(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 115087407 B
(45)授权公告日 2025.05.30

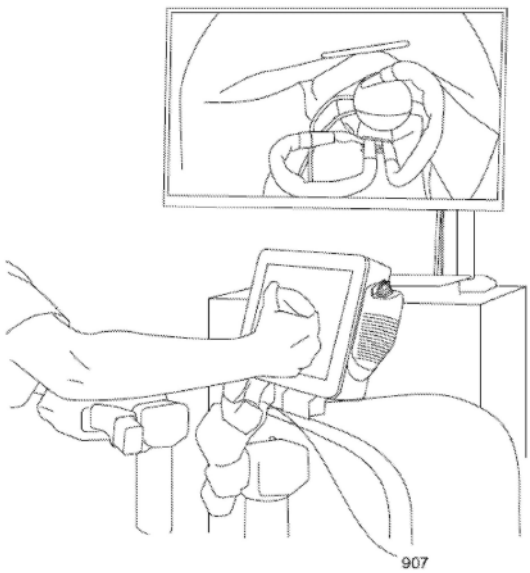
(21)申请号 202080095690.7
(22)申请日 2020.12.04
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115087407 A
(43)申请公布日 2022.09.20
(30)优先权数据
62/944,351 2019.12.05 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2022.08.04
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2020/061506 2020.12.04
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2021/111392 EN 2021.06.10
(73)专利权人 摩门提斯外科有限公司
地址 以色列奥尔耶胡达
(72)发明人 德维尔·科恩 亚龙·列文森
(74)专利代理机构 北京市铸成律师事务所 11313
专利代理师 王珺 段丹辉
(51)Int.Cl.
A61B 34/00(2006.01)
A61B 34/35(2006.01)
A61B 34/37(2006.01)
A61B 17/00(2006.01)
A61B 34/30(2006.01)
A61B 90/00(2006.01)
B25J 18/04(2006.01)
B25J 18/06(2006.01)
(56)对比文件
US 2018256267 A1,2018.09.13
审查员 郭康晋
权利要求书5页 说明书29页 附图16页

(54)发明名称

机械外科手术臂的双重控制

(57)摘要

初始地在反向弯曲模式下操作外科手术系统,所述外科手术系统包括:铰接式机械臂,所述铰接式机械臂具有多个臂关节;用于控制所述臂的第一和第二用户输入装置;以及在所述臂的远端处的外科手术末端执行器,其中所述第一用户输入装置激活以引导仅单个给定臂关节的弯曲和旋转并且其中停用所述第二用户输入装置。当在所述反向弯曲模式下时,通过所述单个给定臂关节的弯曲和旋转反向弯曲所述臂的远侧部分。在反向弯曲所述臂的情况下,将所述系统转变到外科手术模式,这使所述第二用户输入装置弯曲和旋转任何或所有所述臂关节,以移动所述外科手术末端执行器以执行一个或多个外科手术动作。



CN 115087407 B

1.一种操作外科手术系统的非外科手术方法,所述外科手术系统包括(i)铰接式机械臂,所述铰接式机械臂包括多个臂关节,以及(ii)用于控制所述臂的第一用户输入装置和第二用户输入装置,以及(iii)在所述臂的远端处的外科手术末端执行器,所述方法包括:

a.在反向弯曲模式下开始所述外科手术系统的操作,其中关于所述臂关节的弯曲和旋转:(i)所述第一用户输入装置激活以引导所述臂关节中的仅给定臂关节的弯曲和旋转,其中当所述外科手术系统在所述反向弯曲模式下时,防止所述第一用户输入装置和所述第二用户输入装置生成或传输控制输出,所述控制输出将控制所述臂中除了所述臂关节中的所述给定臂关节之外的臂关节的致动;以及(ii)停用所述第二用户输入装置;

b.当在所述反向弯曲模式下时,响应于来自所述第一用户输入装置的电子控制输出,通过所述臂关节中的所述给定臂关节的弯曲和旋转反向弯曲所述铰接式机械臂的远侧部分,以使所述末端执行器处于反向弯曲操作位置;

c.将所述外科手术系统从所述反向弯曲模式转变到操作模式,以关于所述臂中除了所述臂关节中的所述给定臂关节之外的至少一个所述臂关节的弯曲和旋转启用所述第二用户输入装置;以及

d.当在所述操作模式下时,根据每个臂关节的相应自由度,响应于来自所述第二用户输入装置的电子控制输出而实现所述臂关节中的至少两个的弯曲和旋转,由此移动所述外科手术末端执行器。

2.如权利要求1所述的方法,其中所述外科手术系统另外包括控制电路,当所述外科手术系统处于所述反向弯曲模式时,所述控制电路有效地约束除了单个臂关节之外的臂关节的致动。

3.如权利要求1或2中任一项所述的方法,其中所述转变包括相对于所述末端执行器或所述臂的远侧部分的位置和定向中的至少一个校准所述输入装置。

4.如权利要求1或2中任一项所述的方法,其中所述第一用户输入装置被配置用于控制单个臂关节的致动并且不被配置用于控制除了所述单个臂关节之外的臂关节的致动。

5.如权利要求1或2中任一项所述的方法,其中所述转变到所述操作模式响应于并取决于检测到所述臂处于反向弯曲位置。

6.一种外科手术系统,包括:

a.铰接式机械臂,所述铰接式机械臂包括多个臂关节和在所述臂的远端处的外科手术末端执行器;以及

b.用于控制所述臂的第一用户输入装置和第二用户输入装置,

其中所述外科手术系统被配置为在以下模式下异步地操作:在(i)反向弯曲模式下,其中所述铰接式机械臂的远侧部分可操作为响应于来自所述第一用户输入装置的电子控制输出而反向弯曲,以使所述末端执行器处于反向弯曲操作位置,以及在(ii)操作模式下,其中至少两个所述臂关节可操作为响应于来自所述第二用户输入装置的电子控制输出而弯曲和旋转,以便由此移动所述外科手术末端执行器,使得:

A.当处于所述反向弯曲模式时,关于所述臂关节的弯曲和旋转,所述第一用户输入装置激活以引导所述臂关节中的仅给定臂关节的弯曲和旋转,所述外科手术系统处于所述反向弯曲模式,防止所述输入装置阵列生成或传输控制输出,所述控制输出将控制所述臂中除了所述臂关节中的所述给定臂关节之外的臂关节的致动,并且停用所述第二用户输入装

置,并且

B. 当处于所述操作模式时,根据每个臂关节的相应自由度,关于所述臂中除了所述臂关节中的所述给定臂关节之外的至少一个所述臂关节的弯曲和旋转启用所述第二用户输入装置。

7.一种操作外科手术系统的非外科手术方法,所述外科手术系统包括(i)一个或多个用户输入装置的输入装置阵列,和(ii)铰接式机械臂,所述铰接式机械臂包括多个臂关节和在所述臂的远端处的外科手术末端执行器,所述方法包括:

a. 在反向弯曲模式下开始所述外科手术系统的操作,其中关于所述臂关节的弯曲和旋转,所述输入装置阵列激活以引导所述臂关节中的仅给定臂关节的弯曲和旋转;

b. 当在所述反向弯曲模式下时,响应于来自所述输入装置阵列的电子控制输出,通过所述臂关节中的所述给定臂关节的弯曲和旋转反向弯曲所述铰接式机械臂的远侧部分,以使所述末端执行器处于反向弯曲操作位置,并且防止所述输入装置阵列生成或传输控制输出,所述控制输出将控制所述臂中除了所述臂关节中的所述给定臂关节之外的臂关节的致动;

c. 将所述外科手术系统从所述反向弯曲模式转变到操作模式,以关于所述臂中除了所述臂关节中的所述给定臂关节之外的至少一个所述臂关节的弯曲和旋转启用所述输入装置阵列;以及

d. 当在所述操作模式下时,根据每个臂关节的相应自由度,响应于来自所述输入装置阵列的电子控制输出而实现所述臂关节中的至少两个的弯曲和旋转,由此移动所述外科手术末端执行器。

8.如权利要求7所述的方法,其中所述外科手术系统另外包括控制电路,当所述外科手术系统处于所述反向弯曲模式时,所述控制电路有效地约束除了所述臂关节中的所述给定臂关节之外的臂关节的致动。

9.如权利要求8所述的方法,其中所述约束通过停用所述臂中除了所述臂关节中的所述给定臂关节之外的臂关节的致动进行。

10.如权利要求7至9中任一项所述的方法,其中所述输入装置阵列包括单个用户输入装置,并且所述单个用户输入装置在所述反向弯曲模式和所述操作模式下控制所述多个臂关节的所述致动。

11.如权利要求7至9中任一项所述的方法,其中所述转变到所述操作模式响应于并取决于检测到所述臂处于反向弯曲位置。

12.如权利要求7至9中任一项所述的方法,其中所述转变包括相对于所述末端执行器或所述臂的远侧部分的位置和定向中的至少一个校准所述输入装置阵列的用户输入装置。

13.如权利要求7至9中任一项所述的方法,另外包括在所述操作模式下操作之后:使所述臂的所述远端未弯曲以使所述臂处于未弯曲位置。

14. 一种外科手术系统,包括:

a. 一个或多个用户输入装置的输入装置阵列;以及

b. 铰接式机械臂,所述铰接式机械臂包括(i)多个臂关节,以及(ii)在所述臂的远端处的外科手术末端执行器,

其中所述外科手术系统被配置为在以下模式下异步地操作:在(A)反向弯曲模式下,其

中所述铰接式机械臂的远侧部分响应于来自所述输入装置阵列的电子控制输出而反向弯曲,以使所述末端执行器处于反向弯曲操作位置,以及在(B)操作模式下,其中所述臂关节中的至少两个响应于来自所述输入装置阵列的电子控制输出而弯曲和旋转,以便由此移动所述外科手术末端执行器,使得:

A.当处于所述反向弯曲模式时,关于所述臂关节的弯曲和旋转,所述输入装置阵列激活以引导所述臂关节中的仅给定臂关节的弯曲和旋转,并且防止所述输入装置阵列生成或传输控制输出,所述控制输出将控制所述臂中除了所述臂关节中的所述给定臂关节之外的臂关节的致动,并且

B.当处于所述操作模式时,根据每个臂关节的相应自由度,关于所述臂中除了所述臂关节中的所述给定臂关节之外的至少一个所述臂关节的弯曲和旋转启用所述输入装置阵列。

15.一种操作外科手术系统的非外科手术方法,所述外科手术系统包括(i)铰接式机械臂,所述铰接式机械臂包括在其远端处的外科手术末端执行器和多个臂关节,以及(ii)一个或多个用户输入装置的输入装置阵列,其中所述臂关节被配置为响应于来自所述输入装置阵列的一个或多个用户输入装置的电子控制输出而弯曲和旋转,所述方法包括:

a.在相对于所述臂关节中的给定单个臂关节定义的第一操作模式下开始所述外科手术系统的操作,其中所述第一操作模式防止所述臂中不是所述给定单个臂关节的任何臂关节的致动,并且允许控制所述单个臂关节的所述致动以引起所述单个臂关节的弯曲和旋转;

b.当所述外科手术系统处于所述第一操作模式时,

i.响应于由所述输入装置阵列中的一个或多个所述用户输入装置生成的控制信号,通过所述单个臂关节的弯曲和旋转反向弯曲所述臂的所述远端,以使所述末端执行器处于反向弯曲操作位置,以及

ii.监测所述机械臂的状态以检测所述臂是否处于反向弯曲位置,

其中当所述外科手术系统在所述第一操作模式下时,防止所述输入装置阵列生成或传输控制输出,所述控制输出将控制所述臂中除了所述臂关节中的所述给定单个臂关节之外的臂关节的致动;

c.响应于并取决于检测到所述臂处于反向弯曲位置,将所述外科手术系统的操作从所述第一操作模式转变到第二操作模式,在所述第二操作模式中,所述系统能够根据每个臂关节的相应自由度控制至少一个排除第一模式的臂关节的弯曲和旋转;以及

d.在所述第二操作模式下操作所述外科手术系统。

16.如权利要求15所述的方法,其中所述外科手术系统另外包括控制电路,当所述外科手术系统处于所述第一操作模式时,所述控制电路有效地约束除了所述单个臂关节之外的臂关节的所述致动。

17.如权利要求16所述的方法,其中所述约束通过停用所述臂中除了所述单个臂关节之外的臂关节的致动进行。

18.如权利要求16所述的方法,其中所述约束包括停用第一输入装置的能力。

19.如权利要求16所述的方法,其中(i)当所述外科手术系统处于所述第一操作模式时,所述输入装置阵列的第一输入装置控制所述单个臂关节的致动,并且当所述外科手术

系统处于所述第二操作模式时,第二输入装置控制所述多个臂关节的致动,以及(ii)通过提供第一输入装置来进行约束,所述第一输入装置被配置用于控制所述单个臂关节的致动并且不被配置用于控制除了所述单个臂关节之外的臂关节的致动。

20.如权利要求15至19中任一项所述的方法,其中所述转变包括相对于所述末端执行器或所述臂的远侧部分的位置和定向中的至少一个校准所述输入装置。

21.如权利要求15至19中任一项所述的方法,其中当所述外科手术系统处于所述第一操作模式时,所述输入装置阵列的第一输入装置控制所述单个臂关节的致动,并且当所述外科手术系统处于所述第二操作模式时,所述输入装置阵列的第二输入装置控制所述多个臂关节的致动。

22.如权利要求21所述的方法,其中所述转变包括相对于所述末端执行器或所述臂的远侧部分的位置和定向中的至少一个校准所述第二输入装置。

23.如权利要求15所述的方法,其中单个用户输入装置在所述第一操作模式和所述第二操作模式两者下控制所述多个臂关节的所述致动。

24.如权利要求15至19中任一项所述的方法,其中所述外科手术系统另外包括控制台,所述控制台包括显示屏,并且所述输入装置阵列的至少一个用户输入装置设置在所述显示屏上或所述显示屏附近。

25.如权利要求15至19中任一项所述的方法,其中用于致动所述臂的线性推进和缩回的附加用户输入装置设置在所述输入装置阵列的至少一个用户输入装置上、与所述至少一个用户输入装置处于相同位置,或接近所述至少一个用户输入装置定位。

26.如权利要求15至19中任一项所述的方法,其中所述反向弯曲操作位置处于或接近于外科手术工作地点。

27.如权利要求15至19中任一项所述的方法,其中所述在所述第二操作模式下操作使所述臂处于所述反向弯曲位置。

28.如权利要求15至19中任一项所述的方法,另外包括在所述第二操作模式下操作之后:使所述臂的所述远端未弯曲以使所述臂处于未弯曲位置。

29. 一种用于与外科手术末端执行器一起使用并且被配置为在第一操作模式和第二操作模式下异步地操作的外科手术系统,所述系统包括:

a. 一个或多个用户输入装置的输入装置阵列;以及

b. 铰接式机械臂,所述铰接式机械臂包括在其远端处的外科手术末端执行器和多个臂关节,所述臂关节被配置为响应于由所述输入装置阵列的一个或多个输入装置生成的控制信号而弯曲和旋转,

其中:

i. 所述第一操作模式相对于所述臂关节中的给定单个臂关节定义,其中所述第一操作模式防止致动所述臂中不是所述给定单个臂关节的任何臂关节,其中当处于所述第一操作模式时,防止所述输入装置阵列生成或传输控制输出,所述控制输出将控制所述臂中除了所述臂关节中的所述给定单个臂关节之外的臂关节的致动并且允许控制所述单个臂关节的所述致动以引起所述单个臂关节的弯曲和旋转,

ii. 所述系统被配置为响应于来自所述输入装置阵列的一个或多个所述用户输入装置的电子控制输出,通过致动所述单个臂关节以引起所述单个臂关节的弯曲和旋转而在处

于所述第一操作模式时反向弯曲所述臂的所述远端,以使所述外科手术末端执行器处于反向弯曲操作位置,

iii. 所述第二操作模式相对于所述多个臂关节定义,其中所述第二操作模式能够根据每个臂关节的相应自由度控制至少一个排除第一模式的臂关节的所述致动,以及

iv. 所述系统被配置为响应于并取决于检测到所述臂处于反向弯曲位置而从所述第一操作模式转变到所述第二操作模式,并且在处于所述第二操作模式时,使用所述末端执行器执行动作。

30. 一种操作外科手术系统的非外科手术方法,所述外科手术系统包括(i)铰接式机械臂,所述铰接式机械臂包括多个臂关节和在所述臂的远端处的外科手术末端执行器,以及(ii)用于控制所述臂的一个或多个用户输入装置的输入装置阵列,所述方法包括:

a. 响应于来自所述输入装置阵列的电子控制输出,通过臂关节中的给定臂关节的弯曲和旋转反向弯曲所述铰接式机械臂的远侧部分,以使所述末端执行器处于反向弯曲操作位置,而不弯曲或旋转除了所述臂关节中的所述给定臂关节之外的任何所述臂关节,其中在所述反向弯曲期间,防止所述输入装置阵列生成或传输控制输出,所述控制输出将控制所述臂中除了所述臂关节中的所述给定臂关节之外的臂关节的致动;以及

b. 响应于并取决于检测到所述臂处于反向弯曲位置,响应于来自所述输入装置阵列的电子控制输出而根据每个臂关节的相应自由度实现所述臂关节中的至少两个的弯曲和旋转,由此移动所述外科手术末端执行器以执行一个或多个动作。

31.如权利要求30所述的方法,其中所述外科手术系统另外包括控制电路,所述控制电路在所述反向弯曲期间有效地约束除了所述臂关节中的所述给定臂关节之外的臂关节的所述致动。

32.如权利要求30或31中任一项所述的方法,另外包括在所述执行所述一个或多个外科手术动作之后:使所述臂的所述远端未弯曲以使所述臂处于未弯曲位置。

33. 一种外科手术系统,包括:

a. 铰接式机械臂,所述铰接式机械臂包括(i)多个臂关节和(ii)在所述臂的远端处的外科手术末端执行器,以及

b. 用于控制所述臂的一个或多个用户输入装置的输入装置阵列,

其中外科手术系统被配置为:

i. 响应于来自所述输入装置阵列的电子控制输出,通过臂关节中的给定臂关节的弯曲和旋转反向弯曲所述铰接式机械臂的远侧部分,以使所述末端执行器处于反向弯曲操作位置,而不弯曲或旋转除了所述臂关节中的所述给定臂关节之外的任何所述臂关节,其中在所述反向弯曲期间,防止所述输入装置阵列生成或传输控制输出,所述控制输出将控制所述臂中除了所述臂关节中的所述给定臂关节之外的臂关节的致动,以及

ii. 响应于并取决于检测到所述臂处于反向弯曲位置,并且响应于来自所述输入装置阵列的电子控制输出,根据每个臂关节的相应自由度实现所述臂关节中的至少两个的弯曲和旋转,由此移动所述外科手术末端执行器以执行一个或多个动作。

机械外科手术臂的双重控制

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2019年12月5日提交的第62/944,351号美国临时专利申请的权益,所述专利申请以全文引用的方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明涉及用于进行手术的外科手术系统以及使用此类系统的方法,且具体来说,涉及使用多种操作模式和输入装置来控制铰接式机械臂的部分的弯曲和旋转。

背景技术

[0004] 本部分旨在向读者介绍可能与本发明的各个方面相关的技术的各个方面,这些方面在下文中描述和/或要求保护。此讨论被认为有助于为读者提供背景信息以促进更好地理解本发明的各个方面。因此,应理解,这些陈述应从这个角度来解读,而不是承认现有技术。

[0005] 众所周知,微创手术有很多好处。用于这种外科手术的器械通常具有位于铰接式手术臂(优选具有最小直径)的远端处的外科手术末端执行器,所述外科手术末端执行器通过小开口(例如体壁切口、自然孔道)插入以到达手术部位。在一些情况下,外科手术器械可以穿过插管,并且内窥镜可以用于提供手术部位的图像。

[0006] 为了实现便利性、准确性和受试者的健康,已经开发了利用末端执行器的外科手术器械(例如,例如用于组织融合或切割的外科手术工具,或测量工具)。在一些情况下,铰接式外科手术臂具有一个或多个弯曲部分,这些弯曲部分使用各种输入装置(例如,手和脚控制件)远程地控制以最终控制末端执行器的位置,并且参考外科手术臂的纵向轴线改变其定向。在一些情况下,外科手术臂能够相对于外科手术臂纵向轴线反向弯曲。

[0007] 临床研究表明,微创经阴道妇科手术优于经腹部手术。优势包括术后恢复时间、发病率、感染、死亡率、并发症、失血量和患者满意度。时至今日,美国妇科学院(ACOG)的政策指出,只要可行,经阴道妇科手术是优选的。为了使医疗装置能够经阴道进入以进行妇科手术,需要铰接式外科手术臂弯曲到反向弯曲位置。

[0008] 目前最新技术缺乏可以提供最佳控制元件和使用方法以确保以化解风险的方法执行初步反向弯曲步骤的装置和方法,所述化解风险的方法不会影响为繁重的外科手术优化的输入装置所提供的人体工程学舒适性和便利性。因此,需要适合在外科手术臂的反向弯曲期间限制风险并且在外科手术过程中提供最大的移动自由度同时不影响外科医生人体工程学的解决方案。

发明内容

[0009] 根据实施方案,公开了一种用于操作外科手术系统的方法,所述外科手术系统包括(i)铰接式机械臂,所述铰接式机械臂包括多个臂关节,和(ii)用于控制臂的第一和第二用户输入装置,以及(iii)在臂的远端处的外科手术末端执行器。所述方法包括:(a)在反向

弯曲模式下开始外科手术系统的操作,其中关于臂关节的弯曲和旋转:(i)第一用户输入装置激活以引导臂关节中的仅给定臂关节的弯曲和旋转;以及(ii)停用第二用户输入装置;(b)当在反向弯曲模式下时,响应于来自第一用户输入装置的电子控制输出,通过臂关节中的给定臂关节的弯曲和旋转反向弯曲铰接式机械臂的远侧部分,以使末端执行器处于反向弯曲操作位置;(c)将外科手术系统从反向弯曲模式转变到外科手术模式,以关于臂中除了臂关节中的给定臂关节之外的至少一个臂关节的弯曲和旋转启用第二用户输入装置;以及(d)当在外科手术模式下时,根据每个臂关节的相应自由度,响应于来自第二用户输入装置的电子控制输出而实现臂关节中的至少两个的弯曲和旋转,由此移动外科手术末端执行器以执行一个或多个外科手术动作。

