



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105190823 B

(45)授权公告日 2017. 11. 17

(21)申请号 201480008739.5

(22)申请日 2014.01.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105190823 A

(43)申请公布日 2015.12.23

(30)优先权数据

61/764,043 2013.02.13 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.08.13

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2014/058627 2014.01.29

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/125389 EN 2014.08.21

(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 R·K·O·贝林 M·W·弗尔梅尔

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 李光颖 王英

(51)Int.Cl.

H01J 35/08(2006.01)

H01J 35/12(2006.01)

H01J 35/24(2006.01)

(56)对比文件

US 2004/0159802 A1, 2004.08.19, 说明书
第32、46-52段、及附图1、2B.

CN 1466860 A, 2004.01.07, 说明书第5页.

JP 特开2003-303764 A, 2003.10.24, 全文.

CN 102768931 A, 2012.11.07, 全文.

审查员 丁钰丰

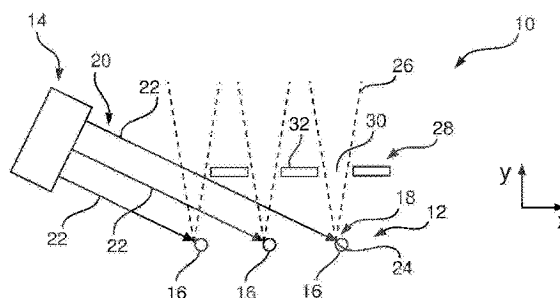
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54)发明名称

多X射线束管

(57)摘要

本发明涉及多个X射线束(26)的生成。为了提供具有增大的管功率的能力的经促进的X射线源,以用于提供例如差分相衬成像(DPCI)中的相干辐射,多X射线束X射线源(10)被提供有阳极结构(12)和阴极结构(14)。所述阳极结构包括提供多条焦线(18)的多个液态金属射流(16)。所述阴极结构提供电子束结构(20),所述电子束结构为每个液态金属射流提供子电子束(22)。所述液态金属射流每个由子电子束沿着环周表面的比环周的一半更小的电子冲击部分(24)撞击。



1. 一种多X射线束X射线源 (10), 包括:

-阳极结构 (12) 和阴极结构 (14);

其中, 所述阳极结构包括提供多条焦线 (18) 的多个液态金属射流 (16);

其中, 所述阴极结构提供电子束结构 (20), 所述电子束结构为每个液态金属射流提供子电子束 (22);

其中, 所述液态金属射流每个由所述子电子束沿着所述液态金属射流的环周表面的比所述液态金属射流的环周的一半更小的电子冲击部分 (24) 撞击。

2. 根据权利要求1所述的多X射线束X射线源, 其中, 所述焦线被布置在至少一个平面 (52) 中。

3. 根据权利要求1或2所述的多X射线束X射线源, 其中, 所述电子束结构包括被供应为所述子电子束的多个 (42) 独立的电子束 (44)。

4. 根据权利要求1或2所述的多X射线束X射线源, 其中, 所述电子束结构包括被以这样的方式供应到所述液态金属射流的单个电子束 (48), 即所述液态金属射流为彼此提供掩模使得仅所述液态金属射流的环周表面的比所述液态金属射流的环周的一半更小的部分由所述单个电子束的部分撞击。

5. 根据权利要求1或2所述的多X射线束X射线源, 其中, 所述液态金属射流中的每个为在电子束传播方向 (50) 上各自的接近的金属射流提供掩模。

6. 根据权利要求1或2所述的多X射线束X射线源, 其中, 所述液态金属射流被提供有近似为在相衬成像中的X射线的生成期间到每个液态金属射流的所述子电子束 (22) 的电子的穿透深度的大小两倍的射流直径 (94)。

7. 根据权利要求1或2所述的多X射线束X射线源, 其中, 所述液态金属射流的形状不是圆形的。

8. 根据权利要求1或2所述的多X射线束X射线源, 其中, 所述液态金属射流取决于管电压是能成形的。

9. 根据权利要求1或2所述的多X射线束X射线源, 其中, 所述液态金属射流成角度, 使得金属的抛物线飞行路径与正交于中心X射线束的平面最大化地对齐。

10. 根据权利要求1或2所述的多X射线束X射线源, 其中, 步进布置 (100) 被提供用于所述液态金属射流的共同步进。

11. 根据权利要求1或2所述的多X射线束X射线源, 其中, 孔径结构 (110) 被提供有由X射线吸收材料制成的多个液态射流形成的隔板段之间的线性开口。

12. 一种用于相衬X射线成像的系统 (200), 包括:

-X射线源 (202);

-相位光栅 (204);

-分析器光栅 (206); 以及

-X射线探测器 (208);

其中, 目标接收空间 (210) 被提供在所述X射线源与所述相位光栅之间; 并且

其中, 所述X射线源被提供为根据前述权利要求中的任一项所述的X射线源。

13. 一种用于生成用于相衬X射线成像的X射线辐射的方法 (400), 包括以下步骤:

a) 生成 (402) 提供多条焦线的多个液态金属射流;

b) 为每个液态金属射流供应 (404) 子电子束; 并且

c) 通过电子冲击在所述液态金属射流上来生成 (406) X射线辐射; 其中, 所述液态金属射流每个由所述子电子束沿着所述液态金属射流的环周表面的比所述液态金属射流的环周的一半更小的电子冲击部分 (24) 撞击。

多X射线束管

技术领域

[0001] 本发明涉及多个X射线束的生成,并且具体涉及一种多X射线束X射线源、涉及一种用于相衬X射线成像的系统、涉及一种用于生成用于相衬X射线成像的X射线辐射的方法、并且涉及一种计算机程序元件和计算机可读介质。

背景技术

[0002] 在相衬成像中,利用相干X射线辐射来辐照目标,例如通过将光栅结构放置在常规X射线管前面来实现。例如,WO 2011/070521 A1涉及差分相衬成像,并且描述了相应的系统。提供焦斑前面的光栅以将所生成的X射线的相干长度增强到有用的水平。要求光栅具有由于对具有小裂缝-间距比的要求而降低的透明度,例如为了对相位偏移的经改进的探测的益处。然而,已经示出为了实现足够的图像数据质量,需要具有增大的管功率的X射线管,这可以导致昂贵的管。增大X射线管功率的范例是对用作用于生成X射线辐射的阳极的液态金属射流的提供。例如,US 6995382 B2描述了一种用于基于等离子生成来生成加强辐射的布置,其中,靶发生器具有多通道喷嘴以用于对加强短波辐射的生成,所述多通道喷嘴具有多个靶射流。从靶射流所生成的等离子融合为一个延长的等离子,引起强大的光源。然而,等离子体的生成降低相衬X射线成像的适用性。还必须指出,将必须提供源光栅,这意味着归因于光栅的必要制造步骤的额外努力。另外,由于可以由正变为越来越昂贵的材料的金属材料来提供X射线吸收部分,因此这还隐含着负面的经济效应。

