



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103717355 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201280037626. 9

(22) 申请日 2012. 07. 25

(30) 优先权数据

00702/12 2012. 05. 18 CH

61/511, 994 2011. 07. 27 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 01. 27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2012/053786 2012. 07. 25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/014621 EN 2013. 01. 31

(73) 专利权人 洛桑联邦理工学院

地址 瑞士洛桑

(72) 发明人 里卡多·贝拉

莱昂内尔·弗拉科蒂翁

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司

11332

代理人 杨生平 钟锦舜

(51) Int. Cl.

B25J 3/02(2006. 01)

A61B 17/29(2006. 01)

A61B 19/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101380241 A, 2009. 03. 11, 全文.

JP 2009-18027 A, 2009. 01. 29, 全文.

US 2003/0155747 A1, 2003. 08. 21, 全文.

US 2007/0137371 A1, 2007. 06. 21, 全文.

US 2774488 A, 1956. 12. 18, 全文.

US 6026701 A, 2000. 02. 22, 全文.

WO 03/086219 A2, 2003. 10. 23, 全文.

WO 2010/130817 A1, 2010. 11. 18, 全文.

WO 82/00611 A1, 1982. 03. 04, 全文.

审查员 徐河杭

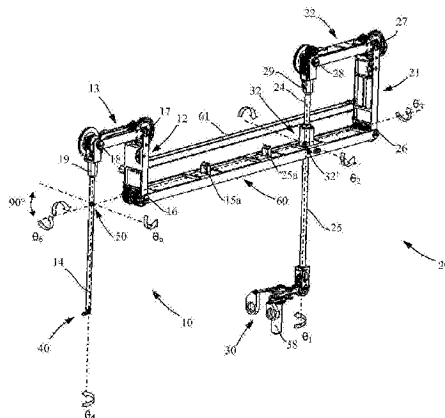
权利要求书3页 说明书14页 附图21页

(54) 发明名称

用于远程操纵的机械遥控操作装置

(57) 摘要

一种机械遥控操作装置(5a, 5b), 其包括: 从单元(10); 端部效应器(40); 主单元(20) 以及把手(30)。机械传动部件布置为将从单元(10) 与主单元(20) 运动地连接, 使得通过从单元(10) 复制施加在主单元(20) 上的运动; 并且布置为将所述端部效应器(40) 与所述把手(30) 连接, 使得通过所述端部效应器(40) 复制施加在所述把手(30) 上的所述运动; 主单元(20) 能够围绕其纵轴(θ_1) 并且围绕(θ_2, θ_3) 旋转, 其通常在固定单点(32') 处交叉。相应的从单元(10) 能够围绕其纵轴(θ_4) 以及围绕相应地平行于所述第二轴与第三轴(θ_2, θ_3) 的轴(θ_5, θ_6) 旋转, 其通常在虚拟固定单点(50) 处交叉。



CN 103717355 B

1. 一种用于远程操纵的机械遥控操作装置 (5a, 5b), 其包括:

从单元 (10), 其具有通过多个从接合部 (16, 17, 18, 19) 相互连接的多个从连杆 (11, 12, 13, 14);

端部效应器 (40), 其连接到所述从单元 (10) 的远端;

主单元 (20), 其具有通过多个主接合部 (26, 27, 28, 29) 相互连接的相应数量的主连杆 (21, 22, 23, 24);

把手 (30), 其连接到所述主单元 (20) 的所述远端以便操作所述机械遥控操作装置;

第一机械传动部件 (61, 62, 63, 64), 其布置为使所述从单元 (10) 与所述主单元 (20) 运动地连接, 使得通过所述从单元 (10) 的所述相应从接合部 (16, 17, 18, 19) 复制施加在所述主单元 (20) 的每个主接合部 (26, 27, 28, 29) 上的运动;

第二机械传动部件 (65, 66, 67), 其布置为使所述端部效应器 (40) 与所述把手 (30) 运动地连接, 使得通过所述端部效应器 (40) 复制施加在所述把手 (30) 上的所述运动; 以及

机械限定部件 (32), 其构造为确保将所述主单元 (20) 的一个引导主连杆 (24) 沿着其纵轴 (θ_1) 引导, 使得当操作所述机械遥控操作装置 (5a, 5b) 时, 所述从单元 (10) 的相应的从连杆 (14) 通常沿着平行于远程操纵附近的所述引导主连杆 (24) 的纵轴的虚拟轴 (θ_4) 平移,

其中, 所述机械遥控操作装置 (5a, 5b) 构造为使所述主单元 (20) 的所述引导主连杆 (24) 能够围绕其纵轴 (θ_1) 并且围绕第二和第三轴 (θ_2, θ_3) 旋转, 所述引导主连杆 (24) 的所述纵轴 (θ_1) 与所述第二和第三轴 (θ_2, θ_3) 通常在独立于所述引导主连杆 (24) 的定向的固定单点 (32') 处彼此交叉, 以使所述从单元 (10) 的所述相应从连杆 (14) 能够围绕其纵轴 (θ_4)、以及围绕相应地平行于所述第二与轴第三轴 (θ_2, θ_3) 的第五虚拟轴和第六虚拟轴 (θ_5, θ_6) 旋转, 并且

其中所述相应从连杆 (14) 的所述纵轴 (θ_4) 与所述第五虚拟轴和第六虚拟轴 (θ_5, θ_6) 通常在远程操纵附近的远程运动中心 (50) 处彼此交叉,

其特征在于由所述从单元 (10) 的多个铰接从连杆 (11, 12, 13, 14) 与相应的从接合部 (16, 17, 18, 19) 形成的链的运动模型, 与由所述主单元 (20) 的多个铰接主连杆 (21, 22, 23, 24) 与相应的主接合部 (26, 27, 28, 29) 形成的链的运动模型相同。

2. 根据权利要求 1 所述的机械遥控操作装置 (5a, 5b), 其特征在于, 所述端部效应器 (40) 包括通过端部效应器接合部 (42, 45, 46) 相互连接的多个铰接的端部效应器连杆 (41, 43, 44), 并且所述把手 (30) 包括通过把手接合部 (32", 35, 36) 相互连接的多个相应的铰接把手连杆 (31, 33, 34)。

3. 根据权利要求 2 所述的机械遥控操作装置 (5a, 5b), 其特征在于, 由所述端部效应器 (40) 的所述多个铰接的端部效应器连杆 (41, 43, 44) 与所述相应的端部效应器接合部 (42, 45, 46) 形成的所述链的所述运动模型与由所述把手 (30) 的所述多个铰接把手连杆 (31, 33, 34) 与相应的把手接合部 (32", 35, 36) 形成的所述链的所述运动模型相同。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的机械遥控操作装置 (5a, 5b), 其特征在于, 通过所述端部效应器 (40) 的所述相应的端部效应器连杆 (41, 43, 44) 以第一预定尺度比复制施加在所述把手 (30) 的每个把手连杆 (31, 33, 34) 上的所述运动的幅度, 所述第一预定尺度比与每个端部效应器连杆 (41, 43, 44) 的长度和所述相应把手连杆 (31, 33, 34) 的长度之间的比率相

应。

5. 根据权利要求 1 所述的机械遥控操作装置 (5a, 5b), 其特征在于, 当操作所述机械遥控操作装置时, 通过所述从单元 (10) 的相应的从连杆 (11, 12, 13, 14) 以与每个从连杆 (11, 12, 13, 14) 的长度和所述相应主连杆 (21, 22, 23, 24) 的长度之间的比率相应的第二预定尺度比复制所述主单元 (20) 的每个主连杆 (21, 22, 23, 24) 的运动的幅度。

6. 根据权利要求 1 所述的机械遥控操作装置 (5a, 5b), 其特征在于, 所述从单元与主单元 (10, 20) 通过连接连杆 (60) 连接在一起, 所述连接连杆 (60) 适于围绕与独立于所述连接连杆 (60) 的定向的所述固定单点 (32') 以及所述远程运动中心 (50) 对直的其纵轴旋转。

7. 根据权利要求 6 所述的机械遥控操作装置 (5a, 5b), 其特征在于, 所述主单元 (20) 包括至少三个连杆 (21, 22, 23, 24), 所述至少三个连杆 (21, 22, 23, 24) 布置为形成具有所述连接连杆 (60) 的至少四个边的大致多边形构造, 其中所述第二轴与第三轴 (θ_2, θ_3) 中的一个基本上垂直于由所述多边形构造限定的平面。

8. 根据权利要求 6 或 7 所述的机械遥控操作装置 (5a, 5b), 其特征在于, 所述主单元 (20) 包括: 第一主连杆 (21), 其在一个端部处连接到所述第一主接合部 (26), 并且当所述机械遥控操作装置 (5a, 5b) 处于中间位置时, 所述第一主连杆 (21) 相对于所述连接连杆 (60) 向上并且基本上垂直地延伸, 以便在它的另一个端部处连接到第二主接合部 (27); 第二主连杆 (22), 其在一个端部处连接到所述第二主接合部 (27) 并且延伸以便在它的另一个端部处连接到第三主接合部 (28); 第三主连杆 (23), 其在一个端部处连接到所述第三主接合部 (28) 并且它的另一个端部处连接到第四主接合部 (29), 其中所述引导主连杆 (24) 的一个端部连接到所述第四主接合部 (29), 使得所述引导主连杆 (24) 围绕其纵轴 (θ_1) 轴向可旋转并且跨越所述连接连杆 (60) 向下延伸通过所述机械限定部件 (32), 所述引导主连杆 (24) 的另一个端部连接到所述机械遥控操作装置 (5a, 5b) 的所述把手 (30)。

9. 根据权利要求 8 所述的机械遥控操作装置 (5a, 5b), 其特征在于, 所述装置的所述把手 (30) 包括通过第一把手接合部 (32") 连接到所述引导主连杆 (24) 的一个端部的第一把手连杆 (31), 其中所述第一把手连杆 (31) 的所述旋转轴与所述引导主连杆 (24) 的所述纵轴 (θ_1) 基本上垂直并且交叉, 所述把手 (30) 还包括通过相应地同轴安装到彼此的第二把手接合部 (35) 与第三把手接合部 (36) 连接到所述第一把手连杆 (31) 的第二把手连杆 (33) 与第三把手连杆 (34)。

10. 根据权利要求 9 所述的机械遥控操作装置 (5a, 5b), 其特征在于, 所述从单元 (10) 包括: 第一从接合部 (16), 其连接到所述连接连杆 (60) 的一个端部; 第一从连杆 (11), 其在一个端部处连接到所述第一从接合部 (16), 并且当所述遥控操作装置处于中间位置时, 所述第一从连杆 (11) 相对于所述连接连杆 (60) 向上并且基本上垂直地延伸, 以便在它的另一个端部处连接到第二从接合部 (17); 第二从连杆 (12), 其在一个端部处连接到所述第二从接合部 (17) 并且延伸以便在它的另一个端部处连接到第三从接合部 (18); 第三从连杆 (13), 其在一个端部处连接到所述第三从接合部 (18) 并且它的另一个端部处连接到第四从接合部 (19), 其中所述第四从接合部 (19) 与第四从连杆 (14) 联接, 以使所述第四从连杆 (14) 围绕其纵轴 (θ_4) 轴向可旋转并且基本上向下延伸。

11. 根据权利要求 10 所述的机械遥控操作装置 (5a, 5b), 其特征在于, 所述端部效应器

(40) 包括通过第一端部效应器接合部 (42) 连接在所述第四从连杆 (14) 的一个端部处的第一端部效应器连杆 (41), 所述第一端部效应器连杆 (41) 的所述旋转轴与所述第四从连杆 (14) 的所述纵轴 (4) 基本上相垂直并且交叉, 其中所述端部效应器 (40) 还包括通过相应地共轴安装到彼此的第二端部效应器接合部 (45) 与第三端部效应器接合部 (46) 连接到所述第一端部效应器连杆 (41) 的第二端部效应器连杆或叶片 (43) 与第三端部效应器或叶片 (44)。

12. 一种机械操纵器, 其包括彼此平行地安装在站 (80) 上的至少两个机械遥控操作装置 (5a, 5b), 其中每个机械遥控操作装置 (5a, 5b) 都根据上述权利要求中的任一项限定, 并且构造为独立于彼此操作。

13. 根据权利要求 12 所述的机械操纵器, 其特征在于, 两个机械遥控操作装置 (5a, 5b) 中的每个都可旋转地安装在待沿着其侧面倾斜的所述站 (80) 上, 以形成参照地面表面 (100) 在 60° 与 90° 之间的角度, 从而使所述机械操纵器能够被传送并且紧凑地储存。

14. 根据权利要求 12 或 13 所述的机械操纵器, 其特征在于, 所述站 (80) 设有构造为监控所述远程操纵的附近的屏幕 (81) 或者任何其它可视显示器。

15. 一种用于微创外科手术程序的机械遥控操作外科手术装置, 其包括根据权利要求 1-11 中任一项所述的机械遥控操作装置 (5a, 5b) 或者根据权利要求 12、13 或 14 所述的机械操纵器, 其特征在于, 所述外科手术装置包括根据在患者上实现的外科手术切口定位所述远程运动中心 (50) 的调节装置。

用于远程操纵的机械遥控操作装置

技术领域

[0001] 本发明涉及远程致动的机械系统的领域,并且更具体地涉及主要利用进入患者身体的小尺寸进入切口在微创外科手术程序中使用的用于远程操纵的机械遥控操作装置。此装置还适于通过高的刚性、准确性与质量力反馈来要求熟练操纵的任何适当的远程致动应用,诸如装配操作、在狭窄位置操作、在危险或艰苦环境中操作、以及在污染或干净环境中操作。

背景技术

[0002] 打开外科手术仍是用于大部分外科手术程序的标准技术。其已经被医学界使用几十年并且包括通过在传统外科手术工具插入通过其中的腹部中的长切口来执行外科手术任务。然而,由于长切口,因此此方法对于患者来说是极其创伤的,造成在外科手术过程中的大量失血液以及在医院的长期而痛苦的恢复期。

[0003] 为了减小打开外科手术、腹腔镜检查的创伤性,开发了微创技术。替代单个长切口,对患者做出细长的外科手术装置与内窥镜摄像头插入通过其中的四到五个小的切口。由于低创伤性,此技术减少了失血量并且缩短了住院与痛苦。当通过有经验的外科医生执行此技术时,此技术可以获得与打开外科手术类似的临床结果。然而,除了上述优点,腹腔镜需要极为先进的外科医生技能来操纵刚性与长的仪器。进入切口起到旋转点的作用,降低了将仪器定位且定向在患者体内的自由度。外科医生的手围绕此切口的运动反转并且相对于仪器端部按比例增加(“支轴效应”),这去掉了熟练、敏感并且放大了外科医生手的颤抖。此外,这些长且直的仪器迫使外科医生的手、臂和身体在不舒服的姿势中工作,在操作几个小时以后这可能是极端疲劳的。因此,由于腹腔镜仪器的这些缺点,这些微创技术主要地限于在简单外科手术中使用,而仅有极少数外科医生能够在复杂程序中使用它们。

[0004] 为克服这些限制,开发了外科手术机器人系统以便为复杂的微创外科手术提供更容易使用的方法。通过电脑机器人界面,此系统能够执行远程腹腔镜检查,其中外科医生坐在操纵两个主操纵器的控制台旁以通过几个小的切口执行操作。与腹腔镜类似,机器人方法也是微创的,相对于打开外科手术机器人方法在痛苦、失血、以及恢复时间方面具有若干优点。此外,与打开与腹腔镜检查技术相比其还为外科医生提供了更好的人体工程学。然而,尽管在技术上更容易,但是机器人外科手术带来若干负面情况。这些系统的主要弊端涉及包括复杂机电一体化系统的现有机器人装置的极高复杂性,导致获取与维护的巨大成本,这对于世界范围的大多数外科手术部门来说是负担不起的。此系统的另一个缺点来自现有的外科手术机器人体积大的事实,在操作室环境内竞争宝贵空间并且显著增加了准备时间。由此,进入与缺少力反馈一起对患者有伤害,这引起了安全考虑。

[0005] W09743942、W09825666 和 US2010011900 公开了机器人遥控操作外科手术仪器,其设计为在患者的身体内部复制外科医生的手部运动。通过电脑机器人界面,其使得能够执行远程腹腔镜检查,其中外科医生坐在操纵两个操纵杆的控制台旁以通过几个小的切口执行操作。然而,此系统不具有自主性或者人工智能,基本上是完全由外科医生控制的复杂的

