(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 102596087 A
(43)申请公布日 2012.07.18

(21)申请号 201080051059.3

(22)申请日 2010.11.12

(30)优先权数据
61/260,919 2009.11.13 US

(85)PCT申请进入国家阶段日
2012.05.11

(86)PCT申请的申请数据
PCT/US2010/056610 2010.11.12

(87)PCT申请的公布数据
WO2011/060318 EN 2011.05.19

(71)申请人 直观外科手术操作公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 G·W·达克斯二世 T·E·墨菲
W·A·伯班克 W·麦克唐纳
B·M·舍纳

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245
代理人 赵蓉民

(51)Int.Cl.
A61B 19/00(2006.01)
B25J 9/00(2006.01)

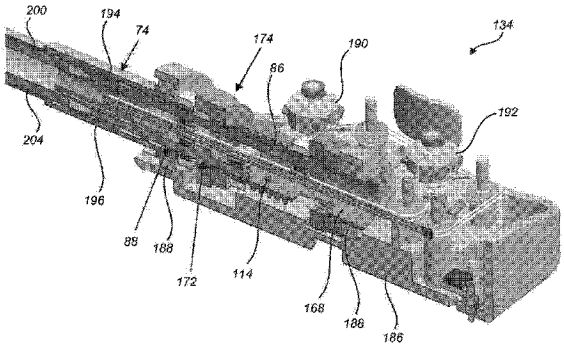
权利要求书 4 页 说明书 13 页 附图 19 页

(54)发明名称

用于独立转动构件中的平行驱动轴的电动机接口

(57)摘要

提供了将偏置驱动轴的使用结合在独立转动的构件之中的机构、组件、系统、工具以及方法。示例性的机构包括底座以及被安装为相对于该底座转动的主轴、安装在该主轴内部的第一驱动轴以及与该第一驱动轴啮合的第一驱动元件。该主轴包括近端、远端以及被限定在其之间的主轴转动轴线。该第一驱动轴与该主轴转动轴线偏置。对该第一驱动元件限定第一驱动元件转动轴线，并且当该主轴转动时该第一驱动元件转动轴线相对于该底座被固定。该第一驱动元件转动第一驱动轴。



CN 102596087 A

1. 一种机构，其包括：

底座；

主轴，该主轴被安装为相对于所述底座转动并且包括近端、远端和被限定在其间的主轴转动轴线；

第一驱动轴，该第一驱动轴被安装在所述主轴内部并且与所述主轴转动轴线偏置；以及

与所述第一驱动轴啮合的第一驱动元件，其中

第一驱动元件转动轴线针对所述第一驱动元件被限定，并且当所述主轴转动时，所述第一驱动元件转动轴线相对于所述底座被固定，并且

所述第一驱动元件转动所述第一驱动轴。

2. 如权利要求 1 所述的机构，其中，所述主轴转动轴线和所述第一驱动元件转动轴线重合。

3. 如权利要求 1 所述的机构，其中，所述第一驱动元件与所述第一驱动轴之间的啮合允许所述第一驱动轴相对于所述底座的轴向移动。

4. 如权利要求 1 所述的机构，其中，所述第一驱动元件通过所述主轴中的开口与所述第一驱动轴啮合。

5. 如权利要求 4 所述的机构，其中，所述第一驱动轴包括第二驱动元件，所述第二驱动元件穿过所述主轴开口伸出并且啮合所述第一驱动元件。

6. 如权利要求 5 所述的机构，其中：

所述第二驱动元件包括外部齿轮齿；并且

所述第一驱动元件包括内部齿轮齿。

7. 如权利要求 1 所述的机构，其进一步包括第三驱动元件，其中：

对所述第三驱动元件定义第三驱动元件转动轴线；

所述第三驱动元件与所述主轴啮合；并且

当所述第三驱动元件转动所述主轴时，所述第三驱动元件转动轴线相对于所述底座保持固定。

8. 如权利要求 7 所述的机构，其进一步包括：

第二驱动轴，所述第二驱动轴被安装在所述主轴内部并且与所述主轴转动轴线偏置；以及

与所述第二驱动轴啮合的第四驱动元件，其中

对所述第四驱动元件定义了第四驱动元件转动轴线；

当所述主轴转动时，所述第四驱动元件转动轴线相对于所述底座被固定，并且

所述第四驱动元件转动所述第二驱动轴。

9. 如权利要求 1 所述的机构，其进一步包括：

第二驱动轴，所述第二驱动轴被安装在所述主轴内部并且与所述主轴转动轴线偏置；以及

与所述第二驱动轴啮合的第四驱动元件，其中

对所述第四驱动元件定义第四驱动元件转动轴线；

当所述主轴转动时，所述第四驱动元件转动轴线相对于所述底座被固定，并且

所述第四驱动元件转动所述第二驱动轴。

10. 如权利要求 9 所述的机构，其中，所述第四驱动元件通过所述主轴中的开口与所述第二驱动轴啮合。

11. 如权利要求 1 所述的机构，其中，所述主轴包括被配置来与支撑所述第一驱动轴的轴承配合的凹陷，并且所述机构进一步包括支撑所述第一驱动轴的所述轴承。

12. 如权利要求 11 所述的机构，其进一步包括保持圈以保持支撑所述第一驱动轴的所述轴承。

13. 如权利要求 1 所述的机构，其进一步包括末端执行器，所述末端执行器与所述主轴的远端联接并且联接到所述第一驱动轴，其中：

所述末端执行器通过所述主轴的转动而转动；并且

所述第一驱动轴相对于所述主轴的转动致动所述末端执行器。

14. 如权利要求 1 所述的机构，其进一步包括：

与所述底座联接的控制缆线驱动元件；以及

与所述控制缆线驱动元件啮合的控制缆线，所述控制缆线位于所述主轴内的所述主轴的近端与远端之间。

15. 如权利要求 14 所述的机构，其进一步包括与所述控制缆线联接的末端执行器，其中所述控制缆线的运动致动所述末端执行器。

16. 一种机器人组件，其包括：

底座；

主轴，所述主轴被安装为相对于所述底座转动并且包括近端、远端以及被限定在其间的主轴转动轴线；

驱动轴，所述驱动轴被安装在所述主轴内部并且与所述主轴转动轴线偏置；

与所述主轴和所述驱动轴联接的致动组件，所述致动组件可操作以独立地

相对于所述底座转动所述主轴；并且

相对于所述主轴转动所述驱动轴；以及

与所述主轴联接的末端执行器，所述末端执行器包括与所述驱动轴联接的轴驱动的致动机构。

17. 如权利要求 16 所述的组件，其进一步包括第二驱动轴，所述第二驱动轴被安装在所述主轴内部并且与所述主轴转动轴线偏置，其中所述致动组件进一步可操作来独立地相对于所述主轴转动所述第二驱动轴，并且其中所述末端执行器进一步包括与所述第二驱动轴联接的第二轴驱动的致动机构。

18. 如权利要求 16 所述的组件，其进一步包括与所述末端执行器联接的控制缆线，所述控制缆线位于所述主轴内的所述主轴的近端与远端之间，其中所述控制缆线的运动致动所述末端执行器。

19. 一种机器人系统，其包括：

底座；

主轴，所述主轴被安装为相对于所述底座转动并且包括近端、远端以及被限定在其间的主轴转动轴线；

第一驱动轴，所述第一驱动轴被安装在所述主轴内部并且与所述主轴转动轴线偏置；

第二驱动轴，所述第二驱动轴被安装在所述主轴内部并且与所述主轴转动轴线偏置；

致动组件，所述致动组件与所述主轴、所述第一驱动轴以及所述第二驱动轴偶联；

控制器，所述控制器包括输入端和输出端，所述输入端与输入装置联接以接收来自所述输入装置的至少一个输入信号，所述输出端与所述致动组件联接以将至少一个控制信号输出至所述致动组件，所述控制器包括处理器和实体介质，所述实体介质包含指令，所述指令在被执行时致使所述处理器响应于所述至少一个输入信号而产生所述至少一个控制信号，使得所述输入装置可以被使用者用来独立地

相对于所述底座转动所述主轴，

相对于所述主轴转动所述第一驱动轴，并且

相对于所述主轴转动所述第二驱动轴；以及

末端执行器，所述末端执行器与所述主轴联接使得所述末端执行器通过所述主轴的转动而转动，所述末端执行器包括：

与所述第一驱动轴联接的第一轴驱动的致动机构，以及

与所述第二驱动轴联接的第二轴驱动的致动机构。

20. 如权利要求 19 所述的系统，其中，所述致动组件包括：

与所述第一驱动轴和所述控制器联接的第一电动机；

与所述第二驱动轴和所述控制器联接的第二电动机；以及

与所述主轴和所述控制器联接的主轴电动机。

21. 如权利要求 20 所述的系统，其中，所述致动组件进一步包括：

与所述第一电动机和所述控制器联接的第一编码器，所述第一编码器响应于所述第一电动机的位置输出第一电动机位置信号至所述控制器；

与所述第二电动机和所述控制器联接的第二编码器，所述第二编码器响应于所述第二电动机的位置输出第二电动机位置信号至所述控制器；以及

与所述主轴电动机和所述控制器联接的主轴编码器，所述主轴编码器响应于所述主轴电动机的位置而输出主轴电动机位置信号至所述控制器。

22. 如权利要求 19 所述的系统，其进一步包括与所述末端执行器联接的控制缆线，所述控制缆线位于所述主轴内的所述主轴的近端与远端之间，其中所述控制缆线的运动致动所述末端执行器。

23. 一种用于安装在操纵器上的机器人工具，所述操纵器具有带有第一、第二和第三驱动元件的工具接口，所述工具包括：

能可释放地安装至所述工具接口的近端工具底盘；

具有远端自由度和轴驱动的致动机构的远端执行器；

主轴，所述主轴具有与所述底盘相邻的近端、与所述末端执行器相邻的远端、在其间延伸的孔以及在所述近端的远侧的侧向开口；以及

混合缆线 / 轴驱动系统，当所述底盘被安装至所述工具接口时，所述混合缆线 / 轴驱动系统将所述工具接口的驱动元件可操作地联接至所述末端执行器，使得所述第一驱动元件的致动使得所述主轴和所述末端执行器绕主轴转动轴线相对于所述底盘转动，使得在所述主轴的所述孔内从所述底盘向远处延伸的缆线将所述末端执行器的远侧自由度联接至所述第二驱动元件，并且使得第一驱动轴通过主轴中的所述侧向开口将所述末端执行器的

所述轴驱动的致动机构联接至所述第三驱动元件，所述第一驱动轴与所述主轴转动轴线偏置。

24. 一种用于通过位于可转动主轴中的偏置驱动轴传递扭矩的方法，所述方法包括：

支撑主轴以相对于底座转动，使得所述主轴绕主轴转动轴线转动；

支撑驱动轴以相对于所述主轴转动，使得所述驱动轴绕与所述主轴转动轴线偏置的驱动轴转动轴线转动；

啮合所述驱动轴与驱动元件，所述驱动元件具有驱动元件转动轴线，当所述主轴转动时，所述驱动元件转动轴线相对于所述底座被固定；

相对于所述底座转动所述主轴；并且

相对于所述主轴转动所述驱动元件，从而相对于所述主轴转动所述驱动轴。

25. 如权利要求 24 所述的方法，其中所述主轴相对于所述底座转动并且同时所述驱动轴相对于所述主轴转动。

26. 一种微创手术方法，其包括：

通过操纵底座将末端执行器经微创开孔或天然孔口引入病人体内的内部手术部位，其中所述末端执行器相对于所述底座由细长器械轴支撑；

通过相对于所述底座绕器械轴转动轴线转动所述器械轴，使所述末端执行器相对于所述底座转动；并且

通过相对于所述器械轴转动第一驱动轴来用所述末端执行器进行手术任务，使得所述第一驱动轴致动所述末端执行器，所述第一驱动轴相对于所述器械轴绕与所述器械轴转动轴线偏置的第一驱动轴转动轴线转动。

27. 如权利要求 26 所述的方法，其进一步包括通过转动第二驱动轴来致动所述末端执行器，所述第二驱动轴相对于所述器械轴绕与所述器械轴转动轴线偏置的第二驱动轴转动轴线转动。

用于独立转动构件中的平行驱动轴的电动机接口

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 根据美国法典 U.S.C.119(e) 第 35 条，本申请要求美国专利申请 No.61/260,919（于 2009 年 11 月 13 日提交；标题为“Motor Interface For Parallel Drive shafts Within An Independent Rotating Member”）的权益，将结合至此以供参考。本申请还涉及：美国专利申请 No.xx/xxx,xxx（同时提交的；标题为“Wrist Articulation By Linked Pull Rods”）[律师卷号：ISRG 02320/US]、美国专利申请 No.xx/xxx,xxx（同时提交的；标题为“Double Universal Joint”）[律师卷号：ISRG 02340/US]、美国专利申请 No.xx/xxx,xxx（同时提交的；标题为“Surgical Tool Containing Two Degree of Freedom Wrist”）[律师卷号：ISRG 02350/US]、以及美国专利申请 No.xx/xxx,xxx（同时提交的；标题为“End Effector With Redundant Closing Mechanisms”）[律师卷号：ISRG 02330/US]，所有这些申请都结合在此以供参考。

技术领域

背景技术

[0003] 微创手术技术的目的是减少在诊断或手术期间损害的外部组织的数量，由此减少病人的恢复时间、不适以及有害的副作用。因此，使用微创手术技术可以显著地缩短标准手术的平均住院期。而且使用微创手术还可以减少病人的恢复时间、病人不适感、手术副作用以及脱离工作的时间。

[0004] 微创手术的常见形式是内窥镜检查，并且内窥镜检查的常见形式是腹腔镜检查，这是在腹腔内部的微创检查和手术。在标准的腹腔镜手术中，病人的腹部被吹入气体，并且插管套穿过小的（约半英寸或更小）切口以提供腹腔镜仪器的进入端口。

[0005] 腹腔镜手术器械一般包括用于查看手术区的内窥镜（例如，腹腔镜）和用于在手术部位工作的工具。这些工作工具通常类似于在常规（开放式）手术中使用的工具，除了每个工具的工作末端或末端执行器通过延伸管（也称为，例如器械轴或主轴）与其手柄隔开。该末端执行器可以包括例如：夹具、抓握器、剪刀、订合器、烧灼工具、线性切割器或持针器。

[0006] 为了进行手术程序，外科医生将工作工具穿过多个插管套到达内部手术部位并从腹部外面操纵它们。外科医生从监视器查看程序，该监视器显示从内窥镜获取的手术部位的图像。类似的内窥镜技术用于例如关节镜检查、腹膜后腔镜检查、盆腔镜检查、肾镜检查、膀胱镜检查、脑池内视镜检查（cisternoscopy）、窦镜检查、子宫镜检查、尿道镜检查等等。

[0007] 微创远程手术机器人系统正发展为增加在内部手术部位上工作时外科医生的灵活性，以及允许外科医生从远程位置（无菌场所外）对病人进行手术。在一个远程手术系统中，通常在控制台上给外科医生提供手术部位的图像。在适当的查看器或显示器上查看手术部位的三维图像时，外科医生通过操纵该控制台的主要输入或控制装置而对病人进行手术程序。每个主要输入装置都控制了机械伺服式致动 / 铰接的手术器械的移动。在手术程序中，该远程手术系统可以响应于这些主要输入装置的操纵而对具有末端执行器的多种手

术器械或工具提供机械致动和控制，这些末端执行器为外科医生执行不同的功能，例如，保持或驱动针、抓握血管、解剖组织或类似功能。

[0008] 这些末端执行器的操纵和控制是机器人手术系统的一个特别有益的方面。出于这个原因，希望提供这样的手术工具，该手术工具包括多个机构，这些机构提供末端执行器的三个旋转运动度以模仿外科医生腕部的自然动作。这样的机构应该被适当地定制以便用于微创手术程序中，并且在设计上相对简单以便减少可能的故障点。此外，这样的机构应该提供足够的移动范围以允许在多种位置操纵末端执行器。

[0009] 非机器人线性夹紧、切割和订合装置已经被用在许多不同的手术程序中。例如，这一装置可以被用来从胃肠道切除癌组织或异常组织。遗憾的是，包括已知的线性夹紧、切割和订合装置在内的许多已知的手术装置通常具有可能难以在病人体内操作的相对夹爪。对于具有在病人体内可操作的相对夹爪的已知装置，这样的装置可能在某些手术应用（例如，组织夹紧、组织订合、组织切割等等）中没有产生足够的夹紧力，这可能降低手术装置的有效性。

