



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115089242 A

(43) 申请公布日 2022.09.23

(21) 申请号 202210667520.2

(74) 专利代理机构 上海熠润知识产权代理有限公司 31442

(22) 申请日 2017.05.23

专利代理人 何静生

(30) 优先权数据

1609030.0 2016.05.23 GB

(51) Int.CI.

A61B 17/062 (2006.01)

1609002.9 2016.05.23 GB

A61B 18/14 (2006.01)

1608997.1 2016.05.23 GB

A61B 34/30 (2016.01)

(62) 分案原申请数据

A61B 50/00 (2016.01)

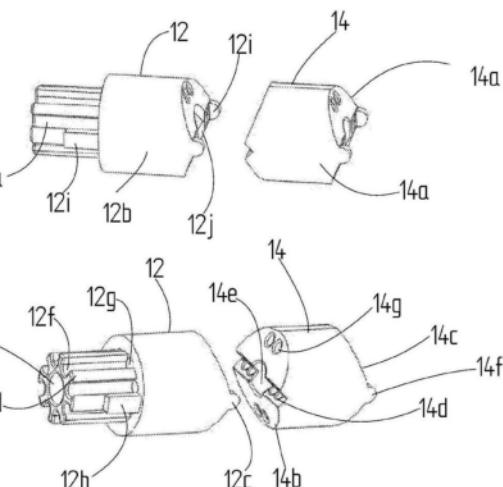
201780038949.2 2017.05.23

(71) 申请人 IP2IP0创新有限公司

权利要求书1页 说明书13页 附图14页

地址 英国伦敦

(72) 发明人 杨广忠 皮亚马特·维萨努威



(54) 发明名称

末端执行器和持针器

(57) 摘要

本申请涉及一种末端执行器和持针器，末端执行器包括：i) 一对相反的钳爪，其可枢转地联接以允许一个钳爪相对于另一个钳爪的枢转运动，其中所述相反钳爪中的至少一个包括用于选择性地收纳传感器的凹部；以及ii) 传感器，其被配置成固定在所述凹部内。在形成钳爪的整体部分的凹部内选择性地收纳传感器的能力允许每次使用末端执行器时更换传感器。

1. 一种末端执行器,其包括:

i) 一对相反的钳爪,其可枢转地联接以允许一个钳爪相对于另一个钳爪的枢转运动,其中所述相反钳爪中的至少一个包括用于选择性地收纳传感器的凹部;以及

ii) 传感器,其被配置成固定在所述凹部内。

2. 根据权利要求1所述的末端执行器,其中所述钳爪包括由细长构件的内表面限定的抓握表面,所述细长构件还包括与抓握表面相反的所述凹部。

3. 根据权利要求3所述的末端执行器,所述凹部沿细长构件的纵向延伸,并且被配置成收纳形状与细长构件的整体轮廓相对应的传感器。

4. 根据权利要求4所述的末端执行器,所述细长构件连结到由其间具有间隙的两个间隔开的板限定的安装凸部,安装孔穿过安装凸部以收纳枢轴。

5. 根据权利要求2所述的末端执行器,其中所述传感器包括力传感器、温度传感器或反馈传感器,所述传感器具有第一插入部和第二插入部,所述第一插入部和第二插入部用于与所述细长构件的相应部位协作。

6. 一种末端执行器,其包括:

i) 细长构件,其具有用于选择性地接纳传感器的凹部;以及

ii) 传感器,其被配置成固定在所述凹部内。

7. 根据权利要求6所述的单极末端执行器,其中所述传感器包括力传感器、温度传感器或反馈传感器。

8. 一种持针器,其包括:主体;以及一对相反钳爪,其能够在打开位置与闭合位置之间移动,其中所述一对相反钳爪通过弹簧被偏置处于打开位置并且能够通过使用肌腱来克服所述肌腱拉紧时的弹簧强度从而闭合。

9. 根据权利要求8所述的持针器,其中所述一对相反钳爪中的每一个通过穿过每个钳爪并由所述主体收纳的相应销可枢转地安装到所述主体,并且其中所述相应销中的每一个横向间隔开。

10. 根据权利要求8所述的持针器,其中所述相应销中的每一个定位在所述主体的边缘附近。

末端执行器和持针器

技术领域

[0001] 本发明提供了一种手术器械、机器人臂和用于机器人臂的控制系统,以及一种末端执行器和持针器。

背景技术

[0002] 传统的腹腔镜手动器械由手柄、刚性轴和如例如抓握器、剪刀或抽吸通道等功能性末端执行器构成。外科医生通常同时使用两个腹腔镜器械。腹腔镜器械可以定位在单个端口内或在多个端口内。所有这些器械的共同特性是通过利用刚性轴与器械插入其中的端口之间的支轴效应将动作从手柄传递到末端执行器。腹腔镜手术中使用的器械通常提供四个自由度。以经肛内窥镜微手术为例,外科医生可用的工作空间非常有限,这意味着操纵现有技术器械的手柄以实现支轴效应是极具挑战性的,并且在功能性末端执行器和手柄两者处经常发生器械碰撞。

[0003] 手动铰接式腹腔镜手术工具向来笨重,并且就在有限工作空间内安全地使用这种工具而言为外科医生带来了挑战。

[0004] 已经对用于许多不同医学应用的机器人手术工具进行了大量研究。实例为:

[0005] CN104434318描述了一种提供四个自由度的机器人手术器械的实例。

[0006] KR100778387描述了一种用于腹腔镜手术的手术机器人,其包括铰接式肘功能和可旋转腕功能。

[0007] US5624398描述了一种内窥镜机器人手术工具,其提供了肩部屈曲接头、上臂旋转接头、肘部屈曲接头以及腕旋转接头。

[0008] US8603135描述了由一系列链节构造的用以实现手术器械类似蛇状运动的铰接式手术器械的实例。

[0009] 然而,现有技术的机器人铰接式手术工具不适用于空间有限的腹腔镜手术。而且,现有技术的机器人铰接式手术工具在工具尖端处不具有足够的DoF或者不具有用于许多腹腔镜手术的适当大小的工具尖端。

[0010] 在手术期间,外科医生被限制在严格限定的工作空间内工作。外科医生不允许手术器械偏离限定的工作空间这一点非常重要,否则可能对患者造成损伤或伤害。因此,需要采取措施防止手术器械偏离限定工作空间。

[0011] US2005/0166413描述了一种机器人臂,其可以在使用之前通过使手臂移动穿过预定的一组坐标来限定边界。在使用中,如果跨越边界,则禁用所述臂以防止进一步移动到边界外部。

[0012] US2010174410描述了一种通过按下单个操作开关来操作的机器人臂。

[0013] 机器人手术通常涉及使用安装在机器人臂上的端口装置。端口装置包括有限数量的内腔,用于收纳相应的手术工具。通常,外科医生利用端口装置中的所有端口并且需要必须独立于端口装置使用的额外工具。

[0014] 本发明旨在克服经肛机器人内窥镜微手术期间遇到的挑战。

发明内容

[0015] 本发明的方面提供了一种手术器械,其包括:刚性轴;至少一个肘接头,其铰接地联接到所述刚性轴;以及腕接头,其联接到所述至少一个肘接头,其中所述腕接头被配置成提供第一移动自由度和第二移动自由度,其中所述第二移动自由度基本上垂直于所述第一移动自由度。

[0016] 提供具有肘接头和腕接头两者的手术器械是有利的,因为这种配置为外科医生提供至少五个移动自由度。所述刚性轴传递线性平移和轴向旋转。所述至少一个肘接头连接到所述刚性轴并且在所述至少一个肘接头与所述腕接头之间提供铰接运动。所述腕接头提供铰接运动和枢转运动两者。相比现有技术中可能的运动范围,这种手术器械为外科医生提供了受限工作空间内的更大运动范围,并且提供了机器人控制工具箱,其具有外科医生在使用传统手动工具套件进行腹腔镜手术期间所使用的所有工具。

[0017] 在一个实施例中,所述至少一个肘接头包括两个肘接头,其中每个肘接头被布置成在与另一个肘接头不同的方向上提供铰接运动,并且其中每个肘接头可独立于另一肘接头移动。

[0018] 在另一实施例中,所述至少一个肘接头包括三个肘接头,其中所述肘接头中的两个被布置成在同一方向上提供铰接运动,并且第三肘接头被布置成在与其它肘接头不同的方向上提供铰接运动,并且其中每个肘接头可独立于其它肘接头移动。

[0019] 在另一实施例中,所述至少一个肘接头包括四个肘接头,其中第一肘接头和第二肘接头被布置成在第一方向上提供铰接运动,并且第三肘接头和第四肘接头被布置成在与所述第一肘接头和所述第二肘接头不同的方向上提供铰接运动,并且其中每个肘接头可独立于其它肘接头移动。

[0020] 提供两个、三个或四个在与彼此不同的方向上提供铰接运动的肘接头是有益的,因为其赋予手术器械另外的移动自由度。将手术器械配置为使得每个肘接头可独立于其它肘接头移动确保每个肘接头完全脱离联接,从而简化对手术器械的控制并提供手术器械的平稳移动。提供至少六个定位度尽可能地复制了人体解剖结构。这是有利的,因为外科医生的感知体验被使得尽可能自然。

[0021] 在另一实施例中,所述至少一个肘接头包括多个肘接头,其中至少两个相邻的肘接头被锁定在一起。

[0022] 所述手术器械可以进一步包括一个或多个可独立于任何其它肘接头移动的附加肘接头。

[0023] 在另一实施例中,所述手术器械另外包括双极或单极末端执行器。

[0024] 提供双极末端执行器赋予了手术器械另外的移动自由度。

[0025] 本发明的另一方面提供了一种手术器械,其包括:刚性轴;以及至少一个肘接头,其铰接地连接到所述刚性轴,其中主要末端执行器连接到所述至少一个肘接头,并且其中所述刚性轴和所述至少一个肘接头限定穿过其中的连续内腔,所述内腔收纳辅助末端执行器或提供冲洗或抽吸功能。

