



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108472025 A

(43)申请公布日 2018.08.31

(21)申请号 201680071141.X

(22)申请日 2016.10.05

(30)优先权数据

62/237,476 2015.10.05 US

62/237,483 2015.10.05 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.06.04

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2016/055586 2016.10.05

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/062516 EN 2017.04.13

(71)申请人 弗莱克斯德克斯公司

地址 美国密歇根州

(72)发明人 J·M·利希特 S·奥塔 D·沙玛

Z·齐默曼 B·约翰森

C·K·霍尔梅斯 P·F·科斯塔

B·D·拉罗斯 R·苏利文

R·B·兰克

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 苏娟 尹景娟

(51)Int.Cl.

A61B 17/00(2006.01)

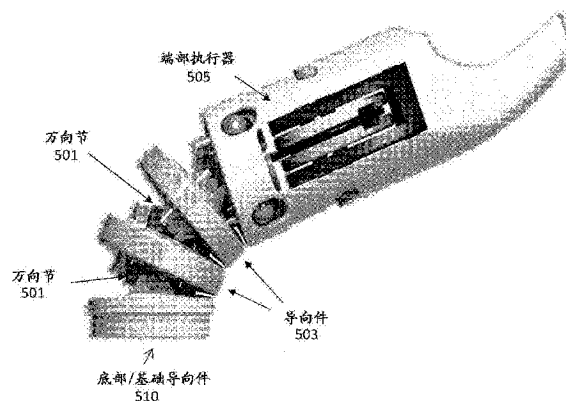
权利要求书5页 说明书27页 附图31页

(54)发明名称

具有平滑铰接的多簇接头的医疗装置

(57)摘要

本发明涉及一种铰接式接头,其包括多簇接头,其中每一连续成对链节通过万向节交接,该万向节在同一平面内提供围绕两个正交轴线的旋转。因此,铰接接头包括交替顺序的链节和万向节。此外,可有多条线缆附接至一个或多个链节。当这些线缆被选择性地拉动和释放时,可以实现铰接接头的任一期望的铰接。可以有一个传输构件延伸穿过链节和万向节,平行于接头的在其标称非铰接状态下的中心纵向轴线。该传输构件可以是被拉动(例如线缆或柔性拉杆)并且将该铰接式接头加载成压缩状态的张紧构件,或者该传输构件可以是将该铰接式接头加载成拉伸状态的柔性推杆。



1. 一种医疗装置,所述医疗装置具有能够平滑地致动的具有紧凑的最小弯曲半径的铰接式多簇接头,所述装置包括:

细长的工具轴;

铰接运动输入件,其能够驱动所述多簇接头的铰接运动;

端部执行器,其在所述细长的工具轴的远端处;

其中,所述多簇接头位于所述工具轴和所述端部执行器之间并且包括:

多个接头簇,其中,每个接头簇在非铰接状态下具有接头簇轴线,并且当完全铰接时在任一铰接运动方向上具有相同的最小弯曲半径,每个接头簇提供两个正交的旋转自由度,此外每个接头簇包括沿着所述接头簇轴线穿过所述接头簇的开口;

端部执行器传输线缆,其延伸穿过所述多簇接头的每个接头簇的开口;以及

线缆管理导向件,所述线缆管理导向件穿过所述接头簇的开口,所述线缆管理导向件能够防止所述端部执行器传输线缆在穿过所述接头簇的每个开口内的横向运动,同时允许所述端部执行器传输线缆沿着所述接头簇轴线轴向运动。

2. 一种医疗装置,该医疗装置具有能够平滑地致动的具有紧凑的最小弯曲半径的铰接式多簇接头,所述装置包括:

细长的工具轴;

在所述工具轴的近端处的铰接运动输入件;

在所述细长的工具轴的远端处的端部执行器;

其中,所述多簇接头位于所述工具轴与所述端部执行器之间,并且包括:

多个接头簇,其中,每个接头簇在非铰接状态下具有接头簇轴线,并且当完全铰接时在任一铰接运动方向上具有相同的最小弯曲半径,其为所述多簇接头的直径的1.2倍或更小,并且每个接头簇提供两个正交的旋转自由度,此外每个接头簇包括沿着所述接头簇轴线穿过所述接头簇的开口;

延伸穿过所述多簇接头的每个接头簇的开口的端部执行器传输线缆;以及

线缆管理导向件,所述线缆管理导向件穿过所述接头簇的开口,所述线缆管理导向件能够防止所述端部执行器传输线缆在穿过所述接头簇的每个开口内的横向运动,同时允许所述端部执行器传输线缆沿着所述接头簇轴线轴向运动。

3. 根据权利要求1或2所述的装置,其中,所述线缆管理导向件包括线缆通道,以定位所述端部执行器传输线缆,并且防止所述端部执行器传输线缆在穿过所述接头簇的每个开口内横向运动,同时允许所述端部执行器传输线缆沿所述接头簇轴线轴向运动。

4. 根据权利要求1或2所述的装置,其中,所述铰接运动输入件包括通过输入接头连接到所述细长的工具轴的手柄。

5. 根据权利要求1或2所述的装置,其中,每个接头簇包括:第一半万向节导向件、第二半万向节导向件以及具有第一对共线万向节主轴和第二对共线万向节主轴的万向节,这两对是正交的并且位于一个簇平面内,并且万向节定位在所述第一半万向节导向件和第二半万向节导向件之间。

6. 根据权利要求5所述的装置,其中,所述多个接头簇顺序地相邻布置,使得每个接头簇的所述第一半万向节导向件和第二半万向节导向件中的至少一个刚性地联接至相邻接头簇的半万向节导向件或者与其一体形成,形成一个全万向节导向件。

7. 根据权利要求6所述的装置,其中,所述全万向节导向件的每个半万向节包括一对共线轭,每对共线轭能够保持成对的共线万向节主轴中的一对,并且在所述全万向节导向件的第一侧上的半万向节导向件上的成对共线轭平行于在所述全万向节导向件的相对侧上的成对共线轭布置。

8. 根据权利要求6所述的装置,其中,所述全万向节导向件的每个半万向节包括一对共线轭,每对共线轭能够保持成对的共线万向节主轴中的一对,并且在所述全万向节导向件的第一侧上的半万向节导向件上的成对共线轭正交于在所述全万向节导向件的相对侧上的成对共线轭布置。

9. 根据权利要求1或2所述的装置,其中,所述线缆管理导向件被固定至以下中的至少一者:多个接头簇中的一个或多个、所述端部执行器和所述工具轴,以防止所述线缆管理导向件围绕任一接头簇轴线旋转。

10. 根据权利要求9所述的装置,其中,所述线缆管理导向件通过以下中的一种或多种方式固定:粘合剂或机械键合、或者在所述线缆管理导向件的外表面与一个或多个所述接合簇、端部执行器或工具轴之间的压配合。

11. 根据权利要求1或2所述的装置,其中,每个接头簇在簇平面中提供两个正交的旋转自由度。

12. 根据权利要求1或2所述的装置,还包括延伸穿过所述多簇接头的每个接头簇的开口第二端部执行器传输线缆。

13. 根据权利要求1或2所述的装置,其中,所述端部执行器传输线缆是弯曲度高的柔性线缆。

14. 根据权利要求1或2所述的装置,还包括一组铰接线缆,其沿着所述多簇接头的中性轴线从所述铰接运动输入件延伸并且侧向地定位在所述接头簇的开口之外,并且能够使所述多簇接头铰接运动。

15. 根据权利要求1或2所述的装置,其中,每个接头簇包括相对于每个相应的接头簇轴线轴对称的铰接运动极限,使得每个接头簇提供均匀的铰接扫掠和铰接滚动。

16. 根据权利要求1或2所述的装置,其中,所述多簇接头通过堆叠多个万向节和万向节导向件而形成。

17. 根据权利要求1或2所述的装置,其中,所述多簇接头包括多个万向节导向件和多个万向节,其中所述多簇接头通过以下方式组装:将所述多个万向节中的万向节相邻地堆叠在多个万向节导向件中的一对万向节导向件之间,使得每个万向节上的多个万向节主轴坐落于相邻万向节导向件上的多个开放的轭中。

18. 根据权利要求1或2所述的装置,其中,每个接头簇在任一铰接运动方向上的最小弯曲半径是所述多簇接头的直径的1倍或更小。

19. 根据权利要求1或2所述的装置,其中,每个接头簇在任一铰接运动方向上的最小弯曲半径是所述多簇接头的直径的0.8倍或更小。

20. 根据权利要求1或2所述的装置,其中,所述线缆管理导向件具有大于0.1GPa的杨氏模量。

21. 一种医疗装置,该医疗装置具有能够平滑地致动的具有紧凑的最小弯曲半径的铰接式多簇接头,所述装置包括:

细长的工具轴；

在所述工具轴的近端处的铰接运动输入件；

在所述细长的工具轴的远端处的端部执行器；

其中，所述多簇接头位于所述工具轴与所述端部执行器之间，并且包括：

多个接头簇，其中，每个接头簇在非铰接状态下具有接头簇轴线，并且当完全铰接时在任一铰接运动方向上具有相同的最小弯曲半径，其为所述多簇接头的直径的1.2倍或更小，并且每个接头簇提供两个正交的旋转自由度，此外每个接头簇包括：

第一半万向节导向件、第二半万向节导向件以及具有第一对共线万向节主轴和第二对共线万向节主轴的万向节，其中，两对正交且位于一簇平面中，此外所述万向节位于所述第一半万向节导向件和所述第二半万向节导向件之间；

沿接头簇轴线穿过接头簇的中央开口；

一对端部执行器传输线缆，其延伸穿过所述多簇接头的每个接头簇的开口，其中，所述端部执行器传输线缆易于弯曲；以及

线缆管理导向件，所述线缆管理导向件穿过所述接头簇的中央开口，所述线缆管理导向件能够防止所述端部执行器传输线缆在所述接头簇的中央开口内的横向运动，同时允许所述端部执行器传输线缆沿着所述接头簇轴线轴向运动，

其中，所述线缆管理导向件被固定至以下中的至少一者：所述多个接头簇中的一个或多个、所述端部执行器和所述工具轴，以防止所述线缆管理导向件围绕任一接头簇轴线旋转。

22. 根据权利要求21所述的装置，其中，所述线缆管理导向件包括至少一个线缆通道，以定位所述端部执行器传输线缆，防止所述端部执行器传输线缆在穿过所述接头簇的每个开口内的横向运动，同时允许所述端部执行器传输线缆沿所述接头簇轴线轴向运动。

23. 根据权利要求21所述的装置，其中，所述铰接运动输入件包括通过输入接头连接到所述细长的工具轴的手柄。

24. 根据权利要求21所述的装置，其中，所述多个接头簇彼此相邻串联布置，使得每个接头簇的第一半万向节导向件和第二半万向节导向件中的至少一个刚性地联接到相邻接头簇的半万向节导向件或与其一体形成，形成一个全万向节导向件。

25. 根据权利要求24所述的装置，其中，所述全万向节导向件的每个半万向节包括一对共线轭，每对共线轭能够保持成对的共线万向节主轴中的一对，此外在所述全万向节导向件的第一侧上的半万向节导向件上的成对共线轭平行于在所述全万向节导向件的相对侧上的成对共线轭布置。

26. 根据权利要求24所述的装置，其中，所述全万向节导向件的每个半万向节包括一对共线轭，每对共线轭能够保持成对的共线万向节主轴中的一对，此外在所述全万向节导向件的第一侧上的半万向节导向件上的成对共线轭正交于在所述全万向节导向件的相对侧上的成对共线轭布置。

27. 根据权利要求21所述的装置，其中，所述线缆管理导向件通过以下中的一种或多种方式固定：粘合剂、机械键合、以及在所述线缆管理导向件的外表面与一个或多个所述接合簇、端部执行器或工具轴之间的压配合。

28. 根据权利要求21所述的装置，还包括一组铰接线缆，其沿着所述多簇接头的中性轴

线从所述铰接运动输入件延伸并且侧向地定位在所述接头簇的开口之外,并且能够使所述多簇接头铰接运动。

29. 根据权利要求21所述的装置,其中,每个接头簇包括相对于每个相应的接头簇轴线轴对称的铰接运动极限,使得每个接头簇提供均匀的铰接扫掠和铰接滚动。

30. 根据权利要求21所述的装置,其中,所述多簇接头形成为堆叠,其中,每个万向节上的多个万向节主轴坐落于相邻万向节导向件上的多个开放的轭中。

31. 根据权利要求21所述的装置,其中,每个接头簇在任一铰接运动方向上的最小弯曲半径是所述多簇接头的直径的1倍或更小。

32. 根据权利要求21所述的装置,其中,每个接头簇在任一铰接运动方向上的最小弯曲半径是所述多簇接头的直径的0.8倍或更小。

33. 根据权利要求21所述的装置,其中,所述线缆管理导向件具有大于0.1GPa的杨氏模量。

34. 一种在医疗装置的远端区域处铰接多簇接头的方法,所述医疗装置具有细长的工具轴、通过输入接头联接到所述工具轴的近侧手柄、以及在所述医疗装置的远端处的端部执行器,所述方法包括:

相对于所述工具轴以俯仰和偏航方式移动所述医疗装置的手柄;

将所述手柄的俯仰和偏航运动通过所述细长的工具轴传递到所述多簇接头以使所述多簇接头铰接运动,其中,所述多簇接头包括多个接头簇,其中,每个接头簇在任一铰接运动方向上具有相同的最小弯曲半径,所述最小弯曲半径是所述多簇接头的直径的1.2倍或更小,所述接头簇包括第一半万向节导向件、第二半万向节导向件和具有第一对共线万向节主轴和第二对共线万向节主轴的万向节,其中,两对正交且位于簇平面中,所述万向节定位于所述第一半万向节导向件与所述第二半万向节导向件之间;

通过防止所述端部执行器传输线缆在每个簇平面内的横向运动来防止所述多簇接头的跳动,同时使用在穿过每个所述接头簇的开口内的线缆管理导向件,允许所述端部执行器传输线缆垂直于每个簇平面轴向运动;

由于所述线缆管理导向件通过抵抗每个接头簇的弯曲而防止所述多簇接头的屈曲;以及

通过致动手柄上的引起近侧地拉动所述端部执行器传输线缆的控制件或按钮或杆来致动所述端部执行器。

35. 根据权利要求34所述的方法,其中,防止屈曲包括防止由于具有大于0.1GPa的杨氏模量的所述线缆管理导向件的刚度引起的屈曲。

36. 根据权利要求34所述的方法,还包括当所述多簇接头铰接时防止所述线缆管理导向件相对于任一接头簇旋转。

37. 一种医疗装置,所述医疗装置具有能够平滑地致动的具有紧凑的最小弯曲半径的铰接式多簇接头,所述装置包括:

细长的工具轴;

在所述工具轴的近端处的铰接运动输入件;

在所述细长的工具轴的远端处的端部执行器;

其中,所述多簇接头位于所述工具轴与所述端部执行器之间,并且包括:

多个接头簇,其中,每个接头簇在非铰接状态下具有接头簇轴线,并且当完全铰接时在任一铰接运动方向上具有相同的最小弯曲半径,并且每个接头簇提供两个正交的旋转自由度,此外每个接头簇包括沿着所述接头簇轴线穿过所述接头簇的开口;

第一端部执行器传输线缆和第二端部执行器传输线缆,其中第一端部执行器传输线缆和第二端部执行器传输线缆延伸穿过所述多簇接头的每个接头簇的开口,其中,所述第一端部执行器传输线缆和所述第二端部执行器传输线缆以扭曲构造保持在所述多簇接头内,围绕彼此扭曲多于270度;以及

端部执行器致动控制输入件,其维持在所述第一端部执行器传输线缆和所述第二端部执行器传输线缆中的一者或两者上的张力。

38. 根据权利要求37所述的装置,其中,所述铰接运动输入件包括通过输入接头连接到所述细长的工具轴的手柄。

39. 根据权利要求37所述的装置,其中,每个接头簇包括:第一半万向节导向件、第二半万向节导向件和具有第一对共线万向节主轴和第二对共线万向节主轴的万向节,其中,两对是正交的并且位于一个簇平面中,此外所述万向节定位在所述第一半万向节导向件和所述第二半万向节导向件之间。

40. 根据权利要求39所述的装置,其中,所述多个接头簇相邻地顺序布置,使得每个接头簇的第一半万向节导向件和第二半万向节导向件中的至少一个刚性地联接到相邻接头簇的半万向节导向件或与其一体形成。

41. 根据权利要求37所述的装置,其中,每个接头簇在簇平面中提供两个正交的旋转自由度。

42. 根据权利要求37所述的装置,其中,所述第一端部执行器传输线缆和所述第二端部执行器传输线缆是弯曲度高的柔性线缆。

43. 根据权利要求37所述的装置,还包括一组铰接线缆,其从所述铰接运动输入件沿着所述多簇接头的中性轴线延伸并且侧向地定位在所述接头簇的所述开口之外,并且能够使所述多簇接头铰接运动。

44. 根据权利要求37所述的装置,其中,每个接头簇包括相对于所述接头簇轴线轴对称的铰接运动极限,使得每个接头簇提供均匀的铰接扫掠和铰接滚动。

45. 根据权利要求37所述的装置,其中,所述多簇接头通过堆叠多个万向节和万向节导向件而形成。

46. 根据权利要求37所述的装置,其中,所述多簇接头包括多个万向节导向件和多个万向节,所述多簇接头通过以下方式形成:将所述多个万向节中的万向节相邻地堆叠在所述多个万向节导向件中的一对万向节导向件之间,使得每个万向节上的多个万向节主轴坐落在相邻万向节导向件上的多个开放的轭中。

47. 根据权利要求37所述的装置,其中,每个接头簇在任一铰接运动方向上的最小弯曲半径是所述多簇接头的直径的1.2倍或更小。

具有平滑铰接的多簇接头的医疗装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本专利申请要求2015年10月5日提交的、名称为“ARTICULATING JOINT AND SUPPORTING MEMBER THEREOF”、序号为62/237,483的美国临时专利申请的优先权；以及2015年10月5日提交的、名称为“END-EFFECTOR JAW CLOSURE TRANSMISSION SYSTEMS FOR REMOTE ACCESS TOOLS”、序号为62/237,476的美国临时专利申请的优先权，其分别通过引用整体并入本文。

[0003] 本申请还可以涉及于2016年4月15日提交的、名称为“ATTACHMENT APPARATUS FOR REMOTE ACCESS TOOLS”、序号为15/130,915的美国专利申请，其要求2015年4月15日提交的序号为62/147,998的美国临时专利申请（名称为“FOREARM ATTACHMENT APPARATUS FOR REMOTE ACCESS TOOLS”）的优先权以及于2015年10月2日提交的序号为62/236,805的美国临时专利申请（名称为“FOREARM ATTACHMENT APPARATUS FOR REMOTE ACCESS TOOLS”）的优先权。本申请还可以涉及于2016年2月25日提交的名称为“PARALLEL KINEMATIC MECHANISMS WITH DECOUPLED ROTATIONAL MOTIONS”的序号为15/054,068的美国专利申请，其作为部分延续案要求于2014年1月28日提交的名称为“MINIMAL ACCESS TOOL”、序号为14/166,503、公开号为US-2014-0142595-A1的美国专利申请的优先权，其为2009年4月13日提交的序号为12/937,523的美国专利申请（现在是序号为8,668,702的美国专利）的继续申请，其要求于2008年4月11日提交的序号为61/044,168的美国临时专利申请的优先权。这些专利和专利申请中的每一个都通过引用整体并入本文。

[0004] 参考引用

[0005] 本说明书中提到的所有出版物和专利申请都通过引用整体并入本文，其程度如同每个单独的出版物或专利申请被具体地和单独地指出通过引用并入。

技术领域

[0006] 在此描述的是多簇铰接接头，其可以铰接远程接入器械、例如微创手术工具的端部执行器。

背景技术

[0007] 多种铰接式远程接入工具（US 5,330,502、US 8,029,531 B2、美国专利申请13/865,790）具有包括可由一个或多个张紧构件（例如铰接线缆或铰接传输线缆）控制的一个或多个链节、多链节、或簇的输出铰接接头。链节、簇、部件和张紧构件的这些特定组合对于操控端部执行器（EE）以用于远程接入和操纵器械、特别是腹腔镜或内窥镜手术器械的目的可以是有用的。由于这些装置利用通常由张紧构件（例如铰接线缆）控制的铰接式端部执行器接头，所以这些装置可以通过通常存在于工具的近侧区域中的铰接输入进行铰接或操纵。例如，与张紧构件/铰接传输线缆联接的铰接输入（其手动或机电地执行）的铰接或操纵可引起端部执行器经由输出铰接接头/多链节端部执行器接头（美国专利8,668,702）的铰接。端部执行器可以包括许多不同的实施例，并且可以不限于一对卡钳。其他实施例可用于

保持和操纵针、缝合线、组织、烧灼物、结扎夹应用等,或者其可以可转向腹腔镜/内窥镜可视化或/或诊断的照相机的形式发挥作用。对于这些用途或其他实施例中的任一种,铰接式机构可以提供必要的自由度以帮助操控这些端部执行器。如本文所使用的,术语“接头”和“机构”可以等效地使用。对于微创手术工具和程序,特别是腹腔镜和内窥镜程序,具有铰接接头的端部执行器可以是必要的,以提供类似于外科医生自己的手腕的高灵活性和类似手腕的运动,但是以微型尺寸。这种增强的灵活性可以实现复杂的腹腔镜检查任务,包括沿着穿过各种组织平面的缝合针的曲线驱动针、组织解剖和回缩、打结等。通常,端部执行器铰接接头可以定位在提供远程接入的诸如器械/工具轴的细长构件和提供诸如保持、抓取、解剖、剪切等功能的端部执行器之间。为了完成以上所列的任务,端部执行器铰接接头必须为端部执行器相对于器械轴提供一定的旋转自由度(DoF)。例如参见图1A和图1B。这些旋转自由度包括两个正交旋转,通常称为俯仰和偏航旋转。在某些情况下,滚动旋转受到端部执行器铰接接头的约束。

[0008] 典型地,铰接接头由多个张紧构件、诸如电线或线缆(例如柔性钢或镍钛诺线、钢缆等)控制,其横穿或附接至多链节端部执行器铰接接头内的特定链节,或通过复杂的一系列滑轮和铰接接头的各种部件到达端部执行器。这些可拉伸的构件用于多链节铰接接头的铰接并且通常可以被称为端部执行器铰接传输线缆,或者称为端部执行器铰接式线缆或者称为铰接线缆等等。这些类型的系统已经在各种实施例中被证明,但是典型地遭受在端部执行器铰接接头的基于线缆的致动内发生的性能折衷。受使手术期间患者创伤减少以便术后恢复更好的希望所驱动,进入端口直径越来越小,因此微创手术器械类型的尺寸受到约束,所以用于微创手术工具的线缆驱动的端部执行器铰接接头是最实际的。然而,许多实际的折衷困扰着基于线缆的铰接式机构。用于各种腹腔镜手术的端部执行器铰接接头可能需要在所有旋转方向(特别是俯仰和偏航旋转方向)上向端部执行器提供大的角度范围的旋转以提供足够的延伸和工作空间。一旦端部执行器沿一个方向旋转,在许多铰接接头中,用于在另一个方向上铰接的传输路径可能会改变。这也可能与一根或多根线缆中张力的增加有关,这些线缆有助于铰接多链节铰接接头并减少张力或减少相对线缆中松弛的产生。这可能导致端部执行器铰接中不必要的松弛产生和/或反冲。如下面所讨论的,铰接接头设计中的各种其他挑战来自必须满足的性能属性以及由工程和设计观点产生的相关冲突折衷。现有解决方案通常需要复杂的一序列的多个滑轮和其他部件,导致不利于小型化的设计(例如参见US 8,540,748、US 7,101,363和US 8,528,440)。其他示例性装置包括US2010/0030018,Peirs等人(2002年罗马尼亚、锡纳亚,第13界微型机械欧洲研讨会,MME02’,“A Flexible Distal Tip with Two Degrees of Freedom for Enhanced Dexterity in Endoscopic Robot Surgery”J.Peirs,H.Brussel,D.Reynaerts,G.Gersem)和Simaan等人(2004年新奥尔良、洛杉矶,2004年IEEE机器人与自动化国际会议论文集,“A Dexterous System for Laryngeal Surgery”N.Simaan,R.Taylor,P.Flint)。

[0009] 在典型的多链节铰接接头中,多个链节借由端部执行器旋转通过两个(或多个)“铰接线缆”连接在一起并穿过多个链节外围上的孔(也称为铰接线缆开口)。例如参见图2A和图2B。为了实现所需的大范围旋转,该设计必须包括多个链节。例如参见图3。链节数量越多,线缆松弛和端部执行器反冲的问题就越大。此外,较大数量的链节与大的卡钳闭合力(通过端部执行器铰接传输线缆中的高张力施加)相结合,在端部执行器处产生跳动或急动

以及由于屈曲型现象的接头变形(或S形弯曲),下面进行描述和说明。

[0010] 对于使用过程中的精确控制而言,通常需要在保持铰接方位的同时保持端部执行器铰接接头的大的刚度和最小间隙。换句话说,一旦输入将铰接线缆“固定”在某个致动中(见图2A),端部执行器也应该保持相应的“固定”铰接方位。这提供了将端部执行器推向其周围的能力,并且还有助于将来自工具的远侧末端的力反馈传递回近侧方面,有时通过输入接头传递至用户的手。然而,在多链节端部执行器设计中,铰接线缆的变形和顺应性的运动学使得,例如当通过张紧铰接线缆或多个线缆,端部执行器的远端链节相对于端部执行器的基础链节在一个旋转方向上铰接时,在相对侧的线缆201或多个线缆(参见图2B)上展开松弛,反之亦然。由于线缆拉伸、磨损和装配公差,可能会产生额外的松弛。这种松弛可能导致端部执行器反冲和保持刚度的损失,例如在名称为“TENSION MANAGEMENT APPARATUS FOR CABLE DRIVEN TRANSMISSION”并于2016年4月4日提交的国际申请PCT/US2016/025926 4/4/2016中所描述的那样,其全部内容通过引用并入本文。通常,在涉及将物体保持在端部执行器中并将其推动/拉动或使其刺穿周围环境(例如保持并驱动针穿过组织)的应用中(特别是微创手术工具),由端部执行器卡钳施加的抓握力应当很高,特别是当拿着像针这样的物体以防止打滑或旋转到位时。这可以通过将输入处的输入控制连接到端部执行器卡钳的端部执行器致动传输线缆(例如卡钳闭合线缆)中的高张力来实现。通常,端部执行器致动传输线缆也可以被称为端部执行器致动线缆或者致动线缆或者卡钳闭合线缆或者端部执行器传输线缆等。但是,当此线缆穿过多链节端部执行器接头(如低直径装置所需的)时,此线缆中的大张力会在多链节端部执行器上产生屈曲型载荷效应。这可能会导致旋转过程中的端部执行器的急动(俯仰、偏航和/或滚动)。这也会导致铰接变形(S形弯曲),这是与铰接接头的多个链节相关的冗余局部自由度的结果。以前解决此问题的尝试通常在每个端部执行器旋转方向上使用多个驱动滑轮和线缆,这大大增加了整个工具设计的复杂性、尺寸和成本,从而破坏了创建简单、低成本、高功能微创手术(MIS)工具的目标。因此,在使用大量端部执行器链节(以提供大范围的旋转运动)与使用更少链节(以减少工具的工作空间体积并使急动、反冲和线缆松弛最小化并且允许大的抓握力和保持刚度)之间折中。

