



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115598715 B

(45) 授权公告日 2024.10.15

(21) 申请号 202110769706.4

(22) 申请日 2021.07.07

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 115598715 A

(43) 申请公布日 2023.01.13

(73) 专利权人 同方威视技术股份有限公司  
地址 100084 北京市海淀区双清路同方大厦A座2层

专利权人 清华大学

(72) 发明人 张丽 陈志强 黄清萍 丁辉  
周勇 金鑫 姚利明

(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)

G01N 23/046 (2018.01)

(56) 对比文件

CN 115598717 A, 2023.01.13

CN 115598718 A, 2023.01.13

CN 111552002 A, 2020.08.18

CN 115598719 A, 2023.01.13

审查员 徐馨远

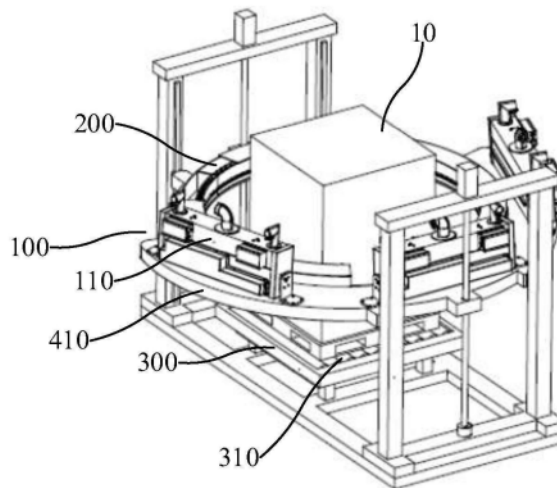
权利要求书4页 说明书24页 附图13页

(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:承载装置;至少一个射线源;和探测器组件。至少一个射线源和探测器组件能够相对于承载装置沿承载装置的中心轴线升降。沿中心轴线观察,至少一个射线源能够相对于承载装置在多个扫描位置之间平移。当至少一个射线源相对于承载装置位于多个扫描位置中的一个时,至少一个射线源和探测器组件相对于承载装置沿中心轴线升降并且至少一个射线源发射X射线;当至少一个射线源和探测器组件相对于承载装置升降预定距离后,至少一个射线源相对于承载装置平移到多个扫描位置中的另一个。检查系统还基于探测器组件的检测数据来重建被检查的物体的三维扫描图像。



1. 一种检查系统,包括:

承载装置,用于在所述检查系统的检查区域中承载被检查的物体;

至少一个射线源,用于发射X射线,其中每个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;和

探测器组件,用于接收从所述至少一个射线源发射并经过所述检查区域的X射线,

其中,所述检查系统构造成使得所述至少一个射线源和所述探测器组件能够相对于所述承载装置沿所述承载装置的中心轴线升降,并且沿所述中心轴线观察,所述至少一个射线源能够相对于所述承载装置在多个扫描位置之间平移;

其中,所述检查系统构造成:当所述至少一个射线源相对于所述承载装置位于所述多个扫描位置中的一个时,所述至少一个射线源和所述探测器组件相对于所述承载装置沿所述中心轴线升降并且所述至少一个射线源发射X射线;并且当所述至少一个射线源和所述探测器组件相对于所述承载装置升降预定距离后,所述至少一个射线源相对于所述承载装置平移到所述多个扫描位置中的另一个,

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物体的三维扫描图像。

2. 根据权利要求1所述的检查系统,其中,所述至少一个射线源相对于所述承载装置在不同的扫描位置之间的平移,使得所述至少一个射线源的组合扫描角度大于180度。

3. 根据权利要求1或2所述的检查系统,其中,所述检查系统构造成:当所述至少一个射线源相对于所述承载装置在不同的扫描位置之间平移时,所述至少一个射线源和所述探测器组件相对于所述承载装置不沿所述中心轴线升降。

4. 根据权利要求1或2所述的检查系统,其中,所述至少一个射线源相对于所述承载装置在相邻两个扫描位置之间的平移距离小于每个射线源沿平移方向的长度。

5. 根据权利要求1或2所述的检查系统,其中,所述至少一个射线源相对于所述承载装置在相邻两个扫描位置之间的平移距离大于每个射线源的相邻靶点之间的间距,

其中,所述至少一个射线源还构造成能够相对于所述承载装置在至少两个靶点位置之间移动,其中,每个射线源相对于所述承载装置在相邻两个靶点位置之间的转动角度小于该射线源的相邻两个靶点相对于所述中心轴线的角度,或者每个射线源相对于所述承载装置在相邻两个靶点位置之间的移动距离小于该射线源的相邻两个靶点之间的间距。

6. 根据权利要求5所述的检查系统,其中,每个射线源相对于所述承载装置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的相邻两个靶点相对于所述中心轴线的角度,或者每个射线源相对于所述承载装置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。

7. 根据权利要求1或2所述的检查系统,其中,所述中心轴线平行于竖直方向。

8. 根据权利要求1或2所述的检查系统,其中,每个射线源的射线发射方向与所述中心轴线不垂直。

9. 根据权利要求1或2所述的检查系统,其中,所述检查系统构造成当所述至少一个射线源相对于所述承载装置在不同的扫描位置之间平移时,所述至少一个射线源不发射X射线。

10. 根据权利要求1或2所述的检查系统,其中,所述探测器组件设置成相对于所述至少

一个射线源沿径向更靠近所述中心轴线。

11. 根据权利要求10所述的检查系统,其中,所述至少一个射线源的所有靶点都位于第一平面内。

12. 根据权利要求11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。

13. 根据权利要求12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中心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。

14. 根据权利要求13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射线源发射的X射线。

15. 根据权利要求14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中心轴线靠近所述至少一个射线源的一端。

16. 根据权利要求14或15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中心轴线延伸以组成探测器环。

17. 根据权利要求9所述的检查系统,其中,所述至少一个射线源包括多个射线源,所述多个射线源布置成围绕所述承载装置间隔分布。

18. 根据权利要求1所述的检查系统,其中,所述承载装置还可以包括承载输送单元,用于在所述承载装置上传送所述被检查的物体进入和离开所述检查区域,

其中,在所述承载输送单元传送所述被检查的物体进入或离开所述检查区域时,所述至少一个射线源和所述探测器组件沿所述中心轴线相对于所述承载装置被升高或降低到不阻碍所述被检查的物体进入或离开所述检查区域。

19. 根据权利要求18所述的检查系统,还包括输入输送单元,其用于将所述被检查的物体传送到所述承载输送单元,并且构造成能够移动接近和远离所述承载输送单元。

20. 根据权利要求18或19所述的检查系统,还包括输出输送单元,其用于从所述承载输送单元接收所述被检查的物体,并且构造成能够移动接近和远离所述承载输送单元。

21. 根据权利要求19所述的检查系统,还包括入口输送单元,其构造成保持位置固定并且能够将所述被检查的物体传送到所述输入输送单元,其中所述输入输送单元构造成能够在所述入口输送单元和所述承载输送单元之间移动。

22. 根据权利要求20所述的检查系统,还包括出口输送单元,其构造成保持位置固定并且能够从所述输出输送单元接收所述被检查的物体,并且所述输出输送单元构造成能够在所述出口输送单元和所述承载输送单元之间移动。

23. 根据权利要求1或2所述的检查系统,其中,所述至少一个射线源构造成能够平移;和/或所述探测器组件构造成能够平移。

24. 根据权利要求23所述的检查系统,其中,所述至少一个射线源和所述探测器组件构造成能够同步地平移。

25. 根据权利要求1或2所述的检查系统,其中,所述承载装置构造成能够平移。

26. 根据权利要求1或2所述的检查系统,其中,所述至少一个射线源和所述探测器组件

构造成能够沿所述中心轴线升降；或者，所述承载装置构造成使得所述承载装置的承载表面能够沿所述中心轴线升降。

27. 一种使用根据权利要求1所述的检查系统的检查方法，包括：

(a) 使被检查的物体承载于承载装置上并且位于检查区域中；

(b) 使至少一个射线源位于围绕所述承载装置的多个扫描位置中的一个，其中每个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) 使所述至少一个射线源和所述探测器组件相对于所述承载装置沿所述承载装置的中心轴线升降，并且同时使所述至少一个射线源发射X射线并使X射线经过所述被检查的物体而被所述探测器组件接收，直到所述至少一个射线源和所述探测器组件相对于所述承载装置升降预定距离，由此完成一次扫描过程；

(d) 沿所述中心轴线观察，使所述至少一个射线源相对于所述承载装置平移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；和

(e) 基于所述探测器组件的检测数据来重建所述被检查的物体的三维扫描图像。

28. 根据权利要求27所述的检查方法，其中，重复步骤(c)和(d)以使所述至少一个射线源的组合扫描角度大于180度。

29. 根据权利要求27或28所述的检查方法，其中，在每次所述至少一个射线源和所述探测器组件相对于所述承载装置升降所述预定距离后，使所述至少一个射线源和所述探测器组件相对于所述承载装置停止升降，并且在相邻两次重复步骤(c)时，所述至少一个射线源和所述探测器组件相对于所述承载装置沿相反方向被升降。

30. 根据权利要求29所述的检查方法，其中，所述射线源相对于所述承载装置在相邻两个扫描位置之间的平移距离小于每个射线源沿平移方向的长度。

31. 根据权利要求27或28所述的检查方法，其中，所述至少一个射线源相对于所述承载装置在相邻两个扫描位置之间的平移距离大于每个射线源的相邻靶点之间的间距，

所述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，使所述至少一个射线源移动到相对于所述承载装置的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，每个射线源相对于所述承载装置在相邻两个靶点位置之间的转动角度小于该射线源的相邻两个靶点相对于所述中心轴线的角度，或者每个射线源相对于所述承载装置在相邻两个靶点位置之间的移动距离小于该射线源的相邻两个靶点之间的间距。

32. 根据权利要求31所述的检查方法，其中，每个射线源相对于所述承载装置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的相邻两个靶点相对于所述中心轴线的角度，或者每个射线源相对于所述承载装置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。

33. 根据权利要求27或28所述的检查方法，其中，所述中心轴线平行于竖直方向。

34. 根据权利要求27或28所述的检查方法，其中，每个射线源的射线发射方向与所述中心轴线不垂直。

35. 根据权利要求27或28所述的检查方法，其中，当所述至少一个射线源相对于所述承载装置在不同的扫描位置之间平移时，所述至少一个射线源不发射X射线。

36. 根据权利要求27或28所述的检查方法,其中,根据所述探测器组件的检测数据来自适应地确定所述预定距离。

## 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] 在对航空托盘货物的常规立式CT扫描过程中,X射线既穿过托盘又穿过托盘上的货物。托盘的材料和厚度对货物本身的扫描图像质量会带来不利影响。航空托盘货物的高度通常大于其长度与宽度。在CT扫描过程中扫描纵向截面(高度与宽度平面或高度与长度平面)对射线的穿透能力要求更高,不利于降低能耗和成本。

[0011] 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

[0012] 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。

[0013] 本发明的一方面提供一种检查系统,包括:承载装置,用于在检查系统的检查区域中承载被检查的物体;至少一个射线源,用于发射X射线,其中每个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;和探测器组件,用于接收从至少一个射线源发射并经过检查区域的X射线,其中,检查系统构造成使得至少一个射线源和探测器组件能够相对于承载装置沿承载装置的中心轴线升降,并且沿中心轴线观察,至少一个射线源能够相对于承载装置在多个扫描位置之间平移;其中,检查系统构造成:当至少一个射线源相对于承载装置位于多个扫描位置中的一个时,至少一个射线源和探测器组件相对于承载装置沿中心轴线升降并且至少一个射线源发射X射线;并且当至少一个射线源和探测器组件相对于承载装置升降预定距离后,至少一个射线源相对于承载装置平移到多个扫描位置中的另一个,其中,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物体的三维扫描图像。

