

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510073948.0

[51] Int. Cl.

A61B 5/00 (2006.01)
A61B 5/06 (2006.01)
A61B 18/00 (2006.01)
A61B 17/00 (2006.01)
A61B 19/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009年7月29日

[11] 授权公告号 CN 100518626C

[22] 申请日 2005.5.27
[21] 申请号 200510073948.0
[30] 优先权
 [32] 2004.5.27 [33] US [31] 10/709783
[73] 专利权人 通用电气公司
 地址 美国纽约州
[72] 发明人 M·M·侯赛尼 T·福
[56] 参考文献
 WO02/22015A2 2002.3.21
 CN2448303Y 2001.9.19
 US5280427A 1994.1.18
 US6580938B1 2003.6.17
 US6144875A 2000.11.7
 US4583538 1986.4.22
 WO03/070120A1 2003.8.28

审查员 沈显华
[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
 代理人 李亚非 张志醒

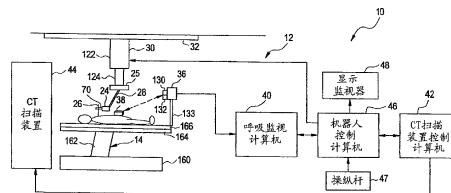
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 16 页

[54] 发明名称

引导末端执行器至人体内目标位置的系统、方法和产品

[57] 摘要

提供一种用于将末端执行器(26)引导至人体内目标位置(216)的系统、方法和产品。该方法包括当人体具有预定的呼吸状态时生成多幅人体内部解剖结构的数字图像(210, 214)。该方法还包括在至少一幅数字图像上指示皮肤入口位置(212)。该方法还包括在至少一幅数字图像上指示目标位置(216)。该方法还包括基于皮肤入口位置(212)和目标位置(216)确定轨道路径。最后,该方法包括当人体基本上具有预定的呼吸状态时沿该轨道路径向目标位置(216)移动末端执行器(26)。



1. 一种用于将末端执行器(26)引导至人体内目标位置(216)的系统,该末端执行器与机器人坐标系空间相关,所述系统包括:

用于监视人体呼吸状态以获得受监视的呼吸状态的红外呼吸监视装置;

被配置为当人体具有预定呼吸状态时扫描人体内部解剖结构以生成扫描数据的扫描装置(44);

基于该扫描数据生成多幅数字图像(210,214)的第一计算机(42),所述多幅数字图像与数字图像坐标系空间相关;

被配置为显示多幅数字图像(210,214)的第二计算机(46),该第二计算机(46)还被配置为允许操作者在至少一幅数字图像上指示皮肤入口位置(212);

该第二计算机(46)还被配置为允许操作者在至少一幅数字图像上指示目标位置(216),该第二计算机(46)还被配置为基于数字图像坐标系中的目标位置和皮肤入口位置(212)(216)确定第一轨道路径;

该第二计算机(46)还被配置为确定用于将数字图像坐标系中坐标变换为末端执行器坐标系中坐标的第一变换矩阵;

该第二计算机(46)还被配置为确定用于将末端执行器坐标系中坐标变换为机器人坐标系中坐标的第二变换矩阵;

该第二计算机(46)还被配置为基于第一和第二变换矩阵确定用于将数字图像坐标系中坐标变换为机器人坐标系中坐标的第三变换矩阵;

该第二计算机(46)还被配置为基于第一轨道路径和第三变换矩阵确定机器人坐标系中的第二轨道路径;

使末端执行器(26)适于插入人体内的末端执行器插入装置,该第二计算机(46)在所监视呼吸状态与预定呼吸状态之间的差值小于或等于阈值时促使该末端执行器插入装置沿该第二轨道路径向目标位置(216)移动末端执行器(26),在所监视呼吸状态与预定呼吸状态之间的差值并不小于或等于阈值时停止移动该末端执行器。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中红外呼吸状态监视装置利用红外光探测人体胸部位置以监视人体呼吸状态。

3. 根据权利要求1所述的系统，其中扫描装置(44)包括计算机断层摄影扫描器，并且多幅数字图像包括多幅计算机断层摄影图像。

4. 根据权利要求1所述的系统，其中末端执行器插入装置包括被配置为线性移动末端执行器(26)的末端执行器驱动器(70)。

引导末端执行器至人体内目标位置的系统、方法和产品

技术领域

本发明涉及一种用于将末端执行器引导至人体内目标位置的系统和方法。

背景技术

已经研制出引导人体内的活组织检查和消融针的机器人系统。然而，由于人的呼吸运动，所以在人的腹腔内放置这类针可能是非常困难的。特别是，在人的呼吸运动期间，人的腹腔内的目标位置将会移动。因此，即使针在开始时沿预定的末端执行器轨道移动，但由于人的腹腔内目标位置的移动，针也可能不会到达目标位置。

因此，本发明人在此已经意识到需要一种改进的系统，该系统在将末端执行器引导至人体内目标位置时克服了上述缺陷。

发明内容

提供一种用于根据示范性实施例将末端执行器引导至人体内目标位置的方法。该方法包括当人体具有预定呼吸状态时生成多幅人体内部解剖结构的数字图像。该方法还包括在至少一幅数字图像上指示皮肤入口位置。该方法还包括在至少一幅数字图像上指示目标位置。该方法还包括基于皮肤入口位置和目标位置确定轨道路径。最后，该方法包括当人体基本上具有预定的呼吸状态时沿轨道路径向目标位置移动末端执行器。

提供一种用于根据另一示范性实施例将末端执行器引导至人体内目标位置的系统。该系统包括用于监视人体呼吸状态的呼吸监视装置。该系统还包括配置为当人体具有预定呼吸状态时扫描人体内部解剖结构以生成扫描数据的扫描装置。该系统还包括基于扫描数据生成多幅数字图像的第一计算机。该系统还包括配置为显示多幅数字图像的第二计算机，该第二计算机还被配置为允许操作者在至少一幅数字图像上指示皮肤入口位置。该第二计算机还被配置为允许操作者在至少一幅数字图像上指示目标位置。该第二计算机还被配置为基于皮肤入口位置和目标位置确定轨道路径。最后，该系统包括末端执行器插入装置，其使得末端执行器适于插入人体内，该第二计算机在人体基

本上具有预定的呼吸状态时促使末端执行器插入装置沿轨道路径向目标位置移动末端执行器。

提供一种用于根据另一示范性实施例将末端执行器引导至人体内目标位置的系统。该系统包括用于监视人体呼吸状态的呼吸监视装置。该系统还包括配置为当人体具有预定呼吸状态时扫描人体内部解剖结构以生成扫描数据的扫描装置。该系统还包括基于扫描数据生成多幅数字图像的第一计算机。该第一计算机还被配置为显示多幅数字图像。该第一计算机还被配置为允许操作者在至少一幅数字图像上指示皮肤入口位置。该第一计算机还被配置为允许操作者在至少一幅数字图像上指示目标位置。该第一计算机还被配置为基于皮肤入口位置和目标位置确定轨道路径。最后，该系统包括末端执行器插入装置，其使得末端执行器适于插入人体内，该第一计算机在人体基本上具有预定的呼吸状态时促使末端执行器插入装置沿轨道路径向目标位置移动末端执行器。

提供一种根据另一示范性实施例的产品。该产品包括具有在其中编码的计算机程序的计算机存储介质，该计算机程序用于将末端执行器引导至人体内目标位置。该计算机存储介质包括用于当人体具有预定呼吸状态时生成多幅人体内部解剖结构的数字图像的代码。该计算机存储介质还包括用于在至少一幅数字图像上指示皮肤入口位置的代码。该计算机存储介质还包括用于在至少一幅数字图像上指示目标位置的代码。该计算机存储介质还包括用于基于皮肤入口位置和目标位置确定轨道路径的代码。最后，该计算机存储介质包括用于在人体基本上具有预定的呼吸状态时沿轨道路径向目标位置移动末端执行器的代码。

提供一种用于根据另一示范性实施例将末端执行器引导至人体内目标位置的方法。该方法包括在至少一个呼吸周期期间监视人体的呼吸状态。最后，该方法包括在人体基本上具有预定的呼吸状态时沿轨道路径向人体内目标位置移动末端执行器。

附图说明

图 1 是根据示范性实施例包含末端执行器定位系统的手术室的示意图。

图 2 是图 1 中末端执行器定位系统的示意图。

图 3 是图 2 中末端执行器定位系统的部分放大示意图。

图 4 是图 2 中末端执行器定位系统所采用的机器人末端执行器定位装置和从动臂的示意图。

图 5-7 是用于图 4 中机器人末端执行器定位装置的末端执行器驱动器的示意图。

图 8 是表示人体呼吸运动的信号示意图。

图 9 是表示人体预定呼吸状态的信号示意图。

图 10 是图 1 中末端执行器定位系统所采用的三个坐标系的图。

图 11-15 是图 1 中末端执行器定位系统所采用的计算机窗口的示意图。

图 16-18 是用于将末端执行器引导至人体内目标位置的方法的流程图。

具体实施方式

参见图 1 和 2, 其示出了具有末端执行器定位系统 12 和手术台 14 的手术室 10。该末端执行器定位系统 12 被提供为将躺在台 14 上的人体内的末端执行器引导至一预定位置, 如下面将更详细描述。在所说明的实施例中的末端执行器包括消融针。然而, 应当理解的是, 该末端执行器可以是任何能够插入人体内部的工具或装置, 包括例如皮下注射针、活检针、可操纵针 (steerable needle) 和无畸变 (orthoscopic) 工具。

末端执行器定位系统 12 包括机器人末端执行器定位装置 24、末端执行器驱动器 70、线性定位装置 25、从动臂 28、顶部支架 30、轨道支架 32、连接架 34、红外呼吸测量装置 36、位置反射器 38、呼吸监视计算机 40、CT 扫描装置控制计算机 42、计算机断层摄影 (CT) 扫描装置 44、机器人控制计算机 46、操纵杆 47 和显示监视器 48。

参见图 4, 线性定位装置 25 可操作地连接到顶部支架 30 和从动臂 28 上。线性定位装置 25 被提供为使机器人末端执行器沿 3 个轴线性移动以将装置 24 定位到所需的线性位置。在所说明的实施例中, 线性定位装置 25 包括由美国新罕布什尔州塞勒姆的 Danaher Precision systems 制造的 XYZ Stage。

