



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107635504 A

(43)申请公布日 2018.01.26

(21)申请号 201680028080.9

(22)申请日 2016.05.13

(30)优先权数据

62/162,217 2015.05.15 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.11.15

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2016/032351 2016.05.13

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/187006 EN 2016.11.24

(71)申请人 直观外科手术操作公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 D·W·威尔 M·吴 M·瓦尔多

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 徐东升 赵蓉民

(51)Int.Cl.

A61B 34/30(2016.01)

A61B 34/10(2016.01)

A61B 18/14(2006.01)

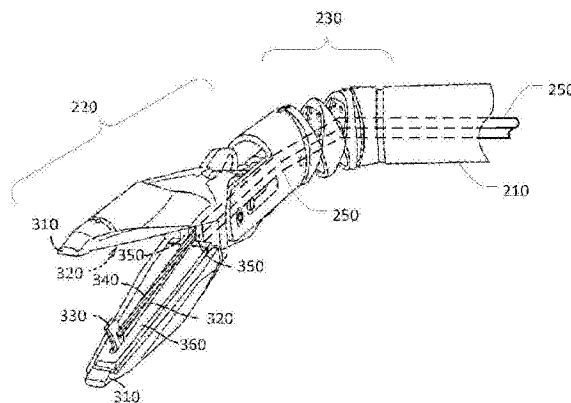
权利要求书5页 说明书13页 附图6页

(54)发明名称

用于微创切割器械操作的系统和方法

(57)摘要

本申请公开一种用于操作微创切割器械的系统和方法,其包括外科手术切割器械。外科手术切割器械包括驱动单元、位于器械的远端处的末端执行器以及用于在切割刀片未使用时容纳切割刀片的停放区。末端执行器包括夹持夹钳和切割刀片。为了执行切割操作,器械将切割刀片从第一位置延伸到第二位置,将切割刀片从第二位置回缩到第一位置与第二位置之间的第三位置,并且进一步将切割刀片回缩到第一位置。当切割刀片未使用时,使用驱动单元中的限制机构、由马达或其他主动致动器施加到驱动单元的力或扭矩或者这两者将切割刀片维持在第一位置。



1. 一种与计算机辅助医疗设备一起使用的外科手术切割器械,所述器械包括:
驱动单元;
末端执行器,其位于所述器械的远端处,所述末端执行器包括可对立的夹持夹钳和切割刀片;
轴,其将所述驱动单元耦合到所述末端执行器,所述轴容纳用于将来自所述驱动单元的力或扭矩耦合到所述末端执行器的一个或多个驱动机构;以及
停放区,其用于在所述切割刀片未使用时容纳所述切割刀片;
其中为了执行切割操作,所述器械被配置为:
将所述切割刀片从第一位置延伸到第二位置;
将所述切割刀片从所述第二位置回缩到所述第一位置与所述第二位置之间的第三位置;以及
进一步将所述切割刀片回缩到所述第一位置;
其中当所述切割刀片未使用时,通过所述驱动单元中的限制机构、通过由马达或其他主动致动器施加到所述驱动单元的力或扭矩或者通过这两者将所述切割刀片维持在所述第一位置。
2. 根据权利要求1所述的器械,其中所述限制机构是弹簧。
3. 根据权利要求1所述的器械,还包括将所述末端执行器耦合到所述轴的铰接腕。
4. 根据权利要求3所述的器械,其中所述第一位置被选择为补偿所述铰接腕的任何弯曲。
5. 根据权利要求1所述的器械,其中所述夹持夹钳中的一个或多个包括用于在延伸和回缩期间辅助引导所述切割刀片的凹槽。
6. 根据权利要求1所述的器械,其中所述第一位置在所述停放区内。
7. 根据权利要求6所述的器械,其中所述第三位置对应于所述切割刀片回缩到恰好在所述停放区之外的位置。
8. 根据权利要求1所述的器械,其中所述器械还被配置为在将所述切割刀片回缩到所述第三位置之前将所述切割刀片保持在所述第二位置。
9. 根据权利要求8所述的器械,其中当所述切割刀片正在被延伸时驱动所述驱动单元的所述马达或主动致动器的力或扭矩极限与当所述切割刀片正在保持延伸时的所述力或扭矩极限相同。
10. 根据权利要求1所述的器械,其中在所述切割操作期间,所述切割刀片被命令遵循位置分布图,所述位置分布图包括描述所述切割刀片在所述第一位置、所述第二位置和所述第三位置之间的平滑轨迹的期望位置的时间序列。
11. 根据权利要求1所述的器械,其中对驱动所述驱动单元的所述马达或主动致动器强制施加力或扭矩极限。
12. 根据权利要求11所述的器械,其中当所述切割刀片维持在所述第一位置时的所述力或扭矩极限的量值低于当所述切割刀片正在被延伸或回缩时的所述力或扭矩极限的量值。
13. 根据权利要求11所述的器械,其中当所述切割刀片正在被回缩到所述第三位置时的所述力或扭矩极限与当所述切割刀片正在进一步被回缩到所述第一位置时的所述力或

扭矩极限相同。

14. 根据权利要求11所述的器械,其中当所述切割刀片正在被延伸时的所述力或扭矩极限的第一量值大于当所述切割刀片正在被回缩和进一步被回缩时的所述力或扭矩极限的第二量值。

15. 根据权利要求14所述的器械,其中所述第一量值和所述第二量值之间的差异基于由所述限制机构施加的力或扭矩。

16. 一种使用与计算机辅助医疗设备一起使用的外科手术切割器械执行切割操作的方法,所述方法包括:

当末端执行器的切割刀片未使用时将所述切割刀片保持在第一位置,所述保持通过驱动单元的限制机构、通过由马达或主动致动器施加到所述驱动单元的力或扭矩或通过这两者来执行;

通过向所述驱动单元施加力或扭矩将所述切割刀片从所述第一位置延伸到第二位置;将所述切割刀片从所述第二位置回缩到所述第一位置与所述第二位置之间的第三位置;以及

进一步将所述切割刀片回缩到所述第一位置;

其中所述延伸和所述回缩包括使用所述马达或主动致动器向所述驱动单元施加力或扭矩。

17. 根据权利要求16所述的方法,其中所述限制机构是弹簧。

18. 根据权利要求16所述的方法,其中所述外科手术切割器械还包括将所述末端执行器耦合到所述轴的铰接腕。

19. 根据权利要求18所述的方法,其中所述第一位置被选择为补偿所述铰接腕的任何弯曲。

20. 根据权利要求16所述的方法,其中所述夹持夹钳中的一个或多个包括用于在所述延伸和所述回缩期间辅助引导所述切割刀片的凹槽。

21. 根据权利要求16所述的方法,其中所述第一位置在所述外科手术切割器械的停放区内。

22. 根据权利要求21所述的方法,其中所述第三位置对应于所述切割刀片回缩到恰好在所述停放区之外的位置。

23. 根据权利要求16所述的方法,还包括在将所述切割刀片回缩到所述第三位置之前将所述切割刀片保持在所述第二位置。

24. 根据权利要求23所述的方法,其中当所述切割刀片正在被延伸时驱动所述驱动单元的所述马达或主动致动器的力或扭矩极限与当所述切割刀片正在保持延伸时的力或扭矩极限相同。

25. 根据权利要求16所述的方法,还包括命令所述切割刀片遵循位置分布图,所述位置分布图包括描述所述切割刀片在所述第一位置、所述第二位置和所述第三位置之间的平滑轨迹的期望位置的时间序列。

26. 根据权利要求16所述的方法,还包括对驱动所述驱动单元的所述马达或主动致动器强制施加力或扭矩极限。

27. 根据权利要求26所述的方法,其中当所述切割刀片维持在所述第一位置时的所述

力或扭矩极限的量值低于当所述切割刀片正在被延伸或回缩时的所述力或扭矩极限的量值。

28. 根据权利要求26所述的方法,其中当所述切割刀片正在被回缩到所述第三位置时的所述力或扭矩极限与当所述切割刀片正在进一步被回缩到所述第一位置时的所述力或扭矩极限相同。

29. 根据权利要求26所述的方法,其中当所述切割刀片正在被延伸时的所述力或扭矩极限的第一量值大于当所述切割刀片正在被回缩和进一步被回缩时的所述力或扭矩极限的第二量值。

30. 根据权利要求29所述的方法,其中所述第一量值和所述第二量值之间的差异基于由所述限制机构施加的力或扭矩。

31. 一种非瞬态机器可读介质,其包括多个机器可读指令,所述机器可读指令在由与计算机辅助医疗设备相关联的一个或多个处理器执行时适于使得所述一个或多个处理器执行一种方法,所述方法包括:

当末端执行器的切割刀片未使用时将所述切割刀片保持在第一位置,所述保持通过驱动单元的限制机构、通过由马达或主动致动器施加到所述驱动单元的力或扭矩或通过这两者来执行;

通过向所述驱动单元施加力或扭矩将所述切割刀片从所述第一位置延伸到第二位置;

将所述切割刀片从所述第二位置回缩到所述第一位置与所述第二位置之间的第三位置;以及

进一步将所述切割刀片回缩到所述第一位置;

其中所述延伸和所述回缩包括使用所述马达或主动致动器向所述驱动单元施加力或扭矩。

32. 根据权利要求31所述的非瞬态机器可读介质,其中所述限制机构是弹簧。

33. 根据权利要求31所述的非瞬态机器可读介质,其中所述外科手术切割器械还包括将所述末端执行器耦合到所述轴的铰接腕。

34. 根据权利要求33所述的非瞬态机器可读介质,其中所述第一位置被选择为补偿所述铰接腕的任何弯曲。

35. 根据权利要求31所述的非瞬态机器可读介质,其中所述夹持夹钳中的一个或多个包括用于在所述延伸和所述回缩期间辅助引导所述切割刀片的凹槽。

36. 根据权利要求31所述的非瞬态机器可读介质,其中所述第一位置在所述外科手术切割器械的停放区内。

37. 根据权利要求36所述的非瞬态机器可读介质,其中所述第三位置对应于所述切割刀片回缩到恰好在所述停放区之外的位置。

38. 根据权利要求37所述的非瞬态机器可读介质,其中所述方法还包括在将所述切割刀片回缩到所述第三位置之前将所述切割刀片保持在所述第二位置。

39. 根据权利要求38所述的非瞬态机器可读介质,其中当所述切割刀片正在被延伸时驱动所述驱动单元的所述马达或主动致动器的力或扭矩极限与当所述切割刀片正在保持延伸时的所述力或扭矩极限相同。

40. 根据权利要求31所述的非瞬态机器可读介质,其中所述方法还包括命令所述切割

刀片遵循位置分布图,所述位置分布图包括描述所述切割刀片在所述第一位置、所述第二位置和所述第三位置之间的平滑轨迹的期望位置的时间序列。

41. 根据权利要求31所述的非瞬态机器可读介质,所述方法还包括对驱动所述驱动单元的所述马达或主动致动器强制施加力或扭矩极限。

42. 根据权利要求41所述的非瞬态机器可读介质,其中当所述切割刀片维持在所述第一位置时的所述力或扭矩极限的量值低于当所述切割刀片正在被延伸或回缩时的所述力或扭矩极限的量值。

