



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108348297 B

(45) 授权公告日 2021.08.31

(21) 申请号 201680065500.0
(22) 申请日 2016.11.16
(65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 108348297 A
(43) 申请公布日 2018.07.31
(30) 优先权数据
 62/257,564 2015.11.19 US
(85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2018.05.09
(86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/US2016/062138 2016.11.16
(87) PCT国际申请的公布数据
 W02017/087439 EN 2017.05.26
(73) 专利权人 柯惠LP公司
 地址 美国马萨诸塞州
(72) 发明人 德怀特·梅格兰
(74) 专利代理机构 北京金信知识产权代理有限公司 11225
 代理人 黄威 董领逊
(51) Int.Cl.
 A61B 34/30 (2006.01)
 G01L 1/24 (2006.01)
 A61B 34/00 (2006.01)
 A61B 90/00 (2006.01)
(56) 对比文件
 US 2013253489 A1, 2013.09.26
 WO 2007120329 A2, 2007.10.25
 审查员 何乐
 权利要求书2页 说明书12页 附图7页

(54) 发明名称

用于机器人手术系统的光学力传感器

(57) 摘要

根据本公开的方面,一种手术器械被提供并且包括:壳体;从所述壳体延伸的细长轴;以及由所述细长轴的远侧部分支撑的工具组件,所述工具组件包括第一钳口构件和第二钳口构件。所述第一钳口构件和所述第二钳口构件中的至少一个相对于另一钳口构件在以下配置之间可移动:中性配置,其中所述第一钳口构件和所述第二钳口构件相对于彼此间隔开;以及夹紧配置,其中所述第一钳口构件和所述第二钳口构件彼此接近,且组织被抓紧在其间,所述第一钳口构件限定腔。

1. 一种手术器械,其包括:

壳体;

从所述壳体延伸的细长轴;

由所述细长轴的远侧部分支撑的工具组件,所述工具组件包括第一钳口构件和第二钳口构件,所述第一钳口构件和所述第二钳口构件中的至少一个相对于另一钳口构件在以下配置之间可移动:

中性配置,其中所述第一钳口构件和所述第二钳口构件相对于彼此间隔开;以及

夹紧配置,其中所述第一钳口构件和所述第二钳口构件彼此接近,且组织被抓紧在其间,所述第一钳口构件限定腔;以及

配置成确定施加到组织的力的光学力传感器,所述光学力传感器包括:

第一光源;

反射器,所述反射器布置在所述第一钳口构件的腔内并且配置成反射从所述第一光源发射的光;

光接收器,所述光接收器配置成感测从所述第一光源反射的光量;以及

处理器,所述处理器与所述光接收器通信并且配置成从感测光量确定所述第一钳口构件的偏转,所述第一钳口构件的偏转与由所述第一钳口构件施加到组织的力相关,

其中所述光学力传感器包括第二光源,所述反射器配置成反射从所述第二光源发射的光,所述光接收器配置成感测由所述第二光源发射并且由所述反射器反射的光量,并且

其中所述腔由第一侧壁和垂直于所述第一侧壁的第二侧壁限定,所述第一光源配置成通过所述第一侧壁中的开口发射光,并且所述第二光源配置成通过所述第二侧壁中的开口发射光。

2. 根据权利要求1所述的手术器械,其中所述第一光源布置在所述壳体内。

3. 根据权利要求2所述的手术器械,其中所述光学力传感器包括在所述第一光源和所述腔之间延伸的光导。

4. 根据权利要求3所述的手术器械,其中所述光接收器布置在所述壳体内并且与所述光导连通,使得从所述反射器反射的光穿过所述光导。

5. 根据权利要求4所述的手术器械,其中从所述反射器反射的光具有与朝向所述反射器发射的光不同的至少一种性质,所述至少一种性质是相位或波长中的至少一种。

6. 根据权利要求1所述的手术器械,其中所述光接收器布置在所述腔内。

7. 根据权利要求6所述的手术器械,其中所述第一钳口构件具有与所述第二钳口构件相对的组织接触表面和与所述组织接触表面相对的外表面,所述第一钳口构件和所述第二钳口构件具有牵开配置,在所述牵开配置,所述第一钳口构件的外表面与组织接合。

8. 根据权利要求7所述的手术器械,其中在所述夹紧配置中,所述第一钳口构件在第一方向上偏转,并且在所述牵开配置中,所述第一钳口构件在与所述第一方向相反的第二方向上偏转,所述处理器配置成从所述光接收器接收的光量确定所述第一钳口构件的偏转方向。

9. 根据权利要求1所述的手术器械,其中所述反射器与从所述第一光源发射的光的传输轴线正交地布置。

10. 根据权利要求1所述的手术器械,其中所述反射器相对于从所述第一光源发射的光

的传输轴线成 5° 至 85° 的范围内的角度布置。

11. 根据权利要求1所述的手术器械,其中所述反射器是凹的。

12. 根据权利要求11所述的手术器械,其中当所述第一钳口构件处于所述中性配置时,所述反射器的凹度配置成将从所述第一光源发射的全部光量朝向所述光接收器引导。

13. 根据权利要求1所述的手术器械,其中所述第一光源是微型LED或激光二极管中的至少一种。

14. 一种工具组件,其包括:

限定腔的第一钳口构件;

光学力传感器,所述光学力传感器配置成确定由钳口工具组件施加到组织的力,所述光学力传感器包括:

第一光源;

反射器,所述反射器布置在所述腔内并且配置成反射从所述第一光源发射的光;

光接收器,所述光接收器配置成感测由所述第一光源发射并且由所述反射器反射的光量;以及

处理器,所述处理器与所述光接收器通信并且配置成从感测光量确定所述第一钳口构件的偏转,所述第一钳口构件的偏转与由所述第一钳口构件施加到组织的力相关,

其中所述光学力传感器包括第二光源,所述反射器配置成反射从所述第二光源发射的光,所述光接收器配置成感测由所述第二光源发射并且由所述反射器反射的光量,并且

其中所述腔由第一侧壁和垂直于所述第一侧壁的第二侧壁限定,所述第一光源配置成通过所述第一侧壁中的开口发射光,并且所述第二光源配置成通过所述第二侧壁中的开口发射光。

15. 根据权利要求14所述的工具组件,其中所述第一光源配置成发射具有第一性质的光,并且所述第二光源配置成发射具有不同于所述第一性质的第二性质的光,所述光接收器区分来自所述第一光源的感测光和来自所述第二光源的感测光。

16. 一种确定由工具组件的钳口构件施加的力的方法,所述方法包括:

使所述钳口构件偏转;

将来自第一光源的光朝向布置在限定于所述钳口构件内的腔内的反射器发射;

将来自第二光源的光朝向所述反射器发射;

用光接收器感测由所述反射器反射的来自第一光源的光量;

用所述光接收器感测由所述反射器反射的来自第二光源的光量;以及

从感测到的来自第一光源的光量和来自第二光源的光量确定由所述钳口构件施加的力,

其中所述腔由第一侧壁和垂直于所述第一侧壁的第二侧壁限定,所述第一光源通过所述第一侧壁中的开口发射光,并且所述第二光源通过所述第二侧壁中的开口发射光。

17. 根据权利要求16所述的方法,其中确定由所述钳口构件施加的力包括基于感测光量配置所述钳口构件。

用于机器人手术系统的光学力传感器

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2015年11月19日提交的美国临时专利申请序列号62/257,564的权益和优先权,其全部内容通过引用合并于此。

背景技术

[0003] 机器人手术系统已用于微创医疗程序。在医疗程序期间,机器人手术系统由与用户接口交接的外科医生控制。用户接口允许外科医生操纵作用于患者的末端执行器。用户接口包括由外科医生可移动以控制机器人手术系统的输入控制器。

