



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102473574 B

(45)授权公告日 2017.12.29

(21)申请号 201080035507.0

(22)申请日 2010.07.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 102473574 A

(43)申请公布日 2012.05.23

(30)优先权数据

61/233,505 2009.08.13 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2012.02.10

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2010/053444 2010.07.29

(87)PCT国际申请的公布数据

W02011/018729 EN 2011.02.17

(73)专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 A·考茨 S·佩尔诺

G·布鲁克斯 G·阿瓦德

J·A·比昂

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 王英 刘炳胜

(51)Int.Cl.

H01J 35/14(2006.01)

H01J 35/30(2006.01)

(56)对比文件

US 5812632 A, 1998.09.22,

US 6292538 B1, 2001.09.18,

审查员 孙重清

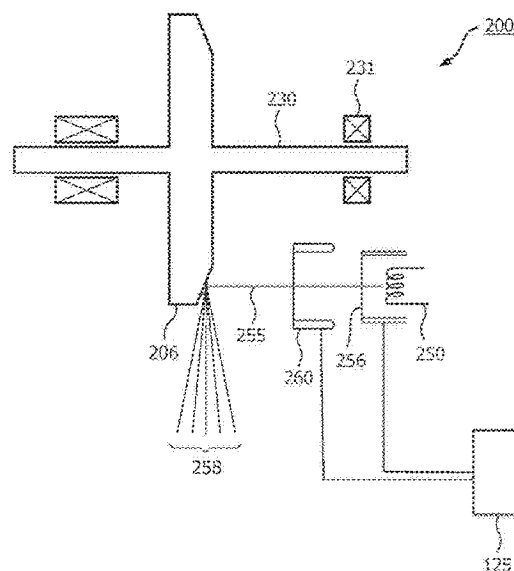
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

具有独立的x和z动态焦斑偏转的X射线管

(57)摘要

提供一种适于生成X射线束(258)的X射线管(260)。所述X射线管可包括用于沿x方向的焦斑偏转的静电格栅(256),其中所述静电格栅被安装在阴极(250)的任一侧上。进一步的,所述X射线管可包括用于沿y方向的焦斑偏转的电磁线圈(260),其中所述电磁线圈形成偶极子,被安装在所述X射线管的外部并且被定位在阴极和阳极(206)的靶之间,从而所述电子束(255)穿过其磁极之间。所述静电格栅和所述电磁线圈彼此分开布置,并且提供了静电x偏转连同电磁z偏转的组合。



1. 一种适于生成X射线束的X射线管 (200), 包括
第一偏转装置 (256), 其用于沿x方向的焦斑偏转, 以及
第二偏转装置 (260), 其用于沿y方向的焦斑偏转,
其中, 所述第一偏转装置被安装在阴极壳体中并且所述第二偏转装置被安装在所述壳体的外部, 并且其中, 所述第一和第二偏转装置沿着所述X射线管的z轴彼此分开布置,
其中, 所述第一偏转装置包括静电格栅 (256), 并且被安装在所述X射线管的阴极杯上, 并且其中, 所述第二偏转装置包括形成偶极子的电磁线圈 (260), 并且被安装在所述X射线管的阴极 (250) 和阳极 (206) 之间。
2. 如权利要求1所述的X射线管, 其中, 所述第二偏转装置 (260) 也提供沿x方向的焦斑偏转, 从而所述第二偏转装置对角地偏转所述焦斑。
3. 如权利要求1所述的X射线管, 其中, 所述第一偏转装置 (256) 被操作以生成来自包括以下的组中的场: 静态场、动态场以及叠加了动态场的静态场。
4. 如权利要求1所述的X射线管, 其中, 所述第二偏转装置 (260) 被操作以生成来自包括以下的组中的场: 静态场、动态场以及叠加了动态场的静态场。
5. 如权利要求1所述的X射线管, 包括具有一个或多个灯丝的阴极 (250)。
6. 一种X射线系统 (100), 包括
如权利要求1所述的X射线管 (200),
用于探测X射线束的探测器 (115), 以及
处理单元 (125)。
7. 如权利要求6所述的X射线系统, 还包括电机控制单元 (120), 其控制所述X射线管 (200) 和探测器 (115) 相对于感兴趣对象 (110) 的运动, 以及控制所述感兴趣对象的运动。
8. 一种用于控制如权利要求6所述的X射线系统 (100) 的方法, 包括: 令所述X射线系统 (100) 的所述X射线管 (200) 的所述第一偏转装置 (256) 沿所述x方向偏转所述电子束的所述焦斑, 并且令所述X射线系统的所述X射线管的所述第二偏转装置 (260) 沿所述y方向偏转所述电子束的所述焦斑。
9. 如权利要求8所述的方法, 还包括处理从所述探测器 (115) 接收的数据以生成感兴趣对象的图像, 以及将所述图像图示在所述系统的显示器 (126) 上。
10. 如权利要求8所述的方法, 还包括控制所述X射线管 (200) 和探测器 (115) 相对于感兴趣对象 (110) 的运动, 以及控制所述感兴趣对象相对于所述X射线管和探测器的运动。

