145] 另外,如图5的(b)所示,将利用临时设定的SRD(= $d_1$ )、SDD(= $D_0$ )得到的第一部位P<sub>1</sub>、第二部位P<sub>2</sub>处的工作台3上的器具I的CT图像的大小(器具尺寸)分别设为 $l_1$ 、 $l_2$ 。包括第一部位P<sub>1</sub>处的工作台3的旋转中心轴A<sub>x</sub>与第二部位P<sub>2</sub>处的工作台3的旋转中心轴A<sub>x</sub>间的距离s以及第一部位P<sub>1</sub>、第二部位P<sub>2</sub>处的工作台3上的器具I的CT图像的大小 $l_1$ 、 $l_2$ 的几何运算如下述式(11)、式(12)那样表示。

$$[0146] \quad D^*(t) / d_1^*(t) \times I = D_0 / d_1 \times I_1 \cdots (11)$$

$$[0147] \quad D^*(t) / (d_1^*(t) + s) \times I = D_0 / (d_1 + s) \times l_2 \cdots (12)$$

[0148] 当用上述式(11)、式(12)中的 $D^*(t) / D_0 \times 1$ 进行归纳时,如下述式(13)那样表示。

$$[0149] \quad (D^*(t) / D_0 \times I) = d_1^*(t) / d_1 \times I_1 = (d_1^*(t) + s) / (d_1 + s) \times l_2 \cdots (13)$$

[0150] 由上述式(13)可知,即使不使用器具I的设计尺寸1也能够利用下述式(14)求出要

校正的SRD ( $d_1^*(t)$ )。

[0151]  $d_1^*(t)$

[0152]  $=s \times d_1 \times I_2 / (d_1 \times I_1 + s \times I_1 - d_1 \times I_2) \cdots (14)$

[0153] 上述式(14)中的器具I的CT图像的大小 $l_1$ 、 $l_2$ 是实测值,第一部位 $P_1$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 与第二部位 $P_2$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 之间的距离 $s$ 已知,临时设定的SRD ( $d_1$ )是紧挨着校正对象时之前进行校正得到的SRD且是已知的。因而,能够利用上述式(14)求出要校正的SRD ( $d_1^*(t)$ )。

[0154] 通过求解上述的实施例1中的上述式(5)的方程式(将已经求出的SRD ( $d_1^*(t)$ )与参数( $D_0-d_1$ )相加)来求出要校正的SDD ( $D^*(t)$ )。并且,将距离SRD、距离SDD的比率SDD/SRD设为第一部位 $P_1$ 处的摄影的摄像倍率。

[0155] 根据本实施例4所涉及的摄像倍率校正方法,与上述的实施例1~3同样地,能够基于(a)(作为摄影位置的)第一部位 $P_1$ 处的工作台3上的对象物(在本实施例4中为器具I)的CT图像的大小 $l_1$ 和(与第一部位 $P_1$ 不同的)第二部位 $P_2$ 处的工作台3上的对象物(器具I)的CT图像的大小 $l_2$ 、以及(b)第一部位 $P_1$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 与第二部位 $P_2$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 之间的距离 $s$ ,来求出距离SRD。并且,能够通过将该求出的距离SRD加上(c)X射线检测器4与(作为摄影位置的)第一部位 $P_1$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 之间的距离来求出距离SDD,能够通过将这些求出的距离SRD、距离SDD的比率设为第一部位 $P_1$ 处的摄影的摄像倍率来校正摄像倍率。其结果,即使使用任意的器具I,也能够准确地校正摄像倍率。

[0156] 如上述那样,在本实施例4中,仅使用器具I的CT图像来进行摄像倍率的校正。与上述的实施例3中的被检体M的CT图像同样地,器具I的CT图像没有使用要校正的SRD、SDD,因此器具I的CT图像相对于实际的器具I的CT图像被放大或缩小。换言之,如果是使用准确地校正后的SRD、SDD得到的CT图像,则能够不依赖于工作台3的位置(摄影位置)地获得实际尺寸的CT图像。但是,未被校正的SRD、SDD由于射线源(在本实施例4中为X射线管2)的焦点位置的变动而不具有正确的值,因此当使用未被校正的SRD、SDD时,CT图像的大小根据工作台3的位置(摄影位置)不同而发生变动。

