

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102448399 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 09

(21) 申请号 201080024150. 6

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

(22) 申请日 2010. 03. 24

代理人 赵蓉民

(30) 优先权数据

12/415, 795 2009. 03. 31 US

(51) Int. Cl.

A61B 19/00(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 11. 30

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/028391 2010. 03. 24

(87) PCT申请的公布数据

W02010/117625 EN 2010. 10. 14

(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 S·J·布鲁门克兰斯

G·W·达克斯二世

I·M·麦克度威尔 C·J·哈瑟

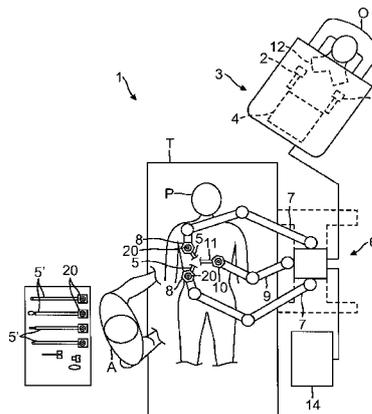
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 20 页

(54) 发明名称

用于力感测器械的光纤连接

(57) 摘要

在一个实施例中, 手术器械包括能够通过机器人手术系统的机械手臂连接的外壳、可操作地联接至该外壳的轴、在该轴的远端端部上的力传感器和在该力传感器上的多个光纤应变仪。在一个示例中, 多个应变仪被可操作地联接至光纤分束器或阵列波导光栅 (AWG) 复用器。光纤连接件被可操作地联接至光纤分束器或 AWG 复用器。腕关节被可操作地联接至力传感器的远端, 并且端部执行器被可操作地联接至腕关节。在另一实施例中, 机器人手术机械手包括被可操作地联接至机械手定位系统的远端的基本连结物, 和能够移动地联接至该基本连结物的远端连结物, 其中该远端连结物包括器械接口和能够光学连接至手术器械的光纤连接件。还提供了在器械和机械手之间经由光学连接件传递数据的方法。



1. 一种手术器械,包括:
能够与机器人手术系统的机械手臂连接的外壳;
可操作地联接至所述外壳的轴;
在所述轴的远端端部的力传感器;
在所述力传感器上的多个光纤应变仪,所述多个应变仪可操作地联接至光纤分束器;
可操作地连接至所述光纤分束器的光纤连接件;
可操作连接至所述力传感器的远端端部的腕关节;以及
可操作地联接至所述腕关节的端部执行器。
2. 如权利要求 1 所述的器械,其中所述光纤连接件包括扩展束校准仪透镜,该扩展束校准仪透镜选自由渐变折射率透镜、非球面透镜、球透镜和带透镜的光纤构成的组。
3. 如权利要求 2 所述的器械,其中所述光纤分束器不通过光纤被直接联接至所述扩展束校准仪透镜。
4. 如权利要求 1 所述的器械,其中所述多个应变仪通过至少部分穿过所述轴的光纤被可操作地联接至所述光纤分束器。
5. 如权利要求 4 所述的器械,其中所述光纤在所述外壳处被配置为环。
6. 如权利要求 1 所述的器械,其中所述光纤分束器通过至少部分穿过所述轴的单根光纤被可操作地联接至所述光纤连接件。
7. 如权利要求 6 所述的器械,其中所述光纤在所述外壳处被配置为环。
8. 如权利要求 1 所述的器械,其中所述光纤连接件被配置在所述外壳上,以从所述多个应变仪传播信号至安装在所述机械手臂的远端连结物的第二光纤连接件。
9. 如权利要求 8 所述的器械,其中所述光纤连接件沿其光学轴线接近从而与所述第二光纤连接件配合。
10. 如权利要求 8 所述的器械,其中所述光纤连接件横于其光学轴线接近从而与所述第二光纤连接件配合。
11. 如权利要求 8 所述的器械,其中所述光纤连接件通过挠性构件被附接至所述外壳。
12. 如权利要求 11 所述的器械,其中所述光纤连接件通过锥形部件被引导为与所述第二光纤连接件光学对齐。
13. 如权利要求 1 所述的器械,其中所述光纤连接件由可移动盖覆盖,所述可移动盖由所述光纤连接件和第二光纤连接件的配合动作打开。
14. 如权利要求 1 所述的器械,其中所述多个应变仪选自由法布里-伯罗应变仪和纤维布朗光栅应变仪构成的组。
15. 如权利要求 1 所述的器械,其中所述手术器械的端部执行器选自由以下器件构成的组:夹钳、剪刀、抓握器、针保持器、微解剖器、钉施加器、追踪器、吸入冲洗工具、夹具施加器、切割刀片、烧灼探针、冲洗器、导管和吸孔。
16. 如权利要求 1 所述的器械,其中所述外壳与无菌适配器接合,所述无菌适配器与所述机械手臂接合。
17. 一种机器人手术机械手,包括:
可操作地联接至机械手定位系统的远端端部的基本连结物;
能够移动联接至所述基本连结物的远端连结物,其中所述远端连结物包括器械接口和

能够光学连接至手术器械的光纤连接件。

18. 如权利要求 17 所述的机械手,其中所述光纤连接件包括扩展束校准仪透镜,该扩展束校准仪透镜选自由渐变折射率透镜、非球面透镜、球透镜和带透镜的光纤构成的组。

19. 如权利要求 17 所述的机械手,其中所述光纤连接件被配置在所述远端连结物上,从而从手术器械的另一光纤连接件接收信号。

20. 如权利要求 17 所述的机械手,其中所述光纤连接件通过挠性构件被附接至所述远端连结物。

21. 如权利要求 17 所述的机械手,其中所述光纤连接件由可移动盖覆盖,所述可移动盖通过所述手术器械与所述机械手的配合动作而打开。

22. 如权利要求 17 所述的机械手,还包括可操作地联接至所述器械接口的无菌适配器。

23. 如权利要求 22 所述的机械手,其中所述无菌适配器还包括使光穿过器械光纤连接件和机械手光纤连接件之间的空隙传播的光学路径。

24. 如权利要求 22 所述的机械手,其中所述无菌适配器包括锥体部件,以对准器械光纤连接件和机械手光纤连接件至少其中之一的光学轴线。

25. 如权利要求 22 所述的机械手,其中所述光纤连接件由可移动盖覆盖,所述可移动盖由所述无菌适配器与所述机械手的配合动作打开。

26. 如权利要求 17 所述的机械手,还包括询问器,所述询问器可操作地联接至所述光纤连接件并被配置为将来自己安装的器械上的多个应变仪的光学信号转换为电信号。

27. 如权利要求 17 所述的机械手,其中所述光纤连接件被可操作地联接至至少部分穿过机械手连杆的光纤。

28. 一种在机器人手术器械的末端处感测力的方法,所述方法包括:

提供包括第一光纤连接件的机器人手术机械手;

在所述机器人手术机械手上安装可拆卸手术器械,所述手术器械包括:

在轴的远端端部的力传感器上的多个光纤应变仪,

光纤分束器,以及

第二光纤连接件,其与所述机械手的所述第一光纤连接件是能够光学连接的;并且

通过所述第二光纤连接件传送来自所述多个应变仪的数据至所述第一光纤连接件。

29. 如权利要求 28 所述的方法,还包括基于来自所述多个应变仪的选择信号的至少一个差来计算力。

30. 一种手术器械,包括:

能够与机器人手术系统的机械手臂连接的外壳;

可操作地联接至所述外壳的轴;

在所述轴的远端端部上的力传感器;

在所述力传感器上的多个光纤应变仪,所述多个应变仪可操作地联接至阵列波导光栅多路复用器,即 AWG 多路复用器;

可操作地连接至所述 AWG 多路复用器的光纤连接件;

可操作连接至所述力传感器的远端端部的碗关节;以及

可操作地联接至所述腕关节的端部执行器。

31. 如权利要求 30 所述的器械,其中所述光纤连接件包括扩展束校准仪透镜,该扩展束校准仪透镜选自自由渐变折射率透镜、非球面透镜、球透镜和带透镜的光纤构成的组。

32. 如权利要求 31 所述的器械,其中所述 AWG 多路复用器不通过光纤被直接联接至所述扩展束校准仪透镜。

33. 如权利要求 30 所述的器械,其中所述多个应变仪经由至少部分穿过所述轴的光纤被可操作地联接至所述 AWG 多路复用器。

34. 如权利要求 33 所述的器械,其中所述光纤在所述外壳处被配置为环。

35. 如权利要求 30 所述的器械,其中所述 AWG 多路复用器通过至少部分穿过所述轴的单根光纤被可操作地联接至所述光纤连接件。

36. 如权利要求 35 所述的器械,其中所述光纤在所述外壳处被配置为环。

37. 如权利要求 30 所述的器械,其中所述光纤连接件被配置在所述外壳上,从而从所述多个应变仪传播信号至安装在所述机械手臂的远端连结物的第二光纤连接件。

38. 如权利要求 37 所述的器械,其中所述光纤连接件沿其光学轴线接近以与所述第二光纤连接件配合。

39. 如权利要求 37 所述的器械,其中所述光纤连接件横于其光学轴线接近以与所述第二光纤连接件配合。

40. 如权利要求 37 所述的器械,其中所述光纤连接件通过挠性构件被附接至所述外壳。

41. 如权利要求 40 所述的器械,其中所述光纤连接件通过锥形部件被引导为与所述第二光纤连接件光学对准。

42. 如权利要求 30 所述的器械,其中所述光纤连接件由可移动盖覆盖,所述可移动盖由所述光纤连接件和所述第二光纤连接件的配合动作打开。

用于力感测器械的光纤连接

[0001] 相关申请和专利的交叉引用

[0002] 本申请涉及在 2006 年 9 月 29 日提交的美国申请 No. 11/537, 241, 其要求在 2005 年 12 月 30 日提交的美国临时申请 No. 60/755, 108 的优先权, 其全部公开内容为所有目的通过引用并入本文。

[0003] 该申请还涉及在 2005 年 12 月 30 日提交的美国临时申请 No. 60/755, 157、在 2007 年 12 月 18 日提交的美国申请 No. 11/958, 772、在 2007 年 9 月 29 日提交的美国申请 No. 11/864, 974、在 2006 年 10 月 26 日提交的美国申请 No. 11/553, 303、在 2005 年 3 月 30 日提交的美国专利申请 No. 11/093, 372 和美国专利 No. 6, 936, 042、6, 902, 560、6, 879, 880、6, 866, 671、6, 817, 974、6, 783, 524、6, 676, 684、6, 371, 952、6, 331, 181 和 5, 807, 377, 其全部公开内容为所有目的通过引用并入本文。

技术领域

[0004] 本发明一般涉及手术机器人系统, 并且更具体地涉及与施加至手术器械和 / 或手术机器人机械手的感测力相关的数据通信的装置和方法。

背景技术

[0005] 在机器人协助的手术中, 外科医生一般在远离病人的位置 (例如, 在手术室中的另一侧, 在与病人不同的房间或完全不同的建筑物内) 操作主动件控制器从而控制在手术位置的手术器械的运动。主动件控制器通常包括一个或多个手输入装置, 例如手持腕结构平衡环、操纵杆、外骨骼手套、手持件或类似物, 它们通过带有伺服马达的控制器被可操作地联接至手术器械, 用于铰接控制在手术位置处的器械的位置和方向。伺服马达一般是机电装置或手术机械手臂 (“从动件”) 的一部分, 该机电装置或手术机械手臂包括多个接头、连杆装置等, 它们被连接在一起以支撑并且控制已经被直接引入到开放的手术位置的手术器械中或者通过穿过切口插入的套管针套管被引入到体内 (例如, 病人的腹部) 的手术器械。取决于手术程序, 可利用多种手术器械, 例如组织抓紧器、针驱动器、电手术烧灼探针等以使得外科医生进行各种操作, 例如缩回组织、保持或驱动针、缝合、抓持血管或者解剖、烧灼或凝固组织等。

[0006] 通过远程操纵实施远程机器人手术的这种方法已经产生了很多新的挑战。一种挑战是提供能精确 “感觉” 经由机器人机械手由手术器械操作的组织的外科医生。外科医生必须依赖器械或缝线施加的力的指示。符合期望的是感测施加至器械的尖端的力, 例如机器人内窥镜手术器械的端部执行器 (例如, 夹钳、抓紧器、刀片等), 以便将力通过系统的手动控制或者通过其他装置 (例如可视屏幕或可听音调) 反馈至外科医生使用者。

[0007] 外科医生可在手术中使用大量不同的手术器械 / 工具。一些手术器械可包括多根光纤上的光纤力传感器, 并且符合期望的是制造当器械被电且机械地安装至机器人机械手上时与手术系统的可靠且稳定的光学连接。因此也符合期望的是将来自多个传感器纤维的信号组合到一个纤维中来改进光学连接。

[0008] 因此,所需要的是用于远程控制在病人上 / 内的手术位置处的手术器械的改进的远程机器人系统、装置和方法。具体地,这些系统、装置和方法应被配置为向外科医生提供精确的力大小的反馈,以改进使用者对器械和机械手的状态认识和控制。

发明内容

[0009] 本发明提供了用于改进至实施远程机器人外科手术的外科医生并由其感知的力反馈的手术器械、机械手和方法。具体地,手术器械包括外壳、轴和在所述轴的远端端部上的力传感器上的多个应变仪,其中所述外壳包括能够与机器人手术系统的机械手臂光学地连接的光纤连接件,所述轴可操作地联接至所述外壳,所述多个应变仪可操作地联接至光纤连接件。该器械还包括腕关节和端部执行器,该腕关节可操作连接至力传感器的远端端部并且端部执行器被可操作地联接至腕关节。

[0010] 在另一实施例中,机器人手术机械手包括机械手臂,其包括可操作地联接至机械手定位臂的基本连结物和机械手臂的远端连结物,该远端连结物被可移动地联接至基本连结物。所述远端连结物包括器械接口和能够光学联接至手术器械的光纤连接件。

[0011] 在又一实施例中,在机器人手术器械的末端感测力的方法包括提供包括第一光纤连接件的机器人手术机械手,并且将可拆卸的手术器械安装到机器人手术机械手上,所述手术器械包括在轴的远端端部的力传感器上的多个应变仪和能够光学地与所述机械手的第一光纤连接件连接的第二光纤连接件。所述方法还包括通过第二光纤连接件将数据从所述多个应变仪传递至第一光纤连接件。

[0012] 本发明的范围由权利要求限定,其通过引用被合并在该部分中。本领域技术人员将能够通过考虑以下一个或多个实施例的具体实施例方式更完整地理解本发明的实施例,并且认识到关于其的其他优点。将参考首先会被简要描述到的附页中的附图。

