



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105589093 A

(43) 申请公布日 2016. 05. 18

(21) 申请号 201510994448. 4

(22) 申请日 2011. 01. 19

(30) 优先权数据

61/296, 080 2010. 01. 19 US

(62) 分案原申请数据

201180014761. 7 2011. 01. 19

(71) 申请人 拉皮斯坎系统股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 J. 本达汗

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 赵碧洋

(51) Int. Cl.

G01T 3/00(2006. 01)

G01V 5/00(2006. 01)

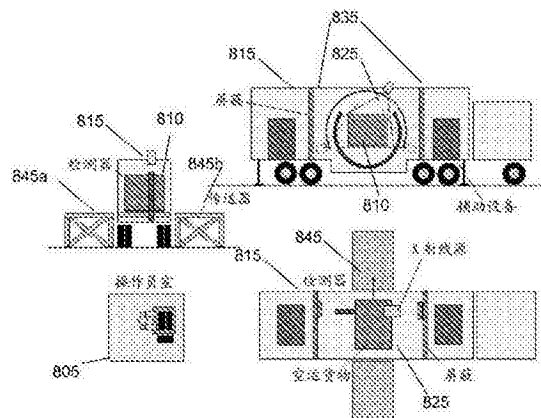
权利要求书1页 说明书7页 附图9页

(54) 发明名称

用于扫描物体的计算机断层摄影系统

(57) 摘要

本发明提供了一种用于扫描物体的计算机断层摄影 (CT) 系统。在一个实施例中,用于扫描物体的计算机断层摄影 (CT) 系统,包括:高能 X 射线源;至少一个检测器子系统,其与所述高能 X 射线源相对放置,并且配置来与所述高能 X 射线源一起以拱形轨迹围绕物体移动;以及传送机制,用于移动物体通过系统,其中所述源和所述至少一个检测器子系统在每个扫描步骤中围绕物体旋转角度,然后反转以在随后的扫描步骤中在相反方向围绕物体旋转。



1. 一种用于扫描物体的计算机断层摄影(CT)系统,包括:
高能X射线源;
至少一个检测器子系统,其与所述高能X射线源相对放置,并且配置来与所述高能X射线源一起以拱形轨迹围绕物体移动;以及
传送机制,用于移动物体通过系统,其中所述源和所述至少一个检测器子系统在每个扫描步骤中围绕物体旋转角度,然后反转以在随后的扫描步骤中在相反方向围绕物体旋转。
2. 如权利要求1所述的系统,其中所述拱形轨迹范围从20到270度。
3. 如权利要求1所述的系统,其中所述角度足以重建CT图像。
4. 如权利要求1所述的系统,其中所述角度小于180度加上扇形束角度,并且重建分层摄影图像。
5. 如权利要求1所述的系统,其中至少一个检测器子系统包括多个检测器阵列或多层检测器中的至少一个。
6. 如权利要求1所述的系统,其中物体在系统旋转期间保持静止,并且在系统旋转之间递增地移动。
7. 如权利要求1所述的系统,其中物体沿着传送器以由源和检测器子系统的旋转速度调制的速度移动,并且其中传送器速度随着旋转台架的旋转速度线性变化。
8. 如权利要求1所述的系统,其中所述X射线源是双重能量源。
9. 如权利要求1所述的系统,其中所述扫描系统包含在车辆内,并且进一步包括传送机制,用于将要检查的物体从车辆外部平移通过扫描系统,并且其中所述传送机制是传送器或坡道的至少一个。

用于扫描物体的计算机断层摄影系统

[0001] 本申请是申请日为2011年1月19日、申请号为201180014761.7、发明名称为“多视图货物扫描器”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及多视图、多能量货物扫描器,并且更具体地,涉及有成本效益地增加检查的物体或货物的扫描视图的数目,从而改进货物内容的密度和原子序数(atomic number)的估计用于增强违禁品或其它感兴趣的材料的检测的系统。

背景技术

[0003] 针对诸如爆炸物、麻醉剂、货币、化学和核武器的违禁品,并且为了货物舱单核对,需要在港口和其它进入或运输点检查货物容器(container)。具有高检出率和低虚警率的违禁品检测是艰巨的任务,由于这些材料通常具有与良性货物类似的物理特性。要检查的货物的百分比正在增加,并且因为目前检查的人工密集特性,所以操作者的数目也增加。因此,需要提供自动检测系统以减少操作者的数目,或者至少提供通过更有效地仔细察看货物图像帮助操作者提高他们的吞吐量的辅助工具,从而增加检测和分析速度。

[0004] 标准和先进X射线系统检测杂货中的违禁品具有困难。当检查更大和/或混乱的货板和货物容器时该困难加剧。基于计算机断层摄影(CT)的系统已经示出更适于检测行李中,以及近来,更大物体中的威胁航空的爆炸物的困难任务。

[0005] 然而,现有的用于大物体的高能量CT系统水平(水平托台)配置,其中物体围绕它的轴旋转。在一种情况下,源和检测器垂直移动,并且在另一种情况下,物体垂直移动同时源和检测器静止。在两种情况下,扫描物体的长度受系统尺寸的限制,并且该配置阻碍按比例扩大系统到诸如大货物容器和大货盘的长物体。

[0006] 例如,Heimann的美国专利号5,065,418描述了“一种用于检查物品以识别物品内的项目的装置,所述装置包括:用于生成第一x射线扇形束的部件;用于生成第二x射线扇形束的部件;用于在垂直于所述x射线扇形束的方向移动物品以通过所述第一和第二x射线扇形束检查的部件;用于检测辐射的第一部件,其布置来接收来自穿透所述物品之后的所述第一x射线扇形束的辐射,所述第一部件用于检测U形辐射;用于检测辐射的第二部件,其布置来接收来自穿透所述物品之后的所述第二x射线扇形束的辐射,所述第二部件用于检测L形辐射;以及用于从由用于检测辐射的所述第一和第二部件检测到的辐射生成所述物品的图像的部件。”

[0007] 此外,Heimann的美国专利号5,091,924描述了“一种检查包含项目的物品的装置,用于识别存在物品内包含的项目,所述装置包括:用于生成指向要检查的包含项目的物品的扇形辐射束的部件;用于检测来自穿透所述包含项目的物品的所述扇形辐射束的辐射并且用于将检测到的辐射转换为电信号的部件;用于从所述用于检测辐射的部件的电信号计算和生成正在检查的包含项目的物品的实际图像的计算部件;用于存储包括正在检查的所述包含项目的物品的参考图像的电信号的存储器部件;用于比较包含所述包含项目的物品

的所述参考图像的所述电信号与形成所述实际图像的电信号的部件,所述比较部件形成包括不存在于所述参考图像中的项目的差别图像;以及用于显示所述差别图像的部件”。

[0008] 然而,当前检测系统的设计和方法限制了可以从被扫描对象获得的信息的深度。增强的深度信息典型地要求多个源。因此,需要这样的检测系统,其是灵活的并且可以扫描各种尺寸的对象,同时使用最少量的源提供深度信息和高分辨率的图像。还需要这样的扫描系统,其以降低的成本、功耗和机器尺寸工作。

发明内容

[0009] 在一个实施例中,本发明指向一种检查系统,用于生成检查物体的增加数目的扫描视图,所述检查系统包括:用于生成高能电子束的源;包括多个转向设备的电子束转向系统,用于将所述电子束指向相应的多个产生靶,所述产生靶生成扫描物体的辐射;多个检测器阵列,其检测所述辐射以产生相应的多个扫描视图;以及传送机制,用于移动物体通过所述系统。在一个实施例中,所述多个检测器阵列超过产生靶的数目。

