



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105717145 A

(43)申请公布日 2016.06.29

(21)申请号 201610077735.3

(22)申请日 2016.02.03

(71)申请人 北京航空航天大学

地址 100191 北京市海淀区学院路37号

(72)发明人 傅健

(74)专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理

有限公司 11205

代理人 马爽 黄健

(51)Int.Cl.

G01N 23/04(2006.01)

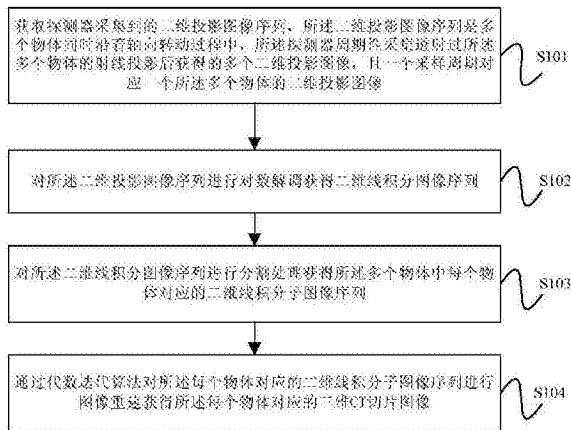
权利要求书3页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

多联装三维锥束计算机层析成像方法及装置

(57)摘要

本发明实施例提供一种多联装三维锥束计算机层析成像方法及装置。该方法包括：获取探测器采集到的二维投影图像序列；对所述二维投影图像序列进行对数解调获得二维线积分图像序列；对所述二维线积分图像序列进行分割处理获得所述多个物体中每个物体对应的二维线积分分子图像序列；通过代数迭代算法对所述每个物体对应的二维线积分分子图像序列进行图像重建获得所述每个物体对应的三维CT切片图像。本发明实施例相比于现有的锥束CT扫描技术，提高了扫描成像效率；不需要增加透照厚度，不产生信号串扰，提高了CT图像质量；不需要提高X射线源的电压，节省了CT扫描设备的硬件成本。



1. 一种多联装三维锥束计算机层析成像方法,其特征在于,包括:

获取探测器采集到的二维投影图像序列,所述二维投影图像序列是多个物体同时沿着轴向转动过程中,所述探测器周期性采集透射过所述多个物体的射线投影后获得的多个二维投影图像,且一个采样周期对应一个所述多个物体的二维投影图像;

对所述二维投影图像序列进行对数解调获得二维线积分图像序列;

对所述二维线积分图像序列进行分割处理获得所述多个物体中每个物体对应的二维线积分图像序列;

通过代数迭代算法对所述每个物体对应的二维线积分图像序列进行图像重建获得所述每个物体对应的三维CT切片图像。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述多个物体分别与检台上安装的多个旋转轴固定连接,所述多个旋转轴沿着平行于所述探测器的垂直面等间距排列;

所述多个物体同时沿着轴向转动,包括:

所述多个物体同时分别沿着旋转轴的旋转中心匀速转动360度,且在转动过程中所述多个物体均被锥束覆盖。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述对所述二维投影图像序列进行对数解调获得二维线积分图像序列,包括:

依据公式(1)对所述二维投影图像序列 $I(i, m, n)$ 进行对数解调获得二维线积分图像序列 $p(i, m, n)$:

$$p(i, m, n) = \ln\left(\frac{\text{mean}(I(i, 1:10, 1:K))}{I(i, m, n)}\right) \quad (1)$$

其中, i 表示扫描角度, (m, n) 表示在所述探测器的垂直面内探测通道的二位坐标, \ln 表示自然对数运算, mean 表示二维均值运算, $1:10$ 表示从1取到10, $1:K$ 表示从1取到 K , $I(i, 1:10, 1:K)$ 表示所述二维投影图像序列中第 i 个二维投影图像中宽度为10、高度为 K 的区域。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述对所述二维线积分图像序列进行分割处理获得所述多个物体中每个物体对应的二维线积分图像序列,包括:

依据公式(2)(3)(4)对所述二维线积分图像序列 $p(i, m, n)$ 进行分割处理获得所述多个物体中每个物体对应的二维线积分图像序列 p^p :

$$S_A = D \times \tan\left(a \tan \frac{S}{D} + a \sin \frac{r}{E}\right) \quad (2)$$

$$S_B = D \times \tan\left(a \tan \frac{S}{D} - a \sin \frac{r}{E}\right) \quad (3)$$

$$p^p = p(i, S_A:S_B, 1:N) \quad (4)$$

其中, S_A 、 S_B 表示所述多个物体中每个物体的投影数据在所述二维投影图像中左右水平位置参数, D 表示射线源到探测器的垂直距离, S 表示所述物体所在的旋转轴的旋转中心在所述探测器上的投影位置与所述探测器中心位置的距离, E 表示所述物体所在的旋转轴的旋转中心在所述探测器上的投影位置与所述射线源的距离, r 表示所述物体的回转半径, \tan 表示正切运算, $a \tan$ 表示反正切运算, $a \sin$ 表示反正弦运算, $S_A:S_B$ 表示从 S_A 取到 S_B , $1:N$ 表示从1取到 N , N 表示所述探测器的垂直面内包含的探测通道的数目。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述通过代数迭代算法对所述每个物体对应的二维线积分图像序列进行图像重建获得所述每个物体对应的三维CT切片图像,包括:

