

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102256562 A

(43) 申请公布日 2011. 11. 23

(21) 申请号 200980151920. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009. 10. 30

A61B 19/00(2006. 01)

A61N 5/10(2006. 01)

(30) 优先权数据

0857442 2008. 10. 31 FR

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 06. 21

(86) PCT申请的申请数据

PCT/FR2009/052103 2009. 10. 30

(87) PCT申请的公布数据

W02010/049660 FR 2010. 05. 06

(71) 申请人 阿里巴 S II 公司

地址 法国香槟塞纳河

申请人 居里研究所

(72) 发明人 赛缪尔·皮诺尔特 雷吉斯·弗兰德

热罗姆·折蒙尼

(74) 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理

有限责任公司 11204

代理人 余滕 王艳春

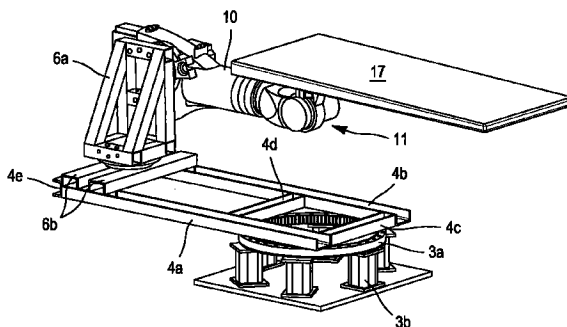
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 7 页

(54) 发明名称

相对于放射线放置患者的装置

(57) 摘要

本发明涉及相对于放射线放置患者的装置, 该装置为多关节连接机器人, 其包括: 至少一条直线轨道, 用于水平运动; 连接器, 能够相对于直线轨道进行平移并且能够绕垂直于该直线轨道的旋转轴旋转; 以及机器臂, 联接至连接器, 该机器臂包括腕关节, 腕关节具有相交的旋转轴并联接至患者的支撑器。



1. 用于相对于放射线 (2) 放置患者的装置,所述装置包括:
 - 至少一条水平移动直线轨道 (4);
 - 连接部 (6a),能够相对于所述直线轨道进行平移并且能够绕垂直于所述直线轨道的旋转轴旋转;以及
 - 机器臂 (9),连接至所述连接部 (6a),所述机器臂包括腕部 (11),所述腕部 (11) 具有共点的旋转轴 (14、15、16) 并连接至患者支撑件 (17)。
2. 根据权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述机器臂 (9) 以绕水平旋转轴旋转的方式连接至所述连接部 (6a)。
3. 根据权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述机器臂 (9) 以绕旋转轴旋转的方式连接至所述连接部 (6a),所述旋转轴相对于所述水平方向倾斜 0° 与 90° 之间的角度。
4. 根据权利要求 3 所述的装置,其特征在于,所述机器臂 (9) 相对于所述连接部 (6a) 的旋转轴相对于所述水平方向倾斜 45 度与 60 度之间的角度。
5. 根据权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述直线轨道 (4) 固定于地面。
6. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的装置,其特征在于,所述直线轨道固定于基底 (3) 的枢轴部 (3a),所述枢轴部 (3a) 的旋转轴 (5) 是垂直的。
7. 根据权利要求 6 所述的装置,其特征在于,所述直线轨道 (4) 相对于所述基底 (3) 的所述垂直旋转轴 (5) 与所述放射线的轴 (2) 重合。
8. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其特征在于,所述连接部 (6a) 以绕垂直于基座 (6b) 的轴旋转的方式连接,所述基座 (6b) 以滑动的方式与所述至少一条直线轨道 (4) 连接。
9. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其特征在于,所述机器臂 (9) 包括滑动前臂 (10)。
10. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其特征在于,所述腕部 (11) 通过工业电动-气动机床交换器连接至所述患者支撑件 (17)。
11. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其特征在于,所述装置包括在安装期间支撑所述装置的可拆卸轮 (23)。
12. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其特征在于,所述装置包括移动平台,所述移动平台由两个半平台 (30,35) 组成,所述两个半平台 (30,35) 连接至所述连接部 (6a) 并且设置在所述连接部 (6a) 的任一侧,从而当所述连接部运动时不断地覆盖所述至少一个直线轨道 (4);
 - 各半平台 (30,35) 由通过铰链 (33) 彼此链接的多个板条 (32,37) 组成,从而当半平台处于折叠状态时,所述半平台的至少一些板条在水平面下方折起;所述水平面是这样的,处于展开状态的所述半平台包含在所述水平面中。
13. 根据权利要求 12 所述的装置,其特征在于,所述平台在两组二级轨道上滑动:
 - 第一组内部二级轨道 (38,39),所述铰链中的一半 (46) 在所述第一组内部二级轨道 (38,39) 上滑动,这两条内部二级轨道 (38,39) 平行且彼此隔开;这两条内部二级轨道具有上部直线部 (40)、弯曲点 (41,42) 和下部直线部 (43,48);
 - 由两条外部二级轨道 (44,45) 组成的第二组,所述铰链中的另一半 (47) 在所述两条外部二级轨道上滑动,这两条外部二级轨道 (44,45) 平行并且以大于所述两条内部二级轨

道 (38, 39) 间距的距离隔开 ; 这两条外部二级轨道在与所述内部二级轨道的上部直线部基本相同高度处的水平面上为直线 ;

并且对于两个连续的铰链, 一个由所述第一组二级轨道支承, 另一个由所述第二组二级轨道支承。

14. 根据权利要求 13 所述的装置, 其特征在于, 处于展开状态的各半平台具有接近所述连接部的平坦部, 处于折叠状态的每个半平台具有在所述内部二级轨道的下部直线部与所述外部二级轨道之间的折起的部分。

15. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的装置, 其特征在于, 直线轨道 (56) 由多个固定于地面且彼此连接的模块化部件 (57a, ..., 57d) 组成。

16. 根据前述权利要求中任一项所述的装置, 其特征在于, 所述装置包括至少一个力敏传感器 (65a), 所述至少一个力敏传感器 (65a) 固定于所述腕部 (54) 并且连接至处理单元 (60), 所述处理单元控制所述放置装置 (50, 53, 54, 71), 从而随着由所述至少一个力敏传感器检测到的任何力进行共同操作。

17. 放置系统, 其包括前述权利要求中任一项所述的放置装置、集成有监控软件的处理单元和患者复位传感器。

18. 根据权利要求 17 所述的系统, 其特征在于, 所述传感器包括下列传感器中的至少一种 : 红外立体视觉传感器、X 射线传感器、工业相机和力敏传感器。

19. 根据权利要求 17 或 18 所述的系统, 其特征在于, 所述传感器包括下列传感器中的至少一种 : 分解器、加速计、超速传感器、倾斜计、和防撞条。

20. 根据权利要求 17 至 19 中任一项所述的系统, 其特征在于, 所述处理单元 (60) 包括三维显示模块, 所述三维显示模块设置有 :

- 治疗室的虚拟三维建模, 所述放置装置位于所述治疗室中 ;
- 所述放置装置 (50, 53, 54, 71) 的虚拟三维建模 ; 所述建模被参数化以基于传感器表现放置装置的实时放置, 并且在所述放置装置的至少一个元件周围限定虚拟包 (72), 从而当所述虚拟包与所述治疗室的元件的虚拟表现碰撞时产生报警信号。

21. 根据权利要求 20 所述的系统, 其特征在于, 所述处理单元 (60) 被参数化, 从而响应所述报警信号启动防撞步骤, 所述防撞步骤由放置装置的停止或放置装置的运动的重新定向组成。

相对于放射线放置患者的装置

[0001] 本发明涉及相对于外部放射治疗束放置患者的装置。其在放射治疗领域具有特别有利的应用,在放射治疗领域中,照射束被用于需要极高精度的治疗,例如用于脉络膜的黑色素瘤或用于某些颅内肿瘤。特别当肿瘤位于患者颅底时,放射治疗的目的是照射恶性区域同时避免接触关键器官,诸如附近的眼部神经、脑干、内耳或脊髓。因此,相对于旨在照射肿瘤的放射线正确地放置患者是至关重要的。在放射治疗中,通常患者被置于在台子或椅子上,然后使用电动机械设备来放置。

[0002] 然而,本发明具有更广泛的范围,因为其能够应用于需要准确放置患者或任何其它物体的其它领域。例如,本发明能够应用于需要相对于给定参照系精确且快速地放置患者的任何类型的医学应用。

[0003] 在现有技术中,文献 US 2005/0234327 描述了用于放置患者的装置,其包括用于承载患者的台子并具有 SCARA(选择型配用机器人臂)形态的机器臂,该机器臂设置有允许沿着垂直轴移动的棱柱连接、两个连续的垂直环形连接和具有共点轴的机器腕部。这种装置的缺点是当机械臂在其上放置有患者的情况下伸展至最大时的机械弹性的准确建模。为了获得医学应用所需的准确度,必须安装复杂的软件修正台系统。此外,垂直平移轴承受相当大的应力,这会限制连接部件的寿命并且增加尺寸。此外,该平移轴需要将装置安装在超过一米深的坑中。

