



(10) 授权公告号 CN 110121308 B

(45) 授权公告日 2022.08.26

(21) 申请号 201780070720.7

(22) 申请日 2017.10.06

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110121308 A

(43) 申请公布日 2019.08.13

(30) 优先权数据
1617448.4 2016.10.14 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.05.15

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/GB2017/053038 2017.10.06

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/069679 EN 2018.04.19

(73) 专利权人 CMR外科有限公司
地址 英国剑桥郡

(72) 发明人 本·罗伯特·卓别林

罗斯·汉密尔顿·亨利伍德

阿奇·约翰·拉尔夫·洛奇

(74) 专利代理机构 北京华夏正合知识产权代理
事务所(普通合伙) 11017
专利代理师 韩登营

(51) Int.Cl.
A61B 34/00 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2010011901 A1, 2010.01.21
CN 104470450 A, 2015.03.25
CN 104958106 A, 2015.10.07
CN 105163679 A, 2015.12.16
CN 102892373 A, 2013.01.23
CN 105979901 A, 2016.09.28
EP 2415418 A1, 2012.02.08

审查员 刘聪

权利要求书3页 说明书12页 附图7页

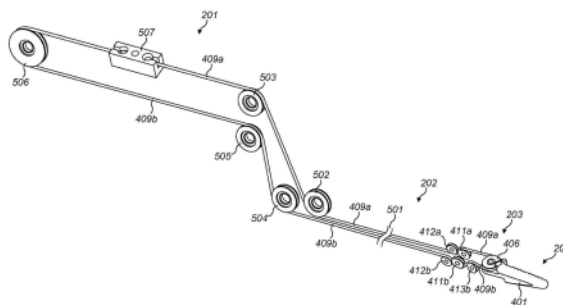
(54) 发明名称

用于铰接手术器械的驱动装置

(57) 摘要

一种机器人手术器械,其包括主轴;端部执行器第一元件,将所述端部执行器第一元件连接至所述主轴的远端的铰接件,所述端部执行器第一元件能够相对于所述铰接件运动,以及在所述主轴的近端的驱动机构。驱动机构包括通过第一对驱动元件来连接至所述端部执行器第一元件的第一致动器。所述第一对驱动元件被构造成由所述第一致动器来对所述第一对驱动元件的第一驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第一元件相对于所述铰接件在第一运动方向上运动,并且对所述第一对驱动元件的第二驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第一元件相对于所述铰接件在第二运动方向上运动。第一对驱动元件的第一驱动元件在所述第一致动器和所述端部执行器第一元件之间具有第一路径,并且第一对驱动元件的第二驱动元件在所述第一致

动器和所述端部执行器第一元件之间具有第二路径。所述第一路径相比于所述第二路径具有更低的张力损失,使得所述第一运动方向比所述第二方向传递张力的更大比例至所述端部执行器第一元件。



1. 一种机器人手术器械,其包括:

主轴;

端部执行器第一元件;

将所述端部执行器第一元件和所述主轴的远端连接的铰接件,所述端部执行器第一元件能够相对于所述铰接件运动;以及

在所述主轴的近端、包括第一致动器的驱动机构,所述第一致动器通过第一对驱动元件来与端部执行器第一元件连接,所述第一对驱动元件被构造成由所述第一致动器来对所述第一对驱动元件的第一驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第一元件相对于所述铰接件在第一运动方向上运动,并且对所述第一对驱动元件的第二驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第一元件相对于所述铰接件在第二运动方向上运动;

其中,所述第一对驱动元件的第一驱动元件在所述第一致动器和所述端部执行器第一元件之间具有第一路径,所述第一对驱动元件的第二驱动元件在所述第一致动器和所述端部执行器第一元件之间具有第二路径,所述第一路径相比于所述第二路径具有更低的张力损失,使得所述第一运动方向比所述第二运动方向传递张力的更大比例至所述端部执行器第一元件。

2. 根据权利要求1所述的机器人手术器械,进一步包括:

端部执行器第二元件;

将所述端部执行器第二元件和所述主轴的远端连接的铰接件,所述端部执行器第二元件能够相对于所述铰接件运动;以及

包括第二致动器的驱动机构,所述第二致动器通过第二对驱动元件来与端部执行器第二元件连接,所述第二对驱动元件被构造成由所述第二致动器来对所述第二对驱动元件的第一驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第二元件相对于所述铰接件在所述第二运动方向上运动,并且对所述第二对驱动元件的第二驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第二元件相对于所述铰接件在所述第一运动方向上运动;

其中,所述第二对驱动元件的第一驱动元件在所述第二致动器和所述端部执行器第二元件之间具有第三路径,所述第二对驱动元件的第二驱动元件在所述第二致动器和所述端部执行器第二元件之间具有第四路径,所述第三路径相比于所述第四路径具有更低的张力损失,使得所述第二运动方向比所述第一运动方向传递张力的更大比例至所述端部执行器第二元件。

3. 根据权利要求1或2所述的机器人手术器械,其中所述第一路径与所述机器人手术器械的内部结构接触的接触长度小于所述第二路径与所述机器人手术器械的内部结构接触的接触长度。

4. 根据权利要求2所述的机器人手术器械,其中所述第三路径与所述机器人手术器械的内部结构接触的接触长度小于所述第四路径与所述机器人手术器械的内部结构接触的接触长度。

5. 根据权利要求1或2所述的机器人手术器械,其中所述第一路径的总长度小于所述第二路径的总长度。

6. 根据权利要求2所述的机器人手术器械,其中所述第三路径的总长度小于所述第四路径的总长度。

7. 根据权利要求2所述的机器人手术器械,其中所述第一路径匹配于所述第三路径,并且所述第二路径匹配于所述第四路径。

8. 根据权利要求1或2所述的机器人手术器械,其中所述第一对驱动元件的第一驱动元件被约束成围绕M个滑轮而运动,所述第一对驱动元件的第二驱动元件被约束成围绕N个滑轮而运动,其中 $M < N$ 。

9. 根据权利要求2所述的机器人手术器械,所述第二对驱动元件的第一驱动元件被约束成围绕J个滑轮而运动,所述第二对驱动元件的第二驱动元件被约束成围绕K个滑轮而运动,其中 $J < K$ 。

10. 根据权利要求9所述的机器人手术器械,其中 $M = J$,并且 $N = K$ 。

11. 根据权利要求1或2所述的机器人手术器械,其中所述第一对驱动元件的第一驱动元件具有比所述第一对驱动元件的第二驱动元件更大的直径,和/或其中,相比于所述第一对驱动元件的第二驱动元件,所述第一对驱动元件的第一驱动元件由较少数量的较粗股线构成。

12. 根据权利要求2所述的机器人手术器械,其中所述第二对驱动元件的第一驱动元件具有比所述第二对驱动元件的第二驱动元件更大的直径,和/或其中,相比于所述第二对驱动元件的第二驱动元件,所述第二对驱动元件的第一驱动元件由较少数量的较粗股线构成。

13. 根据权利要求1或2所述的机器人手术器械,其中每对驱动元件的第一和第二驱动元件是一体成型的。

14. 根据权利要求2所述的机器人手术器械,其中所述端部执行器第一元件相对于所述铰接件而围绕第一轴线旋转,并且所述第一对驱动元件构造成由所述第一致动器来对所述第一对驱动元件的第一驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第一元件围绕所述第一轴线在第一旋转方向上旋转,并且对所述第一对驱动元件的第二驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第一元件围绕所述第一轴线在第二旋转方向上旋转,并且所述端部执行器第二元件相对于所述铰接件而围绕所述第一轴线旋转,并且所述第二对驱动元件构造成由所述第二致动器来对所述第二对驱动元件的第一驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第二元件围绕所述第一轴线在所述第二旋转方向上旋转,并且对所述第二对驱动元件的第二驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第二元件围绕所述第一轴线在所述第一旋转方向上旋转。

15. 根据权利要求14所述的机器人手术器械,其构造成由所述第一致动器来对所述第一对驱动元件的第一驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第一元件朝向所述端部执行器第二元件旋转,并且由所述第二致动器来对所述第二对驱动元件的第一驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第二元件朝向所述端部执行器第一元件旋转。

16. 根据权利要求14所述的机器人手术器械,其构造成由所述第一致动器来对所述第一对驱动元件的第一驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第一元件远离所述端部执行器第二元件旋转,并且由所述第二致动器来对所述第二对驱动元件的第一驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第二元件远离所述端部执行器第一元件旋转。

17. 根据权利要求14所述的机器人手术器械,其中端部执行器第一和第二元件是端部执行器的相对的第一和第二钳部。

18. 根据权利要求2所述的机器人手术器械, 其中所述端部执行器第一元件能够相对于所述铰接件线性地移位, 并且所述第一对驱动元件构造成由所述第一致动器来对所述第一对驱动元件的第一驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第一元件在第一线性方向上线性地移位, 并且对所述第一对驱动元件的第二驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第一元件在与所述第一线性方向相反的第二线性方向上线性地移位。

19. 根据权利要求18所述的机器人手术器械, 其中所述端部执行器第二元件相对于所述铰接件线性地移位, 并且所述第二对驱动元件构造成由所述第二致动器来对所述第二对驱动元件的第一驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第二元件在所述第一线性方向上线性地移位, 并且对所述第二对驱动元件的第二驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第二元件在所述第二线性方向上线性地移位。

