

1. 一种定位系统,所述定位系统包括:
 - 一组定位装置,所述一组定位装置包括:
 - 第一装置,所述第一装置包括与第一定位模态相关联的第一定位源,所述第一定位源被配置为观察第一场;
 - 第二装置,所述第二装置包括与第二定位模态相关联的第二定位源,所述第二定位模态具有与所述第一定位模态不同的类型,所述第二定位源被配置为观察第二场;
 - 第三装置,所述第三装置包括使用所述第一定位模态在所述第一场内能够检测到的一个或多个第一标记;以及
 - 第四装置,所述第四装置包括使用所述第二定位模态在所述第二场内能够检测到的一个或多个第二标记;以及
 - 链接结构,所述链接结构将所述一组定位装置中的两个定位装置以固定的刚性相对位置和取向彼此物理链接。
2. 根据权利要求1所述的定位系统,其中,所述链接结构包括将所述第二装置安装到所述第一装置的刚性安装臂。
3. 根据权利要求2所述的定位系统,其中:
 - 所述第一装置包括可移动C形臂;并且
 - 所述第一定位源包括X射线发生器或X射线检测器中的至少一者。
4. 根据权利要求3所述的定位系统,其中,所述安装臂将所述第二装置安装到所述第一装置的所述C形臂。
5. 根据权利要求3所述的定位系统,其中,所述安装臂将所述第二装置安装到所述第一定位源的结构。
6. 根据权利要求3至5中任一项所述的定位系统,其中,所述第二装置包括电磁场发生器。
7. 根据权利要求6所述的定位系统,其中,所述链接结构以使所述电磁场发生器保持距离所述可移动C形臂和所述第一定位源至少八英寸的方式将所述第二装置安装到所述第一装置。
8. 根据权利要求1所述的定位系统,其中,所述第一定位源和所述第二定位源中的每一者是由以下各项组成的组中的一者:相机装置、X射线发射器、X射线检测器、超声波发射器、超声波检测器和电磁场发生器。
9. 根据权利要求1至5、7或8中任一项所述的定位系统,其中,所述链接结构将所述第三装置固定到所述第四装置。
10. 根据权利要求9所述的定位系统,其中,所述一个或多个第一标记定义第一中心位置,所述第一中心位置通过所述链接结构与由所述一个或多个第二标记定义的第二中心位置保持在共定位位置。
11. 根据权利要求1所述的定位系统,其中,所述第一场与所述第二场至少部分地重叠。
12. 一种定位标记组件,所述定位标记组件包括:
 - 一个或多个第一标记,所述一个或多个第一标记被配置为使用第一定位模态来检测;
 - 一个或多个第二标记,所述一个或多个第二标记被配置为使用第二模态来检测;以及
 - 物理链接结构,所述物理链接结构将所述一个或多个第一标记和所述一个或多个第二

标记以固定的相对位置和取向进行固定。

13. 根据权利要求12所述的定位标记组件,其中,所述物理链接结构将所述一个或多个第一标记和所述一个或多个第二标记以共定位配置进行固定。

14. 根据权利要求13所述的定位标记组件,其中,在所述共定位配置中,所述一个或多个第一标记定义第一坐标中心,所述第一坐标中心与由所述一个或多个第二标记定义的第二坐标中心基本上重叠。

15. 根据权利要求12所述的定位标记组件,其中:

所述一个或多个第一标记包括一个或多个导电线圈;并且

所述一个或多个第二标记包括一个或多个不透射线的表面。

16. 根据权利要求12至15中任一项所述的定位标记组件,其中:

所述第一定位模态是光学、超声波或X射线成像模态;

所述一个或多个第一标记包括使用所述第一定位模态可见的珠形式;并且

所述一个或多个第二标记包括至少部分地嵌入所述一个或多个第一标记的所述珠形式内的一个或多个导电线圈。

17. 一种定位系统,所述定位系统包括:

第一发射器,所述第一发射器与第一定位模态相关联;

第二发射器,所述第二发射器与第二定位模态相关联,所述第二定位模态具有与所述第一定位模态不同的类型;以及

刚性链接臂,所述刚性链接臂将所述第一发射器相对于所述第二发射器物理地保持在固定的刚性相对位置和取向。

18. 根据权利要求17所述的定位系统,其中:

所述第一发射器是电磁场发射器;并且

所述第二发射器是X射线发射器。

19. 根据权利要求18所述的定位系统,所述定位系统还包括被配置为支撑所述第二发射器的C形臂。

20. 根据权利要求19所述的定位系统,其中,所述链接臂将所述第一发射器物理地耦接到所述C形臂。

21. 根据权利要求19所述的定位系统,其中,所述链接臂耦接到所述C型臂的中间部分。

22. 根据权利要求17至21中任一项所述的定位系统,其中,所述链接臂将所述第一发射器物理地耦接到与所述第二发射器相关联的结构。

使用机械连杆的定位系统配准

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求2021年12月31日提交的名称为“POSITIONING SYSTEM REGISTRATION USING MECHANICAL LINKAGES”的美国临时申请63/295,651号的优先权,该申请的公开内容据此全文以引用方式并入本文。

背景技术

[0003] 本公开涉及定位系统,包括被实施来跟踪医疗器械的定位系统。具体而言,本公开的各方面涉及不同定位系统/模态的相互配准。

附图说明

[0004] 出于说明性目的在附图中描绘了各种实施方案,并且绝不应被解释为限制本发明的范围。另外,可组合不同的所公开的实施方案的各种特征以形成作为本公开的部分的附加实施方案。在整个附图中,可重复使用附图标记以指示参考元件之间的对应关系。

[0005] 图1示出了根据一个或多个实施方案的被布置用于诊断和/或治疗性输尿管镜检查的机器人医疗系统的实施方案。

[0006] 图2示出了根据一个或多个实施方案的被布置用于诊断和/或治疗性支气管镜检查的机器人系统。

[0007] 图3示出了根据一个或多个实施方案的基于台的机器人系统。

[0008] 图4示出了根据一个或多个实施方案的可在图1至图3的医疗系统中的任一个医疗系统中实施的医疗系统部件。

[0009] 图5示出了根据一个或多个实施方案的多个定位系统的布置。

[0010] 图6示出了与合并标记相关联的多个定位系统的布置。

[0011] 图7示出了根据一个或多个实施方案的各种定位系统标记。

[0012] 图8示出了根据一个或多个实施方案的与合并标记相关联的电磁和荧光定位系统。

[0013] 图9示出了根据一个或多个实施方案的与合并标记相关联的电磁和机器人定位系统。

[0014] 图10示出了根据一个或多个实施方案的具有机械固定的源的多个定位系统。

[0015] 图11示出了根据一个或多个实施方案的具有相对固定源的电磁和机器人定位系统。

[0016] 图12示出了根据一个或多个实施方案的二维图像上的器械表示的三维位置覆盖图。

具体实施方式

[0017] 本文提供的标题仅出于方便起见,并且不一定影响要求保护的发明的范围或含义。尽管下文公开了特定优选实施方案和示例,但是本发明主题超出具体公开的实施方案

延伸到其他替代实施方案和/或用途以及其修改和等同物。因此,本文可能出现的权利要求的范围不受下文描述的特定实施方案中的任一特定实施方案限制。例如,在本文公开的任何方法或过程中,方法或过程的动作或操作可以任何合适的序列执行,并且不一定限于任何特定公开的序列。继而可通过可能有助于理解特定实施方案的方式将各种操作描述为多个分立的操作;然而,描述的顺序不应被解释为暗示这些操作依赖于顺序。另外,本文描述的结构、系统和/或装置可体现为集成部件或单独部件。出于比较各种实施方案的目的,描述了这些实施方案的特定方面和优点。不一定通过任何特定实施方案实现所有此类方面或优点。因此,例如,可通过实现或优化本文教导的一个优点或一组优点而不一定实现本文也可能教导或提出的其他方面或优点的方式来执行各种实施方案。

[0018] 尽管在本文中使用了特定空间相对术语诸如“外部”、“内部”、“上部”、“下部”、“下方”、“上方”、“竖直”、“水平”、“顶部”、“底部”、“横向”和类似术语来描述一个装置/元件或解剖结构与另一装置/元件或解剖结构的空間关系,但是应当理解,在本文中是出于描述方便起见而使用这些术语,以诸如相对于附图的所示取向来描述元件/结构之间的位置关系。应当理解,空间相对术语旨在涵盖元件/结构在使用中或操作中的除了附图中所描绘的取向之外的不同取向。例如,描述为在另一元件/结构“上方”的元件/结构可表示相对于受试者患者或元件/结构的替代取向在此类其他元件/结构下方或旁边的位置,且反之亦然。应当理解,空间相对术语,包括上文列出的那些,可相对于参考附图的相应图示取向来理解。

[0019] 为了方便具有在一个或多个方面类似的特征部的装置、部件、系统、特征部和/或模块,在本公开的附图组的不同附图中重复使用特定参考标号。然而,关于本文公开的实施方案中的任一个实施方案,在附图中重复使用共同的参考标号并不一定指示此类特征、装置、部件或模块是相同或类似的。相反,本领域普通技术人员可通过上下文被告知关于共同的参考标号的使用可暗示所引用的主题之间的相似性的程度。特定附图的描述的上下文中的特定参考标号的使用可被理解为涉及该特定附图中所识别的装置、部件、方面、特征、模块或系统,并且不一定涉及另一附图中由相同参考标号识别的任何装置、部件、方面、特征、模块或系统。此外,用共同的参考标号识别的单独附图的方面可被解释为共享特性或完全彼此独立。在一些上下文中,与由共同参考标号标识的单独附图相关联的特征部就至少某些方面不相关和/或类似。

[0020] 本公开提供了用于将与不同定位系统和/或模态相关联的不同图像/定位空间彼此配准的系统、装置和方法。具体而言,根据本公开的一个或多个方面的系统、装置和方法可以通过实现定位源和/或与相应模态相关联的能够检测到的标记/传感器之间的机械连杆/固定装置来有利于简化的多模态配准。

[0021] 关于本公开中描述的医疗器械,术语“器械”根据其广泛且普通的含义使用,并且可指任何类型的工具、装置、组件、系统、子系统、设备、部件等。在本文的一些上下文中,术语“装置”可与术语“器械”基本上可互换地使用。

[0022] 机器人手术系统可以用于有利于器械导航到患者体内的区域。在一些实施方案中,机器人系统可以被配置为提供界面,该界面允许操作者通过在多个自由度上引导器械的运动来导航机器人控制的器械。例如,操作者可以引导内窥镜、通路鞘、导丝、工作器械(例如,针、篮、碎石装置等)的轴向平移(即,插入和/或回缩)、关节角度和/或滚动角(即,关节角度方向)。在器官、分支血管口或其他相对开放的三维空间内导航可能是具有挑战性

的,因为需要理解导航/跟踪的器械相对于解剖目标的三维关系和/或确定器械将在哪个平面中弯曲。这项任务可能是困难的,部分是因为将器械从远处的患者通路点穿过患者的管腔导航到规程的期望部位需要在没有器械的直接视线的情况下操纵器械。可使用定位/跟踪系统来帮助定位规程的期望部位,并且使器械到规程的期望部位的导航可视化。定位/跟踪系统允许用户可视化患者的内部解剖结构以及器械的能够检测到的标记在患者解剖结构内的位置和/或取向。

[0023] 定位系统可以包括成像系统/模态,诸如正电子发射断层扫描(PET)、X射线计算机断层扫描(CT)、X射线荧光透视、磁共振成像(MRI)、基于相机的光学系统以及超声波或其他声波成像系统。定位系统还可以包括电磁(EM)跟踪系统(例如,使用本文详细描述的电磁场发生器)、光纤跟踪系统以及基于机器人数据(例如,机器人致动器、扭矩、姿态数据)的机器人跟踪/定位。一些成像系统/模态不适于对器械进行连续实时跟踪,诸如PET、CT和MRI,它们通常产生并且组合对象的许多横截面图像以生成计算机处理的图像;这种图像捕获过程可能相对较慢,并且在图像捕获过程期间图像场内的运动可能产生图像伪像,这使得此类系统不适用于实时跟踪在体内移动的器械。此外,诸如X射线CT和荧光透视之类的一些成像系统/模态会发出潜在的有害电离辐射,因此可能需要限制它们的使用时间。

[0024] 电磁(EM)跟踪系统和光纤跟踪系统可以提供实时器械跟踪。EM跟踪通常通过检测/确定波动磁场中的EM感测线圈(即,EM标记/传感器)的位置/取向来发挥作用。波动磁场基于线圈在磁场中的位置和取向在线圈中感应出电流。因此,可以通过测量线圈中的电流来确定线圈的位置和取向。在一些情况下,单个EM传感器/标记能够以五个自由度感测其在三维空间中的位置和取向。也就是说,EM传感器可以提供指示除了围绕线圈的轴对称轴线(即,滚动角)之外的每个方向上的取向的数据。在器械或其他标记装置上保持在固定相对位置和取向的两个EM传感器/标记可用于感测器械的所有六个自由度。在采用EM跟踪的导航系统中,可以获取解剖空间的图像,其中,系统控制电路被配置为确定与被跟踪的器械相关联的EM传感器/标记的参考系和用于对解剖空间成像的成像系统/模态的参考系之间的配准,以描绘被跟踪的器械在成像的解剖空间内的运动。

[0025] 尽管本文在支气管镜检查 and 输尿管镜检查规程的背景下详细描述了本公开的某些方面,但是应当理解,提供这样的背景是为了方便和清楚,并且本文所公开的器械定位概念适用于任何合适的医疗规程。

[0026] 关于输尿管镜检查规程,外科医生可以通过尿道将内窥镜(例如,输尿管镜)插入尿道中以从膀胱和输尿管中去除尿结石,诸如用于去除肾结石的目的。在一些规程中,医师可使用经皮肾镜取石术(“PCNL”)技术,该PCN技术涉及将肾镜插入穿过皮肤(即,经皮)并且干预组织以提供通向用于打碎和/或去除结石的治疗部位的通路。相对较大的肾结石可以被打碎成相对较小的碎片,以有利于使用某些器械(诸如激光碎石装置)将其取出。根据一些规程,可使用装篮装置/系统来捕获相对较小的结石碎片并将它们从患者的治疗部位提取出。与此类输尿管镜检查规程相关联的任何器械都可以由机器人控制和/或通过使用本文详细描述的定位方式跟踪/检测与该器械相关联的标记/传感器进行位置跟踪。

[0027] 本公开提供了用于将两个或多个定位系统/模态的坐标系相互配准的系统、装置和方法。通过在与不同定位模态相关联的发射器和/或标记之间实施某些机械/物理链接/连杆,可以以简化的方式实现这种配准。在一些实施方式中,通过集成和/或建立多个不同

定位模态可见或可识别的标记(例如,传感器)之间的固定关系来实施这种机械连杆。例如,这种集成/固定可以涉及将与两个或多个不同定位模态相关联的标记彼此物理耦接、嵌入或覆盖在一起/之内/之上,使得这些标记具有共同的中心位置和/或与具有共同原点的共同坐标系相对应。当将第一模态与第二模态配准时,标记的这种共定位可以消除计算和/或执行在第一模态的标记的物理位置与第二模态的标记的物理位置之间进行变换的需要。术语“标记”在本文根据其广泛和普通的含义使用,并且可以指具有在与定位模态相关联的定位空间(例如,视场)内能够检测到、可见或以其他方式可识别的一个或多个表面、结构或组件的任何装置或结构或它们的组合。

[0028] 在一些实施方式中,为了简化配准的目的,定位模态之间的机械/物理连杆可以涉及为多个定位模态建立发射器/源之间的固定关系,所述定位模态诸如荧光透视、光学、基于机器人姿态和/或电磁场定位模态。例如,两个定位系统源/发射器可以刚性耦接到和/或集成到共同刚性物理结构,诸如荧光透视系统的C形臂。这种机械固定可以在第一模态与第二模态之间建立恒定的位置关系和恒定的配准,从而消除了将第一模态与第二模态配准时计算或执行在第一定位模态的发射器/源的物理位置与第二定位模态的发射器/源的物理位置之间进行变换的需要。

