



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103417233 B

(45)授权公告日 2017.04.12

(21)申请号 201310189375.2

(22)申请日 2013.05.21

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103417233 A

(43)申请公布日 2013.12.04

(30)优先权数据

13/476130 2012.05.21 US

(73)专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 A.伊赫勒夫 J.J.莱西

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 叶晓勇 李浩

(51)Int.Cl.

A61B 6/03(2006.01)

(56)对比文件

CN 1164312 A, 1997.11.05,

JP 特开2001-59872 A, 2001.03.06,

CN 101266297 A, 2008.09.17,

US 2001/0025936 A1, 2001.10.04,

审查员 陈雪妮

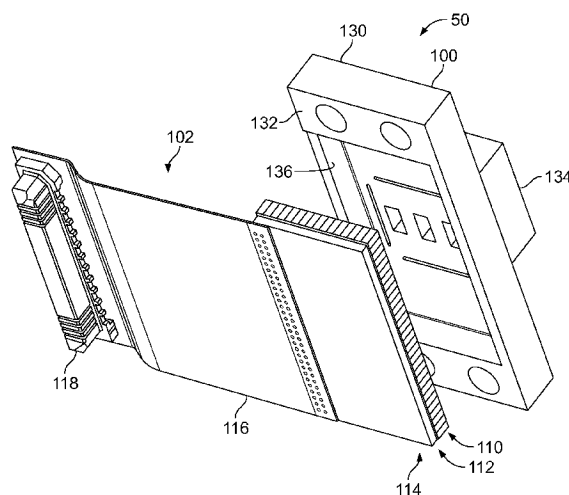
权利要求书2页 说明书10页 附图10页

(54)发明名称

用于成像系统的源侧监测装置

(57)摘要

本发明提供一种包括探测器模块部件(102)和耦合到探测器模块部件的监测镜头(100)的源侧辐射探测器(SSRD)(50),所述探测器模块部件和监测镜头定位成接近x射线源(12),所述监测镜头包括配置成接收穿过其中的来自所述x射线源的x射线(14)的多个狭缝(140、142),所述探测器模块部件配置成探测通过所述狭缝传送的x射线并生成信息以跟踪所述x射线源的焦斑(200)的位置。



1. 一种源侧辐射探测器SSRD(50),包括:

探测器模块部件(102);以及

耦合到所述探测器模块部件的监测镜头(100),所述探测器模块部件和所述监测镜头定位成接近x射线源(12),所述监测镜头包括配置成接收穿过其中的来自所述x射线源的x射线(14)的多个狭缝(140、142),所述探测器模块部件配置成探测透射所述狭缝的x射线并生成信息以跟踪所述x射线源的焦斑(200)的位置;

其中,所述多个狭缝(140、142)包括:

在第一方向布置的第一对狭缝(140);以及

在不同的第二方向布置的第二对狭缝(142)。

2. 如权利要求1所述的SSRD(50),其中,所述多个狭缝(140、142)包括:

在第一方向布置的第一对狭缝(140),所述第一对狭缝生成表示所述焦斑(200)在第一方向的运动的信息;以及

在不同的第二方向布置的第二对狭缝(142),所述第一对狭缝与所述第二对狭缝垂直,所述第二对狭缝生成表示所述焦斑在第二方向的运动的信息。

3. 如权利要求1所述的SSRD(50),其中,所述监测镜头(100)还包括设置在所述多个狭缝之间的至少一个开口(170、172、174),所述开口配置成接收穿过其中的来自所述x射线源(12)的x射线(14),所述探测器模块部件(102)配置成探测透射所述开口的x射线并生成表示所述焦斑(200)的强度的信息。

4. 如权利要求1所述的SSRD(50),其中,所述监测镜头(100)还包括多个开口(170、172、174),每一个开口具有安装在其中的滤波器(250、252、254),所述多个开口配置成接收穿过其中的来自所述x射线源的x射线(14),所述探测器模块部件(102)配置成探测透射所述多个开口的x射线并生成表示所述焦斑(200)的强度的信息。

5. 如权利要求1所述的SSRD(50),其中,所述监测镜头(100)还包括多个开口(170、172、174),每一个开口具有安装在其中的不同滤波器(250、252、254),所述多个开口配置成接收穿过其中的来自所述x射线源(12)的x射线(14),所述探测器模块部件(102)配置成探测透射所述多个开口的x射线并生成表示所述x射线的功率的信息。

6. 如权利要求1所述的SSRD(50),其中,所述监测镜头(100)还包括三个开口(170、172、174),所述三个开口中的每一个具有安装在其中的不同滤波器(250、252、254),所述三个开口配置成接收穿过其中的来自所述x射线源(12)的x射线(14),所述探测器模块部件(102)配置成对比来自第一开口的输出与来自第二开口的输出以生成表示所述x射线的功率的信息。

7. 如权利要求1所述的SSRD(50),其中,所述焦斑信息用于对从像所述监测镜头(100)一样位于对象(16)的相对侧的第二成像探测器(20)获取的数据进行归一化。

8. 一种用于对对象(16)成像的成像系统(10),所述成像系统包括:

配置成向所述对象发射能量的x射线源(12);

位于所述对象的第一侧的源侧辐射探测器SSRD(50);以及

位于所述对象的第二相对侧的成像探测器(20),所述SSRD输出用于对由所述成像探测器生成的投影数据进行归一化的数据;

其中,所述SSRD(50)包括:

探测器模块部件(102);以及

耦合到所述探测器模块部件的监测镜头(100),所述监测镜头包括配置成接收穿过其中的来自所述x射线源(12)的x射线(14)的多个狭缝(140、142),所述探测器模块部件配置成探测透射所述狭缝的x射线并生成信息以跟踪所述x射线源的焦斑(200)的位置;

其中,所述多个狭缝(140、142)包括:

在第一方向布置的第一对狭缝(140);以及

在不同的第二方向布置的第二对狭缝(142)。

用于成像系统的源侧监测装置

技术领域

[0001] 一般来说,本文所公开的主题涉及成像系统,更具体地说,涉及用于成像系统的源侧焦斑监测装置。

背景技术

[0002] 一些已知的成像系统,例如计算机断层扫描(CT)成像系统,包括x射线源和耦合到扫描架的探测器部件。在操作中,x射线源向定位在台架上的主体或对象发射扇形x射线束或锥形x射线束。x射线束经主体衰减之后照射到探测器部件上。在探测器部件所接收的经衰减的x射线束的强度通常取决于主体对x射线束的衰减。探测器部件的每个探测器元件产生指示所接收的经衰减x射线束的单独电信号。这些电信号统称为x射线衰减测量或x射线图像。

[0003] CT预处理操作中利用参考归一化(reference normalization)来减少或去除x射线源输出波动的影响。为此目的,传统探测器部件包括一组参考通道(reference channel,也称作参考探测器)。参考通道一般位于探测器部件的重构视场(FOV)外面一点,以使得参考通道直接从x射线源接收x射线光子而不会受到扫描主体的干扰。在操作中,参考通道监测x射线源通量并且测量的信号应用于测量的投影。由此基本上去除了测量的投影上x射线源输出的任何变化的影响。

[0004] 但是,在使用CT成像系统对较大的主体或对象进行成像时,在扫描期间主体或对象可能会阻挡部分或全部参考通道。这样,在参考通道被阻挡时,参考通道接收经衰减的x射线。因此,参考通道可能生成降低图像质量的无效归一化值。更具体地说,错误的归一化可能导致显示的图像上出现条纹或伪像。

发明内容

[0005] 在一个实施例中,提供一种源侧辐射探测器(SSRD)。该SSRD包括探测器模块部件以及耦合到探测器模块部件的监测镜头(monitoring lens),探测器模块部件和监测镜头定位成接近x射线源,监测镜头包括配置成接收穿过其中的来自x射线源的x射线的多个狭缝,探测器模块部件配置成探测透射狭缝的x射线并生成信息以跟踪x射线源的焦斑的位置。

[0006] 在另一个实施例中,提供一种成像系统。该成像系统包括配置成向对象发射能量的x射线源、位于对象的第一侧的源侧辐射探测器(SSRD)以及位于对象的第二相对侧的成像探测器,SSRD输出用于对由成像探测器生成的投影数据进行归一化的数据。

[0007] 在又一个实施例中,提供一种校正成像数据的方法。该方法包括从源侧辐射探测器(SSRD)接收信息、从成像探测器接收投影数据集以及使用从SSRD接收的信息来校正投影数据集。