附图说明

[0013] 图 1A 是根据本发明的实施例的机器人手术环境的平面图。

[0014] 图 1B 图示说明了机器人手术机械手系统的实施例的透视图。

[0015] 图 2A 图示说明了感测力的机器人手术器械的透视图,并且图 2B 图示说明了根据本发明的实施例的手术器械的远端的放大视图。

[0016] 图 3A 和图 3B 分别示出了平面光波电路 (PLC) 和熔融拉锥 (FBT) 的光纤分束器的正视图。

[0017] 图 4A 和图 4B 是带有透镜的光纤的纵向截面视图,其是本发明的一些实施例的部件。

[0018] 图 5 图示说明了包括外壳、非球面透镜和焦点对准的光纤的一种纤维校准仪,其在本发明的实施中被用作扩展束光纤连接件。

[0019] 图 6A1 和图 6A2 分别图示说明了可操作地联接至自渐变折射率 (GRIN) 透镜校准仪的 PLC 光纤分束器的透视图和局部剖面透视图。

[0020] 图 6B1 和图 6B2 分别图示说明了可操作地联接至球透镜校准仪的 PLC 光纤分束器的透视图和局部剖面透视图。

[0021] 图 7A 图示说明了带有包括多个纤维布拉格光栅应变仪的力传感器的手术器械,

其中所述纤维布拉格光栅应变仪可操作地联接至 PLC 光纤分束器,并且图 7B 图示说明了带有力传感器的手术器械的远端的放大视图。

[0022] 图 8A、图 8B 和图 8C 示出引导并且对齐一对挠性安装的透镜光纤连接件的器械无菌适配器的锥形槽部件的不同视图。

[0023] 图 9A、图 9B 和图 9C 示出引导并且对齐一对挠性安装的透镜光纤连接件的器械无菌适配器的圆锥形部件的不同视图。

[0024] 图 10A- 图 10D 示出根据本发明的实施例的包括光纤带状线缆、PLC 光纤分束器、光纤或带状线缆应变消除环和扩展束光纤连接件的器械后部外壳的正视图。

[0025] 图 11 是根据本发明的实施例的在机械手的远端连结物的器械接口处包括光纤连接件的手术机器人机械手的透视图,所述机械手被联接至光纤应变询问器和控制器。

[0026] 图 12A 是根据本发明的实施例的图 11 的机械手的透视图,其包括光纤连接件并且包括无菌适配器至器械接口的联接,其允许使用光纤连接件。

[0027] 图 12B 是无菌适配器的放大视图,并且图 12C 是根据本发明的实施例的无菌适配器的放大截面视图,该无菌适配器被联接至远端连结物器械接口。

[0028] 图 13A 是根据本发明的实施例的图 12A 的机械手的透视图,其包括具有配合光纤连接件的器械的联接。

[0029] 图 13B 是根据本发明的实施例被安装到无菌适配器的器械的放大截面视图,所述无菌适配器被安装到远端连结物上。

[0030] 本发明的实施例和它们的优点通过参考以下具体实施方式被最好地理解。应理解相同的参考编号用来指示一个或多个附图中相同的元件。应理解附图不必按比例绘制。

具体实施方式

[0031] 本发明提供了在病人身上实施机器人协助的手术程序时用于感测力的多部件系统、装置和方法,具体包括开放的手术程序、神经手术程序和微创内窥镜程序,例如腹腔镜检查、关节镜检查、胸腔镜检查 and 类似的检查。本发明的系统和方法作为远程机器人的手术系统是非常有益的,所述远程机器人的手术系统允许外科医生通过伺服机构从远离病人的位置操纵手术器械。为此目的,本发明的组合的机械手装置或从动装置以及附接的手术器械通常由具有相等自由度(例如,用于定位的具有 3 个自由度,用于定向和抓握的具有 3 个自由度)的主动件驱动,从而形成带有力反应或显示的远程监控系统。适当的从动件-主动件系统的说明可在美国专利 No. 6, 574, 355 中找到,其完整公开的内容为所有目的通过引用并入本文。

[0032] 本发明的机器人系统一般包括安装至手术台或者在手术台附近的一个或多个手术机械手组件和主动件控制组件,以允许外科医生观察手术位置并且控制机械手组件。该系统还包括一个或多个观察镜组件和适于被可移除地联接至机械手组件(以下将以更详细地讨论)的多个手术器械。该机器人系统包括至少两个机械手组件并且优选为三个机械手组件。如以下详细地讨论的,其中一个组件一般操作观察镜组件(例如,在内窥镜过程中)以用于观察手术位置,而其他机械手组件操作手术器械以在病人身上实施各种程序。

[0033] 控制组件可位于外科医生的控制台,其一般位于与手术台相同的房间内,这样外科医生可与他/她的助手对话并且直接监控手术程序。然而,应理解外科医生能够位于与

病人不同的房间或完全不同的建筑物中。主动件控制组件一般包括支撑件、用于向外科医生显示手术位置的图像的监控器和一个或多个用于控制机械手组件的主动件。主动件可包括一系列输入装置,例如手持腕结构平衡环、操纵杆、手套、触发枪、手操作控制器、声音识别装置或类似装置。优选地,主动件将被提供有与手术器械相关的机械手相同的自由度,以提供外科医生的部分远程监控、外科医生紧邻并且置身于手术场所中的感觉以及直观性、主动件与器械一体的感觉,这样外科医生具有直接且直观地控制器械的强烈感觉,即好像它们是他或她的手的一部分。还可在器械组件上使用位置、力和接触反馈传感器,这些传感器在外科医生操作远程机器人系统时自手术器械向他/她的手传递呈现位置、力和触觉的信号。用于向操作者提供远程监控的一个适当的系统和方法在美国专利 No. 6, 574, 355 中得到描述,其通过引用已经被并入本文。

[0034] 监控器将被适当地联接至观察镜组件,这样手术位置的图像被提供在外科医生控制台其手部的附近。优选地,监控器将在显示器上显示图像,该显示器被定向以便外科医生感觉他或她实际上直接向下观察手术位置。为此目的,手术器械的图像似乎是基本位于操作者的手所在并且朝向的位置,基本如操作者基于他/她的手的位置期望的一样。此外,实时图像优选为立体图像以便操作者能够操纵端部执行器和手部控制,就像在基本真实的呈现中观察工作空间一样。通过真实的呈现,这意味着操作者所看到的就像是直接观察并在实体操纵手术器械。因此,控制器将手术器械的坐标转变为被感知到的取向,以便立体图像是人所看到的这样的图像,例如像照相机或内窥镜直接位于手术器械的后部。用于提供该视觉图像的适当的坐标转变系统在 1994 年 5 月 5 日提交的美国专利申请 No. 08/239, 086 中描述,即现在的美国专利 No. 5, 631, 973, 其全部内容为所有目的通过引用并入本文。

[0035] 提供了伺服控制用来传递主动件的机械运动至机械手组件。伺服控制可从手术器械提供力和扭矩的反馈至由手操作的主动件。此外,伺服控制可包括安全监控控制器,用来响应于被识别的不期望的情况(例如,在病人身上施加过大的力、不匹配的编码读数等)安全地停止系统运行或者至少禁止所有机器人运动。

[0036] 现在详细地参考附图,其中相同的编号指示相同的元件。图 1A-图 1B 图示说明了用于根据本发明的一个实施例实施微创机器人手术的机器人手术系统 1 的部件。系统 1 类似在美国专利 No. 6, 246, 200 中更详细地描述的系统,其全部公开内容通过引用并入本文。

[0037] 系统操作者 0(一般是外科医生)对躺在手术台 T 上的病人 P 实施微创手术程序。系统操作者 0 看得见由显示器 12 显示的图像并且在外科医生控制台 3 处操纵一个或多个输入装置或主动件 2。响应于外科医生的输入命令,控制台 3 的计算机处理器 4 引导手术器械或工具 5 的运动,其经由病人旁边的机器人机械手系统 6(在该示例中是基于手推车的系统)执行器械的伺服机械运动,所述系统 6 包括关节、连杆和机械手臂,每个均具有可伸缩插入轴线。在一个实施例中,处理器 4 关联工具 5 的端部执行器的运动,这样端部执行器的运动跟随系统操作者 0 手中的输入装置的运动。

[0038] 处理器 4 一般包括数据处理硬件和软件,以实施本文描述的一些或所有方法。虽然处理器 4 在图 1A 的简化示意图中被显示为单个方块,但是该处理器可包括多个数据处理电路,其中至少一部分处理被可选地邻近输入装置实施,一部分被邻近机械手实施,等等。可使用多种中央化或分散的数据处理结构的任意一种。类似地,编程代码可被实施为多个分离的程序或子程序,或者被整合到在此描述的机器人系统的多个其他方面中。

[0039] 在一个示例中,机械手系统 6 包括至少四个机器人机械手组件。三个装配连杆 7(在该示例中被安装在手推车的侧面)支撑并且定位机械手 8,其中连杆 7 一般在至少一部分手术程序期间在固定的位置支撑机械手 8 的基本连结物(base link)30。机械手 8 移动手术工具 5 以便机器人操纵组织。一个额外的连杆 9(在该示例中被安装在手推车的中间)支撑并且定位机械手 10,其控制内窥镜/镜头探针 11 的运动,以捕捉内部的手术位置的图像(优选立体的)。病人侧系统的定位连杆 7、9 的可固定部分有时在此也被称作“装配臂”。

[0040] 助手 A 分别使用装配连杆臂 7 和 9 协助对机械手 8 和 10 相对病人 P 进行预定位;协助将一个或多个手术机械手的工具 5 替换为可替代的手术工具或器械 5';协助操作相关非机器人医疗器械和设备;手动移动机械手组件,以便相关的工具通过不同的孔可进入内部手术位置,等等。

[0041] 一般来讲,连杆 7、9 主要在病人侧的机械手系统 6 的装配期间使用,并且在手术程序的至少一部分期间保持固定的构造。机械手 8、10 每一个均包括驱动连杆,这些连杆在控制台 3 处的外科医生的引导下被主动地铰接。虽然装配臂的一个或更多个关节可以被可选地驱动并且被机器人地控制,但是至少一些装配臂关节可以被配置为由助手 A 手动定位。

[0042] 在一个示例中,内部手术位置的图像通过在外科医生的控制台 3 中的立体显示器 12 被显示给操纵者 O。内部手术位置同时通过助手显示器 14 显示给助手 A。

[0043] 一些机械手可包括可伸缩插入轴线(例如,图 11、图 12A 和图 13A 的可伸缩插入轴线 60),然而在其他实施例中,所有机械手均可包括可伸缩插入轴线。在一个示例中,可伸缩插入轴线 60 经由三个可操作地联接的连接件允许所安装的器械(例如,图 1A 的器械 5 或图 13A-图 13B 的器械 100)的移动,与先前的设计相比,其具有改进的刚度和强度,更大的运动范围以及改进的动态性能和提供给系统使用者的靠近手术区域的改进可见性(除其他优点外),如在 2006 年 12 月 20 日提交的美国申请 No. 11/613,800 中更详细地描述的。

[0044] 为方便起见,例如支撑用于操纵组织的手术工具的机械手 8 的机械手有时被称作病人侧的机械手(PSM),而控制图像捕捉或数据获取装置例如内窥镜 11 的机械手 10 被称作内窥镜-镜头机械手(ECM)。操纵者可选择性地致动、操纵和控制多种器械或工具、图像捕捉装置以及对手术有用的类似装置。

[0045] 现在结合图 1A-图 1B 参考图 2A-图 13B,将关于使用包括应变仪的手术器械描述用于感测并且反馈外科医生的力的装置、系统和方法。注意,以下描述的器械是示例并且提供力信号的多种器械可在本发明的范围内被修改。

[0046] 图 2A 示出了包括轴 110、腕结构 130 和末端部分 120 的手术器械 100 的透视图,其中腕结构 130 包括围绕轴线 112 和 114 移动关节,并且末端部分 120 可用于操纵手术工具(例如,针)和/或接触病人。手术器械还包括在一个示例中经由无菌适配器接口(图 12A-图 12C)可操纵地接合机器人机械手臂的外壳 150。外壳 150 包括动作输入和腕结构线缆致动器机构。可应用的外壳、无菌适配器接口和机械手臂在 2005 年 12 月 20 日提交的美国专利申请 No. 11/314,040 和在 2006 年 12 月 20 日提交的美国申请 No. 11/613,800 中被公开,其全部公开内容为所有目的通过引用并入本文。可应用的轴、末端部分、外壳、无菌适配器和机械手臂的示例由加利福尼亚森尼维尔的直观外科(Intuitive Surgical)公司制造。

[0047] 在优选的配置中,末端部分 120 具有一定范围的动作,这些动作包括围绕轴线 112 俯仰和围绕轴线 114 的偏摆,它们分别平行于 x 轴线和 y 轴线,以及围绕 z 轴线的旋转,如在图 2B 中示出的。这些动作以及端部执行器的致动经由穿过轴 110 和外壳 150 的传递来自机械手 8 的动作的线缆完成。驱动组件、臂、前臂组件、适配器和其他可应用的部件的实施例例如在美国专利 No. 6,331,181、6,491,701、6,770,081 中被描述,其全部公开内容为所有目的通过引用并入本文。

[0048] 注意多种手术器械可被使用,包括但不限于带有或没有端部执行器 120 的工具,端部执行器 120 例如夹钳、剪刀、抓握器、针保持器、微解剖器、钉施加器、追踪器、吸入冲洗工具 (suction irrigation tool)、夹具施加器、切割刀片、冲洗器、导管和吸孔。可替代地,手术器械可包括用于切除、割除、切割或凝固组织的电手术探针。这种手术器械由加利福尼亚森尼维尔的直观外科 (Intuitive Surgical) 公司制造。

[0049] 在一个示例中,(图 2A-图 2B) 器械 100 包括安装到力传感器 140 的外表面上的应变仪,力传感器 140 平行于器械轴的纵(纵向)轴线(被称为 Z 轴线)。两个垂直于该轴的轴线被称作 x 轴线和 y 轴线。自应变仪的信号以多种求和以及求差方式被算数地组合,以获得施加在器械顶端的横向力 F_x 和 F_y 的测量值,同时拒绝轴线力 F_z 以及围绕垂直于该轴的轴线的两个轴线的扭矩 T_x 和 T_y 。施加在末端部分 120 的力通过力感测元件被检测,该感测元件经由询问器 170 和处理器 180 被可操作地联接至伺服控制系统,以向主动件传递这些力。包括应变仪的器械和力感测的方法的示例在 2006 年 9 月 29 日提交的美国专利申请 No. 11/537,241,和在 2006 年 10 月 26 日提交的美国申请 No. 11/553,303 中被公开,其全部公开内容为所有目的通过引用并入本文。

[0050] 在一个示例中,可使用多种应变仪 102,包括但不限于使用布拉格 (Bragg) 光栅或法布里-伯罗 (Fabry-Perot) 技术的光纤型应变仪。光纤布拉格光栅 (FBG) 应变仪可以是有利的,在于两个感测元件可以已知的间隔 L 沿单个纤维 106 定位,由此仅需要沿力传感器 140 和器械轴 110 准备四根光纤以连接八个应变仪 102。如果多个 FBG 被以使用不同范围的波长的方式形成,则多个 FBG 可被写入纤维中。这对于包括一对应变仪环 104 的实施例是特别有利的性能,因为仅需四根纤维穿过器械轴,每一个带有分离已知距离 L 的两个 FBG。

[0051] 在以上提到的公开内容中,描述了被安装在内窥镜手术器械轴的远端的力传感器。在一个实施例中,力传感器包括围绕传感器周边定位的两组(圈)四个应变仪,以便四个一组的构件可以直径对置的对成对定位,即以 90 度或者可替换的互补角度(例如,70 度和 110 度)围绕轴隔开的对,并且使得包括四个的两组或两圈沿该轴隔开距离 L 。在一个方面,期望确定器械末端或夹钳上的侧向负载(例如, F_y)。通过基于在直径对置的应变仪对上的张力差,计算由于夹钳侧负载而在每组四个应变仪处的弯曲力矩,并且然后减掉在这两组处的力矩值,能够推导出独立于腕结构取向的侧向负载的测量值和得到的有效杠杆臂长度。类似地,通过器械腕结构轴线的致动施加至腕结构 U 形夹 160 和力传感器的远端并且通过腕结构枢转中的摩擦被传递至腕结构 U 形夹的力矩在每组四个应变仪处是均等的并且因此通过减掉在两组处测量的力矩被消除。由于 z 轴线的力,例如腕结构致动器线缆力,应力均等地影响所有应变仪并且因此通过从两组的四个应变仪中减掉信号而被消除。

