



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111918609 B

(45) 授权公告日 2025. 05. 27

(21) 申请号 201980022580.5

(22) 申请日 2019.03.25

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111918609 A

(43) 申请公布日 2020.11.10

(30) 优先权数据
18164325.5 2018.03.27 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.09.27

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2019/057350 2019.03.25

(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/185496 EN 2019.10.03

(73) 专利权人 皇家飞利浦有限公司
地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 P·J·维塔根 E·胡梅尔
P·G·范德哈尔
F·S·B·范尼亚纳滕
J·A·范鲁伊杰恩

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002
专利代理师 刘兆君

(51) Int.Cl.
A61B 6/58 (2024.01)

(56) 对比文件
JP 2016515877 A, 2016.06.02
US 2002080922 A1, 2002.06.27

审查员 王海丽

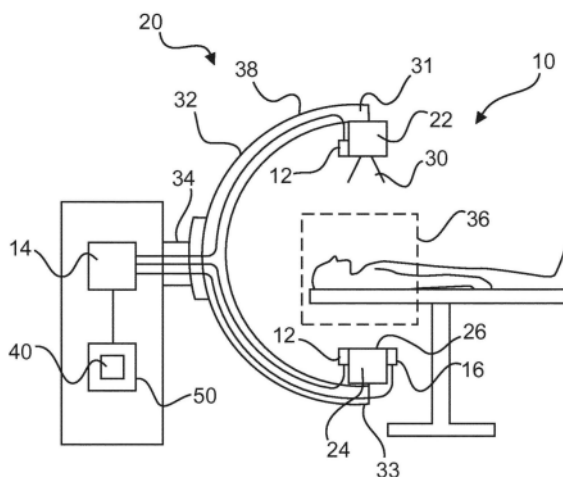
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

用于控制X射线图像采集系统中的防散射栅格的位置的设备、系统和方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于控制X射线图像采集系统中的防散射栅格的位置的设备,所述设备(10)包括:测量单元(12);控制单元(14);以及移位单元(16);其中,所述测量单元(12)被配置为确定相对于所述X射线图像采集系统的X射线探测器的所述X射线图像采集系统的X射线辐射源的X射线束聚焦位置(37);其中,所述控制单元(14)被配置为基于所述X射线束聚焦位置(37)和所述防散射栅格的栅格聚焦位置(35)之间的位移(18)来生成移位信号;并且其中,基于所述移位信号,所述移位单元(16)被配置为使所述X射线图像采集系统的防散射栅格在至少一个方向上移位,以使所述防散射栅格与X射线束聚焦位置(37)对齐,为X射线采集系统提供了一种改进的防散射栅格。本发明提供了改进的防散射栅格(26)在X射线采集系统(20)中的使用。



1. 一种X射线图像采集系统(20),包括:

X射线辐射源(22)和X射线探测器(24),所述X射线辐射源和所述X射线探测器被连接到作为支撑结构(32)的至少一个C型臂(38);

防散射栅格(26),其被布置在对象接收空间(36)与所述X射线探测器(24)之间,以及用于控制所述防散射栅格的位置的设备(10),包括:

测量单元(12);

控制单元(14);以及

移位单元(16);

其中,所述测量单元(12)被配置为确定相对于所述X射线探测器的所述X射线辐射源的X射线束聚焦位置(37);

其中,所述控制单元(14)被配置为基于所述X射线束聚焦位置(37)和所述防散射栅格的栅格聚焦位置(35)之间的位移(18)来生成移位信号,并且

其中,基于所述移位信号,所述移位单元(16)被配置为使所述防散射栅格在至少一个方向上移位,以使所述防散射栅格与所述X射线束聚焦位置(37)对齐。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述防散射栅格包括在8:1至16:1的范围内的栅格比。

3. 根据权利要求1或2所述的系统,其中,所述控制单元(14)被配置为基于对由所述X射线探测器采集的X射线图像的分析来确定所述位移。

4. 根据权利要求1或2所述的系统,其中,所述移位单元(16)被配置为在被布置在与所述X射线探测器的X射线撞击表面平行的平面中的至少一个方向上对所述防散射栅格进行移位。

5. 根据权利要求1或2所述的系统,其中,所述移位单元(16)被配置为在两个方向上对所述防散射栅格进行移位。

6. 根据权利要求1或2所述的系统,其中,所述移位单元(16)包括至少一个控制构件,所述至少一个控制构件被配置为移动所述防散射栅格。

7. 根据权利要求1或2所述的系统,其中,所述测量单元(12)被配置为在利用所述X射线图像采集系统采集X射线图像期间确定所述X射线束聚焦位置(37)。

8. 根据权利要求1或2所述的系统,其中,所述X射线辐射源(22)和所述X射线探测器(24)被安装在所述至少一个C型臂(38)的相对的部分(31、33)上;并且

其中,所述C型臂(38)被配置为将两个相对的附接部分(31、33)围绕所述对象接收空间(36)旋转。

9. 根据权利要求1或2所述的系统,其中,所述控制单元(14)被配置为基于所述X射线探测器(24)的角位置、速度和/或加速度来生成所述移位信号。

10. 一种用于控制C型臂X射线图像采集系统中的防散射栅格的位置的方法,所述方法(100)包括以下步骤:

