

用于物品安全检查的扫描成像系统及其成像方法

5 本申请要求于 2017 年 09 月 26 日提交中国专利局、申请号为 2017108826333、申请名称为“用于物品安全检查的扫描成像系统及其成像方法”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

10 本申请涉及辐射成像领域，尤其涉及一种用于物品安全检查的扫描成像系统及其成像方法。

背景技术

15 目前，安全问题日益受到重视，各公共场所均设置有多种安检设备。安检人员可以从待测物品的透射图像中辨识出危险物品。待测物品的透射图像包括二维图像和三维图像。其中，三维图像的辨识度较高，能够消除二维图像沿厚度方向存在的图像重叠问题。

现阶段，三维图像的成像方法主要基于直线扫描模式，具有结构简单的优势。该基于直线扫描模式的成像方法为：将射线源固定于扫描通道的一侧，使待测物品相对于射线源折线移动，并利用接收的待测物品的不同折线角度的透射数据，对待测物品的内部结构进行图像重建。

20 但是，本申请的发明人发现，现有技术中的基于直线扫描模式的重建图像存在沿射线源锥角方向的数据不完备的问题，导致待测物品的重建图像中存在伪影。

发明内容

25 本发明实施例提供了一种用于物品安全检查的扫描成像系统及其成像方法，能够解决沿射线源锥角方向的数据不完备的问题，从而能够消除待测物品的重建图像中的伪影。

第一方面，本发明实施例提供了一种用于物品安全检查的扫描成像系统，包括：传送单元，用于使所述物品沿所述传送单元的传送方向移动；

30 多个射线源，所述多个射线源位于所述传送单元一侧，且沿与所述传送单元所在平面相垂直的方向依次设置，所述多个射线源交替发出射线束以形成扫描区域；

位于所述传送单元另一侧的线性探测器阵列，所述线性探测器阵列用于探测在所述物品穿过所述扫描区域的过程中，所述多个射线源发出的射线束透过所述物品后形成的第一投影图像；

35 成像单元，所述成像单元用于根据所述多个射线源的第一投影图像，得到所述物品的第一重建图像。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述多个射线源被设置为使得所述多个射线源所在的垂直线在所述线性探测器阵列上的投影位于所述线性探测器阵列的中间位置。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述线性探测器阵列包括沿所述传送单元的传送方向依次设置的多个线阵探测器，所述多个线阵探测器用于分别探测在所述物品穿过所述扫描区域的过程中，所述多个射线源发出的射线束透过所述物品后形成的第一投影图像。

- 5 在第一方面的一种可能的实施方式中，所述多个线阵探测器被设置为围绕所述多个射线源所在的垂直线向心排列。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述扫描成像系统还包括位于所述传送单元的一端或两端的旋转单元，所述旋转单元用于在所述物品穿过所述扫描区域并移动至所述传送单元的端侧时，使所述物品旋转预设角度；

- 10 其中，所述传送单元还用于使旋转后的物品再次穿过扫描区域；

所述线性探测器阵列还用于探测在所述物品再次穿过所述扫描区域的过程中，所述多个射线源发出的射线束透过所述旋转后的物品后形成的第二投影图像；

所述成像单元还用于根据所述多个射线源的第一投影图像和第二投影图像，得到所述物品的第二重建图像。

- 15 在第一方面的一种可能的实施方式中，所述扫描成像系统还包括脉冲发生器，所述脉冲触发器用于产生控制所述多个射线源交替发出射线束的触发脉冲序列。

在第一方面的一些实施例，所述触发脉冲序列的一个周期内包括与所述多个射线源一一对应的触发脉冲信号，所述触发脉冲信号用于控制对应的射线源发出具有相同能量的射线束。

- 20 在第一方面的一种可能的实施方式中，所述触发脉冲序列的一个周期内包括与所述多个射线源一一对应的触发脉冲信号组，所述触发脉冲信号组包括第一触发脉冲信号和第二触发脉冲信号，所述第一触发脉冲信号和所述第二触发脉冲信号用于控制对应的射线源依次发出具有第一能量的第一子射线束和具有第二能量的第二子射线束。