[0026] 将辅助工具或抽吸和/或冲洗功能与切割工具或烧灼工具组合成单个器械有益地减少了手术期间所需的工具数量,并因此减少了需要互换工具的次数。工具和/或功能的这种组合还使腹腔镜手术设备上的端口得到释放。

[0027] 在一个实施例中,主要末端执行器包括电烙刀。

[0028] 单极电烙刀与抽吸和/或冲洗功能组合使外科医生能够切割或烧灼患者组织并且冲洗手术部位并且使用单个手术器械去除流体。在手术期间患者出血的情况下,可以使用单个手术器械高效地从手术部位去除流体和烟雾,以使外科医生能够在不需交换工具的情况下看清手术部位,从而减少手术持续时间和患者风险。

[0029] 本发明的另一方面提供了一种手术器械,其包括:刚性轴;以及至少一个肘接头,其联接到所述刚性轴,其中末端执行器联接到所述至少一个肘接头,所述末端执行器能够通过由布置在所述至少一个肘接头与所述末端执行器之间的鲍登缆线覆盖的肌腱操作以促进所述末端执行器相对于所述至少一个肘接头的移动。

[0030] 不论末端执行器相对于所述至少一个肘接头的朝向如何,使用鲍登缆线来操纵外科器械的所述末端执行器或末端执行器使得控制末端执行器的每个肌腱的长度大致相等。

[0031] 本发明的另一方面提供了一种手术器械,其包括:刚性轴;以及至少一个肘接头,其通过安装装置联接到所述刚性轴,其中所述安装装置包括在所述刚性轴或肘接头中的一个上的具有总体上为圆形的轮廓的第一部分、以及在所述刚性轴或肘接头中另一个上的具有总体上为三角形的型槽的第二部分,所述第二部分用于将所述第一部分的总体上为圆形的轮廓收纳于其中。

[0032] 使用包括收纳在三角形凹槽内的圆形凸起的安装装置非常有利,因为这种装置由于单线接触减少了安装装置的所述两个部分之间的接触摩擦。

[0033] 本发明的另一方面提供了一种用于手术器械的保护套,所述保护套包括:细长柔性护套,其具有第一端和第二端,其中所述第一端包括用于将所述保护套附接到手术器械的附接装置,并且其中所述第二端包括闭合装置。

[0034] 使用保护套防止手术器械在不使用时受到污染并且在使用后将生物危害材料容纳在护套内。

[0035] 在一个实施例中,所述闭合装置为阀门或挡板。

[0036] 使用阀门或挡板允许手术器械在手术期间穿过挡板或阀门以暴露手术器械。当手术器械在手术后从患者体内取出时,阀门或挡板闭合以将手术器械卫生地收纳在护套内。

[0037] 本发明的另一方面提供了一种末端执行器,其包括:i)一对相反的钳爪,其可枢转地联接以允许一个钳爪相对于另一个钳爪的枢转运动,其中所述相反钳爪中的至少一个包括用于选择性地收纳传感器的凹部;以及ii)传感器,其被配置成固定在所述凹部内。

[0038] 本发明的另一方面提供了一种单极末端执行器,其包括:i)细长构件,其具有用于选择性地接纳传感器的凹部;以及ii)传感器,其被配置成固定在所述凹部内。

[0039] 本发明的另一方面提供了:i)细长构件,其具有用于选择性地接纳传感器的凹部;以及ii)传感器,其被配置成固定在所述凹部内。

[0040] 在形成钳爪的整体部分的凹部内选择性地收纳传感器的能力允许每次使用末端执行器时更换传感器。

[0041] 在一个实施例中,传感器为力传感器、温度传感器、触觉传感器或位置传感器。

[0042] 本发明的另一方面提供了一种持针器,其包括:主体;以及一对相反钳爪,其能够在打开位置与闭合位置之间移动,其中所述一对相反钳爪通过弹簧被偏置处于打开位置并且能够通过使用肌腱来克服所述肌腱拉紧时的弹簧强度从而闭合。

[0043] 在一个实施例中,所述一对相反的钳爪中的每一个通过穿过每个钳爪并由所述主体收纳的相应销可枢转地安装到所述主体,并且其中所述相应销中的每一个横向间隔开。

[0044] 与线性地具有两个销的现有技术末端执行器相比,将销横向间隔开提供了增强的抓握力。

[0045] 在一个实施例中,所述相应销中的每一个定位在主体的边缘附近。

[0046] 在一个实施例中,持针器的钳爪包括安置在交替的行中的三角形齿。

[0047] 这种布置几何地锁定针的截面,从而防止其运动。这是使用柔性器械进行手术的基本特征,其中插入针需要侧向力,但是其中器械通常由于其柔性结构而不够强。有关参考和更多信息,请参阅附件。

[0048] 在一个实施例中,持针器钳爪的远端包括鼻部。

[0049] 鼻部可以包括球根端部。

[0050] 持针器的钳爪的近端可以包括圆盘,所述圆盘的直径大于器械轴的直径。

[0051] 鼻部有益地在缝合打结期间保持缝合线。圆盘防止缝合线缠绕器械轴。

[0052] 在另一个实施例中,器械包括靠近末端执行器的轴向旋转接头。

[0053] 接头允许270°的旋转,从而模仿人的手腕。器械结构改变:器械的肘保持,而器械的尖端呈现旋转接头。

[0054] 在另一个实施例中,器械包括一对钳爪,其可由四边形致动机构操作并通过复位弹簧片偏置在闭合位置。

[0055] 本发明的另一方面提供了一种用于机器人臂的安全装置,其包括第一操作开关和第二操作开关,其中对所述机器人臂的操作仅通过激活所述第一操作开关和所述第二操作开关两者来实现。

[0056] 腹腔镜手术非常复杂,并且需要手术工具的受控且准确的移动。手术工具的无意移动可能导致患者受伤。本发明这一方面旨在通过要求外科医生有意识地同时操作两个操作按钮以激活机器人臂来避免手术工具的无意移动。

[0057] 在一个实施例中,第一操作开关和第二操作开关布置成可由外科医生单手操作。

[0058] 本发明的另一方面提供了一种机器人臂,其包括:多个电磁制动接头;以及位置传感器,其与每个电磁制动接头相关联,其中每个位置传感器可操作地连接到处理器,所述处理器监测每个电磁制动接头相对于预定空间阈值的位置并且在所述处理器检测到来自一个或多个位置传感器的信号表示所述电磁制动接头中的一个或多个接近空间阈值时锁定所述电磁制动接头中的每一个。

[0059] 进行腹腔镜手术的外科医生需要在严格限定的工作空间内工作。将外科手术工具定位在限定工作空间外部是不令人期望的并且可能导致患者的损伤。为了防止手术工具以不想要的方式定位,机器人臂设置有锁定机构,以在接近传感器检测到手术工具已经离开限定的工作空间时防止机器人臂进一步移动。

[0060] 在一个实施例中,机器人臂另外包括旋转编码器,其用于识别手术工具相对于限定工作空间的位置。

[0061] 在另一个实施例中,闭锁机构允许手术工具使用旋转编码器以相反的方式从闭锁点移动以模拟手术工具先前的反向移动,直到手术工具在手术开始之前实现其原始位置。

[0062] 一旦机器人手臂的移动被锁定,重要的是,外科医生能够采取步骤将手术工具移

回限定的工作区域内,同时防止手术工具进一步移动到限定的工作区域之外。利用旋转编码器提供机器人臂在手术期间的所有移动的完整细节,使得可以使用由旋转编码器收集的数据使机器人臂反向移动以使手术工具回到限定的工作区域中。

[0063] 本发明的另一方面提供了一种确定力特性的方法,其包括:i) 提供机器人臂,其包括:多个电磁制动接头,其中每个接头由驱动装置驱动;旋转编码器;以及末端执行器;ii) 在每个电磁制动接头被激活时建立基线力特性;iii) 使用所述旋转编码器测量末端执行器的旋转;确定每个驱动装置的刚度特性;以及iv) 根据施加到每个电磁接头的扭矩确定末端执行器的力特性。

[0064] 本发明的另一方面提供了一种用于机器人臂的接头,其包括电磁制动接头和无侧隙差速驱动器。

[0065] 与常规解决方案相比,电磁制动器与无侧隙差速驱动器的组合具有占地面积小和输出扭矩大的优点:

[0066] 1、电机和差速驱动器的组合,其中电机与相同尺寸的制动器相比保持转矩要小很多;2、较我们的解决方案,仅使用不带差速驱动器的制动器,输出扭矩更小且占地面积更大。

[0067] 本发明的另一方面提供了一种用于机器人手术系统的控制系统,其包括:多个电机控制器;安全监视器模块;以及主板,其中所述安全监视器和所述多个电机控制器可操作地连接到所述主板,并且其中所述安全监视器模块监测所述机器人手术系统的至少一个参数并且被配置成响应于所述安全监视器模块检测到一个或多个参数偏离预定范围或超过预定阈值而将电力与所述电机控制器隔离。