20. 根据权利要求18所述的机器人手术器械, 其中所述端部执行器第一元件是吻合器的一部分。

用于铰接手术器械的驱动装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于铰接手术器械的驱动装置。

背景技术

[0002] 采用机器人来辅助和进行手术是已知的。图1示出了典型的手术机器人100,其由基部108,臂102和器械105构成。基部支承机器人,并且基部自身刚性地与例如手术室地面、手术室天花板或小车连接。臂在基部和器械之间延伸。臂沿其长度借助于多个柔性接合件103而铰接,所述接合件用于在相对于患者所需的位置上定位手术器械。手术器械连接至机器人臂的远端104。手术器械在端口107处穿透患者101的身体以到达手术部位。器械在其远端包括用于参与医疗程序的端部执行器106。

[0003] 图2示出了用于执行机器人腹腔镜检查手术的典型手术器械200。手术器械包括基部201,手术器械通过该基部201而连接至机器人臂。主轴202在基部201和铰接件203之间延伸。铰接件203终止于端部执行器204。在图2中,一对锯齿状的钳部被示为端部执行器204。铰接件203允许端部执行器204相对于主轴202运动。借助于铰接件,预期为端部执行器204的运动提供至少两个自由度。

[0004] 机器手术器械是长的并且具有狭窄的外径。典型地,其长度约为40厘米,直径为8毫米。图3示出了已知手术器械300的一个例子,其中端部执行器204借助于俯仰摆动接合件(pitch joint)301和两个偏航(绕竖直轴水平摆动)接合件(yaw joint)302而实现端部执行器204相对于主轴202的运动。接合件301使得端部执行器204能够绕着俯仰轴303旋转。接合件302使得端部执行器204的每个钳部能够绕着偏航轴304旋转。通过使得钳部绕着偏航轴在相对的方向上旋转,所述钳部能够夹住和释放组织。接合件通过缆索306、307和308驱动。

[0005] 将张力施加到基部201中的缆索307和308以使得端部执行器的钳部绕着偏航轴304旋转。器械的细长本质导致可用于放大施加到基部201中的缆索307和308的张力的力矩非常有限。可施加到每根缆索的力受其结构以及其如何在终端处受到固定的限制。因此,端部执行器的钳部用于夹紧在其间的物体的力受到限制。需要提高端部执行器的可用的夹紧力以有助于外科医生操作组织,执行切割操作并夹紧诸如针的其它器械。

[0006] 此外,需要减小器械的外径以最小化穿过患者皮肤的切口的尺寸,并最大限度地减少在患者体内的破坏。这减小了可由器械主轴和铰接件容纳的缆索的尺寸,并因此进一步减小了可施加到端部执行器的力。

[0007] 期望满足减小器械的外径和增加端部执行器的钳部的夹持力的竞争需要。

发明内容

[0008] 根据本发明的一个方面,提供一种机器人手术器械,其包括:主轴;端部执行器第一元件;将所述端部执行器第一元件和所述主轴的远端连接的铰接件,所述端部执行器第一元件能够相对于所述铰接件运动;以及在所述主轴的近端、包括第一致动器的驱动机构,

所述第一致动器通过第一对驱动元件来与端部执行器第一元件连接,所述第一对驱动元件被构造成由所述第一致动器来对所述第一对驱动元件的第一驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第一元件相对于所述铰接件在第一运动方向上运动,并且对所述第一对驱动元件的第二驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第一元件相对于所述铰接件在第二运动方向上运动;其中,所述第一对驱动元件的第一驱动元件在所述第一致动器和所述端部执行器第一元件之间具有第一路径,所述第一对驱动元件的第二驱动元件在所述第一致动器和所述端部执行器第一元件之间具有第二路径,所述第一路径相比于所述第二路径具有更低的张力损失,使得所述第一运动方向比所述第二方向传递张力的更大比例至所述端部执行器第一元件。

[0009] 所述机器人手术器械还可以包括:端部执行器第二元件;将所述端部执行器第二元件和所述主轴的远端连接的铰接件,所述端部执行器第二元件能够相对于所述铰接件运动;以及包括第二致动器的驱动机构,所述第二致动器通过第二对驱动元件来与端部执行器第二元件连接,所述第二对驱动元件被构造成由所述第二致动器来对所述第二对驱动元件的第一驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第二元件相对于所述铰接件在所述第二运动方向上运动,并且对所述第二对驱动元件的第二驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第二元件相对于所述铰接件在所述第一运动方向上运动;其中,所述第二对驱动元件的第一驱动元件在所述第二致动器和所述端部执行器第二元件之间具有第三路径,所述第二对驱动元件的第二驱动元件在所述第二致动器和所述端部执行器第二元件之间具有第四路径,所述第三路径相比于所述第四路径具有更低的张力损失,使得所述第二运动方向比所述第一方向传递张力的更大比例至所述端部执行器第二元件。

[0010] 所述第一路径与所述机器人手术器械的内部结构接触的接触长度可以小于所述第二路径与所述机器人手术器械的内部结构接触的接触长度。所述第三路径与所述机器人手术器械的内部结构接触的接触长度可以小于所述第四路径与所述机器人手术器械的内部结构接触的接触长度。

[0011] 所述第一路径的总长度可以小于所述第二路径的总长度。所述第三路径的总长度可以小于所述第四路径的总长度。

[0012] 所述第一路径可以与所述第三路径相匹配。所述第二路径可以与所述第四路径相匹配。

[0013] 第一对驱动元件的第一驱动元件可以被约束成围绕M个滑轮而运动,第一对驱动元件的第二驱动元件可以被约束成围绕N个滑轮而运动,其中 $M < N$ 。在一个例子中, $M < N - 1$ 。例如, $M = 4$,并且 $N = 6$ 。

[0014] 第二对驱动元件的第一驱动元件可以被约束成围绕J个滑轮而运动,第二对驱动元件的第二驱动元件可以被约束成围绕K个滑轮而运动,其中 $J < K$ 。在一个例子中, $J < K - 1$ 。例如, $M = J$,并且 $N = K$ 。

[0015] 第一对驱动元件的第一驱动元件可以具有比第一对驱动元件的第二驱动元件更大的直径。相比于第一对驱动元件的第二驱动元件,第一对驱动元件的第一驱动元件由较少数量的较粗股线构成。

[0016] 第二对驱动元件的第一驱动元件可以具有比第二对驱动元件的第二驱动元件更大的直径。相比于第二对驱动元件的第二驱动元件,第二对驱动元件的第一驱动元件由较

少数量的较粗股线构成。

[0017] 每个驱动元件都可以包括多个辐条 (spoke)。

[0018] 每个驱动元件可以是缆索。

[0019] 每个驱动元件可以抵抗沿其路径的压缩力和张力。

[0020] 每对驱动元件的第一和第二个可以是一体成型的。

[0021] 所述端部执行器第一元件可以相对于所述铰接件而围绕第一轴线旋转,并且所述第一对驱动元件可以构造成由所述第一致动器来对所述第一对驱动元件的第一驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第一元件围绕所述第一轴线在第一旋转方向上旋转,并且所述第一对驱动元件的第二驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第一元件围绕所述第一轴线在第二旋转方向上旋转。

[0022] 所述端部执行器第二元件可以相对于所述铰接件而围绕所述第一轴线旋转,并且所述第二对驱动元件可以构造成由所述第二致动器来对所述第二对驱动元件的第一驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第二元件围绕所述第一轴线在所述第二旋转方向上旋转,并且对所述第二对驱动元件的第二驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第二元件围绕所述第一轴线在所述第一旋转方向上旋转。

[0023] 机器人手术器械可以构造成由所述第一致动器来对所述第一对驱动元件的第一驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第一元件朝向所述端部执行器第二元件旋转,并且由所述第二致动器来对所述第二对驱动元件的第一驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第二元件朝向所述端部执行器第一元件旋转。

[0024] 机器人手术器械可以构造成由所述第一致动器来对所述第一对驱动元件的第一驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第一元件远离所述端部执行器第二元件旋转,并且由所述第二致动器来对所述第二对驱动元件的第一驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第二元件远离所述端部执行器第一元件旋转。

[0025] 端部执行器第一和第二元件可以是端部执行器的相对的第一和第二钳部。

[0026] 所述端部执行器第一元件可以相对于所述铰接件线性地移位,并且所述第一对驱动元件可以构造成由所述第一致动器来对所述第一对驱动元件的第一驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第一元件在第一线性方向上线性地移位,并且所述第一对驱动元件的第二驱动元件被施加张力以使得所述端部执行器第一元件在与所述第一线性方向相反的第二线性方向上线性地移位。

[0027] 所述端部执行器第二元件可以相对于所述铰接件线性地移位,并且所述第二对驱动元件可以构造成由所述第二致动器来对所述第二对驱动元件的第一驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第二元件在所述第一线性方向上线性地移位,并且对所述第二对驱动元件的第二驱动元件施加张力以使得所述端部执行器第二元件在所述第二线性方向上线性地移位。

[0028] 所述端部执行器第一元件可以是吻合器的一部分。所述端部执行器第二元件可以是吻合器的一部分。

附图说明

[0029] 本发明的实施例将通过举例的方式参考下列附图进行说明。在附图中:

- [0030] 图1示出了执行手术程序的手术机器人；
- [0031] 图2示出了已知的手术器械；
- [0032] 图3示出了手术器械的铰接的端部执行器已知布置；
- [0033] 图4示出了手术器械的远端的布置；
- [0034] 图5示出了用于驱动图4的铰接的端部执行器的一个钳部的缆索
- [0035] 路径；
- [0036] 图6示出了用于驱动图4的铰接的端部执行器的另一个钳部的缆
- [0037] 索路径；
- [0038] 图7示出了用于驱动吻合钉施加器的线性移位的缆索路径；以及
- [0039] 图8示出了用于驱动吻合刀片的线性移位的缆索路径。

