



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108472030 B

(45) 授权公告日 2021.06.18

(21) 申请号 201680051140.9

(22) 申请日 2016.08.03

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108472030 A

(43) 申请公布日 2018.08.31

(30) 优先权数据  
62/200,563 2015.08.03 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2018.03.02

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2016/045436 2016.08.03

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02017/024081 EN 2017.02.09

(73) 专利权人 内布拉斯加大学董事会

地址 美国内布拉斯加州

专利权人 沙恩·法里托尔 杰夫·沙绍  
尼尚特·库马尔  
马特乌什·什琴斯亚克

(72) 发明人 沙恩·法里托尔 杰夫·沙绍  
尼尚特·库马尔  
马特乌什·什琴斯亚克

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002

代理人 王永建

(51) Int.Cl.  
A61B 17/02 (2006.01)

审查员 张蕴婉

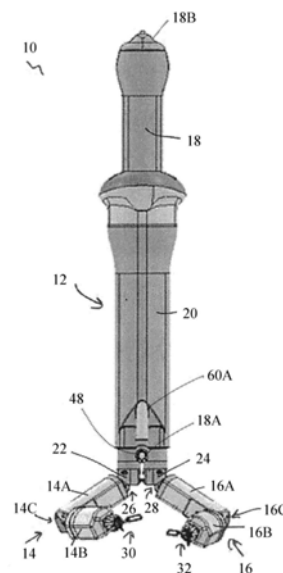
权利要求书3页 说明书27页 附图61页

### (54) 发明名称

机器人手术装置系统及相关方法

### (57) 摘要

各种发明涉及机器人手术装置、用于操作这种手术装置的控制台、其中能够使用各种装置的手术室、用于插入和使用手术装置的插入系统以及相关方法。



1. 一种机器人手术系统,包括:

(a) 机器人手术装置,所述机器人手术装置包括:

(i) 具有远侧端部和近侧端部的长形的装置本体,所述装置本体包括:

(A) 摄像机腔,所述摄像机腔限定在所述装置本体内,所述摄像机腔包括:

(1) 近侧腔开口;

(2) 套管部分,所述套管部分限定在所述近侧腔开口的远侧,所述套管部分包括第一直径和第一联接部件;

(3) 延伸部分,所述延伸部分限定在所述套管部分的远侧,所述延伸部分具有较小的第二直径;

(4) 远侧腔开口,所述远侧腔开口位于所述装置本体的所述远侧端部中,所述远侧腔开口限定在所述延伸部分的远侧端部处;以及

(5) 密封部分,所述密封部分设置在所述套管的远侧和所述延伸部分的近侧,所述密封部分包括环形密封件和单向密封件,

(ii) 第一肩关节和第二肩关节,所述第一肩关节和所述第二肩关节可操作地联接至所述装置本体的所述远侧端部;

(iii) 第一机器人臂,所述第一机器人臂可操作地联接至所述第一肩关节;以及

(iv) 第二机器人臂,所述第二机器人臂可操作地联接至所述第二肩关节;以及

(b) 摄像机部件,所述摄像机部件包括:

(i) 把手,所述把手包括:

(A) 远侧端部,该远侧端部构造成能够定位在所述套管部分内;

(B) 第二联接部件,所述第二联接部件构造成以可释放的方式与所述第一联接部件联接,从而将所述把手以可释放的方式锁定到所述套管部分中;以及

(C) 布置在所述把手内的至少一个致动器,

(ii) 长形管,所述长形管可操作地联接至所述把手,其中,所述长形管被构造和被定尺寸为能够定位成穿过所述摄像机腔,所述长形管包括:

(A) 限定有腔的刚性部段;

(B) 光学部段;以及

(C) 柔性部段,所述柔性部段将所述光学部段可操作地联接至所述刚性部段,

其中,所述长形管的长度设置成使得至少所述光学部段被构造成当所述摄像机部件定位成穿过所述摄像机腔时从所述远侧腔开口向远侧伸出,并且

其中,布置在所述把手内的所述至少一个致动器构造且布置成执行摄像机部件摇摄和摄像机部件倾斜。

2. 根据权利要求1所述的机器人手术系统,其中,所述密封部分还包括环形密封件保持部件,其中,所述环形密封件被保持在所述环形密封件保持部件内。

3. 根据权利要求2所述的机器人手术系统,其中,所述环形密封件保持部件包括从所述环形密封件保持部件的外壁延伸的至少一个突出部。

4. 根据权利要求3所述的机器人手术系统,其中,所述套管部分还包括限定在所述套管部分的内壁中的槽道,其中,所述槽道构造成接纳所述至少一个突出部。

5. 根据权利要求1所述的机器人手术系统,其中,所述把手包括配置成操作所述摄像机

部件的控制器。

6. 根据权利要求1所述的机器人手术系统,其中,所述远侧腔开口定位在所述第一肩关节与所述第二肩关节之间。

7. 根据权利要求1所述的机器人手术系统,其中,所述光学部段构造成能够在所述柔性部段处相对于所述刚性部段倾斜,其中,所述光学部段具有直的构型和倾斜的构型。

8. 根据权利要求1所述的机器人手术系统,其中,所述长形管构造成能够相对于所述把手旋转。

9. 根据权利要求1所述的机器人手术系统,其中,所述套管部分还包括内壁,所述内壁包括构造用以接纳插入装置的槽道。

10. 一种机器人手术系统,包括:

(a) 机器人手术装置,所述机器人手术装置包括:

(i) 装置本体,所述装置本体包括:

(A) 远侧端部;

(B) 近侧端部;以及

(C) 摄像机腔,所述摄像机腔限定在所述装置本体内,所述摄像机腔包括:

(1) 套管,所述套管限定在所述摄像机腔内,所述套管包括第一联接部件;以及

(2) 密封部分,所述密封部分设置在所述套管的远侧,

其中,所述密封部分包括环形密封件和单向密封件;

(ii) 第一肩关节和第二肩关节,所述第一肩关节和所述第二肩关节可操作地联接至所述装置本体的所述远侧端部;

(iii) 第一机器人臂,所述第一机器人臂可操作地联接至所述第一肩关节;和

(iv) 第二机器人臂,所述第二机器人臂可操作地联接至所述第二肩关节;以及

(b) 摄像机部件,所述摄像机部件包括:

(i) 把手,所述把手包括:

(A) 远侧端部,该远侧端部构造成能够定位在套管部分内;

(B) 第二联接部件,所述第二联接部件构造成以可释放的方式与所述第一联接部件联接,从而将所述把手以可释放的方式锁定到所述套管部分中;以及

(C) 布置在所述把手内的至少一个致动器,

(ii) 长形管,所述长形管可操作地联接至所述把手,其中,所述长形管被构造和被定尺寸为能够定位成穿过所述摄像机腔,所述长形管包括:

(A) 刚性部段;

(B) 光学部段;以及

(C) 柔性部段,所述柔性部段将所述光学部段可操作地联接至所述刚性部段,

其中,所述长形管的长度设置成使得至少所述光学部段被构造成当所述摄像机部件定位成穿过所述摄像机腔时从所述摄像机腔的远侧腔开口向远侧伸出,并且

其中,布置在所述把手内的所述至少一个致动器构造且布置成执行摄像机部件摇摄和摄像机部件倾斜。

11. 根据权利要求10所述的机器人手术系统,其中,所述第一机器人臂还包括:

(a) 第一臂上臂;

(b) 第一臂肘关节;以及

(c) 第一臂下臂,

其中,所述第一臂上臂构造成能够相对于所述第一肩关节侧倾、俯仰和横摆,并且所述第一臂下臂构造成能够借助于所述第一臂肘关节相对于所述第一臂上臂横摆。

12. 根据权利要求11所述的机器人手术系统,其中,所述第一机器人臂还包括布置在所述第一机器人臂内的至少一个第一臂致动器。

13. 根据权利要求11所述的机器人手术系统,其中,所述第二机器人臂还包括:

(a) 第二臂上臂;

(b) 第二臂肘关节;以及

(c) 第二臂下臂,

其中,所述第二臂上臂构造成能够相对于所述第二肩关节侧倾、俯仰和横摆,并且所述第二臂下臂构造成能够借助于所述第二臂肘关节相对于所述第二臂上臂横摆。

14. 根据权利要求13所述的机器人手术系统,其中,所述第二机器人臂还包括布置在所述第二机器人臂内的至少一个第二臂致动器。



## 机器人手术装置系统及相关方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请援引美国法典第35卷第119节要求2015年8月3日提交的题为“Robotic Surgical Devices, Systems, and Related Methods”的美国临时申请62/200,563的优先权,上述申请的全部内容在此通过引用并入本文。

### 技术领域

[0003] 本文所公开的实施方式涉及包括机器人和/或体内医疗装置及相关部件的各种医疗装置和相关部件。某些实施方式包括各种机器人医疗装置,各种机器人医疗装置包括布置于本体腔内并使用支承部件定位的机器人装置,该支承部件布置成穿过本体腔中的孔口或开口。其他实施方式涉及具有机器人手术装置和控制器的各种系统,其中,该装置具有一个或多个传感器并且该控制器具有一个或多个马达,使得传感器传输信息在控制器处使用以致动马达从而对使用者提供触觉反馈。

### 背景技术

[0004] 侵入性外科手术对于治疗各种医学病症至关重要。在可能的情况下,微创手术过程比如腹腔镜手术是优选的。

[0005] 然而,诸如腹腔镜手术的已知的微创技术部分地由于下述原因在范围和复杂性方面受到限制:1)由于使用插入穿过进入端口的刚性工具而导致的移动性限制,以及2)有限的视觉反馈。已知的机器人系统比如da Vinci®手术系统(可以从位于加利福尼亚州桑尼维尔的Intuitive Surgical, Inc. (复星医药公司)获得)也受到进入端口的限制,并且还具有超大型、非常昂贵、在大多数医院中不可用的其他缺点,并且具有有限的传感能力和有限的移动能力。

[0006] 本领域需要改进的手术方法、系统和装置。

### 发明内容

[0007] 本文讨论的是各种机器人手术系统,所述各种机器人手术系统包括具有构造成容纳各种摄像机系统的摄像机腔的特定系统。另外的实施方式涉及外科手术插入装置,该外科手术插入装置构造成用于在维持对体腔的吹气的同时将各种手术装置插入到患者的体腔中。

[0008] 一个或多个计算机的系统可以构造为通过将软件、固件、硬件或其组合安装在系统上来执行特定的操作或动作,所述软件、固件、硬件或其组合在操作中导致或致使系统执行动作。一个或多个计算机程序可以构造成借助于包括指令来执行特定操作或动作,由数据处理设备执行该指令时设备执行动作。

[0009] 在一个示例中,机器人手术系统包括机器人手术装置以及摄像机部件,其中,该机器人手术装置包括装置本体、第一肩关节和第二肩关节、第一机器人臂和第二机器人臂,其中,该装置本体包括远侧端部、近侧端部以及摄像机腔,该摄像机腔限定在该装置本体内,

该摄像机腔包括(1)近侧腔开口,该近侧腔开口位于装置本体的近侧端部中;(2)套管部分,该套管部分限定在近侧腔开口的远侧,该套管部分包括第一直径和第一联接部件;(3)延伸部分,该延伸部分限定在套管部分的远侧,该延伸部分具有较小的第二直径;(4)远侧腔开口,该远侧腔开口位于装置本体的远侧端部中,该远侧腔开口限定在延伸部分的远侧端部处,该第一肩关节和该第二肩关节可操作地联接至装置本体的远侧端部,该第一机器人臂可操作地联接至第一肩关节,该第二机器人臂可操作地联接至第二肩关节,其中,该摄像机部件包括把手以及长形管,该把手包括远侧端部和第二联接部件,该远侧端部构造成能够定位在套管部分内,该第二联接部件构造成以可释放的方式与第一联接部件联接,从而将把手以可释放的方式锁定在套管部分中,该长形管可操作地联接至把手,其中,该长形管被构造和被定尺寸为能够定位成穿过延伸部分,该长形管包括刚性部段、光学部段和柔性部段,该柔性部段将光学部段可操作地联接至刚性部段,其中,该长形管的长度设置成使得至少所述光学部段被构造成为当摄像机部件定位成穿过摄像机腔时从远侧腔开口向远侧伸出。这个方面的其他实施方式包括对应的计算机系统、装置以及记录在一个或多个计算机存储设备上的计算机程序,所述计算机系统、装置和计算机程序各自构造成执行方法的动作。

[0010] 实施方式可以包括以下特征中的一项或更多项。在该机器人手术系统中,摄像机腔还包括密封部分,该密封部分限定在套管部分的远侧和延伸部分的近侧。在该机器人手术系统中,密封部分构造成接纳环形密封件和单向密封件。在该机器人手术系统中,密封部分还构造成接纳保持部件,其中,环形密封件被保持在环形密封件保持部件内。在该机器人手术系统中,环形密封件保持部件包括从环形密封件保持部件的外壁延伸的至少一个突出部。在该机器人手术系统中,套管部分还包括限定在套管部分的内壁中的槽道,其中,该槽道构造成接纳所述至少一个突出部。在该机器人手术系统中,把手包括构造成操作摄像机部件的控制器。在该机器人手术系统中,远侧腔开口定位在第一肩关节与第二肩关节之间。在该机器人手术系统中,光学部段构造成能够在柔性部段处相对于刚性部段倾斜,其中,光学部段具有直的构型和倾斜构型。在该机器人手术系统中,长形管构造成能够相对于把手旋转。在该机器人手术系统中,套管部分还包括内壁,该内壁包括构造成接纳插入装置的槽道。在该机器人手术系统中,摄像机腔包括:近侧腔开口,该近侧腔开口位于装置本体的近侧端部中;套管部分,该套管部分限定在近侧腔开口的远侧,该套管部分包括第一直径和第一联接部件;延伸部分,该延伸部分限定在套管部分的远侧,该延伸部分具有较小的第二直径;以及远侧腔开口,该远侧腔开口位于装置本体的远侧端部中,该远侧腔开口限定在延伸部分的远侧端部处。在该机器人手术系统中,第一机器人臂还包括第一臂上臂、第一臂肘关节和第一臂下臂,其中,第一臂上臂构造成能够相对于第一肩关节侧倾、俯仰和横摆,并且第一臂下臂构造成能够借助于第一个臂肘关节相对于第一臂上臂横摆。在该机器人手术系统中,第一机器人臂还包括布置在第一机器人臂内的至少一个第一臂致动器。在该机器人手术系统中,第二机器人臂还包括第二臂上臂、第二臂肘关节和第二臂下臂,其中,该第二臂上臂构造成能够相对于第二肩关节侧倾、俯仰和横摆,并且该第二臂下臂构造成能够借助于第二臂肘关节相对于第二臂上臂横摆。在该机器人手术系统中,第二机器人臂还包括布置在第二机器人臂内的至少一个第二臂致动器。该手术机器人系统包括把手,该把手包括远侧端部以及第二联接部件,其中,该远侧端部构造成能够定位在套管部分内,该第二联接部件构造成以可释放的方式与第一联接部件联接,从而将把手以可释放的方式锁定在套

管部分中。该手术机器人系统还包括至少一个PCB,所述至少一个PCB布置在第一机器人臂或第二机器人臂中的至少一者内并且与第一机器人臂和第二机器人臂中的至少一者在操作上通信,其中,所述PCB被配置为执行横摆功能和俯仰功能。所描述的技术的实施方式可以包括硬件、方法或过程或者包括计算机可访问介质上的计算机软件。

[0011] 在一个示例中,机器人手术系统包括机器人手术装置以及摄像机部件,其中,该机器人手术装置包括装置本体、第一肩关节和第二肩关节、第一机器人臂、和第二机器人臂,其中,该装置本体包括远侧端部、近侧端部和摄像机腔,该摄像机腔限定在装置本体内,该第一肩关节和该第二肩关节可操作地联接至装置本体的远侧端部,该第一机器人臂可操作地联接至第一肩关节,该第二机器人臂可操作地联接至第二肩关节;其中,该摄像机部件包括把手以及长形管,该把手包括远侧端部和第二联接部件,该远侧端部构造成能够定位在套管部分内,该第二联接部件构造成以可释放的方式与第一联接部件联接,从而将把手以可释放的方式锁定在套管部分中,该长形管可操作地联接至把手,其中,该长形管被构造和被定尺寸为能够定位成穿过延伸部分,该长形管包括刚性部段、光学部段以及柔性部段,该柔性部段将光学部段可操作地联接至刚性部段,其中,该长形管的长度设置成使得至少所述光学部段被构造成为当摄像机部件定位成穿过摄像机腔时从远侧腔开口向远侧伸出。这个方面的其他实施方式包括对应的计算机系统、装置和记录在一个或多个计算机存储设备上的程序,所述计算机系统、装置和计算机程序各自构造成执行方法的动作。

[0012] 实施方式可以包括以下特征中的一项或更多项。在该机器人手术系统中,摄像机腔包括:近侧腔开口,该近侧腔开口位于装置本体的近侧端部中;套管部分,该套管部分限定在近侧腔开口的远侧,该套管部分包括第一直径和第一联接部件;延伸部分,该延伸部分限定在套管部分的远侧,该延伸部分具有较小的第二直径;以及远侧腔开口,该远侧腔开口位于装置本体的远侧端部中,该远侧腔开口限定在延伸部分的远侧端部处。在机器人手术系统中,第一机器人臂还包括第一臂上臂、第一臂肘关节、和第一臂下臂,其中,第一臂上臂构造成能够相对于第一肩关节侧倾、俯仰和横摆,并且第一臂下臂构造成能够借助于第一个臂肘关节相对于第一臂上臂横摆。在该机器人手术系统中,第一机器人臂还包括布置在第一机器人臂内的至少一个第一臂致动器。在该机器人手术系统中,第二机器人臂还包括第二臂上臂、第二臂肘关节和第二臂下臂,其中,第二臂上臂构造成能够相对于第二肩关节侧倾、俯仰和横摆,并且第二臂下臂构造成能够借助于第二臂肘关节相对于第二臂上臂横摆。在该机器人手术系统中,第二机器人臂还包括布置在第二机器人臂内的至少一个第二臂致动器。该手术机器人系统包括把手,该把手包括远侧端部和第二联接部件,该远侧端部构造成能够定位在套管部分内,该第二联接部件构造成以可释放的方式与第一联接部件联接,从而将把手以可释放的方式锁定在套管部分中。该手术机器人系统还包括至少一个PCB,所述至少一个PCB布置在第一机器人臂或第二机器人臂中的至少一者内并且与第一机器人臂和第二机器人臂中的至少一者在操作上通信,其中,所述PCB被配置为执行横摆功能和俯仰功能。所描述的技术的实施方式可以包括硬件、方法或过程或者包括计算机可访问介质上的计算机软件。

[0013] 在一个示例中,机器人手术系统包括机器人手术装置以及摄像机部件,其中,该机器人手术装置包括装置本体、第一肩关节和第二肩关节、第一机器人臂和第二机器人臂,其中该装置本体具有远侧端部、近侧端部以及摄像机腔,该摄像机腔限定在该装置本体内,该

摄像机腔包括(1)近侧腔开口,该近侧腔开口位于装置本体的近侧端部中;(2)套管部分,该套管部分限定在近侧腔开口的远侧,该套管部分包括第一直径和第一联接部件;(3)延伸部分,该延伸部分限定在套管部分的远侧,该延伸部分具有较小的第二直径;以及(4)远侧腔开口,该远侧腔开口位于装置本体的远侧端部中,该远侧腔开口限定在延伸部分的远侧端部处,该第一肩关节和该第二肩关节可操作地联接至装置本体的远侧端部,该第一机器人臂可操作地联接至第一肩关节,该第二机器人臂可操作地联接至第二肩关节,其中,该摄像机部件包括长形管,该长形管被构造和被定尺寸为能够定位成穿过延伸部分,该长形管包括刚性部段、光学部段和柔性部段,该柔性部段将光学部段可操作地联接至刚性部段,其中,该长形管的长度设置成使得至少所述光学部段被构造成为当摄像机部件定位成穿过摄像机腔时从远侧腔开口向远侧伸出。这个方面的其他实施方式包括对应的计算机系统、装置和记录在一个或多个计算机存储设备上的计算机程序,所述计算机系统、装置和计算机程序各自构造成执行方法的动作。

[0014] 实施方式可以包括以下特征中的一项或更多项。该手术机器人系统包括把手,该把手包括远侧端部和第二联接部件,该远侧端部构造成能够定位在套管部分内,该第二联接部件构造成以可释放的方式与第一联接部件联接,从而将把手以可释放的方式锁定在套管部分中。该手术机器人系统还包括至少一个PCB,所述至少一个PCB布置在第一机器人臂或第二机器人臂中的至少一者内并且与第一机器人臂和第二机器人臂中的至少一者在操作上通信,其中,所述PCB被配置为执行横摆功能和俯仰功能。所描述的技术的实施方式可以包括硬件、方法或过程或者包括计算机可访问介质上的计算机软件。

[0015] 尽管公开了多个实施方式,但是本发明的另一些实施方式对于本领域中的普通技术人员而言从以下详细描述中将变得显而易见,一项详细描述示出和描述了本发明的说明性实施方式。如将认识到的,在不偏离本发明的精神和范围的情况下,本发明能够在各种明显的方面进行修改。因此,附图和详细说明在本质上被认为是说明性的而非限制性的。

## 附图说明

[0016] 图1A是根据一个实施方式的机器人手术装置的正视图。

[0017] 图1B是图1A的装置的正视立体图。

[0018] 图1C是图1A的装置的侧视图。

[0019] 图1D是图1A的装置的端视图。

[0020] 图1E是图1A的装置在不具有摄像机部件的情况下的另一正视图。

[0021] 图1F是图1A的装置在不具有摄像机部件的情况下的另一侧视图。

[0022] 图1G是根据图1A的实施方式的摄像机部件的正视图。

[0023] 图2A是根据一个实施方式的机器人手术装置的近侧端部的立体图。

[0024] 图2B是图2A的装置的经旋转的立体图。

[0025] 图2C是图2A的装置的近侧端部的剖视图。

[0026] 图3A是根据一个实施方式的密封插入部件的正视立体图。

[0027] 图3B是图3A的插入部件的远侧端部在不具有密封件的情况下的近视图。

[0028] 图3C是图3A的插入部件的远侧端部的近视图,其示出了O形环承载件。

[0029] 图3D是在机器人装置本体上方的图3A的插入部件的立体图。

- [0030] 图3E是图3D的实施方式的剖视立体图。
- [0031] 图4A是根据一个实施方式的摄像机部件的端视图。
- [0032] 图4B是图4A的实施方式处于“下”构型的侧视图。
- [0033] 图4C是图4A的实施方式处于“上”构型的侧视图。
- [0034] 图4D是图4C的实施方式的经四分之三旋转的视图。
- [0035] 图4E是根据一个实施方式的示出了内部部件的摄像机部件的端视图。
- [0036] 图4F是图4E的实施方式处于“上”构型的正视图。
- [0037] 图4G是图4A的实施方式处于“上”构型的侧视图。
- [0038] 图4H是图4G的实施方式的经四分之三旋转的视图。
- [0039] 图5A是根据一个实施方式的插入到机器人手术装置中的摄像机部件的近侧端部的侧剖视图。
- [0040] 图5B是图5A的实施方式的另外的近观侧剖视图。
- [0041] 图5C是根据一个实施方式的摄像机部件的内部部件的侧视图。
- [0042] 图5D是图5C的实施方式的另一内部侧视图。
- [0043] 图5E是图5C的实施方式的立体图。
- [0044] 图5F是根据一个实施方式的插入到机器人手术装置中的摄像机部件的内部立体图。
- [0045] 图5G是图5F的实施方式的另一内部立体图。
- [0046] 图6A是根据一个实施方式的摄像机部件的内部部件的侧视图。
- [0047] 图6B是根据一个实施方式的摄像机部件的内部部件的内部立体图。
- [0048] 图6C是根据图6B的实施方式的摄像机部件的内部部件的内部侧视图。
- [0049] 图6D是根据图6B的实施方式的摄像机部件的内部部件的内部正视图。
- [0050] 图6E是根据一个实施方式的插入到机器人手术装置中的摄像机部件的内部立体图。
- [0051] 图7A是根据一个实施方式的摄像机部件的远侧端部的内部立体图。
- [0052] 图7B是根据另一实施方式的摄像机部件的远侧端部的内部立体图。
- [0053] 图7C是根据一个实施方式的从镜头到手术控制台的摄像机信息的示意性流程图。
- [0054] 图8A是根据一个实施方式的装置本体在没有壳体的情况下的内部正视图。
- [0055] 图8B是图8A的实施方式的侧视图。
- [0056] 图8C是图8A的实施方式的立体图。
- [0057] 图8D是图8A的实施方式的端视图。
- [0058] 图8E是根据一个实施方式的装置本体在没有壳体的情况下的背面四分之三的立体图。
- [0059] 图8F是图8E的实施方式的侧视图。
- [0060] 图8G是图8E的实施方式在具有壳体的情况下的正面四分之三的立体图。
- [0061] 图9A是根据一个实施方式的装置本体的内部正视图,其示出了不具有壳体或支承结构的情况下的内部部件。
- [0062] 图9B是图9A的实施方式的某些横摆部件的立体图。
- [0063] 图9C是图9A的实施方式的某些俯仰部件的立体图。

- [0064] 图10是根据一个实施方式的具有六个自由度的机器人臂的立体图。
- [0065] 图11A是根据一个实施方式的上机器人臂在没有其壳体的情况下的侧视图。
- [0066] 图11B是图11A的实施方式的经旋转的侧视图。
- [0067] 图11C是图11A的实施方式的又一经旋转的侧视图。
- [0068] 图11D是图11A的实施方式的端视图。
- [0069] 图11E是根据一个实施方式的上机器人臂的立体图。
- [0070] 图11F是图11E的实施方式在不具有壳体的情况下的经旋转的立体图。
- [0071] 图12A是图11E的实施方式的另一经旋转的视图。
- [0072] 图12B是根据一个实施方式的上机器人臂的部件的另一内部视图。
- [0073] 图12C是图12B的实施方式的某些横摆部件的立体图。
- [0074] 图12D是图12B的实施方式的某些俯仰部件的立体图。
- [0075] 图13A是根据一个实施方式的下机器人臂的立体图。
- [0076] 图13B是图13A的实施方式在没有壳体的情况下的反向立体图。
- [0077] 图13C是根据一个实施方式的下机器人臂在没有其壳体的情况下的侧视图。
- [0078] 图13D是图13C的实施方式的经旋转的侧视图。
- [0079] 图13E是图13C的实施方式的又一经旋转的侧视图。
- [0080] 图13F是图13C的实施方式的端视图。
- [0081] 图13A是图13C的实施方式的立体图。
- [0082] 图14A是根据一个实施方式的下机器人臂的部件的另一内部视图。
- [0083] 图14B是图14A的实施方式的某些辊部件的立体图。
- [0084] 图14C是图14A的实施方式的某些末端执行器相互作用联接部件的立体图。
- [0085] 图14D是根据一个实施方式的前臂的侧视截面图。
- [0086] 图14E是根据一个实施方式的前臂的侧视剖切立体图。
- [0087] 图14F是根据一个实施方式的前臂的侧视截面图。
- [0088] 图15A是根据一个实施方式的末端执行器的立体图。
- [0089] 图15B是根据一个实施方式的末端执行器的立体图。
- [0090] 图16A是根据一个实施方式的单极烧灼连接的示意图。
- [0091] 图16B是根据一个实施方式的双极烧灼连接的示意图。
- [0092] 图17A至图23C描绘了根据若干实施方式的套筒的若干视图。
- [0093] 图24A至图30B描绘了所公开的系统、装置和方法的各种附加实施方式。

### 具体实施方式

[0094] 本文中公开的各种系统和装置涉及在医疗过程和系统中使用的装置。更具体地，各种实施方式涉及各种医疗装置，包括机器人装置以及相关方法和系统。

[0095] 应当理解的是，本文中公开的机器人装置以及相关方法和系统的各种实施方式可以结合到任何其他已知的医疗装置、系统和方法中或与任何其他已知的医疗装置、系统和方法一起使用。

[0096] 应当理解的是，本文中公开的机器人装置以及相关方法和系统的各种实施方式可以结合到任何其他已知的医疗装置、系统和方法中或与任何其他已知的医疗装置、系统和

方法一起使用。例如,本文中公开的各种实施方式可以结合到以下专利中公开的任何医疗装置和系统或与这些医疗装置和系统一起使用:美国专利8,968,332(于2015年3月3日公布并且名称为“Magnetically Coupleable Robotic Devices and Related Methods”)、美国专利8,834,488(于2014年9月16日公布并且名称为“Magnetically Coupleable Surgical Robotic Devices and Related Methods”)、美国专利申请14/617,232(于2015年2月9日提交并且名称为“Robotic Surgical Devices and Related Methods”)、美国专利申请11/966,741(于2007年12月28日提交并且名称为“Methods, Systems, and Devices for Surgical Visualization and Device Manipulation”)、美国专利申请61/030,588(于2008年2月22日提交)、美国专利8,343,171(于2013年1月1日公布并且名称为“Methods and Systems of Actuation in Robotic Devices”)、美国专利8,828,024(于2014年9月9日公布并且名称为“Methods and Systems of Actuation in Robotic Devices”)、美国专利申请14/454,035(于2014年8月7日提交,并且名称为“Methods and Systems of Actuation in Robotic Devices”)、美国专利申请12/192,663(于2008年8月15日提交并且名称为“Medical Inflation, Attachment, and Delivery Devices and Related Methods”)、美国专利申请15/018,530(于2016年2月8日提交并且名称为“Medical Inflation, Attachment, and Delivery Devices and Related Methods”)、美国专利8,974,440(于2015年3月10日公布并且名称为“Modular and Cooperative Medical Devices and Related Systems and Methods”)、美国专利8,679,096(于2014年3月25日公布并且名称为“Multifunctional Operational Component for Robotic Devices”)、美国专利9,179,981(于2015年11月10日公布并且名称为“Multifunctional Operational Component for Robotic Devices”)、美国专利申请14/936,234(于2015年11月9日提交,并且名称为“Multifunctional Operational Component for Robotic Devices”)、美国专利8,894,633(于2014年11月25日提交并且名称为“Modular and Cooperative Medical Devices and Related Systems and Methods”)、美国专利8,968,267(于2015年3月3日公布并且名称为“Methods and Systems for Handling or Delivering Materials for Natural Orifice Surgery”)、美国专利9,060,781(于2015年6月23日公布并且名称为“Methods, Systems, and Devices Relating to Surgical End Effectors”)、美国专利申请14/745,487(于2015年6月22日提交并且名称为“Methods, Systems, and Devices Relating to Surgical End Effectors”)、美国专利9,089,353(于2015年7月28日公布并且名称为“Robotic Surgical Devices, Systems, and Related Methods”)、美国专利申请14/800,423(于2015年7月15日提交并且名称为“Robotic Surgical Devices, Systems, and Related Methods”)、美国专利申请13/573,849(于2012年10月9日提交并且名称为“Robotic Surgical Devices, Systems, and Related Methods”)、美国专利申请13/738,706(于2013年1月10日提交并且名称为“Methods, Systems, and Devices for Surgical Access and Insertion”)、美国专利申请13/833,605(于2013年3月15日提交并且名称为“Robotic Surgical Devices, Systems, and Related Methods”)、美国专利申请14/661,465(于2015年3月18日提交并且名称为“Methods, Systems, and Devices for Surgical Access and Insertion”)、13/839,422(于2013年3月15日提交并且名称为“Single Site Robotic Devices and Related Systems and Methods”)、美国专利9,010,214(于2015年4月21日公布并且名称为“Local

Control Robotic Surgical Devices and Related Methods”)、美国专利申请14/656,109 (于2015年3月12日提交并且名称为“Local Control Robotic Surgical Devices and Related Methods”)、美国专利申请14/208,515 (于2014年3月13日提交并且名称为“Methods, Systems, and Devices Relating to Robotic Surgical Devices, End Effectors, and Controllers”)、美国专利申请14/210,934 (于2014年3月14日提交并且名称为“Methods, Systems, and Devices Relating to Force Control Surgical Systems”)、美国专利申请14/212,686 (于2014年3月14日提交并且名称为“Robotic Surgical Devices, Systems, and Related Methods”)、美国专利申请14/334,383 (于2014年7月17日提交并且名称为“Robotic Surgical Devices, Systems, and Related Methods”)、美国专利申请14/853,477 (于2015年9月14日提交并且名称为“Quick-Release End Effectors and Related Systems and Methods”)、美国专利申请14/938,667 (于2015年11月11日提交并且名称为“Robotic Device with Compact Joint Design and Related Systems and Methods”)、和美国专利申请62/338,375 (于2016年5月18日提交并且名称为“Robotic Surgical Devices, Systems, and Related Methods”)、和美国专利7,492,116 (于2007年10月31日提交并且名称为“Robot for Surgical Applications”)、7,772,796 (于2007年4月3日提交并且名称为“Robot for Surgical Applications”)和8,179,073 (于2011年5月15日公布并且名称为“Robotic Devices with Agent Delivery Components and Related Methods”),上述专利或专利申请的全部内容整体上通过参引并入本文。

[0097] 在上面列出的申请中公开的某些装置和系统的实施方式可以与类似于本文中公开的支承部件的支承部件组合地定位在患者的体腔内。本文中使用的“体内装置”意味着在被定位在患者的体腔内时至少部分地由使用者定位、操作或控制的任何装置,所述装置包括联接至支承部件的任何装置,比如布置成穿过体腔的开口或孔口的杆或其他类似部件,还包括大致抵靠或邻近患者的体腔壁定位的任何装置,还包括在内部致动(不具有外部动力源)的任何类似装置,并且还附加地包括在手术过程期间可以以腹腔镜或内窥镜的方式使用的任何装置。如本文所使用的,术语“机器人”和“机器人装置”应当指能够自动执行任务或响应于命令而执行任务的任何装置。