[0010] 在一些实施方案中,外科手术系统可以另外包括控制电路,当外科手术系统处于反向弯曲模式时,所述控制电路有效地约束除了单个臂关节之外的臂关节的致动。

[0011] 在一些实施方案中,转变可以包括相对于末端执行器或臂的远侧部分的位置和定向中的至少一个校准输入装置。

[0012] 在一些实施方案中,第一输入装置可以被配置用于控制单个臂关节的致动和/或不被配置用于控制除了单个臂关节之外的臂关节的致动。

[0013] 在一些实施方案中,转变到外科手术模式可以响应于和/或取决于检测到臂处于反向弯曲位置。

[0014] 根据实施方案的外科手术系统包括:(a)铰接式机械臂,所述铰接式机械臂包括多个臂关节和在臂的远端处的外科手术末端执行器;以及(b)用于控制臂的第一和第二用户输入装置,其中外科手术系统被配置为在以下模式下异步地操作:在(i)反向弯曲模式下,其中铰接式机械臂的远侧部分可操作为响应于来自第一用户输入装置的电子控制输出而反向弯曲,以使末端执行器处于反向弯曲操作位置,以及在(ii)外科手术模式下,其中至少两个臂关节可操作为响应于来自第二用户输入装置的电子控制输出而弯曲和旋转,以便由此移动外科手术末端执行器以执行一个或多个外科手术动作,使得:(A)当处于反向弯曲模式时,关于臂关节的弯曲和旋转,第一用户输入装置激活以引导臂关节中的仅给定臂关节的弯曲和旋转,并且停用第二用户输入装置,并且(B)当处于外科手术模式时,根据每个臂关节的相应自由度,关于臂中除了臂关节中的给定臂关节之外的至少一个臂关节的弯曲和旋转启用第二用户输入装置。

[0015] 在一些实施方案中,外科手术系统可以另外包括控制电路,当外科手术系统处于反向弯曲模式时,所述控制电路有效地约束除了单个臂关节之外的臂关节的致动。

[0016] 在一些实施方案中,外科手术系统可以被配置为使得转变包括相对于末端执行器或臂的远侧部分的位置和定向中的至少一个校准输入装置。

[0017] 在一些实施方案中,第一输入装置可以被配置用于控制单个臂关节的致动和/或不被配置用于控制除了单个臂关节之外的臂关节的致动。

[0018] 在一些实施方案中,外科手术系统可以被配置为使得转变到外科手术模式可以响应于和/或取决于检测到臂处于反向弯曲位置。

[0019] 根据实施方案,公开了一种操作外科手术系统的方法。根据所述方法,外科手术系统包括(i)用户输入装置,和(ii)铰接式机械臂,所述铰接式机械臂包括多个臂关节和在臂的远端处的外科手术末端执行器。所述方法包括:(a)在反向弯曲模式下开始外科手术系统

的操作,其中关于臂关节的弯曲和旋转,用户输入装置激活以引导臂关节中的仅给定臂关节的弯曲和旋转;(b)当在反向弯曲模式下时,响应于来自用户输入装置的电子控制输出,通过臂关节中的给定臂关节的弯曲和旋转反向弯曲铰接式机械臂的远侧部分,以使末端执行器处于反向弯曲操作位置;(c)将外科手术系统从反向弯曲模式转变到外科手术模式,以关于臂中除了臂关节中的给定臂关节之外的至少一个臂关节的弯曲和旋转启用用户输入装置;以及(d)当在外科手术模式下时,根据每个臂关节的相应自由度,响应于来自用户输入装置的电子控制输出而实现臂关节中的至少两个的弯曲和旋转,由此移动外科手术末端执行器以执行一个或多个外科手术动作。

[0020] 在所述方法的一些实施方案中,外科手术系统可以另外包括控制电路,当外科手术系统处于反向弯曲模式时,所述控制电路有效地约束除了臂关节中的给定臂关节之外的臂关节的致动。在一些此类实施方案中,所述约束可以通过停用臂中除了臂关节中的给定臂关节之外的臂关节的致动进行。

[0021] 在一些实施方案中,用户输入装置可以在反向弯曲模式和外科手术模式下控制多个臂关节的致动。

[0022] 在一些实施方案中,可以防止用户输入装置生成或传输控制输出,所述控制输出将控制臂中除了臂关节中的给定臂关节之外的臂关节的致动。

[0023] 在一些实施方案中,转变到外科手术模式可以响应于和/或取决于检测到臂处于反向弯曲位置。

[0024] 在一些实施方案中,转变可以包括相对于末端执行器或臂的远侧部分的位置和定向中的至少一个校准用户输入装置。

[0025] 在一些实施方案中,所述方法可以另外包括在第二模式下操作之后,使臂的远端未弯曲以使臂处于未弯曲位置。

[0026] 根据实施方案,公开一种外科手术系统,包括:(a)用户输入装置;以及(b)铰接式机械臂,所述铰接式机械臂包括(i)多个臂关节,以及(ii)在臂的远端处的外科手术末端执行器,其中外科手术系统被配置为在以下模式下异步地操作:在(A)反向弯曲模式下,其中铰接式机械臂的远侧部分响应于来自用户输入装置的电子控制输出而反向弯曲,以使末端执行器处于反向弯曲操作位置,以及在(B)外科手术模式下,其中臂关节中的至少两个响应于来自用户输入装置的电子控制输出而弯曲和旋转,以便由此移动外科手术末端执行器以执行一个或多个外科手术动作,使得:(A)当处于反向弯曲模式时,关于臂关节的弯曲和旋转,用户输入装置激活以引导臂关节中的仅给定臂关节的弯曲和旋转,并且(B)当处于外科手术模式时,根据每个臂关节的相应自由度,关于臂中除了臂关节中的给定臂关节之外的至少一个臂关节的弯曲和旋转启用用户输入装置。

[0027] 在一些实施方案中,外科手术系统可以另外包括控制电路,当外科手术系统处于反向弯曲模式时,所述控制电路有效地约束除了臂关节中的给定臂关节之外的臂关节的致动。在一些此类实施方案中,所述约束可以通过停用臂中除了臂关节中的给定臂关节之外的臂关节的致动进行。

[0028] 在一些实施方案中,用户输入装置可以有效地在反向弯曲模式和外科手术模式下控制多个臂关节的致动。

[0029] 在一些实施方案中,外科手术系统可以被配置为使得可以防止用户输入装置生成

或传输控制输出,所述控制输出将控制臂中除了臂关节中的给定臂关节之外的臂关节的致动。

[0030] 在一些实施方案中,外科手术系统可以被配置为使得转变到外科手术模式可以响应于和/或取决于检测到臂处于反向弯曲位置。

[0031] 在一些实施方案中,外科手术系统可以被配置为使得转变可以包括相对于末端执行器或臂的远侧部分的位置和定向中的至少一个校准用户输入装置。

[0032] 在一些实施方案中,外科手术系统可以另外被配置为在第二模式下操作之后,实现使臂的远端未弯曲,以使臂处于未弯曲位置。

[0033] 根据实施方案,公开了一种操作外科手术系统的方法,所述外科手术系统包括(i)铰接式机械臂,所述铰接式机械臂包括在其远端处的外科手术末端执行器和多个臂关节,以及(ii)一个或多个用户输入装置的输入装置阵列,其中臂关节被配置为响应于来自输入装置阵列的一个或多个用户输入装置的电子控制输出而弯曲和旋转。所述方法包括:(a)在相对于臂关节中的给定单个臂关节定义的第一操作模式下开始外科手术系统的操作,其中第一操作模式防止臂中不是给定单个臂关节的任何臂关节的致动,并且允许控制单个臂关节的致动以引起单个臂关节的弯曲和旋转;(b)当外科手术系统处于第一操作模式时,(i)响应于由输入装置阵列中的一个或多个用户输入装置生成的控制信号,通过单个臂关节的弯曲和旋转反向弯曲臂的远端,以使末端执行器处于反向弯曲操作位置,以及(ii)监测机械臂的状态以检测臂是否处于反向弯曲位置。所述方法另外包括:(c)响应于并取决于检测到臂处于反向弯曲位置,将外科手术系统的操作从第一操作模式转变到第二操作模式,在所述第二操作模式中,系统能够根据每个臂关节的相应自由度控制至少一个排除第一模式的臂关节的弯曲和旋转;以及(d)在第二操作模式下操作外科手术系统,以使用末端执行器执行外科手术动作。

[0034] 在一些实施方案中,外科手术系统可以另外包括控制电路,当外科手术系统处于第一操作模式时,所述控制电路有效地约束除了单个臂关节之外的臂关节的致动。在一些此类方法中,所述约束可以通过停用臂中除了单个臂关节之外的臂关节的致动进行。在一些此类实施方案中,可以防止输入装置生成或传输可能控制臂中除了单个臂关节之外的臂关节的致动的控制输出。在一些此类实施方案中,所述约束可以包括停用第一输入装置的能力。在一些此类实施方案中,可以(i)当外科手术系统处于第一操作模式时,输入装置阵列的第一输入装置控制单个臂关节的致动,并且当外科手术系统处于第二操作模式时,第二输入装置控制多个臂关节的致动,和/或(ii)通过提供第一输入装置来进行约束,所述第一输入装置被配置用于控制单个臂关节的致动并且不被配置用于控制除了单个臂关节之外的臂关节的致动。

[0035] 在一些实施方案中,转变可以包括相对于末端执行器或臂的远侧部分的位置和定向中的至少一个校准输入装置。

[0036] 在一些实施方案中,当外科手术系统处于第一操作模式时,输入装置阵列的第一输入装置可以控制单个臂关节的致动,和/或当外科手术系统处于第二操作模式时,输入装置阵列的第二输入装置可以控制多个臂关节的致动。

[0037] 在一些实施方案中,转变可以包括相对于末端执行器或臂的远侧部分的位置和定向中的至少一个校准第二输入装置。

[0038] 在一些实施方案中,单个用户输入装置可以在第一操作模式和第二操作模式两者下控制多个臂关节的致动。

[0039] 在所述方法的一些实施方案中,外科手术系统可以另外包括控制台,所述控制台包括显示屏,并且输入装置阵列的至少一个用户输入装置设置在显示屏上或显示屏附近。

[0040] 在一些实施方案中,用于致动臂的线性推进和缩回的附加用户输入装置可以设置在输入装置阵列的至少一个用户输入装置上、与所述至少一个用户输入装置处于相同位置,或接近所述至少一个用户输入装置定位。

[0041] 在一些实施方案中,反向弯曲操作位置可以处于或接近于外科手术工作地点。

[0042] 在一些实施方案中,在第二模式下的操作可以使臂处于反向弯曲位置。

[0043] 在一些实施方案中,所述方法可以另外包括在第二模式下操作之后:使臂的远端未弯曲以使臂处于未弯曲位置。

[0044] 根据实施方案,一种用于与外科手术末端执行器一起使用并且被配置为在第一操作模式和第二操作模式下异步地操作的外科手术系统包括:(a)一个或多个用户输入装置的输入装置阵列;以及(b)铰接式机械臂,所述铰接式机械臂包括在其远端处的外科手术末端执行器和多个臂关节,所述臂关节被配置为响应于由输入装置阵列的一个或多个输入装置生成的控制信号而弯曲和旋转,其中:(i)第一操作模式相对于臂关节中的给定单个臂关节定义,其中第一操作模式防止致动臂中不是给定的单个臂关节的任何臂关节,并且允许控制单个臂关节的致动以引起单个臂关节的弯曲和旋转,(ii)系统被配置为响应于来自输入装置阵列的一个或多个用户输入装置的电子控制输出,通过致动单个臂关节以引起单个臂关节的弯曲和旋转而在处于第一操作模式时反向弯曲臂的远端,以使外科手术末端执行器处于反向弯曲操作位置,(iii)第二操作模式相对于多个臂关节定义,其中第二操作模式能够根据每个臂关节的相应自由度控制至少一个排除第一模式的臂关节的致动,以及(iv)系统被配置为响应于并取决于检测到臂处于反向弯曲位置而从第一操作模式转变到第二操作模式,并且在处于第二操作模式时,使用末端执行器执行外科手术动作。

[0045] 在一些实施方案中,外科手术系统可以另外包括控制电路,当外科手术系统处于第一操作模式时,所述控制电路有效地约束除了单个臂关节之外的臂关节的致动。在一些此类实施方案中,所述约束可以通过停用臂中除了单个臂关节之外的臂关节的致动进行。在一些此类实施方案中,可以防止输入装置生成或传输可能控制臂中除了单个臂关节之外的臂关节的致动的控制输出。在一些此类实施方案中,所述约束可以包括停用第一输入装置的能力。在一些此类实施方案中,可以(i)当外科手术系统处于第一操作模式时,输入装置阵列的第一输入装置控制单个臂关节的致动,并且当外科手术系统处于第二操作模式时,第二输入装置控制多个臂关节的致动,和/或(ii)通过提供第一输入装置来进行约束,所述第一输入装置被配置用于控制单个臂关节的致动并且不被配置用于控制除了单个臂关节之外的臂关节的致动。

[0046] 在一些实施方案中,系统可以被配置为使得转变可以包括相对于末端执行器或臂的远侧部分的位置和定向中的至少一个校准输入装置。

[0047] 在一些实施方案中,当外科手术系统处于第一操作模式时,输入装置阵列的第一输入装置可以有效地控制单个臂关节的致动,和/或当外科手术系统处于第二操作模式时,输入装置阵列的第二输入装置可以有效地控制多个臂关节的致动。

[0048] 在一些实施方案中,系统可以被配置为使得转变可以包括相对于末端执行器或臂的远侧部分的位置和定向中的至少一个校准第二输入装置。

[0049] 在一些实施方案中,单个用户输入装置可以有效地在第一操作模式和第二操作模式两者下控制多个臂关节的致动。

[0050] 在一些实施方案中,外科手术系统可以另外包括控制台,所述控制台包括显示屏,并且输入装置阵列的至少一个用户输入装置设置在显示屏上或显示屏附近。

[0051] 在一些实施方案中,用于致动臂的线性推进和缩回的附加用户输入装置可以设置在输入装置阵列的至少一个用户输入装置上、与所述至少一个用户输入装置处于相同位置,或接近所述至少一个用户输入装置定位。

[0052] 在一些实施方案中,反向弯曲操作位置可以处于或接近于外科手术工作地点。

[0053] 在一些实施方案中,在第二模式下的操作可以使臂处于反向弯曲位置。

[0054] 在一些实施方案中,外科手术系统可以另外被配置为在第二模式下操作之后,实现使臂的远端未弯曲,以使臂处于未弯曲位置。根据实施方案,公开了一种操作外科手术系统的方法,所述外科手术系统包括(i)铰接式机械臂,所述铰接式机械臂包括多个臂关节和在臂的远端处的外科手术末端执行器,以及(ii)用于控制臂的一个或多个用户输入装置的输入装置阵列。所述方法包括:(a)响应于来自输入装置阵列的电子控制输出,通过臂关节中的给定臂关节的弯曲和旋转反向弯曲铰接式机械臂的远侧部分,以使末端执行器处于反向弯曲操作位置,而不弯曲或旋转除了臂关节中的给定臂关节之外的任何臂关节;以及(b)响应于并取决于检测到臂处于反向弯曲位置,响应于来自输入装置阵列的电子控制输出而根据每个臂关节的相应自由度实现臂关节中的至少两个的弯曲和旋转,由此移动外科手术末端执行器以执行一个或多个外科手术动作。

[0055] 在所述方法的一些实施方案中,外科手术系统可以另外包括控制电路,所述控制电路在反向弯曲期间有效地约束除了臂关节中的给定臂关节之外的臂关节的致动。

[0056] 在一些实施方案中,所述方法可以另外包括在执行一个或多个外科手术动作之后,使臂的远端未弯曲以使臂处于未弯曲位置。

[0057] 根据实施方案,外科手术系统包括:(a)铰接式机械臂,所述铰接式机械臂包括(i)多个臂关节和(ii)在臂的远端处的外科手术末端执行器,以及(b)用于控制臂的一个或多个用户输入装置的输入装置阵列,其中外科手术系统被配置为:(i)响应于来自输入装置阵列的电子控制输出,通过臂关节中的给定臂关节的弯曲和旋转反向弯曲铰接式机械臂的远侧部分,以使末端执行器处于反向弯曲操作位置,而不弯曲或旋转除了臂关节中的给定臂关节之外的任何臂关节,以及(ii)响应于并取决于检测到臂处于反向弯曲位置,并且响应于来自输入装置阵列的电子控制输出,根据每个臂关节的相应自由度实现臂关节中的至少两个的弯曲和旋转,由此移动外科手术末端执行器以执行一个或多个外科手术动作。

[0058] 在一些实施方案中,外科手术系统可以另外包括控制电路,所述控制电路在反向弯曲期间有效地约束除了臂关节中的给定臂关节之外的臂关节的致动。

[0059] 在所述方法的一些实施方案中,外科手术系统可以另外包括控制电路,所述控制电路在反向弯曲期间有效地约束除了臂关节中的给定臂关节之外的臂关节的致动。

[0060] 在一些实施方案中,所述方法可以另外包括在执行一个或多个外科手术动作之后,使臂的远端未弯曲以使臂处于未弯曲位置。

[0061] 根据实施方案,公开了一种使用外科手术系统的方法。所述方法包括:(a)提供铰接式机械臂,所述铰接式机械臂在其远端处具有外科手术末端执行器,所述臂包括通过对应多个臂关节串联连接的多个臂段,所述臂关节被配置为响应于来自用户输入装置的电子控制输出而弯曲和旋转,其中所述提供使得移位末端执行器;(b)在第一输入模式下操作时将末端执行器操纵到反向弯曲操作位置,在所述第一输入模式下,将输入装置或其可移位部分的位移转换为(i)臂关节的弯曲和(ii)臂关节的旋转中的至少一个的速度;(c)响应于并取决于检测到末端执行器处于反向弯曲操作位置,从在第一输入模式下操作转变为在第二输入模式下操作,在所述第二输入模式下,将输入装置或其可移位部分的位移转换为至少一个臂段的相应位移;以及(d)在转变之后并且在第二输入模式下操作时,使用末端执行器执行外科手术动作。

[0062] 在一些实施方案中,可以在第一输入模式和第二输入模式两者下使用单个用户输入装置。

[0063] 在一些实施方案中,可以在第一输入模式下使用第一输入装置,和/或可以在第二输入模式下使用第二输入装置。

[0064] 在一些实施方案中,附加的用户输入装置可以用于致动臂的线性推进和缩回。

[0065] 在一些实施方案中,反向弯曲操作位置可以处于或接近于外科手术工作地点。

[0066] 根据实施方案,一种用于与外科手术末端执行器一起使用的外科手术系统包括:(a)铰接式机械臂,所述铰接式机械臂在其远端处具有外科手术末端执行器,所述臂包括通过对应多个臂关节串联连接的多个臂段,所述臂关节被配置为响应于来自用户输入装置的电子控制输出而弯曲和旋转;以及(b)用于控制臂的一个或多个输入装置的阵列,其中外科手术系统被配置为:(i)在以下操作模式下异步地操作:在(A)第一输入模式下,其中将输入装置或其可移位部分的位移转换为臂关节的弯曲和旋转的速度,并且在(B)第二输入模式下,其中将输入装置或其可移位部分的位移转换为至少一个臂段的对应位移;(ii)当在第一输入模式下操作时,在末端执行器移位的第一阶段期间将末端执行器操纵到反向弯曲操作位置;以及(iii)当在第二输入模式下操作时,使用末端执行器执行外科手术动作。

[0067] 在一些实施方案中,系统可以被配置为使得可以在第一输入模式和第二输入模式两者下使用单个用户输入装置。

[0068] 在一些实施方案中,系统可以被配置为使得在第一输入模式下使用第一输入装置,和/或在第二输入模式下使用第二输入装置。

[0069] 在一些实施方案中,系统可以被配置为使得附加的用户输入装置可以用于致动臂的线性推进和缩回。

[0070] 在一些实施方案中,反向弯曲操作位置可以处于或接近于外科手术工作地点。

附图说明

[0071] 现在将参考附图通过示例进一步描述本发明,其中图中所示的组件和特征的尺寸为了方便地和清楚地呈现而选择,而不一定按比例绘制。在附图中:

[0072] 图1是根据本发明的实施方案的外科手术系统的简化图示。

[0073] 图2A是根据本发明的实施方案的包括机械外科手术臂的外科手术系统的示意性透视图。

[0074] 图2B示出了根据本发明的实施方案的机械外科手术臂的远侧部分。

[0075] 图3A-C示出了根据本发明的实施方案的处于各种弯曲和反向弯曲位置的机械外科手术臂的远侧部分。

[0076] 图4和图5示出了根据本发明的实施方案的具有多种臂曲线形状的机械外科手术臂的远侧部分。

[0077] 图6示出了根据本发明实施方案的用于使用两种操作模式操作外科手术机械臂的方法的流程图。

[0078] 图7是根据本发明的实施方案的用于外科手术系统的控制台的示意图,其中输入装置定位在其附近。

[0079] 图8是根据本发明的实施方案的用户输入装置的示意图。

[0080] 图9是示出了根据本发明的实施方案的用于使用输入装置来控制臂关节的弯曲和旋转的示例性方案的图表。

[0081] 图10是根据本发明的实施方案的铰接式用户输入装置的示意图。

[0082] 图11是根据本发明的实施方案的图10的用户输入装置的手柄部件的示意图。

[0083] 图12A-B示出了根据本发明的实施方案的用于对齐机械外科手术臂和铰接式用户输入装置的相应位置的示例性图形辅助。

[0084] 图13示出了根据本发明的实施方案的用于对齐机械外科手术臂和铰接式用户输入装置的相应位置的示例屏幕显示。

[0085] 图14A-E示出了根据本发明的实施方案的时间连续图像,所述时间连续图像示出了使用多个不同输入装置对外科手术机械臂的示例性控制。

[0086] 图15示出了根据本发明的实施方案的外科手术系统的框图。

[0087] 图16示出了根据本发明的实施方案的用于在两种不同操作模式下操作外科手术系统的方法的流程图。

[0088] 图17A示出了根据本发明的实施方案的用于外科手术臂的双重控制的方法的流程图。

[0089] 图17B和图17C是根据本发明的实施方案的包括双重控制构件的控制台的示意图。

[0090] 图18是根据本发明的实施方案的使用触觉手柄控制一个或多个外科手术臂的方法的流程图。

具体实施方式

[0091] 本文仅通过示例的方式参考附图描述了本发明。现在详细地具体参考附图,需要强调的是,所示的细节仅作为示例并用于对本发明的优选实施方案的说明性讨论,并且为了提供被认为是本发明的原理和概念方面的最有用和最容易理解的描述而呈现。在这方面,没有试图比基本理解本发明所需的更详细地示出本发明的结构细节,用附图进行的描述使本领域技术人员清楚地知道如何在实践中体现本发明的几种形式。在整个附图中,通常使用相同的参考符号来表示相同的元件。

