



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102510740 B

(45) 授权公告日 2015. 06. 17

(21) 申请号 201080042432. 9

(22) 申请日 2010. 08. 27

(30) 优先权数据

61/245, 171 2009. 09. 23 US

12/618, 549 2009. 11. 13 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 03. 23

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/046948 2010. 08. 27

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/037718 EN 2011. 03. 31

(73) 专利权人 直观外科手术操作公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 G·M·普里斯科 S·K·W·奥

C·R·杰尔比 T·W·罗杰斯

J·R·斯蒂格 C·E·斯维尼哈特

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 赵蓉民

(51) Int. Cl.

A61B 17/34(2006. 01)

A61B 19/00(2006. 01)

A61B 17/29(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2008065105 A1, 2008. 03. 13,

EP 1334700 A1, 2003. 08. 13,

W0 2006100658 A2, 2006. 09. 28,

US 2007208312 A1, 2007. 09. 06,

US 2008065111 A1, 2008. 03. 13,

US 5797835 A, 1998. 08. 25,

CN 1100516 C, 2003. 02. 05,

CN 101495023 A, 2009. 07. 29,

审查员 马立楠

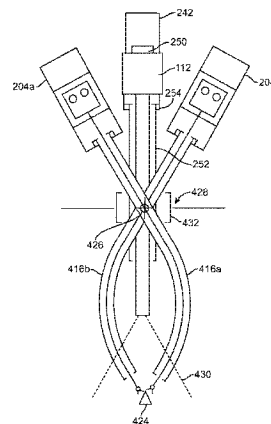
权利要求书2页 说明书24页 附图29页

(54) 发明名称

弯曲插管和自动操纵器

(57) 摘要

一种自动手术系统配置有多个刚性的弯曲插管, 该插管延伸通过同一开口进入患者体内。具有无源柔性轴的手术器械延伸穿过该弯曲插管。这些插管被定向为引导这些器械朝向手术部位。公开了支撑单个开口内多个弯曲插管的各种端口结构。公开了多个插管支撑固定件, 在插入该单个开口并且安装到这些自动操纵器期间这些固定件支撑这些插管。公开了一种远程操作控制系统, 该系统以允许外科医生感受直观控制的方式移动这些弯曲插管及其相关器械。



1. 手术系统,包括:

第一自动操纵器、联接到所述第一自动操纵器的第一弯曲插管以及包括柔性轴的第一手术器械,该柔性轴延伸穿过所述第一弯曲插管,其中所述第一自动操纵器被配置为围绕第一运动中心来移动所述第一弯曲插管;

第二自动操纵器、联接到所述第二自动操纵器的第二弯曲插管以及包括柔性轴的第二手术器械,该柔性轴延伸穿过所述第二弯曲插管,其中所述第二自动操纵器被配置为围绕第二运动中心来移动所述第二弯曲插管;

其中所述第一和第二运动中心被邻近彼此地定位;并且

其中所述第一和第二弯曲插管的远端被定向为引导所述第一和第二手术器械的远端朝向手术部位。

2. 如权利要求 1 所述的手术系统:

其中所述第一弯曲插管包括刚性管,所述刚性管具有近侧直部分,以及邻近近侧直区段的弯曲区段;并且

其中所述第一自动操纵器联接到所述第一弯曲插管的近侧直部分。

3. 如权利要求 1 所述的手术系统:

其中所述第一手术器械的所述柔性轴包括无源柔性轴;

其中所述无源柔性轴包括中间区段和远侧区段;并且

其中所述无源柔性轴的所述远侧区段的刚度大于所述无源柔性轴的中间区段的刚度。

4. 如权利要求 1 所述的手术系统,进一步包括:

端口结构;

其中所述端口结构包括端口结构本体,所述端口结构本体包括顶部表面和底部表面;

其中所述端口结构包括第一通道,所述第一手术器械穿过该第一通道沿第一方向从所述顶部表面朝向所述端口结构本体的垂直中间区段延伸至所述底部表面;并且

其中所述端口结构包括第二通道,所述第二手术器械穿过该第二通道沿着与所述第一方向不同的第二方向从所述顶部表面朝向所述端口结构本体的垂直中间区段延伸至所述底部表面。

5. 如权利要求 1 所述的手术系统,进一步包括:

端口结构;

其中所述端口结构包括漏斗部分、舌部、位于所述漏斗部分与所述舌部之间的腰部部分、所述第一手术器械延伸穿过的限定在所述腰部部分中的第一器械通道、以及所述第二手术器械延伸穿过的限定在所述腰部部分中的第二器械通道。

6. 如权利要求 1 所述的手术系统,进一步包括:

插管安装固定件;

其中所述插管安装固定件包括内窥镜插管安装支架以及弯曲插管安装支架;以及

其中所述内窥镜插管安装支架和所述弯曲插管安装支架每一个都被定向为在进入患者体内的同一开口处保持插管。

7. 如权利要求 1 所述的手术系统,进一步包括:

尖形帽,所述尖形帽包括内部;

其中所述帽的所述内部被配置为可去除地保持内窥镜的远端和所述第一弯曲插管的

远端。

8. 如权利要求 1 所述的手术系统,进一步包括:

主操纵器;以及

控制系统;

其中直线器械插入和抽出轴线被限定为在所述第一弯曲插管远端处从所述第一弯曲插管的纵向中心轴线延伸;以及

其中响应于所述主操纵器的运动,所述控制系统命令所述第一自动操纵器围绕所述第一运动中心移动所述第一弯曲插管的远端就像所述第一手术器械沿着所述器械插入和抽出轴线直线定位一样。

弯曲插管和自动操纵器

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求美国临时申请号 61/245,171(于 2009 年 9 月 23 日提交的)(公开了“弯曲插管”)的权益,将其通过引用结合在此。

技术领域

[0003] 创造性的方面涉及微创手术,更具体地涉及微创自动手术系统,并且还更具体地涉及通过单入口点进入患者体内工作的微创自动手术系统。

背景技术

[0004] 微创手术的益处是熟知的,并且当与传统的开放切口手术相比较时它们包括更小的患者创伤,更少的失血,以及更快的恢复时间。此外,自动手术系统(例如,提供远程呈现的远程操作自动系统),例如由加利福尼亚州森尼韦尔市直观外科公司(Intuitive Surgical, Inc)制造的 da Vinci®手术系统的用途是已知的。当与手动微创手术相比较时,这类自动手术系统可以允许外科医生通过直观控制进行操作并且增加了精确性。

[0005] 为了进一步减少患者创伤并且为了保持自动手术系统的益处,外科医生们已经开始进行手术操作从而通过贯穿皮肤的单个切口来研究或治疗患者的病症。在一些情况下,这类“单端口进口”手术是用手动器械或用现有的手术自动系统来完成的。因此所期望的是相比于使用现有设备和方法的使用改进的设备和方法,其能够使外科医生更有效地进行单端口进入手术。还期望的是能够容易地将通常用于多切口(多端口)手术的现有自动手术系统修改成实施这类单端口进入手术。

发明内容

[0006] 一方面,手术系统包括自动操纵器、弯曲插管以及具有延伸通过该弯曲插管的无源柔性轴的器械。该自动操纵器使该弯曲插管围绕远程运动中心运动,远程运动中心位于进入患者体内的开口处(例如,切口、自体孔),从而使得该弯曲插管在手术部位为该手术器械提供三角测量角度。在一个实施方式中,使用内窥镜和远端从不同角度朝向手术部位定向的两个这样的弯曲插管,使得有效的器械三角测量得以实现,这允许外科医生有效地工作并且看到该手术部位。

[0007] 另一方面,该弯曲插管包括直区段和邻近的弯曲区段。自动操纵器安装支架联接到该直区段上。第二直区段可以联接到该弯曲区段的相反端上以利于朝向手术部位延伸超出该插管远端的无源柔性手术器械对齐。

[0008] 另一方面,一种手术器械包括无源的柔性轴以及联接到该轴的远端上的手术末端执行器。该柔性轴延伸通过弯曲插管,并且该柔性轴的远侧区段悬臂地延伸超过该弯曲插管的远端。该柔性轴的远侧区段是足够刚性的从而在手术部位提供有效的手术动作,但它又是足够柔性的从而允许使它通过该弯曲插管插入和抽出。在一些方面,在手术操作期间,该器械轴远侧区段的刚度大于保留在插管的弯曲区段中的轴区段的刚度。

[0009] 另一方面,手术端口结构是单体,它包括位于其顶部和底部表面之间的多个通道。这些通道在相反方向上成角度以便将该弯曲插管的直区段保持在期望的角度上。该本体是足够柔性的从而允许该弯曲插管围绕大体上定位在这些通道内的远程运动中心运动。在一些方面中,该端口结构还包括用于内窥镜插管的通道和 / 或一个或多个辅助通道。这些通道可以包括各种密封件。

[0010] 另一方面,公开了第二端口结构,该端口结构包括上面的漏斗部分以及下面的舌部。用于手术器械(例如弯曲插管)的通道限定在连接该漏斗部分和舌部的腰部区段中。一方面,这个第二端口结构用于要求使器械以相对小的角度(锐角)进入患者体内的手术,因为该端口结构有助于防止这些器械与患者身体之间不必要的应力并且反之亦然。

[0011] 另一方面,公开了插管安装固定件。这些固定件支撑插管插入以及对接到它们相关的自动操纵器上。一方面,该固定件包括保持内窥镜插管和弯曲器械插管的臂。另一方面,固定件被配置成帽,该帽保持内窥镜和弯曲插管的远端。该帽被定向为便于插入进入患者体内的开口中。

[0012] 另一方面,公开了带有弯曲插管的自动手术系统的控制系统。该控制系统使用与该弯曲插管相关的运动(kinematic)数据。为了向外科医生提供直观控制感受,该控制系统响应于主操纵器上外科医生的输入命令自动操纵器移动该弯曲插管以及它的器械,就像该器械沿着从该弯曲插管远端延伸的直轴线被定位一样(大体上切向于该插管的弯曲区段的远端)。

附图说明

[0013] 图 1A 是自动手术系统中患者侧推车的正视图。

[0014] 图 1B 是自动手术系统中外科医生的控制台的正视图。

[0015] 图 1C 是自动手术系统中视像推车的正视图。

[0016] 图 2A 是器械臂的侧视图。

[0017] 图 2B 是安装有器械的操纵器的透视图。

[0018] 图 2C 是安装有相机的相机臂的一部分的侧视图。

[0019] 图 3 是插入穿过体壁从而达到手术部位的多个插管和相关器械的图解视图。

[0020] 图 4A 是患者侧自动操纵器的一部分的示意图,该部分支撑并且移动弯曲插管和无源柔性手术器械的组合。

[0021] 图 4B 是示意图,该示意图显示加入图 4A 视图中的第二患者侧自动操纵器,该操纵器支撑和移动第二弯曲插管以及无源柔性手术器械组合。

[0022] 图 4C 是示意图,该图显示了加入图 4B 视图中的内窥镜相机操纵器,该操纵器支撑内窥镜。

[0023] 图 5 是柔性器械的图解视图。

[0024] 图 6 是力传输机构的底视图。

[0025] 图 7 是手术器械远侧部分的图解侧视图。

[0026] 图 8 是器械轴的一部分的去掉一部分的透视图。

[0027] 图 9 是另一器械轴的一部分的去掉一部分的透视图。

[0028] 图 10 是弯曲插管的图解视图。

- [0029] 图 10A 是对齐的销栓结构的图解视图。
- [0030] 图 11A 和 11B 展示了插管取向。
- [0031] 图 12A、12B 和 12C 是图解视图,它们显示了穿过各种插管构型并且从各种插管构型延伸出的器械轴。
- [0032] 图 13 是示意图,该图展示了另一弯曲插管和柔性器械组合。
- [0033] 图 14A 是端口结构的图解平面视图。
- [0034] 图 14B 是端口结构的图解透视图。
- [0035] 图 15A 是在图 14A 中切割线处截取的图解截面视图。
- [0036] 图 15B 显示了图 15A 中所描绘的密封件的一个细节。
- [0037] 图 15C 是在图 14A 中另一切割线处截取的图解截面视图。
- [0038] 图 15D 是图解截面视图,该图展示了端口结构中的导电层。
- [0039] 图 16A 是各种皮肤和筋膜切口的图解视图。
- [0040] 图 16B 是另一端口结构的图解透视截面视图。
- [0041] 图 17A 和 17B 是又一端口结构的图解视图。
- [0042] 图 18A 和 18B 是又一端口结构的图解视图。
- [0043] 图 19A 是插管插入 / 稳定固定件的透视图。
- [0044] 图 19B 是插管插入 / 稳定固定件的另一透视图。
- [0045] 图 19C 是插管稳定固定件的图解透视图。
- [0046] 图 20A-20D 是图解视图,它们展示了插入插管的另一种方法。
- [0047] 图 21 是弯曲插管和各种参考轴线的图解视图。
- [0048] 图 22 是弯曲插管和带有相关光纤应力传感器的柔性器械远端的图解视图。
- [0049] 图 23 是控制系统结构的图解视图。

具体实施方式

[0050] 展示创造性方面和实施例的该说明书和附图不应被认为是限制性的——权利要求限定了受保护的发明。可以进行各种机械的、组合的、结构的、电的以及操作的改变,而不偏离该说明书和权利要求书的精神和范围。在一些情况下,为了不使本发明模糊,熟知的电路、结构以及技术未详细地显示或说明。在两个或更多个图中类似的数字表示相同的或类似的元件。

[0051] 另外,本说明书的术语不旨在限制本发明。例如,空间相关术语,例如“之下”、“以下”、“下部”、“之上”、“上面”、“近”、“远”等,可以用于描述如在这些图中展示的一个元件或结构与另一元件或结构的关系。这些空间相关术语旨在除了图中所示的位置和方向之外,还包括使用或操作中的设备的不同位置(即,定位)以及方向(即,旋转布置)。例如,如果这些图中的设备被翻转,描述为在其他元件或结构“以下”或“之下”的元件则应当在这些其他元件或结构“以上”或“之上”。因此,示例性术语“以下”可以包括以下和以上的位置和方向两者。设备可以以其他方式被定向(旋转 90 度或沿着其他方向)并且用在此使用的空间相关描述语对其进行阐释。类似地,对沿着和围绕各个轴线运动的描述包括各种特定的设备位置和方向。此外,单数形式“一”和“该”也旨在包括复数形式,除非在上下文中另外地指出。并且,术语“包括”、“包括了”、“包含”等说明了所述特征、步骤、操作、元件和

/ 或部件的存在但不排除一种或多种其他特征、步骤、操作、元件和 / 或部件的存在或加入。描述为联接的部件可以是电地或机械的直接联接,或它们可以通过一个或多个中间部件的间接联接。

[0052] 无论何时实践时,关于一个实施例详细描述的元件可以被包括在它们在其中未被明确地显示或说明的其他实施例中。例如,如果元件关于一个实施例被详细描述,并且没有关于第二实施例来说明,则该元件可以被要求包括在该第二实施例中。

[0053] 与机械结构或部件相关的术语“柔性”应当做广义的解释。本质上,该术语是指该结构或部件可以反复地弯曲并且恢复到初始形状而没有损害。由于材料特性,许多“刚性”物体具有少量固有的弹性“弯曲性”,虽然当在此使用该术语时,这类物体不被认为是“柔性的”。柔性的机械结构可以具有无限的自由度 (DOF)。这类结构的示例包括封闭的、可弯曲的管 (由例如 NITINOL、聚合物、软橡胶等制成)、螺旋卷簧等,它们可以弯曲成各种简单的和复杂的弯曲,通常无显著的截面变形。通过使用一系列紧密间隔的部件 (它们类似于蛇形排布中的“脊椎”),其他柔性机械结构可以近似这样一种无限 DOF 工件。在这样的脊椎排布中,每个部件是运动链中的短链节,并且各链节之间的可运动机械限制 (例如,销栓铰链、杯和球、活性铰链等) 可以允许这些链节之间一个 (例如,俯仰) 或两个 (例如,俯仰和偏摆) DOF 的相对运动。即使该柔性结构本身可以是由若干联接的链节制成的运动链系,短柔性结构也可以用作 (并且被模制成) 在运动链系的两个链节之间提供一个或多个 DOF 的单个机械限制 (接头)。熟知人员应当理解的是部件的柔性能够以其刚度的形式来表示。

[0054] 在本说明书中,柔性的机械结构或部件可以是有源柔性或无源柔性的。可以使用与工件本身内在相关的力将有源柔性工件弯曲。例如,一个或多个腱可纵向沿着工件并且从该工件的纵轴偏移,这样使得在该一个或多个腱上的张力引起该工件弯曲。有源地弯曲有源柔性工件的其他方式包括但不限于使用气动或液压力、齿轮、电活性聚合物等。使用该工件外部的力使无源柔性工件弯曲。具有固有刚度的无源柔性工件的示例是塑料杆或弹性橡胶管。当未被其固有相关的力致动时,有源柔性工件可以是无源柔性的。单个部件可以由串联的一个或多个有源和无源柔性部分制成。

[0055] 本发明的多个方面主要以实施方式的形式使用由加利福尼亚州森尼维尔市的直观外科公司制造的 da Vinci® 手术系统 (具体地说是 Model IS3000,以 da Vinci® Si™ HD™ 手术系统的形式进行销售) 进行说明。然而熟知人员应当理解的是在此公开的创造性方面能够以各种方式来体现和实现,包括自动的和非自动的实施例和实施方式。在 da Vinci® 手术系统 (例如,Model IS3000 ;Model IS2000,以 da Vinci® S™ HD™ 手术系统形式销售) 上的实施方式仅仅是示例性的,并且不应被认为是限制在此公开的创造性方面的范围。

[0056] 图 1A、1B 和 1C 是用于微创手术的远程操作的自动手术系统的三个主要部件的正视图。这三个部件彼此连接从而允许外科医生,在手术团队的帮助下,在患者身上进行诊断性和矫正性手术操作。

[0057] 图 1A 是 da Vinci® 手术系统的患者侧推车部件 100 的正视图。该患者侧推车包括立在地面上的底座 102、安装在底座 102 上的支撑塔 104 以及支撑手术工具 (包括立体内窥镜) 的若干个臂。如图 1A 中所示,臂 106a、106b 是支撑并且移动用于操纵组织的手术器械的器械臂,并且臂 108 是支撑并且移动内窥镜的相机臂。图 1A 还显示支撑在支撑塔 104 的背侧上的可选的第三器械臂 106c,并且根据需要它可以定位到该患者侧推车的左侧或右

侧上用来进行手术操作。图 1A 进一步显示了安装在器械臂 106a、106b、106c 上可互换的手术器械 110a、110b、110c，并且它显示了安装在相机臂 108 上的内窥镜 112。下面对这些臂进行更详细的讨论。熟知人员应当理解的是支撑这些器械和相机的这些臂还可以被（固定地或可运动地）安装在天花板或墙壁上或在一些情况下安装到手术室中另一件器械上（例如，手术台）的底座平台支撑。类似地，他们应当理解的是可以使用两个或更多个分开的底座（例如，每个支撑臂一个底座）。

[0058] 图 1B 是 da Vinci®手术系统的外科医生控制台 120 部件的正视图。该外科医生控制台装备有左侧和右侧多 DOF 主工具操纵器 (MTM) 122a、122b，它们是用于控制这些手术工具（包括内窥镜和各种插管）的运动链系。外科医生抓握每个 MTM 122 上的夹紧器组件 124a、124b（通常用拇指和食指），并且可以将该夹紧器组件移动到各个位置以及方向。当选择工具控制模式时，联接每个 MTM 122 用来控制患者侧推车 100 的相应的器械臂 106。例如，可以联接左侧 MTM 122a 用来控制器械臂 106b 和器械 110a，并且可以联接右侧 MTM 122b 用来控制器械臂 106b 和器械 110b。如果在手术操作期间第三器械臂 106c 被使用并且被定位在左侧上，则左侧 MTM 122a 可以在控制臂 106a 和器械 110a 与控制臂 106c 和器械 110c 之间进行切换。类似地，如果在手术操作期间第三器械臂 106c 被使用并且被定位在右侧上，则右侧 MTM 122a 可以在控制臂 106b 和器械 110b 与控制臂 106c 和器械 110c 之间切换。在一些情况下，MTM 122a、122b 以及臂 106a/ 器械 110a 组合与臂 106b/ 器械 110b 组合之间的控制分配也可以交换。例如如果将内窥镜转动 180 度，这可以实现，从而使得在内窥镜视场中运动的器械看起来位于与外科医生正在移动的 MTM 同一侧上。通常使用该夹紧器组件来操作位于器械 110 的远端处的钳式手术末端执行器（例如，剪刀、抓握式牵引器、针式驱动器等）。

[0059] 外科医生控制台 120 还包括立体图像显示系统 126。由立体内窥镜 112 捕获的左侧和右侧图像被输出在相应的左侧和右侧显示器上，在显示系统 126 上外科医生将这些图像检测成三维图像。在有利的构型中，MTM 122 被定位在显示系统 126 之下，这样使得显示器中所示的手术工具的图像看起来与显示器下面外科医生的手共同定位。这个特征允许外科医生直观地控制该三维显示器中的各种手术工具，就像直接看到这些手一样。因此，相关器械臂和器械的 MTM 伺服控制是基于内窥镜图像坐标系。

[0060] 如果将 MTM 切换到相机控制模式，则也使用内窥镜图像坐标系。在 da Vinci®手术系统中，如果选择相机控制模式，则外科医生可以通过移动 MTM 之一或两者一起移动来移动内窥镜的远端（两个 MTM 的部分可以伺服机械地联接，使得这两个 MTM 部分看起来作为一个单元一起运动）。然后外科医生可以通过移动 MTM 来直观地移动（例如，平动、倾斜、变焦）所显示的立体图像，就像将图像握在手中一样。

[0061] 外科医生的控制台 120 通常设置在与患者侧推车 100 相同的手术室中，虽然它被定位使得操作该控制台的外科医生位于无菌区外面。一个或多个助手通常在手术区内工作帮助外科医生（例如，改变患者侧推车上的工具、进行手动缩回，等）。因此，外科医生远离无菌区进行操作，并且这样该控制台可以位于与手术室分开的房间或建筑物中。在一些实施方式中，两个控制台 120（共同定位或彼此远离）可以通过网络连接在一起使得两个外科医生可以观察和控制手术部位的工具。

[0062] 图 1C 是 da Vinci®手术系统的视像 (vision) 推车部件 140 的正视图。视像推车

140 容纳手术系统的中央电子数据处理单元 142 以及视像设备 144。该中央电子数据处理单元包括用于操作手术系统的许多数据处理。然而,在各种其他实施方式中,可以将电子数据处理分配到外科医生控制台和患者侧推车中。视像设备包括用于立体内窥镜 112 的左侧和右侧图像捕获功能的相机控制单元。该视像设备还包括为手术部位成像提供照明的照明设备(例如,氙灯)。如图 1C 中所示,该视像推车包括可选的 24 英寸触摸屏显示器 146,该显示器可以安装在别处,例如在患者侧推车 100 上。视像推车 140 进一步包括用于可选的辅助手术设备(例如电外科手术单元和吹入器)的空间 148。该患者侧推车和外科医生控制台通过光纤通信链节联接到该视像推车上,使得三个部件一起作为单个的远程操作的微创手术系统来起作用,该系统为外科医生提供了直观的远程呈现。并且,如上所述,可以包括第二外科医生控制台使得第二外科医生可以例如监督该第一外科医生的工作。

[0063] 图 2A 是示例性器械臂 106 的侧视图。为了清楚的目的省略掉在手术期间通常使用的无菌布帘和相关机构。该臂是由一系列链节和将这些链节联接在一起的接头制成的。该臂被分成两个部分。第一部分是“支持”部分 202,其中未通电的接头联接这些链节。第二部分是支撑和移动该手术器械的通电的自动操纵器部分 204(患者侧操纵器;“PSM”)。在使用期间,移动支持部分 202 从而将操纵器部分 204 放置在适当位置用来执行期望的手术任务。然后将支持部分的接头锁定(例如,用制动机构)从而防止该臂的这个部分运动。