[0157] 因此,作为(a)的参数的第一部位 $P_1$ 、第二部位 $P_2$ 处的工作台3上的器具I的CT图像的大小 $l_1$ 、 $l_2$ 是由X射线检测器4进行断层摄影所得到的实测值,作为(b)的参数的第一部位 $P_1$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 与第二部位 $P_2$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 之间的距离是已知的。因而,能够利用包括(a)的参数和(b)的参数的几何运算(上述式(11)、式(12)或将这些式子归纳为一个式子而得到的上述式(14))来准确地求出距离SRD。仅通过将该求出的距离SRD与(c)的参数相加,也能够准确地求出距离SDD。

[0158] 实施例5

[0159] 接着,参照附图来说明本发明的实施例5。

[0160] 图1是各实施例所涉及的X射线断层摄影装置的概要侧视图。对与上述的实施例1~4共用的结构标注相同的附图标记,并省略其说明,并且省略图示。此外,在本实施例5中,与上述的实施例1~4同样地,使用图1所示的X射线断层摄影装置1。

[0161] 在上述的实施例1、2中,使用了器具I(参照图2或图3)作为对象物,将对器具I进行摄影或断层摄影所得到的图像(器具I的投影像、器具I的CT图像)用于摄像倍率的校正。与此相对地,在本实施例5中,与上述的实施例3同样地,使用断层摄影的对象即被检体M作为

对象物,将对被检体M进行断层摄影所得到的图像(被检体M的CT图像)用于摄像倍率的校正。具体地说,在第一部位 $P_1$ 将被检体M载置于工作台3后使用X射线检测器4进行断层摄影,由此获取第一部位 $P_1$ 处的被检体M的CT图像,并且在第二部位 $P_2$ 将被检体M载置于工作台3后使用X射线检测器4进行断层摄影,由此获取第二部位 $P_2$ 处的被检体M的CT图像。将通过断层摄影得到的被检体M的CT图像送入摄像倍率校正部7以供摄像倍率的校正。

[0162] 接着,参照图6对本实施例5所涉及的摄像倍率校正部7(参照图1)的具体的运算进行说明。图6的(a)和图6的(b)是实施例5所涉及的用于摄像倍率的校正的X射线管的焦点、旋转中心轴、被检体以及X射线检测器的检测面的概要俯视图。与图2、图3、图4、图5同样地,在图6中省略工作台的图示,仅图示X射线管的焦点,仅图示X射线检测器的检测面。

[0163] 在本实施例5中,除了被检体M的断层摄影以外,不改变射线源的性质,还在与作为摄影位置的第一部位 $P_1$ 不同的第二部位 $P_2$ 处将器具I载置于工作台3(参照图1),并在第二部位 $P_2$ 处使用X射线检测器4对被检体M进行断层摄影。

[0164] 利用直行驱动机构5(参照图1)使载置有被检体M的工作台3移动,从而在图1中的双点划线的两个部位(第二部位 $P_2$ )处进行断层摄影。与上述的实施例1、2、4同样地,第一部位 $P_1$ 、第二部位 $P_2$ 处的摄影顺序未被特别地限定。可以在作为摄影位置的第一部位 $P_1$ 对被检体M进行断层摄影之后在第二部位 $P_2$ 对被检体M进行断层摄影,相反地,也可以在第二部位 $P_2$ 对被检体M进行断层摄影之后在作为摄影位置的第一部位 $P_1$ 对被检体M进行断层摄影。通过对被检体M进行断层摄影来获取被检体M的CT图像。如图6的(a)所示,将第一部位 $P_1$ 处的被检体M的CT图像设为C,并且将第二部位 $P_2$ 处的被检体M的CT图像设为D。

