



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104519823 A

(43) 申请公布日 2015.04.15

(21) 申请号 201380041022.6

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

(22) 申请日 2013.08.02

72002

(30) 优先权数据

代理人 蔡洪贵

61/678,708 2012.08.02 US

(51) Int. Cl.

A61B 19/00(2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015.02.02

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2013/056336 2013.08.02

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/020571 EN 2014.02.06

(71) 申请人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 H·埃尔哈瓦林 A·波波维奇

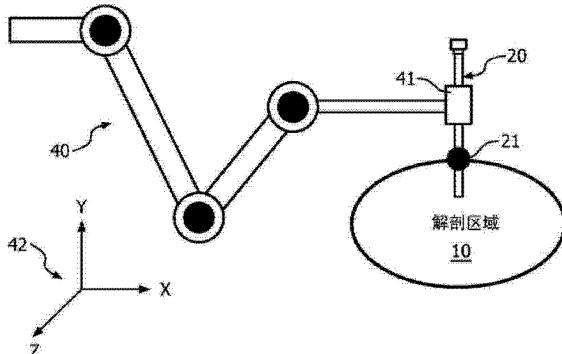
权利要求书4页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

机器人远程运动中心的控制器限定

(57) 摘要

本发明涉及一种机器人手术系统，所述系统采用手术器械(20)、机器人(40)和机器人控制器(43)；所述机器人(40)在机器人(40)的坐标系统(42)内相对于解剖区域(10)导引所述手术器械(20)；所述机器人控制器(43)基于通到所述解剖区域(10)中的孔口(12)的在所述机器人(40)的所述坐标系统(42)内的物理位置限定所述手术器械(20)在所述机器人(40)的所述坐标系统(42)内的球形旋转的远程运动中心。限定所述远程运动中心由所述机器人控制器(43)使用来指挥所述机器人(40)将所述手术器械(20)的所述远程运动中心与通到所述解剖区域(10)中的所述孔口(12)对准，以用于使所述手术器械(20)相对于通到所述解剖区域(10)中的所述孔口(12)球形地旋转。



1. 一种机器人手术系统,包括 :

手术器械 (20) ;

机器人 (40),所述机器人 (40) 被可操作地配置成在所述机器人 (40) 的坐标系统 (42) 内相对于解剖区域 (10) 导引所述手术器械 (20);和

机器人控制器 (43),

所述机器人控制器 (43) 被可操作地配置成基于通到所述解剖区域 (10) 中的孔口 (12) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的物理位置来限定所述手术器械 (20) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的球形旋转的远程运动中心,并且

所述机器人控制器 (43) 还被可操作地配置成指挥所述机器人 (40) 将所述手术器械 (20) 的所述远程运动中心与通到所述解剖区域 (10) 中的所述孔口 (12) 对准以用于使所述手术器械 (20) 相对于通到所述解剖区域 (10) 中的所述孔口 (12) 球形地旋转。

2. 根据权利要求 1 所述的机器人手术系统,其特征在于,所述手术器械 (20) 为内窥镜。

3. 根据权利要求 1 所述的机器人手术系统,其特征在于 :

限定所述远程运动中心包括计算从所述机器人 (40) 的末端执行器 (41) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的校准位置至所述手术器械 (20) 的虚拟支点 (21) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的物理位置的距离;并且

将所述手术器械 (20) 的所述远程运动中心与通到所述解剖区域 (10) 中的所述孔口 (12) 对准包括使所述手术器械 (20) 的所述虚拟支点 (21) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置与通到所述解剖区域 (10) 中的所述孔口 (12) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置至少部分地重合。

4. 根据权利要求 1 所述的机器人手术系统,其特征在于 :

限定所述远程运动中心包括计算从电位计 (60) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的校准位置至所述手术器械 (20) 的虚拟支点 (21) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的物理位置的距离,所述距离通过将所述电位计 (60) 附接至所述机器人 (40) 的末端执行器 (41) 和附接至所述手术器械 (20) 而形成;并且

将所述手术器械 (20) 的所述远程运动中心与通到所述解剖区域 (10) 中的所述孔口 (12) 对准包括使所述手术器械 (20) 的所述虚拟支点 (21) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置与通到所述解剖区域 (10) 中的所述孔口 (12) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置至少部分地重合。

5. 根据权利要求 4 所述的机器人手术系统,其特征在于,所述电位计 (60) 包括弦丝 (64),在使所述手术器械 (20) 的所述虚拟支点 (21) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置与通到所述解剖区域 (10) 中的所述孔口 (12) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置至少部分地重合之前,所述弦丝 (64) 邻近所述虚拟支点 (21) 地附接至所述手术器械 (20)。

6. 根据权利要求 4 所述的机器人手术系统,其特征在于,所述电位计 (60) 包括弦丝 (64),在使所述手术器械 (20) 的所述虚拟支点 (21) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置与通到所述解剖区域 (10) 中的所述孔口 (12) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置至少部分地重合之后,所述弦丝 (64) 邻近所述虚拟支点 (21) 地附接至所述手术器械 (20)。

7. 根据权利要求 1 所述的机器人手术系统, 其特征在于 :

限定所述远程运动中心包括计算从所述手术器械 (20) 的远侧尖端 (22) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的校准位置至所述手术器械 (20) 的虚拟支点 (21) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的物理位置的距离 ; 和

将所述手术器械 (20) 的所述远程运动中心与通到所述解剖区域 (10) 中的孔口 (12) 对准包括使所述手术器械 (20) 的所述虚拟支点 (21) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置与通到所述解剖区域 (10) 中的所述孔口在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的 (12) 所述物理位置至少部分地重合。

8. 根据权利要求 7 所述的机器人手术系统, 其特征在于, 限定所述远程运动中心还包括使所述手术器械 (20) 的所述远侧尖端 (22) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述校准位置与通到所述解剖区域 (10) 中的所述孔口 (12) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置至少部分地重合。

9. 根据权利要求 7 所述的机器人手术系统, 其特征在于, 将所述手术器械 (20) 的所述远程运动中心与通到所述解剖区域 (10) 中的孔口 (20) 对准包括, 基于所计算的从所述手术器械 (20) 的所述远侧尖端 (22) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述校准位置至所述手术器械 (20) 的所述虚拟支点 (21) 的所述物理位置的距离, 根据所述机器人控制器 (43) 的指挥, 通过所述机器人 (40) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内导引所述手术器械 (20)。

10. 根据权利要求 1 所述的机器人手术系统, 其特征在于 :

限定所述远程运动中心包括计算从光纤 (90) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的校准位置至所述手术器械 (20) 的虚拟支点 (21) 的物理位置的距离, 所述距离通过将所述光纤 (90) 附接至所述机器人 (40) 的末端执行器 (41) 和附接至所述手术器械 (20) 而形成 ; 和

将所述手术器械 (20) 的所述远程运动中心与通到所述解剖区域 (10) 中的孔口 (12) 对准包括使所述手术器械 (20) 的所述虚拟支点 (21) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置与通到所述解剖区域 (10) 中的所述孔口 (12) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置至少部分地重合。

