



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115097535 B

(45) 授权公告日 2024. 09. 20

(21) 申请号 202110769036.6

G01N 23/046 (2018.01)

(22) 申请日 2021.07.07

G01B 15/04 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115097535 A

(56) 对比文件

CN 105589093 A, 2016.05.18

US 2017164910 A1, 2017.06.15

(43) 申请公布日 2022.09.23

审查员 王新有

(73) 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园1号

专利权人 同方威视技术股份有限公司

(72) 发明人 陈志强 张丽 黄清萍 周勇

丁辉 金鑫 季超

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理

有限责任公司 11258

专利代理师 白少俊

(51) Int. Cl.

G01V 5/226 (2024.01)

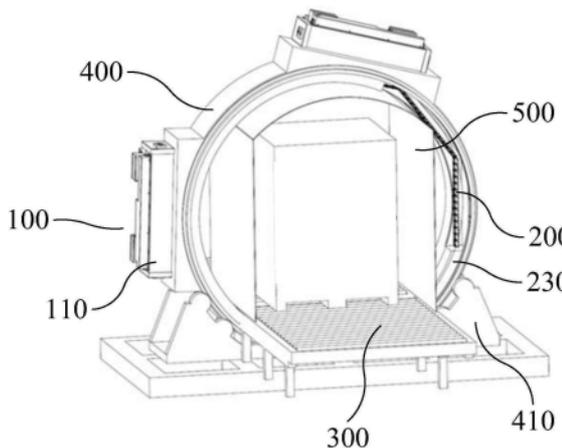
权利要求书4页 说明书20页 附图9页

(54) 发明名称

检查系统和方法

(57) 摘要

本发明涉及检查系统和方法。公开了一种检查系统,包括:射线源,能够围绕旋转轴线在至少两个扫描位置之间转动,射线源在相邻两个扫描位置之间的转动角度大于每个射线源的相邻靶点相对于旋转轴线的角度;探测器组件;和输送装置,用于承载被检查的物体。射线源和探测器组件能够相对于输送装置沿行进方向移动,从而被检查的物体能够进入检查区域。当射线源位于多个扫描位置中的一个时,射线源和探测器组件相对于输送装置沿行进方向移动并且射线源发射X射线;当射线源和探测器组件相对于输送装置沿行进方向移动预定距离后,射线源围绕旋转轴线转动到多个扫描位置中的另一个。



1. 一种用于航空托盘货物的检查系统,包括:

射线源,用于发射X射线并且能够围绕旋转轴线在多个扫描位置之间转动,其中所述射线源包括单独的壳体以限定真空空间并且包括封装在所述壳体内的多个靶点,所述射线源在相邻两个扫描位置之间的转动角度大于所述射线源的相邻靶点相对于所述旋转轴线的角度;

探测器组件,用于接收从所述射线源发射并经过所述检查系统的检查区域的X射线;和
输送装置,用于承载被检查的航空托盘货物,

其中,所述检查系统构造成使得所述射线源和所述探测器组件能够相对于所述输送装置沿行进方向移动,从而所述被检查的航空托盘货物能够进入所述检查区域,其中所述行进方向与所述旋转轴线平行;

其中,所述检查系统构造成:当所述射线源位于所述多个扫描位置中的一个时,所述射线源和所述探测器组件相对于所述输送装置沿所述行进方向移动并且所述射线源发射X射线;并且当所述射线源和所述探测器组件相对于所述输送装置沿所述行进方向移动预定距离后,所述射线源围绕所述旋转轴线转动到所述多个扫描位置中的另一个,

其中,所述检查系统构造成:当所述射线源在不同的扫描位置之间转动时,所述射线源和所述探测器组件相对于所述输送装置不沿所述行进方向移动,并且所述射线源不发射X射线。

2. 根据权利要求1所述的检查系统,其中,所述输送装置构造成能够沿行进方向传送所述被检查的航空托盘货物。

3. 根据权利要求1或2所述的检查系统,其中,所述射线源构造成在转动过程中始终位于所述输送装置的上方。

4. 根据权利要求1或2所述的检查系统,其中,所述射线源在不同的扫描位置之间的转动,使得所述射线源的组合扫描角度大于180度。

5. 根据权利要求1或2所述的检查系统,其中,所述射线源在相邻两个扫描位置之间的转动角度小于所述射线源相对于所述旋转轴线的扫描角度。

6. 根据权利要求1或2所述的检查系统,其中,所述射线源还构造成能够在至少两个靶点位置之间移动,其中,所述射线源在相邻两个靶点位置之间的转动角度小于所述射线源的相邻两个靶点相对于旋转轴线的角度或者所述射线源在相邻两个靶点位置之间的移动距离小于所述射线源的相邻两个靶点之间的间距。

7. 根据权利要求6所述的检查系统,其中,所述射线源在相距最远的两个靶点位置之间的转动角度小于所述射线源的相邻两个靶点相对于所述旋转轴线的角度,或者所述射线源在相距最远的两个靶点位置之间的移动距离小于所述射线源的相邻两个靶点之间的间距。

8. 根据权利要求1或2所述的检查系统,其中所述检查系统还构造成基于所述探测器组件的检测数据来重建所述被检查的航空托盘货物的三维扫描图像。

9. 根据权利要求1或2所述的检查系统,其中,所述检查系统包括多个所述射线源,不同射线源的真空空间不连通。

10. 根据权利要求9所述的检查系统,其中,多个所述射线源在不同的扫描位置之间的转动,使得多个所述射线源的组合扫描角度大于180度。

11. 根据权利要求10所述的检查系统,其中,多个所述射线源构造成同步地在不同的扫

描位置之间转动。

12. 根据权利要求11所述的检查系统,其中,多个所述射线源布置成围绕所述检查区域间隔分布。

13. 根据权利要求11或12所述的检查系统,其中,所述探测器组件构造成能够围绕所述旋转轴线转动。

14. 根据权利要求13所述的检查系统,其中,多个所述射线源和所述探测器组件构造成能够围绕所述旋转轴线同步地转动。

15. 根据权利要求13所述的检查系统,其中,所述探测器组件设置成相对于多个所述射线源沿径向更靠近所述旋转轴线。

16. 根据权利要求15所述的检查系统,其中,多个所述射线源的所有靶点都位于第一平面内。

17. 根据权利要求16所述的检查系统,其中,所述探测器组件的所有探测器晶体都位于第二平面内。

18. 根据权利要求17所述的检查系统,其中,所述第一平面与所述第二平面平行,每个射线源的靶点都设置成沿所述旋转轴线朝着所述探测器组件偏转预定的倾斜角度,使得每个射线源发射的X射线在经过所述检查区域之前不会被所述探测器组件遮挡。

19. 根据权利要求18所述的检查系统,其中,所述探测器组件包括多个探测器臂,其中在每个探测器臂上布置多个探测器单元,并且每个探测器臂构造成能够接收至少两个所述射线源发射的X射线。

20. 根据权利要求19所述的检查系统,其中,每个探测器单元包括探测器晶体,每个探测器晶体设置在相应探测器单元的沿所述旋转轴线靠近所述射线源的一端。

21. 根据权利要求19或20所述的检查系统,其中,所述多个探测器臂构造成完整地围绕所述旋转轴线延伸以组成探测器环。

22. 根据权利要求21所述的检查系统,其中,所述检查系统还包括能够围绕所述旋转轴线转动的转动支架,多个所述射线源和所述探测器组件都安装在所述转动支架上。

23. 根据权利要求22所述的检查系统,其中,所述探测器组件还包括探测器转盘,所述多个探测器臂固定到所述探测器转盘,并且所述探测器转盘可拆卸地固定到所述转动支架。

24. 根据权利要求1或2所述的检查系统,其中,所述旋转轴线平行于水平方向。

25. 根据权利要求1或2所述的检查系统,其中,所述射线源的射线发射方向与所述旋转轴线不垂直。

26. 根据权利要求1或2所述的检查系统,其中,所述射线源和所述探测器组件相对于所述输送装置沿所述行进方向移动的预定距离,使得所述被检查的航空托盘货物完全通过所述检查区域或者所述被检查的航空托盘货物不完全通过所述检查区域。

27. 根据权利要求1或2所述的检查系统,其中,所述射线源在相邻两个扫描位置之间的转动角度大于所述射线源的任意两个靶点相对于所述旋转轴线的角度。

28. 一种使用根据权利要求1所述的检查系统的用于航空托盘货物的检查方法,包括:

(a) 使被检查的航空托盘货物承载于输送装置上;

(b) 使射线源位于围绕检查区域的多个扫描位置中的一个,其中所述射线源包括单独

的壳体以限定真空空间并且包括封装在所述壳体内的多个靶点；

(c) 使所述射线源和所述探测器组件相对于所述输送装置沿行进方向移动,从而所述被检查的航空托盘货物能够进入检查区域,同时使所述射线源发射X射线并且使X射线经过位于所述检查区域中的所述被检查的航空托盘货物而被探测器组件接收,直到所述射线源和所述探测器组件相对于所述输送装置沿所述行进方向移动预定距离,由此完成一次扫描过程;并且

(d) 使所述射线源围绕旋转轴线转动到所述多个扫描位置中的另一个,重复步骤(c),以完成在所述多个扫描位置中每一个的扫描过程,其中所述射线源在相邻两个扫描位置之间的转动角度大于所述射线源的相邻靶点相对于所述旋转轴线的角度,所述行进方向与所述旋转轴线平行。

29. 根据权利要求28所述的检查方法,其中,通过所述输送装置沿所述行进方向传送所述被检查的航空托盘货物。

30. 根据权利要求28或29所述的检查方法,其中,在所述射线源的转动过程中所述射线源始终位于所述输送装置的上方。

31. 根据权利要求28或29所述的检查方法,其中,重复步骤(c)和(d)以使所述射线源的组合扫描角度大于180度。

32. 根据权利要求28或29所述的检查方法,其中,在每次所述被检查的航空托盘货物完全通过所述检查区域后,使所述射线源和所述探测器组件相对于所述输送装置停止移动,并且在相邻两次重复步骤(c)时,所述射线源和所述探测器组件相对于所述输送装置沿相反方向移动。

33. 根据权利要求32所述的检查方法,其中,所述射线源在相邻两个扫描位置之间的转动角度小于所述射线源相对于所述旋转轴线的扫描角度。

34. 根据权利要求28或29所述的检查方法,还包括在步骤(c)中完成位于一个扫描位置的一次扫描过程后,使所述射线源移动到多个靶点位置中的一个并重复步骤(c),其中,所述多个靶点位置包括当前扫描位置,

其中,所述射线源在相邻两个靶点位置之间的转动角度小于所述射线源的相邻两个靶点相对于旋转轴线的角度,或者所述射线源在相邻两个靶点位置之间的移动距离小于所述射线源的相邻两个靶点之间的间距。

35. 根据权利要求34所述的检查方法,其中,所述射线源在相距最远的两个靶点位置之间的转动角度小于所述射线源的相邻两个靶点相对于旋转轴线的角度,或者所述射线源在相距最远的两个靶点位置之间的移动距离小于所述射线源的相邻两个靶点之间的间距。

36. 根据权利要求28或29所述的检查方法,其中,使用多个所述射线源来发射X射线,不同射线源的真空空间不连通。

37. 根据权利要求28所述的检查方法,其中,所述检查方法还包括基于所述探测器组件的检测数据来重建所述被检查的航空托盘货物的三维扫描图像。

38. 根据权利要求28或29所述的检查方法,其中,所述旋转轴线平行于水平方向。

39. 根据权利要求28或29所述的检查方法,其中,所述射线源的射线发射方向与所述旋转轴线不垂直。

40. 根据权利要求28或29所述的检查方法,其中,所述射线源和所述探测器组件相对于

所述输送装置沿所述行进方向移动的预定距离,使得所述被检查的航空托盘货物完全通过所述检查区域或者所述被检查的航空托盘货物不完全通过所述检查区域。

41.根据权利要求28或29所述的检查方法,其中,所述射线源在相邻两个扫描位置之间的转动角度大于所述射线源的任意两个靶点相对于所述旋转轴线的角度。

检查系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及安全检查技术领域,具体地,涉及一种用于安全检查的检查系统和检查方法,尤其是一种用于航空托盘货物的安全检查的检查系统和检查方法。

背景技术

[0002] 航空托盘货物或航空集装箱的安全直接关系到航空飞行器例如飞机的安全。航空托盘货物在装载到飞机上之前需要经过安全检查。航空托盘货物的尺寸较大,通常具有长1.2m*宽1.2m*高1.65m或更大的尺寸。在航空托盘货物内部,不同种类的货物也可能堆叠在一起。