[0068] 提供安全监视器有益地降低了机器人手术器械错误操作的风险并最小化对患者的伤害或损伤风险。

[0069] 在一个实施例中,所述安全监视器模块和所述多个电机控制器是所述主板的模块化部件并且可以在不移除所述主板的其它模块化部件的情况下被选择性地移除和更换。

[0070] 与现有技术相比,模块化部件的使用减少了机器人控制系统的占地面积,并且总体上提升并优化了维修和升级机器人控制系统的能力。

[0071] 在一个实施例中,所述多个电机控制器模块包括四个电机控制器模块,其中每个电机控制器模块被配置成可操作地联接到多达两个电机。

[0072] 在一个实施例中,每个电机控制器模块具有唯一标识符。

[0073] 在一个实施例中,主板具有可通过操作一个或多个开关装置而改变的相关联地址。

[0074] 改变主板的地址的能力使整个机器人控制系统的地址能够被改变,以使多于一个机器人控制系统能够可操作地耦合到计算机系统。

附图说明

[0075] 现将通过参考以下附图来描述本发明:

[0076] 图1示出了根据本发明的各方面的手术器械;

[0077] 图2示出了图1的手术器械的第一区段和第二区段;

[0078] 图3示出了图1的手术器械的移动自由度的说明性视图;

- [0079] 图4示出了图1的手术器械的另外的视图；
- [0080] 图5示出了用于与本发明的实施例一起使用的PTFE导管；
- [0081] 图6示出了组合主要末端执行器(双极)和抽吸和/或冲洗功能的实例手术器械；
- [0082] 图7示出了用于将手术器械联接到机器人臂组合件的器械底座；
- [0083] 图8示出了根据本发明的方面的机器人臂；
- [0084] 图9示出了用于机器人系统的控制系统的示意图；
- [0085] 图10为用于与本发明的实施例一起使用的保护套的视图；
- [0086] 图11示出了图10的保护套的详细视图；
- [0087] 图12示出了适于在将传感器收纳于其中的末端执行器的视图；
- [0088] 图13示出了持针器末端执行器的第一视图；
- [0089] 图14示出了图13的持针器的第二视图；
- [0090] 图15示出了持针器的替代性实施例；
- [0091] 图16示出了具有在末端执行器处施加的轴向旋转的末端执行器的侧视图。

具体实施方式

[0092] 在图1中总体上示出了根据本发明的各方面的手术器械。手术器械(10)包括连接到刚性轴(24)的多个区段(12、14、16、18、20和22)。刚性轴(24)连接到器械底座(图1中未示出)。在本文中也称为末端执行器的器械尖端(26)连接到离刚性轴(24)最远的区段(22)。

[0093] 如图2所示，第一区段(12)通过花键连接(12a)固定连接到刚性轴(24)。第一区段(12)包括总体上为圆柱形的主体(12b)，在其一端处具有花键连接(12a)并且在其另一端处具有安装特征(12c)。花键连接(12a)长4mm并且包括从中央内腔(12e)径向延伸的八个凸起(12d)。所述八个凸起(12d)中的每一个被均匀地间隔开的长度为从第一区段(12)的中心轴所测量的1.7mm并在所述八个凸起(12d)的每个相邻的一对之间限定扇形部(12f)。每个扇形部(12f)收纳肌腱(图2a和图2b中未示出)，其中每个肌腱通过围绕中央内腔(12e)布置的相应孔(12g)穿过第一区段(12)的总体上为圆柱形的主体(12b)。花键连接(12a)另外包括锁定构造(12h)，用于限制或阻止第一区段(12)相对于刚性轴(24)旋转。

[0094] 中央内腔(12e)具有圆柱形轮廓，以及介于1.5mm与3mm之间的内径。

[0095] 安装特征(12c)包括相反的一对总体上为半圆形的突片(12i)，其纵向地延伸远离总体上为圆柱形的主体(12b)。每个总体上为半圆形的突片(12i)的半径为0.5mm并且厚度介于0.5mm与1.5mm之间。总体上为半圆形的突片(12i)安装在主体(12b)的最末端，并且在其之间限定扁平的尖端(12j)，总体上为圆柱形的主体(12b)在远离第一区段(12)的末端的两个方向上从所述尖端进行倒角以实现相邻区段(14)的相对移动。每个方向上的倒角角度为94度以使相邻区段(14)能够相对于第一区段(12)铰接地旋转80度。

[0096] 如图1所示，刚性轴(24)包括外径为5mm并且内径为4mm的中空管。刚性轴(24)由不锈钢制成并且长度介于200mm与300mm之间。刚性轴(24)的第一端(24a)被配置成接纳第一区段(12)的花键连接(12a)，并且限制第一区段(12)的花键连接(12a)在其中的旋转。刚性轴(24)在其第二端(12b)处连接到器械底座(图1或图2中未示出)。刚性轴(24)用于将线性平移和轴向旋转运动从器械底座传递到末端执行器(26)。通过使用穿过刚性轴(24)到达手术器械区段(12、14、16、18、20和22)的肌腱来控制所有其它自由度。

[0097] 刚性轴(24)另外包括互补锁定构造(24c),用于与第一区段(12)的锁定构造(12h)协作以防止第一区段(12)相对于刚性轴(24)旋转。

[0098] 如图2所示,第二区段(14)铰接地连接到第一区段(12)。第二区段(14)包括具有第一端(14b)和第二端(14c)的总体上为圆柱形的主体(14a)。第二区段(14)的第一端(14b)包括具有横截面为三角形的凹槽(14d),用于接纳第一区段(12)的安装构造(12c)的总体上为半圆形的突片(12i)。第二区段(14)的圆柱形主体(14a)的轮廓在朝向第二端(14c)的两个方向上远离三角形凹槽(14d)进行倒角。每个方向上的倒角角度为94度,以实现第一区段(12)与第二区段(14)之间的相对铰接移动。第二区段(14)另外包括内腔(14e),其基本上类似于第一区段(12)的内腔(12e)。

[0099] 第二区段(14)的第二端(14c)包括与第一区段(12)的安装特征(12c)基本相同的安装特征(14f)。用于收纳相应肌腱的多个洞(14g)纵向穿过圆柱形主体(14a)并围绕内腔(14e)。

[0100] 第三区段和第四区段(16、18)与第二区段(14)基本相同并且以类似蛇状的构造连接在一起。根据手术器械(10)的预期用途,区段(12、14、16和18)可以布置成根据需要在任何方向上提供铰接移动。如图2所示,第二区段(14)示出了对齐的安装构造(14e)和三角形凹槽(14d)。在其它实施例中,例如图1中所示,安装构造(16a)和三角形凹槽(16b)彼此成90度朝向。应当理解,可以基于特定应用所需的运动范围来选择安装构造(16a)和三角形凹槽(16b)的朝向。

[0101] 在一些实施例中,第二区段、第三区段和第四区段(14、16、18)中的每一个可彼此独立地移动,以提供最大的灵活性。其它实施例对灵活性要求较低,并且两个或更多个相邻区段可以锁定在一起,从而使这种区段一致地移动。

[0102] 图3示出了根据本发明的方面的手术器械(10)的移动自由度。所示的箭头表示手术器械(10)的每个部件的总体移动方向。

[0103] 在一个实施例中,刚性轴(24)向手术器械(10)施加平移移动和轴向旋转。区段(12、14、16、18、20、22)或末端执行器(26)都不具有围绕手术器械(10)的轴线平移或旋转的独立能力。第一区段(12)相对于刚性轴(24)在位置上固定。第二区段(14)限定了与第一区段(12)的肘接头,并且可相对于第一区段(12)在80度的角度移动范围内铰接地移动。第三区段(16)限定了与第二区段(14)的肘接头,并且可相对于第二区段(14)在80度的角度移动范围内铰接地移动。第四区段(18)限定了与第三区段的肘接头,并且可相对于第三区段(16)在80度的角度移动范围内铰接地移动。在一些实施例中,角度移动范围为60度。

[0104] 在另一实施例中,通过轴向旋转接头(29)向末端执行器(26)中施加轴向旋转,如图16所示。轴向旋转接头(29)允许末端执行器(26)进行270度轴向旋转。通过一对肌腱(未示出)施加轴向旋转。

[0105] 如图16所示,包括与末端执行器(26)相邻或一体的轴向旋转接头(29)的器械另外包括用于打开和闭合钳爪(33、35)的四边形致动机构(31)。四边形机构包括通过公共枢轴点(31c)连接到每个钳爪(33、35)的第一臂和第二臂(31a、31b)以及分别可枢转地连接到第一臂和第二臂(31a、31b)并且在公共枢轴点(31f)处充当驱动肌腱(31g)的锚定点的第三臂和第四臂(31d、31e)。驱动肌腱(31g)可操作地连接到复位弹簧(未示出),使得钳爪(33、35)通过复位弹簧偏置到闭合配置。

[0106] 第五区段(20)和第六区段共同限定了手术器械(10)的腕接头的一部分。第五区段(20)限定了与第四区段(18)的肘接头，并且可相对于第四区段(18)铰接地移动。第五区段(20)还限定了与第六区段(22)的单独铰接接头(21)。第六区段(22)可相对于第五区段(20)铰接地移动。第六区段(22)限定了与末端执行器(26)的铰接连接(27)，所述末端执行器垂直于第五区段(20)与第六区段(22)之间的铰接连接布置。第六区段(22)与末端执行器(26)之间的铰接连接(27)以及第五区段(20)与第六区段(22)之间的铰接连接(21)共同限定了腕接头提供的所有DoF。

[0107] 在一些实施例中，区段(14、16、18、20、22)中的每一个可相对于相邻区段(14、16、18、20、22)独立地移动。这种布置使手术器械(10)能够以类似蛇状的方式进行操纵，以在手术期间为外科医生提供最优的运动路径。在其它实施例中，区段(14、16、18、20)可以联接到相邻区段(12、14、16、18、20)，使得一个或多个相邻区段(14、16、18、20)同时移动。