[0165] 在此,作为不改变射线源的性质的条件,与上述的实施例1、2、4同样地,例如存在X射线管2的管电压、管电流为固定的条件等。由此,作为被检体M的断层摄影时的前后,在断层摄影时的管电压、管电流为固定的期间对器具I进行断层摄影。与上述的实施例1、2、4同样地,作为不改变射线源的性质的条件,并不限于管电压、管电流为固定的条件。根据X射线管的规格、种类来设定射线源的性质的条件即可。关于管电压、管电流为固定的条件以外的不改变射线源的性质的条件,在实施例1中已经叙述过,因此在此不再赘述。

[0166] 如图6的(b)所示,在使断层摄影时的第一部位 $P_1$ 和第二部位 $P_2$ 处的工作台3的位置固定的状态下一边使X射线管2的焦点虚拟地移动一边获取模拟CT图像。将模拟CT图像设为E。此处的模拟CT图像是指根据由于X射线管2的焦点的虚拟的移动而变动的倍率来使CT图像C和CT图像D放大/缩小后的图像。

[0167] 在使断层摄影时的第一部位 $P_1$ 和第二部位 $P_2$ 处的工作台3的位置固定的状态下一边使X射线管2的焦点虚拟地移动一边分别进行第一部位 $P_1$ 和第二部位 $P_2$ 处的模拟CT图像E的匹配,使得CT图像的大小彼此一致。能够求出第一部位 $P_1$ 和第二部位 $P_2$ 处的模拟CT图像E彼此匹配时的X射线管2的焦点与第一部位 $P_1$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 之间的距离,来作为距离SRD。求出第一部位 $P_1$ 和第二部位 $P_2$ 处的模拟CT图像E彼此匹配时的X射线管2的焦点与X射线检测器4之间的距离来作为距离SDD。并且,将距离SRD、距离SDD的比率 $SDD/SRD$ 设为第一部位 $P_1$ 处的摄影的摄像倍率。

[0168] 根据本实施例5所涉及的摄像倍率校正方法,与上述的实施例1~4同样地,能够基于(a)(作为摄影位置的)第一部位 $P_1$ 处的工作台3上的对象物(在本实施例5中为被检体M)的CT图像的大小和(与第一部位 $P_1$ 不同的)第二部位 $P_2$ 处的工作台3上的对象物(被检体M)的



CT图像的大小、以及(b)第一部位 $P_1$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 与第二部位 $P_2$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 之间的距离 $s$ ,来求出距离SRD。并且,能够通过将该求出的距离SRD加上(c)X射线检测器4与(作为摄影位置的)第一部位 $P_1$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 之间的距离来求出距离SDD,能够通过将这些求出的距离SRD、距离SDD的比率设为第一部位 $P_1$ 处的摄影的摄像倍率来校正摄像倍率。其结果,即使使用作为断层摄影的对象的被检体M,也能够准确地校正摄像倍率。

[0169] 如上所述,在本实施例5中,与上述的实施例3同样地,使用断层摄影的对象即被检体M作为对象物,将对被检体M进行断层摄影所得到的图像(被检体M的CT图像)用于摄像倍率的校正。因此,获取在第一部位 $P_1$ 将被检体M载置于工作台3后使用X射线检测器4进行断层摄影所得到的CT图像。另外,获取在第二部位 $P_2$ 将被检体M载置于工作台3后使用X射线检测器4进行断层摄影所得到的CT图像。

[0170] 此时,与上述的实施例3同样地,被检体M的CT图像没有使用要校正的SRD、SDD,因此被检体M的CT图像相对于实际的被检体M的CT图像被放大或缩小。换言之,如上述的实施例4中所述,如果是使用被准确地校正后的SRD、SDD得到的CT图像,则能够不依赖于工作台3的位置(摄影位置)地获得实际尺寸的CT图像。但是,未被校正的SRD、SDD由于射线源(在本实施例5中为X射线管2)的焦点位置的变动而不具有正确的值,因此当使用未被校正的SRD、SDD时,CT图像的大小根据工作台3的位置(摄影位置)不同而发生变动。

