



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102090900 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 01

(21) 申请号 201010601745. 5

US 2003/0147497 A1, 2003. 08. 07,

(22) 申请日 2010. 12. 10

审查员 马楠

(30) 优先权数据

12/635901 2009. 12. 11 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 T·L·托思 谢强 N·钱德拉

X·吴

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 朱海煜 王忠忠

(51) Int. Cl.

A61B 6/03(2006. 01)

(56) 对比文件

US 6678350 B2, 2004. 01. 13,

EP 1734405 A2, 2006. 12. 20,

US 2003/0142787 A1, 2003. 07. 31,

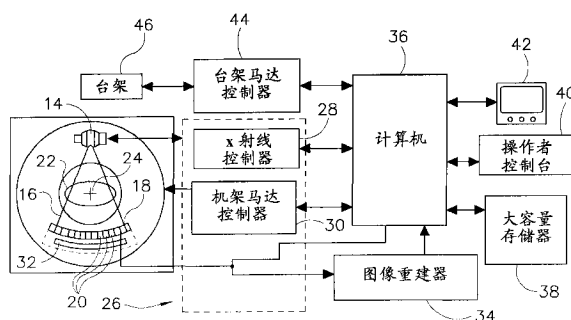
权利要求书2页 说明书11页 附图8页

(54) 发明名称

缓和双能量 CT 的低信号数据的系统和方法

(57) 摘要

一种 CT 系统 (10) 包括具有用于收纳要扫描的对象 (22) 的开口 (48) 的可旋转机架 (12), 以及控制器 (26), 其配置成在第一 kVp 获得 kVp 投影数据 (302), 在第二 kVp 获得 kVp 投影数据 (320), 从在第二 kVp 获得的 kVp 投影数据提取数据 (328), 将提取的数据添加到在第一 kVp 获得的 kVp 投影数据以产生在第一 kVp 的缓和投影数据 (332), 以及使用在第一 kVp 的缓和投影数据并且使用在第二 kVp 获得的投影数据产生图像 (316)。



1. 一种 CT 成像方法,包括:

获得一个或多个第一 kVp 投影数据集;

获得多个第二 kVp 投影数据集;

从所述多个第二 kVp 投影数据集提取信息,其配置成:对在所述第二 kVp 获得的投影数据取平均以产生平均的第二 kVp 投影数据;将平均的第二 kVp 投影数据乘以定标因子函数以产生定标投影;以及从平均的第二 kVp 投影数据中扣除所述定标投影以产生所提取的数据;

将所提取的信息添加至所述第一 kVp 投影数据集中的的一个来产生校正的第一 kVp 投影数据集;以及

使用至少所述校正的第一 kVp 投影数据集来产生图像。

2. 如权利要求 1 所述的方法,其中提取信息以及添加所提取的信息的步骤包括从所述多个第二 kVp 投影数据集中提取高频分量,以及将所述高频分量添加至所述一个或多个第一 kVp 投影数据集。

3. 如权利要求 1 所述的方法,其中获得所述多个第二 kVp 投影数据集包括在大于所获得的一个或多个第一 kVp 投影数据集的电压水平的电压水平获得所述多个第二 kVp 投影数据集。

4. 如权利要求 1 所述的方法,进一步包括从所述第一 kVp 投影数据集中的至少一个提取信息以产生第一 kVp 滤波数据集,其中将所提取的信息添加至所述第一 kVp 投影数据集中的的一个的步骤包括将所提取的信息添加至所述第一 kVp 滤波数据集。

5. 如权利要求 1 所述的方法,进一步包括对所述多个第二 kVp 投影数据集中的两个或以上取平均来形成平均的第二 kVp 投影数据集,其中提取信息的步骤包括从所述平均的第二 kVp 投影数据集中提取信息。

6. 如权利要求 5 所述的方法,其中取平均包括使用在获得所述一个或多个第一 kVp 投影数据集之前获得的第二 kVp 投影以及使用在一个或多个第一 kVp 投影数据集之后获得的第二 kVp 投影。

7. 如权利要求 1 所述的方法,其中产生图像的步骤进一步包括使用所述多个第二 kVp 投影数据集中的的一个或多个第二 kVp 投影数据集。

8. 如权利要求 1 所述的方法,其中获得一个或多个第一 kVp 投影数据集以及获得一个或多个第二 kVp 投影数据集的步骤包括顺序获得单个第一 kVp 投影数据集、单个第二 kVp 投影数据集以及单个第一 kVp 投影数据集。

9. 如权利要求 1 所述的方法,其中获得所述一个或多个第一 kVp 投影数据集以及获得所述多个第二 kVp 投影数据集中的的一个或多个第二 kVp 投影数据集的步骤包括顺序获得两个或以上第一 kVp 投影数据集以及顺序获得两个以上第二 kVp 投影数据集。

10. 如权利要求 9 所述的方法,其中顺序获得比第二 kVp 投影数据集的数量要多的数量的第一 kVp 投影数据集。

11. 一种 CT 成像系统,包括:

获得一个或多个第一 kVp 投影数据集的模块;

获得多个第二 kVp 投影数据集的模块;

从所述多个第二 kVp 投影数据集提取信息的模块,其包括:对在所述第二 kVp 获得的投

影数据取平均以产生平均的第二 kVp 投影数据的模块;将平均的第二 kVp 投影数据乘以定标因子函数以产生定标投影的模块;以及从平均的第二 kVp 投影数据中扣除所述定标投影以产生所提取的数据的模块;

将所提取的信息添加至所述第一 kVp 投影数据集中的的一个来产生校正的第一 kVp 投影数据集中的模块;以及

使用至少所述校正的第一 kVp 投影数据集来产生图像的模块。

12. 如权利要求 11 所述的系统,其中从所述多个第二 kVp 投影数据集提取信息的模块以及将所提取的信息添加至所述第一 kVp 投影数据集中的的一个来产生校正的第一 kVp 投影数据集的模块包括从所述多个第二 kVp 投影数据集中提取高频分量的模块,以及将所述高频分量添加至所述一个或多个第一 kVp 投影数据集的模块。

13. 如权利要求 11 所述的系统,其中获得所述多个第二 kVp 投影数据集的模块包括在大于所获得的一个或多个第一 kVp 投影数据集的电压水平的电压水平获得所述多个第二 kVp 投影数据集的模块。

14. 如权利要求 11 所述的系统,进一步包括从所述第一 kVp 投影数据集中的至少一个提取信息以产生第一 kVp 滤波数据集的模块,其中将所提取的信息添加至所述第一 kVp 投影数据集中的的一个来产生校正的第一 kVp 投影数据集的模块包括将所提取的信息添加至所述第一 kVp 滤波数据集的模块。

15. 如权利要求 11 所述的系统,进一步包括对所述多个第二 kVp 投影数据集中的两个或以上取平均来形成平均的第二 kVp 投影数据集的模块,其中从所述多个第二 kVp 投影数据集提取信息的模块包括从所述平均的第二 kVp 投影数据集中提取信息的模块。

16. 如权利要求 15 所述的系统,其中对所述多个第二 kVp 投影数据集中的两个或以上取平均来形成平均的第二 kVp 投影数据集的模块包括使用在获得所述一个或多个第一 kVp 投影数据集之前获得的第二 kVp 投影的模块以及使用在一个或多个第一 kVp 投影数据集之后获得的第二 kVp 投影的模块。

17. 如权利要求 11 所述的系统,其中使用至少所述校正的第一 kVp 投影数据集来产生图像的模块进一步包括使用所述多个第二 kVp 投影数据集中的的一个或多个第二 kVp 投影数据集的模块。

18. 如权利要求 11 所述的系统,其中获得一个或多个第一 kVp 投影数据集的模块以及获得多个第二 kVp 投影数据集的模块包括顺序获得单个第一 kVp 投影数据集、单个第二 kVp 投影数据集以及单个第一 kVp 投影数据集的模块。

19. 如权利要求 11 所述的系统,其中获得一个或多个第一 kVp 投影数据集的模块以及获得多个第二 kVp 投影数据集的模块包括顺序获得两个或以上第一 kVp 投影数据集的模块以及顺序获得两个以上第二 kVp 投影数据集的模块。

20. 如权利要求 19 所述的系统,其中包括顺序获得比第二 kVp 投影数据集的数量要多的数量的第一 kVp 投影数据集的模块。

缓和双能量 CT 的低信号数据的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明的实施例大体上涉及诊断成像,并且更加具体地涉及使用多能量成像源采集在多个能量范围的成像数据的设备和方法。

背景技术

[0002] 典型地,在计算机断层摄影(CT)成像系统中,x射线源朝受检者或对象(例如患者或一件行李)发射扇形或圆锥形射束。在下文中,术语“受检者”和“对象”将包括能够被成像的任何东西。射束在由受检者衰减后撞击到辐射检测器的阵列上。在该检测器阵列接收的衰减射束辐射的强度典型地取决于由受检者对x射线束的衰减。检测器阵列的每个检测器元件产生指示由每个检测器元件接收的衰减射束的单独电信号。电信号传送到数据处理系统用于分析,其最终产生图像。

