



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106456263 B

(45)授权公告日 2019.08.16

(21)申请号 201580020657.7

(22)申请日 2015.03.17

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106456263 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(30)优先权数据
61/954,538 2014.03.17 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.10.19

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2015/020891 2015.03.17

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/142798 EN 2015.09.24

(73)专利权人 直观外科手术操作公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 M·阿兹安 J·M·松格

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 赵志刚 董巍

(51)Int.Cl.
A61B 34/35(2016.01)
A61B 90/00(2016.01)

(56)对比文件
US 2013/0085510 A1,2013.04.04,
US 2013/0218137 A1,2013.08.22,
US 2006/0025668 A1,2006.02.02,
US 8400094 B2,2013.03.19,
US 8483800 B2,2013.07.09,
US 5224680 A,1993.07.06,
CN 102665589 A,2012.09.12,

审查员 卢烨

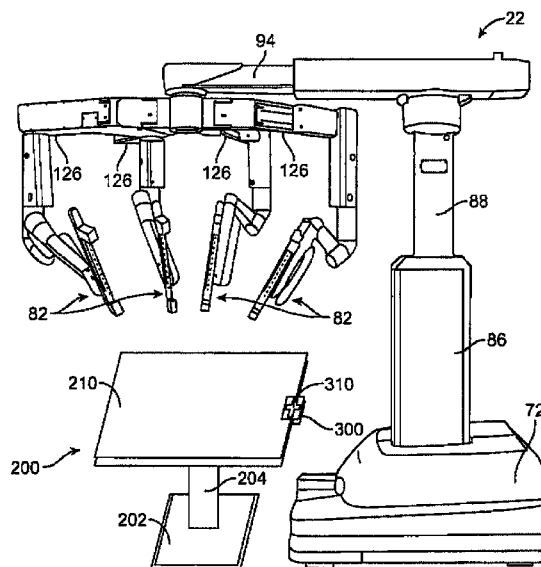
权利要求书4页 说明书14页 附图20页

(54)发明名称

用于远程手术工作台配准的方法和设备

(57)摘要

本文提供了用于配准操纵器组件和可独立定位的手术工作台的方法和系统。在一方面,该方法包括将配准设备附接到手术工作台的具体位置,并且将操纵器组件的操纵器臂附接到配准设备,以及使用来自操纵器臂的接头状态传感器读数来确定手术工作台相对于操纵器组件的位置和/或取向。在另一方面,用于配准的方法包括使用与操纵器组件相关联的传感器追踪一个或多个光学标记或无线电标记,以确定手术工作台和操纵器组件之间的空间关系。



1. 一种用于操纵器组件的配准的方法,所述操纵器组件具有第一操纵器,所述方法包括:

感测可沿一个或多个自由度定位且与所述操纵器组件分离的手术工作台的配准特征的状态;

基于所述配准特征的被感测状态确定所述手术工作台和所述操纵器组件之间的空间关系;以及

基于所述手术工作台和所述操纵器组件之间的所述确定的空间关系将所述操纵器组件与所述手术工作台配准。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中将所述操纵器组件与所述手术工作台配准包括使所述手术工作台的所述配准特征与所述第一操纵器接触。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中使所述配准特征与所述第一操纵器接触包括,将所述第一操纵器的远侧部分附接到所述配准特征,使得所述第一操纵器的所述远侧部分沿对应于所述手术工作台定位所沿的所述一个或多个自由度的一个或多个自由度的移动受到约束。

4. 根据权利要求2所述的方法,其中所述第一操纵器包括用于与手术器械联接的手术器械接口,所述手术器械接口包括经配置与用于微创孔中的插管接合的插管安装件,并且其中所述配准特征被机械地附接到所述手术工作台并且包括对应于所述插管安装件的形状和尺寸的成形配准旋钮。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中所述成形配准旋钮进一步包括取向键,所述取向键从所述成形配准旋钮突出,所述成形配准旋钮约束所述第一操纵器的远侧部分的旋转运动,使得所述配准特征约束所述第一操纵器的所述远侧部分沿六个自由度的运动。

6. 根据权利要求4所述的方法,其中接触所述配准特征包括,当所述成形配准旋钮附接到所述手术工作台时,将所述第一操纵器的所述插管安装件附接到所述成形配准旋钮。

7. 根据权利要求4所述的方法,其进一步包括:

在所述第一操纵器被附接到所述配准特征的同时,从所述第一操纵器的接头传感器获得传感器数据,其中基于所述手术工作台和所述操纵器组件之间的所述确定的空间关系将所述操纵器组件与所述手术工作台配准包括:

使用所述传感器数据配准所述操纵器组件。

8. 根据权利要求7所述的方法,其进一步包括:

使所述第一操纵器与所述配准特征脱离。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中所述操纵器组件包括一个或多个附加的操纵器,每个附加的操纵器均具有远侧端部执行器,所述方法进一步包括:

移动所述手术工作台;以及

在移动所述手术工作台的同时,通过维持所述第一操纵器和所述配准特征之间的附接,来维持所述操纵器组件和所述手术工作台之间的配准。

10. 根据权利要求1-9中的任一项所述的方法,其中所述配准特征包括一个或多个光学标记或无线电标记,使得将所述操纵器组件和所述手术工作台配准包括一个或多个光学标记或无线电标记的光学追踪或无线电追踪。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中将所述操纵器组件与所述手术工作台配准包括

利用所述手术工作台的预先确定的几何结构来确定所述手术工作台相对于所述一个或多个光学标记或无线电标记的位置和/或取向。

12. 根据权利要求10所述的方法, 其中将所述操纵器组件与所述手术工作台配准包括追踪光学传感器或无线电传感器和所述手术工作台的至少三个光学标记或无线电标记之间的距离。

13. 根据权利要求1-9中的任一项所述的方法, 其中所述配准特征包括附接到所述手术工作台的形状传感器, 使得使用所述形状传感器的位置或取向来确定所述手术工作台的位置或取向。

14. 根据权利要求1-9中的任一项所述的方法, 其中将所述操纵器组件与所述手术工作台配准包括将与所述手术工作台相关联的形状传感器和与所述操纵器组件相关联的形状传感器进行比较。

15. 根据权利要求1-9中的任一项所述的方法, 其中将所述操纵器组件与所述手术工作台配准包括通过外部参考系使所述手术工作台的参考系与所述操纵器组件的参考系相关。

16. 根据权利要求15所述的方法, 其中所述外部参考系是相对于所述操纵器组件的近侧基座保持固定的外部特征的参考系。

17. 根据权利要求15所述的方法, 其中所述外部参考系是设置有所述操纵器组件和所述手术工作台的空间的参考系。

18. 根据权利要求15所述的方法, 其中所述配准特征的所述状态对应于所述配准特征相对于所述操纵器组件的被感测位置和/或取向。

19. 根据权利要求1-9中的任一项所述的方法, 其中将所述操纵器组件与所述手术工作台配准包括由所述配准特征的所述状态和所述手术工作台的已知几何结构来确定所述手术工作台的位置或取向。

20. 根据权利要求1-9中的任一项所述的方法, 其中所述配准特征包括多个线性编码器, 所述线性编码器中的每个均在所述手术工作台的不同位置和所述操纵器组件或相关联部件之间延伸。

21. 根据权利要求20所述的方法, 其中将所述操纵器组件与所述手术工作台配准包括确定所述多个线性编码器被附接到的所述不同位置中的每个与所述操纵器组件之间的间隔距离。

22. 根据权利要求1-9中的任一项所述的方法, 其中所述配准特征包括多个线性编码器, 所述线性编码器中的每个均在所述手术工作台的不同位置和与所述操纵器组件具有已知空间关系的空间的静态位置之间延伸。

23. 根据权利要求1-9中的任一项所述的方法, 其中所述配准特征包括在所述手术工作台的不同位置处的多个光学标记或激光标记, 使得将所述操纵器组件与所述手术工作台配准包括追踪所述光学标记或激光标记中的每个的位置, 并且确定所述多个光学标记或激光标记被附接到的所述不同位置中的每个和所述操纵器组件之间的距离。

24. 根据权利要求1-9中的任一项所述的方法, 其中所述第一操纵器包括多个接头, 所述多个接头具有足够的自由度, 以允许针对给定的端部执行器位置具有一定范围的接头状态, 所述方法进一步包括:

至少部分基于所述手术工作台在工作空间中的确定位置和/或取向计算所述第一操纵

器的所述多个接头的运动。

25. 一种远程操作手术系统,其包括:

操纵器组件,其具有在近侧基座和远侧部分之间延伸的第一操纵器臂,所述第一操纵器臂经配置用于相对于所述近侧基座移动远侧端部执行器,所述第一操纵器臂具有多个接头和相关联的接头状态传感器;

手术工作台,其被设置在所述操纵器组件附近,所述手术工作台使用所述手术工作台的一个或多个接头可定位在一个或多个自由度内;以及

处理器,其经配置通过基于所述手术工作台的配准特征的被感测状态来确定所述手术工作台和所述操纵器组件之间的空间关系,将所述操纵器组件与所述手术工作台配准,所述手术工作台与所述操纵器组件分离。

26. 根据权利要求25所述的远程操作手术系统,其中所述处理器经配置当所述第一操纵器臂的一部分通过所述配准特征被附接到所述手术工作台时由所述第一操纵器臂的一个或多个接头状态传感器确定位置或取向。

27. 根据权利要求25或26所述的远程操作手术系统,其中所述手术工作台经配置可定位在两个或更多个自由度内。

28. 根据权利要求27所述的远程操作手术系统,其中所述配准特征约束所述第一操纵器臂的所述远侧部分沿对应于所述手术工作台的所述两个或更多个自由度的两个或更多个自由度的运动,使得所述手术工作台相对于所述第一操纵器臂沿所述两个或更多个自由度的位置或取向能够由所述第一操纵器臂的所述一个或多个接头状态传感器的输出来确定。

29. 根据权利要求28所述的远程操作手术系统,其中所述手术工作台经配置能够以六个自由度定位。

30. 根据权利要求25或26所述的远程操作手术系统,其中所述第一操纵器臂包括用于与手术器械联接的手术器械接口,所述手术器械接口包括经配置与用于微创孔中的插管接合的插管安装件;并且

其中所述配准特征包括对应于所述插管安装件的形状和尺寸的成形旋钮,以有助于所述第一操纵器臂的所述远侧部分和所述配准特征之间的附接。

31. 根据权利要求30所述的远程操作手术系统,其中所述成形旋钮经配置在所述手术工作台上的一个或多个具体位置处以具体取向附接到所述手术工作台。

32. 根据权利要求25或26所述的远程操作手术系统,其中所述配准特征经配置在具体位置处以具体取向附接到所述手术工作台的侧轨。

33. 根据权利要求30所述的远程操作手术系统,其中所述成形旋钮进一步包括对齐突出部,以便约束所述插管安装件沿与所述插管安装件相关联的器械轴的轴线的旋转运动,以便约束所述第一操纵器臂的所述远侧部分沿六个自由度的运动。

34. 根据权利要求25或26所述的远程操作手术系统,其中所述配准特征包括选自由以下项所构成的组的一个或多个标记:光学标记和无线电标记,并且其中所述系统进一步包括:

至少一个传感器,其与所述操纵器组件相关联,以便经配置确定所述至少一个传感器和所述一个或多个标记之间的距离。

35. 根据权利要求34所述的远程操作手术系统,其中所述一个或多个标记包括在所述手术工作台上的不同位置处的至少三个RFID标签。

36. 根据权利要求34所述的远程操作手术系统,其中所述至少一个传感器被附接到所述操纵器组件。

37. 根据权利要求34所述的远程操作手术系统,其中所述至少一个传感器经配置被定位在手术室内的已知位置处,并且所述处理器经配置使得所述至少一个传感器通过所述操纵器组件和所述已知位置之间的已知空间关系与所述传感器组件相关联。

38. 根据权利要求25或26所述的远程操作手术系统,其中所述配准特征包括被配置成附接到所述手术工作台的形状传感器。

39. 根据权利要求38所述的远程操作手术系统,其中所述形状传感器被配置成沿所述手术工作台的至少两侧附接到所述手术工作台,并且其中所述处理器经配置由接收自所述形状传感器的输出来确定所述手术工作台的位置或姿态。

40. 根据权利要求25或26所述的远程操作手术系统,其中所述配准特征包括在以下项之间延伸的一个或多个线性致动器:所述手术工作台和所述操纵器组件,或所述手术工作台和与所述操纵器组件具有已知空间关系的外部特征。

用于远程手术工作台配准的方法和设备

技术领域

[0001] 本申请要求于2014年3月17日提交的美国临时申请No.61/954,538的优先权,其全部内容以引用方式并入本文。

[0002] 本申请涉及于2014年3月17日提交的名称为“用于手术工作台姿态追踪的系统和方法(Systems and Methods for Surgical Table Pose Tracking)”的美国临时申请No.61/954,559 (ISRG03720PROV/US),其以整体以引用方式并入本文用于所有目的。

背景技术

[0003] 微创医学技术旨在减少在诊断或手术过程期间损坏的无关组织的量,从而减少患者的恢复时间、减轻患者的不适并且减少有害的副作用。微创手术的一个作用为例如减少手术后的住院恢复时间。由于标准手术的平均住院时间通常显著长于类似的微创手术的平均住院时间,因此微创技术使用的增加每年能够节省数百万美元的住院费用。虽然在美国每年执行的许多手术可以潜在地以微创方式来执行,但由于在微创手术器械方面和掌握这些器械所涉及的附加手术培训的限制,仅一部分当前手术使用这些有利的技术。

[0004] 微创远程手术系统已经得到开发以增加外科医生的敏捷度并且避免传统微创技术的局限性中的一些。在远程手术中,外科医生使用一些形式的远程控制(例如,伺服机构等)以操纵手术器械移动,而非用手直接握住和移动器械。在远程手术系统中,可在手术工作台为外科医生提供手术部位的图像。在观察显示器上的二维或三维图像的同时,外科医生通过操纵主控制设备来对患者执行手术过程,主控制设备进而控制伺服机械操作的器械的运动。

[0005] 用于远程手术的伺服机构通常将接受来自两个主控制器(每个主控制器针对外科医生的一只手)的输入,并且可以包括两个或更多个远程手术臂,在远程手术臂中的每一个上安装有一个手术器械。在主控制器和相关联的操纵器臂以及器械组件之间的有效通信通常通过控制系统实现。控制系统通常包括至少一个处理器,该处理器将来自主控制器的命令转发到相关联的操纵器臂和器械组件,并且在例如力反馈等的情况下从器械和臂组件返回相关联的主控制器。远程手术系统的一个示例是可从加利福尼亚州桑尼维尔的直觉外科公司(Intuitive Surgical, Inc. of Sunnyvale, Calif)购买的DA VINCI®系统。