[0004] 此外,Marco A. Meggiolaro 等人的文献“Geometric and elastic error calibration of a high accuracy patient positioning system(高准确度患者放置系统的几何和弹性误差校正)”,Mechanism and Machine Theory,40(2005)415-427,12 September 2004,描述了对放置患者的另一种电动机械系统的变形进行补偿的方法。所述机器人模型设置有用垂直、横向和纵向平移的三个直线轴。此外,其还具有位于治疗台的固定接口下方的三个不共点的旋转轴。具有六自由度的该放置装置提供了倾斜和转动的有限可动性(± 3 度)。此外,该装置的控制不允许进行复杂的运动,诸如任何机器人系统所提供的、相对于肿瘤绕远离腕部的虚拟参照点的旋转。该设备具有与前述系统相同的缺点,即机械弹性和在治疗室中对深坑的需求。

[0005] 文献 W02007/017211 描述了使用工业机器人的放置装置,该工业机器人具有能够将患者放置在合适位置的多个旋转轴。然而,这种装置非常庞大并且需要能够容纳放置装置底部的大尺寸坑。因此,在治疗室中安装这种装置非常昂贵并且强加了许多限制。

[0006] 本发明的目的是通过提出新的放置装置来克服现有技术的缺点,该装置紧凑且非常坚固,并且本质上具有高精确度且不需要深坑。

[0007] 本发明的主题是便于安装的放置机器人的开发。

[0008] 最后,本发明的目的是提出放置机器人的高性能控制,从而在运动期间为患者和医护人员提供尽可能的安全保证。

[0009] 使用相对于放射线放置患者的装置实现上述目的中的至少一个;该装置为多关节机器人,其包括:

[0010] - 至少一条直线水平的移动轨道;

[0011] - 连接部,能够相对于直线轨道进行平移并且能够绕垂直于直线轨道的旋转轴旋转;以及

[0012] - 机器臂,连接至连接部,机器臂包括腕部,腕部具有共点的旋转轴并连接至患者支撑件。

[0013] 本发明有利地组成了非常紧凑但能够在广阔空间中以非常高的精度操纵的放置机器人。总体尺寸与现有技术的装置相比大幅降低。实际上,根据组成机器人的机械部分所采用的顺序和角度,所述几何构造区别于传统的形态。上述的“SCARA”、多关节或六节(hexapodic)概念具有需要地面深坑的主要缺点。

[0014] 此外,当在房间中处于折叠状态时,本发明在总体尺寸和紧凑性方面具有创造性。为了使这种系统的工作空间最优化,必须将其置于平面中心,该平面在地面上的高度能够从一米二变化至一米五。这种限制在放射束治疗的原理中是固有的。

[0015] 本发明的主题甚至更加值得注意,因为其组成混合放置机器人,由地面上的直线轴的联接以及垂直枢轴上的上述连接部的联接来有利地代替被称为“串联(serial)”的多关节形态的肩部和肘部间的连接(具有人类手臂运动类型的机器人)。这些变化克服了移动性(平移轴)和紧凑性(连接部)的两种限制。该机器人是紧凑的,因为轨道能够使机器臂组件以平移的方式运动,直至治疗方案所设置的位置(从连接部至患者支撑件)。因此,具有多重自由度的机器臂随后能够进行小幅但需要高精度的运动,从而使在治疗参照系中待治疗目标的位置最优化。

[0016] 这种具有六自由度的紧凑放置机器人能够限制坑的深度并且能够运输具有标准放射治疗台的总体尺寸的至少 250kg 重负载。在具有根据本发明的这种直线轨道的情况下,能够提供约一米三的短机器臂。相比于在不具有远离基底的偏离轴的机器人的范围内的现有技术的系统,该放置机器人已增加了刚度和紧凑性。

[0017] 由于形态的紧凑性,本发明具有十分接近其基底的重心,从而限制在现有技术的装置中所观察到的悬臂效应。因此,将放置机器人的全部重量分散在地面上,这改善了该装置的稳定性和硬度。

[0018] 根据本发明的放置机器人能够使工作空间最优化并且适应给定应用。实际上,直线轨道的尺寸能够根据可用空间和期望的可选功能而变化。因此,展望增加轴的长度从而使用房间一侧的图像扫描器进行患者的预放置,然后通过机器人基底的纯平移将患者直接发送至放射治疗装置下方的治疗位置。该功能将有利地代替目前单调且特别不适合某些儿科治疗的步骤。

[0019] 根据组装机器人的轴的另一种方法,直线轨道能够固定于基底的枢轴部,该枢轴部的旋转轴是垂直的。在这种组装的情况下,该系统能够安装在浅坑中(具有约 300mm 的最大深度)。通过增加该新轴,机器人包括七个轴,结合六个旋转轴和一个平移轴,从而产生六自由度的最大移动性。该增加使结构冗余并且能够到达在诸如治疗室的拥挤环境中难以接近的位置。

[0020] 实际上,为了保证良好的精度,对于枢轴部进行规定,从而通过球轴承绕基底的固定部旋转。例如,基底的固定部可以包括由固定于地面(例如在小坑中)的铝型材组成的安装件。因此,所产生的组件能够使由直线轨道和机器臂组成的组件进行 360° 旋转。这种设备的工作包相当于没有死区的半球体。

[0021] 优选地,直线轨道相对于基底的垂直旋转轴与所述放射线的轴或铅垂线重合。因此,当相对于放射线近似地放置目标(例如位于患者头部中)时,地面上的轴的纯旋转足以使患者旋转,改变放射线的入射角度,同时将目标保持在轴中。这能够通过将机器人的位移与多狭缝准直器成形光束的形式相结合来展望患者的动态治疗。

[0022] 有利地,机器臂包括滑动前臂。该优势是具有与机器人终端连接的校正体积(其中机器人非常准确),该体积沿着直线轴行进。该体积沿着非常精确的轴(直线轴精度 $< 0.1\text{mm}$)运动,并且其能够具有连续地跟随待处理区域的精确体积。有时称作效应器的终端相当于机器人(放置装置)的端部。其通常为机器人和患者支撑件之间的附加板。

[0023] 在具有根据本发明的直线轨道的情况下,随后能够简化放置装置的校正。实际上,可以产生有限数量的测量点,例如,位于立方体体积角上的八个点。然后,在该体积内,某些数量的笛卡尔位置被计算,从而使各位移的大的关节变化最大化。与其终端连接的机器人在该体积内将具有非常高的精度,其将沿直线轨道非常精确地运动。

[0024] 机器臂能够以绕水平旋转轴旋转的方式与连接部连接。

[0025] 根据本发明的另一个变化,机器臂以绕旋转轴旋转的方式与连接部连接,该旋转轴相对于水平方向倾斜一个位于 0° 与 90° 之间的角度。优选地,机器臂相对于连接部的旋转轴相对于水平方向倾斜一个位于 45° 与 60° 之间的角度。该倾斜特别用于手臂在具有较低的天花板下的高度的有限空间中的反转(手臂从机器人前部朝向后部的通过)。

[0026] 此外,连接部能够以绕垂直轴选择的方式与基座连接,基座以滑动的方式与所述至少一条直线轨道连接。

[0027] 腕部通过标准电动-气动机床交换器与患者支撑件连接。

[0028] 根据本发明的有利特征,连接部分通过在设计为U型截面型钢的直线轨道上滚动而运动。

[0029] 有利地,根据本发明的装置以这种方式来设计,通过增加在安装期间支撑装置的可拆卸轮或可伸缩轮,从而限制安装于治疗室期间的操作。这些轮能够固定于装置底架的基底。这有助于装置的操作并且有助于在当前房间中对放置装置进行更换。

[0030] 根据本发明的有利特征,该装置包括移动平台,移动平台由两个半平台组成,这两个半平台组成与连接部连接并且设置在连接部的任一侧,从而当连接部移动时不断地覆盖直线轨道;各半平台由通过铰链彼此链接的多个板条组成,从而当半平台处于折叠状态时,该半平台的至少一些板条在水平面下方折起,该水平面包含处于展开状态的半平台。

[0031] 优选地,平台在两组二级轨道上滑动:

[0032] - 第一组内部二级轨道,铰链中的一半在第一组内部二级轨道上滑动,这两条内部二级轨道平行且彼此隔开;这两条内部二级轨道具有上部直线部、弯曲点和下部直线部;

[0033] - 由两条外部二级轨道组成的第二组,铰链中的另一半在两条外部二级轨道上滑动,这两条外部二级轨道平行并且以大于两条内部二级轨道间距的距离隔开;这两条外部二级轨道在与内部二级轨道的上部直线部基本相同高度处的水平面上为直线;

[0034] 并且对于两个连续的铰链,一个由第一组二级轨道支承,另一个由第二组二级轨道支承。

[0035] 有利地,处于展开状态的各半平台具有接近连接部的平坦部,处于折叠状态的各半平台具有内部二级轨道的下部直线部与外部二级轨道之间的折起的部分。

[0036] 根据本发明的有利变体,平台是固定的。在这种情况下,直线轨道由多个固定于地面且彼此连接的模块化部件组成。例如,这些模块化部件能够具有 1m 的长度并且能够使机器人的行进适合给定应用,诸如将扫描器放置在房间一侧并将治疗加速器放置在另一侧。