发明内容

[0003] 可以存在对提供具有用于提供例如在差分相衬成像(DPCI)中适合的相干辐射的增大的管功率的能力的X射线源的需要。

[0004] 本发明的目的是通过独立权利要求的主体而被解决的,其中,另外的实施例被并入从属权利要求中。应当指出,以下所描述的本发明的方面还适用于多X射线束X射线源、相衬X射线成像系统、用于生成用于相衬X射线成像的X射线辐射的方法、以及计算机程序元件和计算机可读介质。

[0005] 根据本发明,一种多X射线束X射线源被提供有阳极结构和阴极结构。所述阳极结构包括提供多条焦线的多个液态金属射流。所述阴极结构提供电子束结构,所述电子束结构为每个液态金属射流提供或供应子电子束。所述液态金属射流每个由所述子电子束沿着环周表面的比环周的一半更小的电子冲击部分撞击。

[0006] 所述液态金属射流被用作提供多个X射线束的线状阳极。因此,可以提供若干X射线束的形式的X射线辐射,该X射线辐射用作例如在相衬成像中使用的相干辐射。对液态金属射流的提供允许增大的辐射输出,这源于在液态金属射流的自身的温度传输/冷却功能方面的经改进的材料属性。换言之,液态金属射流可以经受增大的电子轰击,即更多的电子可以冲击在液态金属射流上,因此生成更强大的X射线辐射。所述多个线状阳极还提供这样的优点,即以与所需要和所使用的X射线辐射的相干方式的实际发射有关的集中方式来生

成X射线辐射。因此,焦“斑”的结构已经考虑到关于相干X射线辐射的具体需要。因此,对吸收或抑制不期望的X射线辐射的需要被减小或最小化。

[0007] 根据范例,所述焦线被布置在与中心束方向正交或不与所述中心束方向正交的至少一个平面中。

[0008] 例如,所述焦线被布置在至少两个平面中。

[0009] 根据范例,所述电子束结构包括供应为所述子电子束的多个独立电子束。

[0010] 根据另一范例,所述电子束结构包括被以这样的方式供应到所述液态金属射流的单个电子束,即所述液态金属射流为彼此提供掩模使得仅环周表面的比环周的一半更小的部分由所述单个电子束的部分撞击。

[0011] 根据范例,所述液态金属射流中的每个为在电子束传播方向上各自的接近的金属射流提供掩模。

[0012] 根据范例,所述液态金属射流被提供有近似为相衬成像中的X射线的生成的电子的穿透深度的大小两倍的射流直径。

[0013] 根据另一范例,所述液态金属射流的形状不是圆形的。

[0014] 根据另一范例,所述液态金属射流取决于管电压是能成形的。

[0015] 根据另一范例,所述液态金属射流的相互距离能独立地调节以优化干涉图样。

[0016] 根据另一范例,所述液态金属射流的相互距离取决于所述管电压是能调节的。

[0017] 根据另一范例,所述液态金属是成角度的,使得金属的抛物线飞行路径与正交于中心束的平面最大化地对齐。

[0018] 根据另一范例,步进布置被提供用于所述液态金属射流的共同步进。

[0019] 根据另一范例,孔径结构被提供有由来自X射线吸收材料的多个液态射流形成的隔板段之间的线性开口。

[0020] 例如,这允许对开口宽度进行调节。

[0021] 根据本发明,提供了一种用于相衬成像的系统,所述系统包括:X射线源、相位光栅、分析器光栅以及X射线探测器。目标接收空间被提供在所述X射线源与所述相位光栅之间。所述X射线源被提供为根据以上提及的范例之一的X射线源。

[0022] 根据本发明,提供了一种用于生成用于相衬X射线成像的X射线辐射的方法,所述方法包括以下步骤:

[0023] a) 生成提供多条焦线的多个液态金属射流;

[0024] b) 为每个液态金属射流供应子电子束;并且

[0025] c) 通过电子冲击在所述液态金属射流上来生成X射线辐射,其中,所述子电子束沿着环周表面的比环周的一半更小的电子冲击部分撞击所述液态金属射流。

[0026] 根据本发明的方面,提供了一种X射线源,所述X射线源由于对多条不同焦线的提供而生成多个X射线辐射子束。这些是由允许所述辐射的功率输出的液态金属射流来提供的。如果射流仅在面向所述电子束的表面的部分上由电子撞击,则仅在所述表面的部分上提供电子束,而部分不由电子撞击。这提供足够小的焦线,即足够薄的线,并且它还改进所使用的X射线辐射与所生成的X射线辐射相比较的关系。因此,将对吸收不期望的X射线辐射的需要最小化或甚至完全地减小。

[0027] 与块材料相比,将液态金属射流用作阳极的益处是将所述辐射源限制到空间中的

小区域以实现所生成的波阵面的必要相干长度的能力。由于在医学成像中,X射线频谱适于在变化的设置中优化对比度-噪声比的应用,因而最优波长也变化。因此,有益的是,所述液态金属射流可以关于其大小和离彼此的距离而被灵活地布置。另一益处是其在空间中的稳定性。当使用旋转阳极时,机械公差意味着焦斑位置的机械失真,这具有双重缺点:所述焦斑或所述焦线的所述位置取决于旋转的相位,这创建了不期望的与数据读出的同步问题。其次,当数据集成的时段相对于块阳极的元件上的电子束的停留时间是大的时,所述焦线大小被抹掉。这种抹掉要求减小所述电子束的大小,并且随之降低所述焦斑的热性能。物理斑需要比X射线光学焦斑更小。

[0028] 液态金属射流的另一益处是其局限为基本是圆柱形状,并且散射电子的大部分在X射线的生成期间出现。这些散射电子承载高度的关于所述相互作用区域的状况的信息,即关于电子束与金属射流的对齐的信息,所述对齐可以被评估并且被用于闭环控制以增强所述源的稳定性。

[0029] 参考下文描述的实施例,本发明的这些和其他方面将是显而易见的,并且将参考下文描述的实施例对本发明的这些和其他方面进行说明。

附图说明

[0030] 将参考以下附图在下文中描述本发明的示范性实施例:

[0031] 图1以示意性横截面示出了多束X射线源的范例;

[0032] 图2以示意性俯视图示出了多X射线束X射线源的另一范例;

