



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113967039 B

(45) 授权公告日 2025.06.03

(21) 申请号 202111231626.X

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

(22) 申请日 2010.11.12

专利代理人 徐东升

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113967039 A

(51) Int.CI.

A61B 17/00 (2006.01)

(43) 申请公布日 2022.01.25

A61B 17/064 (2006.01)

(30) 优先权数据

A61B 17/28 (2006.01)

61/260,915 2009.11.13 US

A61B 17/285 (2006.01)

61/260,910 2009.11.13 US

A61B 34/00 (2016.01)

61/260,903 2009.11.13 US

A61B 34/10 (2016.01)

(62) 分案原申请数据

A61B 34/30 (2016.01)

201080051475.3 2010.11.12

A61B 34/37 (2016.01)

(73) 专利权人 直观外科手术操作公司

(56) 对比文件

US 2006089202 A1, 2006.04.27

地址 美国加利福尼亚州

US 5797900 A, 1998.08.25

(72) 发明人 W·伯班克 G·达克斯二世

审查员 武莎

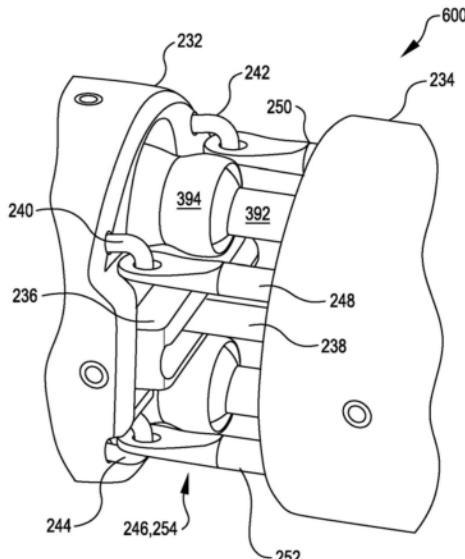
权利要求书5页 说明书27页 附图33页

(54) 发明名称

具有紧凑腕部的手术工具

(57) 摘要

本发明公开一种手术工具，其具有两个自由度的腕部(70)、经链接张力构件(218、220、222、224)的腕部铰接、用于通过某一角度传递扭矩的机构(372、390)，以及包括这些部件的微创手术工具。细长中间腕部构件(80)被枢轴耦合器械轴(74)的远端，以便关于垂直于轴的第一轴线旋转，并且末端执行器主体(72)枢轴耦合中间构件，以便关于垂直于第一轴线的第二轴线旋转。链接张力构件(218、220、222、224)与附接部件(180、182、184、186)相互作用，从而铰接腕部。扭矩传递机构(372、390)包括耦合构件(384、394)、耦合销件(398、400)、驱动轴(392)、以及从动轴(396)。驱动轴与从动轴耦合，以便控制驱动轴、耦合构件、以及从动轴的相对定向。



1. 一种微创手术工具,其包括:

器械轴,其沿器械轴轴线伸长;

近端扭矩源;

驱动轴,其被路由通过所述器械轴的孔以用于通过所述近端扭矩源围绕驱动轴轴线相对于所述器械轴旋转;

末端执行器,其包括末端执行器基础,其中所述末端执行器基础与所述器械轴耦合,使得所述末端执行器基础的定向能够相对于所述器械轴改变;

从动轴,其与所述末端执行器基础可旋转地耦合以经由所述从动轴关于从动轴轴线相对于所述末端执行器基础的旋转来铰接所述末端执行器的部件;和

耦合构件,其包括耦合构件第一端、耦合构件第二端和限定在所述耦合构件第一端和所述耦合构件第二端之间的耦合构件轴线,其中所述驱动轴与所述耦合构件第一端轴向地且旋转地耦合,使得所述驱动轴关于所述驱动轴轴线的旋转产生所述耦合构件关于所述耦合构件轴线的旋转,其中所述耦合构件第二端与所述从动轴轴向地且旋转地耦合,使得所述耦合构件关于所述耦合构件轴线的旋转产生所述从动轴关于所述从动轴轴线的旋转,并且其中当所述驱动轴和所述从动轴在旋转过程中所述驱动轴轴线和所述从动轴轴线之间的角度发生变化时,以下项之间的角度保持相等:

所述驱动轴轴线和所述耦合构件轴线,以及

所述从动轴轴线和所述耦合构件轴线;并且

其中所述近端扭矩源被配置为旋转所述驱动轴,所述驱动轴旋转所述耦合构件,所述耦合构件旋转所述从动轴。

2. 根据权利要求1所述的微创手术工具,其中所述末端执行器包括两个自由度的腕部,所述腕部将所述末端执行器基础耦合到所述器械轴。

3. 根据权利要求2所述的微创手术工具,还包括延伸穿过所述器械轴并且可移动地连接到所述末端执行器基础的牵拉构件,其中所述牵拉构件可移动以相对于所述器械轴铰接所述末端执行器基础。

4. 根据权利要求1所述的微创手术工具,包括被配置为使得以下项之间的角度保持相等的连接齿轮齿:

所述驱动轴轴线和所述耦合构件轴线,以及

所述从动轴轴线和所述耦合构件轴线。

5. 根据权利要求4所述的微创手术工具,其中:

所述耦合构件包括耦合构件第一端插座和穿过所述耦合构件第一端插座的第一耦合销件;

所述驱动轴包括驱动轴远端外表面,所述驱动轴远端外表面与所述耦合构件第一端插座连接;和

所述驱动轴包括驱动轴远端狭槽,所述驱动轴远端狭槽贯穿所述耦合构件轴线和所述驱动轴轴线之间的第一角度范围适应所述第一耦合销件,其中所述第一耦合销件和所述驱动轴远端狭槽之间的相互作用将所述驱动轴与所述耦合构件耦合,使得所述驱动轴的旋转产生所述耦合构件的旋转。

6. 根据权利要求5所述的微创手术工具,还包括第一插销以将所述驱动轴与所述第一

耦合销件耦合,其中所述第一插销垂直于所述第一耦合销件定向并且安装成相对于所述驱动轴旋转。

7. 根据权利要求5所述的微创手术工具,其中:

所述耦合构件包括耦合构件第二端插座和穿过所述耦合构件第二端插座的第二耦合销件;

所述从动轴包括从动轴近端外表面,所述从动轴近端外表面与所述耦合构件第二端插座连接;和

所述从动轴包括从动轴近端狭槽,所述从动轴近端狭槽贯穿所述耦合构件轴线和所述从动轴轴线之间的第二角度范围适应所述第二耦合销件,其中所述第二耦合销件和所述从动轴近端狭槽之间的相互作用将所述耦合构件与所述从动轴耦合,使得所述耦合构件的旋转产生所述从动轴的旋转。

8. 根据权利要求7所述的微创手术工具,还包括第二插销以将所述从动轴与所述第二耦合销件耦合,其中所述第二插销垂直于所述第二耦合销件定向并且安装成相对于所述从动轴旋转。

9. 根据权利要求1所述的微创手术工具,其中所述末端执行器包括经由所述从动轴的旋转而旋转的轴驱动机构。

10. 根据权利要求1所述的微创手术工具,包括连接齿轮齿,所述连接齿轮齿被配置为使得当所述驱动轴轴线和所述从动轴轴线不平行时所述驱动轴的旋转速度和所述从动轴关于从动轴轴线的旋转速度相等。

11. 根据权利要求1所述的微创手术工具,其中:

所述耦合构件包括耦合构件第一端插座和穿过所述耦合构件第一端插座的第一耦合销件;

所述驱动轴包括驱动轴远端外表面,所述驱动轴远端外表面与所述耦合构件第一端插座连接;和

所述驱动轴包括驱动轴远端狭槽,所述驱动轴远端狭槽贯穿所述耦合构件和所述驱动轴之间的第一角度范围适应所述第一耦合销件,其中所述第一耦合销件和所述驱动轴远端狭槽之间的相互作用将所述驱动轴与所述耦合构件耦合,使得所述驱动轴的旋转产生所述耦合构件的旋转。

12. 根据权利要求11所述的微创手术工具,还包括第一插销以将所述驱动轴与所述第一耦合销件耦合,其中所述第一插销垂直于所述第一耦合销件定向并且安装成相对于所述驱动轴旋转。

13. 根据权利要求11所述的微创手术工具,其中:

所述耦合构件包括耦合构件第二端插座和穿过所述耦合构件第二端插座的第二耦合销件;

所述从动轴包括从动轴近端外表面,所述从动轴近端外表面与所述耦合构件第二端插座连接;和

所述从动轴包括从动轴近端狭槽,所述从动轴近端狭槽贯穿所述耦合构件和所述从动轴之间的第二角度范围适应所述第二耦合销件,其中所述第二耦合销件和所述从动轴近端狭槽之间的相互作用将所述耦合构件与所述从动轴耦合,使得所述耦合构件的旋转产生所

述从动轴的旋转。

14. 根据权利要求13所述的微创手术工具,还包括第二插销以将所述从动轴与所述第二耦合销件耦合,其中所述第二插销垂直于所述第二耦合销件定向并且安装成相对于所述从动轴旋转。

15. 一种微创手术工具,其包括:

器械轴,其沿器械轴轴线伸长;

中间构件,其枢转地耦合到所述器械轴以用于使所述中间构件相对于所述器械轴旋转;

末端执行器,其包括末端执行器基础,其中所述末端执行器基础枢转地耦合到所述中间构件以用于使所述末端执行器基础相对于所述中间构件旋转,其中所述末端执行器基础包括四个附接部件;和

四个张力构件,其中所述四个张力构件中的每一个与所述四个附接部件中的相关联的一个连接,其中所述四个张力构件从所述器械轴的内腔内通过与所述中间构件相邻的开口区域向远侧延伸到所述末端执行器基础,以穿过所述中间构件的外部并与所述中间构件分离,并且其中所述四个张力构件布置在所述四个张力构件中的第一对角相对的对中和所述四个张力构件的第二对角相对的对中。

16. 根据权利要求15所述的微创手术工具,还包括末端执行器铰接机构,所述末端执行器铰接机构与所述四个张力构件中的每一个驱动地耦合,其中所述末端执行器铰接机构可操作以铰接所述四个张力构件以选择性地将所述末端执行器基础相对于所述器械轴关于第一轴线和第二轴线中的每一个定向,其中所述中间构件通过位于中心的第一铰链点而关于所述第一轴线旋转,末端执行器主体与所述中间构件枢轴耦合,用于通过位于外围的第二铰链点以及位于外围的第三铰链点而关于所述第二轴线旋转。

17. 根据权利要求16所述的微创手术工具,其中所述末端执行器铰接机构包括:

第一绞盘,其中所述四个张力构件的所述第一对角相对的对与所述第一绞盘驱动地耦合;和

第二绞盘,其中所述四个张力构件的所述第二对角相对的对与所述第二绞盘驱动地耦合。

18. 根据权利要求16所述的微创手术工具,其中所述末端执行器铰接机构是可向后驱动的,以便适应由经由与组织接触而施加到所述末端执行器的力引起的所述末端执行器基础相对于所述器械轴的重新定向。

19. 根据权利要求16所述的微创手术工具,其中所述第一轴线和所述第二轴线不相交。

20. 根据权利要求19所述的微创手术工具,其中所述第一轴线和所述第二轴线分离2mm或更小。

21. 根据权利要求16所述的微创手术工具,其中所述第二轴线垂直于所述第一轴线。

22. 根据权利要求16所述的微创手术工具,其中:

所述中间构件具有沿所述第一轴线和所述第二轴线中的一个的外部宽度;

所述中间构件具有沿所述第一轴线和所述第二轴线中的另一个的外部长度;和

所述外部宽度小于所述外部长度,使得所述中间构件具有细长形状。

23. 根据权利要求15所述的微创手术工具,其中所述张力构件中的每一个对于所述末

端执行器基础相对于所述器械轴的所有定向都处于张力下。

24. 根据权利要求15所述的微创手术工具,其中所述四个张力构件和所述四个附接部件被配置为使得在所述末端执行器基础相对于所述器械轴重新定向期间,所述四个张力构件中的每一个在所述四个附接部件中的相关联的一个上滑动。

25. 根据权利要求15所述的微创手术工具,其中:

所述四个附接部件中的每一个具有弯曲部分;和

所述四个张力构件中的每一个包括附接突缘,所述附接突缘被配置为围绕并沿所述四个附接部件中的相关联的一个的所述弯曲部分旋转。

26. 根据权利要求15所述的微创手术工具,其中:

所述四个张力构件中的每一个具有弯曲部分;和

所述四个附接部件中的每一个包括附接突缘,所述附接突缘被配置为围绕并沿所述四个张力构件中的相关联的一个的所述弯曲部分旋转。

27. 根据权利要求15所述的微创手术工具,其中:

所述末端执行器包括缆索铰接构件;和

所述微创手术工具还包括与所述缆索铰接构件驱动地耦合的一对控制缆索。

28. 根据权利要求27所述的微创手术工具,其中:

所述一对控制缆索从所述器械轴的所述内腔内向远侧延伸至所述末端执行器;和

所述一对控制缆索延伸穿过所述中间构件。

29. 根据权利要求15所述的微创手术工具,其中:

所述末端执行器包括轴驱动手术装置和与所述轴驱动手术装置驱动地耦合的第一可旋转输入轴;

所述微创手术工具还包括第一可旋转驱动轴,所述第一可旋转驱动轴与所述第一可旋转输入轴驱动地耦合;和

所述第一可旋转驱动轴从所述器械轴的所述内腔内向远侧延伸至偏移到所述中间构件的第一侧的所述第一可旋转输入轴。

30. 根据权利要求29所述的微创手术工具,还包括第一耦合构件,所述第一耦合构件将所述第一可旋转驱动轴与所述第一可旋转输入轴耦合,使得当所述第一可旋转驱动轴不平行于所述第一可旋转输入轴时,所述第一可旋转驱动轴和所述第一可旋转输入轴的旋转速度相等。

31. 根据权利要求29所述的微创手术工具,其中所述轴驱动手术装置包括吻合装置。

32. 根据权利要求15所述的微创手术工具,其中:

所述末端执行器包括轴致动构件和与所述轴致动构件驱动地耦合的第二可旋转输入轴;