a) 使用测量单元确定(101)相对于所述C型臂X射线图像采集系统的X射线探测器的所述C型臂X射线图像采集系统的X射线辐射源的X射线束聚焦位置;

b) 使用控制单元基于所述X射线束聚焦位置与栅格聚焦位置之间的位移来生成(103)移位信号;

c) 使用移位单元基于所述移位信号来在至少一个方向上对所述防散射栅格的位置进行移位(104),以使所述防散射栅格与所述X射线辐射源中的所述X射线束聚焦位置对齐。

11. 一种包括用于控制根据权利要求1至9中的一项所述的系统的计算机程序单元(40)的计算机程序产品,所述计算机程序单元在由处理单元运行时适于执行根据权利要求10所述的方法的步骤。

12. 一种存储有用于控制根据权利要求1至9中的一项所述的系统的的计算机程序单元(40)的计算机可读介质(50),所述计算机程序单元在由处理单元运行时适于执行根据权利要求10所述的方法的步骤。

用于控制X射线图像采集系统中的防散射栅格的位置的设备、 系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于控制X射线图像采集系统中的防散射栅格的位置的设备、系统和方法。

背景技术

[0002] 为了采集X射线图像,X射线辐射源从由电子束撞击X射线辐射源的阳极的位置所限定的焦斑发射X射线辐射。X射线辐射穿过对象和光栅到达X射线探测器。在行进路径上,X射线辐射被散射,这导致X射线图像中的显著噪声。可以使用防散射栅格来减少散射,所述防散射栅格是X射线探测器前面的板,所述板具有铅或类似的高吸收性材料(例如钨条),其被定位为使得仅源自焦斑的X射线辐射可以通过,其中,其他(散射的)X射线将被吸收。

[0003] 在计算机断层摄影系统中,使用具有几厘米高的二维防散射栅格,其吸收显著量的散射。但是,在C型臂系统中,由于C型臂X射线系统不是无限刚性的,因此防散射栅格的高度仅为2-3mm。根据取向、速度和加速度,焦斑相对于X射线探测器的确切位置可能变化。

[0004] US 5469429 A涉及一种将焦斑对齐到计算机断层摄影系统中的预定位置的设备。所述设备探测X射线管的阳极上X射线辐射的焦斑。然后,所述设备通过重新定位阳极或通过改变电子束的路径来将焦斑的位置调节到预定位置。

发明内容

[0005] 可能需要一种提供用于X射线采集系统的改进的防散射栅格的使用的设备和方法。

[0006] 本发明的目的通过独立权利要求的主题来解决;在从属权利要求中并入了另外的实施例。应当注意,本发明的以下描述的方面也适用于系统、X射线采集系统、方法、计算机程序单元和计算机可读介质。

[0007] 根据本发明的一个方面,提供了一种X射线图像采集系统,其包括:X射线辐射源和X射线探测器,其被连接至作为支撑结构的至少一个C型臂,以及防散射栅格,其被布置在对象接收空间与X射线探测器之间。所述系统还包括用于控制防散射栅格的位置的设备,所述设备包括测量单元、控制单元和移位单元。所述测量单元被配置为确定X射线辐射源相对于X射线探测器的X射线束聚焦位置。控制单元被配置为基于X射线束聚焦位置和防散射栅格的栅格聚焦位置之间的位移来生成移位信号。移位单元被配置为基于所述移位信号在至少一个方向上移位所述防散射栅格以将所述防散射栅格与X射线束聚焦位置对齐。

[0008] 因此,所述设备调整防散射栅格的位置以使防散射栅格的栅格聚焦位置与X射线束聚焦位置对齐。所述设备首先测量X射线辐射源中的X射线辐射束的聚焦位置。此外,确定所测量的X射线束聚焦位置与X射线图像采集系统的防散射栅格的栅格聚焦位置之间的位移。取决于所述位移,生成移位信号,所述移位信号包括为了使所述栅格聚焦位置与所述X射线束聚焦位置对齐应将防散射栅格移位多少的信息。然后,移位单元根据所述移位信号

的信息来对所述防散射栅格进行移位。因此,可以例如通过将防散射栅格移动到X射线辐射可以通过防散射栅格的位置来补偿例如由于X射线图像采集系统的结构的变形而发生的在X射线辐射源与防散射栅格之间的位移。由于补偿了X射线束焦斑位置与格栅焦斑位置之间的未对齐,可以使用厚的防散射格栅,即,具有高栅格比的防散射格栅。具有高的栅格比的防散射栅格的使用导致图像质量的改善,这是由于散射的减少而提高了X射线图像的对比度。