[0033] 图3和4以示意性横截面示出了被提供到液态金属射流的电子束结构的不同范例;

[0034] 图5以示意性横截面示出了多X射线束X射线源的另一范例;

[0035] 图6以示意性横截面还示出了多X射线束X射线源的另一范例;

[0036] 图7示出了根据范例的液态金属射流的详细横截面;

[0037] 图8示出了液态金属射流的另一范例;

[0038] 图9以示意性横截面示出了液态金属射流和得到的辐射属性的范例;

[0039] 图10示出了用于液态金属射流的共同步进的步进布置的范例;

[0040] 图11以示意性横截面示出了液态金属射流所提供的孔径结构的范例;

[0041] 图12以示意性设置示出了用于相衬X射线成像的系统的范例;

[0042] 图13示出了C形臂结构形式的X射线成像系统的范例;并且

[0043] 图14示出了用于生成X射线辐射的方法的基本步骤的范例。

具体实施方式

[0044] 图1示出了包括阳极结构12和阴极结构14的多X射线束X射线源10。阳极结构12包括提供多条焦线18的多个液态金属射流16(还见图2)。阴极结构14提供电子束结构20,所述电子束结构20将子电子束22供应到每个液态金属射流16。液态金属射流16每个由子电子束22沿着环周表面的比环周的一半更小的电子冲击部分24撞击(还见图7)。电子冲击在电子冲击部分24上之后,生成X射线辐射26,提供多个X射线束,即针对每个电子冲击部分(焦线)有一个束(或不同的束部分)。

[0045] “多X射线束X射线源”还被称为多X射线束源或多束X射线源。

[0046] 根据本发明,为了创建众多细线X射线焦斑,使用众多平行液态金属射流作为阳极。多个电子束即多个子电子束被引导到液态金属射流上,其中,子电子束每个被引导到所分配的金属射流上。

[0047] 在真空结构中提供液态金属射流(未进一步示出)。

[0048] 多X射线束X射线源10生成主要用于成像目的的X射线辐射。由孔径结构吸收的辐射的量被降低到最小值。因此,将对不需要的X射线辐射的生成最小化或完全避免。

[0049] 术语“电子冲击部分”指代由电子撞击的部分,即电子冲击在其上的部分。在一个范例中,电子冲击部分24比环周的一半的大约三分之二更小。例如,电子冲击部分24比环周的大约四分之一更小。术语“环周”涉及液态金属射流16的横截面的环周线和所述环周线的长度。相对于从一个方向冲击的电子束,因此确保仅液态金属射流16的部分而不是面向电子束的整个表面由电子撞击,在来自一个方向的电子冲击的情况下所述面向电子束的整个表面将是环周的一半。

[0050] 如之前提到的,阳极结构12提供多个X射线束26。具有其多个X射线束26的X射线源10的结构由阳极结构12造成。焦线18提供离散的X射线源。

[0051] 例如,可以提供包括多个X射线束孔径30的孔径结构28,所述多个X射线束孔径30每个被放置在焦线18的前面。为了阻挡不期望的方向上的X射线辐射,提供X射线不透明部分32将X射线束孔径30分开。然而,必须指出,虽然关于图1示出了孔径结构28,但孔径结构28不是多X射线束X射线源的必要部分,并且因此被示为任选的特征。

[0052] 例如,液态金属射流被彼此平行地布置。如示出图1的布置的俯视图的图2所示,示出了液态金属射流16。第一图样34指示对焦线18的提供,如利用多个箭头36指示的,电子被引导到所述焦线18,形成撞击环周表面的比环周的一半更小的电子冲击部分24的子电子束22。另一图样38指示如以上指出的被示出为任选项的孔径结构28的X射线不透明部分32。另外,箭头z指示除图1所示的x-y坐标结构外的空间取向。

[0053] 小箭头40指示液态金属射流的流动方向。液态金属射流被示为被平行地布置并具有相同的流动方向。在另一范例(未示出)中,液态金属射流可以被提供有交变的流动方向。焦线18也被称为线性形状的焦斑。

[0054] 如之前提到的,电子束结构20包括多个子电子束22。子电子束22也被称为电子子束或子电子束。

[0055] 图3示出了包括被供应为子电子束22的多个42独立的电子束44的电子束结构20的范例。第三图样46指示所生成的X射线辐射。

[0056] 图4示出了电子束结构20包括被以这样的方式供应到液态金属射流16的单个电子束48的范例,即液态金属射流16为彼此提供掩模或阴影使得仅环周表面的比环周的一半更小的部分由单个电子束48的部分撞击。因此,液态金属射流16中的每个都为在电子束传播方向上各自的接近的金属射流16提供掩模,所述电子束传播方向是利用单个电子束48的箭头50来指示的。例如,液态金属射流16被部分地放置在彼此的电子束阴影中。

[0057] 图5示出了在液态金属射流16具有相同结构的情况下焦线18和由此的液态金属射流16被布置在至少一个平面中的范例,所述至少一个平面是利用不与利用箭头54指示的中心束方向正交的虚线52来指示的。因此,所指示的角度56小于90度。例如,将实现经促进的电子光学结构。另外,这还支持差分相衬成像的适用性。术语“中心束方向”指代焦线的独立

的X射线束被以平行方式布置的方向。

[0058] 根据另一范例(未示出),焦线18被布置在与中心束方向54正交的平面中。

[0059] 如以上指示的,焦线18被布置在至少一个平面中。如果液态金属射流16全部具有相同的横截面,特别是相同直径,则液态金属射流16也被布置在一个平面中。然而,也可以提供不同的射流直径,导致具有稍微成角度的平面的不同布置,又或者具有焦线的平面而射流不在该平面中的不同布置。

[0060] 根据图6所示的另一范例,焦线被布置在至少两个平面中,所述至少两个平面是利用图6中的两条虚线58、60来指示的。如一个范例所示,所述平面是彼此平行的。

[0061] 在另一范例(未进一步示出)中,所述平面不是彼此平行的而是倾斜的。

[0062] 根据另一范例(也未示出),平面(例如平面58、60)与中心束方向54正交。

[0063] 参考图6,至少两个平面(例如两个平面、三个平面、四个平面、五个平面或任何更高的数目的平面)不与中心束方向54正交。

[0064] 关于众多平面(例如两个平面)上的液态金属射流16的布置,在与从源到目标的距离相比,在y方向即与中心束方向54平行的方向上金属射流的距离可以是小的。这提供了对电子光学结构以及液态金属射流的设计的促进,并且还提高了差分相衬成像的适用性。电子束结构20可以被提供为针对众多平面的单个电子束,又或者针对被布置在每个平面上的液态金属射流的独立的单个电子束。