所述微创手术工具还包括第二可旋转驱动轴,所述第二可旋转驱动轴与所述第二可旋转输入轴驱动地耦合;和

所述第二可旋转驱动轴从所述器械轴的所述内腔内向远侧延伸至偏移到所述中间构件的第二侧的所述第二可旋转输入轴。

33. 根据权利要求32所述的微创手术工具,还包括第二耦合构件,所述第二耦合构件将所述第二可旋转驱动轴与所述第二可旋转输入轴耦合,使得当所述第二可旋转驱动轴不平

行于所述第二可旋转输入轴时，所述第二可旋转驱动轴和所述第二可旋转输入轴的旋转速度相等。

34. 根据权利要求22所述的微创手术工具，其中所述外部宽度小于所述外部长度的四分之一。

具有紧凑腕部的手术工具

[0001] 本申请是申请日为2010年11月12日、发明名称为“具有紧凑腕部的手术工具”的中国专利申请201710989615.5的分案申请。

[0002] 前述申请是申请日为2010年11月12日、发明名称为“具有紧凑腕部的手术工具”的中国专利申请201510205067.3的分案申请。

[0003] 前述申请是申请日为2010年11月12日、发明名称为“具有紧凑腕部的手术工具”的中国专利申请201080051475.3的分案申请。

[0004] 相关申请的交叉参考

[0005] 本申请要求以下文献的权益，即2009年11月13日提交的标题为“WRIST ARTICULATION BY LINKED TENSION MEMBERS”的美国临时申请号61/260,903(代理人案号ISRG02320PROV)；2009年11月13日提交的标题为“DOUBLE UNIVERSAL JOINT”的美国临时申请号61/260,910(代理人案号ISRG02340PROV)；以及2009年11月13日提交的标题为“SURGICAL TOOL WITH A TWO DEGREE OF FREEDOM WRIST”的美国临时申请号61/260,915(代理人案号ISRG02350PROV)，其全部公开包括在此以供参考。本申请涉及2009年11月13日提交的标题为“END EFFECTOR WITH REDUNDANT CLOSING MECHANISMS”的美国临时申请号61/260,907(代理人案号ISRG02330PROV)；以及2009年11月13日提交的标题为“MOTOR INTERFACE FOR PARALLEL DRIVE SHAFTS WITHIN AN INDEPENDENTLY ROTATING MEMBER”的美国临时申请号61/260,919(代理人案号ISRG02360PROV)，其全部公开包括在此以供参考。

背景技术

[0006] 微创手术技术针对降低诊断或手术程序期间受损的外部组织量，因此降低患者恢复时间、不适以及有害副作用。因而，使用微创手术技术，可显著缩短标准手术的住院平均时间长度。同样地，也可通过微创手术，降低患者恢复时间、患者不适、手术副作用、以及离岗时间。

[0007] 微创手术的通常形式为内窥镜法，并且内窥镜法的通常形式为腹腔镜法，后者为腹腔内部的微创检查和/或手术。在标准腹腔镜手术中，向患者的腹腔吹入气体，并且通过小(大约半英寸或更小)切口穿过套管袖件，从而为腹腔镜器械提供进入端口。

[0008] 腹腔镜手术器械通常包括内窥镜(例如，腹腔镜)和工具，前者用于观察手术野，后者用于在手术点工作。工作工具通常类似于传统(开放)手术中使用的那些工具，除了每个工具的工作末端或末端执行器都通过延伸管(也称为，例如器械轴或主轴)而与其把手分离。末端执行器能够包括，例如，夹钳、抓紧器、剪刀、吻合器、烧灼工具、直线型切割器、或针托。

[0009] 为了执行手术程序，外科医生使工作工具穿过套管袖件，到达内部手术点，并且从腹部外操作工具。外科医生从监控器观察程序，监控器显示内窥镜拍摄的手术点图像。类似的内窥镜技术例如用于关节镜、后腹膜腔镜、盆腔镜、肾镜、膀胱镜、仿真内镜(cisternoscopy)、内视镜、子宫镜、尿道镜等等。

[0010] 开发微创远程手术机器人系统,从而当在内部手术点上工作时提高外科医生的灵敏度,以及允许外科医生从远处(无菌区之外)对患者进行手术。在远程手术系统中,通常在控制台为外科医生提供手术点的图像。在观察适当的观察期或屏幕上的手术点的三维图像的同时,外科医生通过操作控制台的主输入或控制装置,而对患者实施手术程序。每个主输入装置都控制机械伺服致动/铰接手术器械的运动。在手术程序期间,远程手术系统能够提供多种手术器械或工具的机械致动或控制。许多远程手术工具有这样的钳夹或其他可铰接末端执行器,其为外科医生执行各种功能,例如,响应主输入装置的操作,而支持或驱动针、抓握血管、解剖组织等等。具有远腕部接头的工具允许外科医生在内部手术点内定向工具,很大程度提高外科医生能够实时与组织相互作用(并且处理)的自由度。

[0011] 发现外科医生在更多种治疗中应用远程手术系统。新工具将有助于继续该增长,并且尤其是这样的工具,诸如吻合器、直线型切割器等等(其能够对内部组织施加有效的夹紧和其他力)。不幸地,通过已知的工具腕部传送期望的远程手术末端执行器力具有挑战性,特别是同时保持远程手术任务期望的工具中的响应时间、精度、灵活性和可靠性尤其如此。

[0012] 例如,已在许多不同的手术程序中使用包括直线型夹紧、切割和吻合装置的非机器人手术工具。能够使用该工具,从而从胃肠道切除癌变或异常组织。不幸地,许多已知的手术工具,包括已知的直线型夹紧、切割和吻合工具,都缺乏穿过紧凑铰接腕部传递期望的扭矩(例如,组织夹紧扭矩)或力(例如,吻合加热力)的能力,这可降低手术工具的效力。具有轴驱动夹紧机构的可替换工具也不能提供模仿外科医生手腕的自然运动的末端执行器的转动运动。

[0013] 因为上述原因,期望提供改进的手术和/或机器人腕部结构。也期望提供这样的改进微创手术工具,其包括模仿外科医生的自然运动的腕部机构,而同时允许适用于远程手术控制的改进末端执行器力和响应时间。

发明内容

[0014] 提供具有两个自由度的腕部的手术工具,以及相关方法。当在微创手术中使用时,公开的手术工具可特别有益。在许多实施例中,中间腕部构件被枢轴耦合器械轴的远端,以便关于/绕(about)与该轴垂直的第一轴线旋转,并且末端执行器主体被枢轴耦合至中间构件,以便关于与第一轴线垂直的第二轴线旋转。能够使用该两个自由度的腕部,从而以模仿外科医生腕部的自然运动的方式,铰接末端执行器主体,因此为末端执行器主体提供期望量的机动性。在许多实施例中,中间构件具有细长形状。细长形状允许这样的邻近区域,其自由路由致动组件,例如,相对于器械轴铰接末端执行器主体的致动组件,以及相对于末端执行器主体,铰接一个或更多末端执行器部件的执行器部件(例如,控制缆索、驱动轴)。在许多实施例中,两个自由度的腕部包括引导控制缆索的内部通道。能够配置该内部通道,从而在关于第一和第二枢轴旋转期间,抑制改变控制缆索张力。

[0015] 例示性实施例提供通过连接张力构件的腕部铰接。在许多实施例中,末端执行器被通过两个自由度的接头而耦合细长轴的远端,以便允许在内部手术空间内定向末端执行器。在例示性实施例中,张力构件的相对运动相对于轴成角度地定向末端执行器,并且张力构件和末端执行器之间的滑动接口表面/界面关于末端执行器的定向,而改变张力构件的

位置,从而抑制张力构件中张力的不良变化。通过抑制张力构件中张力的该变化,当将张力构件用作连接对,例如通过共用公共直线型驱动机构(例如,马达驱动绞盘)的相对张力构件时,就可避免有害的控制缆索松弛和/或手术工具组件超负载。致动连接对中的张力构件可提供末端执行器相对于轴的平滑和响应铰接。也可使用经连接张力构件的腕部铰接而缩短短轴的手术工具远端的长度,这可改善狭小身体空间中的接触,接触身体结构的角度,以及身体结构的可见度。

[0016] 也提供用于通过某一角度传递扭矩的机构、包括用于通过某一角度传递扭矩的机构的微创手术工具。能够使用公开的机构,从而向手术末端执行器的轴驱动致动机构传递扭矩,该末端执行器被通过两个自由度的腕部而安装至器械轴。在许多手术应用(例如,许多微创手术应用)中,使用包括被通过两个自由度的腕部而安装至器械轴的远端的手术末端执行器的手术工具可有益,以便模仿外科医生的腕部的自然运动(通常相对快)。例如,能够使用该轴驱动机构,从而铰接末端执行器的夹紧钳夹,以便产生高夹紧力。例示性实施例能够使用以下系统而通过微创手术工具的带角度腕部而传递足够的扭矩,该系统为相对简单的双球状关节系统,其中将球状末端耦合在一起,从而约束插座角度,并且其中,穿过插座的销件传递扭矩。该简单布置使其自身例如在用于手术器械时最小化。该简单布置也可提高工具的可靠性,该工具通过大于60度的角传递扭矩,因此允许相对于器械轴充分再定位末端执行器。在许多实施例中,驱动轴和驱动轴的转动比充分相对,即使该驱动轴和该驱动轴不平行也如此,这可有助于通过该角度平稳传递扭矩。

[0017] 在第一方面,提供微创手术工具。该手术工具包括:管状器械轴,其具有近端和远端,在其之间有孔;末端执行器,其包括末端执行器主体;中间腕部构件,其被枢轴耦合轴的远端,并且枢轴耦合末端执行器主体;以及致动系统,其通过轴的孔在远端延伸,以便定向末端执行器主体和致动末端执行器。器械轴具有器械轴线。相对于轴枢轴旋转中间主体,关于/绕(about)第一轴线相对于轴定向中间构件。相对于中间构件枢轴旋转末端执行器主体,关于第二轴线相对于中间构件定向末端执行器主体。第一轴线垂直于轴的轴线。第二轴线垂直于第一轴线。中间构件具有沿第一轴线的外部宽度,以及沿第二轴线的外部长度。长度与宽度显著不同,以便中间构件具有细长横截面。一部分致动系统与轴和末端执行器主体之间的中间构件的细长横截面横向分离。

[0018] 中间构件能够包括一个或更多另外的特性和/或特征。例如,中间构件的宽度能够小于中间构件的长度的四分之一。第一轴线和第二轴线能够共面,处于2mm之内。第一轴线和第二轴线能够共面。中间构件能够包括内部通道,其用于在器械轴和末端执行器主体之间引导执行器系统的控制缆索。

[0019] 手术工具能够包括一个或更多另外的特性和/或特征。例如,手术工具能够包括第一接头以及第二接头,前者将轴枢轴耦合至中间构件,后者将中间构件枢轴耦合至末端执行器主体。第一接头能够包括单枢轴(pivot shaft),其在中间构件的宽度内,沿第一轴线延伸,以便将第一接头设置在无致动系统的横向分离部分的轴和末端执行器主体之间的中心区域。第二接头能够包括第一和第二同轴枢轴,其被沿第二轴线分离。中间构件能够包括内部通道,其用于在器械轴和末端执行器主体之间,以及在第二接头的同轴枢轴之间引导致动系统的控制缆索。手术工具能够包括支撑构件,其被固定地耦合器械轴,并且枢轴耦合中间构件,用于关于第一轴线旋转。支撑构件能够包括内部通道,用于引导在器械轴的孔和

末端执行器主体之间路由的执行器系统的控制缆索。引导表面能够约束控制缆索,以便关于第一和第二轴枢轴旋转期间,抑制缆索张力变化。

[0020] 致动系统能够包括一个或更多另外的特性和/或特征。例如,致动系统的横向分离部分能够包括第一可旋转驱动轴,用于驱动末端执行器的第一致动机。能够将第一驱动轴路由在末端执行器主体和孔之间,以便穿过邻近的中间构件的第一侧。致动系统的横向分离部分能够包括第二可旋转驱动轴,其用于驱动末端执行器的第二致动机。能够将第二驱动轴路由在末端执行器主体和孔之间,以便邻近中间构件的第二侧穿过,第二侧相对于第一侧。能够操作致动系统的定向部分,从而关于第一和第二轴线,相对于器械轴变化末端执行器主体的定向。能够反向驱动定向部分,以便被施加至末端执行器主体从而改变其定向的力由致动系统,通过孔近端传递。末端执行器的致动能能够包括末端执行器接头的铰接。

[0021] 另一方面,提供制造微创手术工具的方法。该方法包括:将中间构件枢轴耦合至器械轴,用于关于不平行于器械轴的细长方向定向的第一轴线旋转;将末端执行器枢轴耦合至中间构件,用于关于不平行于第一轴线和细长方向定向的第二轴线旋转;以及耦合致动机和末端执行器。致动机可操作,从而在二维改变相对于细长方向的末端执行器的定向。至少一部分致动机被路由在末端执行器和器械轴的孔之间,以便穿到中间构件的至少一侧的外部,并与其分离。

[0022] 在操作微创手术工具的方法中,被耦合至器械轴,并且末端执行器与其耦合的中间构件能够包括一个或更多另外的特性和/或特征。例如,第一轴线能够垂直于第二轴线。第一轴线和第二轴线至少其中之一能够垂直于器械轴的细长方向。中间构件能够在第一轴线方向具有外部宽度,并且在第二轴线方向具有最大外部长度,其比在第一轴线方向的宽度大。中间构件能够在第一轴线方向具有最大外部宽度,其小于外部长度的三分之一。在中间构件中能够包括内部通道,其用于引导被路由/布置(route)在末端执行器和器械轴的孔之间的控制缆索。引导表面能够约束控制缆索,以便在关于第一和第二轴枢轴旋转期间,抑制控制缆索张力变化。

[0023] 本方法包括进一步步骤。例如,本方法能够进一步包括通过中间构件内部通道路由末端执行器控制缆索。本方法能够进一步包括通过改变末端执行器相对于器械轴的定向,而反向驱动致动机,以便被施加至末端执行器以便改变其定向的力能够被通过致动系统,通过孔近端传递。末端执行器的致动能能够包括铰接末端执行器的接头。

[0024] 另一方面,提供微创手术方法。本方法包括:经微创孔或天然孔将工具的手术末端执行器插入内部手术点;关于第一接头,相对于工具的轴,枢轴旋转工具的中间构件,以便相对于支撑末端执行器的工具的轴,关于第一轴线定向中间构件;关于第二接头,相对于中间构件,枢轴旋转末端执行器,以便相对于中间构件,关于第二轴线定向末端执行器;以在孔和横向偏移中心接头的末端执行器之间的致动机组件,机械致动机末端执行器。第一接头和第二接头其中之一包括中心接头,其是设置在工具的横截面的中心部分内的位于中心的接头。在该方法中,末端执行器的致动能能够包括铰接末端执行器的接头。