具有独立的x和z动态焦斑偏转的X射线管

技术领域

[0001] 本发明涉及X射线管和包括这种管的X射线系统。本发明尤其涉及包括用于沿x方向和沿y方向(因此沿z方向)偏转焦斑的装置的X射线管。此外,本发明涉及用于控制包括这种X射线管的X射线系统的计算机程序。

背景技术

[0002] 偏转焦斑以改进CT系统的分辨率的观念已经被充分地认可。使用单一线性探测器的最初应用采用被称为x飞行焦斑的技术,其中焦斑在横向上,或x方向上关于其静止位置以大约二分之一像素来振荡。这种有意引入视差有效地使得分辨率加倍。

[0003] 通过将焦斑关于其静态位置在与靶焦点轨迹正切的路径上振荡可以实现双x采样。通过使用静电格栅或者通过电磁体来使斑点移位大约 $\pm 1/2$ 像素。通过双x采样,将电子束/焦斑相对于灯丝/阴极以规定频率沿与靶焦点轨迹正切的x方向横向偏转。在每个极端位置处进行采样,从而一幅图像包含在两个视角处获得的信息并且实质上包含静态图像中信息的两倍。

[0004] 近年来,在CT领域中已经认可双z采样、z飞行焦斑采样或者z动态焦斑采样的观念作为增大分辨率和减少伪影的手段。该方法涉及令焦斑在两个z位置之间交替,因而针对探测器的每排采集两个切片,有效地加倍了z方向中的采样。例如,在32排探测器的情况下,这一技术有效地测量64个切片。

[0005] 双z采样主要通过靶焦点轨迹上沿着主要在y方向上定向的向量来移动焦斑而实现。由于焦点轨迹相对于靶平面成角度(典型地为7或8度),因此焦斑沿y方向的移动令其也沿z方向移动,距离与靶角度的正弦成比例。双z采样的净效应是在探测器排的两个z位置之间交替焦斑。这有效地针对探测器的每排采集了两个重叠切片,例如在32排中获得64个切片。因此双z采样可以被视为,实际上,加倍了CT扫描器的切片性能,将32切片扫描器变为64切片扫描器。

发明内容

[0006] 本发明的目的是用同一CT平台来包含x飞行焦斑和z飞行焦斑的性能。进一步目的是包含一起或者独立地采用这些技术的性能。

[0007] 这通过每个独立权利要求的主题来实现。其他实施例在各个从属权利要求中描述。

[0008] 该目的通常通过一种适于生成X射线束的X射线管来解决,该X射线管包括用于沿x方向的焦斑偏转的第一偏转装置,以及用于沿y方向的焦斑偏转的第二偏转装置,其中所述第一和第二偏转装置沿着所述X射线管的z轴彼此分开布置。

[0009] 在此,可由静电格栅形成的该第一偏转装置可安装在阴极杯上,并且进一步地可安装在阴极壳体中。虽然通常利用两个静电格栅,但是有利的是具有多于两个的格栅。

[0010] 可构成偶极子的该第二偏转装置可由电磁线圈形成,并且可安装在阴极壳体的外

部以及阴极和阳极之间。通过在X射线管的内部,在阴极杯本身上安装一个偏转装置,以及通过在X射线管的外部,绕着电子束路径安装另一偏转装置,消除了该两个装置之间的相互影响。

[0011] 注意到,简单的偶极子电磁体只需要少量的磁性材料来产生所需的磁场,并且因而磁阻可以是很低的,便于快速振荡磁场。

[0012] 根据本发明的另一实施例,该第二偏转装置也可提供沿x方向的焦斑偏转,从而该第二偏转装置在x和y方向之间对角地偏转焦斑。在这一实施例中,该第二偏转装置从正y方向稍微旋转以产生焦斑的对角偏转。然后该第一偏转装置可用于(1)使焦斑宽度聚焦,(2)当只期望x偏转时的x偏转,(3)mA调制,以及(4)当只期望y偏转或者在对角偏转中期望不同量时,取消或者修改对角偏转的x部分。