[0098] 某些实施方式提供了在保持对腔的充分吹气的同时将本发明插入到腔中。另外的实施方式使得在插入过程期间外科医生或手术用户与本发明的物理接触最小化。其他实施方式对于患者和本发明而言提高了插入过程的安全性。例如,一些实施方式在本发明被插入到患者的腔中时提供本发明的可视化,以确保在系统/装置与患者之间不发生破坏性接触。另外,某些实施方式允许切口尺寸/长度的最小化。另外的实施方式减少了进入过程/插入过程的复杂性和/或减少该过程所需的步骤。其他实施方式涉及具有最小轮廓、最小尺寸或通常功能和外观最小以提高操作和使用的便利性的装置。

[0099] 本文中公开的某些实施方式涉及可以以各种构型组装的“组合”或“模块化”医疗装置。为了本申请的目的,“组合装置”和“模块化装置”两者均应当意味着具有可以以各种不同构型布置的模块化或可互换部件的任何医疗装置。本文中公开的模块化部件和组合装置还包括分段式三角形或四边形形状的组合装置。由被连接以创建三角形或四边形构型的模块化部件(在本文中也称为“区段”)构成的这些装置可以在使用期间提供杠杆作用和/或稳定性,同时还在装置内提供可以用于较大部件或更多操作部件的大量有效载荷空间。



正如上面公开和讨论的各种组合装置一样,根据一个实施方式,这些三角形或四边形装置可以以与上面讨论和公开的那些装置相同的方式定位在患者的体腔内部。

[0100] 本文中公开或设想的某些实施方案可用于结肠切除术、用以治疗具有比如憩室炎、克罗恩氏病、炎症性肠病和结肠癌之类的胃肠疾病的患者而进行的手术过程。大约三分之二的已知结肠切除手术是经由涉及8英寸至12英寸的切口和长达六周的恢复时间的完全开放的手术过程进行的。由于手术过程的复杂性,现有的机器人辅助式手术装置很少用于结肠切除手术,并且手动腹腔镜手术仅用于三分之一的病例。相比之下,本文中公开的各种实施方式可以用于通常由已知技术开放地进行的各种手术过程的微创方法,该实施方式具有改善临床疗效和提高健康保健费用的潜力。此外,本文中公开的各种实施方式可用于任何腹腔镜外科手术来代替已知的从患者外部伸入到体内的大型腹腔镜手术机器人。也就是说,本文中公开的微创机器人系统、方法和装置的特征在于小型独立式手术装置,该小型独立式手术装置整体上插入通过患者腹部中的单个切口。本文中公开的装置由于设计成采用外科医生熟悉的现有工具和技术,所以将不需要专用的手术室或专门的基础设施,并且由于本文中公开的装置尺寸小得多,因此这些装置预计比现有的用于腹腔镜手术的机器人替代性方案便宜得多。由于这些技术进步,本文中的各种实施方式可以使微创方法应用于当今在开放式手术中进行的过程。

[0101] 如图1A至图1G中所示,某些示例性实施方式涉及装置10,该装置10具有本体12,本体12具有可操作地联接至本体上的两个臂14、16以及可定位在本体中的摄像机部件18。也就是说,装置10具有第一(或“右”)臂14和第二(或“左”)臂16,第一臂14和第二臂16两者均可操作地联接至本体12,如下面附加的更详细讨论的。所示的本体12具有壳(也称为“覆盖件”或“封围件”)20。本体12也被称为“装置本体”20并具有两个可旋转的筒形部件(也称为“壳体”和“转架”):第一(或“右”)壳体22和第二(或“左”)壳体24。每个臂14、16还具有上臂(在本文中也被称为“内臂”、“内臂组件”、“内连杆”、“内连杆组件”、“上臂组件”、“第一连杆”或“第一连杆组件”)14A、16A和前臂(在本文中也被称为“外臂”、“外臂组件”、“外连杆”、“外连杆组件”、“前臂组件”、“第二连杆”或“第二连杆组件”)14B、16B。右上臂14A在右肩关节26处可操作地联接至本体12的右壳体22,并且左上臂16A在左肩关节28处可操作地联接至本体12的左壳体24。此外,对于每个臂14、16,前臂14B、16B在肘关节14C、16C处以可旋转的方式联接至上臂14A、16A。

[0102] 在所示的示例性实施方式中,每个臂14、16还具有末端执行器30、32,末端执行器30、32可操作地联接至前臂14B、16B的远侧端部。末端执行器在本文中也可以被称为“操作部件”,并且下面将在本文中对各种实施方式进行更详细地讨论。

[0103] 在一个实施方式中,每个臂14、16具有六个自由度。也就是说,如下面更详细解释的,每个臂14、16在肩关节26、28处具有三个自由度,其中,在肘关节14C、16C处具有一个自由度,并且在末端执行器30、32处具有两个自由度(在某些实施方式中,末端执行器30、32可以被旋转,即末端执行器转动,并且末端执行器30、32可以打开/闭合)。同样地,每个臂14、16的六个自由度类似于人类手臂的自由度,人类手臂也在肩部处具有三个自由度并且在肘部处具有一个自由度。具有四个自由度(其中,末端执行器具有两个自由度)的臂的一个优点是末端执行器可以在同一笛卡尔点处具有多个取向。该增加的灵活性使得外科医生或其他用户在操作装置时更自由且更直观的控制。

[0104] 如图1G所示,根据一个实施方式,摄像机部件18能够容易地插入到本体12中并从本体12移除。如所示出的,摄像机部件18具有:把手40;摄像机本体或管42;远侧管端部18A,该远侧管端部18A具有摄像机镜头48;以及两个肩部44、46,所述两个肩部44、46限定在把手40的远侧端部处。也就是说,第一肩部44具有第一直径并且第二肩部46具有比第一直径大的第二直径。

[0105] 根据一个实施方式,图2A、图2B和图2C描绘了装置本体12的近侧端部,该装置本体12的近侧端部具有:密封的电连接件或连接器50、52;支承杆54;闩锁56;以及头部58,该头部58具有限定在本体12中的开口60。如在本文中关于图25A至图25C所论述的,在这些实施方式中,支承杆构造成附接至支承臂以布置用于使用的装置。

[0106] 在各种实施方式中,电连接器50、52可以提供机器人功能所需的机器人电力和总线通信,电连接器50、52包括电力和通信连接器、双极烧灼连接器和单极烧灼连接器,比如LEMO®推挽式圆形连接器。在某些实施方式中,可以设置三个连接器。在图2A至图2C的实施方式中,第一电连接器50配置成发送和接收机器人电力和总线通信,并且第二电连接器52配置成用于组合式烧灼单极和双极的连接。替代性地,三个连接器可以组合成单个集成定制连接器。在又一替代方案中,并且如图3D至图3F所示,可以设置直接集成到机器人中的单根线缆53。可以理解的是,密封的应变减轻的线缆出口位置将存在于单根线缆53的位置处,而不存在于连接器50、52处。

[0107] 根据这些实施方式,开口60与限定成穿过本体12的长度的腔62流体连通。腔62构造成接纳摄像机部件18并且具有接纳部分(在本文中也被称为“容座部分”或“容座”)62A、密封部分62B和延伸部分62C。

[0108] 在某些实施方式中,套管部分62A构造成“紧密配合”,也就是说,套管部分62A构造成与摄像机部件18的把手40配合,以对所有负载作出反应或抵抗所有负载或防止所有的旋转和平移运动。在各种实施方式中,闩锁56布置在套管部分62A内,以便闩锁56能够联接至摄像机部件18的夹持部分72。

[0109] 在各种实施方式中,在密封部分62B中设置有一个或更多个密封件63A、63B,以便在摄像机18布置在腔62中时保持摄像机18周围的流体密封。密封部分62B相对于接纳部分62A位于远侧,并且密封部分62B构造成抵靠腔62的壁68容置一个或更多个密封件63A、63B,如关于图2C至图3F所描述的。

[0110] 在图2C和图3A至图3F中描绘的实施方式中,装置采用第一密封件63A,该第一密封件63A是单向鸭嘴形密封件,但是应当理解的是,在替代性实施方式中可以使用各种其他单向密封件。在这些实施方式中,第二密封件63B——该第二密封件63B可以是O形环承载密封件——也布置在第一密封件63A的近侧。如图3A和图3C至图3F所示,在各种实施方式中,O形环承载密封件63B包括O形环65,该O形环65构造成向远侧推动第一密封件63A。可以理解的是,在各种实施方式中,O形环可以提供对于摄像机部件18的密封,而O形环承载密封件63A可以提供对腔62A的密封以防止气体或流体逸出,如本文所述的。

[0111] 如下所述,在这些实施方式中,当密封件被安装时,O形环承载密封件63B压缩在第一密封件63A的唇部63A1上,从而形成抵靠于壳体的内壁的密封件(以67示出)。在某些实施方式中使用第一密封件63A和第二密封件63B提供本文中描述的某些优点。在不存在摄像机部件18的情况下,来自腹腔的压力将使单向鸭嘴形密封件63A闭合并防止该压力的损失。在

存在摄像机的情况下,摄像机和管42将使鸭嘴形密封件63A打开并允许进入腔62,而O形环65和O形环承载密封件63A将分别对刚性摄像机管42和腔62进行密封,以保持腔的压力。可以理解的是,另外的实施方式当然是可能的。

[0112] 如图3A至图3F所示,在各种实施方式中,设置有长形插入部件15,该长形插入部件15允许插入和移出一个或多个密封件63A、63B以用于更换和/或清洁。如图3A至图3C所示,插入部件15可以具有带有安装突出部13A、13B的密封件联接环13,安装突出部13A、13B构造成与密封件比如O形环承载密封件63B配合并且在密封件布置在腔62中时保持密封件的旋转位置。在各种实施方式中,还可以设置脊状部17以将密封件紧固就位。回到图2C,接纳部分62A的远侧端部由肩部64限定,该肩部64构造成接纳插入部件15。如示出的,至少一个槽道66被限定在肩部64的一部分和腔62中,并且至少一个槽道66构造成接纳布置在O形环承载密封件63B上的对应的一个或多个突出部67A、67B,使得一个或多个突出部67A、67B可以定位在槽道66中并沿着槽道66滑动,从而允许密封件63A、63B在腔62中安置并锁定到位。随后可以移除插入部件15,使得密封件63A、63B容纳在腔62内以用于使用。

[0113] 更具体地,槽道66被限定在腔62中并且具有纵向长度66A和径向长度66B。在某些实施方式中,槽道66沿着纵向长度66A是渐缩的。这样,突出部67A定位在纵向长度66A中,并且插入部件15向远侧前进直到突出部67A到达纵向长度66A的端部为止。此时,插入部件15可绕其纵向轴线旋转,使得突出部67A沿着径向长度66B前进。如图3B所示,安装突出部13A、13B可以防止O形环密封件63B在该旋转期间相对于插入部件15旋转。此外,刚性O形环65提供向远侧抵靠第一密封件63A的足够的力,使得刚性O形环65由于该旋转和锁定而将第一密封件63A固定就位。密封件63A、63B在腔内所产生的联接是机械联接,该机械联接对于使用者而言足够坚固以在不移出密封件63A、63B的情况下使摄像机部件18穿过密封件63A、63B以用于使用。

[0114] 图4A至图4H描绘了摄像机部件18的示例性实施方式。在该特定实施方式中的摄像机部件18构造成以可移除的方式结合到机器人装置本体12中,如图1A至图1B所示。更具体地,摄像机部件18构造成以可移除的方式定位成穿过限定在装置本体12中的腔62,使得摄像机部件18被插入穿过近侧开口60、接纳部分到接纳部分62A中、穿过密封部分62B和一个或多个密封件63A和63B并且插入到延伸部分62C中,使得摄像机部件18A的远侧部分和摄像机镜头48从远侧开口60A突出(如图1A中最佳示出的)。

[0115] 如图4A至图4H所示,该摄像机部件18的实施方式具有控制器(也被称为“把手”)40和长形部件(在本文中也称为“管”)42,该长形部件42在其近侧端部处可操作地联接至把手40。如图4C中最佳示出的,管42具有刚性部段42A、柔性部段42B和光学部段42C。如此以来,在这些实施方式中,摄像机部件具有两个自由度:摇摄(左右旋转)和倾斜,这意味着在手术工作空间中“向上和向下”看。这些自由度的进一步讨论可以参照图10来找到。

[0116] 在一个实施方式中,把手40构造成包括用于视频传输的本地电子器件以及用于对管42的摇摄和倾斜功能进行致动的致动器和关联机构(如关于图4H最佳示出的)。应当理解的是,本地电子器件、致动器和相关机构可以是已知的标准部件。在另外的实施方式中,把手40还可以包含光引擎。替代性地,光引擎可以是单独的部件,并且光缆可以将光引擎可操作地联接至把手。

[0117] 根据一个实施方式,管42的刚性部段42A基本上是刚性的并且根据需要包括适当

的线材和光纤,以将光学部段42C中的光学部件可操作地联接至把手40。刚性部段42A的基本上的刚性允许容易地操纵管42,包括允许容易地将管42插入到腔62中。

[0118] 根据一个实施方式,柔性部段42B构造成允许光学部段42C在图4B中的直的构型与图4C中所示的倾斜构型之间移动,或允许光学部段42C在直的构型与倾斜构型之间的任何位置之间移动。光学部段42C基本上是刚性的,与刚性部段42A非常类似,并且光学部段42C包括光学元件以及适当的本地电子器件。

[0119] 因此,该实施方式的摄像机部件18的各种实施方式具有两个机械自由度:摇摄(向左/向右看)和倾斜(向上/向下看)。在使用中,摄像机部件18具有借助于把手40中的致动器和电子器件供电和控制的摇摄和倾斜功能。在各种实施方式中,把手40还包括按钮70和摄像机卡扣件72,该摄像机卡扣件72构造成与闩锁56配合,如图5A至图5D中更详细地示出的。

[0120] 倾斜功能涉及使光学部段42C倾斜,使得摄像机48被定向到期望的工作空间中,如关于图24A至图24D进一步讨论的。这种倾斜可以经由可操作地联接至柔性部段42B或光学部段42C的线缆来实现,使得线缆的致动通过使柔性部段42B弯曲而引起光学部段42C倾斜,例如如图4C和图7A至图7B中示出的。替代性地,该倾斜功能可以由用于使管42在柔性部段42B处弯曲的任何其他已知的机构或方法来实现。

[0121] 如图5A至图7B的实施方式中示出的,摄像机部件18容置能够操作和移动摄像机48、管42和其他操作部件的若干内部电部件和机械部件。在各种实施方式中,摄像机部件18具有构造成检测部件18到腔62中的插入的存在感测系统。此外,为了防止损坏,在某些实施方式中,摄像机部件18构造成以如下方式提供“机械锁定”:该方式为除非管42处于“直的”(倾斜度=0°)构型,否则摄像机部件18不能被移除。

[0122] 如上所述,图5A至图5B描绘了装置10的实施方式,其中,摄像机部件18已经插入到本体12的腔62中。在这些实施方式中,在将密封件63A、63B安置在密封部分62B中之后(如关于图3A至图3F所描述的),摄像机部件18可以被插入到腔62中并且闩锁56被接合。

[0123] 如图5C所示,在某些实施方式中,摄像机部件18包括光导柱74、致动连接器76和/或同轴连接器78。在各种实施方式中,光导柱74促进来自外部光发生器的光向摄像机中的光纤传递。致动连接器76可以提供电力和通信功能,比如下面关于图26至图29D讨论的机器人和摄像机电力和通信功能。在各种实施方式中,同轴连接器78可以提供附加的功能,比如传输视频信号,如本文中关于图7C和图26A所描述的。在各种实施方式中,光纤线缆80与光导柱进行操作通信和照明通信并且光纤线缆80向远侧延伸到腔(未示出)中。此外,在这些实施方式中,通信线路82与光纤线缆80一起延伸,如关于图5E至图5F进一步讨论的。

[0124] 图5C至图5E的实施方式描绘了具有机械闭锁件的摄像机部件18的一个实施方式。在这些实施方式中的某些实施方式中,按下把手按钮70可以启动管42至直的取向的重新定向,以便在倾斜度=0°时允许移除摄像机部件。在该实施方式中,摄像机卡扣件72布置在也包括按钮70的卡扣构件84上,使得按压按钮70引起卡扣构件围绕卡扣枢轴86的枢转,该卡扣枢轴86旋转地联接至摄像机壳体(未示出),使得柱塞88布置成与卡扣构件相邻,以便柱塞88能够响应于按钮70的致动而被向内推动。

[0125] 在各种实施方式中,柱塞88的端部88A与丝杠螺母90中的槽90A对准,该丝杠螺母90响应于摄像机倾斜而线性平移,如下面更详细地描述的。在这些实施方式中,槽90A和柱塞88的对准仅在摄像机管42处于“直的”取向时发生。在这些实施方式中,柱塞还以固定的

方式附接至触发器臂92,使得当臂移位,甚至略微移位时臂触发限位开关94,从而启动“变直”子程序,由此使摄像机伸直。可以理解的是,在这些实施方式中,柱塞88的长度设置成使得当摄像机倾斜时柱塞88的长度不能进入槽90A(如下面关于图5E至图6D所描述的),使得在槽90A没有对准的情况下卡扣件72不会与机器人断开接合。

[0126] 可以理解的是,在某些实施方式中,“变直”程序响应于按钮70的致动被触发,而不管柱塞端部88A是否进入槽90A。在这些实施方式中,并且如图5E中最佳示出的,丝杠螺母90的非开槽部分(总体上以91示出)与柱塞端部88A之间的空间小于卡扣件72A与闩锁边缘56A(图5B中示出)之间的重叠距离,从而防止松开。在这些实施方式中,触发器臂92与限位开关94之间的距离也小于丝杠螺母90的非开槽部分(总体上以91示出)与柱塞端部88A之间的空间之间的距离,使得限位开关94将响应于按钮70的致动而被致动,而不管柱塞端部88A是否进入槽90A。在某些实施方式中,致动器弹簧96可操作地联接至柱塞88以向外推动柱塞,从而在不使用的情况下保持卡扣件72和按钮70张紧。

[0127] 如在图5E至图5G的实施方式中最佳示出的,摄像机倾斜由布置在把手40内的倾斜致动器100驱动。这些实施方式中的倾斜致动器100可以是6mm的Maxon BLDC马达或其他这样的致动器。在这些实施方式中,倾斜致动器100能够引起丝杠螺母90的平移运动。在这些实施方式中,倾斜致动器100驱动联接至驱动齿轮104的行星齿轮头及正齿轮102。在这些实施方式中,驱动齿轮104与丝杠106以旋转的方式联接。在这些实施方式中,丝杠106在丝杠螺母90内的旋转引起丝杠螺母90的平移运动,并且可选地线缆联接器组件108以固定的方式附接至丝杠螺母90的外部。可以理解的是,在这些实施方式中,丝杠螺母90与摇摄轴112以旋转的方式联接但是以线性的方式断开联接,使得丝杠106的旋转引起丝杠螺母90的线性平移。在各种实施方式中,致动线缆(在图5F至图5G中以120A、120B最佳示出的)固定地联接至联接器组件108,使得丝杠螺母90和线缆联接器组件108的平移致使发生倾斜致动。

[0128] 如图5F至图5G所示,在各种实施方式中,倾斜功能可以经由以下构型来完成。在该实施方式中,柔性部段42B包括肘关节124和一对倾斜线缆120A、120B,其中,倾斜线缆120A、120B中的每个倾斜线缆均在其远侧端部处可操作地联接至光学部段42C。在各种实施方式中,并且如示出的,线缆120A、120B包括聚四氟乙烯护套120C、120D。在这些实施方式中,护套可以保持静止,而布置在护套内的线缆120A、120B能够相对于护套滑动,如本文中总体上描述的。

[0129] 图5F至图5G中描绘的第一倾斜线缆120A是如示出的联接在光学部段42C的关于关节124的一侧上的主动倾斜线缆120A,使得向近侧推动线缆120A引起光学部段42C在该侧向上倾斜,如参考箭头C所指示的。第二倾斜线缆120B是联接在光学部段42C的关于关节124和第一倾斜线缆120A的另一侧上的被动倾斜光缆120B。第二倾斜线缆120B不由用户致动。相反,第二倾斜线缆120B在被动弹簧122的作用下保持处于预定的张力水平,使得线缆120B在朝向近侧方向上被连续地推动,从而将光学部段42C推动到比如图4B中示出的直的构型中。

[0130] 如此以来,在图5F至图5G的该实施方式中,光学部段42C的默认位置将是直的构型。也就是说,在缆线联接器组件108没有向主动倾斜缆线120A施加至力时,张紧的被动倾斜缆线120B使得光学部段42C处于直的构型。使用者可以使缆线联接器组件108穿过丝杠螺母向近侧移动,如上所述,从而使得将主动倾斜线缆120A向近侧推动以使光学部段42C倾斜。响应于其他活动,比如按下按钮70,可以使线缆120A借助于弹簧122和返回线缆120B而

允许部段42C返回至直的构型。图4B的直的构型使得容易地将摄像机部件18定位在腔62中,并且进一步还容易地将摄像机部件18从腔62移除。在使用中,用户可以根据期望/需要将主动线缆120A向近侧推动以使光学部段42C倾斜。在替代性实施方式中,系统可以具有致动按钮(或其他类型的用户界面)(未示出),该致动按钮可以构造成将系统致动成移动至直的构型,从而便于容易的插入和/或移除。

[0131] 摇摄功能是通过使管42绕管42的纵向轴线如图5G至图5F中的箭头D所示的旋转来实现的。管(未示出)的刚性部段42A、柔性部段42B和光学部段42C联接在一起,使得部段42A、42B、42C不能相对于彼此旋转。换句话说,部段42A、42B、42C作为一个单元一起旋转。然而,管42以可旋转的方式联接至把手40,使得管42可以相对于把手40如箭头D所示的旋转。因此,摇摄功能通过将光学部段42C定位在倾斜构型(例如图5F的配置)中并且通过使管42相对于把手40旋转来提供。这导致光学部段42C中的光学部件绕管42的轴线旋转,使得光学部件可能潜在地捕获在摄像机部件18周围的多达360°并且包括360°的图像。在某些实施方式中,摇摄比如借助于硬止动件133被限制于较小的范围,比如100°,如图6A至图6B所示。在这些实施方式中,在管壳体135(或丝杠螺母90)保持固定位置的同时,硬止动件33与管42和管头137(或丝杠106)一起旋转,由于硬止动件133不能旋转通过管壳体135,从而限制了管42运动的范围。如图6A所示,在管头137中还设置有硬止动开口133A。可以理解的是,在某些实施方式中,由于线材服务环路,完成了对摇摄范围的限定。

[0132] 如此以来,在图5F至图6E的实施方式中,借助于布置在把手40内的摇摄致动器130来执行摇摄功能,这在图6A中最佳地示出。这些实施方式中的摇摄致动器130可以是6mm的Maxon BLDC马达或其他这样的致动器。在这些实施方式中,摇摄致动器130能够引起管42中的旋转运动。在这些实施方式中,摇摄致动器130驱动联接至驱动齿轮134的行星齿轮头及正齿轮132。在这些实施方式中,驱动齿轮134与摇摄轴112以旋转的方式相联系,摇摄轴112又与管42以旋转的方式相联系。可以理解的是,在这些实施方式中,摇摄轴112以旋转的方式联接至管42,使得摇摄轴112的旋转引起整个管42的旋转,包括引起光学部段42C的旋转,从而产生摇摄功能。图6B至图6D描绘了摄像机把手40的内部部件的另外的实施方式,其示出了布置在把手壳体(未示出)内的摇摄致动器130和倾斜致动器100。

[0133] 在这些实施方式中,摇摄组件(通常为128)具有接地槽136(该接地槽136不旋转)和摇摄轴槽138(该摇摄轴槽138旋转),接地槽136和摇摄轴槽138两者均构造成使得线材(未示出)在摇摄致动期间可以安全地穿过槽并且不被损坏。

[0134] 例如,如图6E所示,图像传感器电力/通信线路82和光纤照明线缆80被引导越过支承件140上并穿过槽136、138进入摄像机管42并延伸至镜头48。还设置了至少一个把手刚挠结合PCB部件或“PCB”142以控制各种摄像机把手功能,比如倾斜和摇摄。可以理解的是,在某些实施方式中,利用基于数字(软件)的变焦可以实现第三自由度。

[0135] 图7A和图7B描绘了柔性部段42B和远侧摄像机部件的各种内部视图。

[0136] 图7A的实施方式具有包括镜头组48A的摄像机镜头48,该镜头组48A构造成除了优化其他参数以外还优化视场(比如大约90度)和景深(大约1”至6”焦距范围)。多个光纤灯160也布置在镜头壳体162中。如图7A至图7B所示,在各种实施方式中,这些光纤160A、160B、160C可以布置在镜头48(图7B)的相反两侧部上或者围绕镜头48径向地布置并且/或布置在“镜头48”的“下部”(图7A)。这些光纤160A、160B、160C与如上文例如关于图6F讨论的从把手

向下延伸的一个或多个光纤线缆80A、80B进行照明通信。

[0137] 如图7A至图7B所示,图像传感器164(比如能够具有1080p@30fps的OmniVision 22720 IC)在柔性带166上布置在镜头组48A的后方。在这些实施方式中,一个或多个图像传感器164通过柔性带166输出MIPI格式的数据,柔性带166又螺旋地通过柔性部段42B。柔性带166在端点166A处终止于摄像管(未示出)的远侧端部处的刚性PCB 168中。可以理解的是,图7A的实施方式中的柔性管部分42B包括多个铰接构件170A、170B、170C,如前面已经描述的,但是其他实施方式也是可能的。

[0138] 在各种实施方式中,并且如主要在图7C中示出的,来自柔性带166的传感器图像信号(框170)在摄像机(框171)中借助于PCB 168上的FPGA(框172)从MIPI转换为LVDS。在示例性实施方式中,该LVDS信号然后被传递通过内部摄像机线束、通过摄像机把手上的连接器、通过5'摄像机引线、通过连接器对、通过20'线束、通过外科医生控制台上的面板安装连接器、通过外科医生控制台内部线束到CCU(摄像机控制单元——框173)上的面板安装连接器、通过内部CCU线束而输出到子卡中。

[0139] 在图7C的实施方式中,CCU(框173)将LVDS信号转换为并行数据(框174和框175),然后转换为HDMI输出。HDMI输出被发送至外科医生控制台计算机(框176)的板载视频处理卡(框177)。在各种实施方式中,视频处理卡(框177)将摄像机馈送与GUI覆盖图(框178)混合,使得混合信号可以被传递至外科医生控制台(框176)上的主监视器(框179),在该该主监视器上观察该混合信号。该信号也被镜像在外科医生控制台连接器面板上的HDMI输出上,该信号在HDMI输出端上被发送至辅助监视器。可以理解的是,存在可以使用的许多不同的信号协议。在一个示例中,刚性管42的远侧端部处的刚性PCB 168可以将MIPI数据转换为串行数据,并将已串行化的信号沿着同轴线缆传输回CCU。在另一个示例中,可以省略视频处理卡(框177)和GUI覆盖图(框178),并且视频信号可以直接从CCU发送至主显示器。在又一示例中,代替外科医生控制台连接器面板(或除了外科医生控制台连接器面板之外),可以从主显示器(框179)镜像视频信号。

[0140] 根据一个实施方式的图8A至图8G和图9A至图9D描绘了本体12的内部部件,在这些图中示出了在没有本体12的壳20的情况下的内部部件。图9B至图9C描绘了本体12的右半部和控制/致动右臂14A的内部部件。可以理解的是,在左半部(未示出)中的操作/控制/致动左臂14B的内部部件与本文中描绘和描述的基本相同,并且下面提供的描述也同样适用于那些部件。

[0141] 图8A至图8G包括本体12的内部结构部件或支承部件。在一个实施方式中,本体12具有如示出的内部顶盖200和内部支承壳202。这些部件保持本体12的结构并为布置在本体12中的部件提供结构支承。图8D是本体12的远侧端部的放大图。

[0142] 与图8A至图8D相比,图9B至图9C描绘了本体12的内部致动部件和控制部件,其中,隐藏了内部结构部件或支承部件以便更好地显示内部致动部件和控制部件。这些内部致动部件和控制部件构造成在肩关节26、28处提供两个自由度。

[0143] 在一个实施方式中,图9A至图9C中描绘的内部部件中的某些内部部件构造成致动在肩关节26、28处绕轴线A的旋转(如图9A中最佳示出的),该轴线A平行于本体12的纵向轴线。绕轴线A的这种旋转也被称为“横摆”或“肩部横摆”。在一个方面,该旋转创建如下。设置有横摆致动器204,在该实施方式中,横摆致动器204为横摆马达组件。横摆马达组件204可



操作地联接至横摆马达齿轮206,该横摆马达齿轮206联接至从动齿轮208,使得横摆马达齿轮206的旋转引起从动齿轮208的旋转。从动齿轮208固定地联接至传动轴210,该传动轴210在轴210的相反端部处具有传动齿轮212。

[0144] 传动齿轮212联接至从动齿轮214,该从动齿轮214固定地联接至轴216。包括有磁体的磁体保持器218也可操作地联接至传动齿轮212。保持器218和磁体可操作地联接至磁性编码器(未示出)。可以理解的是,磁体保持器218、磁体和磁性编码器(以及与其他关节相关的在本文中的其他部分所讨论的那些类似部件)为绝对位置传感器的部件,该绝对位置传感器与于2012年8月8日提交的美国临时申请61,680,809中公开的一个或多个绝对位置传感器相同或基本上类似,该申请的全部内容在此通过参引并入本文。轴216在其远侧端部处固定地联接至可旋转俯仰壳体220(如图9A至图9B中最佳示出的),使得从动齿轮214的旋转引起轴216的旋转并且因此引起壳体220绕轴线A的旋转,轴线A如图8B和图9B所示(该轴线也在图10中以轴线 $Z_1$ 示出)。

[0145] 根据一个实施方式,图9C中描绘的某些其他内部部件构造成致动肩关节26、28绕轴线B的旋转(如图8C和图9C中最佳示出的),该轴线B垂直于本体12的纵向轴线。绕轴线B的这种旋转也被称为“俯仰”或“肩部俯仰”。在一个实施方式中,该旋转创建如下。设置有俯仰致动器230,在该实施方式中,俯仰致动器为俯仰马达组件230。俯仰马达组件230可操作地联接至马达齿轮232,该马达齿轮232联接至从动齿轮234,使得马达齿轮232的旋转引起从动齿轮234的旋转。从动齿轮234固定地联接至传动轴236,传动轴236在轴236的相反端部处具有传动齿轮238。传动齿轮238联接至从动齿轮240,该从动齿轮240固定地联接至轴242。包括有磁体的磁体保持器244也可操作地联接至从动齿轮240。保持器244和磁体可操作地联接至磁性编码器(未示出)。如图9B至图9C中最佳示出的,轴242的一部分布置在上述轴216的腔216A内并从轴216的远侧端部伸出到壳体220中。如图9C中最佳示出的,轴242的远侧端部联接至旋转齿轮244,该旋转齿轮为锥齿轮244。旋转齿轮244可操作地联接至连杆齿轮246,根据一个实施方式,该连杆齿轮也是锥齿轮246。连杆齿轮246可操作地联接至肩部连杆16A(如上所述),使得轴242的旋转引起旋转齿轮244的旋转,并且因此引起连杆齿轮246的旋转以及因此引起连杆16A绕轴线B的旋转,该轴线B如图9D中最佳示出的,还在图10中以轴线 $Z_2$ 示出。

[0146] 在该实施方式中,这两个旋转轴线是联接的。也就是说,如果期望仅绕轴线A旋转(纯横摆),则“俯仰传动系”(俯仰马达230和所有用以实现绕轴线B旋转所需的被联接的齿轮和部件)必须与“横摆传动系”(横摆马达204以及所有用以实现绕轴线A的旋转所需的被联接的齿轮和部件)的速度匹配,使得在俯仰壳体220与旋转齿轮244之间不存在相对角度移位。相反,如果期望仅绕轴线B的旋转(纯俯仰),则横摆传动系必须在俯仰驱动系被致动时保持原位置。

[0147] 在如图9A所示的一个实施方式中,本体12具有定位在本体中的刚挠结合PCB 250。PCB 250可操作地联接至马达204、230和磁性编码器(未示出)并控制马达204、230和磁性编码器(未示出)。在一个实施方式中,并且如图8F、图9A和其他地方所示,本文中描述的各种致动器或马达具有布置在马达的表面上的至少一个温度传感器248,所述至少一个温度传感器248可以例如通过温度敏感的环氧树脂收集来自每个致动器的用于传递至控制单元的温度信息,如下文讨论的。在一个实施方式中,本文中讨论和描绘的任何马达均可以是有刷



马达或无刷马达。此外,马达可以是例如直径为6mm、8mm或10mm的马达。替代性地,可以使用可以集成到医疗装置中的任何已知尺寸。在另外的替代方案中,致动器可以是在医疗装置中使用的用以致动部件的运动或动作的任何已知的致动器。可以用于本文中描述的马达的马达的示例包括EC 10 BLDC+GP10A行星齿轮头,EC 8 BLDC+GP8A行星齿轮头或者EC 6 BLDC+GP6A行星齿轮头,所有这些行星齿轮头都可以从位于马萨诸塞州福尔里弗市(Fall River,MA)的Maxon Motors商购到。有多种方式来致动这些运动,比如利用直流马达、交流马达、永磁直流马达、无刷马达、气动装置、通向远程马达的线缆和液压装置等。

[0148] 如本文中描述的,每个连杆(本体、上臂和前臂)还可以包括印刷电路板(PCB),该印刷电路板具有嵌入的传感器、放大器和控制电子器件。例如,在某些实施方式中,自始至终使用相同的PCB 168、PCB 250、PCB 290、PCB 320、PCB 328,其中,每个PCB控制两个马达。一个PCB位于每个前臂和上臂中,并且两个PCB位于本体内。每个PCB还有基于完整的6轴加速度计的惯性测量单元和可以用于监测马达的温度的温度传感器。每个关节也可以有绝对位置传感器或增量位置传感器或绝对位置传感器和增量位置传感器两者。在某些实施方式中,一些关节包含绝对位置传感器(磁性编码器)和增量传感器(霍尔效应)。关节5和关节6只有增量传感器。这些传感器用于马达控制。关节还可以包括许多其他类型的传感器。在此包括一个可能的方法的更详细的描述。