[0092] 本文所公开的实施方案涉及使用多种不同的操作模式和/或多种不同的输入装置来控制一个或多个外科手术机械臂,即铰接式机械臂。

[0093] 每当本文或所附权利要求中使用‘臂’时,它是指作为外科手术系统或电外科系统

的一部分并且用于在人类受试者体内执行或帮助执行外科手术(包括电外科)动作的铰接式机械臂。在未指明时,'外科手术动作'可以包括在人体内采取的任何医疗或手术相关或诊断动作,包括但不详尽:切割组织、解剖组织、操纵组织、缝合组织、收缩组织、融合组织、进行测量和成像。可能期望外科手术臂的大小和/或形状被设计成适用于插入人体中。例如,臂的大小和/或形状可以被设计成通过腹腔镜端口插入和/或用于执行腹腔镜手术。例如,臂的大小和/或形状可以被设计成通过例如阴道、肛门、气管、食道、耳道的自然身体孔道插入。

[0094] 臂可以包括末端执行器,所述末端执行器在本文中用于表示当部署在人体中时与外科手术、电外科手术、诊断或成像结合使用的工具或装置。末端执行器可以作为臂的一部分提供,即已经安装、机械连接和/或与臂的动力和通信传输装置集成;在一些实施方案中,可以单独地提供臂和末端执行器,用于在外科手术之前或甚至在外科手术期间(即,在插入受试者身体之前)组装和/或集成到工作单元中。在任何情况下,例如'包括末端执行器的臂'和'以及被配置为与末端执行器一起使用的臂'等术语对于本公开和所附权利要求的目的应理解为等效的。

[0095] 如本文所使用,'输入装置'或等效地'用户输入装置'可以是能够接收用户输入,即从外科手术系统的用户接收的输入的任何装置。输入装置可以包括例如但不详尽地:按钮、开关、拨动开关、轮子、旋钮、如拇指杆(或者称为奶嘴型件)的小杆和操纵杆(无论是否铰接)。公开任何特定输入装置的特定装置类型并不旨在排除用其他类型的输入装置替代特定输入装置。输入装置可以是独立的、分组在单个控制部件上或少量控制部件上、设置在另一个输入装置上,或位于同一位置,例如在控制台、显示屏等上或附近。用户可以使用一个或多个手指、拇指、手或脚来操作输入装置。另外或替代地但不限于,输入装置可以是眼睛或手部动作操作的、语音操作的或由面部表情控制的。

[0096] 臂和输入装置,以及本发明的其他方面和特征可以结合2018年9月5日提交并作为美国专利公开US20190000574A1发布的共同未决的美国专利申请序列号16/121,704的任何教示来理解,所述专利申请特此通过引用全文并入本文中。

[0097] '手柄'或等效地'手柄部件'在本文中一般用于描述手动操作的用户输入装置或用户输入装置的手动操作部分,并且在一些实施方案中用于描述手抓握或手指抓握的用户输入装置或其一部分。本公开中的手柄和手动操作的用户输入装置的附图和随附描述作为说明性示例提供,并且这些附图和随附描述不应被理解为限制与手柄/手柄部件设计有关的实施方案的范围、连接性和功能性。

[0098] 对于本公开,'模块'和/或'电路'或'电子电路'和/或'控制电路'和/或元件和/或单元和/或控制器和/或模块和/或传感器和/或检测器可以包括模拟和/或数字电路和/或软件/计算机可读代码模块和/或固件和/或硬件元件的任何组合,包括但不限于数字计算机、CPU、易失性或非易失性存储器、现场可编程逻辑阵列(FPLA)元件、硬连线逻辑元件、现场可编程门阵列(FPGA)元件和专用集成电路(ASIC)元件。可以使用任何指令集架构,包括但不限于精简指令集计算机(RISC)架构和/或复杂指令集计算机(CISC)架构。

[0099] 在不同的实施方案中,可以使用模拟和/或数字电路和/或软件/计算机可读代码模块和/或固件和/或硬件元件的任何组合来执行任何计算或分析过程,包括但不限于数字计算机、CPU、易失性或非易失性存储器、现场可编程逻辑阵列(FPLA)元件、硬连线逻辑元

件、现场可编程门阵列(FPGA)元件和专用集成电路(ASIC)元件。可以使用任何指令集架构,包括但不限于精简指令集计算机(RISC)架构和/或复杂指令集计算机(CISC)架构。

[0100] 现在参考附图,图1示出了根据实施方案的外科手术系统100的示意图。图1的系统100包括两个外科手术机械臂102。在外科手术系统的其他示例中,提供单个外科手术臂。在其他示例中,提供多于两个(例如,3个或4个)外科手术臂。外科手术机械臂102的大小和/或形状优选地被设计成插入人体或患者106中。外科手术机械臂102中的每一者由相应的马达单元108致动。在此简化的说明性示例中,外科手术臂102和/或马达单元108通过附接到例如床的患者支架116来支撑,但也可以由患者侧推车或任何其他合适的设备支撑。

[0101] 在外科手术系统用于电外科的实施方案中,可以由高频电刀112向臂102和马达单元108供电。如电外科领域中已知,高频电刀供应高频(例如射频)交变极性电流。高频电刀112可以被配置为供应例如适用于切割和/或凝结和/或密封和/或干燥和/或烧灼组织的不同频率和/或功率电平。电力经由被配置为传递射频电外科功率的一个或多个线缆114供应给马达单元108。

[0102] 外科手术臂102的移动由控制台118控制。移动是对一个或多个输入装置生成的信号的响应。控制台118包括多个用户界面,包括以下项中的一个或多个:输入装置,例如输入装置臂120,其中控制台被配置为基于输入装置臂120的移动来生成控制信号;显示屏128,所述显示屏被配置为接收用户输入和/或显示例如手术区的系统状态信息或成像,例如以显示由使用外科手术臂102中的一个插入患者106中的相机收集的图像,或显示臂位置和定向;以及一个或多个附加用户界面130(例如按钮、开关等)。

[0103] 控制台118包括处理器(未示出),所述处理器被配置为接收来自用户输入的信号并向马达单元108和/或高频电刀112发送控制信号。脚踏板126和/或高频电刀112包括处理器(未示出),所述处理器被配置为接收控制信号(例如由用户按压脚踏板126的一部分生成),以基于控制信号改变供应给马达单元108的电功率。脚踏板控制信号不一定穿过控制单元处理器。

[0104] 如下文将更详细地解释,在一种控制模式下,输入装置臂120的移动控制相应的外科手术装置臂102的移动。用户124可以通过抓住输入装置臂手柄127来定位和/或移动输入臂120。输入臂是一种形式的输入装置,并且此处为了说明目的示出。在其他实施方案中,可以使用其他类型或形式的输入装置。

[0105] 现在参考图2A-B,臂单元104包括近端,所述近端成形为由马达单元108接纳;以及远端,其中例如所示的多爪抓紧器(仅示为非限制性说明性示例)的末端执行器174附接至臂102。

[0106] 相对术语‘近侧’和远侧的使用与图2A中所示的箭头一致,并且在整个本公开和所附权利要求中以这种方式使用:如图所示,设置末端执行器174的臂102的远端是距马达单元108最远的一端,并且是要插入人体对象19的臂的第一部分。因此,近端是与远端相对、最靠近马达单元108的端部。如本文所使用,术语‘远侧部分’是指臂102的任何部分,其包括远端/末端(可选地包括末端执行器174)并且小于臂102长度的一半。在图2B中,臂102的可弯曲部分170,即,包含一个或多个可弯曲关节的部分沿着臂的长度更靠近远端定位。可弯曲部分170可以包括一系列‘堆叠连杆’199,所述堆叠连杆实现臂102的外部轮廓/表面的柔性;图2B示出了臂102的可弯曲部分170中的多个堆叠连杆199的示例。

[0107] 如本文所使用，‘操作模式’或其等效‘模式’(其可以与各种非限制性描述性词语结合使用，例如，‘反向弯曲模式’、‘手术操作模式’等)表示通过硬件、固件或软件设计或通过外科手术系统的控制电路或以其他方式施加在外科手术系统或臂的使用上的操作制度。为了阐明：‘操作模式’中的‘操作’一词意指‘工作’或‘功能’，并且描述例如臂的操作，且并不意味着手术的执行，即‘操作模式’可能恰好包括(但不一定)手术的执行。所施加的操作制度可以包括但不详尽地约束或不约束执行一个或多个动作的外科手术系统的某些动作或某些部分，并且约束或不约束可以包括和/或可以等同于启用或禁用，锁定或解锁，以及排除或允许或类似的词语和短语。在本文的一些实施方案中，一种模式专用于或涉及实现单个目标，例如使臂的远侧部分反向弯曲，并且可以限制于一个或多个特定时间段。在其他实施方案中，模式可以包含无限数量的目标和动作以及无限或未定义的时间段。

[0108] 如下文进一步描述，可以以各种方式在不同模式之间区分外科手术系统的操作。例如，区别可以基于(而不是详尽地)：具有专用于每种模式的不同输入装置(或多个输入装置)；对特定的臂移动和/或特定的臂关节和段具有各种约束或限制；对于输入装置或输入装置的控制元件到臂移动的位移具有不同的转换方案，例如，位移到速度与位移到位移，无论从用户输入到臂移动的转换是机器人/半自主还是遥控操作；以及输入装置的操作是直接地还是通过解决臂段的位移间接地解决(通过外科手术系统的机械和电子设备)臂关节的弯曲和旋转，解决臂段的位移又导致发生必要的弯曲和旋转以按照指示移位臂段。这些区分可以组合使用，并且它们可以在多臂系统中因臂而异。在一些实施方案中，当系统处于给定模式时，区分可以改变。

[0109] 模式之间的一些区分可以以多于一种方式实现。作为非限制性示例，如果模式之间的区分涉及约束或限制某些臂移动(例如，某些关节的弯曲和旋转)或仅允许某些臂移动，则可以通过对每种模式使用不同的输入装置，或者通过在两种模式下使用一个输入装置，但在一个输入装置上强制执行可为用户切换或系统强制执行的软件或硬件约束来实现区分。无论实施方案是否需要一个或多个输入装置，软件实现或硬件实现的解决方案都可以主动地允许单个给定臂关节的致动，或者可以主动地阻止或防止致动不是单个臂关节的(相同臂的)任何臂关节。

[0110] 应注意，无论本文在何处讨论单数‘臂’(与复数‘臂’相反)的致动或移动，这仅是为了方便且并不旨在指示是否同样地或以其他方式致动或移动第二臂(或其他多个臂)。每个臂可以通过相应的输入装置独立于任何其他臂来控制和致动。另一方面，当将‘臂’(单数)公开为在致动或运动方面受到约束或限制时，例如当处于以这种限制或约束为特征的操作模式时，限制或约束可以同样适用于外科手术系统的两个/所有臂。然而，在一些实施方案中，约束或限制可以应用于一个或多个给定臂，而其他臂根本不受约束或限制，或不以相同方式受到约束或限制。

[0111] 在采用两种不同操作模式的实施方案中，当将一个或多个外科手术臂引入或退出和/或导航到身体(或从身体内的第一点到第二点)，且更具体地说，朝向或远离目标手术部位引入或退出和/或导航一个或多个外科手术臂时，通常使用第一操作模式。当执行外科手术动作(例如解剖组织、操纵组织、缝合组织、进行测量、成像等)时通常使用第二操作模式。第一模式的‘导航’可以包括使一个或多个臂向后弯曲，以将臂的至少一部分或其远侧部分置于向后弯曲位置，或者等效地，将末端执行器置于向后弯曲操作位置(工作位置)。

[0112] 可能需要从一种操作模式到另一种操作模式的明确定义的转变或‘切换’。在一些实施方案中,转变包括从一个输入装置(或多个输入装置)到另一个的切换。在其他实施方案中,转变完全涉及改变在一种模式和另一种模式之间区分的控制方面,其中分配给两种模式的任务可以由单个输入装置或由相同的输入装置完成。转变可以由外科手术系统启动和管理,或者可以由用户启动。

[0113] 在关于从第一模式转变到第二模式的非限制性示例中,转变可以包括结束在第一模式操作期间施加的约束或限制,例如将关节弯曲和旋转限制到任何特定臂的给定单个臂关节,例如肘关节。另外或替代地,转变可以包括启用在第一模式操作中停用(或未特别启用)的臂关节的致动,即除了在第一模式中启用的单个给定关节之外。启用可以包括使关节能够根据每个关节的相应自由度不受约束地移动。例如,如果给定的臂关节仅配置用于旋转而不是弯曲,则启用将使其仅用于旋转。另外或替代地,转变可以启用所有臂关节的致动。另外或替代地,转变可以将来自用户输入装置的控制输出的处理从位移-速度转换改变为位移-位移转换。在另外的非限制性示例中,转变可以响应于事件由控制电路自动地实现,它可以基于例如按下按钮或旋转开关的用户输入来实现,或者它可以通过注意到用户已经停止使用第一输入装置并且开始使用第二输入装置来植入。在另一个非限制性示例中,转变是基于用户界面的中间转变。

[0114] 在关于从第二模式转变到第一模式的非限制性示例中,转变可以包括恢复在转变到第二模式操作期间去除的约束或限制,例如将关节弯曲和旋转限制到任何特定臂的给定单个臂关节,例如肘关节。另外或替代地,转变可以包括停用对第二模式操作启用的臂关节的致动。另外或替代地,转变可以将来自用户输入装置的控制输出的处理从位移-位移转换改变回位移-速度转换。在另外的非限制性示例中,转变可以基于例如按下按钮或旋转开关的用户输入来实现,或者它可以通过注意到用户已经停止使用专用于第二模式操作的输入装置并且开始使用专用于第一模式操作的不同输入装置来植入。

[0115] 在实施方案中,并且尤其在第二模式中采用的输入装置类似化身并且将输入臂位移转换为外科手术臂位移的实施方案中,从第一操作模式转变到第二操作模式可以包括对齐校准。在关于图12A到图12B进一步详细论述的对齐校准中,修改外科手术臂关于彼此的定向,包括臂元件(例如,臂关节和/或臂段)的‘内部’定向,以匹配描述输入臂的对应定向的‘形状’或‘曲线’,所述输入臂将在转变到第二操作模式时接管外科手术臂的致动控制。在从第二操作模式转变回第一操作模式的情况下,不一定存在对应的对齐校准。

[0116] 用户输入到手臂运动(弯曲和旋转)的转换可以通过多种方式完成。例如,可以将输入装置或输入装置的控制元件的位移(或位移力)转换为臂运动的速度(例如,速度、速率、角速度)。在包括插入/抽出和反向弯曲(或反向弯曲/不弯曲)的第一模式中,可能希望使用这种类型的转换。这些是有限的并且在一些实施方案中,不太精确的运动可能有利于不在远程操作或化身模式下执行,而是在更简单的机器人或半自主模式下执行。相比之下,在专用于执行各种外科手术动作的第二模式中所需的运动可能更有利于受控的位移-位移转换,其中将输入装置或输入装置的控制元件的位移适当地转换为臂段的位移并且间接转换为关节的旋转和弯曲。例如,在第二模式下,可能希望确保可铰接输入装置的铰接在内部定向(即,段到段的定向)上对应于外科手术臂,使得位移到位移的转换更直观、更符合人体工程学且更精确。

[0117] 在第一模式中,可能希望将臂运动约束为弯曲和/或旋转臂(或每个臂)的单个给定臂关节。这可以通过将外科手术系统被配置为从在第一模式中使用的输入装置接收输入来适当地实现,所述输入直接解决特定臂关节的弯曲和旋转,所述特定臂关节例如允许(在操作模式中)致动的单个给定臂关节。换言之,用户正通过输入装置和合适的控制电路‘控制’臂关节本身。在这种情况下预期致动的运动具体地是臂关节的弯曲和/或旋转。不管是否响应于用户的控制输入半自主地执行实际的臂运动,用户都知道她正在控制关节的致动。末端执行器的伴随移位和重新定向可能是控制关节的预期结果。

[0118] 相比之下,在第二模式中并且尤其在第二模式中采用的输入装置类似于化身并将输入臂位移转换为外科手术臂位移的实施方案中,可能需要外科手术系统接收和处理直接解决臂段的移位的输入。然后,外科手术系统通过在实现所需臂段移位和重新定向所需的程度上控制臂关节弯曲和旋转来间接地解决臂关节的弯曲和旋转。换句话说,用户正在‘控制’臂段(或末端执行器,为了本讨论的目的,所述末端执行器的作用类似于任何臂段,因为控制其位置和定向是用户目标)的移位和重新定向,并且外科手术系统的控制电路使用此信息来确定每个受影响的臂关节的必要弯曲和旋转。在实施方案中,用户可以将类似化身的输入臂操纵成预期或驱动操纵后外科手术臂的预期形状的形状或配置。

[0119] 在示例性第一操作模式中,可以至少部分地限制或约束外科手术臂运动,并且可以排除某些类型的运动而允许其他类型的运动。为了清楚起见,臂的‘运动’可以包括臂的任何部分(例如臂的一个或多个段部件)的移位和/或重新定向。

[0120] 根据其中臂包括三个可致动关节的具体实现方式,本文所使用的术语‘肘关节’、‘腕关节’和‘肩关节’是指机械臂的特定关节。在这种情况下,最接近远端执行器的关节称为‘腕关节’,三者中的中间关节称为‘肘关节’,并且最近侧的关节称为‘肩关节’。在一些实施方案中,腕关节仅限于旋转,即不被配置为弯曲。各种关节在下文讨论的图3A中示出。

[0121] 除非另有说明并且如在本公开和所附权利要求中在臂关节(即,臂的关节)的情况下使用,否则术语‘关节’的含义是指能够引起弯曲(例如,平面弯曲)和/或旋转的任何可致动部件。应注意,可铰接/类似化身的输入臂(一种类型的输入装置)也可以具有关节,并且它们被称为输入装置的‘关节部件’。通常,臂段是可以通过可致动臂关节串联连接的臂的不可致动(相对于弯曲/旋转)部件,其中术语‘串联连接’仅表示关节插入两个连续的段部件之间。可以例如机械地和/或电子地致动关节,以使一个臂段(以及从其向远侧设置的臂的每个部分)相对于基部臂段(图3A中的2181)或另一个(相邻)臂段弯曲,和/或使一个臂段(以及从其向远侧设置的臂的每个部分)相对于基部臂段或另一臂段旋转。在一些实施方案中,关节包括多个组件,并且在一些示例中,可以包括促进弯曲的组件(或子组合件)和促进旋转的组件(或子组合件)两者。为了便于阅读,这些组件的组合在本文中组合地称为关节或臂关节。

[0122] 在实施方案中,可以根据铰接类型(例如,旋转与弯曲)、移动速度、外科手术臂的哪些部分可以移动等来限制臂移动。可以将在第一操作模式期间外科手术臂的移动限制为给定单臂关节--仅肘关节--的移动(包括,例如肘关节的弯曲和/或旋转)和外科手术臂作为单个单元的线性移动(包括,例如线性推进和缩回臂)。可能希望在第一操作模式期间限制臂移动,以有助于将具有最小体积的外科手术臂通过狭窄路径引入到目标手术部位。

[0123] 还可能希望在第一操作模式期间限制臂移动以促进臂在最小体积内弯曲,从而避

免碰撞和人体内潜在的组织损伤。图3A是此处出于说明性目的解释的不同配置下的外科手术机械臂102的简化示意性侧视图。虚线2177代表障碍物,例如患者组织。优选地控制臂102在反向弯曲时的移动以防止臂102(以及尤其末端执行器174)与障碍物2177接触或碰撞。图3中示出了分别标记为A、B和C的三种情形。臂102包括近侧段2181和远侧可弯曲部分170。可弯曲部分2179包括肩关节2101和肘关节2103,它们被不同地标记为2101a、2101bc、2103a、2103b和2103c,以便指示关节的示例与哪一种或多种情形(A、B或C)相关。例如,关节2103a是情形A中的肘关节位置。因此,情形A涉及仅肘关节2103a的弯曲(肩关节2101a保持未致动和未弯曲),并且具体可以看出仅肘关节2101a的弯曲不会导致末端执行器174与障碍物2177之间的碰撞。另一方面,在仅肩关节2101b弯曲的情形B中,末端执行器174与障碍物2177之间发生碰撞。情形A和B的碰撞/非碰撞结果之间的差异是因为臂102远离肘关节2103的部分比臂远离肩关节2101的部分短。图3A中的臂102的腕关节2105不涉及三个情形中的任何一个,因为在图3A的非限制性示例中被设计或被配置为旋转但不弯曲。在作为情形A的延续的情形C中,可以看出,在肘关节2103a(现为2103c)弯曲之后弯曲肩关节2101c可以有助于继续避免末端执行器174与障碍物2177之间的碰撞。

[0124] 图3B示出了肘关节2103相对于近侧臂基部段2181从未弯曲定向弯曲到范围从小于90°到大于180°的各种弯曲后定向的示例。

[0125] 在实施方案中,肘关节的弯曲移动范围是>90°、>120°、>140°、>160°、>180°、>190°、>200°或约210°±10°。在一些实施方案中,末端执行器174能够相对于臂102的基部2181以>90°、>120°、>140°、>160°、>180°、>190°、>200°或约210°±10°定位。在一些实施方案中,末端执行器174能够平行于臂102的基部2181或者替代地在完全弯曲时到达臂102的基部2181。另外,肘旋转关节运动范围应为至少200°、至少250°、至少300°、至少310°、至少320°、至少330°、至少350°或约360°。图3C示出了臂102,其中肘关节2103的弯曲从图3B中所示的未弯曲定向旋转超过180°,从而使臂102处于反向弯曲配置或等效地,反向弯曲位置,并且将末端执行器174传递到反向弯曲操作位置。