[0014] 根据本发明的某些实施例,至少一个射线源相对于承载装置在不同的扫描位置之间的平移,使得至少一个射线源的组合扫描角度大于180度。

[0015] 根据本发明的某些实施例,检查系统构造成:当至少一个射线源相对于承载装置在不同的扫描位置之间平移时,至少一个射线源和探测器组件相对于承载装置不沿中心轴线升降。

[0016] 根据本发明的某些实施例,至少一个射线源相对于承载装置在相邻两个扫描位置之间的平移距离小于每个射线源沿平移方向的长度。

[0017] 根据本发明的某些实施例,至少一个射线源相对于承载装置在相邻两个扫描位置之间的平移距离大于每个射线源的相邻靶点之间的间距,其中,所至少一个射线源还构造能够相对于承载装置在至少两个靶点位置之间移动,其中,每个射线源相对于承载装置在相邻两个靶点位置之间的转动角度小于该射线源的相邻两个靶点相对于中心轴线的角度,或者每个射线源相对于承载装置在相邻两个靶点位置之间的移动距离小于该射线源的相邻两个靶点之间的间距。

[0018] 根据本发明的某些实施例,每个射线源相对于承载装置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的相邻两个靶点相对于中心轴线的角度,或者每个射线源相对于承载装置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。

[0019] 根据本发明的某些实施例,中心轴线平行于竖直方向。

[0020] 根据本发明的某些实施例,每个射线源的射线发射方向与中心轴线不垂直。

[0021] 根据本发明的某些实施例,检查系统构造成当至少一个射线源相对于承载装置在不同的扫描位置之间平移时,至少一个射线源不发射X射线。

[0022] 根据本发明的某些实施例,探测器组件设置成相对于至少一个射线源沿径向更靠近中心轴线。

[0023] 根据本发明的某些实施例,至少一个射线源的所有靶点都位于第一平面内。

[0024] 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。

[0025] 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中心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。

[0026] 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。

[0027] 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中心轴线靠近至少一个射线源的一端。

[0028] 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中心轴线延伸以组成探测器环。

[0029] 根据本发明的某些实施例,至少一个射线源包括多个射线源,多个射线源布置成围绕承载装置间隔分布。

[0030] 根据本发明的某些实施例,承载装置还可以包括承载输送单元,用于在承载装置上传送被检查的物体进入和离开检查区域,其中,在承载输送单元传送被检查的物体进入或离开检查区域时,至少一个射线源和探测器组件沿中心轴线相对于承载装置被升高或降低到不阻碍被检查的物体进入或离开检查区域。

[0031] 根据本发明的某些实施例,检查系统还包括输入输送单元,其用于将被检查的物体传送到承载输送单元,并且构造成能够移动接近和远离承载输送单元。

[0032] 根据本发明的某些实施例,检查系统还包括输出输送单元,其用于从承载输送单元接收被检查的物体,并且构造成能够移动接近和远离承载输送单元。

[0033] 根据本发明的某些实施例,检查系统还包括入口输送单元,其构造成保持位置固定并且能够将检查的物体传送到输入输送单元,其中输入输送单元构造成能够在入口输



送单元和承载输送单元之间移动。

[0034] 根据本发明的某些实施例,检查系统还包括出口输送单元,其构造成保持位置固定并且能够从输出输送单元接收被检查的物体,并且输出输送单元构造成能够在出口输送单元和承载输送单元之间移动。

[0035] 根据本发明的某些实施例,至少一个射线源构造成能够平移;和/或探测器组件构造成能够平移。

[0036] 根据本发明的某些实施例,至少一个射线源和探测器组件构造成能够同步地平移。

[0037] 根据本发明的某些实施例,承载装置构造成能够平移。

[0038] 根据本发明的某些实施例,至少一个射线源和探测器组件构造成能够沿中心轴线升降;或者,承载装置构造成使得承载装置的承载表面能够沿中心轴线升降。

[0039] 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检查方法,包括:(a)使被检查的物体承载于承载装置上并且位于检查区域中;(b)使至少一个射线源位于围绕承载装置的多个扫描位置中的一个,其中每个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)使至少一个射线源和探测器组件相对于承载装置沿承载装置的中心轴线升降,并且同时使至少一个射线源发射X射线并使X射线经过被检查的物体而被探测器组件接收,直到至少一个射线源和探测器组件相对于承载装置升降预定距离,由此完成一次扫描过程;(d)沿中心轴线观察,使至少一个射线源相对于承载装置平移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;和(e)基于探测器组件的检测数据来重建被检查的物体的三维扫描图像。

[0040] 根据本发明的某些实施例,重复步骤(c)和(d)以使至少一个射线源的组合扫描角度大于180度。

[0041] 根据本发明的某些实施例,在每次至少一个射线源和探测器组件相对于承载装置升降预定距离后,使至少一个射线源和探测器组件相对于承载装置停止升降,并且在相邻两次重复步骤(c)时,至少一个射线源和探测器组件相对于承载装置沿相反方向被升降。

[0042] 根据本发明的某些实施例,射线源相对于承载装置在相邻两个扫描位置之间的平移距离小于每个射线源沿平移方向的长度。

[0043] 根据本发明的某些实施例,至少一个射线源相对于承载装置在相邻两个扫描位置之间的平移距离大于每个射线源的相邻靶点之间的间距,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,使至少一个射线源移动到相对于承载装置的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,每个射线源相对于承载装置在相邻两个靶点位置之间的转动角度小于该射线源的相邻两个靶点相对于中心轴线的角度,或者每个射线源相对于承载装置在相邻两个靶点位置之间的移动距离小于该射线源的相邻两个靶点之间的间距。

[0044] 根据本发明的某些实施例,每个射线源相对于承载装置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的相邻两个靶点相对于旋转轴线的角度,或者每个射线源相对于承载装置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。

[0045] 根据本发明的某些实施例,中心轴线平行于竖直方向。

[0046] 根据本发明的某些实施例,每个射线源的射线发射方向与中心轴线不垂直。

[0047] 根据本发明的某些实施例,当至少一个射线源相对于承载装置在不同的扫描位置之间平移时,至少一个射线源不发射X射线。

[0048] 根据本发明的某些实施例,根据探测器组件的检测数据来自适应地确定预定距离。

[0049] 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相对于承载装置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。一个或多个射线源相对于承载装置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。与立式CT扫描相比,根据本发明的实施例的检查系统和检查方法可以提供横截面积较小的扫描截面,从而可以提高成像质量,并且可以不穿过或少穿过航空托盘货物的托盘,由此可以减少或消除托盘对扫描成像的影响。

#### 附图说明

[0050] 图1是根据本发明的某些实施例的检查系统的示意图。

[0051] 图2是根据本发明的某些实施例的检查系统的示意图,示出检查系统的内部结构。

[0052] 图3示出根据本发明的某些实施例的探测器组件的示意图。

[0053] 图4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。

[0054] 图5示出根据本发明的某些实施例的探测器单元的示意图。

[0055] 图6是根据本发明的某些实施例的检查系统的示意图。

[0056] 图7A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,示出三个射线源相对于承载装置位于第一扫描位置。

[0057] 图7B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,示出三个射线源相对于承载装置位于第二扫描位置。

[0058] 图7C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,示出三个射线源相对于承载装置在第一和第二扫描位置的叠加状态。

[0059] 图8A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,示出两个射线源相对于承载装置位于第一扫描位置。

[0060] 图8B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,示出两个射线源相对于承载装置位于第二扫描位置。

[0061] 图8C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,示出两个射线源相对于承载装置位于第三扫描位置。

[0062] 图8D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,示出两个射线源相对于承载装置在第一至第三扫描位置的叠加状态。

[0063] 图9是根据本发明的某些实施例的一个射线源的示意图,示出一个射线源相对于承载装置在第一至第六扫描位置的叠加状态。

[0064] 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,示出三个射线源相对于承载装置位于第一扫描位置。

[0065] 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,示出三个射线源相对于承载装置位于第二扫描位置。

[0066] 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,示出三个射线源相对于承载装置在第一和第二扫描位置的叠加状态。

[0067] 图11A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,示出三个射线源相对于承载装置位于第一靶点位置。

[0068] 图11B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,示出三个射线源相对于承载装置位于第二靶点位置。

[0069] 图11C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。

[0070] 图12A至图12D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

[0071] 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。

[0072] 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。

[0073] 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示意图,示出检查系统的内部结构。

[0074] 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和承载装置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。承载装置300用于在检查区域中承载被检查的物体10。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。

[0075] 根据本发明的某些实施例,承载装置300还可以围绕旋转轴线转动,并且可以带动置于承载装置300上的被检查的物体围绕旋转轴线转动。根据本发明的某些实施例,在被检查的物体进入检查区域后或者在扫描过程中,承载装置300和被检查的物体保持相对静止。

[0076] 根据本发明的某些实施例,多个射线源100和探测器组件200可以相对于承载装置300沿旋转轴线(即沿与旋转轴线平行的方向)升降。在示例性实施例中,旋转轴线沿竖直方向。

[0077] 在本文中,“轴向”表示与旋转轴线(或承载装置300的中心轴线,下文详述)平行的

方向,“径向”表示在与旋转轴线(或承载装置300的中心轴线)垂直的平面内从旋转轴线(或从承载装置300的中心轴线)向外辐射的方向,并且“周向”表示在与旋转轴线(或承载装置300的中心轴线)垂直的平面内且与“径向”垂直的方向。

[0078] 在本文中,承载装置300的中心轴线表示经过承载装置300的承载表面的大致中心并且与承载表面垂直的轴线。在示例性实施例中,承载装置 300的中心轴线平行于竖直方向。在示例性实施例中,在承载装置300可围绕旋转轴线转动的情况下,旋转轴线可以与承载装置300的中心轴线重合。

[0079] 在本文中,“升降”表示沿旋转轴线(或承载装置300的中心轴线) 上升或下降,即一次上升或一次下降。

[0080] 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。

[0081] 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。

[0082] 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。

[0083] 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,检查区域包括上端和下端。根据本发明的某些实施例,在与旋转轴线垂直的平面中,检查区域可以具有横截面,例如圆形横截面。

[0084] 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。

[0085] 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,沿旋转轴线观察,多个射线源100布置成围绕承载装置300(或检查区域)间隔分布。在一些实施例中,沿旋转轴线观察,多个射线源100可以包括位于检查区域前方的射线源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。这里,“前方”表示检查区域的远离入口侧的一侧,“左侧”和“右侧”表示检查区域的与“前方”和“入口侧”分别相邻的两侧。

[0086] 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。

[0087] 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。

[0088] 图3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。

[0089] 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。在一些实施例中,在多个探测器臂210组成探测器环的情况下,旋转轴线可以与探测器环的中心重合。

[0090] 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。

[0091] 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。

[0092] 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承载装置300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承载装置300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。

[0093] 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。

[0094] 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4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4所示,所有射线源100(图8中仅示出两个射线源100)沿旋转轴线或沿承载装置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承载装置的中心轴线不垂直。

[0095] 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射线可以避免同侧的探测器组件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。

[0096] 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5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5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的沿旋转轴线或沿承载装置300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。

[0097] 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。

[0098] 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。在一些实施例中,探测器晶体221所在的平面与靶点所在的平面平行。

[0099] 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。

[0100] 上文描述探测器组件200的所有探测器晶体221都位于同一平面内,即探测器组件200共面设置。但是,本发明不限于此。在一些实施例中,探测器组件200的探测器晶体221也可以设置成不共面。例如,不同的探测器臂210上的探测器晶体221可以沿轴向彼此交错设置。

[0101] 下面参照附图详细描述根据本发明的某些实施例的检查系统的升降和回转结构。

[0102] 根据本发明的某些实施例,检查系统还可以包括升降台410和回转台 320(图1和图2中未示出,参见图6)。升降台410能够沿旋转轴线升降。回转台320能够围绕旋转轴线转动。

[0103] 在示例性实施例中,如图1和图2所示,多个射线源100和探测器组件200固定到升降台410。升降台410能够带动多个射线源100和探测器组件200沿旋转轴线升降。由此,多个射线源100和探测器组件200的相对位置固定并且能够沿旋转轴线同步地升降。