[0029] 医疗系统

[0030] 图1示出了根据本公开的各方面的用于执行各种医疗规程的示例性医疗系统100。医疗系统100可用于例如内窥镜规程。完全手动的规程相比,机器人医疗解决方案可提供相对于特定器械的相对较高的精度、较优异的控制和/或较优异的手眼协调。尽管图1的系统100是在输尿管镜规程的背景下呈现的,但是应当理解,本文公开的原理可在任何类型的内窥镜规程中实现。

[0031] 医疗系统100包括机器人系统10(例如,移动机器人推车),该机器人系统被配置为接合和/或控制医疗器械(例如,输尿管镜)以对患者7执行规程,该医疗器械包括近侧柄部31和在其近侧部分耦接到柄部31的轴40。应当理解,器械40可以是任何类型的基于轴的医疗器械,包括内窥镜(诸如输尿管镜或支气管镜)、导管(诸如可操纵或不可操纵的导管)、针、肾镜、腹腔镜或其他类型的医疗器械。器械40可以通过直接进入(例如,通过自然孔口)和/或通过经由皮肤/组织穿刺的经皮进入来进入患者内部解剖结构。

[0032] 医疗系统100包括控制系统50,该控制系统被配置为与机器人系统10介接,提供关于规程的信息以及/或者执行多种其他操作。例如,控制系统50可包括一个或多个显示器56,该一个或多个显示器被配置为呈现特定信息来辅助医师5和/或其他技术人员或个体。医疗系统100可以包括被配置为保持患者7的台15。系统100还可包括电磁(EM)场发生器,诸如安装到台15或其他结构的机器人安装的EM场发生器80或EM场发生器85。

[0033] 尽管各种机器人臂12被示为处于各种位置并且耦接到各种工具/装置,但是应当理解,此类配置是为了方便和说明的目的而示出的,并且此类机器人臂可随时间推移和/或在医疗规程期间的不同点处具有不同配置。此外,机器人臂12可耦接到与图1所示的装置/器械不同的装置/器械,并且在一些情况下或时间段内,这些臂中的一个或多个彼可不被利用或耦接到医疗器械。器械耦接到机器人系统10可经由与相应臂12的远侧端部相关联的机器人端部执行器6。术语“端部执行器”在本文中根据其广义和普通含义使用,并且可指任何类型的机器人操纵器装置、部件和/或组件。术语“机器人操纵器”和“机器人操纵器组件”根

据它们的广泛和普通含义来使用,并且可指机器人端部执行器和/或无菌适配器或(共同地或单独地)耦接到端部执行器的其他适配器部件。例如,“机器人操纵器”或“机器人操纵器组件”可指包括一个或多个驱动输出部的器械装置操纵器(IDM),无论体现在机器人端部执行器、适配器和/或其他部件中。

[0034] 在一些实施方案中,医师5可与控制系统50和/或机器人系统10交互以使得/控制机器人系统10将医疗器械轴40(例如,窥镜)推进和导航穿过患者解剖结构到达目标部位和/或使用相关器械执行某些操作。控制系统50可经由显示器56提供与医疗器械40和/或系统100的其他器械相关联的信息,诸如由该医疗器械捕获的实时内窥镜图像,以辅助医师5导航/控制此类器械化。控制系统50可以向医师5提供基于某些定位模态的成像/位置信息,诸如荧光透视、超声波、光学/相机成像、EM场定位或其他模态,如本文详细描述。

[0035] 本文所公开的各种窥镜/轴型器械(诸如系统100的轴40)可被配置为在人类解剖结构内导航,诸如在人类解剖结构的自然孔口或内腔内导航。术语“窥镜”和“内窥镜”在本文中根据其广泛且普通的含义使用,并且可指具有图像生成、查看和/或捕获功能并且被配置为引入到身体的任何类型的器官、腔、内腔、腔室或空间中的任何类型的细长(例如,轴型)医疗器械。窥镜可包括(例如)输尿管镜(例如,用于进入尿路)、腹腔镜、肾镜(例如,用于进入肾)、支气管镜(例如,用于进入气道,诸如支气管)、结肠镜(例如,用于进入结肠)、关节镜(例如,用于进入关节)、膀胱镜(例如,用于进入膀胱)、结肠镜(例如,用于进入结肠和/或直肠)、管道镜等。在一些情况下,窥镜/内窥镜可包括至少部分地刚性和/或柔性管,并且尺寸可被设定成在外护套、导管、导引器或其他内腔类型装置内通过,或者可在没有此类装置的情况下使用。本文所述的内窥镜和其他器械可以具有与其远侧端部或其他部分相关联的某些标记/传感器,这些标记/传感器被配置为在与一个或多个定位(例如,成像)系统/模态相关联的场/空间中可见/能够检测到。

[0036] 系统100被示为包括荧光透视系统70,该荧光透视系统包括X射线发生器75和图像检测器74(在一些背景下称为“图像增强器”;部件74、75中的任一个部件在本文中都可被称为“源”),它们都可安装在可移动C形臂71上。控制系统50或其他系统/装置可用于存储和/或操纵使用荧光透视系统70生成的图像。在一些实施方案中,床15是射线可透过的,使得来自发生器75的射线可以穿过床15和患者解剖结构的目标区域,其中,患者7位于C形臂71的端部之间。荧光透视系统70的结构/臂71可为可旋转的或固定的。荧光透视系统70可被实施为允许观看实时图像以有利于图像引导手术。结构/臂71可以选择性地移动,以允许荧光透视面板源74拍摄患者7和/或手术场的各种图像。

[0037] 在图1所示的示例性泌尿学配置中,机器人臂12c被示为保持场发生器80。由于电场发生器80生成的电场可能由于其中存在金属或其他导电部件而失真,因此可希望以使系统的其他部件基本上不干扰电场的方式定位臂12c。例如,可能希望将场发生器80定位成距离与荧光透视系统相关联的支撑臂71至少8”或更远。在一些实施方案中,系统100包括安装到台15或其他结构(例如,独立结构)的EM场发生器85。

[0038] 系统100(与本文公开的其他系统一样)可以包括光学成像源99,诸如相机装置(例如,立体相机组件)。光学成像源99可被配置为/用于观察手术环境中的场,以识别设置在场中的某些标记。例如,在一些实施方案中,成像源99可发射红外(IR)或其他频率的电磁辐射和/或检测这种辐射的反射以识别包括反射这种辐射的表面的标记。这种光学偏转可以指

示与特定光学模态相关联的标记的位置和/或取向。系统100可以具有某些标记/基准65、67,这些标记/基准可在与相应定位模态相关联的一个或多个参考系/坐标系/空间中能够检测到/定位。

[0039] 图2示出了根据一个或多个实施方案的被布置用于诊断和/或治疗性支气管镜检查的基于推车的机器人系统101。在支气管镜检查期间,机器人系统10的臂12可被配置为将医疗器械轴40诸如可操纵内窥镜(其可以是用于支气管镜检查的规程特定的支气管镜)驱动通过自然孔口进入点(例如,在本示例中定位在台15上的患者7的口),以递送诊断和/或治疗工具。如图所示,机器人系统10(例如,推车)可被定位为靠近患者的上躯干,以便提供对进入点的进入。当用胃镜执行胃肠(GI)手术时,也可利用图2中的布置。

[0040] 如同图1的系统100一样,器械/窥镜40可以通过通路鞘进入目标解剖结构。对于外科支气管镜检查,在插入之后,内窥镜40可使用来自机器人系统10的精确命令向下导向患者的气管和肺,直到到达目标手术部位。例如,可引导内窥镜52以将活检针递送到目标,诸如例如患者肺内的病变或结节。系统101可以包括基于光学/相机的定位/成像源90。

[0041] 图3示出了根据本公开的一个或多个实施方案的基于台的机器人系统102。系统102包括与台/平台115集成的机器人部件,从而与一些基于推车的机器人系统相比,允许手术室内减少量的资本设备。在一些情况下,像系统102这样的集成有台的机器人系统可以允许更好地进入患者。与基于推车的系统101、102非常类似,与系统102的机器人臂112相关联的器械装置操纵器组件通常可包括器械和/或器械进送器,这些器械和/或器械进送器被设计成操纵细长医疗器械/轴,诸如导管40等。

[0042] 如图所示,机器人使能的台系统104可包括耦接到一个或多个托架141(例如,环形可移动结构)的柱144,一个或多个机器人臂112可从该柱伸出。托架141可沿着延伸了柱144的长度的至少一部分的竖直柱接口平移,以提供不同有利点,机器人臂112可从这些有利点定位。在一些实施方案中,托架141可围绕柱144旋转,以允许机器人臂112进入台104的多个侧面。托架141的旋转和/或平移可允许系统102将医疗器械诸如内窥镜和导管对准到患者上的不同进入点中。

[0043] 在图1至图3的系统的任一系统中,通过使用多种定位方式,包括例如荧光透视、EM场感测、光学成像、机器人姿态估计、超声波等,可以方便地跟踪机器人在患者体内推进的器械的位置。如本文详细描述,多个模态的相互配准可以允许一个模态中的确定位置被跟踪和/或叠加在与另一模态相关联的图像场上。标记可以被放置在被跟踪的器械上或以其他方式与被跟踪的器械集成在一起,以允许在相关定位模态的相应定位/图像空间中检测和定位这些标记/器械。至于对患者体内目标解剖结构的跟踪,可使用内窥镜或其他器械来递送/指示基准以“标记”目标解剖结构的位置。

[0044] 参考图1至图3和图4,图4示出了图1至图3中任一者的子系统的示例性实施方案部件,控制系统50可以被配置为提供各种功能以辅助执行医疗规程。控制系统50可经由无线或有线连接与机器人系统10通信(例如,以控制机器人系统10)。在一些实施方案中,控制系统50可以与机器人系统10通信,以从该机器人系统接收与窥镜40或其他器械的远侧端部的位置相关的位置数据。这种定位数据可使用一个或多个标记(例如,电磁传感器、不透射线的标记等)来导出和/或至少部分地基于机器人系统数据(例如,臂位置/姿态数据、各种系统组件的已知参数或尺寸等)来导出。在一些实施方案中,控制系统50可以与EM场发生器

80/85通信以控制患者7周围和/或被跟踪器械周围区域中EM场的生成。

[0045] 图4还示出了图1至图3中的任一者的机器人系统10的示例性实施方案。机器人系统10可以包括一个或多个机器人臂12,机器人臂中的每个机器人臂可以包括耦接到关节24的多个臂段23,该多个臂段可以提供多个移动度/自由度。当机器人系统10被正确定位时,可通过机器人使用机器人臂12、由医师5手动地或它们的组合将窥视镜40插入患者7体内。臂112中的一个臂可具有与其相关联的器械耦接件/操纵器31,该器械耦接件/操纵器被配置为有利于内窥镜40的推进和操作。

[0046] 机器人系统10可以物理地和/或通信地耦接到医疗系统的任何部件,诸如耦接到控制系统50、台15、EM场发生器80/85、窥镜40、荧光透视系统70和/或任何类型的经皮进入器械(例如,针、导管、肾镜等)。机器人系统10可被配置为从控制系统50接收控制信号以执行某些操作,诸如定位一个或多个机器人臂12、操纵窥镜40等。作为响应,机器人系统10可以使用某些控制电路211控制致动器217和/或机器人系统10的其他部件以执行操作。例如,控制电路211可控制与机器人臂12和/或臂支撑件17的各种关节相关联的各种马达/致动器。在一些实施方案中,机器人系统10和/或控制系统50被配置为从窥镜40接收图像和/或图像数据,这些图像和/或图像数据表示患者7的内部解剖结构和/或通路鞘或其他装置部件的各部分。

[0047] 机器人系统10一般包括细长支撑结构14(也称为“柱”)、机器人系统基部25和在柱14的顶部处的控制台13。柱14可包括用于支撑一个或多个机器人臂12(在图1中示出三个)的部署的一个或多个臂支撑件17(也称为“托架”)。臂支撑件17可被配置为沿柱14竖直地平移。在一些实施方案中,臂支撑件17通过狭槽20连接到柱14,该狭槽定位在柱14的相对侧上以引导臂支撑件17的竖直平移。狭槽20包含竖直平移接口以将臂支撑件17相对于机器人系统基座25定位并保持在各种竖直高度处。基座25在地板上平衡柱14、臂支撑件17和臂12的重量。

[0048] 机器人臂12一般可包括被一系列连杆23分隔的机器人臂基座21和端部执行器6,该一系列连杆由一系列链接臂段24连接,每个关节包括一个或多个独立的致动器217。每个致动器可包括可独立控制的马达。每个可独立控制的关节24可提供或表示机器人臂可用的独立自由度。在一些实施方案中,臂12中的每个臂具有七个关节,并且因此提供七个自由度,包括“冗余”自由度。冗余的自由度允许机器人臂12使用不同的连杆位置和关节角度将其相应的端部执行器6定位在空间中的特定位置、取向和轨迹处。这允许系统从空间中的期望点定位和导向医疗器械,同时允许医师使臂关节运动到远离患者的临床有利位置,以产生更大的接近,同时避免臂碰撞。定位在柱14的上端处的控制台13可提供用于接收用户输入的用户界面和向医师/用户提供术前和术中数据的显示屏56(或两用装置,诸如触摸屏)两者。机器人推车10还可以包括柄部27以及一个或多个轮子28。

[0049] 机器人臂12中的每个机器人臂的端部执行器6可包括或被配置为耦接到其上的器械设备操纵器(IDM;例如,窥镜柄部31),在一些情况下该器械设备操纵器可使用无菌适配器部件附接。端部执行器6和相关联的IDM以及任何干预机构或耦接件(例如,无菌适配器)的组合可称为操纵器组件。IDM可提供电力和控制接口。例如,接口可包括用于将气动压力、电力、电信号和/或光学信号从机器人臂12传递到IDM的连接器。IDM可被配置为使用包括例如直接驱动、谐波驱动、齿轮驱动、皮带和滑轮、磁驱动等的技术操纵诸如窥镜40的医疗器

械(例如,外科手术工具/器械)。

[0050] 如以上参考的,系统100可包括被配置为执行本文描述的特定功能的特定控制电路,包括机器人系统10的控制电路211和控制系统50的控制电路251。也就是说,系统100、101、102的控制电路可以是机器人系统10、控制系统50或它们的某种组合的一部分。因此,本文对控制电路的任何提及可指体现在机器人系统、控制系统或医疗系统(诸如分别在图1至图3中示出的医疗系统100、101、102)的任何其他部件中的电路。术语“控制电路”在本文中根据其广泛和普通含义而使用,并且可指以下各项的任何集合:处理器、处理电路、处理模块/单元、芯片、管芯(例如,包括一个或多个有源和/或无源装置和/或连接性电路的半导体管芯)、微处理器、微控制器、数字信号处理器、微型计算机、中央处理单元、现场可编程门阵列、可编程逻辑装置、状态机(例如,硬件状态机)、逻辑电路、模拟电路、数字电路和/或基于电路和/或操作指令的硬编码来操纵信号的任何装置。本文提及的控制电路还可包括一个或多个电路衬底(例如,印刷电路板)、导电迹线和通孔和/或安装垫、连接器和/或部件。本文提及的控制电路还可包括一个或多个存储装置,该一个或多个存储装置可体现在单个存储器装置、多个存储器装置和/或装置的嵌入式电路中。此类数据存储装置可包括只读存储器、随机存取存储器、易失性存储器、非易失性存储器、静态存储器、动态存储器、闪存、缓存、数据存储寄存器和/或存储数字信息的任何装置。应当注意,在控制电路包括硬件和/或软件状态机、模拟电路、数字电路和/或逻辑电路的实施方案中,存储任何相关联的操作指令的数据存储装置/寄存器可嵌入在包括该状态机、该模拟电路、该数字电路和/或该逻辑电路的电路内或在该电路外部。