[0052] 现在参考图 2B,法布里-伯罗或 FBG 感测元件 102 和纤维 106 可在器械轴 110 远

端附近靠近腕结构U形夹160和末端部分120被嵌入到力传感器140表面下方的浅凹槽内,并且然后被环氧固定或以其他方式装入适当位置。

[0053] 再次参考图2A,根据本发明的实施例图示说明了包括安装在外壳150内的光纤连接件300a的器械100的透视图。在该实施例中,在轴110的远端处嵌入到力传感器140内的多个应变仪(例如,应变仪102)通过穿过轴110的光纤带状线缆302被联接至光纤分束器306。在一个示例中,光纤分束器306通过光纤326被联接至光纤连接件300a,光纤326以L形状的路径贯穿外壳150。光纤连接件300a可与光纤连接件300b(也可参见图13B)光学地连接,光纤连接件300b被结合到远端连结物66(参见例如图11)的器械机械接口,这样器械100安装到机械手8上自动形成了与该器械的光学连结物,并且来自器械应变仪的关于施加至器械末端上的力的信号可被传播至询问器170和处理器180。有利的是,本发明避免了从外部布线至器械的需要。

[0054] 现在参考图3A-图3B,其图示说明了两种不同类型的光纤分束器。图3A图示说明了光纤分束器306,它是1×4的平面光波电路(PLC)分束器。光在硅体316的第一端处进入嵌入在硅体316中的波导318a-318d,其在硅体316的第二端处被组合至出口,或者可替代地,光穿过波导318e在第二端进入,然后在四根波导318a-318d之间穿过硅体的第一端被均等地分束至出口。

[0055] 图3B示出可在本发明的实施例中使用的另一光纤分束器。熔融拉锥(FBT)分束器320被图示说明,其中四根纤维326沿区域“C”在高温处被扭一起,直到它们的核芯足够靠近以导致这些核芯之间的光的联接,结果类似于以上讨论的PLC分束器。四根纤维在一端的三根被终止以产生1×4分束器。

[0056] 现在参考图4A-图4B,其图示说明了透镜光学纤维322a和322b的纵向截面图,它们是本发明的一些实施例的部件。透镜纤维322a或322b包括通过粘合(图4A)或通过融合(图4B)与纤维326的末端整合的小球透镜312(例如,0.5mm)。光从纤维核芯328进入,沿光线路径330发散并且然后通过球透镜312会聚,从而获得从球透镜出来的校准光332。相反地,进入球透镜并且与纤维核芯轴线对齐的校准光被会聚在核芯末端上并且然后沿核芯传导。透镜纤维322a或322b可被用作扩展束连接件的光学部件。

[0057] 现在参考图5,其图示说明了非球面透镜纤维校准仪336,其为可被用作扩展束连接件的光学部件。纤维校准仪336包括光纤326、外壳331和非球面透镜334。自光纤326的核芯出现的光沿光线路径300在外壳331内发散并且然后由非球面透镜334会聚,从而得到从非球面透镜334出来的校准光332。相反地,进入透镜334与光轴对齐的校准光将在纤维326的核芯会聚并且沿核芯被引导。

[0058] 图6A1-图6A2和图6B1-图6B2图示说明了近联或一体的校准透镜和PLC分束器组件的实施例。图6A1-图6A2示出了自渐变折射率(GRIN)透镜PLC分束器组件338的透视图和局部剖视透视图,而图6B1-图6B2示出了球透镜PLC分束器组件340的透视图和局部剖视透视图。

[0059] GRIN透镜PLC分束器组件338包括可操作地联接至PLC光纤分束器306的纤维阵列块(FAB)304,PLC光纤分束器306可操作地联接至GRIN透镜308。

[0060] 球透镜PLC分束器组件340包括可操作地联接至PLC光纤分束器306的纤维阵列块(FAB)304,PLC光纤分束器306可操作地联接至球透镜312。

[0061] 在每一种情况下,进入透镜(透镜 308 或 312)与光学轴线对齐的校准光会聚在 PLC 光纤分束器 306 的入口上并且然后均等地在四个其他波导之间分配,其中 FAB304 使四根纤维对准,从而使它们的核芯接收光。装置 338 和 340 也都在相反的方向上运行,其中 4- 宽度的纤维带状线缆 302 的纤维通过 FAB304 对准,从而使得通过带状线缆 302 传导的光进入四个波导并且通过分束器 306 组合然后作为校准束从透镜(透镜 308 或 312)出现。在每一种情况下,该装置可被用作在连接的带状线缆侧上的扩展束连接件的光学部件。

[0062] 图 7A- 图 7B 示出包括光纤力传感器 140 的器械的视图,类似于以上相对图 2A- 图 2B 描述的器械。类似的元件被相同地编号并且重复的描述被省略以避免赘述。在该示例中,器械具有四根纤维,这些纤维从传感器 140 出现并且直接聚合到 PLC 分束器 306(与传感器一体)中,使得单根纤维 326 穿过器械轴 110 至后部外壳 150 和扩展束连接件 300a。纤维应变消除器(strain relief)呈圆环 326a 的形式并且光学连接件 300a 朝向后部,以便手动与光学连接件 300b 匹配。

[0063] 现在参考图 8A- 图 8C,其图示说明了器械无菌适配器(ISA)70 的一对背对背(back-to-back)平面锥形部件 342 的不同视图,其引导并且对齐在机械手(例如远端连结物 66 或器械接口 61)上并且在器械外壳上的挠性安装扩展束连接件(EBC)(或者更一般的光学连接件)300a、300b,扩展束连接件 300a、300b 具有穿过 ISA70 的光学路径 310。图 8A 示出 ISA70 的透视截面图,图 8B 示出俯视透视图,并且图 8C 示出仰视透视图。该 ISA70 设计适用于器械座的动作横于连接件 300a、300b 的光学轴线 OA 的情况。

[0064] 现在参考图 9A- 图 9C,远端连结物 66 上的挠性安装 EBC(EBC300b)和器械外壳 150 上的挠性安装 EBC(EBC300a)被示出通过无菌适配器 70 的圆锥形部件 343 和 EBC 的圆锥形部件 345 被引导并被对齐。圆锥形部件 343 被提供为通道,穿过该通道 EBC 的圆锥形部件 345 可被接收以引导并且对齐 EBC300a 和 300b 的光学轴线 OA。该设计适用于这种情况,即当器械座运动平行于连接件的光学轴线 OA 的情况。

[0065] 图 10A- 图 10D 示出根据本发明的实施例的器械后部外壳的正视图,该器械后部外壳包括光纤带状线缆、PLC 光纤分束器、光纤或带状线缆的应变消除环和扩展束光纤连接件。后部外壳中的多种有利光学特征被示出。

[0066] 图 10A 图示说明了纤维(带状或单根)的 U 形应变消除“环”以容许机械公差、易组装性并且在高压无菌期间允许热膨胀。图 10A 还图示说明了包括非球面透镜 334 和整合在光学连接件内的分束器 306 的光学连接件。

[0067] 图 10B 和图 10C 类似地图示说明了纤维(带状或单根)的 L 形应变消除环,以实现类似的优点。注意在一个示例中,光学纤维或带状线缆的应变消除环可弯曲 90 度、180 度或 360 度。图 10B 和图 10C 还分别图示说明了整合在外壳 150 内的分束器 306 和包括透镜光纤 322 和球透镜 312 的光学连接件。

[0068] 最后图 10D 图示说明了纤维(带状或单根)的应变消除环,以实现类似的优点,并且在外壳 150 后部的 GRIN 透镜 PLC 分束器组件 338 允许手动匹配,组件 338 包括 PLC 光纤分束器 306,其可操作地联接至 GRIN 透镜 308。

[0069] 现在参考图 11- 图 13B,根据本发明的实施例示出机械手 8 的透视图和各个透视截面侧视图,该机械手 8 包括机械手臂连结物 50、可伸缩插入轴线 60 和光纤连接件 300b。在图 11 中,询问器 170 可操作地联接至光纤连接件 300b,并且计算机 180 可选地联接至询问

器 170。光纤技术需要询问器单元,该询问器单元将来自器械应变仪的光学编码应变信息解码为可与机器人手术系统的计算机控制硬件兼容的电信号。然后,处理器(例如图 1 的处理器 4)可被用于根据公式结合来自应变仪/传感器的信号计算力。在一个实施例中,询问器 170 和计算机 180 被安装在机械手上、系统主底盘处或者手术系统中的装备架上的其他位置,这样可需要使光纤穿过无菌边界。

[0070] 光纤连接件 300b 和询问器 170 之间的通信可通过不受噪音影响的线缆完成,例如光纤线缆 302,其在一个示例中,至少部分被引导通过机械手臂 8。询问器 170 可与计算机 180 通过多种方式通信,包括但不限于串行输入/输出。在一个示例中,计算机 180 可以多种格式输出原始应变仪数据和/或解出(resolved)的力/扭矩数据,包括但不限于十六进制和十进制整数格式。

[0071] 现在结合图 11 参考图 12A-图 12C 和图 13A-图 13B,光纤连接件 300b 被示出结合在机械手的远端连结物 66 的器械接口 61 上并且光纤线缆 302b 被引导至少部分穿过机械手连杆。图 12A-图 12C 图示说明了器械无菌适配器(ISA)70 到远端连结物 66 的器械接口 61 上的联接。图 13A 和图 13B 图示说明了器械 100 安装到 ISA70 上和通过 ISA70 在光纤连接件 300a 和 300b 之间的光学连结物。

[0072] 在一个实施例中,伸缩插入轴线 60 包括第一连结物 62、可操作地连接至连结物 62 的第二连结物或空载(idler)连结物 64,以及可操作地联接至空载连结物 64 的第三连结物或远端连结物 66。一些机械手 8 包括伸缩插入轴线 60,但是在其他实施例中,机械手可包括如在 2006 年 12 月 20 提交的未决美国申请 No. 11,613/800 中详细描述线性滑动托架,其为所有目的通过引用被并入本文。在其他实施例中,附接的器械的线性插入动作可由多个铰接或旋转关节结合物的协作动作得到。

[0073] 远端连结物 66 包括可操作地(电和/或物理地)联接至 ISA 70(图 12A-图 12C)的器械接口 61(图 11),其被配置为可操作地联接(电和/或物理地)至具有光纤连接件 300a 的器械的外壳(例如,图 13A 和图 14B 的外壳 150)。光纤连接件 300b 被结合在器械接口 61 内以通过 ISA 70 光学连接安装器械的光纤连接件 300a。如在图 12B 中示出的,ISA 70 包括孔 310 或透镜形式的光学路径,当器械被完全安装到 ISA 70 上时,穿过孔 310 或透镜光纤连接件 300b 可被光学连接至光纤连接件 300a(图 13B)。在一个实施例中,无菌适配器被整合带有盖布,该盖布覆盖机器人手术系统,并且特别覆盖机械手系统,从而建立非无菌机械手臂和手术程序的无菌区域之间的无菌隔离件。

[0074] 可应用的无菌适配器和器械外壳的示例在 2005 年 12 月 20 日提交的美国申请 No. 11/314,040 和在 2006 年 3 月 31 日提交的美国申请 No. 11/395,418 中被公开,其全部公开内容为所有目的通过引用并入本文。可应用的盖布和适配器的示例在 2005 年 9 月 30 日提交的未决的美国申请 No. 11/240,113 中被公开,其全部公开内容为所有目的通过引用并入本文。器械接口的示例在 2006 年 12 月 20 日提交的未决的美国申请 No. 11/613,695 中被公开,其全部公开内容为所有目的通过引用并入本文。

[0075] 注意以上描述的光学连接件 300a、300b(例如 EBC)可包括以上关于图 4A-图 6B2 描述的各种校准透镜和组件并且可被安装在对应的挠性柱(flexure beam)344a、344b 上。光纤连接件还可包括接收纤维带状线缆的纤维阵列块、可操作地联接至纤维阵列块的平面光波电路(PLC)分束器和可操作地联接至 PLC 分束器的校准仪透镜。PLC 分束器有利地提

供了紧凑的装置,其将来自光纤传感器的信号组合到较少或优选一根纤维中并且将一根或多根纤维上的信号分到更大数目的纤维中。

[0076] 光纤连接件的各校准仪透镜能够使光在光学纤维连接件之间传播,其具有对匹配表面污染、非对准性的较小敏感性以及通过在较大区域上传播光而得到的较小的间隙敏感性,这可通过稍微训练手术室工作人员就能更容易地清除。虽然光在较大区域上传播,但是光的能量水平和光谱分布被保存以防止连接件之间信号的衰减。在一个示例中,校准仪透镜是非球面透镜、GRIN 透镜、球透镜或透镜纤维的形式。在其他实施例中,可使用多个透镜。

[0077] 此外,PLC 分束器可被安装在器械外壳内并且通过单根纤维与 EBC(图 2A、10B、10C) 连接,或者 PLC 分束器可与 EBC 整合(即,直接连接)(图 6A1、6A2、6B1、6B2、10A、10D)。在另一实施例中,PLC 分束器可不安装在外壳中但可与力传感器(图 7A、图 7B) 整合。光纤连接件还可使其光学轴线对齐或者横于具有无菌适配器的器械或 EBC 对的匹配方向。最后,可在器械外壳的后部提供 EBC 对的手动匹配(图 7A、图 10D)。

[0078] 可替代地,光学多路复用器/多路分配器(OMUX) 芯片能够替换纤维阵列块和校准仪透镜之间的 PLC 分束器。在一个示例中,可使用平面阵列波导光栅(AWG)OMUX 芯片及其相关的光纤连接。优选地,AWGOMUX 将是粗波分复用器(CWDM) 类型。装置的每一个信道将具有波长通带(wavelength pass band),其足够宽以容纳来自在进入该信道的纤维上的光纤应变传感器的被反射波长的变化范围。该变化包括那些由于施加的负载、温度改变以及来自将纤维粘合至力传感器的残余应力偏移而导致的那些变化。信道带宽必须还足够允许温度引起的 AWG OMUX 信道中心波长的改变。在其他示例中,AWG OMUX 芯片是无热温度补偿类型的。

[0079] 有利的是,本发明提供了力感测器械至机械手的可靠联接,以便光学表面污染和光学轴线未对齐的影响可被降低同时信号质量被保持。此外,消除了附接至器械的长线缆的需要,因此去除或减少了器械的迅速更换、无菌覆盖和操纵以及在使用之间的器械再消毒的潜在问题。