依据公式(5)对所述每个物体对应的二维线积分图像序列 p^p 进行图像重建获得所述每个物体对应的三维CT切片图像 f :

$$\begin{cases} f^{(0)} = 0, k = 0 \\ f^{(k+1)} = f^{(k)} + r^{(k)} \frac{M_k}{\|M_k\|^2} (p_{p_k} - \Delta_k(f^{(k)})), k \neq 0 \end{cases} \quad (5)$$

其中, k 表示迭代次数, r 表示收敛因子, M 表示投影矩阵, Δ 表示前向投影算子。

6. 一种多联装三维锥束计算机层析成像装置,其特征在于,包括:

获取模块,用于获取探测器采集到的二维投影图像序列,所述二维投影图像序列是多个物体同时沿着轴向转动过程中,所述探测器周期性采集透射过所述多个物体的射线投影后获得的多个二维投影图像,且一个采样周期对应一个所述多个物体的二维投影图像;

计算模块,用于对所述二维投影图像序列进行对数解调获得二维线积分图像序列;对所述二维线积分图像序列进行分割处理获得所述多个物体中每个物体对应的二维线积分图像序列;通过代数迭代算法对所述每个物体对应的二维线积分图像序列进行图像重建获得所述每个物体对应的三维CT切片图像。

7. 根据权利要求6所述的多联装三维锥束计算机层析成像装置,其特征在于,所述多个物体分别与检台上安装的多个旋转轴固定连接,所述多个旋转轴沿着平行于所述探测器的垂直面等间距排列;

所述多个物体同时沿着轴向转动,包括:

所述多个物体同时分别沿着旋转轴的旋转中心匀速转动360度,且在转动过程中所述多个物体均被锥束覆盖。

8. 根据权利要求7所述的多联装三维锥束计算机层析成像装置,其特征在于,所述计算模块具体用于依据公式(1)对所述二维投影图像序列 $I(i, m, n)$ 进行对数解调获得二维线积分图像序列 $p(i, m, n)$:

$$p(i, m, n) = \ln\left(\frac{\text{mean}(I(i, 1:10, 1:K))}{I(i, m, n)}\right) \quad (1)$$

其中, i 表示扫描角度, (m, n) 表示在所述探测器的垂直面内探测通道的二位坐标, \ln 表示自然对数运算, mean 表示二维均值运算, $1:10$ 表示从1取到10, $1:K$ 表示从1取到 K , $I(i, 1:10, 1:K)$ 表示所述二维投影图像序列中第 i 个二维投影图像中宽度为10、高度为 K 的区域。

9. 根据权利要求8所述的多联装三维锥束计算机层析成像装置,其特征在于,所述计算模块具体用于依据公式(2)(3)(4)对所述二维线积分图像序列 $p(i, m, n)$ 进行分割处理获得所述多个物体中每个物体对应的二维线积分图像序列 p^p :

$$S_A = D \times \tan\left(a \tan \frac{S}{D} + a \sin \frac{r}{E}\right) \quad (2)$$

$$S_B = D \times \tan\left(a \tan \frac{S}{D} - a \sin \frac{r}{E}\right) \quad (3)$$

$$p^p = p(i, S_A : S_B, 1 : N) \quad (4)$$

其中, S_A 、 S_B 表示所述多个物体中每个物体的投影数据在所述二维投影图像中左右水平位置参数, D 表示射线源到探测器的垂直距离, S 表示所述物体所在的旋转轴的旋转中心在所述探测器上的投影位置与所述探测器中心位置的距离, E 表示所述物体所在的旋转轴的旋转中心在所述探测器上的投影位置与所述射线源的距离, r 表示所述物体的回转半径, \tan 表示正切运算, $a \tan$ 表示反正切运算, $a \sin$ 表示反正弦运算, $S_A : S_B$ 表示从 S_A 取到 S_B , $1 : N$ 表示从1取到 N , N 表示所述探测器的垂直面内包含的探测通道的数目。

10. 根据权利要求9所述的多联装三维锥束计算机层析成像装置, 其特征在于, 所述计算模块具体用于依据公式(5)对所述每个物体对应的二维线积分图像序列 p 进行图像重建获得所述每个物体对应的三维CT切片图像 f :

$$\begin{cases} f^{(0)} = 0, k = 0 \\ f^{(k+1)} = f^{(k)} + r^{(k)} \frac{M_k}{\|M_k\|^2} (p_k^p - \Delta_k(f^{(k)})), k \neq 0 \end{cases} \quad (5)$$

其中, k 表示迭代次数, r 表示收敛因子, M 表示投影矩阵, Δ 表示前向投影算子。

多联装三维锥束计算机层析成像方法及装置

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及X射线计算机层析成像技术领域,尤其涉及一种多联装三维锥束计算机层析成像方法及装置。

背景技术

[0002] 在X射线计算机层析成像(Computed Tomography,简称CT)系统中,X射线源发出X射线,从不同角度穿过被检测物体的某一区域,放置于射线源对面的探测器在相应角度接受,然后根据各角度射线不同程度的衰减,利用一定的重建算法和计算机进行运算,重建出物体被扫描区域的射线线衰减系数分布映射图像,从而实现由投影重建图像,无损地再现物体在该区域内的介质密度、成分和结构形态等特征。

[0003] 成像效率一直是制约CT广泛应用的主要因素之一,为了提高成像效率,现有技术提出了锥束CT扫描技术,该技术通过捆绑方式实现了多个物体同时扫描成像,但是,该技术需要高电压X射线源增加透照厚度,导致CT扫描设备的硬件成本提高,同时多个物体间信号的相互串扰,影响了CT图像质量。