[0003] 一般,x射线源和检测器阵列绕在成像平面内的机架(gantry)并且围绕受检者旋转。X射线源典型地包括x射线管,其在焦点发射x射线束。X射线检测器典型地包括用于准直在检测器接收的x射线束的准直器、邻近该准直器用于将x射线转换为光能的闪烁体和用于从该邻近的闪烁体接收光能并且由此产生电信号的光电二极管。典型地,闪烁体阵列的每个闪烁体将x射线转换为光能。每个闪烁体将光能释放到邻近其的光电二极管。每个光电二极管检测光能并且产生对应的电信号。光电二极管的输出然后传送到用于图像重建的数据处理系统。

[0004] CT成像系统可包括能量敏感(ES)、多能(ME)和/或双能(DE)CT成像系统,其可称为ESCT、MECT和/或DECT成像系统,以便采集材料分解或有效Z或单色图像估计的数据。ESCT/MECT/DECT提供能量区分。例如,在没有对象散射时,系统基于来自光谱的光子能量的两个相对区域(入射x射线谱的低能和高能部分)的信号推导在不同能量的材料衰减。在与医疗CT有关的给定能量区域中,两个物理过程支配x射线衰减:(1)康普顿散射和(2)光电效应。这两个过程对光子能量敏感并且因此原子元素中的每个具有唯一能量敏感衰减特征。因此,检测到的来自两个能量区域的信号提供足够信息以解析正成像的材料的能量相关性。此外,检测到的来自两个能量区域的信号提供足够信息以从康普顿散射和光电效应方面确定材料衰减系数。备选地,材料衰减可表达为由两个假定材料构成的对象的相对组成,或关于扫描对象的密度和有效原子序数。如在本领域内理解的,使用基础的数学变化,能量敏感衰减可以在两个基材、密度、有效Z序数方面表达,或作为两个具有不同keV的单色表示来表达。

[0005] 这样的系统可使用直接转换检测器材料代替闪烁体。在示例中ESCT、MECT和/或DECT成像系统配置成响应于不同的x射线谱。可使用能量敏感检测器使得记录到达检测器的每个x射线光子的光子能量。采集材料分解的投影数据的一个技术包括使用能量敏感检测器,例如CZT或具有与其附连的电子像素化结构或阳极的其他直接转换材料等。然而,这样的系统典型地包括附加成本和操作复杂性以便分离和区别每个接收的x射线光子的能量含量。

[0006] 在备选中,常规基于闪烁体的第三代 CT 系统可用于提供能量敏感测量。这样的系统可在 x 射线管的不同峰值千伏电压 (kVp) 操作水平顺序地采集投影,该 x 射线管改变包括发射的 x 射线束的入射光子的能量峰值和能谱。用两个独特能谱扫描的基本目的是通过利用处于不同多色能量状态的两个扫描获得增强图像内的信息(对比分离、材料特异性等)的诊断 CT 图像。

[0007] 已经提出一个技术以获得能量敏感扫描,其包括采集在例如 80kVp 和 140kVp 的两个扫描。作为示例,该两个扫描可如下方式获得:(1) 在扫描要求机架围绕受检者的两个旋转的情况下在时间上按顺序紧接地(可相隔几百毫秒至几秒),(2) 在要求围绕受检者的一个旋转时作为旋转角度的函数交叉地,或(3) 使用具有相隔 90 度安装的管/检测器的两管/两检测器系统。

[0008] 高频、低电容发生器使得在交替查看上切换高频电磁能投影源的 kVp 电势并且交叉数据集是可能的。结果,两个能量敏感扫描的数据可采用时间上交叉方式获得,而不是用相隔若干秒做出的单独扫描或用两管/两检测器系统来获得。为了提高对比度并且减少或消除射束硬化伪影,增加高和低 kVp 扫描之间的能量分隔是可取的。能量分隔可通过增加高 kVp 扫描中的能量来增加。然而,高 kVp 扫描可能因高电压处的系统稳定性而被限制。

[0009] 备选地,能量分隔可通过减小低 kVp 扫描的能量而增加。然而,对于低 kVp 投影发生的 x 射线衰减达到了系统噪声可能淹没了接收的信号的程度,并且 x 射线衰减典型地随成像对象的大小增加而增加。如可在常规单个 kVp 成像中经历的那样,一些对象在例如高达 120kVp 的成像可以使投影数据被污染,因为检测的信号变得如此弱以致它们被其他干扰信号(例如电子系统噪声和散射 x 射线噪声等)淹没。从而,在常规 CT 中用低信号缓和算法(mitigation algorithm)干预以避免图像中的低信号拖尾伪影。这样的算法也可应用于在双能应用中的一个或两个扫描数据集。

[0010] 然而,如在本领域内理解的,低信号缓和算法典型是数据平滑滤波器,其沿检测器通道、检测器行和/或视图维度(view dimension)操作。并且,尽管已知算法可减少拖尾,它们还可减少数据样本的高空间频率内容,并且因此减少所得图像的分辨率。从而,需要有在潜在地进行大百分比的双或多能量检查中的低信号缓和。

[0011] 因此,对于低 kVp 成像设计不折中高空间频率内容的缓和方案将是可取的。

发明内容

[0012] 本发明的实施例针对用于缓和低信号成像数据的方法和设备,其克服上文提到的缺点。

[0013] 根据本发明的一个方面,CT 系统包括具有用于收纳要扫描的对象的开口的可旋转机架和控制器,该控制器配置成在第一 kVp 获得 kVp 投影数据,在第二 kVp 获得 kVp 投影数据,从在第二 kVp 获得的 kVp 投影数据提取数据,将该提取的数据添加到在第一 kVp 获得的 kVp 投影数据以产生在第一 kVp 的缓和投影数据,并且使用该在第一 kVp 的缓和投影数据并且使用在第二 kVp 获得的投影数据产生图像。

[0014] 根据本发明的另一个方面,CT 成像的方法包括获得一个或多个第一 kVp 投影数据集,获得多个第二 kVp 投影数据集,从多个第二 kVp 投影数据集提取信息,将该提取的信息添加到第一 kVp 投影数据集中的以一个产生校正的第一 kVp 投影数据集,并且至少使用该

校正的第一 kVp 投影数据集产生图像。

[0015] 根据本发明的再另一个方面,计算机可读存储介质上存储包括指令的计算机程序,该指令当由计算机执行时使计算机获得第一 kVp 视图数据,获得第二 kVp 视图数据,从第二 kVp 视图数据提取高频数据,使用该提取的高频数据调节第一 kVp 视图数据以产生调节的第一 kVp 视图数据以及使用该调节的第一 kVp 视图数据产生图像。

[0016] 这些和其他的优势和特征将通过下列与附图结合提供的本发明的优选实施例的详细说明更加容易理解。

附图说明

[0017] 图 1 是 CT 成像系统的绘画视图。

[0018] 图 2 是在图 1 中图示的系统的框示意图。

[0019] 图 3 是 CT 系统检测器阵列的一个实施例的透视图。

[0020] 图 4 是检测器的一个实施例的透视图。

[0021] 图 5 是根据本发明的实施例的用于调节低 kVp 数据的流程图。

[0022] 图 6 是根据本发明的实施例的用于调节低 kVp 数据的流程图。

[0023] 图 7 是根据本发明的实施例的用于确定局部区域投影定标比例 (scaling) 的流程图。

[0024] 图 8 是根据本发明的实施例的获得低 kVp 和高 kVp 投影数据的图示。

[0025] 图 9 是根据本发明的实施例的用于与非侵入式包裹检查系统一起使用的 CT 系统的绘画视图。

具体实施方式

[0026] 诊断装置包括 x 射线系统、磁共振 (MR) 系统、超声系统、计算机断层摄影 (CT) 系统、正电子发射断层摄影 (PET) 系统、超声、核医学和其他类型的成像系统。X 射线源的应用包括成像、医学、安全和工业检查应用。然而,本领域内技术人员将意识到实现可应用于与单层片或其他多层片配置一起使用。此外,实现可用于 x 射线的检测和转换。然而,本领域内技术人员将进一步意识到实现可用于其他高频电磁能的检测和转换。实现可与“第三代”CT 扫描器和 / 或其他 CT 系统一起使用。

[0027] 本发明的操作环境关于 64- 层片计算机断层摄影 (CT) 系统描述。然而,本领域内技术人员将意识到本发明同样可应用于与其他多层片配置和与具有在操作期间移动或“摇晃”焦斑的能力的系统一起使用。此外,本发明将关于 x 射线的检测和转换描述。然而,本领域内技术人员将进一步意识到本发明的实施例同样可应用于其他高频电磁能的检测和转换。本发明将关于“第三代”CT 扫描器描述,但同样可与其他 CT 系统一起应用。

[0028] 公开了双能 CT 系统和方法。本发明的实施例支持医学 CT 的对解剖细节以及组织表征信息的采集和对于行李内的部件的采集。能量区别信息或数据可用于减小射束硬化等的影响。该系统支持组织区别数据的采集并且因此提供指示疾病或其他病理的诊断信息。该检测器还可以用于通过使用最佳能量权重以提升碘和钙 (和其他高原子或材料) 的对比度而检测、测量和表征可注入受检者的材料,例如造影剂和其他专用材料等。造影剂可以例如包括为了更好的可视化而注入血流的碘。为了包裹扫描,从能量敏感 CT 原理产生的有效