[0037] 根据本发明的另一方面,提出一种放置系统,其包括前面所定义的放置装置、集成有监控软件的处理单元、一系列患者复位传感器并特别包括一系列安全传感器。

[0038] 通过安装传感器和软件来验证移动。所使用的传感器在某种程度上为精密传感器,诸如能够跟踪已知几何形状的目标的移动的红外立体视觉传感器、X 射线传感器、工业相机和在机器人终端部件上的力敏传感器。通过这些传感器收集的所有数据在被称作监管者的公用处理中心汇集。监管者知道机器人的环境的当前状态,并且能够将其与用于期望任务的房间的理论配置相比较。该比较伴随着可能的轨迹修改以避免障碍,在接近潜在的危险区域时降低速度或在出现问题时警告操作者。相对于原始方案的每个修改均在监管界面中告知操作者。通过加入下述低水平传感器层来增加安全性:分解器、加速计、各轴上的脉冲计数器、倾斜计、防撞条,上述低水平传感器层的功能是当超过由控制在医学环境中安装电动机械系统的规程所强加的限制时切断机器人的动力。

[0039] 根据本发明,处理单元能够包括三维显示模块,三维显示模块设置有:

[0040] - 治疗室的虚拟三维建模,放置装置位于该治疗室中;

[0041] - 放置装置的虚拟三维建模;该建模被参数化以基于传感器表现放置装置的实时放置,并且在放置装置的至少一个元件周围限定虚拟包(72),从而当虚拟包与治疗室的元件的虚拟表现碰撞时产生报警信号。

[0042] 能够将处理单元参数化,从而响应报警信号启动防撞步骤,防撞步骤由放置装置的停止或放置装置的运动的重新定向组成。

[0043] 在具有根据本发明的系统的情况下,由于被选轨迹的最优化和待发送命令的方便解释,放置机器人的远程控制改善了移动的安全性。三维显示模块特别用于情景的可视化和机器人运动的可视化。基于传感器的测量(机器人的位置)和系统各部分(治疗附件、台面或椅子)的精确模拟,能够预料并避免碰撞。该功能有利地基于治疗室中所存在的各个部件(固定或移动)周围的虚拟包。该实施方案组成了防撞系统,防撞系统允许治疗室中的机器人在不具有碰撞危险的情况下运动。

[0044] 根据另一个有利的特征,根据本发明的装置包括至少一个力敏传感器,该至少一个力敏传感器固定在腕部,优选固定在放置装置的终端,并连接至控制所述放置装置的处理单元,从而随着由该至少一个力敏传感器所检测到的任何力一起进行共同操作。更精确地,力敏传感器可以包括六个应变仪。将检测到的力传递至处理单元(例如计算机),处理单元处理这些力并向机器人发送在该力的方向上移动的指令。该控制回路允许使用者操作机床,而不受任何质量限制。通过机器人来补偿惯性和重量。运动的可行性是该机器人的可行性,即六自由度,三个平移自由度和三个旋转自由度。该实施方案允许机器人的手动操作。具体地,本发明的目的是通过共同操作来使放置在支撑件上的患者运动,从而使用标准激光系统使得他或她在成像或治疗仪器前直观地对准。这种手动的患者放置操作能够减少放置时间。这称为预放置,预放置还能够有利地用于在不适的情况下将患者的直观地紧急抽出。这种方法是直观的,因为使用者施加至机器人的力通过控制电动机械系统的放置装置的从属移动来传递。

[0045] 力敏传感器还可以用于测量被支撑的负载。该测量用于调节用于共同操作的从属参数,并且还用于获得机器人所承受的形变的映像,从而对该形变进行补偿。这种通过传感器的直接测量是自动的,因此对使用者来说是完全显而易见的。

[0046] 力敏传感器还可以用于检测与运动物体的碰撞。在机器人按照预定或动态轨迹移动期间,或在任何其它操纵期间,机床会与周围其它元件(人、台车等)碰撞。这些碰撞在传感器上产生不期望的力,因此能够在机器人上进行紧急制动以防对碰撞物体中的一个或其它造成损害。

[0047] 在研究了实施方式和附图的详细描述之后,本发明的其它优点和特征将变得显而易见,所述实施方案绝不是限制性的,其中:

[0048] 图 1 为示出根据本发明的放置机器人的动力学原理的示意图;

[0049] 图 2 为根据本发明的放置装置的第一示意性侧面图;

[0050] 图 3 为根据本发明的放置装置的第二示意性侧面图;

[0051] 图 4 为示出工作空间的示意图,根据本发明的放置机器人能够在该工作空间中运动;

[0052] 图 5 为根据本发明的放置机器人的示意图,该放置机器人的直线轨道固定于地面;

[0053] 图 6 为根据本发明本发明的放置机器人在展开状态的示意图;

[0054] 图 7 和图 8 为示出一种实施方式的示意图,其中直线轨道上的平台是移动的;

[0055] 图 9 为一种实施方式的示意图,其中该平台是固定的并且由模块化元件组成;

[0056] 图 10 为不具有患者支撑件的图 9 的放置机器人的示意性侧面图;

[0057] 图 11 为图 9 的放置机器人的患者支撑件的虚拟表现。

[0058] 在外部放射治疗期间,根据本发明的放置机器人通常旨在相对于电离放射放置患者。这种放置机器人置于尺寸适于这种治疗处理的房间中。该房间配备有能够产生放射线的粒子加速器,该放射线聚焦在患者体内的待治疗的肿瘤上。容易理解,患者的放置必须尽可能准确并且在整个治疗过程中必须稳定。

[0059] 放置机器人为关节臂,该臂承载在上面放置患者的支撑台或支撑椅或任何其它支撑件。放置机器人的关节由处理单元控制,并且能够在三维工作空间内的任何点上定位患者的肿瘤。

[0060] 图 1 为示出根据本发明的放置机器人动力学原理的示意图。粒子发生器 1 被设置为生成沿垂直轴 2 向下的放射线。

[0061] 放置机器人包括基底 3,轨道 4 能够在基底 3 上绕垂直旋转轴 5 旋转。有利地,可以将该垂直旋转轴 5 与放射线的轴 2 重合。放置机器人还包括连接部 6a,连接部 6a 以绕垂直旋转轴 7 旋转的方式固定于基座 6b 上。基座 6b 能够沿着水平平移轴 8 通过平移在直线轨道 4 上直线运动。连接部 6a 承载机器臂 9,机器臂 9 包括前臂 10 和腕部 11。前臂 10 以绕水平旋转轴 12 旋转的方式固定于连接部 6a。优选地,前臂 10 为滑动型,从而其能够沿直线轴 13 直线地伸长。前臂 10 离连接部 6a 最远的末端承载腕部 11,腕部 11 具有绕三个正交且共点的旋转轴 14、15 和 16 的三个自由度。腕部 11 固定于前臂 10 的滑动部。旨在接受患者的支撑台(未示出)通常水平地固定在腕部 11 上。

[0062] 在传统方法中,根据本发明的放置机器人连接至处理单元(未示出),处理单元能

够管理该放置机器人的关节,以将患者的肿瘤置于预定位置。该处理单元通过固定于电机的编码器实时地收集各个轴的关节位置。然后,基于由机器人的校正而产生的理论参数,处理单元能够向使用者提供与虚拟治疗参照系有关的肿瘤参照系的笛卡尔位置。因此,使用者能够轻易地解释该位置并且核实其符合治疗方案。同样地,在用于调节患者的系统(扫描仪、X射线、红外线)所推荐的治疗参照系中,使用者能够使待应用于肿瘤参照系的校正生效。因此,该指令被分析并转录成对机器人的关节指令。

[0063] 此外,基于场景的理论模型和各种现有传感器所收集的信息,本发明设置有先进的三维显示软件。该放置步骤的精细建模使得考虑最终地切换治疗室外的控制成为可能。这种切换将有利地使远程地移动放置装置成为可能,因此减少操作人员为了改变患者的治疗入射角而再次进入房间所浪费的时间。

[0064] 图2和图3示出根据本发明的放置机器人的实施方式的实例。基底3由安装在块件3b上的环3a、枢轴部组成,块件3b由牢固地固定至地面的铝型材制成。

[0065] 直线轨道4是由两条直线轨道形成的框架,且为具有轴承4a和4b的平行滑道,优选由U型截面型钢制成。这两条轨道4a和4b通过彼此平行且与这两条轨道4a和4b垂直的三条轨道4c、4d和4e连接在一起。轨道4c置于直线轨道组件的末端。两个轨道4c和4d与两个轨道4a和4b的一部分组成框架,该框架以枢轴的方式牢固地固定于3a。整个直线轨道4能够绕穿过环3a中心的垂直旋转轴5旋转360°。