[0065] 在另一范例中,也可以针对每个液态金属射流16提供如以上所描述的独立的电子束44。

[0066] 图7示出了子电子束22撞击液态金属射流16以用于生成X射线辐射46的更详细的视图,这是利用多条线62来指示的。另外,必须指出,孔径结构28的吸收部分32被示为任选项。

[0067] 第一较粗线64指示例如被布置有圆形横截面的液态金属射流的阴极结构的电子冲击部分24,其中,电子冲击部分比环周的一半更小。

[0068] 子电子束22被放置到金属射流16上,使得全部视场被每个X射线束覆盖。其还被放置为使得X射线亮度最大。由于亮度的 $1/\sin$ (阳极角)定律,即进入由源的大小划分的经限定的空间角中的光子的通量,这要求电子束离中心尽可能横向地被放置。限度是由足跟效应限定的。

[0069] 最大亮度(具有最大电子电流密度的最小光学聚焦区域)沿着经过最大正常电子电流密度的线的液态金属束的切平面发生。最大正常电子电流密度的线与附图的平面垂直地行进并且被利用图7中的小圆66来指示。例如,最大正常电流密度的线是电子束中的横向电流密度是常量的情况。

[0070] 第一虚线68示出了最大亮度的平面。在线68与另一虚线72之间提供了视场60。利用第一辐射图样74指示的部分被布置在中心束方向54周围,指示集中X射线辐射。第二辐射图样76指示被布置在中心部分的两侧上的部分,指示视场的半影。

[0071] 在范例中,使用适合的阴极,并且为了在不使金属射流热过载的情况下将总X射线通量最大化,电子束密度可以是不均匀的,使得金属射流上的功率密度基本上均衡(功率密度 $\approx 1/\sin$ (冲击角))。

[0072] 在图8所示的另一范例中,由于在X射线系统中金属射流可以经受利用箭头78指示

的离心力,因此可以使射流成利用回转角80指示的角度,使得金属的抛物线飞行路径与正交于中心束方向54的平面82最大化地对齐。图7是在平面82接触金属射流的点处通过图8的中心切割。

[0073] 图9示出了液态金属射流16和子电子束22的冲击电子。第一图表84指示左侧束的亮度、有效焦斑宽度,并且第二图表86指示中心束的亮度、有效焦斑宽度,并且第三图表88涉及右侧束。在图表中,图线90指示明显的焦斑X射线强度分布图,如利用焦斑照相机从不同方向可见的,并且箭头92指示全峰的半宽度(HWFM)。由于X射线扇覆盖各个方向,因此焦斑并不在X射线图像上的每个方向上显现相等的大小。

[0074] 根据另一范例,液态金属射流16被提供有射流直径,所述射流直径被利用图7中的测量线94来指示,所述射流直径例如是相衬成像中X射线的生成的电子的穿透深度大小的近似两倍。

[0075] 例如,液态金属射流16被提供有比相衬成像中X射线的生成的电子的穿透深度大小的近似两倍更小的射流直径94。

[0076] 电子的穿透深度可以是5微米。

[0077] 例如,液态金属射流16被提供有10微米或5微米的射流直径94。

[0078] 这提供了对各个焦线的物理宽度小于电子的穿透深度的限制,是利用块靶所不能实现的。那么,X射线光的光学聚焦宽度甚至更小。

[0079] 根据另一范例(未进一步示出),液态金属射流16的形状不是圆形的。例如,形状是卵形或椭圆柱体。

[0080] 根据另一范例(未进一步示出),液态金属射流取决于管电压是能成形的。例如,液态金属射流的直径取决于管电压。在另一范例中,液态金属射流的形状取决于管电压。

[0081] 例如,通过机械布置(未进一步示出)来提供取决于管电压的能成形性。例如,提供了对泵压力、可调节喷嘴等的调节。图10示出了多X射线束X射线源10的另一范例,其中,步进布置100被提供用于利用双箭头102指示的液态金属射流的共同步进。

[0082] 例如,射流的步进可以被提供为提供液态金属射流的喷嘴结构的机械步进。在另一范例(未示出)中,射流的步进可以被提供为至少沿着提供焦线的射流的长度的液态金属射流的静电或磁性位移。例如,借助于通过射流发送的电流来提供磁性位移。

[0083] 在孔径结构的情况下,孔径结构也可以与液态金属射流一起进行步进。

[0084] 例如,如图10中所指示的,射流的步进导致所生成的X射线辐射的步进,图10中示出了液态金属射流16的可能的位置104,导致所生成的X射线辐射的不同位置106。

[0085] 步进可以被用于相衬成像和整体布置中所要求的步进。由于较大的容许公差,这种相衬步进比分析器网格对相位网格的步进具有优势。

[0086] 图11示出了具有孔径结构110的多X射线束X射线源10的范例,所述孔径结构110被提供有隔板段114之间的线性开口112,所述隔板段114是由来自X射线吸收材料的多个液态射流116形成的。例如,所述多个液态射流由X射线不透明材料制成。

[0087] 如图11中所指示的,单个液态射流可以形成隔板段114,又或者许多相同或不同地形成的液态射流。因此,如线118所指示的,由液态金属射流16生成的X射线辐射可以经过孔径结构110。

[0088] 图12以示意性设置示出了用于相衬X射线成像的系统200。系统200包括X射线源

202、相位光栅204、分析器光栅206以及X射线探测器208。目标接收空间210被提供在X射线源202与相位光栅204之间,例如用来接收目标212。另外,虚线214指示中心束轴。图形结构216以非常示意性的方式指示探测器平面208上的对目标212的投影。X射线源202被提供为根据以上提到的范例之一的X射线源10,提供由X射线辐射202的线结构所指示的相干X射线辐射。

[0089] 图13示出了具有C形臂结构302的X射线成像系统300,所述X射线成像系统300具有源304和被安装到C形臂308的相对端的探测器306。可以根据以上提到的用于相衬X射线成像的系统200来提供源304和探测器306。C形臂结构302允许源/探测器围绕等中心310移动。例如,提供患者支撑体312以接收患者。

[0090] 然而,必须指出,其他的X射线成像系统也可以被提供有例如固定安装的X射线源/X射线探测器布置。另外,如以上所描述的,其他形式的X射线成像系统(例如具有圆形台架的CT结构)也可以被提供有用于相衬成像的系统200。