[0051] 控制电路211、251可包括计算机可读介质,该计算机可读介质存储和/或被配置为存储硬编码和/或操作指令,这些硬编码和/或操作指令对应于在本图中的一个或多个图中示出的和/或在本文中描述的步骤和/或功能中的至少一些步骤和/或功能。在一些情况下,此类计算机可读介质可包括在制品中。控制电路211/251可完全在本地维护/设置,或者可至少部分地远程定位(例如,经由局域网和/或广域网间接地通信地耦接)。控制电路211、251中的任一者可被配置为执行本文所公开的各种过程的任何方面。

[0052] 进一步参考图4,控制系统50可包括各种I/O部件258,这些I/O部件被配置为辅助医师5或其他人执行医疗规程。例如,输入/输出(I/O)部件258可被配置为允许用户输入在患者7体内控制/导航窥镜40和/或装篮系统。在一些实施方案中,例如,医师5可以向控制系统50和/或机器人系统10提供输入,其中响应于这样的输入,可以向机器人系统10发送控制信号以操纵窥镜40和/或其他机器人控制的器械。

[0053] 控制系统50和/或机器人系统10可包括特定用户控件(例如,控件55),这些特定用户控件可包括任何类型的用户输入(和/或输出)装置或装置接口,诸如一个或多个按钮、键、操纵杆、手持式控制器(例如,视频游戏类型控制器)、计算机鼠标、触控板、跟踪球、控制垫和/或捕获手势和手指姿势的传感器(例如,运动传感器或相机)、触摸屏和/或针对它们的接口/连接器。此类用户控件通信地和/或物理地耦接到相应控制电路。控制系统可以包括结构塔架51以及支撑塔架51的一个或多个轮子58。控制系统50还可以包括某些通信接口254和/或电源接口259。

[0054] 在一些实施方案中,内窥镜组件30包括耦接到内窥镜轴40(在本文的某些背景下简称为“内窥镜”或“窥镜”)的柄部或基座31。例如,内窥镜40可以包括细长轴,该细长轴包

括一个或多个灯49和一个或多个相机或其他成像装置48。窥镜40还可包括一个或多个工作通道44,该一个或多个工作通道可行进窥镜40的长度。

[0055] 窥镜组件30还可以包括一个或多个定位标记和/或传感器63,它们可被配置为生成指示标记/传感器63在电磁场内的位置的信号。此类标记63可包括例如一个或多个导电线圈(或天线的其他实施方案),它们可以已知的固定取向相对于彼此设置,以允许确定关于位置确定的多个自由度。标记63可以被配置为生成传感器位置数据和/或向另一装置发送传感器位置数据和/或在电磁场中生成能够检测到的失真或特征。传感器/标记位置数据可指示医疗器械40(例如,其远侧端部42)的位置和/或取向,以及/或者可用于确定/推断该医疗器械的位置/取向。

[0056] 窥镜40可能够诸如相对于窥镜40的至少远侧部分42进行关节运动,使得可在人体解剖结构内使窥镜40转向。在一些实施方案中,窥镜40被配置为以例如六个自由度进行关节运动,包括XYZ坐标移动,以及俯仰、偏航和滚动。窥镜40的某种位置传感器(例如,电磁传感器)(在实施的情况下)可同样地相对于该位置传感器生成/提供的位置信息具有类似的自由度。

[0057] 对于机器人实施方式,机器人系统的机器人臂可被配置为/能够被配置为操纵窥镜40。例如,器械装置操纵器(例如,窥镜柄部)可耦接到机器人臂的端部执行器并且可使用细长移动构件操纵窥镜40。该细长移动构件可包括一根或多根拉线(例如,拉线或推线)、缆线、纤维和/或柔性轴。例如,机器人端部执行器可被配置为致动耦接到窥镜40的多根拉线(未示出)以使窥镜40的末端42偏转。

[0058] 在各种实施方案中,可定位窥镜40或其他器械的解剖空间(即,确定/估计窥镜/器械的位置)是患者的脉管系统、气管支气管气道、尿道、胃肠道或经由此类内腔进入的任何器官或空间的三维部分。可实施各种定位/成像模态来提供解剖空间的图像/表示。合适的成像子系统包括例如X射线、荧光透视、CT、PET、PET-CT、CT血管造影、锥形束CT、3DRA、单光子发射计算机断层扫描(SPECT)、MRI、光学相干断层扫描(OCT)和超声波。可以获取规程前图像和规程中图像中的一者或两者。在一些实施方案中,使用C型臂荧光镜获取规程前图像和/或规程中图像。结合一些实施方案,描述了特定的定位和成像系统/模态;应当理解,这种描述可涉及任何类型的定位系统/模态。

[0059] 图5示出了根据一个或多个实施方案的多个定位系统/模态的布置。具体而言,图5的系统包括第一定位系统/模态350和第二定位系统/模态380。定位系统350、380中的每个定位系统都包括发生器/源装置,诸如相机、电磁场发生器、射频辐射发生器、电离辐射发生器(例如,x射线/荧光透视)等。模态/系统中的每一者被配置为检测/识别相应标记或标记组365、367以确定其位置。应当理解,图5中所示的模态/系统可以是任何类型的成像或定位系统。因此,尽管下面在特定模态/系统的背景下描述了系统500的某些方面,但是为了方便起见描述了此类示例性模态/系统,并且应当理解,其描述也涉及其他类型的模态/系统。

[0060] 在示例性系统中,第一模态350可以是成像模态,诸如基于光学相机的系统,其中,源350包括与视场353相关联的一个或多个相机。某些标记在视场中的放置可允许通过处理由相机捕获的图像来定位/定位场中的标记。在一些实施方式中,成像源350包括以提供图像的方式相对于彼此以相对角度偏移设置的多个相机,这些图像包括从中可以导出三维(3D)定位的信息。

[0061] 在一些实施方案中,定位系统350是荧光透视系统或其他成像系统。例如,如图1至图3中所示,荧光透视系统可以包括C形臂或其他结构支撑部件。在一些实施方式中,可能需要或希望物理地移动和/或重新定向成像源350以获得不同角度的多个图像,这允许从生成的图像中导出3D定位。

[0062] 作为另一个示例,第二模态/系统380可为电磁(EM)场发生器系统,如本文详细描述。场发生器380可包括一个或多个天线,该一个或多个天线被配置为在限定区域中发射电磁场383,其中,放置在电磁场383内的某些传感器363(诸如导电线圈等)由于电磁场产生的感应电流而能够被检测到。

[0063] EM定位系统380可以用于跟踪医疗器械,诸如内窥镜。例如,传感器/标记363可与内窥镜的远侧端部集成在一起,以允许使用EM系统380对内窥镜进行定位。如本文所使用的,定位系统也可被称为跟踪系统、形状跟踪系统或定位子系统。术语“定位”在本文根据其广泛和普通的含义使用,并且可指用于确定和/或监测诸如医疗器械或工具之类的对象在参考坐标系中的位置(即,位置和/或取向)的系统和方法。术语“定位的”在本文同样根据其广泛和普通的含义使用,并且可指检测/感测到的标记,这些标记的位置和/或取向已经相对于特定的坐标系/参考系被识别。参考坐标系可为例如患者或患者解剖结构的一部分的图像。

[0064] 可利用相关系统的控制电路以检测一个或多个标记/传感器367和/或从一个或多个标记/传感器367接收数据。在一些实施方案中,定位系统380是光纤跟踪系统或其他定位/定位系统。一些定位系统/部件在本文中被称为EM传感器系统/部件,以避免针对每个实施方案列出大量传感器,但是应该强调的是,可使用任何定位系统,包括光纤传感器系统。

[0065] 定位系统/源350、380中的每一者可定义单独的参考系,在相应系统的视场内能够检测到的标记可定位到该参考系。本公开涉及一个定位系统(例如,EM定位系统)的坐标系/参考系与另一个定位系统(例如,荧光透视系统)的坐标系/参考系的关联(即,“配准”)。与系统相关联的控制电路可采用各种配准技术来将不同的模态相互配准。

[0066] 关于EM与荧光透视(或其他定位系统)的配准,当EM传感器标记367被集成到被跟踪的器械(例如,窥镜)中并且被定位和配准到解剖结构的图像空间(例如,荧光透视图像)使得确定器械相对于解剖图像空间的位置时,可以在解剖图像的坐标系中提供器械的位置精确表示。随着器械在患者体内移动,标记的跟踪信息可以用于更新器械相对于解剖结构/图像的位置,使得器械的表示可以在解剖结构图像中显示为实时移动。此外,利用在同一参考系中提供的器械和解剖图像,可在多个图像(例如,荧光透视视图)中识别目标解剖结构,以定位目标在三维(3-D)空间中相对于器械的位置。

[0067] 在一些实施方案中,被跟踪的器械或校准结构配备有两个五自由度(DOF)EM传感器/标记,当被定位在某个已知的相对位置/取向时,它们可以共同提供六个自由度,包括位置(x,y,z)、航向(俯仰和偏航)和滚动取向信息。例如,两个5-DOF线圈可以组合成具有已知传感器位置的医疗器械或校准结构中的刚性组件,其中,两个线圈被配置为具有不同的对称轴线取向。

[0068] 如上所述,配准是涉及将第一定位系统/模态(例如,EM定位系统)的参考系与第二定位系统/模态(例如,荧光透视、光学/相机或其他成像系统)的参考系相关联的过程。如果两个或多个对象的位置在同一参考系中是已知的(即,被映射到同一坐标系),则可确定每

个对象相对于彼此的实际位置。因此,利用该信息,用户可以相对于这些对象中的一个对象驱动或操纵另一个对象。

[0069] 在各种实施方案中,将EM场参考系(例如,系388)配准到荧光透视参考系(例如,系358)。例如,在一些实施方案中,相对于荧光透视系统参考系测量EM参考系。例如,在一些实施方案中,使用感测探针/结构369,该感测探针/结构具有EM传感器和荧光透视下可见的不透射线标记,该不透射线标记位于探针上的相同物理位置和/或相对于EM传感器的固定位置。感测探针/结构可以放置在EM场发生器和荧光透视源的视场中。探针/结构的二维位置可以由用户在两个不同C形臂滚动角度获得的图像中的荧光透视视场中指定。在一些实施方式中,探针的位置由用户在三个或更多不同位置指定。这些测量可以用于使传感器位置测量与选择的荧光透视位置同步。以这种方式,可以将EM坐标系配准到荧光透视坐标系。

[0070] 图5示出了在第一定位系统350(例如,荧光透视)的视场353中能够检测到的第一标记365和在第二定位系统380的视场383中能够检测到的第二标记367。在一些实施方式中,与定位系统/模态中的任一者或两者相关联的标记可以机械地固定到固定装置369,诸如耦接到机器人臂或手术环境中的其他结构的固定装置/探针。在标记365、367没有机械固定到共同结构的情况下,标记之间的物理变换“X”通常影响参考系358、388的配准。

[0071] 为了将不同的定位模态/系统彼此配准,可能有必要执行表示源350、380和/或相应标记364、363的物理位置和/或取向差异的一个或多个变换。例如,在模态350、380中的一个模态提供为操作者提供视觉帮助的手术区域的某些图像的情况下,可能有必要或希望确定在这样的图像/图像空间中与模态350、380中的另一个模态相关联的检测到的标记存在于何处,作为在共同定位参考系中合并由两个模态提供的信息的手段。配准多个定位模态(诸如电磁感测、荧光透视、超声波等)可以允许将各个模态的定位空间集合在一起,从而允许从不同模态/系统提取信息并且将此类系统融合在一起以在导航和/或其他过程期间使用。

[0072] 通常,模态350、380彼此的配准可以基于源“Y”和/或标记“X”之间的物理位置/取向变换,如图示中所示。具体而言,模态380、350的配准可至少部分地基于以下等式/关系:

$$[0073] \quad AX = YB \quad (1)$$

[0074] 其中“A”表示源380与定位系统380的传感器/标记367之间的物理变换/关系,而“B”表示源350与定位系统350的传感器/标记365之间的物理变换/关系。因此,为了确定模态350、380之间的配准,可能有必要确定物理变换“X”、“Y”中的至少一者,以便将确定的标记位置放置在另一定位系统/模态的坐标空间中。此类变换的计算可能非常复杂、耗时和/或资源密集。本公开的实施方案提供了简化的配准解决方案,其中,通过使用源350、380和/或标记365、367之间的机械连杆,消除了计算物理变换“X”、“Y”中的一者或两者的需要。

[0075] 术语“配准”在本文中根据其广泛和普通的含义使用,并且可指用于找到两个单独的坐标/参考系之间的坐标变换的手段、过程和/或机制。同样,术语“校准”在本文中根据其广泛和普通的含义使用,并且可指用于校正和/或补偿坐标/参考系定义中的误差的手段、过程和/或机制。

[0076] 根据本公开的实施方案的外部校准可以涉及相对于另一参考/坐标系校准成像传感器的参考系。这种校准可通过将参考系彼此配准来完成。因此,配准和外部校准可以被视为成像源(例如,基于相机、基于光学、基于荧光透视的系统)的相同过程的一部分。“配准”

在本文中可用作比外部校准更通用的术语,并且描述对任意两个坐标系之间的变换的确定。关于本文描述的各种实施方案和附图,“配准”可表示本文详细描述变换“Y”。在一些背景下,执行配准过程可以称为外部校准。

[0077] 除了上面提到的外部校准之外,应该理解,在定位系统中的一个定位系统(例如,系统350)是成像模态(诸如光学成像系统)的情况下,可能还需要内在校准来补偿例如制造规格与实际条件(例如,实际焦距)之间的焦距和/或其他参数的失真和任何不匹配。成像模态的内在校准可能涉及图像帧中像素坐标和相机坐标的校准。本公开的实施方案提供了用于简化或消除外部校准方面的解决方案,例如,涉及使用机械连杆确定感测模态的源和/或标记之间的相对位置/姿态。标记365、367和/或定位系统源350、380中的任一者都可以被视为定位装置。也就是说,本公开的实施方案的定位装置可以是单独或组合的定位标记或源和/或与其相关联的结构。

[0078] 基于机械连杆的配准解决方案

[0079] 根据本公开的各方面,可以通过实施不同定位源和/或标记之间的机械连杆来有利于多种定位模态之间的配准。例如,通过在两个不同模态/系统的源和/或两个不同模态/系统的标记之间实施固定/已知的物理关系,可以确定如图5中所示的变换“X”和“Y”中的一者或两者而无需进一步计算,从而简化配准等式 $AX=YB$ 。也就是说,关于等式 $AX=YB$,通过实施源350、380和/或标记363、364之间的已知/固定物理关系,参数“X”、“Y”中的一者或两者可以被设置为已知常数(例如,值、向量、矩阵等)。例如,在源和/或标记共同位于共同物理位置和/或具有共同中心和/或坐标系的位置的实施方式中,“X”的值可以等于值1(即,恒等式变换),因此为了计算的目的而被忽略。因此,本公开的实施方案可以允许用机械已知/直接计算来替代算法配准解决方案。

[0080] 定位标记合并

[0081] 如上所述,在本文的一些背景下被称为“基准”的某些标记或传感器可用于在与特定定位模态相关联的坐标系内定位。例如,此类标记在视场(例如,电磁场、相机图像场、荧光透视X射线场)内可能是可见的/可识别的,这是因为存在相对于相应模态可见的某些特性/特征。在特定定位空间内具有足够精确度的可检测/可识别的标记可以用于完成某些规程和/或评估一个或多个模态的精确度。此类标记可以用于在单个图像空间中创建参考点(例如,相对于位置和/或取向),诸如计算机断层扫描(CT)、光学相机空间、超声波等。本公开的实施方案提供了多模态标记/基准,该多模态标记/基准可以用于在多于一个的图像空间中建立参考点,诸如在CT/荧光透视空间和EM空间中。