[0171] 并且,如上述的实施例3中所述,作为断层摄影的对象的被检体M是未知尺寸的任意的被检体M,因此仅根据使用X射线检测器4进行断层摄影所得到的被检体M的CT图像来求出被检体M的实际的尺寸是不容易的。因此,分别获取CT图像C和CT图像D,进行如下的匹配以使得CT图像的大小彼此一致,其中,该CT图像C是在第一部位 $P_1$ 将被检体M载置于工作台3后使用X射线检测器4进行断层摄影所得到的CT图像,该CT图像D是在从第一部位 $P_1$ 起移动(b)的参数的距离 $s$ 后的第二部位 $P_2$ 将该被检体M载置于工作台3后使用X射线检测器4进行断层摄影所得到的图像。

[0172] 即,在使断层摄影时的第一部位 $P_1$ 和第二部位 $P_2$ 处的工作台3的位置固定的状态下一边使射线源(在本实施例5中为X射线管2)的焦点虚拟地移动一边分别进行第一部位 $P_1$ 和第二部位 $P_2$ 处的模拟CT图像E的匹配。能够准确地求出第一部位 $P_1$ 和第二部位 $P_2$ 处的模拟CT图像E彼此匹配时的射线源(X射线管2)的焦点与第一部位 $P_1$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 之间的距离,来作为距离SRD。仅通过将该求出的距离SRD与作为(c)的参数的距离(即,X射线检测器4与第一部位 $P_1$ 处的工作台3的旋转中心轴 $A_x$ 之间的距离)相加,就能够准确地求出第一部位 $P_1$ 和第二部位 $P_2$ 处的模拟CT图像E彼此匹配时的射线源(X射线管2)的焦点与X射线检测器4之间的距离来作为距离SDD。

[0173] 本发明并不限于上述实施方式,能够如下述那样变形并实施。

[0174] (1) 在上述各实施例中,作为放射线,采用X射线为例进行了说明,并且作为放射线断层摄影装置,采用X射线断层摄影装置为例进行了说明,但是本发明也可以应用于使用了X射线以外的放射线( $\alpha$ 射线、 $\beta$ 射线、 $\gamma$ 射线等)的放射线断层摄影装置。

[0175] (2) 在上述各实施例中,通过求解上述式(5)的方程式来分别求出距离SRD、距离SDD,但并不限定于该方法。例如,也可以在校正时利用位置检测器(图示省略)实际测量X射线检测器与第一部位处的工作台的旋转中心轴之间的距离,通过将作为该实测值的距离与



距离SRD直接相加来求出距离SDD。

[0176] 附图标记说明

[0177] 1:X射线断层摄影装置;2:X射线管;3:工作台;4:X射线检测器;P<sub>1</sub>:第一部位(摄影位置);P<sub>2</sub>:第二部位;M:被检体;I:校正用器具(器具)。