[0003] 现有的航空托盘货物可以采用多种检查方式,例如包括:采用单视角或双视角X射线检查系统来生成透视图像;采用多视角X射线检查系统来拼凑出三维扫描图像;将航空托盘货物拆散后对逐个物体进行检查,然后再重新装载成航空托盘货物;和采用CT扫描系统来生成三维CT图像。

[0004] 在上述第一种方式中,单视角或双视角X射线检查系统对通过其扫描区域的航空托盘货物进行扫描并生成单视角或双视角透视图像。但是,由于航空托盘货物尺寸较大,并且内部物体堆叠在一起。因此,利用现有的单视角或双视角X射线检查系统所生成的透视图像会存在比较严重的重叠,这导致难以从透视图像中准确发现例如爆炸物、易燃液体、刀枪等违禁物。

[0005] 在上述第二种方式中,多视角X射线检查系统对通过其扫描区域的航空托盘货物进行扫描并生成多视角透视图像,或者将多视角透视图像拼凑成三维扫描图像。通过扫描生成多个视角的扫描图像来拼凑成三维扫描图像,能局部减轻图像重叠带来的影响以及提高自动识别能力。但是,这种方式导致被检查物体的通过率低且扫描角度仍然有限,并且拼凑出的三维图像质量较差,对爆炸物等违禁物品的自动识别能力有限。

[0006] 在上述第三种方式中,通过人工拆卸将已码好的航空托盘货物拆散逐个安检,再重新装载成航空托盘货物。这种方法效率较低且人工成本高。

[0007] 在上述第四种方式中,CT扫描生成三维扫描图像并且具有高识别能力。计算机断层成像(CT)在物品检测和医疗诊断等领域应用广泛。CT扫描可以生产三维扫描图像。根据在扫描过程中射线源相对于被检查物体的运动,现有的CT扫描系统可以包括动态螺旋CT扫描系统和静态CT扫描系统。

[0008] 动态螺旋CT扫描系统在扫描过程中射线源围绕被检查物体连续旋转的同时,输送装置匀速水平地传送被检查物体通过扫描区域。动态螺旋CT扫描系统通常需要一个滑环和轴承,并且在扫描过程中,滑环需要高速旋转。如果被检查的物体尺寸较大,则动态螺旋CT扫描系统的滑环和轴承都需要较大的直径,这对动态螺旋CT扫描系统中部件的加工精度、支撑结构的刚性和稳定性等提出极高的要求。此外,在采用滑环的动态螺旋CT扫描系统中,由于射线源和探测器都安装在具有较大直径的转盘上并且同步地旋转,因此用于动态螺旋CT扫描系统的输送装置需要设置在较高的高度,这提高了较大尺寸物品装载到输送装置

和/或从输送装置卸载的难度。

[0009] 静态CT扫描系统在整个扫描过程中射线源保持固定,采用围绕检测区域的一体式射线源来进行扫描。但是,当被检查物体尺寸较大时,设计大尺寸的一体式射线源的难度较大并且制造成本很高。同时,一体式射线源在出现故障(例如数个靶点损坏)时需要整体更换,因此可维护性较差。

[0010] 为此,需要一种改进的检查系统和检查方法,特别是用于航空托盘货物的检查系统和检查方法。

发明内容

[0011] 本发明的一个目的是提供一种采用动静结合扫描方式的检查系统和检查方法,特别是用于航空托盘货物的检查系统和检查方法。本发明的一个目的是提供一种满足CT重建需要的检查系统和检查方法,特别是用于航空托盘货物的检查系统和检查方法。本发明的一个目的是提供一种提高空间分辨率和识别准确性的检查系统和检查方法,特别是用于航空托盘货物的检查系统和检查方法。本发明的一个目的是提供一种提高可维护性且降低成本的检查系统和检查方法,特别是用于航空托盘货物的检查系统和检查方法。本发明的一个目的是提供一种降低物体装卸难度的检查系统和检查方法,特别是用于航空托盘货物的检查系统和检查方法。

[0012] 本发明的一方面提供一种用于航空托盘货物的检查系统,包括:射线源,用于发射X射线并且能够围绕旋转轴线在多个扫描位置之间转动,其中所述射线源包括单独的壳体以限定真空空间并且包括封装在壳体内的多个靶点,射线源在相邻两个扫描位置之间的转动角度大于射线源的相邻靶点相对于旋转轴线的角度;探测器组件,用于接收从射线源发射并经过检查系统的检查区域的X射线;和输送装置,用于承载被检查的航空托盘货物,其中,检查系统构造成使得射线源和探测器组件能够相对于输送装置沿行进方向移动,从而被检查的航空托盘货物能够进入检查区域,其中行进方向与旋转轴线平行;其中,检查系统构造成:当射线源位于多个扫描位置中的一个时,射线源和探测器组件相对于输送装置沿行进方向移动并且射线源发射X射线;并且当射线源和探测器组件相对于输送装置沿行进方向移动预定距离后,射线源围绕旋转轴线转动到多个扫描位置中的另一个。

[0013] 根据本发明的某些实施例,输送装置构造成能够沿行进方向传送被检查的航空托盘货物。

[0014] 根据本发明的某些实施例,射线源构造成在转动过程中始终位于输送装置的上方。

[0015] 根据本发明的某些实施例,射线源在不同的扫描位置之间的转动,使得射线源的组合扫描角度大于180度。

[0016] 根据本发明的某些实施例,检查系统构造成:当射线源在不同的扫描位置之间转动时,射线源和探测器组件相对于输送装置不沿行进方向移动。

[0017] 根据本发明的某些实施例,射线源在相邻两个扫描位置之间的转动角度小于射线源相对于旋转轴线的扫描角度。

[0018] 根据本发明的某些实施例,射线源还构造成能够在至少两个靶点位置之间移动,其中,射线源在相邻两个靶点位置之间的转动角度小于射线源的相邻两个靶点相对于旋转

轴线的角度或者射线源在相邻两个靶点位置之间的移动距离小于射线源的相邻两个靶点之间的间距。

[0019] 根据本发明的某些实施例,射线源在相距最远的两个靶点位置之间的转动角度小于射线源的相邻两个靶点相对于旋转轴线的角度,或者射线源在相距最远的两个靶点位置之间的移动距离小于射线源的相邻两个靶点之间的间距。

[0020] 根据本发明的某些实施例,检查系统还构造成基于探测器组件的检测数据来重建被检查的航空托盘货物的三维扫描图像。

[0021] 根据本发明的某些实施例,检查系统包括多个射线源,不同射线源的真空空间不连通。

[0022] 根据本发明的某些实施例,多个射线源在不同的扫描位置之间的转动,使得多个射线源的组合扫描角度大于180度。

[0023] 根据本发明的某些实施例,多个射线源构造成同步地在不同的扫描位置之间转动。

[0024] 根据本发明的某些实施例,多个射线源布置成围绕检查区域间隔分布。

[0025] 根据本发明的某些实施例,探测器组件构造成能够围绕旋转轴线转动。

[0026] 根据本发明的某些实施例,多个射线源和探测器组件构造成能够围绕旋转轴线同步地转动。

[0027] 根据本发明的某些实施例,探测器组件设置成相对于多个射线源沿径向更靠近旋转轴线。

[0028] 根据本发明的某些实施例,多个射线源的所有靶点都位于第一平面内。

[0029] 根据本发明的某些实施例,探测器组件的所有探测器晶体都位于第二平面内。

[0030] 根据本发明的某些实施例,第一平面与第二平面平行,每个射线源的靶点都设置成沿旋转轴线朝着探测器组件偏转预定的倾斜角度,使得每个射线源发射的X射线在经过检查区域之前不会被探测器组件遮挡。

[0031] 根据本发明的某些实施例,探测器组件包括多个探测器臂,其中在每个探测器臂上布置多个探测器单元,并且每个探测器臂构造成能够接收至少两个射线源发射的X射线。

[0032] 根据本发明的某些实施例,每个探测器单元包括探测器晶体,每个探测器晶体设置在相应探测器单元的沿旋转轴线靠近射线源的一端。

[0033] 根据本发明的某些实施例,多个探测器臂构造成完整地围绕旋转轴线延伸以组成探测器环。

[0034] 根据本发明的某些实施例,检查系统还包括能够围绕旋转轴线转动的转动支架,多个射线源和探测器组件都安装在转动支架上。

[0035] 根据本发明的某些实施例,探测器组件还包括探测器转盘,多个探测器臂固定到探测器转盘,并且探测器转盘可拆卸地固定到转动支架。

[0036] 根据本发明的某些实施例,旋转轴线平行于水平方向。

[0037] 根据本发明的某些实施例,射线源的射线发射方向与旋转轴线不垂直。

[0038] 根据本发明的某些实施例,检查系统构造成当射线源在不同的扫描位置之间转动时,射线源不发射X射线。

[0039] 根据本发明的某些实施例,射线源和探测器组件相对于输送装置沿行进方向移动

的预定距离,使得被检查的航空托盘货物完全通过检查区域或者被检查的航空托盘货物不完全通过检查区域。

[0040] 根据本发明的某些实施例,射线源在相邻两个扫描位置之间的转动角度大于射线源的任意两个靶点相对于旋转轴线的角度。

[0041] 本发明的另一方面提供一种使用根据本发明的实施例的检查系统的用于航空托盘货物的检查方法,包括:(a)使被检查的航空托盘货物承载于输送装置上;(b)使射线源位于围绕检查区域的多个扫描位置中的一个,其中射线源包括单独的壳体以限定真空空间并且包括封装在壳体内的多个靶点;(c)使射线源和探测器组件相对于输送装置沿行进方向移动,从而被检查的航空托盘货物能够进入检查区域,同时使射线源发射X射线并且使X射线经过位于检查区域中的被检查的航空托盘货物而被探测器组件接收,直到射线源和探测器组件相对于输送装置沿行进方向移动预定距离,由此完成一次扫描过程;并且(d)使射线源围绕旋转轴线转动到多个扫描位置中的另一个,重复步骤(c),以完成在多个扫描位置中每一个的扫描过程,其中射线源在相邻两个扫描位置之间的转动角度大于射线源的相邻靶点相对于旋转轴线的角度,行进方向与旋转轴线平行。

[0042] 根据本发明的某些实施例,通过输送装置沿行进方向传送被检查的航空托盘货物。

[0043] 根据本发明的某些实施例,在射线源的转动过程中射线源始终位于输送装置的上方。

[0044] 根据本发明的某些实施例,重复步骤(c)和(d)以使射线源的组合扫描角度大于180度。

[0045] 根据本发明的某些实施例,在每次被检查的航空托盘货物完全通过检查区域后,使射线源和探测器组件相对于输送装置停止移动,并且在相邻两次重复步骤(c)时,射线源和探测器组件相对于输送装置沿相反方向移动。

[0046] 根据本发明的某些实施例,射线源在相邻两个扫描位置之间的转动角度小于射线源相对于旋转轴线的扫描角度。

[0047] 根据本发明的某些实施例,检查方法还包括在步骤(c)中完成位于一个扫描位置的一次扫描过程后,使射线源移动到多个靶点位置中的一个并重复步骤(c),其中,多个靶点位置包括当前扫描位置,其中,射线源在相邻两个靶点位置之间的转动角度小于射线源的相邻两个靶点相对于旋转轴线的角度,或者射线源在相邻两个靶点位置之间的移动距离小于射线源的相邻两个靶点之间的间距。

[0048] 根据本发明的某些实施例,射线源在相距最远的两个靶点位置之间的转动角度小于射线源的相邻两个靶点相对于旋转轴线的角度,或者射线源在相距最远的两个靶点位置之间的移动距离小于射线源的相邻两个靶点之间的间距。

[0049] 根据本发明的某些实施例,使用多个射线源来发射X射线,不同射线源的真空空间不连通。

[0050] 根据本发明的某些实施例,检查方法还包括基于探测器组件的检测数据来重建被检查的航空托盘货物的三维扫描图像。

[0051] 根据本发明的某些实施例,旋转轴线平行于水平方向。

[0052] 根据本发明的某些实施例,射线源的射线发射方向与旋转轴线不垂直。

[0053] 根据本发明的某些实施例,当射线源在不同的扫描位置之间转动时,射线源不发射X射线。

[0054] 根据本发明的某些实施例,射线源和探测器组件相对于输送装置沿行进方向移动的预定距离,使得被检查的航空托盘货物完全通过检查区域或者被检查的航空托盘货物不完全通过检查区域。