机器人末端执行器定位装置 24 被提供用于定向末端执行器驱动器 70, 从而末端执行器 26 可按所需的轨道定位。机器人末端执行器

定位装置 24 电连接到机器人控制计算机 46，并响应于从计算机 46 接收的信号进行移动。如所示，机器人末端执行器定位装置 24 包括壳体部 62 和壳体部 64。如所示，机器人末端执行器定位装置 24 可操作地连接到末端执行器驱动器 70。

壳体部 64 被提供为在其中容纳电机（未示出），该电机具有可操作地连接到从动臂 28 的接头 116 上的轴。该电机被配置为如由箭头 69 所示旋转机器人末端执行器定位装置 24，用于将末端执行器 26 定位至所需位置。壳体部 64 可操作地连接到壳体部 62，并被提供为容纳用于驱动末端执行器驱动器 70 中部件的电机，从而线性移动末端执行器 26。

参见图 4-7，末端执行器驱动器 70 被提供为将末端执行器 26 线性移动进入人体。末端执行器驱动器 70 包括可操作地连接到末端执行器 26 上的壳体部 72。输入轴 76 由直流电机（未示出）驱动，其位于壳体部 64 内。壳体部 72 可由丙烯酸或其它可透射线材料制成。壳体部 72 限定第一带缘孔 74，该第一带缘孔 74 横贯其中延伸并被配置为滑动地接纳输入轴 76 和其中的轴向加载衬套 78。衬套 78 在输入轴 76 上滑动，且用螺母 82 通过 O 形环 80 进行装载。壳体部 72 还限定第二带缘孔 84，该第二带缘孔 84 在壳体部 72 内与第一带缘孔 74 横切。输入轴 76、衬套 78 和螺母 82 可由丙烯酸或其它可透射线材料制成。输入轴 76 还由驱动端 69 连接到直流电机，其另一端连接到螺母 82。通过以与输入轴 76 相同的转速将输入轴 76 连接到螺母 82 上，衬套 78 通过用螺母 82 装载 O 形环 80 驱动。

参见图 6 和 7，末端执行器 26 在壳体部 72 的第二带缘孔 84 内滑动，从而被挤压在输入轴 76 的接触面 86 和衬套 78 的接触面 88 之间。接触面 88 对应于衬套的两端之一。接触面 86 和 88 向末端执行器 26 施加相当于接触面与末端执行器 26 之间传动摩擦力的轴向力。此外，在输入轴 76 的接触面 86 的底部可以放置嵌条 90。

参见图 4 和 10，从末端执行器驱动器 70 伸出的基准部件 68 被提供为使机器人坐标系与数字图像坐标系相关，如将在下面更详细描述。基准部件 68 通常为 V 形，其中部件 68 的第一和第二支柱从针驱动器 70 的壳体的相对侧伸出。

从动臂 28 被提供为支撑机器人末端执行器定位装置 24。如所示，

从动臂 28 包括臂部 110、臂部 112、夹紧部 114 和球窝接头 116、118、120。机器人末端执行器定位装置 24 通过布置在其间的球窝接头 116 连接到臂部 110 上。臂部 110 通过球窝接头 118 可操作地连接到臂部 112 上。当夹紧部 114 松开时，臂部 112 和臂部 110 可通过球窝接头 118 彼此相对运动，且球窝接头 116 和 120 也是松开的。当夹紧部 114 夹紧时，臂部 110 相对于臂部 112 被固定，且球窝接头 116 和 120 被锁定到预定位置。从动臂 28 通过接头 120 可操作地连接到顶部支架 30 上。

参见图 1，顶部支架 30 被提供为支撑悬挂在人体上方的从动臂 28 和机器人末端执行器定位装置 24。顶部支架 30 包括支撑部 122 和支撑部 124。支撑部 124 被可伸缩地容纳在支撑部 122 中。这样，支撑部 124 可相对于支撑部 122 上升或下降以初始地将末端执行器 26 定位到人体上所需的皮肤入口点上。如所示，顶部支架 30 可操作地连接到轨道支架 32 上，该轨道支架 32 进一步连接到手术室 10 的天花板上。

轨道支架 32 被提供为允许机器人末端执行器定位装置 24 相对于人体线性运动。参见图 2，顶部支架 30 可通过连接架 34 连接到台 14 的可移动部。因此，当台 14 及躺在其上的人体相对于 CT 扫描装置 44 线性移动时，顶部支架 30 通过轨道支架 32 线性移动，以允许机器人末端执行器定位装置 24 在该移动期间保持在相对于人体固定的位置。

参见图 1 和 8，红外呼吸测量装置 36 被提供为测量躺在台 14 上人体的呼吸状态。红外呼吸测量装置 36 包括红外发射器 130 和红外探测器 132。如所示，红外呼吸测量装置 36 可安装在可操作连接到台 14 上的台架 133 上。红外发射器 130 把红外光束射向放置在人体胸部上的反射器 38。该红外光束而后从红外反射器 38 被反射到红外探测器 132。红外探测器 132 接收反射的红外光束，并响应于该反射红外光束生成指示人体胸部位置的信号 135。人体胸部位置进而指示人体的呼吸状态。

呼吸监视计算机 40 被提供为接收指示人体呼吸状态的信号 135。计算机 40 进而被配置为确定信号 135 的幅度何时处于具有上限 (T_U) 和下限 (T_L) 的预定范围 ΔR 内。当信号 135 处于指示预定呼吸状态的预定范围 ΔR 内时，计算机 40 生成传送到机器人控制计算机 46 的

选通信号 137。如下面将更详细描述，当选通信号 137 处于高逻辑电平时，机器人控制计算机 46 将使末端执行器 26 线性移动进入人体内。此外，当选通信号 137 不为高逻辑电平时，机器人控制计算机将停止末端执行器 26 的线性移动。

参照图 1 和 2，计算机断层扫描摄影（CT）扫描装置 44 被提供为在预定描述范围内拍摄多幅人体内部解剖结构的 CT 数字图像。如所示，CT 扫描装置 44 包括开口 140，台 14 的一部分和人体可伸入该开口 140 中。CT 扫描器 44 的预定扫描范围在开口 140 内部。末端执行器定位系统 12 的操作者利用多幅 CT 数字图像来确定 (i) 用于末端执行器 26 的皮肤入口点，以及 (ii) 末端执行器 26 的尖部所要定位到的人体内目标位置。CT 扫描装置 44 可操作地连接到 CT 扫描装置控制计算机 42。应当注意到，末端执行器定位系统 12 可与替代上述 CT 扫描装置 44 的其它类型的医学成像装置一起使用，举例来说，所述其它类型的医学成像装置例如是磁共振成像（MRI）装置、超声成像装置或 X 射线装置。

CT 扫描装置控制计算机 42 被提供为控制 CT 扫描装置 44 的操作。特别是，计算机 42 促使装置 44 扫描人体以生成扫描数据。此后，计算机 42 处理该扫描数据，并从扫描数据生成多幅人体内部解剖结构的数字图像。此后，机器人控制计算机 46 可询问计算机 42 以促使计算机 42 向机器人控制计算机 46 传送数字图像。

机器人控制计算机 46 被提供为通过控制机器人末端执行器定位装置 24 和线性定位装置 25 的移动来控制末端执行器 26 的移动。机器人控制计算机 46 电连接到呼吸监视计算机 40 以接收选通信号 137。机器人控制计算机 46 进而电连接到计算机 42 以接收多幅人体的 CT 数字图像。此外，计算机 46 电连接到机器人末端执行器定位装置 24。计算机 46 的操作者可在显示监视器 48 上的计算机窗口内显示多幅 CT 数字图像。操作者还可通过触摸屏计算机窗口来选择人体上的皮肤入口点和人体内的目标位置。

台 14 被提供为支撑人体并进而在 CT 扫描装置 44 的扫描范围内移动人体。台 14 包括底座 160、垂直支撑件 162、固定台面部 164 和可移动台面部 166。如所示，固定台面部 164 由垂直支撑件 162 支撑。支撑件 162 进而固定连接到底座 160 上。可移动台面部 166 可相对于

固定台面 164 线性移动。如上所述，当人体移进 CT 扫描装置 44 的扫描范围内时，连接架 34 处于从动臂 28 和可移动台面 166 之间以保持机器人末端执行器定位装置 24 和人体之间的相对位置。

在提供详细说明用于引导末端执行器 26 在人体内从皮肤入口点向目标点移动的方法之前，将先对机器人控制计算机 46 所采用的用于确定末端执行器轨道和用于控制机器人末端执行器定位装置 24 的控制窗口的简要概述进行解释。参见图 11，其示出了由机器人控制计算机 46 在显示监视器 48 上生成的计算机窗口 180。计算机窗口 180 包括几个命令图标，所述图标包括 (i) “设置” 图标，(ii) “观察图像” 图标，(iii) “设计过程” 图标，(iv) “配准 (register) 机器人” 图标和 (v) “执行过程” 图标，其将在下面进行更为详细的解释。

当机器人控制计算机 46 的操作者选定“设置”图标时，允许操作者输入在引导末端执行器 26 进入人体时将要使用的末端执行器移动速度。

当机器人控制计算机 46 的操作者选定“观察图像”图标时，计算机 46 显示计算机窗口 180。当操作者选定“获得图像”图标时，计算机 46 询问 CT 扫描装置控制计算机 42 以获得由 CT 扫描装置 44 获得的多幅数字图像。此后，机器人控制计算机在计算机窗口 180 内显示预定数目的数字图像。例如，数字图像 190、192、194、196 可显示在计算机窗口 180 内。数字图像 190、192、194、196 表示人体腹部的横截面图像。

参见图 12，当机器人控制计算机 46 的操作者选定“设计过程”图标时，计算机 46 显示计算机窗口 204。计算机窗口 204 被提供为允许操作者选择末端执行器 26 将要初始插入人体内时的皮肤入口点。此外，窗口 204 被提供为允许操作者选择末端执行器 26 的尖部所要移到的人体内的目标点。如所示，窗口 204 包括下列选择图标：(i) “选择皮肤入口点图像” 图标，(ii) “选择皮肤入口点” 图标，(iii) “选择目标图像” 图标和 (iv) “选择目标点” 图标。

“选择皮肤入口点图像” 图标允许操作者观察多幅数字图像以确定具有用于末端执行器 26 的所需要的皮肤入口区域的特定数字图像。如所示，操作者可选择具有所需要的皮肤入口区域的数字图像 210。