[0108] 如图4所示，穿过刚性轴(24)中的内腔并且穿过每个区段(12、14、16、18、20、22)中的相应孔和末端执行器(26)的肌腱(28)用于为每个相应的区段(12、14、16、18、20、22)和末端执行器(26)提供独立控制。每个区段(12、14、16、18、20、22)和末端执行器(26)与对抗的一对肌腱(28)相关联。对抗意味着拉紧所述一对对抗肌腱中的一个将导致区段(12、14、16、18、20、22)或末端执行器(26)在一个方向上移动，而拉紧所述一对对抗肌腱中的另一个将导致区段(12、14、16、18、20、22)或末端执行器(26)在另一个方向上移动。

[0109] 一对对抗肌腱(28)中的每一个在区段(14、16、18、20、22)或末端执行器(26)处终止。肌腱(28)的终止是通过将肌腱孔(12g——用于第一区段)折叠穿过相关区段(14、16、18、20、22)或末端执行器(26)来实现的，以防止肌腱(28)相对于区段(14、16、18、20、22)或末端执行器(26)进一步移动。

[0110] 与定位成更靠近末端执行器(26)的区段(18、20、22)的控制相关联的肌腱(28)穿过相邻区段的弯曲平面的中轴，以减少相邻区段之间的运动联接。

[0111] 在一些实施例中，仅需要独立控制选定数量的区段。在这样的实施例中，肌腱(28)对不与一对终止的对抗肌腱(28)相关联的那些区段提供被动控制。这样的实施例可以用其中不需要高度手动灵活性的用于切割组织的手术器械中。用于操纵组织或使用针和线的手术器械需要更大程度的手动灵活性。

[0112] 在一些实施例中，每个区段中的内腔(例如，12e、14e)装配有多内腔聚四氟乙烯(PTFE)导管(30)，如图5所示。PTFE导管(30)包括总体上为圆柱形的杆(30a)，所述杆具有穿过其中并围绕中心腔(30c)的多个内腔(30b)。多个内腔(30b)中的每一个被配置成收纳用于独立控制末端执行器(26)的肌腱。

[0113] PTFE导管(30)有助于保持用于控制穿过其中的末端执行器的肌腱尽可能靠近手术器械(10)的弯曲轴线，以防止手术器械(10)的相邻铰接部件之间的接头联接作用。PTFE导管(30)另外有助于减少相邻肌腱(28)之间以及肌腱(28)与肘接头之间的摩擦。

[0114] 用于末端执行器(26)的肌腱由鲍登缆线(28a)，即，用于通过内部线缆相对于中空外部线缆壳体的移动来传递机械力或能量的柔性线缆覆盖。只有在末端执行器(26)包括如抓握器或剪刀等提供另外的定位自由度的铰接工具时，才需要PTFE导管(30)。

[0115] 穿过每个肘接头的内腔(例如，12e、14e)可以代替PTFE导管(30)收纳柔性抽吸和/或冲洗管(32)，如图6所示。柔性管(32)旨在用于和单极刀或双极镊子一起使用。两种类型

的工具都需要将电供应到末端执行器(26)的尖端。在单极工具的情况下,电力通过末端执行器(26)的金属结构输送到末端执行器(26)的尖端。在双极镊子的情况下,电力通过末端执行器(26)的金属结构输送到镊子的一侧。电线将电力从带电镊子侧输送到另一镊子侧,所述另一镊子侧以其他方式与第一侧电隔离。

[0116] 如图7a至图7d所示,器械底座(34)包括六个电机联轴节(36),每个电机联轴器与相应的绞盘(38)相关联,单独肌腱(28)围绕所述绞盘缠绕。器械底座(34)上的每个电机联轴器(36)包括多个孔(40),用于与电机组(46)上的对应电机联轴器(44)上的多个相应销(42)接合。电机组(46)上的每个电机联轴器(44)与相应的独立驱动电机相关联。器械底座(34)上的每个电机联轴器(36)由医疗级聚醚醚酮制成。

[0117] 在将器械底座(34)附接到电机组(46)上时,通过旋转器械底座(34)或电机组(46)上的电机联轴器(36、44)直至电机联轴器(46)上的电机联轴器(44)上的销(42)与器械底座(34)上的电机联轴器(36)上的孔(40)接合,从而使器械底座(34)上的电机联轴器(36)中的每一个联接至电机组(46)上对应的电机联轴器(44)。器械底座(34)和/或电机组(46)上的电机联轴器(36、44)中的任一个或两个均是弹簧加载的,以提供电机组(46)上的电机联轴器(44)上的销(42)与器械底座(34)上的电机联轴器(36)上的孔(40)之间的可靠接合。借助于通过电机组(46)上的锁定特征(50)插入锁定销(48)并将其插入到器械底座(34)上的对应锁定特征中(52)从而将器械底座(34)固定在电机组(46)上。

[0118] 器械底座(34)上的每个电机联轴器(36)与驱动绞盘(38)以缠绕用于操作区段(12、14、16、18、20、22)或末端执行器(26)的肌腱(28)相关联。空转齿轮(55)(如图7b所示)定位在两个绞盘之间。所述两个绞盘之间的齿轮比2:1反映了所述两个平行接头之间的肌腱行程差异以使单个电机能够驱动所述两个绞盘以实现对区段(12、14、16)之间的所述两个平行接头的期望致动。区段(16、18、20)之间的接头以相同的方式通过器械底座(34)另一侧上的另一个空转齿轮联接。

[0119] 平移齿轮(54)直接附接到电机输出轴上。齿轮(54)驱动器械和电机组沿着齿条(未示出)移动以实现线性平移。

[0120] 末端执行器(26)可以是例如抓握器、持针器或剪刀,并且通过末端执行器(22)联接到手术器械(10)的最后区段(20)。末端执行器(26)通过垂直于第四区段(18)与最后区段(22)之间的铰接联接朝向的铰链装置联接到手术器械(10)的最后区段(22)。最后区段(22)与末端执行器(26)之间的铰接联接也垂直于第五区段(20)与第六区段(22)之间的铰接联接。

[0121] 通过本发明的方面描述的末端执行器(26)的实例包括:i)肘形抓握器——具有抓握钳爪的七自由度工具,所述钳爪可以是直的或弯曲的并且用于操纵组织,ii)肘形剪刀——具有剪刀刀片的七自由度肘形工具,所述刀片用于使用弯曲刀片或直刀片切割组织,iii)非肘形剪刀——具有剪刀刀片的六自由度工具,所述刀片用于使用弯曲刀片或直刀片切割组织,iv)肘形持针器——具有直短钳爪的七自由度工具,所述钳爪具有菱形滚花以夹住手术针,v)非肘形持针器——具有直短钳爪的六自由度工具,所述钳爪具有菱形滚花以夹住手术针,vi)带抽吸/冲洗的单极刀——四自由度多功能工具,其不具有用于组织切除、组织烧灼、液体/烟雾抽吸以及冲洗的腕接头和钳爪,vi i)带抽吸/冲洗的双极镊子——五自由度非肘形多功能工具,其具有一个活动钳爪并且用于组织切除、组织烧灼、液

体/烟雾抽吸和冲洗,viii)非肘形抓握工具。

[0122] 单极工具,即刀,可以提供电烙术(组织切割和烧灼)以及抽吸和冲洗。这种工具是多功能的并且使外科医生能够切除和烧灼组织,同时能够通过抽吸功能去除烟雾。冲洗用于清洗伤口,并且抽吸可以再次用于从伤口清除流体(即,血液和盐水)。

[0123] 末端执行器(26)的特定实例是具有一对相反的钳爪的钳式抓握器(400)。末端执行器(26)的每个钳爪(400a)由一体化结构形成,并且包括由细长构件(400c)的内表面限定的抓握表面(400b)。细长构件(400c)另外包括与抓握表面(400b)相反的凹部(400d)。凹部(400d)沿细长构件(400c)纵向延伸,并且被配置成收纳形状与细长构件(400c)的整体轮廓相对应的传感器(402)。细长构件(400c)连结到由其间具有间隙的两个间隔开的板(400f、400g)限定的安装凸部(400e)。安装孔(400h)穿过安装凸部(400e)以收纳枢轴(未示出)。

[0124] 传感器(402)具有第一插入部(402a)和第二插入部(402b),这些部可与钳爪(400a)的细长构件(400c)的相应第一收纳部(400i)和第二收纳部(400j)协作。传感器(402)可以是例如力传感器、温度传感器、触觉传感器。

[0125] 末端执行器(26)的另一个实例是如图13和图14所示的持针器(500)。持针器(500)通过花键连接(20a)固定地联接到手术器械(10)的最后区段(20)。持针器(500)包括主体(502),所述主体具有可与一对相反的抓握钳爪(506、508)中的每一个协作的安装装置(504)。安装装置(504)促进每个钳爪(506、508)的安装部分进行枢转移动以允许钳爪(506、508)通过销(510)穿过每个钳爪(506、508)和主体(502)来打开和闭合。如图13所示,存在两个销(510),每个钳爪(506、508)一个,所述两个销横向间隔开并且定位成邻近主体(502)的边缘并且在主体的相反侧(502)的每一侧的凹槽(512)中终止。

[0126] 如图15更详尽的展示的,齿(512)呈三角形并且安置在交替的行中以在钳爪(506、508)闭合时允许齿(512)互锁。每个齿(512)具有0.25mm、高0.5mm以及宽

[0127] 0.35mm的底座。所述齿以0.47mm的间隔成行放置。每个齿行存在五个齿。交替的齿位置确保来自第一钳爪(506)的齿落在第二钳爪(508)上的相邻齿(512)之间。此外,持针器(500)的尖端具有鼻部(514),其用于在打结期间保持缝合处(518)的线,从而防止缝合线从钳爪(506、508)中脱出。鼻部(514)包括每个钳爪(506、508)远端处的球根端部。钳爪(506、508)的近端以圆盘(516)为特征,所述圆盘的外径大于器械轴的直径。圆盘(516)防止缝合线缠绕器械轴。在一些实施例中,钳爪(506、508)的轮廓是圆形的。