[0025] 另一方面,提供微创手术工具。手术工具包括细长第一链接、第二链接、设置在第二链接上的四个附接部件、以及四个张力构件。细长第一链接具有远端、近端、以及其中限定的第一链接轴线。第一链接具有轴向孔。第二链接被枢轴耦合第一链接的远端,以便关于

第一轴线和第二轴线定向第二链接。第一轴线和第二轴线不平行于第一链接轴线。第一轴线不平行于第二轴线。四个张力构件从第一链接的孔内远端延伸至附件部件，以便张力构件的相对轴向运动相对于第一链接，关于第一和第二轴线角度定向第二链接。张力构件和附件部件之间的接口表面改变张力构件相对于第二链接的位置，其关联第二链接相对于第一链接的角度定向，以便抑制张力构件的张力变化。

[0026] 第一和第二轴线能够具有一个或更多另外的特征。例如，第一和第二轴线能够不相交。第一和第二轴线能够分离各种距离，例如2mm或更小。第一轴线能够垂直于第一链接轴线，并且第二轴线能够垂直于第一轴线。

[0027] 每个张力构件都能够与相应的附件部件相互作用，以便选择性地约束该张力构件的运动。例如，当第二链接关于第一轴线枢轴旋转时，每个张力构件都能够关于第一关联中心，相对于一个附件部件枢轴旋转。当第二链接关于第二轴线枢轴旋转时，每个张力构件都能够关于第二关联中心，相对于一个附件部件枢轴旋转。张力构件能够滑动啮合附件部件。接口表面能够包括，具有圆柱形横截面和弯曲接口轴的弯曲圆柱形表面、限定横截面中心的圆形横截面、以及限定曲率中心的弯曲接口轴线。第一和第二关联中心每个都能够相应于横截面中心或曲率中心。

[0028] 附件部件能够包括弯曲部分。例如，每个附件部件都能够包括弯曲部分。每个张力构件都能够包括附件突缘，其经配置从而滑动接收一个弯曲部分，以便当第二链接关于第一和第二轴线其中之一枢轴旋转时，依靠并且沿弯曲部分滑动。每个弯曲部分都能够包括中心线，其位于垂直于第一轴线或第二轴线的平面内。每个弯曲部分都能够具有关于其弯曲中心线的第一曲率半径，以及用于其弯曲中心线的固定曲率中心。每个固定曲率中心都能够位于这样的平面内，其包括第一轴线或第二轴线至少其中之一。每个弯曲部分中心线都能够与这样的平面相切，其包括第一轴线或第二轴线至少其中之一。

[0029] 附件部件能够包括附件突缘。例如，每个附件部件都能够包括附件突缘。每个张力构件都能够包括弯曲部分，其经配置从而由一个附件突缘所接收，以便当第二链接关于第一和第二轴线其中之一枢轴旋转时，弯曲部分在附件突缘内滑动。每个附件突缘都能够具有连接孔轴线，其被平行于第一轴线或第二轴线定向。每个连接孔轴线都能够位于这样的平面内，其包括第一轴线或第二轴线至少其中之一。每个弯曲部分都能够包括弯曲中心线，其位于垂直于第一轴线或第二轴线的平面内。每个弯曲部分都能够具有关于其弯曲中心线的第一曲率半径，以及用于其弯曲中心线的固定曲率中心。每个固定曲率中心都能够位于这样的平面内，其包括第一轴线或第二轴线至少其中之一。每个弯曲部分中心线都能够与这样的平面相切，其包括第一轴线或第二轴线至少其中之一。

[0030] 能够将对角相对张力构件配对在一起，并且共同致动。例如，当沿第一链接轴线观察时，每个附件部件都能够被从第一和第二轴线偏移，而当沿第一链接轴线观察时，每个附件部件都被设置在第一和第二轴线限定的每个象限内。能够由至少一根缆索致动第一对角相对张力构件对，该缆索从第一对角相对的第一张力构件延伸至第一对角相对的第二张力构件，而该至少一根缆索被关于第一绞盘缠绕。第一对角相对张力构件对相对于第二链接改变位置能够抑制至少一根缆索的张力变化，如果将张力构件耦合至具有球形中心接头的附件部件时，将施加该变化。能够由至少一根缆索致动第二对角相对张力构件对，该缆索从第二对角相对的第一张力构件延伸至第二对角相对的第二张力构件，而该至少

一根缆索被关于第二绞盘缠关于。第二对角相对张力构件对相对于第二链接改变位置能够抑制至少一根缆索的张力变化,如果将张力构件耦合至具有球形中心接头的附接部件时,将施加该变化。第一对角相对张力构件对与第二对角相对张力构件对不同,并且第二绞盘与第一绞盘不同。

[0031] 另一方面,提供手术工具。该手术工具包括细长第一链接、多个控制缆索、第二链接、以及多个接口总成。细长第一链接具有远端、近端、以及其中限定的第一链接轴。第一链接具有轴向孔。多个控制缆索在第一链接的孔内,从邻近第一链接的近端设置的控制缆索致动总成向远端延伸。第二链接被枢轴耦合第一链接的远端,以便关于第一轴线和第二轴线定向第二链接。第一和第二轴线不平行于第一链接轴线。第一轴线不平行于第二轴线。每个接口总成都耦合具有第二链接的一个控制缆索,以便控制缆索的轴向运动相对于第一链接,关于第一和第二轴线角度定向第二链接。一个界面总成包括一段长度弯曲部分以及附接突缘,后者具有附接突缘孔,其按尺寸形成,从而滑动接收弯曲部分。当第二链接关于第一轴线旋转时,附接突缘关于弯曲部分旋转,并且当第二链接关于第二轴线旋转时,附接突缘依靠并且沿弯曲部分滑动。

[0032] 在许多实施例中,多个控制缆索包括四个控制缆索。每个接口总成都包括一段长度弯曲部分以及附接突缘,后者具有附接突缘孔,其按尺寸形成,从而滑动接收弯曲部分,以便当第二链接关于第一轴线旋转时,附接突缘关于弯曲部分旋转,并且当第二链接关于第二轴线旋转时,附接突缘依靠并且沿弯曲部分滑动。

[0033] 另一方面,提供制造手术工具的方法。本方法包括:将第二链接枢轴耦合至第一链接,从而关于被不平行于第一链接的细长方向定向的第一轴线旋转,并且关于不平行于第一链接的细长方向以及第一轴线两者定向的第二轴线旋转;将张力构件耦合设置在第二链接上的每个四个附接部件;以及耦合每个张力构件和致动构件,从而通过致动张力构件,可操作地控制第二链接相对于第一链接在二维中的角度定向。当沿第一链接的细长方向观察时,每个附接部件都偏移第一和第二轴线。当沿第一链接的细长方向观察时,一个附接部件被设置在由第一和第二轴线限定的每个象限内。每个张力构件都从第一链接的孔内部向远端延伸至第二链接的一个附接部件,以便张力构件的轴向运动相对于第一链接,关于轴定向第二链接。张力构件和附接部件之间的接口表面改变张力构件相对于第二链接的位置,其关联第二链接相对于第一链接的角度定向,以便抑制张力构件的张力变化。

[0034] 将每个张力构件耦合致动机能够包括另外的步骤,例如,耦合张力构件的第一张力构件和第一控制缆索。能够将张力构件的第二张力构件耦合第二控制缆索,其中,第二张力构件与第一张力构件对角相对。第一和第二控制缆索能够被耦合致动机的第一绞盘。张力构件的第三张力构件能够被耦合第三控制缆索。张力构件的第四张力构件能够被耦合第四控制缆索,其中,第四张力构件与第三张力构件对角相对。第三和第四控制缆索能够被耦合致动机的第二绞盘。

[0035] 另一方面,提供手术器械。该手术器械包括:第一链接;第二链接,其包括附接部件;接头,其耦合第一和第二链接;以及张力构件,其包括附接突缘。附接部件包括弯曲部分。接头关于第一平面内限定的第一轴线,以及关于第二平面内限定的第二轴线旋转。第一和第二平面彼此平行并且偏移。附接突缘被耦合至附接部件。当张力构件关于第一轴线旋转接头时,附接突缘关于弯曲部分转动。当致动构件关于第二轴线旋转接头时,附接突缘依

靠并且沿弯曲部分滑动。

[0036] 另一方面,提供通过某一角度传递扭矩的机构。该机构包括:耦合构件,其包括第一端和第二端,两者之间限定耦合轴线;耦合销件;驱动轴,其具有驱动轴线和远端;以及从动轴,其具有近端和从动轴线。耦合构件的第一端包括插座。耦合销件穿过该插座延伸。在插座中接收驱动轴远端。驱动轴远端包括狭槽,其贯穿轴线和驱动轴线之间的角度范围,接收耦合销件,以便驱动轴的转动通过该耦合销件产生耦合构件的转动。从动轴的近端被耦合该耦合构件的第二端,以便耦合构件关于耦合轴线的旋转产生从动轴关于从动轴线的旋转。驱动轴被耦合至从动轴,以便在轴的旋转期间,当驱动轴线和从动轴线之间的角度变化时,保持驱动轴线和耦合轴线之间,以及从动轴线和耦合轴线之间的相应角度。

[0037] 用于通过某一角度传递扭矩的机构能够包括一个或更多另外的特性和/或能够具有一个或更多另外的特征。例如,机构能够包括插销,从而耦合驱动轴和耦合销件。能够将插销垂直于耦合销件定向并安装,用于相对于驱动轴旋转。驱动轴远端的外部表面能够包括球形表面。驱动轴的外部表面能够与耦合构件的插座接口(interface with),以便在驱动轴和插座之间球形枢轴旋转期间,相对彼此轴向约束驱动轴和插座。插座能够包括球形表面,其与驱动轴球形表面接口。驱动轴远端能够包括一组球形齿轮齿,并且从动轴近端能够包括一组球形齿轮齿,其与驱动轴齿轮齿接口,从而保持驱动轴线和耦合轴线之间、以及从动轴线和耦合轴线之间的基本相等角度。在许多实施例中,驱动轴和驱动轴齿轮齿或从动轴和从动轴齿轮齿至少一个整体形成。在许多实施例中,可操作该机构,从而通过超过60度的角度传递扭矩。

[0038] 另一方面,提供通过某一角度传递扭矩的机构。该机构包括:驱动轴,其具有远端和驱动轴线;从动轴,其具有近端和从动轴线;以及耦合构件,其被耦合至每个驱动轴远端和从动轴近端,以便驱动轴关于驱动轴线的旋转产生从动轴关于从动轴线的旋转。驱动轴远端或从动轴近端至少一个包括突出。耦合构件包括管状结构,其限定驱动插座和从动插座,以及两者之间限定的耦合轴线。驱动插座或从动插座至少一个包括狭槽,其经配置从而接收该至少一个突出,并且适应该至少一个突出穿越驱动轴和从动轴之间的角度范围。突出与狭槽相互作用,以便在驱动轴和从动轴之间传递转动运动。驱动轴远端啮合从动轴近端,以便在轴的旋转期间,当驱动轴线和从动轴线之间的角度变化时,保持驱动轴线和耦合轴线之间,以及从动轴线和耦合轴线之间的相应角度。在许多实施例中,可操作该机构,从而通过超过60度的角度传递扭矩。

[0039] 在许多实施例中,驱动轴和从动轴连接耦合构件,以便相对于耦合构件,约束驱动轴和从动轴。例如,每个驱动轴远端和从动轴近端都能够包括外表面,其分别与驱动插座和从动插座连接,以便对于每个轴,都沿轴的轴线和沿耦合轴线轴向固定轴的轴线和耦合轴线之间限定的交叉点。驱动轴远端和从动轴近端的外表面能够包括球形表面。驱动插座和从动插座能够包括球形表面。

[0040] 在许多实施例中,驱动轴远端和从动轴近端包括接口连接齿轮齿。例如,驱动轴远端能够包括关于驱动轴线延伸的驱动轴齿轮齿表面,从动轴近端能够包括关于从动轴延伸的从动轴齿轮齿表面,并且驱动轴齿轮齿表面能够啮合从动齿轮齿表面,以便保持角度之间对应。在许多实施例中,驱动轴和驱动轴齿轮齿表面或从动轴和从动轴齿轮齿表面至少一个整体形成。在许多实施例中,驱动轴齿轮齿表面由从驱动轴线径向延伸的驱动轴齿轮

齿轮轮廓限定,而从动轴齿轮齿表面由从动轴线径向延伸的从动轴齿轮轮廓限定,并且,驱动轴齿轮齿表面啮合从动轴齿轮齿表面,以便在驱动/耦合器角度和从动/耦合器角度之间保持基本相等。在许多实施例中,驱动轴齿轮齿表面包括外卷表面,其由关于驱动轴线旋转驱动轴齿轮轮廓限定,并且,从动轴齿轮齿表面包括外卷表面,其由关于从动轴线旋转从动轴齿轮轮廓限定。

[0041] 另一方面,提供微创手术工具。该手术工具包括:器械轴;驱动轴,其具有远端和驱动轴线;从动轴,其具有近端和从动轴线;耦合构件,其耦合驱动轴和从动轴,以便当驱动轴线和从动轴线不平行时,驱动和从动轴的旋转速度基本相等;以及末端执行器,其被耦合器械轴,以便能够在二维中,相对于器械轴改变末端执行器的定向。安装驱动轴,用于在器械轴内旋转。末端执行器包括铰接部件,其被耦合从动轴,以便从动轴关于从动轴线的旋转产生该部件的铰接。

[0042] 在许多实施例中,驱动轴被轴线和可旋转地耦合该耦合构件,并且从动轴被轴线和可旋转地耦合该耦合构件,并且驱动轴啮合从动轴。例如,耦合构件能够包括第一末端和第二末端,以及其中限定的耦合轴线,并且驱动轴远端能够轴向和可旋转地耦合该耦合构件第一末端,以便驱动轴关于该驱动轴线的旋转产生耦合构件关于耦合轴线的旋转。从动轴近端能够轴向和可旋转地耦合该耦合构件第二末端,以便耦合构件关于耦合轴线的旋转产生从动轴关于从动轴线的旋转。驱动轴远端能够啮合从动轴近端,以便在轴旋转期间,当驱动轴线和从动轴线之间的角度变化时,在驱动轴线和从动轴线之间,以及从动轴线和耦合轴线之间保持相应的角度。驱动轴远端能够包括球形齿轮齿,并且从动轴近端能够包括球形齿轮齿,其啮合驱动轴齿轮齿。在许多实施例中,驱动轴和驱动轴齿轮齿或从动轴和从动轴齿轮齿至少一个整体形成。

