



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110831480 A

(43)申请公布日 2020.02.21

(21)申请号 201980003359.5

(22)申请日 2019.02.20

(30)优先权数据

62/649,460 2018.03.28 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.12.31

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2019/018819 2019.02.20

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/190657 EN 2019.10.03

(71)申请人 奥瑞斯健康公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 阿代勒·阿尔-贾达

柯蒂斯·詹姆斯·卡顿

克里斯多佛·安德鲁·库克

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 王萍 杨林森

(51)Int.Cl.

A61B 1/005(2006.01)

A61L 29/14(2006.01)

B32B 1/08(2006.01)

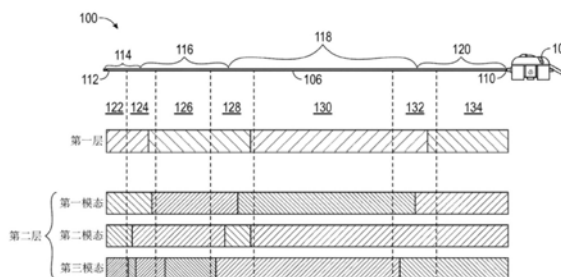
权利要求书4页 说明书30页 附图33页

(54)发明名称

具有可变弯曲刚度分布曲线的医疗器械

(57)摘要

公开了具有可变弯曲刚度分布曲线的医疗器械。医疗器械可以包括弯曲刚度分布曲线,该弯曲刚度分布曲线包括由过渡区域隔开的具有基本上恒定的弯曲刚度的多个弯曲刚度区域。弯曲刚度分布曲线可以通过沿着医疗器械的长度调节其各个模态来实现。复合医疗器械可以包括在鞘内伸缩的观察镜。可以通过调整观察镜和鞘的相对位置来调节复合医疗器械的可变弯曲刚度分布曲线。



1. 一种医疗器械,包括:

在远端与近端之间延伸的长形轴,所述长形轴包括:

沿所述长形轴的长度布置的至少三个弯曲刚度区域,每个弯曲刚度区域包括在所述弯曲刚度区域的长度上延伸的弯曲刚度,其中,所述至少三个弯曲刚度区域中的每一个的所述弯曲刚度大于或小于相邻弯曲刚度区域的弯曲刚度,并且其中,所述至少三个弯曲刚度区域中的每一个的所述弯曲刚度沿着所述弯曲刚度区域的长度基本上均匀;以及

至少两个过渡区域,其中,每个过渡区域包括在所述至少三个弯曲刚度区域中的每对弯曲刚度区域之间的所述过渡区域的长度上延伸的可变弯曲刚度,其中,每个过渡区域的所述可变弯曲刚度从在所述过渡区域的第一侧上的第一弯曲刚度变化成在所述过渡区域的第二侧上的第二弯曲刚度。

2. 根据权利要求1所述的医疗器械,其中,对于每个过渡区域,所述可变弯曲刚度以基本上线性的斜率从所述过渡区域的第一侧上的所述第一弯曲刚度变化成所述过渡区域的第二侧上的所述第二弯曲刚度。

3. 根据权利要求1所述的医疗器械,其中,最接近所述远端的所述弯曲刚度区域的弯曲刚度小于两个其他弯曲刚度区域中的每一个的弯曲刚度。

4. 根据权利要求1所述的医疗器械,其中,最接近所述近端的所述弯曲刚度区域的弯曲刚度大于两个其他弯曲刚度区域中的每一个的弯曲刚度。

5. 根据权利要求1所述的医疗器械,其中,从所述近端到所述远端,所述至少三个弯曲刚度区域中的每一个的所述弯曲刚度增加。

6. 根据权利要求1所述的医疗器械,其中,所述弯曲刚度区域中的每一个的长度为至少50mm。

7. 根据权利要求1所述的医疗器械,其中,所述过渡区域中的每一个的长度为至少10mm。

8. 根据权利要求1所述的医疗器械,其中,所述长形轴包括内层和外层。

9. 根据权利要求8所述的医疗器械,其中,所述外层包括编织物护套,并且所述内层包括内骨架。

10. 根据权利要求9所述的医疗器械,其中,所述编织物护套包括延伸穿过所述编织物护套的一个或更多个牵引线。

11. 根据权利要求9所述的医疗器械,其中,所述编织物护套的弯曲刚度被配置成通过以下中的至少之一来调节:护套材料硬度指标、编织物几何结构和编织物经纬密度。

12. 根据权利要求9所述的医疗器械,其中,所述内骨架包括由镍钛诺形成的第一部分和由不锈钢形成的第二部分。

13. 根据权利要求12所述的医疗器械,其中,所述内骨架的所述第二部分包括:第一区段,其包括具有至少第一间距的线圈;以及第二区段,其包括具有至少第二间距的线圈。

14. 根据权利要求13所述的医疗器械,其中,所述内骨架的所述第二部分还包括形成为刚性海波管的第三区段。

15. 根据权利要求1所述的医疗器械,其中,所述医疗器械包括内窥镜。

16. 根据权利要求1所述的医疗器械,其中,所述长形轴包括全向的弯曲刚度分布曲线。

17. 根据权利要求1所述的医疗器械,其中,所述长形轴包括台阶状的弯曲刚度分布曲

线。

18. 根据权利要求1所述的医疗器械,其中,所述过渡区域中的每一个具有呈逐渐倾斜的形式的弯曲刚度。

19. 一种医疗系统,包括:

长形构件,其具有在远端与近端之间延伸的长度,所述长形构件还包括不同弯曲刚度的 n 个弯曲刚度区域,其中,所述 n 个弯曲刚度区域中的每一个具有沿着其长度基本上均匀的弯曲刚度;以及

鞘,其具有在鞘远端与鞘近端之间延伸的鞘长度,所述鞘包括内部通道;

其中,所述长形构件被配置成在所述鞘的所述内部通道内移动,使得所述长形构件和所述鞘形成具有至少 $n+1$ 个弯曲刚度区域的复合结构,其中,所述 $n+1$ 个弯曲刚度区域中的每一个具有沿其长度基本上均匀的弯曲刚度。

20. 根据权利要求19所述的医疗系统,其中,当所述长形构件前进通过所述鞘使得所述长形构件远端被远侧地安置于所述鞘远端时,所述复合结构包括至少 $n+1$ 个弯曲刚度区域。

21. 根据权利要求19所述的医疗系统,其中,所述鞘包括不同弯曲刚度的至少 n 个弯曲刚度区域,其中,所述 n 个弯曲刚度区域中的每一个具有跨其长度基本上均匀的弯曲刚度,并且其中,所述长形构件被配置成相对于所述鞘安置,使得所述复合结构包括至少 $2n$ 个弯曲刚度区域。

22. 根据权利要求19所述的医疗系统,其中,所述长形构件具有四个弯曲刚度区域,并且所述复合结构具有大于四个的弯曲刚度区域。

23. 根据权利要求19所述的医疗系统,其中,所述长形构件和所述鞘具有不同的长度。

24. 根据权利要求19所述的医疗系统,其中,所述鞘包括多个弯曲刚度区域。

25. 根据权利要求19所述的医疗系统,其中,所述鞘包括至少四个弯曲刚度区域。

26. 根据权利要求19所述的医疗系统,还包括:

第一机器人臂,所述长形构件附接至所述第一机器人臂;以及

第二机器人臂,所述鞘附接至所述第二机器人臂;

其中,所述第一机器人臂被配置成使所述长形构件相对于所述鞘前进或缩回,并且所述第二机器人臂被配置成使所述鞘相对于所述长形构件前进或缩回。

27. 一种用于在患者体内导航医疗器械的方法,所述方法包括:

将所述医疗器械插入患者腔中,其中,所述医疗器械包括:

观察镜,其包括沿着所述观察镜的长度布置的多个弯曲刚度区域,其中,所述弯曲刚度区域中的每一个具有基本上均匀的弯曲刚度,以及

鞘,其包括沿着所述鞘的长度布置的多个弯曲刚度区域,所述鞘还包括内部通道,其中,所述观察镜被安置于所述鞘的所述内部通道内;以及

通过调整所述观察镜和所述鞘中的至少之一相对于所述观察镜和所述鞘中的另一个的位置来调节所述医疗器械的弯曲刚度分布曲线。

28. 根据权利要求27所述的方法,其中,调节所述医疗器械的所述弯曲刚度分布曲线包括使所述观察镜前进或使所述鞘缩回,使得所述观察镜从所述鞘向远侧延伸。

29. 根据权利要求27所述的方法,其中,调节所述医疗器械的所述弯曲刚度分布曲线包括使所述鞘前进或使所述观察镜缩回,使得所述观察镜的远端被安置于所述鞘的所述内部

通道内。

30. 根据权利要求29所述的方法,其中,所述鞘的远端被远侧地安置成超过所述观察镜的远端。

31. 根据权利要求29所述的方法,其中,所述观察镜的所述远端与所述鞘的远端对齐。

32. 根据权利要求27所述的方法,其中,所述观察镜包括至少四个弯曲刚度区域,每个弯曲刚度区域具有沿所述区域的长度基本上恒定的弯曲刚度。

33. 根据权利要求27所述的方法,其中,所述观察镜包括至少三个区域,每个区域被安置于所述至少四个弯曲刚度区域中的一对弯曲刚度区域之间。

34. 根据权利要求27所述的方法,其中,所述观察镜包括至少三个弯曲刚度区域,每个弯曲刚度区域具有沿所述区域的长度基本上恒定的弯曲刚度。

35. 根据权利要求34所述的方法,其中,所述观察镜包括至少两个区域,每个区域被安置于所述至少四个弯曲刚度区域中的一对弯曲刚度区域之间。

36. 根据权利要求27所述的方法,其中,所述患者腔包括所述支气管气道。

37. 根据权利要求27所述的方法,其中,第一弯曲刚度区域具有相对于其他弯曲刚度区域较小的弯曲刚度。

38. 根据权利要求27所述的方法,其中,第三弯曲刚度区域延伸穿过导引件。

39. 根据权利要求38所述的方法,其中,第四弯曲刚度区域不延伸穿过所述患者腔,也不延伸穿过所述导引件。

40. 一种医疗器械,包括:

在远端与近端之间延伸的长形轴,所述长形轴包括:

第一模态,其用于调节所述长形轴的弯曲刚度,其中,所述第一模态的模态在所述远端与所述近端之间的第一点处改变;

第二模态,其用于调节所述长形轴的弯曲刚度,其中,所述第二模态的模态在所述远端与所述近端之间的第二点处改变,所述第二点与所述第一点不同;以及

其中,所述第一点和所述第二点被安置成使得所述长形轴的弯曲刚度分布曲线包括具有第一弯曲刚度的第一弯曲刚度区域、具有第二弯曲刚度的第二弯曲刚度区域、以及置于所述第一弯曲刚度区域与所述第二弯曲刚度区域之间的过渡区域,所述过渡区域包括如下长度,所述过渡区域的弯曲刚度在该长度上从所述第一弯曲刚度过渡到所述第二弯曲刚度。

41. 根据权利要求40所述的医疗器械,其中,所述第一模态设置在第一层中,并且所述第二模态设置在第二层中。

42. 根据权利要求40所述的医疗器械,其中,所述第一模态和所述第二模态设置在同一层中。

43. 根据权利要求40所述的医疗器械,其中,所述第一模态包括材料特性。

44. 根据权利要求41所述的医疗器械,其中,所述材料特性包括硬度。

45. 根据权利要求40所述的医疗器械,其中,所述第二模态包括机械特性。

46. 根据权利要求45所述的医疗器械,其中,所述机械特性包括编织物几何结构和编织物经纬密度中的至少一种。

47. 根据权利要求40所述的医疗器械,还包括用于调节弯曲刚度的第三模态。

48. 一种存储指令的非暂态计算机可读介质,所述指令被配置成使装置的处理单元至少:
将医疗器械插入患者腔中,其中,所述医疗器械包括:

观察镜,其包括沿着所述观察镜的长度布置的多个弯曲刚度区域,其中,所述弯曲刚度区域中的每一个具有基本上均匀的弯曲刚度,以及

鞘,其包括沿着所述鞘的长度布置的多个弯曲刚度区域,所述鞘还包括内部通道,其中,所述观察镜被安置于所述鞘的所述内部通道内;以及

通过调整所述观察镜和所述鞘中至少之一相对于所述观察镜和所述鞘中的另一个的位置来调节所述医疗器械的弯曲刚度分布曲线。

具有可变弯曲刚度分布曲线的医疗器械

[0001] 优先权申请

[0002] 本申请要求于2018年3月28日提交的美国临时申请第62/649,460号的优先权,该专利申请的全部内容在此通过引用合并到本文。

技术领域

[0003] 本申请涉及医疗器械。更具体地,本申请涉及具有可变弯曲刚度分布曲线(profile)的医疗器械。

背景技术

[0004] 医疗过程诸如内窥镜检查(例如,支气管镜检查)可以涉及出于诊断和/或治疗的目的而进入并可视化患者的腔(例如,气道)的内部。

[0005] 支气管镜检查是允许医师检查患者的肺中的气道例如支气管和细支气管的医疗过程。在该过程期间,将称为支气管镜的细的柔性管状工具或器械插入患者的口腔中并且朝向被识别为进行随后诊断和/或治疗的组织部位、沿患者的喉部向下进入他或她的咽喉。

[0006] 在某些过程中,可以使用机器人使能的医疗系统来控制器械的插入和/或操纵。机器人使能的医疗系统可以包括机器人臂或具有用于在该过程期间控制该器械的安置(positioning)的操纵器组件的其他器械安置装置。

发明内容

[0007] 在第一方面,描述了一种医疗器械。该医疗器械包括在远端与近端之间延伸的长形轴。长形轴包括沿着长形轴的长度布置的至少三个弯曲刚度区域,每个弯曲刚度区域包括在弯曲刚度区域的长度上延伸的弯曲刚度,其中,弯曲刚度区域中的每一个的弯曲刚度大于或小于相邻弯曲刚度区域的弯曲刚度,并且其中,弯曲刚度区域中的每一个的弯曲刚度沿其长度基本上均匀。长形轴还包括至少两个过渡区域,其中,每个过渡区域包括在至少三个弯曲刚度区域中的每对弯曲刚度区域之间延伸一定长度的可变弯曲刚度,其中,每个过渡区域的可变弯曲刚度从在过渡区域的第一侧上的第一弯曲刚度变化成在过渡区域的第二侧上的第二弯曲刚度。

[0008] 医疗器械还可以以任何组合包括以下特征中的一个或多个:(a) 其中,对于每个过渡区域,可变弯曲刚度以基本上线性的斜率从过渡区域的第一侧上的第一弯曲刚度变化为在过渡区域的第二侧上的第二弯曲刚度;(b) 其中,最接近远端的弯曲刚度区域的弯曲刚度小于其他三个弯曲刚度区域的每一个的弯曲刚度;(c) 其中,最接近近端的弯曲刚度区域的弯曲刚度大于其他三个弯曲刚度区域的每一个的弯曲刚度;(d) 其中,从近端到远端,至少四个弯曲刚度区域中的每一个的弯曲刚度增加;(e) 其中,弯曲刚度区域中的每一个的最小长度至少为50mm;(f) 其中,过渡区域中的每一个的最小长度至少为10mm;(g) 其中,长形轴包括内层和外层;(h) 其中,外层包括编织物护套,而内层包括内骨架;(i) 其中,编织物护套包括一个或多个穿过其中延伸的牵引线;(j) 其中,编织物护套的弯曲刚度可以通过以

下中的至少一种来调节:护套材料硬度指标(durometer)、编织物几何结构和编织物经纬密度(pic count);(k)其中,内骨架包括由镍钛诺形成的第一部分和由不锈钢形成的第二部分;(l)其中,形成的第二部分包括具有含有至少第一间距的线圈的第一区段和具有含有至少第二间距的线圈的第二区段;(m)其中,由不锈钢形成的第二部分还包括形成为刚性海波管的第三区段;(n)其中,医疗器械包括内窥镜;(o)其中,长形轴具有全向的弯曲刚度分布曲线;(p)其中,长形轴具有台阶状的弯曲刚度分布曲线;以及/或者(q),其中,过渡区域中的每一个具有逐渐倾斜形式的弯曲刚度。

[0009] 在另一方面,描述了一种医疗系统。该医疗系统包括具有在远端与近端之间延伸的长度的长形构件,该长形构件还包括不同弯曲刚度的 n 个弯曲刚度区域,其中, n 个弯曲刚度区域中的每一个具有沿其长度基本上均匀的弯曲刚度。该系统还包括鞘,该鞘具有在鞘远端与鞘近端之间延伸的鞘长度,该鞘包括内部通道。长形构件能够在鞘的内部通道内移动,使得长形构件和鞘形成具有至少 $n+1$ 个弯曲刚度区域的复合结构,其中, $n+1$ 个弯曲刚度区域中的每一个具有沿其长度基本上均匀的弯曲刚度。

[0010] 在一些实施方式中,该系统可以以任何组合包括以下特征中的一个或多个:(a)其中,当观察镜前进通过鞘使得观察镜远端被远侧地安置于鞘远端时,复合结构包括至少 $n+1$ 个弯曲刚度区域;(b)其中,鞘包括不同弯曲刚度的至少 n 个弯曲刚度区域,其中, n 个弯曲刚度区域中的每一个具有跨其长度基本上均匀的弯曲刚度,并且其中,观察镜可以相对于鞘安置,使得复合结构包括至少 $2n$ 个弯曲刚度区域;(c)其中,观察镜具有四个弯曲刚度区域,而复合结构具有大于四个的弯曲刚度区域;(d)其中,观察镜和鞘的长度不同;(e)其中,鞘包括多个弯曲刚度区域;(f)其中,鞘包括至少四个弯曲刚度区域;以及/或者(g)第一机器人臂,观察镜附接至第一机器人臂,第二机器人臂,鞘附接至第二机器人臂,其中,第一机器人臂被配置成使观察镜相对于鞘前进或缩回,并且第二机器人臂被配置成使鞘相对于观察镜前进或缩回。

[0011] 在另一方面,描述了一种用于在患者体内导航医疗器械的方法。该方法包括:将医疗器械插入患者腔中,其中,医疗器械包括:观察镜,该观察镜包括沿着观察镜的长度布置的多个弯曲刚度区域,其中,弯曲刚度区域中的每一个具有基本上均匀的弯曲刚度;以及鞘,其包括沿着鞘的长度布置的多个弯曲刚度区域,鞘还包括内部通道,其中,观察镜被安置于鞘的内部通道内;以及通过调整观察镜和鞘中至少之一相对于观察镜和鞘中的另一个的位置来调节医疗器械的弯曲刚度分布曲线。

[0012] 该方法可以以任何组合包括以下特征中的一个或多个:(a)其中,调节医疗器械的弯曲刚度分布曲线包括使观察镜前进或使鞘缩回,使得观察镜从鞘向远侧延伸;(b)其中,调节医疗器械的弯曲刚度分布曲线包括使鞘前进或使观察镜缩回,使得观察镜的远端被安置于鞘的内部通道内;(c)其中,鞘的远端被远侧地安置成超过观察镜的远端;(d)其中,观察镜的远端与鞘的远端对齐;(e)其中,观察镜包括至少四个弯曲刚度区域,每个弯曲刚度区域具有沿着区域的长度基本上恒定的弯曲刚度;(f)其中,观察镜包括至少三个区域,每个区域被安置于至少四个弯曲刚度区域中的一对弯曲刚度区域之间;(g)其中,观察镜包括至少三个弯曲刚度区域,每个弯曲刚度区域具有沿区域的长度基本上恒定的弯曲刚度;(h)其中,观察镜包括至少两个区域,每个区域被安置于至少四个弯曲刚度区域中的一对弯曲刚度区域之间;(i)其中,患者腔包括支气管气道;(j)其中,第一弯曲刚度区域的弯

曲刚度相对于其他弯曲刚度区域较小；(k) 其中，第三弯曲刚度区域延伸穿过导引件；以及/或者 (l)，其中，第四弯曲刚度区域不延伸穿过患者腔，也不延伸穿过导引件。

[0013] 在另一方面，描述了一种医疗器械。该医疗器械包括在远端与近端之间延伸的长形轴。长形轴包括：用于调节长形轴的弯曲刚度的第一模态，其中，第一模态的模态在远端与近端之间的第一点处改变；以及用于调节长形轴的弯曲刚度的第二模态，其中，第二模态的模态在远端与近端之间的第二点处改变，第二点与第一点不同。第一点和第二点被安置成使得长形轴的弯曲刚度分布曲线包括具有第一弯曲刚度的第一弯曲刚度区域、具有第二弯曲刚度的第二弯曲刚度区域、和置于第一弯曲刚度区域与第二弯曲刚度区域之间的过渡区域，过渡区域包括如下长度，过渡区域的弯曲刚度在该长度上从第一弯曲刚度过渡到第二弯曲刚度。

[0014] 医疗器械可以以任何组合包括以下特征中的一个或多个：(a) 其中，第一模态设置在第一层中，并且第二模态设置在第二层中；(b) 其中，第一模态和第二模态设置在同一层中；(c) 其中，第一模态包括材料特性；(d) 其中，材料特性包括硬度；(e) 其中，第二模态包括机械特性；(f) 其中，机械特性包括编织物几何结构和编织物经纬密度中的至少一种；以及/或者 (g) 用于调节弯曲刚度的第三模态。

[0015] 在另一方面，描述了存储指令的非暂态计算机可读介质。指令被配置成使装置的处理器的至少：将医疗器械插入患者腔。医疗器械包括：观察镜，其包括沿着观察镜的长度布置的多个弯曲刚度区域，其中，弯曲刚度区域中的每一个具有基本上均匀的弯曲刚度；以及鞘，其包括沿着鞘的长度布置的多个弯曲刚度区域，鞘还包括内部通道，其中，观察镜被安置于鞘的内部通道内。指令还被配置成通过调整观察镜和鞘中的至少之一相对于观察镜和鞘中的另一个的位置来使装置的处理器的至少调节医疗器械的弯曲刚度分布曲线。

附图说明

[0016] 在下文中将结合附图和附录来描述所公开的方面，提供这些附图是为了说明而不是限制所公开的方面，其中，相似的标号表示相似的元件。

[0017] 图1示出了被布置用于诊断和/或治疗的支气管镜检查过程的基于推车的机器人系统的实施方式。

[0018] 图2描绘了图1的机器人系统的另外的方面。

[0019] 图3示出了被布置用于输尿管镜检查过程的图1的机器人系统的实施方式。

[0020] 图4示出了被布置用于血管医疗过程的图1的机器人系统的实施方式。

[0021] 图5示出了被布置用于支气管镜检查过程的基于台的机器人系统的实施方式。

[0022] 图6提供了图5的机器人系统的替选视图。

[0023] 图7示出了被配置成收起机器人臂的示例系统。

[0024] 图8示出了被配置用于输尿管镜检查过程的基于台的机器人系统的实施方式。

[0025] 图9示出了被配置用于腹腔镜检查过程的基于台的机器人系统的实施方式。

[0026] 图10示出了具有俯仰或倾斜调整的图5至图9的基于台的机器人系统的实施方式。

[0027] 图11提供了图5至图10的基于台的机器人系统的台与柱之间的接口的详细图示。

[0028] 图12示出了示例器械驱动器。

[0029] 图13示出了具有配对的器械驱动器的示例医疗器械。

[0030] 图14示出了器械驱动器和器械的替选设计,其中驱动单元的轴线平行于器械的长形轴的轴线。

[0031] 图15描绘了示出根据示例实施方式的定位(localization)系统的框图,该定位系统估计图1至图10的机器人系统的一个或多个元件的位置,例如图13和图14的器械的位置。

[0032] 图16A是被配置为内窥镜并且具有可变弯曲刚度分布曲线的医疗器械的实施方式的侧视图。

[0033] 图16B示出了图16A的医疗器械的示例可变弯曲刚度分布曲线。

[0034] 图16C示出了图16A的医疗器械的截面图,示出了其示例多模态构造。

[0035] 图16D示意性地示出了可以如何改变多模态构造的各个模态以实现用于图16A的医疗器械的图16B的示例可变弯曲刚度分布曲线的示例。

[0036] 图17示出了具有可变弯曲刚度分布曲线的医疗器械的内骨架的一个实施方式的侧视图。

[0037] 图18A是被配置为鞘并且具有可变弯曲刚度分布曲线的医疗器械的实施方式的侧视图。

[0038] 图18B示出了图18A的医疗器械的示例可变弯曲刚度分布曲线。

[0039] 图18C示出了图18A的医疗器械的截面图,示出了其示例多模态构造。

[0040] 图18D示意性地示出了可以如何改变多模态构造的各个模态以实现用于图18A的医疗器械的图18B的代表性可变弯曲刚度分布曲线的示例。

[0041] 图19A示出了包括观察镜和鞘的复合结构的实施方式的顶视图,其中观察镜的远端与鞘的远端对齐。

[0042] 图19B示出了图19A的观察镜、鞘和复合结构的示例弯曲刚度分布曲线。

[0043] 图19C示出了图19A的复合结构的实施方式的顶视图,其中观察镜的远端延伸超过鞘的远端。

[0044] 图19D示出了图19C的观察镜、鞘和复合结构的示例弯曲刚度分布曲线。

[0045] 图20A至图20C呈现了与复合结构的第一实施方式有关的实验数据,该复合结构包括根据本文所述原理配置的观察镜和鞘。

[0046] 图21A和21B呈现了与复合结构的第二实施方式有关的实验数据,该复合结构包括根据本文所述原理配置的观察镜和鞘。

[0047] 图22示出了根据一个实施方式的在患者的肺的气道内导航的医疗器械的示例。该医疗器械可以包括可变弯曲刚度分布曲线。

[0048] 图23是示出用于在患者腔内导航医疗器械的示例方法的流程图。

具体实施方式

[0049] 1. 概述

[0050] 本公开内容的各方面可以被集成到能够执行各种医疗过程的机器人使能的医疗系统中,医疗过程包括诸如腹腔镜检查的微创过程以及诸如内窥镜检查的无创过程二者。在内窥镜检查过程中,系统能够执行支气管镜检查、输尿管镜检查、胃镜检查等。

[0051] 除了执行上述广泛的过程之外,系统可以提供额外的益处,诸如增强的成像和指

导以帮助医师。另外,该系统可以为医师提供从人体工程学位置执行该过程的能力,而不需要笨拙的臂运动和位置。更进一步地,该系统可以为医师提供以改进的易用性执行该过程的能力,使得系统的器械中的一个或多个器械可以由单个用户控制。

[0052] 出于说明的目的,下面将结合附图描述各种实施方式。应当理解的是,所公开的构思的许多其他实现方式是可行的,并且利用所公开的实现方式可以实现各种优点。本文中包括标题以供参考,并且标题有助于查找各个部分。这些标题不意在限制关于标题所描述的构思的范围。这些构思可以在整个说明书中具有适用性。

[0053] A. 机器人系统-推车.

