

静态 CT 设备和 CT 检查方法

本申请要求于 2023 年 12 月 21 日提交的、申请号为 202311771056.2 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

本公开涉及检测技术领域。具体地，涉及一种静态 CT 设备。

背景技术

相关的 X 射线 CT 成像设备，通常是基于传统的 X 射线吸收成像来实现的，其核心部件为 X 射线源和探测器，可以获得反映 X 射线通过物质的衰减特性的吸收图像。该吸收图像对于高密度、强 X 射线吸收能力的物质具有显著的辨识能力，对金属、骨骼等物质具有显著的成像效果，因而在安检领域识别违禁品、医学领域骨骼疾病诊断上具有良好的效用；然而，对于轻元素（碳、氢、氧、氮等）组成的物质，吸收图像中的信号较弱，因而具有较大的局限性，例如安检领域中难以观测被金属所遮挡的毒品等违禁品、医疗领域中难以观测肺部的病变组织。综合来看，为了提高安检和医疗诊断的效果，应当探索有助于提高弱吸收物质图像辨识能力的新技术和新产品。

发明内容

根据本公开的一方面，提供了一种静态 CT 设备，包括一组或多组检查组件，

其中每一组检查组件包括：

多点分布式源，包括由多个点源排列的阵列，并且配置成发射辐射束；

探测器，面对所述多点分布式源以便接收所述多点分布式源发射的辐射束，所述多点分布式源和所述探测器限定检查通道；以及

光栅，布置在所述多点分布式源和所述探测器之间；

其中所述光栅具有周期性结构，所述周期性结构被配置为使通过光栅的所述周期性结构的辐射束发生衍射以形成干涉图案。

在一个实施例中，所述一组或多组检查组件分别布置在所述检查通道的延伸方向上的不同区段。

在一个实施例中，所述一组或多组检查组件沿所述检查通道的延伸方向的横向分别从

所述检查通道的周向上相对于被检物的不同视角朝向所述检查通道发射辐射束。

在一个实施例中，所述一组或多组检查组件包括四组检查组件，所述四组检查组件的各自的多点分布式源分别布置在所述检查通道的顶侧、底侧、左侧以及右侧，以便分别从所述检查通道的顶侧、底侧、左侧以及右侧沿所述检查通道的延伸方向的横向截面朝向所述检查通道发射辐射束。

在一个实施例中，所述一组或多组检查组件布置在所述检查通道的延伸方向上的相同区段，并且所述一组或多组检查组件每一组检查组件沿所述检查通道的延伸方向的横向相对地布置多点分布式源和探测器，并且分别从所述检查通道的周向上的不同视角朝向所述检查通道发射辐射束。

在一个实施例中，所述一组或多组检查组件被布置成使得每组检查组件各自的多点分布式源朝向探测器照射辐射束的方向相互错开。

在一个实施例中，所述一组或多组检查组件包括四组检查组件，所述四组检查组件的各自的多点分布式源分别布置在所述检查通道的顶侧、底侧、左侧以及右侧，以便分别从所述检查通道的顶侧、底侧、左侧以及右侧沿所述检查通道的延伸方向的横向朝向所述检查通道发射辐射束。

在一个实施例中，所述一组或多组检查组件被配置成同时操作，或依时序操作。

在一个实施例中，所述一组或多组检查组件的每组检查组件的多点分布式源的多个源依时序发射辐射束。

在一个实施例中，所述一组或多组检查组件的至少一组检查组件的光栅包括：

第一光栅，所述第一光栅邻近且平行于所述多点分布式源布置，与所述多点分布式源间隔第一距离；和/或

第二光栅，所述第二光栅邻近且平行于所述多点分布式源布置，与所述多点分布式源间隔第二距离，第二距离不等于第一距离；或所述第二光栅邻近且平行于所述探测器布置，与所述多点分布式源间隔第三距离；和/或