[0126] 在一些实施方案中,外科手术臂的反向弯曲可以自动地完成,即,通过将臂布置成通过弯曲和/或旋转单个臂关节而对单个或有限数目个电子控制输出作出响应,直到实现臂和/或末端执行器在臂的远端处的预编程反向弯曲位置。

[0127] 图4以正面透视图示出臂102,其中肘关节2103与图3B的情形A中的肘关节2103a类似地弯曲并随后旋转-即,图4中的肘关节2103弯曲和旋转。任何臂关节的旋转都可以独立于同一臂关节的弯曲。在一些实施方案中,弯曲和旋转可以是同时的,并且在其他实施方案中,可以例如通过硬件设计或通过控制关节致动的控制电路的软件组件来强制实施对非同时性的约束。

[0128] 图5以正面透视图示出臂102,其中肘关节2103类似于图4的肘关节弯曲和旋转,并且其中肩关节2101弯曲以便与肘关节2101一起形成复杂的‘S’形。在一些实施方案,例如以图3B的情形C为代表的实施方案中,肩关节2101优选地仅在肘关节2103的弯曲已经‘越过’障碍物2177之后被致动以弯曲和旋转。

[0129] 现在参考图6,示出了根据一些实施方案的用于使用不同操作模式控制外科手术机械臂的一般方法的流程图。

[0130] 可以针对至少部分地使用插入患者身体中的一个或多个外科手术机械臂执行的

各种类型的手术实现例如本文所述的过程,所述手术例如妇科、腹腔镜、耳鼻喉科(耳、鼻和喉)手术。

[0131] 如上文所讨论,可以根据多种操作模式操作外科手术机械臂。可选地,根据要执行的外科手术步骤和/或根据外科手术的当前阶段来选择操作模式。

[0132] 不同操作模式可以通过即通过操纵用户输入装置将用户输入(输入装置或输入装置的控制元件的移动)转换为外科手术机械臂的相应移动的不同方式来表征。另外或替代地,不同操作模式可以通过对外科手术臂铰接的不同约束,例如限制一个或多个外科手术臂关节的铰接(例如弯曲);限制移动范围;或将臂铰接限制到选定的自由度来表征。另外或替代地,不同操作模式可以通过对用户的不同类型的反馈,例如用户通过一个或多个输入装置控制外科手术臂而感测到的反馈来表征。

[0133] 在一些实施方案中,操作模式之间的选择和/或切换由例如外科医生的用户控制。可选地,操作模式的选择可以通过系统的用户界面,例如通过触摸屏和/或通过按钮或设置在另一个输入装置上或附近的其他输入装置,或控制台或显示屏执行。另外或替代地,选择操作模式可以是自动的,例如,由合适的控制电路执行,例如由系统控制器或处理器执行。在一些实施方案中,选择和/或切换操作模式由以下项中的一个或多个(且非详尽地)触发并且取决于以下项中的一个或多个(且非详尽地):识别外科手术臂或臂的末端执行器的当前'解剖'位置,例如通过使用与臂的致动器和/或马达(例如104或108)相关的编码器或其他传感器(未示出)的机电仪器,或通过访问和分析由相机通过图像处理或视觉地获得的臂102的图像,在识别输入装置的当前位置时,在执行外科手术臂的特定铰接时,在接收到外科手术臂的一个或多个位置传感器的指示时,在定时指示时,例如通过设置改变操作模式的时间点。

[0134] 根据一些实施方案,图6中的流程图描述使用两种操作模式操作外科手术机械臂的方法。

[0135] 所述方法包括:

[0136] 步骤S01:在第一操作模式下插入外科手术臂并将外科手术臂导航至预定位置。

[0137] 在第一操作模式下,外科手术臂被引入体内并且被导航到选定的解剖位置和/或选定的臂位置。可以通过自然身体孔道(例如,阴道、肛门、气管、食道、耳道)和/或通过切口将外科手术臂引入到身体中。

[0138] 在一些实施方案中,在第一操作模式下,限制臂铰接。例如,可以约束或阻止一个或多个臂关节铰接(弯曲和旋转)。在一个示例中,臂包括3个关节:肩关节、肘关节和旋转但不弯曲的腕关节,并且阻止关节中的一个或两个铰接。在具体示例中,仅允许肘关节的移动,例如肘关节的弯曲、伸展和/或旋转,而约束肩关节和腕关节移动。

[0139] 第一操作模式下,也可以允许臂整体线性地(包括仅线性地)移动以例如在一维移动中推进或缩回。

[0140] 在一些实施方案中,例如通过影响臂关节的致动的一个或多个锁(例如螺线管锁)机械地实现臂移动的约束。另外或替代地,可以通过合适的电路,例如通过实现限制移动程度和/或移动类型的软件控制功能来实现臂移动的约束。

[0141] 在一些实施方案中,根据如例如通过臂的一个或多个位置传感器指示的当前臂位置执行限制臂移动的程度和/或约束某些类型的移动。在一些实施方案中,根据例如通过光

学构件(例如,可选地连同外科手术臂一起引入身体的相机)可视化的当前解剖位置执行限制臂移动的程度和/或约束某些类型的移动。

[0142] 步骤S02:在第一操作模式下中将外科手术臂铰接至基本位置

[0143] 仍然在第一操作模式下,将外科手术臂铰接至基本位置。在一些实施方案中,基本位置包括臂的反向弯曲位置,例如,当臂弯曲至少120度、至少150度、至少180度或中间、更大或更小角度时。在一些实施方案中,基本位置是臂被定位成允许用户从用户可能更舒适或熟悉的所选择定向(例如对应于腹部定向)执行外科手术动作的位置。

[0144] 在一些实施方案中,在第一操作模式下对外科手术臂移动的控制包括机器人控制。可选地,用户在第一操作模式下对输入装置的操纵仅涉及有限类型的用户移动,例如,输入装置沿着定义的轴线的有限移动和/或按下按钮。在示例中,沿着第一定义轴线移动输入装置会致动所选择臂关节(例如肘部)的旋转;沿着第二定义轴线移动输入装置会致动所选择臂关节(例如肘部)的弯曲;按下一个或多个按钮会致动外科手术臂的线性推进或缩回。

[0145] 在一些实施方案中,将用户在第一操作模式下对输入装置的操纵转换为外科手术臂的移动速度。例如,当用户相对于输入装置的静止位置移动输入装置时,输入装置相对于其静止位置移动的程度设定外科手术臂的相对移动速度。

[0146] 步骤S03转变到第二操作模式,然后使用外科手术臂执行外科手术动作

[0147] 在第二操作模式中,用户通过外科手术臂执行外科手术动作,例如抓握组织、解剖组织、移动组织、缝合组织。在一些实施方案中,一旦已将臂移动到所选择基本位置,例如反向弯曲位置,第二操作模式在步骤S02结束时起始。

[0148] 在一些实施方案中,用户在从第一操作模式传递到第二操作模式时切换输入装置。或者,用户将相同输入装置用于第一或导航操作模式和第二或外科手术操作模式两者。

[0149] 在一些实施方案中,在第二操作模式下,外科手术臂移动不像在第一操作模式下那样受限。在示例中,允许所有臂关节(肩部、肘部、腕部)铰接,例如弯曲和/或旋转。在一些实施方案中,在第二操作模式期间臂移动的程度和/或速度基于安全考虑受到限制,以例如不损害周围组织,不以太高且可能有损害风险的速度执行移动。

[0150] 在一些实施方案中,在第二操作模式下对外科手术臂的控制涉及远程操作控制。可选地,通过外科手术臂的相应移位模拟用户对输入装置的移位。可选地,在相应的外科手术臂移动速度中反映用户对输入装置的移位速度。

[0151] 步骤S04转变回第一操作模式,然后将外科手术臂从身体缩回

[0152] 根据一些实施方案,可选地,当已经完成外科手术动作时,臂从患者身体向外缩回。在一些实施方案中,在第一操作模式中执行缩回。可选地,在缩回之前和/或在缩回期间,将臂伸直。

[0153] 在第一操作模式下缩回可能是有利的,因为它限制臂移动的程度和/或类型,从而潜在地减少对缩回臂的解剖通道(例如阴道)周围的组织的损害。

[0154] 现在参考图7,控制台118可以包括显示屏407,其中输入装置405位于其附近—在图7的非限制性示例中位于屏幕407的相对侧上。

[0155] 输入装置405(以‘拇指杆’的形式)中的每一个包括适合由用户的拇指操纵的奶嘴型控制器409。在实施方案中,可以将奶嘴型件409相对于中心静止位置的移动程度转换为

所选择外科手术臂移动的速度,如上文所讨论。在一个示例中,奶嘴型件409被推离其中心静止位置越远,外科手术臂的最终移动速度就越高。在另一个示例中,施加到奶嘴型件409的力越大,外科手术臂的最终移动速度就越高。

[0156] 在一些实施方案中,当通过拇指杆405控制外科手术臂时,约束一个或多个外科手术臂关节(例如肩关节、腕关节)的移动,并且仅启用肘关节的弯曲和/或旋转。在一些实施方案中,还启用外科手术臂(作为单个整体)的线性移动,例如以推进或缩回臂。在一些实施方案中,奶嘴型件409的移动会致动肘关节的弯曲和/或旋转。在一些实施方案中,臂102的线性移动由单独的致动器例如使用另一对输入装置(例如输入装置406、408)致动,所述输入装置实现为在图7的所示示例中沿着输入装置(拇指杆组合件)405本身的主体安置的按钮。在其他示例中,按钮406、408可以独立地提供,或者提供在显示屏407上(或更靠近显示屏)。在示例中,按钮406向远侧(例如,在腹部方向上)推进外科手术臂,并且按钮408向近侧缩回外科手术臂。在实施方案中,当处于第一模式时,可以使用输入装置406、408,在所述第一模式中,防止弯曲或旋转不是肘关节的臂关节,因为线性运动不需要任何弯曲或旋转。

[0157] 在一些实施方案中,在使用拇指杆405期间,例如提供用于第二模式而不受任何第一模式约束的化身输入臂411的其他输入装置例如由螺线管锁锁定在静止位置。在一些实施方案中,将输入臂411的静止位置选择为外科手术臂102的反向弯曲位置,使得一旦外科手术臂102已反向弯曲(例如使用拇指杆),用户可以拿起化身输入臂411并直接继续手术。在一些实施方案中,当在第二模式中启用类似化身的输入臂411时,停用拇指杆的操作。

[0158] 在一些实施方案中,在将外科手术臂102插入患者106的身体内期间,外科手术臂是直的,即未弯曲。在一些情况下,插入通过插管进行。同时,化身输入臂处于静止位置,所述静止位置可以是锁定位置,也可以是反向弯曲位置。可选地,在使用拇指杆405反向弯曲外科手术臂之后,外科医生可以释放拇指杆405并将她的手移动到化身输入臂411。一旦外科医生抓住并且可选地抬起化身输入臂411,对外科手术臂102的控制可以自动地从第一用户输入装置405传递或转变到第二用户输入装置411,并且外科医生可以使用化身输入臂411继续手术。

[0159] 在一些实施方案中,当一个或多个化身输入臂关节由螺线管锁锁定时,外科医生抬起化身输入臂会自动地释放螺线管锁。另外或替代地,例如通过检测化身输入臂位置的传感器释放化身输入臂关节的手动锁定。

[0160] 在一些实施方案中,系统(例如,系统处理器)被配置为识别输入装置的一个或多个位置,例如拇指杆的当前位置和/或化身输入臂的当前位置,并且可选地在用户界面屏幕上呈现位置。在一些实施方案中,通过使用位置传感器来辅助识别位置。

[0161] 图8示出了拇指操作的输入装置501的示例的图像,所述拇指操作的输入装置包括抓握手柄503和可选地便于抓握的带纹理表面,例如包括脊505的表面。一个或多个控制按钮507可以沿着抓握手柄503设置。例如,图8的拇指杆输入装置501包括两个控制按钮507——一个用于向远侧致动外科手术臂的线性推进且一个用于向近侧致动臂的线性缩回。

[0162] 在一些实施方案中,拇指杆501包括奶嘴型件509,其例如从抓握手柄503的近端延伸。在一些实施方案中,奶嘴型件509的形状和/或尺寸适合用户的拇指。在一些实施方案中,奶嘴型件509包括圆形轮廓。在一些实施方案中,奶嘴型件509的近侧表面形成有周向突起511。周向突起可以帮助保持拇指放置在奶嘴型件509上,从而潜在地防止或减少拇指滑

离奶嘴型件509。

[0163] 在一些实施方案中,奶嘴型件509以类似弹簧的方式移动。可选地,在将奶嘴型件509推离其初始静止位置(例如,奶嘴型件509与拇指杆的长轴513在中心对齐的中心位置)之后,奶嘴型件弹回到其中心位置。

[0164] 图9是图示根据一些实施方案的拇指操作输入501的控制示例的示意图。在一些实施方案中,相对于第一轴线移动('移位')奶嘴型件509会致动第一类型的外科手术臂移动,例如弯曲;并且相对于第二轴线移位奶嘴型件509会致动第二类型的外科手术臂移动,例如旋转。

[0165] 在一些实施方案中,当约束至少一些关节,例如肩关节2101和腕关节2105时,在第一操作模式期间使用拇指杆501。可选地,沿着Y轴移位奶嘴型件509会产生外科手术臂102的肘关节2103的弯曲;并且沿着轴线移位奶嘴型件509会产生肘关节的旋转。在一些实施方案中,可以通过相对于两个轴线(例如,相对于中心对角线地)推动奶嘴型件来实现同时弯曲和旋转的致动。

[0166] 现在参考图10和图11,示出示例性类似化身的输入臂701的侧视图和前视图图像,所述输入臂包括用于致动外科手术臂关节的相应移动的多个关节:如图所示,关节包括肩关节703、肘关节705和腕部旋转旋钮707,其用于控制外科手术臂102的腕关节2105。

[0167] 在一些实施方案中,化身输入臂可以包括额外的输入装置,例如按钮或控制杆709,所述输入装置可以控制外科手术臂102的外科手术工具(作为末端执行器174)的操作。

[0168] 设置在图10至图11的示例性输入臂701上的其他输入装置包括暂停-恢复按钮711和分别用于致动臂102的线性推进和缩回的按钮713、715。用户可以使用化身输入臂上的按钮713、715和/或设置在拇指杆405上的按钮406、408来致动线性推进和/或缩回。另外或替代地,可以通过控制台的屏幕界面(例如,通过触摸屏界面)致动臂的线性移动。

[0169] 在一些实施方案中,提供一组两个化身输入臂,以用于分别控制左臂和右臂。例如,第一化身输入臂701可以控制与第一外科手术臂102(例如'右'臂)相关联的第一马达单元108,并且第二化身输入臂701可以控制与第二外科手术臂102(例如'左'臂)相关联的第二马达单元108。在一些实施方案中,输入臂120、411和701中的任何一个或所有输入臂可以相同。

[0170] 在现有技术示例中,第一模式和第二模式都使用相同的输入装置,即类似化身的输入臂。如上文所解释,输入臂在受限模式下用于反向弯曲臂,此时进行转变以完全启用在第二模式下的使用。然而,此时,输入臂或至少一个手柄部件(例如,图10的手柄部件702)可能已经根据反向弯曲中采用的弯曲角度翻转多达180°或大于180°。这意味着(a)从外科医生的角度来看,手柄702不舒服地'倒置',并且(b)外科手术系统使用的坐标系是'向后的'。外科医生的视角已从'向远侧'查看以反向弯曲臂切换到'向近侧'查看以在臂处于反向弯曲的情况下执行手术,因此不会将段部件的位移矢量或重新定向弧转换为在相同x-y-z空间中对应(例如,平行)位移矢量或重新定向弧。

[0171] 现在公开当从第一模式转变到第二模式时从一个或多个输入装置的阵列的第一输入装置转变到阵列的第二输入装置可以克服前述缺点。第二输入装置(类似化身的输入臂701)的手柄构件702可以预先放置在从外科医生的角度来看不是'倒置'的定向上;可以使用输入装置(例如,输入装置501/405)执行反向弯曲,所述输入装置的使用不包括或不要

求移动第二输入装置的手柄部件702,或者如果移动,则不会移动超过90°,从外科医生的角度来看,这可能是变成‘倒置’的‘临界点’。此外,可以设置(例如,编程)控制第二输入装置(输入臂701)的控制电路以使用‘直接’坐标转换矩阵,其中将输入臂的段部件的位移矢量转换成对应外科手术臂段的对应(例如,平行或至少在x、y和z方向中的每一个方向上或三个方向中的至少两个方向上保持相同符号)位移矢量,和/或其中将输入臂的段部件的重新定向弧转换为对应外科手术臂段的相应重新定向弧。

[0172] 因此,可能希望确保从第一模式到第二模式的切换(转变),其中臂移动的控制从第一输入装置(例如上文详述的‘拇指杆’)传递到类似化身的输入臂,这样基于优化定向的手柄部件和可直接平移(输入臂到外科手术臂)坐标平移矩阵而确保符合人体工程学的舒适性和便利性。

[0173] 应当注意,出于说明性目的提供输入装置701和手柄部件702的示例性设计,而在其他示例中以及在其他实施方案中,输入装置和手柄部件可以以不同方式设计和实现。例如,在一些实施方案中,手柄部件可以与输入装置物理地分离,所述手柄部件在功能上是所述输入装置的一部分。作为另一个示例,在一些实施方案中,类似化身或类似操纵杆的输入装置完全或几乎完全或主要由手动和/或手可抓握的手柄部件组成。作为另一个示例,在一些实施方案中,手柄部件可以将多个操作功能并入其设计中,方法是包括(但不详尽地)按钮、开关、拨动开关、轮子、旋钮和/或例如拇指杆的小棒,以将多个输入装置以及其相应功能‘组合’成在视觉上看起来是单个输入装置。图10的输入装置701和手柄部件702在本文中的重复呈现是为了方便和易于理解,且不应理解为限制输入装置和手柄部件设计。

[0174] 现在参考图12A和图12B。在实施方案中,执行例如化身输入臂的输入装置与外科手术机械臂的当前位置的对齐。在示例中,当用户在不同输入装置之间切换时,例如当从拇指操作的输入切换到化身输入臂时执行对齐。在另一示例中,在初始化系统时,例如在手术开始时或在手术之前,执行输入装置与外科手术臂位置的对齐。在另一示例中,当在暂停之后恢复控制时,执行输入装置与外科手术机械臂的当前位置的对齐。可选地,在暂停模式下,输入装置的移动不会致动外科手术机械臂的相对移动,并且在恢复控制时,可能需要调整输入臂的位置,使其与外科手术机械臂的当前位置匹配,从而以平稳、不间断的方式继续手术。

[0175] 在一些实施方案中,以自动或半自动方式获得恢复的控制。例如,用户执行输入装置的所选择铰接(例如,拉直化身输入臂的肘关节)并且恢复对外科手术臂的控制。

[0176] 在图12A和图12B中,输入装置(即,输入臂)的相对位置使用十字形图801表示。在一些实施方案中,存在两组十字,一组用于肩关节且一组用于肘关节。在一些实施方案中,十字表示外科手术机械臂的特定单个关节(例如肩关节、肘关节)。在一些实施方案中,槽的每条线代表不同类型的铰接,例如,水平线803代表关节的旋转;垂直线805代表关节的弯曲。在使用过程中,用户根据由两个彩色圆点807在十字处所指示的关节位置来操纵输入装置。随着输入装置的位置(响应于用户的操纵)变得更接近外科手术机械臂的位置,彩色圆点更接近十字的中心移动(见图12B)。可选地,一旦获得输入装置位置与外科手术臂位置之间的充分对齐,圆点就会改变颜色,例如从红色变为绿色,如图12A-B中所指示。

[0177] 在实施方案中,图12A和图12B的控制设备可以用于对齐校准中,作为从使用第一输入装置的第一模式转变到使用类似化身的输入臂的第二模式的一部分。在这些实施方案

中,第一输入装置可以用于调整外科手术臂的位置,以便与输入臂的固定位置对齐。

[0178] 图13是根据一些实施方案的在对准期间向用户显示的屏幕的示例。在所示的示例中,第一输入装置(例如,对应于右化身臂)被示为与第一外科手术臂正确地对齐,例如通过肘关节和肩关节两者的位置处的复选标记809,和/或通过锁定的锁811指示。第二输入装置(例如,对应于左臂)在它尚未与外科手术臂对齐的位置处示出。关节位置由例如如上所述的两个十字形图表示并且将锁解锁。

[0179] 在一些实施方案中,在对齐期间,停用某些铰接和/或功能,例如限制外科手术臂的速度;停用电外科功能;和/或其他功能。

[0180] 图14A-E示出了根据一些实施方案的示出使用多个不同输入装置对外科手术机械臂的示例性控制的一组图像。两个臂在图14A-E的非限制性示例中示出,并且在其他示例中,可以存在单个臂或多于2个臂。

[0181] 图14A示出了根据一些实施方案的在将两个外科手术机械臂901引入模拟经由阴道进入身体的模型903期间对所述臂的控制。在此示例中,在将臂推进到身体中(例如通过阴道腔)期间对外科手术臂901的控制通过拇指操作的输入,包括例如如上所述的一组拇指杆905。

[0182] 图14B示出了通过拇指杆905将外科手术臂操纵到反向弯曲位置。在所示的示例中,使臂弯曲(例如120、150、180、210度或中间、更大或更小的角度)以获得反向弯曲位置。

[0183] 图14C示出了处于反向弯曲位置的外科手术臂。在反向弯曲之后,在一些示例中,用户可以例如通过释放拇指杆并拿起化身输入臂来切换所使用的输入装置。此时,可以执行化身输入臂与外科手术臂的当前位置的对齐,例如如图12A-B和图13中所描述。

