



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1676102 B

(45) 授权公告日 2010.04.07

(21) 申请号 200510065145.0

行至第 4 栏第 47 行, 图 1-4.

(22) 申请日 2005.03.31

审查员 熊茜

(30) 优先权数据

10/814537 2004.03.31 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 P · M · 埃迪克

B · K · B · 德曼

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 杨凯 张志醒

(51) Int. Cl.

A61B 6/03(2006.01)

(56) 对比文件

US 5195112 A, 1993.03.16, 全文.

US 4958365 A, 1990.09.18, 全文.

US 4153842 A, 1979.05.08, 全文.

US 4347624 A, 1982.08.31, 说明书第 2 栏第 48

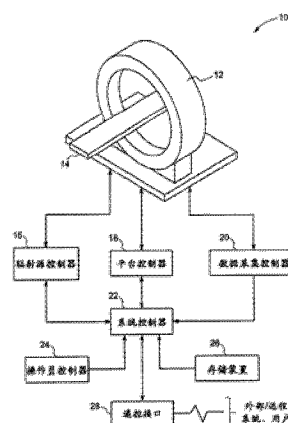
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 9 页

(54) 发明名称

固定式计算机断层摄影系统和方法

(57) 摘要

一种放射性成像系统 (10), 它包括: 一个或多个辐射源 (56, 58), 它们基本上包围成像体积 (51) 的所需部分并配置成从围绕成像体积 (51) 的多个单独辐射源位置 (57, 59) 发射射线束 (38); 以及一个或多个检测器 (60, 62), 它们配置成接收透射的射线束。所述辐射源 (56) 和所述检测器 (60) 中的至少一个是可移动的, 以便为所述射线束提供一条无阻碍路径, 并且更完整地接收透射的射线束。



1. 一种成像系统 (10)，它包括：

一个或多个分布式 X 射线源 (30, 56, 58)，它们基本上包围成像体积 (51) 的所需部分并配置成从围绕成像体积 (51) 的多个单独的 X 射线源位置 (57, 59) 发射射线束 (38)；和一个或多个 X 射线检测器 (46, 52, 54)，它们配置成接收通过体积 (51) 所需部分的透射的射线束 (38)，

其中，所述一个或多个分布式 X 射线源 (56, 58) 或所述一个或多个 X 射线检测器 (52, 54) 中的至少一个是可横向位移的，并且一个或多个 X 射线检测器是固定的，以便向所述射线束 (38) 提供一条无阻碍路径 (37) 来照射所述成像体积 (51) 的所需部分并且为所述 X 射线检测器 (52, 54) 接收所述射线束 (38) 作好准备。

2. 如权利要求 1 所述的系统，其中所述一个或多个 X 射线检测器 (52, 54) 配置成可横向移动，以便通过打开所述一个或多个分布式 X 射线源 (56) 的至少一个单独的孔 (35) 以发射所述射线束 (38) 来使所述射线束 (38) 能够照射成像体积 (51) 的所需部分。

3. 如权利要求 1 所述的系统，其中所述一个或多个 X 射线检测器 (90, 92) 的一个或多个段 (94) 配置成可横向移动，并且所述一个或多个 X 射线检测器的一个或多个段配置成是固定的，以便通过打开所述一个或多个分布式 X 射线源 (88) 的至少一个单独的孔 (35) 以发射所述射线束 (38) 来使所述射线束 (38) 能够照射成像体积 (51) 的所需部分。

4. 如权利要求 1 所述的系统，其中所述一个或多个 X 射线检测器 (52, 60) 配置成盘旋运动，以便通过打开所述一个或多个分布式 X 射线源 (56, 58) 的至少一个单独的孔 (35) 以发射所述射线束 (38) 来使所述射线束 (38) 能够照射成像体积的所需部分。

5. 如权利要求 1 所述的系统，其中所述一个或多个 X 射线检测器 (90, 92) 的一个或多个段 (94) 配置成盘旋运动，并且所述一个或多个 X 射线检测器的一个或多个段配置成是固定的，以便通过打开所述一个或多个分布式 X 射线源 (88) 的至少一个单独孔 (35) 以发射所述射线束 (38) 来使所述射线束 (38) 能够照射成像体积 (51) 的所需部分。

6. 如权利要求 1 所述的系统，其中所述一个或多个 X 射线检测器 (60, 62) 配置成横向移动，以便通过覆盖所述孔 (35) 的至少一部份来拦截来自一个或多个单独 X 射线源位置 (59) 的所述射线束 (38)，所述一个或多个单独 X 射线源位置 (59) 一般地位于与发射所述射线束 (38) 的所述一个或多个分布式 X 射线源 (56) 相对的位置上。

7. 如权利要求 1 所述的系统，其中所述一个或多个 X 射线检测器 (60, 62) 配置成盘旋运动，以便通过覆盖一个或多个单独 X 射线源位置 (59) 的孔的至少一部份来拦截所述射线束 (38)，所述一个或多个单独 X 射线源位置 (59) 一般地位于与发射所述射线束 (38) 的所述一个或多个分布式 X 射线源 (56) 相对的位置上。

8. 如权利要求 1 所述的系统，其中所述一个或多个 X 射线检测器 (90, 92) 的一个或多个段 (94) 配置成横向移动，并且所述一个或多个 X 射线检测器的一个或多个段配置成是固定的，以便通过覆盖一个或多个单独 X 射线源位置 (59) 的孔 (35) 的至少一部份来拦截所述射线束 (38)，所述一个或多个单独 X 射线源位置 (59) 一般地位于与发射所述射线束 (38) 的所述一个或多个分布式 X 射线源 (56) 相对的位置上。

9. 如权利要求 1 所述的系统，其中所述一个或多个 X 射线检测器 (60, 62) 的至少一个段 (94) 配置成盘旋运动，以便通过至少部分地覆盖至少一个不同的单独 X 射线源位置 (59) 的孔 (35) 来拦截所述射线束 (38)，所述至少一个不同的单独 X 射线源位置 (59) 一般

地处于与发射所述射线束 (38) 的所述一个或多个分布式 X 射线源 (56) 相对的位置上。

固定式计算机断层摄影系统和方法

技术领域

[0001] 本发明一般地涉及计算机断层摄影 (CT) 成像系统的领域，具体地说，涉及固定式 CT 系统的便于为图像重构测量更完整的数据的辐射源和检测器的配置。

背景技术

[0002] 计算机断层摄影术是一种从三维结构创建二维剖面图像或三维立体图像的技术。CT 成像系统首先包括 CT 简架和病人平台或诊察台。简架是一个可移动的框架，其中在一侧包含 X 射线源，一般是包括准直器和滤波器的 X 射线管，而在相反一侧包括检测器和相关的数据采集系统 (DAS)。简架一般还包括需要滑环系统的旋转部件和所有相关的电子电路，诸如简架转动马达和定位激光。

[0003] 在已知的所谓“第三代”CT 系统 (辐射源和检测器配置在固定的装置中，所述装置或者本身旋转或者与一种使所关心的对象旋转的装置相结合)，X 射线源和检测器阵列在成像平面之内并围绕要成像的对象随着简架旋转，使得 X 射线束与对象相交的夹角不断改变。如上所述，X 射线源一般包括从焦点发射 X 射线束的 X 射线管。X 射线检测器可以包括晶体或电离气体，当被 X 射线光子撞击时产生光能或电能。在 CT 系统中采用的三种示范类型的检测器是闪烁检测器、气体电离检测器或直接转换检测器。CT 系统一般可以包括病人后的准直器，用以减少在检测器上被散射的辐射。这些系统在转速、系统的机械平衡、由于所述旋转部件的缘故而变得越来越复杂的功率和热量要求方面受到限制。

[0004] 其它类型的 CT 体系结构 (包括固定式 CT 设计) 提供高的扫描速度，并包括用以使高强度电子束射向固定式 X 射线靶，以产生 X 射线 (电子束 CT 系统) 的机构。然而，在这些固定式 CT 配置上就采集更完整的图像数据而言，仍有急待解决的问题。在上述类型的固定式 CT 系统中，X 射线源和检测器两者都是固定的，环绕整个简架或简架的大部分。