[0149] 图10示出了机器人的运动。如关于图10所示,肩关节26将上臂14A连接至本体12。肩部横摆(绕 $Z_1$ 的 $\theta_1$ )、肩部俯仰(绕 $Z_2$ 的 $\theta_2$ )和肩部侧倾(绕 $Z_3$ 的 $\theta_3$ )可能会或可能不会使三个轴线大部分相交以便形成球状接合件,肘关节14C(绕 $Z_4$ 的 $\theta_4$ )将上臂14A连接至前臂14B。然后工具能够侧倾(绕 $Z_5$ 的 $\theta_5$ )。最后,工具本身(或者末端执行器)具有可以用于使工具打开和闭合的运动。该设计的右臂14是左臂16的镜像。根据一个实施方式的图11A至图14C描绘了右臂14的内部部件。可以理解的是,左臂16中的内部部件与本文中描绘和描述的内部部件基本相同,并且下面提供的描述也同样适用于这些部件。

[0150] 根据一个实施方式,图11A至图11F和图12A至图12D描绘了右上臂14A的内部部件,在图11A至图11E和图12A至图12D中示出了在没有壳体252的情况下的右上臂14A的内部部件。更具体地,这些图描绘了右臂14A和在右臂14A中的内部部件。图12A至图12D描绘了右上臂14A的内部部件,包括致动器、传动部件和电子器件,其中,隐藏了内部结构部件或支承部件以便更好地显示内部部件。与图12A至图12D相比,图11A至图11F包括内部致动器、传动器和电子部件,还包括右上臂14A的内部结构部件或支承部件。

[0151] 在一个实施方式中,图11A至图11F和图12A至图12D中描绘的某些内部部件构造成致动在肩部连杆26处绕 $Z_3$ 的旋转如 $\theta_3$ (如图10中最佳示出的), $Z_3$ 平行于右上臂14A的纵向轴线。该旋转 $\theta_3$ 也被称为“肩部侧倾”。在一个方面,该旋转创建如下。设置有致动器260,在该实施方式中,致动器为马达组件260。马达组件260可操作地联接至马达齿轮262。马达齿轮262由轴承对264支承。马达齿轮262联接至从动齿轮266,使得马达齿轮262的旋转引起从动齿轮266的旋转。从动齿轮266固定地联接至肩部连杆(未示出),使得从动齿轮266的旋转引起上臂14A绕轴线 $Z_3$ 的旋转,如图10所示。从动齿轮266由轴承对268支承。包括有磁体的磁体保持器270也可操作地联接至从动齿轮266。保持器270和磁体可操作地联接至磁性编码器,如已经在前面描述的。

[0152] 肩部连杆26绕轴线 $Z_3$ 的旋转引起右上臂14A(并且因此前臂14B)相对于本体12旋

转。根据一个实施方式,该旋转增加了在现有的双臂式手术装置中未提供的附加自由度。

[0153] 根据一个实施方式,图11A至图12D中描绘的内部部件的某些内部部件构造成致动在肘部连杆14C处绕轴线 $Z_4$ 的旋转(如图3C中最佳示出的),该轴线 $Z_4$ 垂直于右上臂14A的纵向轴线。绕轴线 $Z_4$ 的这种旋转也被称为“肘部横摆”。在一个方面,该旋转创建如下。设置有致动器272,在该实施方式中,致动器是马达组件272。马达组件272可操作地联接至马达齿轮274,在该实施方式中,马达齿轮274是锥齿轮。马达齿轮274由轴承276支承。马达齿轮274联接至从动齿轮278,使得马达齿轮274的旋转引起从动齿轮278的旋转。从动齿轮278固定地联接至肘部连杆14C,使得从动齿轮278的旋转引起肘部连杆14C绕如图10所示的轴线 $Z_4$ 的旋转。从动齿轮278由轴承对280支承。包括有磁体的磁体保持器也可操作地联接至肘部连杆14C。保持器和磁体可操作地联接至磁性编码器282。根据一个实施方式,连杆齿轮284和肘部连杆14C的附加联接可以提供某些优点,包括附加的外部减速(因为齿轮284与肘部连杆14C相比具有更少的齿轮齿)并且缩短上臂14A(由此提高关节的运动范围)。齿轮284联接至另一齿轮,该另一齿轮上具有磁性保持器282。另外,该另一个齿轮(未示出)具有附接至其上的用作防反冲装置的扭力弹簧。

[0154] 如图12A至图12B所示,上臂14A可以具有至少一个定位在上臂中的刚挠结合PCB 290。在一个实施方式中,PCB 290可操作地联接至马达260、272和磁性编码器并控制马达260、272和磁性编码器(联接至保持器270)。在这些实施方式中,柔性带292可以用于与PCB 290、马达260、马达272和磁性编码器通信,如本领域技术人员将理解的。根据另一实施方式,至少一个连接部件与上臂14A相关联。更具体地,在该实施方式中,电力/通信线路和烧灼电力线通过上臂14A的近侧端部处的端口(未示出)进入并且通过远侧端部处的端口(未示出)离开,如先前已经描述的。

[0155] 如下所述,每个前臂14B、16B还具有两个电隔离的烧灼电路,从而能够实现双极烧灼末端执行器和单极烧灼末端执行器两者。某些实施方式构造成允许容易地移除和替换末端执行器(“快速改变”构型)。另外的实施方式包括有助于防止流体进入机构的密封元件。

[0156] 图13A至图13G描绘了右前臂14B的各种实施方式。图13B至图13G示出了在前臂14B没有壳体254的情况下的前臂14B。本文中公开和描绘的各种实施方式包括可以用于实现工具侧倾和工具驱动(打开/闭合动作)两者的致动器、传动部件和电子器件,如将在下面更详细描述。如下所述,前臂14B还具有两个电隔离烧灼电路,从而使得能够实现双极烧灼末端执行器和单极烧灼末端执行器两者。某些实施方式构造成允许容易地移除和替换末端执行器300(“快速改变”构型)。另外的实施方式包括有助于防止流体进入机构的密封元件。如图13B所示,电力和通信腔303和烧灼腔305可以用于允许线材(未示出)从本体12被引导至前臂。

[0157] 根据一个实施方式,图13A至图13G和图14A至图14F中描绘的内部部件的某些内部部件构造成致动在末端执行器300处绕轴线 $Z_5$ (如图10中最佳示出的)的旋转,该轴线 $Z_5$ 平行于右前臂14B的纵向轴线。绕轴线 $Z_5$ 的这种旋转也被称为“工具侧倾”。

[0158] 在一个方面中,该旋转创建如下。如图14B中最佳示出的,设置有致动器301,在该实施方式中,致动器是马达组件301。马达组件301可操作地联接至马达齿轮302,马达齿轮302在该实施方式中是正齿轮。马达齿轮302联接至从动齿轮304,使得马达齿轮302的旋转引起从动齿轮304的旋转。从动齿轮304固定地联接至辊轮毂306,该辊轮毂306由轴承308支

承。辊轮毂306固定地联接至工具基部接合件310,工具基部接合件310具有工具腔311和以螺纹的方式联接至末端执行器300的外螺纹310A。因此,从动齿轮304的旋转引起辊轮毂306的旋转,由此引起工具基部接合件310的旋转,从而引起末端执行器300绕如图10所示的轴线 $Z_5$ 的旋转。

[0159] 在一个实施方式中,图14A和图14C中描绘的某些内部部件构造成将末端执行器致动成打开和闭合。末端执行器的臂的使得末端执行器打开和闭合的这种旋转也被称为“工具驱动”。在一个方面中,致动被如下形成。设置有致动器312,在这个实施方式中,该致动器312是马达组件312。马达组件312可操作地联接至马达齿轮314,在这个实施方式中,马达齿轮314是正齿轮。马达齿轮314联接至从动齿轮316,使得马达齿轮314的旋转引起从动齿轮316的旋转。从动齿轮316固定地联接至由轴承对320支承的凹形工具花键318。凹形工具花键318构造成与末端执行器上的凸形工具花键特征相接合以根据需要打开/闭合工具。

[0160] 根据一个实施方式,末端执行器300可以以如下方式快速且容易地联接至前臂14B和从前臂14B断开联接。在辊和驱动轴两者均被固定到位或保持到位的情况下,末端执行器300可以被旋转,从而联接或断开联接螺纹310A。也就是说,如果末端执行器300沿一个方向旋转,则末端执行器300联接至前臂14B,并且如果末端执行器300沿另一个方向旋转,则末端执行器300与前臂14B断开联接。

[0161] 系统10的各种实施方式也被设计成将能量传递至末端执行器300以在手术期间切割组织和凝结组织。这有时被称为烧灼并且烧灼可以采用许多电子形式以及所有用于这个机器人的热能、超声波能和射频能。在此以电外科烧灼作为示例。

[0162] 根据一个实施方式并且如图14D至14F所示,前臂14B具有两个独立的烧灼槽道(在本文中被称为“槽道A”和“槽道B”),这使得能够通过这个前臂14B与双极烧灼末端执行器或单极烧灼末端执行器一起使用。

[0163] 在这些实施方式中,如图所示,槽道A的部件被布置在前臂14B中。PCB 328与引线A 342和/或引线B 344、联接至外部电源的烧灼电力线(例如下面讨论)电隔离。PCB 328还电联接到至少一个柔性带330A、330B,至少一个柔性带330A、330B与马达301、马达312电通信。因此,对烧灼引线342中的引线A通电致使双极烧灼末端执行器300中的槽道A通电。

[0164] 如图14E至图14F所示,在某些实施方式中,末端执行器300布置在转子组件343A、343B中的前臂14B内,使得转子触头341A、341B和定子触头或环箍345A、345B与工具触头330、332电通信。在这些实施方式中,烧灼线通过前臂的后板中的腔305(如图13A所示)进入。对于双极前臂(双极前臂使用一对导体)而言,导体A焊接到定子环箍A上的凸部A 342上。导体B焊接到定子环箍345B上的凸部B 344上。对于单极前臂而言,仅具有一个导体,因此导体A 342焊接到定子环箍345A上的凸部A 342,而另一个定子环箍345B没有连接。

[0165] 在各种实施方式中,定子组件347包含两个定子环箍345A、345B。组件347固定至前臂14B并且不移动。转子组件343包含两个转子环341A、341B。转子343通过轴承组件(未示出)与定子347保持同轴并且在定子347内自由旋转。每个转子环341A、341B具有一对板簧触头(在图14F中以349A、349B最佳所示),一对板簧触头如与滑环的情况一样保持与定子环345A、345B电接触。

[0166] 在这些实施方式中,转子环341A、341B延伸到转子组件中,并且末端执行器具有朝向近侧端部布置的对应的一对工具触头330、332。这些工具触头330、332的触头也可以具有

板簧突出部。

[0167] 在使用中,当末端执行器300适当地安置在转子343内时,末端执行器工具触头330、332的板簧突出部压靠在转子环341A、341B的内圆周,从而形成电连接。另外地,转子可以沿着其内表面具有“箭头形”的突出部以形成导入,因此当您安装工具时转子可以自对准,而末端执行器可以具有匹配的切口。在这些实施方式中,当末端执行器插入时,突出部和切口匹配,使得突出部和切口在末端执行器与转子组件之间形成扭矩传递特征。以这种方式,当转子经由辊道马达旋转时,末端执行器与转子一起旋转。因而,在转子组件与末端执行器300之间不存在相对运动。

[0168] 在一个实施方式中,如图15A至图15B所示,前臂14B可以配装有可插入式双极烧灼工具(图15B中的300A)或者配装有被设计为单一用途或多个用途的可插入式单极烧灼工具(图15A中的300B)。

[0169] 在这些实施方式中,末端执行器300A、300B具有至少一个流体密封界面,所述至少一个流体密封界面有助于防止流体进入前臂14B中。一种这样的机构是根据一个实施方式的单件式壳体322。如图15A至图15B中最佳所示,壳体322可以具有定位于限定在壳体322中的凹槽中的O形环324。

[0170] 在图15A的双极工具300A的具体实施方式中,在工具330A的近侧端部处具有两个青铜触头330、332。当插入时,这些触头330、332与滑动片接合,从而在机器人与工具300A之间形成电连接。如先前所述,例如在美国申请No.14/212,686中,其全部内容通过参引并入本文,滑动片是由机械支柱支承在一个端部上的张紧部件。隔离插入件位于滑动片与机械支柱之间。滑动片在其自由端部处由预加载器支承。基于这种构型,滑动片被加载或推动(像板簧一样)抵靠于工具底座界面并因而电联接至工具底座界面。工具底座界面机械地联接至末端执行器28A并且电联接至所述末端执行器的槽道B。在这些实施方式中,滑动片和触头330、332被设计为使得在维持滑动片与触头之间的电接触的同时可以发生相对的工具运动(工具侧倾或末端执行器侧倾)。然后,这两个独立触头330、332比如通过实心铜线334分别连接至每个卡爪。使用包括非导电分隔器336的多种技术使工具彼此保持电隔离。然后,电能被输送至保持在两个卡爪338A、338B之间的组织。在这个实施方式中,还提供了卡爪引导件340。

[0171] 在图15B的双极工具300B的具体实施方式中,在工具330B的近侧端部处具有两个青铜触头330、332。当插入时,这些触头330、332与滑动片接合,从而在机器人与工具300B之间形成电连接。来自发生器(关于图16A至图16B的描述)的单极能量经由一个电连接件流至工具300B,使得潜在能量存在于工具稍端340处。然后,能量穿过手术目标经由返回垫返回至发生器。线缆可以包含连接器,以便简化机器人的使用和操作。这个附图示出了一个附加特征:输出能量被传输通过屏蔽线缆,并且屏蔽件可能连接或不连接至返回路径。将屏蔽件连接至返回垫可以是一种安全特征,原因在于这可以防止能量泄漏给患者。在此泄漏的能量将很可能由屏蔽件收集并安全地返回至发生器。

[0172] 系统的各种实施方式具有与至少一个外部烧灼发生器354和相应的单极末端执行器300B和双极末端执行器300B电通信的单极烧灼电力线350(如图16A所示)和/或双极烧灼电力线352(如图16B所示)。在图16A的实施方式中,单极烧灼线352是单根同轴线缆352,该单根同轴线缆352还与返回垫356电通信以放置在患者身体的其他地方。在这些实施方式

中,屏蔽件358A可以设置在中央导体358的周围。在各种实施方式中,屏蔽件358A可以将中央导体358的长度从发生器354延伸到本体12中,以在远侧(以358B示出)终止于前臂14B中。在某些实施方式中,设置有屏蔽系带360,如技术人员应当理解的,屏蔽系带360将屏蔽件358电系接至返回衬垫356和/或电发生器354以防止辐射泄漏。

[0173] 在图16B的实施方式中,双极电力线352提供了双极烧灼线352A、352B与外部烧灼发生器354之间的电通信。在各种实施方式中,单极线350和/或双极线352A、352B可以直接地连接至本体12或借助于如先前所述的“引线”360A、360B、360C连接至本体12。

[0174] 如图17A所示,可以提供根据另一实施方式的另一流体密封件,该流体密封件呈柔性膜400(或“套筒”)的形式且布置在臂14、16的外部上。如图17B所示,在某些实施方式中,膜400在远侧端部402处附接至前臂壳体14B、16B。这个膜400用于为臂14、16的内部部件提供相对于任何外部流体的流体密封。在一个实施方式中,无论末端执行器300是否联接至前臂14B、16B,都保持密封。

[0175] 应当理解的是,如前所述,大的或“大体积的”膜可能干扰摄像机部件18的操作,特别是对于具有带的膜400而言更是如此。在各种实施方式中,本发明公开的膜400解决了摄像机干扰。如本文参照图18A至图18C至图22C所讨论的,在某些实施方式中,膜400可以是永久性的,而在替代性的实施方式中,并且如图23A至图23C所示,膜400可以是一次性的。替代性地,如先前所述,膜400可以用金属波纹管替代。

[0176] 在各种实施方式中,套筒400可以通过从薄膜挤出物中切割出图案来制造,使得从平坦的塑料件切割出2D图案,然后比如通过超声波焊接将2D件结合在一起而形成套筒。替代性地,可以使用热结合或粘合剂来形成套筒。在又一替代方案中,可以利用模制工艺来形成如先前所述的这些套筒。模制工艺可以包括浸渍模塑、注塑或其他已知的模制选项。应当理解的是,永久性套筒可以由比一次性套筒厚的塑料或其他材料制成以提高耐久性。

[0177] 如图18A至图18C所示,在某些实施方式中,在每个臂14、16上布置有永久性膜400。在这些实施方式中,膜在远侧端部402处具有刚性末端部件404。在某些实施方式中并且如图18C所示,末端部件404可以使用内部静态密封件404A,该内部静态密封件404A被夹住以卡扣到位并相对于前臂壳体14B、16B密封。在替代性实施方式中,膜400可以使用UV固化的生物相容性环氧树脂在远侧端部402处直接地结合至前臂壳体14B、16B。在又一些实施方式中,可以使用前臂壳体与前臂机架的子结构(如参照图19A至图19C的近侧端部处所描述)之间的机械捕捉将远侧端部402附接至前臂壳体。

[0178] 转向图19A至图19C的实施方式,在近侧端部406处,0形环组件408可以用于将膜400“夹持”到本体12中的对应凹槽410中。如图19C中所示,在这些实施方式中,被附接的膜400上可以布置有外本体壳412。在替代性实施方式中,膜400可以使用UV固化的生物相容性环氧树脂在近侧端部406处直接地结合。

[0179] 在另一些实施方式中并且如图20A至图20B所示,柔性网状部件414可以与膜(未示出)相结合使用,以防止在高度铰接的肘关节14C中的“套筒剪切”。在这些实施方式中,网状物414确保套筒不会塌陷到由臂关节比如肘部14C和肩部(总体上为26、28)形成的夹持区中。

[0180] 在图21A至图21C的实施方式中,半刚性滑动引导件420可以用于防止永久性膜400中的套筒剪切。在这些实施方式中,滑动引导件420使膜(未示出)的长度延伸以防止膜进入

臂的关节之间的空间(如上所述)。在各种实施方式中,半刚性引导件420可以由薄聚四氟乙烯、聚甲醛树脂或其他柔性低摩擦聚合物制成。

[0181] 在某些实施方式中并且如图21A至图21C所示,半刚性引导件420被固定在如图所示在前臂14B处或在上臂(未示出)的一个位置421处,以在需要时允许防护装置相对于臂线性地移动。在图21A至图21C的实施方式中,半刚性引导件420在相反端部(在此为近侧端部)处布置在引导衬套422内。

[0182] 应当理解的是,这允许引导件随着机器人铰接而滑动并且形成移动阻挡件以防止套筒进入夹持区域。

[0183] 如图22A至图22C所示,套筒的几何形状可以通过多种方式进行优化。可以通过考虑当臂从平直构型变为弯曲构型时套筒长度的所需改变来实现优化。可以使用几种不同的实施方式。如图22A至图22B所示,套筒400可以被制造成使得当臂弯曲时所需的多余材料在臂平直时被存储/管理。图22A描绘了具有“外箱”褶皱部430的套筒400。图22B描绘了“内箱”褶皱部432。图22C描绘了“弯曲”套筒434构型。替代性地,如图22C所示,通过制造具有弯曲构型的套筒434,使得弯部与弯曲到其运动范围的中间的机器人肘部相对应,套筒被改进以减小总体寄生扭矩,寄生扭矩也就是在致动期间由套筒施加至机器人的扭矩。替代性地,这些实施方式可以提供意味着具有减少的集束和/或拉伸(如例如在图23B中所示)的改进的“配合”并且可以更容易清洁。这些优化中的每个优化都可以应用于一次性套筒。

[0184] 图23A至图23C描述了一次性套筒436的各种实施方式。在各种实施方式中,一次性套筒436必须易于安装并形成对生物负荷和流体的阻挡件。在某些情况下,套筒436可以使用卡扣到O形环凹槽中的一体式O形环来附接,如先前所述。套筒436也可以使用一体的粘合条437来附接,所述一体的粘合条437将套筒436附接至装置10。如图23B所示,如果套筒没有被合适地定尺寸或优化,则可能发生过度集束436A。在各种实施方式中,粘合条437可以围绕近侧终端部段(比如在机器人的腰部处)旋转地最佳地定位,以使材料在临界区域中的堆积最小化,临界区域比如为摄像机离开腔的位置。

[0185] 在使用中,图24A至图24D描绘了根据示例性实施方式的装置10的插入和操作。如先前所描述的和进一步关于图27A至图27C所讨论的,通过使用从另一端口插入到腹腔中的腹腔镜448,例如在控制台上装置10是可视的时,这些步骤可以被完成。

[0186] 如图24A所示,在插入期间,首先将装置10保持在凝胶端口450上方,从而实现了在凝胶端口450围绕装置10的不规则形状密封时保持腹腔被隔离。如图24B中所示,装置10随后被插入穿过凝胶端口450。然后,肘部14C、16C可以被弯曲以适应进一步的插入。然后,装置10可以被进一步插入直到臂14、16基本上处于腹腔内为止,如图24C最佳地示出。这然后允许装置10旋转并移动至用于手术的期望位置,如图24D所示。

[0187] 图25A至图25B描绘了根据一个实施方式的凝胶端口450。在图25A的实施方式中,凝胶端口450具有第一开口452和第二开口454或“狭缝”。在某些实施方式中,装置10至凝胶端口450的通过导致臂14、16的张开,这可导致患者受伤。在这些实施方式中,狭缝452、454便于将装置10保持处于竖直取向。在这些实施方式中的某些实施方式中,凝胶端口450具有一对半刚性珊瑚部456A、456B,所述一对半刚性珊瑚部456A、456B构造成将臂14、16朝向中央推压并且防止在插入期间的张开。

[0188] 如图25C所示,在某些实施方式中,机器人装置10被夹紧至(或以其他方式联接至)

机器人支承臂470的远侧端部。支承臂470的近侧端部被夹紧至或以其他方式联接至手术台上的标准支承支柱。在这个实施方式中,支承臂470具有6个自由度,6个自由度通过单个旋钮手动地释放。在使用中,使用者可通过松开旋钮来释放支承臂470,使机器人装置10移动到合适的位置,然后拧紧旋钮,由此使臂470刚性化并将机器人装置10固定到位。市场上可购得的支承臂470的一个示例是由Automated Medical Products Corp. (自动化医疗产品公司)制造的Iron Intern<sup>TM</sup>。

[0189] 在使用中,根据如图26A中所示的一个实施方式,系统500可以以如下方式操作。使用者——通常是外科医生——将自己定位在外科医生控制台502处。如下面进一步详细讨论的,控制台502可以具有视觉显示器510、触摸屏514和输入部件比如脚输入装置(也被称为“脚控制器”)512和手输入装置(也被称为“手控制器”)518。使用者可以通过用她的手操作手控制器518、用脚操作脚控制器512以及用手操作触摸屏(在本文中也称为“图形使用者界面”或“GUI”)来操作系统,同时使用可视显示器510来观察来自摄像机18的与定位在患者的目标腔中的机器人10有关的反馈。在这个实施方式中,控制台502以三种不同的方式联接至机器人10及其部件。也就是说,控制台502经由线缆502直接地联接至机器人10本身,线缆502承载控制台502与机器人10之间的电力和通信。此外,控制台502还经由线缆504联接至机器人10上的摄像机18,线缆504承载控制台502与摄像机18之间的电力和通信。另外,控制台502还经由线缆506联接至机器人10上的烧灼末端执行器300A、300B,线缆506承载控制台502与烧灼末端执行器300A、300B(如上文关于图16A至图16B所讨论的)之间的电力和通信。在另一些实施方式中,控制台502可以经由其他连接部件和/或经由其他机器人部件联接至机器人10。

[0190] 根据如图26B至图26E中最佳所示的一个实施方式,控制台502允许使用者使用手控制器518和/或脚控制器512来控制机器人装置10。手控制器518和脚控制器512可以被用于控制臂和机器人装置10的其他部件和功能。在各种实施方式中,通过使用手控制器518和/或脚控制器512来控制装置10以使装置10以与手控制器518和/或脚控制器512移动相同的方式移动。更具体地,例如,右手控制器518可以被用于致动机器人装置10的右臂,使得手控制器518的运动致使装置10的右臂复制或模拟相同的运动。例如,如果右手控制器518向外延伸远离使用者,则装置10的右臂被致动以沿相同方向向外延伸远离装置10。机器人装置10的左手控制器518和左臂可以以类似的方式操作。控制台502与机器人装置10之间的这种虚拟连接和交互可以被称为远距离操作(或“远程操作”)模式。

[0191] 在图27A至图27C中描绘了示例性GUI 530的一个实施方式。在这个实施例中,提供了各种按钮520,按钮520可以用于控制装置10的插入、缩回和操作。更具体地,如图27B中所示,使用者可以选择待显示在GUI 530上的特定操作页面。如果使用者选择了如图27B所示的“插入”按钮,则如图27A所示显示插入页面。因而,GUI 530可以向使用者提供控制机器人手术系统的设置和功能的能力。在各种实施方式中,触摸屏可以包括用于运动缩放、摄像机位置以及显示机器人模式(烧灼状态、GUI状态等)等的指示符的设置。此外,在如图27A中所示的远程操作模式中,显示器530可以描绘实时机器人动画(总体上以10示出),机器人动画显示装置10的当前构型,包括显示装置10的臂的特定位置。

[0192] 在某些实施方式中,如上所述的控制台502与装置10之间的虚拟连接可以使用“离合器”来中断。在一个特定实施方式中,离合器可以使用GUI 530上的按钮520来启动。替代



性地,使用者可以通过压下脚踏板512中的一个脚踏板来启动离合器。离合器被启动以断开上文描述的虚拟连接,从而将装置10与控制台502断开连接,使得装置10及其部件进入“冻结”或“暂停”状态,在“冻结”或“暂停”状态中,装置10的部件保持在当离合器被启动并且在离合器被停用之前部件所处的最后位置中。出于如下几个不同的原因,可以采用这种离合器特征。例如,离合器特征可以在装置10部件正朝向其中一个或更多个部件可能损坏患者的内部组织的位置移动的紧急暂停情况下使用并且离合器启动防止了上述情况。在另一示例中,离合器特征可以用于以与如下方式相同的方式重新设置虚拟连接:将计算机鼠标抬高鼠标垫以重置鼠标与计算机屏幕上的光标之间的连接。换句话说,离合器特征可以用于在暂停装置10的同时将手控制器重新定位至更期望的位置。

[0193] 本文公开或预期的某些系统实施方式还可以具有特征为触觉反馈的手控制器(比如上文讨论的控制器518)。也就是说,手控制器(比如控制器518)具有触觉输入装置,该触觉输入装置由马达组成,马达可操作地联接至手控制器以使得马达能够被致动以向控制器(比如控制器518)施加力,由此向正在握持控制器的使用者的手施加力。由触觉输入装置产生的施加至使用者手上的这个力被称为触觉反馈并且用于向使用者提供信息。例如,触觉反馈的一个用途是向使用者指示机器人臂之间的碰撞。在另一示例中,触觉反馈用于向使用者指示机器人装置或机器人装置的多个部件中的一个部件(比如多个臂中的一个臂)正在接近或已经到达其可到达的或灵活的工作空间。

[0194] 图28A和图28B提供了根据特定实施方式的与机器人臂的灵活工作空间有关的触觉反馈的示意性表示。更具体地,图28A表示本文中的任何系统实施方式的机器人装置的一个臂的工作空间600的二维“片”。也就是说,该图像是机器人臂的远侧端部在两个维度(x方向和y方向)上的运动范围600的表示,使得该图像描绘了当臂可以在这两个维度上移动并且装置本体保持静止时机器人臂的末端执行器可以达到的全部区域600。如图28C中所示,该工作空间602可以延伸到三个维度中,这是因为装置10还能够在z方向上操作。

[0195] 在这些实施方式中并如图28A所示,完全可到达的工作空间600由工作空间600的外部部分602和内部部分604组成。内部部分604是机器人臂的操作工作空间604。也就是说,内部部分604是其中臂发挥功能且最佳地操作的工作空间604。外部部分602是机器人臂的不期望的或非最佳的工作空间602。

[0196] 在这个特定实施方式中,如图28B最佳所示,系统已经构造成当臂的末端执行器到达工作空间600的外部点时提供触觉反馈。更具体地,系统或系统的软件部件将触觉边界604定义为操作工作空间604。当使用者使机器人臂移动以使得末端执行器处于触觉边界604内时,触觉输入装置不向手控制器施加力,由此向使用者指示机器人臂处于操作工作空间604中。如果臂的末端执行器移动到触觉边界604的外部并进入非最佳工作空间602中,则触觉输入装置提供了将手控制器朝向触觉边界上的最近点向回推动的力,并因而提供了将机器人臂朝向触觉边界上的最近点向回推压的力。在一个实施方式中,施加在手控制器处的力与相距触觉边界的距离成比例,使得对于使用者而言就像感觉到虚拟弹簧将使用者的手(并且因而像机器人臂)推回到边界604内。替代性地,应当理解的是,除了比例距离之外,还可以创建针对力的其他模型。

[0197] 在图28D中示出了系统的可能的用途。在该实施方式中,使用者可以通过各种步骤以平移(框620)模式和/或取向(框622)模式操作手控制器518(如图226A-E所示)。在某些实



施方式中,控制器具有与手术室中的装置的位置相关的七个触觉反馈自由度。在此,平移模式指x触觉反馈、y触觉反馈和z触觉反馈,而取向模式指的是侧倾反馈、俯仰反馈和横摆反馈,并且触发器操作可以占第七自由度。在某些实施方式中,期望将这些反馈运动中的某些反馈运动比如取向锁定,同时使诸如平移之类的其他运动相对于控制台自由移动。该选择性锁定实现了使用者的手和控制器的大致重新定位,而不会引起装置10在外科手术室内的对应运动。

[0198] 例如,使用者可以进入远程操作模式(框630),使得触觉输入装置(参照图26A至图27C详细地描述)与控制器的中心(0,0,0)对准,而不考虑装置的位置(框632),同时取向矢量(框634)与装置的臂14、16相对于横摆、俯仰和侧倾的取向对准。

[0199] 在远程操作模式中,这些位置被设定(框632和框634),使得控制器的任何运动将直接对应于装置10的运动,并且施加至装置10的任何力将导致对应的力通过控制器施加返回至使用者。然而,在某些情况下,使用者可能期望将手控制器相对于控制台重新定位而不引起装置运动的对应改变。

[0200] 当系统暂停时(框636),系统被“锁定”(框638和框640),使得手控制器518被锁定到位。没有向装置10发送运动或命令,使得不论使用者对手控制器做了什么装置10都保持原位置,这意味着即使使用者克服了触觉锁定并使手控制器移动的情况下,机器人也不会移动。

[0201] 在另外的实施方式中,为了使控制器独立地移动,使用者可以接合离合器(框642),以便仅在装置的臂14、16和控制器保持固定的取向时(框648)使控制器的平移断开接合(框644)。当离合器512断开接合时(框648),机器人和手控制器则实际上重新连接,以便再次固定控制器与装置之间的平移和取向。

[0202] 在这些实施方式中,当装置10被定位时工作空间可以被限定(框650)。如上文所述,臂和控制器的平移运动受工作空间边界(框650)的限制,并且取向运动与有效矢量对齐(框652)以确保安全和精度。

[0203] 在某些实施方式中,触觉锁定还可以被诸如“摄像机离合器”的其他功能中断(框654),在这种情况下,两个手控制器可以一起移动。在这些实施方式中,可能需要相对于摄像机的位置和/或取向重新定位手控制器和/或装置的臂。也就是说,如将理解的那样,由于摄像机能够具有摇摄和倾斜功能,则摄像机具有与工作空间和装置10相关的特定参考系。在某些实施方式中,控制台描绘了这个参考系,并且臂和控制器的平移和/或取向相对于摄像机方向是固定的。当摄像机移动时,可能需要相对于可以由 $\alpha$ 表示的第二摄像机参考系对控制器和/或臂进行重新定位。因此,能够沿各个方向(比如相对于地面水平地)推压手控制器,但是在装置和摄像机直的向下指向的情况下导致机器人臂进行对应的竖向运动。这个工作流程的其他版本也是可能的。

[0204] 图29A至图29D示出了触觉反馈在力维度工作空间600中的另一种可能用途。在这些实施方式中,手控制器的运动——平移和/或取向——具有一定限制。在某些实施方式中并如图29A至图29C中所示,上文描述的触觉反馈系统可以用于向使用者指示手控制器已经被移动到其运动的极限602。在此可以实现另一个虚拟弹簧或者可以提供视觉警报、或发声警报或振动警报。

[0205] 图30A至图30B示出了操作者检测系统700,该操作者检测系统700可与前述实施方

式中的任一实施方式操作性地结合作为用户输入装置或控制器701的一部分。在这些实施方式中,操作者检测系统700构造成检测使用者的存在以防止装置10的意外运动。一种实施方式是使用机械开关704,该机械开关704在使用者702将他/她的手702插置成与用户输入装置701接触和/或使用使用者702向控制器侧706、708施加压力时被接合。各种实施方式还可以采取电容传感器、压力传感器和光学传感器、光束阻断传感器的形式或许多其他形式。在各种替代性实施方式中,操作者检测系统700可以利用语音激活和/或视觉系统。

[0206] 在附图中更详细地公开了各种实施方式,附图中包括一些书面描述。

[0207] 此外,根据某些实施方式,使用以下过程将附图中示出和描述的装置插入到患者内。

[0208] 首先,使用标准技术做出穿过腹壁的切口。在这个实施方式中,需要长度为2.5”的切口以形成用于系统的便于通过的合适孔口。

[0209] 接下来,将牵开器安置在切口中。在这个实施方式中,使用Applied Medical Alexis Wound Retractor(一种应用医学亚历克西斯伤口牵开器)(<http://www.appliedmedical.com/Products/Alexis.aspx>)。该牵开器由薄壁(<.005”)柔性管状膜和刚性环形端盖构成。一旦将远侧环插入到患者内,即可将近侧环卷起来以应对管中过多的松弛并将伤口拉开。