[0066] 基座6b与两个轨道4a和4b滑动啮合。该基座6b以绕垂直旋转轴7旋转的方式支撑连接部6a,连接部6a为保持垂直的金属框架。机器臂9为根据“SERIAL”结构的臂。其固定于连接部6a的上部,并且能够绕水平旋转轴12旋转。前臂10为在与连接部6a连接的位置变得更宽的伸长管。前臂的自由端支撑腕部11,患者的支撑台17固定在腕部11上。在大部分时间下,台17基本保持水平,且通过腕部迫使台17到达合适位置。在某些情况下,台17可以为桌子或椅子以运送患者。其由蜂窝结构的碳制成,从而可被无线电穿透且非常坚硬,同时具有有限的重量。

[0067] 放置机器人被组成,使得其在静止状态中是紧凑的。

[0068] 例如,静止状态可以为图2和图3所示的位置,其中直线轨道4和前臂10在相同的垂直面中几乎平行。连接部设置在直线轨道4与基底3相对的一端上。前臂10固定于连接部6a并指向基底3,同时与直线轨道4保持平行。台17保持在腕部11上方,一端固定于腕部11且另一个自由端位于前臂的对面。

[0069] 为了改善其紧凑性,还能够提供滑动的直线轨道,从而在折叠状态,总体尺寸是最小的并且/或者放置机器人的重心尽可能地接近旋转轴5。在具有滑动轨道的情况下,增加了直线工作范围,因此增加了工作空间。

[0070] 图4为根据本发明的放置机器人的工作空间E1的示意图。该空间E1为具有平坦顶部的半球形容积。因此,可以在该工作空间E1的全部容积中连续地放置患者。

[0071] 图5示意另一个实施方式的实例,其中上述实例的大部分部件再次出现。连接部18已被修改,从而在该实施方式中,能够安装更高精度的大重量连接部。实际上,直线轨道21固定于地面,并且能够毫无问题地接受连接部18,连接部18能够相对于基座19绕垂直旋转轴旋转360°。该基座19沿水平平移轴在固定于地面的两条平行直线轨道20上直线地滑动。对于该实施方式的实施,提供了小坑21,其中第一直线轨道20和第二轨道(在图

5 中不可见) 安装在小坑 21 中。因此, 该放置机器人包括直线轨道上的水平平移轴和五个旋转轴: 连接部 18 相对于基座 19 的旋转、前臂 10 相对于连接部的旋转以及腕部 11 的三个旋转轴。由于前臂 10 能够滑动的实际情况, 还可以加入另一个平移轴。

[0072] 在具有这种放置机器人的情况下, 能够将肿瘤的精确定位确保在约 $\pm 0.5\text{mm}$ 和约 ± 0.5 度之内, 还能够确保大规模运动的可能性:

[0073] $-\Delta X = \pm 1000\text{mm}$ (在直线轴的名义版本中的纵轴)

[0074] $-\Delta Y = \pm 1000\text{mm}$ (横轴)

[0075] $-\Delta Z = \pm 800\text{mm}$ (竖轴)

[0076] $-\Delta R_x = \pm 20$ 度 (纵轴)

[0077] $-\Delta R_y = \pm 20$ 度 (横轴)

[0078] $-\Delta R_z = \pm 110$ 度 (竖轴)

[0079] 图 6 示出一种实施的实例, 其中放置机器人被展开。机器臂位于上斜状态。腕部 11 使台 17 保持水平。还能看到, 工作空间 E2 为具有横向伸长的、顶部平坦的半球形状的容积。

[0080] 图 7 示出根据本发明的机器人的另一个有利实施方式。可以看到能够在两条平行的直线轨道 23 和 24 上滑动的基座 22, 直线轨道 23 和 24 相对于该基座 22 设置在侧面。第一电机 25 参与基座 22 的直线移动。置于基座 22 上方的连接部 26 以绕垂直轴旋转的方式连接至该基座 22。该连接部为三角形, 该三角形的底部置于座 22 上并具有接收机器臂 9 的倾斜面。第二电机 27 参与连接部 26 相对于基座 22 的转动。有利地, 机器臂 9 以绕旋转轴 28 旋转的方式与连接部 26 连接, 旋转轴 28 相对于水平面倾斜非零角 α 。角 α 优选位于 45° 与 60° 之间。在目前的情况下, 其为 60° 。该倾斜的设置允许根据本发明的机器人在减少的空间 (诸如例如顶棚被限至在 2.5 米的传统病房) 中运动, 并且同时到达约 60cm 的装载患者的最小高度, 特别是为了使儿童或老年人爬到台 17 上的最小高度。倾斜设置能够使机器臂 9 和基座 22 上的连接部 26 尽可能地靠近地面放置, 并且使机器臂 9 的后部 29 在旋转运动期间不碰撞障碍物, 诸如底座自身。实际上, 在上述实施方案中, 例如, 机器臂 9 在足以使机器臂的旋转不阻拦底座 6b 的高度上固定于连接部, 如图 3 所示。

[0081] 因此, 所述机器人具有六个可操纵轴, 一个平移轴和五个旋转轴, 即六自由度。由此, 其能够在无论任何结构的工作空间中放置患者。

[0082] 图 7 还示出了根据本发明的另一方面, 能够看到由两个半平台 30 和 31 组成的平台。该半平台 30 包括几个通过铰链 (如图 8 的 33 所示) 彼此链接的板条 32。半平台 30 为折叠状态, 即其构成可供使用者站立的稳定平坦的平台。该半平台 30 滑动, 同时与基座 22 构成整体。因此, 当基座 22 运动远离左侧固定平台 34 时, 半平台 30 滑动, 覆盖左侧固定平台 34 与固定于基座 22 的电机 25 之间的坑。在另一方面, 当基座 22 与左侧固定平台 34 对接时, 半平台 30 滑动并在左侧固定平台 34 下方折起, 从而呈现折叠状态。半平台 35 的动作与半平台 30 相同, 但却是反相的。当它们中的一个折叠时, 另一个展开, 反之亦然。在图 7 中, 半平台 35 在右侧固定平台 36 下方处于折叠状态。可以看到组成半平台 35 的板条 37 在右侧固定平台 36 下方折起。

[0083] 图 8 更详细地示出半平台 35 的滑动机构, 类似于半平台 30。该半平台 35 在两组二级轨道上滑动。

[0084] 第一组内部二级轨道 38 和 39(如虚线所示)。各二级轨道 38、39 包括:上部直线部 40(对于第二轨道 38,未示出),上部直线部 40 上的板条 37 为展开状态,允许使用者在板条 37 上行走;S 型弯曲点 41、42;以及下部直线部 48、43,与上部直线部 40 平行但是实际上设置在坑底。

[0085] 第二组外部二级轨道 44 和 45 的间隔距离大于内部二级轨道 38、39。两个外部二级轨道在板条 37 的整个移动过程中保持直线。这些板条在以交错方式设置的铰链辊上传送。辊 46 中的一半由两个内部二级轨道 38、39 引导,同时辊 47 中的另一半由两个外部二级轨道 44 和 45 引导,如图 8 所示。更精确地,这些辊交错设置,辊 47 跟着辊 46,反之亦然。在折叠状态中,辊 47 在外部二级轨道 44 和 45 中滑动,同时辊 46 在组成斜坡的弯曲点 41、42 中滑动,斜坡通向下部直线部 43、48 所在的较低水平面。因此,在折叠状态中,板条 37 垂直地设置并且折起。因此,它们占用最小体积并且保持隐藏。板条 37 仅在重力作用下从水平状态运动至垂直状态,并且在不借助其它驱动手段的情况下自动地命令自己。

[0086] 图 9 示出在配备有根据本发明的放置装置并配备有固定和移动元件的治疗室中的根据本发明的系统的实施方式。

[0087] 放置装置可以如前所述。优选地,使用图 9 的放置装置,其包括在直线轨道 56 上滑动并且承载机器臂 53 的连接部 50,机器臂 53 设置有腕部 54,腕部 54 具有共点旋转轴。

[0088] 直线轨道 56 有利地固定于地面,并且由多个彼此连接的模块化部件 57a...,57d 组成。这些模块化部件可以是相同的,以便于它们在治疗室中的安装。在这种设置的情况下,因此易于生产不同长度的直线轨道。如图 10 所示,其示出不包括患者支撑件、各模块化部件 57a...,57d 的图 9 的放置装置的侧视图,包括由金属(或其它固体材料,诸如木材、塑料等)制成的、置于牢固地固定于地面的三个支柱上的上部板 67a、67b、67c,两个侧面支柱 57h 和 57i 以及中心支柱 57g。如图 9 所示,各上部金属板包括两个槽或侧面开口 58 和 59,这两个槽或侧面开口 58 和 59 是平行的并且将各上部金属板细分为三部分 67a、67b 和 67c。这些槽提供了通向上部金属板 67b 与地面之间的禁闭容积的通道。如图 10 所示,该禁闭容积容纳电机 66,电机 66 旨在使连接部 50 的基座 52 相对于直线轨道 56 滑动。更精确地,基座 52 由滑道 68 和 69 支承。这些滑道包括:上部部分,用于支撑基座 52;下部部分,在禁闭容积中的固定轨道 70 上滑动;以及中心部分,被设计为足够窄并且足够坚固,从而在不与槽 58 和 59 接触的情况下通过槽 58 和 59 连接上部部分与下部部分。