[0011] 这里描述的设备(装置、工具、系统、机构等)和方法可以解决上述问题。

发明内容

[0012] 通常,在此描述的是具有相对紧的弯曲半径并且可以小型化的多簇铰接接头;这些装置可以通过各种铰接(包括相对大的角度)平滑地铰接,同时避免扭曲(例如S形弯曲)或铰接中的急动,即使在通过端部执行器致动传输线缆穿过多簇铰接接头施加卡钳闭合致动时。本文所述的多簇接头可以是任何适当设备的一部分,包括但不限于医疗装置、机器人装置(包括医疗和非医疗机器人装置)等。这些铰接式多簇接头可以特别好地适合于与端部执行器一起使用,端部执行器附接至远端,所述远端可以由多簇接头铰接并且由延伸穿过多簇接头的线缆(例如在压缩、扭转和弯曲中顺从的线缆,例如绳索、编织物等)致动。在此描述的是多簇接头,其是紧凑的,可以具有曲率半径以及高度的铰接角度。

[0013] 通常,铰接接头可以位于设备的输入端(即输入接头)或设备的输出端(即输出接头)处,或者位于输入端和输出端。虽然在此提供的示例主要集中在用于微创手术的远程/最小接入装置/器械/工具,特别是如上所述,用作这种装置的输出接头的端部执行器多链

节铰接接头,它们可以用作任何设备的一部分,其中可能需要一个紧凑而平滑的铰接式接头。与任何接头一样,所描述的考虑的多簇铰接接头(除非上下文说明,在此称为“多簇接头”、“铰接式端部执行器接头”、“端部执行器接头”、“铰接接头”或“铰接式接头”)可以允许工具轴和端部执行器之间的某些相对运动/自由度,并且可以约束剩余的运动。所允许的相对运动可以包括偏航和俯仰旋转,如图1A和1B所示。两个旋转都与工具轴的纵向轴线正交。

[0014] 所描述的多簇接头以及包括它们的任何设备可以提供多种益处。例如,这些多簇接头可以具有小的整体横向尺寸,例如当接头处于标称或非接合状态时,小的圆柱直径或“接头簇直径”。这些多簇接头在铰接过程中也可以具有较小的弯曲半径。每个接头簇还可以提供多达两个相对于纵向接头簇轴线的正交旋转自由度。

[0015] 一般而言,包括多簇接头的接头的弯曲半径被理解为人们可以与接头铰接直到达到铰接极限为止的最小半径。随着接头的铰接角度增加,曲率半径通常减小。除非另外指明,否则如在此所使用的,弯曲半径可被理解为从接头的内侧弯曲(例如沿着形成弯曲的内侧边缘的多簇的外表面)测量。应该理解的是,弯曲半径可以替代地从接头的中线或沿着形成弯曲的外侧边缘的接头的外表面测量。虽然在此所述的多簇接头可以形成分段曲线,但应该理解的是,除非另外指明,否则弯曲半径可以指与接头的外边缘(或穿过接头的中线)最佳拟合的平滑曲线。在一些变型中,整个弯曲角度可以在弯曲或弯曲的多簇接头的子区域上平均。如下面将更详细描述,这些设备(例如多簇接头)可以具有相对于多簇接头的直径描述的弯曲半径,或者在一些变型中,多簇接头附接于的细长轴的直径和/或端部执行器的直径。例如,多簇接头的直径可以是在未铰接(“直的”或一些变型中没有铰接的)构型中横向于多簇接头的多簇接头的直径。多簇接头的直径可以与接头簇的直径、例如形成多簇接头的万向节导向件/半万向节导向件的直径大致相同。尽管在此描述的设备包括具有稍微均匀直径的多簇接头(例如,在由万向节导向件或半万向节导向件形成的变型中,万向节导向件/半万向节导向件全部是大致相同的直径),但是在一些变型中,可以使用不同尺寸的万向节导向件。在本文所述的任一多簇接头中,除非另有规定,否则在这种情况下相对于直径的弯曲角度可以是参照多簇接头的平均直径(例如从多簇接头的外周测量)。替代地,在这种情况下,相对于直径的最小弯曲半径可以是参照多簇接头的最大直径,多簇接头的中值直径等等。

[0016] 在此描述的多簇接头可以对接大的铰接角度。例如,铰接角度可以根据簇的数量或几何变量更大,所述几何变量可以被修改以控制簇内单元的结构及其相互作用(万向节导向件和/或半万向节导向件和万向节)。

[0017] 通常,在此描述的多簇接头可以承受轴向或纵向上的高压缩力。该轴向可以是约束方向,因此力可以在该方向上传递。由于打开和/或闭合端部执行器卡钳的致动力可以通过端部执行器接头传递,因此这可以以压缩方式加载端部执行器接头。可能需要用于端部执行器卡钳打开和/或闭合的大的致动力来牢固地保持物体(例如针)或组织。端部执行器接头上的这种大的压缩力可能会在端部执行器接头处产生类似屈曲的载荷状态,其导致通过端部执行器接头设计来处理的不良症状。例如,多簇接头可呈现为有时也被称为“S弯曲”或“接头变形”的之字形。此外,多簇接头可在铰接时经历“跳跃”过在铰接期间的一些位置变化(例如最小上止点跳动)。

[0018] 为了解决这些问题,多簇接头可以被配置为,为端部执行器致动传输线缆提供穿

过铰接接头的简单路径,其可以允许联接到接头的端部执行器提供大的卡钳打开角度,在所有铰接状态下,卡钳可以自由地打开/关闭,并且在所有铰接状态下实现卡钳闭合所需的输入力可以是相同的(均匀或几乎均匀),并且通常可以很低(例如该设备可以在手柄处或在工具轴和远端执行器近侧的位置处具有低输入铰接力)。在一种情况下,手柄可以包括两个输入,即用作至端部执行器铰接的输入的铰接输入,以及用作至端部执行器卡钳致动的输入的输入控制或控制输入。通常,铰接输入可以被称为铰接手柄输入等。控制输入可以被称为输入控制,或者称为手柄输入控制,或者称为卡钳闭合控制,或者称为输入杆,或者称为手柄杆,或者称为按钮,或者称为触发器等。手柄本身可以被称为输入,或称为手柄输入等。手柄本身可不限于仅与用户手的交互。也设想了控制端部执行器接头铰接的各种其他常用输入方法。

[0019] 在此描述的多簇接头的一些变型中,多簇接头由多个簇(子簇)配置而成。每个簇通常包括在万向节的任一侧上的半万向节导向件(例如半万向节导向件、万向节、半万向节导向件)。在下面详细说明这些各个部件。每个簇可以被认为是万向接头的形式,因为该簇提供两个正交旋转自由度(第一旋转自由度、即俯仰,和第二旋转自由度、即偏航),类似于万向节。这里描述的这些簇典型地将两个正交旋转轴放置在同一平面中(在此称为“簇平面”),由此提供轴向/纵向紧凑的接头,这可导致在此描述的相对紧密的弯曲半径。包括轴向紧凑接头簇的多簇接头可以表现出相对紧的弯曲半径。这些簇可以反复串联连接以形成簇的轴向串联堆叠(例如,半万向节导向件、万向节、半万向节导向件、半万向节导向件、万向节、半万向节导向件、半万向节导向件、万向节、半万向节导向件)。这种串联堆叠形成铰接接头,其也称为多簇接头(一种多链节接头、蛇形接头等)。由整个堆叠中的每个相应簇提供的偏航和俯仰旋转都是多余的,并且可以有助于更大的铰接角度。然而,这个铰接仍然被认为只有两个DoF(整体偏航旋转和整体俯仰旋转)。请注意,相邻的半万向节导向件(在半万向节导向件、万向节、半万向节导向件的相邻簇中)可以是整个万向节导向件(背对背半万向节导向件)的一部分,或者它们可以被牢固地固定一起。每个半万向节导向件与万向节的连接(一对共线轭)可以平行取向并且落在与直的(未铰接的)接头簇轴线或接头的纵向轴线相交的同一竖直平面内(例如,连接整个万向节导向件一侧上的一对轭的线可以平行于连接整个万向节导向件相对侧上的一对轭的线),或者它们可以是垂直的并且连接每对的线与直的(未铰接的)接头簇轴线或接头的纵向轴线相交。单个多簇接头可以包括所有平行的整体万向节导向件,或者其可以包括所有垂直整体万向节导向件,或者其可以包括两者的混合(例如,交替的垂直和平行的整体万向节导向件)。

[0020] 通常,多簇接头可以由一叠万向节导向件和万向节形成。堆叠可以是无销的(在部件或组件形成期间缺少分散的销),以便万向节导向件和万向节实际上堆叠,使得从万向节主体延伸的主轴可驻留在万向节导向件中的开放的轭上。延伸的主轴可以包括形成第一轴线的一对共线主轴和形成第二轴线的第二对共线主轴,其中,第一轴线和第二轴线是正交的。当处于张紧状态时(例如,使线缆和/或卡钳致动线缆致动),线缆可在压缩载荷下将多簇接头及其子簇(包括半万向节导向件、万向节、半万向节导向件)保持在一起。

[0021] 一般而言,多簇铰接接头可以以连续方式扫掠。例如,可以允许在铰接期间在其轴对称铰接极限处的连续万向节导向件之间的连续接触,从而允许在所有方向上的铰接以提供相同的最小弯曲半径和铰接角度,提供360度或更大(例如连续的)的铰接扫掠,其中铰接

接头和工具轴围绕未铰接的接头的中心纵向轴线的旋转被约束。为了使铰接接头或接头和工具轴围绕未铰接接头的中心纵向轴线旋转,同时保持接头在一个方向上的铰接位置,而不是扫掠,接头将完成铰接滚动。在任一铰接方向上限定硬止挡(例如铰接限制件)的特征通常是轴对称的或关于中心纵向轴线对称的(所述中心纵向轴线是在接头未铰接时限定的)并且有助于经由连续铰接扫掠和/或同样地连续铰接滚动的平滑铰接的感知。

[0022] 在此所述的多簇接头中的任何一个可以包括中央开口, 导管(例如线缆管理导向件) 经由轴向堆叠被引导到该中央开口中。这个中央开口是基于说明书的上下文来提及的。例如, 在万向节的情况下, 它被称为“万向节中央开口”, 在万向节导向件的情况下为“万向节导向件中央开口”, 在多链节接头簇或接头簇的情况下为“接头簇中央开口”。尽管它被称为中央开口, 但它可以不或可以相对于接头簇、万向节或万向节导向件轴线对称放置。而且, “中央开口”可以不同于用于端部执行器铰接线缆的开口或通孔。用于端部执行器铰接传输线缆的开口可以被称为“开口”或“铰接线缆开口”, 或者称为“贯通孔”或者“通孔”或者“通道”或者“通过通道”或类似的。该线缆管理导向件可以提供弯曲刚度以减轻s形弯曲误差, 并且可以使铰接平滑。线缆管理导向件还可以管理用于卡钳打开/关闭致动的线缆, 其穿过轴向堆叠物, 以防止上死点中心跳动。通常, 线缆管理导向件可以被称为导管, 或者称为线缆导向件, 或者被称为圆柱形线缆管理导向体等。另外, 尽管线缆管理导向件的整体轮廓呈现为横截面为圆形并且沿其长度为圆柱形。易于理解的是, 线缆管理导向件通常可以具有任一横截面轮廓(椭圆形、六边形、矩形等) 和沿其长度的任一轮廓(螺旋形、锥形/圆锥形等)。

[0023] 图4示出了可以与需要可操控的端部执行器接头的远程进入工具一起使用的铰接机构/接头和用于组装的方法的一般示例。如上所述,铰接式机构可用于各种目的,其中一些可包括用于腹腔镜检查或内窥镜检查的微创手术工具。在图4A和图4B所示,每组万向节403和与其对接的两个万向节导向件401构成万向接头,具有两个旋转自由度(俯仰和偏航)。该组提供两个正交的旋转轴线(俯仰轴线和偏航轴线,或者X和Y),它们相交并因此出现在同一平面中。另外,这种万向接头布置约束了围绕两个导向件之间的其余轴线(Z)的一个旋转自由度(滚动旋转)。通过在几何上约束该旋转(围绕Z),可以在两个导向件之间传递扭矩,传递通过多簇接头的扭矩传递。

[0024] 注意,如这里所使用的,术语“导向件”、“万向节导向件”、“万向节导向件”和“链节”可以互换使用。

[0025] 在此描述的多簇接头可以包括至少一个万向节和两个万向节导向件(例如2个半万向节导向件),但是通常可以包括交替序列的导向件和万向节。此外,通常会有比万向节多一个的导向件(半万向节导向件),因为接头始于万向节导向件并以万向节导向件结束,万向节在两个连续导向件之间交替。例如,图4A示出了导向件—万向节—导向件—万向节—导向件布置方式(即三个导向件和两个万向节)。图4C示出了导向件—万向节—导向件—万向节—导向件—万向节—导向件—万向节—导向件—万向节—导向件布置方式(即五个万向节导向件和四个万向节)。在这个串联链条中大量的万向节和导向件可以确保整个铰接接头具有大的铰接角度,但是可以使用更少的簇(其中每个簇包括一对半万向节导向件和之间的万向节)。

[0026] 在使用中,底部或基部导向件/链节可以与工具轴结合,而末端导向件/链节可以

与端部执行器例如卡钳组件集成。请注意,两个半万向节导向件、即一个万向节组件的自由度特性由多导向件多万向节组件(例如图4A至4C)继承。这些接头组件中的每一个都提供俯仰和偏航旋转自由度并约束滚动旋转自由度。由于后者的属性,围绕滚动轴线的旋转和扭矩通过端部执行器铰接式接头从工具轴传递到端部执行器卡钳。

[0027] 每个万向节导向件(在此其可以被称为导向件或整体万向节导向件)可以包括一对半万向节导向件并且可以包括在两个相对侧中的每一个上的至少一个轭部件/特征件,其具有两个轴向共线的凹形通道,从中间万向节部件伸出的两个共线配合主轴安置在此处。在万向节的一侧上,这形成了一个旋转轴线(例如X或偏航轴线)。随后的导向件包括其轭部件/特征,该轭部件/特征沿着相对于前一个轭的定向的正交轴线支撑中间万向节上的两个剩余的两个主轴。这形成第二旋转轴线(例如Y或俯仰轴线)。除了底部/第一和顶部/最后的导向件外,所有其他中间导向件都有两个轭特征:一个在顶部,与该侧的万向节接合,一个在底部,以与该侧的万向节接合。

[0028] 在一些实施例中,每个轭可被分配一些围绕主轴轴线的相对旋转并且可经由各种设计特征被操纵以在连续导向件之间的物理接触(例如铰接限制)之前控制其成角(angulation)程度。

[0029] 铰接式机构还可以包括一组张紧构件(例如铰接线缆),该一组张紧构件以偏离接头的纵向中心轴线的方向延伸穿过横向偏移的通道(偏离万向节可驻留于其中的中央通道或开口)并且相对于万向轴的交叉轴线对称地定位。

[0030] 在一些实施例中,延伸通过导向件中的通道的张紧构件可以全部终止于通常固定至端部执行器的同一导向件(顶部导向件或末端导向件)。该终止可以在相同的空间平面内,或者在同一导向件的不同平面内,或者可以在多链节(即多导向件)铰接式接头内的不同导向件处终止。

[0031] 在一些实施例中,铰接式机构还包括穿过接头的多链节构件(万向节和导向件)的纵向轴线的中心钻孔,以为独立的端部执行器操纵部件(例如卡钳打开或关闭线缆或柔性推/拉杆)或可能意图提供改变的弯曲刚度、柱屈曲阻力等的部件提供空隙。

[0032] 在上述实施例中,当通过手动或机电操纵将某些张紧构件(铰接线缆)放置在载荷下时,铰接机构由用户控制。当一根或多根铰接线缆张紧(即拉动或致动)时,由万向节和导向件形成的一系列万向接头允许相对于中心纵向轴线在特定张紧构件的方向上弯曲。由于张紧构件终止于多簇系统内的预定位置并且对于每个万向接头交界面已知一定程度的成角,所以使用者可预见性地铰接/操纵整个铰接式端部执行器接头。

[0033] 如上所述,图4A至4C中所示的多簇接头是无销的,并且避免使用销钉来实现多个链节/导向件之间的交替的枢轴接头。替代地,可以采用具有四个主轴(均具有在同一XY平面中的轴线)的万向节,其同一轴向平面(即XY平面)内提供两轴正交枢转作用(即万向接头作用),由此相比于例如图3的结构节省了相当大的轴向空间,并且由于整个接头轮廓在每个铰接方向上的均匀性而有助于平滑铰接。端部执行器的轴向长度减小可有助于减少线缆松弛、反冲和端部执行器运动急动的问题。如上所述,这种构造中的多个堆叠的链节/导向件可以通过张紧构件(即铰接线缆)中的张力而保持在一起。

[0034] 该构造可以在一个平面内提供每个万向接头的两个旋转轴线(偏航和俯仰),从而可以显着减小接头沿其纵向方向(Z轴或滚动轴线)的总长度,从而在铰接期间产生非常紧

凑的弯曲,如在图5A-5B、图6、图8和图9中所示。此外,这种设计可包括简单且重复的零件(万向节和半万向节导向件)。这种设计可以使用张紧构件(例如铰接线缆)以确保轴向组装(沿着Z轴)和确定性的运动/铰接,并且贯穿整个端部执行器接头有一个中央路径(开口),其允许并入卡钳打开/闭合传输件(如线缆)。

[0035] 诸如此类(构造为端部执行器铰接式接头)的多簇接头的性能可能具有高铰接范围、紧凑的弯曲半径,可在两个旋转方向之间解耦合,可提供最小的线缆松弛的产生,可对通过中心施加的闭合力不敏感,可易于制造和组装,并且可提供尺寸缩小的可行性。这里描述的基于万向节的多簇接头还可以提供两个轴线之间的固有解耦。由于其无销万向节结构,该构思在轴向方向上提供了紧凑的设计。由此产生的较小的轴向尺寸不仅产生了紧凑的弯曲半径,而且还使线缆松弛的产生和对屈曲的敏感度最小化。

[0036] 因此,在此描述的是包括可平稳致动的具有紧凑的最小弯曲半径的铰接式多簇接头的医疗装置。例如,包括可平滑致动的具有紧凑的最小弯曲半径的铰接式多簇接头的医疗装置可包括:细长工具轴;铰接输入,其被构造为驱动所述多簇接头的铰接;在细长工具轴的远端处的端部执行器;其中所述多簇接头位于所述工具轴和所述端部执行器之间并且包括:多个接头簇,其中每个接头簇具有处于非铰接状态的接头簇轴线,并且当完全铰接时在任一铰接方向具有相同的最小弯曲半径,其中每个接头簇提供两个正交旋转自由度,此外其中每个接头簇包括沿着接头簇轴线穿过接头簇的开口;延伸穿过多簇接头的每个接头簇的开口的端部执行器致动传输线缆;以及线缆管理导向件,所述线缆管理导向件穿过所述接头簇的开口,所述线缆管理导向件构造成防止所述端部执行器致动传输线缆在每个通过接头簇的开口内横向运动,同时允许端部执行器致动传输线缆沿着接头簇轴线轴向运动。这里,横向轴线定义为与轴向方向正交。其中,轴向方向定义为平行于接头簇轴线(两者均在非铰接或铰接状态)。

[0037] 包括可平滑致动的具有紧凑的最小弯曲半径的铰接式多簇接头的医疗装置可以包括:细长工具轴;在工具轴的近端处的铰接输入;在细长工具轴的远端处的端部执行器;其中所述多簇接头位于所述工具轴与所述端部执行器之间,并且包括:多个接头簇,其中每个接头簇在未铰接状态下具有接头簇轴线,并且当完全铰接时在铰接的任一方向上具有相同的最小弯曲半径,其为多簇接头的直径的1.5倍或更小(例如1.4倍或更小、1.3倍或更小、1.2倍或更小、1.1倍或更小、1倍或更小、0.95倍或更小、0.9倍或更小、0.85倍或更小、0.8倍或更小、0.75倍或更小、0.7倍或更小等),并且其中每个接头簇提供两个正交旋转自由度,进一步其中每个接头簇包括沿着所述接头簇轴线穿过所述接头簇的开口;延伸通过多簇接头的每个接头簇的开口的端部执行器致动传输线缆;以及线缆管理导向件,所述线缆管理导向件穿过所述接头簇的开口,所述线缆管理导向件构造成防止所述端部执行器致动传输线缆在穿过接头簇的每个开口内的横向运动,同时允许所述端部执行器致动传输线缆沿着接头簇轴线轴向运动。

[0038] 如上所述,这些装置中的任何一个可以包括接头簇,其中每个接头簇在未铰接状态下具有接头簇轴线,并且当完全铰接时,在铰接的任一方向上具有相同的最小弯曲半径,其为多簇接头的直径的1.5倍或更小(例如1.4倍或更小、1.3倍或更小、1.2倍或更小、1.1倍或更小、1倍或更小、0.95倍或更小、0.9倍或更小、0.85倍或更小、0.8倍或更小、0.75倍或更小、0.7倍或更小等),并且特别是多簇接头的直径的1.2倍或更小。这种紧凑的弯曲半径是

特别重要的,因为与不具有这种小弯曲半径的其他构造相比,其提供惊人的优点,特别是在设备的直径相对较小(例如,小于2cm、小于1.5cm、小于1.4cm、小于1.3cm、小于1.2cm、小于1.1cm、小于1.0cm、小于0.9cm、小于0.8cm、小于0.75cm、小于0.7cm、小于0.65cm、小于0.6cm等),在这种情况下,控制内线缆(例如通过多簇接头的中心保持在开口内)所采用的路径对于设备的平滑致动而言是惊人地重要的。如这里所描述的,该控制可以以至少两种方式来提供。首先,当两根或更多根线缆存在并且在中央通道中处于张紧状态时,它们可以彼此缠绕270度或更多(例如300度或更多、330度或更多、360度或更多等),如下面更详细描述。替代地,可以提供线缆管理导向件,其限制(例如消除除标称量外的所有)线缆上的横向自由度,例如中央开口内的端部执行器致动传输线缆。例如,线缆管理导向件可以提供一个通道,该通道防止(但是在线缆周围大约千分之一英寸的间隙)横向运动,同时允许通道中的轴向运动。

[0039] 例如,线缆管理导向件可以包括线缆通道,以定位端部执行器致动传输线缆并且防止端部执行器致动传输线缆在每个通过接头簇的开口内的横向运动,同时允许端部执行器致动传输线缆沿接头簇轴线轴向运动。

[0040] 通常,这些设备可以与机器人(包括远程机器人)系统或手持设备一起使用。例如,铰接输入可以包括通过输入接头连接到细长工具轴的手柄。

[0041] 如所提到的,每个接头簇可以包括:第一半万向节导向件、第二半万向节导向件、以及在簇平面中具有一对正交万向节主轴的万向节,其中万向节定位在第一半万向节导向件和第二半万向节导向件之间。

[0042] 多个接头簇可以顺序地相邻布置,以使得每个接头簇的第一半万向节导向件和第二半万向节导向件中的至少一个刚性地联接到相邻接头簇的半万向节导向件或者与其一体形成,形成一个全万向节导向件。例如,全万向节导向件的每个半万向节可以包括构造成保持一对万向节主轴的一对轭,此外在全万向节导向件的第一侧上的半万向节导向件上的一对轭平行于全万向节导向件的相对侧上的一对轭布置。全万向节导向件的每个半万向节可以包括一对轭,该对轭被构造为保持一对万向节主轴,此外在全万向节导向件的第一侧上的半万向节导向件上的一对轭正交于全万向节导向件的相对侧上的一对轭布置。在这些设备中的任何一个中,线缆管理导向件可以固定到以下中的至少一者:多个接头簇中的一个或多个,端部执行器和工具轴,以防止线缆管理导向件围绕任何接头簇轴线旋转。线缆管理导向件可以通过以下中的一种或多种方式来固定:粘合剂或机械键合,或者在线缆管理导向件的外表面与一个或多个接头簇、端部执行器或工具轴之间的压配合。

[0043] 每个接头簇可以在簇平面中提供两个正交的旋转自由度。这些装置中的任何一个可以包括延伸穿过多簇接头的每个接头簇的开口第二(或更多)端部执行器致动传输线缆。端部执行器致动传输线缆可以是弯曲、压缩和扭转高度柔顺的柔性线缆。

[0044] 在此所述的任何装置还可以包括一组铰接线缆,所述一组铰接线缆从铰接输入平行于多簇接头的中性轴线延伸并横向地定位在接头簇的开口之外,并且被配置为铰接多簇接头。输入(诸如对俯仰和偏航进行编码的输入接头)可以被包括作为设备的一部分,并且可以使用这些铰接式线缆来驱动致动。多簇铰接接头的中性轴线与未铰接或标称状态下接头的纵向轴线一致。在铰接时,中性轴线仍然贯穿铰接接头的中心并连接构件;它需要铰接接头弯折或弯曲的形状。接头的弯曲半径是该弯折/弯曲的中性轴线的平均曲率半径。

[0045] 这些设备中的任何一个可以包括具有铰接限制的接头簇,该接头簇相对于每个相应的接头簇轴线轴对称,使得每个接头簇提供均匀的铰接扫掠和铰接滚动。

[0046] 如上所述,多簇接头可以通过堆叠多个万向节和万向节导向件而形成。例如,如在此所描述的多簇接头可以包括多个万向节导向件和多个万向节,其中,多簇接头通过将多个万向节中的万向节相邻地堆叠在多个万向节导向件中的一对万向节导向件之间组装而成,使得每个万向节上的多个万向节主轴坐落在相邻万向节导向件上的多个开放的轭上。

[0047] 一般而言,这些设备中的一个可以包括位于多簇接头的中央开口区域中的加强构件(中央处于未铰接构型)。在一些变型中,线缆管理导向件用于提高接头的刚度,由此减少、避免或消除s形弯曲。例如,线缆管理导向件可具有足以减少或消除压缩中的s形弯曲的刚度,但不会太硬以至于增加使接头基本上铰接所需的力(例如,线缆管理导向件具有的杨氏模量可大于0.1GPa,例如大于0.2GPa、在0.1GPa和2GPa之间、在0.1GPa和1GPa之间、在0.2GPa和2GPa之间、在0.2GPa和1GPa之间等)。

