



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109561901 A

(43)申请公布日 2019.04.02

(21)申请号 201780044866.4

(22)申请日 2017.02.17

(30)优先权数据

62/340,184 2016.05.23 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.01.18

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2017/018488 2017.02.17

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2017/204869 EN 2017.11.30

(71)申请人 马可外科公司

地址 美国佛罗里达州

(72)发明人 丁杰南 高晓辉 海约斯·康

(74)专利代理机构 上海和跃知识产权代理事务所(普通合伙) 31239

代理人 侯聪

(51)Int.Cl.

A61B 17/16(2006.01)

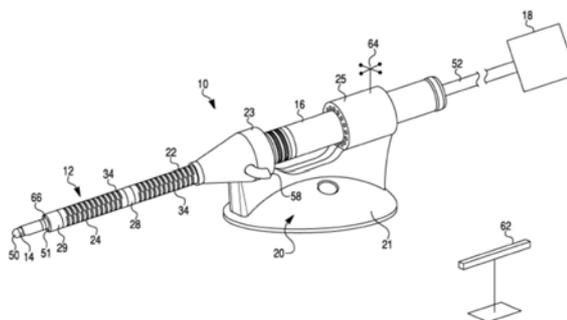
权利要求书2页 说明书11页 附图6页

(54)发明名称

用于切割骨的医疗装置

(57)摘要

本发明涉及一种用于切割患者的骨的系统,所述系统可包括电机、旋转轴、支撑管件、多个转向线材,骨切割器;所述旋转轴驱动地联接至所述电机,所述支撑管件围绕所述旋转轴定位并且在多个位置支撑所述旋转轴,所述多个转向线材联接至所述支撑管件,并且所述骨切割器位于所述旋转轴的远侧端部处。



1. 一种用于切割患者的骨的系统,包括:
电机;
旋转轴,所述旋转轴驱动地联接至所述电机;
支撑管件,所述支撑管件围绕所述旋转轴定位并且在多个位置支撑所述旋转轴;
多个转向线材,所述多个转向线材联接至所述支撑管件;和
骨切割器,所述骨切割器位于所述旋转轴的远侧端部处。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述支撑管件在弯曲位置具有至少5N/mm的刚度。
3. 根据权利要求1所述的系统,其中所述支撑管件包括穿过所述支撑管件的壁的多个狭槽。
4. 根据权利要求1所述的系统,其中所述支撑管件包括近侧部段和远侧部段,并且所述近侧部段利用所述多个转向线材可独立于所述远侧部段转向。
5. 根据权利要求1所述的系统,还包括导航系统,所述导航系统包括检测装置和可追踪元件。
6. 根据权利要求5所述的系统,其中所述导航系统还包括光纤形状传感器或电磁传感器中的至少一者。
7. 一种医疗装置,包括:
管状构件,所述管状构件具有壁和内腔,其中所述管状构件包括延伸通过所述壁的多个狭槽;
柔性轴,所述柔性轴定位于所述管状构件的所述内腔内,其中所述柔性轴相对于所述管状构件为可旋转的;和
骨切割器,所述骨切割器位于所述柔性轴的远侧端部处;
其中所述管状构件在弯曲位置具有至少5N/mm的刚度。
8. 根据权利要求7所述的医疗装置,其中所述管状构件包括近侧部段、远侧部段和多个转向线材,并且其中所述近侧部段可独立于所述远侧部段转向。
9. 根据权利要求8所述的医疗装置,其中所述远侧部段通过至少四个转向线材为可转向的,其中每个转向线材包括第一部和第二部段,所述第一部段沿着所述近侧部段的长度并且沿着所述远侧部段的长度延伸,所述第二部段沿着所述近侧部段的所述长度并且沿着所述远侧部段的所述长度延伸;并且所述近侧部段通过至少四个额外转向线材为可转向的,其中所述四个额外转向线材的每一者包括第一部和第二部段,所述第一部段沿着所述近侧端部的所述长度延伸,而所述第二部段沿着所述近侧部段的所述长度延伸。
10. 根据权利要求7所述的医疗装置,其中所述医疗装置包括封闭内腔。
11. 根据权利要求7所述的医疗装置,其中所述柔性轴配置成以至少10000rpm的速度旋转。
12. 一种用于切割患者的骨的方法,包括:
将骨切割器相邻于所述骨放置,其中所述骨切割器定位于旋转轴的远侧端部处,并且支撑管件定位于所述旋转轴的外部;
通过增大所述支撑管件的至少一部分的曲率或减小所述支撑管件的至少一部分的所述曲率中的至少一者来修改所述支撑管件的形状;和
使所述柔性轴旋转以切割所述骨。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中所述支撑管件包括第一部段和第二部段,并且其中所述第一部段配置成在相对于所述第一部段的平直位置的任何方向上弯曲,并且其中所述第二部段配置成在相对于所述第二部段的平直位置的任何方向上弯曲。

14. 根据权利要求12所述的方法,还包括利用导航系统追踪所述骨切割器相对于所述骨的位置。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中所述导航系统包括荧光镜、超声装置、光纤形状传感器或电磁传感器中的至少一者。

16. 根据权利要求14所述的方法,其中所述导航系统包括相机和可追踪元件。

17. 根据权利要求12所述的方法,其中修改所述支撑管件的形状包括将张力施加至至少一根转向线材。

18. 根据权利要求12所述的方法,其中所述支撑管件在多个位置支撑所述旋转柔性轴。

19. 根据权利要求12所述的方法,其中所述柔性轴驱动地联接至电机,并且使所述柔性轴旋转包括使所述电机的一部分旋转。

20. 根据权利要求12所述的方法,还包括校准所述支撑管件的计算机模型。

用于切割骨的医疗装置

相关申请的交叉引用

[0001] 本申请根据35 U.S.C. §119要求于2016年5月23日提交的美国临时专利申请 No. 62/340,184的优先权权益,该临时专利申请的全部内容以引用的方式并入本文。

技术领域

[0002] 本发明的实施例总体上涉及用于切除骨的医疗装置。医疗装置可为柔性的以接近难以到达的表面,但足够刚性以切割骨。

背景技术

[0003] 通常,用于修改患者的骨的工具为刚性的和平直的。为获得利用平直工具(例如,切割钻(burr)或锯)对某些骨表面的接近,外科医生必须切割穿过患者的皮肤和组织的大切口。例如,为执行膝部外科手术,外科医生必须切割穿过皮肤的大切口以接近股骨和胫骨的各种表面。已开发出各种柔性工具以用于涉及软组织的手术。然而,这些柔性工具不具有足够刚性来以用于执行某些矫形手术所需的方式修改和雕刻骨。

[0004] 为执行矫形手术,外科医生可使用作为机器人系统的一部分的工具。机器人系统可包括计算机系统和其它装置(例如,导航系统的部件)以辅助外科医生完成医疗手术。机器人系统可有助于例如通过追踪患者和工具而控制工具相对于患者的放置。

发明内容

[0005] 本发明的实施例涉及用于切除骨的医疗装置等。本文所公开实施例的每一者可包括结合其它所公开实施例的任一者所描述特征的一者以上。

[0006] 用于切割患者的骨的系统可包括电机、旋转轴、支撑管件、多个转向线材和骨切割器;该旋转轴驱动地联接至电机,该支撑管件围绕旋转轴定位并且在多个位置支撑旋转轴,该多个转向线材联接至支撑管件,并且该骨切割器位于旋转轴的远侧端部处。

[0007] 用于切割骨的系统可额外地或另选地包括下述特征中的一者以上:支撑管件在弯曲位置可具有至少5N/mm的刚度;支撑管件可包括穿过支撑管件的壁的多个狭槽;支撑管件可包括近侧部段和远侧部段,并且近侧部段利用多个转向线材可独立于远侧部段转向;系统可包括具有检测装置和可追踪元件的导航系统;并且导航系统还可包括光纤形状传感器或电磁传感器中的至少一者。

[0008] 医疗装置可包括:具有壁和内腔的细长管状构件、定位于细长管状构件的内腔内的柔性轴,和柔性轴的远侧端部处的骨切割器;其中细长管状构件包括延伸通过壁的多个狭槽,其中柔性轴相对于细长管状构件为可旋转的,并且其中细长管状构件在弯曲位置具有至少5N/mm的刚度。

