

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
A61B 6/03 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410044577.9

[45] 授权公告日 2009 年 4 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 100479755C

[22] 申请日 2004.5.19

[21] 申请号 200410044577.9

[30] 优先权

[32] 2003.5.19 [33] US [31] 10/440695

[73] 专利权人 GE 医疗系统环球技术有限公司

地址 美国威斯康星州

[72] 发明人 M·G·科勒加尔 C·R·威尔逊

B·P·布莱 M·G·本兹

[56] 参考文献

US6385292B1 2002.5.7

US6301332B1 2001.10.9

US5654995A 1997.8.5

审查员 马 薇

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 肖春京 黄力行

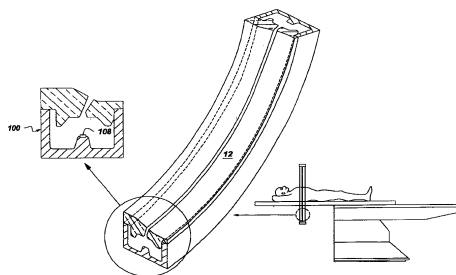
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 10 页

[54] 发明名称

具有小型 X 射线源组件的固定式计算机 X 射线断层扫描系统

[57] 摘要

固定式 CT 系统(10)，包括至少一个环形 X 射线源组件(12)而此组件具有沿其环形路径分开设置的多个 X 射线源(100)。各 X 射线源(100)具有相应的固定的 X 射线靶(102)、电子束聚焦室(104)、X 射线通道(106)、相对此 X 射线靶(102)分开设置的电子束源(108)、位于此电子束聚焦室(104)与包围上述电子束源(108)的绝缘室(112)之间的真空室(110)、以预定角位移偏离此 X 射线靶(102)与 X 射线通道(106)的辐射窗(116)以及接附于 X 射线靶(102)的靶基底(118)。



1. 固定式 CT 系统 (10)，此系统包括：

至少一个环形 X 射线源组件 (12)，它具有沿所述环形 X 射线源组件 (12) 分开设定的多个相应的 X 射线源 (100)，

其中各所述相应的 X 射线源 (100) 具有相应的固定 X 射线靶 (102)、电子束聚焦室 (104)、X 射线通道 (106) 以及相对此相应的固定的 X 射线靶 (102) 分开设定的电子束源 (108)，此电子束聚焦室 (104) 包括彼此分开设定的顶部和底部，以具有选择的剖面轮廓来将上述电子束源 (108) 发射出的许多电子聚焦以碰撞上述相应的固定的 X 射线靶 (102)，从而产生进入该 X 射线通道 (106) 的 X 射线，上述顶部设置成接收由碰撞到上述各固定的 X 射线靶上的电子束产生的反向散射电子，其中上述电子束聚焦室的顶部包括位于所述相应的固定的 X 射线靶相对处的许多沟槽，用以俘获许多反向散射的电子而阻止它们碰撞上述相应的固定的 X 射线靶。

2. 权利要求 1 所述的系统，其中所述各 X 射线源 (100) 还包括设在上述电子束聚焦室 (104) 与绝缘室 (112) 之间的真空室 (110)，而此绝缘室 (112) 则包围上述电子束源 (108)。

3. 权利要求 1 所述的系统，其中所述各 X 射线源 (100) 还包括相对于上述相应的固定的 X 射线靶 (102) 与 X 射线通道 (106) 处于预定角位移的辐射窗 (116)。

4. 权利要求 1 所述的系统，其中所述各 X 射线源 (100) 还包括接附于所述相应的固定的 X 射线靶 (102) 上的靶基底 (118)。

5. 权利要求 4 所述的系统，其中上述靶基底 (118) 构成所述电子束聚焦室 (104) 的底部 (204) 且包括选自铜、铝和石墨的组中的高热导率材料。

6. 权利要求 4 所述的系统，其中上述靶基底 (118) 包括许多冷却通道 (200)。

7. 权利要求 1 所述的系统，其中上述顶部 (202) 与底部 (204) 包括选自铜、铝和石墨的组中的高热导率材料，此顶部与底部限定出上述电子束聚焦室 (104) 内壁的一部分，而所述内壁的外形则限定出所述选择的剖面轮廓的一部分。

8. 权利要求 4 所述的系统，其中上述靶基底 (118) 构成所述

电子束聚焦室(104)的底部(204)且包括泡沫石墨。

9. 权利要求1所述的系统,其中上述顶部(202)与底部(204)包括泡沫石墨,此顶部与底部限定出上述电子束聚焦室(104)内壁的一部分,而所述内壁的外形则限定出所述选择的剖面轮廓的一部分。

具有小型 X 射线源组件的 固定式计算机 X 射线断层扫描系统

技术领域

一般地说, 本发明涉及计算机 X 射线断层扫描 (CT) 系统, 具体涉及到具有小型 X 射线源组件的固定式计算机 X 射线断层扫描 (CT) 系统。

背景技术

计算机 X 射线断层扫描 (CT) 是一种根据三维实体结构形成二维横剖面图像的技术。这种 CT 成像系统主要包括一 CT 门式架和病人检查台或床。此门式架是可动的框架。它配备有通常是包含准直仪与滤光片的 X 射线管的 X 射线源、探测器、数据采集系统 (DAS)、包括滑环系统的旋转部件以及所有的相关电子器件如门式架变角马达与定位激光束。

在已知的第三代 CT 系统 (盘旋式/螺旋形) 中, 上述 X 射线源与探测器阵列随门式架在成像平面内且环绕待成像的物体转动, 因此 X 射线束与物体相交的角经常地改变。X 射线源通常包括 X 射线管, 该 X 射线管于焦点处发射 X 射线束。X 射线探测器是当被 X 射线光子碰撞时产生光或电能的晶体或电离气体。CT 系统中所用的这两种探测器是闪烁的或固态的和氙气探测器。这种 CT 系统一般可包括在病人后面的准直仪以减少探测器处散射的辐射。

当前的第三代 CT 系统涉及到使 X 射线源绕病人转动进行身体扫描, 同时具有对扫描速度的限制。

下一代 CT 结构它包括了固定式 CT 原理、提供了高的速扫速度, 它们涉及将高功率、快速移动的电子束引向固定的 X 射线靶以产生 X 射线。这种固定式 CT 原理在 CT 扫描系统中在小型 X 射线产生设备的靶与几何设计方面显现了独特的挑战。存在与聚焦的高功率电子束照射固定的 X 射线靶以及导致在固定式 CT 系统的各个部件上有热分布相关的显著的热与结构上的风险。

因此, 最好能提供这样的小型 CT 系统几何结构, 它们能减轻热与结构方面的风险, 并可以容纳主要的 CT 系统部件, 包括固定的靶、电

子束源、聚焦室与辐射窗，还能满足先进的 CT 系统的高功率与较快的扫描速度的要求。

发明内容

简要地说，根据本发明一实施例，固定式 CT 系统具有至少一个环形 X 射线源组件，此组件则包括沿着该环形 X 射线源组件隔开的多个相应的 X 射线源。每个 X 射线源包括各自的 X 射线靶、电子束聚焦室、X 射线通道以及相对于各固定的 X 射线靶相互分开设置的电子束源。此电子束聚焦室具有经选择的横剖面轮廓，从而使从电子束源发射出的许多电子碰撞各固定的 X 射线靶，以产生进入 X 射线通道内的 X 射线。