[0128] 钳爪(506、508)的运移动由肌腱(514)和弹簧(516)控制。钳爪(506、508)被弹簧(516)偏置到打开位置。通过拉紧肌腱(514)克服弹簧(514)的张力来闭合钳爪(506、508)。

[0129] 电机组(46)可选择地安装到如下进一步详细描述的机器人臂(100)或端口。

[0130] 如图8所示,机器人臂(100)包括六个电磁制动接头(102、104、106、108、110、112)。每个电磁制动接头(102、104、106、108、110、112)包括电磁制动器和配备有绝对角度接头编码器的无侧隙差速驱动器。电磁制动器被偏置在接通位置并且可通过按下定位在手柄(118)上的两个操作开关(114、116)来释放。机器人臂(100)可通过联接到机器人臂(100)的安装构造(120)安装到医院病床上。

[0131] 安装构造(120)联接到锚(122)。锚(122)通过第一电磁制动接头(102)联接到肩部(124)。锚(122)提供相对于肩部(124)的水平旋转。肩部(124)通过第二电磁制动接头(104)联接到水平轴(126)。肩部(124)提供在水平轴(126)的纵向轴线的方向上相对于水平轴

(126) 的枢转旋转。水平轴(126)延伸穿过第三电磁制动接头(106)。水平轴(126)提供相对于肩部(124)的旋转定位。水平轴(126)的相反端联接到第四电磁制动接头(108)。第四电磁制动接头(108)联接到竖直轴(128)。竖直轴(128)提供相对于水平轴(126)的旋转定位。竖直轴(128)在另一端处联接到第五电磁制动接头(110)。第五电磁制动接头(110)联接到肘(130)。肘(130)提供围绕平行于水平轴(126)的水平轴线的水平轴线的旋转定位。肘(130)在其另一端处连接到第六电磁制动接头(112)。第六电磁制动接头(112)联接到手柄(118)。手柄可绕竖直轴线自由旋转,以定位联接到手柄(118)的适配器(132)。

[0132] 适配器(132)将电机组(46)以及相应地将手术器械(10)安装到机器人臂(100)。

[0133] 在使用时,机器人臂(100)通过安装构造(120)安装到标准手术台上,所述安装结构将机器人臂(100)夹紧到标准手术台的床侧板上。机器人臂(100)和手术器械(10)均通过AC/DC电源适配器从市电电源插座供电。除非按下手柄(118)上的操作开关(114、116),否则电源使用与被锁定就位的每个电磁制动接头(102、104、106、108、110、112)相关联的电磁体来控制所述电磁制动接头中的每一个。在按下手柄(118)上的两个操作开关(114、116)时,所有电磁体被释放,从而允许操作者通过所有六个电磁制动接头(102、104、106、108、110、112)来操纵机器人臂(100)。一旦机器人臂(100)处于期望位置,操作者就释放手柄(118)上的操作开关(114、116),并施加所有电磁体以锁定所有六个电磁制动接头(102、104、106、108、110、112)。只有在手柄(118)上的两个操作开关(114、116)都被按下时才会释放电电磁体。如果仅按下一个操作开关(114、116),则不会释放任何电磁体,并且操作者将无法通过电磁制动接头(102、104、106、108、110、112)中任一个来操纵机器人臂(100)。这是防止机器人臂(100)无意移动的安全特征。

[0134] 当整个手臂被锁定时,如果向臂的末端执行器施加力,则差速驱动器的输出轴将相对驱动器主体产生细微的相对旋转。这种旋转可以通过接合角度编码器测量,并且因此可以考虑差速驱动器的刚度来计算由末端执行器上的力引起的差速驱动器上的扭矩。通过考虑每个接头上的扭矩,可以计算末端执行器上的力的大小和方向。与常规解决方案相比,电磁制动器与无侧隙差速驱动器的组合具有占地面积小和输出扭矩大的优点:1、电机和差速驱动器的组合,其中电机与相同尺寸的制动器相比保持转矩要小很多;2、较我们的解决方案,仅使用不带差速驱动器的制动器,输出扭矩更小且占地面积更大。

[0135] 一旦电机组(46)安装到适配器(132)且手术器械(10)联接到电机组(46),就通过市电电源向电机组供电。电机组(46)由机器人控制系统(200)控制,如图9所示。

[0136] 机器人控制系统(200)由单独的市电电源(202)供电,并且包括多个电机控制器模块(204)(图9中示出了四个)以及安全监视器模块(206)。安全监视器(206)连接在市电电源(202)与所述多个电机控制器模块(204)之间。机器人控制系统(200)连接在机器人手术器械(100)与计算机系统(208)之间。机器人控制系统(200)另外设有紧急停止按钮(210),用于切断机器人控制系统(200)以及因此手术器械(10)的所有电源。主操纵器(212)连接到计算机系统(208)。计算机系统(208)解释主操纵器(212)的移动以确定手术器械(10)的期望动作,并且通过RS-485总线向机器人控制系统(200)发送适当的指令以驱动所述多个电机控制器(204)。

[0137] 安全监视器模块(206)监测机器人控制系统(200)和/或手术器械(10)的多个参数,如例如温度和电机电流。如果安全监视器模块(206)检测到参数已经偏离预定范围或超

过预定阈值，则安全监视器模块(206)将切断电机控制器模块(204)的所有电源，以防止对患者产生错误操作和/或损伤/伤害。安全监视器模块(206)还监听计算机系统(208)与机器人控制系统(200)之间以及机器人控制系统(200)与手术器械(10)之间的通信。如果检测到超出可接受的操作参数的指令，则安全监视器模块(206)将切断机器人控制系统(200)的所有电源，以防止对患者产生错误操作和/或损伤/伤害。

[0138] 安全监视器模块(206)是插入主板(214)中的模块化部件。每个电机控制器模块(204)也是插入主板(214)中的模块化部件。每个电机控制器模块(204)可以控制多达两个电动，并且主母板(214)可以容纳允许连接多达八个电机的多达四个电机控制器模块(204)，以驱动机器人手术器械(100)。本公开不旨在进行限制；其它实施例可以能够容纳另外的电机控制模块，并且每个电机控制模块可以能够控制一个、两个或更多个电机。

[0139] 适配器(132)包括电连接器(134)，其可以通过机器人臂(100)的内部布线提供电力和控制信号。机组(46)可以通过电连接(134)或独立电缆线供电和控制。

[0140] 为确保手术器械(10)仅可在预定边界内移动，在开始手术之前限定三维边界空间或空间阈值。通过将机器人臂(100)移动通过一系列空间点并将每个空间点记录为边界点来定义三维边界空间。机器人手臂在手术期间仅允许在三维边界内移动，并且如果其触碰或在某些情况下接近三维边界，则自动锁定。

[0141] 一旦机器人手臂(100)的移动被锁定，存在可以解锁所述移动以恢复手术的多种方式。现在将描述两个实例。

[0142] 在第一实例中，机器人臂(100)包括旋转编码器，其监测电磁制动节点(102、104、106、108、112)中的每一个和手术器械末端执行器(22)的每个移动。每个移动被记录为相对于相应原点的数据点。旋转编码器允许每个电磁制动接头(102、104、106、108、110、112)以及因此手术器械末端执行器(22)反向移动通过每个数据点。一旦确定每个数据点等于相应的原点，电磁制动接头(102、104、106、108、110、112)中的每一个就被完全释放。

[0143] 在第二实例中，力检测装置与电磁制动接头(102、104、106、108、110、112)中的每一个相关联。如果确定所有电磁制动接头(102、104、106、108、110、112)和手术器械末端执行器(22)将移动远离三维边界，则处理器将外科医生施加到主操纵器(212)的力均分到各个方向并解锁电磁制动接头(102、104、106、108、110、112)。如果确定电磁制动接头(102、104、106、108、110、112)中的一个或多个和/或末端执行器(22)将移动朝向或越过三维边界，则电磁制动接头(102、104、106、108、110、112)中的每一个都将保持锁定并且被阻止移动。

[0144] 参考图10和图11，示出了用于与本发明的实施例的手术器械(10)一起使用的保护套(300)。保护套(300)包括具有第一端(302a)和第二端(302b)的细长护套(302)。细长护套由薄塑料材料形成并且是柔性且可压缩的。细长护套(302)的第一端(302a)可通过附接接口(304)附接到手术器械。附接接口可以包括锁定装置，如扭转锁定机构或咬紧配合接口，或者可以是磁性的。细长护套(302)的第二端(302b)限定了用于附接端盖(306)，如鸭嘴阀或其它类型的合适阀门的接口。端盖(306)可以通过例如锁定装置或磁性附接件附接到细长护套(302)的第二端(302b)。

[0145] 在使用时，手术器械(10)的末端执行器端在灭菌后插入保护套(300)中。保护套(300)通过附接接口(304)附接到手术器械(10)。紧接着在手术开始之前将手术器械(10)插

入端口的内腔中。在利用磁体将闭合装置(306)附接到保护套(300)的第二端(302b)的实施例中,磁体用于将手术器械(10)与端口的内腔对齐。闭合装置(306)的尺寸适当设置,以使其能够沿着端口的内腔延伸。随着手术器械(10)前进,手术器械(10)穿过阀门(306),并且保护套(300)在端口内被压缩以使手术器械(10)暴露。

[0146] 在手术结束时,将手术器械(100)从患者体内取出并穿过端口插入保护套(300)。手术器械回退穿过阀门,一旦手术器械再次被保护套(300)完全封盖,则阀门关闭。在重新使用之前,通过高压灭菌器、气体或放射处理对手术器械进行灭菌,并且将新的保护套(300)装配到手术器械(100)上。使用过的保护套(300)在手术后作为危险废物丢弃。