[0089] 这种实施方案能够将电机隐藏在外部不可见的禁闭容积中,这能够节省空间并且使直线轨道的上表面平坦。使用者可以在由模块化部件 57a...,57d 的上部金属板组成的该平台上完全安全地移动。还提供了两个模块停止元件 57e 和 57f,它们分别设置在直线轨道 56 的两端。

[0090] 基座 52 与枢轴部 51 联接,枢轴部 51 能够绕垂直旋转轴旋转。机器臂 53 以绕旋转轴旋转的方式连接至连接部 50 的上部部分,该旋转轴相对于水平面形成位于 45° 与 60° 之间的角。腕部 54 承载患者支撑件 71,患者支撑件 71 能够在治疗室的参照系中非常精确地放置。

[0091] 根据本发明,处理单元 60 能够电动机械地控制放置装置或机器人。多个发动机(包括移动直线轨道的电机 66)设置在机器人上或机器人内,从而以这种方式自动地控制机器人的任何关节。将一组传统传感器设置在机器人上,例如将倾斜计 65 设置在腕部 54

上。处理单元从感应器中并且特别从电机中实时地收集一组能够准确知晓机器人放置的数据。即在任何时候都知道支撑件在房间中的位置以及机器人的不同元件的倾斜角度值。

[0092] 处理单元包括设置有传统元件的计算机类型的硬件部分,该传统元件用于数据的采集和模数处理。硬盘 61 包括三维显示模块,该模块确定并随后在屏幕 62 上显示机器人相对于环境(治疗室)的移动的三维表现。因此,该显示模块包括环境的虚拟三维建模和机器人在环境中移动的实时虚拟三维建模。有利地,其还包括机器人的支撑件 71 周围的虚拟包的虚拟三维建模,以及用于检测虚拟包与被建模环境之间的实时碰撞的算法。

[0093] 环境的建模不但考虑了治疗室的尺寸,并且考虑了在存在于该治疗室中的元件或障碍物。特别地将处理单元自身以及通常是活动的放射装置 64 区分开来。有利地,处理单元连接至机器人,并以有线 63 或无线方式连接至放射装置 64,从而三维显示模块可以表现治疗室中的任何移动设备。

[0094] 从实时采集的数据和预定数据中获得建模。这些预定数据可以对应于移动元件的放置数据。类似于处理单元的位置,这些位置是预先知道的,并且可由使用者输入。

[0095] 在治疗室中的动力学的虚拟表现能够安装诸如防撞程序的监督系统。

[0096] 为了做到这点,对虚拟包进行规定以跟随支撑件 71 的运动。图 11 为屏幕 62 上可见的虚拟三维表现。为了简便起见,仅示出支撑件 71。虚拟包 72 具有与支撑件 71 的虚拟表现相同的形状,但尺寸更大。因此,当支撑件 71 运动时,包 72 跟着进行相同的运动,并且之前,三维显示模块中的包 72 的虚拟碰撞先于支撑物 71 与治疗室中的元件中的一个的任何可能的碰撞。实际上,三维表现能够在虚拟包 72 经受虚拟碰撞时警告使用者支撑物 71 的现实碰撞危险。

[0097] 在图 11 中,包 72 包括支撑件 71 的三维表现,但是该包 72 可以具有与支撑件的形状不同的形状,并且可以具有更小的尺寸,特别用于仅监测支撑件的一部分的情况。

[0098] 还可以将虚拟包的三维建模用于治疗室的任何移动元件。因此,能够在放射装置 64 周围提供第二虚拟包,并估算两个虚拟包之间的碰撞。

[0099] 实际上,可以具体基于来自视频游戏领域的三维驱动软件和技术(物理驱动)实施显示模块,从而以最优方式计算碰撞。碰撞的检测基于强大的最优算法,诸如,具体地,下列本领域技术人员已知的算法:

[0100] - “N 体修剪”(n-body pruning) 型算法;

[0101] - 时间相干性算法;

[0102] - Gilbert-Johnson-Keerthi 型距离算法。

[0103] 这些算法能够提高碰撞的检测速度。能够面对每秒约 60 次碰撞测试。

[0104] 当检测碰撞时,存在多个动作的可能性。能够请求系统的完全停止或机器人的重新定向,从而避免实际的碰撞(例如使机器人在虚拟表面上滑动)。

[0105] 这样的防撞系统具有许多优点:

[0106] - 保证在治疗室中运动的人员的安全,并且对其进行保护。

[0107] - 对于有问题的硬件,保护系统位于正常操作系统外面。

[0108] - 增加了运动的可能性、保护移动元件以防碰撞,并因此增加与这些元件的可操纵性有关的操作者的方便性。

[0109] 防撞系统能够增加在空间中移动的系统的操作性能。例如,因此操作者在完全安

全的情况下容易地操纵医学机器人,而不必担心可能的接触。因此,该机械更自主,并且注意其自身安全以及其周围的安全。

[0110] 根据本发明,制订规定从而通过共同操作步骤来改善机器人的操作,共同操作方法包括:检测施加于机器人的力并随后电动机械地指挥机器人,从而以这种方式有助于由该力引起的运动。所施加的力通常来自通过推动(例如,患者使用他或她的手来支撑)来手动地移动机器人的使用者。

[0111] 共同操作步骤可以为独立的步骤或与具有虚拟包技术的防撞相关联的步骤。在这种情况下,例如,在共同操作期间和机器人的手动移动期间,处理单元实施同时实施碰撞检测。

[0112] 例如在图8中,传感器65a可以为力敏传感器,用于检测任何施加至腕部54的力。该类型的力敏传感器可由多个应变仪组成。多个力敏传感器可以被设置为分布于机器人的多个元件上,从而检测任何施加至机器人的力。

[0113] 当决定对机器人的运动进行重新定向时,防撞步骤允许支撑件在虚拟包容积中的缓慢滑动。共同操作模式中的该原则能够避免机器人不合时宜地停止,并且能够使治疗室中所存在的元件周围区域中的轨迹变得平滑。滑动还有助于操作和机器人的手动引导。

[0114] 当然,本发明不限于刚才所描述的实例,并且在不超出本发明的范围的情况下,可以对这些实例进行大量调整。特别地,还能够设置单个中心轨道,基座可以在其上滑动。