[0008] 在又一个实施例中,提供一种参考跟踪辐射探测器。参考跟踪辐射探测器包括探测器模块部件以及耦合到探测器模块部件的监测镜头。探测器模块部件和监测镜头定位成

接近后患者成像探测器。监测镜头包括配置成接收穿过其中的来自x射线源的x射线的多个狭缝。探测器模块部件配置成探测透射狭缝的x射线并且生成跟踪x射线源的焦斑的位置的信息。

附图说明

[0009] 图1是包括根据各个实施例所形成的源侧辐射探测器(SSRD)的成像系统的简化示意框图；

[0010] 图2是图1所示的SSRD的局部分解图；

[0011] 图3是根据各个实施例所形成的图2所示监测镜头的正面透视图；

[0012] 图4是图2所示的监测镜头的顶视图；

[0013] 图5是图2所示的监测镜头的侧视图；

[0014] 图6是图2所示的监测镜头的截面图；

[0015] 图7是示出相对于根据各个实施例的图2所示探测器模块部件的一对狭缝和多个开口的布置的示意图；

[0016] 图8是可由根据各个实施例的图1所示x射线源发射的示范x射线束图样的示意图；

[0017] 图9是示出可根据各个实施例生成的焦斑运动校正值的图表；

[0018] 图10是示出可根据各个其它实施例生成的其它焦斑运动校正值的图表；

[0019] 图11是根据各个实施例所形成的多模态成像系统的示意图；

[0020] 图12是图8所示系统的示意框图。

具体实施方式

[0021] 通过结合附图进行阅读之后,将会更好地理解上述发明内容以及以下的某些实施例的具体详细描述。在附图示出各个实施例的功能块的简图的意义,功能块不一定指示硬件电路之间的划分。因此,例如,功能块的一个或多个(例如处理器、控制器、电路或存储器)可通过单个硬件或者多个硬件来实现。应当理解,各个实施例并不局限于附图所示的布置和手段。

[0022] 本文所使用的、以单数形式所述并且具有数量词“一”的元件或步骤应该被理解为不排除多个所述元件或步骤的情况,除非明确说明了这种排除情况。此外,“一个实施例”的说法不是意在解释为排除也结合了所述特征的其它实施例的存在。此外,除非相反的明确说明,否则,“包括”或“具有”带特定性质的元件或多个元件的实施例可包括没有那种性质的附加的此类元件。

[0023] 本文所使用的术语“模块”是指使用指令编程以执行算法或方法的软件、硬件(例如处理器)或其组合。本文所描述的模块可采用无线方式或通过有线连接进行通信。

[0024] 各个实施例提供位于x射线源和被成像主体之间的源侧辐射探测器(SSRD)。SSRD配置成在x射线经主体衰减之前直接从x射线源接收x射线。从SSRD接收的信息可用于对从位于成像主体相对侧的第二成像探测器获取的信息进行信息归一化。相应地,各个实施例的技术效果是使SSRD位于接近x射线源以使得SSRD用作参考传感器以从x射线源获取归一化信息并且在各个实施例中可用于校正从成像探测器获取的信息。SSRD可以跟踪x射线源12,通常是x射线管焦斑和从x射线源12发射的x射线的强度。

[0025] 图1是根据各个实施例所形成的计算机断层扫描(CT)成像系统10的简化框图。成像系统10包括配置成发射辐射(例如x射线14)通过包含主体16(例如成像患者)的体积的x射线源12。在图1所示的实施例中,成像系统10还包括可调整准直仪18。在操作中,发射的x射线14穿过可调整准直仪18的开口,它在一个或多个维度上限制与经过体积的x射线14相关的角度范围。更具体地说,准直仪18对发射的x射线14整形,例如整形成进入和穿过主体16的大体锥形或大体扇形射束。准直仪18可调整为适应不同的扫描模式,例如在螺旋扫描模式中提供窄扇形x射线束和在轴扫描模式中提供较宽的锥形x射线束。在一个实施例中,准直仪18可由旋转以调整穿过主体16的x射线14的形状或角度的两个圆筒盘(cylindrical disk)构成。可选地,准直仪18可使用两个或更多平移板或闸构成。在各个实施例中,可构成准直仪18以使得由准直仪18定义的孔径对应于成像探测器20的形状。

[0026] 在操作中,x射线14穿过主体16并且照射成像探测器20。成像探测器20包括可布置成单行或多行的多个探测器元件24以形成探测器元件24的阵列。探测器元件24生成表示入射x射线14的强度的电信号。电信号被获取和处理以重构主体16内的一个或多个特征或结构的图像。

[0027] 成像系统10还包括配置成向x射线源12提供电力和定时信号的x射线控制器26。成像系统10还包括数据获取系统28。在操作中,数据获取系统28接收由成像探测器20的读出电子器件部分所收集的数据。数据获取系统28可接收来自成像探测器20的取样模拟信号,并且将数据转换成数字信号,供处理器30进行后续处理。可选地,数模转换可由在成像探测器20上提供的电路来执行。

[0028] 处理器30编程为执行本文所述的功能,并且本文所使用的术语“处理器”不局限于本领域称作计算机的那些集成电路,而是广义表示计算机、微控制器、微型计算机、可编程逻辑控制器、专用集成电路和其它可编程电路,并且这些术语在本文中可互换地使用。

[0029] 成像系统10还包括位于x射线源12与主体16之间的SSRD 50。在所示实施例中,SSRD 50位于准直仪18附近。但是,应当认识到,SSRD 50可位于x射线源与主体16之间的任意位置并且图1所示的位置只是示范性的。在操作中,从x射线源12发射的x射线14照射到SSRD 50上。此外,应当理解,SSRD 50还可位于主体16后面,只要SSRD 50与x射线源12之间无阻挡。如下文中更详细地解释,SSRD 50包括布置成行和列以形成探测器元件阵列的多个探测器元件。SSRD探测器元件生成表示入射x射线14的强度的电信号。电信号被获取和处理以重构主体16内的一个或多个特征或结构的图像,如下文中更详细地描述。

[0030] 在各个实施例中,成像系统10还包括配置成从SSRD 50接收信息并生成表示x射线束14的焦斑位置的信息的焦斑监测模块52。在各个实施例中,模块52还配置成生成表示x射线束14的焦斑强度和/或功率级(kVp)的信息。模块52可配置成自动确定x射线束14的焦斑位置、焦斑强度和/或功率级。模块52可实现为安装在处理器30中的一个硬件。可选地,模块52可实现为安装在处理器30上的一组指令。该组指令可以是独立程序,可以结合作为安装在处理器30上的操作系统中的子例程,可以是处理器30上已安装软件包中的功能,或可以是软件和硬件的组合。

[0031] 图2是图1所示的SSRD 50的局部分解图。SSRD 50包括监测镜头100和探测器模块部件102。在各个实施例中,探测器模块部件102包括多个闪烁体110。闪烁体110在受到入射x射线束撞击时,吸收x射线束的能量并以光的形式重新发射所吸收的能量。探测器模块部

件102还包括多个光电传感器或光电二极管112以接收来自邻近闪烁体的光能并由此产生电信号。通常,每个闪烁体110将x射线转换成光能。此外,每个光电二极管112探测光能并生成相应的电信号作为由相应闪烁体110发射的光的函数。电信号由读出电子器件部分114处理并传送到数据处理器30和/或模块50供后续处理和图像重构。在各个实施例中,探测器模块部件102可使用例如软电缆116和连接器118耦合到处理器30。

[0032] 在各个实施例中,监测镜头100包括第一侧面130和相对的第二侧面132。监测镜头100还包括从第一侧面130向外延伸或突出的部分134。在各个实施例中,通过部分134形成多个开口,如下文中详细描述。第二侧面132具有在其中形成的凹槽136。凹槽136确定大小为在其中容纳探测器模块部件102。相应地,在所示实施例中,凹槽136具有与探测器模块部件102相似的形状或大小,以便在将探测器模块部件102安装到凹槽136中时限制其移动。在各个实施例中,监测镜头100制造为单一个体装置。更具体地说,监测镜头100可制造为单个模制操作中的单个部件或冲压为单个部件。监测镜头100由充分阻止x射线穿过的材料制造。例如,监测镜头100可由例如铅材料制造。监测镜头100还可由多个单独部件制造,它们在组合时形成监测镜头100。此外,应该理解,可使用多个槽或多个孔进行焦斑跟踪。对于多片镜头设计,监测镜头100可例如通过机械加工材料的固体块、铸造、金属注射成型和/或这些技术的组合来构造。