附图说明

通过下面结合附图所作的详细说明，当可更好地理解本发明上述的和其他的特点、方面与优点，在所有附图中以相同的标号表示相同的部件，附图中：

图 1 是包括环形 X 射线源组件的固定式 CT 系统的剖面图；

图 2 是环形 X 射线源组件中一 X 射线源的横剖面图；

图 3 示明本发明一实施例中的具有减少热应力的顺从式器件的辐射窗；

图 4 示明在图 2 的真空室和 X 射线通道中的电子束散射分布；

图 5 示明具有防止反向散射的电子碰撞固定的 X 射线靶的沟槽的实施例；

图 6 示明具有防止反向散射的电子碰撞固定的 X 射线靶的凹口的实施例；

图 7 示明在图 2 的电子束聚焦室顶部中有多个冷却槽的实施例；

图 8 示明在图 2 的靶基片中有多个冷却槽的实施例；

图 9 示明包括多个环形 X 射线源组件的固定式 CT 系统的实施例；

图 10 示明包括有沿着 X 射线源组件的环形路程放置的且与此环形 X 射线源组件相分开偏置的探测器的实施例。

具体实施方式

本发明描述了适当的固定式 CT 实施例，这些实施例将主要源部件（包括固定的 X 射线靶 102、电子束源 108、电子束聚焦室 104 以及高的热流量冷却装置）组合成小型形式，由此而能引入固定式 CT。

图1是固定式CT系统10的剖面图,此CT系统10在其一种实施例中包括至少一个环形X射线源组件12,后者具有多个沿该环形X射线组件源分开的X射线源100。在图2所示的一种具体实施例中,每个X射线源100包括相应的固定的X射线靶102、电子束聚停室104、X射线通道106以及相对于相应的固定的X射线靶102以分开关系设置的电子束源108。这种分开关系要使得从电子束源108发出的电子束以约 20° 的小角度入射到X射线靶102上。该电子束聚焦室104包括真空室110的一部份,该电子束聚焦室具有选择的剖面轮廓(也就是说,室104的由顶部202、底部204限定的室104的结构包括由这些部分确定的内壁形状、内壁间的空间、与电子束源108和X射线通道106等部件的分隔关系),这样将从电子束源108发射出的大量电子聚焦而碰撞相应的固定的X射线靶102,以产生进入X射线通道106的X射线。所选择的剖面轮廓是以电子光学原理为依据,以确保电子束正确地聚焦到靶命中点。

真空室110设在电子束聚焦室104与绝缘室112之间,如图2所示。图2还表明了X射线通道106是真空室110的延伸部分。

电子束源108通过将其放置于包含有绝缘介质如高温陶瓷或塑料(例如GE塑料公司制的ULTEM)的绝缘室114(图5)中,而与相应的固定的X射线靶102绝缘。在一例子中,装于绝缘室112内的电子束源108适合相对于真空室110与电子束聚焦室104保持于负电位,而固定的X射线靶102则接地。这里用到的“适合”以及类似意义的词是指对于导体、绝缘体与电源等电气装置可在部件之间保持电位。在另一例中,电子束源108接地而固定的X射线靶102则保持于正电位。或是在又一例中,电子束源108保持于负电位而固定的X射线靶则保持于正电位。

电子束源108包括丝极或场发射极阵列,丝极一般包括螺旋丝或扁平丝,它们的例子是周知的。

在一特殊的实施例中,图2的各X射线源100还包括一以预定的角位移偏离相应的固定的X射线靶102与X射线通道106的辐射窗116。辐射窗116用作各固定的X射线靶102产生的多束X射线的输出路径。上述预定的角位移保证了从此辐射窗116有最大的X射线通量射出。辐射窗116包括铝或铍之类的材料。为了释放由于

热循环可能在辐射窗连接区产生的热应力,在本发明一实施例中采用了类似于图3中示明的合适的顺从式器件117。这种顺从式器件117可以是弹簧或任何通常的柔性材料。在另一特殊的实施例中,辐射窗116通过铜焊触点与靶基底118和电子束聚焦室104的选择的剖面轮廓耦连。在另一实施例中,这种耦连则是通过机械触点实现。在一实施例中,辐射窗116与电子束聚焦室104的支承横剖面是通过X射线源100的外表面与X射线靶102之间空隙的小间隙201(图5)而与相应的固定的X射线靶102电绝缘。在另一实施例中,辐射窗116相对于相应的固定的X射线靶102为负偏压,这有助于减少电子在辐射窗116处的沉积量,而这将进一步导致降低辐射窗116的峰值温度与应力。

上述各实施例中描述的固定的X射线靶102包括原子序数至少约为40的金属或金属合金。这类金属与金属合金选自钨、钼、铼、铯与锆这一组中。

在另一实施例中,各X射线源100还包括接附于相应固定的X射线靶102上的靶基底118(图2)。该靶基底118所取的形状也形成为电子束聚焦室104所选择的剖面轮廓的底部,如图2所示。该靶基底118包括热导率大于约75W/M/K的高热导率的材料。这种高热导率的材料选自铜、铝、石墨、泡沫石墨以及铝与铜的泡沫金属所成的组中。固定的X射线靶102与高热导率靶基片118接地而保持于零电位,或者使固定的X射线靶102与靶基底118相对于电子束源108与辐射窗116为正偏压。

在一更特殊的实施例中,电子束聚焦室104所选择的剖面轮廓包括一具有由X射线通道106所分开的顶部202和底部204的成型外罩,如图2所示。顶部202与底部204在本发明一实施例中包括高热导率材料如铜、铝、石墨、泡沫石墨或铝与铜的泡沫金属。顶部202接收因电子束碰撞相应的固定的X射线靶102而反向散射的电子中的较大部分,如图4所示。

为了解决反向散射电子的问题,在一特殊的实施例中,置于通道106附近的顶部202的部分包括许多切入其中的沟槽206,如图5所示。这些沟槽206位于与相应的固定的X射线靶102相对的区域中,并布置成可俘获这许多反向散射电子同时阻止这些反向散射电子碰撞

相应的 X 射线靶 102。在一特殊例子中, 这种沟槽 206 约 3~4 毫米深和 2 毫米宽, 它们也增大了加热的表面积且有助于这个区域的冷却。

在图 6 所示的另一实施例中, 上述置于通道 106 附近的顶部 202 包括位于与相应的固定的 X 射线靶 102 相对处的凹口 208, 来俘获这许多反向散射的电子和阻止这些反向散射电子碰撞相应的固定 X 射线靶 102。在一特殊例中, 此凹口 208 约 9.1 毫米宽和 12 毫米深。