[0055] 根据本发明的某些实施例,射线源在相邻两个扫描位置之间的转动角度大于射线源的任意两个靶点相对于旋转轴线的角度。

[0056] 根据本发明的实施例,检查系统和检查方法采用动静结合的扫描方式。一个或多个射线源通过转动或平移等拼接出更大的组合扫描角度和射线发射范围,以产生更完整的扫描数据和更好的扫描效果。当组合扫描角度满足CT重建需求时,可以产生更好的CT扫描效果和更好的三维扫描图像。一个或多个射线源在不同的扫描位置之间运动(运动次数一般小于10次),可以提高物体通过率并且提高成像质量。根据本发明的实施例的检查系统和检查方法特别适合于对例如航空托盘货物等大尺寸物体的扫描。与例如使用滑环的现有设计相比,本发明可以降低检查系统的尺寸和制造成本,并且提高检查系统的稳定性。根据本发明的实施例的检查系统和检查方法还可以通过一个或多个射线源的局部移动实现靶点加密,从而提高透视图像的空间分辨率和识别准确性。

附图说明

[0057] 图1是根据本发明的某些实施例的检查系统的示意图。

[0058] 图2是根据本发明的某些实施例的检查系统的使用状态示意图。

[0059] 图3A是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出三个射线源位于第一扫描位置。

[0060] 图3B是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出三个射线源位于第二扫描位置。

[0061] 图3C是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出三个射线源在第一和第二扫描位置的叠加状态。

[0062] 图4A是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出两个射线源位于第一扫描位置。

[0063] 图4B是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出两个射线源位于第二扫描位置。

[0064] 图4C是是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出两个射线源位于第三扫描位置。

[0065] 图4D是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出两个射线源在第一至第三扫描位置的叠加状态。

[0066] 图5是根据本发明的某些实施例的一个射线源的示意图,示出一个射线源在第一至第六扫描位置的叠加状态。

[0067] 图6A是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出三个射线源位于第一扫描位置。

[0068] 图6B是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出三个射线源

位于第二扫描位置。

[0069] 图6C是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出三个射线源在第一和第二扫描位置的叠加状态。

[0070] 图7示出根据本发明的某些实施例的探测器组件的示意图。

[0071] 图8示出根据本发明的某些实施例的射线源和探测器单元的示意图。

[0072] 图9示出根据本发明的某些实施例的探测器单元的示意图。

[0073] 图10A是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出三个射线源位于第一靶点位置。

[0074] 图10B是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出三个射线源位于第二靶点位置。

[0075] 图10C是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出三个射线源在第一和第二靶点位置的叠加状态。

[0076] 图11A至图11C分别示出利用根据本发明的某些实施例的检查系统实施检查方法的示意图。

具体实施方式

[0077] 下文中,参照附图描述本发明的实施例。下面的详细描述和附图用于示例性地说明本发明的原理,本发明不限于所描述的优选实施例,本发明的范围由权利要求书限定。现参考示例性的实施方式详细描述本发明,一些实施例图示在附图中。以下描述参考附图进行,除非另有表示,否则在不同附图中的相同附图标记代表相同或类似的元件。以下示例性实施方式中描述的方案不代表本发明的所有方案。相反,这些方案仅是所附权利要求中涉及的本发明的各个方面的系统和方法的示例。

[0078] 根据本发明的实施例的检查系统和检查方法可以适用于对物体,特别是航空托盘货物或航空集装箱等进行透视成像检查。

[0079] 图1是根据本发明的某些实施例的检查系统的示意图。图2是根据本发明的某些实施例的检查系统的使用状态示意图。

[0080] 在示例性实施例中,如图1和图2所示,检查系统包括多个射线源100、探测器组件200(图1中未示出)和输送装置300。检查系统限定检查区域。射线源100用于发射X射线。探测器组件200用于接收从射线源100发射并经过检查区域的X射线。输送装置300用于承载被检查的物体。根据本发明的某些实施例,多个射线源100和探测器组件200能够相对于输送装置300沿行进方向移动。在示例性实施例中,输送装置300用于沿行进方向传送被检查的物体进入检查区域。在示例性实施例中,行进方向平行于水平方向。根据本发明的某些实施例,输送装置300可以沿行进方向往复地传送被检查的物体通过检查区域,即沿相反方向来回传送被检查的物体。在一些实施例中,输送装置300以匀速直线运动来传送被检查的物体。

[0081] 在本文中,“轴向”表示与行进方向平行的方向,“径向”表示在与行进方向垂直的平面内从旋转轴线或从检查区域的中心轴线(下面详述)向外辐射的方向,并且“周向”表示在与行进方向垂直的平面内且与“径向”垂直的方向。

[0082] 上文描述检查系统包括多个射线源100。但是,本发明不限于此。根据本发明的某

些实施例,检查系统可以包括一个或多个射线源100。

[0083] 根据本发明的某些实施例,每个射线源100是分布式射线源。在示例性实施例中,每个射线源100具有单独的壳体110以限定单独的真空空间。每个射线源100包括封装在壳体110内的多个靶点(图1和图2中未示出)。在示例性实施例中,每个射线源100的多个靶点具有均匀的靶点间距。

[0084] 如上所述,当检查系统包括多个射线源100时,每个射线源100限定单独的真空空间,因此不与其他射线源100共用真空空间。不同的射线源100的真空空间不连通。根据本发明的某些实施例,每个射线源100可以与其他射线源100独立地被拆卸和/或安装在检查系统中。

[0085] 在本文中,“检查区域”表示被检查的物体接受透视成像的区域。当被检查物体位于检查区域中时,从射线源100发射的X射线能够穿透被检查的物体并且被探测器组件200接收到。在示例性实施例中,检查区域包括第一端和第二端。在一些实施例中,输送装置300能够传送被检查的物体从第一端和第二端中的一者进入检查区域,并且从另一者离开检查区域。

[0086] 根据本发明的某些实施例,在与行进方向垂直的平面中,检查区域可以具有横截面,例如矩形横截面。在示例性实施例中,被检查的物体是航空托盘货物,或称为航空集装箱。在一些实施例中,为适合于对航空托盘货物的检查,检查区域的横截面可以具有1.5至1.8米的长度和/或宽度。例如,检查区域的矩形横截面可以具有1.5m*1.5m、1.5m*1.8m或1.8m*1.5m的尺寸。

[0087] 上文描述被检查的物体是航空托盘货物。但是,本发明不限于此。根据本发明的某些实施例,检查系统还可以用于对其他类型的物体进行检查,特别是具有较大尺寸的物体。

[0088] 根据本发明的某些实施例,当检查系统包括多个射线源100时,多个射线源100布置成围绕检查区域间隔分布。在一些实施例中,沿行进方向观察,多个射线源100可以包括位于检查区域上方的射线源100、位于检查区域左侧的射线源100和/或位于检查区域右侧的射线源100。

[0089] 根据本发明的某些实施例,检查系统的一个或多个射线源100可以相对于检查区域进行一个或多次运动,即在两个或更多个扫描位置之间运动。每个射线源100可以具有多个扫描位置。多个扫描位置围绕检查区域分布。在示例性实施例中,射线源100沿多个扫描位置的运动轨迹是共面的。在一些实施例中,射线源100沿多个扫描位置的运动轨迹与行进方向垂直。

[0090] 在本文中,“扫描位置”表示一个射线源100能够停留并发射X射线的位置。在一些实施例中,只有当该射线源100停留在一个扫描位置(保持静止)时,射线源100才被允许发射X射线。

[0091] 由此,检查系统的射线源100可以具有多个扫描位置并且可以在不同的扫描位置之间运动,从而能够提供不同的射线发射范围并且获得在不同角度的透视成像数据。例如,当射线源100处于一个扫描位置时,射线源100和探测器组件200能够相对于输送装置300沿行进方向移动,以使得被检查的物体经过检查区域(例如从检查区域的第一端到第二端),同时射线源100发射的X射线穿透被检查的物体并且被探测器组件200接收,由此检查系统可以获得在该扫描位置的透视成像数据,即进行一次扫描过程。

[0092] 根据本发明的某些实施例,检查系统可以构造成:当一个或多个射线源100位于多个扫描位置中的一个时,一个或多个射线源100和探测器组件200相对于承载被检查的物体的输送装置300沿行进方向移动并且一个或多个射线源100发射X射线;并且当一个或多个射线源100和探测器组件200相对于承载被检查的物体的输送装置300沿行进方向移动预定距离以使得被检查的物体完全通过检查区域后,一个或多个射线源100围绕旋转轴线转动到多个扫描位置中的另一个。由此,检查系统采用动静结合的扫描方式。当需要进行X射线扫描时,一个或多个射线源100停留在一个扫描位置并且发射X射线,同时一个或多个射线源100和探测器组件200相对于输送装置300沿行进方向移动以使得被检查的物体进入检查区域。当需要改变X射线发射范围时,一个或多个射线源100从当前扫描位置运动到另一扫描位置。

[0093] 上文描述射线源100和探测器组件200相对于输送装置300沿行进方向移动的预定距离使得被检查的物体完全通过检查区域。但是,本发明不限于此。根据本发明的某些实施例,射线源100和探测器组件200相对于输送装置300沿行进方向移动的预定距离使得被检查的物体不完全通过检查区域,即只针对被检查的物体的一部分进行扫描。在某些情况下,在被检查的物体(例如航空托盘货物)中,只有一部分区域存在需要扫描的对象,在一个扫描位置针对该部分区域进行扫描后,就可以将射线源运动到下一扫描位置。由此,可以减少射线源100和探测器组件200相对于输送装置300沿行进方向移动的距离,节省单次扫描时间,并且提高整体扫描效率。

[0094] 在一些实施例中,根据探测器组件的检测数据来自适应地确定该预定距离。

[0095] 在一些实施例中,当射线源100在不同的扫描位置之间运动时,射线源100和探测器组件200相对于不沿行进方向移动。这种情况下,被检查的物体在完成一次扫描过程后等待射线源100运动到下一扫描位置,然后射线源100和探测器组件200再相对于输送装置300沿行进方向移动,以使被检查的物体再次经过检查区域以进行下一次扫描过程。在一些实施例中,在射线源100和探测器组件200每次相对于输送装置300沿行进方向移动预定距离以使得被检查的物体完全通过检查区域并且完成一次扫描过程后,射线源100和探测器组件200相对于输送装置300停止沿行进方向移动。这种情况下,在被检查的物体相邻两次通过检查区域时,射线源100和探测器组件200可以相对于输送装置300沿相反方向移动。由此,被检查的物体在每次通过检查区域时都可以进行一次扫描过程,这可以提高检查效率和物体通过率。但是,本发明不限于此。在一些实施例中,检查系统在每次进行扫描过程时,射线源100和探测器组件200相对于输送装置300可以都沿相同方向移动,以使被检查的物体通过检查区域。这种情况下,射线源100和探测器组件200需要在每次进行扫描过程前相对于输送装置300返回到初始位置。

[0096] 根据本发明的某些实施例,检查系统可以构造成:当一个或多个射线源100在不同的扫描位置之间运动时,一个或多个射线源100不发射X射线。在示例性实施例中,检查系统可以构造成:当一个或多个射线源100在不同的扫描位置之间运动时,一个或多个射线源100不发射X射线,并且射线源100和探测器组件200相对于输送装置300不沿行进方向移动。

[0097] 但是,本发明不限于此。在一些实施例中,当一个或多个射线源100在不同的扫描位置之间运动时,一个或多个射线源100可以发射X射线,并且射线源100和探测器组件200可以相对于输送装置300沿行进方向移动。在这种情况下,在一些实施例中,射线源100围绕

旋转轴线的转动速度小于该射线源100的等效曝光速度,其中等效曝光速度表示该射线源100的所有靶点相对于旋转轴线的角度范围除以该射线源100中的所有靶点完成一轮曝光发射所需的时间。

[0098] 根据本发明的某些实施例,射线源100相对于检查区域在不同的扫描位置之间的运动可以包括转动和平移。这将在下文详细描述。

[0099] 在示例性实施例中,检查系统的一个或多个射线源100可以设置成能够围绕旋转轴线在至少两个扫描位置之间转动。在一些实施例中,旋转轴线与行进方向平行。根据本发明的某些实施例,当检查系统包括多个射线源100时,多个射线源100同步地在不同的扫描位置之间转动。

[0100] 根据本发明的某些实施例,每个射线源100具有一个扫描角度。在本文中,每个射线源100的“扫描角度”表示该射线源100的所有靶点相对于旋转轴线的角度范围。在一个射线源100从一个扫描位置转动到另一扫描位置时,该射线源100的扫描角度也会随之转动。根据本发明的某些实施例,每个射线源100在不同的扫描位置之间的转动可以提供相对于旋转轴线的一个组合扫描角度。在一些实施例中,在检查系统包括多个射线源100时,多个射线源100在不同的扫描位置之间的转动也可以提供相对于旋转轴线的一个组合扫描角度。在本文中,“组合扫描角度”表示将一个或多个射线源100在多个扫描位置的扫描角度组合在一起所产生的扫描角度。在一些实施例中,一个或多个射线源100在不同的扫描位置之间的转动所产生的组合扫描角度可以是连续的或不连续的。