11. 根据权利要求 10 所述的机器人手术系统, 其特征在于, 在所述手术器械 (20) 的所述虚拟支点 (21) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置与通到所述解剖区域 (10) 中的所述孔口 (12) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置至少部分地重合之前, 所述光纤 (90) 邻近所述虚拟支点 (21) 地附接至所述手术器械 (20)。

12. 根据权利要求 10 所述的机器人手术系统, 其特征在于, 在所述手术器械 (20) 的所述虚拟支点 (21) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置与通到所述解剖区域 (10) 中的所述孔口 (12) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置至少部分地重合之后, 所述光纤 (90) 邻近所述虚拟支点 (21) 地附接至所述手术器械 (20)。

13. 根据权利要求 1 所述的机器人手术系统, 其特征在于 :

限定所述远程运动中心包括计算所述手术器械 (20) 的虚拟支点 (21) 至所述手术器械

(20) 的远侧尖端 (22) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的多个校准位置的等距离, 以确定所述手术器械 (20) 的所述虚拟支点 (21) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的物理位置; 和

将所述手术器械 (20) 的所述远程运动中心与通到所述解剖区域 (10) 中的孔口 (12) 对准包括使所述手术器械 (20) 的所述虚拟支点 (21) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的物理位置与通到所述解剖区域 (10) 中的所述孔口 (12) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置至少部分地重合。

14. 根据权利要求 13 所述的机器人手术系统, 其特征在于, 限定所述远程运动中心还包括:

将所述手术器械 (20) 相对于通到所述解剖区域 (10) 中的所述孔口 (12) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置手动地旋转, 以将所述手术器械 (20) 的所述远侧尖端 (22) 移动至所述手术器械 (20) 的所述远侧尖端 (22) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的每一个所述校准位置。

15. 根据权利要求 13 所述的机器人手术系统, 其特征在于, 限定所述远程运动中心还包括:

执行所述手术器械 (20) 的所述远侧尖端 (22) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述校准位置的误差最小化, 以将所述虚拟支点 (21) 确定为距所述手术器械 (20) 的所述远侧尖端 (22) 的所述校准位置的等距离。

16. 一种机器人手术方法, 包括:

基于通到解剖区域 (10) 中的孔口 (12) 在机器人 (40) 的坐标系统 (42) 内的物理位置, 限定手术器械 (20) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的球形旋转的远程运动中心; 和

将所述手术器械 (20) 的所述远程运动中心与通到所述解剖区域 (10) 中的孔口 (12) 对准以将所述手术器械 (20) 相对于通到所述解剖区域 (10) 中的所述孔口 (12) 球形地旋转。

17. 根据权利要求 16 所述的机器人手术方法, 其特征在于:

限定所述远程运动中心包括计算从电位计 (60) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的校准位置至所述手术器械 (20) 的虚拟支点 (21) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的物理位置的距离, 所述距离通过将所述电位计 (60) 附接至所述机器人 (40) 的末端执行器 (41) 和附接至所述手术器械 (20) 而形成; 并且

将所述手术器械 (20) 的所述远程运动中心与通到所述解剖区域 (10) 中的孔口 (12) 对准包括使所述手术器械 (20) 的所述虚拟支点 (21) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置与通到所述解剖区域 (10) 中的所述孔口 (12) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置至少部分地重合。

18. 根据权利要求 16 所述的机器人手术方法, 其特征在于:

限定所述远程运动中心包括计算从所述手术器械 (20) 的远侧尖端 (22) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的校准位置至所述手术器械 (20) 的虚拟支点 (21) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的物理位置的距离; 和

将所述手术器械 (20) 的所述远程运动中心与通到所述解剖区域 (10) 中的孔口 (12)

对准包括使所述手术器械 (20) 的所述虚拟支点 (21) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置与通到所述解剖区域 (10) 中的所述孔口 (12) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置至少部分地重合。

19. 根据权利要求 16 所述的机器人手术方法, 其特征在于 :

限定所述远程运动中心包括计算从光纤 (90) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的校准位置至所述手术器械 (20) 的虚拟支点 (21) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的物理位置的距离, 所述距离通过将所述光纤 (90) 附接至所述机器人 (40) 的末端执行器 (41) 和附接至所述手术器械 (20) 而形成 ; 和

将所述手术器械 (20) 的所述远程运动中心与通到所述解剖区域 (10) 中的孔口 (12) 对准包括使所述手术器械 (20) 的所述虚拟支点 (21) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置与通到所述解剖区域 (10) 中的所述孔口 (12) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置至少部分地重合。

20. 根据权利要求 16 所述的机器人手术方法, 其特征在于 :

限定所述远程运动中心包括计算所述手术器械 (20) 的虚拟支点 (21) 至所述手术器械 (20) 的远侧尖端 (22) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的多个校准位置的等距离, 以确定所述手术器械 (20) 的所述虚拟支点 (21) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的物理位置 ; 和

将所述手术器械 (20) 的所述远程运动中心与通到所述解剖区域 (10) 中的孔口 (12) 对准包括使所述手术器械 (20) 的所述虚拟支点 (21) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的物理位置与通到所述解剖区域 (10) 中的所述孔口 (12) 在所述机器人 (40) 的所述坐标系统 (42) 内的所述物理位置至少部分地重合。

机器人远程运动中心的控制器限定

发明领域

[0001] 本发明整体上涉及手术器械在微创手术期间围绕支点相对于解剖孔口 (port) 的球形旋转的机器人控制。本发明特别地涉及通过机器人控制器限定在微创手术期间在解剖孔口处的手术器械的远程运动中心。

背景技术

[0002] 微创手术使用通过小孔口插入患者身体中的一个或多个细长手术器械来执行。特别重要的是,微创手术的主要可视化方法为通过小孔口中的一个插入患者身体中的内窥镜。

[0003] 在机器人引导的微创手术中,手术器械的一个或多个在这些手术器械插入通过小孔口时由机器人装置来保持和控制。更具体地,置于患者身体中的小孔口仅为切口点,手术器械可穿过这些切口点以进入患者的内部。因此,手术器械可围绕这些支点旋转,但是手术器械不能将平移力施加在这些孔口上,因为这将对患者引起伤害和损害。这点对机器人引导的手术是尤其重要的,因为机器人有可能在这些孔口上施加大的平移力。

[0004] 一些机器人在手术器械的机械支点实施所谓的远程运动中心 (“RCM”),机器人据此可仅在小孔口处强制旋转并且在该小孔口处的所有平移力得以消除。如本领域已知,手术器械的 RCM 可通过实施机器人的机械设计来实现,该机器人在该机器人的坐标系统内的特定位置具有手术器械的固定 RCM。例如,图 1 示出了具有保持内窥镜 20 的末端执行器 31 的机器人 30。机器人 30 的机械设计,特别是末端执行器 31,向内窥镜 20 提供了固定 RCM32。在微创手术期间,RCM32 在机器人 30 的坐标系 33 内与患者的解剖区域 10 的小孔口对准,如图 1 所示。这种对准有利于内窥镜 20 围绕 RCM 32 的球形旋转,而无被施加于小孔口上的任何显著平移力。