[0013] 根据另一实施例,该第一偏转装置以及该第二偏转装置可被操作以生成静态场或者动态场或者其组合,也即静态场上叠加着动态场。

[0014] 可理解的是可用各种极性来操作两个偏转装置。例如,可以通过使用静态场来使焦斑成形和定位,以及通过将动态场叠加到静态场上而使焦斑可以关于这一位置振荡。

[0015] 此外,X射线管的阴极可以包括多于一个的灯丝。例如,可以以一种方式定位两个灯丝从而相应的电子束撞击阳极的不同焦斑。也有利的是具有不同尺寸的灯丝。

[0016] 根据本发明的另一方面,一种X射线系统包括如上提及的X射线管、用于探测X射线束的探测器、以及处理单元。这种系统可还包括电机控制单元,其控制X射线管和探测器相对于感兴趣对象的运动,以及同时或者独立地控制感兴趣对象本身的运动。这种X射线系统可例如是计算机断层摄影系统。

[0017] 根据本发明的X射线管提供以下优点:

[0018] • 通过给第一偏转装置,也即例如给静电格栅,施加足够的负电势而可中断电子发射。

[0019] • 从一个位置到另一个的焦斑形状变化被最小化。使用两个偶极子或者四极偶极子组合导致磁场相互作用和扭曲从而在不同的偏转位置产生不同的焦斑形状。

[0020] • 与两个偶极子相比缩短阳极-阴极间隔是可能的。两个偶极子将很可能在管轴线的方向上需要更多的空间。缩短的间隔允许更简单的聚焦。

[0021] • 更高的功率是可能的。由于静电偏转比磁偏转更快,因此其避免了在x方向上的焦斑运动跟随焦点轨迹的一部分的情况。当焦斑沿着该焦点轨迹移动时,在那一部分轨迹具有增大的加热。因而,必须减小功率以避免靶焦点轨迹的过热。

[0022] • 不使用四极子而使用单一发射器的多个焦斑是可能的。第一偏转装置可以用于修改焦斑宽度。

[0023] 将理解的是,本发明也可涉及用于如上提及系统的处理单元的计算机程序。该计算机程序可适于控制沿x方向以及沿y方向(其导致沿z方向的偏转)的焦斑偏转。该计算机程序可控制该第一偏转装置以及分开布置的第二偏转装置。

[0024] 另一方面,该计算机程序也可包括用于处理从探测器接收的数据以作为由该计算机程序控制的可在该系统的监视器上显示的图像的基础的指令。

[0025] 此外,该计算机程序也可包括用于控制X射线管和探测器相对于感兴趣对象的运动,以及用于控制感兴趣对象本身相对于X射线管和探测器的运动的指令。

[0026] 该计算机程序优选载入数据处理器的存储器内。该数据处理器因而被装备为执行本发明的方法。进一步的,本发明涉及计算机可读介质,例如可存储该计算机程序的CD-ROM。然而,该计算机程序也可存在于网络上,如万维网,并且可以从这种网络被下载至该数据处理器的存储器中。

[0027] 必须注意的是,已经参考不同的主题描述了本发明的实施例。具体而言,已经参考方法类型权利要求描述了一些实施例,而参考装置类型权利要求描述了其他实施例。但是,本领域技术人员从以上以及以下的描述中将总结出:除非另外告知,应认为本申请不仅公开了属于一种主题类型的特征的任意组合,而且公开了涉及不同主题的特征之间的任意组合。

[0028] 根据以下将要描述的实施例的示例,本发明的上面限定的各方面和更多方面、特征以及优点是显而易见的,并且通过参考实施例的示例进行解释。以下将通过参考实施例的示例更详细地描述本发明,但本发明并不局限于此。

附图说明

[0029] 图1示出了根据本发明的系统的概览;

[0030] 图2是根据本发明的X射线管的示意性图示;

[0031] 图3是阳极的等距视图,包括在本申请上下文中使用的坐标系;

[0032] 图4图示了根据本发明的静电格栅、电磁线圈以及X射线管阳极的相对位置;

[0033] 图5示出了用于操作根据本发明X射线系统的方法的步骤流程图。

[0034] 图中的图示仅仅是示意性的而不是成比例的。要注意的是,在不同的图中对相似的元件提供相同的附图标记。

[0035] 附图标记列表

[0036] 100X射线系统

[0037] 101扫描架

[0038] 102旋转轴

[0039] 103、113电机

[0040] 106孔径系统

[0041] 107辐射

[0042] 110患者

[0043] 112床

[0044] 115探测器

[0045] 117旋转方向

[0046] 118前置放大器

[0047] 120电机控制单元

[0048] 125处理装置

[0049] 126显示器

[0050] 127打印机

[0051] 128存档/通信系统

[0052] 200X射线管

- [0053] 206阳极
- [0054] 230杆
- [0055] 231旋转驱动器
- [0056] 250电子源/阴极
- [0057] 255电子束
- [0058] 256第一电子偏转装置
- [0059] 258X射线束
- [0060] 260第二电子偏转装置
- [0061] 270焦斑位置/靶区域