[0101] 根据本发明的某些实施例,通过一个或多个射线源100在不同的扫描位置之间的转动,检查系统可以拼接出更大的组合扫描角度和射线发射范围。由此,射线源100的转动可以产生相比于固定射线源更大的扫描角度。

[0102] 根据本发明的某些实施例,检查系统还可以构造成基于探测器组件200的检测数据来重建被检查的物体的三维扫描图像。在示例性实施例中,检查系统的一个或多个射线源100在不同的扫描位置之间的转动能够产生相对于旋转轴线大于180度的组合扫描角度。当检查系统具有超过180度的组合扫描角度时,检查系统能够产生更完整的扫描数据,并且产生更好的CT扫描效果和更好的三维扫描图像。

[0103] 根据本发明的某些实施例,每个射线源100在相邻两个扫描位置之间的转动角度大于该射线源100的相邻靶点相对于旋转轴线的角度。由此,射线源100在不同的扫描位置之间的转动能够产生组合扫描角度,以实现更大范围的扫描。在一些实施例中,每个射线源100在相邻两个扫描位置之间的转动角度大于该射线源的任意两个靶点相对于旋转轴线的角度。在一些实施例中,每个射线源100在相邻两个扫描位置之间的转动角度大致等于该射线源的相距最远的两个靶点相对于旋转轴线的角度。

[0104] 下面参照附图详细描述根据本发明的某些实施例的能够转动的一个或多个射线源的结构。

[0105] 根据本发明的某些实施例,如图3A至图5所示,每个射线源100包括间隔分布的多个靶点120。请注意,图3A至图5中未示出射线源100的其他结构。在示例性实施例中,每个射线源100的多个靶点120具有均匀的靶点间距。在一些实施例中,每个射线源100的多个靶点120沿直线分布。

[0106] 在下面的示例性实施例中以检查系统包括三个射线源100为例来进行说明。根据

本发明的某些实施例,检查系统可以包括三个射线源100。在示例性实施例中,三个射线源100彼此间隔开设置。三个射线源100可以围绕检查区域间隔分布。在某些实施例中,每个射线源100可以具有两个扫描位置。

[0107] 图3A是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出三个射线源位于第一扫描位置。图3B是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出三个射线源位于第二扫描位置。图3C是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出三个射线源在第一和第二扫描位置的叠加状态。

[0108] 如图3A所示,处于第一扫描位置的三个射线源100可以覆盖一个扫描角度。当三个射线源100位于第一扫描位置时,三个射线源100的各个靶点120可以预定顺序依次发射X射线,并且同时输送装置300可以传送被检查的物体(如阴影部分所示)经过检查区域(例如从检查区域的第一端到第二端)。由此,检查系统可以完成在第一扫描位置的一次扫描过程。

[0109] 在完成位于第一扫描位置的扫描过程后,三个射线源100可以围绕旋转轴线(例如沿顺时针方向)转动到第二扫描位置。如图3B所示,处于第二扫描位置的三个射线源100可以覆盖另一个扫描角度。当三个射线源100位于第二扫描位置时,三个射线源100的各个靶点120可以预定顺序依次发射X射线,并且同时输送装置300可以再次传送被检查的物体经过检查区域(例如从检查区域的第二端到第一端)。由此,检查系统可以完成在第二扫描位置的一次扫描过程。

[0110] 通过三个射线源100在第一扫描位置和第二扫描位置的两次扫描过程,如图3C所示,检查系统可以将第一扫描位置的扫描角度与第二扫描位置的扫描角度组合在一起,以产生组合扫描角度。由此,检查系统通过三个射线源100在两个扫描位置之间的转动所产生的组合扫描角度,相当于六个射线源100同时所产生的扫描角度。

[0111] 在下面的示例性实施例中以检查系统包括两个射线源100为例来进行说明。根据本发明的某些实施例,在某些实施例中,检查系统可以包括两个射线源100。在示例性实施例中,两个射线源100彼此间隔开设置。两个射线源100可以围绕检查区域间隔分布。在某些实施例中,每个射线源100可以具有三个扫描位置。

[0112] 图4A是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出两个射线源位于第一扫描位置。图4B是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出两个射线源位于第二扫描位置。图4C是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出两个射线源位于第三扫描位置。图4D是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出两个射线源在第一至第三扫描位置的叠加状态。

[0113] 如图4A所示,处于第一扫描位置的两个射线源100可以覆盖第一扫描角度。当两个射线源100位于第一扫描位置时,两个射线源100的各个靶点120可以预定顺序依次发射X射线,并且同时输送装置300可以传送被检查的物体(如阴影部分所示)经过检查区域。由此,检查系统可以完成在第一扫描位置的一次扫描过程。

[0114] 在完成位于第一扫描位置的扫描过程后,两个射线源100可以围绕旋转轴线(例如沿顺时针方向)转动到第二扫描位置。如图4B所示,处于第二扫描位置的两个射线源100可以覆盖第二扫描角度。当两个射线源100位于第二扫描位置时,两个射线源100的各个靶点120可以预定顺序依次发射X射线,并且同时输送装置300可以再次传送被检查的物体经过检查区域。由此,检查系统可以完成在第二扫描位置的一次扫描过程。

[0115] 在完成位于第二扫描位置的扫描过程后,两个射线源100可以围绕旋转轴线(例如沿顺时针方向)转动到第三扫描位置。如图4C所示,处于第三扫描位置的两个射线源100可以覆盖第三扫描角度。当两个射线源100位于第三扫描位置时,两个射线源100的各个靶点120可以预定顺序依次发射X射线,并且同时输送装置300可以再次传送被检查的物体经过检查区域。由此,检查系统可以完成在第三扫描位置的一次扫描过程。

[0116] 通过三个射线源100在第一至第三扫描位置的三次扫描过程,如图4D所示,检查系统可以将第一扫描位置的扫描角度、在第二扫描位置的扫描角度和在第三扫描位置的扫描角度组合在一起,以产生组合扫描角度。由此,检查系统通过两个射线源100在三个扫描位置之间的转动所产生的组合扫描角度,相当于六个射线源100同时所产生的扫描角度。

[0117] 上文描述检查系统包括多个射线源100。但是,本发明不限于此。在某些实施例中,检查系统可以包括一个射线源100。在一些实施例中,射线源100可以具有六个扫描位置。图5是根据本发明的某些实施例的一个射线源的示意图,示出一个射线源在第一至第六扫描位置的叠加状态。一个射线源100在不同的扫描位置之间的转动和多次扫描过程参照上文所述的每个射线源100,在此不再赘述。通过一个射线源100在第一至第六扫描位置的六次扫描过程,如图5所示,检查系统可以将第一扫描位置的扫描角度、在第二扫描位置的扫描角度、……和在第六扫描位置的扫描角度组合在一起,以产生组合扫描角度。由此,检查系统通过一个射线源100在六个扫描位置之间的转动所产生的组合扫描角度,相当于六个射线源100同时所产生的扫描角度。

[0118] 根据本发明的某些实施例,检查系统可以通过一个或多个射线源100在不同的扫描位置之间的转动来拼接出具有组合扫描角度的一个虚拟射线源。在示例性实施例中,检查系统的一个或多个射线源100在不同的扫描位置之间的转动可以实现靶点连续的组合扫描角度,即虚拟射线源是靶点连续的。这相当于连续布置的多个独立射线源100(共同构成多段折线)同时所产生的扫描角度,或者相当于靶点连续的一个多段折线式射线源(这里折线的段数取决于射线源100的数量和扫描位置的数量)所产生的扫描角度。在本文中,“靶点连续”表示拼接出的虚拟射线源的靶点之间的间距小于或等于满足检查系统的图像空间分辨率要求的最小靶点间距。

[0119] 根据本发明的某些实施例,射线源100在其周向一端或两端处没有布置靶点。例如,由于射线源100可能在其周向一端或两端处包括框架结构等部件,因此射线源100在周向端部处可能无法布置靶点。在这种情况下,如果将多个射线源100首尾相接,则在相邻两个射线源100的端部区域会存在靶点缺失。同样地,如果一个或多个射线源100在不同的扫描位置之间的转动拼接出的虚拟射线源具有多个射线源首尾相邻的轮廓,则该虚拟射线源也会存在靶点缺失。

[0120] 在示例性实施例中,一个或多个射线源100在不同的扫描位置之间的转动角度经选择,以使得拼接出的虚拟射线源不会出现靶点缺失。根据本发明的某些实施例,每个射线源100在相邻两个扫描位置之间的转动角度小于该射线源100相对于旋转轴线的扫描角度。在一些实施例中,每个射线源100在相邻两个扫描位置之间的转动距离小于射线源100沿转动方向的长度。由此,在多次扫描过程中一个或多个射线源100拼接出的虚拟射线源的轮廓中,转动前的射线源和转动后的射线源的轮廓存在部分重叠。这可以避免虚拟射线源的靶点缺失。

[0121] 根据本发明的某些实施例,检查系统构造成使一个或多个射线源100在转动过程中始终位于输送装置200的上方。由此,射线源100在整个扫描全程中始终位于输送装置200的上方,即不转动至输送装置200的下方,从而能够降低输送装置200的高度并且有利于被检查物体的装载和卸载。此外,例如当被检查的物体是航空托盘货物时,射线源100始终位于输送装置200的上方,可以减少或避免X射线穿过航空托盘货物的托盘,从而可以减少或消除托盘对扫描成像的影响。例如,托盘可以包括高密度金属或塑料等,不利于X射线的透视检查。

[0122] 根据本发明的某些实施例,检查系统构造成使一个或多个射线源100围绕旋转轴线的转动范围小于360度。由此,射线源100不需要完成整圈旋转,因此检查系统不需要使用滑环和相应的轴承。这可以降低检查系统的尺寸和制造成本,并且提高检查系统的稳定性。

[0123] 应当理解,上文所述的转动方向(顺时针或逆时针)、扫描位置的数量和经过扫描位置的顺序等仅是示例性的,而不应该认为是对本发明的限制。

[0124] 上文描述一个或多个射线源100的转动能够拼接出靶点连续的虚拟射线源。但是,本发明不限于此。在某些实施例中,在一个或多个射线源100的转动所拼接出的虚拟射线源中,可以存在缺失部分靶点的区域,即拼接出的虚拟射线源的靶点可以是不连续的。对于存在靶点缺失的情况,根据本发明的某些实施例,检查系统可以进行数据补偿,例如数据补偿算法等。

[0125] 上文分别以三个射线源100和两个扫描位置、两个射线源100和三个扫描位置、以及一个射线源100和六个扫描位置为例描述通过一个或多个射线源100的转动拼接出虚拟射线源。但是,本发明不限于此。根据本发明的实施例,检查系统可以包括更多或更少的射线源100和/或包括更多或更少的扫描位置。

[0126] 根据本发明的某些实施例,沿行进方向观察,检查系统的一个或多个射线源100可以设置成能够在至少两个扫描位置之间平移。

[0127] 根据本发明的某些实施例,每个射线源100具有一个扫描角度。这里,每个射线源100的“扫描角度”表示该射线源100的所有靶点相对于检查区域的中心轴线的角度范围,其中检查区域的中心轴线与行进方向平行。在本文中,检查区域的中心轴线表示经过检查区域的与行进方向垂直的横截面的大致中心的轴线。在一个射线源100从一个扫描位置平移到另一扫描位置时,该射线源100的扫描角度也会随之相对于中心轴线转动。根据本发明的某些实施例,每个射线源100在不同的扫描位置之间的平移可以提供相对于中心轴线的一个组合扫描角度。在一些实施例中,在检查系统包括多个射线源100时,多个射线源100在不同的扫描位置之间的平移也可以提供相对于中心轴线的一个组合扫描角度。在一些实施例中,一个或多个射线源100在不同的扫描位置之间的平移所产生的组合扫描角度可以是连续的或不连续的。

[0128] 根据本发明的某些实施例,通过一个或多个射线源100在不同的扫描位置之间的平移,检查系统可以拼接出更大的组合扫描角度和射线发射范围。由此,射线源100的平移可以产生相比于固定射线源更大的扫描角度。

[0129] 根据本发明的某些实施例,检查系统还可以构造成基于探测器组件200的检测数据来重建被检查的物体的三维扫描图像。在示例性实施例中,检查系统的一个或多个射线源100在不同的扫描位置之间的平移能够产生相对于中心轴线大于180度的组合扫描角度。