[0004] 机器人手术系统包括与用户接口关联的手术机器人。手术机器人包括支撑手术器械的联动装置。手术器械可以包括在手术程序期间作用于患者的组织的一个或多个钳口构件。当操纵末端执行器的临床医生远离患者时,精确地确定由钳口构件施加在组织上的力是重要的。

[0005] 因此,需要精确地确定在手术程序期间施加在手术器械的钳口构件上或由钳口构件施加的力。

发明内容

[0006] 本公开总体上涉及布置在机器人手术系统的手术器械的一个或多个钳口构件中的光学力传感器。光学力传感器直接测量相应钳口构件在一个或多个方向上的偏转以确定施加在相应钳口构件上或由相应钳口构件施加的力。相应钳口构件的偏转的直接测量已显示提供施加在相应钳口构件上或由相应钳口构件施加的力的精确测量。

[0007] 测量的力可以用于向与机器人手术系统的用户接口接合的临床医生提供反馈。另外,测量的力可以用于增强各种器械的功能,所述器械包括但不限于抓紧器,钉合器(整体或两部分紧固件),电外科钳,和内窥镜缝合装置。例如,当手术器械是抓紧器时,测量的力可以用于确定由抓紧器施加在组织上的力或确定物品(例如,缝线)是否正在两个抓紧器之间滑动。另外,当器械是钉合器时,测量的力可以用于在施用一部分或两部分U形钉之前确定施加于钳口构件之间的夹紧组织的力以防止组织夹紧不足或过度。此外,当器械是电外科钳时,测量的力可以用于优化钳口构件之间的组织的密封,切割和/或凝固。另外,当器械是内窥镜缝合装置时,测量的力可以用于优化施加在缝线上的力。

[0008] 根据本公开的方面,一种手术器械被提供并且包括:壳体;从所述壳体延伸的细长轴;以及由所述细长轴的远侧部分支撑的工具组件,所述工具组件包括第一钳口构件和第二钳口构件。所述第一钳口构件和所述第二钳口构件中的至少一个相对于另一钳口构件在以下配置之间可移动:中性配置,其中所述第一钳口构件和所述第二钳口构件相对于彼此间隔开;以及夹紧配置,其中所述第一钳口构件和所述第二钳口构件彼此接近,且组织被抓紧在其间,所述第一钳口构件限定腔。

[0009] 所述手术器械还包括配置成确定施加到组织的力的光学力传感器。所述光学力传感器包括:光源;反射器,所述反射器布置在所述第一钳口构件的腔内并且配置成反射从所

述光源发射的光;光接收器,所述光接收器配置成感测从所述光源反射的光量;以及处理器,所述处理器与所述光接收器通信并且配置成从感测光量确定所述第一钳口构件的偏转,所述第一钳口构件的偏转与由所述第一钳口构件施加到组织的力相关。

[0010] 所述光源可以布置在所述壳体内。

[0011] 所述光学力传感器可以包括在所述光源和所述腔之间延伸的光导。

[0012] 所述光接收器可以布置在所述壳体内并且与所述光导连通,使得从所述反射器反射的光穿过所述光导。

[0013] 在使用中,从所述反射器反射的光可以具有与朝向所述反射器发射的光不同的至少一种性质,所述至少一种性质是相位或波长中的至少一种。

[0014] 所述光接收器可以布置在所述腔内。

[0015] 所述第一钳口构件可以具有与所述第二钳口构件相对的组织接触表面和与所述组织接触表面相对的外表面。所述第一钳口构件和所述第二钳口构件可以具有牵开配置,其中所述第一钳口构件的外表面与组织接合。

[0016] 在所述夹紧配置中,所述第一钳口构件可以在第一方向上偏转,并且在所述牵开配置中,所述第一钳口构件可以在与所述第一方向相反的第二方向上偏转。所述处理器可以配置成从所述光接收器接收的光量确定所述第一钳口构件的偏转方向。

[0017] 所述反射器可以与从所述光发射器发射的光的传输轴线正交地布置。

[0018] 所述反射器可以相对于从所述光发射器发射的光的传输轴线成约 5° 至约 85° 的范围内的角度布置。

[0019] 所述反射器可以是凹的。当所述第一钳口构件处于所述中性配置时,所述反射器的凹度可以配置成将从所述光源发射的全部光量朝向所述光检测器引导。

[0020] 所述光源可以是微型LED或激光二极管中的至少一种。

[0021] 根据本公开的另一方面,一种工具组件被提供并且包括:限定腔的钳口构件;以及光学力传感器,所述光学力传感器配置成确定由钳口工具组件施加到组织的力,所述工具组件限定腔。所述光学力传感器包括:第一光源;反射器,所述反射器布置在所述工具组件的腔内并且配置成反射从所述第一光源发射的光;光接收器,所述光接收器配置成感测由所述第一光源发射并且由所述反射器反射的光量;以及处理器,所述处理器与所述光接收器通信并且配置成从感测光量确定所述第一钳口构件的偏转,所述第一钳口构件的偏转与由所述第一钳口构件施加到组织的力相关。

[0022] 所述光学力传感器可以包括第二光源。所述反射器可以配置成反射从所述第二光源发射的光。所述光接收器可以配置成感测由所述第二光源发射并且由所述反射器反射的光量。

[0023] 所述腔可以由第一侧壁和垂直于所述第一侧壁的第二侧壁限定。所述第一光源可以配置成通过所述第一侧壁中的开口发射光,并且所述第二光源可以配置成通过所述第二侧壁中的开口发射光。

[0024] 所述第一光源可以配置成发射具有第一性质的光,并且所述第二光源配置成发射具有不同于所述第一性质的第二性质的光,所述光检测器区分来自所述第一光源的感测光和来自所述第二光源的感测光。

[0025] 根据本公开的又一方面,提供了一种用于确定由工具组件的钳口构件施加到组织

的力的方法。所述方法包括：使组织与工具组件的钳口构件接合，使得所述钳口构件偏转；将来自光源的光朝向布置在限定于所述钳口构件内的腔内的反射器发射；用光检测器感测由所述反射器反射的来自第一光源的光量；以及从感测光量确定由所述钳口构件施加到组织的力。

[0026] 使组织与所述钳口构件接合可以包括以下的至少一种：在夹紧配置中使组织与所述钳口构件的组织接触表面接合，或在牵开配置中使组织与所述钳口构件的与所述组织接触表面相对的外表面接合。

[0027] 确定由所述钳口构件施加到组织的力可以包括基于感测光量配置所述钳口构件。

附图说明

[0028] 在下文中参考附图描述本公开的各个方面，所述附图并入并构成本说明书的一部分，其中：

[0029] 图1是根据本公开的用户接口和机器人系统的示意图；

[0030] 图2是插入患者的体腔中的机器人系统的手术器械的示意图；

[0031] 图3是根据本公开提供的图2的手术器械的光学力传感器的示意图；

[0032] 图4是处于中性配置的包括图3的光学力传感器的图2的手术器械的第一钳口构件的示意图；

[0033] 图5是处于闭合配置的图4的光学力传感器的示意图；

[0034] 图6是处于打开配置的图4的光学力传感器的示意图；

[0035] 图7A是处于中性配置的根据本公开提供的包括另一光学力传感器的图2的手术器械的第一钳口构件的示意图；

[0036] 图7B是处于闭合配置的图7A的光学力传感器的示意图；

[0037] 图7C是处于打开配置的图7A的光学力传感器的示意图；

[0038] 图8A是处于中性配置的根据本公开提供的包括另一光学力传感器的图2的手术器械的第一钳口构件的示意图；

[0039] 图8B是图8A的第一钳口构件的腔的俯视图；

[0040] 图9A是处于中性配置的根据本公开提供的包括另一光学力传感器的图2的手术器械的第一钳口构件的示意图；

[0041] 图9B是图9A的第一钳口构件的腔的俯视图；

[0042] 图10A是处于中性配置的根据本公开提供的包括另一光学力传感器的图2的手术器械的第一钳口构件的示意图；

[0043] 图10B是处于闭合配置的图7A的光学力传感器的示意图；

[0044] 图10C是处于打开配置的图7A的光学力传感器的示意图；

[0045] 图11是根据本公开提供的均包括光学力传感器的两个手术器械的两个末端执行器的侧视图；以及

[0046] 图12是示出根据本公开的生成机器人手术系统的力反馈的方法的流程图。

具体实施方式

[0047] 现在参考附图详细描述本公开的实施例，其中在若干视图的每一个中相似的附图

标记表示相同或相应的元件。如本文所使用的,术语“临床医生”是指医生,护士或任何其他护理提供者,并且可以包括支持人员。在整个说明书中,术语“近侧”是指装置或其部件的最靠近临床医生的部分,术语“远侧”是指装置或其部件的最远离临床医生的部分。