[0184] 图14D和图14E示出了根据一些实施方案的使用一组化身输入臂907来操纵外科手术臂。可以看出,外科手术臂的相应位置对应于输入臂的位置。

[0185] 图15的框图示出了铰接臂102、输入装置阵列1500和检测器1520。本领域技术人员将理解,并非在图15中出现的每个元件在每个实施方案中都是必需的。尽管如图15所示的输入装置阵列1500示出两个用户输入装置1510A(例如拇指杆501)、1510B(例如操纵杆701),但本领域技术人员将理解,在不同的实施方案中可以提供更少或更多的用户输入装置。在示例中,操纵杆701可以是第一用户输入装置1510A和第二用户输入装置1510B两者;换句话说,第一用户输入装置1510A和第二用户输入装置1510B可以是相同的单个用户输入装置。在其中第一用户输入装置1510A和第二用户输入装置1510B是相同的单个用户输入装置的实现方式中,它通常是更通用或更灵活的装置,例如操纵杆701。术语用户输入装置涉及用于将用户接收的输入转换成电子输出和/或信号的装置。用户输入装置的示例包括但不限于操纵杆、触摸屏、拇指杆、鼠标、键盘、手势检测装置(例如,包括相机[未示出])。除非另有说明,否则术语'阵列'涉及一项或多项。

[0186] 如图15的示例中所示,铰接臂102具有安装在其远端处的一个或多个物体1530。物体1530可以与臂102一起提供或者可以单独添加或更换。此类物体1530的示例包括但不限于末端执行器,例如外科手术末端执行器。相关的外科手术工具可以包括但并非详尽地:用于诊断/外科手术反馈的内窥镜、例如持针器(例如,大号持针器、弯曲持针器)的外科手术末端执行器工具、单极和双极器械(例如,单极剪刀、双极钳)、施夹器(例如,大号和中号施夹器)、血管闭合器、抓握器或解剖器(例如,马里兰解剖器、Tenacululm钳、微型钳、长尖钳、

抓握牵开器、眼底抓握器、Crocodile抓握器、Cadiere钳)、剪刀(例如,Potts剪刀、弯剪刀)、钩子(例如,电钩)以及刮刀(例如,电铲)。

[0187] 如在别处讨论,在一些实施方案中,臂102和/或物体1530响应于一个或多个控制装置的电子控制输出而操作。术语‘控制输出’和‘控制信号’同义地使用。在不同的实施方案中,可以通过有线和/或无线通信将控制输出发送到臂102和/或其控制器。

[0188] 图15中还示出了检测器1520。如在别处讨论,在一些实施方案中,从外科手术系统999的第一操作模式到外科手术系统999的第二操作模式的模式转变响应于和/或取决于检测器1520的输出。外科手术系统999可以在功能上等同于图1中所示的外科手术系统100。在一个非限制性示例中,检测器1520检测臂102的一部分(例如,远侧部分)是否反向弯曲和/或是否处于反向弯曲位置。在一个示例中,相机可以获取臂102和检测器1520、相机和图像处理电路的图像。在另一个示例中,编码器(未示出)或其他机电传感器(例如,104或108)可以用于监测和检测以跟踪例如臂102的关节的定向。其他示例可以涉及磁性或电容探测器,或基于例如使用超声波和/或光的(例如飞行时间)三角测量的位置检测。

[0189] 如在本公开和所附权利要求中使用的‘监测’和‘检测’是可以由外科手术系统的一个或多个组件、由一个或多个用户,或系统组件和人类用户的任何组合进行的动作(和/或功能和/或潜在动作和/或能力)。本文中使用的关于自动或机器监测或检测的描述语言是指非限制性的,并且在任何此实施方案中,用户干预可以是设计的一部分和/或操作的一部分。在一些实施方案中,出于安全原因需要用户干预。在非限制性示例中,一个或多个传感器将关于外科手术臂或其组件中的一个组件的信息中继转发到显示屏,用户在所述显示屏上进行训练和/或定位,以监测臂曲线形状并且在没有或没有自动或半自动视觉辅助的情况下检测臂何时处于所需位置和定向,例如何时在外科手术现场反向弯曲。在另一个非限制性示例中,监测和/或检测以非视觉方式传达给用户,例如但不是详尽地,通过听觉通知、通过触觉反馈或通过锁定控制或输入装置。显然,任何这些类型的通信也可以与视觉信息相结合。

[0190] 本领域技术人员还将理解,附加元件可以设置在外科手术系统999中,并且并非在图15中示出的每个元件的每个组件在每个实施方案中都是必需的。

[0191] 现在参考图16。在步骤S101中,外科手术系统999在第一操作模式下操作。在步骤S121中,外科手术系统999在第二操作模式下操作。如在别处讨论,在不同实施方案中,第一和/或第二操作模式可以涉及一个或多个输入装置的特定能力和/或特定约束。替代地或另外,第一和/或第二操作模式可以涉及臂102和/或物体1530的一个或多个元件的特定能力和/或特定约束。此类元件的示例包括关节和咬合架。替代地或另外,第一和/或第二操作模式可以涉及一个或多个输入装置1510和臂102或其一个或多个组件的操作之间的关系—例如是否将输入装置1510或其组件的配置转换成臂102或其组件的速度或位置。

[0192] 当外科手术系统999在步骤S101中在第一模式中操作时,执行一个或多个操作。在一个示例中,当外科手术系统在第一模式下操作时,反向弯曲臂102的远侧部分,可能从未弯曲和/或笔直位置开始,但不一定如此。在另一示例中,当外科手术系统999在第一模式下操作时,移动臂102的远侧部分,使得其曲线形状,例如3D中的曲线形状或其平面投影与预定义曲线形状,例如用于开始外科手术的曲线形状(例如,反向弯曲形状或‘S’曲线形状)匹配。

[0193] 步骤S109涉及监测并且可以与步骤S101同时执行。例如,步骤S109可以至少部分地由检测器1520执行。在一些实施方案中,步骤S109的监测可以包括确定臂是否处于反向弯曲位置。

[0194] 步骤S113涉及模式转变触发事件—即其检测触发外科手术系统999从步骤S101的第一模式到步骤S121的第二模式的模式转变的可检测事件。步骤S113的一个示例如下:响应于并且取决于例如由检测器1520检测到臂102处于反向弯曲位置,即检测到臂102已经从非反向弯曲位置转变到反向弯曲位置,外科手术系统999从第一操作模式转变到第二操作模式。如上文所讨论,转变可以包括外科手术臂102与输入臂701的对齐校准。

[0195] 步骤S117的转变可以例如通过和/或响应于和/或取决于检测到臂102已经反向弯曲,或者末端执行器1530处于反向弯曲位置而触发。

[0196] S101的第一模式与S121的第二模式的论述

[0197] 在一些实施方案中,步骤S101可以单独地或组合地提供以下特征中的一个或多个:

[0198] (A1)臂102或其至少远侧区段的配置由用户输入装置1510A控制并且可以对来自用户输入装置1510A的电子控制输出作出响应。在一些实施方案中,用户输入装置1510A可以是第一用户输入装置,例如拇指杆501,并且在其他实施方案中,用户输入装置1510A可以是单个相同的用户输入装置1510A/1510B,例如操纵杆701。

[0199] (A2)当外科手术系统处于第一模式(例如,以执行反向弯曲)时,臂的配置由用户输入装置(例如,拇指杆装置501)的输出控制,使得将用户输入装置或其可移位部分(例如,位于可倾斜奶嘴型件409或509上)的量值(即,相较于位移速度,从基础位置和/或初始和/或来时和/或中心位置位移的量值)转换为例如肘部2103的臂关节的弯曲和/或旋转的速度;

[0200] (A3)当外科手术系统处于第一模式(例如,以执行反向弯曲)时,臂的配置由用户输入装置的输出控制,使得从用户输入装置(例如,拇指杆)的元件的多个候选位置(例如,由奶嘴型件或等效物的多个可能倾斜角定义)选择的用户输入装置的元件的位置指定(例如,命令)从多个候选速度(例如,奶嘴型件的倾角越大,速度就越大)选择的臂的元件的目标移动速度;

[0201] (A4)当外科手术系统处于第一模式时,臂的配置由用户输入装置的输出控制,使得控制用户输入装置具有多个位置或配置,其中(i)对于多个或配置的子集,每一个指定在相同弯曲平面或旋转方向上的移动,(ii)第一位置或配置指定/命令第一速度,以及(iii)第二位置或配置指定(例如,命令)第二速度,第二速度超过第一速度。

[0202] (A5)当外科手术系统处于第一操作模式时,外科手术系统的控制电路有效地约束除了单个臂关节之外的臂关节的致动。

[0203] 第二操作模式:在一些实施方案中,步骤S121可以单独地或组合地以下特征中的一个或多个:

[0204] (B1)例如响应于控制来自用户输入装置1510B的输出,臂102或其至少远侧区段的配置由用户输入装置1510B(例如,操纵杆701)控制;

[0205] (B2)在外科手术系统处于第二模式,例如以执行外科手术操纵时,臂102的配置由用户输入装置1510B的输出控制,使得将给定输入装置或其可移位部分的位移量值转换成

臂和/或臂的至少一个臂段的至少一部分的对应位移-例如,在图10中,可以将操纵杆701的肩部元件703的位移转换成臂102的肩部关节2101的对应位移,和/或例如,在图10中,可以将操纵杆701的肘部元件705的位移转换成臂102的肘部关节2103的对应位移;

[0206] (B3)当外科手术系统(例如,以执行外科手术操作)处于第二模式时,臂的配置由用户控制装置的输出控制,使得可移位部分的给定输入装置的位移量值指定(例如,完全指定;例如命令)臂元件的目标位置(即不同于当前主要位置)和/或臂的目标配置(例如,不同于当前主要配置)。

[0207] 第一和第二操作模式:在一些实施方案中,步骤S101和S121可以共同地提供以下显著特征中的一个或多个(例如,任何组合):

[0208] (C1)在一些实施方案中,当外科手术系统在第一操作模式下时,输入装置阵列1500的第一输入装置1510A(例如,拇指杆)控制单个臂关节(例如,肘部2103)的致动,并且当外科手术系统处于第二操作模式时,输入装置阵列1500的第二输入装置1510B(例如,操纵杆)控制多个臂关节(例如,肘部2103和肩部2101)的致动。

[0209] (C2)在一些实施方案中,输入装置阵列包括第一输入装置1510A(例如,拇指杆501)和第二输入装置1510B(例如,操纵杆701);(ii)第一输入装置配置用于控制单个臂关节(例如,肘部2103)的致动并且不配置用于控制除了单个臂关节(例如,肘部2103)之外的臂关节(例如,肩部2101等)的致动;(iii)当处于第二操作模式时,第二输入装置控制多个臂关节(例如,肘部2103和肩部2101)的致动;(iv)当外科手术系统处于第一操作模式时,控制电路有效地通过在禁止由第二输入装置1510B控制臂时允许由第一输入装置1510A控制臂102来实现约束。因此,从第一操作模式到第二操作模式的转变(例如,进入步骤S121)可以从第一用户输入装置1510A到第二用户输入装置1510B‘切换’控制。

[0210] (C3)在一些实施方案中,用户输入装置1510A、1510B是相同用户输入装置,例如操纵杆701或类似铰接式装置,即具有与臂102的臂段和臂关节相对应的段部件和段关节。

[0211] 现在描述图16的多个实施方案。本领域技术人员将理解,这些实施方案不需要相互排斥—这些实施方案或其特征可以组合。在一些实施方案中,并非所有的特征和/或方法步骤都需要存在。

[0212] 图16的第一实施方案

[0213] 第一实施方案涉及一种操作外科手术系统的方法,所述外科手术系统包括(i)一个或多个用户输入装置的输入装置阵列和(ii)铰接式机械臂,所述铰接式机械臂包括在其远端处的外科手术末端执行器和多个臂关节,所述臂关节被配置为响应于来自所述用户输入装置的电子控制输出而弯曲和旋转,所述方法包括:(a)在相对于臂关节的给定单个臂关节(例如,肘部2103)的定义的第一操作模式S101下开始外科手术系统的操作,其中第一模式防止致动臂中不是给定单个臂关节的任何臂关节(例如包括肩部2101),并且允许控制单个臂(例如肘部2103)关节的致动以引起单个臂关节(例如肘部2103)的弯曲和旋转;(b)当外科手术系统处于第一操作模式(例如S101)时,(i)响应于由用户输入装置(例如,拇指杆501)中的一个或多个生成的控制信号,通过单个臂关节(例如肘部2103)的弯曲和旋转反向弯曲臂的远端,以使末端执行器174处于反向弯曲操作位置,以及(ii)监测机械臂102的状态(例如S109),以检测臂是否处于反向弯曲位置;(c)响应于并且取决于(在步骤S113中)检测到臂102处于反向弯曲位置,将外科手术系统的操作(例如,从S113到S121的‘是分支’)从

第一模式转变到第二模式,在所述第二模式中,使系统能够根据每个臂关节的相应自由度控制至少一个排除第一模式的臂关节(例如肘部2103)的弯曲和旋转;(d)在第二模式(例如在S121)下操作外科手术系统,以使用末端执行器执行外科手术动作。

[0214] 图16的第二实施方案

[0215] 一种操作外科手术系统的方法,所述外科手术系统包括(i)第一用户输入装置1510A(例如,拇指杆501)和第二用户输入装置1510B(例如操纵杆701),以及(ii)铰接式机械臂102,所述铰接式机械臂包括多个臂关节(例如肘部2103和肩部2101),以及在臂的远端处的外科手术末端执行器174,所述方法包括:(a)在反向弯曲模式(例如S101的第一模式)下开始外科手术系统的操作,其中关于臂关节的弯曲和旋转:(i)第一用户输入装置1510A(例如,拇指杆501)激活以引导臂关节中的仅给定臂关节的弯曲和旋转,以及(ii)停用第二用户输入装置1510B(例如操纵杆701);(b)在通过臂关节中的给定臂关节(例如肘部2013)的弯曲和旋转而处于反向弯曲模式时,响应于来自第一用户输入装置1510A的电子控制输出,反向弯曲铰接式机械臂的远侧部分,以使末端执行器处于反向弯曲操作位置;(c)将外科手术系统从反向弯曲模式转变为外科手术模式,以关于弯曲和旋转臂中除了臂关节中的给定臂关节(例如,肘部2103)之外的至少一个臂关节(例如,肩部2101)启用第二用户输入装置1510B;以及(d)在外科手术模式下,根据每个臂关节的相应自由度,响应于来自第二用户输入装置1510B的电子控制输出而实现臂关节中的至少两个(例如,肩部和肘部)的弯曲和旋转,由此移动外科手术末端执行器以执行一个或多个外科手术动作。

[0216] 图16的第三实施方案

[0217] 一种操作外科手术系统的方法,所述外科手术系统包括(i)一个或多个用户输入装置的输入装置阵列1500和(ii)铰接式机械臂102,所述铰接式机械臂包括多个臂关节(例如,肩部2101和肘部2103),以及在臂的远端处的外科手术末端执行器1764,所述方法包括:(a)在反向弯曲模式(例如,S101)下开始外科手术系统的操作,其中关于臂关节的弯曲和旋转,输入装置阵列激活以引导臂关节中的仅给定臂关节(例如,肘部2103)的弯曲和旋转;(b)当在反向弯曲模式下时,响应于来自输入装置阵列的电子控制输出,通过臂关节中的给定臂关节的弯曲和旋转反向弯曲铰接式机械臂的远侧部分,以使末端执行器处于反向弯曲操作位置;(c)将外科手术系统从反向弯曲模式转变到外科手术模式,以关于除了臂关节中的给定臂关节之外的臂关节的弯曲和旋转启用输入装置;以及(d)当在外科手术模式下时,根据每个臂关节的相应自由度,响应于来自输入装置阵列的电子控制输出而实现臂关节中的至少两个(例如,至少肘部2013和肩部2101)的弯曲和旋转,由此移动外科手术末端执行器以执行一个或多个外科手术动作。

[0218] 图16的第四实施方案

[0219] 一种操作外科手术系统的方法,所述外科手术系统包括(i)用户输入装置(例如,操纵杆701)和(ii)铰接式机械臂102,所述铰接式机械臂包括多个臂关节,以及在臂的远端处的外科手术末端执行器,所述方法包括:(a)在反向弯曲模式(例如,S101)下开始外科手术系统的操作,其中关于臂关节的弯曲和旋转,用户输入装置激活以引导臂关节中的仅给定臂关节(例如,肘部)的弯曲和旋转;(b)当在反向弯曲模式下时,响应于来自用户输入装置的电子控制输出,通过臂关节中的给定臂关节的弯曲和旋转反向弯曲铰接式机械臂的远侧部分,以使末端执行器处于反向弯曲操作位置;(c)将外科手术系统从反向弯曲模式转变

到外科手术模式(例如,121),以关于臂中除了臂关节中的给定臂关节之外的至少一个臂关节的弯曲和旋转启用用户输入装置;以及(d)当在外科手术模式下时,根据每个臂关节的相应自由度,响应于来自用户输入装置的电子控制输出而实现臂关节中的至少两个的弯曲和旋转,由此移动外科手术末端执行器以执行一个或多个外科手术动作。

[0220] 图16的第五实施方案

[0221] 一种使用外科手术系统的方法,所述方法包括:(a)提供能够在其远端处移位外科手术末端执行器174的铰接式机械臂,所述臂包括通过对应多个臂关节(例如,肘部和肩部)(例如串联)连接的多个臂段,所述臂关节被配置为响应于来自用户输入装置的电子控制输出而弯曲和旋转;(b)在第一输入模式下操作时将末端执行器操纵到反向弯曲操作位置,在所述第一输入模式下,将输入装置(例如,1510A,例如拇指杆)或其可移位部分的位移转换为臂关节的弯曲和/或旋转的速度;(c)响应于并取决于检测到末端执行器处于反向弯曲操作位置,从在第一输入模式下操作转变为在第二输入模式下操作,在所述第二输入模式下,将输入装置(例如,1510B,例如操纵杆)或其可移位部分的位移转换为至少一个臂段的相应位移;以及(d)在转变之后并且在第二输入模式下操作时,使用末端执行器执行外科手术动作。

[0222] 本发明已经使用其实施方案的详细描述进行了描述,这些实施方案以示例的方式提供并且不旨在限制本发明的范围。所描述的实施方案包括不同的特征,并非所有的特征在本发明的所有实施方案中都是必需的。本发明的一些实施方案仅利用一些特征或这些特征的可能组合。本发明所属领域的技术人员将会想到所描述的本发明的实施方案的变型以及包括所描述的实施方案中提到的特征的不同组合的本发明的实施方案。

[0223] 附加论述

[0224] 根据一些实施方案的方面,提供一种经由一个或多个输入装置控制可插入到患者身体中的一个或多个外科手术机械臂的方法,每个外科手术机械臂包括多个可移动关节,所述方法包括:在第一操作模式下,将外科手术机械臂导航到患者身体中;在第二操作模式下,使用外科手术机械臂执行外科手术动作;其中在第一操作模式下,将外科手术机械臂中的每一个的移动限制为多个关节中的单个关节的移动,以及外科手术机械臂作为单个单元的线性移动。

[0225] 在一些实施方案中,导航包括在患者身体内反向弯曲外科手术机械臂。

[0226] 在一些实施方案中,在第一操作模式下,外科手术机械臂由拇指操作的输入控制。

[0227] 在一些实施方案中,在第二操作模式下,外科手术臂由化身输入臂控制。

[0228] 在一些实施方案中,在第一和第二操作模式期间,外科手术机械臂由触觉手柄控制。

[0229] 在一些实施方案中,在第一操作模式下,将用户对输入装置的操纵转换成外科手术机械臂的移动速度,并且在第二操作模式下,将用户对输入装置的移位转换成外科手术机械臂的相对位移。

[0230] 在一些实施方案中,在第二操作模式下,启用类似离合器的模式,从而断开一个或多个输入装置对外科手术臂的控制。

[0231] 在一些实施方案中,提供一种用于控制一个或多个外科手术机械臂的控制台,包括:用于控制第一操作模式的拇指操作的输入;用于控制第二操作模式的手动输入;以及屏

幕界面。

[0232] 在一些实施方案中,拇指操作的输入包括可由用户的拇指接合的奶嘴型件;由此从中心静止位置推动奶嘴型件会致动外科手术机械臂的相对移动;并且其中移动速度受到相对于其静止位置推动奶嘴型件的程度的影响。

[0233] 在一些实施方案中,在第二操作模式下,将用户对手动输入的操纵转换成外科手术臂的类似铰接。

[0234] 根据一些实施方案的方面,提供一种用于对患者进行手术的方法,包括:将一个或多个外科手术臂通过阴道引入腹腔;将一个或多个外科手术臂弯曲到反向弯曲位置,其中在引入和弯曲期间,将一个或多个外科手术臂的铰接限制为线性移动以及仅单个臂关节的移动;使用处于反向弯曲位置的一个或多个外科手术臂在腹腔内进行手术。

[0235] 在一些实施方案中,其中在线性移动期间,外科手术臂作为单个单元移动,并且其中单个臂关节的移动包括肘部关节的弯曲和延伸。

[0236] 本发明的一些实施方案的一般方面涉及使用用于将臂导航到患者身体内的所选择方位和位置的第一操作模式以及用于在所选择方位内执行外科手术动作的第二操作模式控制一个或多个外科手术机械臂。在一些实施方案中,在第一模式下控制涉及将输入臂(例如,化身臂、操纵杆)的用户(例如,外科医生)操纵转换成外科手术臂的相应铰接,由此外科手术臂的移动速度随着输入臂相对于输入臂的静止位置的操纵程度变化而变化。

[0237] 在一些实施方案中,在第二模式下控制涉及将输入臂的用户操纵转换成外科手术臂的相应位置,例如使得根据输入臂位置(例如,相同铰接)直接设置位置。在一些实施方案中,将用户臂的用户位移转换成对外科手术臂的相对位移命令。在一些实施方案中,第二模式包括不同控制,例如用户对输入臂的操纵程度与由外科手术臂执行的类似移动成比例不同的一种控制。

[0238] 在一些实施方案中,外科手术臂在第一模式下的移动受到限制,例如仅提供用于外科手术臂的肘部关节的弯曲和/或延伸,以及用于外科手术臂作为单个单元的线性移动。任选地,外科手术臂的其他关节(例如,肩部关节、腕部关节)保持固定,优选地锁定在适当位置。替代地,允许一个或多个其他关节的至少部分受限移动。