[0091] 除医学成像之外,包括如以上所描述的多X射线束X射线源10的用于相衬X射线成像的系统200也适合于其他目的,例如材料控制或安全检查。

[0092] 图14示出了用于生成用于相衬X射线成像的X射线辐射的方法400。方法400包括生成提供多条焦线的多个液态金属射流的第一步骤402。在第二步骤404中,提供了将子电子束供应到每个液态金属射流。在第三步骤406中,提供了通过电子冲击在液态金属射流上来生成X射线辐射,其中,子电子束将沿着环周表面的比环周的一半更小的电子冲击部分来撞击液态金属射流。第一步骤402也被称为步骤a),第二步骤404被称为步骤b),并且第三步骤406被称为步骤c)。

[0093] 在本发明的另一示范性实施例中,提供了一种计算机程序或计算机程序元件,其特征在于,其适于在适当的系统上运行根据前述实施例之一的的方法的方法步骤。因此,计算机程序元件可以被存储在计算机单元上,所述计算机单元也可以是本发明的实施例的部分。该计算单元也可以适于执行以上所描述的方法的步骤,或者诱发对以上所描述的方法的步骤的执行。另外,其可以适于操作以上所描述的装置的部件。计算单元可以适于自动地操作和/或运行用户的命令。计算机程序可以被加载到数据处理器的存储器中。因此,数据处理器可以被配备为执行本发明的方法。

[0094] 本发明的该示范性实施例涵盖了从一开始就使用本发明的计算机程序以及借助于更新将现有程序变成使用本发明的程序的计算机程序两者。

[0095] 更进一步地,计算机程序元件可以能够提供满足如以上所描述的方法的示范性实施例的流程的所有必要步骤。

[0096] 根据本发明的另一示范性实施例,提出了诸如CD-ROM的计算机可读介质,其中,计算机可读介质具有存储在其上的计算机程序元件,所述计算机程序元件是由前述部分描述的。计算机程序可以被存储/分布在适合的介质上,例如与其他硬件一起提供或作为其他硬件的部分提供的光学存储介质或固态介质,但是也可以被以其他形式分布,例如经由因特网或其他的有线或无线的电信系统。然而,计算机程序也可以被呈现在如万维网的网络上,并且可以被从这样的网络上下载到数据处理器的存储器中。根据本发明的另一示范性实施例,提供了用于制造可用于下载的计算机程序元件的介质,所述计算机程序元件被布置为执行根据先前所描述的本发明的实施例之一的的方法。

[0097] 必须指出,参考不同的主体描述了本发明的实施例。具体而言,一些实施例是参考方法类型权利要求来描述的,而其他的实施例是参考装置权利要求来描述的。然而,根据以上和以下的说明,本领域技术人员将理解,除了对属于一种类型的主题的特征的任意组合外,涉及不同主体的特征之间的任何组合也被认为是本申请所公开的,除非另外指出。然而,可以将所有特征组合,以提供超过特征的简单求和的协同效应。

[0098] 尽管已经在附图和前文的描述中详细说明并描述了本发明,但这种说明和描述被视为说明性或示范性的,而非限制性的。本发明不限于所公开的实施例。本领域技术人员通过研究附图、公开内容以及权利要求书,在实践要求保护的本发明时,能够理解并实现对所公开的实施例的其他变型。

[0099] 在权利要求书中,词语“包括”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满足权利要求中记载的若干项目的功能。尽管在互不相同的从属权利要求中记载了特定措施,但是这并不指示不能有利地使用这些措施的组合。权利要求中的任何附图标记都不应被解释为对范围的限制。