[0080] 以上描述的实施例举例说明但不限制本发明。还应理解根据本发明的原理的多种修改和变型是可能的。因此,本发明的范围仅由权利要求限定。

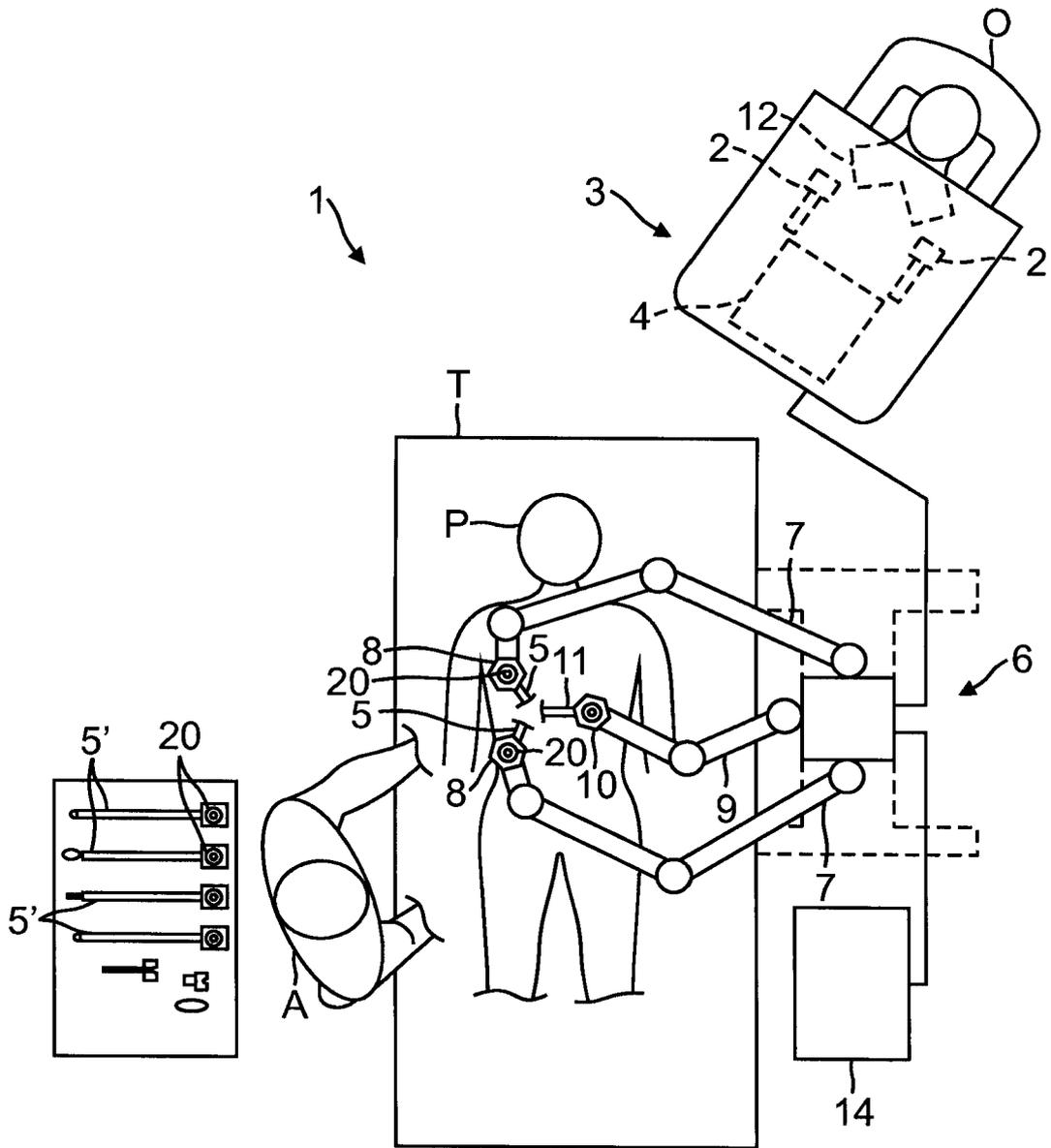


图 1A

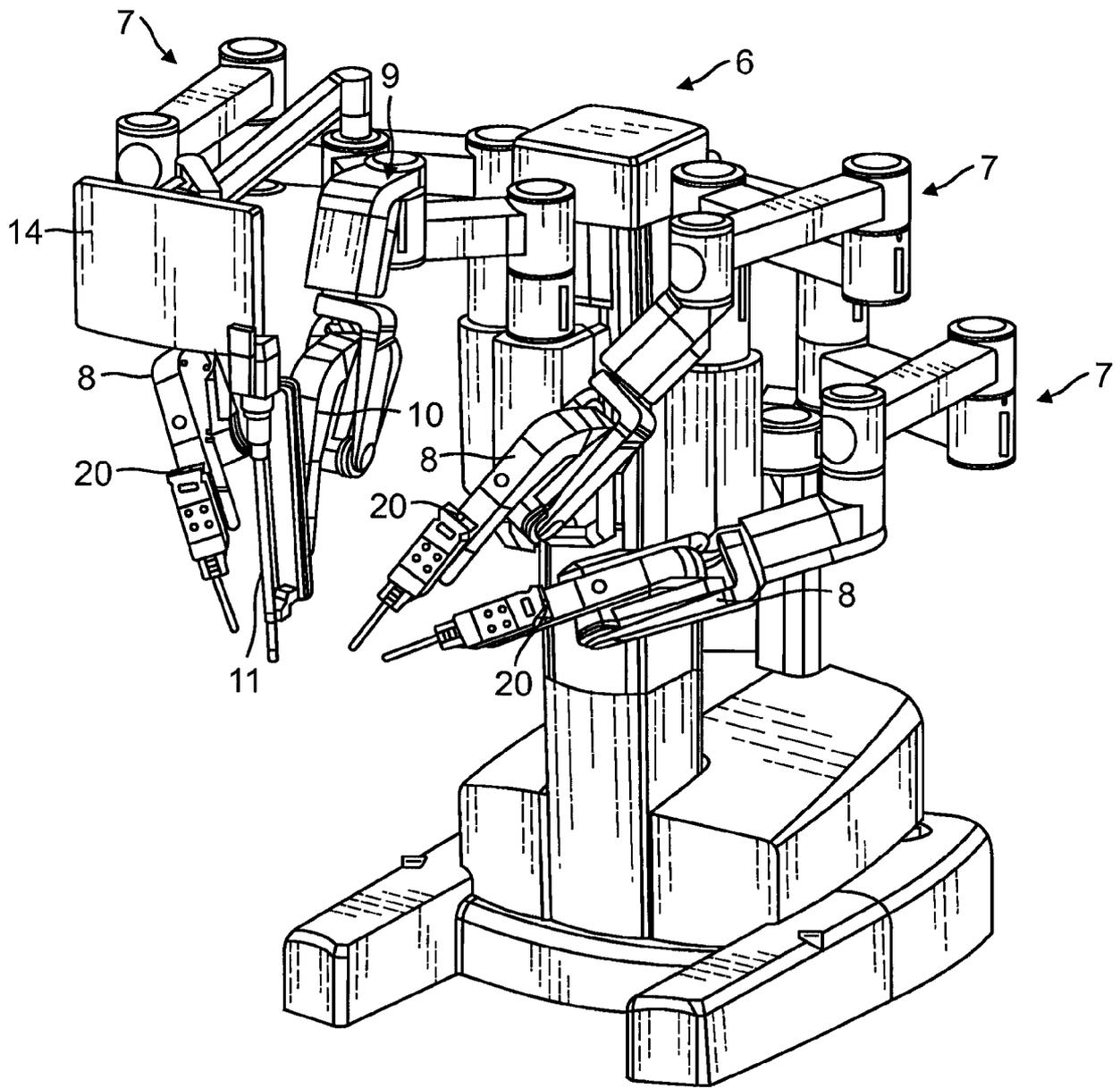
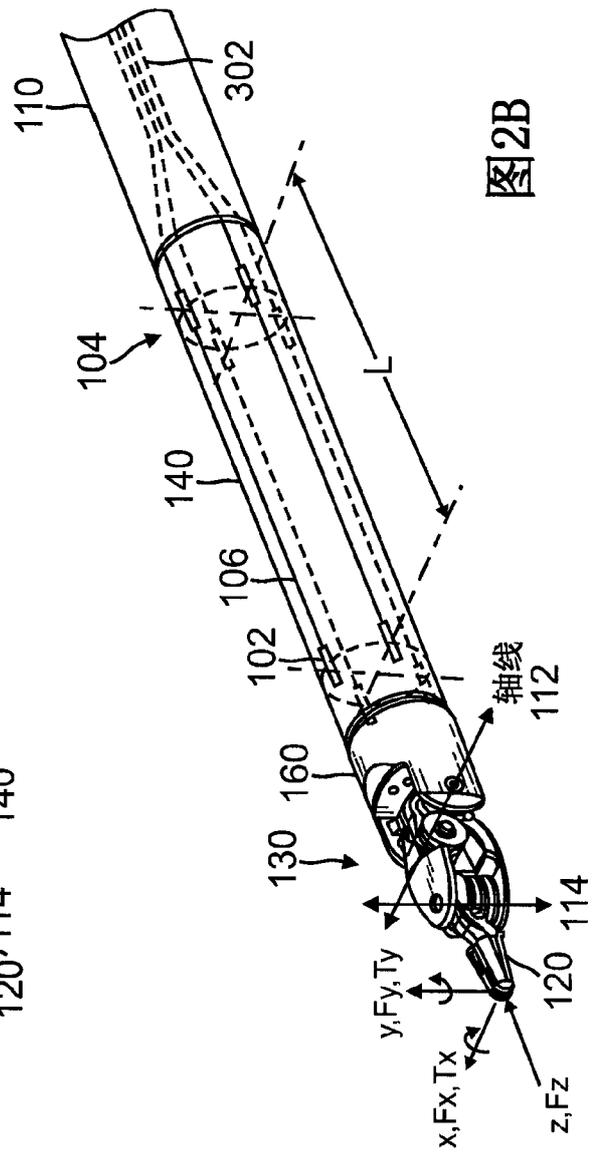
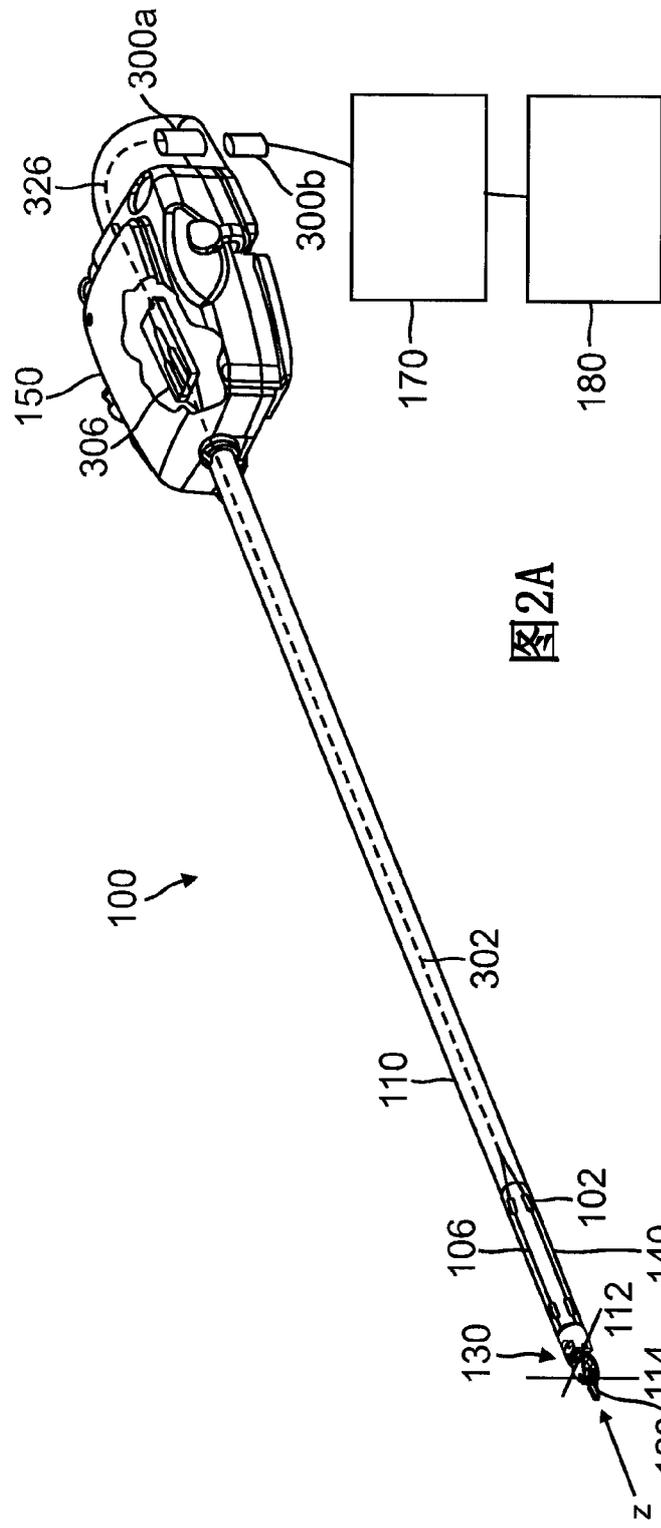