[0009] 医疗装置可额外地或另选地包括下述特征中的一者以上:细长管状构件可包括近侧部段、远侧部段和多个转向线材,并且近侧部段可独立于远侧部段转向;远侧部段通过至少四个转向线材可为可转向的,其中每个转向线材包括第一部段和第二部段,该第一部段

沿着近侧部段的长度并且沿着远侧部段的长度延伸,该第二部段沿着近侧部段的长度并且沿着远侧部段的长度延伸,并且近侧部段通过至少四个额外转向线材可为可转向的,其中四个额外转向线材中的每一者包括沿着近侧部段的长度延伸的第一部段和沿着近侧部段的长度延伸的第二部段;医疗装置可包括封闭内腔;并且柔性轴可配置成以至少10000rpm的速度旋转。

[0010] 用于切割患者的骨的方法可包括:将骨切割器相邻于该骨放置,其中骨切割器定位于旋转轴的远侧端部处,并且支撑管件定位于旋转轴的外部;通过增大支撑管件的至少一部分的曲率或减小该支撑管件的至少一部分的该曲率中的至少一者来修改支撑管件的形状;和使柔性轴旋转以切割骨。

[0011] 用于切割骨的方法可额外地或另选地包括下述特征或步骤中的一者以上:支撑管件可包括第一部段和第二部段,并且第一部段可配置成在相对于第一部段的平直位置的任何方向上弯曲,并且第二部段可配置成在相对于第二部段的平直位置的任何方向上弯曲;方法还可包括利用导航系统追踪骨切割器相对于骨的位置;导航系统可包括荧光镜、超声装置、光纤形状传感器或电磁传感器中的至少一者;导航系统可包括相机和可追踪元件;修改支撑管件的形状可包括将张力施加至至少一根转向线材;支撑管件在多个位置支撑旋转柔性轴;柔性轴可驱动地联接至电机,并且使柔性轴旋转可包括使电机的一部分旋转;并且方法还可包括校准支撑管件的计算机模型。

[0012] 可理解,前述一般描述和下述具体实施方式均仅为示例性的和解释性的,并且不限制所要求保护的本发明。

附图简述

[0013] 并入本说明书并构成本说明书的一部分的附图示出了本发明的示例性实施例,并且连同描述一起用于解释本发明的原理。

[0014] 图1示出了根据本发明的用于切割骨的医疗装置;

[0015] 图2示出了图1的医疗装置的分解图;

[0016] 图3示出了图1的医疗装置的柔性管状构件的纵向剖视图;

[0017] 图4示出了图1的医疗装置的柔性管状构件的近侧部段和远侧部段的部分的纵向剖视图;

[0018] 图5示出了图4的横截面5-5处的横向剖视图;

[0019] 图6示出了图4的横截面6-6处的横向剖视图;

[0020] 图7示出了图4的横截面7-7处的横向剖视图;

[0021] 图8示出了图4的横截面8-8处的横向剖视图;

[0022] 图9示出了柔性管状构件的狭槽配置的一个示例性实施例;

[0023] 图10示出了柔性管状构件的狭槽配置的另一个示例性实施例。

具体实施方式

医疗装置部件

[0024] 本发明涉及用于切割骨的医疗装置。医疗装置可为手持式的,或可为联接至机器人装置的端部执行器。医疗装置可为柔性的,这可允许其在微创手术期间接近和修改骨的各种表面。尽管为柔性的,但是医疗装置可为足够刚性的,以允许其在切割硬表面(诸如骨)

时维持其弯曲形状。计算机系统和导航系统可协助控制医疗装置的形状和定位,并且可向用户提供图像引导。

[0025] 参考图1,医疗装置10可包括柔性管状构件12、内轴14、第一电机16、第二电机18和壳体20,等等。

[0026] 柔性管状构件12可包括近侧部段22和远侧部段24,它们各自为可独立控制的。在一个另选实施例中,柔性管状构件12不包括独立部段22,24,而是替代地为具有本文结合近侧部段22和远侧部段24所描述特性的任一者的单个管状构件。近侧部段22和远侧部段24可包括任何合适材料,诸如金属或聚合物。在一个实例中,近侧部段22和远侧部段24可包括形状记忆材料,诸如镍钛诺或弹簧钢。近侧部段22和远侧部段24可一起限定保持内轴14的内腔26。近侧部段22和远侧部段24的壁可具有任何合适厚度,并且在各种实例中,可包括0.2mm至5mm、1mm至4mm或1.5mm至3mm之间的厚度。在一个实例中,壁厚度可为约1.75mm。

[0027] 管状构件12还可包括一个以上的连接器27,28,29(还参见图2)以将近侧部段22和远侧部段24连接至其它部件且彼此连接。这些连接器可具有刚性管状形状。然而,在一个额外或另选实施例中,一个以上的连接器27,28,29可为刚性的和弯曲的。弯曲连接器可用于以医疗装置10接近患者解剖结构的某些部分。在一个实例中,连接器可互换以修改管状构件12的形状以用于不同手术。例如,不同连接器可具有不同长度和/或曲率。

[0028] 近侧部段22和远侧部段24的每一者可包括多个狭槽34。狭槽34可部分地或完全地延伸通过对应部段22,24的壁。每个狭槽34可为细长的,其中其较长侧部彼此平行并且至少部分地绕着对应部段22,24的周长延伸。每个狭槽34的端部可为平直的或弯曲的。

[0029] 此外,在一个实例中,每个狭槽34可绕着对应部段22,24的周长延伸约270度。在其它实例中,每个狭槽34可绕着对应部段22,24的周长在180度和330度之间延伸,但是每个狭槽34可绕着周长延伸任何合适数量的度数。在一个额外或另选实例中,两个以上不同狭槽可在特定纵向位置位于对应部段22,24的相同周长上,并且材料可留置于狭槽的端部之间以防止部段断开(例如,绕着周长的两个120°狭槽,其中两个狭槽的端部之间的60°的材料)。

[0030] 图4示出了图1的近侧部段22和远侧部段24的部分,以及这些部段的代表性横截面。如图5至图8所示,控制线材30可行进通过近侧部段22和远侧部段24的壁以允许用户控制内轴14的远侧端部处的切割工具50的位置。为了易于参考,内轴14未示出于图4至图8中。

[0031] 参考图4,狭槽34可以三个狭槽图案布置,其中每个第三狭槽以类似取向定位。例如,沿着管状构件22,24的长度行进,第一组的狭槽可包括第一狭槽39、第二狭槽41和第三狭槽43。在第一组的第三狭槽之后,第二组的狭槽可包括第一狭槽39'、第二狭槽41'和第三狭槽43'。远侧部段24的代表性第一狭槽39位于横截面5-5上,代表性第二狭槽41位于横截面6-6上,并且代表性第三狭槽43位于横截面7-7上。各组的第一狭槽可彼此类似地取向,每组的第二狭槽可彼此类似地取向,并且每组的第三狭槽可彼此类似地取向。此外,相邻狭槽34可布置成使得每个狭槽相对于相邻狭槽转动120度,如横截面5-5,6-6和7-7所示。

[0032] 图8示出了沿着图4的横截面8-8穿过近侧部段22的示例性狭槽。近侧部段22的狭槽可具有与图4的狭槽相同的配置和图案。参考图8,所示狭槽可具有与横截面5-5的狭槽相同的取向。

[0033] 如图4至图8的横截面可见,单个狭槽34可穿过管状构件12的壁的部分,从而使壁

的分段保留完整。因为每个狭槽可相对于相邻狭槽旋转120度,所以相邻分段可相对于彼此旋转120度。因此,沿着管状构件12的长度行进,其余壁材料的分段可形成螺旋配置。

[0034] 额外或另选狭槽配置示出于图9和图10中。参考图9,狭槽35可包括扩展端部。扩展端部可缓解管状构件12上的应力并且可增加管状构件12的弯曲角度。参考图10,每个狭槽37可朝向其端部渐缩,使得每个狭槽的中间部分相比于其端部部分更宽。各种狭槽配置可改变管状构件12的柔性。例如,具有较宽中间区域的狭槽37可增加管状构件的柔性。图6和图7的狭槽35,37可包括结合狭槽34所描述的任何其它特征,包括其绕着管状构件12的周长的长度和其相对于相邻狭槽的取向。