当检查系统具有超过180度的组合扫描角度时,检查系统能够产生更完整的扫描数据,并且产生更好的CT扫描效果和更好的三维扫描图像。

[0130] 根据本发明的某些实施例,每个射线源100在相邻两个扫描位置之间的平移距离大于该射线源100的相邻靶点之间的间距。由此,射线源100在不同的扫描位置之间的平移用于产生组合扫描角度,以实现更大范围的扫描。在一些实施例中,每个射线源100在相邻两个扫描位置之间的平移距离大于该射线源100的任意两个靶点之间的间距。在一些实施例中,每个射线源100在相邻两个扫描位置之间的平移距离大致等于该射线源100的相距最远的两个靶点之间的间距。

[0131] 下面参照附图详细描述根据本发明的某些实施例的能够平移的一个或多个射线源的结构。

[0132] 根据本发明的某些实施例,如图6A至图6C所示,每个射线源100包括间隔分布的多个靶点120。请注意,图6A至图6C中未示出射线源100的其他结构。在示例性实施例中,每个射线源100的多个靶点120具有均匀的靶点间距。在一些实施例中,每个射线源100的多个靶点120沿直线分布。

[0133] 在下面的示例性实施例中以检查系统包括三个射线源100为例来进行说明。在示例性实施例中,三个射线源100彼此间隔开设置。三个射线源100可以围绕检查区域间隔分布。在某些实施例中,每个射线源100可以具有两个扫描位置,并且设置成能够在两个扫描位置之间平移。根据本发明的某些实施例,当检查系统包括多个射线源100时,多个射线源100同步地在不同的扫描位置之间平移。

[0134] 图6A是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出三个射线源位于第一扫描位置。图6B是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出三个射线源位于第二扫描位置。图6C是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出三个射线源在第一和第二扫描位置的叠加状态。

[0135] 在一些实施例中,沿行进方向观察,三个射线源100分别布置在检查区域的左侧、上方和右侧,如图6A和6B所示。但是,本发明不限于此。应当理解,本文所述的能够平移的射线源的数量和布置位置、以及扫描位置的数量和扫描位置移动顺序仅是示例性的,而不应该认为是对本发明的限制。

[0136] 如图6A所示,处于第一扫描位置的三个射线源100可以覆盖一个扫描角度。当三个射线源100位于第一扫描位置时,三个射线源100的各个靶点120可以预定顺序依次发射X射线,并且同时输送装置300可以传送被检查的物体经过检查区域。由此,检查系统可以完成在第一扫描位置的一次扫描过程。

[0137] 在完成位于第一扫描位置的扫描过程后,三个射线源100可以平移至第二扫描位置。如图6B所示,处于第二扫描位置的三个射线源100可以覆盖另一个扫描角度。当三个射线源100位于第二扫描位置时,三个射线源100的各个靶点120可以预定顺序依次发射X射线,并且同时输送装置300可以再次传送被检查的物体经过检查区域。由此,检查系统可以完成在第二扫描位置的一次扫描过程。

[0138] 通过三个射线源100在第一扫描位置和第二扫描位置的两次扫描过程,如图6C所示,检查系统可以将第一扫描位置的扫描角度与第二扫描位置的扫描角度组合在一起,以产生组合扫描角度。由此,检查系统通过三个射线源100在两个扫描位置之间的平移

所产生的组合扫描角度,相当于六个射线源100同时所产生的扫描角度。

[0139] 根据本发明的某些实施例,检查系统通过一个或多个射线源100在不同的扫描位置之间的平移来拼接出具有组合扫描角度的一个虚拟射线源。在示例性实施例中,检查系统的一个或多个射线源100在不同的扫描位置之间的平移可以实现靶点连续的扫描角度,即虚拟射线源是靶点连续的。这相当于连续布置的多个独立射线源(共同构成多段折线)同时所产生的扫描角度,或者相当于靶点连续的一个多段折线式射线源(这里折线的段数取决于射线源100的数量和扫描位置的数量)所产生的扫描角度。

[0140] 根据本发明的某些实施例,射线源100在其周向一端或两端处没有布置靶点。例如,由于射线源100可能在其周向一端或两端处包括框架结构等部件,因此射线源100在周向端部处可能无法布置靶点。在这种情况下,如果将多个射线源100首尾相接,则在相邻两个射线源100的端部区域会存在靶点缺失。同样地,如果一个或多个射线源100在不同的扫描位置之间的平移拼接出的虚拟射线源具有多个射线源首尾相邻的轮廓,则该虚拟射线源也会存在靶点缺失。

[0141] 在示例性实施例中,为实现靶点连续,一个或多个射线源100在不同的扫描位置之间的平移距离经选择,以使得拼接出的虚拟射线源不会出现靶点缺失。根据本发明的某些实施例,每个射线源100在相邻两个扫描位置之间的平移距离小于该射线源沿平移方向的长度。由此,在多次扫描过程中一个或多个射线源100拼接出的虚拟射线源的轮廓中,平移前的射线源和平移后的射线源的轮廓存在部分重叠。这可以避免虚拟射线源的靶点缺失。

[0142] 上文描述射线源100平移一次,即具有两个扫描位置。但是,本发明不限于此。在一些实施例中,检查系统的一个或多个射线源100还可以平移多次,即在至少三个扫描位置之间平移。

[0143] 上文描述一个或多个射线源能够在不同的扫描位置之间转动或平移。但是,本发明不限于此。在某些实施例中,检查系统的射线源可以始终保持静止,即不转动且不平移。例如,检查系统可以包括连续设置的多个射线源100,并且多个射线源100围绕检查区域具有大于180的扫描角度。这种情况下,在检查系统对一个被检查的物体进行检查的过程中,多个射线源100不需要转动或平移,输送装置300仅需传送该被检查的物体通过检查区域一次,而不需要往复传送该被检查的物体通过检查区域。

[0144] 上文描述多个射线源100同步地在不同的扫描位置之间转动或平移。但是,本发明不限于此。在一些实施例中,当检查系统包括多个射线源100时,多个射线源100可以非同步地在不同的扫描位置之间转动或平移。

[0145] 上文描述每个射线源100中的多个靶点沿直线排布。但是,本发明不限于此。在一些实施例中,射线源100中的多个靶点还可以沿弧线、折线等排布。

[0146] 上文描述射线源100中的多个靶点具有均匀的靶点间距。但是,本发明不限于此。在一些实施例中,射线源100中的多个靶点还可以非均匀排布,即具有非均匀的靶点间距。

[0147] 上文描述不同的射线源100间隔设置。但是,本发明不限于此。在一些实施例中,不同的射线源100也可以连续设置。例如,在检查系统包括三个射线源100的情况下,三个射线源100可以依次连续设置;或者三个射线源100中的两个射线源100可以连续设置,而另一射线源100可以与其他两个射线源100间隔设置。

[0148] 下面参照附图详细描述根据本发明的某些实施例的探测器组件的结构。根据本发

明的某些实施例,探测器组件200构造成能够围绕旋转轴线转动。在示例性实施例中,探测器组件200设置成与检查系统的一个或多个射线源100同步地围绕旋转轴线转动,即共同转动。

[0149] 根据本发明的某些实施例,探测器组件200包括多个探测器单元。在一些实施例中,探测器组件200中探测器单元的布置可以根据射线源100的排布和/或被检查物体的尺寸等因素来设置。在一些实施例中,探测器组件200中探测器单元的布置还可以采用成本效益高的排布,即以尽量少的探测器单元来满足成像需求。

[0150] 图7示出根据本发明的某些实施例的探测器组件的示意图。根据本发明的某些实施例,探测器组件200包括多个探测器臂210,在每个探测器臂210上布置多个探测器单元220。

[0151] 在示例性实施例中,探测器组件200的多个探测器臂210完整地围绕检查区域延伸。由此,多个探测器臂210组成一个完整且连续的探测器环。在一些实施例中,探测器环可以是圆环、方形环、矩形环、多边形环等。

[0152] 上文描述多个探测器臂210组成一个完整的探测器环。但是,本发明不限于此。在某些实施例中,多个探测器臂210组成的探测器环可以是不完整的,即存在缺口部分;或者,多个探测器臂210可以围绕检查区域间隔地分布。

[0153] 在一些实施例中,在检查系统包括多个射线源100时,探测器组件200的每个探测器臂210构造成能够接收至少两个射线源100发射的X射线。由此,每个探测器臂210可以被至少两个射线源100所共用。在示例性实施例中,当检查系统包括多个射线源100时,多个射线源100的所有靶点都位于同一平面内,即多个射线源100共面设置。在本文中,“靶点位于同一平面内”表示靶点的出束点都位于同一平面内。在一些实施例中,在检查系统包括共面设置的多个射线源100时,探测器组件200的每个探测器臂210构造成能够接收至少两个射线源100发射的X射线。

[0154] 上文描述探测器组件200能够围绕旋转轴线转动。但是,本发明不限于此。在一些实施例中,探测器组件200还可以设置成不转动。在一些实施例中,探测器组件200还可以设置成能够围绕旋转轴线转动,但是不与一个或多个射线源100同步转动。

[0155] 在一些实施例中,检查系统还可以包括转动支架400,如图2所示。转动支架400可以围绕旋转轴线转动。在示例性实施例中,一个或多个射线源100和探测器组件200都安装在转动支架400上。由此,转动支架400可以实现射线源100和探测器组件200的同步转动。在一些实施例中,检查系统还可以包括支撑框架410,用于可转动地支撑转动支架400。

[0156] 在一些实施例中,探测器组件200还可以包括探测器转盘230。由此,多个探测器臂210可以安装在探测器转盘230上。探测器转盘230可以固定到转动支架400。由此,转动支架400可以带动探测器转盘230转动以及带动所有探测器臂210一起旋转。在示例性实施例中,探测器转盘230可以可拆卸地固定到转动支架400。由此,例如通过移除探测器转盘230与转动支架400之间连接件,探测器转盘230可以相对于转动支架400转动。这有利于对安装在探测器转盘230上的探测器臂210进行维护或替换。

[0157] 根据本发明的某些实施例,如图2所示,检查系统还可以包括屏蔽部件500。在示例性实施例中,屏蔽部件500可以布置成围绕检查系统的检查区域。在示例性实施例中,一个或多个射线源100布置在检查区域的外侧,即在屏蔽部件500的远离检查区域的一侧。在示

例性实施例中,探测器组件200布置在检查区域的外侧,即在屏蔽部件500的远离检查区域的一侧。

[0158] 根据本发明的某些实施例,探测器组件200设置成相对于射线源100沿径向更靠近旋转轴线或检查区域的中心轴线。在一些实施例中,在检查系统包括多个射线源100时,探测器组件200设置成相对于所有射线源100沿径向更靠近旋转轴线或检查区域的中心轴线。由此,探测器组件200设置成位于一个或多个射线源100的径向内侧。

[0159] 根据本发明的某些实施例,检查系统设置成使得每个射线源100发射的X射线在经过检查区域之前不会被探测器组件200遮挡。在示例性实施例中,探测器组件200的每个探测器单元220设置成不遮挡同侧的一个或多个射线源100发射的X射线,并且能够接收其他侧的一个或多个射线源100发射的X射线。在这里,“同侧”表示沿径向观察至少部分地重叠。

[0160] 下面参照附图详细描述根据本发明的某些实施例的射线源和探测器单元的相对位置。图8示出根据本发明的某些实施例的射线源和探测器单元的示意图。在示例性实施例中,如图8所示,所有射线源100(图8中仅示出两个射线源100)沿旋转轴线或沿检查区域的中心轴线朝着探测器组件200偏转一个角度。在一些实施例中,每个射线源100围绕其靶点120的轴线偏转。在一些实施例中,射线源100的偏转角度小于或等于1.5度。在一些实施例中,射线源100的射线发射方向与旋转轴线或检查区域的中心轴线不垂直。

[0161] 通过将射线源100相对于探测器组件200偏转,射线源100发射的X射线可以避开同侧的探测器组件200的探测器单元220,并且还可以被其他侧的探测器组件200的探测器单元220接收到。

[0162] 下面参照附图详细描述根据本发明的某些实施例的探测器单元的具体结构。图9示出根据本发明的某些实施例的探测器单元的示意图。如图9所示,每个探测器单元220包括探测器晶体221。在示例性实施例中,探测器晶体221设置在探测器单元220的沿旋转轴线或沿检查区域的中心轴线靠近射线源100的一端。由此,每个探测器单元220可以既不遮挡同侧射线源100发射的X射线,又能接收到其他侧射线源100发射的X射线。

[0163] 在一些实施例中,同侧的射线源100和探测器组件200的探测器单元220沿轴向至少部分地重叠。探测器单元220的探测器晶体221布置成紧邻同侧的射线源100发射的X射线束流的边缘,从而可以不遮挡同侧的射线源100发射的X射线。