第三光栅，所述第三光栅邻近且平行于所述探测器布置，与所述多点分布式源间隔第四距离，所述第四距离不等于第三距离。

在一个实施例中，所述一组或多组检查组件的至少一组检查组件的光栅包括第一光栅、第二光栅以及第三光栅，其中所述第一光栅、第二光栅以及第三光栅相互平行。

本公开的一方面提供一种使用前述的静态 CT 设备实施 CT 检查的方法，包括：

使用一组或多组检查组件同时或依时序操作以从所述检查通道不同视角对被检对象

实施检查，

其中每一组检查组件的多点分布式源的多个点源以飞点的方式发射辐射束以便从不同的角度照射被检对象。

应当理解，本部分所描述的内容并非旨在标识本公开的实施例的关键或重要特征，也不用于限制本公开的范围。本公开的其它特征将通过以下的说明书而变得容易理解。

附图说明

附图用于更好地理解本方案，不构成对本公开的限定，其中：

图1示出了光栅在成像装置中的多种布置方式。

图2示出了根据本公开的实施例的一组或多组检查组件的布置方式。

图3示出了根据本公开的实施例的一组或多组检查组件的布置方式，其中一组或多组检查组件布置在相同的区段。

图4示出了根据本方面的实施例的一组检查组件的结构，其中包括三个光栅G0、G1以及G1；还示出了一个光栅示例。

图5示出了吸收 T (a)、相位 Φ (b) 和小角散射 D (c) 二维图像，及其对应的旋转一周采集360个投影后采用FBP算法重建得到的线性衰减系数 μ (d)、折射率减量 δ (e)、以及线性扩散系数 ζ (f) 的三维图像的XY平面切片图像（与交底书中的公式(3)相对应）。

图6示出人体乳腺标本1-6染色后的组织切片显微图像(a1-a6)，以及与之——对应的三维重建后线性衰减系数 μ 在XZ平面的切片图像(b1-b6)、三维重建后折射率减量 δ 在XZ平面的切片图像(c1-c6)。

具体实施方式

为更清楚地阐述本公开的目的、技术方案及优点，以下将结合附图对本公开的实施例进行详细的说明。应当理解，下文对于实施例的描述旨在对本公开的总体构思进行解释和说明，而不应当理解为是对本公开的限制。在说明书和附图中，相同或相似的附图标记指代相同或相似的部件或构件。为了清晰起见，附图不一定按比例绘制，并且附图中可能省略了一些公知部件和结构。

除非另外定义，本公开使用的技术术语或者科学术语应当为本公开所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本公开中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性，而只是用来区分不同的组成部分。措词“一”或“一

个”不排除多个。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现该词前面的元件或者物件涵盖出现在该词后面列举的元件或者物件及其等同，而不排除其他元件或者物件。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接，而是可以包括电性的连接，不管是直接的还是间接的。“上”、“下”、“左”、“右”“顶”或“底”等等仅用于表示相对位置关系，当被描述对象的绝对位置改变后，则该相对位置关系也可能相应地改变。当诸如层、膜、区域或衬底基板之类的元件被称作位于另一元件“上”或“下”时，该元件可以“直接”位于另一元件“上”或“下”，或者可以存在中间元件。

图 1 (a)、(b)、(c)、(d) 中示出多种光栅成像布置方式，其中 G1、G2、G3 表示三个光栅，它们分别如图 1 (a)、(b)、(c)、(d) 所示布置在源和被检物之间或被检物和探测器之间。

在光栅成像技术中，能够同时利用了 X 射线的波动性和粒子性，可以同时获得吸收、相位和小角散射三种多特性信息，其中，吸收和相位信息分别对应于复折射率 n 的虚部 β 和实部 δ ：

$$n = 1 - \delta + i\beta \quad (1)$$

其中线性衰减系数 μ 与虚部 β 呈线性关系 (λ 为 X 射线的波长)：

$$\mu = \frac{4\pi\beta}{\lambda} \quad (2)$$

吸收 T 、相位 Φ 和小角散射 D 三种特性信息，可以分别视作线性衰减系数 μ 、折射率减量 δ 、以及线性扩散系数 ζ 的积分（其中 L 为 X 射线的传播路径， c_Φ 和 c_D 均为与成像系统相关的常数值）：

$$\begin{cases} T = \exp\left(-\int_L \mu(\vec{r}) d\vec{r}\right) \\ \Phi = c_\Phi \cdot \frac{\partial}{\partial x} \left(\int_L \delta(\vec{r}) d\vec{r}\right) \\ D = c_D \cdot \exp\left(-\int_L \zeta(\vec{r}) d\vec{r}\right) \end{cases} \quad (3)$$