[0035] 狭槽34可允许柔性管状构件12弯曲,即使近侧部段22和远侧部段24的材料为相对刚性的。此外,因为狭槽34绕着管状壁的周长分布,所以近侧部段22和远侧部段24中的每一者配置成在任何方向上弯曲。

[0036] 参考图5至图7,远侧部段24可包括多个控制线材开口36以保持控制线材30。控制线材开口36可成对地组合,诸如开口36和36'。一对开口36和36'可保持相同控制线材30,其中控制线材30延伸通过开口36,36'中的一者,在远侧部段24的远侧端部附近弯曲以形成“U形转弯”,并且延伸通过开口36,36'中的另一者。因此,控制线材30的第一部分可定位于一对的第一开口36中,并且控制线材的第二部分可定位于该对的第二开口36'中。在一个实例中,控制线材30的每一者可在远侧部段24的远侧端部处U形转弯。然而,在一个另选实例中(参见图2的分解图),y方向控制线材30(图4的顶部和底部控制线材)可行进通过定位于远侧部段24的远侧的连接器29,并且可在连接器29的远侧端部处U形转弯,而x方向控制线材30(图4的左侧和右侧控制线材)可在远侧部段24的远侧端部处U形转弯。

[0037] 图4所示的其余对开口可类似地保持其它控制线材30的第一部分和第二部分。在所实例中,四个控制线材30(其运行通过总计八个控制线材开口36,36')可控制远侧部段24的移动。然而,在其它实施例中,一个、两个、三个或五个或更多个控制线材可控制远侧部段24的移动。

[0038] 控制线材30穿过远侧部段24的配置可允许用户控制远侧部段24的形状。如上文所述及,控制线材30中的两者可控制远侧部段24的远侧端部在x方向上的移动,并且控制线材30中的两者可控制远侧部段24的远侧端部在y方向上的移动。因此,图4的实施例的四根控制线材可用于使远侧部段24沿着x轴线和y轴线两者弯曲。例如,缩短一根控制线材30(例如,x方向控制线材)和增长相对控制线材30(例如,另一x方向控制线材)可使远侧部段24朝向缩短侧部弯曲。拉紧多于一根的控制线材30(例如,一根x方向控制线材和一根y方向控制线材)和增长其它两根相对控制线材30(例如,另一x方向控制线材和另一y方向控制线材)可使远侧部段24部分地沿着x轴线弯曲并且部分地沿着y轴线弯曲。

[0039] 因此,远侧部段24可以允许远侧部段24的远侧端部在任何方向上移动的方式进行控制。使远侧部段24弯曲可增大远侧部段24的至少一部分的曲率,并且使远侧部段24朝向平直位置返回可减小远侧部段24的至少一部分的曲率。随着远侧部段24弯曲远离并且接近90度,远侧端部在z方向上朝近侧移动(除了其在x和y方向上的移动之外)。因此,切割工具50的“工作区域”可仅基于远侧部段24的移动而为半球形形状的外边界。

[0040] 参考图8,柔性管状构件12的近侧部段22的壁还可包括保持控制线材30的控制线材开口36,36'。为了易于参考,每个远侧部段控制线材和其对应开口统称为远侧控制件38,

并且每个近侧部段控制线材和其对应开口统称为近侧控制件40。近侧控制件40的部件可类似于上文所描述的远侧控制件38的部件(例如,穿过开口36,36'的控制线材30),并且可以类似方式起作用以控制近侧部段22。在所示实例中,四个近侧控制件40(包括运行通过总计八个控制线材开口36,36'的四根控制线材30)控制如上文结合远侧部段24所描述的近侧部段22的移动。然而,在其它实施例中,一个、两个、三个或五个或更多根控制线材可控制近侧部段22的移动。切割工具50的工作区域也可仅基于近侧部段22的移动而为半球形形状的外边界。由近侧部段22和远侧部段24的每一者所提供的运动范围可合并以增加切割工具50的位置数量,这些位置可实现而无需重新定位医疗装置10的壳体20。此外,如下文所描述,医疗装置10可固定至另一装置的机器人臂,该机器人臂可提供额外自由度以用于定位切割工具50。

[0041] 远侧控制件38可从远侧部段24朝近侧行进并且行进通过近侧部段22,如图8所示。在近侧部段22内,近侧控制件40的部件可定位于远侧控制件38的部件之间。类似于远侧控制件38,近侧控制件40可允许用户在沿着x轴线和y轴线的任何方向上弯曲近侧部段22。总计十六个控制线材开口36,36'可行进通过近侧部段22的壁。还类似于远侧控制线材30,近侧控制线材30可在近侧部段22的远侧端部处“U形转弯”。在一个实例中,四个控制线材的每一者在近侧部段22的远侧端部处U形转弯。在另选实例中,如图2所示,控制线材30中的两者可行进通过定位于近侧部段22和远侧部段24之间的连接器28,并且可在连接器28的远侧端部处U形转弯,而其它两个控制线材30可在近侧部段22的远侧端部处U形转弯。

[0042] 控制线材和其对应开口36,36'可允许柔性管状构件12的每个部段22,24在任何方向上弯曲至多90度。每个部段22,24利用控制线材30可为可独立控制或转向的。该柔性可允许用户精确地定位医疗装置10的远侧端部。具体地,柔性管状构件12的每个部段的远侧端部可以围绕由平直配置的部段限定的纵向轴线追踪整个360度圆。换句话说,相对于行进通过平直配置的部段的近侧端部和远侧端部的固定基准轴线,并且无需转动整个部段22,24,每个部段可弯曲以在任何方向上使每个部段的远侧端部径向向外移动。

[0043] 尽管管状构件12为柔性的,但是其能够在用户正切割骨时防止无意弯曲。因此,管状构件12可配置成在特定时间改变形状并且在特定时间维持其形状。相比之下,不旨在改变形状的刚性工具必须仅具有充分刚度,使得其在骨的切割期间将不断开或变形。控制线材30可对管状构件12的部段22,24提供充分刚度,该充分刚度可允许管状构件12切割骨而无意外挠曲。

[0044] 沿着远侧部段24的横截面包括八个控制线材长度(例如,具有包括两个长度的每根控制线材30)和沿着近侧部段22的横截面包括十六个控制线材长度可用于允许管状构件12维持期望形状,甚至当切割或以其它方式修改硬结构(诸如骨)时。在其它实例中,沿着近侧部段22或远侧部段24的不同数量的控制线材长度可提供充分刚度。因此,高力可由医疗装置10的远侧端部来施加而不损害如由控制线材30所定位的近侧部段22和远侧部段24的预期形状。在一个实施例中,管状构件12可具有至少5N/mm的刚度。在其它实施例中,管状构件12的刚度可为至少5.5N/mm、6N/mm、6.5N/mm或7N/mm。管状构件12的刚度可通过以下方式进行测量,将外部力施加于管状构件12的端部,然后测量所得端部偏转度。刚度然后可通过将所施加力除以偏转度进行计算。在一个实施例中,柔性轴14不影响管状构件12的刚度,但是在其它实施例中,柔性轴14可增大管状构件12的刚度。

[0045] 管状构件12的刚度还可受其它因素影响,诸如控制线材30的厚度和布置、管状构件12的材料,和管状构件12的壁中的狭槽34的数量和形状。例如,近侧部段22和远侧部段24可包括高强度镍钛诺,该高强度镍钛诺相比于其它材料可为更强和更软,并且可允许管状构件12耐受高力而无意外弯曲。此外,控制线材30(其可各自包括对应部段22,24的远侧端部附近的“U形转弯”)的布置可节省空间并且可允许线材的额外长度穿过管状构件12的壁,因为用于固定线材的夹持机构可被放置于管状构件的外部(在其近侧端部处,而非在工作远侧端部处)。额外线材可增大管状构件12的刚度。不具有充分刚度的现有技术柔性装置在用于切割较硬表面的情况下可能无意地弯曲,这可能使得它们不适于切割骨。