[0054] 取决于具体过程,可以以各种方式配置机器人使能的医疗系统。图1示出了被布置用于诊断和/或治疗支气管镜检查过程的基于推车的机器人使能系统10的实施方式。在支气管镜检查期间,系统10可以包括推车11,推车11具有一个或多个机器人臂12,以将医疗器械(例如可操纵的内窥镜13,其可以是用于支气管镜检查的过程专用支气管镜)递送至自然孔口进入点(即,在本示例中为安置在台上的患者的口腔),以递送诊断和/或治疗工具。如图所示,推车11可以被安置在患者的上躯干附近,以便提供至进入该进入点。类似地,机器人臂12可以被致动以相对于进入点安置支气管镜。当利用胃镜(一种用于胃肠(GI)医疗过程的专用内窥镜)执行GI医疗过程时,也可以利用图1中的布置。图2更详细地描绘推车的示例实施方式。

[0055] 继续参照图1,一旦推车11被正确安置,机器人臂12就可以自动地、手动地或以其组合方式将可操纵内窥镜13插入到患者体内。如图所示,可操纵内窥镜13可以包括至少两个伸缩部分,例如内引导件部分和外鞘部分,每个部分耦接至来自该组器械驱动器28的单独的器械驱动器,每个器械驱动器耦接至单独的机器人臂的远端。便于将引导件部分与鞘部分同轴对准的器械驱动器28的这种线性布置产生“虚拟轨道”29,“虚拟轨道”29可以通过将一个或多个机器人臂12操纵到不同角度和/或位置而在空间中重新安置。在图中使用虚线描绘了本文描述的虚拟轨道,并且因此虚线不描绘系统的任何物理结构。器械驱动器28沿着虚拟轨道29的平移使内引导件部分相对于外鞘部分伸缩,或者使内窥镜13相对于患者前进或缩回。虚拟轨道29的角度可以基于临床应用或医师偏好来调整、平移和枢转。例如,在支气管镜检查中,所示的虚拟轨道29的角度和位置代表了在提供医师接近内窥镜13同时使由于内窥镜13弯曲到患者的口腔中而产生的摩擦最小化之间的折衷。

[0056] 可以使用来自机器人系统的精确命令在插入之后沿着患者的气管和肺引导内窥镜13,直到到达靶目的地或手术部位。为了增强穿过患者的肺网络的导航和/或到达期望的靶,内窥镜13可以被操纵成从外鞘部分伸缩地延伸内引导件部分,以获得增强的接合和更大的弯曲半径。使用单独的器械驱动器28还允许引导件部分和鞘部分彼此独立地被驱动。

[0057] 例如,内窥镜13可以被引导以将活检针递送至靶,例如,患者肺内的病变或结节。可以沿着工作通道部署针以获得要由病理学家分析的组织样本,该工作通道沿着内窥镜的长度延伸。根据病理学结果,可以沿着内窥镜的工作通道部署附加工具以用于附加活检。在识别出结节是恶性的之后,内窥镜13可以以内窥镜方式递送工具以切除潜在的癌组织。在一些情况下,诊断和治疗处理可能需要在单独的医疗过程中递送。在那些情况下,内窥镜13也可以用于递送基准以“标记”靶结节的位置。在其他情况下,诊断和治疗处理可以在相同的医疗过程期间被递送。

[0058] 系统10还可以包括可移动塔30,该可移动塔30可以经由支持线缆连接至推车11以向推车11提供对控制、电子、流控学、光学、传感器和/或电力的支持。将这样的功能放置在塔30中允许可以由操作医师和他/她的工作人员更容易地调整和/或重新安置的更小形状因子的推车11。此外,在推车/台与支持塔30之间的功能划分减少了手术室的混乱并且有利于改善临床工作流程。虽然推车11可以安置成靠近患者,但是塔30可以在远程位置中被收起以在医疗过程期间不挡道。

[0059] 为了支持上述机器人系统,塔30可以包括基于计算机的控制系统的一个或更多个)部件,其例如在诸如永久性磁存储驱动器、固态驱动器等的非暂态计算机可读存储介质内存储计算机程序指令。这些指令的执行——无论是在塔30中还是在推车11中发生执行——都可以控制整个系统或其(一个或更多个)子系统。例如,当由计算机系统的处理器执行时,指令可以使机器人系统的部件致动相关的托架和臂安装件,致动机器人臂,并且控制医疗器械。例如,响应于接收到控制信号,机器人臂的关节中的马达可以将臂安置成特定姿势。

[0060] 塔30还可以包括泵、流量计、阀控制器和/或流体入口,以便向可以通过内窥镜13部署的系统提供受控的冲洗和抽吸能力。这些部件也可以使用塔30的计算机系统来控制。在一些实施方式中,冲洗和抽吸能力可以通过(一个或更多个)单独的线缆直接递送至内窥镜13。

[0061] 塔30可以包括电压和浪涌保护器,其被设计成向推车11提供经滤波和保护的电,从而避免在推车11中放置电力变压器和其他辅助电力部件,从而引起更小、更可移动的推车11。

[0062] 塔30还可以包括用于部署在整个机器人系统10中的传感器的支持设备。例如,塔30可以包括用于检测、接收和处理从遍及机器人系统10中的光学传感器或摄像装置接收到的数据的光电子设备。与控制系统结合,这样的光电子设备可以用于生成实时图像以显示在部署在整个系统中的任何数量的控制台中(包括显示在塔30中)。类似地,塔30还可以包括用于接收和处理从部署的电磁(EM)传感器接收到的信号的电子子系统。塔30还可以用于容置和安置EM场发生器,以用于由医疗器械中或医疗器械上的EM传感器进行检测。

[0063] 除了在系统的其余部分中可用的其他控制台(例如,安装在推车顶部的控制台)之外,塔30还可以包括控制台31。控制台31可以包括用于医师操作员的用户接口和显示屏,例如触摸屏。系统10中的控制台通常设计成提供机器人控制以及该过程的术前信息和实时信息,例如,内窥镜13的导航和安置信息。当控制台31不是医师可用的唯一控制台时,控制台31可以由诸如护士的第二操作者使用,以监测患者的健康或生命体征以及系统的操作,以及提供医疗过程专用数据,例如,导航和安置信息。

[0064] 塔30可以通过一个或更多个线缆或连接(未示出)耦接至推车11和内窥镜13。在一些实施方式中,来自塔30的支持功能可以通过单个线缆被提供至推车11,从而简化手术室并且使手术室不杂乱。在其他实施方式中,特定功能可以耦接在单独的线缆和连接中。例如,尽管可以通过单个电力线缆向推车提供电力,但也可以通过单独的线缆提供对控制、光学、流控和/或导航的支持。

[0065] 图2提供了图1所示的基于推车的机器人使能系统的推车的实施方式的详细图示。推车11通常包括长形的支承结构14(通常称为“柱”)、推车基部15和在柱14的顶部的控制台

16.柱14可以包括用于支持一个或更多个机器人臂12(图2中示出三个)的部署的一个或更多个托架,例如托架17(备选地“臂架”)。托架17可以包括可单独配置的臂安装件,其沿着竖直轴旋转以调整机器人臂12的基部,以获得相对于患者的更好的安置。托架17还包括托架接口19,其允许托架17沿着柱14竖直平移。

[0066] 托架接口19通过诸如槽20的槽连接至柱14,所述槽被安置在柱14的相对侧以引导托架17的竖直平移。槽20包含用于将托架安置和保持在相对于推车基部15的各种竖直高度处的竖直平移接口。托架17的竖直平移允许推车11调整机器人臂12的可达范围以满足各种台高度、患者尺寸和医师偏好。类似地,托架17上的可单独配置的臂安装件允许机器人臂12的机器人臂基部21以各种配置成角度。

[0067] 在一些实施方式中,槽20可以补充有槽盖,槽盖与槽表面齐平且平行,以防止在托架17竖直平移时灰尘和流体进入竖直平移接口和柱14的内部腔室。可以通过位于槽20的竖直顶部和底部附近的配对弹簧卷轴来部署槽盖。盖盘绕在卷轴内直到随着托架17竖直地上下平移而被部署成从盖的盘绕状态延伸和缩回。当托架17朝向卷轴平移时,卷轴的弹簧加载提供了将盖缩回到卷轴中的力,同时当托架17平移离开卷轴时也保持紧密密封。盖可以使用例如托架接口19中的支架连接至托架17,以确保盖在托架17平移时适当地延伸和缩回。

[0068] 柱14可以在内部包括诸如齿轮和马达的机构,其被设计成使用竖直对准的导螺杆,以响应于响应用户输入(例如,来自控制台16的输入)而生成控制信号而以机械化方式平移托架17。

[0069] 机器人臂12通常可以包括由一系列连杆23隔开的机器人臂基部21和端部执行器22,该一系列连杆23由一系列关节24连接,每个关节包括独立的致动器,每个致动器包括独立可控的马达。每个独立可控的关节表示机器人臂可用的独立自由度。臂12中的每一个具有七个关节,因此提供七个自由度。多个关节引起多个自由度,从而允许“冗余”自由度。冗余自由度允许机器人臂12使用不同的连杆位置和关节角度将它们各自的端部执行器22安置在空间中的特定位置、取向和轨迹处。这允许系统从空间中的期望点来安置和引导医疗器械,同时允许医师将臂关节移动到离开患者的临床有利位置,以产生更好的接近,同时避免臂碰撞。

[0070] 推车基部15在地板上平衡柱14、托架17和臂12的重量。因此,推车基部15容置较重的部件,例如电子器件、马达、电源以及使得推车能够移动和/或固定的部件。例如,推车基部15包括允许推车在医疗过程之前容易地在室中移动的可滚动的轮形脚轮25。在到达适当位置之后,脚轮25可以使用轮锁固定,以在该过程期间将推车11保持在适当位置。

[0071] 安置在柱14的竖直端部处的控制台16允许用于接收用户输入的用户接口和显示屏(或两用装置,例如触摸屏26)两者向医师用户提供术前和手术中数据两者。触摸屏26上的潜在术前数据可以包括从术前计算机化断层扫描成像(CT)扫描得出的导航与映射数据、手术前规划和/或来自术前患者面谈的注释。显示器上的手术中数据可以包括从工具提供的光学信息、来自传感器的、传感器与坐标信息以及重要的患者统计,例如呼吸、心率和/或脉搏。控制台16可以被安置和倾斜,成允许医师从柱14的与托架17相对的侧面接近控制台。从该位置,医师可以在从推车11后面操作控制台16的同时观察控制台16、机器人臂12和患者。如所示出的,控制台16还包括用于帮助操纵和稳定推车11的手柄27。

[0072] 图3示出了被布置成用于输尿管镜检查的机器人使能系统10的实施方式。在输尿管镜检查过程中,推车11可以被安置成将输尿管镜32——即,被设计成横穿患者的尿道和输尿管的医疗过程专用内窥镜——递送至患者的下腹部区域。在输尿管镜检查中,可以期望输尿管镜32直接与患者的尿道对准以减少该区域中的敏感解剖结构上的摩擦和力。如所示出的,推车11可以在台的脚部处对准,以允许机器人臂12安置输尿管镜32而获得对患者的尿道的直接线性接近。从台的脚部,机器人臂12可以沿着虚拟轨道33将输尿管镜32通过尿道直接插入患者的下腹部。

[0073] 在插入尿道中之后,使用与支气管镜检查中类似的控制技术,可以将输尿管镜32导航到膀胱、输尿管和/或肾中以进行诊断和/或治疗应用。例如,可以将输尿管镜32引导到输尿管和肾中以使用沿着输尿管镜32的工作通道部署的激光或超声碎石装置打碎积聚的肾结石。在碎石完成之后,可以使用沿着输尿管镜32部署的篮移除所产生的结石碎片。

[0074] 图4示出了类似布置的用于血管医疗过程的机器人使能系统的实施方式。在血管医疗过程中,系统10可以被配置成使得推车11可以将诸如可操纵导管的医疗器械34递送至患者腿部的股动脉中的进入点。股动脉提供用于导航的较大直径以及到患者心脏的相对较少迂回和曲折路径两者,这简化了导航。如在输尿管镜检查过程中,推车11可以被安置成朝向患者的腿和下腹部,以允许机器人臂12提供具有对患者的大腿/髋部区域中的股动脉进入点的直接线性接近的虚拟轨道35。在插入动脉后,可以通过平移器械驱动器28来引导和插入医疗器械34。替选地,推车可以被安置在患者的上腹部周围,以到达替选的血管进入点,例如,肩部和腕部附近的颈动脉和臂动脉。

[0075] B. 机器人系统-台.

[0076] 机器人使能医疗系统的实施方式还可以结合患者的台。与台的结合通过移除推车而减少手术室内的资本设备的量,这允许对患者的更好的接近。图5示出了被布置成用于支气管镜检查过程的这样的机器人使能系统的实施方式。系统36包括用于将平台38(示出为“台”或“床”)支持在地板上的支承结构或柱37。非常像在基于推车的系统中,系统36的机器人臂39的端部执行器包括器械驱动器42,其被设计成通过或沿着由器械驱动器42的线性对准形成的虚拟轨道41来操纵长形医疗器械,例如图5中的支气管镜40。实际上,可以通过将发射器和检测器放置在台38周围将用于提供荧光透视成像的C形臂安置在患者的上腹部区域上方。

[0077] 图6提供了出于讨论的目的而没有患者和医疗器械的系统36的替选视图。如所示出的,柱37可以包括在系统36中示出为环形的一个或更多个托架43,一个或更多个机器人臂39可以基于所述一个或更多个托架。托架43可以沿着沿柱37的长度延伸的竖直柱接口44平移,以提供不同的有利位点,机器人臂39可以从这些有利位点被安置以到达患者。托架43可以使用位于柱37内的机械马达绕柱37旋转,以允许机器人臂39接近台38的多个侧,例如患者的两侧。在具有多个托架的实施方式中,托架可以分别地安置在柱上,并且可以独立于其他托架而平移和/或旋转。尽管托架43不需要围绕柱37或甚至不需要是圆形的,但所示的环形形状有利于托架43绕柱37旋转,同时保持结构平衡。托架43的旋转和平移允许系统将诸如内窥镜和腹腔镜的医疗器械对准到患者身上的不同进入点。

[0078] 臂39可以通过一组臂安装件45安装在托架上,该组臂安装件包括一系列关节,这些关节可以单独地旋转和/或可伸缩地延伸,以向机器人臂39提供附加的可配置性。此外,

臂安装件45可以被安置在托架43上,使得当托架43适当地旋转时,臂安装件45可以被安置在台38的同一侧(如图6所示),在台38的相对侧(如图9所示),或在台38的相邻侧(未示出)。

[0079] 柱37在结构上为台38提供支承并且为托架的竖直平移提供路径。在内部,柱37可以装备有用于引导托架的竖直平移的导螺杆,以及基于导螺杆使所述托架的平移机械化的马达。柱37还可以将电力和控制信号递送至托架43和安装在托架上的机器人臂39。

[0080] 台基部46起到与图2所示的推车11中的推车基部15类似的功能,即,容纳较重的部件以平衡台/床38、柱37、托架43和机器人臂39。台基部46也可以包括用于在医疗过程期间提供稳定性的刚性脚轮。在从台基部46的底部部署的情况下,脚轮可以在基部46的两侧沿相反方向延伸,并且当系统36需要移动时缩回。

[0081] 继续参照图6,系统36还可以包括塔(未示出),该塔将系统36的功能在台与塔之间进行划分,以减小台的形状因子和体积。如在较早公开的实施方式中那样,塔可以为台提供各种支持功能,例如处理、计算和控制能力,电力,流控以及/或者光学和传感器处理。塔还可以是可移动的,以被安置成离开患者,从而改善医师的接近并且使手术室不杂乱。此外,将部件放置在塔中可以允许在台基部中有更多的储存空间,以用于机器人臂的潜在收起。塔还可以包括控制台,该控制台提供用于用户输入的用户接口(例如,键盘和/或悬架式操纵台(pendant))以及用于术前和手术中信息(例如,实时成像、导航和跟踪信息)的显示屏(或触摸屏)。

[0082] 在一些实施方式中,台基部可以在不使用时收起和储存机器人臂。图7示出了在基于台的系统的实施方式中收起机器人臂的系统47。在系统47中,托架48可以竖直平移至基部49中以使机器人臂50、臂安装件51和托架48收起在基部49内。基部盖52可以平移和缩回成:打开以绕柱53部署托架48、臂安装件51和臂50,以及关闭以收起以在托架、臂安装件和臂不使用时保护它们。基部盖52可以用膜54沿着该基部盖的开口的边缘密封,以防止在关闭时灰尘和流体进入。

[0083] 图8示出了被配置成用于输尿管镜检查过程的机器人使能的基于台的系统的实施方式。在输尿管镜检查中,台38可以包括用于将患者安置成与柱37和台基部46成偏角的转动部分55。转动部分55可以绕枢转点(例如,位于患者头部下方)旋转或枢转,以将转动部分55的底部部分安置成离开柱37。例如,转动部分55的枢转允许C形臂(未示出)被安置在患者的下腹部上方,而不与台38下方的柱(未示出)争夺空间。通过绕柱37旋转托架35(未示出),机器人臂39可以将输尿管镜56沿着虚拟轨道57直接插入患者的腹股沟区域中以到达尿道。在输尿管镜检查中,镗58也可以固定至台38的转动部分55,以在该过程期间支承患者的腿的位置,并且允许对患者的腹股沟区域的无障碍接近。

[0084] 在腹腔镜检查过程中,通过在患者腹壁的一个或更多个小切口,微创器械(形状长形以适应一个或更多个切口的尺寸)可以插入患者的解剖结构中。在患者腹腔充气之后,可以引导通常称为腹腔镜的器械以执行外科或医疗任务,例如抓取、切割、摘除、缝合等。图9示出了被配置用于腹腔镜检查过程的机器人使能的基于台的系统的实施方式。如图9所示,系统36的托架43可以被旋转和竖直调整成将成对的机器人臂39安置在台38的相对侧,使得可以使用臂安装件45将腹腔镜59安置成穿过患者两侧的最小切口以到达他/她的腹腔。

[0085] 为了适应腹腔镜检查过程,机器人使能台系统还可以将平台倾斜到期望的角度。

图10示出了具有俯仰或倾斜调整的机器人使能医疗系统的实施方式。如图10所示,系统36可以适应台38的倾斜,以将台的一部分安置在比另一部分距地面更远的距离处。此外,臂安装件45可以旋转以匹配倾斜,使得臂39与台38保持相同的平面关系。为了适应更陡的角度,柱37还可以包括伸缩部分60,该伸缩部分允许柱37的竖直延伸以防止台38接触地面或与基部46碰撞。

[0086] 图11提供了台38与柱37之间的接口的详细图示。俯仰旋转机构61可以被配置成以多个自由度改变台38相对于柱37的俯仰角。俯仰旋转机构61可以通过在柱台接口处安置正交轴线1、2来实现,每个轴由单独的马达3、4响应于电俯仰角命令来致动。沿着一个螺杆5的旋转将使得能够进行沿在一个轴1的倾斜调整,而沿着另一螺杆6的旋转将使得能够进行沿着另一轴2的倾斜调整。

[0087] 例如,当为了进行下腹部手术而试图将台安置在头低脚高(Trendelenburg)位置(即,患者的下腹部处在比患者的下腹部距地面更高的位置的位置)时,俯仰调整特别有用。头低脚高位置使患者的内部器官通过重力滑向他/她的上腹,从而清空腹腔以供微创工具进入并且执行下腹部外科手术或医疗过程,例如腹腔镜前列腺切除术。

[0088] C. 器械驱动器和接口.

[0089] 系统的机器人臂的端部执行器包括:(i)器械驱动器(替选地称为“器械驱动机构”或“器械装置操纵器”),其结合了用于致动医疗器械的机电装置;以及(ii)可移除或可拆卸的医疗器械,其可以没有诸如马达的任何机电部件。该二分法可以是由对医疗过程中使用的医疗器械进行消毒的需要以及由于昂贵的资本设备的复杂机械组件和敏感电子器件而引起的对昂贵的资本设备进行充分消毒的无能为力所驱动的。因此,医疗器械可以被设计成从器械驱动器(以及因此从系统)拆卸、移除和互换,以便由医师或医师的工作人员单独消毒或处置。相比之下,器械驱动器不需要改变或消毒,并且可以用帘覆盖以获得保护。

[0090] 图12示出了示例器械驱动器。安置在机器人臂的远端处的器械驱动器62包括一个或更多个驱动单元63,其被以平行轴线进行布置以经由驱动轴64向医疗器械提供受控扭矩。每个驱动单元63包括用于与器械相互作用的单独的驱动轴64、用于将马达轴旋转转换成期望扭矩的齿轮头65、用于生成驱动扭矩的马达66、用于测量马达轴的速度并且向控制电路提供反馈的编码器67以及用于接收控制信号并且致动驱动单元的控制电路68。每个驱动单元63被独立地控制和机动化,器械驱动器62可以向医疗器械提供多个(如图12所示为四个)独立的驱动输出。在操作中,控制电路68将接收控制信号,将马达信号传输至马达66,将由编码器67测量的产生的马达速度与期望速度进行比较,并且调制马达信号以生成期望扭矩。

[0091] 对于需要无菌环境的过程,机器人系统可以结合位于器械驱动器与医疗器械之间的驱动接口,例如连接至无菌披盖(drape)的无菌适配器。无菌适配器的主要目的是将角运动从器械驱动器的驱动轴传递至器械的驱动输入,同时保持驱动轴与驱动输入之间的物理分离并且因此保持无菌性。因此,示例无菌适配器可以包括旨在与器械驱动器的驱动轴和器械上的驱动输入配合的一系列旋转输入和输出。连接至无菌适配器的由薄的柔性材料组成的无菌披盖(例如,透明或半透明塑料)被设计成覆盖资本设备,例如器械驱动器、机器人臂和推车(在基于推车的系统中)或台(在基于台的系统中)。使用该披盖将允许资本设备安置在患者附近,同时仍然位于不需要消毒的区域(即,非无菌区域)。在无菌披盖的另一侧,

医疗器械可以在需要灭菌的区域(即无菌区域)与患者对接。

[0092] D. 医疗器械.