[0043] 在许多实施例中,工具进一步包括耦合销件,其耦合该耦合构件和驱动轴,以便在驱动轴和耦合构件之间传递转动运动。例如,工具能够进一步包括:耦合构件第一末端插座;耦合销件,其穿过插座;驱动轴远端外表面,其与插座接口/连接(interface with);以及驱动轴远端狭槽,其在耦合轴线和驱动轴线的角度范围内接收耦合销件。耦合销件和狭槽之间的相互作用能够耦合驱动轴和耦合构件,以便驱动轴的旋转产生耦合构件的旋转。机构能够进一步包括插销,从而耦合驱动轴和耦合销件。能够垂直于耦合销件定向并且安装插销,用于相对于驱动轴旋转。

[0044] 在许多实施例中,驱动轴远端或从动轴近端至少一个包括突出。耦合构件能够包括管状结构,其沿耦合轴线限定驱动插座和从动插座,并且驱动插座或从动插座至少一个能够包括狭槽,其经配置从而接收突出,并且容纳突出穿过驱动轴线和从动轴线之间的角度范围。突出能够与狭槽相互作用,以便在驱动轴或从动轴至少一个和耦合构件之间传递转动运动。

[0045] 为了更完整地理解本发明的性质和优点,应参考以下详细说明和附图。通过下文的附图和详细说明,应明白本发明的其他方面、目标和优点。

附图说明

[0046] 图1示出依照许多实施例的,用于执行手术的微创机器人手术系统的平面图。

[0047] 图2示出依照许多实施例的,用于机器人手术系统的外科医生控制台的透视图。

- [0048] 图3示出依照许多实施例的,机器人手术系统电子手推车的透视图。
- [0049] 图4示出依照许多实施例的,机器人手术系统的简化图。
- [0050] 图5a示出依照许多实施例的,机器人手术系统的患者侧手推车(手术机器人)的前视图。
- [0051] 图5b示出机器人手术工具的前视图。
- [0052] 图6示出依照许多实施例的,耦合末端执行器主体和器械轴的两个自由度腕部的透视图。
- [0053] 图7示出依照许多实施例的,图6的两个自由度腕部的透视图,其示出腕部的中间构件以及腕部的支撑构件之间、以及中间构件和末端执行器主体之间的旋转自由度。
- [0054] 图8a示出依照许多实施例的,支撑构件索引导表面和中间构件索引导表面的简化图。
- [0055] 图8b示出依照许多实施例的,中间构件索引导表面的简化图。
- [0056] 图9示出依照许多实施例的,图6和图7的支撑构件的端视图,其示出用于引导控制缆索的内部通道的进口。
- [0057] 图10示出依照许多实施例的,图6和图7的两个自由度腕部的透视图,其示出邻近两个自由度腕部的相对侧,路由致动系统组件,以及通过两个自由度腕部路由控制缆索。
- [0058] 图11a示出依照许多实施例的,限制图6和图7的两个自由度腕部的中间构件和支撑构件之间的硬接触的角度定向。
- [0059] 图11b示出依照许多实施例的,限制图6和图7的两个自由度腕部的中间构件和末端执行器主体之间的硬接触的角度定向。
- [0060] 图12示出依照许多实施例的,手术总成的简化图。
- [0061] 图13a示出依照许多实施例的,手术工具的简化图,其具有通过两个自由度的接头而被耦合第一链接的第二链接,第二链接包括弯曲部分附接部件,其被耦合至链接张力构件,观察方向平行于两个自由度接头的第二轴线。
- [0062] 图13b概略示出依照许多实施例的附接部件,其具有弯曲部分,以及用于其正常中心线的固定曲率中心。
- [0063] 图13c示出图13b的A-A截面。
- [0064] 图13d示出依照许多实施例的,图13a的手术工具的简化视图,其示出第二链接关于第二轴线旋转。
- [0065] 图13e示出依照许多实施例的,图13a和图13d的手术工具的简化视图,观察方向平行于两个自由度接头的第一轴线。
- [0066] 图13f示出依照许多实施例的,图13a、图13d和图13e的手术工具的简化视图,其示出第二链接关于第一轴线旋转。
- [0067] 图13g示出依照许多实施例的,手术工具的透视图,其具有被通过两个自由度接头而耦合第一链接的第二链接,第二链接包括弯曲部分附接部件,其耦合链接张力构件。
- [0068] 图13h示出依照许多实施例的,图13g的手术工具的侧视图,其示出关于两个自由度接头的第一轴线,60度定向第二链接。
- [0069] 图13i示出依照许多实施例的,图13g和图13h的手术工具的侧视图,其示出关于两个自由度接头的第二轴线,30度定向第二链接。

[0070] 图14a示出依照许多实施例的,手术工具的简化图,其具有通过两个自由度的接头而被耦合第一链接的第二链接,第二链接包括附接突缘,其被耦合具有弯曲部分末端的链接张力构件,观察方向平行于两个自由度接头的第二轴线。

[0071] 图14b示出依照许多实施例的,图14a的手术工具的简化概略视图,其示出第二链接被关于第二轴线旋转。

[0072] 图14c示出依照许多实施例的,图14a和图14b的手术工具的简化概略视图,观察方向平行于两个自由度接头的第一轴线。

[0073] 图14d示出依照许多实施例的,图14a、图14b和图14c的手术工具的简化概略视图,其示出第二链接被关于第一轴线旋转。

[0074] 图14e示出依照许多实施例的,手术工具的透视图,其具有被通过两个自由度接头而耦合第一链接的第二链接,第二链接包括附接突缘,其耦合具有弯曲部分末端的链接张力构件。

[0075] 图15示出依照许多实施例的,制造手术工具的方法的简化流程图。

[0076] 图16示出依照许多实施例的,手术总成的简化概略视图。

[0077] 图17示出依照许多实施例的,工具总成的简化概略视图,其具有通过某一角度传递扭矩的机构。

[0078] 图18示出依照许多实施例的,机构的侧视图,其用于在驱动轴和从动轴之间,在内嵌构造中通过某一角度传递扭矩。

[0079] 图19a示出依照许多实施例的,图18的机构的横截面图,其示出对于内嵌构造,驱动轴啮合球形齿轮齿和从动轴之间的啮合。

[0080] 图19b示出依照许多实施例的,图18和图19a的机构的横截面图,其示出对于成角构造,驱动轴啮合球形齿轮齿和从动轴之间的啮合。

[0081] 图19c示出依照许多实施例的,替换轴间角约束构造。

[0082] 图19d示出依照许多实施例的,图18、图19a和图19b的机构的横截面图,其示出接收驱动轴和从动轴中横向狭槽的销件构造。

[0083] 图20示出图18、图19a、图19b和图19d的驱动和从动轴的透视图分类。

[0084] 图21a示出依照许多实施例的,图18、图19a、图19b和图19c的机构,沿垂直于耦合销件的观察方向的侧视图。

[0085] 图21b示出依照许多实施例的,图18、图19a、图19b、图19c和图21a的机构,沿平行于耦合销件的观察方向的侧视图。

[0086] 图22a示出依照许多实施例的,驱动和从动轴的透视图,其具有经配置从而提供轴间角约束的多行球形齿轮齿。

[0087] 图22b示出图22a的驱动和从动轴的横截面/透视图,其示出齿轮齿横截面以及齿轮齿的球形布置。

[0088] 图23a示出依照许多实施例的,机构的侧视图,其用于通过具有双插销设计的角传递扭矩。

[0089] 图23b示出图23a的机构的侧视图,其无耦合元件。

[0090] 图23c示出图23a和图23b的机构的横截面图。

[0091] 图23d示出图23a、图23b和图23c的驱动和从动轴的透视图,其示出接收每个驱动

和从动轴中孔的插销。

[0092] 图23e示出图23a、图23b、图23c和图23d的驱动和从动轴的透视图,其示出接收每个驱动和从动轴中横向狭槽的销件构造。

[0093] 图24a示出依照许多实施例的,机构的简化概略图,其用于通过某一角度传递扭矩,其中,与狭槽相互作用的突出在驱动轴和耦合构件之间,以及在耦合构件和从动轴之间传递转动运动。

[0094] 图24b示出依照许多实施例的,沿平行于突出的观察方向的图24a的机构视图。

[0095] 图24c示出依照许多实施例的,沿垂直于突出的观察方向的图24a和图24b的机构视图,其示出两块耦合构件的细节。

[0096] 图24d示出依照许多实施例的,处于成角构造中的图24a、图24b和图24c的机构。

[0097] 图25a和图25b示出依照许多实施例的,机构的简化概略视图,其用于通过某一角度传递扭矩,其中,改进U接头耦合构件在驱动轴和耦合构件之间,以及耦合构件和从动轴之间传递转动运动。

[0098] 图26示出依照许多实施例的紧凑腕部设计,其具有两个自由度的腕部,后者由链接张力构件铰接,以及双通用接头,从而穿过腕部通过某一角度传递扭矩。

具体实施方式

[0099] 在以下说明中,将描述本发明的许多实施例。为了解释的目的,为了提供实施例的完全理解,提出特定构造和细节。然而,本领域技术人员也应明白,可不通过指定细节实践本发明。此外,为了不模糊所描述的实施例,可省略或简化广为人知的特征。

[0100] 提供具有两个自由度腕部机构的手术工具以及相关方法。在许多实施例中,两个自由度腕部包括细长中间腕部构件,其被枢轴耦合器械轴的远端和末端执行器两者。中间构件能够被耦合器械轴,从而关于垂直于器械轴的细长方向的第一轴线旋转。末端执行器主体能够被枢轴耦合中间构件,以便关于垂直于第一轴线的第二轴线旋转。能够使用以下方法而在二维相对于器械轴重定向末端执行器主体,即相对于器械轴关于第一轴线枢轴旋转中间构件,结合相对于中间构件关于第二轴线枢轴旋转末端执行器主体。能够使用在二维重定向末端执行器的能力,从而模仿外科医生的自然动作,因此为末端执行器主体提供期望量的机动性。

[0101] 在许多实施例中,将两个自由度的腕部有利地集成在微创手术工具内。例如,中间腕部构件能够具有这样的长度,其大概等于器械轴的直径,以及这样的宽度,其充分小于该长度,例如,宽度小于长度的三分之一;宽度常常小于长度的一半,并且在一些情况下,宽度小于长度的四分之一。在许多实施例中,使用位于中心的枢轴,其提供中间构件这样的旋转,其相对于轴或末端执行器主体,关于垂直于中间主体的细长方向定向的轴,并且使用两个同轴位于外围的枢轴,其提供中间构件这样的旋转,其相对于轴或末端执行器主体,关于平行于中间主体的细长方向定向的轴。中间构件的尺寸以及结果运动提供这样的邻近区域,其对不知末端执行器铰接和致动组件开放。有利地,能够路由铰接组件,以便与第一和第二轴线间隔隔开,而同时处于微创工具的横截面内,因此允许使用轴向力铰接组件,例如,张力铰接组件。例示性实施例可使用缆索和旋转驱动轴两者,其偏移中间腕部构件,而工具(包括,铰接组件,末端执行器,以及腕部接头系统)的外径将优选小于1英寸,并且常常

为大约半英寸。中间腕部构件能够包括路由提供引导部件,从而通过中间腕部构件路由一个或更多控制缆索。能够配置腕部,从而穿过腕部传递滚转轴线扭矩(例如,0.33Nm)。能够使腕部配置有硬制动器,从而限制器械的运动范围,从而保护其他组件不受由于角超程引起的损害。腕部能够具有紧凑长度,而倾斜轴线和偏航轴线可被调整低至零偏移。

[0102] 在许多实施例中,两个自由度的腕部能够包括引导控制缆索的内部通道。能够配置内部通道,从而在关于第一和第二轴枢轴旋转期间,抑制控制缆索张力变化。

[0103] 也提供具有通过链接张力构件腕部铰接的改进手术和/或机器人腕部结构。在许多实施例中,使用链接张力构件,从而铰接第二链接,后者被通过两个自由度的接头而耦合第一链接。能够通过被设置在第二链接上的附接部件,而耦合链接张力构件和第二链接。能够选择两个自由度腕部、链接张力构件、以及附接部件的外形,以便张力构件的相对轴向运动相对于第一链接角度定向第二链接,以便抑制张力构件中的张力变化。在许多实施例中,配对对角相对张力构件,并且由致动机构对其致动。例如,能够将对角相对张力构件耦合至少一个控制缆索,并且能够由马达驱动绞盘致动该至少一个控制缆索。

[0104] 可有利地在这样的手术工具中使用经链接张力构件的公开腕部铰接,该手术工具具有第二链接,其被通过两个自由度的接头而耦合细长第一链接。当在微创手术工具中使用时,公开的腕部铰接可特别有利。期望可靠并且具有平稳运行特征的微创手术工具。通过抑制链接张力构件的张力变化,可避免工具组件的有害控制缆索松弛和/或超负载。通过直线驱动机构,例如马达驱动绞盘致动链接张力构件,可提供平稳运行特征。公开的腕部铰接也使得第一链接远端具有较短长度的手术工具成为可能,这提高狭窄身体空间的接触、接触身体结构的角度、以及身体结构的可见性。通过避免在腕部中使用铰合索,公开的腕部铰接也可提供较高寿命。可使用公开的腕部铰接,从而提供60度的腕部铰接角度。公开的腕部铰接也能够使用小直径(例如,皮下)管,其特别有利于可被轻易附接至马达驱动绞盘驱动的柔性索。

[0105] 在许多实施例中,具有经链接张力构件腕部铰接的微创手术工具能够包括第二链接,通过两个自由度的接头将其枢轴安装至第一链接。接头能够具有第一旋转轴线,其垂直于第一链接,以及第二旋转轴线,其垂直于第一旋转轴线。第二链接能够耦合四个链接张力构件,以便相对于第一链接铰接第二链接。能够通过以下方法,将四个张力构件与两个自由度接头的两个轴线间隔隔开,即在两个轴线限定的四个象限内、而仍处于微创工具的横截面内定位一个张力构件。在示例性例子中,工具(包括链接张力构件,其他末端执行器致动组件,诸如控制缆索和驱动轴,末端执行器,以及腕部接头系统)的外径将优选小于1英寸,并且通常大约为半英寸。