[0046] 近侧部段22和远侧部段24两者的控制线材30可通过一个以上的电机18进行控制,如图1示意性地所示。控制线材30可朝近侧行进通过壳体20和/或电机16内的内腔,并且行进通过内腔52至电机18。在一个实例中,电机18可包括一个以上张力螺钉。每个控制线材30的两个近侧端部可缠绕于对应张力螺钉周围或以其它方式联接至对应张力螺钉。张力螺钉可旋转以缩短或增长控制线材30,从而引起柔性管状构件12弯曲。

[0047] 在一个实例中,第一控制线材的近侧端部和定位成与第一控制线材相对的第二控制线材的近侧端部可联接至相同张力螺钉。因此,当螺钉转动时,一根控制线材缩短并且另一控制线材增长以使柔性管状构件12的部段弯曲。因此,控制单个部段的线材可能需要两个电机,一个电机用于每对的控制线材。在另选实例中,形成三角形图案的三根控制线材可用于控制管状构件12的每个部段。在该实例中,可使用三个电机,一个电机用于每根控制线材。编码器可用于测量张力螺钉的旋转。电机18可定位成靠近医疗装置10的其余部件,或可位于远程位置,其中控制线材30从电机18行进至近侧部段22和远侧部段24。鲍登缆线可用于将运动从远程电机传送至控制线材30。在额外或另选实例中,控制线材30可通过液压或气动活塞进行控制。例如,电机可引起活塞的移动,该活塞继而可从一根以上控制线材30牵拉或释放张力。在又一个实例中,柔性管状构件12的近侧部段22和远侧部段24可通过形状记忆材料(诸如镍钛诺或弹簧钢)进行控制。在该实例中,形状记忆材料(例如,细长构件的形状)可联接至一根以上控制线材。形状记忆材料然后可通过电流来激活以从一根以上控制线材30牵拉或释放张力。

[0048] 在另选实例中,每根控制线材30可穿过仅一个开口36。在该实例中,远侧控制件38的控制线材30的远侧端部可固定至远侧部段24的远侧端部。类似地,近侧控制件40的控制线材30的远侧端部可固定至近侧部段22的远侧端部。

[0049] 穿过近侧部段22和远侧部段24两者的壁的开口36,36'可通过任何合适方法来形成,诸如钻出穿过壁的开口。然而,参考图5至图8,在一个实例中,远侧部段24可包括外管件42和内管件44,并且近侧部段22可包括外管件46和内管件48。在与内管件组装之前,狭槽可形成于每个部段22,24的外管件的内壁中以形成开口36,36'。每个内管件然后可放置于对应外管件的内部,使得内管件的外部形成开口36,36'的内壁。每个部段的内管件和外管件可由相同材料或不同材料制成。用于形成开口36,36'的这种方法可减少制造控制线材开口36,36'的成本。

[0050] 参考图1,医疗装置10可包括其远侧端部附近(例如,切割工具50的附近,如下文所描述)的成像装置51以有利于术中成像。例如,超声探头或摄像机可固定至远侧部段24的远侧端部,这可用于使患者的解剖结构可视化。在一个额外或另选实施例中,成像装置51可为

位于内窥镜的远侧端部处的相机。内窥镜可行进通过管状构件12的壁中的开口,其中任何电气或数据传送线材朝近侧行进通过开口。医疗装置10可包括用于保护成像系统免于血液或组织的机构(诸如盖),或出于清洁和可视性目的,可包括用以将冲洗液体引导朝向探头或相机的表面的特征。

[0051] 参考图1和图2,医疗装置还可包括定位于柔性管状构件12的内腔26内的柔性轴14。柔性轴14可包括其远侧端部处的切割工具50。柔性轴14可具有中空内部并且可包括狭槽15,狭槽15部分地或完全地延伸通过柔性轴14的壁。狭槽15可沿着柔性轴14的部段延伸,这些部段与管状构件12的近侧部段22和远侧部段24对准。当管状构件12利用控制线材30进行弯曲时,狭槽15还可有利于柔性轴14的弯曲。狭槽15可用平行于柔性轴14的纵向轴线延伸的两个以上行来对准。狭槽可绕着柔性轴14的周长伸长并且可具有大体矩形形状,但是狭槽15可具有任何形状。

[0052] 在另选实例中,柔性轴14可为于2013年2月5日所公布的标题为“空心柔性驱动轴(Cannulated Flexible Drive Shaft)”的美国专利No.8,366,559所描述的柔性驱动轴,其以引用的方式全文并入本文。因此,柔性驱动轴可包括多个互锁部段或环状物,其中从一个部段突出的销轴装配至相邻部段的插口中。在一个实例中,柔性轴14可传送最小或零弯曲力矩。在另选实施例中,柔性轴14可包括转矩线圈。柔性轴14的任何实施例可额外地或另选地包括力和/或转矩传感器以改善精度。下文进一步描述的计算机系统可基于所检测力和/或转矩而重新定位或停止切割。在一个实例中,如果所监测力或转矩超出特定限值,那么计算机系统可指示切割工具50的位置的不可接受变化并且可停止切割工具50的旋转。

[0053] 柔性轴14可以足以切割骨的速度旋转。在一个实例中,柔性轴14可以至少10000次旋转每分钟的速度旋转。在其它实例中,柔性轴14可以至少20000、30000、40000、50000或60000次旋转每分钟的速度旋转,同时保留其连同近侧部段22和远侧部段24一起弯曲的能力。柔性轴14可通过电机16来提供动力,如图1所示。电机16可为细长圆柱形状并且可由壳体20来保持。电机16可经由一根以上电气缆线联接至功率源。

[0054] 柔性轴14的远侧端部可包括切割工具50,切割工具50旋转以切割或雕刻骨或患者解剖结构的其它部分。切割工具50可刚性地固定至柔性轴14。在一个实例中,切割工具50可为包括圆形远侧端部的钻。在其它实例中,柔性轴14的远侧端部可包括不同切割工具50,诸如刀片或钻头。切割工具50可由套环54至少部分地围绕。套环54可防止切割工具50的某些部分接触组织,从而允许用户仅切割相邻于切割工具50的暴露部分的组织。

[0055] 参考图1、图2和图3,管状构件12的内部可包括封闭内腔17,封闭内腔17仅通过近侧端口58和远侧端口56暴露于管状构件12的外部。封闭内腔17可由细长柔性管件来限定,该细长柔性管件行进通过柔性轴14的内部或外部。柔性管件可包括聚合物或其它柔性材料,这些聚合物或其它柔性材料可结合管状构件12和柔性轴14进行旋转和弯曲。随着切割工具50用于切割骨,封闭内腔17可允许用户通过远侧端口56从患者的身体抽出组织、骨和血液。真空或其它抽吸源可联接至近侧端口58。此外或另选地,水或其它液体可通过近侧端口58、通过封闭内腔17注入,并且离开远侧端口56以冲洗骨的表面。抽吸功能和冲洗功能两者可在医疗过程期间增加工作区域的可视性。管状构件可用于将近侧端口58连接至真空源和收集腔室以收集所抽吸材料或连接至液体源以用于冲洗。

[0056] 如上文所述及,柔性轴14和柔性管状构件12的每个部段22,24可为柔性的。在一个

实例中,柔性意味着,部件配置成沿着平直位置的部件的纵向轴线相对于平直线弯曲至少 5° 。例如,由于柔性轴14起始于平直位置并且限定沿着柔性轴14的纵向轴线延伸的平直线,并且由于柔性轴14的近侧端部保留于平直线上,柔性轴14的远侧端部能够远离平直线弯曲至少 5° 。在其它实例中,柔性部件可配置成相对于平直线弯曲至少 10° 、至少 15° 、至少 20° 、至少 25° 、至少 30° 、至少 35° 、至少 40° 、至少 45° 、至少 50° 、至少 55° 、至少 60° 、至少 65° 、至少 70° 、至少 75° 、至少 80° 、至少 85° 或至少 90° 。

[0057] 参考图3,轴承32可位于管状构件12和内柔性轴14之间以有利于内柔性轴14相对于管状构件12和医疗装置的其它部件的旋转。为清楚起见,图3的剖视图在不相交控制线材30或控制线材开口36,36'的位置处截取。此外,管状构件12的壁示出为一种材料,但是如结合图4和图5所描述的,管状构件12的壁可包括两种不同材料,或联接在一起的多个管状构件。轴承32可位于柔性轴14的外部或连接器27,28,29的内部。内柔性轴14可包括平滑部段(如图2所示)以有利于轴承32的联接。类似地,连接器的内部可为平滑的,以有利于将轴承32联接至管状构件12。轴承32可允许管状构件12充当支撑管件,该支撑管件在多个位置支撑旋转柔性轴14。例如,当力施加于切割工具50上时,轴承32可用于防止柔性轴14在管状构件12内屈曲。