工具。控制指令通过复杂的计算机控制的机电一体化系统在主机器人与从机器人之间传送,这对于制造与维护来说极端昂贵并且医务人员难以使用。

[0006] W02008130235 公开了用于供微创外科手术使用的仪器的不太复杂的机械操纵器,其在近端具有用于操作连接在操纵器的远端处的仪器的把手。平行四边形构造设置在在近端与远端之间,以便确保把手与仪器之间的明确的位置关系。此平行四边形构造与杠的系统接合以便控制平行四边形构造的位置。系统的杠通过万向接头连接到平行四边形构造以及连接到彼此。

[0007] 通过此机械操纵器施加的平行四边形限定使得在施加于此操纵器的把手上的运动幅度与由连接在操纵器的远端的仪器复制的运动幅度之间很难获得除了 1:1 以外的尺度比。这减小了操纵器的准确度,这对于外科手术干预是最重要的。

[0008] 此外, W02008130235 的操纵器的把手连接到沿着引导元件可滑动地安装的延伸臂。这确保延伸臂通常沿着其纵轴平移,以使得仪器通常沿着平行于所述延伸臂的纵轴的虚拟轴平移。引导元件偏心可旋转地安装在支撑结构上,这致使仪器在固定单点的一定距离处围绕此点旋转,当通过在患者上实现的切口施加限定时这是不充分的。此外,由于平行四边形构造的刚性元件的高惯性,因此此机械操纵器提供了差的触觉透明度。

[0009] 已经开发出用于在辐射环境中远程操纵并且在诸如 US2846084 的几个文献中公开的几种其它机械系统。然而,尽管在此文献中公开的系统包括主从构造,其尺寸、重量与运动均不适于微创外科手术应用。

[0010] 因此,本发明的目的是提供一种机械遥控操作装置,所述机械遥控操作装置优选地用于能够以较高准确度、增加的触觉透明度操纵外科手术仪器的微创外科手术程序并且其克服了现有技术的上述缺点。

[0011] 本发明的另一个目的是提供一种机械遥控操作装置,其可以容易地适用于其它形式的微创外科手术以及在 MRi 环境上的打开外科手术或程序。

发明内容

[0012] 通过用于远程操纵的机械遥控操作装置实现这些目的与其它优点,所述机械遥控操作装置设计为在必须发生操纵的部位附近自然地复制操作者的手部运动。此机械遥控操作装置包括:i) 从操纵器(此后称作“从单元”),其具有通过多个从接合部相互连接的多个从连杆;ii) 端部效应器(仪器/工具或者握持器/保持器),其连接到从单元的远端;iii) 主操纵器(此后称作“主单元”),其具有通过多个主接合部相互连接的相应数量的主连杆;以及 iv) 用于操作机械遥控操作装置的把手。还可以通过将端部效应器视为从单元的一部分并且将把手视为是主单元的一部分来描述机械遥控操作装置。在更广泛的意义上,包括端部效应器的连杆与接合部可以被视为远端从连杆与接合部,而包括把手的连杆与接合部可以被视为远端主连杆与接合部。端部效应器可以适于自从单元的近端部分可释放。

[0013] 机械遥控操作装置还包括第一机械传动部件,其布置为使从单元与主单元运动地连接,使得如果每个主连杆分别比相应的从连杆长两倍或三倍,那么通过从单元的相应从接合部以有利地约为 2:1 或 3:1 的预定尺度比复制施加在主单元的每个主接合部上的运动(接合部的角度)。此数量级的按比例缩小配给可以显著地提高装置的准确性。此外,第二机械传动部件布置为使工具或端部效应器与把手运动地连接,使得通过端部效应器以预定

尺度比复制施加在把手上的运动。机械遥控操作装置还包括机械限定部件,其构造为确保所述主单元的一个主连杆被引导或限定为沿着其纵轴运动,从而使得当操作机械遥控操作装置时,从单元的相应的从连杆始终沿着平行于在远程操纵附近的引导主连杆的纵轴的虚拟轴平移。

[0014] 根据本发明,这些机械限定部件还构造为使主单元的引导主连杆能够围绕其纵轴、并且围绕第二轴与第三轴旋转。引导主连杆的纵轴与第二轴和第三轴通常在独立于所述引导主连杆的定向的固定单点处彼此交叉,以使从单元的相应从连杆能够围绕其纵轴以及围绕第五虚拟轴和第六虚拟轴旋转,所述第五虚拟轴和第六虚拟轴相应地平行于引导主连杆围绕其可旋转的第二轴与第三轴的。相应的从连杆的纵轴与第五虚拟轴和第六虚拟轴通常在远程操纵(也称作“运动的远程中心”)附近的虚拟固定单点处彼此交叉。

[0015] 根据本发明的一个方面,由多个铰接的从连杆与从单元的相应的从接合部形成的链的运动模型与由多个铰接主连杆与主单元的相应主接合部形成的链的运动模型相同。

[0016] 根据本发明的另一个方面,第一机械传动部件构造为,使得当操作机械遥控操作装置时,从单元的每个从连杆与主单元的相应主连杆基本上相互平行地运动。

[0017] 根据本发明的另一个方面,端部效应器包括通过端部效应器接合部相互连接的多个至少两个并且优选地三个铰接端部效应器连杆。把手包括通过把手接合部相互连接的相应多个至少两个并且优选地三个相应的铰接把手连杆。

[0018] 根据本发明的另一个方面,通过多个铰接的端部效应器连杆与端部效应器的相应的端部效应器接合部形成的链的运动模型和由多个铰接把手连杆与把手的相应把手接合部形成的链的运动模型相同。

[0019] 根据本发明的另一个方面,所述第二机械传动部件构造为,使得当操作所述机械遥控操作装置时,每个铰接端部效应器连杆与相应铰接把手连杆基本上相互平行地运动。

[0020] 根据本发明的另一个方面,通过端部效应器的相应的端部效应器连杆以与每个端部效应器连杆的长度和相应把手连杆的长度之间的比率相应的第一预定尺度比复制施加在把手的每个把手连杆上的运动的幅度。

[0021] 根据本发明的另一个方面,当操作机械遥控操作装置时,通过从单元的相应的从连杆以与每个从连杆的长度和相应主连杆的长度之间的比率相应的第二预定尺度比复制主单元的每个主连杆的运动的幅度。

[0022] 根据本发明的另一个方面,引导主连杆围绕其可旋转的第二轴与第三轴基本上彼此垂直,以使相应的从连杆围绕其可旋转的第五虚拟轴与第六虚拟轴基本上彼此垂直。

[0023] 根据本发明的另一个方面,从单元与主单元通过连接连杆连接在一起,所述连接连杆适于围绕与所述固定点以及所述相应的虚拟固定点对直其纵轴旋转。

[0024] 根据本发明的另一个方面,主单元包括至少三个连杆,所述至少三个连杆布置为形成具有连接连杆的成至少四个边的大致多边形构造,其中所述第二轴与第三轴之一垂直于由所述多边形构造限定的平面。

[0025] 根据本发明的另一个方面,主单元的引导主连杆定向为沿着在操作时所述机械遥控操作装置放置在其上的参照地面平面的方向延伸通过主单元的连接连杆的穿孔。机械遥控操作装置的把手连接到要在所述连接连杆下方致动的主单元的所述引导主连杆的一个端部。

[0026] 根据本发明的另一个方面,从单元与主单元彼此分开预定距离。将第一机械传动部件的一部分沿着预定距离布置,以使从单元中的每个从接合部都与主单元的相应主接合部运动地连接。将第二机械传动部件的一部分沿着所述预定距离布置,以使端部效应器中的每个接合部都与把手的相应接合部运动地连接。

[0027] 根据本发明的另一个方面,主单元包括:第一主连杆,其在一个端部连接到第一主接合部,并且当机械遥控操作装置处于中间位置时,所述第一主连杆相对于连接连杆向上并且基本上垂直地延伸,以便在它的另一个端部处连接到第二主接合部;第二主连杆,其在一个端部处连接到第二主接合部并且延伸以便在它的另一个端部处连接到第三主接合部;第三主连杆,其在一个端部处连接到所述第三主接合部(28)并且在它的另一个端部处连接到第四主接合部(29)。引导主连杆的一个端部连接到所述第四主接合部,使得引导主连杆围绕其纵轴轴向可旋转并且跨越连接连杆向下地延伸通过机械限定部件。

[0028] 根据本发明的另一个方面,遥控操作装置的把手包括通过第一把手接合部连接到所述引导主连杆的一个端部的第一把手连杆。第一把手连杆的旋转轴与引导主连杆的纵轴基本上垂直并且交叉。把手还包括通过相应地共轴安装到彼此的第二把手接合部与第三把手接合部连接到第一把手连杆的第二把手连杆与第三把手连杆。

[0029] 根据本发明的另一个方面,从单元包括:第一从接合部,其连接到连接连杆的一个端部;第一从连杆,其在一个端部连接到第一从接合部,并且当遥控操作装置处于中间位置时,相对于连接连杆向上并且基本上垂直地延伸,以便在它的另一个端部处连接到第二从接合部;第二从连杆,其在一个端部处连接到第二从接合部并且延伸以便在它的另一个端部处连接到第三从接合部;第三从连杆,其在一个端部处连接到第三从接合部并且在它的另一个端部处连接到第四从接合部。第四从接合部与第四从连杆联接,以使所述第四从连杆围绕其纵轴轴向可旋转并且基本上向下延伸。

[0030] 根据本发明的另一个方面,端部效应器包括通过第一端部效应器接合部连接在所述第四从连杆的一个端部处的第一端部效应器连杆。第一端部效应器连杆的旋转轴与第四从连杆的纵轴基本上相垂直并且交叉。端部效应器还包括通过相应地共轴安装到彼此的第二端部效应器接合部与第三端部效应器接合部连接到第一端部效应器连杆的第二端部效应器连杆与第三端部效应器连杆。

[0031] 根据本发明的另一个方面,第一机械传动部件包括:(i) 第一机械传动,其布置为将主单元的近端主接合部运动地连接到从单元的近端从接合部,以使所述主单元与所述从单元沿着连接连杆的纵轴一起可旋转;(ii) 第二机械传动,其布置为将所述主单元的第一主接合部运动地连接到从单元的第一从接合部,使得通过从单元的第一从接合部复制施加在主单元的第一主接合部上的运动;(iii) 第三机械传动,其布置为将主单元的第二主接合部运动地连接到从单元的第二从接合部,使得通过从单元的第二从接合部复制施加在主单元的第二主接合部上的运动;(iv) 第四机械传动,其布置为将所述主单元的第三主接合部运动地连接到从单元的第三主接合部,以使通过从单元的第三从接合部复制施加在主单元的第三主接合部上的运动;以及(v) 第五机械传动,其布置为将所述主单元的第四主接合部运动地连接到从单元的第四主接合部,以使通过从单元的第四从接合部复制施加在主单元的第四主接合部上的运动。

[0032] 根据本发明的另一个方面,第二机械传动部件包括:(vi) 第六机械传动,其布置

为将所述把手的第一把手接合部运动地连接到所述端部效应器的第一端部效应器接合部；(vii) 第七机械传动,其布置为将所述把手的第二把手接合部运动地连接到端部效应器的第二端部效应器接合部；以及(viii) 第八机械传动,其布置为将所述把手的第三把手接合部运动地连接到端部效应器的第三端部效应器接合部。

[0033] 根据本发明的另一个方面,相应从单元与主单元的多个从接合部与多个主接合部通过固定到遥控操作装置的不同从连杆与不同主连杆的滑轮和/或小齿轮致动。机械传动部件包括柔性和/或刚性元件制成的一个传动环或多个传动环,所述传动环安装为将来自主单元的多个主滑轮和/或多个小齿轮中的每个的运动传送到从单元的相应的从滑轮或小齿轮。

[0034] 根据本发明的可选方面,遥控操作装置包括以安装在多个主接合部与多个从接合部上的弹簧形式或者以连接到多个主连杆与多个从连杆的配重的形式的重力补偿部件。

[0035] 根据本发明的另一个可选方面,遥控操作装置包括锁定部件,当外科医生未握持所述把手并且当装置位于活动位置时,所述锁定部件将所述装置锁定在固定构造中。

[0036] 本发明的另一个方面是提供一种机械操纵器,其包括如上面限定的并且优选地相互平行地安装在站(station)上的至少两个机械遥控操作装置。每个机械遥控操作装置都构造为独立于彼此操作。

[0037] 根据本发明的另一个方面,如上面限定的第三机械遥控操作装置安装在站上并且构造为独立于两个其它机械遥控操作装置操作。第三机械遥控操作装置的远端适于接收照相机或协助工具。

[0038] 根据本发明的另一个方面,每个机械遥控操作装置都安装在铰接支撑结构上。每个支撑结构都以沿着所述远程操纵附近的所述虚拟固定单点的方向可倾斜的方式连接到站。

[0039] 根据本发明的另一个方面,两个或三个机械遥控操作装置中的每个都可旋转地安装在待沿着其侧面倾斜的所述站上,以形成参照地面表面优选地在 60° 与 90° 之间的角度,从而使所述机械操纵器能够被传送并且紧凑地储存。

[0040] 根据本发明的另一个方面,站设有构造为监控远程操纵附近的屏幕或者任何其它可视显示器。

[0041] 最后,本发明的最后方面是提供一种用于微创外科手术程序的机械遥控操作外科手术装置,其包括如上限定的机械遥控操作装置或者机械操纵器,其中所述外科手术装置包括用于根据在患者上实现的外科手术切口定位所述相应虚拟固定点的调节装置,从单元的相应连杆沿着并且围绕所述调节装置平移与旋转。

[0042] 此装置尤其好地适于微创外科手术。与用于外科手术机器人遥控机器手类似,此系统不具有自主性或者人工智能,基本上是完全由外科医生控制的复杂的工具。然而,与机器人系统相对照,此装置使用用于运动传动的完全机械技术,其指令通过计算机控制的机电一体化系统而在主与从指间传送。在没有电子设备、致动器与软件的情况下,此装置还具有更加可靠、实惠制造并且易于使用的可能性,以便还从到医生的更稳定的力反馈受益。

[0043] 此装置使用一种技术,所述技术能够通过复杂运动致动系统同时能够以非常小的等级提供准确而高的力。如开发的机械传动部件允许从单元与主单元的相应接合部之间的完美运动匹配。主从关系允许将主单元中的任一个接合部的运动传送到从单元的类型接合

部。主单元与从单元的连杆的低惯性与机械传动部件的低摩擦提供了反冲与无波纹运动，这在远端仪器处为外科医生提供了真实给予的力。

[0044] 由于其运动学模型，因此系统允许七个自由度的外科手术仪器，甚至比人类手腕与手指更大的运动范围，以便为外科医生提供大的灵活性。基于远离中心的运动，可以通过主单元控制从单元，同时关于通过在患者上实现的切口点施加的限定，减小了对患者的创伤并且改进了整容的结果。