“选择皮肤入口点” 图标允许操作者在特定数字图像上选定一

点，用来为末端执行器 26 指定皮肤入口点。如所示，操作者可在数字图像 210 上选定皮肤入口点 212。

“选择目标图像”图标允许操作者观察多幅数字图像以选择具有用于末端执行器 26 的尖部所需要的目标区域的特定目标数字图像。如所示，操作者可选择具有所需目标区域的数字图像 214。

“选择目标点”图标允许操作者在特定目标数字图像上选定一点，用来为末端执行器 26 指定目标点。如所示，操作者可在数字图像 214 上选定目标点 216。

参照图 10 至 13，当操作者选择“配准机器人”图标时，机器人控制计算机 46 在显示监视器 48 上生成计算机窗口 224，并从 CT 扫描装置控制计算机 42 检索数字图像。“执行配准”图标使操作者能够命令机器人末端执行器定位装置 24 到达所需位置以将末端执行器 26 定位到数字或 CT 图像坐标系中识别的点（例如皮肤入口点和目标点）上。特别是，允许操作者手动移动顶部支架 30 和机器人末端执行器定位装置 24 以将末端执行器 26 的尖部大致放置在所需皮肤入口点附近。在对人体进行手术前的扫描之前，使数字图像坐标系与固定机器人坐标系相关，从而机器人末端执行器定位装置 24 可被命令将末端执行器 26 移动到数字图像坐标系中指定的点。该过程具有六个步骤：(i) 生成附加在相对于末端执行器 26 已知的位置和方向处的基准部件 68 的数字图像，(ii) 利用该数字图像确定末端执行器 26 相对于数字图像坐标系的位置和方向，(iii) 从前一确定位置和方向建立定义末端执行器坐标系和数字图像坐标系之间空间关系的第一齐次坐标变换矩阵（例如齐次变换），(iv) 通过机器人运动学特性确定末端执行器 26 相对于机器人参考系的位置和方向，(v) 从前一确定位置和方向建立定义末端执行器坐标系和机器人坐标系之间空间关系的第二齐次坐标变换矩阵，(vi) 将第一和第二齐次坐标变换矩阵相乘以获得允许操作者在数字图像坐标系中指定机器人运动的第三坐标变换矩阵。

参见图 14，当机器人控制计算机 46 的操作者选择“执行过程”图标时，计算机 46 在显示监视器 48 上显示计算机窗口 230。窗口 230 包括下列命令图标：(i) “移动至皮肤入口点”图标，(ii) “定向末端执行器”图标和 (iii) “驱动末端执行器”图标。

当操作者选择“移动至皮肤入口点”图标时，显示“自动移动至皮肤入口点”图标。此后，当操作者选择“自动移动至皮肤入口点”图标时，一启动操纵杆 47，线性定位装置 25 就将末端执行器的尖部从配准位置移动到所需皮肤入口位置。

当操作者选择“定向末端执行器”图标且操作者启动操纵杆 47 时，机器人末端执行器定位装置 24 使末端执行器 26 的尖部沿基于选定的皮肤入口点和目标点计算的轨道路径定向。

当操作者选择“驱动末端执行器”图标并启动操纵杆 47 时，机器人末端执行器定位装置 24 在获得预定呼吸状态时开始从皮肤入口点向目标点线性移动末端执行器 26 的尖部。此外，机器人控制计算机 46 将显示包括“观察荧光 (View Fluoro)”图标的计算机窗口 232。当操作者选择“观察荧光”图标时，可显示实时数字图像 234 以允许操作者观察末端执行器 26 在人体内的行进路径。

参见图 16，现在将解释一种用于将末端执行器 26 从人体皮肤入口点引导至目标位置的方法。

在步骤 250，当人体保持一种呼吸状态时，CT 扫描装置 44 进行人体手术前扫描并生成扫描数据。CT 扫描装置控制计算机基于该扫描数据生成第一组人体内部解剖结构的数字图像。应当注意，在手术前扫描期间，人体基本上保持在预定呼吸状态，举例来说，例如完全吸入位置或完全呼出位置。

在步骤 252，呼吸监视计算机 40 监视在手术前扫描期间人体的呼吸状态以确定人体预定的呼吸状态。特别是，呼吸监视计算机 40 接收指示人体呼吸状态的选通信号 137。

在步骤 254，CT 扫描装置控制计算机 42 向机器人控制计算机 46 发送第一组数字图像。

在步骤 256，机器人控制计算机 46 的操作者从第一组数字图像中选择第一数字图像。该第一数字图像示出用于目标位置的感兴趣区域。

在步骤 258，机器人控制计算机 46 的操作者在第一数字图像上为末端执行器尖部选择目标位置。该目标位置对应于数字图像坐标系中的一个位置。

在步骤 260，机器人控制计算机 46 的操作者从该组数字图像中选

择第二数字图像。该第二数字图像示出用于皮肤入口位置的感兴趣区域。

在步骤 262, 机器人控制计算机 46 的操作者在第二数字图像上为末端执行器尖部选择皮肤入口位置。该皮肤入口位置对应于数字图像坐标系中的一个位置。

在步骤 264, 机器人控制计算机 46 计算末端执行器尖部在数字图像坐标系中的轨道路径, 以便利用机器人末端执行器定位装置 24 和末端执行器驱动器将末端执行器尖部从皮肤入口位置移动到目标位置。

在步骤 266, 将机器人末端执行器定位装置 24 定位在 CT 扫描装置 44 的扫描范围内, 从而 CT 扫描装置 44 可对布置在末端执行器驱动器 70 上的基准部件 68 进行扫描。

在步骤 268, CT 扫描装置 44 对基准部件 68 进行扫描以生成扫描数据。CT 扫描装置控制计算机 42 基于扫描数据生成基准部件 68 的第二组数字图像。

在步骤 270, CT 扫描装置控制计算机 42 向机器人控制计算机 46 发送第二组数字图像。

在步骤 272, 机器人控制计算机 46 确定基准部件 68 在数字图像坐标系中的位置。

在步骤 274, 机器人控制计算机 46 确定用于将数字图像坐标系中坐标变换为末端执行器坐标系中坐标的第一坐标变换矩阵, 该变换基于: (i) 基准部件 68 在末端执行器坐标系中的位置和 (ii) 基准部件 68 在数字图像坐标系中的位置。第一个四分之一 (first-quarter) 变换矩阵允许机器人控制计算机 46 确定末端执行器 26 在数字图像坐标系中的位置。

在步骤 276, 机器人控制计算机 46 基于机器人运动学特性确定用于将末端执行器坐标系中坐标变换为机器人坐标系中坐标的第二坐标变换矩阵。

在步骤 278, 机器人控制计算机 46 基于第一和第二坐标变换矩阵确定用于将数字图像坐标系中坐标变换为机器人坐标系中坐标的第三坐标变换矩阵。应当理解, 当机器人控制计算机 46 能够确定末端执行器 26 在数字图像坐标系和机器人坐标系中的位置时, 计算机 46 就

能在数字图像坐标系和机器人坐标系之间变换坐标。

在步骤 280, 机器人控制计算机 46 通过用第三坐标变换矩阵变换数字图像坐标系中指定的轨道路径来确定机器人坐标系中的轨道路径。

在步骤 282, 移动支撑末端执行器 26 的机器人末端执行器定位装置 24, 以使末端执行器 26 的尖部放置在皮肤入口位置处, 并定向在与预定轨道路径一致的方向。

在步骤 284, 呼吸监视计算机 40 确定所监视的人体呼吸状态是否等于预定的呼吸状态。特别是, 呼吸监视计算机 40 确定信号 135 何时处于预定的呼吸范围 ΔR 内。当计算机 40 确定信号 135 处于预定的呼吸范围内时, 计算机 40 就生成发送到机器人控制计算机 46 的选通信号 137。当步骤 248 的值等于“是”时, 该方法前行至步骤 286。否则, 该方法返回到步骤 284。

在步骤 286, 机器人控制计算机 46 计算机器人坐标系中的目标位置的坐标。

在步骤 288, 当操作者启动操纵杆 47 且所监视的呼吸状态等于预定的呼吸状态时, 机器人控制计算机 46 促使末端执行器驱动器 70 将末端执行器 26 的尖部移向目标位置坐标。

在步骤 290, 操作者通过观察病人体内末端执行器 26 的“实时”数字图像来确定末端执行器 26 的尖部是否已到达目标位置。可替换地, 机器人控制计算机 46 可自动确定末端执行器 26 的尖部是否已到达目标位置。当步骤 290 的值等于“是”时, 该方法前行至步骤 300。否则, 该方法返回到步骤 284。

在步骤 300, 机器人控制计算机 46 停止末端执行器 26 的线性移动。

所述用于将末端执行器引导至人体内目标位置的系统和方法体现出实际上优于其它系统。特别是, 该系统提供了只在人体处于预定呼吸状态时才使末端执行器沿人体内确定的轨道路径移动以获得末端执行器向目标位置的更精确放置的技术效果。

虽然本发明的实施例是参照示范性实施例描述的, 但是本领域技术人员将会理解, 在不偏离本发明范围的情况下, 可对其进行各种变化并可对其元件进行等效替换。此外, 在不偏离其范围的情况下, 可

对本发明给出的教导做出许多变型以适应特定情况。因此，本发明不是由所公开的用于实现该发明的实施例所限定，而是本发明包括落入其打算的权利要求书范围内的所有实施例。此外，术语第一、第二等的使用并不表示任何重要次序，而是术语第一、第二等用于区分各元件。此外，术语一、一个等的使用并不表示数量的限定，而是表示存在至少一个所指项。

附图标记列表

手术室	10
末端执行器定位系统	12
手术台	14
机器人末端执行器定位装置	24
线性定位装置	25
末端执行器	26
从动臂	28
顶部支架	30
轨道支架	32
连接架	34
红外呼吸测量装置	36
位置反射器	38
呼吸监视计算机	40
CT扫描装置控制计算机	42
计算机断层摄影 (CT) 扫描装置	44
机器人控制计算机	46
操纵杆	47
显示监视器	48
壳体部	62
壳体部	64
基准部件	68
箭头	69
末端执行器驱动器	70
壳体部	72
第一带缘孔	74
输入轴	76
轴向加载衬套	78
O形环	80
螺母	82
带缘孔	84