[0064] 图 2B 是安装有示例性器械 110 的 PSM 204 的透视图。PSM 204 包括偏摆伺服致动器 206、俯仰伺服致动器 208 以及插入和抽出(“I/O”)致动器 210。示例性手术器械 110 显示为安装在器械安装托架 212 上。示例性直插管 214 显示为安装到插管支座 216 上。器械 110 的轴 218 延伸穿过插管 214。PSM 204 被机械地约束从而使得它围绕沿着该器械轴定位的固定的远程运动中心 220 来移动器械 110。偏摆致动器 206 提供了围绕远程中心(remote center)220 的偏摆运动 222,俯仰致动器 208 提供了围绕远程中心 220 的俯仰运动 224,并且 I/O 致动器 210 提供了通过远程中心 220 的插入和抽出运动 226。在手术期间通常将支持部分 202 定位从而将远程运动中心 220 放置在患者体壁内的切口处,并且以便允许获得足够的偏摆和俯仰运动来进行预期的手术任务。熟知人员应当理解的是在远程运动中心附近的运动还可以仅通过使用软件而不是通过机械组件所限定的物理限制进行限制。

[0065] 使安装托架 212 中的力传递盘与器械力传递组件 230 匹配联接了来自 PSM 204 中的致动器 232 中的致动力,从而移动器械 110 的不同部分以便定位、定向以及操纵器械末端执行器 234。这类致动力通常可以转动器械轴 218(因此提供通过该远程中心的另一 DOF),操作提供偏摆和俯仰 DOF 的腕部 236,以及操作可运动的工件或抓握各种末端执行器(例如,剪刀、抓握器、电烙术钩、牵引器等)的夹钳。

[0066] 图 2C 是安装有示例性相机 112 的相机臂 108 的一部分的侧视图。类似于器械臂 106,相机臂 108 包括支持部分 240 以及操纵器部分 242(内窥镜相机操纵器;“ECM”)。ECM 242 类似于 PSM 204 来配置并且包括偏摆运动致动器 244、俯仰运动致动器 246 以及 I/O 运动致动器 248。内窥镜 112 安装在托架组件 250 上并且内窥镜插管 252 安装在相机插管支座 254 上。ECM 242 使内窥镜 112 围绕和穿过远程运动中心 256 运动。

[0067] 在使用参考图 1A-2C 所描述的自动手术系统的典型手术操作期间,在患者身体中产生至少两个切口(通常使用套管针用来放置相关插管)。一个切口用于内窥镜相机器械,并且另一切口用于必要的手术器械。有时这类切口称为“端口”,该术语还可以表示在这样

的切口中使用的一件设备（如下详细说明）。在一些手术操作中，为了提供所需要的通路以及对手术部位成像，数个器械和 / 或相机端口是必要的。虽然与常规开放式手术所使用的较大切口相比较，这些切口是较小的，但是对于进一步减少切口的数量从而进一步减少患者损伤且提高美观性存在需要和要求。

[0068] 单端口手术是一种这样的技术，其中用于微创手术的所有器械通过该患者体壁中的单个切口，或在一些情况下穿过单个自体开口。这类方法可以被称为不同术语，例如单孔入径手术（SPA）、腹腔镜内镜单部位手术（LESS）、单切口腹腔镜手术（SILS）、单端口脐部手术（OPUS）、利用常规设备的单端口无切口手术（SPICES）或自体孔道经脐手术（NOTUS）。可以使用手动器械或自动手术系统（例如上面描述的那种）来实现单端口的使用。然而，使用这样的技术会遇到困难，因为单端口限制了手术器械可以进入手术部位的角度。例如，两个器械并排接近地定位，并且因此难以实现手术位置处有利的三角测量角度。另外，因为器械和内窥镜通过同一个切口进入，所以直的器械轴易于模糊大部分内窥镜视场。并且，另外地，如果使用自动手术系统，则由于它们的尺寸和它们的运动两者，多个操纵器可以彼此干扰，这也限制了可供外科医生使用的末端执行器的运动量。

[0069] 图 3 展示了针对单端口手术使用多臂自动手术系统的困难。图 3 是插入穿过体壁从而达到手术部位 300 的多插管和相关器械的图解视图。如图 3 中所示，相机插管 302 延伸穿过相机切口 304，第一器械插管 306 延伸穿过第一器械切口 308，以及第二器械插管 310 延伸穿过第二器械切口 312。可以看到的是如果这些插管 302、306、310 中的每一个延伸穿过同一个（稍微扩张）端口 304，则由于要求每一个围绕远程运动中心运动并且还由于将这些插管保持在安装装配件 302a、306a、310a 上的上述操纵器的大体积和运动，所以器械末端执行器只能有非常小的运动，并且这些插管和器械轴可能模糊该内窥镜视场中的手术部位。

[0070] 对于使用手动器械的单端口手术而言，已经尝试使用刚性的弯曲器械轴来改善三角测量。这类弯曲轴通常具有复杂的“S”弯曲，该弯曲在体内允许它们弯曲离开该切口，并且然后返回该手术部位，并且在体外弯曲离开该切口从而为器械手柄和外科医生的手提供间隙。这些弯曲的器械看起来比直轴手动器械甚至更难以使用，因为这些弯曲轴进一步限制了外科医生通过移动该轴或通过使用手动操作的腕部机构精确地移动器械末端执行器的能力。例如，使用这类刚性弯曲轴器械进行缝线看起来是极其困难的。此外，因为它们的形状，外科医生直接地在切口和手术部位之间插入并且抽出这类弯曲轴器械的能力受到限制。并且，由于它们的形状，转动刚性的弯曲器械可能引起在外科医生不知道的情况下该器械轴的一部分接触组织，并且有可能损害组织。

[0071] 对于使用自动手术系统的单端口手术而言，提出了多种方法用来为手术器械提供增加的可控的自由度。例如，已经提出使用远程自动控制的“蛇形”器械以及相关的可控制的导管作为通过单个切口进入手术部位的一种方法。类似地，提出了使用带有小型机械平行运动机构的器械。例如参见美国专利申请公开号 US 2008/0065105A1（2007 年 6 月 13 日提交）（描述了一种微创手术系统）。虽然这类器械最终可能是有效的，但它们通常在机械上是复杂的。并且，由于它们增加的 DOF 致动要求，这类器械不可能与现有自动手术系统兼容。

[0072] 弯曲插管系统

[0073] 图 4A 是患者侧自动操纵器的一部分的示意图,该部分支撑并且移动弯曲插管和无源柔性手术器械的组合。如图 4A 中所示,远程自动操作的手术器械 402a 包括力传送机构 404a、无源柔性轴 406a 以及末端执行器 408a。器械 402a 安装在 PSM 204a 的器械托架组件 212a 上(为了清楚的目的示意地绘制上述部件)。界面盘 414a 联接了来自 PSM 204a 中的伺服致动器的致动力用来移动器械 402a 部件。末端执行器 408a 示例性地以单个 DOF(例如,闭合的夹钳)操作。提供一个或多个末端执行器 DOF 的腕部是可选的并且未示出(例如,俯仰、偏摆;例如参见美国专利号 6,817,974(2002 年 6 月 28 日提交的)(公开了具有主动可定位腱致动的多盘腕部接合处的手术工具),通过引用将其结合在此)。许多器械实施方式不包括这样的腕部。省略腕部简化了 PSM 204a 和器械 402a 之间的致动力界面的数量,并且这种省略还减少了在近侧力传送机构 404a 与远侧致动工件之间必要的力传递元件的数量(并且因此降低了器械复杂性和尺寸)。

[0074] 图 4A 进一步显示了弯曲插管 416a,该插管具有近端 418a、远端 420a 以及在近端 418a 与远端 420a 之间延伸的中间通道 422a。在一个实施方式中,弯曲插管 416a 是刚性的单件插管。如图 4A 中所绘制的,弯曲插管 416a 的近端 418a 安装在 PSM 204a 的插管支座 216a 上。使用期间,器械 402a 的柔性轴 406a 延伸穿过弯曲插管 416a 的中间通道 422a,从而使得柔性轴 406a 的远侧部分和末端执行器 408a 延伸超过插管 416a 的远端 420a 从而到达手术部位 424。如上所述,PSM 204a 的机械限制(或,可替代地,PSM 204a 的控制系统中预编程的软件限制)引起器械 402a 和弯曲插管 416a 以俯仰和偏摆的形式围绕沿着插管 416a 定位的远程运动中心 426 运动,该插管通常布置在患者体壁中的切口处。由托架 212a 提供的 PSM 204a 的 I/O 致动将器械 402a 插入和抽出插管 416a 从而移入和移出末端执行器 408a。下面讨论器械 402a、插管 416a 以及对这两个部件进行控制的详细情况。

[0075] 图 4B 是示意图,该示意图显示第二患者侧自动操纵器,该操纵器支撑和移动加入图 4A 视图中的第二弯曲插管以及无源柔性手术器械组合。第二 PSM 204b、器械 402b 以及弯曲插管 416b 的部件基本上类似与图 4A 中所述的那些,并且以与它们基本上类似的方式起作用。然而,弯曲插管 416b 在与弯曲插管 416a 弯曲方向相反的方向上弯曲。因此图 4B 展示了在相反方向上弯曲的两个弯曲插管和相关器械被定位以延伸通过患者体壁 430 中单个切口 428 从而到达手术部位 424。每个弯曲插管首先成角度远离该切口与手术部位之间的直线并且然后朝向该线弯曲返回从而将该延伸的器械引导至手术部位。通过以俯仰方式和偏摆方式操作 PSM 204a 和 204b,弯曲插管的远端 420a、420b 相应地运动,并且因此器械末端执行器 404a 和 404b 相对于手术部位运动(并且相应地相对于内窥镜视场运动)。可以看到的是虽然这两个弯曲插管和柔性器械组合的远程运动中心是不同的,但它们彼此足够接近(邻近)以便可以将它们两者定位在单个切口 428 处。

[0076] 图 4C 是示意图,该图显示了加入图 4B 视图中的内窥镜相机操纵器,该操纵器支撑内窥镜。为了清楚的目的,一些前面使用的附图标记被省略掉。如图 4C 中所示,ECM 242 保持内窥镜 112 从而使得它连同这两个弯曲插管和柔性器械组合一起延伸穿过单个切口 428。内窥镜 112 延伸穿过被插管支座 254 支撑的常规的插管 252。在一些实施方式中,插管 252 提供了通往体腔的吹入。ECM 242 被定位用来将内窥镜 112 的远程运动中心安置在切口 428 处。如上,可以看到的是这两个弯曲插管和器械组合以及内窥镜 112 的这些远程运动中心是不同的,并且它们可以定位充分接近从而允许全体延伸穿过该单个切口 428 而无

需做出过大的切口。在示例性实施方式中,这三个远程中心可以定位在大致地直线上(如图 4C 中展示)。在其他实施方式中,例如下述的那些,这些远程中心不是线性地对齐的,而是足够接近。

[0077] 图 4C 还示意性地展示了 PSM 204a、204b 和 ECM 242 可以被定位从而使得每一个具有显著改进的空间,在该空间中以俯仰和偏摆方式运动而不彼此干扰。即,如果使用直轴器械,则 PSM 必须大体上保持在彼此邻近的位置中,用于将这些轴保持在接近平行的关系中以有效地穿过单个切口工作。然而,在使用弯曲插管的情况下,PSM 可以被彼此更加远离地安置,并且这样与直轴器械相比较,每个 PSM 大体上可以在相对较大空间中运动。此外,图 4C 展示了弯曲插管 416 如何为这些手术器械提供改进的三角测量,从而使得在内窥镜 112 的视场 430 中手术部位 426 是相对清楚的。

[0078] 图 4C 进一步展示了端口结构 432 可以安置在切口 428 中。插管 416a、416b 和 252 都延伸穿过端口结构 432。这类端口结构可以具有各种构型(如下面详细说明)。

[0079] 图 5 是与弯曲插管一起使用的示例性柔性器械 500 的图解视图。器械 500 包括近端力传送机构 502、远端手术末端执行器 504 以及联接力传送机构 502 和末端执行器 504 的轴 506。在一些实施方式中,轴 506 是无源柔性的并且包括三个区段——近侧区段 506a、远侧区段 506c 以及位于近侧区段 506a 和远侧区段 506c 之间的中间区段 506b。在一些实施方式中,这些区段 506a、506b、506c 中的每一个的特征在于可以具有不同刚度。区段 506a 是轴 506 的从力传送机构 502 朝向弯曲插管延伸的部分,轴 506 的其他区段延伸穿过弯曲插管。结果,与其他区段 506b、506c 相比较,区段 506a 是相对刚性的。在一些实施方式中,区段 506a 可以是有效地刚性的。与其他两个区段 506a、506c 相比较,区段 506b 是相对更柔性的。在手术操作期间区段 506b 的大部分位于该弯曲插管内,并且因此区段 506b 被做成相对柔性从而减少与弯曲插管内壁的摩擦力,但它没有被做成如此柔性使得在手动或伺服控制操作下在插入期间它翘曲。与区段 506b 相比较,区段 506c 是相对更硬的,因为区段 506c 从该弯曲插管的远端延伸。因此,区段 506c 被做成足够柔性使得可以将它插入穿过该弯曲插管的弯曲处,然而将它做成足够刚性从而为末端执行器 504 提供足够的悬臂支撑。然而,在一些实施方式中,轴区段 506a-506c 每个都具有相同的物理结构(每个由相同的一种或多种材料构成,并且选择该一种或多种材料以便具有各区段可接受的弯曲刚度)从而因此这些区段具有相同的刚度。对于需要通过轴滚动获得末端执行器滚动 DOF 的器械来说,所有三个区段 506a-506c 都是足以从器械的近端至远侧手术末端执行器 504 传递滚动运动的扭转性刚性的。下文参考图 9 对示例进行说明。在一个实施方式中,轴 506 是约 43cm 长。

[0080] 图 6 是力传送机构 502 的实施方式的底视图。如图 6 中所示,da Vinci® 手术系统中使用的手术器械的力传送机构已经被改造从而消除了用于控制该器械上腕部机构的机构,并且仅使用单个的界面盘对末端执行器(或其他可运动部件)的夹钳进行控制。因此在一个示例性实施方式中,一个界面盘 602a 滚动轴 506 从而为末端执行器 504 提供了滚动 DOF,并且第二界面盘 602b 操作末端执行器 504 的夹钳机构。在一个实施方式中,传送机构 502 中的隔板支撑穿过该器械轴的盘绕管(如下详述)。力传送机构 502 可以联接到 PSM 204 上,而 PSM 不需要任何机械修改。

[0081] 图 6 还显示力传送机构 502 的实施方式可以包括导电界面引脚 604 和电联接到界面引脚 604 上的电子数据存储单元 606。可以将与器械 500 及其操作相关的参数(例如,器

械被使用的次数,用于控制的 Denavit-Hartenberg 参数(下面说明),等)存储在存储器 606 中并且在操作期间被自动手术系统访问用来适当地使用该器械(例如参见美国专利号 6,331,181(1999 年 10 月 15 日提交)(公开了手术自动工具、数据结构以及用途),通过引用将其结合在此)。在一个实施方式中,该器械延伸穿过其中的弯曲插管专用运动数据也可以存储在存储器 606 中,从而使得如果该系统检测出弯曲插管被安装(参见,例如图 10 和下面相关文字),该系统可以访问和使用所存储的插管数据。如果使用多于一个弯曲插管运动配置(例如,不同长度、弯曲半径、弯曲角度等),则每个容许的配置的专用数据可以存储在相关器械的存储器中,并且该系统可以访问并且使用被安装的该特定的插管配置的数据。此外,在一些情况下如果自动手术系统检测到柔性器械已经联接到保持直插管而不是弯曲插管的操纵器上,则该系统可以表明这种情况是非法状态并且阻止操作。

[0082] 图 7 是手术器械 500 的远侧部分的示例性实施方式的图解侧视图。如图 7 中所示,近侧 U 形夹 702 联接(例如,激光焊、焊料焊接等)到套管 704 上,在一种情况下该套管是由不锈钢形成的。套管 704 进而联接(例如,压接、粘合等)到轴 506 的远端上。可以使用其他已知的联接方法。近侧 U 形夹 702 是可以使用的多个手术器械末端实施器的示例性部件,多个手术器械末端实施器包括针驱动器、子弹头解剖器、弯剪、马里兰解剖器、施夹器、烧灼钩等。

[0083] 图 8 是去掉一部分的(cutaway)透视图,该视图显示器械轴 506 的一部分的示例性结构。两个张力元件 802a、802b 延伸穿过轴 506 的远侧部分,并且被联接从而操作该末端执行器(示例性显示;例如 da Vinci®手术系统器械中使用的 5mm 级手术末端执行器)。张力元件 802a、802b 可以分开,或它们可以是例如环绕在末端执行器中滑轮周围的相同元件的多个部分。在一个实施方式中,张力元件 802a、802b 是 0.018 英寸的钨丝。如图 8 中所示,张力元件 802a、802b 的近端联接(例如,压接等)到进一步近侧地延伸穿过大部分轴 506 的第二张力元件 804a、804b 的远端上。在一个实施方式中,张力元件 804a、804b 是 0.032 英寸的不锈钢海波管。在近端处(未显示)使用以类似方式联接的金属丝将张力元件 804a、804b 联接到传送机构 502 上。

[0084] 如图 8 中所示,张力元件 804a、804b 分别延伸穿过支撑管 806a、806b,它们引导张力元件 804a、804b 并且使它们保持避免在轴 506 内屈曲或扭折。在一个实施方式中,支撑管 806a、806b 是不锈钢(例如,304V(减少摩擦的真空熔制))盘绕管(0.035 英寸内径;0.065 英寸外径),并且可以使用其他材料和结构。为了减少当每个张力元件滑动到其支撑管内部时的摩擦,摩擦减小鞘 808a、808b 被布置在该张力元件与该支撑管的内壁之间。在一个实施方式中,鞘 808a、808b 是聚四氟乙烯(PTFE),并且可以使用其他材料。两个支撑管 806a、806b 被布置在单个的内部轴管 810 内。在一个实施方式中,将平面-螺旋不锈钢丝用于内部轴管 810 用来在滚动期间提供抗扭刚度。外部轴管 812(例如,编织的不锈钢网或适合用于保护这些轴部件的其他材料)包围内部轴管 810。弹性体外皮 814(例如, Pellothane®或其他适当的材料)包围该外部轴管 812。外皮 814 保护轴 506 的内部部件免受例如手术期间体液的直接污染,并且该外皮有助于轴 506 滑入该弯曲插管中。在一些实施方式中,轴 506 具有大致 5.5mm(0.220 英寸)的外径。

[0085] 在一个示例性实施方式中,该支撑管和张力元件组件可以用 PTFE 浸涂从而提供减小摩擦的“鞘”。将浸涂材料填充入这些盘绕管之间的空间从而形成管。在另一示例性实

施方式中,在将盘绕管卷曲之前预涂覆丝,并且然后将该盘绕管烘焙用来将涂层再熔化并且形成该固体管。可以将该管的末端围绕这些张力元件进行密封从而防止污染物(例如,体液)进入该张力元件与该盘绕管之间。

[0086] 轴 506 可以包括额外的部件。如图 8 中所示,例如,在一些实施方式中一个或多个加强杆 816 穿过轴 506 的不同部分。杆 816 的数量、尺寸以及构成可以不同从而提供部分 506a-506c 的不同刚度(如上所述)。例如,在一些实施方式中,杆 816 是不锈钢。此外,在一些实施方式中另一种材料的一个或多个额外的杆 818 可以穿过轴 506 的一个或多个部分。例如,图 8 显示聚芳醚醚酮(PEEK)的第二杆,在一个实施方式中该杆穿过远侧区段 506c 从而提供除了来自杆 516 的刚度之外的刚度。此外,可以将用来提供例如抽吸和/或冲洗的一个或多个补充管包括在轴 506 中(除了这些加强杆之外或替代这些加强杆)。并且,可以包括额外的张力元件用来操作例如位于该器械轴远端的可选的多 DOF 腕部机构。

[0087] 图 9 是去掉一部分的透视图,该视图显示器械轴 506 的部分的第二示例性结构。张力元件 902a、902b、904a 和 904b 类似于上述张力元件 802a、802b、804a 以及 804d。这些张力元件每个都通过多通道支撑管 906 中各个通道。在一个实施方式中,管 906 是具有多个通道 908 的聚四氟乙烯(FEP)挤压件,并且可以使用其他材料。FEP 提供了这些张力元件在其上滑动的低摩擦表面。类似于上面图 8 和相关文字中公开的那些的一个或多个加强杆(未显示)可以通过支撑管 906 中不同的其他通道 908 从而为每个器械轴区段 506a-506c 提供期望的刚度。七通道管 906 示于图 9 中,并且可以将加强杆或其他元件插入中心通道中。额外的线缆(例如用于操作轴 506 远端的可选的多 DOF 腕部机构)可以通过管 906 中的其他通道。替代地,可以通过这些通道提供其他功能(例如抽吸和/或冲洗)。

[0088] 图 9 进一步显示环绕支撑管 908 从而为轴 506 提供轴向和扭转刚度的轴体管 910(例如,挤压的 PEEK 或其他适当的材料)。外皮或涂层 912 环绕本体管 910 用来当轴 506 在弯曲插管内部滑动时减少摩擦并且用来保护这些轴部件。在一个实施方式中,外皮 912 是热收缩在支撑管 910 周围的 0.005 英寸 FEP 层,并且可以使用其他适当的材料。在图 9 中所示结构的一个实施方式中,轴 506 外径是约 5.5mm(0.220 英寸),其中单个挤压件 PEEK 本体管具有约 5.0mm 的外径以及约 3.5mm 的内径。使用 PEEK,因为它的刚度(弹性模量或杨氏模量)低到足以允许用足够小的径向力弯曲从而限制该弯曲插管内部的摩擦力,以使得器械 I/O 不显著受到影响,但是它的弹性模量高到足以延伸超过该弯曲插管远端的轴远侧部分 506c 提供良好的悬臂梁刚度,用来抵抗传送机构与该插管近端之间轴的任何部分的屈曲,并且用来沿着该器械轴的长度以足够的刚度和精度传递滚动运动和扭矩。

[0089] 当弯曲插管的弯曲半径减小时,器械轴刚度主要由于摩擦力必须也降低。如果将各向同性的材料用于该器械轴,如图 9 中展示的,则从该插管远端延伸的轴部分的刚度也降低。在某一点处,轴的延伸远端的刚度或传送机构与插管之间的轴部分的刚度可以变成低得不可接受。因此,可以取决于插管的弯曲半径以及内径限定具有固定尺寸的各向同性的材料轴的刚度范围。

[0090] 图 10 是示例性弯曲插管 416 的图解视图。如图 10 中所示,插管 416 包括安装区段 1002 以及插管本体区段 1004。该安装区段 1002 被配置成安装在自动系统操纵器上(例如,PSM 204)。在一些实施方式中,一个或多个结构 1006 被布置在该安装区段 1002 上用来被该操纵器的插管支座中的传感器 1008 检测。传感器 1008 检测到的结构 1006 的存在例

如可以指示该插管被适当地安装和插管的类型（例如，直的或弯曲的、插管长度、弯曲半径等）。在一个实施方式中，这些结构 1006 是凸起的环形金属环，并且相应的传感器 1008 是霍尔效应传感器。

[0091] 安装区段 1002 还可以包括机械销栓 (key) 结构 1009，该结构与操纵器上相应的结构配合用来确保该插管以相对于操纵器插入轴线适当的取向来安装。以此方式，例如，可以制造“左侧”和“右侧”弯曲插管。此外，为了区别左侧和右侧弯曲方向，可以使用该销栓结构来确保该插管以适当角度在该操纵器支座中滚动从而使得这些器械以期望的角度接近手术部位。熟知人员应当理解的是可以使用许多不同的机械销栓结构（例如，配合的销 / 孔、突舌 / 凹槽、球 / 定位件等）。图 10A 展示了示例性销栓结构。如图 10A 中所示，销栓结构 1030 附连（例如，焊接）到弯曲插管的安装支架 1032 一侧。销栓结构 1030 包括凹口 1034 以及两个垂直对齐的销钉 1036a 和 1036b，该凹口接收自动操纵器的插管安装支架的一部分。对齐销钉 1036a 和 1036b 与操纵器安装支架中对应的对齐孔配合从而确保该插管相对于该操纵器的适当滚动方向。