图 1B



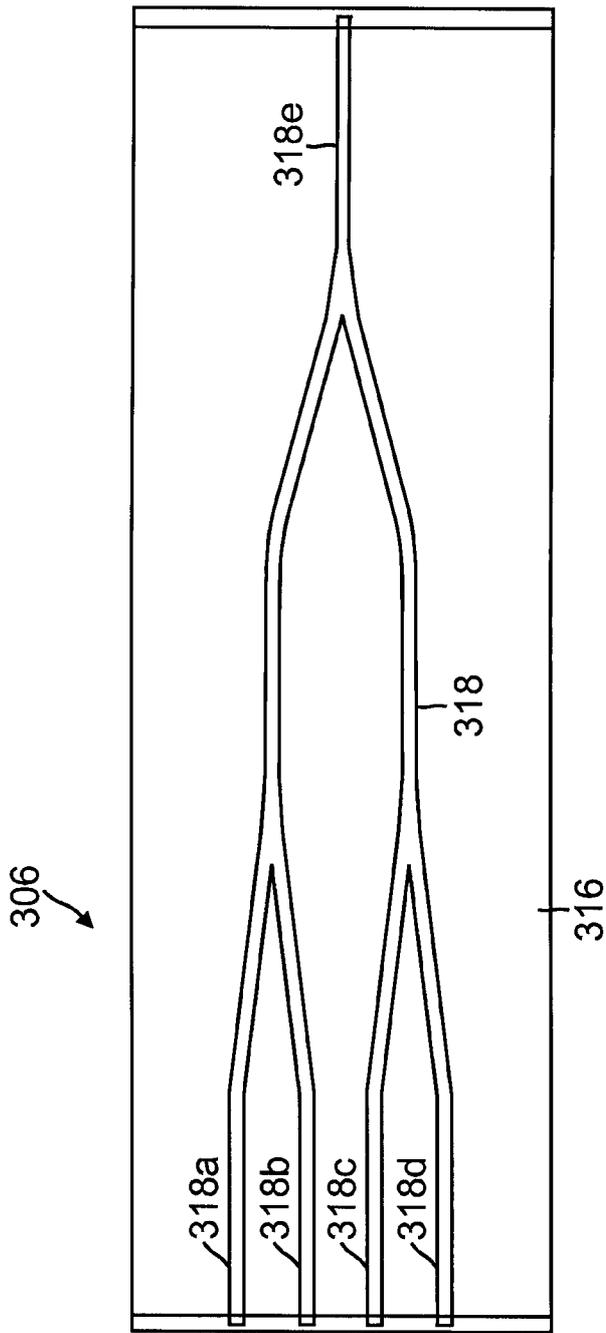


图 3A

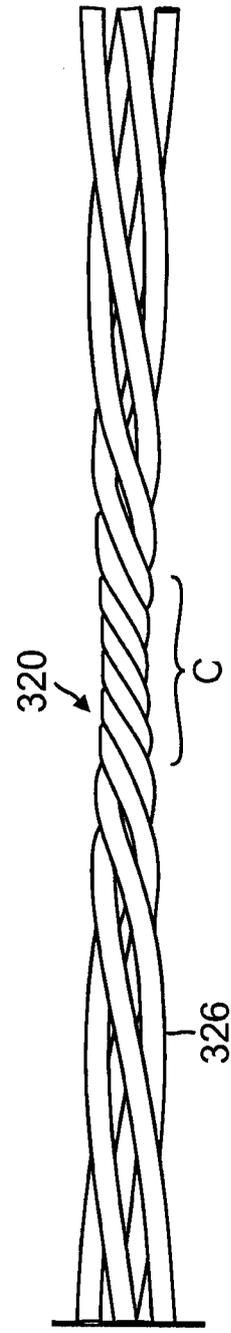


图 3B

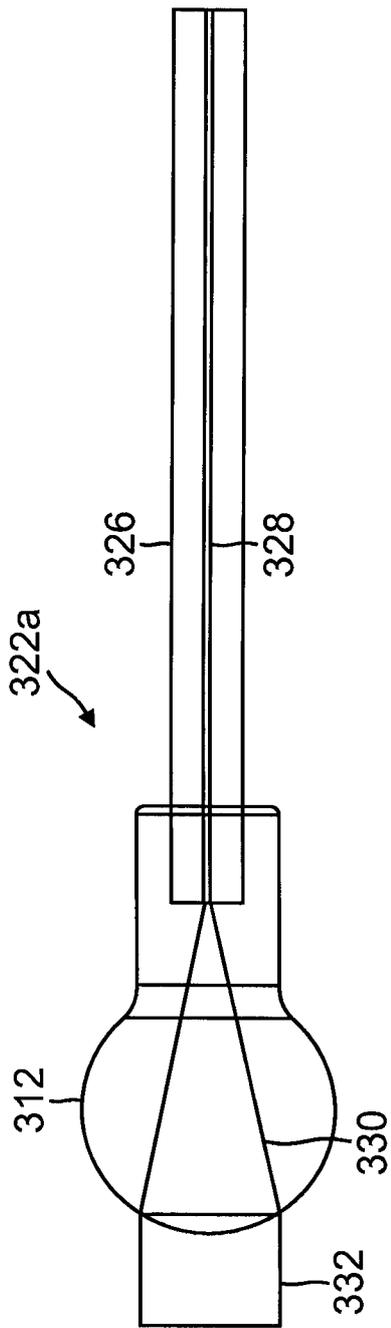


图 4A

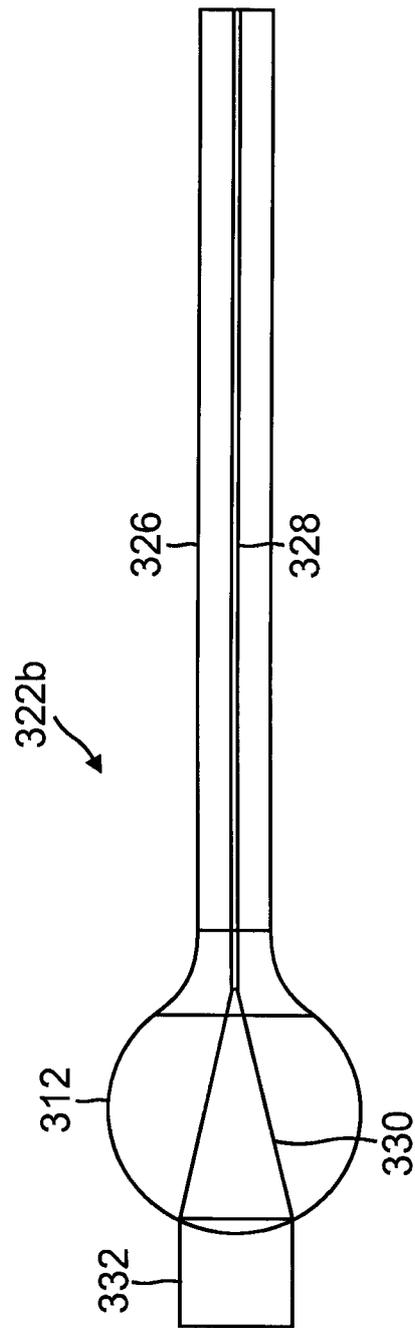


图 4B

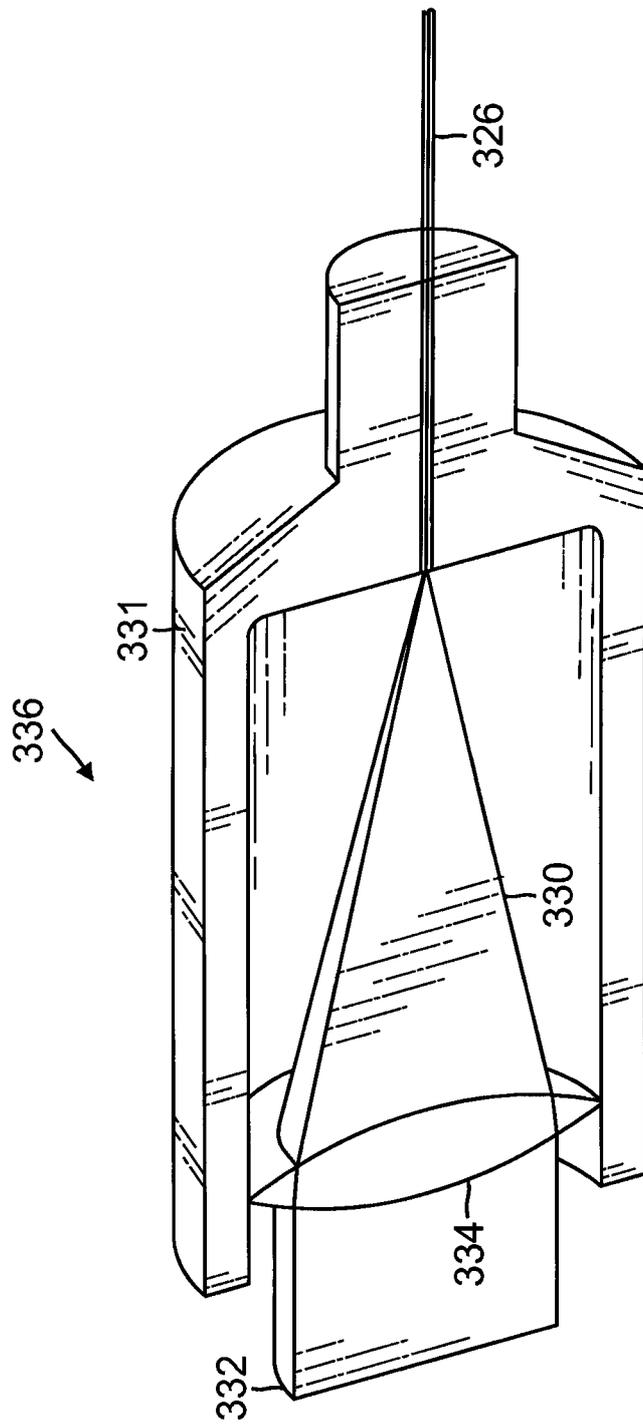


图 5

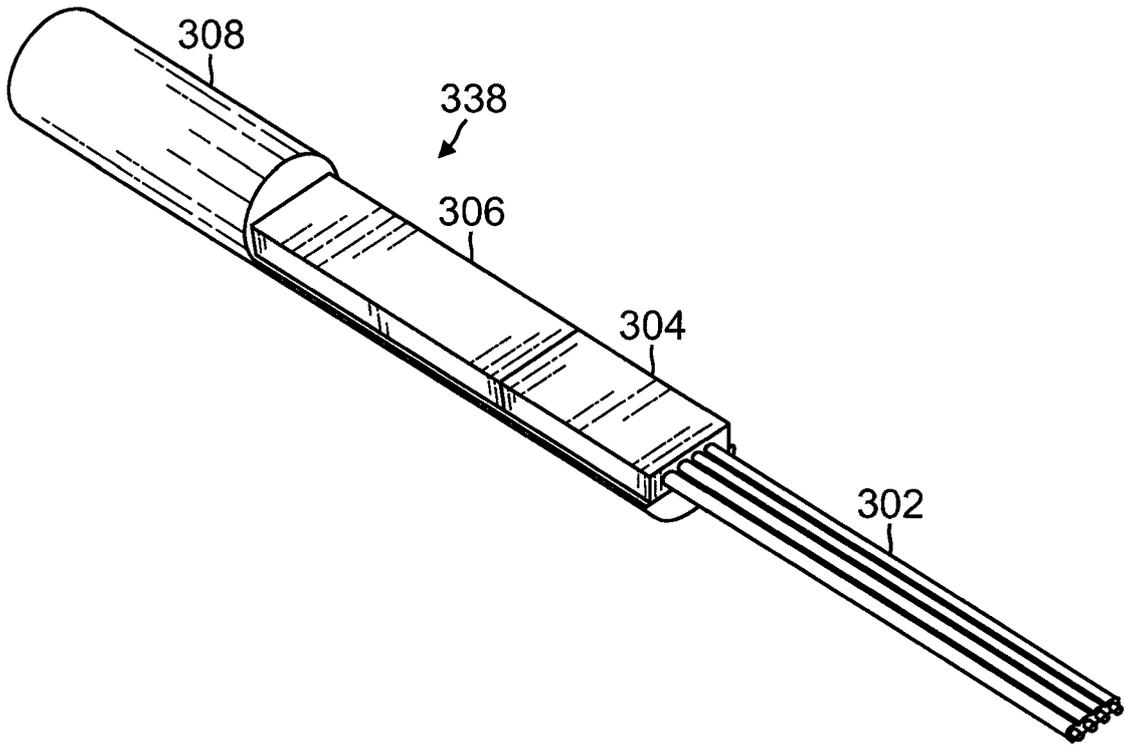


图 6A1

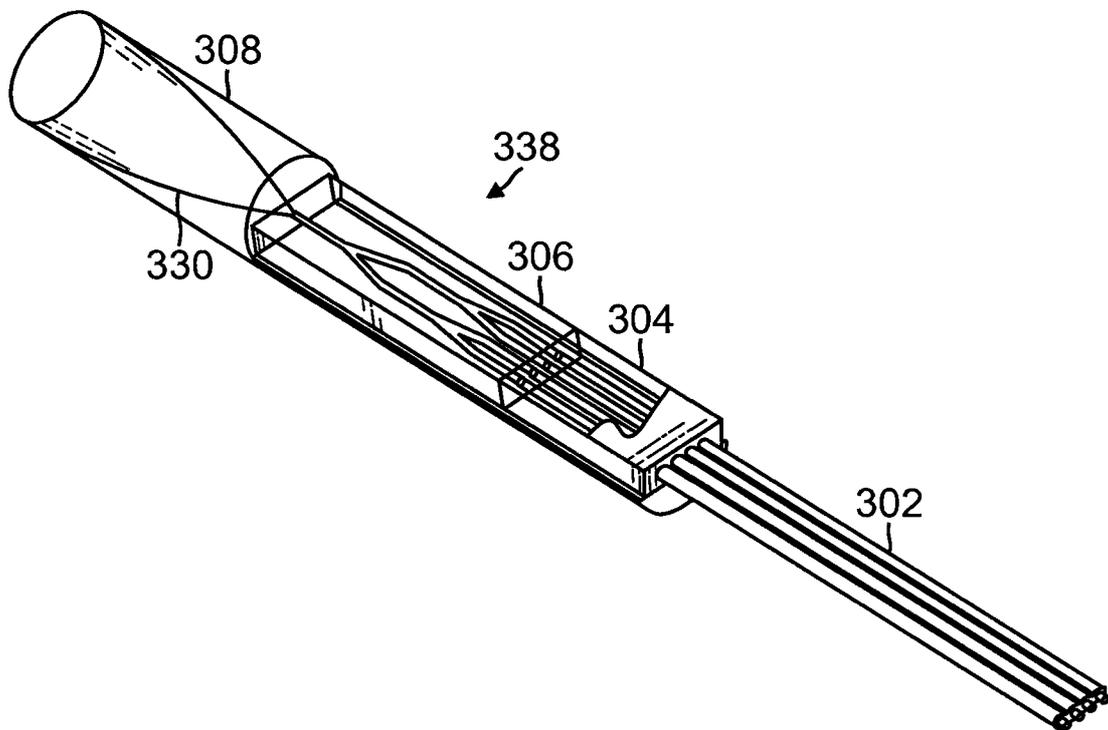