考虑到 X 射线通常呈能谱分布，假设归一化能谱分布为 $S(E)$ ，则公式 (3) 可以写为：

$$\begin{cases} T = \int_{E_0}^{E_1} S(E) \cdot \exp\left(-\int_L \mu(\vec{r}, E) d\vec{r}\right) dE \\ \Phi = c_\Phi \cdot \int_{E_0}^{E_1} S(E) \cdot \frac{\partial}{\partial x} \left(\int_L \delta(\vec{r}, E) d\vec{r} \right) dE \\ D = c_D \cdot \int_{E_0}^{E_1} S(E) \cdot \exp\left(-\int_L \zeta(\vec{r}, E) d\vec{r}\right) dE \end{cases} \quad (4)$$

在图 1 (a) 中, 光栅 G1 的作用可以是在其后光路上形成自成像条纹图像, 当 X 射线通过物质发生相互作用时, 该自成像条纹可能会发生局部扭曲变形, 这种变形是微米乃至亚微米尺度上的, 通常的探测器无法达到这么高的分辨率, 因此光栅 G2 将该信号进行放大, 通过观测探测器信号的强弱变化, 从而提取吸收、相位和小角散射三种多特性图像。当 X 射线源焦点足够小 (例如同步辐射或者微焦点光机), 只需要光栅 G1 和光栅 G2 即可, 如图 1 (a)、(c) 所示。

当 X 射线源焦点尺寸较大时 (例如常规的 X 光机), 其带来的模糊效应会导致成像效果变差, 因而在 X 射线源后加上一块光栅 G0, 由于光栅 G0, 使得 X 射线源发射的辐射束被转换成一系列部分相干的微米级线性辐射束, 如图 1 (b)、(d) 所示。

被检物 W 可以放置于光栅 G0 和光栅 G1 之间 (图 1 (b))、也可以放在光栅 G1 和光栅 G2 之间 (图 1 (c)、(d))。

当被检物 W 被放置于光栅 G0 和 G1 之间时, 如图 1 (b) 所示, 在这种配置中可以获得的相位和小角散射信号更强, 成像对比度和灵敏度更高, 但是同时也有劣势, 就是在于光栅 G1 的面积较大、成本较高, 以及通过被检物 W 后的 X 射线需要经过光栅 G1 和 G2 的遮挡才能被探测器接收, 其 X 射线利用率较低。

当被检物 W 放置于光栅 G1 和 G2 之间时, 如图 1 (c)、(d) 所示, 在这种配置中光栅 G1 靠近光源, 面积小、成本低, 通过被检物 W 的 X 射线仅受到光栅 G2 的遮挡, X 射线利用率更高, 但是同时也有劣势, 获得的相位和小角散射信号有所削弱, 但这对于某些强散射物质而言反而不容易造成探测器信号饱和。

吸收图像 (上面的 T) 反映物质对 X 射线的衰减特性, 对应的是物质在 X 射线中的复折射率的虚部 β (复折射率 $n = 1 - \delta + i\beta$) ; 相位图像反映的是物质对 X 射线的折射效应, 对应于物质在 X 射线中的复折射率的实部 δ , 其有益效果是对于弱吸收物质而言, 相位图像的衬度比吸收图像更高, δ 可以比 β 高 2~3 个数量级, 因而可以通过相位图

像来更加清晰地显示弱吸收物质；小角散射图像反映的是物质介观尺寸的结构信息，对于多孔性、多纤维等微米或亚微米尺度下的差异非常敏感，能够突破吸收成像分辨能力的限制。相位和小角散射图像是对吸收图像良好的补充，可以有效提高对被检物 W 的整体成像效果和分辨能力，并且提高检查过程对于不同物质的适应性和准确性。