- 25 在第一方面的一种可能的实施方式中，所述扫描成像系统还包括分解单元，所述分解单元用于从所述第一投影图像中分解出与所述第一子射线束和所述第二子射线束分别对应的第一子投影图像和第二子投影图像；

其中，所述成像单元还用于根据所述第一子投影图像和所述第二子投影图像，得到所述物品的第一重建图像。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述射线源为加速度射线源。

- 30 第二方面，本发明实施例提供了一种用于物品安全扫描的扫描成像方法，应用于如上所述的用于物品安全扫描的扫描成像系统，所述扫描成像方法包括：

使所述多个射线源交替发出射线束以形成扫描区域；

使所述传送单元带动所述物品沿传送方向移动，并使所述物品穿过所述扫描区域；

- 35 由所述线性探测器阵列探测在所述物品穿过所述扫描区域的过程中，所述多个射线源的射线束透过所述物品后形成的第一投影图像；

由所述成像单元根据所述多个射线源的第一投影图像，得到所述物品的第一重建图像。

在第二方面的一种可能的实施方式中，所述线性探测器阵列包括沿所述传送单元的传送方向依次设置的多个线阵探测器，所述扫描成像方法还包括：由所述多个线阵

探测器分别探测在所述物品在穿过所述扫描区域的过程中，所述多个射线源的射线束透过所述物品后形成的第一投影图像。

- 在第二方面的一种可能的实施方式中，所述由所述成像单元根据所述多个射线源的第一投影图像，得到所述物品的第一重建图像的步骤包括：利用 CT 重建算法对所述
- 5 多个射线源的第一投影图像进行图像重建，得到所述物品的第一重建图像。

在第二方面的一种可能的实施方式中，所述扫描成像系统还包括位于所述传送单元的一端或两端的旋转单元，所述成像方法还包括：

- 在所述物品穿过所述扫描区域并移动至所述传送单元的端侧时，由所述旋转单元使所述物品旋转预设角度；
- 10 由所述传送单元带动所述旋转后的物品再次穿过所述扫描区域；
- 由所述线性探测器阵列探测在所述旋转后的物品再次穿过所述扫描区域的过程中，所述多个射线源的射线束透过所述旋转后的物品后形成的第二投影图像；

由所述成像单元根据所述多个射线源的第一投影图像和第二投影图像，得到所述物品的第二重建图像。

- 15 在第二方面的一种可能的实施方式中，所述扫描成像系统还包括脉冲触发器，在所述使所述多个射线源交替发出射线束以形成扫描区域的步骤之前，所述扫描成像方法还包括：由所述脉冲触发器产生用于控制所述多个射线源交替发出射线束的触发脉冲序列。

- 在第二方面的一种可能的实施方式中，所述触发脉冲序列的一个周期内包括与所
- 20 述多个射线源一一对应的触发脉冲信号，所述触发脉冲信号用于控制对应的射线源发出具有相同能量的射线束。

- 在第二方面的一种可能的实施方式中，所述触发脉冲序列的一个周期内包括与所
- 述多个射线源一一对应的触发脉冲信号组，所述触发脉冲信号组包括第一触发脉冲信号和第二触发脉冲信号，所述第一触发脉冲信号和所述第二触发脉冲信号用于控制对
- 25 应的射线源依次发出具有第一能量的第一子射线束和具有第二能量的第二子射线束。

在第二方面的一种可能的实施方式中，所述扫描成像系统还包括分解单元，所述由所述成像单元根据所述多个射线源的第一投影图像，得到所述物品的第一重建图像的步骤，包括：

- 由所述成像单元从所述第一投影图像中分解出与所述第一子射线束和所述第二子
- 30 射线束分别对应的第一子投影图像和第二子投影图像；

由所述成像单元根据所述第一子投影图像和所述第二子投影图像，得到所述物品的第一重建图像。

- 根据本发明实施例的用于物品安全检查的扫描成像系统，在对物品进行安全检查时，可以由传送单元使物品沿传送单元的传送方向移动，并穿过与传送单元所在平面
- 35 相垂直的方向依次设置的多个射线源交替发出射线束形成的扫描区域；接着由线性探测器阵列探测在物品穿过扫描区域的过程中，多个射线源发出的射线束透过物品后形成的第一投影图像；然后由成像单元根据多个射线源的第一投影图像，得到物品的第一重建图像。由于多个射线源分布在不同高度位置处，使得成像单元可以在一次扫描过程中可以得到对应于不同高度位置处的沿多个射线源锥角方向的多组数据，从而解