[0048] 包括可平滑致动的具有紧凑的最小弯曲半径的铰接式多簇接头的医疗装置可以包括:细长工具轴;在工具轴的近端处的铰接输入;在细长工具轴的远端处的端部执行器;其中所述多簇接头位于所述工具轴与所述端部执行器之间,并且包括:多个接头簇,其中每个接头簇在未铰接状态下具有接头簇轴线,并且当完全铰接时在任一铰接方向上具有相同的最小弯曲半径,其为多簇接头的直径的1.2倍或更小,并且其中每个接头簇提供两个正交的旋转自由度,此外其中每个接头簇包括:第一半万向节导向件、第二半万向节导向件以及在簇平面中具有一对正交万向节主轴的万向节,其中万向节定位在第一半万向节导向件与第二半万向节导向件之间;沿接头簇轴线穿过接头簇的中央开口;一对端部执行器致动传输线缆,其延伸穿过多簇接头的每个接头簇的开口,其中所述端部执行器致动传输线缆弯曲柔顺;以及线缆管理导向件,所述线缆管理导向件穿过所述接头簇的中央开口,所述线缆管理导向件被构造成防止所述端部执行器致动传输线缆在所述接头簇的中央开口内的横向运动,同时允许所述端部执行器致动传输线缆沿着所述接头簇轴线轴向运动,其中,所述线缆管理导向件固定到以下的至少一者:所述多个接头簇中的一个或多个、所述端部执行器和所述工具轴,以防止所述线缆管理导向件围绕任一接头簇轴线旋转。

[0049] 在此还描述了在具有细长工具轴的医疗装置的远端区域处铰接多簇接头的方法,通过输入接头联接到工具轴的近侧手柄和位于医疗装置的远端的端部执行器,所述方法包括:相对于所述工具轴以俯仰和偏航方式运动所述医疗装置的手柄;将所述手柄的俯仰和偏航运动通过所述细长工具轴传递到所述多簇接头以使所述多簇接头铰接,其中所述多簇接头包括多个接头簇,其中每个接头簇在任一铰接方向上具有相同的最小弯曲半径,其为所述多簇接头的直径的1.2倍或更小,并且每个接头簇包括第一半万向节导向件、第二半万向节导向件、和在簇平面中具有一对正交万向节主轴的万向节,其中所述万向节位于所述第一半万向节导向件和所述第二半万向节导向件之间;通过防止端部执行器致动传输线缆在每个簇平面内的横向运动来防止端部执行器致动传输线缆在穿过正交于簇平面的每个接头簇的开口内跳动,同时使用在穿过每个接头簇的开口内的线缆管理导向件,允许端部执行器致动传输线缆垂直于每个簇平面轴向运动;由于线缆管理导向件通过抵抗每个接头簇的独立弯曲而最小化多簇接头的接头变形或S形弯曲;以及通过致动手柄上的控制器或按钮或杆使端部执行器致动,从而引起向近侧拉动端部执行器致动传输线缆。

[0050] 最小化接头变形或S形弯曲可归因于线缆管理导向件的刚度,其具有大于0.1GPa的杨氏模量(例如,大于0.2GPa、介于0.2和2GPa之间、介于0.1和1GPa之间、介于0.1和2GPa之间等)。

[0051] 这些方法中的任何一种还可以包括当多簇接头被致动时防止线缆管理导向件相对于任一接头簇的旋转。

[0052] 如所提及的,用于改善如在此所述的设备的铰接的平滑性的另一种技术还可以包括扭绞线缆(在多簇接头内),使得它们在多簇接头内保持扭曲并处于张紧状态。例如,包括可平滑致动的具有紧凑的最小弯曲半径的铰接式多簇接头的医疗装置,该装置包括:细长工具轴;在工具轴的近端处的铰接输入;在细长工具轴的远端处的端部执行器;其中所述多簇接头位于所述工具轴和所述端部执行器之间,并且包括:多个接头簇,其中每个接头簇在未铰接状态下具有接头簇轴线,并且当完全铰接时在任一铰接方向上具有相同的最小弯曲半径,并且其中每个接头簇提供两个正交旋转自由度,此外,其中每个接头簇包括沿接头簇轴线穿过接头簇的开口;第一端部执行器致动传输线缆和第二端部执行器致动传输线缆,其中所述第一端部执行器致动传输线缆和所述第二端部执行器致动传输线缆延伸穿过所述多簇接头的每个接头簇的开口,其中所述第一端部执行器致动传输线缆和第二端部执行器致动传输线缆以扭曲构造保持在多簇接头内,围绕彼此扭曲大于270度;端部执行器致动控制输入,其维持第一端部执行器致动传输线缆和第二端部执行器致动传输线缆中的一者或两者上的张力。

[0053] 在一些实施例中,提供了一种医疗装置,该医疗装置具有可平稳地致动的具有紧凑的最小弯曲半径的铰接式多簇接头。该装置可以包括细长工具轴;铰接输入,其被构造为驱动所述多簇接头的铰接;以及位于细长工具轴的远端处的端部执行器。多簇接头位于工具轴和端部执行器之间并且包括多个接头簇,其中每个接头簇在未铰接状态下具有接头簇轴线,并且当完全铰接时在任一铰接方向上具有相同的最小弯曲半径,其中每个接头簇提供两个正交的旋转自由度,此外,其中每个接头簇包括沿接头簇轴线穿过接头簇的开口。该装置还包括延伸穿过多簇接头的每个接头簇的开口的端部执行器传输线缆;以及线缆管理导向件,所述线缆管理导向件穿过所述接头簇的开口,所述线缆管理导向件被构造成防止所述端部执行器传输线缆在每个穿过所述接头簇的开口内的横向运动,同时允许所述端部执行器传输线缆沿着接头簇轴线轴向运动。

[0054] 在一些实施例中,提供了一种医疗装置,该医疗装置包括可平稳致动的具有紧凑的最小弯曲半径的铰接式多簇接头。该装置可以包括细长工具轴;在工具轴的近端处的铰接输入;以及位于细长工具轴的远端处的端部执行器。多簇接头位于工具轴和端部执行器之间,并且包括多个接头簇,其中每个接头簇在未铰接状态下具有接头簇轴线,并且当完全铰接时在任一铰接方向上具有相同的最小弯曲半径,其为多簇接头的直径的1.2倍或更小,并且其中每个接头簇提供两个正交的旋转自由度,此外,其中每个接头簇包括沿接头簇轴线穿过接头簇的开口。该装置还包括延伸穿过多簇接头的每个接头簇的开口的端部执行器传输线缆;以及线缆管理导向件,所述线缆管理导向件穿过所述接头簇的开口,所述线缆管理导向件被构造成防止所述端部执行器传输线缆在每个穿过所述接头簇的开口内的横向运动,同时允许所述端部执行器传输线缆沿着接头簇轴线轴向运动。

[0055] 在一些实施例中,线缆管理导向件包括线缆通道以定位端部执行器传输线缆并且

防止端部执行器传输线缆在每个穿过接头簇的开口内横向运动,同时允许端部执行器传输线缆沿着接头簇轴线轴向运动。

[0056] 在一些实施例中,铰接输入件包括通过输入接头连接到细长工具轴的手柄。

[0057] 在一些实施例中,每个接头簇包括:第一半万向节导向件、第二半万向节导向件以及具有第一对共线万向节主轴和第二对共线万向节主轴的万向节,其中这两对是正交的并且位于簇平面中,此外,其中万向节位于第一半万向节导向件和第二半万向节导向件之间。

[0058] 在一些实施例中,所述多个接头簇顺序地相邻布置,使得每个接头簇的第一半万向节导向件和第二半万向节导向件中的至少一个刚性地联接到相邻接头簇的半万向节导向件或与其一体形成,形成一个全万向节导向件。

[0059] 在一些实施例中,全万向节导向件的每个半万向节包括一对共线轭,该对共线轭被构造为保持成对共线万向节主轴中的一对,此外,在全万向节导向件的第一侧上的半万向节导向件上的一对共线轭平行于在全万向节导向件的相对侧上的一对共线轭布置。

[0060] 在一些实施例中,全万向节导向件的每个半万向节包括一对共线轭,该对共线轭被构造为保持成对共线万向节主轴中的一对,此外,在全万向节导向件的第一侧上的半万向节导向件上的一对共线轭正交于在全万向节导向件的相对侧上的一对共线轭布置。

[0061] 在一些实施例中,线缆管理导向件被固定到以下中的至少一者:多个接头簇中的一个或多个、端部执行器和工具轴,以防止线缆管理导向件围绕任一接头簇轴线旋转。

[0062] 在一些实施例中,线缆管理导向件通过以下中的一种或多种来固定:粘合剂或机械键合,或者在线缆管理导向件的外表面与一个或多个接头簇、端部执行器或工具轴之间的压配合。

[0063] 在一些实施例中,每个接头簇在簇平面中提供两个正交的旋转自由度。

[0064] 在一些实施例中,该装置还包括延伸穿过多簇接头的每个接头簇的开口的第二端部执行器传输线缆。

[0065] 在一些实施例中,端部执行器传输线缆是弯曲度高的柔性线缆。

[0066] 在一些实施例中,该装置进一步包括一组铰接线缆,所述一组铰接线缆从铰接输入沿着多簇接头的中性轴线延伸并横向地定位在接头簇的开口之外并且被构造为使多簇接头铰接。

[0067] 在一些实施例中,每个接头簇包括相对于每个相应的接头簇轴线轴对称的铰接限制,使得每个接头簇提供均匀的铰接扫掠和铰接滚动。

[0068] 在一些实施例中,多簇接头通过堆叠多个万向节和万向节导向件而形成。

[0069] 在一些实施例中,多簇接头包括多个万向节导向件和多个万向节,其中多簇接头通过以下方式组装:将多个万向节中的万向节相邻地堆叠在多个万向节导向件中的一对万向节导向件之间以使每个万向节上的多个万向节主轴位于相邻万向节导向件上的多个开放的轭上。

[0070] 在一些实施方案中,每个接头簇在任一铰接方向上的最小弯曲半径是多簇接头的直径的1倍或更小。

[0071] 在一些实施例中,每个接头簇在任一铰接方向上的最小弯曲半径是多簇接头的直径的0.8倍或更小。

[0072] 在一些实施例中,线缆管理导向件具有大于0.1GPa的杨氏模量。

[0073] 在一些实施例中,提供了一种医疗装置,该医疗装置包括可以平稳致动的具有紧凑的最小弯曲半径的铰接式多簇接头。该装置包括细长工具轴;在工具轴的近端处的铰接输入;以及位于细长工具轴的远端处的端部执行器。多簇接头位于工具轴和端部执行器之间,并且包括多个接头簇,其中每个接头簇在未铰接状态下具有接头簇轴线,并且当完全铰接时在任一铰接方向具有相同的最小弯曲半径,其为多簇接头的直径的1.2倍或更小。每个接头簇提供两个正交的旋转自由度。每个接头簇包括第一半万向节导向件、第二半万向节导向件和具有第一对共线万向节主轴和第二对共线万向节主轴的万向节,其中这两对是正交的并且位于簇平面中,此外其中所述万向节位于所述第一半万向节导向件和所述第二半万向节导向件之间。该装置还包括:沿接头簇轴线穿过接头簇的中央开口;一对端部执行器传输线缆,其延伸穿过多簇接头的每个接头簇的开口,其中所述端部执行器传输线缆弯曲柔顺;以及线缆管理导向件,所述线缆管理导向件穿过所述接头簇的中央开口,所述线缆管理导向件构造成防止所述端部执行器传输线缆在所述接头簇的中央开口内的横向运动,同时允许所述端部执行器传输线缆沿着所述接头簇轴线轴向运动,其中,所述线缆管理导向件被固定到以下中的至少一者:所述多个接头簇中的一个或多个、所述端部执行器、和所述工具轴,以防止所述线缆管理导向件围绕任一接头簇轴线旋转。

[0074] 在一些实施例中,线缆管理导向件包括至少一个线缆通道以定位端部执行器传输线缆,以防止端部执行器传输线缆在每个穿过接头簇的开口内横向运动,同时允许端部执行器传输线缆沿接头簇轴线轴向运动。

[0075] 在一些实施例中,铰接输入件包括通过输入接头连接到细长工具轴的手柄。

[0076] 在一些实施例中,多个接头簇被相邻地串联布置,使得每个接头簇的第一半万向节导向件和第二半万向节导向件中的至少一个刚性地联接到相邻接头簇的半万向节导向件或与其一体地形成,形成一个全万向节导向件。

[0077] 在一些实施例中,全万向节导向件的每个半万向节包括一对共线轭,该对共线轭被构造为保持成对共线万向节主轴中的一对,此外,在全万向节导向件的第一侧上的半万向节导向件上的一对共线轭平行于在全万向节导向件的相对侧上的一对共线轭布置。

[0078] 在一些实施例中,全万向节引导件的每个半万向节包括一对共线轭,该对共线轭被构造为保持成对共线万向节主轴中的一对,此外,在全万向节导向件的第一侧上的半万向节导向件上的一对共线轭正交于在全万向节导向件的相对侧上的一对共线轭布置。

[0079] 在一些实施例中,线缆管理导向件通过以下中的一种或多种来固定:粘合剂、机械键合和在线缆管理导向件的外表面与一个或多个接头簇、端部执行器或工具轴之间的压配合。

[0080] 在一些实施例中,该装置进一步包括一组铰接线缆,所述一组铰接线缆从铰接输入沿着多簇接头的中性轴线延伸并横向地定位在接头簇的开口之外并且被构造为使多簇接头铰接。

[0081] 在一些实施例中,每个接头簇包括相对于每个相应的接头簇轴线轴对称的铰接限制,使得每个接头簇提供均匀的铰接扫掠和铰接滚动。

[0082] 在一些实施例中,多簇接头形成为堆叠,其中每个万向架上的多个万向节主轴安置在相邻万向节导向件上的多个开放的轭上。

[0083] 在一些实施例中,每个接头簇在任一铰接方向上的最小弯曲半径是多簇接头的直

径的1倍或更小。

[0084] 在一些实施例中,每个接头簇在任一铰接方向上的最小弯曲半径是多簇接头的直径的0.8倍或更小。

[0085] 在一些实施例中,线缆管理导向件具有大于0.1GPa的杨氏模量。

[0086] 在一些实施例中,提供一种在医疗装置的远端区域处铰接多簇接头的方法,所述医疗装置具有细长的工具轴、通过输入接头联接到工具轴的近侧手柄以及位于医疗装置远端的端部执行器。该方法包括相对于工具轴以俯仰和偏航方式运动医疗装置的手柄;以及将手柄的俯仰和偏航运动通过细长工具轴传递到多簇接头以使多簇接头铰接。多簇接头包括多个接头簇,其中每个接头簇在任一铰接方向上具有相同的最小弯曲半径,该最小弯曲半径是多簇接头的直径的1.2倍或更小,并且每个接头簇包括第一半万向节导向件、第二半万向节导向件以及具有第一对共线万向节主轴和第二对共线万向节主轴的万向节,其中,两对是正交的且位于簇平面中,其中万向节定位在第一半万向节导向件和第二个半万向节导向件之间。该方法还包括通过防止端部执行器传输线缆在每个簇平面内的横向运动来防止多簇接头的跳动,同时使用在穿过每个接头簇的开口内的线缆管理导向件,允许端部执行器传输线缆垂直于每个簇平面轴向运动;由于线缆管理导向件通过抵抗每个接头簇的弯曲而防止多簇接头的屈曲;以及通过致动手柄上的控制件或按钮或杆使端部执行器致动,引起近侧地拉动端部执行器传输线缆。

[0087] 在一些实施例中,防止屈曲包括由于具有大于0.1GPa的杨氏模量的线缆管理导向件的刚度而防止屈曲。

[0088] 在一些实施例中,该方法还包括当多簇接头铰接时防止线缆管理导向件相对于任一接合簇的旋转。

[0089] 在一些实施例中,提供了一种医疗装置,该医疗装置包括可平稳地致动的具有紧凑的最小弯曲半径的铰接式多簇接头。该装置包括细长工具轴;在工具轴的近端处的铰接输入;以及位于细长工具轴的远端处的端部执行器。多簇接头位于工具轴和端部执行器之间,并且包括多个接头簇,其中每个接头簇在未铰接状态下具有接头簇轴线,并且当完全铰接时在任一铰接方向上具有相同的最小弯曲半径,并且其中每个接头簇提供两个正交的旋转自由度,此外,其中每个接头簇包括沿接头簇轴线穿过接头簇的开口。该装置还包括:第一端部执行器传输线缆和第二端部执行器传输线缆,其中,第一和第二端部执行器传输线缆延伸穿过多簇接头的每个接头簇的开口,第一端部执行器传输线缆和第二端部执行器传输线缆以扭曲构型维持在多簇接头内,围绕彼此扭曲大于270度;以及端部执行器致动控制输入,其维持第一端部执行器传输线缆和第二端部执行器传输线缆中的一者或两者上的张力。

[0090] 在一些实施例中,铰接输入件包括通过输入接头连接到细长工具轴的手柄。

[0091] 在一些实施例中,每个接头簇包括:第一半万向节导向件、第二半万向节导向件以及具有第一对共线万向节主轴和第二对共线万向节主轴的万向节,其中这两对是正交的并且位于簇平面中,此外其中万向节位于第一半万向节导向件和第二半万向节导向件之间。

[0092] 在一些实施例中,所述多个接头簇顺序地相邻布置,使得每个接头簇的第一半万向节导向件和第二半万向节导向件中的至少一个刚性地联接到相邻接头簇的半万向节导向件或与其一体形成。

- [0093] 在一些实施例中,每个接头簇在簇平面中提供两个正交的旋转自由度。
- [0094] 在一些实施例中,第一和第二端部执行器传输线缆是弯曲高度柔顺的柔性线缆。
- [0095] 在一些实施例中,该装置进一步包括一组铰接线缆,所述一组铰接线缆从铰接输入沿着多簇接头的中性轴线延伸并横向地定位在接头簇的开口之外并且被构造为使多簇接头铰接。
- [0096] 在一些实施例中,每个接头簇包括相对于接头簇轴线轴对称的铰接限制,使得每个接头簇提供均匀的铰接扫掠和铰接滚动。
- [0097] 在一些实施例中,多簇接头通过堆叠多个万向节和万向节导向件而形成。
- [0098] 在一些实施例中,多簇接头包括多个万向节导向件和多个万向节,其中多簇接头通过将多个万向节中的万向节相邻地堆叠在多个万向节导向件中的一对万向节导向件之间以使每个万向节上的多个万向节主轴坐落于相邻万向节导向件上的多个开放的轭上而形成。
- [0099] 在一些实施例中,每个接头簇在任一铰接方向上的最小弯曲半径是多簇接头的直径的1.2倍或更小。

附图说明

- [0100] 在所附的权利要求书中特别阐述了本发明的新特征。通过参考以下详细描述以及附图来获得对本发明的特征和优点的更好理解,所述详细描述阐述了利用本发明的原理的说明性实施例,附图中:
- [0101] 图1A和图1B示出了包括多簇接头的设备的平移和旋转自由度(DoF)的示例;图1A示出了滚动旋转、俯仰旋转和偏航旋转以及三种平移运动;图1B示出了多簇接头的俯仰、滚动和偏航轴线;
- [0102] 图2A和图2B示出了具有两个铰接式线缆的示例性多链节接头的铰接(弯曲);
- [0103] 图3是具有穿过每个链节的侧向部分的铰接式线缆301的多链节接头的示例,三条线缆可见;
- [0104] 图4A至图4C示出了配置为无针万向节和万向节导向件堆的多簇接头的示例;
- [0105] 图5A示出了向右铰接90度的多簇接头;以及图5B示出了穿过图5A的接头的截面;
- [0106] 图6示出了包括联接到端部执行器(卡钳组件)的多簇接头的设备的远端的一个示例;
- [0107] 图7是可以用作医疗装置的包括具有端部执行器(卡钳组件)的多簇接头的设备的另一示例的示意图;
- [0108] 图8示出了图7的设备,其处于以第一角度(例如,在“北方”方向)完全铰接的配置中;
- [0109] 图9是图7的设备的另一视图,其处于以第二角度(例如在“东方”方向)完全铰接的配置中;在该变型中的任何方向的完全铰接配置可以具有相同的最小弯曲半径(例如,示出为小于多簇接头的直径的0.8倍);
- [0110] 图10示出了图7至图9的装置的分解图;
- [0111] 图11A-11C分别示出了具有平行轭布置的全万向节导向件的变型的俯视图、左侧视图和右侧视图;

[0112] 图12A和12B分别示出了可以与在此描述的任一万向节导向件一起使用的万向节的示例的俯视图和侧视图；

[0113] 图13A、图13B和图13C示出了多簇接头的部分簇的侧视立体图、俯视立体图和剖视图；

[0114] 图14A-14D示出了多簇接头的单个簇的示例的侧视立体图、侧视图和剖视图；

[0115] 图15是示出如在此描述的示例性多簇接头的弯曲角度的示意图；

[0116] 图16A和图16B示出了压缩下的任一多链节铰接式端部执行器接头的示例性示意图；

[0117] 图17是接头的s形弯曲的示例；

[0118] 图18A-18C示出了多链节接头的“跳跃”；

[0119] 图19A和19B示出了没有(图19A)和具有(图19B)线缆管理导向件的设备；

[0120] 图20示出了线缆管理导向件的一个变型的立体图；

[0121] 图21A-21M示出了线缆管理导向件的各种替代剖视图；

[0122] 图22示出具有集成线缆管理导向件的万向节的示例；

[0123] 图23是具有集成线缆管理导向件的万向节的另一示例；

[0124] 图24是线缆管理的另一示例，其中线缆在线缆管理导向件中交叉；

[0125] 图25示出了万向节，其中线缆管理导向件被锁定以防止在多簇接头的开口内旋转；

[0126] 图26是万向节的另一示例，其中线缆管理导向件被锁定以防止在多簇接头的开口内旋转；

[0127] 图27A和27B示出了铰平行(图27A)和垂直(图27B)的全万向节导向件；

[0128] 图28A、图28B和图28C分别示出了全万向节导向件的俯视图、左视图和右视图；

[0129] 图29A是具有万向节导向件的多簇接头的示例，所述万向节导向件被定向为它们的铰(在全万向节导向件的任一侧)平行；图29B是具有万向节导向件的多簇接头的示例，所述万向节导向件被定向为它们的铰(在全万向节导向件的任一侧)垂直；

[0130] 图30A是包括多簇接头的设备的侧视图，以及图30B示出了中央通道区域的放大图，示出了其中的线缆管理导向件，示出了示例性轮廓；

[0131] 图31A是包括多簇接头的设备的另一侧视图，以及图31B示出了中央通道区域的放大图，示出了其中的线缆管理导向件，示出了示例性轮廓；

[0132] 图32是如在此描述的包括多簇接头的医疗装置的示例。

具体实施方式

[0133] 现有技术中已经描述了各种铰接远程接入工具。这些工具的铰接接头通常包括一个或一系列可由一个或多个张紧构件控制的链节或段。为了操控端部执行器以远程接入和操纵器械、特别是腹腔镜或内窥镜手术器械，这些链节、段、部件和张紧构件的特定组合可以是有用的。由于这些装置利用通常受张紧构件(例如铰接式线缆)控制的铰接端部执行器接头，所以它们适合于通过在相对于端部执行器的近侧区域输入以及例如通过具有穿过类似接头机构的张紧构件传输的手柄操纵来进行操纵。一般来说，器械的手柄操纵可以考虑是手动或机电(机器人式)的，其在操控铰接机构时为端部执行器提供一定程度的映射。在

例如序号为8668702的美国专利中描述的装置提供了从端部执行器运动到手柄输入的传动比。控制这种传动比的能力意味着,在操控输入期间,可以更容易地由手柄操作员来控制提供大的成角角度的铰接端部执行器机构。例如,传动比可以允许在手柄机构处20度的输入以驱动在端部执行器接头处高达90度的铰接。除了通过近端操控输入的铰接之外,铰接接头还需要操控可以根据工具的具体目的采取各种形式的端部执行器。端部执行器可以包括许多不同的实施例,但不限于一对卡钳,可用于操作针、缝合线、组织、烧灼物、结扎夹应用等,或者其可以是用于可操控的腹腔镜/内窥镜可视化和/或诊断的相机的形式。对于这些用途或其他实施例中的任一种,可以想象,铰接机构必须能够支撑附加的一组张紧/可压缩构件、柔性绝缘线、纤维光学器件、液压器件等等,这些零件对端部执行器的可操控性没有贡献,但是可以在远离铰接端部执行器接头机构的端部处提供额外的工具自由度。应该认为本发明的各个方面是可变的,以用于上述装置以及需要铰接机构的其他装置。

[0134] 首先参考图7,示出了铰接端部执行器机构的实施例,其包括端部执行器(卡钳组件)701、线缆终端703、万向节705、线缆707、万向节导向件709的底部、工具轴711和万向节导向件713。在该特定实施例中,工具轴涉及装置的近端,而端部执行器涉及装置的远端。如上所述的铰接机构包括含有一系列万向接头的多链节接头/系统。图7中描绘的特定系统包括三个万向接头,其中每个万向接头出现在围绕中间部件、即万向节(万向节)的两个万向节导向件(轭部件)之间的界面处。每个万向接头都被多根线缆包围。尽管在图7中只有一条线缆可见,每根线缆在端部执行器处具有内侧终端,其约束线缆的所有轴向平移,然后穿过每个万向节导向件内的相对通道,允许一个连续线缆表现得好像两个一样。在该实施例中,具有内侧终端的两根线缆存在并且用作四个独立的张紧构件以操控铰接机构。在不同的实施例中,四根线缆可以全部与它们自己的终端分离(例如参见图6)。未在图10的分解图中示出的线缆,当端部执行器接头是直的时,保持轻微的预加载,以便在保持轴向组装的多链节系统内的部件之间施加压缩载荷,如图10所示,轴向地约束(即沿Z轴或滚动轴线)。

[0135] 图7至10一般地被标记。在图9中,线缆管理导向件(在此也称为导管或中心导管)715通过多簇接头可见。系统中的一链节、底部万向节导向件被嵌入或集成或组装到工具轴中,并提供一对轭以支撑第一万向节主轴。然后,将相对于底部万向节导向轭以正交取向放置随后的万向节导向件与万向节导向轭(参见图11A、11B和11C)。

[0136] 图11A-11C示出了示例性万向节导向件(包括两个整体的半万向节导向件712,背对背)的视图,并且示出了万向节导向件1101、万向节导向件的轴对称铰接限制件1103、一对在万向节导向件的上下半部上的共线的万向节导向轭1105(共线轭)、万向节导向件中央开口1107和四个铰接线缆通孔1109。图12A和图12B示出了万向节1201的视图,其包括四个万向节主轴1203和穿过万向节的中央开口。限定为1203'的一对共线万向节主轴示出为与第一万向节主轴轴线1204共线并且与第二万向节主轴轴线1205共线的相邻一对共线万向节主轴1203"正交。

[0137] 这些串联的链节(万向接头、万向节导向件)组成铰接机构的主要(近侧)万向接头。然后以类似的方式建立第二组的链节,该第二组的链节包括来自自主接头的远侧万向节导向件,该远侧万向节导向件在空的远侧万向节导向轭中支撑另一对万向节主轴。如前所述,然后将另一个万向节导向件放置在其余的万向节主轴上,相对于前一个万向节导向件正交取向。图13A、图13B、图13C示出了包含在多链节系统内的每个铰接机构组的详细视图。

