



(10) 授权公告号 CN 111938820 B

(45) 授权公告日 2024.12.10

(21) 申请号 202010542581.7

(22) 申请日 2015.02.20

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111938820 A

(43) 申请公布日 2020.11.17

(30) 优先权数据  
61/943,084 2014.02.21 US

(62) 分案原申请数据  
201580009399.2 2015.02.20

(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 D·P·萨拉里夫 M·R·威廉姆斯

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

专利代理师 李艳兵

(51) Int.Cl.  
A61B 34/30 (2016.01)  
A61B 34/35 (2016.01)  
A61B 34/00 (2016.01)

(56) 对比文件  
US 2002087048 A1, 2002.07.04  
US 2002087166 A1, 2002.07.04

审查员 孙谦

权利要求书2页 说明书21页 附图23页

(54) 发明名称

机械接头以及相关的系统和方法

(57) 摘要

本申请涉及机械接头以及相关的系统和方法,其中一种外科手术器械可以包括轴,该轴包括位于第一端的腕部;耦接到该腕部上的末端执行器;以及沿该轴和该腕部延伸的致动元件。该致动元件可以遵循着沿该腕部的至少一部分的扭曲路径。该扭曲路径可以具有沿该腕部整个长度的小于360度的角度范围。还考虑了一种配置外科手术器械腕部的方法、以及一种用于外科手术器械的致动元件的支撑结构。该支撑结构可以包括至少一个通道,该通道限定绕该支撑结构的纵向轴线的扭曲路径。该通道可以具有从该通道的第一末端到该通道的第二末端的小于360度的角度范围。

1. 一种外科手术器械,包括:  
可铰接腕部,其包括第一接头和第二接头;  
末端执行器,其耦接到所述可铰接腕部;和  
致动元件,其可操作地耦接到所述末端执行器并通过所述可铰接腕部布置,  
所述致动元件沿着所述可铰接腕部的至少一部分遵循扭曲路径,  
所述致动元件在穿过所述第一接头和所述第二接头的组合时长度守恒,并且  
所述致动元件在单独穿过所述第一接头或所述第二接头时长度不守恒。
2. 根据权利要求1所述的外科手术器械,其中:  
所述外科手术器械还包括轴和传动机构;  
所述轴从所述可铰接腕部向近侧延伸并且包括近端部分;  
所述传动机构位于所述轴的所述近端部分;和  
所述传动机构构造成沿所述致动元件传递驱动力。
3. 根据权利要求2所述的外科手术器械,其中:  
所述传动机构构造成沿所述致动元件传递所述驱动力以致动所述末端执行器。
4. 根据权利要求2所述的外科手术器械,其中:  
所述传动机构构造成沿着所述致动元件传递所述驱动力以致动所述腕部。
5. 根据权利要求1所述的外科手术器械,其中:  
针对所述可铰接腕部限定纵向中心线;和  
所述扭曲路径绕着一条轴线扭曲,所述轴线径向偏离所述可铰接腕部的所述纵向中心线。
6. 根据权利要求1所述的外科手术器械,其中:  
所述第一接头具有第一弯曲轴线,所述腕部可围绕所述第一弯曲轴线铰接;  
所述第二接头具有第二弯曲轴线,所述腕部可围绕所述第二弯曲轴线铰接;和  
所述第一弯曲轴线和所述第二弯曲轴线彼此正交。
7. 根据权利要求1所述的外科手术器械,其中:  
所述扭曲路径在所述第一接头上的角度范围不同于所述扭曲路径在所述第二接头上的角度范围。
8. 根据权利要求1所述的外科手术器械,其中:  
所述腕部还包括第三接头;和  
所述致动元件在穿过所述第三接头时长度守恒。
9. 根据权利要求1所述的外科手术器械,其中:  
所述扭曲路径在所述第一接头和所述第二接头上总共具有180度的角度范围。
10. 根据权利要求1所述的外科手术器械,其中:  
所述扭曲路径在所述第一接头和所述第二接头上总共具有240度的角度范围。
11. 根据权利要求1所述的外科手术器械,其中:  
限定所述腕部的纵向中心线;  
所述扭曲路径沿着所述第一接头绕所述腕部的纵向中心线延伸第一角度范围;和  
所述扭曲路径沿着所述第二接头绕所述腕部的纵向中心线延伸第二角度范围。
12. 根据权利要求11所述的外科手术器械,其中:

所述第一角度范围和所述第二角度范围具有彼此不同的大小。

13. 根据权利要求11所述的外科手术器械, 其中:

所述第一角度范围和所述第二角度范围在大小上彼此相等。

14. 根据权利要求11所述的外科手术器械, 其中:

所述第一角度范围和所述第二角度范围在大小上彼此相等, 并且在彼此相反的方向上扭曲。

15. 根据权利要求14所述的外科手术器械, 其中:

所述第一角度范围在第一方向上扭曲90度; 和

所述第二角度范围在与所述第一方向相反的第二方向上扭曲90度。

16. 一种外科手术器械, 包括:

可铰接腕部, 包括第一接头和第二接头;

末端执行器, 其耦接到所述可铰接腕部; 和

致动元件, 其可操作地耦接到所述末端执行器并通过所述可铰接腕部布置;

其中, 所述致动元件沿着所述可铰接腕部的至少一部分遵循扭曲路径;

其中限定所述可铰接腕部的整个长度; 和

所述扭曲路径沿所述可铰接腕部的整个长度具有180度的角度范围。

17. 根据权利要求16所述的外科手术器械, 其中:

所述扭曲路径沿所述第一接头具有90度的角度范围; 和

所述扭曲路径沿所述第二接头具有90度的角度范围。

18. 根据权利要求17所述的外科手术器械, 其中:

所述扭曲路径沿着所述第一接头在第一方向上扭曲; 和

所述扭曲路径在所述第二接头上沿与所述第一方向相反的第二方向扭曲。

19. 根据权利要求16所述的外科手术器械, 其中:

所述第一接头具有第一弯曲轴线, 所述腕部可围绕所述第一弯曲轴线铰接;

所述第二接头具有第二弯曲轴线, 所述腕部可围绕所述第二弯曲轴线铰接; 和

所述扭曲路径与所述第一弯曲轴线和所述第二弯曲轴线相交。

20. 根据权利要求19所述的外科手术器械, 其中:

所述第一弯曲轴线和所述第二弯曲轴线彼此正交。

## 机械接头以及相关的系统和方法

[0001] 本申请是申请日为2015年2月20日、名称为“机械接头以及相关的系统和方法”的中国专利申请2015800093992的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求于2014年2月21日提交的61/943,084号美国临时专利申请的权益,该申请的全文通过引用结合在此。

### 技术领域

[0004] 本公开涉及机械接头结构以及利用致动元件铰接多个机械接头的器械和方法。具体而言,本公开的多个方面涉及利用远程可致动的机械接头的外科手术器械和方法。

### 技术背景

[0005] 远程控制的外科手术器械(包括遥控外科手术器械)通常用于微创医疗程序。在医疗程序过程中,外科手术器械可以在一个或多个方向上铰接。例如,外科手术器械可以由位于外科手术器械轴近端的传动机构来致动以便将位于外科手术器械远端的末端执行器定向和定位在所期望的位置处。外科手术器械可以进一步包括末端执行器连接的腕部,如有关节的、可铰接的结构,使得该末端执行器可以相对该轴来定位。外科手术器械可以进一步包括穿过该外科手术器械的一个或多个末端执行器致动元件(包括该腕部)以便致动该末端执行器。致动(弯曲)该腕部可以引起(多个)末端执行器致动元件的弯曲,这可能引起(多个)末端执行器致动元件的长度变化。这种长度变化可能引起末端执行器的意外运动。鉴于此,期望提供一种包括一个或多个末端执行器致动元件的外科手术器械,该末端执行器致动元件被配置成当该器械的腕部在铰接时使这些致动元件的长度基本上守恒。

### 发明内容

[0006] 本公开的示例性实施例可以解决上述问题中的一个或多个问题和/或可以演示上述所期望的特征中的一个或多个特征。其他特征和/或优势将从以下说明书中变得明显。

[0007] 根据至少一个示例性实施例,外科手术器械可以包括轴,该轴包括处于第一末端的腕部;耦接到该腕部上的末端执行器;以及沿该轴和该腕部延伸的致动元件。该致动元件可以沿该腕部的至少一部分遵循扭曲路径。该扭曲路径可以具有沿该腕部整个长度的小于360度的角度范围。

[0008] 根据另一个示例性实施例,外科手术器械的致动元件的支撑结构可以包括至少一个通道,该至少一个通道限定绕该支撑结构的纵向轴线的扭曲路径。该通道可以具有从该通道的第一末端到该通道的第二末端的小于360度的角度范围。

[0009] 根据另一个示例性实施例,配置外科手术器械腕部的方法可以包括沿该腕部延伸致动元件,从而该致动元件沿该腕部的至少一部分遵循扭曲路径。该扭曲路径可以具有小于360度的角度范围。

[0010] 本发明的附加目的、特征和/或优势将在下面的说明书中进行部分阐述,并且部分

将从该说明书中变得明显,或者可以通过本公开的实施和/或权利要求书加以了解。这些目的和优势中至少一些可以通过所附权利要求中特别指出的元件和组合实现和获得。

[0011] 应当理解,上述概括说明和下面的详细说明都只是示例性和说明性的,且对于权利要求书不具有限制性;而是权利要求书对其全部范围广度享有权利,包括等效物。

### 附图简要说明

[0012] 本公开可以从下面的详细说明书中、或者单独或者与附图一起来加以理解。这些附图被包括在内,以便进一步理解本公开,并结合在本说明书内,并构成本说明书的一部分。这些附图展示了本教导内容的一个或多个示例性实施例,并且与本说明书一起来解释某些原理和操作。

[0013] 图1示出了根据示例性实施例的遥控外科手术系统。

[0014] 图2示出了根据示例性实施例的笔直构型的单一挠性且可弯曲构件的示意性透视图。

[0015] 图3示出了图2中的处于弯曲构型的构件。

[0016] 图4示出了图2中的处于弯曲构型的构件。

[0017] 图5是外科手术器械轴以及延伸穿过该轴的部件的示例性实施例的局部示意性透视截面图。

[0018] 图6是外科手术器械的腕部的示例性实施例的俯视示意图。

[0019] 图7是外科手术器械的腕部的示例性实施例的俯视示意图。

[0020] 图8是根据示意性实施例的外科手术器械的远端部的侧视图。

[0021] 图9是外科手术器械的腕部的示例性实施例的侧视图。

[0022] 图10A示出了根据示例性实施例的腕部的示意性横截面视图。

[0023] 图10B示出了根据示例性实施例的腕部的示意性横截面视图。

[0024] 图11示出了示意性展示了沿腕部的致动元件形状的俯视图。

[0025] 图12A示出了根据示例性实施例的外科手术器械的腕部的示意性横截面视图。

[0026] 图12B示出了根据示例性实施例的外科手术器械的腕部的示意性横截面视图。

[0027] 图13示出了示意性展示了沿腕部的致动元件形状的俯视图。

[0028] 图14A示出了根据示例性实施例的外科手术器械的腕部的示意性横截面视图。

[0029] 图14B示出了根据示例性实施例的外科手术器械的腕部的示意性横截面视图。

[0030] 图14C示出了根据示例性实施例的外科手术器械的腕部的示意性横截面视图。

[0031] 图14D示出了根据示例性实施例的外科手术器械的腕部的示意性横截面视图。

[0032] 图15示出了示意性展示了沿腕部的致动元件形状的俯视图。

[0033] 图16A示出了根据示例性实施例的外科手术器械的腕部的示意性横截面视图。

[0034] 图16B示出了根据示例性实施例的外科手术器械的腕部的示意性横截面视图。

[0035] 图16C示出了根据示例性实施例的外科手术器械的腕部的示意性横截面视图。

[0036] 图16D示出了根据示例性实施例的外科手术器械的腕部的示意性横截面视图。

[0037] 图17示出了示意性展示了沿腕部的致动元件形状的俯视图。

[0038] 图18示出了根据示例性实施例的外科手术器械轴的远端部的透视图。

[0039] 图19示出了根据示例性实施例的致动元件支撑件和推/拉致动元件的示意性透视图。

图。

- [0040] 图20示出了根据示例性实施例的处于闭合构型的末端执行器的侧视图。
- [0041] 图21示出了图20中的处于打开构型的末端执行器。
- [0042] 图22示出了根据示例性实施例的致动元件支撑件的端面的端视图。
- [0043] 图23示出了根据示例性实施例的致动元件支撑件的端面的端视图。
- [0044] 图24是根据示例性实施例的外科手术器械的远端部的部件的透视图。
- [0045] 图25是沿图24中线25-25截取的横截面视图。
- [0046] 图26是根据示例性实施例的致动元件支撑件的分解图。
- [0047] 图27是根据示例性实施例的致动元件支撑件的示意性透视图。
- [0048] 图28是包括刚性区段的致动元件的示例性实施例的侧视图。
- [0049] 图29是图28中的一部分的放大视图。
- [0050] 图30示出了根据示例性实施例的致动元件支撑件和致动元件的横截面侧视图。
- [0051] 图31是挠性轴的示例性实施例的局部透视图。
- [0052] 图32是根据示意性实施例的、包括多个同轴挠性管和一个致动元件的致动支撑元件的透视端视图。
- [0053] 图33是根据示例性实施例的扭曲形状和该扭曲形状的角度范围的投影的透视图。

### 具体实施方式

[0054] 展示了示例性实施例的本说明书和附图不应被认为是限制性的。可以实现各种机械变化、组合变化、结构变化、电气变化、以及操作变化而没有脱离本说明书和权利要求书的范围,包括等效物。在某些情形中,并未详细示出或说明众所周知的结构和技術,以免使本公开模糊。在两个或更多图中相同数字表示相同或相似元件。另外,参照一个实施例进行详细说明书的元件及其相关特征(无论何时都是实际的)可以被包括在其他实施例中,在这些实施例中,它们没有被明确示出或说明。例如,如果元件参照一个实施例进行详细说明书而没有参照第二实施例进行详细说明书,该元件依然可以声称被包括在该第二实施例中。

[0055] 为了本书说明书和所附权利要求书的目的,除非另外指明,在本说明书和权利要求书中所使用的表示数量、百分比或比例的所有数字、以及其他数值应被理解为在所有情形下通过术语“大约”来修正,其程度为它们还没有被这样修饰过。因此,除非相反地指明,在以下说明书和所附权利要求书中阐述的数字参数是可以根据要获得的期望特性来变化的近似值。不要限制等同于本权利要求保护范围的原则的应用,每个数字参数都应当至少按照报告的显著数字和通过围绕技术的一般实施来解释。

[0056] 应注意,如在本说明书和所附权利要求书中所使用的,单数形式“一个(a)”/“一个(an)”和“该”以及任何词语的任何单数用法包括复数引用对象,除非清楚且明确地限定为一个引用对象。如在此处所使用的,术语“包括”以及其语法上的变化形式旨在是非限制性的,使得清单中项目的详述并不排除可以替代或加到所列项目中的其他相同项目。

[0057] 此外,本说明书的术语并不旨在限制本公开或权利要求。例如,空间上相对术语-例如“下面”、“下方”、“下部”、“上方”、“上部”、“近端”、“远端”等可以用于说明一个元件或特征与另一元件或特征的关系,如图中所示。除了在图中示出的位置和取向之外,这些空间关系术语还旨在包括在使用或在运行中的装置的不同位置(即,地点)和取向(即,旋转布

置)。例如,如果在图中的装置被翻转,则被描述为在其他元件或特征“下方”或“下面”的元件将在其他元件或特征“上方”或“之上”。因此,示例性术语“下方”可以包括上方和下方两个位置和取向。可以按其他方式来定向装置(旋转90度或在其他取向上),并且在此使用的空间相关描述符做出了相应的解释。

[0058] 根据不同的示例性实施例,本公开考虑了用于遥控外科手术系统的外科手术器械,该外科手术器械使用致动元件,其中该致动元件的至少一部分沿扭曲路径安排。该致动元件可以用来致动末端执行器、用来铰接腕部、或者用来致动器械的另一个部件。此外,示例性实施例可以应用到与外科手术器械的中心纵向轴线(中性轴线)偏移的任何致动元件。根据示例性实施例,该扭曲路径可以相对该腕部的中心线沿该腕部整个长度具有小于360度的角度范围。根据示例性实施例,致动元件的至少一部分可以沿扭曲路径来安排,使得当该腕部致动或弯曲时该致动元件的长度在该腕部的每个接头处守恒。通过使该致动元件的长度守恒,致动元件的长度变化可以被最小化或消除,致动元件的长度变化可能干扰致动元件的致动功能,这些长度变化会在腕部的弯曲过程中发生。根据示例性实施例,致动元件可以沿扭曲路径来安排,使得致动元件的长度在腕部的单独接头处守恒而在腕部的另一个单独接头处不守恒,其中致动元件的整个扭曲路径是长度守恒结构。

[0059] 本公开进一步考虑了致动元件支撑件。致动元件支撑件可以用来使致动元件的至少一部分成形为所希望的形状,如沿扭曲路径,使该致动元件的长度守恒,和/或增加致动元件的屈曲强度。根据示例性实施例,该致动元件支撑件可以是单件构件,该构件包括至少一个管腔,其中,该管腔的至少一部分具有扭曲形状。根据示例性实施例,致动元件支撑件可以包括至少一个刚性部分。根据示例性实施例,致动元件支撑件可以包括例如多个同轴管。根据示例性实施例,致动元件支撑件可以包括管,该管带有一个或多个材料脆肉(material weakness)区域(如切出凹槽)来为该支撑件提供挠性。根据一个示例性实施例,致动元件支撑件可以包括中空结构,如挠性轴,有益于推拉运动。挠性轴可以例如是连接到丝状体上的卷簧。根据另一个示例性实施例,挠性轴可以包括连接在一起的多层卷绕丝状体。

[0060] 转到图1,示出了遥控外科手术系统100的示例,该外科手术系统可以采用根据此处所述的实施例的外科手术器械。系统100包括患者侧推车(patient side cart)102,该系统具有多个外科手术器械140,每个外科手术器械安装在臂110的对接端口中,该系统可以例如是从直觉外科公司获得的达芬奇®外科手术系统。器械140可以是可互换的,使得安装在臂110上的这些器械140可以被选择用于具体医疗程序或在医疗程序过程中被更换以提供所需要的临床功能。如在本技术领域众所周知的,外科手术器械140可以实施很多功能,包括但不限于例如钳子或抓紧器、针驱动器、手术刀、剪刀、烧灼工具、以及吻合器。