[0048] 本公开总体上涉及布置在机器人手术系统的手术器械的一个或多个钳口构件中的光学力传感器。光学力传感器直接测量相应钳口构件在一个或多个方向上的偏转以确定施加在相应钳口构件上或由相应钳口构件施加的力。光学力传感器包括光源,光导,反射器和光接收器。光导与光源连通以将由光源产生的光传输到限定在手术器械的钳口构件内的腔中。一定量的传输光反射离开反射器并返回到光导中。光接收器测量返回到光导中的光量以确定钳口构件的偏转。反射器支撑在腔内,使得当钳口构件偏转时,返回到光导中的光量变化。

[0049] 参考图1,机器人手术系统1大体上示出为机器人系统10,处理单元30和用户接口40。机器人系统10大体上包括联动装置12和机器人基座18。联动装置12可移动地支撑配置成作用于组织的器械20。联动装置12可以是臂或连杆的形式,每个具有支撑配置成作用于组织的器械20的端部14。另外,联动装置12的端部14可以包括用于对手术部位“S”成像的成像装置16。用户接口40通过处理单元30与机器人基座18通信。

[0050] 用户接口40包括配置成显示三维图像的显示装置44。显示装置44显示手术部位“S”的三维图像,其可包括由定位在联动装置12的端部14上的成像装置16捕获的数据和/或包括由定位在外科手术室周围的成像装置(例如,定位在手术部位“S”内的成像装置,邻近患者“P”定位的成像装置,定位在成像联动装置52的远端处的成像装置56)捕获的数据。成像装置(例如,成像装置16、56)可以捕获手术部位“S”的视觉图像,红外图像,超声图像,X射线图像,热图像和/或任何其它已知的实时图像。成像装置将捕获的成像数据传输到处理单元30,所述处理单元从成像数据实时创建手术部位“S”的三维图像,并且将三维图像传输到显示装置44以进行显示。

[0051] 用户接口40也包括附接到万向节70的输入装置或手柄,其允许临床医生操纵机器人系统10(例如,移动联动装置12,联动装置12的端部14和/或器械20)。万向节70的每一个与处理单元30通信以向其传输控制信号并从其接收反馈信号。附加地或替代地,万向节70的每一个可以包括控制接口或输入装置(未示出),其允许外科医生操纵(例如,夹紧,抓握,击发,打开,闭合,旋转,推动,切片等)支撑在联动装置12的端部14处的器械20。

[0052] 万向节70的每一个可移动以在手术部位“S”内移动联动装置12的端部14。显示装置44上的三维图像定向成使得万向节70的移动使联动装置12的端部14移动,如显示装置44上所示。应当领会,显示装置上的三维图像的定向可以相对于患者“P”的俯视图成镜像或旋转。另外,应当领会,显示装置44上的三维图像的尺寸可以缩放成比手术部位“S”的实际结构更大或更小,允许外科医生更好地观察手术部位“S”内的结构。当万向节70移动时,器械20在手术部位“S”内移动。器械20的移动也可以包括支撑器械20的联动装置12的端部14的移动。

[0053] 对于机器人手术系统1的构造和操作的详细讨论,可以参考美国专利第8,828,023号,其全部内容通过引用并入本文。

[0054] 参考图2,器械20通过端口或套管针80插入患者“P”的体腔“C”中以进入手术部位“S”。器械20包括壳体或主体110,细长轴120和末端执行器130。主体110包括联接到器械驱

动单元 (IDU) 90 的接口 112, 所述器械驱动单元提供用于操纵器械 20 的机械能或输入。IDU 90 也可以通过接口 112 向器械 20 提供电能和/或光能。另外, 器械 20 可以向 IDU 90 提供电, 机械和/或光学反馈信号。IDU 90 与处理单元 30 (图 1) 通信以接收用于操纵器械 20 的信号并且将来自器械 20 和 IDU 90 的反馈信号提供给处理单元 30, 如下面详细地所述。

[0055] 细长轴 120 从主体 110 延伸并且相对于主体 110 在三个自由度 (DOF) 上可关节移动。应当领会, 主体 110 可移动进入和离开套管针 80 以提供第四 DOF。主体 110 包括关节移动机构 (未明确示出) 以响应来自 IDU 90 的机械输入而关节移动细长轴 120。

[0056] 末端执行器 130 支撑在细长轴 120 的远端 128 处并且包括在打开位置和闭合位置之间相对于彼此可移动的第一钳口构件 140 和第二钳口构件 150。如图所示, 第一和第二钳口构件 140、150 的每一个围绕末端执行器 130 的销 134 (图 3) 相对于彼此枢转; 然而, 第一或第二钳口构件 140、150 中的一个可以相对于细长轴 120 固定, 而第一或第二钳口构件 140、150 中的另一个相对于固定钳口构件可移动。IDU 90 包括马达 94, 所述马达与末端执行器 130 关联以使第一和第二钳口构件 140、150 在打开和闭合位置之间转换。一些 IDU 90 可以包括可以致动器械 20 的一个或多个特征的两个或更多个马达 94。马达 94 中的一个或多个可以与相应的电缆关联以致动器械 20 的一个或多个特征。例如, 这些特征可以包括钳口 140、150 或末端执行器 130 在一个或多个自由度上的关节移动。如下面详述, IDU 90 包括扭矩或力传感器 96, 其生成指示马达 94 是朝向闭合位置还是朝向打开位置转换第一和第二钳口构件 140、150 的方向信号。

[0057] 参考图 3 和 4, 第一钳口构件 140 限定包括根据本公开的光学力传感器 200 的腔 142。光学力传感器 200 包括光源 210, 光导 220, 反射器 230 和光接收器 240。如图所示, 光源 210 布置在主体 110 (图 2) 中。然而, 可以预期光源 210 (例如, 微型 LED 或激光二极管) 可以布置在细长轴 120 或末端执行器 130 (例如, 末端执行器 130 的柄 132 或第一或第二钳口构件 140、150) 中。光导 220 可以是主体 110 延伸通过细长轴 120 并进入末端执行器 130 的光纤 (例如, 纤维光缆) 的形式。光导 220 包括与光源 210 光学连通以接收由光源 210 提供的光的近端 222 以及布置在限定于第一钳口构件 140 内的腔 142 中的远端 228。

[0058] 反射器 230 由第一钳口构件 140 支撑在腔 142 内。限定腔 142 的壁可用光吸收材料, 非反射材料或漫射材料处理以增加光学力传感器 200 的灵敏度。反射器 230 与光导 220 的远端 228 对准, 使得传输通过光导 220 的远端 228 的光处于具有指向反射器 230 的传输轴线 “T” 的光锥 “LC” 中。应当领会, 传输轴线 “T” 处的光量大于离传输轴线 “T” 一定距离 (例如, 径向距离) 处的光锥 “LC” 内的点处的光量。反射器 230 是平反射镜, 其大致正交于传输轴线 “T” 布置, 使得传输通过光导 220 的远端 228 的光在具有反射轴线 “R” 的反射光锥 “RLC” 中反射离开反射器 230 朝向光导 220 的远端 228 返回。应当领会, 反射轴线 “R” 处的光量大于与反射轴线 “R” 间隔开 (例如, 径向距离) 的反射光锥 “RLC” 内的点处的光量。