[0010] 可选地,每个所述转向设备耦合到至少一个产生靶。在一个实施例中,转向设备、产生靶和检测器阵列的数目是不同的。在另一实施例中,转向设备、产生靶和检测器阵列的数目是相同的。在一个实施例中,所述转向设备是磁体或多个磁体。产生靶产生在不同角度扫描物体的辐射。然后重建多个扫描视图,以产生提供深度信息的所述物体的分层摄影(laminographic)图像。在一个实施例中,所述源是直线加速器,并且一旦电子束击中产生靶就产生X射线。

[0011] 在另一实施例中,本发明指向一种用于扫描物体的计算机断层摄影(CT)系统,包括:高能X射线源;至少一个检测器子系统,其与所述高能X射线源相对放置,并且配置来与所述高能X射线源一起以拱形轨迹围绕物体移动;以及传送机制,用于移动物体通过系统,其中所述源和所述至少一个检测器子系统在每个扫描步骤中围绕物体旋转角度,然后反转以在随后的扫描步骤中在相反方向围绕物体旋转。在一个实施例中,所述拱形轨迹范围从20到270度。在一个实施例中,至少一个检测器子系统包括多个检测器阵列或多层检测器中的至少一个。可选地,所述源是双重能量源。

[0012] 在一个实施例中,扫描角度足以重建CT图像。可选地,在每个旋转中由源和检测器覆盖的角度是180°加上扇形角度,该扇形角度在一个实施例中是大约60度。

[0013] 物体在扫描期间是静止的,并且在每个旋转结束递增地移动物体。优选地以恒定速度平移物体。可选地,物体以由源和检测器子系统的旋转速度调制的速度沿着传送器移动,并且其中传送器速度随着旋转台架的旋转速度线性变化。

[0014] 在另一实施例中,本发明指向一种用于扫描物体的计算机断层摄影(CT)系统,包括:用于生成电子束的高能源;包括多个转向设备的电子束转向系统,用于将所述电子束指向相应的多个产生靶,所述产生靶生成辐射,并且其中关于扫描体积安排所述转向设备和产生靶,使得由产生靶产生的辐射围绕扫描的物体电子地旋转;传送机制,用于移动物体通过所述系统;以及检测器子系统,用于检测扫描辐射,其中检测器子系统是检测器阵列或多层检测器的至少一个。

[0015] 所有的上述实施例可以在诸如固定地点、台架或移动配置的不同配置中使用。

[0016] 可选地,本发明的(多个)扫描系统包含在车辆内,并且进一步包括传送机制,用于

将要检查的物体从车辆外部平移通过扫描系统,并且其中所述传送机制是传送器或坡道的至少一个。

[0017] 本发明的上述和其它实施例将在附图和下面提供的详细描述中更深度描述。

附图说明

[0018] 将理解本发明的这些和其他特征和优点,由于当结合附图考虑时通过参照以下详细描述它们变得更好理解。

[0019] 图1示出具有至少两个X射线源的高能X射线系统;

[0020] 图2A示出本发明的一个实施例,其采用使用少于N个X射线源的多个X射线产生靶以生成N个多重视图;

[0021] 图2B示出本发明的另一实施例,其采用使用少于N个X射线源的多个X射线产生靶以生成N个多重视图;

[0022] 图3示出使用多重检测器阵列生成多个角度视图的具有X射线源的高能扫描系统;

[0023] 图4描绘使用至少一个检测器和至少一个X射线产生靶,生成多个基本平行视图的X射线源;

[0024] 图5图示采用多个源和多层检测器的传统已知CT系统;

[0025] 图6图示本发明的CT系统的第一实施例;

[0026] 图7图示本发明的CT系统的第二实施例;

[0027] 图8图示本发明的CT系统的示例性移动布置;

[0028] 图9图示使用传送器(conveyer)的移动检查系统的一个实施例;以及

[0029] 图10图示使用用于驱动通过检查的坡道的移动检查系统的另一实施例。

具体实施方式

[0030] 本发明指向用于获得检查的物体或货物的多重扫描视图,从而改进货物内容的密度和原子序数的估计用于增强违禁品或其它感兴趣的材料的检测的方法和系统。此外,本发明指向用于获得检查的物体或货物的多重扫描视图而不使用额外源或检测器安排的方法和系统。

[0031] 在第一实施例中,本发明指向一种X射线系统,其包括电子光学和/或束传输系统,使得能够用多重X射线产生靶实现单个源,以产生多个视图。具有多重X射线产生靶的单个源的手段目标在于产生多重视图,降低成本、功耗和机器尺寸。

[0032] 在一个实施例中,源是辐射源,诸如用于产生电子束的线性加速器(直线加速器)。尽管针对于使用直线加速器作为源描述本发明,但是应该理解可以使用许多源,例如粒子加速器(例如,氘核),但是不限于这样的示例。如果采用粒子加速器,那么用中子产生靶(例如,氘气)替换X射线产生靶以产生中子。

[0033] 此外,当在CT系统中实施时,具有多重X射线产生靶的单个源产生难以用机械台架实施的多重视图和更高有效旋转频率。

[0034] 因此,在第二实施例中,本发明指向同步传送器和振荡源/检测器系统,从而源/检测器系统的振荡的程度和性质依赖并且取决于传送器系统上物体的步进式进行。例如,系统可以包括沿着水平轴延伸的传送带,取决于源/检测器位置,围绕该传送带源/检测器系

统可以振荡并且从多个角度生成多个视图。该系统然后可以通过以下步骤运行：在传送器系统上移动物体到第一线性位置，停止传送器系统，从第一弧形位置由源/检测器系统发起扫描，完成扫描，移动传送器系统（并且因此该物体）到第二线性位置，从第二弧形位置由源/检测器系统发起扫描，完成扫描，移动传送器系统（并且因此该物体）到第三线性位置并且重复前述步骤。

[0035] 这种“振荡”方法实现了避免使用滑环的系统，滑环是用于传送功率和信号的复杂机制，并且由于不需要完成完全旋转的空间，所以是更紧凑的。在该实施例中，可以使用同步源/检测器旋转和传送器移动执行有效的螺旋扫描，并且不需要使用传统的恒定旋转频率和恒定传送器速度执行。在该实施例中，传送器速度随着旋转台架的旋转速度线性变化。在台架轨道的实质部分期间，旋转速度是最大值并且恒定，同时传送器速度也在最大值并且恒定速度。在每个端点，台架停止（到反向），传送器也停止。台架的加速和减速属性也由传送器遵循。

[0036] 在一个实施例中，本发明的CT实施应用于扫描大物体。更大的隧道尺寸连同能够穿透高衰减材料的高能（兆伏）X射线用于检查例如托盘。该系统产生密度和近似原子序数（Z）数据以及货物的高分辨率、三维（3D）图像，而没有射线照相图像典型的干扰。这些属性便于货物类型的识别，并且考虑到检查货物内隐藏的不同材料。

[0037] 在另一实施例中，本发明采用垂直台架，其中检测器和辐射源以基本垂直取向配置。这种配置考虑到非常长物体的扫描。此外，垂直台架能够更快的旋转频率，导致更高吞吐量；而水平台架需要物体旋转，这由于容器内容的移动限制旋转频率（并且因此吞吐量）为小于10rpm。

[0038] 在第三实施例中，本发明指向一种CT系统，其有利地采用一个源并且不需要机械运动。因此，通过使用磁体和四极的组合沿着近似弧形光栅扫描从X射线源生成的电子束，电子地而不是机械地实现移动。电子束指向至少一个X射线产生靶，以产生旋转X射线束（静态台架），同时物体以恒定速度平移。