发明内容

[0004] 本发明实施例提供一种多联装三维锥束计算机层析成像方法及装置,以节省CT扫描设备的硬件成本,提高CT图像质量。

[0005] 本发明实施例的一个方面是提供一种多联装三维锥束计算机层析成像方法,包括:

[0006] 获取探测器采集到的二维投影图像序列,所述二维投影图像序列是多个物体同时沿着轴向转动过程中,所述探测器周期性采集透射过所述多个物体的射线投影后获得的多个二维投影图像,且一个采样周期对应一个所述多个物体的二维投影图像;

[0007] 对所述二维投影图像序列进行对数解调获得二维线积分图像序列;

[0008] 对所述二维线积分图像序列进行分割处理获得所述多个物体中每个物体对应的二维线积分图像序列;

[0009] 通过代数迭代算法对所述每个物体对应的二维线积分图像序列进行图像重建获得所述每个物体对应的三维CT切片图像。

[0010] 本发明实施例的另一个方面是提供一种多联装三维锥束计算机层析成像装置,包括:

[0011] 获取模块,用于获取探测器采集到的二维投影图像序列,所述二维投影图像序列是多个物体同时沿着轴向转动过程中,所述探测器周期性采集透射过所述多个物体的射线投影后获得的多个二维投影图像,且一个采样周期对应一个所述多个物体的二维投影图像;

[0012] 计算模块,用于对所述二维投影图像序列进行对数解调获得二维线积分图像序列;对所述二维线积分图像序列进行分割处理获得所述多个物体中每个物体对应的二维线

积分子图像序列;通过代数迭代算法对所述每个物体对应的二维线积分图像序列进行图像重建获得所述每个物体对应的三维CT切片图像。

[0013] 本发明实施例提供的多联装三维锥束计算机层析成像方法及装置,相比于现有的锥束CT扫描技术,提高了扫描成像效率;不需要增加透照厚度,不产生信号串扰,提高了CT图像质量;不需要提高X射线源的电压,节省了CT扫描设备的硬件成本。

附图说明

[0014] 图1为本发明实施例提供的多联装三维锥束计算机层析成像方法流程图;

[0015] 图2为本发明实施例提供的多联装三维锥束计算机层析成像系统的原理图;

[0016] 图3为本发明实施例提供的多联装CT检台的结构图;

[0017] 图4为采用多联装三维锥束计算机层析成像方法获得的实际物体在某一扫描角度下的二维线积分图像;

[0018] 图5为采用多联装三维锥束计算机层析成像方法获得的实际物体重建后的三维CT图像;

[0019] 图6为采用传统捆绑扫描方法得到的四个试管的二维投影图像及三维CT图像;

[0020] 图7为本发明实施例提供的多联装三维锥束计算机层析成像装置的结构图。

具体实施方式

[0021] 图1为本发明实施例提供的多联装三维锥束计算机层析成像方法流程图;图2为本发明实施例提供的多联装三维锥束计算机层析成像系统的原理图;图3为本发明实施例提供的多联装CT检台的结构图。本发明实施例针对锥束CT扫描技术需要高电压X射线源增加透照厚度,导致CT扫描设备的硬件成本提高,同时多个物体间信号的相互串扰,影响了CT图像质量,提供了多联装三维锥束计算机层析成像方法,该方法具体步骤如下:

[0022] 步骤S101、获取探测器采集到的二维投影图像序列,所述二维投影图像序列是多个物体同时沿着轴向转动过程中,所述探测器周期性采集透射过所述多个物体的射线投影后获得的多个二维投影图像,且一个采样周期对应一个所述多个物体的二维投影图像;

[0023] 如图2所示,多联装三维锥束计算机层析成像系统包括:探测器20、多联装CT检台21、计算机22、多个待测物体23、X射线源25、多个旋转轴26;其中,多个待测物体23放置的多联装CT检台21上,如图3所示,多联装CT检台21安装有多个旋转轴26,并且每相邻两个旋转轴26之间的距离相等,图2中,每个待测物体23分别与一个旋转轴26固定连接,探测器20、多联装CT检台21和X射线源25分别与计算机22连接,计算机22用于控制X射线源25放射锥束的强度与时间、控制多联装CT检台21上多个旋转轴26的转动速度,以及控制探测器20的采样周期,X射线源25放射形成的锥束24对待测物体进行透射,多个待测物体23同时被锥束24覆盖,多个旋转轴26同时匀速沿着轴向转动,探测器20周期性采集透射过多个待测物体23的射线投影,当旋转轴26转动360后,计算机22控制探测器20停止采样、控制X射线源25停止放射锥束、同时控制多个转动轴26停止转动,整个多联装三维锥束计算机层析成像系统完成一次单圆轨道锥束CT扫描。探测器20将每个采样周期采集到的射线投影形成一个二维投影图像,并将二维投影图像传输给计算机22,则旋转轴26转动360后,探测器20形成一系列二维投影图像即二维投影图像序列,并将二维投影图像序列传输给计算机22。

[0024] 优选的,所述多个物体分别与检台上安装的多个旋转轴固定连接,所述多个旋转轴沿着平行于所述探测器的垂直面等间距排列;所述多个物体同时沿着轴向转动,包括:所述多个物体同时分别沿着旋转轴的旋转中心匀速转动360度,且在转动过程中所述多个物体均被锥束覆盖;所述探测器的采样周期可灵活设定,优选的,采样周期为所述多个物体同时沿着轴向匀速转动1度的时间。