43. 根据权利要求41所述的非瞬态机器可读介质,其中当所述切割刀片正在被回缩到所述第三位置时的所述力或扭矩极限与当所述切割刀片正在进一步被回缩到所述第一位置时的所述力或扭矩极限相同。

44. 根据权利要求41所述的非瞬态机器可读介质,其中当所述切割刀片正在被延伸时的所述力或扭矩极限的第一量值大于当所述切割刀片正在被回缩和进一步被回缩时的所述力或扭矩极限的第二量值。

45. 根据权利要求44所述的非瞬态机器可读介质,其中所述第一量值和所述第二量值之间的差异基于由所述限制机构施加的力或扭矩。

46. 一种计算机辅助医疗设备,其包括:

一个或多个处理器;

铰接臂;

马达或其他主动致动器;以及

外科手术器械,其耦合到所述铰接臂的远端,所述外科手术器械包括:

驱动单元,其位于所述外科手术器械的近端处;

末端执行器,其位于所述外科手术器械的远端处,所述末端执行器包括可对立的夹持夹钳和切割刀片;

轴,其将所述驱动单元耦合到所述末端执行器,所述轴容纳用于将来自所述驱动单元的力或扭矩耦合到所述末端执行器的一个或多个驱动机构;以及

停放区,其用于在所述切割刀片未使用时容纳所述切割刀片;

其中所述计算机辅助医疗设备被配置为通过以下操作来使用所述切割刀片执行切割操作:

将所述切割刀片从第一位置延伸到第二位置;

将所述切割刀片从所述第二位置回缩到所述第一位置与所述第二位置之间的第三位置;以及

进一步将所述切割刀片回缩到所述第一位置;

其中当所述切割刀片未使用时,通过所述驱动单元中的限制机构、通过由所述马达或其他主动致动器施加到所述驱动单元的力或扭矩或者通过这两者将所述切割刀片维持在所述第一位置。

47. 根据权利要求46所述的计算机辅助医疗设备,其中所述限制机构是弹簧。

48. 根据权利要求46所述的计算机辅助医疗设备,其中所述外科手术器械还包括将所述末端执行器耦合到所述轴的铰接腕。

49. 根据权利要求48所述的计算机辅助医疗设备,其中所述第一位置被选择为补偿所

述铰接腕的任何弯曲。

50. 根据权利要求46所述的计算机辅助医疗设备,其中所述夹持夹钳中的一个或多个包括用于在所述延伸和所述回缩期间辅助引导所述切割刀片的凹槽。

51. 根据权利要求46所述的计算机辅助医疗设备,其中所述第一位置在所述停放区内。

52. 根据权利要求51所述的计算机辅助医疗设备,其中所述第三位置对应于所述切割刀片回缩到恰好在所述停放区之外的位置。

53. 根据权利要求46所述的计算机辅助医疗设备,其中所述计算机辅助医疗设备还被配置为在将所述切割刀片回缩到所述第三位置之前将所述切割刀片保持在所述第二位置。

54. 根据权利要求53所述的计算机辅助医疗设备,其中当所述切割刀片正在被延伸时的所述马达或主动致动器的力或扭矩极限与当所述切割刀片正在保持延伸时的所述力或扭矩极限相同。

55. 根据权利要求46所述的计算机辅助医疗设备,其中在所述切割操作期间,所述切割刀片被命令遵循位置分布图,所述位置分布图包括描述所述切割刀片在所述第一位置、所述第二位置和所述第三位置之间的平滑轨迹的期望位置的时间序列。

56. 根据权利要求46所述的计算机辅助医疗设备,其中对驱动所述马达或主动致动器强制施加力或扭矩极限。

57. 根据权利要求56所述的计算机辅助医疗设备,其中当所述切割刀片维持在所述第一位置时的所述力或扭矩极限的量值低于当所述切割刀片正在被延伸或被回缩时的所述力或扭矩极限的量值。

58. 根据权利要求56所述的计算机辅助医疗设备,其中当所述切割刀片正在被回缩到所述第三位置时的所述力或扭矩极限与当所述切割刀片正在进一步被回缩到所述第一位置时的所述力或扭矩极限相同。

59. 根据权利要求56所述的计算机辅助医疗设备,其中当所述切割刀片正在被延伸时的所述力或扭矩极限的第一量值大于当所述切割刀片正在被回缩和进一步被回缩时的所述力或扭矩极限的第二量值。

60. 根据权利要求59所述的计算机辅助医疗设备,其中所述第一量值和所述第二量值之间的差异基于由所述限制机构施加的力或扭矩。

用于微创切割器械操作的系统和方法

[0001] 相关申请

[0002] 本专利申请要求于2015年5月15日提交的题为“SYSTEM AND METHOD FOR MINIMALLY INVASIVE CUTTING INSTRUMENT OPERATION”的美国临时专利申请62/162,217的优先权和权益,其全部内容通过引用的方式并入本文。

技术领域

[0003] 本公开总体涉及具有铰接臂和末端执行器的设备的操作,并且更具体地涉及微创切割器械的操作。

背景技术

[0004] 越来越多的设备正被自主和半自主电子设备替代。这在如今具有存在于手术室、介入病房、重症监护病房、急诊室等中的大批自主和半自主电子设备的医院尤其如此。例如,玻璃和水银温度计被电子温度计替代,静脉滴注管线现在包括电子监测器和流量调节器,并且传统的手持式外科手术器械正被计算机辅助医疗设备替代。

[0005] 使用计算机辅助医疗设备的微创外科手术技术通常试图在最小化对健康组织的损伤的同时执行外科手术规程和/或其他规程。可以通过使用具有外科手术器械的计算机辅助医疗设备来远程执行一些微创规程。对于许多计算机辅助医疗设备,外科医生和/或其他医务人员通常可以使用操作者控制台上的一个或多个控制装置来操纵输入设备。当外科医生和/或其他医务人员在操作者控制台处操作各种控制装置时,将命令从操作者控制台传送到安装有一个或多个末端执行器和/或外科手术器械的患者侧设备。以这种方式,外科医生和/或其他医务人员能够使用末端执行器和/或外科手术器械对患者执行一个或多个规程。根据期望的规程和/或正在使用的外科手术器械,期望的规程可以部分或完全地在使用远程操作的外科医生和/或医务人员的控制下执行和/或在半自主控制下执行,在半自主控制中,外科手术器械可基于外科医生和/或其他医务人员的一个或多个激活动作来执行一系列操作。

[0006] 无论是以手动方式致动、以远程操作方式致动和/或以半自主方式致动,微创外科手术器械都可以用于各种操作和/或规程,并且可以具有各种配置。许多此类器械包括安装在轴的远端处的末端执行器,该轴可以安装到铰接臂的远端。在许多操作情况下,轴可以被配置为(例如,以腹腔镜方式、以胸腔镜方式和/或类似方式)插入穿过开口(例如,体壁切口、自然孔口和/或类似开口),以到达远程外科手术部位。在一些器械中,铰接腕机构可以安装到器械的轴的远端,以支撑末端执行器,其中铰接腕提供改变末端执行器相对于轴的纵向轴线的取向的能力。

[0007] 可以使用不同设计和/或配置的末端执行器来执行不同的任务、规程和功能,以便允许外科医生和/或其他医务人员执行各种外科手术规程中的任何一种。示例包括但不限于烧灼、消融、缝合、切割、吻合(stapling)、融合、封闭等和/或它们的组合。因此,末端执行器能够包括各种部件和/或部件的组合以执行这些外科手术规程。

[0008] 与微创规程的目标一致,末端执行器的尺寸通常保持尽可能小,同时仍允许其执行其既定任务。保持末端执行器的小尺寸的一种方法是通过使用通常位于患者外部的外科手术器械的近端处的一个或多个输入装置来完成末端执行器的致动。然后可以使用各种齿轮、杠杆、滑轮、缆线、杆、带和/或类似机构沿外科手术器械的轴传输来自一个或多个输入装置的动作并致动末端执行器。在具有适当的外科手术器械的计算机辅助医疗设备的情况下,在该器械的近端处的传动机构与设置在患者侧设备或患者侧推车的铰接臂上的各种马达、螺线管、伺服机构、主动致动器、液压装置、气动装置和/或类似装置接合。马达、螺线管、伺服机构、主动致动器、液压装置、气动装置和/或类似装置通常通过主控制器接收控制信号,并在传动机构的近端处提供力和/或扭矩形式的输入,各种齿轮、杠杆、滑轮、缆线、杆、带和/或类似机构最终传输所述输入以致动传动机构的远端处的末端执行器。

[0009] 由于此类末端执行器的操作的远程性质,在一些情况下,外科医生和/或其他医务人员致动期间可能难以知道末端执行器的一个或多个部件的位置以执行期望的规程。例如,在一些情况下,外科手术器械的其他部分(包括末端执行器本身)和/或患者的解剖结构的部分可能在一个或多个部件的致动期间使外科手术器械的一个或多个部件不被看见。另外,当部件中的一个或多个在试图执行期望的规程时遇到故障状况的时候,由于末端执行器的有限的可见性、外科手术器械操作的有限空间、对外科手术器械的有限使用权、末端执行器相对于外科医生和/或其他医务人员的远程位置和/或类似因素,外科医生和/或其他医务人员可能难以检测和/或校正故障状况。

[0010] 此外,安全条件也可能是外科手术器械的设计和/或操作中的因素。在一些示例中,外科手术工具的末端执行器(诸如切割工具)可以包括锋利的切割刀片。当切割刀片不被主动地用于切割时,切割刀片可以被封套和/或停放在末端执行器上的壳体内,使得该切割刀片通常被定位在非操作期间不能意外地切割患者的组织和/或操纵外科手术工具的医务人员的位置。类似地,末端执行器的一个或多个精密部件也可以被封套和/或停放,以防止在非操作期间损坏精密部件。

[0011] 因此,期望用于外科手术器械(诸如切割器械)的操作的改进方法和系统。在一些示例中,可期望提供对外科手术器械的自动控制,以便帮助确保外科手术器械可能成功地执行期望的规程。在一些示例中,可期望提供在操作和非操作期间对患者和/或医务人员进行安全支持并且对外科手术器械进行保护支持的外科手术器械的配置。