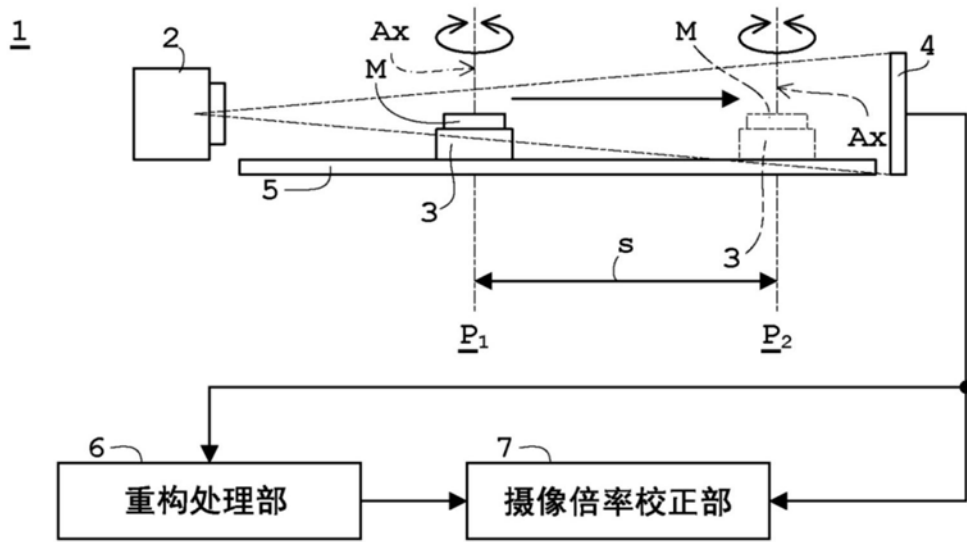


图1

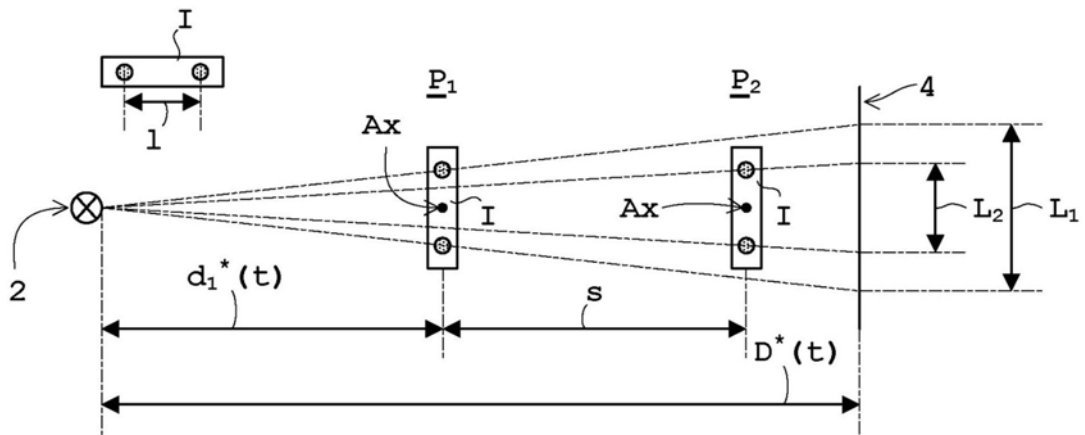