[0005] 一种替代的固定式 CT 系统设计包括分布式 X 射线源，它环绕整个简架或其足以便于成像的范围。所述 X 射线源一般包括几个分立的电子发射器。因为在固定式 CT 配置中，X 射线源和检测器两者都是固定的，所以需要把它们设计成便于实现适当的扫描协议。在推荐的轴向扫描配置中，分布式 X 射线源在中心检测器的两个纵向外延上相对于区域检测器阵列可以略微偏移 (纵向和 / 或径向)。结果，所述成像系统视域中心的体积没有受到 X 射线的照射，妨碍这部分体积的重构。在一个推荐的螺旋扫描配置中，分布式 X 射线源设置在环绕整个简架的两个区域检测器之间。X 射线通过两个检测器阵列之间的间隙发射，以便管理到达成像体积的 X 射线通量。因为 X 射线源也是围绕整个简架分布的，所以间隙环绕整个简架，在相应的体积内妨碍 CT 投影数据的测量和无失真的图像重构。

[0006] 因此，最好为固定式 CT 系统提供经过改进的辐射源和检测器配置，以便为图像重构测量更完整的数据。

发明内容

[0007] 简而言之,按照本发明的一些方面,一种成像系统包括:辐射源,它至少基本上包围成像体积的所需部分并配置成从围绕所述成像体积的多个单独位置发射射线束;和检测器,它配置成接收衰减后的射线束。所述辐射源和检测器中的至少一个是可移位的,以允许 X 射线源有一条无阻碍路径,以便提供照射感兴趣的体积的射线束和接收所述射线束的检测器配置。

[0008] 按照另一个方面,提供一种扫描成像体积的所需部分的方法。所述方法包括:触发辐射源,使之发射一个射线束;移动一般地定位在与所述辐射源相邻位置上的第一检测器,使所述射线束能够有一条无阻碍路径,以便照射感兴趣的体积;以及移动一般地定位在与所述辐射源相对的位置上的第二检测器,以便测量透射的射线束。

附图说明

[0009] 参照附图阅读以下详细说明,便会较好地明白本发明的这些及其他特征、方面和优点。在所有的附图中类似的数字标号代表类似的部分,其中:

[0010] 图 1 是按照本发明一些方面的示范的固定式 CT 系统的图示;

[0011] 图 2 是用于图 1 中举例说明的类型的系统的示范的分布式辐射源的图示;

[0012] 图 3 是用于图 1 的系统的检测器的一部份的图示;

[0013] 图 4 是用于图 1 的系统的示范的辐射源 - 检测器配置的图示;

[0014] 图 5 是利用检测器移动来捕获更完整的投影数据并用于图 4 的配置的成像技术的图示;

[0015] 图 6 是用于图 1 的系统的另一个示范的辐射源 - 检测器配置的图示;

[0016] 图 7 是利用检测器移动来捕获更完整的投影数据并用于图 6 的配置的成像技术的图示;

[0017] 图 8 是利用各检测器段的移动来捕获更完整的投影数据并用于图 4 的配置的另一种成像技术的图示;

[0018] 图 9 是利用各检测器段的移动来捕获更完整的投影数据并用于图 6 的配置的替代的成像技术的图示;以及

[0019] 图 10 是利用辐射源的移动来捕获更完整的投影数据的替代的成像技术的图示。

具体实施方式

[0020] 现参见图 1,图中举例说明一种计算机断层摄影术 (CT) 系统,并且总体上用标号 10 来表示所述系统。所述 CT 系统 10 包括:扫描仪 12,它由支持结构形成并且内部包含一个或多个固定式和分布式 X 射线源(图 1 中未示出);以及一个或多个固定式数字检测器(图 1 中未示出),下面将更详细地描述。所述扫描仪配置成接纳用于病人(或者更一般地说,待扫描的对象)的平台 14 或其它支架。使所述平台穿过扫描仪中的孔洞,以便把所述对象适当地定位在成像序列过程中被扫描的成像体积中。

[0021] 所述系统还包括辐射源控制器 16、平台控制器 18 和数据采集控制器 20,它们全都在系统控制器 22 的指导下起作用。辐射源控制器 16 调节 X 射线辐射放电的定时,所

述辐射从围绕扫描仪 12 的各点射向其相反一侧的检测器段，如下面将要讨论的。在目前的固定式 CT 装置中，在每一个时刻，辐射源控制器 16 可以触发分布式 X 射线源中的一个或多个发射器，以便多次采集透射的 X 射线强度数据。例如，在某些配置中，所述 X 射线辐射源控制器 16 可以以序列的方式触发辐射，以便收集围绕所述扫描仪的透射的 X 射线强度的相邻或不相邻的捕获结果。在检验序列中可以收集许多这样的测量值，而如下面将要描述的，连接到检测器元件的数据采集控制器 20 接收来自所述检测器元件的信号，并处理所述信号，用于存储和随后的图像重构。在其它一些配置中，可以实时地处理所述信号，以便产生所述筒架的成像体积范围内病人的重构。然后，平台控制器 18 用来适当地把所述平台和对象定位在发射所述辐射的平面上，或者，在目前的环境下，一般定位在要成像的体积内的一个平面上。所述平台可以在成像序列之间或在某个成像序列过程中，按照所采用的成像协议移动。

[0022] 系统控制器一般地调节所述辐射源控制器 16、所述平台控制器 18 和所述数据采集控制器 20 的操作。因而，系统控制器 22 可以使辐射源控制器 16 触发 X 射线辐射的发射，以及在由所述系统控制器定义的成像序列过程中协调这样的发射。所述系统控制器还可以与这样的发射协调地调节所述平台的运动，以便测量来自特别感兴趣的体积的透射 X 射线强度数据，或者按照诸如轴向方式或螺旋方式等不同的成像方式进行测量。系统控制器 22 还接收数据采集控制器 20 采集的数据并协调所述数据的存储和处理。虽然在图 1 中表示为单独的实体，但是辐射源控制器 16、平台控制器 18 和数据采集控制器 20 中的一个或多个可以包括在系统控制器 22 中。

[0023] 应该记住，这里描述的控制器，和确实还有不同的电路可以用硬件电路、固件或软件形成。例如，用于成像序列的特定协议一般用所述系统控制器执行的代码形成。另外，初始的处理、对所述扫描仪所采集的透射 X 射线强度数据进行的调整、滤波和其他操作，可以由图 1 中描绘的组件中的一个或多个执行。例如，如下面描述的，检测器元件可以产生代表设置在对应用于采集检测器元件的位置的光电二极管中电荷消耗的模拟信号。用所述扫描仪内的电子电路把这样的模拟信号转换为数字信号并发送到数据采集控制器 20。此刻可以进行部分处理，而所述信号最终发送到系统控制器，进一步滤波和处理。

[0024] 系统控制器 22 还连接到操作员界面 24 和一个或多个存储装置 26。操作员界面可以与所述系统控制器结合在一起并将一般地包括用于启动成像序列、控制这样的序列和处理成像序列过程中采集的数据的操作员工作站和 / 或键盘。存储装置 26 可以在成像系统的本机上，或者可以部分地或完全地远离所述系统。因而，存储装置 26 可以包括本地的磁的或光学存储器，或本地的或远程的用于重构的成像数据仓库。另外，所述存储装置可以配置成接收原始的、部分处理过的或完全处理过的重构用的数据。

[0025] 系统控制器 22 或操作员界面 24 或任何远程系统和工作站可以包括图象处理和重构用的软件。如本专业的技术人员将会意识到的，对 CT 数据的这种处理可以用若干数学算法和技术执行。例如，传统的滤波反投影技术可以用来处理和重构成像系统采集的数据。还可以采用其它技术和结合滤波反投影使用的技术。可以在所述系统中包括远程界面 28，用以把数据从所述成像系统传输到这样的远程处理工作站、存储装置或图像显示装置。