[0006] 各种结构布置可以用于在远程手术期间在手术部位处支撑手术器械。从动联动件或“从装置”通常被称为远程手术的操纵器,并且在微创远程手术期间用作远程手术操纵器的示例性联动件布置在美国专利No.7,594,912、No.6,758,843、No.6,246,200和No.5,800,423中进行了描述;这些专利的全部公开内容以引用方式并入本文。这些联动件通常利用平行四边形布置以保持具有轴的器械。此操纵器结构可以约束器械的移动,使得器械围绕位于空间内的操纵的远程中心沿刚性轴的长度枢转。通过将操纵的远程中心与内部手术部位的切口点对齐(例如,在腹腔镜手术期间与腹壁处的插管针或插管对齐),可以通过使用操纵器联动件移动轴的近端来安全地定位手术器械的末端执行器,而不对腹壁施加潜在危险的力。例如,在美国专利No.7,763,015、No.6,702,805、No.6,676,669、No.5,855,583、No.5,

808,665、No.5,445,166以及No.5,184,601中描述了另选的操纵器结构,其全部内容以引用方式并入本文中。

[0007] 多种结构布置也可以用于在远程手术期间在手术部位处支撑并定位远程手术操纵器和手术器械。支撑联动件机构(有时被称为调定接头或调定接头臂)通常用于定位每个操纵器,并且将其与患者体内的相应切口点对齐。支撑联动件机构有助于手术操纵器与期望的手术切口点和目标解剖结构的对齐。在美国专利No.6,246,200和No.6,788,018中描述了示范性支撑联动件机构,其全部内容以引用方式并入本文。

[0008] 虽然已经证明此类新的远程手术系统和设备是高效且有利的,从而提供大范围的配置和高度可操纵性的操纵器之间的协调移动,但在手术环境下将此移动定位被证明是有挑战性的。因此,可期望进一步的改进。如果这些改进的技术增强远程手术系统的效率和易用性,将会是特别有益的。例如,增加可操纵性、改进手术室中的空间利用率、提供更快和更容易的调定、在使用期间组织操纵器碰撞和/或减少这些新手术系统的机械复杂性和尺寸将会是特别有益的。

发明内容

[0009] 为提供对本发明的基本理解,下面呈现本发明的一些实施例的简要概述。此概述并非本发明的广泛综述。并非旨在确定本发明的关键/至关重要的元素或者描绘本发明的范围。其唯一目的在于以简化的形式呈现本发明的一些实施例,以作为后面呈现的更加详细描述的前序。

[0010] 本发明总体提供改进的远程手术设备、系统和方法。本文描述的运动联动件结构和相关联的控制系统在患者身上执行微创手术过程中是特别有益的。此类过程常常利用多个操纵器之间的互相联系的和协调的移动,多个操纵器中的每个均是高度可配置的,从而针对手术环境内的给定端部执行器位置具有一定范围的替代性配置。出于各种原因,可期望将患者定位在特定位置和/或取向中以用于特定过程。另外,在一些过程中,可进一步期望在过程期间改变患者的位置和/或取向。例如,在进入手术工作空间内的某些区域时,某些患者位置和/或取向可以是特别有用的,或者出于各种生理原因可期望在过程期间将患者设置成处于特定的对齐(例如,沿一个或多个轴线倾斜)。由于许多远程手术系统利用与操纵器系统分离且常常可以沿多个自由度独立地定位的手术工作台,所以手术工作台的各个位置在远程手术操纵器的操作期间可以提出某些挑战,特别是在具有多个操纵器的系统中。因此,可期望此类操纵器系统具有一种装置,通过该装置可以将手术工作台和操纵器组件“配准(register)”,使得手术工作台和操纵器组件之间的空间关系可以被确定并且用于计算手术操纵器的移动。在一方面,如果此配准可以通过使用操纵器组件的现有特征来实现可以是令人期望的。在另一方面,如果可以动态地执行此类配准使得手术工作台可以在过程期间移动而不丢失操纵器组件和工作台之间的配准则可以是有用的。在一方面,本文描述的配准设备和方法可以应用于各种应用,包括非手术应用,诸如可以用于测试、模拟和/或调定,或者用于各种工业应用中,以将支撑基底与邻近的操纵器或机器人组件配准。

[0011] 配准方法包括基于手术工作台的配准特征的感测,确定手术工作台相对于操纵器组件的位置和/或取向。配准特征可以包括各种接触或非接触装置,以确定手术工作台相对于操纵器组件或相对于公共参考系的位置和/或取向。在一种方法中,配准特征包括在特定

位置处安装到工作台 of 配准设备,其中组件的操纵器通过该配准设备附接到工作台。配准设备经配置约束操纵器臂沿一个或多个自由度的移动,所述一个或多个自由度对应于手术工作台的一个或多个自由度,使得通过该设备附接到工作台的操纵器的经感测接头状态能够被用于确定设备的位置和/或取向。在另一方法中,配准特征可以包括能够通过手术工作台外部的传感器被感测到的一个或多个标记、附接到工作台的线性编码器、形状传感器或适于确定手术工作台和操纵器组件或外部参考系之间的空间关系的各种其他特征。

[0012] 为了更充分理解本发明的性质和优点,应参考以下详细描述和附图。本发明的其他方面、目的和优点将从下面的附图和详细描述中变得显而易见。

附图说明

- [0013] 图1为根据许多实施例的用于执行手术的微创远程手术系统的平面图。
- [0014] 图2为根据许多实施例的用于远程手术系统的外科医生控制台的透视图。
- [0015] 图3为根据许多实施例的远程手术系统电子器件推车的透视图。
- [0016] 图4图示性地示出根据许多实施例的远程手术系统。
- [0017] 图5A为根据许多实施例的远程手术系统的患者侧推车(手术机器人)的局部视图。
- [0018] 图5B为根据许多实施例的远程手术工具的前视图。
- [0019] 图6为根据许多实施例的远程手术系统的透视示意图。
- [0020] 图7为根据许多实施例的另一远程手术系统的透视示意图。
- [0021] 图8示出根据许多实施例的远程手术系统,其与图7的示意性呈现一致。
- [0022] 图9示出调定联动件相对于图8的远程手术系统的定向平台的旋转定向极限。
- [0023] 图10示出根据许多实施例的与用于远程手术系统的吊杆组件的旋转极限相关联的重心图。
- [0024] 图11示出根据本发明的方面的示例性操纵器组件和具有配准特征的可定位手术台。
- [0025] 图12至图13C示出沿六个自由度可定位的示例性手术台。
- [0026] 图14示出图11中的示例性操纵器组件,其中操纵器臂在配准期间通过配准特征附接到手术台。
- [0027] 图15A至图15B分别示出根据本发明的方面的示例性配准设备和对应插管。
- [0028] 图16A至图16B分别示出根据本发明的方面的示例性配准设备和对应插管。
- [0029] 图17A至图17D示出根据本发明的方面的通过示例性配准设备附接到手术台的操纵器组件的操纵器。
- [0030] 图18示出根据本发明的在用户界面中的示例性对话框,该对话框用于输入配准设备附接到其上的工作台的位置以及识别哪个操纵器通过设备附接到工作台。
- [0031] 图19示出具有配准特征的手术台,配准特征包括附接到手术工作台的缆线形状传感器。
- [0032] 图20示出具有配准特征的手术台,配准特征包括附接到手术工作台的三个线性弹簧编码器。
- [0033] 图21示出具有配准特征的手术工作台,配准特征包括使用与操纵器组件或公共参考系相关联的外部传感器进行感测的三个标记。

[0034] 具体执行方式

[0035] 在下面的描述中,将对本发明的各种实施例进行描述。出于解释的目的,阐述了具体的配置和细节,以便提供对实施例的全面理解。然而,对本领域的普通技术人员而言显而易见的是,在没有具体细节的情况下可以实践本发明。此外,可以省略或简化众所周知的特征,以便不模糊所描述的实施例。

[0036] 本文描述的运动联动结构和控制系统特别有利于帮助系统用户将远程手术操纵器结构布置在特定患者上。连同在治疗期间用于与组织等相互作用的主动驱动的操纵器一起,远程手术系统可以具有一个或多个运动联动件系统,该联动件系统经配置支撑并帮助操纵器结构与手术部位对齐。虽然这些联动件的高度可配置性提供了许多优点和先进的特征,但仍难以关于单独部件(诸如,手术工作台)定位操纵器组件的操纵器特征的位置,特别是当手术工作台与操纵器组件可分离地定位时。由于在为过程准备中或过程期间将患者定位在各个取向或对齐中通常是有用的,所以令人期望的是如果操纵器组件在初始调定期间或过程期间可以与手术工作台配准,使得手术工作台相对于操纵器的位置和/或取向可以被确定并且潜在地用于计算的操纵器移动或手术工作台移动(自动或用户驱动的)。此类配准方法允许进一步地利用在相关联的应用中描述的操纵器的各种计算的移动,包括但不限于各种零空间移动和碰撞避免移动,并且此类配准方法可以进一步用于确定手术工作台相对于操纵器组件的任何操纵器或相关联部件的位置和/或取向。另外,本文描述的配准方法可以与各种其他方面和配准特征结合使用,诸如在于2013年12月10日提交的名称为“在图像捕捉设备和可操纵的设备的可移动臂的受控移动期间的碰撞避免(Collision Avoidance During Controlled Movement of Image Capturing Device and Manipulatable Device Movable Arms)”的美国专利申请No.14/101,769中所描述的那些方面和配准特征中的任一项,其整体以引用方式并入本文用于所有目的。根据本文描述的发明的方面,本文描述的系统、设备和方法虽然适用于这些特定的手术系统,但也可与各种不同类型的操纵器系统一起使用。

[0037] 微创远程手术

[0038] 现在参考附图,其中贯穿若干视图,相似的附图标号表示相似的部分,图1是微创远程手术(MIRS)系统10的平面图图示,系统10通常用于对躺在手术台14上的患者12执行微创诊断或手术过程。该系统能够包括在过程期间由外科医生18使用的外科医生控制台16。一个或多个助手20也可以参与该过程。MIRS系统10能够进一步包括患者侧推车22(手术机器人)和电子器件推车24。在外科医生18通过控制台16观察手术部位的同时,患者侧推车22能够操纵至少一个可移除的被联接工具组件26(在下文简称为“工具”)通过患者12体内的微创切口。手术部位的图像能够通过内窥镜28诸如立体内窥镜获得,该内窥镜28能够由患者侧推车22操纵以将内窥镜28定向。电子器件推车24能够被用于处理手术部位的图像,以用于随后通过外科医生控制台16显示给外科医生18。单次所使用的手术工具26的数目通常将取决于诊断或手术过程和手术室内的空间约束以及其他因素。如果有必要改变在过程中使用的工具26中的一个或多个,则助手20可以从患者侧推车22移除工具26,并且用来自手术室中的托盘30的另一工具26将其替换。

[0039] 图2是外科医生控制台16的透视图。外科医生控制台16包括左眼显示器32和右眼显示器34,以用于向外科医生18呈现实现深度感知的手术部位的协调立体图。控制台16进

一步包括一个或多个输入控制设备36,其进而导致患者侧推车22(图1所示)操纵一个或多个工具。输入控制设备36能够提供与其相关联的工具26(图1所示)相同的自由度,以向外科医生提供输入控制设备36与工具26是一体的远程呈现或感知,使得外科医生具有直接控制工具26的强烈感觉。为此,可以采用位置、力和触觉反馈传感器(未示出)以通过输入控制设备36将位置、力和触觉感受从工具26传送到外科医生的手。

[0040] 外科医生控制台16通常位于与患者相同的房间中,使得外科医生可直接监测过程,如果需要的话,外科医生可亲身参与并且直接对助手说话,而不是通过电话或其他通信媒介。然而,外科医生能够位于允许远程手术过程的与患者不同的房间、完全不同的建筑物或其他远程位置。

[0041] 图3是电子器件推车24的透视图。电子器件推车24能够与内窥镜28联接并且能够包括处理器以处理捕捉的图像,以用于随后诸如在外科医生控制台上或位于本地和/或远程的其他合适的显示器上显示给外科医生。例如,使用立体内窥镜的情况下,电子器件推车24能够处理捕捉的图像,以向外科医生呈现手术部位的协调立体图像。此类协调能够包括相对图像之间的对齐,并且能够包括调整立体内窥镜的立体工作距离。作为另一个示例,图像处理能够包括使用预先确定的相机校正参数,以补偿图像捕捉设备的成像误差,诸如光学像差。

[0042] 图4图示性地示出远程手术系统50(诸如图1的MIRS系统10)。如上所述,外科医生控制台52(诸如图1中的外科医生控制台16)能够在微创过程期间由外科医生使用以控制患者侧推车(手术机器人)54(诸如图1中的患者侧推车22)。患者侧推车54能够使用成像设备诸如立体内窥镜以捕捉过程部位的图像并且将捕捉到的图像输出到电子器件推车56(诸如图1中的电子器件推车24)。如上所述,电子器件推车56能够在任何随后的显示之前以各种方式来处理捕捉的图像。例如,电子器件推车56能够在经由外科医生控制台52向外科医生显示组合的图像之前使用虚拟控制界面叠覆捕捉的图像。患者侧推车54能够输出捕捉的图像,以用于在电子器件推车56外部进行处理。例如,患者侧推车54能够向处理器58输出捕捉的图像,处理器58能够用于处理捕捉的图像。所述图像也能够通过电子器件推车56和处理器58的组合来处理,电子器件推车56和处理器58能够联接在一起,以共同地、相继地和/或以其组合处理捕捉的图像。一个或多个单独的显示器60也能够与处理器58和/或电子器件推车56联接,以用于图像(诸如,过程部位的图像或其他相关联的图像)的本地显示和/或远程显示。

[0043] 处理器58将通常包括硬件和软件的组合,其中软件包括体现计算机可读编码指令的有形介质,计算机可读编码指令用于执行本文功能性描述的控制的方法步骤。硬件通常包括一个或多个数据处理板,所述一个或多个数据处理板可以位于同处但常常具有分布于本文描述的操纵器结构中的部件。软件将常常包括非易失介质,并且也可以包括整体代码(monolithic code)但更通常地包括若干子过程,其可选地在各种各样的分布式数据处理架构中的任一个中运行。

[0044] 图5A和图5B分别示出患者侧推车22和手术工具62。手术工具62为手术工具26的示例。所示患者侧推车22提供用于三个手术工具26和图像设备28(诸如用于捕捉过程部位图像的立体内窥镜)的操纵。操纵由具有若干接头的操纵器机构提供。能够通过患者体内的切口定位并操纵成像设备28和手术工具26,使得运动远程中心被维持在切口处以使切口的尺