[0045] 通过外科手术任务要求驱动此系统的设计与性能指标，并且其使用可以有助于增加外科手术程序的执行，以增加它们的可靠性。

附图说明

[0046] 基于下面参照附图对本发明的几个实施方式的详细描述将会更好地理解本发明，在附图中：

[0047] 图 1 示出了根据本发明的优选实施方式的机械遥控操作外科手术装置的立体图；

[0048] 图 2 示出了在微创外科手术过程中通过外科医生操作的图 1 的机械遥控操作外科手术装置的立体图；

[0049] 图 3 示出了当操纵图 2 的机械遥控操作外科手术装置时的外科医生透视图；

[0050] 图 4 示出了用于相对于实现在患者上的切口点的位置准确地定位两个远端工具的机械遥控操作外科手术装置的调节装置；

[0051] 图 5a 和图 5b 相应地示出了处于容易传送并且紧凑储存的构造中的图 1 的机械遥控操作外科手术装置的前视立体图与后视立体图；

[0052] 图 6 示出了连接到机械遥控操作外科手术装置的主单元的远端的把手的立体图；

[0053] 图 7 示出了连接到机械遥控操作外科手术装置的从单元的远端的端部效应器的立体图；

[0054] 图 8 示出了处于主从关系构造中的图 1 的机械遥控操作的外科手术装置的结构部分的示意图；

[0055] 图 9 示出了在主单元与从单元的相应的接合部之间具有运动学连接的与图 8 类似的视图；

[0056] 图 10 示出了处于中间位置的图 1 的机械遥控操作外科手术装置的立体图；

[0057] 图 11 示出了处于第一活动位置的图 1 的机械遥控操作外科手术装置的立体图；

[0058] 图 12 示出了处于第二活动位置的图 1 的机械遥控操作外科手术装置的立体图；

[0059] 图 13 示出了处于第三活动位置的图 1 的机械遥控操作外科手术装置的立体图；

[0060] 图 14 示出了处于第四活动位置的图 1 的机械遥控操作外科手术装置的立体图；

[0061] 图 15 示出了处于第五活动位置的图 1 的机械遥控操作外科手术装置的立体图；

[0062] 图 16a 示出了图 1 的机械遥控操作外科手术装置的机械限定部件的横截面视图；

[0063] 图 16b 示出了机械限定部件的另选的示意图；

[0064] 图 17 示出了在机械遥控操作装置的从单元的一般从动滑轮与主单元的相应驱动滑轮之间的单闭环（缆线）传动的示意图；

[0065] 图 18 示出了将具有恒定长度的闭环保持在接合部高度处的缆线固定方法的示意图；

[0066] 图 19 示出了将具有恒定长度的闭环保持在等效主从接合部高度处的另一种缆线固定方法的示意图；

[0067] 图 20 示出了根据本发明的另一个实施方式的在从单元的一般从动滑轮与主单元的相应驱动滑轮之间的多个闭环缆线环传动的示意图；

[0068] 图 21 示出了根据本发明的另一个实施方式的在两个一般接合部（通过两个推拉杆）之间的双四杠系统传动的示意图；

[0069] 图 22 示出了根据本发明的其它实施方式的其他两个接合部（通过仅一个推拉杆）之间的单四杠系统传动的示意图；

[0070] 图 23 示出了根据本发明的又一个实施方式的利用在两个一般接合部之间的齿条与小齿轮传动的示意图；

[0071] 图 24 示出了根据本发明的又一个实施方式的利用在两个一般接合部之间连接杆传动的示意图；

[0072] 图 25 至图 32 示出了用于机械遥控操作装置的八自由度中的每个的布线拓扑的示意图；

[0073] 图 33 示出了具有可拆卸工具的机械遥控操作装置的示意图；

[0074] 图 33a 示出了单缆线环传动的示意图；

[0075] 图 33b 示出了双缆线环传动的示意图；

[0076] 图 34 和图 35 示出了根据本发明的不同实施方式的机械遥控操作装置的不同可能的运动构造；

[0077] 图 36 示出了根据本发明的一些实施方式的包括用于减小由在处理器上的使用者感觉的重力的作用的扭转弹簧的机械遥控操作装置的示意图，以及

[0078] 图 37 示出了其中通过配重平衡而将扭转弹簧替换的图 36 的变型。

具体实施方式

[0079] 这里描述了，并且大体上可以在图 1 和图 2 中看到的根据本发明的优选实施方式构造的用于微创外科手术程序的遥控操作的外科手术装置。此装置优选地包括两个相同的机械遥控操作装置 5a、5b，它们构造为独立于彼此操作并且各自都包括七个独立自由度（此系统总共具有八个自由度，但是它们中的一个多余的）。此两个机械遥控操作装置 5a、5b 分别部分地安装在第一壳体 6a 与第二壳体 6b 内部，尽管第一壳体 6a 与第二壳体 6b 内部之间的角度可以调整，但它们基本上相互平行。

[0080] 参照图 2 和图 3，外科医生将在遥控操作外科手术装置的近端部分中执行直接操纵两个直观把手 30 的程序，以通过内镜可视系统观察此操作。由通过小的切口到达患者的腹腔的两个多铰接端部效应器 40（图 7）复制（按比例缩小或不缩小）由外科医生施加在两个把手 30 上的运动。可以通过如图 3 中示出的外部屏幕 81 看到它们的运动。遥控操作外科手术装置改进了用于外科医生的人体工程学，使他们能够以关于彼此自然的定向定位他们的手，从而提供改进的眼手协调以及具有非反向运动的直观操纵。还通过例如图 2 中示出的弯管支撑件 83 改进了外科医生的舒适性。

[0081] 参照图 4，两个机械遥控操纵装置 5a、5b 的第一壳体 6a 和第二壳体 6b 相应地可滑动地安装在将沿着它们相应的结构被线性致动的第一管结构 7a 与第二管结构 7b 的内部。

每个管状结构 7a、7b 都铰接在站 80 上以围绕轴 θ_1 旋转并且围绕第二轴 θ_{11} 倾斜。此站 80 安装在有轮的中空基部 82 内并且适于相对于此基部升高。这些运动的结合允许将切开点（远程运动中心）与两个多铰接端部效应器 40 准确地定位在患者的腹腔附近。

[0082] 两个管状结构 7a、7b 进一步可旋转地安装在站 80 上，使得两个机械遥控操作装置 5a、5b 可以有利地沿着此站 80 的侧面倾斜，以参照如图 5a 和图 5b 所示的地面表面优选地形成在 60° 与 90° 之间并且甚至更优选地在 70° 与 80° 之间的角度，以使能够容易地运送并且紧凑地储存遥控操作外科手术装置。

[0083] 本发明的一个主要特征在于每个机械遥控操纵装置 5a、5b 的主从关系构造。从单元与主单元构造为一起工作，以实现反应遥控操作的力。考虑到两个遥控操作装置 5a、5b 的结构上与功能上是相同的，因此下面的描述将仅涉及一个机械遥控操作装置。

[0084] 图 8 示意性示出了根据本发明的优选实施方式的遥控操作装置的结构构造。此装置包括通过连接杆 60 连接到彼此的从单元 10 与主单元 20。连接杆 60 包括将遥控操作装置连接到地面 100 的接合部 70。接合部 70 可以分解成可以相应地视为主单元 20 与从单元 10 的第一近端接合部的两个主接合部 25 与从接合部 15。参照图 10，主接合部与从接合部通过安装在连接杆 60 上并且适于接收纵轴（未示出）使得遥控操作装置围绕此轴可旋转的两个径向轴承 25a、15a 实现。在接合部 25 和接合部 15 中的分解接合部 70 的情形中，连接杆 60 的从接合部 15 前进到第一从接合部 16 的节段被视为是近端从连杆，并且连接杆 60 的从主接合部 25 前进到第一主接合部 26 的节段被视为是近端主连杆。

[0085] 从单元包括通过多个从接合部 16、17、18、19 相互连接的多个从连杆 11、12、13、14，然而主单元 20 包括通过多个主接合部 26、27、28、29 相互连接的相应多个主连杆 21、22、23、24。如在图 9 中示意性示出的，第一机械传动部件 61、62、63、64，包括布置为使从单元 10 与主单元 20 运动地连接的部分滑轮布线的缆线，使得通过主单元 10 的相应从接合部 16、17、18、19 复制施加在主单元 20 的每个主接合部 26、27、28、29 上的运动（接合部的角度）。更具体地说，由从单元 10 的多个铰接从连杆 11、12、13、14 与相应的从接合部 16、17、18、19 形成的运动链，与由主单元 20 的多个铰接主连杆 21、22、23、24 与相应的主接合部 26、27、28、29 形成的运动链相同。

[0086] 现在更具体地参照图 10 的主从单元 10、20 的结构部分，主单元 20 更具体地包括当机械遥控操作装置处于中间位置时以与连接杆 60 形成基本上正方形构造的方式相互连接到彼此的四个主连杆 21、22、23、24。在此中间位置处，第一主连杆 21 枢转地连接在第一主接合部 26 周围的一个端部处，并且关于要枢转地连接在第二主接合部 27 周围的另一个端部处的连接杆 60 向上并且基本上垂直地延伸。第二主连杆 22 枢转地连接在围绕第二主接合部 27 的一个端部处并且平行于枢转地连接在第三主接合部 28 周围的另一个端部处的第一主连杆 21 延伸。如在图 8 中示意性示出的，第三主连杆 23 枢转地连接在此第三主接合部 28 周围的一个端部处，同时引导主连杆 24 的一个端部通过第四主接合部 29 连接到第三主连杆 23 的另一个端部，使得此引导主连杆 24 围绕其纵轴 θ_1 （图 10）轴向可旋转并且向下延伸通过定位在连接杆 60 上穿孔。机械遥控操作装置的把手 30 连接到引导主连杆 24 的另一个端部。

[0087] 仍参照图 10，从单元 10 更具体地包括当遥控操作装置处于中间位置时以与连接杆 60 的纵轴 θ_0 的延伸部形成基本上正方形构造的方式相互连接到彼此的四个从连杆

11、12、13、14。第一从连杆 11 枢转地连接在第一从接合部 16 周围的一个端部处,并且关于要枢转地连接在第二从接合部 17 周围的另一个端部处的连接连杆 60 向上并且基本上垂直地延伸。第二从连杆 22 枢转地连接在第二从接合部 17 周围的一个端部处,并且关于要枢转地连接在第三从接合部 18 周围的另一个端部处的连接连杆 60 的纵轴 θ_6 的延伸部向前并且与之平行地延伸。如在图 8 中示出的,第三从连杆 13 枢转地连接在此第三主接合部 28 周围的一个端部处,同时第四从连杆 14 的一个端部通过第四主接合部 29 连接到第四从连杆 14 的另一个端部,使得此第四从连杆 14 围绕其纵轴 θ_4 轴向可旋转并且向下延伸。

[0088] 第一机械传动部件 61、62、63、64 的传动 61 是刚性元件,以将运动从第一主接合部 26 传送到第一从接合部 16(图 10)。第一机械传动部件的机械传动 62、63、64 包括多个滑轮,所述多个滑轮安装为围绕主单元与从单元 10、20 中的第一主接合部、第二主接合部、第三主接合部、第一从接合部与第二从接合部 26、27、28、16、17、18 中的每个旋转以将这些单元 10、20 部分运动地连接在一起。下面将进一步提供关于这些第一机构传动部件的构造的更多细节。

[0089] 例如参照图 10,多铰接端部效应器 40 连接在从单元 10 的远端,然而把手 30 连接在主单元 20 的远端处以便操作机械遥控操作装置,其中通过还包括如下文更加详细阐明的滑轮布线的缆线的第二机械传动部件 65、66、67(图 9)由端部效应器 40 以预定尺度比复制通过外科医生施加在把手 30 上的运动的幅度。从单元 10 与主单元 20 之间的比率可以根据使用有利地选择。例如,不仅可以使使用 1:1,而且还可以使用 2:1、3:1 等,以便增加使用者的遥控操纵与过滤震颤的准确性。还可以使用诸如 1:2、1:3 等的放大率。

[0090] 参照图 8,遥控操作装置的把手 30 包括通过第一把手接合部 32”连接到引导主连杆 24 的一个端部的第一把手连杆 31。第一把手连杆 31 的旋转轴与引导主连杆 24 的纵轴 θ_1 基本上相垂直并且交叉。把手 30 还包括通过相应的其轴彼此共线并且基本上垂直与第一把手接合部 32”的轴的第二把手接合部 35 与第三把手接合部 36 在一个端部铰接到第一把手连杆 31 的第二 L 状连杆 33 与第三 L 状连杆 34。

[0091] 更具体地参照图 6,此把手 30 还包括保持棒 38,该保持棒 38 共轴地安装到第二把手接合部 35 与第三把手接合部 36 并且构造为通过手掌保持以及围绕与第二把手接合部 35 和第三把手接合部 36 的轴共线的其纵轴 θ_1 自由地旋转。第二 L 状连杆 33 与第三 L 状连杆 34 各自都包括在它们其它端部处的适于相应地接收拇指与食指的尖端的穿孔 33a、34a。

[0092] 如图 7 中示出的端部效应器 40 是外科手术工具并且包括在图 8 的视图中的通过第一工具接合部 42 连接到第四从连杆 14 的一个端部的第一工具连杆 41。第一工具连杆 41 的旋转轴与第四从连杆 15 的纵轴 θ_4 基本上相垂直并且交叉。参照图 7,此端部效应器 40 还包括通过共轴地安装到彼此的相应的第二工具接合部 45 与第三工具接合部 66 连接到第一工具连杆 41 的两个叶片 43、44。把手 30 以通过两个叶片 43、44 复制由拇指与食指的尖端施加在第二把手连杆 33 与第三把手连杆 34 上的运动的方式运动地连接到外科手术工具上。

[0093] 端部效应器 40 是可互换的并且可以是几种类型,诸如剪刀、解剖刀、切割器、针保持件与待联接到从单元 20 的远端的其它配件。进入患者身体的外科手术工具是生物相容的并且在杀菌以后可再使用。还可以使用一次性外科手术工具。

[0094] 如例如在图 11 中示出的,施加在把手 30 上的运动,促使主单元 20 的主接合部 26、

27、28、29 的运动,其通过直接机械传动(图 9)与机械限定部件 32,驱动从单元 10 的从接合部 16、17、18、19 的相应的运动。因此,连接到从单元 10 的远端的多个铰接端部效应器 40 以与主单元 20 的把手 30 的等同的运动的方式运动。在更加通常的方式中,主单元 20 的主接合部 26、27、28、29 中的每个与从单元 10 中的相应的从接合部 16、17、18、19 之间的直接连接迫使主单元 20 的主连杆 21、22、23、24 中的每个都平行于从单元 10 的相应的从连杆 11、12、13、14,它们独立于如通过图 11-图 15 示出的遥控操作装置的活动位置,其每个都包括参照基部 110 以便更好地示出装置的空间定向。

[0095] 本发明的另一个重要特征在于,遥控操作装置的机械限定部件 32,其构造为根据通过在患者上实现的切口施加的限制来限定从单元 10 的远端的运动。参照图 10,机械限定部件 32 构造为,当机械遥控操作装置在操作中时,确保主单元 20 的引导主连杆 24 通常地沿着其纵轴 θ_1 平移,使得从单元 10 的相应连杆 14 通常沿着平行于远程操纵附近的此引导主连杆 24 的纵轴 θ_1 的虚拟轴 θ_4 平移。这些机械限定部件 32 还构造为使主单元 20 的引导主连杆 24 能够围绕纵轴 θ_1 ,并且围绕彼此垂直的第二轴 θ_2 与第三轴 θ_3 旋转。引导主连杆 24 的纵轴 θ_1 与所述第二轴 θ_2 与第三轴 θ_3 通常在独立于引导主连杆 24 的定向的固定单点 32' (图 8、图 10、图 16a 与图 16b) 处彼此交叉。如在图 11 至图 15 中通过遥控操作装置的不同活动位置示出的,此构造允许从单元 10 的相应连杆 14 围绕其纵轴 θ_4 ,并且围绕彼此垂直的第五虚拟轴 θ_5 与第六虚拟轴 θ_6 旋转。相应杆 14 的纵轴 θ_4 与第五虚拟轴 θ_5 和第六虚拟轴 θ_6 通常在远程操纵附近的远程运动中心 50 (图 10-图 15) 处彼此交叉。在微创外科手术程序期间,远程运动中心 50 达到与外科手术切口点一致,以减小对患者的创伤并且改进了外科手术的美容效果。

[0096] 如图 16a 中所示,机械限定部件 32 包括线性轴承 51,当遥控装置处于操作中时主单元 20 的引导主连杆 24 通过线性轴承 51 平移。线性轴承 51 固定地安装在壳体 55 的内部,以确保线性轴承 51 与壳体 55 之间基本上没有相对运动。两个径向轴承 52a、52b 的内壳体可旋转地安装在其端部附近的线性轴承 51 的外周边上,以允许主连杆 25 围绕其自身纵轴 θ_1 的旋转。第一杆 56a 与第二杆 56b 通过主单元 20 的连接连杆 60 横向安装。两个杆 56a、56b 的一个端部构造为接收连接到壳体 55 的两个侧面上的相应的径向轴承 53、53b 的内壳体,使得后者可以围绕与如图 10 中示出的遥控操作外科手术装置的纵轴交叉的轴 θ_2 旋转,如上所述,此装置可以围绕轴 θ_2 旋转与平移。