在所示的实施例中,在将端部执行器以相对于最远侧万向节导向轭正交的方向放置在剩余主轴上之前,将另一个万向节应用于空置的最远侧万向节导向轭。在该实施例中,端部执行器包含用作万向节导向件上存在的其他轭的一组整体式轭。在这种情况下,端部执行器可被考虑是半万向节导向件。一旦多个链节的系统组装好后,线缆就可以预先加载,从而将铰接机构轴向保持在一起。

[0138] 参考图8,铰接机构在来自两个相邻铰接线缆的载荷(或张力)下弯曲或铰接,而两个相对线缆保持松弛或处于较低张力下。当线缆滑过万向节导向件内的其特定孔(铰接线缆通孔1109)时,来自这两根处于张力下的线缆的载荷引起铰接接头沿着一个旋转轴线(例如,偏航或俯仰)弯曲。类似地,铰接机构在图9中在载荷下具有弯曲或铰接,但是仅由一个线缆构件致动,而其余三个相对于承受载荷的线缆松弛。这种情况引起沿着两个正交轴线(俯仰和偏航)的复合弯曲,并且展示了这两个方向如何彼此分离,因为在图8和图9中端部执行器接头的整体铰接角度和弯曲半径是相同的。

[0139] 这种分离的另一示例是这种特定设计提供铰接滚动的能力。在此动作中,铰接接头如上所述保持在成角度的位置。然后用户将旋转扭矩/运动施加到工具轴的轴线(即,滚动轴线或Z轴)。通过存在于铰接接头内的一系列万向接头,围绕工具轴轴线施加的扭矩沿着弯曲/铰接的端部执行器轴线传递。该功能与定义任何铰接方向上的硬止挡(例如铰接的铰接限制件)的特征一起典型地是轴对称的,或关于接头的中央纵轴线(当接头处于非铰接状态时定义的轴线)对称,这有助于通过连续铰接扫掠和/或类似地连续铰接滚动来感知平滑的铰接。当比较图8和图9时,这种能力可以被看到,其中铰接的方向保持恒定,并且接头通过施加到工具轴上的扭矩旋转并且如沿着轴从近侧向远侧看,围绕接头的纵轴线以逆时针(CCW)旋转方向旋转45度。当按照铰接的光滑度,驱动弯曲的缝合针沿着其曲率轴线并且穿过与装置的工具轴不垂直的任何平面时,该运动是特别有用的。

[0140] 万向节导向件的特定设计可以实现导向件之间允许出现的成角范围。随着随后的万向节导向件被允许围绕万向节主轴旋转,当边缘接触前一个万向节导向件(轴对称铰接限制件1103)时,其停止(参见图11A-11C)。这些接触边缘或限制件在整个接触平面内是连续的,并且围绕各个万向节导向件的轴线轴对称是有帮助的,以便最大成角在所有铰接方向上保持相同。应该理解的是,万向节导向件和万向节设计的无数实施例可以通过对从万向节导向盘偏移的轭、盘的厚度和直径、连续边缘半径、主轴直径和长度等的几何调整进行呈现(对于这些几何变量,参见图15,示出了轴对称铰接极限已经满足的接触边缘1503、万向节导向盘1505和万向节主轴轴线1507)。这些尺寸变化都可以被实施以改变接头之间的成角,控制整个接头长度,从而对总体端部执行器接头平均最小弯曲半径1507以及整体成角度产生影响。通过操纵这些变量,可以实现端部执行器接头,其紧凑的最小弯曲半径小于接头簇直径的1.2倍。

[0141] 图14A、图14B、图14C、图14D更清楚地例示了“接头簇”,其可涉及其他装置。通常,接头簇可以定义为铰接接头内的多个链节,这些链节需要提供俯仰和偏航旋转。或者通过各个部件的设计而几何集成、熔焊、钎焊、压配合或者通过键配合的机械互锁等等,接头簇可以成为沿着铰接接头的长度的重复元件,与相邻的接头簇附接。可以想象,当接头簇被组装时,它们可以作为重复元件串联组装,或者它们可以是串联的交替元件,其中相邻的接头簇相对于前一簇正交(90度)旋转。重复或交替的接头簇是一个概念,其通常用于处理“机器

人系统”的“恒定速度”算法,整体铰接长度、铰接弯曲半径、“自然”手腕状运动所需的铰接美学以及用于接头内张紧或传输构件的曲折或扭曲的路径。在这种情况下,万向节部件被支撑在两个万向节导向部件之间,这两个万向节导向部件也在图13A、13B、13C中示出。这里呈现的接头簇表示有时被称为“卡登接头”的万向接头,其中通常一对正交方向的轭支撑并接收来自内部万向节(星形轮或轴颈或横梁等)的枢轴销。由于万向节部件的特定几何形状和万向节导向部件内的足够的间隙几何结构,P和Y包含在同一平面内允许在每个接头簇处高达30度之上的大角度偏转,然而考虑到可想象的接头簇的几何变化,其可比这个值更大或者更小(参见图15)。P和Y结合到同一平面允许每个接头簇的物理长度相较于P和Y轴出现在不同的平面中、间隔一定距离的接头簇最小化(之前称为紧凑),同时仍然垂直于接头的中心纵向轴线—在现有技术中多次示出。一旦多个接头簇(在这种情况下为三个)堆叠,得到的铰接式接头形成一接头,该接头在两个方向P和Y上以及其组合上相对于工具轴的纵向轴线提供几乎90度的大角度偏转并且可能更大,具有通过接头的现在柔性纵向轴线测量的紧凑的整体弯曲半径。除了对用户可用的受限工作区更自然的手腕式运动之外,这种特殊的组合对于需要这些特征的腹腔镜手术是理想的。图14A、图14B、图14C、图14D还进一步限定了接头簇包含接头簇平面1401,其在此情况下相对于具有第一旋转自由度1402的轴线和具有第二旋转自由度1403的轴线的交点建立,第一旋转自由度和第二旋转自由度分别对应于接头簇的P和Y旋转。然后,接头簇平面与接头簇轴线1404相交,接头簇轴线1404始终垂直于接头簇平面并且可以被视为与接头簇和整个多簇接头的中心纵向轴线共线。在一些实施例中,接头簇平面不需要与这两个轴线相交,而是平行于它们并且在它们相对于接头簇轴线的轴向偏移之间的一半处。此外,图14D示出了一旦铰接时接头簇轴线的变化1405以及通过铰接的接头簇轴线实现的最小弯曲半径1406。

[0142] 如上所述,图15示出了可被操纵以控制成角范围、通过接头的中性轴线的平均弯曲半径、接头长度、直径变化等的各种几何变量,其中,图15上的尺寸“a”可对应于多簇接头、接头簇直径1407。

[0143] 通常,所提出的铰接实施例的几何设计变化不会对端部执行器铰接接头的跳动(或急动)和不期望的S形弯曲的挑战提供任何补救。如图所示,当端部执行器包括卡钳或任何需要高的力以由额外的张紧构件或一对张紧构件来致动的机构时呈现这些挑战。典型地,用于卡钳致动(例如打开/闭合、抓握、切割、钉合等)或其他目的的这些额外的张紧构件穿过万向节1205、万向节导向件1107和接头簇1408内的中央开口。这些张紧构件中的致动力,加载多簇端部执行器铰接接头处于压缩状态,引起类似屈曲的情况。这种类似屈曲的情况可能导致端部执行器铰接中的跳动和/或端部执行器接头的S形弯曲,这两者都可能影响铰接的平滑性。为了防止跳动和S形弯曲并确保端部执行器处铰接的平滑性,安装了线缆管理导向件(参见图10)并横跨整个接头的长度,并且在(工具轴中的)底部导向件和端部执行器之间具有一定长度的重叠。中心导管是半刚性的(即柔性的)主体,其提供弯曲阻力并且当向端部执行器铰接式接头施加压缩载荷时抑制接头变形或S形弯曲。中心导管还起到约束内部走线线缆的作用,并防止线缆从一侧到另一侧的横向移动,从而减轻跳动。

[0144] 参照图16A和16B,我们示出了任一多链节铰接式端部执行器接头的简单示意图,示出了基部链节1601和末端链节1603、铰接线缆1605和轴向力1607。这包括图3的现有技术设计以及图6、图7、图8和图9的建议设计。这里接头仅在一个铰接平面上显示,因此只有一

组万向节/回转轴可见。左侧示出了常规视图,而右侧示出了剖视图,显示出沿着端部执行器接头的纵向轴线(即Z轴或滚动轴线)的中央开口。这里,接头具有中心/轴向/纵向传动构件,诸如通过铰接接头中心的线缆。诸如传动构件可以用于致动(例如打开/关闭)端部执行器卡钳。该传动构件(例如线缆)上的张力引起端部执行器接头上的压缩载荷。接头在屈曲载荷下表现为一列。这引起端部执行器接头由于与图17中所示的多个枢轴/万向接头相关联的欠约束而呈S形或锯齿形的可能性。

[0145] 参照图17,人们可以看到发生的S形弯曲,该弯曲表现为在接头塌陷或变形部位1708处发生的在列中的横向偏移。除非使用某些类似弹簧的特征,该特征在垂直于接头纵向轴线的平面内提供足够的弯曲刚度和/或剪切阻力,则可能会出现S形弯曲(平行四边形、平移、塌陷、锯齿形、屈曲)。

[0146] 在现有技术中呈现了用于为端部执行器致动传输线缆规定路径的内部布线的螺旋弹簧,然而由于弹簧的横向移动通过一接头区域的能力而发生弹簧(拉伸或压缩)防止S形弯曲机制的功能故障,在所述接头区域中接头没有得到足够的径向支撑以防止这种移动。图4中以及后面在图12中所示的实施例中的线缆管理导向件解决了这个特殊问题。

[0147] 在图18A-18C中示出了这种屈曲行为的另一单独的结果。当端部执行器接头在铰接平面中从左弯曲铰接运动到右弯曲时,端部执行器接头的内部圆柱形腔体从左弯曲构型(图18A)变形为标称直线构型(图18B)至右弯曲构型(图18C)。当发生这种情况时,轴向线缆从端部执行器接头的内部圆柱形腔体的左侧壁移到端部执行器接头的内部圆柱形腔体的右侧壁,从而横向移动或跳动。由于线缆处于拉伸状态并且具有弹性,所以中间/标称状态对应于该线缆中的最高拉伸,这对应于弹性线缆中的最高势能。这会导致上死点效应,因为端部执行器接头从左到右(反之亦然)经过标称状态以及从上到下(反之亦然)经过标称状态进行铰接。这也被称为“过顶”效应,并且被用户认为是端部执行器的急动或跳动。就物理起源而言,这种效应是上述S形弯曲现象的独立效果。

[0148] 如前所述,在一个特定的手术工具应用中,由卡钳施加的抓握力必须很高以防止针滑脱。除此之外,还可以通过将工具手柄上的输入杆连接到端部执行器卡钳的“卡钳闭合线缆”中的高张力来实现。参见例如图19A和19B。但是,此线缆必须穿过多链节(或多簇)端部执行器接头,因此该线缆中的大张力会在多链节端部执行器上产生屈曲效应。这可能导致端部执行器铰接的S形弯曲(或变形),并且是与端部执行器的多个链节和接头相关联的冗余局部自由度的结果。过去通过每个端部执行器旋转方向的多个驱动滑轮和线缆解决了这个问题,这大大增加了整体工具设计的复杂性、尺寸和成本。这违背了创建一个简单、低成本、功能强大的MIS工具的目标。

[0149] 克服这一挑战的一种方法是将弹簧作用结合到端部执行器设计中,以便弹簧支撑多链节接头的脊柱或椎骨,从而提供抗屈曲的稳定性。虽然屈曲是一个不稳定的力量,但弹簧提供了一个稳定的力量来抵抗它。然而,由于空间非常有限,很难找到合适尺寸的弹簧或将它们结合到端部执行器接头内。

[0150] 如先前所讨论的,在多链节端部执行器中看到的铰接中存在急动或跳动,这由于卡钳闭合线缆1905与构成端部执行器接头的万向节的中央开口之间留下的气隙1903产生。为了解决这个问题,一种提议的选择是在端部执行器接头内使用导管1901(线缆管理导向件),该导管1901占据接头中的卡钳闭合线缆和万向节之间的上述气隙(图19B)。具有合适

几何形状的线缆管理导向件消除了运动中的急动,并且利用正确的材料属性提供了所需的弹簧作用以减轻S形弯曲(或接头变形)。管道可以考虑几种材料,包括尼龙、聚四氟乙烯、聚醚醚酮(PEEK)、聚乙烯、聚醚酰胺、聚氨酯、和聚丙烯。聚四氟乙烯是一个很好的选择,因为它具有刚度、屈服强度、疲劳寿命和低摩擦性能的最佳组合。图20示出了管道本身的更清晰的视图。这种设计示出了一个灵活但坚固的线缆管理导向件,带有两个孔或管腔,一个用于闭合线缆,另一个用于打开的线缆。如果只有一根线缆,那么只需要一个管腔。但是,当管腔穿过端部执行器铰接接头时,管腔会将线缆约束在横向(或径向)方向/平面上。这样可以防止在铰接期间线缆从一个壁跳到另一个壁(在铰接接头中央开口中)。

[0151] 图21A至M示出了可防止端部执行器铰接接头的跳动和/或S形弯曲或变形以及/或者可有助于减小用于端部执行器致动传输线缆的端部执行器铰接和平移阻力的铰接阻力的线缆管理导向件(示出为导向件或万向节导向件和/或一部分万向节的横截面)的可能示例。如图21A所示,是具有相同或不同径向堆叠的圆柱形导向构件层的线缆管理导向组件,其可由聚合物(尼龙、聚氨酯、PEEK等)、金属和/或它们的编织物(钢、镍钛诺等)制成,其为端部执行器致动传输构件(一个或多个)规定路线或将其覆盖。该组件可包括层1/外层2101、层2/中间层2103、层3/内层2105、一个或多个端部执行器致动传输构件2107和线缆管腔2109。在此,穿过多个端部执行器接头簇的中央开口并且包含穿过其单管腔的端部执行器致动传输构件的线缆管理导向件也与端部执行器组件一起铰接。结果,考虑到这些构件中有一个或多个管腔(即圆柱形孔/中空腔)为致动传输构件规划路径,线缆管理导向组件或各单个构件可具有在铰接平面中径向(或横向)塌陷的倾向。端部执行器致动传输构件在张紧状态下可在铰接时骑在线缆管理导向件的内壁上(即小的弯曲半径)。当端部执行器铰接时,尽量减少线缆从一个内壁到另一个内壁的横向运动有助于缓解上述跳动。因此,减小导管中的管腔尺寸以使自由径向空间减小可有助于减少跳动。与此无关,线缆管理导向件的刚度可影响多链节铰接接头的S形弯曲的严重程度。线缆管理导向件越不硬,S形弯曲的机会就越大。S形弯曲可以通过堆叠不同材料来克服,从而保证组装,保持线缆管理导向件的抗弯刚度,仅产生最小的S形弯曲或完全不产生S形弯曲,同时不影响端部执行器铰接的容易性。在一种变型中,线缆管理导向件可以通过径向堆叠多个离散或融合的圆柱形线缆管理导向件来构建,当径向向外移动时刚度值上升。另一种变型中,可涉及钢丝编织线,其提供抵抗S形弯曲的径向刚度。

[0152] 图21B呈现了具有外部圆柱形线缆管理导向件的线缆管理导向组件,该圆柱形线缆管理导向件包围一个或多个间隔件2111。在图21A所示的线缆管理导向件组件中,大的线缆管腔可导致跳动。为图21A中所示的配置添加间隔件,产生图21B的配置,这可以帮助减轻跳动。增加间隔件可以填充自由的径向空间,并且在铰接期间,其可以避免端部执行器致动传输线缆的侧向(或径向)移动。这可以帮助解决跳跃问题。另外,这也可通过整个线缆管理导向组件提供更高的刚度来减少S形弯曲。如果间隔物具有高刚度,则增加的刚度可对端部执行器的铰接阻力产生不利影响,因此必须仔细选择间隔件材料、几何形状和刚度。这些间隔件可以轴向定位或者可以漂浮在外部圆柱形线缆管理导向体的单个管腔内。在一个变型中,多个间隔件可以有效地包装外部圆柱形线缆管理导向体的完整管腔,使得存在刚好足够的空间用于端部执行器致动传输线缆2107驻留在线缆管腔2109内并且在轴向上(沿Z轴、滚动轴线或纵向轴线)自由运动。因此,端部执行器致动传输线缆的跳动、S形弯曲、铰接阻

力和抗轴向运动的阻力是相互关联的领域,其需要针对端部执行器组件的整体功能进行平衡。

[0153] 这些间隔件可以具有帮助平衡前述功能的任一形状和/或材料。图21C示出了其中使用复杂形状的间隔件2111作为类似的线缆管理导向组件的一部分的变型。在此变型中,沙漏形间隔件有助于分离两个端部执行器致动传输线缆。这种分离有助于减小自由的径向空间,而不会像图21B所示的变型中那样紧密地包裹内管腔。这种缺乏非常紧密的包裹可有助于减小端部执行器传输线缆的运动阻力。

[0154] 在图21A所示的变型中,该组件使用由相同或不同材料制成的圆柱形线缆管理导向体构成。在这种变型中,这些导向体可以融合或压配合在一起。但是,在图21D所示的另一变型中,这些导向体可以是离散的并且可具有一个小的径向间隙。在该变型中,内部圆柱形线缆管理导向体浮在外部圆柱形线缆管理导向体内。内部和外部线缆管理导向件之间存在浮动间隙2222。这种变型可有助于通过选择由低刚度材料制成的外部圆柱形线缆管理导向体来实现低铰接阻力。而内部圆柱形线缆管理导向体可以由更高刚度、更硬和/或更光滑的材料制成,以为端部执行器致动传输线缆2107提供有效的轴向运动。这里,外部圆柱形线缆管理导向体和内部浮动圆柱形线缆管理导向体之间的径向间隔可以是小气隙或者填充有油脂或其他粘性阻尼物质,其可以通过在组件被铰接时抑制内部线缆管理导向体相对于外部线缆管理导向体的跳跃来帮助解决跳动的问题。而且,当线缆管理导向组件未键合到端部执行器接头万向节或端部执行器或工具轴上时,该配置可以是合适的。在该变型中,外部线缆管理导向体可以在端部执行器的连续铰接滚动或铰接扫掠期间相对于端部执行器接头旋转。如果外部线缆管理导向体直接在没有内部线缆管理导向体的情况下容纳端部执行器致动传输线缆2107,则这可导致这些端部执行器致动传输线缆不必要的扭曲,并且因此将它们的轴向运动(垂直于簇平面)结合以将运动传输到端部执行器。而具有不与外部线缆管理导向体刚性连接的浮动内部线缆管理导向体可以帮助避免内部线缆管理导向体与外部线缆管理导向体旋转,同时通过在多链节端部执行器接头中的多个万向节使外部线缆管理导向体旋转。

[0155] 图21E示出了一种变型,其中,线缆管理导向组件包括沿着彼此轴向堆叠在一起的多个线缆管理导向体。在此,在各个单独的线缆管理导向体2121(例如管或导管)中提供单个管腔以允许端部执行器致动传输线缆穿过。这可以有助于避免跳动,因为端部执行器致动传输线缆可以仅横向移动穿过腔尺寸提供的自由径向空间;其中管腔尺寸可以足够小以限制自由径向空间,同时为端部执行器致动传输线缆提供对轴向运动的低阻力。这些线缆管理导向体可以直接穿过万向节的中央开口。替代地,这些多个线缆管理导向体可具有包封它们的外部线缆管理导向体2101,如在图21F中示出的那样。图21G和图21H示出了分别在图21E和图21F中所示的配置的变型,其中一个或多个间隔件2111被添加到组件以提供更硬的组件,其可以进一步减轻S形弯曲。

[0156] 图21I至图21K示出了呈现定制设计的线缆管理导向件2101的变型。该导向件具有将端部执行器致动传输线缆2107彼此分开的特征,从而可以减小对卡钳闭合线缆的轴向运动的阻力。通过减少铰接期间相应线缆在其中移动的自由径向空间,减少了跳动。图21J示出了线缆管理导向件在水平面内铰接的变型的横截面。线缆管理导向件在水平面上压缩并将凹口特征靠近在一起,从而避免端部执行器致动传输线缆接触或离开其各自区域移动到

另一线缆区域的可能性。图21K示出了线缆管理导向件在竖直平面内铰接的变型的横截面。线缆管理导向件在竖直平面中压缩。凹口特征可以被设计为使得线缆2107仍然可能不能接触并离开它们各自的区域。

[0157] 线缆管理导向件可具有一个以上的管腔,以避免跳动,并避免端部执行器卡钳闭合传输线缆之间的接触,以便它们能够以低阻力轴向运动/平移。图21L示出了一种变型,其呈现了包括用于两个端部执行器致动传输线缆的两个管腔的线缆管理导向件。考虑到两个端部执行器致动传输线缆之一在相当高的张力下或者大于另一线缆,这种传输线缆如果不对称地驻留至线缆管理导向件的中心轴线,则可对所有方向上的铰接均匀性产生不利影响。在图21M中,一个变型示出了线缆管理导向件沿着线缆管理导向件的中心轴线的位置。该线缆可以是具有较高张力的传输线缆,或者可以是较大尺寸的传输线缆。

[0158] 图21M示出了双管腔线缆管理导向件的变型,其中线缆管理导向件中存在多个管腔。这些管腔中的一个或多个可用于引导端部执行器致动传输线缆。这些管腔可以位于线缆管理导向件的中心轴线(或滚动轴线、Z轴线或纵向轴线)的稍微径向偏离的位置。远离线缆管理导向件的中心轴线,这些线缆可影响端部执行器的均匀光滑的铰接。为了补偿由于在张力下存在端部执行器致动传输线缆而导致的线缆管理导向件中的这种不期望的增加的刚度;一个或多个管腔可以存在于线缆管理导向件中,充当空隙以沿着一个或多个平面去除材料,其中线缆管理导向件与线缆一起具有较高的刚度。这些管腔也可以作为间隔件的壳体,再次充当补偿构件以克服某些平面中的较高刚度。由比线缆管理导向件更硬或更软的材料制成的间隔件可以帮助补偿某些平面中刚度的变化。

[0159] 实现卡钳致动传输线缆(用于卡钳打开/关闭)的径向位置的另一种方式是在图6、7、8、9的铰接接头中采用万向节设计,除了径向(或横向)约束端部执行器传输线缆的明确限定的孔(管腔)之外,其中心具有固体填充物。参见图22和23可能的几何形状,示出了具有万向节主轴1203的万向节1201'、线缆通孔2109和万向节中央开口2201。

[0160] 约束从一侧向另一侧的运动(即径向定位)卡钳传输线缆(用于卡钳打开/闭合)的另一种方式是使用如图21A中所示的单管腔线缆管理导向件来引导两种线缆,但有意地穿过这条线缆管理导向件。这在图24中示出。这里端部执行器接头的所有部件都是隐藏的。左侧示出了卡钳闭合/打开传输滑轮。端部执行器致动传输线缆穿过放置在端部执行器铰接接头(未示出)的中央开口中的单个孔/管腔线缆管理导向件(未示出)。线缆从右侧进入工具轴(未示出),然后进入右侧的工具轴(如图所示)。一旦线缆处于拉紧状态,它们的缠绕确保线缆径向(或横向)约束在端部执行器铰接接头的中央开口内。

[0161] 与顺应式线缆管理导向件穿过铰接式接头的中央开口相关的挑战之一是该线缆管理导向件可围绕其轴线(即,滚动轴线、Z轴线或纵向轴线)旋转。在铰接式扫掠或铰接式滚动期间,当端部执行器在同一方向(顺时针或逆时针)连续铰接时尤其如此。当万向节部件相对于纵向轴线偏转时,万向节1205的中央开口的内径在顺应式线缆管理导向件的外径上施加周向剪切力。由于整个接头从一个方向到另一个方向进行铰接,进行铰接式扫掠或滚动运动,所以万向节在其通过俯仰或偏航枢转时,不断改变它们与导管的接触点。相对于万向节中央开口内径,导管可具有稍小或顺应性的外径;这种情况导致内部导管受驱动旋转(围绕滚动、Z轴、纵向轴线、接头轴线、接头簇轴线)。这个问题在图21A-J所示的线缆管理导向件的特定实施例中是特别重要的,其中引导张紧构件的管腔不穿过中央(纵向)轴线并

且代之以或略微径向偏离该轴线。在这种情况下,如果导管本身由于上述效应而围绕其纵向轴线自由旋转,则可以设想通过导管布置的卡钳闭合传输线缆将自身扭曲。这种扭曲可导致功能上的损失或对通过导管引导/导引穿过的卡钳闭合传输线缆的阻力增加。减轻线缆管理导向件围绕其轴线或铰接轴线的这种扭曲的方式包括将导管(或线缆管理导向件)固定到一个或多个万向节、端部执行器或工具轴,使得该旋转受到限制。这可以通过线缆管理导向件和一个或多个万向节、或端部执行器、或工具轴或所有这些之间的机械键控功能来完成。这些键控特征可以包括不计其数的实施例及其组合,不限于像图25和图26中所示的万向节和导管之间的内部或外部花键和凹槽几何形状。可以解决这个问题的其他方法包括在导管与一个或多个万向节、或端部执行器、或工具轴或其全部之间施加粘合剂或压配合。另一种方法涉及通过围绕万向节部件的聚合物线缆管理导向结构的二次注塑或者可能的形状记忆合金(SMA)如镍钛诺的金属注塑成型的二次成型。在图25和图26中,万向节1201”包括线缆管理导向件(“管道”)2507,该线缆管理导向件2507键合2505以匹配万向节键,并且包括线缆通孔2503。端部执行器的固定可以意味着固定至端部执行器组件中的一个部件,该部件扭转地(围绕滚动轴线)约束在端部执行器组件中。工具轴的固定可以意味着固定至工具轴组件中的一个部件,该部件可扭转地(围绕滚动轴线)被约束至工具轴。

[0162] 端部执行器接头中使用的线缆管理导向件(或导管)在端部执行器铰接期间采用弯曲/卷曲形状。这可引起损坏线缆管理导向件或穿过它的端部执行器致动传输线缆,并且会增加对铰接或卡钳打开/闭合动作的阻力。这可以通过所建议的铰接式端部执行器接头中万向节导向件设计的一些几何结构变化来减小。

[0163] 人们可以考虑用于万向节导向件设计的两个备选选项。一个选项是,如在图27A中所示,万向节导向件的顶部和底部上的轭轴线平行或处于同一平面中,万向节导向件的顶部和底部上的轭轴线垂直的另一选项在图27B中示出。图28A至28C示出了具有正交轭轴线的万向节导向件的另一示例。在图28A-28C中,从外部看,这两种选择似乎是等同的,因为它们产生相同的端部执行器铰接角度,其在万向节导向件中均匀分布。然而,这种导向件几何结构差异的后果在万向节上相当重要。这种配置允许相邻的接头簇关于纵向轴线相对于之前讨论和在图14A-14C中示出的簇正交地存在。

[0164] 考虑以下两种情况。利用平行的轭万向节导向件可以获得图29A的铰接。利用垂直的轭万向节导向件,可获得图29B的铰接。虽然万向节导向件在两种情况下都处于相同的角度方向,但万向节不是。