[0210] 然后,将端口安置在牵开器上。在这个实施方式中,使用modified Applied Medical Gel port(改进的应用医学凝胶端口)(<http://www.appliedmedical.com/Products/Gelport.aspx>)。该端口能够保持压力差从而可以实现腹腔的吹气。这个端口能够在保持这个压差/气体密封的同时使物品(即机器人)穿过该端口。这个端口由一个刚性环构成,该刚性环以机械方式夹持到牵开器的外部刚性环上。这个夹持件能够对环进行密封,从而维持吹气压力。该端口还包括一对圆形凝胶膜。每个膜的厚为约0.75”。每个膜具有穿过其的狭缝。狭缝的长度为膜直径的约50%。当组装时,膜1的狭缝相对于膜2的缝隙旋转了90度。由于膜的凝胶性质/贴合性质,当形状奇特的物体穿过膜的狭缝并进入腹腔中时,抵抗形状奇特的物体的密封被保持。

[0211] 根据与端口相关的一个替代性实施方式,将格状非弹性绳索嵌入到膜中,从而减轻由于内部压力导致的隆起/爆裂。在另一替代方案中,在膜1和膜2的界面处沉积了刚性/耐穿刺聚合物的薄膜。该聚合物的目的是防止机器人的末端执行器在穿过膜1中的狭缝之后刺穿膜2。

[0212] 一旦牵开器和凝胶端口处于适当位置中,则机器人可以被插入到患者内。

[0213] 接下来,摄像机被插入通过辅助端口(如在附图中公开的机器人摄像机或辅助摄像机)以观察插入。

[0214] 接下来,根据GUI,机器人的插入/取出模式被启动。

[0215] 此后,机器人和/或系统确定从其当前状态到其插入姿态(臂直向下)的路径,并且操作者步进通过该路径以实现所需的姿态。

[0216] 随后,操作者将机器人插入到患者内(通过凝胶端口和通过牵开器端口)直到机器人的肘关节超过腹壁的内表面为止。

[0217] 此后,操作者步进通过插入路径直到肘部到达其终点(90度)为止。然后操作者将机器人进一步插入到患者内直到肩关节超过腹壁的内表面为止。操作者继续步进通过插入

路径直到机器人达到其“准备好”姿态(臂处于标称操作位置)位置,在该位置处,可以继续手术过程。

[0218] 当过程完成时,装置取出则以相反的方式遵循上述顺序。

[0219] 尽管参照优选实施方式描述了本发明,但本领域中的普通技术人员将认识到,可以在不脱离本发明的精神和范围的情况下在形式和细节上做出改变。

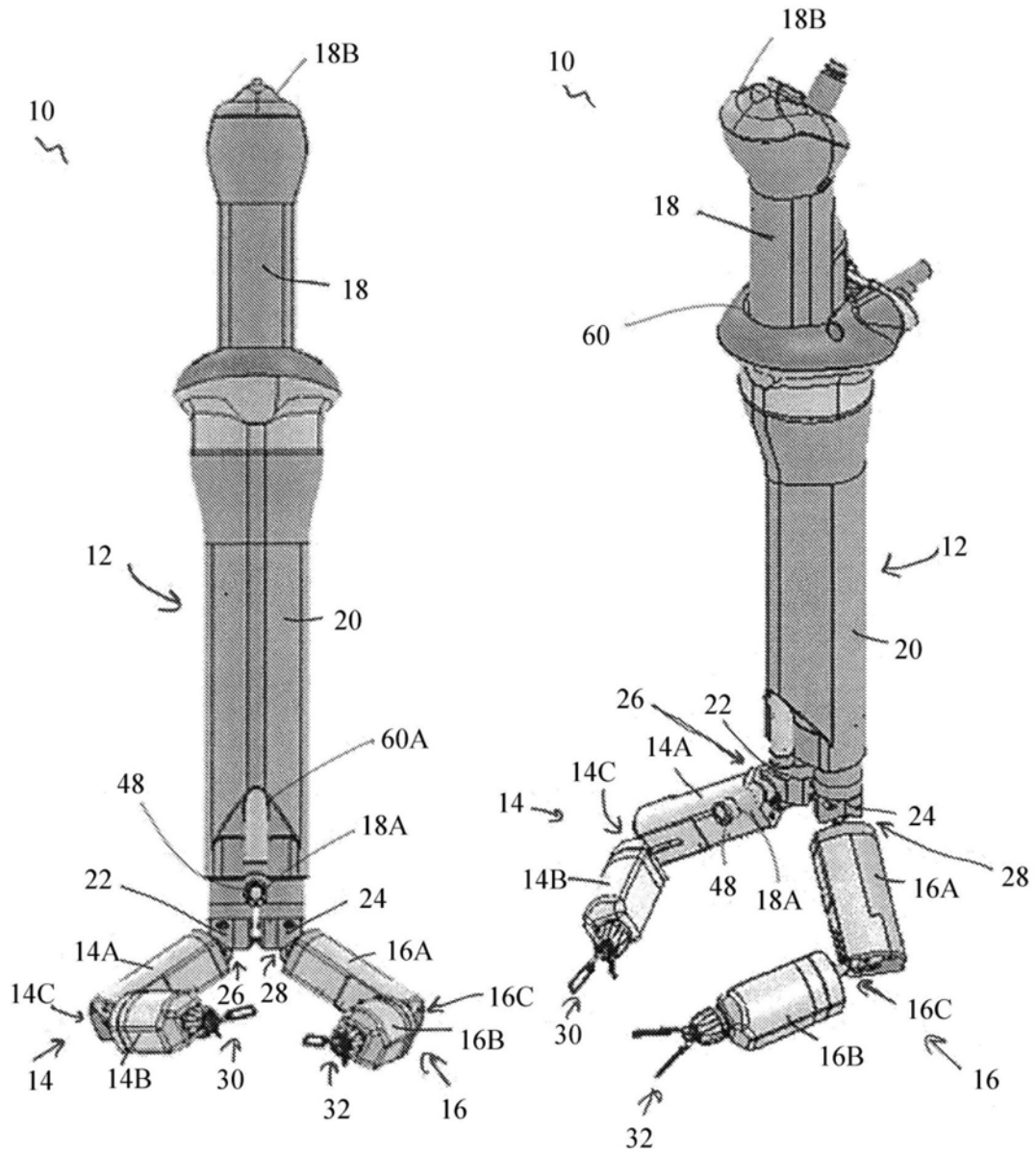
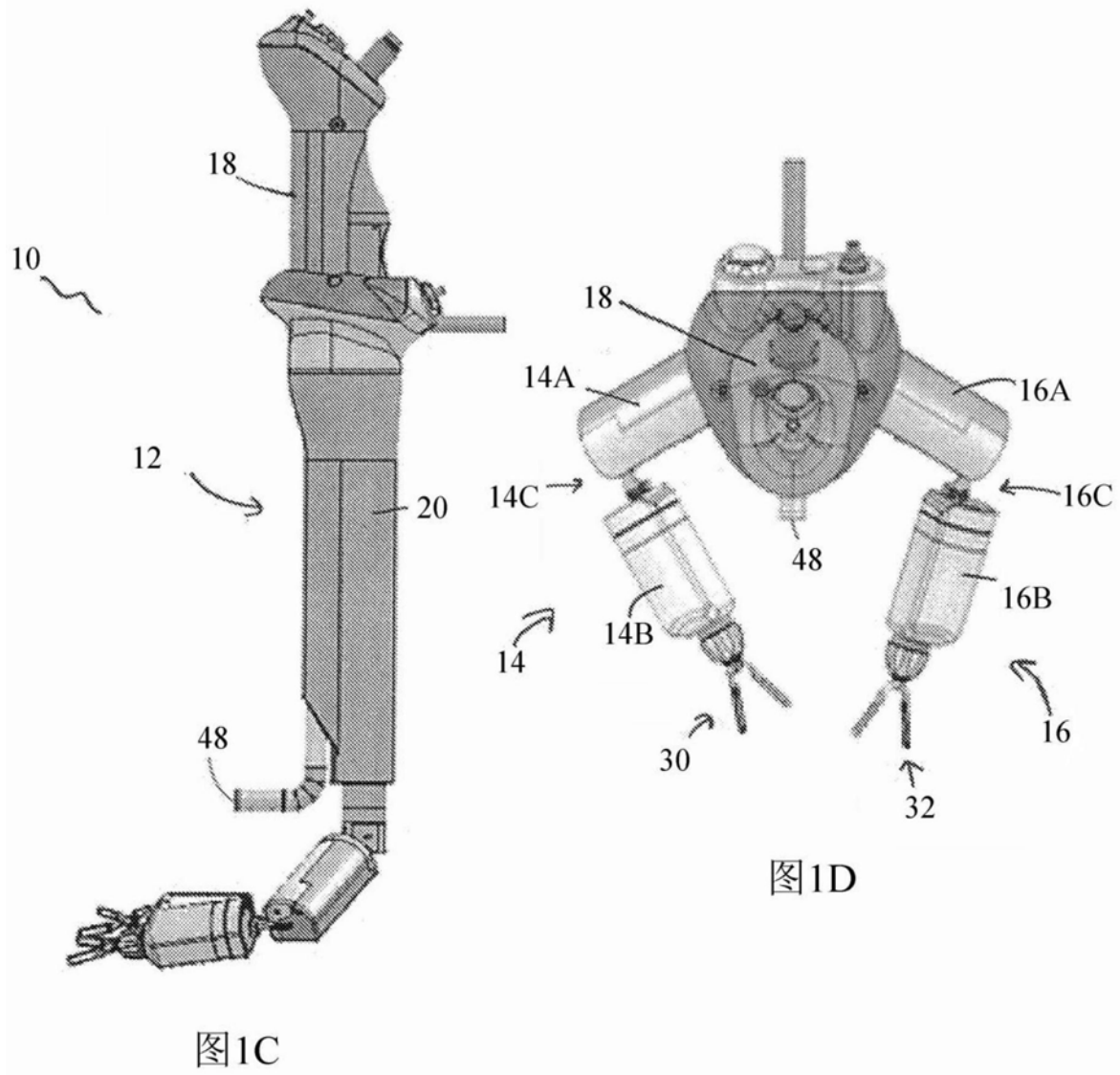
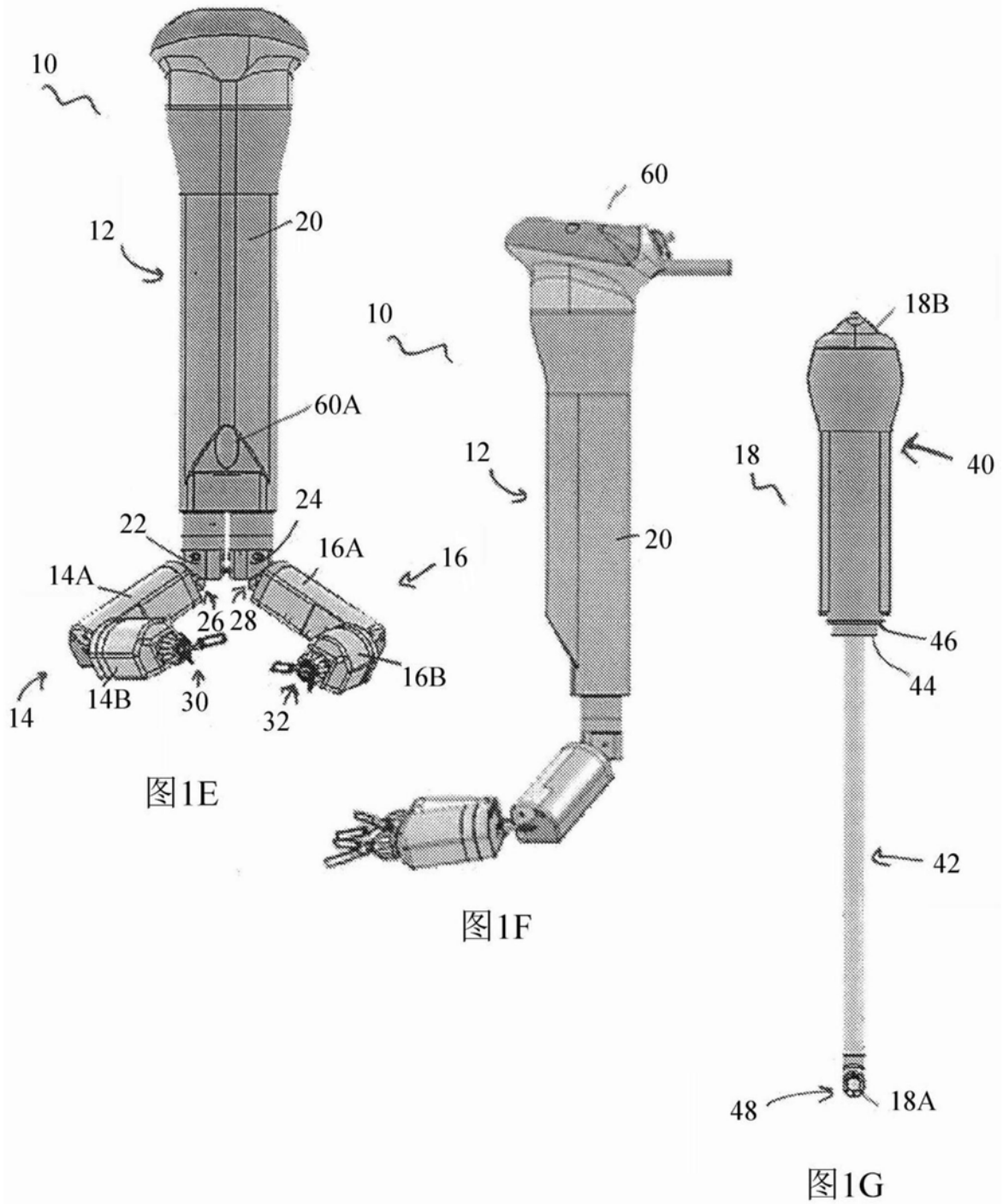


图1A

图1B





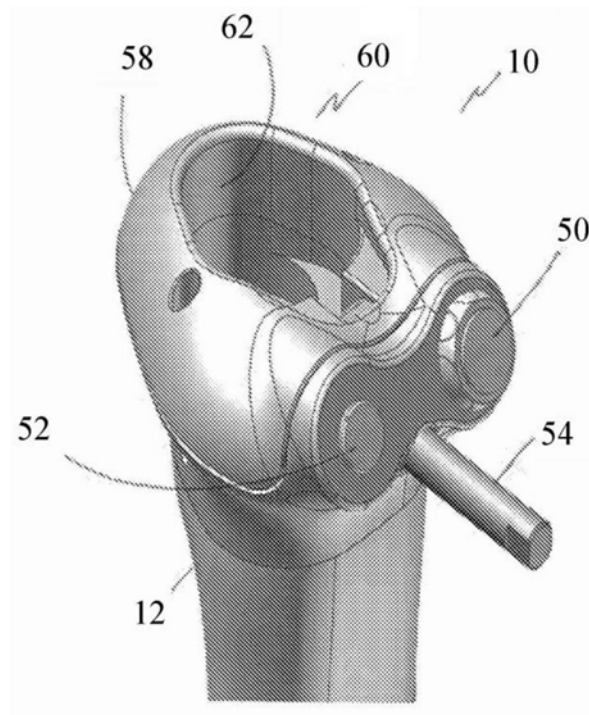


图2A

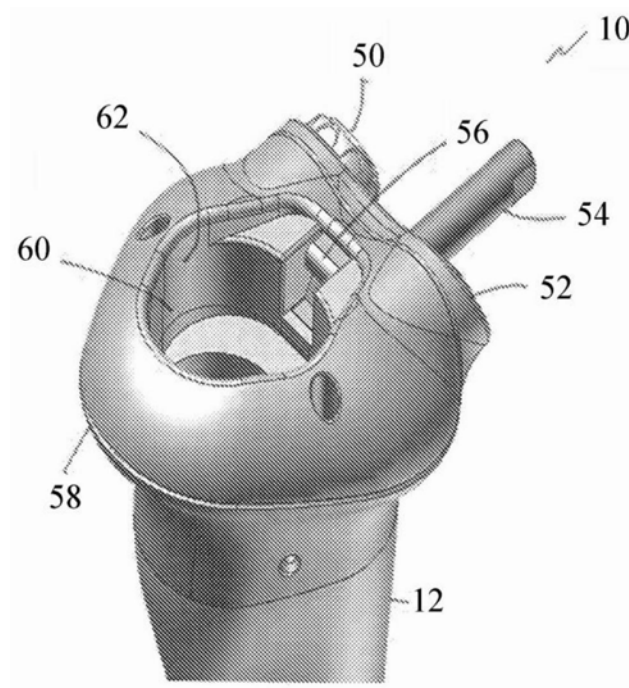


图2B

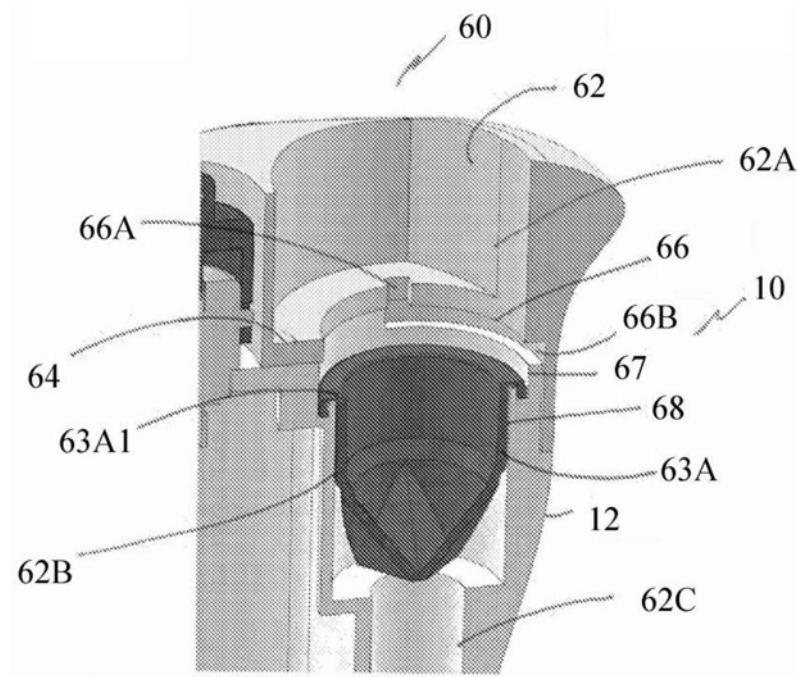


图2C

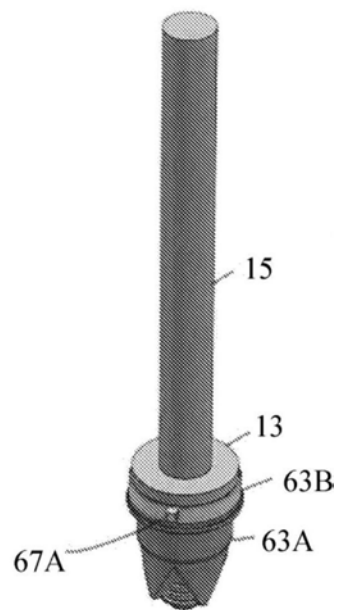


图3A



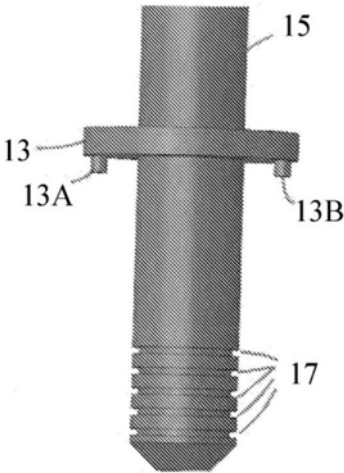


图3B

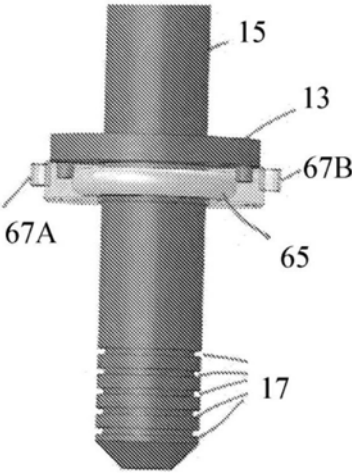


图3C

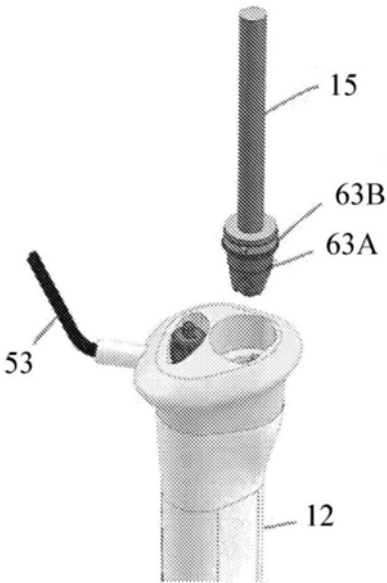


图3D

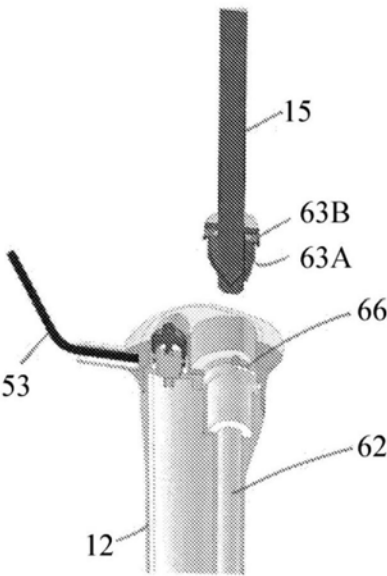


图3E

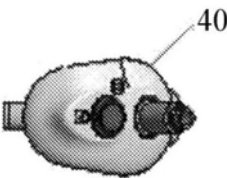


图4A

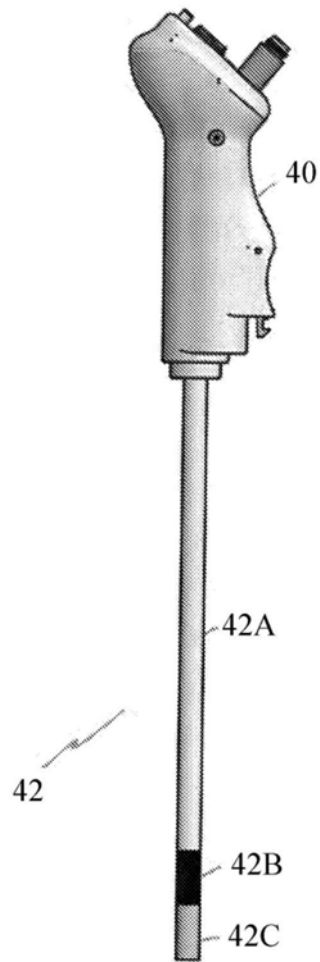


图4B

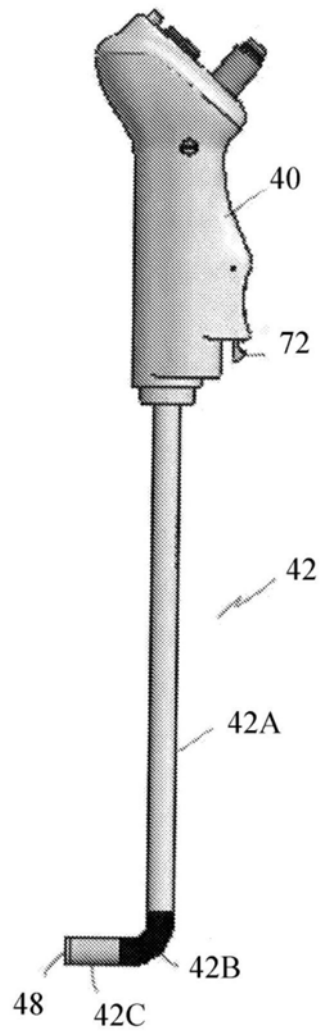


图4C

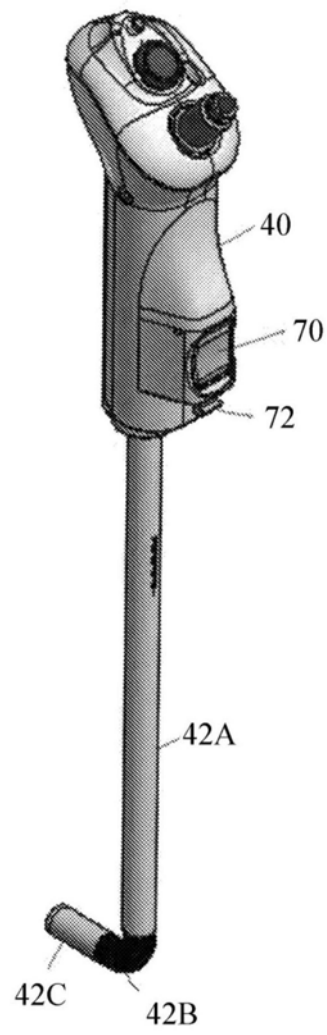
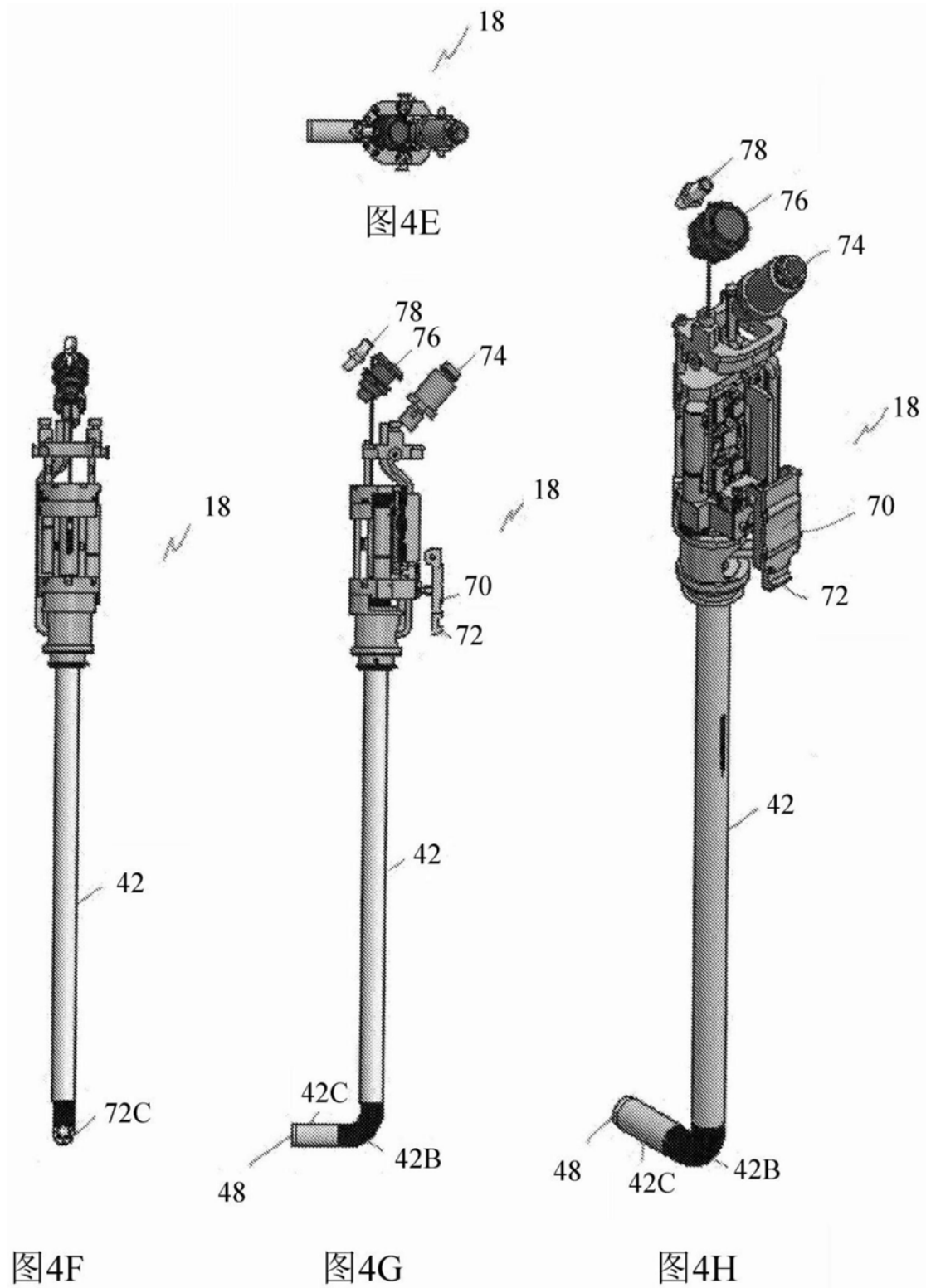