发明内容

[0012] 与一些实施例一致,一种与计算机辅助医疗设备一起使用的外科手术切割器械。该外科手术切割器械包括驱动单元、位于器械的远端处的末端执行器、驱动单元与末端执行器之间的轴以及用于在切割刀片未使用时容纳切割刀片的停放区。该末端执行器包括可对立的(opposable)夹持夹钳和切割刀片。该轴容纳用于将来自驱动单元的力或扭矩耦合到末端执行器的一个或多个驱动机构。为了执行切割操作,该器械被配置为:将切割刀片从第一位置延伸到第二位置;将切割刀片从第二位置回缩到第一位置与第二位置之间的第三位置;以及进一步将切割刀片回缩到第一位置。当切割刀片未使用时,使用驱动单元中的限制机构、由马达或其他主动致动器施加到驱动单元的力或扭矩或者这两者将切割刀片维持在第一位置。

[0013] 与一些实施例一致,一种使用与计算机辅助医疗设备一起使用的外科手术切割器械执行切割操作的方法包括:当末端执行器的切割刀片未使用时将切割刀片保持在第一位置;通过向驱动单元施加力或扭矩将切割刀片从第一位置延伸到第二位置;将切割刀片从第二位置回缩到第一位置与第二位置之间的第三位置;以及进一步将切割刀片回缩到第一位置。将切割刀片保持在第一位置是通过驱动单元的限制机构、由马达或主动致动器施加到驱动单元的力或扭矩或这两者执行的。延伸和回缩包括使用马达或主动致动器向驱动单元施加力或扭矩。

[0014] 与一些实施例一致,一种非瞬态机器可读介质包括多个机器可读指令,所述机器可读指令在由与计算机辅助医疗设备相关联的一个或多个处理器执行时适于使得一个或多个处理器执行一种方法。该方法包括:当末端执行器的切割刀片未使用时将切割刀片保持在第一位置;通过向驱动单元施加力或扭矩将切割刀片从第一位置延伸到第二位置;将切割刀片从第二位置回缩到第一位置与第二位置之间的第三位置;以及进一步将切割刀片回缩到第一位置。将切割刀片保持在第一位置是通过驱动单元的限制机构、由马达或主动致动器施加到驱动单元的力或扭矩或这两者执行的。延伸和回缩包括使用马达或主动致动器向驱动单元施加力或扭矩。

[0015] 与一些实施例一致,一种计算机辅助医疗设备包括一个或多个处理器、铰接臂、马达或其他主动致动器以及耦合到铰接臂的远端的外科手术器械。外科手术器械包括位于外科手术器械的近端处的驱动单元、位于外科手术器械的远端处的末端执行器、驱动单元与末端执行器之间的轴以及用于在切割刀片未使用时容纳切割刀片的停放区。该末端执行器包括可对立的夹持夹钳和切割刀片。该轴容纳用于将来自驱动单元的力或扭矩耦合到末端执行器的一个或多个驱动机构。该计算机辅助医疗设备被配置为通过以下操作来使用切割刀片执行切割操作:将切割刀片从第一位置延伸到第二位置;将切割刀片从第二位置回缩到第一位置与第二位置之间的第三位置;以及进一步将切割刀片回缩到第一位置。当切割刀片未使用时,使用驱动单元中的限制机构、由马达或其他主动致动器施加到驱动单元的力或扭矩或者这两者将切割刀片维持在第一位置。

附图说明

[0016] 图1是根据一些实施例的计算机辅助系统的简化图。

[0017] 图2是示出根据一些实施例的微创外科手术器械的简化图。

[0018] 图3是根据一些实施例的图2的外科手术器械的远端的简化透视图。

[0019] 图4A至图4C是根据一些实施例的图2和图3的末端执行器的简化剖视图。

[0020] 图5是根据一些实施例的驱动单元的针对自由度的简化透视图。

[0021] 图6是根据一些实施例的针对切割操作的位置分布图和相应的扭矩极限分布图的简化图。

[0022] 图7是根据一些实施例的用于执行切割操作的方法的简化图。

[0023] 在附图中,具有相同名称的元件具有相同或相似的功能。

具体实施方式

[0024] 在下面的描述中,阐述了描述与本公开一致的一些实施例的具体细节。然而,对于

本领域技术人员而言,显而易见的是可以在没有这些具体细节中的一些或全部的情况下实践一些实施例。本文所公开的具体实施例意味着是说明性的而不是限制性的。本领域技术人员可以实现尽管这里没有具体描述但是在本公开的范围和精神内的其他元件。此外,为了避免不必要的重复,除非另有具体描述,或者如果一个或多个特征使得实施例不起作用,否则可以将与一个实施例相关联示出和描述的一个或多个特征并入其他实施例。

[0025] 图1是根据一些实施例的计算机辅助系统100的简化图。如图1所示,计算机辅助系统100包括具有一个或多个可移动臂或铰接臂120的计算机辅助设备110。一个或多个铰接臂120中的每一个可以支撑一个或多个器械130。在一些示例中,计算机辅助设备110可以与计算机辅助外科手术设备一致。一个或多个铰接臂120可以各自为医疗器械130(诸如外科手术器械、成像设备和/或类似设备)提供支撑。在一些示例中,器械130可以包括末端执行器,所述末端执行器能够但不限于执行夹持、回缩、烧灼、消融、缝合、切割、吻合、融合、封闭等和/或它们的组合。

[0026] 计算机辅助设备110还可以耦合到操作者工作站(未示出),操作者工作站可以包括用于操作计算机辅助设备110、一个或多个铰接臂120和/或器械130的一个或多个主控制装置。在一些示例中,一个或多个主控制装置可以包括主操纵器、杠杆、踏板、开关、按键、旋钮、触发器和/或类似装置。在一些实施例中,计算机辅助设备110和操作者工作站可以对应于由加利福尼亚州桑尼维尔市(Sunnyvale, California)的直观外科手术公司(Intuitive Surgical, Inc.)出售的da Vinci®外科手术系统。在一些实施例中,具有其他配置、更少或更多铰接臂和/或类似部件的计算机辅助外科手术设备可以与计算机辅助系统100一起使用。

[0027] 计算机辅助设备110经由接口耦合到控制单元140。接口可以包括一个或多个缆线、光纤、连接器和/或总线,并且还可以包括具有一个或多个网络交换和/或路由设备的一个或多个网络。控制单元140包括耦合到存储器160的处理器150。控制单元140的操作由处理器150控制。另外,尽管示出控制单元140仅具有一个处理器150,但是应当理解,处理器150可以表示控制单元140中的一个或多个中央处理单元、多核处理器、微处理器、微控制器、数字信号处理器、现场可编程门阵列(FPGA)、专用集成电路(ASIC)和/或类似装置。控制单元140可以被实施为添加到计算设备的独立子系统和/或板,或者被实施为虚拟机。在一些实施例中,控制单元140可被包括作为操作者工作站的一部分,并且/或者独立于操作者工作站但与操作者工作站协同操作。

[0028] 存储器160可以用于存储由控制单元140执行的软件和/或在控制单元140的操作期间使用的一个或多个数据结构。存储器160可以包括一种或多种类型的机器可读介质。一些常见形式的机器可读介质可以包括软盘(floppy disk)、软磁盘(flexible disk)、硬盘、磁带、任何其他磁性介质、CD-ROM、任何其他光学介质、穿孔卡、纸带、任何其他带有孔图案的物理介质、RAM、PROM、EPROM、FLASH-EPROM、任何其他存储器芯片或存储盒和/或处理器或计算机适于从其中进行读取的任何其他介质。

[0029] 如图1所示,存储器160包括控制应用170,控制应用170可用于支持计算机辅助设备110的自主、半自主和/或远程操作控制。控制应用170可以包括一个或多个应用编程接口(API),其用于从计算机辅助设备110、铰接臂120和/或器械130接收位置、运动、力、扭矩和/或其他传感器信息;与和其他设备有关的其他控制单元交换位置、运动、力、扭矩和/或防碰

撞信息；和/或计划和/或协助计划计算机辅助设备110、铰接臂120和/或器械130的运动。在一些示例中，控制应用170还可在外科手术规程期间支持器械130的自主、半自主和/或远程操作的控制。另外，尽管控制应用170被描绘为软件应用，但可以使用硬件、软件和/或硬件和软件的组合来实施控制应用170。

[0030] 在一些实施例中，计算机辅助系统100可存在于手术室和/或介入病房中。另外，尽管计算机辅助系统100仅包括具有两个铰接臂120和相应的器械130的一个计算机辅助设备110，但是普通技术人员将理解，计算机辅助系统100可以包括任何数量的计算机辅助设备，其具有在设计上与计算机辅助设备110类似和/或不同的铰接臂和/或器械。在一些示例中，计算机辅助设备中的每一个可以包括更少或更多的铰接臂和/或器械。

[0031] 图2是示出根据一些实施例的微创外科手术器械200的简化图。在一些实施例中，外科手术器械200可以与图1的器械130中的任何一个一致。如图2所描绘和本文所使用的方向“近侧/近端”和“远侧/远端”有助于描述外科手术器械200的部件的相对取向和位置。远侧/远端通常是指在元件在沿运动链的方向上远离计算机辅助设备（诸如计算机辅助设备110）的基座和/或在外科手术器械200的预期操作使用中最接近外科手术工作部位。近侧/近端通常是指元件在沿运动链的方向上更接近计算机辅助设备的基座和/或计算机辅助设备的铰接臂中的一个。

[0032] 如图2所示，外科手术器械200包括长轴210，该长轴210用于将位于轴210的远端处的末端执行器220耦合到在轴210的近端处将外科手术器械200安装到铰接臂和/或计算机辅助设备的位置。根据外科手术器械200所用于的特定规程，轴210可以被插入穿过开口（例如，体壁切口、自然孔口和/或类似开口），以便将末端执行器220放置在位于患者的解剖结构内的远程外科手术部位附近。如图2进一步所示，末端执行器220通常与双夹钳夹持器型末端执行器一致，所述末端执行器在一些实施例中还可包括切割和/或融合或封闭机构，如下面关于图3和图4A至图4C进一步详细描述。然而，普通技术人员将理解，具有不同末端执行器220的不同外科手术器械200是可能的，并且可以与本文别处所描述的外科手术器械200的实施例一致。

[0033] 外科手术器械（诸如具有末端执行器220的外科手术器械200）在其操作期间通常依赖于多个自由度（DOF）。根据外科手术器械200和安装有该外科手术器械200的铰接臂和/或计算机辅助设备的配置，可用于定位、定向和/或操作末端执行器220的各种DOF是可能的。在一些示例中，轴210可以沿远侧方向插入和/或沿近侧方向取回以提供插入DOF，其可用于控制末端执行器220被放置在患者的解剖结构内有多深。在一些示例中，轴210可能围绕其纵向轴线旋转，以提供可用于旋转末端执行器220的滚动DOF。在一些示例中，末端执行器220的位置和/或取向的额外灵活性可以由用于将末端执行器220耦合到轴210的远端的铰接腕230提供。在一些示例中，铰接腕230可以包括一个或多个旋转接头，诸如一个或多个滚动接头、俯仰接头或偏转接头，其可以分别提供可用于控制末端执行器220相对于轴210的纵向轴线的取向的一个或多个“滚动”DOF、“俯仰”DOF和“偏转”DOF。在一些示例中，一个或多个旋转接头可以包括俯仰和偏转接头；滚动、俯仰和偏转接头；滚动、俯仰和滚动接头；和/或类似接头。在一些示例中，末端执行器220还可以包括用于控制末端执行器220的夹钳的打开和关闭的夹持DOF和/或用于控制切割机构的延伸、回缩和/或操作的激活DOF，如下面进一步描述的。