在图 7 所示的又一实施例中, 电子束聚焦室 104 的选择的剖面轮廓包括许多冷却槽 210, 用来冷却由于其中反向散射电子的碰撞而变热的与相应的固定 X 射线靶 102 相对的区域。由冷却剂通过冷却槽 210 来耗散热。所用冷却剂包括水或是起到合适冷却剂作用的液体如 3M 公司制造的 FLUORINERT (商标) 这两者中的至少一种。在另一实施例中, 冷却槽 210 包括耗散热的储热材料。这类储热材料在一特殊的实施例中包括相变材料如石蜡。在又另一实施例中, 这种储热材料包括钠、钾、锡、铅、铟、锑、铋、钠-钾合金、锡-铅合金与铟-锑合金中的至少一种。

由于电子连续地碰撞固定的 X 射线靶 102, 最好在此区域设置冷却机构以保护此固定的 X 射线靶 102 不受热应力的影响。在一特殊实施例中, 靶基底 118 包括许多正好位于相应的固定的 X 射线靶 102 区域之下的冷却槽 200, 如图 8 所示。在一实施例中, 这些槽是具有小的圆形横剖面的槽, 它们在一特殊例中具有 3~4 毫米的直径, 间隔为 4 毫米, 钻入了靶基底 118 内, 在相应的固定的 X 射线靶 102 之下。冷却剂例如水或起到合适冷却剂作用的如 3M 公司制造的 FLUORINERT, 经泵送通过冷却通道, 以有助于从相应的固定的 X 射线靶 102 较快地除热。或者, 让冷却通道 200 包括储热材料以耗散相应的固定的 X 射线靶 102 所产生的热。在一实施例中, 这种储热材料包括相变材料。这类相变材料包括石蜡。在另一实施例中, 这种储热材料包括钠、钾、锡、铟、锑、铋、钠-钾合金、锡-铅合金与铟-锑合金中的至少一种。

图 9 示明固定式 CT 系统 10 的又一实施例, 它包括多个 X 射线源组件 240, 而每个 X 射线源组件 240 又包括许多沿其各自环形路径分隔开的 X 射线源 100。上述这多个 X 射线源组件 240 各自的环形直径可以不等。每个 X 射线源 100 包括有相应的固定的 X 射线靶 102、

电子束聚焦室 104、X 射线通道 106 以及电子束源 108。电子束源 108 相对于相应的固定的 X 射线靶 102 以分隔开关系设置。电子束聚焦室 104 具有选择的剖面轮廓，以使从电子束源 108 发射出的许多电子聚焦而碰撞相应的固定的 X 射线靶 102，产生出进入 X 射线通道 106 的 X 射线。

前面相对于图 1 的 X 射线源 100 描述的各实施例以及例子也都适用于图 9 的固定式 CT 系统 10。

在上述各实施例中，探测器 220 是沿着环形 X 射线源组件 12 的环形路径定位且对于环形 X 射线源组件 12 偏置，以保证能对 X 射线光子流量进行最佳探测，如图 10 所示。在此所谓的“偏置”是指将探测器 220 设置成使得从相邻环形 X 射线源组件 12 发射出的 X 射线不会入射到相邻的探测器上。

上面各实施例中述及到的种种特点未必是相互排斥的。将这些特点作种种组合是可能的，例如可有这样的实施例，在靶基底 118 中有冷却通道 220 而在电子束室 104 的顶部 202 中有凹口 208。类似地，另一实施例则包括在靶基底 118 中的冷却通道 200 和在电子束聚焦室 104 的顶部 202 中的沟槽 206。这些实施例都可以在电子束聚焦室 104 的顶部 202 具有冷却通道 210 附加的特点。

参看图 10，固定式 CT 系统 10 的局部侧面包括一环形 X 射线源组件 12。此环形 X 射线源组件包括的 X 射线源 100 具有上面讨论的各实施形式中所述的特点。此 X 射线源 100 将 X 射线束投射向与环形组件上 X 射线源位置相对的探测器 220。该探测器 220 通常由许多探测元件形成，这些探测元件一起探测通过病人身体的所投射的 X 射线。每个探测元件产生一表示照射的 X 射线束的强度亦即表示此 X 射线束通过病人身体后的衰减的电信号。

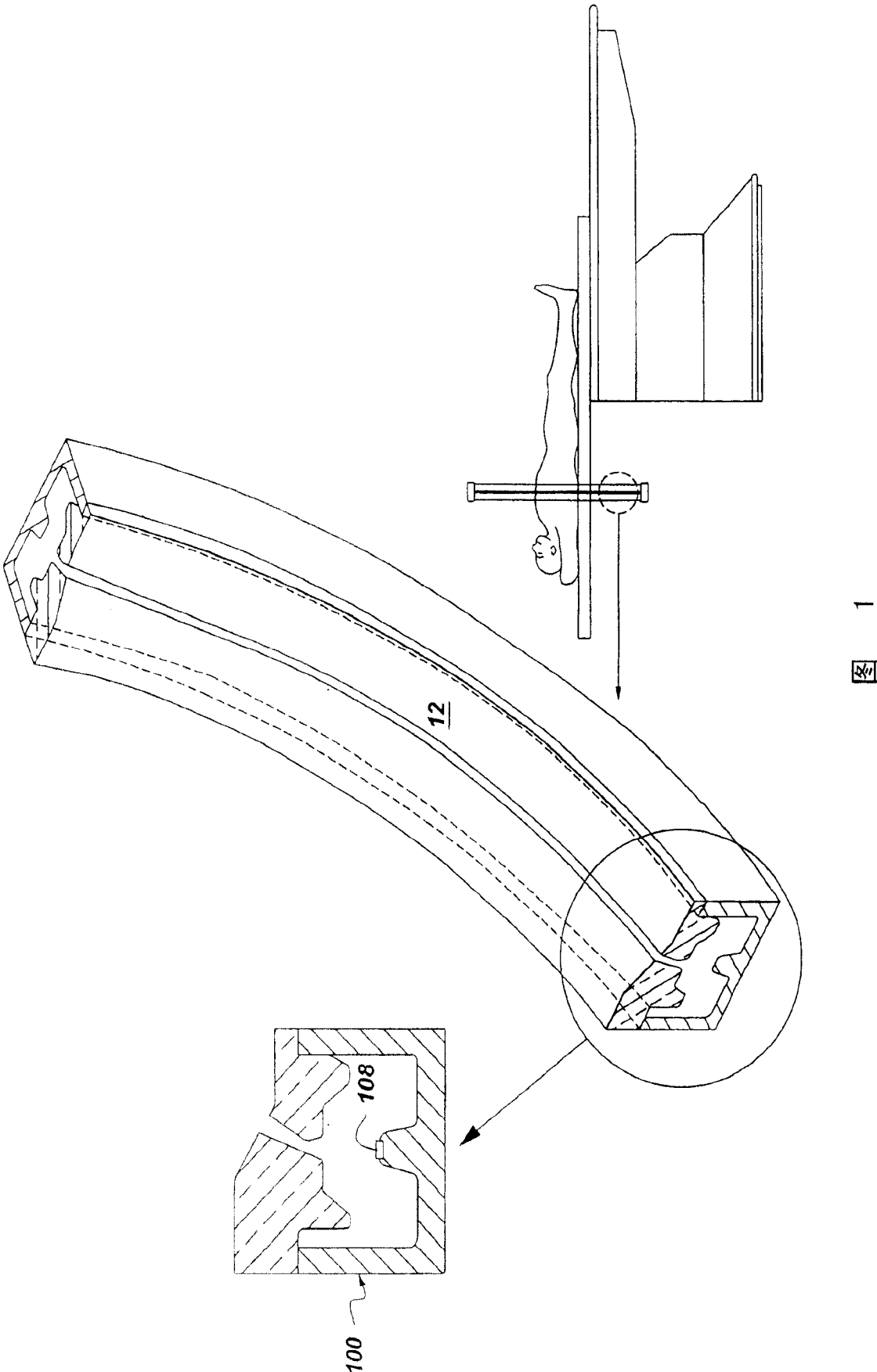
X 射线源 100 的工作由固定式 CT 系统 10 的控制机构（未示明）支配。此控制机构包括一给 X 射线源提供动力与定时信号的 X 射线控制器。此控制机构中的数据收集系统（DAS）从这些探测元件中对模拟数据采样，并将这些数据变换为供以后处理的数字信号。图像重建装置从 DAS 接收所采样与数字化的 X 射线数据，进行高速的图像重建。重建的图像输入计算机，计算机将此图像存储于大容量存储器中。