[0039] 所有上述实施例可以在不同配置中使用，诸如在固定地点、台架或移动配置中使用，还包括传送器机制或其他传送机制。

[0040] 本发明指向多个实施例。提供以下公开，以便使得本领域的技术人员能够实践本发明。在本说明书中使用的语言不应理解为任何一个特定实施例的一般否定或用于限制超过在此使用的术语的含义的权利要求。在此限定的一般原理可以应用于其他实施例和应用，而不背离本发明的精神和范围。此外，使用的术语和措辞用于描述示例性实施例的目的，并且不应考虑为限制性的。因此，本发明符合包含与公开的原理和特征一致的多种替换、修改和等价物的最宽范围。为了清楚的目的，不详细描述与本发明有关的技术领域中已知的技术材料有关的细节，以便不会不必要地使本发明模糊。

[0041] 参照图1，示出了X射线系统100。系统通过围绕要扫描的货物110部署至少两个X射线源115，生成至少一个并且优选地多个视图。通常，典型的配置包括一个源和一个检测器阵列。一些系统使用两个源，在每一侧放置检测器阵列。最后，也可以通过由单个源“驱动”的多个检测器阵列生成多重视图，其中阵列封闭并且具有更小角度。

[0042] 由多个检测器阵列105检测来自X射线源的辐射140。顶视图125示出对应于至少两个X射线源的多个层（或视图）135。如图2A所示，图1的多视图X射线系统用电子束光学器件

修改,该电子束光学器件将电子输送到多个X射线产生靶,以产生大量视图而不用增加源的数目。本领域的普通技术人员应该理解,可以使用任何X射线产生靶,只要其实现本发明的目的。在一个实施例中,X射线产生靶包括用水冷铜支持的钨。参照图2A,X射线系统200a部署向带电粒子转向系统(并且在一个实施例中,电子束转向系统255a)发射电子的单个X射线源215a。在一个实施例中,电子束转向系统包括至少一个磁体,并且优选的包括多个分布式磁体。多个磁体255a将电子重定向到多个相应的X射线产生靶265a。

[0043] X射线系统200a通过部署少于N个X射线源215a生成N个视图,使用转向系统275a将X射线源215a的发射指向M个X射线产生靶265a。多个X射线产生靶265a生成放射束240a,该放射束240a扫描物体210a,并且通过多个检测器阵列205a检测。在此应该注意,检测器可以包括多层检测器安排。顶视图225a示出对应于X射线产生靶的多个层(或N个视图)235a。

[0044] 图2B示出以充分大角度生成多重视图的X射线检测系统的另一实施例。在该实施例中,结合包括磁体255b的转向机制使用单个X射线源215b,该转向机制将来自X射线源215b的电子束256b指向两个X射线产生靶265b。这导致用于扫描物体210b的两个射线束240b。通过两个或更多检测器205检测束240b。该方法的优点在于对于大角度(例如,大于30度的角度),束指向阵列,导致没有由于射线的角度分布的X射线的损失。

[0045] 图3图示扫描系统300,其中用单个X射线源生成多重视图。参照图3,系统300使用从X射线源315生成的辐射的扇形束340以扫描物体310。在扫描之后,在多重检测器阵列305中检测辐射,从而生成多重视图。顶视图325示出对应于多重检测器阵列305的N个层(或视图)335。如图3所示,由于检测器位置处于到X射线源的各种角度(在此情况下,以“L”形),在不同角度生成视图335。

[0046] 图4图示生成由本发明采用的多种视图的方法。参照图4,如之前描述的,使用包括电子光学器件455的束转向机制和至少一个相关联的X摄像产生靶465,从单个X射线源415发射的辐射指向货物410。在此情况下,仅使用单个X射线源,但是引导辐射440,使得对于每个目标生成多重视图。通过在垂直直线中安排的多个检测器阵列405检测辐射。视图的数目和X射线产生靶465的数目优选地不同,生成源自不同X射线产生靶465的横穿物体410的多重角度,并且由阵列405检测。因此,例如与M个检测器阵列耦合的N个X射线产生靶可以产生直到 $N \times M$ 个视图。视图的不同数目改进重建图像的质量。此外,在垂直直线中安排检测器允许相同阵列用于多个源或X射线产生靶,而不需要复杂校准或者具有将增加辐射剂量的开放束。

[0047] 在一个实施例中,物体以恒定(或者几乎恒定并且测定速度,例如雷达)速度移动。尽管优选的是速度恒定,但是通过基于速度触发源,对于测量期间可以补偿速度上的任何变化。在一个实施例中,物体在传送器上移动。在另一实施例中,并且如下面图10所示,经由车辆的使用可以牵引物体通过扫描系统。

[0048] 电子束依次迅速转向到每个辐射产生靶。检测器测量来自每个束位置的辐射。

[0049] 采用该多重角度以产生多个X射线图像,或者重建允许获得深度信息的物体410的分层摄影图像。顶视图425示出对应于多个检测器阵列的块(或视图)435。

[0050] 对于双重能量检测,交织束并且要求以双倍速率切换位置。然而,如果每个“牵引器”使用两个检测器阵列,那么速率将是相同的。在双重能量的情况下,还将生成原子序数信息。

[0051] 图5所示的传统CT系统采用单个源515发射辐射540。X射线源515结合X射线检测器505进行围绕被扫描货物510的完整和连续旋转。

[0052] 如上所述,在另一实施例中,本发明是同步传送器和振荡源/检测器系统,从而源/检测器系统的振荡的程度和性质依赖并且取决于传送器系统上物体的递增或步进式进行。例如,系统可以包括沿着水平轴延伸的传送带,取决于源/检测器位置,围绕该传送带源/检测器系统可以振荡并且从多个角度生成多个视图。该系统然后可以通过以下步骤运行:在传送器系统上移动物体到第一线性位置,停止传送器系统,从第一弧形位置由源/检测器系统发起扫描,完成扫描,移动传送器系统(并且因此该物体)到第二线性位置,从第二弧形位置由源/检测器系统发起扫描,完成扫描,移动传送器系统(并且因此该物体)到第三线性位置并且重复前述步骤。

[0053] 这种“振荡”方法实现了避免使用滑环的系统,滑环是用于传送功率和信号的复杂机制,并且由于不需要完成完全旋转的空间,所以是更紧凑的。在该实施例中,可以使用同步源/检测器旋转和传送器移动执行有效的螺旋扫描,并且不需要使用传统的恒定旋转频率和恒定传送器速度执行。在该实施例中,传送器速度随着旋转台架的旋转速度线性变化。在台架轨道的实质部分期间,旋转速度是最大值并且恒定,同时传送器速度也在最大值并且是恒定速度。在每个端点,台架停止(到反向),传送器也停止。台架的加速和减速属性也由传送器遵循。

[0054] 在图6和图7中示出CT环境中本发明的优选实施。参照图6,安排高能X射线源615和多层X射线检测器605相互相对,并且以圆形轨迹围绕物体610移动。在该实施例中,源615和检测器605用扫描辐射640覆盖足以重建具有充分的图像质量的CT图像的角度。在一个实施例中,覆盖的角度是180度加上大约60度的扇形角,对于总的扫描角度是大约240度。然而,在完成完整旋转之前,源停止、反转然后在相反方向旋转。在一个实施例中,在反转之前源和检测器阵列旋转250度。该“振荡”扫描方法允许生成完整CT图像而不使用用于功率和信号传送的滑环,如参照图5所述,当X射线源进行完整和连续旋转时需要滑环。此外,图6的方法减少物体下需要的空间。在该实施例中,重复步进式扫描过程,直到检查完整物体或物体的希望部分。在一个实施例中,在静止的同时扫描物体,并且在每个旋转结束以增量移动物体。在另一方法中,物体以通过源和检测器的旋转速度调制的连续速度移动。