[0097] 更通常地,根据本发明的遥控操作外科手术装置的引导主连杆 24 围绕在固定单点 32' 处彼此交叉的三个不同轴 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 可旋转并且可以沿着特别地如图 10 中示出的三个轴 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 中的一个进一步平移。因此,从单元 10 的相应连杆 15 围绕平行于相应轴 θ_1 、 θ_2 、 θ_3 的并且在远程运动中心 50 处彼此交叉的三个不同轴 θ_4 、 θ_5 、 θ_6 可旋转,并且可以沿着此三个不同的轴 θ_4 、 θ_5 、 θ_6 中的一个进一步平移。

[0098] 在变型中,遥控操作装置的机械限定部件 32 包括如在图 16b 中示意性示出的球窝接合部或球形接合部。沿着球窝接合部 70 的直径执行通孔,引导主连杆 24 沿着球窝接合部选择性地可滑动地安装在线性轴承(未示出)内部。在此构造中,引导主连杆 24 可以沿着其纵轴 θ_1 平移并且可以通过在其窝中的球的运动,围绕其纵轴 θ_1 并且围绕第二轴 θ_2 与第三轴 θ_3 旋转,第二轴 θ_2 与第三轴 θ_3 在与球的几何中心一致的单点处彼此交叉。

[0099] 如此后彻底描述的,根据此优选实施方式的遥控操作装置的七个独立自由度,提

供了需要用于执行诸如拉动、切割和 / 或缝合组织的复杂外科手术程序的期望的熟练度。通过尽可能直观的目的,主单元 20 与从单元 10 的远端自由度设计为与简化的人类前臂类似,具有铰接的腕部与远端工具。例如,参照图 8,通过从单元 10 的第四从接合部 19 使腕部旋前 - 旋后 (prono \rightarrow supination) 成为可能,然而通过远端端部效应器 40 的接合部 42 使得腕部桡尺偏斜成为可能。

[0100] 如图 17 中所示,对于将来自主单元 20 的驱动滑轮 C_m 的运动传动到从单元 10 的从动滑轮 C_s 的通常的情形而言,机械传动部件部分地以滑轮布线的柔性元件的形式构造为,使得从单元 10 的大部分自由度的每个从滑轮都通过单闭合缆线 / 腱环传动连接到主单元 20 的等效驱动滑轮 C_m 。此闭合缆线环传动可以由一对缆线 L_a 与 L_b 组成,其两个端部相应地锚定到驱动滑轮 C_m 与从动滑轮 C_s 以确保缆线 L_a 、 L_b 与滑轮 C_m 、 C_s 之间不发生相对运动。两个缆线 L_a 、 L_b 一起形成从一个滑轮到另一个滑轮的单闭合环 L 。

[0101] 通过使用此种机械传动,主单元 20 的每个主滑轮与从单元 10 的等效从滑轮之间的运动的传动可以在从动滑轮与驱动滑轮之间产生运动与动态联接的问题。此外,对于全部可能的主从构造来说,采用闭合环缆线传送要求缆线布线的整体长度必须保持恒定,独立于由主单元 20 的驱动滑轮执行的运动。因此,缆线必须通过接合部惰滑轮布线同时保持恒定缆线长度。对于具有包括通过共同的接合部布线的闭合环 L 的缆线 L_a 和 L_b 的一般情形而言,在图 18 中示出了使用的用于基本的缆线布线方法。缆线 L_a 和 L_b 包绕在与接合部的旋转轴同心的称作“接合惰滑轮”的一组滑轮 I_m 周围。为保持闭合环的恒定缆线长度,缆线 L_a 、 L_b 必须始终保持与接合部惰滑轮接触。通过这种方式,如果接合部角度 θ_j 减小,那么与惰滑轮 I_m 接触的 L_a 的上部节段的长度将会减小并且 L_b 的下部节段将增加相同的值,以确保缆线闭合环的恒定长度。为了保持缆线 L_a 与 L_b 与惰滑轮 I_m 之间的永久接触,增加辅助滑轮 A_p 和 A_d 。

[0102] 保持闭合环的恒定缆线长度的另一个解决方案包括补偿不在相同的主单元或从单元中的接合部高度处的,而是在如图 19 中示意性示出的相应的主单元与从单元的等效惰滑轮 I_m 与 I_s 之间的长度变化。在此情形中,缆线 L_a 、 L_b 都在 I_m 和 I_s 下经过,并且当接合部角度 θ_j 、 θ'_j 改变时,由于通过 θ_m 的减少 / 增加来补偿 θ_s 的增加 / 减少,因此确保了闭合环的恒定长度。

[0103] 另一个另选方案包括将单闭合环分裂成几个闭合环,通过如图 20 中示出的接合中间惰滑轮的一组闭合环来连接等效的主从动驱动滑轮与从动滑轮。缆线、皮带、链或者其它柔性元件可以用于闭合环。

[0104] 还可以利用使用刚性元件的解决方案,其中传动主要基于铰联接,这可以确保系统的增加的刚性。图 21 与图 22 示出了两种另选方案,其中利用一组四个杠系统传送在两个大体等效的主接合部与从接合部之间的运动。

[0105] 尽管将显著反冲、波纹与摩擦引入到系统,但是在一些自由度中也可以利用以图 23 中示出的利用齿条与小齿轮的机械传动。

[0106] 还可以通过在操纵器连杆 (图 24) 上滑动的铰接在它们之间的几个刚性传动元件构成的连接的杠系统产生接合部之间的运动的传动。

[0107] 对于根据本发明的优选实施方式的机械遥控操作装置的每个自由度来说,可以使用产生相同功能性结果的不同类型的机械传动。通过图 25 至图 32 示意性示出了用于遥控

操作装置的八个自由度（它们中的一个多余的，以形成七个非多余的自由度）中的每个的机械传动部件。

[0108] 如图 25 中所示，通过连接连杆 60 作出用于第一自由度的主单元与从单元之间运动的传动，连接连杆 60 的旋转轴是垂直的并且与第一从接合部 16 与第一主接合部 26 的轴交叉。更具体地说，参照图 10，连接连杆 60 包括适于接收遥控操作装置的一个或两个纵轴（未示出）的两个径向球轴承 15a、25a，以使所述装置围绕纵轴 θ_3/θ_6 可旋转。

[0109] 图 10 与图 26 中示出用于第二自由度的主单元与从单元之间的运动的传送。遥控操作装置包括杠 61，其在一个端部处枢转地连接到从单元 10 的第一从连杆 11 以及在另一个端部处枢转地连接到主单元 20 的第一主连杆 21，以确保当操作遥控操作装置时，第一从连杆 11 与第一主连杆 21 平行于彼此运动。

[0110] 图 27 示出了用于第三自由度的主单元与从单元之间的运动的传送。第二从接合部 17、第二主接合部 27 通过在单闭环构造中的缆线 62（还参照图 9）连接，缆线 62 从连接到第二主连杆 22 的驱动滑轮 C1 延伸并且布置为围绕主单元 20（图 10）的第二主接合部 27 旋转并且穿过一组引导滑轮 p1、p2、p3、p4 直到从动滑轮 C' 1，从动滑轮 C' 1 连接到布置为围绕其旋转轴与第二主接合部 27 一致的从单元 10（图 10）的第二从接合部 17 旋转的第二从连杆 12。

[0111] 图 28 中示出了用于第四自由度的主单元与从单元之间的运动的传送。第三从接合部 18、第三主接合部 28 通过以单闭环构造的缆线 63（还参见图 9）连接，缆线 63 从连接到第三主连杆 23（图 8）并且布置为围绕主单元 20 的图 10 的第三主接合部 28 旋转的驱动滑轮 C2 延伸出，并且穿过一组引导滑轮 p5、p6、p7、p8、p9、p10 直到从动滑轮 C' 2，从动滑轮 C' 2 连接到第三从连杆 13（图 8）并且布置为围绕从单元 10（图 10）的第三从接合部 18 旋转。辅助滑轮 A1 用于确保缆线 63 与引导滑轮组 p5、p6、p7、p8、p9、p10 之间的永久接触。

[0112] 图 29 示出了用于第五自由度的主单元与从单元之间的运动的传送。第四从接合部 19、第四主接合部 29 通过以单闭环构造的缆线 64（还参照图 9）连接，缆线 64 从连接到主单元的引导主连杆 24 的共轴接合部 C3 延伸出，并且经过一组引导滑轮 p11、p12、p13、p14、p15、p16、p17 与 p18 直到连接到从单元的第四从连杆 24 的共轴接合部 C' 3。辅助滑轮 A2、A3 用于确保缆线 64 与引导滑轮 p11、p12、p13、p14、p15、p16、p17 和 p18 组之间的永久接触。

[0113] 图 30 中示出了用于第六自由度的主单元与从单元之间的运动的传送。第一把手接合部 32 和第二把手接合部 42 通过以单闭环构造的缆线 65（还参照图 9）连接，缆线 65 从连接到把手 30 的第一把手连杆 31 的驱动滑轮 C4 延伸出，并且经过一组引导滑轮 p19、p20、p21、p22、p23 与 p24 直到连接到端部效应器 40 的端部效应器连杆 41 的从动滑轮 C' 4。辅助滑轮 A4、A5、A6、A7 用于确保缆线 65 与引导滑轮 p19、p20、p21、p22、p23 与 p24 组之间的永久接触。

[0114] 图 31 示出了用于第七自由度的主单元与从单元之间的运动的传送。接合部 35、45 通过以从连接到把手 30 的操作连杆 33 的驱动滑轮 C5 延伸的单闭环构造的缆线 66（还参照图 9）连接，缆线 66 从连接到把手 30 的把手连杆 33 的驱动滑轮 C5 延伸出，并且经过一组引导滑轮 p25、p26、p27、p28、p29、p30、p31、p32 和 p33 直到连接到端部效应器 40 的

第一叶片 43 的从动滑轮 C' 5。辅助滑轮 A8、A9、A10、A11、A12 和 A13 用于确保缆线 66 与引导滑轮 p25、p26、p27、p28、p29、p30、p31、p32 与 p33 组之间的永久接触。

[0115] 最后,图 32 中示出了用于第八自由度的主单元与从单元之间的运动的传送。接合部 36、46 通过以单闭环构造的缆线 67 (还参照图 9) 连接,缆线 67 从连接到把手 30 的把手连杆 34 的驱动滑轮 C6 延伸出,并且经过一组引导滑轮 p34、p35、p36、p37、p38、p39、p40、p41 与 p42 直到连接到端部效应器 40 的第二叶片 44 的从动滑轮 C' 6。辅助滑轮 A14、A15、A16、A17、A18 和 A19 用于确保缆线 67 与引导滑轮 p34、p35、p36、p37、p38、p39、p40、p41 与 p42 组之间的永久接触。

[0116] 当缆线穿过第四主接合部 29 与第四从接合部 19 时,缆线不经过滑轮而是缠绕在接合轴周围。然而,由于驱动滑轮与从动滑轮之间的缆线 64、65 和 66 的延伸长度,以及缆线与旋转轴之间的短距离,因此形成的缆线伸展是略微的,以使形成的对旋转运动的阻力是几乎可忽略的。缆线与引导滑轮之间的因而发生的未对准也在合理范围内,以避免缆线跳到它们路径的外部。

[0117] 如在图 33 中示例的,如果从单元的远端自由度是从遥控操作装置的近端部分可拆除的,那么缆线环 64、65 和 66 中的每一个还可以分成两个缆线环。通过这种方式,替代从驱动滑轮 Ca 到由两个缆线 La、Lb (图 33a) 组成的从动滑轮 Cb 的单个缆线环,通过如在图 33b 中示出的两个缆线环:从 Ca 到 Cc 的一个环 L,以及从 Cc 到 Cb 的另一个环 L' 传送此运动。

[0118] 主操纵器与从操纵器的运动模型还可以采用不同的构造与不同数量的自由度,以保持相同的工作原理。图 34 和图 35 示出了用于主单元与从单元的一些其它可能的运动构造,其可以引起不同的传动布置。

[0119] 如图 36 中所示,在一些实施方式中,扭转弹簧 16a、17a、18a、26a、27a、28a 安装在遥控操作装置上,以使主连杆和从连杆与相应的主接合部和从接合部连接,以减小或消除重力对遥控操作装置的影响,从而增加遥控操纵的触觉透明度。在如图 37 中示出的一些实施方式中,配重 16a、17a、18a、26a、27a、28a 连接到主单元与从单元的一部分连杆上,以使每个从单元与主单元的总的质量中心达到接近两个第一自由度的轴之间的第一从接合部 16、第一主接合部 26 的区域。

[0120] 在一些实施方式中,机械遥控操作装置包括在机械限定部件 32 的四个接合部中的制动装置,以便当外科医生未握持把手时,允许遥控操纵器固定在其工作空间的若干位置处。

[0121] 在一些实施方式中,机械遥控操作装置包括能够测量施加在运动连杆上的力的力传感器和 / 或能够测量不同接合部的运动的位置传感器,以便允许对整个遥控操作装置的运动进行再构造。

[0122] 尽管根据本发明的机械遥控操作装置被描述为执行微创外科手术程序,但其还可以用于其它形式的内窥镜外科手术以及通过利用 MRi 兼容材料在 MRi 上的打开外科手术或者程序。与眼科、脑外科、骨科和牙科类似的领域可以是用于此发明的目标。

[0123] 根据本发明的机械遥控操作装置还可以通过高刚性、准确性与质量的力反馈被用于要求熟练操纵的任何适当的远程致动应用,类似装配操作、在狭窄位置操作、在危险或艰苦环境中操作、以及在污染或干净环境中操作。在此构造中,通过适当的多铰接保持件或握

持件来替换外科手术工具。

[0124] 此外, 尽管已经参照其优选实施方式特别地示出并且描述了本发明, 本领域中的技术人员将会理解的是, 在不偏离如通过所附权利要求限定的本发明的精神和范围的情况下, 可以在这里对形式与细节做出多种改变。例如, 在引导主连杆的纵轴 θ_1 与这些第二轴和第三轴 θ_2 、 θ_3 在固定单点处相互交叉的情况下, 引导主连杆围绕其可旋转的第二轴与第三轴 θ_2 、 θ_3 不必相互垂直。