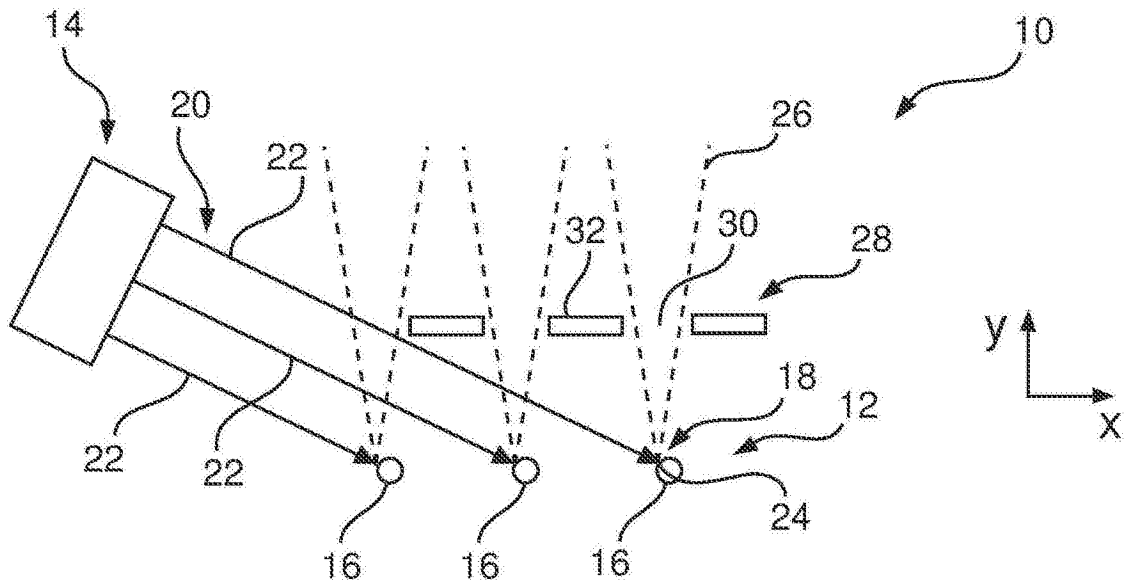


图1

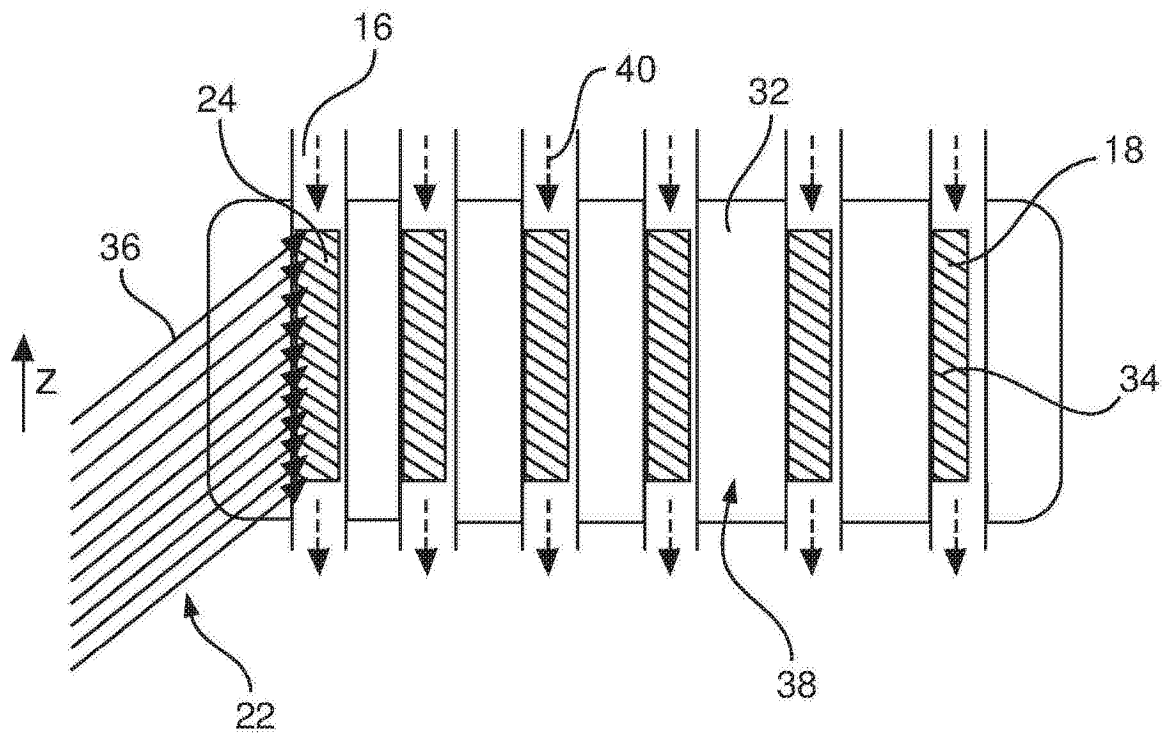


图2

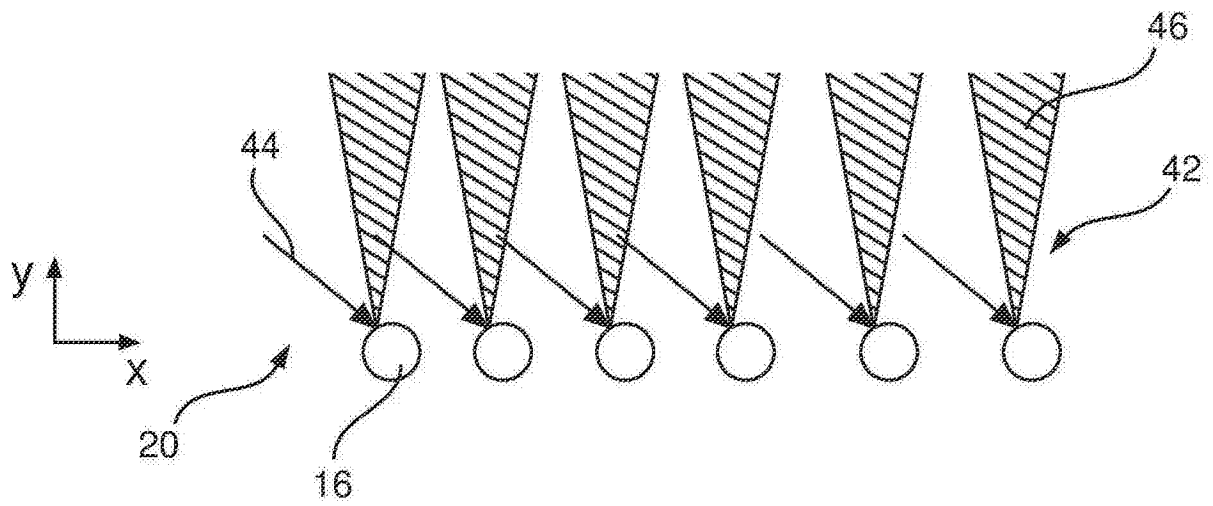


图3