[0164] 在示例性实施例中,探测器组件200的所有探测器晶体221都位于同一平面内。在本文中,“探测器晶体位于同一平面内”表示探测器晶体的中心面都位于同一平面内。例如,通过相同的定位基准使得探测器组件200的所有探测器晶体221的中心面位于同一平面内。

[0165] 上文描述多个射线源100的所有靶点都位于同一平面内,即多个射线源100共面设置。但是,本发明不限于此。在一些实施例中,多个射线源100的靶点也可以设置成不共面。例如,不同的射线源100可以沿轴向彼此交错设置。

[0166] 在例如航空托盘货物等大件物体中,内部物品往往堆积重叠。为在透视扫描中获取更多的内部细节,往往需要增加靶点的数量以使靶点间距小于预定值,从而通过加密采样的扫描方式提高图像的空间分辨率。

[0167] 根据本发明的某些实施例,一个或多个射线源100可以通过局部移动来实现加密采样。在一些实施例中,沿旋转轴线或行进方向观察,每个射线源100构造成能够在多个靶点位置之间局部移动。在本文中,“靶点位置”表示用于增加靶点密度并且能够完成扫描过

程的位置。在示例性实施例中,当检查系统完成在一个扫描位置的扫描过程后,射线源可以从当前扫描位置(作为一个靶点位置)移动到下一个靶点位置。在这种情况下,多个靶点位置包括当前扫描位置。

[0168] 根据本发明的某些实施例,检查系统的一个或多个射线源100可以进行一个或多次局部移动以实现靶点加密,具有两个或更多个靶点位置。检查系统在每个靶点位置进行一次扫描过程。根据本发明的某些实施例,射线源100的局部移动可以包括转动或平移。

[0169] 下面参照附图详细描述根据本发明的某些实施例的能够局部移动的一个或多个射线源的结构。在下面的示例性实施例中以检查系统包括三个射线源100并且射线源100在不同靶点位置平移为例来进行说明。

[0170] 图10A是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出三个射线源位于第一靶点位置。当三个射线源100位于第一靶点位置时,三个射线源100可以完成在第一靶点位置的一次扫描过程。

[0171] 图10B是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出三个射线源位于第二靶点位置。在完成位于第一靶点位置的扫描过程后,三个射线源100可以移动到第二靶点位置。当三个射线源100位于第二靶点位置时,三个射线源100可以完成在第二靶点位置的另一次扫描过程。

[0172] 图10C是根据本发明的某些实施例的多个射线源的排布的示意图,示出三个射线源在第一和第二靶点位置的叠加状态。通过三个射线源100在第一靶点位置和第二靶点位置的两次扫描过程,如图10C所示,检查系统可以将第一靶点位置的靶点分布与在第二靶点位置的靶点分布组合在一起,以产生组合靶点分布。由此,检查系统通过三个射线源100在两个靶点位置之间的平移所产生的组合靶点分布可以实现靶点加密,从而可以通过加密采样的扫描方式提高透视图像的空间分辨率。

[0173] 根据本发明的某些实施例,每个射线源100在相邻两个靶点位置之间的移动距离小于该射线源100在相邻两个扫描位置之间的移动距离。在一些实施例中,每个射线源100在相邻两个靶点位置之间的转动角度(即,相邻两个靶点位置相对于旋转轴线或相对于检查区域的中心轴线的角度)小于该射线源100在相邻两个扫描位置之间的转动角度。因此,射线源在不同靶点位置之间的局部移动不同于射线源在不同的扫描位置的相对大幅度移动。射线源在不同靶点位置的局部移动用于产生组合靶点分布以实现局部靶点加密,而射线源在不同的扫描位置的移动用于产生组合扫描角度以实现更大范围的扫描。

[0174] 在一些实施例中,每个射线源100在相邻两个靶点位置之间的转动角度小于该射线源100的相邻两个靶点相对于旋转轴线或相对于检查区域的中心轴线的角度。在一些实施例中,每个射线源100在相邻两个靶点位置之间的移动距离小于该射线源100的相邻靶点之间的靶点间距。在一些实施例中,每个射线源100在相邻两个靶点位置之间的移动距离可以是靶点间距的二分之一或三分之一等。例如,当每个射线源100在相邻两个靶点位置之间的移动距离是靶点间距的二分之一时,射线源100可以具有双倍的靶点密度;而当每个射线源100在相邻两个靶点位置之间的移动距离是靶点间距的三分之一时,射线源100可以具有三倍的靶点密度。

[0175] 根据本发明的某些实施例,每个射线源100在相距最远的两个靶点位置之间的移动距离小于该射线源100的相邻两个靶点之间的靶点间距。在一些实施例中,每个射线源

100在相距最远的两个靶点位置之间的转动角度小于该射线源100的相邻两个靶点相对于旋转轴线或相对于检查区域的中心轴线的角度。由此,射线源100在不同靶点位置之间的移动是在靶点间距内的局部移动。因此,射线源100的这种局部移动可以更有效地提高靶点密度。

[0176] 根据本发明的某些实施例,检查系统可以构造成:当一个或多个射线源100在不同的靶点位置之间运动时,一个或多个射线源100不发射X射线。由此,当需要进行靶点加密时,一个或多个射线源100停止发射X射线,然后从当前靶点位置运动到另一靶点位置。

[0177] 上文描述射线源100在不同靶点位置之间平移以实现靶点加密。但是,本发明不限于此。在一些实施例中,射线源100还可以通过在不同靶点位置之间转动来实现靶点加密。射线源100在不同靶点位置之间的转动参照上文所述射线源100在不同的扫描位置之间的转动,在此不再赘述。

[0178] 下面详细描述根据本发明的某些实施例的检查方法。根据本发明的某些实施例,可以使用上述任意检查系统来实施该检查方法。

[0179] 在步骤S10中,使被检查的物体承载于检查系统的输送装置300上。

[0180] 在步骤S20中,使检查系统的一个或多个射线源100位于围绕检查区域的多个扫描位置中的一个。

[0181] 在步骤S30中,使一个或多个射线源100和探测器组件200相对于输送装置300沿行进方向移动,从而被检查的物体能够进入检查区域,同时使一个或多个射线源100发射X射线并且使X射线经过位于检查区域中的所述被检查的物体而被探测器组件200接收。当一个或多个射线源100和探测器组件200相对于输送装置300平移预定距离,例如被检查的物体完全通过检查区域(例如,被检查的物体的后端完全通过X射线的束面)时,完成一次扫描过程。在一些实施例中,每个射线源100在相邻两个扫描位置之间的转动角度大于该射线源100的相邻靶点相对于旋转轴线的角度。

[0182] 在示例性实施例中,被检查的物体是航空托盘货物,或称为航空集装箱。但是,本发明不限于此。根据本发明的某些实施例,检查方法还可以用于对其他类型的物体进行检查,特别是具有较大尺寸的物体。

[0183] 在步骤S40中,使一个或多个射线源100围绕旋转轴线转动到多个扫描位置中的另一个,重复步骤S30,以完成在多个扫描位置中每一个的扫描过程。

[0184] 在下面的示例性实施例中参照附图以使用两个射线源100并且每个射线源100具有三个扫描位置为例来进行说明。图11A至图11C分别示出利用根据本发明的某些实施例的检查系统实施检查方法的示意图。

[0185] 如图11A所示,使检查系统的两个射线源100位于围绕检查区域的三个扫描位置中的第一扫描位置。然后,输送装置300沿行进方向(第一方向)传送被检查的物体从第一端经过检查区域,同时使两个射线源100发射X射线。发射出的X射线经过位于检查区域中的被检查的物体,并且被探测器组件200接收到。当被检查的物体完全通过检查区域后,两个射线源100停止发射X射线,并且输送装置300停止传送被检查的物体。由此,完成在第一扫描位置的一次扫描过程。

[0186] 在完成在第一扫描位置的一次扫描过程后,如图11B所示,两个射线源100可以(在图11A至11C中所示为沿顺时针方向)转动到第二扫描位置。然后,输送装置300沿行进方向

(第二方向) 传送被检查的物体从第二端经过检查区域,同时使两个射线源100发射X射线。发射出的X射线经过位于检查区域中的被检查的物体,并且被探测器组件200接收到。当被检查的物体完全通过检查区域后,两个射线源100停止发射X射线,并且输送装置300停止传送被检查的物体。由此,完成在第二扫描位置的一次扫描过程。

[0187] 在完成在第二扫描位置的一次扫描过程后,如图11C所示,两个射线源100可以继续(在图11A至11C中所示为沿顺时针方向)转动到第三扫描位置。然后,输送装置300沿行进方向(第一方向)传送被检查的物体从第一端经过检查区域,同时使两个射线源100发射X射线。发射出的X射线经过位于检查区域中的被检查的物体,并且被探测器组件200接收到。当被检查的物体完全通过检查区域后,两个射线源100停止发射X射线,并且输送装置300停止传送被检查的物体。由此,完成在第三扫描位置的一次扫描过程。

[0188] 上文以使用两个射线源100并且每个射线源100具有三个扫描位置为例描述了检查方法的实施过程。在利用更多或更少的射线源100、和/或每个射线源100具有更多或更少扫描位置时,检查方法可以类似地执行,只要能完成在多个扫描位置中每一个的扫描过程即可,具体步骤在此不再赘述。

[0189] 在示例性实施例中,在步骤S30之后,检查方法还可以包括基于探测器组件200的检测数据来重建被检查的物体的三维扫描图像(CT图像)。

[0190] 上文描述检查方法使用一个或多个射线源100。在使用多个射线源100时,不同射线源100的真空空间不连通。

[0191] 在一些实施例中,如图11A至图11C所示的实施例,在每次被检查的物体完全通过检查区域后,输送装置300停止移动被检查的物体。在相邻两次重复步骤S20时,即相邻两次移动被检查的物体通过检查区域时,被检查的物体沿相反方向被移动。由此,被检查的物体在每次通过检查区域时都可以进行一次扫描过程,这可以提高检查效率和物体通过率。但是,本发明不限于此。在一些实施例中,检查方法还可以在每次进行扫描过程时都沿相同方向传送被检查的物体通过检查区域。

[0192] 根据本发明的某些实施例,每个射线源100在相邻两个扫描位置之间的转动角度小于该射线源100相对于旋转轴线的扫描角度。由此,参照上文所述,检查方法的多次扫描过程可以实现靶点连续的组合扫描角度。

[0193] 在一些实施例,输送装置300以匀速直线运动来传送被检查的物体。在一些实施例,每次被检查的航空托盘货物通过检查区域后,使射线源100停止发射X射线。

[0194] 在一些实施例中,检查方法重复步骤S20和S30,使得一个或多个射线源100相对于旋转轴线具有大于180度的组合扫描角度。当检查方法提供超过180度的组合扫描角度时,能够产生更完整的扫描数据,并且产生更好的CT扫描效果。

[0195] 在一些实施例中,在一个或多个射线源100的转动过程中,一个或多个射线源100始终位于输送装置200的上方。由此,射线源100在整个扫描全程中始终位于输送装置200的上方,即不转动至输送装置200的下方,从而能够降低输送装置200的高度并且有利于被检查物体的装载和卸载。此外,例如当被检查的物体是航空托盘货物时,射线源100始终位于输送装置200的上方,可以减少或避免X射线穿过航空托盘货物的托盘,从而可以减少或消除托盘对扫描成像的影响。托盘可以包括例如高密度金属或塑料等。

[0196] 在一些实施例中,检查方法还包括在步骤S20中完成位于一个扫描位置的一次扫

描过程后,使一个或多个射线源100移动到多个靶点位置中的一个并重复步骤S20。多个靶点位置包括当前扫描位置。这种情况下,检查方法可以通过射线源100的局部移动来实现加密采样。有关加密采样或靶点加密的其他实施方式参见上文所述,在此不再赘述。

[0197] 在根据本发明的某些实施例的检查方法中,所使用的检查系统的其他实施方式参见上文所述并且相应地结合到检查方法的实施例中,在此不再赘述。

[0198] 尽管已经参考示例性实施例描述了本发明,但是应理解,本发明并不限于上述实施例的构造和方法。相反,本发明意在覆盖各种修改例和等同配置。另外,尽管在各种示例性结合体和构造中示出了所公开发明的各种元件和方法步骤,但是包括更多、更少的元件或方法的其它组合也落在本发明的范围之内。