[0055] 在一个实施例中,本发明具有大约2.67cm/sec的传送器速度、大约20rpm的旋转频率、大约120cm的容器长度、大约80容器/小时的吞吐量、2000范围内的视图数目、大约1.5ms的每视图时间、大约667pps的每秒脉冲、大约1.33的螺距、大约6cm的检测器宽度、大约1.5的放大率、大约5.6mm的检测器间距、以及16范围内的层数。

[0056] 为了紧凑,X射线源可以选择性地与270°磁体耦合。

[0057] 在另一实施例中,源和检测器旋转较小角度以覆盖小于产生CT图像所需角度的扫描角度,并且随后重建有限角度CT或分层摄影图像。当存在额外的空间限制或其他约束和/或当要求更高吞吐量时,该方法是优选的。应该注意,随着角度范围增加,深度信息递增地改进。例如,以+10度到-10度的角度范围扫描将产生非常小的深度信息。

[0058] 参照图7,在又一实施例中,从X射线源715生成的电子束740通过磁体和四极755的组合沿着近似弧形光栅扫描。电子束指向至少一个X射线产生靶765以产生“旋转”X射线束(静止台架)745,同时物体710以恒定速度平移。关于扫描体积安排X射线产生靶,使得可以

实现X射线束的电子旋转。通过多层检测器705检测辐射。与其中使用反射几何的在医学应用中采用的低能(140kV)电子束计算机断层摄影系统相比,电子和X射线观察角度必须基本沿着电子束的相同方向,因为韧致辐射的角度分布向前,在兆伏能量达到峰值并且在较低能量近乎各向同性。

[0059] 在替代实施例中,上述扫描器采用双重能量交织的X射线源,以获得货物的有效原子图像。

[0060] 使用大量视图,本发明的CT实施例产生高分辨率3D“密度”和没有物体重叠的有效Z图像。密度和Z然后用于确定货物的成分,并且实现干净的材料辨别。CT实施例可以进一步确定深度上的密度和Z变化,并且理想的用于检测隐藏的违禁品。本发明的实施例还有效检测高密度材料,其可能指示放射性材料的可能屏蔽。

[0061] 上述检查系统的各种实施例可以以移动和便携式配置实施,使得它们可以用相对低的占地面积迅速地部署。此外,由于较低空间和重量要求,使用单个源以实现具有深度信息的图像进一步允许系统的移动性。

[0062] 如图8所示,上述本发明的各种实施例可以以移动配置实施以允许快速部署。如上所述,新颖的X射线系统825位于移动拖车、车辆、卡车、容器、或其他载体815中。载体815中的屏蔽限制辐射泄漏到扫描区域外部。操作员室805位于与移动载体815分离并且远离,并且包含开始、停止或者另外控制X射线系统825和传送器系统845的操作所需的所有控制。

[0063] 载体815在侧边具有开口,使用包含两个外部传送器和内部传送器的传送器系统845,物体810可以传送通过开口。入口845a和出口845b以及传送器平移物体810通过X射线系统825。在一个实施例中,为了容易重新部署,操作员室和外部传送器位于拖车815中。在另一实施例中,容器顶部可以具有开口,以允许源定位或移动。在驱动期间,源保持在开车内部。

[0064] 图9图示如上所述的移动检查系统,示出了传送器系统901,其允许货物容器902从移动拖车903的一端移动到另一端。可以使用X射线系统在拖车内部扫描货物容器,X射线系统进一步包括X射线源904和检测器阵列905。

[0065] 图10图示移动检查系统的另一实施例,其中由坡道替换传送器,其允许货物1002驱动通过移动拖车103用于扫描。

[0066] 上面示例仅仅是说明本发明的系统的一些应用。在其他实施例中,可以用粒子加速器替换电子直线加速器,并且用用于产生中子的中子产生靶(例如氘气)替换X射线产生靶。尽管在此仅仅描述了本发明的一些实施例,应该理解,本发明可以以许多其他形式体现而不背离本发明的精神和范围。因此,本示例和实施例视为说明性并且非限制性的,并且在所附权利要求的范围内可以修改本发明。