[0061] 每个器械140一般包括传动机构或后端机构150、从传动机构150伸出的主轴160、处于主轴160的远端的可选腕部(未在图1中示出)、以及从腕部或直接从轴160伸出的末端执行器180。例如,图8展示了外科手术器械的远端的示例性实施例,该外科手术器械除了其他事物外包括轴251、处于轴251的远端的腕部250、以及从腕部250伸出的末端执行器252。致动元件254(例如,像钢筋束或杆)可以延伸穿过轴251到达腕部250和/或到达末端执行器252。如本领域普通技术人员所熟悉的,致动元件可以被配置成拉/拉或推/拉致动元件。拉/拉和推/拉致动装置的示例性实施例在于2013年10月1日发布的8,545,515号美国专利中进

行了描述,该专利通过引用以其全文结合于此。因此,致动元件254可以用来致动腕部250和/或末端执行器252。因此,参照图1,致动元件可以从传动机构150伸出,该传动机构可以连接到患者侧操作器112上。传动机构150通常提供这些致动元件到在患者侧推车102中的驱动电机上的机械耦接。例如,传动机构150可以被配置成连接到患者侧推车102的臂110的患者侧操作器112上。其结果是,患者侧操作器112和传动机构150可以用来向致动元件254施加力来致动腕部250和/或末端执行器252。另外,在此参照图8,电导线(未在图8中示出)也可以延伸穿过轴251和腕部250到达末端执行器252。

[0062] 系统100可以因此在需要时控制沿这些致动元件的运动和力以便移动或定位腕部并且操作末端执行器180。患者侧推车102的臂110可以用来将外科手术器械140的末端插入通过在进行医疗程序的患者的切口中的插管并且用来操纵器械140的腕部和/或处于患者体内的工作部位处的末端执行器180。

[0063] 摄像器械104可以类似地被安装在推车102的臂上并且可选地还具有腕部,系统100操作该腕部来定位摄像系统104的远端以便观察在患者体内的工作部位以及外科手术器械140的操作。可以在控制台(未示出)观察来自摄像系统104的视图并且图像可以显示在显示器106上,这些视图可以是立体的或三维的。系统100的处理系统可以因此提供用户界面,该用户界面使得医生或其他医疗人员能够看见并且操作摄像系统104和器械140。例如,如同外科手术器械140一样,臂110可以用来将摄像器械104的末端插入通过在进行医疗程序的患者的切口中的插管并且用来操作腕部和/或处于患者体内的工作部位处的末端执行器180。

[0064] 外科手术器械140的主轴160、腕部和末端执行器180的直径或多个直径以及摄像器械104的直径一般是根据与该器械一起使用的插管的大小来选择的。在示例性实施例中,摄像器械104的直径以及腕部和主轴160的直径范围可以从大约3mm到大约13mm。例如,直径可以是大约4mm、大约5mm、大约8mm、大约10mm、或大约13mm以便匹配一些已存在的插管系统的尺寸大小。

[0065] 如在图1的示意性视图中所展示的,遥控外科手术系统100可以进一步包括医生控制台120和辅助控制/视觉推车130。一般而言,医生控制台120通过各种不同的输入设备接收使用者(例如,医生)的输入,包括但不限于抓取机构122和脚踏板124,并且用作为主控制器,安装在患者侧推车102上的这些器械140响应于该主控制器来实施(多个)外科手术器械102所期望的运动,并且因此执行所期望的外科手术程序。例如,然而不限于此,这些抓取机构122可以充当可以控制外科手术器械140和/或摄像器械104的“主”装置,这些外科手术器械和摄像器械可以充当在臂110处的相应“次”装置。例如,抓取机构122可以控制外科手术器械140的末端执行器180和/或腕部,如本技术领域的普通技术人员所熟悉的。另外,但不限于此,这些脚踏板124可以被压低以提供例如单极或双极电外科能量,或者以激活这些器械140的各种其他功能(例如,吸、灌注、和/或不同的其他流量递送模式)。换言之,基于提供给处于例如医生控制台120处的输入设备的命令,患者侧推车102可以定位并且致动这些器械140、104来经由位于这些臂110处的患者侧操作器112执行所期望的医疗程序。因此,患者侧推车102这些器械140、104可以根据由使用者在医生控制台120处所输入的命令被远程地遥控。医生控制台120可以进一步包括显示器以便允许外科医生例如经由在患者侧推车102处的摄像器械104(例如)在外科手术程序过程中观察外科手术部位的三维图像。

[0066] 在遥控外科手术系统的多个非限制示例性实施例中,控制/视觉推车130包括“核心”处理设备(如核心处理器134)和/或其他辅助处理设备,这些处理设备可以并入或实际支持在控制/视觉推车130上。控制/视觉推车130还可以包括用于操作外科手术系统的其他控制装置。在示例性实施例中,从医生控制台120传输来的(多个)信号或输入可以传输到控制/视觉推车130处的一个或多个处理器,处理器会解释(多个)输入并且产生有待传输到患者侧推车102的(多个)指令或输出来引起外科手术器械140、104和/或臂110中的一者或多者的操纵,这些外科手术器械140、104在患者侧推车102处耦接到这些臂上。应注意,图1中的系统部件没有以任何特定定位被示出并且可以根据所期望的来安排,其中患者侧推车102相对于患者来布置以便影响对患者的外科手术。

[0067] 外科手术器械可以具有一个或多个自由度,从而允许该器械朝一个或多个方向上弯曲。例如,腕部可以提供铰接以便允许朝一个或多个方向的弯曲,如朝任意俯仰方向和偏摆方向,这些方向基本上是相互正交的。器械可以包括允许弯曲的其他接头,如在2011年5月17日公开的7,942,868号美国专利以及在2008年3月13日公开的US2008/0065105号美国申请公开中所描述的榫接接头,两个专利均通过引用以其全文结合于此。穿过器械的弯曲部的元件,包括致动元件(例如,钢筋束或杆)和电缆(如用来致动腕部或末端执行器),也可弯曲。

[0068] 当这些致动元件穿过外科手术器械的弯曲部时,弯曲可影响致动元件。转到图2,示出了可以像接头一样弯曲的单一挠性构件200的示意性透视图。第一致动元件202和第二致动元件204延伸穿过构件200,如沿构件200的纵向轴线208。在图2的示例性实施例中,其中,构件200处于笔直(中性)构型,弯曲轴线206穿过第一致动元件202和第二致动元件204中的每个元件。如图3中所示,当构件200绕弯曲轴线206弯曲时,第一和第二致动元件202、204也弯曲。由于轴线206穿过致动元件202、204二者,第一致动元件202与第二致动元件204之间在长度上没有相对变化。换言之,致动元件202、204中的一个元件不会变得比另一个长得多或短得多。

[0069] 再次转到图2,构件200的第二弯曲轴线207在第一致动元件202与第二致动元件204之间穿过。其结果是,当构件200以在图4中所示的方式绕弯曲轴线207弯曲时,第一致动元件202相对其中性位置被拉伸,从而引起其正向长度变化,同时第二致动元件204相对其中性位置被压缩,从而引起其负向长度变化。因此,弯曲构件200相对于弯曲轴线207可以引起致动元件202、204的相对长度变化,其中一个致动元件变得比另一个更长。这种长度相对变化可能干扰致动元件的功能,如致动末端执行器。例如,当通过对致动元件202、204施加张紧或压缩,致动元件202、204用来打开或者关闭末端执行器时,致动元件202、204之间的相对长度变化会在这些致动元件202、204中的一个致动元件上产生松弛,从而削弱致动元件传递所期望的张紧或压缩并且引起末端执行器所期望的致动的能力。

[0070] 鉴于这些考虑,可期望的是设计一种外科手术器械的接头,使得该接头的弯曲轴线延伸穿过致动元件。例如,可以提供单一致动元件来致动末端执行器,其中该单一致动元件沿外科手术器械的中心延伸。在此类构型中,基本上相互正交的弯曲轴线,如为了提供外科手术器械的两个弯曲自由度,可以穿过器械和致动元件的中心。其结果是,当外科手术器械绕任一弯曲轴线弯曲时,致动元件的长度基本上不变化。然而,尽管当单一致动元件足够控制末端执行器时这个方法是有用的,外科手术器械可以包括多个致动元件,以便致动该

器械的多个不同部件或致动需要多于一个致动元件的末端执行器或腕部。

[0071] 图5示出了外科手术器械220的示例,该外科手术器械包括多个致动元件。在不同的示例性实施例中,外科手术器械220可以是根据在2012年8月23日公开的US2012/0215220号美国申请公开、在2012年12月6日公开的US2012/0310254号美国申请公开、以及在2012年12月6日公开的US 2012/0310221号美国申请公开中所描述的示例性实施例,这些申请通过引用以其全文而结合于此。如所示的,外科手术器械220包括第一部件致动元件222,该第一部件致动元件沿外科手术器械220的中心线221延伸。第一致动元件222可以被配置成例如通过沿中心线221推动或拉动切割刀片来致动切割刀片227或其他部件。

[0072] 由于第一致动元件222沿中心线221定位,器械220的俯仰和偏摆弯曲轴线228、229都穿过第一致动元件222。其结果是,当外科手术器械220相对于轴线228或轴线229弯曲时,第一致动元件222基本上不会经历长度变化。外科手术器械220还包括其他致动元件,如第二和第三末端执行器致动元件224、226以便致动例如器械220的末端执行器(未示出)。末端执行器可以例如是钳子或抓紧器、针驱动器、手术刀、剪刀、烧灼工具、吻合器、或在本领域中使用的其他类型的末端执行器,例如,爪形末端执行器。根据示例性实施例,致动元件224、226可以是拉/拉致动元件,这些致动元件通过放松致动元件224、226中的一个元件并且拉动致动元件224、226中的另一个元件来打开和关闭末端执行器,如本领域的普通技术人员所熟悉的。外科手术器械220可以包括用于其它部件的额外管腔223、225,例如,像额外的致动元件或流量导管,如向末端执行器提供电外科能量或其他流量供应的导管。

[0073] 因为存在第一致动元件222,致动元件224、226不能沿中心线221定位并且轴线228不穿过致动元件224、226。因此,当外科手术器械220相对于轴线228弯曲时,致动元件224、226之间可发生长度变化。由于在弯曲过程中致动元件224、226长度的这些变化,器械220需要更大的机械复杂度来使致动元件224、226彼此分离以便致动末端执行器。

[0074] 鉴于这些考虑,本公开设想了具有一个或多个致动元件的外科手术器械,这些致动元件在弯曲过程中在长度上基本上不会展现总体变化,甚至当致动元件的位置与弯曲轴线偏移。当致动元件的长度的总体变化在弯曲过程中最小时,可以降低包括该致动元件的器械的机械复杂度。此外,通过制造其总体长度不会由于弯曲而大幅度变化的(换言之,使致动元件的长度守恒)致动元件,致动元件可以与致动元件延伸穿过的接头的运动分离该接头。换言之,尽管此类接头(多个)具有铰接,但致动元件的弯曲不会导致末端执行器所不期望的或意外的致动。

[0075] 最小化或防止致动元件由于弯曲而发生长度总体变化的一种方法是在致动元件穿过外科手术器械的弯曲部时沿扭曲路径来安排致动元件。例如,致动元件可以沿扭曲路径来安排,该扭曲路径针对致动元件穿过的每条弯曲轴线具有360°的角度范围,以基本上最小化或防止致动元件的总体长度的变化(即,使致动元件的长度守恒)。

[0076] 转到图6,其示出了外科手术器械的腕部230的示例性实施例的示意图,该腕部包括第一致动元件232和第二致动元件234。腕部230可以包括接头(未在图6的示意图中示出)以便引起腕部230绕弯曲轴线236弯曲(该弯曲轴线延伸进和延伸出图6的页面)。腕部230绕弯曲轴线236弯曲,从而引起致动元件232、234在图6中的纵向轴线238上方的部分经历正向长度变化并且在轴向238下方的部分经历负向长度变化。由于致动元件232、234沿绕着贯穿腕部230的轴线238具有360°的角度范围的扭曲路径来安排,致动元件232、234基本上不会

由于绕轴线238弯曲腕部230而经历长度变化。例如,尽管在区231中的致动元件232的部分经历了正向长度变化,但在区233中的致动元件232的部分经历了负向长度变化,该负向变化有效地抵消了来自区231的正向长度变化。类似地,在区235中的致动元件232的负向长度变化被在区237中的致动元件232的正向长度变化抵消。对于致动元件234在区231、233、235、237之间发生了长度变化的类似抵消,而且以相反的方式,因为致动元件234被定位成与绕轴线238的致动元件232相对。

[0077] 转到图7,示出了腕部240的另一个示例性实施例的示意图,该腕部包括第一致动元件242和第二致动元件244,其中,腕部240绕弯曲轴线246弯曲。与图6中的示例性实施例类似,腕部240可以包括接头(未在图7的示例性实施例中示出)以引起腕部240绕弯曲轴线246来弯曲。在图7的示例性实施例中,在腕部240的区245、547的末端,致动元件242、244沿中性轴线248定位,而不是从中性轴线偏移,如在图6的示例性实施例。然而,致动元件242、244沿扭曲路径来安排并且在区241和243中从纵向轴线248偏移。由于致动元件242、244在其穿过腕部240时沿具有360°的角度范围的扭曲路径来安排,致动元件242、244的总体长度基本上不变化。例如,尽管致动元件242在区241中的部分经历了正向长度变化,但致动元件242在区243中的部分经历了负向长度变化,该负向变化抵消了正向长度变化。致动元件244经历相似的长度变化的抵消,但方式相反。致动元件242、244在区245、247中的部分沿纵向轴线248相对于彼此不会经历任何显著的长度变化。

[0078] 如以上相对于图6和图7的示例性实施例所述的,从外科手术器械的中心纵向轴线(中性轴)偏移的致动元件可以沿针对外科手术器械的弯曲轴线具有360°的角度范围的扭曲路径来安排。然而,外科手术器械可以包括若干弯曲轴线。例如,外科手术器械的腕部可以包括一个或多个多DOF(自由度)接头并且因此包括多条弯曲轴线。例如,如果图6中的示例性实施例的腕部230包括在基本上相同方向上延伸的多条弯曲轴线236,则致动元件232、234可以沿扭曲路径来安排,该扭曲路径在经过两条弯曲轴线而不是仅仅一条弯曲轴线时具有360°的角度范围。

[0079] 根据另一个示例性实施例,包括在一个方向上(如在图6的弯曲轴线方向236上)延伸的第一多条弯曲轴线和在另一方向上(如图6中基本上垂直于弯曲轴线236)延伸的第二多条弯曲轴线的腕部、多个致动元件可以沿在第一多条弯曲轴线上具有360°的角度范围的扭曲路径以及沿在第二多条弯曲轴线上具有360°的角度范围的扭曲路径来安排。然而,沿扭曲路径扭曲致动元件来引起针对每条弯曲轴线的长度变化最小或无变化(例如,当弯曲轴线在不同的或替代方向上延伸时)会引起扭曲的致动元件与支撑和/或引导致动元件形成扭曲形状的表面之间摩擦增大。致动元件与其支撑表面之间的摩擦可以由capstan等式  $T_{\text{负载}} = T_{\text{保持}} e^{\mu\Phi}$  来表示,其中  $T_{\text{保持}}$  是施加到致动元件上的张力,  $\mu$  是致动元件与支撑表面之间的摩擦系数,  $\Phi$  是致动元件的扭曲扫过的总角度,并且  $T_{\text{负载}}$  是致动元件与支撑表面之间的力。将致动元件扭曲大角度  $\Phi$  因此在致动元件与(多个)支撑表面之间产生大的  $T_{\text{负载}}$  力。因此,当这些接头具有在不同或替代方向上延伸的多条弯曲轴线时,为每个接头将致动元件扭曲360角度可能会在制造上造成困难,特别是针对外科手术器械的腕部的相对短的长度和小直径。鉴于这些考虑,本公开考虑了包括一个或多个接头的外科手术器械,这些接头使一个或多个致动元件的长度在弯曲时(即,这些致动元件的总体长度在弯曲时不会发生显著变化)守恒同时还最小化扭曲量以实现长度守恒。

[0080] 用于提供多个致动元件长度守恒的不同示例性实施例由本公开来考虑到并且在下文关于外科手术器械的带关节的结构进行了进一步详细的讨论。不同的带关节的结构可以使用遵循扭曲路径的多个致动元件构型。例如,这些带关节的结构可以用于腕部,例如,像根据于2014年2月21日公开的题为“Mechanical Wrist Joints with Enhanced Range of Motion, and Related Devices and Methods”在代理人案号ISRGO4480PROV/US下的61/943,068号美国临时申请以及提交日期与此同时并且要求61/943,068号美国临时申请的优先权的PCT/US15/xxxxxx (ISRGO4480/PCT) 号国际PTC申请的示例性实施例构型的腕部,这些申请中的每个在此通过参考合并了其整个内容。在其他实例中,这些带关节的结构可以用于榫接头中,例如,在2011年5月17日公开的7,942,868号美国专利及在2008年3月13日公开的US2008/0065105号美国申请公开中描述的榫接头。

[0081] 本公开的示例性实施例可以利用的另一种类型的接头在图8的示例性实施例中被示出。如上注意到的,图8示出了连接到末端执行器252的腕部250。根据示例性实施例,末端执行器252可以包括例如U形挂钩253和爪形构件255。根据示例性实施例,腕部250包括连接到末端执行器252上的第一连杆256和第二连杆258,其中接头270将第一连杆256连接到末端执行器252上并且接头269将第二连杆258连接到第一连杆256上。此处所述的不同的示例性实施例中的连杆可以被构型成盘,如在本领域的普通技术人员所熟悉的。然而,也可以采用其他形状而不脱离本公开和权利要求书的范围。在示例性实施例中,末端执行器252通过接头270直接连接到第一连杆256上,末端执行器252的至少一部分是腕部250的一部分。

[0082] 根据另一个示例性实施例,腕部可以包括三个连杆而不是两个连杆。例如,不是将连杆256之间连接至U形挂钩253上来在连杆256与U形挂钩253之间提供接头270,如在图8的示例性实施例中所示出的,可以在连杆256与U形挂钩253之间提供第三连杆,其中接头270在连杆256与第三连杆之间形成并且该连杆附接到该U形挂钩上。

[0083] 第一连杆256与U形挂钩253可以在方向261上绕轴线260(该轴线延进和伸出图8的页面)相对于彼此铰接。腕部250进一步包括连接至第一连杆256上的第二连杆258,使得第二连杆258和第一连杆256可以相对彼此在方向263上绕轴线262铰接。轴线260、262可以是基本上彼此正交以便为腕部250提供两个自由度,如在任意选择的俯仰方向和偏摆方向上的运动。由于腕部250具有在不同方向上运动的两个自由度,腕部250可以被描述成“AB”腕部,这指的是由腕部250的接头269、270提供的两个不同运动。