[0034] 外科手术器械200还包括位于轴210的近端处的驱动系统240。驱动系统240包括用于将力和/或扭矩引导到外科手术器械200的一个或多个部件,所述力和/或扭矩可以用于操纵由外科手术器械200支持的各种DOF。在一些示例中,驱动系统240可以包括基于从控制单元(诸如图1的控制单元140)接收的信号进行操作的一个或多个马达、螺线管、伺服机构、主动致动器、液压致动器、气动致动器和/或类似装置。在一些示例中,信号可以包括一个或多个电流、电压、脉冲宽度调制波形和/或类似信号。在一些示例中,驱动系统240可以包括一个或多个轴、齿轮、滑轮、杆、带和/或类似机构,其可以耦合到作为铰接臂(诸如安装有外科手术器械200的铰接臂120中的任何一个)的一部分的相应的马达、螺线管、伺服机构、主动致动器、液压装置、气动装置和/或类似装置。在一些示例中,一个或多个驱动输入装置(诸如轴、齿轮、滑轮、杆、带和/或类似机构)可用于从马达、螺线管、伺服机构、主动致动器、液压装置、气动装置和/或类似装置接收力和/或扭矩,并且施加这些力和/或扭矩以调节外科手术器械200的各种DOF。

[0035] 在一些实施例中,可以使用一个或多个驱动机构250将由驱动系统240产生和/或由驱动系统240接收的力和/或扭矩从驱动系统240并沿轴210传递到位于驱动系统240远侧的外科手术器械200的各种接头和/或元件。在一些示例中,一个或多个驱动机构250可以包括一个或多个齿轮、杠杆、滑轮、缆线、杆、带和/或类似机构。在一些示例中,轴210是中空的,并且驱动机构250从驱动系统240穿过轴210的内部到达末端执行器220和/或铰接腕230的对应DOF。在一些示例中,驱动机构250中的每一个可以是设置在类似鲍登缆线(Bowden cable)配置中的中空护套或管腔内的缆线。在一些示例中,缆线和/或管腔的内部可以涂覆有低摩擦涂层,诸如聚四氟乙烯(PTFE)和/或类似材料。在一些示例中,当缆线中的每一个的近端在驱动系统240内被拉动和/或推动时,例如通过围绕绞盘或轴卷绕和/或展开缆线,缆线的远端相应地移动并施加合适的力和/或扭矩来调节末端执行器220、铰接腕230和/或外科手术器械200的DOF中的一个。

[0036] 图3是根据一些实施例的外科手术器械200的远端的简化透视图。如图3所示,外科手术器械200的远端被描绘为使得示出末端执行器220、铰接腕230和驱动机构250的额外细节。更详细地,末端执行器220包括示出为处于打开位置的对立的(opposing)夹钳310。夹钳310被配置为在打开位置和关闭位置之间移动,使得末端执行器220可以在规程期间被用于夹持和释放位于手术部位的组织和/或其他结构(诸如缝合线)。在一些示例中,夹钳310可以作为单个单元一起操作,其中两个夹钳310同时打开和/或关闭。在一些示例中,夹钳310可以独立地打开和/或闭合,使得例如一个夹钳310可以保持稳定,而另一个夹钳310可以被打开和/或关闭。

[0037] 图3示出了夹钳310中的每一个的内侧上的夹持表面包括对应的凹槽320,其可以用作切割刀片330的引导件,但凹槽320可以从夹钳310中的一个或多个中省略。当切割刀片330朝向末端执行器220的远端延伸和/或朝向末端执行器220的近端回缩时,凹槽320中的每一个可有助于切割刀片330在切割操作期间的对准和/或定位。切割刀片330的抽出和/或回缩是使用切割刀片330所附接到的驱动部件340完成的。在一些示例中,驱动部件340推动切割刀片330以使切割刀片330延伸并拉动切割刀片330以使切割刀片330回缩。图4A至图4C中示出了切割刀片330的使用和定位,图4A至图4C是根据一些实施例的末端执行器220的简化剖视图。图4A示出了切割刀片330与驱动部件340之间的关系。

[0038] 末端执行器220还包括位于夹钳310的近端处的停放特征件350。停放特征件350包括驱动部件340和切割刀片330两者都可以通过的开口。停放特征件350被配置为当切割刀片330不使用时为切割刀片330提供安全的储存区域。因此,当切割刀片330未被主动地用作切割操作的一部分时,末端执行器220被配置为使得切割刀片330可以回缩到处于“停放(garaged)”或储存位置的停放特征件350中,在该位置中切割刀片330朝近侧后退到夹钳310的后方,如图4B所示。切割刀片330另外可以延伸到切割刀片330定位在凹槽320之一的远端处或远端附近的位置,如图4C所示。在一些示例中,如图4C所示的切割刀片330的定位可对应于切割刀片330在切割操作期间的位置。

[0039] 在一些示例中,末端执行器220和外科手术器械200被设计成使得切割刀片330的默认位置或原始位置(home position)在停放特征件350内。停放特征件350的这种布置可以向末端执行器220提供几个特征。在一些示例中,当切割刀片330回缩到停放特征件350中时,切割刀片330的锋利的切割边缘被有效地封套,使得切割刀片330在规程期间不可能意外地切割组织,并且/或者在规程之前和/或规程之后不可能意外地切到操控外科手术器械200和/或末端执行器220的医务人员。在一些示例中,当切割刀片330回缩到停放特征件350中时,也可以在切割刀片330未被主动地用于切割时保护切割刀片330免受损坏,例如意外的钝化。

[0040] 返回参考图3,在一些实施例中,夹钳310中的每一个的内侧上的夹持表面还可以包括一个或多个任选的电极360。在一些示例中,电极360可用于递送电外科能量以融合保持在夹钳310之间的组织。在一些示例中,电极360可以向末端执行器220提供电烧灼、融合和/或封闭特征,使得可以使用相同的外科手术工具200切割和/或融合/封闭组织。

[0041] 在一些实施例中,夹钳310、切割刀片330和/或铰接腕230的接头的操作可以使用驱动机构250中的相应驱动机构来实现。在一些示例中,当夹钳310独立地操作时,驱动机构250中的两个驱动机构(每个夹钳310对应一个驱动机构)的远端可以耦合到相应的夹钳310,使得当对应的驱动机构250施加拉力和/或推力(例如,使用缆线、导螺杆和/或类似机构),相应的夹钳310可以被打开和/或关闭。在一些示例中,当夹钳310一起操作时,两个夹钳310可以耦合到相同的驱动机构250的远端。在一些示例中,驱动部件340可以耦合到对应的驱动机构250的远端,使得施加到对应的驱动机构250的力和/或扭矩可以被传递到驱动部件340的推动运动和/或拉动运动。在一些示例中,额外的驱动机构350可用于操作铰接腕230的滚动DOF、俯仰DOF和/或偏转DOF。

[0042] 图5是根据一些实施例的驱动单元500针对自由度的简化透视图。根据一些实施例,驱动单元500可以表示图2的驱动系统240中的部件的一部分。如图5所示,驱动单元500基于旋转绞盘510以致动DOF的旋转致动方法。绞盘510耦合到驱动轴520,驱动轴520可以是马达、伺服机构、主动致动器、液压致动器、气动致动器和/或类似装置(未示出)的驱动轴。当将扭矩施加到驱动轴520并且驱动轴520和绞盘510旋转时,附接到绞盘510和/或驱动轴520的缆线530可以进一步围绕绞盘510和/或驱动轴520卷绕和/或展开。当缆线530附接到相应的驱动机构(诸如驱动机构250中的任何一个)的近端时,缆线的卷绕和展开可转化为相应的拉力和推力和/或扭矩,其可被施加到位于驱动机构的远端处的末端执行器的DOF。在一些示例中,绞盘510和驱动轴520的旋转以及缆线530的相应卷绕和/或展开可导致夹持器夹钳(诸如夹钳310)的打开和/或关闭、切割刀片(诸如切割刀片330)的延伸和/或回缩、

铰接腕接头的弯曲和/或解弯曲和/或类似动作。在一些示例中,监测绞盘510和/或驱动轴520的旋转角度和/或旋转速度还可以提供通过相应的驱动机构耦合到缆线530的相应DOF的当前位置和/或速度的指示。因此,当驱动单元500与外科手术器械200的DOF一起使用时,绞盘510和/或驱动轴520的旋转角度和/或旋转速度可以提供关于夹钳310打开的角度、切割刀片330的位置和/或铰接腕230的俯仰角度和/或偏转角度的有用反馈,这取决于驱动机构250和缆线530中的哪一个被耦合。

[0043] 因为当DOF未被致动时,通常期望末端执行器中的DOF被配置有默认位置、静止位置和/或原始位置,所以在一些实施例中,驱动单元(诸如驱动单元500)可以包括某种类型的阻力机构和/或限制机构,以将驱动单元500返回到相应的原始位置。在一些示例中,使用DOF的原始位置可以支持外科手术器械(诸如外科手术器械200)的配置,其中夹持夹钳自动关闭和/或大部分关闭,切割刀片回缩到停放特征件中,铰接腕接头被拉直和/或类似动作。如图5所示,驱动单元500包括扭转弹簧540形式的限制机构。扭转弹簧540被示出为在一端550附接到绞盘510并围绕绞盘510卷绕。当绞盘510旋转时,扭转弹簧540的第二端560可以自由旋转,直到其旋转到抵靠可以作为驱动单元500的主体的一部分的止动件570。当在扭转弹簧540的第二端560抵靠止动件570之后绞盘510继续旋转时,扭转弹簧540将开始向绞盘510提供限制和/或回位力和/或扭矩,如由绞盘510的旋转量和扭转弹簧540的弹簧常数所决定。因此,当将较大的旋转量施加到绞盘510时,扭转弹簧540向绞盘510施加增加的回位力和/或扭矩。例如,可以使用绞盘510上的该回位力和/或扭矩来关闭夹持夹钳、回缩切割刀片和/或拉直铰接臂接头。

[0044] 尽管图5示出了作为围绕绞盘510卷绕的扭转弹簧的限制机构,但是普通技术人员将认识到其他可能的限制机构和/或用于限制机构的配置以实现类似的限制/回位功能。在一些示例中,驱动单元500的主体还可以包括第二止动件,以在与由止动件570产生的回位力和/或扭矩相反的方向上向绞盘510提供回位力和/或扭矩。在一些示例中,扭转弹簧540的第二端560可以安装到驱动单元500的主体,使得在扭转弹簧540开始向绞盘510施加回位力和/或扭矩之前和/或在即使绞盘510没有旋转的情况下扭转弹簧540向绞盘510施加至少一些回位力和/或扭矩之前,不允许扭转弹簧540的任何自由移动。