[0092] 图 11A 和 11B 是两个弯曲插管的远端 1102a 和 1102b 的图解视图，外科医生可以在外科医生控制台的 3-D 显示器 1104 中看到它们，该显示器输出在内窥镜视场中捕获的图像。在该显示器中，弯曲插管延伸离开内窥镜从而使器械 1106a 和 1106b 能够到达手术部位处的组织 1108。能够以不同的滚动角度将这些插管安装在操纵器上，或可以在手术期间将这些操纵器定向，从而使得这些器械以不同角度接近手术部位。因此，能够以数种方式描述插管滚动方向。例如，可以彼此相关联地描述插管滚动角度。图 11A 显示在一个实施方式中这些插管可以被定向为其远侧弯曲大致地位于单个共同平面中，这样使得这些器械以完全相反的角度朝向手术部位延伸。图 11B 显示在一个实施方式中这些插管可以被定向为其远侧弯曲位于相对于彼此成角度的平面中，例如如图所示大约 60 度，从而使得这些器械以偏斜角朝向手术部位延伸。许多插管弯曲平面关系角度是可能的（例如，120、90、45、30 或 0 度）。用于表达插管滚动方向的另一种方式是将其限定为包括插管弯曲的平面与操纵器自由度之一（例如，俯仰）的运动平面之间的角度。例如，可以安装插管使得它的弯曲位于与操纵器的俯仰 DOF 成 30 度角度的平面上。因此，用于得到图 11B 中所示的器械插管位置的一个示例性方法是彼此面对地定位这两个 PSM，使其俯仰运动平面大致平行（这些平面可以稍微偏移以便这两个插管在它们运动中心不交叉）。然后，将每个弯曲插管定向为相对于其对应的 PSM 俯仰运动平面成大致 30 度角。

[0093] 再次参考图 10，在一些实施方式中插管本体区段 1004 被分成近侧区段 1004a、中间区段 1004b 以及远侧区段 1004c。近侧区段 1004a 是直的，并且它的长度被做成足以支撑 PSM 提供充分运动间隙。中间区段 1004b 被弯曲用来从操纵器位置为手术部位提供必要的器械三角测量，它提供了足够的运动范围用来完成手术任务，而没有显著的碰撞。在一个实施方式中，以 5 英寸弯曲半径将中间区段 1004b 弯曲 60 度。其他弯曲角度和弯曲半径可以用于特定的手术操作。例如，可以最佳地设置一个插管长度、弯曲角度以及弯曲半径以便从特定的切口点（例如，在脐部）朝向一个特定的解剖学结构（例如，胆囊）延伸，同时可以最佳地设置另一个插管长度、弯曲角度和 / 或弯曲半径以便从特定的切口点朝向第二特定的解剖学结构（例如，阑尾）延伸。并且，在一些实施方式中，可以使用各自具有不同长度和 / 或弯曲半径的两个插管。

[0094] 该弯曲区段的内壁与在内部滑动的柔性器械之间相对紧密的间隙要求该弯曲区段沿其整个长度的横截面都是圆形的或接近圆形的。在一些实施方式中,该弯曲插管是由 304 不锈钢制成的(锻制硬化),并且使用例如弯曲固定件或计算机数字控制(CNC)弯管机将弯曲区段 1004b 弯曲。对于 5.5mm(0.220 英寸)外径的器械而言,在一些实施方式中,该弯曲插管的内径被制成为大致 0.239 英寸,它给还将为器械轴提供良好的滑动性能的内径制造变化提供了可接受的公差。

[0095] 远侧区段 1004c 是插管本体的短直区段。参考图 12A,可以看到的是由于器械轴外径与插管内径之间较小的空间(为了强调的目的放大显示),并且由于器械轴的弹性(虽然是无源柔性的,但它可以保持变直的倾向),器械轴的远侧区段 1202 接触该插管远端的外边唇。结果,如果这些弯曲插管在弯曲区段 1004b 处终止,则器械的远侧区段 1202 以相对于插管延伸中心线 1204 的相对较大的角度延伸出插管外面(再一次放大显示)。此外,器械轴与外边唇之间的角度在器械抽出期间引起增大的摩擦(例如,刮擦)。然而,如图 12B 所示,将远侧区段 1004c 添加到插管上减少了远侧区段 1202 与插管的延伸中心线 1204 之间的角度,并且还减少了外边唇与器械轴之间的摩擦。

[0096] 如图 12C 所示,在一些实施方式中,套管 1206 被插入远侧区段 1004c 的远端中。套管 1206 在远端使该弯曲插管的内径变小,并且这样进一步帮助延伸器械轴的远侧区段 1202 接近插管的延伸中心线 1204。在一些实施方式中,套管 1206 的外边唇经过圆整,并且套管 1206 的内径相对接近器械轴的外径。通过防止器械抽出期间组织被夹紧在器械轴与插管之间,这帮助减少可能的组织损伤。在一些实施方式中,套管 1206 是由 304 不锈钢制成的,并且是大致 0.5 英寸长,具有大致 0.225 英寸的内径。套管 1206 也可以由减少摩擦的材料例如 PTFE 制成。在替代实施方式中,不是使用单独的套管 1206,而是可以型锻该弯曲插管的远端以减少插管的内径从而产生类似效果。

[0097] 图 13 是示意图,该图展示了弯曲插管和柔性器械组合的替代实施方式。代替上述简单的 C 形弯曲,弯曲插管 1302 具有复杂的 S 形弯曲(平面的或立体的)。在一个示例性实施方式中,每个弯曲具有约 3 英寸的弯曲半径。远侧弯曲区段 1304 为手术器械提供三角测量,并且近侧弯曲 1306 为例如 PSM 204b(可替代地,在手动实施方式中,为手术器械手柄和外科医生的手)提供了间隙。如所描述的,自动控制的手术器械 402b 的无源柔性轴 404b 延伸穿过弯曲插管 1302 并且超过插管的远端 1308。为了清楚的目的将第二弯曲插管和柔性器械组合从该图形中省略。S 形弯曲插管的用途类似于如在此公开的 C 形弯曲插管的用法。然而,对于 S 形插管而言,在针对内窥镜视场限定的坐标系中,控制该器械的操纵器被定位在该手术部位的与对应的末端执行器相同的侧面上。因为与 C 形插管相比较,S 形插管中多个弯曲引起该器械轴与插管壁之间沿着插管长度在更多的点处接触,在每个点处具有类似法向力的情况下,S 形插管的器械和插管之间的 I/O 和滚动摩擦相对较大。

[0098] 端口结构

[0099] 图 14A 是可以与在此说明的弯曲插管和器械组合,以及与内窥镜和一个或多个其他器械一起使用的端口结构 1402 的示例性实施方式的图解平面图。图 14B 是图 14A 中所示的实施方式的俯视透视图。端口结构 1402 被插入患者体壁中单个切口中。如图 14A 中所示,端口结构 1402 是具有五个通道的单个体,这些通道在顶表面 1404 与底表面 1406 之间延伸。第一通道 1408 用作内窥镜通道并且尺寸被做成用来容纳内窥镜插管。在替代实施方式

中,可以将通道 1408 尺寸做成用来容纳无插管的内窥镜。如图 14A 中所示,内窥镜通道 1404 从端口结构 1402 的中心轴线 1410 偏移。如果手术操作需要吹入操作 (insufflation),它可以通过内窥镜插管上的公知结构来提供。

[0100] 图 14A 显示了另外两个通道 1412a 和 1412b,它们用作器械通道并且各自尺寸被做成用来容纳在此所述的弯曲插管。通道 1412a、1412b 对角延伸穿过端口结构 1402 以便容许弯曲插管的定位。因此,在一些实施方式中,通道 1412a、1412b 延伸穿过一个平面,该平面在图 14A 中显示的方向上将该端口结构分成左侧和右侧。如图 14A 中所示,器械通道 1412a 和 1412b 也从中心轴线 1410 偏移。在使用期间,内窥镜和器械插管的远程运动中心将大体上位于各自通道内的中间垂直位置。通过从中心轴线 1410 水平地偏移该内窥镜通道 1408 以及器械通道 1412a、1412b,可以将这组远程中心的中心点大致地定位在该端口结构的中心中(即,该切口的中心中)。将远程中心紧密地布置在一起将手术期间患者创伤降至最低(例如,由于插管运动期间组织拉伸)。并且,该端口结构使这些插管彼此接近但是抵制组织迫使插管朝向彼此运动的倾向性,因此防止这些插管彼此干扰。在不同实施方式中可以使用不同通道角度,从而允许所使用的具体弯曲插管的配置或从而促进具体手术操作所需要的弯曲插管布置。

[0101] 图 14A 还显示了两个示例性的可选辅助通道 1414 和 1416,这些通道垂直地延伸通过端口结构 1402(辅助通道的数量可以改变)。与第二辅助通道 1416 的直径相比较,第一辅助通道 1414 的直径相对较大(不同尺寸的直径可以用于各自辅助通道)。首先,可以使用辅助通道 1414 来将另一手术器械(手动或自动设备,例如牵引器或抽吸器械;具有或不具有插管)通过端口结构 1402 插入。如图 14A 中所示,内窥镜通道 1408、器械通道 1412a、1412b 以及第一辅助通道 1414 各自包括密封件(下述),并且第二辅助通道 1416 不包括。因此,类似地可以使用第二辅助通道 1416 来插入另一手术器械,或可以将它用于另一目的(通过使其在通道中不具有密封件能更好地用于该目的),例如用于为柔性抽吸或冲洗管(或其他非刚性器械)提供通道,或用于为吹入操作或排空(可以使用该内窥镜插管或其他插管上的典型结构来进行吹入操作)提供通道。

[0102] 图 14A 显示在一些实施方式中,可以将端口定向结构 1418 定位在顶部表面 1404 上。使用期间,外科医生将端口结构 1402 插入到该切口中并且然后对该端口结构进行定向从而使得定向指示物 1418 大体上在手术部位的方向上。因此该端口结构被定向用来为内窥镜和弯曲插管提供必要的位置以便进行手术操作。可以用各种方式获得定向结构 1418,例如模制或印制在顶部表面 1404 上。类似地,图 14A 显示在一些实施方式中器械端口识别结构 1420a 和 1420b(示出圆圈数字“1”和“2”)可以各自定位在两个器械端口之一附近用来标识该器械通道。可以将类似的识别结构放置在意图用于“左侧”或“右侧”上的插管上,这样使得医务人员可以通过匹配该插管和该端口通道识别物容易地将弯曲插管放置在其适当的端口通道中。

[0103] 在一些实施方式中,端口结构 1402 由具有刚度值约 15 肖氏 A 的注模硅胶的单件组成。可以使用端口结构 1402 的其他配置,包括具有二级插管的多件式端口结构,其可以容纳例如在此所述的内窥镜和弯曲插管两者。

[0104] 参考图 14B,在一些情况中,顶部表面 1404 和底部表面 1406(未显示)做成凹形。图 14B 还显示在一些情况下端口结构 1402 被收腰。腰部 1422 提供了帮助将端口结构 1402

保持在切口内适当位置中的顶部凸缘 1424 和底部凸缘 1426。因为端口结构 1402 可以由一种软的弹性材料制成,所以由腰部 1422 以及凹形顶部和底部表面形成的凸缘 1424、1426 容易变形从而允许外科医生将该端口结构插入该切口中,并且然后凸缘返回到它们的初始形状用来将该端口结构保持就位。

[0105] 图 15A 是沿图 14 中的切割线 A-A 截取的图解横截面视图,并且它展示通道 1408b 如何以角度从顶部至底部表面从一侧至另一侧经过端口结构 1402。通道 1408a 类似地沿相反方向延伸。当适当地插入时,两个通道交叉的垂直位置(图 15A 中方向,通道 1412a(未显示)更接近于观察者,从右上至左下穿过该端口结构)大致地是相应的插管远程运动中心的垂直位置。如上所述,在一些实施方式中,可以将密封件放置在通过端口结构 1402 的一个或多个通道中,并且图 15A 显示了示例性地定位在该插管远程运动中心的垂直位置的这样的密封件示例。

[0106] 图 15B 是器械通道 1412b 内密封件 1502 的示例实施方式的详细视图。如图 15B 中所示,密封件 1502 包括一体模制的固体环 1504,该环从通道 1412b 的内壁 1506 向内朝向通道 1412b 的纵向中心线延伸。小开口 1508 保留在环 1504 的中心中以允许该环围绕插入的物体拉伸张开,但是该开口大体上小到足以防止任何显著的流体通过(例如,吹入气体逃逸)。因此,这些密封件允许在插入任何器械(例如,插管)之前进行吹入操作(例如,通过该端口结构的辅助通道)。当该端口结构是柔性时,这些密封件还改善了该端口结构与这些插管之间的密封,并且因此通过手术期间插管的运动使这些通道的形状发生变形。

[0107] 熟知人员应当理解的是可以使用用于执行有效密封的各种其他方法。例如,在另一个密封实施方式中,一体模制的弹性膜完全封闭了通道,并且在将物体第一次插入穿过该通道时刺穿该膜。然后,该膜与该物体形成密封。在其他实施方式中,可以将单独的密封件插入该通道中。例如,可以将环形定位件(detent)模制在通道壁 1506 中,并且然后可以将密封件定位并且保持在该定位件中。

[0108] 图 15C 是在图 14A 中切割线 B-B 处截取的图解横截面视图。切割线 B-B 通过内窥镜通道 1408 的中心线,因此切割线 B-B 不包括辅助通道 1414 或 1416 的中心线。图 15C 展示了在一些实施方式中内窥镜通道 1408 包括密封件 1508,并且辅助通道 1414 包括密封件 1510,但是辅助通道 1416 不具有密封件。图 15C 进一步展示了密封件 1508 和 1510 类似于密封件 1502,虽然可以如上所述使用各种密封件。

[0109] 图 15D 是在图 14 中切割线 A-A 处截取的图解横截面视图,并且它展示了在一些实施方式中存在水平地延伸横过该端口结构的中部的导电的硅酮层 1512(例如,如所示在腰部 1422)。导电层 1512 显示在该端口结构的顶部和底部表面之间的间隔开的中间位置,因此它包含如上所述的密封件。在其他实施方式中,导电层可以是位于不包含这些密封件的另一个垂直位置处,或可以使用两个或更多个导电层。在一些实施方式中,这些通道的内部在导电层处缩小但是不必配置成密封件,从而在导电层与该器械之间提供了必要的电接触。在一个实施方式中,导电层 1512 与该端口结构的上部分 1514 和下部分 1516 一体地模制。由于必要的添加剂,与上部分和下部分相比较,该导电硅酮可以具有更高的刚度值,但是因为它大致地定位在插管运动中心的高度处,所以与无导电层的类似的插管结构相比较,较高的刚度没有显著地影响插管运动。这种导电层在患者体壁(它与端口结构的外表面接触)与通过该通道的该插管和/或器械之间形成导电路径。在电烙术期间这个导电路

径提供了电接地路径。

[0110] 如上所述, 在一些情况下, 可以将端口结构 1402 插入穿过整个体壁。然而, 在其他情况下, 不可做出穿过整个体壁的单切口。例如, 单个切口可以包括在脐处 (例如, 以 Z 形) 做出的单个经皮切口以及在下面筋膜中的多个切口。因此, 在一些情况下, 该端口结构可以被省略, 并且当该内窥镜插管和弯曲插管中的每一个延伸穿过该单个经皮切口时, 这些插管每一个都通过筋膜中分开的 / 单独的切口, 并且可以被它们支撑。图 16A 是图解视图, 该视图展示了内窥镜插管 1602 以及左侧和右侧弯曲插管 1604a 和 1604b 的部分, 这些插管通过单个的皮肤切口 1606, 并且然后每一个都通过分开的筋膜切口 1608。在一些情况下, 手术室人员可以期望在这样的单个的经皮的 / 多重筋膜切口中对于插管额外的支撑 (例如, 当插入的插管对接到它们相关的自动操纵器上时)。在这类情况中, 可以使用类似于顶部部分 1514 (图 15D) 或类似于结合的顶部部分 1514 和导电层 1512 配置的端口。

[0111] 图 16B 是另一个端口结构的图解透视横截面视图, 该端口结构可以用于与单个皮肤切口 / 多个筋膜切口手术。端口结构 1620 在配置上类似于端口结构 1402, 并且也将上述特征 (例如, 定向和端口指示物、可适用时的密封件、软的弹性材料等) 应用到端口结构 1620 上。端口结构 1620 具有大体圆柱形的本体, 它包括顶部表面 1622、底部表面 1624 以及位于该顶部表面和底部表面之间的窄的侧壁腰部 1626。因此, 顶部凸缘 1628 和底部凸缘 1630 形成于该侧壁和该顶部和底部表面之间。在使用期间, 将皮肤保持在该上部凸缘和下部凸缘之间的腰部 1626 中, 并且底部表面 1624 和底部凸缘 1630 保持在皮肤下面的筋膜层上。

[0112] 图 16B 进一步显示四个示例性端口, 这些端口在该端口结构的顶部和底部表面之间延伸。通道 1632 是内窥镜通道, 并且通道 1634 是辅助通道, 类似于上面关于端口结构 1402 所述的通道。类似地, 通道 1636a 和 1636b 是成角度的器械通道, 这些通道类似于上述通道, 通道 1636b 从右上朝向左下成角度 (如显示), 并且通道 1636a 从左上朝向右下成角度 (隐藏不可见)。然而, 与端口结构 1402 的器械通道不同, 端口结构 1620 的器械通道 1636a 和 1636b 的中心线不与端口结构的垂直中线交叉。相反地, 成角度的器械通道终止于端口结构 1620 的中线处, 这样使得这些插管和器械的远程运动中心被定位在下面的筋膜切口处 (展示了示例性的运动中心位置 1638)。因此, 可以看到的是器械通道在该端口结构的底部表面上的出口位置可以改变从而将运动中心布置在相对于患者组织的期望位置处。

[0113] 对于一些手术操作而言, 单个切口和手术部位之间 (例如, 脐与胆囊之间) 的直线开始相对于患者的冠状 (正面) 平面成锐角地接近。结果, 这些插管以相对于皮肤表面相对小的角度 (锐角) 进入该单个切口中, 并且该体壁扭曲并且施加扭矩在这些插管 / 器械上或在该端口上。图 17A 是另一端口结构 1702 的图解顶视图, 并且图 17B 是它的图解侧视图, 该端口结构可以用于引导以及支撑两个或更多个插管穿过单个切口进入。如图 17A 和 17B 中所示, 端口结构 1702 包括上部漏斗区段 1704、下前舌部 1706 以及下后舌部 1708。在一些实施方式中, 该漏斗区段和舌部是单个件。例如可以由相对刚性模制的塑料例如 PEEK、聚醚醚酰胺 (例如, Ultem® 产品)、聚乙烯、聚丙烯等形成端口结构 1702, 从而使得端口结构 1702 大体上在使用期间保持其形状。当定位在切口 1710 中时, 下舌部 1706、1708 在本体的内侧, 并且漏斗区段 1704 保持在本体的外侧。如这些图中所示, 在一些实施方式中漏斗区段 1704 被成型为倾斜的圆锥或椭圆锥, 当在如下所述的切口中该端口结构被扭曲时它减

少了对定位在该漏斗区段上的设备的干扰。可以看到的是一旦就位,可以将漏斗区段 1704 的远端 1712 压向皮肤表面。这个动作引起该上面漏斗部分与下舌部之间腰部区段 1714 在该切口内弯曲,这有效地对该切口再定向,并且使得它为手术部位提供阻力更小的路径。前舌部防止在这个弯曲过程中端口结构 1702 从切口内出来。此外,在漏斗区段的远端 1712 上向下推使得前舌部的远端 1716 升高。在一些实施方式中,该前舌部的尺寸和形状可以被做成在将舌部的远端升高时缩回组织。后舌部 1708 还帮助将端口结构 1702 保持在切口内。

[0114] 端口结构 1702 还包括至少两个进入通道,用来容纳内窥镜和器械插管。如图 17A 中所展示的,在一些实施方式中,四个示例通道在腰部部分 1714 内。内窥镜插管通道 1720 被放置在腰部部分 1714 的中间,并且三个器械插管通道 1722 被定位在内窥镜插管通道 1720 周围。在一些实施方式中,这些通道形成于与该漏斗区段和这些舌部相同的单件中。在其他实施方式中,这些通道形成于圆柱形工件 1723 中,该工件被安装从而如箭头 1723a 指示在腰部区段 1714 中旋转。在一些实施方式中,这些器械插管通道 1722 各自形成于球窝头节 1724 中,该球头节被定位在腰部区段 1714 中(例如,直接地或在该圆柱形工件中)。这些插管的远程运动中心被定位在这些球窝接头中,然后允许这些插管在端口结构 1702 内容易地枢转。在其他实施方式中,这些通道被配置成接收球,该球在远程运动中心安装(例如,压力装配)到插管,然后该插管球在该通道中象球窝接头一样来枢转。在其他实施方式中,可以将腰部区段的顶部和底部表面(例如,该圆柱形工件的顶部和底部表面)倾斜从而允许增加插管在该球窝接头中运动的运动范围。在一些实施方式中,该内窥镜插管通道 1720 不包括球窝接头。在一些实施方式中,可以使内窥镜和/或具有刚性轴的器械路由穿过它们对应的无插管的通道。

[0115] 图 18A 是又一端口结构 1802 的图解顶视图,并且图 18B 是它的图解侧视图,该端口结构可以用于引导以及支撑两个或更多个插管穿过单个切口进入。端口结构 1802 的基本构型类似于端口结构 1702,例如漏斗区段、前舌部以及这些通道是大体上类似的。然而,在端口结构 1802 中,后舌部 1804 可以从与前舌部 1806 对齐的位置(如通过替换位置 1808 所指示)旋转到与该前舌部相对的位置(如图 18B 中所示)。因此,后舌部 1804 可以做成比后舌部 1708(图 17B)相对更长,并且可以仍然将端口结构 1802 插入单个的小切口中。当将端口结构 1802 定位在该切口内时,后舌部 1804 与前舌部 1806 对齐,并且然后当该端口结构就位时,将它旋转至后面位置。在一个实施方式中,后舌部 1804 偶联到包含这些通道的旋转圆柱体上(如上所述),并且定位在漏斗区段内部位于圆柱形工件上的接片 1810 如箭头指示从它的替换的插入位置 1812 朝向前面旋转从而将该后面的舌部定位用于手术用途。

[0116] 在此所述的端口结构的多个方面不被限制为与一个或多个弯曲插管一起使用,并且这类端口结构可以例如与直器械插管、刚性器械轴(具有或不具有插管)一起使用,并且用于自动和手动手术两者。

[0117] 插入固定件

[0118] 在多端口微创手术中,该内窥镜通常是插入的第一手术器械。一旦插入,该内窥镜可以被定位用来观察其他插管和器械插入物从而使得器械不能无意地接触和损害组织。然而,在单个切口内,一旦将内窥镜插入,至少最初将其他插管以及器械插入该内窥镜视场的外侧。并且,对于弯曲插管而言,难以确保插管末端将直接地运动进入内窥镜视场中

而不接触其他组织。此外,当这些自动操纵器被调节并且然后联接(对接)到这些插管上时使这些插管保持适当地定位和取向可能需要多于一个人的相当大的手动灵巧性。因此,需要安全并且容易地将多个器械插入穿过单个切口的方法。在一些手术操作中,端口结构(例如上述的那些)可以提供安全地插入多个器械的适当的方法。在其他手术操作中,或者由于外科医生偏好,可以使用安全地插入多个器械的其他方法。

[0119] 图 19A 是插管插入固定件 1902 的示例的透视图。如图 19A 中所示,插入固定件 1902 能够引导内窥镜插管和两个弯曲的器械插管进入单个切口中。其他实施方式可以引导更多或更少的插管。插入固定件 1902 包括底座 1904、内窥镜插管支撑臂 1906 以及两个器械插管支撑臂 1908a 和 1908b。如图 19A 中所示,内窥镜插管支撑臂 1906 被刚性地安装在底座 1904 上,虽然在其他实施方式中它可以被枢转地安装。内窥镜插管支撑臂 1906 的远端被向下朝向底座平面弯曲并且包含内窥镜插管支撑槽 1910。支撑槽 1910 中的定位件 1912 允许该内窥镜插管定位并且保持在各种角度下。