[0084] 此处所述的示例性实施例可以用于除了“AB”类型腕部之外的腕部。例如,腕部可以包括具有相同弯曲轴线类型的多个接头,这些接头可以提供腕部的更大范围的运动。转到图9,示出了腕部280的示例性实施例,该腕部包括连杆281-285。连杆281和282连接,使得它们可以在方向291上绕轴线290相对于彼此铰接。连杆284和285以与连杆281和282基本上相同的方式彼此连接,其中连杆284和285相对于彼此在方向297上绕轴线296铰接。因此,连杆281与282之间的接头300以及连杆284与285之间的接头306的类型相同并且可以被称为“A”接头。连杆282和283连接,使得它们可以在方向293上绕轴线292(该轴线伸进并伸出图9的页面)相对于彼此铰接。轴线290、292可以是基本上彼此正交以便为腕部280提供两个自由度,如在任意俯仰方向和偏摆方向(或者A和B)上的运动。另外,连杆283和284以与连杆282和283基本上相同的方式彼此连接,其中连杆283和284相对于彼此在方向295上绕轴线294(该轴线伸进并伸出图9的页面)铰接。连杆282与283之间的接头302以及连杆283与284

之间的接头304的类型相同并且可以被称为“B”接头。因此,腕部280可以被称为“ABBA”腕部,这指的是沿腕部280的接头的弯曲轴线类型的顺序。

[0085] 在另一个实例中,腕部可以具有“ABAB”构型。此类构型,例如可以包括两个“AB”接头,如图8的示例性实施例的串联连杆256、258,使得两个“AB”接头以“ABAB”构型直接彼此连接。

[0086] 由于外科手术器械的腕部的大小较小以及腕部的各个复杂的部件,它们可以在不同的方向上具有不同的运动,在将致动元件穿过腕部时会产生不同的问题,包括确定如何将致动元件穿过腕部来最小化致动元件在以扭曲形状贯穿该腕部时延伸的量,同时在腕部弯曲时使致动元件的长度基本上守恒。此处不同的示例性实施例考虑了一种外科手术器械的腕部,在该腕部中,一个或多个致动元件沿扭曲路径延伸,该扭曲路径沿该腕部的整个长度具有小于 $360^\circ$ 的角度范围。除其他事项外,这些设计考虑了例如致动元件沿腕部的整个长度上的扭曲路径遍历的角度范围、致动元件沿单独弯曲轴线上的扭曲路径遍历的角度范围、致动元件遍历的角度范围和致动元件与(多个)支撑表面之间产生的摩擦(即,最小化角度范围最小化了有待克服的摩擦量,如按照capstan等式,当施加力以致动致动元件时)以及致动元件相对于弯曲轴线的初始角度。

[0087] 转到图10A和图10B,示出了腕部的两个接头1000A和1000B的横截面示意图。根据一个示例性实施例,该腕部的结构可以与图8的示例性实施例的腕部250类似。例如,在图10A和图10B中的接头1000A和1000B的横截面可以是沿图8中的AB腕部的示例性实施例的线A-A和B-B截取的示意图,但是经过修改以便示出当致动元件316A、316B在每个接头1000A和1000B处延伸时它们的扭曲量。致动元件316A、316B可以用来例如致动末端执行器(如图8的示例性实施例的末端执行器252)或者用来致动器械的另一个部件,例如,像腕部。根据示例性实施例,致动元件316A、316B可以遵循扭曲路径,使得致动元件316A、316B的致动不会引起反向运动,如当致动元件316A、316B用来致动腕部时。

[0088] 在图10A和图10B中的横截面分别表示腕部的两个不同的接头1000A和1000B,其中接头1000A的横截面表示具有弯曲轴线312的接头(如图8的示例性实施例中的接头269)并且接头1000B的横截面表示具有弯曲轴线322的接头(如图8的示例性实施例中的接头270)。

[0089] 此处所述的不同示例性实施例的这些致动元件可以基本上是长度守恒的。因此,尽管在一些情况下,当致动元件延伸穿过的(多个)接头(如腕部的一个或多个接头)被致动时,致动元件可具有零长度变化,但在某些情况下,致动元件可能经历小量的长度变化。根据示例性实施例,基本上长度守恒的致动元件可以经历例如小于大约0.010英寸的长度变化,包括无长度变化,如当10磅或更小的张力施加到致动元件上时。

[0090] 致动元件316A、316B的腕部的角度范围可以被选择成使致动元件316A、316B在腕部上长度守恒。例如,致动元件316A、316B针对腕部的每一个接头1000A、1000B可以具有 $90^\circ$ 的扭曲,如在图10A和图10B中所示出的。换言之,致动元件316A、316B相对于每个接头1000A、1000B的中心线318可以具有 $90^\circ$ 的角度范围。例如,致动元件316A可以沿接头1000A上的扭曲路径来安排,该扭曲路径具有从初始位置311到随后位置313的大约 $90^\circ$ 的角度范围。另外,致动元件316A可以在穿过接头1000B时从初始位置315(对应于接头1000A的横截面中的随后位置313)到随后位置317被扭曲 $90^\circ$ 。

[0091] 为了方便观察致动元件的扭曲,图11示出了腕部310的示意性俯视图,该腕部包括

在图10A和图10B中描绘的接头,其中仅仅示出了沿腕部310的接头1000A、1000B的长度的致动元件316A以便展示沿腕部310的不同接头的致动元件316A的形状。在图11中,腕部310被示意性地分段成接头1000A和接头1000B以便示出致动元件316A沿每个接头1000A和1000B的扭曲量。根据示例性实施例,接头1000A可以具有长度326并且接头1000B可以具有长度328,这些在图8的示例性实施例中示意性地示出,用于描绘接头1000A和1000B的扭曲量的目的。参照图8的示例性实施例,接头1000A可以对应于例如接头269,其中接头1000A的扭曲基本上中心在接头269处并且在接头269的任一侧延伸基本上相等的量。

[0092] 类似地,参照图8的示例性实施例,接头1000B可以对应于例如接头260,其中接头1000B的扭曲基本上中心在接头270处并且在接头270的任一侧延伸基本上相等的量。如在图11中所示出的,致动元件316A可以沿着接头1000A从初始位置311扭曲到随后位置313并且从沿着接头1000B初始位置315扭曲到随后位置317。根据示例性实施例,当致动元件316A沿着接头1000A和1000B扭曲时,致动元件的扭曲可以是基本上连续的,如在图11中所示出的。使用基本上连续的扭曲可以有利地最小化致动元件与支撑结构之间摩擦量,因为该扭曲可以在腕部的较长纵向长度上发生。

[0093] 然而,致动元件的扭曲不限于图11的示例性实施例中示出的基本上连续的扭曲。例如,致动元件可以被扭曲成区段,这些区段沿致动元件的长度具有不同的扭曲量。在其他情形中,致动元件可以代替地遵循不连续的扭曲路径,包括由一个或多个区域分开的扭曲部分,在该一个或多个区域中,致动元件笔直并且基本上平行于腕部的中性轴线延伸。在此类不连续的扭曲实施例中,由于包括致动元件316A、316B的一个或多个笔直的、非扭曲的部分,致动元件316A、316B的扭曲可以仍然按照图10A和图10B中示出的量(即,90°),但是在图11中的接头1000A和1000B的长度326、328的较短的跨距内。

[0094] 如在图10A和图10B中最佳示出的,致动元件316A针对接头1000A和1000B中的每个接头绕中性轴线318扭曲90°(即,相对于每个接头1000A和1000B的中心线318具有90°角度范围的扭曲形状)。根据示例性实施例,中性轴线318可以是腕部310的纵向中心线。此外,根据一个示例性实施例,轴线318可以是腕部310的纵向中心线以及扭曲路径的中心线,这些致动元件316A、316B遵循该扭曲路径。致动元件316A可以径向地与中性轴线318分开一段距离329,如在图10B的接头1000B的横截面中所示出的。致动元件316B也与中性轴线分开一段径向距离329,如在图10B的接头1000B的横截面中所示出的。径向距离329可以根据腕部310的直径而变化。当致动元件没有沿中性轴线318延伸时(例如,与中性轴线318间隔一段非零径向距离)时,径向距离329可以例如大于大约0mm到大约10mm。根据另一个示例性实施例,径向距离329可以例如大于大约0mm到大约6mm。根据示例性实施例,径向距离329可以被最大化,使得致动元件316A、316B在接头1000A和1000B的周缘或附近被间隔开,如此以致最大化腕部310内的内部空间。根据另一个示例性实施例,径向距离329可以被最小化,使得致动元件316A、316B在中性轴线318附近被间隔开,如当致动元件316A、316B和/或致动元件316A、316B的导向管腔难以弯曲时。

[0095] 类似于致动元件316A,致动元件316B也可以从横截面1000A表示的接头中的初始位置321到随后位置323被扭曲90°(即,绕中心线318沿扭曲路径具有90°角度范围),如在图10A和图11中所示出的。另外,致动元件316B可以从横截面1000B表示的接头中的初始位置325(与在横截面1000B中的随后位置323一致)到随后位置327被扭曲90°,如在图10B和图11

中所示出的。因此,致动元件316A、316B中的每个元件可以在腕部310的整个长度上具有总计 $180^\circ$ 的扭曲(即,沿扭曲路径绕中心线318具有 $180^\circ$ 的角度范围)以便使致动元件316A、316B的长度在腕部310上守恒。这引起每个致动元件316A、316B的总体扭曲基本上小于 $360^\circ$ 扭曲。

[0096] 例如,当考虑致动元件316A绕中心线318的扭曲时,如当中性轴线318是极坐标轴系的原点时,致动元件316A在腕部310的整个长度上从接头1000A中的初始位置311到接头1000B中的随后位置317扭曲 $180^\circ$ 的角度测量值。这在图33的示例性实施例中进一步被展示,该图描绘了扭曲路径900。如在图33的示例性实施例中所示出的,扭曲路径900在绕纵向轴线908(即中心线908)的扭曲形状中从第一末端902延伸到第二末端906。为了示出扭曲路径900的角度范围,扭曲路径900可以被投影成弧形910,该弧形具有在平面901上的曲率半径913,其中弧形910上的点对应于扭曲路径900上的位置。例如,弧形910上的点912可以对应于扭曲路径900上的第一末端902,并且弧形910上的点914可以对应于沿扭曲路径900的长度大致半路处的点904。

[0097] 尽管扭曲路径900在图21的示例性实施例中描述成具有基本上不变的曲率半径913,但扭曲路径900(并且因此弧形910)可以包括具有不同曲率的区段和/或还可以包括一个或多个笔直区段。因此,当扭曲路径在此在该示例性实施例中讨论时,该扭曲路径可以扭曲基本上连续的曲率半径或者可以包括曲率半径不同的区段,包括具有不同曲率半径的曲线区段和/或笔直区段。

[0098] 如在图33中所示出的,弧形910上的点912与点914之间的角度范围920相对中心线908(该中心线也可以映射到平面901上)是大约 $180^\circ$ 。因此,当扭曲路径的角度范围在此在该示例性实施例中讨论时,该角度范围可以根据相对于中心线908的角度范围920来确定,如在图33中所示出的。此外,由于扭曲路径900从第一末端902到第二末端906完成了完整的 $360^\circ$ 扭曲,所以在弧形910上的点912对应于第一末端902和第二末端906二者,其中第一末端902与第二末端906之间的角度范围922是 $360^\circ$ 。因此,在图33的示例性图示中,弧形910形成一个完整的圆。然而,在扭曲路径没有完成 $360^\circ$ 的扭曲的其他实施例中,弧形910将不会完成一个圆,因为该扭曲路径的角度范围小于 $360^\circ$ 。

[0099] 以在图10A、10B和图11中所示出的方式扭曲致动元件316A、316B可以允许致动元件316A、316B关于腕部310长度守恒。另外,根据示例性实施例,致动元件316A、316B的扭曲角度范围可以被选择成针对每个接头1000A和1000B使致动元件316A、316B的长度守恒。例如,对于接头1000A,这些致动元件316A、316B中的每个致动元件的大致一半是在弯曲轴线312的左侧,并且这些致动元件316A、316B中的每个致动元件的大致一半是在弯曲轴线312的右侧,如在图10A的示例性实施例的示意性描绘中所示出的。其结果是,致动元件316A、316B在弯曲轴线312左侧的部分的任何正向或负向长度变化被致动元件316A、316B在弯曲轴线312右侧的任何正向或负向长度变化所抵消。因此,致动元件316A、316B基本上不存在净变化,从而使得致动元件316A、316B中的每个致动元件在穿过接头1000A时长度守恒。类似地,对于接头1000B,这些致动元件316A、316B中的每个致动元件的大致一半是在弯曲轴线322的上侧和下侧,如在图10B中的示例性实施例的示意性描绘中所示出的,使得致动元件316A、316B的上侧相对弯曲轴线322在长度上的任何变化被致动元件316A、316B的下侧相对于弯曲轴线322在长度上的任何变化基本上抵消。因此,致动元件316A、316B基本上不存

在净变化,从而使得致动元件316A、316B在穿过接头1000B时长度守恒。

[0100] 致动构件穿过接头的扭曲量也可以由致动构件在接头的长度上的平均角位置来示意性地表示。例如,致动元件316A的相对于沿接头1000A的长度326的中性轴线的平均角位置314在图10A中被示意性地示出。换言之,当致动元件316A在穿过接头1000A的长度326扭曲90°时,如当中性轴线318被当作极坐标系中的原点时,可以确定致动元件316A的平均角位置314。当致动元件316A穿过接头1000A的长度326的平均角位置314与接头1000A的弯曲轴线312对齐时,如在图10A中所示出的,这表明对于接头1000A,致动元件316A的长度守恒。致动元件316A在穿过接头1000B的长度328时具有平均角位置324,该平均角位置也与弯曲轴线322对齐,如在图10B中所示出的。另外,由于致动元件316B与致动元件316A相反地定位并且基本上镜像致动元件316A的扭曲,致动元件316B穿过接头1000A和1000B时的平均角位置可以被认为是与致动元件316A的平均角位置314和324是相同的。

[0101] 如上注意到的,不同示例性实施例考虑了致动元件与弯曲轴线的初始角度。当致动元件进入接头时,初始角度可以被认为致动元件与弯曲轴线的初始角度。如在图10A的示例性实施例中所示出的,致动元件316A在其初始位置311处可以具有与接头1000A中的弯曲轴线312的初始角度319。根据示例性实施例,初始角度319可以是大致45°,特别是当致动元件沿接头1000A的长度326扭曲90°时,使得致动元件的基本上相等的量可以位于弯曲轴线312的任一侧,如在图10A的截面视图中所示出的。由于致动元件316B可以在中性轴线318上与致动元件316A相反地定位,所以接头1000A中的致动元件316B的初始位置323相对于弯曲轴线312可以处于大致相同的角度319,例如大致45°。在接头1000B中,致动元件316A、316B的初始位置315、325可以与弯曲轴线322成角度,该角度与接头1000A中的角度319大致相同。

[0102] 然而,也可以利用其他初始角度,如当在已知接头上使用较小或较大的角度范围(扭曲)时。例如,致动元件316A的初始位置311可以是相对于弯曲轴线312大约50°的角度。在此类实例中,致动元件316A沿接头1000A的扭曲量可以大致是100°,使得致动元件316A的基本上相等的量可以定位在弯曲轴线312的任一侧上并且致动元件316A在穿过接头1000A时长度守恒。根据一个示例性实施例,在此这些示例性实施例考虑了初始角度319的其他值,例如,像大约40°到大约60°。

[0103] 除了参照图10A、图10B和图11中的示例性实施例示出和讨论的那些以外,根据本公开的不同示例性实施例考虑了致动元件扭曲构型中的其他初始位置。参照图12A,示出了腕部的示例性实施例的接头的截面示意图。在图12A的示例性实施例中描绘的接头1200A可以是与图10A的示例性实施例相似的接头类型,例外的是接头1200A中的致动元件330A、330B的初始位置与弯曲轴线322A对齐。致动元件330A、330B可以用来例如致动末端执行器(如图8的示例性实施例的末端执行器252)或者用来致动器械的另一个部件,例如,像腕部。根据示例性实施例,致动元件330A、330B可以遵循扭曲路径,使得致动元件330A、330B的致动不会导致反向运动,如当致动元件330A、330B用来致动腕部时。

[0104] 如在图12A和在图13中所示出的,后者是腕部320的示意性俯视图,该腕部包括图12A和图12B中描绘的接头,但仅仅示出了致动元件330A的腕部,致动元件330A没有相对于纵向中性轴线337沿接头1200A的长度336的扭曲。如以上关于图11所讨论的,轴线337可以是腕部320的中心线并且此外可以是致动元件330A、330B的扭曲路径的中心线。因此,致动

元件330A、330B在接头1200A(在图13中示意性地示出)的长度336上的平均角位置334与弯曲轴线332A对齐(即,弯曲轴线332A穿过致动元件330A、330B)。其结果是,致动元件330A、330B在接头1200A中已经是长度守恒的并且在那个接头中不需要扭曲。然而,在接头1200B中,致动元件330A、330B的相应初始位置331A、335A从弯曲轴线332B偏移。例如,致动元件330A、330B的初始位置331A、335A可以偏移接头1200B中的弯曲轴线332B大约90°。

[0105] 为了实现致动元件330A、330B穿过接头1200B时长度守恒,致动元件330A、330B可以被扭曲180°的角度范围到相应的随后位置331B、335B(即,沿绕中心线337的180°的角度范围遵循扭曲路径)。其结果是,致动元件330A、330B中的每个致动元件的大致相等的量处于接头1200B的弯曲轴线332B的任一侧(即,图12B中的接头1200B的横截面的顶侧和底侧)。这也是通过致动元件330A、330B在接头1200B(在图13中示意性地示出)的长度338上的平均角位置339来演示的,该平均角位置与弯曲轴线332B对齐(即,弯曲轴线332B穿过致动元件330A、330B的平均角位置339)。因此,致动元件330A、330B可以遵循扭曲路径,该扭曲路径在腕部320的长度上具有180°的角度范围,类似于图10A、图10B和图11的示例性实施例,但是没有扭曲发生在一个接头(例如,接头1200A)的长度上并且所有扭曲都发生在另一个接头(例如,接头1200B)的长度上。另外,致动元件330A、330B可以以此方式被扭曲来使得致动元件330A、330B中的每个致动元件在穿过每个接头1200A和1200B时长度守恒。