寸最小化。当手术工具26被定位在成像设备28的视野内时,手术部位的图像能够包括手术工具26的远端的图像。

[0045] 手术工具26通过将管状插管64插入穿过微创进入孔(诸如切口、自然孔口、经皮穿透等)而插入患者体内。插管64被安装到操纵器臂并且手术工具26的轴穿过插管的管腔。操纵器臂可以传送指示插管已经被安装在其上的信号。

[0046] 远程手术系统和模块化操纵器支撑件

[0047] 图6为根据许多实施例的远程手术系统70的透视示意图。手术系统70包括安装基座72、支撑联动件74、定向平台76、多个外部调定联动件78(示出两个)、多个内部调定联动件80(示出两个)以及多个手术器械操纵器82。操纵器82中的每个可操作以选择性地铰接被安装到操纵器82且可沿插入轴线插入患者体内的手术器械。操纵器82中的每个被附接到调定联动件78、80中的一个并且由其支撑。外部调定联动件78中的每个通过第一调定联动件接头84被旋转地联接到定向平台76并且由其支撑。内部调定联动件80中的每个被固定地附接到定向平台76并且由其支撑。定向平台76被旋转地联接到支撑联动件74并且由其支撑。并且支撑联动件74被固定地附接到安装基座71且由其支撑。

[0048] 在许多实施例中,安装基座72可移动并由地板支撑,从而使整个手术系统70能够在例如手术室内选择性地重新定位。安装基座72能够包括可转向轮组件和/或提供安装基座72的选择性重新定位以及选择性防止安装基座72运动离开选定位置的任意其他适当的支撑特征。安装基座72也能够具有其他合适的配置,例如,天花板安装件、固定的地板/底座安装件、壁安装件或经配置由任何其他合适的安装表面支撑的接口。

[0049] 支撑联动件74可操作以相对于安装基座72选择性地定位和/或定向定向平台76。支撑联动件74包括柱座86、可平移柱构件88、肩部接头90、吊杆基座构件92、吊杆第一级构件94、吊杆第二级构件96以及腕部接头98。柱座86被固定地附接到安装基座72。可平移柱构件88可滑动地联接到柱座86,以用于相对柱座86平移。在许多实施例中,可平移柱构件88相对于柱座86沿竖直定向的轴线平移。吊杆基座构件92通过肩部接头90旋转地联接到可平移柱构件88。肩部接头90可操作以相对于可平移柱构件88选择性地吊杆基座构件92定向在水平面中,可平移柱构件88相对于柱座86和安装底座72具有固定的角取向。吊杆第一级构件94在水平方向上相对于吊杆基座构件92可选择性地平移,在许多实施例中,该水平方向与吊杆基座构件92和吊杆第一级构件94两者均对齐。吊杆第二级构件96同样地在水平方向上相对于吊杆第一级构件94可选择性地平移,在许多实施例中,该水平方向与吊杆第一级构件94和吊杆第二级构件96两者均对齐。因此,支撑联动件74可操作以选择性地设定肩部接头90和吊杆第二级构件96的远端之间的距离。腕部接头98将吊杆第二级构件96的远端旋转地联接到定向平台76。腕部接头98可操作以选择性地设定定向平台76相对于安装基座72的角取向。

[0050] 调定联动件78、80中的每个可操作以相对于定向平台76选择性地定位和/或定向相关联的操纵器82。调定联动件78、80中的每个包括调定联动件基座连杆100、调定联动件延伸连杆102、调定联动件平行四边形联动件部分104、调定联动件竖直连杆106、第二调定联动件接头108以及操纵器支撑连杆110。外部调定联动件78的调定联动件基座连杆100中的每个能够经由第一调定联动件接头84的操作相对于定向平台76被选择性地定向。在所实施例中,内部调定联动件80的调定联动件基座连杆100中的每个固定地附接到定向平台

76。内部调定联动件80中的每个也能够类似于外部调定联动件经由附加的第一调定联动件接头84旋转地附接到定向平台76。调定联动件延伸连杆102中的每个在水平方向上相对于相关联的调定联动件基座连杆100可平移,在许多实施例中,该水平方向与相关联的调定联动件基座连杆和调定联动件延伸连杆102对齐。调定联动件平行四边形联动件部分104中的每个经配置并且可操作以在竖直方向上选择性地平移调定联动件竖直连杆106,同时保持调定联动件竖直连杆106竖直定向。在示例实施例中,调定联动件平行四边形联动件部分104中的每个包括第一平行四边形接头112、联接连杆114以及第二平行四边形接头116。第一平行四边形接头112将联接连杆114旋转地联接到调定联动件延伸连杆102。第二平行四边形接头116将调定联动件竖直连杆106旋转地联接到联接连杆114。第一平行四边形接头112旋转地连结到第二平行四边形接头116,使得联接连杆114相对于调定联动件延伸连杆102的旋转与调定联动件竖直连杆106相对于联接连杆114的反作用旋转匹配,以便在调定联动件竖直连杆106选择性地竖直平移时维持调定联动件竖直连杆106竖直定向。第二调定联动件接头108可操作以相对于调定联动件竖直连杆106旋转地定向操纵器支撑连杆110,从而相对于调定联动件竖直连杆106选择性地定向相关联的被附接操纵器82。

[0051] 图7为根据许多实施例的远程手术系统120的透视示意图。因为手术系统120包括类似于图6的手术系统70的部件的部件,所以相同的附图标号用于类似的部件,并且以上阐明的类似部件的相应描述适用于手术系统120,且为了避免重复在此将其省略。手术系统120包括安装基座72、支撑联动件122、定向平台124、多个调定联动件126(示出四个)以及多个手术器械操纵器82。操纵器82中的每个可操作以选择性地铰接被安装到操纵器82并且沿插入轴线可插入患者体内的手术器械。操纵器82中的每个附接到调定联动件126中的一个并且由其支撑。调定联动件126中的每个通过第一调定联动件接头84旋转地联接到定向平台124并且由其支撑。定向平台124旋转地联接到支撑联动件122并且由其支撑。并且支撑联动件122固定地附接到安装基座72并且由其支撑。

[0052] 支撑联动件122可操作以相对于安装基座72对定向平台124进行选择性地定位和/或定向。支撑联动件122包括柱座86、可平移柱构件88、肩部接头90、吊杆基座构件92、吊杆第一级构件94以及腕部接头98。支撑联动件122可操作以选择性地设定肩部接头90和吊杆第一级构件94的远端之间的距离。腕部接头98将吊杆第一级构件94旋转地联接到定向平台124。腕部接头98可操作以选择性地设定定向平台124相对于安装基座72的角取向。

[0053] 调定联动件126中的每个可操作以相对于定向平台124选择性地定位和/或定向相关联的操纵器82。调定联动件126中的每个包括调定联动件基座连杆100、调定联动件延伸连杆102、调定联动件竖直连杆106、第二调定联动件接头108、旋风机构支撑连杆128以及旋风机构130。调定联动件126的调定联动件基座连杆100中的每个能够经由相关联的第一调定联动件接头84的操作相对于定向平台124被选择性地定向。调定联动件竖直连杆106中的每个可相对于相关联的调定联动件延伸连杆102在竖直方向上选择性地平移。第二调定联动件接头108可操作以相对于调定联动件竖直连杆106选择性地定向旋风机构支撑连杆128。

[0054] 旋风机构130中的每个包括旋风接头132、联接连杆134以及操纵器支撑件136。联接连杆134将操纵器支撑件136固定地联接到旋风接头132。旋风接头130可操作以相对于旋风机构支撑连杆128围绕旋风轴线136旋转操纵器支撑件136。旋风机构128经配置定位和定

向操纵器支撑件134,使得操纵器82的远程操纵中心(RC)与旋风轴线136相交。因此,旋风接头132的操作能够用于相对于患者重新定向相关联的操纵器82,而不相对于患者移动相关联的远程操纵中心(RC)。

[0055] 图8为根据许多实施例的远程手术系统140的简化表示,其与图7的远程手术系统120的示意图相一致。因为手术系统140符合图7的远程手术系统120,所以相同的附图标号用于类似的部件,并且以上阐明的类似部件的相应描述适用于手术系统140,并且为了避免重复在此将其省略。

[0056] 支撑连杆122经配置经由支撑联动件122的连杆之间的沿多个调定结构轴线的相对移动而相对于安装基座72对定向平台124进行选择性地定位和定向。可平移柱构件88可沿在许多实施例中竖直定向的第一调定结构(SUS)轴线142相对于柱座86选择性地重新定位。肩部接头90可操作以围绕在许多实施例中竖直定向的第二SUS轴线144相对于可平移柱构件88选择性地定向吊杆基座构件92。吊杆第一级构件94可沿在许多实施例中水平定向的第三SUS轴线146相对于吊杆基座构件92选择性地重新定位。腕部接头98可操作以围绕在许多实施例中竖直定向的第四SUS轴线148相对于吊杆第一级构件94选择性地定向定向平台124。

[0057] 调定联动件126中的每个经配置经由调定联动件126的连杆之间的沿多个调定接头(SUJ)轴线的相对移动而相对于定向平台124选择性地定位和定向相关联的操纵器82。第一调定联动件接头84中的每个可操作以围绕在许多实施例中竖直定向的第一SUJ轴线150相对于定向平台124选择性地定向相关联的调定联动件基座连杆100。调定联动件延伸连杆102中的每个能够沿在许多实施例中水平定向的第二SUJ轴线152相对于相关联的调定联动件基座连杆100选择性地重新定位。调定联动件竖直连杆106中的每个能够沿在许多实施例中竖直定向的第三SUJ轴线154相对于相关联的调定联动件延伸连杆102选择性地重新定位。第二调定联动件接头108中的每个可操作以围绕第三SUJ轴线154相对于调定联动件竖直连杆106选择性地定向旋风机机构支撑连杆128。旋风接头132中的每个可操作以使得相关联的操纵器82围绕相关联的旋风轴线138旋转。

[0058] 图9示出根据许多实施例的调定联动件126相对于定向平台124的旋转定向极限。调定联动件126中的每个相对于定向平台124以顺时针极限定向被示出。对应的逆时针极限定向由图9相对于竖直定向的镜面的镜像图像表示。如图所示,两个内部调定联动件126中的每个能够被定向成从在一个方向上与竖直参照156成5度至在相反方向上与竖直参照156成75度。而且如图所示,两个外部调定联动件中的每个能够被定向成在对应方向上从与竖直参照156成15度至95度。

[0059] 在使用中,手术助手、外科医生、技术支持或其他用户常常期望配置远程手术系统140的联动件中的一些或全部以用于手术,包括调定结构联动件、调定接头和/或操纵器中的每个。配置这些联动件的任务将包括围绕腕部接头98的竖直第四SUS轴线148相对于第一级构件94定位定向平台124。接头驱动马达121和/或制动系统123联接到腕部接头98,其中一个示范性实施例包括驱动器121和制动器123。另外,接头传感器系统将通常感测腕部接头98的角配置或位置。

[0060] 将参考通过围绕第四SUS轴线148铰接腕部接头98(如由箭头127示意性所示)而手动铰接定向平台124在本文详细描述用于手动配置所用的系统的示范性用户接口、系统和

方法。应该理解,可利用替代性实施例以铰接整个运动系统的一个或多个替代性接头,包括调定结构的一个或多个替代性接头、调定接头中的一个或多个或者操纵器联动件的接头中的一个或多个。用于铰接机动腕部接头实施例的示例性实施例的使用可以允许用户有效定位操纵器82。如图5B所示,如本文所述的腕部接头98的手动铰接能够提高速度并改善易用性,同时将操纵器82手动对接到其相关联的插管64。

[0061] 图10示出根据许多实施例的与远程手术系统160的支撑联动件的旋转极限相关联的重心图。在定位并且定向远程手术系统160的部件以将远程手术系统160的重心162相对于手术系统160的支撑联动件164最大程度地转移至一侧的情况下,支撑联动件164的肩部接头能够经配置限制支撑结构164围绕调定结构(SUS)肩部接头轴线166的旋转,以防止超过安装基座的预定稳定极限。

[0062] 图11示出包括患者侧推车22的示例性系统的概观,患者侧推车22具有由相关联的调定结构联动件126支撑的多个操纵器臂82,其中手术工作台200设置在所述相关联的调定结构联动件126下方。在某些方面,手术工作台200是与患者侧推车分离的结构,使得手术工作台与患者侧推车可分离/单独定位并且常常可独立定位。然而,应该理解,在某些其他方面,本文描述的配准方法允许控制可分离定位的手术工作台与操纵器的计算的移动协作,使得手术工作台保持可分离定位,但可不再被认为是独立定位,因为此类移动可通过系统来协调。在许多实施例中,手术工作台200包括手术工作台患者支撑表面210,其由附接到支撑基座202的支撑柱204支撑。系统进一步包括配准特征300,配准特征300允许系统相对于患者侧推车配准手术工作台,使得患者侧推车的操纵器和手术工作台患者表面210之间的空间关系能够被确定,并且可以被用于计算的操纵器移动或所命令的手术工作台移动。虽然配准特征300可以包括在随后的附图中描述并示出的各种不同的结构,但图11示出了包括安装在工作台上的配准设备310的配准特征,将在下面对其进一步详细描述。

[0063] 图12示出与手术操纵器系统一起使用的示例性手术工作台200。手术工作台200可以包括一个或多个接头(未示出),所述接头在被致动时将手术工作台台面移动到所期望的位置和/或取向。所述一个或多个接头可以包括从动接头、手动铰链式接头或其组合。这样的接头可以包括可平移接头诸如液压接头,以及可旋转和枢转接头,诸如本文描述的那些接头中的任一个。所述一个或多个接头可以通过患者侧助手或麻醉医生(如果需要的话)来调整,或者可以经配置通过更远的用户诸如来自手术控制台的医生来调整,或者通过系统根据自主算法或根据一个或多个计算的移动诸如生理移动(诸如患者呼吸等)的补偿移动来调整。

[0064] 手术工作台200包括手术工作台患者支撑表面210,其由从支撑基座202竖直延伸的支撑柱204支撑。通常,手术工作台200可沿至少一个自由度定位,优选地沿多个自由度,并且甚至更加优选地沿六个自由度定位。如图12所示,示例性手术工作台200可以沿x-轴线、y-轴线并且竖直地沿z-轴线在三个彼此正交的不同方向上平移,并且能够围绕沿患者支撑表面210的长度延伸的轴线214枢转,围绕沿患者支撑表面210的宽度延伸的轴线216枢转,并且围绕竖直延伸的轴线212枢转。尽管所示枢转轴线212、214和216相交于一点处,但这些轴线可以不一定相交。这些枢转移动在图13A至13C中示出。因此,示例性手术工作台200可沿六个自由度定位。由这些六个自由度所允许的患者支撑表面210的这些不同的位置和/或取向可以在初始调定期间被利用以实现患者的期望位置、取向或倾斜,或者可以根据