[0082] 在与两个单独的定位模态/系统相关联的图像空间内使用多模态标记的情况下,如上所述,配准等式 $AX=YB$ 提供了用于将一个图像空间配准到另一个图像空间的通用公式,表示能够由两个单独的模态检测的标记之间的物理变换的变换“X”(参见图5)可以被设置为已知常数,或者作为等于恒等式从等式中消除,使得等式 $AX=BY$ 仅包括单个未知变量/变换“Y”。

[0083] 本公开的实施方案通过提供具有多个模态(例如,CT/荧光透视和EM)的共定位中心点或其他参考点的标记,提供了在多于一个的图像空间(即,在两个独立定位模态的图像空间)中呈现或指示参考点的标记。物理定位多个模态的标记的中心可以简化多个模态的可检测标记之间的变换。在已知这种对应关系(图5中的变换“X”)的情况下,可以将“X”变换

视为恒等式变换。

[0084] 通过针对每个标记/基准实施唯一的尺寸和/或形状,可以实现在单个标记结构/装置中组合多个模态的标记,以在此类标记之间提供唯一的已知对应关系。例如,具有从不同视角提供不同视图形状的非对称透视的椭圆体或其他形状可以用于增加能够从此类标记导出的位置信息量。

[0085] 图6示出了系统600,该系统包括与合并标记665、667相关联的多个定位系统650、680的布置。系统600包括合并标记660,该合并标记包括以多于一个的模态提供参考点的机械部分/部件。例如,合并标记660可在与第一场/空间650和第二场/空间680相关联的图像空间中可见。例如,第一模态650可包括相机成像系统、荧光透视X射线成像系统或计算机断层扫描(CT)系统,而第二模态680可包括电磁场发生器定位系统,如本文详细描述。定位系统650可与坐标系658相关联,而定位系统680可与不同的坐标系688相关联。

[0086] 在系统600中,标记帧665、667的中心601被共定位以提供共同标记/帧660。合并标记660的机械设计提供了多模态中的可视性,其中,这种可视性指示多模态中的共同中心点。尽管合并标记660被示为对于两种模态具有共同中心和/或参考系,但是应当理解,在一些实施方式中,合并标记具有不同的中心点和方向,而是彼此偏移已知的距离和/或取向,使得变换“X”是两者之间的已知常数。标记665、667通过某种物理链接结构或形式来组合,这可能导致多个标记的坐标中心在三维空间中重叠。例如,物理链接结构可以以固定的关系将标记665、667彼此固定/固定在一起。

[0087] 本文考虑了结合了在模态的任何组合中可见的标记元素的合并标记。例如,图7示出了合并物理形式的标记715的各种组合。作为参考,图7还示出了示例性非合并标记705,它们各自在单个图像空间中可见。例如,标记761表示EM可见标记的实施方式,该EM可见标记包括相对于彼此以相对角度取向定位的多个导电线圈762、763,其中,此类线圈可以在由EM场发生器系统产生的电磁(EM)场中被检测到,并且提供取向信息,使得从其导出的位置信息提供多于三个或五个自由度。例如,线圈762、763的直角取向在一些情况下可以提供六个自由度。

[0088] 示例性标记764包括在特定成像模态空间中可见的几何形状/形式(例如,球形珠)。例如,形式/珠764可为不透射线的,使得它在基于辐射的成像模态下可见,诸如CT或荧光透视(例如,X射线),或者可反射某些声波信号,因此在超声检查下可见。替代地,形式/珠764可为使用基于相机的图像处理模态可识别的形状。例如,珠764可以允许其定位的方式反射红外(IR)辐射/光。在一些实施方式中,几何形式/形状764的中心在特定图像空间中是可分辨的。

[0089] 图7还示出了另一个示例性标记765,该标记可在任何定位模态中可见,诸如EM定位,其中标记765包括可放置在图像场中(诸如在患者、手术台或其他结构上)用于校准的贴片或其他固定装置。电磁贴片传感器765可布置在提供六个自由度的坐标系中。尽管被描述为电磁贴片传感器,但是贴片传感器765可为在光学系统图像空间中能够检测到的光学标记。光学可见标记可被配置为使得由系统的相关发射器发射的红外光/辐射以相对于反射位置可检测的方式反射离开标记的表面。在一些实施方式中,光学成像源包括立体相机。

[0090] 图7还示出了各种示例性合并标记715,包括组合的EM可见和CT、荧光透视和/或相机可见几何形式701,该几何形式在其中心或中心附近设置有电磁可见导电线圈703。随着

添加的电磁传感器线圈703集成在几何形式704内,电磁传感器和几何形状的中心可共定位。几何形式704可为例如球形或椭球形。对不同的标记使用不同的形状可以用于允许此类标记在图像中唯一可识别(例如,相机、荧光透视、CT等)。此外,在特定实施方案中,标记的形状选择可以指示EM传感器和与其组合的形式/珠之间的唯一匹配。例如,在利用多个EM传感器线圈进行定位的系统中,每个线圈可嵌入或以其他方式与具有不同形状的图像可见形式/珠结合,从而提供额外的位置对应信息。用于唯一识别图像可见标记的其他示例可以包括在标记表面上使用不同的蚀刻/图案和/或使用包括允许唯一识别的不同材料属性的标记。

[0091] 在EM传感器703和可见形式704的可分辨中心共定位并且已知的情况下,可以多个模态导出参考点。也就是说,标记701的中心在EM空间和光学或其他成像空间中都是可导出/能够检测到的。在一些情况下,合并标记715可在多于两个图像空间中可见。例如,形式704的形状可在光学空间中识别,而传感器线圈703可在EM空间中识别。附加地或替代地,标记701可包括指示标记中心的一个或多个不透射线的标记/表面,其中此类标记在基于辐射的成像系统(例如,荧光透视、CT)和/或声波成像系统(例如,超声波)中是可识别的。如上面详细描述,多个模态的标记的共定位可以简化此类模态之间的配准。因此,一个空间中的识别标记可被平凡地转换成与单独的模态相关联的另一空间中的位置。因此,可以机械地和/或即时地确定两个成像空间之间的对应关系,而其他解决方案可能需要额外的校准/配准步骤。

[0092] 通过将EM测量值与光学或其他成像测量值进行比较,可以使用组合的光学空间和EM空间标记来识别EM场体积内易发生失真的区域,这取决于所实施的合并标记的类型。也就是说,在一些情况下,由于所生成的电磁场中可能存在失真,所以光学成像可能比EM定位更精确。这种失真可能是由例如在所生成的场附近存在荧光透视C形臂或其他金属结构而引起的。可以将合并的EM和光学标记放置在EM和光学重叠场体积内,其中,可以在EM空间和光学空间两者中跟踪标记的运动,以将光学空间和EM空间中的导出位置之间的偏差区域识别为指示电磁失真。一旦知晓这种失真,就可以在相关的定位计算中加以考虑和/或抵消。在一些实施方式中,可以通过在几何形式704中钻孔或通道并且将EM传感器703放置在其中的某个位置使得几何形式的中心与EM传感器的可检测参照物共定位来构造合并标记701。根据本公开的各方面,共定位多个模态的标记可以消除在多个模态的标记之间构建坐标系变换的需要,从而简化模态彼此之间的配准。

[0093] 图7还示出了合并标记750,该合并标记包括具有不透射线表面757的光学可见几何形式751,使得标记750在光学图像空间以及基于辐射的图像空间(例如,荧光透视、CT)中可见。

[0094] 作为另一个示例,合并标记702提供定义坐标系的EM可见结构,其中,坐标系的每个分支/轴线的端点或其他部分包括光学可见(或X射线可见)珠/形状709,使得标记702可以用于EM和光学(或例如,X射线)成像空间中的校准。

[0095] 关于两个定位模态/系统彼此的配准,本公开的实施方案通常在提供关于检测到的/可见标记的三维位置信息的定位模态/系统的背景下进行描述。例如,对于光学定位模态,基于相机的成像源可包括相对于彼此成角度偏移的多个相机,使得来自交替角度的多个图像被捕获,从这些图像可以导出三维位置信息。当在电磁场体积内检测到传感器/标记

时,电磁场发生器模态同样可以根据一些解决方案来确定三维位置信息。也就是说,对于一些模态,能够从单个源位置/取向导出三维位置信息。然而,关于一些成像模态,可能无法从单个角度导出三维位置信息。例如,单个相机光学系统和/或X射线/荧光透视系统可被配置为从成像源(例如,相机、X射线发射器)的给定位置/取向仅生成二维位置信息。

[0096] 图8示出了根据一个或多个实施方案的与合并标志860相关联的电磁(EM) 89和荧光透视74定位系统,其中,荧光透视源74的重新定位可作为在荧光透视成像空间内生成合并/共定位标志860的三维位置信息的手段来实施。例如,使用荧光透视,可能有必要获取两个或多个荧光透视/X射线图像,以提供足够的数来对三维空间中的可见标记(例如,不透射线的基准)进行三角测量。

[0097] 图8示出了荧光透视源74的第一位置70-1,其中,可以从源的第一位置70-1对标记860实施成像,以获得被检测标记860和成像视场的第一图像。随后,C形臂71可以绕轴线旋转或以其他方式移动到被配置为产生包括标记860的成像场的取向,其中,C形臂71的调整位置70-2被取向为与先前位置70-1成角度偏移 θ 。可以从第二位置70-2生成附加图像,以从多个角度/取向提供标记860的多个荧光透视图像。荧光透视源74的第一位置70-1与第二位置70-2之间的角度间隔可以是任何角度间隔。在一些实施方式中,实施至少 15° (θ) 的分离以提供可以从中导出三维位置信息的信息。在一些实施方式中,实现 90° 的角旋转/移动以提供正交图像,这可以有利的为三维定位提供最大数据。

[0098] 由于合并标志860可以用两种模态的共同或已知变换“X”来识别,因此可以基于荧光透视图像空间中的三维位置确定“F”以及EM空间中的三维位置确定“E”来确定定位系统/源74、89之间的变换“Y”,其中三维位置确定“F”基于多个荧光透视图像/位置,而三维位置确定“E”基于对从EM场发生器89的单个位置生成的EM场中的标记860的检测。

[0099] 图9示出了根据一个或多个实施方案的与合并标志相关联的电磁(EM) 定位系统989和机器人定位系统910。机器人系统910包括机器人臂912。图9示出了机器人臂912和相关联部件的两个示例性位置912a、912b;下面的描述可以理解为涉及任一位置。

[0100] 机器人臂912的远侧端部922可包括端部执行器部件922,该端部执行器部件可被配置为操纵某些机器人器械,如本文中详细描述。机器人臂912的远侧端部922的定位可通过致动某些马达或其他致动器来实施,以使机器人臂912和/或与其相关联的托架的各种关节和连杆移动和/或较接到期望的位置/姿态。也就是说,指示机器人系统910的各种马达/致动器部件的当前配置/位置的机器人数据可以指示机器人臂/系统的端部执行器922和/或其他部分的位置。因此,机器人系统910的坐标系/空间可定义坐标系966,其中,机器人系统的端部执行器922和/或其他部分相对于例如机器人系统的基座定位。

[0101] 为了将基于机器人数据的位置信息转换到与第二模态相关联的坐标系空间中,和/或反之亦然,诸如EM场发生器空间或本文公开的其他定位/成像模态,机器人空间与第二模态之间的配准可能是必要的,其中,这种配准在概念上与如上所述的成像/定位模态之间的配准类似。例如,在端部执行器和/或其上的点(和/或机器人系统的其他部分)的位置是基于机器人数据(由图9中的位置变换“A”表示)的情况下,位置“A”所基于的“标记”可被视为端部执行器922和/或由机器人数据指示的其他位置。关于与第二模态(例如,EM位置传感器)相关联的标记/基准,位置向量“B”可为相关EM传感器/标记960相对于场发生器989的位置,如图所示。也就是说,电磁传感器960表示在场发生器989的图像空间中可见的标记。

[0102] 为了通过固定多个定位系统/参考系的标记/基准922、960之间的物理关系来简化配准过程,如本文公开的其他实施方案一样,可实施EM传感器960与机器人臂的被跟踪部分(例如,端部执行器922)的物理链接或共定位,以便将两个系统的标记之间的变换“X”设置为已知的常数变换和/或恒等式变换(例如,标记的共定位)。因此,本公开的实施方案可以提供将与成像模态相关联的EM传感器或其他标记定位在机器人端部执行器922上或耦接到该机器人端部执行器,使得标记960与端部执行器922共定位(或处于固定关系),从而简化机器人空间与EM图像空间之间的配准。例如,EM传感器960可物理地放置在机器人臂912的端部执行器或其他部分上或其中的特定位置上,使得该EM传感器的中心与使用机器人数据可跟踪的位置/点共定位。替代地,固定装置940或其他刚性结构可将传感器960耦接到端部执行器922或机器人系统的其他部分,使得恒定固定的位置变换将传感器960耦接到机器人标记922。作为校准过程的一部分,固定装置940可用于标记放置。

[0103] 如上所述,参考图5,两个模态的配准可以基于关系式 $AX=YB$ 。上面的讨论表明,通过在与多个定位模态相关联的标记之间产生固定的物理连杆/关系,可以通过消除计算变换“X”的需要来简化模态之间的配准。虽然上面公开的实施方案是在配准涉及视场内标记检测的单独定位/成像模态的背景下给出的,但是所公开的解决方案和与其相关联的概念可以在基于机器人姿态数据将视场定位/成像模态配准到机器人定位空间的背景下实施。通过机械地定义机器人空间与电磁(EM)场空间(或其他定位/成像空间)之间的变换,可以将通过视场定位/成像(例如,EM定位)检测到的标记与机器人空间相关联,而不需要额外的配准步骤和/或额外的工作流程步骤来确定相关系统的基准/标记之间的变换“X”。

[0104] 定位系统源的固定

[0105] 为了配准的目的,可表征成像系统的内在特性。例如,为了将荧光透视成像集成到机器人系统中,诸如图1至图3中的机器人系统,可以实施荧光透视系统的初始内在校准,诸如通过使用放置在荧光透视系统的图像空间中的参考固定装置/探针来校准荧光透视系统。例如,棋盘或其他图案可以印刷在固定装置上,其中,使用荧光透视系统对固定装置成像可用于补偿失真和/或焦距;参考固定装置/结构图案的失真可表明辐射场的失真。可实施荧光透视图像校准以校正伪影的失真,从而解决在一些荧光透视环境中可能存在的枕形失真和/或其他失真效应。对相关电场的偏差进行实验测量可以说明荧光透视系统的金属C形臂与电磁场发生器的接近度所导致的失真。

[0106] 返回参考图5,多个定位系统之间的配准可以基于关系 $AX=YB$,其中,“X”表示相应模态的被跟踪标记/基准之间的物理关系,而变换“Y”表示相应图像空间/模态的源之间的关系。上面公开的实施方案展示了多模态的标记/基准之间的机械连杆如何能够简化相应坐标系之间的配准。以类似的方式,如本文所述,可以实施不同模态的源之间的机械连杆以简化多模态配准。也就是说,关于图5所示和本文详细描述的范围,变换“Y”可以是机械固定的,从而将变换“Y”设置为基于成像源的特定机械固定而已知的恒定变换。当利用成像模态(例如,基于相机、基于光学、基于荧光透视的系统)时,固定“Y”变换本身可能不足以将信息或数据从另一模态的参考系变换到成像模态参考系。例如,可能还需要或希望实现成像模态的内在校准,以获得用于实施参考系之间的变换的正确像素坐标。

[0107] 图10示出了根据一个或多个实施方案的具有机械固定的源的多个定位系统170、189。虽然图10示出了将电磁(EM)场发生器189固定到荧光透视安装臂171或保持/支撑源

174的其他结构(例如,金属罐结构)上,但是应当理解,结合图10公开的概念适用于任何类型的定位/成像模态的源的固定,并且图10中所示的特定实施方案是为了方便演示与其相关联的发明概念而呈现的。