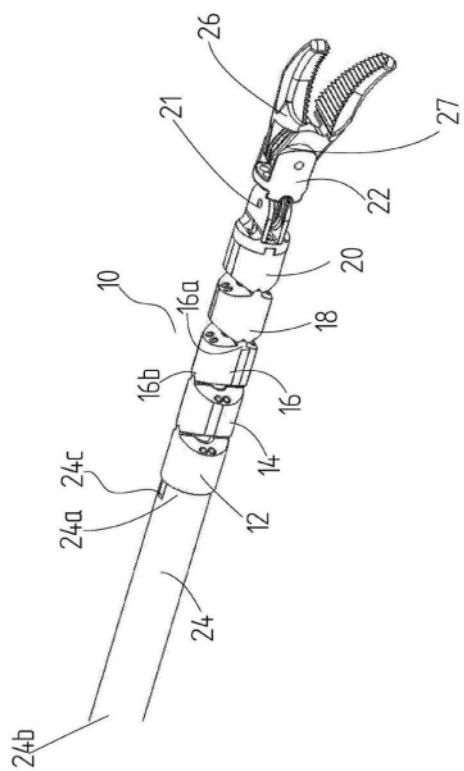


图1

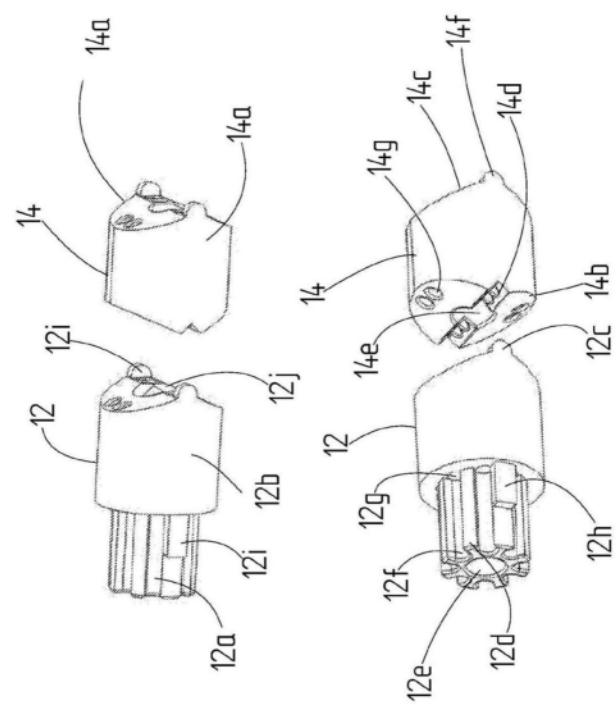


图2

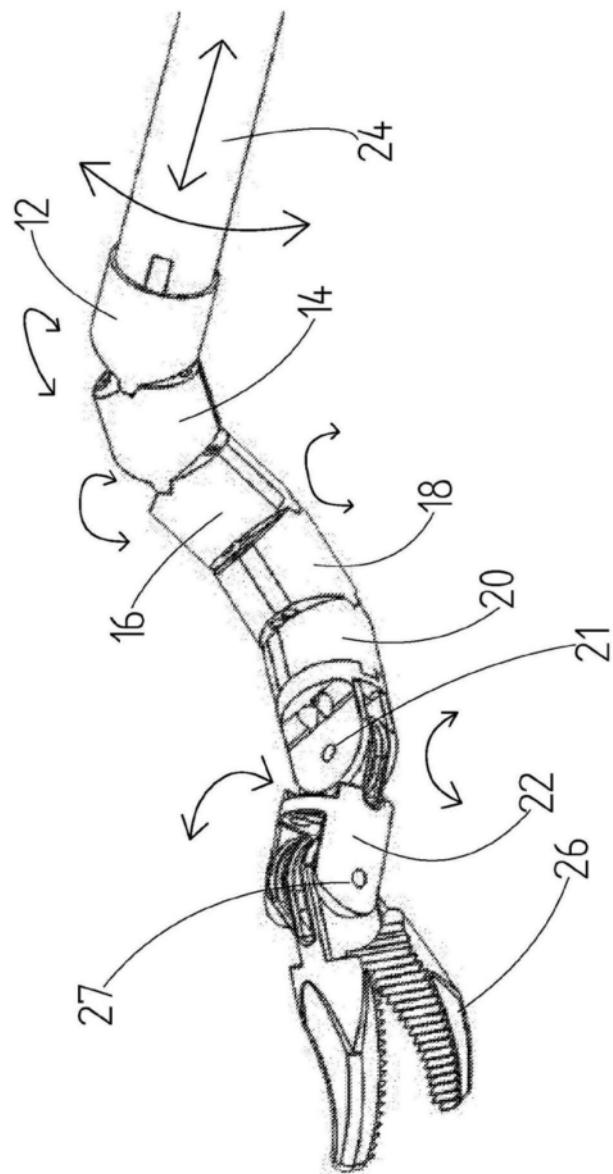


图3

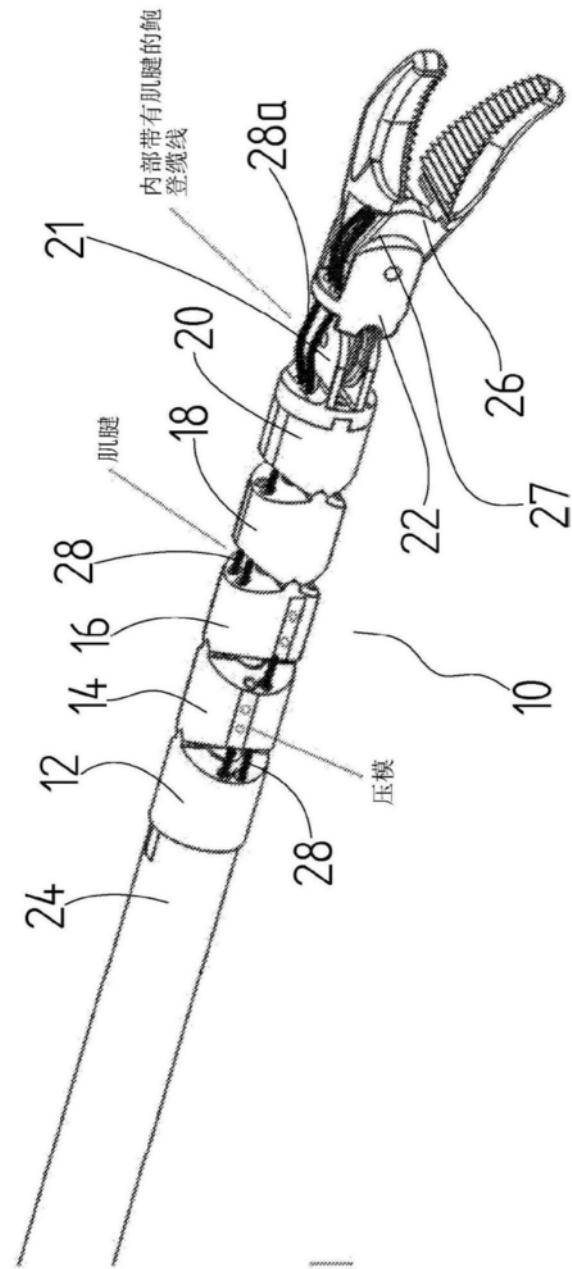


图4

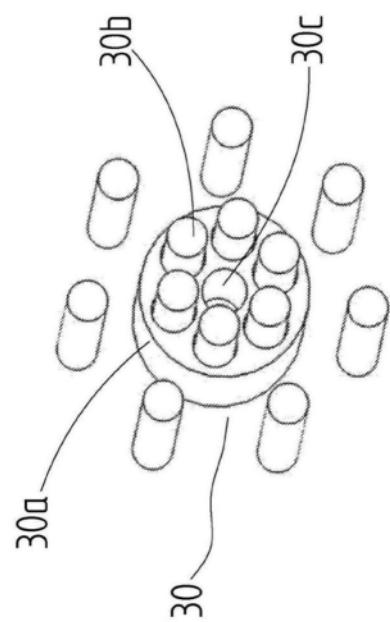


图5

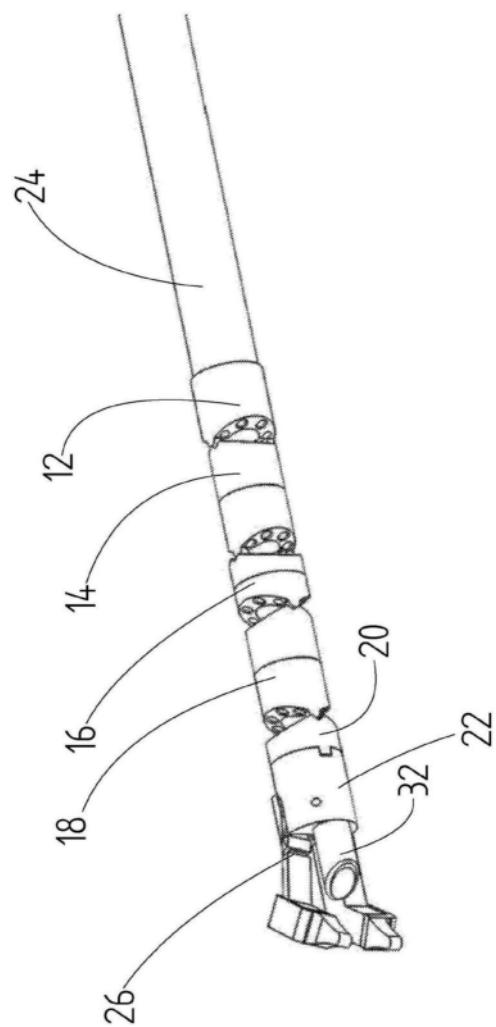


图6