此计算机（未图示）还通过用户接口或图像用户接口（GUI）接收并提供信号。具体地说，此计算机从操作员控制台接收指令与扫描参数。这种控制台则最好包括键盘与鼠标（未图示）。相连的阴极射线管显示器可让操作员由计算机观察重建的图像与其他数据。操作员所提供的指令与参数为此计算机所用而将控制信号与信息提供给 X 射线控制器、DAS 以及与一工作台相通连的工作台马达控制器，用以控制此固定式 CT 系统 10 部件的操作与运动。

以上只阐明和描述了本发明的某些特点，而本领域技术人员将能提出众多的改进与变更形式。因此应认识到后附权利要求书是用来涵盖属于本发明实质精神范围内所有这种改进与变更形式的。

元件表

- 10 固定式 CT 系统
- 12 环形 X 射线源组件
- 110 X 射线源
- 102 固定的 X 射线靶
- 104 电子束聚焦室
- 106 X 射线通道
- 108 电子束源
- 110 真空室
- 112 绝缘室
- 114 绝缘器介质
- 116 辐射窗
- 117 顺从式装置
- 118 靶基底
- 200 靶基底中的冷却通道
- 201 X 射线源的表面与 X 射线靶间的空隙
- 202 电子聚焦室的顶部
- 204 电子聚焦室的底部
- 206 沟槽
- 208 凹口
- 210 电子束源顶部中的冷却通道
- 220 探测器
- 240 一批环形 X 射线源组件