[0104] 在一些实施例中,升降台410可以通过升降驱动组件(例如直线引导杆、直线驱动电机等)等实现升降台410沿旋转轴线的升降。但是,本发明不限于此。根据本发明的实施例,升降台410还可以其他方式实现沿旋转轴线的升降,在此不再赘述。

[0105] 在示例性实施例中,射线源100和探测器组件200构造成沿旋转轴线同步地升降,即共同升降。但是,本发明不限于此。在一些实施例中,射线源100和探测器组件200还可以非同步地升降。例如,射线源100和探测器组件200可以先后进行升降。

[0106] 在示例性实施例中,承载装置300固定到回转台320。由此,承载装置300围绕旋转轴线的转动可以通过回转台320来实现。

[0107] 在一些实施例中,回转台320可以通过旋转驱动组件(例如旋转驱动电机、滚轮等)等实现回转台320围绕旋转轴线的转动。但是,本发明不限于此。根据本发明的实施例,回转台320还可以其他方式实现围绕旋转轴线的转动,在此不再赘述。

[0108] 上文描述射线源100和探测器组件200沿旋转轴线升降。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构造成能够相对于承载装置300沿旋转轴线或承载装置300的中心轴线升降。这里,“相对升降”表示沿旋转轴线或承载装置300的中心轴线,射线源100和探测器组件200相对于承载装置300的相对运动。例如,“相对升降”可以至少包括如下情况:射线源100和探测器组件200升降而承载装置300不升降;射线源100和探测器组件200不升降而承载装置300(例如承载装置300的承载表面)升降;射线源100和探测器组件200升降并且承载装置300也升降。

[0109] 下面参照附图详细描述根据本发明的某些实施例的承载装置的结构和操作。

[0110] 根据本发明的某些实施例,承载装置300可以围绕旋转轴线转动,而射线源100没有围绕旋转轴线转动。由此,通过承载装置300围绕旋转轴线的转动,在承载装置300和射线

源100之间可以产生围绕旋转轴线的相对转动。根据本发明的某些实施例,承载装置300围绕旋转轴线相对于射线源100可以进行一个或多次运动,由此检查系统的射线源100可以相对于承载装置300处于不同的扫描位置,即射线源100可以相对于承载装置300在两个或更多个扫描位置之间运动。每个射线源100相对于承载装置300可以具有多个扫描位置。沿旋转轴线观察,多个扫描位置围绕承载装置300分布。

[0111] 在本文中,“扫描位置”表示一个射线源100沿周向相对于承载装置300(和其上承载的被检查的物体)所处的能够发射X射线以进行扫描检查的位置。在一些实施例中,只有当该射线源100相对于承载装置300处于一个扫描位置(沿旋转轴线观察,射线源100相对于承载装置300位置固定)时,射线源100才被允许发射X射线。

[0112] 由此,检查系统的射线源100可以相对于承载装置300具有多个扫描位置并且可以相对于承载装置300在不同的扫描位置之间运动,从而能够相对于承载装置300和被检查的物体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相对于承载装置300处于一个扫描位置时,射线源100和探测器组件200可以相对于承载装置300沿旋转轴线升降(例如从检查区域的上端到下端,或与此相反),同时射线源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,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。

[0113] 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相对于承载装置300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相对于承载装置300沿旋转轴线升降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相对于承载装置300升降预定距离后,一个或多个射线源100围绕旋转轴线相对于承载装置300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相对于承载装置300处于一个扫描位置并且发射X射线并且同时一个或多个射线源100和探测器组件200相对于承载装置300沿旋转轴线升降。当需要相对于承载装置300改变X射线发射范围时,一个或多个射线源100相对于承载装置300以及被检查的物体围绕旋转轴线转动,以使得一个或多个射线源100相对于承载装置300从当前扫描位置运动到另一扫描位置。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。

[0114] 在一些实施例中,当射线源100相对于承载装置300在不同的扫描位置之间运动时,射线源100和探测器组件200相对于承载装置300不沿旋转轴线升降。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相对于承载装置300运动到下一扫描位置,然后射线源100和探测器组件200再相对于承载装置300沿旋转轴线升降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每次相对于承载装置300升降预定距离(例如被检查的物体的高度)并且完成一次扫描过程后,射线源100和探测器组件200相对于承载装置300停止升降。这种情况下,在射线源100和探测器组件200相邻两次相对于承载装置300升降时,射线源100和探测器组件200相对于承载装置300沿相反方向被升降(例如一次相对上升一次相对下降)。由此,射线源100和探测器组件200在每次相对于承载装置300升降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可以相对于承载装置300都沿相同方向升降(例如仅相对上升或仅相对下降)。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承载装置300返回到初始位置。

[0115] 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相对于承载装置300在不同的扫描位置之间转动时,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相对于承载装置300在不同的扫描位置之间转动时,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相对于承载装置300不沿旋转轴线升降。

[0116] 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 相对于承载装置300在不同的扫描位置之间转动时,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可以相对于承载装置 300沿旋转轴线或承载装置300的中心轴线升降。在这种情况下,在一些实施例中,射线源100相对于承载装置300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或承载装置300的中心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。

[0117] 上文描述射线源100和探测器组件200相对于承载装置300同步地转动。但是,本发明不限于此。在一些实施例中,射线源100相对于承载装置300的转动和探测器组件200相对于承载装置300的转动可以是非同步的,即射线源100和探测器组件200可以分别相对于承载装置300转动。

[0118] 上文描述射线源100或探测器组件200相对于承载装置300的转动是通过承载装置300的转动实现的。但是,本发明不限于此。根据本发明的某些实施例,射线源100或探测器组件200相对于承载装置300的转动还可以通过射线源100或探测器组件200围绕旋转轴线的转动来实现。在一些实施例中,射线源100或探测器组件200相对于承载装置300的转动还可以通过射线源100或探测器组件200围绕旋转轴线的转动以及承载装置 300围绕旋转轴线的转动来实现。

[0119] 在一些实施例中,承载装置300和被检查的物体不旋转,射线源100 围绕旋转轴线转动。例如,射线源100可以构造成能够围绕旋转轴线转动(例如通过回转装置)并且能够沿旋转轴线升降。在一些实施例中,承载装置300和被检查的物体不旋转,射线源100和探测器组件200围绕旋转轴线转动。例如,射线源100和探测器组件200可以构造成能够围绕旋转轴线转动(例如通过回转装置)并且能够沿旋转轴线升降。在一些实施例中,承载装置300和被检查的物体不旋转,射线源100围绕旋转轴线转动,探测器组件200不旋转。例如,射线源100可以构造成能够围绕旋转轴线转动(例如通过回转装置)并且能够沿旋转轴线升降,探测器组件 200构造成能够沿旋转轴线升降。

[0120] 根据本发明的某些实施例,承载装置300还可以包括承载输送单元 310。承载输送单元310可以在承载装置300上传送被检查的物体进入和离开检查区域。在一些实施例中,在承载输送单元310传送被检查的物体进入或离开检查区域时,一个或多个射线源100和探测器组件200相对于承载装置300沿旋转轴线被升高或降低到不阻碍被检查的物体进入或离开检查区域。例如,一个或多个射线源100和探测器组件200可以被升高到检查区域的上端。

[0121] 根据本发明的某些实施例,检查系统还可以包括进出输送单元420。如图1所示,进



出输送单元420可以设置在检查系统的入口处。进出输送单元420可以将被检查的物体输送到承载装置300(例如承载输送单元 310)上,并且还可以从承载装置300接收完成扫描的被检查的物体。

[0122] 图6是根据本发明的某些实施例的检查系统的示意图。在图6所示的实施例中,检查系统的射线源100、探测器组件200和承载装置300的结构和原理参照上文所述,在此不再赘述。除此之外,检查系统还包括输送装置。

[0123] 根据本发明的某些实施例,输送装置可以包括输入输送单元510和输出输送单元520。在示例性实施例中,输送装置还可以包括入口输送单元 530和出口输送单元540。输入输送单元510、输出输送单元520、入口输送单元530和出口输送单元540中的每一者都可以承载并且传送被检查的物体,例如航空托盘货物。在一些实施例中,输入输送单元510、输出输送单元520、入口输送单元530或出口输送单元540可以沿直线传送被检查的物体,例如沿直线匀速传送被检查的物体。

[0124] 在本文中,输送单元的传送表示物体在输送单元的承载表面上的移动,例如通过皮带、辊轮等。

[0125] 根据本发明的某些实施例,输入输送单元510可以将被检查的物体传送到承载装置300,例如承载装置300的承载输送单元310。在一些实施例中,输入输送单元510还设置成能够移动接近和远离承载装置300。由此,输入输送单元510设置成可自行移动的。例如,当输入输送单元510在其上传送被检查的物体时,输入输送单元510可以同时向承载装置300移动。例如,当输入输送单元510将被检查的物体传送到承载装置300后,输入输送单元510可以移动远离承载装置300。在一些实施例中,输入输送单元510可以沿直线移动,例如沿直线匀速移动。

[0126] 在本文中,输送单元的移动表示输送单元自身的移动(例如在地面上的移动),例如通过轨道、滚轮等。

[0127] 根据本发明的某些实施例,输出输送单元520可以从承载装置300,例如承载装置300的承载输送单元310,接收被检查的物体(例如完成扫描的被检查的物体)。在一些实施例中,输出输送单元520还设置成能够移动接近和远离承载装置300。由此,输出输送单元520设置成可自行移动的。例如,输出输送单元520可以向承载装置300移动以接收被检查的物体。例如,在输出输送单元520接收到被检查的物体后,当输出输送单元520在其上传送被检查的物体时,输出输送单元520可以同时移动远离承载装置300。在一些实施例中,输出输送单元520可以沿直线移动,例如沿直线匀速移动。

[0128] 根据本发明的某些实施例,入口输送单元530用于将被检查的物体传送到输入输送单元510。在一些实施例中,入口输送单元530设置成保持位置固定。在一些实施例中,输入输送单元510可以在入口输送单元530 和承载装置300(例如承载装置300的承载输送单元310)之间移动。由此,输入输送单元510可以从入口输送单元530接收被检查的物体,并且通过传送和自身移动的结合将被检查的物体输送到承载装置300。

[0129] 根据本发明的某些实施例,出口输送单元540用于从输出输送单元520 接收被检查的物体。在一些实施例中,出口输送单元540设置成保持位置固定。在一些实施例中,输出输送单元520可以在承载装置300(例如承载装置300的承载输送单元310)和出口输送单元540之间移动。由此,输出输送单元520可以从承载装置300接收被检查的物体,并且通过传

送和自身移动的结合将被检查的物体输送到出口输送单元540。

[0130] 在一些实施例中,在输入输送单元510传送被检查的物体到承载装置300时或者在输出输送单元520从承载装置300接收被检查的物体时,一个或多个射线源100和探测器组件200沿旋转轴线相对于承载装置300被升高或降低到不阻碍被检查的物体到达或离开承载装置300。

[0131] 下面参照附图详细描述根据本发明的某些实施例的输送装置的操作方法。

[0132] 在输送过程中,被检查的物体首先被放置在入口输送单元530上。输入输送单元510与入口输送单元530对接。入口输送单元530承载并传送被检查的物体。由此,被检查的物体被输送至输入输送单元510上。

[0133] 然后,输入输送单元510承载并传送被检查的物体,同时输入输送单元510自身向承载装置300移动。当输入输送单元510与承载装置300对接时,输入输送单元510将被检查的物体输送到承载装置300。之后,输入输送单元510可以向入口输送单元530移动以接收下一个被检查的物体。

[0134] 当被检查的物体完成扫描后,输出输送单元520与承载装置300对接并从承载装置300接收被检查的物体。输出输送单元520承载并传送被检查的物体,同时输出输送单元520自身向出口输送单元540移动。当输出输送单元520与出口输送单元540对接时,输出输送单元520将被检查的物体输送到出口输送单元540。之后,输出输送单元520可以向承载装置300移动以接收下一个被检查的物体。