需要在过程期间被利用以出于任何原因而将患者重新定位。应该认识到,枢转移动无需沿所示的那些具体轴线居中,使得工作台可以在相同方向上沿各种其他轴线提供此类枢转移动,从而允许手术工作台台面围绕在台面上或远离台面的各种位置提供枢转移动。在一些实施例中,手术工作台经配置提供围绕处于或靠近插管的等角点的此类移动,其中器械通过插管插入微创孔内。

[0065] 虽然此手术工作台的高度可配置性在定位患者方面提供许多优点和多功能性,但是该可配置性在计算操纵器臂和相关联工具的移动方面会进一步提出附加的挑战。例如,当手术工作台定位在斜面处时,工具或支撑工具的相关联操纵器的某些移动可以引起与患者或患者支撑表面的碰撞。虽然可使用各种方法来避免此类碰撞,但如果确定手术工作台相对于患者侧推车的操纵器的位置则是特别有用的,以便能够计算操纵器的移动以考虑到手术工作台的位置和/或以补偿手术工作台在过程期间的移动和/或重新定位。为允许此类确定,根据本发明的方面的方法和系统提供了在手术工作台和患者侧推车之间的配准,使得手术工作台和患者侧推车之间的空间关系能够被确定并且根据需要用于各种计算的移动。

[0066] 可以使用各种不同的方法来执行配准,例如包括与手术工作台接触的方法和不需要与手术工作台直接物理接触的方法。虽然这些方法中的每个均可以为具体的系统或应用提供某些优点,但应该认识到,这些方法中的任一方面均可以被修改和/或被组合,使得方法除基于非接触的方法之外可以包括基于接触的方法的各方面。这些方法的示例在下面将进一步详细描述。

[0067] 基于接触的配准

[0068] 操纵器接触

[0069] 在一种方法中,通过患者侧推车和手术工作台之间的便利接触来实现配准。配准的方法可以包括使手术工作台与患者侧推车的部件在一个或多个位置处接触,并且确定手术工作台相对于患者侧推车的位置和/或取向。这可以通过确定手术工作台相对于患者侧推车的参考系或公共参考系的位置和/或取向来完成,所述公共参考系具有对患者侧推车和手术工作台二者已知的或可确定的关系。

[0070] 在一方面,与手术工作台的接触可以包括使多个位置与一个或多个和患者侧推车相关联的位置部件接触,使得手术工作台的位置和/或取向能够通过位置部件的确定状态来确定。通过使用操纵器的一个或多个接头传感器来确定手术工作台相对于患者侧推车或对应参考系的接触点的位置,操纵器臂可以起到出于配准目的的位置部件的作用。如果已知手术工作台的几何结构,则手术工作台的位置和/或取向能够借助较少的接触点例如三个接触点来确定。然而,如果手术工作台的几何结构是未知的,则可使用附加的接触点来确定工作台的边界,例如至少四个接触位置(例如,在矩形手术工作台患者支撑表面的每侧上一个接触位置或每个角落处一个接触位置)。应该认识到,根据工作台几何结构,所利用的接触位置可以不同。例如,某些手术工作台可以包括相对于彼此可移动的多个平面(例如,牙科医生的椅子),使得附加的接触位置可以用于确定椅子的位置或取向。替代性地,具有多个平面的椅子的被感测接头状态可以与本文描述的配准特征中的任一个结合使用,以确定椅子相对于操纵器组件的位置和/或取向。

[0071] 在另一方面,与手术工作台接触可以包括使单个位置与位置部件接触,并且通过

约束位置部件沿对应自由度的移动来确定沿手术工作台的一个或多个自由度的位置和/或取向。例如,如图14所示,配准特征300为安装在工作台上的配准设备310,操纵器82的远侧部分能够被可释放地联接到配准设备300。当与配准设备310联接时,操纵器82沿多个自由度的运动被约束,使得在手术工作台的对应自由度中的手术工作台的位置和/或取向能够由操纵器的接头传感器确定。

[0072] 图15A示出示例性的安装在工作台上的配准设备310,配准设备310具有工作台安装部分312和插管安装旋钮314,插管安装旋钮314经配置用于与操纵器82的远侧部分的插管安装件可释放地联接。插管安装旋钮314可以为根据插管64(图15B示出)的尺寸成形的实心圆柱体元件,操纵器82的插管安装件被设计成附接到该实心圆柱体元件。在一方面,旋钮经配置被接收在美国专利No.8,182,469中描述的插管安装夹具内,所述专利的全部内容并入本文用于所有目的。这允许操纵器82的现有插管安装件联接到配准设备310,使得操纵器能够起到位置部件的作用,接头状态传感器用于通过操纵器的移动被约束的方向来确定工作台的位置和取向。如通过参考图15B可以认识到的,操纵器的插管安装部分在平移方向中的每个以及在枢转方向(即,偏航、滚动和俯仰)中的每个上的移动受到约束。插管安装旋钮314包括安装到手术工作台的侧杆的工作台安装部分312和从旋钮314径向向外突出以约束插管安装件的旋转移动的取向键316,使得当操纵器的接头状态传感器通过配准设备附接到工作台时,能够由所述传感器确定手术工作台的六个自由度中的每个。虽然该特征在操纵器的插管安装件的背景下被描述,但应该认识到,配准设备310可以经配置附接到患者侧推车的任何操纵器的任何部分或在其间延伸的部件(甚至临时附接的部件),以便允许确定手术工作台和患者侧推车以及相关操纵器之间的空间关系。

[0073] 图16A示出另一示例性的安装在工作台上的配准设备310,配准设备310具有工作台安装部分312和对应于另一类型插管64'的插管安装元件314'。因此,通过制造与在具体操纵器系统中使用的插管类似的安装在工作台上的配准设备以允许使用系统的现有特征进行配准,图15A描述的方法可以用于各种类型的操纵器系统。图16A还进一步详细说明了通过其将安装在工作台上的设备310附接到工作台的装置。虽然安装在工作台上的配准设备能够通过各种装置附接到手术工作台,但如果此设备能够在无需修改工作台或安装附加结构到工作台的情况下被附接,则可以是特别有用的。例如,在具有安装在手术工作台患者支撑表面210的一侧或两侧上的侧杆212的手术工作台中,配准设备310可以包括侧杆安装件312以及支撑件,侧杆安装件312通过接合侧杆而安装到侧杆,侧杆通过支撑件安装到工作台。此侧杆212通常通过在侧杆相反端附近的两个这样的横向支撑件被安装到手术工作台,使得在两侧上均具有侧杆212的手术工作台中可以有四个可以安装配准设备310的位置(例如,参加图18)。

[0074] 在某些方面,通过将安装在工作台上的设备310在已知位置处附接到工作台,能够使用工作台的已知几何结构或估计的几何结构来更准确地确定工作台的位置和/或取向。例如,如图18所示,如果在工作台上存在配准设备310可附接到其上的四个可能的位置,那么能够使用手术工作台的已知几何结构和来自操纵器的接头状态传感器数据,准确地(通常在小于一厘米或更少的范围内)确定工作台的位置和/或取向,其中所述操纵器附接到在已知位置处安装到工作台的配准设备310。在一方面,系统可以经配置使得用户输入配准设备附接到工作台的哪个位置以及哪个操纵器与配准设备联接(例如,通过使用图18所示的

对话框提示)。在另一方面,系统可以自动检测(诸如通过使用机械装置、RFID、声纳或光学感测装置)配准设备310附接到工作台上的哪个位置处以及哪个操纵器与配准设备310联接。

[0075] 图17A至图17D示出安装在工作台上的配准设备310的附加视图,其类似于图15A中的配准设备,配准设备310安装到手术工作台的侧杆212并且操纵器的插管安装件被安装到配准设备310,以有助于手术工作台和患者侧推车之间的配准。

[0076] 线性编码器

[0077] 在基于接触的替代性方法中,弹簧加载的线性编码器能够被安装在患者侧推车上。如图20所示,弹簧加载的线性编码器330中的每个能够被拉伸并附接到工作台的一侧上的挂钩,以便在手术工作台和患者侧推车或相关联的部件之间延伸。在一方面,使用至少三个线性编码器,使得来自线性编码器的读数能够进行三角测量,以确定手术工作台相对于患者侧推车的位置和姿态以及手术工作台的位置和姿态。应该进一步认识到,也可以使用在手术工作台和外部参考系诸如手术室的地板之间延伸的此类编码器,以允许通过公共外部参考系来进行配准。该方法最初能够在预对接配准中使用,或者此类编码器能够保持被附接,以便允许在过程期间确定手术工作台的位置和/或取向,并且在整个过程期间维持配准,而无需使用操纵器中的一个。

[0078] 基于非接触的配准

[0079] 形状传感器

[0080] 在一种方法中,系统可以利用装备有形状传感器的柔性臂。在某些方面,形状传感器是悬挂在患者侧推车的一侧上的软管状物体,其具有能够被锁定在工作台一侧的顶端。锁紧机构具有检测连接/断开的传感器。形状传感器(例如,光学形状感测纤维)用在柔性臂中以在形状传感器连接到工作台时测量其形状。形状信息能够被用于计算患者侧推车关于工作台的相对姿态。在另一方面,诸如缆线形状传感器、光学纤维、挠曲或位置取向感测构件的形状传感器能够被附接到或锁定到工作台的一侧,使得通过系统基于来自形状传感器的输入能够容易地确定位置和/或取向。体现该方法的示例在图19中示出,其示出延伸附接到手术工作台两侧的形状缆线传感器320,以便允许由来自形状缆线的感测输出确定手术工作台的位置和姿态。由于形状传感器允许在过程期间动态地感测位置和/或取向使得操纵器和手术工作台之间的配准在过程期间是基本连续的,所以这是有利的。

[0081] 应该认识到,关于形状传感器的使用,本文描述的配准的方法可以进一步包括在2006年7月20日提交的名称为“使用光纤布拉格光栅的包括位置传感器的机器人手术系统(Robotic Surgery System Including Position Sensors Using Fiber Bragg Gratings)”的美国申请No.7,930,065中描述的各方面中的任一个,所述申请的全部内容并入本文用于所有目的。

[0082] 在某些方面,一个或多个形状传感器绳索能够被附接到手术工作台的一个或多个具体位置,以允许系统确定工作台的位置和/或取向。在另一方面,形状传感器缆线可以被结合到为患者侧推车和手术工作台提供动力的缆线中,使得患者侧推车能够通过外部参考系彼此配准,该外部参考系诸如绳索所附接的手术室。在另一方面,系统可以利用直接在患者侧推车和手术工作台之间延伸的这样的形状传感器绳索,除各种其他目的以外其还能够用于配准的目的。

[0083] 光学/辐射感测

[0084] 在另一方法中,可以使用各种其他的非接触装置,通过其来确定手术工作台相对于患者侧推车的位置和/或取向。此类装置可以包括光学或辐射感测装置、声纳、激光测距传感器或任何其他合适的装置中的任一种。在一方面,此类感测装置能够附接到患者侧推车并且经配置感测手术工作台上一个或多个点(例如,RFID标签、可识别光学或激光标志),使得能够在过程之前和/或期间确定工作台相对于患者侧推车的位置和/或取向。该方法特别是在使用RFID标签时可以在手术工作台和患者侧推车中的一个或两个上,以确定手术工作台和患者侧推车之间的绝对位置或相对位置,以便允许其间的配准。该方法的示例在图21中示出,其示出附接到患者侧推车(未示出)的RFID传感器341,传感器341能够感测在不同位置处附接到工作台的三个RFID标签340中的每个的位置。通过三角测量来自RFID标签中的每个的信号,能够确定手术工作台的位置和姿态。

[0085] 应该进一步认识到,该方法也可以用于允许通过公共外部参考系进行配准,诸如通过感测来自外部参考系的RFID位置,诸如手术室中已知的位置。例如,本文描述的方法可以使用在多个RFID标签之间的点到点距离确定的实时位置的绝对位置或相对位置或各种其他实时位置方法执行配准。

[0086] 配准工作流程

[0087] 预对接配准

[0088] 在一方面,配准的方法包括预对接配准。在将手术操纵器对接到手术工作台的患者支撑表面上的患者之前,将操纵器臂对接到安装在工作台一侧上的配准设备310(诸如,在图15A或图16A中)。通过读取患者侧操纵器(PSM)和调定接头(SUJ)的编码器数值($q_{机器人}$)并且求解刚性体运动问题,手术机器人(即,患者侧推车)关于配准设备310的位置和取向能够被解决。如上详述,配准设备310经配置使得其仅能够以唯一的方式附接到工作台,即,在相对于工作台的具体对齐/取向处在工作台的一个或多个具体位置处(例如,诸如在侧轨连接到工作台台面的四个位置中的一个处)附接到工作台。因此可以使用一个或多个传感器或外部追踪器,诸如从工作台几何结构的CAD模型或从工作台台面的标度,容易地确定机件关于工作台的姿态。在另一方面,手术操作台能够被机动化并且编码器能够和工作台的致动接头($q_{工作台}$)一起使用,以提供其位置和取向。

[0089] 在一方面,能够使用如下方程式解决操纵器组件关于手术操作台的位置和取向,常常将手术工作台的基座假设为世界坐标系:

$$[0090] \quad T_{世界}^{PSC} = T_{世界}^{工作台}(q_{工作台}) \cdot T_{工作台}^{机件} \cdot T_{机件}^{PSC}(q_{机器人})$$

[0091] 通常,患者侧推车和手术操作台之间的预对接配准可以在过程之前执行一次,在其后通常患者侧推车(PCS)可以不移动,因为在过程期间这会需要另一次配准,在过程期间,操纵器可断开对接,执行另一次配准并且然后将操纵器和患者重新对接。

[0092] 患者侧推车运动的连续监测

[0093] 在另一方面,用于配准的操纵器在整个过程期间可保持对接,使得配准可基本上连续,从而允许手术工作台在过程期间移动,而无需在过程期间执行附加的配准步骤。该方法的一个缺点是会丢失一个操纵器的使用,使得该方法会不适合利用操纵器中的每个的过程。在此过程中,本文描述的替代性技术或方法中的任一个均可用于执行根据本发明方面的配准。