图 5 示出了吸收 T (a)、相位 Φ (b) 和小角散射 D (c) 二维图像，及其对应的旋转一周采集 360 个投影后采用 FBP 算法重建得到的线性衰减系数 μ (d)、折射率减量 δ (e)、以及线性扩散系数 ζ (f) 的三维图像的 XY 平面切片图像（与交底书中的公式 (3) 相对应）。反映物质衰减特性的吸收图像（对应于线性衰减系数 μ ）；弱吸收物质衬度更高的相位图像（对应于复折射率中的折射率减量 δ ），反映被检物 W 内外结构的纹理信息；以及反映物质介观尺度结构信息的小角散射图像（对应于线性扩散系数 ζ ），反映的是微米/亚微米尺度上的多孔性、多纤维等微观结构。

图 6 示出人体乳腺标本 1-6 染色后的组织切片显微图像 (a1-a6)，以及与之——对应的三维重建后线性衰减系数 μ 在 XZ 平面的切片图像 (b1-b6)、三维重建后折射率减量 δ 在 XZ 平面的切片图像 (c1-c6)。

标本 1、2、4、5 中箭头指示为肿瘤病灶（颜色加深部），标本 3 中箭头指示为胸肌组织，标本 6 中箭头指示为坏死区域（颜色加深部）。

所有样本图像上均能够很好地区分出脂肪组织，但是相位信息重建图像中肿瘤区域和周围纤维腺体组织的区分度更好，并且能够区分坏死区域。光栅成像有利地补充了无光栅的吸收二维成像的辨识不足，从而能够实现两者结合进一步对样本进行更加全面的分析。

如图 2 所示，根据本公开的实施例，一种静态 CT 设备，包括一组或多组检查组件，其中每一组检查组件包括：多点分布式源 S，包括由多个点源排列的阵列，并且配置成发射辐射束；探测器 DT，面对所述多点分布式源 S 以便接收所述多点分布式源 S 发射的辐射束，所述多点分布式源 S 和所述探测器 DT 限定检查通道；以及光栅，布置在多点分布式源 S 和所述探测器 DT 之间。在本实施例中，光栅具有周期性结构，所述周期性结构被配置为使通过光栅的所述周期性结构的辐射束发生衍射以形成干涉图案。在本公开的实施例中，一组或多组检查组件可以包括一组、两组、三组、四组或其他数目的检查组件，都可以实现静态 CT 成像。每一组检查组件包括多点分布式源 S 和探测器 DT，多点分布式源 S 包括多个点源，例如 5 个点源、7 个点源等，这些点源排列成一行或一排，例如沿直线排列，也可以沿曲线排列，或可以排列成两行或两排或其他形式，这些点源可以依时序

发射辐射束，辐射束可以是锥形辐射束，可以是扇面束，可以是笔形束等，辐射束的形态可以根据需要进行设置，例如设置合适的准直器对每个点源发射的辐射进行成形。也就是说，在本公开中多点分布式源 S 可以包括合适的准直器。图 2 中示出每组检查组件均包括光栅 G0、G1 以及 G2，然而应该知道，在其他实施例，一组或多组检查组件可以仅包括光栅 G0、G1 以及 G2 中的任一个，此处指的是其中任一个且具有图示的对应的布置位置；并且，在一些实施例中，一组或多组检查组件可以分别包括不同的光栅，例如一组检查组件包括光栅 G1，另一组检查组件包括光栅 G0，还有一组检查组件包括光栅 G2 等。此处，不赘述这些不同的实施例方式，本领域技术人员可以根据本方面的教导根据需要进行设置。

在一个实施例中，静态 CT 设备包括仅一组检查组件。检查组件包括：多点分布式源 S，包括由多个点源排列的阵列，并且配置成发射辐射束；探测器 DT，面对所述多点分布式源 S 以便接收所述多点分布式源 S 发射的辐射束，所述多点分布式源 S 和所述探测器 DT 限定检查通道；以及光栅，布置在多点分布式源 S 和所述探测器 DT 之间。由于多点源的排列，因而多个点源可以从多个角度照射被检物，从而实现在被检物不移动的情况下，对被检物的至少一个断层的多角度成像和合成，构建该断层的三维图像。