[0135] 上文描述输送装置通过输入输送单元510将被检查的物体输入到承载装置300并且通过输出输送单元520从承载装置300输出被检查的物体。但是,本发明不限于此。在一些实施例中,输送装置可以仅包括输入输送单元,其既用于输入被检查的物体到承载装置300又用于从承载装置300 输出被检查的物体。

[0136] 上文描述输送装置从入口输送单元530初始接收被检查的物体并且将被检查的物体最终输送到出口输送单元540。但是,本发明不限于此。在一些实施例中,输送装置可以从其他装置或直接从外部接收被检查的物体,或者输送装置可以将被检查的物体最终输送到其他装置或外部。

[0137] 上文描述射线源100与承载装置300相对转动以改变扫描位置。但是,本发明不限于此。根据本发明的某些实施例,射线源100与承载装置 300还可以相对平移以改变扫描位置,参见下文详述。

[0138] 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承载装置之间的相对运动。

[0139] 根据本发明的某些实施例,沿旋转轴线或承载装置300的中心轴线观察,射线源100相对于承载装置300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。

[0140] 根据本发明的某些实施例,射线源100相对于承载装置300在不同扫描位置之间的运动可以包括如下情况:沿旋转轴线或承载装置300的中心轴线观察,承载装置300运动而射线源100保持固定,或者射线源100运动而承载装置300保持固定,或者射线源100和承载装置300都运动。类似地,根据本发明的某些实施例,探测器组件200相对于承载装置300的运动可以包括如下情况:沿旋转轴线或承载装置300的中心轴线观察,承载装置300运动而

探测器组件200保持固定,或者探测器组件200运动而承载装置300保持固定,或者探测器组件200和承载装置300都运动。

[0141] 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相对于承载装置300在至少两个扫描位置之间转动。在一些实施例中,旋转轴线与竖直方向平行。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相对于承载装置300同步地在不同的扫描位置之间转动。

[0142] 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”表示沿旋转轴线或承载装置300的中心轴线观察,该射线源100的所有靶点相对于旋转轴线或承载装置300的中心轴线的角度范围。在一个射线源100相对于承载装置300从一个扫描位置转动到另一扫描位置时,该射线源100相对于承载装置300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相对于承载装置300在不同的扫描位置之间的转动可以提供相对于承载装置300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相对于承载装置300在不同的扫描位置之间的转动也可以提供相对于承载装置300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相对于承载装置300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相对于承载装置300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。

[0143] 根据本发明的某些实施例,通过一个或多个射线源100相对于承载装置300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相对于承载装置300的转动可以产生相比于固定射线源更大的扫描角度。

[0144] 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相对于承载装置300在不同的扫描位置之间的转动能够产生相对于承载装置300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。

[0145] 根据本发明的某些实施例,每个射线源100相对于承载装置300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相对于承载装置300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。

[0146] 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。

[0147] 根据本发明的某些实施例,如图7A至图9所示,每个射线源100包括间隔分布的多个靶点120。请注意,图7A至图9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。

[0148] 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可以围绕承载装置300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。

[0149] 图7A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,示出三个射线源相对于承载装置位于第一扫描位置。图7B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,示出三个射线源相对于承载装置位于第二扫描位置。图7C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,示出三个射线源相对于承载装置在第一和第二扫描位置的叠加状态。

[0150] 如图7A所示,相对于承载装置300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相对于承载装置300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,并且同时三个射线源100可以相对于承载装置300沿旋转轴线升降(例如从检查区域的上端到下端),并且使发射的X射线穿过被检查的物体(如阴影部分所示)而被探测器组件(图7A中未示出)接收到。由此,检查系统可以完成在第一扫描位置的一次扫描过程。

[0151] 在完成位于第一扫描位置的扫描过程后,三个射线源100可以围绕旋转轴线相对于承载装置300(例如沿顺时针方向)转动到第二扫描位置。如图7B所示,相对于承载装置300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相对于承载装置300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,并且同时三个射线源100可以相对于承载装置300沿旋转轴线升降(例如从检查区域的下端到上端),并且使发射的X射线穿过被检查的物体(如阴影部分所示)而被探测器组件(图7B中未示出)接收到。由此,检查系统可以完成在第二扫描位置的一次扫描过程。

[0152] 通过三个射线源100相对于承载装置300在第一扫描位置和第二扫描位置的两次扫描过程,如图7C所示,检查系统可以将第一扫描位置的扫描角度与在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相对于承载装置300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。

[0153] 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可以围绕承载装置300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。

[0154] 图8A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,示出两个射线源相对于承载装置位于第一扫描位置。图8B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,示出两个射线源相对于承载装置位于第二扫描位置。图8C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,示出两个射线源相对于承载装置位于第三扫描位置。图8D 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,示出两个射线源相对于承载装置在第一至第三扫描位置的叠加状态。

[0155] 如图8A所示,相对于承载装置300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相对于承载装置300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,并且同时两个射线源100可以相对于承载装置300沿旋转轴线升降并且发射X射线以穿过被检查的物体(如阴影部分所示)。由此,检查系统可以完成在第一扫描位置的一次扫描过程。

[0156] 在完成位于第一扫描位置的扫描过程后,两个射线源100可以围绕旋转轴线相对

于承载装置300(例如沿顺时针方向)转动到第二扫描位置。如图8B所示,相对于承载装置300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相对于承载装置300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,并且同时两个射线源100可以相对于承载装置300沿旋转轴线升降并且发射X射线以穿过被检查的物体(如阴影部分所示)。由此,检查系统可以完成在第二扫描位置的一次扫描过程。

[0157] 在完成位于第二扫描位置的扫描过程后,两个射线源100可以围绕旋转轴线相对于承载装置300(例如沿顺时针方向)转动到第三扫描位置。如图8C所示,相对于承载装置300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相对于承载装置300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,并且同时两个射线源100可以相对于承载装置300沿旋转轴线升降并且发射X射线以穿过被检查的物体(如阴影部分所示)。由此,检查系统可以完成在第三扫描位置的一次扫描过程。

[0158] 通过三个射线源100相对于承载装置300在第一至第三扫描位置的三次扫描过程,如图8D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相对于承载装置300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。

[0159] 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可以相对于承载装置300具有六个扫描位置。图9是根据本发明的某些实施例的一个射线源的示意图,示出一个射线源相对于承载装置在第一至第六扫描位置的叠加状态。一个射线源100相对于承载装置300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相对于承载装置300在第一至第六扫描位置的六次扫描过程,如图9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相对于承载装置300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。

[0160] 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相对于承载装置300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相对于承载装置300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。

[0161] 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相对于承载装置 300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。

[0162] 在示例性实施例中,一个或多个射线源100相对于承载装置300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相对于承载装置 300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相对于承载装置300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通过相对于承载装置300转动拼接出的虚拟射线源的轮廓中,相对转动前的射线源和相对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。

[0163] 根据本发明的某些实施例,检查系统构造在一个或多个射线源100 在相对于承载装置300的升降过程中,使一个或多个射线源100发射的X 射线比承载装置300的承载表面至少高出预定高度。在一些实施例中,该预定高度根据被检查的航空托盘货物的托盘厚度确定。在一些实施例中,预定高度等于航空托盘货物的托盘厚度。例如,航空托盘货物被放置在承载装置300的承载表面上。通过结合托盘厚度来控制射线源100的升降高度,射线源100发射的X射线可以不穿过或少穿过航空托盘货物的托盘,由此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。

[0164] 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。

[0165] 上文描述一个或多个射线源100相对于承载装置300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相对于承载装置300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。

[0166] 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相对于承载装置300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。

[0167] 根据本发明的某些实施例,沿承载装置300的中心轴线观察,检查系统的一个或多个射线源100可以设置成能够相对于承载装置300在至少两个扫描位置之间平移。

[0168] 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的所有靶点相对于承载装置300的中心轴线的角度范围。沿承载装置300的中心轴线观察,在一个射线源100相对于承载装置300从一个扫描位置平移到另一扫描位置时,该射线源100相对于承载装置300的中心轴线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相对于承载装置300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 相对于承载装置300在不同的扫描位置之间的平移也可以提供相对于承载装置300的中心轴线的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相对于承载装置300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。

[0169] 根据本发明的某些实施例,通过一个或多个射线源100相对于承载装置300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相对于承载装置300的平移可以产生相比于固定射线源更大的扫描角度。

[0170] 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相对于承载装置300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。

[0171] 根据本发明的某些实施例,每个射线源100相对于承载装置300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相对于承载装置300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。

[0172] 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。

[0173] 根据本发明的某些实施例,如图10A至图10C所示,每个射线源100 包括间隔分布的多个靶点120。请注意,图10A至图10C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。

[0174] 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可以围绕承载装置300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,并且设置成能够相对于承载装置300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相对于承载装置300同步地在不同的扫描位置之间平移。根据本发明的某些实施例,沿承载装置300的中心轴线观察,射线源 100相对于承载装置300的平移可以通过射线源100平移而承载装置300保持静止来实现,或者可以通过承载装置300 平移而射线源100保持静止来实现,或者可以通过射线源100和承载装置300分别平移来实现。

[0175] 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,示出三个射线源相对于承载装置位于第一扫描位置。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,示出三个射线源相对于承载装置位于第二扫描位置。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,示出三个射线源相对于承载装置在第一和第二扫描位置的叠加状态。

[0176] 在一些实施例中,沿承载装置300的中心轴线观察,三个射线源100 分别布置在检查区域的左侧、前侧和右侧,如图10A和10B所示。但是,本发明不限于此。应当理解,本文所述的能够相对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。

[0177] 如图10A所示,相对于承载装置300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相对于承载装置300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,并且同时三个射线源100可以相对于承载装置300沿旋转轴线升降(例如从检查区域的上端到下端),并且使发射的X射线穿过被检查的物体(如阴影部分所示)而被探测器组件(图10A中未示出)接收到。由此,检查系统可以完成在第一扫描位置的一次扫描过程。

[0178] 在完成位于第一扫描位置的扫描过程后,三个射线源100可以相对于承载装置300平移到第二扫描位置。如图10B所示,相对于承载装置300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相对于承载装置300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,并且同时三个射线源100可以相对于承载装置300沿旋转轴线升降并且发射X射线以穿过被检查的物体(如阴影部分所示)。由此,检查系统可以完成在第二扫描位置的一次扫描过程。

[0179] 通过三个射线源100相对于承载装置300在第一扫描位置和第二扫描位置的两次扫描过程,如图10C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相对于承载装置300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。

[0180] 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相对于承载装置300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相对于承载装置300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。

[0181] 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相对于承载装置300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。

[0182] 在示例性实施例中,为实现靶点连续,一个或多个射线源100相对于承载装置300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相对于承载装置300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通过相对于承载装置300平移拼接出的虚拟射线源的轮廓中,相对平移前的射线源和相对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。

[0183] 上文描述射线源100相对于承载装置300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还可以相对于承载装置300平移多次,即相对于承载装置300在至少三个扫描位置之间平移。

[0184] 上文描述一个或多个射线源能够相对于承载装置300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,沿旋转轴线或承载装置的中心轴线观察,



检查系统的射线源可以不转动且不平移。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不需要相对于承载装置300转动或平移,而仅需相对于承载装置300沿旋转轴线或中心轴线升降一次,而不需要往复相对升降。

[0185] 上文描述多个射线源100相对于承载装置300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可以非同步地相对于承载装置300在不同的扫描位置之间转动或平移。

[0186] 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。

[0187] 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。

[0188] 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。

[0189] 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。下面参照附图描述根据本发明的某些实施例的靶点加密的原理。

[0190] 根据本发明的某些实施例,一个或多个射线源100可以通过相对于承载装置300的局部移动来实现加密采样。在一些实施例中,沿旋转轴线或承载装置300的中心轴线观察,每个射线源100构造成能够相对于承载装置300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100可以相对于承载装置300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。