[0239] 在一些实施方案中,当使用第一操作模式控制外科手术臂时,执行将外科手术臂引入身体中(例如,通过阴道)、导航臂(例如,进入腹腔中)以及任选地反向弯曲外科手术臂。在引入臂期间和/或在反向弯曲臂期间约束外科手术臂的铰接的潜在优势可以包括减小外科手术臂的弯曲半径,由此降低遇到例如内腹壁的周围障碍物的可能性。在导航和/或反向弯曲过程期间约束外科手术臂的铰接的另一潜在优势可以包括改进对外科手术臂的控制。在一些实施方案中,当反转相对方向(例如,向上和向下)时,即使在臂的反向弯曲期间,第一操作模式(速度控制模式)也允许用户连续地控制外科手术臂的移动。

[0240] 在一些实施方案中,一种配置用于在两种模式下控制外科手术臂的系统包括双重控制构件,包括两个不同的控制集。在一些实施方案中,第一控制集用于将外科手术臂插入身体中,并且第二控制集用于在身体内执行外科手术动作。替代地,两个集用于阶段(插入和手术)中的至少一个;替代地,仅一个集用于两个阶段。

[0241] 在一些实施方案中,第一模式由一组拇指杆控制。任选地,相对于奶嘴型件的中心静止位置推动每个拇指杆的奶嘴型件的程度影响进行臂铰接的速度。任选地,当用户抬起

其拇指时,奶嘴型件弹回到其静止位置。在一些实施方案中,使用由用户的手操纵的一组化身输入臂来控制第二操作模式。

[0242] 另外或替代地,一组触觉手柄(包括例如2个手柄,一个用于控制每个外科手术臂)用于执行两种操作模式。任选地,在第一操作模式下,将手柄设置为响应于将臂从其静止位置移动而对用户移动提供反阻力,任选地弹簧状阻力。任选地,在第二操作模式下,将触觉手柄设置(例如,预编程)为响应于用户的操纵而提供所选择的或改变的阻力。

[0243] 附加论述

[0244] 现在参考图17A-C。

[0245] 在一些实施方案中,通过一个或多个输入臂、操纵杆、控制手柄和/或适合由用户(例如外科医生)操纵的其他构件实现一个或多个外科手术臂的控制,然后将其转换成外科手术臂的匹配铰接。

[0246] 在本文描述的示例中,如在图17A的流程图中提及,一些实施方案包括外科手术臂的双重控制。在一些实施方案中,第一用户输入(在此示例中,图17B的拇指杆4005)用于例如通过阴道将外科手术臂引入患者体内,然后用于使外科手术臂(4001)反向弯曲。在一些实施方案中,执行外科手术臂在患者体内的反向弯曲(例如,向后弯曲),以减小外科手术臂所在的区域。可选地,在外科手术期间执行反向弯曲以避免障碍物,例如某些器官或其部分,例如腹部的内壁。可选地,执行反向弯曲以将外科手术臂定位在腹腔镜外科医生熟悉的定向来进行手术。

[0247] 在一些实施方案中,在此示例中呈输入臂4011(例如化身操纵杆)形式的第二用户输入然后用于执行剩余的外科手术(4003)。

[0248] 在一些实施方案中,拇指杆4005定位在控制台屏幕4007附近,例如定位在屏幕的相对侧上。在一些实施方案中,每个拇指杆4005包括奶嘴型控制器4009,所述控制器的形状和尺寸适合用户的拇指。在一些实施方案中,拇指杆的奶嘴型件在居中时处于静止位置,并且被配置为在拇指松开时弹回到静止位置。在一些实施方案中,奶嘴型件相对于其中心静止位置的移动程度确定外科手术臂移动的最终速度。例如,奶嘴型件被推离其中心静止位置越远,外科手术臂的移动速度就越高(反之亦然-奶嘴型件越靠近其中心静止位置,臂的速度就越低)。

[0249] 在一些实施方案中,当通过拇指杆控制外科手术臂时,约束一个或多个外科手术臂关节(例如肩关节、腕关节)的移动。在一些实施方案中,阻止除了肘关节之外的所有外科手术臂关节移动,并且仅肘关节能够弯曲和/或旋转。在一些实施方案中,还启用外科手术臂(作为单个整体)的线性移动,例如以推进或缩回臂。在一些实施方案中,奶嘴型件的移动会致动肘关节的弯曲和/或旋转。在一些实施方案中,臂的线性移动由单独的致动器例如使用例如沿着拇指杆4005的主体配置的按钮(例如,4006、4008)致动。在示例中,按钮4006向远侧推进外科手术臂(例如进入腹部);按钮4008向近侧缩回外科手术臂。

[0250] 在一些实施方案中,在使用拇指杆期间,输入臂4011例如通过螺线管锁锁定在静止位置。在一些实施方案中,将输入臂的静止位置选择为反向弯曲位置。可选地,此位置允许外科医生在使用拇指杆进行反向弯曲后立即继续手术。在一些实施方案中,当操作输入臂时,停用拇指杆的操作。

[0251] 在所选择的臂关节(例如肩关节)保持静止时,使用拇指杆导航到身体中并反向弯

曲外科手术臂的潜在优势可能包括减小外科手术臂的弯曲半径,从而降低遇到例如内腹壁的周围障碍物的可能性。例如与使用输入臂进行导航和反向弯曲相比,使用拇指杆进行导航和/或反向弯曲过程的另一个潜在优势可以包括改进对外科手术臂的控制,其中手柄的人体工程学可能不太适合支持外科医生在握住手柄以进行反向弯曲时需要执行的旋转移动。

[0252] 在一些实施方案中,在将外科手术臂引入身体期间,手术臂是直的(可选地提供y用于通过插管插入),而输入臂处于静止、锁定、反向弯曲位置。可选地,在使用拇指杆使外科手术臂反向弯曲之后,外科医生释放拇指杆并将他们的手移动到输入臂。一旦外科医生抓住输入臂并可选地抬起输入臂,就自动地获得对外科手术臂的控制,并且外科医生可以使用输入臂继续手术。在一些实施方案中,当一个或多个输入臂关节由螺线管锁锁定时,外科医生抬起输入臂会自动地释放螺线管锁。另外或替代地,例如通过检测输入臂位置的传感器释放输入臂关节的手动锁定。

[0253] 在一些实施方案中,系统(例如,系统处理器)被配置为例如当输入臂处于它们的静止位置时识别输入臂的一个或多个位置,并且可选地向用户显示当前位置。

[0254] 现在参考图18。在一些实施方案中,在整个操作过程中使用向用户提供力反馈的触觉手柄(一个合适的示例是可从瑞士尼永的ForceDimension获得的‘omega.7’触觉装置),以用于控制外科手术臂的移动和铰接。在一些实施方案中,触觉手柄被设置为提供反阻力来防止用户在外科手术臂不支持的方向上移动,例如向后弯曲外科手术臂的肘关节;用同一臂的不同段接触关节(例如肘关节);和/或其他。在一些实施方案中,手柄被设置为提供根据外科手术臂的当前解剖位置和/或定向变化的反阻力。在示例中,如果用户尝试不允许的解剖区域,例如应该避开的器官,则阻力可能会增加。

[0255] 在一些实施方案中,触觉手柄被编程为根据各种控制模式进行操作。可选地,根据外科手术的当前阶段选择控制模式。在一些实施方案中,通过屏幕界面、控制台或手柄上的一个或多个按钮、脚踏板和/或其他中的一个或多个执行不同模式之间的切换。

[0256] 在一些实施方案中,在手术的第一阶段期间,在将外科手术臂引入患者体内并且可选地使外科手术臂反向弯曲期间,以‘速度-控制’模式使用触觉手柄(5001)。可选地,在速度-控制模式中,手柄相对于手柄静止位置的相对移动设置移动外科手术臂的速度。当用户将手柄从静止位置移开时,速度提高,且反之亦然。例如,手柄向其静止位置右侧的移动可能导致臂关节(例如肘关节)以根据手柄距其静止位置的距离确定的速度向右旋转。在一些实施方案中,在速度-控制模式中,触觉手柄被设置为对用户的移动提供弹性(弹簧状)反阻力。在一些实施方案中,在速度控制模式下,应用控制算法,从而将触觉手柄的当前配置转换为向外科手术臂的致动器(例如马达)发出的速度命令,例如以增加一个或多个马达齿轮的旋转速度。

[0257] 在将外科手术臂引入身体并且可选地使外科手术臂反向弯曲期间使用速度控制模式的潜在优势可以包括:在反向弯曲期间方向相反(例如向上/向下),但是可以忽略这种变化并且可以自然地继续运动,因为外科手术臂的最终移动受限,而移动速度改变。

[0258] 在一些实施方案中,在外科手术的第二阶段期间,可选地在剩余的手术期间,将触觉手柄设置为‘位置控制’模式(5003)。可选地,在位置控制模式下,手柄的空间位置设置外科手术臂的相应位置。在位置控制模式下,将用户对触觉手柄的位移转换为对外科手术臂

的相对位移命令。在一些实施方案中,根据算法控制转换触觉手柄的位移。在一些实施方案中,控制根据已知算法(例如,逆雅可比算法)。另外或替代地,在一些实施方案中,控制根据自定义算法。在示例中,自定义算法被设置为缩放用户的运动,例如以提高移动的准确性。这种缩放可以包括将用户端所需的移动放大选定的系数,以产生外科手术臂的类似非放大移动。例如,为了使臂移动距离X,用户需要将手柄移动A*X(A>1)。在另一个示例中,选择算法来过滤信号,例如使用低通滤波器进行过滤以减少用户手颤。

[0259] 在一些实施方案中,在位置控制模式下,提供离合器机构,从而允许用户暂时从外科手术臂断开连接(使得输入触觉手柄的移动不再控制外科手术臂)。可选地,当断开连接时,用户可以自由地重新定位触觉手柄。在示例中,用户将触觉手柄重新定位到用户更舒适地执行和控制下一移动的位置和/或定向。

[0260] 在一些实施方案中,选择和控制用户响应于手柄的移动而感测到的阻力程度。在示例中,设置浮动模式,其中用户基本上不会遇到阻力并且在所有方向上自由地移动手柄。另外或替代地,调整用户感测到的阻力水平,例如使得用户响应于一个移动而感测到高阻力,并且响应于另一移动而感测到低阻力或没有阻力。

[0261] 在一些实施方案中,基于外科手术臂的解剖位置控制阻力量。例如,可以在外科手术臂附近发现障碍物(例如腹壁)的地方设置高阻力。在具体示例中,如果在外科手术臂的右侧发现障碍物,则用户可以响应于向右移动手柄而遇到高阻力;如果在臂的左侧没有发现障碍物,则用户可以响应于向左移动手柄而遇到低阻力或无阻力。可选地,阻力程度通过设置系统定义,例如产生壁型阻力、橡胶类阻力、沙型阻力和/或其他来定义。

[0262] 本文件中描述的任何特征或特征组合可以与2018年9月5日提交并作为美国专利公开US20190000574A1公布的美国专利申请序列号16/121,704;2019年4月8日提交并作为美国专利公开US201902314445公布的美国专利申请序列号16/377,280;2018年3月8日提交并作为美国专利公开US20180256246A1公布的美国专利申请序列号15/915,237;和2017年3月9日提交并作为美国专利公开US20170258539A1公布的美国专利申请序列号15/454,123;2017年2月6日提交并作为美国专利公开US20170239005A1公布的美国专利申请序列号15/501,862中描述的任何特征或特征组合相组合;所有这些专利均据此以引用方式并入本文,如同其全部内容进行了全面阐述一样。

[0263] 在本公开的说明书和权利要求中,动词‘包含’、‘包括’和‘具有’及其变形中的每一者用于表示动词的宾语不一定是动词的主语的构件、部件、元件或零件的完整列表。如本文所用,除非上下文中另外明确指示,否则单数形式‘一’、‘一个’和‘所述’包括复数个指示物。例如,术语‘一个标记’或‘至少一个标记’可以包括多个标记。