[0059] 光接收器 240 布置在手术器械 100 的主体 110 内, 与光导 220 的近端 222 光学连通。光接收器 240 (其在一些情况下可以是光电管) 可以配置成感测从反射器 230 反射通过光导 220 的光量。

[0060] 可以预期反射器 230 可以包括荧光材料, 使得从反射器 230 发射的光具有与入射到反射器 230 的光不同的波长。例如, 反射器 230 可以是闪烁体反射镜。

[0061] 可以预期第二钳口构件 150 也可以包括布置在限定于第二钳口构件 150 内的腔 152

内的光学力传感器200。布置在第二钳口构件150内的光学力传感器200可以与布置在第一钳口构件140内的光学力传感器200共用第一光源210。布置在第二钳口构件150内的光学力传感器200以与布置在第一钳口构件140内的光学力传感器200类似的方式起作用,如下所述,并且在本文中不再进一步详细描述。

[0062] 参考图4-6,第一钳口构件140具有休止或中性配置(图4),夹紧配置(图5)和牵开配置(图6)。在中性配置中,第一钳口构件140受到几乎没有的力(例如,横向力),使得反射轴线“R”与传输轴线“T”大致对准。当反射轴线“R”与传输轴线“T”对准时,最大光量可以反射回到光接收器240。

[0063] 在夹紧配置中,第一和第二钳口构件140、150朝向闭合配置移动。如图5中所示,第一钳口构件140处于在如图5中的箭头“CD”所示的第一或闭合方向上移动的夹紧配置。在夹紧配置中,第一和第二钳口构件140、150可以接合阻碍物“O”(例如,组织,骨骼,血管,另一手术器械等),使得第一钳口构件140由偏转力变形或偏转。第一钳口构件140的偏转使反射器230在第一钳口构件140的腔142内移动,使反射轴线“R”与传输轴线“T”不对准。当反射轴线“R”与传输轴线“T”不对准时,通过光导220返回并由此由光接收器240感测的光量小于当第一钳口构件140处于中性配置时(即,当反射轴线“R”与传输轴线“T”对准时)的光量。由光接收器240接收的光量与中性配置的差异(例如,减小)指示第一钳口构件140的偏转。在第一钳口构件140从已知的中性配置偏转的情况下,可以确定由第一钳口构件140施加在阻碍物“O”上的偏转力。

[0064] 在牵开配置中,第一和第二钳口构件140、150朝向打开配置移动。如图6中所示,在第一钳口构件140处于牵开配置的情况下,第一钳口构件140在如图6中的箭头“OD”所示的第二或打开方向上移动。在牵开配置中,第一钳口构件140与第一钳口构件140的外表面上的阻碍物“O”(例如,组织,骨骼,血管,另一手术器械等)接合,使得第一钳口构件140由偏转力偏转。第一钳口构件140的偏转使反射器230在第一钳口构件140的腔142内移动,其使反射轴线“R”与第一钳口构件140的传输轴线“T”不对准。当反射轴线“R”与传输轴线“T”不对准时,通过光导220返回并因此由光接收器240感测的光量小于当第一钳口构件140处于中性配置时(即,当反射轴线“R”与传输轴线“T”对准时)的光量。由光接收器240接收的光量与中性配置的差异(例如,减小)指示第一钳口构件140的偏转。在第一钳口构件140从已知的中性配置偏转的情况下,可以确定由第一钳口构件140施加在阻碍物“O”上的偏转力。可以预期第一钳口构件140可以包括在壁中的切口或浮凸(未明确示出)以促进第一钳口构件140的偏转和/或增加光学力传感器200的灵敏度。

[0065] 光学力传感器200可以包括处理器202(图3),所述处理器从光接收器240接收指示接收到的光量的信号,并且将接收到的光量相关或计算成由第一钳口构件140施加或在第一钳口构件140上施加的偏转力。处理器202可以在制造时校准以将光接收器240接收的光量的变化与第一钳口构件140的偏转力关联。附加地或替代地,处理器202可以在手术程序之前或期间被校准以补偿钳口构件140中的变化(例如,永久变形,腔“C”中的阻碍物,或光源210或光接收器240处的状况)。

[0066] 如上详述,在中性配置由光接收器240接收的光量与当第一钳口构件140在夹紧或牵开配置偏转时由光接收器240接收的光量之间的差异减小。为了区分夹紧配置和牵开配置,处理器202或处理单元30从马达94的扭矩传感器96接收指示第一钳口构件140的移动方

向(即,朝向打开位置或朝向闭合位置)的信号以确定第一钳口构件140的配置,并且因此确定第一钳口构件140的偏转方向。处理器202或处理单元30可以利用方向信号来计算偏转力,原因是第一钳口构件140可以响应于给定的偏转力而不对称地偏转。

[0067] 在各方面,光学力传感器200可以包括布置在第一钳口构件140的腔142内的光接收器240',其向处理器202发送指示由光接收器240'接收的光量的信号。光接收器240'从反射轴线“R”偏移并且布置在传输通过光导220的远端228并反射离开反射器230的光的反射光锥“RLC”内。如图5中所示,当第一钳口构件140处于夹紧配置时,光接收器240'接收的光量小于在中性配置接收的光量。当第一钳口构件140处于牵开配置时,光接收器240'接收的光量大于在中性配置接收的光量,如图6中所示。通过使光接收器240'在中性配置从反射轴线“R”偏移,第一钳口构件140的偏转方向和因此由第一钳口构件140施加或在第一钳口构件140上施加的力的方向可以由光接收器240'接收的光量的增加或减小来确定。因此,可以确定偏转力的程度和方向而不需要来自扭矩传感器96的方向信号。应当领会通过将光接收器240'放置在腔142内,可以通过光导220的远端228不断地传输光,而不会干涉通过光导220从反射器230反射到光接收器240的光。

[0068] 在一些方面,光接收器240'可以与光接收器240结合使用以向处理器202提供方向信号和/或提供偏转力的程度的验证。

[0069] 现在参考图7A-C,根据本公开提供了另一光学力传感器1200。光学力传感器1200类似于光学力传感器200,因而,下面将仅详述区别,其中类似的结构用在先前标记之前包括“1”的类似标记表示。

[0070] 光学力传感器1200包括光源1210,光导1220,反射器1230和光接收器1240。在第一钳口构件140的中性配置中反射器1230成从光导1220的远端1228正交的平面“P”偏移的角度支撑在第一钳口构件140的腔142内。该角度可以在约5°至约85°的范围内(例如,约15°)。在第一钳口构件140的中性配置中,反射轴线“R”从传输轴线“T”偏移,光导1220的远端1228在传输通过光导1220的远端1228的光的反射光锥“RLC”内。

[0071] 在使用中,当第一钳口构件140处于中性配置时,一定量的光反射到光导1220的远端1228中,其通过光导1220传输到光接收器1240上。传输到光接收器1240上的光量由光接收器1240测量。当第一钳口构件140处于夹紧配置时,如图7B中所示,从反射器1230反射到光导1220的远端1228中并因此反射到光接收器1240上的光量小于当第一钳口构件140处于中性配置时反射到远端1228中的光量。当第一钳口构件140处于如图7C中所示的切开配置时,反射到光导1220的远端1228中并因此反射到光接收器1240上的光量大于当第一钳口构件140处于中性配置时反射到远端1228中的光量。