[0009] 在一个示例中,防散射栅格被布置在对象接收空间与X射线探测器之间,所述对象接收空间是X射线辐射源与X射线探测器之间的空间。防散射栅格可以例如布置在X射线探测器的前面。在另一个示例中,所述防散射栅格可以布置在X射线探测器上。

[0010] 在一个示例中,所述移位单元被连接到X射线图像采集系统的防散射栅格。

[0011] 根据示例,所述控制单元被配置为基于对由X射线探测器采集的X射线图像的分析来确定所述位移。

[0012] 在一个示例中,对X射线图像的分析包括对比度分析。

[0013] 在一个示例中,基于相对于X射线辐射源的防散射栅格位置来执行对位移的确定。

[0014] 在一个示例中,所述控制单元被配置为确定X射线图像是否描绘了防散射栅格的阴影,所述阴影指示位移。

[0015] 根据示例,所述移位单元被配置为在布置在与X射线探测器的X射线撞击表面平行的平面中的至少一个方向上移位所述防散射栅格。

[0016] 在一个示例中,所述防散射栅格是一维栅格。

[0017] 根据一个示例,所述移位单元被配置为在两个方向上对所述防散射栅格进行移位。在一个示例中,所述防散射栅格是2D栅格。这进一步改善了散射去除。

[0018] 根据一个示例,所述移位单元包括至少一个控制构件,所述至少一个控制构件被配置为移动所述防散射栅格。

[0019] 在一个示例中,所述控制构件是马达。

[0020] 根据一个示例,所述测量单元被配置为在利用所述X射线图像采集系统采集X射线图像期间确定所述X射线束聚焦位置。因此,在X射线图像的采集期间,可以补偿X射线束聚焦位置和格栅聚焦位置之间的对齐偏差。因此,避免了由于低对比度而在相同位置上的重复图像采集。

[0021] 在一个示例中,测量单元被配置为在利用图像采集系统采集X射线图像之前的校准流程期间确定所述实际位置。

[0022] 根据一个示例,X射线辐射源和X射线探测器被安装到作为至少一个支撑结构的C型臂的相对部分。并且其中,所述支撑结构被配置为使两个相对的附接部分围绕所述对象接收空间旋转。

[0023] 在一个示例中,所述X射线图像采集是以下组中的一项:二维图像采集系统,三维图像采集系统或移动系统。

[0024] 根据一个示例,所述控制单元被配置为基于所述X射线探测器的角位置、速度和/或加速度来生成所述移位信号。

[0025] 在一个示例中,防散射栅格包括在在8:1至16:1的范围内的栅格比率,优选地在10:1至16:1的范围内,最优选地在12:1至16:1的范围内。栅格比被定义为栅格高度与栅格

间隙宽度的比率。

[0026] 在一个示例中,防散射栅格是高比率栅格,即“厚”防散射栅格。

[0027] X射线图像采集系统的其他示例和优点可以从以上描述中得出。因此,参考以上描述。

[0028] 根据本发明,还提供了一种用于控制C型臂X射线图像采集系统中的防散射栅格的位置的方法,所述方法包括以下步骤:a)使用测量单元确定相对于X射线图像采集系统的X射线探测器的X射线图像采集系统的X射线辐射源的X射线束聚焦位置;b)使用控制单元基于所述X射线束聚焦位置与栅格聚焦位置之间的位移来生成移位信号;c)使用所述移位单元基于所述移位信号来至少一个方向上对所述防散射栅格的所述位置进行移位,以使所述防散射栅格与所述X射线辐射源中的所述X射线束聚焦位置对齐。

[0029] 该方法的其他示例和优点可以从以上描述中得出。因此,参考以上描述。

[0030] 根据本发明,还提供了一种用于控制根据以上描述的装置的计算机程序单元,所述计算机程序单元在由处理单元执行时适于执行根据以上描述的方法。

[0031] 根据本发明,还提供了一种计算机可读介质,所述计算机可读介质存储有根据以上描述的程序单元。

[0032] 参考下文所描述的实施例,本发明的这些和其他方面将变得显而易见并将得以阐述。

附图说明

[0033] 下面将参考附图来描述本发明的示范性实施例:

[0034] 图1a、b示出了X射线图像采集系统的示意图。

[0035] 图2a-c示出了防散射栅格的移动的示意图。

[0036] 图3示出了用于控制X射线图像采集系统中的防散射栅格的位置的设备的示意图。

[0037] 图4示出了二维防散射栅格的示意图。

[0038] 图5示出了所述方法的示意性流程图。

具体实施方式

[0039] 图1a和1b示出了X射线图像采集系统20,其包括:X射线辐射源22,X射线探测器24,防散射栅格26,至少一个支撑结构32以及用于控制X射线图像采集系统中的防散射栅格的位置的设备10。设备10包括测量单元12、控制单元14和移位单元16。