[0005] 对于在机构设计中不具有固有的远程运动中心的机器人装置,机器人控制器必须具有限定在空间上位于该机器人装置的坐标系中的虚拟远程运动中心的能力,并且必须具有计算该机器人的所需运动的能力,从而以与解剖孔口重合同时避免在空间上的该点施加任何平移力的方式定位 RCM。例如,如图 2 所示,机器人 40 具有保持内窥镜 20 的末端执行器 41。机器人 40 不具有机械 RCM。因此,内窥镜 20 的虚拟 RCM 21 必须针对内窥镜 20 被限定,内窥镜 20 由机器人 40 导引,虚拟 RCM 21 据此与通到解剖区域 10 中的孔口重合。

发明内容

[0006] 为此,本发明提供了用于在机器人的坐标系中限定虚拟 RCM 和用于将虚拟 RCM 与解剖孔口以容易和非破坏性的方式对准的机器人手术系统、机器人控制器和机器人手术方法。

[0007] 本发明的一个形式为一种机器人手术系统,所述系统采用:手术器械;机器人,该机器人用于在该机器人的坐标系统内相对于解剖区域导引手术器械;和机器人控制器,该机器人控制器用于基于通到解剖区域中的孔口的在机器人的坐标系统内的物理位置来限

定手术器械在该机器人的坐标系统内的球形旋转的远程运动中心。远程旋转中心的限定由机器人控制器使用来指挥机器人将手术器械的远程运动中心与通到解剖区域中的孔口对准,以用于使手术器械相对于通到解剖区域中的孔口球形地旋转。

[0008] 在机器人手术系统的各种实施例中,通过使用附接至机器人末端执行器的弦丝电位计 (string potentiometer),通过将末端执行器尖端定位于孔口位置,通过使用感测附接至机器人末端执行器的纤维的光学形状,或通过使用机器人的顺应性控制和远程运动中心的数学提取,机器人控制器可限定虚拟远程运动中心。

[0009] 本发明的第二形式包括一种机器人手术方法,所述方法涉及基于通到解剖区域中的孔口的在机器人的坐标系统内的物理位置限定手术器械在该机器人的坐标系统内的球形旋转的远程运动中心。所述方法还涉及手术器械的远程运动中心与通到解剖区域中的孔口的对准,以用于使手术器械相对于通到解剖区域中的孔口球形地旋转。

附图说明

[0010] 本发明的前述形式和其它形式以及本发明的各种特征和优点根据结合附图阅读的本发明的各种实施例的下述详细描述将变得更显而易见。详细描述和附图仅说明本发明而非限制本发明,本发明的范围由所附的权利要求书和其等同物来限定。

[0011] 图 1 示出了本领域中已知的机械远程运动中心的一个示例性实施例。

[0012] 图 2 示出了根据本发明的虚拟远程运动中心的一个示例性实施例。

[0013] 图 3 示出了根据本发明的机器人手术系统的一个示例性实施例。

[0014] 图 4 示出了代表根据本发明的机器人手术方法的一个示例性实施例的流程图。

[0015] 图 5 示出了代表根据本发明的机器人手术方法的一个示例性实施例的流程图。

[0016] 图 6 示出了代表根据本发明的机器人手术方法的一个示例性实施例的流程图。

[0017] 图 7 示出了代表根据本发明的机器人手术方法的一个示例性实施例的流程图。

具体实施方式

[0018] 如图 3 所示,本发明的机器人手术系统采用机器人 40、内窥镜 20 的形式的手术器械和用于任何类型的医疗程序的机器人控制器 43,该医疗程序包括但不限于微创心脏手术 (例如,冠状动脉旁路移植术 (coronary artery bypass grafting) 或二尖瓣置换术 (mitral valve replacement))、微创腹部手术 (腹腔镜检查) (例如,前列腺切除术或胆囊切除术) 和自然腔道内镜手术 (natural orifice transluminal endoscopic surgery)。

[0019] 机器人 40 在本文中被广泛地限定为任何机器人装置,该机器人装置在结构上被配置有根据特定医疗程序所需对用于操纵末端执行器 41 的一个或多个关节进行电动控制。在实践中,机器人 40 可具有最小五 (5) 个自由度,包括末端执行器平移、末端执行器轴线旋转,以及关节的三 (3) 个旋转自由度。

[0020] 内窥镜 20 在本文中被广泛地限定为任何装置,该装置具有用于在解剖区域 10 内成像的视野。出于本文发明的目的,内窥镜 20 的实例包括但不限于柔性的或刚性的任何类型的窥镜 (scope) (例如,内窥镜、关节镜、支气管镜、胆道镜、结肠镜、膀胱镜、十二指肠镜、胃镜、宫腔镜、腹腔镜、喉镜、神经内镜 (neuroscope)、耳镜、推进式小肠镜 (push enteroscope)、鼻喉镜、乙状结肠镜、鼻窦镜 (sinuscope)、胸腔镜,等等),和类似于配备有

成像系统（例如，具有成像功能的嵌套套管）的镜头的任何装置。成像是局部的，并且表面图像可利用光纤、透镜或小型化（例如，基于 CCD）的成像系统以光学方式获得。

[0021] 在实践中，内窥镜 20 被安装至机器人 40 的末端执行器 41。机器人 40 的末端执行器 41 的姿势为末端执行器 41 在机器人 40 的坐标系统 42 内的位置和取向。在内窥镜 20 被插入解剖区域 10 内的情况下，解剖区域 10 内的内窥镜 20 的视野的任何给定姿势对应于末端执行器 41 在机器人坐标系统 42 内的不同姿势。因此，由解剖区域 10 内的内窥镜 20 所产生的每个单独内窥镜图像可被链接至解剖区域 10 内的内窥镜 20 的对应姿势。

[0022] 机器人控制器 43 在本文中被广泛地限定为任何控制器，该控制器在结构上配置成根据下述需要向机器人 40 提供命令（未示出）用于控制机器人 40 的末端执行器 41 的姿势，所述需要是指用于导引内窥镜 20 通过解剖区域的孔口 12 和用于在以与孔口 12 部分或完全重合的方式定位虚拟支点 21 之后使内窥镜 20 围绕虚拟支点 21 球形地旋转。出于本发明的目的，内窥镜 20 围绕虚拟支点 21 的球形旋转被广泛地限定为内窥镜 20 在机器人坐标系统 42 的固定位置围绕虚拟支点 21 的任何旋转运动，而无内窥镜 20 相对于孔口 12 的任何显著摆动。

[0023] 在操作中，机器人控制器 43 执行本发明的各种机器人手术方法，以便基于解剖孔口 12 的在机器人坐标系统 42 内的物理位置限定内窥镜 20 在机器人坐标系统 42 内的球形旋转的虚拟远程运动中心和以便将内窥镜 20 的远程运动中心与解剖孔口 12 对准以用于使内窥镜 20 相对于解剖孔口 12 球形地旋转。由图 4 至 7 中所示的流程图表示的各种方法的描述现将在本文中描述，以有利于机器人控制器 43 的操作的理解。