[0093] 图13示出了具有配对的器械驱动器的示例医疗器械。与被设计成与机器人系统一起使用的其他器械类似,医疗器械70包括长形轴71(或长形本体)和器械基部72。由于其用于由医师进行的手动交互的预期设计而也被称为“器械手柄”的器械基部72通常可以包括诸如插口、滑轮或卷轴的可旋转驱动输入73,其被设计成与延伸通过机器人臂76的远端处的器械驱动器75上的驱动接口的驱动输出74配合。当被物理连接、门锁和/或耦接时,器械基部72的经配合的驱动输入73可以与器械驱动器75中的驱动输出74共享旋转轴线,以允许扭矩从驱动输出74传递至驱动输入73。在一些实施方式中,驱动输出74可以包括花键,其被设计成与驱动输入73上的插口配合。

[0094] 长形轴71被设计成通过解剖结构开口或腔(例如,在内窥镜检查中)或通过微创切口(例如,在腹腔镜检查中)被递送。长形轴66可以是柔性的(例如,具有类似于内窥镜的特性)或刚性的(例如,具有类似于腹腔镜的特性),或者包含柔性部分和刚性部分两者的定制组合。当设计用于腹腔镜检查时,刚性长形轴的远端可以连接至端部执行器,该端部执行器包括由具有旋转轴的U形夹形成的关节腕和外科工具或医疗器械(例如,抓握器或剪刀),当驱动输入响应于从器械驱动器75的驱动输出74接收到的扭矩而旋转时,该外科工具或医疗器械可以基于来自腱部的力被致动。当被设计成用于内窥镜检查时,柔性长形轴的远端可以包括可操纵或可控制的弯曲区段,该弯曲区段可以基于从器械驱动器75的驱动输出74接收到的扭矩而被接合和弯曲。

[0095] 使用轴71内的腱部沿着长形轴71传递来自器械驱动器75的扭矩。这些单独的腱部(例如,牵引线)可以单独地锚定至器械手柄72内的单独的驱动输入73。从手柄72沿着长形轴71内的一个或更多个牵引腔引导腱部并且将其锚定在长形轴71的远侧部分处。在腹腔镜检查中,这些腱部可以耦接至远侧安装的端部执行器,例如腕部、抓握器或剪刀。在这样的布置下,施加在驱动输入73上的扭矩会将张力传递至腱部,从而使端部执行器以某种方式致动。在腹腔镜检查中,腱部可以使关节绕轴旋转,从而使端部执行器沿一个方向或另一方向移动。替选地,腱部可以连接至长形轴71的远端处的抓握器的一个或更多个爪部(jaw),其中来自腱部的张力使抓握器闭合。

[0096] 在内窥镜检查中,腱部可以经由粘合剂、控制环或其他机械固定件而耦接至沿着长形轴71安置(例如,在远端处)的弯曲或接合区段。当固定地附接至弯曲区段的远端时,将沿着腱部传递施加在驱动输入73上的扭矩,从而使较软的弯曲区段(有时称为可接合区段或区域)弯曲或接合。沿着非弯曲区段,有利的会是,使沿着内窥镜轴的壁(或在内窥镜轴的壁的内部)引导单独的腱部的单独的牵引腔螺旋或盘旋,以平衡由牵引线中的张力产生的径向力。为了特定目的,可以改变或设计其间的间隔和/或螺旋的角度,其中较紧的螺旋在负载力下呈现较小的轴压缩,而较小的螺旋量在负载力下引起较大的轴压缩,但也呈现限制弯曲。另一方面,牵引腔可以被定向成平行于长形轴71的纵向轴线以允许在期望的弯曲或可接合区段中的受控接合。

[0097] 在内窥镜检查中,长形轴71容置有多个部件以辅助机器人医疗过程。轴可以包括用于将外科工具(或医疗器械)、冲洗和/或抽吸部署到轴71的远端处的手术区域的工作通道。轴71还可以容纳线和/或光纤以向远侧末端处的光学组件/从远侧末端处的光学组件传

递信号,该光学组件可以包括光学摄像装置。轴71也可以容纳光纤,以将光从位于近端的光源(例如,发光二极管)递送到轴的远端。

[0098] 在器械70的远端处,远侧末端还可以包括用于将用于诊断和/或治疗、冲洗和抽吸的工具递送至手术部位的工作通道的开口。远侧末端还可以包括用于诸如纤维镜或数字摄像装置的摄像装置的端口,以捕获内部解剖空间的图像。相关地,远侧末端还可以包括用于光源的端口,所述光源用于在使用摄像装置时照亮解剖空间。

[0099] 在图13的示例中,驱动轴轴线以及因此驱动输入轴线与长形轴的轴线正交。然而,该布置使长形轴71的滚动能力复杂化。当腱部延伸离开驱动输入73并且进入到长形轴71内的牵引腔时,在保持驱动输入73静止的同时使长形轴71沿着其轴线滚动长形会引起腱部的不期望的缠结。这样的腱部的最终的缠结可能破坏旨在预测柔性长形轴在内窥镜检查过程期间的运动的任何控制算法。

[0100] 图14示出了器械驱动器和器械的备选设计,其中驱动单元的轴线平行于器械的长形轴的轴线。如所示出的,圆形器械驱动器80包括四个驱动单元,其驱动输出81在机器人臂82的端部处平行对准。驱动单元和它们各自的驱动输出81容置在由组件83内的驱动单元中的一个驱动的器械驱动器80的旋转组件83中。响应于由旋转驱动单元提供的扭矩,旋转组件83沿着圆形轴承旋转,该圆形轴承将旋转组件83连接至器械驱动器的非旋转部分84。可以通过电接触将电力和控制信号从器械驱动器80的非旋转部分84递送至旋转组件83,电接触可以通过电刷滑环连接(未示出)的旋转来维持。在其他实施方式中,旋转组件83可以响应于集成到非旋转部分84中的单独的驱动单元,并且因此不平行于其他驱动单元。旋转机构83允许器械驱动器80使驱动单元及其相应驱动输出81作为单个单元绕器械驱动器轴线85旋转。

[0101] 与较早公开的实施方式类似,器械86可以包括长形轴部分88和器械基部87(出于讨论的目的,以透明外表示出),该器械基部87包括被配置成接纳器械驱动器80中的驱动输出81的多个驱动输入89(例如,插口、滑轮和卷轴)。与先前公开的实施方式不同,器械轴88从器械基部87的中心延伸,该器械基部的轴线基本上平行于驱动输入89的轴线,而不是如图13的设计中那样正交。

[0102] 当耦接至器械驱动器80的旋转组件83时,包括器械基部87和器械轴88的医疗器械86与旋转组件83结合绕器械驱动器轴线85旋转。由于器械轴88被安置在器械基部87的中心,因此器械轴88在被附接时与器械驱动器轴线85共轴。因此,旋转组件83的旋转使器械轴88绕其自身的纵向轴线旋转。此外,当器械基部87与器械轴88一起旋转时,连接至器械基部87中的驱动输入89的任何腱部在旋转期间都不会缠结。因此,驱动输出81、驱动输入89和器械轴88的轴线的平行允许在不使任何控制腱部缠结的情况下进行轴旋转。

[0103] E. 导航和控制.

[0104] 传统的内窥镜检查可以包括使用荧光透视检查(例如,如可以通过C形臂递送)和其他形式的基于辐射的成像模态,以向操作医师提供腔内引导。相比之下,本公开内容所设想的机器人系统可以提供基于非辐射的导航和定位手段,以减少医师暴露于辐射并且减少手术室内的设备的数量。如本文所使用的,术语“定位”可以指确定和/或监测对象在参考坐标系中的位置。诸如术前映射、计算机视觉、实时EM跟踪和机器人命令数据的技术可以单独地或组合地使用以实现无辐射操作环境。在仍使用基于辐射的成像模态的其他情况下,可

以单独地或组合地使用术前映射、计算机视觉、实时EM跟踪和机器人命令数据,以改进仅通过基于辐射的成像模态获得的信息。

[0105] 图15是示出根据示例实施方式的估计机器人系统的一个或多个元件的位置(例如,器械的位置)的定位系统90的框图。定位系统90可以是被配置成执行一个或多个指令的一个或多个计算机装置的集合。计算机装置可以由以上讨论的一个或多个部件中的处理器(或多个处理器)和计算机可读存储器来实施。作为示例而非限制,计算机装置可以在图1所示的塔30、图1至图4所示的推车、图5至图10所示的床等中。

[0106] 如图15所示,定位系统90可以包括定位模块95,其处理输入数据91至94以生成用于医疗器械的远侧末端的位置数据96。位置数据96可以是表示器械的远端相对于参考系的位置和/或取向的数据或逻辑。参考系可以是相对于患者的解剖结构或相对于已知对象——例如EM场生成器(参见下文关于EM场生成器的讨论)——的参考系。

[0107] 现在更详细地描述各种输入数据91至94。术前映射可以通过使用低剂量CT扫描的集合来完成。术前CT扫描被重建成三维图像,这些图像被可视化为例如患者的内部解剖结构的截面图的“切片”。当整体上分析时,可以生成用于患者的解剖结构(例如,患者肺网络)的解剖腔、空间和结构的基于图像的模型。可以根据CT图像确定和近似诸如中心线几何结构的技术,以形成患者的解剖结构的三维体积,该三维体积被称为模型数据91(当仅使用术前CT扫描生成时也称为“术前模型数据”)。中心线几何结构的使用在美国专利申请第14/523,760号中进行了讨论,该美国专利申请的全部内容并入本文中。网络拓扑模型也可以根据CT图像得出,并且特别适合于支气管镜检查。

[0108] 在一些实施方式中,器械可以配备有摄像装置以提供视觉数据92。定位模块95可以处理视觉数据以实现一个或多个基于视觉的位置跟踪。例如,术前模型数据可以与视觉数据92结合使用,以实现医疗器械(例如,内窥镜或通过内窥镜的工作通道前进的器械)的基于计算机视觉的跟踪。例如,使用术前模型数据91,机器人系统可以基于内窥镜的预期行进路径根据模型生成预期内窥镜图像的库,每个图像链接至模型内的位置。在手术中,机器人系统可以参考该库,以将在摄像装置(例如,在内窥镜远端处的摄像装置)处捕获的实时图像与图像库中的图像进行比较,以辅助定位。

[0109] 其他基于计算机视觉的跟踪技术使用特征跟踪来确定摄像装置的运动,并且因此确定内窥镜的运动。定位模块95的一些特征可以识别术前模型数据91中的与解剖腔对应的圆形几何结构并且跟踪那些几何结构的变化以确定选择了哪个解剖腔,以及摄像装置的相对旋转和/或平移运动。拓扑图的使用可以进一步增强基于视觉的算法或技术。

[0110] 光流,即另一基于计算机视觉的技术,可以分析视觉数据92中的视频序列中的图像像素的位移和平移以推断摄像装置移动。光流技术的示例可以包括运动检测、对象分割计算、亮度、运动补偿编码、立体视差测量等。通过利用多次迭代对多帧的比较,可以确定摄像装置(并且因此内窥镜)的移动和位置。

[0111] 定位模块95可以使用实时EM跟踪来生成内窥镜在全局坐标系中的实时位置,该全局坐标系可以被配准到由术前模型表示的患者的解剖结构。在EM跟踪中,包括以一个或多个位置和取向嵌入在医疗器械(例如,内窥镜工具)中的一个或多个传感器线圈的EM传感器(或跟踪器)测量由安置在已知位置处的一个或多个静态EM场生成器产生的EM场的变化。由EM传感器检测的位置信息被存储为EM数据93。EM场生成器(或发送器)可以靠近患

者放置,以产生嵌入式传感器可以检测到的低强度磁场。磁场在EM传感器的传感器线圈中感应出小电流,可以对该小电流进行分析以确定EM传感器与EM场生成器之间的距离和角度。这些距离和取向可以在手术中被“配准”到患者解剖结构(例如,术前模型),以确定将坐标系中的单个位置与患者的解剖结构的术前模型中的位置对准的几何变换。一旦经配准,在医疗器械的一个或更多个位置(例如,内窥镜的远侧末端)的嵌入式EM跟踪器可以提供医疗器械通过患者的解剖结构的进展的实时指示。

[0112] 定位模块95也可以使用机器人命令和运动学数据94来提供用于机器人系统的定位数据96。可以在术前校准期间确定由接合命令引起的装置俯仰和偏航。在手术中,这些校准测量可以与已知的插入深度信息结合使用,以估计器械的位置。替选地,可以结合EM、视觉和/或拓扑建模对这些计算进行分析,以估计医疗器械在网络内的位置。

[0113] 如图15所示,定位模块95可以使用若干其他输入数据。例如,尽管在图15中未示出,但是利用形状感测光纤的器械可以提供形状数据,定位模块95可以使用该形状数据来确定器械的位置和形状。

[0114] 定位模块95可以组合地使用输入数据91至94。在一些情况下,这样的组合可以使用概率方法,其中定位模块95向根据输入数据91至94中的每一个确定的位置分配置信权重。因此,在EM数据可能不可靠(在存在EM干扰的情况下即是这样的)的情况下,由EM数据93确定的位置的置信度可能降低,并且定位模块95可能更大程度上依赖于视觉数据92以及/或者机器人命令和运动学数据94。

[0115] 如以上所讨论的,本文讨论的机器人系统可以被设计成结合以上技术中的一个或更多个的组合。位于塔、床和/或推车中的机器人系统的基于计算机的控制系统可以将计算机程序指令存储在诸如永久性磁存储驱动器、固态驱动器等的非暂态计算机可读存储介质内,所述计算机程序指令在被执行时使系统接收并且分析传感器数据和用户命令,生成整个系统的控制信号以及显示导航和定位数据,例如器械在全局坐标系、解剖图等内的位置。

[0116] 2.具有可变弯曲刚度分布曲线的医疗器械

[0117] 本部分涉及具有可变弯曲刚度分布曲线的医疗器械(在本申请中也称为“可变弯曲刚度医疗器械”,或者在某些情况下也简称为“医疗器械”)。在一些实施方式中,具有可变弯曲刚度分布曲线的医疗器械可以与以上参照图1至图15描述的机器人使能的医疗系统一起使用。例如,在一些实施方式中,如上所述的任何医疗器械(例如,内窥镜13、输尿管镜32、医疗器械34、支气管镜40、输尿管镜56、医疗器械70等)可以包括如本文所述的可变弯曲刚度分布曲线。除了机器人实施方式之外,具有可变弯曲刚度分布曲线的医疗器械还可以被配置用于手动使用(即,非机器人使用)。

[0118] 具有可变弯曲刚度分布曲线的医疗器械可以用于穿过患者解剖结构内的曲折路径进行导航。在一些实施方式中,具有可变弯曲刚度分布曲线的医疗器械在导航通过患者的肺气道时特别有用。肺气道可以是曲折的路径。在某些医疗过程期间,可以使医疗器械导航通过肺气道以检测、诊断和/或治疗异常生长,例如肿瘤。送入肺气道的观察镜通常想要沿着错误的路径行进,并且可能难以进入正确的路径。本文所述的医疗器械可以由于其可变弯曲刚度分布曲线而有利地能够导航通过正确的路径。

[0119] 图22示出了在患者的肺内导航的医疗器械100的示例。该器械可以是例如观察镜、鞘或包括位于鞘的内部通道内的观察镜的复合器械。在所示的示例中,器械100朝向肺的上

叶178中的靶部位182被导航通过肺中的气道。如图所示,气道包括曲折路径。当器械100插入肺中时,器械的远端可以被接合以将器械引导到特定的路径中。然而,由于肺部曲折,这种导航可能很困难。

[0120] 本申请描述了具有可变弯曲刚度的医疗器械,其能够延伸穿过患者中的包括但不限于肺气道的曲折路径。在一些实施方式中,具有可变弯曲刚度的医疗器械可以包括长形轴。在其他实施方式中,具有可变弯曲刚度的医疗器械可以是安置在导管或鞘的内部通道内的长形轴。长形轴可以包括引导件或观察镜。

[0121] 在一些实施方式中,可变弯曲刚度医疗器械可以包括长形轴,该长形轴被配置成用于在医疗过程期间插入患者体内,该长形轴包括具有不同弯曲刚度特性的多个区段。作为初始示例,可变弯曲刚度医疗器械可以包括远侧区段,该远侧区段具有比近侧区段的弯曲刚度低的弯曲刚度(例如,其更容易地弯折或弯曲以及/或者需要较少的力来弯折或弯曲)。在该示例中,远侧区段更容易弯曲,以便于医疗器械的操纵或导航,而近侧区段是刚性的,以利于推动医疗器械通过患者腔。

[0122] 继续该示例,远侧区段可以包括弯曲刚度区域,该弯曲刚度区域具有沿着其长度基本上恒定的弯曲刚度。近侧区段还可以包括弯曲刚度区域,该弯曲刚度区域具有沿着其长度基本上恒定的弯曲刚度。远侧区段的基本上恒定的弯曲刚度可以低于近侧区段的弯曲刚度(尽管在一些实施方式中,相反的情况也可能是正确的)。

[0123] 该初始示例的可变弯曲刚度医疗器械还可以包括在远侧区段的弯曲刚度区域与近侧区段的弯曲刚度区域之间的过渡区域。该过渡区域可以包括如下长度,弯曲刚度在该长度上例如从远侧区段的弯曲刚度区域的基本上恒定的弯曲刚度逐渐变化到近侧区段的弯曲刚度区域的基本上恒定的弯曲刚度。在一些实施方式中,过渡区段的弯曲刚度以大致线性的斜率、速率或梯度变化,不过并非在所有实施方式中都是如此。在一些实施方式中,过渡区域的斜率是基本上恒定的。

[0124] 因此,如初始示例所示,可变弯曲刚度器械可以包括:多个弯曲刚度区域,每个弯曲刚度区域具有沿弯曲刚度区域的长度基本上恒定的弯曲刚度;以及一个或更多个过渡区域,每个过渡区域置于相邻的一对弯曲刚度区域之间,该对弯曲刚度区域中的弯曲刚度在该对弯曲刚度区域之间逐渐过渡。

[0125] 沿着可变弯曲刚度医疗器械的长形轴的长度绘制弯曲刚度会产生弯曲刚度分布曲线。在图形上,每个弯曲刚度区域(具有沿其长度基本上恒定的弯曲刚度)显示为弯曲刚度分布曲线内的平稳段,每个过渡区域显示为相邻平稳段之间的斜坡或坡道(通常增加或通常减少)。参见例如下面详细描述图16B。

[0126] 医疗器械的长形轴的构造方法和材料(在本文中通常称为模态或特性)确定沿其长度的每个点的弯曲刚度。例如,由较刚硬的材料制造长形轴将产生较高的弯曲刚度。

[0127] 在一些实施方式中,为了制造具有可变弯曲刚度的医疗器械,可以沿着长形轴的长度改变构造方法和/或材料。例如,在上述实施方式中,可以在近侧区段中使用较刚硬的材料,而可以在远侧区段中使用较柔性的材料。然而,仅沿长度改变单个模态(例如,构造方法或材料)可能不会产生具有如上所述的弯曲刚度区域和过渡区域的弯曲分布曲线。例如,如果长形轴的唯一变化是上述材料变化(刚硬的近侧区段和更柔软的远侧区段),则弯曲刚度分布曲线可能仅包括通过竖直跳线连接的两个平稳段。它可以不包括具有如下长度的过

渡区域,在该长度上弯曲刚度逐渐过渡。这可能不利地在材料之间的过渡处产生应力上升或故障点。

[0128] 因此,如下面更全面地描述的,可变弯曲刚度医疗器械可以包括在每个过渡区域中以交错的方式在长形轴的多于一种模态上变化的构造。如上所述,这可以沿着长形轴的长度来分布与模态变化相关的应力,并产生更平缓的(例如,倾斜或坡道的)过渡区域。

[0129] 在一些实施方式中,具有可变弯曲刚度的医疗器械可以被配置为诸如内窥镜的观察镜(也称为引导件)。例如,如图19A和图19C所示,可以将观察镜配置为通过鞘的工作通道或内部通道插入。即,观察镜可以在鞘的内部通道内伸缩。在一些实施方式中,鞘还可以被配置为具有可变弯曲刚度的医疗器械。观察镜和鞘一起可以形成复合结构。在一些实施方式中,复合结构具有的弯曲刚度分布曲线不同于单独的观察镜或鞘的弯曲刚度分布曲线。在将观察镜放置在鞘的内部通道内的情况下,复合结构可以包括如下弯曲分布曲线,该弯曲分布曲线是观察镜和鞘的各个弯曲分布曲线的组合。本领域技术人员将理解,只要将观察镜安置在鞘的内部通道内,术语“复合结构”就涵盖了观察镜和鞘的所有部分,包括观察镜的可能从鞘向远侧延伸的部分,或者鞘的可能从观察镜向远侧延伸的部分。

[0130] 此外,如下面将更全面描述的,可以通过相对于鞘移动观察镜来调节(即,改变或变化)复合结构的弯曲刚度分布曲线,反之亦然。例如,观察镜和鞘二者可以包括由过渡区域分开的多个不同的弯曲刚度区域。例如,当观察镜的远侧末端与鞘的远侧末端对齐时,多个不同的弯曲刚度区域和过渡区域以第一方式排列,以产生用于复合结构的第一组合弯曲刚度分布曲线。例如,当观察镜被进一步插入穿过鞘使得观察镜的远侧末端延伸超过鞘的远侧末端时,多个不同的弯曲刚度区域和过渡区域会以第二方式排列以产生可以与第一组合弯曲刚度分布曲线不同的第二组合弯曲刚度分布曲线。

[0131] 在一些实施方式中,第一组合弯曲刚度分布曲线可以包括第一数量的弯曲刚度区域,并且第二组合弯曲刚度分布曲线可以包括第二数量的弯曲刚度区域。因此,可以通过相对于鞘移动观察镜来改变复合结构的弯曲刚度区域的数量,反之亦然。尽管在该示例中提到了用于复合结构的两个弯曲刚度分布曲线,但是应该理解,存在观察镜可以(例如,通过改变观察镜远端与鞘远端之间的相对距离)相对于鞘安置的多种方式,并且这些方式中的每一个都可以为复合结构产生独特的弯曲刚度分布曲线。

[0132] 在一些实施方式中,复合结构可以包括弯曲刚度分布曲线,其中,复合结构的弯曲刚度根据鞘相对于观察镜的位置而变化。随着弯曲刚度变化,弯曲刚度可以沿观察镜的长度呈现一定范围或面积的覆盖。下面诸如例如在图16D中示出了弯曲刚度的不同区域。

[0133] 在包括具有位于鞘的内部通道内的观察镜的复合结构的一些实施方式中,该观察镜和鞘可以包括不同的长度。例如,观察镜和鞘的长度可能不会共同延伸。在一些实施方式中,鞘短于观察镜。

[0134] 出于多种原因,调节或改变复合结构(例如,组合的观察镜和鞘)的弯曲刚度分布曲线的能力可能是有利的。例如,在医疗过程期间,医师(或在某些情况下,机器人使能的医疗系统)可以调整复合结构的弯曲刚度分布曲线,以便于患者解剖结构的特定部分的导航。例如,这可以通过相对于鞘移动观察镜来实现。

[0135] 作为更具体的示例,在支气管镜检查期间,医师可以检查患者肺部的气道,例如支气管和细支气管。例如,如图22所示,在该过程期间,可以将医疗器械100(例如,观察镜和

鞘)插入患者的口腔中,并沿患者的气管向下进入他或她的肺气道,朝向被识别进行后续诊断和/或治疗的组织部位(例如靶182)。肺气道是可能特别难以导航的曲折路径。导航次级支气管、三级支气管、细支气管和肺上叶178可能特别具有挑战性。通常,肺部的这些部位中的导航需要医疗器械转弯。医师可能会发现该器械的特定弯曲刚度分布曲线不适用于特定的转弯或操纵。例如,在具有特定的弯曲刚度分布曲线的情况下,医疗器械可能会倾斜而沿着错误的路径行进以及/或者可能难以进入正确的路径。在这种情况下,医师可以通过相对于鞘移动观察镜(例如,将观察镜进一步插入鞘以使观察镜从鞘伸出,安置观察镜和鞘使其远端对齐,或者将观察镜缩回鞘内以使观察镜延伸超过鞘)来调节弯曲刚度分布曲线进而调节或改变医疗器械的弯曲刚度分布曲线。医师可以对观察镜和鞘进行安置,以使医疗器械具有更适合所需操纵的弯曲刚度分布曲线,并且然后执行操纵。

[0136] 现在将参照附图中示出的几个实施方式更详细地描述具有可变弯曲刚度的医疗器械的这些和其他特征和优点。所示出的实施方式通过示例的方式提供,并且不旨在进行限制。

[0137] A. 具有可变弯曲刚度分布曲线的示例医疗器械.