[0033] 图3是图2所示的监测镜头100的正面透视图。图4是图2所示的监测镜头100的顶视图。图5是图2所示的监测镜头100的侧视图。图6是图2所示的监测镜头100的截面图。如图3-6所示,在各个实施例中,监测镜头100包括多个狭缝和通过其中形成的多个开口。更具体地说,狭缝和开口使照射到第一侧面130上的x射线能够通过监测镜头100传送到第二侧面132并照射到探测器模块部件102上。然后,探测器模块部件102探测x射线并生成输出,如下文中详细描述。

[0034] 在各个实施例中,监测镜头100包括第一对狭缝140和第二对狭缝142。本文所使用的狭缝是指具有较窄的宽度和远大于其宽度的长度的开口,例如矩形。监测镜头100还包括至少一个开口144。在所示实施例中,监测镜头包括三个开口144。但是,应该认识到,监测镜头可包括单个开口144、两个开口144或超过三个开口144。在所示实施例中,第一对狭缝140包括第一狭缝150和第二狭缝152。同样,狭缝160和162形成与狭缝对150和152呈90度设置的另一狭缝对。每个狭缝对处在从狭缝之间的中央平面具有相反角偏移的平面上。中央平面为x狭缝的Y-Z平面和Z狭缝的而Y-X平面。狭缝对的角度决定狭缝对的焦点,通常落在焦斑之前。也就是说,狭缝对在互成角度的相交平面上产生会聚投射。狭缝的纵横比(宽对深)是决定镜头跟踪焦斑的灵敏度的设计参数,长宽比越大则跟踪功能越灵敏。此外,这种纵横比决定狭缝排斥离轴散射x射线的能力,从而增进总的信噪比。

[0035] 如上所述,除狭缝150、152、160及162之外,监测镜头100还包括至少一个开口144。在所示实施例中,监测镜头100包括第一开口170、第二开口172及第三开口174。在所示实施例中,第一开口170设置成接近第四侧面166,第三开口174设置成接近第三侧面164,而第二开口172设置于第一与第三开口170与174之间。此外,多个开口144分别从第一和第二对狭缝140和142向内设置。如图6所示,开口170由作为监测镜头100的组成部分的分隔物180与开口172分隔。此外,第二开口172由同样作为监测镜头100的组成部分的分隔物182与第三开口174分隔。在操作中,分隔物180和182用作准直仪以分别将x射线校准进入第一、第二或

第三开口170、172或174。开口144的操作在下文中更详细地论述。

[0036] 参照图3,狭缝150、152、154及156中的每一个具有宽度184和长度186。狭缝150与狭缝152隔开距离188,而狭缝160与狭缝162隔开距离190。在所示实施例中,狭缝150和152的长度和宽度实质上与狭缝160和162的长度和宽度相同。但是,应该理解,在各个实施例中,狭缝150和152的长度和宽度可与狭缝160和162的长度和宽度不同。此外,监测镜头100具有厚度192。

[0037] 图7是示出关于探测器模块部件102的第一和第二对狭缝140和142以及多个开口144的布置的简化图。如上所述,狭缝150、152、160和162具有较窄的宽度和远大于其宽度的长度。在所示实施例中,狭缝150、152、160和162中的每一个具有约一个像素宽的宽度。此外,狭缝150、152、160和162中的每一个具有延伸约十二个像素的长度。此外,开口144中的每一个具有延伸约四个像素的宽度和延伸约三个像素的宽度。这样,在操作中,透射各个开口144的x射线由 $M \times N$ 像素阵列探测,其中在所示实施例中, $M=3$ 且 $N=4$ 。此外,透射狭缝150、152、160和162的每一条x射线由 $0 \times P$ 像素阵列探测,其中在所示实施例中, $0=1$ 且 $P=12$ 。在所示实施例中,每个光电传感器112定义像素194。这样,由每个像素194生成的电信号对应于所得图像中的像素。

[0038] 在各个实施例中,SSRD 50可用于校正或补偿焦斑运动(它可导致相邻通道之间的半影和增益变化)。更具体地说,SSRD 50可使用第一和第二对狭缝140和142执行焦斑跟踪。在操作中,第一对狭缝140用于跟踪x射线焦斑在第一方向或沿第一成像轴(例如x轴)的运动,而第一对狭缝142用于跟踪x射线焦斑在第二方向或沿第二成像轴(例如z轴)的运动。例如,第一对狭缝140可用于跟踪z方向的焦斑位置,而第二对狭缝142可用于跟踪z方向的焦斑位置。

[0039] 焦斑是辐射从x射线源12(图1中示出)投射的区域。在各个实施例中,由x射线源12生成的x射线14呈圆锥形从焦斑发散。为了从轴扫描产生具有可接受分辨率的图像,从而提供临床相关图像细节,需要焦斑在x轴和z轴正确对齐。例如,在操作中,成像系统10可因不同因素变热。热量可导致某些辐射源结构的热膨胀,而这可导致焦斑位置的相应偏移。为了校正焦斑位置的偏移,从SSRD 50获取的信息、即第一和第二对狭缝140和142,用于在成像过程期间精确确定焦斑的位置。然后,可使用得自第一和第二对狭缝140和142的信息来校正从成像探测器20获取的成像数据。

[0040] X射线源12的焦斑也可能因为x射线源12和/或探测器部件20上出现的旋转力导致的机械偏转而相对探测器准直仪18改变位置。SSRD 50的一个潜在额外使用是在焦斑位置相对转速之间建立传输函数。然后,可对收集的模块数据应用这类信息以提高图像质量。

[0041] 图8是可由图1所示x射线源12发射的示范x射线束图样的示意图。如图8所示,x射线束14从焦斑200发出。此外,狭缝150校准为预定的焦距202。应该认识到,虽然只示出一个狭缝、即狭缝150,但其它狭缝152、160和162的操作与狭缝150的操作相似。在各个实施例中,随着焦斑200上下移动,应该认识到,由狭缝150生成的信号会变化。例如,如果焦斑200处于x射线自由穿过狭缝150的第一位置,由读出电子器件部分114记录的狭缝150的输出将处于较高水平,即信号将较高,因为x射线照射到位于狭缝150后面的像素194上。相似地,当焦斑200处于第一位置时,x射线无法自由穿过狭缝152,这样,由读出电子器件部分114记录的狭缝152的输出将处于比第一狭缝150的输出更低的水平。因此,应该认识到,例如,当焦

斑200的位置沿z轴移动时,第一和第二狭缝150和152的输出将变化。相应地,在各个实施例中,为了确定在第一轴(例如z轴)的焦斑位移,会计算狭缝150和152的输出的比率(S_{150}/S_{152})。比率(S_{150}/S_{152})由此表示沿第一轴的焦斑移动。在各个实施例中,焦斑沿z轴的位置、即(S_{150}/S_{152}),可使用例如焦斑位置模块52和/或处理器30来计算。

[0042] 相似地,再次参照图3,当焦斑200从一侧到另一侧移动时,应该认识到,由狭缝160和162生成的信号会变化。例如,如果焦斑200处于x射线自由穿过狭缝160的第一位置,由读出电子器件部分114记录的狭缝160的输出将处于较高水平,即信号将较高,因为x射线照射到位于狭缝160后面的像素194上。相似地,当焦斑200处于第一位置时,x射线无法自由穿过狭缝162,这样,由读出电子器件部分114记录的狭缝162的输出将处于比第一狭缝160的输出更低的水平。因此,应该认识到,例如,当焦斑200的位置沿x轴移动时,第一和第二狭缝160和162的输出将变化。相应地,在各个实施例中,为了确定在第二轴(例如x轴)的焦斑位移,会计算第二比率(S_{160}/S_{162})并由此表示沿第二轴的焦斑移动。

[0043] 图9是示出可根据各个实施例生成的焦斑运动校正值302的图表300,其中x轴表示焦斑200的位置,y轴表示可应用于从成像探测器20获取的信息的增益值,从而校正或补偿各个视图以说明在z方向的焦斑移动。在示范实施例中,线302表示使用狭缝150和152计算的比率(S_{150}/S_{152})。相应地,如图9所示,当比率(S_{150}/S_{152})改变时,在z方向应用于每个视图的增益也会相应地改变。

[0044] 相似地,图10是示出可根据各个实施例生成的焦斑运动校正值310的图表312,其中x轴表示焦斑200的位置,y轴表示可应用于从成像探测器20获取的信息的增益值,从而校正或补偿各个视图以说明在x方向的焦斑移动。在示范实施例中,线312表示使用狭缝160和162计算的比率(S_{160}/S_{162})。相应地,如图10所示,当比率(S_{160}/S_{162})改变时,在z方向应用于每个视图的增益也会相应地改变。应该认识到,在各个实施例中,如果焦斑200未在x方向移动,但焦斑200在z方向移动,比率 S_3/S_4 可用于校正图像数据。相似地,如果焦斑200未在z方向移动,但焦斑200在x方向移动,比率 S_1/S_2 可用于校正图像数据。