[0024] 如图 4 所示的流程图 50 代表本发明的机器人手术方法，该机器人手术方法涉及使用电位计以限定内窥镜 20 的 RCM。参考图 4，流程图 50 的阶段 S51 涵盖弦丝电位计 60 的校准，该弦丝电位计 60 被安装至内窥镜 40 的末端执行器 41 上。电位计 60 采用如本领域中已知的卷轴 61、旋转传感器 62、扭转弹簧 63、柔性电缆 64 和联接器 65，以用于提供与电缆 64 在距离 D 上的延伸成比例的电压。在被安装至末端执行器 41 上之后，由于内窥镜 20 经由机器人 20 被在机器人坐标系统 42 内导引，电位计 60 如本领域中已知的那样被在机器人坐标系统 42 中配准，从而在机器人坐标系统 42 内具有校准位置。

[0025] 流程图 50 的阶段 S52 涵盖机器人控制器 43 计算线缆 64 已被延伸的距离 D，以有利于确定内窥镜 20 的虚拟支点 21。在阶段 S52 的一个实施例中，线缆 64 被拉动并沿着内窥镜 20 经由联接器 65 附接至虚拟支点 21 的所需位置，据此距离 D 与机器人 40 的当前关节位置一起结合机器人运动学被机器人控制器 43 使用以限定虚拟支点 21 在机器人坐标系统 42 内的精确物理位置。此后，机器人控制器 43 指挥机器人 40 来导引内窥镜 20，虚拟支点 21 在机器人坐标系统 42 内的物理位置据此与解剖孔口 12（图 3）在机器人坐标系统 42 内的物理位置部分或完全重合。

[0026] 在阶段 S52 的替代实施例中，机器人控制器 43 指挥机器人 40 来导引内窥镜 20，据此虚拟支点 21 在机器人坐标系统 42 内的所需位置与解剖孔口 12 部分或完全重合。此后，线缆 64 被拉动并沿着内窥镜 20 经由联接器 65 附接至虚拟支点 21 的所需位置，据此距离 D 与机器人 40 的当前关节位置一起结合机器人运动学被机器人控制器 43 使用以限定虚拟支点 21 在机器人坐标系统 42 内的精确物理位置。

[0027] 如图 5 所示的流程图 70 代表本发明的机器人手术方法，该机器人手术方法涉及用

于将内窥镜 20 的远侧尖端 22 (图 3) 定位在解剖孔口 12 的物理位置处。参考图 5, 流程图 70 的阶段 S71 涵盖机器人控制器 43 如本领域中已知的那样指挥机器人 40 来将内窥镜 20 的远侧尖端 22 导引至解剖孔口 12, 据此机器人 40 的当前关节位置结合机器人动力学被机器人控制器 43 使用以限定解剖孔口 12 在机器人坐标系统 42 内的精确物理位置。

[0028] 流程图 70 的阶段 S72 涵盖机器人控制器 43 计算从解剖孔口 12 至在内窥镜 20 上的所需虚拟支点的距离。在实践中, 距离 D 的范围为零至内窥镜 20 的远侧尖端和机器人 40 的末端执行器之间的最大距离; 距离 D 为零时, 所需虚拟支点据此与解剖孔口 12 的物理位置重合。基于从解剖孔口 12 至内窥镜 20 上的所需虚拟支点的距离 D, 机器人 40 的当前关节位置 (其中内窥镜 20 的远侧尖端在解剖孔口 12 处) 结合机器人动力学被机器人控制器 43 使用以限定虚拟支点 21 在机器人坐标系统 42 内的精确物理位置。因此, 机器人控制器 43 指挥机器人 40 来相对于解剖孔口 12 导引内窥镜 20, 虚拟支点据此与解剖孔口 12 部分或完全重合。

[0029] 如图 6 所示的流程图 80 代表本发明的机器人手术方法, 该机器人手术方法涉及使用形状感测光纤来限定内窥镜 20 的 RCM。参考图 6, 流程图 80 的阶段 S81 涵盖形状感测光纤 90 的校准, 该形状感测光纤 90 被安装至机器人 40 的末端执行器 41 上。形状感测光纤 90 采用光纤布拉格光栅 92 或本领域中已知的光纤芯 91 内的其它光学形状感测能力, 以提供指示光纤 90 在机器人坐标系统 42 内的形状的光学信号。在使近侧末端安装于末端执行器 41 上之后, 在内窥镜 20 经由机器人 40 在机器人坐标系统 42 内导引时, 形状感测光纤 90 如本领域中已知的被在机器人坐标系统 42 中配准, 从而在机器人坐标系统 42 内具有校准位置。

[0030] 流程图 80 的阶段 S82 涵盖机器人控制器 43 计算光纤 90 的被安装的近侧末端和光纤 90 的远侧末端之间的距离 D, 以有利于确定内窥镜 20 的虚拟支点 21。在阶段 S82 的一个实施例中, 光纤 90 的远侧末端沿着内窥镜 20 被联接至虚拟支点 21 的所需位置, 据此如本领域中已知的那样光纤 90 的感测形状提供了距离 D, 距离 D 与机器人 40 的当前关节位置一起结合机器人动力学被机器人控制器 43 使用以限定虚拟支点 21 在机器人坐标系统 42 内的精确物理位置。此后, 机器人控制器 43 指挥机器人 40 来导引内窥镜 20, 虚拟支点 21 在机器人坐标系统 42 内的物理位置据此与解剖孔口 12 (图 3) 在机器人坐标系统 42 内的物理位置部分或完全重合。

[0031] 在阶段 S82 的替代实施例中, 机器人控制器 43 指挥机器人 40 来导引内窥镜 20, 虚拟支点 21 在机器人坐标系统 42 内的所需位置据此与解剖孔口 12 (图 5) 部分或完全重合。此后, 光纤 90 的远侧末端沿着内窥镜 20 被联接至虚拟支点 21 的所需位置, 据此距离 D (图 4) 与机器人 4 的当前关节位置一起结合机器人动力学被机器人控制器 43 使用以限定虚拟支点 21 在机器人坐标系统 42 内的精确物理位置。

[0032] 如图 7 所示的流程图 100 代表本发明的机器人手术方法, 该机器人手术方法涉及将内窥镜 20 的远侧尖端 22 定位至解剖区域 10 内的所需深度以利用机器人的顺应性控制和远程运动中心的数学提取。具体地, 位于机器人 40 上的力和扭矩传感器 (未示出) 允许机器人 40 以小量或不需力气来手动地移动。顺应性控制通过使用感测用户施加于机器人 40 上的力的力或力矩传感器和通过使用机器人 40 的动态模型工作, 以将这些力和力矩在关节处转换成加速度从而移动机器人 40。