[0040] 在本发明的实施例中,X射线图像采集系统20可以是二维X射线图像采集系统。

[0041] 在本发明的另一个实施例中,X射线图像采集系统20可以是三维X射线图像采集系统。

[0042] 在本发明的另一实施例中,X射线图像采集系统20可以是移动X射线图像采集系统。

[0043] X射线辐射源22从X射线束聚焦位置37发射X射线辐射30。X射线辐射30行进穿过对象接收空间36,在该对象接收空间中例如可以存在要检查的患者,并且防散射栅格26然后到达X射线探测器24的X射线撞击表面43上。防散射栅格26过滤散射的X射线辐射,仅使从防散射栅格26的栅格聚焦位置35发射的X射线辐射30通过。

[0044] 防散射栅格26可包括在在8:1至16:1的范围内的栅格比率,优选地在10:1至16:1的范围内,最优选地在12:1至16:1的范围内。栅格比被定义为栅格高度与栅格间隙宽度的比率。具有高栅格比的防散射栅格26可以被称为厚防散射栅格。厚防散射栅格将大大减少X射线图像中的散射,这将大大提高由于降低的信噪比的X射线图像的质量。

[0045] 在图1a中,至少一个支撑结构32是C型臂38。C型臂包括两个相对的部分31、33,它们被布置在C型臂38的相对端。X射线放射源22被附接在第一相对部分31。X射线探测器24被附接到第二相对部分33。至少一个支撑结构32可以使两个相对的部分31、33,其中,X射线辐射源22和X射线探测器24分别一起围绕对象接收空间36旋转。可以围绕轴34执行旋转,所述轴34为支撑结构32提供旋转轴承。

[0046] 在图1b中,至少一个支撑结构32包括两个机械臂39、41。X射线辐射源22被附接到第一机械臂39。X射线探测器24被附接到第二机械臂41。机械臂39、41可以使X射线辐射源22和X射线探测器24围绕对象接收空间36旋转。此外,机械臂39、41被配置为在图像采集过程期间将X射线辐射源22和X射线探测器24布置在对象接收空间36的相对侧。因此,由X射线辐射源22发射的X射线辐射30可以穿过对象接收空间36到达X射线探测器24。

[0047] 只要X射线束焦点位置37和栅格聚焦位置35匹配,通过防散射栅格26的X射线辐射30就在对象接收空间36中提供高质量的对象图像。这在图2a中示出。

[0048] 图2b示出了这样的情况,即,X射线束聚焦位置37从栅格聚焦位置35偏离了一位移18。然后,防散射栅格26将过滤从X射线束聚焦位置37发射的一些X射线辐射30,从而将降低X射线探测器24上的图像质量。由于至少一个支撑结构32的变形,可能在图像采集期间导致这种偏离。变形例如可以由于在至少一个支撑结构32围绕对象接收空间36旋转期间的加速度和/或重力而发生。

[0049] 为了使防散射栅格26的栅格聚焦位置35与X射线束聚焦位置37对齐,根据图2c,移动单元16可以将防散射栅格26移动一距离19,使得从X射线束聚焦位置37发射的X射线辐射30可以通过防散射栅格26。防散射栅格26的移动可以平行于X射线撞击表面43执行。

[0050] 图3更详细地示出了设备10。测量单元12可以包括可以布置在X射线辐射源22和X射线探测器24处的两个元件。测量单元12被配置为确定相对于X射线探测器24的X射线辐射源22中的X射线束聚焦位置37。X射线束聚焦位置37由在X射线辐射源22中从阴极21发射的电子束28到达阳极23的位置确定。

[0051] 测量单元12确定X射线探测器24的位置并且将其与X射线束聚焦位置37的位置进行比较,以确定X射线束聚焦位置37和X射线探测器24之间的位移。测量单元12可以在图像采集过程中提供该确定。

[0052] 为了确定在X射线束聚焦位置37到X射线探测器24之间的位移,可以提供X射线辐射源22中的X射线束聚焦位置37和防散射栅格26的栅格聚焦位置35之间的初始对齐,防散射栅格26可以分别布置在X射线探测器24附近或X射线探测器24上。测量单元12可以确定在图像采集期间(即在X射线辐射源22和X射线探测器24围绕对象接收空间36的旋转期间)X射线辐射源22与X射线探测器24的初始空间对齐之间的偏差。然后,测量单元12可以在图像采集期间确定针对初始对齐的任何位移。

[0053] 另外,在示例中,可以通过分析采集的X射线探测器24的X射线图像来在图像采集期间确定X射线束聚焦位置37与栅格聚焦位置35之间的位移18。X射线图像质量的降低将指

示X射线束聚焦位置37与栅格聚焦位置35之间未对齐。质量的降低可能是由于X射线图像的对比度降低和/或X射线图像中防散射栅格26的阴影的存在而导致的。这可以改善对X射线束聚焦位置37和栅格聚焦位置35之间的位移的确定。