[0120] 图 19A 还显示了在铰链 1914a 处器械插管支撑臂 1908a 被枢转地安装在底座 1904 上。器械插管支座 1916a 位于插管支撑臂 1908a 的远端并且保持一示例性的器械插管(例如,如上所述的弯曲插管)。插管支座 1916a 可以包括一个或多个机械销栓结构以便确保该插管被保持在期望的滚动方向上(如上所述)。图 19A 显示了在插入位置中支撑臂 1908a 和它相关插管的位置。

[0121] 图 19A 进一步显示了在铰链 1914b 处另一器械插管支撑臂 1908b 被枢转地安装在底座 1904 上,在与支撑臂 1908a 相对的一侧上。支撑臂 1908b 包括类似于插管支座 1916a 的器械插管支座 1916b。图 19A 显示了在插管插入穿过切口之前支撑臂 1908b 和它相关的插管的位置。这些插管被插管支座 1916a、1916b 保持使得铰链 1914a、1914b 的旋转轴线大致位于弯曲插管的弯曲轴线处。因此,当这些支撑臂在铰链处旋转时,弯曲插管运动穿过大致相同的小区域,该区域与单个切口或进入身体的其他入口对齐。参考图 19B,可以看到的是支撑臂 1908b 已经被移动从而插入其相关插管,该插管以弧形运动穿过该切口。此外,可以将铰链 1914a、1914b 定向使得两个插管运动穿过切口中稍微不同的区域从而在该切口中在不同的插管之间建立令人期望的间隙以及安排。

[0122] 插管插入固定件的示例性用途是使用单个经皮的/多个筋膜的切口(例如上述之一)。外科医生首先做该单个经皮切口。接下来,外科医生将解剖(例如,尖的)阻塞器插入内窥镜插管中并且以令人期望的角度将该内窥镜插管联接到该插入固定件上。这时,外科医生可以将内窥镜插入穿过该内窥镜插管用来观察进一步插入,将该内窥镜插管和内窥镜安装到自动操纵器上或暂时地用手支撑该内窥镜。然后,外科医生可以沿着它们的插入弧线来移动该插管直至它们接触体壁。使用一种解剖阻塞器,该外科医生然后可以将每个插管插入穿过筋膜。然后外科医生可以可选地从这些插管中取出解剖阻塞器并且将这些插管清空或插入钝的阻塞器。然后,外科医生可以继续将这些器械插管移动到它们完全插入的位置,其中它们的远端被定位从而显示在内窥镜的视场中。一旦将这些插管插入,可以将这些自动操纵器移动入位,并且然后可以将器械插管安装(对接)到它们的自动操纵器上。然后将插入固定件移开,并且在内窥镜显示下穿过这些插管朝向手术部位插入柔性轴器械。这个示例性插入过程是通过各种切口和身体开口使用插入固定件来插入和支撑任何数量的插管的多种可能变化的示例。

[0123] 在一些情况下,可以使用插入固定件的一个实施方式来支撑这些插管,同时通过该插管插入并在手术部位使用一个或多个手动操作的器械。

[0124] 在一些替代的实施方式中,插入固定件可以被简化从而仅提供在对接到它们相关的操纵器期间将插管保持在固定位置中的方式。例如,这可以通过以下各项来实现:首先插入这些插管,然后将固定件应用到该相机插管上,并且然后将该固定件附连到这些弯曲插管上。一旦将这些插入的插管联接到该固定件上,患者侧的机器人以及它的操纵器运动到相对于患者的适当位置。然后,当该固定件将相机插管和弯曲插管保持就位时,每个插管都对接到其相关的操纵器上。大体上,首先对接相机插管。

[0125] 图 19C 是插管稳定固定件 1930 的图解透视图。固定件 1930 包括底座 1932、两个插管保持器 1934a 和 1934b。臂 1936a 将插管保持器 1934a 联接到底座 1932 上,并且臂 1936b 将插管保持器 1934b 联接到底座 1932 上。底座 1932 被配置用来接收开口 1938 中的内窥镜插管,并且位于开口 1938 每侧上的两个一体的弹簧夹 1940a 和 1940b 将底座紧固地保持在该内窥镜插管上。每个插管保持器 1934a、1934b 被配置为通过接收类似于参考上面图 10A 所述的销栓结构的销栓结构来保持器械插管。插管保持器中的孔接收销钉 1036 (如图 10A 中所示)。在一个示例性实施方式中臂 1936a、1936b 是被硅酮管材覆盖的重铝线,并且使得这些臂可以根据需要来定位。每个臂支撑其相关的插管保持器和器械插管,使得当全部被定位到单个的皮肤切口时,这些器械插管相对于该内窥镜插管保持固定。熟知人员应当理解的是该固定件的多种变化是可能的以便在插入期间以及在对接到自动操纵器上期间将不同的插管作为单个单元有效地保持就位。

[0126] 图 20A-20D 是图解视图,这些图展示了将插管插入单个切口中的另一种方法。例如,图 20A 显示了内窥镜插管 2002 和两个弯曲插管 2004a 和 2004b。在一些情况下,可以将内窥镜 2006 插入内窥镜插管 2002 中。这些插管的远端被一起组合到帽 2008 内,并且如果适当的话内窥镜的成像端也被一起组合到帽 2008 内。在一些实施方式中,帽 2008 可以由足够硬的材料制成的正圆锥从而作为阻塞器来穿透体壁。在一些实施方式中,外科医生首先做出切口,并且然后穿过该切口插入其后组合的帽 2008 和插管。在一些情况下,该帽可以由透明材料制成,该材料允许内窥镜对该帽前面的插入路径成像。在一些实施方式中,帽 2008 可以与端口结构 2010 (例如上述之一或其他适当的端口结构) 组合在一起。因此在一些情况下,端口结构可以作为用于内窥镜和 / 或器械的一个或多个插管来起作用。(如所示,端口结构 2010 还展示在任何端口结构中通过吹入通道 2012 的吹入操作可以提供在一些实施方式中,虽然上述的吹入操作能够以其他方式来提供,例如通过这些插管之一)。绳索 2014 附连到帽 2008 上,并且绳索延伸到本体外部。

[0127] 图 20B 显示当将它更深地插入患者体内时,这些插管 (或适合时的器械) 的远端仍然组合在帽 2008 中。当端口结构 2010 仍然紧固在体壁 2016 中时,插管 (或适合时的器械) 滑动通过它,从而保持在帽 2008 内。在一些情况下,通过压一个或多个插管 (或适合时的器械) 将帽向内更深地运动。例如,可以将内窥镜插管和 / 或插管安装在自动相机操纵器上,并且可以使用该操纵器来将该帽向内更深地插入。

[0128] 图 20C 显示一旦插管 (或适合时的器械) 的远端达到期望的深度,这些插管可以联接到它们相关的自动操纵器上 (例如,插管 2004a 联接到操纵器 2018a 上并且插管 2004b 联接到操纵器 2018b 上)。然后可以通过这些器械插管之一插入手术器械 (例如,通过插管

2004b 插入手术器械 2020b, 如所示) 并且安装到相关的操纵器上 (例如操纵器 2018b)。然后可以使用该手术器械将该帽从这些插管 (或适合时的其他器械) 的远端去除。图 20D 显示可以在使用内窥镜和自动控制的器械 2020a 和 2020b 两者的手术过程期间将帽 2008 定位为远离患者体内的手术部位。帽 2008 可以可选地并入在该过程结束时用于样品回收的样品袋 2022。该样品袋可以可选地结合牵引绳以便将该袋子封闭, 并且该样品袋牵引绳可以可选地与帽绳索 2014 整合在一起。在手术完成并且器械、插管和端口结构被移开之后, 可以通过拉绳索 2014 来将帽 2008 (以及可选的袋) 移开。

[0129] 控制方面

[0130] 微创手术自动系统的控制是已知的 (参见例如, 美国专利号 5, 859, 934 (1997 年 1 月 14 日提交) (公开了在远程操作系统中转化坐标系的方法和装置)、6, 223, 100 (1998 年 3 月 25 日提交) (公开了用铰接的器械进行计算机增强手术的装置和方法)、7, 087, 049 (2002 年 1 月 15 日提交) (公开了在微创远程手术中主 / 从关系的复位和再定向) 以及 7, 155, 315 (2005 年 12 月 12 日提交) (公开了微创手术装置中相机参考控制) 以及美国专利申请公开号 US 2006/0178559 (2005 年 12 月 27 日提交) (公开了微创手术过程中用于合作和培训的多用户医学自动系统), 通过引用将所有这些结合在此)。可以如本文描述那样修改用于控制手术自动系统的控制系统以便与弯曲插管和无源柔性手术器械一起使用。在一种示例性实施方式中, 一种 da Vinci® 手术系统的控制系统是这样修改的。

[0131] 图 21 是弯曲插管 2102 的图解视图, 它具有安装在自动操纵器上的近端 2104、远端 2106 以及位于该近端和远端之间的弯曲区段 (例如, 60 度弯曲)。纵向中心线轴线 2110 被限定在该弯曲插管 2102 的近端和远端之间。此外, 限定了插入和抽出轴线 2112 用来包括中心线, 该中心线从该弯曲插管远端在直线上沿着纵向轴线 2110 延伸。因为无源柔性设备轴的远侧区段 (506c, 图 5) 是相对硬的, 当它延伸到该弯曲插管的远端外面时它大致地沿着插入和抽出轴线 2112 运动。因此, 控制系统被配置为使得该柔性轴作为具有插入和抽出轴线 2112 的直刚性轴来起作用。即, 将器械的 I/O 轴线作为从弯曲插管的远端延伸的直的纵向中心线, 并且该系统确定了器械末端沿着该 I/O 轴线 2112 的虚拟位置。通过双箭头 2114 展示在该插管远端处该器械 I/O 运动。为了防止延伸超过插管远端的该柔性轴的截面中过量的横向运动, 在一个实施方式中延伸距离是通过控制系统软件来调节的并且可以取决于例如所使用的具体器械的柔性轴远侧区段的刚度。并且在一个实施方式中, 该控制系统将不允许主操纵器移动该插管或器械直至该器械末端延伸超过该插管的远端为止。

[0132] 该控制系统还被修改为结合与弯曲插管相关的运动限制。器械末端延伸到插管外面的运动被描述为就像由坐标系的虚拟连续运动链所产生的一样 (通过一组 Denavit-Hartenberg 参数进行独特地描述)。例如, 在插管远端 2106 处的边界条件被定义为末端位置、末端方向以及沿着该弯曲区段的长度。使用这类边界条件来限定适当的 Denavit-Hartenberg 参数。如图 21 中所展示的, 坐标系可以限定为沿着纵向轴线 2110 在某处具有原点 (例如, 在插管远端运动中心 2116 处, 如所示)。这一坐标系的一条轴线 2118 可以限定为在点 2120 处与延伸的 I/O 轴线 2112 交叉。可以确定坐标系的原点与该插管远端 2106 之间的最小距离。各种不同的插管配置 (例如, 长度、弯曲角度、当安装在操纵器上的旋转, 等) 将具有各种相关的运动限制。然而, 对于器械 I/O 而言, 使用沿着该弯曲区段的实际路径长度而不是远端运动中心至该器械远侧末端之间的最小距离。熟练技术人员

应当理解的是可以使用不同的方法来描述这些运动限制。例如,解决该问题的替代方法是明确地将说明弯曲插管的几何形状的同源转换 (homogenous transformation) 结合到连续运动链中。

[0133] 对于控制系统的进一步修改允许外科医生在主操纵器 (例如, 122a、122b, 如图 1B 中所示) 处接收触觉反馈。在各种自动手术系统中, 外科医生体验来自主操纵器中伺服电机的触觉力。例如, 如果该系统检测到 (例如, 通过编码器触发) 达到或几乎达到从属侧关节处的极限, 则在该主操纵器中该外科医生感受到力, 该力倾向于阻止外科医生不沿着从属侧关节极限方向移动该主操纵器。作为另一示例, 如果该系统检测到外力在该手术部位处被施加到该器械上 (例如通过检测当系统试图将器械保持在其命令位置时所使用过的量的电动机电流), 则该外科医生可以在该主操纵器中感受到力, 指示作用在该从属侧上的外力的方向和大小。

[0134] 主操纵器中触觉反馈被用在控制系统的一个实施方式中用来在使用弯曲插管时为外科医生提供直观控制体验。对于不具有腕部的柔性器械而言, 在该主操纵器处该控制系统提供了触觉力用来防止外科医生通过腕部运动来移动多 DOF 主操纵器。即, 当外科医生改变主操纵器位置时, 主操纵器伺服电动机试图将该主操纵器方向保持固定在俯仰和横摆方向上。这个特征类似于在目前的自动手术系统所使用的特征 (其中器械具有直的刚性轴并且无腕部)。该系统检测器械类型 (例如, 有腕部、无腕部) 并且相应地施加触觉反馈。

[0135] 触觉反馈还被用于一个实施方式中用来为外科医生提供对施加到该器械运动链中不同点上的外力的检测。对于任何检测到的施加到该操纵器上 (例如, 如果操纵器与其他操纵器碰撞时可能发生) 或该弯曲插管的直的近侧部分上的外力, 触觉反馈被提供给外科医生。然而, 因为该插管是弯曲的, 对于施加到该插管弯曲区段的外力来说 (例如, 通过在该内窥镜视场内或外与另一弯曲插管碰撞), 该系统不能提供适当的触觉反馈, 因为该系统不能确定所施加的力的方向和大小。对于这个示例性实施方式而言, 为了将这类非直观的触觉反馈降至最低, 通过将这些自动操纵器以及它们的相关的插管适当的定位 (例如, 如上所述最初使用固定件和 / 或在手术期间使用端口结构) 将插管碰撞降至最低。类似地, 该系统提供给外科医生的由施加到从插管远端延伸的器械部分上的外力所引起的触觉反馈将是不准确的 (除非直接地沿着 I/O 轴线来感受)。但是, 在实践中, 与器械 / 传递中的摩擦力和顺应力数量相比较, 在器械远端上的这类力较低, 因此产生的任何触觉反馈是可忽略不计的。

[0136] 然而, 在其他实施方式中, 可以使用力传感器来为外科医生提供施加到插管的弯曲区段或器械的延伸远端上的外力的准确感受。例如, 使用光纤应力感应的力传感器是已知的 (参见例如, 美国专利申请公开号 US 2007/0151390A1 (2006 年 9 月 29 日提交) (公开了用于手术器械的力矩感应)、US 2007/0151391A1 (2006 年 10 月 26 日提交) (公开了模块力传感器)、US 2008/0065111A1 (2007 年 9 月 29 日提交) (公开了用于手术器械的力感应)、US 2009/0157092A1 (2007 年 12 月 18 日提交) (公开了带加强筋的力传感器) 以及 US 2009/0192522A1 (2009 年 3 月 30 日提交) (公开了力传感器温度补偿), 所有这些都通过引用结合在此)。图 22 是弯曲插管和柔性器械远侧部分的图解视图, 并且它显示在一个示例性实施方式中, 一个或多个应力检测光纤 2202a、2202b 可以被定位 (例如, 四个光纤等距地

围绕在外侧)在弯曲插管 2204 上(为了清楚的目的,这些光纤的应力检测询问以及应力确定部件被省略掉)。类似地,该柔性器械的远侧区段 2206 可以结合(例如,从内部通过)一个或多个应力检测光纤 2208,该光纤检测弯曲在该远侧区段上的位置或其形状,并且可以使用相对于该插管远端的位移量和位置来确定该延伸器械上的外力。

[0137] 图 23 是用于带有远程呈现的远程操作的自动手术系统的控制系统构造 2300 的图解视图。如图 23 中所示,

[0138] f_h = 人力

[0139] x_h = 主位置

[0140] $e_{m,s}$ = 编码器数值(主、从)

[0141] $i_{m,s}$ = 电动机电流(主、从)

[0142] $\theta_{m,x}$ = 接头位置(主、从)

[0143] $\tau_{m,s}$ = 接头力矩(主、从)

[0144] $f_{m,s}$ = 笛卡儿力(主、从)

[0145] $x_{m,s}$ = 笛卡儿位置(主、从)

[0146] f_e = 环境力

[0147] x_e = 从位置

[0148] 在一个实施方式中,在控制系统构造 2300 的“从运动”部分 2302 中进行如上所述的控制系统改变。例如在上述参考文献中发现了控制系统构造 2300 的另外的详细说明。可以在电子数据处理单元 142 中(图 1C)进行控制系统 2300 的数据处理,或可以将它分配于整个该手术系统的不同处理单元中。

[0149] 参考图 11A 和 11B,连同图 1B 和图 4C 一起,可以看到的是在许多实施方式中,被“左侧”自动操纵器致动的器械末端执行器出现在该内窥镜视场的右侧,并且被“右侧”自动操纵器致动的器械末端执行器出现在该内窥镜视场的左侧。因此,为了保留外科医生在外科医生控制台显示器上所看到的对末端执行器的直观控制,该右侧主操纵器控制该“左侧”自动操纵器,并且该左侧主操纵器控制“右侧”自动操纵器。这个配置与直手术器械通常使用的配置是相反的,在直手术器械通常使用的配置中该自动操纵器与其相关器械都定位在该内窥镜视场的垂直分区的同一侧上。在与弯曲插管一起使用期间,该自动操纵器和它的相关器械被定位在该内窥镜坐标系的相反侧上。然而,这不能应用于某些组合弯曲插管,例如如图 13 及相关文字描述所展示的。

[0150] 因此,该控制系统的各种实施方式允许外科医生甚至在不使用提供俯仰和横摆运动的器械腕的情况下也能体验对器械末端执行器以及得到的远程呈现的直观控制。主操纵器(例如,122a,图 1B)的运动导致相关弯曲插管的远端(对于手术部位处的俯仰和横摆运动)或器械末端执行器(对于 I/O、滚动以及抓握(或其他末端执行器 DOF))的相应运动。因此,在主控制处外科医生的手部运动可以适当地良好地接近在手术部位处相应的从动,而无需使用该器械中单独的腕部机构。这些器械末端响应于主操纵器位置改变,而不是主操纵器方向改变而运动。该控制系统不解释/响应(interpret)这类外科医生腕部运动方向改变。

[0151] 在一些实施方式中,该手术自动系统的控制系统可以被配置从而自动地在使用直插管以及相关联的直轴器械与使用弯曲插管以及相关联的柔性轴器械之间进行切换。例

如,该系统可以检测到弯曲插管和柔性轴器械两者都安装在操纵器上(如上参考图6和图10所述),并且因此切换到与弯曲插管和柔性器械相关的控制模式。然而,如果该系统检测到直插管和柔性器械安装在该操纵器上,则该检测可以触发非法状态,并且该系统将不能操作。

[0152] 在具有多个自动操纵器的手术自动系统的一些实施方式中,控制软件可以允许外科医生使用各种不同形状的弯曲插管、各种不同长度的柔性轴器械连同直插管和刚性直轴器械一起的混合物。所有这些器械的末端运动可以看上去相似,并且由于对上述插管运动限制的自动处理使得外科医生可以感受到直观控制。

[0153] 一方面,手术系统包括:自动操纵器;刚性插管,其中该插管包括近端、远端以及位于该近端和远端之间的弯曲区段,其中该插管的近端被安装在该自动操纵器上,并且其中该自动操纵器被配置为在至少俯仰或横摆自由度上围绕远程运动中心来移动该插管;以及包括柔性轴和联接到该柔性轴远端上的末端执行器的手术器械,其中该柔性轴的第一部分延伸穿过该插管的弯曲区段,并且其中该柔性轴的第二部分延伸超过该插管的远端。

[0154] 另一方面,手术系统包括:第一自动操纵器、联接到该第一自动操纵器的第一弯曲插管以及包括延伸穿过该第一弯曲插管的柔性轴的第一手术器械,其中该第一自动操纵器被配置为围绕第一运动中心移动该第一插管;第二自动操纵器、联接到该第二自动操纵器的第二弯曲插管以及包括延伸穿过该第二弯曲插管的柔性轴的第二手术器械,其中该第二自动操纵器被配置为围绕第二运动中心运动该第二插管;其中该第一和第二运动中心彼此邻近地定位;并且其中该第一和第二弯曲插管的远端被定向为引导该第一和第二手术器械的远端朝向手术部位。

[0155] 另一方面,插管包括:刚性管,该刚性管具有近侧直区段以及邻近该近侧直区段的弯曲区段;以及联接到该管的近端上的自动操纵器支座。

[0156] 另一方面,手术器械包括:无源柔性轴,该轴包括中间区段以及远侧区段;以及联接到该柔性轴的远侧区段上的手术末端执行器;其中该无源柔性轴的远侧区段的刚度大于该无源柔性轴的中间区段的刚度。

[0157] 另一方面,手术端口结构包括:端口结构本体,该本体包括顶部表面和底部表面;第一手术器械通道,该通道在第一方向上从顶部表面穿过该端口结构本体的垂直中间区段延伸至底部表面;以及第二手术器械通道,该通道在与该第一方向相反的第二方向上从顶部表面穿过该端口结构本体的垂直中间区段延伸至底部表面。

[0158] 另一方面,手术端口结构包括:漏斗部分;舌部;位于该漏斗部分和该舌部之间的腰部部分;以及限定在该腰部区段中的至少两个手术器械通道。

[0159] 另一方面,插管安装固定件包括:第一臂,该臂包括内窥镜插管安装支架;以及第二臂,该臂包括手术器械插管安装支架;其中该内窥镜插管安装支架和该手术器械安装支架每一个都被定向为在进入患者体的同一开口处保持插管。

[0160] 另一方面,插管安装固定件包括:尖形帽,该帽包括内部;其中该帽的内部被配置为可去除地保持内窥镜的远端以及手术器械插管的远端。

[0161] 另一方面,自动手术系统包括:主操纵器;自动从操纵器;联接到该自动从操纵器上的弯曲插管;延伸经过该弯曲插管远端的无源柔性器械轴;以及控制系统;其中直线器械插入和抽出轴线被限定为在该弯曲插管远端处从该弯曲插管的纵向中心轴线延伸;并且