[0025] 另外,本发明实施例不限制旋转轴26的个数,不限制探测器20的采样周期。

[0026] 步骤S102、对所述二维投影图像序列进行对数解调获得二维线积分图像序列。

[0027] 计算机22对其获取的探测器采集到的二维投影图像序列进行对数解调获得二维线积分图像序列,具体为依据公式(1)对所述二维投影图像序列 $I(i, m, n)$ 进行对数解调获得二维线积分图像序列 $p(i, m, n)$:

$$[0028] \quad p(i, m, n) = \ln\left(\frac{\text{mean}(I(i, 1:10, 1:K))}{I(i, m, n)}\right) \quad (1)$$

[0029] 其中, i 表示扫描角度,当探测器的采样周期为所述多个物体同时沿着轴向匀速转动1度的时间时, i 的取值为从1到360, (m, n) 表示在所述探测器的垂直面内探测通道的二位坐标, \ln 表示自然对数运算, mean 表示二维均值运算, $1:10$ 表示从1取到10, $1:K$ 表示从1取到 K , $I(i, 1:10, 1:K)$ 表示所述二维投影图像序列中第 i 个二维投影图像中宽度为10、高度为 K 的区域。

[0030] 步骤S103、对所述二维线积分图像序列进行分割处理获得所述多个物体中每个物体对应的二维线积分子图像序列;

[0031] 在上述步骤的基础上,计算机22对所述二维线积分图像序列进行分割处理获得所述多个物体中每个物体对应的二维线积分子图像序列,具体为依据公式(2)(3)(4)对所述二维线积分图像序列 $p(i, m, n)$ 进行分割处理获得所述多个物体中每个物体对应的二维线积分子图像序列 p^p :

$$[0032] \quad S_A = D \times \tan\left(a \tan \frac{S}{D} + a \sin \frac{r}{E}\right) \quad (2)$$

$$[0033] \quad S_B = D \times \tan\left(a \tan \frac{S}{D} - a \sin \frac{r}{E}\right) \quad (3)$$

$$[0034] \quad p^p = p(i, S_A:S_B, 1:N) \quad (4)$$

[0035] 其中, S_A 、 S_B 表示所述多个物体中每个物体的投影数据在所述二维投影图像中左右水平位置参数, D 表示射线源到探测器的垂直距离, S 表示所述物体所在的旋转轴的旋转中心在所述探测器上的投影位置与所述探测器中心位置的距离, E 表示所述物体所在的旋转轴的旋转中心在所述探测器上的投影位置与所述射线源的距离, r 表示所述物体的回转半径, \tan 表示正切运算, $a \tan$ 表示反正切运算, $a \sin$ 表示反正弦运算, $S_A:S_B$ 表示从 S_A 取到 S_B , $1:N$ 表示从1取到 N , N 表示所述探测器的垂直面内包含的探测通道的数目。

[0036] 步骤S104、通过代数迭代算法对所述每个物体对应的二维线积分子图像序列进行图像重建获得所述每个物体对应的三维CT切片图像。

[0037] 在步骤S103的基础上,计算机22通过代数迭代算法对所述每个物体对应的二维线积分子图像序列进行图像重建获得所述每个物体对应的三维CT切片图像,具体为依据公式

(5)对所述每个物体对应的二维线积分图像序列 p 进行图像重建获得所述每个物体对应的三维CT切片图像 f :

$$[0038] \quad \begin{cases} f^{(0)} = 0, k = 0 \\ f^{(k+1)} = f^{(k)} + r^{(k)} \cdot \frac{M_k}{\|M_k\|^2} (p_k - \Delta_k(f^{(k)})), k \neq 0 \end{cases} \quad (5)$$

[0039] 其中, k 表示迭代次数, r 表示收敛因子, M 表示投影矩阵, Δ 表示前向投影算子。

[0040] 本发明实施例相比于现有的锥束CT扫描技术,提高了扫描成像效率;不需要增加透照厚度,不产生信号串扰,提高了CT图像质量;不需要提高X射线源的电压,节省了CT扫描设备的硬件成本。

[0041] 为了证明上述实施例的效果,本发明实施例进行了如下实验,实验步骤如下:

[0042] (1)设定实验条件。本实验采用的物体是四个装满不同材料结构的试管:第一个填充药丸和橡皮泥;第二个填充金属钻头和橡皮泥,用于模拟金属伪影;第三个填充笔管和橡皮泥;第四个填充药片和橡皮泥。X射线源具体采用X射线管,该X射线管的管电压为115KV,管电流为1.8mA,X射线源到探测器的距离为1250mm,探测器的角度采样数为720个,二维投影图像的大小为1920*1536。

[0043] (2)根据设定参数,计算机控制旋转轴旋转,探测器采集投影数据,并依据投影数据生成二维投影图像序列。

[0044] (3)计算机依据上述公式(1)本发明对二维投影图像序列进行对数解调获得二维线积分图像序列。

[0045] (4)计算机依据上述公式(2)(3)(4)对所述二维线积分图像序列进行分割处理获得所述多个物体中每个物体对应的二维线积分图像序列。

[0046] (5)计算机依据上述公式(5)对每个物体对应的二维线积分图像序列进行图像重建获得每个物体对应的三维CT切片图像。

[0047] 图4为采用多联装三维锥束计算机层析成像方法获得的实际物体在某一扫描角度下的二维线积分图像;图5为采用多联装三维锥束计算机层析成像方法获得的实际物体重建后的三维CT图像。由图4和5可知,CT图像正确揭示了第1、3和4号试管内所填充物体的结构,表明了本发明实施例方法的有效性。同时,可以观察到第2号管内因填充了金属钻头,形成了严重的金属伪影,导致金属钻头截面形状严重扭曲变形。由于本发明实施例方法避免了四个物体间投影信号的串扰,使得钻头的金属伪影没有影响到其他三个物体。