[0165] 在图29B中,注意到当将端部执行器铰接在与万向节导向接头轴线相同的平面中时,具有共同导向件的万向节刚性地平行于导向件并且作为刚性的组移动。使端部执行器弯曲会引起万向节上出现非均匀分布的弯曲,并引起线缆管理导向件中的弯曲集中。图30A至30B示出了具有垂直轭轴线的万向节导向件作为铰接式端部执行器的一部分。将万向节导向接头相互垂直地定向,可以解锁共用一个共同导向件的万向节,并均匀地将弯曲分布在万向节上。

[0166] 这对于穿过万向节1205的中央开口的线缆管理导向件的变形形状具有直接影响。针对每个上述情况估计的线缆管理导向件轮廓显示在图31A和图31B中,示出了具有平行轭轴线的万向节导向几何形状。

[0167] 图30A至31B和31A至31B示出了CAD估计的导管轮廓,此时端部执行器组件中轭万

向节导向件平行且具有横向构型。如在图30A至30B中所示,由于万向节之间弯曲角度的不均匀分布,线缆管理导向件在固定的卡钳附近发生急剧弯曲(参见图30B中的方框)。

[0168] 具有正交枢轴线的万向节导向件可引起端部执行器铰接,在不同的万向节之间具有均匀分布的弯曲角度。这引起线缆管理导向件的稍微波浪形轮廓(参见图31B中的方框),但是避免了任一急剧的弯曲。

[0169] 在所有上述情况下,可以有其他实施例,其中万向节导向件支撑多于四根的铰接线缆,或者线缆不仅终止于端部导向件而且选择性地终止于沿着铰接式接头的不同万向节导向件处。

[0170] 综上所述,可以理解的是,对于多簇铰接接头,将P和Y旋转限制至接头簇之内相同平面的万向接头构造、轴对称的铰接限制件、在所有铰接方向上均匀且小的弯曲半径、通过使用具有特定几何形状和材料属性的线缆管理导向件而使跳动和S形弯曲减轻的组合,可以提供平滑铰接的接头。

[0171] 图32示出了包括诸如本文描述的那些中的任何一个的多簇接头的医疗装置设备的一个示例。在图32中,示例性设备包括工具框架525,其包括工具轴526和在近端527处的前臂附接部分。具有穿过其中的通道的袖带(未示出)被配置成用于保持使用者的手腕或前臂,该袖带可以联接到前臂附接部分;在一些变型中,经由框架的前臂附接部分与被配置为滑动或滚动的袖带之间的轴承,从而在框架和袖带之间围绕工具轴线存在滚动旋转自由度。近侧手柄组件可以通过输入接头连接到工具框架。输入接头可以被配置为对工具框架和手柄组件之间的运动进行编码,如图32所示。在这个示例中,输入接头包括一对传输带533、534,它们平行连接到相应的枢转接头(未示出),以分开编码手柄组件的俯仰旋转和偏航旋转。输出接头583(端部执行器铰接接头)可以是本文描述的多簇接头中的任一种,并且在端部执行器和工具框架(例如工具轴)之间,从输出接头533、534接收传动输入(例如线缆,未示出),以使端部执行器铰接。

[0172] 在该示例中,手柄组件包括连接到旋转拨盘502的符合人体工程学的手掌握持部分501(手柄外壳)。手柄组件还包括配置为手柄杆并且用作内部推杆的刚性延伸部的端部执行器控制器549输入端(在该示例中,限定用于卡钳致动的端部执行器致动传输线缆输入549)。传输线缆566连接到梭子并用作从梭子延伸并穿过工具轴到端部执行器的卡钳闭合致动传输构件。该端部执行器致动传输线缆可以由保护和/或支撑护套或覆盖物或导管围绕其长度的一些或整个部分。端部执行器本身是包括第一(地面)端部执行器部分的卡钳组件,在该示例中,包括固定卡钳569,枢转的第二端部执行器部分(运动卡钳568)附接到该固定卡钳。端部执行器致动传输线缆566可以在端部执行器闭合输出577处联接到运动卡钳。

[0173] 在图32中,当使用者的前臂被安装到近端并且手掌握持区域被握持在使用者的手中时,手柄组件的拨盘部分的旋转使得使用者可以在拇指和手指之间旋转拨盘,旋转整个工具框架并且因此端部执行器经由端部执行器输出铰接接头附接到工具框架的远端。因此,手柄可以围绕被称为手柄铰接式滚动轴线(轴线1)的第一轴线511旋转,以使得工具轴在被称为工具轴滚动轴线(轴线3)的第三轴线515中旋转,这又引起端部执行器围绕被称为端部执行器铰接式滚动轴线(轴线2)的第二轴线滚动。

[0174] 如图32所示的旋转拨盘502围绕轴线1 511旋转。旋转经由传输带533、534(当它们约束旋转自由度时)、工具轴526(围绕轴线3 515)以及因此端部执行器(绕轴线2 513)引起

工具框架525旋转。当使用输入铰接接头铰接手柄时,输出接头(多簇铰接接头583)和端部执行器通过输出铰接式接头铰接。现在,端部执行器的中心轴线(轴线2)不同于轴线3、即轴的轴线。

[0175] 当特征或元件在本文中被称为“在”另一特征或元件“上”时,其可以直接在另一特征或元件上,或者也可以存在中间特征和/或元件。相反,当特征或元件被称为“直接在”另一特征或元件“上”时,不存在中间特征或元件。还将理解的是,当特征或元件被称为“连接”、“附接”或“联接”到另一特征或元件时,其可直接连接、附接或联接到另一特征或元件,或者可能存在中间特征或元件。相反,当特征或元件被称为“直接连接”、“直接附接”或“直接联接”到另一特征或元件时,不存在中间特征或元件。虽然相对于一个实施例进行了描述或示出,但是所描述或示出的特征和元件可以应用于其他实施例。本领域的技术人员还将认识到,对与另一个特征“相邻”设置的结构或特征的提及可以具有与相邻特征重叠或位于其下面的部分。

[0176] 这里使用的术语仅用于描述特定实施例的目的,并不意图限制本发明。例如,如本文所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式“一”、“一个”和“该”也旨在包括复数形式。将进一步理解的是,当在本说明书中使用时,术语“包括”和/或“包含”指定所述特征、步骤、操作、元件和/或部件的存在,但不排除存在或添加一个或多个其他特征、步骤、操作、元件、部件和/或其组合。如本文所使用的,术语“和/或”包括一个或多个相关所列项目的任何和所有组合,并且可以缩写为“/”。

[0177] 为了便于描述,可以在此使用空间相对术语,例如“在……之下”、“在……下方”、“下”、“在……之上”、“上”等,以描述一个元件或特征与另一个元件如图中所示的关系。将理解的是,空间相对术语旨在包括除了附图中描绘的方位之外的装置在使用或操作中的不同方位。例如,如果附图中的装置是倒置的,则被描述为在其他元件或特征“之下”或“下方”的元件将被定向为“在”其他元件或特征“之上”。因此,示例性术语“在...之下”可以包括上方和下方两种方向。装置可以以其他方式定向(旋转90度或在其他方向)并且相应地解释在此使用的空间相对描述符。类似地,除非另外特别指出,否则术语“向上”、“向下”、“竖直”、“水平”等仅用于解释的目的。

[0178] 尽管在这里可以使用术语“第一”和“第二”来描述各种特征/元件(包括步骤),但除非上下文另有说明,否则这些特征/元件不应受这些术语的限制。这些术语可以用来区分一个特征/元件与另一特征/元件。因此,下面讨论的第一特征/元件可以被称为第二特征/元件,并且类似地,在不脱离本发明的教导的情况下,下面讨论的第二特征/元件可以被称为第一特征/元件。

[0179] 在整个说明书和所附的权利要求书中,除非上下文另有要求,否则词语“包括”以及诸如“包括了”和“包括有”的变体意味着各种部件可以共同用于方法和产品(例如组合物以及包括装置的设备和方法)。例如,术语“包括”将被理解为暗示包含任一陈述的元件或步骤,但不排除任一其他元件或步骤。

[0180] 通常,本文中所描述的任一装置和方法应该被理解为是包含性的,但是所有或部分的部件和/或步骤可以替代地是排除性的,并且可以被表述为“由各种部件、步骤、子部件或子步骤组成”或替代地“主要由各种部件、步骤、子部件或子步骤组成”。

[0181] 如本文中在说明书和权利要求书中所使用的,包括在实施例中所使用的和除非另

有明确说明,即使术语没有明确出现,所有数字也可以被读为好像以词语“大约”或“近似”开头。当描述幅度和/或位置以指示所描述的值和/或位置在值和/或位置的合理预期范围内时,可以使用短语“约”或“近似”。例如,数值可以具有所述值(或值范围)的 $\pm 0.1\%$,所述值(或值范围)的 $\pm 1\%$,所述值(或值范围)的 $\pm 2\%$,所述值(或值范围)的 $\pm 5\%$,所述值(或值范围)的 $\pm 10\%$ 等的值。除非上下文另有说明,否则本文给出的任何数值也应被理解为包括大约或近似该值。例如,如果公开了值“10”,那么“约10”也被公开。本文列举的任何数值范围旨在包括其中包含的所有子范围。还应理解的是,当值被公开时,“小于或等于”所述值、“大于或等于所述值”以及值之间的可能范围也被公开,如本领域技术人员所适当理解的。例如,如果公开了值“X”,则还公开了“小于或等于X”以及“大于或等于X”(例如,其中X是数值)。还应该理解的是,在整个申请中,数据以多种不同的格式提供,并且该数据代表端点和起点以及数据点的任何组合的范围。例如,如果公开了特定数据点“10”和特定数据点“15”,则应理解为大于、大于或等于、小于、小于或等于并且等于10和15被认为是公开的以及在10和15之间也被认为是公开的。还应该理解的是,两个特定单元之间的每个单元也被公开。例如,如果公开了10和15,则还公开了11、12、13和14。

[0182] 虽然以上描述了各种说明性实施例,但是在不脱离由权利要求所描述的本发明的范围的情况下,可以对各种实施例进行多种改变中的任何一种。例如,执行各种所描述的方法步骤的顺序通常可以在替代实施例中改变,并且在其他替代实施例中,可以完全跳过一个或多个方法步骤。各种装置和系统实施例的可选特征可以包括在一些实施例中而不包括在其他实施例中。因此,前面的描述主要是为了示例性的目的而提供的,并且不应该被解释为限制如在权利要求中阐述的本发明的范围。

[0183] 本文包括的示例和说明通过说明而非限制的方式示出了可以实践主题的具体实施例。如上所述,其他实施例可以被利用并从中导出,使得可以在不脱离本公开的范围的情况下进行结构和逻辑替换和改变。本发明主题的这些实施例在本文中单独地或共同地由术语“发明”引用,仅仅是为了方便,并且无意将本申请的范围自愿地限制为任何单个发明或发明构思,如果事实上多于一个披露。因此,虽然在此已经说明和描述了特定实施例,但是为了实现相同目的而计算的任何布置可以代替所示的特定实施例。本公开旨在覆盖各种实施例的任何和所有修改或变化。上述实施例的组合以及本文中未具体描述的其他实施例对于本领域技术人员在查看以上描述时将是显而易见的。