[0033] 参考图 7, 流程图 100 的阶段 S101 涵盖机器人控制器 43 如本领域中已知的指挥机器人 40 将内窥镜 20 的远侧尖端 22 导引通过解剖孔口 11 至所需深度。在到达该深度之后, 用户以使内窥镜 20 围绕解剖孔口枢转的方式缓慢地移动机器人, 如图 7 中示例性示出的。通过获得关节运动和内窥镜 20 的远侧尖端 22 的校准位置 22a-22c 和在该运动期间使用前述动力学, 机器人控制器 43 在流程图 100 的阶段 S102 期间以数学方式计算虚拟支点 21。在阶段 S102 的一个实施例中, 如通过机器人动力学所给出的内窥镜 20 的远侧尖端 22 从时间 t_0 至 t_3 的校准位置 22a-22c 被存储, 并且它们的校准位置用于解决找到点 21 的误差最小化问题, 点 21 与所有校准位置 22a-22c 是等距的。

[0034] 在实践中, 替代如图 4 和 6 所示的实施例的电位计和光纤的实施例可被用于实施本发明的机器人手术方法。

[0035] 再次, 在实践中, 机器人控制器 43 可通过硬件、软件和 / 或固件的任何配置被实施, 以用于执行本发明的机器人手术方法, 特别地图 4-7 所示的方法。

[0036] 另外, 在实践中, 所需虚拟支点的任何选择取决于许多因素, 例如针对执行手术任务的目的, 手术器械至解剖区域的所需深度, 以及手术器械相对于患者的解剖结构的结构配置。

[0037] 根据本文的图 1-7 的描述, 本领域的技术人员将理解, 本发明的众多益处包括但不限于能够限定手术器械 (例如, 内窥镜) 的虚拟 RCM 的机器人控制器, 所述手术器械安装于被设计带有或不带有机械 RCM 的机器人的末端执行器上。

[0038] 虽然本发明已参考示例性方面、特征和实施方式来描述, 但是所公开的系统和方法不限于此类示例性方面、特征和 / 或实施方式。相反地, 如根据本文所提供的说明书对本领域的技术人员将显而易见的是, 所公开的系统和方法可易于修改、变更和增强而不脱离本发明的精神或范围。因此, 本发明明确地涵盖属于本发明的范围内的此类修改、变更和增强。