[0108] 返回参考图5,与两个模态的参考系相互配准相关联的常见问题是确定第一模态/系统和第二模态/系统的源的位置/取向之间的物理相对位置/变换(在图5中标识为变换“Y”)。在图10的系统中,EM场发生器189经由刚性(例如,不可调节/可弯曲的)安装臂/结构150机械固定到荧光透视源/接收器174和/或C形臂结构171。固定安装到C形臂结构171的另一个示例示出为经由刚性安装臂151安装到C形臂171的中间部分606的场发生器187。

[0109] 在所实施方案中,场发生器189刚性安装到荧光透视源/系统170的结构,从而机械地限定了两个成像系统的源189、174之间的物理关系。C形臂和它们用于创建的荧光透视图像提供了一种适用于手术中规程的可视化模态。基于EM的装置/工具也可以在此类情况下使用。以实际方式配准这两种模态可能是困难的,并且本文公开的实施方案可以简化这种配准。一旦荧光透视和EM图像空间已经被配准,EM可检测工具/标记178可以被映射到荧光透视图像。此外,一旦配准,用于引导外科手术器械的导航算法可以利用该配准,诸如通过操作者指导和/或算法过程。

[0110] 在一些实施方案中,具有相对较小的形状因子的EM场发生器可作为用于将EM场发生器实际安装到荧光透视结构171的手段来实施。也就是说,场发生器189可包括小型场发生器,该小型场发生器尺寸小于图1中所示的场发生器67的示例性实施方案。利用场发生器189与荧光透视系统的结构171之间的刚性连接,可以简化EM系统和荧光透视系统的配准。

[0111] 在EM场发生器189与荧光透视发射器175和/或接收器174之间建立物理关系可以通过将两个单元/装置附接到同一支撑结构(例如,C形臂171)来实现。利用EM场602与荧光透视场601之间定义的关系“Y”,可生成至少两个荧光透视图像以提供荧光透视图像空间中的三维位置数据,从而允许在两个模态之间完成配准。EM场位置数据可依赖于场发生器189的单个物理位置,或者与两个荧光透视图像相关联的两个位置。也就是说,因为场发生器189和荧光透视系统174的物理位置/取向之间的变换是已知的,所以当移动荧光透视系统以获取用于三维位置确定的多个图像时,附加的位置信息也可用于EM场发生器系统,这可为电磁场空间中的位置确定提供附加的数据点。

[0112] 将场发生器189物理安装到C形臂171会导致荧光透视场601和/或电磁场602的失真,这是由于这些源之间的物理接近度和/或与金属结构171的接近度。在一些实施方式中,可以执行校准以补偿由电磁场602上的臂171的物理位置对结构171的导电率和/或其他特性造成的确定的静态失真。在一些实施方案中,安装结构/臂150可以具有足够的长度,以避免由于部件彼此接近而导致的有问题的失真风险。例如,当结构171设置在场发生器189的8英寸或10英寸内时,结构臂171可能会干扰EM场发生器189的EM场602而导致不期望的辐射。因此,可能希望以将场发生器189放置成距离荧光透视源174和/或结构支撑臂171至少这样的距离的方式构造刚性安装/耦接臂150。在此类情况下,由臂171的干扰导致的失真可相对最小,使得这种失真可以由系统控制电路来补偿。此外,在一些实施方式中,该系统可被配置为补偿荧光透视场601相对于EM场602的失真轮廓。

[0113] 在不使用如上所述的多模态基准/标记的情况下,可以通过调整定位模态的源的位置来估计两个定位系统/模态的基准/标记之间的变换“X”。例如,可以从C形臂171和固定

EM场发生器189、187的第一位置生成定位数据,之后C形臂171可以定位在第二位置,该第二位置可与该第一位置成不同取向(例如,20°横向重新定位)。然后可以在收集EM数据的同时生成另一荧光透视图像。相对于定位源之间的固定机械关系,两个位置处的读数/感测的差异可用于导出标记/基准的相对位置。对于配准来说,一次重新定位使得收集了两个单独的荧光透视图像和相关联的EM数据可能是足够的。然而,可能希望在更独特的C形臂位置处生成荧光透视图像和相关联的电磁传感器数据,以获得更高保真度的配准,但这种额外的处理可能会增加工作流程时间。

[0114] 荧光透视图像可以通过系统控制电路进行某些处理,以识别每个不透射线的标记以及它们在荧光透视图像空间中各自的位置/取向。可以使用手眼校准、点云奇异值分解(SVD)或其他过程从过程数据中解析两个系统的标记/基准之间的相对变换“X”。利用安装到C形臂170上的场发生器189,场发生器189与荧光透视源174之间的变换被机械地限定,因此被检测到的器械的三维姿态可以直接覆盖在荧光透视图像上,而无需执行点云配准或其他配准过程。

[0115] 虽然图10中示出了荧光透视和EM场定位模态,但是可实施类似的配准概念来将荧光透视配准到光学视觉系统,或者可将光学视觉系统配准到电磁传感器系统。例如,EM场发生器189和与光学相机成像源相关联的结构之间的刚性物理耦接可用于固定这些模态之间的变换“Y”。对于一些相机系统,可能没有必要从多个位置/角度获取多个图像来导出三维位置信息。例如,立体相机成像系统可被配置为根据源装置的单个物理位置/取向来确定三维位置信息。

[0116] 图11示出了根据一个或多个实施方案的与固定定位系统源相关联的电磁(EM)789和机器人710定位系统。如上所述,参考图5,两个模态的配准可以基于等式 $AX=YB$,其中:“B”表示第一定位源(例如,EM场发生器)与在第一定位源的参考系中检测/定位的标记之间的确定的相对位置;“A”表示第二定位系统源(例如,荧光检测器、机器人系统基座等)与在第二定位源的参考系中检测/定位的标记之间的确定的相对位置;“X”表示第一系统的标记与第二系统的标记之间的物理变换;并且“Y”表示第一系统的源与第二系统的源之间的物理变换。

[0117] 上面的讨论表明,通过在与多个定位模态相关联的定位系统源之间产生固定的物理连杆/关系,可以通过消除计算变换“Y”的需要来简化模态之间的配准。虽然上面公开的实施方案是在配准涉及视场内标记检测的单独定位/成像模态的背景下给出的,但是所公开的解决方案和与其相关联的概念可以在基于机器人姿态数据将视场定位/成像模态配准到机器人定位空间的背景下实施。通过机械地定义机器人空间与电磁(EM)场空间(或其他定位/成像空间)之间的变换,可以将通过视场定位/成像(例如,EM定位)检测到的标记与机器人空间相关联,而不需要额外的配准步骤和/或额外的工作流程步骤来确定相关系统的源之间的变换“Y”。

[0118] 图11示出了包括机器人臂712的机器人系统710。机器人臂712的远侧端部722可包括端部执行器部件722,该端部执行器部件可被配置为操纵某些机器人器械,如本文中详细描述。机器人臂712的远侧端部722的定位可通过致动某些马达或其他致动器来实施,以使机器人臂712和/或与其相关联的托架的各种关节和连杆移动和/或较接到期望的位置/姿态。也就是说,指示机器人系统710的各种马达/致动器部件的当前配置/位置的机器人数据

据可以指示机器人臂/系统的端部执行器722和/或其他部分的位置。因此,机器人系统710的成像空间可定义坐标系766,其中,机器人系统的端部执行器722和/或其他部分相对于例如机器人系统的基座定位。通常,基于机器人数据确定/控制的端部执行器722的识别位置可在相对于机器人系统710的物理定位的位置空间中,而不是绝对位置,在一些情况下,该物理定位可以是移动的。

[0119] 为了将基于机器人数据的位置信息转换到与第二模态相关联的图像空间中,和/或反之亦然,诸如EM场发生器空间或本文公开的其他定位/成像模态,机器人空间与第二模态之间的配准可能是必要的,其中,这种配准在概念上与如上所述的成像/定位模态之间的配准类似。例如,在端部执行器722(和/或机器人系统710的其他部分)的位置是基于机器人数据(由图11中的位置变换“A”表示)的情况下,位置“B”所基于的“标记”可被视为端部执行器722和/或由机器人数据指示的机器人臂712的其他部分。关于与第二模态(例如,EM位置传感器)相关联的标记/基准,位置向量“B”可为相关EM传感器/标记760相对于场发生器789的位置,如图所示。也就是说,电磁传感器760表示在场发生器789的图像空间中可见的标记。

[0120] 如上所述,机器人端部执行器722可被视为机器人系统710的相关基准/标记,并且其位置“A”可以使用机器人数据(例如,正向运动学数据)相对于机器人基座710来测量。为了通过部分地固定多个定位系统/参考系的源789、710之间的物理关系来简化配准过程,如本文公开的其他实施方案一样,可实施EM场发生器789与机器人系统710之间的物理连杆,以确定两个系统之间的变换“Y”等于相对于位置“A”的已知恒定变换,该位置可以根据指示器械722在机器人空间766中的位置的机器人数据来确定。例如,EM源789可以固定到机器人臂712,使得源789固定在相对于机器人臂712的参考点722的相对位置变换“V”处。因此,两个定位系统源789、710之间的变换“Y”可被视为等于组合向量“B”和“V”。也就是说,由于所示变换“V”是机械地定义的,因此根据关系式/等式 $Y=AV$,通过融合机器人(例如,运动学)数据和已知关系“V”可以知晓“Y”(即,EM坐标系与机器人坐标系之间的配准);因此,不需要单独的配准步骤,并且EM传感器空间可以直接变换/平移到机器人空间。注意,在图11的实施方式中,场发生器789相对于端部执行器722固定,而不是直接固定到机器人基座710;“Y”不是严格机械地确定的,而是基于机械连杆“V”确定/知晓的。

[0121] 固定关系/变换“V”可通过将EM场发生器789安装到耦接到机器人臂712的固定装置/工具740来实现。通过实施固定耦接“V”,本公开的实施方案可简化机器人空间与EM图像空间之间的配准。固定装置740可作用于在外科规程之前或期间将参考系彼此配准的校准过程的一部分。

[0122] 在实施图11的配置的情况下,也可以无需额外的处理步骤而知晓/确定两个系统的标记/基准760、722的位置之间的“X”变换关系。例如,关于图11中识别的向量变换,变换“X”可被视为等于EM场空间中的位置“A”与机械固定的向量“V”的组合。

[0123] 如上所述,参考图5,两个模态的配准可以基于等式 $AX=YB$ 。上面的讨论表明,通过与多个定位模态相关联的源之间产生固定的物理连杆/关系,两个模态的标记/基准之间的关系的确通过消除计算变换“Y”的需要而得以简化。如上所述,变换“Y”可以基于固定的物理变换“V”。然而,在一些情况下,在端部执行器722与EM场发生器789之间创建精确的固定变换“V”可能并不简单和/或难以实施。例如,在图11所示的示例中,使用耦接到端部执

行器722的固定装置740机械地固定变换“V”。然而,在一些情况下,使用固定装置或其他链接结构实现精确固定的机械关系“V”的过程可能相对麻烦和/或容易出错。例如,在相关部件/组件的已知物理规格与附件不完全准确的情况下,变换“V”的预期机械定义可能会偏离一定量(例如,由于制造差异、机械斜度/间隙等)。因此,可能希望实施用于简化确定关于EM到机器人空间配准的变换“X”的过程的替代手段。

[0124] 例如,进一步参考图11,未知的变换“X”和“Y”可以基于机器人臂在两个或多个姿态下的移动(即,改变“A”)以简化的方式进行估计。第一位置712a可理解为表示初始位置,而位置712b可理解为表示臂712运动之后的后续位置。

[0125] 关于图11中系统的配置,可以基于机器人臂参考点的位置 B_{Δ} 的变化和EM传感器760的位置 A_{Δ} 的所得变化来确定机器人系统710的姿态估计。例如,可实施以下算法来执行姿态估计,其中EM传感器760相对于机器人系统参考722的姿态/位置的校准/估计如下:

$$A_1 V B_1^{-1} = A_2 V B_2^{-1} \quad (2)$$

[0126] $A_2^{-1} A_1 V B_1^{-1} = V B_2^{-1} \quad (3)$

$$(A_2^{-1} A_1) V = V (B_2^{-1} B_1) \quad (4)$$

[0127] $A_{\Delta} V = V B_{\Delta} \quad (5)$

[0128] $\operatorname{argmin}_V \sum_{i=1}^n \|A_{\Delta} V - V B_{\Delta}\| \quad (6)$

[0129] 图12示出了根据一个或多个实施方案的二维图像295上的器械表示291的三维位置覆盖图。图12提供了可以如何使用电磁(EM)传感器来跟踪医疗器械并且使用配准过程将它们定位到参考图像的示例演示,该配准过程利用了固定的机械连杆,如本文中详细描述。也就是说,本公开的实施方案有利地提供了一种用于将在一个图像空间(诸如EM场定位空间、光学空间等)中的已知或识别的对象姿态投影到二维荧光透视/X射线空间上的机制。

[0130] 图12示出了已经生成的荧光图像295,包括该图像中的某些器械292(例如,内窥镜、针等)。可以执行覆盖过程,以将器械291覆盖在捕获的荧光透视图像上。可以利用系统控制电路以定位和显示器械291相对于图像295中描绘的患者解剖结构的位置。

[0131] 被跟踪的器械291可以通过用三维计算机图形渲染并且将该器械显示、覆盖或叠加在荧光透视图像295上来模拟。基于与EM空间的配准,通过本文所述的机械连杆而利于知晓跟踪传感器/标记相对于荧光透视图像空间的当前位置和取向;器械291包括一个或多个EM传感器/标记,这些EM传感器/标记允许从EM空间到荧光透视空间的配准。根据这些已知的数据点,可以绘制/生成虚拟器械921进行表示。还可以跟踪与用于控制器械291的机器人端部执行器/系统相关的机器人数据,并且该移动可以用于推断传感器位置之间的器械形状。器械291的旋转取向也可由如上所述的传感器确定,以提供器械的完整三维重建。

[0132] 附加实施方案

[0133] 依据实施方案,可按照不同的顺序执行、可添加、合并或完全忽视本文描述的过程或算法中的任一者的特定动作、事件或功能。因此,在特定实施方案中,不是所有描述的动作或事件对于过程的实践都是必要的。

[0134] 除非另外特别说明或在所使用的上下文内以其他方式理解,否则本文所用的条件语言,诸如“可”、“能够”、“可能”、“可以”、“例如”等,是指其普通意义,并且一般旨在传达特定实施方案包括而其他实施方案不包括特定特征、元件和/或步骤。因此,此类条件语言一

般不旨在暗示一个或多个实施方案无论如何都需要特征、元件和/或步骤,或者一个或多个实施方案一定包括用于在有或没有作者输入或提示的情况下决定这些特征、元件和/或步骤是否包括在任何特定实施方案中或者是否将在任何特定实施方案中执行的逻辑。术语“包括”、“包含”、“具有”等是同义的,并且在它们的普通意义上使用,并且以开放式方式包含性地使用,并且不排除附加的元件、特征、动作、操作等。而且,术语“或”在其包含性意义上(而不是在其排他性意义上)使用,使得当用于例如连接一系列元件时,术语“或”是指该系列的元件中的一个、一些或全部。除非另有特别说明,否则诸如措辞“X、Y和Z中的至少一者”的结合语言在一般使用的背景下被理解为传达项目、术语、元件等可以是X、Y或Z。因此,此类结合语言一般不旨在暗示特定实施方案需要X中的至少一者、Y中的至少一者和Z中的至少一者各自都要存在。

[0135] 应当理解,在以上对实施方案的描述中,为了简化本公开并辅助理解各种发明方面中的一个或多个发明方面,有时将各种特征在单个实施方案、图或其描述中分组在一起。然而,本公开的此方法不应理解为反映了以下意图:任何权利要求要求比那项权利要求中所明确叙述的特征更多的特征。此外,本文的特定实施方案中说明和/或描述的任何部件、特征或步骤可应用于任何其他实施方案或与任何其他实施方案一起使用。此外,对于每个实施方案,没有部件、特征、步骤或部件、特征或步骤的组是必需的或不可缺少的。因此,期望本文公开和下文要求保护的本发明的范围不受上文描述的特定实施方案限制,而是应仅通过公正地阅读随附权利要求书来确定。