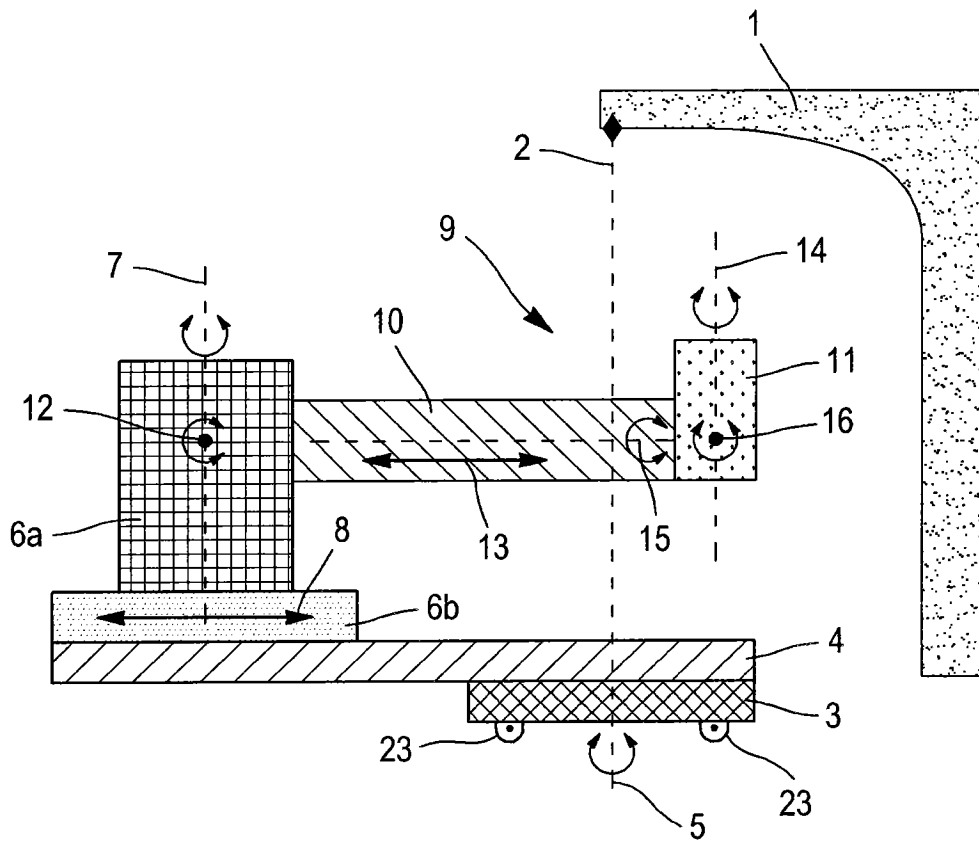


图 1

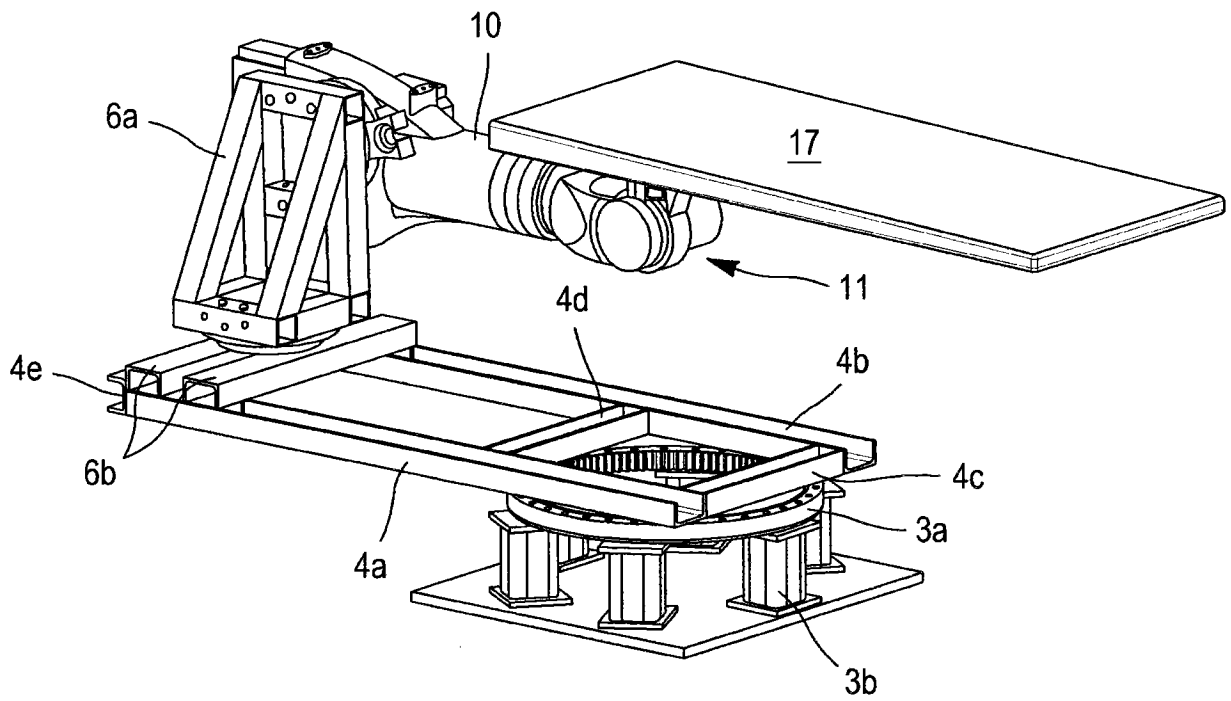


图 2

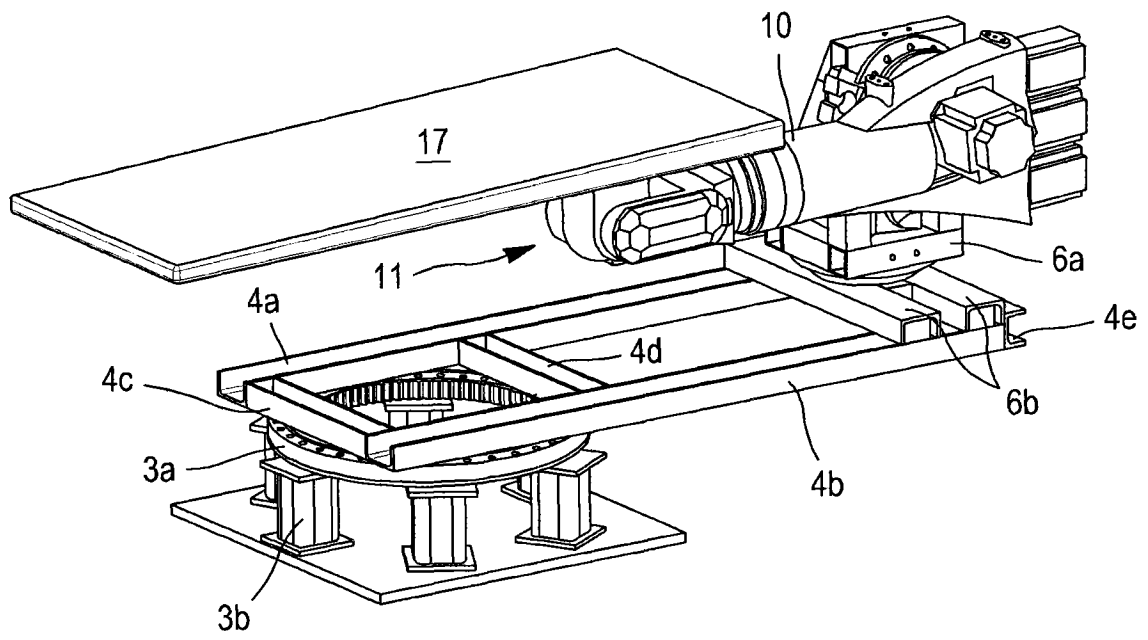


图 3

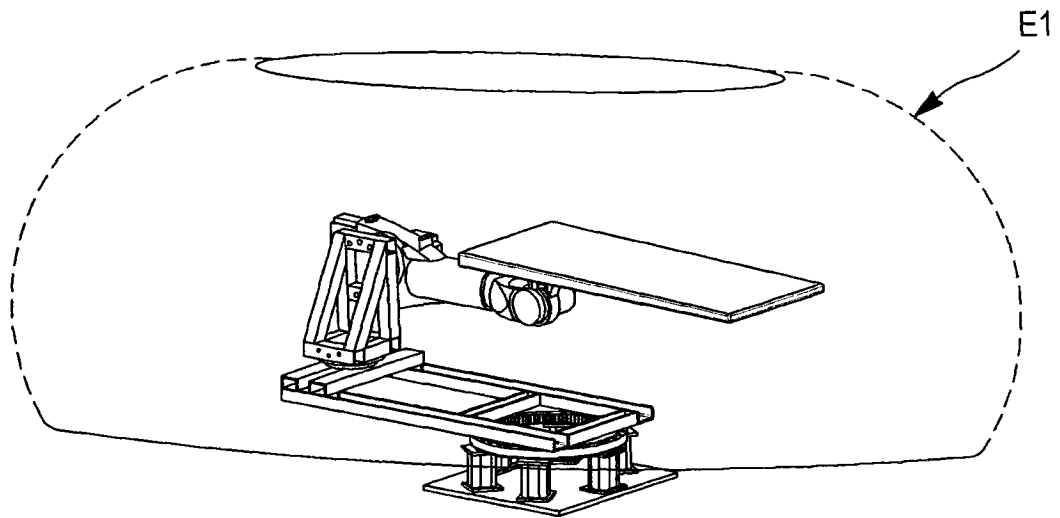