原子序数允许减少图像伪影（例如射束硬化等），以及提供用于假警报减少的附力区别信息。

[0029] 参照图 1 和 2，计算机断层摄影（CT）成像系统 10 示为包括代表“第三代”CT 扫描器的机架 12。机架 12 具有朝在机架 12 的对边上的包括准直器的检测器组件 18 投射 x 射线束 16 的 x 射线源 14。在本发明的实施例中，x 射线源 14 包括固定靶或旋转靶。检测器组件 18 由多个检测器 20 和数据采集系统（DAS）32 构成。该多个检测器 20 感测通过医疗患者 22 的投射 x 射线，并且 DAS32 将该数据转换为数字信号用于随后处理。每个检测器 20 产生代表碰撞 x 射线束以及因此是当它通过患者 22 时的衰减射束的强度的模拟电信号。在扫描以采集 x 射线投影数据期间，机架 12 和安装在其上的部件绕旋转中心 24 旋转。

[0030] 机架 12 的旋转和 x 射线源 14 的操作由 CT 系统 10 的控制机构 26 控制。控制机构 26 包括 x 射线控制器 28 和发生器 29（其提供功率和定时信号给 x 射线源 14）和机架马达控制器 30（其控制机架 12 的转速和位置）。图像重建器 34 从 DAS32 接收取样并且数字化的 x 射线数据并且进行高速重建。该重建的图像和本文描述的实施例作为输入应用于计算机 36，其存储图像在大容量存储装置 38 中，该大容量存储装置 38 可包括计算机 RAM、盘等。

[0031] 计算机 36 还从操作者通过控制台 40 接收命令和扫描参数，该控制台具有例如键盘、鼠标、语音激活控制器或任何其他适合的输入设备等操作者界面的某个形式。关联的显示器 42 允许操作者观察来自计算机 36 的重建图像和其他数据。操作者提供的命令和参数由计算机 36 使用以提供控制信号和信息给 DAS32、x 射线控制器 28 和机架马达控制器 30。另外，计算机 36 操作台架马达控制器 44，其控制电动台架 46 以定位患者 22 和机架 12。特别地，台架 46 移动患者 22 全部或部分通过图 1 的机架开口 48。

[0032] 系统 10 可采用单极或双极模式操作。在单极操作中，阳极接地并且负电势施加于阴极，或阴极接地并且正电势施加于阳极。相反地，在双极操作中，施加的电势分裂给阳极和阴极之间。在任一情况下，单极或是双极，电势施加在阳极和阴极之间，并且从阴极发射的电子通过该电势朝阳极加速。当例如 -140kV 电压差维持在阴极和阳极之间并且管是双极设计时，阴极可维持在例如 -70kV，并且阳极可维持在 +70kV。相比之下，对于在阴极和阳极之间同样具有 -140kV 电压间隔的单极设计，阴极因此维持在该 -140kV 的更高电势而阳极接地并且从而维持在大约 0kV。因此，操作具有与管内阴极的净 140kV 差的阳极。

[0033] 如在图 3 中示出的，检测器组件 18 包括轨道 17，其间设置有准直叶片或板 19。板 19 放置成用于在这样的射束碰撞在例如放置在检测器组件 18 上的图 4 的检测器 20 上之前准直 x 射线 16。在一个实施例中，检测器组件 18 包括 57 个检测器 20，例如将图示的，每个检测器 20 具有像素元件 50 的 64×16 阵列大小。结果，检测器组件 18 具有 64 行和 912 列（ 16×57 检测器）其允许 64 个同时的数据层片随机架 12 的每个旋转来收集。

[0034] 参照图 4，检测器 20 包括 DAS32，其中每个检测器 20 包括许多设置在封装件（pack）51 中的检测器元件 50。检测器 20 包括相对于检测器元件 50 放置在封装件 51 内的引脚（pin）52。封装件 51 放置在具有多个二极管 59 的背光式二极管阵列（backlit diode array）53 上。背光式二极管阵列 53 进而放置在多层基底 54 上。隔离物 55 放置在多层基底 54 上。检测器元件 50 光学耦合于背光式二极管阵列 53，并且背光式二极管阵列 53 进而电耦合于多层基底 54。柔性电路（flex circuit）56 附连至多层基底 54 的面 57 并且附连

到 DAS 32。检测器 20 通过使用针脚 52 放置在检测器组件 18 内。

[0035] 在一个实施例的操作中,在检测器元件 50 内的 x 射线碰撞产生穿越封装件 51 的光子,由此产生在背光式二极管阵列 53 内的二极管上检测到的模拟信号。该产生的模拟信号被输送通过多层基底 54、通过柔性电路 56 到 DAS 32,其中该模拟信号转换为数字信号。

[0036] 下列论述涉及包括来自具有单个检测器和单个控制器的单个能量来源的高和低 kVp 投影数据集的本发明的实施例。然而,要理解本发明同样可应用于大范围的系统,其包括但不限于具有两个更多来源和两个或更多检测器。在这样的系统中,单个控制器可用于控制来源和检测器,或可使用多个控制器。

[0037] 此外,下列论述涉及获得低 kVp 和高 kVp 投影数据,并且使用该高 kVp 投影数据校正该低 kVp 投影数据,如将进一步描述的。然而,要理解本发明一般可应用于通过使用在另一个 kVp 获得的数据校正在一个 kVp 获得的数据。例如,在下列论述中假定低 kVp 数据包括比高 kVp 数据更高水平的噪声(或更差的统计量),其可以导致图像伪影,从而高 kVp 数据用于校正低 kVp 数据。但,在如与获得的高 kVp 投影数据相比更低噪声或更好统计量在低 kVp 投影数据中获得的情况下,本发明同样可应用于此,并且在该示例中低 kVp 投影数据的高频分量或来自其中的统计量可以同样用于校正在高 kVp 投影数据中的高噪声和/或差统计量。

[0038] 参照图 5,示出用于采集和缓和低 kVp CT 成像数据的技术 200。根据本发明的实施例,技术 200 包括使用例如图 2 的发生器 29 以使源 14 通电而在步骤 202 采集高和低 kVp 投影数据或数据集,并且在步骤 204 确定是否应用低 kVp 信号缓和或校正步骤。在步骤 204 的确定可客观地基于低信号阈(LST)值、系统特性、图像采集设置等。备选地,在步骤 204 的确定可主观地基于当例如拖尾或其他伪影在最终图像中观察到时的用户观察。

[0039] 如果没有缓和或校正步骤要应用(206),那么最终图像使用在步骤 202 采集的高和低 kVp 投影数据在步骤 208 产生。然而,如果缓和或校正要应用(210),那么来自高 kVp 投影数据的高频数据在步骤 212 用于缓和低 kVp 投影数据,如将在图 6 中进一步图示的。双能图像根据双能图像重建的已知方法、使用采集的高 kVp 投影数据和调节的低 kVp 投影数据在步骤 214 产生。

[0040] 根据本发明的实施例,一旦已经确定在图 5 的步骤 210 缓和低 kVp 数据,那么高频分辨率图案从高 kVp 投影中提取并且添加到采集的低 kVp 投影。根据一个实施例,如在图 6 中图示的,低 kVp 信号分辨率通过使用相邻高 kVp 投影数据来增强或缓和。在该实施例中,相比 LST 来评估低 kVp 投影的通道,并且如果一个或多个通道低于 LST,那么结合邻近高 kVp 投影并且从其中提取高频分量。在一个实施例中,LST 限定为其中低信号污损(corruption)开始的点,并且可关于基本幻象并且基于操作条件经验地确定。例如,LST 可基于例如每转视图的数量、焦斑摇晃、机架旋转周期、几何效率、部件几何结构(即,源、检测器等)、检测器光输出、DAS 效率、DAS 电子噪声、kVp、mA 或类似物等一个或多个参数确定。

[0041] 从而,图 6 代表在步骤 302 开始的用于低 kVp 数据缓和的循环 300,其中识别低 kVp 投影的可能的缓和。在步骤 304,相比 LST 来评估识别的低 kVp 投影的通道。如果不低于 LST(306),那么在步骤 308 进行查询关于是否应该评估更多低 kVp 数据集。如果如此(310),那么在步骤 312 考虑下一个低 kVp 投影数据集。然而,如果所有低 kVp 投影已经评估并且没有一个剩余需要考虑(314),那么如在步骤 214 关于图 5 论述的,图像使用高 kVp 数据和

缓和的低 kVp 数据在步骤 316 重建。

[0042] 低 kVp 数据可如在图 6 中进一步图示的那样缓和。从而,当相比 LST 来评估低 kVp 投影数据时,如陈述的那样,如果低 kVp 数据集中的的一个或多个通道低于 LST (318),那么根据本发明的实施例,低 kVp 投影数据集使用从高 kVp 投影数据 $H(n)$ 中提取的高频数据来校正。

[0043] 从而,根据该实施例,在步骤 320 确定邻近要缓和的低 kVp 投影数据 $L(n)$ 的 $H(n-1)$ 和 $H(n+1)$ 。平均或加权平均高 kVp 投影 $H_a(n)$ 在步骤 322 使用下列确定:

[0044] $H_a(n) = (H(n-1) + H(n+1)) / 2$; 方程 1

[0045] 定标的高 kVp 投影 $H_s(n)$ 在步骤 324 使用平均或加权平均高 kVp 投影 $H_a(n)$ 确定:

[0046] $H_s(n) = (1 - H_a(n)) * Sf(n) + 1$; 方程 2

[0047] 本发明适用于数据平均,不管该平均是简单平均或采用加权平均都可以。平均典型地包括数据的简单平均,而加权平均包括用非同量加权来平均数据,如本领域内理解的。也就是说,如本领域内理解的,一些数据可具有比其他数据更多权重。然而并且无论如何,加权和加权平均两者都包括在本发明的实施例内,并且当提及任何类型的平均时都包含在内。

[0048] 定标因子 $Sf(n)$ 可通过多种方法确定,并且将根据本发明的实施例在下文进一步说明。滤波的高 kVp 投影 $H_{sm}(n)$ 在步骤 326 通过从定标的高 kVp 投影 $H_s(n)$ 中滤除高频分量而形成。高频在步骤 328 从定标的高 kVp 投影 $H_s(n)$ 中通过从其中扣除滤波的高 kVp 投影 $H_{sm}(n)$ 来提取,以形成高频投影 $H_\delta(n)$:

[0049] $H_\delta(n) = H_s(n) - H_{sm}(n)$; 方程 3

[0050] 滤波的或基础低 kVp 投影数据 $L_m(n)$ 在步骤 330 通过从低 kVp 投影数据 $L(n)$ 中滤除高频分量而形成。一旦滤波,高频数据 $H_\delta(n)$ 在步骤 332 添加到滤波的低 kVp 投影数据 $L_m(n)$ 以形成低 kVp 投影 $L_r(n)$ 用于重建:

[0051] $L_r(n) = L_m(n) + H_\delta(n)$; 方程 4

[0052] 定标因子 $Sf(n)$ 可通过多种方法确定。根据一个实施例,平均或加权平均定标因子 $Sf(n)$ 通过使用如从低 kVp 投影 $L(n)$ 确定的平均低 kVp 投影 $L_m(n)$ 和平均或加权平均高 kVp 投影 $H_a(n)$ (如上文确定的) 两者来确定:

[0053] $Sf(n) = \frac{\sum 1 - L_{m'}(n)}{\sum 1 - H_a(n)}$; 方程 5

[0054] 根据另一个实施例,定标因子 $Sf(n)$ 在局部 bin 或亚区上确定。根据该实施例,确定定标因子 $Sf(n)$ 的方法包括计算通道 bin (例如 75 宽) 的区域的局部定标因子,和形成通道依存定标因子矢量并且低通滤波该定标因子矢量 (例如具有 150 点宽汉宁核 (hanning kernel))。该示例基于 71 个通道单维度低通信号校正滤波器。从而,参照图 7,在步骤 400 对通道 bin 的区域确定局部区域定标因子 Sf_r ,在步骤 402,根据在每个亚区 bin 内的 $Sf_r(j, n)$ 来形成具有恒定值的通道依存定标因子,并且在步骤 404 使用例如 50 点汉宁核来对定标因子进行低通滤波。

[0055] 为了进一步最小化或缓和低信号在低 kVp CT 成像数据中的影响,高和低 kVp 投影数据可采用这样的方式获得,其可使用常规或已知低信号缓和方案或通过使用例如在上文图 5 中图示的方案减少对缓和采集的数据的需要。根据一个方法,高和低 kVp 投影数据可

采用不对称采样间隔采集使得低 kVp 积分周期大于高 kVp 积分周期。从而,参照图 8,例如图 1 和 2 的发生器 29 等发生器可配置成输出低和高 kVp 450。低 kVp 452 是第一周期 454 的输出,并且高 kVp 456 是第二周期 458 的输出。如图示的,第一周期 454 出现比第二时间段 458 更大的时间段。同样如图示的,kVp 设置轮廓 460 图示设置点或发生器输出电压,并且图示实际或获得的 kVp 输出 462,其示出典型大于输出低 kVp 452 的所得的低 kVp 464。同样,所得的高 kVp 466 典型小于输出高 kVp 456。实际或获得 kVp 输出 462 包括由于系统电容和其他已知效应所导致的下降时间 468 和上升时间 470。

[0056] 对应地,低和高 kVp 积分 472 包括低 kVp 积分周期 474 和高 kVp 积分周期 476,使它们与从低 kVp 到高 kVp 的切换结合来触发,反之亦然。如此,低 kVp 信号的积分出现比高 kVp 信号的积分的时间段更大的时间段。这允许每个样品捕捉并且积分更多的 x 射线光子,由此增加上文期望的检测信号,例如电子噪声。在一个实施例中,可通过不对称地结合固定的触发间隔而实现改进。在一个示例中,数据可在低 kVp 在三个固定采样间隔期间顺序采集并且然后在高 kVp 在两个固定采样间隔期间顺序采集。

[0057] 从而,当采集的数据具有不对称时间间隔或用多个 / 顺序低 kVp 拍摄 (shot) 和随后多个 / 顺序高 kVp 拍摄时,本发明的实施例则包括对采集的投影数据分配权重以考虑机架的对应位置,如本领域内理解的。例如,当在步骤 320 确定相邻高 kVp 投影数据时,并且随后如上文关于方程 1 描述的那样对采集的数据取平均时,然后方程 1 通过对相邻的高 kVp 投影 $H(n-1)$ 和 $H(n+1)$ 分配权重而被适当地修改以考虑采集的数据的不对称性。此外,本领域内技术人员将认识到多个相邻高 kVp 投影可用于在步骤 322 获得平均或加权平均的高 kVp 投影 $H_a(n)$ 。

[0058] 可以独立或与本文公开的任何方法和技术中任一个结合使用的再另一个方法是通过减少投影数量来增加低 kVp 积分间隔。这可以完成且同时考虑并且优化方位角分辨率损失和视图失真。

[0059] 此外,从侦察数据 (scout data) 确定何时投影可能被折中是可能的。在一个实施例中,对横向和前后 (AP) 侦察扫描两者都采集正交扫描投影数据。在考虑了蝴蝶结颈结衰减后,对于每转覆盖的每个 Z 宽度,可获得视图平均并将其分成中心和边缘区。投影测量 (PM) (规格化到水的项的衰减) 与扫描器的操作条件的函数的低信号阈值 (LST) 进行比较。在本发明的实施例中,患者衰减和 LST 可以直接在预先记录的信号强度方面或通过使用后记录 PM 和 LST 来陈述。因此,使用横向和 AP 侦察扫描两者,可以对相应横向和 AP 视图确定 LST-PM,并且如果 LST-PM 低于设置极限,那么可使用对应部分 (section) 或视图中的减小的视图率 (view rate)。

[0060] 在上文的论述中,应该理解“低 kVp”数据是描述在双能采集期间具有较差统计量的投影数据集的一般术语。例如,在双管 - 检测器配置 (作为示例,通过大致上 90 度角补偿的两组管 - 检测器对) 中,附加滤波可以应用于高 kVp 管 - 检测器 (例如,140kVp 设置的附加 S_n 滤波器) 和其他管 - 检测器对的增加的低 kVp (例如,从 80kVp 增加到 100kVp)。然而,如陈述的,具有较低 kVp 设置 (100kVp) 的数据集具有低于较高 kVp 设置 (140kVp) 的噪声是可能的。在该情况下,上文概述的校正方式应用于较高 kVp 设置 (140kVp) 而不是较低 kVp 设置 (100kVp)。

[0061] 还应该理解上文概述的过程 (“低 kVp”数据的低通过滤和高通滤波的“高 kVp”数

据的添加)用于说明目的以证明“高 kVp”信息对“低 kVp”缺陷校正的补充支持作用。然而,根据本发明,其他方式可以用于校正这样的缺陷。例如,对于展现显著噪声的“低 kVp”通道,可以拟合对应的“高 kVp”通道到“低 kVp”通道以获得对出错“低 kVp”通道的估计。更具体地,如果“低 kVp”通道的通道 k 不通过阈值测试,“高 kVp”数据的从 k-n 至 k+n 的附近通道可用于执行“低 kVp”数据从 k-n 至 k+n 的多项式拟合以获得“低 kVp”通道 k 的估计(采用拟合的“高 kVp”通道 k)。

[0062] 还应该理解滤波参数(例如,在图 6 中描述的高通和低通两者)可以取决于测量的投影数据动态地改变。

[0063] 现在参照图 9,包裹/行李检查系统 510 包括可旋转机架 512,在其中具有包裹或多件行李可通过其中的开口 514。该可旋转机架 512 容置高频电磁能量来源 516 以及检测器组件 518,其具有与在图 4 中示出的那个相似的闪烁体单元构成的闪烁体阵列。传送系统 520 也被提供并且包括由结构 524 支撑的传送带 522 以自动并且连续地传递包裹或行李件 526 通过开口 514 以被扫描。对象 526 由传送带 522 馈送通过开口 514,然后采集成像数据,并且传送带 522 采用受控并且连续的方式将包裹 526 从开口 514 移走。结果,邮政检查员、行李搬运者和其他安全人员可非侵入式地检查包裹 526 的内容中的爆炸物、刀、枪、走私货等。

[0064] 本发明的实施例的实现在示例中包括多个部件,例如电子部件、硬件部件和/或计算机软件部件中的一个或多个等。许多这样的部件可以在本发明的实施例的实现中组合或分开。本发明的实施例的实现的示范性部件采用和/或包括采用许多编程语言中的任何编写的或由此实现的计算机指令集和/或系列,如将由本领域内技术人员意识到的。