[0191] 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可以通过相对于承载装置300的一次或多次局部移动来实现靶点加密,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相对于承载装置300的局部移动可以包括转动或平移。

[0192] 下面参照附图详细描述根据本发明的某些实施例的相对于承载装置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相对于承载装置300在不同靶点位置平移为例来进行说明。

[0193] 图11A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,示出三个射线源相对于承载装置位于第一靶点位置。当三个射线源100相对于承载装置300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。

[0194] 图11B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,示出三个射线源相对于承载装置位于第二靶点位置。在完成位于第一靶点位置的扫描过程后,三个射线

源100可以相对于承载装置300移动到第二靶点位置。当三个射线源100相对于承载装置300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。

[0195] 图11C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11C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相对于承载装置300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。

[0196] 根据本发明的某些实施例,每个射线源100相对于承载装置300在相邻两个靶点位置之间的移动距离小于该射线源100相对于承载装置300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相对于承载装置300在相邻两个靶点位置之间的转动角度小于该射线源100相对于承载装置300在相邻两个扫描位置之间的转动角度。因此,射线源相对于承载装置在不同靶点位置之间的局部移动不同于射线源相对于承载装置在不同的扫描位置的相对大幅度移动。射线源相对于承载装置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,而射线源相对于承载装置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。

[0197] 在一些实施例中,每个射线源100相对于承载装置300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承载装置300的中心轴线的角度。在一些实施例中,每个射线源100相对于承载装置300在相邻两个靶点位置之间的移动距离小于该射线源100的相邻两个靶点之间的靶点间距。在一些实施例中,每个射线源100相对于承载装置300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相对于承载装置300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相对于承载装置300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。

[0198] 根据本发明的某些实施例,每个射线源100相对于承载装置300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相对于承载装置300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承载装置300的中心轴线的角度。由此,射线源100相对于承载装置300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相对于承载装置300的这种局部移动可以更有效地提高靶点密度。

[0199] 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相对于承载装置300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,然后相对于承载装置300从当前靶点位置运动到另一靶点位置。

[0200] 上文描述射线源100相对于承载装置300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还可以通过相对于承载装置300在不同靶点位置之间转动来实现靶点加密。射线源100相对于承载装置300在不同靶点位置之间的转动参照上文所述射线源100相对于承载装置300在不同的扫描位置之间的转动,在此

不再赘述。

[0201] 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。

[0202] 在步骤S10中，使被检查的物体承载于检查系统的承载装置300上并且位于检查区域中。

[0203] 在步骤S20中，使检查系统的一个或多个射线源100位于围绕承载装置300的多个扫描位置中的一个。

[0204] 在步骤S30中，使一个或多个射线源100和探测器组件200相对于承载装置300沿旋转轴线升降（相对上升或相对下降），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相对于承载装置300升降预定距离时，完成一次扫描过程。

[0205] 根据本发明的某些实施例，预定距离对应于被检查的物体的感兴趣区域的高度。在示例性实施例中，预定距离等于被检查的物体的高度。在一些实施例中，当被检查的物体是航空托盘货物时，预定距离可以等于航空托盘货物除去托盘厚度以外的高度。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。

[0206] 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。

[0207] 在步骤S40中，使一个或多个射线源100相对于承载装置300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。

[0208] 在下面的示例性实施例中参照附图以使用三个射线源100并且每个射线源100具有两个扫描位置为例来进行说明。图12A至图12D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。

[0209] 如图12A所示，使检查系统的三个射线源100位于围绕承载装置300的两个扫描位置中的第一扫描位置。三个射线源100和探测器组件200处于检查区域的上端。

[0210] 然后，使三个射线源100和探测器组件200沿旋转轴线下降，同时使三个射线源100以预定顺序发射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。如图12B所示，当三个射线源100和探测器组件200下降到检查区域的下端时，三个射线源100停止发射X射线，并且三个射线源100和探测器组件200停止下降。由此，完成在第一扫描位置的一次扫描过程。

[0211] 在完成在第一扫描位置的一次扫描过程后，如图12C所示，承载装置300带动被检查的物体围绕旋转轴线转动，并且两个射线源100和探测器组件200保持静止。由此，两个射线源100可以相对于承载装置300转动到第二扫描位置。然后，使三个射线源100和探测器组件200沿旋转轴线上行，同时使三个射线源100以预定顺序发射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。

[0212] 如图12D所示，当三个射线源100和探测器组件200上升到检查区域的上端时，三个射线源100停止发射X射线，并且三个射线源100和探测器组件200停止上升。由此，完成在第二扫描位置的一次扫描过程。

[0213] 上文以使用三个射线源100并且每个射线源100具有两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。

[0214] 在一些实施例中,每个射线源100相对于承载装置300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。

[0215] 在示例性实施例中,在步骤S40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)。

[0216] 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。

[0217] 在一些实施例中,如图12A至图12D所示的实施例,在每次一个或多个射线源100和探测器组件200相对于承载装置300升降预定距离后,一个或多个射线源100和探测器组件200相对于承载装置300停止升降。在相邻两次重复步骤S30时,即相邻两次相对升降过程中,一个或多个射线源100和探测器组件200相对于承载装置300沿相反方向被升降。由此,一个或多个射线源100和探测器组件200在每次相对于承载装置300升降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相对于承载装置300升降一个或多个射线源100和探测器组件200。

[0218] 根据本发明的某些实施例,每个射线源100相对于承载装置300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。

[0219] 在一些实施例,一个或多个射线源100和探测器组件200可以相对于承载装置300匀速直线运动来升降。在一些实施例,每次一个或多个射线源100和探测器组件200相对于承载装置300升降预定距离后,使射线源100停止发射X射线。

[0220] 在一些实施例中,检查方法重复步骤S30和S40,使得一个或多个射线源100相对于承载装置300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。

[0221] 在一些实施例中,在一个或多个射线源100在相对于承载装置300的升降过程中,使一个或多个射线源100发射的X射线比承载装置300的承载表面至少高出预定高度。在一些实施例中,该预定高度根据被检查的航空托盘货物的托盘厚度确定。在一些实施例中,预定高度等于航空托盘货物的托盘厚度。例如,航空托盘货物被放置在承载装置300的承载表面上。通过结合托盘厚度来控制射线源100的相对升降高度,射线源100发射的X射线可以不穿过或少穿过航空托盘货物的托盘,由此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。

[0222] 在一些实施例中,检查方法还包括在步骤S30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相对于承载装置300移动到多个靶点位置中的一个并重复步骤S30。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相对于承载装置300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。