[0048] 图6为采用传统捆绑扫描方法得到的四个试管的二维投影图像及三维CT图像,通过图6可以显著观察到由于透照厚度增加和信号串扰形成的严重伪影,使得部分结构扭曲,甚至消失,如箭头所指。

[0049] 由图4、5和6可知,本发明实施例能快速高效高质量地实现多个物体的三维锥束CT扫描成像,不增加透照厚度,不存在信号串扰,实现过程简单、高效,不需要特殊硬件,易于工程实现。

[0050] 图7为本发明实施例提供的多联装三维锥束计算机层析成像装置的结构图。本发明实施例提供的多联装三维锥束计算机层析成像装置可以执行多联装三维锥束计算机层析成像方法实施例提供的处理流程,如图7所示,多联装三维锥束计算机层析成像装置70包

括获取模块71和计算模块72,其中,获取模块71用于获取探测器采集到的二维投影图像序列,所述二维投影图像序列是多个物体同时沿着轴向转动过程中,所述探测器周期性采集透射过所述多个物体的射线投影后获得的多个二维投影图像,且一个采样周期对应一个所述多个物体的二维投影图像;计算模块72用于对所述二维投影图像序列进行对数解调获得二维线积分图像序列;对所述二维线积分图像序列进行分割处理获得所述多个物体中每个物体对应的二维线积分图像序列;通过代数迭代算法对所述每个物体对应的二维线积分图像序列进行图像重建获得所述每个物体对应的三维CT切片图像。

[0051] 本发明实施例相比于现有的锥束CT扫描技术,提高了扫描成像效率;不需要增加透照厚度,不产生信号串扰,提高了CT图像质量;不需要提高X射线源的电压,节省了CT扫描设备的硬件成本。

[0052] 在上述实施例的基础上,所述多个物体分别与检台上安装的多个旋转轴固定连接,所述多个旋转轴沿着平行于所述探测器的垂直面等间距排列;所述多个物体同时沿着轴向转动,包括:所述多个物体同时分别沿着旋转轴的旋转中心匀速转动360度,且在转动过程中所述多个物体均被锥束覆盖;所述探测器的采样周期可灵活设定,优选的,采样周期为所述多个物体同时沿着轴向匀速转动1度的时间。

[0053] 计算模块72具体用于依据公式(1)对所述二维投影图像序列 $I(i, m, n)$ 进行对数解调获得二维线积分图像序列 $p(i, m, n)$:

$$[0054] \quad p(i, m, n) = \ln\left(\frac{\text{mean}(I(i, 1:10, 1:K))}{I(i, m, n)}\right) \quad (1)$$

[0055] 其中, i 表示扫描角度, (m, n) 表示在所述探测器的垂直面内探测通道的二位坐标, \ln 表示自然对数运算, mean 表示二维均值运算, $1:10$ 表示从1取到10, $1:K$ 表示从1取到 K , $I(i, 1:10, 1:K)$ 表示所述二维投影图像序列中第 i 个二维投影图像中宽度为10、高度为 K 的区域。

[0056] 计算模块72具体用于依据公式(2)(3)(4)对所述二维线积分图像序列 $p(i, m, n)$ 进行分割处理获得所述多个物体中每个物体对应的二维线积分图像序列 p^p :

$$[0057] \quad S_A = D \times \tan\left(a \tan \frac{S}{D} + a \sin \frac{r}{E}\right) \quad (2)$$

$$[0058] \quad S_B = D \times \tan\left(a \tan \frac{S}{D} - a \sin \frac{r}{E}\right) \quad (3)$$

$$[0059] \quad p^p = p(i, S_A:S_B, 1:N) \quad (4)$$

[0060] 其中, S_A 、 S_B 表示所述多个物体中每个物体的投影数据在所述二维投影图像中左右水平位置参数, D 表示射线源到探测器的垂直距离, S 表示所述物体所在的旋转轴的旋转中心在所述探测器上的投影位置与所述探测器中心位置的距离, E 表示所述物体所在的旋转轴的旋转中心在所述探测器上的投影位置与所述射线源的距离, r 表示所述物体的回转半径, \tan 表示正切运算, $a \tan$ 表示反正切运算, $a \sin$ 表示反正弦运算, $S_A:S_B$ 表示从 S_A 取到 S_B , $1:N$ 表示从1取到 N , N 表示所述探测器的垂直面内包含的探测通道的数目。

[0061] 计算模块72具体用于依据公式(5)对所述每个物体对应的二维线积分图像序列 p 进行图像重建获得所述每个物体对应的三维CT切片图像 f :

$$[0062] \quad \begin{cases} f^{(0)} = 0, k = 0 \\ f^{(k+1)} = f^{(k)} + r^{(k)} \frac{M_k}{\|M_k\|^2} (p_k^p - \Delta_k(f^{(k)})), k \neq 0 \end{cases} \quad (5)$$

[0063] 其中,k表示迭代次数,r表示收敛因子,M表示投影矩阵, Δ 表示前向投影算子。

[0064] 本发明实施例提供的多联装三维锥束计算机层析成像装置可以具体用于执行上述图1所提供的方法实施例,具体功能此处不再赘述。

[0065] 本发明实施例能快速高效高质量地实现多个物体的三维锥束CT扫描成像,不增加透照厚度,不存在信号串扰,实现过程简单、高效,不需要特殊硬件,易于工程实现。