[0026] 固定式 CT 系统 10 的扫描仪 12 最好包括一个或多个分布式 X 射线源以及一个或多个用于接收辐射和处理相应的信号以便产生图像数据的数字检测器。图 2 举例说明可以在固定式 CT 系统中使用的类型的示范的分布式 X 射线源的一部份。如图 2 所示, 在一种示范的实现方案中, 分布式 X 射线源 30 可以包括一系列连接到图 1 所示的辐射源控制器 16 并在所述扫描仪的操作过程中由辐射源控制器触发的电子束发射器 32。电子束发射器 32 设置在邻近靶 34 的位置上。被辐射源控制器 16 触发时, 电子束发射器 32 可以向靶 34 发射电子束 36。例如, 靶 34 可以是钨栏杆或元件, 如标号 38 所标示的, 当电子束撞击于其上时发射 X 射线辐射。所述 X 射线源可以按反射或透射方式工作。如图 2 所示采用反射方式时, X 射线主要将在电子所撞击的靶的相同一侧产生。采用透射方式时, X 射线将在电子束撞击所述靶处所述靶相反一侧产生。然后, 使 X 射线束 38 射向任选的准直器 40, 后者对 X 射线辐射一般是不透明的, 但是包括开孔 42。开孔 42 在尺寸上可以是固定的, 或者可以是可调的。开孔 42 允许一部份 X 射线束透过所述准直器, 形成将射向扫描仪成像体积的准直光束 44, 准直光束 44 穿过感兴趣的对象并将撞击于所述扫描仪相反一侧的检测器元件上。

[0027] 当然, 还可以设想发射器或者分布式源的若干种替代配置。另外, 在分布式辐射源中的个别 X 射线源可以发射不同类型和形状的 X 射线束。例如, 这些可以包括扇形射线束、锥形射线束和经过特殊滤波的射线束, 以便既便于成像又便于向病人提供一定的剂量。类似地, 还可以改变包括所述分布式 X 射线源的不同的组件。例如, 在一个实施例中, 可以设想装在真空装置中的冷阴极发射极。然后在所述装置内设置与所述发射器隔开的固定式阳极。所述类型的配置一般对应于图 2 的图示。当然, 其它材料、配置和工作原理也可以用于所述分布式辐射源。例如, 发射装置可以配置成向靶上的多个位置发射电子束, 以便产生多束 X 射线束。所述发射装置可以是许多可用的电子发射装置中的一种, 例如, 热离子发射器、冷阴极发射器、碳基发射器、光子发射器、铁电发射器、激光二极管、单片电路半导体等等。

[0028] 如下面将要更详细地讨论的, 本发明的固定式 CT 技术基于使用多个分布式和可选址的电子发射源, 用以产生 X 射线辐射, 标示的分布式辐射源。另外, 所述分布式辐射源可以与单一的整体外壳或者真空外壳或者设计成协同运行的多个真空外壳相联系。所述各个源是可以独立地和逐一地寻址的, 以便可以如成像协议所定义的那样在成像序列过程中的各个时刻从每一源触发所述辐射。在其它一些配置中, 所述源可按逻辑组选址, 例如, 可以将几对发射器或者几组三个一组的发射器连接在一起。必要时, 可以在任何时刻同时触发一个以上这样的辐射源, 或者可以按特定序列触发所述源以便模拟筒架的旋转, 或者按任何所需的序列围绕成像体积或者平面触发。

[0029] 多个检测器元件形成一个或多个检测器, 它们接收分布式辐射源所发射的辐射。图 3 举例说明可以用于本目的的检测器的一部份。每个检测器可以由不同分辨率的检测器元件组成, 以便满足特定成像应用的要求。所述检测器配置一般可以类似于传统的旋转 CT 系统用的检测器, 但是围绕所述扫描仪较大部分圆周或者整个圆周伸展。一般说来, 检测器 46 包括一系列检测器元件 48 和相关的信号处理电路 50。每个检测器元件可以是闪烁型器件并包括光电二极管和相关的薄膜晶体管。撞击所述检测器的 X 射线被闪烁器转换为较低能量光子, 而这些光子撞击光电二极管。因而消耗光电二极管两端

维持的电荷，并且可以控制所述晶体管以便对所述光电二极管再充电，从而测出所消耗的电荷。通过依次测量不同的光电二极管内的电荷消耗量，其中每一个光电二极管内的电荷消耗量都在每次采集所收集的数据方面对应于一个检测器元件或者一个像素，收集用于将每个像素位置上透射的辐射编码的数据。信号处理电路 50 对所述数据进行处理，一般将所述模拟信号转换为数字值，可能完成所需的滤波，而且如上所述，把采集的数据发送到成像系统的处理电路。虽然已经就基于闪烁器的能量积分器件描述了所述检测器，但是诸如气体电离、直接转换、光子计数或者能量鉴别检测器等其它检测器类型同样适用。

[0030] 可以使所述检测器内大量的检测器元件 48 相关，以便形成各个检测器元件的许多行和列。如下面描述的，本发明的检测器配置把检测器元件设置在可独立选址的分布式 X 射线源的对面，以便允许为图像重构而收集大量的图像捕获结果。

[0031] 如本专业的技术人员将会意识到的，CT 系统中的重构技术在采集数据的使用方面以及它们的技术和用于图像重构的假设方面是不同的。本专业的技术人员将会意识到，对于固定式 CT 系统的高速和有效的操作，有若干种几何结构是可以采用的，它们提供用于准确的图像重构的数据。

[0032] 当前受到注意的许多几何结构包括环绕整个筒架的源和/或检测器。然而这些概念中的某一些通过消除这些结构中整个环形的一部份，可以归结到成本较低而同样或者一般地令人满意地实现的配置。例如，根据所使用的图像重构技术，伸展 180 度外加所发射的 X 射线束的扇角的检测器足以用于优异的数据采集和求像法。

[0033] 由于机械上的原因，接口上源和检测器之间留有间隙。按照本发明的能够测量丢失的数据的一些方面，可以通过来自源和/或检测器的附加的测量结果来考虑这样的间隙。另外，下面描述的配置考虑到了轴向、螺旋状或者其它适当的扫描方式。然而，根据特定的应用，某个配置可以更适用于这些方式的一个或多个，诸如医疗器械用的轴向方式和诸如集装袋扫描用的螺旋状方式。在下面的配置中描述的源和检测器可以具有不同的直径、尺寸、范围等等。另外，源和检测器可以由接近下面讨论的配置的线性段、平面段或者其它空间分布式段组成。

[0034] 在图 4-10 所示的本发明中，辐射成像系统包括至少一个辐射源，它基本上包围成像体积的所需部分并配置成从围绕所述成像体积的若干不同的单独位置发射射线束。至少一个检测器配置成能够接收被病人衰减的 X 射线辐射。在这些配置中至少一个检测器段是可移位的，以便使射线束能够有一条无阻碍路径，以照射成像体积的所需部分，并让一个或多个其它检测器段能够更完整地接收射线束。在某些配置中，所述分布式源中的至少一个源配置成能够移动，以便照射成像体积的所需部分，用以测量数学上更完整的投影数据。如本专业的技术人员将会意识到的，并如上面参照固定式 CT 应用的 X 射线源的描述所说明的，在一个特定的固定式 CT 系统中，多个 X 射线源相对于要成像的体积排列，并且每一个 X 射线源都配置成发射 X 射线束。在特定的配置中，多个检测器（或者检测器元件）一般设置在相应的 X 射线源的对面，每个检测器配置成被移位，以便使射线束能够有一条无阻碍路径，以照射成像体积的所需部分，并且接收所述射线束，用以测量数学上更完整的投影数据。一般说来，图 4-10 包括以上述辐射源 - 检测器配置的形式实现的本发明实施例的非限制性实例。