具体实施方式

[0062] 图1示出了根据本发明的X射线系统100。该X射线系统可是计算机断层摄影系统，其也被称为CT扫描器并且其中可以使用根据本发明的X射线管。CT扫描器100包括扫描架101，其能够绕着旋转轴102旋转。扫描架101借助于电机103驱动。

[0063] 附图标记200标示辐射源，例如根据本发明的X射线管，其可发射多色辐射107。CT扫描器100还包括孔径系统106，其将从X射线源200发射的X辐射形成为辐射束107。从射线源200发射的辐射束的谱分布可进一步被可接近于孔径系统106布置的滤波器元件(未示出)改变。

[0064] 将可为锥形或者扇形束107的辐射束107引导为穿透感兴趣区域，例如患者110的头部。

[0065] 患者110定位在床112上。患者的头部布置在扫描架101的中央区域，该中央区域代表CT扫描器100的检查区域。在穿透感兴趣区域之后，辐射束107撞击辐射探测器115。为了能够抑制被患者头部散射并以倾斜角度撞击X射线探测器的X辐射，提供有未描绘出的抗散射格栅。该抗散射格栅优选直接定位在探测器115前面。

[0066] X射线探测器115与X射线管200相对地布置在扫描架101上。探测器115包括多个探测器元件，其中每个探测器元件能够探测已经穿过患者110头部的X射线光子。

[0067] 为了改进扫描过程，来自X射线管200中的阴极的初始电子束，可借助于第一偏转装置沿x方向被偏转，并且可借助于第二偏转装置沿y方向被偏转，这也导致沿z方向的偏转。以下将更详细地描述这些元件。

[0068] 在扫描感兴趣区域期间，X射线源200、孔径系统106和探测器115与扫描架101一起沿箭头117指示的旋转方向旋转。为了扫描架101的旋转，电机103连接至电机控制单元120，电机控制单元120本身连接至数据处理装置125。数据处理装置125包括重建单元，其可借助于硬件和/或借助于构成根据本发明的计算机程序的一部分的软件来实现。重建单元适于基于在各种观察角度下获得的多个2D图像来重建3D图像，该观察角可借助于X射线管200中的电子束偏转来被额外地调整。

[0069] 此外，数据处理装置125也用作控制单元，其与电机控制单元120通信以便协调扫描架101的运动与床112的运动。床112的线性移位由电机113执行，该电机113也连接至电机控制单元120。

[0070] 在CT扫描器100的操作期间，扫描架101可旋转并且床112同时可平行于旋转轴102

线性移动,从而可执行感兴趣区域的螺旋扫描。应该注意的是也可能执行环形扫描,其中在与旋转轴102平行的方向上没有移位,而只有扫描架101绕着旋转轴102的旋转。因此,可以高度地测量头部的切片。可通过在已经针对每个离散床位置执行至少一半的扫描架旋转之后平行于旋转轴102以离散的步进顺序地移动床112来获得患者头部的更大三维表示。

[0071] 探测器115可耦接至前置放大器118,该前置放大器118本身可耦接至数据处理装置125。处理装置125能够基于在不同投影角度处采集的多个不同的X射线投影数据集来重建患者头部的3D表示。

[0072] 为了观察患者头部的重建3D表示,提供了显示器126,该显示器耦接至数据处理装置125。此外,3D表示透视图的任意切片也可由打印机127打印,该打印机127也耦接至数据处理装置125。另外,数据处理装置125也耦接至图像存档和通信系统128。

[0073] 应该注意到的是,监视器126、打印机127和/或在CT扫描器100中提供的其他装置可本地布置于计算机断层摄影设备100中。可选地,这些部件可远离CT扫描器100,例如在机构或者医院中的其他地方,或者在通过使用一个或多个可配置网络,例如因特网、虚拟专用网络等等而与CT扫描器100链接的完全不同的场所中。

[0074] 最后,处理装置125也连接至X射线管200。通过这一连接,处理装置125能够分别借助于第一和第二偏转装置来控制沿x和y方向的焦斑偏转。

[0075] 图2示出了X射线管200,其适于生成源自不同X射线焦斑的X射线。该X射线管200包括具有杆230的阳极206。以一种方式引导该杆230从而该杆230可绕着z轴旋转。提供有旋转驱动器231以便允许阳极206的旋转运动。驱动器231可借助于机械的和/或磁性的交互点而与杆230相互作用。

[0076] X射线管200还包括相对于z轴横向布置的电子源250。根据于此描述的实施例,该电子源可是热阴极250,其在操作期间生成电子束255。该电子束撞击阳极206的顶部表面。从而,限定了焦斑。该顶部表面相对于z轴倾斜取向,从而来自焦斑的X射线束258从z轴放射状向外投射。