[0072] 如上详述,通过将反射器1230相对于光导1220的远端1228成角度布置在第一钳口构件140的腔142内,使得反射轴线“R”从传输轴线“T”偏移,当第一钳口构件140处于中性配置时,光学力传感器1200感测第一钳口构件140的偏转的程度和方向。

[0073] 在各方面,光学力传感器1200包括布置在第一钳口构件140的腔142内的光接收器1240',其向光学力传感器1200的处理器1202发送指示由光接收器1240'接收的光量的信号。光接收器1240'从反射轴线“R”偏移并且布置在反射光锥“RLC”内。如图7B中所示,当第一钳口构件140处于夹紧配置时,光接收器1240'接收的光量小于在中性配置接收的光量。当第一钳口构件140处于牵开配置时,光接收器1240'接收的光量大于在中性配置接收的光

量,如图7C中所示。通过使光接收器1240'从反射轴线“R”偏移,第一钳口构件140偏转的程度和方向由光接收器1240'测量的光量确定。

[0074] 在一些方面,当第一钳口构件140处于中性配置时,光接收器1240'布置在腔142内并且与反射轴线“R”对准。类似于上面详述的光学力传感器200,当光接收器1240'与反射轴线“R”对准时,当第一钳口构件140处于夹紧或牵开配置时,由光接收器1240'接收的光量小于当第一钳口构件140处于中性配置时的光量。在这样的方面,光学力传感器1200包括处理器1202,所述处理器从与马达92关联的扭矩传感器96(图2)接收方向信号以确定第一钳口构件140的偏转方向。

[0075] 可以预期光学力传感器1200可以利用光接收器1240'来确定第一钳口构件140的偏转方向并且利用光接收器1240'来确定第一钳口构件140的偏转程度。替代地,光学力传感器1200可以利用光接收器1240'来确定第一钳口构件140的偏转的方向和程度,并且利用光接收器1240'来验证第一钳口构件140的偏转程度。

[0076] 参考图8A-B,根据本公开提供了另一光学力传感器2200。光学力传感器2200类似于光学力传感器200,因而,下面将仅详述区别,其中类似的结构用在先前标记之前包括“2”的类似标记表示。

[0077] 光学力传感器2200包括光源2210,光导2220,反射器2230和光接收器2240。反射器2230支撑在第一钳口构件的腔142内,与正交于光导2220的远端2228的平面“P”对准。反射器2230在第一方向上凹入并在正交于第一方向的与打开和闭合方向“OD”、“CD”对准的第二方向上平坦。反射器2230的凹度在大致平行于打开和闭合方向“OD”、“CD”的方向上将传输通过光导2220的远端2228的光聚焦在光导2220的远端2228上。因而,反射光锥“RLC”在光导2220的远端2228处在大致平行于打开和闭合方向“OD”、“CD”的方向上是大致线性的。

[0078] 在使用中,光学力传感器2200以类似于光学力传感器200的方式起作用以用于检测第一钳口构件140朝向和远离第二钳口构件150(即,在打开方向“OD”上或在闭合方向“CD”上)的偏转。通过在大致线性反射光锥“RLC”中反射通过光导2220的远端2228传输的光,反射器2230的凹度使第一钳口构件140在打开和闭合方向“OD”、“CD”上的偏转与第一钳口构件140在第一横向方向“TD1”或第二横向方向“TD2”上的偏转隔离。因此,反射器2230的凹度可以增加用于检测第一钳口构件140在打开和闭合方向“OD”、“CD”上的偏转程度的光学力传感器2200的精度。可以预期反射器2230在第一和第二方向上都凹入,使得反射器2230将传输通过光导2220的远端2228的光聚焦到点或聚焦光斑。

[0079] 在各方面,光学力传感器2200包括布置在第一钳口构件140的腔142内的光接收器2240'。光接收器2240'定位成从传输通过光导2220的远端2228的光的光锥“LC”的传输轴线“T”偏移并且与光导2220的远端2228对准,使得光接收器2240'接收大致线性的反射光锥“RLC”。在使用中,光接收器2240'基本上类似于光接收器240'起作用,并且可以具有用于检测第一钳口构件140的偏转程度的增加精度。

[0080] 参考图9A和9B,根据本公开提供了另一光学力传感器3200。光学力传感器3200类似于光学力传感器1200,因而,下面将仅详述区别,其中类似的结构用在先前标记之前包括“3”的类似标记表示。

[0081] 光学力传感器3200包括光源3210,光导3220,反射器3230和光接收器3240。反射器3230成从正交于光导3220的远端3228的平面“P”偏移的角度支撑在第一钳口构件140的腔

142内。反射器3230在第一方向上凹入并且在正交于第一方向的与打开和闭合方向“OD”、“CD”对准的第二方向上平坦。反射器3230的凹度在大致平行于打开和闭合方向“OD”、“CD”的方向上将传输通过光导3220的远端3228的光聚焦在光导3220的远端3228上。因而,反射光锥“RLC”在光导3220的远端3228处在大致平行于打开和闭合方向“OD”、“CD”的方向上是大致线性的。

[0082] 在使用中,光学力传感器3220以类似于光学力传感器1200的方式起作用以用于检测第一钳口构件140朝向和远离第二钳口构件150(即,在打开方向“OD”上或在闭合“CD”方向上)的偏转。通过在大致线性反射光锥“RLC”中反射通过光导3220的远端3228传输的光,反射器3230的凹度使第一钳口构件140在打开和闭合方向“OD”、“CD”上的偏转与第一钳口构件140在第一横向方向“TD1”或第二横向方向“TD2”上的偏转隔离。因此,反射器3230的凹度可以增加用于检测第一钳口构件140在打开和闭合方向“OD”、“CD”上的偏转程度的光学力传感器3220的精度。

[0083] 在各方面,光学力传感器3200包括布置在第一钳口构件140的腔142内的光接收器3240',其向光学力传感器3200的处理器3202发送指示由光接收器3240'接收的光量的信号。光接收器3240'从反射轴线“R”偏移并且布置在传输通过光导3220的远端3228的光的反射光锥“RLC”内。当第一钳口构件140处于夹紧配置时,光接收器3240'接收的光量小于在中性配置接收的光量。当第一钳口构件140处于牵开配置时,光接收器3240'接收的光量大于在中性配置接收的光量。通过使光接收器3240'从反射轴线“R”偏移,第一钳口构件140的偏转的程度和方向由光接收器3240'测量的光量确定。

[0084] 在一些方面,当第一钳口构件140处于中性配置时,光接收器3240'布置在腔142内并且与反射轴线“R”对准。类似于当光接收器3240'与反射轴线“R”对准时上面详述的光学力传感器200,当第一钳口构件140处于夹紧或牵开配置时,由光接收器3240'接收的光量小于当第一钳口构件140处于中性配置时的光量。在这样的方面,光学力传感器3200包括处理器3202,所述处理器从与马达92关联的扭矩传感器96(图2)接收方向信号以确定第一钳口构件140的偏转方向。

[0085] 现在参考图10A-C,根据本公开提供了另一光学力传感器4200。光学力传感器4200类似于光学力传感器200,因而,下面将仅详述区别,其中类似的结构用在先前标记之前包括“4”的类似标记表示。

[0086] 光学力传感器4200包括第一光源,第二光源,第一光导4220,第二光导4224,反射器4230和光接收器4246。反射器4230成从正交于第一光导4230的远端4228的平面“P”偏移的角度支撑在第一钳口构件140的腔142内。

[0087] 在使用中,第一光源,第一光导4220和光接收器4246以与上面详述的光学力传感器1200的类似部件类似的方式起作用。因而,为了简洁起见,下面仅描述区别。