图 6A2

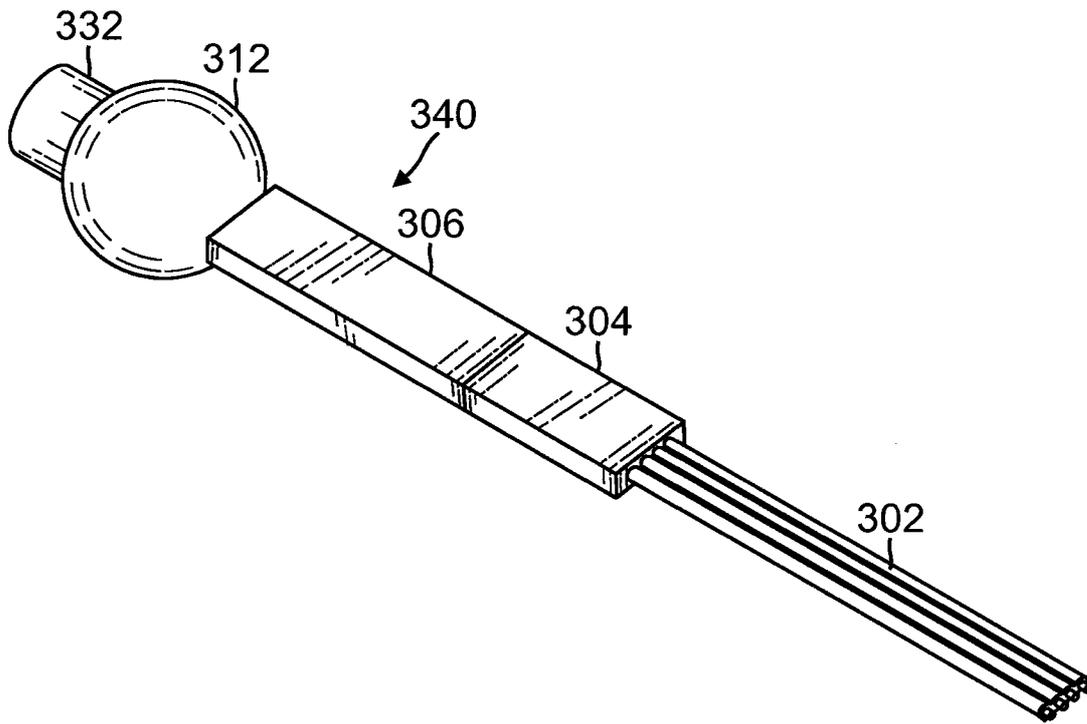


图 6B1

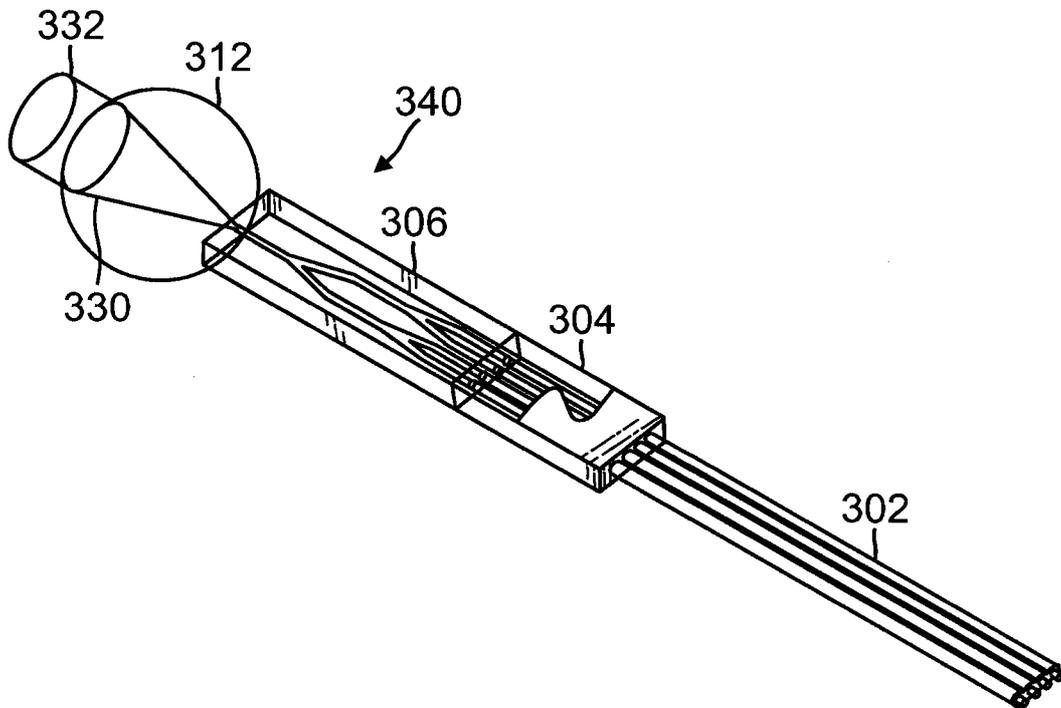


图 6B2

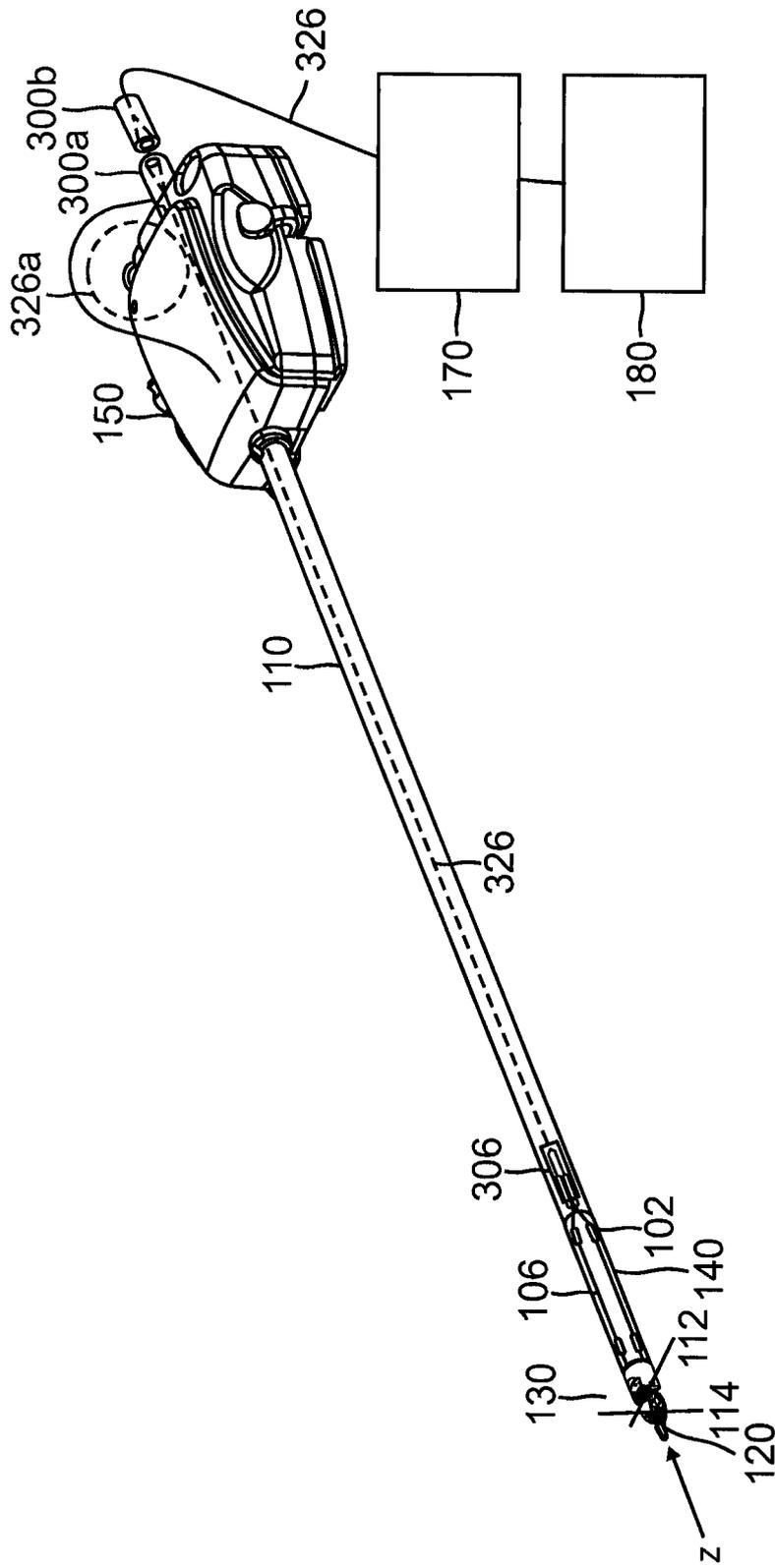


图 7A

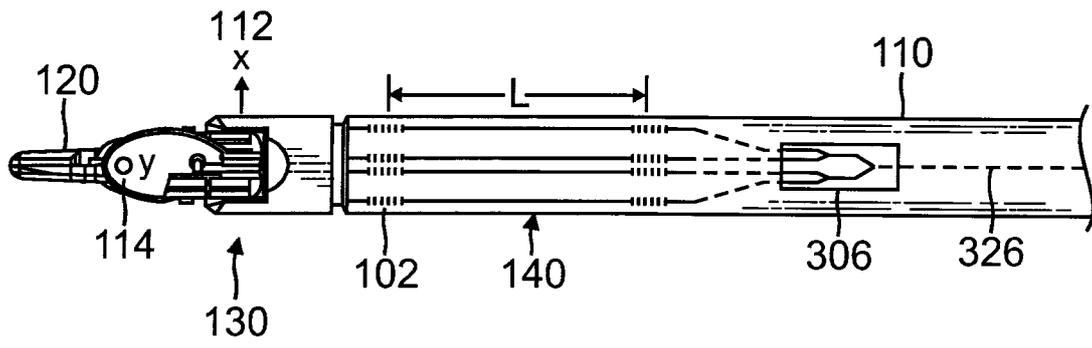


图 7B

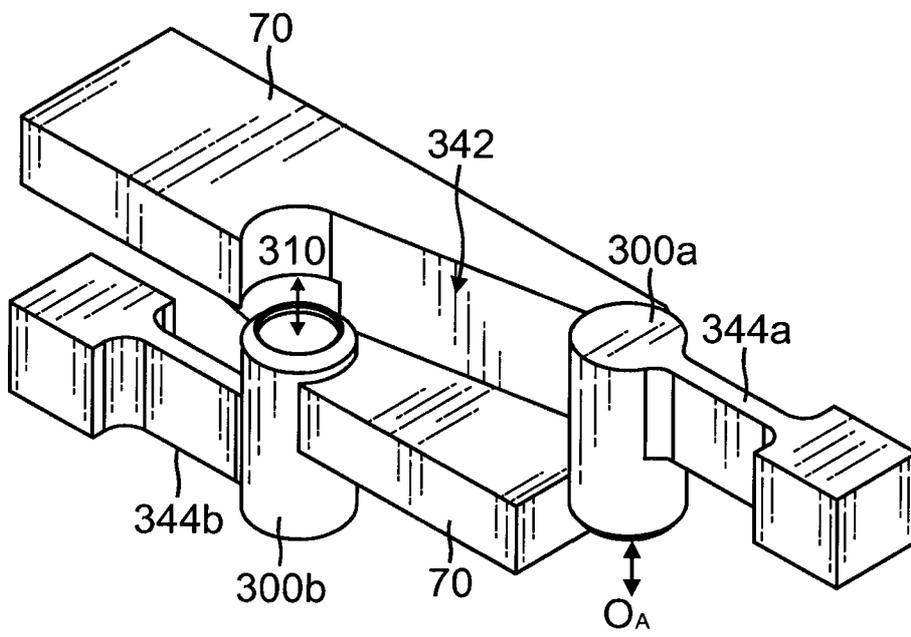


图 8A

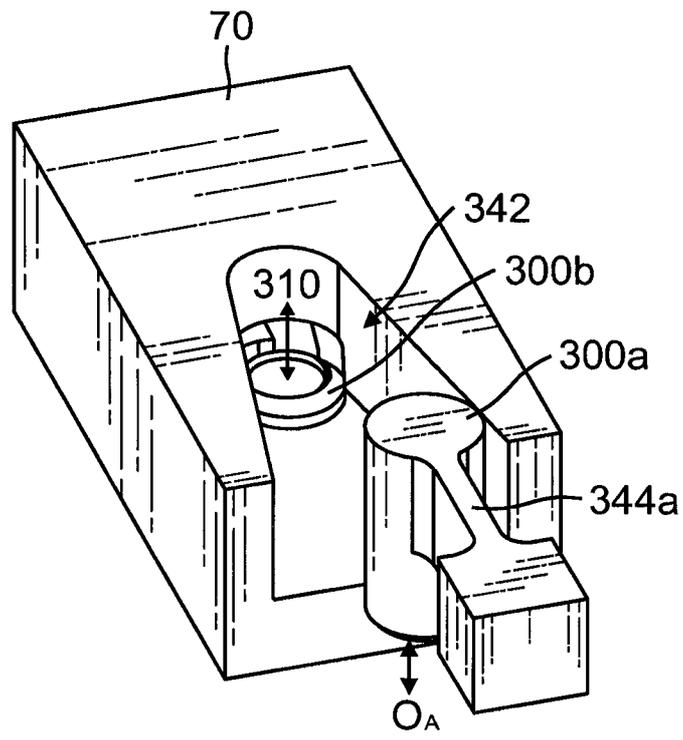


图 8B