其中响应于该主操纵器的运动,该控制系统命令该自动操纵器围绕远程运动中心移动该弯曲插管的远端就像该器械被直线地沿着该器械插入和抽出轴线定位一样。

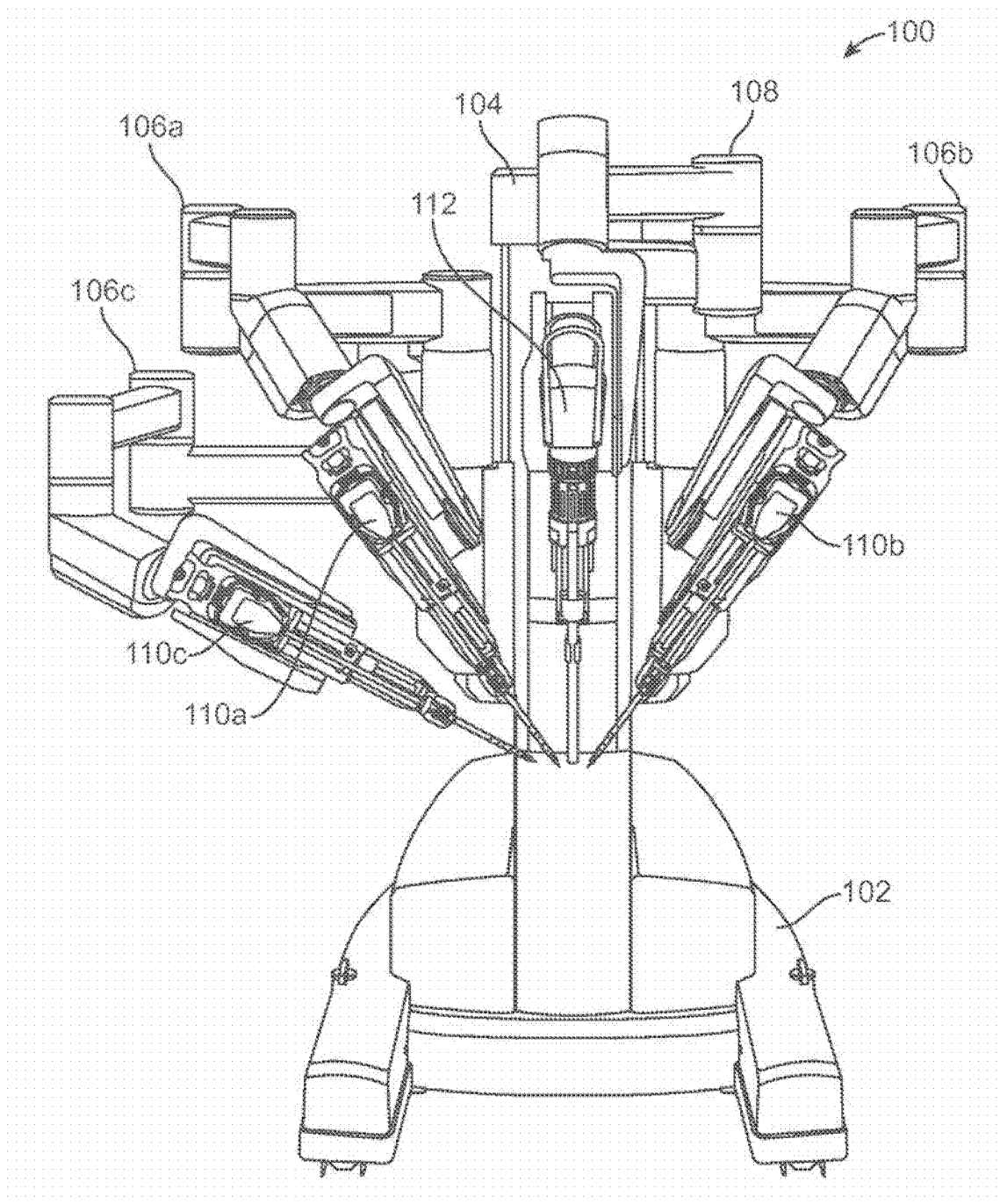


图 1A

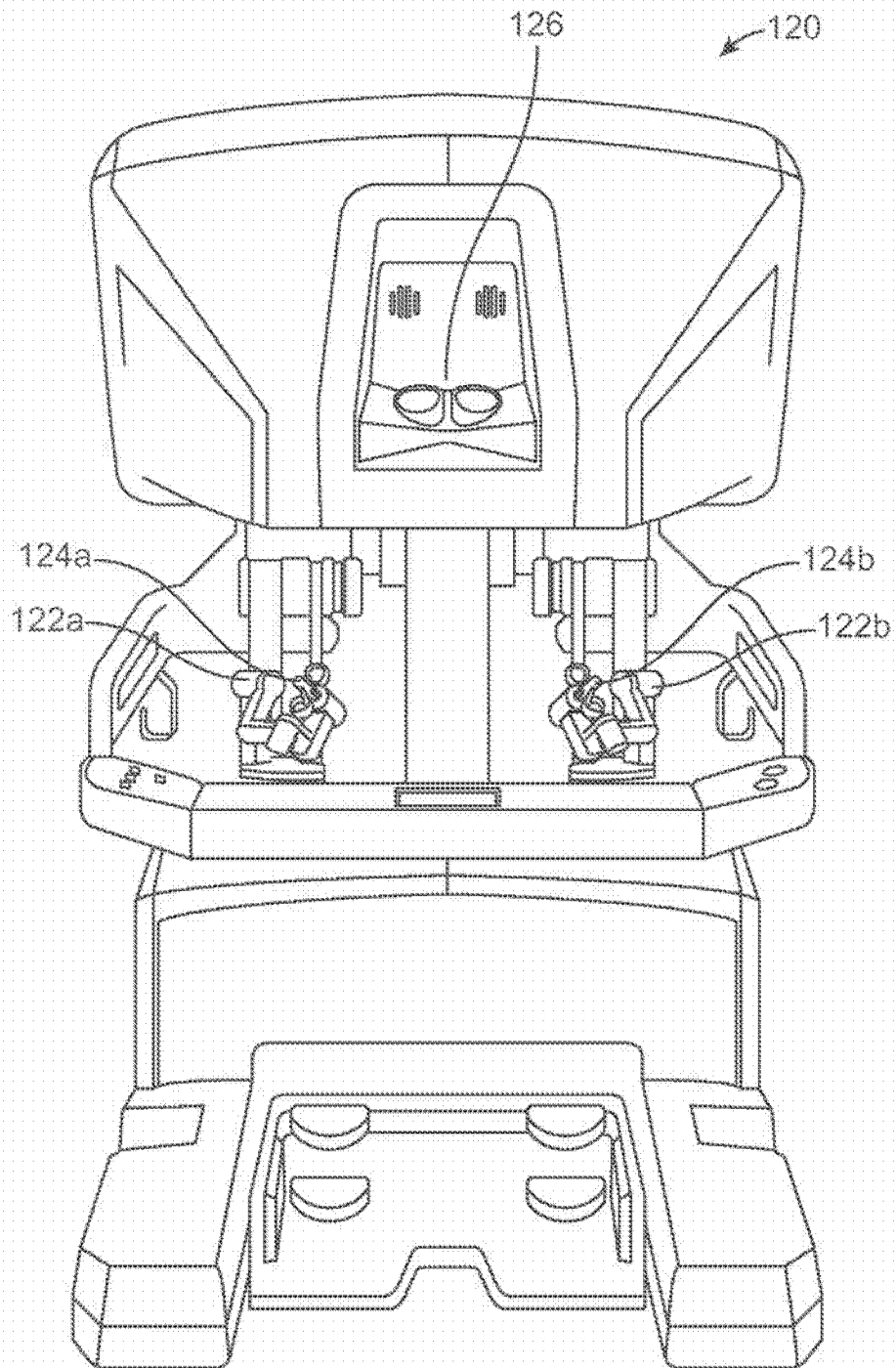


图 1B

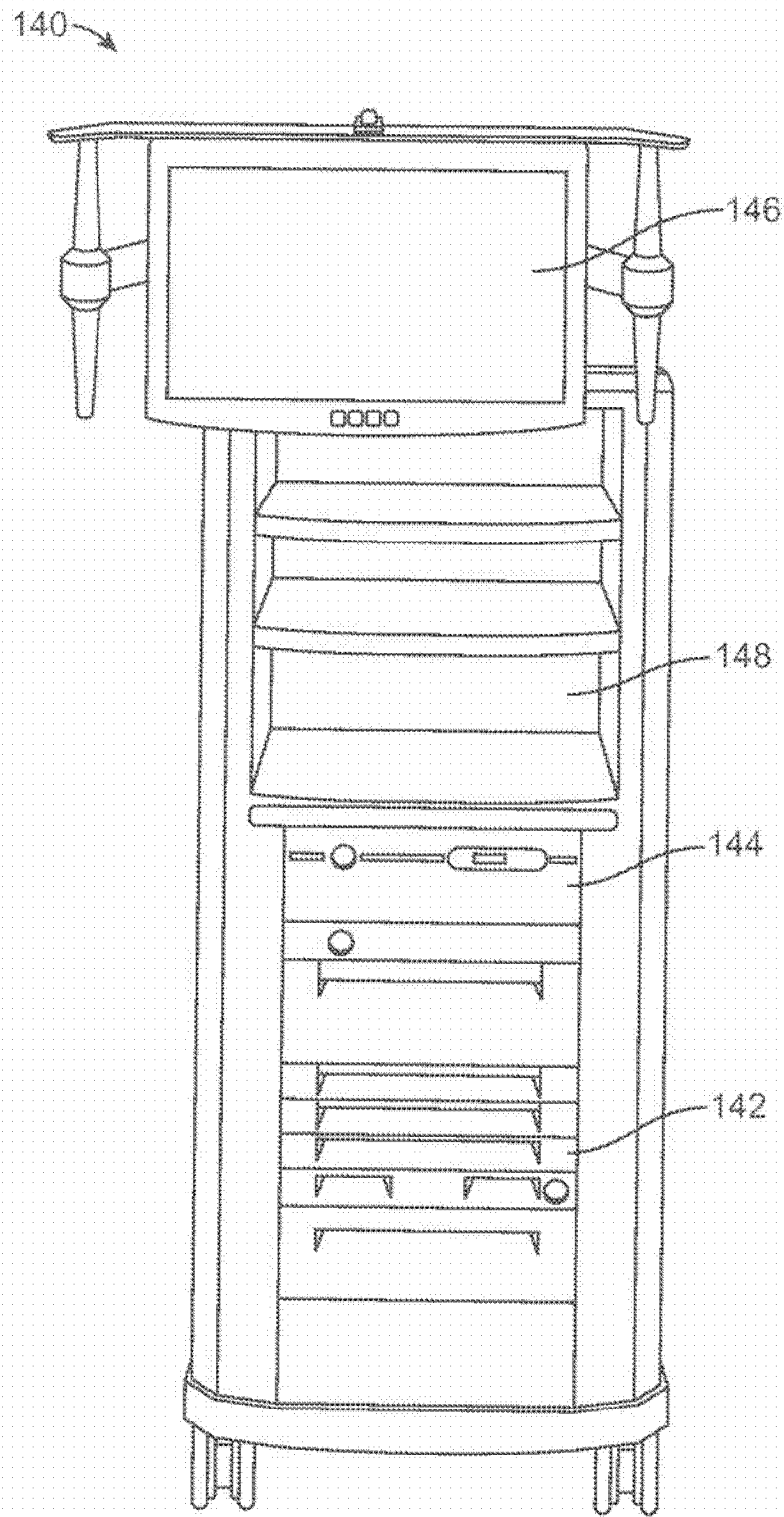


图 1C

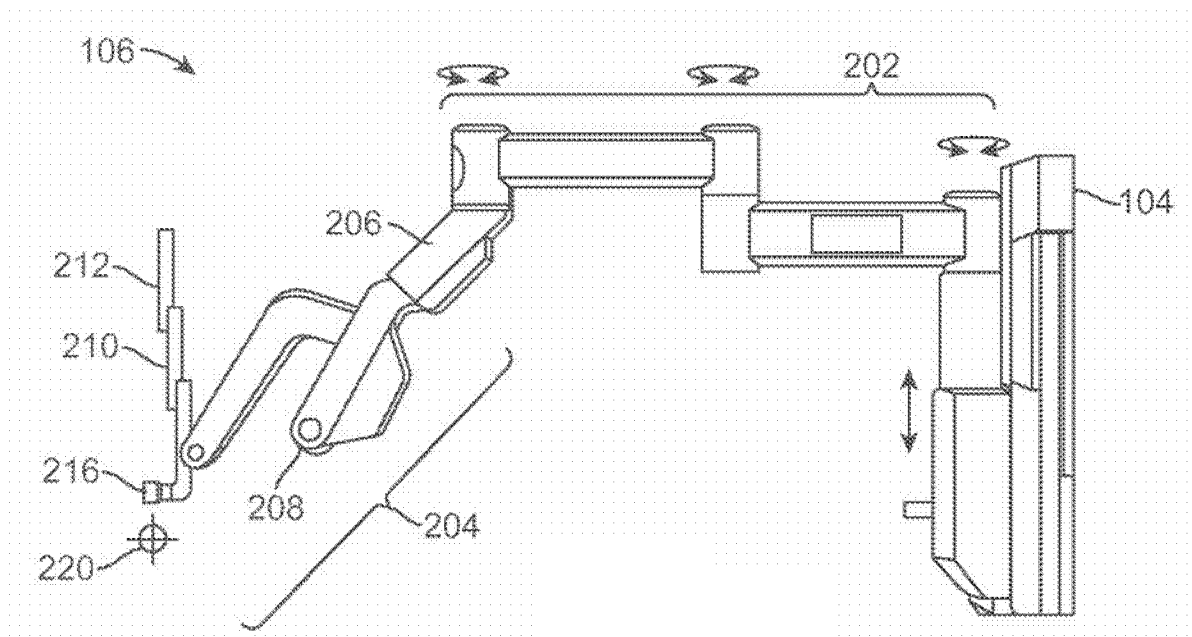


图 2A

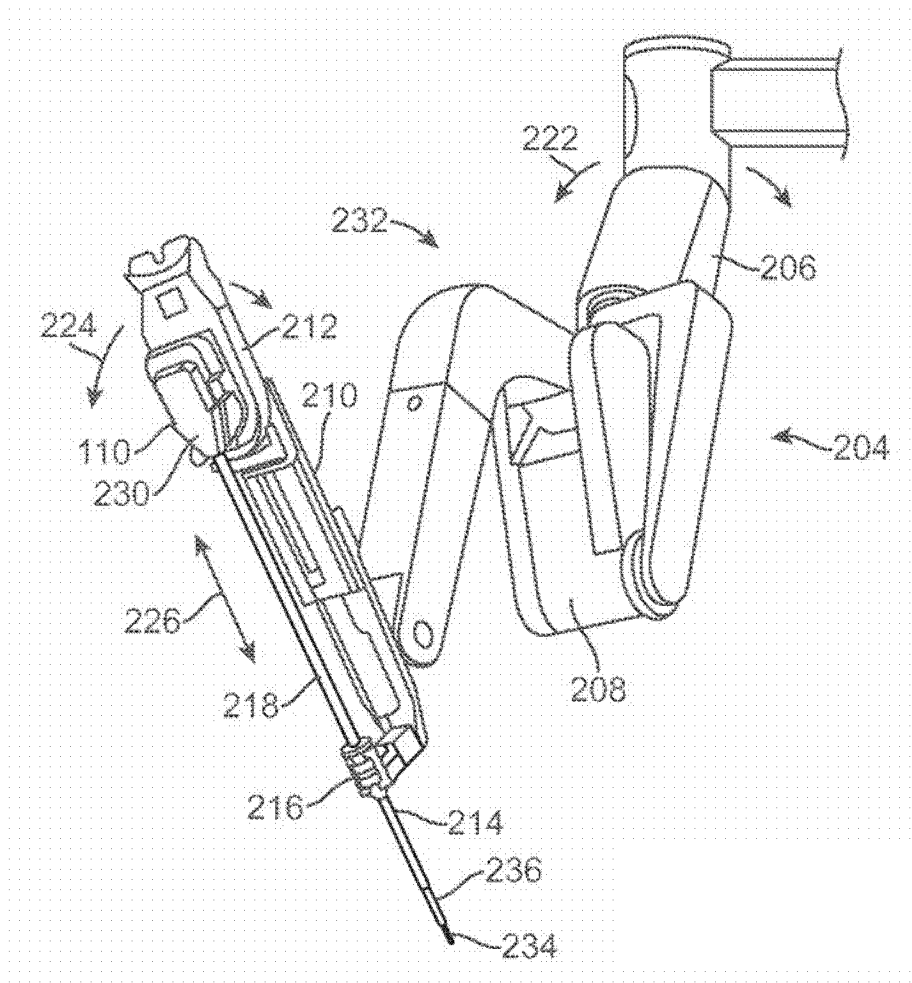


图 2B

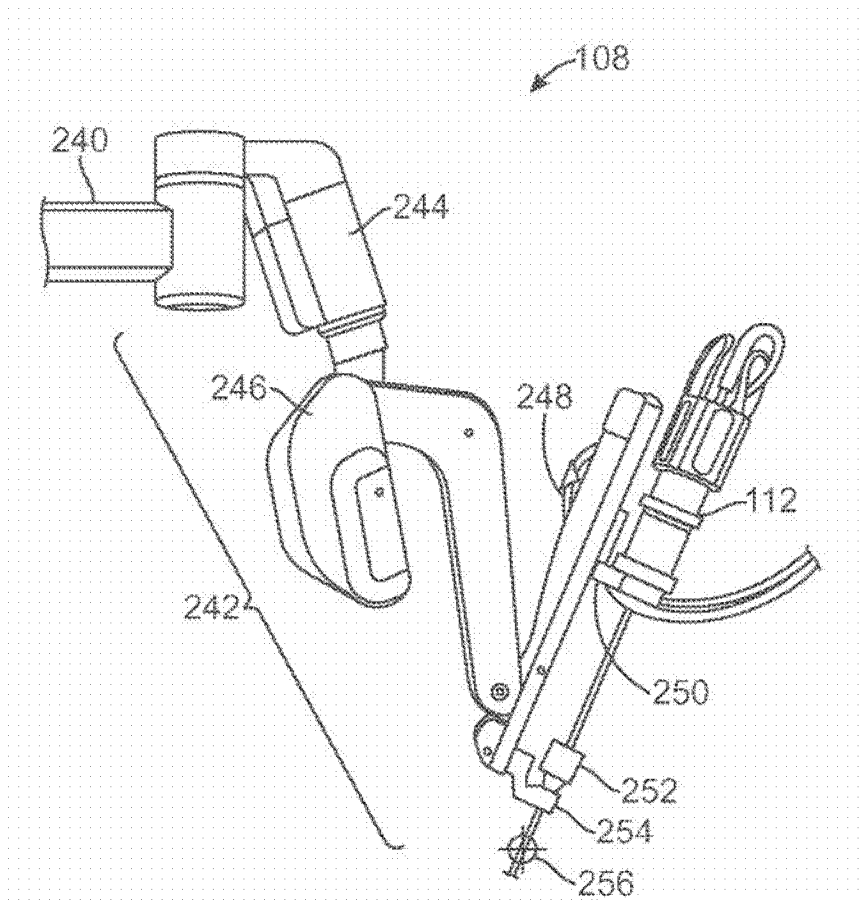


图 2C

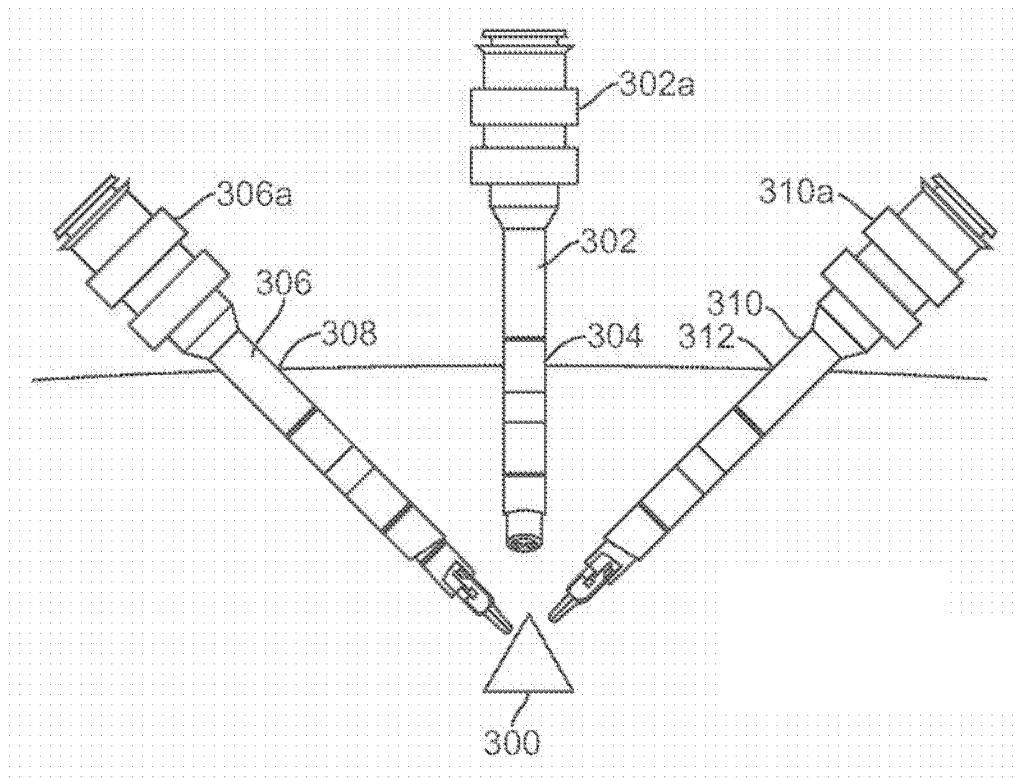


图 3

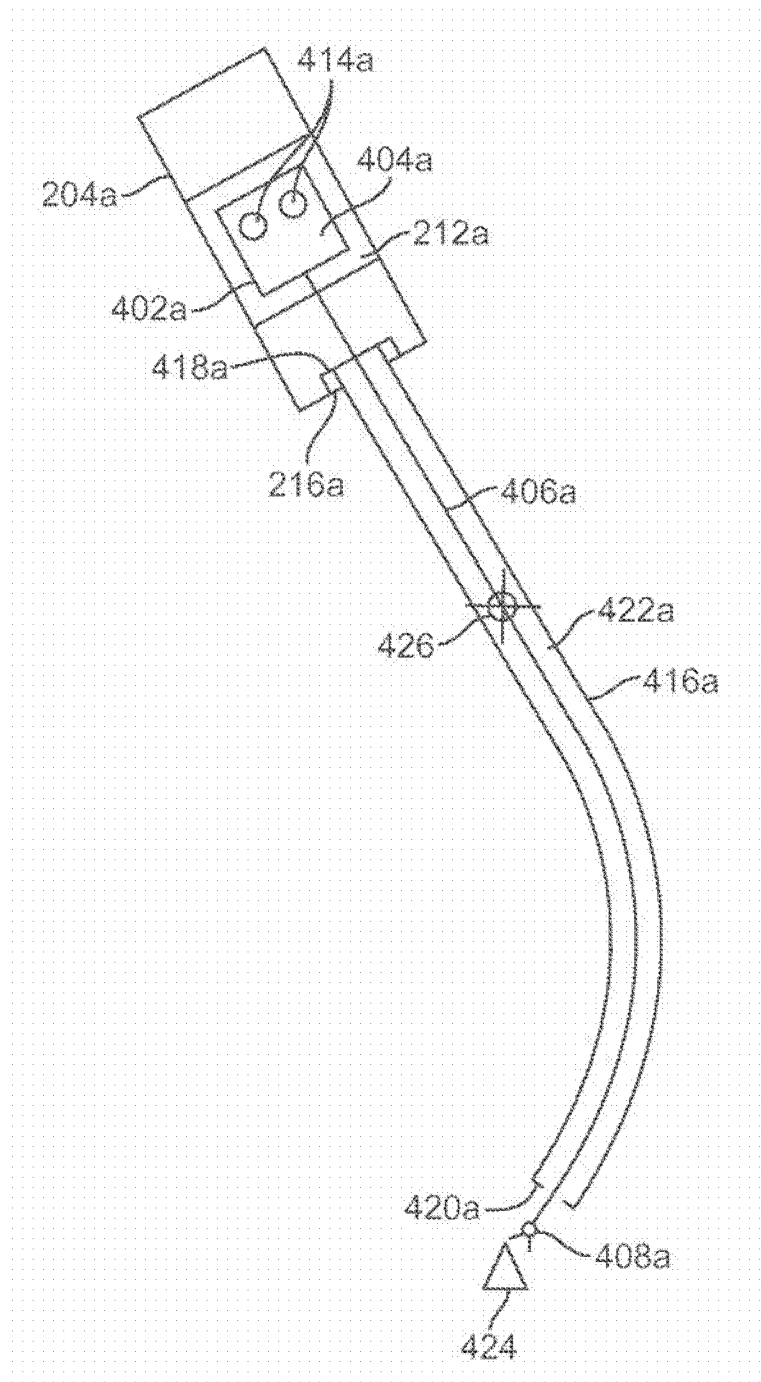


图 4A

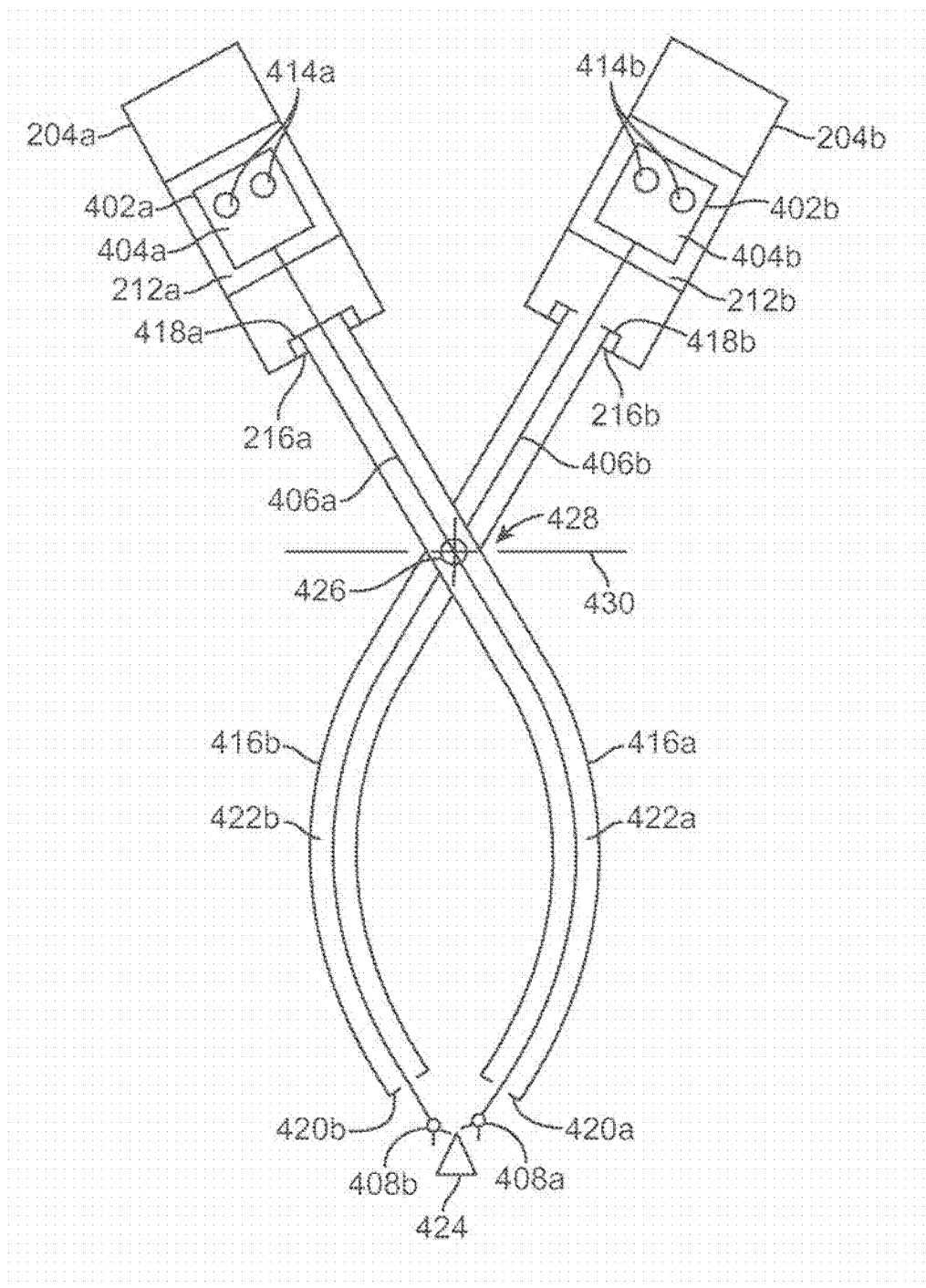


图 4B

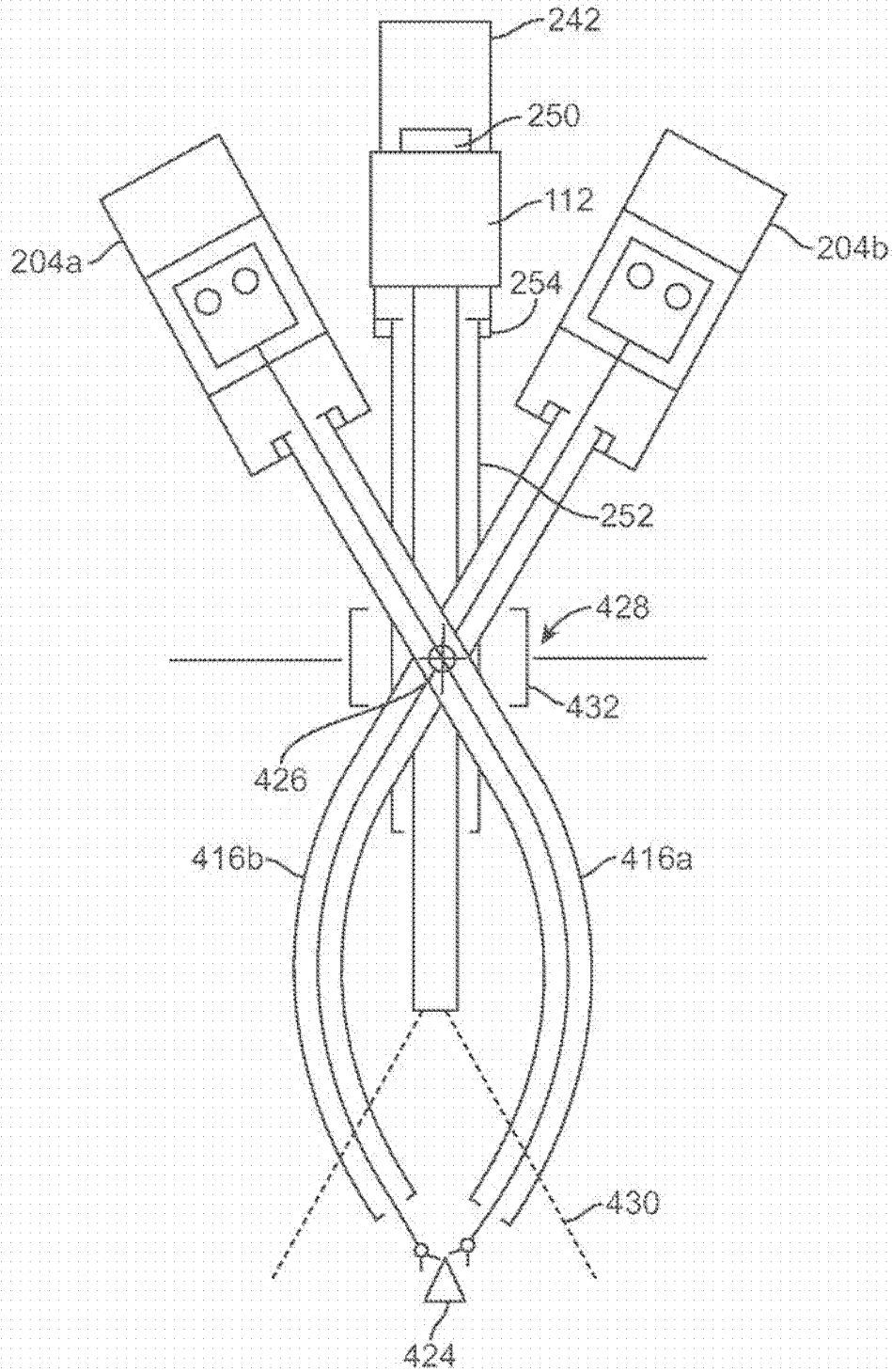


图 4C

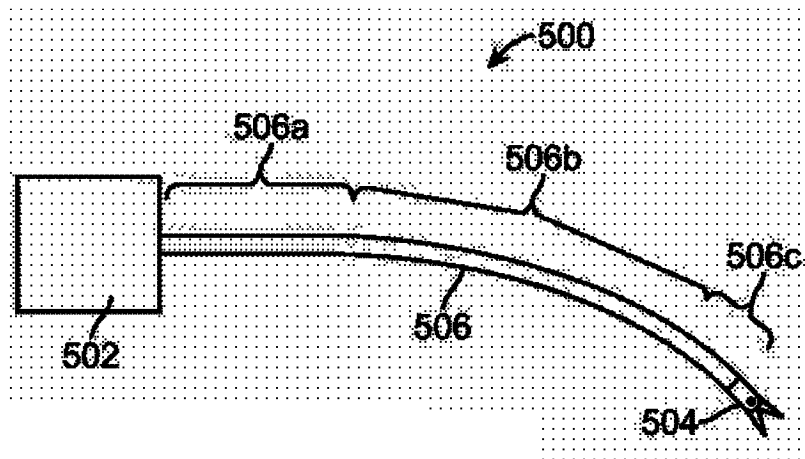


图 5

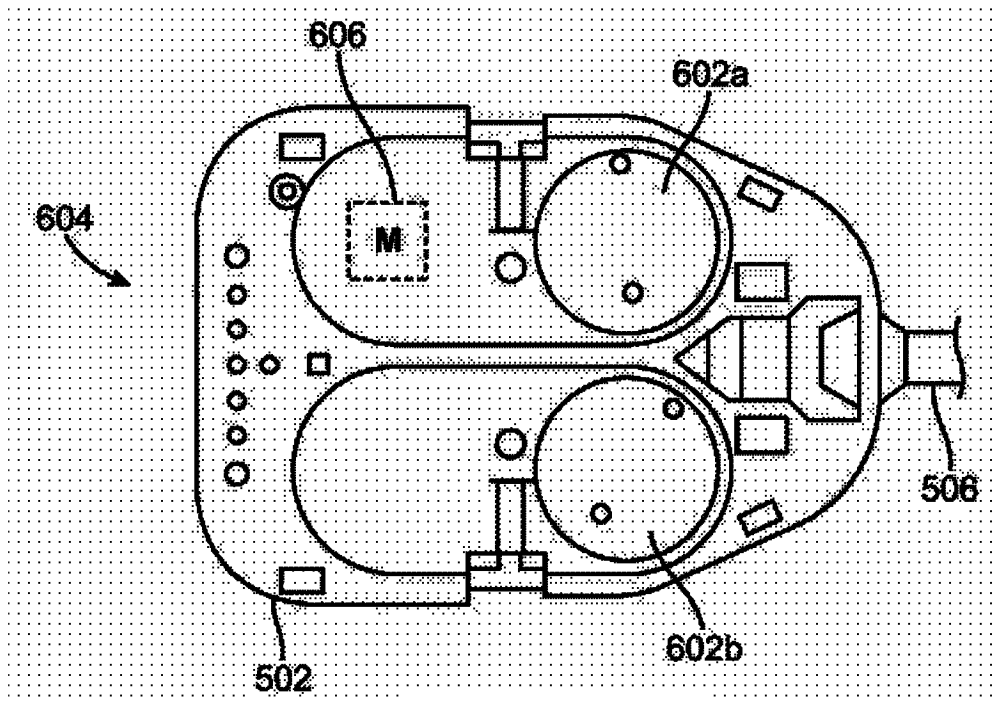


图 6

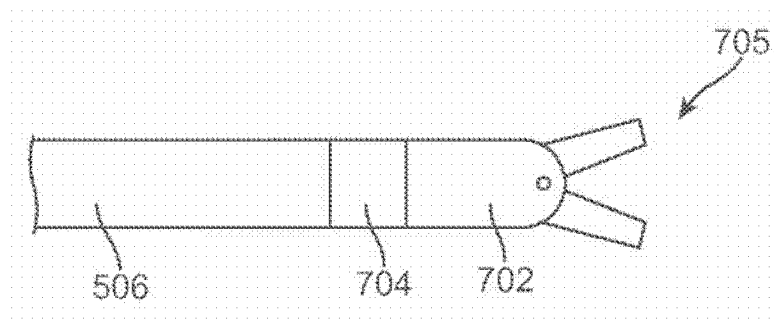


图 7

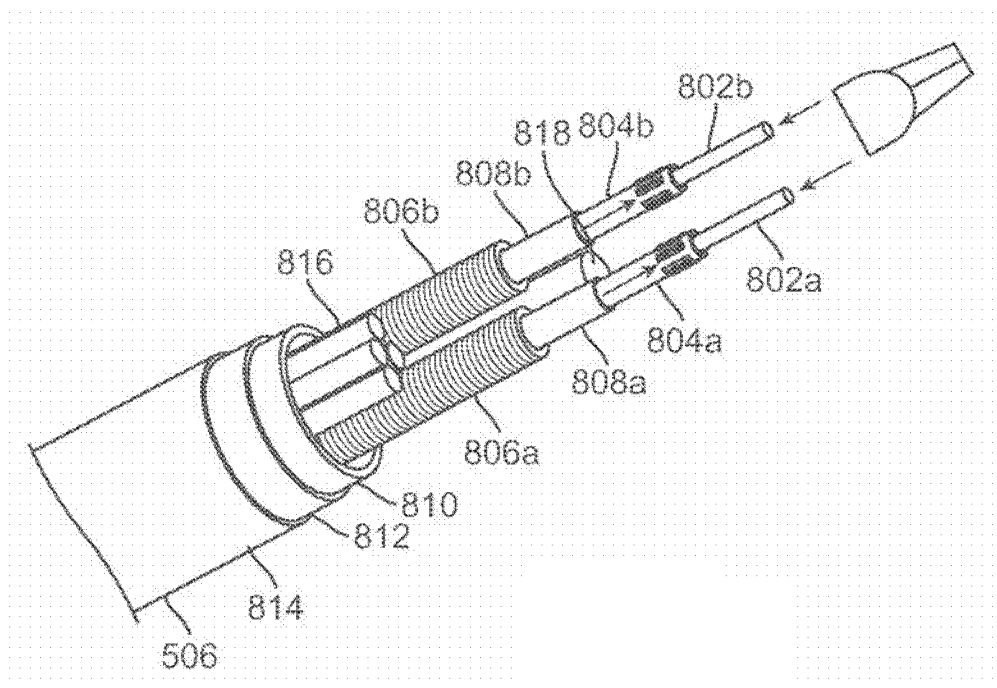


图 8

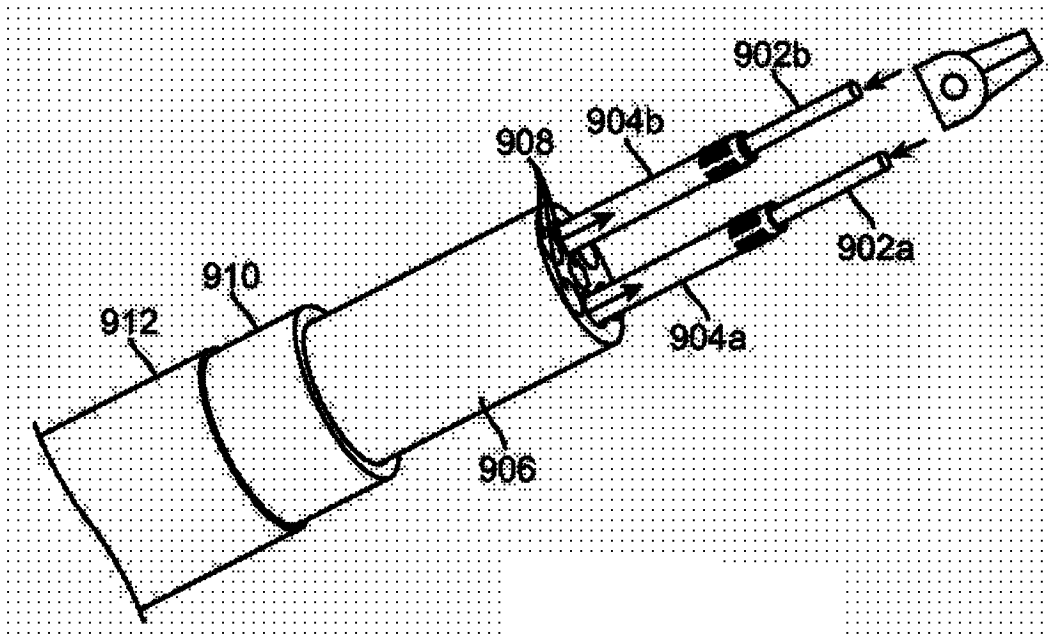


图 9

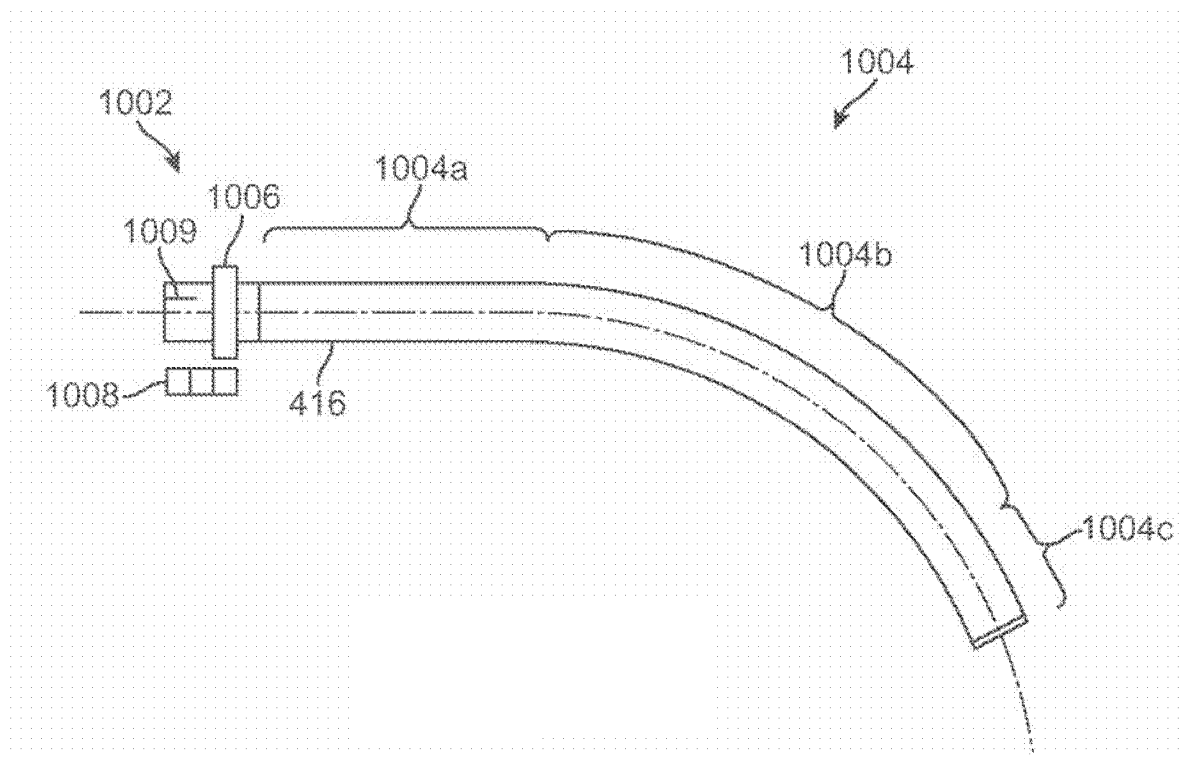