[0088] 第二光源可以定位在主体110(图2)内;然而,可以预期第二光源可以布置在细长轴120或末端执行器130(例如,第一或第二钳口构件140、150)中。第二光导4224可以是主体110延伸通过细长轴120并进入末端执行器130的光纤(例如,纤维光缆)的形式。第二光导4224包括与第二光源光学连通以接收由第二光源提供的光的近端4225以及布置在限定于第一钳口构件140内的腔142中的远端4226。第二光导4224的远端4226成形为使得传输通过远端4226的光限定与传输通过第一光导4220的远端4228的光的传输轴线“T”正交的第二传

输轴线“2T”。如图所示,第二光导4224的远端4226成约45°角布置以朝向反射器4230传输光锥“LC”;然而,第二光导4224可以邻近远端4226弯曲,使得远端4226是平坦的,类似于第一光导4220的远端4228。第二光导4224的远端4226定位成从传输通过远端4226的光的反射轴线“2R”偏移。在第二光导4224的远端4226处接收的光通过第二光导4224传输到光接收器4246。光接收器4246可以布置在手术器械100的主体110内并且配置成感测从反射器4230反射并且通过第二光导4224返回的光量。

[0089] 第一和第二光源可以产生具有彼此不同性质的光,使得从第一和第二光源中的一个传输并且最终从光反射器4230反射的光可以与由第一和第二光源中的另一个产生的光区分。例如,可以对光源进行时间或频率调制以区分来自每个光源的光。也可以使用其它区分技术。在一些情况下,光源可以被选择为发出长度在约 10^{-16} m至约1m范围内的特定波长的光。光接收器4246可以配置成检测从光源的每一个发出的区别光,使得可以测量从每个源反射到接收器4246的光量。

[0090] 在各方面,第一光导4220的远端4228从反射轴线“R”偏移并且在传输通过第二光导4224的远端4226的光的反射光锥“RLC”内。类似地,第二光导4224的远端4226从反射轴线“R”偏移,并且在传输通过第一光导4220的远端4228的光的反射光锥“RLC”内。光接收器4246可以定位成与第二光导4224的近端4215光学连通以测量传输通过第一光导4220的远端4228,反射离开反射器4230并且进入第二光导4224的远端4226的光量。由光接收器4246测量的光量指示第一钳口构件140在打开或闭合方向“OD”、“CD”上的偏转。光接收器4246也可定位成与第一光导4220的近端4222光学连通以测量传输通过第二光导4224的远端4226,反射离开反射器4230并且进入第一光导4220的远端4228的光量。通过第一和第二光源的每一个产生具有不同性质的光,光源可以连续地产生光,并且光接收器4246可以连续地测量来自每个光源的光量。

[0091] 第一和第二光信号传输到计算第一钳口140的偏转的方向和程度的处理器4202或处理单元30(图1)。处理器4202或处理单元30从第一光信号计算第一钳口140在打开或闭合方向“OD”、“CD”上的偏转并且从第二光信号计算第一钳口140在第一或第二横向方向“1TD”、“2TD”上的偏转。

[0092] 在一些方面,光学力传感器4200包括布置在第一钳口构件140的腔142内的第三光接收器4246。第三光接收器4246定位在第一光导4220的远端4228和第二光导4224的远端4226之间,从反射轴线“R”、“2R”偏移并且在相应地传输通过第一光导4220的远端4228和第二光导4224的远端4226的光的反射光锥“RLC”内。光接收器4246可以配置成将由第一光源产生的光与由第二光源产生的光区分,使得光接收器4246可以测量由第一光源产生的接收光量和由第二光源产生的接收光量。光接收器4246生成指示由第一光源产生的接收光量的第一光信号和指示由第二光源产生的接收光量的第二光信号。

[0093] 在特定方面中,第一光导4220的远端4228可以成形为使得在夹紧、牵开和中性配置传输通过第一光导4220的远端4228的光的反射光锥“RLC”不接触第二光导4224的远端4226。类似地,第二光导4224的远端4226可以成形为使得传输通过第二光导4224的远端4226的光的反射光锥“RLC”响应于第一钳口140的偏转不接触第一光导4220的远端4228。

[0094] 如上详述和所示,光学力传感器(即,光学力传感器200、1200、2200、3200、4200)与末端执行器130的第一钳口构件140关联;然而,可以预期,如上所述,第二钳口构件150也可

以包括光学力传感器以确定由第二钳口构件150施加或在第二钳口构件150上施加的力,所述力由光学力传感器200'表示,如图3中所示。附加地或替代地,器械20可以在末端执行器130的轭132中包括光学力传感器200"以测量施加在轭132上或由轭132施加的力。

[0095] 简要返回参考图2,一对光学力传感器1200'、1200"可以布置在器械20的细长轴120内以确定施加在细长轴120和套管针80之间的力。具体地,光学力传感器1200'布置在设置于套管针80内的细长轴120的一部分中,并且光学力传感器1200"布置在套管针80外部的器械20的细长轴120的一部分中。由光学力传感器1200'测量的力和由光学力传感器1200"测量的力之间的差异指示施加在细长轴120和套管针80之间的力。

[0096] 现在参考图11,根据本公开描述了检测缝线滑动的方法。该方法包括用第一末端执行器130和第二末端执行器130'抓紧缝线300。第一和第二末端执行器130、130'的每一个具有第一钳口构件140和第二钳口构件150。每个第一钳口构件140包括光学力传感器(例如,光学力传感器200、1200、2200、3200或4200),如上详述。

[0097] 缝线300被抓紧在第一和第二末端执行器130、130'的第一钳口构件140之间。第一和第二末端执行器130、130'处于闭合位置,使得第一和第二末端执行器130、130'的每一个的第二钳口构件150也接合缝线300。附加地或替代地,第一钳口构件140和/或第二钳口构件可以包括协作以接合缝线300的抓紧结构148、158(例如,齿)。

[0098] 在缝线300抓紧在第一和第二末端执行器130、130'的第一钳口构件140之间的情况下,末端执行器130、130'被拉开以向缝线300施加张力“TF”。

[0099] 为了确定缝线300是否相对于末端执行器130、130'中的一个或两者滑动,由第一钳口构件140的每一个施加到缝线300的力由布置在第一钳口构件140中的光学力传感器确定。由第一钳口构件140的每一个施加的力相加在一起并且与施加到末端执行器130、130'的张力“TF”比较。如果由第一钳口构件140施加的力的总和大致等于施加到末端执行器130、130'的张力“TF”,则缝线300不会相对于末端执行器130、130'滑动。替代地,如果由第一钳口构件140施加的力的总和小于施加到末端执行器130、130'的张力“TF”,则缝线300相对于末端执行器130、130'中的至少一个滑动。应当领会,由第一钳口构件140施加到缝线的力可以是在相应的第一钳口构件140的一个以上的轴线上(例如,在打开或闭合方向上以及在第一或第二横向方向上,如上详述)施加的力的总和。

[0100] 通过比较由第一钳口构件140的每一个施加的力,可以确定缝线300相对于哪个末端执行器130、130'滑动。如果由第一钳口构件140中的一个施加的力明显小于由第一钳口构件140中的另一个施加的力,则缝线300至少相对于将较小力施加到缝线300的第一钳口构件140滑动。响应于缝线300的滑动,可以增加相应的末端执行器130、130'的闭合力以使缝线300接合在相应的末端执行器130、130'的第一和第二钳口构件140、150之间以防止滑动。然后可以重新确定缝线300的滑动,如上详述。在重新确定缝线300的滑动之前末端执行器130、130'可以重新定位在缝线300上。

[0101] 参考图1和12,根据本公开描述了用于生成机器人手术系统的力反馈的方法500。初始,临床医生接合附接到用户接口40的万向节70的输入装置以致动与输入装置和万向节70关联的器械20。为了接合输入装置,临床医生可以移动输入装置,并且因此移动万向节70,或者移动输入装置的控件(例如,按钮,杆,臂)。输入装置和/或万向节70生成并且向处理单元30发送指示输入装置和/或万向节70的致动的致动信号(步骤510)。处理单元30分析