[0045] 根据一些实施例,对于末端执行器的DOF,选择适当尺寸的限制机构(诸如扭转弹簧540的弹簧常数)可能对外科手术器械的设计者提出若干挑战。在一些情况下,可能期望选择限制机构的尺寸以克服对DOF的相应驱动单元的期望回位功能的任何可能和/或合理的干扰。在一些示例中,选择限制机构的尺寸以克服任何可能和/或合理的干扰倾向于针对许多可能的操作场景使限制机构的尺寸过大。此外,随着限制机构的尺寸增加,必须向驱动单元施加相应的更大的力或扭矩以克服限制机构。在一些示例中,这可以包括使用较大的马达、螺线管、伺服机构、主动致动器、液压致动器、气动致动器和/或类似装置来克服限制机构或导致DOF的较小的操作裕度,其导致较少的力和/或扭矩适用于驱动DOF来执行操作。例如,较少的切割力和/或扭矩可适用于施加到切割刀片以执行切割。在一些示例中,这种较大的回位力和/或扭矩可增加置于驱动机构上的应力和/或应变,这可导致驱动机构上的磨损增加、驱动机构的拉伸和/或类似结果。在一些示例中,驱动机构的拉伸可导致驱动机构和相应的DOF变得超出公差,因此导致根据需要控制DOF的能力减弱。在一些示例中,这种较大的回位力和/或扭矩可增加对患者和/或医务人员的伤害的可能性,诸如当回位夹持力

可导致仍然位于末端执行器的夹持夹钳之间的组织的损伤和/或撕裂时。

[0046] 一种可能的折衷方案是当外科手术器械未被使用时(即,当外科手术器械未被安装到相应的铰接臂和/或计算机辅助设备时),将限制机构的尺寸设定为提供足够的回位力和/或扭矩以将DOF返回到原始位置,并且使用耦合到驱动单元的马达、螺线管、伺服机构、主动致动器、液压致动器、气动致动器和/或类似装置在期望额外回位力和/或扭矩的操作场景期间提供额外的回位力和/或扭矩。在这种折衷方案的情况下,通常可以使用较小的马达、螺线管、伺服机构、主动致动器、液压致动器、气动致动器和/或类似装置,同时仍然提供期望量的操作裕度以支持相应的外科手术器械的期望操作。在一些示例中,限制机构的尺寸可以被设定为提供大约0N到10N的回位力和/或类似的扭矩到DOF。

[0047] 图6是根据一些实施例的针对切割操作的位置分布图(profile) 610和对应的扭矩极限分布图620的简化图。在一些实施例中,位置分布图610和扭矩极限分布图620可适用于使用驱动单元500的切割刀片330的应用。如图6所示,位置分布图610和扭矩极限分布图620包括从时间 t_0 开始的四阶段切割操作。四个阶段包括从 t_0 到 t_1 的延伸阶段、从 t_1 到 t_2 的保持阶段、从 t_2 到 t_3 的回缩阶段以及从 t_3 到 t_4 的停放阶段。为了讨论图6的目的,将相对于切割刀片的x位置来描述切割刀片的位置,其中更大的正值位置在远侧方向上,然而,普通技术人员将理解,切割刀片的位置可以使用任何合适的位置和/或旋转轴线来表示,诸如沿着由凹槽320限定的轴线的位置、绞盘510的旋转角度和/或类似的参数,并且/或者可替代地在更近侧方向上用正值进行表征。

[0048] 延伸阶段的目标之一是将切割刀片从回缩位置 x_{RET} 快速延伸到延伸位置 x_{EXT} 。在一些示例中, x_{RET} 可对应于切割刀片的停放位置和/或原始位置。在一些示例中,当铰接腕处于直的或非弯曲的位置时,切割刀片的零位置可以对应于停放特征件(诸如停放特征件350)的外边缘或远端边缘。在一些示例中, x_{RET} 被选择为足够负的值,诸如大约-3mm,以考虑不同驱动机构和/或驱动单元之间的可变性。在一些示例中,负的 x_{RET} 还可以解决由外科手术器械中的铰接腕的弯曲引起的驱动机构中的可能偏差。在一些示例中,当铰接腕弯曲时,驱动机构可能在外科手术器械的中空轴(例如,轴210)内遭受弯折和/或移动。当驱动机构弯折和/或移动时,如通过驱动机构所见的有效距离可以在切割刀片处的远端和驱动单元处的近端之间变化。因此,将切割刀片返回到停放区的回缩量可以在铰接腕弯曲和未弯曲的情况之间变化。在一些示例中, x_{EXT} 可以对应于切割刀片的完全和/或大部分延伸的位置,诸如大约+18mm,使得切割刀片不撞击引导凹槽(诸如凹槽320中的一个)的端部,并且/或者减少在切割刀片从引导凹槽中出来并且不能够回缩回到停放位置或原始位置的情况下切割刀片暴露的可能性。在一些示例中,延伸阶段的持续时间(即, t_0 和 t_1 之间的时间)可以相当快速,并且其长度可以例如从50ms变化到250ms,并且长度优选为175ms。

[0049] 保持阶段的目标之一是继续命令切割刀片在 x_{EXT} 处完全延伸,以考虑当与延伸阶段的持续时间相比切割刀片花费更长的时间来从 x_{RET} 转变到 x_{EXT} 的操作情形。在一些示例中,保持阶段还可以减少切割刀片在到达期望的延伸之前将回缩的可能性。在一些示例中,保持阶段的持续时间(即, t_1 和 t_2 之间的时间)可以在量值上类似于延伸阶段的持续时间或略短,并且其长度可以例如从50ms变化到150ms,并且长度优选为100ms。

[0050] 可以使用包括回缩阶段和停放阶段的两阶段操作来进行切割刀片的回缩。回缩阶段的目标之一是将切割刀片快速回缩到位置 x_{HLD} ,其对应于将切割刀片回缩到保持位置,

这是返回到停放位置或原始位置的大部分路程,诸如大约+1mm。在回缩阶段之后,在停放阶段期间,切割刀片更完全地回缩到 x_{RET} 位置。在一些示例中,使用先回缩后停放的两阶段操作相对于直接到达 x_{RET} 的单阶段操作可以减少在回缩期间切割刀片可能回弹出停放区的可能性并且/或者减小在停放阶段期间施加到切割刀片和驱动机构的负荷的量值。在一些示例中,回缩阶段的持续时间(即, t_2 和 t_3 之间的时间)的长度可以例如从50ms变化到175ms,并且长度优选为120ms。在一些示例中,停放阶段的持续时间(即, t_3 和 t_4 之间的时间)的长度可以例如从75ms变化到200ms,并且长度优选为150ms。

[0051] 在一些示例中,在切割操作开始时的 t_0 之前和在切割操作结束时的 t_4 之后的时间段可以对应于闲置阶段,其中使用由驱动单元的限制机构和用于操作驱动单元的马达、螺线管、伺服机构、主动致动器、液压致动器、气动致动器和/或类似装置两者提供的力和/或扭矩将切割刀片保持在停放位置或原始位置 x_{RET} ,如下面进一步讨论的。

[0052] 根据一些实施例,图6的位置分布图610表示切割操作期间切割刀片的期望位置。在一些示例中,位置分布图610可以被转换为用于切割刀片和用来致动用于切割刀片的驱动单元的马达、螺线管、伺服致动器、液压致动器、气动致动器和/或类似装置的位置命令的时间序列。在一些示例中,使用例如三次样条(cubic spline)的内插和/或曲线拟合可以用于确定位置命令的时间序列,以便在整个切割操作内为切割刀片提供平滑的位置分布图610或位置轨迹。在一些示例中,可以在切割操作期间使用一个或多个传感器监测切割刀片和/或驱动单元的实际位置,以确定切割刀片和/或驱动单元是否能够遵循位置分布图610。在一些示例中,当切割刀片和/或驱动单元不能够在预定公差内遵循位置分布图610时,可以向外科医生和/或其他医务人员提供声音、视觉和/或文本警报,以指示切割操作可能尚未成功。在一些示例中,当切割刀片不能够延伸到 x_{EXT} 和/或被暴露并不能返回到 x_{RET} 时,切割操作可能不成功。

[0053] 根据一些实施例,即使切割刀片通常使用如位置分布图610所指示的位置控制方法来操作,用来驱动用于切割刀片的驱动单元的马达、螺线管、伺服机构、主动致动器、液压致动器、气动致动器和/或类似装置的控制单元也可能遭受力和/或扭矩上限和/或下限。在一些示例中,可以基于马达、螺线管、伺服机构、主动致动器、液压致动器、气动致动器和/或类似装置的尺寸来确定力和/或扭矩极限,以减少对驱动单元、驱动机构和/或切割刀片的损坏和/或过度磨损的可能性,以减少用于致动切割刀片的功率,并且/或者以解决切割操作的实际需要。扭矩极限分布图620表示一种可能的这种分布图,并且虽然扭矩极限分布图620是根据扭矩来描述的,但是其他控制致动器和/或控制系统可以替代地使用对电压、电流、力、占空比和/或类似的参数的极限,如本领域普通技术人员将理解的。

[0054] 如图6所示,扭矩极限分布图620使用三个扭矩极限的组合,这取决于切割刀片处于切割操作的哪个阶段和/或切割刀片当前是否是闲置的。另外,虽然扭矩极限用对应于延伸方向的正扭矩极限值进行表征,但是本领域普通技术人员将理解,根据控制致动器和/或用于切割刀片的驱动单元的配置,扭矩极限的符号是任意的。在扭矩极限分布图620中,在切割操作的延伸阶段和保持阶段期间使用扭矩极限 T_{EXT} 。在一些示例中, T_{EXT} 被设定为足够高的极限以克服驱动单元中的任何限制机构(诸如扭转弹簧540),并且供应合适的致动力和/或扭矩以允许切割刀片在切割刀片正在被延伸时切割组织。在一些示例中, T_{EXT} 可以在适于切割刀片在延伸期间递送15N至20N的切割力的范围内。

[0055] 在回缩阶段和停放阶段期间使用扭矩极限 T_{RET} 。在一些示例中, T_{RET} 被设定为足够高的极限以克服来自切割操作的任何组织和/或其他碎片,其可能在切割发生之后干扰切割刀片的期望的回缩和/或停放。在一些示例中, T_{RET} 可以具有与 T_{EXT} 大致相同的量值,但是具有相反的符号,使得 T_{RET} 可以在适于向切割刀片递送15N至20N的回缩力的范围内。在一些示例中, T_{RET} 可以具有比 T_{EXT} 的量值小的量值,以考虑用于在延伸期间克服限制机构并且在回缩期间反映由限制机构提供的辅助的扭矩。