图2

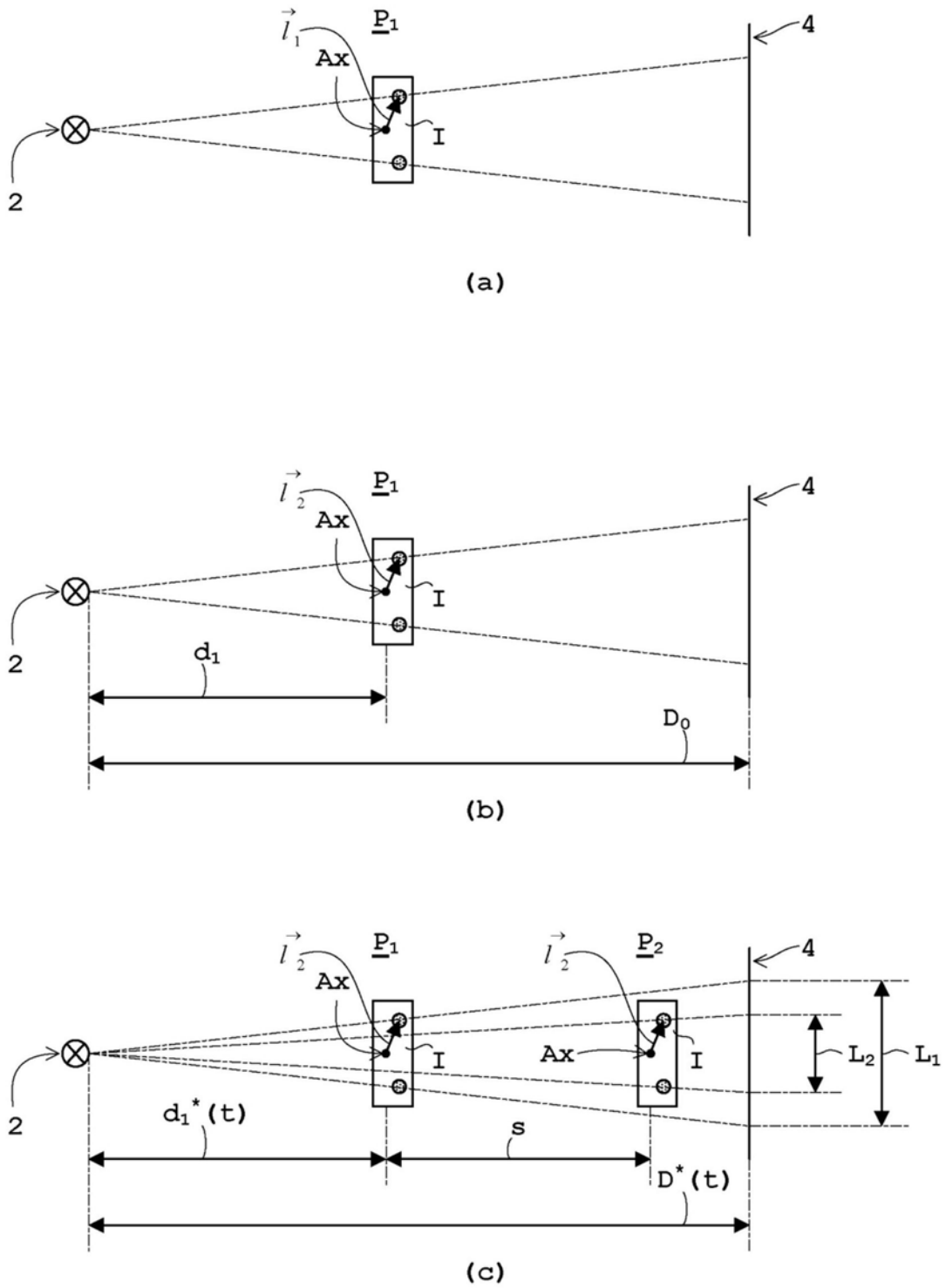


图3

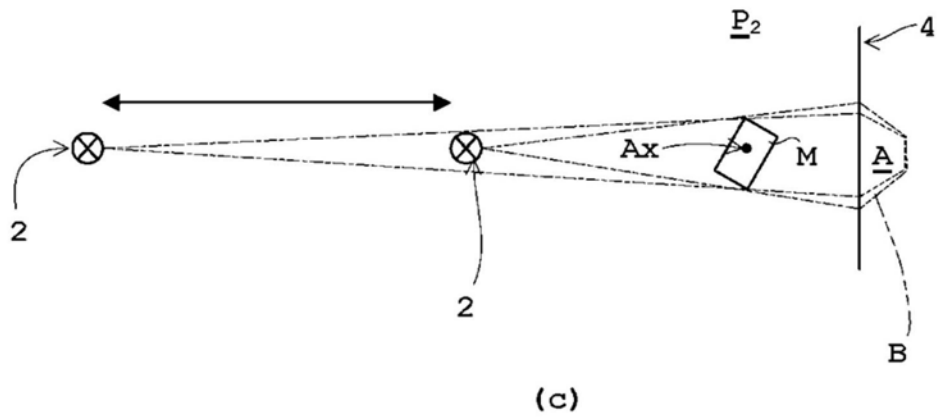