[0094] 在具有多个操纵器臂的操纵器系统中,一种可能的情况是在过程期间使操纵器臂中的一个连接到配准机件。在此类情况下,探测患者侧推车的任意运动,并且如果患者侧推车在过程期间已经被移动,则产生警报。在一方面,这可以通过(a)释放调定接头(SUJ)制动器并且监测其编码器值或者(b)监测调定接头和操纵器接头或其组合上的扭矩。

[0095] 手术工作台和操纵器的协调运动

[0096] 在某些系统中,当可移动手术操纵器与患者对接时,通常移动工作台是不可行的。如果因为任何原因(包括对患者重新取向)而需要工作台活动,则通常用户必须将操纵器与患者断开对接,移动工作台并且然后将操纵器与患者重新对接。通过在过程期间使用凭借安装在手术工作台上的配准设备而保持附接到工作台的操纵器臂,该系统在机器人和工作台之间形成了闭合的运动链。这可以用于执行手术工作台和操纵器组件的实时配准。因此,如果手术工作台移动,则与患者对接的任何操纵器臂可以相应地移动,并且无需使机器人断开对接。因此,通过使用本文描述的配准方法,可将可单独定位的手术工作台结合到具有操纵器组件的手术系统中,使得手术工作台和操纵器组件之间的运动可以协调,使得进一步有利的特征可得以实现。

[0097] 其他变化在本发明的精神范围内。因此,虽然本发明容许各种修改和另选构造,但其某些所示实施例在附图中示出并且已经在上面详细地描述。然而应该理解,并非旨在将本发明限制到具体的形式或所公开的形式,相反,其旨在涵盖落入如所附权利要求限定的本发明的精神和范围内的所有修改、另选构造和等同物。

[0098] 在描述本发明的上下文中(特别在随附权利要求的上下文中)使用的术语“一种/个”和“该”及类似指代词被解释为涵盖单数和复数两者,除非本文另外指出或与上下文明显矛盾。术语“包含”、“具有”、“包括”和“含有”被解释为开放式术语(即,意为“包括但不限于”),除非另外指出。术语“连接”被解释为部分或全部包含在内、附接到或接合在一起,即使存在某物介于其间。除非本文另外指出,否则本文中值的范围的列举仅旨在充当单独指落在该范围内的每个单独值的便捷方法,并且每个单独值被并入说明书中,如同它在本文单独列举一样。本文描述的所有方法可以任何合适的顺序执行,除非本文另外指出或与上下文明显矛盾。本文提供的任何和全部示例的使用,或示例性语言(例如,“诸如”)仅旨在更好地阐述本发明,并不对本发明的范围构成限制,除非另外声明。说明书中的任何语言均不应解释为指示对本发明的实践是必不可少的任何未要求保护的元素。

[0099] 本文所引用的包括公开案、专利申请以及专利的所有参考文献以与每个参考文献都被单独地和具体地指示为以引用方式并入本文并将其全部内容在此阐述相同的程度据此以引用方式并入。