[0010] 因此，认为存在着对手术末端执行器的可操作性的改进的需求，特别是就微创手术而言。此外，认为存在着对于具有高致动力（例如高的夹紧力）的手术末端执行器的需要。

发明内容

[0011] 提供了机构、组件、系统、工具以及方法，其中的许多将偏置驱动轴的使用结合在独立转动的构件之中。这样的机构、组件、系统、工具以及方法可以特别有益于用在手术中，例如用在微创手术中、微创机器人手术中以及其他类型的手术中。结合被安装用于在可独立转动的器械轴中转动的偏置驱动轴，允许显著的致动动力被传递至末端执行器，同时使器械轴的中心区域可用于布置其他部件，例如控制缆线、控制线、导管或其他这样的部件。驱动轴致动可以被用来铰接和／或定向末端执行器，例如以便可选地以有限的响应速率提供相对高的期望夹紧力，例如用于切割或订合。当期望更高的响应速率时，例如当远程手术时抓握和操纵组织时，缆线致动可以被用于末端执行器的相对较低的力的铰接和／或定向。典型的混合缆线／轴致动的系统可以使用高力轴驱动或高响应缆线驱动来选择性地致动单个抓握／治疗夹爪接头。虽然在此披露的各种实施例主要是关于手术应用进行描述的，但相关的机构、组件、系统、工具以及方法可以用于多种应用中，在体内或体外均可，并且用于非手术的应用中。

[0012] 在第一方面，提供了一种包括被安装在转动主轴内的偏置驱动轴的机构。该机构包括底座、被安装为相对于该底座转动的主轴、安装在该主轴内部的第一驱动轴以及与该第一驱动轴啮合的第一驱动元件。该主轴包括近端、远端以及被限定在其间的主轴转动轴线。第一驱动轴与主轴转动轴线偏置。第一驱动元件转动轴线针对第一驱动元件限定，并且当主轴转动时该第一驱动元件转动轴线相对于底座被固定。第一驱动元件转动第一驱动轴。

[0013] 可以使用不同的方法经由第一驱动元件转动第一驱动轴。例如，主轴转动轴线和第一驱动元件转动轴线可以重合。第一驱动元件与第一驱动轴之间的啮合可以允许第一驱动轴相对于底座的轴向移动。第一驱动元件可以通过主轴中的开口与第一驱动轴啮合。第一驱动轴可以包括第二驱动元件，该第二驱动元件从主轴开口伸出并啮合第一驱动元件。

第二驱动元件可以包括外部齿轮齿。第一驱动元件可以包括内部环形齿轮。

[0014] 在许多实施例中，机构包括用于转动主轴的第三驱动元件。例如，具有第三驱动元件转动轴线的第三驱动元件可以啮合主轴。当第三驱动元件转动主轴时，第三驱动元件转动轴线可以相对于底座被固定。

[0015] 在许多实施例中，第二驱动轴被安装在主轴内部并且与主轴转动轴线偏置。具有第四驱动元件转动轴线的第四驱动元件可以与第二驱动轴啮合。当主轴转动时，第四驱动元件转动轴线可以相对于底座被固定。第四驱动元件可以转动第二驱动轴。第四驱动元件可以通过主轴中的开口与第二驱动轴啮合。

[0016] 在许多实施例中，第一驱动轴的支撑被整合到主轴中。例如，主轴可以包括被配置为与支撑第一驱动轴的轴承配合的凹陷，并且该机构可以进一步包括支撑第一驱动轴的轴承。该机构可以进一步包括保持圈用于保持支撑第一驱动轴的轴承。

[0017] 在许多实施例中，末端执行器与主轴的远端联接。末端执行器可以与第一驱动轴和／或第二驱动轴联接。末端执行器可以通过主轴的转动而被转动。第一驱动轴和／或第二驱动轴的转动可以致动末端执行器。

[0018] 在许多实施例中，机构进一步包括控制缆线驱动元件和与该控制缆线驱动元件啮合的控制缆线。控制缆线可以被布置在主轴内在主轴的近端与远端之间。该机构可以进一步包括与控制缆线联接的末端执行器。控制缆线的运动可以致动末端执行器。

[0019] 在另一方面，提供包括被安装在转动主轴内的偏置驱动轴的机器人组件。该机器人组件包括一个底座、被安装成相对于底座转动的主轴、安装在主轴内部的驱动轴、与主轴和驱动轴联接的致动组件以及与主轴联接的末端执行器。主轴包括近端、远端以及被限定在其间的主轴转动轴线。驱动轴与主轴转动轴线偏置。致动组件可操作以使主轴相对于底座独立地转动，并且使驱动轴相对于主轴转动。末端执行器包括与驱动轴联接的轴驱动机构。

[0020] 在许多实施例中，机器人组件进一步包括第二驱动轴，该第二驱动轴被安装在主轴内部并且与主轴转动轴线偏置。致动组件可以进一步可操作以使第二驱动轴相对于主轴独立地转动。末端执行器可以进一步包括与第二驱动轴可操作地联接的第二轴驱动致动机构。

[0021] 在许多实施例中，机器人组件进一步包括与末端执行器联接的控制缆线。该控制缆线可以被布置在主轴中在该主轴的近端与远端之间。该控制缆线的运动可以致动末端执行器。

[0022] 在另一方面，提供包括被安装在转动主轴内的偏置驱动轴的机器人系统。该机器人系统包括：底座；被安装成相对于底座转动的主轴；安装在主轴内部的第一驱动轴；安装在主轴内部的第二驱动轴；与主轴、第一驱动轴以及第二驱动轴联接的致动组件；控制器；以及末端执行器，其与主轴联接使得末端执行器由主轴的转动而被转动。主轴包括近端、远端以及被限定在其间的主轴转动轴线。第一驱动轴和第二驱动轴与主轴转动轴线偏置。控制器包括输入端和输出端。该输入端与输入装置联接以接收来自该输入装置的至少一个输入信号。该输出端与致动组件联接以将至少一个控制信号输出给致动组件。控制器包括处理器和实体介质，该实体介质包含多个指令，这些指令在被执行时致使该处理器响应于至少一个输入信号而产生至少一个控制信号，使得输入装置可以被使用者用来相对于底座独

立地转动主轴、相对于主轴转动第一驱动轴以及相对于主轴转动第二驱动轴。末端执行器包括与第一驱动轴联接的第一轴驱动机构以及与第二驱动轴联接的第二轴驱动致动机构。

[0023] 在许多实施例中，致动组件包括另外的部件。例如，致动组件可以包括与第一驱动轴和控制器联接的第一电动机。致动组件可以包括与第二驱动轴和控制器联接的第二电动机。致动组件可以包括与主轴和控制器联接的主轴电动机。致动组件可以包括与第一电动机和控制器联接的第一编码器。第一编码器可以响应于第一电动机的位置而输出第一电动机位置信号至控制器。致动组件可以包括与第二电动机和控制器联接的第二编码器。第二编码器可以响应于第二电动机的位置而输出第二电动机位置信号至控制器。致动组件可以包括与主轴电动机和控制器联接的主轴编码器。主轴编码器可以响应于主轴电动机的位置而输出主轴位置信号至控制器。

[0024] 在许多实施例中，机器人系统进一步包括与末端执行器联接的控制缆线。该控制缆线可以被布置在主轴中在主轴的近端与远端之间。控制缆线的运动可以致动末端执行器。

[0025] 在另一方面，提供包括被安装在转动主轴内的偏置驱动轴的机器人工具。该机器人工具被配置为安装在操纵器上，该操纵器具有带有第一、第二和第三驱动元件的工具接口。该机器人工具包括：能可释放地安装至该工具接口的近端工具底盘；具有远端自由度和轴驱动致动机构的远端执行器；主轴，该主轴具有与底盘相邻的近端、与末端执行器相邻的远端、在其间延伸的孔以及在近端的远侧的侧向开口；以及混合缆线／轴驱动系统，当底盘被安装至工具接口时，该混合缆线／轴驱动系统将工具接口的驱动元件可操作地联接至末端执行器。第一驱动元件的致动使得主轴以及末端执行器绕主轴转动轴线相对于底盘转动。在主轴的孔内从底盘向远处延伸的缆线将末端执行器的远端自由度联接至第二驱动元件。第一驱动轴通过主轴中的侧向开口将末端执行器的轴驱动致动机构联接至第三驱动元件。第一驱动轴与主轴转动轴线偏置。

[0026] 在另一方面，提供用于通过位于可转动主轴中的偏置驱动轴传递扭矩的方法。该方法包括支撑主轴以相对于底座转动，使得主轴绕主轴转动轴线转动；支撑驱动轴以相对于主轴转动，使得驱动轴绕与主轴转动轴线偏置的驱动轴转动轴线转动；啮合驱动轴与驱动元件，该驱动元件具有当主轴转动时相对于底座被固定的驱动元件转动轴线；相对于底座转动主轴；以及相对于主轴转动驱动元件以便相对于主轴转动驱动轴。在许多实施例中，主轴相对于底座转动并且同时驱动轴相对于主轴转动。

[0027] 在另一方面，提供了一种微创手术方法。该方法包括通过操纵底座而将末端执行器经微创开孔或天然孔口引入病人体内的内部手术部位；相对于底座转动末端执行器；以及通过相对于器械轴转动第一驱动轴使得第一驱动轴致动末端执行器，而用末端执行器来执行手术任务。在该方法中，末端执行器相对于底座被细长器械轴支撑，通过相对于底座绕器械轴转动轴线转动器械轴而使末端执行器相对于底座转动，并且第一驱动轴相对于器械轴绕第一驱动轴转动轴线转动，该第一驱动轴转动轴线与器械轴转动轴线偏置。在许多实施例中，该方法进一步包括通过相对于器械轴转动第二驱动轴来致动末端执行器，第二驱动轴绕与器械轴转动轴线偏置的第二驱动轴转动轴线转动。

[0028] 为了更全面地理解本发明的性质和优点，应该参考接下来的具体实施方式和附图。本发明的其他方面、目的和优点将根据附图以及接下来的具体实施方式而变得清楚。

附图说明

[0029] 图 1 是根据许多实施例的被用来进行手术的微创机器人手术系统的平面视图。

[0030] 图 2 是根据许多实施例的用于机器人手术系统的外科医生控制台的透视图。

[0031] 图 3 是根据许多实施例的机器人手术系统电子仪器推车的透视图。

[0032] 图 4 图解地图示说明了根据许多实施例的机器人手术系统。

[0033] 图 5A 是根据许多实施例的机器人手术系统的病人侧推车(手术机器人)的正视图。

[0034] 图 5B 是机器人手术工具的正视图。

[0035] 图 6 图解地图示说明了根据许多实施例的在可转动主轴内具有两个偏置驱动轴的机器人组件。

[0036] 图 7 图解地图示说明了据许多实施例的图 6 的机器人组件的部件与控制器的整合。

[0037] 图 8 图解地图示说明了根据许多实施例的机器人工具和相关联的机器人系统。

[0038] 图 9 是根据许多实施例的可释放地安装至机器人工具操纵器的机器人工具的透视图。

[0039] 图 10 是根据许多实施例的图 9 的机器人工具的近端的透视图,其示出致动组件。

[0040] 图 11 是根据许多实施例的图 10 的致动组件的横截面的透视图,其图示说明了用来致动第一偏置内部驱动轴的部件。

[0041] 图 12 是透视图,其图示说明了根据许多实施例的图 10 的致动组件的部件,其被用来致动第二偏置内部驱动轴。

[0042] 图 13 是图 10 的致动组件的横截面的透视图,其图示说明了根据许多实施例的各种部件以及末端执行器控制缆线的布线。

[0043] 图 14 是图 10 的致动组件的横截面视图,其图示说明了根据许多实施例的各种部件以及末端执行器控制缆线的布线。

[0044] 图 15A 是根据许多实施例的用来使可转动主轴与近端工具底盘联接的主轴联接配件(fitting)的透视图,其示出了内部安装的偏置驱动轴通过其而被驱动的开口以及被用来转动主轴的外部齿轮齿。

[0045] 图 15B 是根据许多实施例的包括两个内部偏置驱动轴以及相关联的支撑配件的内部子组件的透视图。

[0046] 图 15C 是透视图,其示出了根据许多实施例的图 15A 和 15B 的部件的组合。

[0047] 图 15D 是端视图,其示出了根据许多实施例的图 15A 和 15B 的部件的组合。

[0048] 图 16 是根据许多实施例的具有减少的部件数构型的致动组件的透视图。

[0049] 图 17 是图 16 的致动组件的横截面透视图。

[0050] 图 18A 和 18B 分别是图 16 的致动组件的近端视图和远端视图。

[0051] 图 19 是根据许多实施例的图 16 的致动组件在近端工具底盘内的整合的平面图展示。

[0052] 图 20 是根据许多实施例的手术组件的简化图解展示。

[0053] 图 21 是根据许多实施例的用于通过位于可转动主轴中的偏置驱动轴传递扭矩的方法的流程图。

[0054] 图 22 是根据许多实施例的微创手术方法的流程图。

具体实施方式

[0055] 提供了将偏置驱动轴的使用结合在独立转动构件之中的机构、组件、系统、工具以及方法。这样的机构、组件、系统、工具以及方法可以特别有益于用在手术中，例如用在微创手术中、微创机器人手术中以及其他类型的手术中。虽然在此披露的不同实施例主要是关于手术应用进行描述的，但相关的机构、组件、系统、工具以及方法可以用于多种应用中，在体内和体外均可，并且用于非手术应用中。

[0056] 微创机器人手术

[0057] 现在参见附图，在几个视图中附图中类似的附图标记代表类似的部件，图 1 是微创机器人手术(MIRS)系统 10 的平面图展示，该系统通常用于对躺在手术台 14 上的病人 12 进行微创诊断或手术程序。该系统可以包括在该程序过程中供外科医生 18 使用的外科医生控制台 16。一个或多个助手 20 也可以参与这个过程。该 MIRS 系统 10 可以进一步包括病人侧推车 22（手术机器人)以及电子仪器推车 24。在外科医生 18 通过控制台 16 查看手术部位的同时，病人侧推车 22 可以通过病人 12 体内的一个微创切口操纵至少一个可拆卸地连接的工具组件 26（以下简称为“工具”)。手术部位的图像可以通过内窥镜 28（例如立体内窥镜）获得，其可以由病人侧推车 22 来操纵以便对内窥镜 28 定向。电子仪器推车 24 可以用来处理手术部位的图像用于随后通过外科医生控制台 16 显示给外科医生 18。一次使用的手术工具 26 的数目一般取决于诊断或手术程序以及手术室内的空间限制。如果有必要在程序期间改换在使用的一个或多个工具 26，则助手 20 可以从病人侧推车 22 上移除工具 26 并且用手术室内的托盘 30 上的另一个工具 26 来替换它。

[0058] 图 2 是外科医生控制台 16 的透视图。外科医生控制台 16 包括一个左眼显示器 32 和一个右眼显示器 34，用于给外科医生 18 呈现手术部位的协调的立体视图，该视图能获得深度感知。控制台 16 进一步包括一个或多个输入控制装置 36，该输入控制装置进而使得病人侧推车 22（图 1 中所示）操纵一个或多个工具。输入控制装置 36 将提供与它们的相关联的工具 26（图 1 中所示）相同的自由度，从而为外科医生提供远程呈现或输入控制装置 36 与工具 26 一体的感知，使得外科医生具有直接控制工具 26 的强烈感觉。为此，位置、力以及触觉反馈传感器(未示出)可以用来将来自工具 26 的位置、力和触觉通过输入控制装置 36 传输回外科医生的手上。

[0059] 外科医生控制台 16 通常位于与病人相同的房间以便外科医生可以直接监视这个过程，如果有必要可以亲自上阵，并且直接与助手说话而不是通过电话或其他通信媒介。然而，外科医生可以位于不同的房间内、完全不同的建筑物内或允许远程手术程序(即，在无菌场所外进行手术）的远离病人的其他远程位置。

[0060] 图 3 是电子仪器推车 24 的透视图。电子仪器推车 24 可以与内窥镜 28 联接并且可以包括处理器来处理捕获的图像以便随后例如在外科医生控制台上显示给外科医生、或者显示在位于附近和 / 或远处的另一个适当的显示器上。例如，当使用立体内窥镜时，电子仪器推车 24 可以处理捕获的图像从而为外科医生呈现手术部位的协调的立体图像。这样的协调可以包括相反图像之间的对准，并且可以包括调节立体内窥镜的立体工作距离。作为另一个例子，图像处理可以包括使用之前确定的相机校准参数来对图像捕获装置的成像