接触面 86 和 88
嵌条 90
臂部 110
臂部 112
夹紧部 114
球窝接头 116、118、120
支撑部 122
支撑部 124
红外发射器 130
红外探测器 132
台架 133
信号 135
选通信号 137
开口 140
底座 160
垂直支撑件 162
固定台面部 164
可移动台面部 166
计算机窗口 180
数字图像 190, 192, 194, 196
计算机窗口 204
数字图像 210
皮肤入口点 212
数字图像 214
目标点 216
计算机窗口 224
计算机窗口 230
计算机窗口 232

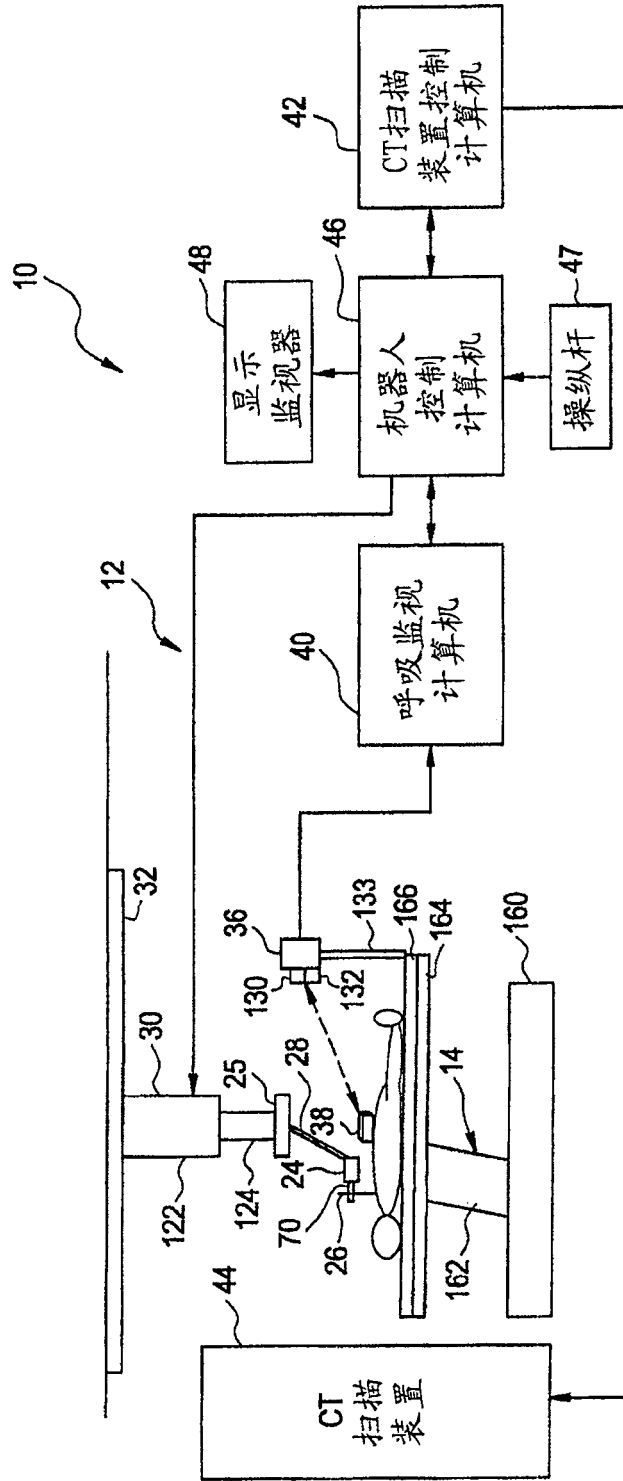


图 1

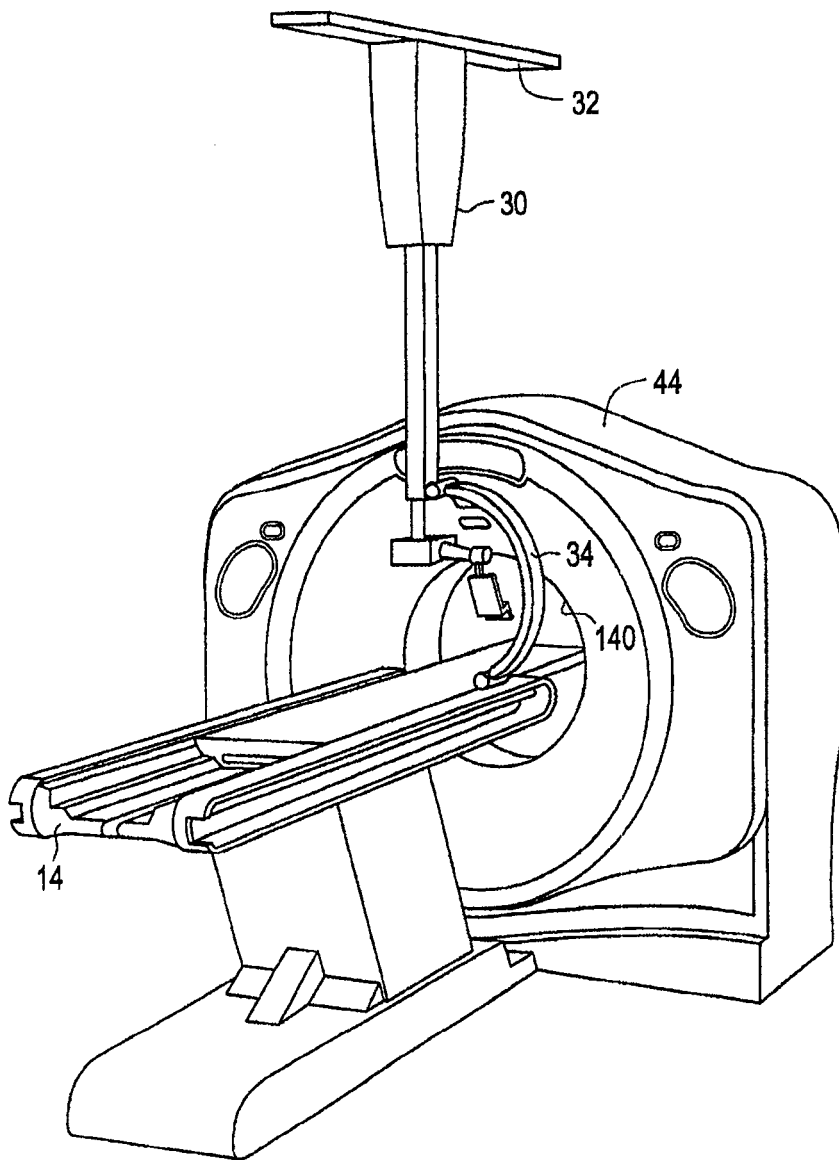


图 2

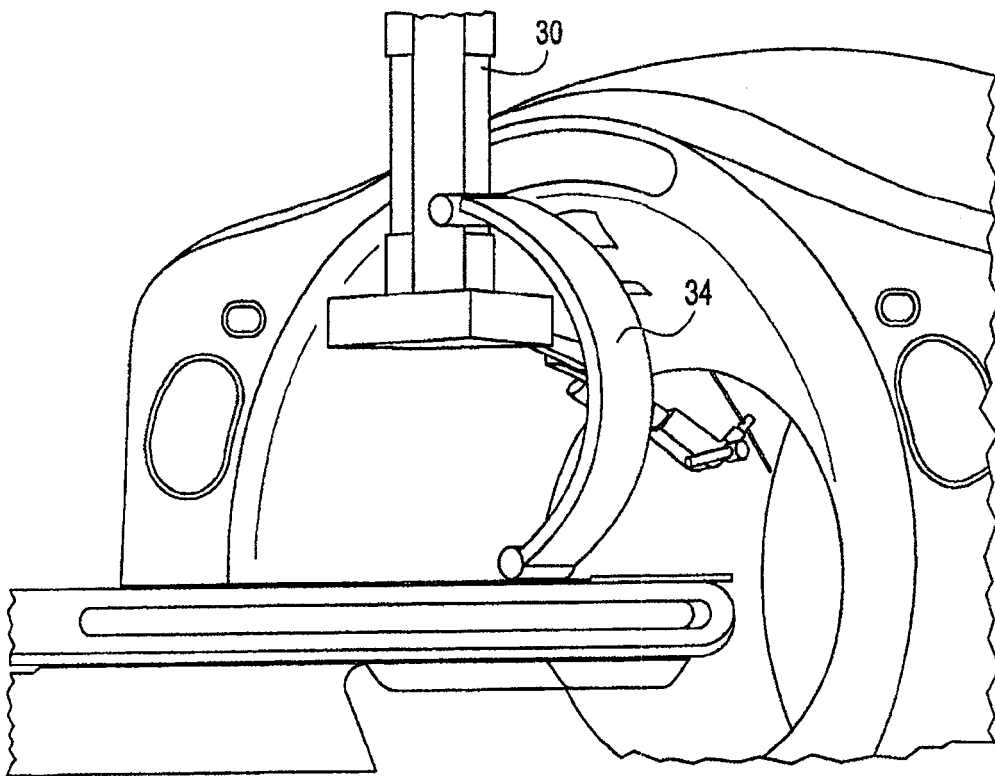