[0106] 腕部可以被配置成包括任意数量的接头,每个接头的弯曲轴线方向不同。在本公开的范围内所考虑的一些非限制性实例包括腕部,该腕部具有图10A至图13中的示例性实施例的腕部310和/或320中的一个或多个,其中致动元件的长度在腕部的总长度上是基本上守恒。例如,腕部可以包括两个连续的腕部装置,每个腕部装置是根据图10A至图13的任一示例性实施例来配置的。这种腕部可以包括例如按顺序第一A接头、第一B接头、第二A接头和第二B接头(即,腕部可以是ABAB型的腕部)。为了实现致动元件在延伸穿过腕部的长度时长度守恒,这些致动元件可以沿扭曲路径延伸,该扭曲路径在该腕部的长度上具有360°的角度范围,该角度范围是图10A至图13的示例性实施例的腕部310、320中每个的角度范围的两倍。相反地,包括两个连续的腕部装置的腕部(例如,ABAB型腕部)可以被简化成包括单一腕部的腕部,例如图10A至图13的示例性实施例的腕部310和/或320(例如,AB型腕部)。类似地,AABB型腕部可以被简化成AB腕部。

[0107] 根据本公开的不同示例性实施例考虑了腕部的不同弯曲轴线模型以及致动元件的扭曲构型。尽管腕部构型可以仅仅包括具有两条轴线的接头,如在图8和图10A至图13中所示出的,但可以使用其他腕部构型,如图9的示例性实施例的ABBA腕部。

[0108] 根据一个示例性实施例,转到图14A至图14D,示出了腕部的接头的横截面视图,该腕部包括四个接头1400A1、1400B1、1400B2、1400A2。例如,该腕部可以根据图9的ABBA腕部的示例性实施例来构造,并且图14A至图14D中的相应横截面视图A1、B1、B2、和A2可以是沿图9中的线A1-A1、B1-B1、B2-B2、A1-A2截取的视图。因此,图14A至图14D中的接头1400A1、1400B1、1400B2、1400A2的横截面分别表示在图15的示例性实施例中所示出的腕部340的四个不同的接头,其中接头1400A1具有弯曲轴线344和长度364(在图15中示意性地示出),接头1400B1具有弯曲轴线346和长度365(在图15中示意性地示出)、接头1400B2具有弯曲轴线352和长度366(在图15中示意性地示出),并且接头1400A2具有弯曲轴线354和长度367(在图15中示意性地示出)。此外,腕部340具有纵向中性轴线348,如在图14A至图14D和图15中

所示出的。轴线348可以是腕部340的中心线并且可以进一步是致动元件342、350的扭曲路径的中心线。致动元件342、350可以用来例如致动末端执行器或者用来致动器械的另一个部件,例如,像腕部。根据示例性实施例,致动元件342、350可以遵循扭曲路径,使得致动元件342、350的致动不会导致反向运动(例如,图9中的接头300和306不会绕轴线290和296朝不同的方向弯曲并且接头302和304不会绕轴线292和294朝不同的方向弯曲),如当致动元件342、350用来致动腕部时。根据示例性实施例,接头1400A1、1400B1、1400B2、1400A2中的每个的致动元件342、350的扭曲可以以相应的弯曲轴线344、346、352、354为中心,其中扭曲路径在相应弯曲轴线344、346、352、354的任一侧以基本上相同的量延伸。

[0109] 延伸穿过腕部340的致动元件342、350的扭曲的角度范围使得致动元件342、350在腕部340的长度上长度守恒。在接头1400A1中,致动元件342、350二者与弯曲轴线344对齐(即,弯曲轴线344穿过致动元件342、350)并且因此在接头1400A1的长度364上具有平均角度位置356,该平均角度位置与弯曲轴线344是对齐的。因此,致动元件342、350二者在接头1400A1的长度方面基本上不变化并且在该接头中不会扭曲。在接头1400B1中,致动元件342在其从接头1400A1进入时具有初始位置341,该初始位置与弯曲轴线346成大致 $90^\circ$ 的角度349。致动元件350在其从接头A1进入时也具有初始位置351,该初始位置处于与弯曲轴线346成大致 $90^\circ$ 角度。

[0110] 在图14B的示例性实施例中,致动元件342、350可以在接头1400B1中被扭曲 $90^\circ$ (即,跟随绕中心线348具有 $90^\circ$ 角度范围的扭曲路径)到达相应的随后位置343、353,从而为致动元件342、350提供在接头1400B1的长度365上的平均角度位置358。如在图14B的示例性实施例中所示出的,平均角度位置358不与弯曲轴线346对齐,从而引起致动元件342、350在接头1400B1中的正向或负向长度变化。在接头1400B2中,致动元件342在其从接头1400B1进入之后具有相对于弯曲轴线352成 $90^\circ$ 的角度359的初始位置345,并且致动元件350具有与弯曲轴线352成 $90^\circ$ 的初始位置355,如在图14C中所示出的。致动元件342、350在接头1400B2中被扭曲 $90^\circ$ (即,跟随绕中心线348具有 $90^\circ$ 的角度范围的扭曲路径)以提供在接头1400B2的长度366上的平均角度位置360,从而引起致动元件342、350中的每个致动元件在接头1400B2中的正向或负向长度变化。

[0111] 然而,致动元件342、350在接头1400B1、1400B2中的扭曲在弯曲轴线346、352的相反侧,如由接头1400B1、1400B2的相应长度365、366上的平均角位置358、360所指示的,并且致动元件342、350的长度变化基本上彼此抵消。此外,致动元件342、350与接头1400A2中的弯曲轴线354对齐(即,弯曲轴线354穿过致动元件342、350),如由致动元件342、350在接头1400A2的长度367上的平均角位置362所指示的。其结果是,致动元件342、350通过腕部340(即,通过接头1400B1、1400B2中的每个扭曲 $90^\circ$ )的整个长度被扭曲 $180^\circ$ (即,该扭曲路径绕中心线348具有 $180^\circ$ 角度范围)。此外,由于致动元件342、350相对于接头1400B1、1400B2的弯曲轴线346、352的扭曲是在弯曲轴线346、352的相反侧上,所以致动元件342、350在接头1400A1、1400A2中不会经历实质的长度变化,并且致动元件342、350在接头B1中的任何正向或负向长度变化被致动元件342、350在接头1400B2中对应的负向或正向长度变化所抵消,并且反之亦然。因此,每个致动元件342、350在腕部340的整个长度上长度守恒。

[0112] 本公开考虑了具有超过两个接头的腕部的其他构型。转到图16A至图16D,示出了腕部的接头1600A1、1600B1、1600B2、1600A2的横截面示意图。腕部370可以例如根据图9的

示例性实施例来构造并且图16A至图16D中的接头1600A1、1600B1、1600B2、1600A2的横截面视图可以是沿图9的ABBA腕部的示例性实施例的线A1-A1、B1-B1、B2-B2和A2-A2截取的视图。

[0113] 根据示例性实施例,接头1600A1具有弯曲轴线391和长度400(在图17的示例性实施例中示意性示出,该图示出了整个腕部370并且包括图16A至图16D中描绘的接头),接头1600B1具有弯曲轴线392和长度402(在图17中示意性示出),接头1600B2具有弯曲轴线393和长度404(在图17示意性示出),接头1600A2具有弯曲轴线394和长度406(在图17中示意性示出)。另外,腕部370可以包括纵向的中性轴线390,该中性轴线延伸穿过接头1600A1、1600B1、1600B2、1600A2,如在图16A至16D和图17中所示出的。轴线390可以是腕部370的中心线并且还可以是致动元件372、380的扭曲路径的中心线。致动元件372、380可以用来例如致动末端执行器或者用来致动器械的另一个部件,例如,像腕部。根据示例性实施例,致动元件372、380可以遵循扭曲路径,使得致动元件372、380的致动不会导致反向运动(例如,图9中的接头300和306不会朝着绕轴线290和296的不同方向弯曲并且接头302和304不会朝着绕轴线292和294的不同方向上弯曲),如当致动元件372、380用来致动腕部时。

[0114] 在图16A至图16D和图17中的示例性实施例中,致动元件372、380可能最初偏移并且不与接头1600A1中的弯曲轴线391对齐。例如,致动元件372、380可以最初处于与弯曲轴线391成大约 $30^\circ$ 的角度395。为了解决这个问题,致动元件372、380可以沿接头1600A1的长度400从相应的初始位置371、381扭曲(即,遵循绕中心线390具有 $60^\circ$ 角度范围的扭曲路径) $60^\circ$ 到随后位置373、383,使得致动元件372、380在接头1600A1中长度守恒。因此,致动元件372、380在接头1600A1的长度400上的平均角度位置396与弯曲轴线391对齐(弯曲轴线391穿过致动元件372、380的平均角度位置396)。

[0115] 类似地,致动元件372、380可以在接头1600B1中从相应的初始位置374、384扭曲(即,遵循绕中心线390具有 $60^\circ$ 角度范围的扭曲路径) $60^\circ$ 到随后位置375、385;在接头1600B2中从相应的初始位置376、386扭曲(即,遵循绕中心线390具有 $60^\circ$ 角度范围的扭曲路径) $60^\circ$ 到随后位置377、387;并且在接头1600A2中从相应的初始位置378、388扭曲(即,遵循绕中心线390具有 $60^\circ$ 角度范围的扭曲路径) $60^\circ$ 到随后位置379、389。类似于接头A1,致动元件372、380在接头1600A2的长度406上的平均角位置399与弯曲轴线394对齐,使得致动元件372、380在接头1600A2上基本上长度守恒。致动元件372、380在每个接头1600B1、1600B2的长度402、404上长度不守恒。然而,当考虑接头1600B1和1600B2的组合长度402和404的总和时,致动元件372、380在接头1600B1和1600B2的组合上基本上长度守恒。这是通过致动元件372、380在接头1600B1的长度402上的平均角位置397以及致动元件372、380在接头1600B2的长度404上的平均角位置398来指示的,这两个平均角位置在其相应弯曲轴线393和393的相反侧。因此,致动元件372、380可以在腕部370的整个长度上被扭曲 $240^\circ$ 的总量(即,具有绕中心线390具有 $240^\circ$ 的角度范围的扭曲路径)(即,在接头1600A1、1600B1、1600B2、1600A2的每个长度上扭曲 $60^\circ$ )。

[0116] 为了沿扭曲路径延伸致动元件,如在以上示例性实施例中所描述的,不同的示例性实施例考虑了一个或多个结构,该一个或多个结构沿扭曲路径引导一个或多个致动元件。一个或多个结构可以沿其长度为致动元件提供支撑以在致动元件沿扭曲路径延伸时最小化或减小致动元件的屈曲,该扭曲路径是根据此处所述的示例性实施例的,如图10A至图

17的示例性实施例。

[0117] 转到图18,示出了外科手术器械的远端部分,包括位于器械轴(如图8的示例性实施例的轴251)远端的致动元件支撑件410。根据示例性实施例,致动元件支撑件410的第一部分411可以包括扭曲通道415、416,这些扭曲通道为延伸穿过第一部分411的通道415、416的致动元件426、428提供扭曲路径。致动元件426、428可以延伸出支撑件410的近端423并且延伸到致动元件支撑件410的第二部分413,该第二部分包括基本上笔直的通道438、439,致动元件426、428可以延伸穿过这些通道,如在图18的示例性实施例中所示出的。尽管为简单起见在图18的示例性实施例中仅仅描绘了两个通道438、439,但致动元件支撑件410的第二部分413可以包括与第一部分411相同数量的通道。根据示例性实施例,第二部分413的这些通道可以连接到第一部分411的这些通道上,使得延伸穿过第二部分413的这些通道的任何致动元件延伸穿过第一部分411中的对应的通道。

[0118] 根据示例性实施例,支撑件410可以进一步包括中心通道419,致动元件414可以延伸穿过该中心通道。中心通道419可以沿器械的纵向中心线421延伸,使得延伸穿过中心通道419的任何构件(如致动元件414或流量导管)在支撑件410弯曲时不会经历实质的长度变化。根据一个示例性实施例,中心线421也可以是支撑件410的中心线。致动元件414可以用来例如致动末端执行器,例如,像切割刀片。此处所述的不同示例性实施例的从中性轴线或中心线径向地偏移的致动元件不限于致动末端执行器或腕部,而可以用来致动其他器械部件。例如,此处所述的不同示例性实施例的从中性轴线或中心线径向地偏移的致动元件可以致动致动元件支撑件410远端的第二腕部,或其他器械部件。在另一个实例中,致动元件414可以用来致动末端执行器,而致动元件426、428用来致动与末端执行器连接的腕部。根据另一个实例,流量导管可以延伸穿过中心通道419而不是致动元件414。

[0119] 一个或多个致动元件可以从致动元件支撑件410延伸并且连接到用来致动器械部件的装置上。如在图19的示例性实施例中所示出的,致动元件支撑件440可以包括:中心管腔442,如用于流量导管或致动元件414(该流量导管或致动元件可以进一步延伸穿过连接器420的管腔424);用于致动元件426、428的多个管腔446;以及两个额外管腔444,这些管腔可以用于其他致动元件或流量导管。根据示例性实施例,致动元件426、428和连接器420可以形成致动末端执行器的推/拉致动元件,如当致动元件426、428和连接器沿方向435被推动或拉动时。转到图20,示出了处于闭合构型的末端执行器434的侧视图,其中连接器420的凸起422延伸穿过末端执行器404的狭槽437。当致动元件426、428、连接器420和凸起422朝方向425上被推动时,凸起422移动穿过狭槽437并且迫使末端执行器434进入打开构型,如在图20和21中所示出的。

[0120] 尽管致动元件426、428可以用作为推/拉致动元件,但致动元件426、428可以替代地用作为拉/拉致动元件。例如,致动元件426、428可以在不需使用连接器420的情况下附接到末端执行器404的近端409,使得末端执行器404可以通过拉动致动元件426、428中的一者而被打开并且通过拉动致动元件426、428中的另一者而被关闭。

[0121] 根据示例性实施例,致动元件支撑件可以定位在外科手术器械中,使得该支撑件的位置对应于腕部的位置,因为该腕部可以弯曲,这可能引起延伸穿过腕部的致动元件在长度上发生变化。由于中心通道419沿器械的纵向中心线421定位,致动元件426、428及其相应通道415、416与中心线421径向偏移。因此,当致动腕部430从而使器械弯曲,以便将末端

执行器434定位在所期望的位置上,致动元件426、428可能经历长度变化。然而,支撑件440提供扭曲路径给致动元件426、428,如根据图10A至图17中的示例性实施例,使得致动元件426、428不会在腕部430的长度上经历实质长度变化。

[0122] 通道415、416在图18的示例性实施例中被扭曲180°,然而可以使用其他扭曲构型,如在图10A至17中的示例性实施例中所描述的。致动元件支撑件410可以包括不同数量的通道以便为一个或多个致动元件提供扭曲路径。例如,致动元件支撑件410可以包括一个通道、两个通道、三个通道或四个或更多通道。例如,致动元件支撑件410可以包括第三通道417以及第四通道418,这些通道可以用于额外的致动元件或用于流量导管427、429,如用于提供电能到末端执行器(未示出)的电线以。

[0123] 如在图18中的示例性实施例中所示出的,致动元件支撑件410可以具有实心的一件式结构,其中通道415-418成形为穿过支撑件410的长度。根据示例性实施例,致动元件支撑件410可以例如通过将聚合物材料挤出成基本上柱形形状来制造,其中,扭曲通道415-418被成形为穿过该聚合物材料的长度。然而,可以利用其他制造方法来提供支撑件410,该支撑件具有一个或多个扭曲通道,该一个或多个扭曲通道径向偏移支撑件410的中心线421并且绕该中心线扭曲。因此,支撑件410可以沿扭曲路径引导一个或多个致动元件并且为这些致动元件提供支撑以便最小化或消除这些致动元件的屈曲。例如,当致动元件用作为推/拉致动元件并且致动元件被推动时,支撑件410可以减小或消除致动元件的屈曲。

[0124] 在不同的示例性实施例中,支撑件410可以是挠性的以在支撑件410延伸穿过的腕部被致动时促使支撑件410弯曲。支撑件410可以由例如聚合物材料制成以便提供相对低的摩擦系数。根据示例性实施例,支撑件410可以例如由聚醚嵌段酰胺(PEBAX)、氟化乙烯丙烯(FEP)、以及本领域技术人员熟悉的具有相对低的摩擦系数的其他聚合物材料制成。此外,延伸穿过支撑件410的致动元件可以涂覆上一种材料以最小化这些致动元件与支撑件410之间的摩擦。例如,致动元件可以涂覆上聚酯共聚酰胺(PTFE)或本领域技术人员熟悉的其他润滑材料。

[0125] 如在图19中的示例性实施例中所示出的,致动元件支撑件440可以包括五个管腔442、444、446。然而,包括致动元件支撑件的外科手术器械不限于仅仅五个构件,而是更多或更少数量的管腔可以用在器械中。例如,致动元件支撑件450可以包括七个管腔452,如在图22的示例性实施例中所示出的。此外,致动元件支撑件的管腔不需要被安排成绕中心管腔的单环管腔,如在图22的示例性实施例中的。替代地,可以呈绕中心管腔的多个同心环的形式安排支撑件460的管腔462,如在图23中的示例性实施例中所示出的。

[0126] 如以上根据图18的示例性实施例所讨论的,致动元件支撑件可以具有一件式结构。例如,该支撑件可以是被挤出的单件。此类挤出件可以具有实心的、基本上连续的无凹槽的外表面。然而,其他构型和结构可以用于致动元件支撑件。例如,致动元件支撑件可以包括一个或多个材料脆弱区域以便加强该支撑件的挠性。转到图24,示出了致动元件支撑件710的示例性实施例,其中致动元件724、726延伸穿过支撑件710。为了加强支撑件710的挠性,如当支撑件710被腕部弯曲,支撑件710可以包括一个或多个材料脆弱区域,如凹槽712,如在图24的示例性实施例中所示出的。根据示例性实施例,支撑件710可以形成为带有管腔的挤出件,这些管腔穿过支撑件710形成,类似于图19的示例性实施例,并且然后具有切入该挤出件的凹槽712以提供由这些凹槽712分开的脊椎体714。如在图25中所示出的,该

图是沿图24中的线25-25截取的横截面视图,支撑件710可以包括五个管腔711、713、715、717、719,类似于图19中的示例性实施例。然而,支撑件710可以包括其他数量的管腔并且可以包括图22和图23的示例性实施例中的管腔构型。根据示例性实施例,支撑件710可以包括除凹槽之外的其他脆弱区域。例如,支撑件710可以包括多个孔730,这些孔可以形成在脊椎体714中,以提供额外的脆弱区域并且加强支撑件710的挠性。