[0045] 再次参照图3,如上所述,监测镜头100还可包括单个开口144、两个开口144或超过三个开口144。在所示实施例中,监测镜头100包括三个开口144。在操作中,开口144用于确定x射线束14的强度值和/或x射线源12的功率级(kVp)。更具体地说,开口144使成像系统10能够随着时间跟踪x射线束14的强度值和/或x射线源12的功率级(kVp)。在各个实施例中,每个开口包括安装在其中的滤波器。例如,第一开口170具有安装在其中的滤波器250,第二开口172具有安装在其中的滤波器252,而第三开口174具有安装在其中的滤波器254。在各个实施例中,滤波器250、252和254用于生成校正值,以用于对从成像探测器20获取的投影数据进行归一化。更具体地说,为了在任何x射线强度下保持图像质量,在生成图像之前会对从成像探测器20获取的投影数据进行归一化。具体地说,并且对于每个视图,会相对照射在成像探测器20上的x射线的强度对投影数据进行归一化。相应地,在各个实施例中,从滤波器250、252和254获取的经滤波信息用于对从成像探测器20获取的投影数据进行归一化。在各个实施例中,滤波器250、252和254是相同的滤波器。例如,滤波器250、252和254可实现为k边缘滤波器(k-edge filter)。相应地,滤波器250、252和254以相似的方式吸收x射线,因为它们均体现为相同的k边缘滤波器。因此,滤波器250、252和254中的每一个吸收的x射线强度应实质上相同。因此,可对来自三个滤波器250、252和254的输出一起求平均以生成

校正值用于校正或归一化由成像探测器20获取的视图或投影。重要的是要注意,构建用于参考归一化或kVp测量的开口形状以使得其读数不会受到焦斑运动或位置的影响。为此,开口的侧壁在X和Z跟踪狭缝的对面渐细以使得与开口壁平行构成的平面在SSRD 50之后会聚(沿x射线路径)。

[0046] 在各个其它实施例中,滤波器250与滤波器252不同。此外,滤波器254与滤波器250和滤波器252不同。例如,在各个实施例中,滤波器250、252和254可全部实现为k边缘滤波器。但是,滤波器250可由以作为kV函数的与滤波器252不同的速率吸收x射线的材料制造。此外,滤波器254可以作为kV函数的与滤波器250和252不同的速率吸收x射线。相应地,计算两个滤波器的比率会生成表示x射线源12的kV水平的值。例如,比率250/252可表示x射线源的kV水平。此外,比率252/254可表示x射线源12的kV水平。因此,滤波器250、252和254提供的信息也可用于对从成像探测器20获取的投影数据进行归一化。

[0047] 图11是可配置成实现本文所述的各个实施例的示范成像系统400的透视图。图12是成像系统400(图11中示出)的示意框图。虽然在包括CT成像系统和正电子发射断层扫描(PET)成像系统的示范双模态成像系统的上下文中描述各个实施例,应该理解,预计使用能够执行本文所述功能的其它成像系统。

[0048] 多模态成像系统400如图所示并且包括CT成像系统402和PET成像系统404。成像系统400允许不同模态的多个扫描以便实现超过单模态系统的增强诊断能力。在一个实施例中,示范多模态成像系统400为CT/PET成像系统400。可选地,成像系统400可采用CT和PET之外的模态。例如,成像系统400可以是独立CT成像系统、独立PET成像系统、磁共振成像(MRI)系统、超声成像系统、x射线成像系统和/或单光子发射计算机断层扫描(SPECT)系统、介入C臂断层扫描、专用CT系统(例如肢体或胸部扫描)及其组合等等。

[0049] CT成像系统402包括具有x射线源12的扫描架410,x射线源12向扫描架410的相对侧上的成像探测器20投射x射线束14。此外,x射线源12还向安装在x射线源与主体16之间的SSRD 50投射x射线束14。成像探测器20包括布置在行或通道中的多个探测器元件24,它们一起感测穿过对象(例如对象16)的投射x射线。成像系统400还包括从成像探测器20接收投影数据并处理投影数据以重构主体16的图像的处理器30。此外,处理器30从SSRD 50接收数据并处理数据以校正从成像探测器20获取的成像数据,如上所述。

[0050] 在操作中,操作员提供的命令和参数由计算机30用于提供控制信号和信息以重新定位电动台架422。更具体地说,电动台架422用于将主体16移入和移出扫描架410。具体地说,台架422至少将主体16的一部分移入和移出贯穿扫描架410的扫描架开口424。

[0051] 成像系统400还包括配置成实现本文所述的各种方法的焦斑监测模块52。例如,模块52可配置成自动确定x射线源12的焦斑位置,确定焦斑强度,并且还确定来自x射线源12的x射线的功率。由焦斑监测模块52确定的信息可应用于从成像探测器20获取的传输数据以执行如上所述的各种投影数据校正。

[0052] 模块52可实现为安装在处理器30中的一个硬件。可选地,模块52可实现为安装在处理器30上的一组指令。该组指令可以是独立程序,可以结合作为安装在处理器30上的操作系统中的子例程,可以是处理器30上已安装软件包中的功能等等。应当理解,各个实施例并不局限于附图所示的布置和工具。

[0053] 如上所述,探测器20包括多个探测器元件24。每个探测器元件24产生电信号或输

出,它们表示照射x射线束的强度,并且因而允许估计射束在穿过主体16时的衰减。在扫描以获取x射线投影数据期间,扫描架410和其上安装的组件围绕旋转440转动。图12只示出单行探测器元件24(即探测器行)。但是,多层面探测器阵列20包括探测器元件24的多个平行探测器行,以使得在扫描期间可同时获取对应于多个层面的投影数据。

[0054] 扫描架410的旋转和x射线源12的操作由控制机构442来管理。控制机构442包括向x射线源12提供电力和定时信号的x射线控制器26以及控制扫描架410的转速和位置的扫描架电动机控制器446。控制机构442中的数据获取系统(DAS) 28对来自探测器元件24和SSRD 50的模拟数据进行取样,并将数据转换成数字信号供后续处理。例如,后续处理可包括使用模块52实现本文所述的各种方法。图像重构器450从DAS 28接收取样和数字化的x射线数据并执行高速图像重构。重构的图像输入将图像存储到存储装置452中的处理器30。可选地,处理器30可从DAS 28接收取样和数字化的x射线数据并使用模块52执行本文所述的各种方法。处理器30还经由具有键盘的控制台460接收来自操作员的命令和扫描参数。关联的可视显示单元462允许操作员观察来自计算机的重构图像和其它数据。

[0055] 操作员提供的命令和参数由计算机30用于向DAS 28、x射线控制器26和扫描架电动机控制器446提供控制信号和信息。另外,计算机30操作台架电动机控制器464,它控制电动台架422以在扫描架410上定位主体406。具体地说,台架422至少将主体16的一部分移入和移出图11所示的扫描架开口424。

[0056] 再次参照图12,在一个实施例中,处理器30包括装置470,例如CD-ROM驱动器、DVD驱动器、磁光盘(MOD)装置或任何其它数字装置,包括网络连接装置,例如用于读取来自非暂时计算机可读介质472(例如CD-ROM、DVD或诸如网络或因特网之类的其它数字来源)的指令和/或数据的以太网装置。在另一个实施例中,处理器30执行固件(未示出)中存储的指令。处理器30编程为执行本文所述的功能,并且本文所使用的术语“计算机”不局限于本领域称作计算机的那些集成电路,而是广义表示计算机、微控制器、微型计算机、可编程逻辑控制器、专用集成电路和其它可编程电路,并且这些术语在本文中可互换地使用。

[0057] 在示范实施例中,x射线源12、成像探测器20和SSRD 50使用扫描架410在成像平面内并围绕待成像主体16旋转,使得x射线束474与主体16相交的角度不断变化。来自成像探测器20处于一个扫描架角度时的一组x射线衰减测量(即投影数据)被称作一个“视图”。主体16的“扫描”包括在x射线源12、成像探测器20和SSRD 50的一次旋转期间,以不同扫描架角度或视角制作的一组视图。在CT扫描中,投影数据被处理以重构对应于通过主体16截取的两维层面的图像。