[0223] 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。

[0224] 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。

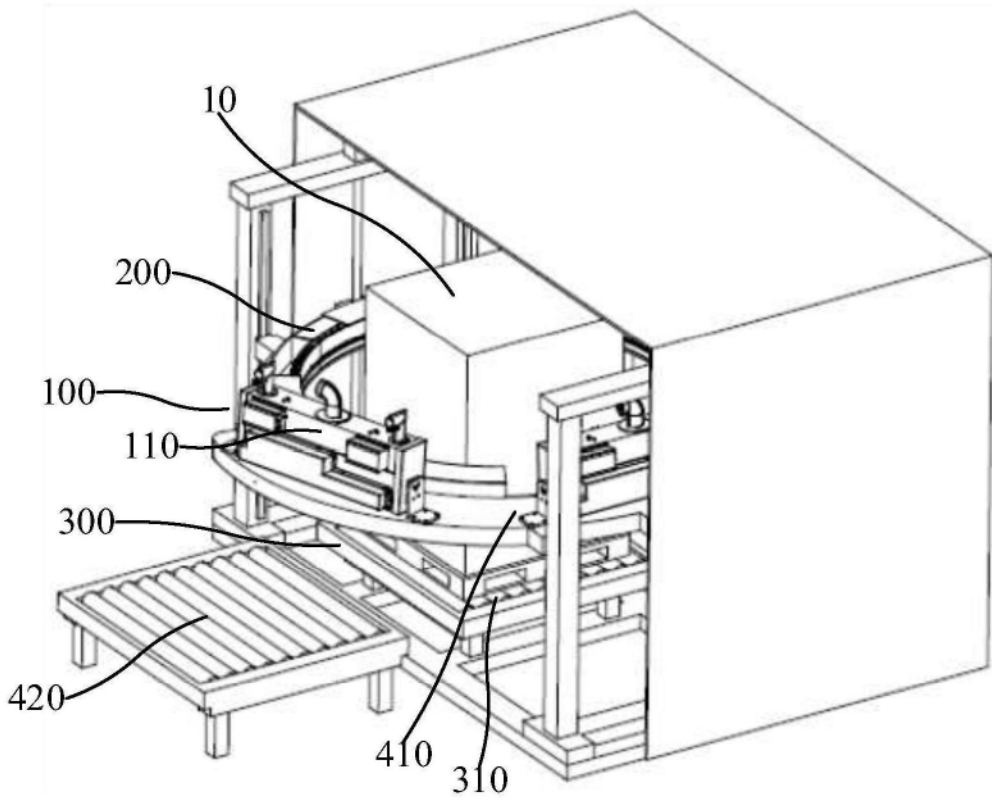


图1

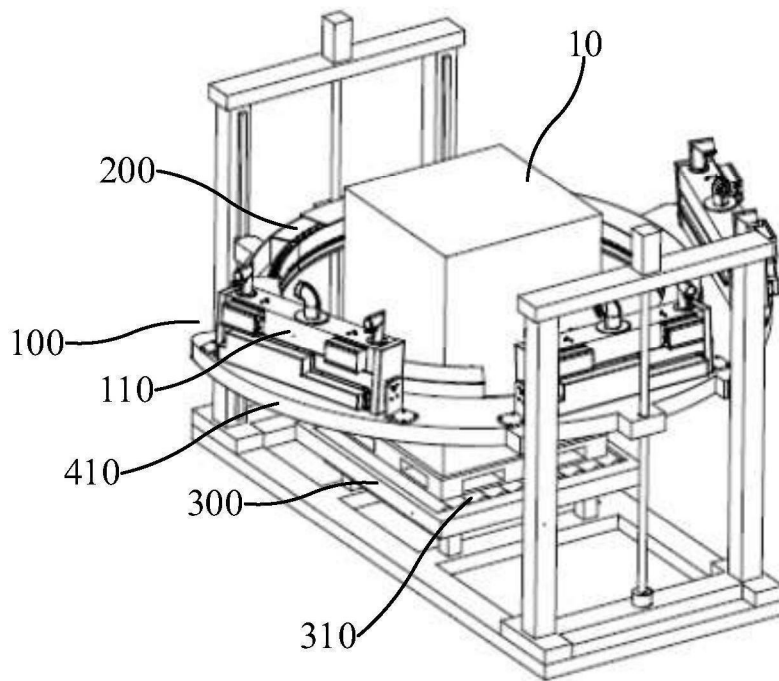


图2

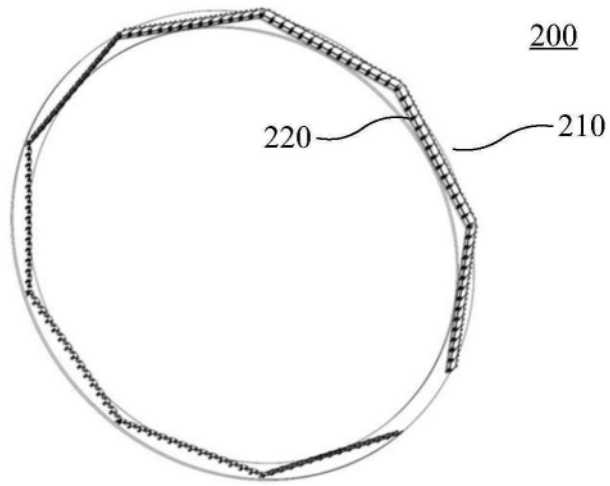


图3

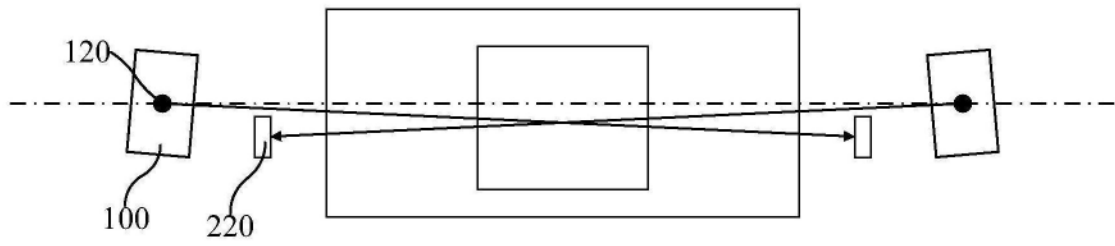


图4

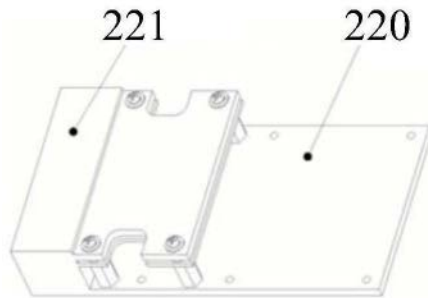


图5

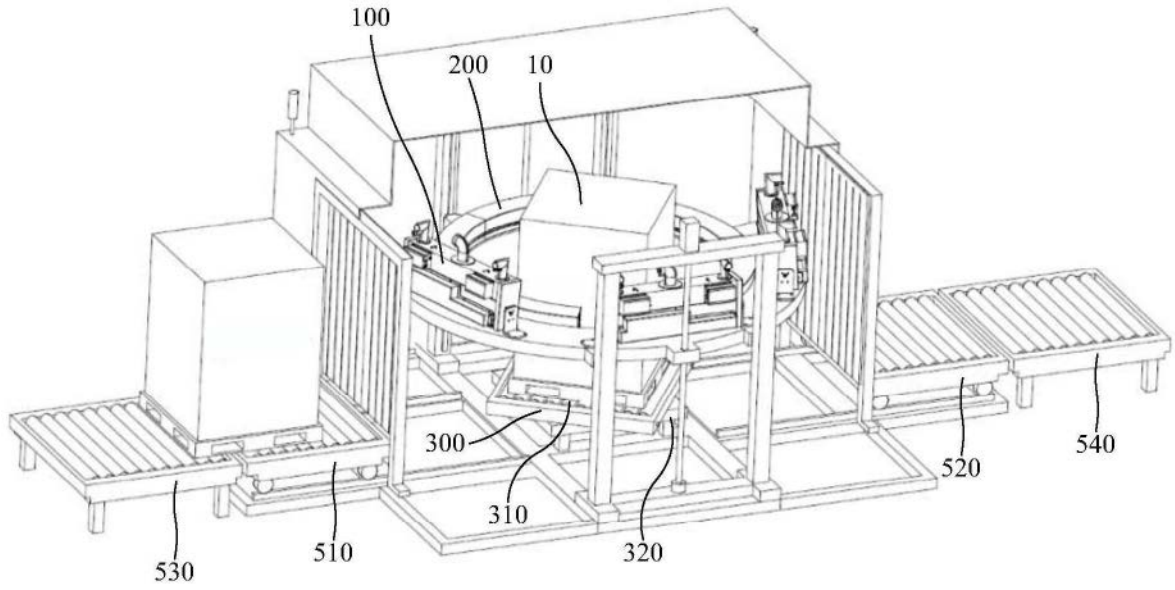


图6