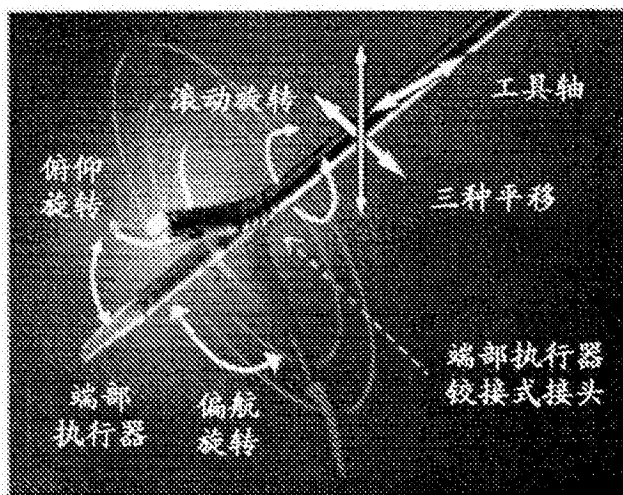


图1A

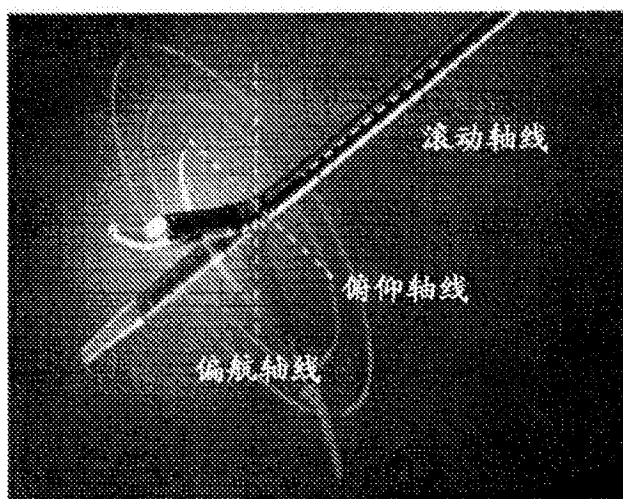


图1B

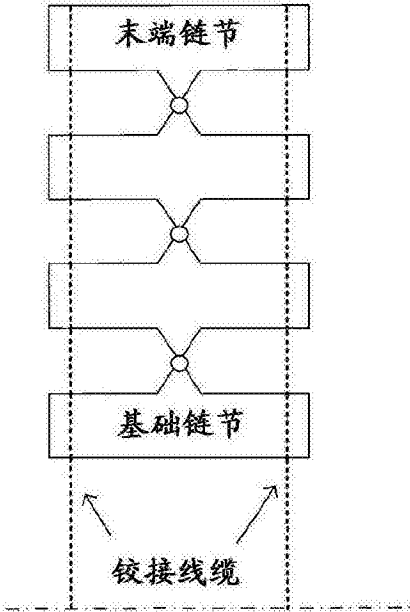


图2A

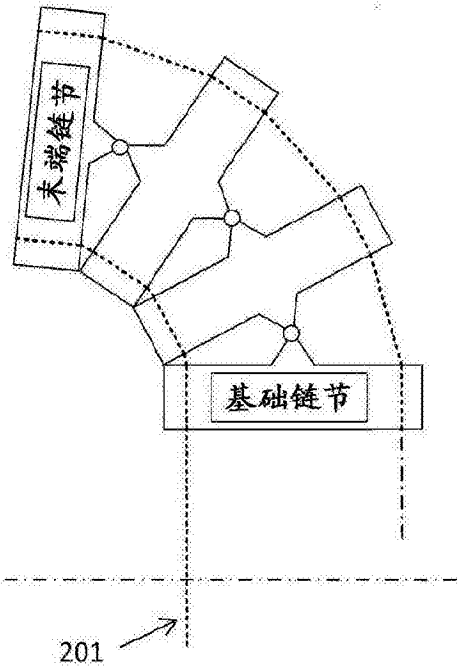


图2B

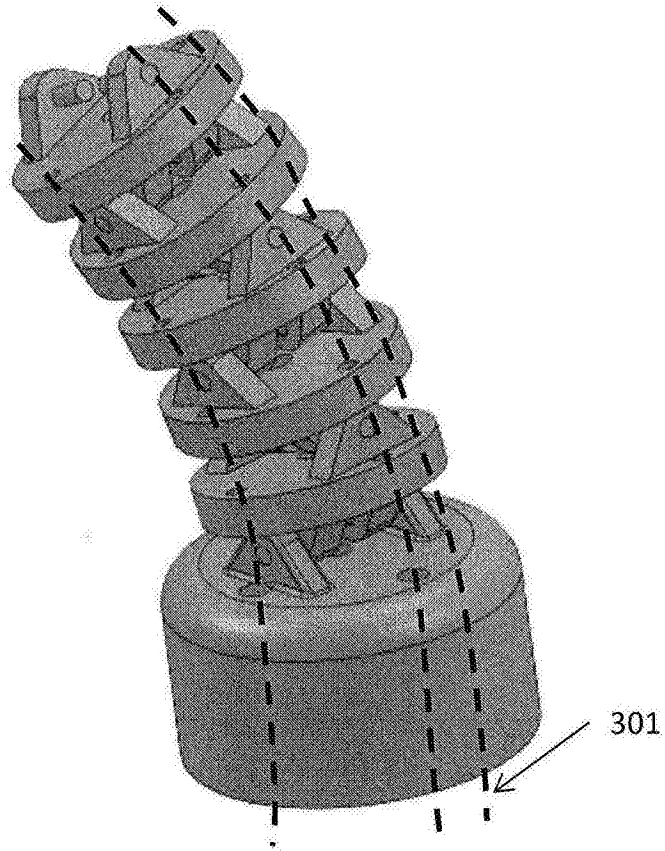


图3

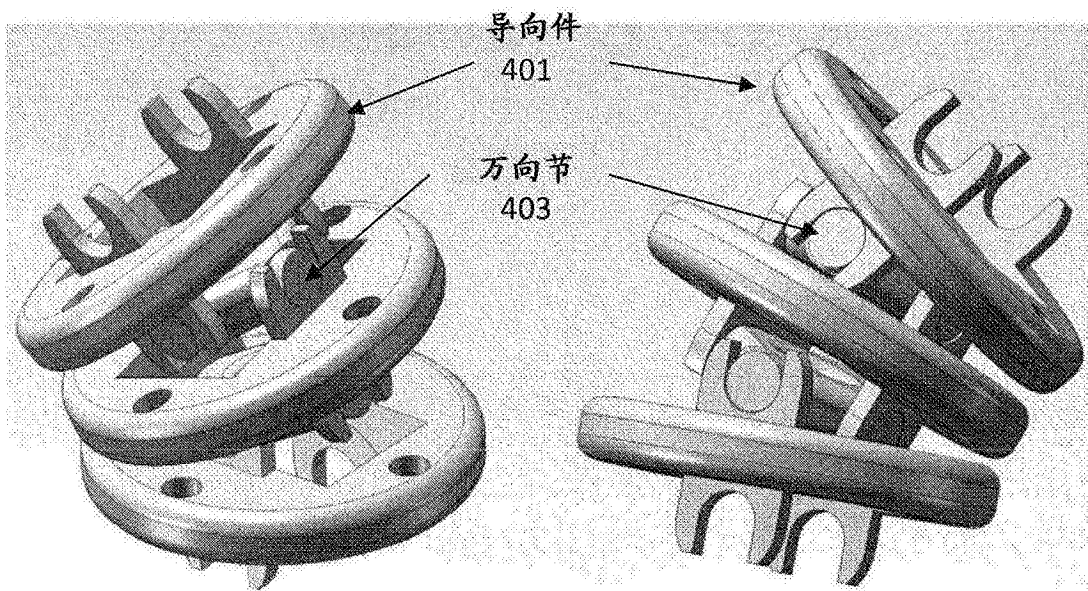


图4A

图4B

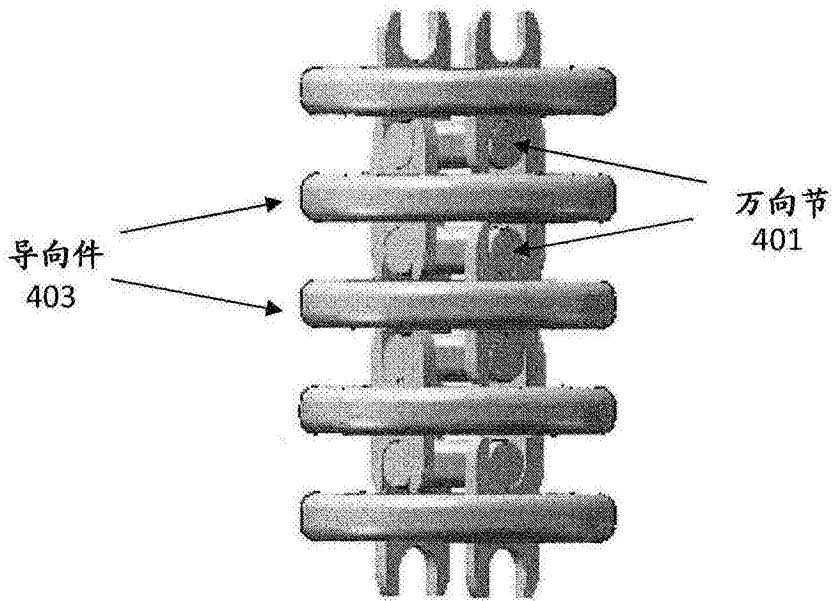


图4C

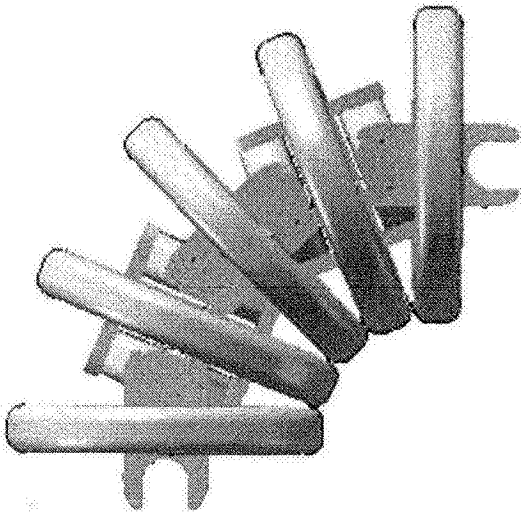


图5A



图5B

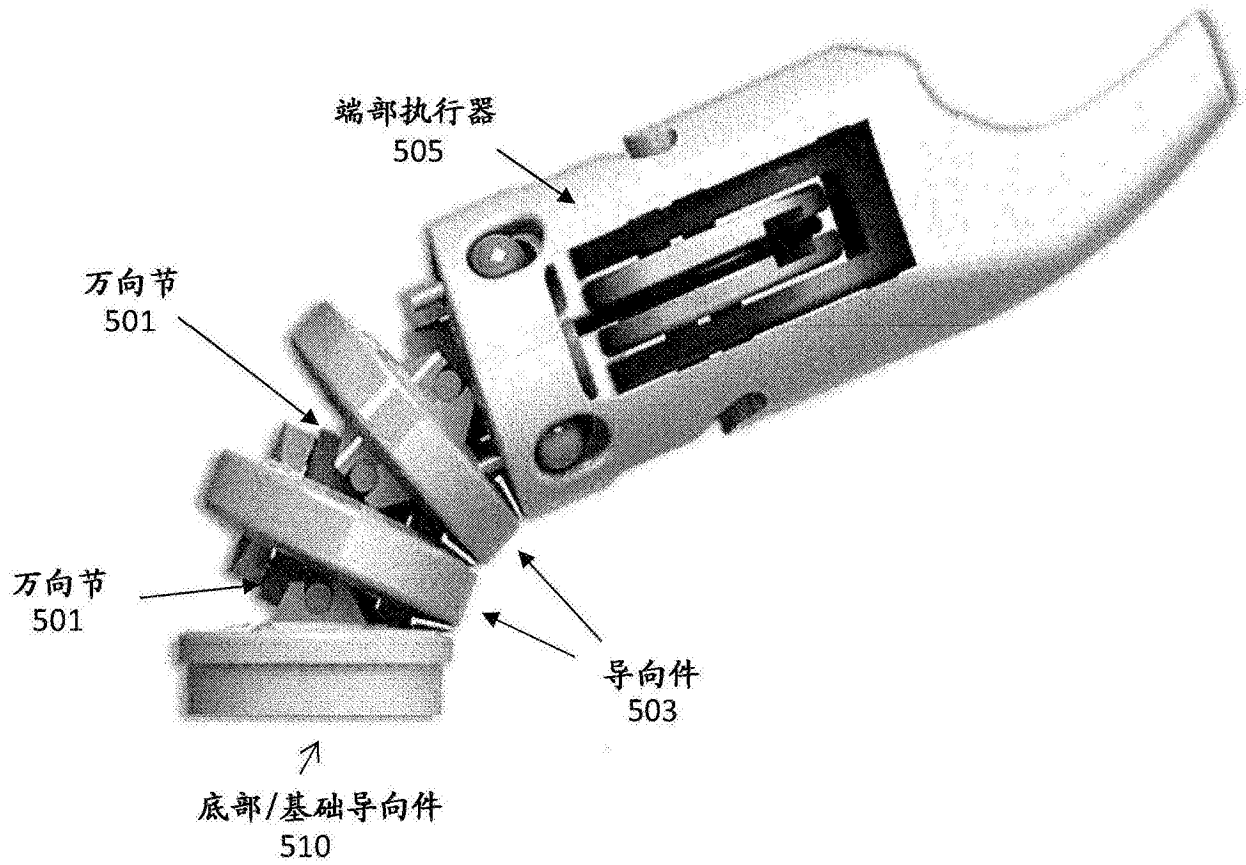


图6

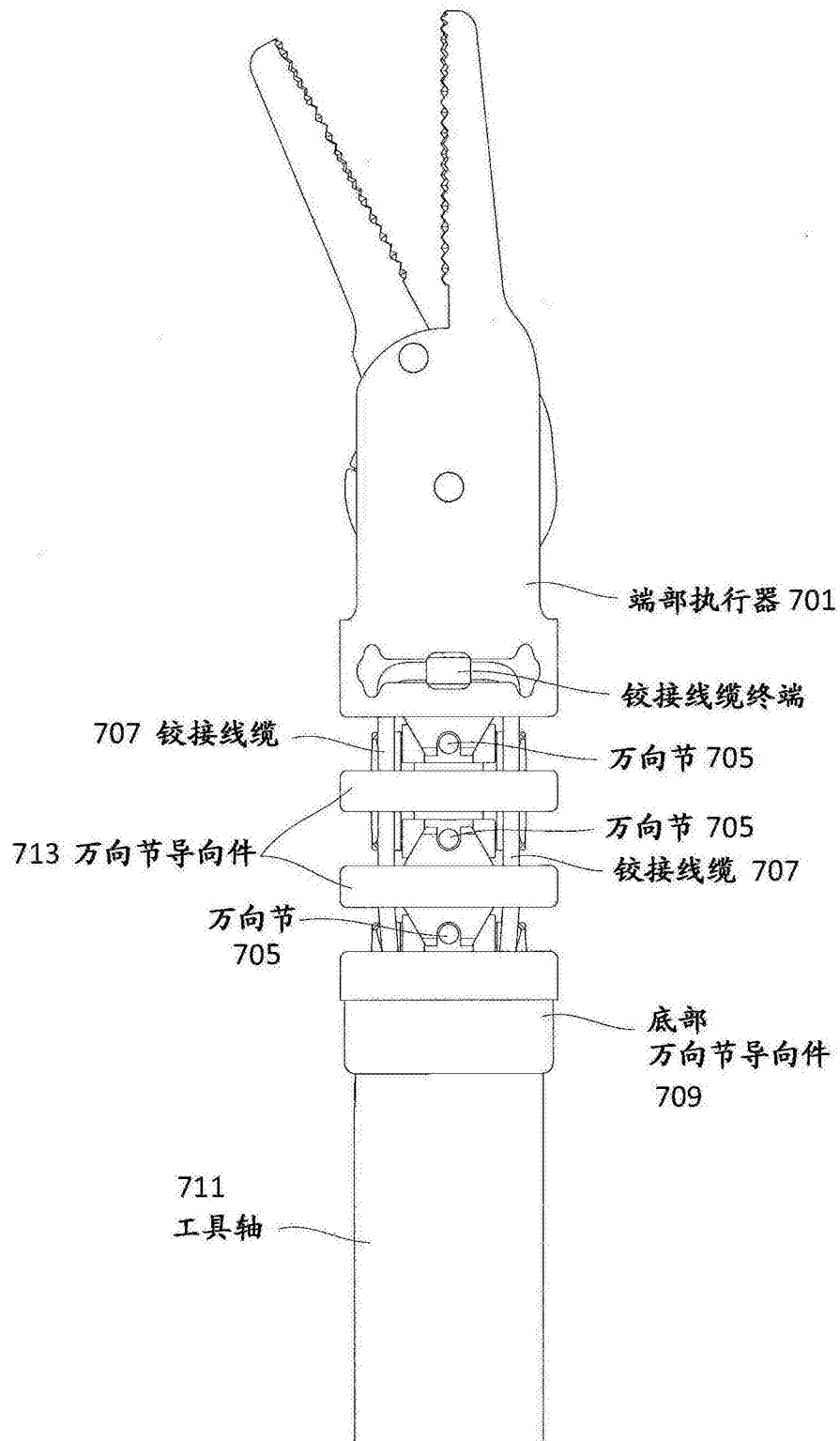


图7

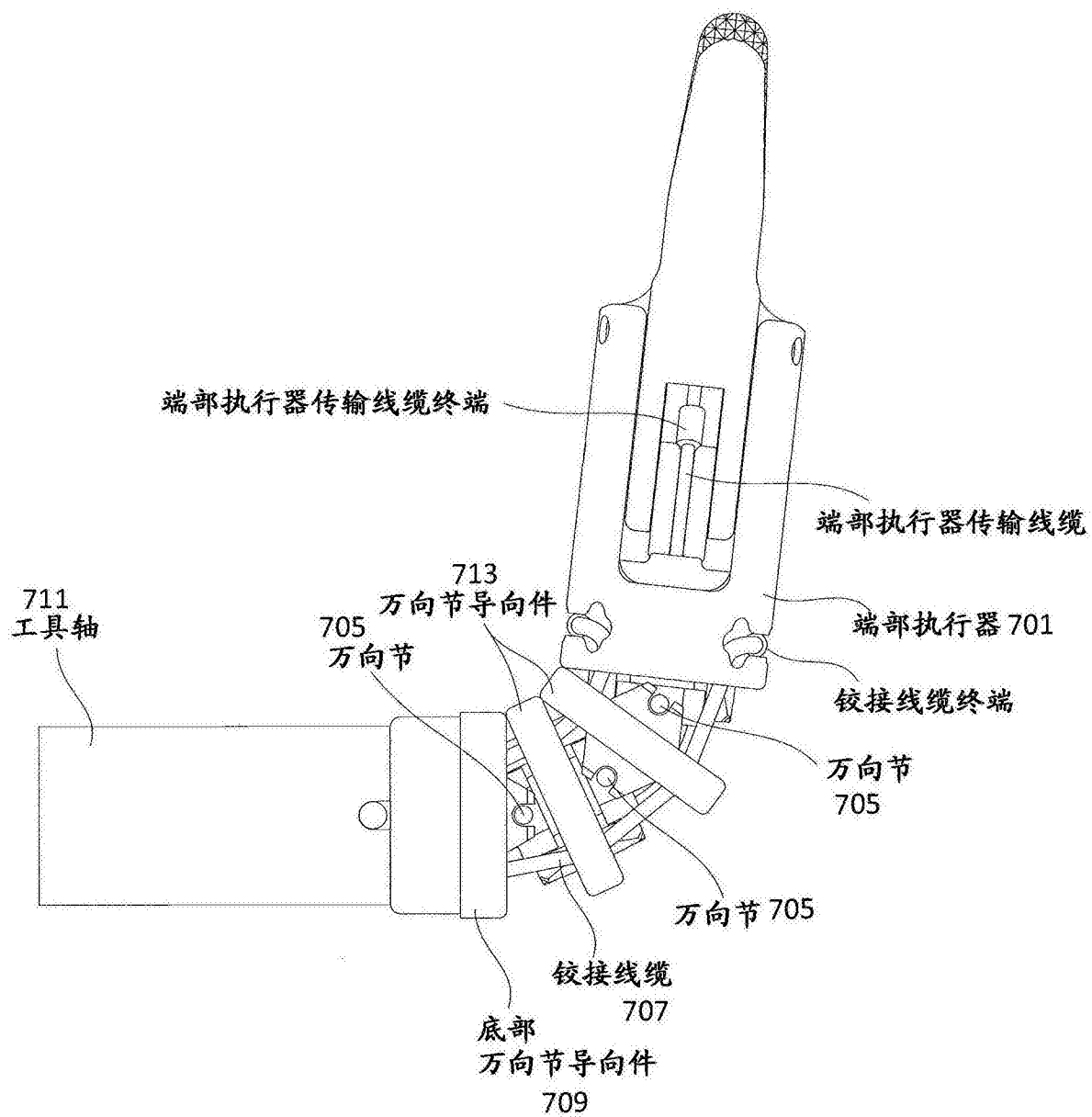


图8

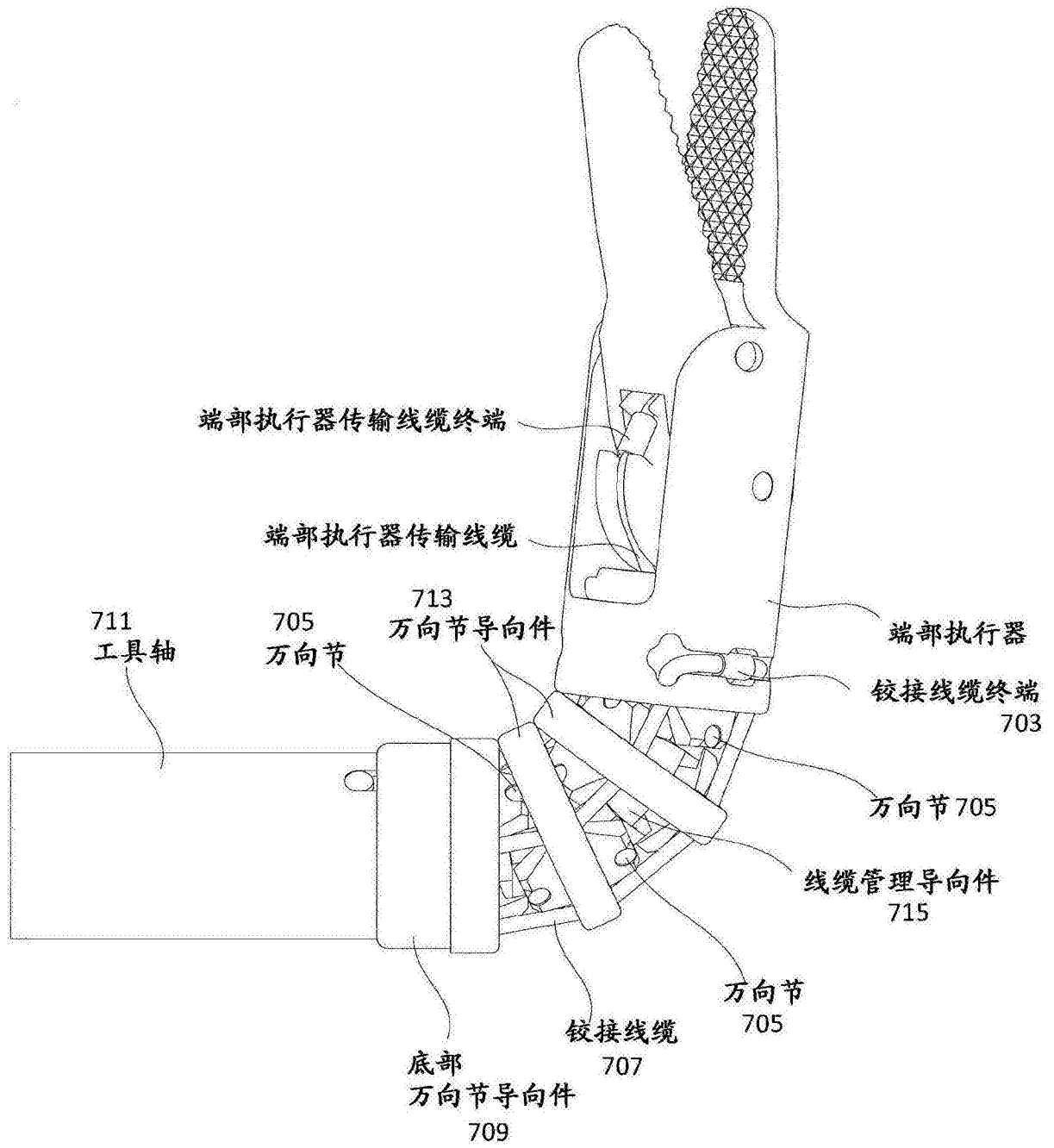


图9

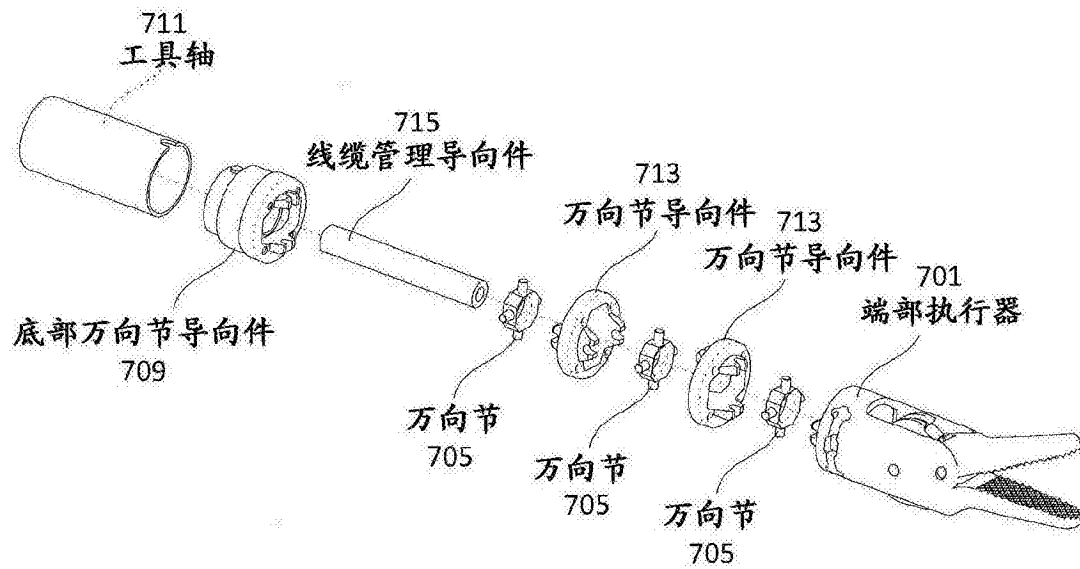


图10

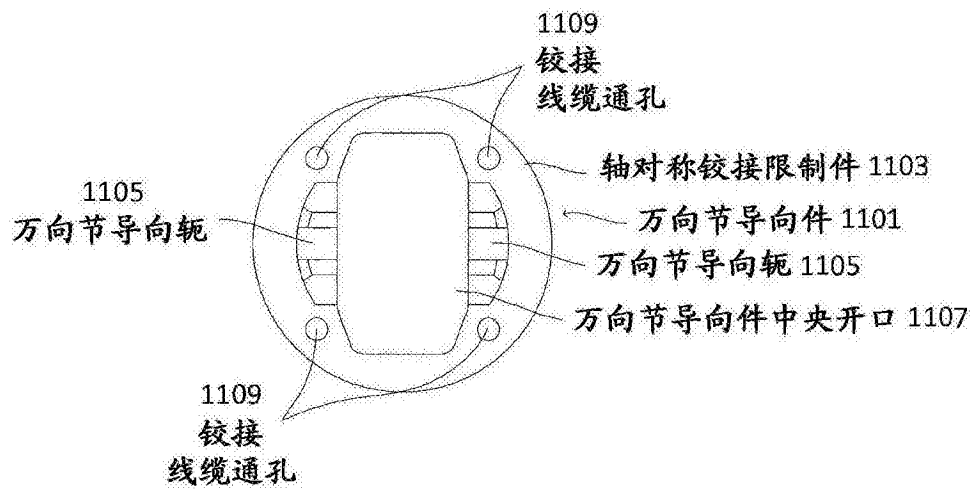
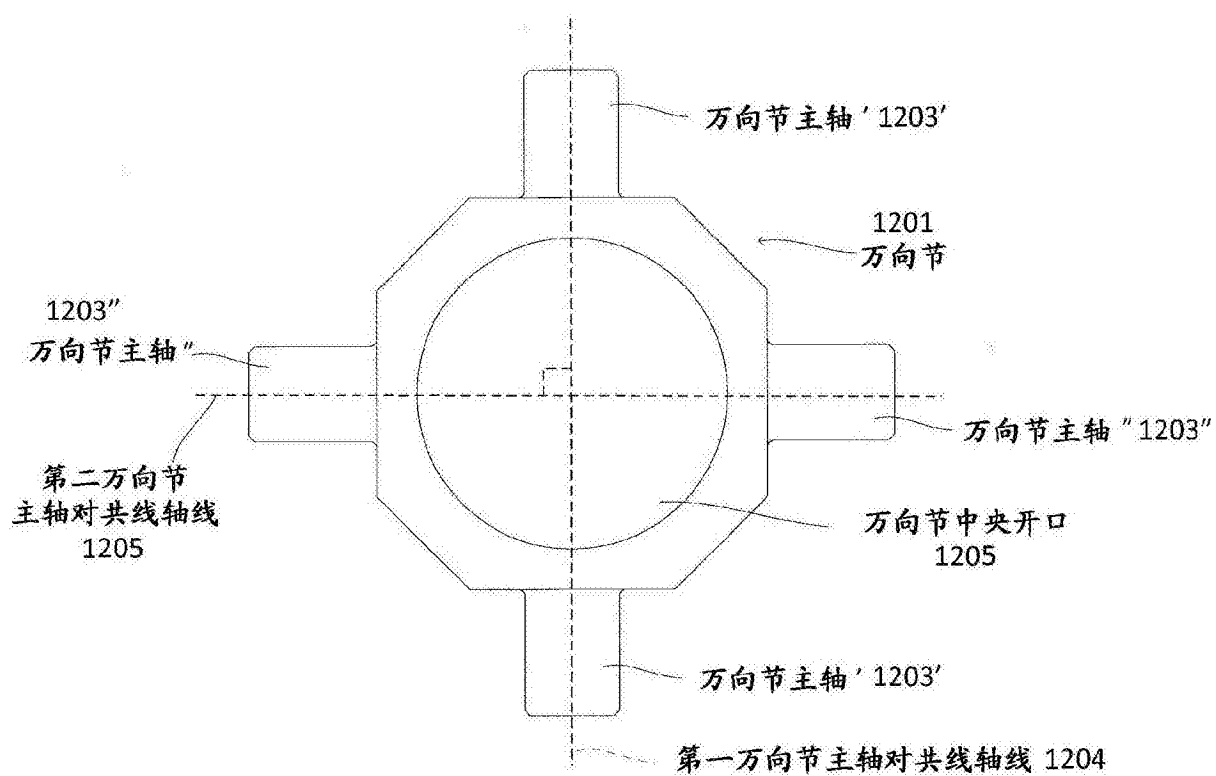
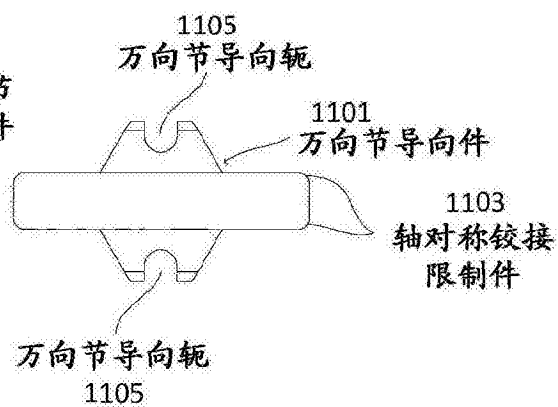
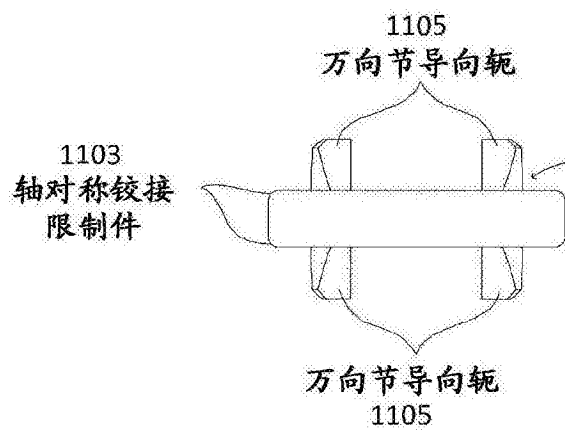