误差(如光学像差)进行补偿。

[0061] 图 4 图解地图示说明了机器人手术系统 50（例如图 1 的 MIRS 系统 10）。如以上讨论的，外科医生控制台 52（例如图 1 中的外科医生控制台 16）可以被外科医生用来在微创程序中控制病人侧推车(手术机器人)54（例如图 1 中的病人侧推车 22）。该病人侧推车 54 可以使用成像装置，例如立体内窥镜，来捕获手术部位的图像并且将所捕获的图像输出至电子仪器推车 56（例如图 1 中的电子仪器推车 24）。如以上讨论的，电子仪器推车 56 可以在任何的随后显示之前以多种方式来处理所捕获的图像。例如，在将组合的图像通过外科医生控制台 52 显示给外科医生之前，电子仪器推车 56 可以用虚拟的控制界面覆盖所捕获的图像。病人侧推车 54 可以将所捕获的图像输出以便在电子仪器推车 56 外部进行处理。例如，病人侧推车 54 可以将所捕获的图像输出至处理器 58，该处理器可以用来处理捕获的图像。图像还可以通过电子仪器推车 56 与处理器 58 的组合进行处理，电子仪器推车和处理器可以联接在一起以便共同地、相继地和／或其组合来处理所捕获的图像。一个或多个显示器 60 也可以与处理器 58 和／或电子仪器推车 56 联接，用于原地和／或远程显示图像，例如手术部位的图像或其他相关图像。

[0062] 图 5A 和 5B 分别显示了病人侧推车 22 和手术工具 62。手术工具 62 是手术工具 26 的一个示例。所示的病人侧推车 22 提供了对三个手术工具 26 以及一个成像装置 28 的操纵，例如用于捕获手术部位的图像的立体内窥镜。操纵由具有多个机器人接头的机器人机构提供。成像装置 28 和手术工具 26 可以穿过病人体内的切口来定位和操纵，使得远程运动中心被保持在该切口处从而将该切口的尺寸最小化。手术部位的图像可以包括手术工具 26 的远端被定位在成像装置 28 的视场内时的图像。

[0063] 可转动的轴内的(多个)偏置驱动轴

[0064] 图 6 图解地图示说明了根据许多实施例的在可转动主轴内具有两个偏置驱动轴的机器人组件 70。该机器人组件 70 包括与可转动主轴 74 的远端联接的末端执行器 72，以及与主轴 74 和末端执行器 72 二者联接的致动组件 76。

[0065] 末端执行器 72 包括末端执行器底座、第一致动机构 78、第二致动机构 80 以及(多个)控制缆线机构 82。末端执行器底座可枢转地联接至该可转动主轴 74。第一致动机构 78 和第二致动机构 80 是轴驱动的并且可以用来致动和／或铰接例如夹紧元件、可移动的切割元件、切割和订合装置的多种末端执行器元件和／或装置，或可以用轴驱动机构来致动和／或铰接的另一种适当的末端执行器元件和／或装置。(多个)控制缆线机构 82 还可以用来致动和／或铰接多种末端执行器元件和／或装置，特别是期望快速响应的那些，例如抓握元件、至用来将该末端执行器相对于主轴进行铰接的末端执行器底座腕部的主轴，或可以通过一个或多个控制缆线来致动和／或铰接的另一种适当的元件和／或装置。

[0066] 末端执行器底座与可转动主轴 74 联接，使得主轴 74 绕主轴转动轴线的转动产生末端执行器底座的对应转动。如以上讨论的，独立转动主轴 74 的能力提供了末端执行器相对于不转动的主轴的增大的可操作性，这在某些手术程序中，例如在某些微创手术程序中可以是有益的。末端执行器底座还可以用适当的腕部机构 84 来与可转动主轴 74 联接，该腕部机构提供了额外的末端执行器可操作性。

[0067] 使用两个驱动轴来驱动末端执行器轴驱动的致动机构。第一驱动轴 86 被安装为绕与主轴转动轴线偏置的第一驱动轴转动轴线转动。第一驱动轴 86 与第一致动机构 78 可

操作地联接。同样，第二驱动轴 88 被安装为绕与主轴转动轴线偏置的第二驱动轴转动轴线转动。第二驱动轴 88 与第二致动机构 80 可操作地联接。

[0068] 致动组件 76 与可转动主轴 74、第一驱动轴 86、第二驱动轴 88 以及（多个）控制缆线机构 82 联接。可转动主轴 74 被安装为相对于致动组件 76 的底座转动。致动组件 76 可操作以产生可转动主轴 74 相对于底座的转动。致动组件 76 还可操作以产生可转动主轴 74 相对于底座的转动、第一驱动轴 86 相对于可转动主轴 74 的转动以及第二驱动轴 88 相对于可转动主轴 74 的转动的任意组合。这样，第一致动机构 78 和／或第二致动机构 80 可以通过可转动主轴 74 的转动来独立地和／或同时地被致动。

[0069] 致动组件 76 被配置为提供上述功能，其中第一驱动轴 86 和第二驱动轴 88 可以相对于可转动主轴 74 独立地转动，甚至是在可转动主轴 74 相对于底座转动的过程中。致动组件 76 包括：与主轴编码器 92 和主轴接口 94 联接的主轴电动机 90、与第一编码器 98 和第一接口 100 联接的第一电动机 96、与第二编码器 104 和第二接口 106 联接的第二电动机 102 以及与（多个）控制缆线编码器 110 和（多个）控制缆线接口 112 联接的（多个）控制缆线电动机 108。主轴接口 94 与可转动主轴 74 联接以便将来自主轴电动机 90 的旋转运动传递至可转动主轴 74。主轴电动机 90 可以与底座固定地联接，使得所传递的转动运动导致可转动主轴 74 相对于底座转动。主轴编码器 92 测量主轴电动机 90、主轴接口 94 和／或可转动主轴 74 的取向，并且可以与控制器（在图 6 中未示出）联接，从而为控制器提供所测量的取向。第一接口 100 与第一驱动轴 86 联接从而可操作以在可转动主轴 74 的任何定向和／或转动运动过程中将来自第一电动机 96 的转动运动传递至第一驱动轴 86。第一编码器 98 测量第一电动机 96、第一接口 100 和／或第一驱动轴 86 的取向，并且可以与控制器联接，从而为该控制器提供所测量的取向。第二接口 106 与第二驱动轴 88 联接从而可操作以在可转动主轴 74 的任何定向和／或转动运动过程中将来自第二电动机 102 的转动运动传递至第二驱动轴 88。第二编码器 104 测量第二电动机 102、第二接口 106 和／或第二驱动轴 88 的取向，并且可以与控制器联接，从而为控制器提供所测量的取向。（多个）控制缆线接口 112 与（多个）控制缆线 114 联接，控制缆线 114 与（多个）控制缆线机构 82 可操作地联接。（多个）控制缆线 114 可以布线为容忍可转动主轴 74 的一个范围的转动取向，例如通过布线在主轴转动轴线附近而将由于可转动主轴 74 的转动而造成的控制缆线长度的变化最小化，并且通过被配置为容忍由于主轴 74 的某些转动取向造成的（多个）控制缆线的任意扭绞和／或控制缆线之间的扭绞（例如，通过具有容忍缆线至缆线的摩擦的构造）。（多个）控制缆线编码器 110 测量（多个）控制缆线电动机 108 和／或（多个）控制缆线接口 112 的取向，并且可以与控制器联接，从而为控制器提供所测量的（多个）取向。

[0070] 图 7 是简化的框图，其图示说明了根据许多实施例的机器人组件 70 的部件与控制器 116 的整合。控制器 116 包括至少一个处理器 118，该处理器通过总线子系统 120 与多个外围设备通信。这些外围设备通常包括存储子系统 122。

[0071] 存储子系统 122 维持基本的编程和数据构件，其提供控制器 116 的功能。用于实施以上讨论的机器人组件功能的软件模块通常储存在存储子系统 122 中。存储子系统 122 通常包括存储器子系统 124 和文件储存子系统 126。

[0072] 存储器子系统 124 通常包括多个存储器，该多个存储器包括用于在程序执行过程中存储指令和数据的主随机存取存储器（RAM）128 和其中储存固定的指令的只读存储器

(ROM) 130。

[0073] 文件储存子系统 126 提供对程序和数据文件的永久(非易失的)储存,并且可以包括硬盘驱动器、磁盘驱动器或其他非易失性存储器,例如闪速存储器。例如磁盘驱动器的输入装置可以被用来输入以上讨论的软件模块。可替换地,其他已知的结构可以替代地用来输入软件模块,例如 USB 端口。

[0074] 在本文中,术语“总线子系统”一般用来以便包括用于允许不同部件和子系统如所预期的相互通信的任何机构。总线子系统 120 被示意性地显示为单个总线,但典型的系统具有多个总线,例如局部总线和一个或多个扩展总线(例如 ADB、SCSI、ISA、EISA、MCA、NuBus 或 PCI),以及串行和并行端口。

[0075] 控制器 116 响应于组合的接收信号控制机器人组件 70 的多个部件,该组合的接收信号包括来自(多个)输入控制装置 36 (图 2 中所示)的信号以及来自主轴编码器 92、第一编码器 98、第二编码器 104 以及(多个)控制缆线编码器 110 的信号。所控制的部件包括主轴电动机 90、第一电动机 96、第二电动机 102 以及(多个)控制缆线电动机 108。另外的部件(未示出),例如数字 / 模拟转换器,可以用来使部件与控制器 116 配合。

[0076] 图 8 是简化的框图,其图示说明了根据许多实施例的机器人手术工具 132 在机器人手术系统内的整合。工具 132 包括近端工具底盘 134,该底盘被配置为能可释放地安装在操纵器 136 上,该操纵器具有被配置为与近端工具底盘 134 配合的工具接口。工具 132 进一步包括细长主轴 74,该细长主轴被安装为当被主轴电动机转动时相对于近端工具底盘 134 转动,如以上讨论的。末端执行器 140 与主轴 74 的远端联接,以便随着主轴转动。主控制系统 142 与操纵器 136 可操作地联接。辅助控制系统 144 也可以与操纵器 136 可操作地联接。主控制系统 142 与辅助控制系统 144 的组合可以用来通过操纵器 136 控制工具 132 的所有可能的铰接。例如,辅助控制系统 144 可以控制用于第一驱动轴的转动和第二驱动轴的转动的驱动电动机。主控制系统 142 可以控制用于主轴的转动的驱动电动机和(多个)控制缆线驱动电动机。这样的辅助控制器可以用来补充现有的机器人手术系统构型,从而允许使用之前公开的具有布置在独立转动的主轴内的一个或多个偏置驱动轴的机器人工具。

[0077] 图 9 是根据许多实施例的机器人手术工具 132 的透视图。如以上讨论的,工具 132 包括近端工具底盘 134,该底盘被配置为能可释放地安装在工具操纵器 136 上。可转动主轴 74 将末端执行器 140 与近端工具底盘 134 联接。

[0078] 图 10 是图 9 的近端工具底盘 134 (无盖子)的透视图,其示出了根据许多实施例的致动组件 142。致动组件 142 包括用于致动第一偏置驱动轴的第一电动机 96 和用于致动第二偏置驱动轴的第二电动机 102。以上讨论的各种编码器(例如,主轴编码器 92、第一编码器 98、第二编码器 104 以及(多个)控制缆线编码器 110)可以整合在致动组件 142 内。第一电动机 96 与一组电连接销 144 联接,该组电连接销 144 被配置为与匹配的电连接件联接,该电连接件与用于选择性驱动第一电动机 96 的控制器联接。同样,第二电动机 102 与一组电连接销 146 联接,该组电连接销 146 被配置为与匹配的电连接件联接,该电连接件与用于选择性驱动第二电动机 102 的控制器联接。

[0079] 图 11 是图 10 的致动组件 142 的横截面透视图,其图示说明了根据许多实施例的用来致动第一偏置内部驱动轴的部件。第一电动机 96 与第一电动机齿轮 148 转动地联接。第一电动机齿轮 148 啮合并驱动第一联接轴近端齿轮 150,该第一联接轴近端齿轮 150 驱动

第一联接轴 152。偶联轴 152 进而转动第一联接轴远端齿轮 154。第一联接轴远端齿轮 154 啮合第一环形齿轮 156，该第一环形齿轮 156 包括外部齿轮齿 158 和内部环形齿轮齿 160，外部齿轮齿 158 啮合第一联接轴远端齿轮 154。第一环形齿轮 156 被安装为通过第一环形齿轮轴承 162 绕可转动主轴 74 的中线转动。第一驱动轴 86 被安装为绕与可转动主轴转动轴线偏置的第一驱动轴转动轴线转动。第一驱动轴 86 通过两个第一驱动轴支撑轴承 164 而安装至主轴。第一驱动轴 86 与第一驱动轴齿轮 166 联接，该第一驱动轴齿轮 166 包括外部齿轮齿，该外部齿轮齿从主轴联接配件 168 中的开口伸出从而啮合第一环形齿轮 156 的内部齿轮齿 160。在运行中，第一电动机 96 的转动使第一电动机齿轮 148 转动，该第一电动机齿轮 148 使第一联接轴近端齿轮 150 转动，该第一联接轴近端齿轮 150 使联接轴 152 转动，该联接轴 152 使第一联接轴远端齿轮 154 转动，该第一联接轴远端齿轮 154 使第一环形齿轮 156 转动，该第一环形齿轮 156 使第一驱动轴齿轮 166 转动，该第一驱动轴齿轮 166 使第一驱动轴 86 相对于主轴 74 转动。

[0080] 在许多实施例中，致动组件 142 被设计为容纳第一驱动轴 86 的一个范围的轴向运动，例如通过针对第一驱动轴 86 的一个范围的轴向运动设计第一环形齿轮 156 和主轴联接配件 168 中的开口（例如，通过在第一驱动轴 86 的轴向运动的方向上增大开口和环形齿轮 156 的尺寸，超过足以容纳第一驱动轴齿轮 166 的伸出的齿轮齿的尺寸，由此允许第一驱动轴齿轮 166 相对于第一环形齿轮 156 的内部环形齿轮齿轴向滑动）。第一驱动轴 86 的这种轴向运动可以发生在末端执行器底座相对于主轴铰接的过程中，其中末端执行器底座绕与第一驱动轴 86 的中线偏置的腕部轴线转动。

[0081] 图 11 还图示说明了根据许多实施例的用来致动第二偏置内部驱动轴 88 的致动部件。第二驱动轴 88 被安装为绕与可转动主轴转动轴线偏置的第二驱动轴转动轴线转动。第二驱动轴 88 通过第二驱动轴支撑轴承 170 安装至主轴。第二驱动轴 88 与第二驱动轴齿轮 172 联接，第二驱动轴齿轮 172 包括外部齿轮齿，该外部齿轮齿从主轴联接配件 168 中的开口伸出从而啮合第二环形齿轮 174 的内部环形齿轮齿。第二环形齿轮 174 被安装为通过第二环形齿轮轴承 175 绕可转动主轴 74 的中线转动。如以上关于第一驱动轴所讨论的，致动组件 142 也可以被设计为容纳第二驱动轴 88 的一个范围的轴向运动，例如通过针对第二驱动轴 88 的一个范围的轴向运动设计第二环形齿轮 174 和主轴联接配件 168 中的开口。

[0082] 图 12 是透视图，其图示说明了根据许多实施例的图 10 的致动组件 142 的部件，该部件被用来致动第二偏置内部驱动轴。第二电动机 102 与第二电动机齿轮 176 转动地联接。第二电动机齿轮 176 啮合并驱动第二联接轴近端齿轮 178，该第二联接轴近端齿轮 178 驱动第二联接轴 180。第二偶联轴 180 进而转动第二联接轴远端齿轮 182。第二联接轴远端齿轮 182 啮合第二环形齿轮 174，该第二环形齿轮 174 包括外部齿轮齿和内部环形齿轮齿，该外部齿轮齿啮合第二联接轴远端齿轮 182。第二环形齿轮 174 被安装为通过第二环形齿轮轴承绕可转动主轴的中线转动。在运行中，第二电动机 102 的转动使第二电动机齿轮 176 转动，该第二电动机齿轮 176 使第二联接轴近端齿轮 178 转动，该第二联接轴近端齿轮 178 使第二联接轴 180 转动，该第二联接轴 180 使第二联接轴远端齿轮 182 转动，该第二联接轴远端齿轮 182 使第二环形齿轮 174 转动，该第二环形齿轮 174 使第二驱动轴齿轮 172 转动，该第二驱动轴齿轮 172 使第二驱动轴 88 相对于可转动主轴 74 转动。