具体实施方式

[0040] 图4示出了示例性的机器人手术器械的远端的示意图。手术器械整体具有图2所示的通常的形式。换句话说，手术器械包括基部201，手术器械通过该基部201而连接至手术机器人臂。器械基部设计成与手术机器人臂的末端协作，使得器械基部能够可释放地与机器人臂的末端连接。主轴202在基部201和铰接件203之间延伸。铰接件203在其近端连接至主轴202而在其远端连接至适于连接端部执行器204的连杆。主轴202和铰接件203均是空心的。这使得驱动元件能够沿这些部分通过以致动端部执行器204。这也降低了手术器械的重量。铰接件203的主体在图4中被省略以便于说明。

[0041] 器械具有小于8毫米的直径。合适地，器械具有5毫米的直径。器械可以具有小于5毫米的直径。器械的直径可以是主轴的直径。器械的直径可以是铰接件的轮廓的直径。合适地，铰接件的轮廓的直径匹配于或窄于主轴的直径。

[0042] 图4的端部执行器具有两个相对的端部执行器元件401和402，它们能够协作以操作在其间的物体。端部执行器可以是以这样的方式起作用的任何合适形式。例如，端部执行器可以是以下任何一种：光滑的钳部，锯齿状的钳部，一个夹子，一把镊子，一把剪刀，一对刀片，一个吻合器，一个夹具，一个烧灼器。在图4示出的端部执行器元件具有相对的第一钳部401和第二钳部402。

[0043] 铰接件203包括允许端部执行器204相对于器械的主轴202采取一系列的姿态的几个接合件。第一接合件403(未完全示出)允许端部执行器204作为一个整体绕第一轴线404旋转。这个旋转被驱动元件(未示出)驱动。例如，旋转可以被缆索驱动。第一轴线404横向于主轴的纵向轴线405。

[0044] 第二接合件406允许端部执行器第一元件401绕着第二轴线407旋转。第二轴线407横向于第一轴线404。第一对驱动元件409a, 409b驱动端部执行器第一元件401绕第二轴线407的旋转。第一对驱动元件包括第一驱动元件409a和第二驱动元件409b。施加在第一驱动元件409a的张力使得端部执行器第一元件401向着端部执行器第二元件402旋转。施加在第二驱动元件409b的张力使得端部执行器第一元件401旋转而远离端部执行器第二元件402。

[0045] 第三接合件408允许执行器第二元件402绕着第二轴线407旋转。第二对驱动元件410a, 410b驱动端部执行器第二元件402绕第二轴线407旋转。第二对驱动元件包括第一驱动元件410a和第二驱动元件410b。施加在第一驱动元件410a的张力使得端部执行器第二元

件402向着端部执行器第一元件401旋转。施加在第二驱动元件410b的张力使得端部执行器第二元件402旋转而远离端部执行器第一元件401。

[0046] 在图4示出的布置中,每个接合件由其自身的一对驱动元件来驱动。换句话说,每个接合件由一对专用的驱动元件驱动。接合件被独立地驱动。端部执行器第一元件401和端部执行器第二元件402通过第二和第三接合件独立地绕第二轴线407旋转。因此,端部执行器元件通过第二和第三接合件可以在相同或相反的方向上旋转。端部执行器第一元件401可以绕第二轴线旋转,与此同时端部执行器第二元件402则不绕第二轴线旋转。端部执行器第二元件402可以绕第二轴线旋转,与此同时端部执行器第一元件401则不绕第二轴线旋转。

[0047] 图4示出了第二接合件406和第三接合件408,其允许绕着同一轴线407的旋转。然而,可以替代地,第二和第三接合件允许各个端部执行器元件围绕不同的轴线旋转。其中一个端部执行器元件的旋转轴线可以在主轴202的纵向方向上与另一个端部执行器元件的旋转轴线错开。其中一个端部执行器元件的旋转轴线可以在横向于轴202的纵向方向的方向上与另一个端部执行器元件的旋转轴线错开。其中一个端部执行器元件的旋转轴线可能不平行于另一个端部执行器元件的旋转轴线。端部执行器元件401,402的旋转轴线可以在主轴的纵向方向上错开和/或在垂直于主轴的纵向方向的方向上错开和/或相对于彼此而成角度。这对于不对称的端部执行器元件来说可能是期望的。例如,在外科电气元件中,可以对端部执行器第一元件供电而不对端部执行器第二元件供电并使其与端部执行器第二元件绝缘。为此,可使得两个端部执行器元件的旋转轴线在垂直于主轴的纵向方向的方向上错开。在另一个例子中,端部执行器第一元件可以是刀片而第二执行器元件可以是平坦的切割表面。为了便于使用刀片,两个端部执行器元件的旋转轴线可以相对于彼此呈角度。

[0048] 图4的手术器械进一步包括滑轮布置,第一和第二对驱动元件409a,b和410a,b被约束成围绕该滑轮布置运动。滑轮布置包括三组滑轮。第一组滑轮411能够围绕第一轴线404运动。因此,第一组滑轮411绕着与第一接合件403相同的轴线旋转。第一组滑轮411包括位于第一接合件403两侧的一对滑轮411a和411b。第一和第二对驱动元件被约束成绕过第一接合件403延伸以分别到达第二和第三接合件406,408。第一对驱动元件的第一驱动元件409a绕过滑轮411a的一侧,而第一对驱动元件的第二驱动元件409b绕过滑轮411b的相对侧,使得无论端部执行器围绕着第一轴线404具有怎样旋转,第一对驱动元件409a,409b的每个驱动元件的长度均保持相同。类似地,第二对驱动元件的第一驱动元件410a绕过滑轮411b的一侧,而第二对驱动元件的第二驱动元件410b绕过滑轮411a的相对侧,使得无论端部执行器围绕着第一轴线404具有怎样旋转,第二对驱动元件410a,410b中的每个驱动元件长度均保持相同。

[0049] 滑轮布置进一步包括第二组滑轮412。第一组滑轮411位于第二组滑轮412和端部执行器204之间。第二组滑轮412包括位于第一接合件403两侧的一对滑轮412a和412b。第一滑轮412a能够绕平行于第一轴线404的第三轴线414旋转。第三轴线414可以在主轴的纵向方向和横向于主轴的纵向方向的方向上均与第一轴线404错开。第二滑轮412b能够绕平行于第一轴线404的第四轴线415旋转。第四轴线415在主轴的纵向方向和横向于主轴的纵向方向的方向上均与第一轴线404错开。第三和第四轴线相互平行但相互错开。第三轴线414和第四轴线415在垂直于主轴的纵向方向的同一平面中。通过第一滑轮412a和第二滑轮

412b的错开,围绕每个滑轮而缠绕的驱动元件能够在围绕滑轮进行缠绕之后还能沿主轴向下延伸。第一和第二对驱动元件各自被约束为缠绕在滑轮411a和412a的相对侧。第一和第二对驱动元件各自被约束为缠绕在滑轮412a和412b的相对侧。这保证了第一和第二对驱动元件保持张紧,无论端部执行器围绕第一轴线404怎样旋转。

[0050] 滑轮布置进一步包括一对重新定向滑轮413a和413b。重新定向滑轮413a和413b位于第一组滑轮411和端部执行器204之间。重新定向滑轮如此定位,以将驱动元件409a,409b从第一组滑轮411重新定向至第二接合件406,并将驱动元件410a,410b从第一组滑轮411重新定向至第三接合件408。重新定向滑轮保证了第一和第二对驱动元件与第二和第三接合件保持同样的接触,无论端部执行器围绕第一轴线404怎样旋转。换句话说,第一和第二对驱动元件保持围绕第二和第三接合件的相同缠绕量,无论器械的布置如何。这反过来保证了第一和第二对驱动元件能够赋予第二和第三接合件的旋转范围保持相同,无论端部执行器的姿势位置如何。

[0051] 滑轮布置保证了在各种手术器械的构造中,第一和第二对驱动元件保持张紧,不会被铰接件绊住或不会彼此绊住,并且都围绕着第二和第三接合件保持足够的缠绕量。通过避免驱动元件的松弛,在铰接手术器械的接合件时没有反冲。因此,在手术器械的每个构造中实现对手术器械的运动的完全控制。可以使用替代于图4中所示的滑轮布置的布置。可以采用更多或更少的滑轮。

[0052] 图5示出了手术器械中第一对驱动元件409a,409b的路径。仅示出了第一对驱动元件和与第一对驱动元件接触的部件。器械的包括铰接件203和端部执行器元件401的远端如关于图4所描述的那样。未完全描绘沿主轴202向下的驱动元件的范围,但缩写为501所示。器械结构的与第一对驱动元件接触的其余部分位于器械201的近端处的器械接口中。

[0053] 器械接口包括用于将驱动从机器人臂传递至驱动元件的驱动机构。驱动机构包括多个致动器。每个致动器被固定至一对驱动元件。在图5中,第一致动器507固定至第一对驱动元件409a,409b。每个致动器被固定至器械接口元件(未在图5中示出)。每个器械接口卡合机器人臂的相应驱动组件接口元件。每个致动器可以进行线性位移。因此机器人臂如下所述地将驱动传递至端部执行器元件:驱动组件接口元件的运动使器械接口元件运动,所述器械接口元件使致动器运动,所述致动器使驱动元件运动,所述驱动元件使铰接件的接合件运动,所述接合件使端部执行器元件运动。第一对驱动元件的第一驱动元件409a被约束成在器械接口中绕着滑轮502和503运动。第一对驱动元件的第二驱动元件409b被约束成在器械接口中绕着滑轮504、505和506运动。这些滑轮用于将第一对驱动元件从主轴202引导到第一致动器507。