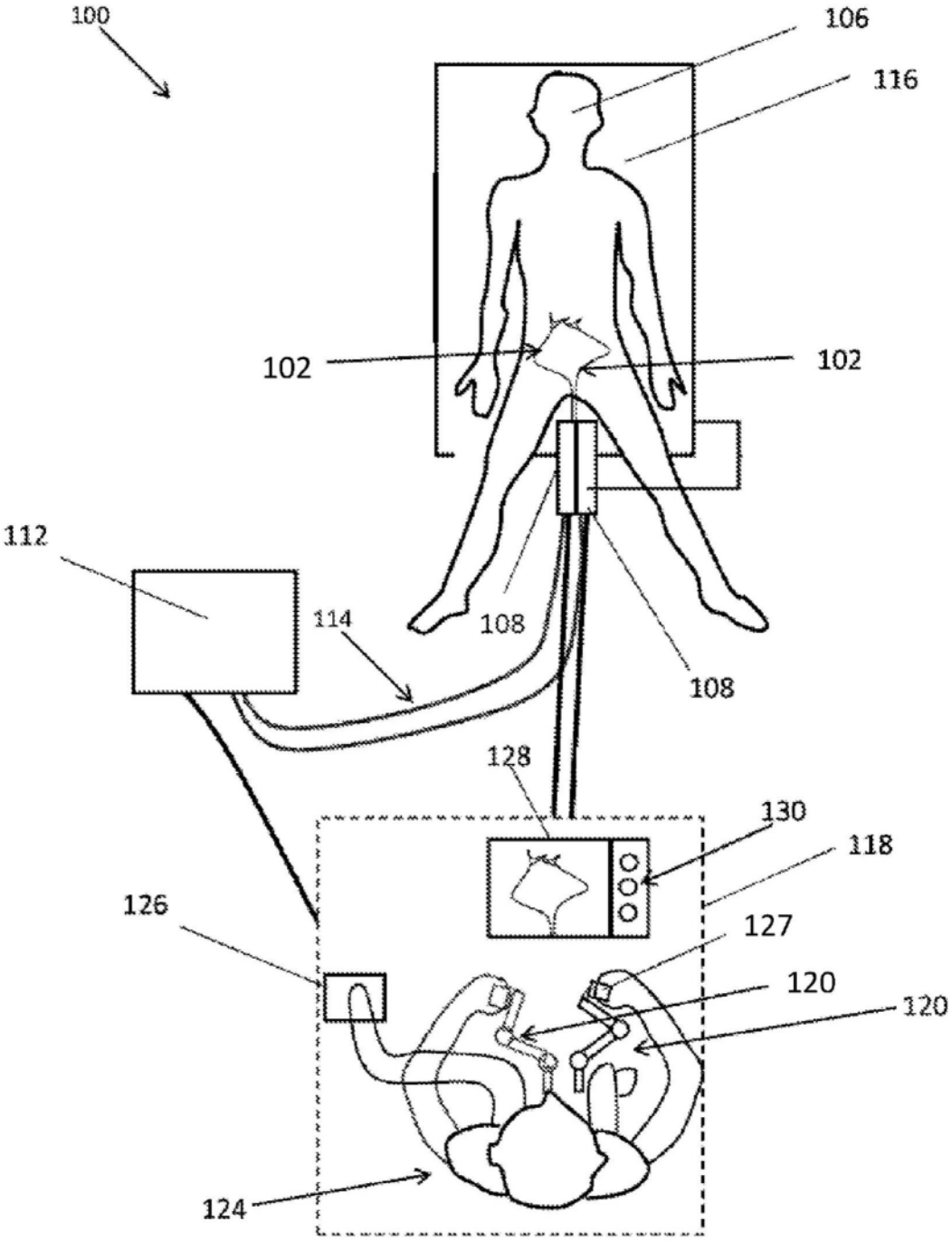

100
106
116
102
102
112
114
108
108
128
130
118
126
127
120
120
124

图1

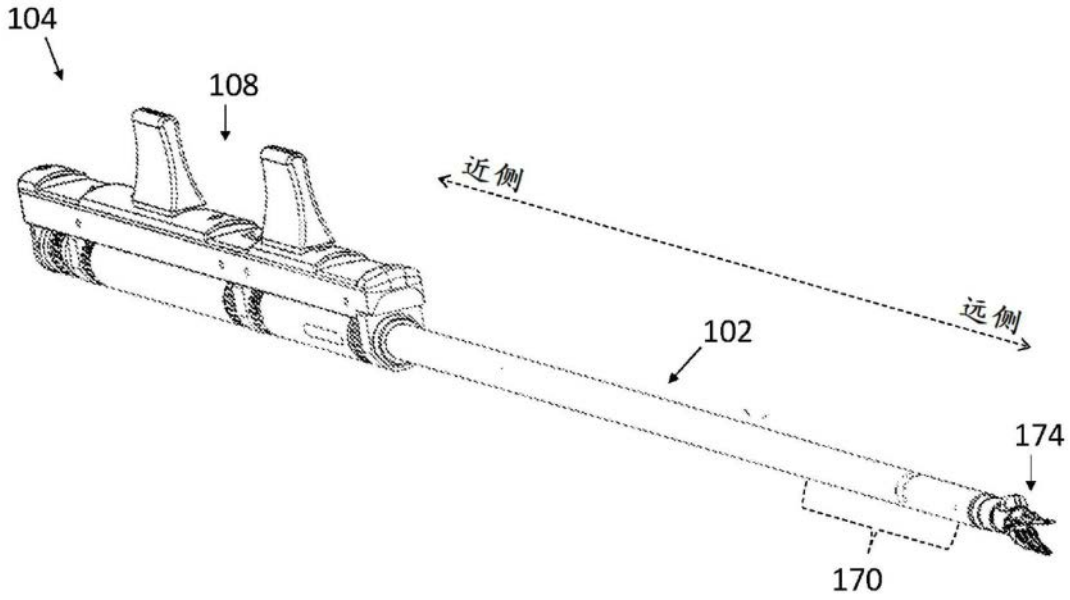


图2A

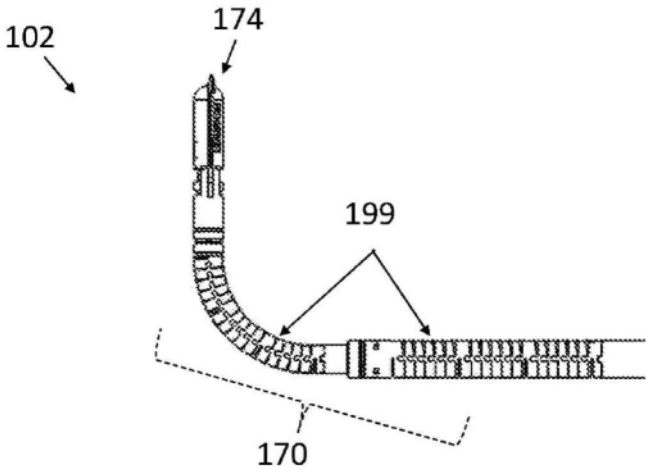


图2B

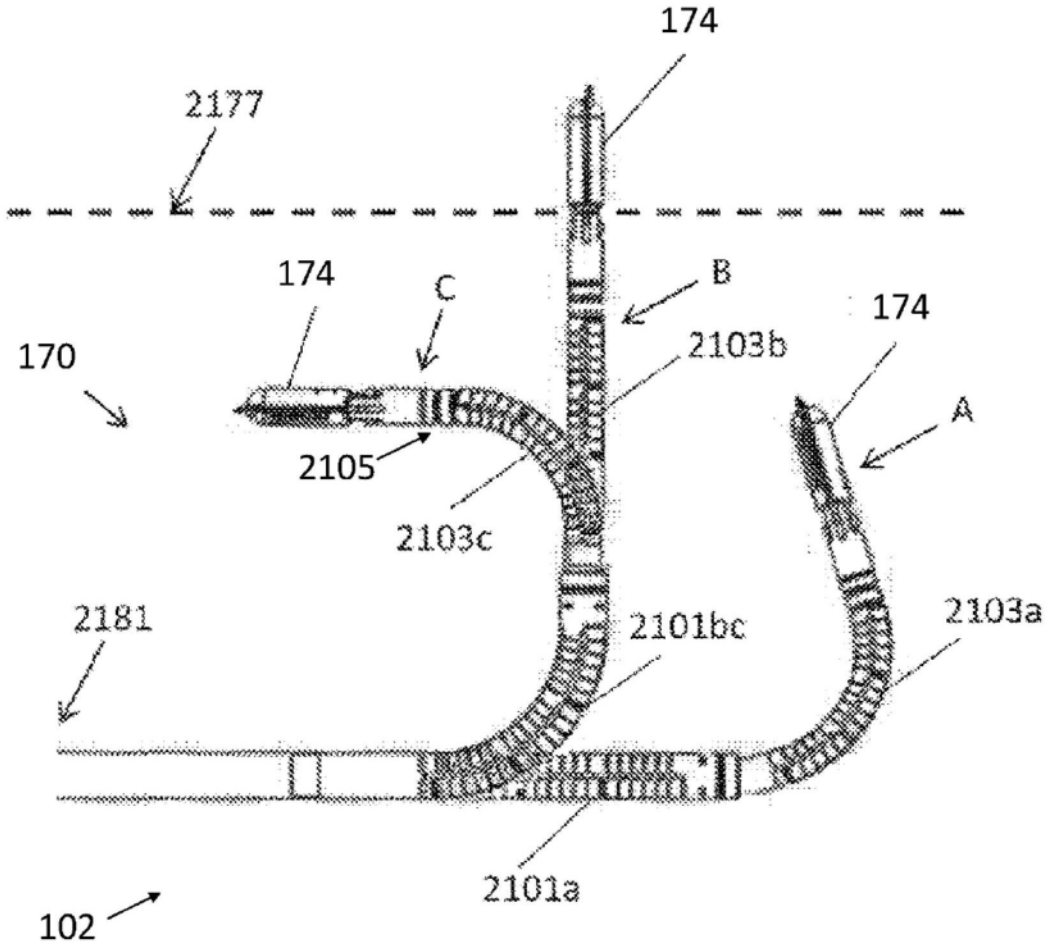

174
2177
174
C
B
174
170
2103b
A
2105
2103c
2181
2101bc
2103a
2101a
102

图3A

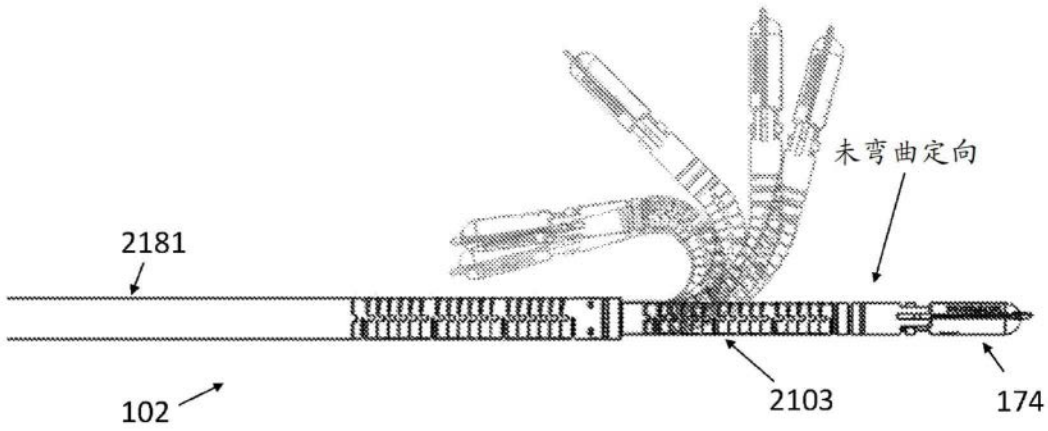

未弯曲定向
2181
2103
174
102

图3B

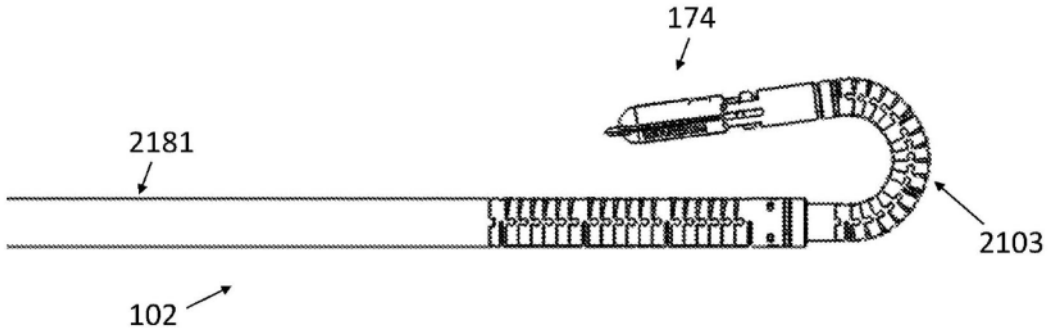


图3C

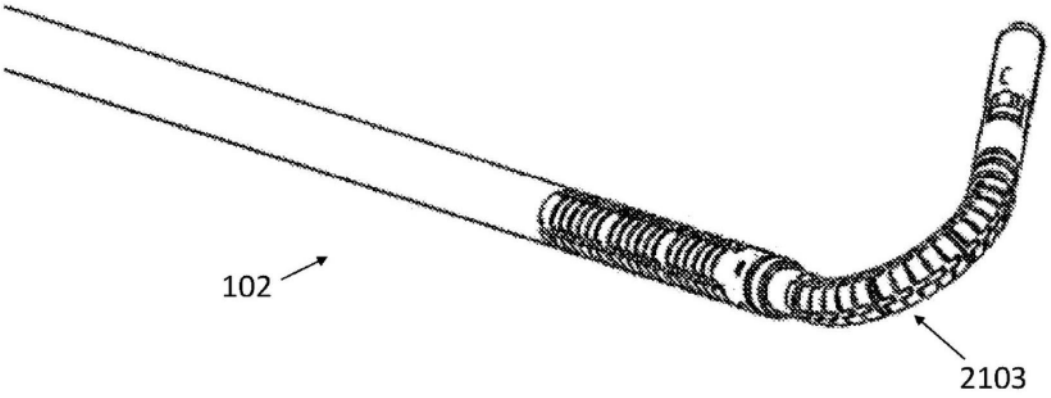


图4

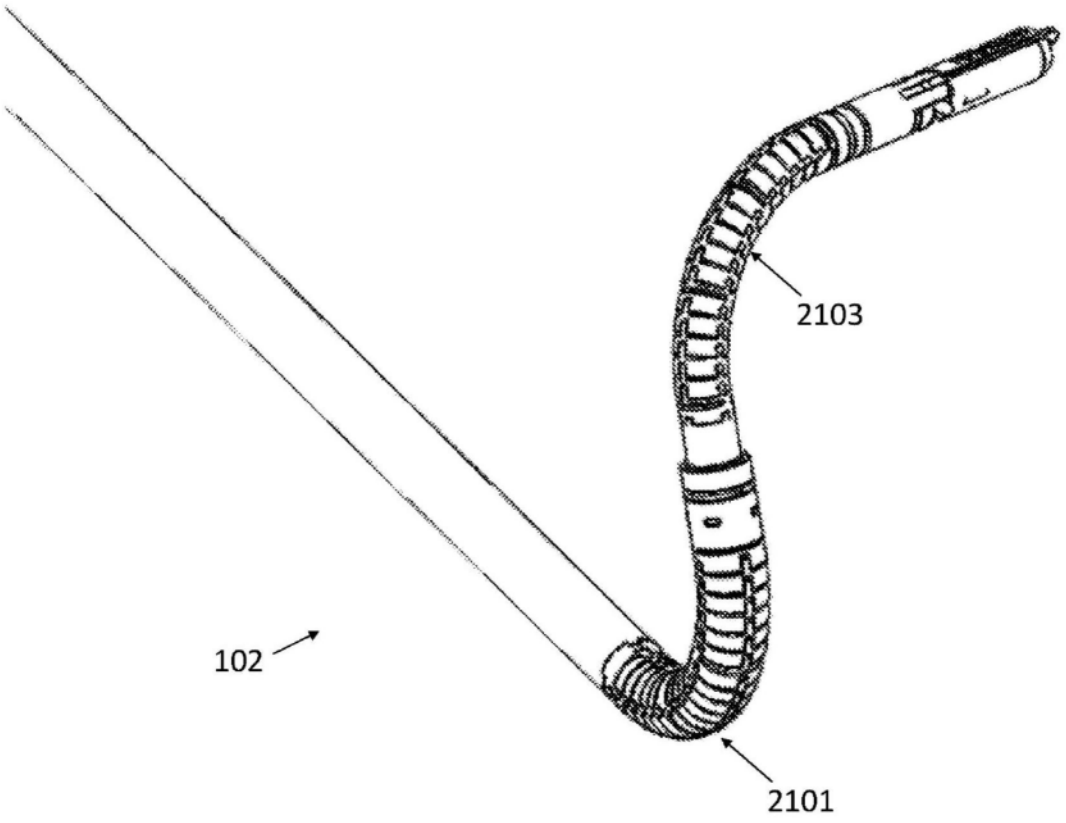


图5

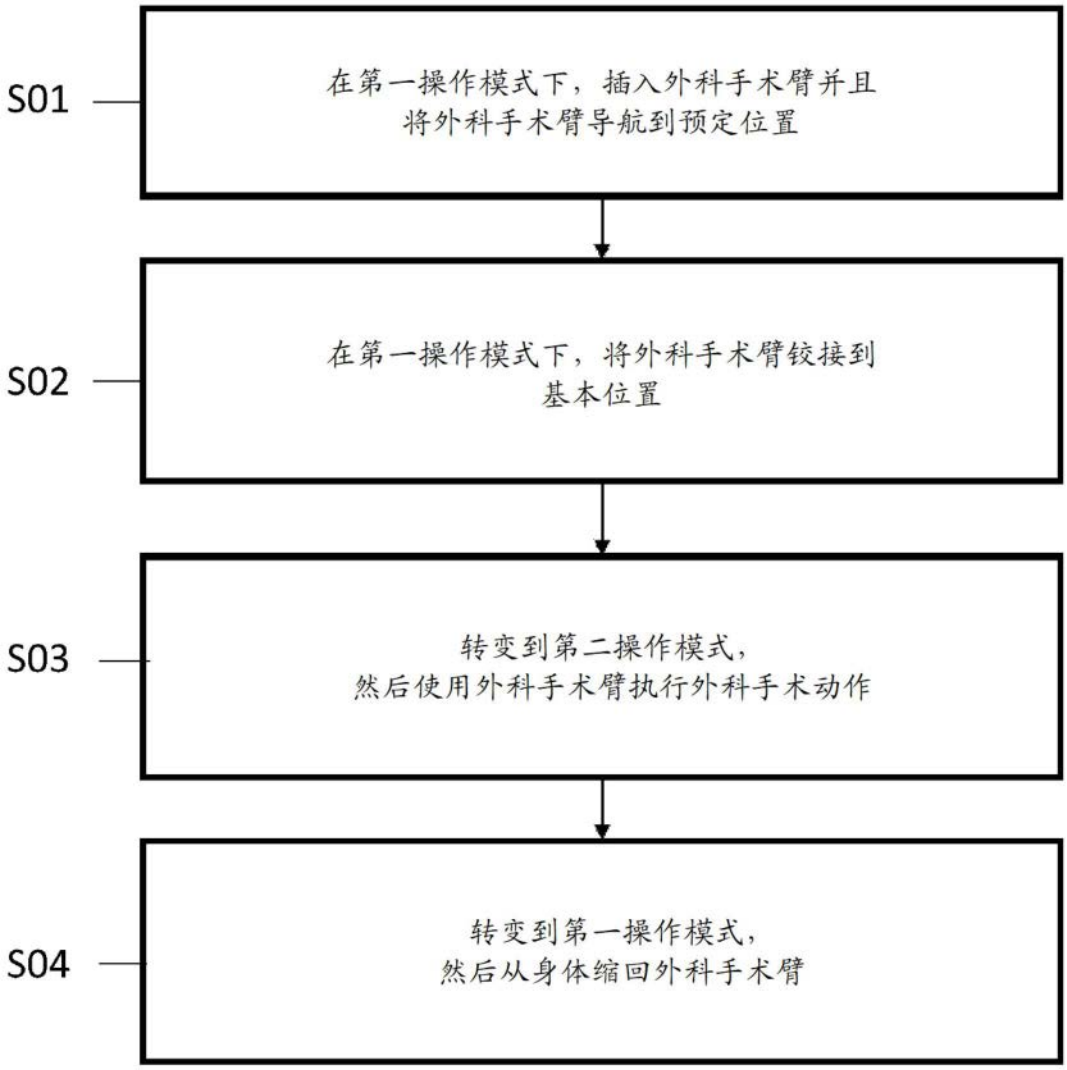

S01
在第一操作模式下，插入外科手术臂并且
将外科手术臂导航到预定位置
S02
在第一操作模式下，将外科手术臂铰接到
基本位置
S03
转变到第二操作模式，
然后使用外科手术臂执行外科手术动作
S04
转变到第一操作模式，
然后从身体缩回外科手术臂