[0083] 在许多实施例中，主轴联接配件 168 包括与主轴接口 94（未示出）啮合的外部齿

轮齿 184，主轴接口 94 由该主轴电动机 90（未示出）驱动。主轴接口 94 和主轴电动机 90 可以位于工具操纵器 136（图 8 中所示）上，从而当近端工具底盘 134 被安装在工具操纵器 136 上时与该主轴联接配件 168 联接。

[0084] 图 13 是图 10 的致动组件的部件的横截面透视图，其图示说明了根据许多实施例的各种部件和末端执行器控制缆线的布线。近端工具底盘 134 包括底座 186，该底座为不同的部件提供安装底座。主轴联接配件 168 通过两个轴承 188 被安装为相对于底座 186 转动。主轴联接配件 168 支撑可转动主轴 74。主轴 74 具有轴向孔，第一驱动轴 86、第二驱动轴 88 以及两对控制缆线 114 延伸穿过该轴向孔。第一驱动轴 86 和第二驱动轴 88 与主轴联接配件 168 和可转动主轴 74 的中线偏置，这允许控制缆线 114 沿着主轴的中线布置。在许多实施例中，由于末端执行器底座相对于近端底盘底座 186 的相应转动，主轴相对于底座的转动引起控制缆线 114 的扭绞。沿着主轴的中线布置控制缆线 114 可以帮助减小可能与这样的扭绞相关地发生的对控制缆线的操作的有害影响，例如通过减少缆线至缆线的摩擦力和 / 或通过减少相关联的控制缆线的伸长。

[0085] 在许多实施例中，一对控制缆线由常规致动机构致动，例如通过这对控制缆线缠绕在其上的绞盘。这样的常规致动机构可以用来缩回一对控制缆线中的一个控制缆线，而这对中的另一个控制缆线放出相应的量。图 13 图示说明了用于致动第一控制缆线对的第一绞盘 190 和用于致动第二控制缆线对的第二绞盘 192。

[0086] 在许多实施例中，第一驱动轴 86 通过第一花键联接 194 与第一驱动轴延伸段 200 联接，第一花键联接 194 将第一驱动轴 86 的远端与第一驱动轴延伸段 200 的近端联接。第一花键联接 194 可以用来使得能够使用常规大小的第一驱动轴 86，例如，使得可以在没有过度费用的情况下生产第一驱动轴 86 并且使其更容易组装到整个组件中。第一花键联接 194 还可以提供对于第一驱动轴延伸段 200 的一个范围的轴向运动的适应性，如上面所讨论的，这种轴向运动可能在末端执行器底座相对于主轴铰接的过程中由于第一驱动轴延伸段 200 与主轴中线偏置而发生。同样，第二花键连接 196 可以与第二偏置驱动轴 88 结合使用，并且可以提供类似的益处。

[0087] 图 14 是图 10 的致动组件的部件的横截面视图，其进一步图示说明了根据许多实施例的各种部件和末端执行器控制缆线的布线。第一环形齿轮 156 的内部环形齿轮齿与第一驱动轴齿轮 166 相互作用，使得第一环形齿轮 156 相对于主轴联接配件的转动导致第一驱动轴 86 相对于主轴联接配件的相应转动。第二环形齿轮 174 的内部环形齿轮齿与第二驱动轴齿轮 172 相互作用，使得第二环形齿轮 174 相对于主轴联接配件的转动导致第二驱动轴 88 相对于主轴联接配件的相应转动。

[0088] 图 15A 是根据许多实施例的主轴联接配件 168 的透视图。主轴联接配件 168 包括多个开口、槽缝、紧固件孔以及外部齿轮齿。第一开口 206 容纳第一驱动轴齿轮 166 的伸出的齿轮齿。第二开口 208 容纳第二驱动轴齿轮 172 的伸出的齿轮齿。第三开口 210 容纳用来支撑第二驱动轴的近端的驱动轴轴承支撑配件的伸出元件。提供了容纳驱动轴支撑轴承安装紧固件的多个紧固件孔 212。在许多实施例中，主轴联接配件 168 包括对称的元件从而允许第一和第二驱动轴的可逆安装。外部齿轮齿 184 被用来相对于近端工具底盘的底座转动主轴联接配件 168。两个槽缝 214 容纳第一花键联接 194 和第二花键联接 196。

[0089] 图 15B 是根据许多实施例的包括这两个内部偏置驱动轴和相关联的支撑轴承安

装部件的内部子组件的透视图。第一驱动轴近端部分 198 和第二驱动轴近端部分 202 被容纳在由四个内部支撑配件 216 支撑的轴承内。四个内部支撑配件 216 通过对应的四个外部支撑配件 218 被保持在主轴联接配件 168 内的位置，外部支撑配件通过每个配件对的两个紧固件 220 与内部支撑配件 216 联接。

[0090] 图 15C 和 15D 是示出根据许多实施例的图 15A 和 15B 的部件的组合的视图。图 15C 是该组合的透视图并且图 15D 示出端视图，其示出紧固件 220、外部齿轮齿 184、外部支撑配件 218、第一驱动轴齿轮 166、第二驱动轴齿轮 172、两个内部支撑配件 216 以及保持圈 222，该保持圈被用来将第二驱动轴近端相对于内部支撑配件 216 固定。位于相邻的内部支撑配件 216 之间的中心空间 224 容纳控制缆线的布线(未示出)。

[0091] 可以使用替代的途径来支撑偏置内部驱动轴。例如，图 16 是具有减少部件数构型的致动组件 230 的透视图。致动组件 230 提供以上描述的两个偏置驱动轴 86、88 的独立致动，但去除了用来支撑两个偏置驱动轴 86、88 的一些上述部件。致动组件 230 包括上述部件中的一些，例如第一驱动轴 86（在视图中隐藏)、第二驱动轴 88、第一环形齿轮 156 以及第二环形齿轮 174。致动组件 230 包括主轴联接配件 168A，主轴联接配件 168A 配置有用于驱动轴支撑轴承的整体支撑件。与上述主轴联接配件 168 类似，主轴联接配件 168A 包括用于与上述主轴接口 94（未示出）啮合的内部齿轮齿 184。

[0092] 图 17 是致动组件 230 的横截面透视图，其图示说明了用于驱动轴轴承的支撑件整合到主轴联接配件 168A 中的细节。主轴联接配件 168A 配置有外部可进入的凹陷 232、234、236，这些凹陷与第一驱动轴支撑轴承 164A、164B 以及第二驱动轴支撑轴承 170A、170B 配合。保持圈 244、246 被用来将支撑轴承 164A、164B 保持在凹陷 234 内。保持圈 240、242 被用来将支撑轴承 170A、170B 保持在凹陷 236 内。布置在远侧的凹陷 232 被成形为容纳第一驱动轴 86 的远端。布置在近侧的凹陷 234 被成形为支撑布置在近侧的支撑轴承 164A、164B 并且容纳第一驱动轴 86 的近端。主轴联接配件 168A 包括孔 238，孔 238 被配置为滑动地接收并容纳第一驱动轴 86。布置在远侧的凹陷 236 被成形为支撑支撑轴承 170A、170B 并且容纳第二驱动轴 88。

[0093] 第一驱动轴 86 可以使用以下组装顺序组装到致动组件 230 中。首先，将支撑轴承 164A 置于其安装位置中。然后将保持圈 244 从主轴联接配件 168A 的近端移动至其安装位置中。然后将包括第一环形齿轮 156 和第一环形齿轮轴承 162 的子组件从主轴联接配件 168A 的近端移动至其安装位置中。然后通过拧动第一驱动轴 86 的远端穿过支撑轴承 164A 并且穿过孔 238 来安装第一驱动轴 86。然后将支撑轴承 164B 沿凹陷 234 滑动进入其安装位置中。最后，将保持圈 246 从主轴联接配件 168A 的近端移动至其安装位置中。可以使用类似的顺序来将第二驱动轴 88 安装到该致动组件 230 中。

[0094] 图 18A 和 18B 分别是致动组件 230 的近端和远端视图。图 18A 示出相对于近侧凹陷 234 和第一驱动轴 86 而言位于近侧的支撑轴承 164B。保持圈 240、242、244、246 被局部成形为分别容纳支撑轴承 170A、170B、164A、164B。图 18B 示出第一驱动轴 86 和第二驱动轴 88 的远端、主轴联接配件 168A 内的相关凹陷 234、236 以及布置在凹陷 236 中的支撑轴承 170A。

[0095] 图 19 是根据许多实施例的致动组件 230 整合在近端工具底盘 250 内的平面图展示。除了支撑和致动致动组件 230 之外，近端工具底盘 250 进一步包括用于布置在可转动

主轴内的三对控制缆线的致动和布线部件。

[0096] 图 20 是根据许多实施例的手术组件 260 的简化透视图解展示。手术组件 260 包括近端致动机构 262、可转动主轴 264、末端执行器 266 以及腕部机构 268。末端执行器 266 可以包括一个或多个轴驱动的机构(例如,夹紧机构、线性切割机构、订合机构)。手术组件 260 还可以包括一个或多个缆线致动的机构,例如,通过腕部机构 268 来相对于主轴铰接末端执行器的底座的缆线致动机构,和 / 或相对于末端执行器底座来铰接末端执行器的一部分的缆线致动机构。近端致动机构 262 可以包括以上讨论的致动机构,用于安装和致动布置在可转动主轴 264 内的一个或多个偏置驱动轴。近端致动机构 262 可以被配置用于多种应用中,例如用作具有对主轴 264 和 / 一个或多个内部驱动轴的转动的手动和 / 或自动致动的手持装置。这样,手术组件 260 可以具有微创机器人手术之外的应用,例如非机器人微创手术、非微创机器人手术、非机器人非微创手术以及使用可转动外部轴内的一个或多个偏置驱动轴将会有益的其他应用。

[0097] 图 21 是根据许多实施例的用于通过位于可转动主轴中的偏置驱动轴传递扭矩的方法 270 的简化流程图。在步骤 272,主轴被支撑为相对于底座转动。在步骤 274,驱动轴被支撑为相对于主轴绕与主轴转动轴线偏置的驱动轴转动轴线转动。在步骤 276,偏置驱动轴与具有相对于底座被固定的转动轴线的驱动元件啮合。在步骤 278,使主轴相对于底座转动。在步骤 280,通过相对于主轴转动驱动元件来使驱动轴相对于主轴转动。方法 270 的这些步骤可以例如使用以上关于图 6 至图 19 所讨论的实施例来实现。

[0098] 图 22 是根据许多实施例的微创手术方法 290 的简化流程图。在步骤 292,将手术工具的末端执行器引入手术部位,例如经微创开口或天然的人体孔口引入内部手术部位。将末端执行器安装至细长器械轴的远端,该细长器械轴被安装为相对于底座转动,使得该末端执行器可以用该器械轴相对于底座转动。末端执行器与第一驱动轴可操作地联接,使得相对于器械轴转动第一驱动轴致动末端执行器第一机构,第一驱动轴被安装为相对于器械轴绕与器械轴转动轴线偏置的第一驱动轴转动轴线转动。在步骤 294,通过转动器械轴来转动末端执行器。在步骤 296,通过致动末端执行器第一机构用末端执行器进行手术任务。

[0099] 在许多实施例中,方法 290 涉及由两个驱动轴致动的末端执行器的使用。多种多样的末端执行器机构都可以进行驱动轴致动。例如,末端执行器可以包括由第一驱动轴致动的夹紧元件。末端执行器可以包括由第二驱动轴致动的可移动切割元件。手术任务可以包括用夹紧元件夹紧组织和用可移动切割元件来切割组织。第二驱动轴可以被安装为相对于器械轴绕与主轴转动轴线偏置的第二驱动轴转动轴线转动。末端执行器可以包括由第二驱动轴致动的切割和订合装置。手术任务可以包括用夹紧元件夹紧组织、用切割和订合装置订合组织以及用切割和订合装置切割组织。

[0100] 应理解的是在此描述的示例和实施例是出于展示的目的,并且建议本领域技术人员根据这些示例和实施例进行各种修改或改变,并且这些修改或改变将包括在本申请的精神和范围以及所附权利要求书的范围之内。大量不同的组合是可能的,并且这样的组合被认为是本发明的一部分。