[0138] 图16A至图16D涉及具有示例可变弯曲刚度分布曲线102的医疗器械100的实施方式。在所示的实施方式中,医疗器械100被配置为导管,例如观察镜(例如,内窥镜或支气管镜)。然而,参考该示出的示例描述的原理和特征也可以适用于其他类型的医疗器械,例如,其他类型的观察镜(例如,输尿管镜、支气管镜等)、鞘等。图16A是医疗器械100的侧视图。图16B示出了医疗器械100的示例可变弯曲刚度分布曲线102。图16C示出了医疗器械100的截面图,示出了其示例多模态构造。图16D示意性地示出了如何改变多模态构造的各个模态以实现医疗器械100的可变弯曲刚度分布曲线102的示例。

[0139] 如图16A所示,医疗器械100包括器械基部104和长形轴106。器械基部104,也可以称为手柄,可以配置成附接至器械驱动机构,例如,如图13所示(示出了示例器械基部72,该示例器械基部被配置成附接至器械驱动机构75)。器械驱动机构可以电子地和/或机械地耦接至器械基部104,使得医疗器械100可以被机器人控制。尽管示出的实施方式被配置为用于机器人控制,但是在一些实施方式中,器械基部104可以由被配置成使得能够手动操作和控制医疗器械100的器械手柄代替。

[0140] 长形轴106可以被配置用于在医疗过程期间插入患者体内。例如,长形轴106可以被设计成例如在内窥镜检查中通过解剖学开口或腔递送,或者例如在腹腔镜检查中通过微创切口递送。在支气管镜检查的情况下,可以将长形轴106通过导引件插入并进入患者的口腔、气管下方并进入肺部。为了在患者体内导航,长形轴106的至少一部分可以是柔性的。在一些实施方式中,长形轴106可以包括一个或更多个牵引线108(例如,如图16C所示)。一个或更多个牵引线108可以是可致动的以使长形轴106的一个或更多个部分弯曲,以控制其形状或姿势。例如,在医疗过程期间,一个或更多个牵引线108可以是可致动的以将长形轴106引导穿过患者的解剖结构到达靶部位。在支气管镜检查的情况下,这可以包括引导长形轴穿过复杂的分支气道网络。在一些实施方式中,长形轴106可以包括一个或更多个传感器,以协助长形轴106在患者体内的定位和/或导航(例如,如上面参照图15所述)。另外或替代地,在一些实施方式中,长形轴106可以包括用于确定长形轴106的形状的一个或更多个光纤。

[0141] 长形轴106可以在近端110与远端112之间延伸。近端110可以从器械基部104延伸并附接至器械基部104。远端112可以是医疗器械100的长形轴106的前端。例如,远端112可以是导引入患者体内的第一点,并且,在医疗过程期间,医疗器械100可以被引导或驱动,使得远端112朝向患者体内的靶部位前进。在一些实施方式中,远端112包括用于可视化和/或治疗靶部位的各种特征。例如,远端112可以包括相机、光源、端部执行器(例如,抓紧器、切割器、篮筐装置等)和/或通向工作通道的开口,其他医疗工具或器械可以通过该开口行进。可以通过工作通道递送的医疗工具或器械包括但不限于导线、诊断和活检工具(例如,超声设备、线、刷子以及其他抖动和非抖动工具)以及用于递送治疗性效果的工具(例如近距离治疗工具)。尽管在一些实施方式中,可以沿着与其他工具或器械不同的通道向下递送相机,但是在其他实施方式中,可以通过与其他医疗工具或器械相同的工作通道来递送相机。例如,在一些实施方式中,可以通过观察镜中的工作通道来递送相机,然后将其移除以便为诊断和/或治疗工具(例如抖动或非抖动工具)腾出空间来检测和/或治疗异常增长。某些特征在下面更详细地描述的图16C中示出。

[0142] 长形轴106包括在近端110与远端112之间测量的长度L。可以选择长度L,以便于医疗过程或将使用医疗器械100的一系列医疗过程。选择长度L的相关因素可以包括到靶部位的路径长度、患者的解剖结构、患者的尺寸、可驱动性和控制、操作环境条件(例如,手术室内的机器人臂或放置)等。在一些实施方式中,例如长度L可以在大约700mm至1200mm之间,在大约800mm至1100mm之间,或者在大约900mm至1000mm之间。在一个示例中,长度L为大约930mm。

[0143] 在所示实施方式中,长形轴106包括四个不同的区段:弯曲区段(也称为主动弯曲区段)114、被动弯曲区段116、内轴区段118(也称为跟踪区段)和外轴区段120。这些区段可以沿着长形轴106的长度L在远端112与近端110之间连续排列。尽管示出了四个区段,但是在一些实施方式中,医疗器械可以包括更多或更少区段。例如,医疗器械可以包括一个、两个、三个、四个、五个、六个、七个或更多个区段。

[0144] 每个区段可以被配置成提供不同的柔性或弯曲刚度以促进医疗过程和/或改善医疗器械100的可驱动性和控制。例如,在一些实施方式中,较远侧地定位的区段(例如,主动弯曲区段114和被动弯曲区段116)具有更大的柔性,以利于长形轴106的可操纵性,并且较近侧地定位的区段(例如,内轴区段118和外轴区段120)较刚硬以便为长形轴106提供可推动性,同时防止或减少屈曲的可能性。此外,在一些实施方式中,主动弯曲区段114可以比被动弯曲区段116更柔性,并且外轴区段120可以比内轴区段118更刚硬。其他布置也是可行的。

[0145] 在一些实施方式中,主动弯曲区段114向医疗器械100的远端提供可操纵性。在一些实施方式中,被动弯曲区段116提供足够的柔性以例如在支气管镜检查的情况下有利地跟踪到肺的外围或上叶。在一些实施方式中,内轴区段118足够柔性以被插入通过导引件和管弯曲,然而也足够可推动/刚性以为长形轴106提供支撑。在一些实施方式中,外轴区段120是长形轴106的一部分,该外轴区段在医疗过程期间保持在患者外部(例如,不进入导引件),并且足够刚硬以为长形轴106的远端112提供支撑并防止屈曲。

[0146] 在一些实施方式中,主动弯曲区段114可以在大约50mm至80mm之间,或为大约65mm。在一些实施方式中,主动弯曲区段114限定了观察镜的接合半径。在一些实施方式中,

被动弯曲区段116可以在大约150mm至190mm之间,或为大约170mm。在一些实施方式中,内轴区段118可以在大约540mm至600mm之间,或为大约572mm。在一些实施方式中,外轴区段120可以在大约90mm至150mm之间,或为大约123mm。有利地,四个不同区域的不同长度被设计成期望地使长形轴106与上覆鞘的部分对齐,从而产生具有如下所述沿不同长度具有期望的可变刚度的复合结构。在一些实施方式中,这些区段中的一个、多个或所有的其他长度也是可行的。

[0147] 在一些实施方式中,为了实现这些不同的功能,每个区段包括不同的弯曲刚度特性或性质。前面的段落以柔性和刚度描述了这些区段。应当理解,这些特性中的每一个都与弯曲刚度有关。例如,弯曲刚度通常与柔性成反比:随着弯曲刚度增加,柔性降低。弯曲刚度通常也与刚度成比例关系:随着弯曲刚度的增加,刚度也会增加。

[0148] 图16B示出了医疗器械100的长形轴106的代表性弯曲刚度分布曲线102。弯曲刚度分布曲线102示出了长形轴106的根据其在远端112与近端110之间的长度L或沿着其在远端112与近端110之间的长度L的弯曲刚度。在所示示例中,x轴表示长形轴106在远端112与近端110之间的长度L,y轴表示以牛顿(N)为单位测量的长形轴106的最大力弯曲刚度的测量结果。在一些示例中,为了计算最大力弯曲刚度,执行悬臂弯曲测试。在悬臂弯曲测试中,使用力测试器(例如,砧座)将长形轴106下压(弯曲)到固定距离。长形轴106弯曲到固定距离所需的力被测量为最大力弯曲刚度,不过从技术上讲,所测得的力是来自长形轴106的反作用力。通常,最大力弯曲刚度越低,观察镜适用范围越灵活。

[0149] 如图16B的示例弯曲刚度分布曲线102所示,长形轴106的弯曲刚度沿着其长度变化或改变。因此,医疗器械100包括可变弯曲刚度分布曲线102。

[0150] 在所示实施方式中,并且如在示例弯曲刚度分布曲线102中所见,医疗器械100的长形轴106包括:多个弯曲刚度区域,其中弯曲刚度基本上恒定(表示为弯曲刚度分布曲线102内的平稳段);以及多个过渡区域(表示为弯曲刚度分布曲线102中的坡道)。如图所示,医疗器械100包括基本上恒定的弯曲刚度的四个弯曲刚度区域和三个过渡区域,每个过渡区域位于一对相邻的弯曲刚度区域之间。在所示的示例中,医疗器械100包括(从远侧到近侧布置的)基本上恒定的弯曲刚度的第一弯曲刚度区域122、第一过渡区域124、基本上恒定的弯曲刚度的第二弯曲刚度区域126、第二过渡区域128、基本上恒定的弯曲刚度的第三弯曲刚度区域130、第三过渡区域132、和基本上恒定的弯曲刚度的第四弯曲刚度区域134。

[0151] 在一些实施方式中,每个区段可以被视为弯曲刚度的区域,使得长形轴106包括四个弯曲刚度的区域,其中从最远侧弯曲区段114到最近侧区段120的每个区域在刚性上增加。在一些实施方式中,第一弯曲刚度区域122的弯曲刚度在约1N至5N之间;第二弯曲刚度区域126的弯曲刚度在约5N至10N之间;第三弯曲刚度区域130的弯曲刚度在约15N至25N之间;并且第四弯曲刚度区域134具有大于30N的弯曲刚度。在一些实施方式中,一个、更多个或所有弯曲刚度区域可以包括除所列值以外的其他弯曲刚度(例如,更高或更低)。

[0152] 尽管示出并描述了四个弯曲刚度区域和三个过渡区域,但是其他实施方式可以包括其他数量的弯曲刚度区域和过渡区域。例如,医疗器械可以包括两个、三个、四个、五个、六个或更多个具有基本上恒定的弯曲刚度的弯曲刚度区域,所述弯曲刚度区域被一个、两个、三个、四个、五个或更多个过渡区域隔开。

[0153] 如本文所用,术语“具有基本上恒定的弯曲刚度的弯曲刚度区域”(有时仅称为“弯

曲刚度区域”)是指长形轴106的如下长度,在该长度上弯曲刚度保持基本上恒定。在一些示例中,长度可以在大约10mm至200mm之间。在一些实施方式中,长度是大约10mm、25mm、50mm、75mm、100mm、150mm、200mm、300mm、400mm、500mm或更长。在一些示例中,“基本上恒定”是指:在长度上,弯曲刚度在长度上变化了小于长形轴106的平均弯曲刚度值的大约2.5%、5%或10%。在一些示例中,“基本上恒定”是指:在长度上,弯曲刚度变化了小于阈值力值,例如0.1N、0.25N、0.5N、1N、5N或10N。

[0154] 如本文所用,“过渡区域”是指长形轴106的如下长度,在该长度上弯曲刚度从一个值变化或过渡到另一值。在一些示例中,长度可以在大约10mm至200mm之间。在一些实施方式中,长度在10mm至200mm之间,或者为大约10mm、25mm、50mm、75mm、100mm、150mm、200mm、300mm、400mm、500mm或更长。在一些实施方式中,过渡区域位于弯曲刚度基本上恒定的一对弯曲刚度区域之间,并且过渡区域包括如下长度,弯曲刚度在该长度上从过渡区域的一侧上的弯曲刚度区域的基本上恒定的弯曲刚度过渡到过渡区域另一侧上的弯曲刚度区域的弯曲刚度区域的基本上恒定的弯曲刚度。

[0155] 在一些实施方式中,在过渡区域内,弯曲刚度可以大体上或基本上恒定或线性的速率变化,使得过渡区域的斜率基本上恒定。在这种情况下,在一些示例中,“基本上恒定”是指,在过渡区域的长度上,斜率变化了小于长形轴106在过渡区域的长度上的平均斜率值的约2.5%、5%或10%。在一些实施方式中,可以优选具有过渡区域,其中弯曲刚度以基本上或大体恒定或线性的速率变化。然而,过渡区域不必在所有实施方式中都是线性的。在一些实施方式中,过渡区域具有弯曲的坡道形状。

[0156] 在所示的实施方式中,第一弯曲刚度区域122具有最低的基本上恒定的弯曲刚度,第二弯曲刚度区域126具有高于第一弯曲刚度区域122的基本上恒定的弯曲刚度,第三弯曲刚度区域130具有高于第二弯曲刚度区域126的弯曲刚度的基本上恒定的弯曲刚度,并且第四弯曲刚度区域134具有高于第三弯曲刚度区域130的弯曲刚度的基本上恒定的弯曲刚度。由此,医疗器械100的弯曲刚度通常可以从远端112到近端110增加。在所有实施方式中不必都是这种情况。例如,弯曲刚度可以增加、减少,然后再次增加,或者一般地减少。

[0157] 此外,在所示的实施方式中,过渡区域124、128、132包括大体或基本上恒定的斜率。应当理解,每个过渡区域的斜率可以变化。例如,第一过渡区域124的斜率可以小于第二过渡区域128的斜率,并且第二过渡区域128的斜率可以小于第三过渡区域132的斜率。再次,这种需要并非在所有实施方式中都是如此。

[0158] 作为参考,在一个示例中,图16B还示出了弯曲刚度分布曲线102如何与主动弯曲区段114、被动弯曲区段116、内轴区段118和外轴区段120对准。在所示实施方式中,每个区段包括一个弯曲刚度基本上恒定的弯曲刚度区域。例如,第一弯曲刚度区域122位于主动弯曲区段114中,第二弯曲刚度区域126位于被动弯曲区段116中,第三弯曲刚度区域130位于内轴区段118中,第四弯曲刚度区域134位于外轴区段120中。长形轴106可以配置成使得位于该区段内的弯曲刚度区域的基本上恒定的弯曲刚度促进或使该区段执行其指定的功能。

[0159] 过渡区域124、128、132提供如下长度,在该长度上,长形轴106的弯曲刚度可以从较低的值逐渐变化到较高的值(反之亦然)。具有弯曲刚度逐渐变化(相对于突然变化)的区域可以帮助避免长形轴106内的应力上升和故障点。

[0160] 在一些实施方式中,每个区段包括至少一个具有基本上恒定的弯曲刚度的弯曲刚

度区域。在一些实施方式中,每个区段都包括恰好一个具有基本上恒定的弯曲刚度的弯曲刚度区域。在一些实施方式中,一个或更多个区段包括多于一个的弯曲刚度基本上恒定的弯曲刚度区域。

[0161] 在所示的实施方式中,过渡区域124、128、132被安置成与相邻区段交叠。例如,第一过渡区域124位于主动弯曲区段114与被动弯曲区段116之间并且与主动弯曲区段114和被动弯曲区段116部分地交叠。第二过渡区域128位于被动弯曲区段116与内轴区段118之间并且与被动弯曲区段116和内轴区段118部分地交叠。第三过渡区域132位于内轴区段118与外轴区段120之间并且与内轴区段118和外轴区段120部分地交叠。过渡区域的其他布置和位置也是可行的。例如,过渡区域可以完全安置在一个区段内,例如,在该区段的远端,在该区段的近端,或者沿着在近端与远端之间的区段的长度。

[0162] 如上所述,医疗器械100的长形轴106的构造方法和材料(在本文中称为模态或特性)确定弯曲刚度,并且为了产生具有可变弯曲刚度(例如,具有如图16所示的弯曲刚度分布曲线)的医疗器械100,可以沿着长形轴106的长度改变构造方法和/或材料。此外,为了实现上述的逐渐过渡区域,长形轴106可以在多种模态下被制造并且以交错方式变化。现在将参照图16C和图16D描述示例模态和用于产生可变弯曲刚度分布曲线的模态的布置。

[0163] 图16C是医疗器械100的长形轴106的截面图,该医疗器械包括例如如图16C所示的多模态构造,该多模态构造被配置成提供可变弯曲刚度分布曲线102。医疗器械100的多模态构造可以包括多个层。例如,如图所示,医疗器械100包括内层144和外层146。内层144和外层146可以围绕使医疗器械100的某些功能成为可能的各种其他部件。例如,如图16A至图16D所示,医疗器械100被配置为观察镜(例如,内窥镜、支气管镜、输尿管镜、血管镜等)。观察镜可以包括例如所示的相机136、一个或更多个光源138、位置传感器140(例如,EM线圈)和工作通道142。

[0164] 长形轴106的多模态构造可以包括多个模态或特性。如在本文中所使用的,模态或特性是指可以沿着长形轴106的长度在不同区域中变化以产生可变弯曲刚度分布曲线的材料或制造方法。现在将参照图16C的长形轴106的内层144和外层146来描述示例,尽管本领域普通技术人员将理解,其他模态和特性也可以用于可变弯曲刚度的医疗器械。

[0165] 例如,可以使用图16C的两层构造来调节长形轴106的每个区段的机械特性。在该实施方式中,内层144包括内骨架150。如下文所描述并且如图17所示,内骨架150可以包括由诸如镍钛诺或不锈钢的金属制成的激光切割海波管。材料可以根据其在长形轴106中的位置而变化。在一些实施方式中,外层146可以是编织物护套。编织物护套可以包括编织物152,该编织物包括牵引线管腔和牵引线108以及热塑性材料154,该热塑性材料可以被熔融成复合结构。如下所述,可以在长形轴的不同区域中调节编织物护套的各种特性,以产生不同的弯曲刚度。在一些实施方式中,内层144和外层146可以反转(例如,内骨架150可以位于外层中)。

[0166] 如图16C所示,内层144和外层146可以由衬套148分开。衬套148可以配置成在在制造过程期间的回流操作期间防止来自编织物护套的热塑性材料154流入内骨架150中,并且可以使内骨架150在使用时在编织物护套下面自由移动。

[0167] 内骨架150可以是一种可以改变以产生可变弯曲刚度分布曲线的模态。例如,内骨架150的特征可以沿其长度变化,以在长形轴106的不同区域中产生不同的弯曲刚度。在一

些实施方式中,内骨架150为长形轴106提供环向强度和抗扭结性。

[0168] 在一些实施方式中,内骨架150可以由镍钛诺或不锈钢形成,不过也可以使用其他材料。在一些实施方式中,内骨架150可以以部分为镍钛诺以及另一部分为不锈钢的形式形成。在一些实施方式中,长形轴106的主动弯曲区段114使用镍钛诺挠性设计,其允许其通过紧密弯曲。在图17中示出了在主动弯曲区段114中包括镍钛诺挠性设计156的示例内骨架150。镍钛诺挠性设计156可以包括各种切割图案,这些切割图案设计成提供高的轴向刚度以抵抗牵引线载荷期间的收缩和低的弯曲刚度,以减小接合长形轴106所需的力。在一些实施方式中,在该区段中使用镍钛诺材料可能是有利的,因为该区段在使用期间会经受高应变和紧密弯曲。镍钛诺的超弹性使它即使在高度地接合时也能弹回成直的形状,并且即使多次接合也能抵抗疲劳。

[0169] 在一些实施方式中,内骨架150的其余部分(例如,被动弯曲区段116、内轴区段118和外轴区段120)可以由例如不锈钢形成。在一些区段(例如,被动弯曲区段116、内轴区段118)中,可以以不同的间距(pitch)对不锈钢进行激光切割,其中间距越小,弯曲刚度越低(并且挠性越大)。这样的示例例如由图17的内骨架150的区段158、160示出。在一些实施方式中,激光切割的区段可以呈现出低的轴向刚度,并且在这些区段中可以使用更刚硬的编织物护套来增加弯曲刚度。在外轴区段120中,在一些实施方式中,内骨架150可以过渡成刚性海波管,如图17中的区段162所示。这可以在该区域为医疗器械100提供最大的轴向和弯曲刚度,并且防止由于观察镜的这一部分通常在鞘外部不被支撑而使长形轴106屈曲。

[0170] 在一些实施方式中,长形轴106可以包括内骨架150,该内骨架有利地在周向上提供全向或均匀的弯曲刚度。术语“全向”表示长形轴106可以具有在多个方向上相同的弯曲刚度。在一些实施方式中,弯曲刚度关于任何弯曲方向在2%至10%内变化。全向或均匀弯曲刚度的优点是,长形轴106的性能与长形轴的定向无关。在一些实施方式中,长形轴106可以具有双向和单向转向。

[0171] 内骨架150可以提供各种模态,这些模态可以沿着长形轴的长度变化或调节,以在不同的区段产生不同的弯曲刚度。这些模态可以包括例如材料、挠性设计、激光切割、间距等。这些模态可以沿着内骨架150的长度变化,以在不同区域或区段中提供不同的弯曲刚度。

[0172] 外层146还可以包括可以沿长形轴106的长度变化或调节的各种模态,以在不同区段中产生不同的弯曲刚度。如前所述,外层146可以包括编织物护套。在一些实施方式中,编织物护套可以被设计成:容置用于弯曲区段的接合的牵引线108,为医疗器械提供机械结构和稳定性,并且将观察镜的内部与外部环境密封。

[0173] 编织物护套可以包括护套材料154和编织物152,其中牵引线108延伸穿过其中。在一些实施方式中,编织物护套可以为医疗器械100提供机械结构和稳定性。编织物护套可以具有许多参数,这些参数可以被调节以影响长形轴106的特性。例如,编织物护套的护套材料154可以具有特定的硬度指标或硬度。不同硬度指标的不同材料可以用于不同区段,以产生不同的弯曲刚度。另外,编织物护套的编织物152可以被制造成具有特定的几何结构或编织物角度。几何结构和编织物角度可以沿着长形轴106的长度变化以产生不同的弯曲刚度。