[0127] 根据示例性实施例,致动元件可以通过除了图18、24和25中的一件式结构以外的部件来支撑并且成形为扭曲路径。转到图26,根据一个示例性实施例,示出了由多个分开的连杆802-805形成的致动支撑件800的分解视图。连杆802-805可以包括用于致动元件(未示出)的一个或多个通道810、812。如在图26的示例性实施例中所示出的,连杆802-805可以绕支撑件800的纵向轴线816(即,中心线)朝方向818旋转使穿过通道810、812的致动元件扭曲。因此,连杆802-805的通道810、812可以从一个连杆到另一个连杆相对于中心线816具有不同的角度位置。连杆802-805可以提供其他的扭曲量,如在图10A至图17的示例性实施例中所讨论的扭曲量。然而,连杆802-805可以包括其他数量的管腔并且可以包括图22和图23中的示例性实施例中的管腔构型。

[0128] 如在图18的示例性实施例中所示出的,致动元件支撑件410的管腔415-418可以从支撑件410的一端到另一端朝一个方向扭曲。然而,致动元件支撑件不限于这种扭曲构型而是可以替代地包括朝多于一个方向扭曲的管腔。转到图27,示出了致动元件支撑件470的示例性实施例,该致动元件支撑件包括多个管腔472、474,这些管腔沿在方向471上的支撑件470朝第一方向476扭曲并且然后沿方向478逆向扭曲。另外,扭曲量可以沿支撑件的长度不变或者可以沿支撑件的长度增加或减少而不同。

[0129] 如上所讨论的,致动元件支撑件可以起到沿扭曲路径来引导致动元件并且支撑致动元件以最小化或防止致动元件屈曲的两个作用。可以提供其他结构来加强致动元件的支撑及其屈曲强度,这可以与致动元件支撑件一起使用。转到图28,示出了致动元件500的示例性实施例,该致动元件包括处于致动元件500的不受支撑区段502的远端的刚性区段510。如在图29中所示出的,该图是图28中的部分504的放大视图,致动元件500可以包括延伸进刚性区段510的电线或电缆506。电线或电缆506可以例如是图18中的示例性实施例的致动元件426、428中的一个致动元件。刚性区段510可以包括装配在电线或电缆506上的刚性柱体512。刚性柱体512可以由例如钢(如不锈钢)制成。刚性柱体512可以连接到电线或电缆506上,通过例如将柱体512卷到电线或电缆506上。

[0130] 根据示例性实施例,电线或电缆506的不受支撑区段502可以包括涂层508。涂层508可以用来例如提供给电线或电缆506光滑表面,该光滑表面比电线或电缆506具有更低的摩擦系数。涂层508可以由聚合物制成,如热塑性塑料。根据示例性实施例,涂层508可以由例如PTFE、乙烯-四氟乙烯(ETFE)、硅树脂、或本领域技术人员熟悉的其他涂层材料制成。根据示例性实施例,涂层508可以具有基本上与柱体512的厚度相同的厚度,如在图29中所示出的。

[0131] 通过提供带有刚性区段510的致动元件500,可以加强致动元件500的屈曲强度。例如,当致动元件500被插入穿过致动元件支撑件530(例如,图18的示例性实施例的致动元件支撑件410),可以沿方向534推动致动元件500,从而引起致动元件500的远端延伸超出致动元件支撑件530的远端532,如在图30中的示例性实施例中所示出的。因为致动元件500包括

刚性区段510,所以致动元件500延伸超出致动元件支撑件530的远端532的部分可以具有加强的屈曲强度。例如,外科手术器械可以被配置成使得当致动元件500沿方向534被推动时,仅仅致动元件500的刚性区段510延伸超出致动元件支撑件530的远端532,如在图30中所示出的,其中致动元件500的不受支撑区段502留在致动元件530内。

[0132] 根据示例性实施例,尽管其他示例性实施例可能缺少处于致动元件近端的刚性区段,但致动元件500的近端还可以包括刚性区段520,如在图28中所示出的。处于近端的刚性区段520可以根据图29的示例性实施例的刚性区段510来配置。根据示例性实施例,刚性区段520可以延伸经过致动元件支撑件的近端,如当拉动致动元件时,类似于图30中的示例性实施例。

[0133] 可以用来支撑致动元件的另一个结构是挠性轴。转到图31,示出了挠性轴600的示例性实施例,该挠性轴包括承压构件610和受拉构件614。挠性轴600可以用来支撑致动元件,其中挠性轴600延伸穿过致动元件支撑件的至少一部分,类似于图30中的示例性实施例。承压构件610可以具有供致动元件来穿过的中心管腔612。承压构件610可以例如是弹簧,该弹簧包括多个绕圈,当沿挠性轴600的纵向轴线616施加压缩力时,这些绕圈相互压缩。受拉构件614可以是附接到压缩构件610上的电线或电缆,如在承压构件610的外部上,以抵抗沿轴线616施加的拉力或施加到挠性轴600上的弯曲力。换言之,挠性轴600可以是抵抗压缩的承压构件610和抵抗伸拉和弯曲的受拉构件614的组合,如果承压构件610不存在则该压缩会以其他方式压缩受拉构件614,拉力或弯曲会以其他方式将承压构件610拉开。

[0134] 根据示例性实施例,致动元件支撑件可以包括多个挠性轴层。例如,致动元件支撑件可以包括相互层叠在一起的多个挠性轴,如通过提供图31的示例性实施例中的挠性轴600的在彼此之上的多个层。这些挠性轴的不同层可以是彼此同轴的。例如,如在图32中的示例性实施例所示出的,致动元件支撑件1000可以包括彼此同轴的第一挠性管1002和第二挠性管1004,其中一个或多个致动元件1010延伸穿过支撑件1000。尽管图32中的示例性实施例中仅描绘了两个同轴管1002、1004,但支撑件1000可以包括其他数量的同轴管,例如,像三个、四个或更多挠性同轴管。根据一个示例性实施例,由于从管1002、1004去除材料,如通过在管1002、1004中切割凹槽或狭缝以提供允许管1002、1004弯曲的脆弱区域,挠性管1002、1004可以是挠性的。根据示例性实施例,管1002、1004可以是带有卷绕丝状体(这对于拉伸负载是有用的)的实心卷簧(这对于压负载是有用的)。

[0135] 根据另一个示例性实施例,用于支撑致动构件的挠性轴可以包括连接在一起的多层卷绕丝状体。例如,不是包括图31的示例性实施例的承压构件610,挠性轴可以包括连接在一起的多层受拉构件614,如通过将受拉构件614编织在一起。根据示例性实施例,致动元件支撑件可以由多个部分被移除的管形成的挠性轴,其中多个部分如通过例如在一个或多个位置切割该管而被移除以加强该管的挠性。该管可以由例如不锈钢、热塑性塑料、或本领域的技术人员所熟悉的其他材料制成。

[0136] 此处所述的示例性实施例和方法已经被描述成与遥控外科手术系统的外科手术器械一起使用。然而,其他外科手术装置可以使用此处所描述的示例性实施例,如腹腔镜器械以及其他手持式器械。另外,这些示例性实施例和方法可以在使用远程可致动腕部或多接头结构的其他应用中被采用,以便远程地定位附接到腕部或接头结构上的物体。

[0137] 通过提供带有致动元件的外科手术器械,该致动元件被配置成在外科手术器械弯

曲时基本上使其长度守恒,可以允许致动元件致动器械的部件而不会严重干扰其长度变化并且外科手术器械可以具有相对容易制造的简化设计。

[0138] 考虑到本公开,进一步的修改和替代性实施例对于本领域的普通技术人员而言将变得明显。例如,这些系统和方法可以包括为操作清晰起见而从这些附图和本说明书中省略的额外部件或步骤。因此,本说明书应被解释成是说明性的并且是为了教授本领域技术人员实施本教程的一般方法的目的。应理解,所示出并且描述的不同实施例将被认为是示例性的。元件和材料以及这些元件和材料的安排可以替代此处所示和所描述的那些,零件和过程可以被颠倒,并且本教程的某些特征可以独立地使用,在受益于此处的说明书后,所有特征对于本领域的技术人员而言将变得明显。此处所述的元件可以发生变化而不脱离本教程和以下权利要求书的精神和范围。

[0139] 应理解,此处阐述的具体实例和实施例是非限制性的,并且可以对结构、尺寸、材料和方法进行修改而不会脱离本教程的范围。

[0140] 根据本公开的其他实施例将对于考虑到本公开发明的说明书和实践的本领域技术人员而言是明显的。本说明书和示例旨在被认为仅仅是示例性的,其中真正的范围和精  
神由以下权利要求书来指示。