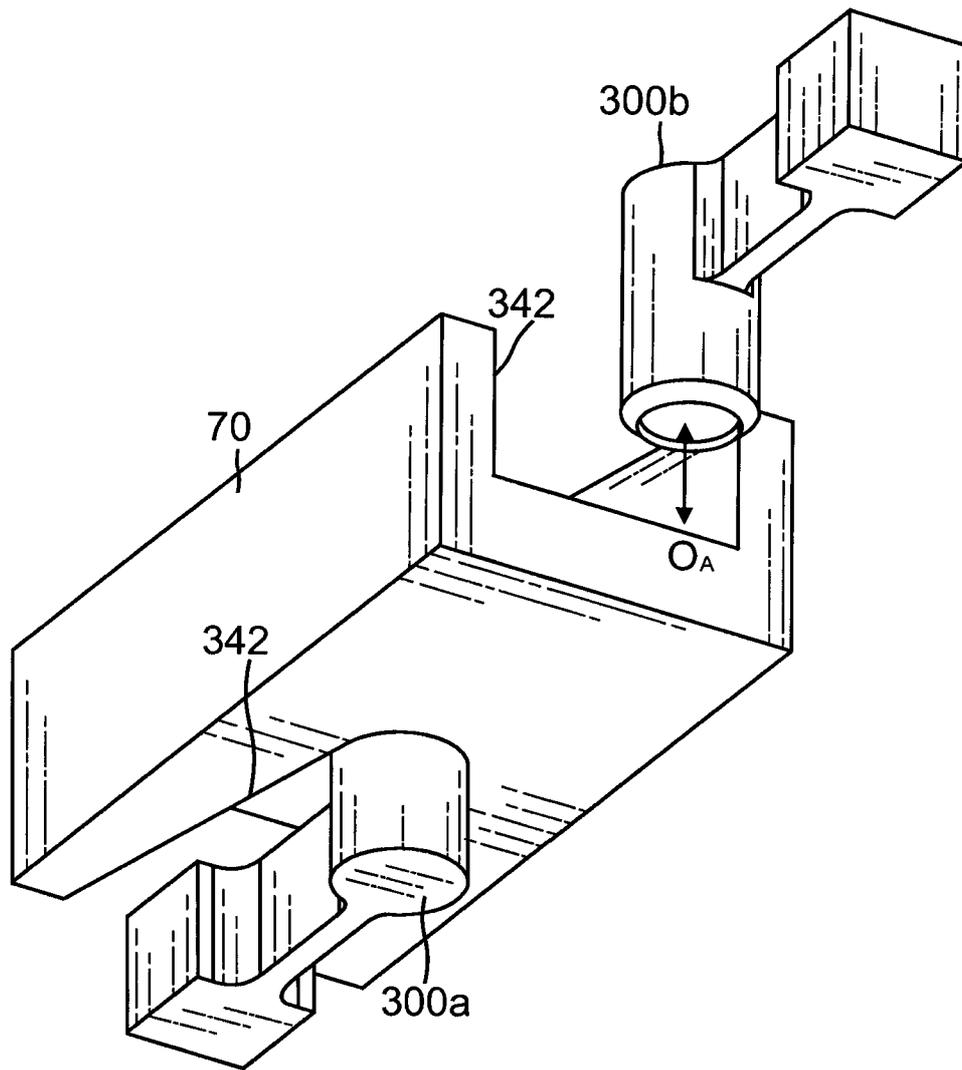


图 8C

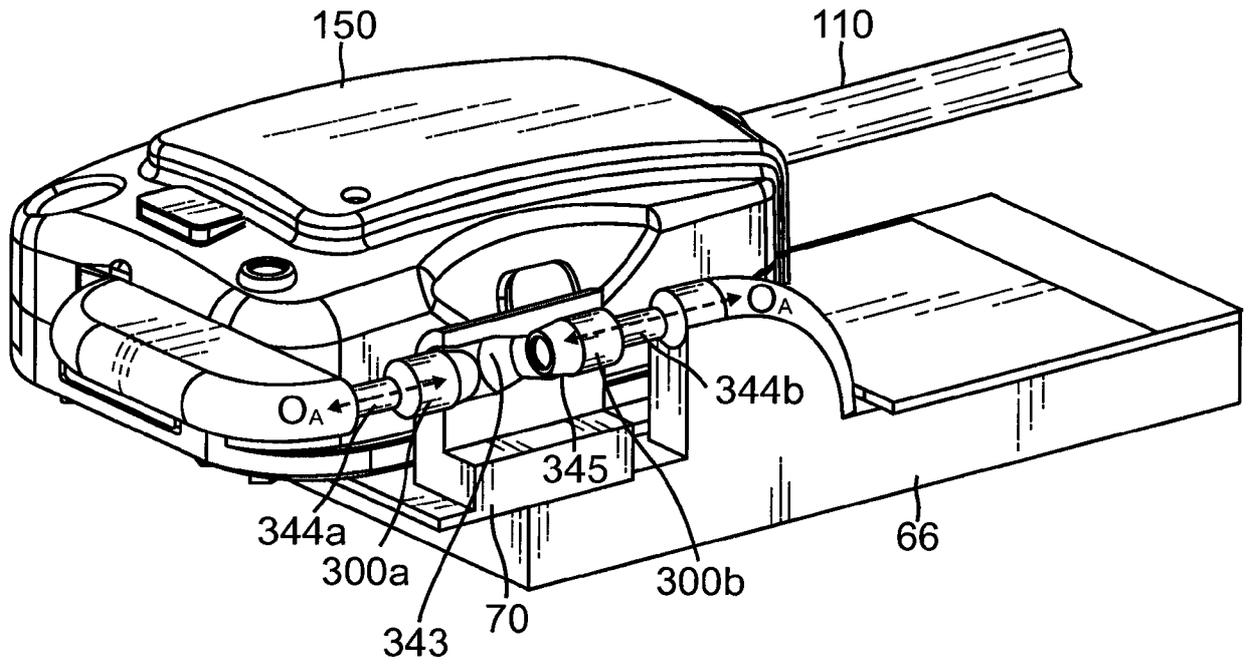


图 9A

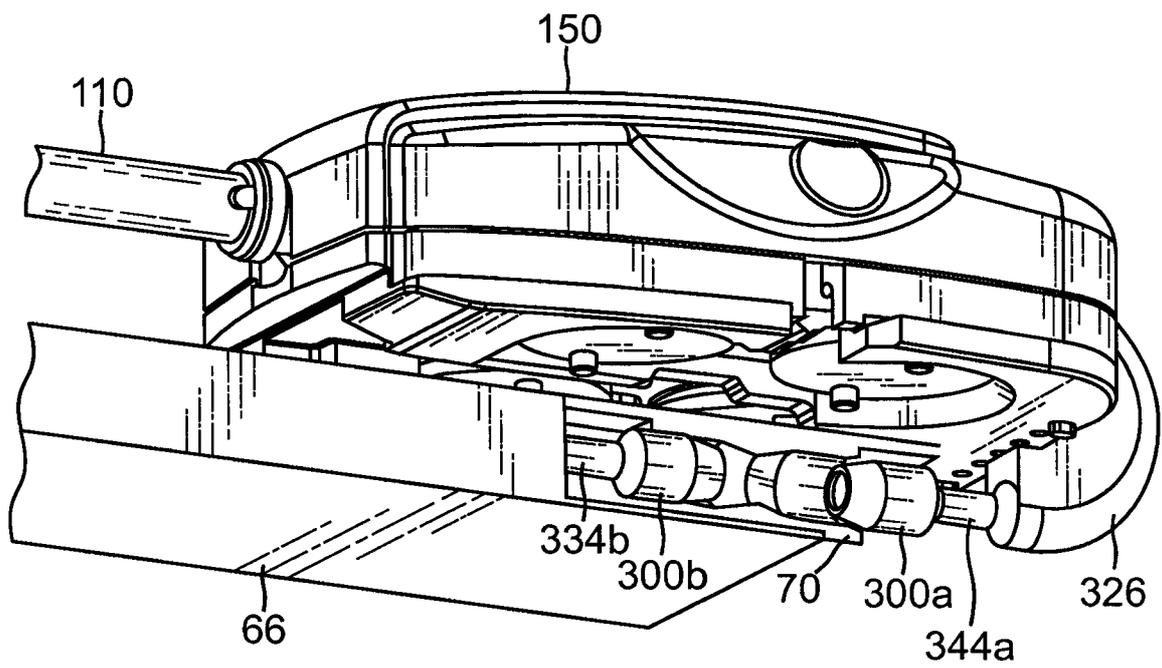


图 9B

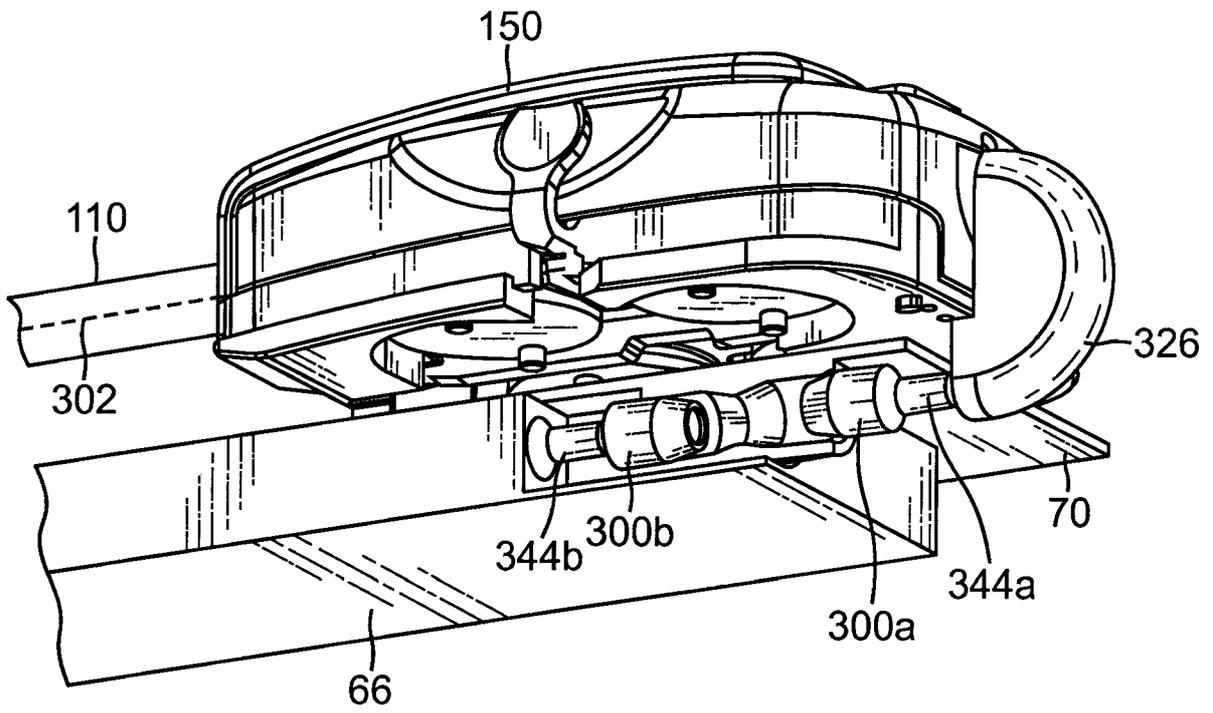


图 9C

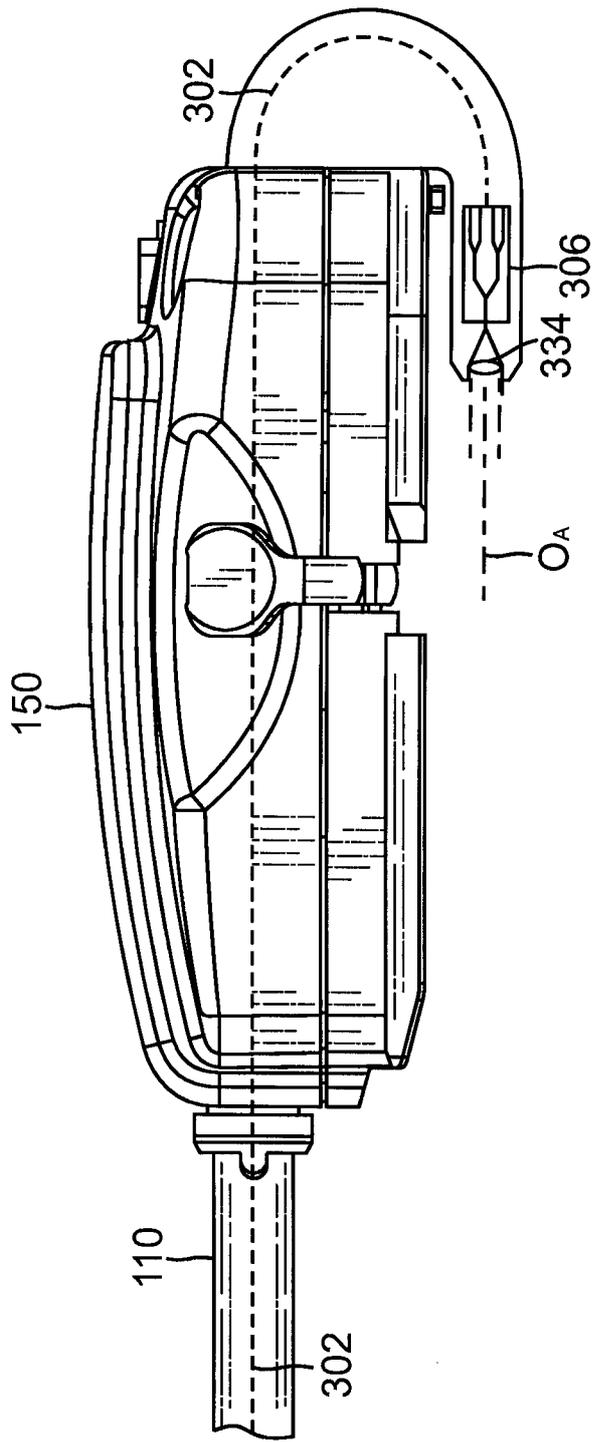


图 10A

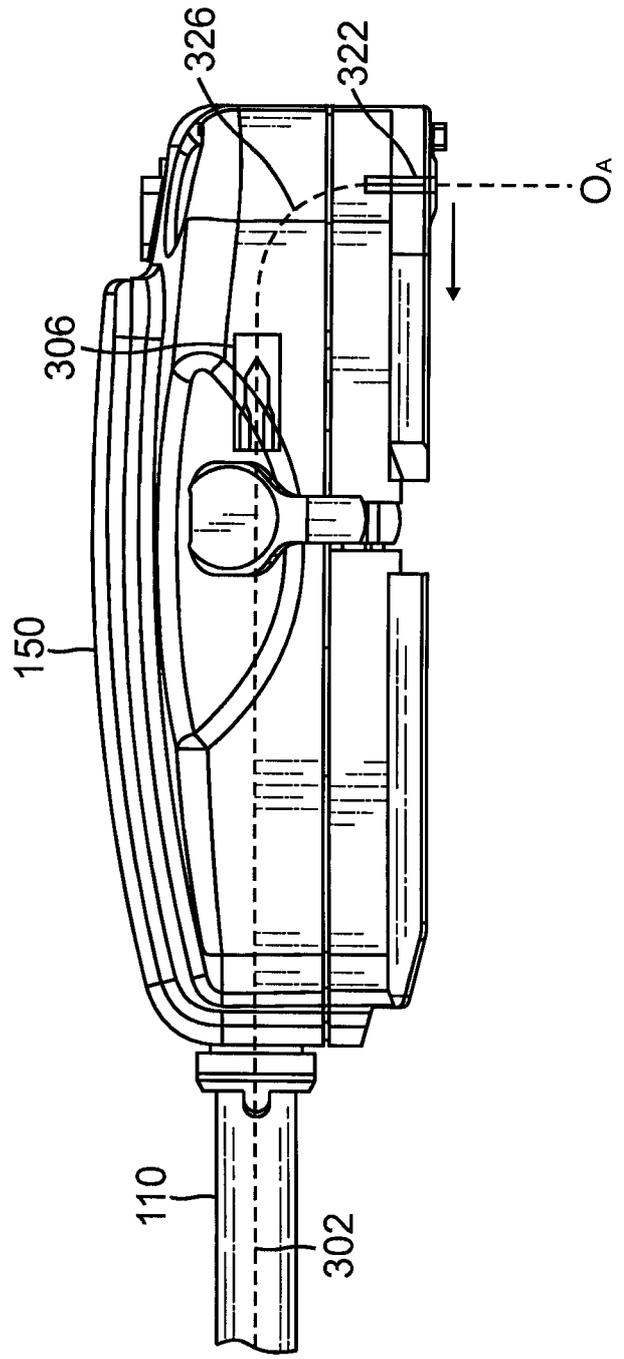


图 10B

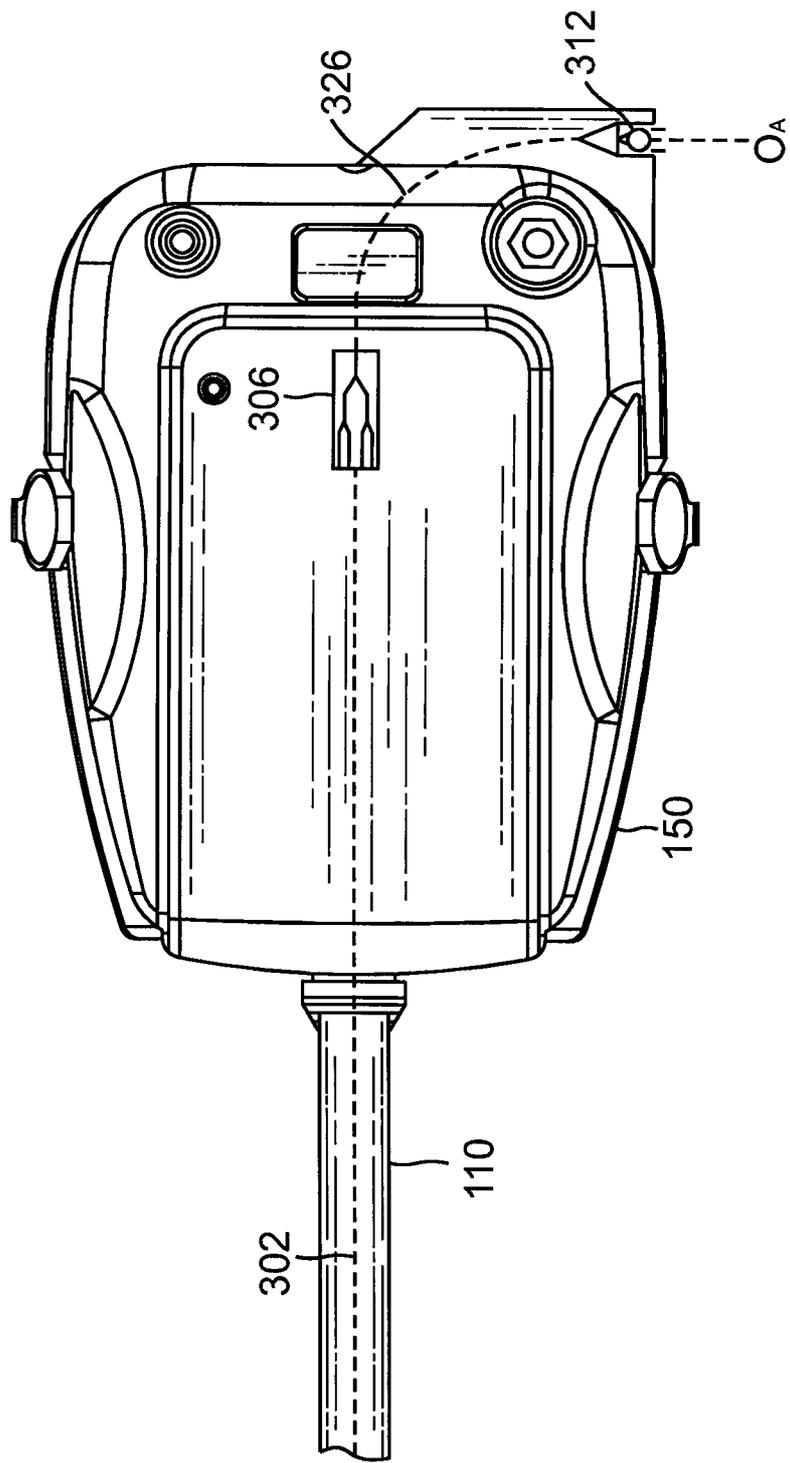


图 10C