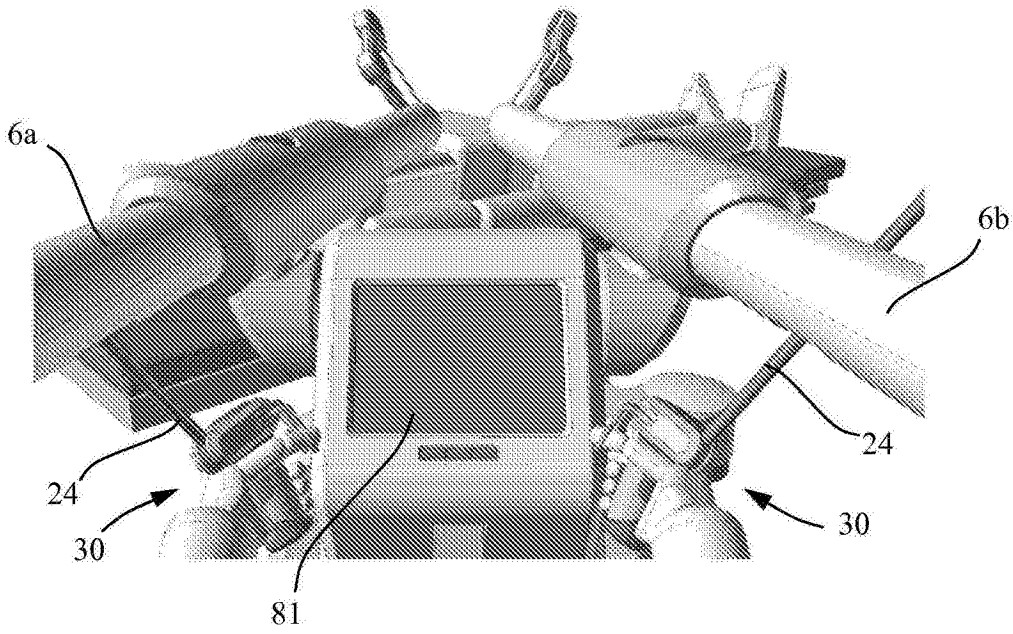


图 3

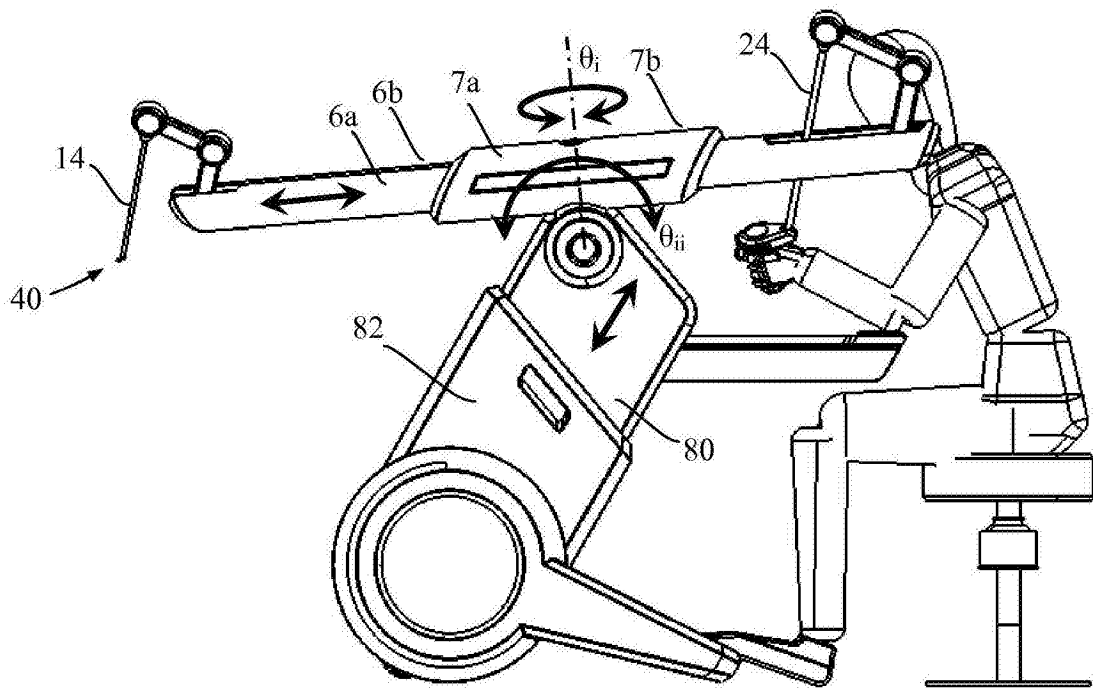


图 4

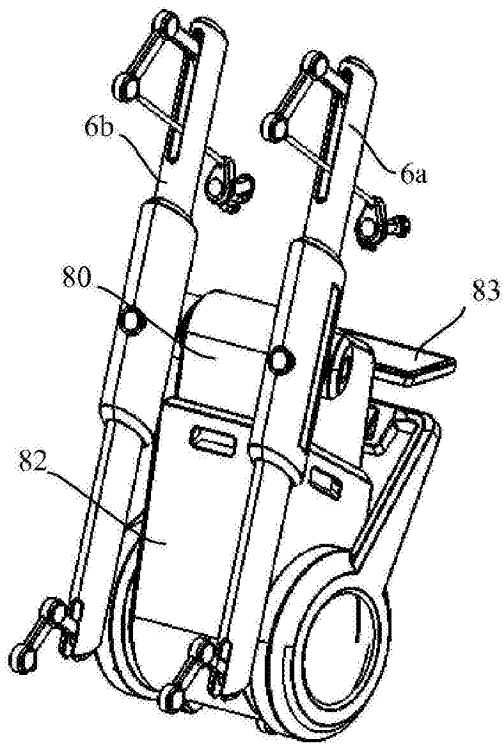


图 5a

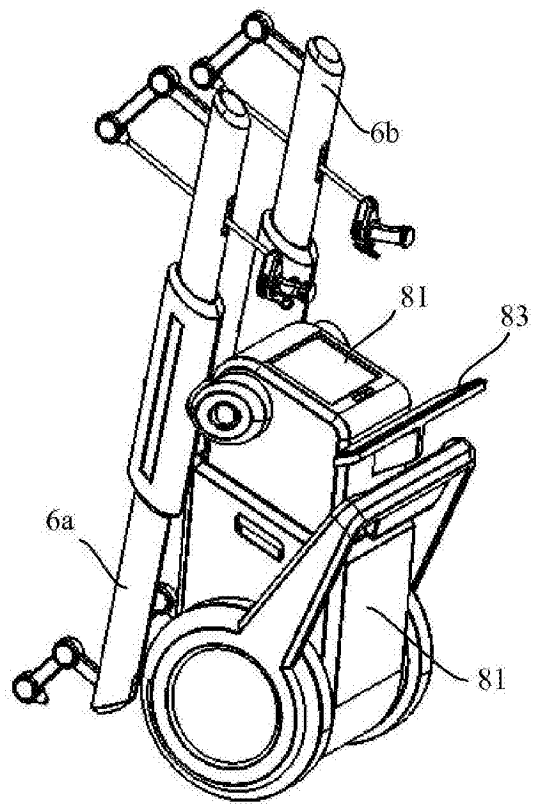


图 5b

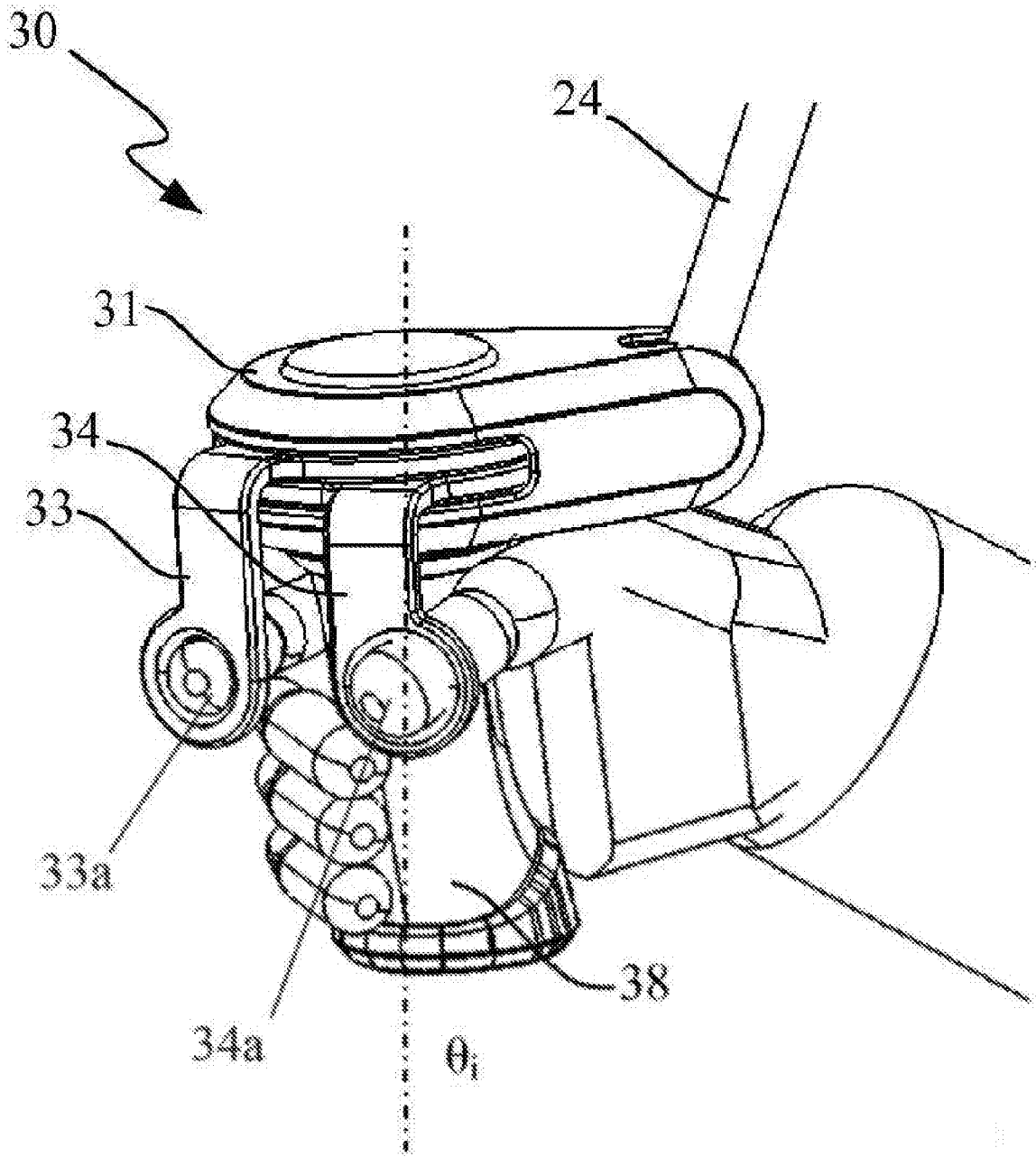


图 6

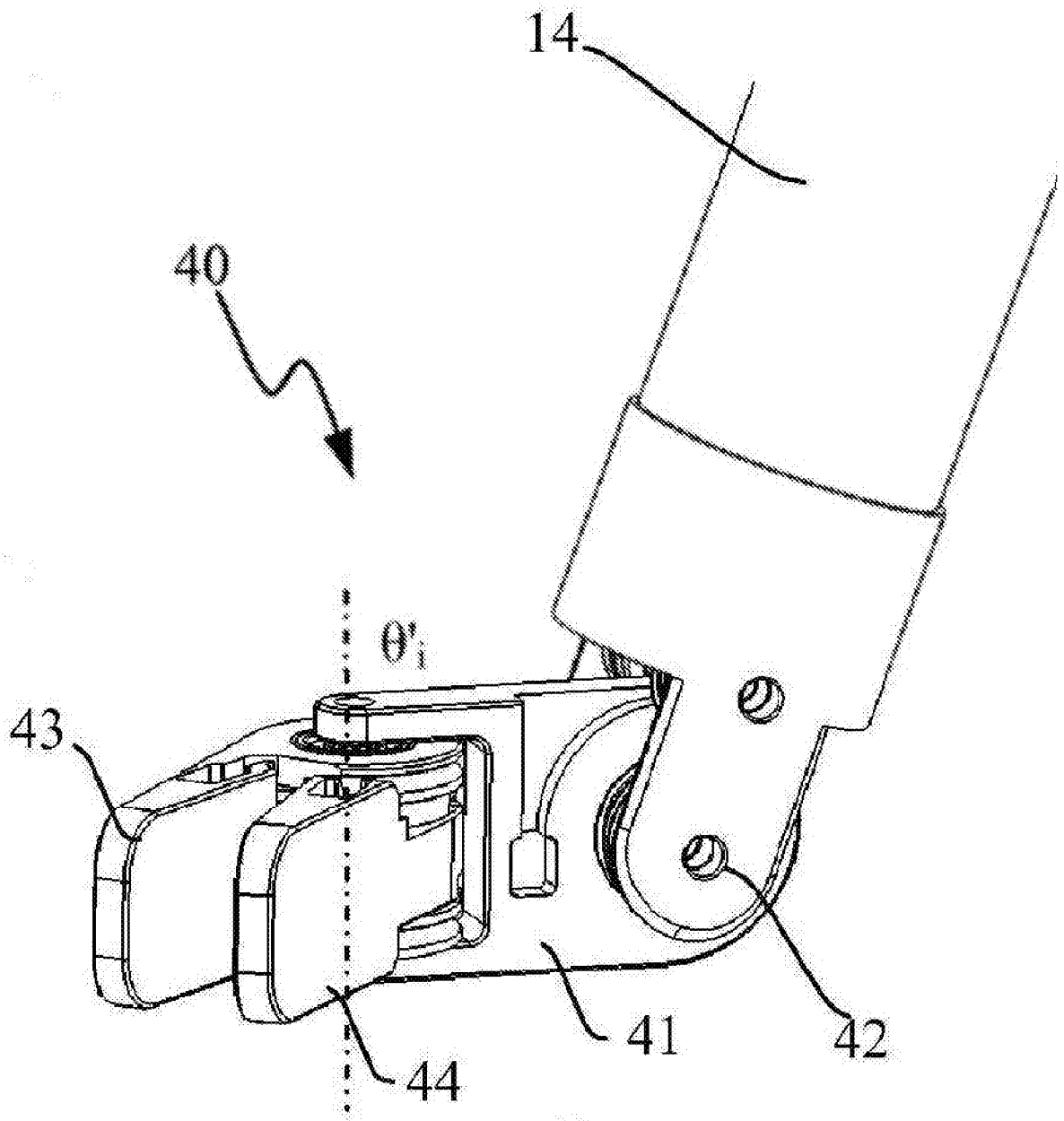


图 7

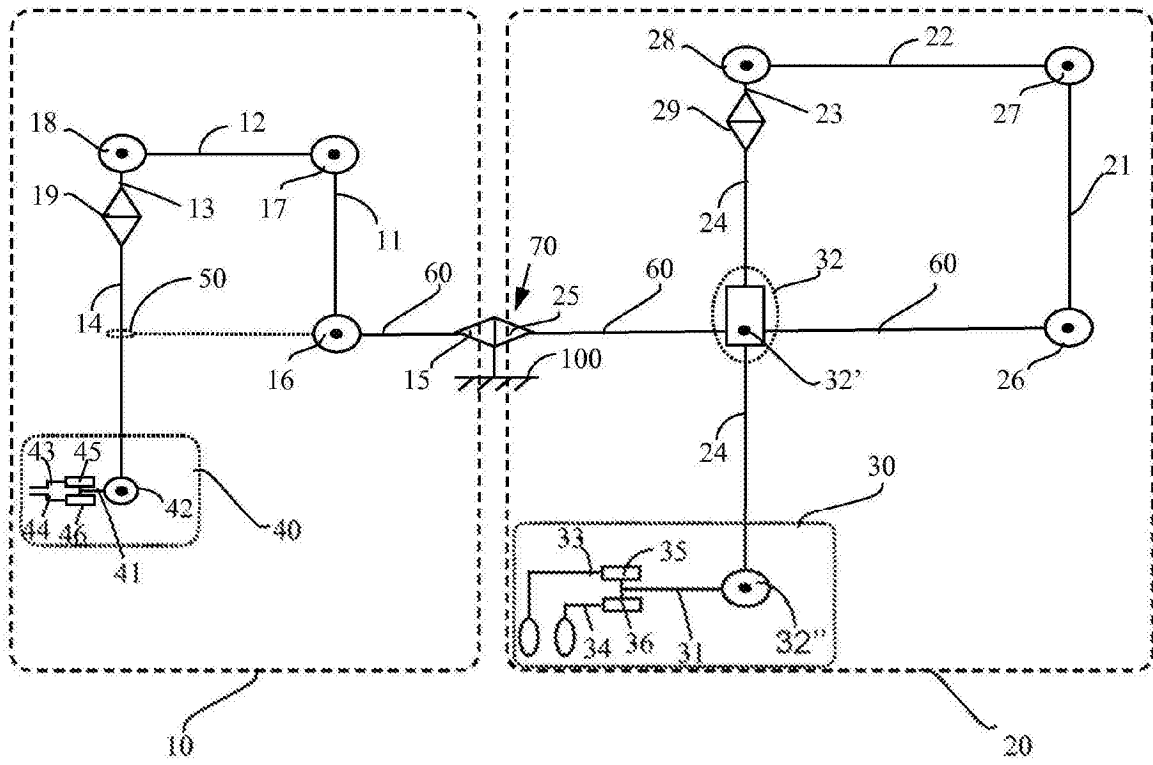


图 8

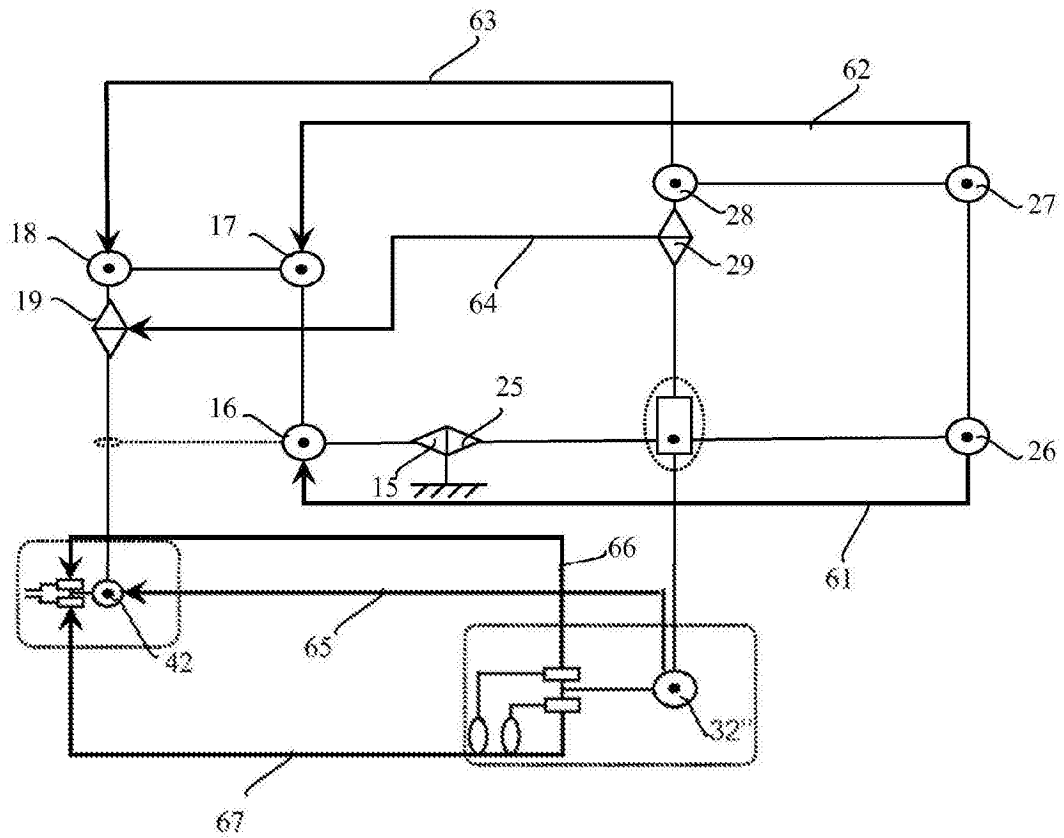


图 9

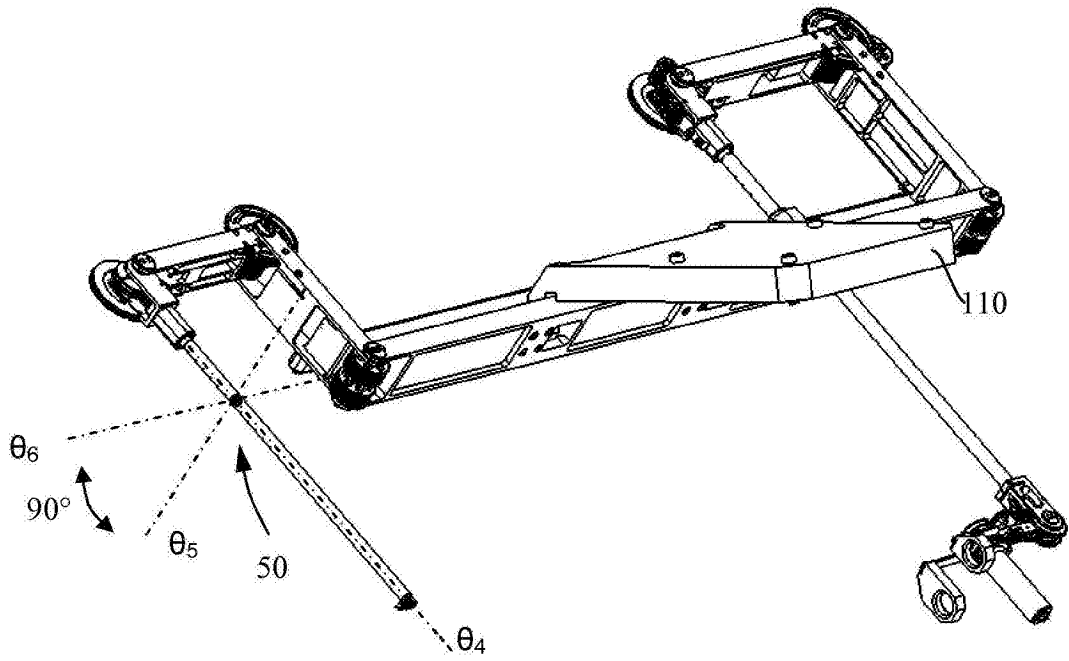


图 14

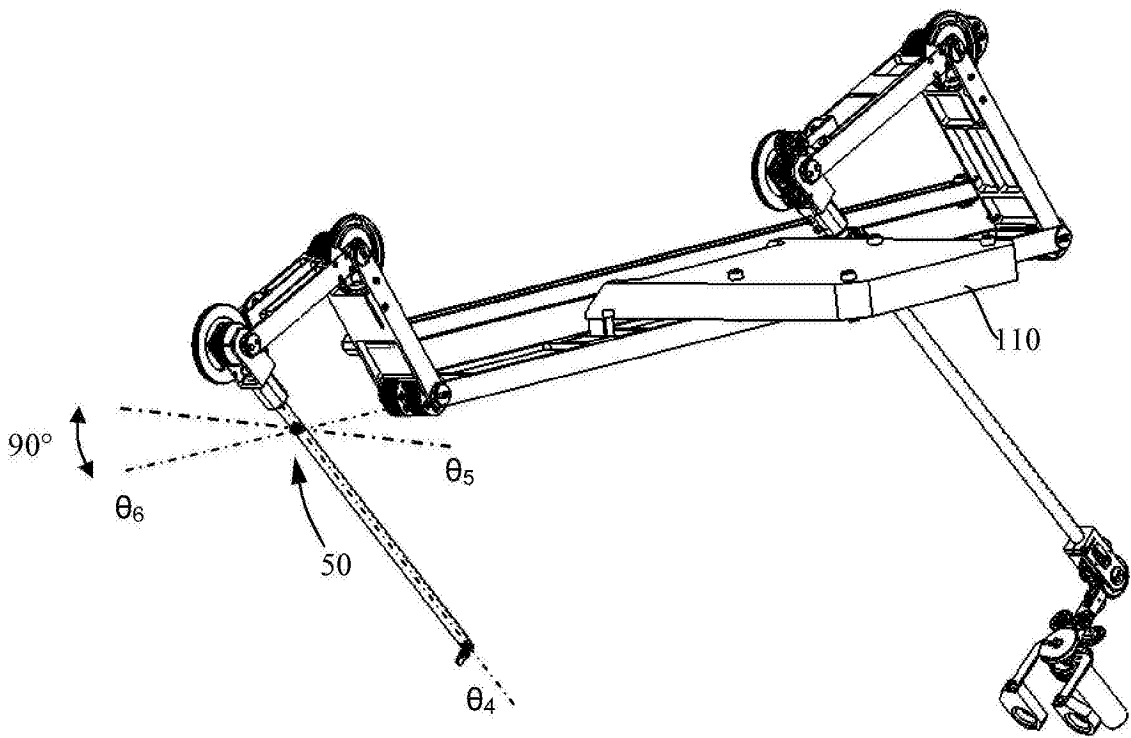


图 15