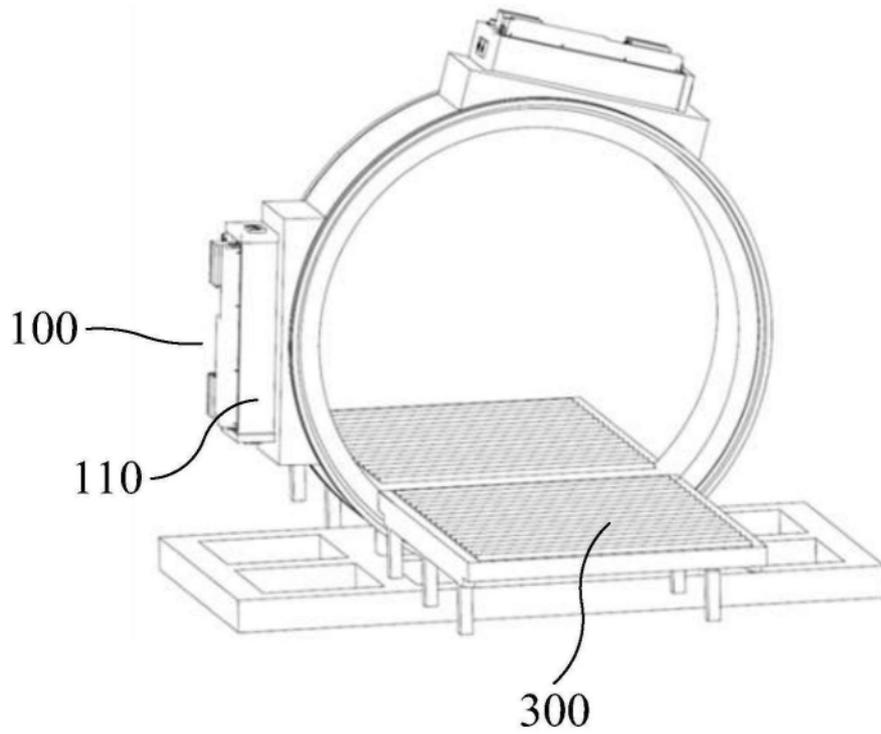


图1

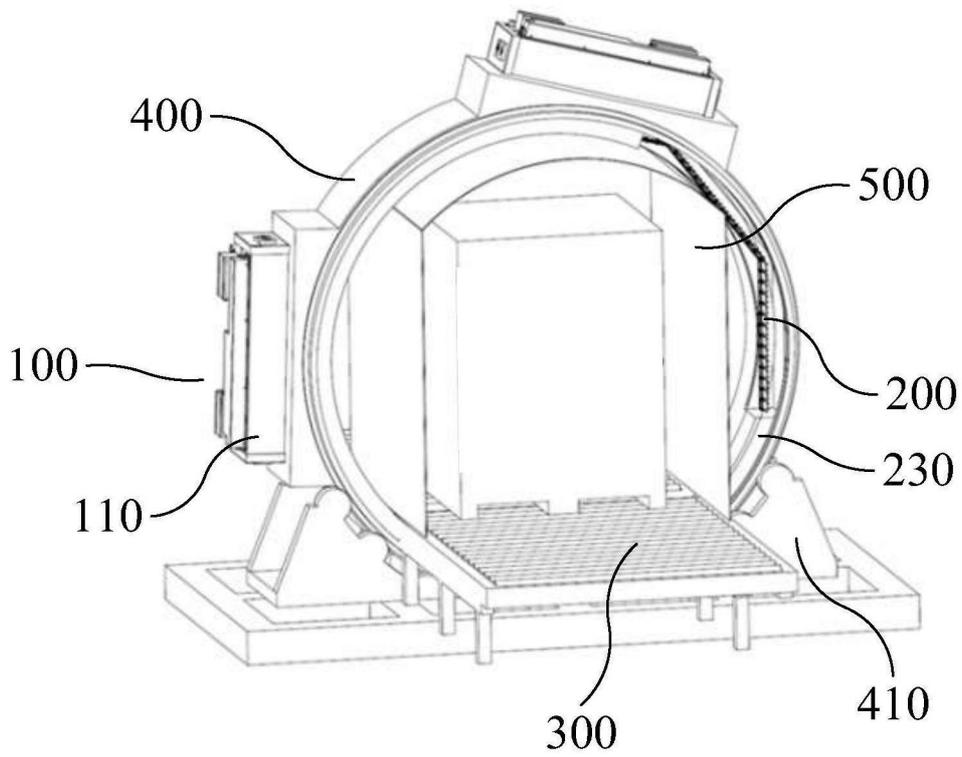


图2

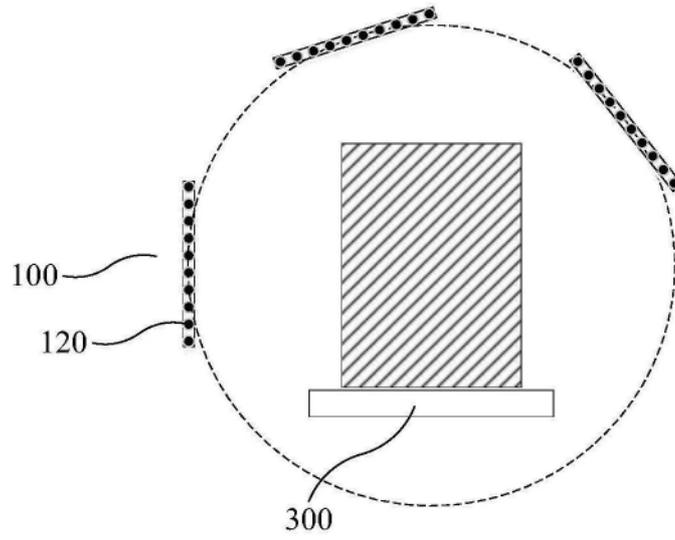


图3A

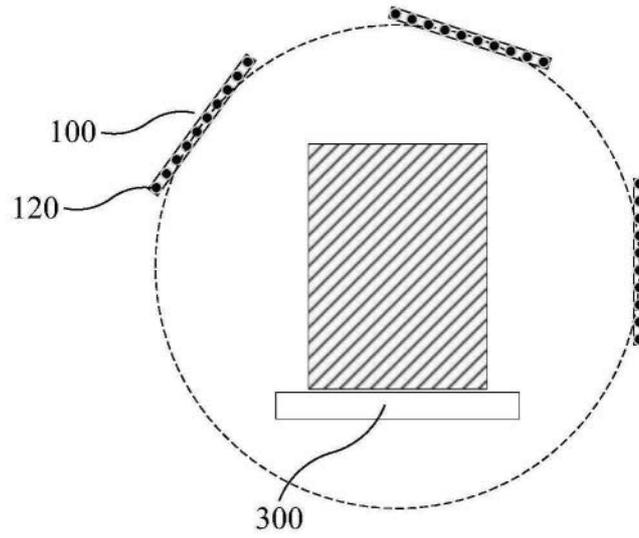


图3B

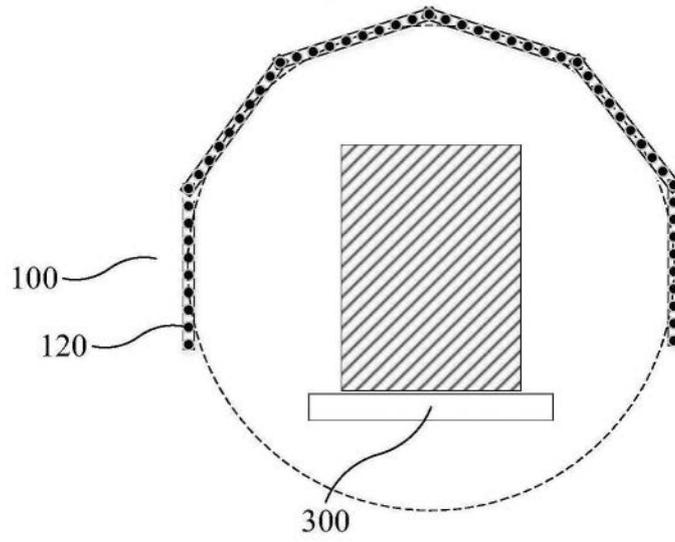


图3C

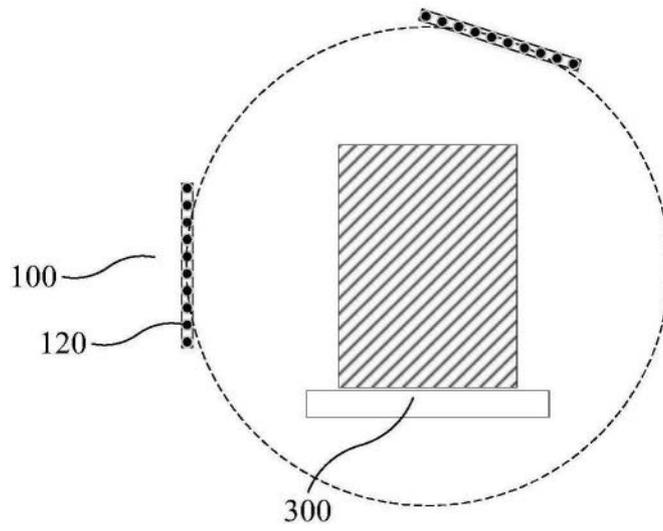


图4A

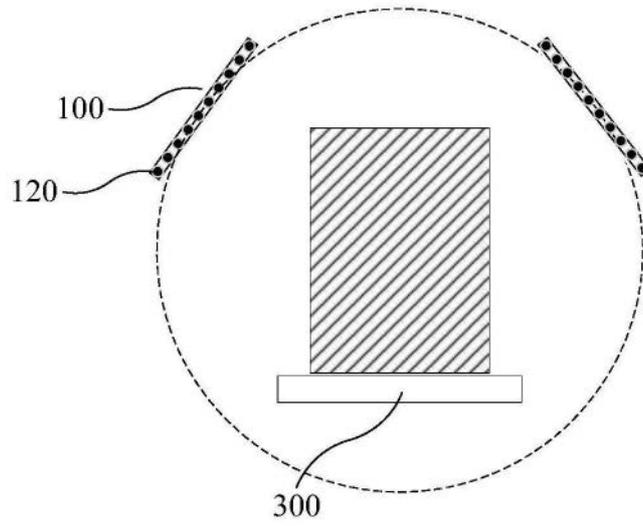


图4B

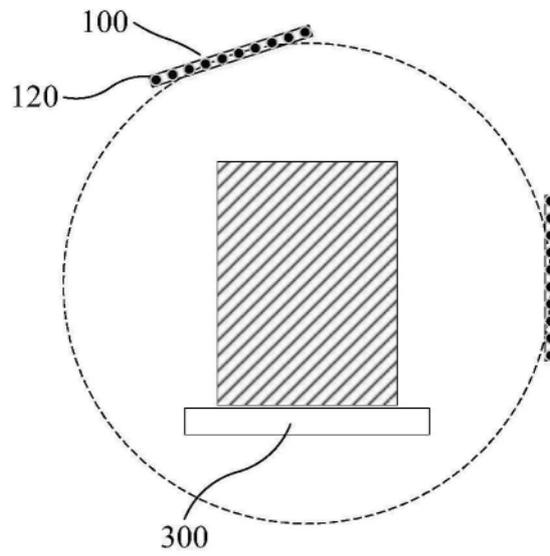


图4C

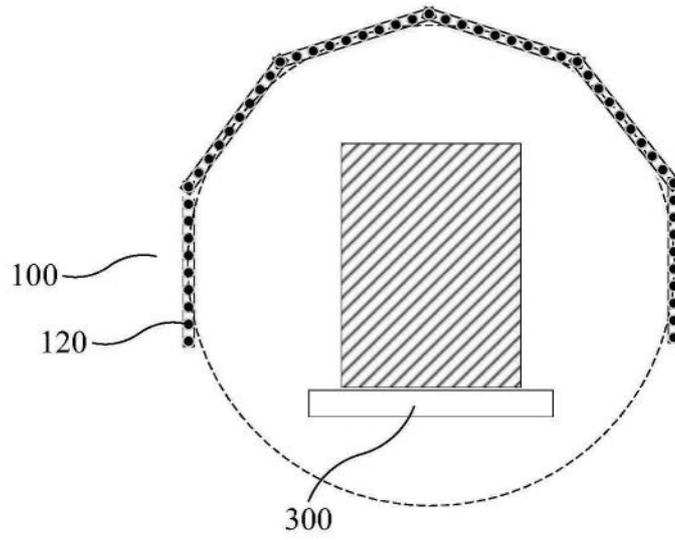


图4D

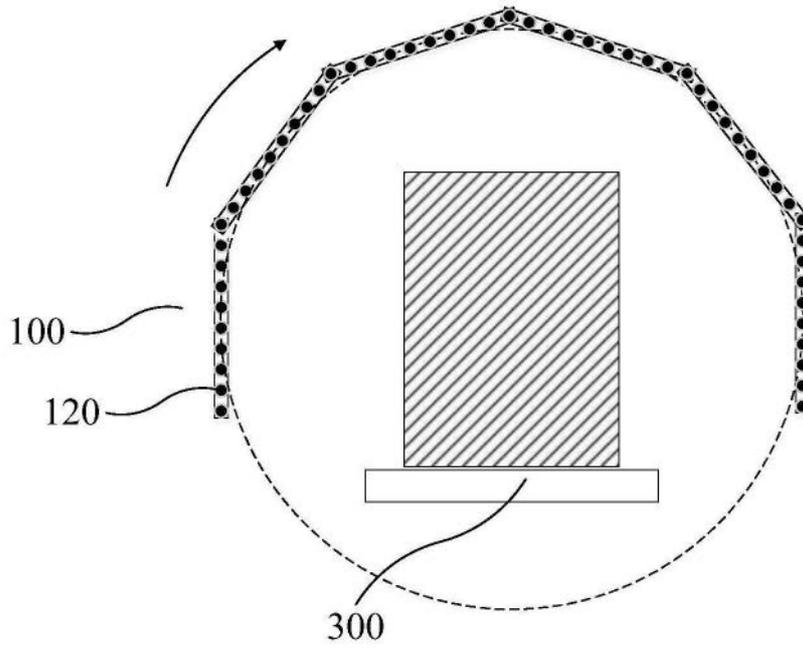


图5

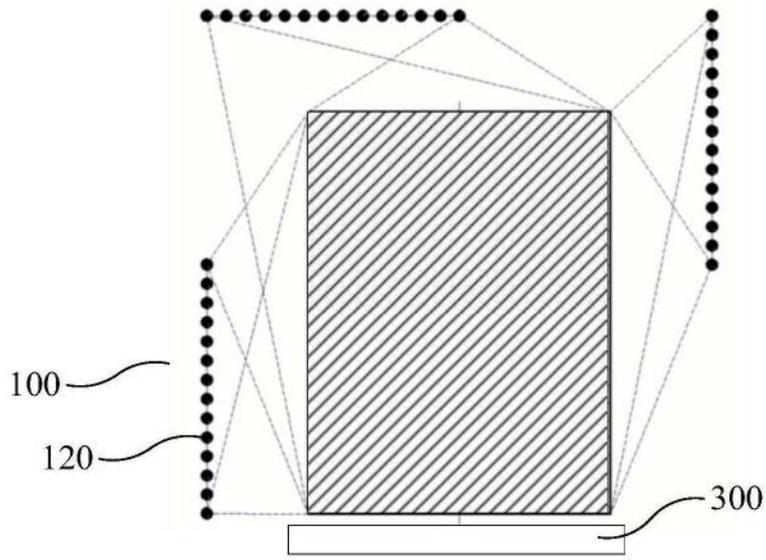