[0054] 图6示出了手术器械中第二对驱动元件410a,410b的路径。仅示出了第二对驱动元件和与第二对驱动元件接触的部件。器械的包括铰接件203和端部执行器元件402的远端如关于图4所描述的那样。未完全描绘沿主轴202向下的驱动元件的范围,其被缩略并由501示出。器械结构的与第二对驱动元件接触的其余部分位于器械201的近端处的器械接口中。

[0055] 在器械201的近端中的驱动机构的第二致动器607被固定至第二对驱动元件410a,410b。第二对驱动元件的第一驱动元件410a被约束成在器械接口中绕着滑轮602和603运动。第二对驱动元件的第二驱动元件410b被约束成在器械接口中绕着滑轮604、605和606运动。从主轴202到第二致动器607,这些滑轮用于将第二对驱动元件从主轴202引导到第一致

动器607。

[0056] 图7和8示出了驱动元件对710a, 710b和809a, 809b的路径, 其被用于驱动吻合器端部执行器的运动。吻合器端部执行器包括第一端部执行器部分701和第二端部执行器部分802。第一端部执行器部分701包括吻合块716, 其容纳一排吻合钉714。第一端部执行器部分701也包括吻合钉施加器715。驱动元件710a和710b从铰接件穿过进入吻合块716中并终止于吻合钉施加器715的任一端。驱动元件710a和710b刚性地连接至吻合钉施加器715。驱动元件在吻合块716的远端处绕滑轮713而缠绕。吻合钉施加器715在吻合块716中线性地移位。例如, 吻合钉施加器715可以在吻合块716的通道中滑动或在吻合块716中沿着轨滑动。吻合钉施加器715相对于铰接件线性地运动。吻合钉施加器715可以在以箭头A标出的方向上以及在与之相反的方向上运动。吻合钉施加器715在运动时与吻合钉714卡合。这使得吻合钉714能够暴露在吻合块716的外侧。由于吻合块被压在另一个物品上, 因此使吻合钉闭合。

[0057] 第二端部执行器部分802包括吻合块814, 其容纳吻合刀片815。驱动元件809a和809b从铰接件穿过进入吻合块814中并终止于吻合刀片815的任一端。驱动元件809a和809b刚性地连接至吻合刀片815。驱动元件在吻合块814的远端处绕滑轮816而缠绕。吻合刀片815在吻合块814中线性地移位。例如, 吻合刀片815可以在吻合块814的通道中滑动或在吻合块814中沿着轨滑动。吻合刀片815相对于铰接件线性地运动。吻合刀片815可以在以箭头A标出的方向上以及在与之相反的方向上运动。吻合刀片815暴露在吻合块814的外侧。

[0058] 在运行中, 组织被夹在吻合块814和吻合块716之间。吻合钉施加器715通过驱动元件710a的张紧而被从吻合器端部执行器部分701的远端拉至吻合器端部执行器部分701的近端。吻合钉施加器715与吻合钉714卡合使得吻合钉暴露在吻合块716的外侧并使其钉入被夹在端部执行器部分之间的组织中。吻合钉穿过组织并且在当它们被压靠另一个吻合块814时闭合。吻合刀片815通过驱动元件809a的张紧而被从吻合器端部执行器部分802的远端拉至吻合器端部执行器部分802的近端。这使得吻合刀片815切断被两个端部执行器部分夹住的组织。

[0059] 在图7和8中, 每个驱动元件以在铰接件中围绕两个滑轮缠绕的状态示出。对于驱动元件809a, 这些滑轮是810和811。对于驱动元件809b, 这些滑轮是812和813。对于驱动元件710a, 这些滑轮是711和712。对于驱动元件710b, 这些滑轮是708和709。如参考图4至图6的滑轮411a, 411b, 412a和412b所描述的这些滑轮使得端部执行器能够相对于器械的主轴而旋转。可以采用其它滑轮来实现吻合器端部执行器相对于器械主轴的运动的另外的自由度。端部执行器部分701和802中的一个或两个可以相对于另一个端部执行器部分旋转。这可以通过在一个或每个端部执行器部分上结合相当于接合件406的接合件以及围绕该接合件缠绕的另一对驱动元件来实现, 以允许端部执行器部件相对于铰接件而围绕接合件旋转。这从而使得端部执行器能够相对于彼此开合, 以因此夹住其间的材料。

[0060] 如图5和6那样, 图7和8仅示出了器械的那些与驱动元件接触的部件。沿主轴202向下的驱动元件的范围被缩略并以501示出。图7和8的器械的在器械近端的内部结构参照图5和6所述。驱动机构以及其与机器人臂的驱动组件接口的连杆参照图5和6所述那样运行。

[0061] 在图7和8中, 吻合和切割动作通过将吻合钉施加器715和吻合刀片815在图7和8中以A标出的方向上从端部施加器的远端拉回至端部施加器的近端来实现。在替代的实施方

式中,吻合和切割动作通过将吻合钉施加器715和吻合刀片815在与图7和8中以A标出的方向相反的方向上从端部施加器的近端拉回至端部施加器的远端来实现。可替代地,吻合钉施加器715和吻合刀片815中的一个可以通过将其从端部执行器的远端拉到近端来起作用,吻合钉施加器715和吻合刀片815中的另一个则可以通过将其从端部执行器的近端拉到远端来起作用。

[0062] 图4至8的驱动元件是从在铰接件203中的接合件延伸穿过主轴至器械接口201的细长元件。合适地,每个驱动元件至少在其与铰接件的内部部件和器械接口卡合的那些区域中可以相对于其主要部分侧向弯曲。换句话说,每个驱动元件可以在特定区域中横向于其纵向轴线而弯曲。这样的柔性使得驱动元件能够缠绕在器械的内部结构上,例如缠绕在接合件和滑轮上。驱动元件可以在横向于其纵向轴向上是完全柔性的。驱动元件沿着其主要延伸区是非柔性的。驱动元件抵抗沿其长度受到的压缩力和张力。换句话说,驱动元件抵抗作用在其纵向轴线的方向上的压缩力和张力。因此,驱动元件能够将驱动从器械接口传递至铰接件的接合件。驱动元件可以是缆索。

[0063] 每对驱动元件可以是沿其长度具有相同形状和尺寸的均匀部件,并且它们沿其长度由相同材料构成。或者,每对驱动元件可以由不同部分组成。在一个例子中,驱动元件与器械接口的部件(例如滑轮和接口元件)卡合的部分是柔性的。例如,该部分可以是缆索。相似地,驱动元件与手术器械的远端的部件(例如铰接件中的滑轮和接合件)接合的部分是柔性的。例如,该部分可以是缆索。在这两个柔性部分之间是多个辐条(spoke)。因此,在该例中,每对驱动元件包括两个辐条和两个柔性部分。每对驱动元件形成一个环。所述环包括交替的辐条和柔性部分。两个辐条主要或完全封装在器械的主轴中。远端柔性部分的一端终止于一个辐条的远端,而该远端柔性部分的另一端终止于另一个辐条的远端。远端柔性部分与铰接件的部件卡合。近端柔性部分的一端终止于一个辐条的近端,而近端柔性部分的另一端终止于另一个辐条的近端。近端柔性部分与器械接口的部件卡合。辐条比柔性部分更坚硬。合适地,辐条是刚性的。辐条可以是空心管。通常,辐条具有比柔性部分更大的直径。柔性部分可以在其遇到辐条的位置处终止。或者,辐条可以包覆柔性部分的材料。例如,辐条可以是覆盖柔性缆索的刚性护套。

[0064] 在图4至6中,第一对驱动元件409a,409b固定至第二接合件406。例如,在图4中,第一对驱动元件通过球状压接端子(ball and crimp termination)固定到第二接合件。第一对驱动元件也固定至第一致动器507。第一对驱动元件可以是一体成型的。例如,它们可以是连续的缆索。或者,第一对驱动元件可以在它们固定至第二接合件和/或固定至第一致动器的位置处是不相连的。

[0065] 第二对驱动元件410a,410b固定至第三接合件408。例如,第二对驱动元件通过球状压接端子固定到第二接合件。第二对驱动元件也固定至第二致动器607。

[0066] 第二对驱动元件可以是一体成型的。例如,它们可以是连续的缆索。或者,第二对驱动元件可以在它们固定至第三接合件和/或固定至第二致动器的位置处是不相连的。

[0067] 在图8中,驱动元件809a和809b固定至第一致动件507,并且还固定至吻合刀片815。该驱动元件对可以是一体成型的。例如,它们可以是连续的缆索。或者,该驱动元件对可以在它们固定至吻合刀片815和/或固定至第一致动器507的位置处是不相连的。

[0068] 在图7中,驱动元件710a和710b固定至第二致动件607,并且还固定至吻合钉施加

器715。该驱动元件对可以是一体成型的。例如，它们可以是连续的缆索。或者，该驱动元件对可以在它们固定至吻合钉施加器715和/或固定至第二致动器607的位置处是不相连的。

[0069] 驱动元件抵抗沿其长度作用的张力。因此，当致动器由驱动组件驱动时，其将张力施加给驱动元件。在图5和6的情况下，这使得旋转力施加在终止于铰接件中的接合件上。这导致端部执行器元件随着旋转力而旋转。在图7和8的情况下，这使得线性力施加在端部执行器元件（吻合刀片815/吻合钉施加器715）上。由于驱动元件的张力损失，端部执行器元件的旋转/线性力不如施加到器械接口中的驱动元件的张力那么大。张力的这种损失主要是由驱动元件和滑轮之间的摩擦引起的，使得所述驱动元件被约束在致动器和它所驱动的接合件之间而来回运动。