[0058] 以上详细描述了多模态成像系统的示范实施例。所示的多模态成像系统并不局限于本文所述的具体实施例,而是可单独且独立于本文所述的其它组件来使用每个多模态成像系统的组件。例如,上述多模态成像系统组件还可与其它成像系统结合使用。

[0059] 本文所使用的、以单数形式所述并且具有数量词“一”的元件或步骤应该被理解为不排除多个所述元件或步骤的情况,除非明确说明了这种排除情况。此外,本发明的“一个实施例”的说法不是要被理解为排除同样结合了所述特征的其它实施例的存在。此外,除非另加相反的明确说明,否则,“包括”或“具有”带特定性质的元件或多个元件的实施例可包括没有那种性质的附加元件。

[0060] 本文还使用的词语“重构图像”并不是预计排除其中生成表示图像的数据但没有

生成可视图像的本发明的实施例。因此,本文所使用的术语“图像”广义地表示可视图像以及表示可视图像的数据。但是,许多实施例生成或者配置成生成至少一个可视图像。

[0061] 本文所使用的术语“软件”和“固件”是可互换的,并且包括存储器中存储以供计算机执行的任何计算机程序,其中存储器包括RAM存储器、ROM存储器、EPROM存储器、EEPROM存储器和非易失性RAM(NVRAM)存储器。上述存储器类型只是示范性的,因而并不是限制可用于存储计算机程序的存储器的类型。

[0062] 应当理解,以上描述意在说明而不是限制。例如,上述实施例(和/或其方面)可相互结合使用。另外,可对本发明的理论进行多种修改以适合具体情况或材料,而没有背离其范围。虽然本文所述的尺寸和类型预计定义本发明的参数,但是它们完全不是限制性的,而只是示范实施例。通过阅读以上描述,本领域的技术人员将会清楚地知道其它许多实施例。因此,本发明的范围应当参照所附权利要求连同这类权利要求涵盖的完整等效范围共同确定。在所附权利要求书中,术语“包括”和“其中”用作相应术语“包含”和“其中”的普通英语等效体。此外,在以下权利要求书中,术语“第一”、“第二”和“第三”等只用作标记,而不是意在对其对象施加数字要求。此外,以下权利要求书的限制并不是按照部件加功能格式编写的,并且不是意在根据35 U.S.C. § 112第六节来解释,除非这类权利要求限制明确使用词语“用于……的部件”加上没有其它结构的功能的陈述。

[0063] 本书面描述使用示例来公开包括最佳模式的本发明的各个实施例,并且还使本领域的技术人员能够实施本发明的各个实施例,包括制作和使用任何装置或系统,以及执行任何结合方法。本发明的各个实施例的专利范围由权利要求来定义,并且可包括本领域的技术人员想到的其它示例。如果示例具有与权利要求的文字语言完全相同的结构单元,或者如果示例包括具有与权利要求的文字语言的非实质差异的等效结构单元,则这类其它示例意在落入权利要求的范围之内。

[0064] 附图标记说明

[0065]

10	成像系统	180	分隔物
12	x射线源	182	分隔物
14	x射线束	184	宽度
16	主体	186	长度
18	准直仪	188	距离
24	探测器元件	190	距离
26	x射线控制器	192	厚度
28	数据获取系统	194	像素
30	处理器	200	焦斑
50	SSRD	202	焦距
52	焦斑位置模块	250	滤波器
100	监测镜头	252	滤波器
102	探测器模块部件	254	滤波器
110	闪烁体	300	图表
112	光电二极管	302	斑运动校正值

114	读出电子器件部分	310	图表
116	软性电缆	312	斑运动校正值
118	连接器	400	成像系统
130	第一侧面	402	CT成像系统
132	第二侧面	404	PET成像系统
134	部分	406	主体
136	凹槽	410	扫描架
140	第一对狭缝	422	电动台架
142	第二对狭缝	424	扫描架开口
144	开口	440	旋转中心
150	第一狭缝	442	控制机构
152	第二狭缝	446	扫描架电动机控制器
154	第一侧面	450	图像重构器
156	第二侧面	452	存储装置
160	第一狭缝	460	控制台
162	第二狭缝	462	显示单元
164	第三侧面	464	台架电动机控制器
166	第四侧面	470	装置
170	第一开口	472	计算机可读介质
172	第二开口	474	x射线束
174	第三开口		