决了现有技术中沿射线源锥角方向的数据不完备的问题，进而能够消除待检查物品的重建图像中的伪影。

附图说明

- 5 图 1 为本发明实施例提供的用于物品安全检查的扫描成像系统的立体结构的示意图；
- 图 2 为本发明实施例提供的用于物品安全检查的扫描成像系统的俯视图；
- 图 3 为本发明一实施例提供的用于物品安全检查的扫描成像系统的沿图 2 中的 0-0 面的剖视图；
- 10 图 4 为本发明另一实施例提供的用于物品安全检查的扫描成像系统的沿图 2 中的 0-0 面的剖视图；
- 图 5 为本发明实施例提供的多个线阵探测器的布置示意图；
- 图 6 为现有技术中射线源发出的射线束斜入射晶体的示意图；
- 图 7 为本发明实施例提供的射线源发出的射线束斜入射晶体的示意图；
- 15 图 8 为本发明实施例提供的用于物品安全检查的扫描成像系统的工作流程示意图之一；
- 图 9 为本发明实施例提供的用于物品安全检查的扫描成像系统的工作流程示意图之二；
- 图 10 为本发明实施例提供的用于物品安全检查的扫描成像系统的工作流程示意图之三；
- 20 图 11 为现有技术中的基于直线扫描轨迹的成像系统生成的待检查物品的图像；
- 图 12 为采用本发明实施例提供的扫描成像系统生成的待检查物品的图像；
- 图 13 为本发明一实施例提供触发脉冲序列的示意图；
- 图 14 为本发明另一实施例提供的触发脉冲序列的示意图；
- 25 图 15 为本发明又一实施例提供的触发脉冲序列的示意图；
- 图 16 为本发明一实施例提供的用于物品安全检查的扫描成像系统的成像方法的流程示意图；
- 图 17 为本发明另一实施例提供的用于物品安全检查的扫描成像系统的成像方法的流程示意图；
- 30 图 18 为本发明又一实施例提供的用于物品安全检查的扫描成像系统的成像方法的流程示意图。

具体实施方式

- 35 下面将详细描述本发明实施例的各个方面的特征和示例性实施例。在下面的详细描述中，提出了许多具体细节，以便提供对本发明实施例的全面理解。

本发明实施例提供的用于物品安全检查的扫描成像系统及其成像方法，适用于在各公共场所中对物品进行安全检查，能够获得物体内部衰减系数分布图并自动识别危险品，且在大型物品（比如集装箱）的安全检查方面具有优势。

图 1 为本发明实施例提供的用于物品安全检查的扫描成像系统的结构示意图。图

1 中的扫描成像系统包括：传送单元 101、多个射线源 102、线性探测器阵列 103 和成像单元（图中未示出）。

其中，传送单元 101 用于使物品沿传送单元 101 的传送方向（如图 1 中箭头指示方向）移动。示例性地，传送单元 101 的实现形式可以是皮带传送，也可以是链条传
5 送、齿轮传送或者其他的传动方式，此处不进行限制。通常，待检测物品被放置于传送单元 101 的上方。需要说明的是，传送单元 101 的动力机构能够支持单向传送，也能够支持双向传送。

多个射线源 102，多个射线源 102 位于传送单元 101 一侧，且沿与传送单元 101 所在平面相垂直的方向依次设置，即多个射线源 102 分布在垂直线上的不同高度位置
10 处。多个射线源 102 交替发出射线束以形成扫描区域。示例性地，射线源 102 可以为加速度射线源 102，加速度射线源 102 的能量可以调节，且穿透力强。

线性探测器阵列 103 位于传送单元 101 另一侧，与多个射线源 102 相对设置。线性探测器阵列 103 用于探测在物品穿过扫描区域的过程中，多个射线源 102 发出的射线束透过物品后形成的第一投影图像。其中，多个射线源 102 发出的射线束透过物品
15 后会发生衰减，即被物品部分吸收，形成衰减后的第一投影图像。