[0035] 图 4 举例说明一种可以使用于螺旋扫描方式的辐射源 - 检测器配置, 其中分布式辐射源 56 侧面与两个检测器 52 和 54 相接。图 5 举例说明用于图 4 的辐射源 - 检测器配置的成像系统 10 的示范的实施例, 成像系统 10 用以扫描总体用标号 51 描绘的要成像的体积的一部份 (或者成像体积所需部分)。触发图 5 中的辐射源 56, 以便发射要用一般地设置在辐射源 56 对面的检测器 60 和 62 捕获的射线束 38。在一个实例中, 当辐射源 56 将要被触发时, 一般地设置在与辐射源 56 相邻的位置上的检测器 52 和 54 中的至少一个, 配置成一般地在分别用箭头 64 和 66 表示的方向上横向移动, 通过打开分布式辐射源 56 中至少一个单独的源位置的小孔来允许射线束 38 以无阻碍的方式发射, 以便通过无阻碍的路径 (一般地用标号 37 表示) 发射所述射线束 38。同时, 在特定的实施例中, 检测器 60 和 62 中的至少一个沿着分别用箭头 68 和 70 表示的方向一般地横向移动, 以便覆盖辐射源 58 (可以用辐射源 56 表示的同一真空外壳) 中辐射源位置 59 (一般位于辐射源 56 相对的位置上), 以便拦截透射的射线束 38。采用螺旋扫描方式时, 如本专业的技术人员将会意识到的, 当辐射源 58 被触发 (未示出) 时, 检测器 60 和 62 分别在方向箭头 68 和 70 相反的方向上移动, 以便打开辐射源位置 59 的孔。同时, 检测器 52 和 54 分别在方向箭头 64 和 66 相反的方向上移动, 以便彻底地拦截透射的 X 射线辐射, 并闭合辐射源位置 57 所需的孔 35。所述配置的结果是, 在一个特定的固定式配置中, 可以有效地捕获在一般设置在两个区域检测器之间的间隙区域之内的投影数据, 因为间隙区域已被消除。另外, 可以选择检测器的角度范围以便减少一次扫描过程中检测器移动的次数和定时。

[0036] 本专业的技术人员将会完全明白, 上述配置的几种组合和子组合都能够适应特定的扫描协议或者成像应用。例如, 在一个实施例中, 第一检测器 (52 或者 54) 一般定位在与分布式辐射源 56 相邻的位置上, 并配置成横向移动, 以便对于分布式辐射源 56 用的至少一个单独位置 57, 通过打开的孔 35 使射线束 38 能够通过无阻碍路径 37 照射成像体积的所需部分。第二检测器 (60 或者 62) 一般定位在与第一个检测器 (52 或者 54) 相反的位置上, 并配置成横向移动, 以便通过覆盖分布式辐射源 58 的一般位于与分布式辐射源 56 相对的位置上的至少另一个单独辐射源位置 59 所需的孔的一部份, 来拦截透射的射线束 38。在另一个实例中, 第一组至少两个检测器 (52 和 54) 一般定位在与分布式辐射源 56 相邻的位置上, 并配置成横向移动, 以便通过打开分布式辐射源 56 用的至少一个单独辐射源位置 57 用的孔 35, 允许射线束 38 穿过无阻碍路径 37。第二组至少两个检测器 (60 和 62) 一般定位在与第一组至少两个检测器 (52 和 54) 相反的位置上, 以便通过覆盖一般位于与分布式辐射源 56 相对的位置上的分布式辐射源 58 的另一个单独辐射源位置 59 所需要的孔的至少一部份, 拦截透射的射线束 38。

[0037] 在一个示范的实施例中, 检测器 52 和 60 (或者 54 和 62) 形成一个单一的封闭的结构 (诸如包括平面段或者圆柱形段的一个整环) 并且盘旋运动 (nutate), 以便覆盖辐射源位置 57 和 59 所需要的一般位于与分布式辐射源 56 和 58 相对位置上的孔 35 的至少一部份, 以便拦截透射的射线束 38, 并采集在螺旋扫描方式下在分布式 X 射线源和检测器的全固定式配置情况下一般丢失的投影数据。盘旋运动 (Nutating) 定义为当环形对称轴对扫描仪的纵向轴略微倾斜的并围绕所述纵向轴旋转时发生的运动。

[0038] 图 6 举例说明可以使用在轴向扫描方式的另一个示范的辐射源 - 检测器配置的,

其中检测器 76 定位在两个分布式辐射源 72 和 74 之间。图 7 是图 6 的辐射源 - 检测器配置的成像系统 10 的示范的实施例, 成像系统 10 用于扫描总体用 51 标示的成像体积所需部分。再一次如本专业的技术人员将会意识到的, 一般在轴向扫描方式下, 当源 72、74、78 和 80 被触发时, 由于全固定式辐射源 - 检测器的几何结构以及辐射源和检测器的边沿之间间隔有限, 无法捕获来自一般位于总体用标号 71 标示的视域中心的区域的投影数据。为了克服这一点, 在图 7 所示的示范的实施例中, 当检测器 76(第一检测器) 在方向 84 上从中央位置移动, 打开辐射源位置 73 所需的孔 35 时, 触发辐射源 72 发射射线束 38, 使射线束 38 有一条无阻碍路径 37。在一个特定实例中, 检测器 76 一般横向移动, 以便打开辐射源位置 73 用的孔 35。在辐射源 - 检测器配置的相反一侧(一般地与辐射源 72 相对), 检测器 82(第二检测器) 配置成处于中央位置, 以便覆盖辐射源 78 的辐射源位置 79 所需的孔和辐射源 80 的辐射源位置 81 所需的孔, 以此测量图像重构需要的必要的投影数据。在一个示范的实施例中, 检测器 82 是单一的结构并盘旋运动, 以便覆盖辐射源位置 79 和 81 所需要的一般地位于与分布式辐射源 72 和 74 相对位置上的孔 35 的至少一部份, 以便拦截透射的射线束 38, 并采集附属于区域 71 的一般在轴向扫描方式下在分布式 X 射线源和检测器的全固定式配置的情况下一般会丢失的信息。当辐射源 80、72 和 74 内辐射源位置 81、73 和 75 分别被激活时, 所需的检测器运动操作容易从以上讨论推论出来。另外, 源 78、80、72 和 74 中一个或多个可以包括相同的真空外壳。

[0039] 本专业的技术人员将会意识到, 盘旋运动还造成同时覆盖辐射源位置 73 和 75 所需的孔 35 和除去辐射源位置 79 所需的孔和所述检测器元件适当位置的覆盖, 以便有效地从激活辐射源位置捕获透射的射线束。容易推论出其它盘旋运动, 以便能够从所有辐射源位置测量区域 71 内的投影数据, 如图 7 所示。

[0040] 与就螺旋扫描方式所讨论的一样, 上述配置的不同的组合和子组合可能适用于特定扫描协议或者成像应用。

[0041] 图 8 和图 9 分别举例说明典型的螺旋和轴向扫描配置的示范的实施例, 其中, 检测器段, 例如检测器段 94、104、114、116、126 和 128 都移动, 以便形成小孔或者拦截 X 射线辐射(射线束)。图 8 中, 标号 89 表示源位置; 标号 90、92、100 和 102 表示检测器; 标号 106 表示移动方向。图 9 中, 标号 110、120 和 122 表示辐射源; 标号 111、121 和 123 表示源位置; 标号 112、124 表示检测器。

[0042] 图 8 表示一般用于螺旋扫描配置的成像系统 10, 用以将总体用 51 标示的成像体积的所需部分成像, 类似于图 4 和图 5 描述的扫描配置。检测器段 94 一般在方向 96 上横向移动, 以便打开辐射源 88 的辐射源位置 89 用的至少一个单独孔 35, 以便为射线束 38 的发射提供一条无阻碍路径 37, 并且移动检测器段 104 以便通过覆盖一般位于与辐射源 88 相对的位置上的分布式辐射源 98 的辐射源位置 99 用的孔来拦截透射的射线束 38。再一次, 如参照图 5 所讨论的, 与图 4- 图 10 中所示的所有配置一样, 最好这样选择检测器段的角度范围, 以便把一次扫描过程中所述段必须重新定位的次数减到最少。

[0043] 图 9 示出一般用于轴向扫描配置的成像系统 10, 所述轴向扫描配置用以将体积 51 成像, 类似于联系图 6 和图 7 所描述的扫描配置。段 114(第一段) 在一般用 118 表示的方向上移动, 以便打开辐射源 108 的辐射源位置 109 用的孔 35, 以便为射线束 38 提供一条无阻碍路径 37, 从而捕获来自区域 71 的投影数据测量值。或者, 在一个特定的实例