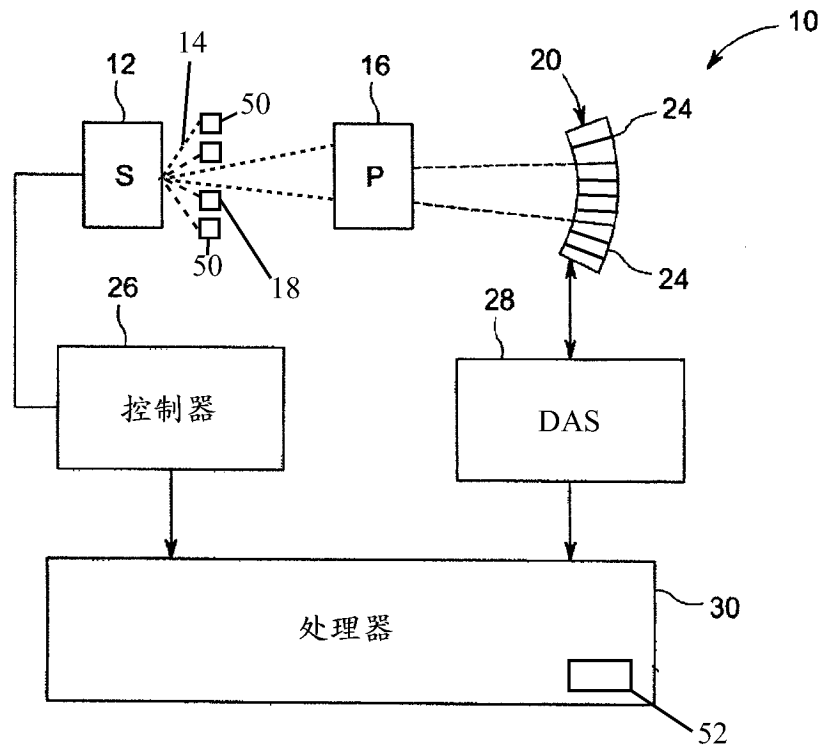


图 1

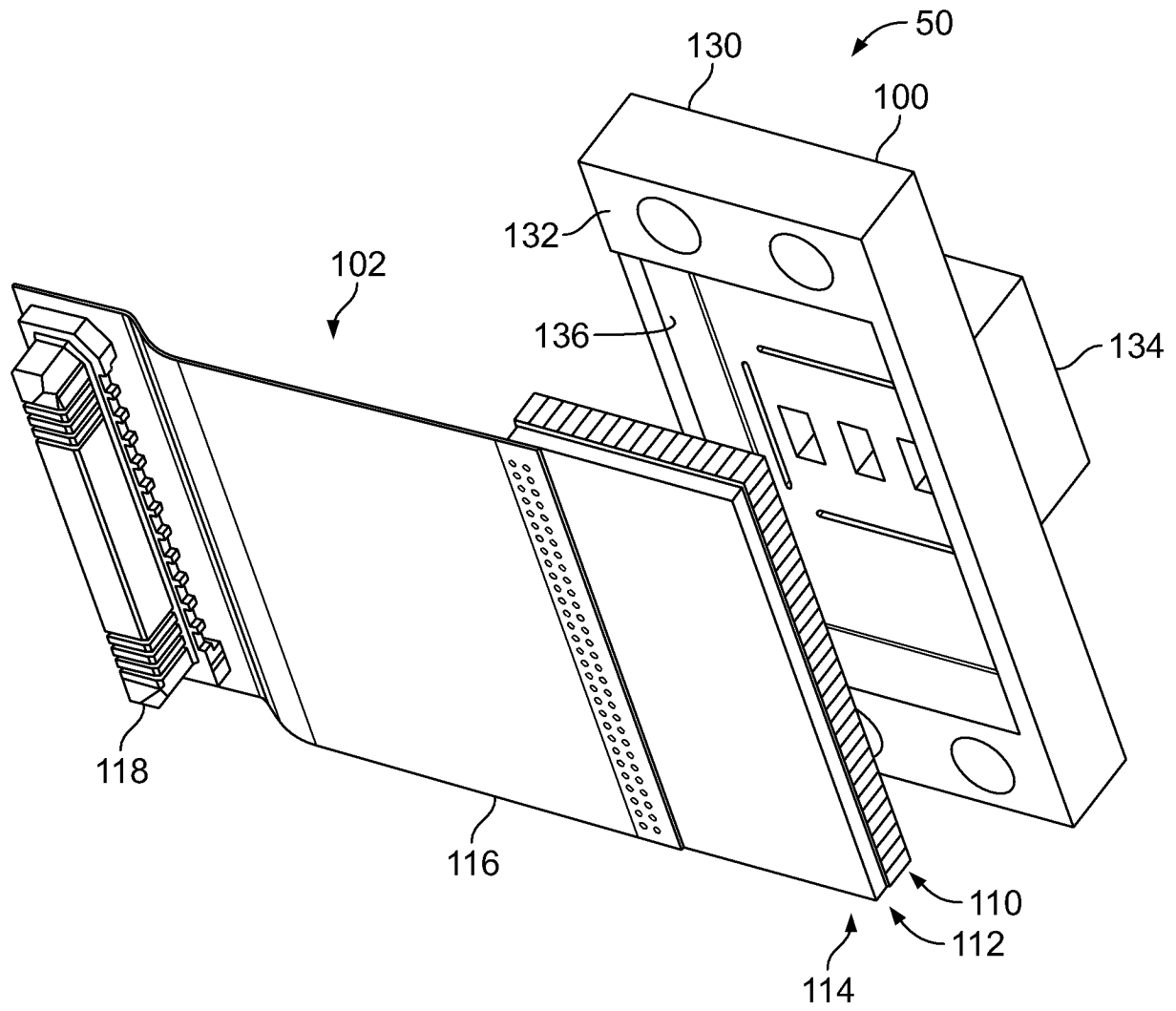


图 2

100

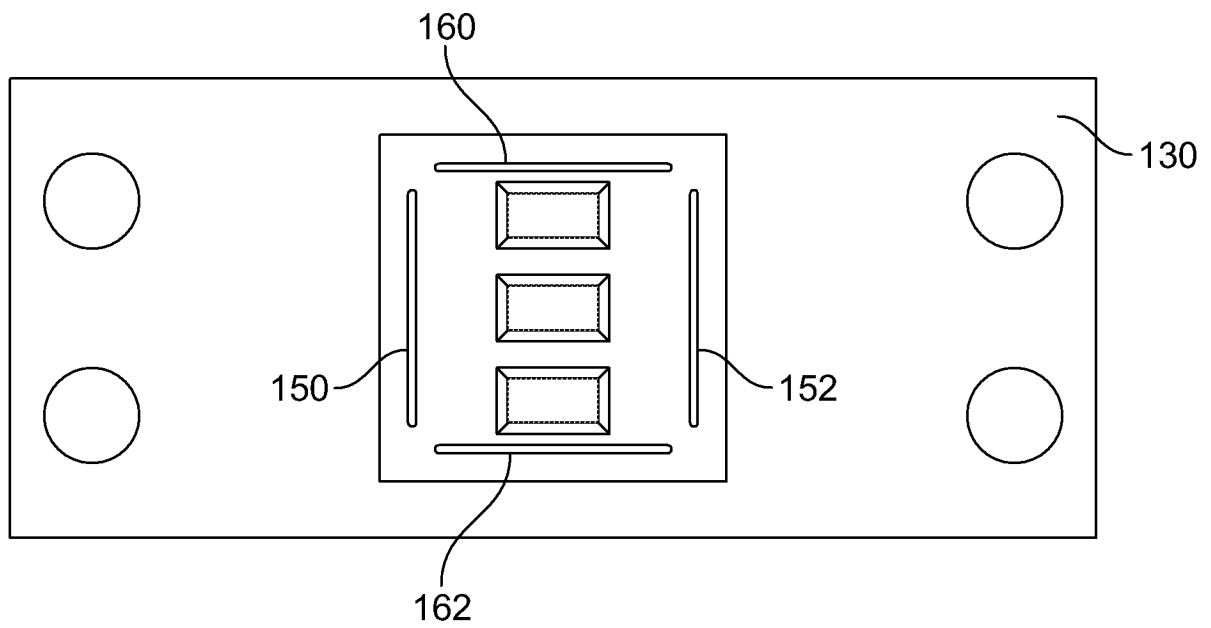


图 4

100

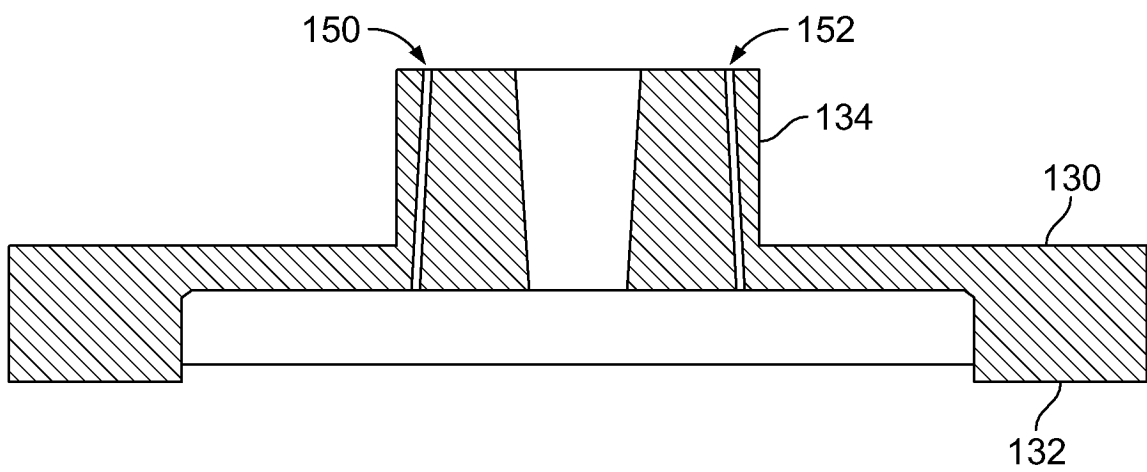