其中，每个射线源 102 发出的射线束对应一组第一投影图像，多个射线源 102 发出的射线束可对应多组第一投影图像。

成像单元，成像单元用于根据多个射线源 102 的第一投影图像，即多组第一投影图像，得到物品的第一重建图像。示例性地，可以利用 CT 重建算法对多个射线源 102
20 的第一投影图像进行图像重建，得到物品的第一重建图像。其中，第一重建图像可以为衰减系数分布图、原子序数图和/或电子密度图等图像。CT 重建算法可以采用迭代重建算法，比如代数重建技术和统计迭代算法等。

由上所述，根据本发明实施例的用于物品安全检查的扫描成像系统，在对物品进行安全检查时，可以由传送单元 101 使物品沿传送单元 101 的传送方向移动，并穿过
25 与传送单元 101 所在平面相垂直的方向依次设置的多个射线源 102 交替发出射线束形成的扫描区域；接着由线性探测器阵列 103 探测在物品穿过扫描区域的过程中，多个射线源 102 发出的射线束透过物品后形成的第一投影图像；然后由成像单元根据多个射线源 102 的第一投影图像，得到物品的第一重建图像。由于多个射线源 102 分布在
30 不同高度位置处，使得成像单元可以在一次扫描过程中可以得到对应于不同高度位置处的沿多个射线源 102 锥角方向的多组数据，从而解决了现有技术中沿射线源 102 锥角方向的数据不完备的问题，进而能够消除待检查物品 104 的重建图像中的伪影。

在一优选示例中，参看图 2，多个射线源 102 被设置为使得多个射线源 102 所在的垂直线在线性探测器阵列 103 上的投影位于线性探测器阵列 103 的中间位置。将多个射线源 102 按照图 2 展示的方式排布，其中 AC 和 AB 的距离相等，由于射线剂量衰
35 减是与距离平方成反比，如此设置，可以使得探测到的与多个射线源 102 对应的多组第一投影图像（即投影数据）之间不存在明显的噪声差异，提高了用于成像的投影数据的一致性和准确度。

为了在高度方向上完全覆盖被检测物品，可以根据射线源 102 与线性探测器阵列 103 之间的距离来确定射线源 102 的数量。比如可以在距离线性探测器阵列 103 较近

的位置处布置较多数量射线源 102，也可以在距离线性探测器阵列 103 较远的位置处布置较少数量射线源 102。

示例性地，参看图 3 和参看图 4，其中 D 点用于指示检测物品的高度，图 3 中的射线源 102 所在的垂直线到线性探测器阵列 103 之间的距离小于图 4 中的相应距离，
5 为了在高度方向上完全覆盖待检查物品 104，即覆盖 D 点，图 3 中需要设置至少三个射线源 102，而图 4 中只需要设置至少两个射线源 102 即可。

根据本发明的实施例，线性探测器阵列 103 可以为包括沿传送单元 101 的传送方向依次设置的多个线阵探测器 1031（参看图 1），多个线阵探测器 1031 用于分别探测在物品穿过扫描区域的过程中，多个射线源 102 发出的射线束透过物品后形成的第一
10 投影图像。与面阵探测器相比，多个线阵探测器 1031 的设置更加灵活且成本更低。

在一示例性中，射线源 102 的数量为 M，线性探测器阵列 103 中的线阵探测器 1031 的数量为 N，M 和 N 均为大于等于 2 的正整数。其中，每一个线阵探测器 1031 可以采集到每一个射线源 102 发出的射线束的某一角度下的透射图像，也就是一幅投影数据，则一次扫描过程中可以得到 $M \times N$ 幅投影数据。

15 在一优选示例中，多个线阵探测器 1031 被设置为围绕多个射线源 102 所在的垂直线向心排列。图 5 为多个线阵探测器 1031 的俯视图。图 5 中示出的每个线阵探测器 1031 均设置为向射线源 102 所在的垂直线发生偏转。