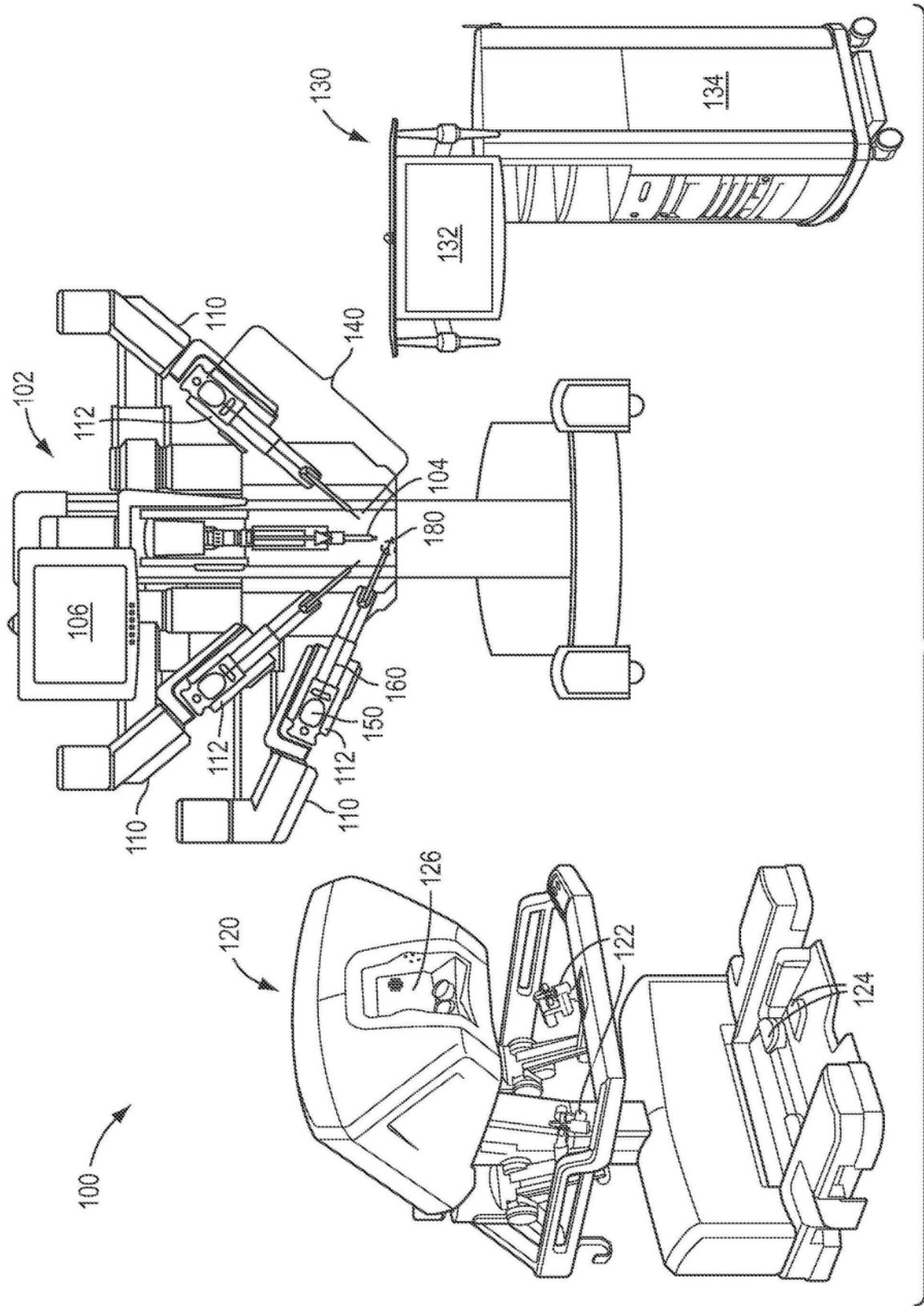


图1

图1

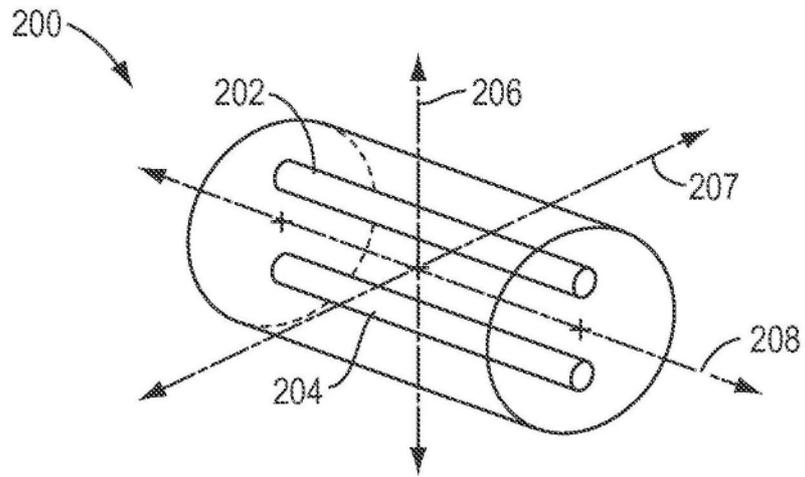


图2

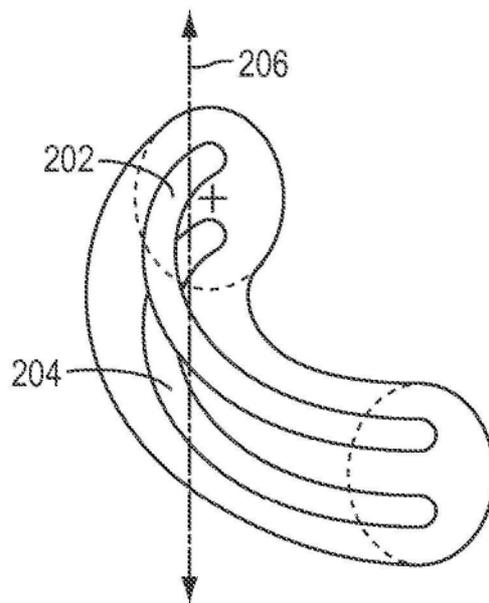


图3

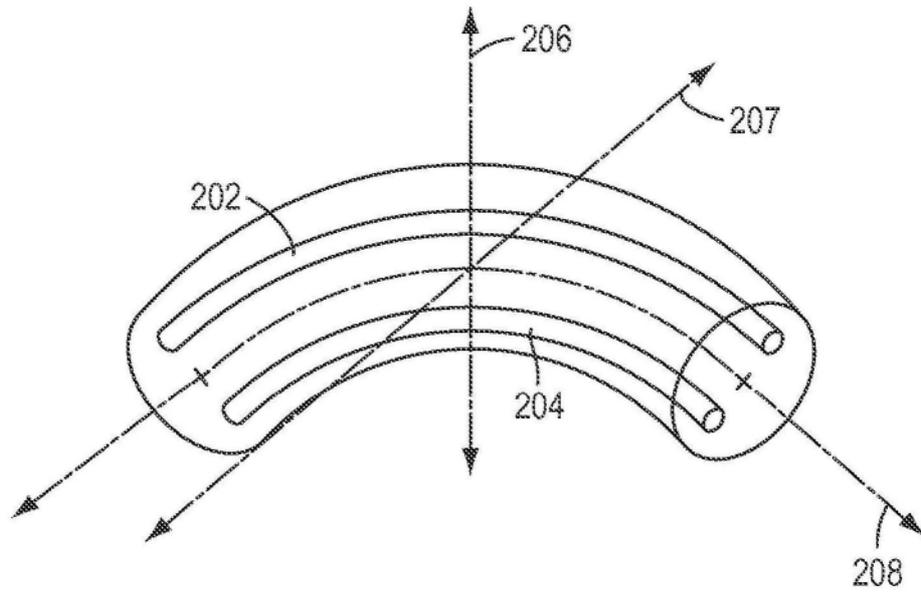


图4

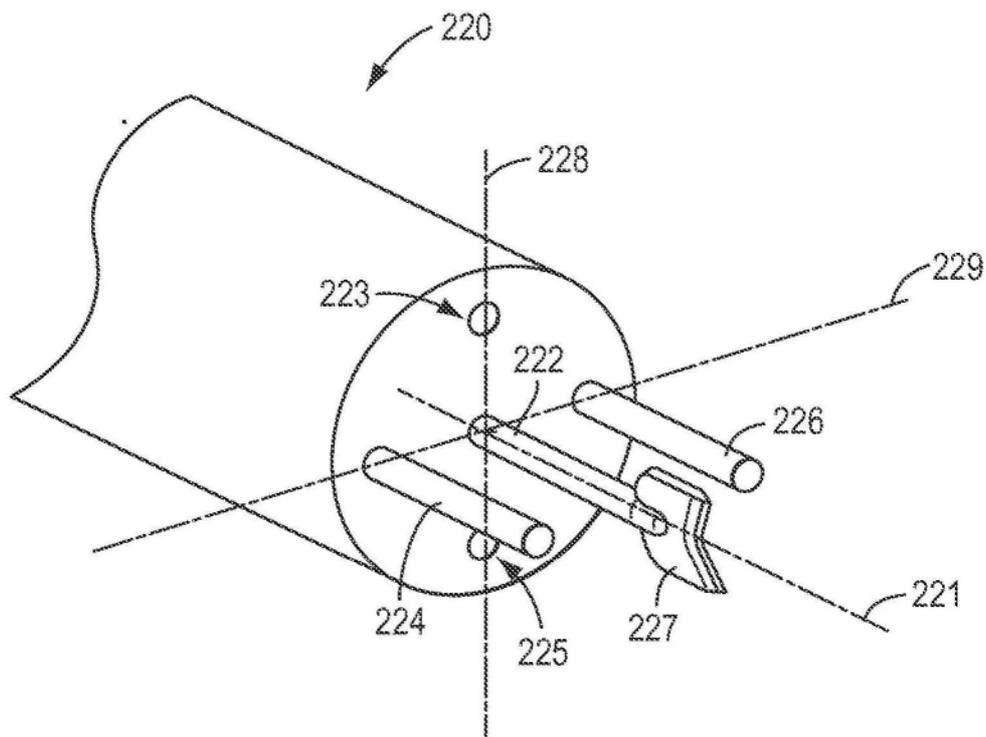


图5

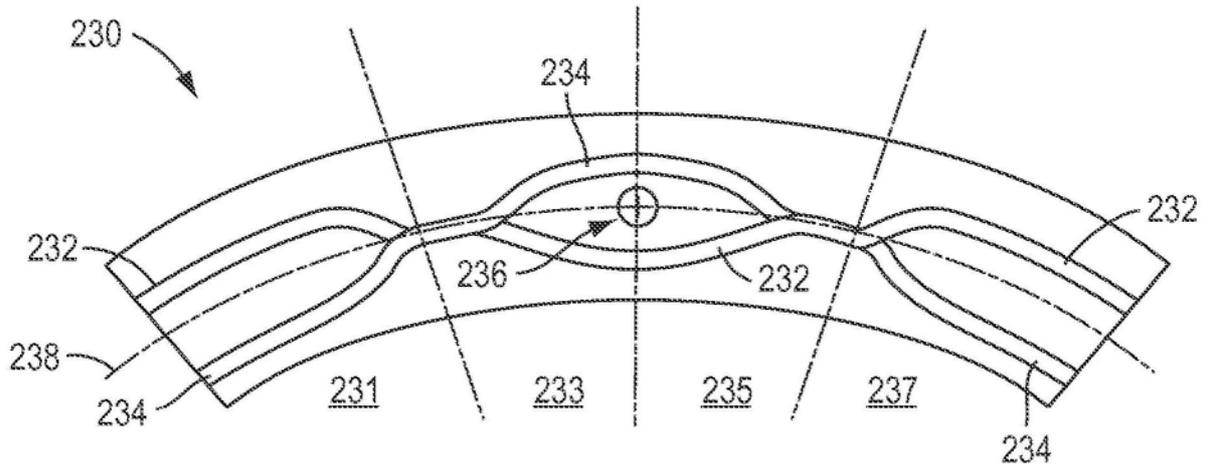


图6

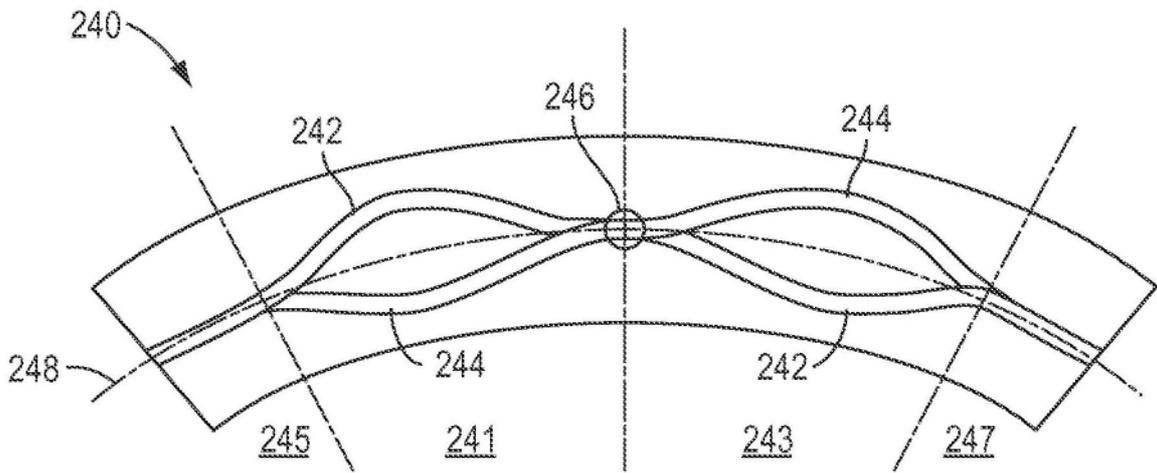


图7

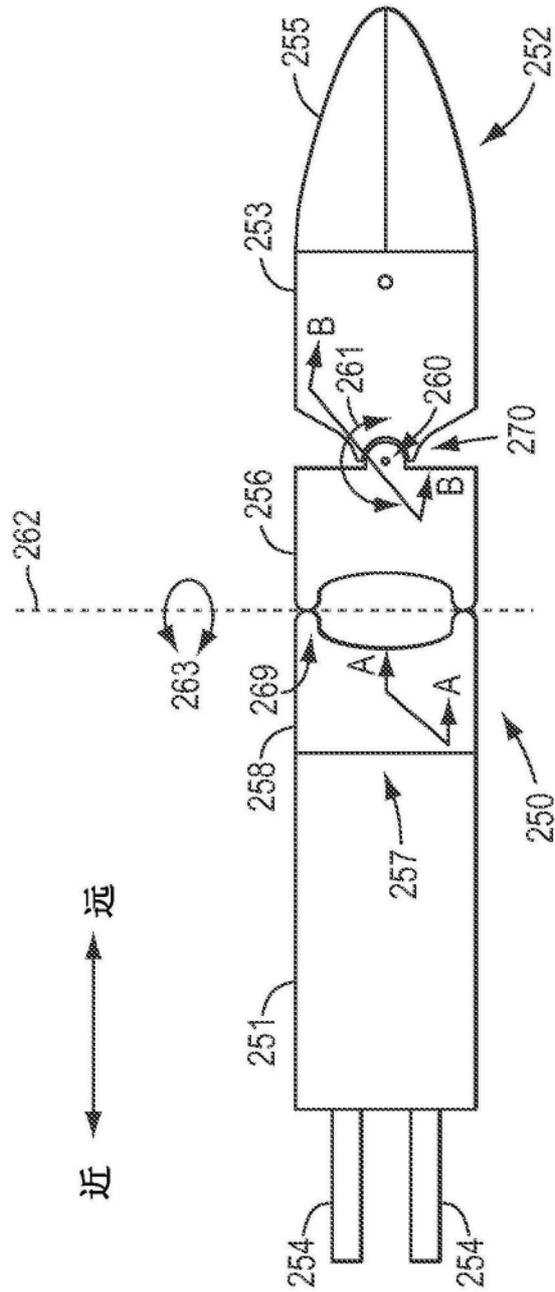


图8

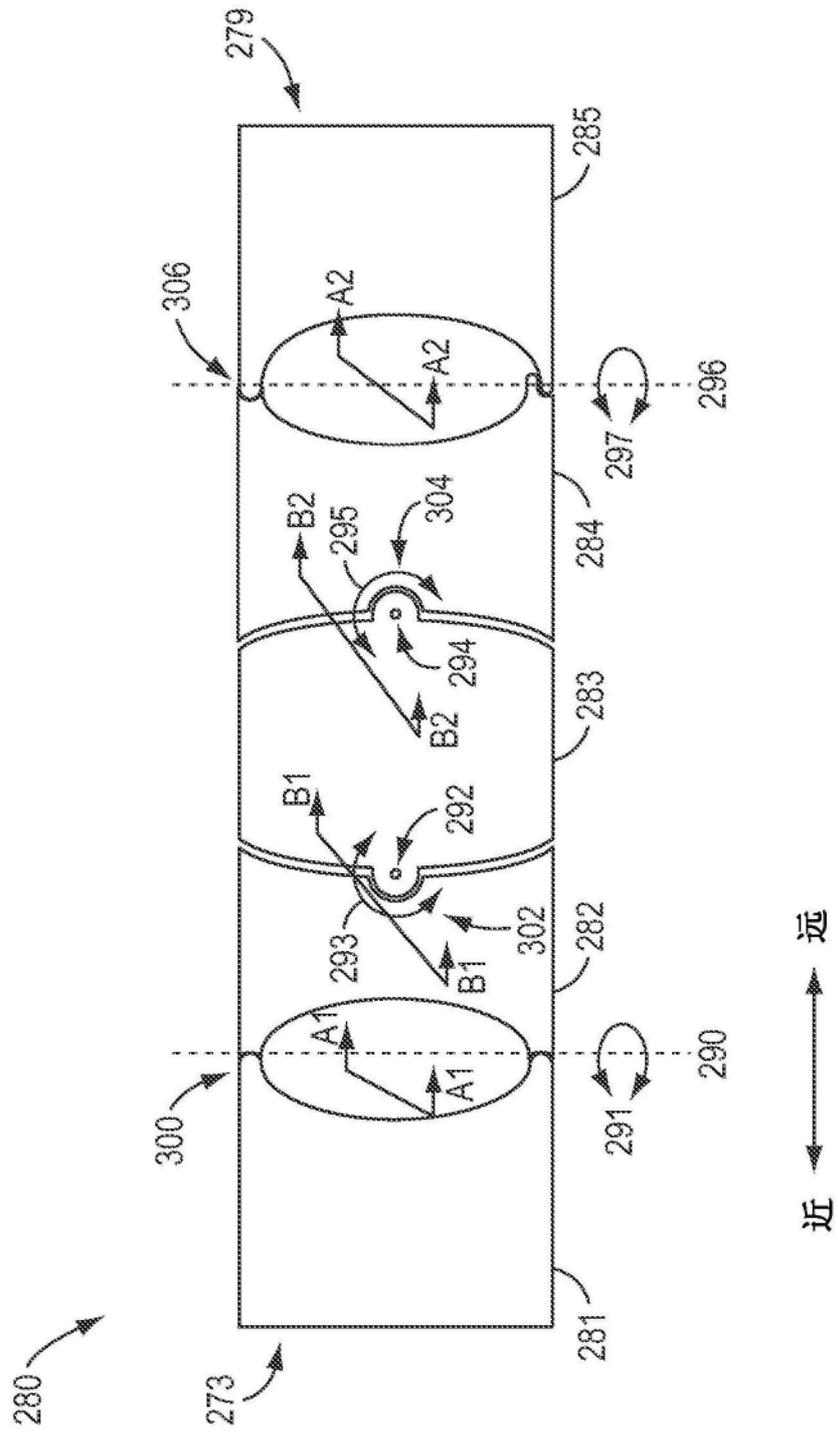


图9

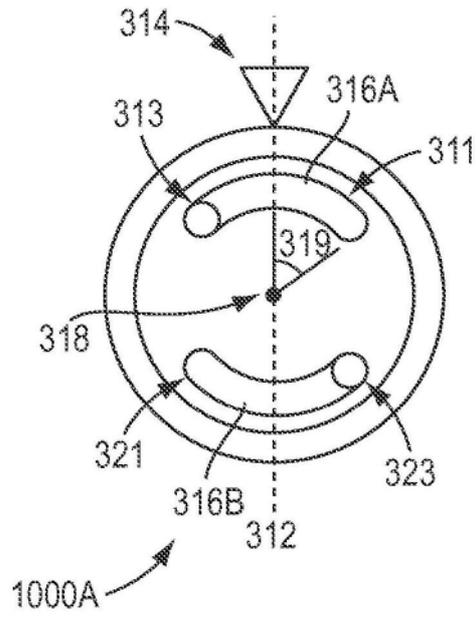


图10A

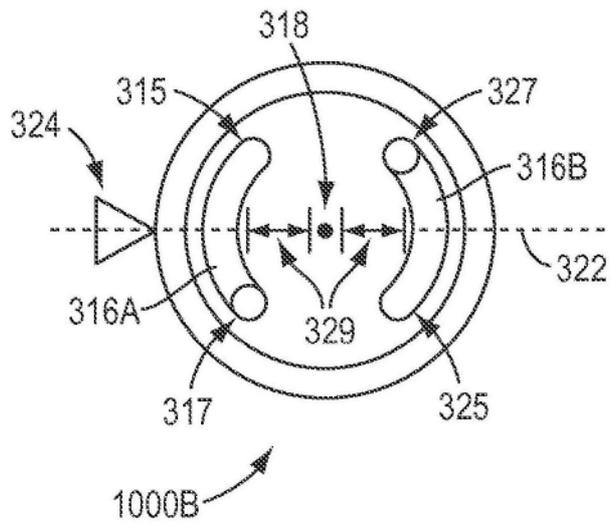


图10B

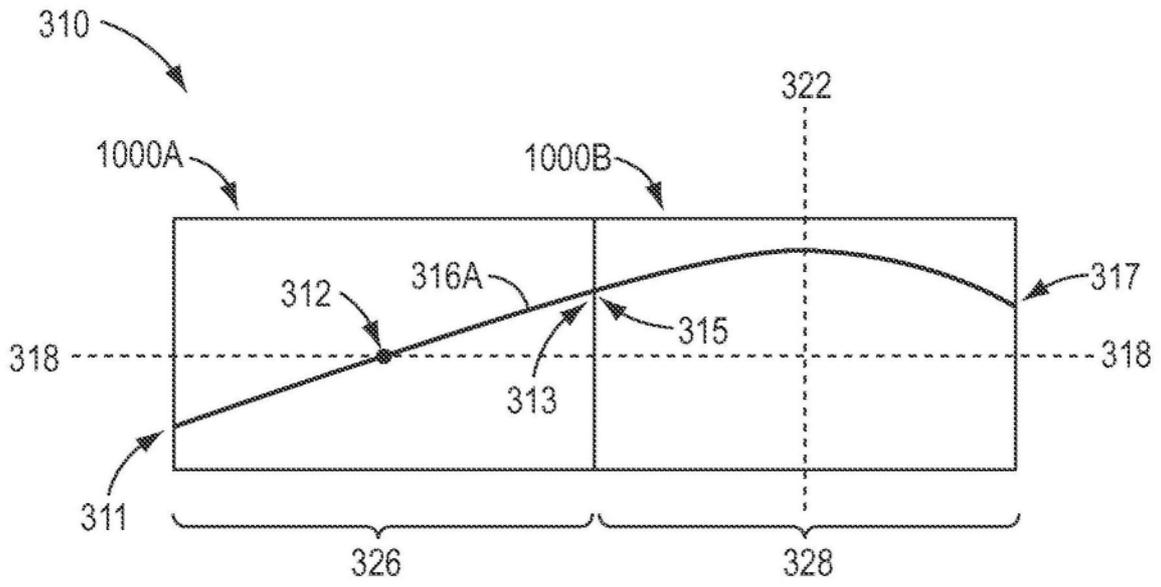


图11

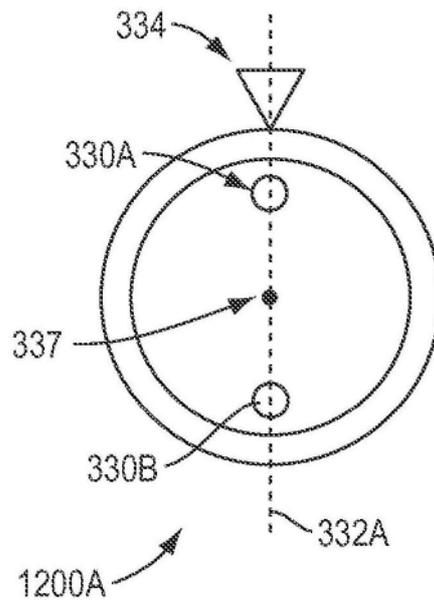