[0054] 控制单元14分析在X射线位置37和栅格聚焦位置35之间的测量的位移18。基于位移18,控制单元14生成移位信号。移位信号包括关于为了使栅格聚焦位置35与X射线束聚焦位置37对齐防散射栅格26必须被移位的距离19的信息。

[0055] 控制单元14还可以将移位信号基于X射线探测器24的角位置、速度和/或加速度。角位置、速度和加速度可以通过至少一个支撑结构32上的传感器来采集。

[0056] 移位单元16可以被附接到防散射栅格26。此外,移位单元16可以包括至少一个可以是马达的控制构件。控制构件被配置为将防散射栅格26沿一维即沿一个方向重新定位。

[0057] 移位单元16从控制单元14接收移位信号,并且将防散射栅格26移位一距离19。这使栅格聚焦位置35朝X射线束聚焦位置37移动。结果是将X射线束聚焦位置37重新对齐到防散射栅格26的栅格聚焦位置35。

[0058] 图4a和4b示出了不同类型的防散射栅格26。图4a示出了一维防散射栅格26。该一维防散射栅格26包括由X射线辐射吸收部分27隔开的单行X射线辐射透明部分25。X射线辐射透明部分25被布置为使得它们与栅格聚焦位置35对齐。一维防散射栅格26可以在一个维度上减少散射。

[0059] 附接到防散射栅格26的移位单元16可以在箭头指示的方向上重新定位防散射栅格26。

[0060] 图4b示出了二维防散射栅格26。二维防散射栅格26具有几行X射线辐射透明部分25,其被X射线辐射吸收部分27隔开。同样,X射线辐射透射部分25的行由X射线辐射吸收部分27隔开。二维防散射栅格26可以在两个维度上减少散射。

[0061] 移位单元16包括第一移位部件162和第二移位部件164。第一和第二移位部件162、164可以是控制构件。

[0062] 第一移位部件162可以在第一维度上对防散射栅格26进行移位,其中,第二移位部件164可以在第二维度上对防散射栅格26进行移位。第一维度和第二维度可以由箭头指示的彼此正交。但是,第一维度和第二维度也可以是非正交的,但是不平行。

[0063] 图5示出了用于控制X射线图像采集系统中的防散射栅格的位置的方法100的流程图。

[0064] 在步骤a)中,使用测量单元确定X射线图像采集系统的X射线辐射源相对于X射线图像采集系统的X射线探测器的X射线束聚焦位置。可以确定X射线探测器和X射线辐射源的位置,以便确定分别靠近X射线探测器或在X射线探测器上布置的防散射栅格与X射线束焦斑位置的对齐的变化。这意味着,在步骤a)中,可以确定栅格聚焦位置和X射线束焦斑位置之间的位移。

[0065] 在一个示例中,此外,可以对采集的X射线图像进行分析102以确定图像质量的降低,其中,减少可能是由于X射线图像中由于对齐的改变而导致的对比度降低和/或防散射栅格的阴影导致的。这可以改善对栅格聚焦位置和X射线束焦斑位置之间的位移的确定。

[0066] 在步骤b)中,根据X射线束聚焦位置和栅格聚焦位置之间的位移来生成103移位信号。生成102可以由控制单元执行。移位信号包括必须将防散射栅格重新定位多少以便将防

散射栅格的栅格聚焦位置对齐到X射线束聚焦位置的信息。

[0067] 在步骤c)中,可以基于所述移位信号来在至少一个方向上移动104防散射栅格的位置。该移位可以由移位单元执行。这将使防散射栅格的栅格聚焦位置与X射线辐射源中的X射线束焦斑位置对齐。

[0068] 在本发明的另一示范性实施例中,提供了一种如图1中所示的计算机程序或计算机程序单元40,其特征在于,其适于在合适的系统上执行根据前述实施例中的一个的方法的方法步骤。

[0069] 计算机程序单元40因此可以存储在计算单元上,其也可以是本发明的实施例的部分。该计算单元可以适于执行上述方法的步骤或引起上述方法的步骤的执行。此外,其可以适于操作上述装置的部件。所述计算单元可以适于自动地操作和/或执行用户的命令。计算机程序可被加载到数据处理器的的工作存储器中。数据处理器因此可以被装备为实施本发明的方法。

[0070] 本发明的该示范性实施例覆盖了从最开始使用本发明的计算机程序和借助于更新将现有程序转变为使用本发明的程序的计算机程序。

[0071] 更进一步,计算机程序单元可以能够提供用以实现如上所述方法的范例性实施例的过程的所有必要步骤。

[0072] 根据本发明的另一范例性实施例,提出了一种根据图1的计算机可读介质1,诸如CD-ROM,其中,所述计算机可读介质具有存储在其上的计算机程序单元,所述计算机程序单元由前一部分所描述。计算机程序可以存储和/或分布在适合的介质上,诸如与其他硬件一起提供的或者作为其一部分的光学存储介质或者固态介质,但也可以以其他形式分发,诸如经由互联网或其他有线或无线电信系统。