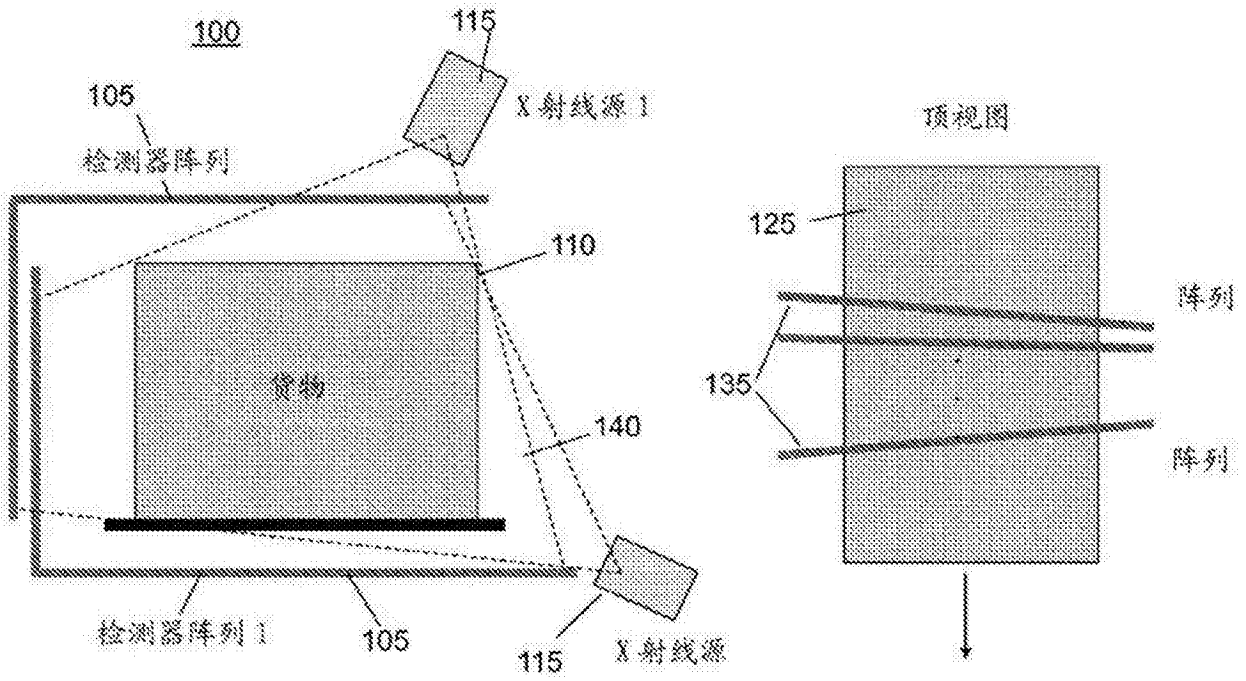


图1

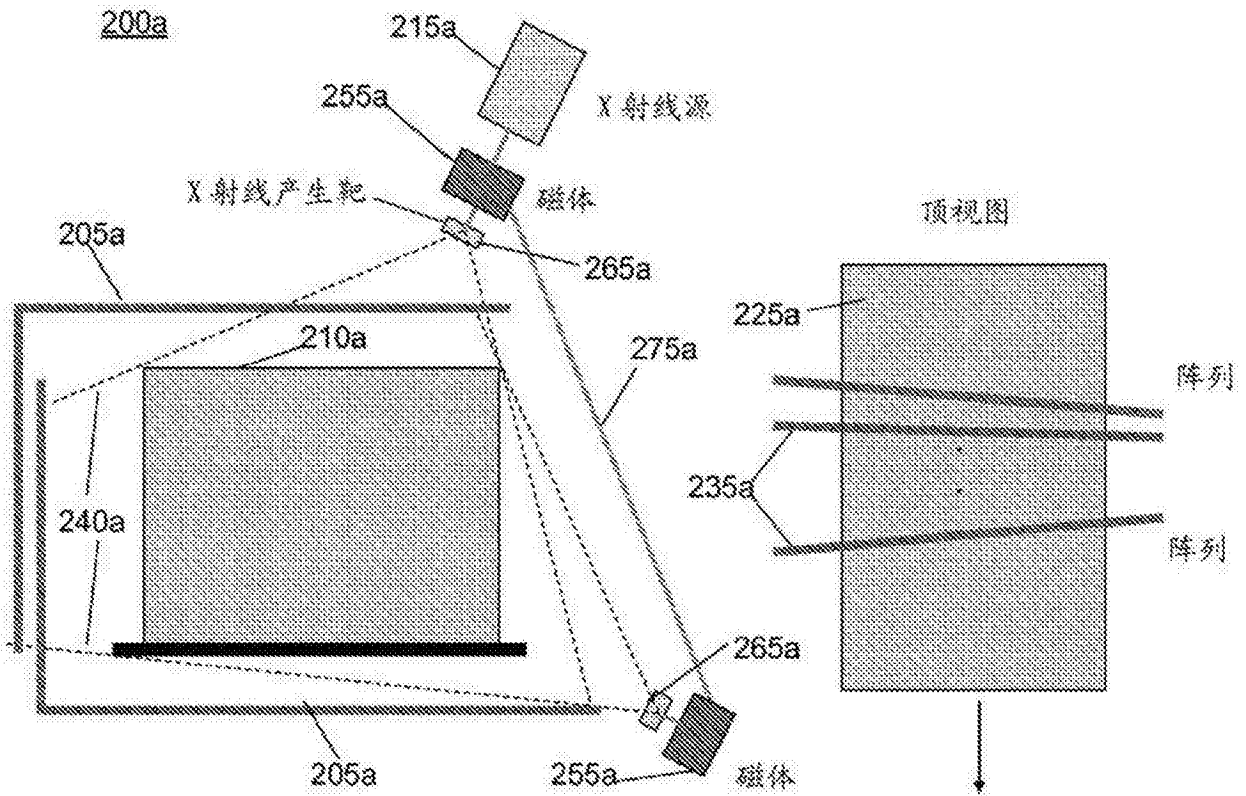


图2A

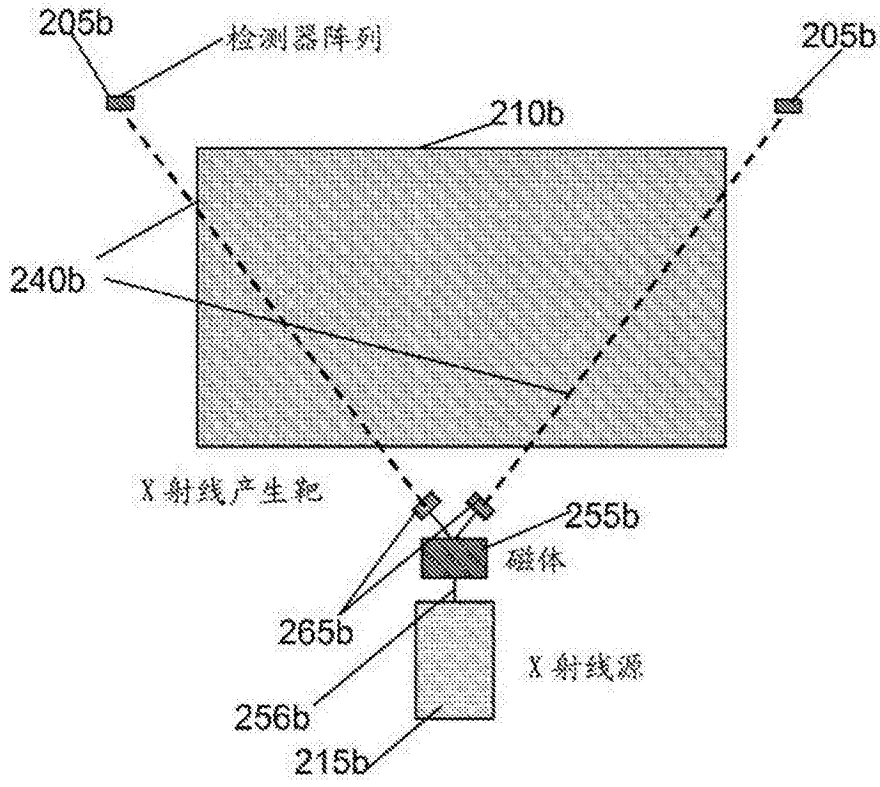


图2B