[0106] 也提供通过某一角度传递扭矩的机构,包括通过某一角度传递扭矩的机构的微创手术工具,以及相关的方法。该机构具有相对简单的设计,这可通过降低可能故障点的数目,提高机构的可靠性。例如,在许多实施例中,与现有机构相比,通过某一角度传递扭矩的机构可具有较少零件数。

[0107] 公开的机构可用于角度范围的扭矩平稳传递。在许多实施例中,可操作通过某一角度传递扭矩的机构,从而通过超过60度的角度传递扭矩。在许多实施例中,输出轴(例如,从动轴)的旋转速度充分等于输入轴(例如,驱动轴)的旋转速度,及时输入和输出轴不平行也是如此,这可通过避免关联非相等旋转速度产生的振动力,而提供通过某一角度的平稳

扭矩传递。机构(包括轴、末端执行器和接头系统)的外径将优选小于1英寸,常常小于1/2英寸,并且理想地不超过8mm(或者在一些情况下,不超过5mm)。为了允许将多个轴驱动系统固定在单腕部内,在此描述的驱动轴、从动轴以及机构的耦合器将优选处于不超过5mm的直径内,并且理想地处于不超过3mm的直径内。穿过接头传递的扭矩将通常超过0.2Nm,并且理想地超过0.3Nm。为了在期望的时间内由末端执行器产生期望的工作量,轴和接头系统将通常可以至少100rpm的速度旋转,并且理想地至少为几千rpm。当以最大扭矩和腕部角度驱动时,接头将优选具有至少几分钟的操作寿命,并且理想地为至少几个小时。除了轴自身,对从动轴接头总成的示例性驱动轴包括少于10个单独制作和/或加工的零件,并且在许多实施例中,仅为3个独制作和/或加工的零件。

[0108] 能够使用可用到的材料制作所公开机构的组件。在许多实施例中,驱动轴、从动轴以及耦合器能够由,例如状态H950的465不锈钢制作。驱动和从动轴末端能够被集成至该轴。插销能够由例如,30%冷加工的Nitronic 60不锈钢制作。

[0109] 当用作部分微创手术工具时,公开的机构可特别有益。如上所述,通常通过套管袖件,将微创手术工具引入患者体内,该套管袖件约束工具的直径。所公开机构的相对简单设计能够按尺寸形成,用于在微创手术工具内使用。相对简单的设计也可降低可能的故障点,该降低可增加微创手术工具的可靠性。配置公开的机构,从而通过超过60度角传递扭矩的能力,使得能够在末端执行器和微创手术工具的器械轴之间使用相对大量的铰接。通过避免可由产生振动运动和/或力引起的对患者和/或手术工具的损害,通过使用相等转动速度,经某一角度平稳传递扭矩的公开的能力也可有益。

[0110] 现在依照许多实施例参考附图,其中,贯穿几幅图,相同的标识号代表相同的零件。图1至图5b示出微创机器人手术系统的方面,图6至图12示出两个自由度的腕部的方面,图13a至图16示出经链接张力构件的腕部铰接的方面,以及图17至图25b示出用于通过某一角度传递扭矩的机构的方面。应明白,能够单独或结合利用以上部件。例如,图10、13g、13h、13i以及26示出具有两个自由度腕部的紧凑腕部设计,其由在此公开的链接张力构件铰接,以及使用双通用接头,从而穿过两个自由度腕部,经某一角度传递扭矩。

[0111] 微创机器人手术

[0112] 图1示出微创机器人手术(MIRS)系统100的平面图,其通常用于在躺在手术台14上的患者12身上执行微创检查或手术程序。该系统能够包括外科医生控制台16,其用于外科医生18在手术期间使用。一个或更多助手20也可参与该程序。MIRS系统10能够进一步包括患者侧手推车22(手术机器人)、以及电子手推车24。患者侧手推车22能够通过患者12身体上的微创切口,操作至少一个可拆装耦合工具总成26(下文中仅称为“工具”),同时,外科医生18通过控制台16观察手术点。能够通过内窥镜28,例如立体内窥镜获得手术点的图像,能够由患者侧手推车22操作内窥镜,以便定向内窥镜28。电子手推车24能够被用于处理手术点的图像,用于继而通过外科医生控制台16向外科医生18显示。一次使用的手术工具26的数目将通常取决于诊断或手术程序以及手术室内的空间约束,以及其他因素。如果需要在程序期间更换正在使用的一个或更多工具26,助手20就可将工具26从患者侧手推车22移走,并且以来自手术室内的盘子30的另一工具26将其替换。

[0113] 图2示出外科医生控制台16的透视图。外科医生控制台16包括左眼显示器32和右眼显示器34,用于向外科医生18呈现能够深度知觉的手术点的调整立体图。控制台16进一

步包括一个或更多输入控制装置36,其依次引起患者侧手推车22(图1示出)操作一个或更多工具。输入控制装置36将提供与其关联的工具26(图1示出)相同的自由度,以便向外科医生提供输入装置36和工具26集成的远程呈现或知觉,以便外科医生有直接控制工具26的强烈感觉。为了该目的,可使用位置、力和触觉反馈传感器(未示出),从而通过输入控制装置36,将来自工具26的位置、力和触觉感觉反馈给外科医生的手。

[0114] 外科医生控制台16通常与患者位于相同的房间内,以便外科医生可直接监控程序,视需要身体出现,或者直接对助手说话,而非通过电话或其他通信媒体说话。然而,外科医生能够位于允许远程手术程序(即,在无菌区外操作)的与患者不同的房间、完全不同的建筑、或其他远程位置。

[0115] 图3示出电子手推车24的透视图。电子手推车24能够被耦合内窥镜28,并且能够包括处理器,从而处理经捕捉图像,用于后继显示给例如外科医生控制台上的外科医生,或在位于本地和/或远程的任何其他适当的显示器上显示。例如,使用立体内窥镜的情况下,电子手推车24能够处理经捕捉的图像,以便向外科医生呈现手术点的经调整立体图。该调整能够包括相对图像的一致,并且能够包括调整立体内窥镜的立体工作距离。作为另一个例子,图像处理能够包括使用预定相机校准参数,以便补偿图像捕捉装置的成像误差,例如光学像差。

[0116] 图4概略示出机器人手术系统50(例如图1的MIRS系统10)。如上所述,能够由外科医生使用外科医生控制台52(例如图1中的外科医生控制台16),从而在微创程序期间,控制患者侧手推车(手术机器人)54(例如图1中的患者侧手推车22)。患者侧手推车54能够使用成像装置,例如立体内窥镜,从而捕捉手术点的图像,并且向电子手推车56(例如图1中的电子手推车24)输出该捕捉图像。如上所述,电子手推车56能够在任何后续显示之前,以多种方式处理捕捉图像。例如,在通过外科医生控制台52向外科医生显示组合图像之前,电子手推车56能够以虚拟控制界面覆盖捕捉图像。患者侧手推车54能够输出捕捉图像,用于在电子手推车56外部处理。例如,患者侧手推车54能够将捕捉图像输出到处理器58,后者能够用于处理捕捉图像。也能够由电子手推车56和处理器58的组合处理该图像,能够将电子手推车56和处理器58耦合在一起,以便共同、继续、和/或其组合地处理捕捉图像。一个或更多独立显示器60也能够耦合处理器58和/或电子手推车56,用于本地和/或远程显示图像,例如手术点的图像,或任何其他相关图像。

[0117] 图5a和图5b分别示出患者侧手推车22和手术工具62。手术工具62为手术工具26的例子。示出患者侧手推车22用于操作三个手术工具26和成像装置28,例如用于捕捉手术点图像的立体内窥镜。由具有许多机器人接头的机器人机构提供该操作。能够通过患者身体上的切口定位和操作成像装置28和手术工具26,以便最小化切口尺寸。手术点图像能够包括手术工具26的远端图像,当后者被定位在成像装置28的视野内时如此。

[0118] 两个自由度的腕部

[0119] 图6示出依照实施例的,耦合末端执行器主体72与器械轴74的两个自由度腕部70的透视图。腕部70包括支撑构件76、第一铰链点78、中间构件80、第二铰链点82、以及第三铰链点84。支撑构件76被通过四个附接部件86(例如,机械紧固件)固定地安装至器械轴74,以便如图所示,被定位在器械轴74的孔内。中间部件80被枢轴耦合支撑构件76,用于通过位于中心的第一铰链点78而关于第一轴线88旋转。末端执行器主体72被枢轴耦合中间构件80,

用于通过位于外围的第二铰链点82,以及位于外围的第三铰链点84而关于第二轴线90旋转。第二铰链点82以及第三铰链点84同轴并且与第二轴线90对齐。第二轴线90与中间构件一起关于第一轴线88枢轴旋转。

[0120] 能够定位第一轴线88和第二轴线90,以便向紧凑两个自由度腕部提供期望的运动和/或空间特征。例如,第一轴线88和第二轴线90能够共面,并且因此向紧凑腕部构件提供球窝接头状运动。在许多实施例中,第一轴线88和第二轴线90被沿器械轴74的细长方向以期望距离分离。能够使用该分离,从而近似和/或匹配腕部机构的运动和致动系统组件的运动,其用于通过两个自由度的腕部相对于器械轴74定向末端执行器主体72。在许多实施例中,第一轴线88和第二轴线90被沿器械轴74的细长方向以期望距离分离,以便向两个自由度腕部提供紧凑度和运动的期望组合,其近似匹配致动系统组件的运动,后者用于相对于器械轴74定向末端执行器主体72。如果第一轴线88和第二轴线90之间分离4mm将匹配使用的致动系统定向组件的运动,就能够将两个自由度腕部配置更小的分离(例如,2mm),以便提供更紧凑的腕部。在许多实施例中,能够使用该分离距离折衷,而不由使用的致动系统定向组件运动的不精确匹配而引起任何显著的有害操作特征。能够定向第一轴线88和第二轴线90,从而向紧凑两个自由度腕部提供期望的空间特征。例如,能够分离第一轴线88和第二轴线90,从而向致动系统组件和相关的附接部件提供另外的空间。

[0121] 支撑构架76在器械轴74和第一铰链点78之间提供过渡总成。支撑构件76包括矩形主部分92和悬臂远端部分100。矩形主部分92具有小于器械轴孔内部直径的厚度,这提供/留下孔的两个邻近区域,用于路由铰接和/或致动组件(未示出)。支撑构件主部分92包括两个内部通道94,其能够用于引导路由在器械轴孔内的末端执行器控制缆索。将中间通道94路由在主部分92的近端96和主部分92的远端98之间,并且将其大致与器械轴74的细长方向对齐。如下文将进一步讨论,在许多实施例中,配置内部通道94,从而结合中间构件的索引导表面工作,从而通过保持控制缆索路径长度不变,抑制关于第一和第二轴线枢轴旋转期间的控制缆索张力变化。悬臂远端部分100具有附接突缘,其接收第一铰链点78的单枢轴。使用单枢轴仅为示意性的,并且能够使用其他枢轴接头组件代替第一铰链点78,例如能够使用在相同轴线上对齐的两个枢轴销件。能够配置支撑构件76,从而在相对于器械轴74和末端执行器主体72的期望位置放置第一铰链点78(并且因此,第一轴线88),例如,从而在末端执行器主体72和器械轴74之间提供净空,其为相对于器械轴74,期望范围重定向末端执行器72所需。

[0122] 中间构件80提供第一铰链点78、第二铰链点82、以及第三铰链点84之间的过渡总成。中间构件80包括细长矩形主部分,其具有小于器械轴孔内部直径的厚度(例如,类似于主部分92的厚度),这提供孔的两个邻近区域,用于路由铰接和/或致动组件(未示出)。中间构件80包括中心狭槽102,其经配置,从而接收支撑构件远端部分100的附接突缘。配置中心狭槽102,从而贯穿关于第一轴线88的一系列中间构件80的转动,都适应远端部分100的附接突缘。也能够配置中心狭槽102,从而适应通过支撑构件内部通道94传送的末端执行器控制缆索(未示出)。中心狭槽102也能够包括表面,其经配置从而引导末端执行器控制缆索。如以下将进一步讨论,在许多实施例中,配置中心狭槽索引导表面,从而通过充分保持控制缆索路径长度不变,在关于第一和第二轴线枢轴旋转期间,抑制控制缆索张力变化。在许多实施例中,中心狭槽索引导表面与内部通道94结合工作,从而在关于第一和第二轴线枢轴

旋转期间,保持控制缆索路径长度不变。中心狭槽102也提供相对附接凸缘,其接收第一铰链点78的单枢轴。第二铰链点82包括从中间构件80一端悬出的枢轴。第三铰链点84包括从中间构件80的相对第二端悬出的枢轴。使用悬臂枢轴仅为示意性的,并且能够使用其他适当的枢轴接头。在许多实施例中,选择第二和第三铰链点82、84的位置和定向(以及因此第二轴线90的位置和定向),从而提供相对于第一轴线88的第二轴线90的期望位置和定向。例如,在一些实施例中,第一和第二轴线不共面。在一些实施例中,第一和第二轴线共面。在一些实施例中,选择第二轴线90相对于第一轴线88的位置和/或定向,以便提供相对于器械轴74的末端执行器主体72动作的期望运动。

[0123] 图7示出依照实施例的,图6的两个自由度腕部70的透视图,其示出关于第一轴线88,在中间构件80和支撑构件76之间的旋转自由度,以及关于第二轴线90,在末端执行器主体(未示出)和中间构件80之间的旋转自由度。将支撑构件76安装至器械轴74,以便远离器械轴74的端,在期望位置定位第一铰链点78,从而在末端执行器主体和器械轴之间提供净空,以便为末端执行器的铰接提供空间。中间构件中心狭槽102对邻近末端执行器主体的中间构件80侧开放,以便容纳/适合路由末端执行器控制缆索(未示出)。从图7的观察方向,可见支撑构件76的一个内部通道94,并且不可见其他内部通道94。在许多实施例中,通过两个内部通道94中的每个路由控制缆索。这些两个控制缆索中的每个都被进一步通过中间构件中心狭槽102路由,在第一轴线88的每侧上有一个。