[0065] 本发明的实施例的实现在示例中采用一个或多个计算机可读存储介质。用于本发明的实施例的实现的计算机可读信号承载介质的示例包括图像重建器 34 的可记录数据存储介质和/或计算机 36 的大容量存储装置 38。用于本发明的实施例的实现的计算机可读存储介质在示例中包括磁性、电、光学、生物和/或原子数据存储介质中的一个或多个。例如,计算机可读信号承载介质的实现包括软盘、磁带、CD-ROM、DVD-ROM、硬盘驱动器和/或电子存储器。

[0066] 公开的方法和设备的贡献是它提供计算机实现的、使用多能量成像源采集在多个能量范围的成像数据的设备和方法。

[0067] 根据本发明的实施例,CT 系统包括具有用于收纳要扫描的对象的开口的可旋转机架和控制器,该控制器配置成在第一 kVp 获得 kVp 投影数据,在第二 kVp 获得 kVp 投影数据,从在第二 kVp 获得的 kVp 投影数据提取数据,将该提取的数据添加到在第一 kVp 获得的 kVp 投影数据以产生在第一 kVp 的缓和投影数据,并且使用该在第一 kVp 的缓和投影数据并且使用在第二 kVp 获得的投影数据产生图像。

[0068] 根据本发明的另一个实施例,CT 成像的方法包括获得一个或多个第一 kVp 投影数据集,获得多个第二 kVp 投影数据集,从多个第二 kVp 投影数据集提取信息,将该提取的信息添加到第一 kVp 投影数据集中的第一个以产生校正的第一 kVp 投影数据集,并且至少使用该校正的第一 kVp 投影数据集产生图像。

[0069] 根据本发明的再另一个实施例,计算机可读存储介质上存储包括指令的计算机程序,该指令当由计算机执行时使计算机获得第一 kVp 视图数据,获得第二 kVp 视图数据,从

第二 kVp 视图数据提取高频数据,使用该提取的高频数据调节第一 kVp 视图数据以产生调节的第一 kVp 视图数据以及使用该调节的第一 kVp 视图数据产生图像。

[0070] 尽管本发明已经与仅有限数量的实施例结合详细描述,应该容易理解本发明不限于这样的公开的实施例。相反,本发明可以修改以包含任意数量在此之前没有描述的变化、改动、替代或等同设置,但是其与本发明的精神和范围相当。此外,尽管上文论述单能和双能技术,本发明包含具有多于两个能量的方式。另外,尽管已经描述本发明的各种实施例,要理解本发明的方面可仅包括描述的实施例中的一些方面。因此,本发明将不被视为由之前的说明限制,而仅由附上的权利要求的范围限制。

[0071] 部件列表

[0072]

10	计算机断层摄影 (CT) 成像系统	40	操作者控制台
12	机架	42	关联显示器
14	x 射线源	44	台架马达控制器
16	x 射线束	46	电动台架
17	包括轨道	48	机架开口
18	检测器组件	50	像素元件
19	具有准直叶片或板	51	设置成封装件
20	多个检测器	52	包括针脚
22	医疗患者	53	背光式二极管阵列
24	旋转中心	54	进而设在多层基底上
26	控制机构	55	隔离物
28	x 射线控制器	56	柔性电路
29	发生器	57	包括
30	机架马达控制器	59	多个二极管
32	数据采集系统 (DAS)	64	阵列大小
34	图像重建器	70	阴极可维持电压
36	计算机	200	技术
38	大容量存储装置	510	包裹/行李检查系统
452	低 kVp	512	可旋转机架

[0073]

454	第一周期	514	开口
456	高 kVp	516	高频电磁能量来源
458	第二周期	518	检测器组件
460	图示的 kVp 设置轮廓	520	传送系统
462	实际或获得的 kVp 输出	522	传送带
464	所得低 kVp	524	支撑结构
466	所得高 kVp	472	对应低和高 kVp 积分
468	所产生的下降时间	474	低 kVp 积分周期
470	上升时间	476	高 kVp 积分周期
526	自动且连续地传递包裹或行李件		
202	采集高和低 kVp 投影数据或数据集		
204	确定步骤		
206	如果没有缓和或校正步骤要应用		
208	那么最终图像在该步骤生成		
210	然而，如果缓和或校正要应用		
212	那么来自高 kVp 投影数据的高频数据在该步骤用于缓和低 kVp 投影数据		
214	双能图像在该步骤产生		
300	循环		
302	在该步骤开始低 kVp 数据缓和		
304	步骤		
306	LST		
308	在该步骤进行查询		
310	如果如此		
312	在该步骤考虑下一个低 kVp 投影数据集		
314	然而，如果所有低 kVp 投影已经评估并且没有剩余的需要考虑		
316	在该步骤，缓和的低 kVp 数据		
318	LST		

[0074]

320	在该步骤确定
322	在该步骤确定平均或加权平均高 kVp 投影 $H_a(n)$
324	在该步骤确定定标的高 kVp 投影 $H_s(n)$
326	在该步骤形成滤波的高 kVp 投影 $H_{sm}(n)$
328	在该步骤提取高频
330	在该步骤形成滤波的或基础低 kVp 投影数据 $L_m(n)$
332	在该步骤用于重建的低 kVp 投影 $L_R(n)$,
400	步骤
402	在该步骤根据每个亚区 bin 内的 $Sf_r(j, n)$ 形成具有恒定值的通道依存定标因子
404	在该步骤, 定标因子被低通滤波
450	可配置成输出低和高 kVp