[0070] 如果一对驱动元件中的两个都具有相同的构造并具有路径，所述路径具有相同数量和尺寸的滑轮，相同的围绕滑轮的缠绕量以及绕滑轮的方向的相同变化，则该对驱动元件中的两个驱动元件的张力损失是相同的。因此，对于端部执行器元件的两个运动方向来说，端部执行元件受到的最大运动（旋转或线性）力是相同的。

[0071] 在本文所描述的例子中，在致动器和一对驱动元件所驱动的接合件之间的这对驱动元件的每个驱动元件的路径是不对称的。为此，对于端部执行器元件的两个运动方向来说，端部执行元件受到的最大运动力是不同的。对于每个端部执行器，每个端部执行器元件都有一个优先运动方向。该优先运动方向是最重要的方向，即是器械的驱动机构传递给端部执行器元件的最大张力的方向。

[0072] 在图4的例子中，端部执行器是一对钳部。钳部用于夹住其间的物体，因此对于每个钳部来说优先旋转方向是实现钳部闭合在一起的方向。使钳部打开的力则没有那么重要。因此，第一钳部401的优先旋转方向是朝向第二钳部402的方向，而第二钳部402的优先旋转方向是朝向第一钳部401的方向。

[0073] 对于其它端部执行器来说，每个端部执行器元件的优先旋转方向可以是使得端部执行器元件彼此远离而打开的方向。例如，作为夹具的端部执行器可包括两个夹紧端部执行器元件，其将组织的两个部分分开以保持开口。然后，另一个器械可以处理在由夹具保持的开口的内侧的部位。在这种情况下，每个夹紧端部执行器元件的优先旋转方向是远离另一个夹紧端部执行器元件的方向。在另一个例子中，端部执行器可以将夹子或圈套器应用到手术部位。夹子或圈套器（ligature）被施力以闭合。端部执行器施力以打开或保持夹子或圈套器打开以将其定位在手术部位。在这种情况下，每个端部执行器元件的优先旋转方向是远离另一个端部执行器元件的方向。

[0074] 在图7和8的例子中，端部执行器是吻合器。两个端部执行器部分用于吻合被夹在其间的组织并用刀片切割该组织。每个端部执行器部分的优先线性方向是实现吻合动作和刀片动作的方向。换句话说，在图7和8示出的布置中的吻合刀片815和吻合钉施加器715的优先线性方向是从端部执行器的远端朝向铰接件的方向A。将吻合刀片和吻合钉施加器重置到其原始位置的力不那么重要。如果刀片和吻合器以相反于图7和8所示的方向运行以进行切割和吻合，则优先线性方向则将是相反于A的方向。

[0075] 第一对驱动元件的受到施加的张力以实现端部执行器第一元件在优先运动方向上运动的驱动元件可以具有与第二对驱动元件的受到施加的张力以实现端部执行器第二元件在优先运动方向上运动的驱动元件相对称的路径。第一对驱动元件的受到施加的张力

以实现端部执行器第一元件在非优先运动方向上运动的驱动元件可以具有与第二对驱动元件的受到施加的张力以实现端部执行器第二元件在非优先运动方向上运动的驱动元件相对称的路径。在图5和6的例子中,驱动元件409a和驱动元件410a的路径是对称的。驱动元件409b和驱动元件410b的路径是对称的。因此,两个钳部401和402的每个闭合力是相同的,两个钳部401和402的每个开启力也是相同的。

[0076] 端部执行器相对于机器人臂的终端连杆的位置可以通过测量致动器507,607的位移或通过测量固定至致动器的器械接口元件的位移,或通过测量与器械接口元件卡合的驱动组件接口元件的位移来确定。每个位移采用位置传感器测量,所述位置传感器相对于机器人臂的终端连杆具有固定的位置。每个感应位置可以与其它感应位置、器械的约束驱动元件以使之围绕而进行运动的内部结构(滑轮等)的已知构造、驱动元件的长度以及端部执行器元件的形状和尺寸结合使用,以确定端部执行器相对于机器人臂的终端连杆的位置。

[0077] 在本文所描述的例子中,在致动器和一对驱动元件所驱动的元件之间的这对驱动元件的每个驱动元件的路径是不对称的。采用上述机构来确定端部执行器的位置的方法假设驱动元件的长度保持静态。驱动装置的任何由于其与器械的内部结构(滑轮等)的相互作用或由于其自身的拉伸而造成的长度改变将降低对端部执行器元件的位置进行确定的准确度。驱动元件越长,以这种方式确定端部执行器元件的位置的准确度越低。约束驱动元件运动绕过的内部结构越多,以这种方式确定的端部执行器元件的位置越不准确。优先运动方向可以选择为具有端部执行器元件的最准确的感测位置的最重要的方向。

[0078] 对于每对驱动元件,被张紧以实现端部执行器元件在优先运动方向上运动的驱动元件的路径具有比被张紧以实现端部执行元件在相反的非优先运动方向上运动的驱动元件的路径具有更低的张力损失。这可以通过采用以下任何一项或其组合来实现。

[0079] 1. 被张紧以实现端部执行器元件在优先运动方向上运动的驱动元件的路径被约束成绕M个滑轮运动,而被张紧以实现端部执行元件在相反的非优先运动方向上运动的驱动元件的路径被约束成绕N个滑轮运动,其中 $M < N$ 。合适地, $M < N-1$ 。合适地,对于端部执行器204,端部执行器第一元件的M与端部执行器第二元件的M相同。

[0080] 在图5和6的例子中,第一对驱动元件的使钳部401闭合的第一驱动元件在第一致动器507和第二接合件406之间被约束成围绕四个滑轮而运动,而第一对驱动元件的使钳部401开启的第二驱动元件在第一致动器507和第二接合件406之间被约束成围绕六个滑轮而运动。相似地,第二对驱动元件的使钳部402闭合的第一驱动元件在第二致动器607和第三接合件408之间被约束成围绕四个滑轮而运动,而第二对驱动元件的使钳部402开启的第二驱动元件在第二致动器607和第三接合件408之间被约束成围绕六个滑轮而运动。

[0081] 在图7的例子中,被张紧以实现吻合动作的一对驱动元件中的第一驱动元件710a在第二致动器607和吻合钉施加器715之间被约束成围绕四个滑轮而运动,而这对驱动元件中的第二驱动元件710b在第二致动器607和吻合钉施加器之间被约束成围绕六个滑轮而运动。相似地,被张紧以实现切割动作的一对驱动元件中的第一驱动元件809a在第一致动器507和吻合刀片815之间被约束成围绕四个滑轮而运动,而这对驱动元件中的第二驱动元件809b在第一致动器507和吻合刀片815之间被约束成围绕六个滑轮而运动。

[0082] 2. 被张紧以实现端部执行器元件在优先运动方向上运动的驱动元件的路径被约束成具有比被张紧以实现端部执行元件在相反的非优先运动方向上运动的驱动元件的路

径更小的围绕滑轮的缠绕长度。换句话说,对于被张紧以实现端部执行器在优先运动方向上运动的驱动元件来说,该驱动元件与滑轮接触的总长度比另一个驱动元件与滑轮接触的总长度要小。因此,被张紧以实现端部执行器在优先运动方向上运动的驱动元件所受到的摩擦力小于另一个驱动元件所受到的摩擦力。合适地,对于端部执行器204,被张紧以实现端部执行器元件401,402在优先旋转方向上旋转的两个驱动元件409a,410a的围绕滑轮的缠绕长度是相同的,被张紧以实现端部执行器元件401,402在相反的非优先旋转方向上旋转的两个驱动元件409b,410b的围绕滑轮的缠绕长度是相同的。

[0083] 在图5和6以及7和8的例子中,每对驱动元件在器械的近端具有 180° 的方向变化。第一和第二对驱动元件被约束成各自围绕滑轮506和606运动以实现该方向变化。由于方向的变化,驱动元件围绕这些滑轮的缠绕量大于围绕其它滑轮的缠绕量。该 180° 的方向变化完全在被张紧以实现端部执行器元件在非优先运动方向上运动的驱动元件的路径上。在图7和8的例子中,每对驱动元件也在器械的远端的端部执行器中具有 180° 的方向变化。驱动元件809b和710b被约束成各自围绕滑轮816和713运动以实现该方向变化。驱动元件围绕这些滑轮的缠绕完全在被张紧以实现端部执行器元件在非优先运动方向上线性移位的驱动元件的路径上。

[0084] 3. 被张紧以实现部执行器元件在优先运动方向上运动的驱动元件的路径的总长度比被张紧以实现端部执行元件在非优先运动方向上运动的驱动元件的路径的总长度短。因此,由于驱动元件发生的拉伸而导致的任何张力损失在优先路径上比非优先路径上低。

[0085] 4. 被张紧以实现端部执行器元件在优先运动方向上运动的驱动元件的构造可以不同于被张紧以实现端部执行元件在非优先运动方向上运动的驱动元件的构造。与其它驱动元件相比,具有更小直径的驱动元件可以用于实现端部执行器元件在非优先方向上运动的驱动元件。采用较细的驱动元件会在器械内部占用较小的空间。在器械内部的空间,尤其是在铰接件203中的空间是非常有限的。因此,这使得在空间上允许另一驱动元件能够采用较粗的驱动元件。较粗的驱动元件能够在拉伸或断裂之前比较细的驱动元件承受更大的力。因此,较粗的驱动元件比较细的驱动元件更适合于承载负载。较细的驱动元件比起较粗的驱动元件更适合于涉及更小弯曲半径的方向改变,较粗的驱动元件在这种情况下可能被磨损。因此,较细的驱动元件更适合于被约束成绕较多滑轮而运动的驱动元件路径。