[0124] 图8a示出腕部70的概略横截面图,其通过第二轴线90截取,并且垂直于第一轴线88,并且其示出示意性支撑和中间构件缆索引导表面。支撑构件远端100包括第一滑轮表面104,其具有弯曲弧形状,以便弯曲弧形状的中心线对齐第一轴线88。中间构件狭槽102的内部表面限定第二滑轮表面106以及第三滑轮表面108,其具有弯曲弧形状,以便弯曲弧形状的中心线(第二滑轮中心线110和第三滑轮中心线112)偏移并且平行于第一轴线88。虽然示出的滑轮表面具有常曲率,但是这仅为示意性的,并且能够使用其他适当的表面。第一滑轮表面104、第二滑轮表面106以及第三滑轮表面108提供平滑缆索引导表面,其能够引导控制缆索,用于关于第一轴线88旋转中间主体80(并且因此,用于关于第一轴线88旋转末端执行器主体)。在许多实施例中,第一滑轮表面104、第二滑轮表面106以及第三滑轮表面108通过保持控制缆索路径长度不变,在关于第一轴线枢轴旋转期间,抑制控制缆索张力变化。在许多实施例中,第一滑轮表面104、第二滑轮表面106以及第三滑轮表面108与内部通道94协同工作,从而在关于第一轴线枢轴旋转期间,保持控制缆索路径长度不变。

[0125] 图8b示出依照许多实施例的,另外的中间构件缆索引导表面的简化概略图。图8b示出图8a的横截面AA。中间构件狭槽102的内部表面进一步限定第四滑轮表面114和第五滑轮表面116,其具有弯曲弧形状,后者具有偏移并且平行于第二轴线的弯曲弯曲形状的中心线(第四滑轮中心线118和第五滑轮中心线120)。虽然示出的滑轮表面具有常曲率,但是这仅为示意性的,并且能够使用其他适当的表面。第四滑轮表面114和第五滑轮表面116提供平滑缆索引导表面,其能够引导控制缆索,用于相对于中间主体80,关于第二轴线90旋转末端执行器主体。在许多实施例中,第四滑轮表面114和第五滑轮表面116通过充分保持控制缆索路径长度不变,在关于第二轴线枢轴旋转期间,抑制控制缆索张力变化。在许多实施例中,第四滑轮表面114和第五滑轮表面116与内部通道94协同工作,从而在关于第二轴线枢轴旋转期间,保持控制缆索路径长度不变。

[0126] 图9示出依照实施例的,图6和图7的支撑构件76的近端视图,其示出用于引导致动系统的控制缆索的内部通道94的进口。能够使用支撑构件内部通道94,从而在器械轴的远端,约束控制缆索的横截面位置。

[0127] 图10示出依照许多实施例的,图6、7和8的两个自由度腕部70的透视图,其示出沿两个自由度腕部70的两侧的示意性致动系统组件路由,以及通过两个自由度腕部70路由控制缆索122、124。两个自由度腕部的大致平面构造,以及腕部在对其支撑的轴内的中心定位,允许用于路由该致动系统组件的开放区域。在图解实施例中,这些致动系统组件包括:第一驱动轴总成126,其被路由/布置(route)在腕部之上;第二驱动轴总成128,其被路由在腕部之下;末端执行器铰接拉杆130、132、134、以及136,其被路由在腕部之上和之下;以及控制缆索122、124,如上所述,其被通过腕部,经支撑构件的内部通道以及中间构件狭槽102路由。

[0128] 两个自由度腕部70包括这样的部件,其为以下两种转动提供角定向限制硬接触,即关于第一轴线88(通过第一接头78)的转动,以及关于第二轴线90(通过第二接头82和第三接头84)的转动。该角定向限制硬接触用于保护腕部穿越组件不受角超程引起的损害。图11a示出两个自由度腕部70的中间构件80和支撑构件76之间的角定向限制硬接触,其用于关于第一轴线88(通过第一接头78)旋转。当中间构件80在关于第一接头78的相反方向旋转时,类似的角定向限制硬接触在中间构件80和支撑构件76之间发生。图11b示出两个自由度腕部70的中间构件80和末端执行器主体72之间的角定向限制硬接触,用于关于第二轴线90旋转(通过第二接头82和第三接头84)。当末端执行器72在关于第二轴线90的相反方向旋转时,类似的角定向限制硬接触在中间构件80和末端执行器主体72之间发生。

[0129] 图12示出依照许多实施例的,具有两个自由度腕部70的工具总成140的简化概略图。工具总成140包括近端致动总成142、主轴144、末端执行器146的铰接末端执行器基础、以及两个自由度的腕部70。在许多实施例中,近端致动总成142被可操作地耦合末端执行器基础,以便在二维中,相对于主轴144选择性地重定向末端执行器基础,并且可操作地耦合末端执行器146,以便相对于末端执行器基础,铰接一个或更多末端执行器部件。能够使用多个致动组件,从而耦合致动总成142和末端执行器146,例如,控制缆索、缆索/海波管组合、驱动轴、拉杆、以及推杆。在许多实施例中,通过主轴144的孔,将致动组件路由在致动总成142和末端执行器146之间。

[0130] 能够配置工具总成140,用于在许多应用中使用,例如手持式装置,其具有在近端致动机构142中使用的手动和/或自动致动。同样地,工具总成140能够具有微创机器人手术之外的应用,例如,非机器人微创手术、非微创机器人手术、非机器人非微创手术、以及其他应用,其中使用两个自由度的腕部将有益。

[0131] 通过链接张力构件的腕部铰接

[0132] 图13a示出依照许多实施例的,具有通过链接张力构件的腕部铰接的手术工具170的简化概略图。手术工具170包括第二链接172,其被通过两个自由度接头而枢轴耦合第一链接174。该接头用于关于第一轴线176和第二轴线178的第二链接172和第一链接174之间的旋转运动。第一轴线176相对于第一链接174固定,并且第二轴线178相对于第一链接172固定。四个附接部件180、182、184、186被设置在第二链接172上。每个附接部件180、182、184、186都分别耦合张力构件188、190、192、194。通过第一链接174的孔路由张力构件188、

190、192、194，并且通过控制缆索198、200、202、204耦合致动机构196。在许多实施例中，配置张力构件188、190、192、194，从而在操作负载下最小化拉伸，并且从而降低成本(例如，17英寸长，0.04英寸外径，0.02英寸内径；15.2英寸长，0.06英寸外径，0.02英寸内径)。在许多实施例中，配置附件部件180、182、184、186、张力构件188、190、192、194、第一轴线176、以及第二轴线178，以便张力构件的相对轴向运动相对于第一链接174角定向第二链接172，以便抑制张力构件中的张力变化。在示出的实施例中，致动机构196包括第一马达驱动绞盘206和第二马达驱动绞盘208。将第一对角相对控制缆索对(例如，控制缆索198、202)缠关于第一马达驱动绞盘206，以便第一马达驱动绞盘206的顺时针转动将等量缩回控制缆索202和延伸控制缆索198，并且第一驱动绞盘206的逆时针转动将等量缩回控制缆索198和延伸控制缆索202。同样地，将第二对角相对控制缆索对(例如，控制缆索200、204)缠关于第二马达驱动绞盘208，以便第二马达驱动绞盘208的顺时针转动将等量缩回控制缆索200和延伸控制缆索204，并且第二驱动绞盘208的逆时针转动将等量缩回控制缆索204和延伸控制缆索200。

[0133] 图13b和图13c概略示出一个附件部件180、182、184、186。附件部件180、182、184、186具有弯曲部分210，其具有用于其弯曲正常中心线214的固定曲率中心212，以及关于其弯曲正常中心线214的第一曲率半径216。每个固定曲率中心都能够位于包括第二轴线178的两维平面内。弯曲正常中心线能够位于垂直于第二轴线178定向的两维平面内。四个弯曲正常中心线能够正切包括第一轴线176的两维平面。每个张力构件188、190、192、194都能够具有附件突缘218、220、222、224，其具有垂直于张力构件长度定向的孔轴线。附件突缘孔按尺寸形成，从而滑动接收相应的附件部件弯曲部分。配置附件突缘，从而在相对于第一链接174铰接第二链接172期间，关于弯曲部分旋转，和/或沿弯曲部分滑动。

[0134] 当第二链接172关于第二轴线178旋转时，附件突缘218、220、222、224沿附件部件180、182、184、186的相应弯曲部分滑动。图13d示出依照许多实施例的，图13a的手术工具170的简化概略图，其示出关于第二轴线178旋转的第二链接172。每个附件突缘218、220、222、224都沿相应的附件部件弯曲部分滑动，以便每个张力构件都对齐用于其相应的附件部件弯曲部分段的固定曲率中心。结果，上部张力构件190、194延伸的量与下部张力构件188、192收缩的量相同(与图13a中所示的中间第二链接定向相比)。通过张力构件的该平衡延伸/收缩，能够由公共致动机构链接和致动一个或更多对张力构件。例如，对角相对张力构件能够耦合至少一个控制缆索，并且能够由马达驱动绞盘致动至少一个控制缆索。能够使用马达驱动绞盘(例如伺服控制)，从而同时(以及相等地)延伸耦合第一对张力构件的一段控制缆索，以及收缩耦合第二对张力构件的一段控制缆索。该控制缆索的同时和相等延伸/收缩能够抑制链接张力构件中的张力变化，这可帮助避免任何有害控制缆索松弛和/或工具组件超载。

[0135] 图13e示出依照许多实施例的，从平行于两个自由度接头的第一轴线176的观察方向的图13a和图13d的手术工具170。如上所述，附件部件180、182、184、186包括弯曲部分段，其具有正常中心线和固定的曲率中心。每个中心线都与包括两个自由度接头的第一轴线176的平面相切。每个固定曲率中心都位于包括两个自由度接头的第二轴线178的平面内。

[0136] 当第二链接172关于第一轴线176旋转时，附件突缘218、220、222、224关于相应的附件部件弯曲部分正常中心线旋转。图13f示出依照许多实施例的，图13a、图13d以及图13e

的手术工具170的简化概略图,其示出关于第一轴线176旋转的第二链接172。每个附接突缘218、220、222、224都关于附接部件180、182、184、186的相应弯曲部分正常中心线旋转,以便每个张力构件都对齐相应的中心线。结果,上部张力构件188、190延伸的量与下部张力构件192、194收缩的量相同(与图13e中所示的中间第二链接定向相比)。如上所述,通过张力构件的该平衡延伸/收缩,能够由公共致动机构链接和致动一个或更多对张力构件。例如,能够由第一马达驱动绞盘致动包括两个对角相对张力构件188、194的第一对四个张力构件,并且能够由第二马达驱动绞盘致动包括剩余两个对角相对张力构件190、192的第二对四个张力构件。能够使用第一和第二马达驱动绞盘,从而在用于两个自由度接头的定向范围内,相对于第一链接174铰接第二链接172。

[0137] 图13g示出依照许多实施例的,手术工具230的透视局部视图,其具有通过两个自由度接头而耦合第一链接234的第二链接232。示出的两个自由度接头包括中间构件236,其被枢轴耦合,从而相对于支撑构件238关于第一轴线旋转。第二链接232被枢轴耦合中间构件236,以便相对于中间构件236,关于第二轴线旋转。第二链接包括四个附接部件240、242、244、(246,从视图中隐藏),其包括弯曲部分段。四个张力构件248、250、252、(254,从视图中隐藏)耦合四个附接部件240、242、244、246。

[0138] 示出的手术工具230经配置,类似于上述和图13a、13d、13e和13f中所示的手术工具170。因此,将上述关于手术工具170的讨论应用于图13g中所示的手术工具230,其进一步示出通过链接张力构件的腕部铰接。图13h示出依照许多实施例的,图13g的手术工具的侧视图,其示出关于两个自由度接头的第一轴线的第二链接232的60度定向。从图13g所示的对齐定向到图13h所示的定向,已将张力构件附接突缘关于弯曲部分段的正常中心线枢轴旋转,因此保持张力构件和弯曲部分段的正常中心线之间的对齐。图13i示出依照许多实施例的,图13g的手术工具230的侧视图,其示出关于两个自由度的接头的第二轴线的第二链接的30度定向。从图13g所示的对齐定向到图13h所示的定向,已将张力构件附接突缘沿附接部件的弯曲部分段滑动,因此保持张力构件和弯曲部分段的固定曲率中心之间的对齐。

[0139] 图14a示出依照许多实施例的,具有通过链接张力构件的腕部铰接的手术工具260的简化概略图。手术工具260包括第二链接262,其被通过两个自由度的接头而枢轴耦合第一链接264。接头用于关于第一轴线266和第二轴线268,在第二链接262和第一链接264之间的转动运动。第一轴线266被相对于第一链接264固定,并且第二轴线268被相对于第二链接262固定。在第二链接262上设置四个附接部件270、272、274、276。每个附接部件270、272、274、276都分别耦合张力构件278、280、282、284,通过第一链接264的孔路由张力构件278、280、282、284,并且将其耦合致动机构(未示出;例如,关联致动上述远程机器人手术系统中的远程操作手术器械的致动机构)。在许多实施例中,配置附接部件270、272、274、276、张力构件278、280、282、284、第一轴线266、以及第二轴线268,以便张力构件的相对轴向运动相对于第一链接264,角定向第二链接262,从而抑制张力构件中的张力变化。

[0140] 每个附接部件270、272、274、276都包括附接突缘,其具有平行于第二轴线268定向的孔轴线。每个张力构件278、280、282、284都能够包括一段弯曲部分,其具有关于其正常中心线的第一曲率半径,以及用于其弯曲中心线的固定曲率中心。弯曲正常中心线能够位于垂直于第一轴线266定向的两维平面内。附接部件突缘孔按尺寸形成,从而滑动接收张力构件弯曲部分。配置附接部件突缘,从而在相对于第一链接264铰接第二链接262期间,关于张

力构件弯曲部分旋转和/或沿张力构件弯曲部分滑动。

[0141] 当第二链接262关于第二轴线268旋转时,张力构件的每个弯曲部分都在相应的附件部件突缘上滑动。图14b示出依照许多实施例的,图14a的手术工具260的简化概略图。张力构件的每个弯曲部分都在相应的附件部件突缘上滑动。结果,上部张力构件280、282延伸的量与下部张力构件278、282收缩的量相同(与图14a中所示的中间第二链接定向相比)。类似于上述手术工具170,这提供张力构件的该平衡延伸/收缩。因此,上述关于手术工具170的该张力构件的平衡延伸/收缩的另外方面和益处应用于手术工具260,并且不再此处重复。