图6

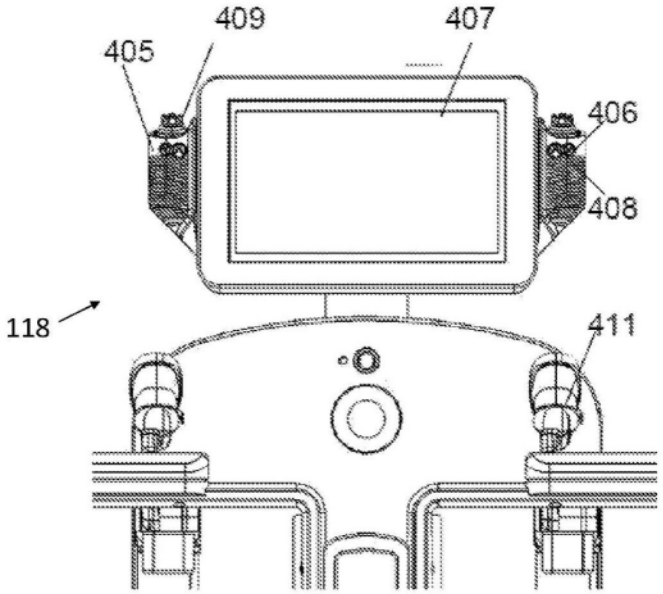

409
407
405
406
408
118
411

图7

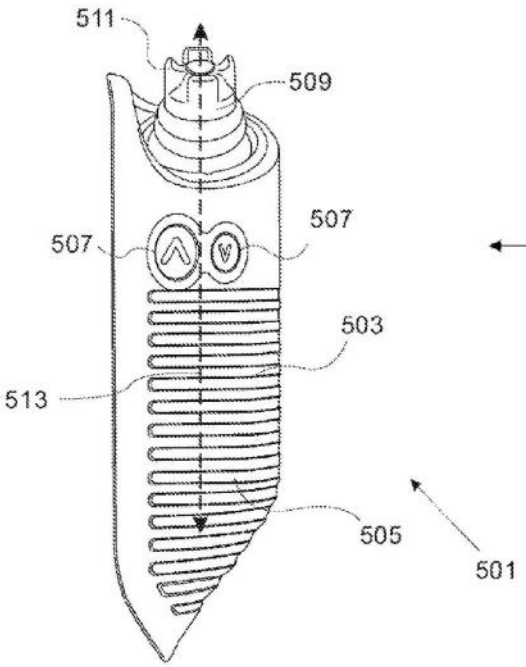

511
509
507
507
503
513
505
501

图 8

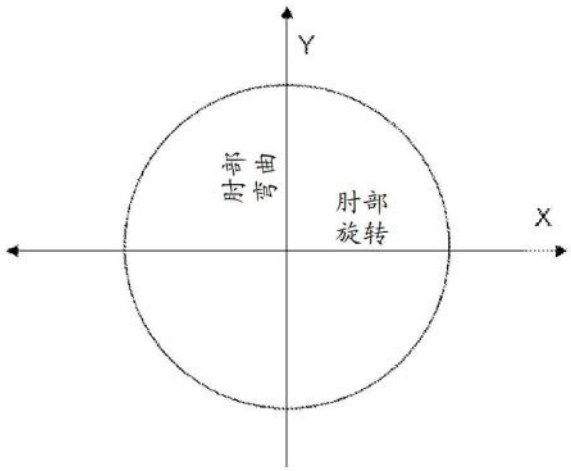

Y
肘部弯曲
肘部旋转
X

图 9

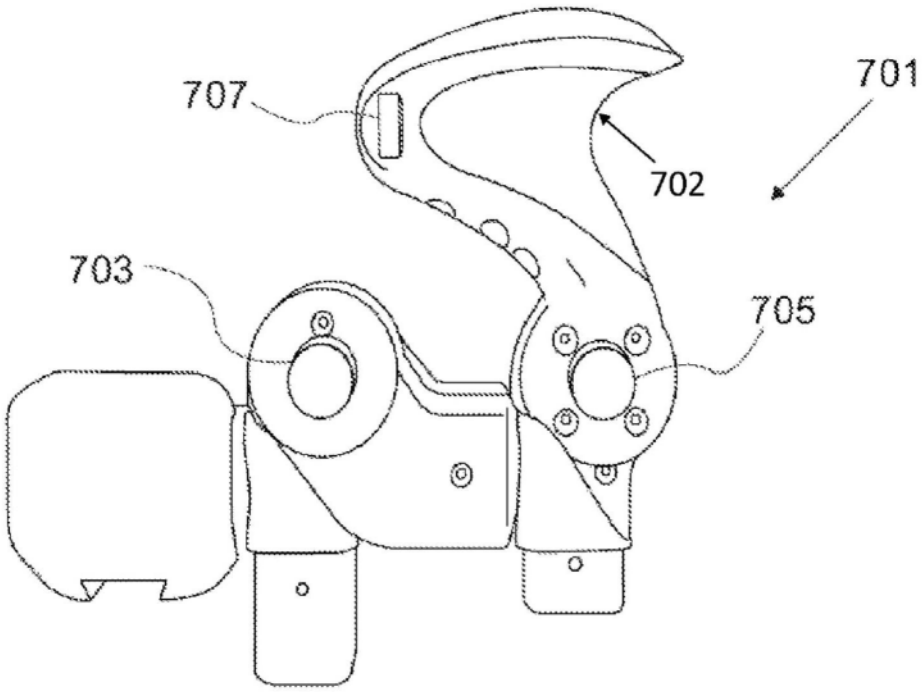


图10

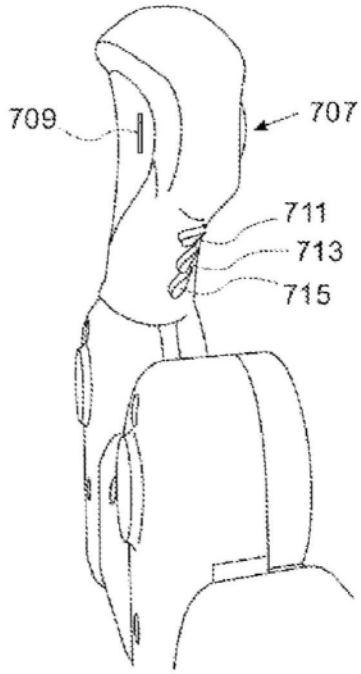


图11

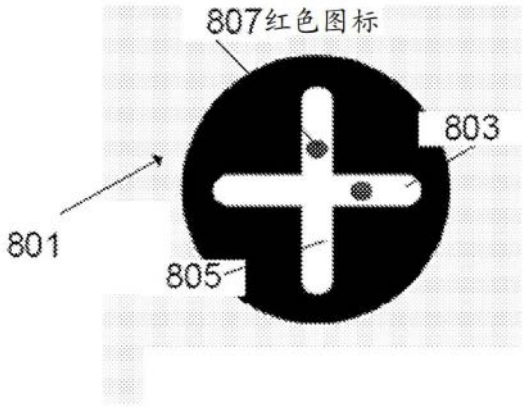


图12A



图12B

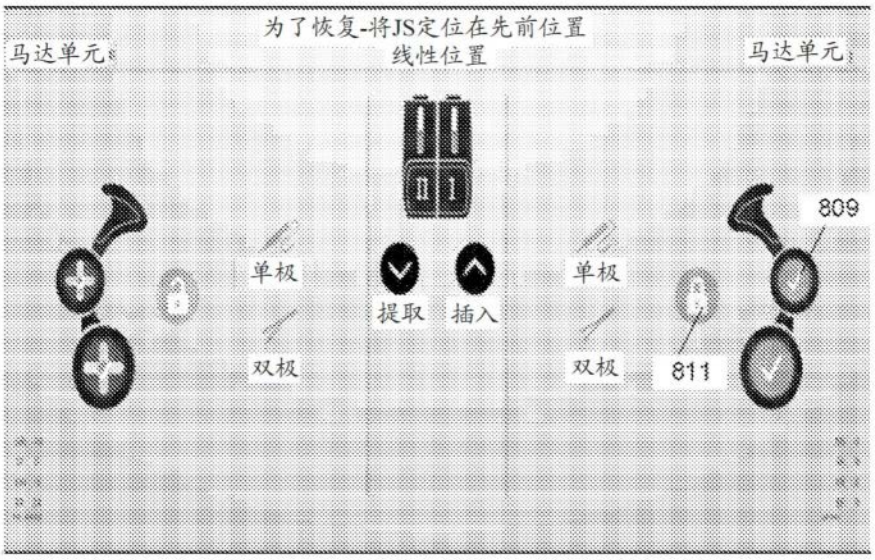


图13

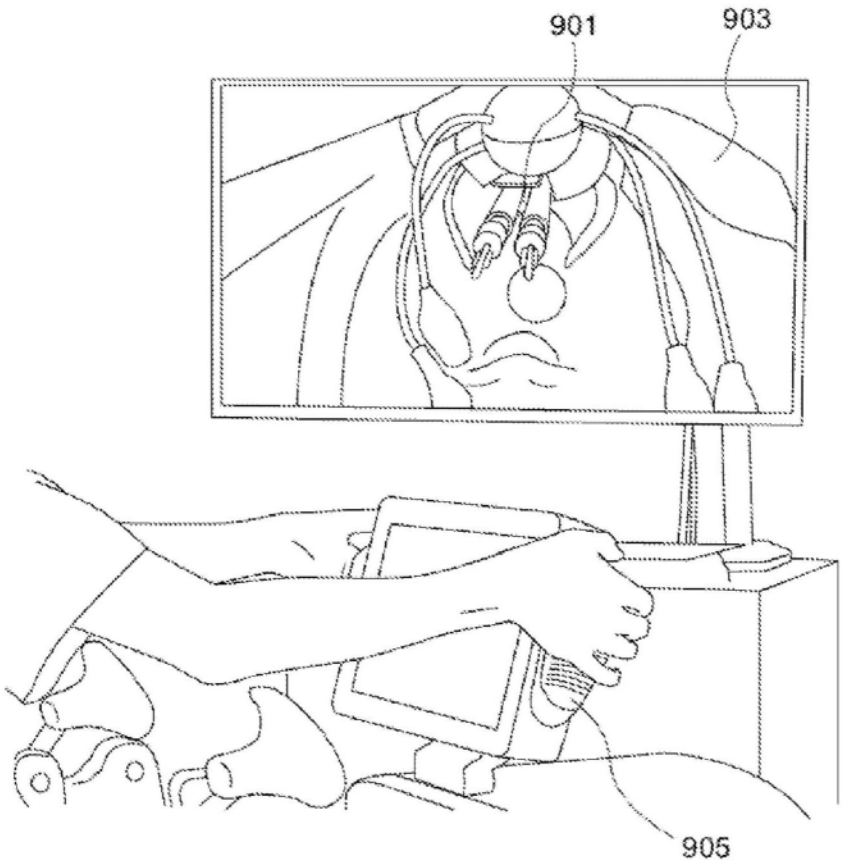


图14A

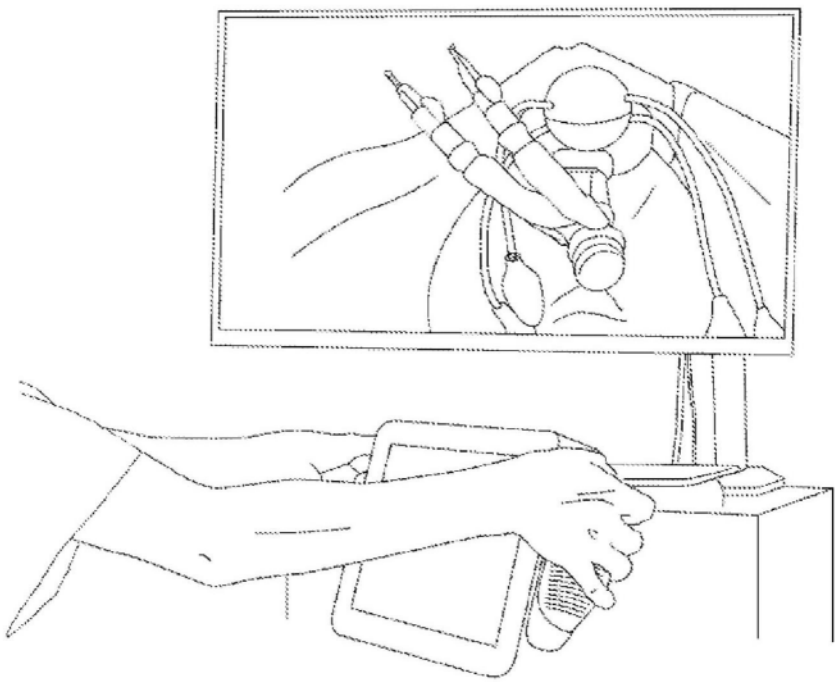


图14B

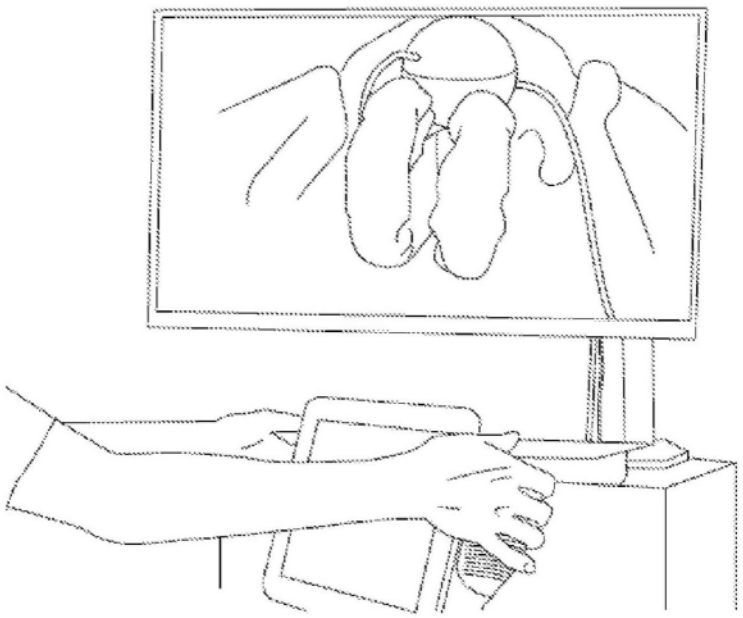


图14C

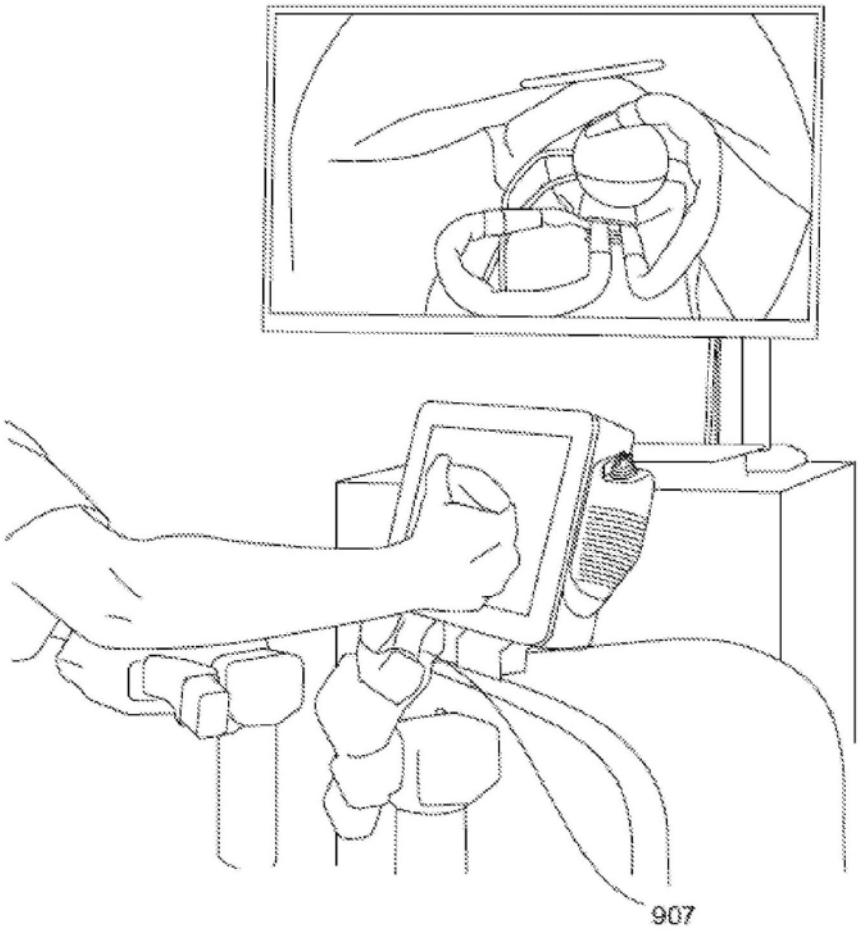


图14D

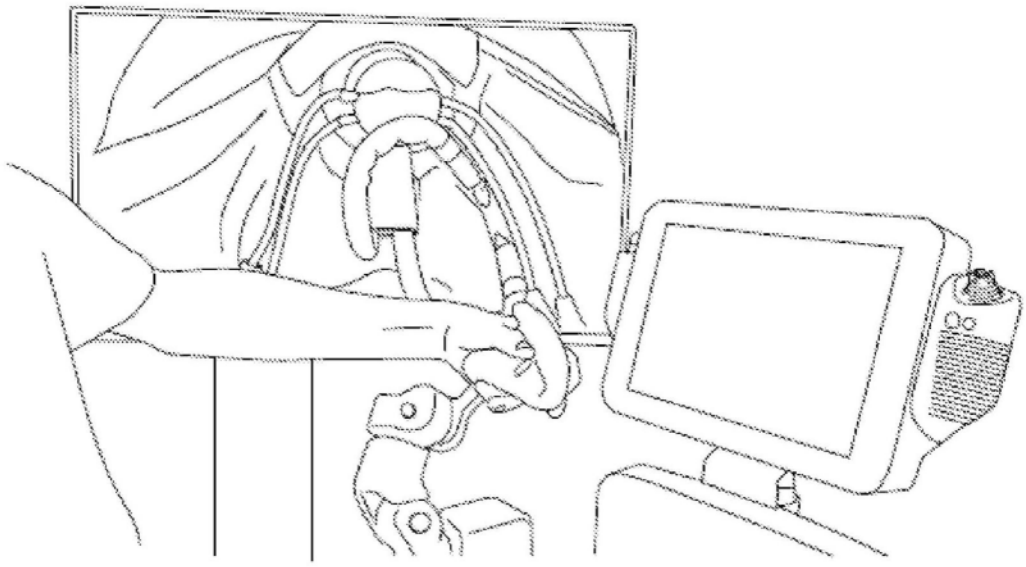


图14E

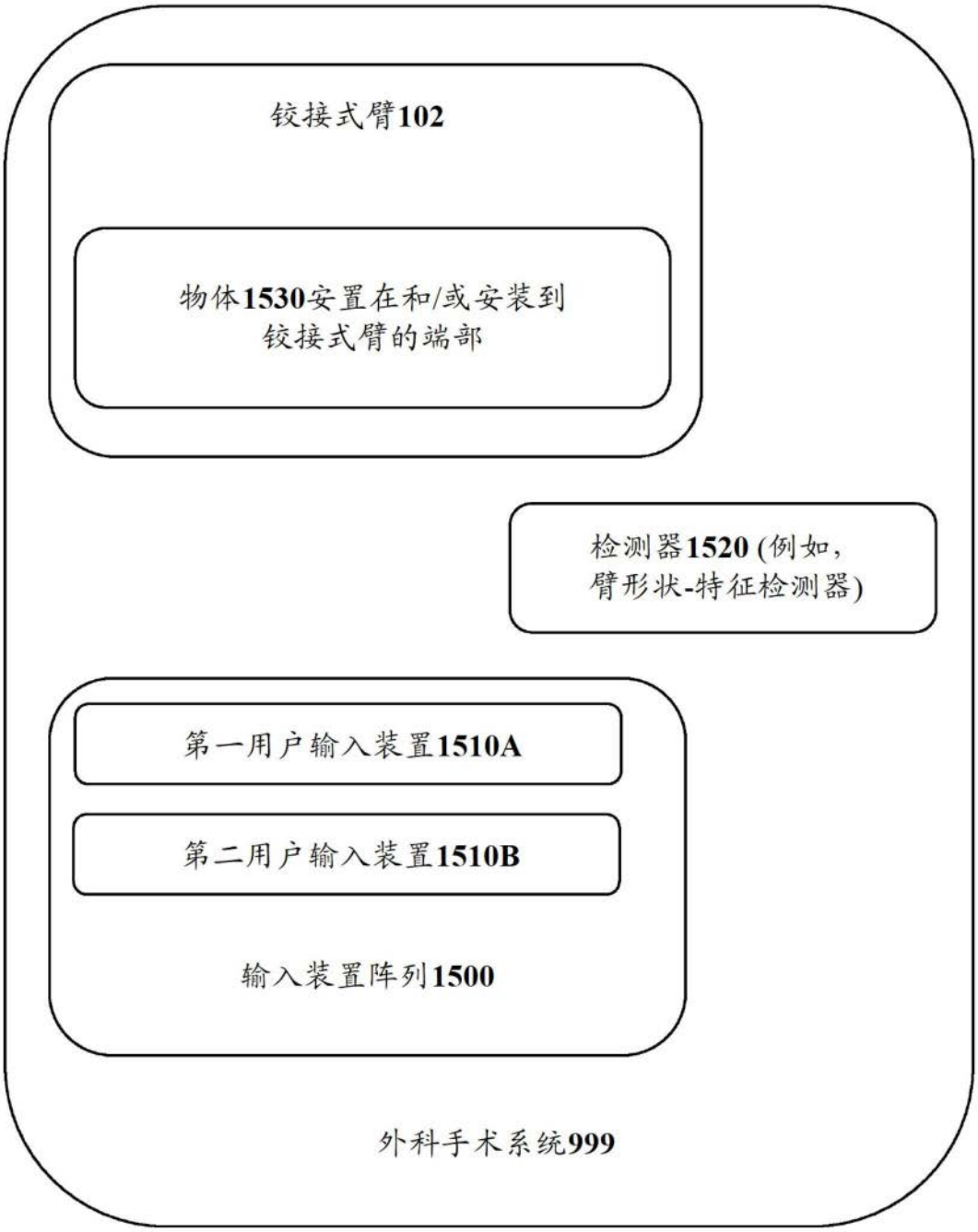

铰接式臂102
物体1530安置在和/或安装到
铰接式臂的端部
检测器1520 (例如,
臂形状-特征检测器)
第一用户输入装置1510A
第二用户输入装置1510B
输入装置阵列1500
外科手术系统999

图15

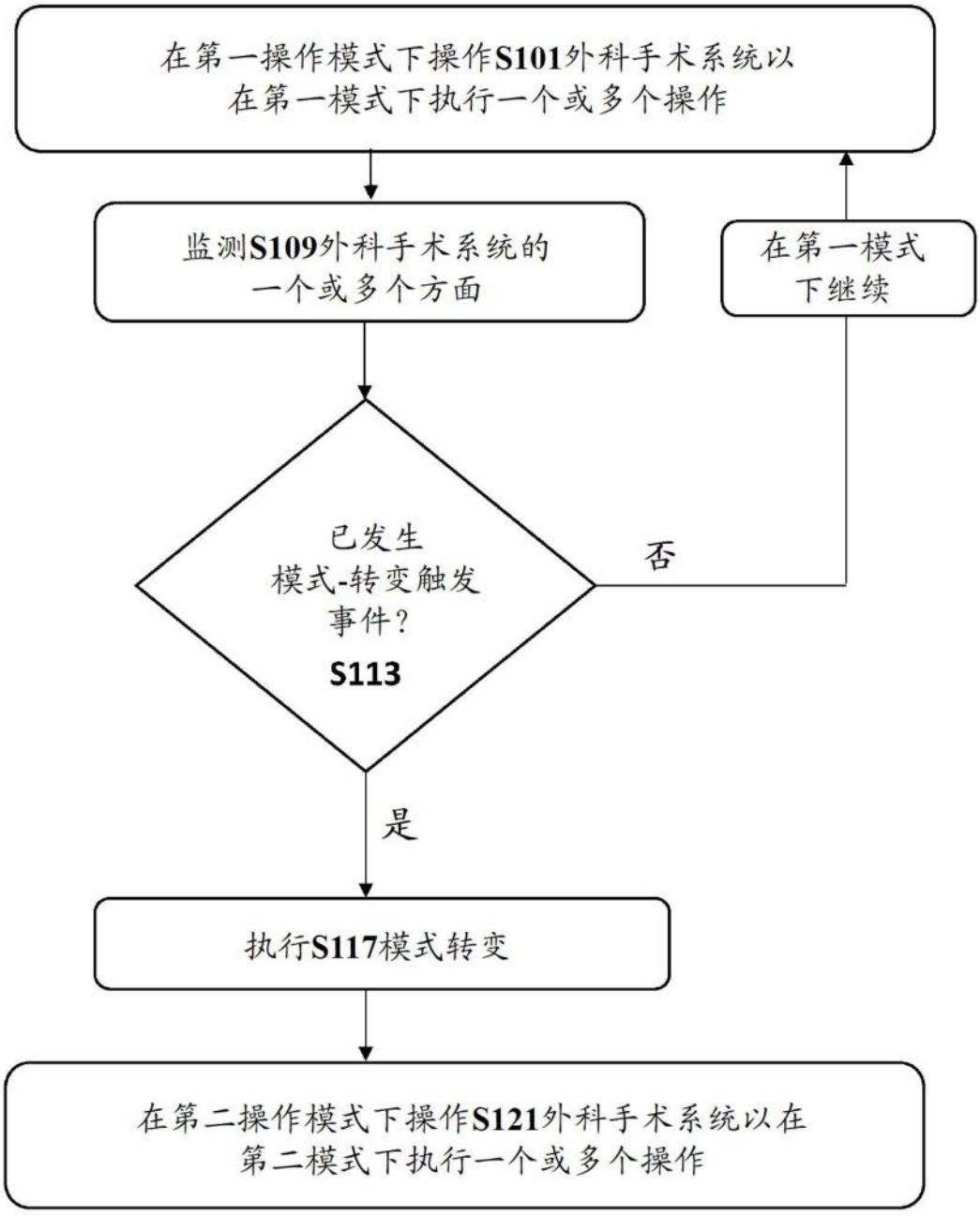

在第一操作模式下操作S101外科手术系统以
在第一模式下执行一个或多个操作
监测S109外科手术系统的
一个或多个方面
在第一模式
下继续
已发生
模式-转变触发
事件?
S113
否
是
执行S117模式转变
在第二操作模式下操作S121外科手术系统以在
第二模式下执行一个或多个操作

图16

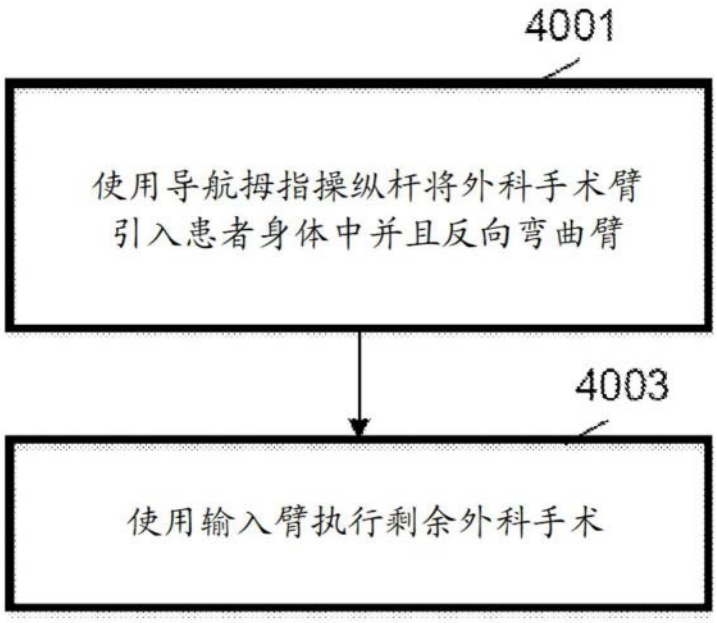

4001
使用导航拇指操纵杆将外科手术臂
引入患者身体中并且反向弯曲臂
4003
使用输入臂执行剩余外科手术

图17A

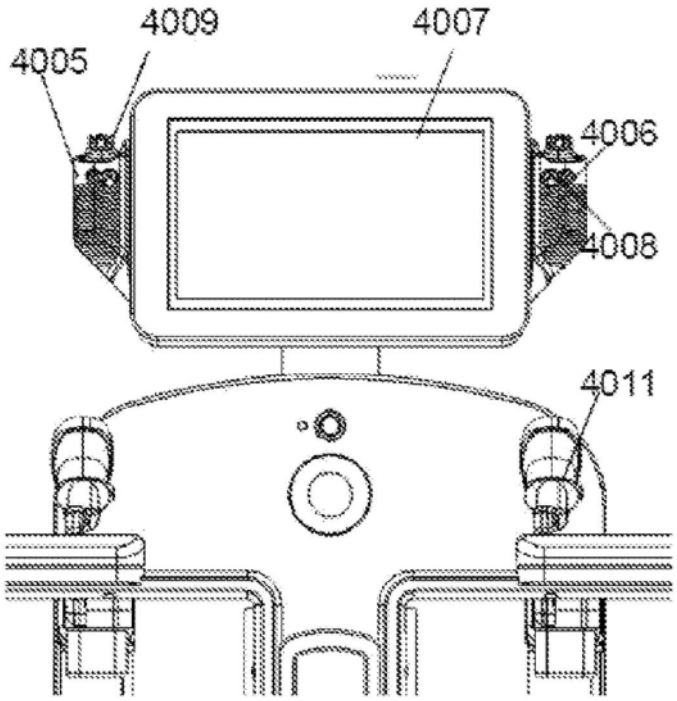

4009
4007
4005
4006
4008
4011

图17B

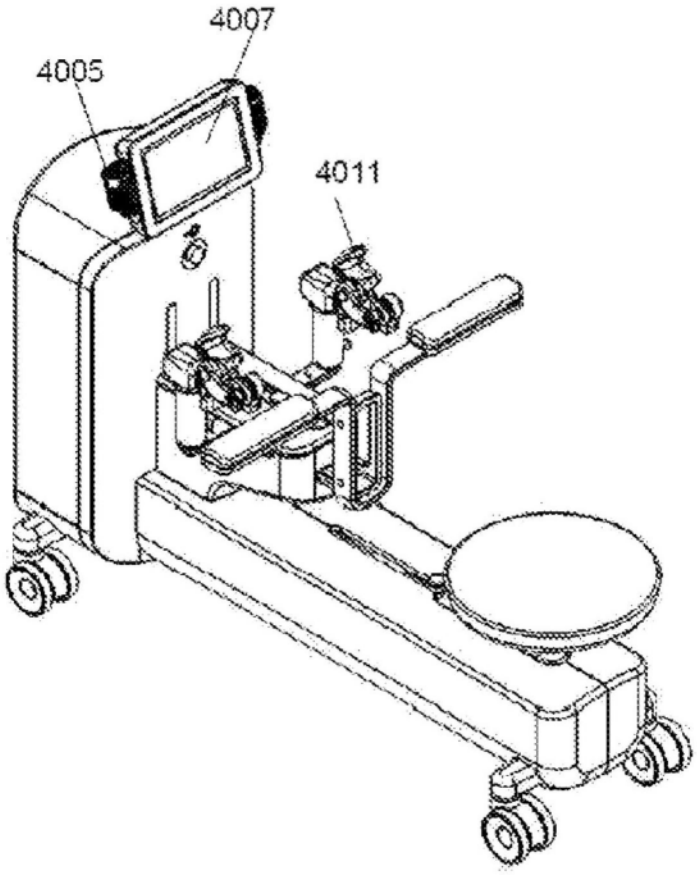

4007
4005
4011

图17C

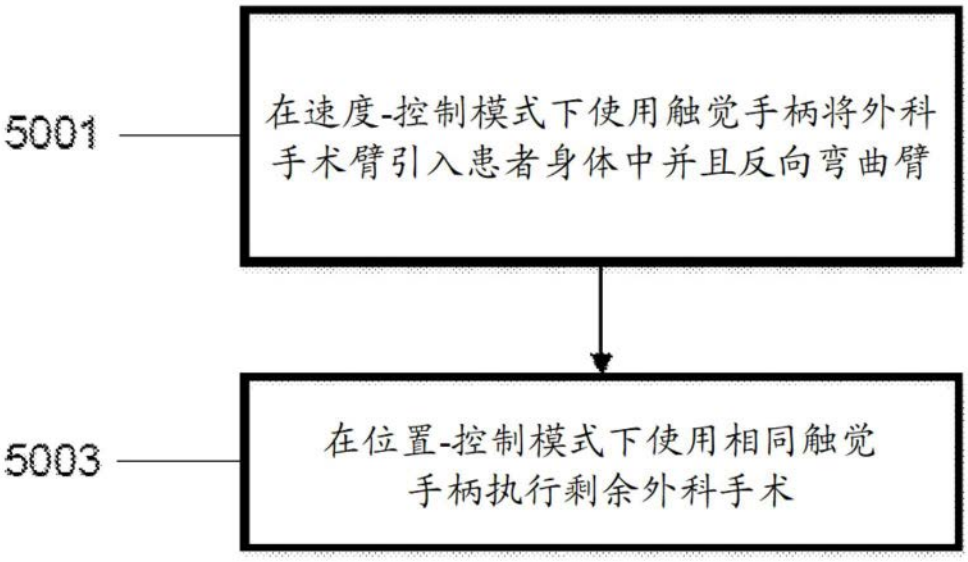

5001
在速度-控制模式下使用触觉手柄将外科手术臂引入患者身体中并且反向弯曲臂
5003
在位置-控制模式下使用相同触觉手柄执行剩余外科手术

图18