图 5

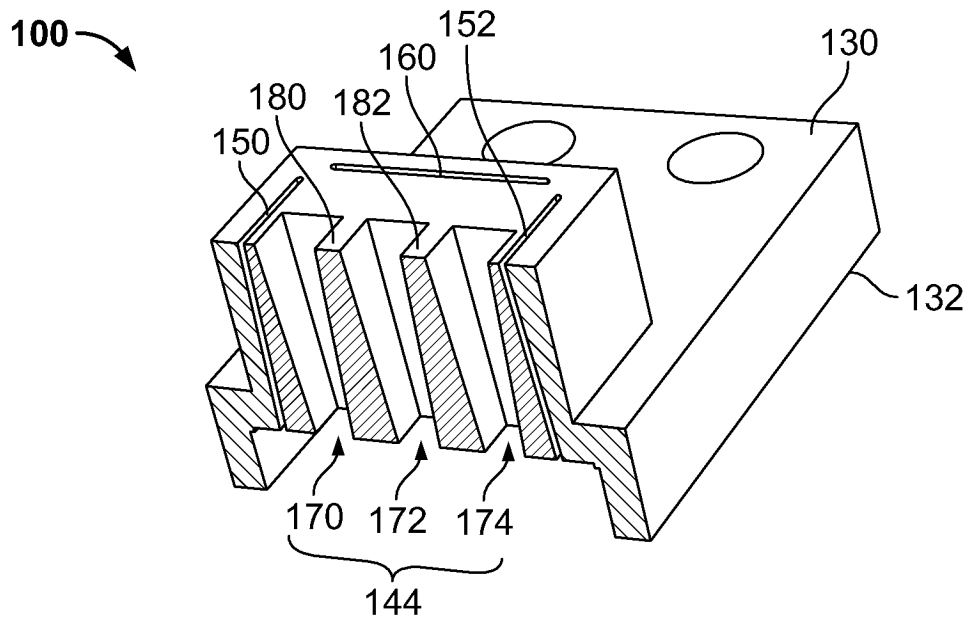


图 6

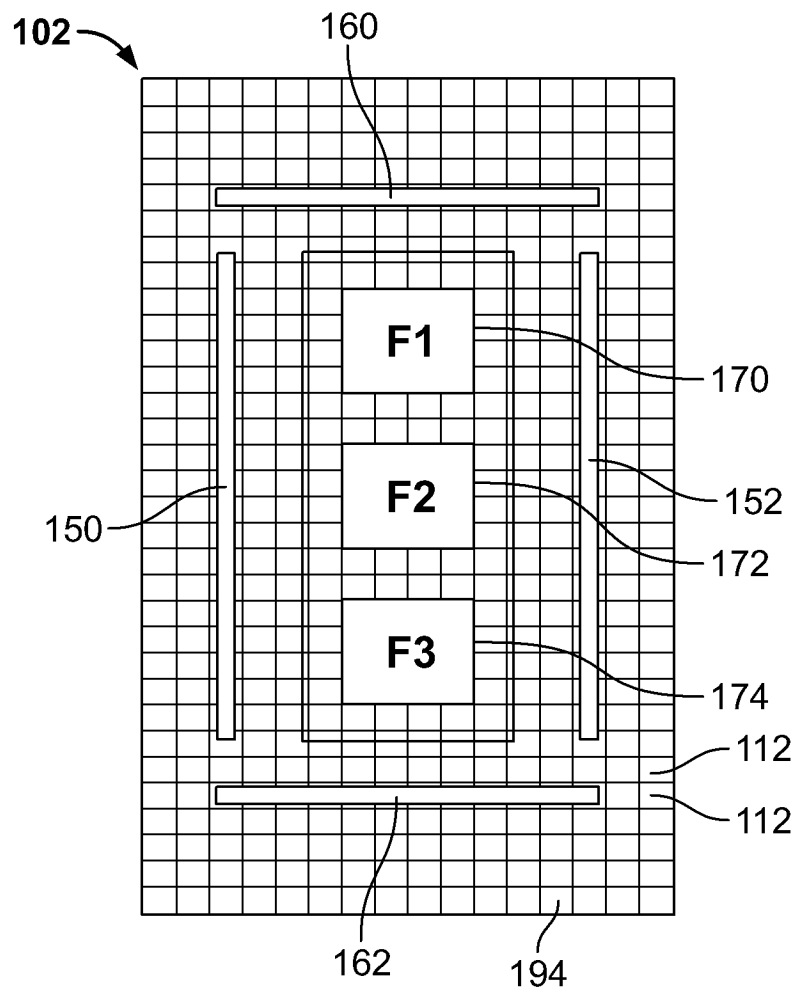


图 7

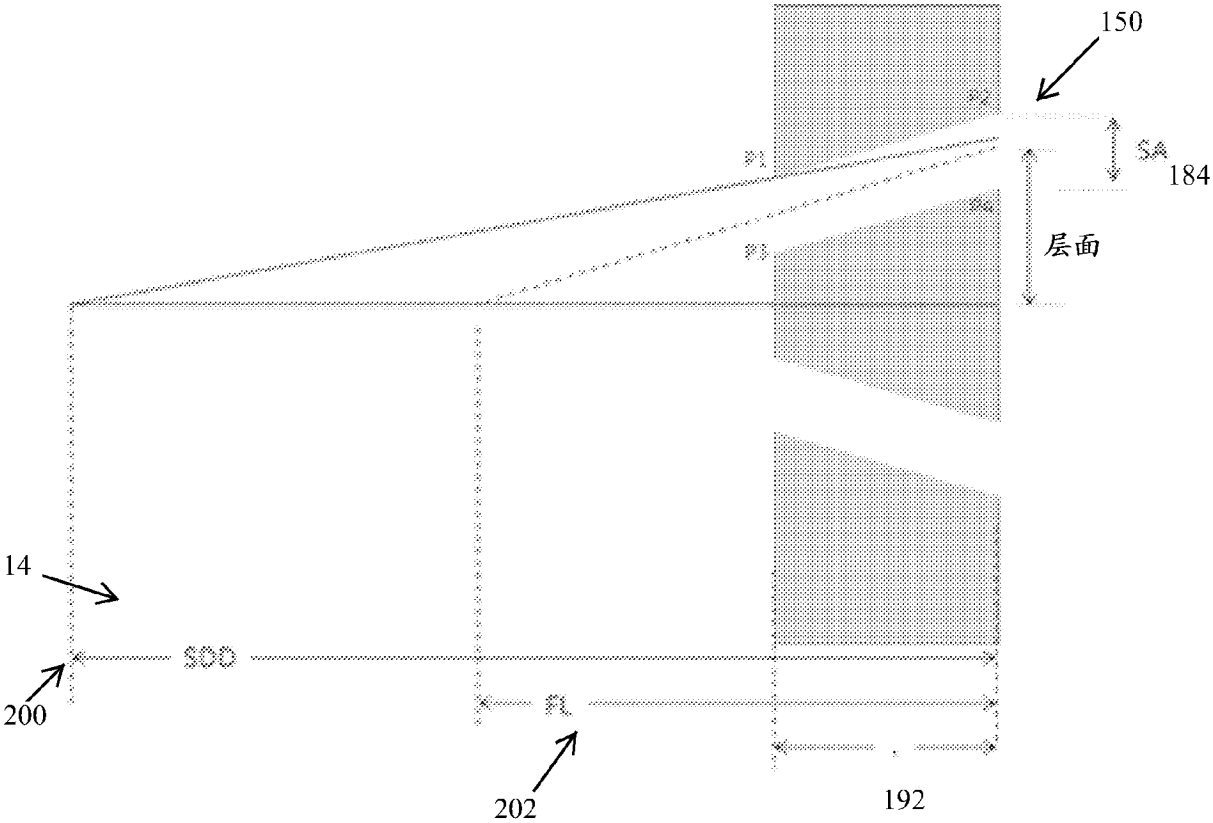


图 8