[0174] 在所示的实施方式中,可以通过调整以下模态中的一种或更多种来调节编织物护套的机械特性:护套材料154的硬度指标、编织物152的几何结构以及编织物的经纬密度(即

编织物角度)。通常,较低硬度指标的材料提供较低的弯曲刚度,较高硬度指标的材料提供较高的弯曲刚度。可以用于编织物护套的示例材料包括:聚醚嵌段酰胺(例如,Pebax),其可在25D至72D的硬度范围内获得;以及尼龙12,其可以比Pebax更刚硬。也可以使用其他材料,例如塑料。关于编织物的几何结构,可以调整编织物层中使用的编织物的形状和数量。本领域技术人员将理解,许多不同的编织物构造是可行的。最后,编织物经纬密度(编织物角度)也可以被调节。在一些实施方式中,编织物护套可以包括也可以被调整的附加模态。

[0175] 仅以示例的方式提供了上述模态。代替所描述的模态或除了所描述的模态之外,还可以使用其他模态来创建医疗器械100的可变弯曲刚度分布曲线。

[0176] 图16D示意性地示出了根据一个实施方式的如何在医疗器械100的多层构造中调节各种模态以产生图16B所示的弯曲刚度分布曲线102。作为参考,在图16D中示出了医疗器械100的侧视图,并且示出了主动弯曲区段114、被动弯曲区段116、内轴区段118和外轴区段120,以及弯曲刚度基本上恒定的第一弯曲刚度区域122、第一过渡区域124、弯曲刚度基本上恒定的第二弯曲刚度区域126、第二过渡区域128、弯曲刚度基本上恒定的第三弯曲刚度区域130、第三过渡区域132、和弯曲刚度基本上恒定的第四弯曲刚度区域134。

[0177] 在所示的实施方式中,示意性地示出了医疗器械100的第一层和第二层。第一层可以是例如上述内层144,第二层可以是例如外层146。如不同的阴影线所示,第一层的模态沿长形轴106的在远端112与近端110之间的长度变化。在所示的示例中,第一层的模态包括四个不同的区段。这些区段中的每一个可以具有对医疗器械100的整体弯曲刚度做出不同贡献的不同特性。作为一个示例,第一层可以包括内骨架150,并且第一层的四个不同的区段可以代表图17中所示的四个区段156、158、160、162。如图16D所示,第一层的四个区段之间的过渡通常发生在过渡区域124、128、132内。

[0178] 在所示的实施方式中,第二层包括三种不同的模态。在一些实施方式中,第二层可以是编织物护套,并且三种模态可以代表如上所述的护套材料、编织物几何结构和编织物的经纬密度。在所示示例中,第一模态包括四个不同的区段。每个区段可以代表例如不同硬度指标或硬度的材料。在所示示例中,第二模态包括四个不同的区段。每个区段可以代表例如具有不同编织物几何结构的区段。在所示示例中,第三模态包括六个不同的区段。每个区段可以代表例如不同经纬密度的区段。一般地,区段之间的过渡发生在过渡区域124、128、132内,不过例如如在第二模态和第三模态中所示,并非总是如此。

[0179] 第一层和第二层的各种模态的不同区段的布置一起限定了医疗器械100的长形轴106的弯曲刚度。在一些实施方式中,为了获得具有基本上恒定的弯曲刚度的弯曲刚度区域(例如,弯曲刚度区域122、126、130、134),第一层和第二层的各种模态的不同区段之间的过渡通常不会发生或限制在弯曲刚度区域122、126、130、134内。因为长形轴106的构造在这些弯曲刚度区域中总体上保持恒定,所以在这些区域的长度上的弯曲可以基本上恒定。在一些实施方式中,在基本上恒定的弯曲刚度的弯曲刚度区域内,在第一层和第二层的各种模态的不同区段之间不发生过渡。在一些实施方式中,第一层和第二层的各种模态的不同区段之间的至多一个、两个或三个过渡出现在基本上恒定的弯曲刚度的弯曲刚度区域内。

[0180] 在一些实施方式中,为了获得具有如下长度的过渡区域(例如,过渡区域124、128、132),第一层和第二层的各种模态的不同区段之间的过渡通常发生在过渡区域内,在该长度上,区域的弯曲刚度从第一弯曲刚度逐渐过渡到第二弯曲刚度。例如,在一些实施方式

中,第一层和第二层的各种模态的不同区段之间的至少一个、两个、三个、四个、五个、六个或更多个过渡通常发生在过渡区域内。另外,为了在过渡区域内产生逐渐的(例如,倾斜的或坡道的)过渡,第一层和第二层的各种模态的不同区段之间的过渡通常可以错开。也就是说,在过渡区域内,第一层和第二层的各种模态的不同部分之间的过渡通常在通常不会在沿着长形轴106的长度的相同点处发生的区域内发生。这可以对在过渡区域124、128、132内的医疗器械100的整体弯曲刚度分布曲线102具有平滑效应。在一些实施方式中,第一层和第二层的各种模态的不同区段之间的至少两个、三个、四个、五个、六个或更多个过渡在每个过渡区域内错开。

[0181] 图16D示出了在一些实施方式中,医疗器械100可以包括多层构造。一些层可以包括单个模态(例如,第一层),并且一些层可以包括多个模态(例如,第二层)。在一些实施方式中,医疗器械可以仅包括单层。在一些实施方式中,医疗器械可以包括多于两个的层。此外,仅通过示例的方式提供了图16D所示的区段之间的所示模态和过渡。本领域技术人员将容易理解,可以根据需要采用其他布置来产生各种弯曲刚度分布曲线。

[0182] 图18A至图18D涉及具有示例可变弯曲刚度分布曲线202的另一医疗器械200的实施方式。在所示的实施方式中,医疗器械200被配置为鞘。如以下将描述的,在一些实施方式中,医疗器械200(鞘)可以与医疗器械100(观察镜)一起使用以形成复合结构,并且医疗器械200(鞘)和医疗器械100(观察镜)的相对运动可以用于调节复合结构的弯曲刚度分布曲线。图18A是医疗器械200的侧视图。图18B示出了医疗器械200的可变弯曲刚度分布曲线202。图18C示出了医疗器械200的截面图,示出了其示例多模态构造。图18D示意性地示出了可以如何改变多模态构造的各个模态以实现医疗器械200的可变弯曲刚度分布曲线202的示例。

[0183] 在许多方面,医疗器械200类似于医疗器械100。如图18A所示,医疗器械200包括器械基部204和长形轴206。长形轴206可以在近端210与远端212之间延伸。近端210可以从器械基部204延伸并且附接至器械基部204。远端212可以是医疗器械200的长形轴206的前端。长形轴206包括在近端210与远端212之间测量的长度L。在一些实施方式中,医疗器械200(鞘)的长度L小于医疗器械100(观察镜)的长度L,而在其他实施方式中,医疗器械200(鞘)的长度L等于或大于医疗器械100(观察镜)。在一些实施方式中,医疗器械200(鞘)的长度L比医疗器械100(观察镜)的长度L小约50mm至300mm。在一些实施方式中,医疗器械200(鞘)的长度L比医疗器械100(观察镜)的长度L小约100mm、约150mm、约200mm、约250mm或约300mm。在一些实施方式中,医疗器械200(鞘)的长度L是医疗器械100(观察镜)的长度L的约60%、约70%、约80%或约90%。在一些实施方式中,例如,医疗器械200的长度L可以在约600mm至约750mm之间。在一个示例中,长度L为大约680mm。

[0184] 在所示的实施方式中,长形轴206包括三个不同的区段:弯曲区段214(也称为主动弯曲区段)、被动弯曲区段216和内轴区段218(也称为跟踪区段)。这些区段可以沿着长形轴206的在远端212与近端210之间的长度L连续地布置。尽管示出了三个区段,但是在一些实施方式中,医疗器械可以包括更多或更少的区段。例如,医疗器械可以包括一个、两个、三个、四个、五个、六个、七个或更多个区段。

[0185] 类似于医疗器械100,医疗器械200的每个区段可以被配置成提供不同的功能以促进医疗过程和/或改善医疗器械200的可驱动性和控制。例如,在一些实施方式中,更远侧地

定位的区段更柔性以促进长形轴206的可操纵性,并且更近侧地定位的区段更刚硬以提供长形轴206的可推动性,同时防止或减小屈曲的可能性。在一些实施方式中,主动弯曲区段214向医疗器械200的远端提供了可转向性。在一些实施方式中,被动弯曲区段216例如在支气管镜检查的情况下提供了足够的柔性以跟踪到肺的上叶。在一些实施方式中,内轴区段218具有足够的柔性以通过导引件和管弯曲部插入,但是具有足够的可推动/刚性以便为长形轴206提供支撑。在一些实施方式中,为了实现这些不同的功能,每个区段包括不同的弯曲刚度特性或性能。

[0186] 在一些实施方式中,主动弯曲区段214的长度在大约50mm至80mm之间,或为大约65mm。在一些实施方式中,被动弯曲区段216的长度在大约45mm至75mm之间,或为大约60mm。在一些实施方式中,内轴区段218的长度可以在大约410mm至500mm之间,或者对于内部区域可以是大约450。有利地,三个不同区域的不同长度被设计成期望地将长形轴206与下面的观察镜的一部分对齐,从而沿着不同的长度产生具有期望的可变刚度的复合结构。在一些实施方式中,这些区段中的一个、更多个或所有的长度可以与列出的值不同。

[0187] 图18B示出了医疗器械200的长形轴206的代表性弯曲刚度分布曲线202。在所示实施方式中并且如在示例弯曲刚度分布曲线202中所见,医疗器械200的长形轴206包括三个具有基本上恒定的弯曲刚度的弯曲刚度区域和两个过渡区域,每个过渡区域位于一对相邻的弯曲刚度区域之间。在示出的示例中,医疗器械200包括(从远侧到近侧布置的)具有基本上恒定的弯曲刚度的第一弯曲刚度区域222、第一过渡区域224、具有基本上恒定的弯曲刚度的第二弯曲刚度区域226、第二过渡区域228、以及具有基本上恒定的弯曲刚度的第三弯曲刚度区域230。

[0188] 尽管示出并描述了三个弯曲刚度区域和两个过渡区域,但是其他实施方式可以包括其他数量的弯曲刚度区域和过渡区域。例如,医疗器械可以包括由一个、两个、三个、四个、五个或更多个过渡区域隔开的两个、三个、四个、五个、六个或更多个具有基本上恒定的弯曲刚度的弯曲刚度区域。

[0189] 在所示的实施方式中,第一弯曲刚度区域222具有最低的基本上恒定的弯曲刚度,第二弯曲刚度区域226具有高于第一弯曲刚度区域222的弯曲刚度的基本上恒定的弯曲刚度,第三弯曲刚度区域230具有高于第二弯曲刚度区域226的弯曲刚度的基本上恒定的弯曲刚度。因此,医疗器械200的弯曲刚度通常从远端212到近端210增加。在所有实施方式中都是如此。例如,弯曲刚度可以增加,减小,然后再次增加或一般地减小。

[0190] 此外,在所示的实施方式中,过渡区域224、228包括大体或基本上恒定的斜率。应当理解,每个过渡区域的斜率可以变化。例如,第一过渡区域224的斜率可以小于第二过渡区域228的斜率。同样,并非在所有实施方式中都是这种情况。

[0191] 作为参考,在一个示例中,图18B还示出了弯曲刚度分布曲线202如何与弯曲区段214、被动弯曲区段216和内轴区段218对准。在所示的实施方式中,每个区段包括一个具有基本上恒定的弯曲刚度的弯曲刚度区域。例如,第一弯曲刚度区域222被安置于弯曲区段214中,第二弯曲刚度区域226被安置于被动弯曲区段216中,第三弯曲刚度区域230被安置于内轴区段218中。长形轴206可以被配置成使得安置在该区段内的弯曲刚度区域的基本上恒定的弯曲刚度促进或使该区段执行其指定的功能。过渡区域224、228提供如下长度,在该长度上长形轴的弯曲刚度可以从较低的值逐渐变化到较高的值(反之亦然)。和以前一样,

具有弯曲刚度逐渐变化(相对于突然变化)的区域可以帮助避免长形轴206内的应力上升和故障点。

[0192] 在所示的实施方式中,过渡区域224、228被安置成与相邻区段交叠。例如,第一过渡区域224位于弯曲区段214与被动弯曲区段216之间并且与弯曲区段214和被动弯曲区段216部分地交叠。第二过渡区域228位于被动弯曲区段216与内轴区段218之间并且与被动弯曲区段216和内轴区段218部分地交叠。过渡区域的其他布置和位置也是可行的。例如,过渡区域可以完全安置在一个区段内,例如,在该区段的远端,在该区段的近端,或沿着在近端与远端之间的区段的长度。

[0193] 图18C是医疗器械200的长形轴206的截面图,该医疗器械包括例如如图18C所示的多模态构造,该多模态构造被配置成提供可变弯曲刚度分布曲线202。医疗器械200的多模态构造可以包括多个层。例如,如图所示,医疗器械200包括内层244和外层246。如图所示,内层244和外层246可以围绕工作或内部通道242。内部通道242可以在尺寸和形状上被配置成在其中容纳观察镜(例如,医疗器械100)。在一些实施方式中,观察镜可以伸缩通过内部通道242。可以在内部通道242周围设置衬套248。衬套248可以被配置成允许第一医疗器械100在使用期间自由地移动通过内部通道242。

[0194] 在所示的实施方式中,内层244和外层246都可以包括编织物护套。编织物护套可以包括由热塑性材料制成的编织物。在一些实施方式中,内层244和外层246之一包括牵引线208。如上所述,可以在长形轴的不同区域中调节编织物护套的各种特性以产生不同的弯曲刚度。例如,在每个层244、246中,编织物材料(硬度指标)、编织物几何结构和编织物经纬密度可以被调节以产生不同的弯曲刚度。代替所描述的模态或除了所描述的模态之外,还可以使用其他模态来创建医疗器械200的可变弯曲刚度分布曲线。

[0195] 图18D示意性地示出了根据一个实施方式的如何在医疗器械200的多层构造中调节各种模态以产生图18B所示的弯曲刚度分布曲线202。作为参考,在图18D中示出了医疗器械200的侧视图,并且示出了主动弯曲区段214、被动弯曲区段216和内轴区段218、以及具有基本上恒定的弯曲刚度的第一弯曲刚度区域222、第一过渡区域224、具有基本上恒定的弯曲刚度的第二弯曲刚度区域226、第二过渡区域228和具有基本上恒定的弯曲刚度的第三弯曲刚度区域230。

[0196] 在所示的实施方式中,示意性地示出了医疗器械200的第一层和第二层。第一层可以代表内层244,第二层可以代表外层246,其如上所述都可以是编织物护套。如图18D所示,第一层和第二层都可以包括至少两个不同的模态。在所示的示例中,第一层的第一模态包括四个不同的区段,并且第一层的第二模态包括四个不同的区段。在示出的示例中,第二层的第一模态包括四个不同的区段,并且第二层的第二模态包括六个不同的区段。与医疗器械100一样,一般地,在具有基本上恒定的弯曲刚度的弯曲区域222、226、230中不发生或限制区段之间的过渡,并且在过渡区域224、228内发生区段之间的过渡,不过并非总是如此。可以使用具有不同数量的模态和不同数量的区段的其他数量的层。

[0197] B. 调节弯曲刚度分布曲线.

[0198] 如上所述,在一些实施方式中,复合结构(有时称为医疗器械)可以包括位于鞘(例如医疗器械200)的内部通道内的观察镜(例如医疗器械100)。如上所述,只要观察镜位于鞘的内部通道内,术语“复合结构”可以指代并且涵盖观察镜和鞘的所有部分,包括观察镜的

可以从鞘向远侧延伸的部分,或者鞘的可以从观察镜向远侧延伸的部分。观察镜和鞘之一或两者可以包括如上所述的可变弯曲刚度分布曲线(例如,参见图16B和图18B)。复合结构可以包括作为观察镜和鞘的各个可变弯曲刚度分布曲线的组合的可变弯曲刚度分布曲线。此外,可以通过调整观察镜和鞘的相对位置来调节、改变或变化复合结构的可变弯曲刚度分布曲线。在一些实施方式中,复合结构的可变弯曲刚度分布曲线的调节可以在医疗过程期间(例如,术中)手动地或机器人地进行,以便于医疗过程。

[0199] 图19A示出了医疗器械或复合结构300。复合结构300包括安置在鞘200(例如,图18A至图18D的医疗器械200)的内部通道内的观察镜100(例如,图16A至图16D的医疗器械100)。具体地,观察镜100的长形轴106可以延伸穿过鞘200的长形轴206的内部通道242。在一些实施方式中,观察镜100和鞘200是同轴的。在图19A的所示实施方式中,观察镜100和鞘200相对于彼此安置,使得观察镜100的远端112与鞘200的远端212对齐。

[0200] 虽然观察镜100和鞘200可以是同轴的,但是它们可以相对于彼此独立地被控制。例如,观察镜100包括器械基部104,该器械基部可以附接至第一机器人臂上的器械驱动机构。第一机器人臂可以使器械基部104沿方向107移动以插入或缩回观察镜100。类似地,鞘200包括可以附接至第二机器人臂上的器械驱动机构的器械基部204。第二机器人臂可以使器械基部204沿方向207移动以插入或缩回鞘200。观察镜在方向107上的移动可以独立于鞘200在方向207上的移动。在一些实施方式中,观察镜100和鞘200的长度不是共延的,因此一个(通常是鞘200)会比另一个(通常是观察镜100)短。

[0201] 图19B分别示出了观察镜100、鞘200和复合结构300的示例弯曲刚度分布曲线102、202、302。观察镜100可以包括如上所述的可变弯曲刚度分布曲线102(例如,参见图16B)。在所示的示例中,观察镜100的弯曲刚度分布曲线102包括四个具有基本上恒定的弯曲刚度的弯曲刚度区域和三个过渡区域。鞘200还可以包括如上所述的可变弯曲刚度分布曲线202(例如,参见图18B)。在所示的示例中,鞘200的弯曲刚度分布曲线202包括三个具有基本上恒定的弯曲刚度的弯曲刚度区域和两个过渡区域。

[0202] 如图19B所示,复合结构300包括基于观察镜100和鞘200的弯曲刚度分布曲线102、202的弯曲刚度分布曲线302。在所示的实施方式中,弯曲刚度分布曲线302包括五个具有基本上恒定的弯曲刚度的弯曲刚度区域和四个过渡区域。因此,在一些实施方式中,复合结构300的弯曲刚度分布曲线302包括相比于观察镜100和鞘200的弯曲刚度分布曲线102、202之一或两者更多的具有基本上恒定的弯曲刚度的弯曲刚度区域和/或更多的过渡区域。在一些实施方式中,复合结构300的弯曲刚度分布曲线302包括与观察镜100和鞘200的弯曲刚度分布曲线102、202之一或两者相同数量的具有基本上恒定的弯曲刚度的弯曲刚度区域和/或更多的过渡区域。

[0203] 例如,如果观察镜100包括 n 个弯曲刚度区域,则在一些实施方式中,复合结构300可以包括在 $n+1$ 至 $2n$ (包括两端)或更多之间的任何数量的弯曲刚度区域。作为另一示例,如果鞘200包括 m 个弯曲刚度区域,则在一些实施方式中,复合结构300可以包括在 $m+1$ 至 $2m$ (包括两端)或更多之间的任何数量的弯曲刚度区域。作为另外的示例,如果观察镜包括 n 个弯曲刚度区域并且鞘200包括 m 个弯曲刚度区域,则在一些实施方式中,复合结构300可以包括 $n+m+1$ 至 $2(n+m)$ (包括两端)或更多之间的任何数量的弯曲刚度区域。

[0204] 此外,可以通过调整观察镜100和鞘200的相对位置来调节、改变或变化复合结构

300的弯曲刚度分布曲线302。图19C示出了示例,其中观察镜100的位置已经相对于鞘200被调整。具体地,在所示的示例中,观察镜100的远端112已经安置成超过鞘200的远端212(更远)。例如,这可以通过使观察镜100前进、使鞘200缩回或对其进行组合来实现。

[0205] 图19D分别示出了观察镜100、鞘200和复合结构300的弯曲刚度分布曲线102、202、302,其中观察镜100和鞘200的位置如图19C所示。在所示的示例中,复合结构300的弯曲刚度分布曲线302包括由过渡区域分开的六个具有基本上恒定的弯曲刚度的弯曲刚度区域。此外,应当理解,相对于图19B的弯曲刚度分布曲线302,图19D的弯曲刚度分布曲线302已经被调节或改变。这是因为,在观察镜100和鞘200处于不同位置的情况下,弯曲刚度分布曲线102、202以不同的方式排列,从而导致不同的弯曲刚度分布曲线302。

[0206] 因此,复合结构300可以基于观察镜100和鞘200的多个相对位置(包括其中观察镜100的远端112被安置超过鞘200的远端212的相对位置、其中鞘200的远端212安置超过观察镜100的远端112的相对位置、以及其中观察镜100的远端112与鞘200的远端212对齐的相对位置)有利地调节或改变其弯曲刚度分布曲线302。

[0207] 在一些实施方式中,使观察镜100相对于鞘200移动(反之亦然)可以导致复合结构的具有比移动之前具有更多、更少或相同数量的基本上恒定的弯曲刚度区域的弯曲刚度分布曲线302。

[0208] 在一些实施方式中,通过鞘200对观察镜100的调节只能沿着观察镜100的位于鞘200内的部分发生,如图19D所示,其中观察镜100的其余部分(例如,鞘200向远侧延伸的部分)具有其原始的弯曲刚度分布曲线。

[0209] 在医疗过程期间,医师和/或机器人使能的医疗系统可以调整观察镜100和鞘200的相对位置,以调节复合结构的弯曲刚度分布曲线302。可以这样做以产生更适合于要执行的特定操纵的弯曲刚度分布曲线302。在一些实施方式中,这是手动执行的。在一些实施方式中,这是自动执行的(例如,如在处理器或导航系统的控制下)。在一些实施方式中,这在术中执行。这可以有利地允许在过程的不同情况期间使用不同的弯曲刚度分布曲线,而无需更换医疗器械。

[0210] 图20A至图20C呈现了与根据本文所述原理配置的复合结构(观察镜和鞘)的第一实施方式有关的实验数据。在该示例中,观察镜和鞘二者包括可变弯曲刚度分布曲线。图20A示出了观察镜和鞘的弯曲刚度分布曲线,以及当观察镜和鞘的远端对齐时复合结构的组合弯曲刚度分布曲线。图20B示出了观察镜和鞘的弯曲刚度分布曲线,以及当观察镜的远端延伸超过鞘的远端60mm时复合结构的组合弯曲刚度分布曲线。图20C示出了观察镜和鞘的弯曲刚度分布曲线,以及当观察镜的远端延伸超过鞘的远端150mm时复合结构的组合弯曲刚度分布曲线。比较图20A至图20C所示的复合结构的组合弯曲刚度分布曲线,可以看出,可以通过调整观察镜和鞘的相对位置来调节组合弯曲刚度分布曲线。

[0211] 图21A和图21B呈现了与根据本文所述原理配置的复合结构(观察镜和鞘)的第二实施方式有关的实验数据。在该示例中,观察镜和鞘二者包括可变弯曲刚度分布曲线。图21A示出了复合结构的在观察镜的相对于鞘的不同延伸下的可变刚度分布曲线。如图所示,复合结构的所有五个可变刚度分布曲线都是不同的。图21B示出了复合结构的根据观察镜相对于鞘的延伸的可变刚度分布曲线。同样,调整观察镜相对于鞘的位置调节复合结构的弯曲刚度分布曲线。

[0212] 图23是示出用于在患者腔内导航医疗器械的示例方法400的流程图。在一些实施方式中,医疗器械可以包括观察镜和鞘,例如上述的复合结构300。方法400可以在机器人医疗系统中实现。在一些实施方式中,方法400可以手动实现。

[0213] 方法400在框402处开始。在框402处,将医疗器械插入患者腔。该医疗器械可以包括观察镜和鞘。观察镜可以包括沿着观察镜的长度布置的多个弯曲刚度区域。在一些实施方式中,弯曲刚度区域中的每一个具有基本上均匀的弯曲刚度。鞘可以包括沿着鞘的长度和内部通道布置的多个弯曲刚度区域。观察镜可以位于鞘的内部通道内。患者腔可以包括支气管气道,不过方法400也可以被实现为与其他患者腔一起使用。

[0214] 接下来,在框404处,可以通过调整观察镜和鞘中的至少之一相对于观察镜和鞘中的另一个的位置来调节医疗器械的弯曲刚度分布曲线。在一些实施方式中,调节医疗器械的弯曲刚度分布曲线包括使观察镜前进和使鞘缩回中至少之一,以使得观察镜从鞘向远侧延伸。在一些实施方式中,调节医疗器械的弯曲刚度分布曲线包括使鞘前进和使观察镜缩回中至少之一,以使观察镜的远端位于鞘的内部通道内。在一些实施方式中,鞘的远端可以被远侧地安置成超过观察镜的远端。在一些实施方式中,观察镜的远端与鞘的远端对齐。

[0215] 在一些实施方式中,观察镜包括至少四个弯曲刚度区域,每个弯曲刚度区域具有沿着弯曲刚度区域的长度基本上恒定的弯曲刚度。在一些实施方式中,观察镜包括至少三个过渡区域,至少三个过渡区域中的每一个被安置于至少四个弯曲刚度区域中的一对弯曲刚度区域之间。在一些实施方式中,观察镜包括至少三个弯曲刚度区域,每个弯曲刚度区域具有沿着弯曲刚度区域的长度基本上恒定的弯曲刚度。在一些实施方式中,观察镜包括至少两个过渡区域,至少两个过渡区域中的每一个被安置于至少三个弯曲刚度区域中的一对弯曲刚度区域之间。在一些实施方式中,第一弯曲刚度区域的弯曲刚度小于其他弯曲刚度区域的弯曲刚度。在一些实施方式中,第三弯曲刚度区域延伸穿过导引件。在一些实施方式中,第四弯曲刚度区域不延伸穿过患者腔,也不延伸穿过导引件。

[0216] 3. 实施系统和术语.