中,检测器的组合配置成进行盘旋运动,以便至少部分地覆盖被去激活的辐射源位置所需的孔,从而使投影数据测量值能够包括图 9 上的区域 71,并打开激活的辐射源位置所需的孔,从而使射线束能够完全地照射成像体积的必要部分。如本专业的技术人员将会意识到的,并且与螺旋扫描配置中的情况一样,如针对轴向扫描配置所描述的,选择检测器板和段的角度覆盖范围,以便把轴向扫描时间间隔内的运动减到最小。

[0044] 除了上述检测器或者检测器段可移位的配置之外,在某个特定的配置中,一个或多个分布式辐射源配置成可移位的,以便照射所述成像体积的所需部分,便于测量数学上更完整的投影数据以及便于所述检测器接收所述射线束。图 10 举例说明一个特定实施例,其中成像系统 10 包括辐射源 (134、136、138、140),所述辐射源配置成被移位或者移动,以便照射成像体积 51,便于利用射线束 38 测量数学上更完整的投影数据。图 10 中,标号 135、137、139 和 141 表示源位置;标号 146 和 148 表示检测器。所述实施例是针对轴向扫描方式描述的,但是如本专业的技术人员将会意识到的,可以应用于其它扫描配置,例如螺旋扫描方式。图 10 举例说明运动辐射源 134 的示范的配置,用于更完全地照射成像体积 51。在所述配置中,这样设置源和检测器,使得只有被触发而发射射线束 38 的辐射源 134 在方向 154 上移动,以便更完全地照射成像体积 51,并用检测器 148 有效地拦截透射的射线束。上述辐射源运动的结果还是有效地捕获来自区域 71 的缺失的信息。如本专业的技术人员将会意识到的,根据上述技术,辐射源移动的不同的组合和子组合也可能适用于轴向和螺旋扫描方式。按照本发明的一些方面,辐射源和检测器两者都位移的组合和子组合也是可能的。

[0045] 如本专业的技术人员将会意识到的,上述配置克服了固定式 CT 系统配置的轴向和螺旋扫描配置两者中数学上不完整的投影数据测量的限制。具体地说,在轴向扫描方式下,消除了所述视域中心不完全的投影数据的限制,而在螺旋扫描方式下,消除了有效辐射源旋转角度范围内的不完全的投影数据的限制。其结果是获得数学上更完整的投影数据测量,用以改善固定式 CT 应用的锥形射线束重构中的图像质量。

[0046] 尽管本发明可以很容易实现不同的修改和替代形式,但是已经用附图中的实例表示特定的实施例并在这里已经作了详细描述。但应明白,本发明不准备限于所公开的这些特定形式。而是本发明覆盖所有落在以下后附的权利要求书所定义的本发明的精神和范围内的修改、等效和替代。