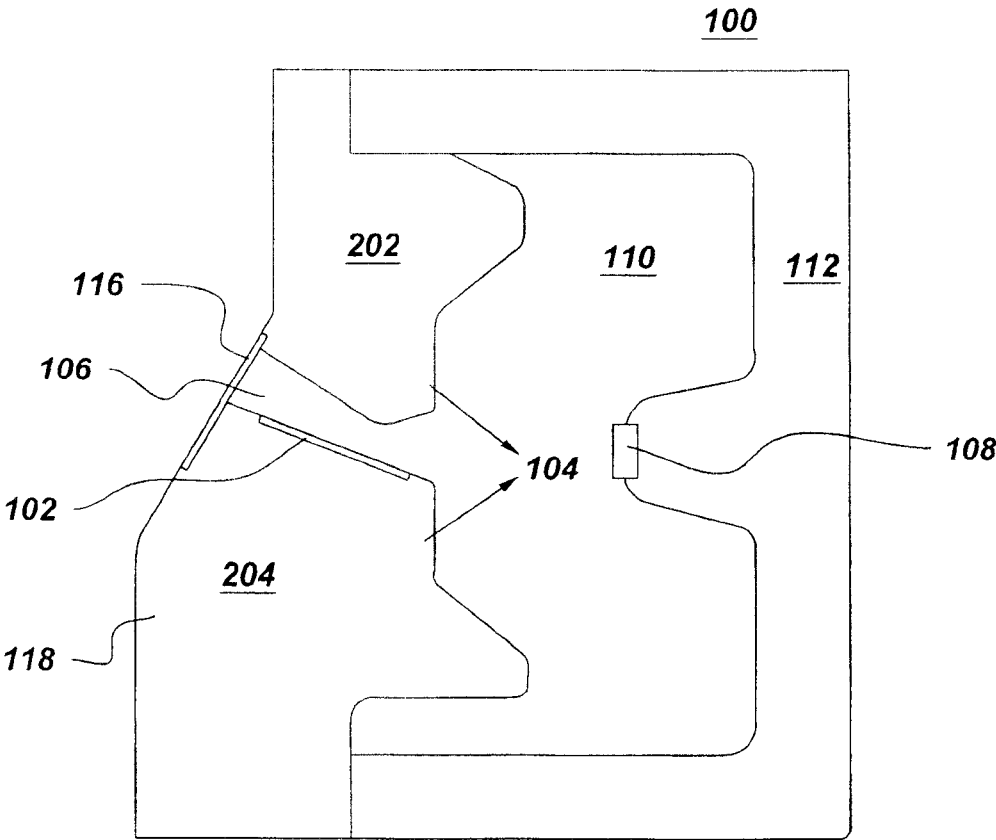


图 2

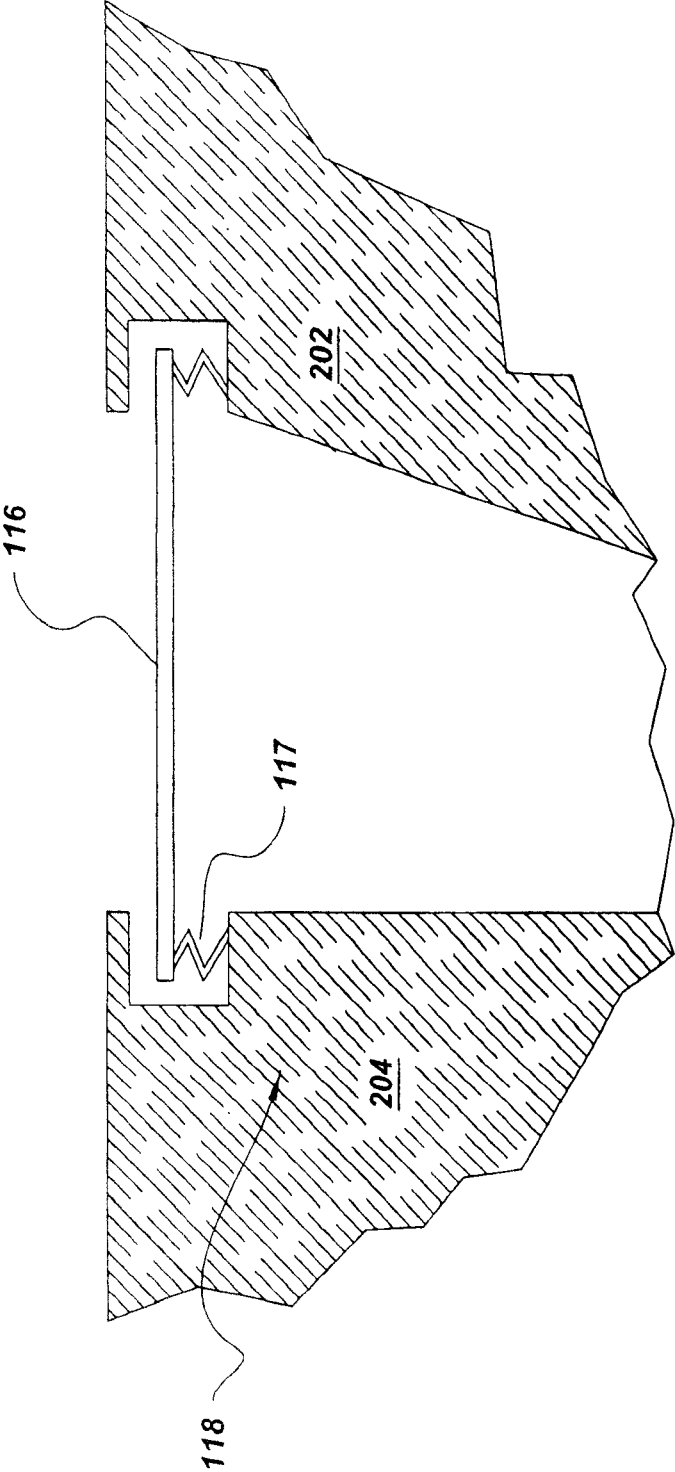


图 3