[0142] 图14c示出依照许多实施例的,图14a和图14b的手术工具260,其来自两个自由度接头的第二轴线268的平行观察方向。如上所述,每个附件部件270、272、274、276都包括附件突缘,其具有平行于第二轴线268定向的孔轴线。每个张力构件都包括弯曲部分,其具有正常中心线,以及固定曲率中心。

[0143] 当第二链接262关于第二轴线268旋转时,张力构件弯曲部分在附件部件突缘内枢轴旋转。图14d示出依照许多实施例的,图14a、图14b以及图14c的手术工具260的简化概略图,其示出关于第二轴线268旋转的第二链接262。张力构件的每个弯曲部分都在相应的附件部件突缘孔内枢轴旋转,以便每个张力构件都保持与相应的附件部件突缘孔对齐。结果,上部张力构件278、280延伸的量与下部张力构件282、284收缩的量相同(与图14c中所示的中间第二链接定向相比)。如上所述,通过张力构件的该平衡延伸/收缩,能够由公共致动机机构链接和致动一个或更多对张力构件。因此,上述关于手术工具170的该张力构件的平衡延伸/收缩的另外方面和益处应用于手术工具260,并且不再此处重复。

[0144] 图14e示出依照许多实施例的,手术工具290的局部透视图,其具有通过两个自由度的接头而耦合第一链接(未示出)的第二链接292。示出的两个自由度的接头包括中间构件294,其被枢轴耦合,从而相对于支撑构件296关于第一轴线旋转。枢轴耦合第二链接292,从而相对于中间构件294关于第二轴线旋转。第二链接292包括四个附件部件298、300、302、(304从视图中隐藏),每个都包括附件突缘。四个附件部件298、300、302、304耦合四个附件部件306、308、310、312。四个附件部件306、308、310、312每个都包括弯曲部分段,其可由相应的附件部件突缘滑动接收。类似于上述以及图14a、14b、14c以及14d中所示的手术工具260,配置示出的手术工具290。因此,关于手术工具260的上述讨论应用于图14e所示的手术工具290,其进一步示出经链接张力构件的腕部铰接。

[0145] 图15示出依照许多实施例的,用于制造手术工具的方法320的简化流程图。在过程322中,第二链接被耦合第一链接,从而关于第一和第二轴线旋转。例如,能够使用两个自由度接头机构,从而将第二链接耦合至第一链接。两个自由度接头能够包括中间构件,其被枢轴耦合第二链接,从而关于第一轴线,相对于第一链接旋转。第二链接能够被耦合中间构件,从而关于第二轴线,相对于中间构件旋转。第一链接能够具有远端、近端、以及其中限定的第一链接轴线。第一链接能够具有轴向孔。第一和第二轴线能够不平行于第一链接轴。第一轴线能够不平行于第二轴线。第二链接能够包括四个附件部件。当沿第一链接轴线观察时,每个附件部件都能够偏移第一和第二轴线。当沿第一链接轴线观察时,每个附件部件都能够被设置在第一和第二轴线限定的每个象限内。

[0146] 在过程324,张力构件被耦合每个第二链接附件部件。每个张力构件都能够从第一

链接孔内,向远端延伸至第二链接的一个附件部件,以便张力构件的轴向运动相对于第一链接,关于轴线角度定向第二链接。张力构件和附件部件之间的接口界面能够改变张力构件相对于第二链接的位置,其关联相对于第一链接的第二链接的角度定向,以便抑制张力构件中的张力变化。

[0147] 在进程326,每个张力构件被耦合致动机构,其可操作,从而通过致动张力构件,在二维中相对于第一链接控制第二链接的角度定向。例如,第一四个张力构件能够耦合第一控制缆索,并且第二四个张力构件能够耦合第二控制缆索。第一和第二张力构件能够为对角相对张力构件。第一和第二控制缆索能够耦合致动机构的第一绞盘。第三四个张力构件能够耦合第三控制缆索,并且第四四个张力构件能够耦合第四控制缆索。第三和第四张力构件能够为对角相对张力构件。第三和第四控制缆索能够耦合致动机构的第二绞盘。

[0148] 图16示出依照许多实施例的,工具总成330的简化概略图,其具有经链接张力构件铰接的腕部。工具总成330包括近端致动总成332、主轴334、末端执行器336的铰接末端执行器基础、两个自由度的腕部338。在许多实施例中,近端致动总成332被可操作地耦合末端执行器基础,以便如以上关于手术工具170和260所述,通过链接张力构件,在二维中相对于主轴334选择性地重定向末端执行器基础,并且被可操作地耦合末端执行器336,以便相对于末端执行器基础,铰接一个或更多末端执行器部件。能够使用许多致动组件,从而耦合致动总成332和末端执行器,例如控制缆索、驱动轴、以及上述链接张力构件和相应的末端执行器基础附件部件。在许多实施例中,通过主轴334孔,在致动总成332和末端执行器336之间路由致动组件。

[0149] 能够配置工具总成330,用于在许多应用中使用,例如手持式装置,其具有在近端致动机构332中使用的手动和/或自动致动。同样地,工具总成330能够具有微创机器人手术之外的应用,例如,非机器人微创手术、非微创机器人手术、非机器人非微创手术、以及其他应用,其中使用由链接张力构件铰接的两个自由度接头将有益。

[0150] 用于经某一角度传递扭矩的机构

[0151] 图17示出依照许多实施例的,工具总成340的简化概略图,其具有用于经某一角度传递扭矩的机构372。工具总成370包括近端扭矩源374、主轴376、末端执行器378的铰接末端执行器基础、以及扭矩传递机构372。扭矩传递机构372包括驱动轴380、从动轴382、以及耦合构件384,其耦合驱动轴380和从动轴382两者,以便驱动轴380的转动产生从动轴382的相应旋转。在许多实施例中,安装驱动轴380,用于相对于主轴376旋转,并且被通过主轴376的孔(中心线或便宜)路由。在许多实施例中,配置扭矩传递机构372,以便从动轴382的旋转速度在轴之间的任何相对角定向,都充分匹配驱动轴380的旋转速度。操作中,近端扭矩源374旋转驱动轴380,其旋转耦合构件384,后者旋转从动轴382,因此通过主轴376和末端执行器378之间的某一角度传递扭矩。在许多实施例中,从动轴382致动末端执行器378的轴驱动机构。例如,末端执行器轴驱动机构能够相对于铰接末端执行器基础铰接夹爪,和/或能够致动手术装置(例如,吻合装置、切割器装置、烧灼装置)。该轴驱动机构仅为示意性的。能够使用从动轴,从而致动其他适当的轴驱动机构。另外,虽然示出工具总成370具有一个扭矩传递机构372,但是这仅为示意性的。能够使用一个或更多扭矩传递机构372,例如从而从近端扭矩源374将扭矩传递至相应的一个或更多末端执行器机构。

[0152] 能够配置工具总成370,用于在许多应用中使用,例如手持式装置,其具有在近端

扭矩源374中使用的手动和/或自动致动。同样地,工具总成370能够具有微创机器人手术之外的应用,例如,非机器人微创手术、非微创机器人手术、非机器人非微创手术、以及其他应用,其中使用通过某一角度传递扭矩的公开机构将有益。

[0153] 图18示出依照许多实施例的,通过某一角度传递扭矩的机构390的侧视图。扭矩传递机构390包括驱动轴392、耦合构件394、从动轴396、第一耦合销件398、以及第二耦合销件400。图18示出处于内嵌构造中的扭矩传递机构390。

[0154] 驱动轴392被轴向和转动耦合该耦合构件394。驱动轴392具有远端402,其被在耦合构件394的第一插座404内接收。驱动轴远端402包括横向狭槽406。第一耦合销398匹配耦合构件394,以便穿过第一插座404。第一耦合销件398被驱动轴横向狭槽406接收。驱动轴远端402和耦合构件第一插座404能够具有互补形状的接口表面,例如,球形表面。第一耦合销件398和驱动轴横向狭槽404之间的相互作用轴向和可旋转地耦合驱动轴392和耦合构件394。另外,驱动轴远端402的接口表面和耦合构件第一插座404之间的相互作用能够进一步相对于耦合构件394约束驱动轴392。

[0155] 类似地,从动轴396被轴向和转动耦合该耦合构件394。从动轴396具有近端408,其被在耦合构件394的第二插座410内接收。从动轴近端408包括横向狭槽412。第二耦合销400匹配耦合构件394,以便穿过第二插座410。第二耦合销件400被从动轴横向狭槽412接收。从动轴近端408和耦合构件第二插座410能够具有互补形状的接口表面,例如,球形表面。第二耦合销件400和从动轴横向狭槽412之间的相互作用轴向和可旋转地耦合从动轴396和耦合构件394。另外,从动轴近端408的接口表面和耦合构件第二插座410之间的相互作用能够进一步相对于耦合构件394约束从动轴396。

[0156] 图19a示出依照许多实施例的,图18的扭矩传递机构390的横截面图,其示出驱动轴392的球形齿轮齿414和从动轴396的匹配球形齿轮齿416之间的啮合。齿轮齿被加术语“球形”,是因为其一般形式为球形表面上的几何小圆。示出的横截面分别包括驱动轴392、从动轴396以及耦合构件394的中心线,并且沿平行于第一耦合销件398和第二耦合销件400的观察方向截取。在所示内嵌构造中,耦合构件394、驱动轴392、以及从动轴396对齐。耦合构件394关于耦合构件轴线418旋转。耦合构件轴线418为两个插座404、410之间的纵向中心线。驱动轴392关于驱动轴线420旋转。从动轴396关于从动轴线422旋转。约束驱动轴392,从而关于第一耦合销件398枢轴旋转(并且因此受约束,从而相对于耦合构件394枢轴旋转)。同样地,约束从动轴396,从而关于第二耦合销件400枢轴旋转(并且因此受约束,从而相对于耦合构件394枢轴旋转)。驱动轴齿轮齿414和从动轴齿轮齿416之间的啮合提供的驱动轴392和从动轴396之间的另外约束连接以下两种相对角定向,即驱动轴392和耦合构件394之间的相对角定向,以及从动轴396和耦合构件394之间的相对角定向。

[0157] 图19a也示出驱动轴外球形表面424,其与耦合构件第一插座404的内部球形表面426接口/连接(interface with)。类似地,从动轴外球形表面428与耦合构件第二插座410的内部球形表面430接口/连接。如上所述,第一耦合销件398提供的约束轴向和可旋转地耦合驱动轴392和耦合构件394,并且第二耦合销件400提供的约束轴向和可旋转地耦合从动轴396和耦合构件394。另外,接口球形表面提供的约束能够进一步相对于耦合构件394约束驱动轴392和从动轴396。

[0158] 图19b示出依照许多实施例的,图18和图19a的扭矩传递机构390的横截面图,其示

出用于成角构造的驱动轴齿轮齿414和从动轴齿轮齿416之间的啮合。示出的横截面包括驱动轴线420、从动轴线422、以及耦合构件轴线418，并且沿平行于第一耦合销件398和第二耦合销件400的观察方向截取。

[0159] 在示出的成角构造中，驱动轴422偏离驱动轴线420为70度。驱动轴齿轮齿414和从动轴齿轮齿416之间的啮合提供的约束引起70度相等地分布于以下两者，即驱动轴线420和耦合轴线418之间的35度偏离，以及耦合轴线418和从动轴线422之间的35度偏离。通过约束耦合构件，从而将其在相对于驱动轴和从动轴相等的角度导向，当将耦合构件的转动传递至从动轴时，就有效消除驱动轴和耦合构件之间的任何旋转速度差异，因此基本消除驱动轴和从动轴之间的任何旋转速度差异。

[0160] 将驱动轴齿轮齿414和从动轮齿轮齿416球形定向，以便在驱动轴392和从动轴396之间提供上述约束，用于扭矩传递机构390的任何角度定向。对于成角度构造，驱动轴392的转动以及从动轴396的相应转动引起驱动轴远端402和从动轴近端408的不同部分被耦合轴线418分割。使用球形齿轮齿允许轴的该运动，而同时仍提供相对于驱动轴定向耦合构件所需的角约束。

[0161] 能够使用其他适当的轴间角约束构造。例如，如图19c所示，驱动轴部件（例如，包括从驱动轴远端悬出的球形表面432的部件）能够耦合从动轴部件（例如，包括接收该包括从驱动轴远端悬出的球形表面的悬出驱动轴部件的圆柱形孔434的部件）。虽然使用一些轴间角约束可引起驱动轴420和耦合轴线418之间的相对角度，以及耦合轴线418和从动轴线422之间的相对角度之间的一定水平的变动，但是在一些应用中，驱动轴392和从动轴396之间的结果旋转速度变动可接受。

[0162] 能够使用其他球形齿轮齿，从而提供适当的轴间角约束。例如，驱动轮远端402能够包括齿轮齿表面，其关于驱动轴420延伸，并且从动轴近端408能够包括互补齿轮齿表面，其关于从动轴422延伸，以便驱动轴齿轮齿表面啮合从动轴齿轮齿表面，以便提供轴间角约束。驱动轴齿轮齿表面能够由驱动轴齿轮齿轮廓限定，后者从驱动轴420径向延伸，并且从动轴齿轮齿表面能够由从动轴齿轮齿轮廓限定，后者从驱动轴422径向延伸，以便提供轴间角约束，其在驱动/耦合器角度和从动/耦合器角度之间保持充分等值。驱动轴齿轮齿表面能够包括外卷表面，其由将驱动轴齿轮齿轮廓关于驱动轴线420旋转限定，并且从动轴齿轮齿表面能够包括外卷表面，其由将从动轴齿轮齿轮廓关于从动轴线422旋转限定。例如，在图19c中，悬出的球形表面432包括齿轮齿轮廓（其圆形横截面），其从驱动轴线径向延伸，以及外卷表面，其由关于驱动轴线420旋转其齿轮齿轮廓限定。圆柱形孔表面434包括互补齿轮齿表面（其直线横截面），其从从动轴线422径向延伸，以及外卷表面，其由关于驱动轴线422旋转其齿轮齿轮廓限定。能够以类似方式配置其他齿轮齿轮廓，例如，图19a所示的齿轮齿轮廓以及图19c所示的齿轮齿轮廓之间的处于中间形状的齿轮齿轮廓，