图 10

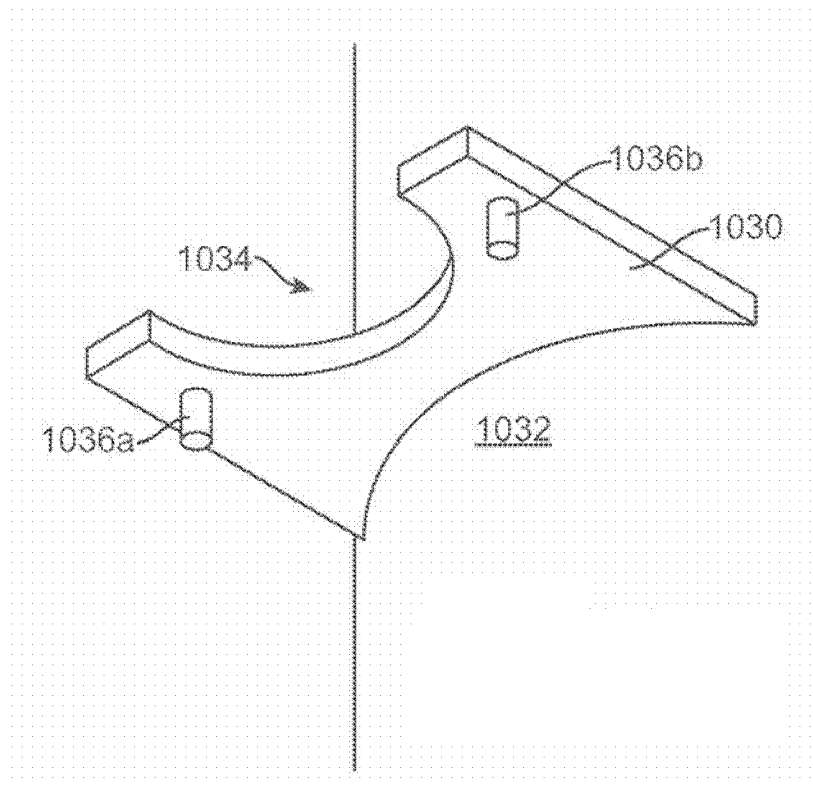


图 10A

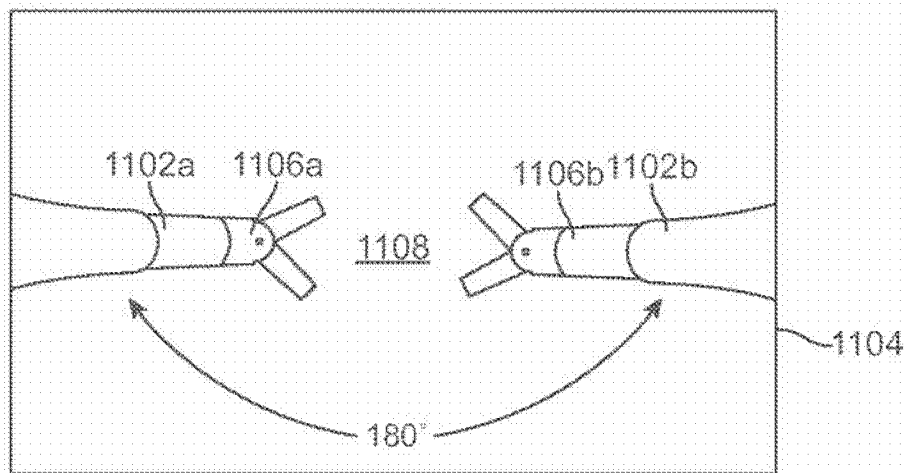


图 11A

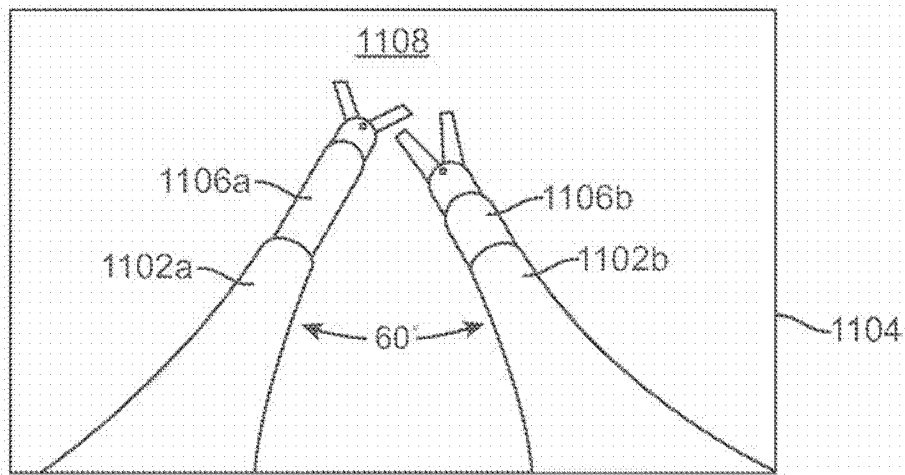


图 11B

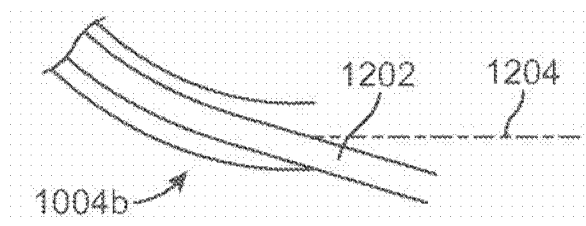


图 12A

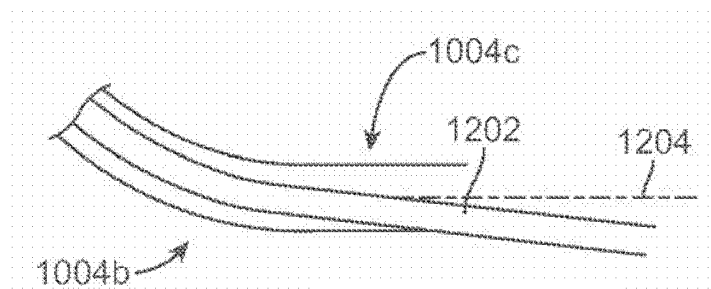


图 12B

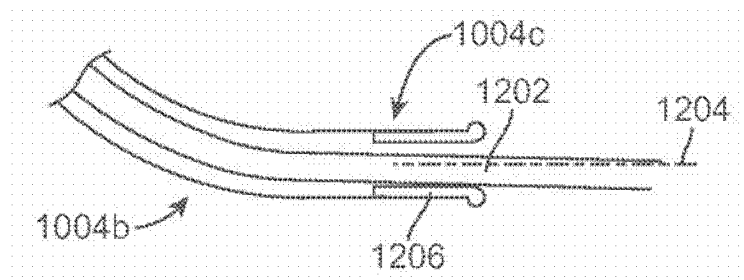


图 12C

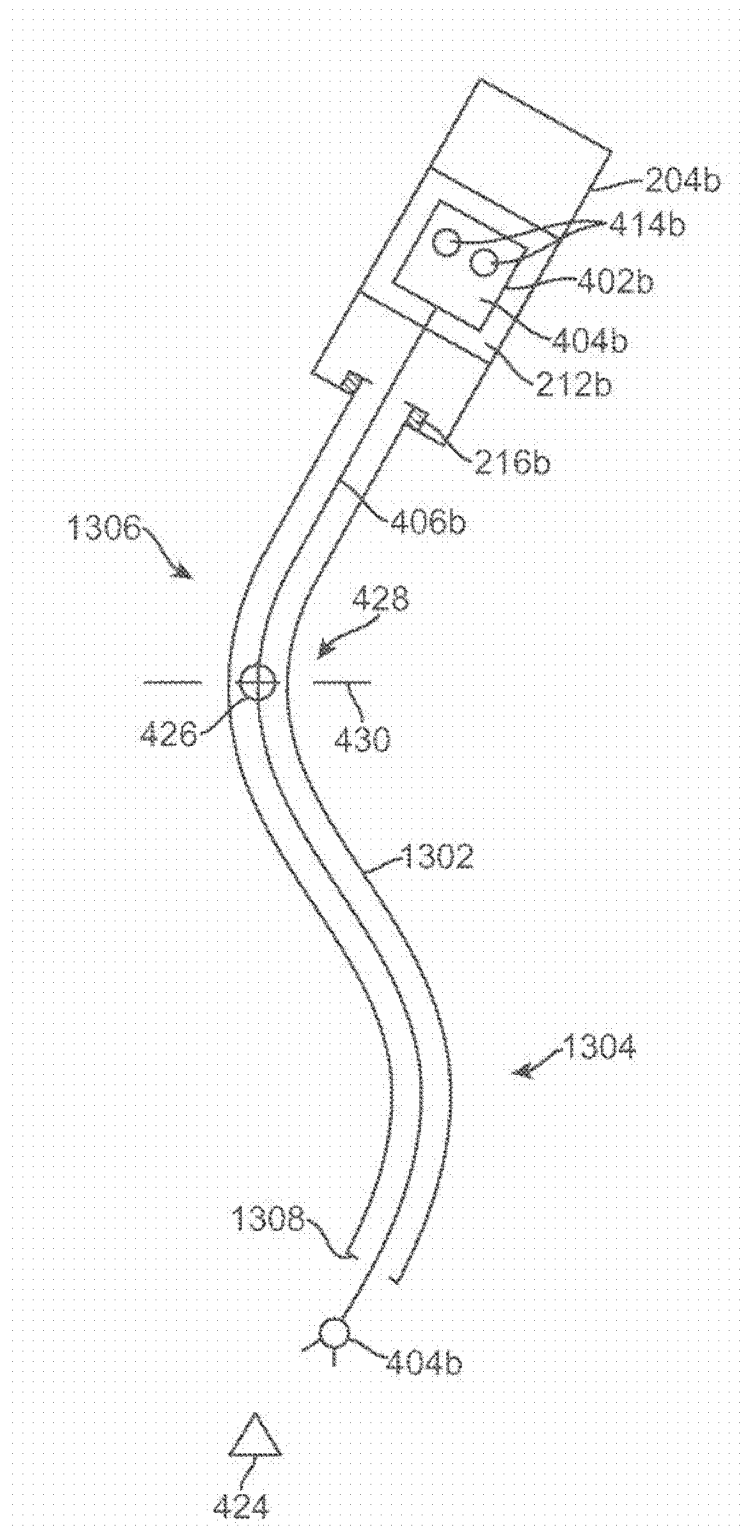


图 13

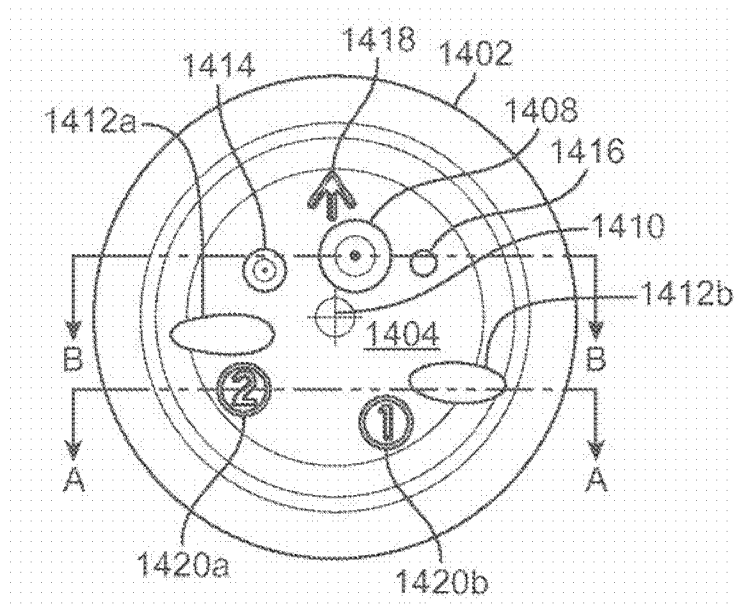


图 14A

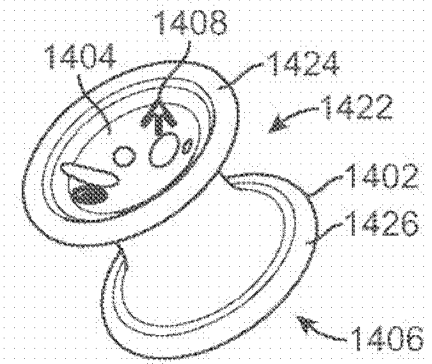


图 14B

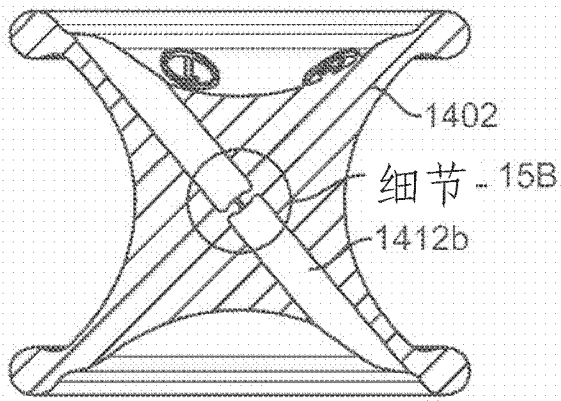


图 15A

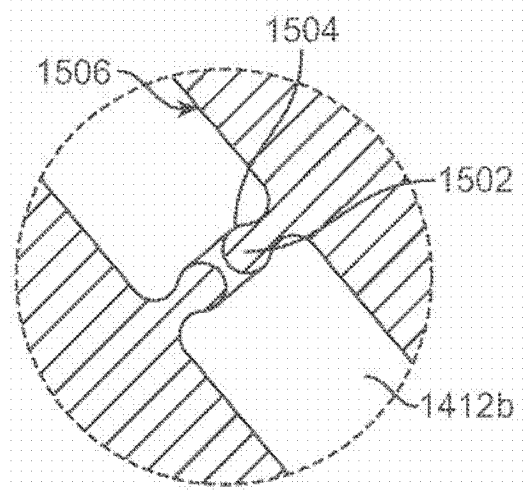


图 15B

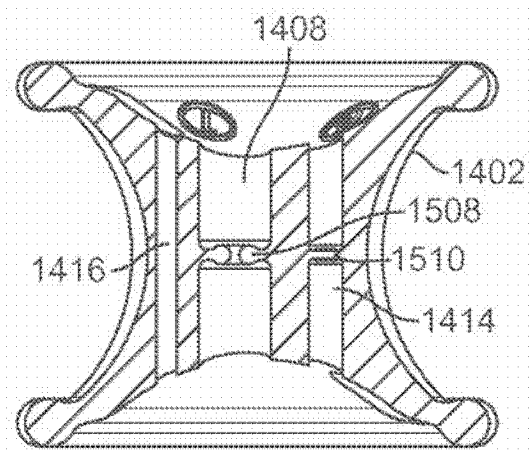


图 15C

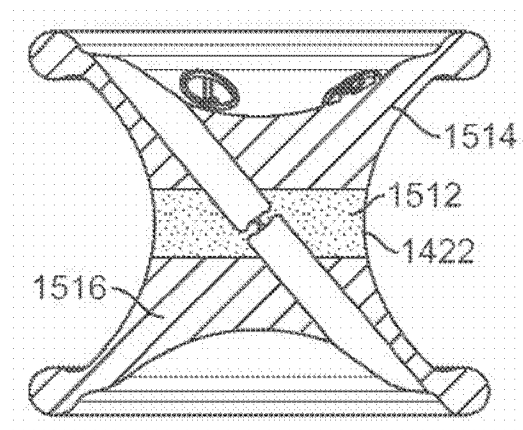


图 15D

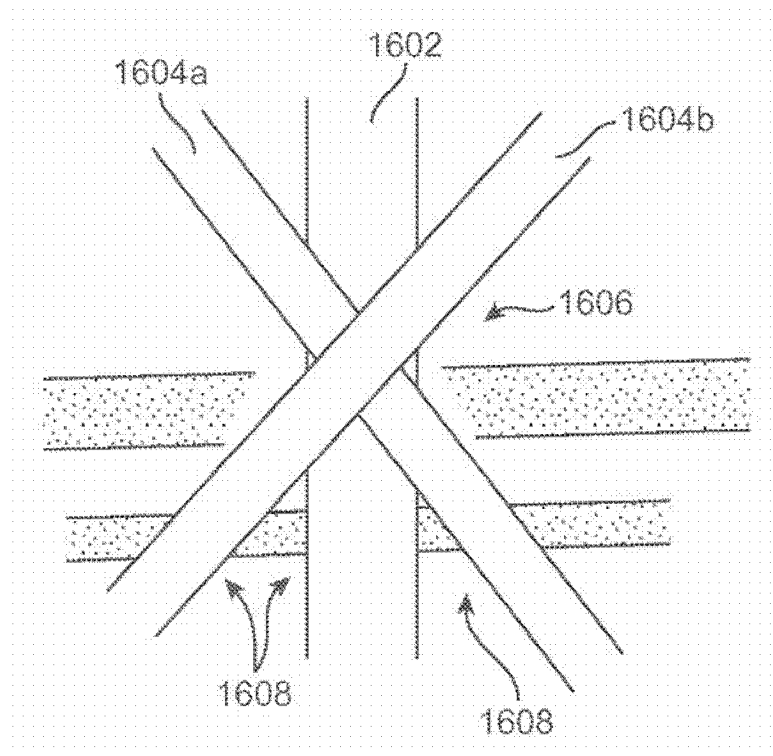


图 16A

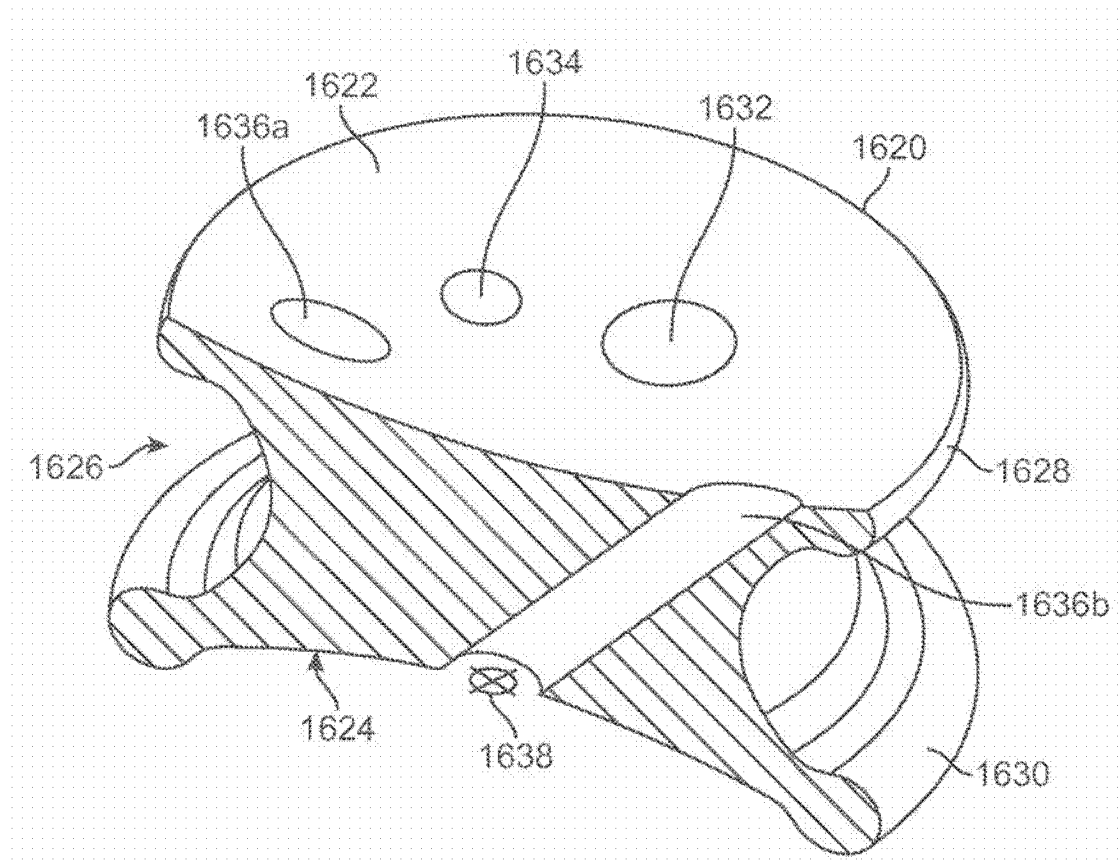


图 16B

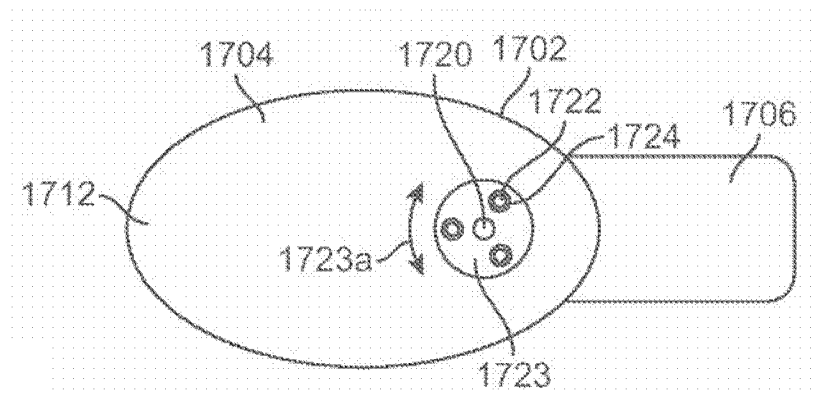


图 17A

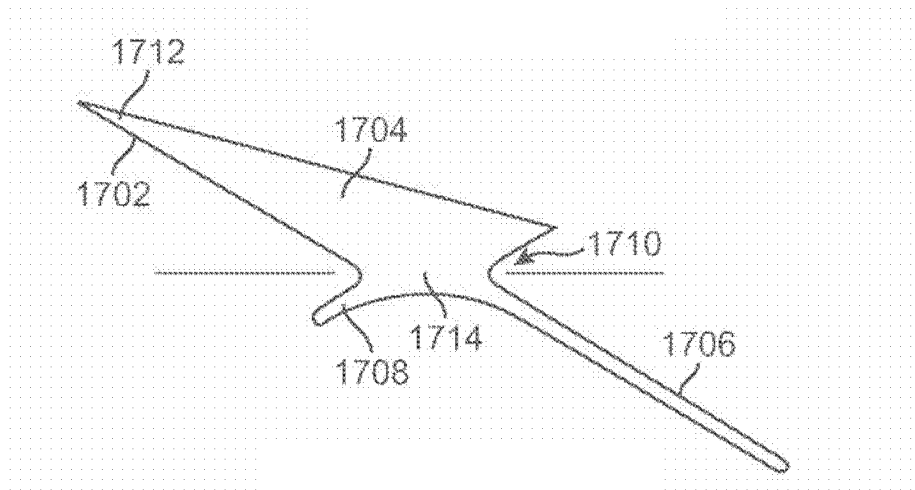