致动信号并且生成传输到与器械20关联的IDU 90的致动控制信号(步骤520)。

[0102] 响应于致动控制信号, IDU 90启动马达92以致动器械20(例如, 致动末端执行器130以将第一和第二钳口构件140、150朝向闭合位置移动)(步骤530)。在器械20的致动期间, 布置在第一或第二钳口构件140、150中的一个中的光学力传感器(例如, 光学力传感器200、1200、2200、3200、4200)周期性地或连续地测量第一或第二钳口构件140、150中的一个的偏转以确定由第一或第二钳口构件140、150中的一个施加的力。光学力传感器响应于第一或第二钳口构件140、150中的一个的测量偏转生成并且向处理单元30传输力信号(步骤540)。响应于力信号, 处理单元30生成并且向用户接口40的反馈控制器41传输反馈信号(步骤550)。响应于反馈信号, 反馈控制器41启动反馈马达49以向与输入装置接合的临床医生提供反馈(步骤560)。

[0103] 如上详述, 光学力传感器生成包括由第一或第二钳口构件140、150中的一个施加的力的程度和方向的力信号。当光学力传感器生成仅仅指示由第一或第二钳口构件140、150中的一个施加的力的程度的力信号时(例如, 当光学力传感器是光学力传感器200时), 处理单元30从与马达92关联的扭矩传感器96接收方向信号(步骤534)。处理单元30接收并且分析力信号和方向信号以生成反馈信号。替代地, 方向信号可以传输到光学力传感器的处理器202(步骤536), 所述处理器将方向信号与第一或第二钳口构件140、150中的一个的偏转的程度组合以生成力信号(步骤540)。

[0104] 尽管本公开的若干实施例已在附图中示出, 但是并不旨在将本公开局限于此, 原因是旨在使本公开在范围上与本领域将允许的一样宽并且可以类似地阅读说明书。以上实施例的任何组合也被预期并且在所附权利要求的范围内。所以, 以上描述不应当被解释为限制, 而是仅仅作为特定实施例的举例。本领域技术人员将想到在所附权利要求的范围内的其它修改。