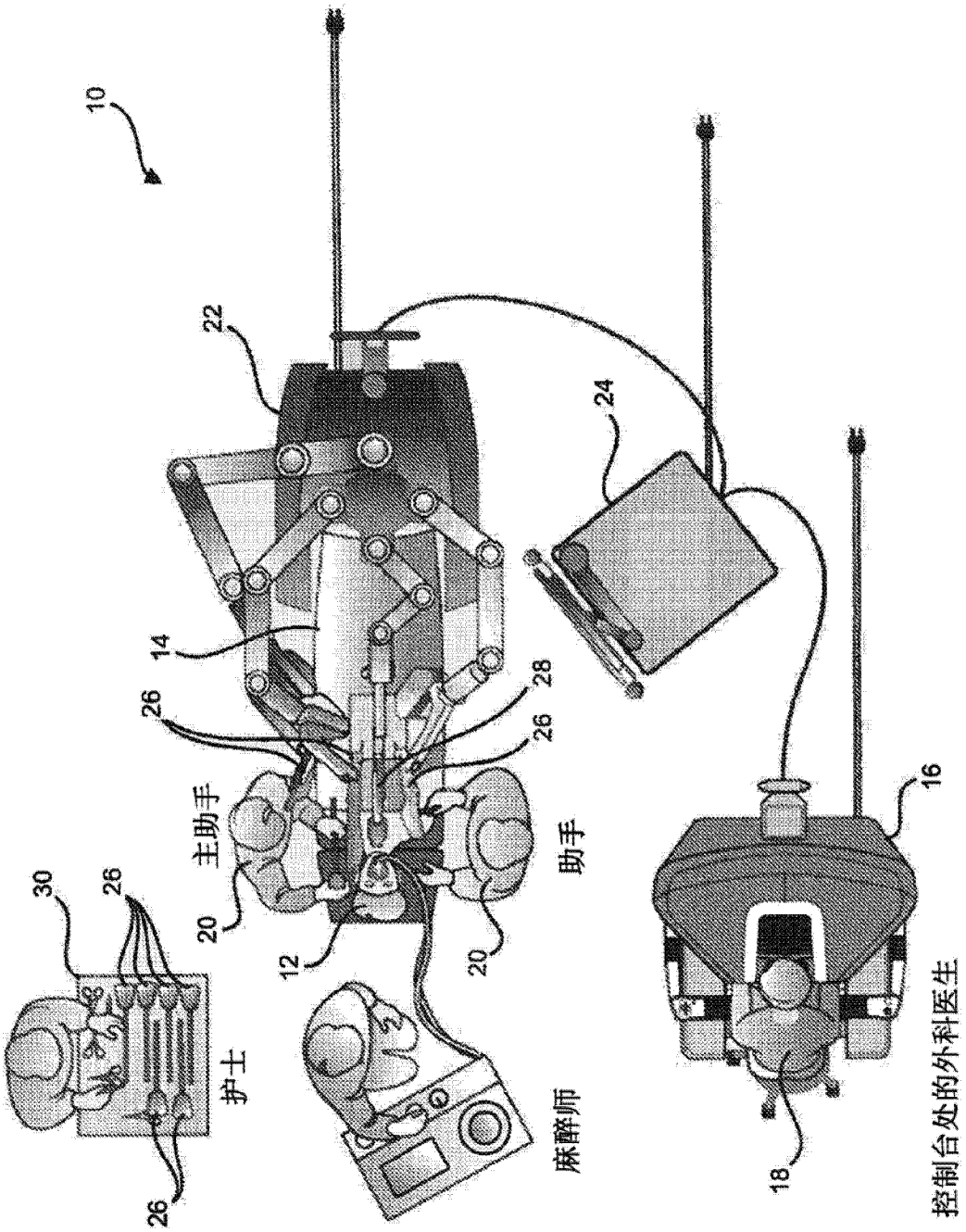


图 1

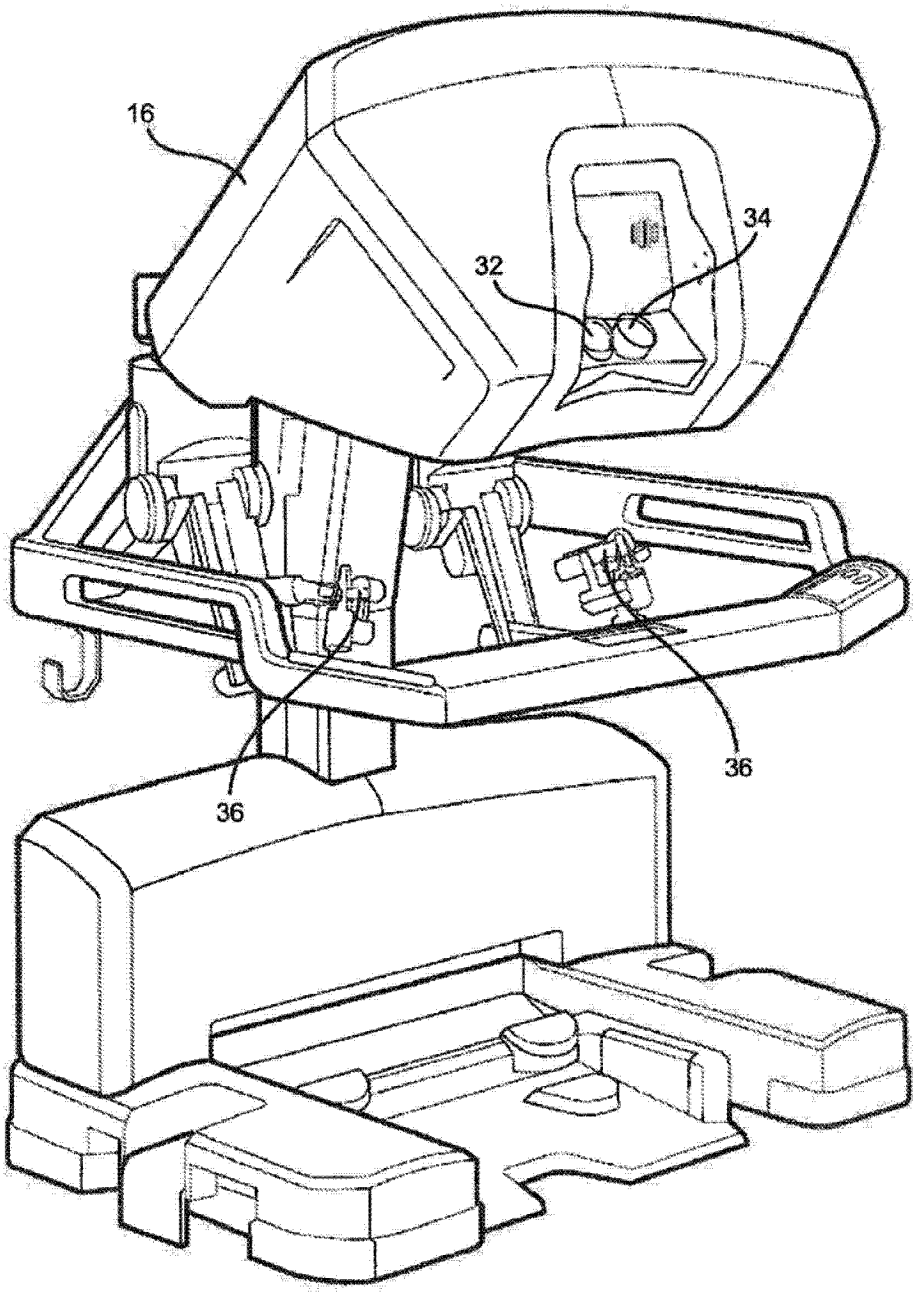


图 2

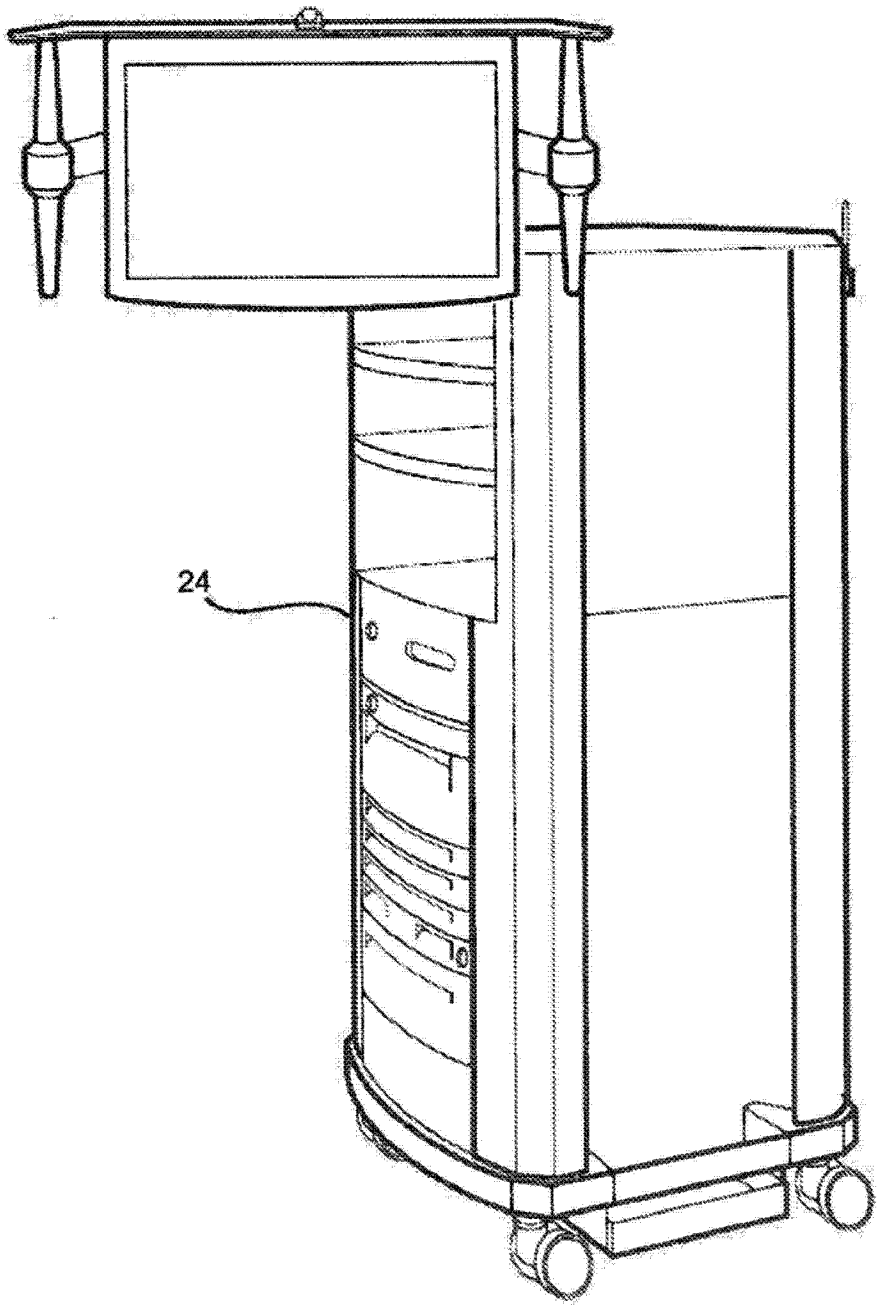


图 3

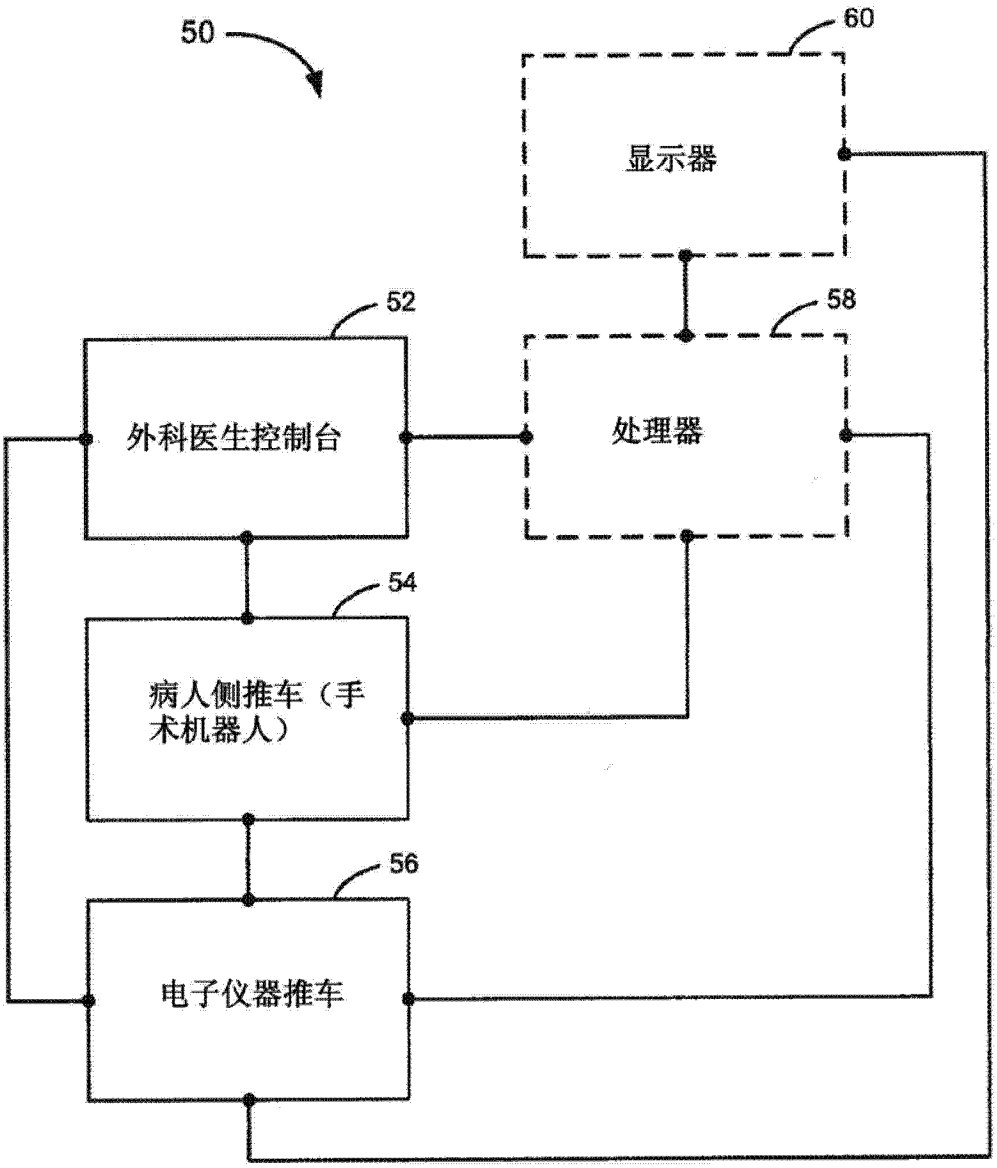


图 4

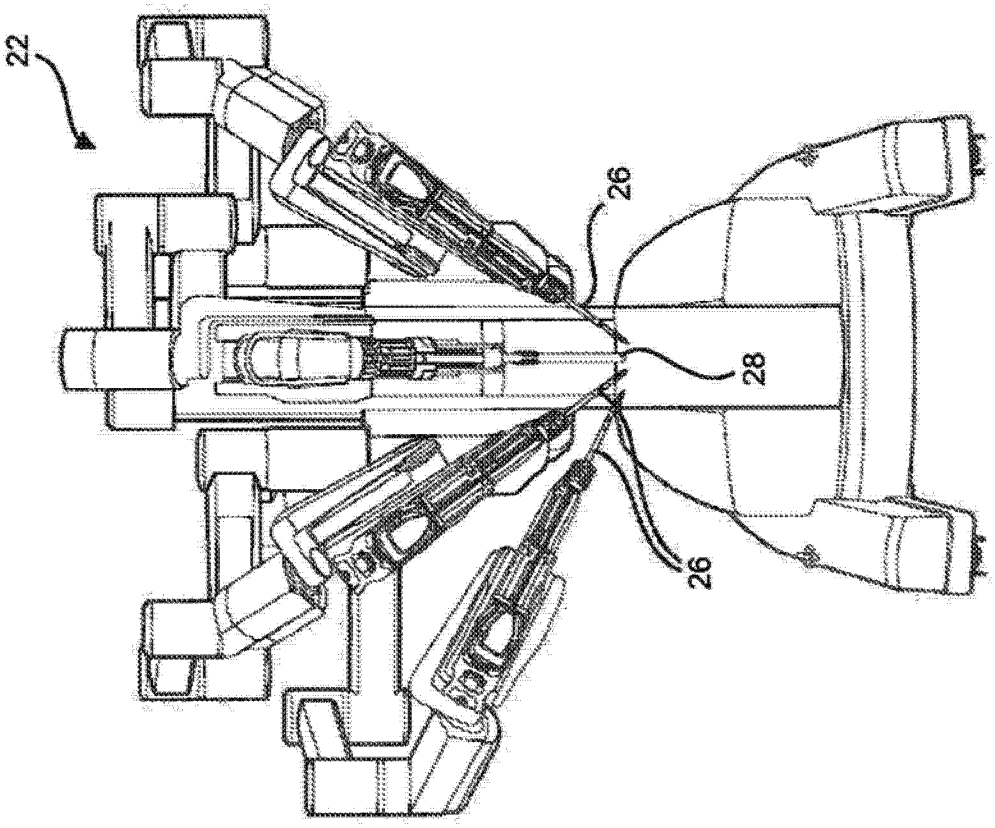


图 5A

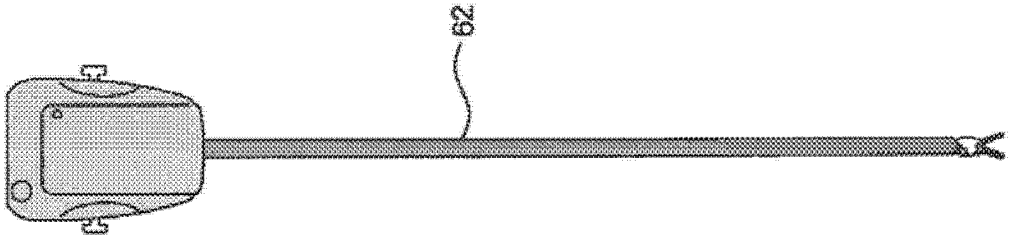


图 5B

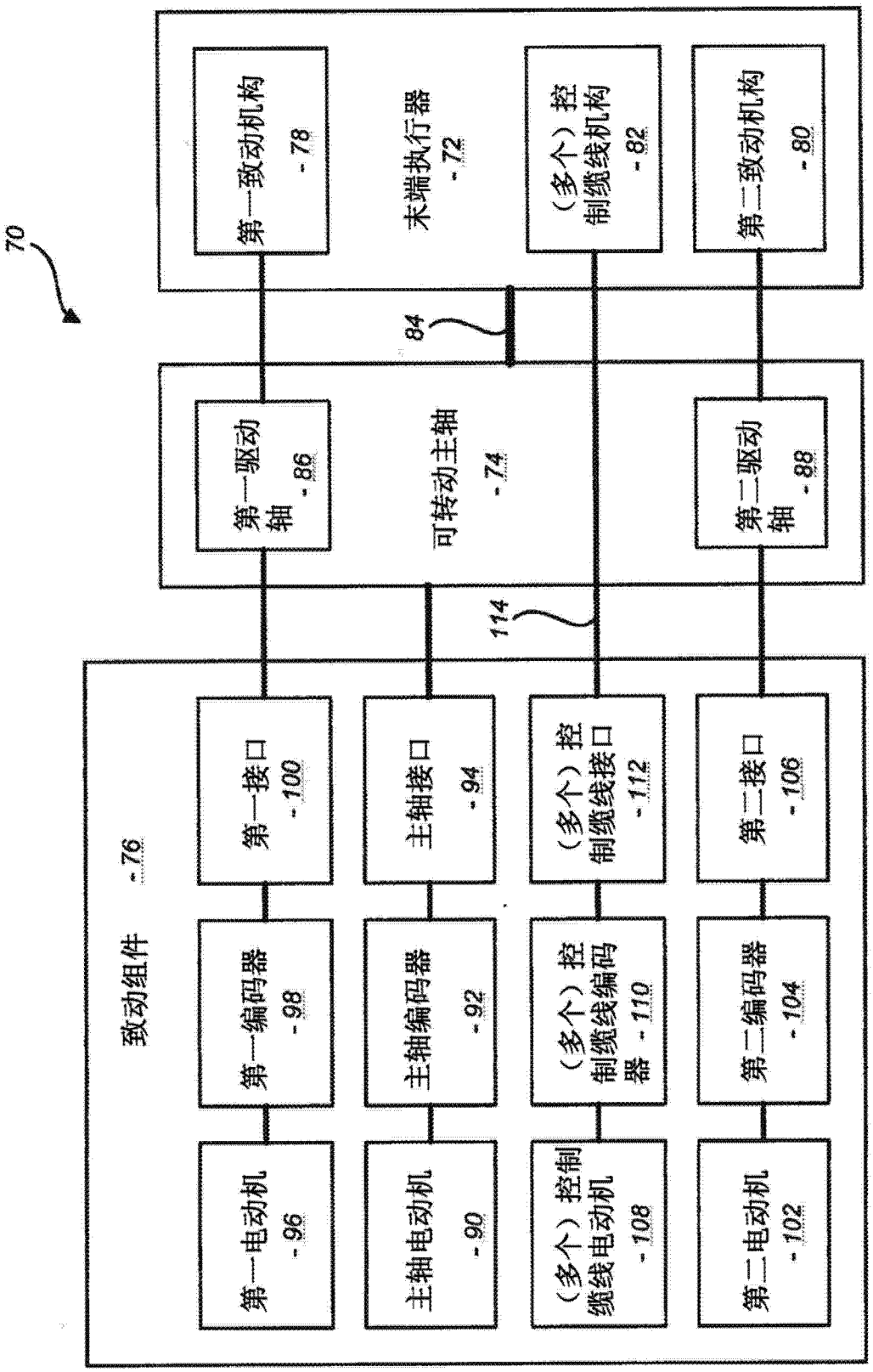

70
第一致动机构 - 78
末端执行器 - 72
（多个）控制缆线机构 - 82
第二致动机构 - 80
84
第一驱动轴 - 86
可转动主轴 - 74
第二驱动轴 - 88
114
致动组件 - 76
第一接口 - 100
主轴接口 - 94
（多个）控制缆线接口 - 112
第二接口 - 106
第一编码器 - 98
主轴编码器 - 92
（多个）控制缆线编码器 - 110
第二编码器 - 104
第一电动机 - 96
主轴电动机 - 90
（多个）控制缆线电动机 - 108
第二电动机 - 102