[0077] 为了控制焦斑的精确位置,X射线管200还包括第一电子偏转装置256,其适于沿x方向偏转电子束255。该第一电子偏转装置256可例如由静电格栅形成。该第一电子偏转装置256耦接至控制单元125,控制单元给该第一电子偏转装置256提供必需的电子信号。例如,格栅之一可被加压-100V而另一格栅可被加压-50V。

[0078] 另外,X射线管200包括第二电子偏转装置260,其可由两个电磁线圈形成。这种线圈示出为绕着阴极颈部在阴极杯(cup)和阳极之间安装。该线圈构成偶极子,其被定位从而其磁力产生沿y方向,并且因而沿z方向的偏转。第二电子偏转装置也耦接至控制单元125。因而,图2图示了两个单独偏转装置的组合以产生独立的x和y(z)焦斑偏转。

[0079] 注意到该偶极子也可由U形磁性元件构成,该U形磁性元件只在“U”的腿部之间的“U”的底部环绕定位有一个电磁线圈。

[0080] 图3首先图示了CT坐标系,示出了常规的x、y和z方向。注意到,这一CT坐标系以患者为参考,其中x方向横向于患者,y方向垂直于患者,并且z方向沿着患者的体长。

[0081] 也在图3中示出的是在阳极206的靶区域上的四个被偏转的焦斑位置270。沿z方向的偏转通过沿y方向偏转电子束而产生。这使得该束沿着成角度的轨迹传播,使得焦斑沿z方向移动。

[0082] x偏转导致引入视差以改进分辨率,并且z偏转提供了双切片性能。

[0083] 图4示出了第一偏转装置、第二偏转装置和阳极的一部分的布置的详细视图。此外,图示了参考坐标系。电子发射阴极250示出为具有第一偏转装置,这里是两个静电格栅256,安装在阴极的任一侧上从而由静电场导致的力产生沿x方向(由箭头A指示)的偏转。从阴极出发,电子将随后通过第二偏转装置的磁场,第二偏转装置这里是电磁线圈260,其被定位以引起电子沿y方向(由箭头B指示)的偏转。最后,每个电子将撞击到阳极的靶区域270上。

[0084] 图5示出了用于操作如以上描述的X射线系统的方法的步骤流程图。这些步骤被实现为根据本发明的计算机程序中的指令。将要理解的是,关于方法而描述的步骤是主要步骤,其中这些主要步骤可能被分化或者被划分为几个子步骤。此外,在这些主要步骤之间也可能具有子步骤。因此,只有在步骤对于理解根据本发明方法的原理是重要的情况下才提及该步骤。

[0085] 在步骤S1中,借助于控制电机103和113而将X射线管和探测器相对于感兴趣的对象定位。

[0086] 在步骤S2中,借助于控制第一偏转装置256而将由X射线管200中的阴极250发射的电子束沿x方向偏转。

[0087] 在步骤S3中,借助于控制第二偏转装置260而将来自第一偏转装置256的电子束沿y方向偏转。

[0088] 在步骤S4中,离开X射线管并且穿透感兴趣的对象的电子束撞击探测器的探测器元件。

[0089] 最后,在步骤S5中,通过处理单元125基于从探测器元件接收的信号来生成图像。

[0090] 虽然已经在附图和前述描述中详细地图示和描述了本发明,但是认为这种图示和描述是说明性或者示例性的而不是限制性的。本发明不限于所公开的实施例。

[0091] 本领域技术人员通过研究附图、公开内容和所附权利要求,在实践所要求保护的发明时,可以了解和实现所公开实施例的其他变型。在权利要求中,“包括”一词不排除其他元件或者步骤,并且不定冠词“一”或“一个”不排除多个。单一处理器或者其他单元可实现在权利要求中列举的几个项目的功能。在互不相同的从属权利要求中列举某些措施的这一事实不表示这些措施的组合不能被加以利用。计算机程序可被存储/分布在适当的介质中,例如与其他硬件一起提供或者作为其他硬件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布,例如经由因特网或者其他有线或无线通信系统。权利要求中的任何附图标记不应解释为限制权利要求的范围。