其中，每个线阵探测器 1031 可以设置为由多个子探测器沿高度方向堆叠组成，每个子探测器之间可以留有缝隙，也可以是无缝连接。示例性地，每个子探测器可以为
20 长方形晶体。此处，将每个长方形晶体的朝向射线源 102 的面称为光接收面，或者将每个线阵探测器 1031 整体朝向射线源 102 的面称为光接收面。那么射线源 102 发出的射线束会穿过光接收面进入每个长方形晶体内部，在被长方形晶体部分吸收后生成衰减后的投影图像。进一步地，上述“多个线阵探测器 1031 被设置为围绕多个射线源 102 所在的垂直线向心排列”可以进一步描述为多个线阵探测器 1031 被设置为使每个
25 线阵探测器 1031 的光接收面的垂直线经过多个射线源 102 所在的垂直线或者与多个射线源 102 所在的垂直线相交。

图 6 为现有技术中射线源 102 发出的射线束斜入射晶体的示意图。由图 6 可知，射线束斜入射晶体时，穿过晶体的厚度（虚线 601）远小于实际晶体厚度，晶体等效面积（虚线段 602）远大于晶体的光接收面的实际面积。

30 图 7 为本发明实施例的射线源 102 发出的射线束垂直入射晶体的示意图。由图 7 可知，射线束垂直入射晶体时，穿过晶体的厚度（虚线 701）等于晶体厚度，晶体等效面积等于晶体的光接收面的实际面积。

因此，与现有技术中的斜入射晶体的方式相比，本发明实施例中的垂直入射晶体的方式，一方面，能够使得有效穿过晶体的厚度增加，从而提高射线束的穿透力，进而使得探测到的投影图像所携带的投影数据更加全面；另一方面，能够使得等效晶体
35 面积等于光接收面的实际面积，从而提高射线束的空间分辨率，进而使得探测到的投影图像所携带的投影数据的分辨率更高。

根据本发明的实施例，扫描成像系统还包括位于传送单元 101 的一端或两端的旋转单元 901（参看图 9），旋转单元 901 用于在物品穿过扫描区域并移动至传送单元

101 的端侧时，使物品旋转预设角度。

其中，传送单元 101 还用于使旋转后的物品再次穿过扫描区域；线性探测器阵列 103 还用于探测在物品再次穿过扫描区域的过程中，多个射线源 102 发出的射线束透过旋转后的物品后形成的第二投影图像；成像单元还用于根据多个射线源 102 的第一
5 投影图像和第二投影图像，得到物品的第二重建图像。

需要说明的是，待检查物品 104 旋转预设角度并穿过扫描区域的步骤可以为多次。通常，在一次检查中物品穿过扫描区域的次数越多，则物品被照射的角度越全面，从而得到的重建图像的质量也越高。

在一示例中，如果在一次检查中物品穿过扫描区域的次数为两次，则为使待检查
10 物品得到全面照射，可以使物品旋转的预设角度范围设置为 $90^{\circ} \pm 10^{\circ}$ 。

在另一示例中，如果在一次检查中物品穿过扫描区域的次数为 N 次，N 为正整数，则为使待检查物品得到全面照射，可以使物品旋转的预设角度范围设置为 $(180/N)^{\circ} \pm 10^{\circ}$ 。

根据本发明的实施例，扫描成像系统还包括通道，通道主要提供辐射防护屏蔽功
15 能，在通道的出口和入口均设置有屏蔽门，且传送单元 101 被设置为从通道中穿过。

下面对本发明实施例的扫描成像系统的工作过程进行详细说明，具体可以参看图 8 至图 10，扫描成像系统的工作步骤如下：

将待检查物品 104 固定在传送单元 101 上，使物品沿传送单元 101 的传送方向移动（参看图 8）；

20 由沿竖直方向分布的多个射线源 102 交替出束形成扫描区域；

由线性探测器阵列 103 探测在物品穿过扫描区域的过程中，多个射线源 102 发出的射线束透过物品后形成的第一投影图像；

当待检查物品 104 运动到传送单元 101 的端侧时，由设置于端侧的旋转单元 901 将待检查物品 104 旋转预设角度（参看图 9）；

25 由传送单元 101 带动旋转后的待检查物品 104 再次穿过扫描区域（参看图 10）；

由线性探测器阵列 103 探测在待检查物品 104 再次穿过扫描区域的过程中，多个射线源 102 发出的射线束透过物品后形成的第二投影图像；由成像单元根据多个射线源 102 的第一投影图像和第二投影图像，得到物品的第二重建图像。