图 6

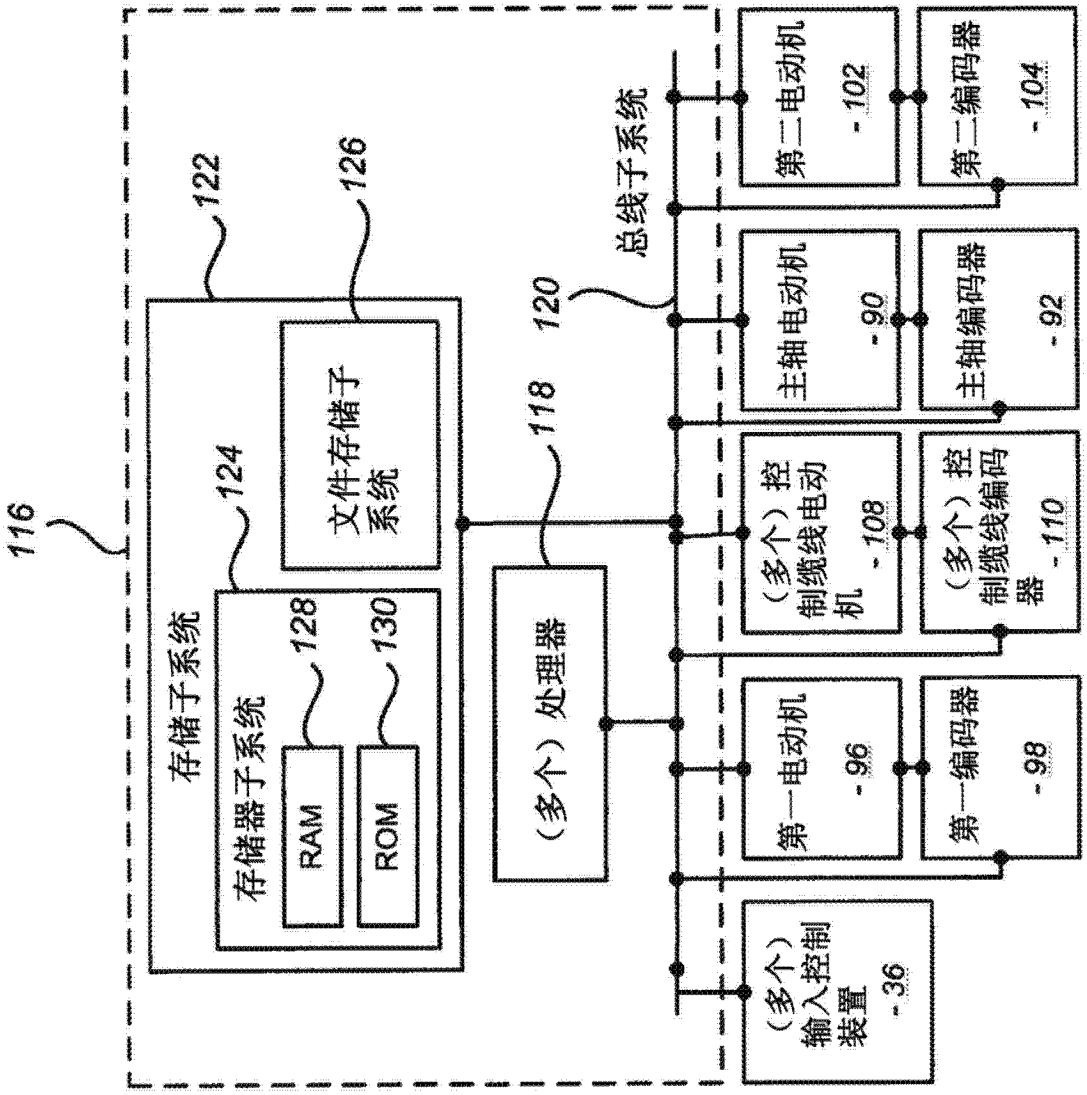

116
122
124
126
128
130
存储子系统
存储器子系统
RAM
ROM
文件存储子系统
118
（多个）处理器
120
总线子系统
第二电动机 - 102
第二编码器 - 104
主轴电动机 - 90
主轴编码器 - 92
（多个）控制缆线电动机 - 108
（多个）控制缆线编码器 - 110
第一电动机 - 96
第一编码器 - 98
（多个）输入控制装置 - 36

图 7

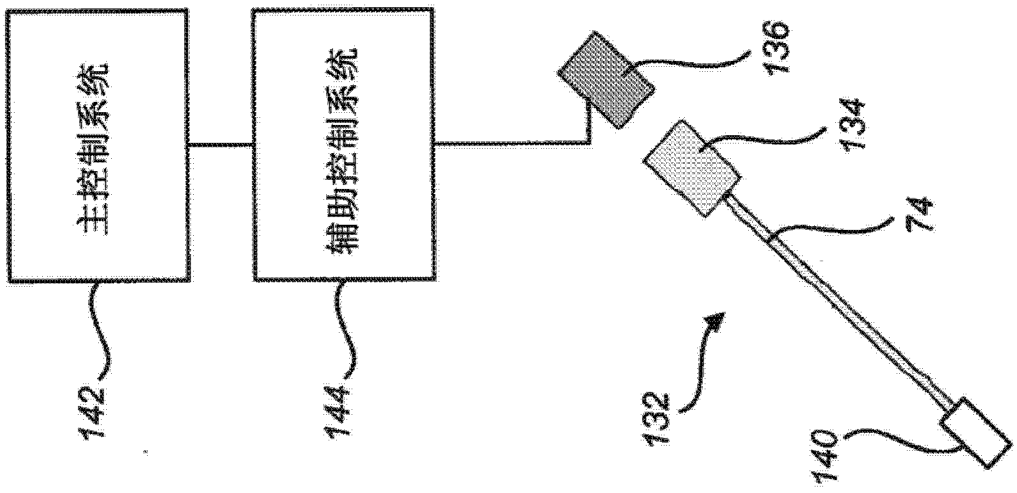


图 8

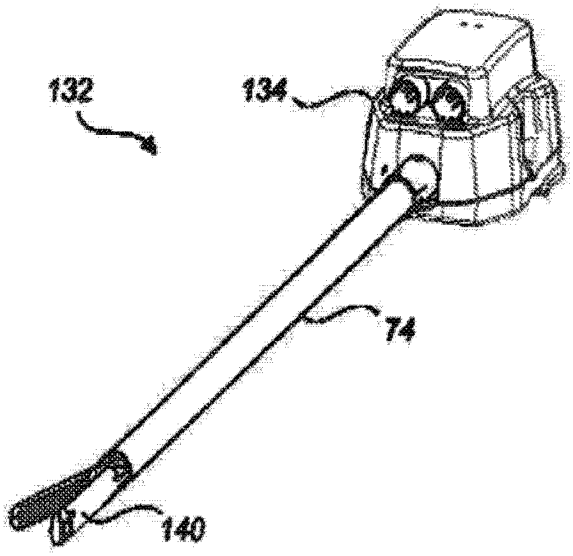


图 9

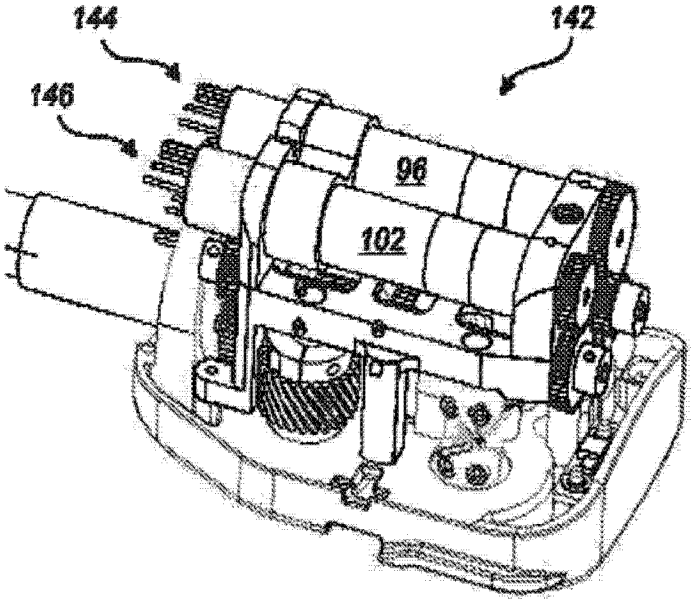

144
142
146
96
102

图 10

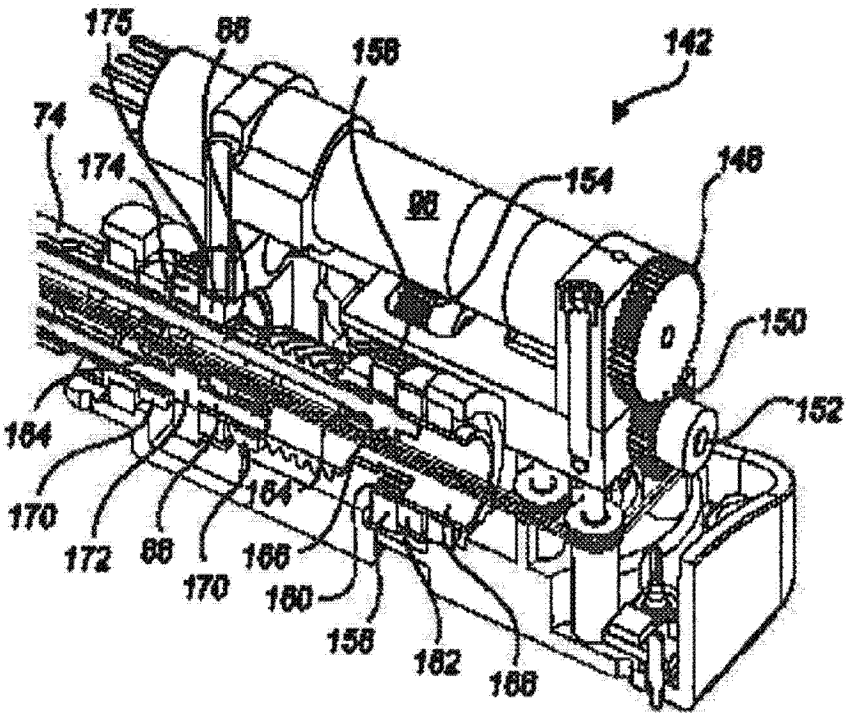

175
86
156
142
74
174
154
146
98
150
152
164
170
172
86
164
166
170
160
156
162
166