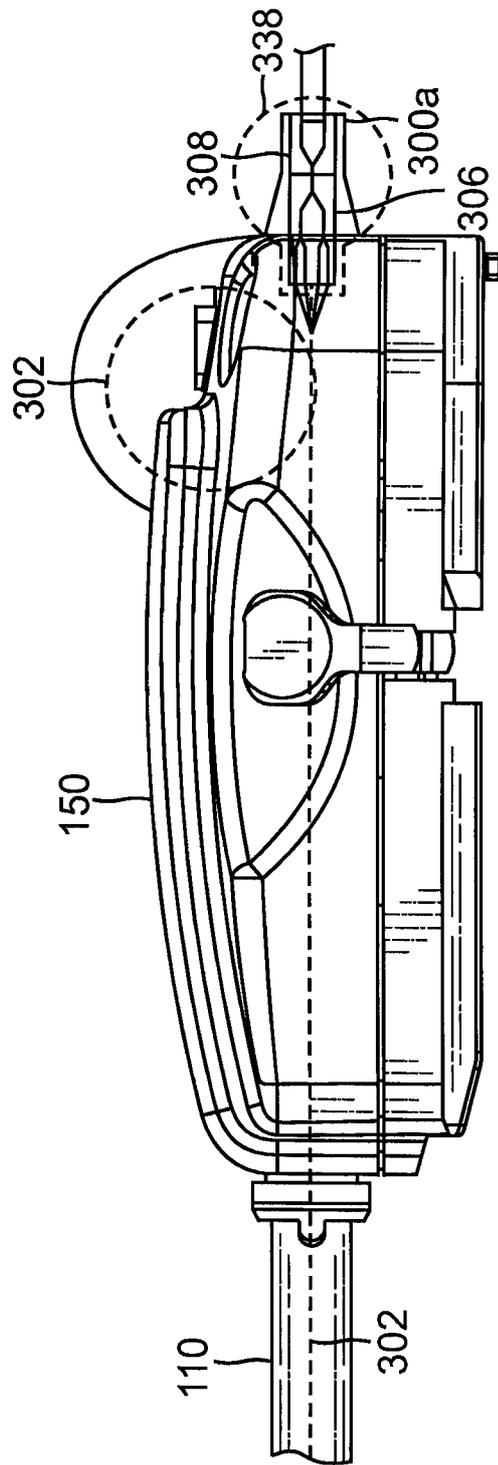


图 10D

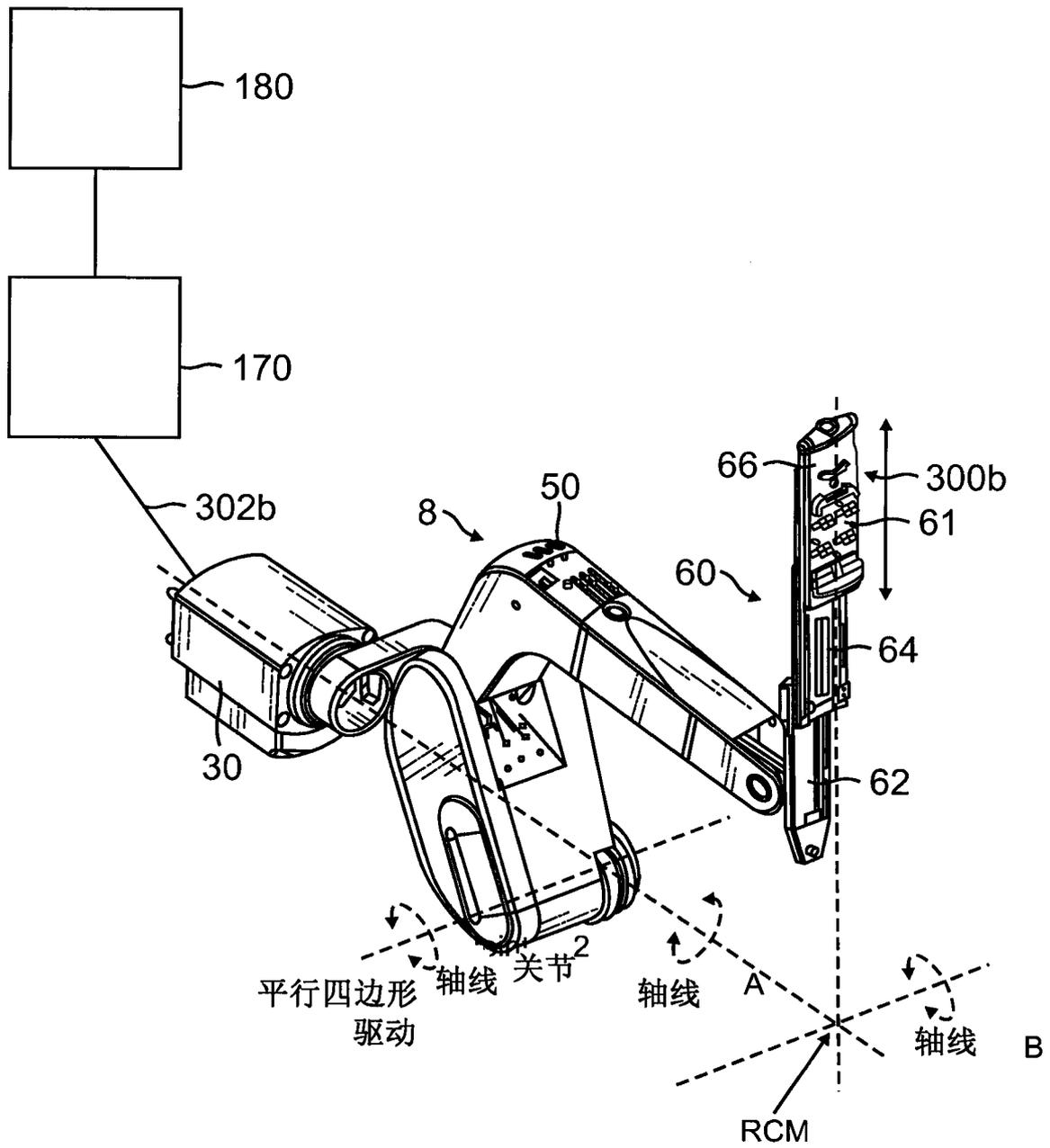


图 11

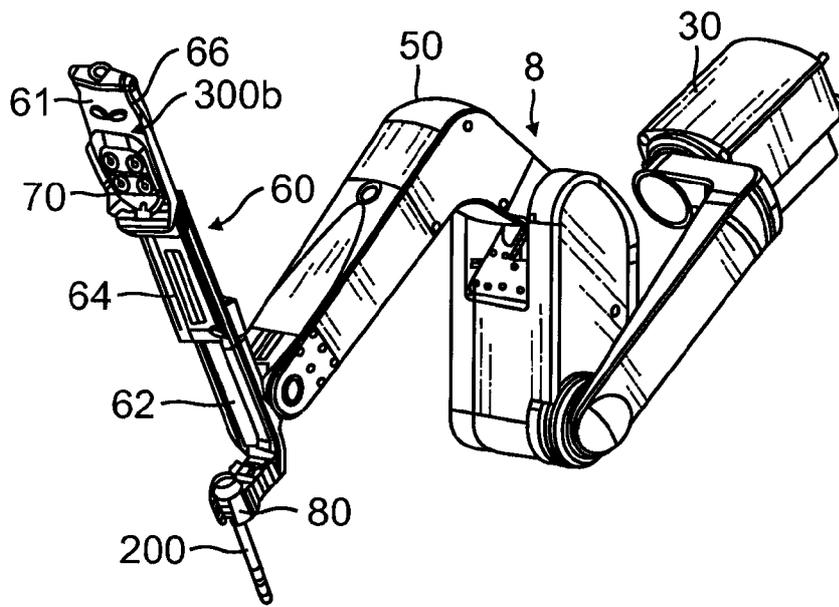


图12A

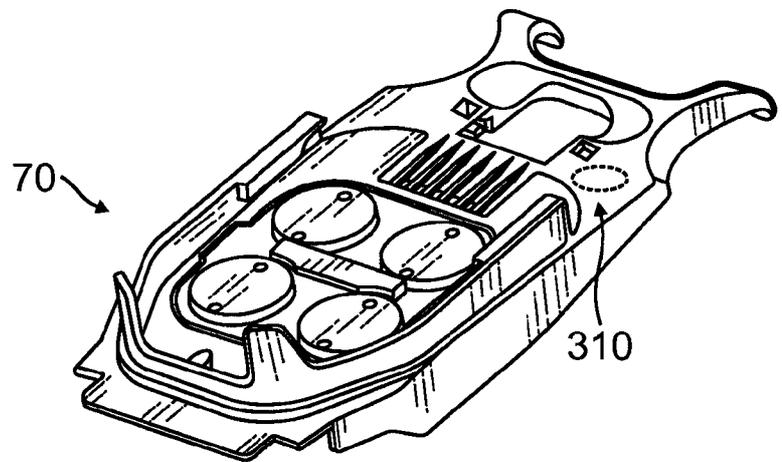


图12B

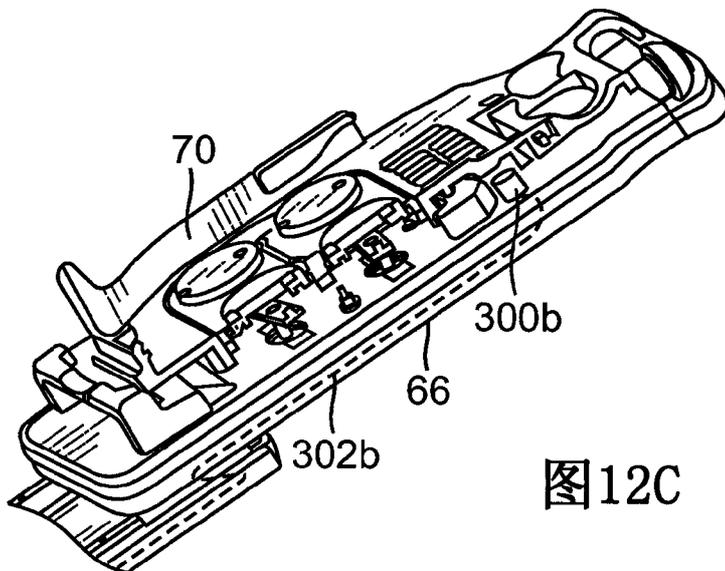


图12C

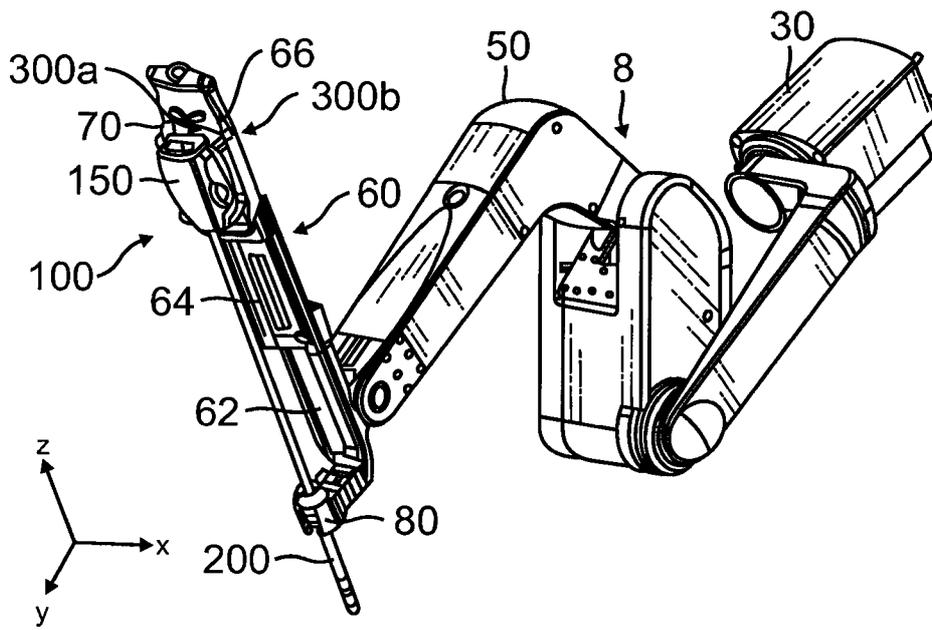


图 13A

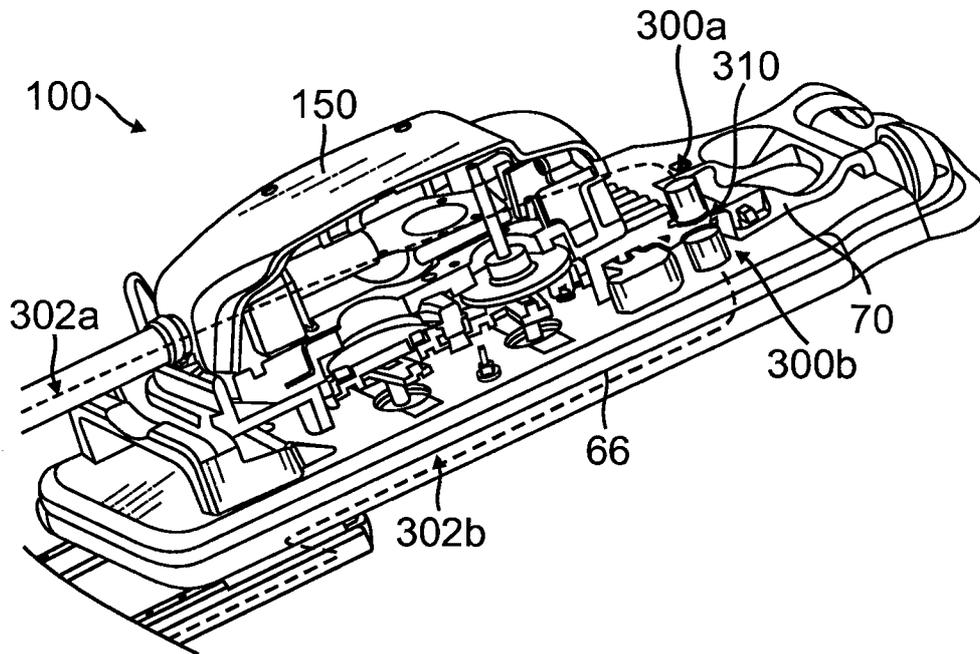


图 13B