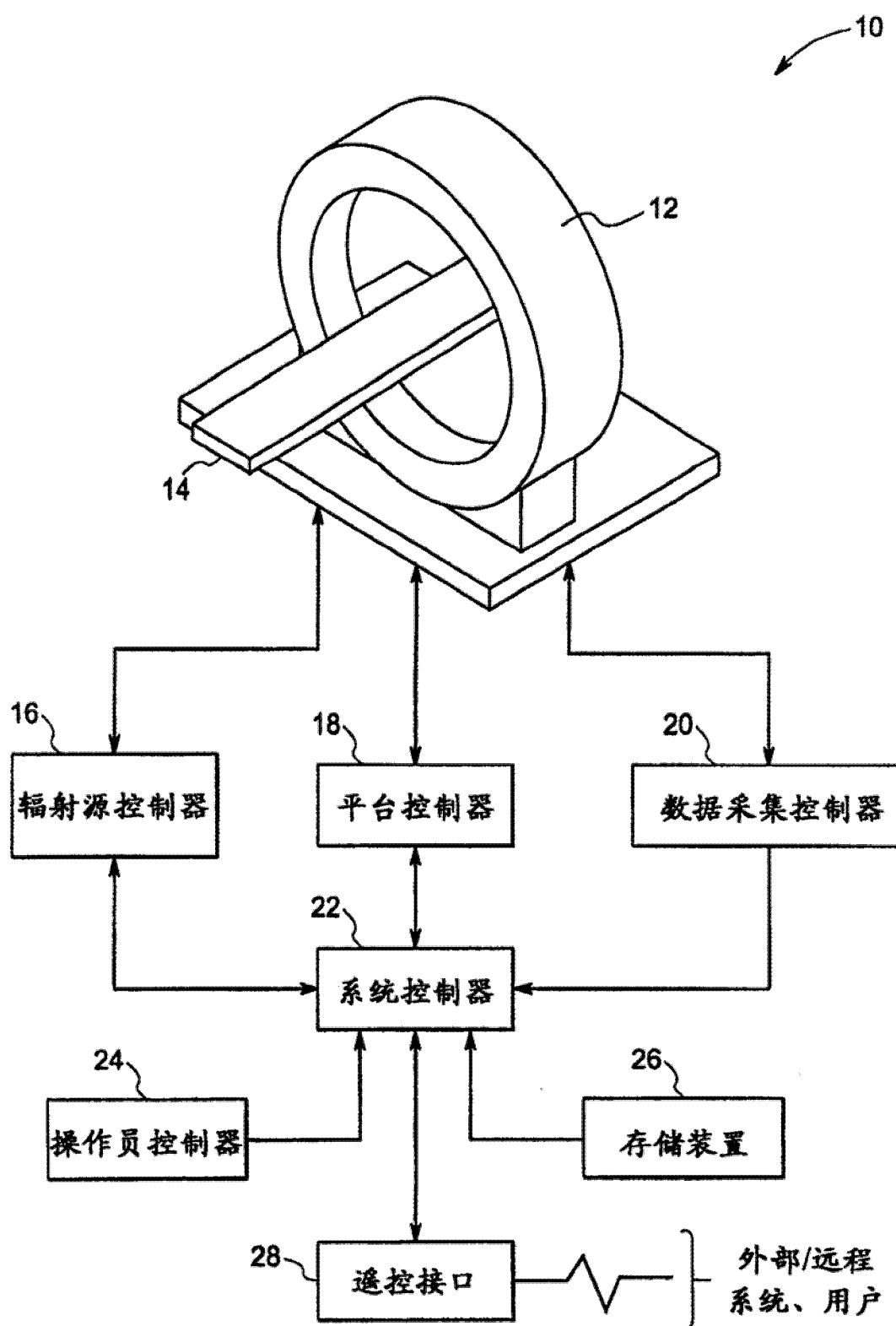


图 1

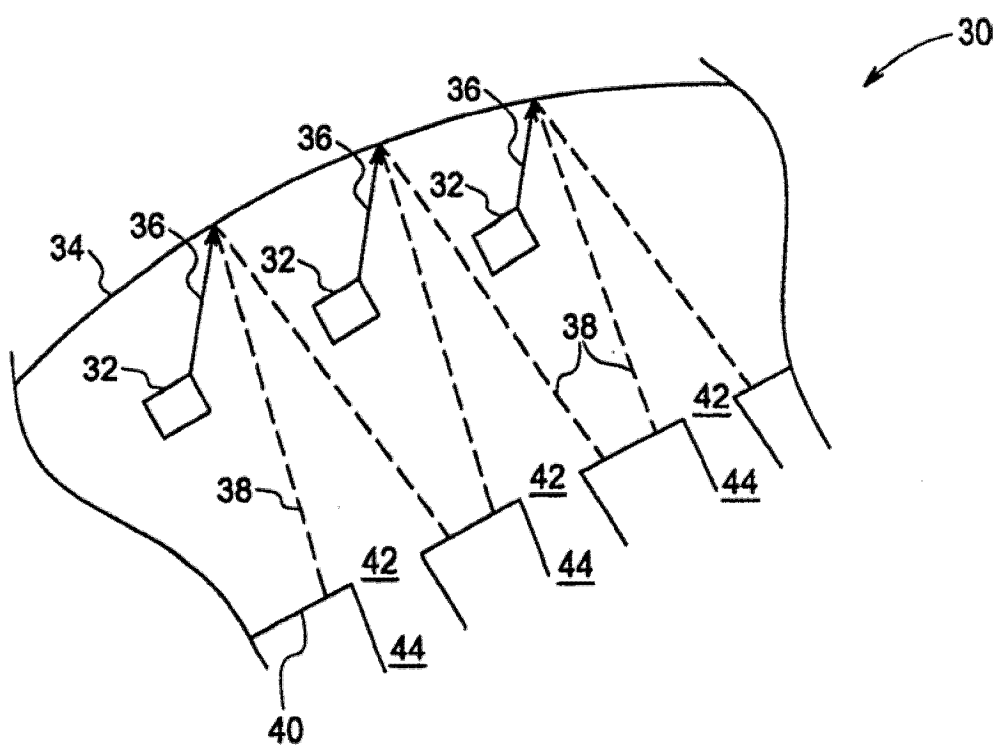


图 2

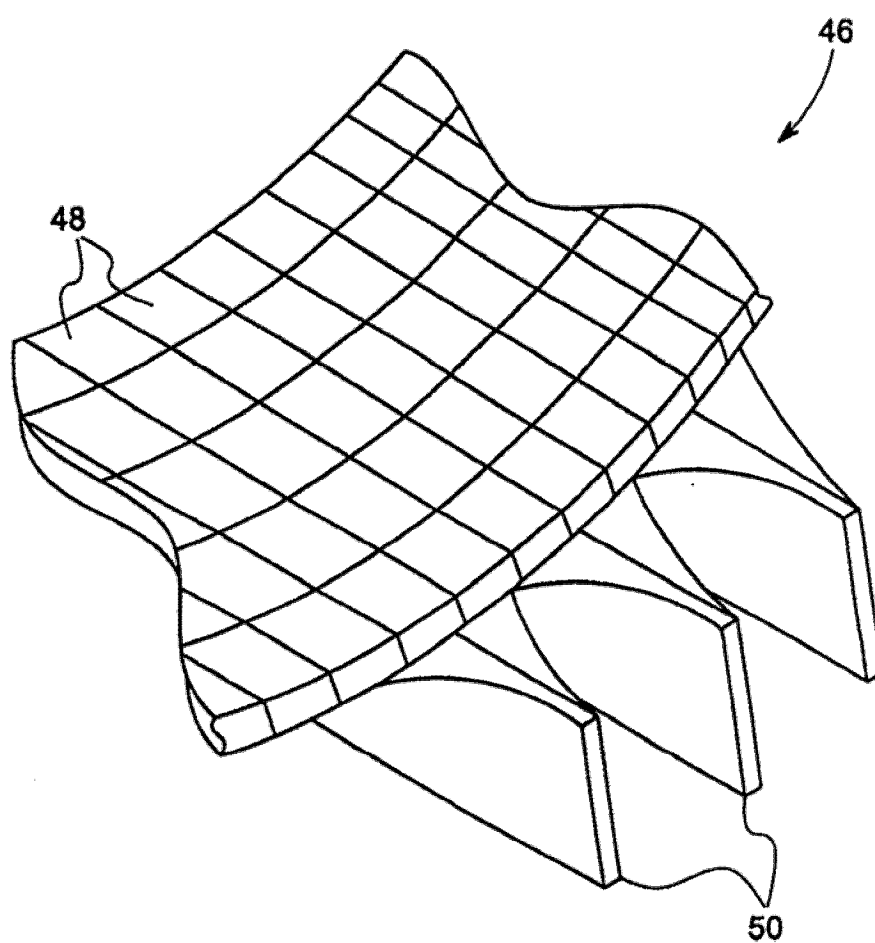


图 3