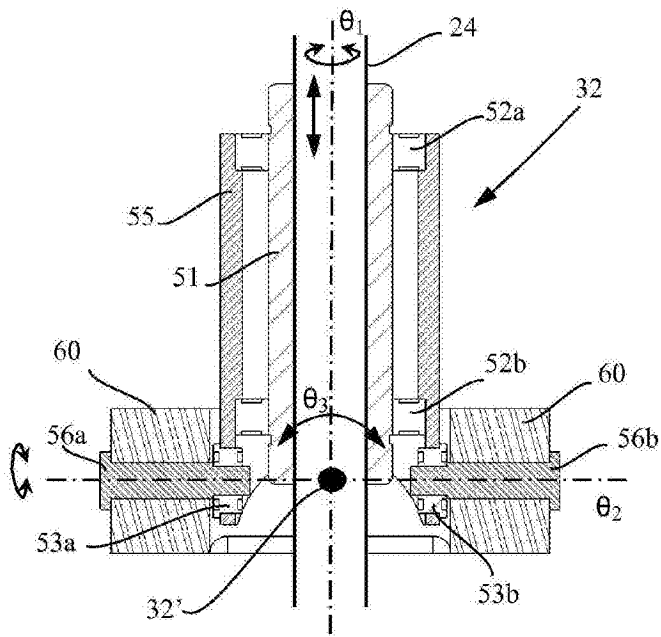


图 16a

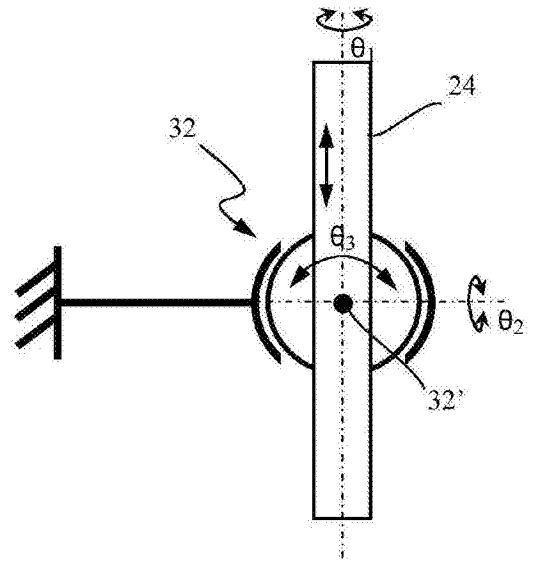


图 16b

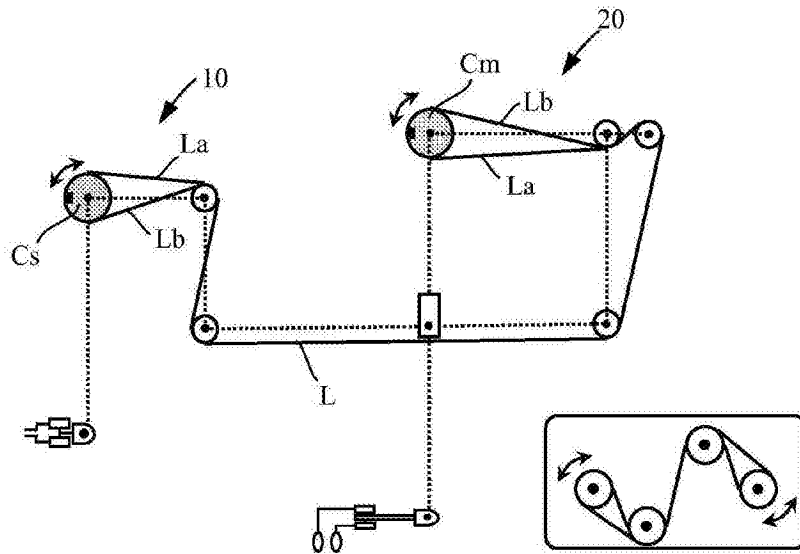


图 17

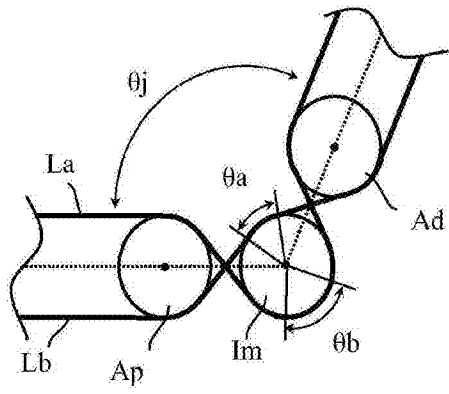


图 18

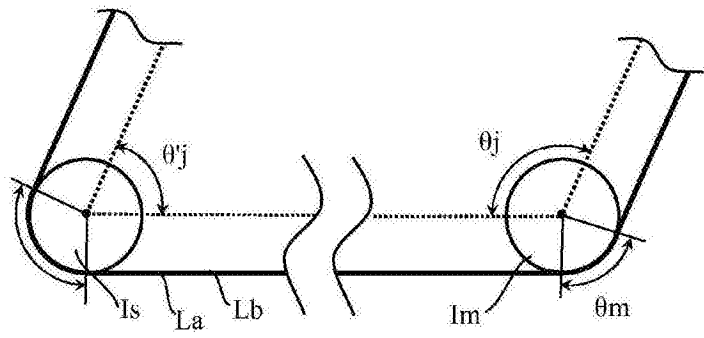


图 19

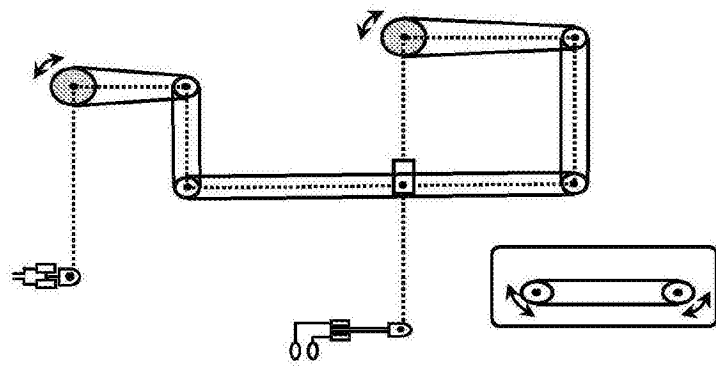


图 20

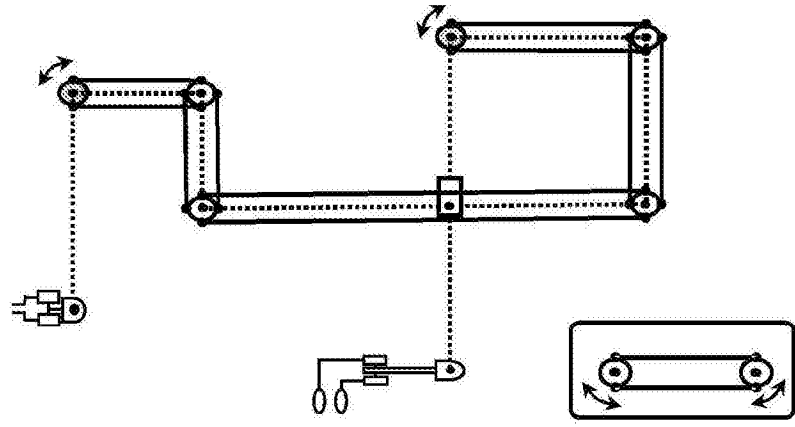


图 21

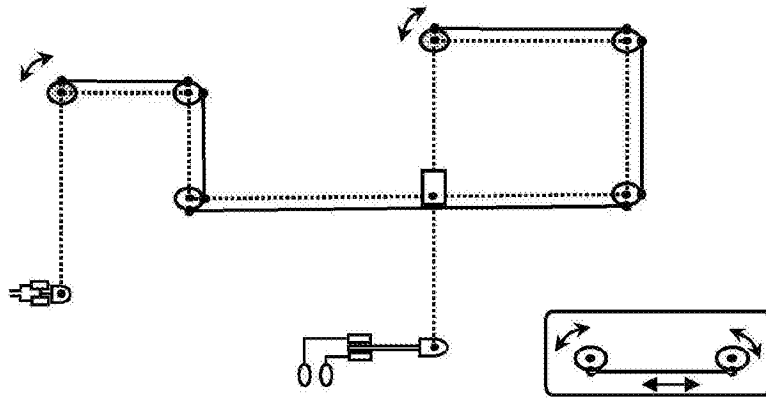


图 22

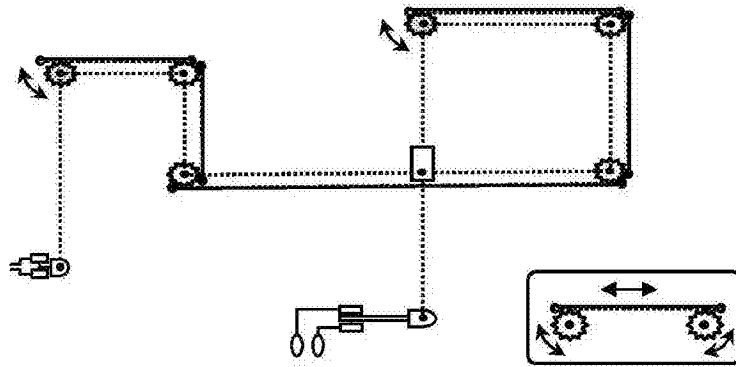


图 23

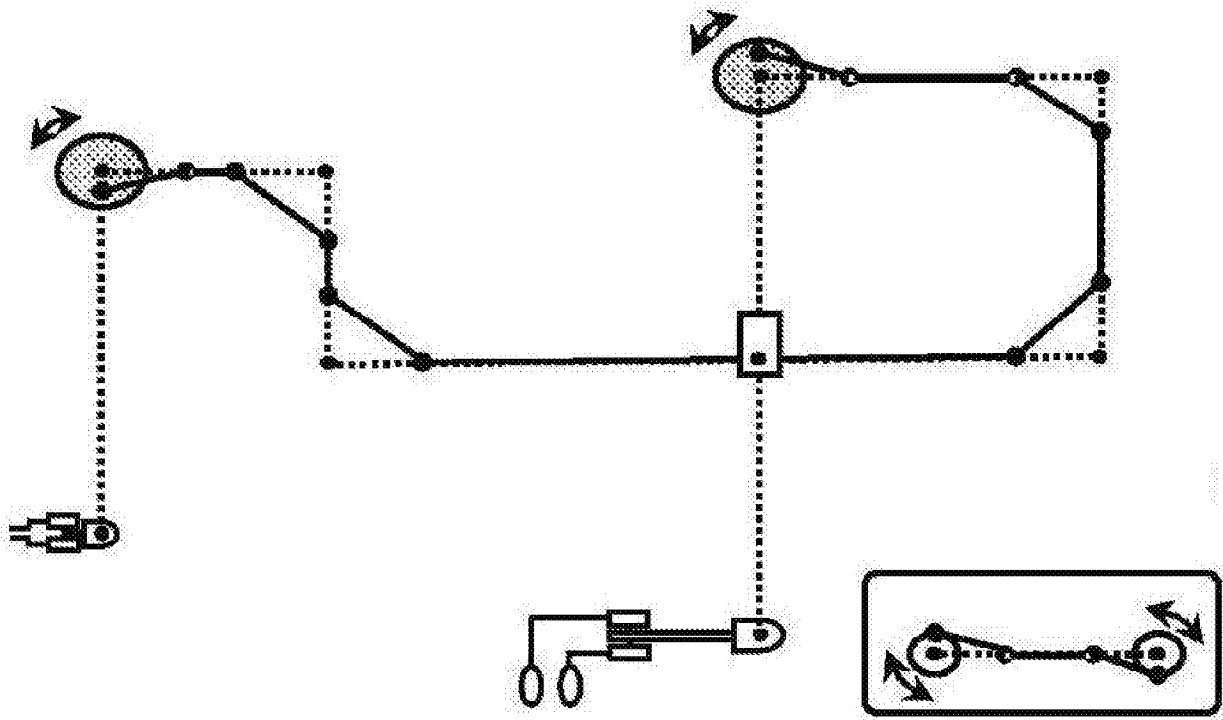


图 24

1° D.O.F.