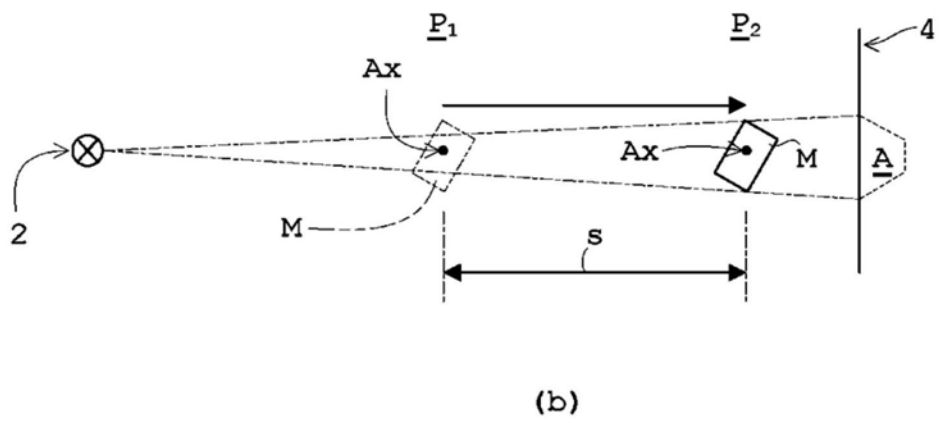
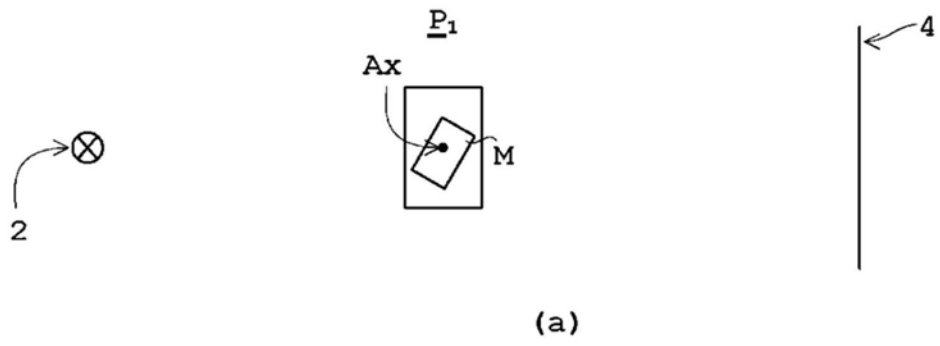