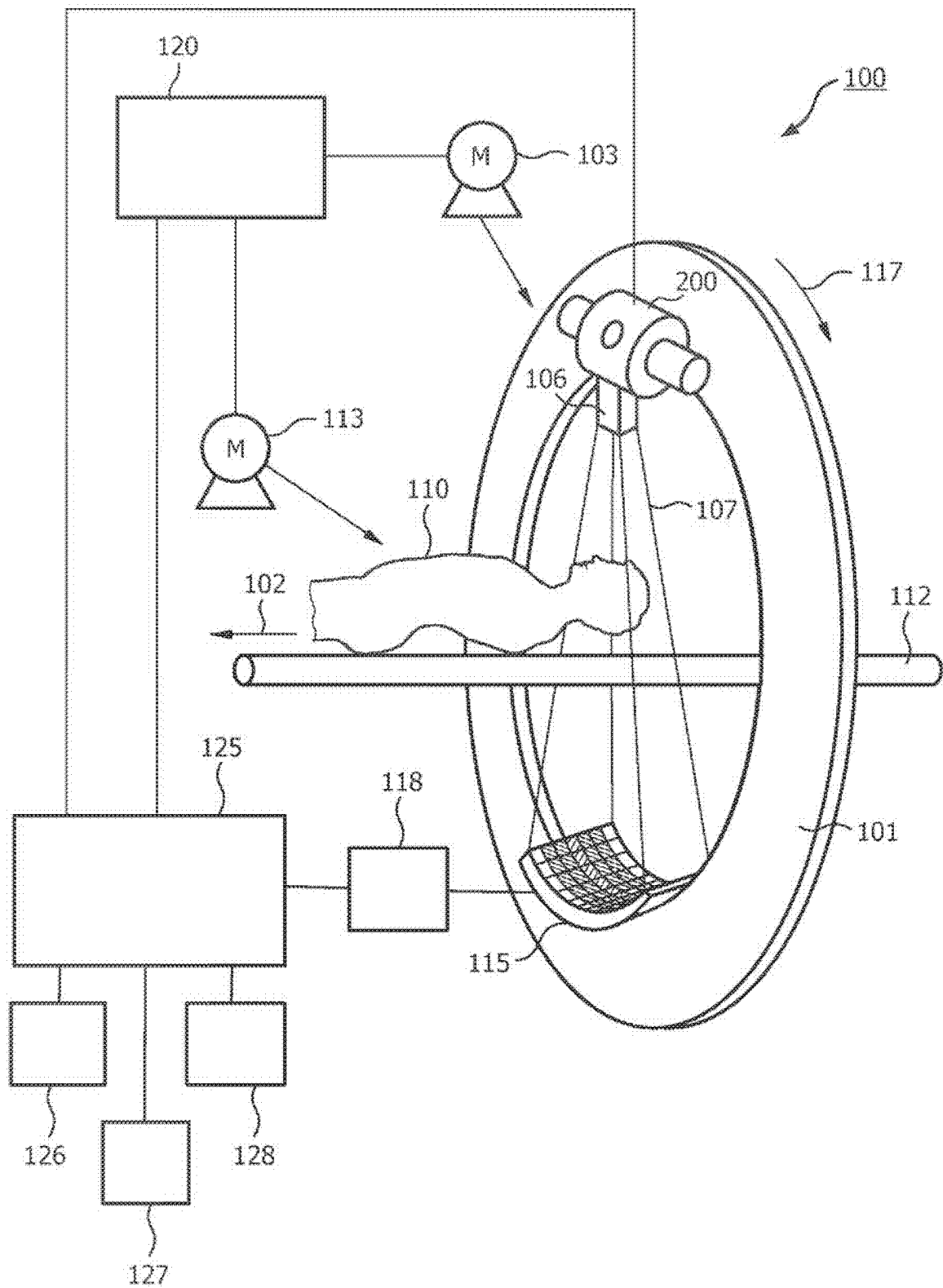


图 1

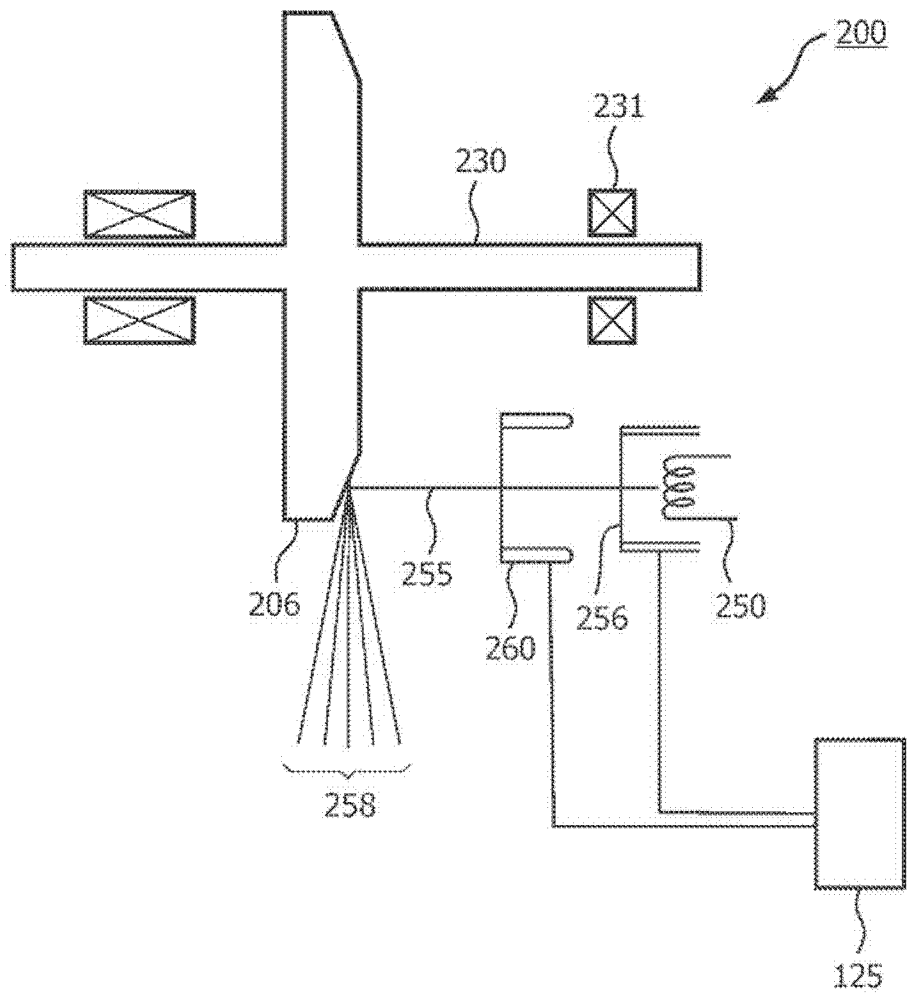