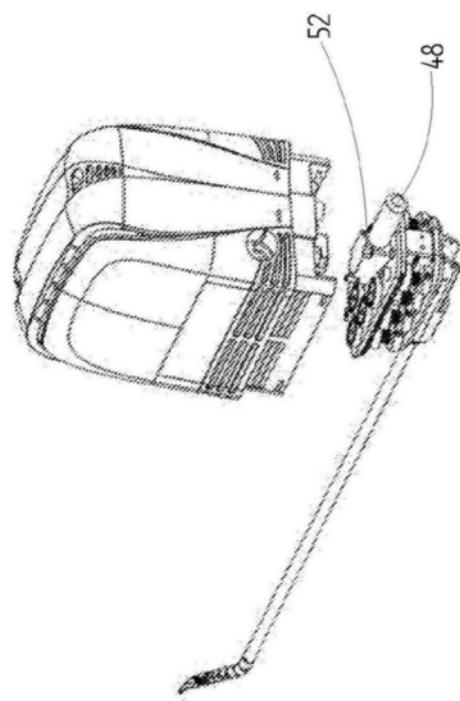


图7a

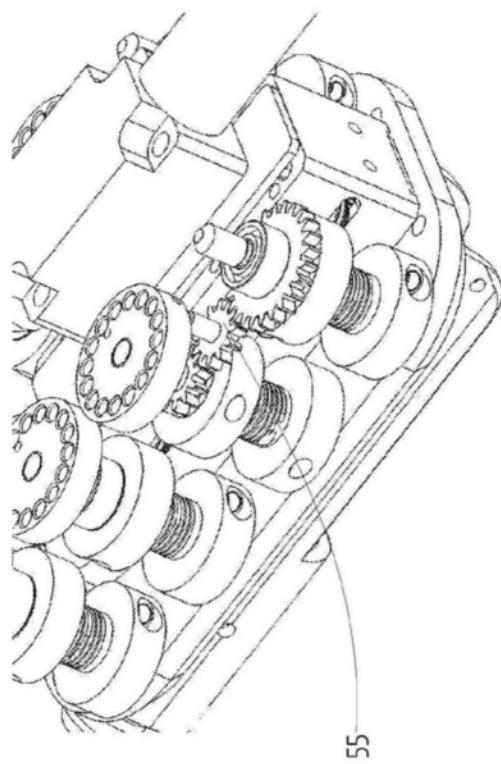


图7b

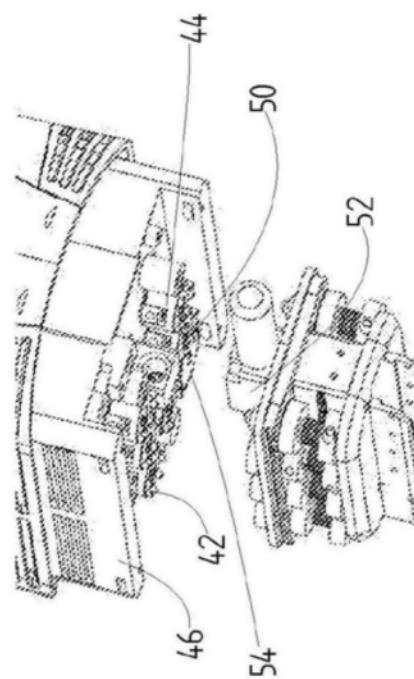


图7c

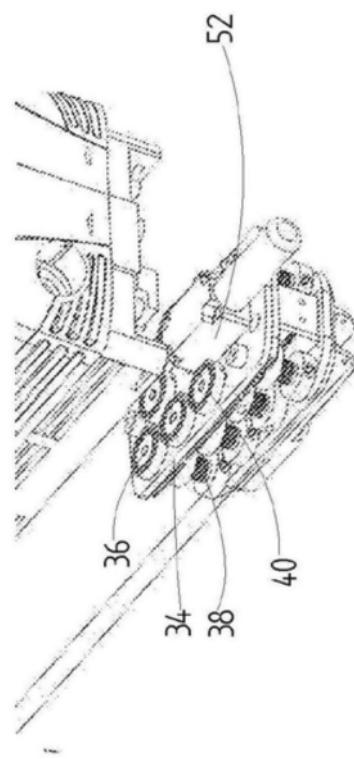


图7d

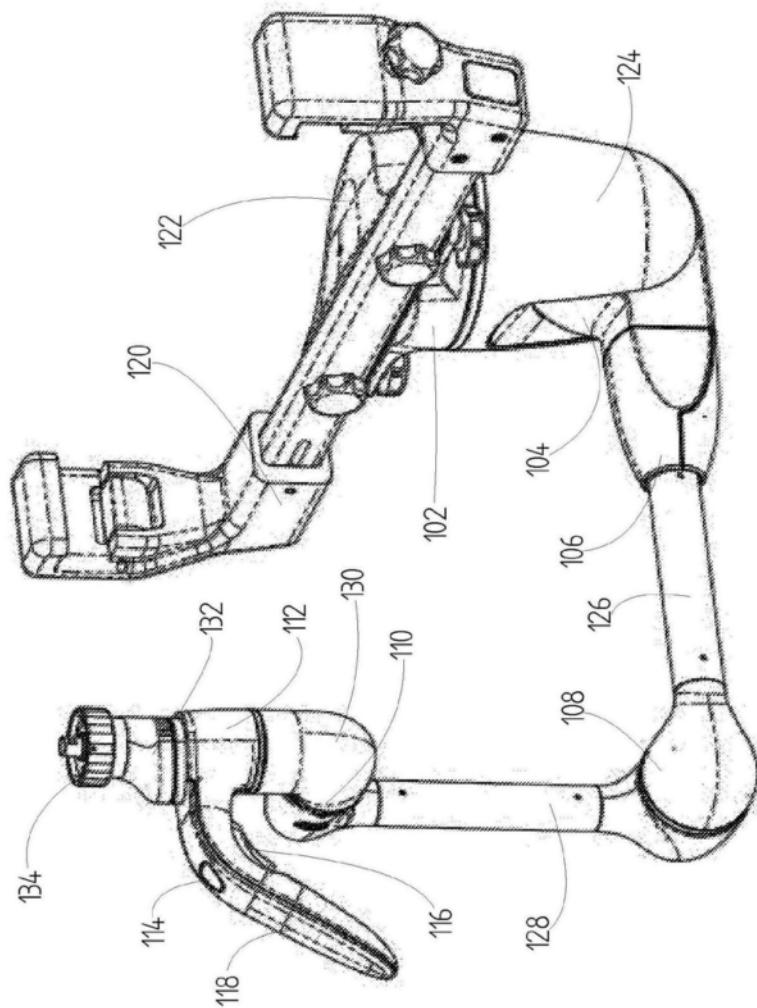


图8

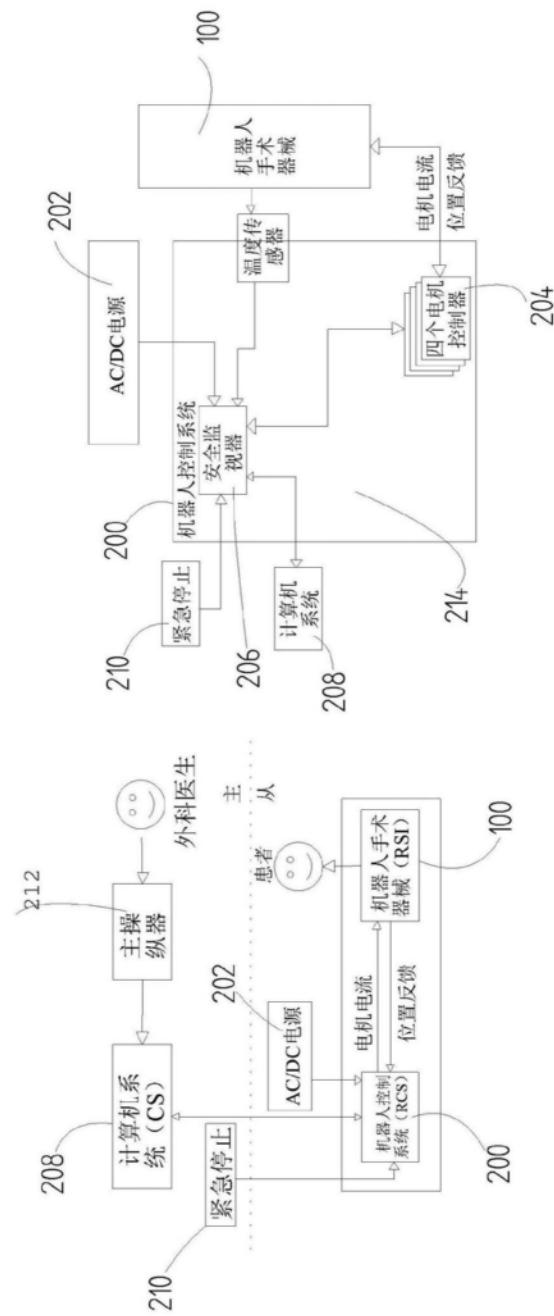


图9

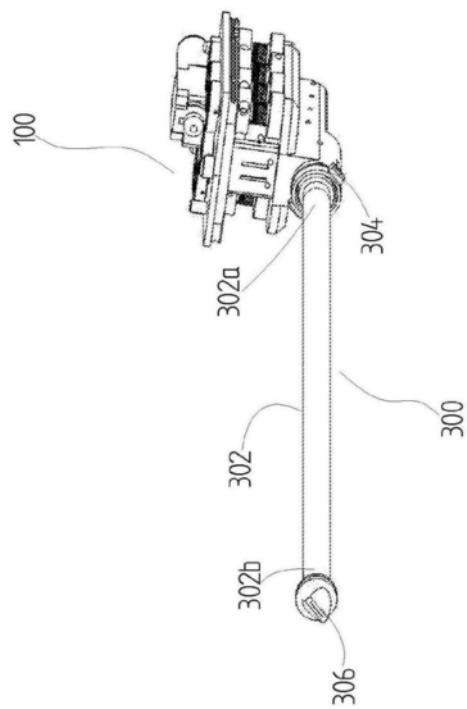