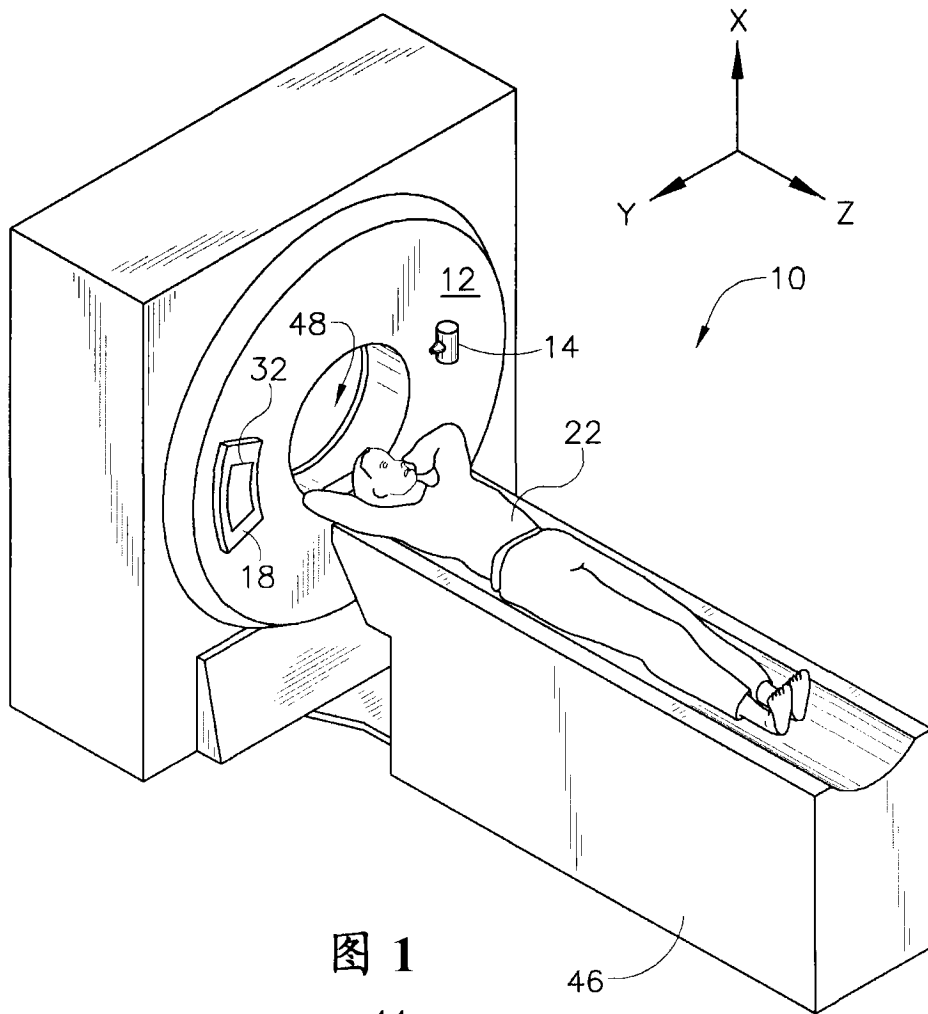


图 1

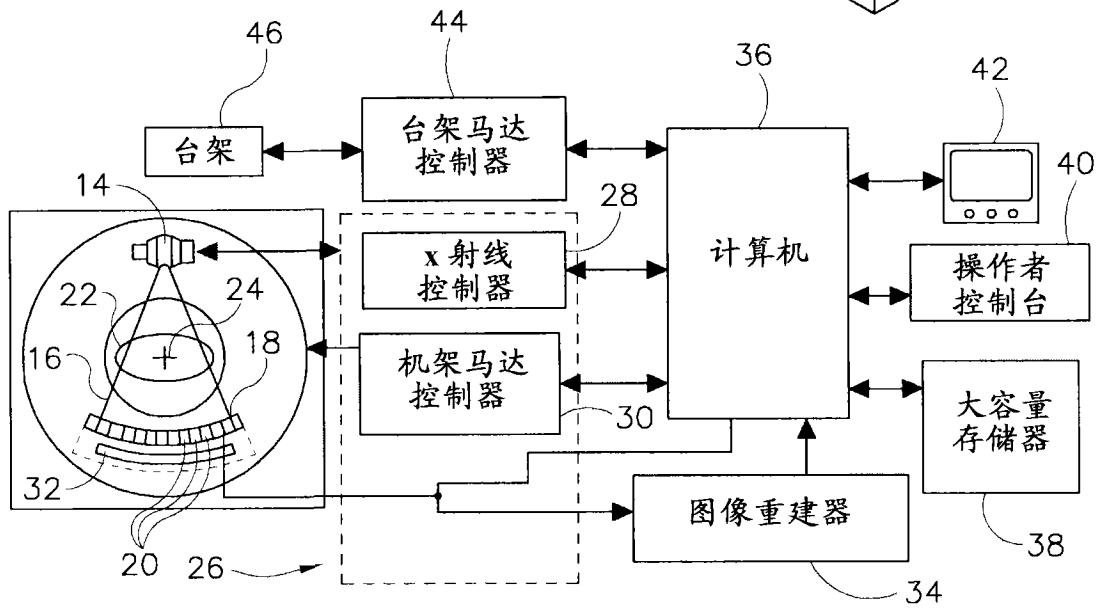


图 2

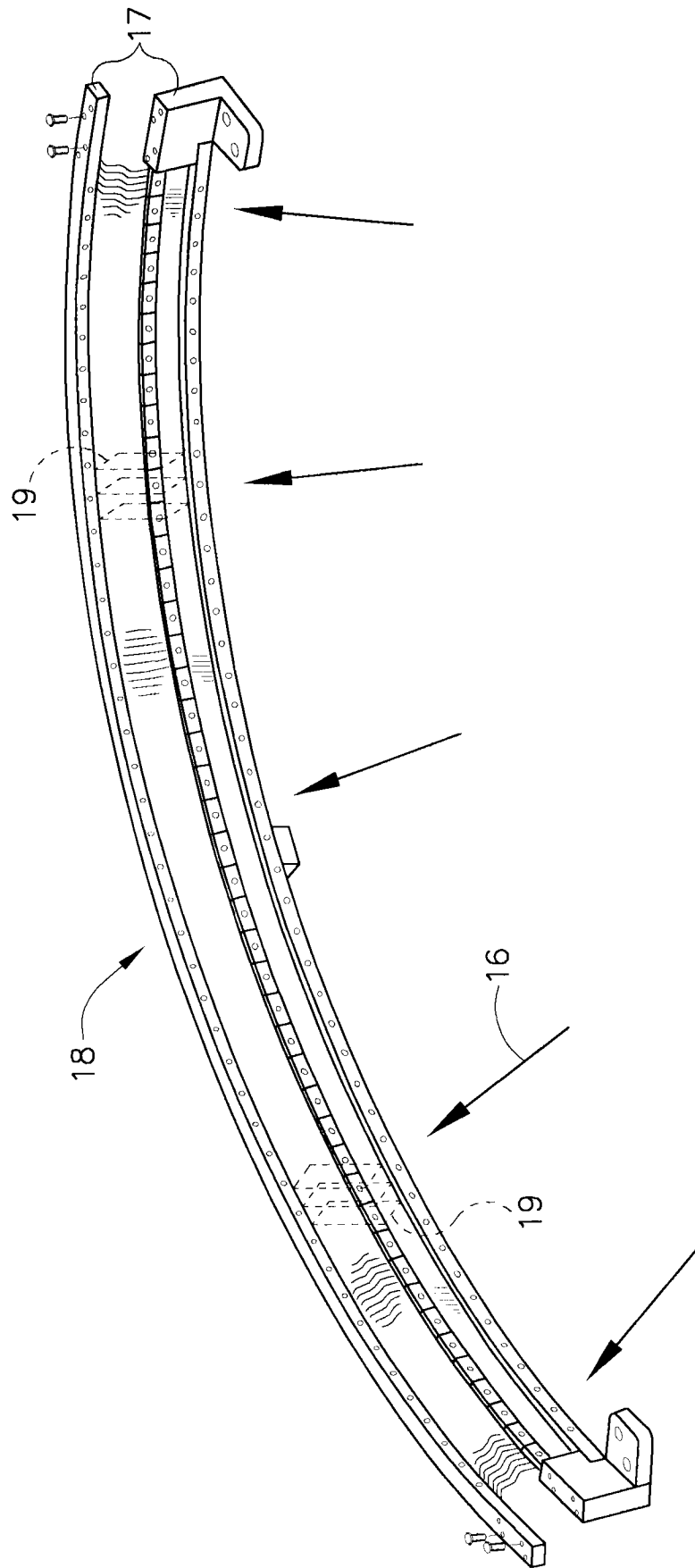


图 3