[0073] 然而,计算机程序也可以通过如万维网的网络来提供并且可以被从这样的网络下载到处理器的工作存储器中。根据本发明的另外的示范性实施例,提供了一种用于使得计算机程序单元可供下载的介质,所述计算机程序单元被布置为执行本发明的先前描述的实施例中的一个。

[0074] 必须指出,本发明的实施例参考不同主题进行描述。尤其地,一些实施例是参考方法型权利要求来描述的,而其他实施例是参考设备型权利要求来描述的。然而,本领域技术人员以上和以下描述可以得出,除非另行指出,除了属于同一类型的主题的特任的任何组合之外,涉及不同主题的特征之间的任何组合也被认为由本申请公开。然而,所有特征能够被组合,提供超过所述特征的简单加和的协同效应。

[0075] 尽管已经在附图和前面的描述中详细图示和描述了本发明,但是这样的图示和描述应当被认为是图示性或示范性的,而非限制性的。本发明不限于公开的实施例。本领域技术人员通过研究附图、公开内容以及从属权利要求,在实践请求保护的本发明时能够理解并且实现对所公开的实施例的其他变型。

[0076] 在权利要求中,“包括”一词不排除其他元件或步骤,并且词语“一”或“一个”不排除多个。单个处理器或其他单元可以实现权利要求中列举的几个项目的功能。尽管特定措施是在互不相同的从属权利要求中记载的,但是这并不指示不能有利地使用这些措施的集合。权利要求书中的任何附图标记均不应被解释为对范围的限制。