图10

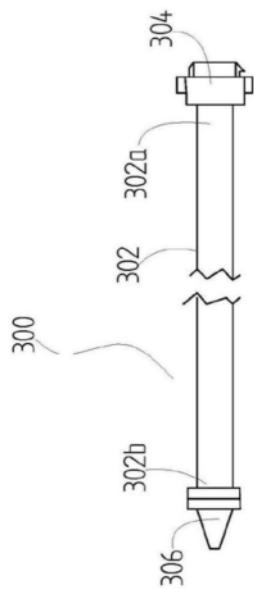


图11

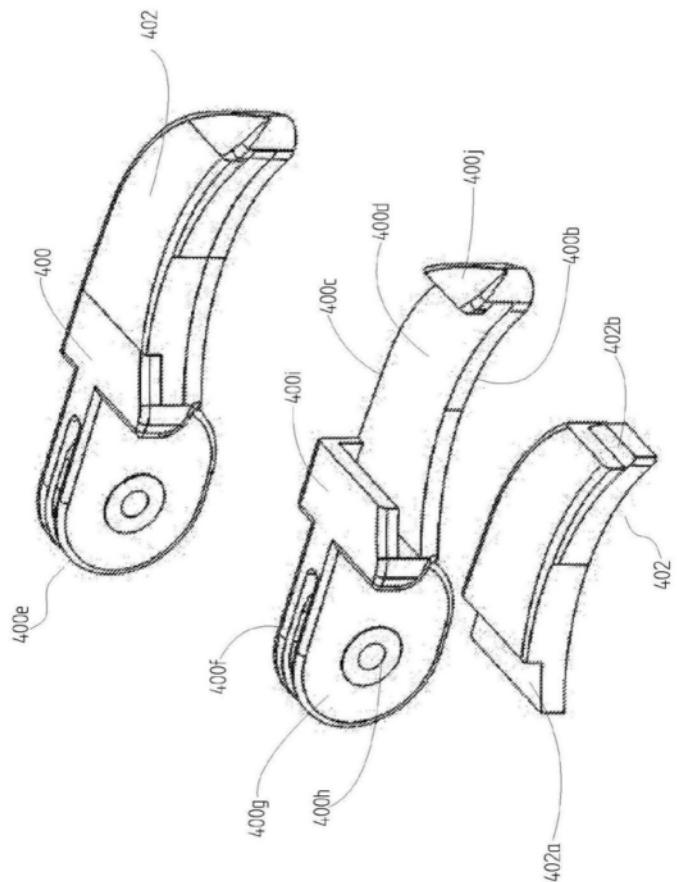


图12

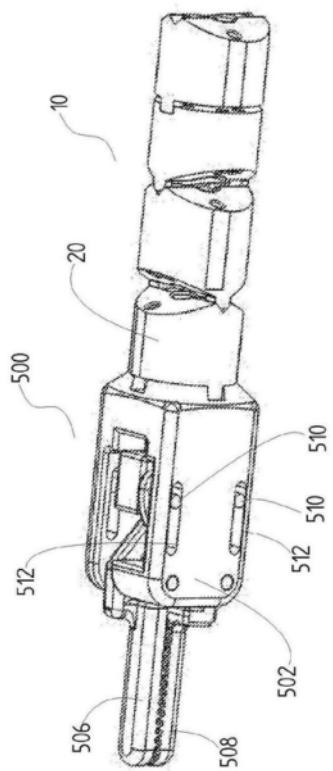


图13

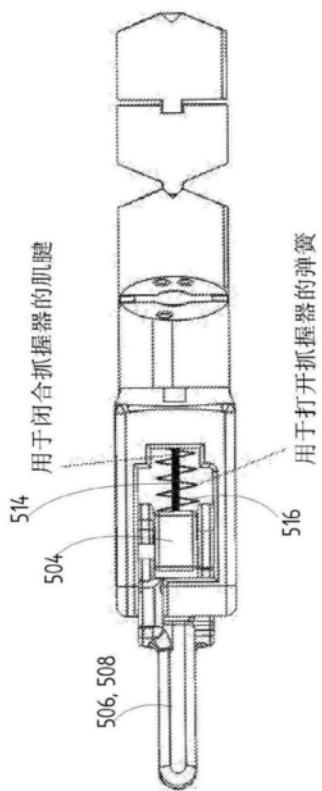


图14

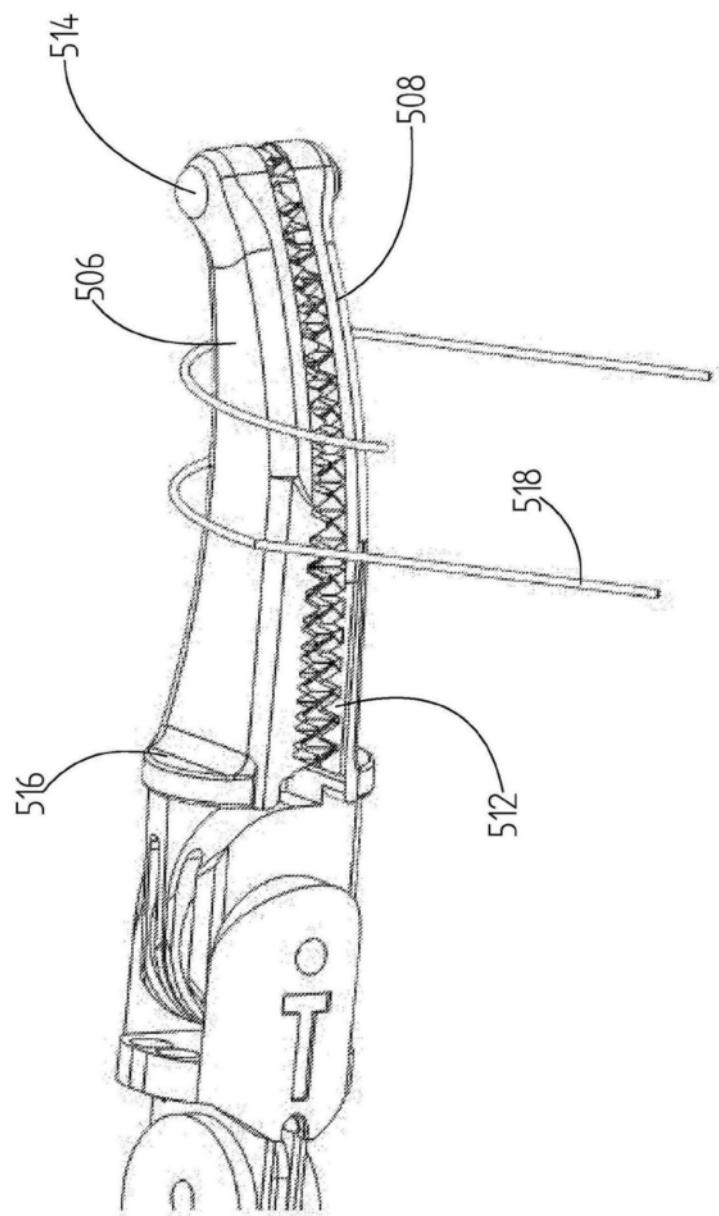


图15

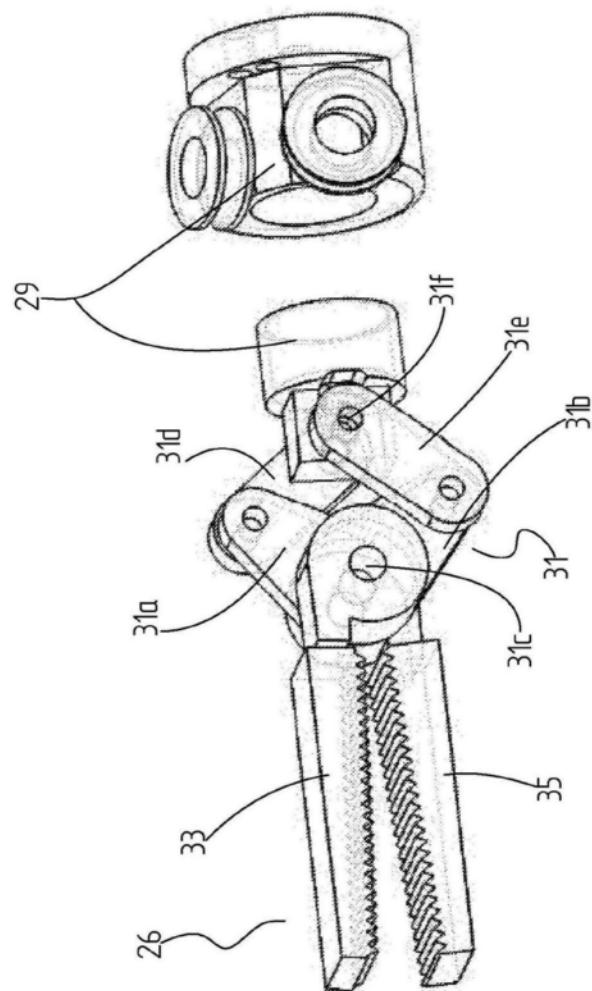


图16