[0056] 当切割刀片闲置时,使用扭矩极限 T_{IDLE} 。在一些示例中, T_{IDLE} 被设定为比 T_{RET} 更低的量值,但是具有足以帮助限制机构在不使用的时段期间保持切割刀片停放的量值。在一些示例中,可以设定 T_{IDLE} 的量值,以避免由于试图回缩切割刀片超出由末端执行器施加的任何物理限制而将过量的应变置于马达、螺线管、伺服机构、主动致动器、液压致动器、气动致动器、驱动机构、驱动单元等,并且/或者避免由于 x_{RET} 的负回缩位置而将过量的应变置于停放特征件上。在一些示例中, T_{IDLE} 可以在适于向切割刀片递送0N至5N的回缩力的范围内。

[0057] 如上所述并在此进一步强调的,图6仅仅是示例,其不应该不适当地限制权利要求的范围。本领域普通技术人员将认识到许多变化、替代和修改。根据一些实施例,取决于特定DOF(诸如图6中更直接讨论的切割DOF)的期望操作,不同的位置分布图和/或扭矩极限分布图是可能的。在一些示例中,不同的扭矩极限值可以用于延伸阶段和保持阶段和/或用于回缩阶段和停放阶段。在一些示例中,使用斜坡和/或类似特性的更复杂的扭矩极限分布图是可能的。在一些示例中,扭矩极限可以基于切割刀片的当前位置而变化。

[0058] 图7是根据一些实施例的用于执行切割操作的方法700的简化图。方法700的过程710-760中的一个或多个可以至少部分地以存储在非瞬态有形的机器可读介质上的可执行代码的形式实施,所述代码当由一个或多个处理器(例如,控制单元140中的处理器150)运行时可以使得一个或多个处理器执行过程710-760中的一个或多个。在一些实施例中,方法700可以由应用(诸如控制应用170)来执行。在一些实施例中,方法700可以用于使外科手术器械(诸如外科手术器械200)的切割刀片(诸如切割刀片330)延伸和回缩。在一些实施例中,方法700的切割操作可以根据位置分布图610和/或扭矩极限分布图620来执行。在一些实施例中,可以在执行方法700期间使用驱动部件(诸如在图2、图3以及图4A至图4C中描述的驱动部件)来使切割刀片延伸、回缩和/或将切割刀片维持在闲置位置。

[0059] 在过程710,将切割刀片维持在闲置位置。在一些示例中,闲置位置可以对应于停放位置和/或原始位置,在此处切割刀片被保护免受损坏和/或切割刀片被封套在停放特征件(诸如停放特征件350)内,以便当没有进行主动切割时减少意外切割组织和/或切到医务人员的可能性。在一些示例中,闲置位置可以对应于略微负的位置,诸如位置分布图610的位置 x_{RET} 。在一些示例中,切割刀片可以基于通过驱动部件、驱动机构、驱动单元和/或致动器(诸如马达、螺线管、伺服机构、主动致动器、液压致动器、气动致动器和/或类似装置)施加到切割刀片的力和/或扭矩而保持在闲置位置。在一些示例中,施加的力和/或扭矩可以使用限制机构(诸如扭转弹簧540)、致动器和/或这两者施加。在一些示例中,由致动器施加的力和/或扭矩的量可以受到限制,诸如来自扭矩极限分布图620的 T_{IDLE} 。在一些示例中,只要切割刀片没有正在用于切割,就可将切割刀片维持在闲置位置。在一些示例中,过程710可以对应于图6中标记为闲置阶段的阶段。

[0060] 在过程720,接收切割命令。在一些示例中,外科医生和/或其他人员可以请求进行

切割操作。在一些示例中,可以使用位于操作者控制台上的一个或多个主控制装置(诸如一个或多个主操纵器、杠杆、踏板、开关、按键、旋钮、触发器和/或类似机构)来请求切割操作。在一些示例中,所请求的切割操作可以通过控制应用(诸如控制应用170)经由中断、输入轮询操作、API调用和/或类似操作来接收。

[0061] 在过程730,延伸切割刀片。在一些示例中,切割操作的第一阶段可以包括致动切割刀片以从过程710的闲置位置快速延伸到延伸位置,诸如位置分布图610的位置 x_{EXT} 。在一些示例中,在过程730期间切割刀片的致动可以包括向操作与切割刀片相关联的DOF的驱动单元提供位置命令的时间序列,使得在延伸阶段期间为切割刀片命令平滑的位置分布图(诸如位置分布图610)。在一些示例中,切割刀片可以基于通过驱动部件、驱动机构、驱动单元和/或致动器(诸如马达、螺线管、伺服机构、主动致动器、液压致动器、气动致动器和/或类似装置)施加到切割刀片的力和/或扭矩而延伸。在一些示例中,可以选择施加到切割刀片的力和/或扭矩的量,以克服用于将切割刀片保持在闲置位置中的任何限制机构并且递送足够的切割力来切割组织。在一些示例中,施加的力和/或扭矩的量可以受到限制,诸如来自扭矩极限分布图620的 T_{EXT} 。在一些示例中,过程730可以对应于图6中标记为延伸阶段的阶段。

[0062] 在过程740,将切割刀片保持在延伸位置。在一些示例中,切割操作的第二阶段可以包括继续致动切割刀片以延伸到过程730的延伸位置。在一些示例中,该延伸位置可以对应于位置分布图610的位置 x_{EXT} 。在一些示例中,切割刀片可以基于通过驱动部件、驱动机构、驱动单元和/或致动器(诸如马达、螺线管、伺服机构、主动致动器、液压致动器、气动致动器和/或类似装置)施加到切割刀片的力和/或扭矩而继续延伸和/或保持在延伸位置。在一些示例中,可以选择施加到切割刀片的力和/或扭矩的量,以克服用于将切割刀片保持在闲置位置中的任何限制机构并且递送足够的切割力来切割组织。在一些示例中,施加的力和/或扭矩的量可以受到限制,诸如来自扭矩极限分布图620的 T_{EXT} 。在一些示例中,过程740可以对应于图6中标记为保持阶段的阶段。

[0063] 在过程750,回缩切割刀片。在一些示例中,切割操作的第三阶段可以包括致动切割刀片以从过程730和/或740的延伸位置快速回缩到保持位置,诸如位置分布图610的位置 x_{HLD} ,其位于返回到过程710的闲置位置的大部分路程处。在一些示例中,在过程750期间切割刀片的致动可以包括向操作与切割刀片相关联的DOF的驱动单元提供位置命令的时间序列,使得在回缩阶段期间为切割刀片命令平滑的位置分布图(诸如位置分布图610)。在一些示例中,切割刀片可以基于通过驱动部件、驱动机构、驱动单元和/或致动器(诸如马达、螺线管、伺服机构、主动致动器、液压致动器、气动致动器和/或类似装置)施加到切割刀片的力和/或扭矩而回缩。在一些示例中,可以选择施加到切割刀片的力和/或扭矩的量,以克服可能干扰切割刀片的回缩的任何可能的组织、碎片和/或类似物。在一些示例中,另外可以通过用于将切割刀片保持在闲置位置中的限制机构来辅助回缩。在一些示例中,施加的力和/或扭矩的量可以受到限制,诸如来自扭矩极限分布图620的 T_{RET} 。在一些示例中,过程750可以对应于图6中标记为回缩阶段的阶段。

[0064] 在过程760,停放切割刀片。在一些示例中,切割操作的第四阶段可以包括致动切割刀片以从过程750的保持位置回缩到过程710的闲置位置。在一些示例中,在过程760期间切割刀片的致动可以包括向操作与切割刀片相关联的DOF的驱动单元提供位置命令的时间

序列,使得在停放阶段期间为切割刀片命令平滑的位置分布图(诸如位置分布图610)。在一些示例中,切割刀片可以基于通过驱动部件、驱动机构、驱动单元和/或致动器(诸如马达、螺线管、伺服机构、主动致动器、液压致动器、气动致动器和/或类似装置)施加到切割刀片的力和/或扭矩而回缩。在一些示例中,可以选择施加到切割刀片的力和/或扭矩的量,以克服可能干扰切割刀片的停放的任何可能的组织、碎片和/或类似物。在一些示例中,另外可以通过用于将切割刀片保持在闲置位置中的限制机构来辅助停放。在一些示例中,施加的力和/或扭矩的量可以受到限制,诸如来自扭矩极限分布图620的 T_{RET} 。在一些示例中,过程750可以对应于图6中标记为停放阶段的阶段。

[0065] 在切割刀片在过程760期间被停放之后,切割操作完成,并且使用过程710将切割刀片维持在闲置位置,直到接收到另一切割命令。

[0066] 虽然在图7中未示出,但是普通技术人员将理解,方法700可以与一个或多个监测和/或报告过程协同执行。在一些示例中,可以在方法700期间使用一个或多个传感器监测切割刀片的实际位置和/或用于切割刀片的驱动单元的实际位置,以确定切割刀片和/或驱动单元是否能够遵循切割刀片的位置分布图,诸如位置分布图610。在一些示例中,当切割刀片和/或驱动单元不能够在预定公差内遵循位置分布图时,可以向外科医生和/或其他医务人员提供声音、视觉和/或文本警报,以指示切割操作可能尚未成功。在一些示例中,当切割刀片不能够在过程730和/或740期间按照命令延伸时,切割操作可能不成功。在一些示例中,当切割刀片暴露并且不能返回到停放区时,切割操作可能不成功。在一些示例中,当抽出操作、保持操作、回缩操作和/或停放操作中的任何一个达到对应于相应的切割操作阶段的力和/或扭矩极限中的一个时,可以发出使用一个或多个声音、视觉和/或文本警报的警告和/或警报。

[0067] 控制单元(诸如控制单元140)的一些示例可以包括非瞬态有形的机器可读介质,其包括可执行代码,当可执行代码由一个或多个处理器(例如,处理器150)运行时可使得一个或多个处理器执行方法700的过程。可以包括方法700的过程的机器可读介质的一些常见形式为例如软盘、软磁盘、硬盘、磁带、任何其他磁性介质、CD-ROM、任何其他光学介质、穿孔卡、纸带、任何其他带有孔图案的物理介质、RAM、PROM、EPROM、FLASH-EPROM、任何其他存储芯片或存储盒和/或适用于由处理器或计算机读取的任何其他介质。

[0068] 虽然已经示出和描述了说明性实施例,但是在前述公开内容中设想了范围广泛的修改、改变和替换,并且在一些情况下,可以采用实施例的一些特征而无需相应使用其他特征。本领域普通技术人员将认识到许多变化、替代和修改。因此,本发明的范围应仅由所附权利要求限制,并且权利要求被广义地并且以与本文公开的实施例的范围一致的方式解释是适当的。