图11A



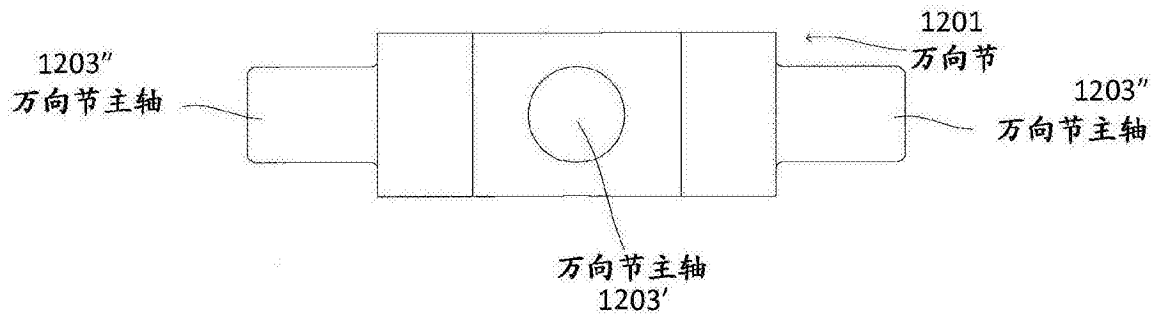


图12B

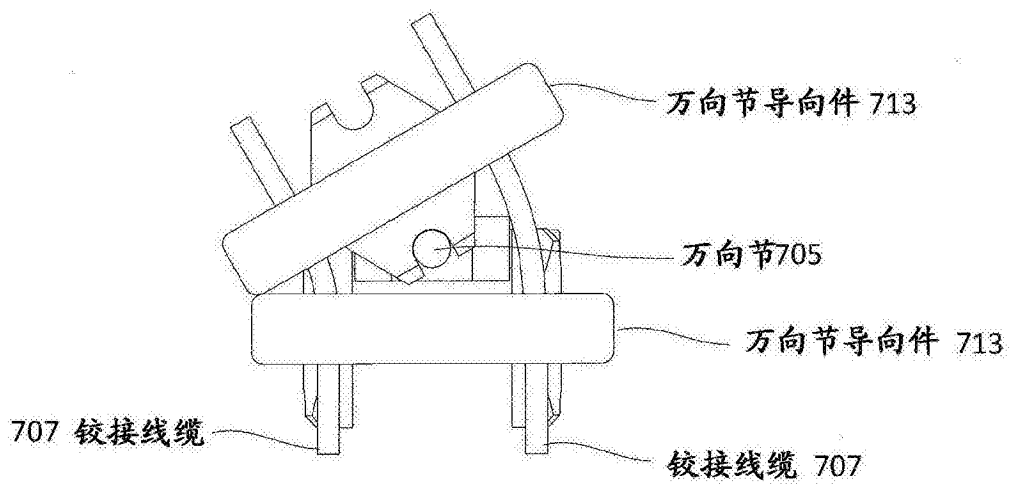


图13A

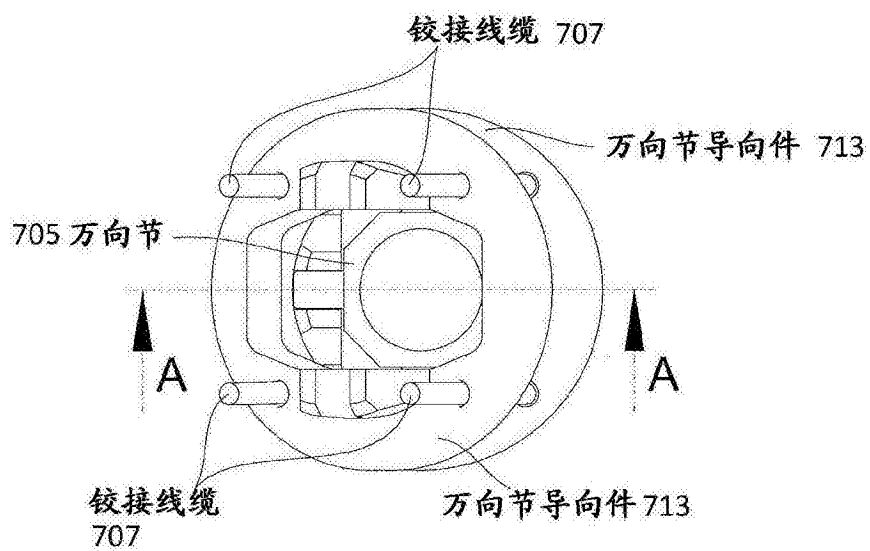


图13B

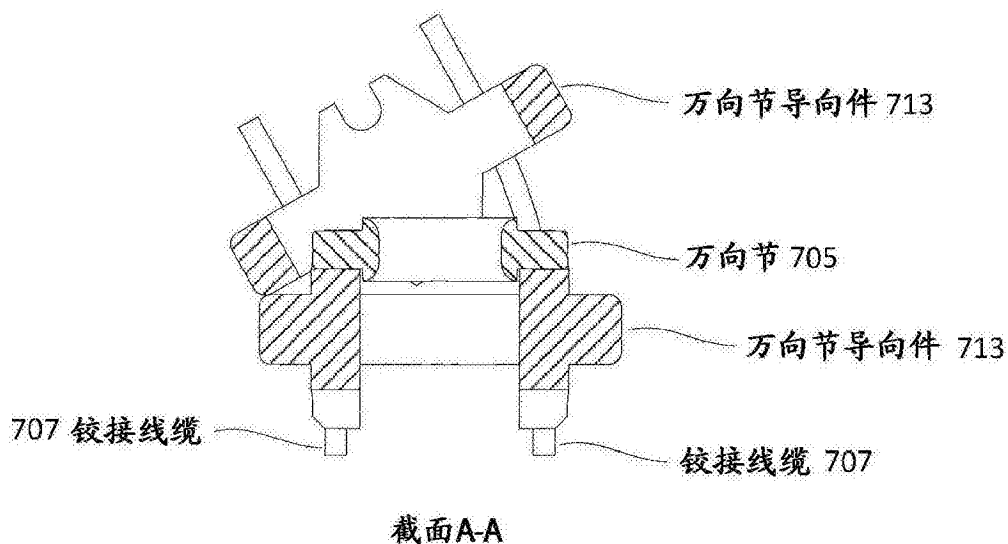


图13C

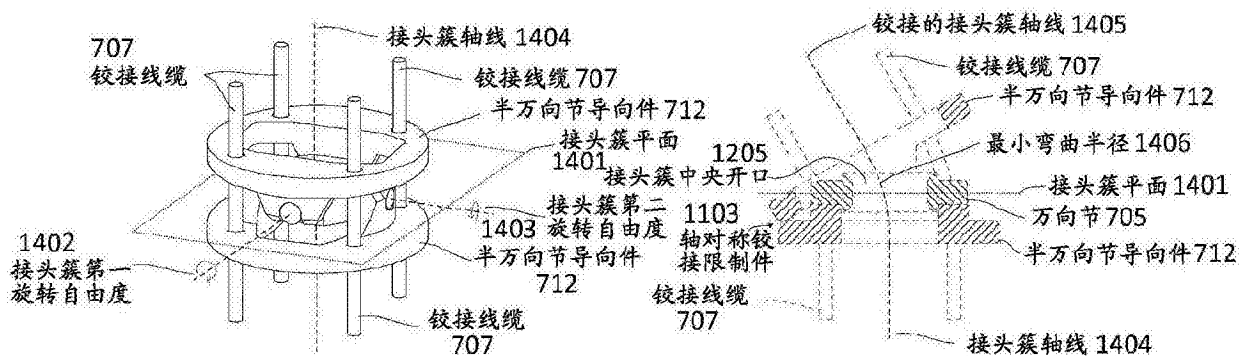


图14A

图14D

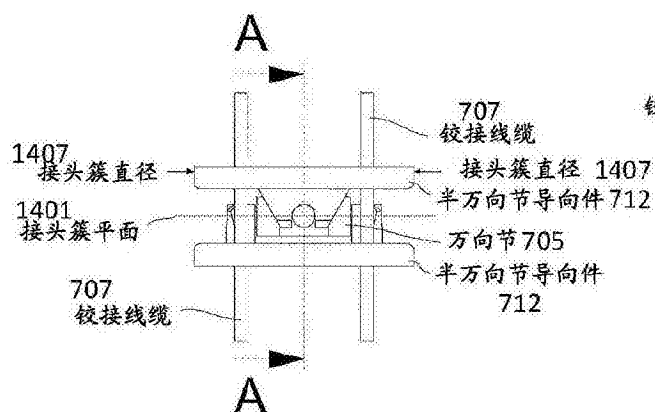


图14B

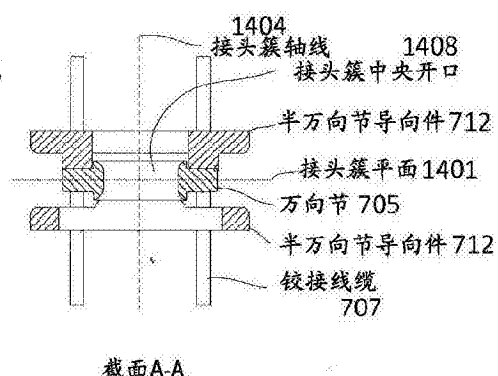


图14C

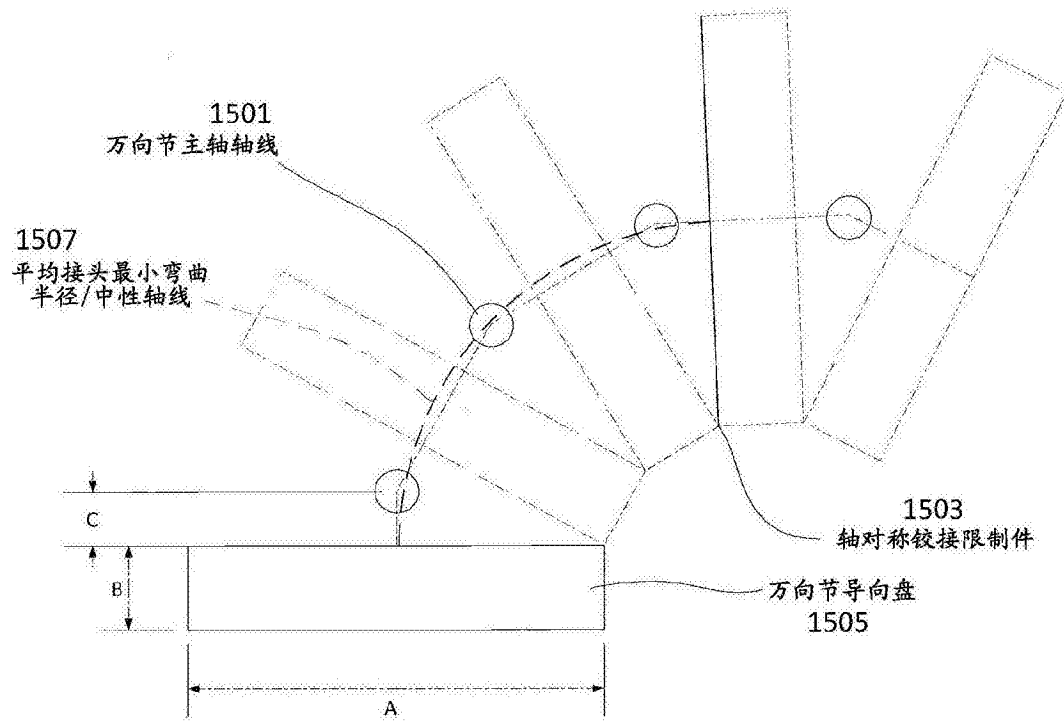


图15

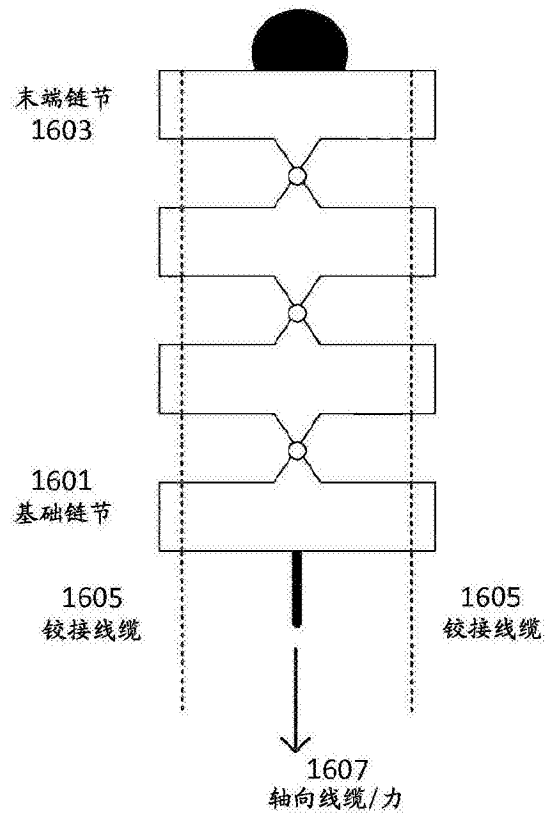


图16A

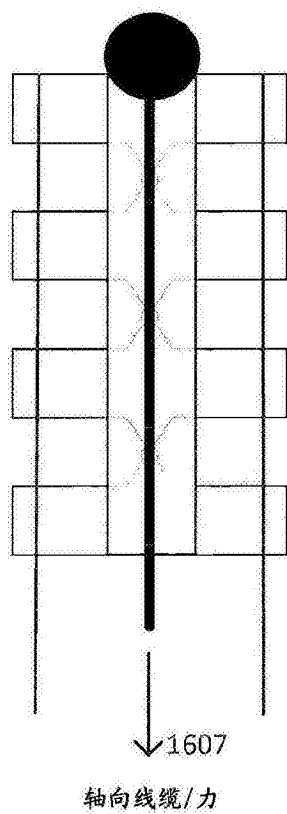


图16B

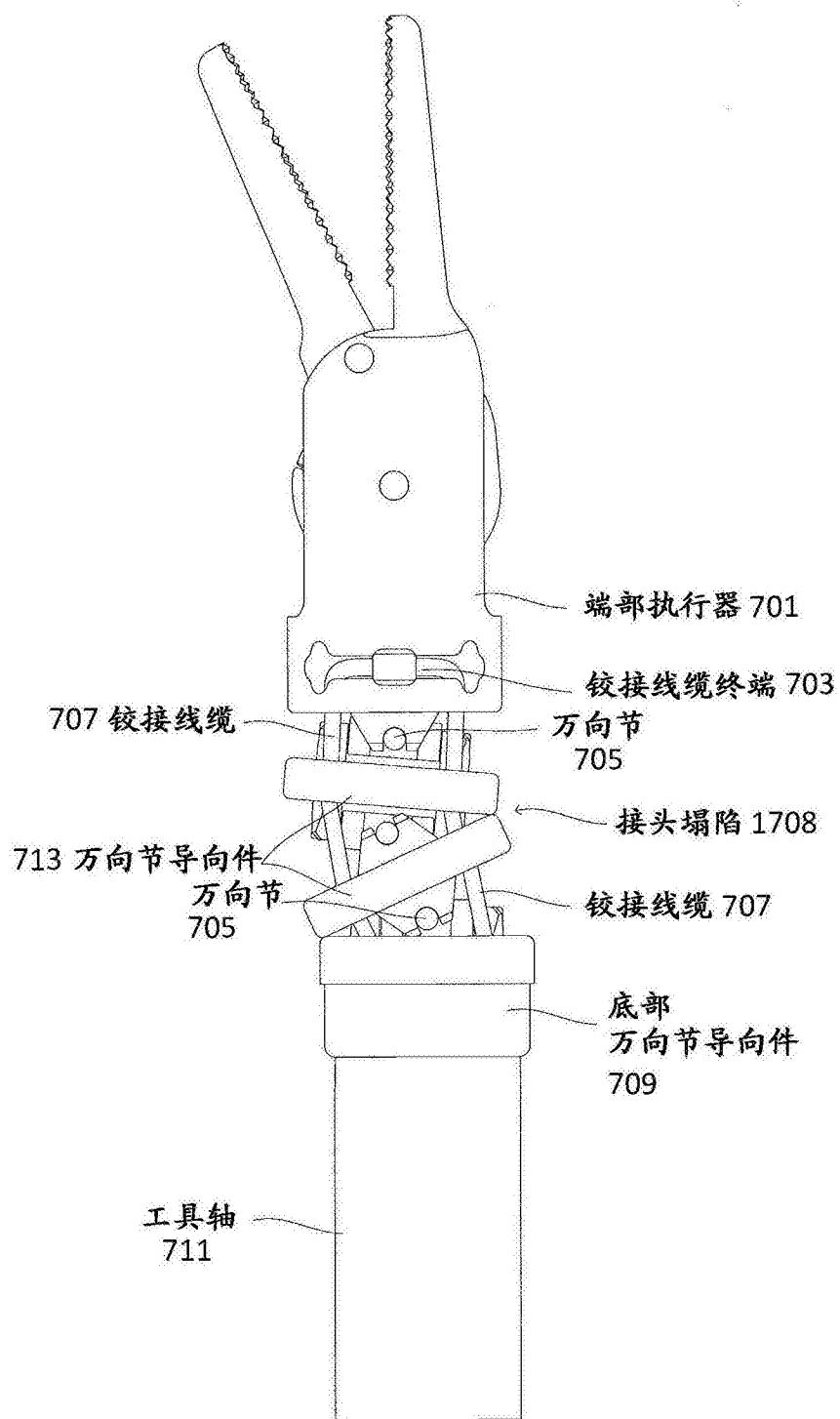


图17

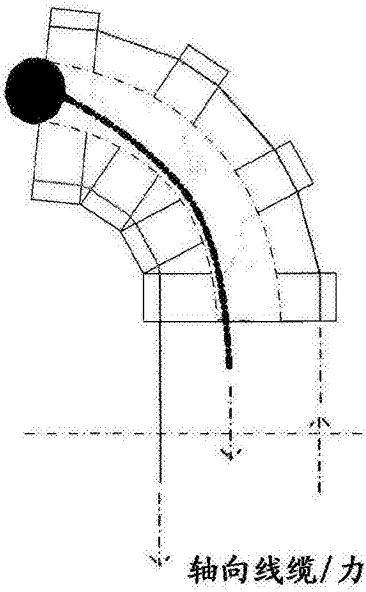


图18A

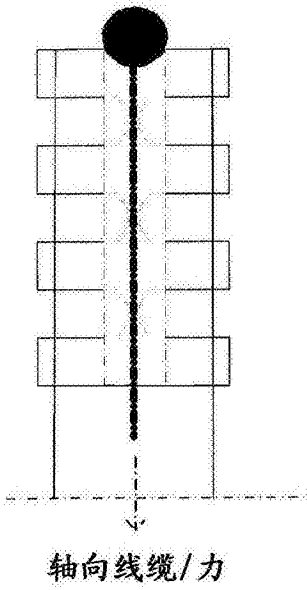


图18B

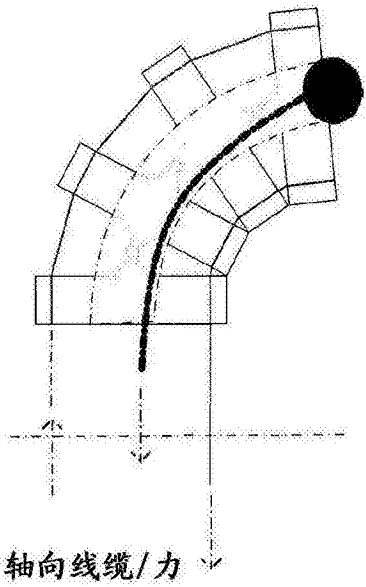


图18C

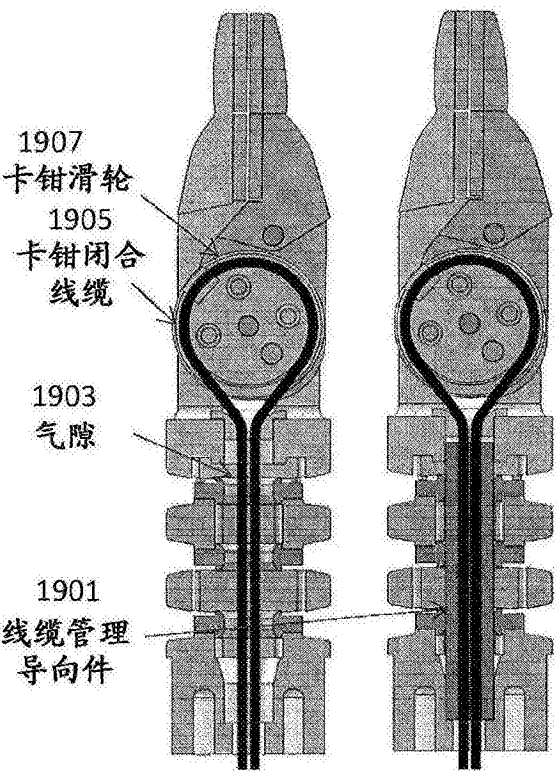


图19A

图19B

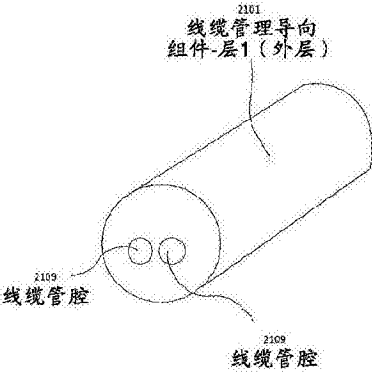


图20

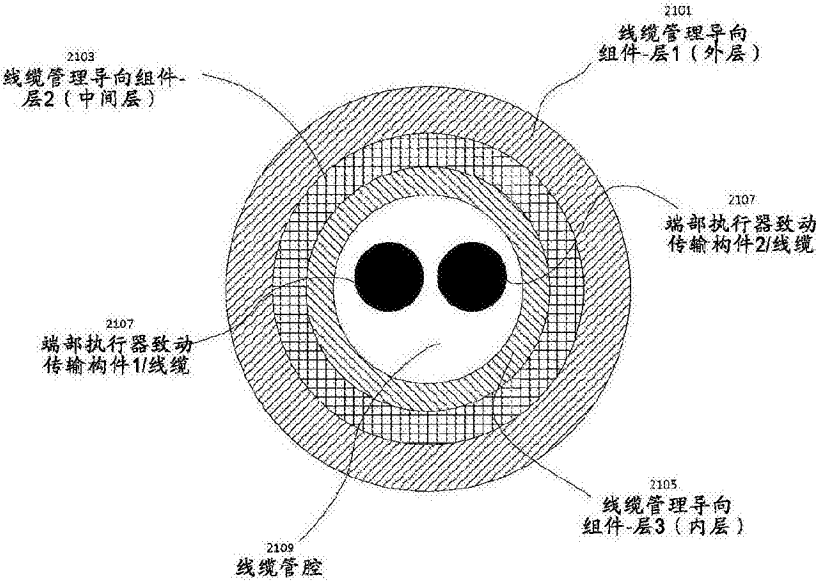


图21A

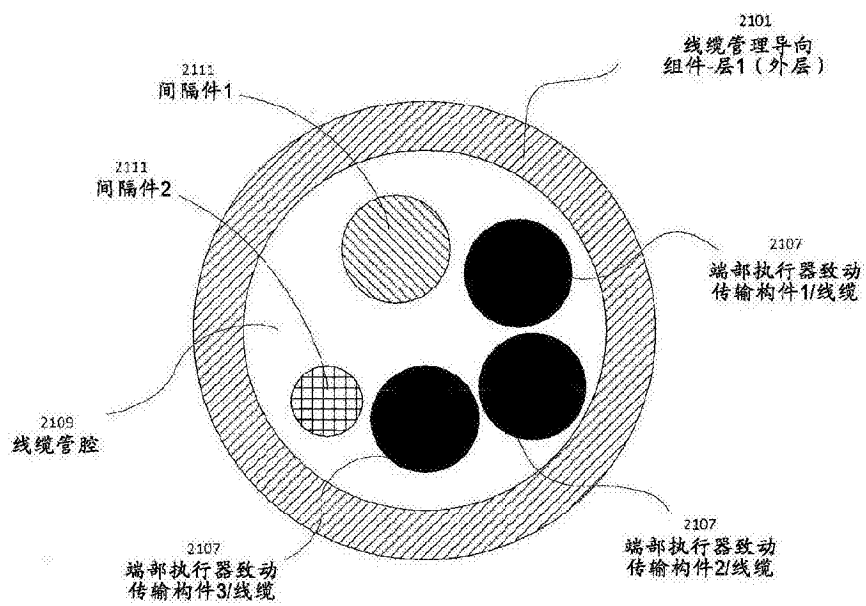


图21B

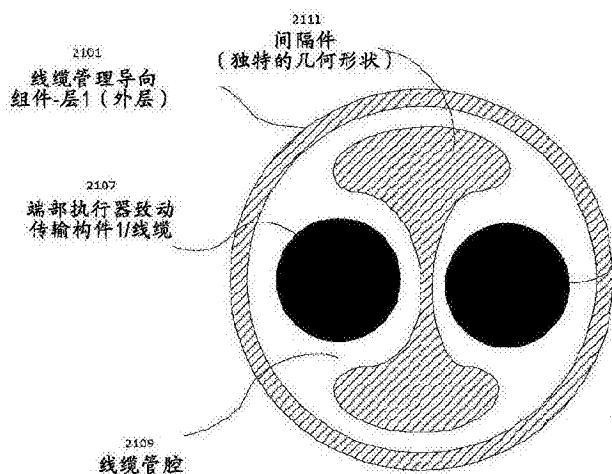


图21C

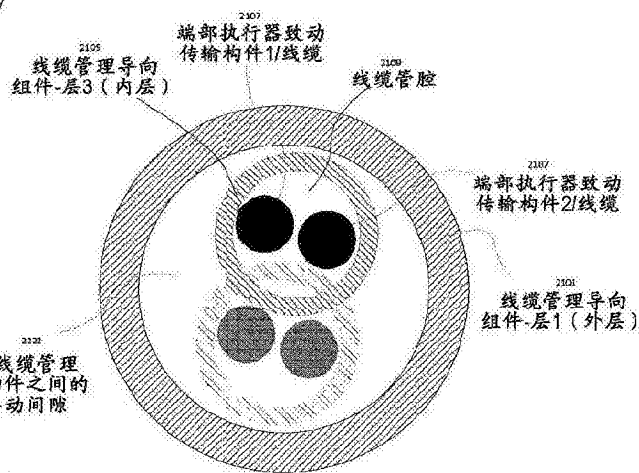


图21D

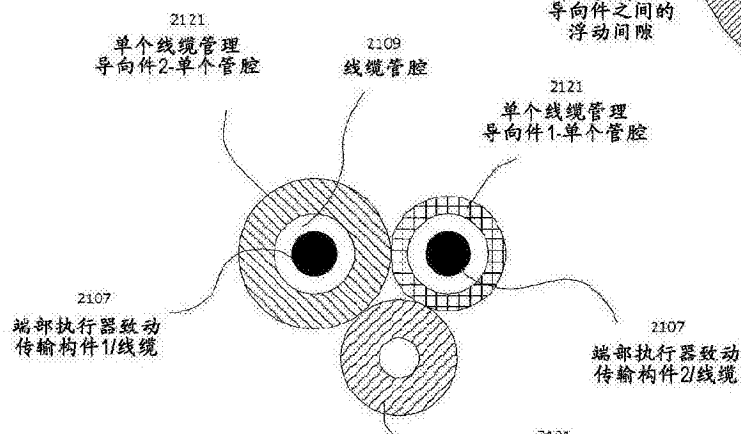


图21E

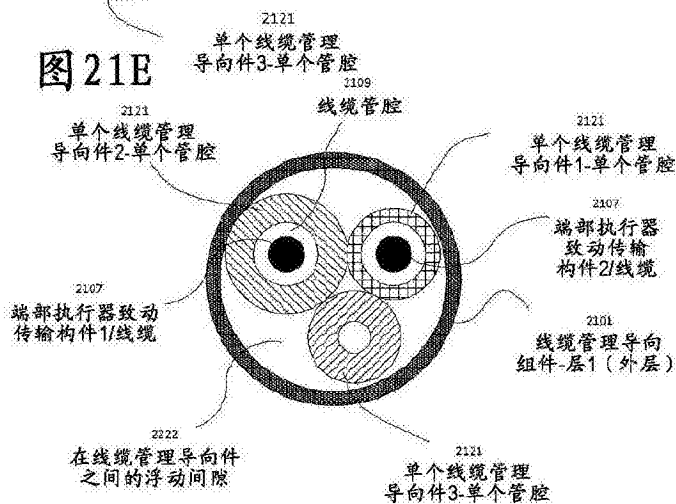


图21F

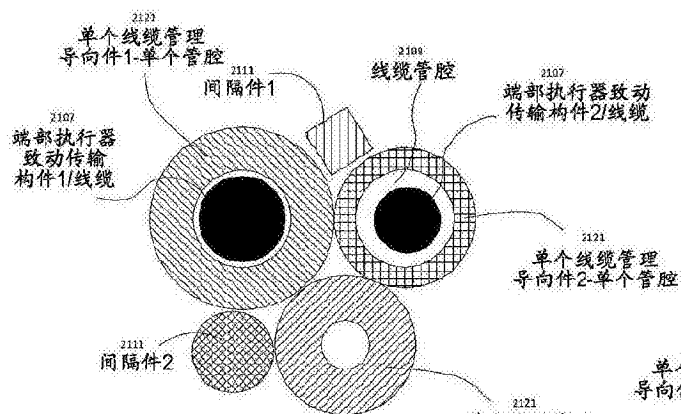