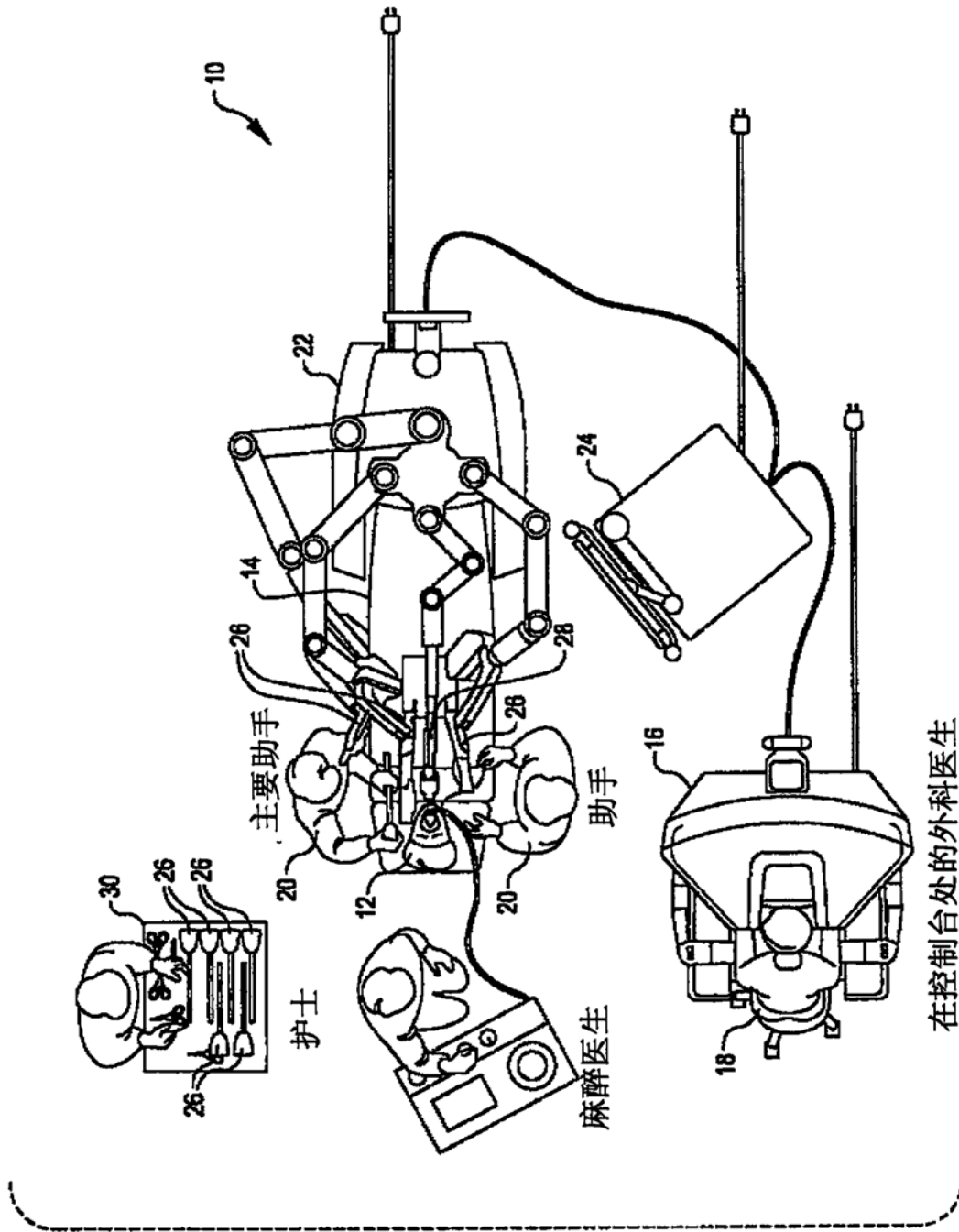


图1

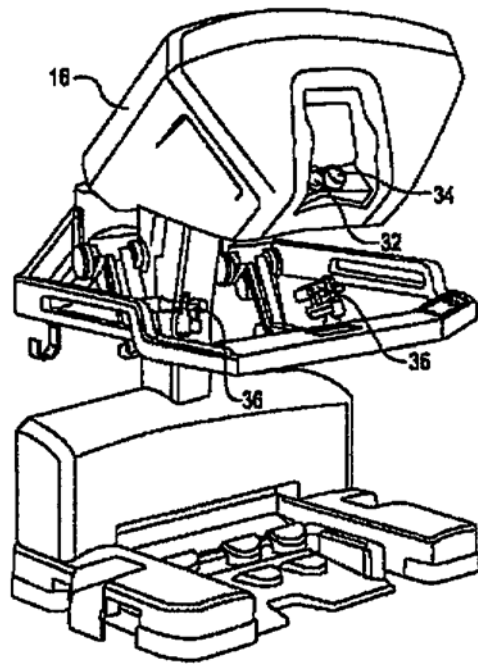


图2

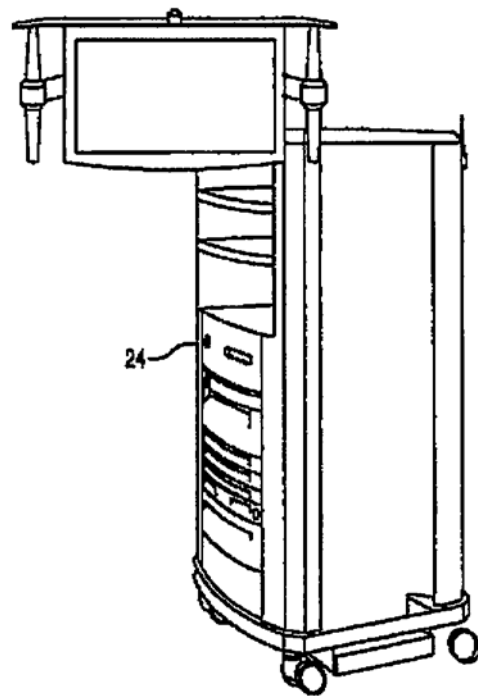


图3

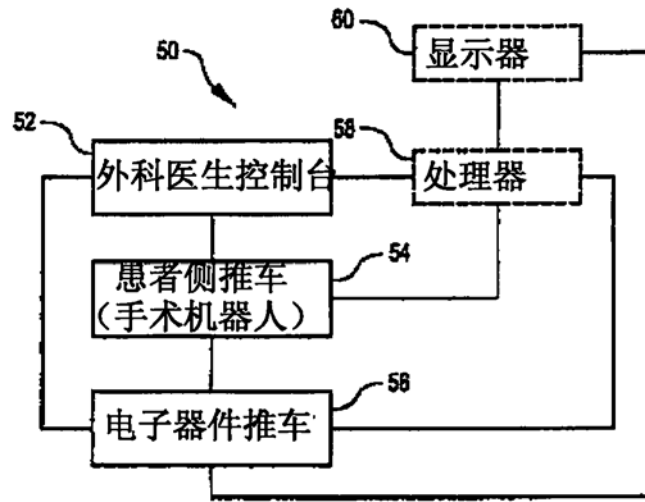


图4

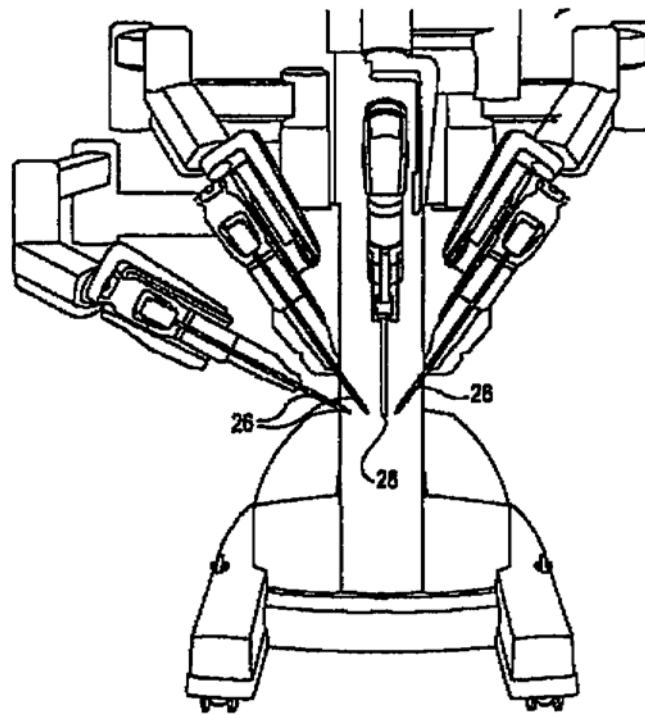


图5A

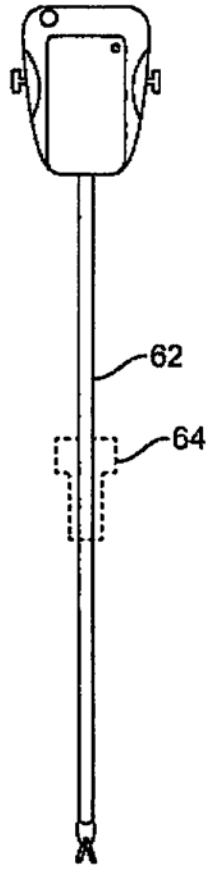


图5B

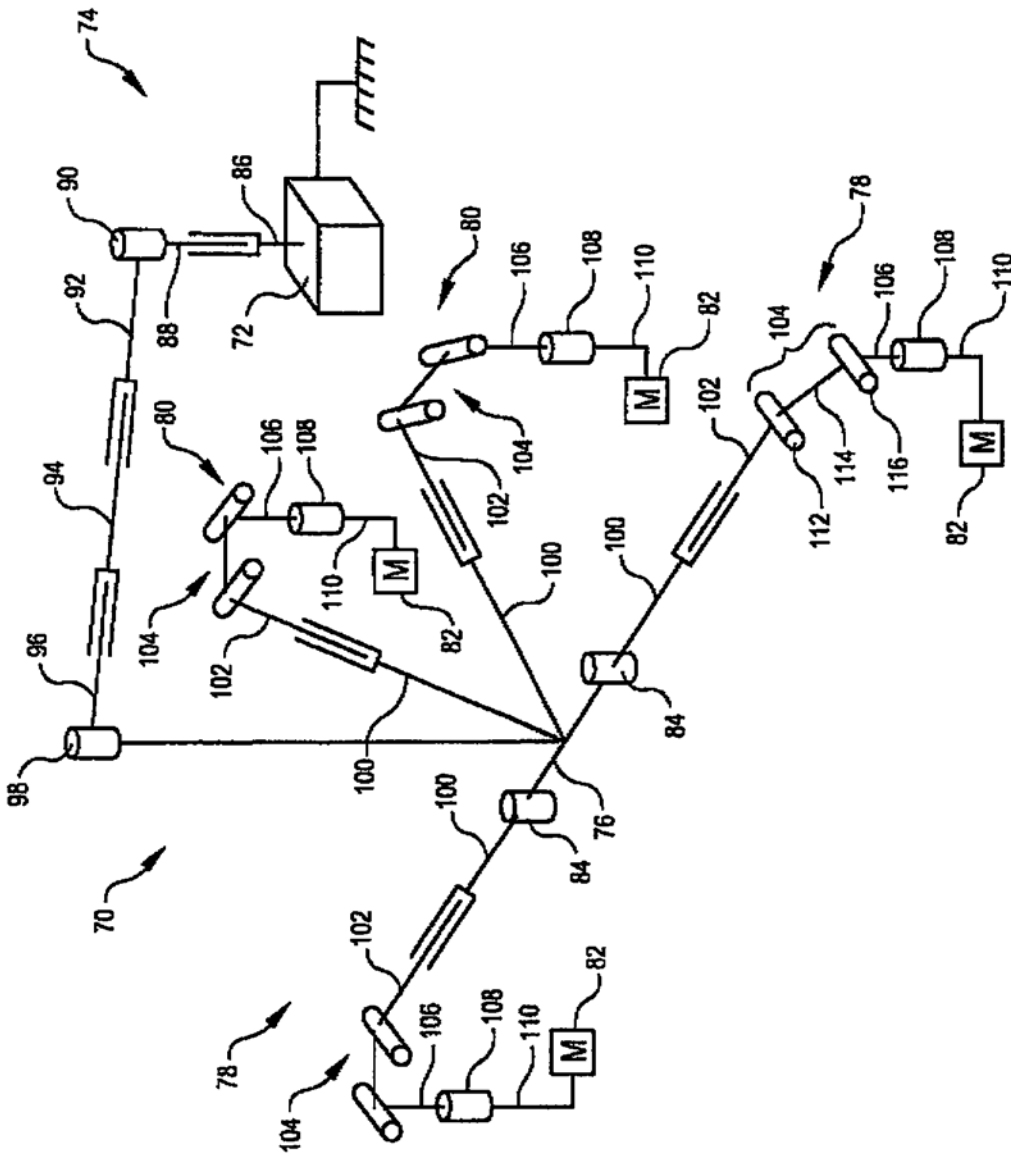


图6

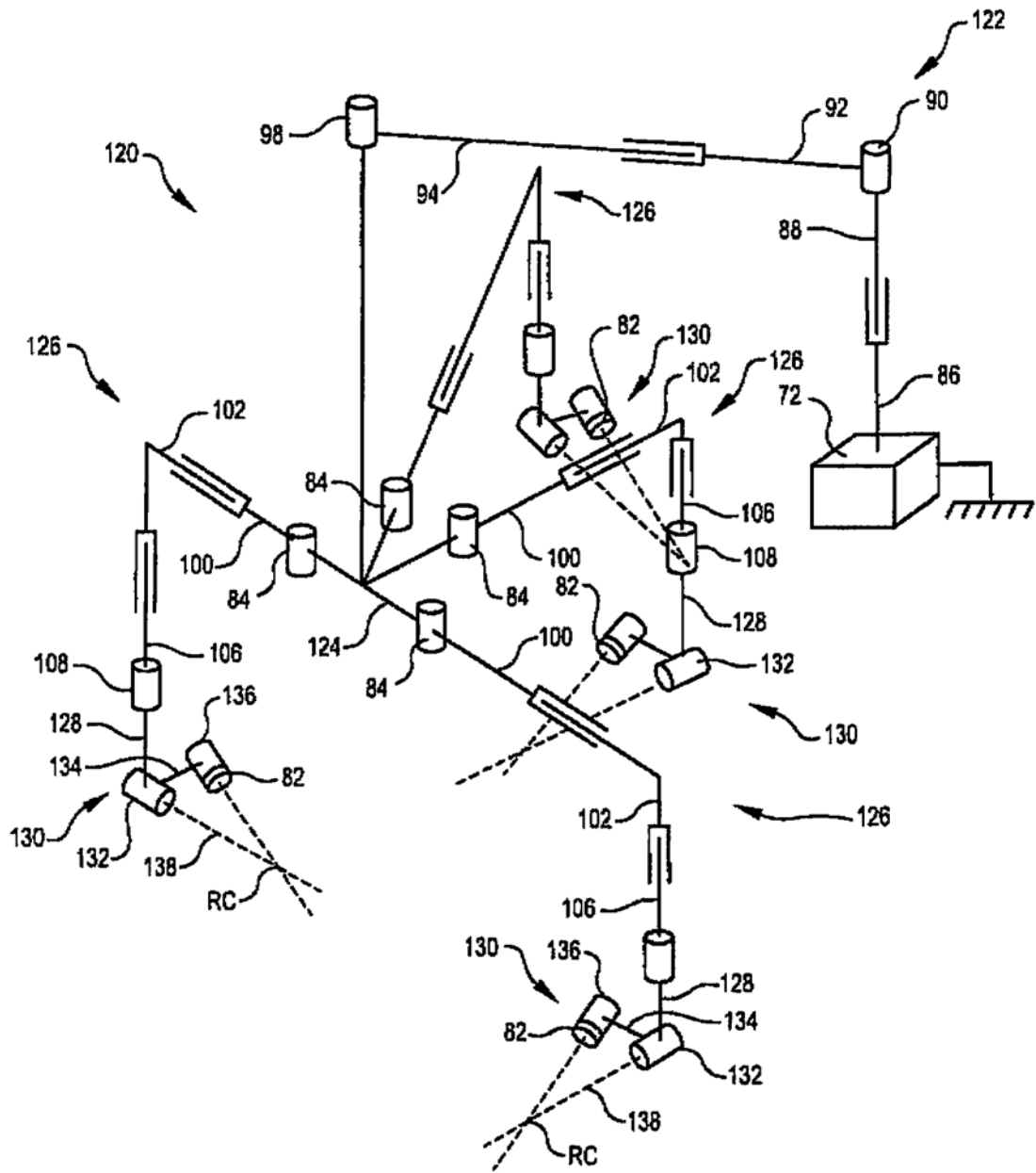


图7

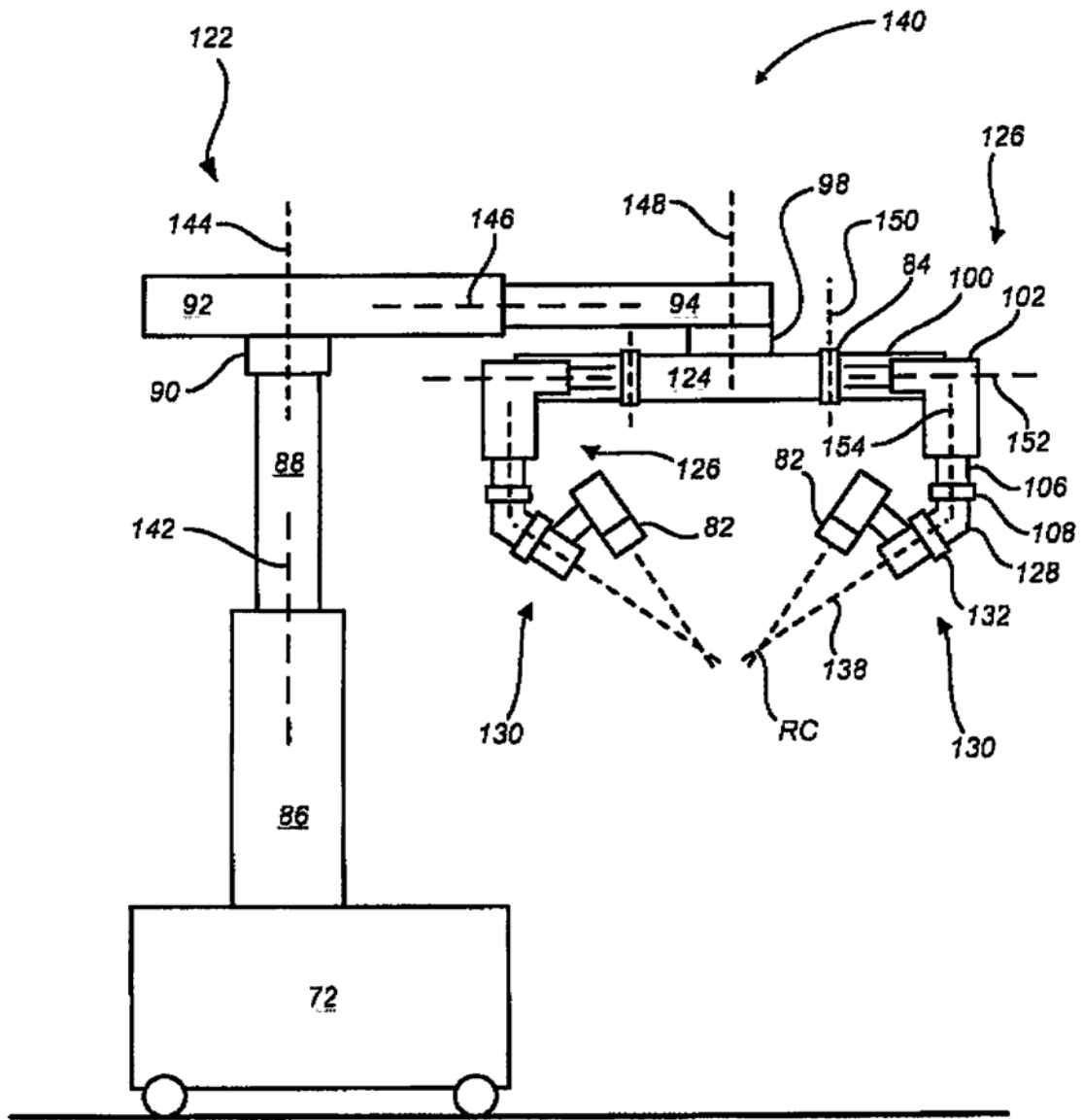


图8

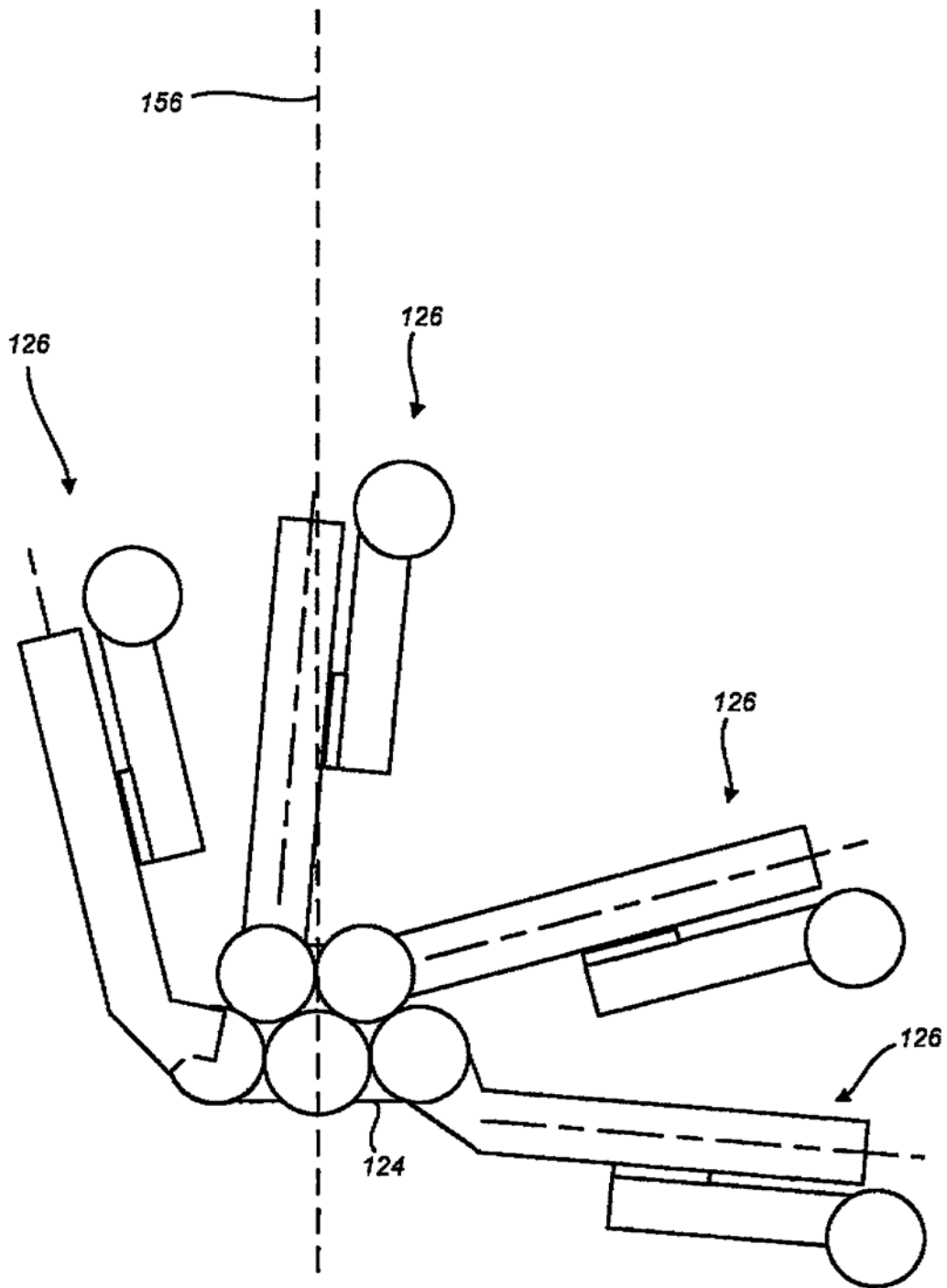