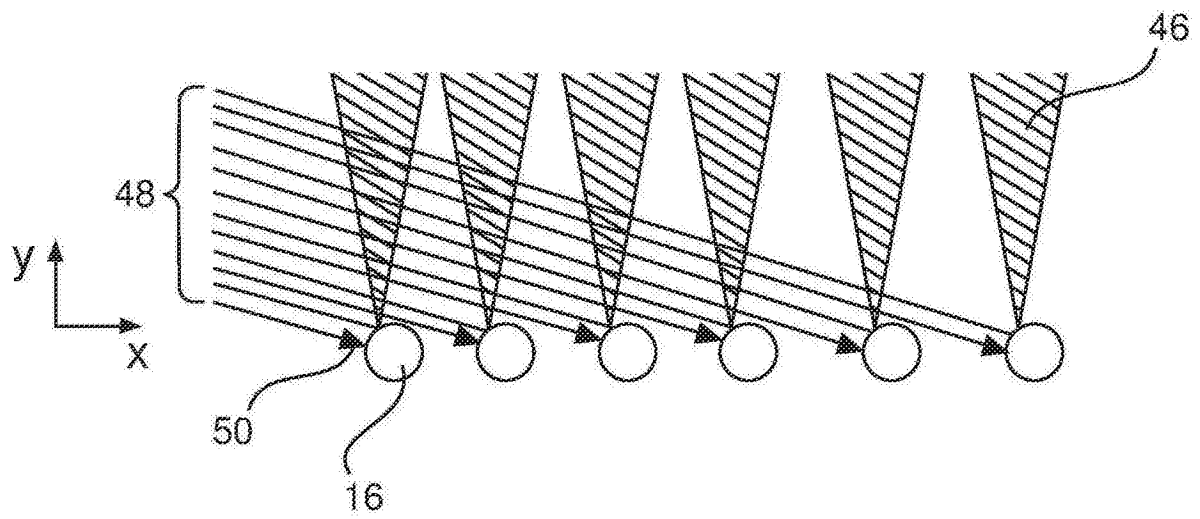


图4

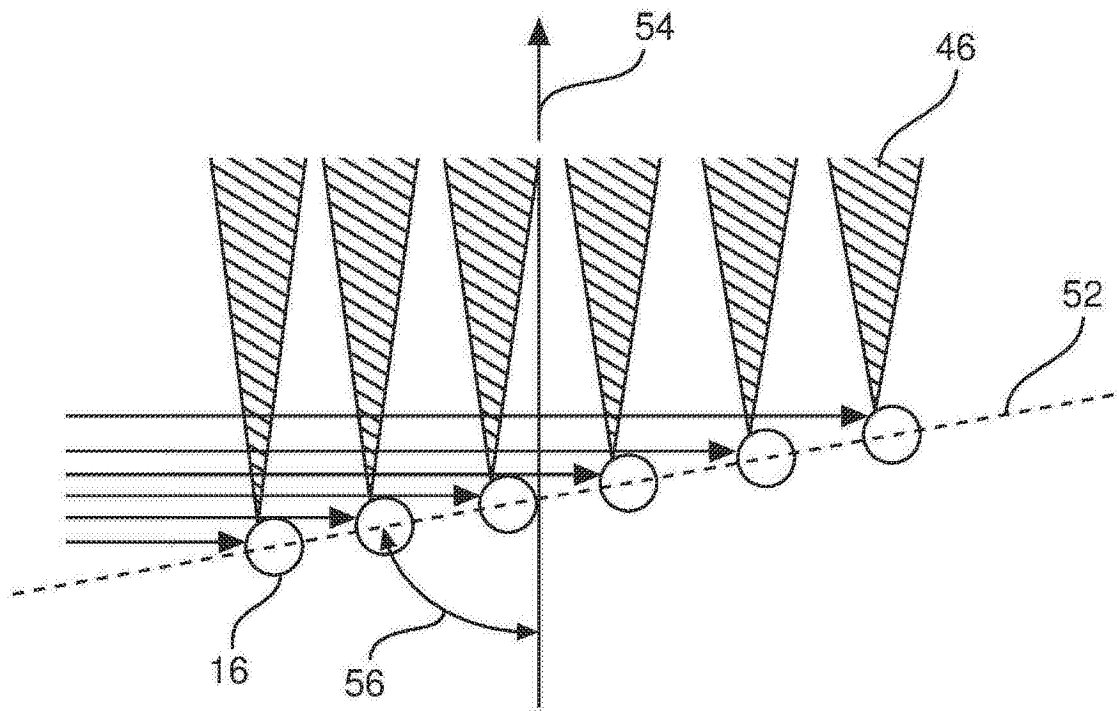


图5

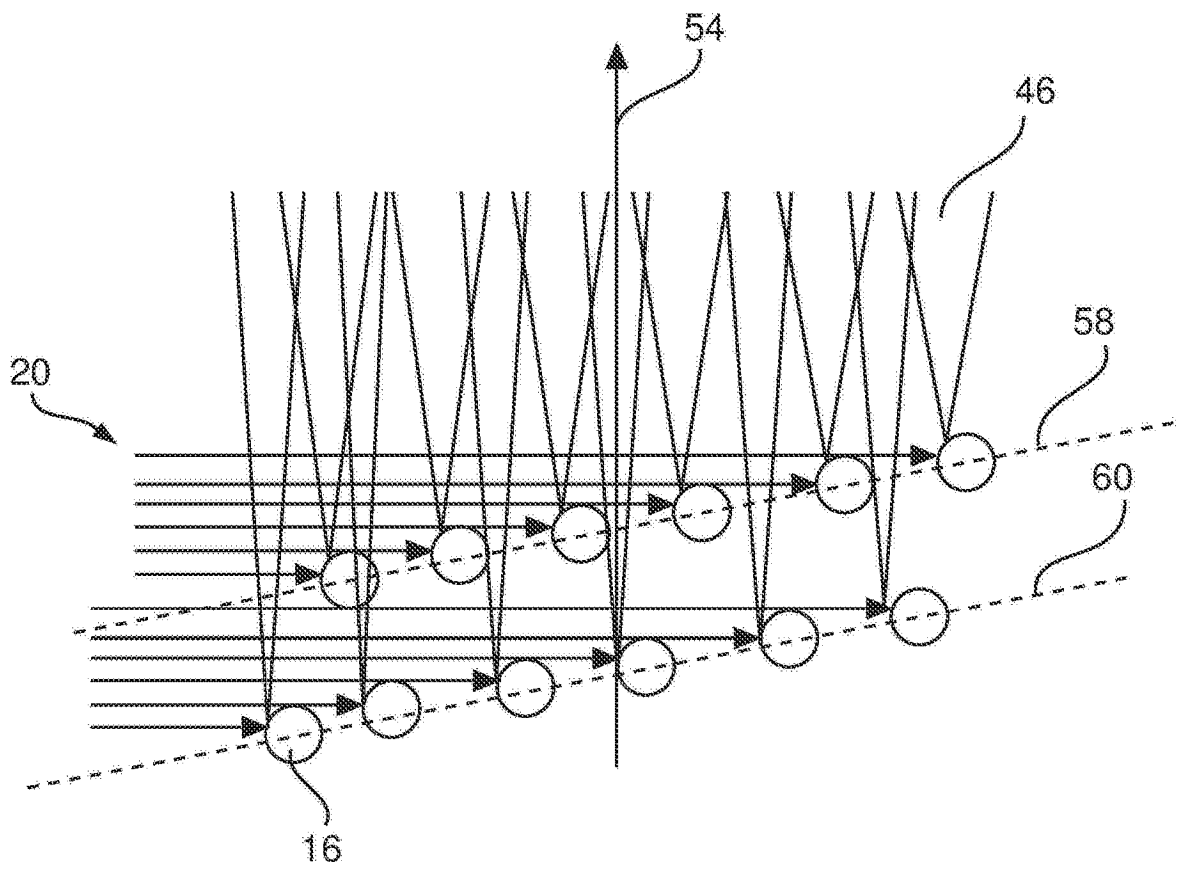


图6

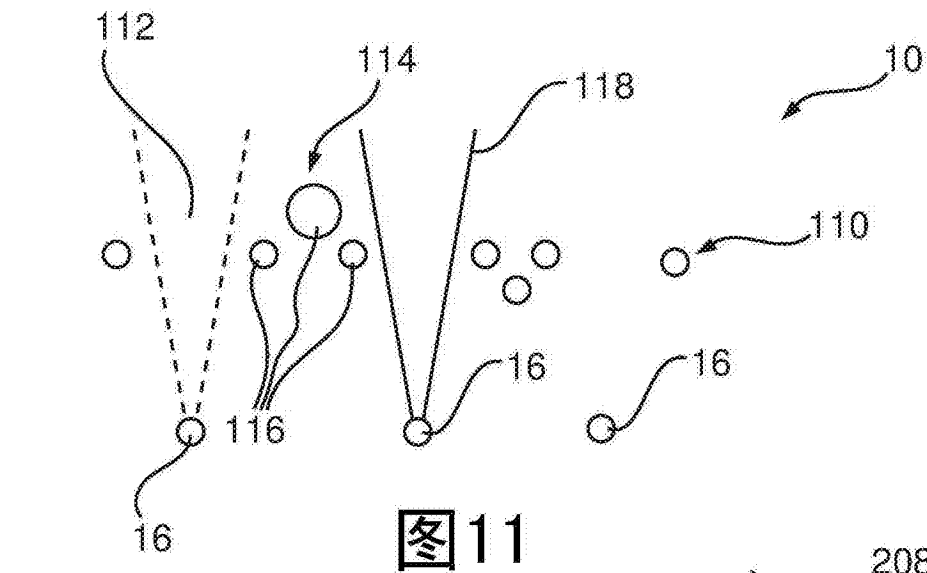