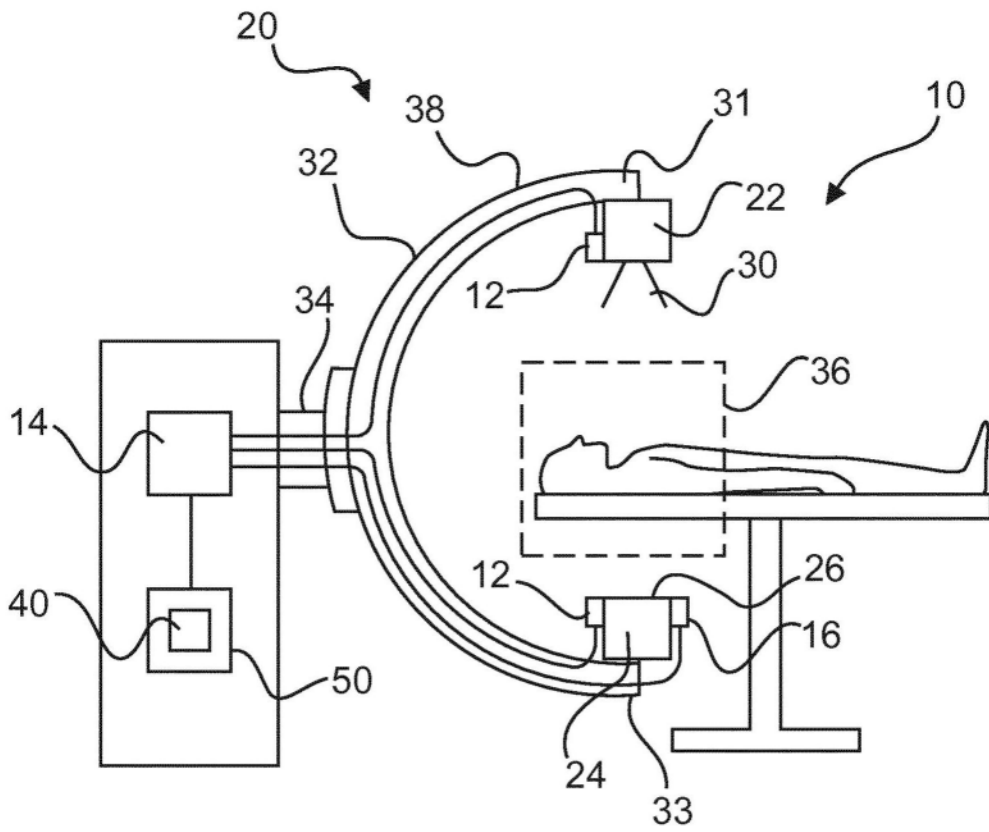


图1a

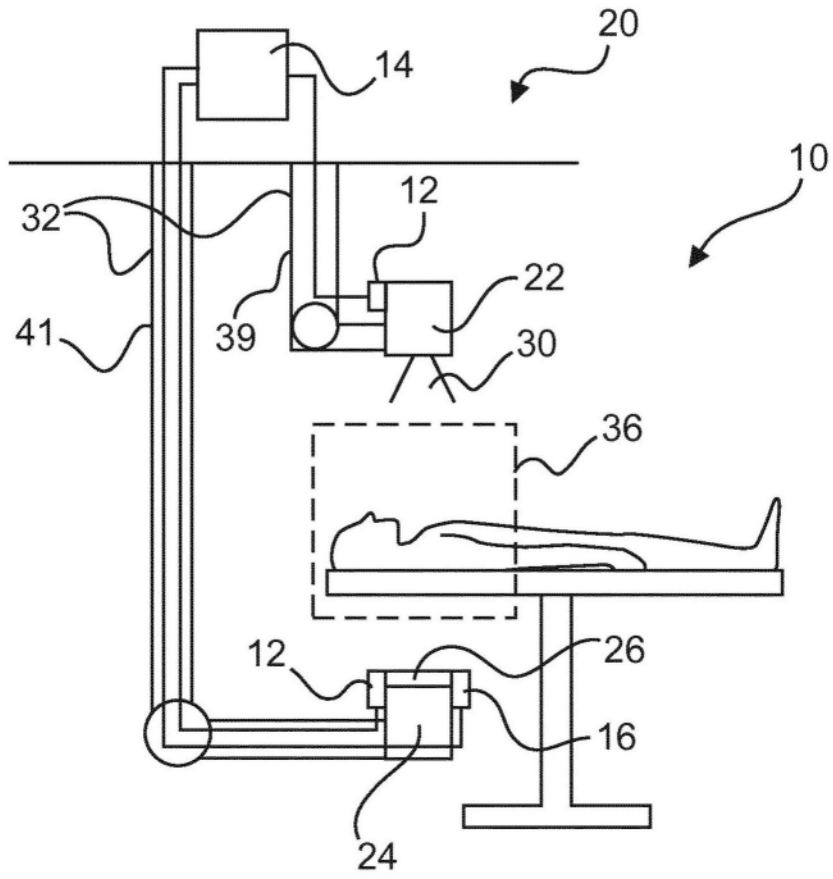


图1b

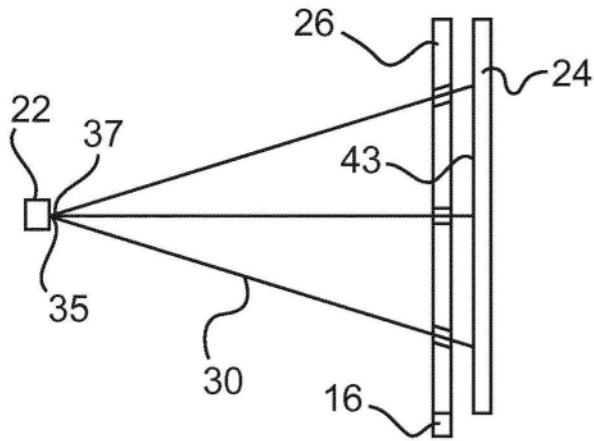


图2a

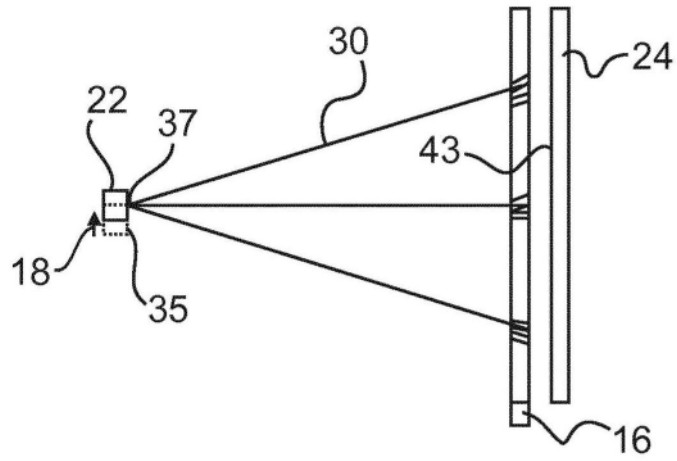


图2b

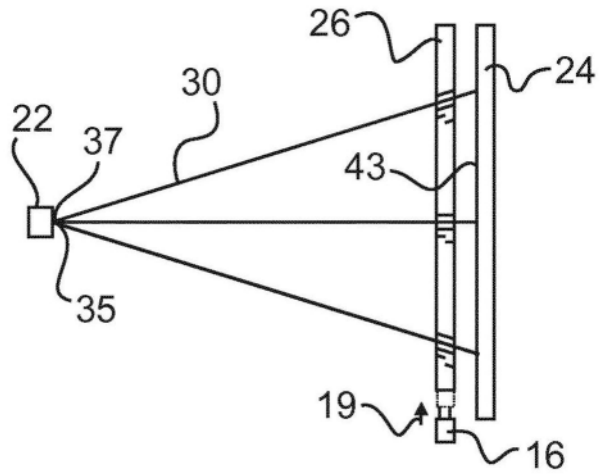