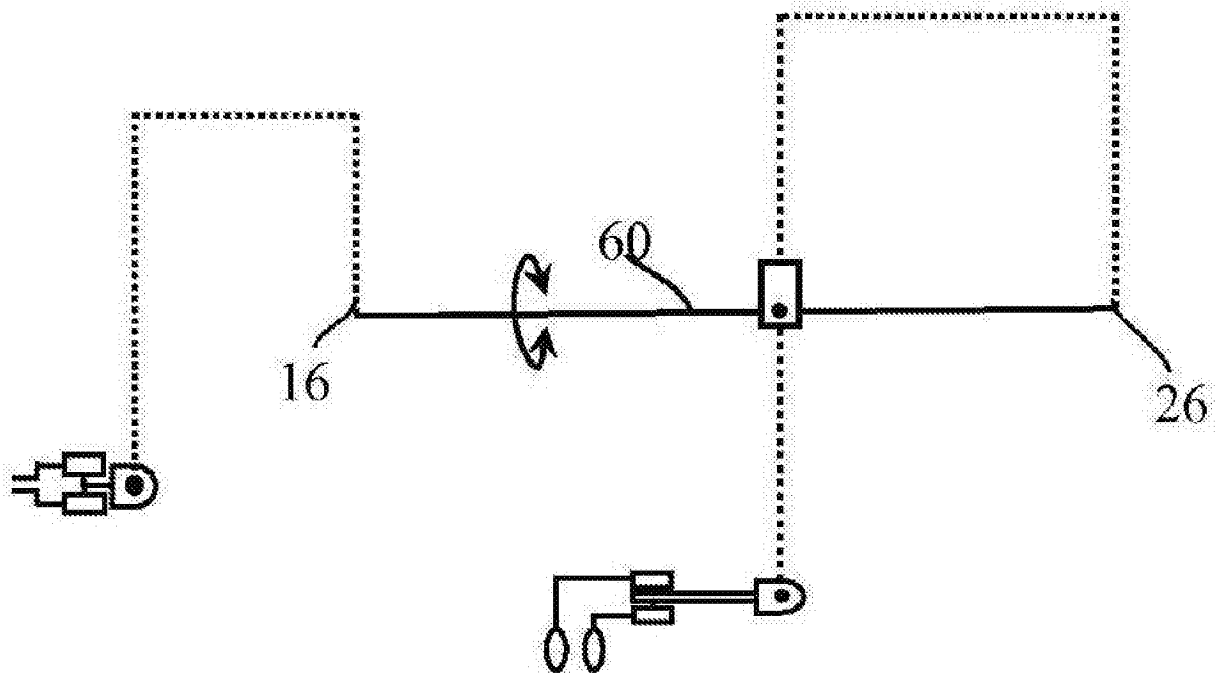


图 25

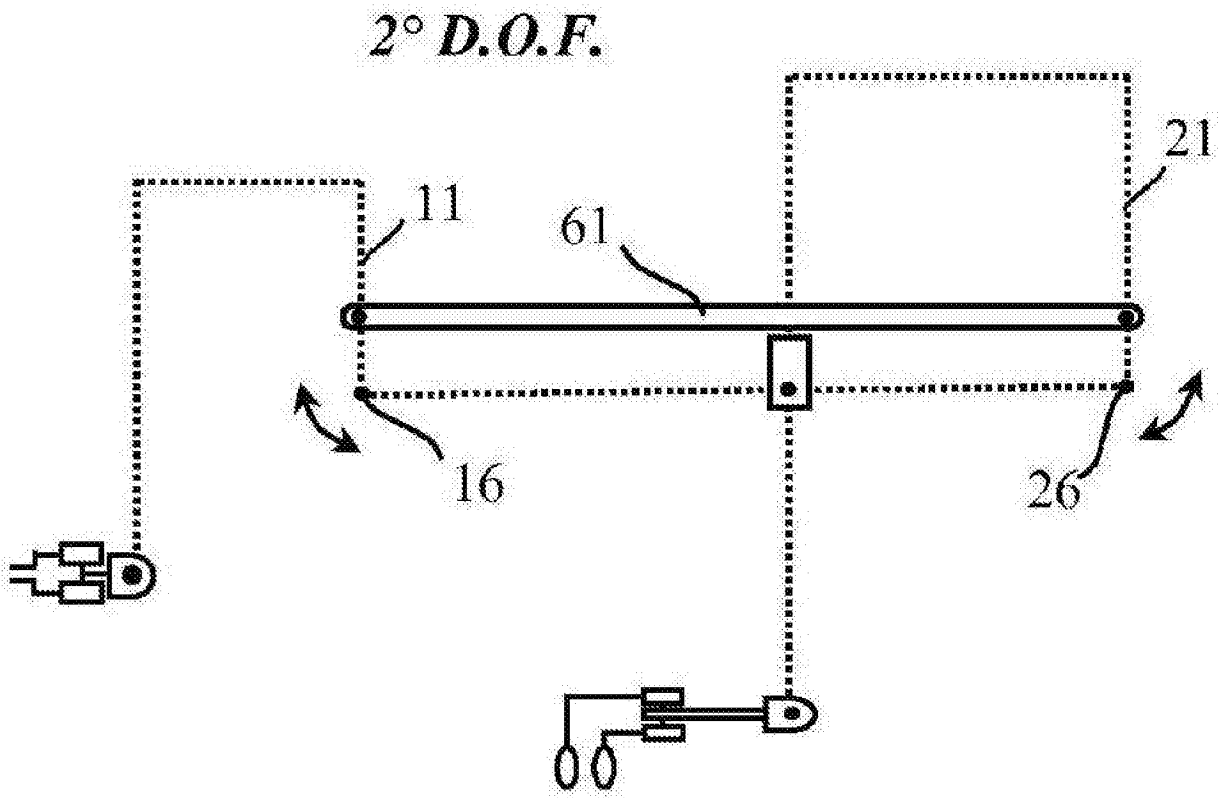


图 26

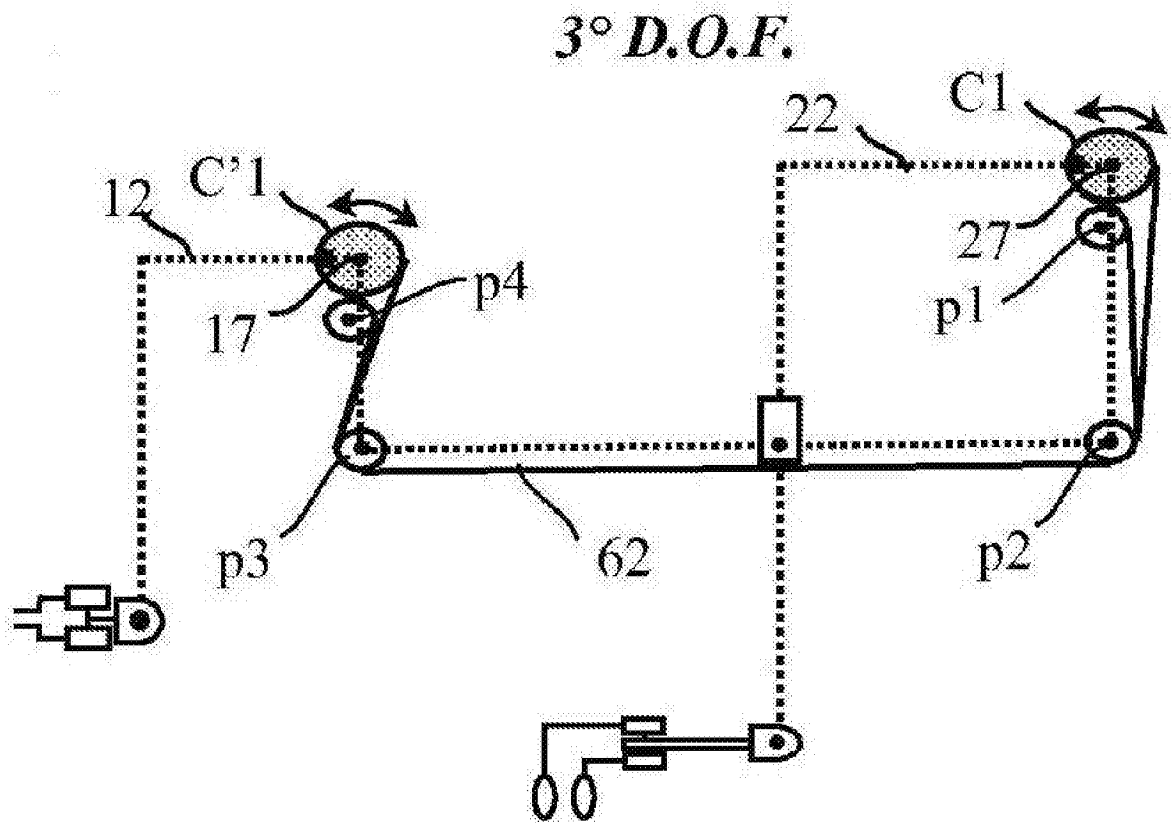


图 27

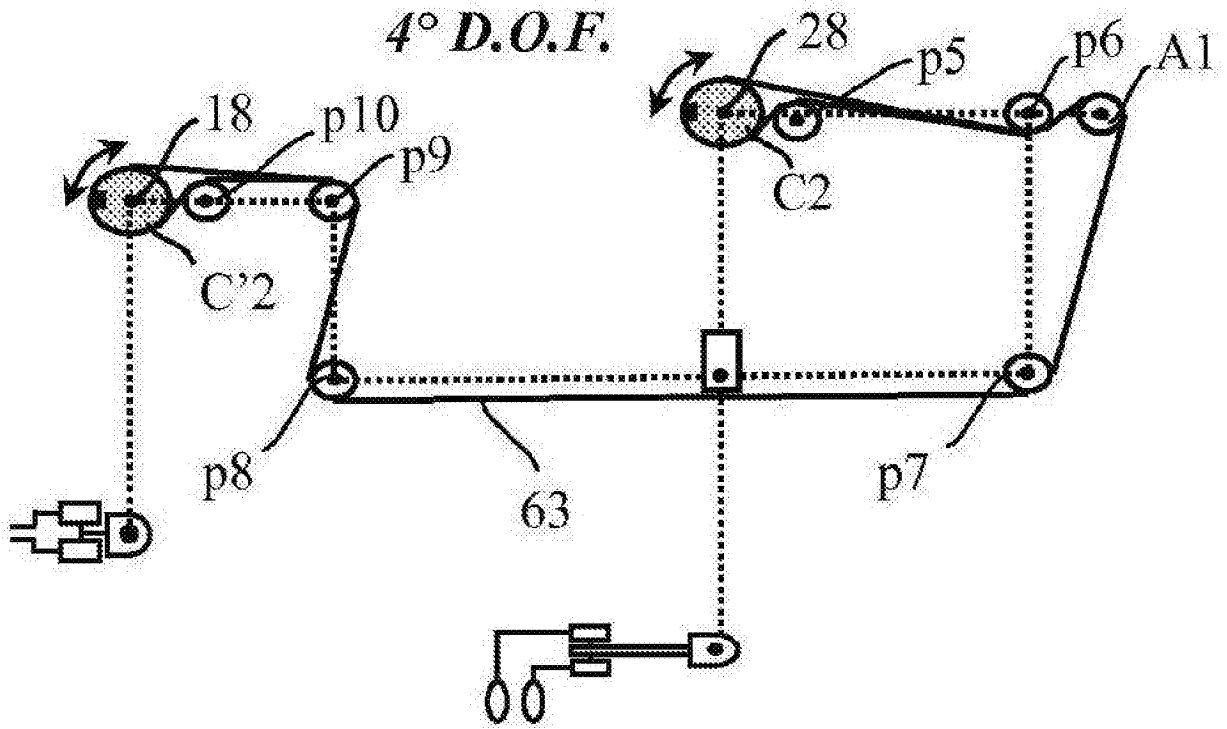


图 28

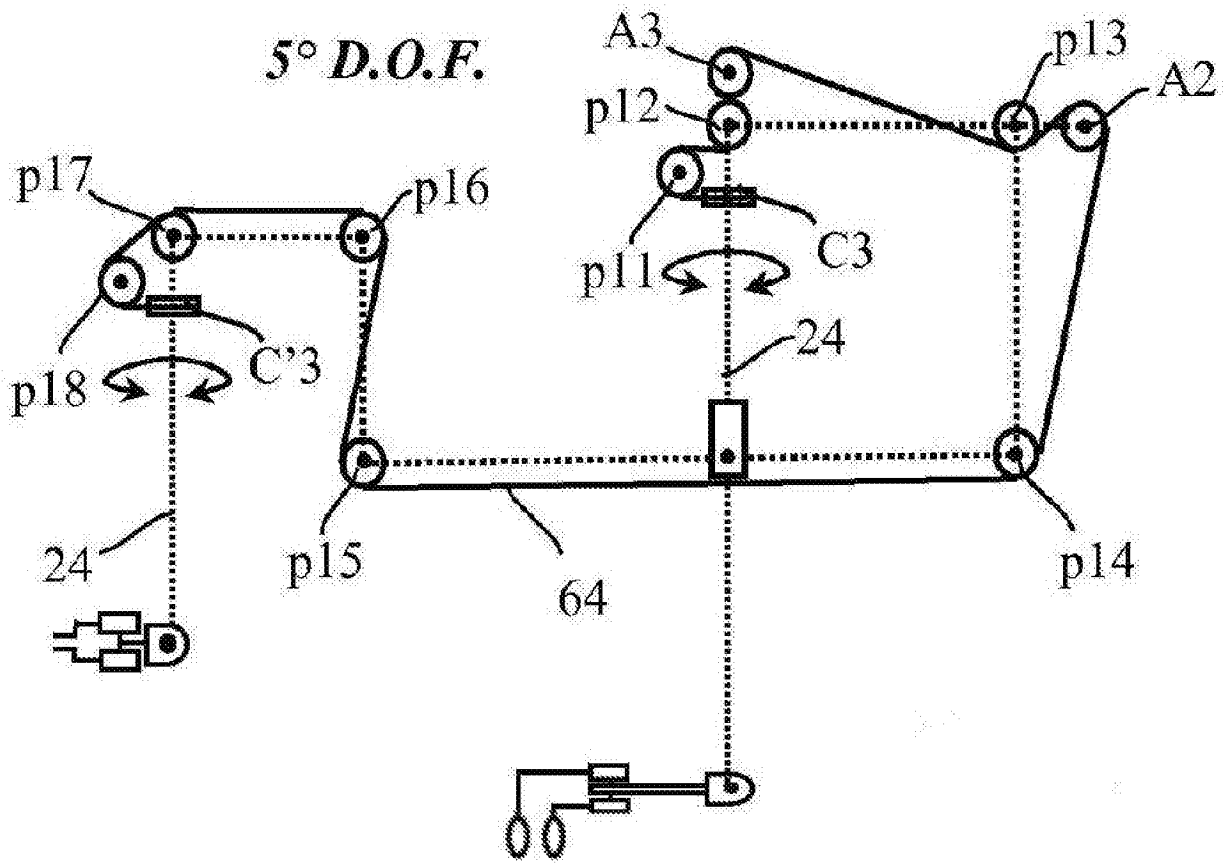


图 29

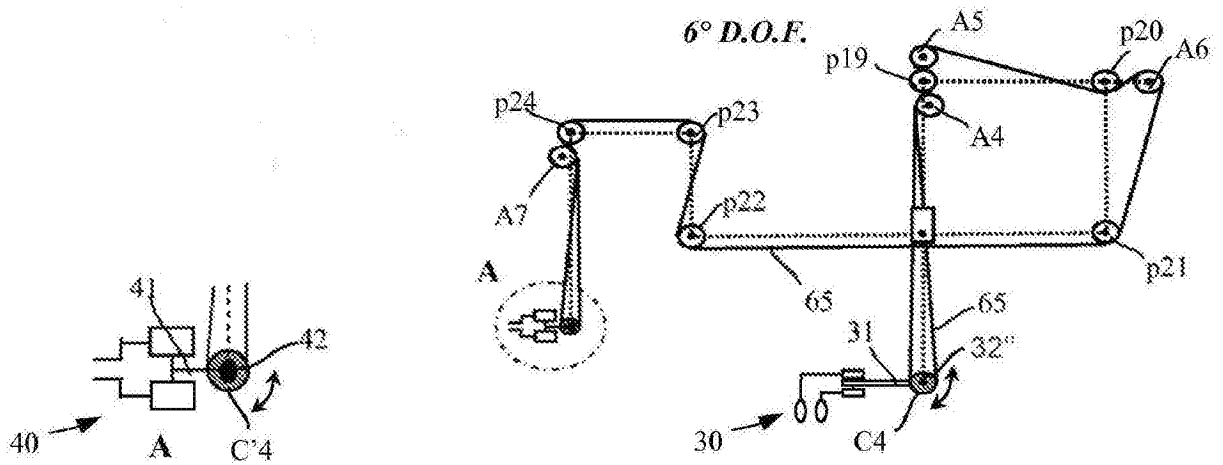


图 30

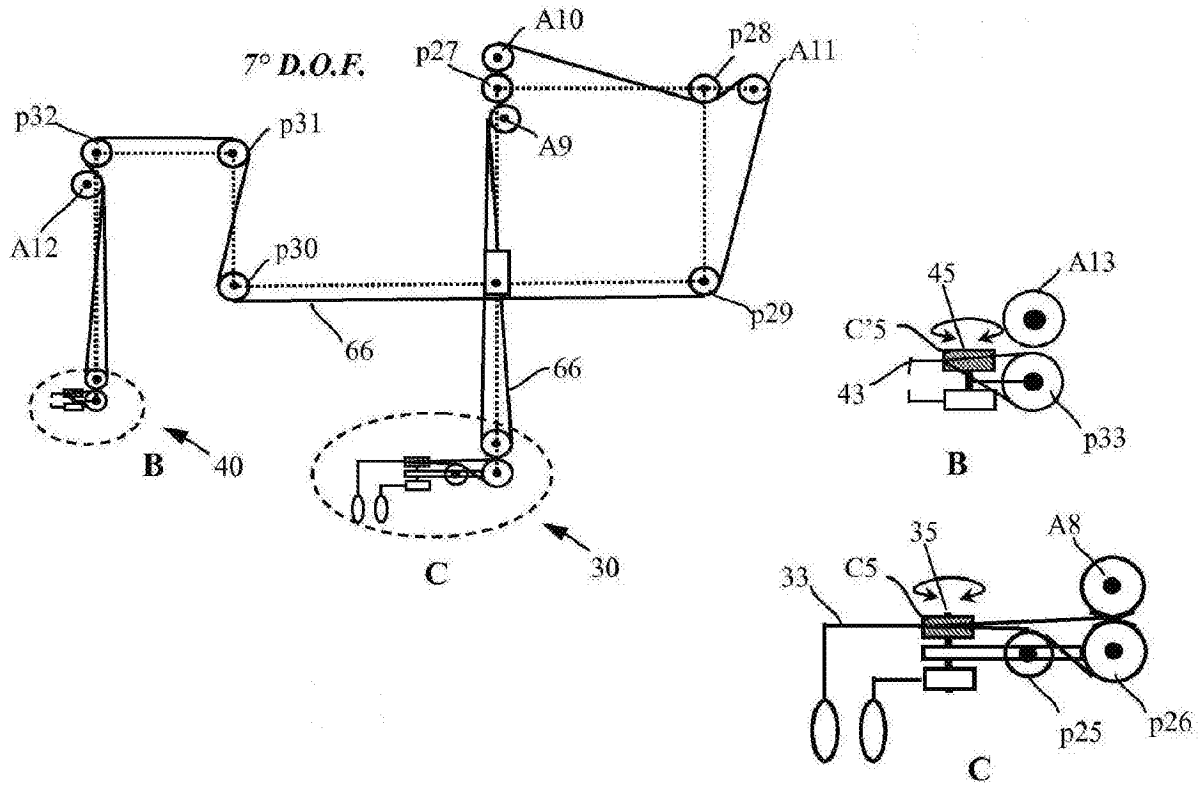