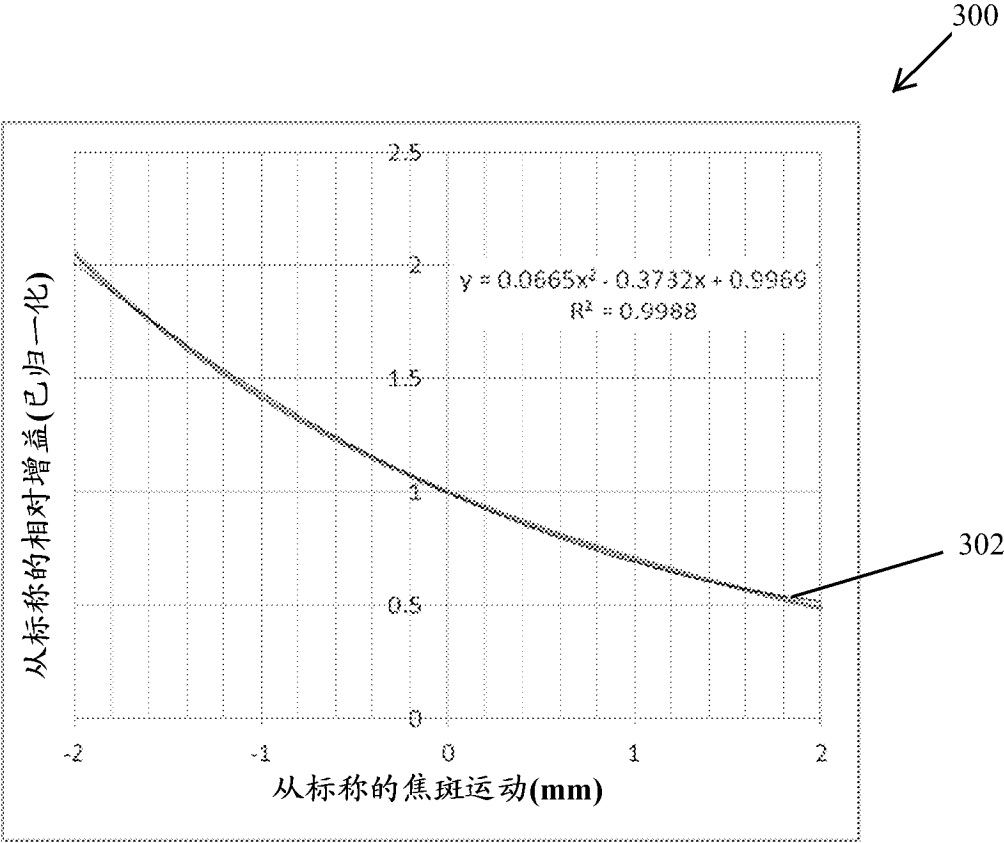


图 9

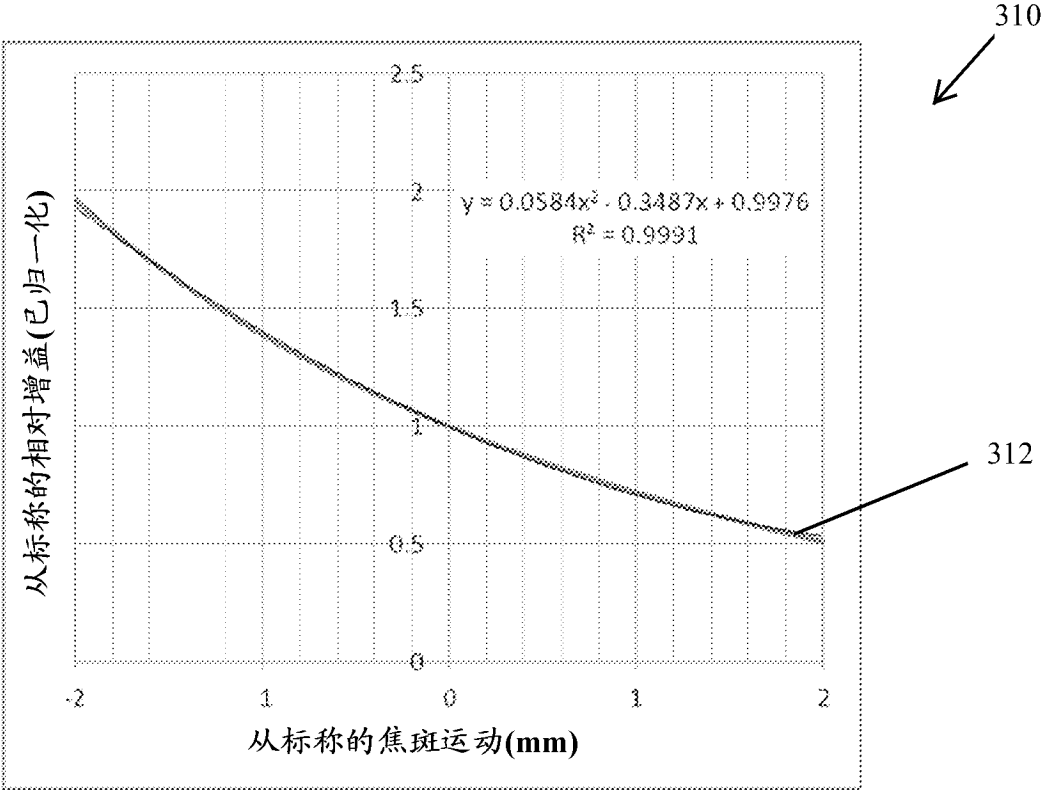


图 10

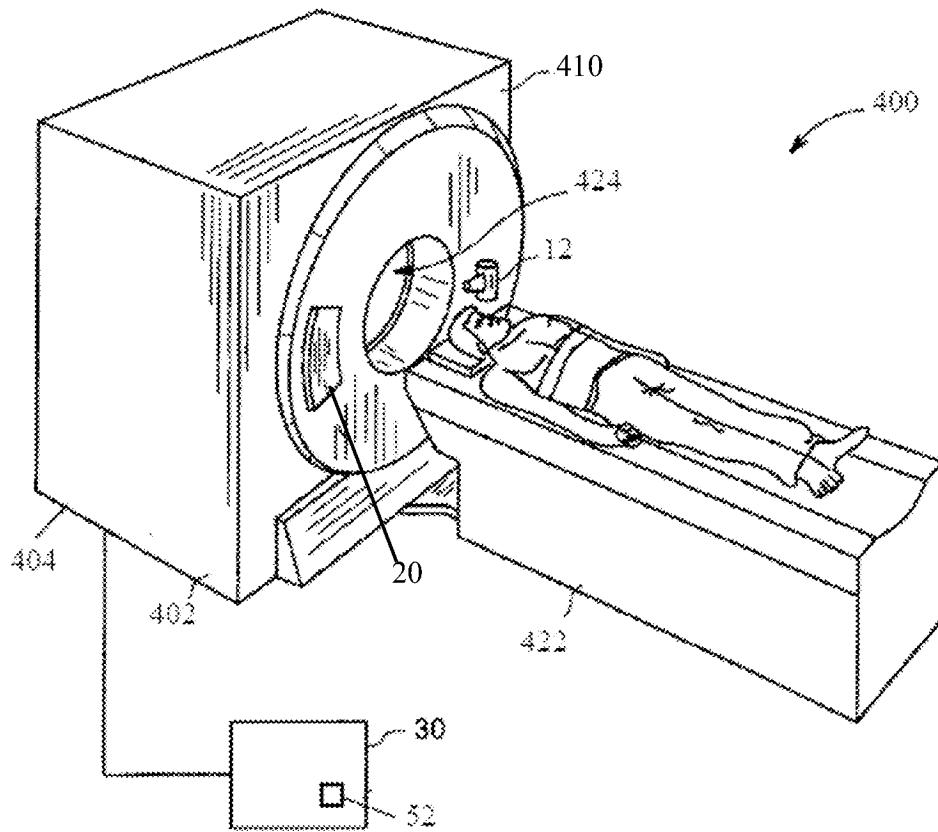


图 11

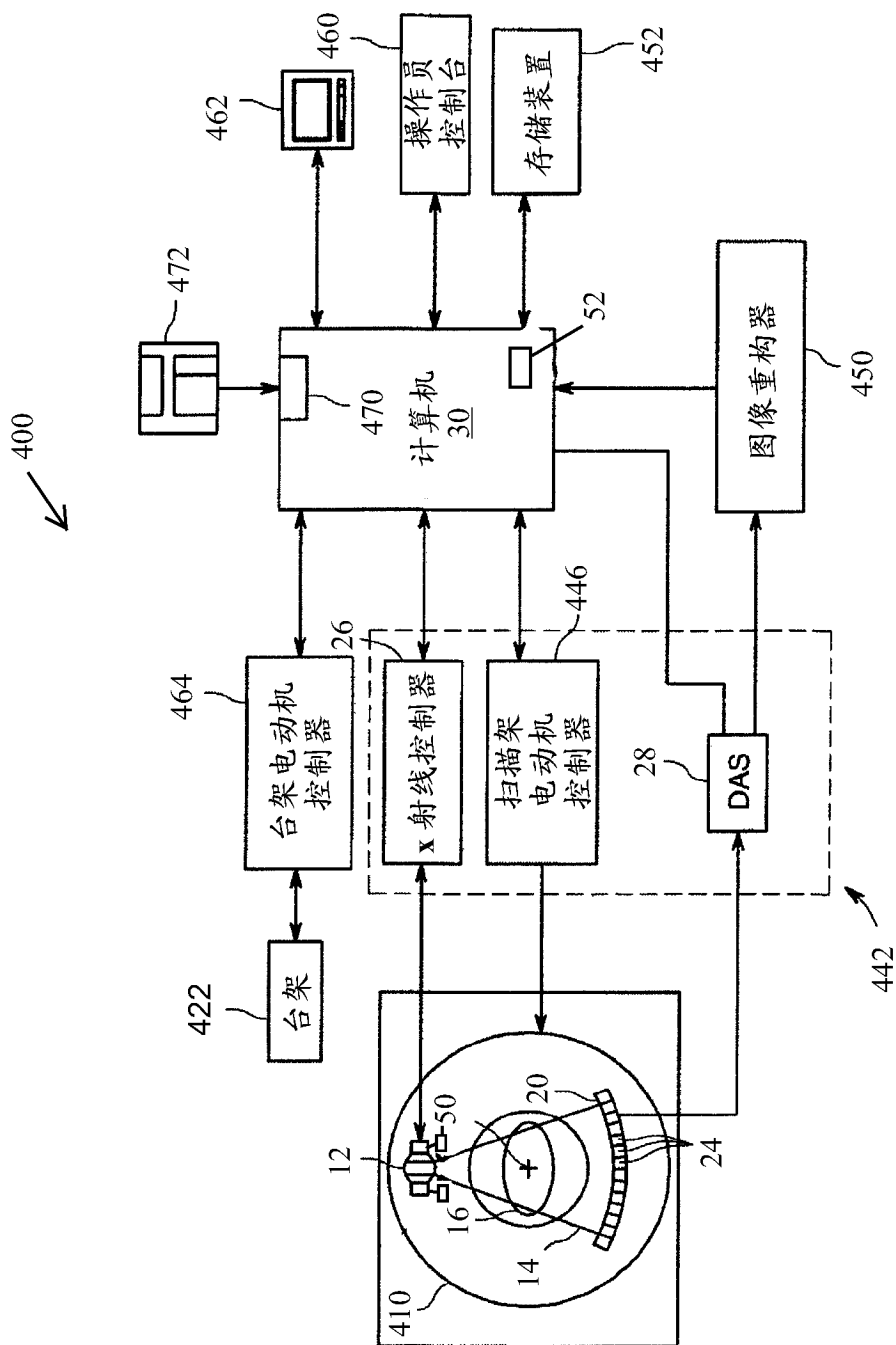


图 12