图6A

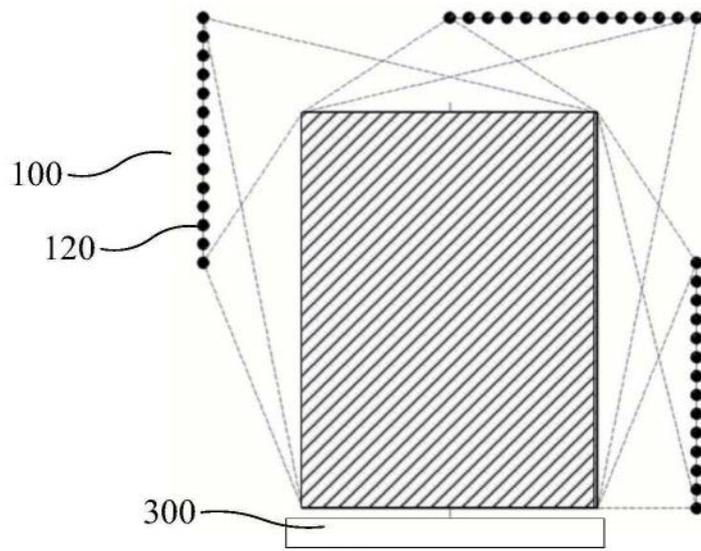


图6B

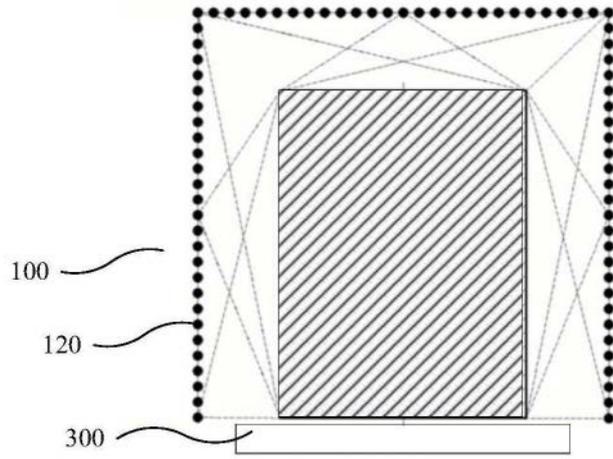


图6C

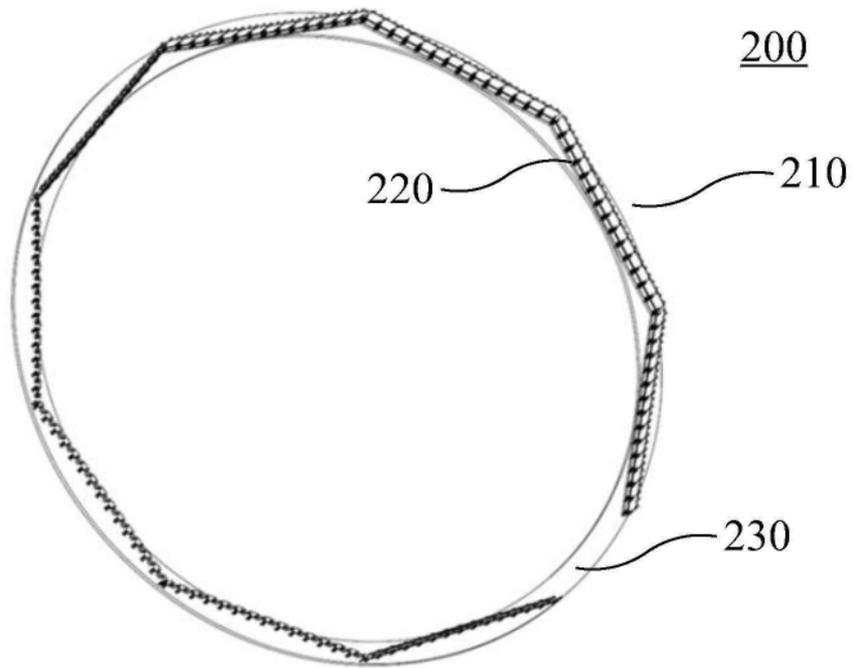


图7

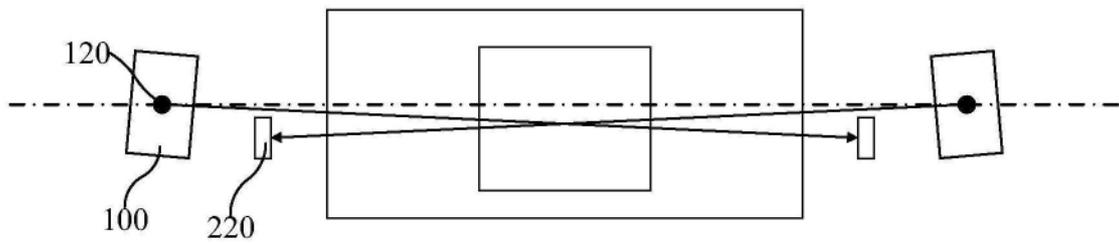


图8

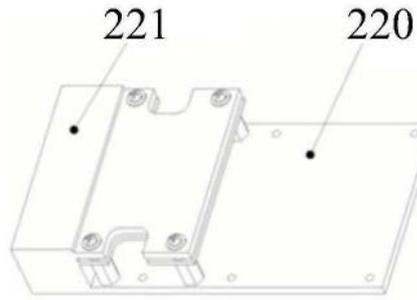


图9

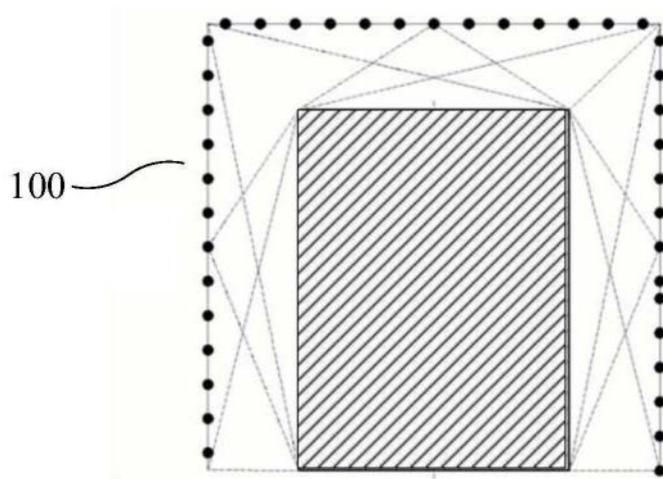


图10A

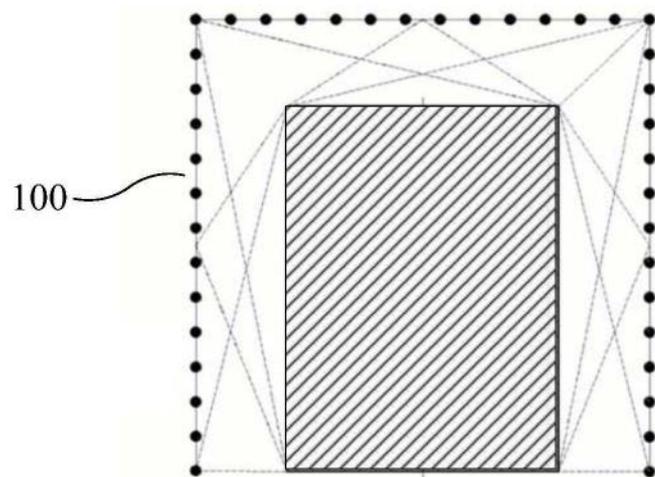


图10B

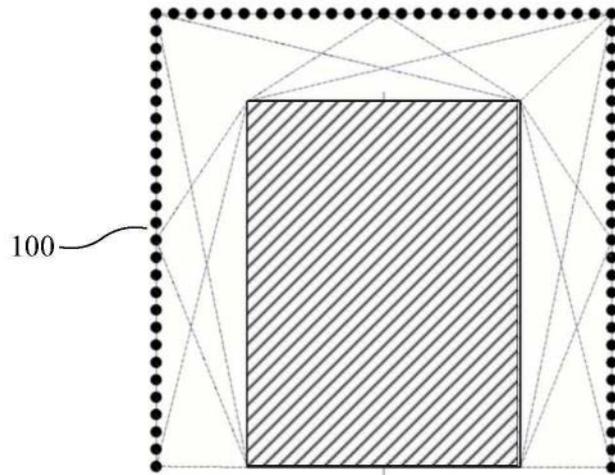


图10C

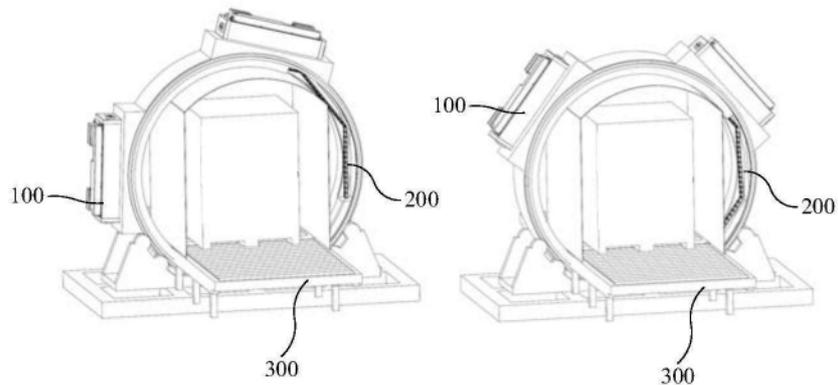


图 11A

图 11B

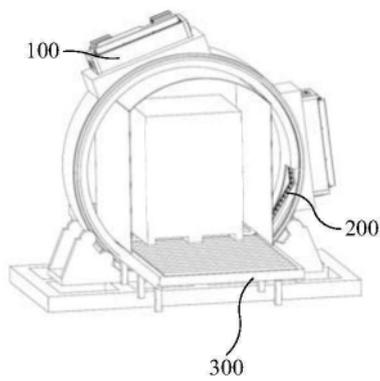


图11C