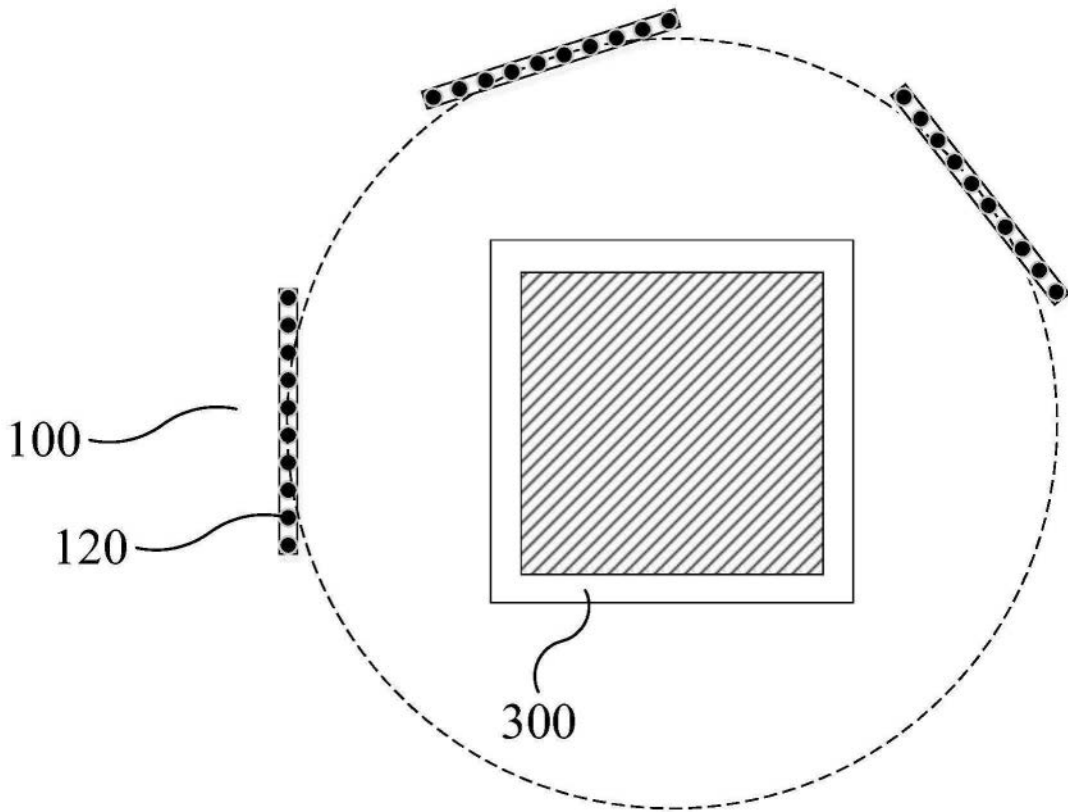


图7A



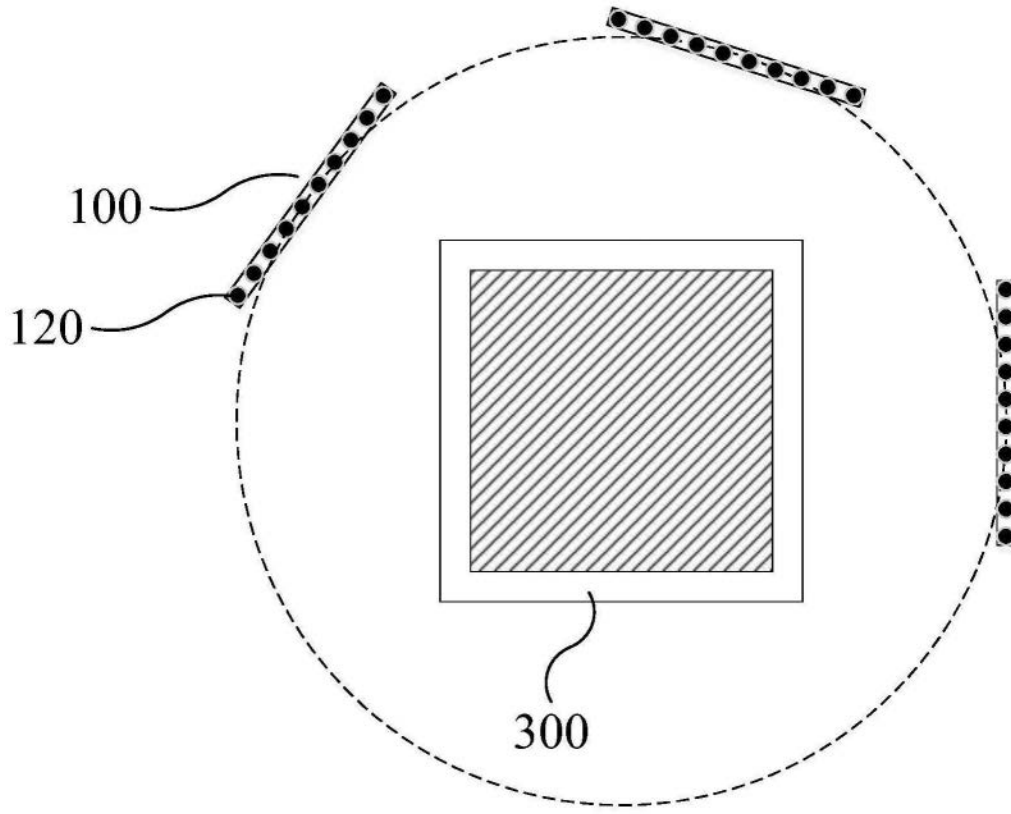


图7B

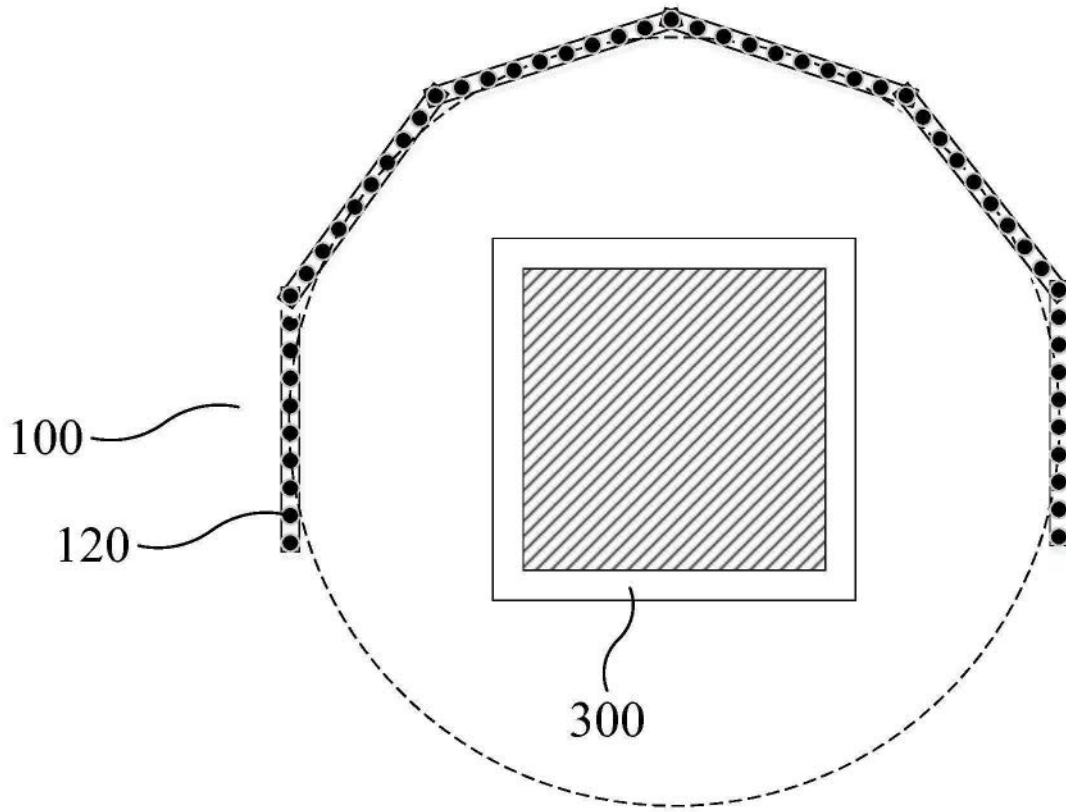


图7C

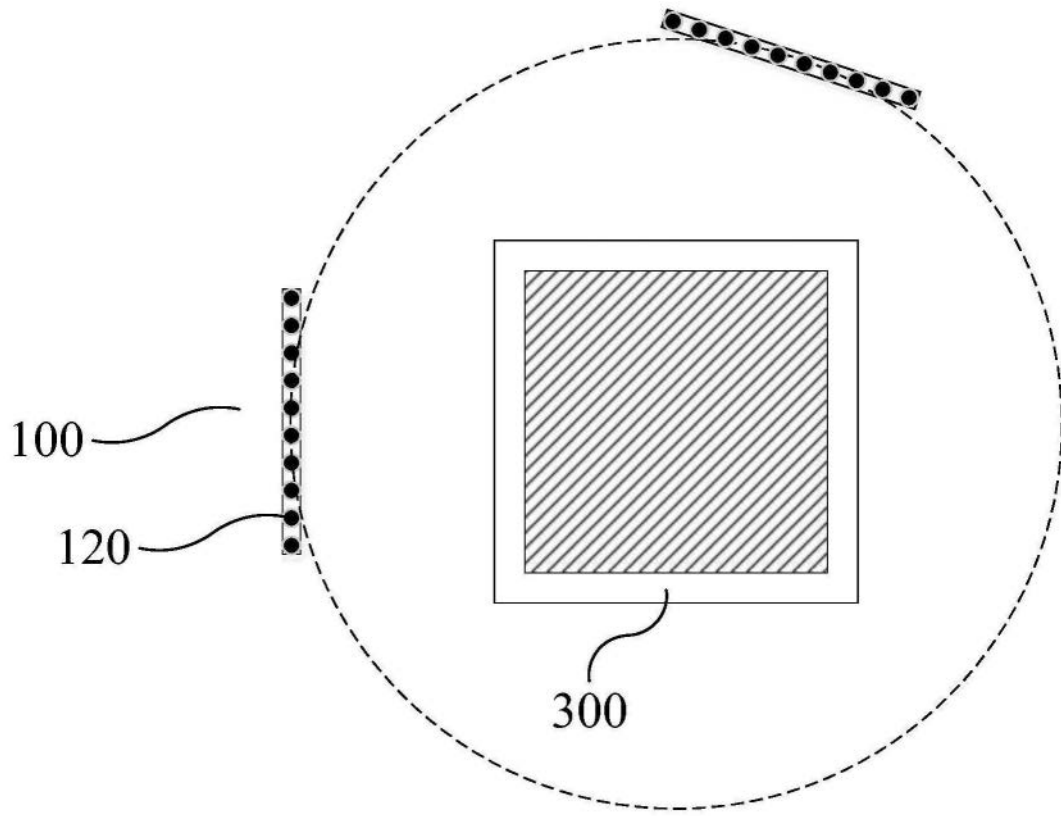


图8A

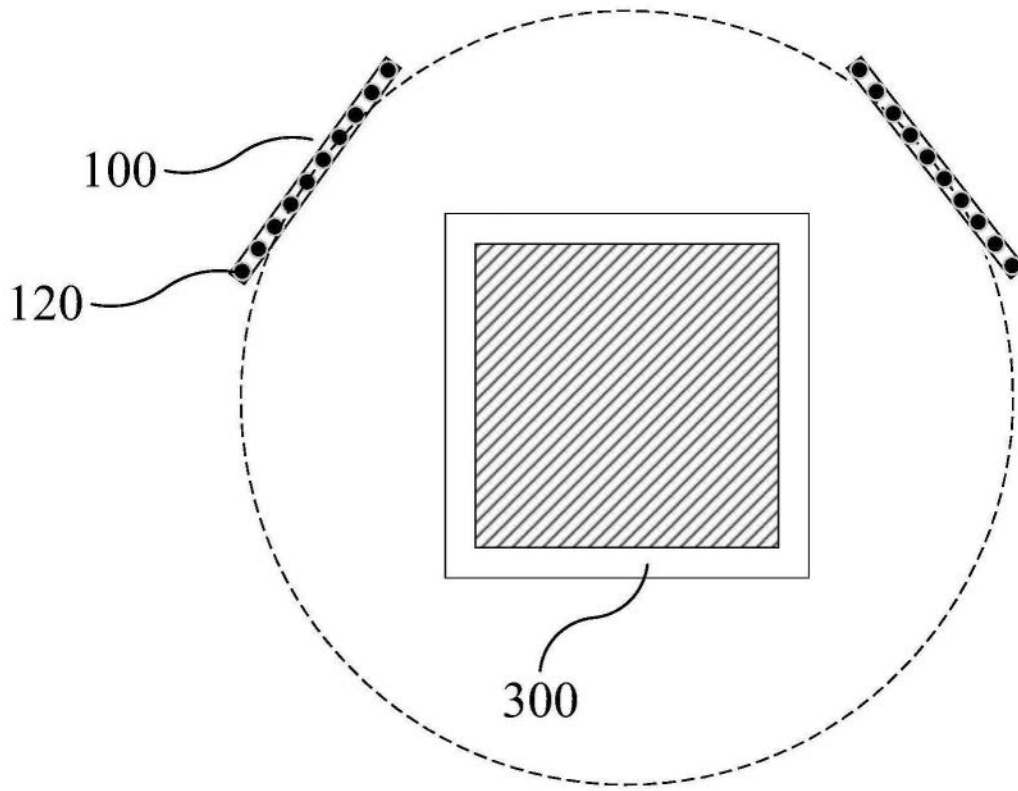


图8B

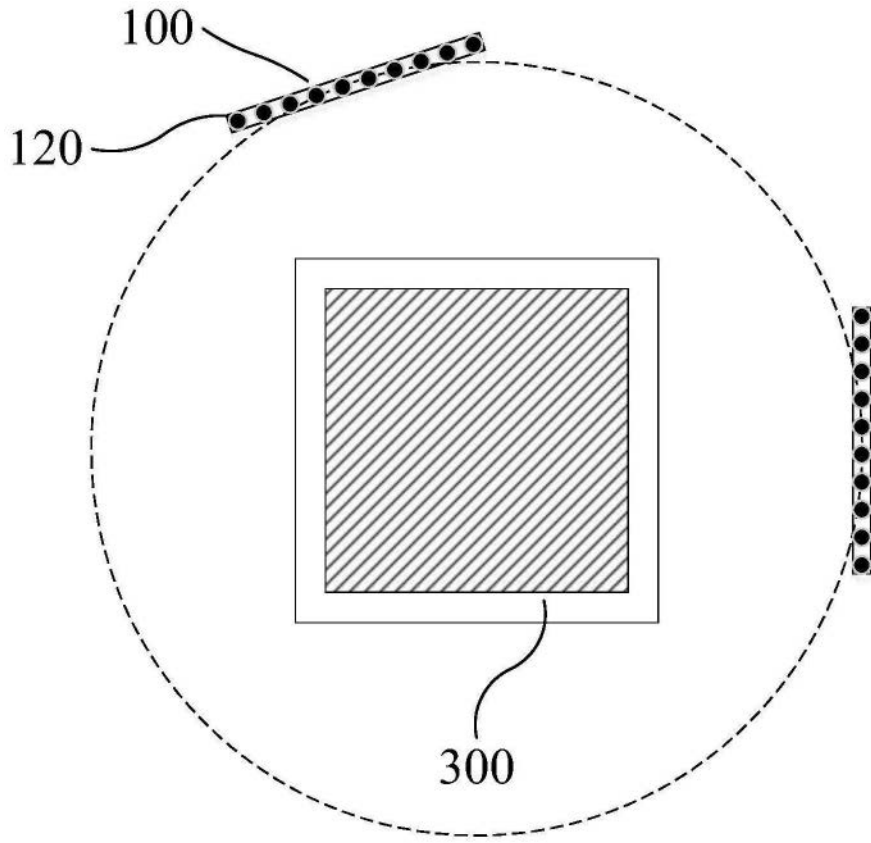


图8C

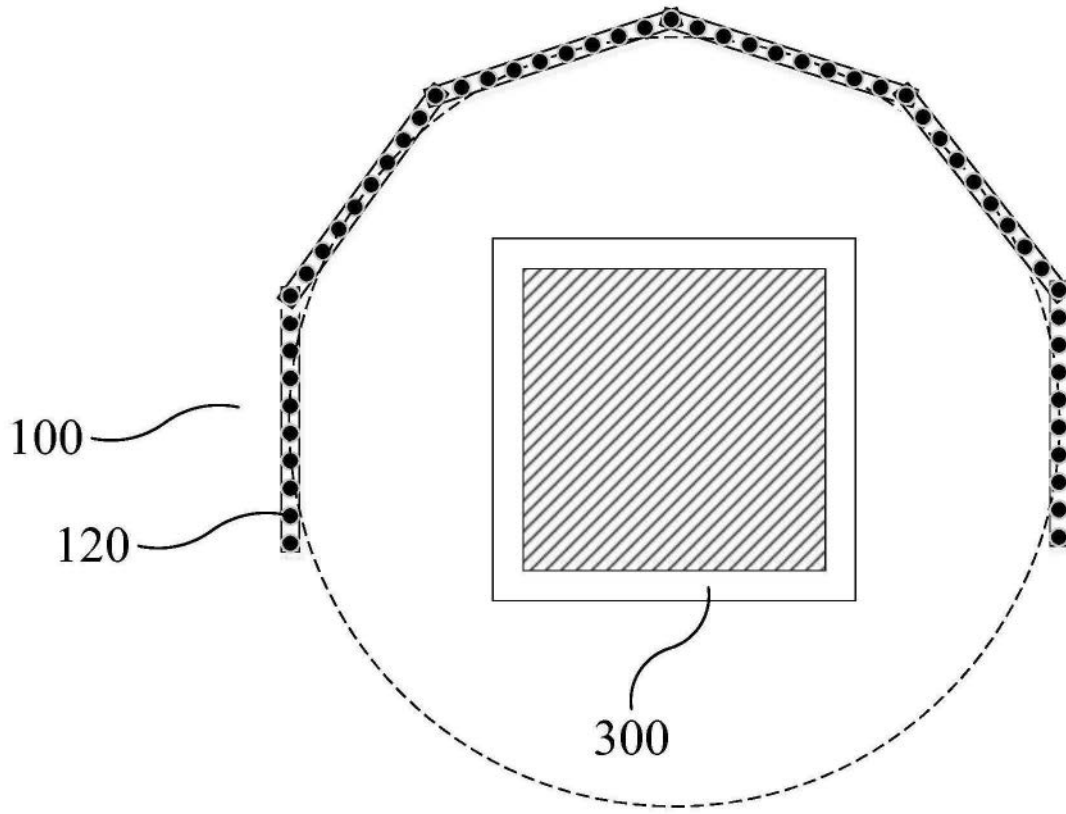


图8D

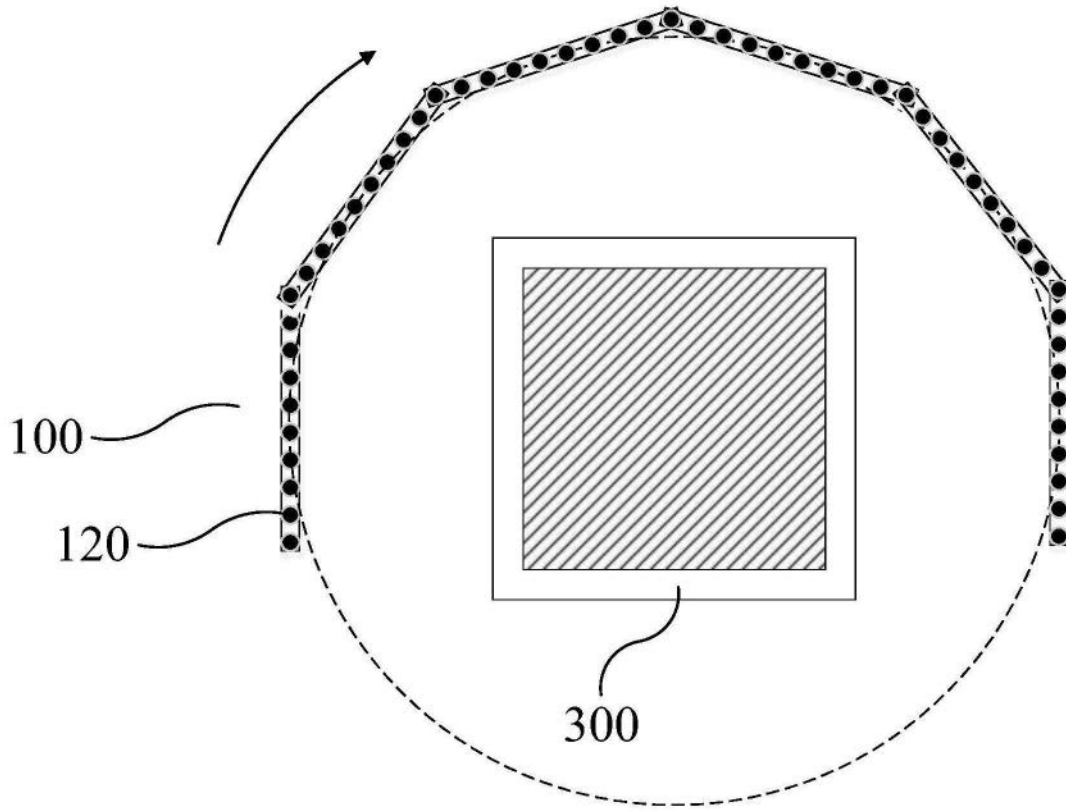


图9

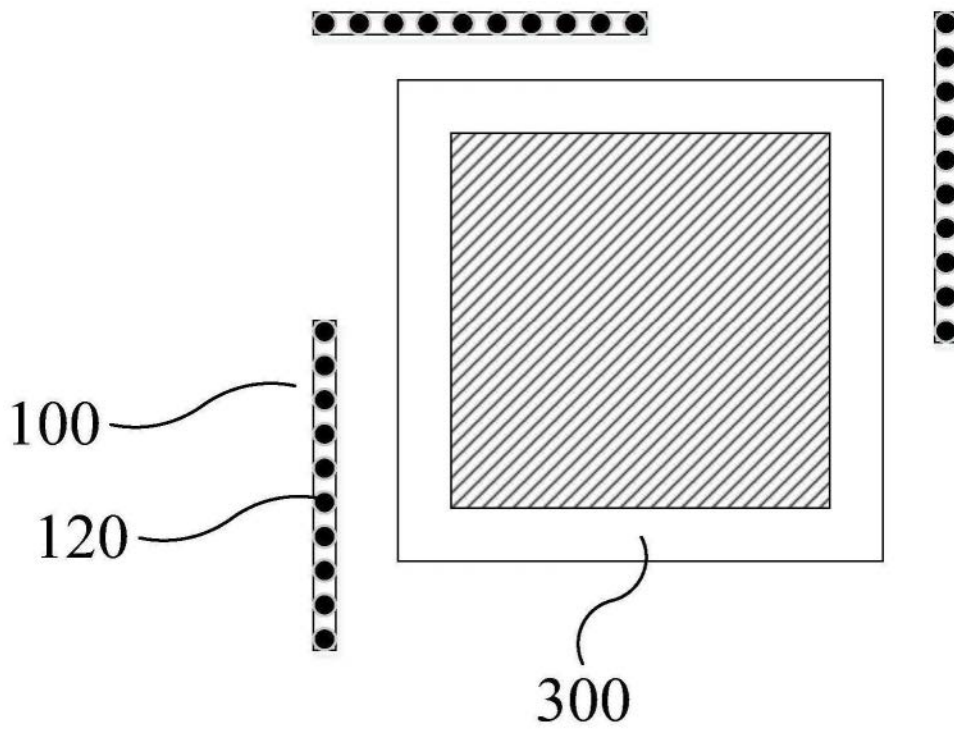


图10A