图 17B

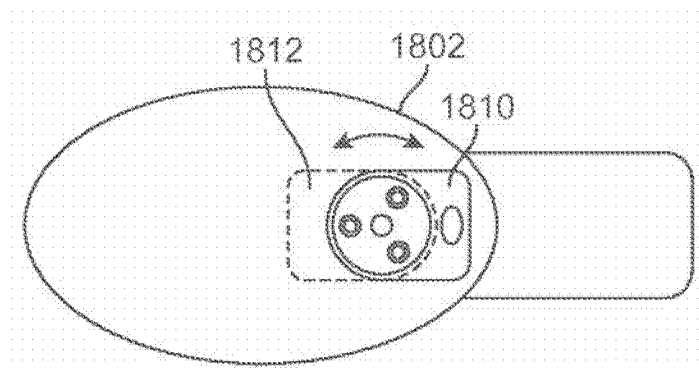


图 18A

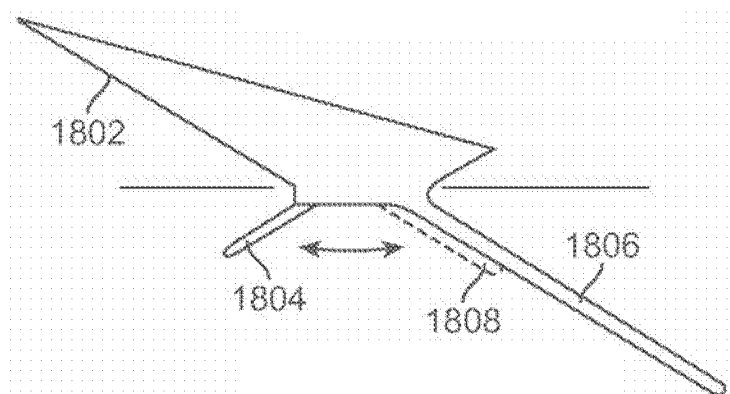


图 18B

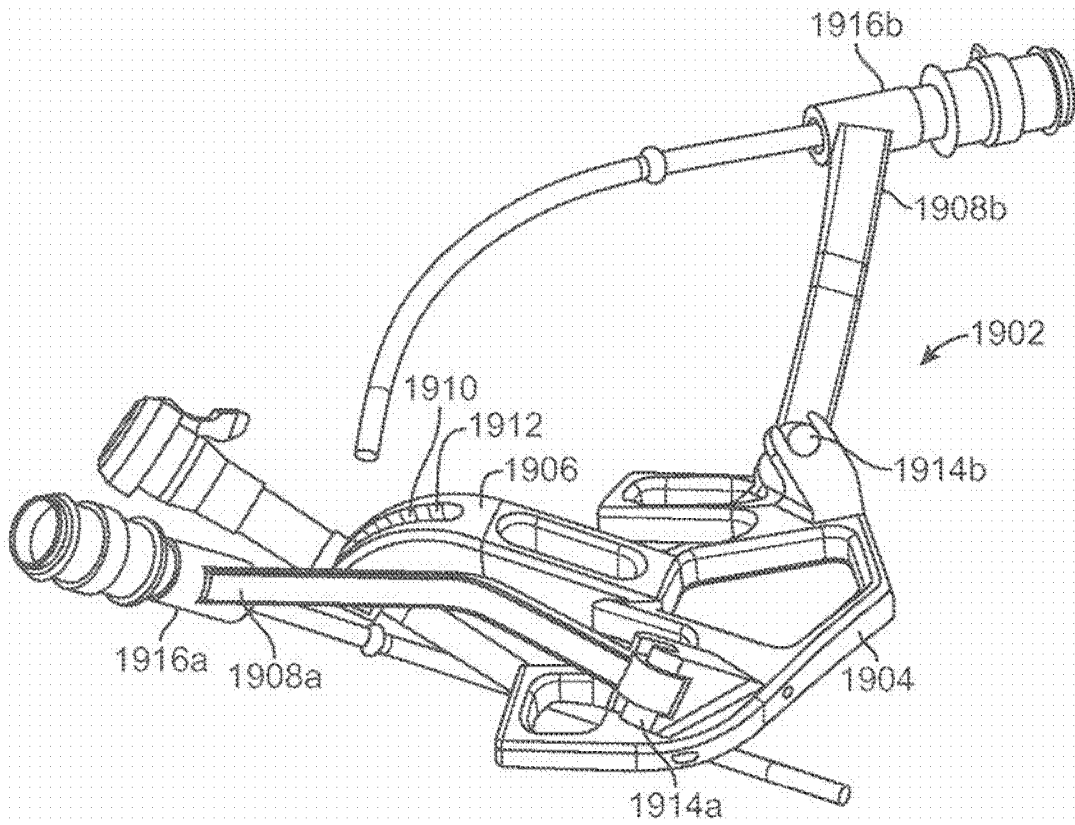


图 19A

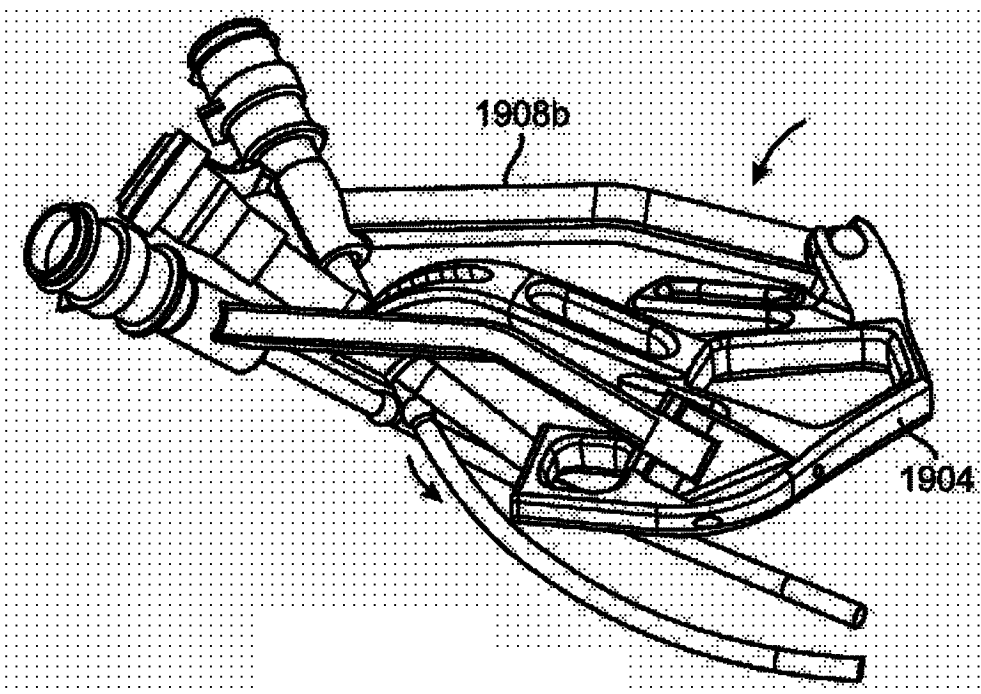


图 19B

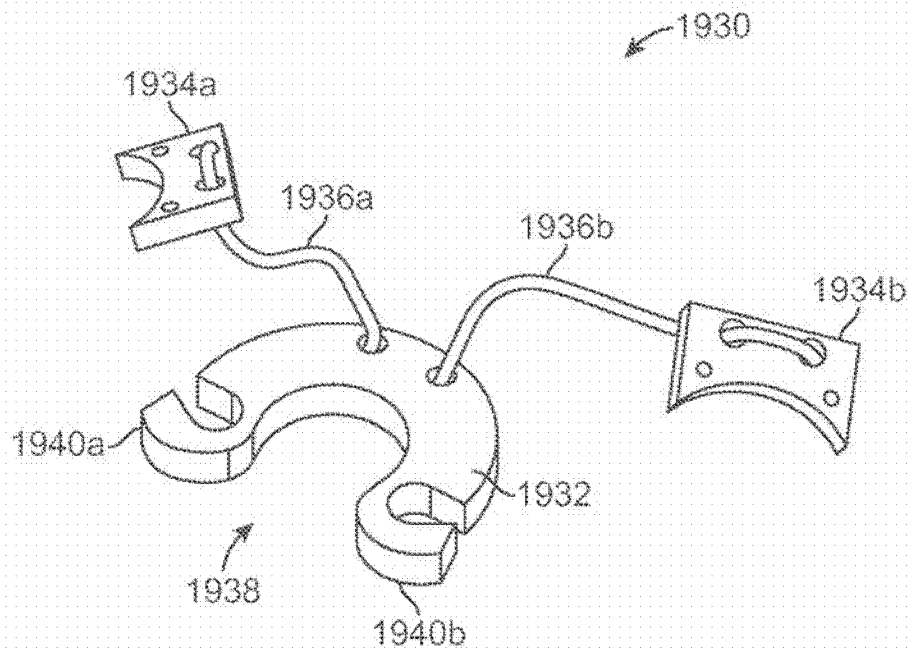


图 19C

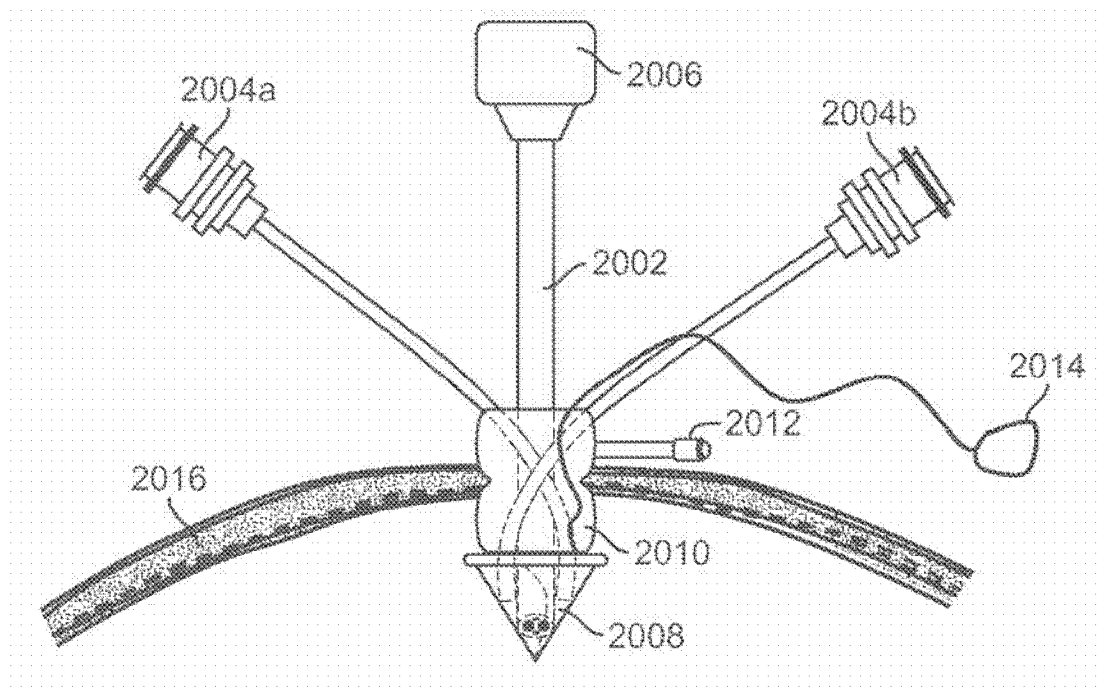


图 20A

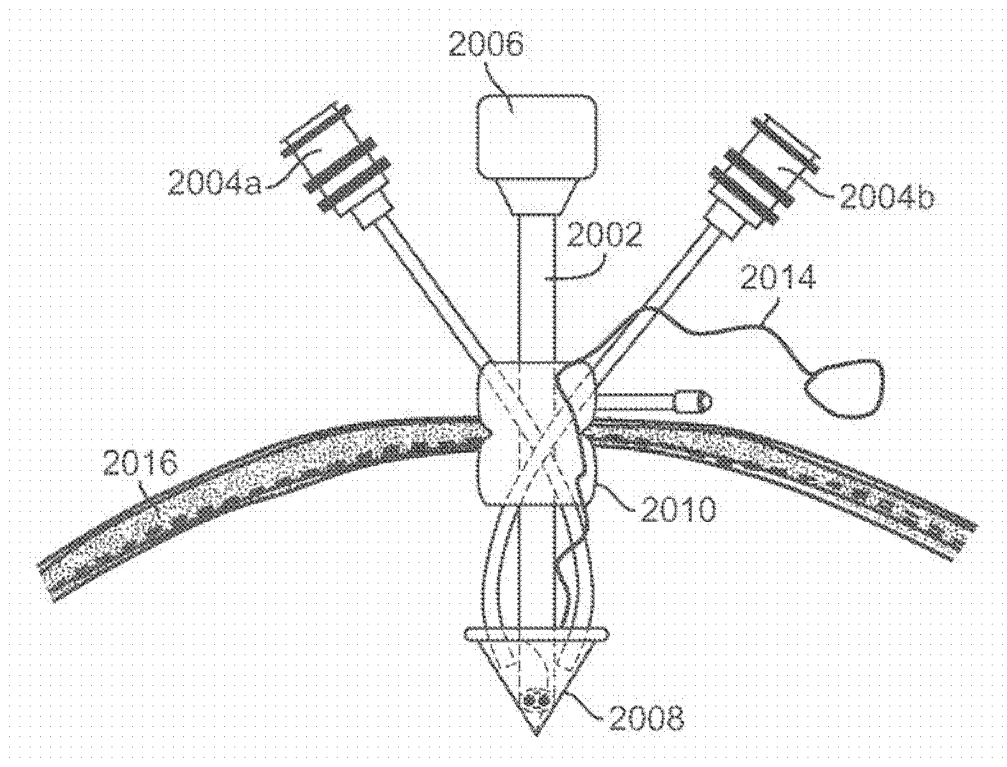


图 20B

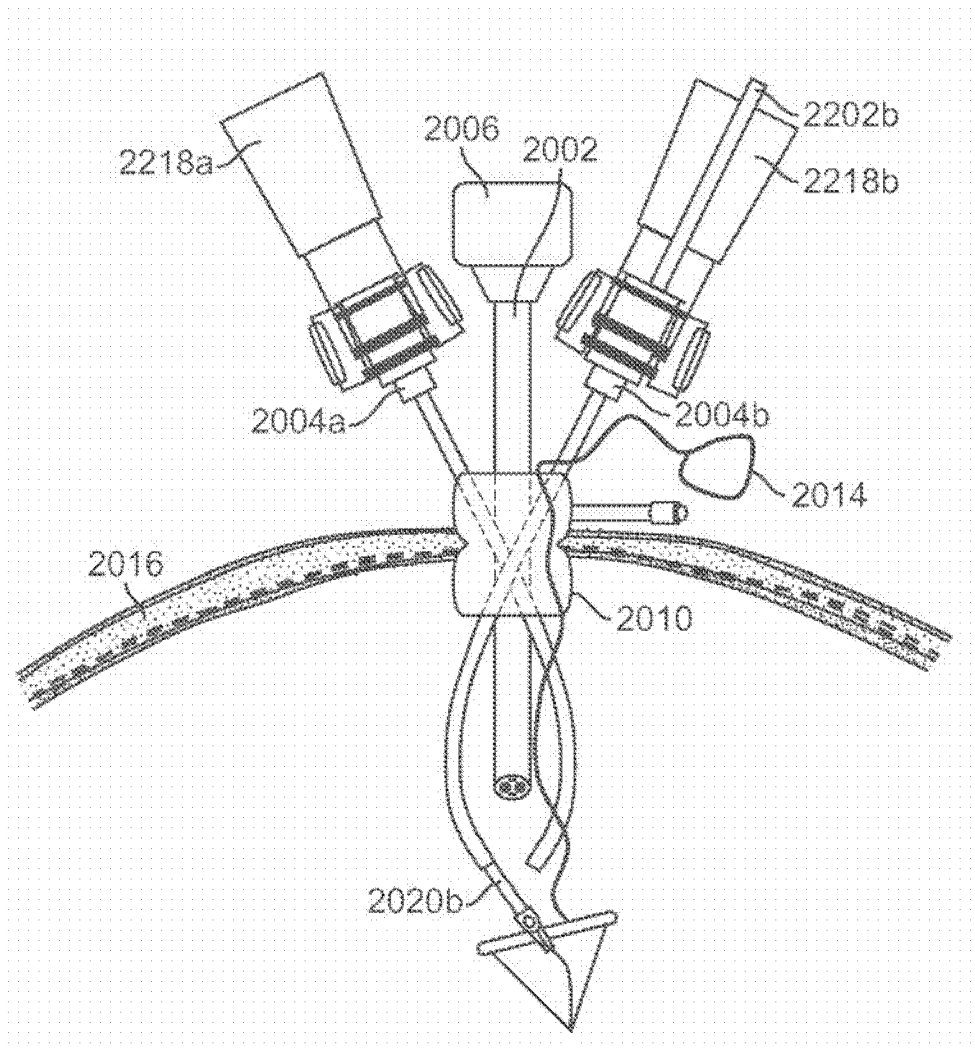


图 20C

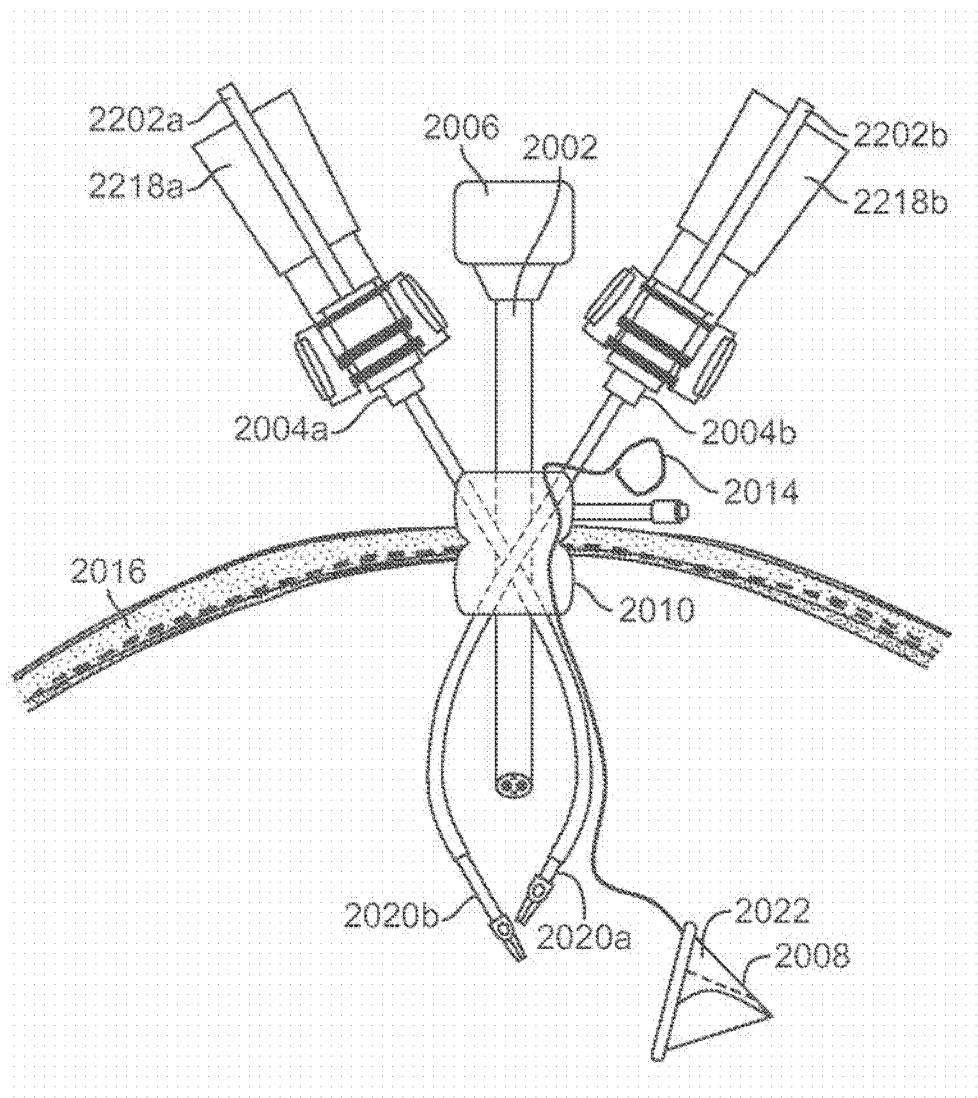


图 20D

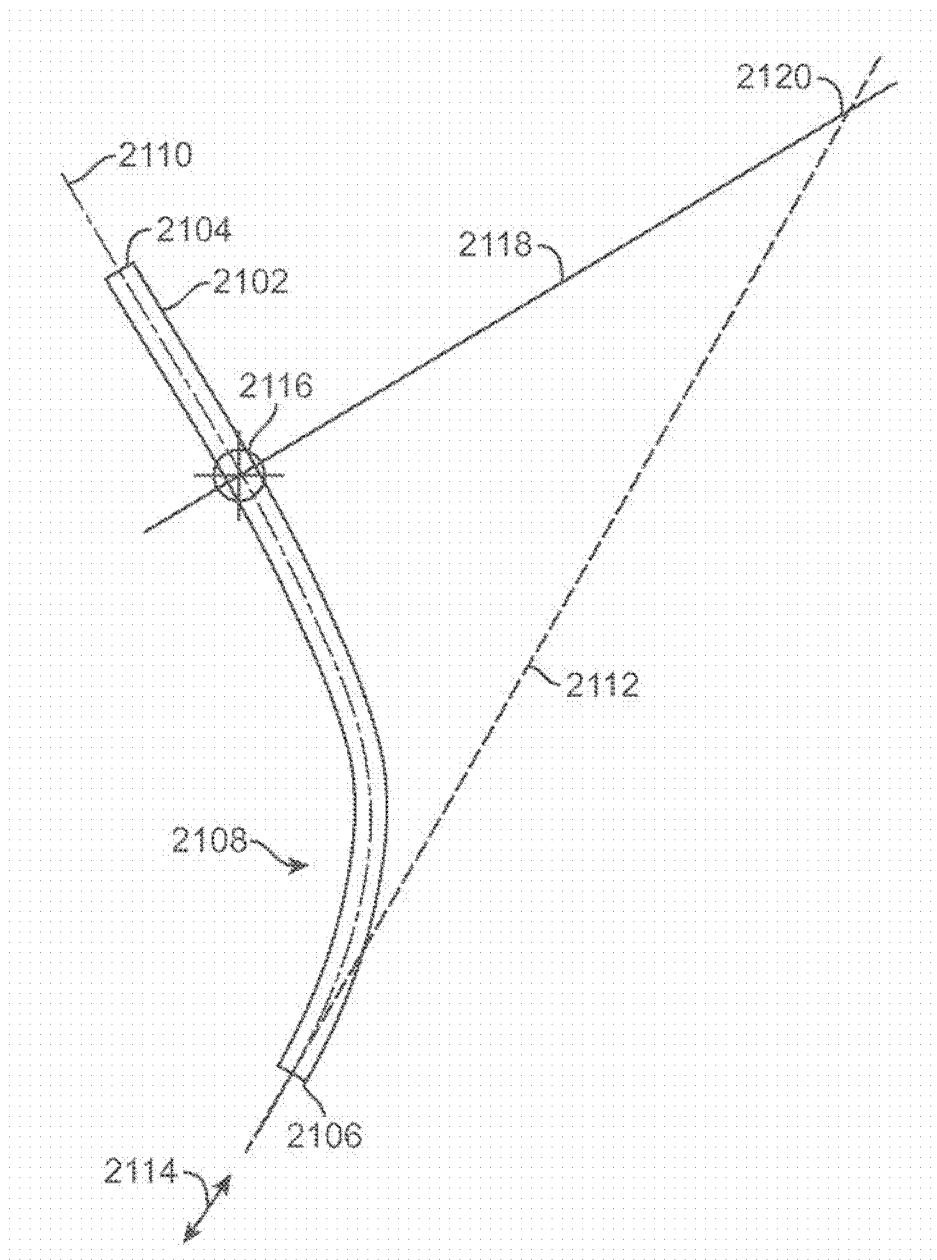


图 21

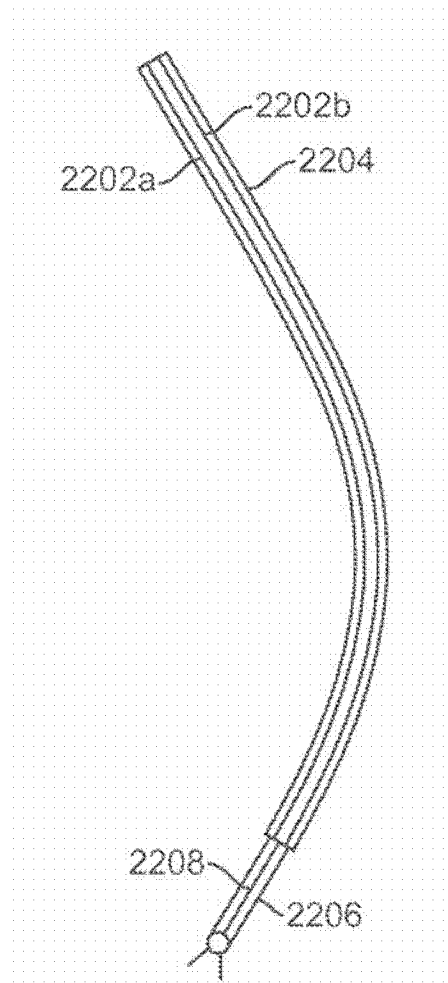


图 22

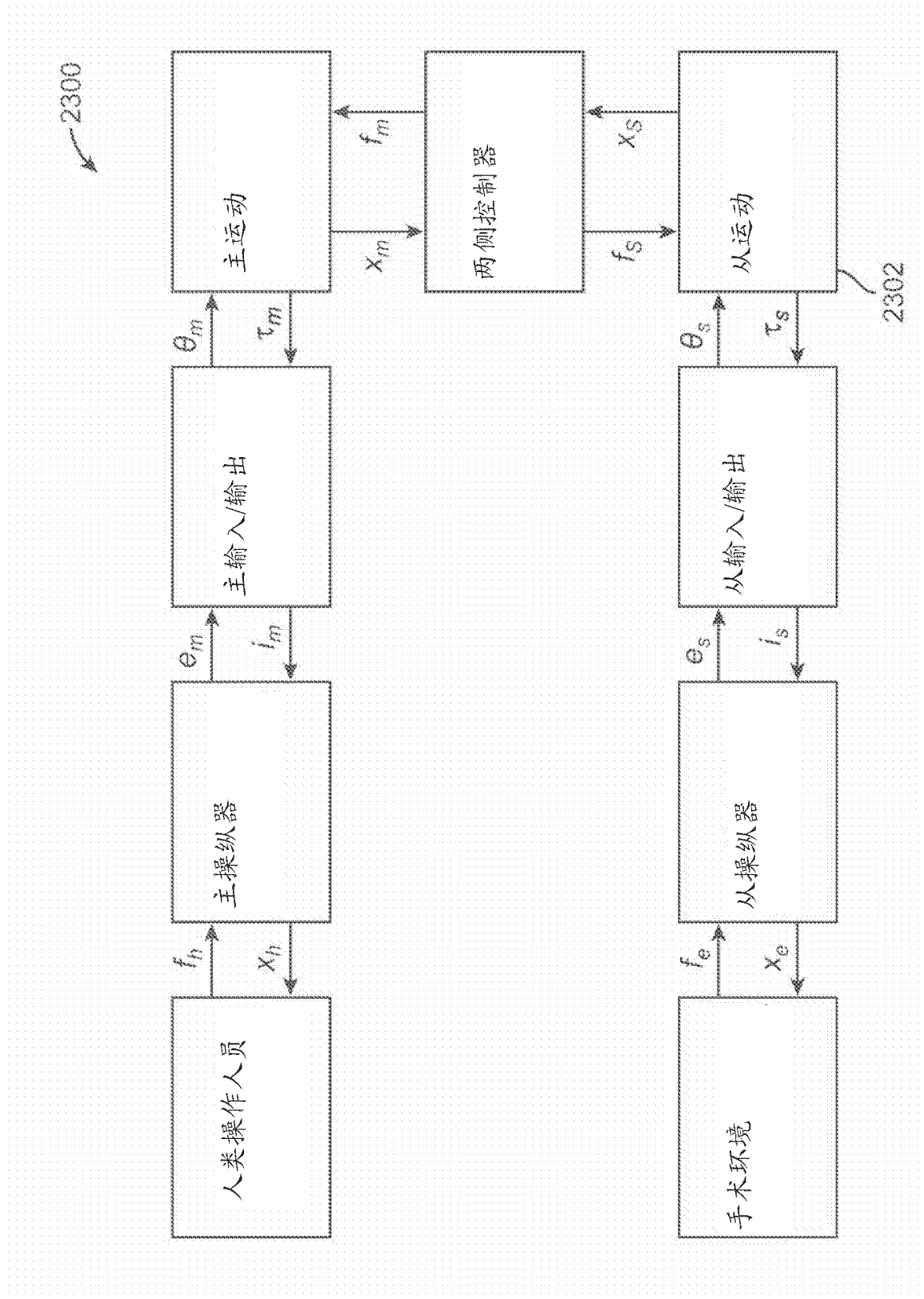


图 23

专利名称(译)	弯曲插管和自动操纵器		
公开(公告)号	CN102510740B	公开(公告)日	2015-06-17
申请号	CN201080042432.9	申请日	2010-08-27
[标]申请(专利权)人(译)	直观外科手术操作公司		
申请(专利权)人(译)	直观外科手术操作公司		
当前申请(专利权)人(译)	直观外科手术操作公司		
[标]发明人	GM普里斯科 SKW奥 CR杰尔比 TW罗杰斯 JR斯蒂格 CE斯维尼哈特		