图 11

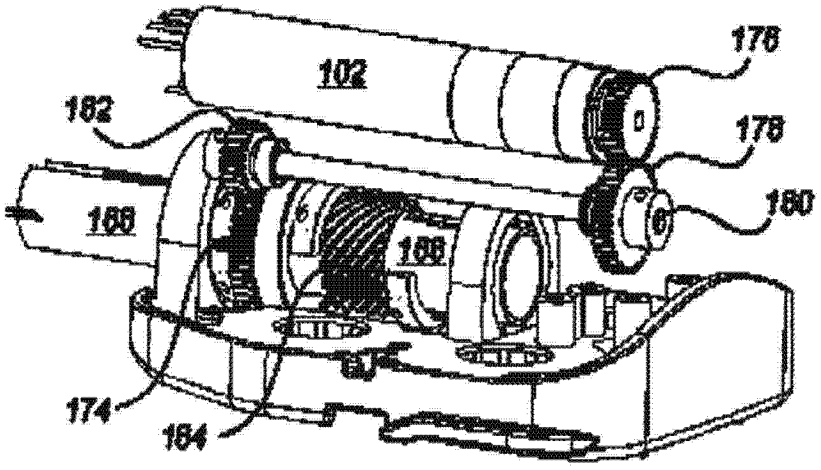


图 12

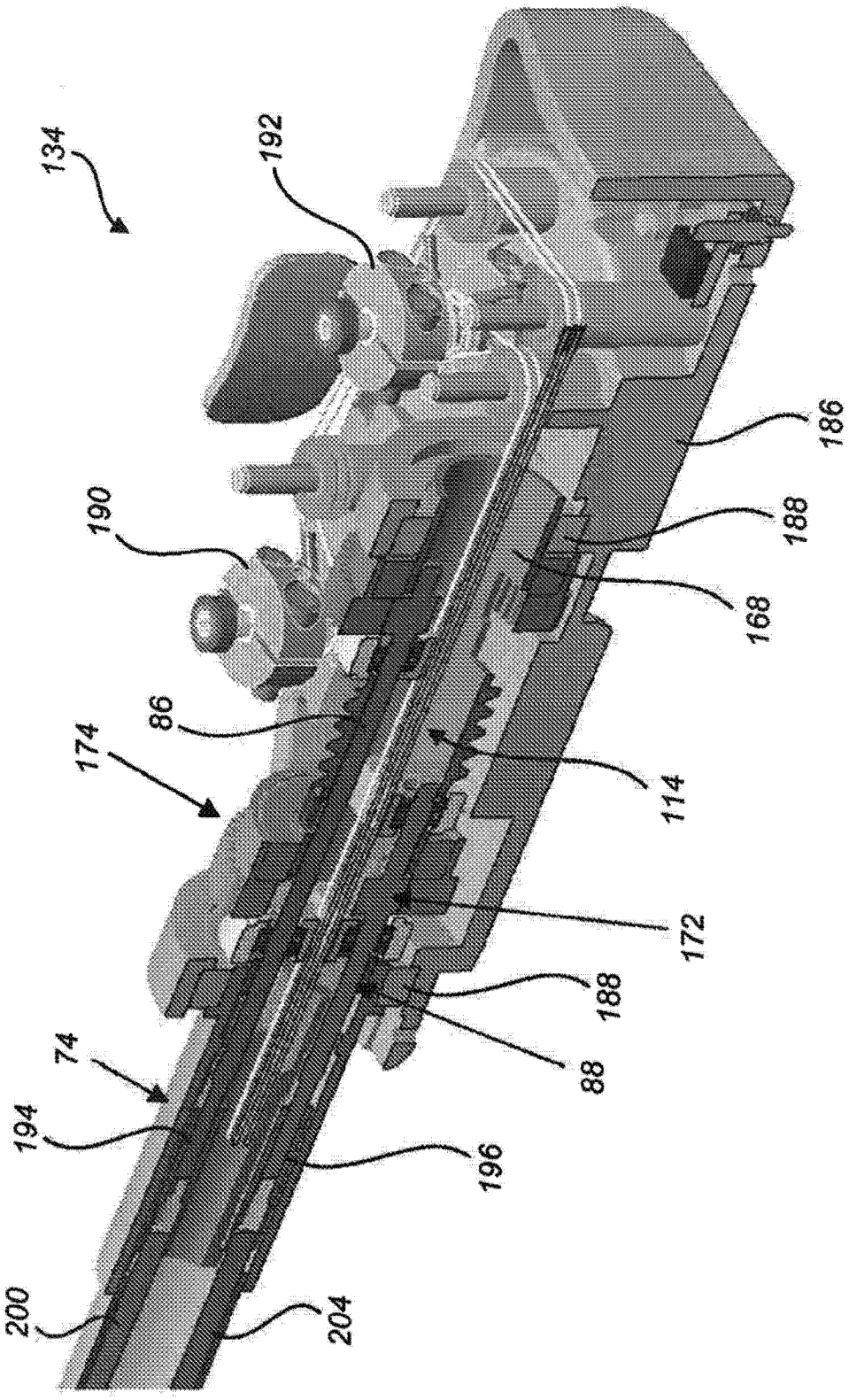


图 13

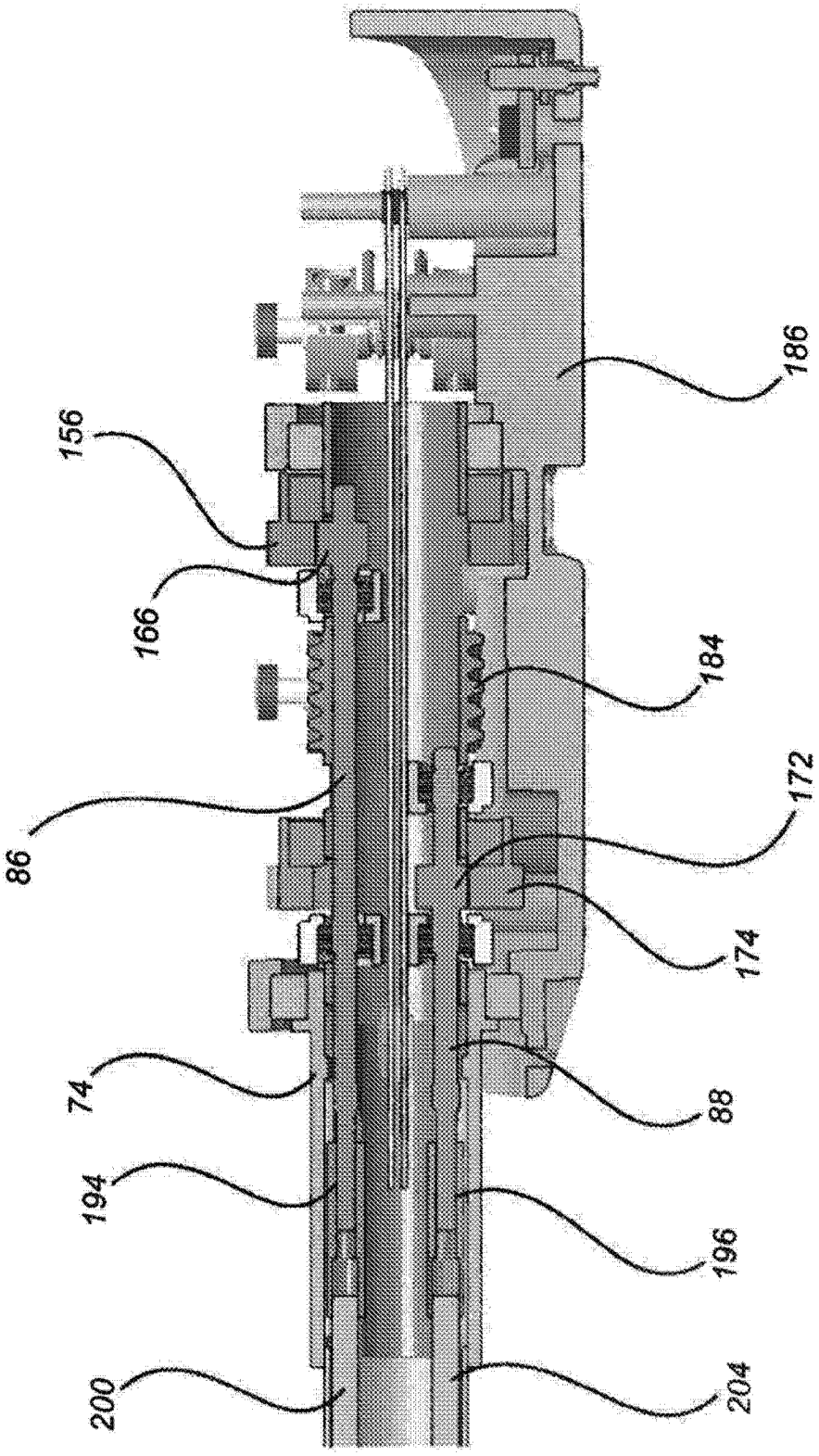


图 14

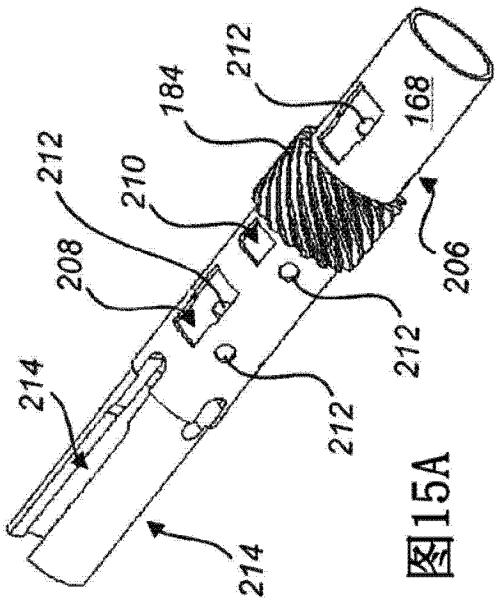


图15A

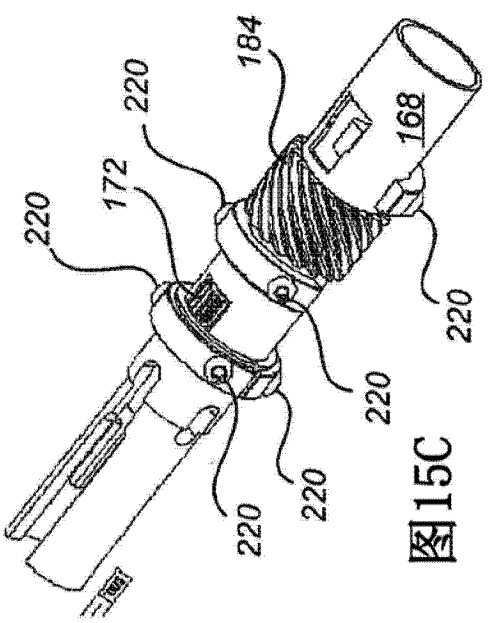


图15C

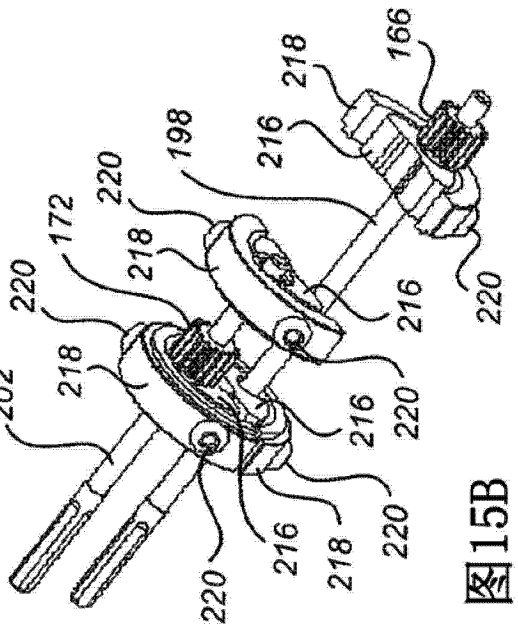


图15B

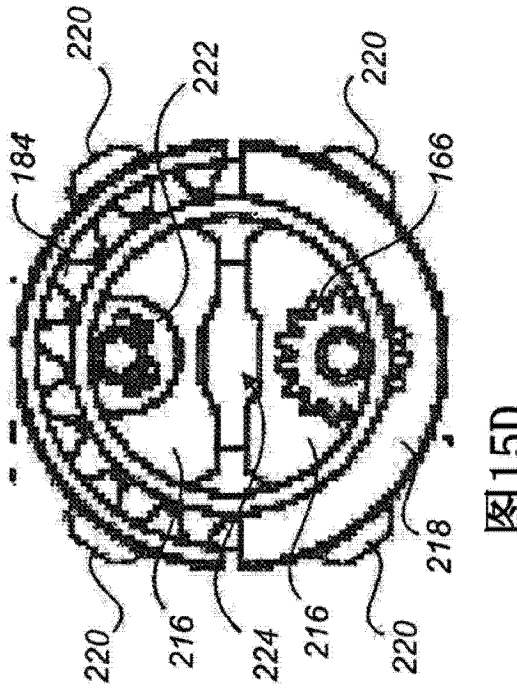


图15D

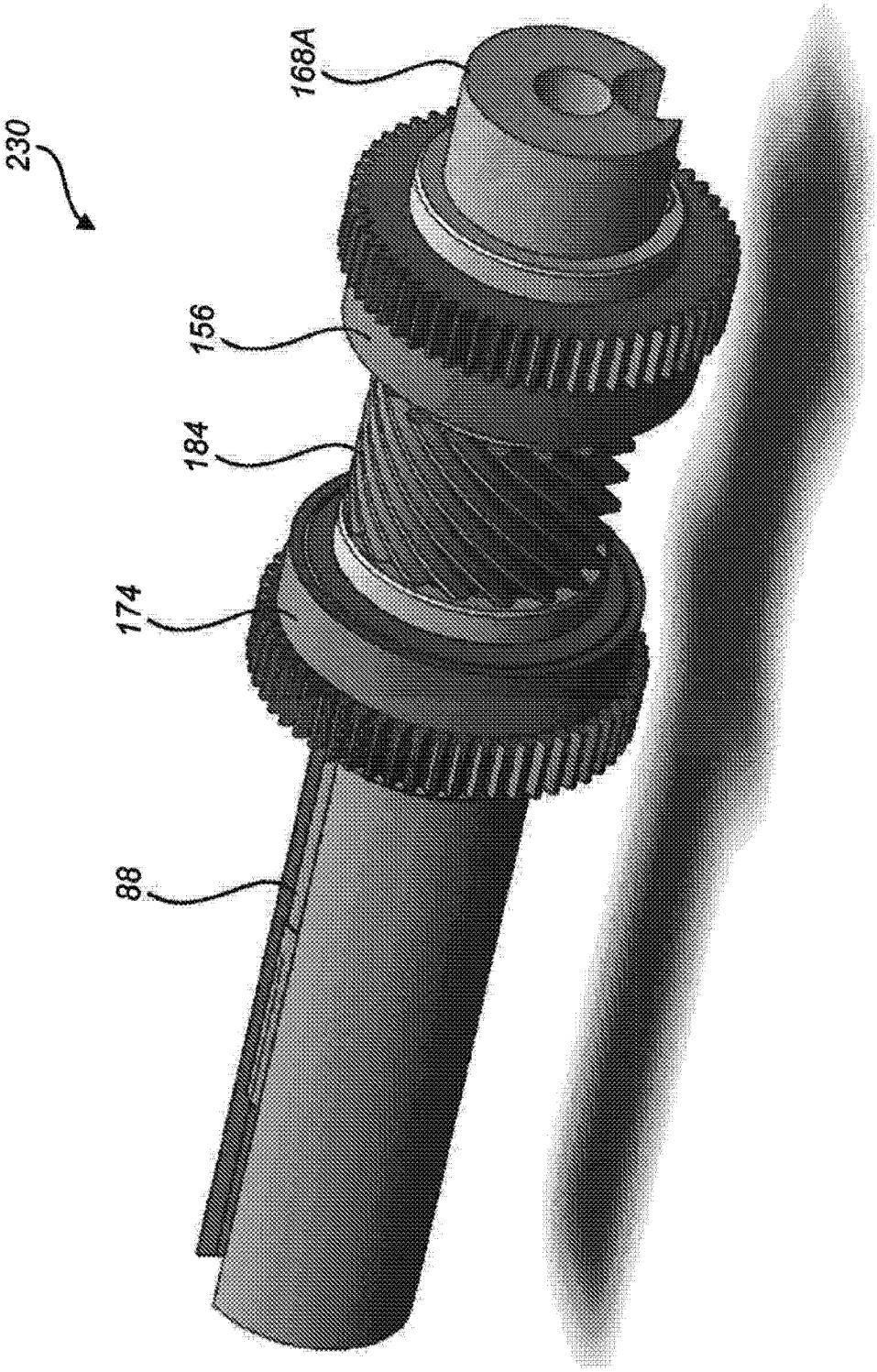


图 16

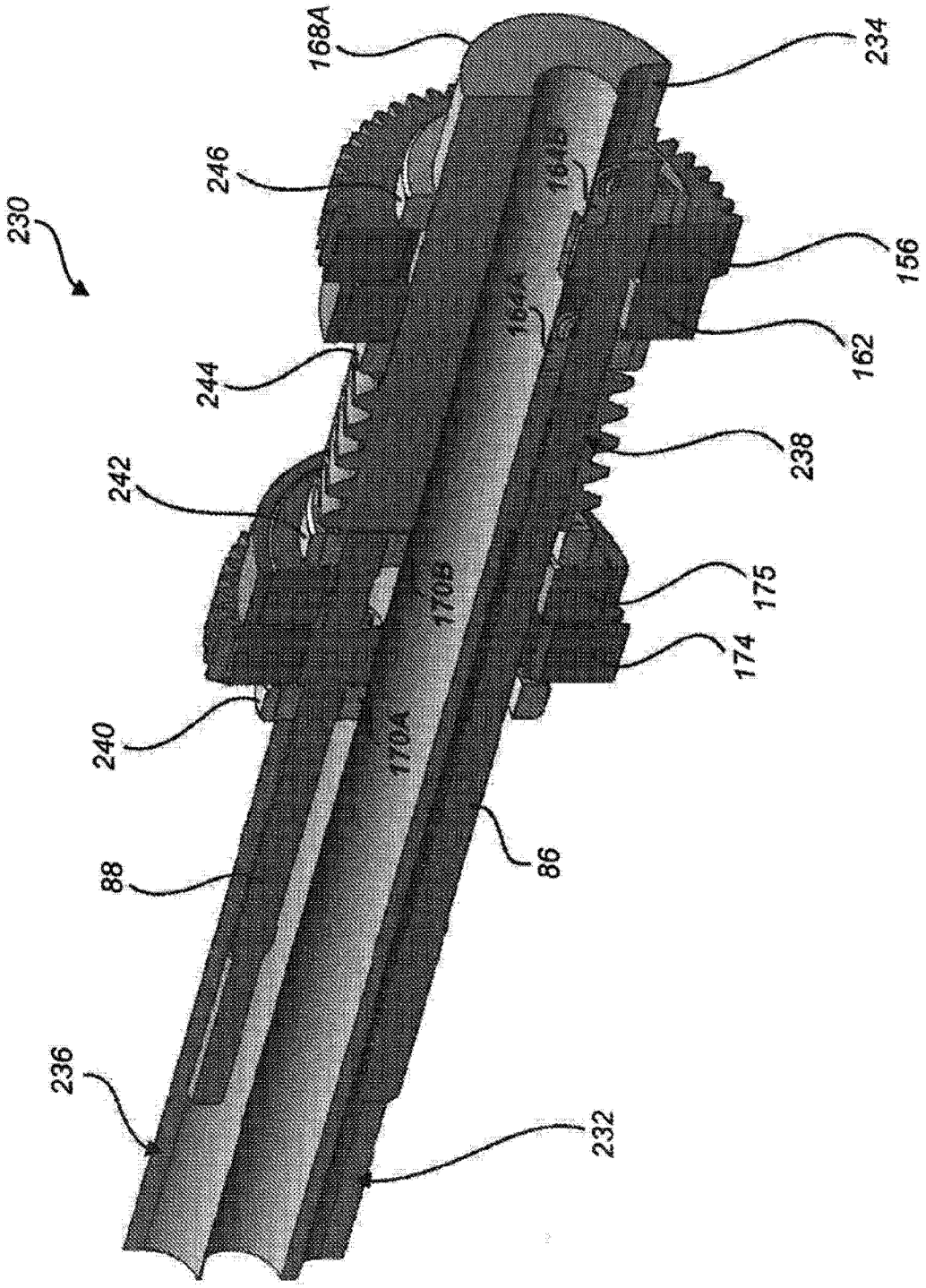

230
240
242
244
246
88
236
168A
170A
170B
86
232
174
175