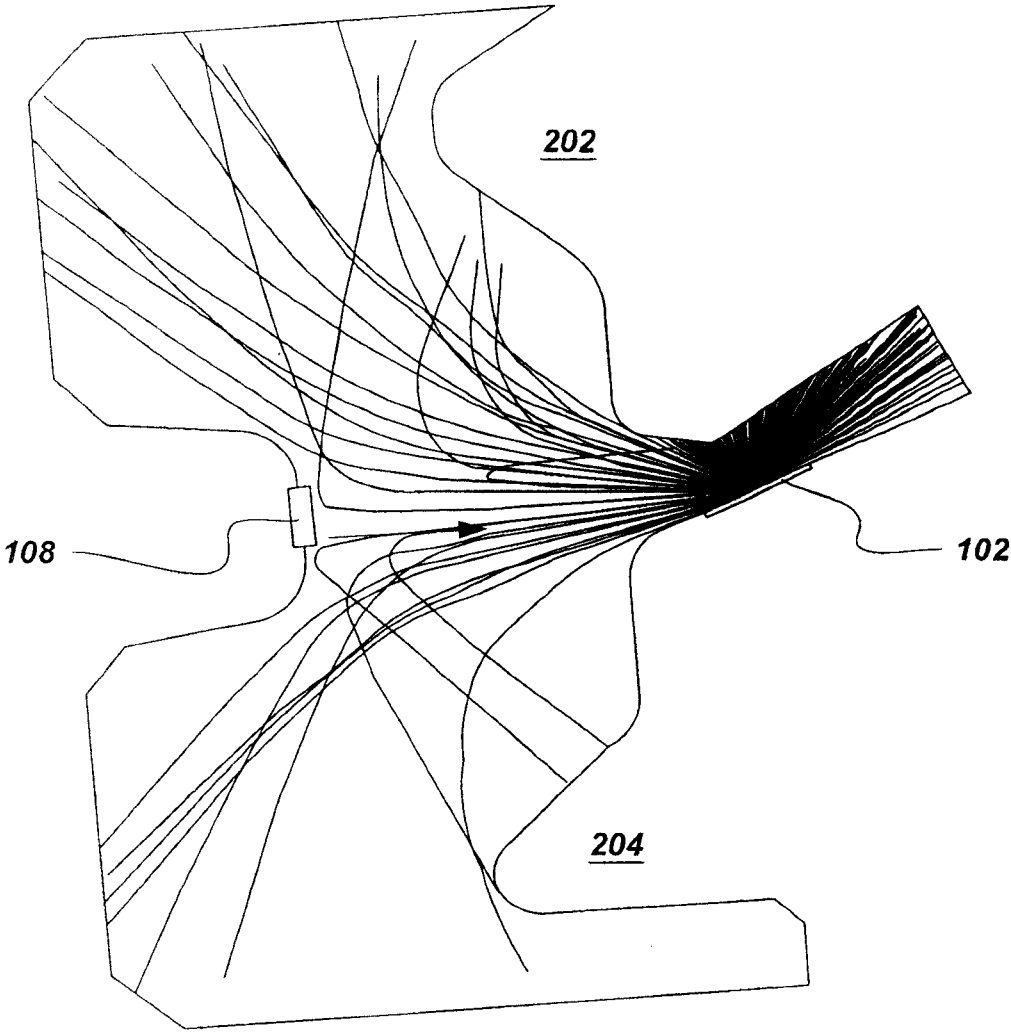


图 4

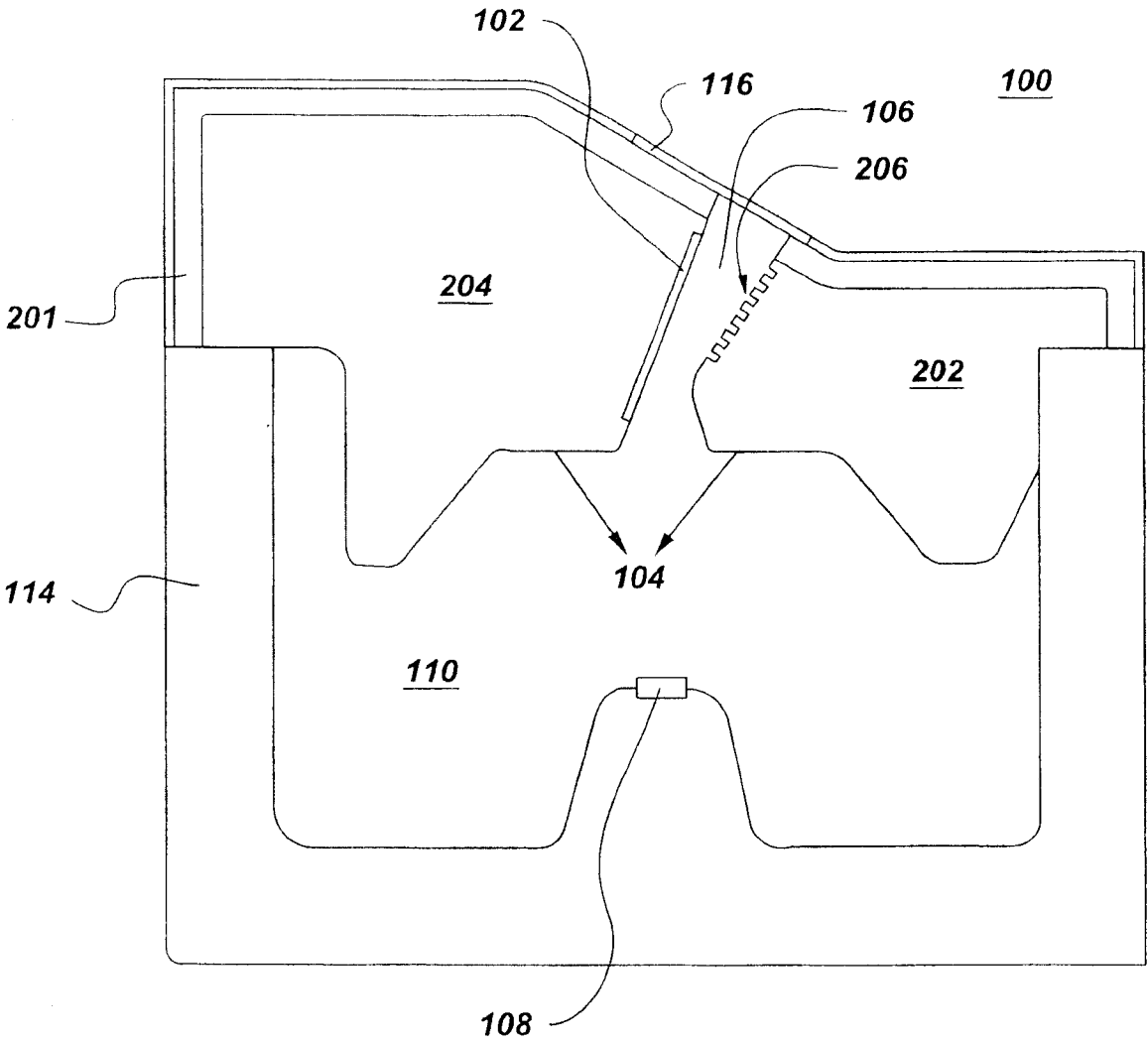


图 5

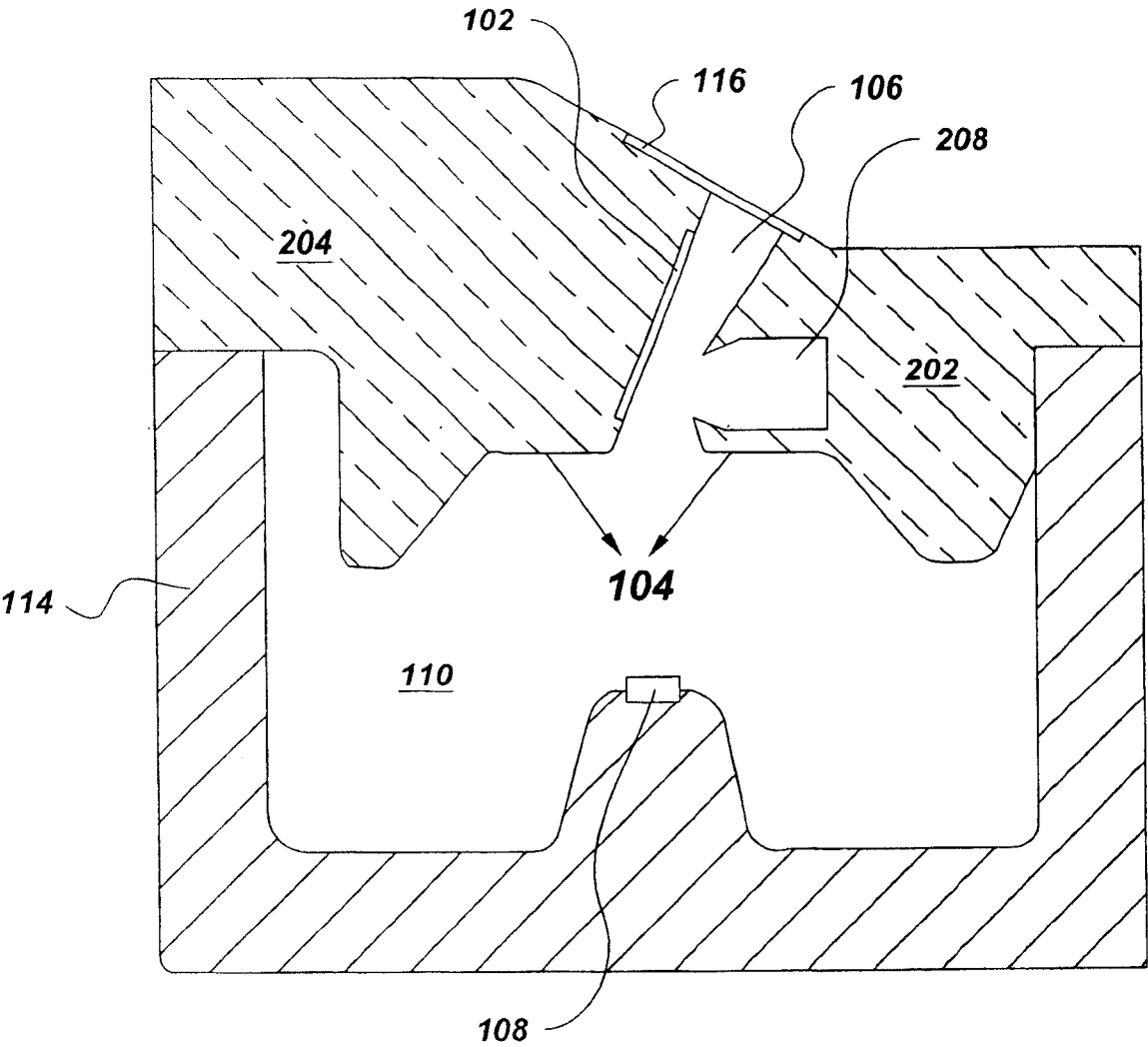