为了更直观地展示本发明实施例的扫描成像系统的效果，可以参看图 11 和图 12。

30 图 11 为现有技术中的基于直线扫描轨迹的成像系统生成的待检查物品 104 的图像，注意箭头所指位置，发现在图像的上方和下方都存在明显的锥角伪影。

图 12 为采用本发明实施例的扫描成像系统生成的待检查物品 104 的图像，发现锥角伪影得到有效限制，且生成的图像更加清晰和均衡。

根据本发明的实施例，扫描成像系统还包括脉冲发生器（图中未示出），用于产生控制多个射线源 102 交替发出射线束的触发脉冲序列。其中，脉冲触发序列具体可以包括以下几种情况：

在第一种情况下，触发脉冲序列的一个周期内包括与多个射线源 102 一一对应的触发脉冲信号，触发脉冲信号用于控制对应的射线源 102 发出具有相同能量的射线束。

示例性地，图 13 中示出了与 3 个射线源 102 一一对应的触发脉冲信号。其中，横

坐标指示时间，沿着时间轴的方向与 3 个射线源 102 一一对应的触发脉冲信号交替排列。纵坐标指示能量，所有触发脉冲信号所指示的能量均为 E1。采用此方式得到的投影图像数据是可以用来进行单能 CT 重建的完整数据。

在第二种情况下，触发脉冲序列的一个周期内包括与多个射线源 102 一一对应的
5 触发脉冲信号组，触发脉冲信号组包括第一触发脉冲信号和第二触发脉冲信号，第一触发脉冲信号和第二触发脉冲信号用于控制对应的射线源 102 依次发出具有第一能量的第一子射线束和具有第二能量的第二子射线束。其中，射线源 102 可以是能量可调节的双能加速器。

示例性地，图 14 中示出了与 3 个射线源 102 一一对应的触发脉冲信号组，即每个
10 射线源 102 出束两次。其中，横坐标指示时间，沿着时间轴的方向与 3 个射线源 102 一一对应的触发脉冲信号组交替排列。纵坐标指示能量，每个触发脉冲信号组中的第一触发脉冲信号所指示的能量均为 E2，每个触发脉冲信号组中的第二触发脉冲信号所指示的能量均为 E3。采用此方式得到的投影图像数据是可以用来进行双能 CT 重建的完整数据。

15 下面对双能 CT 重建图像的原理进行详细说明：

首先，利用双能射线扫描待测物品，获得双能投影数据；

然后，根据预先创建的查找表或者通过求解方程组的方法，计算双能投影数据对应的基材料系数投影值。其中，创建查找表的方法是选定两种基材料，计算双能射线通过这两种材料不同厚度下的投影值，按照高低能投影值和不同厚度组合的关系，得到
20 查找表。解析求解方程组的方法是利用实际得到的高低能投影值，通过求解基材料分解下的高低能投影方程组，得到相应厚度组合。

然后，由基材料的投影值，就可以得到基材料系数的分布图像。从基材料系数分布中可以得到待测物品的原子序数、特征密度图像和任意能量下待测物品的衰减系数图像，从而对待测物品进行物质分类和自动识别。

25 需要说明的是，为了对第二种情况下得到的投影图像数据进行双能 CT 重建，扫描成像系统还包括分解单元，分解单元用于从第一投影图像中分解出与第一子射线束和第二子射线束分别对应的第一子投影图像和第二子投影图像；其中，成像单元还用于根据第一子投影图像和第二子投影图像，得到待检查物品 104 的第一重建图像。

在第三种情况下，射线源 102 可以是能量可调节的单能加速器。触发脉冲序列的一个周期内包括与多个射线源 102 一一对应的触发脉冲信号，在对待检查物品 104
30 第一次扫描过程中，触发脉冲信号用于控制对应的射线源 102 发出具有第一相同能量的射线束；在待检查物品 104 第二次扫描的过程中，触发脉冲信号用于控制对应的射线源 102 发出具有第二相同能量的射线束。

示例性地，第一次扫描过程中所有触发脉冲信号所指示的能量均为 E1（参看图 13）；
35 第二次扫描过程中所有触发脉冲信号所指示的能量均为 E4（参看图 15）。采用此方式得到的投影图像数据也可以用来进行双能 CT 重建，得到的待检查物品 104 的图像信息包括高能衰减系数，低能衰减系数，原子序数，电子密度等信息，从而对待测物品进行物质分类和自动识别。