300

一个源 - 多个检测器阵列

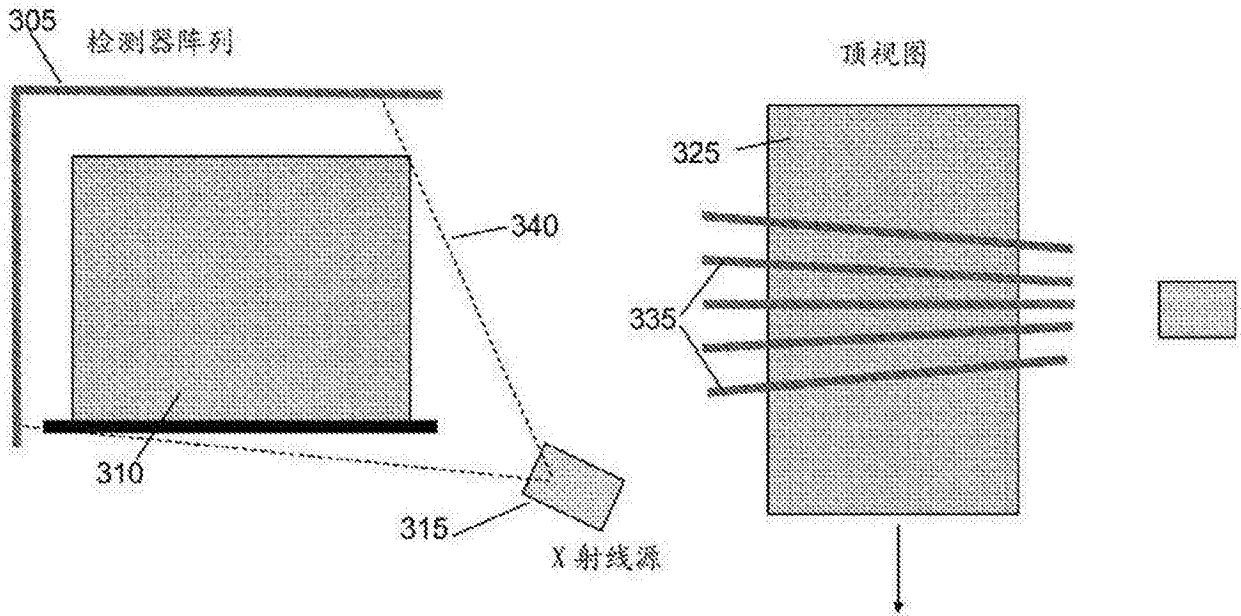


图3

一个源、一个或多个检测器阵列、一个或多个 X 射线发射器

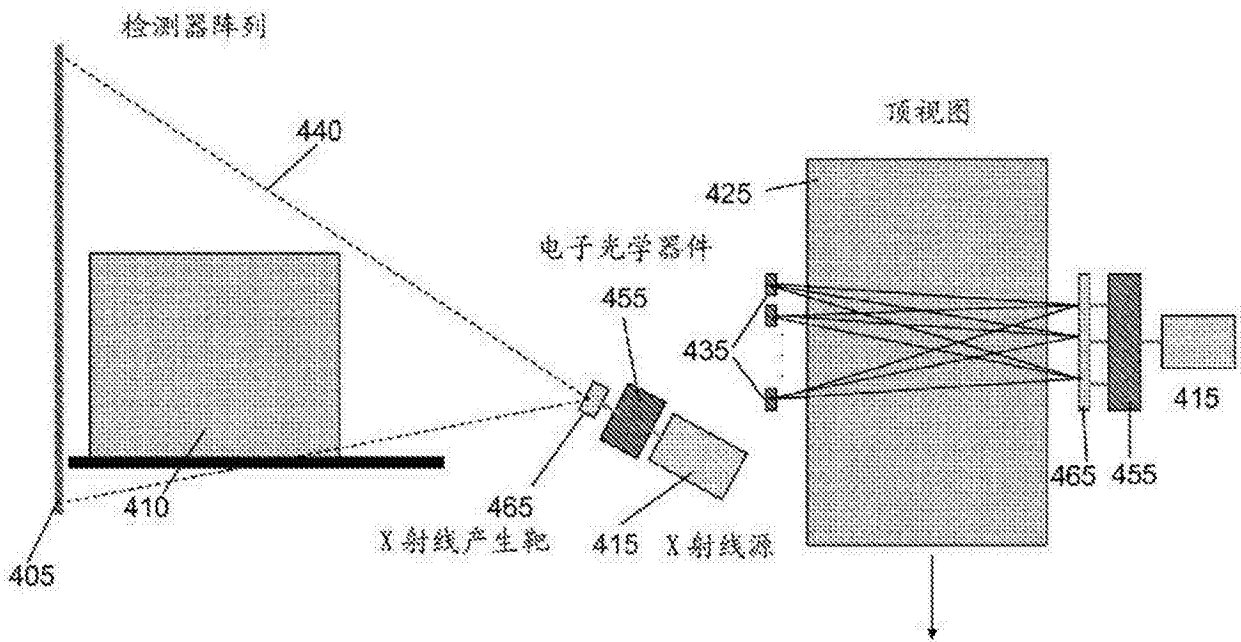