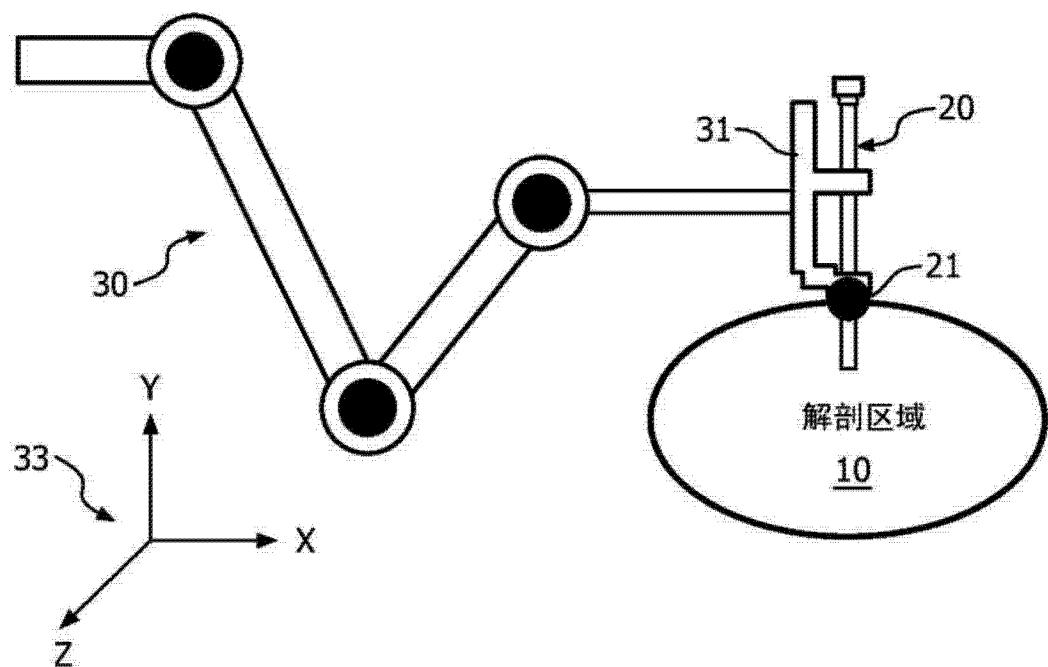


图 1 现有技术

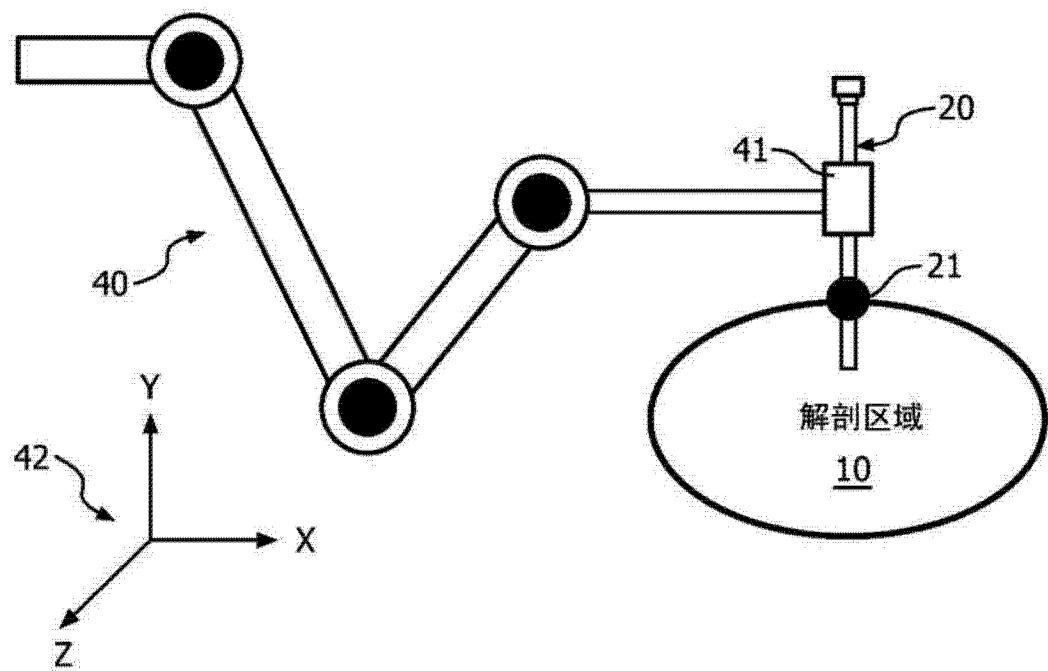


图 2

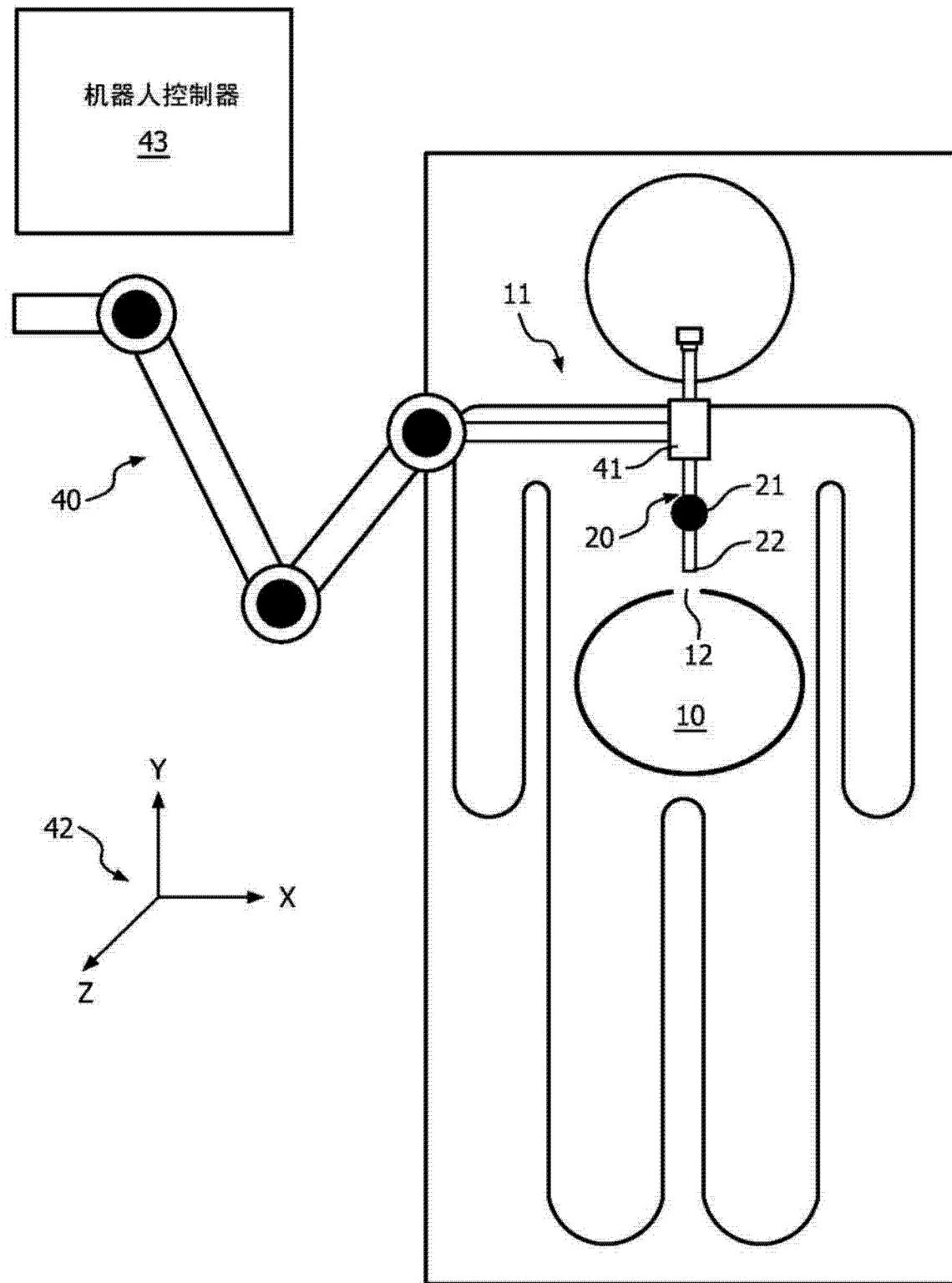


图 3

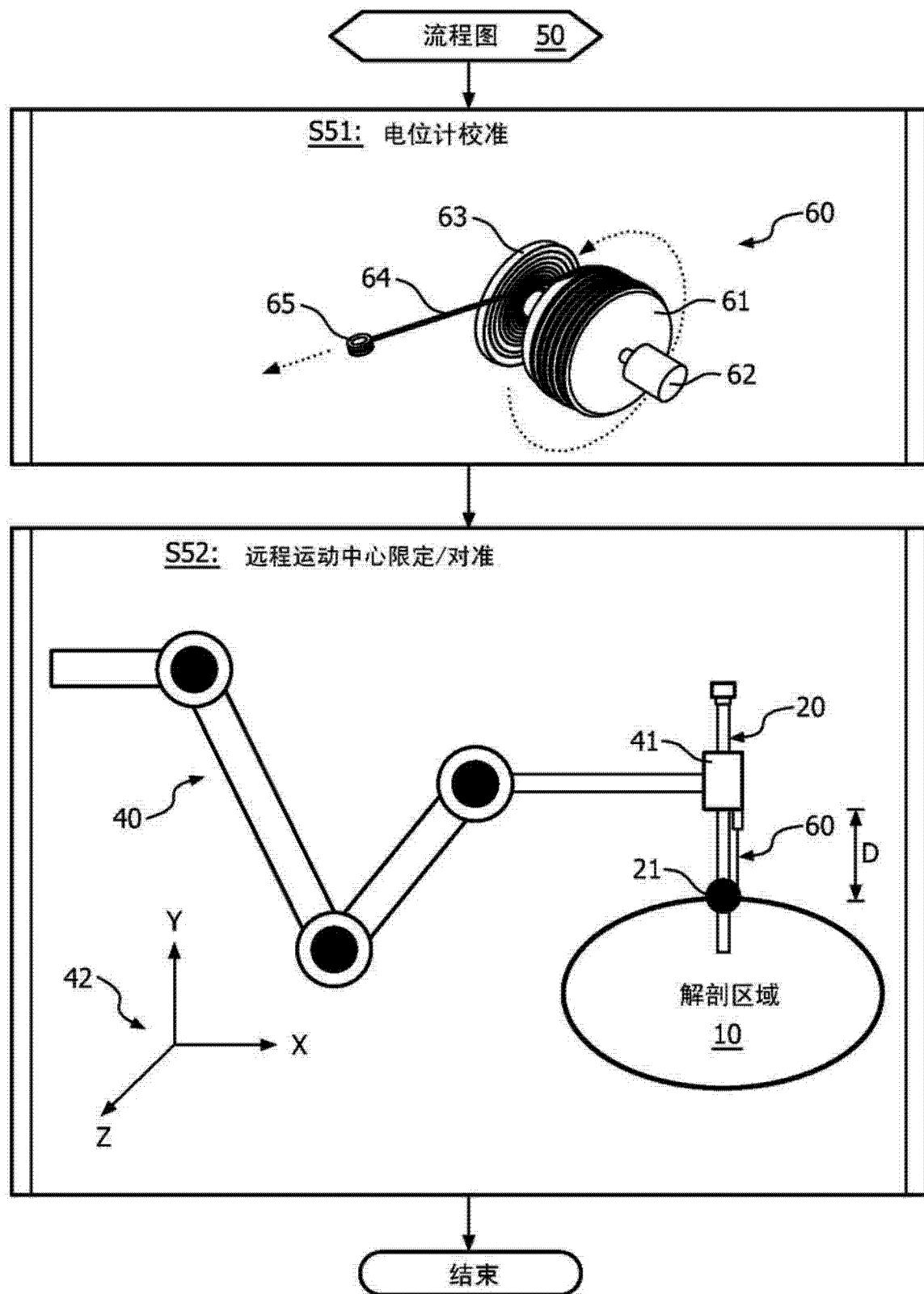


图 4

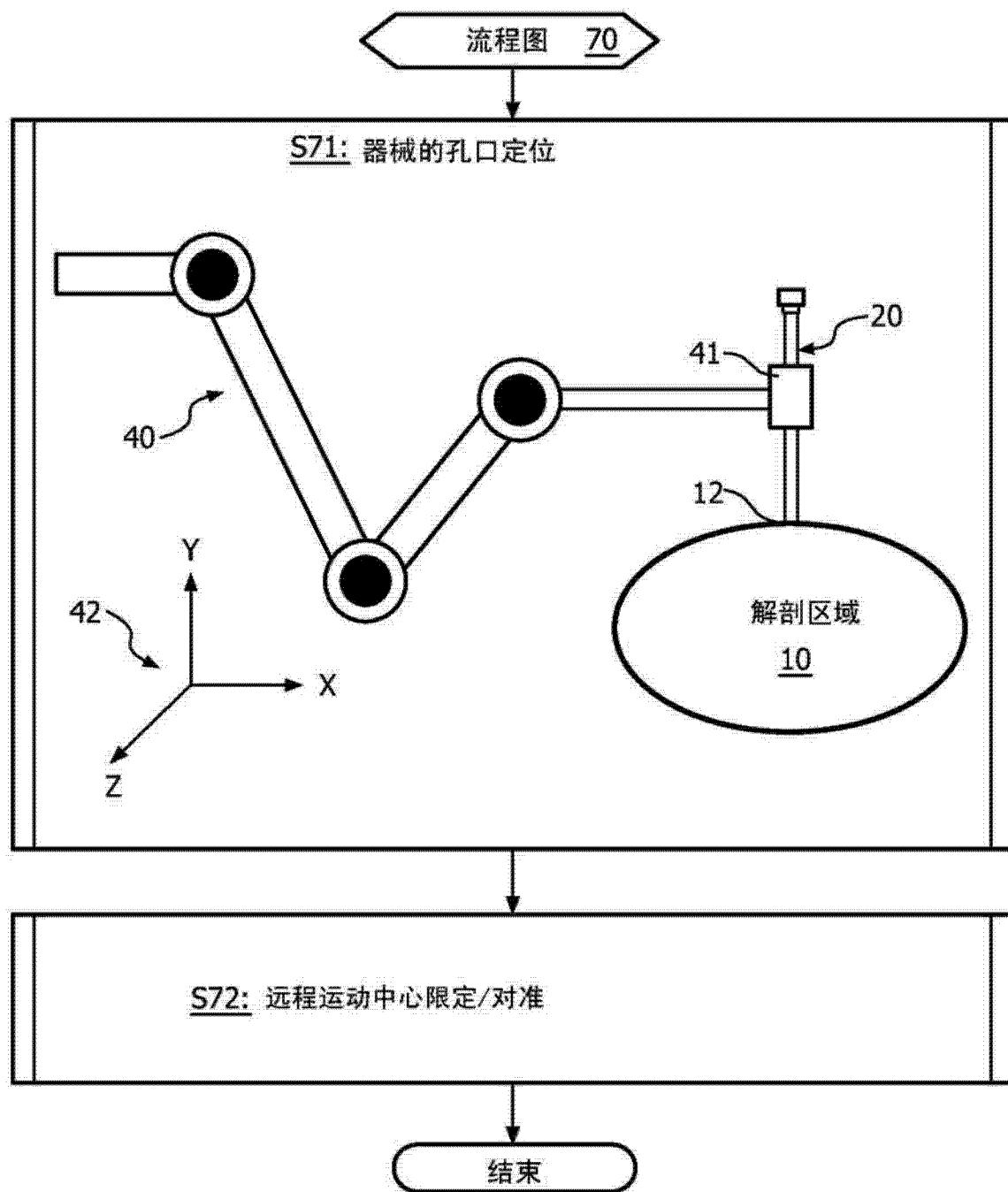


图 5

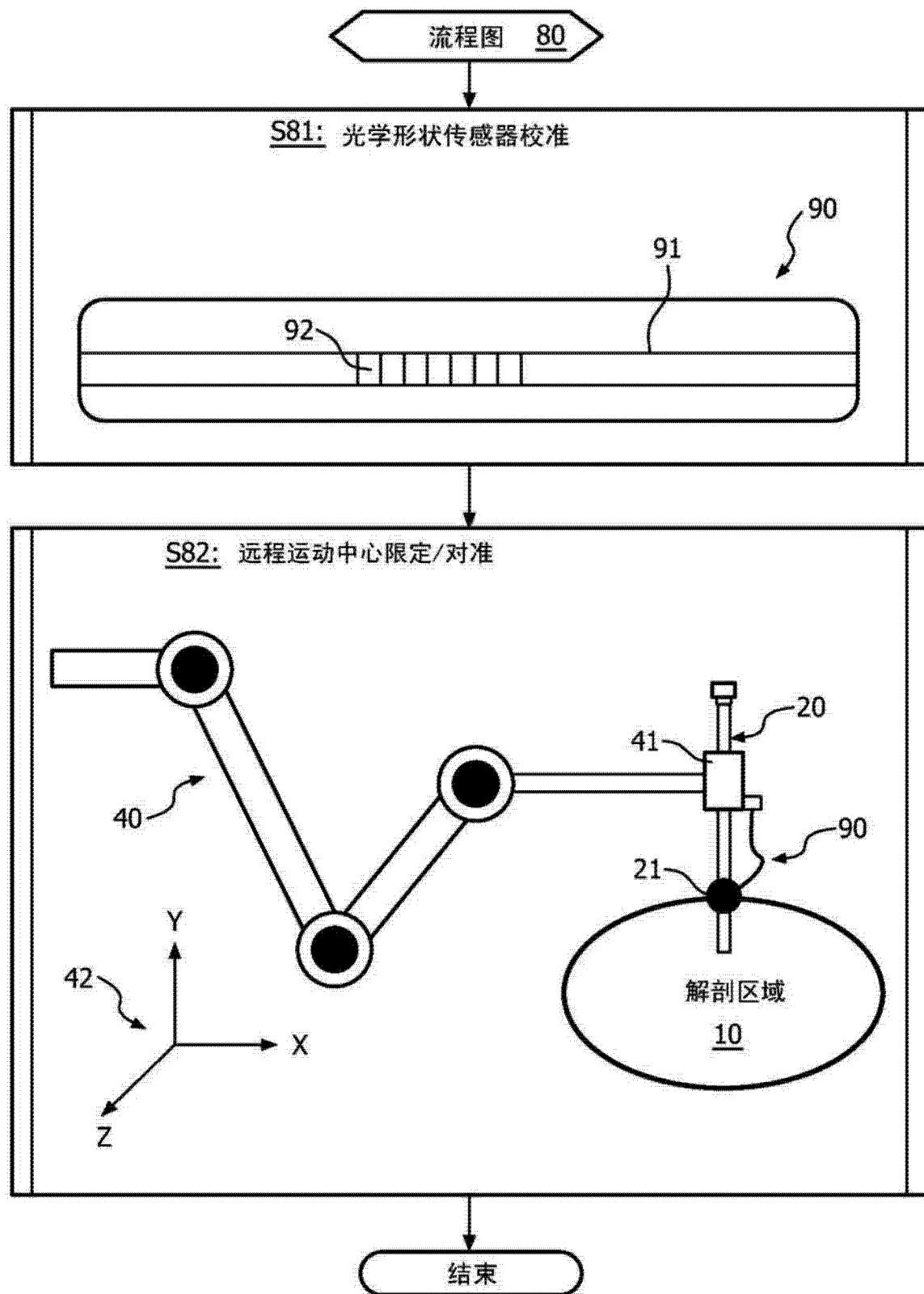


图 6

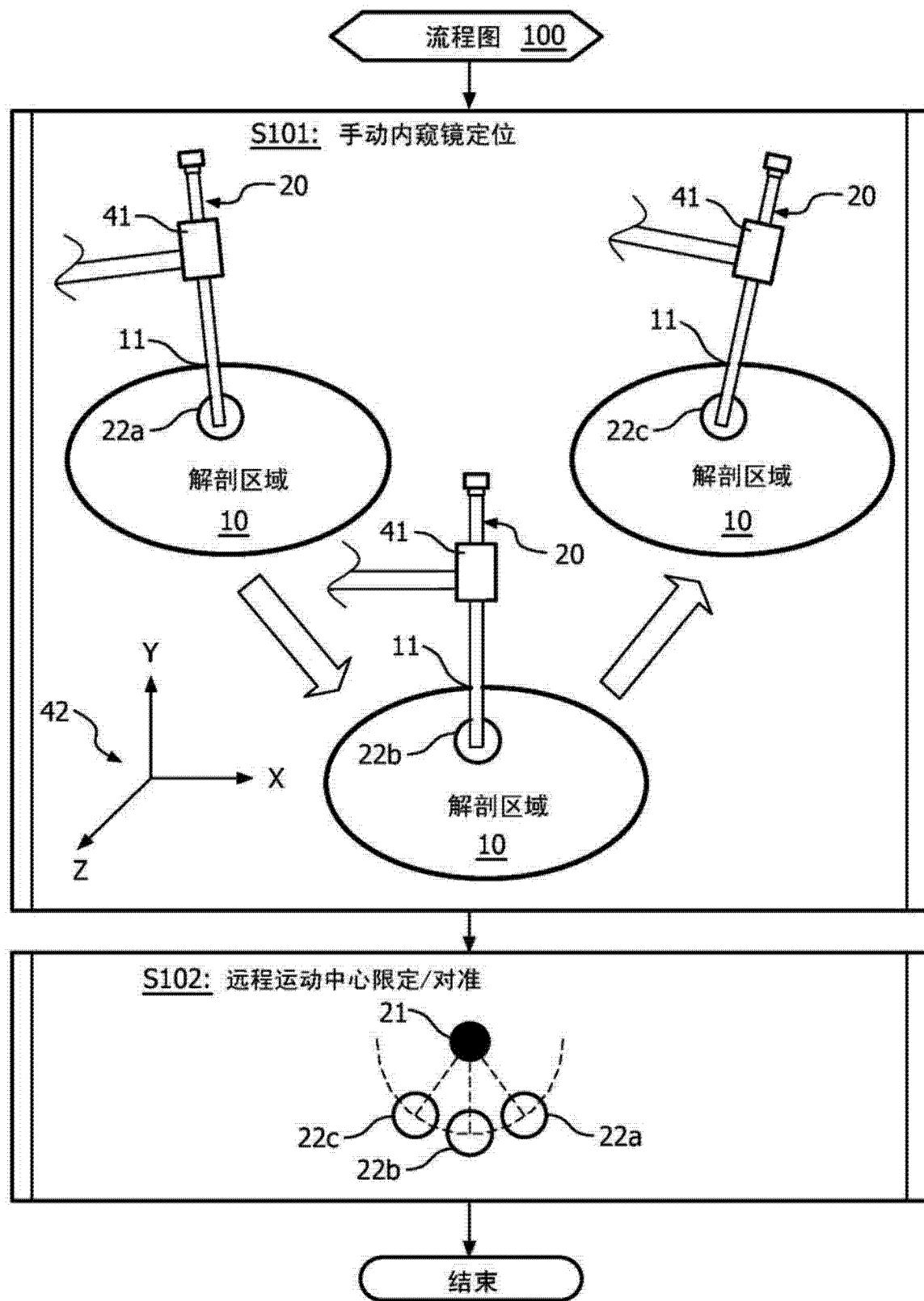


图 7

专利名称(译)	机器人远程运动中心的控制器限定		
公开(公告)号	CN104519823A	公开(公告)日	2015-04-15