图12A

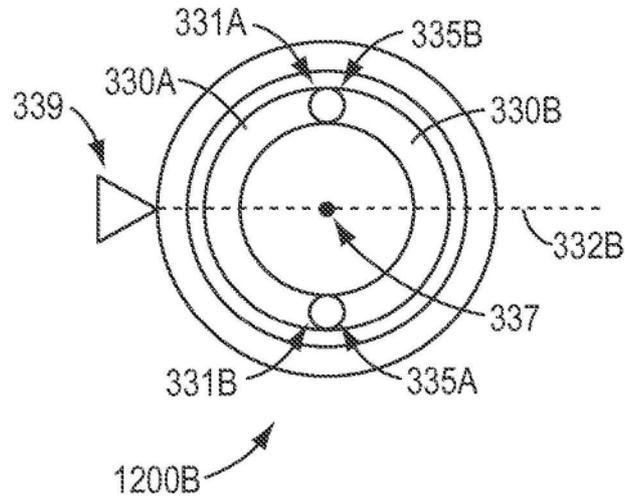


图12B

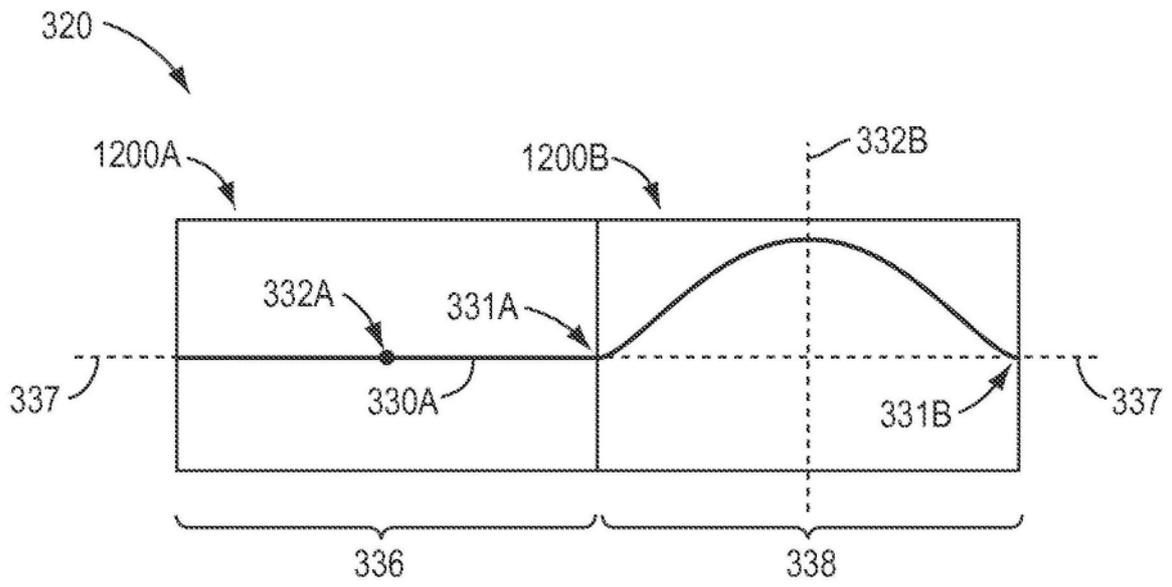


图13

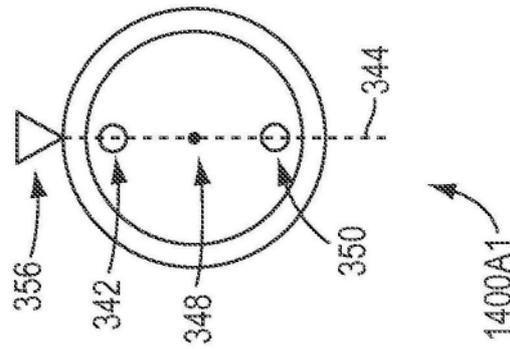


图14A

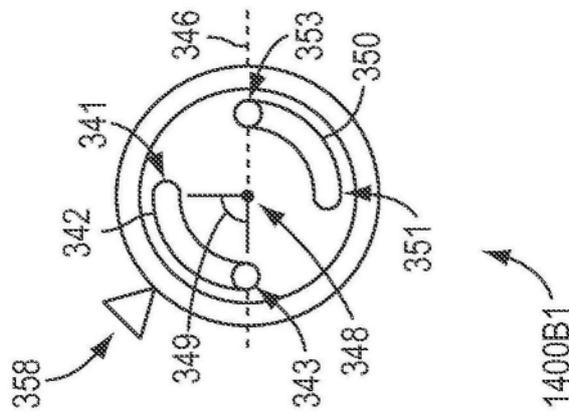


图14B

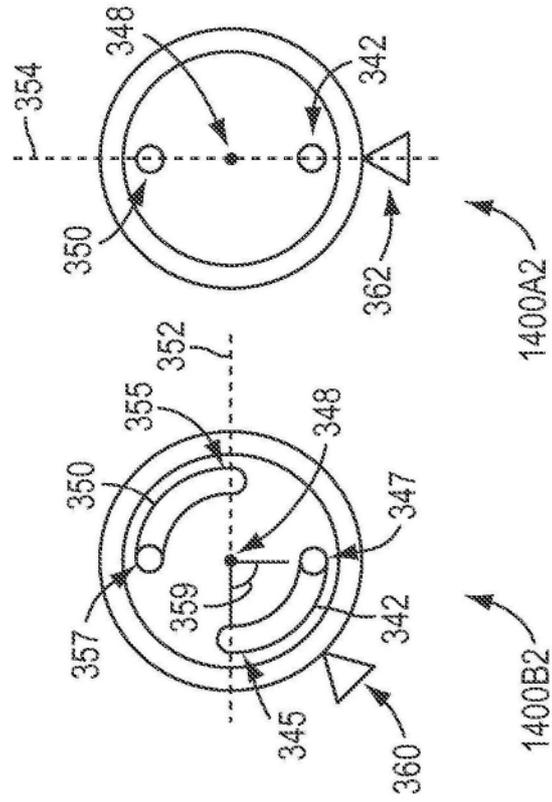


图14D

图14C

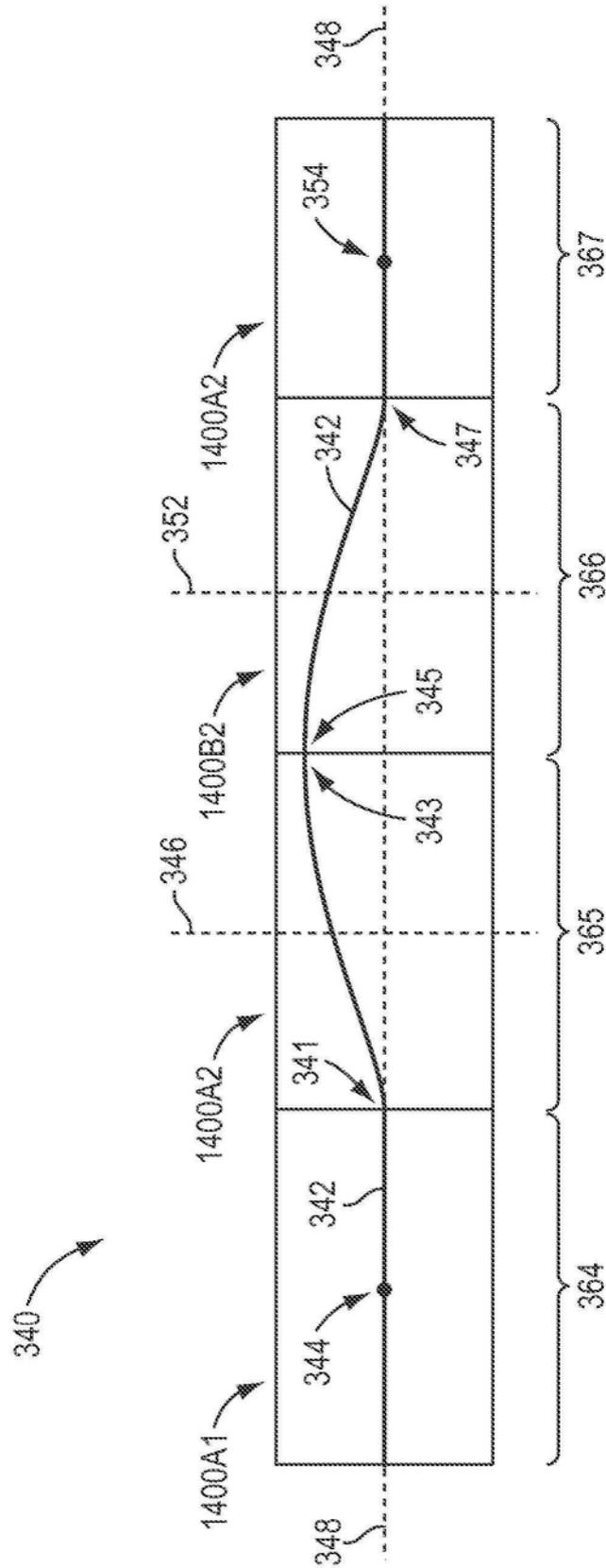


图15

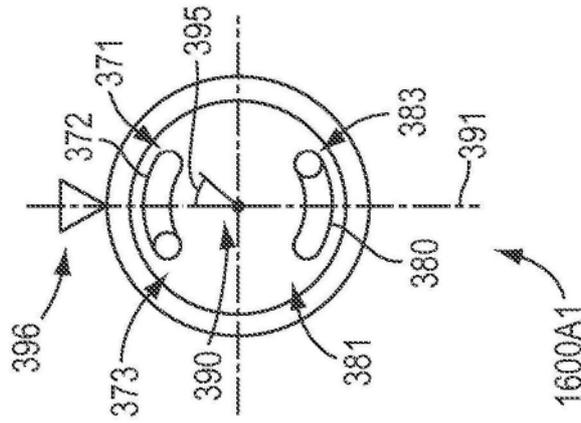


图16A

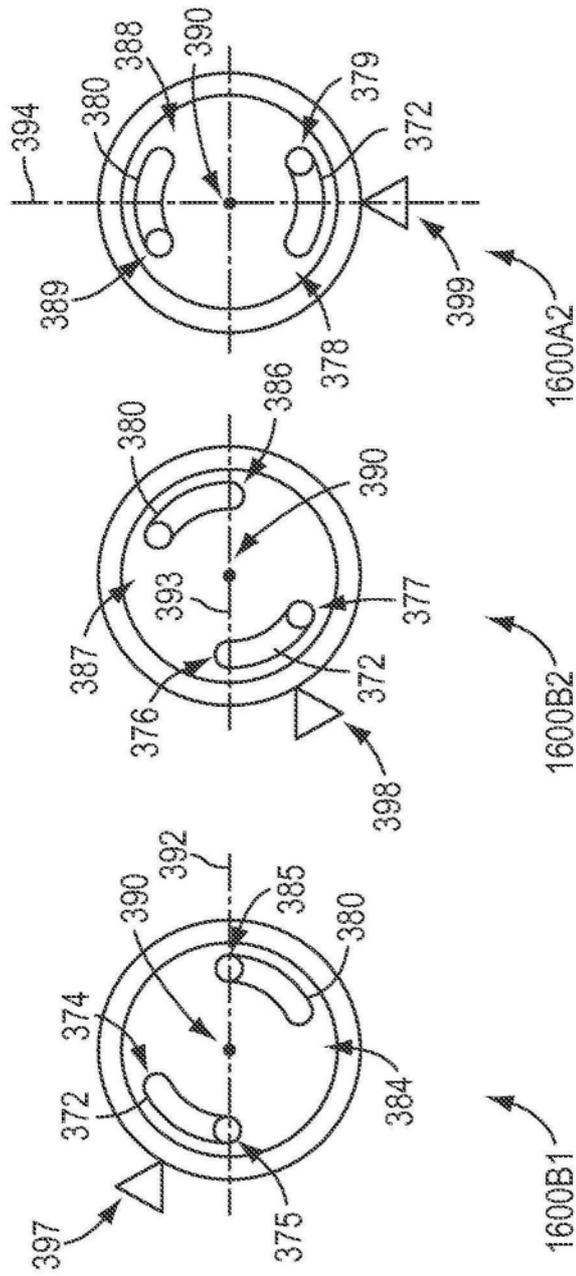


图16D

图16C

图16B

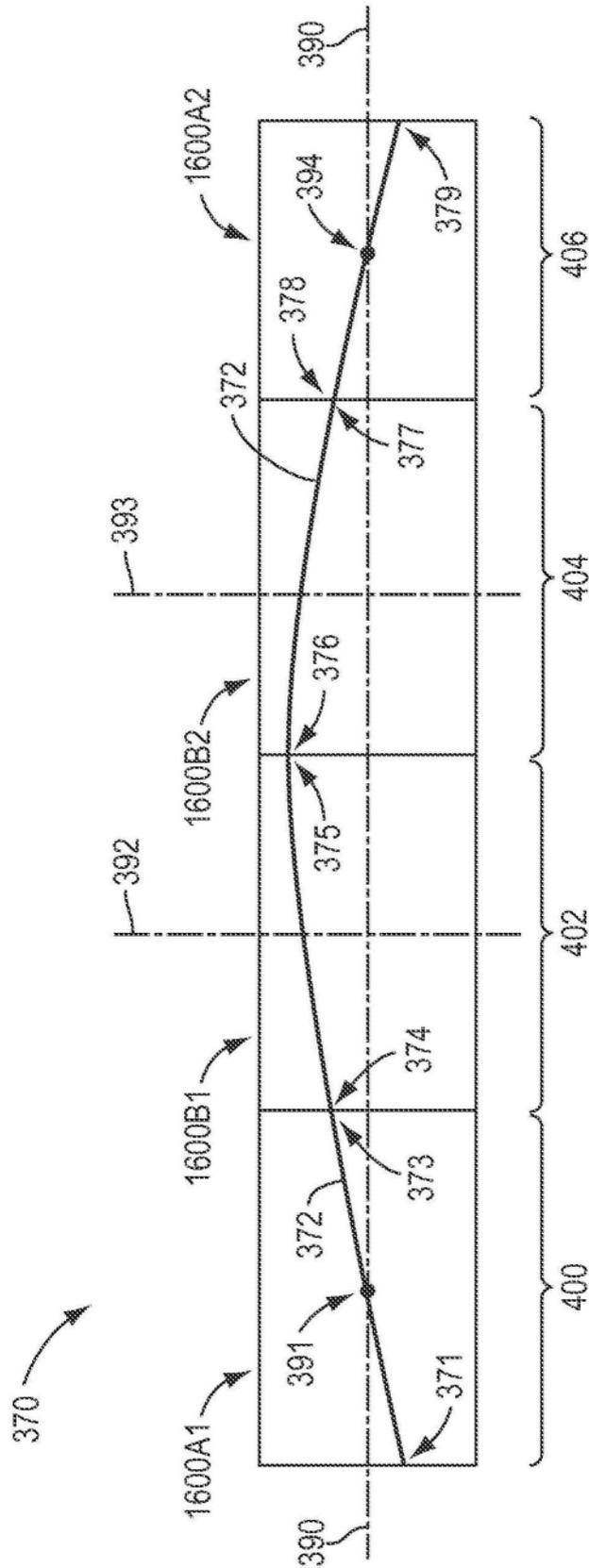


图17

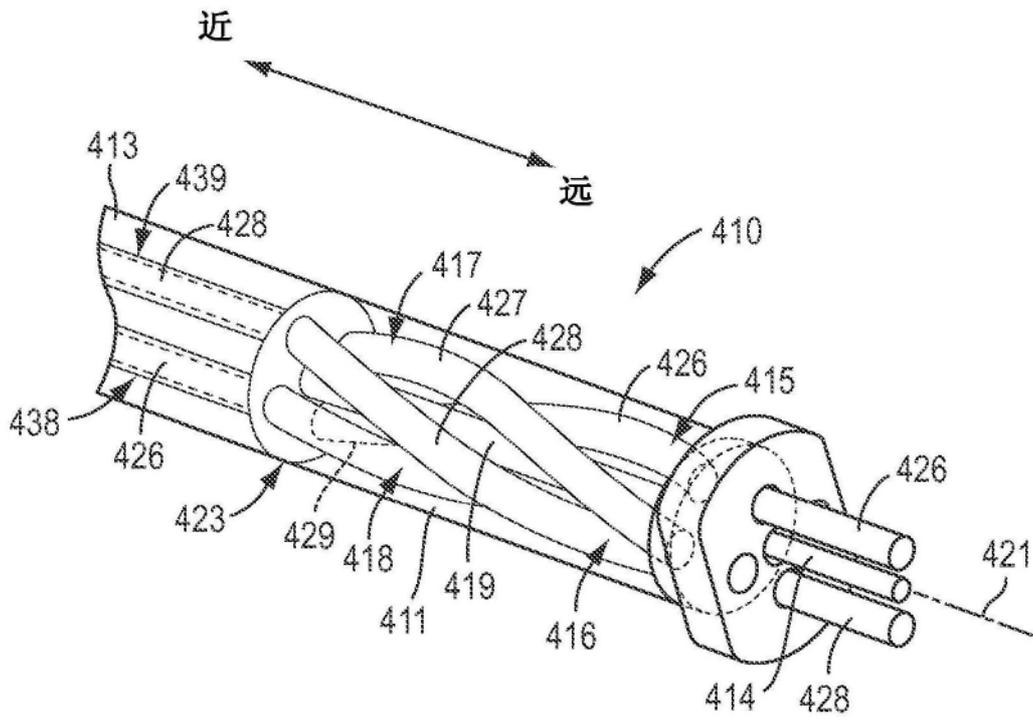


图18

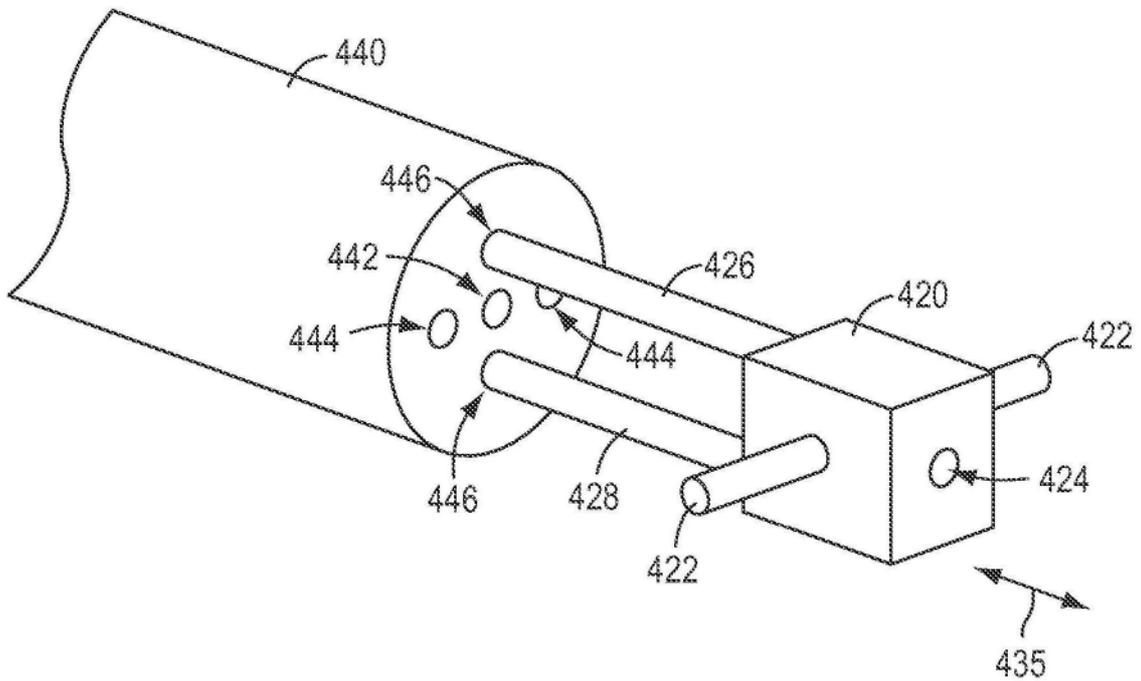


图19

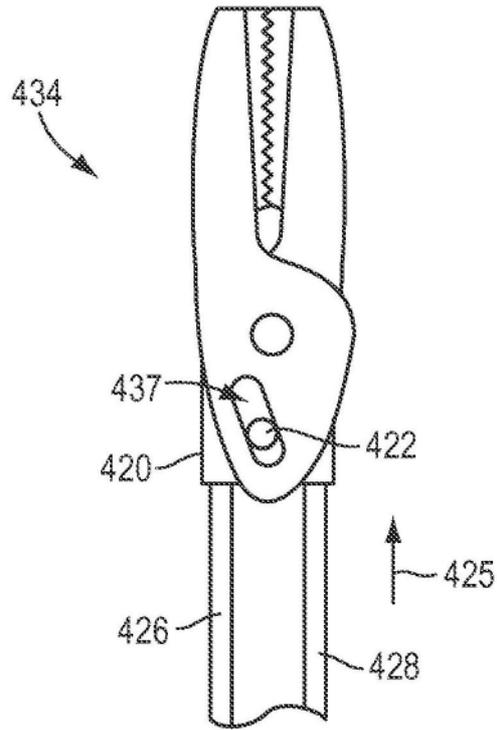


图20