图4D



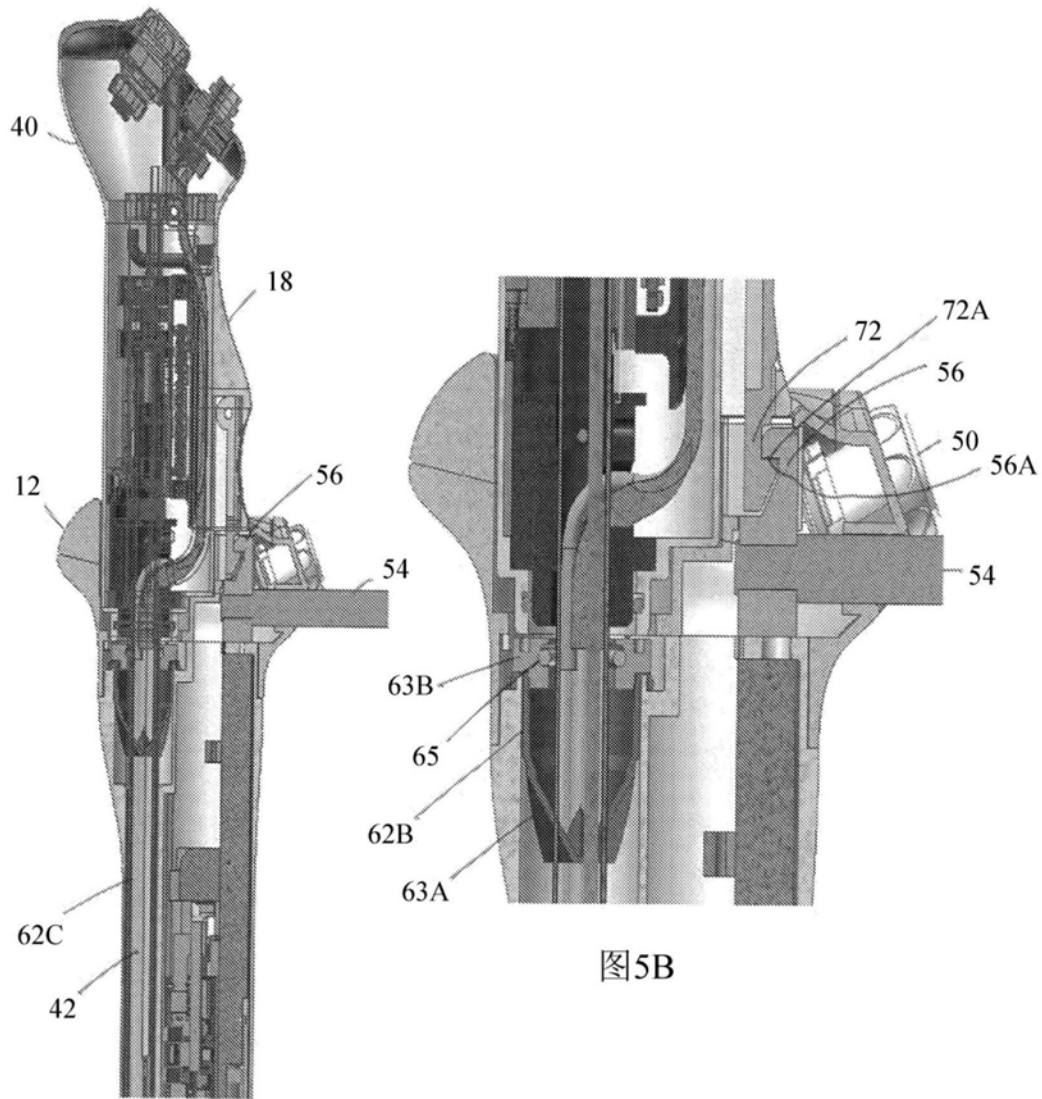


图5A

图5B

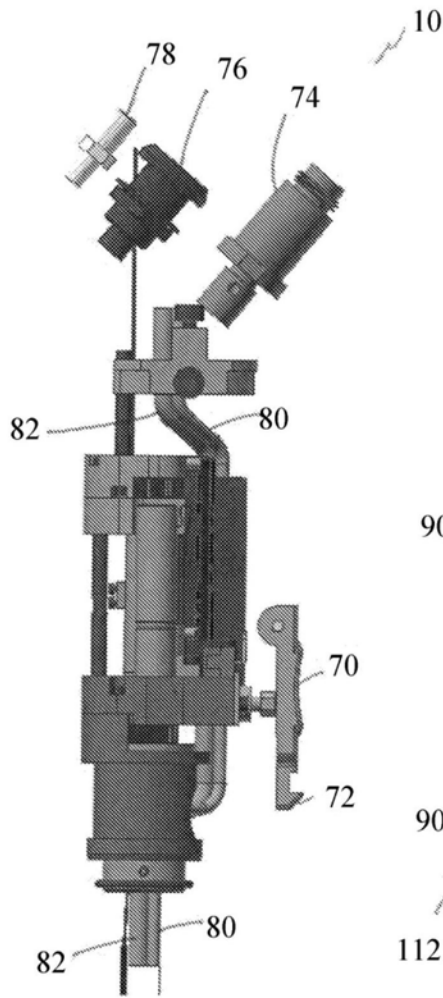


图5C

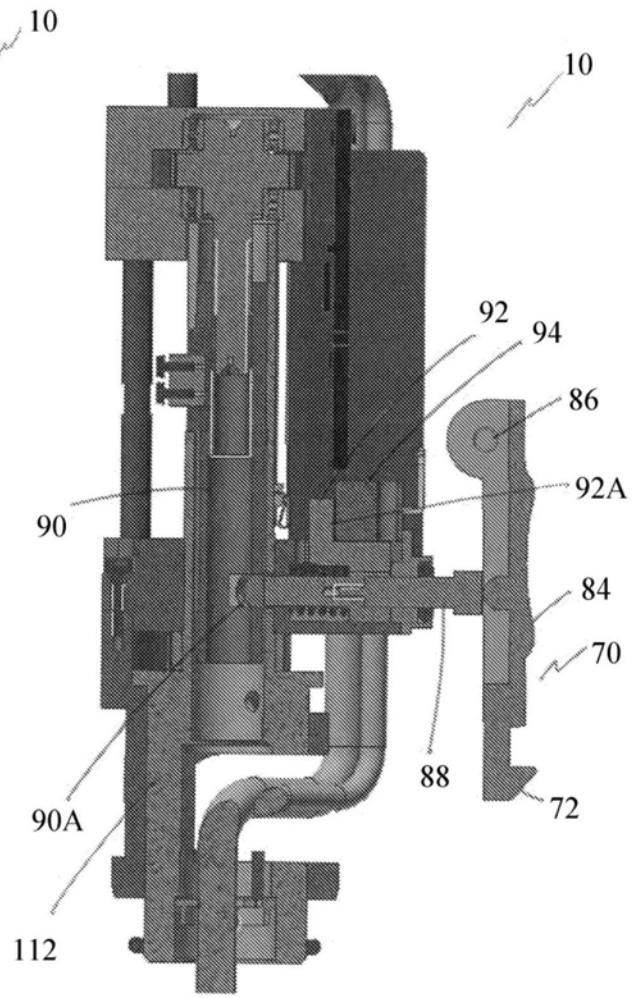


图5D



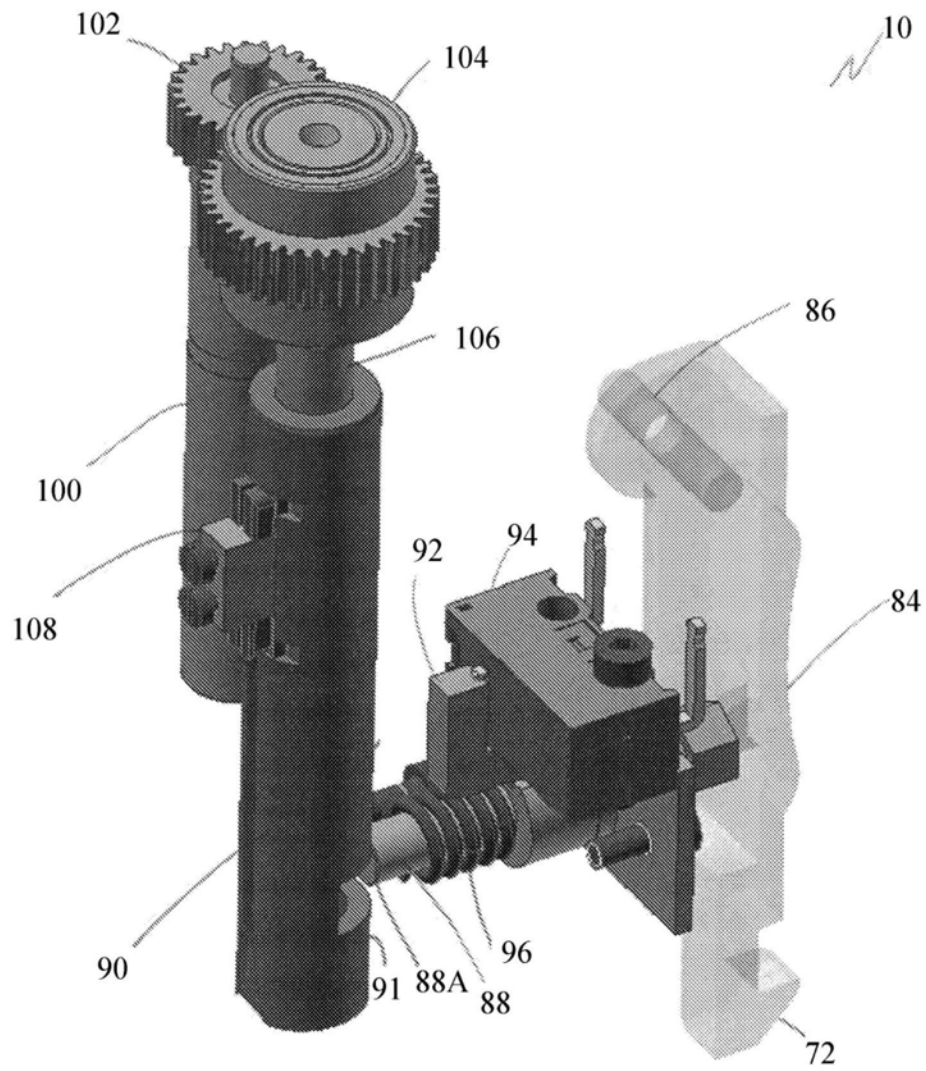


图5E

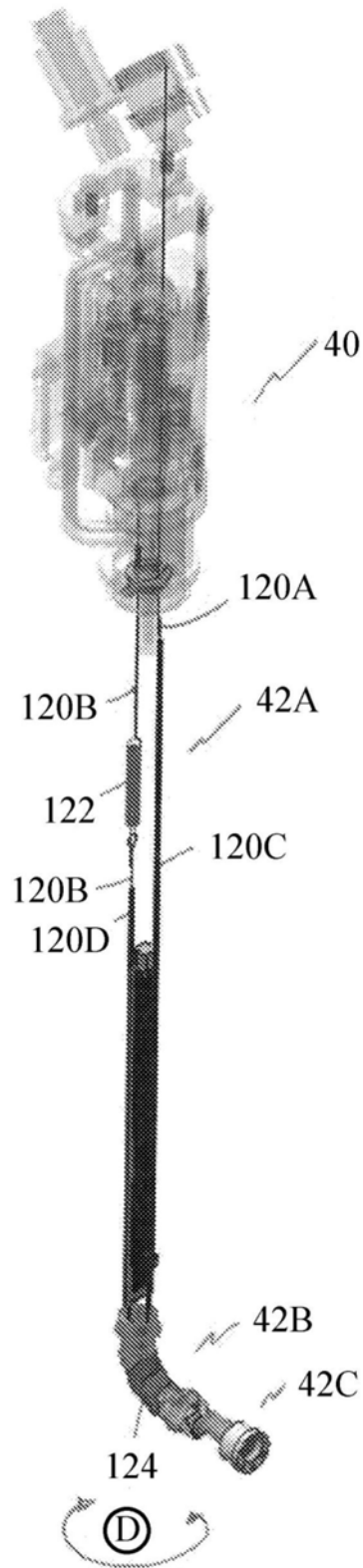


图5F

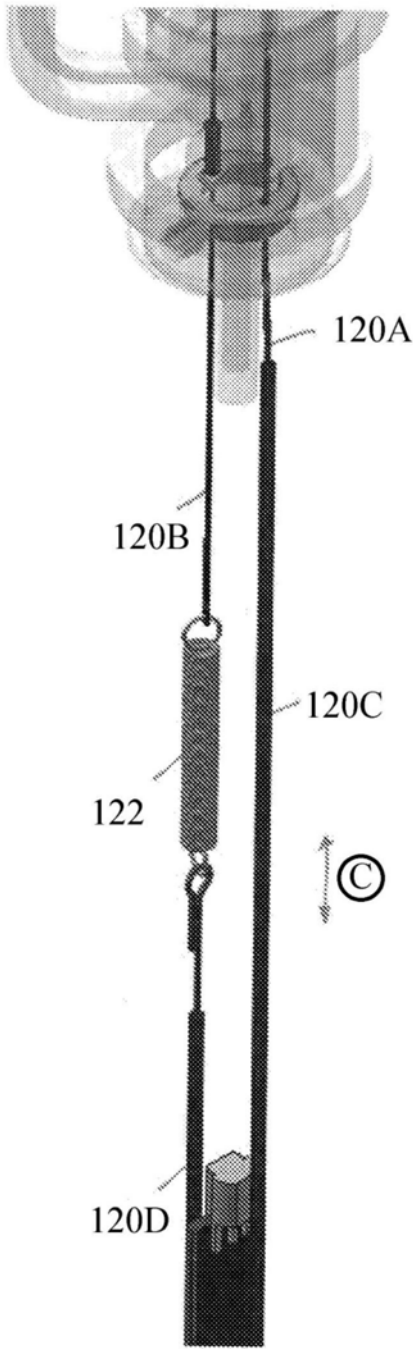


图5G

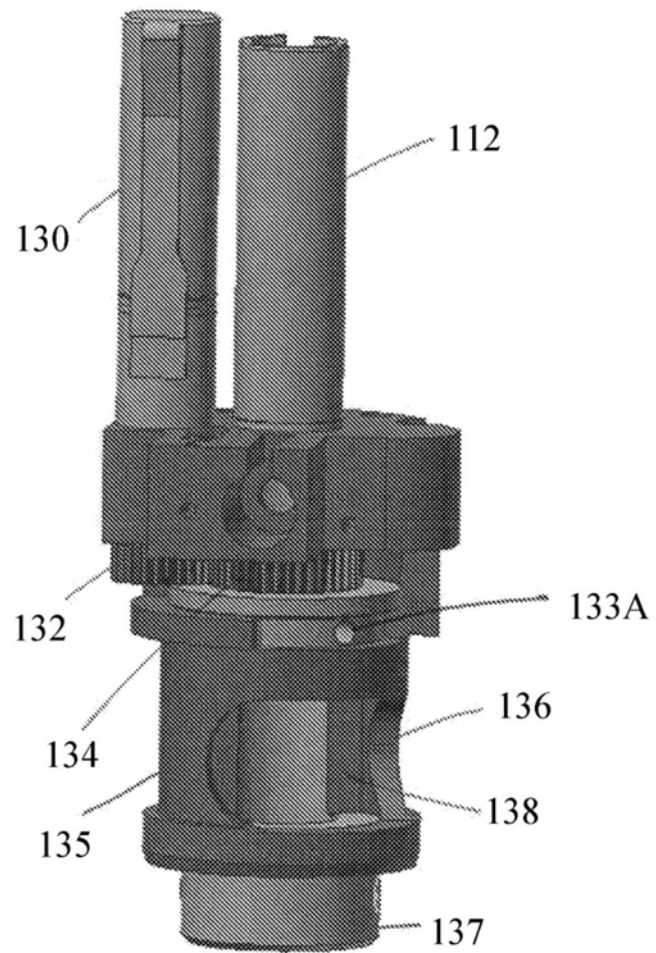


图6A

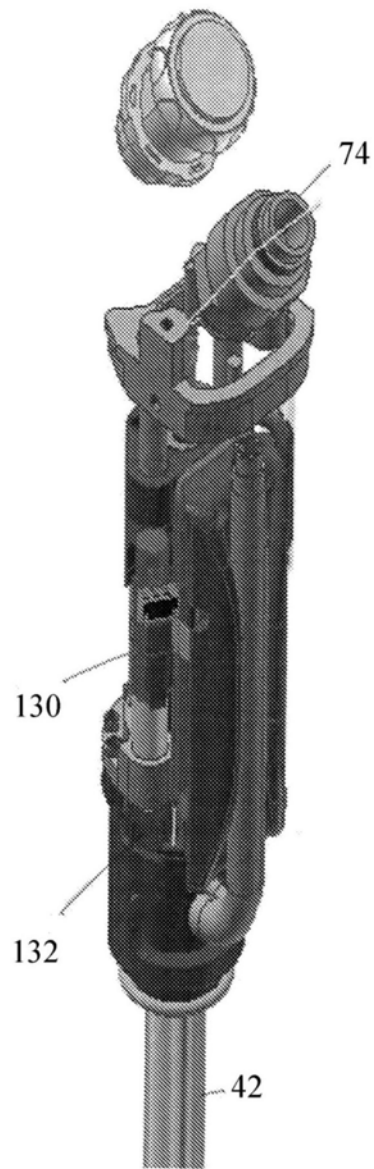


图6B

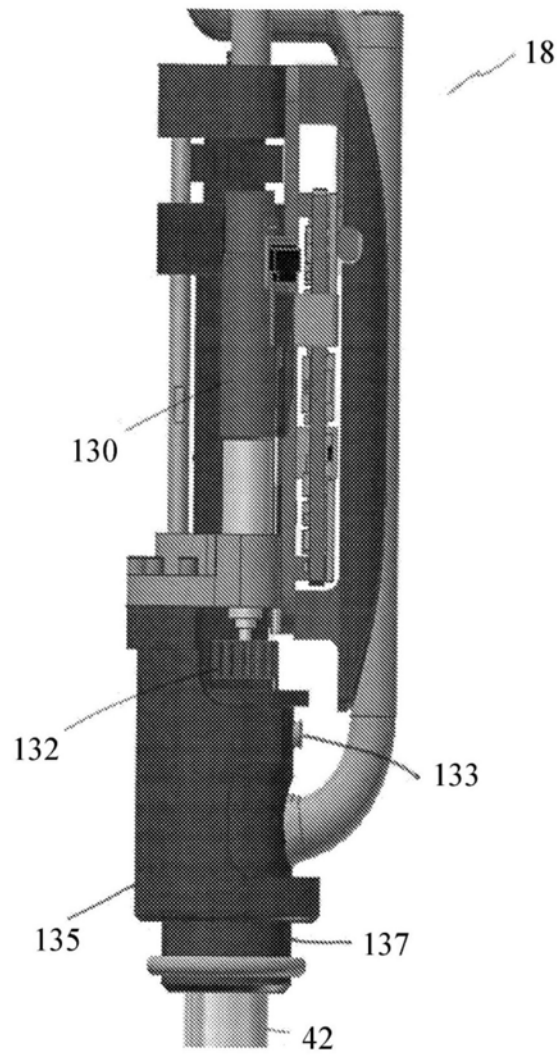


图6C

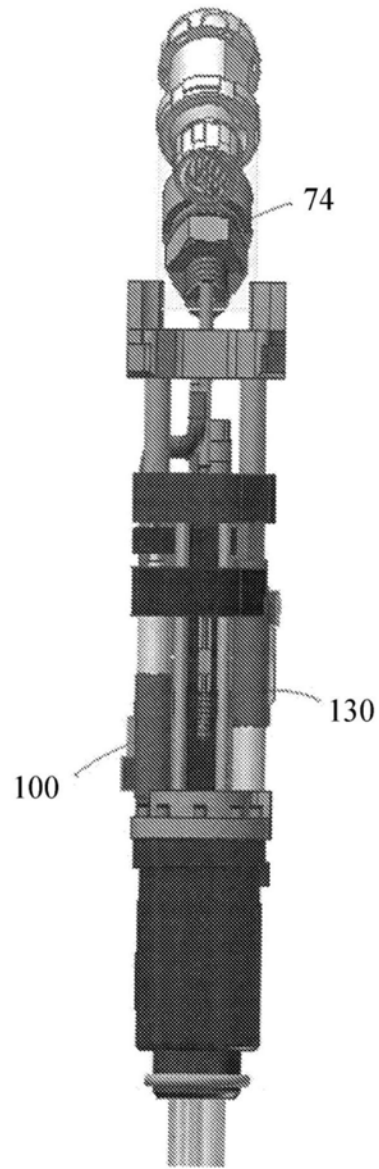


图6D

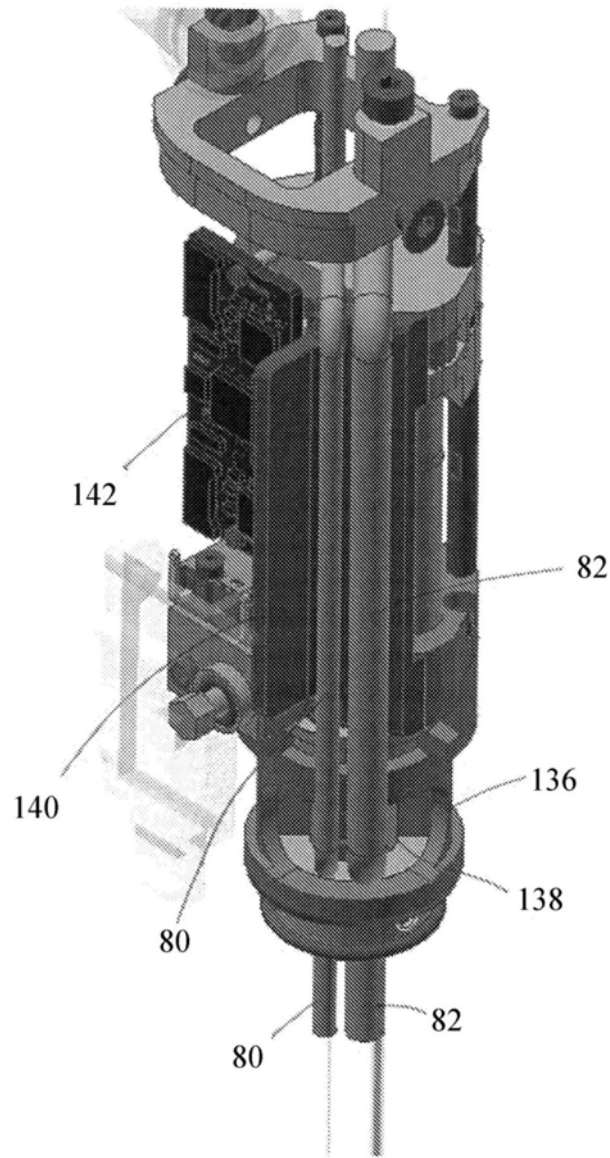


图6E



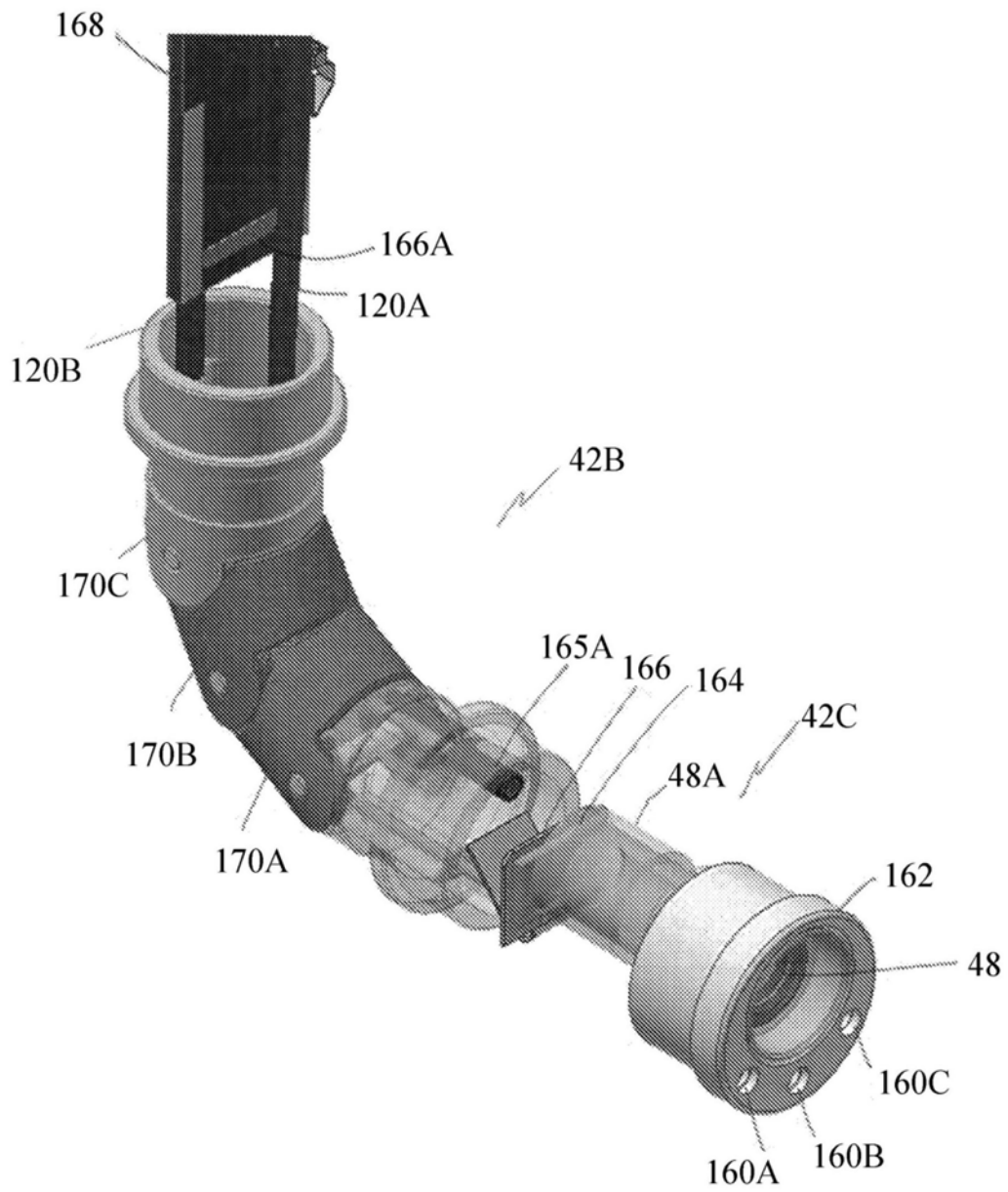


图7A

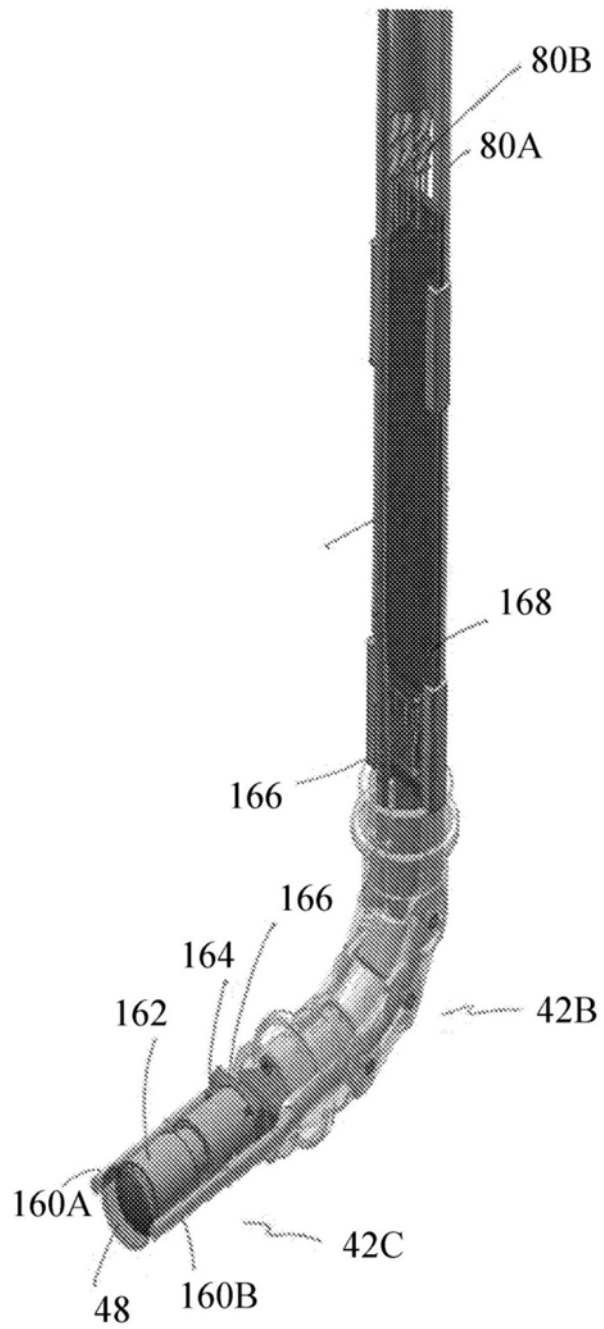


图7B

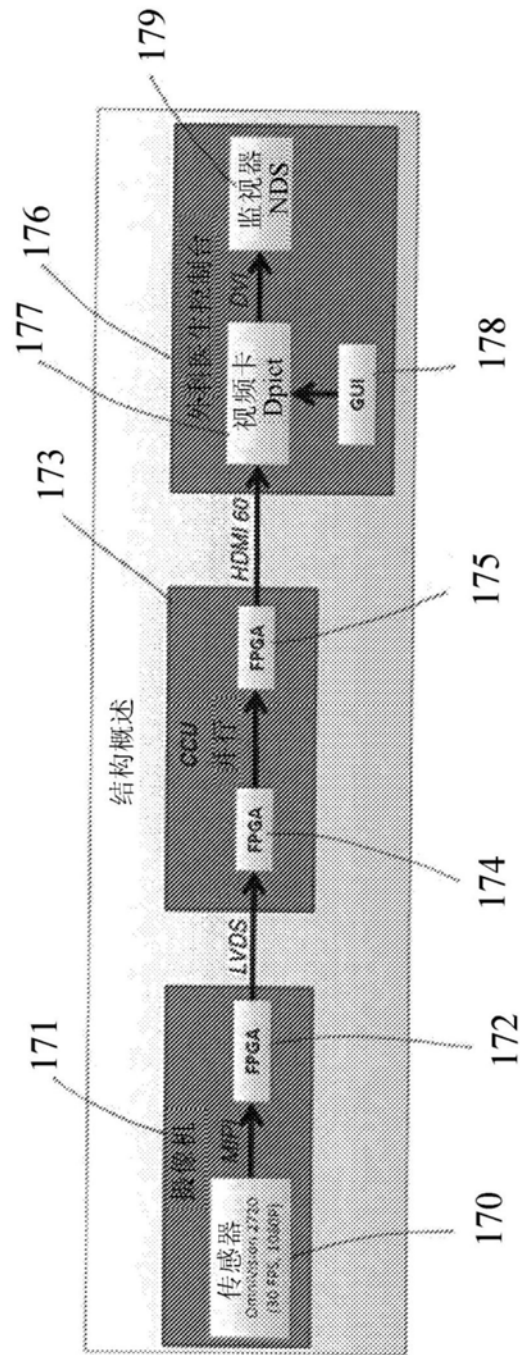


图7C

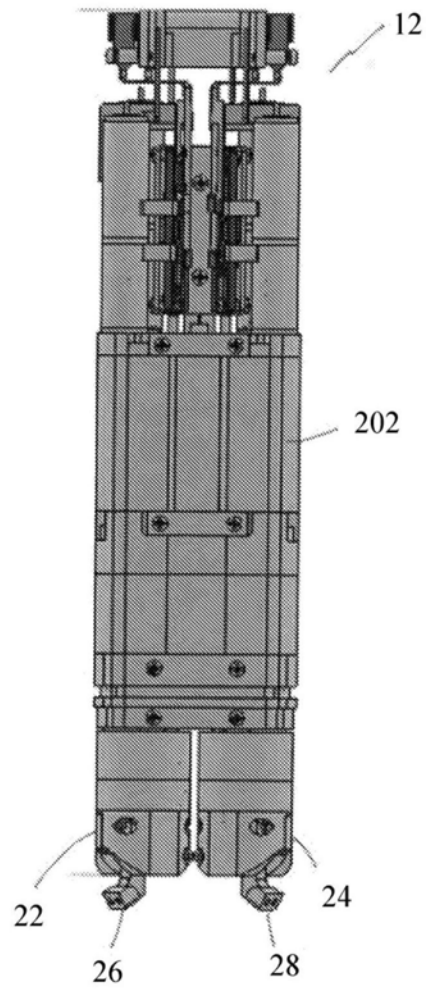


图8A

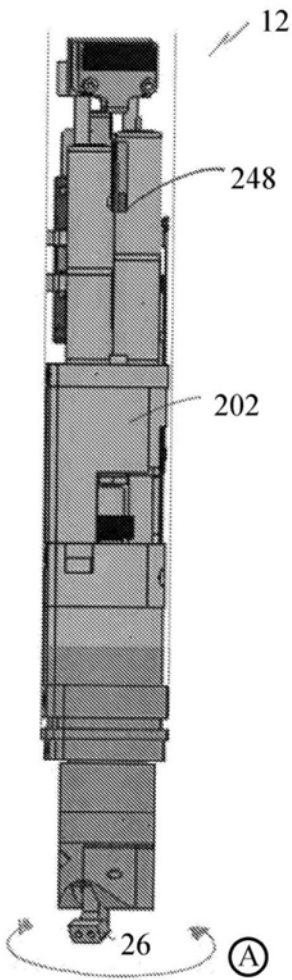


图8B

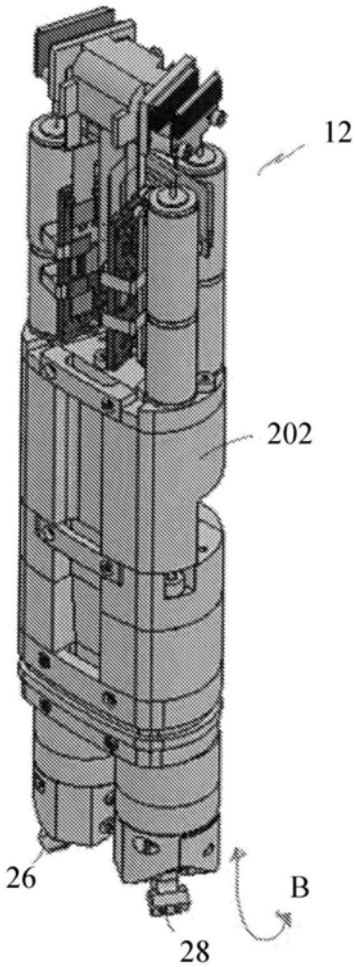


图8C

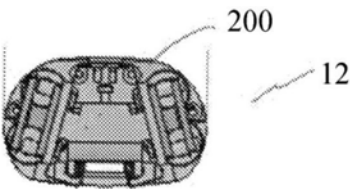


图8D

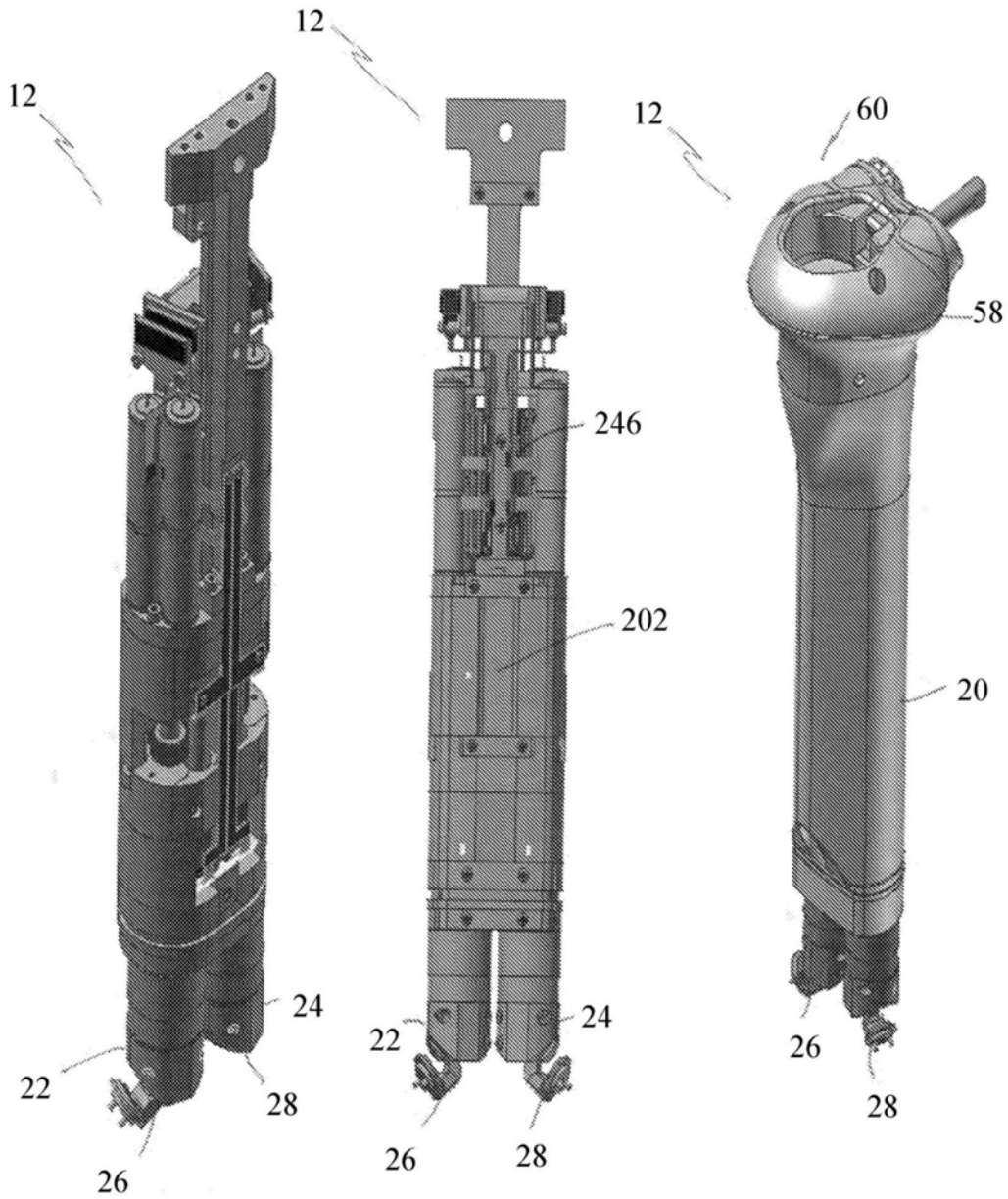


图8E

图8F

图8G

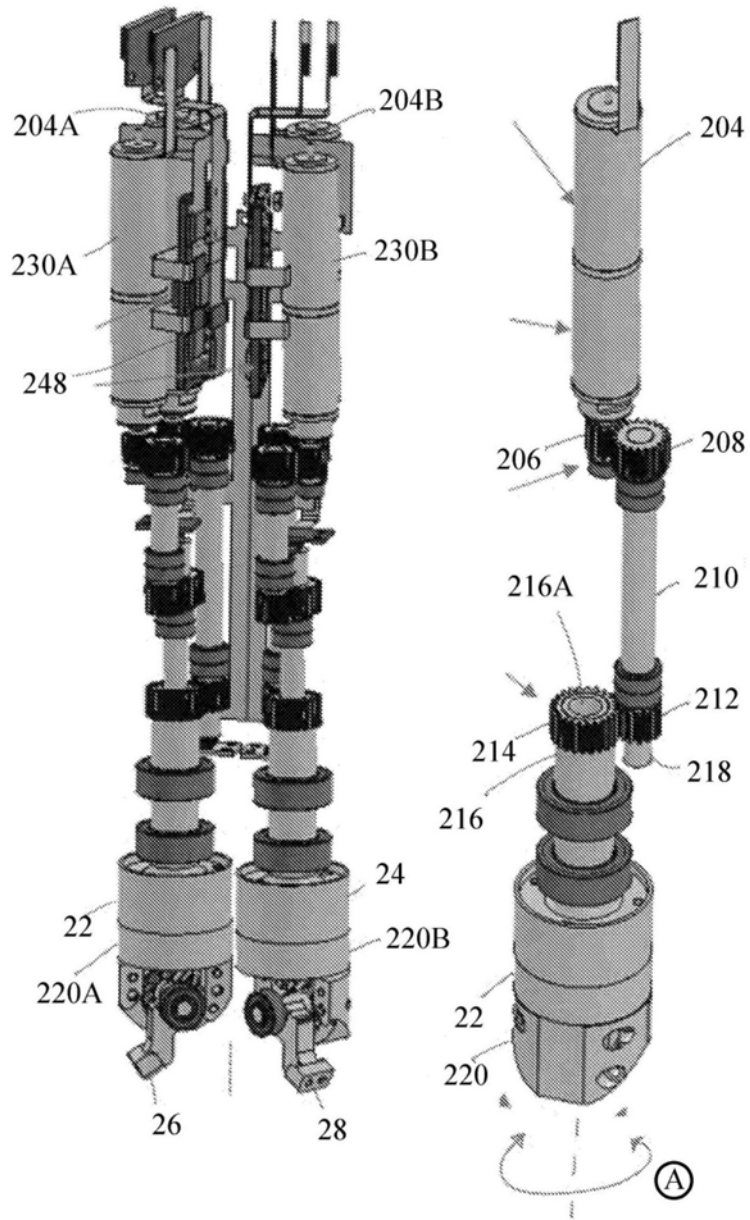