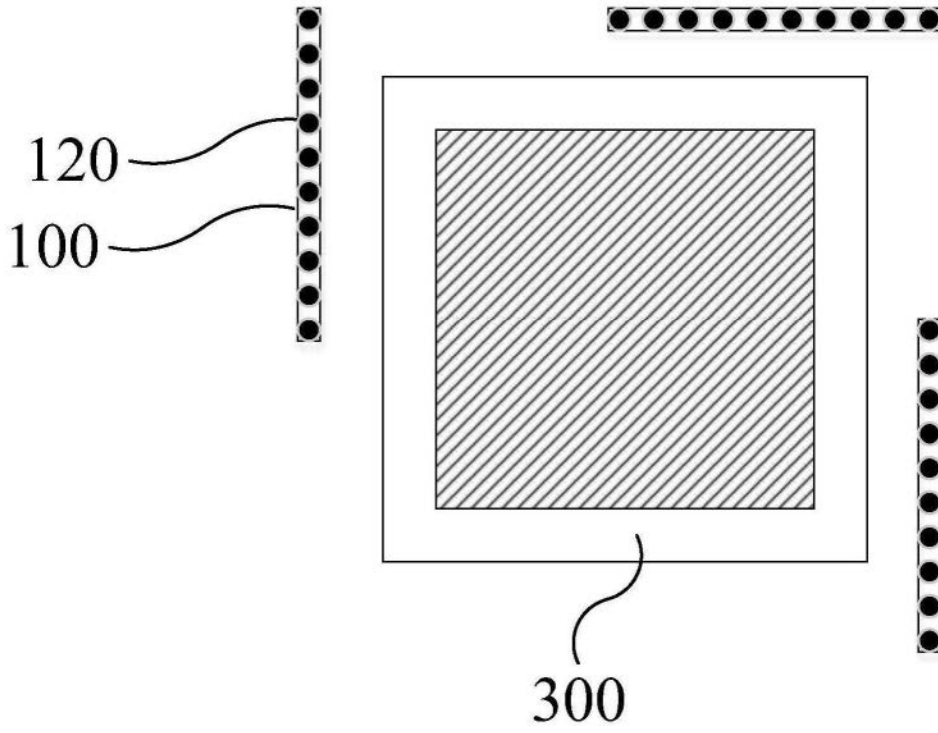


图10B

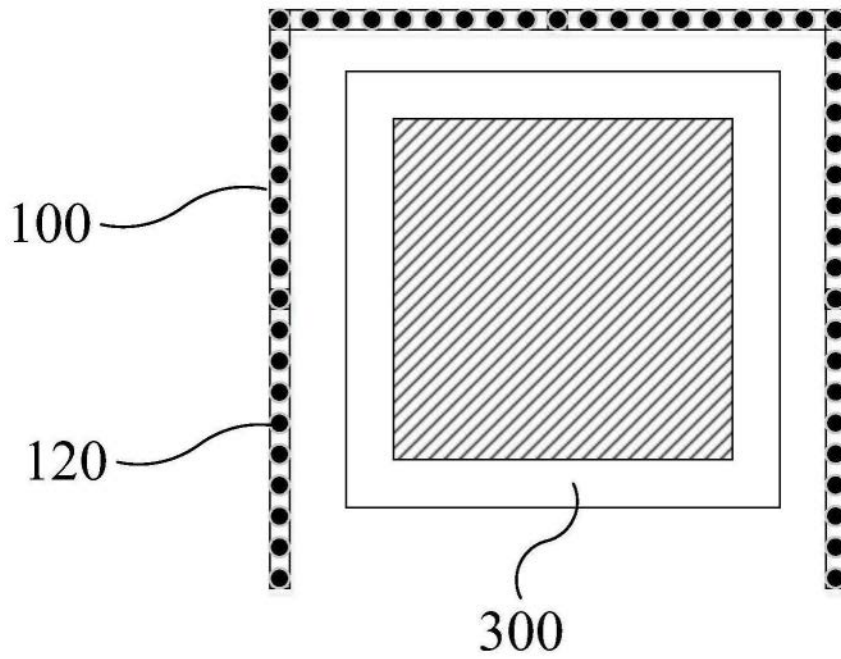


图10C



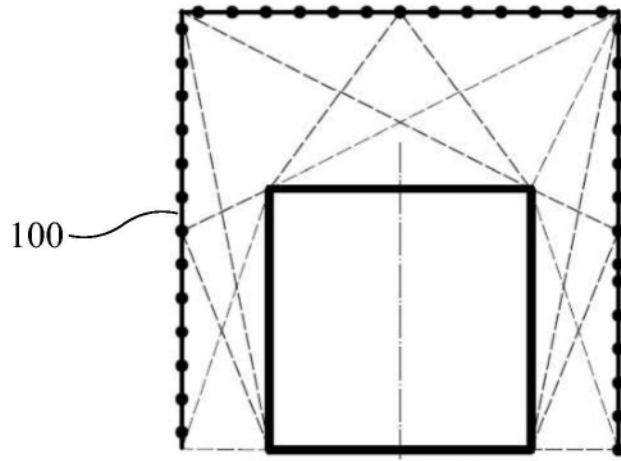


图11A

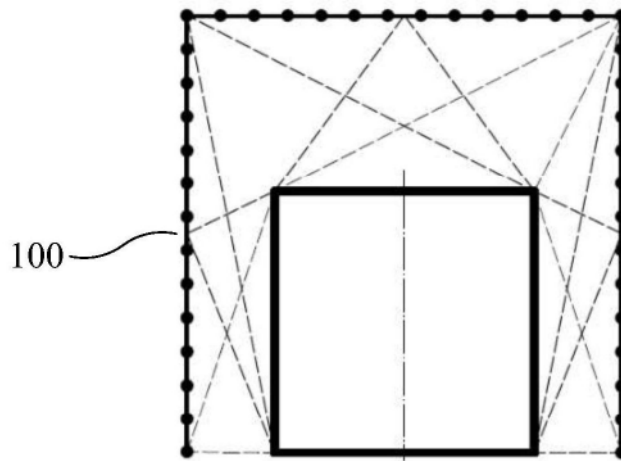


图11B

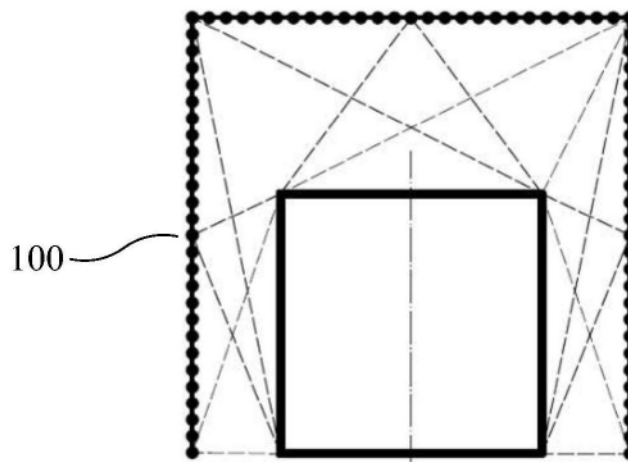


图11C

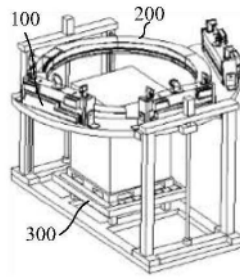


图12A

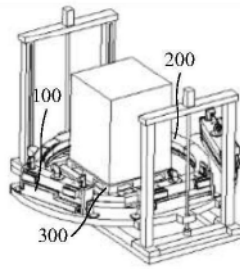


图12B

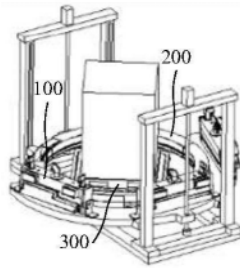


图12C

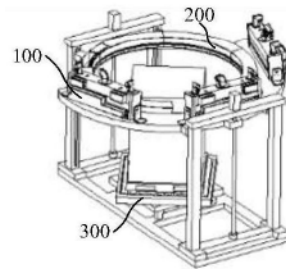


图12D