图 16 为本发明实施例的用于物品安全扫描的扫描成像方法的流程示意图，应用于

如上所述的用于物品安全检查的扫描成像系统。图 16 中的扫描成像方法包括步骤 161 至步骤 164。

在步骤 161 中，使多个射线源 102 交替发出射线束以形成扫描区域。

在步骤 162 中，使传送单元 101 带动物品沿传送方向移动，并使物品穿过扫描区域。

在步骤 163 中，由线性探测器阵列 103 探测在物品穿过扫描区域的过程中，多个射线源 102 的射线束透过物品后形成的第一投影图像。

在步骤 164 中，由成像单元根据多个射线源 102 的第一投影图像，得到物品的第一重建图像。

在一优选示例中，线性探测器阵列 103 包括沿传送单元 101 的传送方向依次设置的多个线阵探测器 1031，扫描成像方法还包括：由多个线阵探测器 1031 分别探测在物品在穿过扫描区域的过程中，多个射线源 102 的射线束透过物品后形成的第一投影图像。

具体地，由成像单元根据多个射线源 102 的第一投影图像，得到物品的第一重建图像的步骤包括：利用 CT 重建算法对多个射线源 102 的第一投影图像进行图像重建，得到物品的第一重建图像。

图 17 为本发明另一实施例的用于物品安全检查的扫描成像方法的流程示意图。图 17 与图 16 的不同之处在于，在步骤 103 之后，图 17 还包括步骤 165 至步骤 168。

在步骤 165 中，在物品穿过扫描区域并移动至传送单元 101 的端侧时，由旋转单元 901 使物品旋转预设角度，其中，旋转单元 901 位于传送单元 101 的一端或两端的旋转单元 901（参看图 9）。

在步骤 166 中，由传送单元 101 带动旋转后的物品再次穿过扫描区域。

在步骤 167 中，由线性探测器阵列 103 探测在旋转后的物品再次穿过扫描区域的过程中，多个射线源 102 的射线束透过旋转后的物品后形成的第二投影图像。

在步骤 168 中，由成像单元根据多个射线源 102 的第一投影图像和第二投影图像，得到物品的第二重建图像。

根据本发明的实施例，扫描成像系统还包括脉冲触发器，在使多个射线源 102 交替发出射线束以形成扫描区域的步骤之前，扫描成像方法还包括：由脉冲触发器产生用于控制多个射线源 102 交替发出射线束的触发脉冲序列。

其中，触发脉冲序列的一个周期内可以包括与多个射线源 102 一一对应的触发脉冲信号，触发脉冲信号用于控制对应的射线源 102 发出具有相同能量的射线束。

触发脉冲序列的一个周期内也可以包括与多个射线源 102 一一对应的触发脉冲信号组，触发脉冲信号组包括第一触发脉冲信号和第二触发脉冲信号，第一触发脉冲信号和第二触发脉冲信号用于控制对应的射线源 102 依次发出具有第一能量的第一子射线束和具有第二能量的第二子射线束。

针对触发脉冲信号组包括第一触发脉冲信号和第二触发脉冲信号的情况，扫描成像系统还包括分解单元。图 18 为本发明又一实施例的用于物品安全检查的扫描成像方法的流程示意图。图 18 与图 16 的不同之处在于，图 16 中的步骤 164 可细化为图 18 中的步骤 1641 和步骤 1642。

在步骤 1641 中,由成像单元从第一投影图像中分解出与第一子射线束和第二子射线束分别对应的第一子投影图像和第二子投影图像。

在步骤 1642 中,由成像单元根据第一子投影图像和第二子投影图像,得到物品的第一重建图像。

- 5 需要明确的是,本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,各个实施例之间相同或相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。对于装置实施例而言,相关之处可以参见方法实施例的说明部分。本发明实施例并不局限于上文所描述并在图中示出的特定步骤和结构。本领域的技术人员可以在领会本发明实施例的精神之后,作出各种改变、修改和添加,或者改变步骤之间的顺序。
- 10 并且,为了简明起见,这里省略对已知方法技术的详细描述。任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。