[0136] 应当理解,为了便于参考,可提供特定序数术语(例如,“第一”或“第二”),并且不一定暗示物理特性或排序。因此,如本文所用,用于修改诸如结构、部件、操作等元件的序数术语(例如,“第一”、“第二”、“第三”等)不一定指示该元件相对于任何其他元件的优先级或顺序,而是可大体上将该元件与具有类似或相同名称(但是用于使用序数术语)的另一元件区分开来。另外,如本文所用,不定冠词(“一个”)可指示“一个或多个”而不是“一个”。此外,“基于”某一条件或事件而执行的操作还可基于未明确叙述的一个或多个其他条件或事件来执行。

[0137] 除非另有定义,否则本文所用的所有术语(包括技术和科技术语)具有与示例性实施方案所属领域的普通技术人员通常理解的相同含义。将进一步理解,术语,诸如在常用字典中定义的术语,应当被解释为具有与它们在相关领域的背景下的含义一致的含义,并且不以理想化或过于正式的意义进行解释,除非本文明确如此定义。

[0138] 为了便于描述,在本文中可使用空间相对术语“外部”、“内部”、“上部”、“下部”、“下方”、“上方”、“竖直”、“水平”和类似术语来描述在附图中绘示的一个元件或部件与另一元件或部件之间的关系。应当理解,空间相对术语旨在涵盖装置在使用中或操作中的除附图中描绘的取向之外的不同取向。例如,在附图中示出的装置被翻转的情况下,位于另一装置“下方”或“之下”的装置可放置在另一装置“上方”。因此,说明性术语“下方”可包括下部位置和上部位置两者。装置还可在另一方向上定向,并且因此空间相对术语可根据取向进行不同解释。

[0139] 除非另有明确说明,否则比较和/或定量术语,诸如“更少”、“更多”、“更大”等,旨在涵盖等式概念。例如,“更少”可不仅是指在最严格的数学意义上的“较少”,而且可指“小于或等于”。