图 4

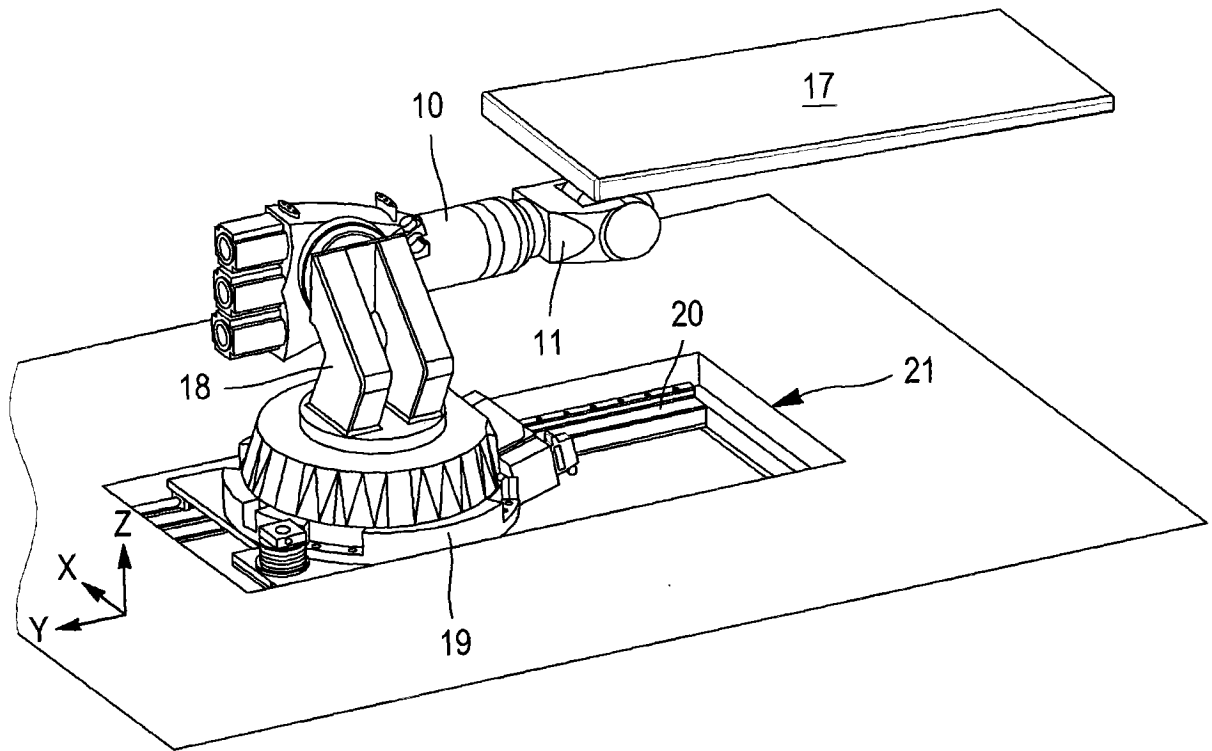


图 5

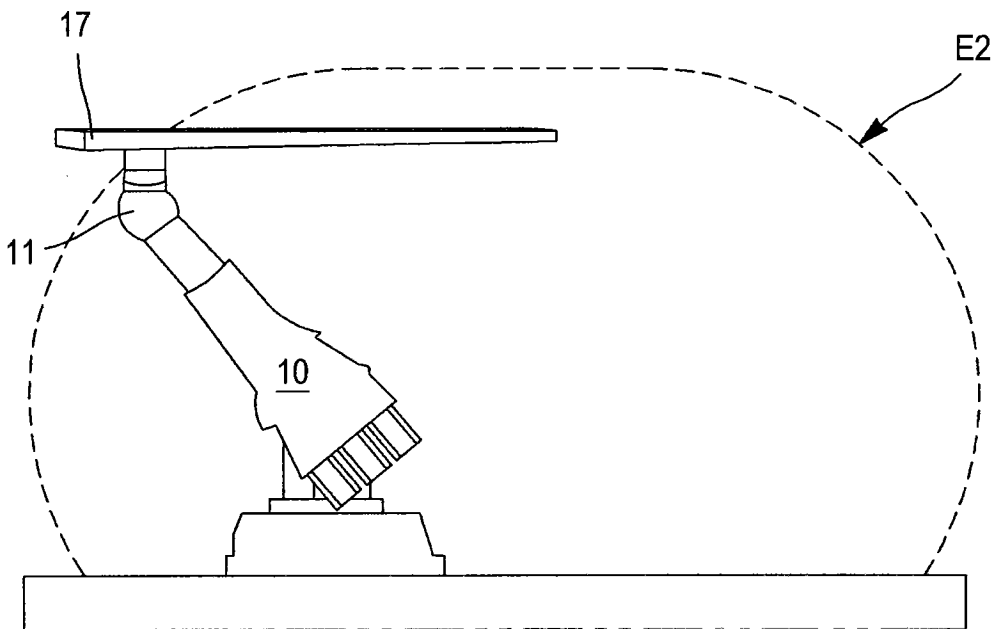


图 6

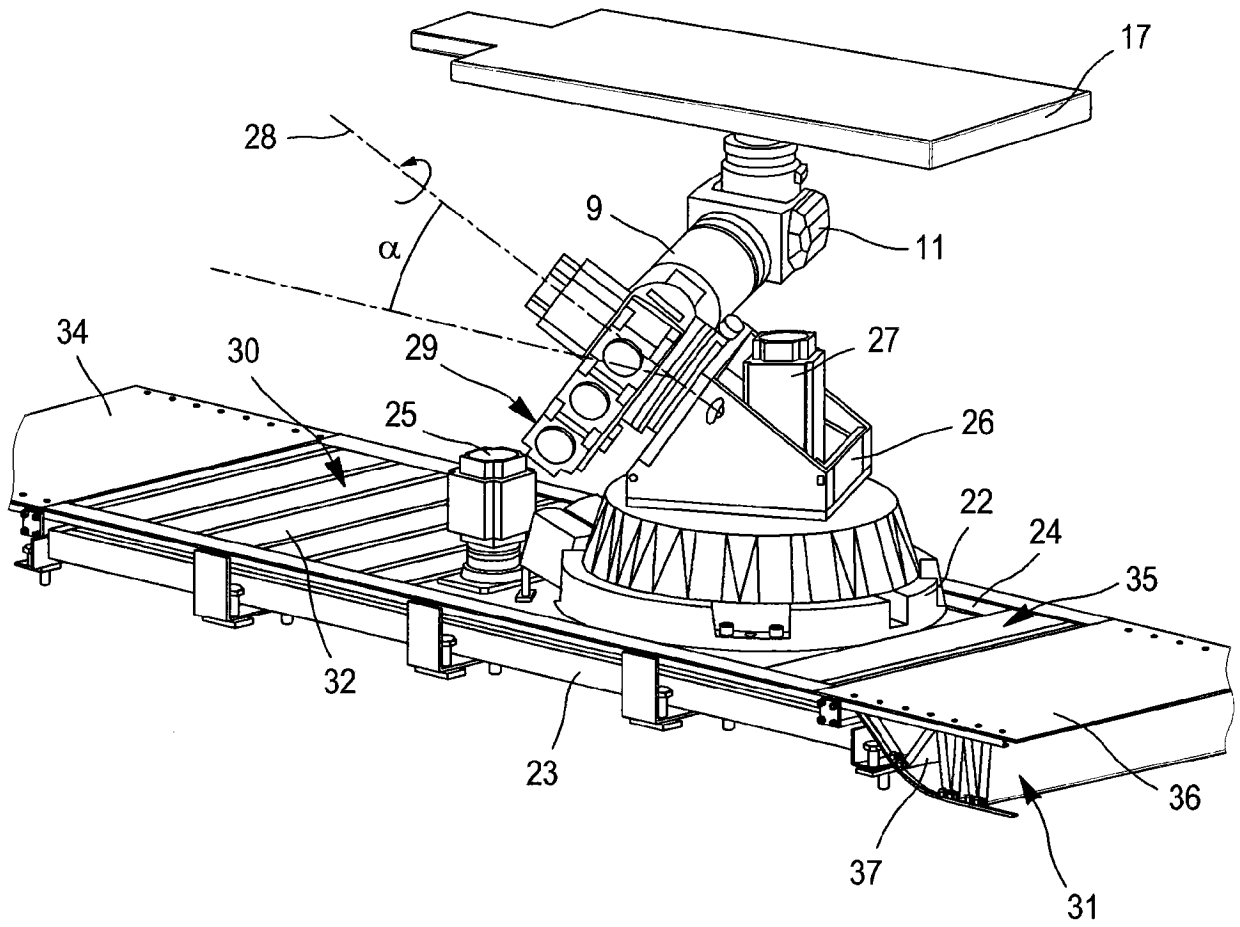


图 7