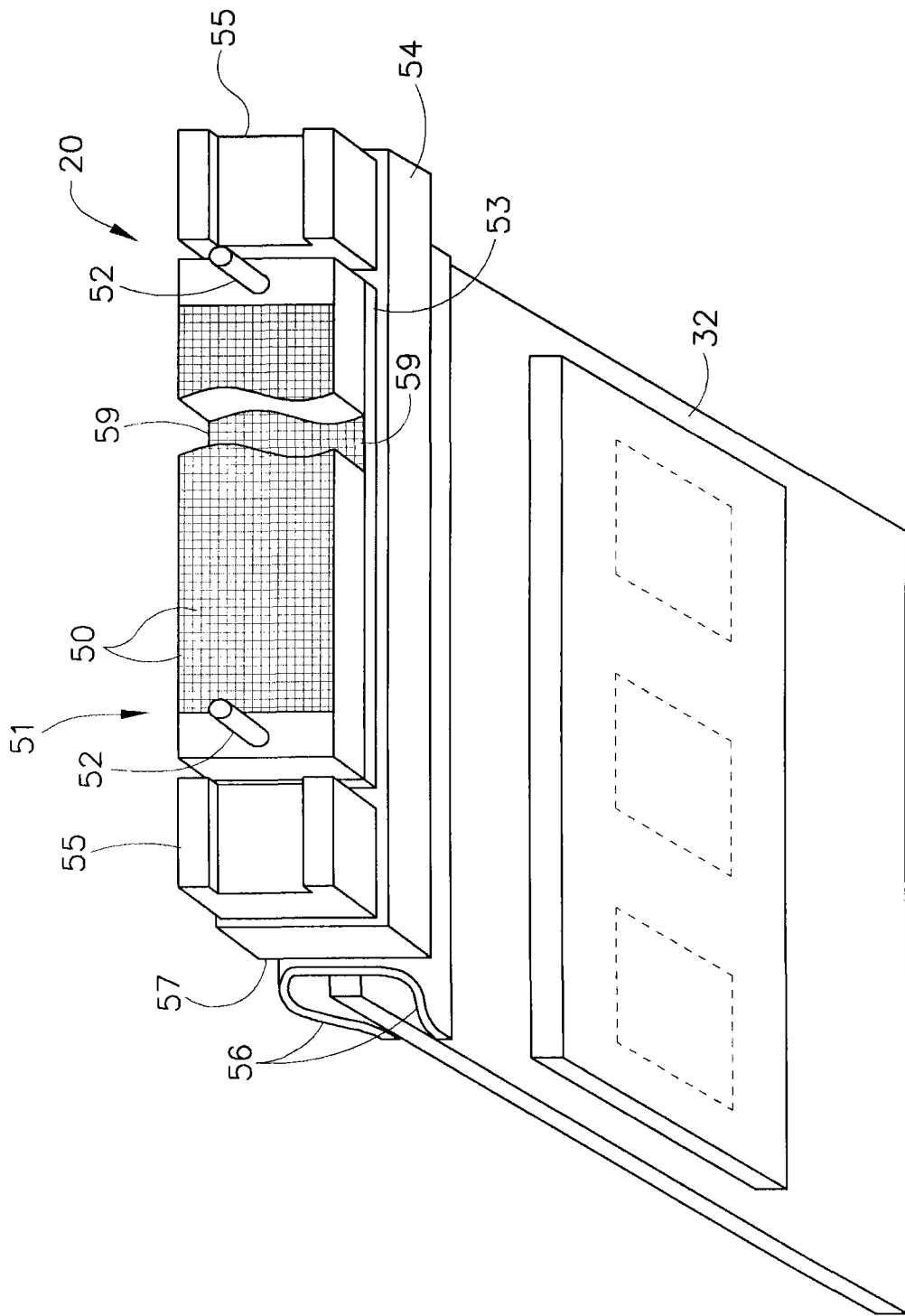


图 4

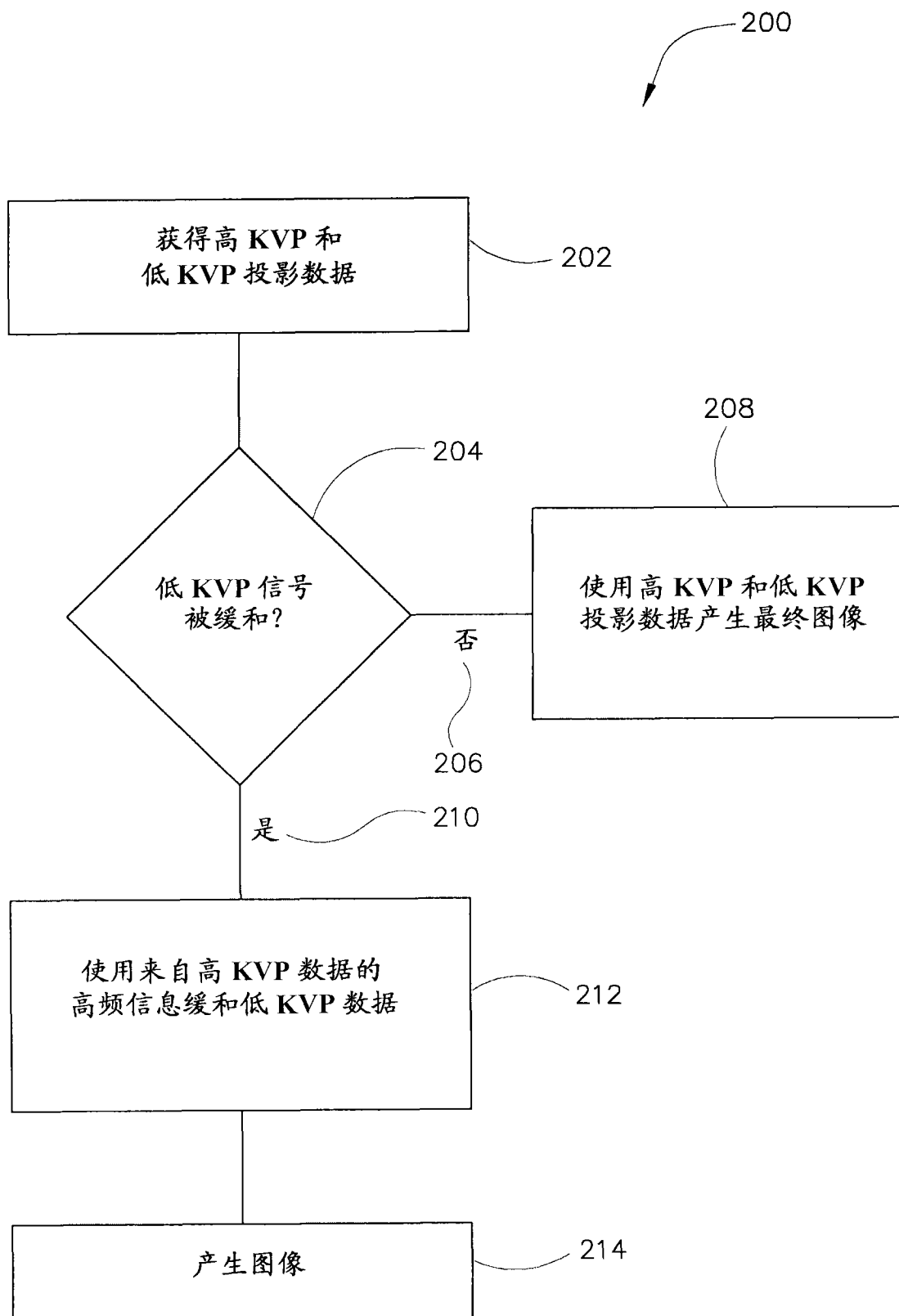


图 5

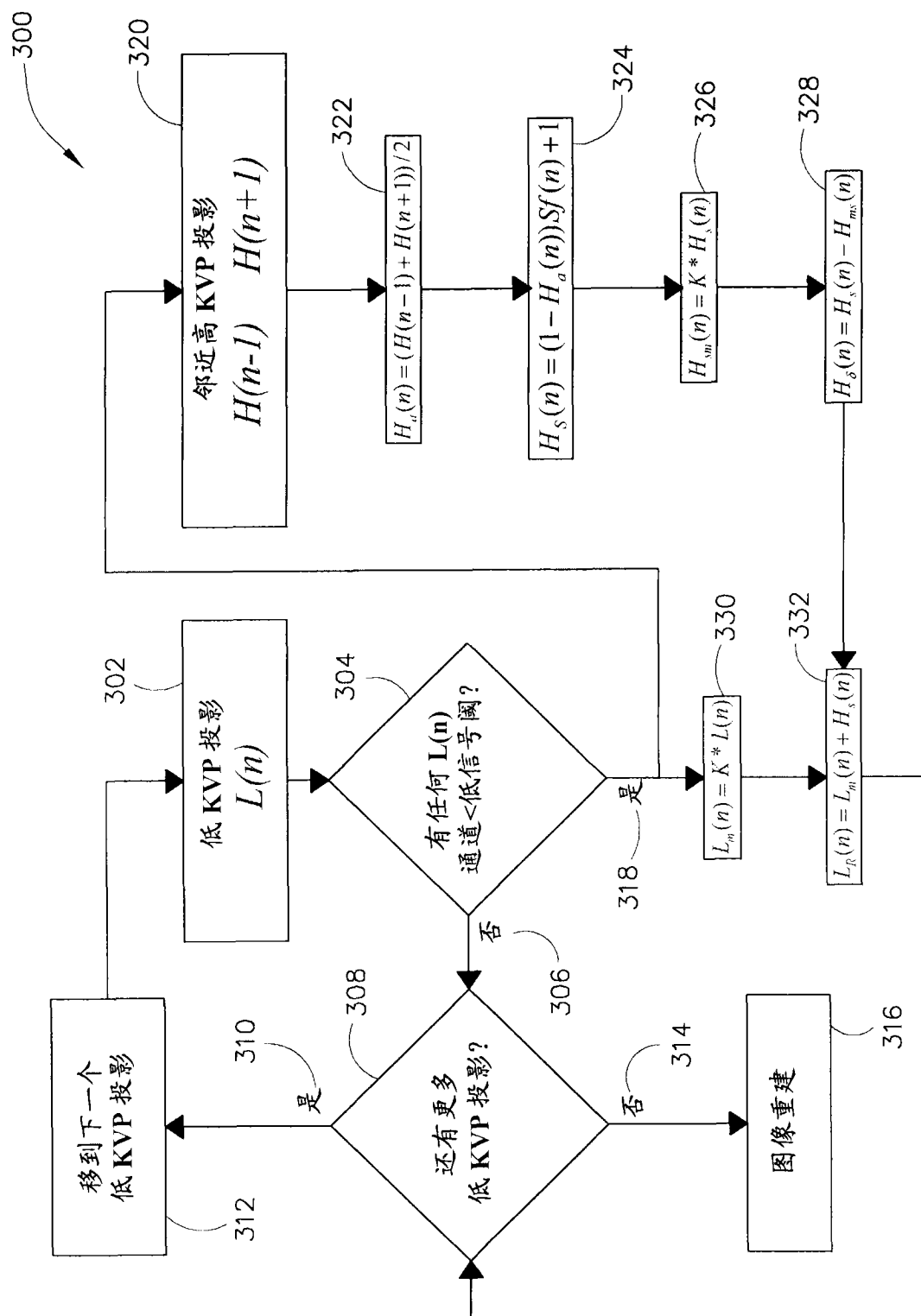


图 6