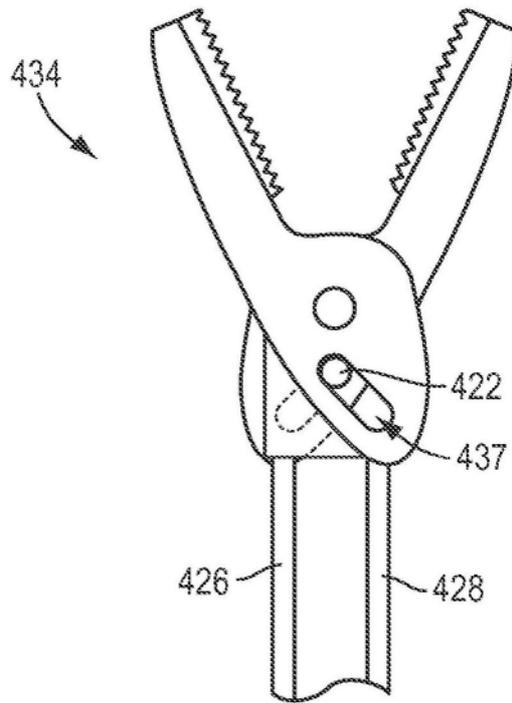


图21

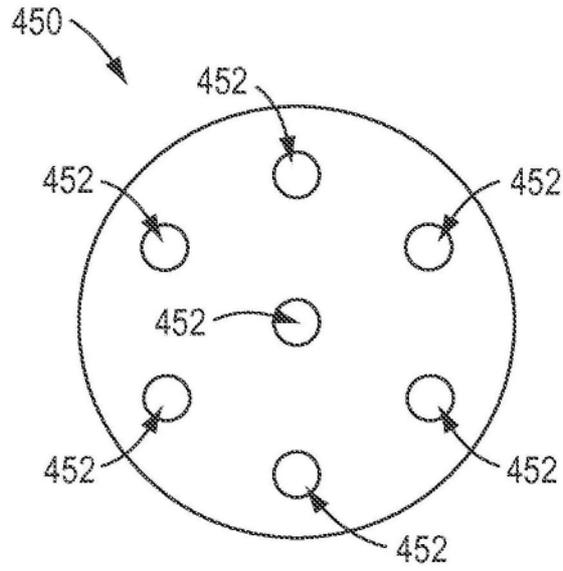


图22

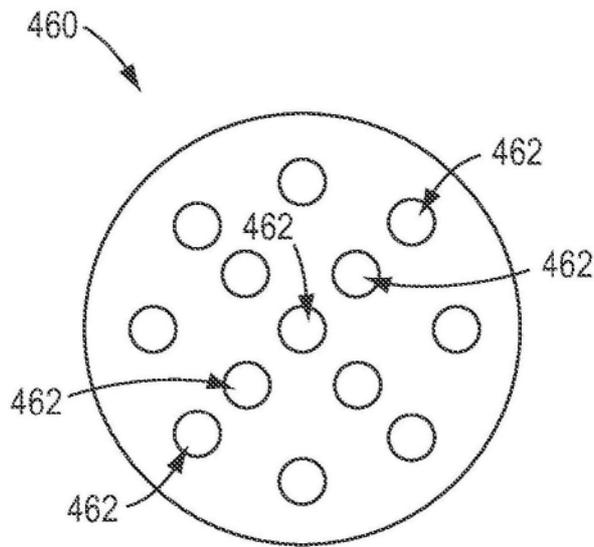


图23

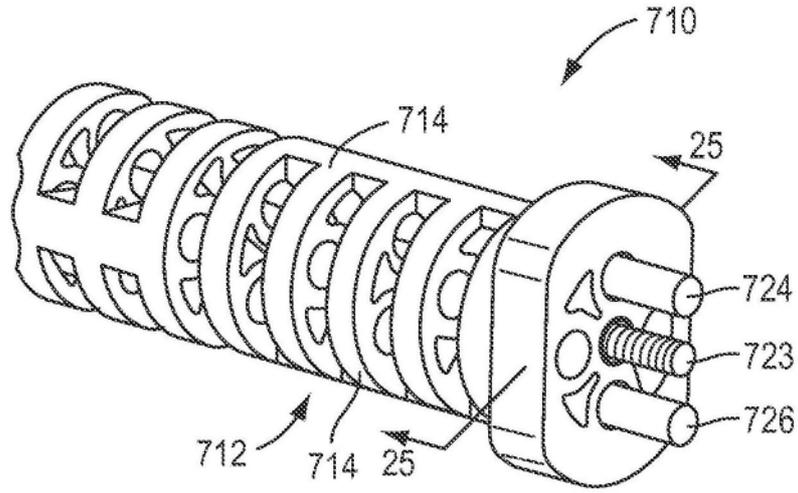


图24

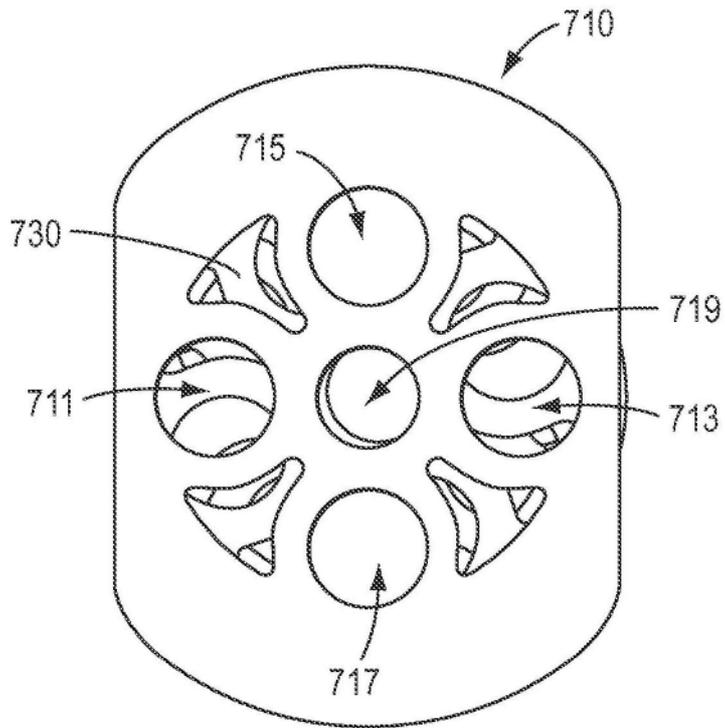


图25

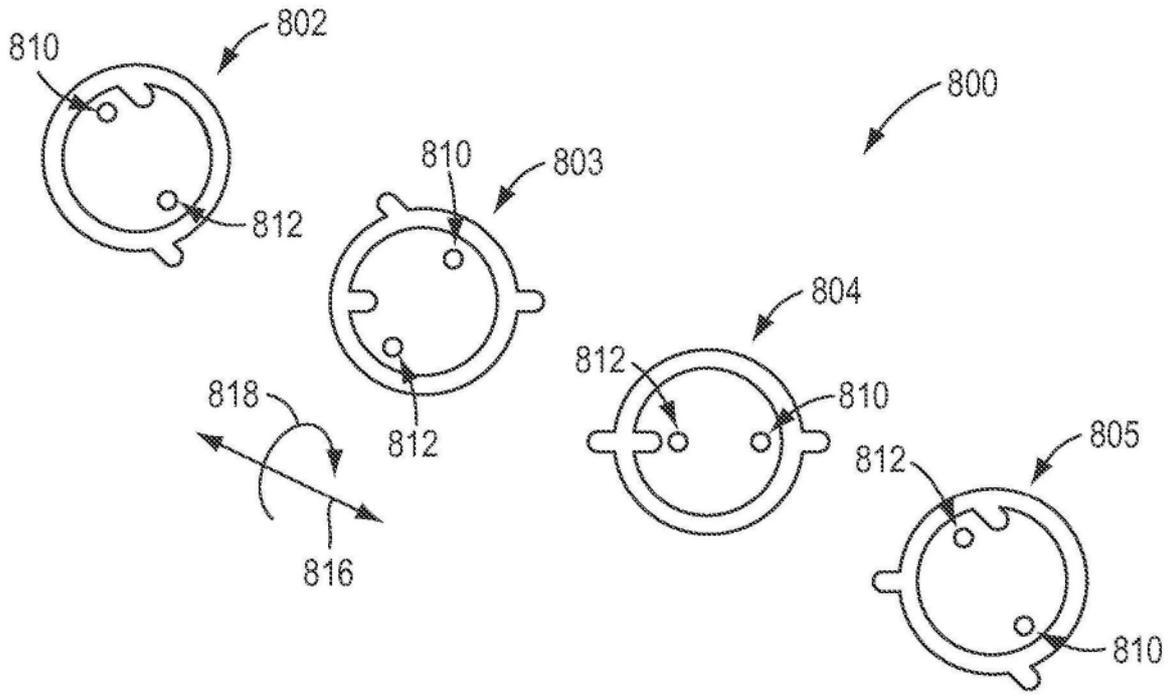


图26

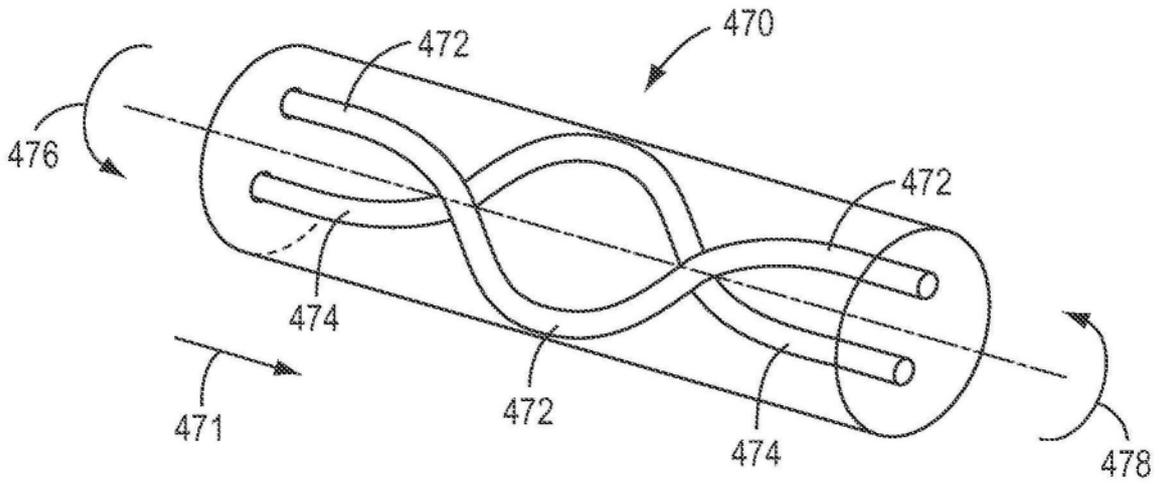


图27

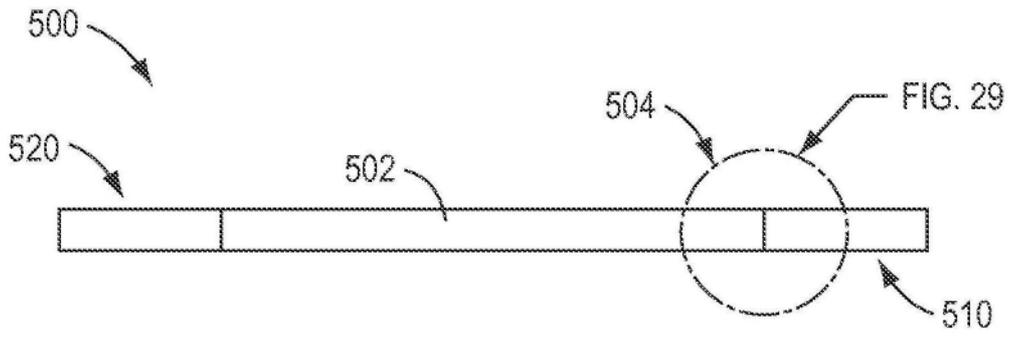


图28

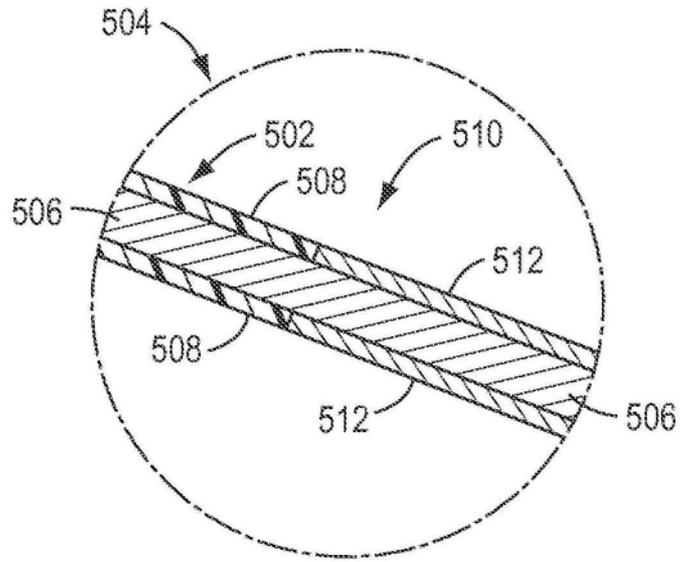


图29

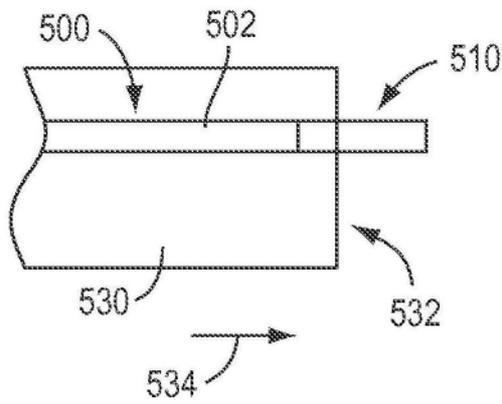


图30

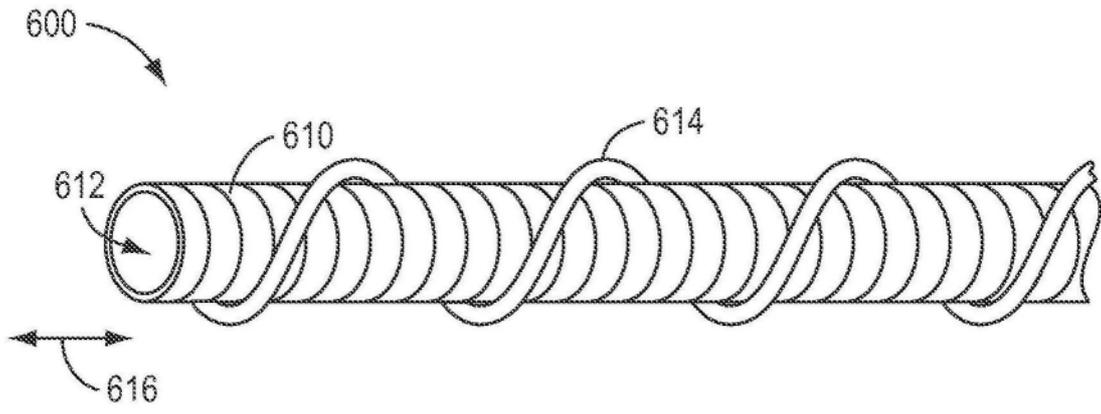


图31

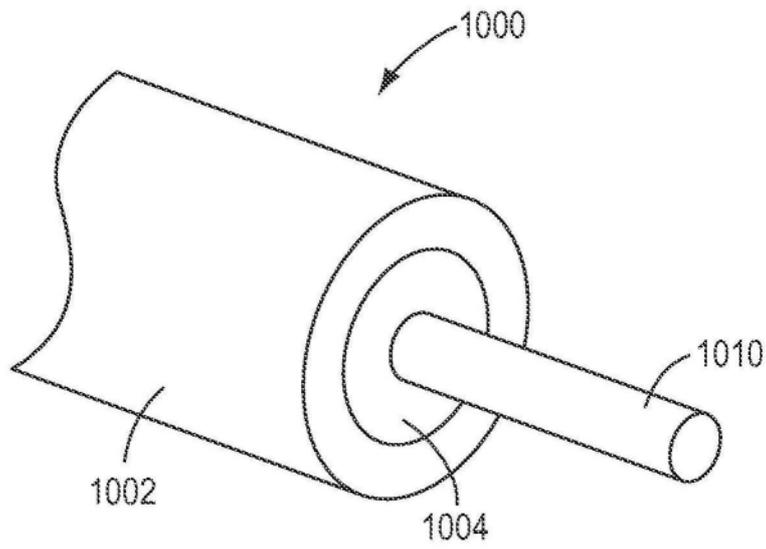


图32

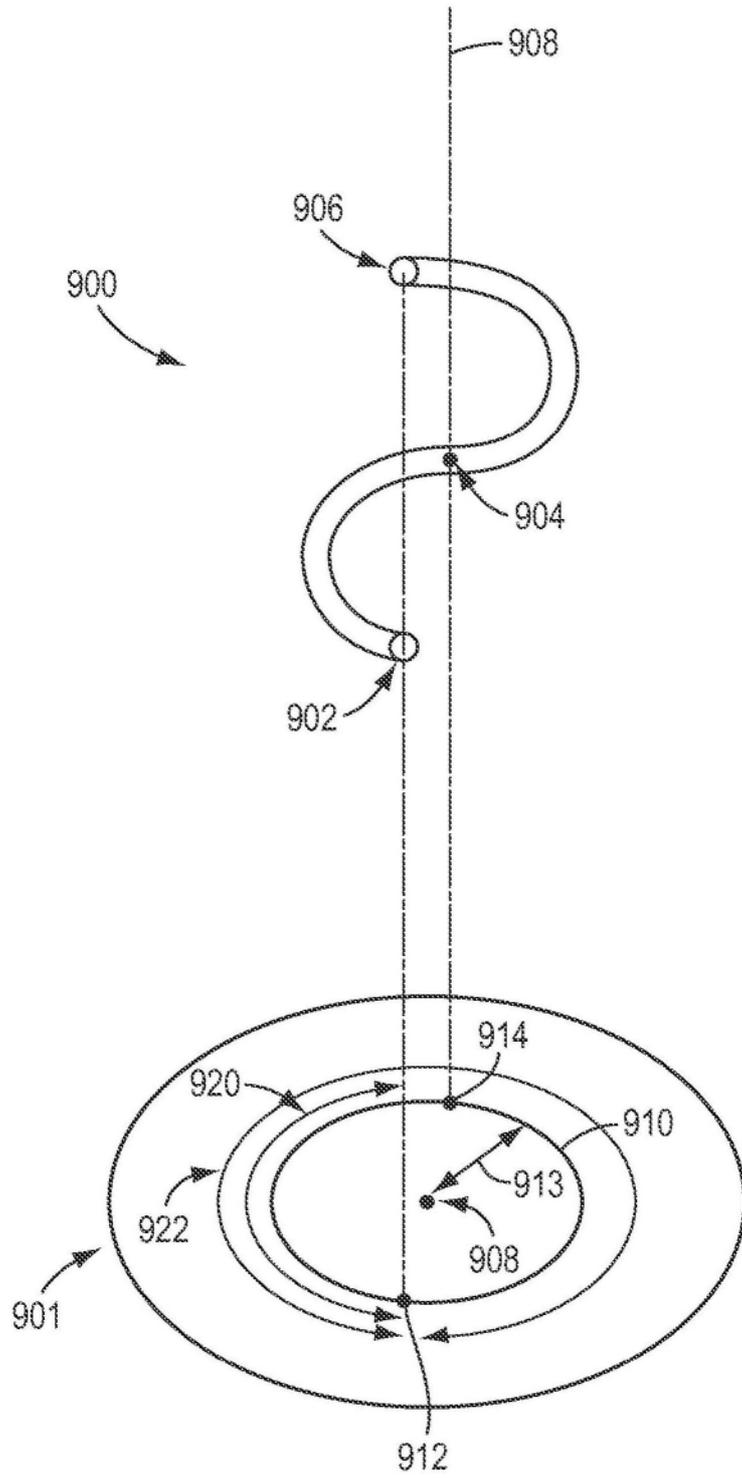


图33