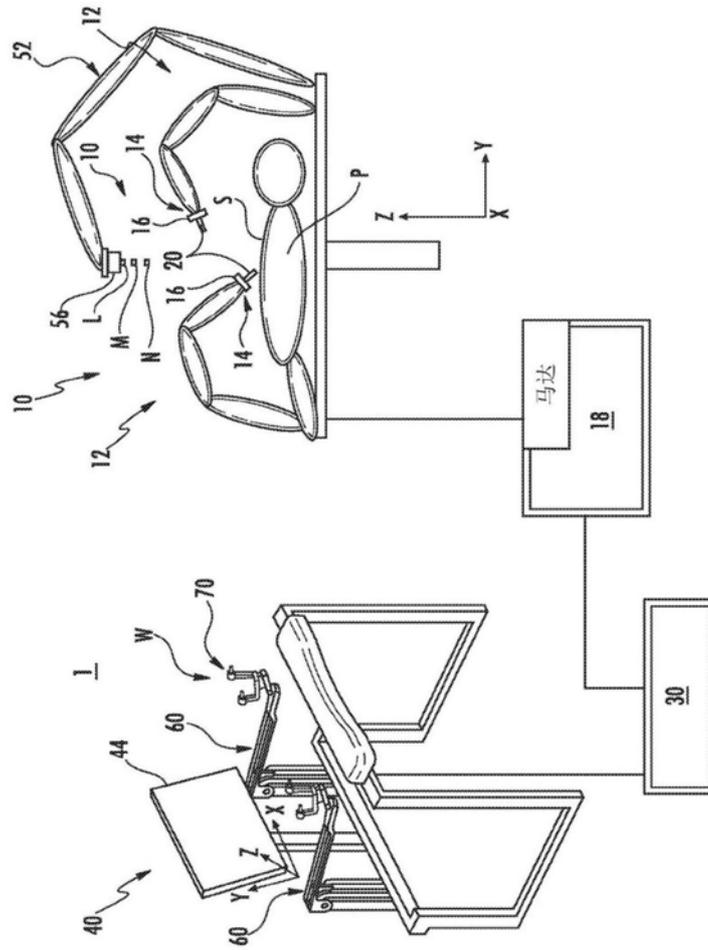


图1

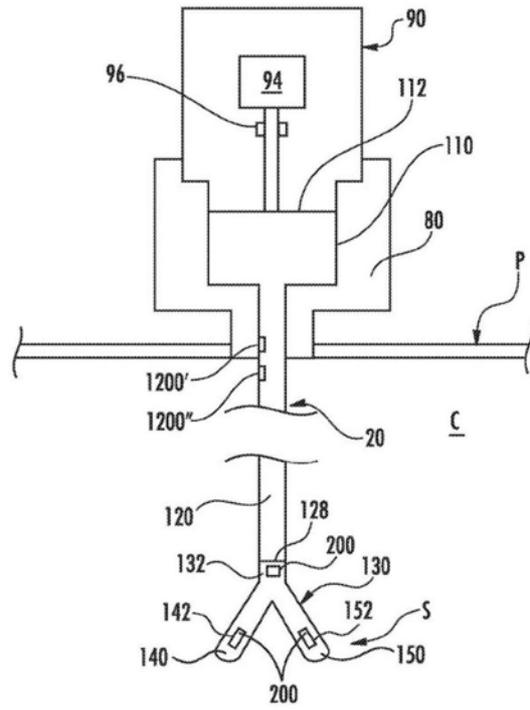


图2

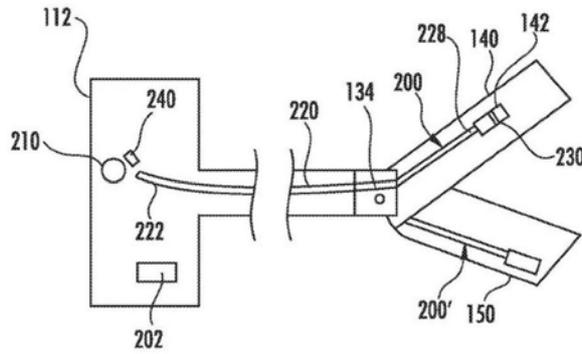


图3

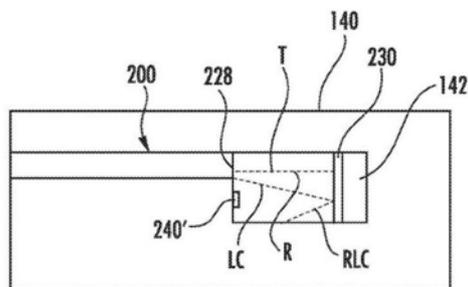


图4

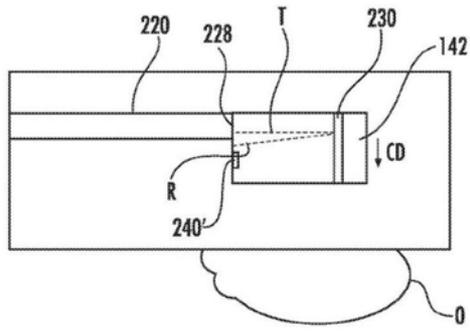


图5

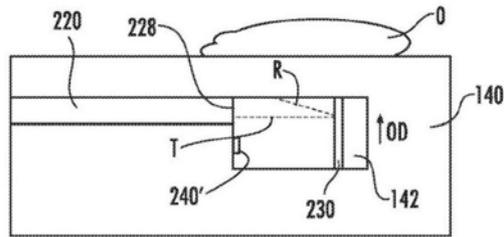


图6

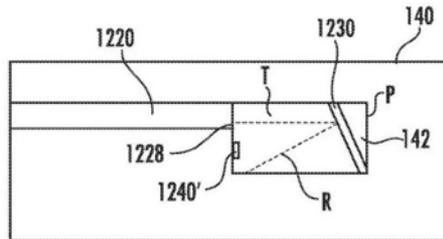


图7A

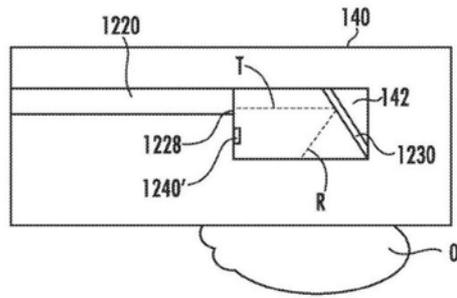


图7B

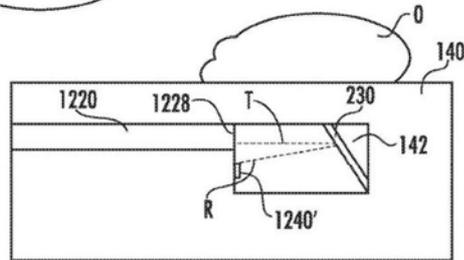


图7C

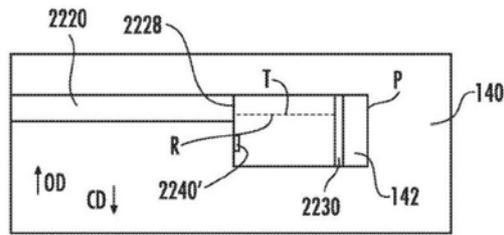


图8A

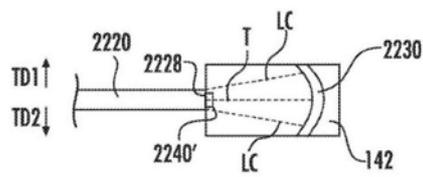


图8B

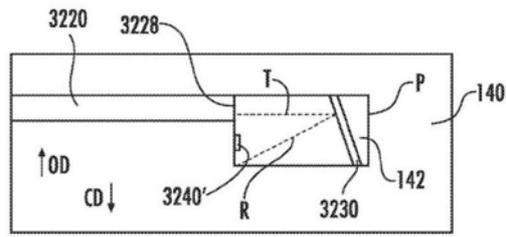


图9A

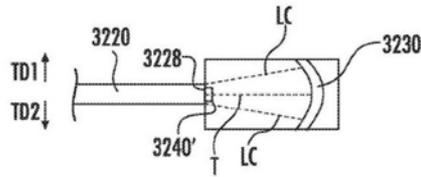


图9B

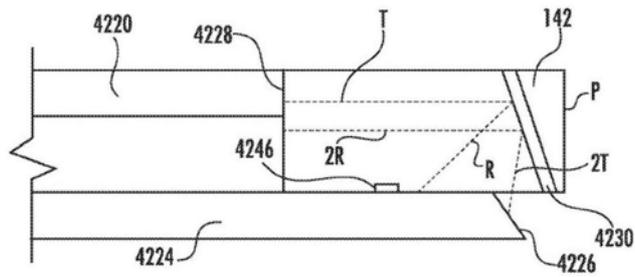


图10A

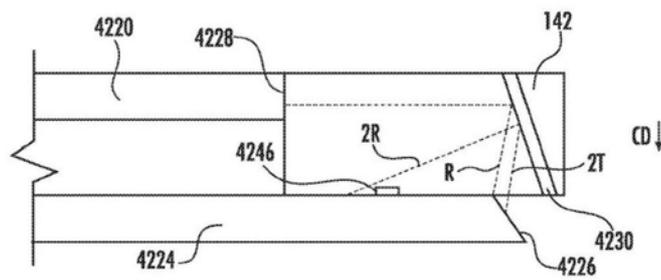


图10B

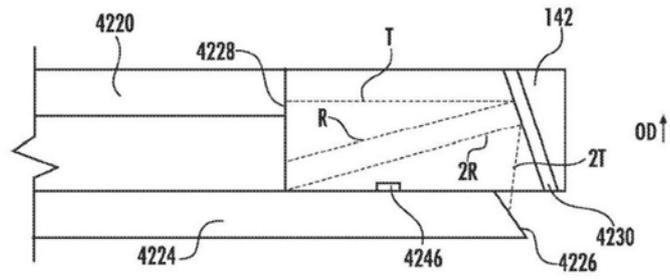


图10C

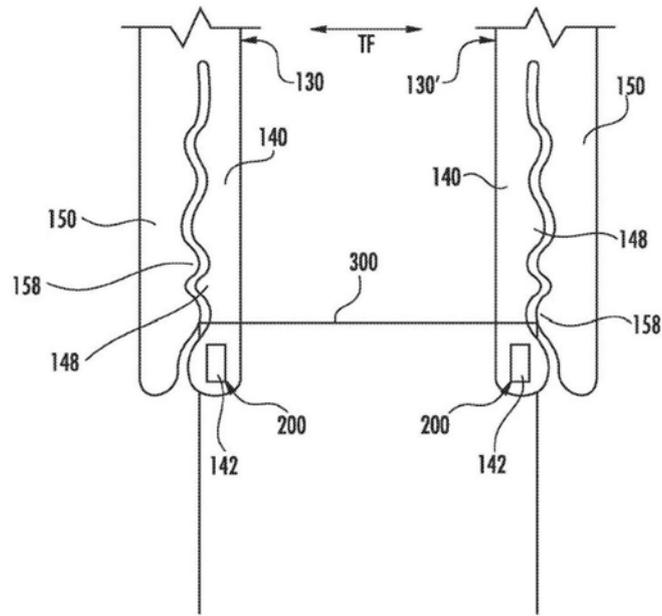


图11

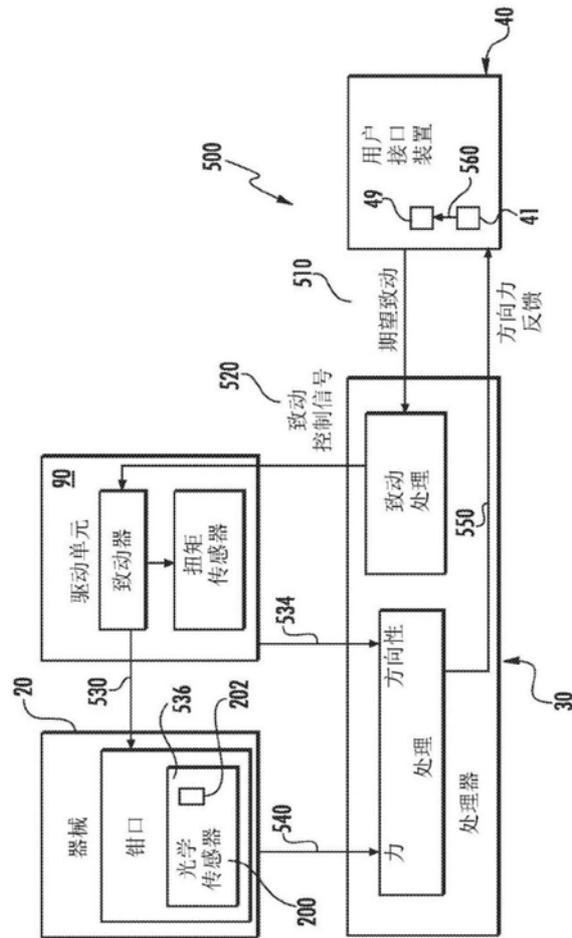


图12