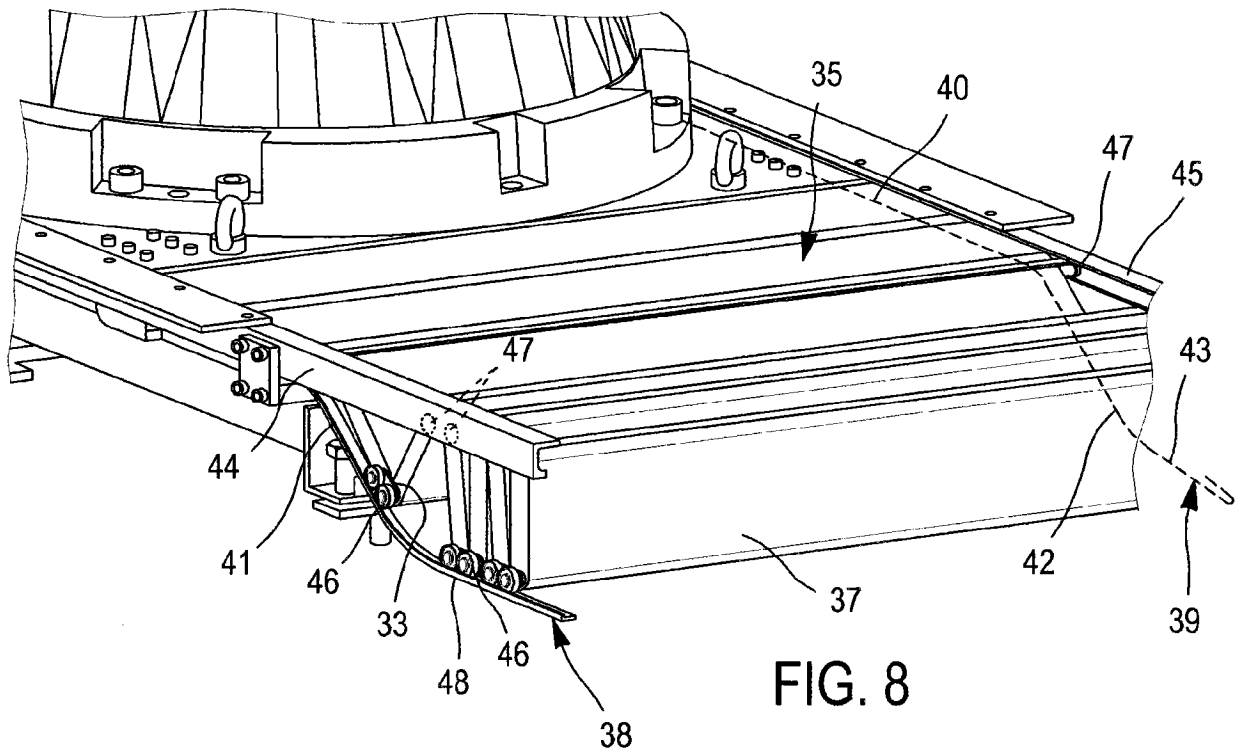


图 8

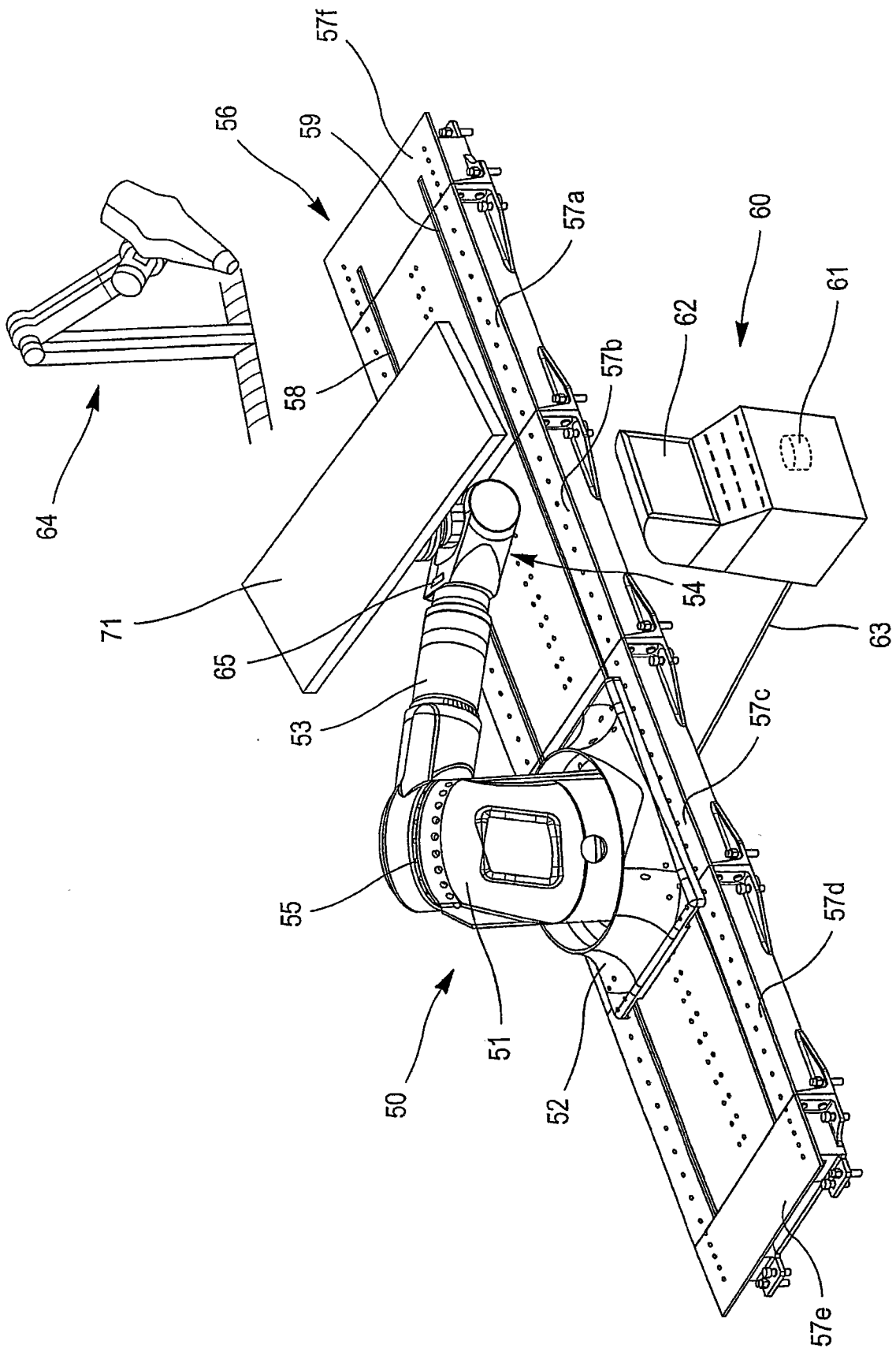


图 9

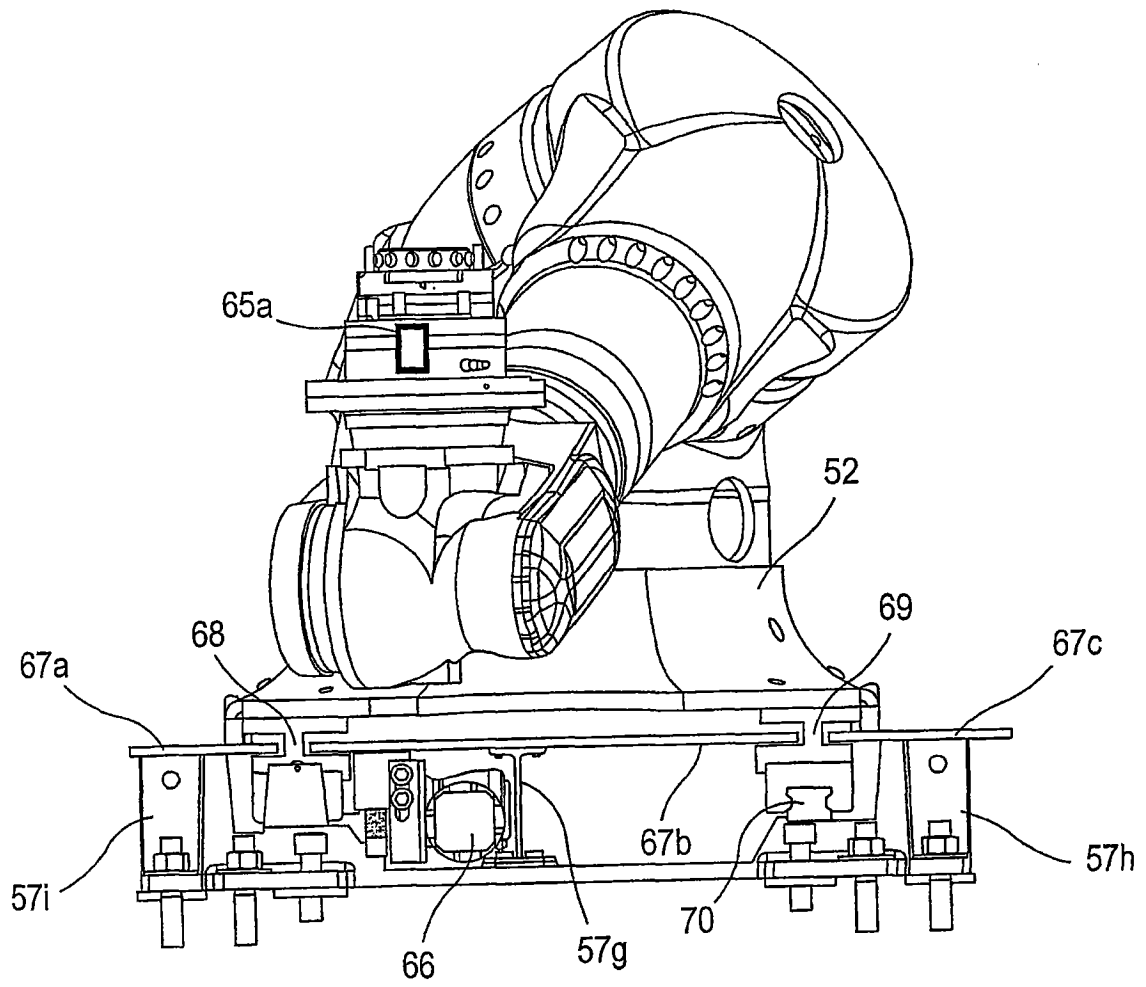


图 10

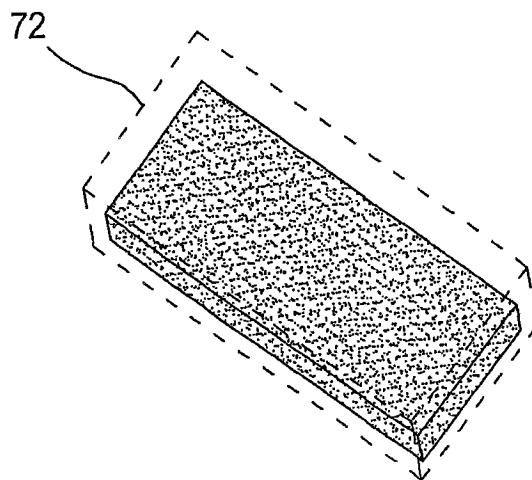


图 11