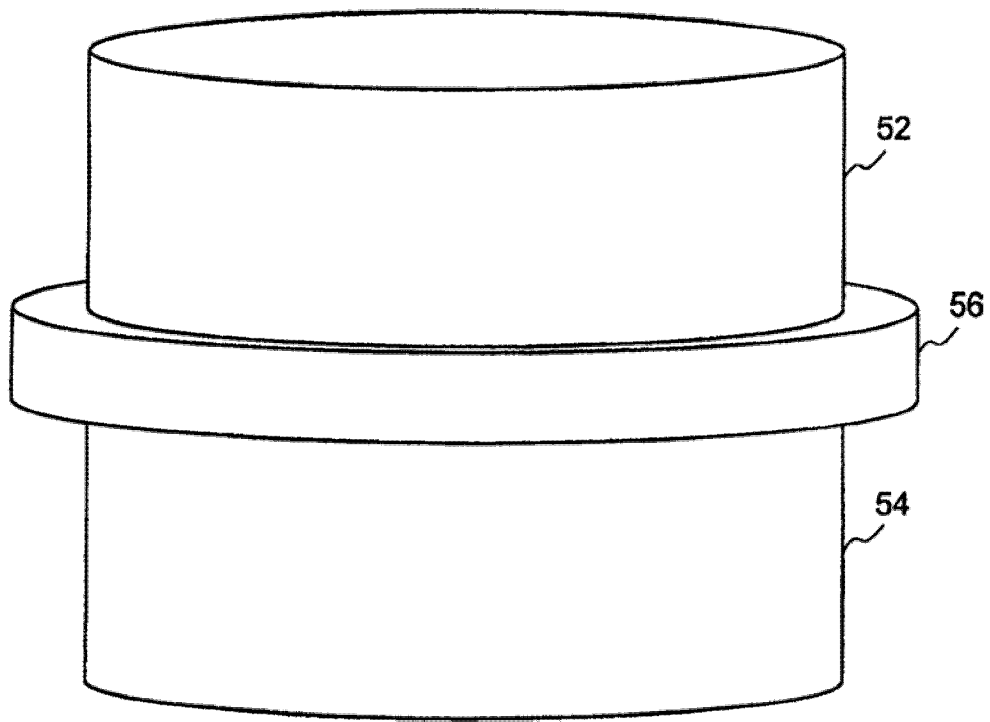


图 4

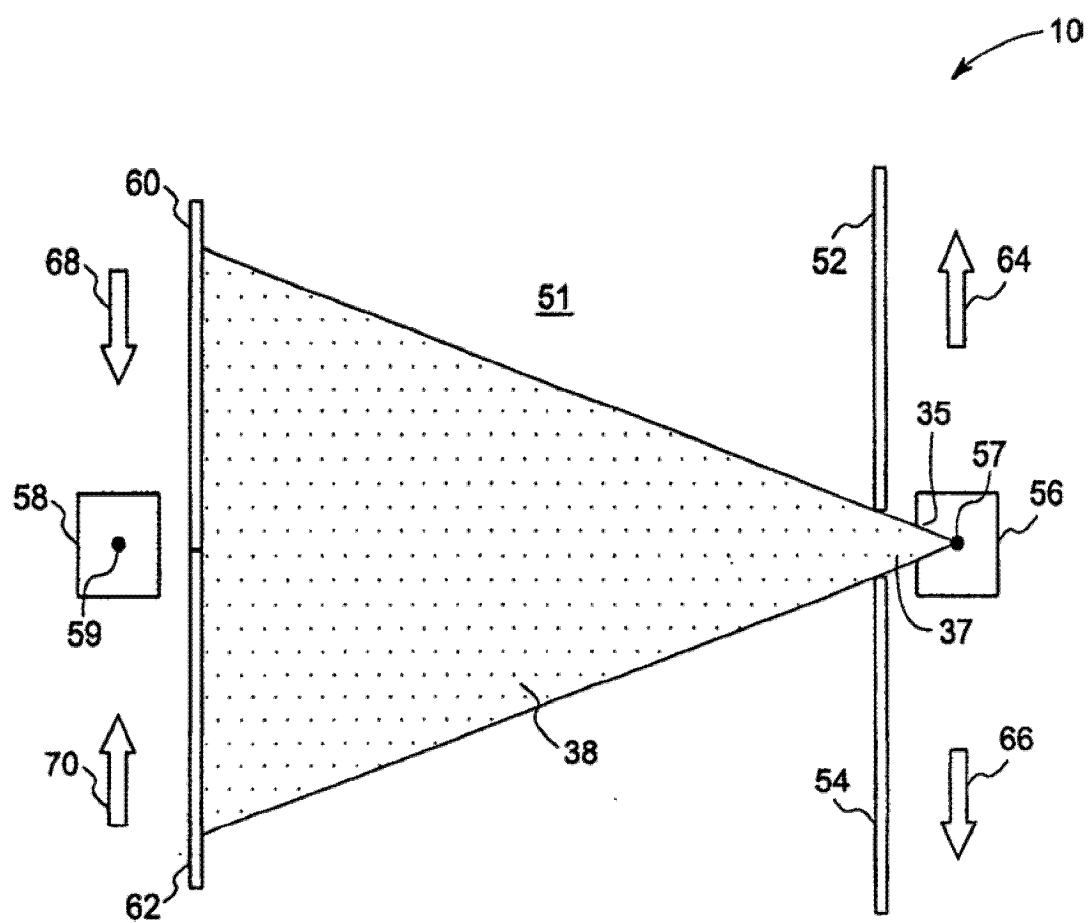


图 5

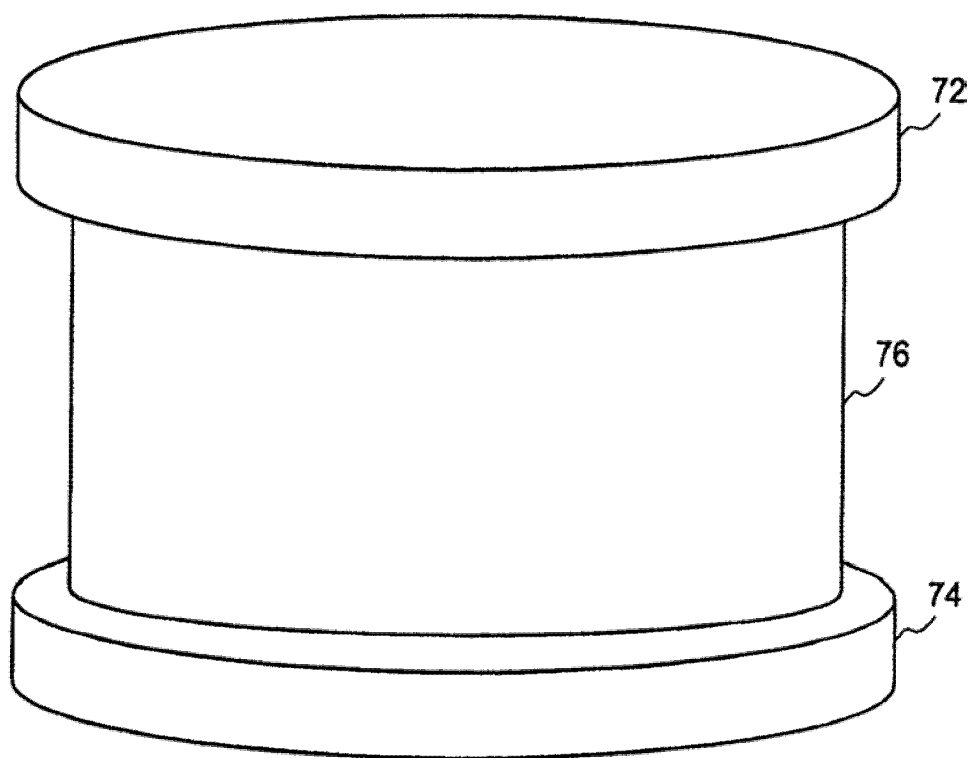


图 6

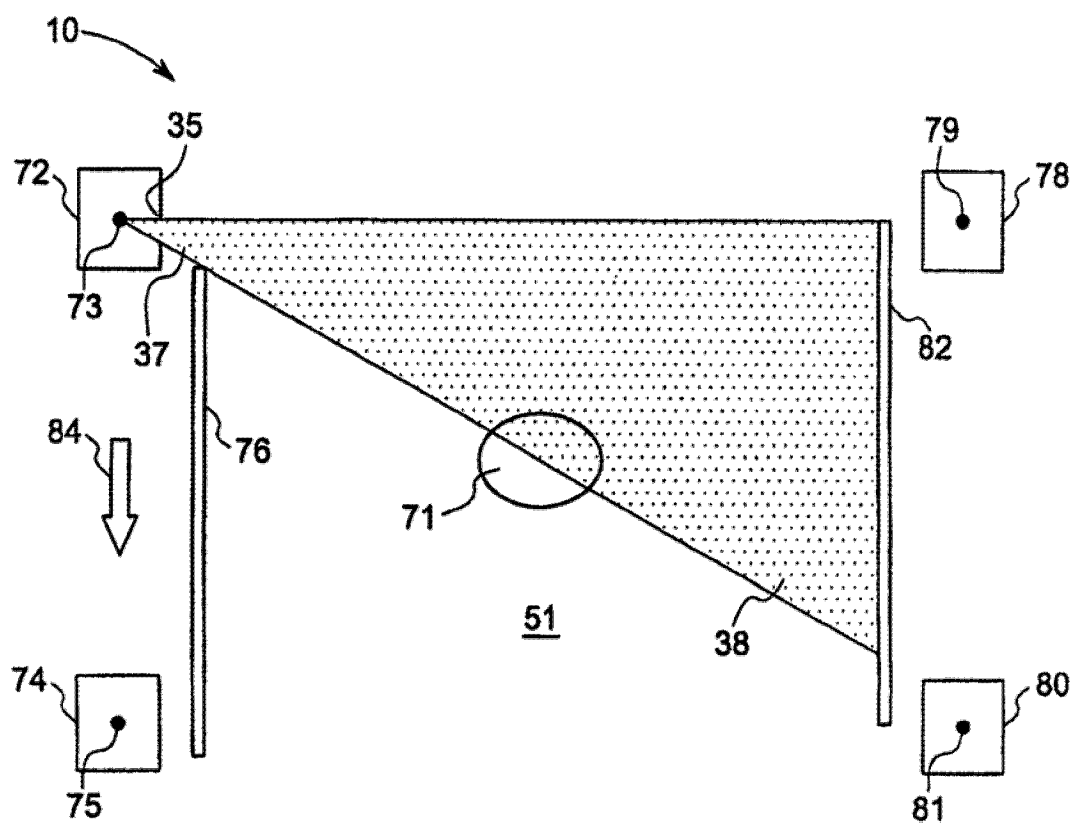