在一个实施例中，在检查通道的延伸方向上布置多组检查组件，例如一组或多组检查组件分别布置在所述检查通道的不同区段。这些检查组件相互紧邻或相互间隔开分布在检查通道的不同区段上，当被检物通过检查通道时依次通过多组检查组件。在本实施例中，每组检查组件照射被检物的视角不同。例如，被检物通过第一组检查组件时，第一组检查组件的多点分布式源 S 从顶侧照射被检物；当被检物继续沿检查通道运动时，通过第二组检查组件，第二组检查组件的多点分布式源 S 从底侧照射被检物；当被检物继续沿检查通道运动时，通过第三组检查组件，第三组检查组件的多点分布式源 S 从被检物的例如左侧照射被检物；当被检物通过第四组检查组件，第四组检查组件的多点分布式源 S 从被检物的例如右侧照射被检物。可以根据需要设置第五组检查组件，第五组检查组件的多点分布式源 S 从被检物的斜上方照射被检物。根据需要还可以进一步设置检查组件。本领域技术人员可以根据本方面的教导，结合实际需要和成本考量，设置合适数目的检查组件；并且，这些检查组件可以沿检查通道依次布置，相邻的检查组件之间的间隔可以是预定的等间距，或随机布置。为了获取更多关于被检物的信息，一组或多组检查组件沿检查通道的延伸方向的横向，也就是检查通道的周向，从相对于被检物的不同视角朝向所述检查通道（中的

被检物) 发射辐射束。根据本实施例, 由于多组检查组件从相对于被检物的多个视角照射被检物, 因而通过计算机处理能够得到被检物的多个断面图像; 由于本公开提供多点分布式源 S, 因而每组检查组件都能够获取多个视角照射被检物所得的图像, 从而在不需要例如旋转被检物或者旋转多点分布式源 S-探测器 DT 组合的情况下, 获得被检物的 CT 图像。在本实施例中, 与相关技术中的 CT 成像设备不同, 由于设置光栅, 因而具有光栅的 CT 成像设备能够获取更多的图像信息, 例如获得被检物的相位相关的三维图像信息, 小角度散射的多角度图像信息, 这些图像在被检物通过一次检查通道就可以获得, 通过讲这些图像信息结合, 对于尤其是生物样本, 将获得更加准确地组织识别、结构判断等信息, 相对于吸收图像而言, 大大提高了检查的准确度。

在一个实施例中, 静态 CT 设备包括四组检查组件, 图 2 示出四组检查组件的布置方式。图 2 中的 a) 是多点分布式源 S 在顶部照射被检物, 图 2 的 b) 是多点分布式源 S 从被检物的左侧照射被检物, 图 2 的 c) 是多点分布式源 S 从底侧照射被检物, 图 2 的 d) 是多点分布式源 S 从右侧照射被检物。

在一个实施例中, 图 2 中示出的四组检查组件可以依次布置在检查通道上, 例如沿检查通道的延伸方向布置, 四组检查组件可以相互紧邻, 也可以相互间隔分开。

四组检查组件可以实现从上下左右四个方位照射被检物, 通过多点分布式源的依次发射, 能够实现静止的被检物的全方位照射, 获取更多数据, 得到被检物的三维图像。在实际应用中, 三组检查组件可以实现例如上下方位以及一个侧面方位对静止的被检物的照射, 得到的数据就能够充分构建被检物的三维图像。

在上述实施例中, 可以近似看作每组检查组件的多点分布式源 S 沿检查通道的横向截面照射对应的探测器 DT; 此处, 应该注意的是, 多点分布式源 S 的每个源可以发射锥形辐射束, 而探测器 DT 和响应的光栅实际上可以是面, 在这种情况下, 所说的沿检查通道的横向截面照射对应的探测器 DT 实际上是, 辐射束分布在一个具有一定宽度的空间内, 然而照射的方向大体沿检查通道的横向, 本领域技术人员根据本公开的描述能够布置每组检查组件。例如, 四组检查组件分别从检查通道的顶侧、底侧、左侧以及右侧照射被检物, 四组检查组件的照射方向分别大体为沿从上至下的方向、从下向上的方向、从左向右的方向以及从右向左的方向, 但是每组检查组件的辐射束并不是平面, 而是锥形面。在另一实施例中, 辐射束的形状是扇面形, 在本实施例中, 多点分布式源 S 可以配置对应的大体线型的探测器 DT。