[0086] 5. 相比于另一个驱动元件,由较少数量的较粗的股线构成的驱动元件可以用于实现端部执行器元件在优先运动方向上运动的驱动元件。另一个驱动元件由较多数量的较细股线构成。两个驱动元件可以具有相同的横截面积。两个驱动元件可以具有类似的纵向的刚度和强度。

[0087] 具有较少数量的较粗股线的驱动元件具有较高的屈服应力。因此,该驱动元件能够承受较大的力,并因此较适合承载负载。因此相比于非优先路径,该驱动元件能够用于将较大的力传递到端部执行器元件的优先路径上。合适地,该驱动元件被约束成如上1和2点所述的围绕较少的滑轮而运动和/或具有较小的围绕滑轮的缠绕长度。相比于具有较多数量的较细股线的驱动元件,该驱动元件较不柔性并且较容易受到磨损,因此该驱动元件较适于在方向上具有较少变化、与器械的内部结构具有较少接触的驱动元件路径。

[0088] 具有较多数量的较细股线的驱动元件具有较低的屈服应力。因此,该驱动元件不能承受像具有较少数量的较粗股线的驱动元件那样多的力。该驱动元件因此用于非优先路

径。合适地,该驱动元件被约束成如上1和2点所述的围绕较多的滑轮而运动和/或具有较大的围绕滑轮的缠绕长度。相比于具有较少数量的较粗股线的驱动元件,该驱动元件更具有柔性并且较不易受到磨损。这些特性使得具有更多数量的较细股线的驱动元件更好地适合于被约束成围绕更多滑轮运动和/或经历更多方向变化的驱动元件路径。由于其柔性,可以通过更紧密的半径来发生这些方向变化。因此,该驱动元件更适合于非优先路径。

[0089] 这些方法中的任何一个或组合可用于构造器械的非对称驱动机构,使得对于给定数量的接合件、驱动元件和滑轮来说,传递到端部执行器以实现优先致动(使其闭合或开启,在一个或另一个方向上线性移位)的力最大化,而代价则是减小传递到端部执行器以实现非优先致动的力。

[0090] 器械可以用于非手术目的。例如其可以用于美容过程。

[0091] 由此申请人以以下程度且不局限于权利要求书的范围,独立地公开本文所描述的各个单独的特征和两个或更多这样的特征的任意组合,即不论这样的特征或特征的组合是否解决了这里所公开的任何问题,这样的特征或组合可以根据本领域技术人员的公知常识基于本说明书作为整体进行实施。申请人指出本发明的方面可以由任意这样的单独的特征或特征的组合构成。鉴于前面所述,对于本领域技术人员来说,明显的可以在本发明的范围内进行变形。