[0217] 本文中公开的实现方式提供了用于具有可变弯曲刚度分布曲线的医疗器械的系统、方法和设备。

[0218] 应该注意的是,术语“耦接(couple)”、“耦接(coupling)”、“耦接(coupled)”或者词耦接(couple)的如本文中使用的其他变型可以指示间接连接或直接连接。例如,如果将第一部件“耦接”至第二部件,则第一部件可以经由另一部件间接连接至第二部件或者直接连接至第二部件。

[0219] 本文所述的位置估计和机器人运动致动功能可以作为一个或多个指令存储在处理器可读介质或计算机可读介质上。术语“计算机可读介质”是指可以由计算机或处理器访问的任何可用介质。作为示例而非限制,这样的介质可以包括随机存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、电可擦可编程只读存储器(EEPROM)、闪存、光盘只读存储器(CD-ROM)或其他光盘存储装置、磁盘存储装置或其他磁性存储装置、或者可以用于以指令或数据结构的形式存储期望的程序代码并且可以由计算机访问的任何其他介质。应当注意的是,计算机可读介质可以是有形的且非暂态的。如本文中所使用的,术语“代码”可以指能够由计算装置或者处理器执行的软件、指令、代码或数据。

[0220] 本文中公开的方法包括用于实现所描述的方法的一个或多个步骤或动作。在不

脱离权利要求的范围的情况下,方法步骤和/或动作可以彼此互换。换言之,除非正在描述的方法的正确操作需要步骤或动作的特定顺序,否则可以在不脱离权利要求的范围的情况下修改特定步骤和/或动作的顺序和/或使用。

[0221] 如本文中所使用的,术语“多个”表示两个或更多个。例如,多个部件表示两个或更多个部件。术语“确定”包含各种各样的动作,并且因此,“确定”可以包括计算、电脑运算、处理、导出、调查、查找(例如,在表、数据库或另一数据结构中查找)、查明等。另外,“确定”还可以包括接收(例如,接收信息)、访问(例如,访问存储器中的数据)等。此外,“确定”可以包括解析、选择、挑选、建立等。

[0222] 除非另有明确说明,否则短语“基于”并不意味着“仅基于”。换言之,短语“基于”描述了“仅基于”和“至少基于”两者。

[0223] 如本文所用,术语“近似”或“约”是指长度、厚度、数量、时间段或其他可测量值的测量范围。这样的测量范围包括指定值的以及相对于指定值的 $\pm 10\%$ 或更小、优选 $\pm 5\%$ 或更小、更优选 $\pm 1\%$ 或更小、再更优选 $\pm 0.1\%$ 或更小的变化,只要这种变化是适当的,以便用于所公开的装置、系统和技术。

[0224] 提供了所公开的实现方式的先前描述,以使得本领域技术人员能够实现或者使用本发明。对于本领域技术人员而言,对这些实现方式的各种修改将是明显的,并且在不脱离本发明的范围的情况下,本文中限定的一般原理可以应用于其他实现方式。例如,应当理解的是,本领域普通技术人员将能够采用多个对应的替选和等同的结构细节,诸如紧固、安装、耦接或者接合工具部件的等同方式、用于产生特定致动运动的等同机构,以及用于递送电能的等同机构。因此,本发明不意在限于本文中所示的实现方式,而是符合与本文中公开的原理和新颖特征一致的最宽范围。