图4

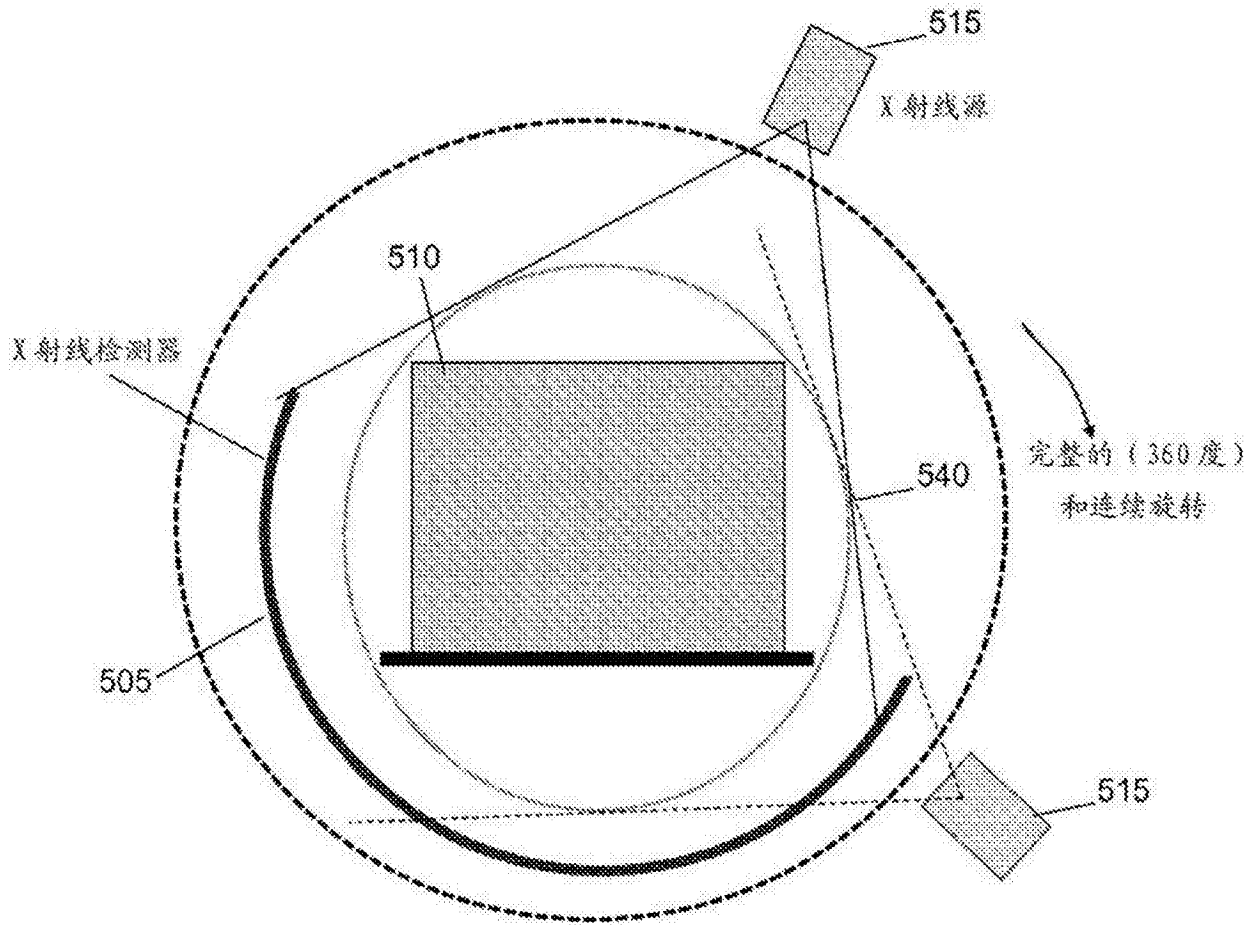


图5

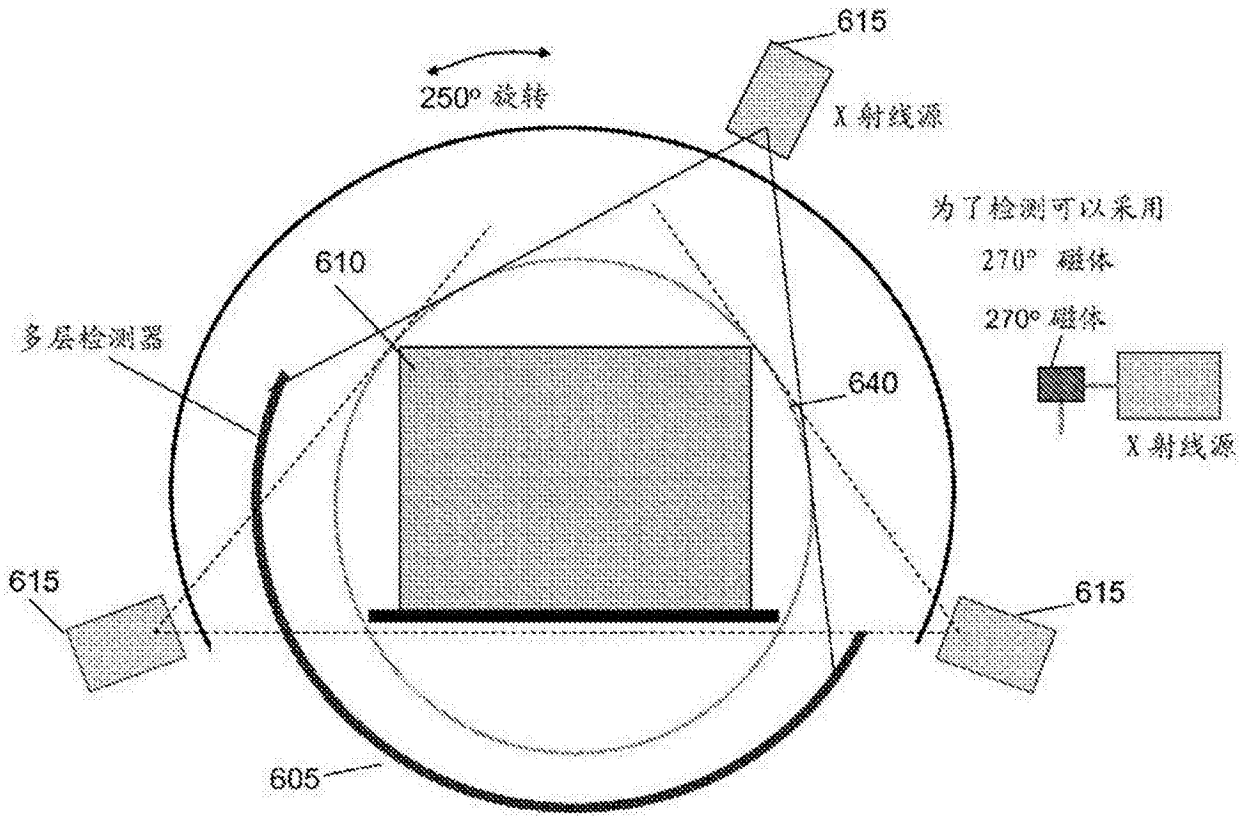


图6

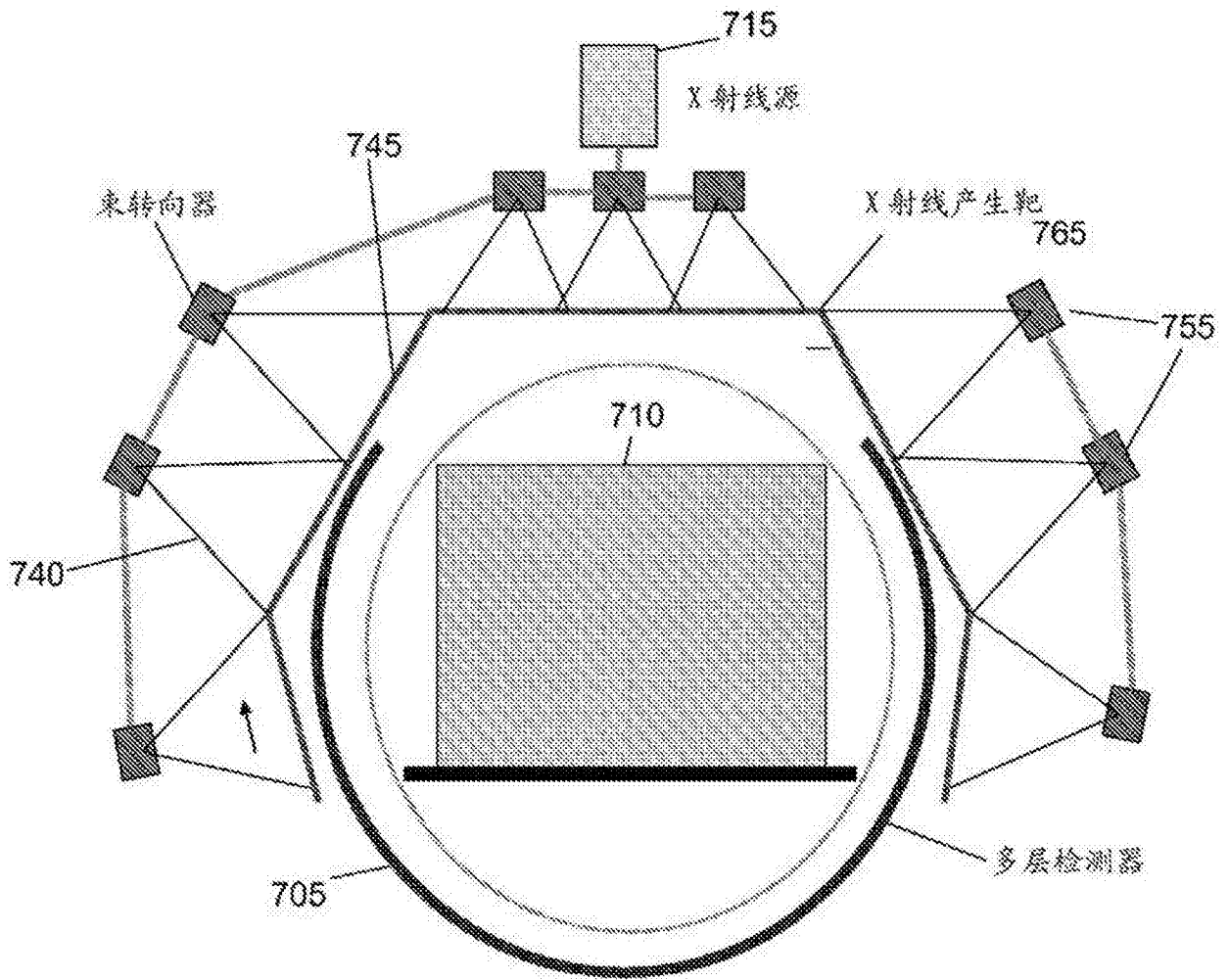