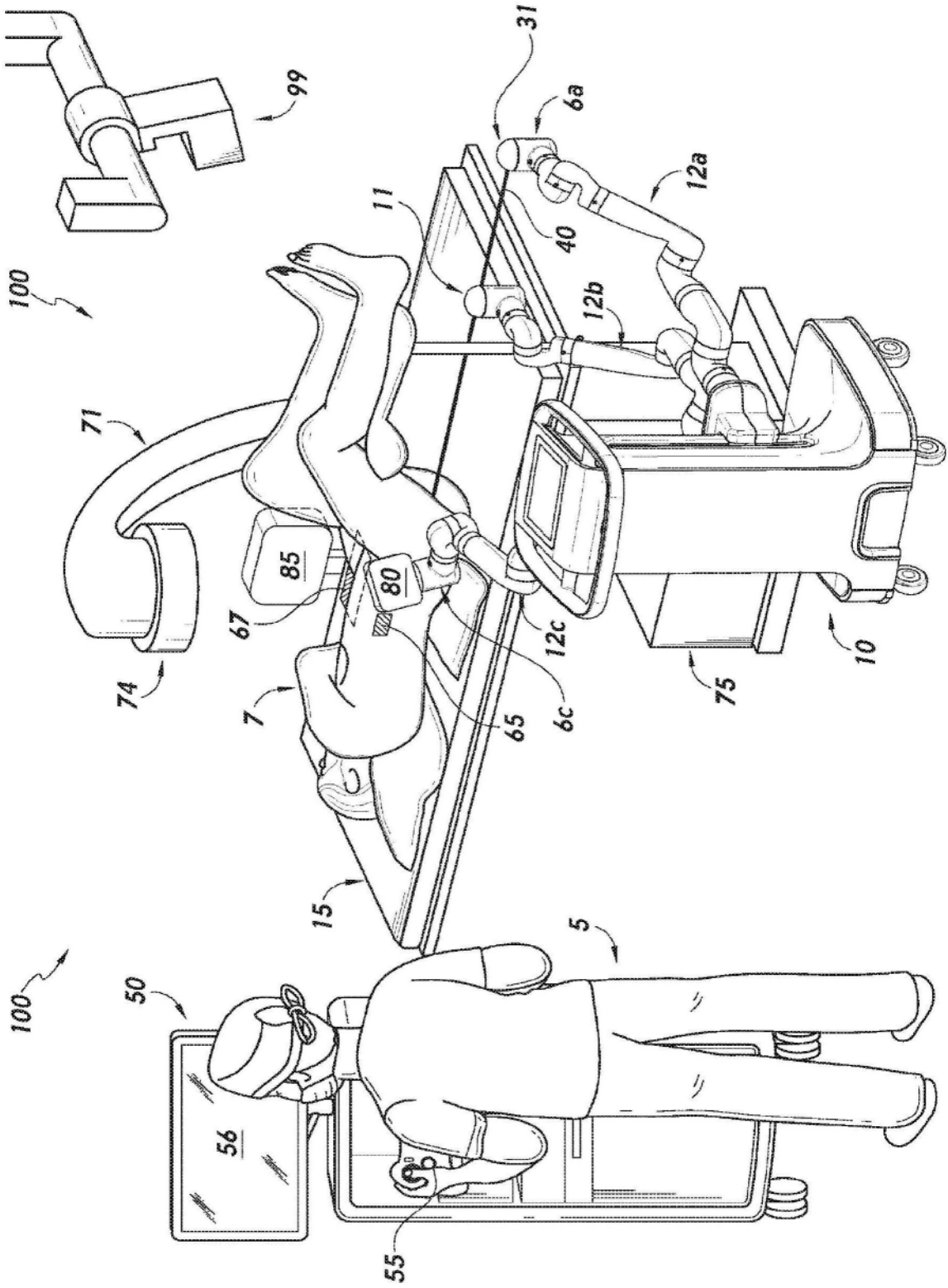


图1

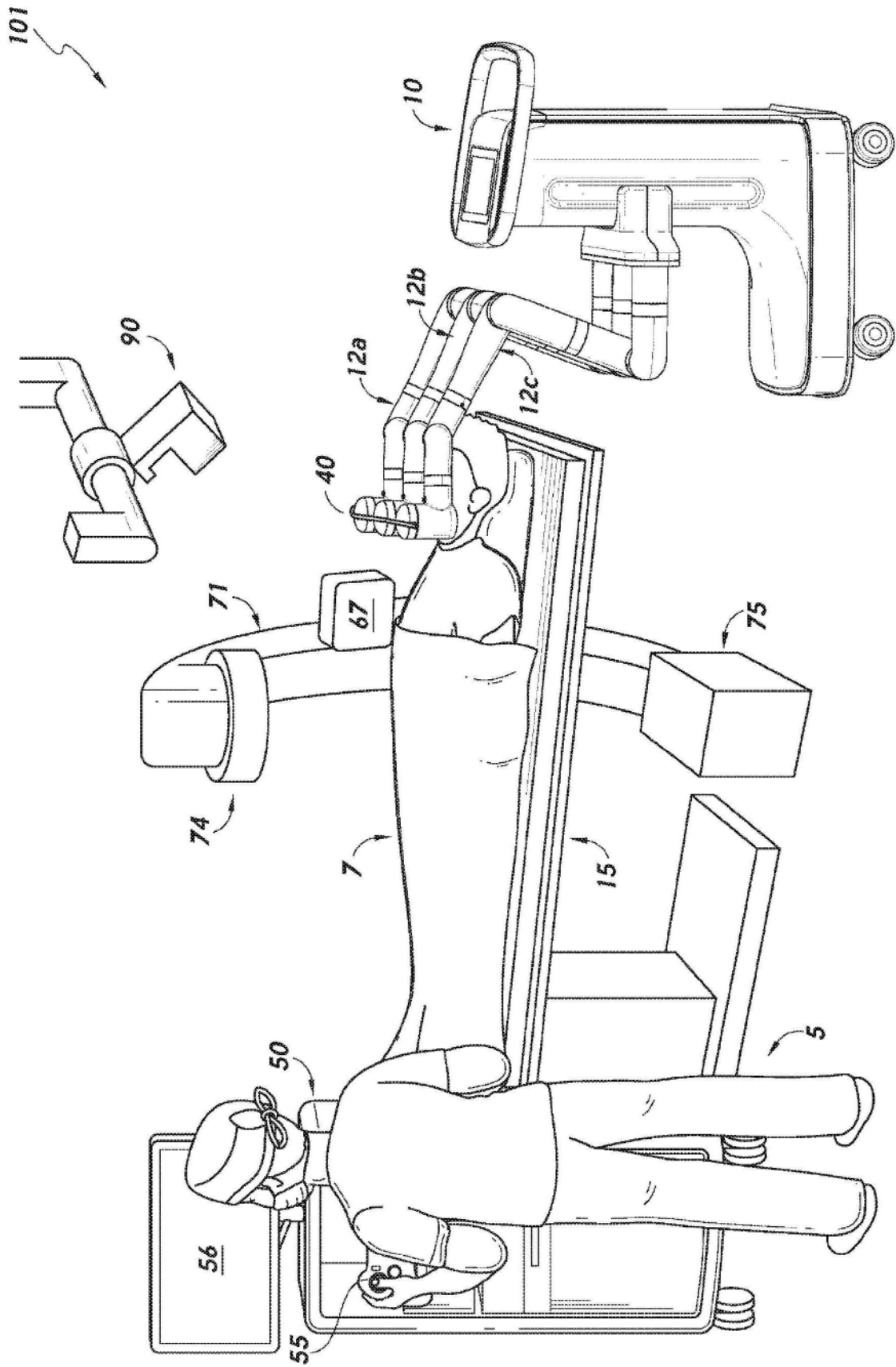


图2

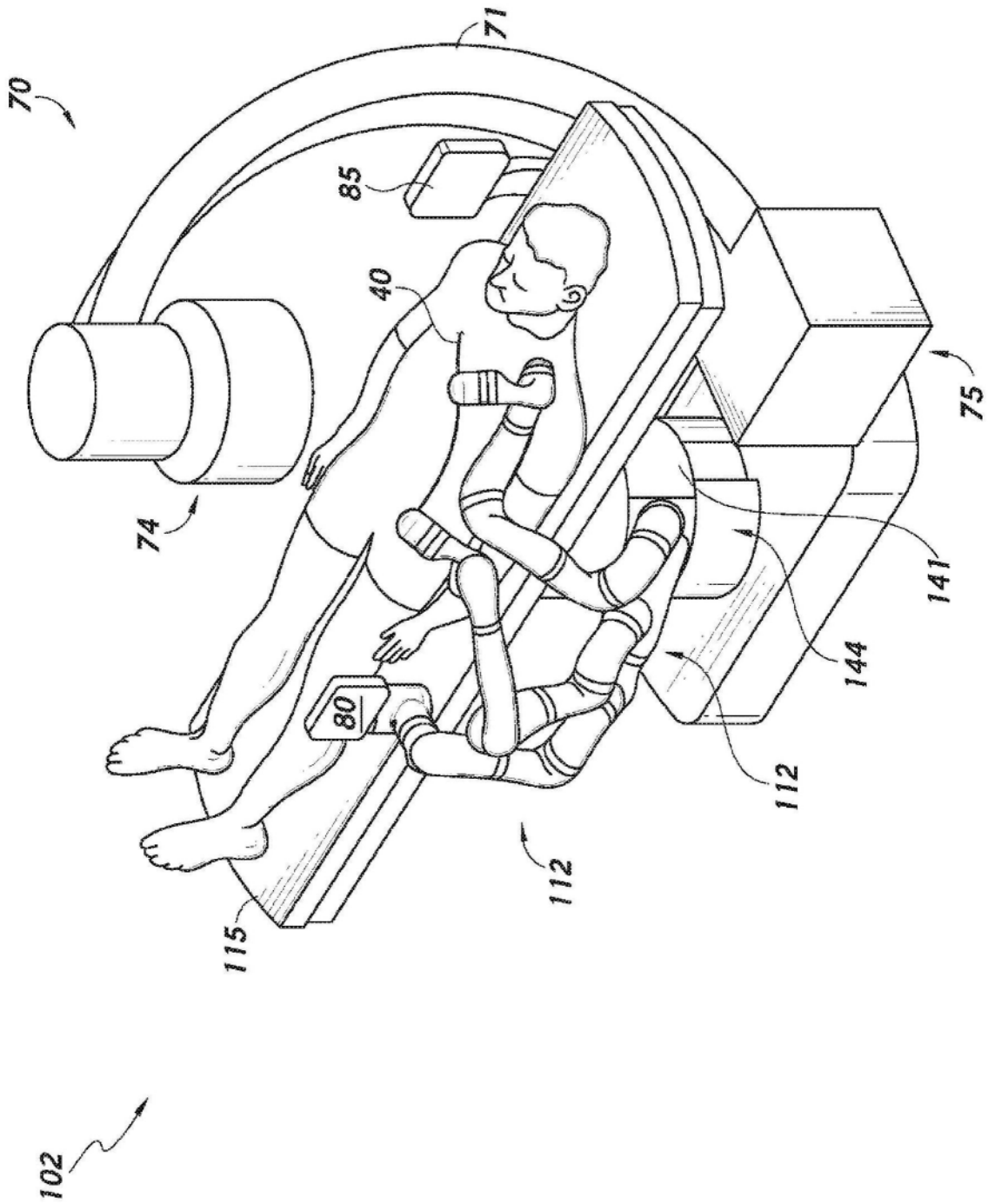


图3

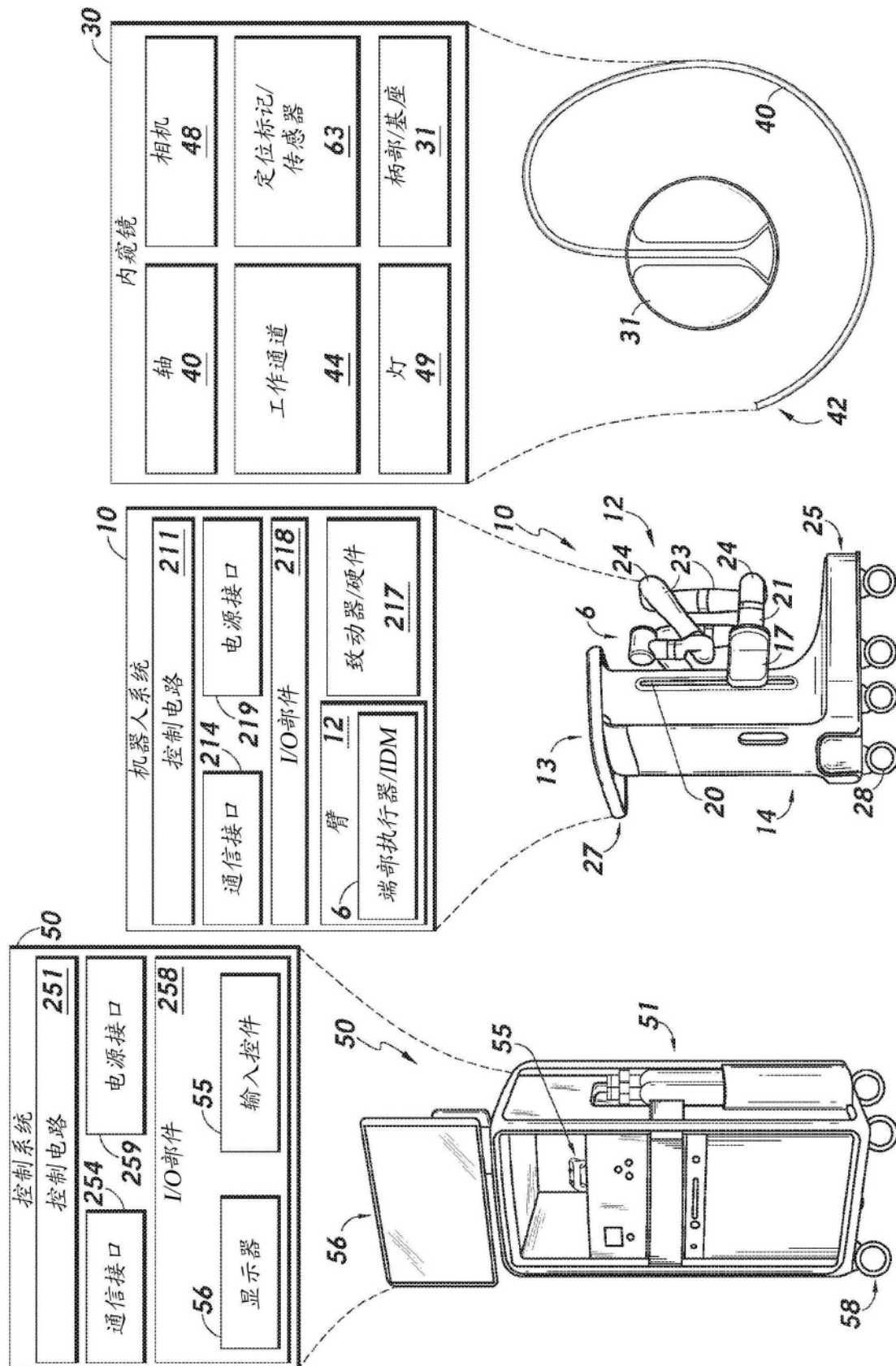


图4

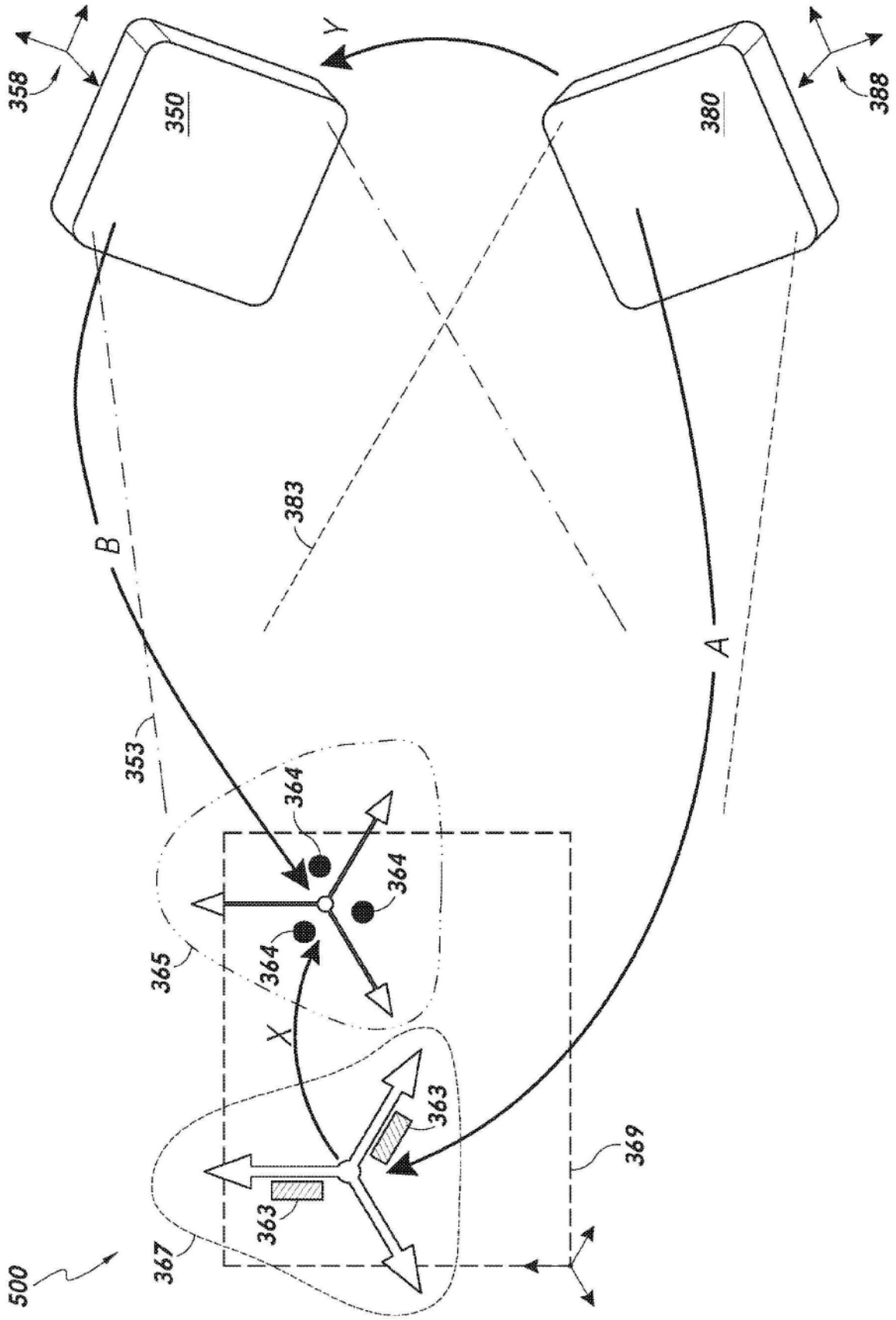


图5

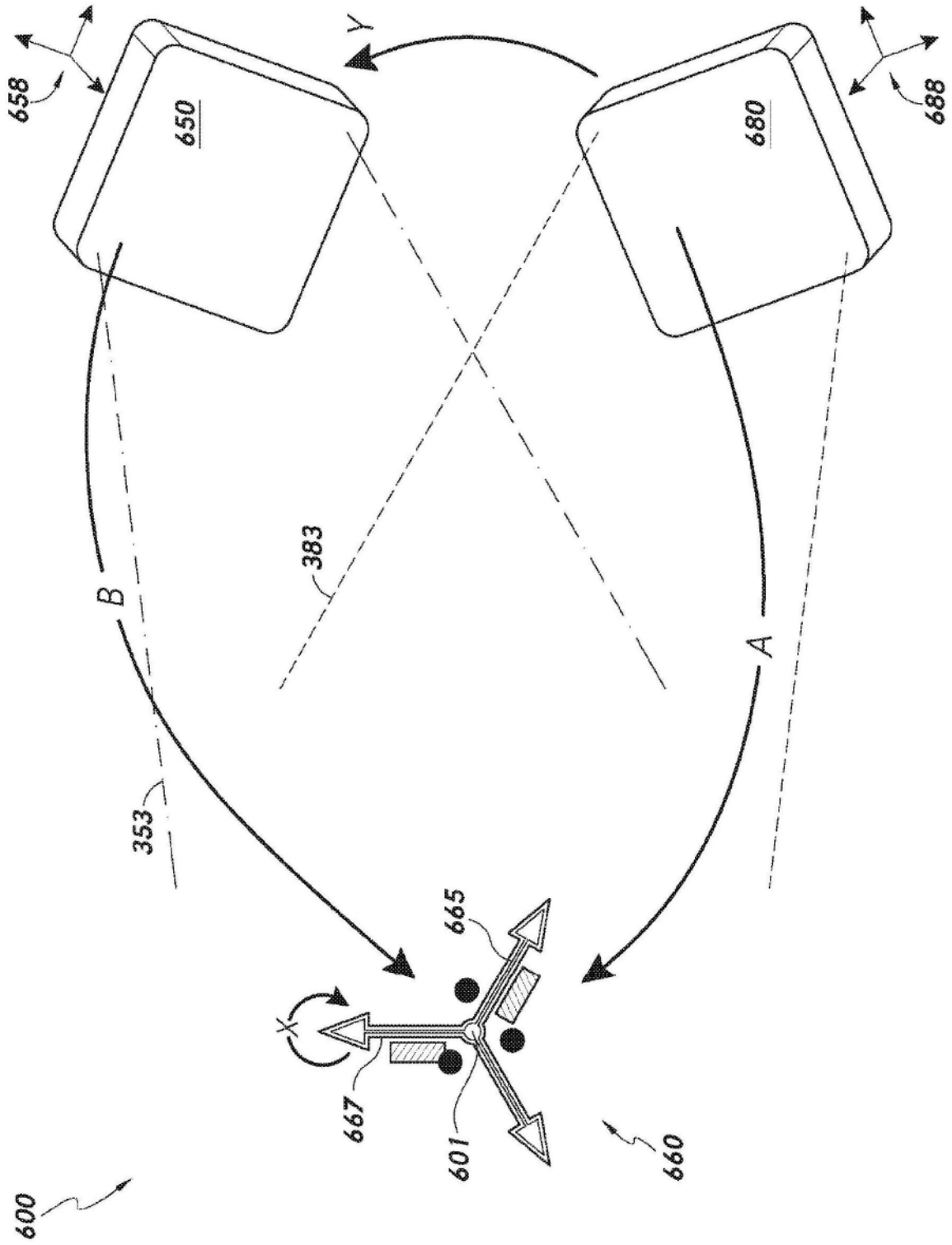


图6