图 3

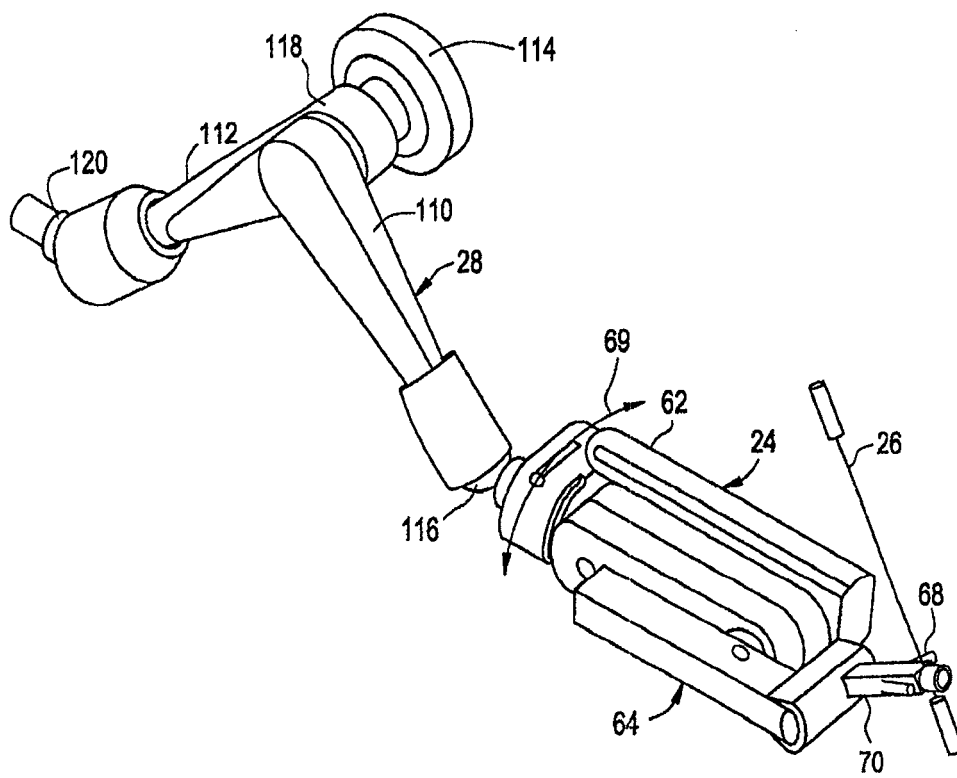


图 4

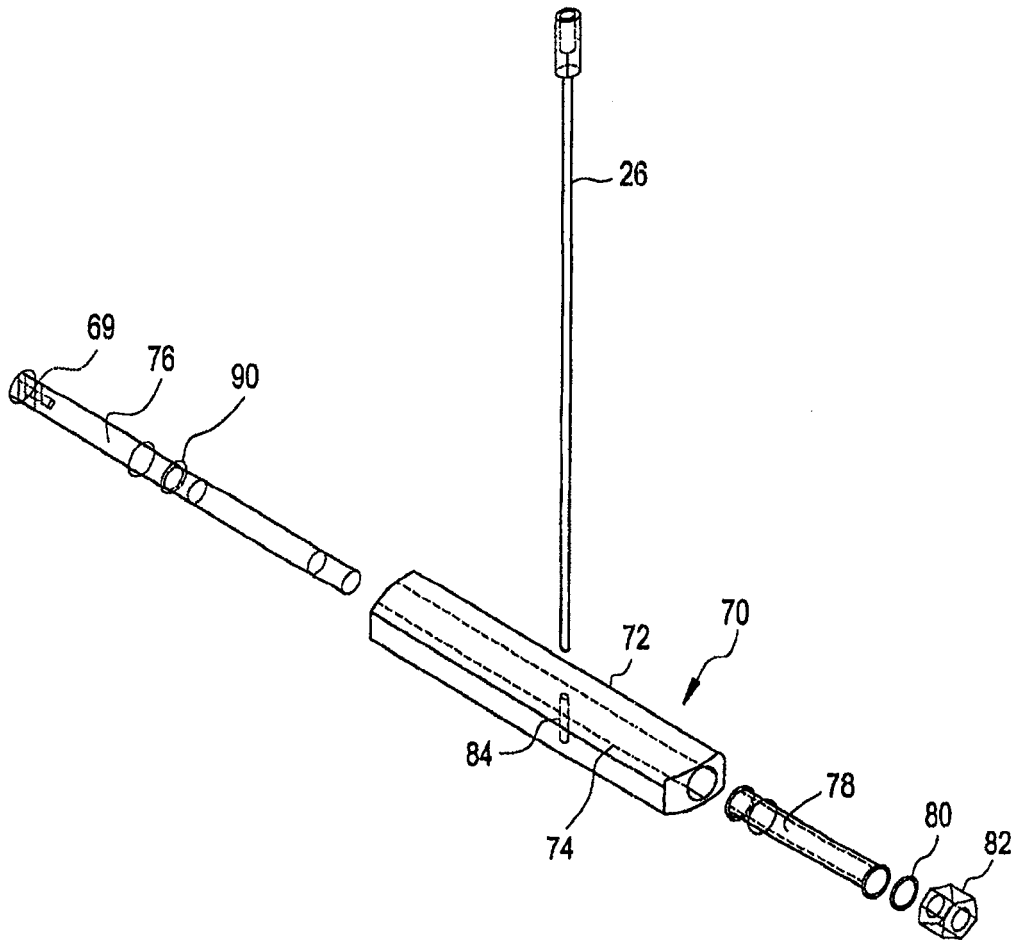


图 5

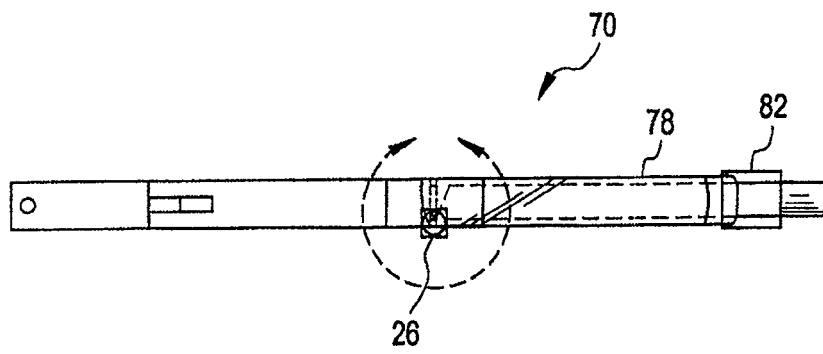


图 6

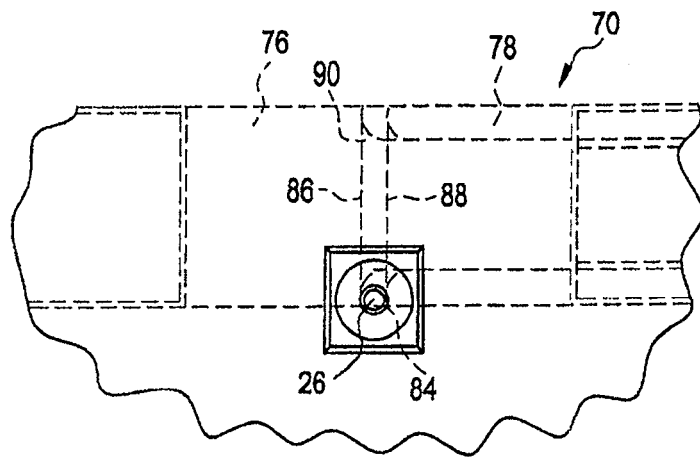


图 7

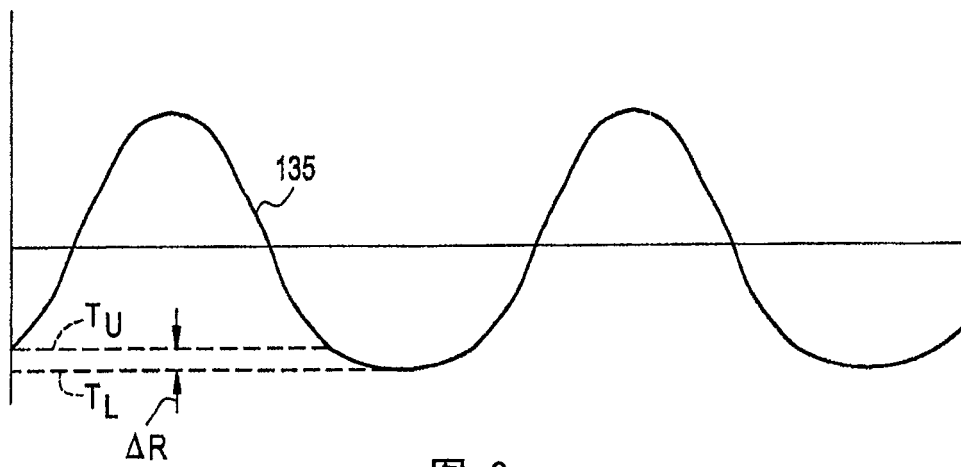


图 8

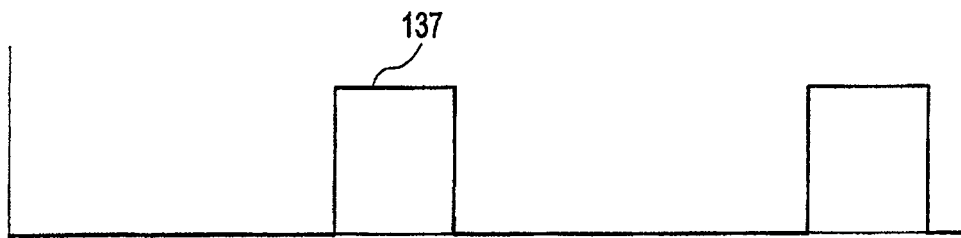


图 9

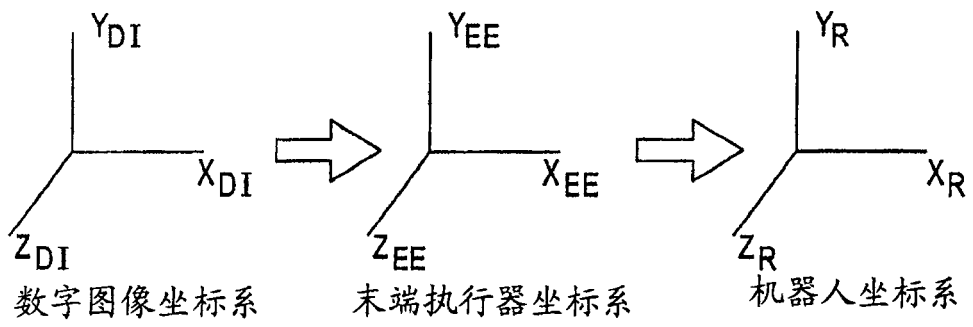


图 10

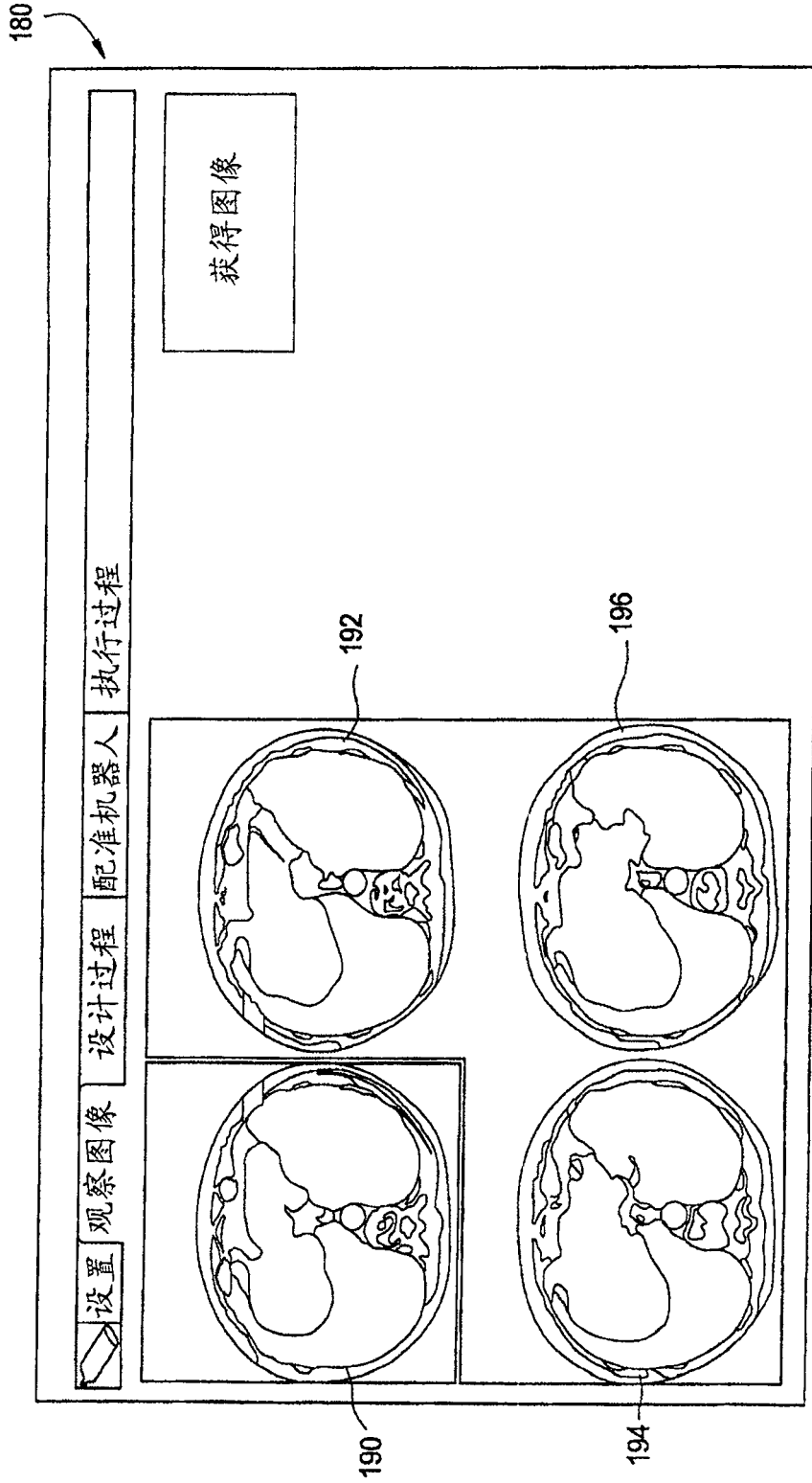