图9

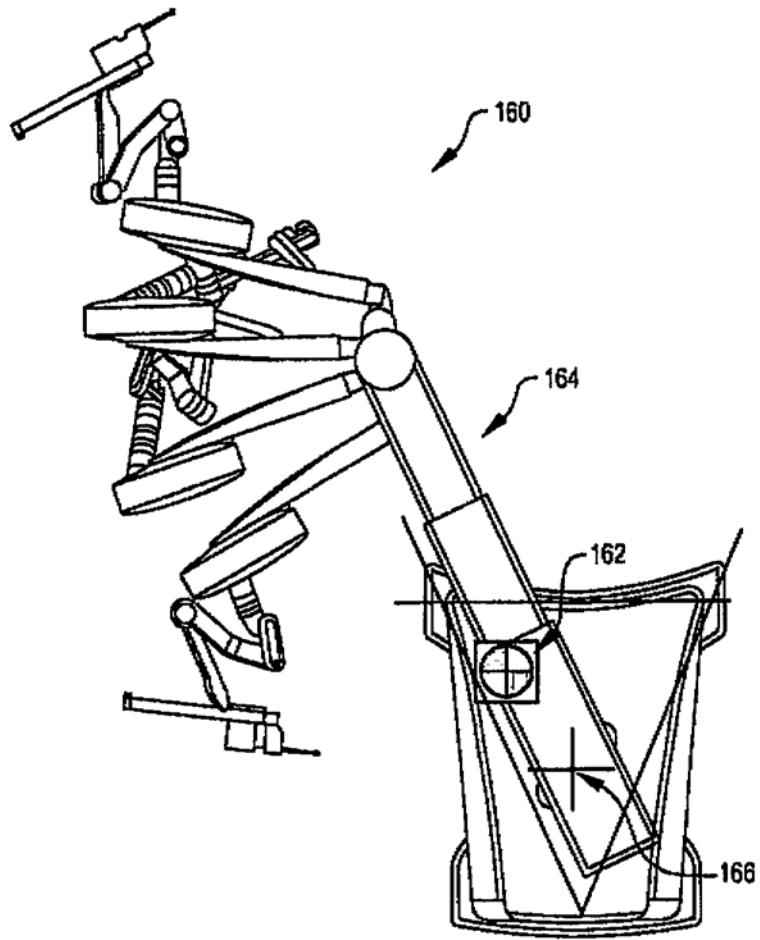


图10

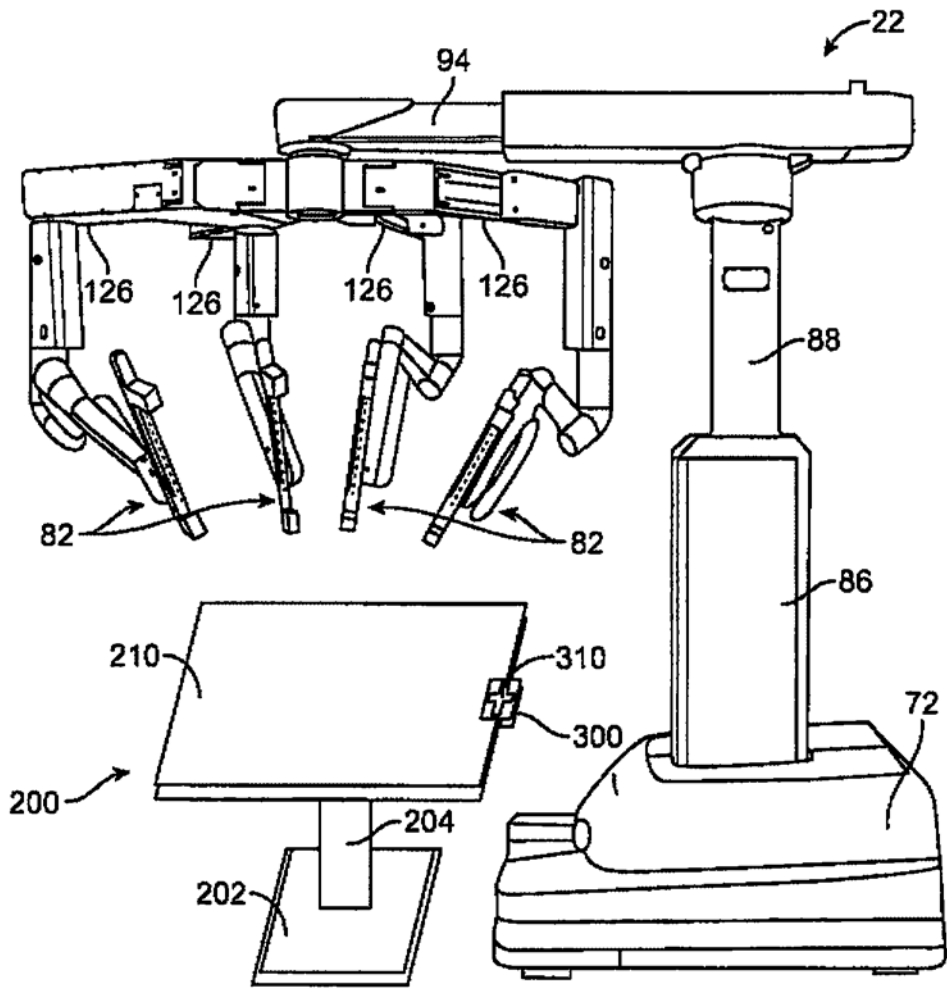


图11

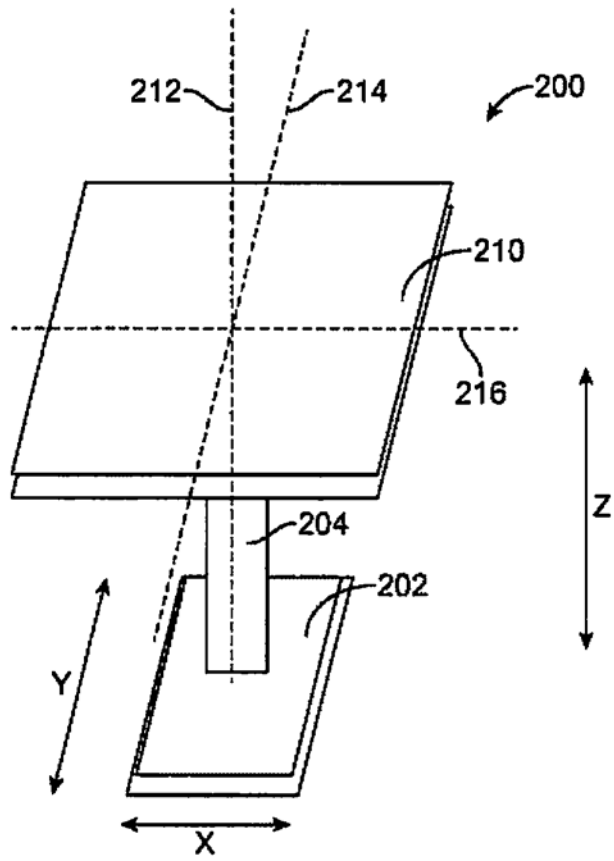


图12

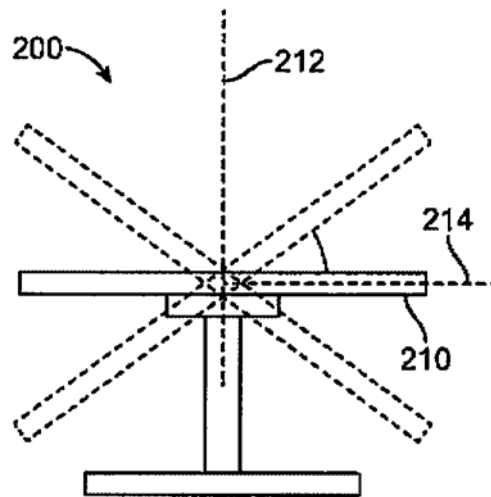


图13A

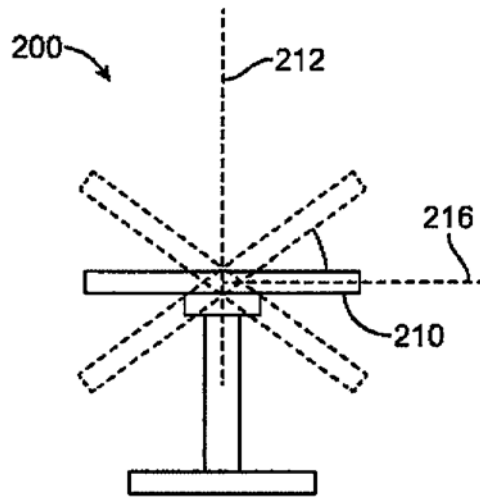


图13B

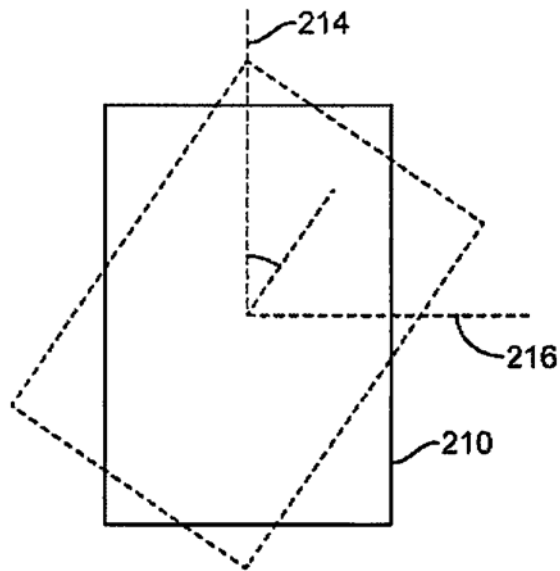


图13C

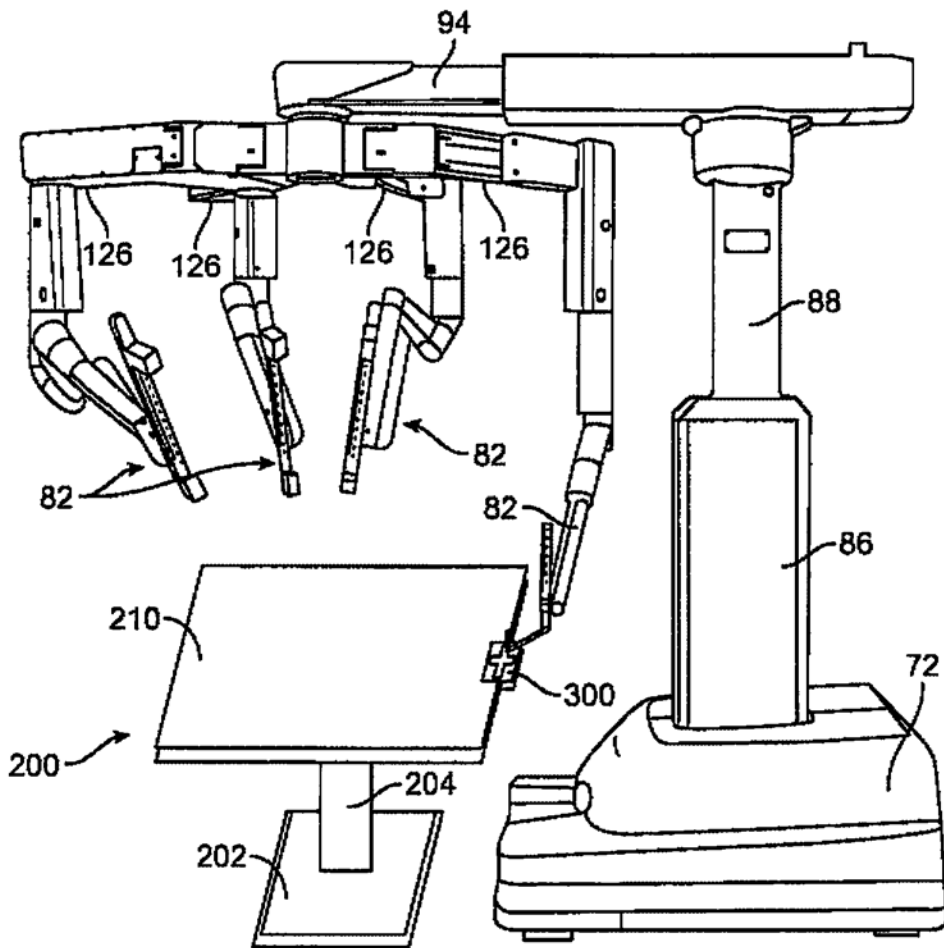


图14

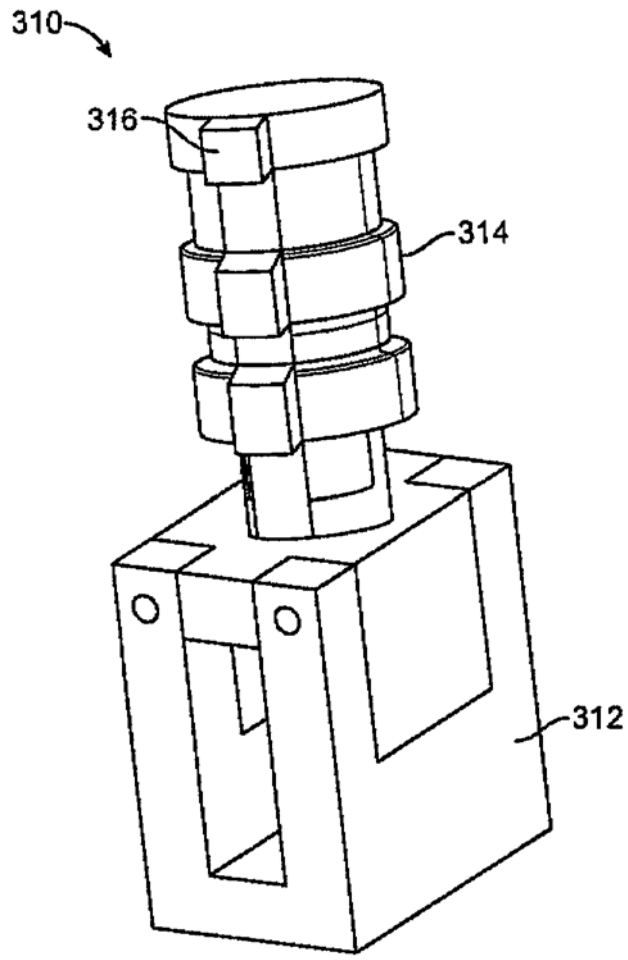


图15A

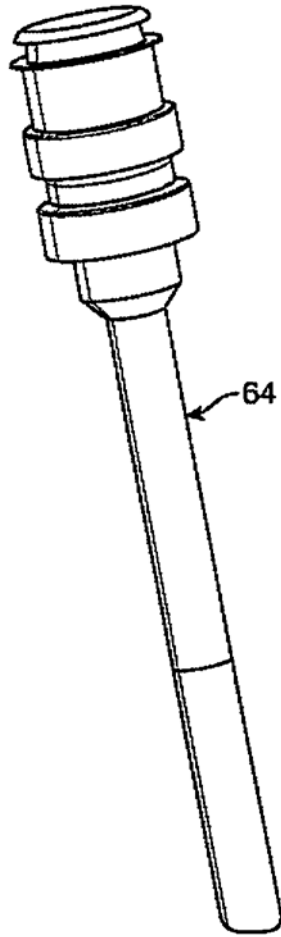


图15B