图11

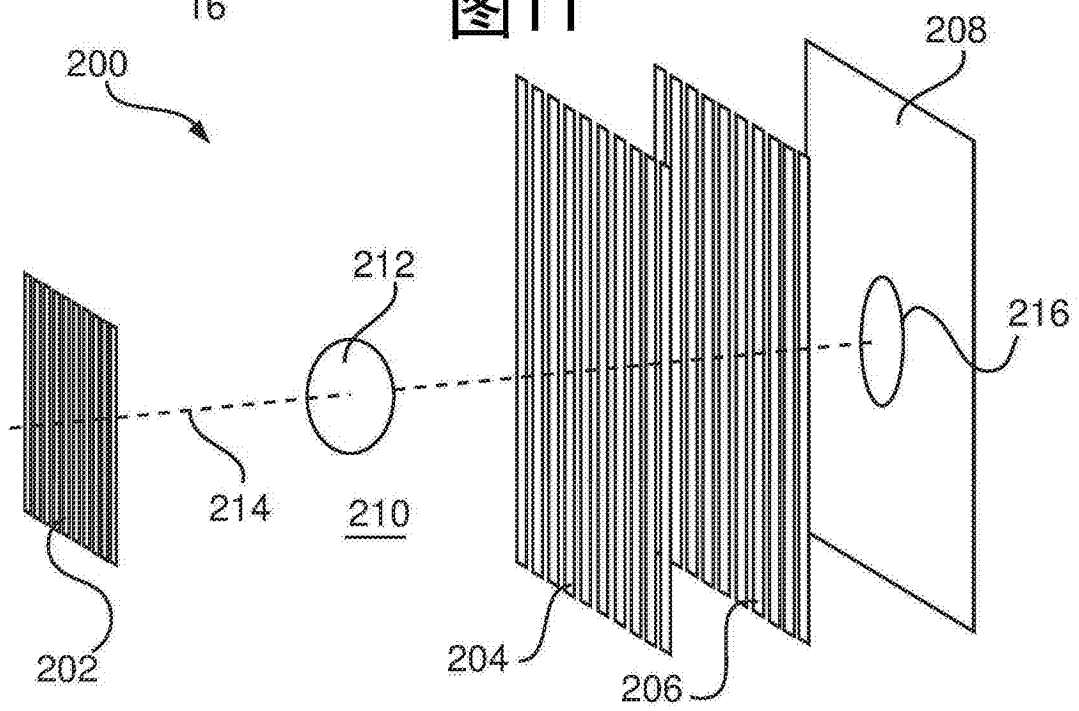


图12

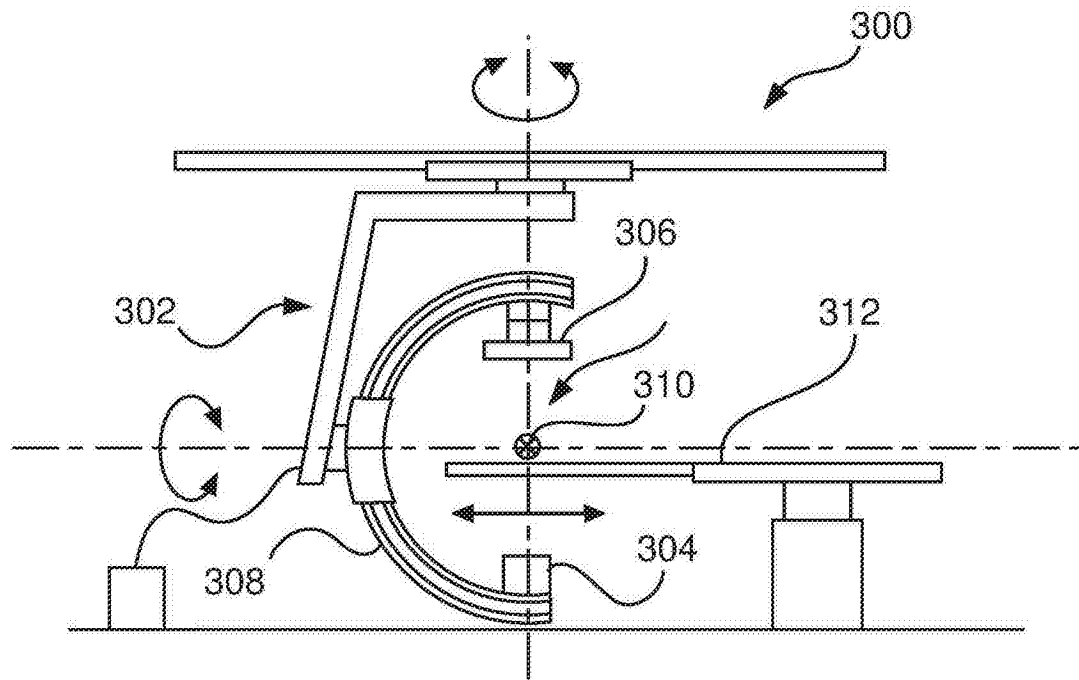


图13

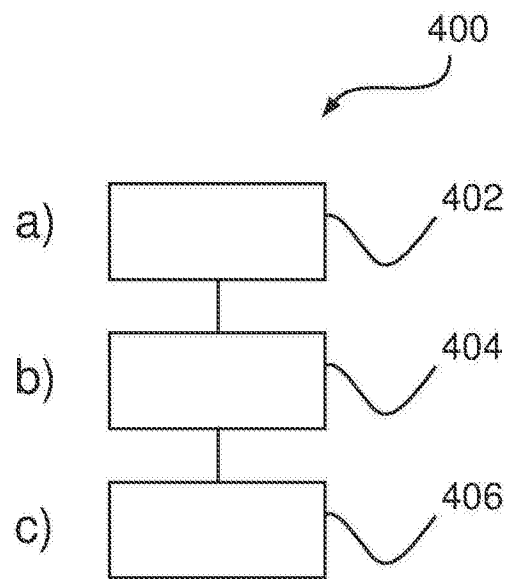


图14