图 6

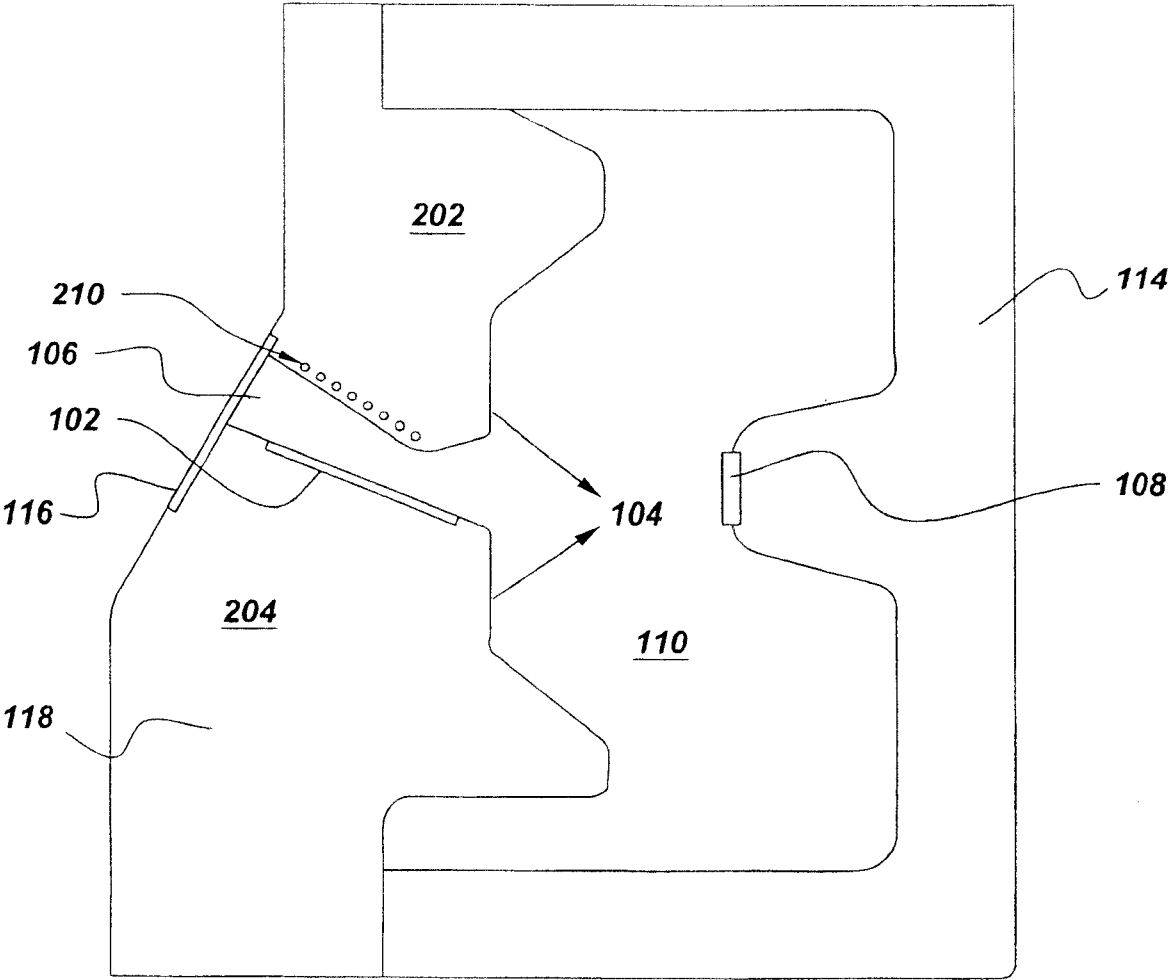


图 7

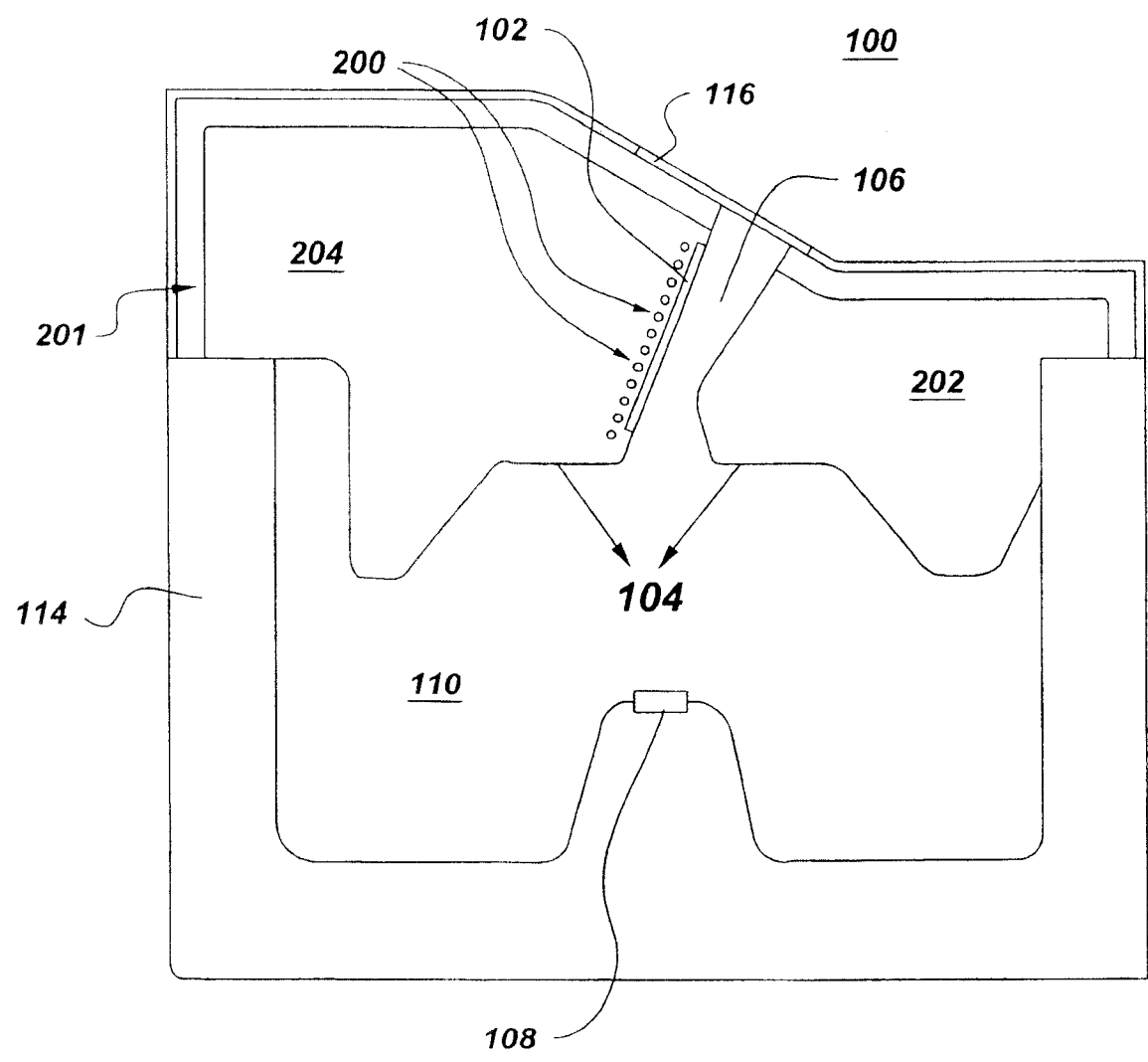