在一个实施例中,一组或多组检查组件布置在所述检查通道的相同区段。如图3所示,在本实施例中,由于在同一区段内布置一组或多组检查组件,因此需要避免两组检查组件的多点分布式源S相互照射。在本实施例中,一组或多组检查组件的各自的多点分布式源S沿相对于被检物的不同视角照射被检物,并且一组或多组检查组件被布置成各自的多点分布式源S照射辐射束的方向相互成一夹角,或者不重合。换句话说,每组检查组件的多点分布式源S照射相应的探测器DT确定一个照射面(如上所述,大体的面),一组或多组检查组件所确定的对应的多个照射面之间不重合,而是成夹角,由此对向照射的辐射束不会相互干扰。图3中a)示出,例如上下侧布置的两组检查组件,一组检查组件的探测器DT和另一检查组件的多点分布式源S在上侧的位置相互错开,其对应的多点分布式源S和探测器DT在下侧的位置相互错开,两者照射方向交叉以便错开。左右两侧的检查组件类似地相互错开,以便两组检查组件的照射方向交叉而错开。图3的b)示出另一种布置方式,其中例如一组检查组件的探测器DT和另一检查组件的多点分布式源S在上侧的位置相互错开,与a)中示出的形式相反,其他设置类似相反布置,不一一赘述。本领域技术人员根据本实施例示出的布置方式,可以想到其他布置方式以便实现不同的需求。

在一个实施例中,一组或多组检查组件被配置成同时操作。例如,在一个实施例中,一组或多组检查组件被布置在一个区段内,当被检物通过该区段时,一组或多组检查组件同时开始操作,各自的多点分布式源S开始发射辐射束照射被检物,同时各自的探测器DT接收穿过被检物和各自的光栅的辐射信号,实施检查。在本实施例中,被检物一次通过一组或多组检查组件。

在一个实施例中,一组或多组检查组件被配置成依时序操作。例如,在一个实施例中,沿检查通道的延伸方向,一组或多组检查组件被分别布置在检查通道的多个区段内,当被检物移动通过这些区段时,一组或多组检查组件被配置成根据被检物的向前移动,依次开始操作。

在本公开的实施例中,对于每组检查组件,多点分布式源S的多个点源一般依时序发射辐射束。由于多点分布式源S的多个点源沿直线排列,因而每个点源照射被检物的角度实际上是不同的,因而一组检查组件就可以实现多角度照射,获取被检物的多个断层的图像。

在一个实施例中,一组或多组检查组件的至少一组检查组件包括一个光栅G0,光栅G0邻近且平行于所述多点分布式源S布置,与所述多点分布式源S间隔第一距离。由于

光栅 G0 的存在，多点分布式源 S 发射的辐射束被光栅 G0 调制为干涉图案。

在一个实施例中，一组或多组检查组件的至少一组检查组件包括光栅 G0 和光栅 G1，光栅 G1 邻近且平行于所述多点分布式源 S 布置，与所述多点分布式源 S 间隔第二距离，第二距离不等于第一距离。也就是说，有至少一组检查组件中存在两个光栅，分别是光栅 G0 和光栅 G1。在一个实施例中，光栅 G1 邻近多点分布式源 S；在另一实施例中，光栅 G1 更靠近探测器 DT，与探测器 DT 的间隔为第三距离。

在一个实施例中，至少一组检查组件包括光栅 G2，光栅 G2 邻近且平行于所述探测器 DT 布置，与多点分布式源 S 间隔第四距离，所述第四距离不等于第三距离。在一个实施例中，至少一组检查组件包括三个光栅，分别是光栅 G0、光栅 G1 以及光栅 G2。光栅的布置可以参照图 1 示出的多个中配置方式。所述光栅 G0、光栅 G1 以及光栅 G2 相互平行。