图 11

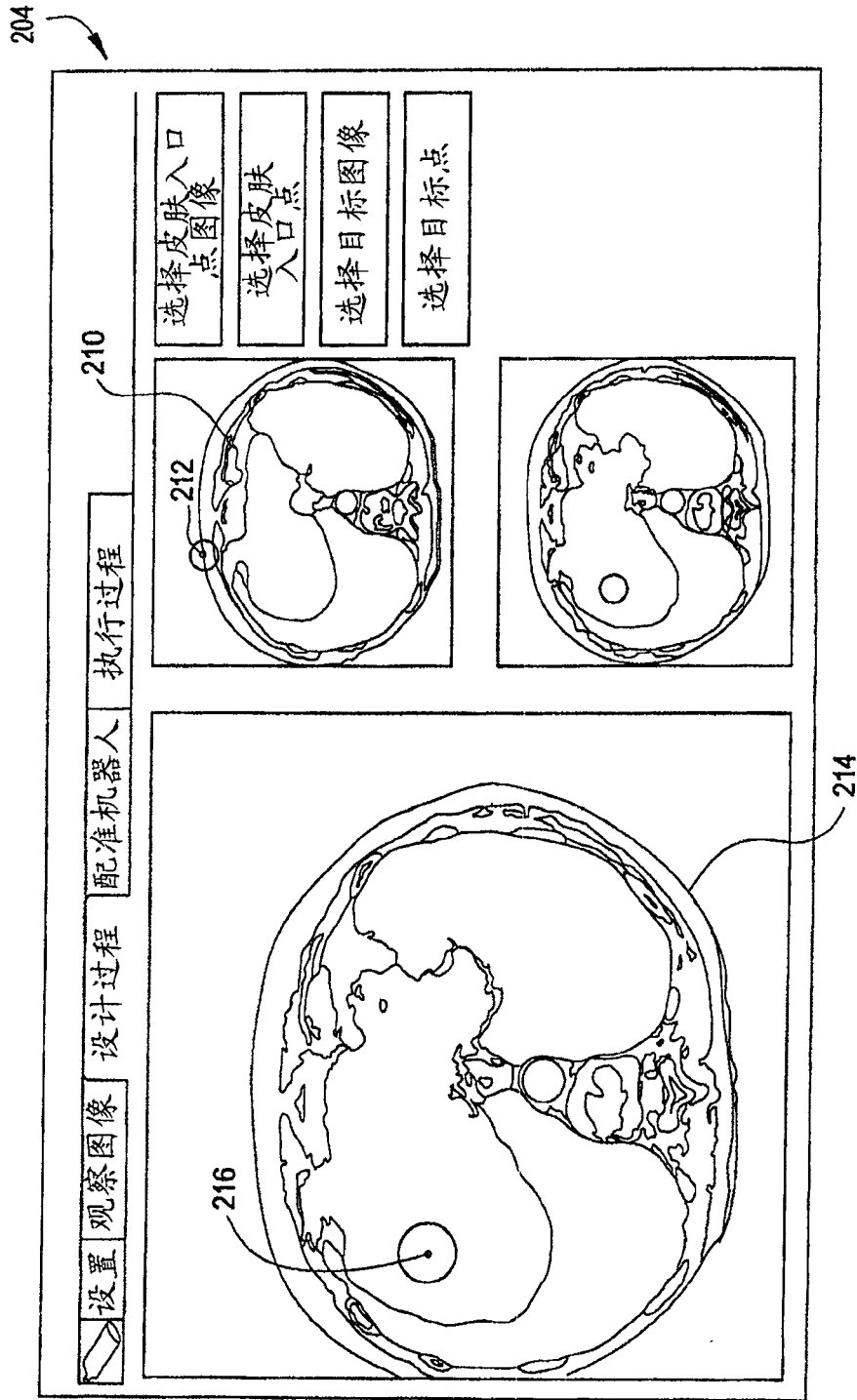


图 12

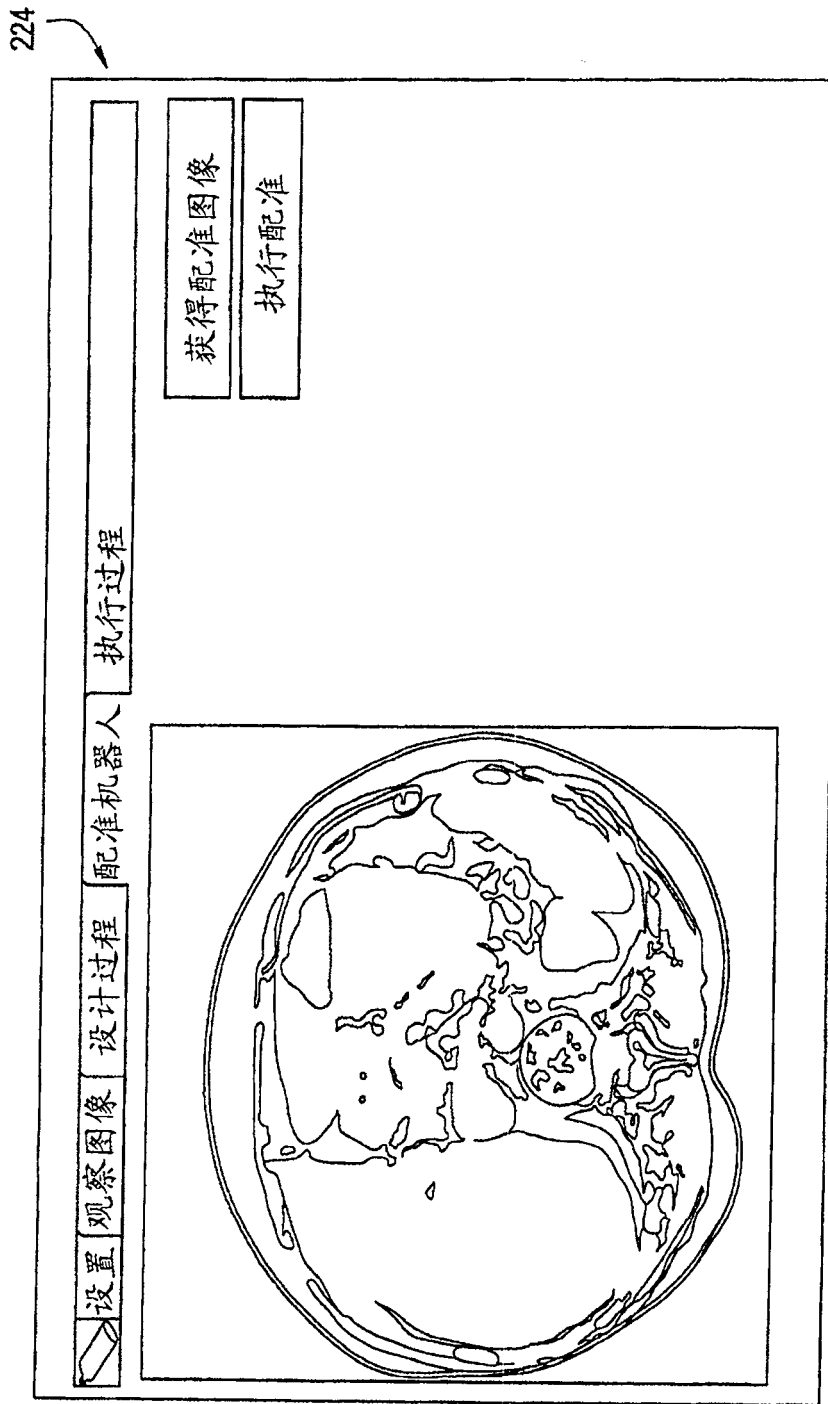


图 13

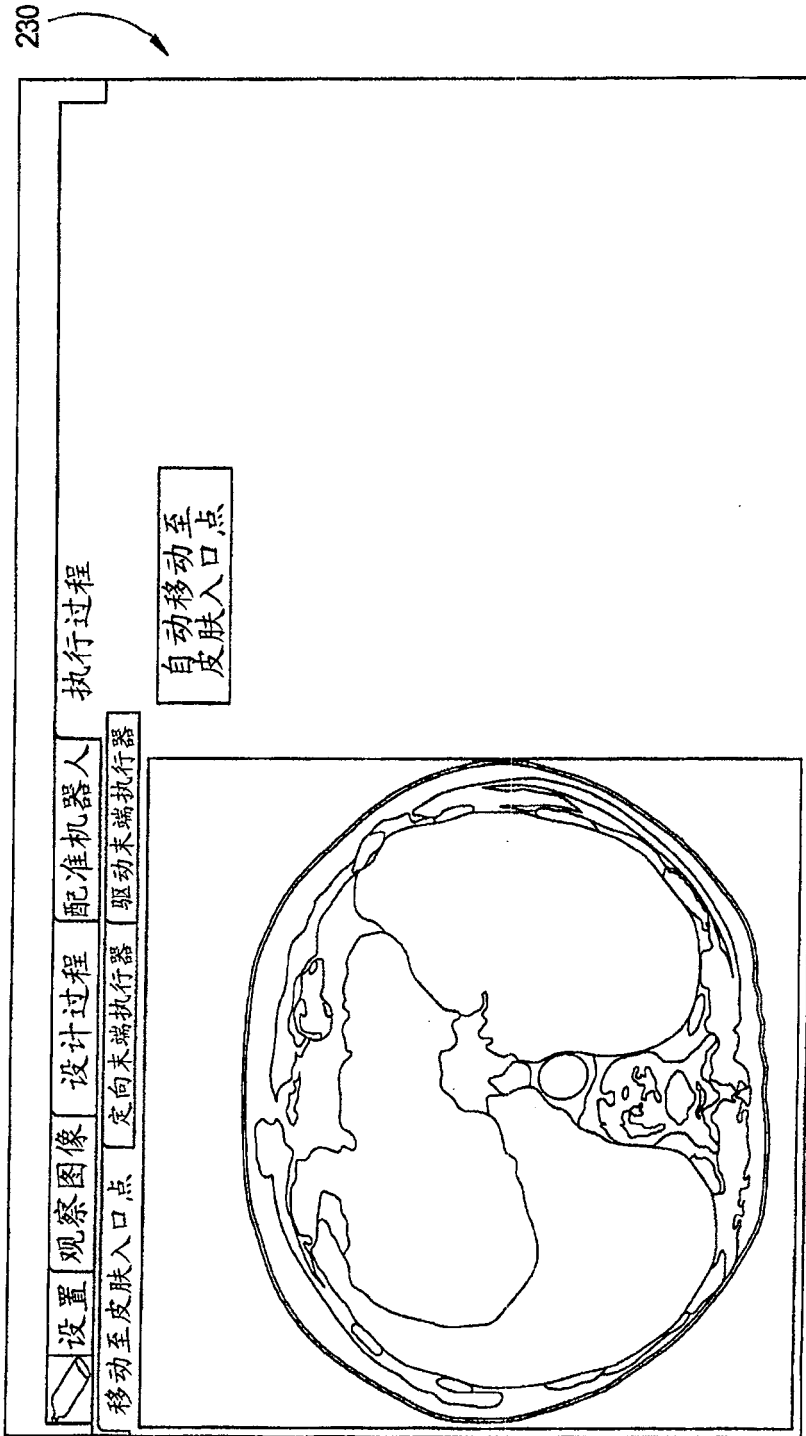


图 14

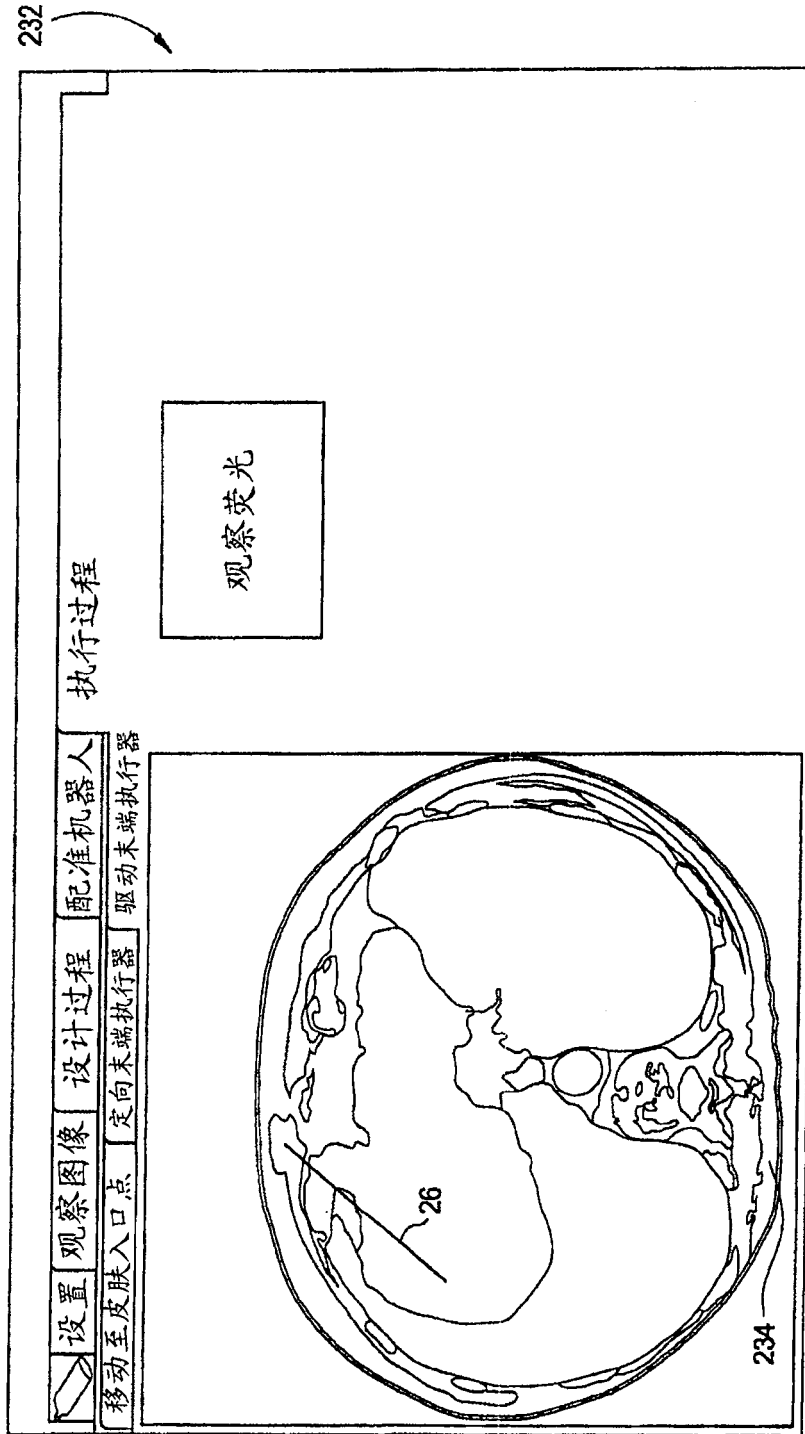


图 15

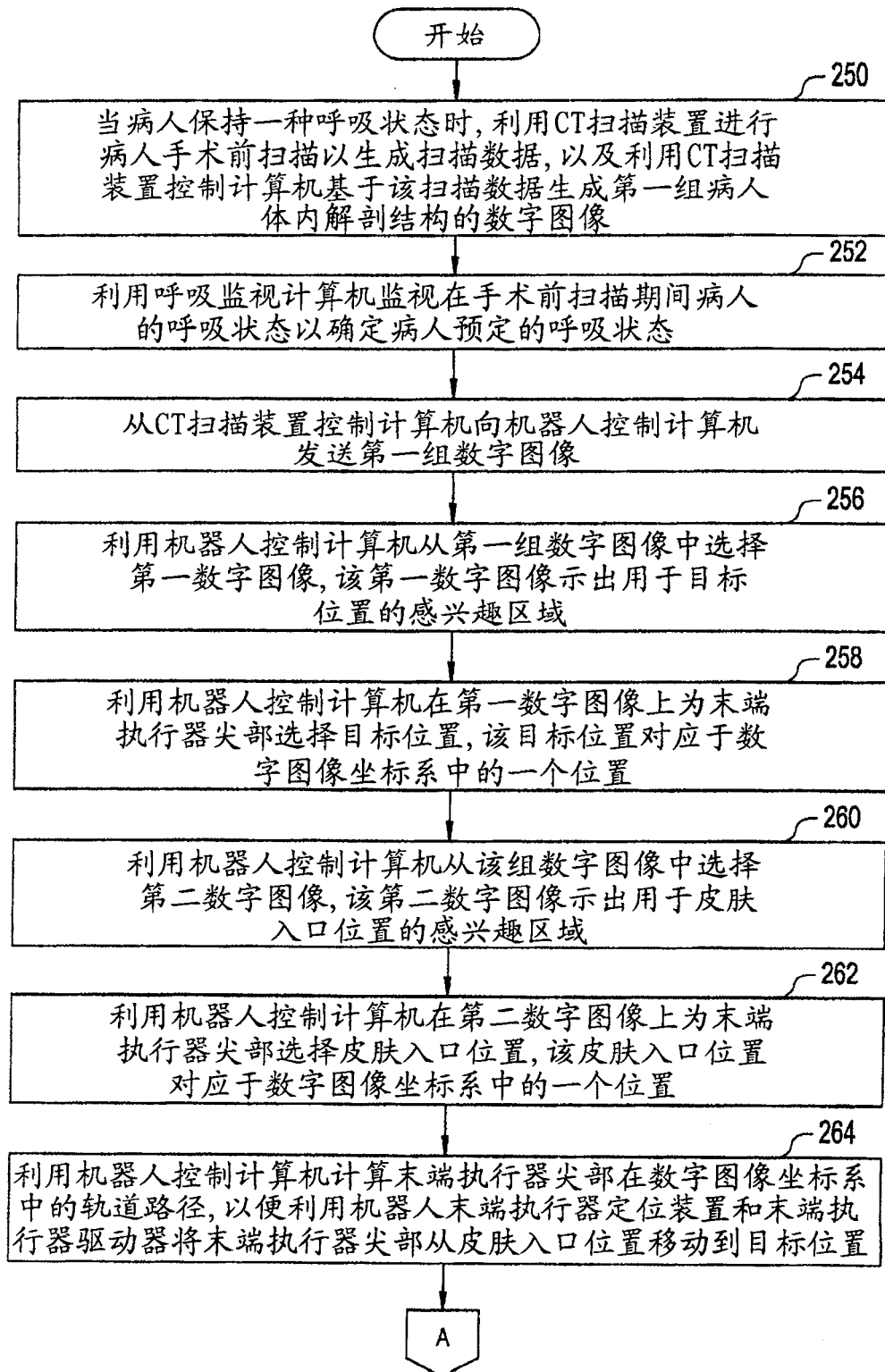


图 16

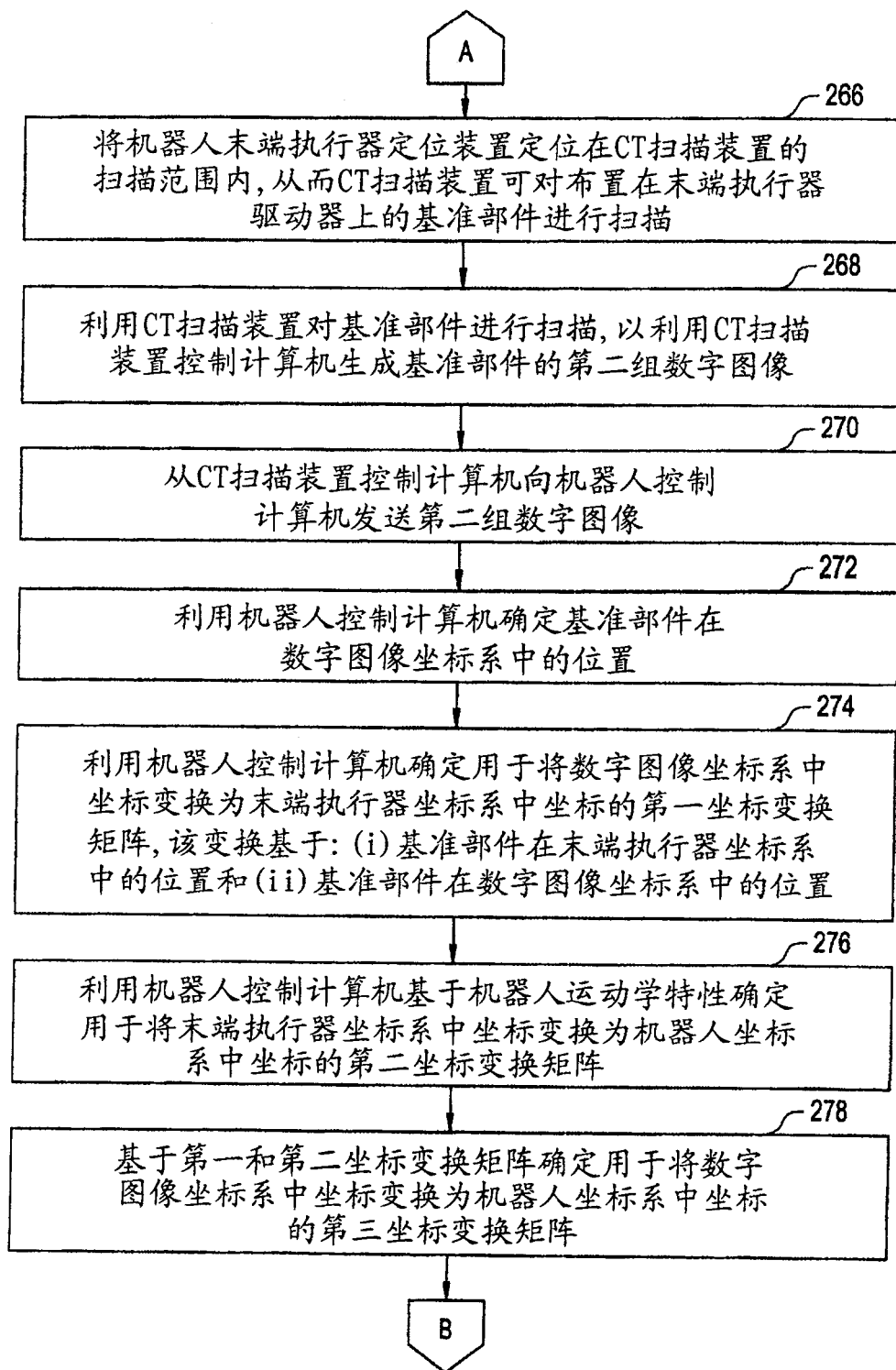


图 17

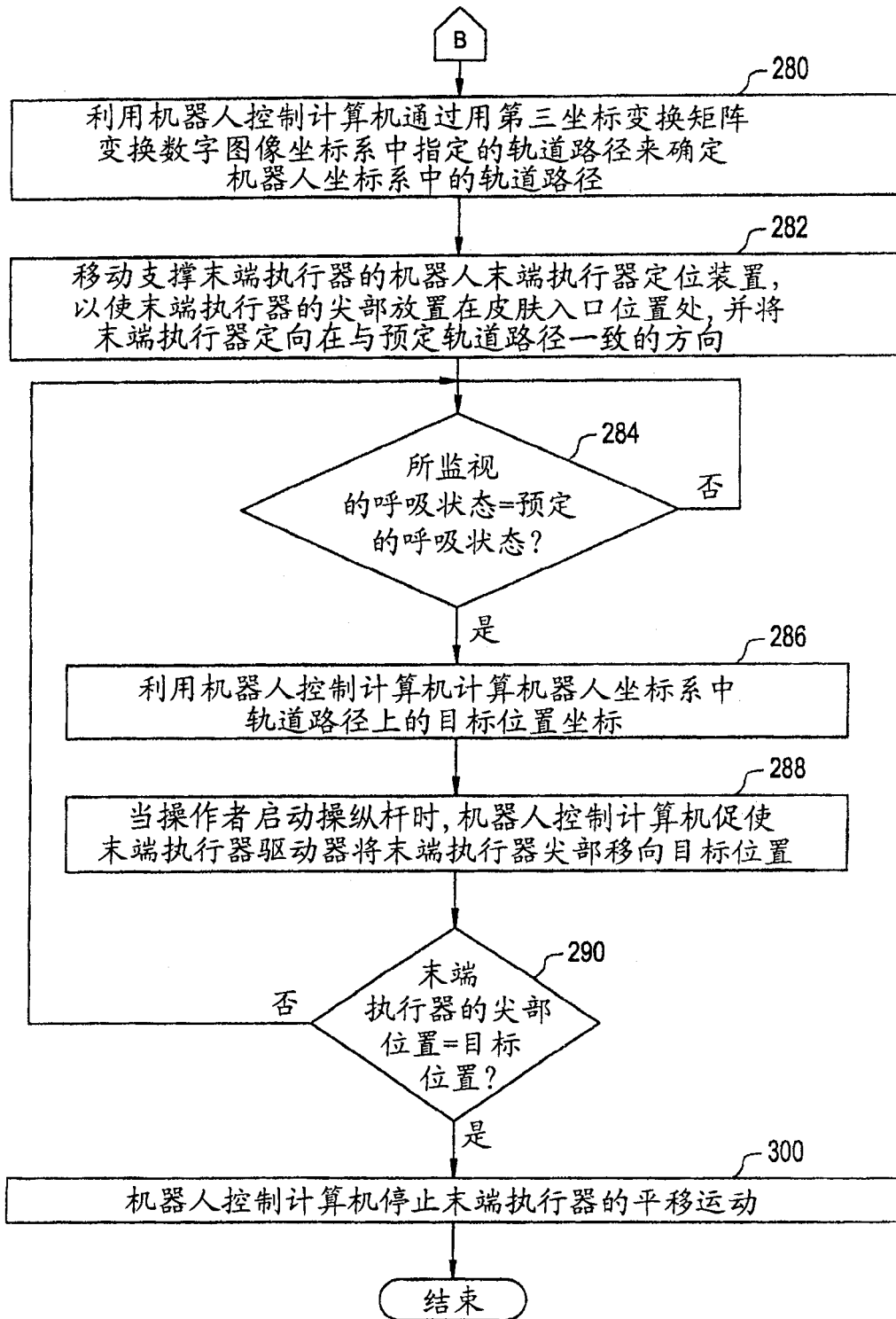


图 18

专利名称(译)	引导末端执行器至人体内目标位置的系统、方法和产品		