图 8

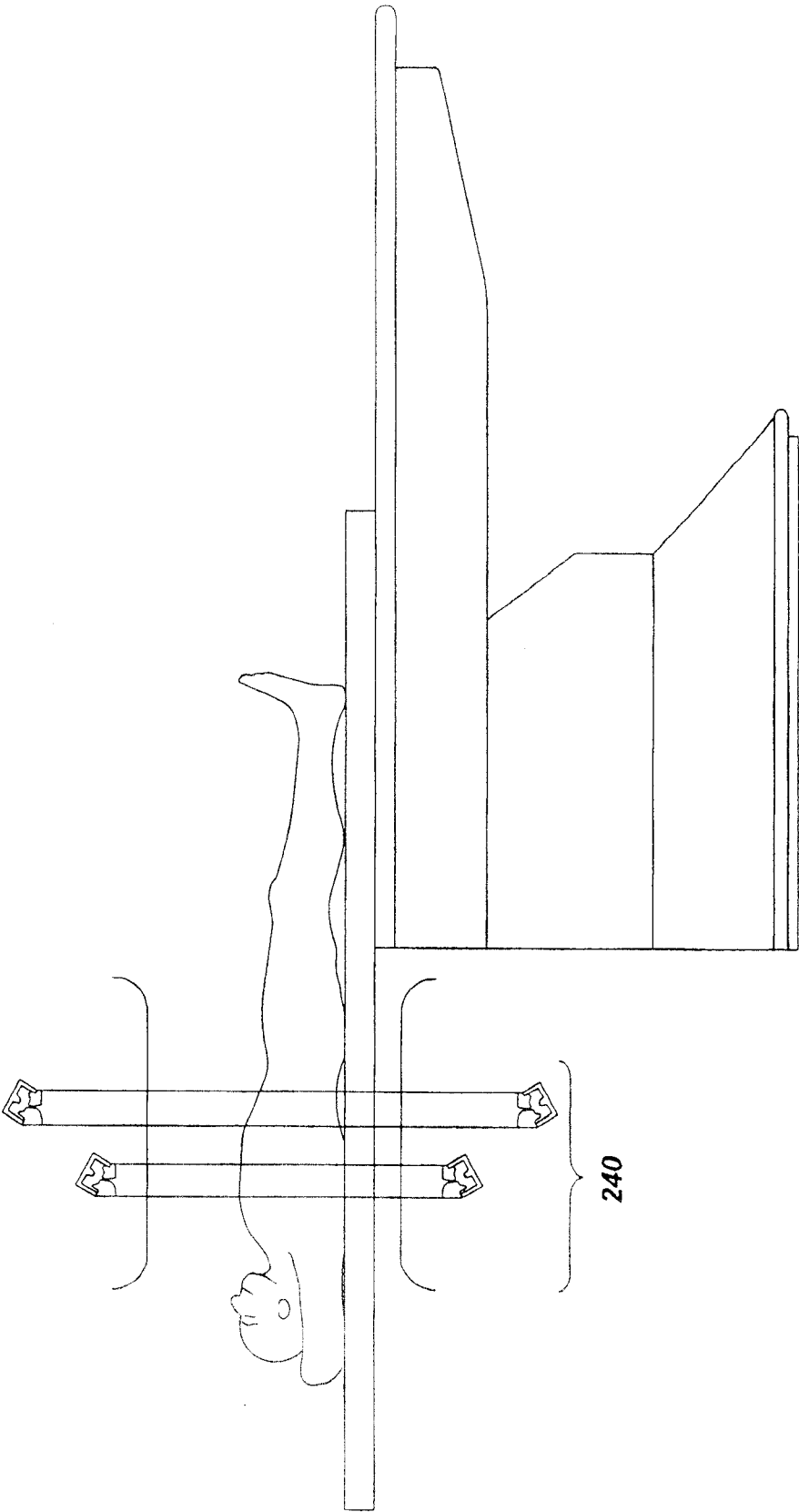


图 9

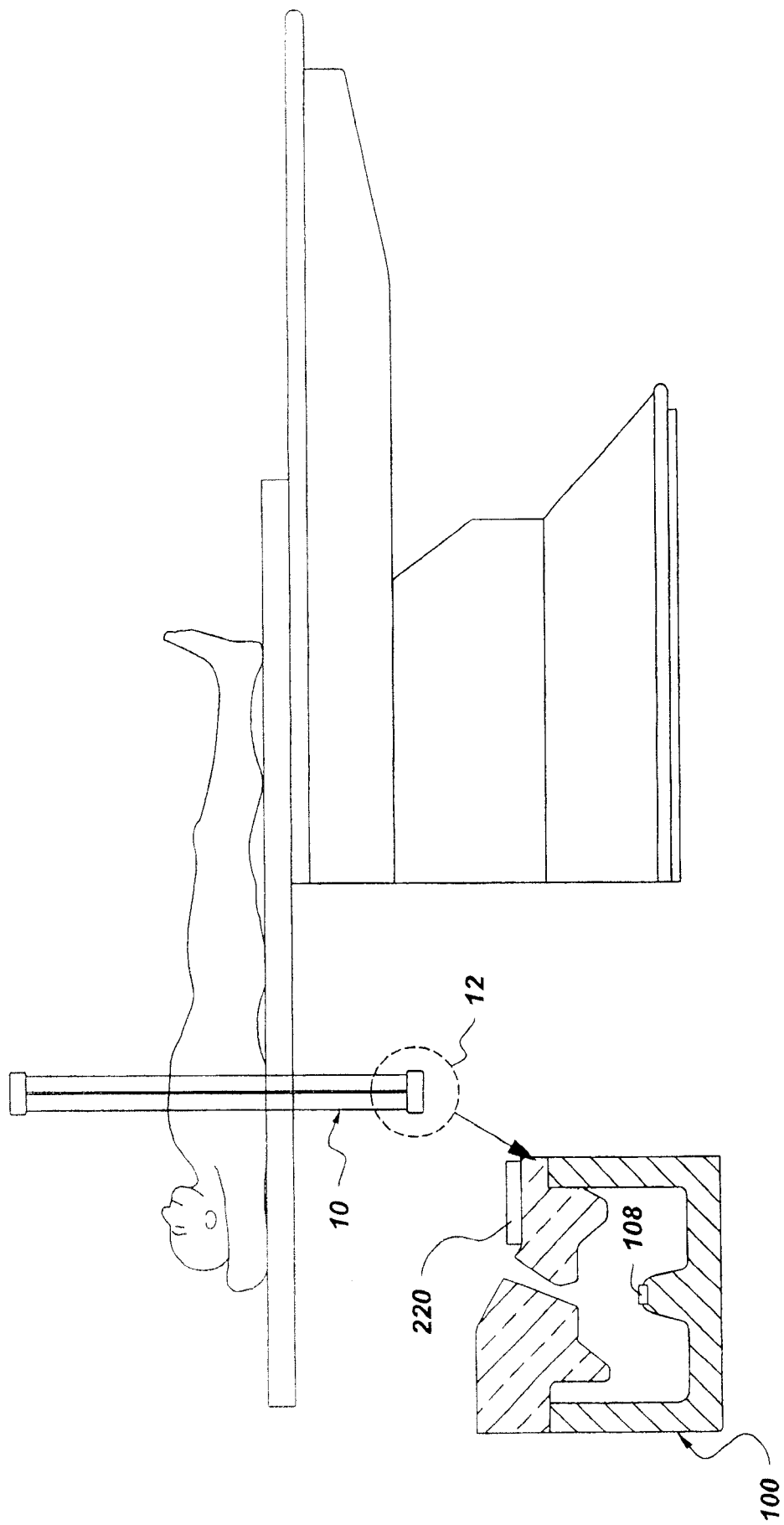


图 10