图 31

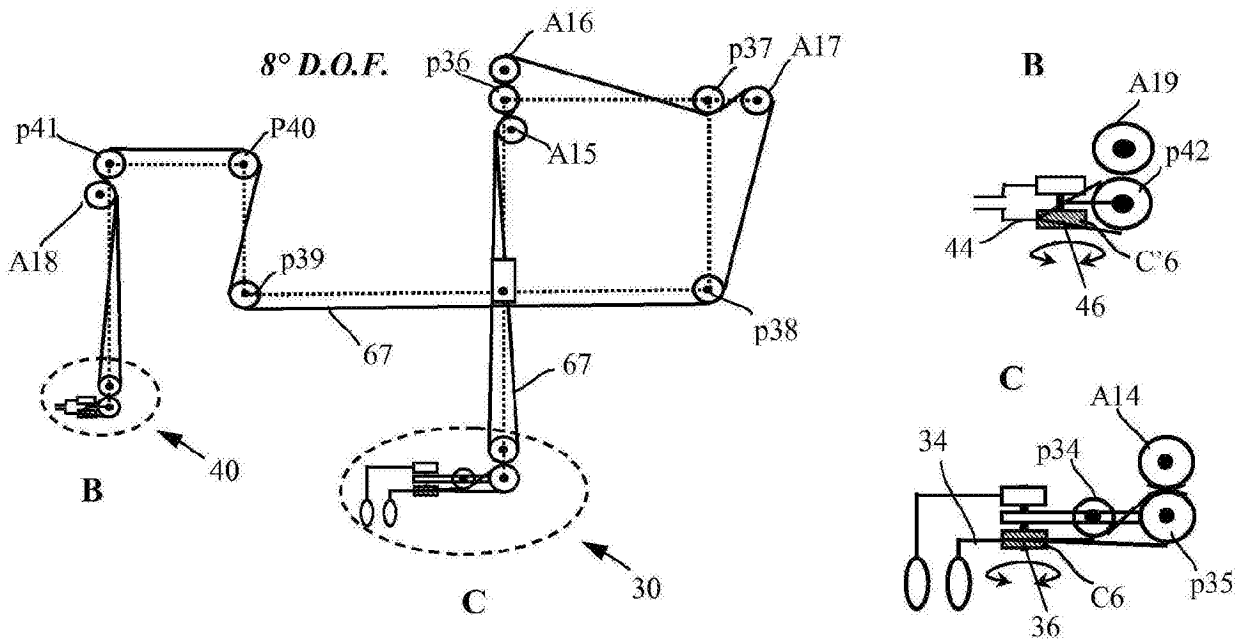


图 32

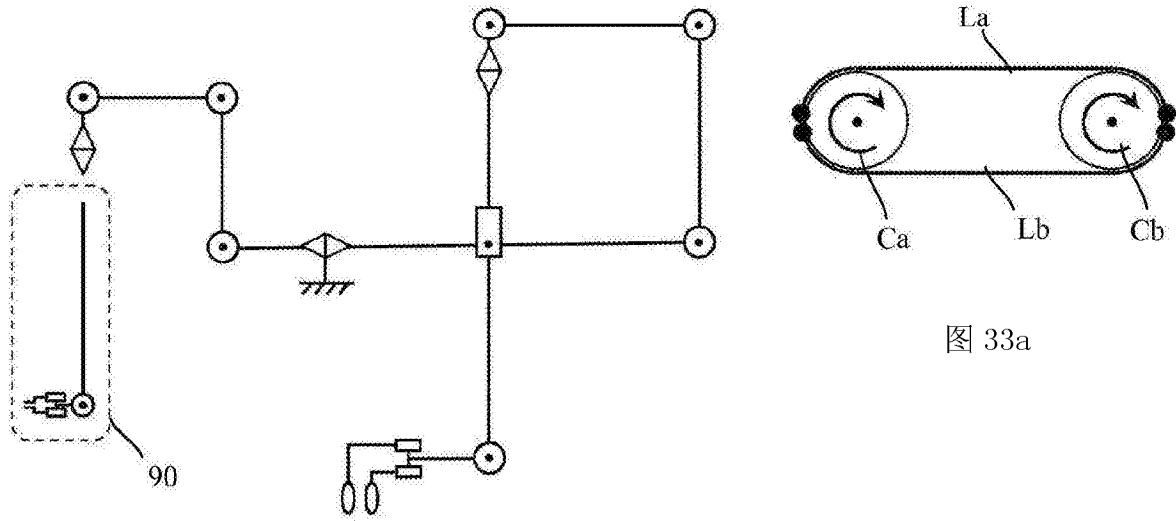


图 33a

图 33

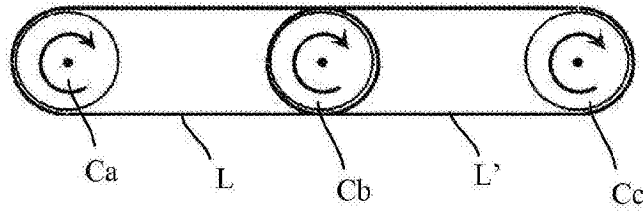


图 33b

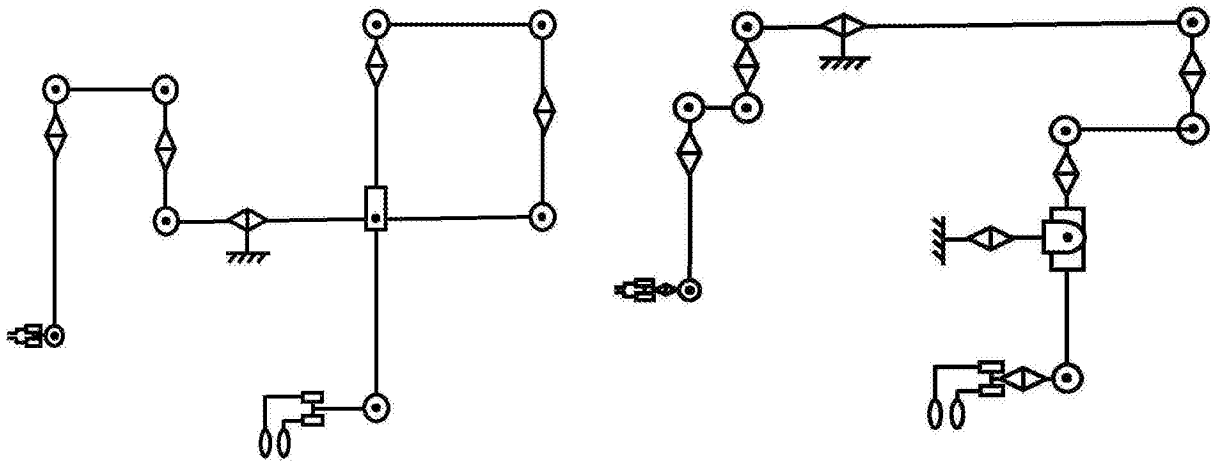


图 34

图 35

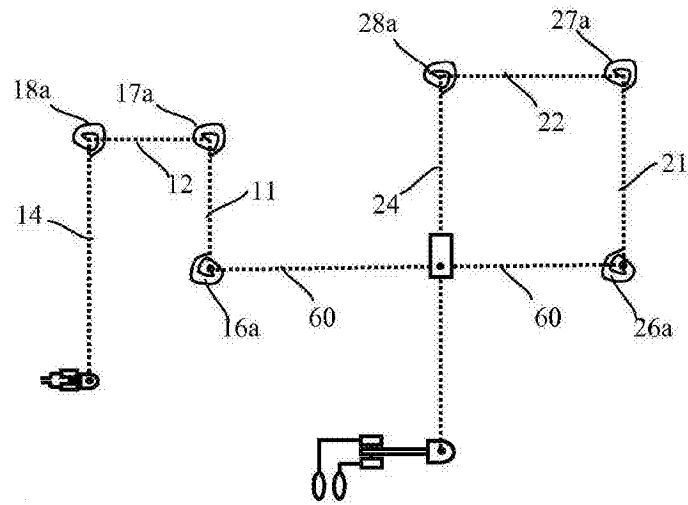


图 36

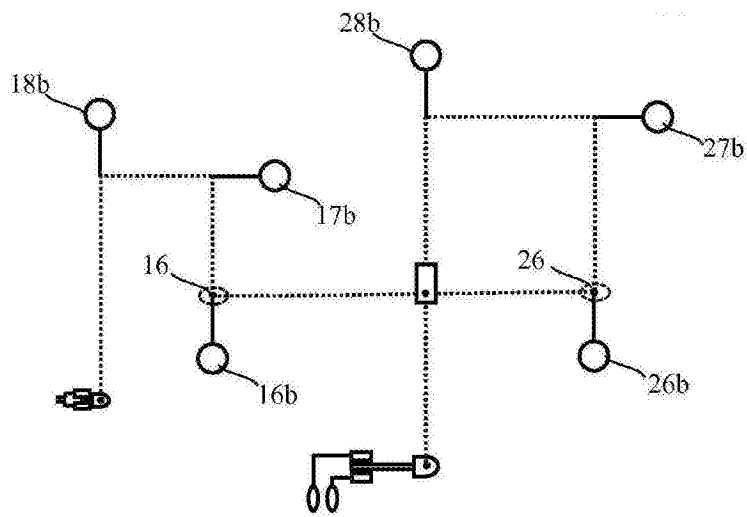


图 37