申请号	CN201380041022.6	申请日	2013-08-02
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
[标]发明人	H·埃尔哈瓦林 A·波波维奇		
发明人	H·埃尔哈瓦林 A·波波维奇		
IPC分类号	A61B19/00		
CPC分类号	A61B2019/2292 A61B19/2203 A61B2019/2211 A61B2019/461 A61B34/30 A61B34/76 A61B2034/301 A61B2090/061 A61B1/0016 A61B1/00163 A61B90/06 A61B2090/065 A61B2090/066 B25J9/1689 G05B2219/45118		
代理人(译)	蔡洪贵		
优先权	61/678708 2012-08-02 US		
其他公开文献	CN104519823B		
外部链接	Espacenet Sipo		

摘要(译)

本发明涉及一种机器人手术系统，所述系统采用手术器械(20)、机器人(40)和机器人控制器(43)；所述机器人(40)在机器人(40)的坐标系统(42)内相对于解剖区域(10)导引所述手术器械(20)；所述机器人控制器(43)基于通到所述解剖区域(10)中的孔口(12)的在所述机器人(40)的所述坐标系统(42)内的物理位置限定所述手术器械(20)在所述机器人(40)的所述坐标系统(42)内的球形旋转的远程运动中心。限定所述远程运动中心由所述机器人控制器(43)使用来指挥所述机器人(40)将所述手术器械(20)的所述远程运动中心与通到所述解剖区域(10)中的所述孔口(12)对准，以用于使所述手术器械(20)相对于通到所述解剖区域(10)中的所述孔口(12)球形地旋转。