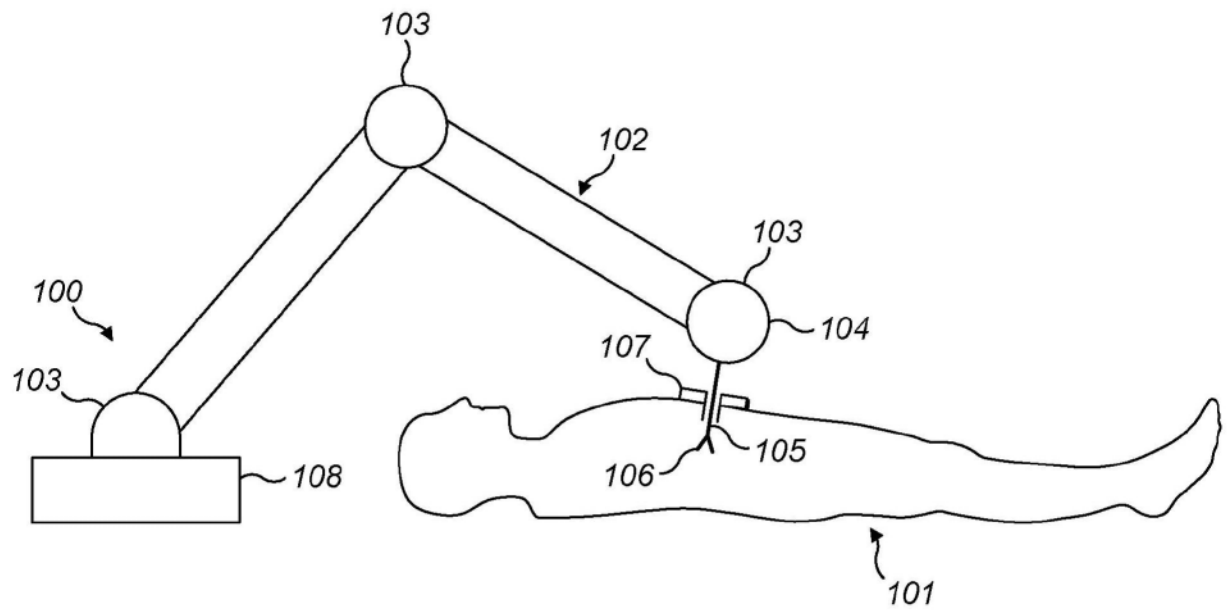


图1

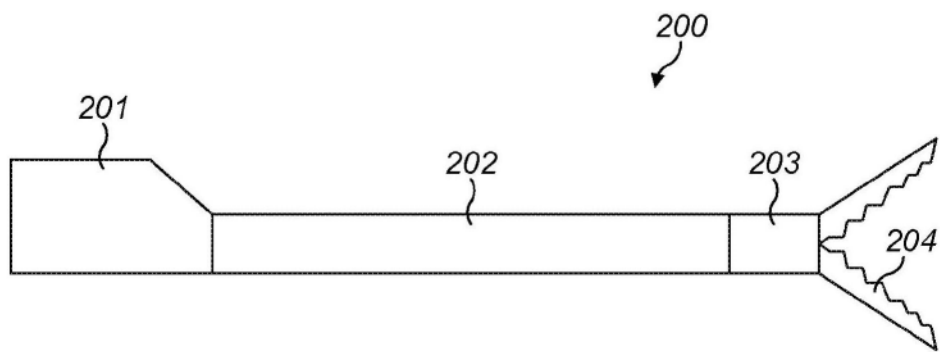


图2

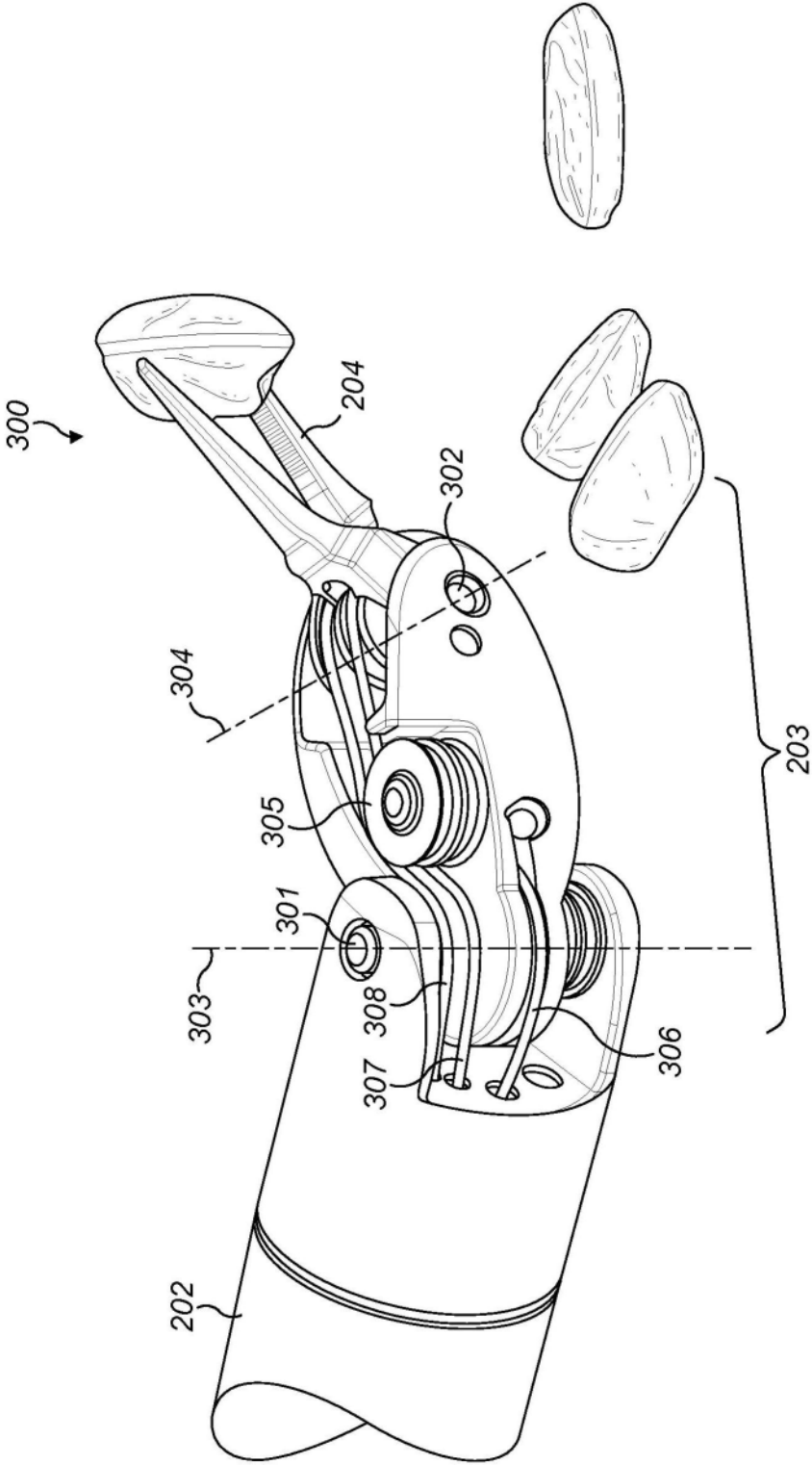


图3

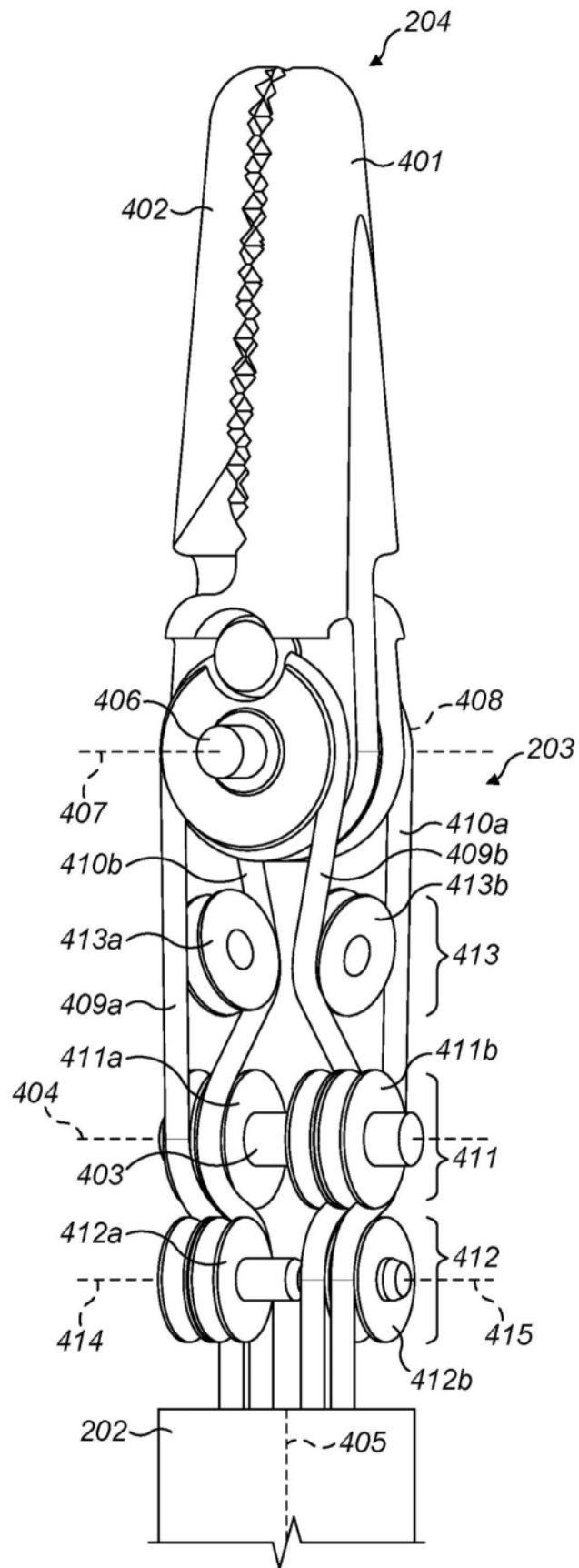


图4