[0058] 参考图1,医疗装置10还可包括壳体20。壳体可用两个支撑件23,25支撑医疗装置的部件。这些支撑件可从基部21突出。每个支撑件23,25可包括内腔以用于接收医疗装置10的其它部件。在一个实例中,支撑件23可接收管状构件12的近侧端部和一部分的电机16,并且支撑件25可接收电机16的近侧部分。当医疗装置10用作具有机器人臂的端部执行器时,壳体20可经由基部21将医疗装置10相对于机器人臂固定。基部21可为圆形的(如图1所示),或可包括任何其它形状。在一个实例中,电机18可为控制机器人臂的系统的部件。在该实例中,控制线材30可行进通过壳体20并且行进通过全部或一部分的机器人臂至电机18,电机18可定位于机器人臂内或机器人装置内的另一位置。

计算机控制和追踪

[0059] 如上文所述及,医疗装置10可为端部执行器,该端部执行器可联接至机器人装置的臂,诸如于2011年8月30日所公布的标题为“触觉引导系统和方法(Haptic Guidance System and Method)”的美国专利No.8,010,180所描述的装置,该专利通过引用的方式全部并入本文。机器人臂可包括多个链接件,其中链接件之间的每个接头提供了一个以上自由度。计算机系统可控制医疗装置10的各种部件和联接至医疗装置10的任何机器人臂的位置。

[0060] 例如,计算机系统可用于控制控制线材30的运动和/或切割工具50的旋转,并且还可用于实现本文所描述的各种功能的任一者。医疗装置10和机器人装置的任何其它部件的运动可通过操作者配合那些装置的移动进行控制。例如,操作者能够促使柔性管状构件12的弯曲(例如,通过按压一个以上按钮或手动地定位柔性管状构件)。然而,结合下文所描述的导航系统进行工作,计算机系统可防止操作者以将引起切割工具50穿过外科手术方案所指定的特定边界(诸如用以防止切割工具50太深地切割至患者骨中的边界)的方式定位柔性管状构件12。这些边界可为美国专利No.8,010,180所描述的触觉边界。为了防止切割工具50进入不期望的位置,计算机系统可停止或促使管状构件12的弯曲。

[0061] 类似地,操作者能够促使切割工具50的旋转(例如,通过按压按钮),但是计算机系

统可配置成停止切割工具50(在操作者尝试将其定位于指定切割区域外部(例如,穿过触觉边界))的旋转。如果医疗装置10联接至机器人装置的臂,那么用户能够自由地移动该臂。然而,在切割工具50在边界上方穿过并且进入不期望区域中的情况下,计算机系统可配置成停止臂的移动和/或超控用户的动作。

[0062] 计算机系统可包括具有处理器和存储器的处理电路。处理器可实现为通用处理器、专用集成电路(ASIC)、一个以上现场可编程门阵列(FPGA)、一组处理部件,或其它合适电子处理部件。存储器(例如,存储器单元、存储装置等)可为用于存储数据和/或计算机代码的一个以上装置(例如,RAM、ROM、闪存存储器、硬盘存储装置等)以用于完成或有利于本申请所描述的各种过程。存储器可为或可包括易失性存储器或非易失性存储器。存储器可包括数据库部件、物体代码部件、脚本部件,或任何其它类型的信息结构以用于支持本申请所描述的各种活动。根据一个示例性实施例,存储器可通信地连接至处理器,并且可包括计算机代码以用于执行本文所描述的一个以上过程。存储器可包含多种模块,每种模块能够存储关于具体类型的功能的数据和/或计算机代码。在一个实施例中,存储器包含关于医疗过程的几个模块,诸如用于控制近侧部段22的模块、用于控制远侧部段24的模块,和用于控制柔性轴14和切割工具50的旋转的模块。

[0063] 应当理解,计算机系统无需包含于单个壳体中。相反地,计算机系统的部件可定位于多个位置,包括相对于医疗装置10的一个以上远程位置。计算机系统的部件(包括处理器和存储器的部件)可定位于例如联接至医疗装置10的机器人装置和系统的部件中。

[0064] 本发明设想出任何机器可读介质上的方法、系统和程序产品以用于实现各种操作。机器可读介质可为计算机系统的一部分或可与计算机系统交互。本发明的实施例可利用现有计算机处理器或通过用于适当系统(出于该目的或另一目的)的专用计算机处理器或通过硬连线系统来实现。本发明的范围内的实施例包括程序产品,这些程序产品包括机器可读介质以用于承载或具有存储于其上的机器可执行指令或数据结构。此类机器可读介质可为任何可用介质,该可用介质可由通用或专用计算机或具有处理器的其它机器来访问。通过实例的方式,此类机器可读介质可包括RAM、ROM、EPROM、EEPROM、CD-ROM或其它光盘存储装置、磁盘存储装置、其它磁性存储装置、固态存储装置或任何其它介质,其可用于以机器可执行指令或数据结构的形式承载或存储期望程序代码并且其可由通用或专用计算机或具有处理器的其它机器来访问。当信息经由网络或另一种通信连接部(硬连线、无线,或硬连线或无线的组合)传输或提供至机器时,该机器将连接部正确地视为一种机器可读介质。因此,任何此类连接部正确地称为机器可读介质。上述的组合还包括于机器可读介质的范围内。机器可执行指令包括例如指令和数据,该指令和数据引起通用计算机、专用计算机或专用处理机器执行特定功能或功能组。

[0065] 计算机系统还可包括一个以上通信接口。通信接口可为或可包括有线或无线接口(例如,插孔、天线、发射器、接收器、收发器、线终端等)以用于经由直接连接或网络连接(例如,互联网连接、LAN、WAN或WLAN连接,等等)执行与外部源的数据通信。例如,通信接口可包括以太网卡和端口以用于经由基于以太网的通信链接或网络而发送和接收数据。在另一个实例中,通信接口可包括Wi-Fi收发器以用于经由无线通信网络进行通信。因此,如果计算机系统物理地独立于医疗装置10的部件(诸如电机16或电机18),那么通信接口可启用计算机系统和这些独立部件之间的无线通信。

[0066] 导航系统60可用于在图像引导过程期间追踪切割工具50和手术室中的其它物体的位置和/或取向。导航系统60可为任何类型的导航系统(该导航系统配置成追踪物体的位置和/或取向),诸如非机械追踪系统、机械追踪系统,或非机械系统和机械系统的任何组合。

[0067] 可使用各种类型的非机械追踪系统,诸如光学和超声追踪系统。例如,如图1所示,导航系统可包括放置于手术室中的检测装置62以检测可见光。检测装置62可为例如MicronTracker(加拿大多伦多的Claron技术公司(Claron Technology Inc., Toronto, Canada))。在一个额外或另选实例中,检测装置62可包括对红外辐射敏感的立体相机对。在又一个实例中,检测装置62可包括超声成像装置或一部分的荧光镜(例如,X射线发射器),这两者均可允许医疗装置10的实时术中追踪。在又一个实例中,导航系统60可包括利用发射器的电磁追踪以诱导嵌入或固定至追踪物体的电磁传感器中的电流。

[0068] 导航系统的任一实例还可包括固定至待追踪的物体(诸如医疗装置10、联接至医疗装置10的机器人装置的其它部件,或患者)的一个以上可追踪元件64。可追踪元件通过正使用的检测装置的类型可为“可视的”。根据检测装置,可追踪元件可为有源的(例如,发光二极管或LED)或无源的(例如,反射性球体、棋盘模式等),并且可具有独特几何形状(例如,标记物的独特几何布置)或(在有源标记物的情况下)独特启动模式。其它可追踪元件可包括射线不可透标记物、机械特征、色彩涂绘元件或投影光学图案。