[0066] 综上所述,本发明实施例相比于现有的锥束CT扫描技术,不需要增加透照厚度,不产生信号串扰,提高了CT图像质量;能快速高效高质量地实现多个物体的三维锥束CT扫描成像,提高了扫描成像效率;不需要提高X射线源的电压,节省了CT扫描设备的硬件成本;实现过程简单、高效,不需要特殊硬件,易于工程实现。

[0067] 在本发明所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的装置和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0068] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0069] 另外,在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用硬件加软件功能单元的形式实现。

[0070] 上述以软件功能单元的形式实现的集成的单元,可以存储在一个计算机可读存储介质中。上述软件功能单元存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)或处理器(processor)执行本发明各个实施例所述方法的部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(Read-Only Memory,ROM)、随机存取存储器(Random Access Memory, RAM)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0071] 本领域技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,仅以上述各功能模块的划分进行举例说明,实际应用中,可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模块完成,即将装置的内部结构划分成不同的功能模块,以完成以上描述的全部或者部分功能。上述描述的装置的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0072] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进

行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

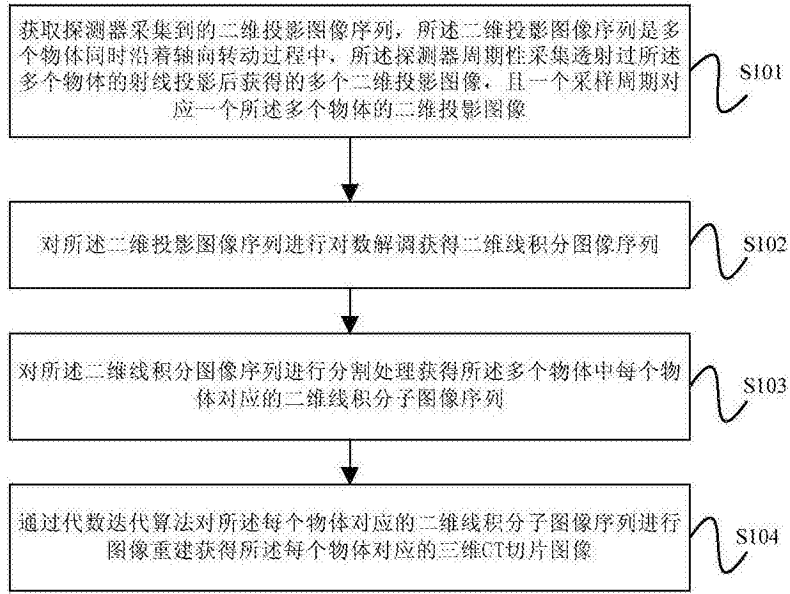


图1

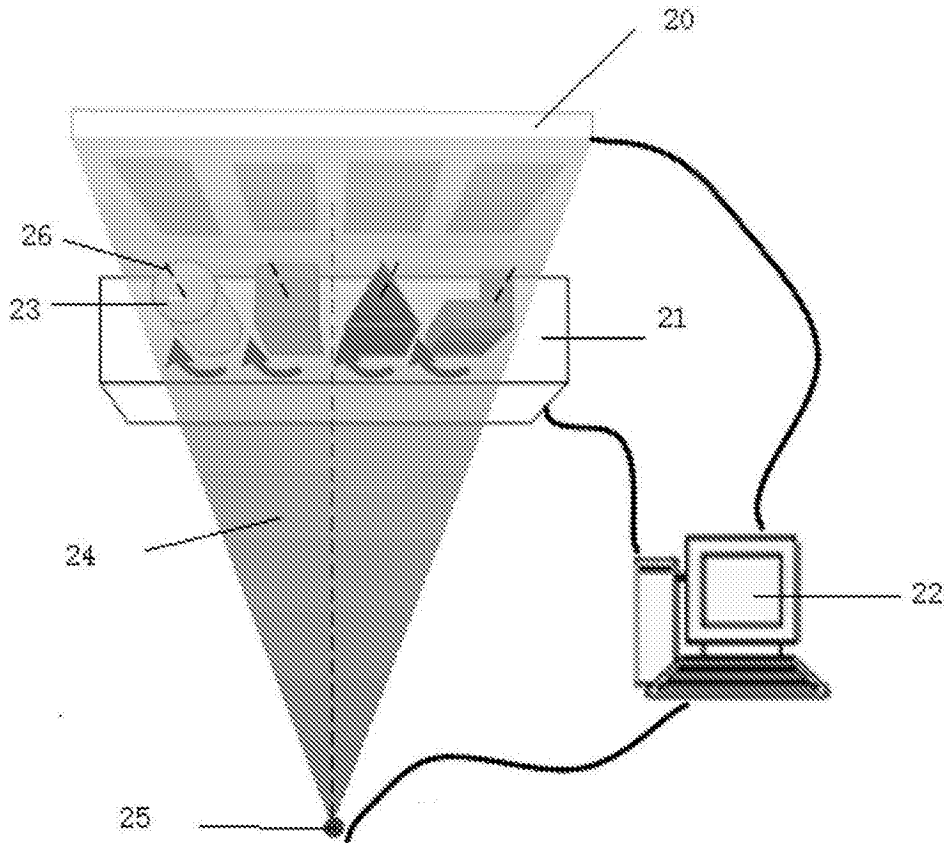


图2

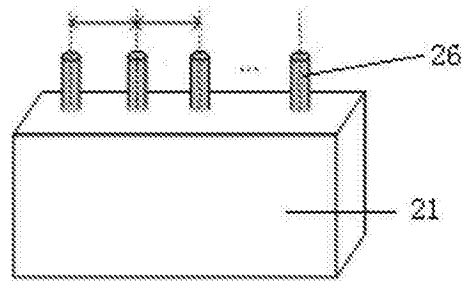


图3

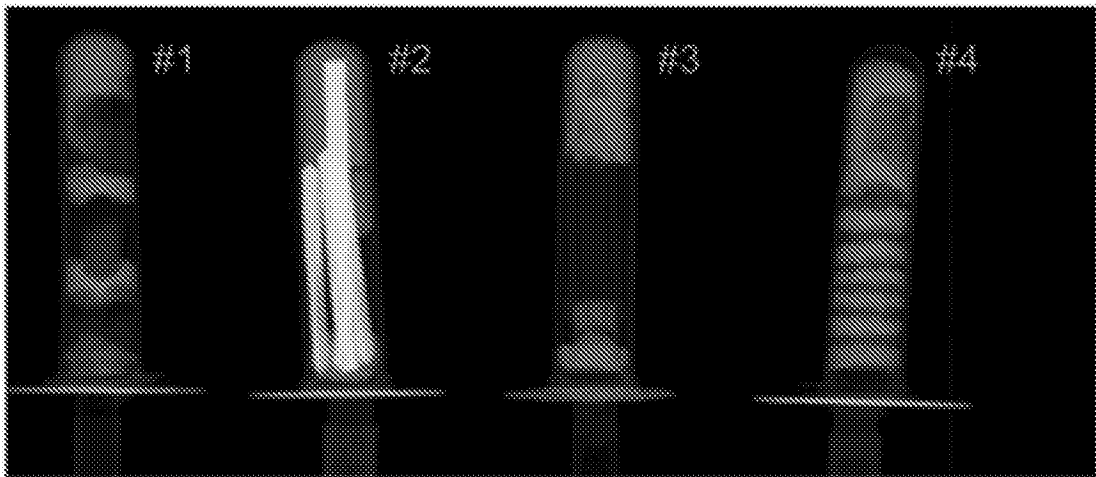


图4

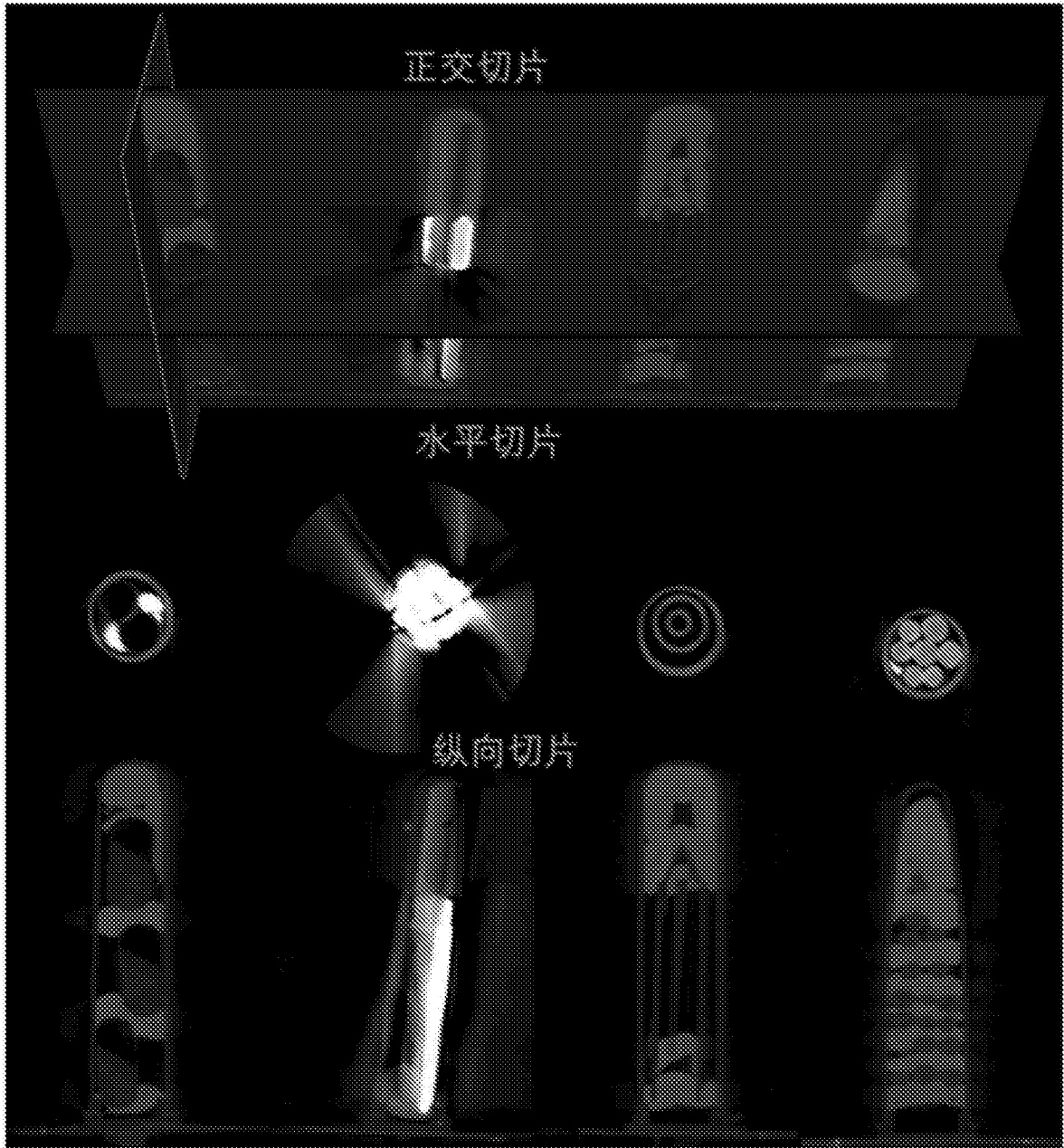


图5

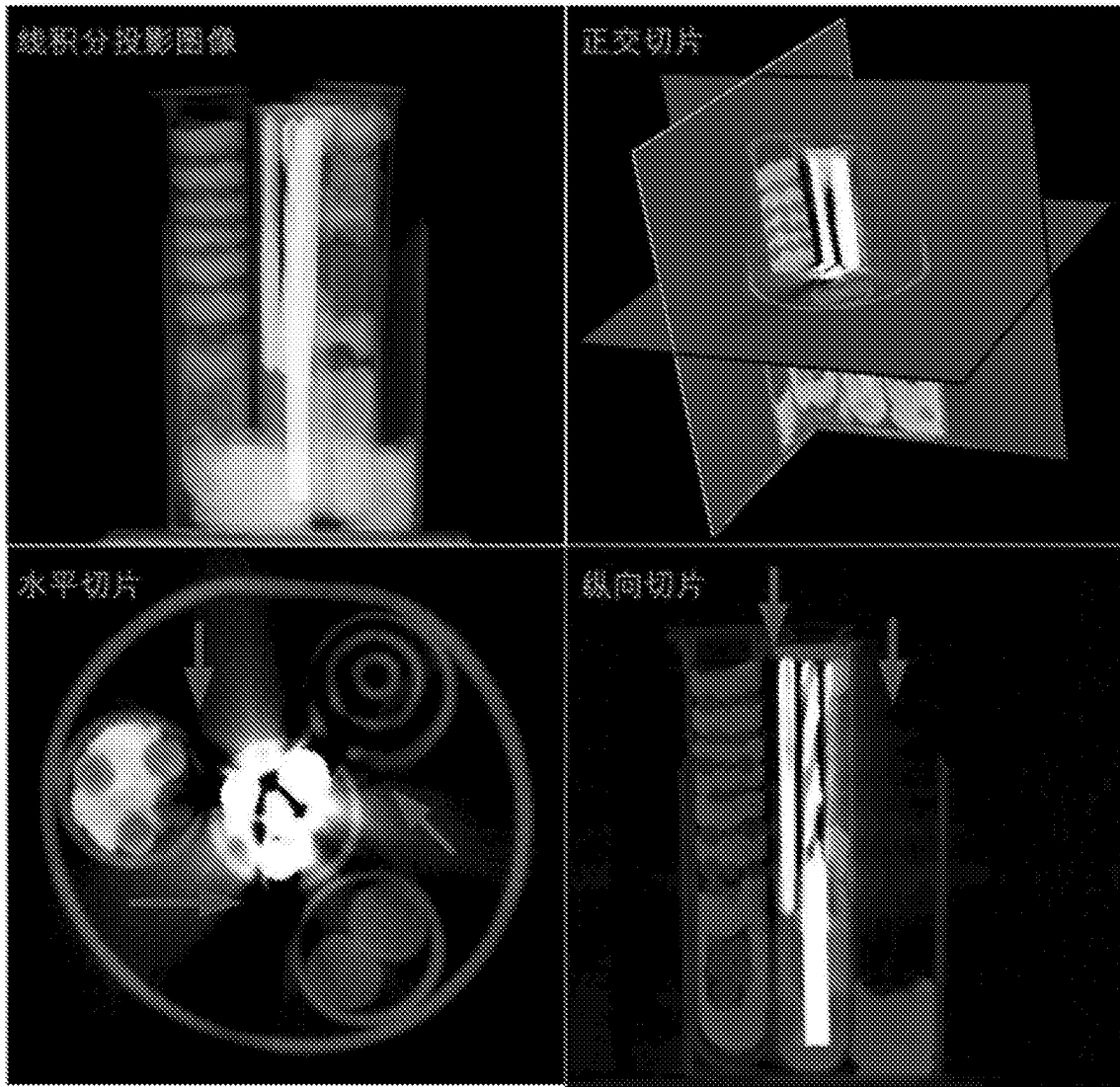


图6

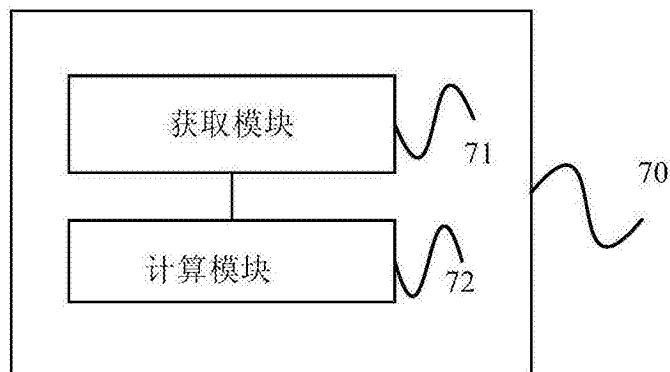


图7