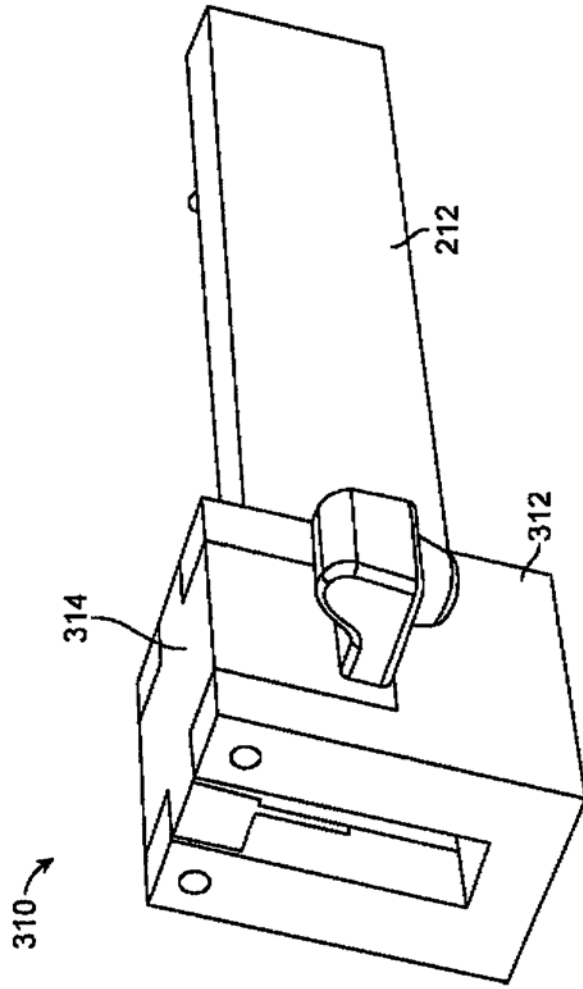


图16A

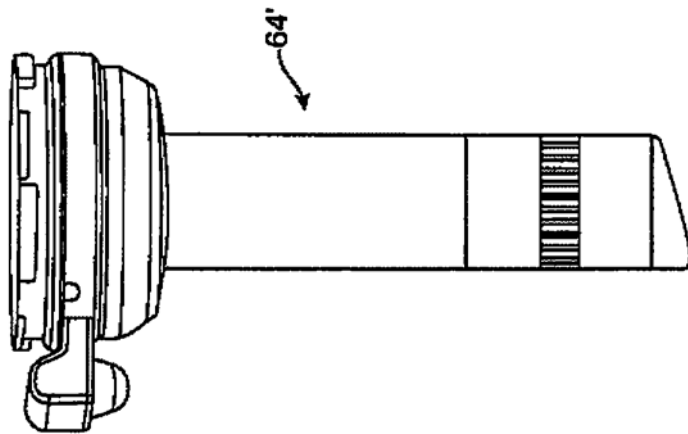


图16B

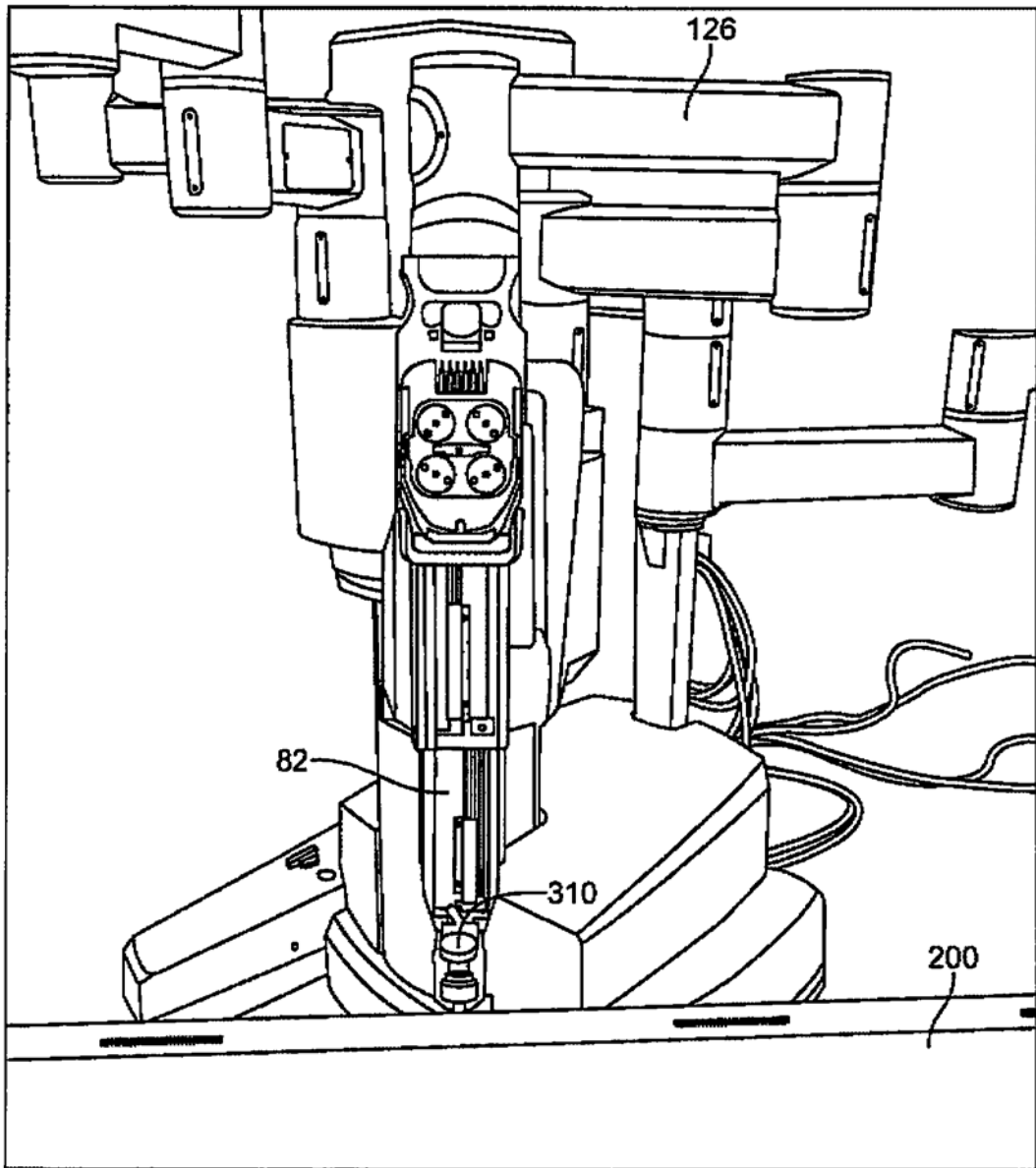


图17A

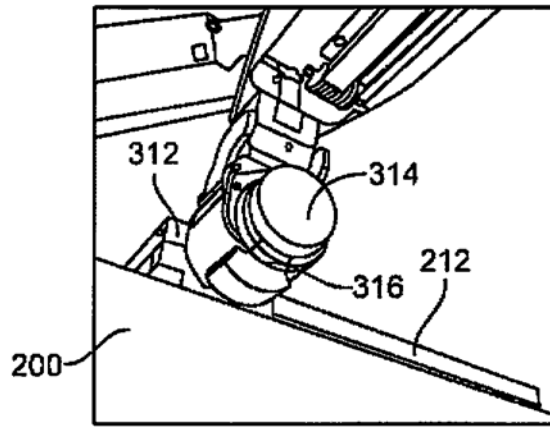


图17B

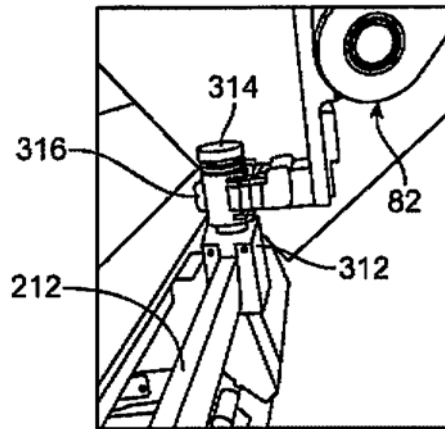


图17C

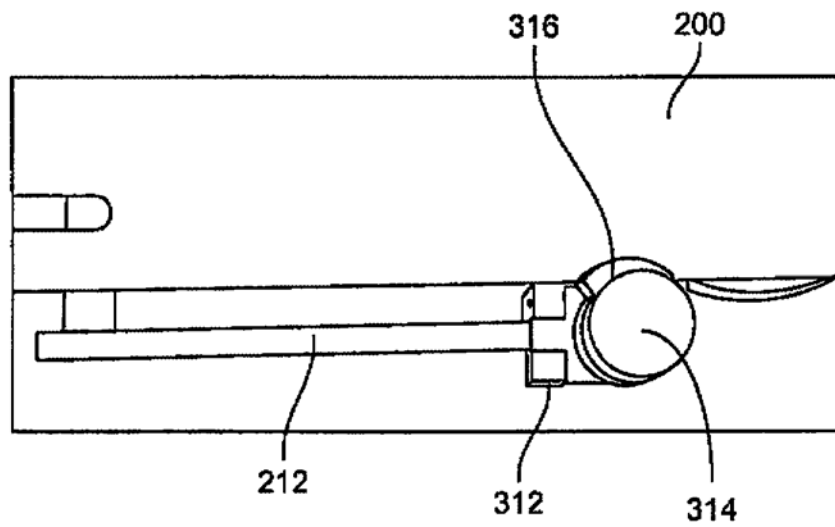


图17D

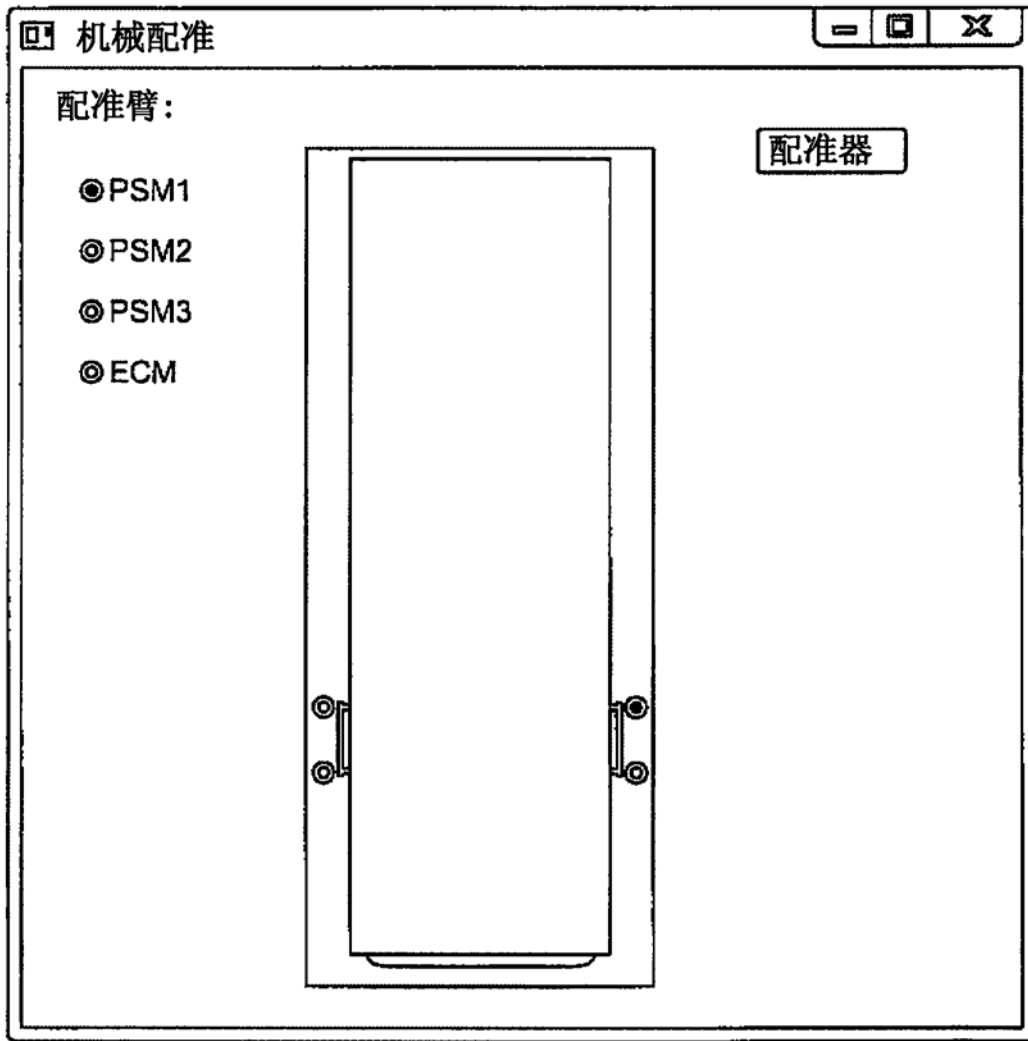


图18

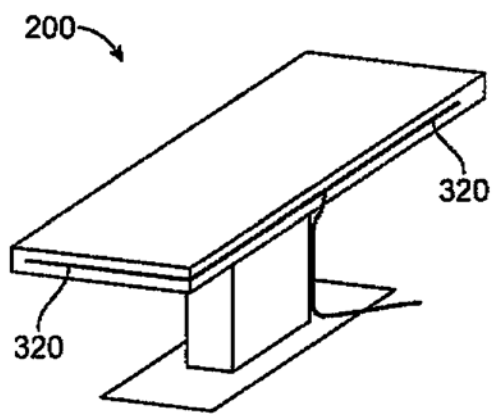


图19

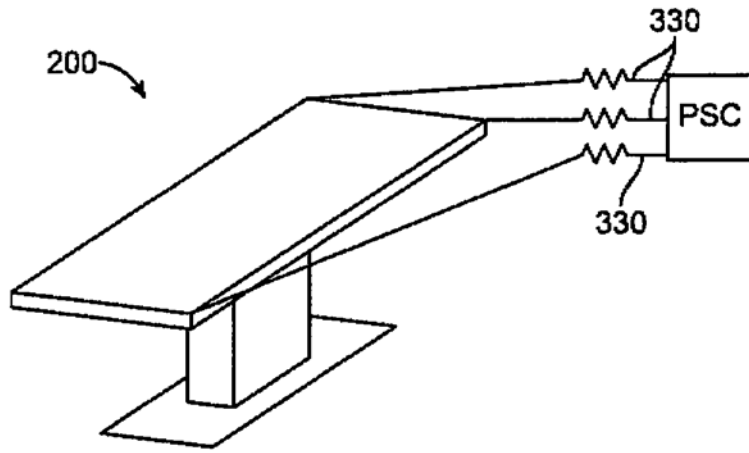


图20

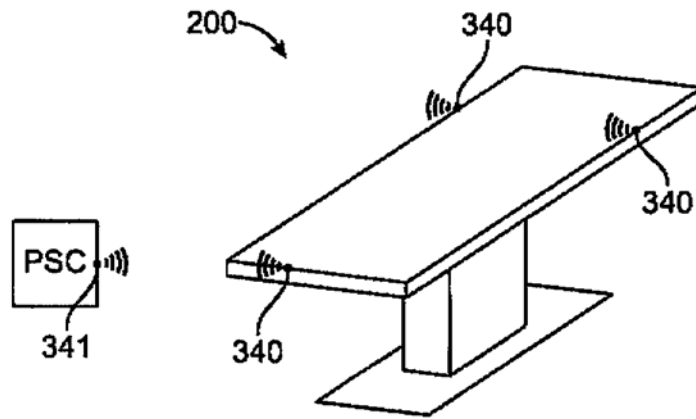


图21