图9A

图9B



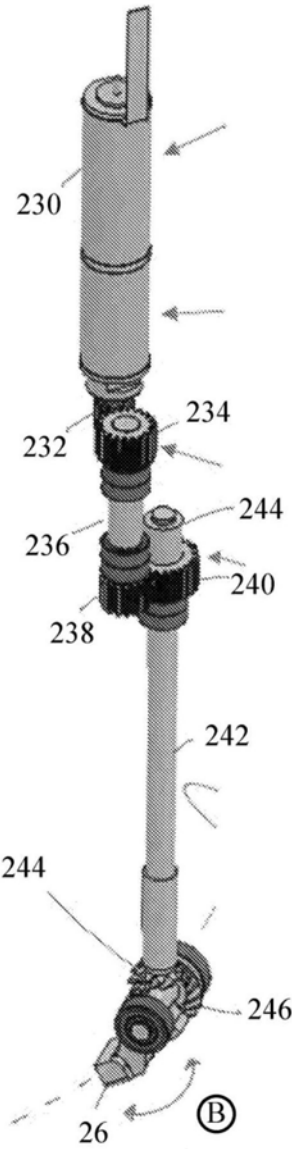


图9C

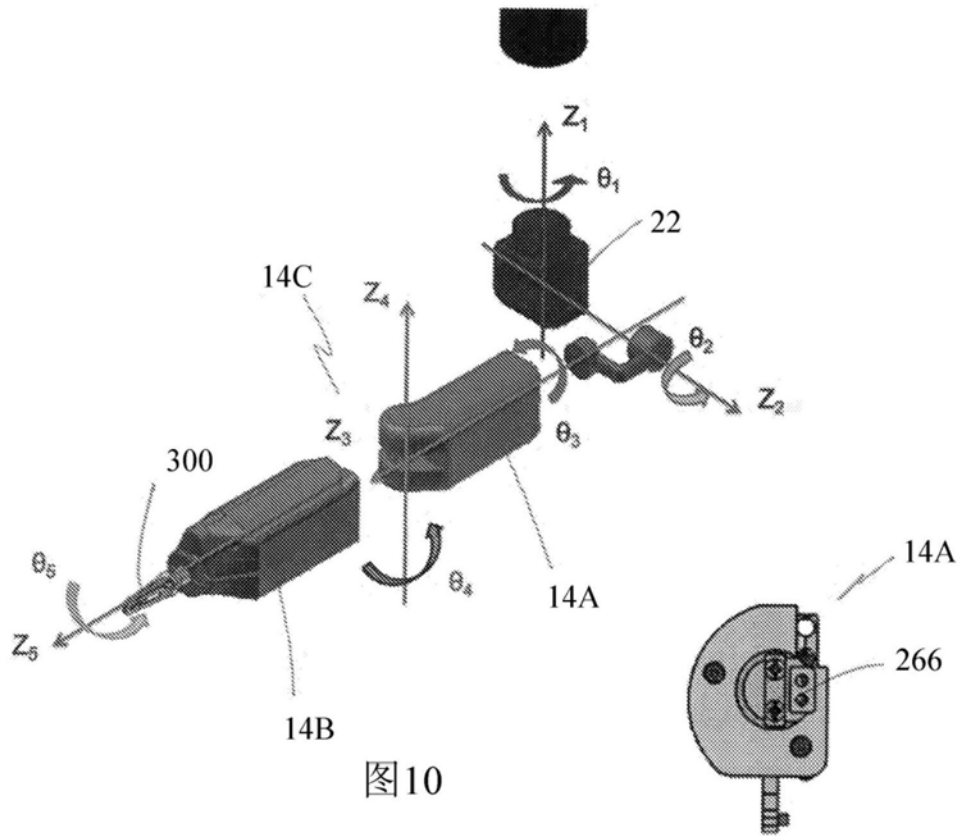


图10

图11D

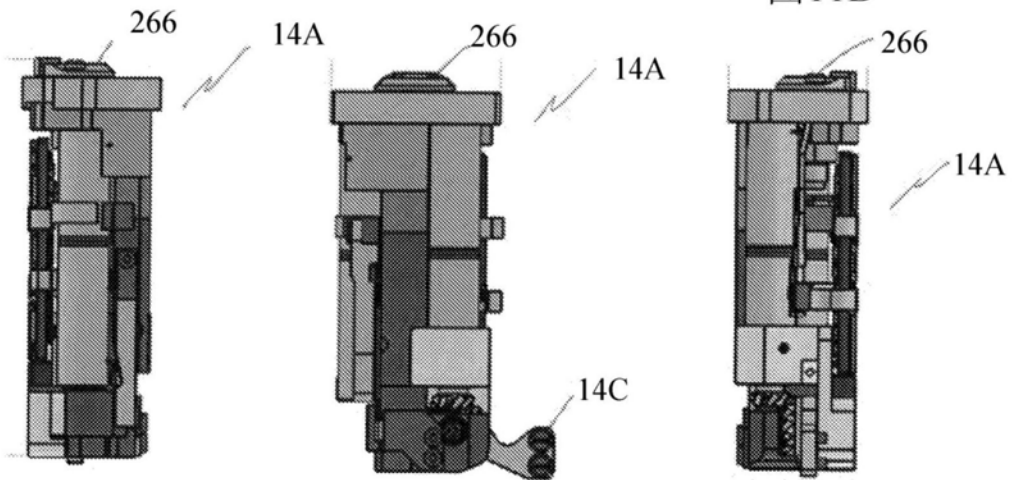


图11A

图11B

图11C

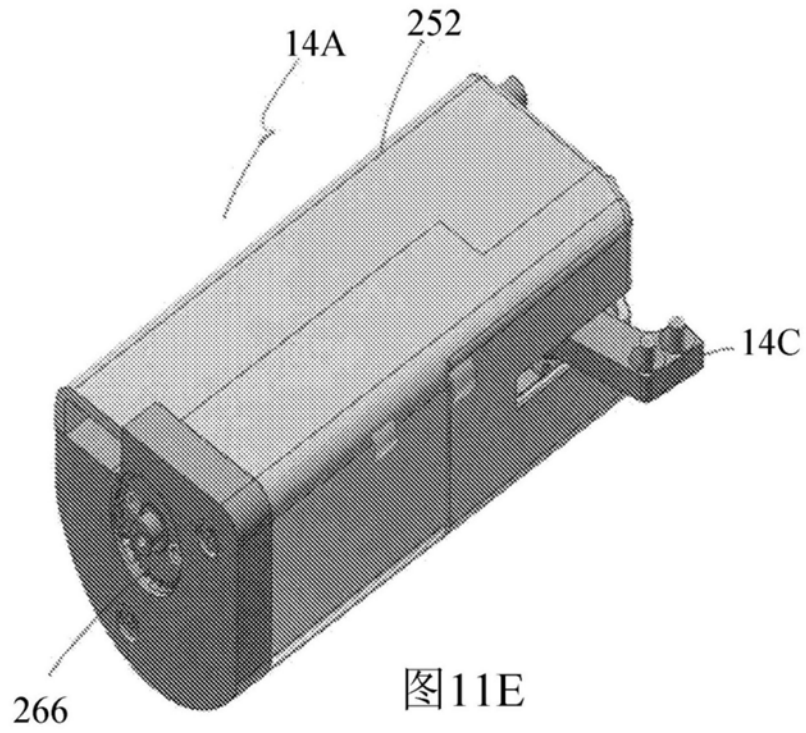


图11E

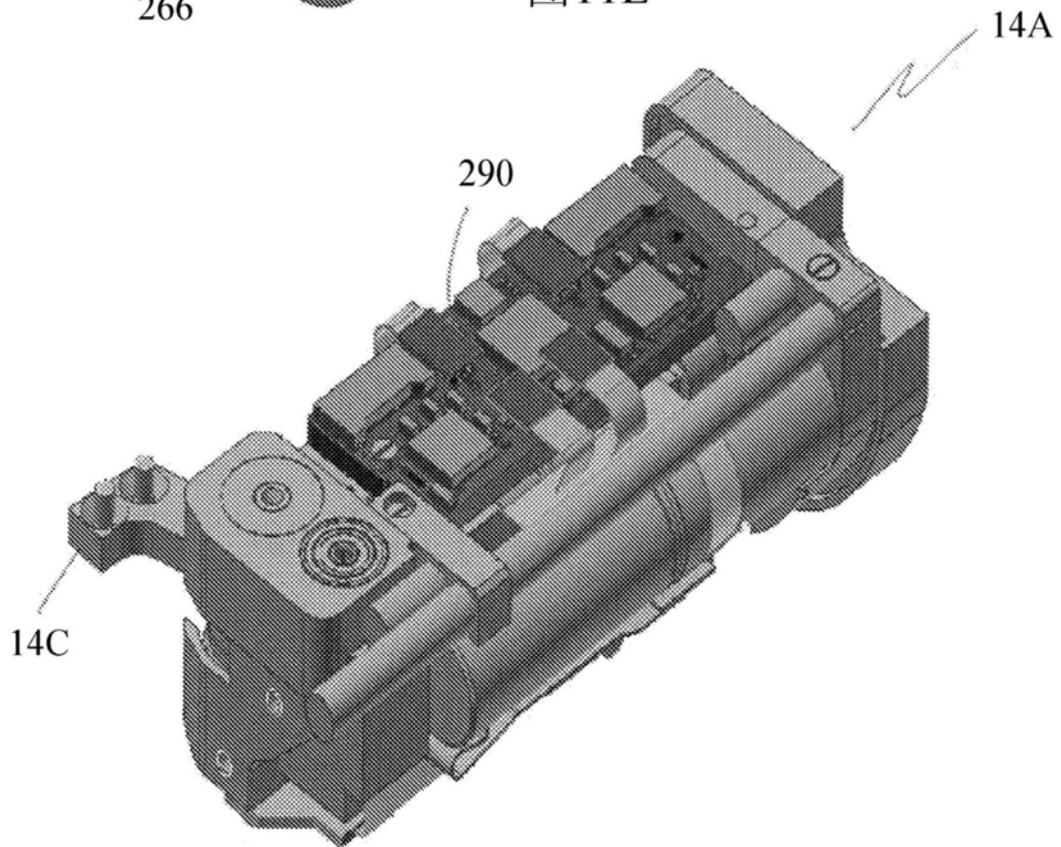


图11F

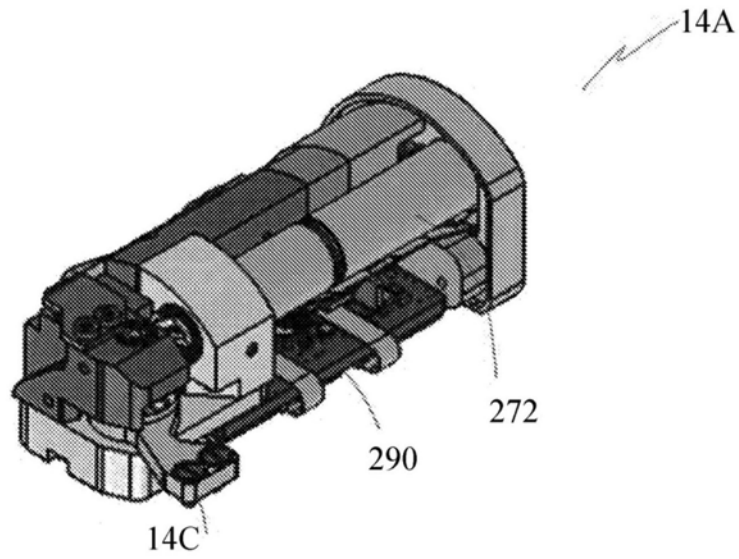


图12A

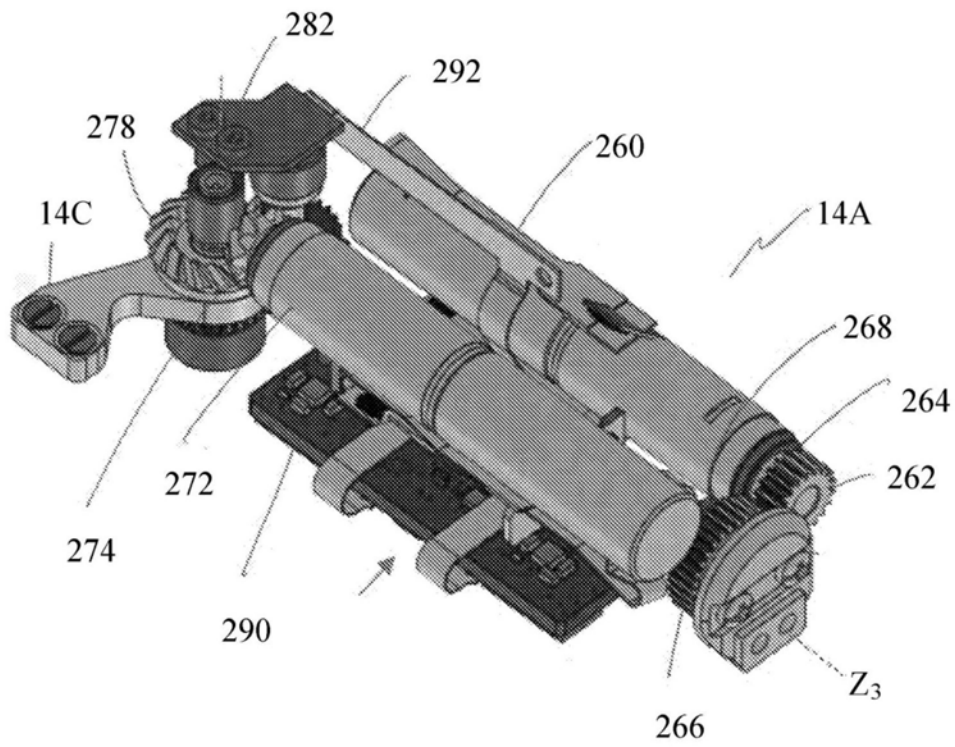


图12B

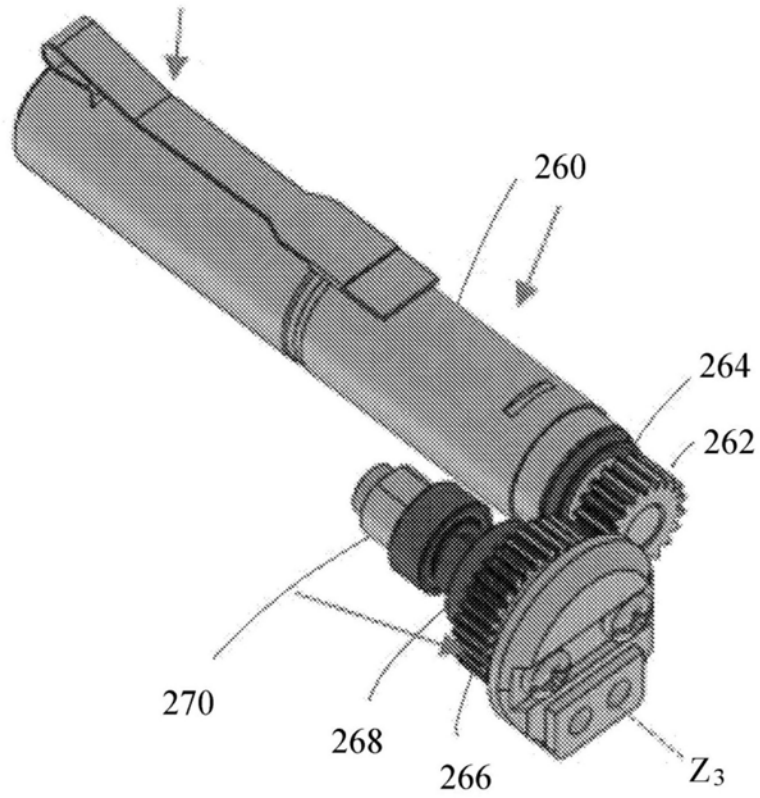


图12C

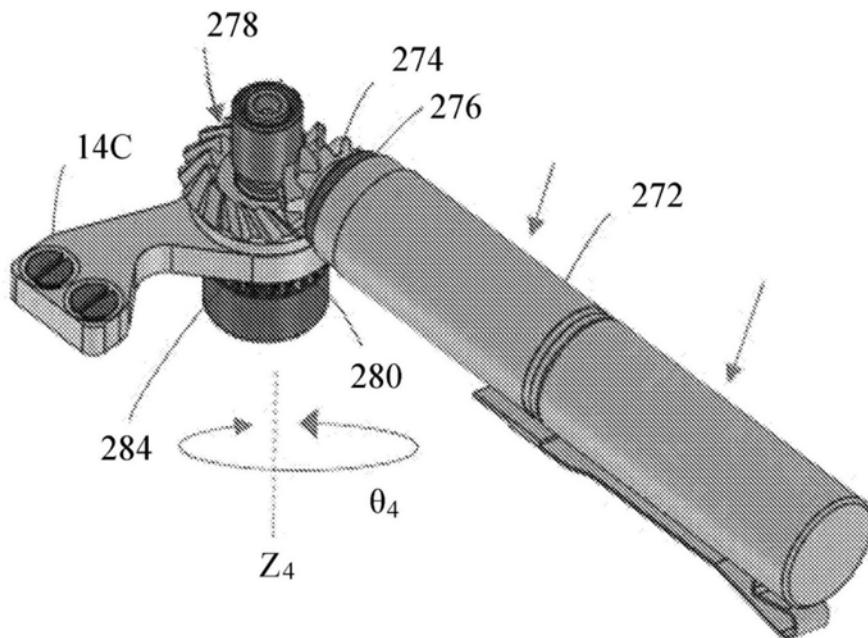


图12D

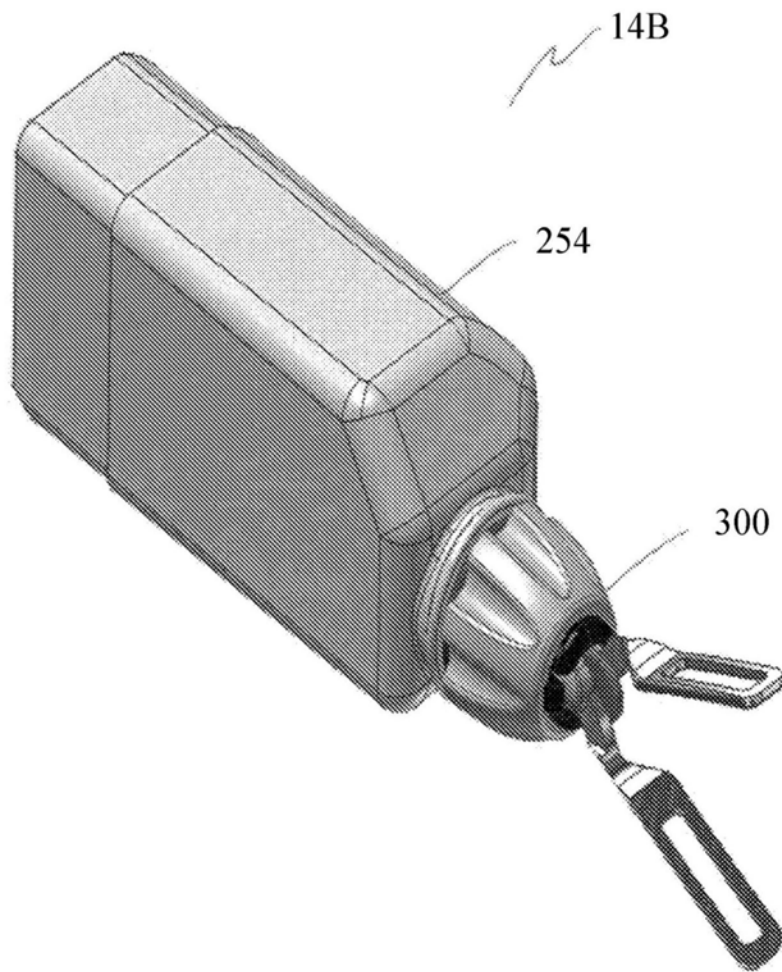


图13A

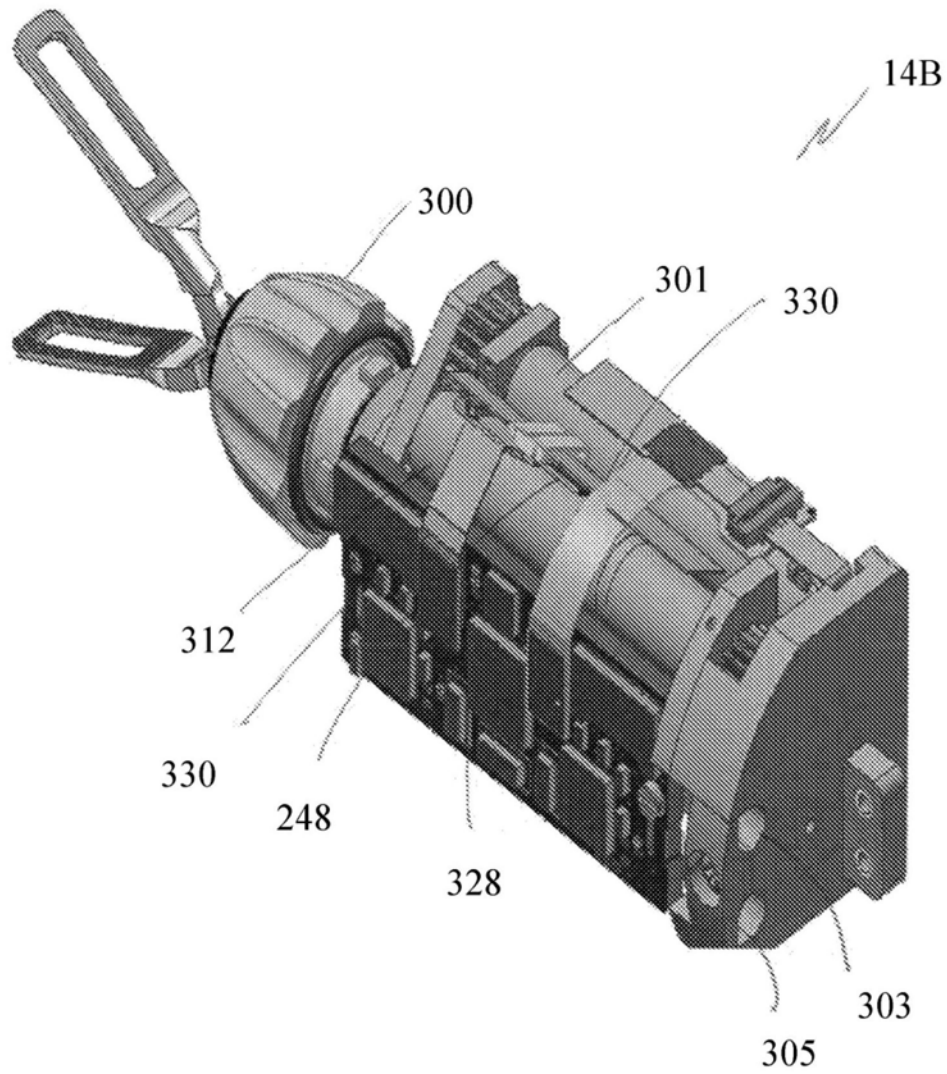


图13B

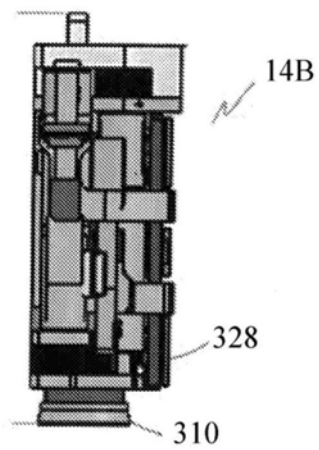


图13C

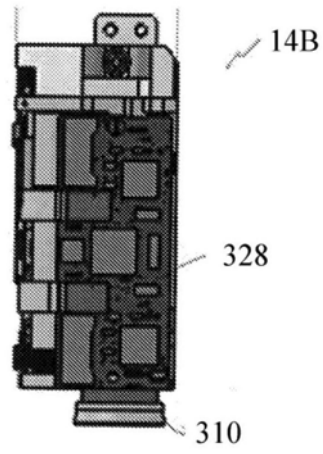


图13D

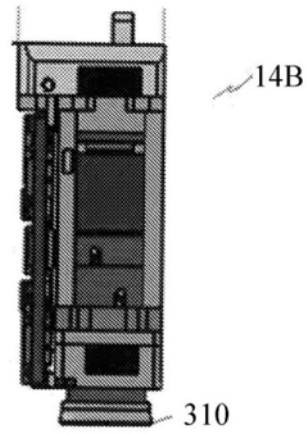


图13E

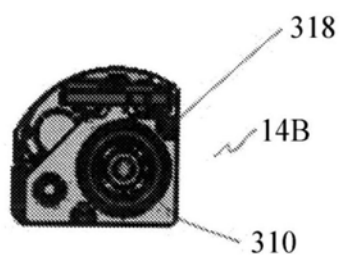


图13F



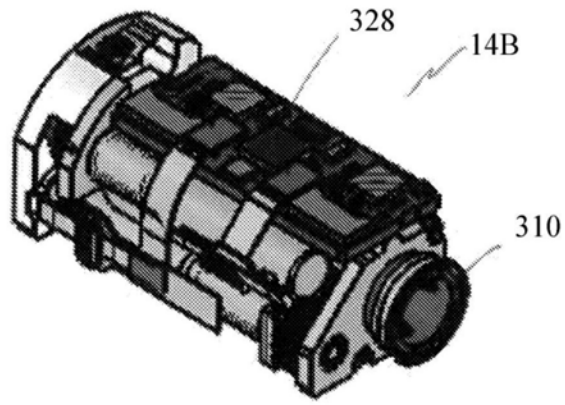


图13G

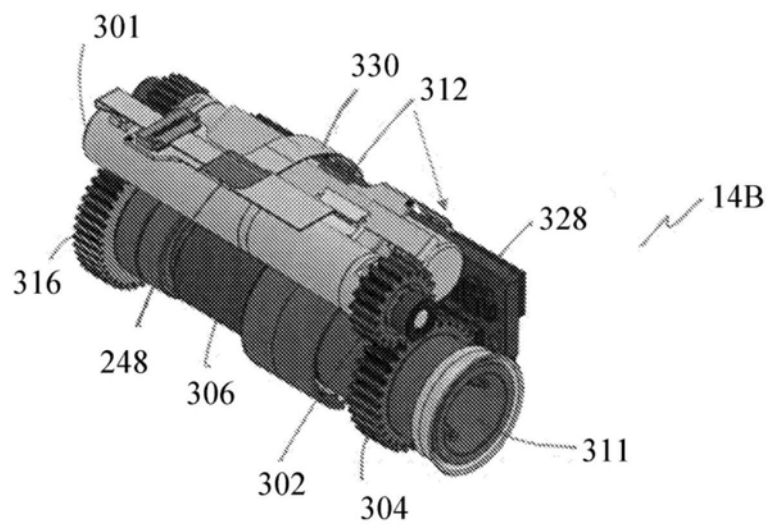
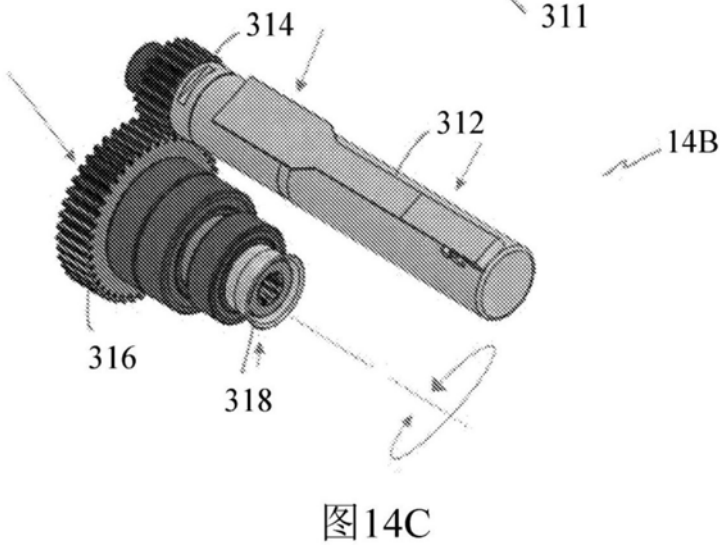
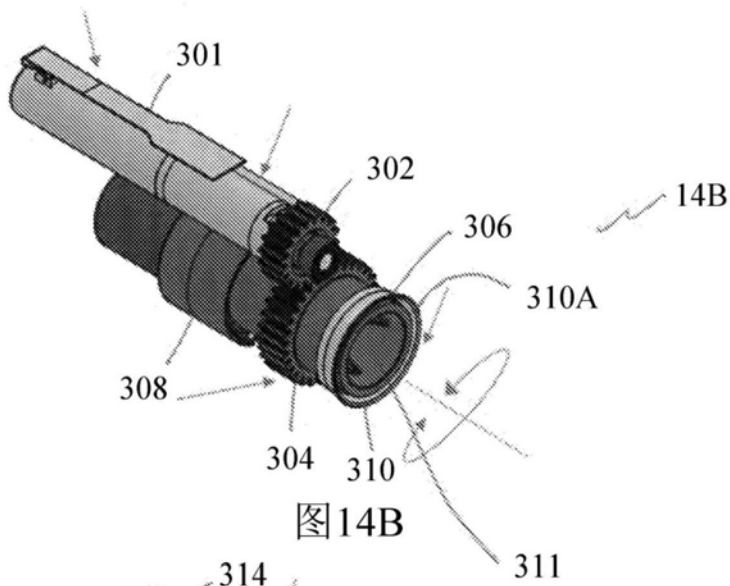