图 7

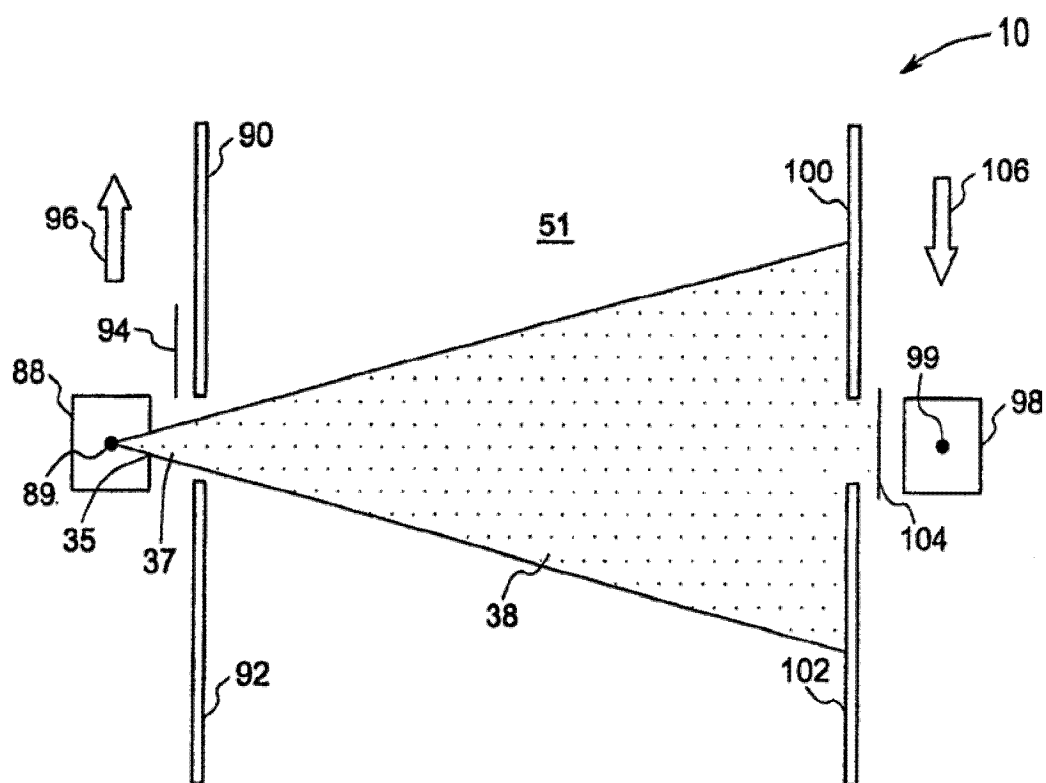


图 8

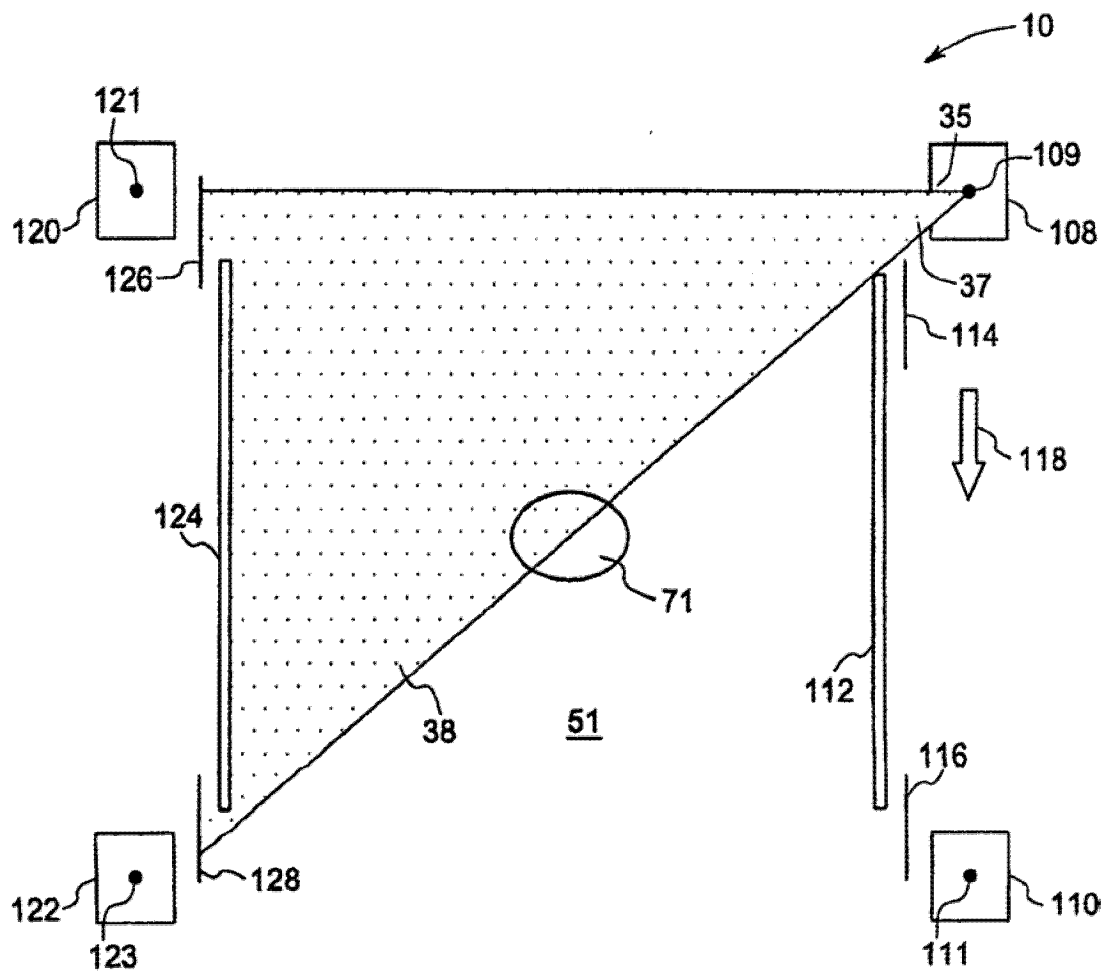


图 9

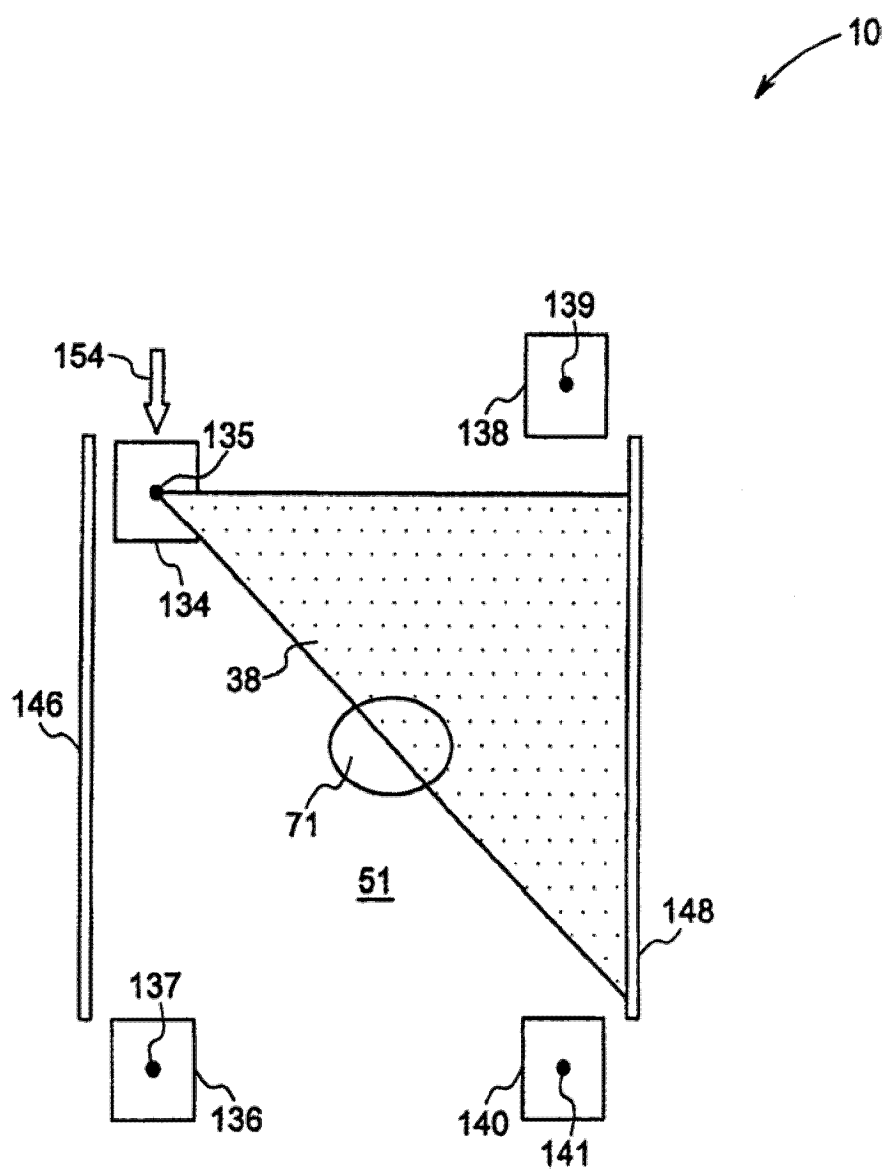


图 10