图21G

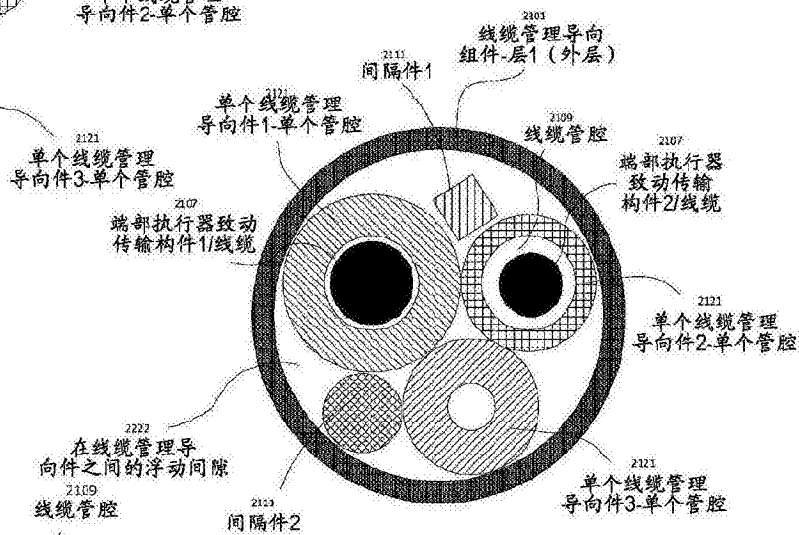


图21H

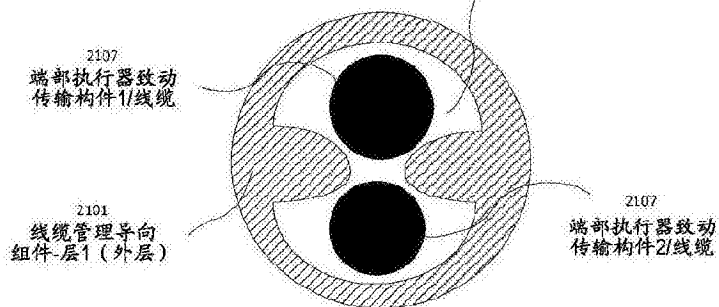


图21I

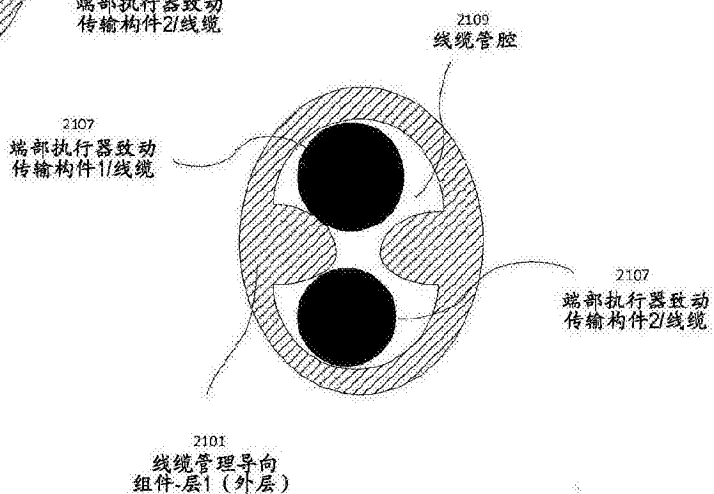


图21J

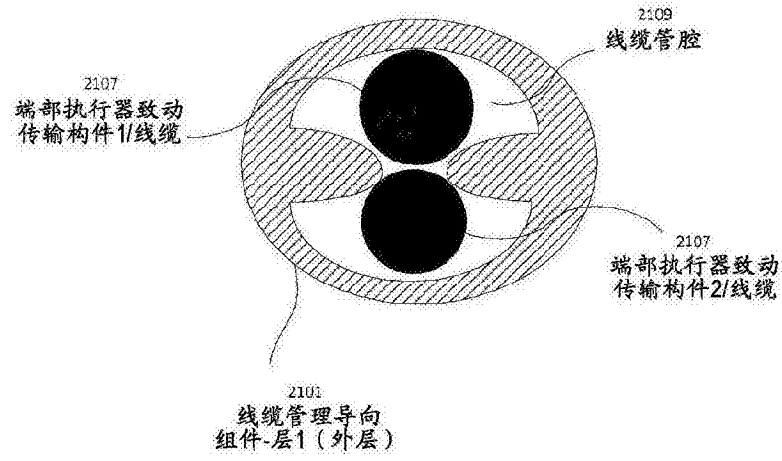


图21K

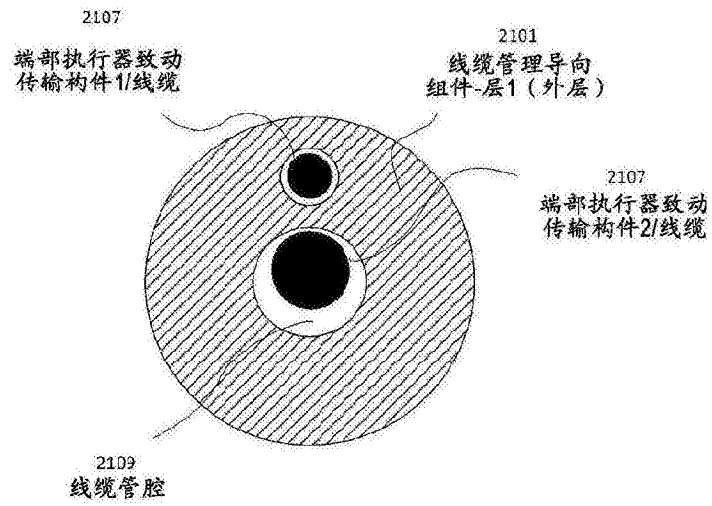


图21L

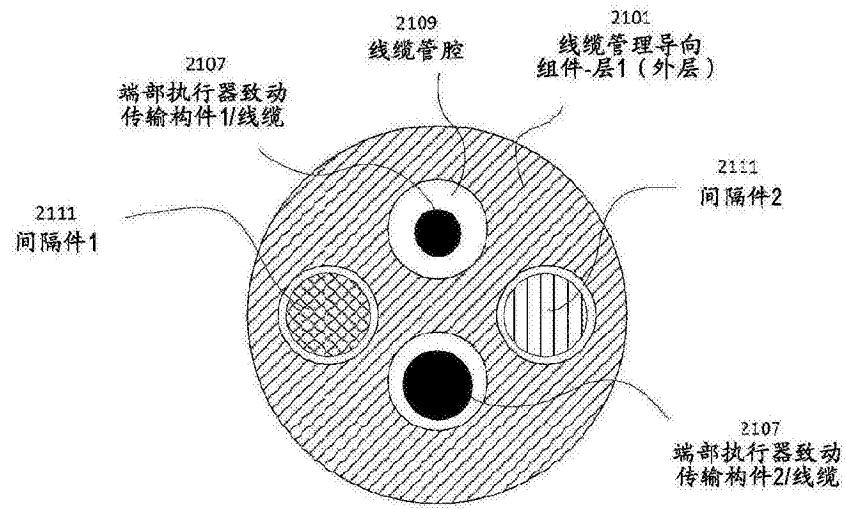


图21M

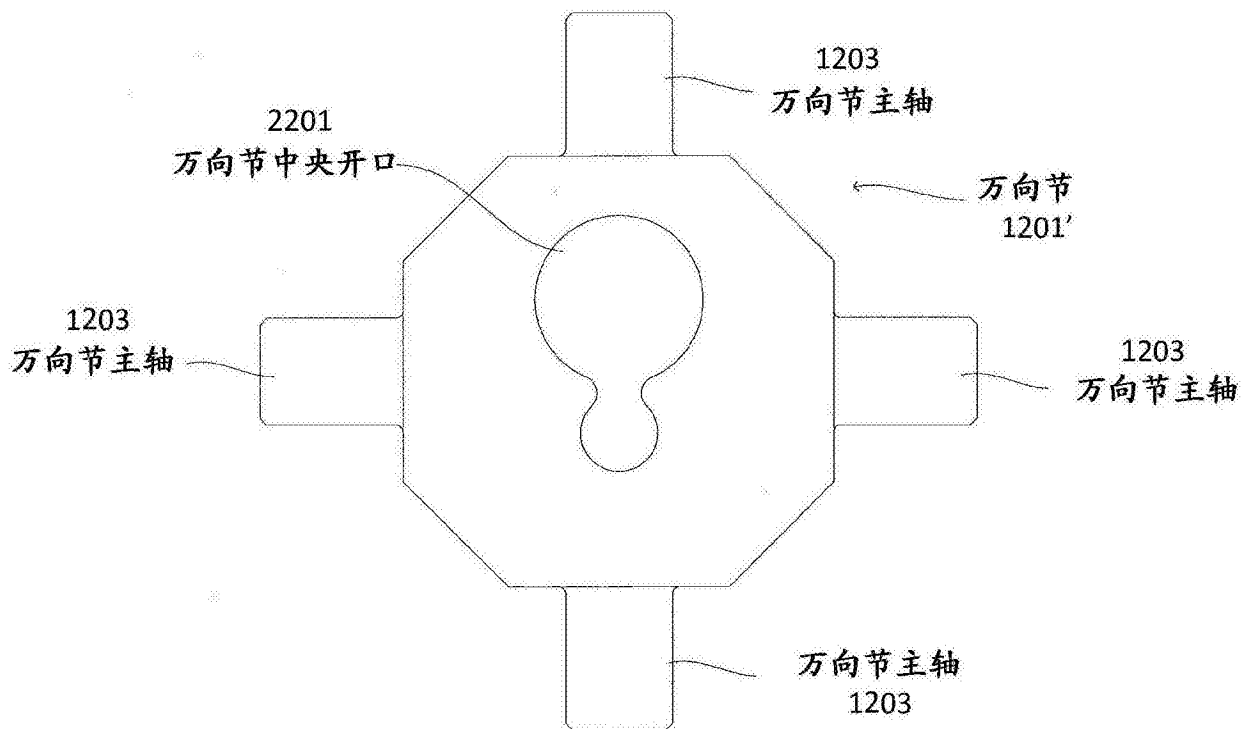


图22

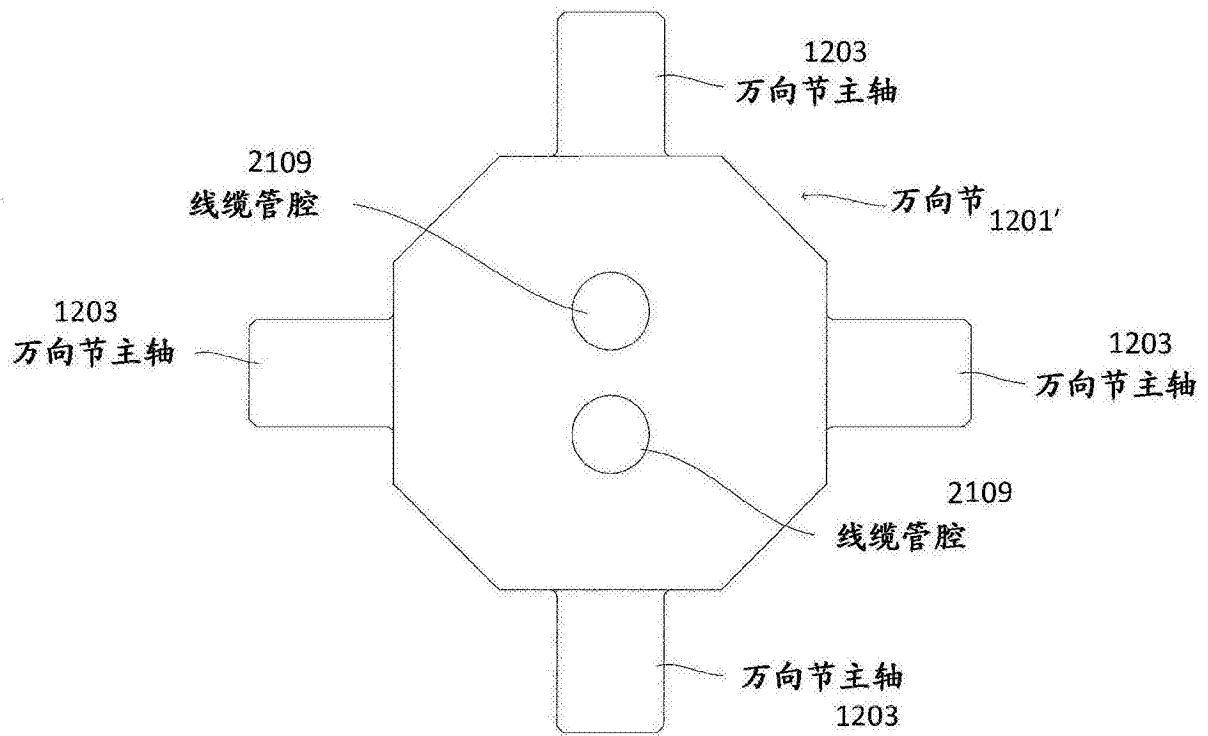


图23

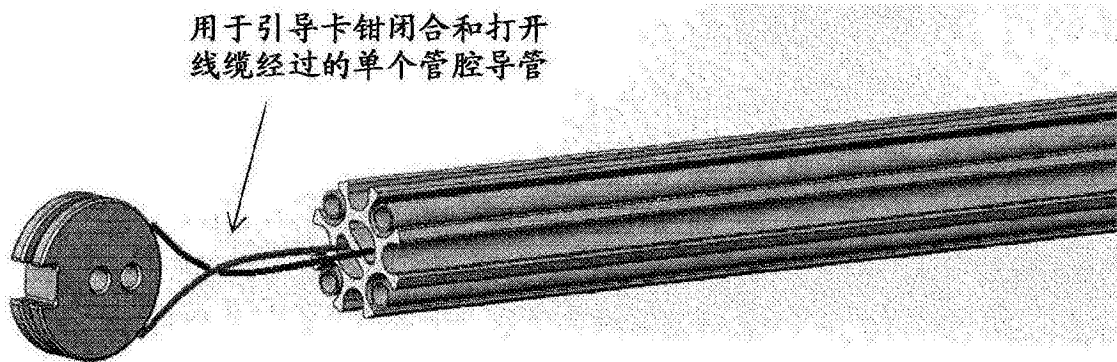


图24

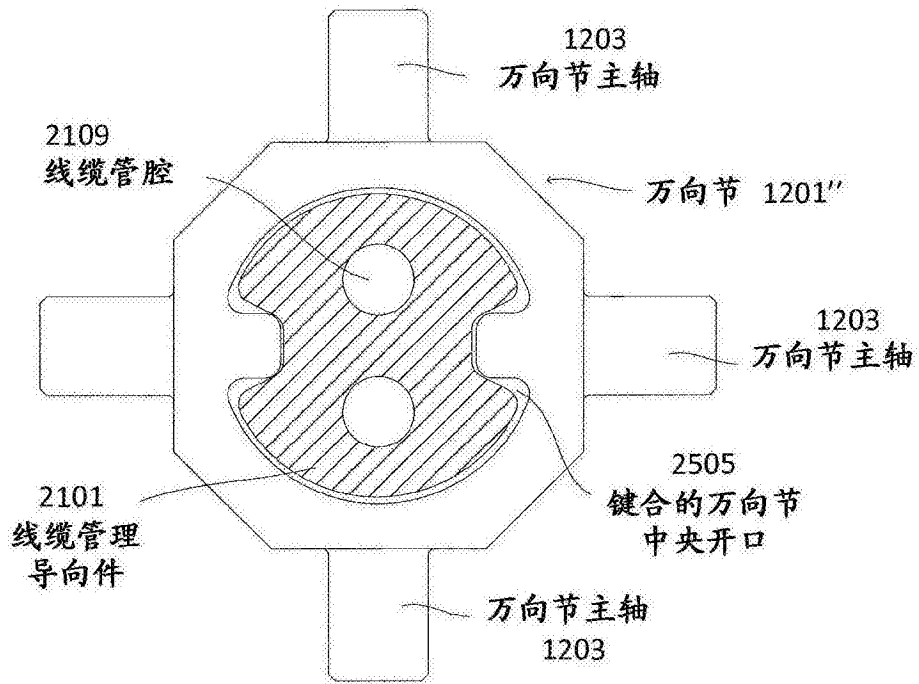


图25

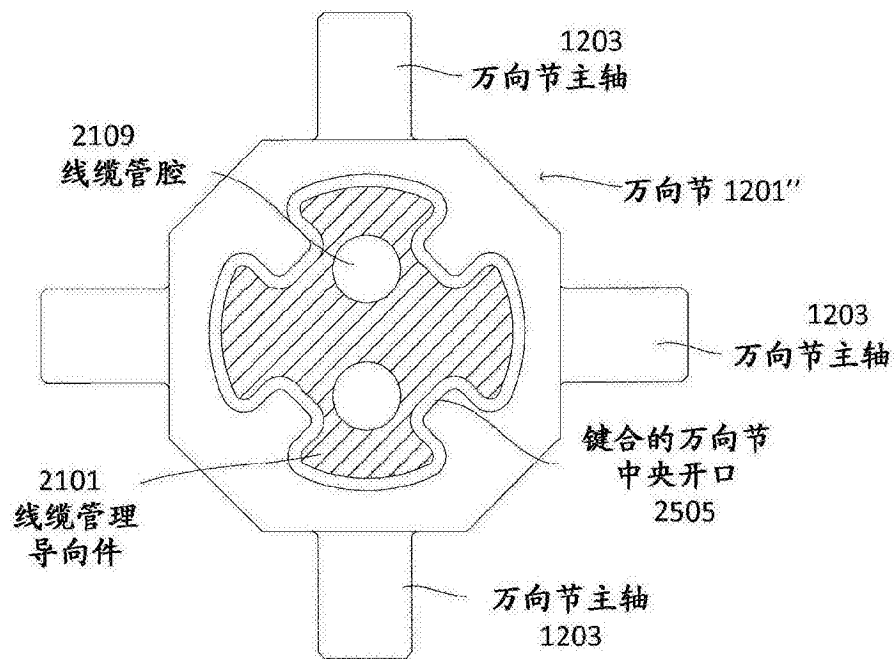


图26

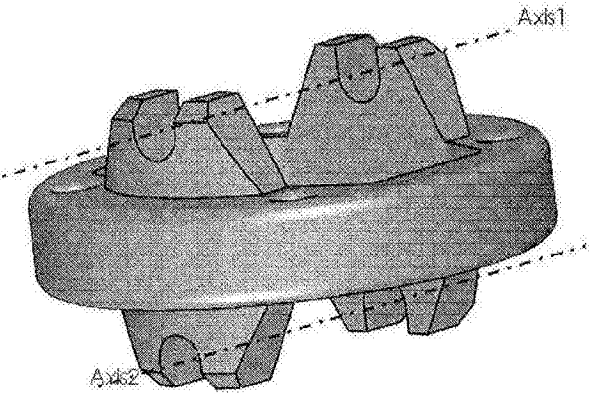


图27A

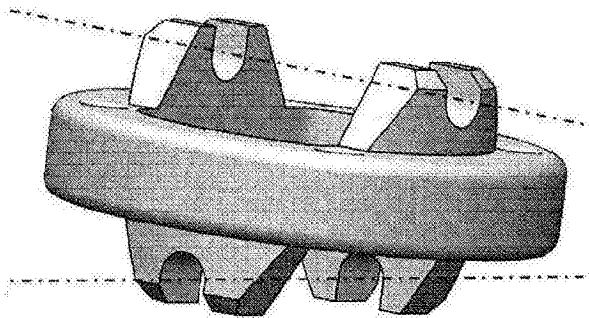


图27B

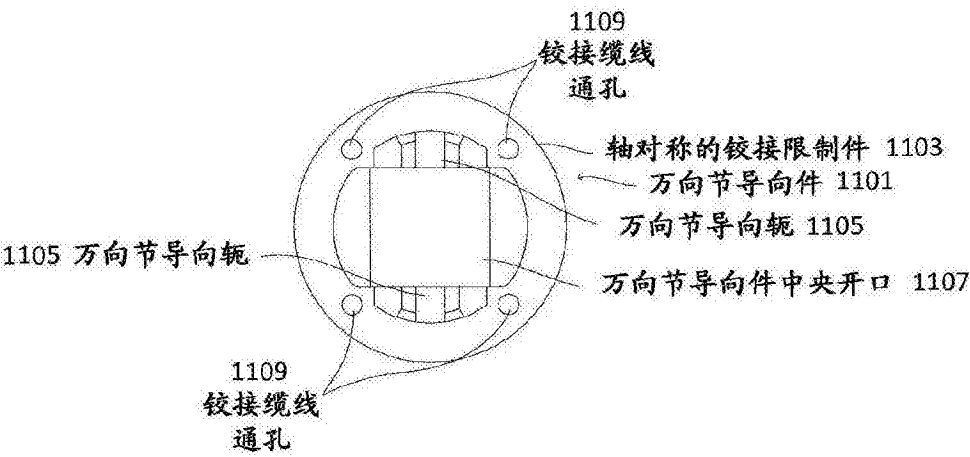


图28A

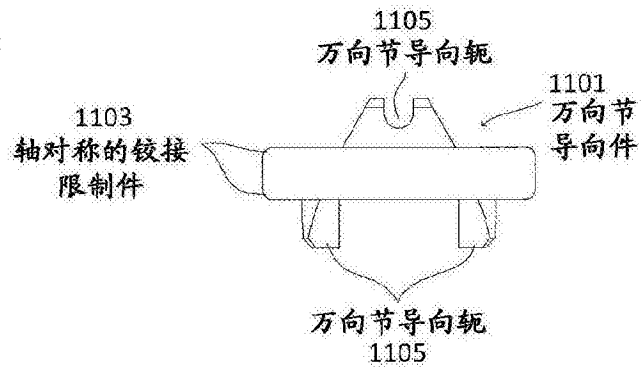


图28B

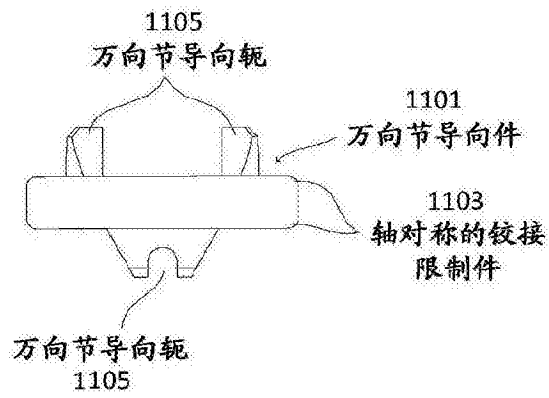


图28C

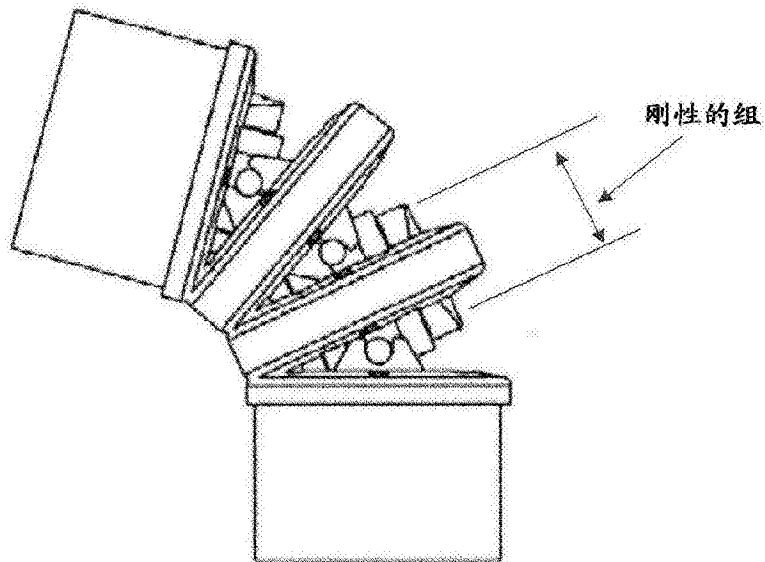


图29A

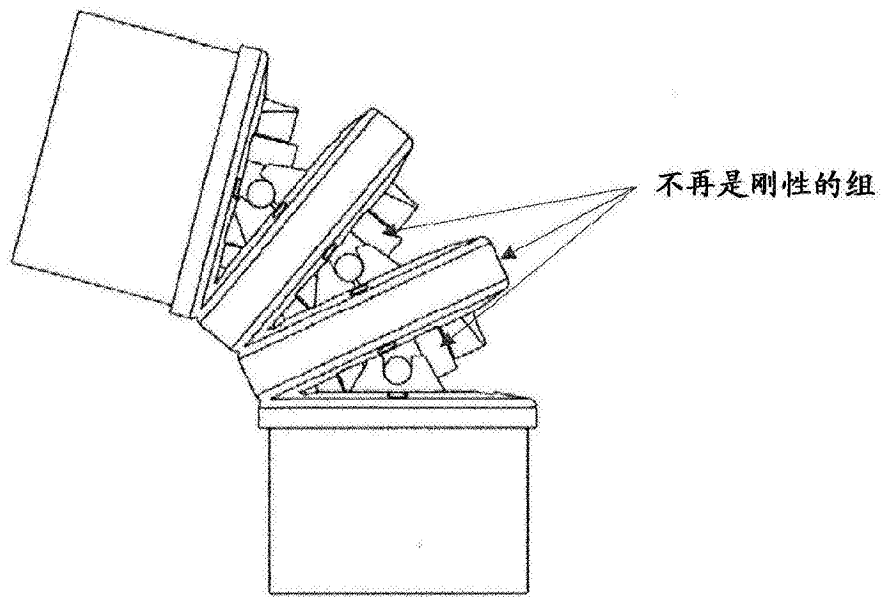


图29B

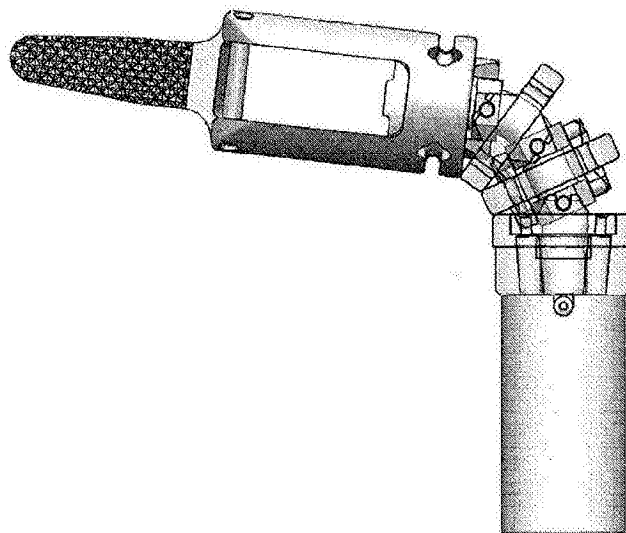


图30A

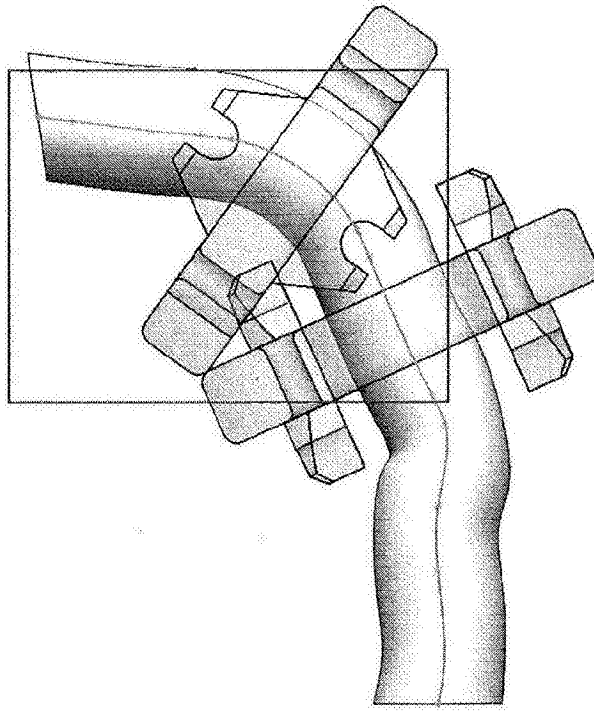


图30B

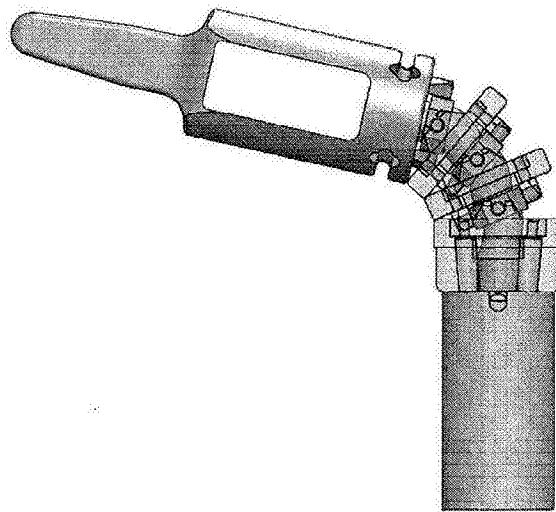


图31A

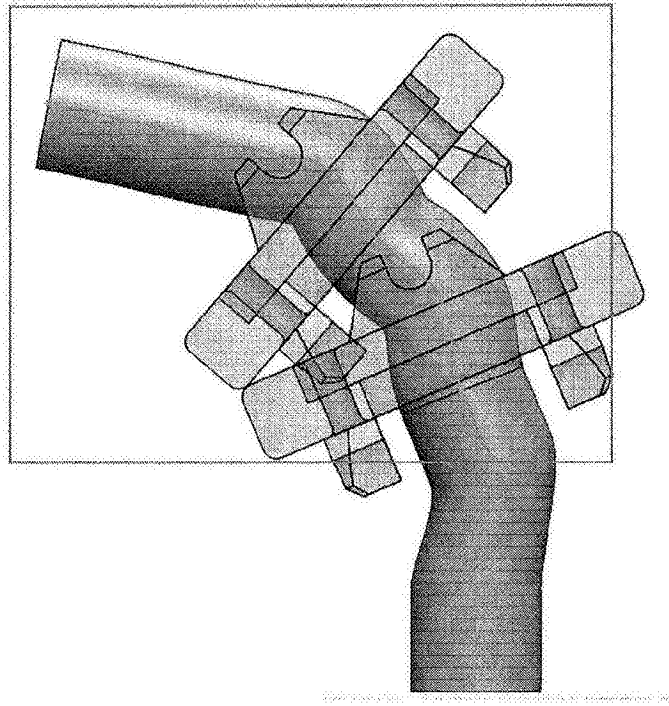


图31B

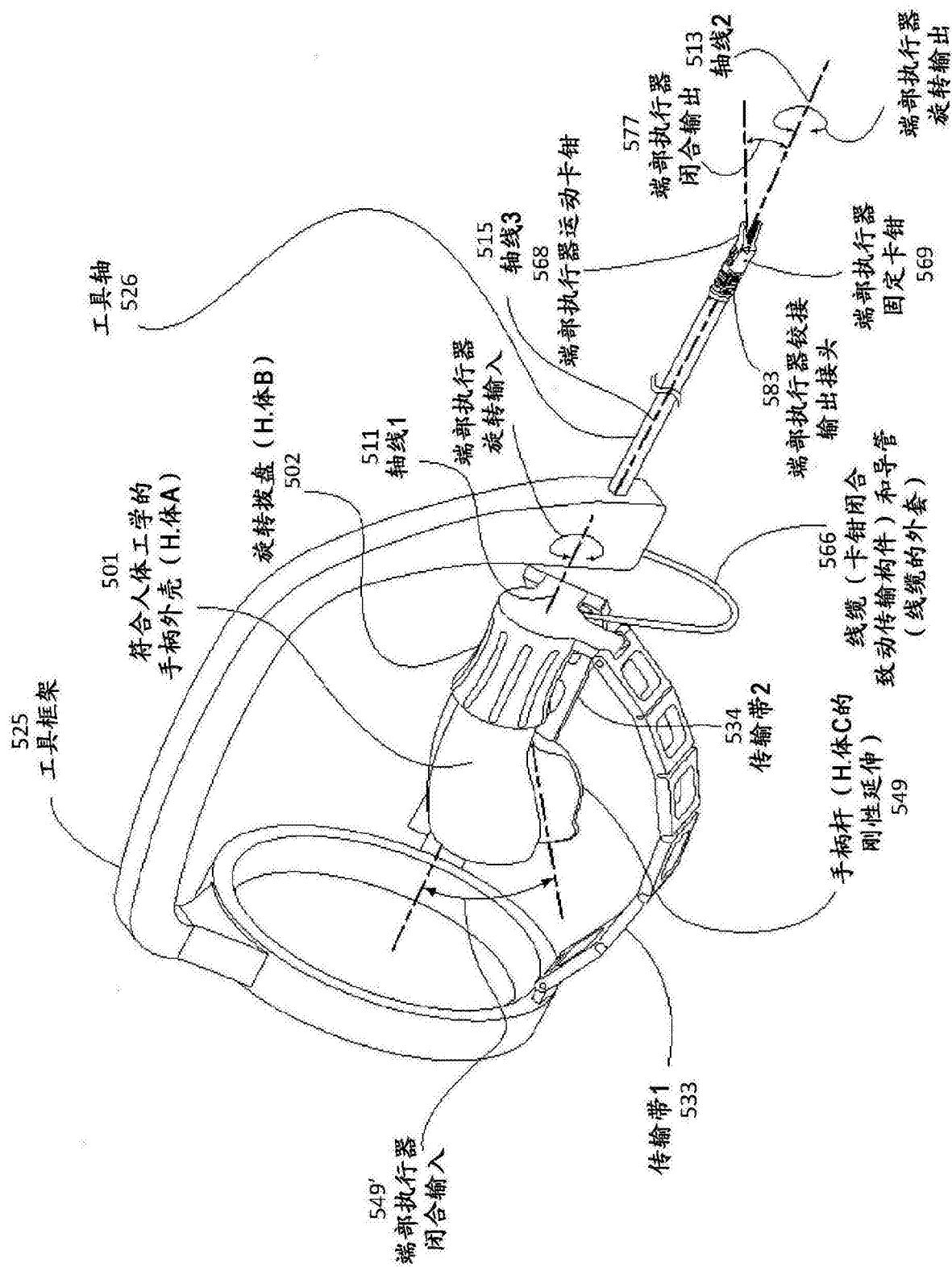


图32