[0069] 机械追踪系统可额外地或另选地用于确定柔性管状构件20和/或切割工具50的位置和/或取向。在一个实例中,关于机器人臂和柔性管状构件12的接头的几何形状和移动的已知信息(例如,利用接头中的传感器)和关于近侧部段22和远侧部段24的弯曲程度的信息可由计算机系统使用以计算切割工具50的位置和/或取向。

[0070] 在另一个实例中,一个以上光纤形状传感器66(图1)可联接至机器人臂和/或柔性管状构件12。光纤形状传感器66可行进通过细长管状构件12的壁中的内腔。光纤形状传感器66可包括一根以上光纤。光纤的形状(位置坐标和取向)可通过确定沿着光纤的多个感测点处的局部光纤弯曲度进行确定,如于2015年6月9日所公布的标题为“用于追踪大体刚性物体的光纤追踪系统和方法(Fiber Optic Tracking System and Method for Tracking a Substantially Rigid Object)”的美国专利No.9,050,131中所描述的,该专利据此以引用的方式全部并入本文。在一些实施例中,得自第一类型的导航系统的信息(诸如利用检测装置62和一个以上可追踪元件64的信息)可与得自另一类型的导航系统的信息(诸如光纤形状传感器66以及切割工具50和细长管状构件12之间的已知关系)进行组合以计算切割工具50的位置和取向。

[0071] 医疗装置10可校准至计算机模型以在手术过程期间协助图像引导。在校准过程期间,3D相机可捕获管状构件12的形状和由控制线材30的操作所引起的移动。该数据然后可适配于数学模型以创建医疗装置10的精确计算机化模型。在一个示例性过程中,可将控制线材30牵拉增量距离,并且然后可测量管状构件12的形状。管状构件12的已有模型然后可基于牵拉距离和管状构件12的形状之间的关系而调整。该过程可重复,其中控制线材30被递增地牵拉,以连续地调整和改善计算机化模型的精度。

[0072] 在操作中,检测装置检测可追踪元件的位置,并且计算机系统(其可包括与检测装置相关联的嵌入式电子器件)可基于可追踪元件的位置、独特几何形状和对追踪物体的已

知几何关系而计算追踪物体(可追踪元件固定至该追踪物体)的姿态(位置和取向)。

[0073] 管状构件12的校准和医疗装置10、患者和手术室中的其它物体的追踪可允许手术进行图像引导。在图像引导过程中,监测器可显示患者的解剖结构和管状构件12以及切割工具50的表现。这些图像可允许外科医生或其他用户查看切割工具50的位置和患者的骨或其它解剖结构的位置之间的关系。在一些实施例中,计算机系统可计算切割工具50的实际位置和切割工具50的期望位置之间的距离。计算机系统然后可调整医疗装置10的位置(自动地或通过指示外科医生实现调整)以将切割工具50放置于期望位置。

示例性应用

[0074] 医疗装置10可在需要对骨的修改的任何手术期间使用。此外或另选地,医疗装置10可用于移除较软组织。医疗装置10可在通过患者皮肤的小切口的微创手术期间使用。医疗装置10的柔性可允许外科医生将切割工具50定位于平直工具不可接近的位置,或其中平直工具的接近需要对软组织造成额外损害的位置。在一个实例中,医疗装置10可在髌部和膝部关节成形术手术期间使用。这些手术可能需要对骨表面进行修改,这些骨表面可能通过平直工具不容易接近。

[0075] 在一个具体实例中,医疗装置10可在股骨髓臼碰撞手术期间使用,该股骨髓臼碰撞手术可能需要骨从髓臼边缘或股骨头部移除并且可通过患者皮肤中的小切口来执行。通常,当使用平直器械时,外科医生可能难以到达患者髓臼内的某些位置。然而,医疗装置10的柔性可允许外科医生将柔性管状构件12绕着患者的解剖结构弯曲以到达难以接近的位置并且有效地重塑髓臼边缘或股骨颈部。在一个实例中,医疗装置10可在内窥镜椎间盘切除术期间使用。柔性管状构件12的柔性可允许外科医生更有效地到达期望位置以移除突出椎间盘。

[0076] 虽然本发明的原理在本文参考特定应用的例示性实施例进行描述,但是应当理解,本发明不限于此。本领域和触及本文所提供的教导内容的技术人员将认识到,额外修改、应用、实施例以及等同物的替代均落入本文所描述的实施例的范围内。因此,本发明不应视为受到前述具体实施方式的限制。