图4

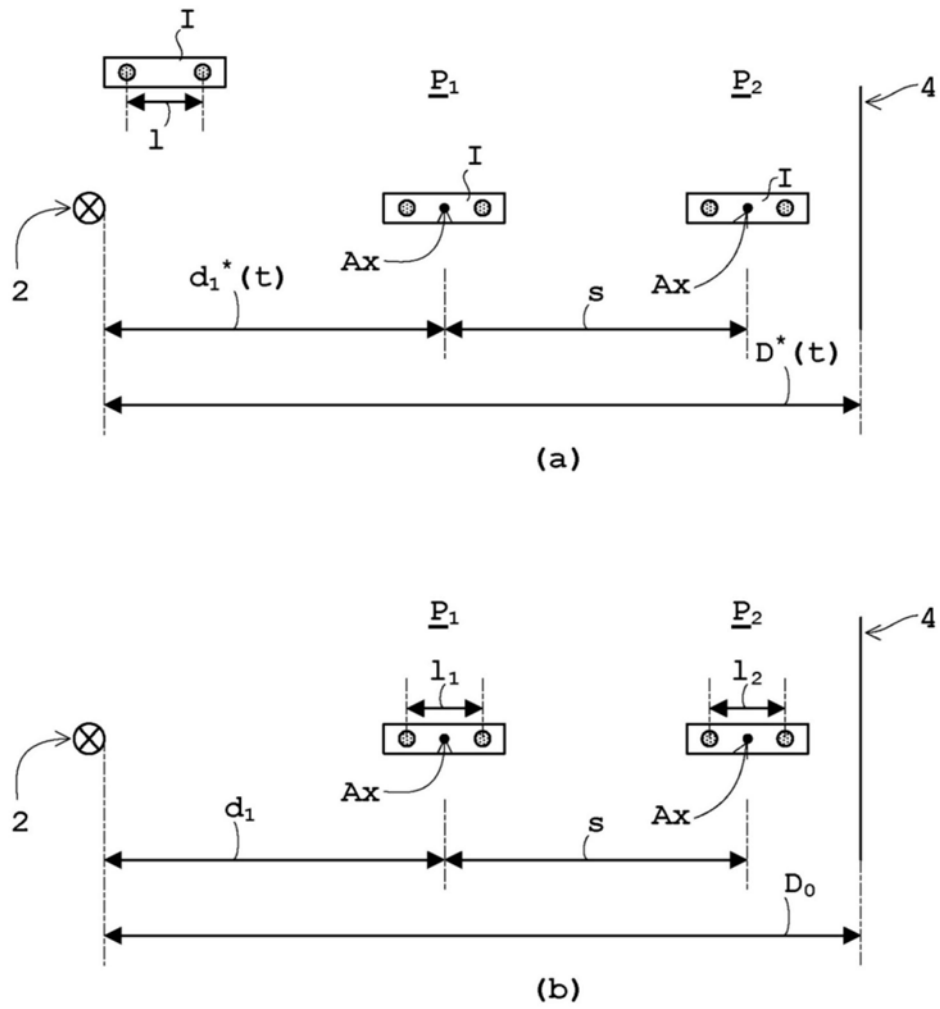
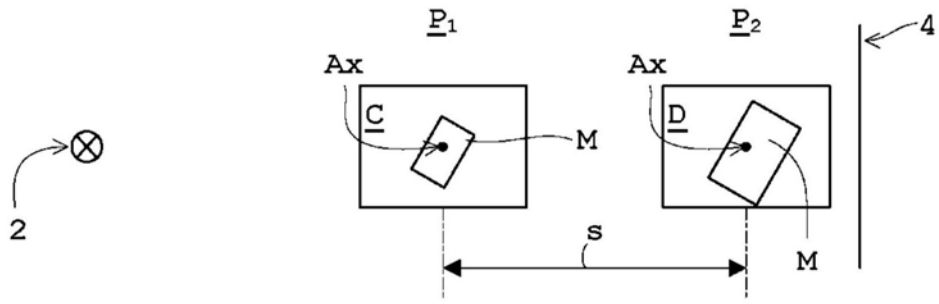
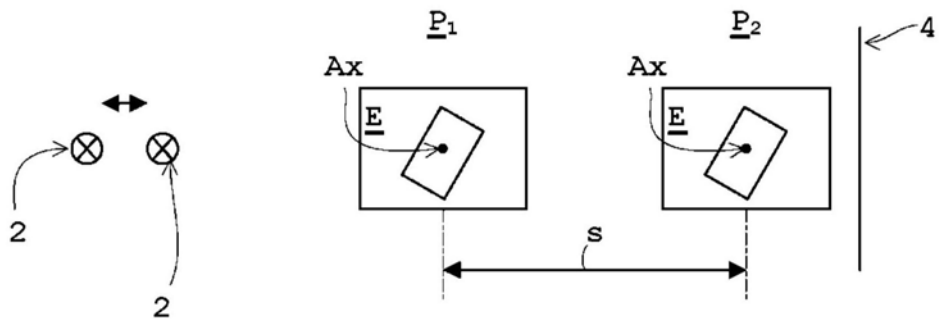


图5



(a)



(b)

图6

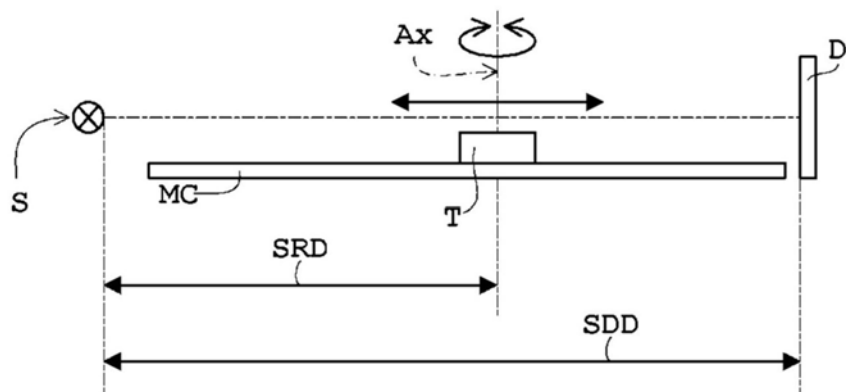


图7