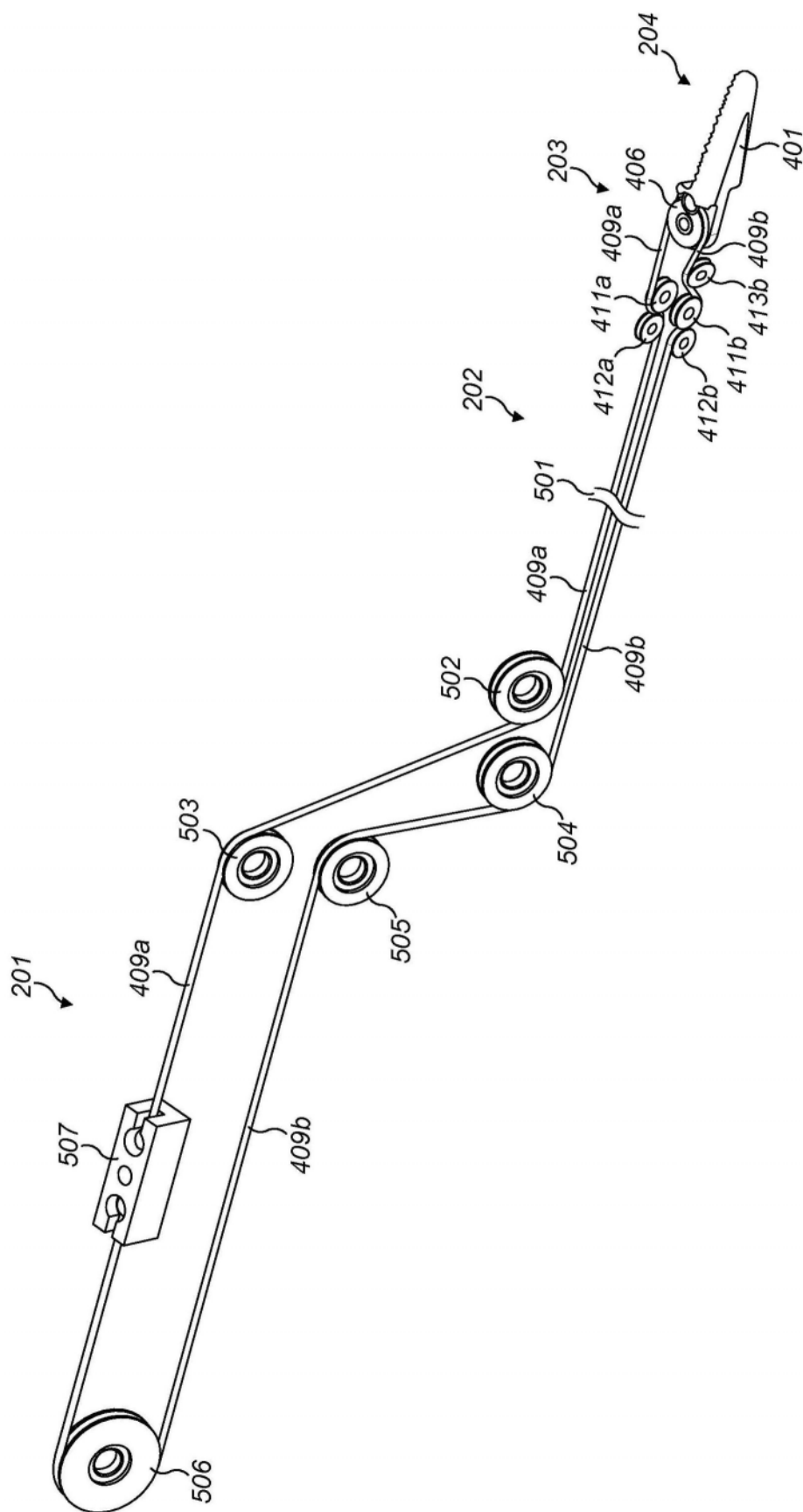


图5

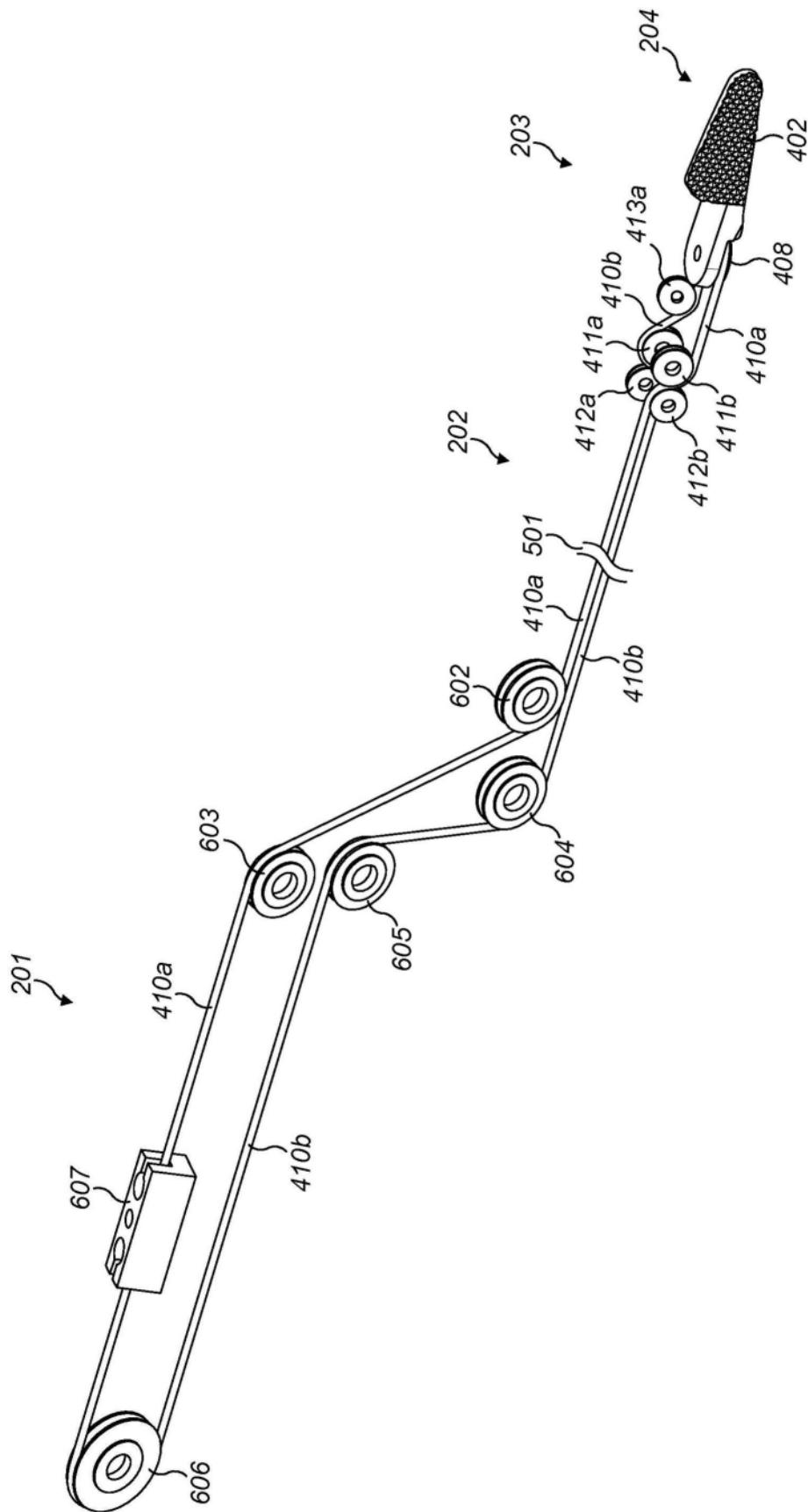


图6

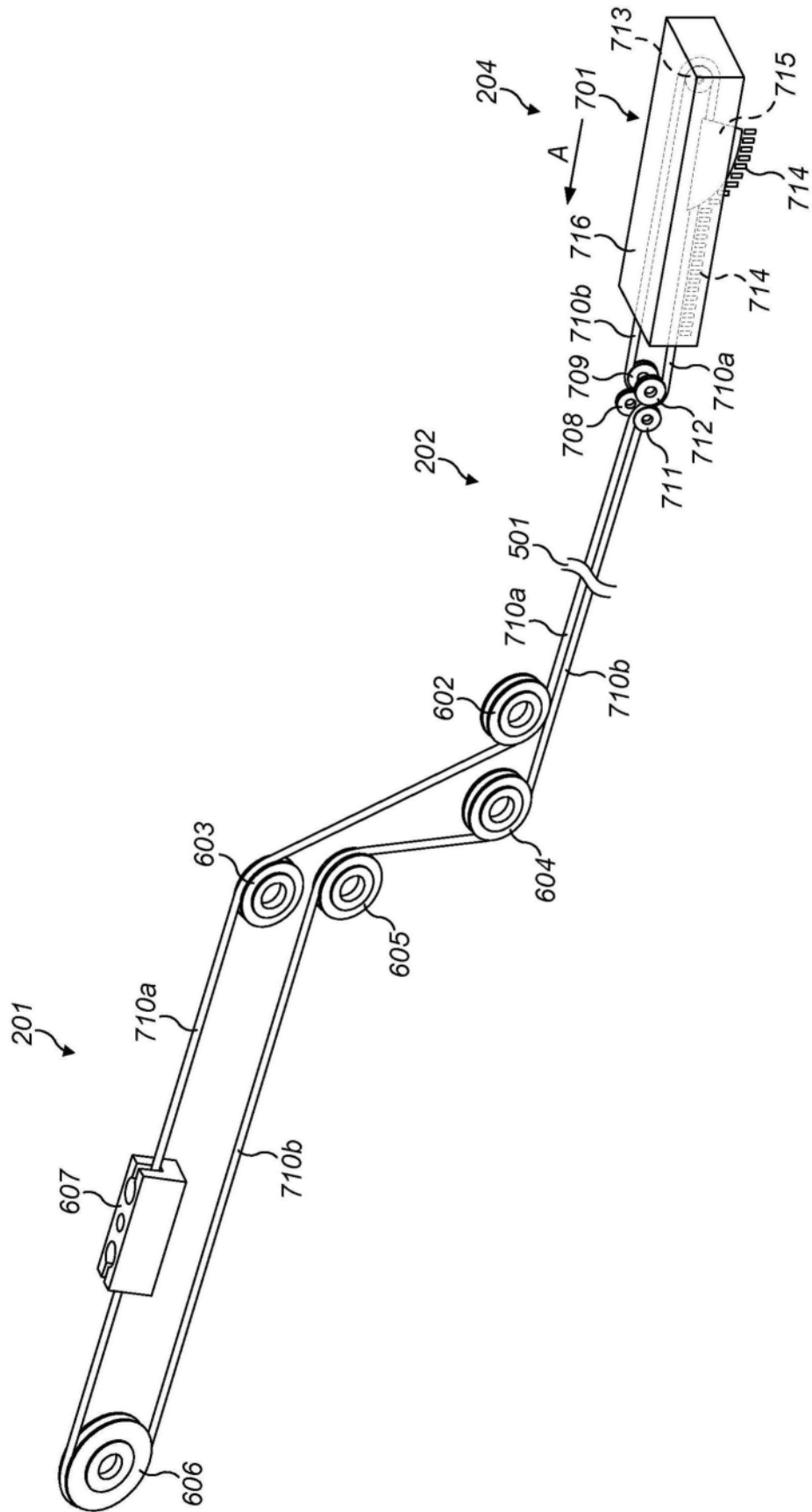


图7

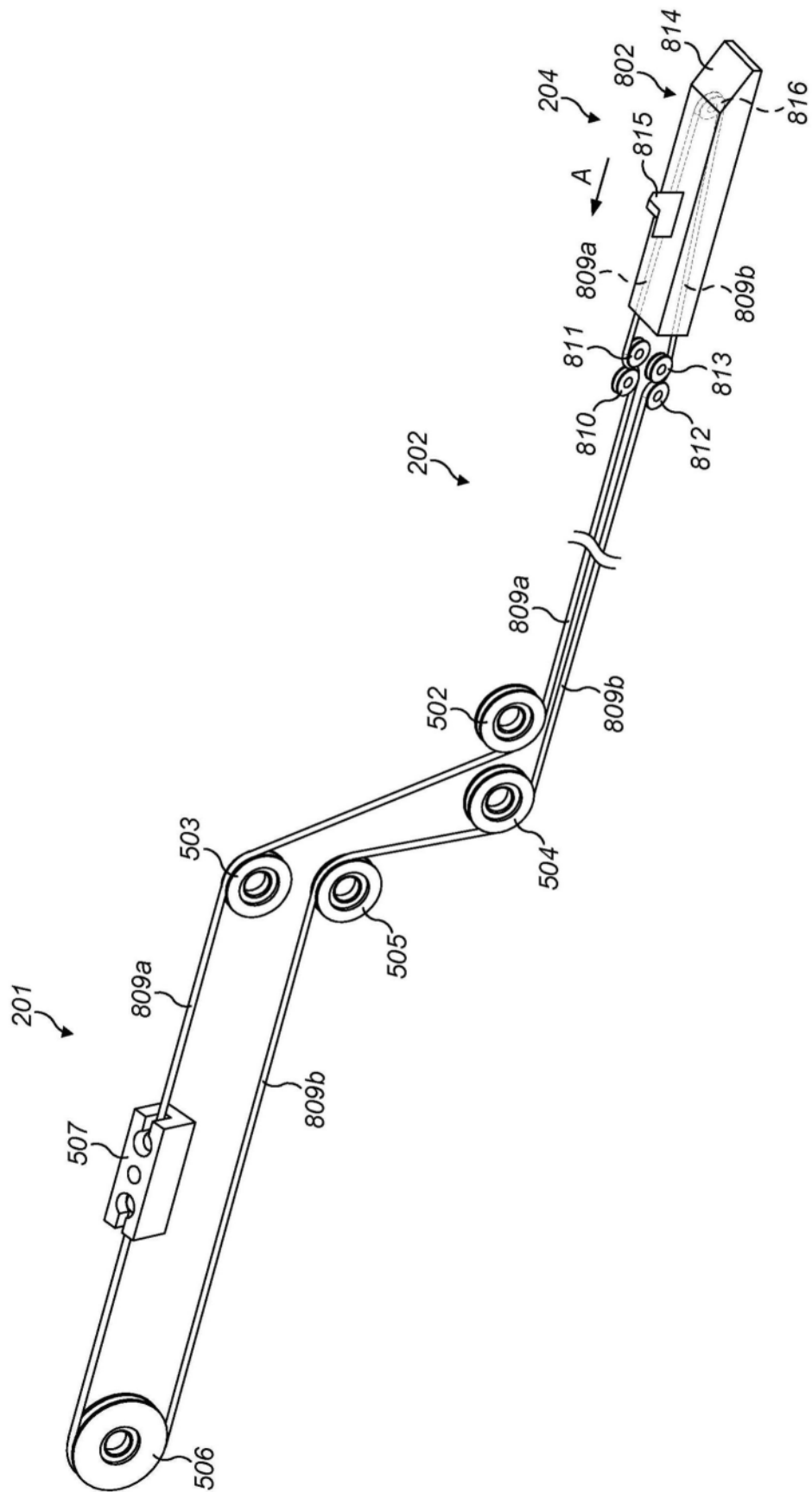


图8