公开(公告)号	CN100518626C	公开(公告)日	2009-07-29
申请号	CN200510073948.0	申请日	2005-05-27
[标]申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
当前申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
[标]发明人	M M 侯赛尼 T福		
发明人	M·M·侯赛尼 T·福		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/06 A61B18/00 A61B17/00 A61B19/00 A61B5/08 A61B6/03 A61B6/12 A61B17/32		
CPC分类号	A61B19/50 A61B5/0816 A61B19/201 A61B19/22 A61B34/10 A61B34/70 A61B90/11 A61B2562/17		
代理人(译)	李亚非		
审查员(译)	沉显华		
优先权	10/709783 2004-05-27 US		
其他公开文献	CN1714742A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供一种用于将末端执行器(26)引导至人体内目标位置(216)的系统、方法和产品。该方法包括当人体具有预定的呼吸状态时生成多幅人体内部解剖结构的数字图像(210, 214)。该方法还包括在至少一幅数字图像上指示皮肤入口位置(212)。该方法还包括在至少一幅数字图像上指示目标位置(216)。该方法还包括基于皮肤入口位置(212)和目标位置(216)确定轨道路径。最后, 该方法包括当人体基本上具有预定的呼吸状态时沿该轨道路径向目标位置(216)移动末端执行器(26)。