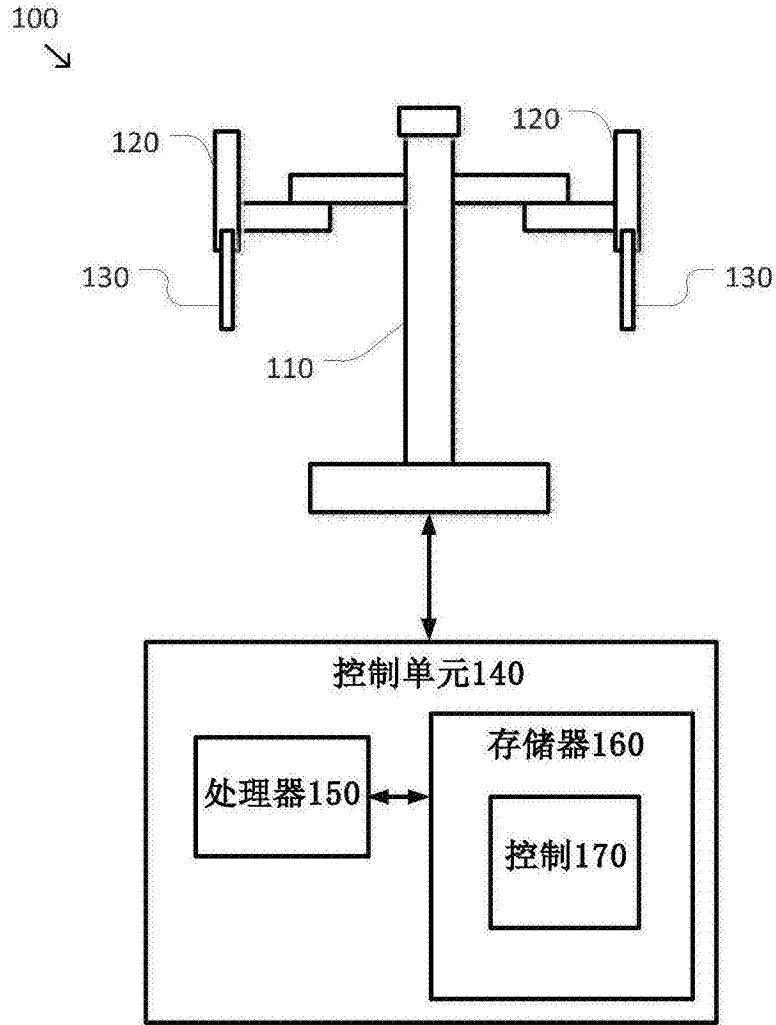


图1

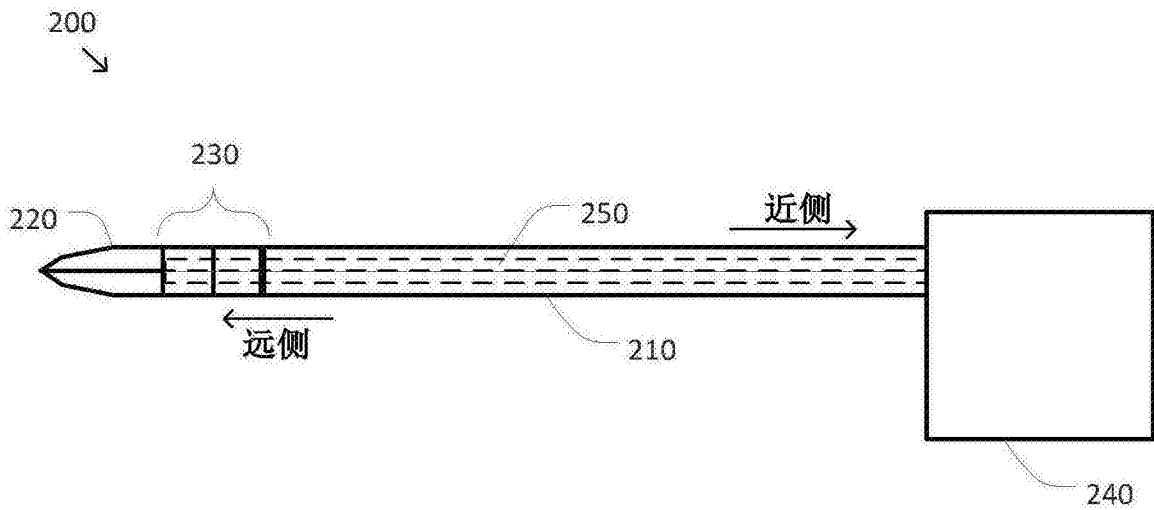


图2

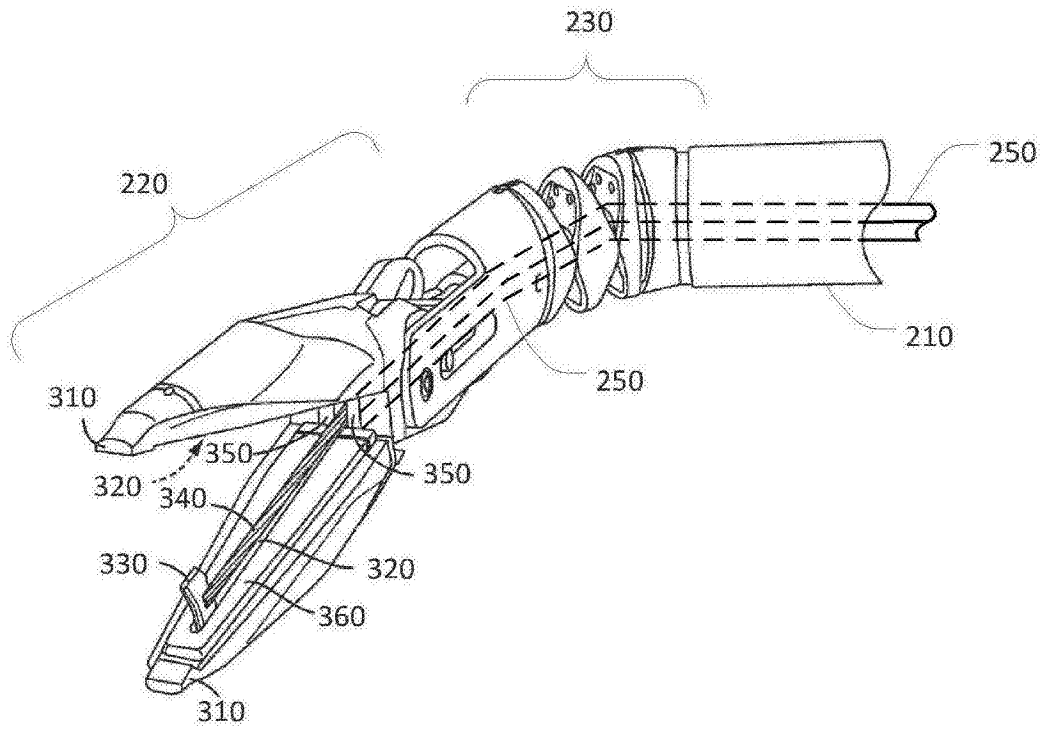


图3

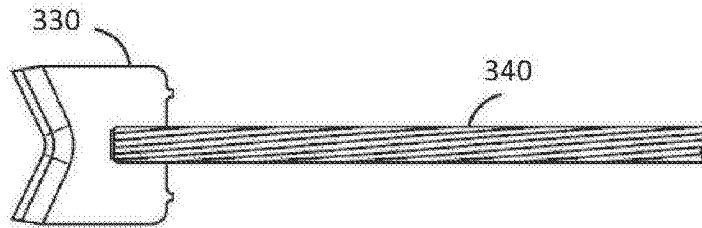


图4A

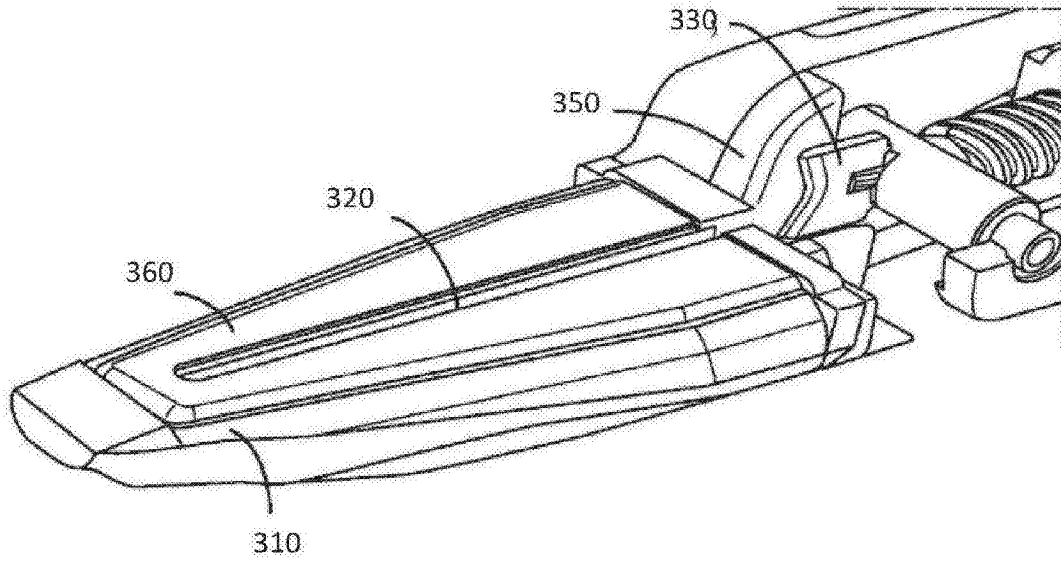