图2

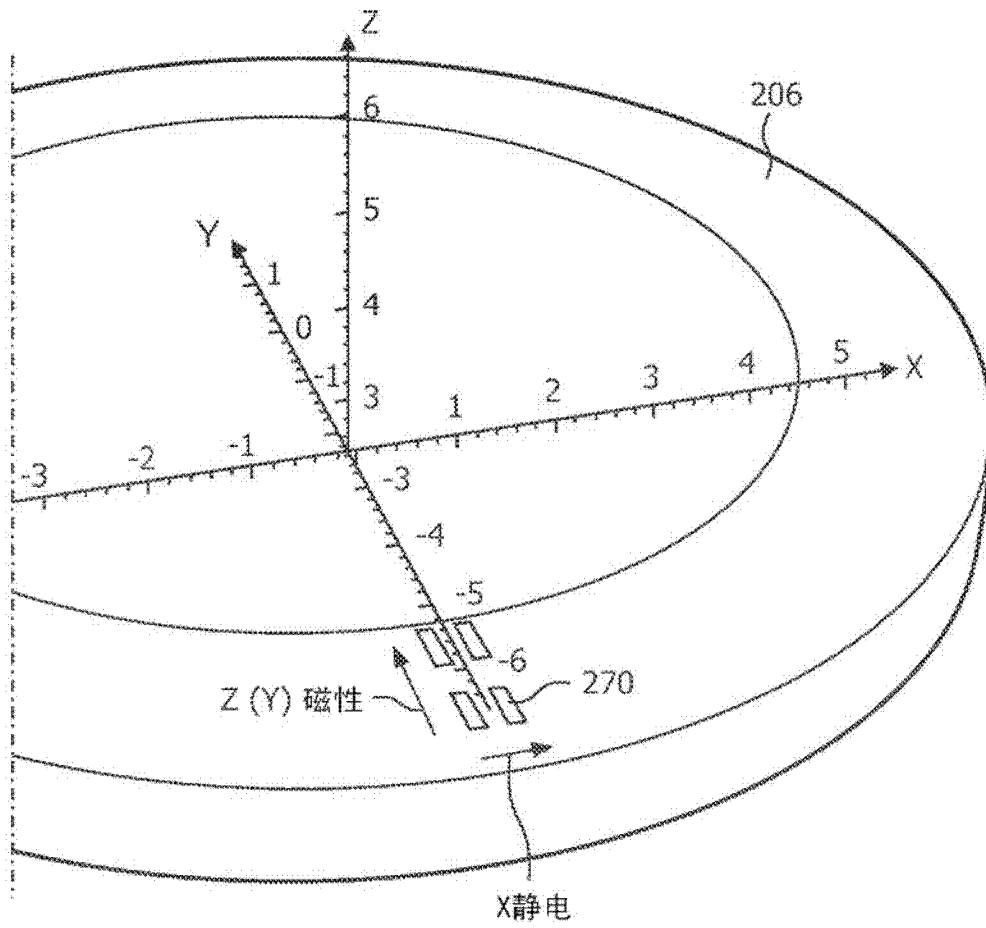


图3