发明人	G·M·普里斯科 S·K·W·奥 C·R·杰尔比 T·W·罗杰斯 J·R·斯蒂格 C·E·斯维尼哈特		
IPC分类号	A61B17/34 A61B19/00 A61B17/29		
CPC分类号	A61B1/00149 A61B17/3421 A61B17/3423 A61B17/3431 A61B17/3439 A61B17/3474 A61B34/30 A61B34/37 A61B34/71 A61B34/73 A61B34/76 A61B50/13 A61B90/50 A61B90/90 A61B90/92 A61B2017/00477 A61B2017/00526 A61B2017/00845 A61B2017/2904 A61B2017/2905 A61B2017/2929 A61B2017/2936 A61B2017/3419 A61B2017/3429 A61B2017/3441 A61B2017/3445 A61B2017/3447 A61B2017/3454 A61B2017/3466 A61B2034/301 A61B2034/305 Y10S901/41 A61B17/0218 B25J13/02 A61B34/70		
优先权	61/245171 2009-09-23 US 12/618549 2009-11-13 US		
其他公开文献	CN102510740A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种自动手术系统配置有多个刚性的弯曲插管，该插管延伸通过同一开口进入患者体内。具有无源柔性轴的手术器械延伸穿过该弯曲插管。这些插管被定向为引导这些器械朝向手术部位。公开了支撑单个开口内多个弯曲插管的各种端口结构。公开了多个插管支撑固定件，在插入该单个开口并且安装到这些自动操纵器期间这些固定件支撑这些插管。公开了一种远程操作控制系统，该系统以允许外科医生感受直观控制的方式移动这些弯曲插管及其相关器械。