图4B

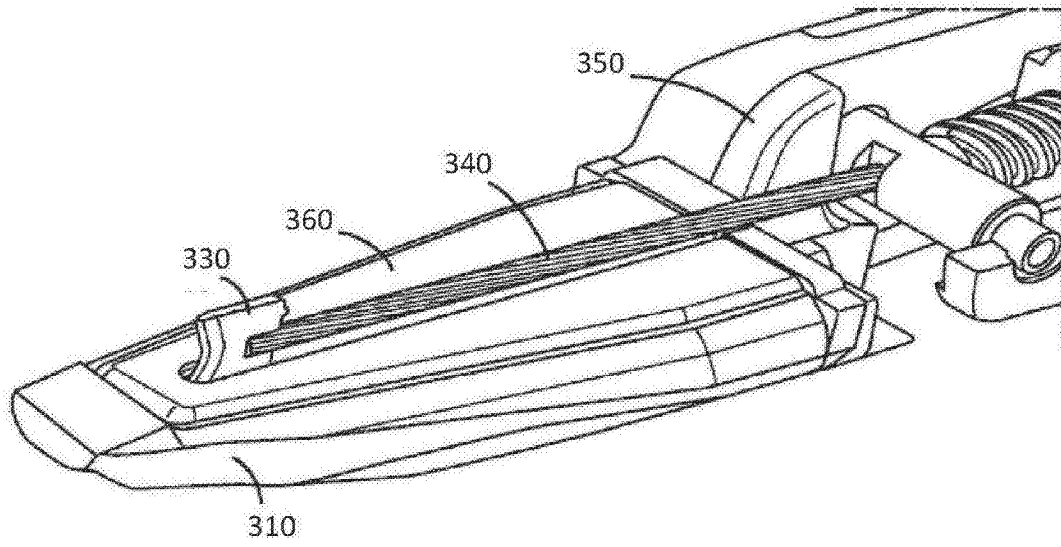


图4C

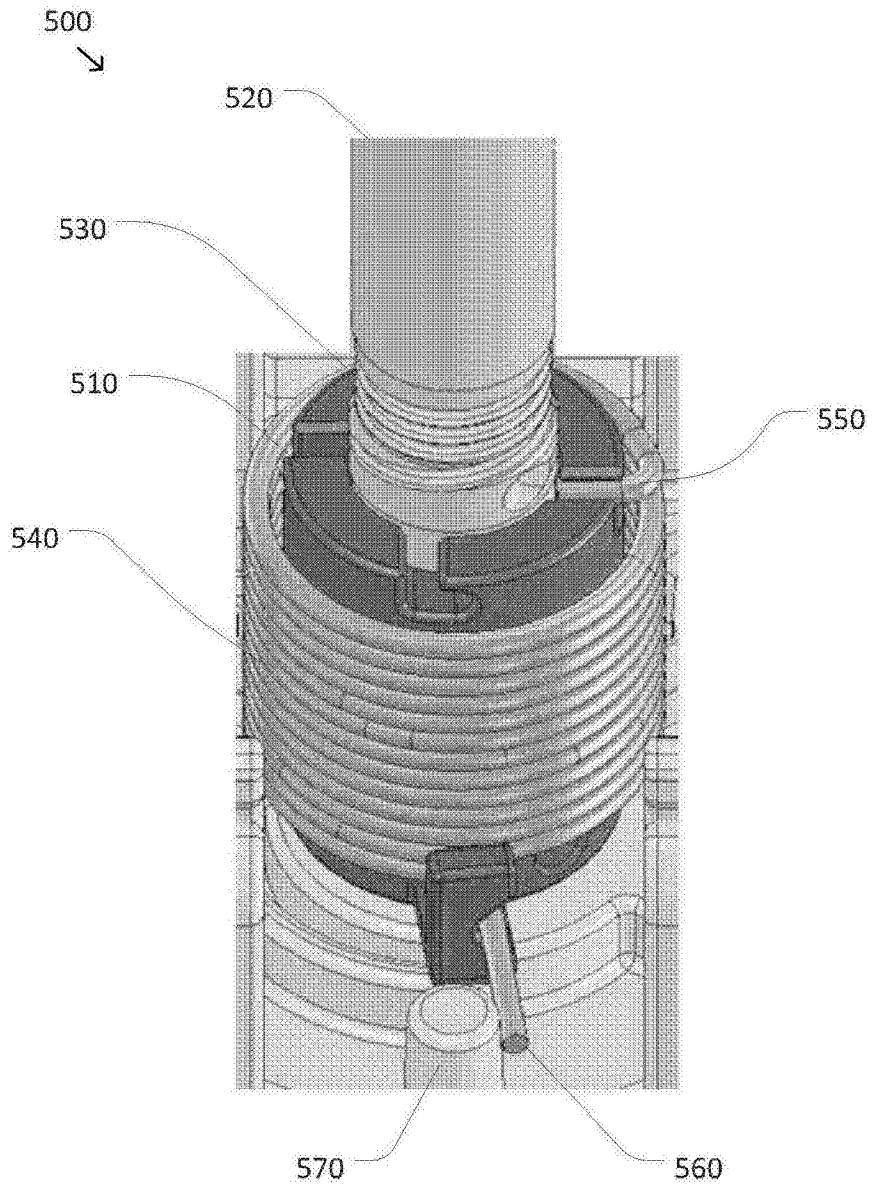


图5

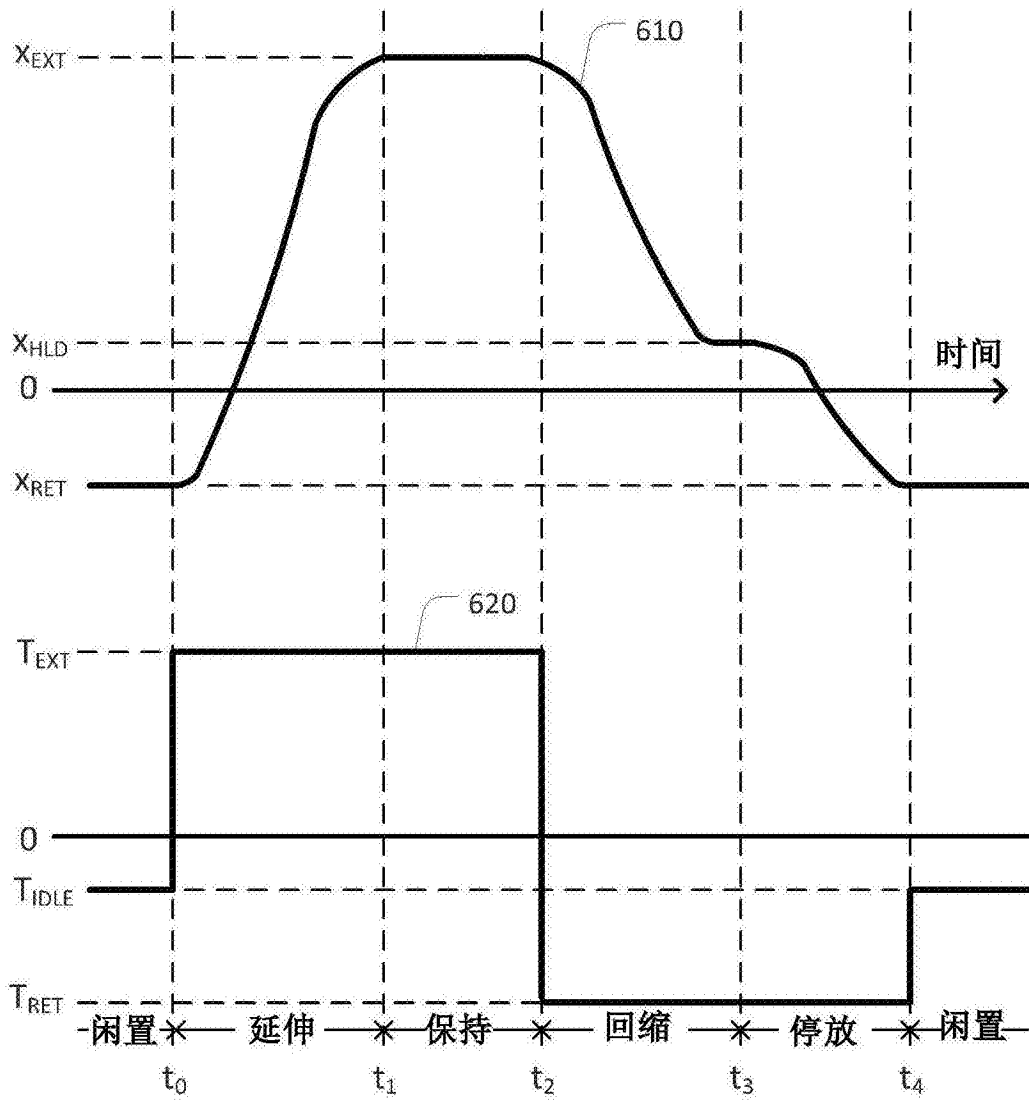


图6

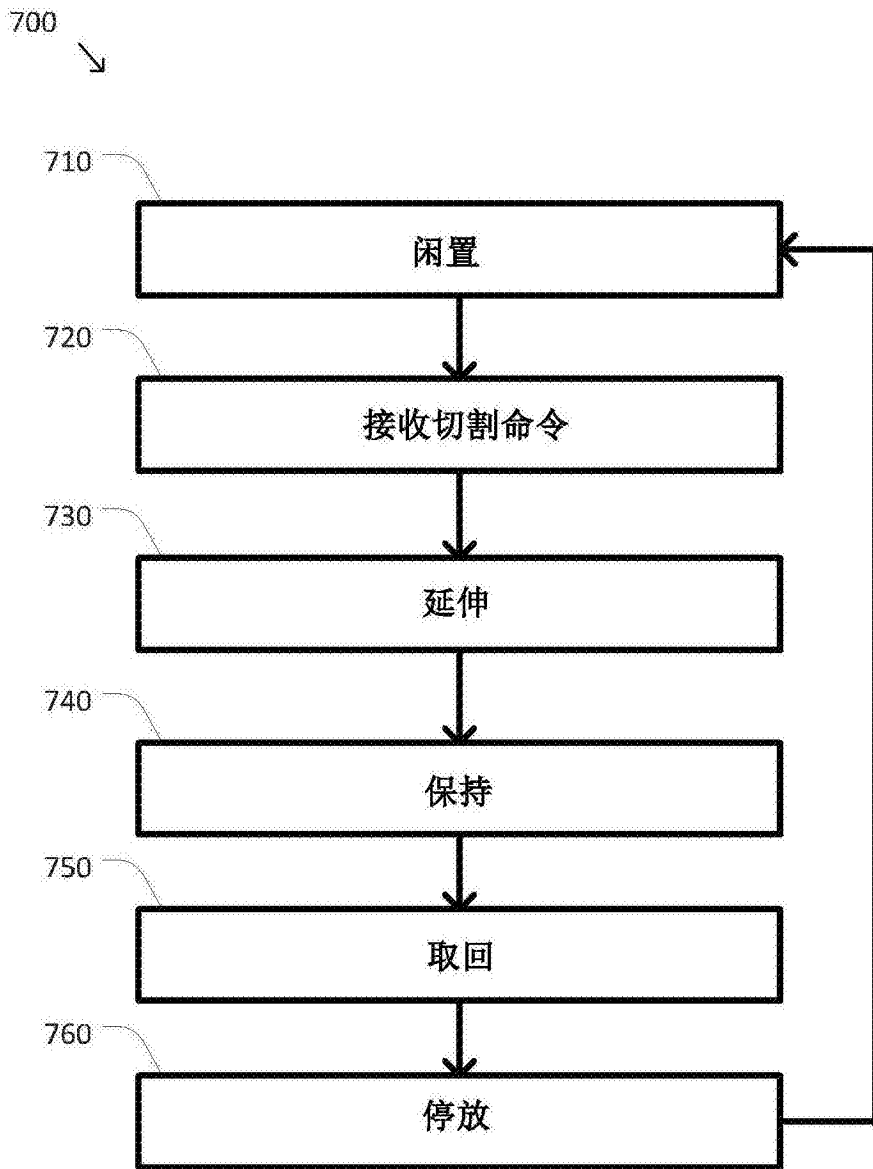


图7