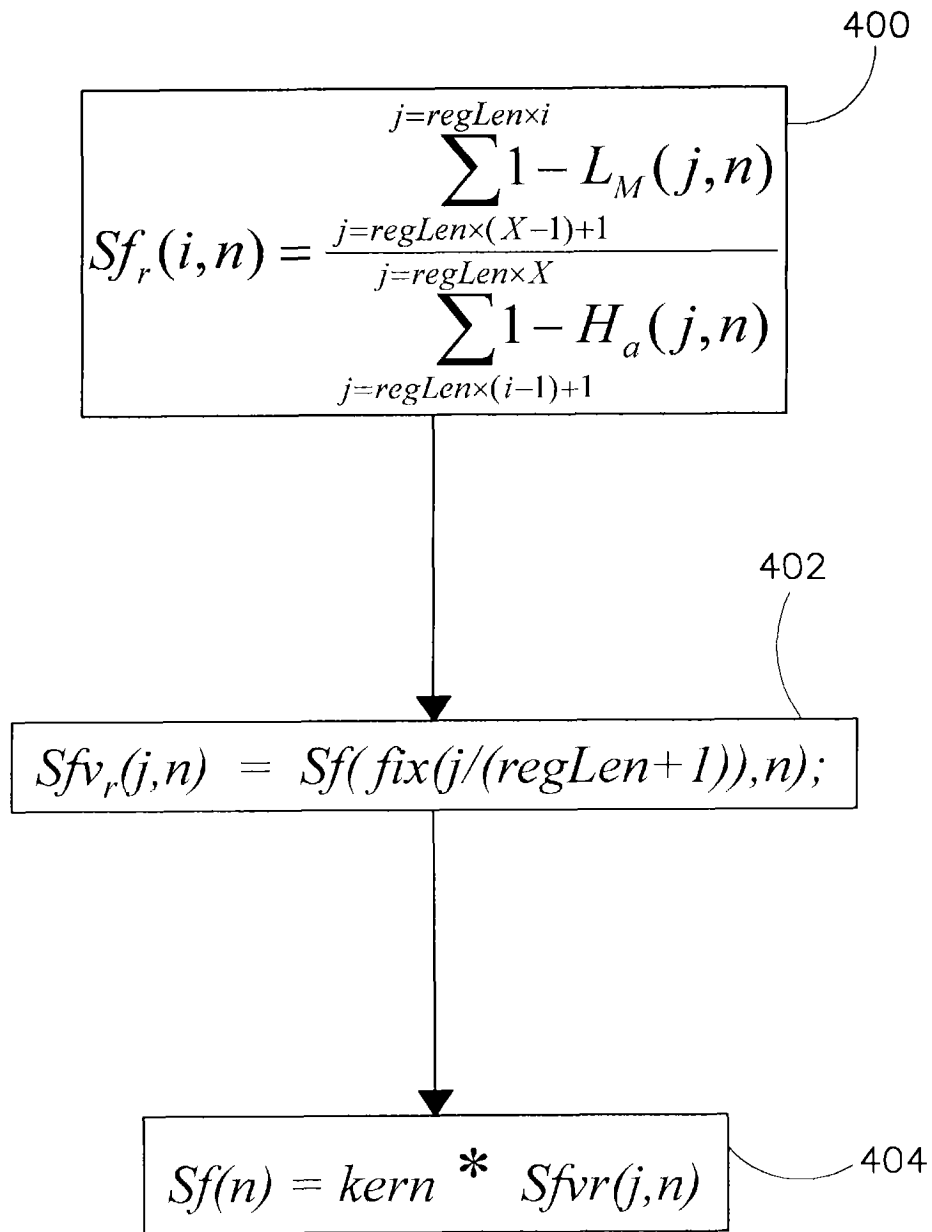


图 7

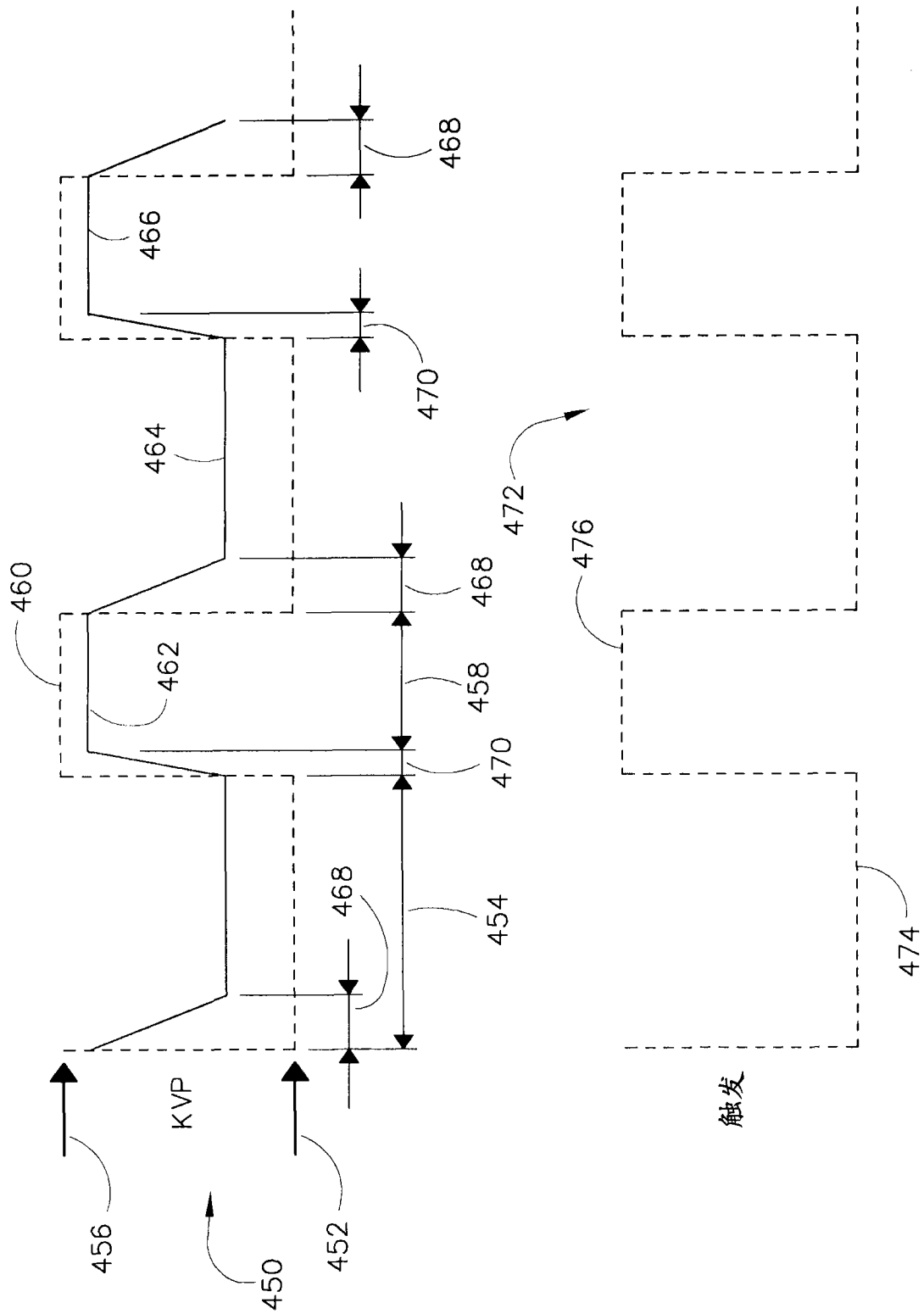


图 8

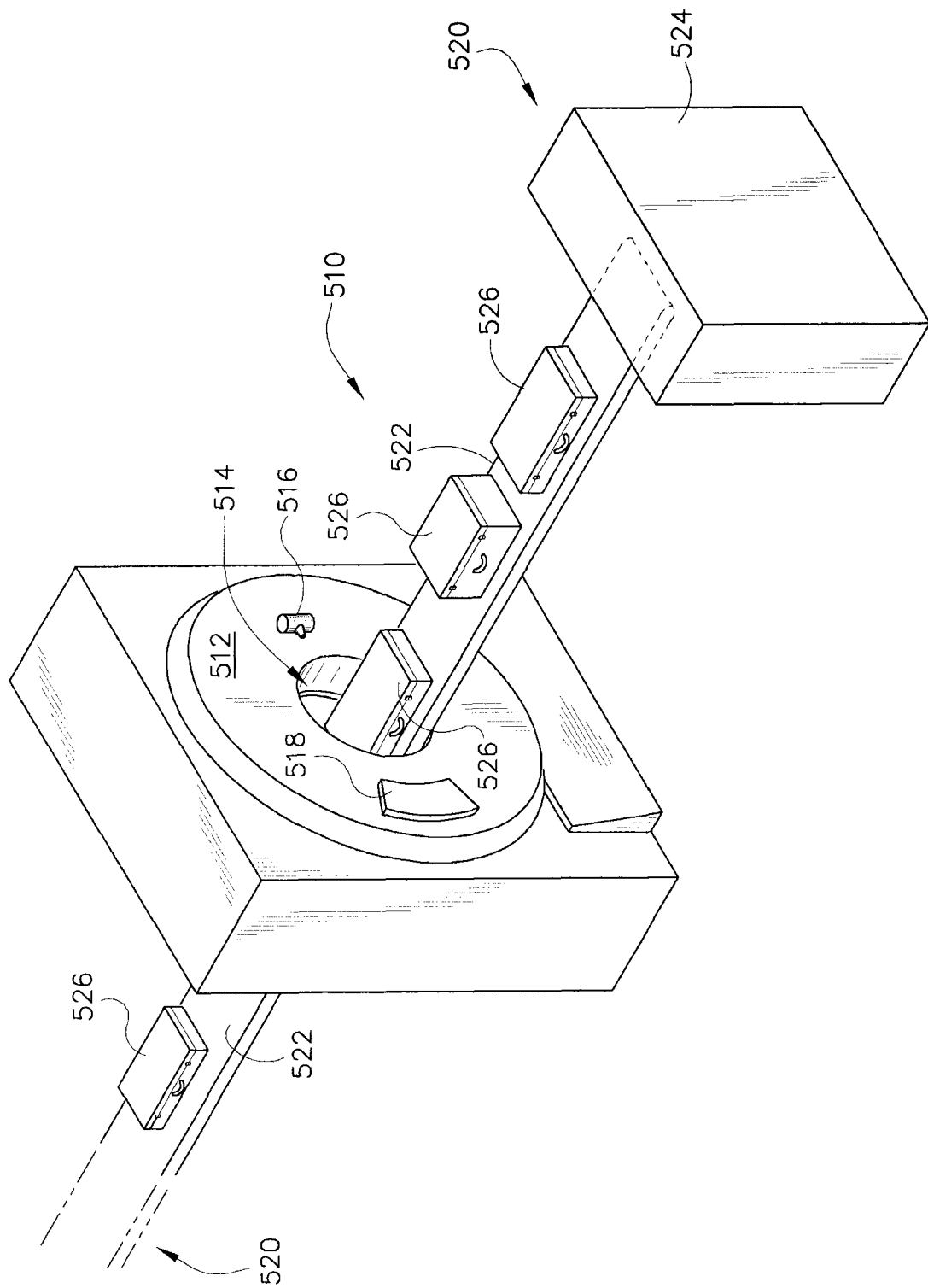


图 9