图2c

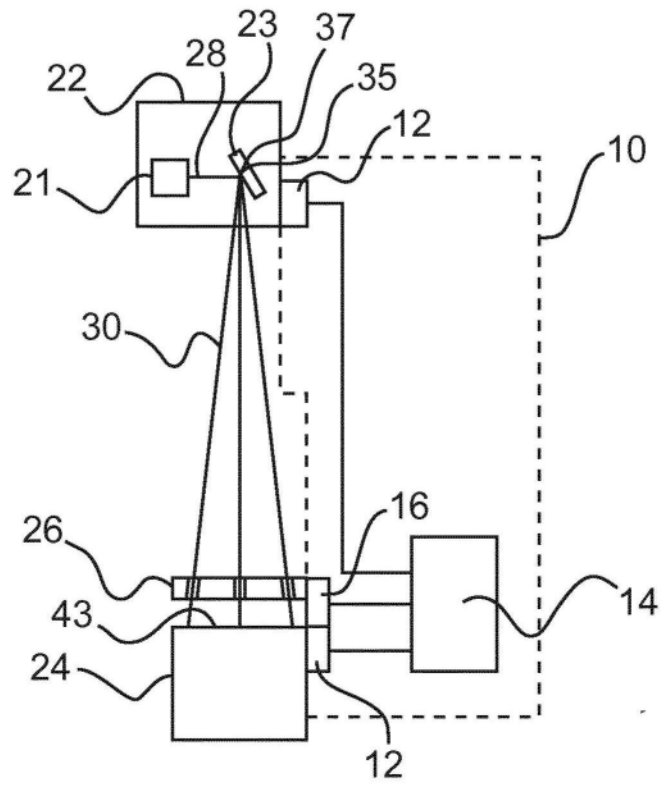


图3

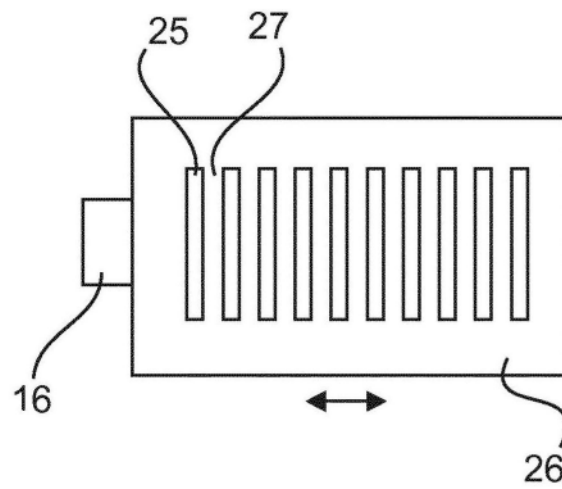


图4a

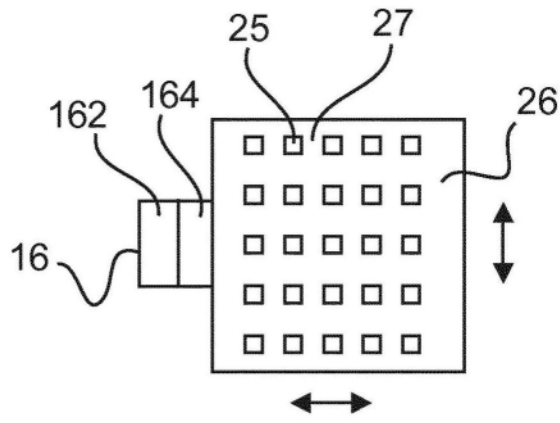


图4b

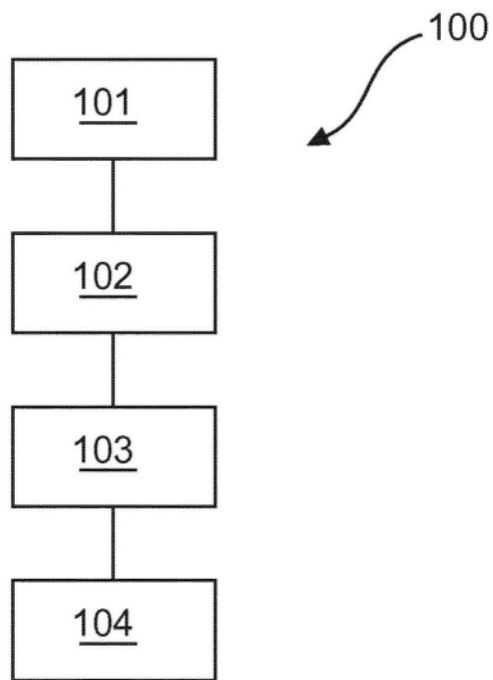


图5