图7

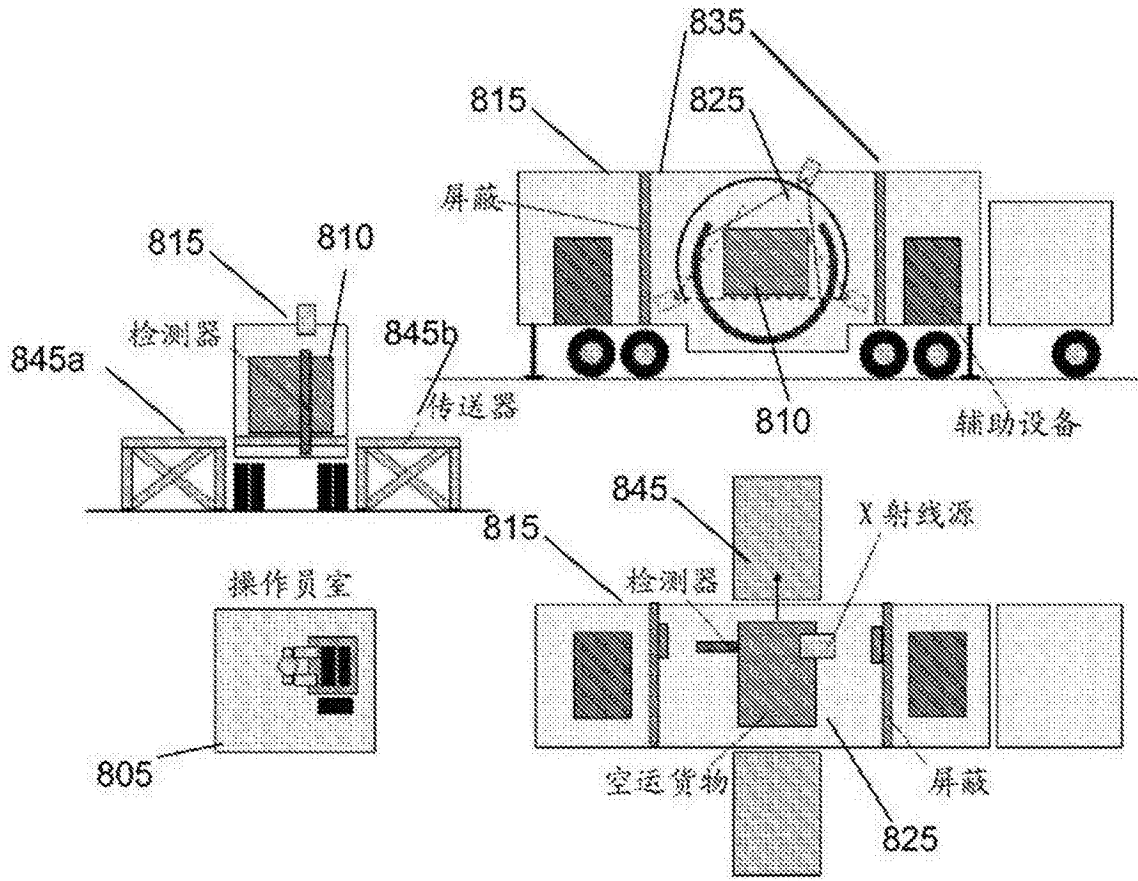


图8

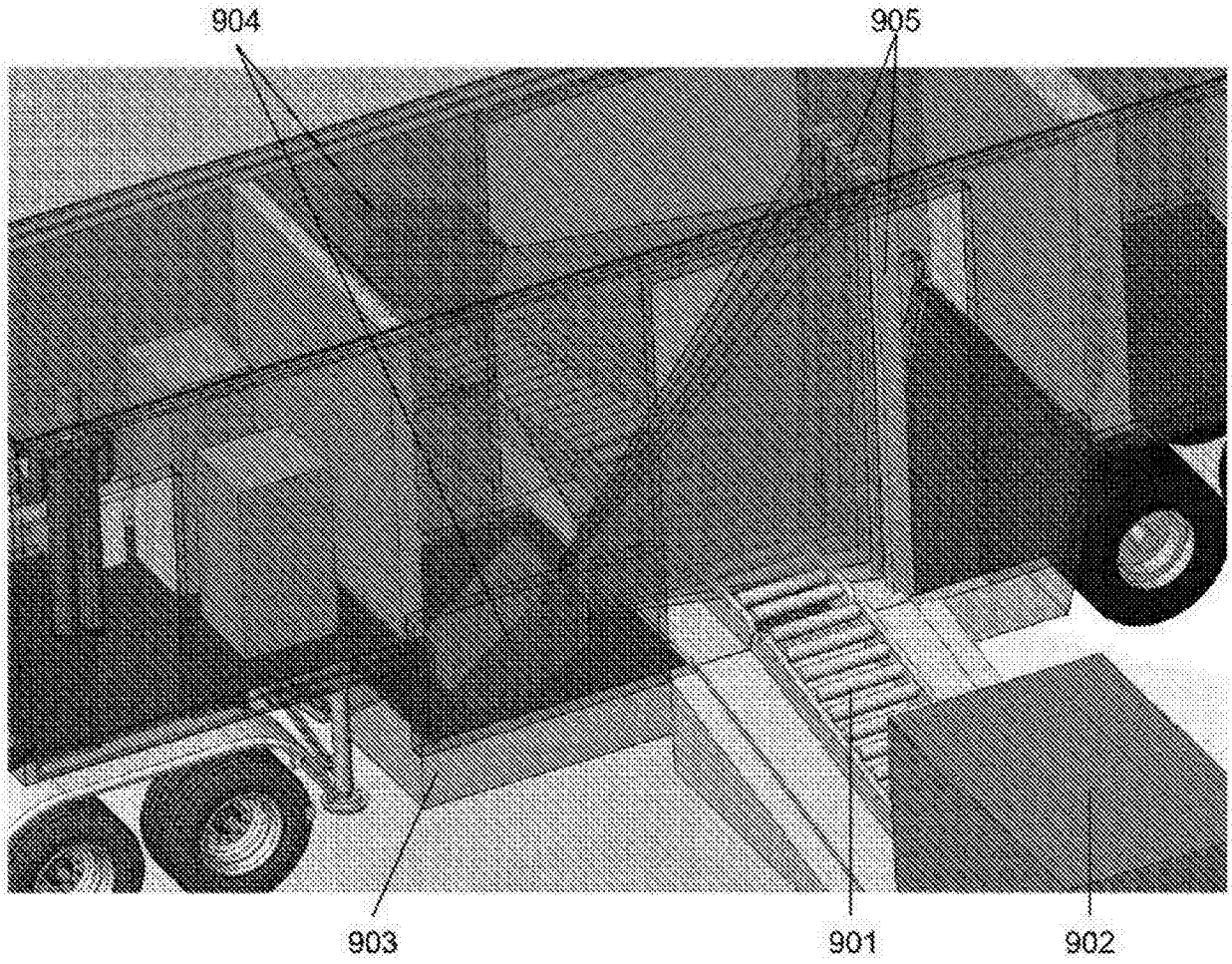


图9

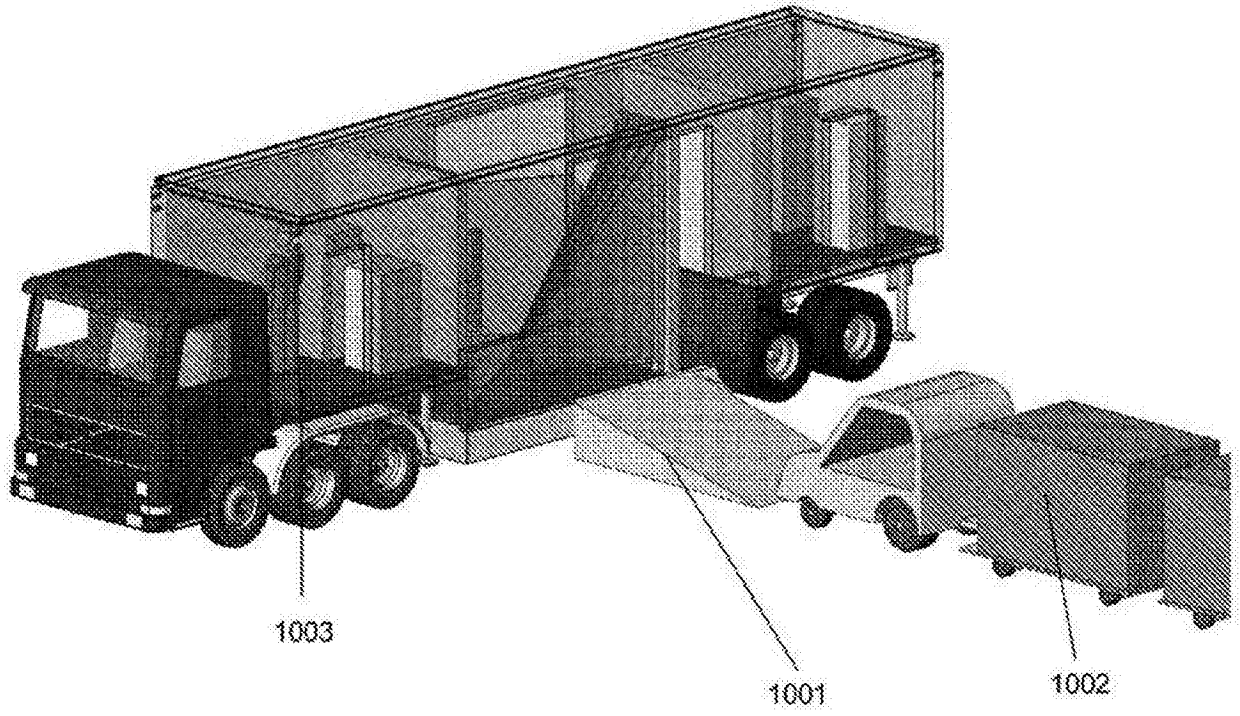


图10