图14A



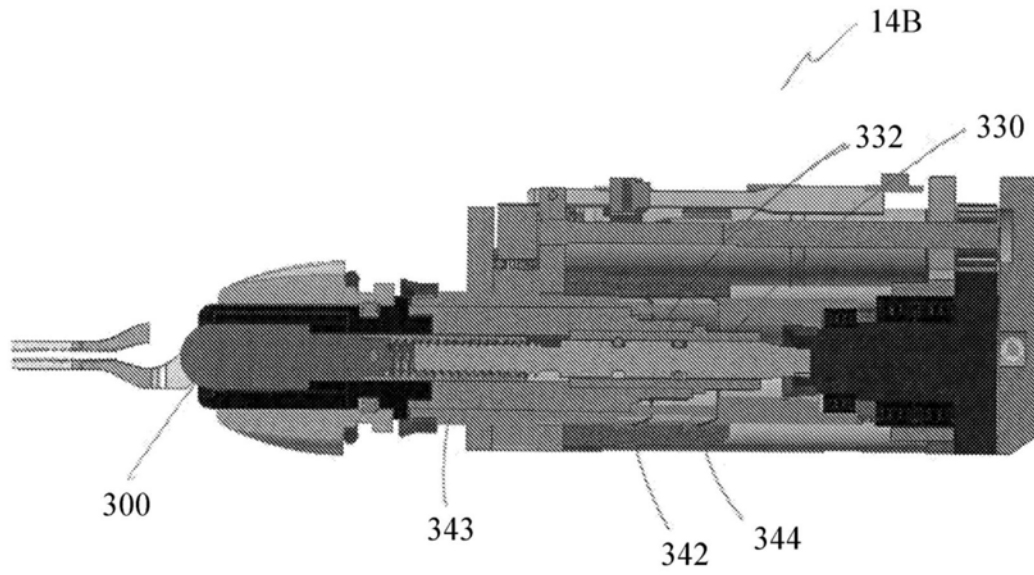


图14D

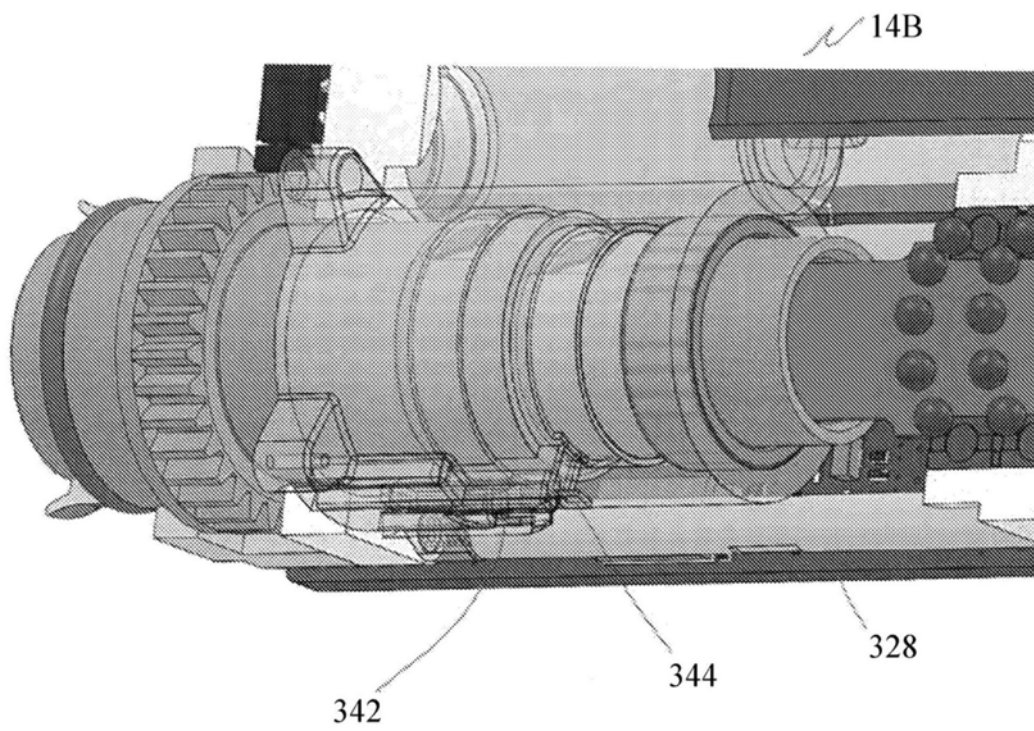


图14E

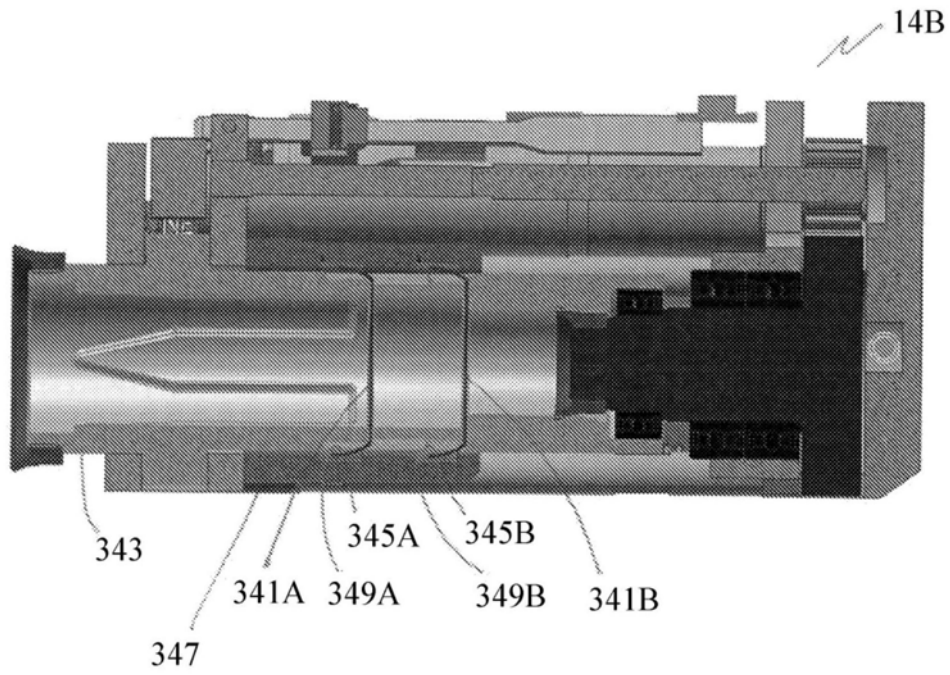


图14F

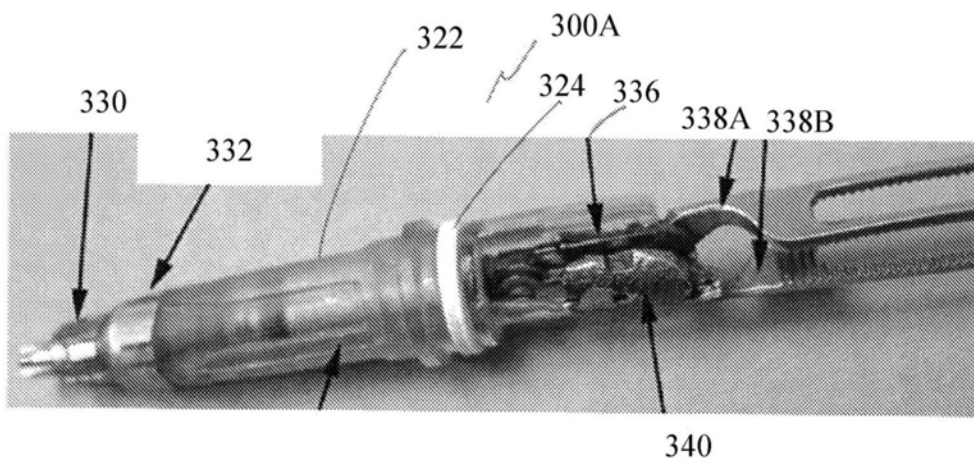


图15A

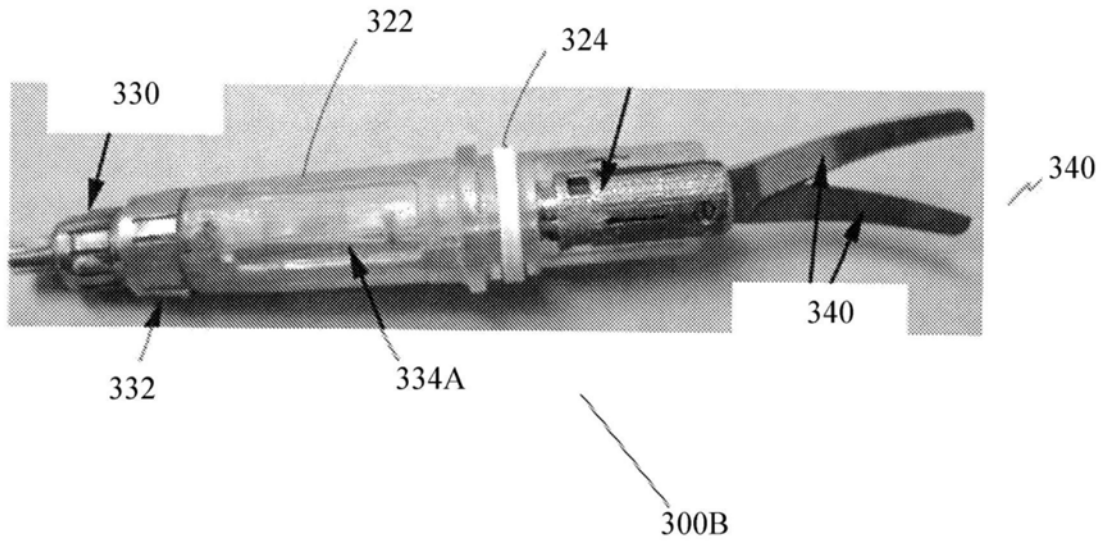


图15B

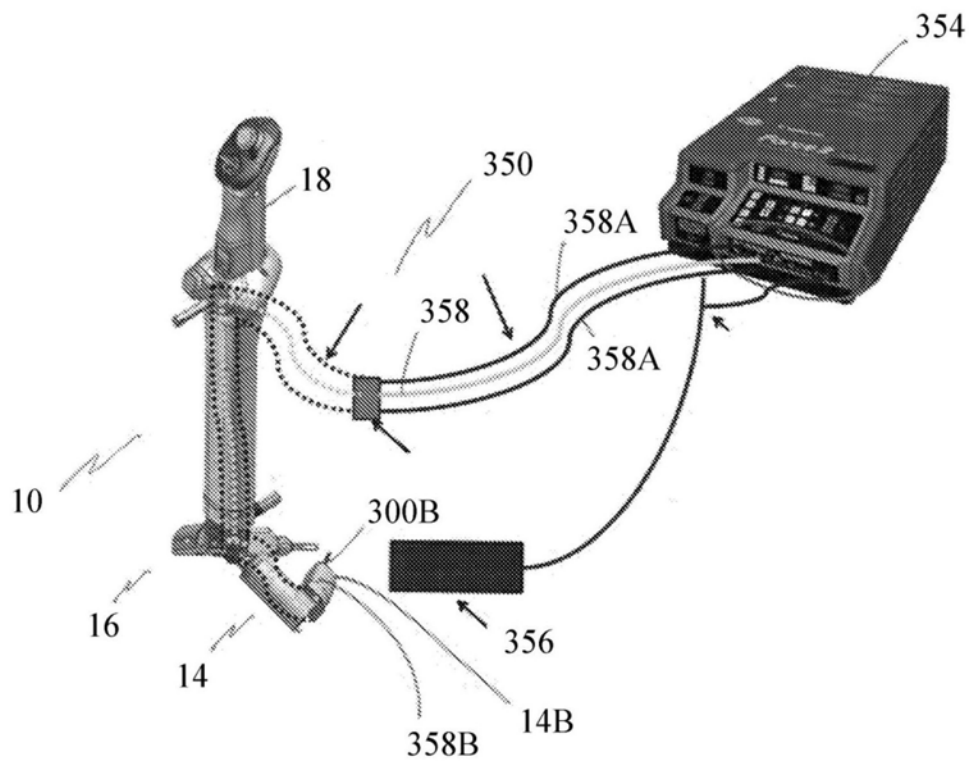


图16A

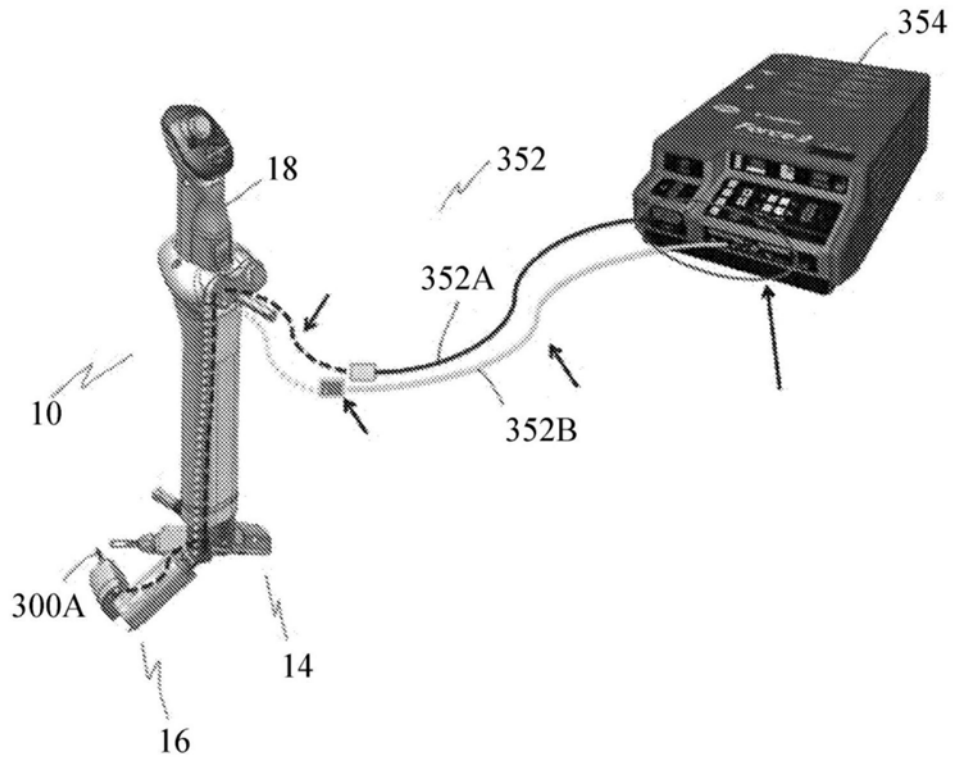


图16B

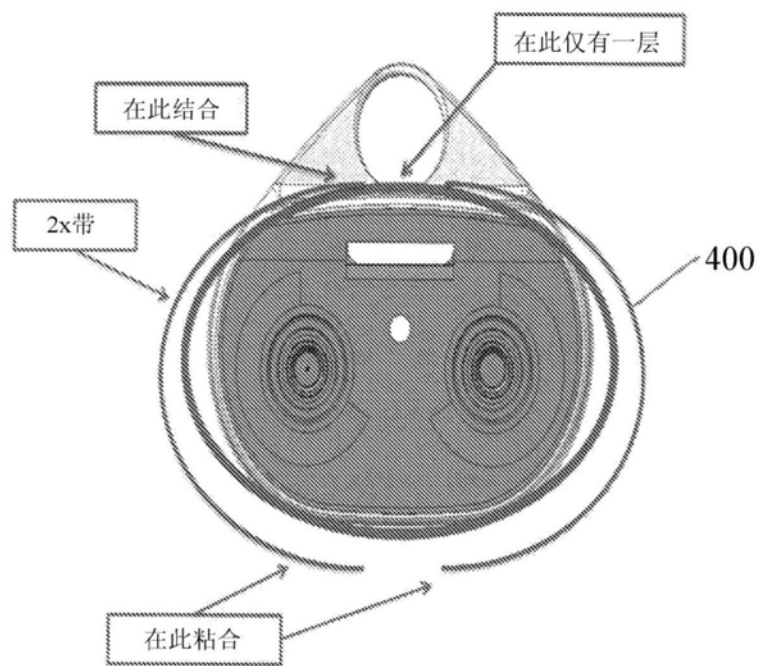


图17A

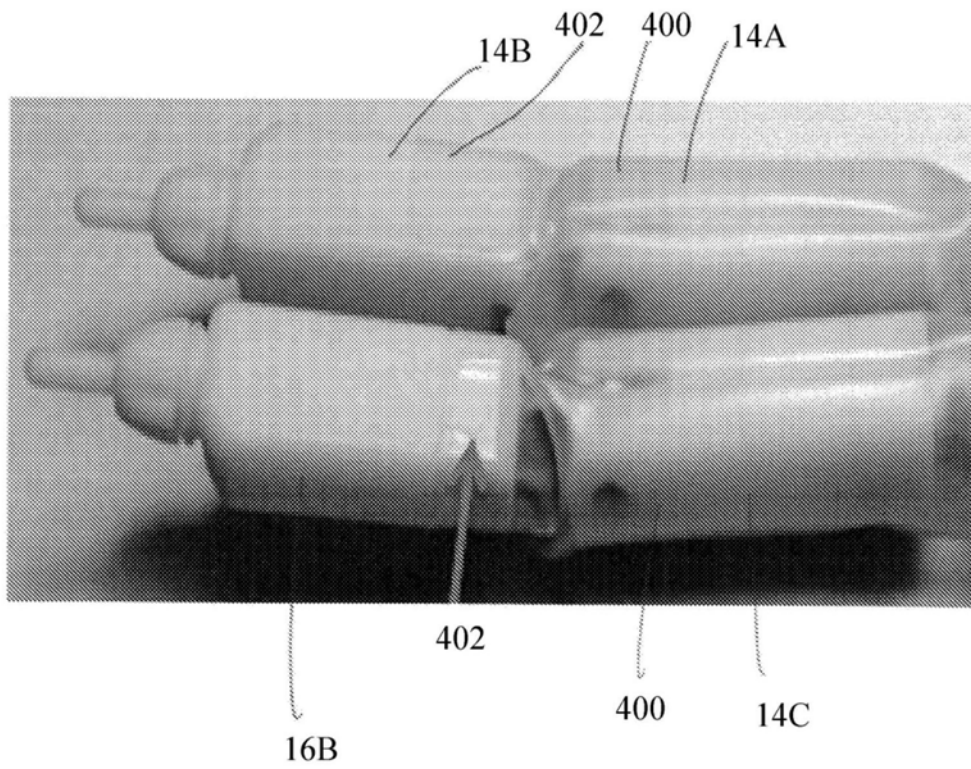


图17B

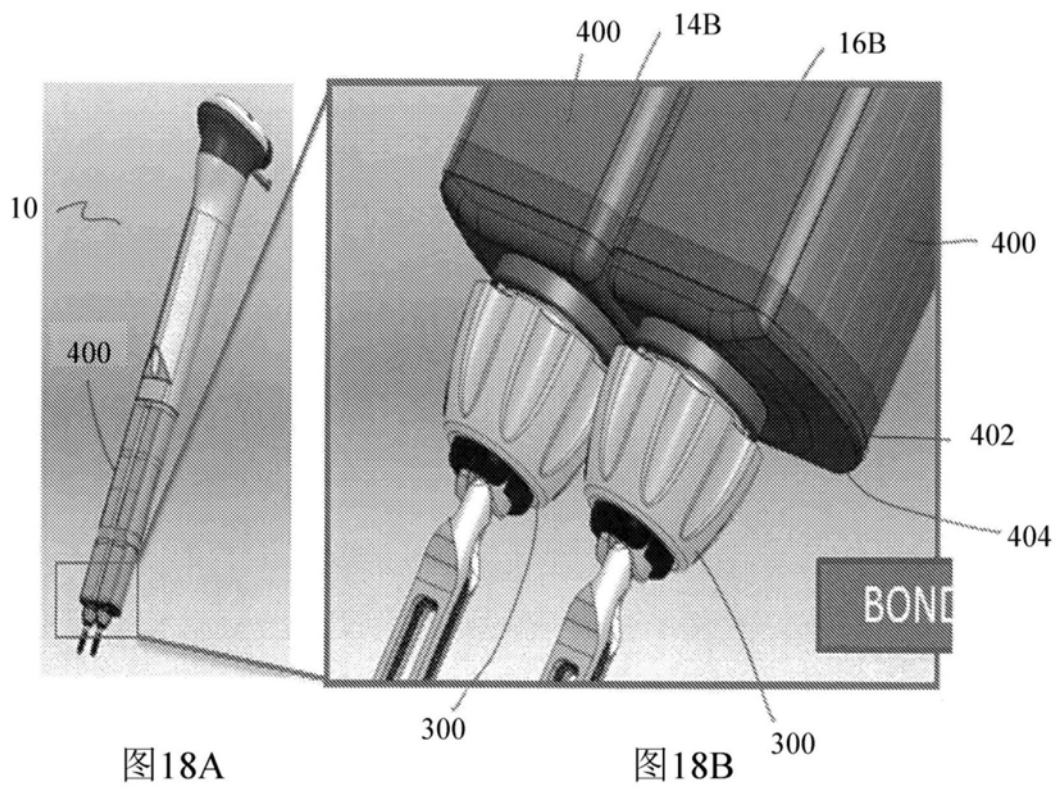


图18A

图18B

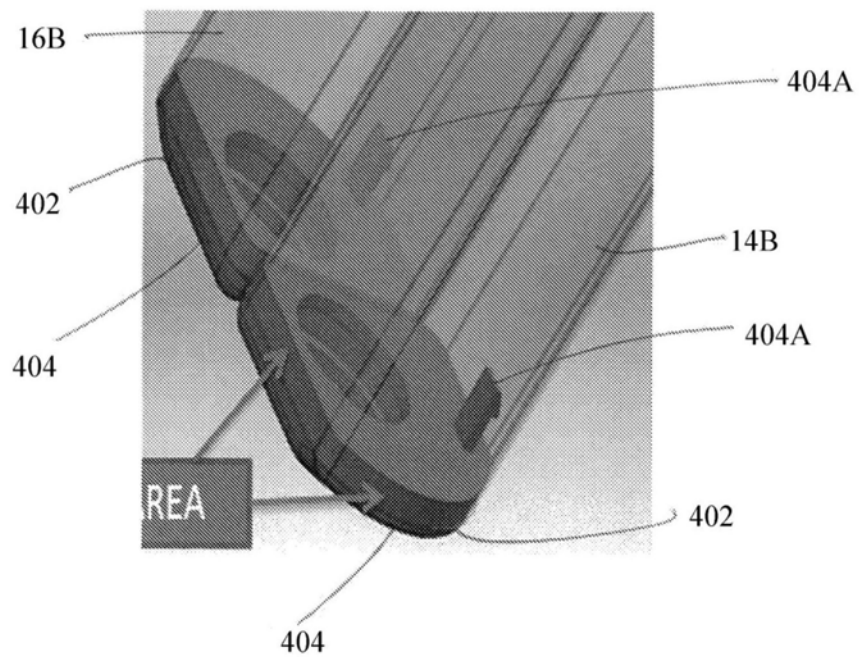


图18C

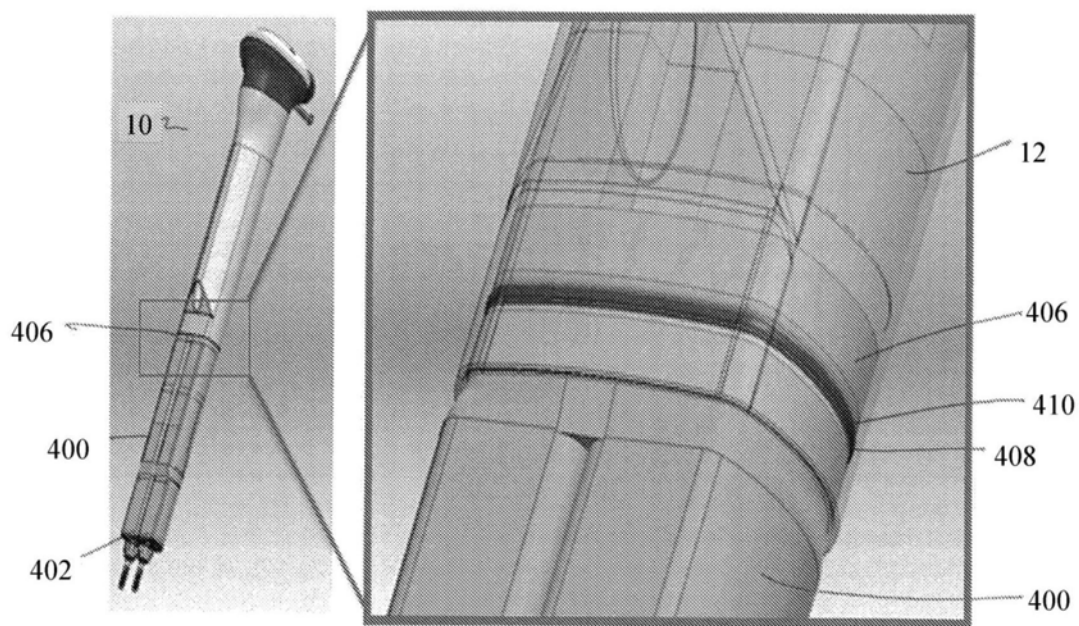


图19A

图19B



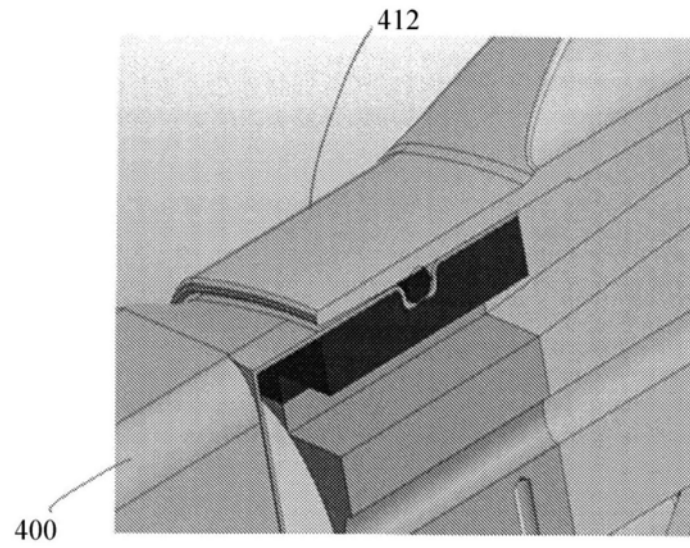


图19C

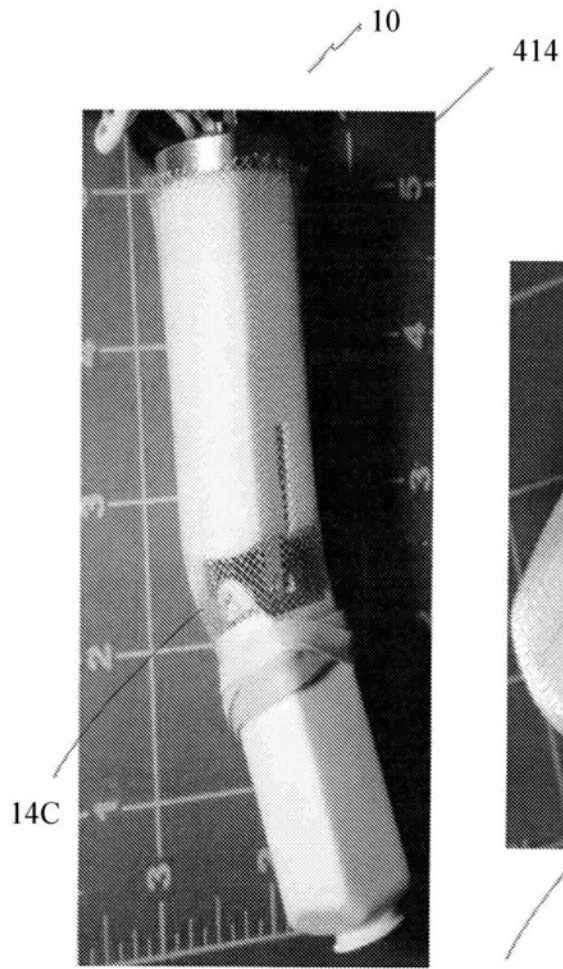


图20A



图20B

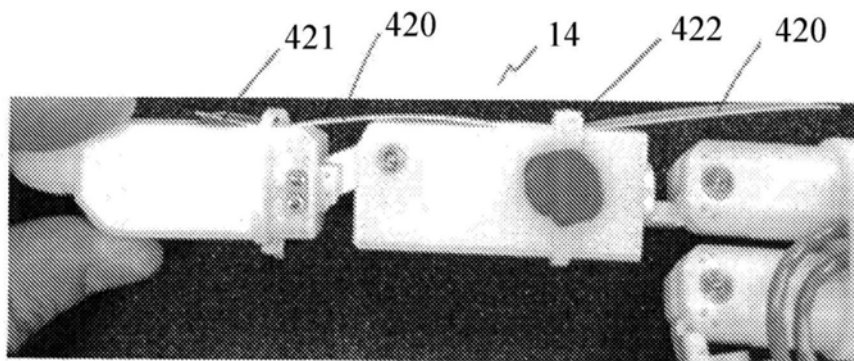


图21A

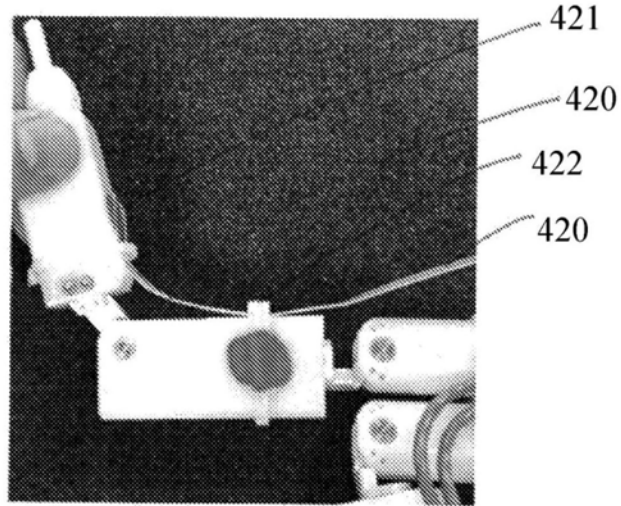


图21B

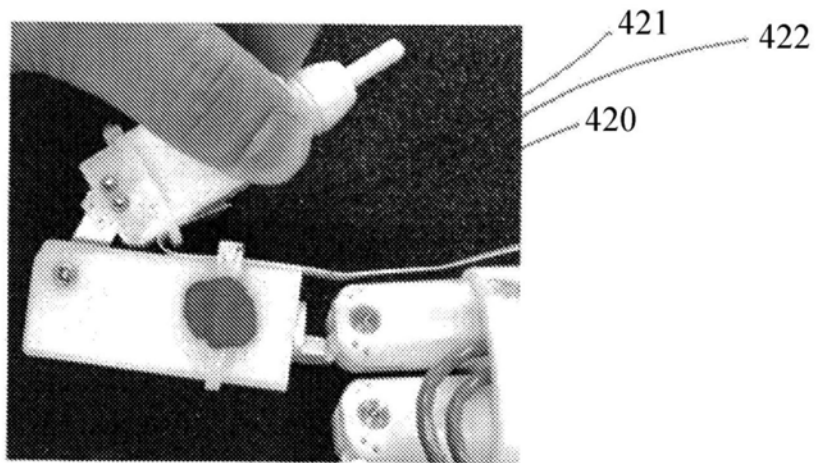


图21C

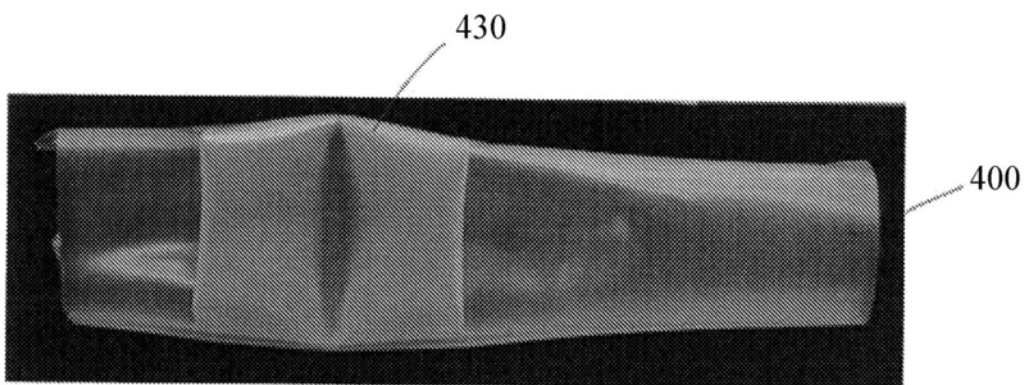


图22A

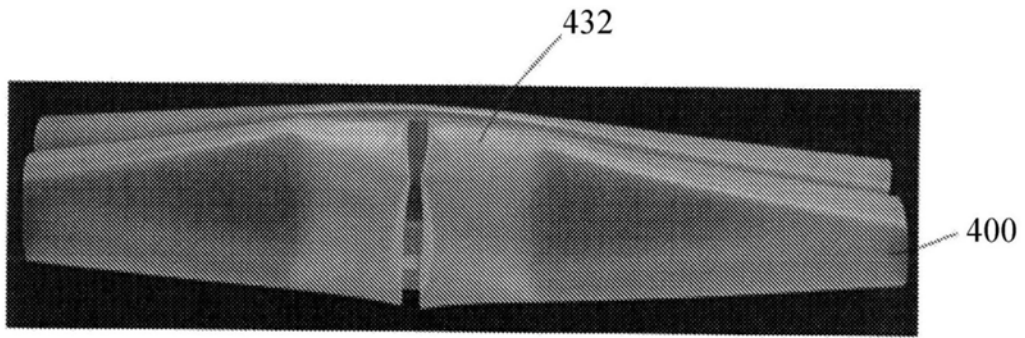


图22B

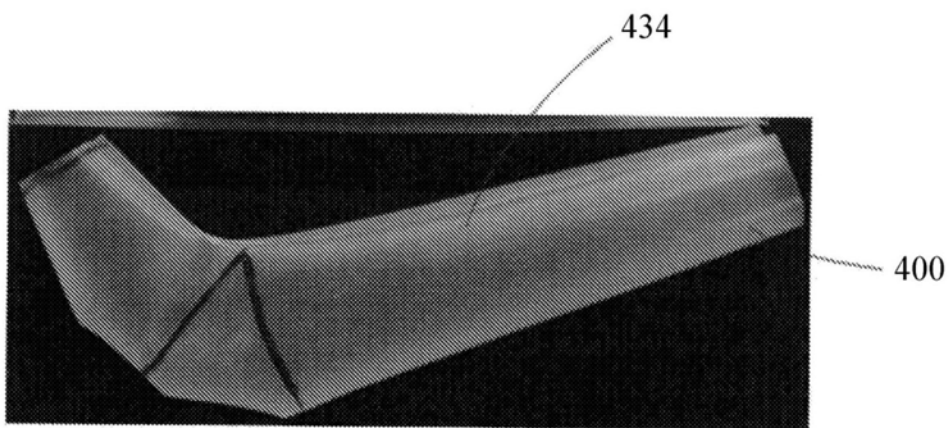


图22C

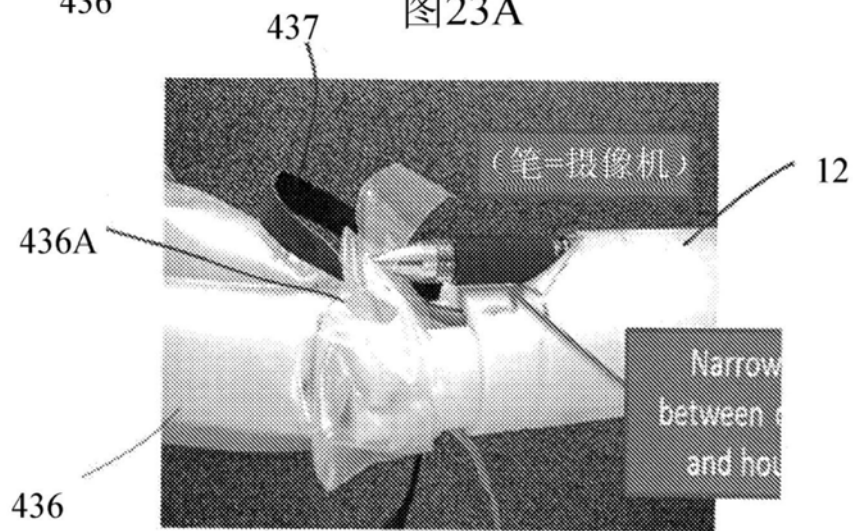
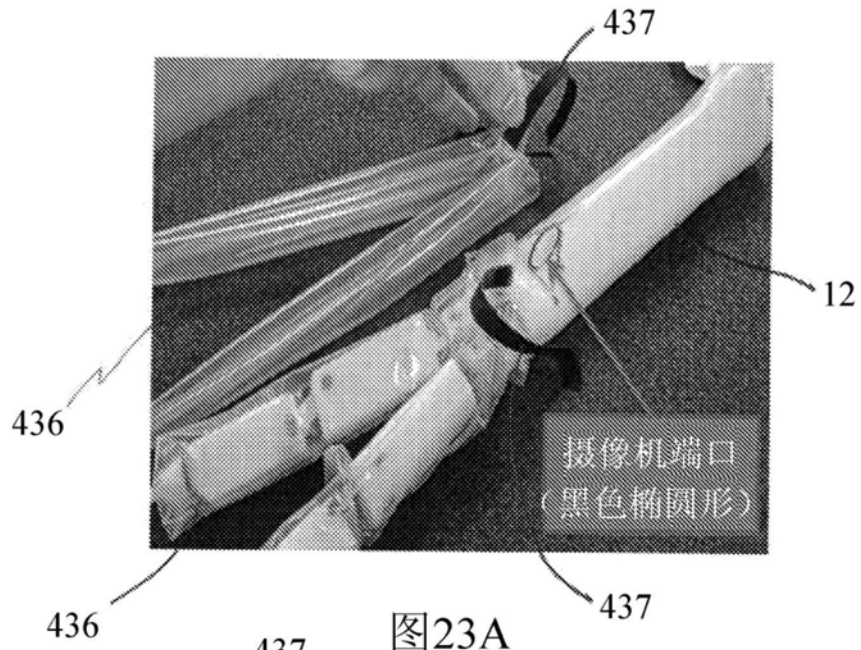