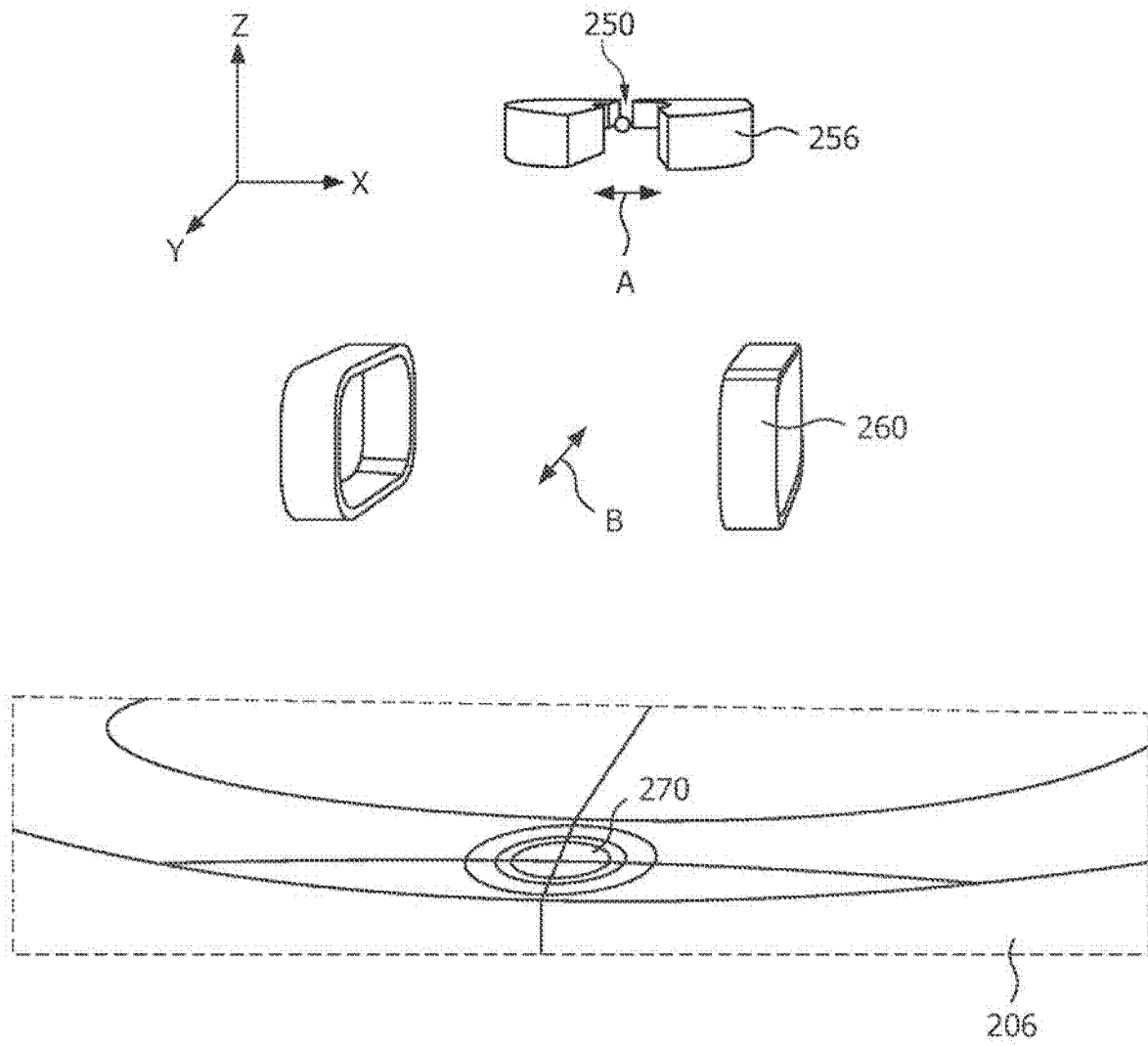


图4

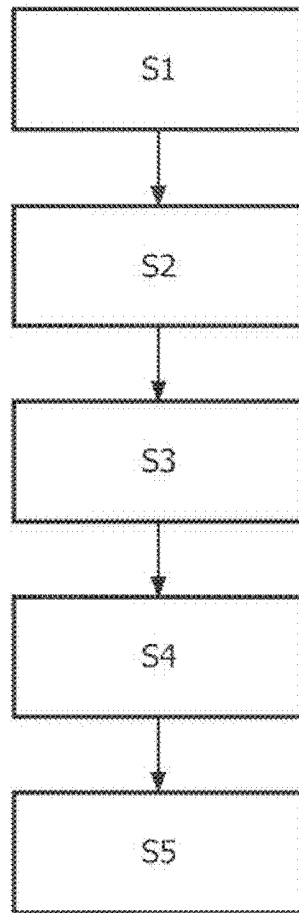


图5