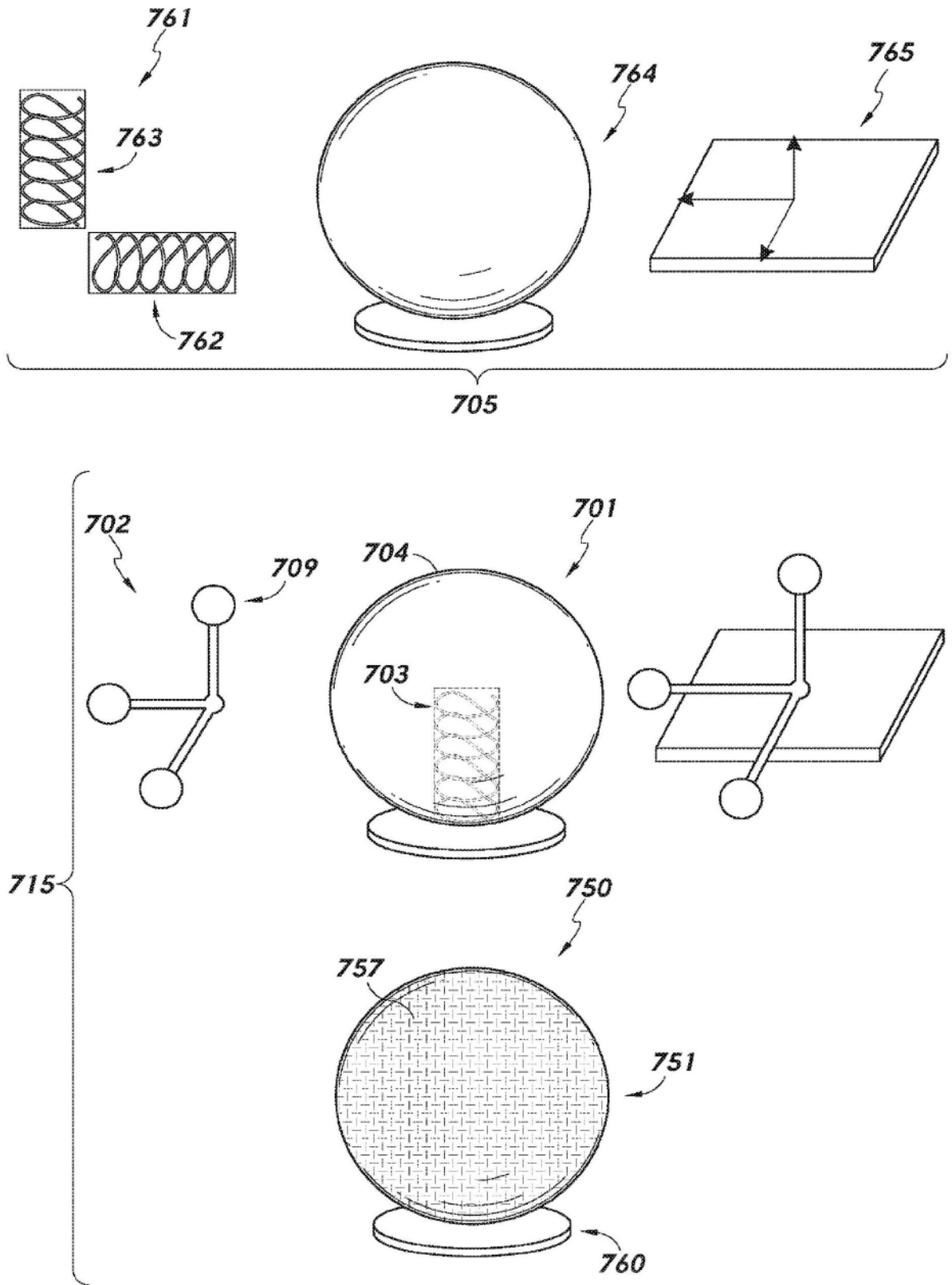


图7

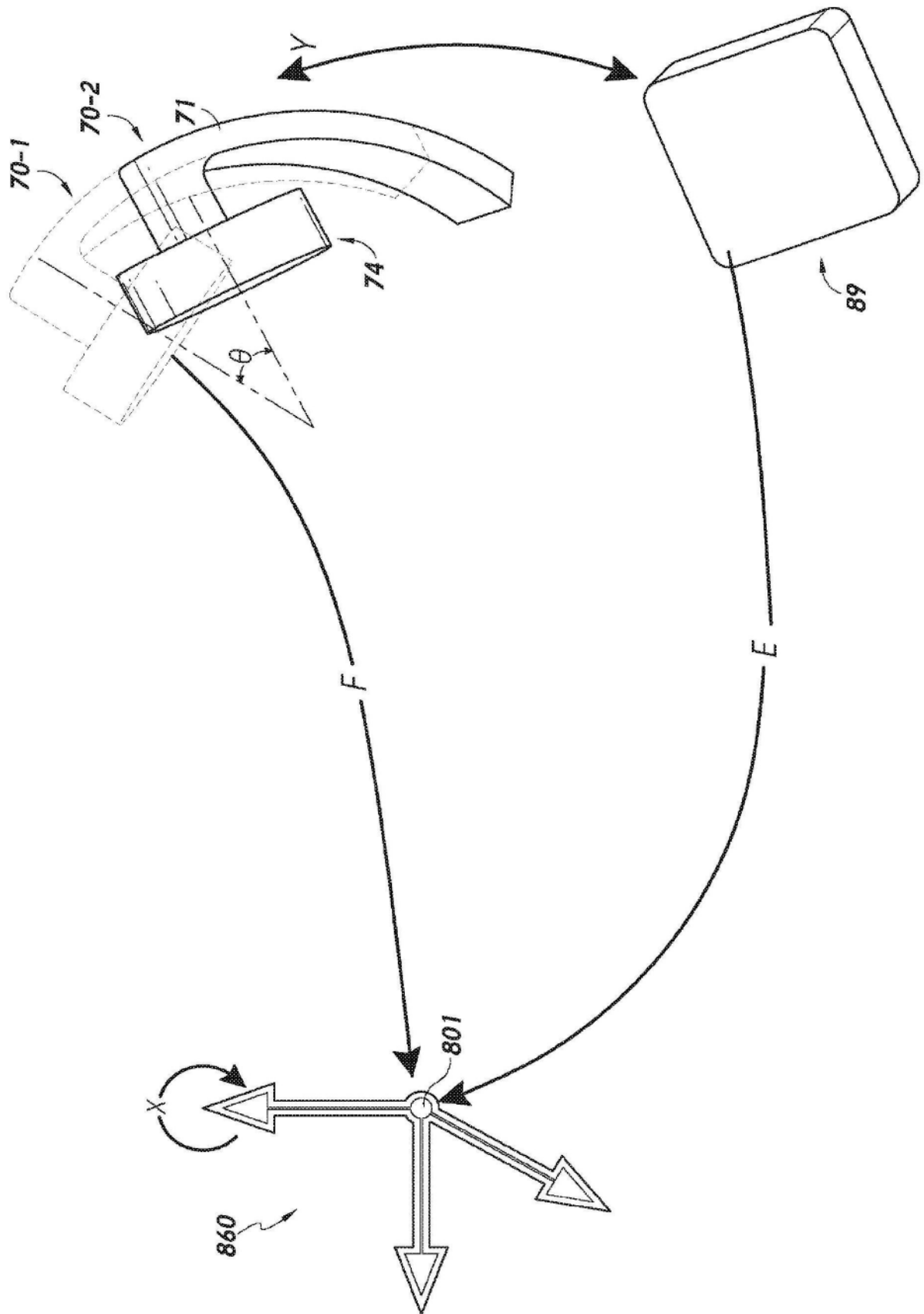


图8

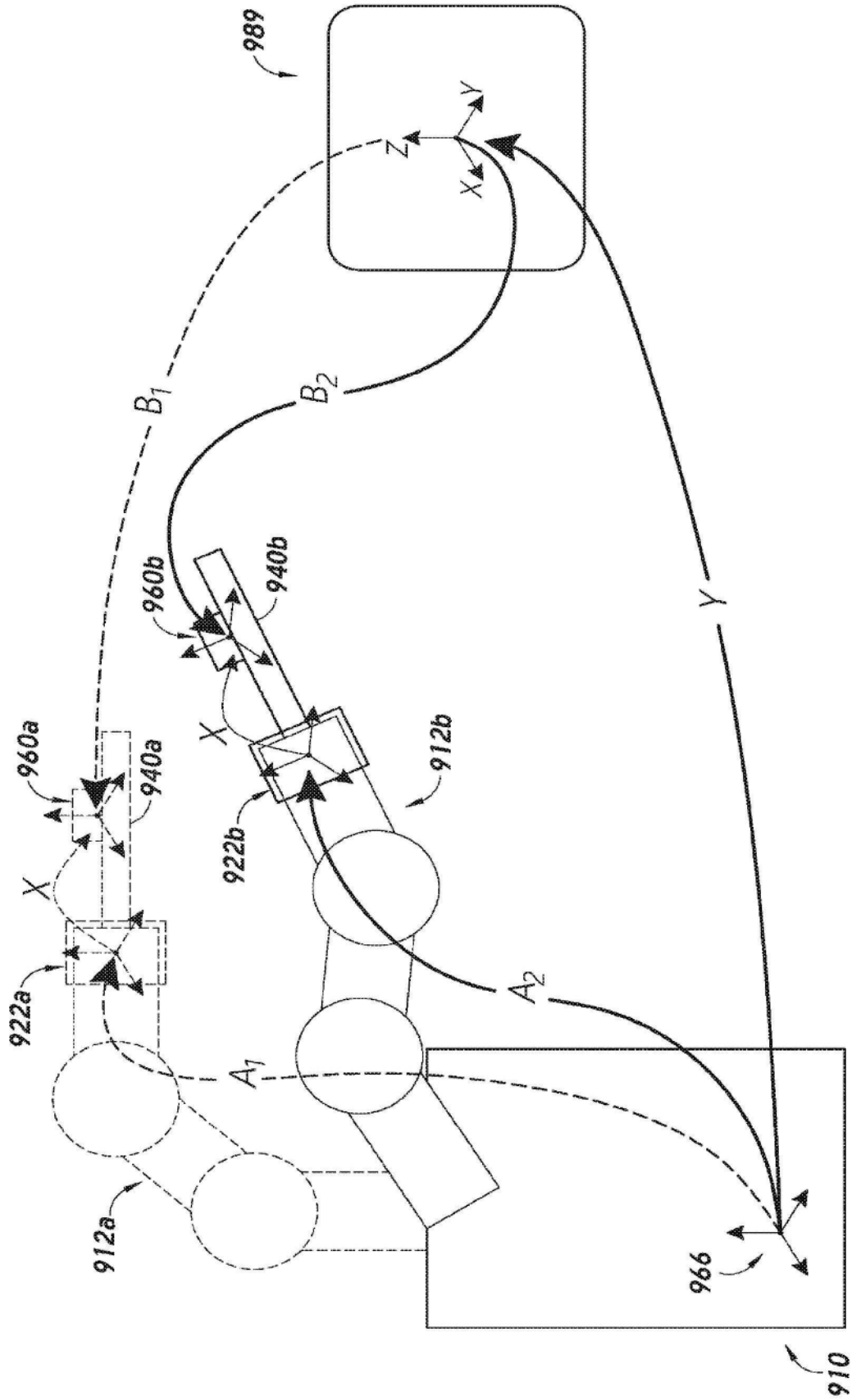


图9

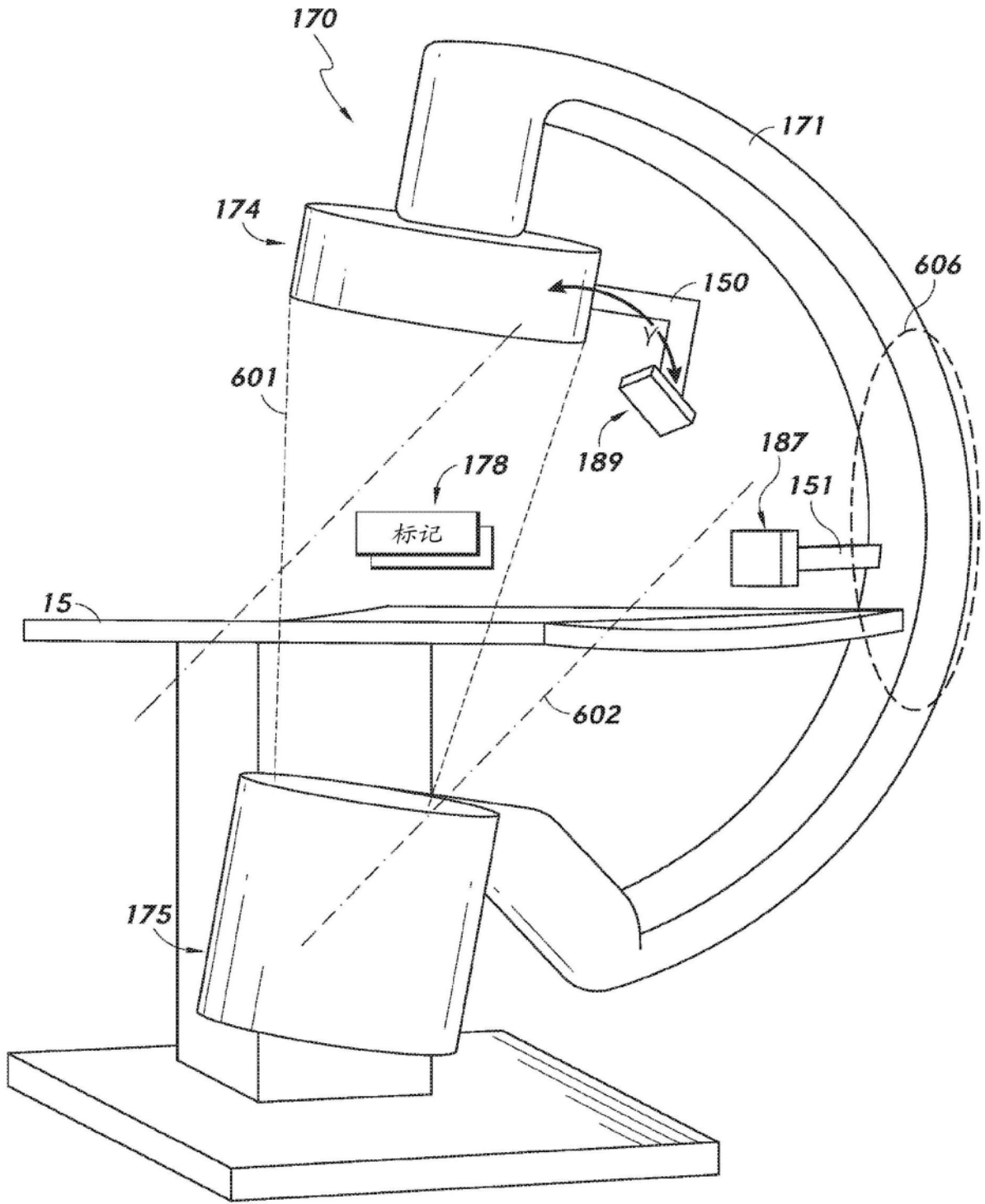


图10

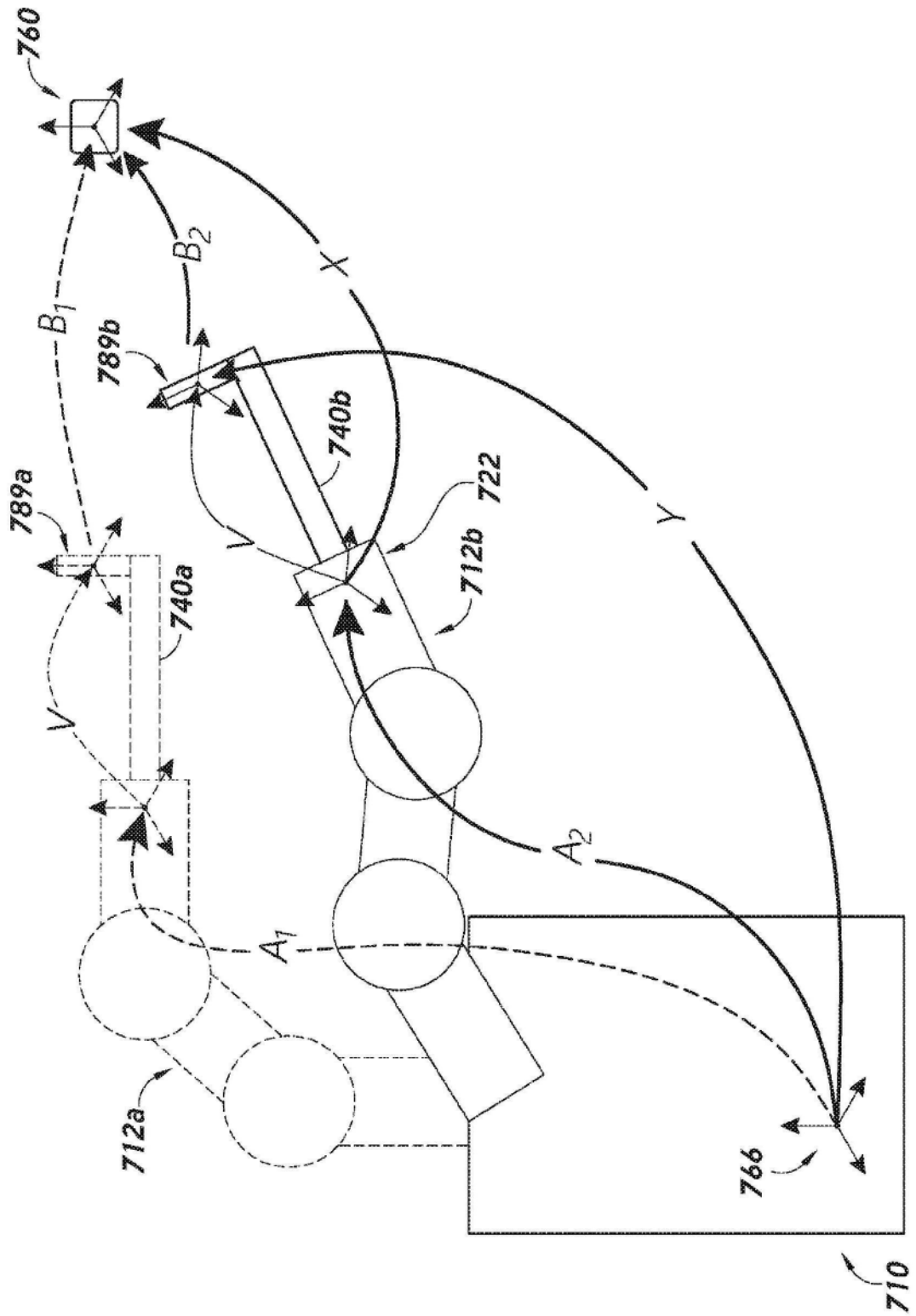


图11

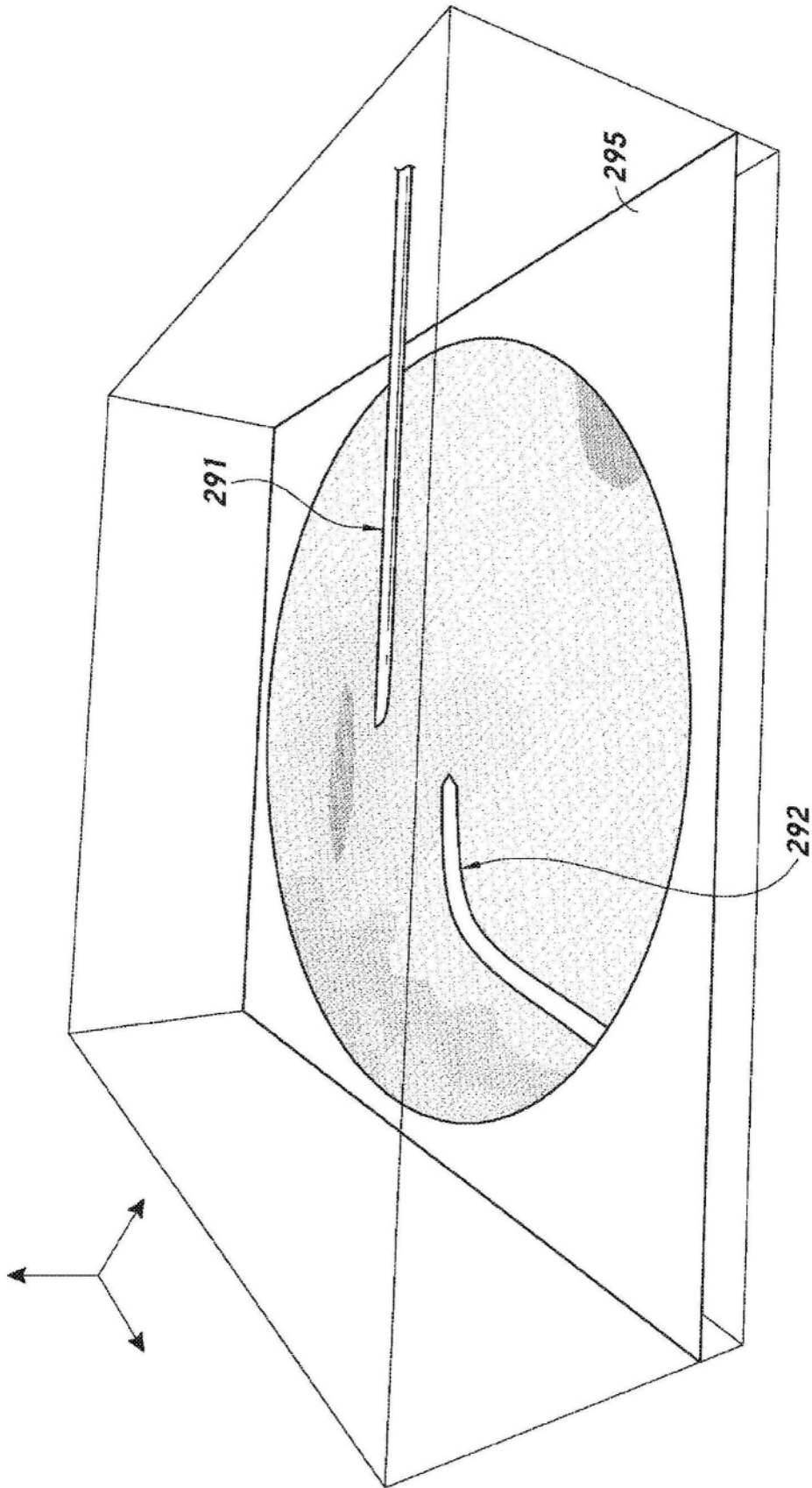


图12