图 4 示出了根据本公开的一个实施例的一组检查组件相对于被检物的布置方式。应该知道，根据本实施例，本领域技术人员能够根据需要布置本公开的一组或多组检查组件的每一组检查组件。在本实施例中，在多点分布式源 S 和探测器 DT 之间设置三个光栅 G0、G1、G2，三个光栅 G0、G1、G2 相互平行，且平行于探测器 DT。在图 4 中，在每一个辐射束的射线路径上，光栅 G0-G1 之间的间距 L 和光栅 G1-光栅 G2 的间距 D 的比值是相同的， $L_1/D_1 = L_2/D_2 = L_3/D_3 = L_4/D_4$ 。

图 4 中还示出了光栅的一种实现方式，例如狭缝的阵列的形式。在本实施例中，光栅的周期性结构是狭缝，周期性结构的周期方向可以是多个狭缝的排列方向，而周期性结构的单个子结构（例如狭缝）的延伸方向与多个狭缝的排列方向是垂直的。根据本公开，单个狭缝的延伸方向与检查通道（的延伸方向，如图 4 中的被检物 W 移动箭头所示的方向，也就是 z 方向）成一个极小的角度（例如相对于平行于检查通道的情形）时，例如 10^{-4} 度时，多个狭缝的排列构成的周期性结构产生的干涉条纹或摩尔条纹将发生较大的改变，因而在本公开中，只要将单个狭缝的延伸方向与检查通道设置成极小的角度就能够满足本公开的要求。在一个实施例中，在图 4 中，辐射束照射方向是 Y 方向，检查通道的延伸方向是 Z 方向，被检物 W 的移动方向是 Z 方向，例如单个狭缝的延伸方向可以是检查通道的延伸方向的横向（即与检查通道垂直），此时狭缝的排列方向（即周期性结构的周期方向）平行于检查通道的延伸方向，在图 4 中是从左向右水平排列（Z 方向）。此处，应该注意的是，辐射束照射方向 Y 方向仅表示辐射束的大体的照射方向，因为辐射束可以是锥形辐射束，锥形辐射束的照射方向是 Y 方向并不是其中任何射线都是严格的 Y 方向，而仅仅表

示锥形辐射束的方向是沿 Y 方向照射,本领域技术人员应理解如图 4 示出的情形,位于多点分布式源 S 左侧的点源的辐射束可以被成形为沿 Y 方向斜着向右方照射,使得张角覆盖探测器 DT;位于多点分布式源 S 右侧的点源的辐射束可以被成形为沿 Y 方向斜着向左方照射,使得张角覆盖探测器 DT;其他点源类似地设置,使得发射的辐射束的张角满足辐射束覆盖探测器 DT。

根据本方面的一方面,提供一种实施 CT 检查的方法,例如可以使用上述的静态 CT 设备实施 CT 检查的方法。在本实施例中,方法包括:

使用一组或多组检查组件同时或依时序操作以从所述检查通道不同视角对被检对象实施检查,

其中每一组检查组件的多点分布式源 S 的多个点源以飞点的方式发射辐射束以便从不同的角度照射被检对象。

在本公开的实施例中,被检物可以在所述检查通道内移动,从而使得一组或多组检查组件能够分别从不同的视角照射被检物,从而得出被检物的不同断层的吸收图像、小角散射图像以及相位图像,将这些不同断层的图像结合,通过计算机或处理器使用合适的算法,输出被检物的至少部分的三维图像,并且基于这些三维图像,分析被检物内部成分、组织、结构等,获得更加全面且准确的分析结果。

应该理解,可以使用上面所示的各种形式的流程,重新排序、增加或删除步骤。例如,本公开中记载的各步骤可以并行地执行也可以顺序地执行也可以不同的次序执行,只要能够实现本公开提供的技术方案所期望的结果,本文在此不进行限制。