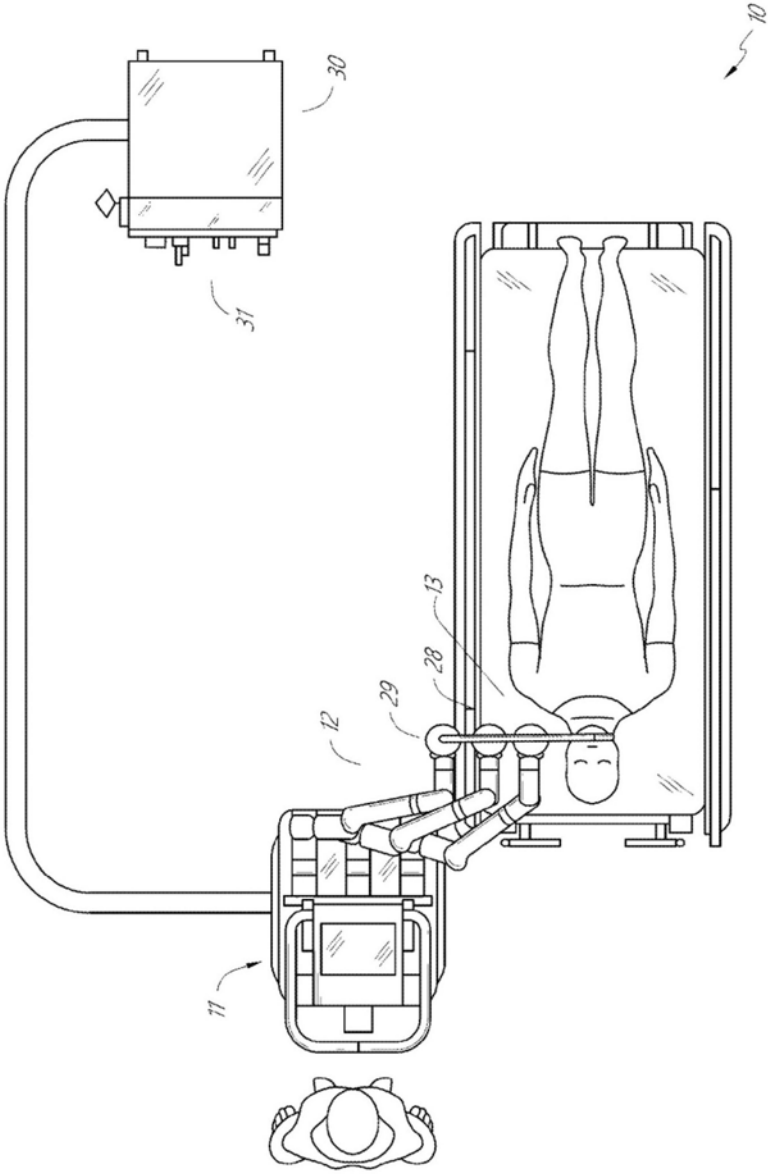


图1

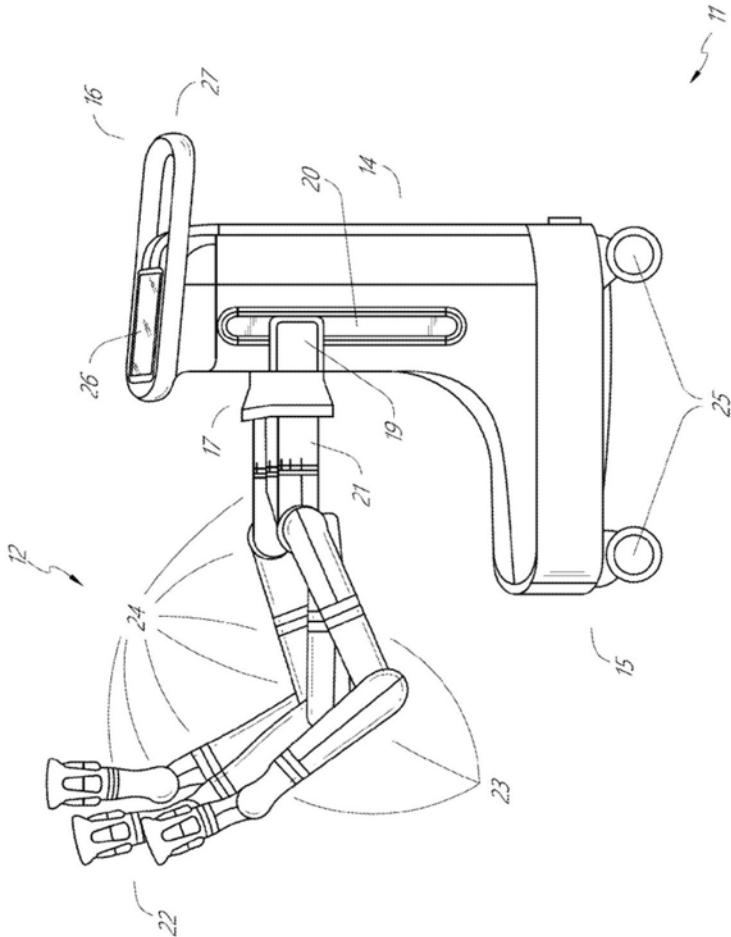


图2

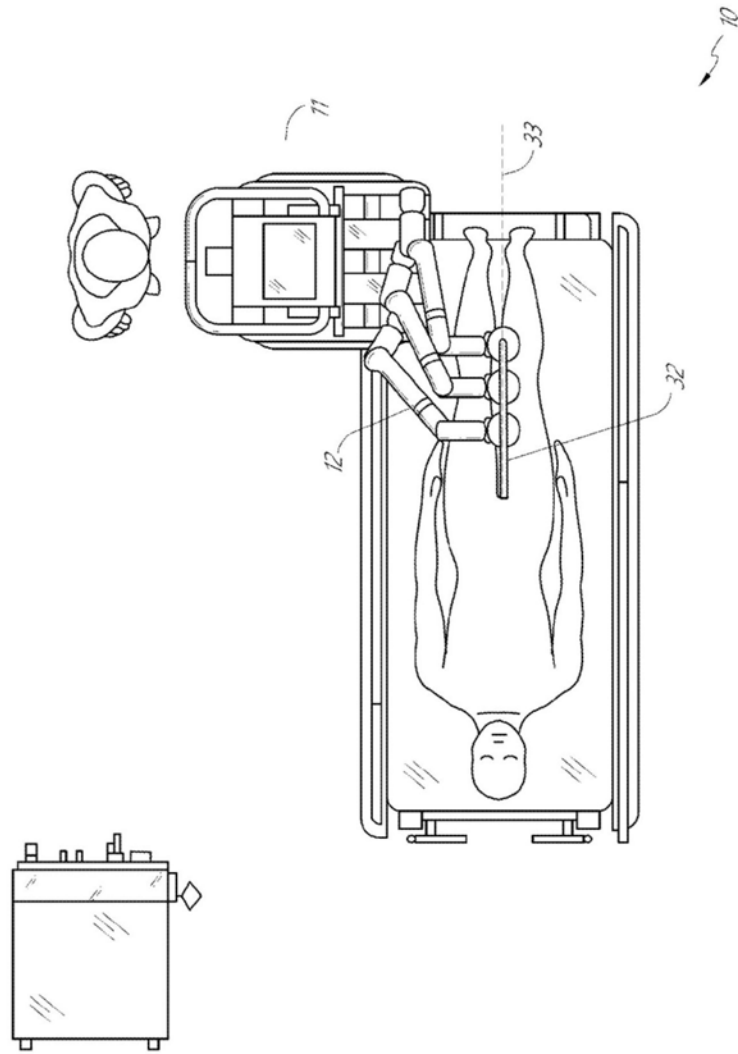


图3

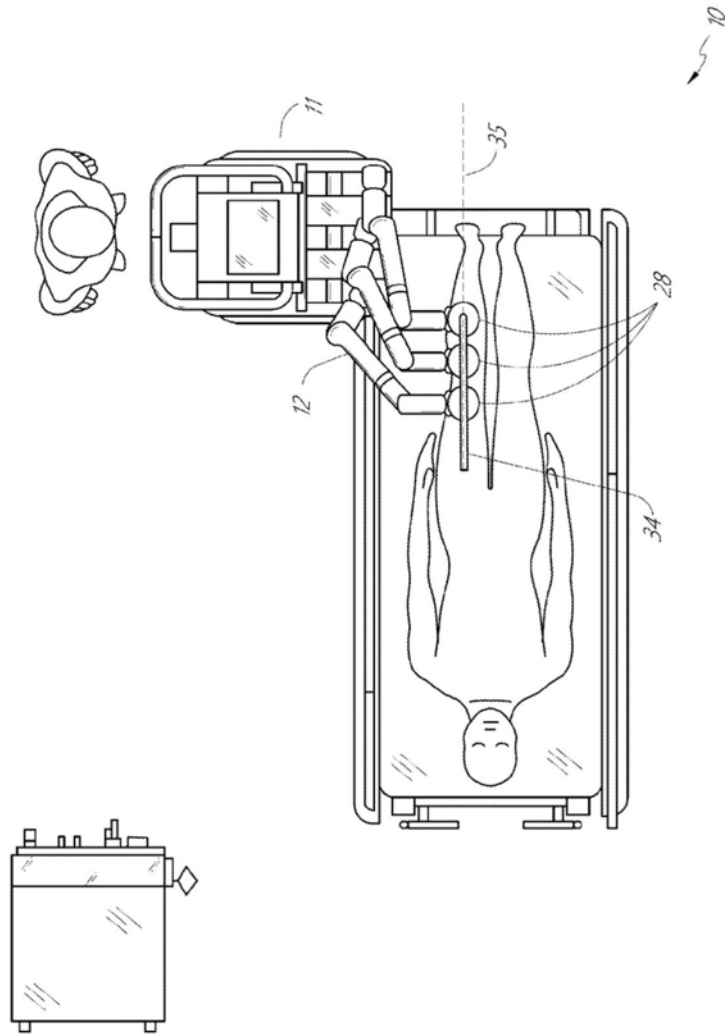


图4

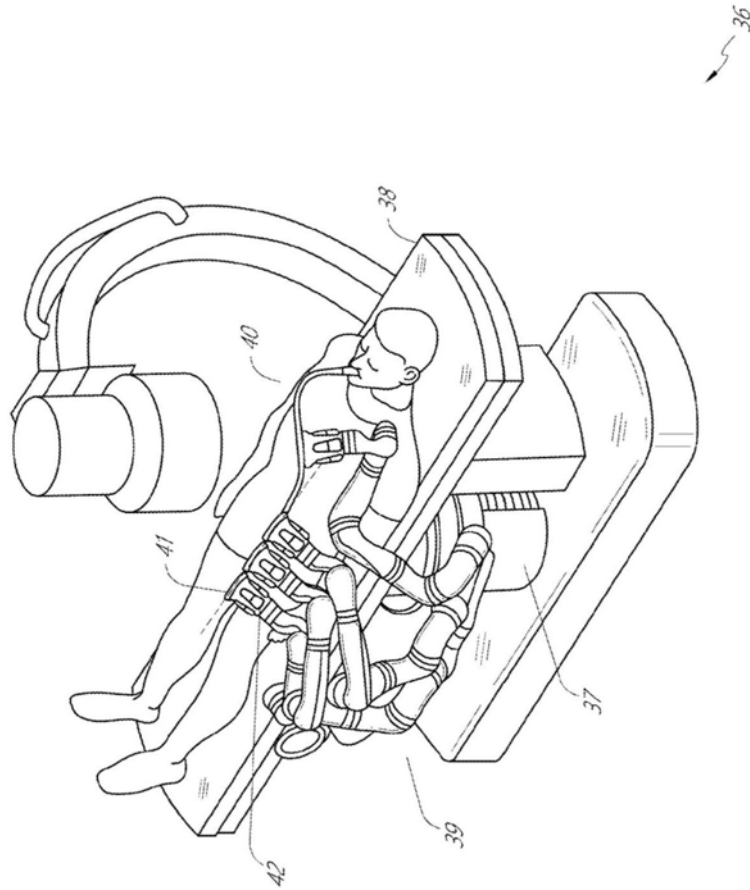


图5

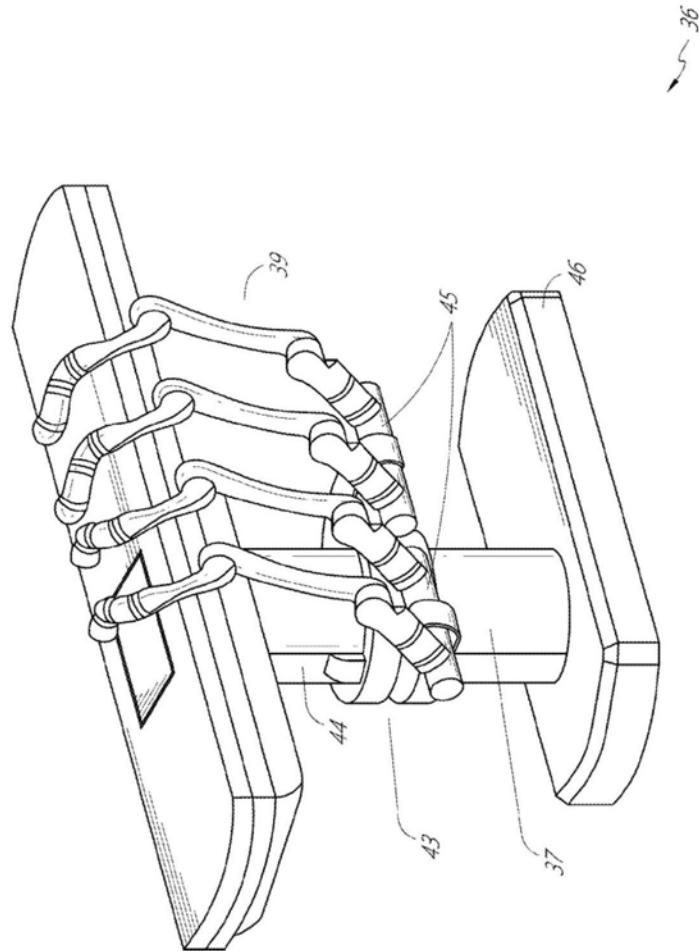


图6

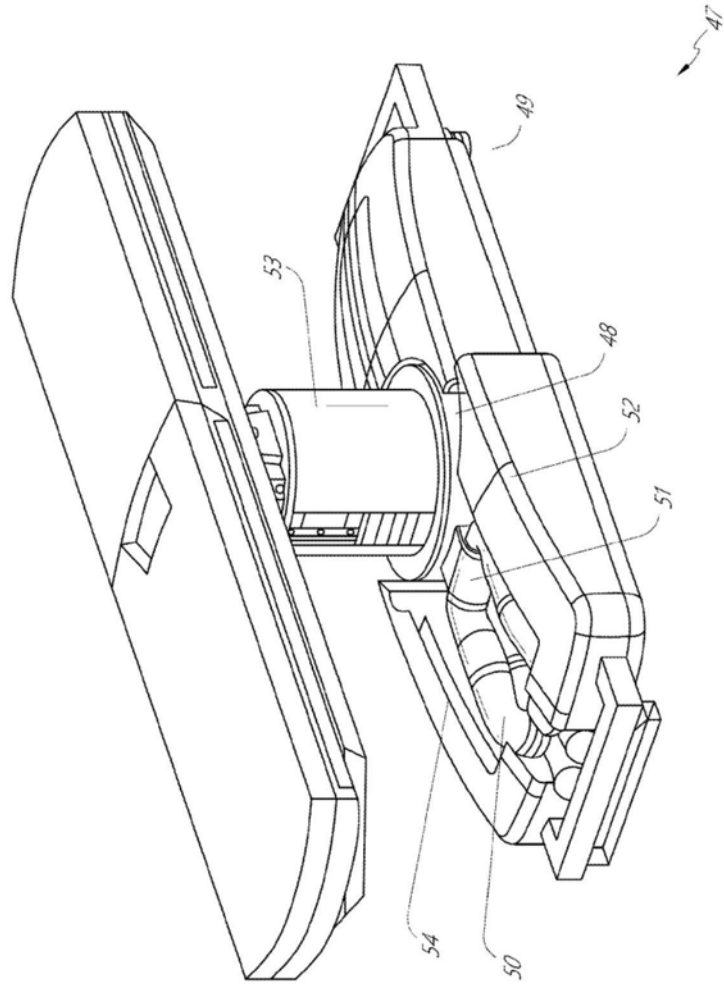


图7

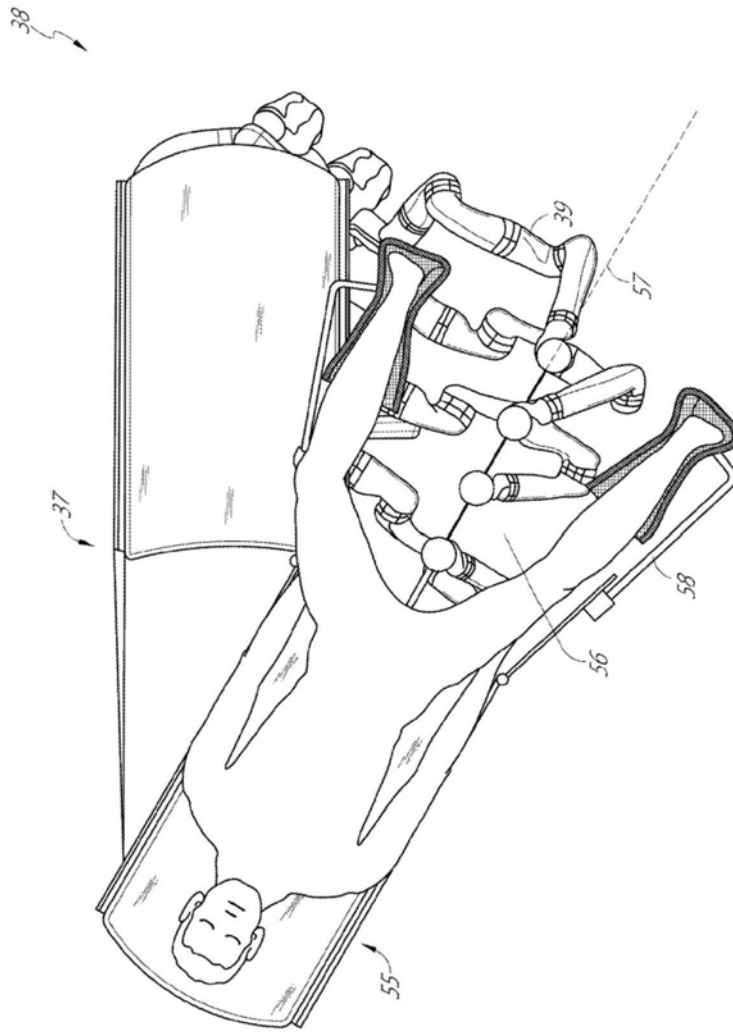


图8

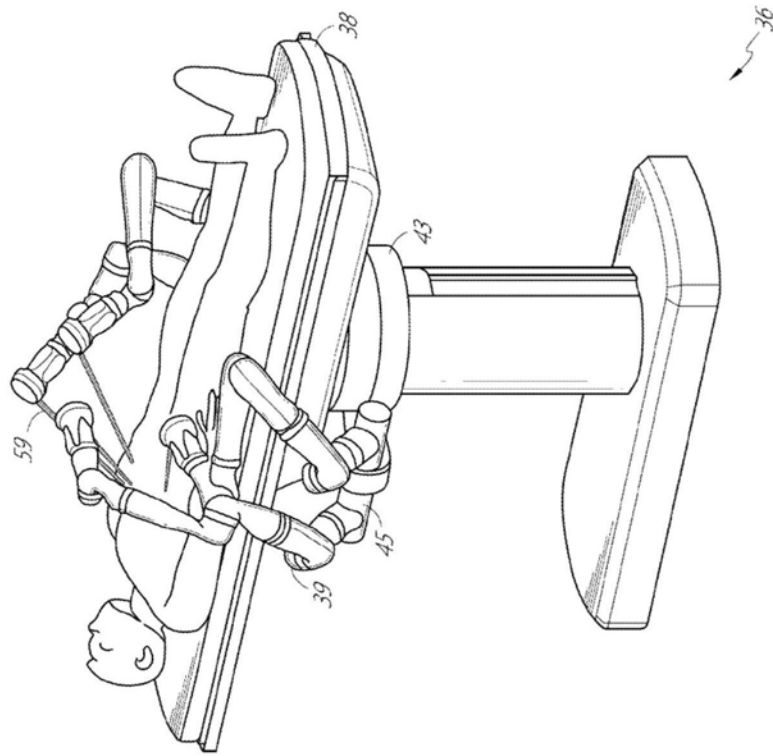


图9

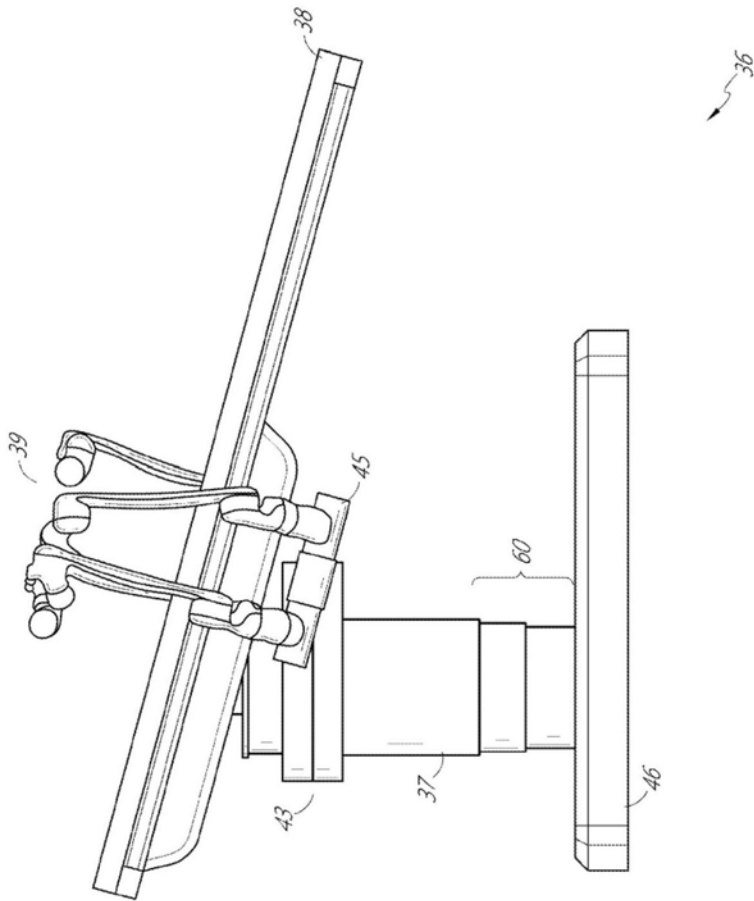


图10

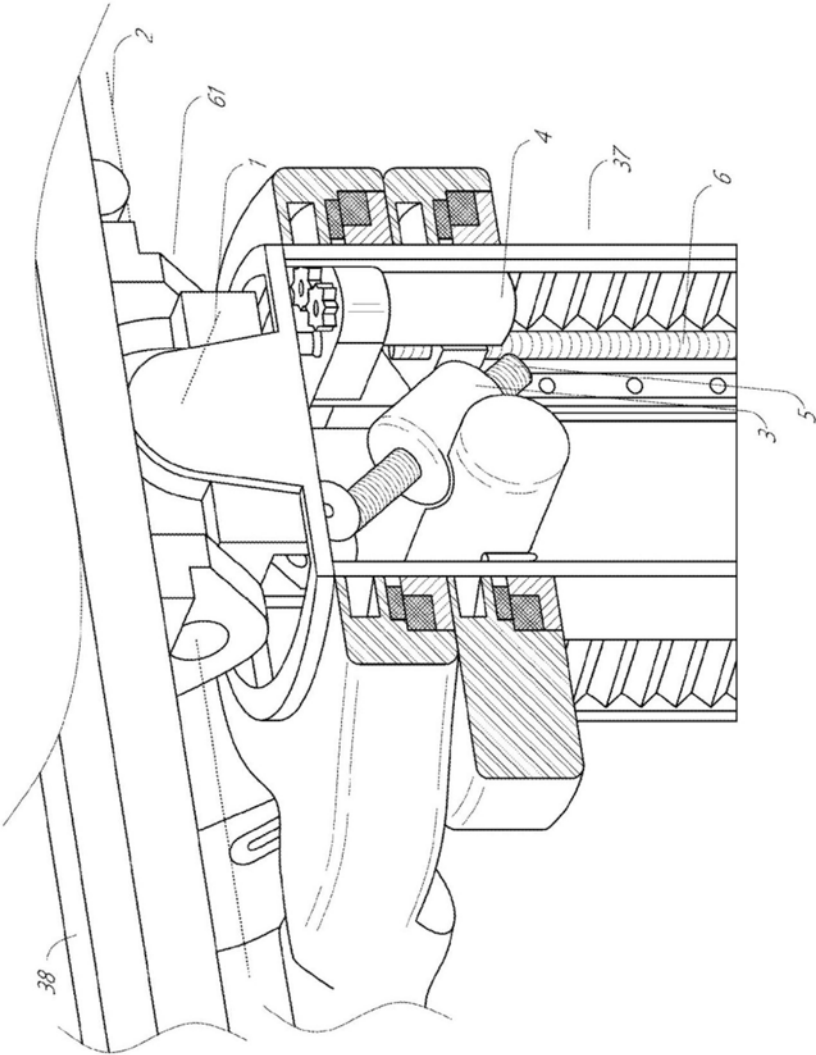


图11

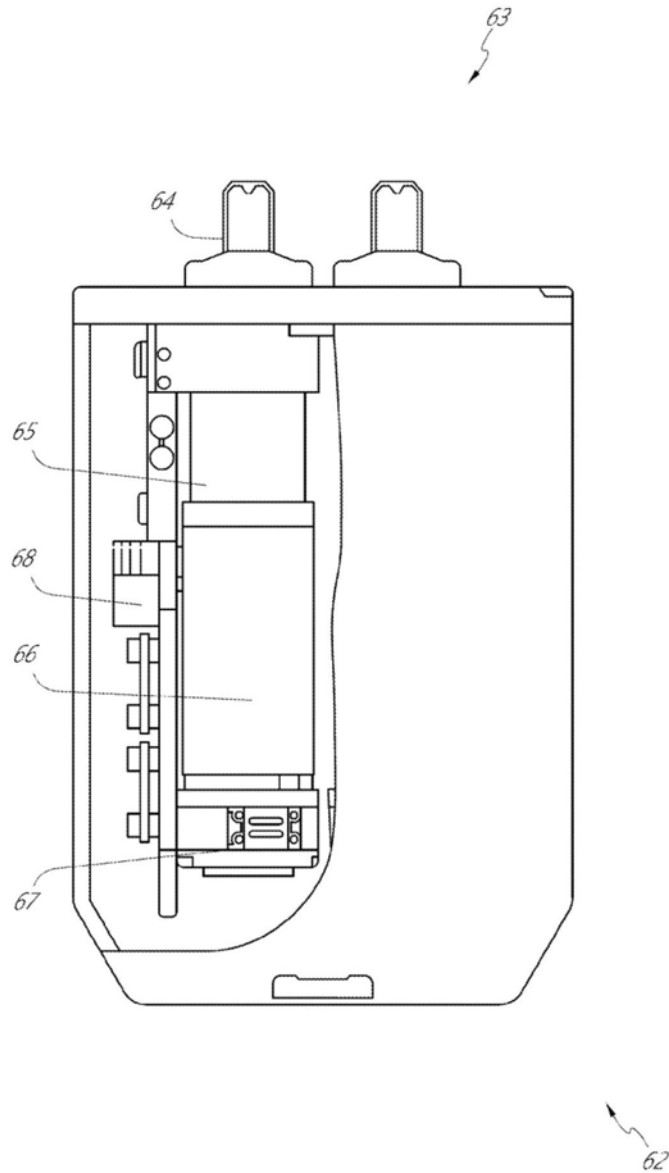


图12

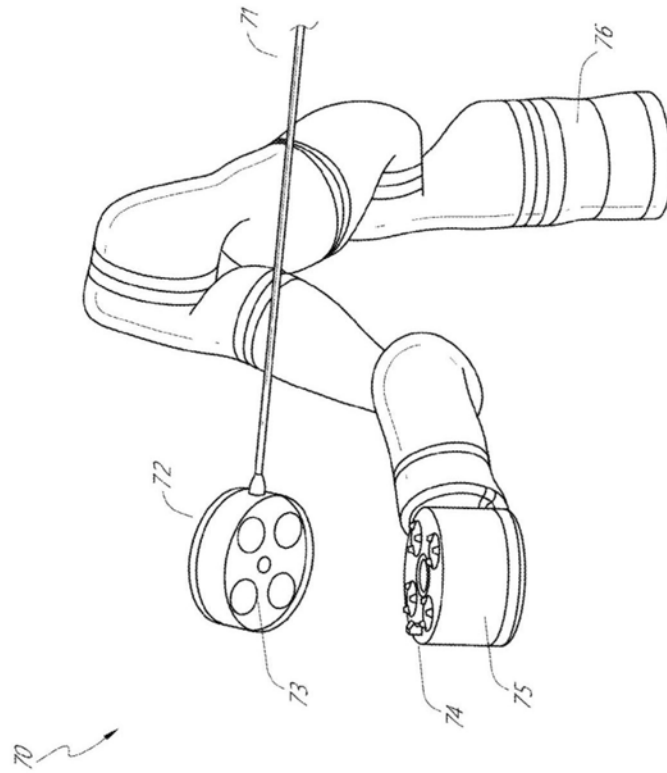


图13

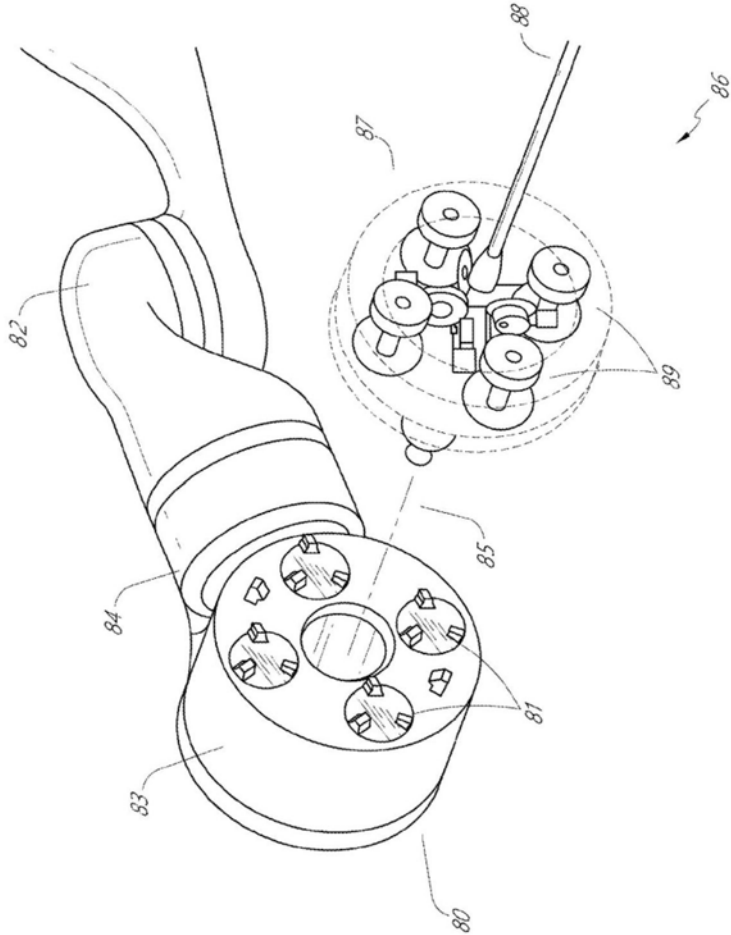


图14

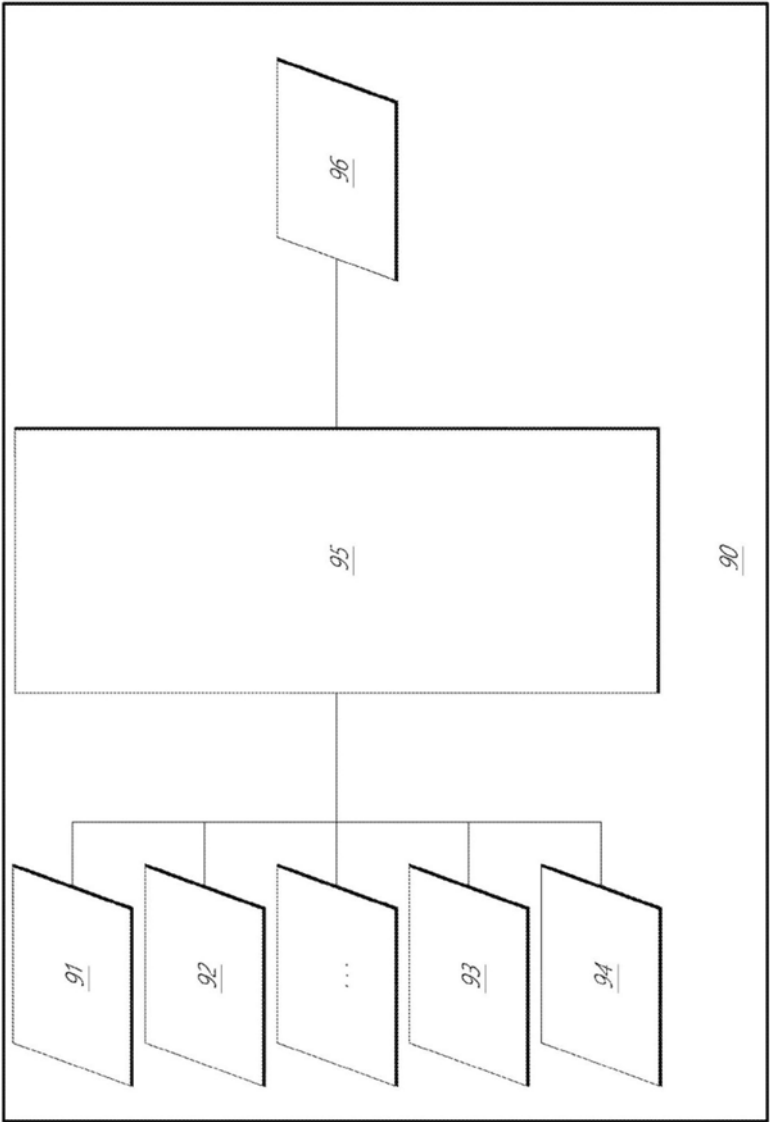


图15

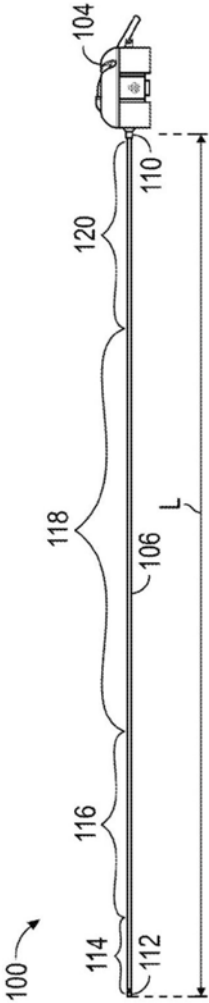


图16A

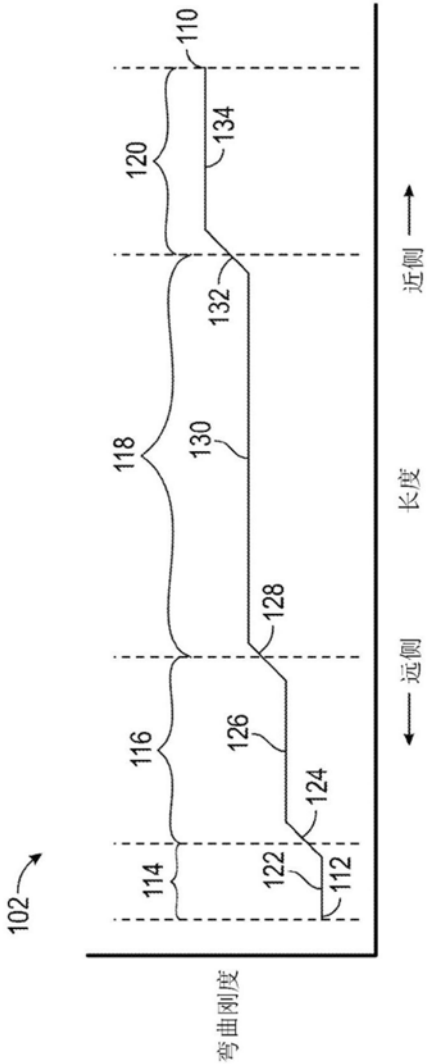


图16B

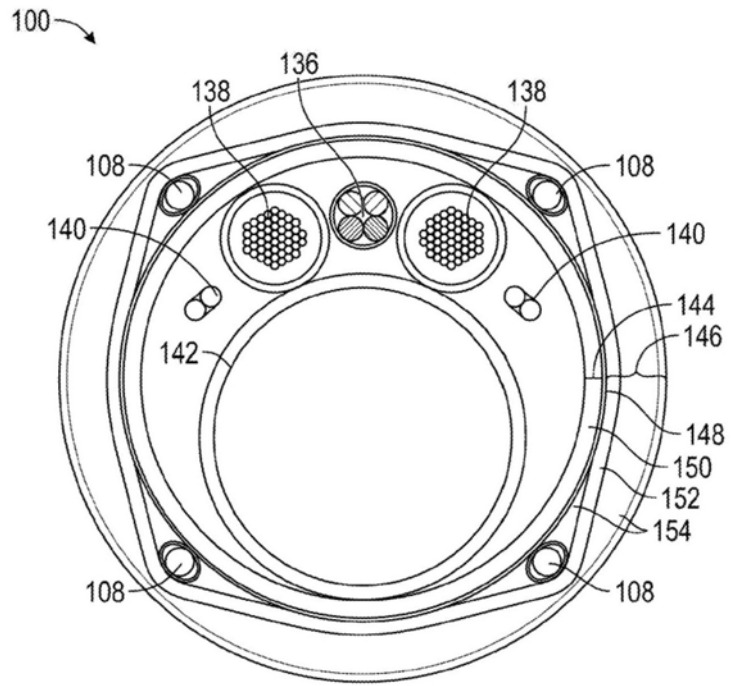


图16C

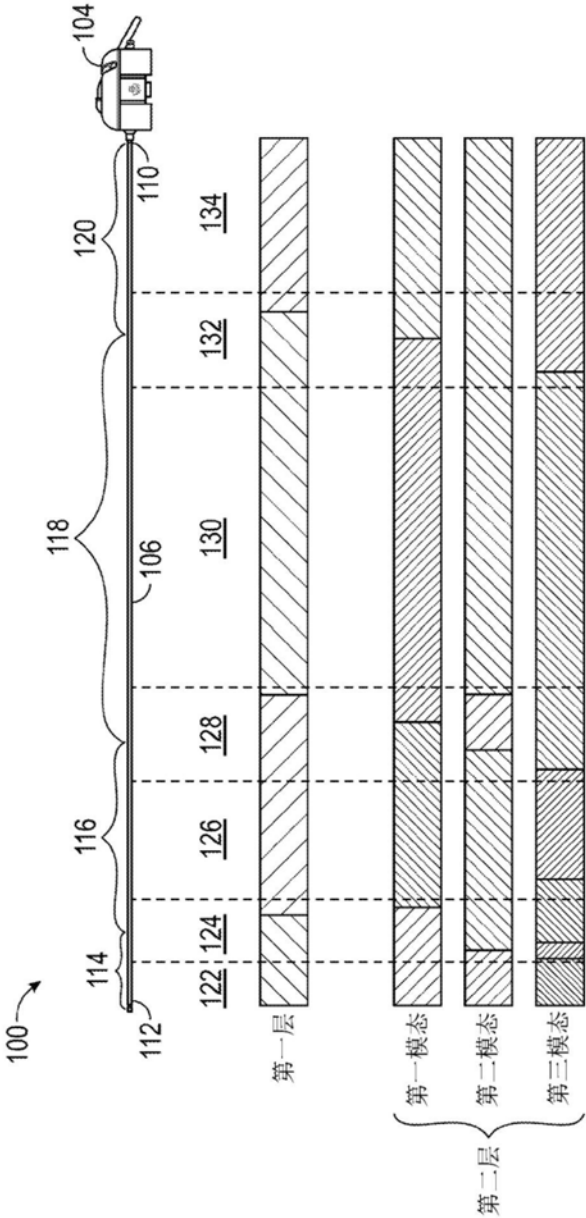


图16D

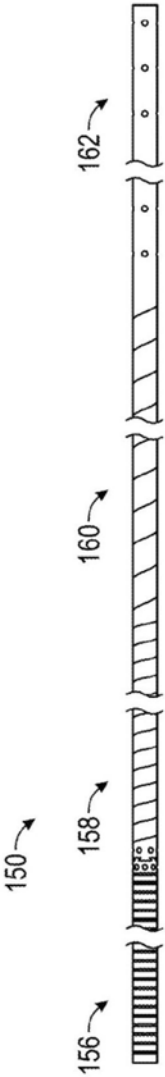


图17

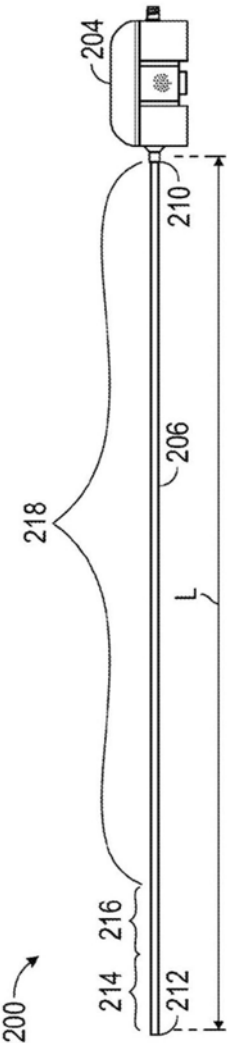


图18A

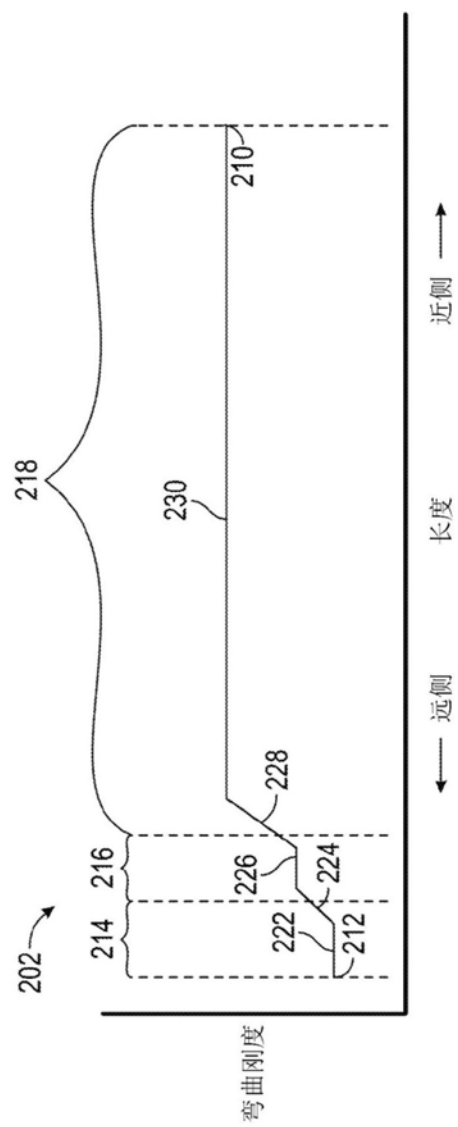


图18B

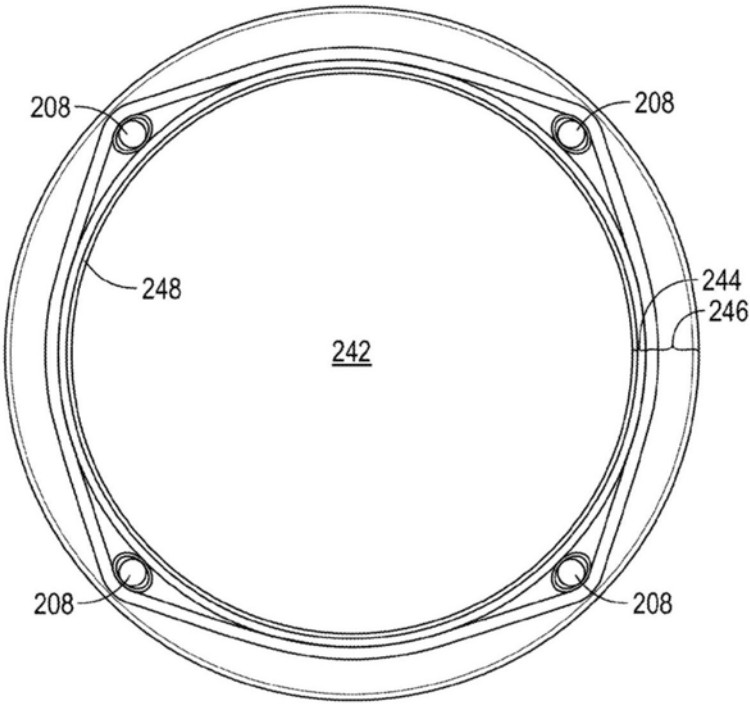


图18C

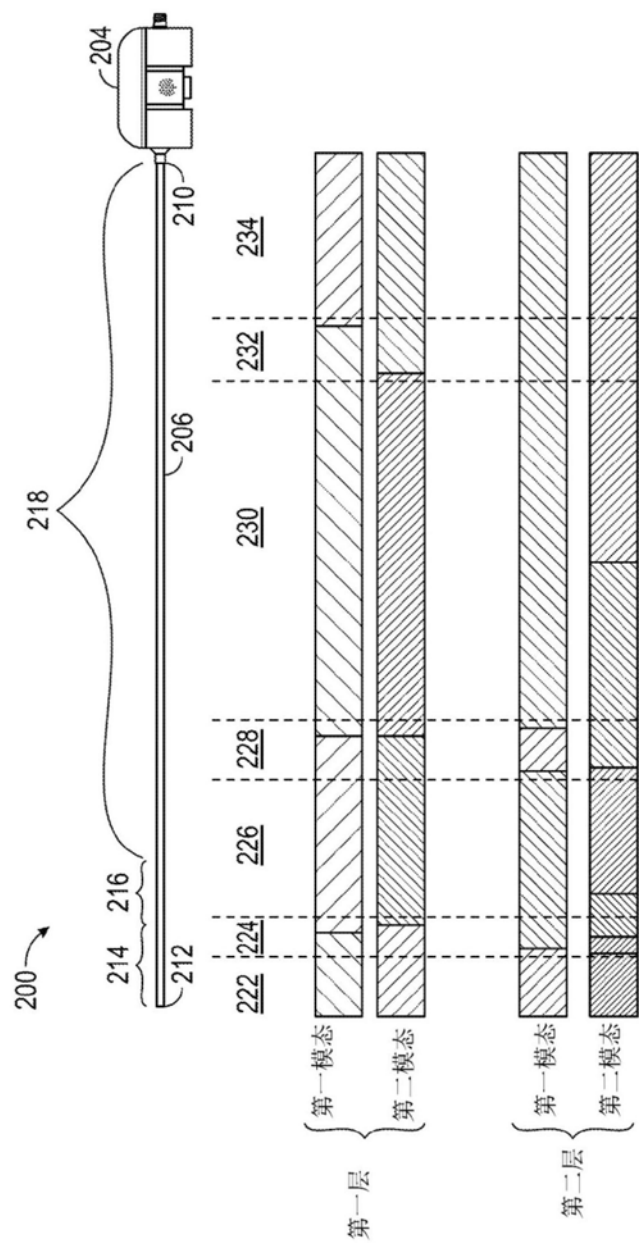


图18D

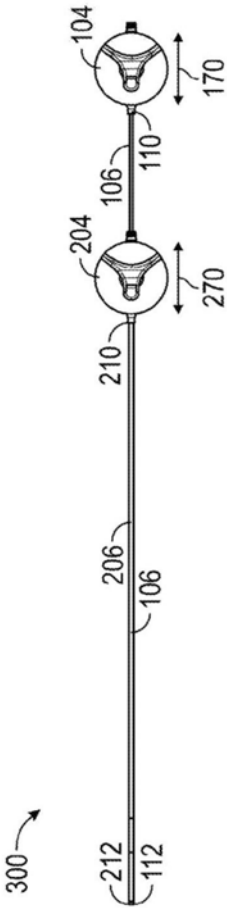