238
162
156
234

图 17

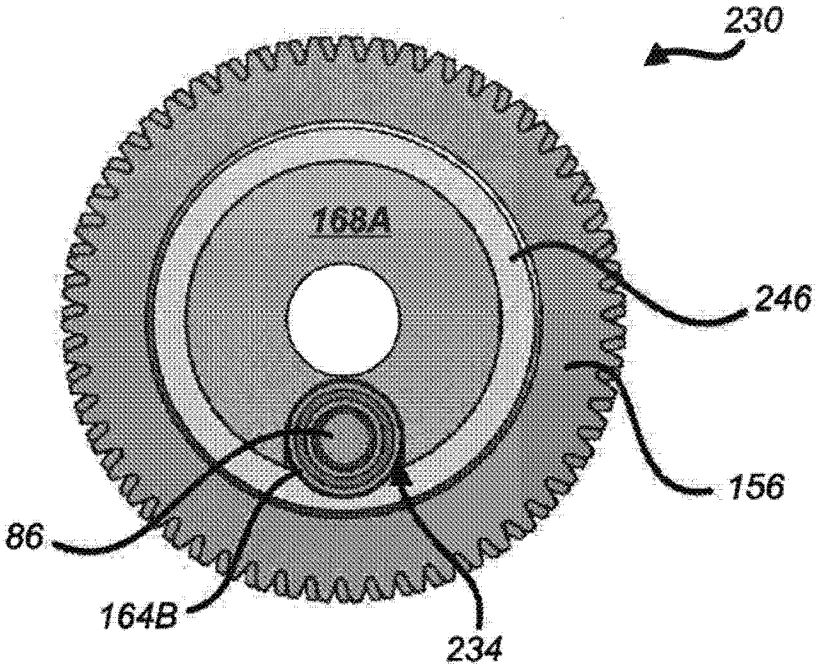


图 18A

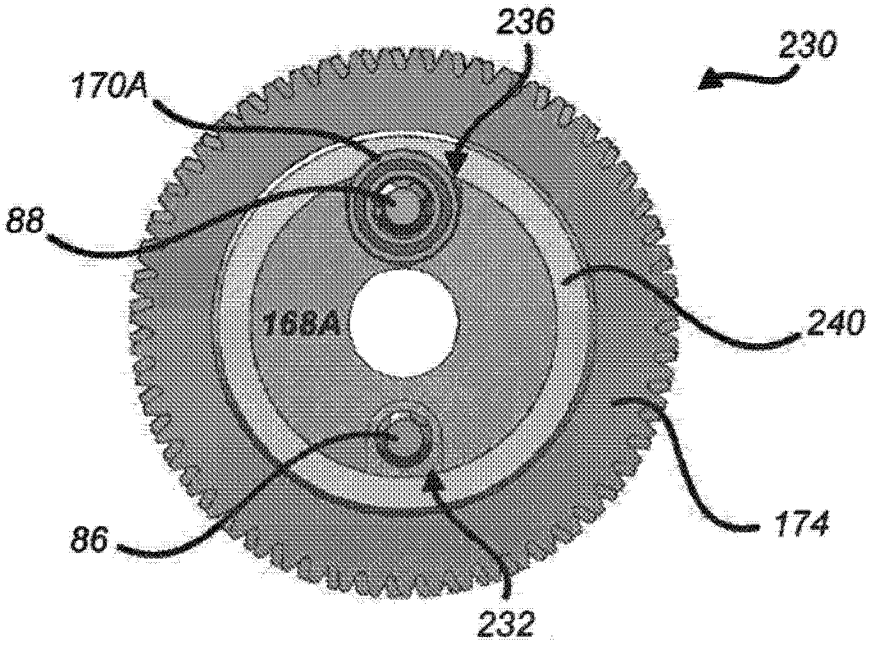


图 18B

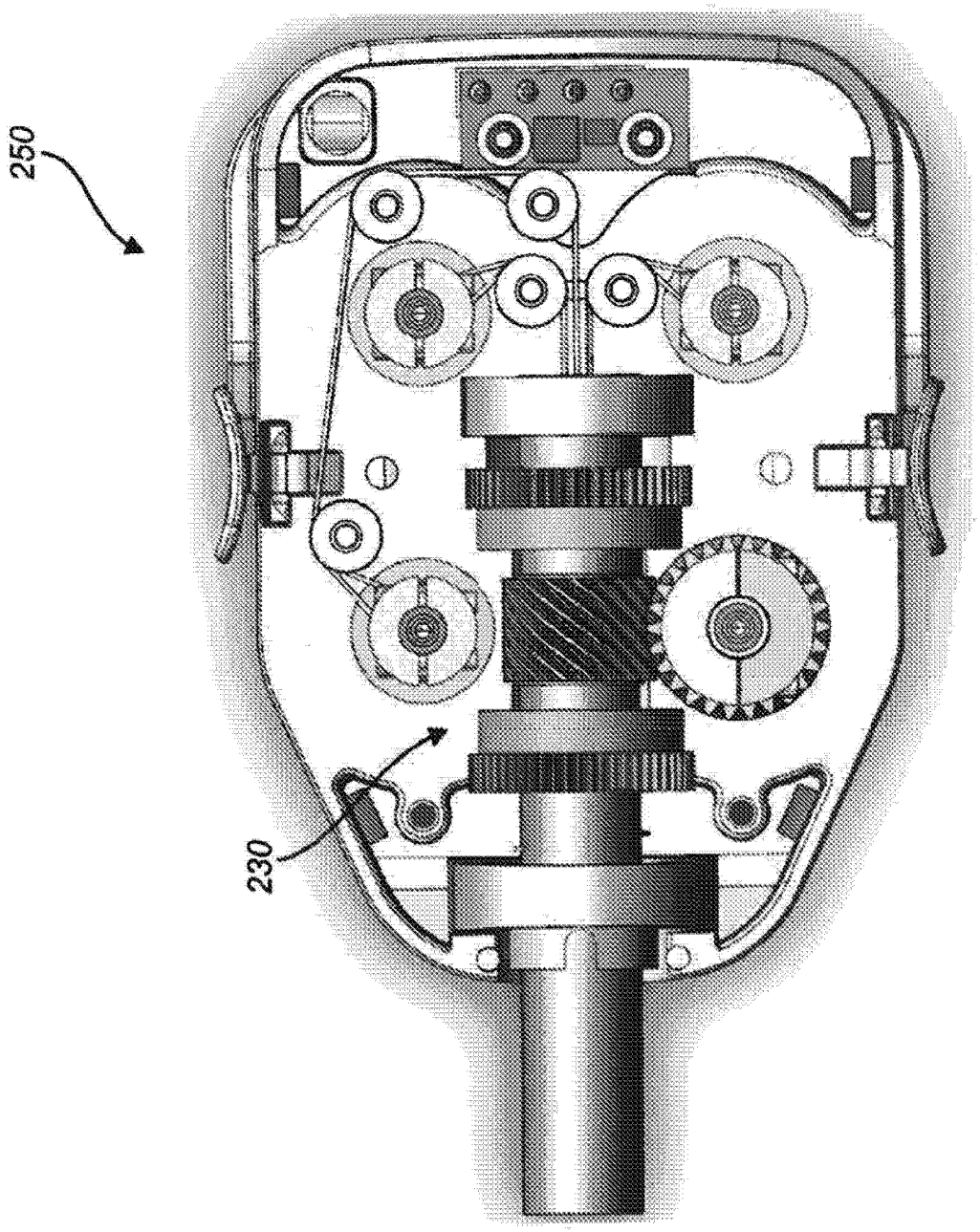


图 19

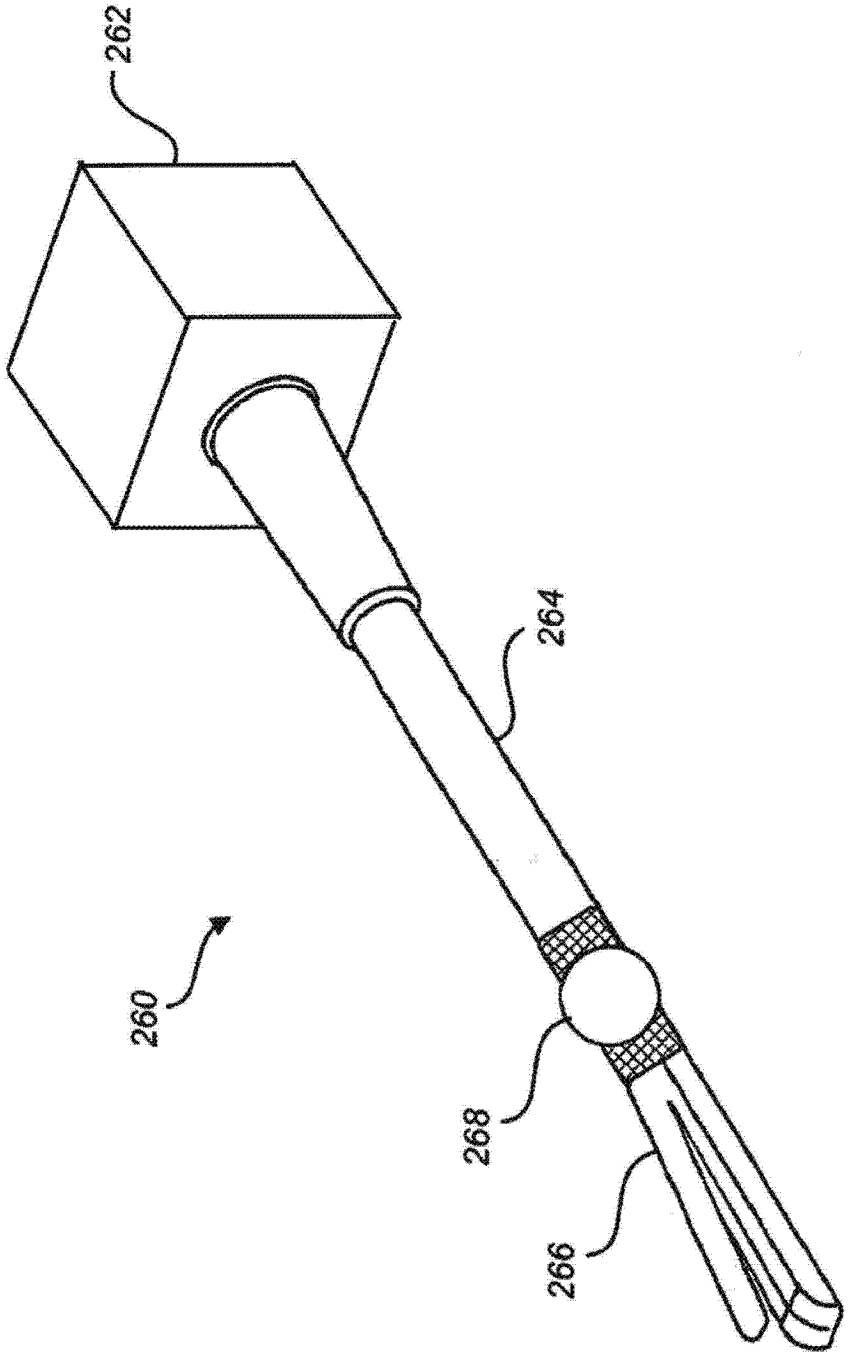


图 20

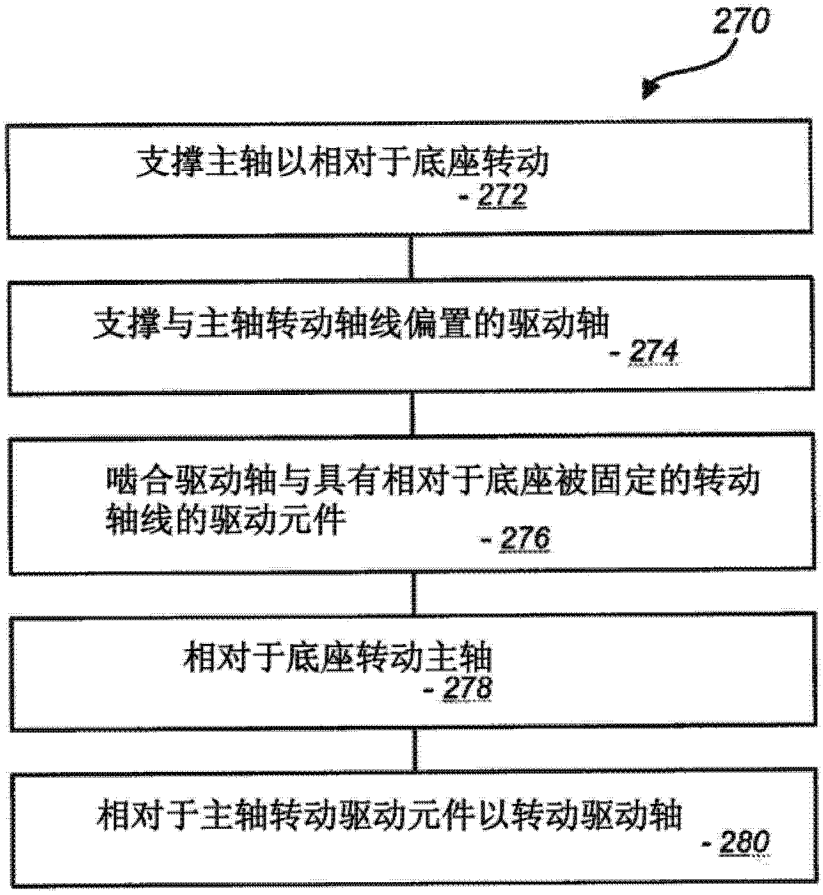

270
支撑主轴以相对于底座转动
- 272
支撑与主轴转动轴线偏置的驱动轴
- 274
啮合驱动轴与具有相对于底座被固定的转动轴线的驱动元件
- 276
相对于底座转动主轴
- 278
相对于主轴转动驱动元件以转动驱动轴
- 280

图 21

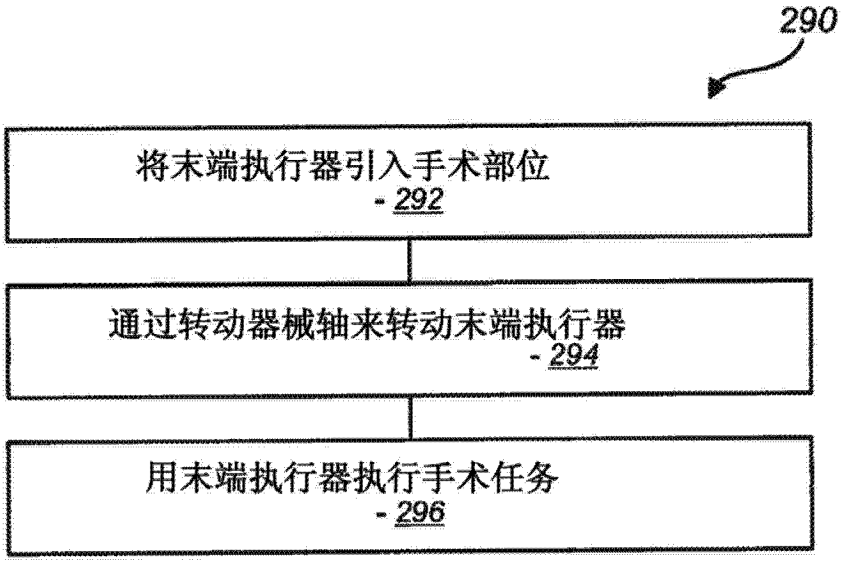

290
将末端执行器引入手术部位
- 292
通过转动器械轴来转动末端执行器
- 294
用末端执行器执行手术任务
- 296

图 22