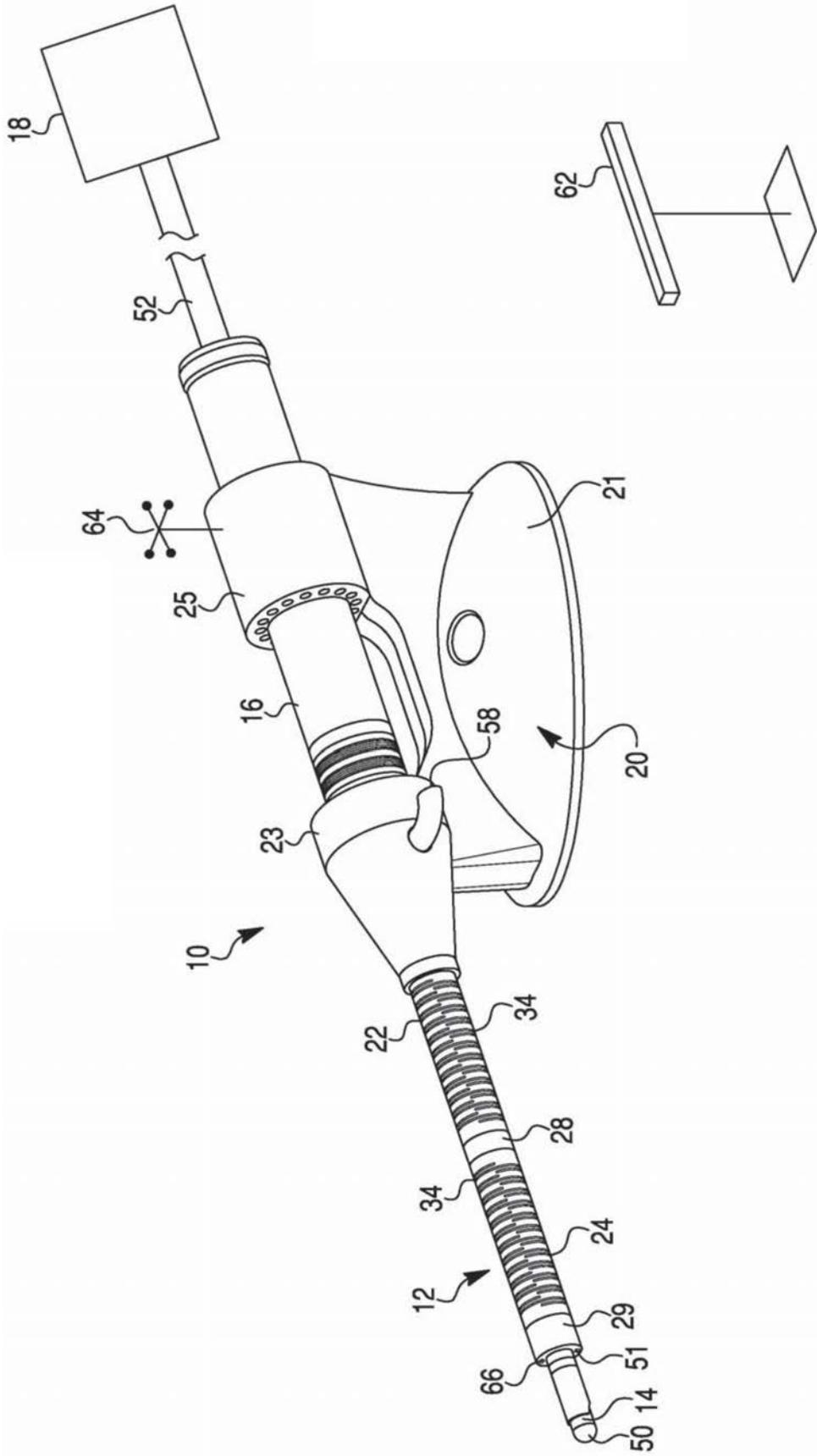


图1

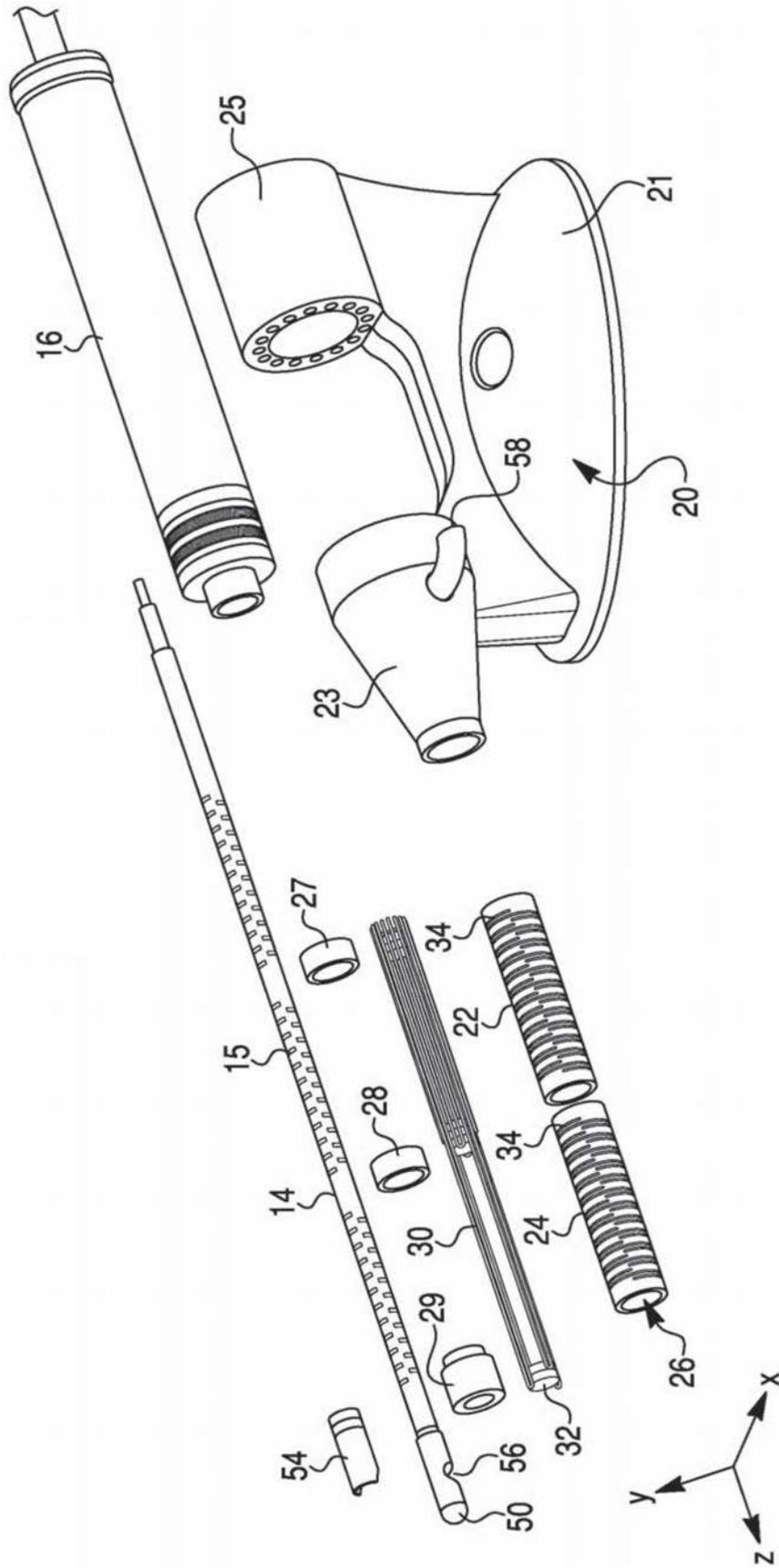


图2

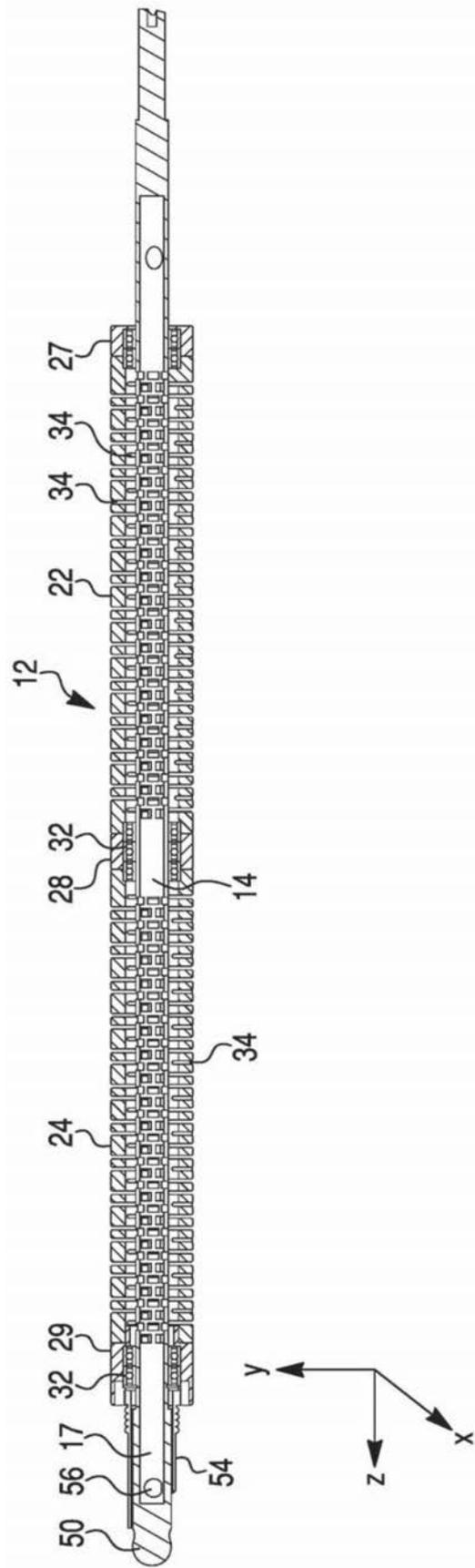


图3

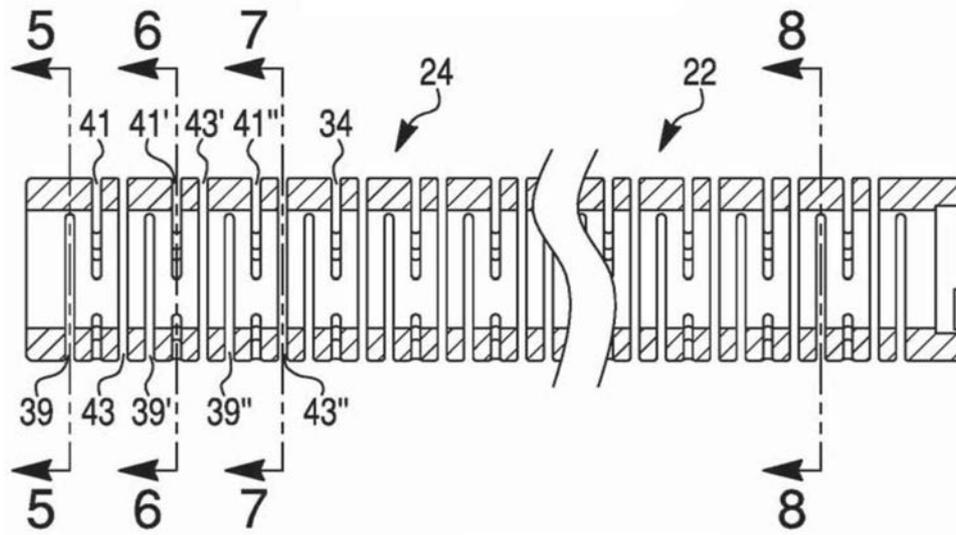


图4

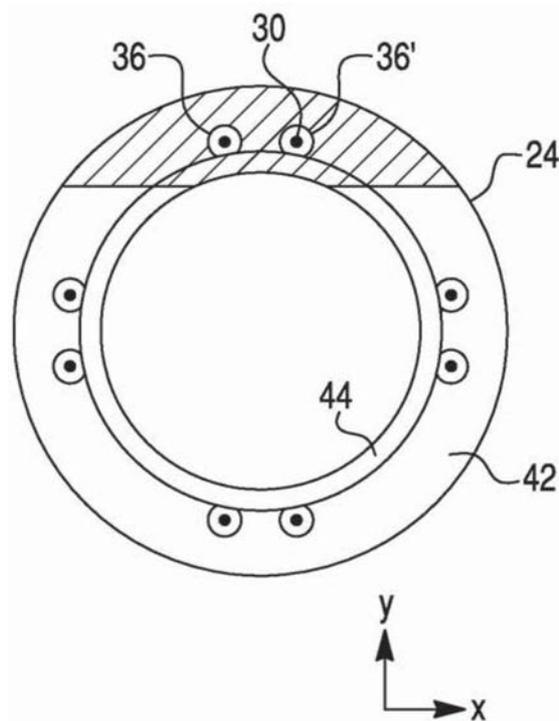


图5

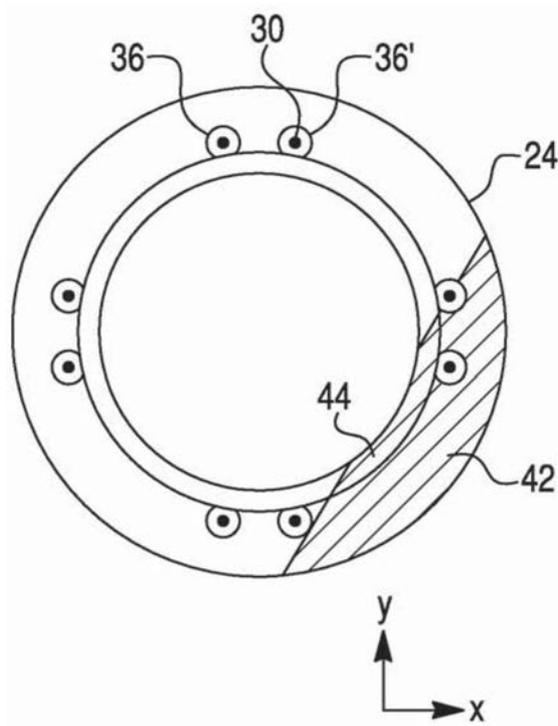


图6

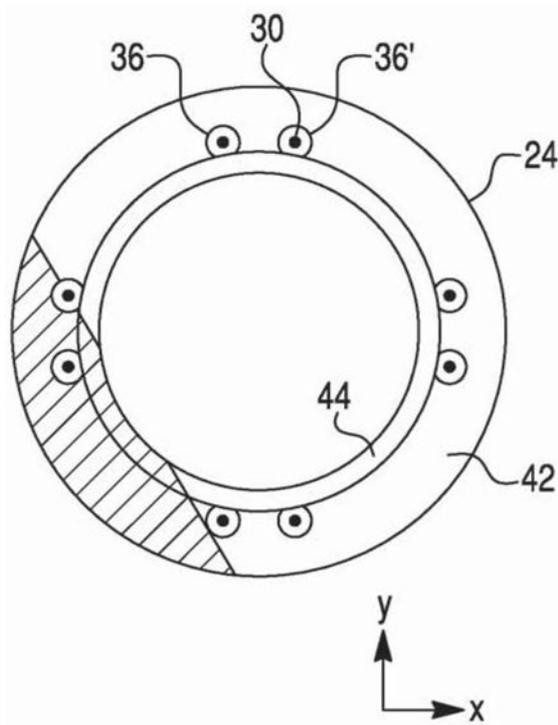


图7

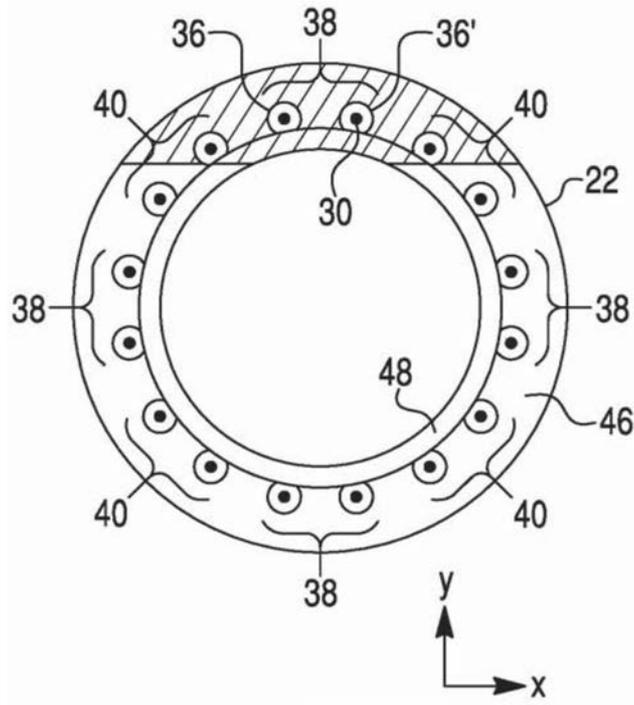


图8

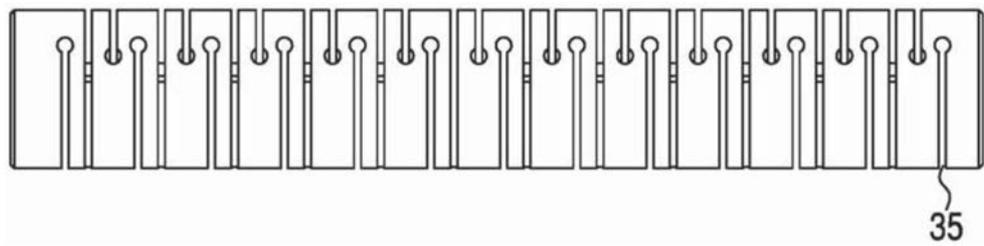


图9

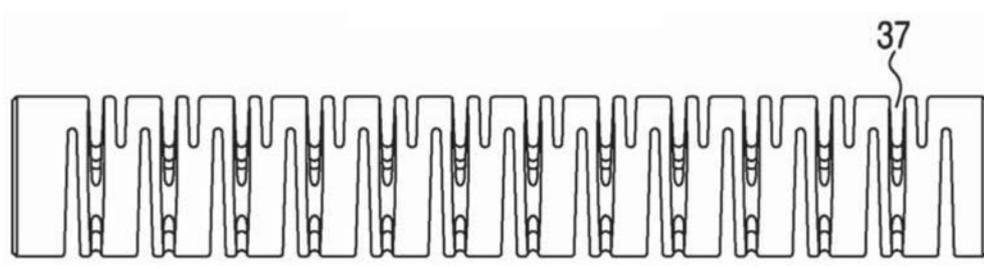


图10

专利名称(译)	用于切割骨的医疗装置		
公开(公告)号	CN109561901A	公开(公告)日	2019-04-02
申请号	CN201780044866.4	申请日	2017-02-17
[标]发明人	高晓辉		
发明人	丁杰南 高晓辉 海约斯·康		
IPC分类号	A61B17/16		
CPC分类号	A61B17/16 A61B1/00163 A61B17/00234 A61B17/162 A61B17/1626 A61B17/1628 A61B17/1631 A61B17/1633 A61B17/1666 A61B17/1668 A61B17/1671 A61B17/1675 A61B17/32002 A61B34/20 A61B90/361 A61B2017/00309 A61B2017/00323 A61B2017/00327 A61B2017/00398 A61B2017/00725 A61B2017/1602 A61B2017/320032 A61B2034/2051 A61B2034/2055 A61B2034/2057 A61B2034/2061 A61B2034/2063 A61B2034/2065 A61B2090/3782 A61B2090/3966		
代理人(译)	侯聪		
优先权	62/340184 2016-05-23 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种用于切割患者的骨的系统，所述系统可包括电机、旋转轴、支撑管件、多个转向线材，骨切割器；所述旋转轴驱动地联接至所述电机，所述支撑管件围绕所述旋转轴定位并且在多个位置支撑所述旋转轴，所述多个转向线材联接至所述支撑管件，并且所述骨切割器位于所述旋转轴的远侧端部处。