图19A

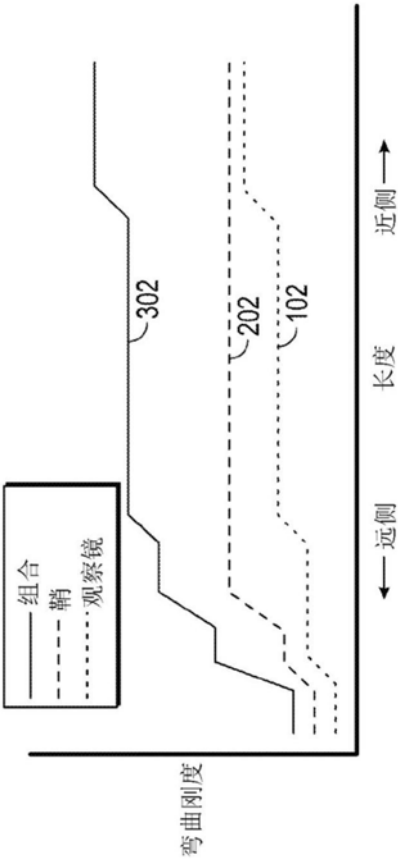


图19B

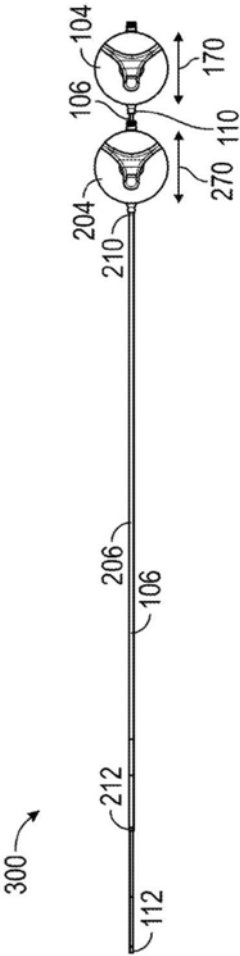


图19C

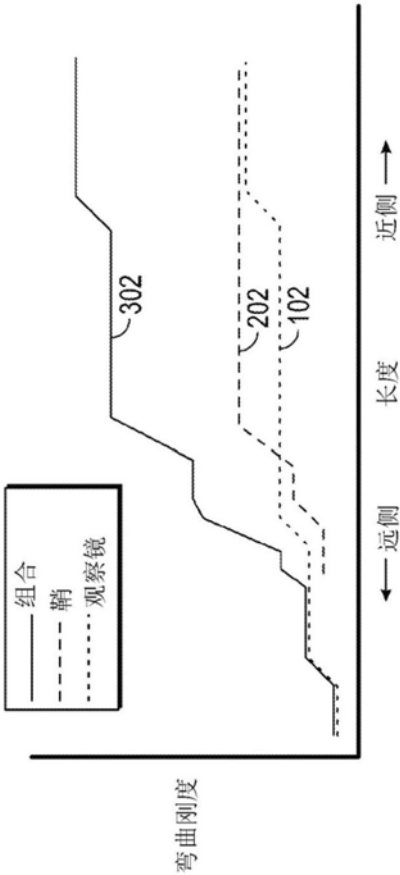


图19D

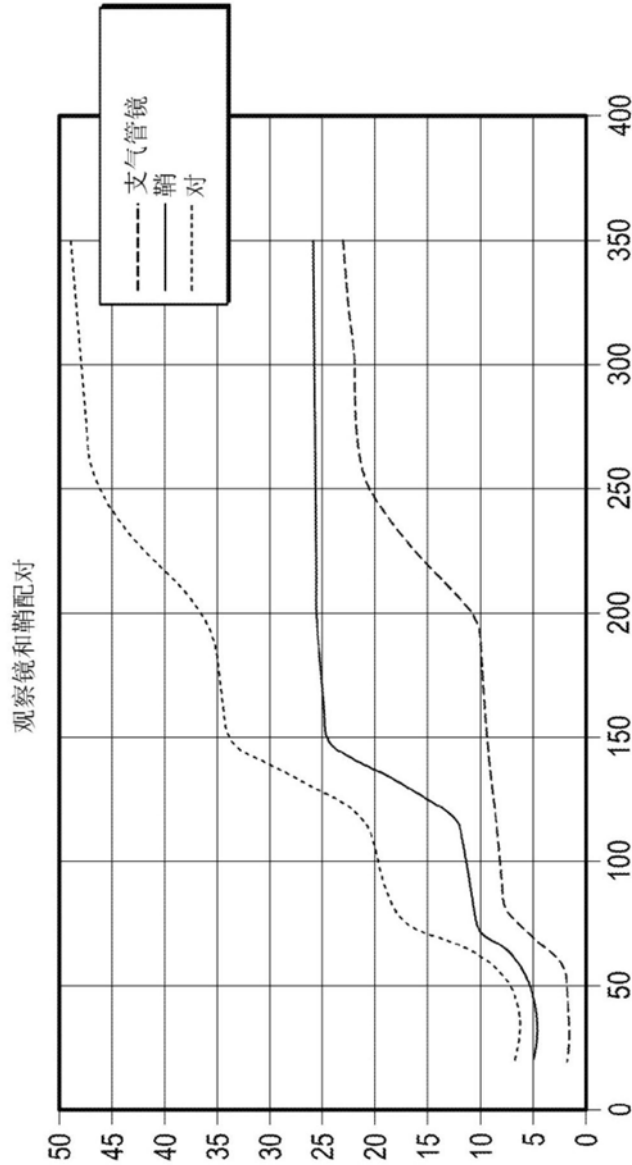


图20A

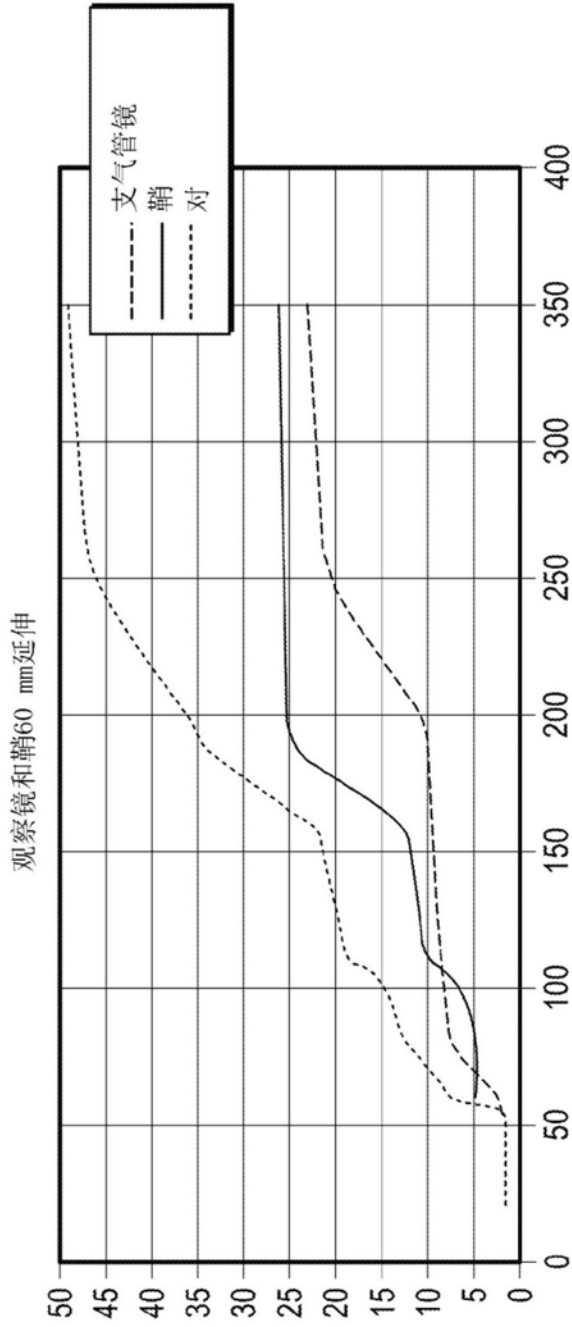


图20B

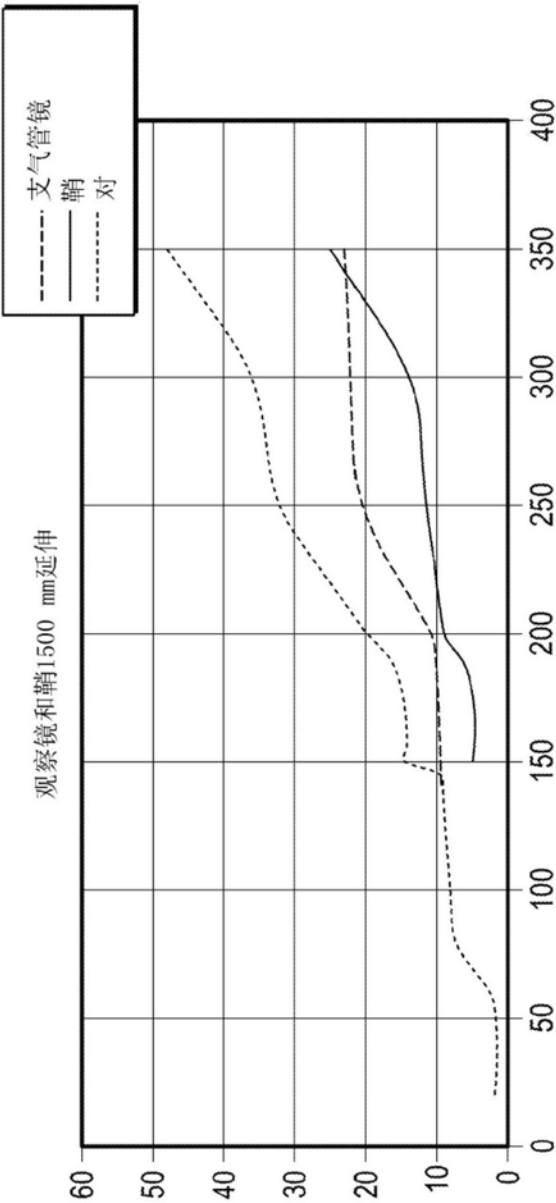


图20C

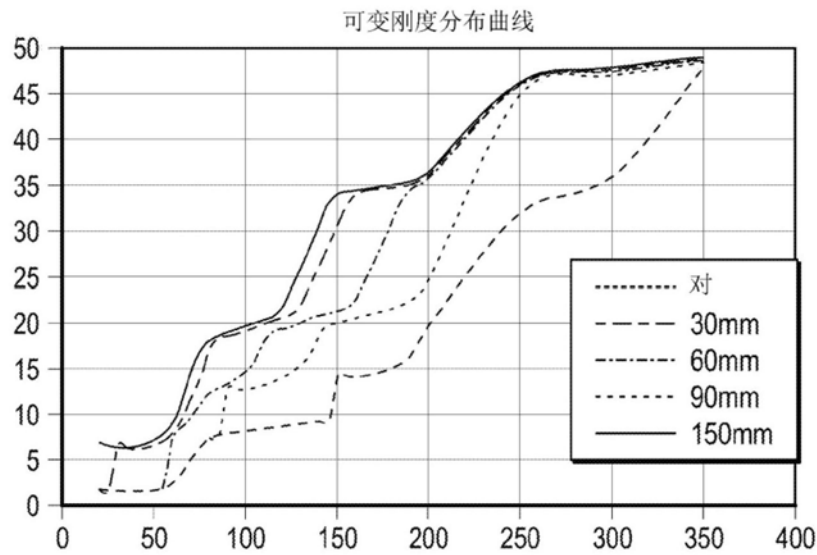


图21A

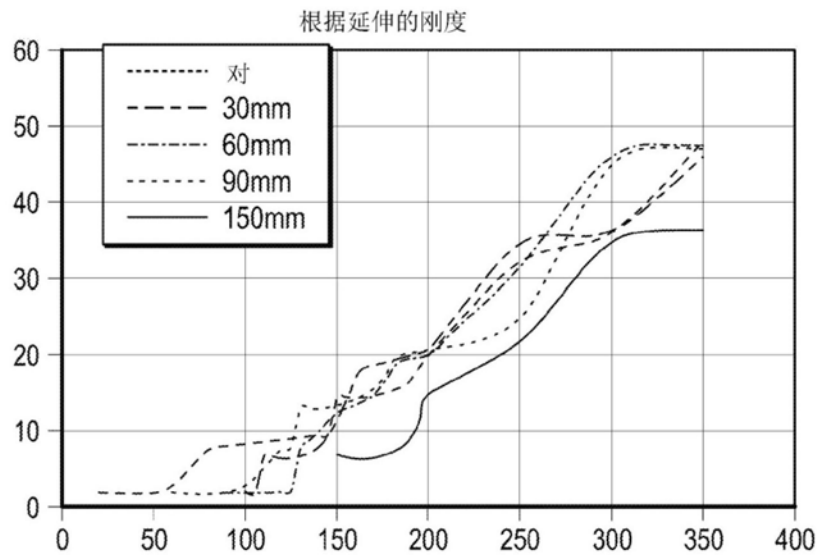


图21B

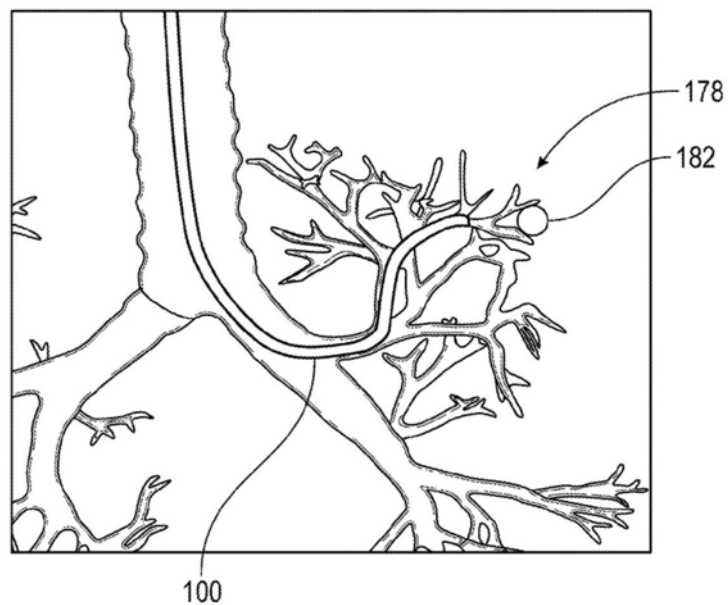


图22

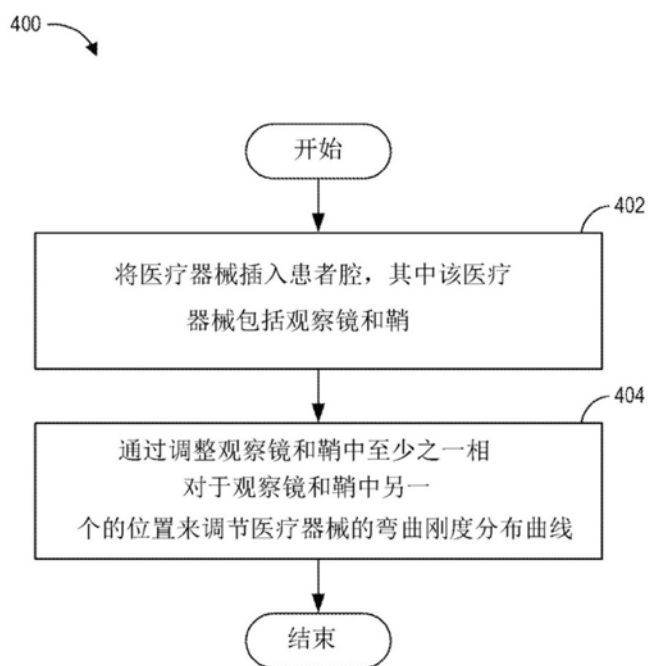


图23

专利名称(译)	具有可变弯曲刚度分布曲线的医疗器械		
公开(公告)号	CN110831480A	公开(公告)日	2020-02-21
申请号	CN201980003359.5	申请日	2019-02-20
发明人	阿代勒·阿尔-贾达 柯蒂斯·詹姆斯·卡顿 克里斯多佛·安德鲁·库克		
IPC分类号	A61B1/005 A61L29/14 B32B1/08		
CPC分类号	A61B1/00078 A61B1/00149 A61B1/0057 A61B34/37 A61B34/71 A61B2017/00305 A61M25/0045 A61M25/0051 A61M25/0053 A61M25/0054 A61M25/01 A61M25/0147 A61M2025/0681 A61B1/0055 A61B34/30 A61B2034/301 A61L29/02 A61L2400/16		
代理人(译)	王萍 杨林森		
优先权	62/649460 2018-03-28 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

公开了具有可变弯曲刚度分布曲线的医疗器械。医疗器械可以包括弯曲刚度分布曲线，该弯曲刚度分布曲线包括由过渡区域隔开的具有基本上恒定的弯曲刚度的多个弯曲刚度区域。弯曲刚度分布曲线可以通过沿着医疗器械的长度调节其各个模态来实现。复合医疗器械可以包括在鞘内伸缩的观察镜。可以通过调整观察镜和鞘的相对位置来调节复合医疗器械的可变弯曲刚度分布曲线。