图23B

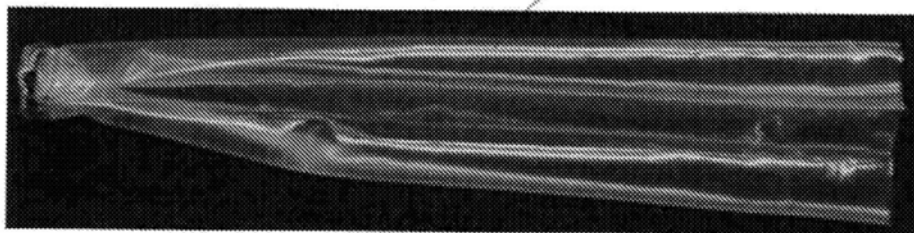


图23C

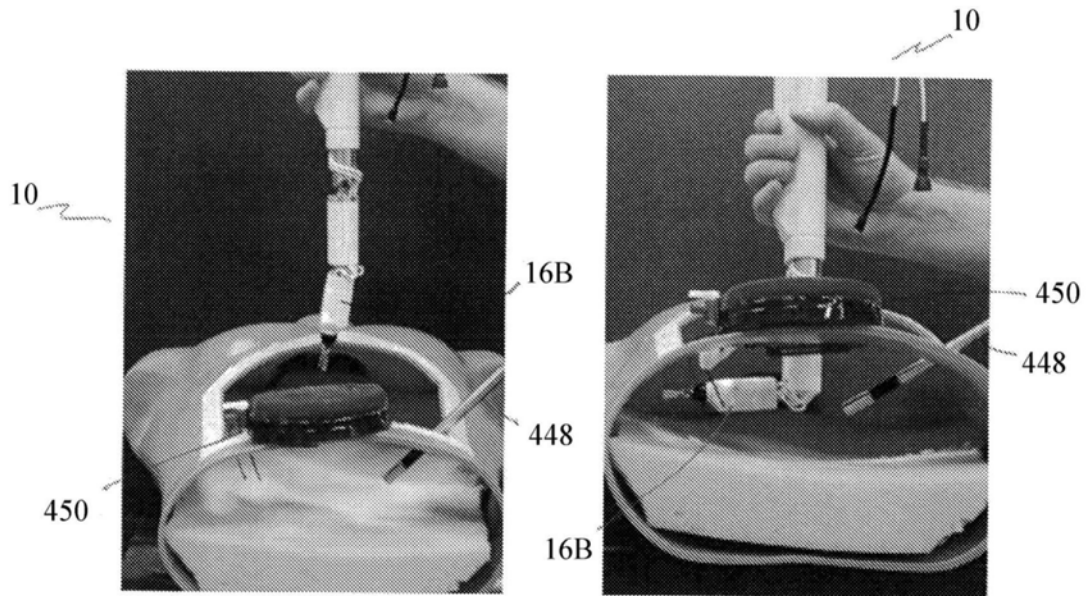


图24A

图24B

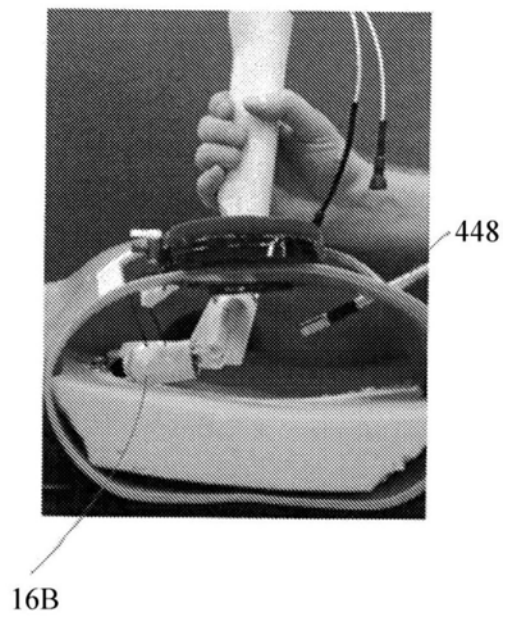


图24C

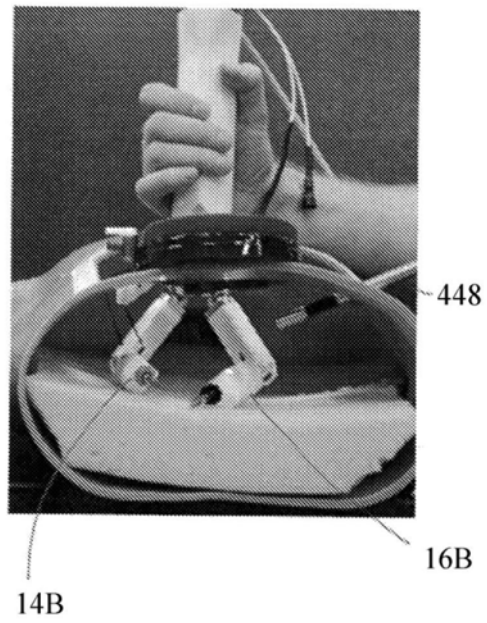


图24D

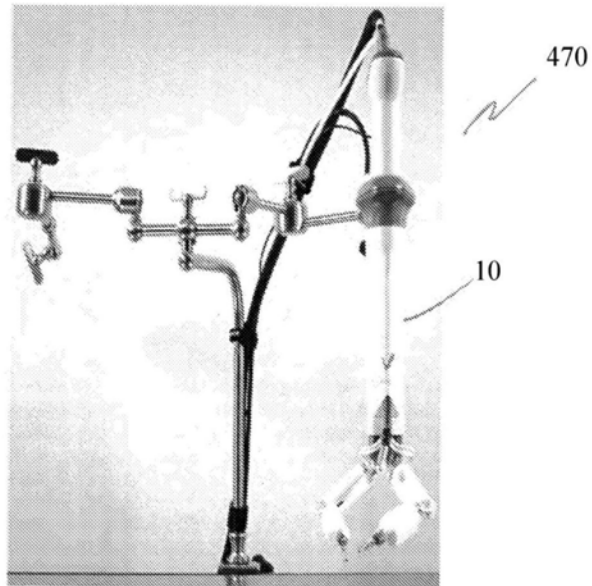
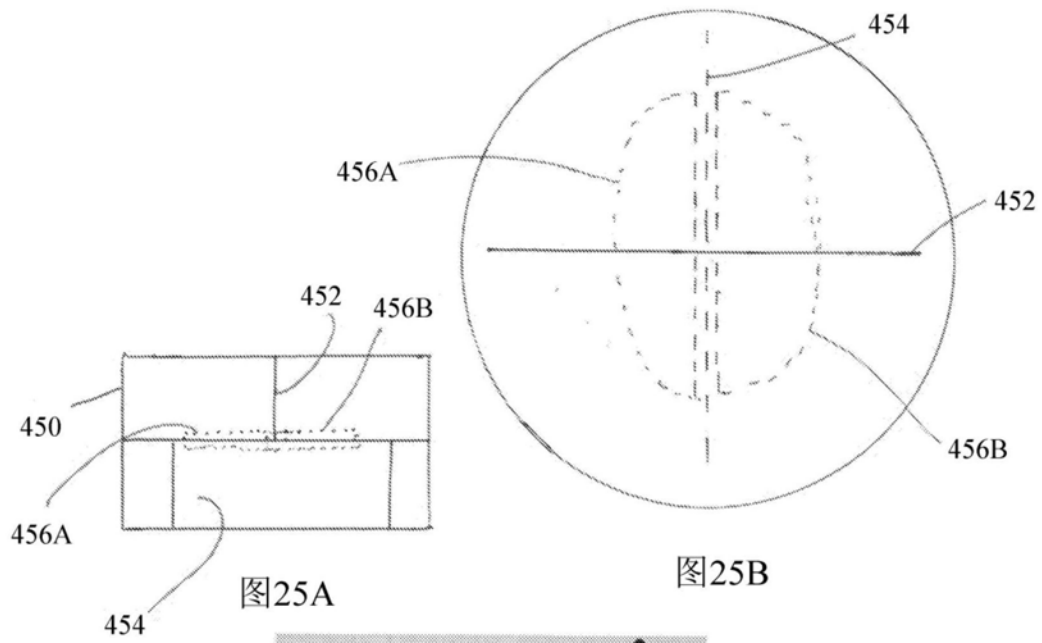


图25C



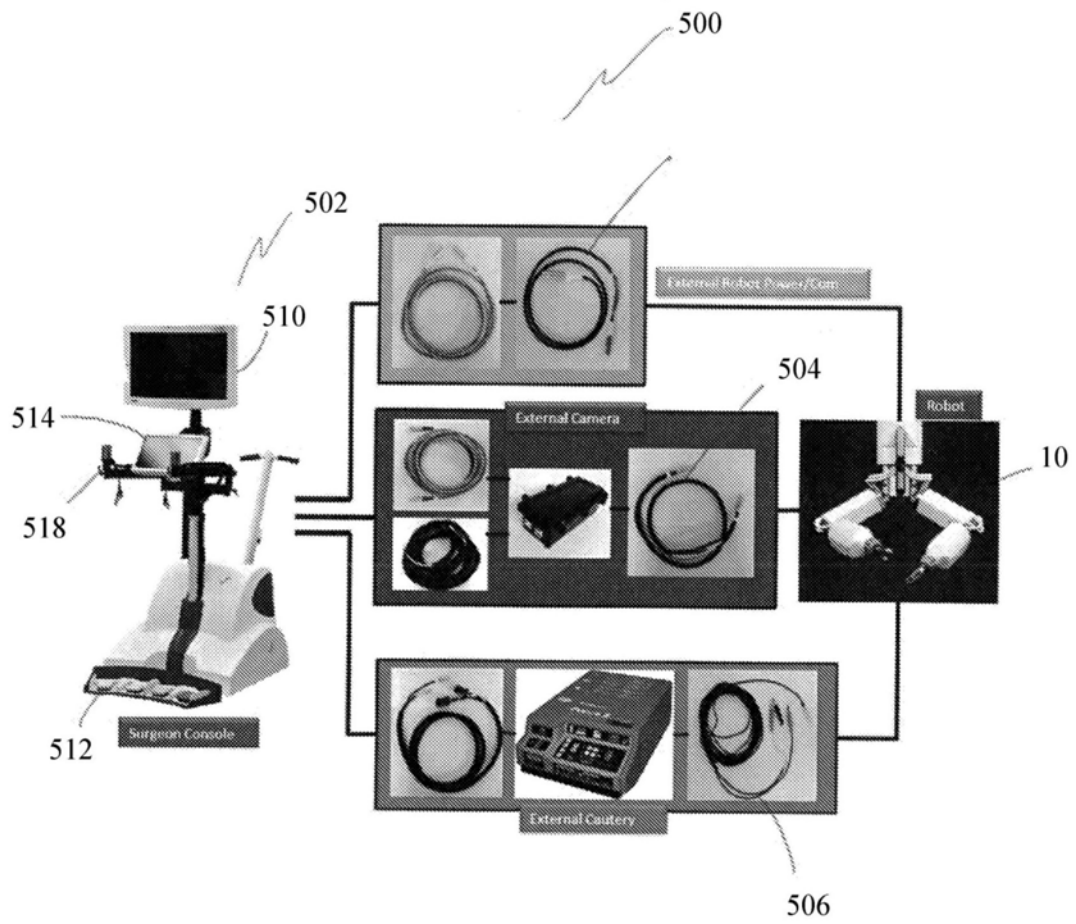


图26A

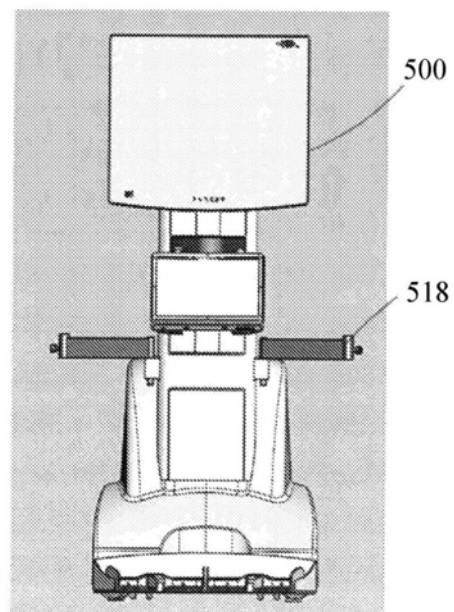


图26B

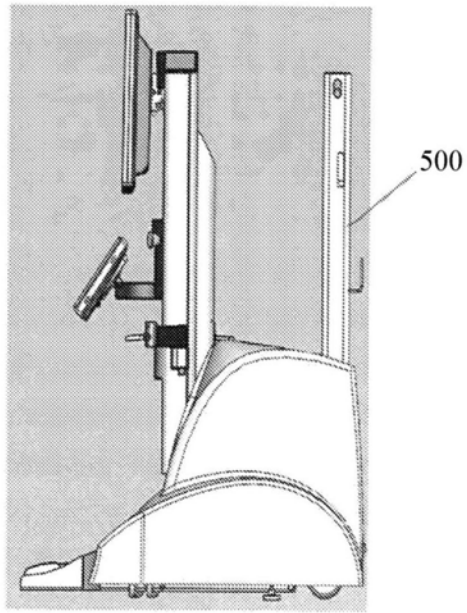


图26C

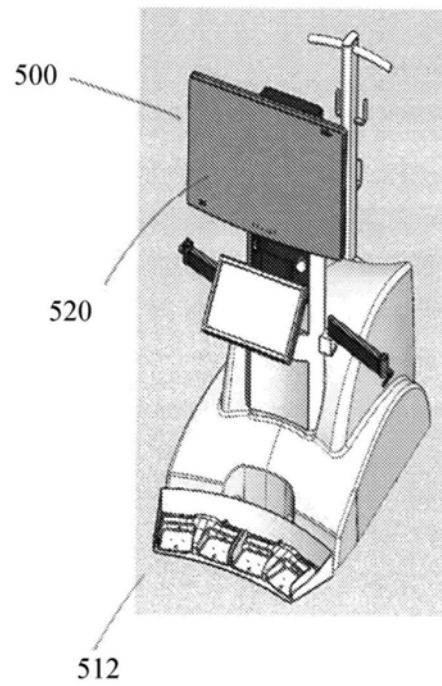


图26D

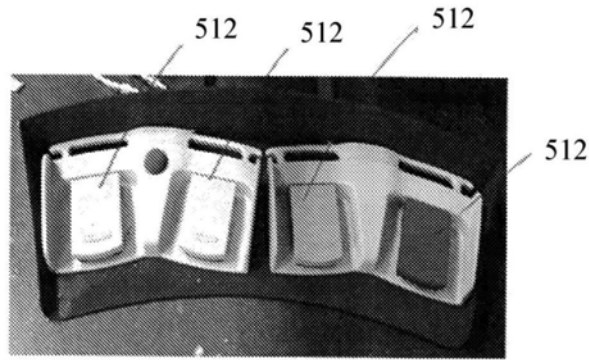


图26E

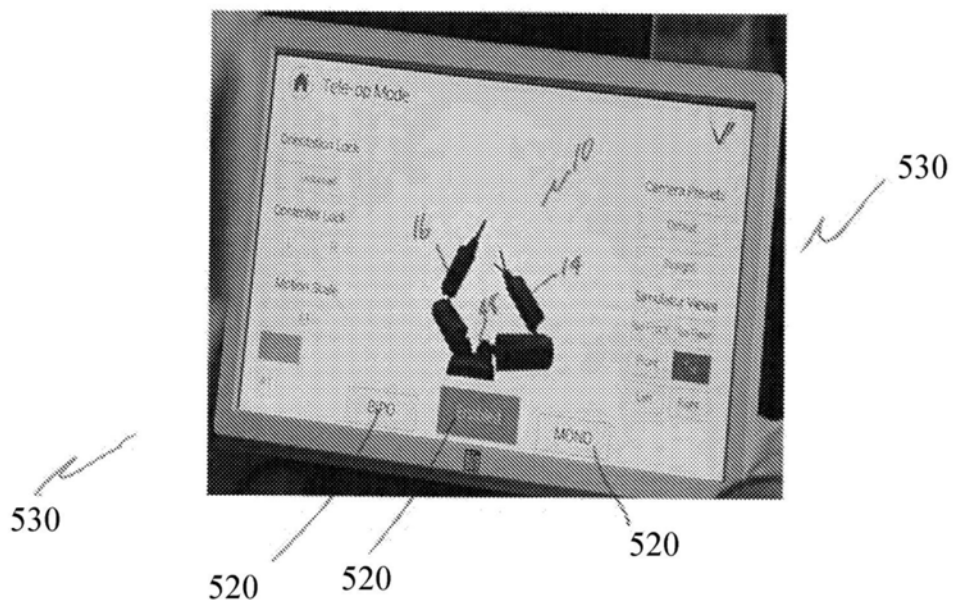


图27A

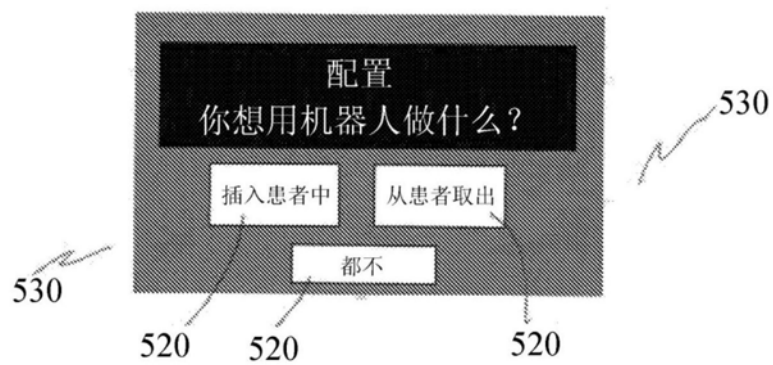


图27B



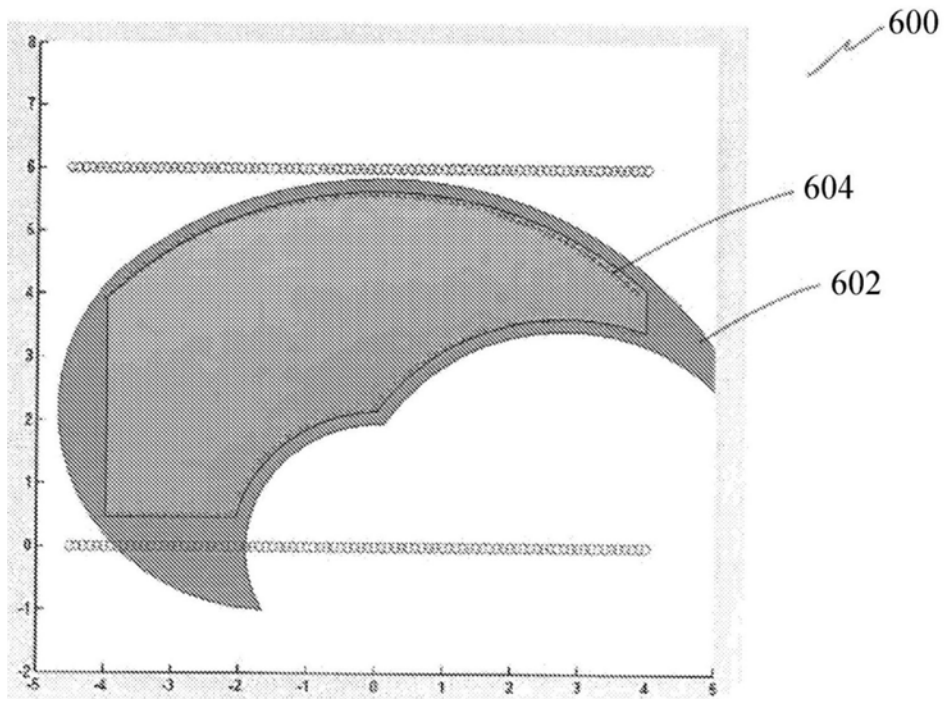


图28B

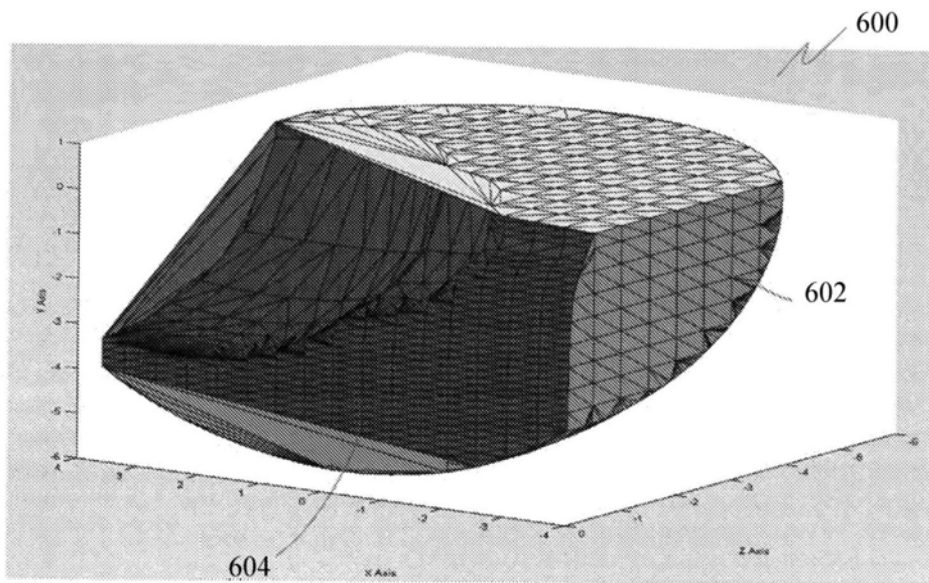


图28C

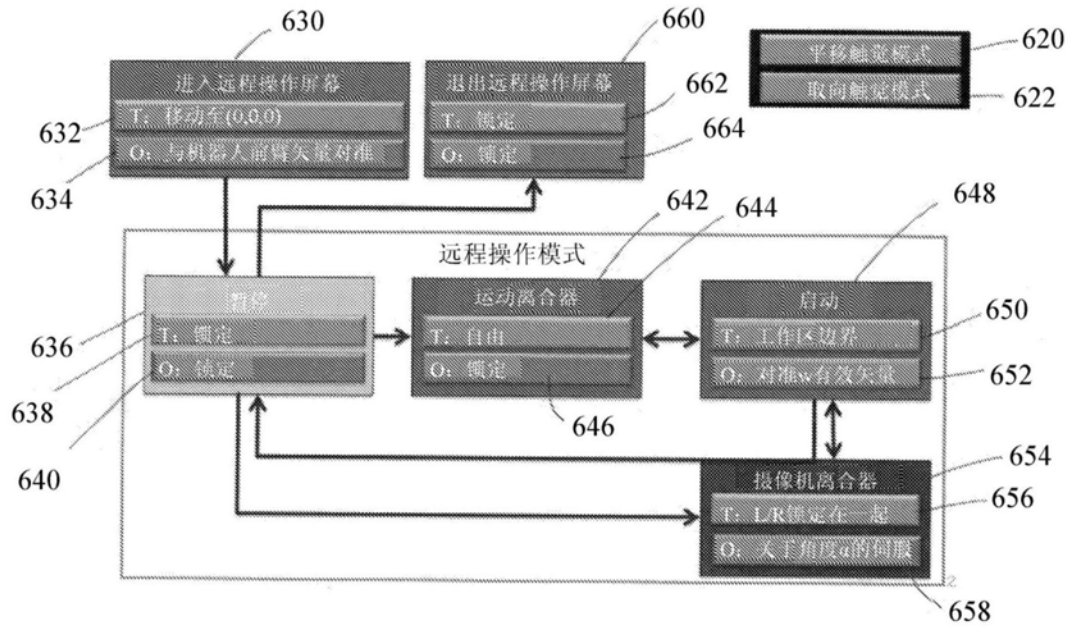


图28D

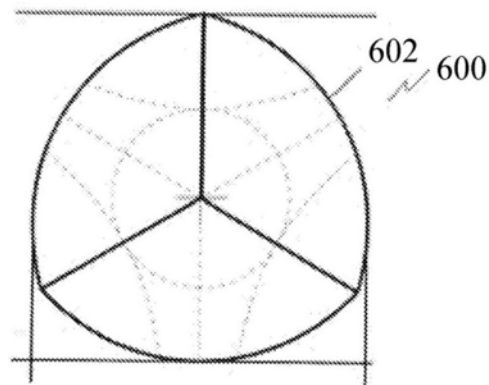


图29A

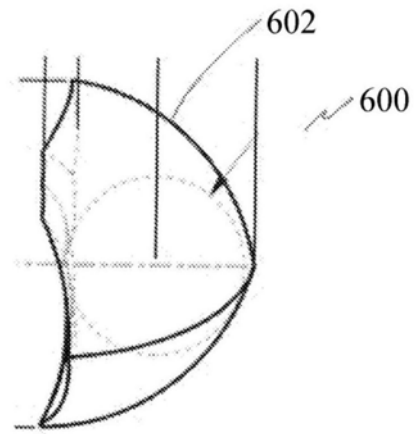


图29B

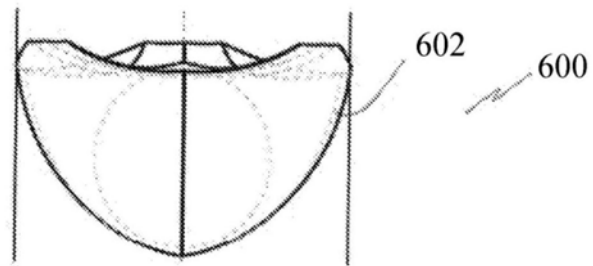


图29C

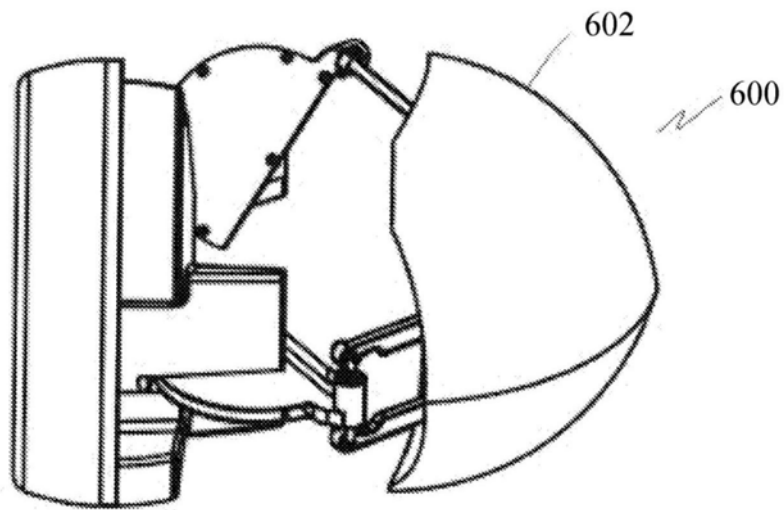


图29D

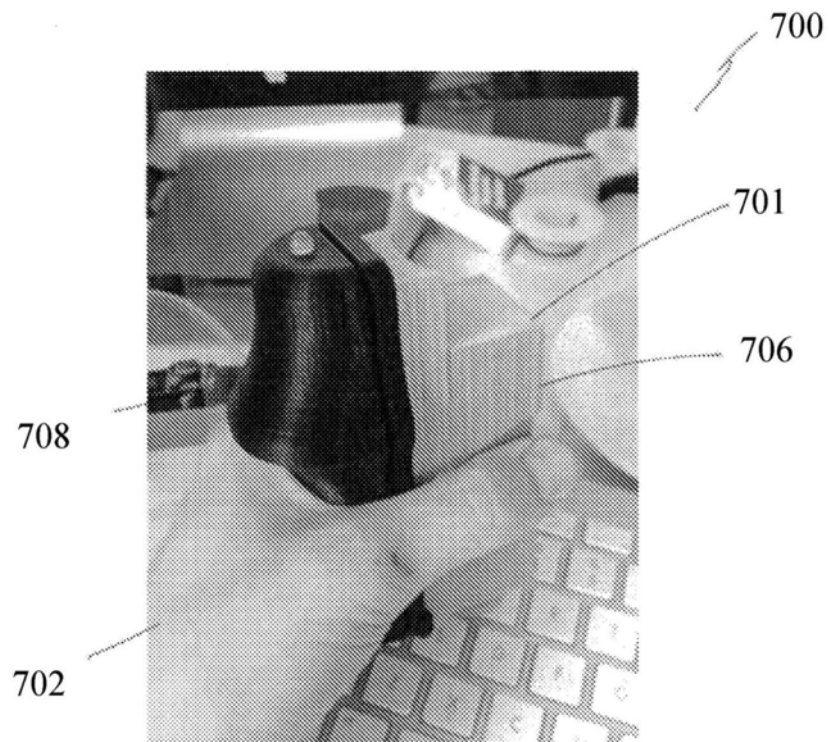


图30A

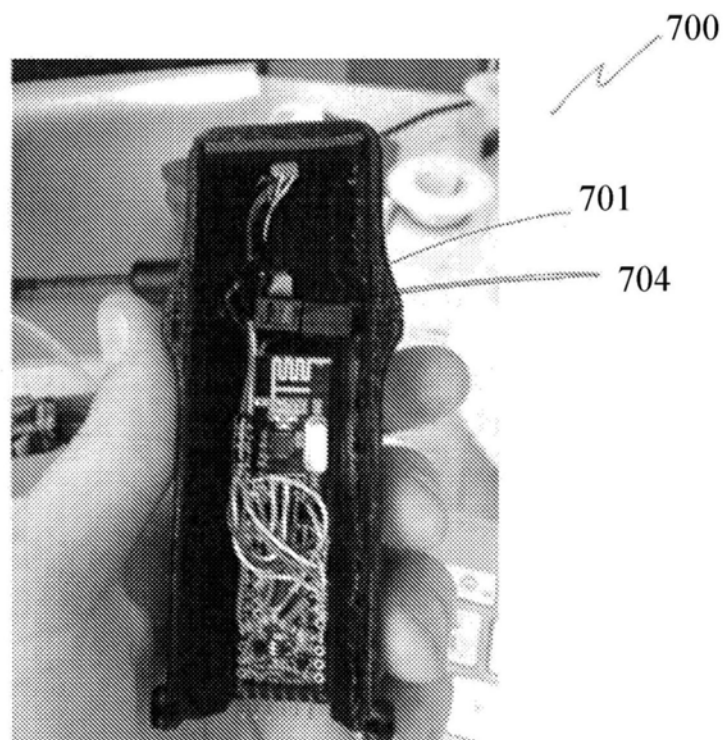


图30B