本公开的技术方案中,所涉及的用户个人信息的收集、存储、使用、加工、传输、提供和公开等处理,均符合相关法律法规的规定,且不违背公序良俗。

上述具体实施方式,并不构成对本公开保护范围的限制。本领域技术人员应该明白的是,根据设计要求和因素,可以进行各种修改、组合、子组合和替代。任何在本公开的精神和原则之内所作的修改、等同替换和改进等,均应包含在本公开保护范围之内。

权 利 要 求

1. 一种静态 CT 设备，包括一组或多组检查组件，
其中每一组检查组件包括：
多点分布式源，包括由多个点源排列的阵列，并且配置成发射辐射束；
探测器，面对所述多点分布式源以便接收所述多点分布式源发射的辐射束，所述多点分布式源和所述探测器限定检查通道；以及
光栅，布置在所述多点分布式源和所述探测器之间；
其中所述光栅具有周期性结构，所述周期性结构被配置为使通过光栅的所述周期性结构的辐射束发生衍射以形成干涉图案。
2. 根据权利要求 1 所述的静态 CT 设备，其中所述一组或多组检查组件分别布置在所述检查通道的延伸方向上的不同区段。
3. 根据权利要求 2 所述的静态 CT 设备，其中所述一组或多组检查组件沿所述检查通道的延伸方向的横向分别从所述检查通道的周向上相对于被检物的不同视角朝向所述检查通道发射辐射束。
4. 根据权利要求 3 所述的静态 CT 设备，其中所述一组或多组检查组件包括四组检查组件，所述四组检查组件的各自的多点分布式源分别布置在所述检查通道的顶侧、底侧、左侧以及右侧，以便分别从所述检查通道的顶侧、底侧、左侧以及右侧沿所述检查通道的延伸方向的横向截面朝向所述检查通道发射辐射束。
5. 根据权利要求 1 所述的静态 CT 设备，其中所述一组或多组检查组件布置在所述检查通道的延伸方向上的相同区段，并且所述一组或多组检查组件每一组检查组件沿所述检查通道的延伸方向的横向相对地布置多点分布式源和探测器，并且分别从所述检查通道的周向上的不同视角朝向所述检查通道发射辐射束。
6. 根据权利要求 5 所述的静态 CT 设备，其中所述一组或多组检查组件被布置成使得每组检查组件各自的多点分布式源朝向探测器照射辐射束的方向相互错开。
7. 根据权利要求 5 所述的静态 CT 设备，其中所述一组或多组检查组件包括四组检

查组件，所述四组检查组件的各自的多点分布式源分别布置在所述检查通道的顶侧、底侧、左侧以及右侧，以便分别从所述检查通道的顶侧、底侧、左侧以及右侧沿所述检查通道的延伸方向的横向朝向所述检查通道发射辐射束。

8. 根据权利要求1所述的静态CT设备，其中所述一组或多组检查组件被配置成同时操作，或依时序操作。

9. 根据权利要求1所述的静态CT设备，其中所述一组或多组检查组件的每组检查组件的多点分布式源的多个源依时序发射辐射束。

10. 根据权利要求1所述的静态CT设备，其中所述一组或多组检查组件的至少一组检查组件的光栅包括：

第一光栅，所述第一光栅邻近且平行于所述多点分布式源布置，与所述多点分布式源间隔第一距离；和/或

第二光栅，所述第二光栅邻近且平行于所述多点分布式源布置，与所述多点分布式源间隔第二距离，第二距离不等于第一距离；或所述第二光栅邻近且平行于所述探测器布置，与所述多点分布式源间隔第三距离；和/或

第三光栅，所述第三光栅邻近且平行于所述探测器布置，与所述多点分布式源间隔第四距离，所述第四距离不等于第三距离。

11. 根据权利要求9所述的静态CT设备，其中所述一组或多组检查组件的至少一组检查组件的光栅包括第一光栅、第二光栅以及第三光栅，其中所述第一光栅、第二光栅以及第三光栅相互平行。

12. 一种使用根据权利要求1所述的静态CT设备实施CT检查的方法，包括：

使用一组或多组检查组件同时或依时序操作以从所述检查通道不同视角对被检对象实施检查，

其中每一组检查组件的多点分布式源的多个点源以飞点的方式发射辐射束以便从不同的角度照射被检对象。