[0163] 图19d示出依照许多实施例的，图18、19a和19b的扭矩传递机构390的横截面图，其示出驱动轴横向狭槽406和类似的从动轴横向狭槽412的构造。配置驱动轴横向狭槽406，从而贯穿驱动轴线420和耦合轴线418之间的角度范围，都适应第一耦合销件398。同样地，配置从动轮横向狭槽412，从而贯穿从动轴线422和耦合轴线418之间的角度范围，都适应第二耦合销件400。当在成角度构造中操作扭矩传递机构390时，驱动轴横向狭槽406内的第一耦合销件398的位置对于驱动轴392的每个360度旋转，都将经历单摆动周期。同样地，从动轴

横向狭槽412内的第二耦合销件400的位置对于从动轴396的每个360度旋转,也都将经历单摆动周期。

[0164] 图20呈现驱动轴392和从动轴396的透视图分类。这些透视图从不同的观察方向示出驱动和从动轴的细节,例如驱动轴392的球形齿轮齿414、从动轴396的球形齿轮齿416、驱动轴横向狭槽406、从动轴横向狭槽412、驱动轴外部球形表面424、以及从动轴外部球形表面428。

[0165] 能够参考图21a和图21b描述横向狭槽406、412内的耦合销件398、400的摆动。图21a示出在沿垂直于耦合销件398、400的观察方向的扭矩传递机构390的视图。图21b示出在沿平行于耦合销件398、400的观察方向的扭矩传递机构390的视图。在图21a和图21b中,耦合构件394透明,从而示出机构组件之间的相互作用。在图21a所示的位置中,为了适应驱动轴392和耦合构件394之间的角度,第一耦合销件398在驱动轴横向狭槽内倾斜(能够通过结合图21a中所示的轴间角度,考虑图19d中所示的狭槽形状形象化)。在图21b中,耦合构件394具有这样的角度定向,其与图21a的耦合构件定向成90度,因此对齐耦合销398、400和观察方向。对于图21b所示的定向。耦合销398、400能够在横向狭槽406、412内倾斜(类似于图19d)。在扭矩传递机构390的360度旋转期间,横向狭槽406、412内的耦合销件398、400的位置将完成一个摆动周期。

[0166] 在扭矩传递机构390中,关于彼此,旋转轴及其耦合件每个都具有关于关联的销件的纵向中心线的“偏航”自由度(DOF),以及关于垂直于销件的纵向中心线的直线的“倾斜”DOF。两个“偏航”轴线平行,并且“倾斜”轴线受旋转轴之间的啮合约束,从而每个都为驱动和从动轴之间总角度的一半。

[0167] 能够使用多行球形齿轮齿,从而耦合驱动和从动轴,以便提供轴间角约束。例如,图22a示出多行接口连接球形齿轮齿。图22b示出图22a的齿轮齿的横截面轮廓和球形布置。

[0168] 图23a示出依照许多实施例的,用于通过某一角度传递扭矩的机构440的侧视图。扭矩传递机构440类似于上述机构390,但是具有双插销构造。例如,机构440使用和机构390相同的耦合构件394和相同的耦合销件398、400,但是包括驱动轴插销442,从而耦合驱动轴444和耦合销件398,以及从动轴插销446,从而耦合从动轴448和耦合销件400。在图23a中,示出“看穿”耦合构件394,从而更好地示出双插销构造的细节。

[0169] 图23b示出具有机构440,其中移除耦合机构394,其具有“看穿”从动轴448,从而更好地示出从动插销446。在从动轴448的孔内接收从动轴插销446,并且可在从动轴孔内旋转。在从动轴插销446内接收耦合销件400。从动轴448和耦合构件394关于耦合销400的中心线之间的相对旋转,通过相对于耦合构件394旋转耦合销件400,和/或相对于从动轴插销446旋转耦合销件400发生。类似地,在驱动轴444的孔内接收驱动轴插销442,并且其可在驱动轴孔内旋转。在驱动轴插销442的孔内接收耦合销件398。驱动轴444和耦合构件394关于耦合销件398的中心线之间的相对旋转,通过相对于耦合构件394旋转耦合销件398,和/或相对于驱动轴插销442旋转耦合销件398发生。

[0170] 图23c示出沿耦合销件398、400的中心线截取的图23a和图23b的机构440的横截面图。配置驱动轴横向狭槽406,从而贯穿驱动轴444和耦合构件394之间角度范围容纳耦合销件398,其通过相对于驱动轴插销442的中心线旋转驱动轴444发生。类似地,配置从动轴横向狭槽412,从而贯穿从动轴448和耦合构件394之间角度范围容纳耦合销件400,其通过相

对于从动轴插销446的中心线旋转从动轴448发生。如通过比较图23c和图19d可见,与机构390的单插销构造相比,机构440的双插销构造沿驱动和从动轴提供较少机构空转。该较少空转可在驱动轴齿轮齿414和从动轴齿轮齿416之间提供更多一致耦合。

[0171] 图23d示出驱动轴444的插销接收孔450,以及从动轴448的类似插销接收孔452。图23e示出驱动轴横向狭槽406以及从动轴横向狭槽412。

[0172] 图24a示出依照许多实施例的,机构460的简化概略图,其用于通过某一角度传递扭矩,其中轴突出与耦合构件狭槽相互作用,从而传递转动运动。扭矩传递机构460包括驱动轴462、耦合构件464、以及从动轴466。

[0173] 配置驱动轴462,从而轴向和可转动地耦合该耦合构件464。驱动轴462具有近端468、远端470、以及其中限定的驱动轴472。驱动轴462包括第一圆柱形突出474,其从驱动轴远端470突出,以及第二圆柱形突出476,其从驱动轴远端470的相对侧突出。驱动轴远端470具有球形表面478和球形齿轮齿480。

[0174] 类似地,配置从动轴466,从而轴向和可转动地耦合该耦合构件464。从动轴466具有远端482、近端484、以及其中限定的从动轴486。从动轴466包括第三圆柱形突出488,其从从动轴近端484突出,以及第四圆柱形突出490,其从驱动轴远端484的相对侧突出。从动轴近端484具有球形表面492和球形齿轮齿494。

[0175] 耦合构件464被配置成轴向耦合驱动轴远端470和从动轴近端484两者。耦合构件464具有限定驱动插座496的管状结构、从动插座498、以及其中限定的耦合轴线500。驱动插座496按形状形成,从而与驱动轴远端470接口/连接(interface with),以便在驱动轴远端470和驱动插座496之间产生球窝接头约束。例如,驱动插座496能够包括一个或更多表面,其经配置,从而连接驱动轴远端球形表面478。在许多实施例中,驱动插座496包括球形表面502,其经配置从而连接驱动轴远端球形表面478。类似地,从动插座498按形状形成,从而连接从动轴近端484,以便在从动轴近端484和从动插座498之间产生球窝接头约束。例如,从动插座498能够包括一个或更多表面,其经配置,从而接口/连接(interface with)从动轴近端球形表面492。在许多实施例中,从动插座498包括球形表面504,其经配置从而连接从动轴近端球形表面492。如下更详细所述,耦合构件464能够包括一个或更多单独的块,例如两个块。

[0176] 耦合构件464还被配置成可旋转耦合驱动轴远端470和从动轴近端484两者。耦合构件第一插座496包括第一狭槽506和第二狭槽508。配置第一狭槽506和第二狭槽508,从而分别接收第一突出474和第二突出476,并且贯穿驱动轴462和从动轴466之间的角度范围,容纳突出474、476(如图24d所示)。类似地,耦合构件第二插座498包括第三狭槽510和第四狭槽512。配置第三狭槽510和第四狭槽512,从而分别接收第三突出488和第四突出490,并且贯穿驱动轴462和从动轴466之间的角度范围,容纳突出488、490。驱动轴突出474、476和第一插座狭槽506、508之间的相互作用,将转动运动从驱动轴462传递至耦合构件464。类似地,第二插座狭槽510、512和从动轴突出488、490之间的相互作用,将转动运动从耦合构件464传递至从动轴466。

[0177] 扭矩传递装置460使用驱动轴远端470和从动轴近端484之间的啮合,从而控制驱动轴462、耦合构件464以及从动轴466之间的相对角度定向。能够使用啮合部件,例如球形齿轮齿480、494,从而控制驱动轴462、耦合构件464以及从动轴466之间的相对定向。虽然在

扭矩传递机构460中,通过啮合球形齿轮齿480、494提供驱动轴462以及从动轴466之间的轴间角约束,但是使用球形齿轮齿仅为示意性的。也能够使用其他适当的轴间角约束,也能够在扭矩传递机构460中,使用上述用于扭矩传递机构390的轴间角约束。另外,适用于上述扭矩传递机构390的齿轮齿定义也可应用于扭矩传递机构460。

[0178] 图24b示出依照许多实施例的,沿平行于突出的观察方向的图24a的扭矩传递机构460的视图。隐藏线示出第一狭槽506内的第一突出474,以及第三狭槽510内的第三突出488。狭槽的细长形状使得驱动轴462和从动轴466能够相对于耦合构件464枢轴旋转,而同时在驱动轴462和耦合构件464之间、以及耦合构件464和从动轴466之间提供转动运动的传递。

[0179] 图24c示出依照许多实施例的,沿垂直于突出的观察方向的图24a和图24b的扭矩传递机构460的视图,其示出两块耦合构件464的细节。耦合构件464包括第一块514和第二块516。第一块514和第二块516包括附接法兰518,其具有用于附接紧固件(未示出)的紧固件孔。虽然示出耦合构件464包括第一块514和第二块516,示出两者被经附接法兰518结合,但是该方法仅为示意性的,并且能够使用其他适当的方法。例如,能够将耦合构件464切为中心管状块和两个邻接末端帽件,在将驱动轴462和从动轴466相对于中心管状块定位后,能够将帽件装配至中心管状块。

[0180] 图24d示出依照许多实施例的,处于成角度构造的图24a、24b和24c的扭矩传递机构460。球形齿轮齿480、494,结合驱动轴远端470和耦合构件第一插座496之间的接口提供的位置约束,以及从动轴近端484和耦合构件第二插座498之间的接口提供的位置约束,约束扭矩传递机构460,以便驱动轴线472和耦合轴线500之间的角度充分等于耦合轴线500和从动轴线486之间的角度。操作中,关于驱动轴线472旋转驱动轴462通过以下相互作用而产生关于耦合轴线500的耦合构件464的旋转,即第一突出474和第一狭槽506之间的相互作用,以及第二突出476和第二狭槽508之间的相互作用。操作中,突出474、476的位置在狭槽506、508内以下列方式振荡,其类似于上述参考图18至图21b的扭矩传递机构390的耦合销件398、400的振荡。类似地,耦合构件464关于耦合轴线500的旋转产生关于从动轴线486的从动轴466的旋转。

[0181] 图25a和图25b示出依照许多实施例的,用于通过某一角度传递扭矩的机构520的简化概略图,其中,改进U接头耦合构件在驱动轴和耦合构件之间,以及在耦合构件和从动轴之间传递转动运动。扭矩传递机构520包括驱动轴522、第一改进U接头耦合524、耦合构件526、第二改进U接头耦合528、以及从动轴530。与上述实施例一样,扭矩传递机构520使用驱动轴和从动轴啮合部件(例如,球形齿轮齿532、534),从而约束驱动轴522、耦合构件526以及从动轴530的相对定向。

[0182] 改进U接头耦合524、528轴向和可旋转地分别将驱动轴522耦合至耦合构件526,将耦合构件526耦合至从动轴530。第一改进U接头耦合524包括第一销件536和第二销件538。安装第一销件536,用于关于第一销件轴线540相对于耦合构件526旋转。将第二销件538垂直于第一销件536定向,并且耦合第一销件536。驱动轴522被耦合第二销件538,从而关于第二销件轴线542旋转。第二销件轴线542自身关于第一销件轴线540旋转。驱动轴522包括开口544,其经配置从而容纳第一销件536。类似地,第二改进U接头耦合528包括第三销件546和第四销件548。安装第三销件546,用于关于第三销件轴线550相对于耦合构件526旋转。将

第四销件548垂直于第三销件546定向，并且被耦合第三销件546。从动轴530被耦合第四销件548，从而关于第四销件轴线552旋转。第四销件轴线552自身关于第三销件轴线550旋转。从动轴530包括开口554，其经配置从而容纳第三销件546。耦合构件526能够包括开口556，其用于安装第二销件538和第四销件548。

[0183] 操作中，扭矩传递机构520其类似于上述扭矩传递机构390、460的作用。驱动轴和从动轴啮合部件(例如，球形齿轮齿532、534)约束驱动轴522、耦合构件526以及从动轴530的相对定向，以便驱动轴522和耦合构件526之间，以及耦合构件526和从动轴530之间的相对角度基本相等。操作中，驱动轴522的旋转通过第一改进U接头耦合524产生耦合构件526的旋转。类似地，耦合构件526的旋转通过第二改进U接头耦合528产生耦合构件526的旋转。

[0184] 组合部件

[0185] 图26示出紧凑腕部600，其具有由在此公开的链接张力构件铰接的两个自由度的腕部，以及使用在此公开的双通用接头，从而穿过两个自由度的腕部，经某一角度传递扭矩。紧凑腕部600集成两个自由度的腕部、经链接张力构件的腕部铰接、以及通过双通用接头经某一角度的扭矩传递。虽然在紧凑腕部600中包括所有三个这些方面，但是腕部能够单独利用在此公开的任何方面，或任何适当的组合。这些三个组合方面的益处在于，通过具有大角度位移能力(例如在任何方向高达大约60度)和相对短距离的两个自由度的腕部传递偏离中心线的扭矩。在微创手术环境(例如，肠手术)中，该短距离腕部机构允许这样的手术末端执行器，其要求用于手术的传递扭矩被在紧密空间机动(倾斜、偏航、滚转)，以便铰接末端执行器和支撑轴的远端之间的横向距离最小化。上述说明已关注描述的特殊方面和特点。然而，应理解，实施时，可组合该各种方面和特点。也就是说，可将上述参考一个实施例的特殊方面和部件包括在一个或更多实施例中，即使未特别示出该替换实施例也是如此。

[0186] 应理解，在此描述的例子和实施例仅用于例示性目的，并且本领域技术人员应想起基于此的各种更改或改变，并且将其包括在本申请的精神和范围以及附加权利要求的保护范围之内。可能有许多不同的组合，并且应将该组合视为本发明的部分。

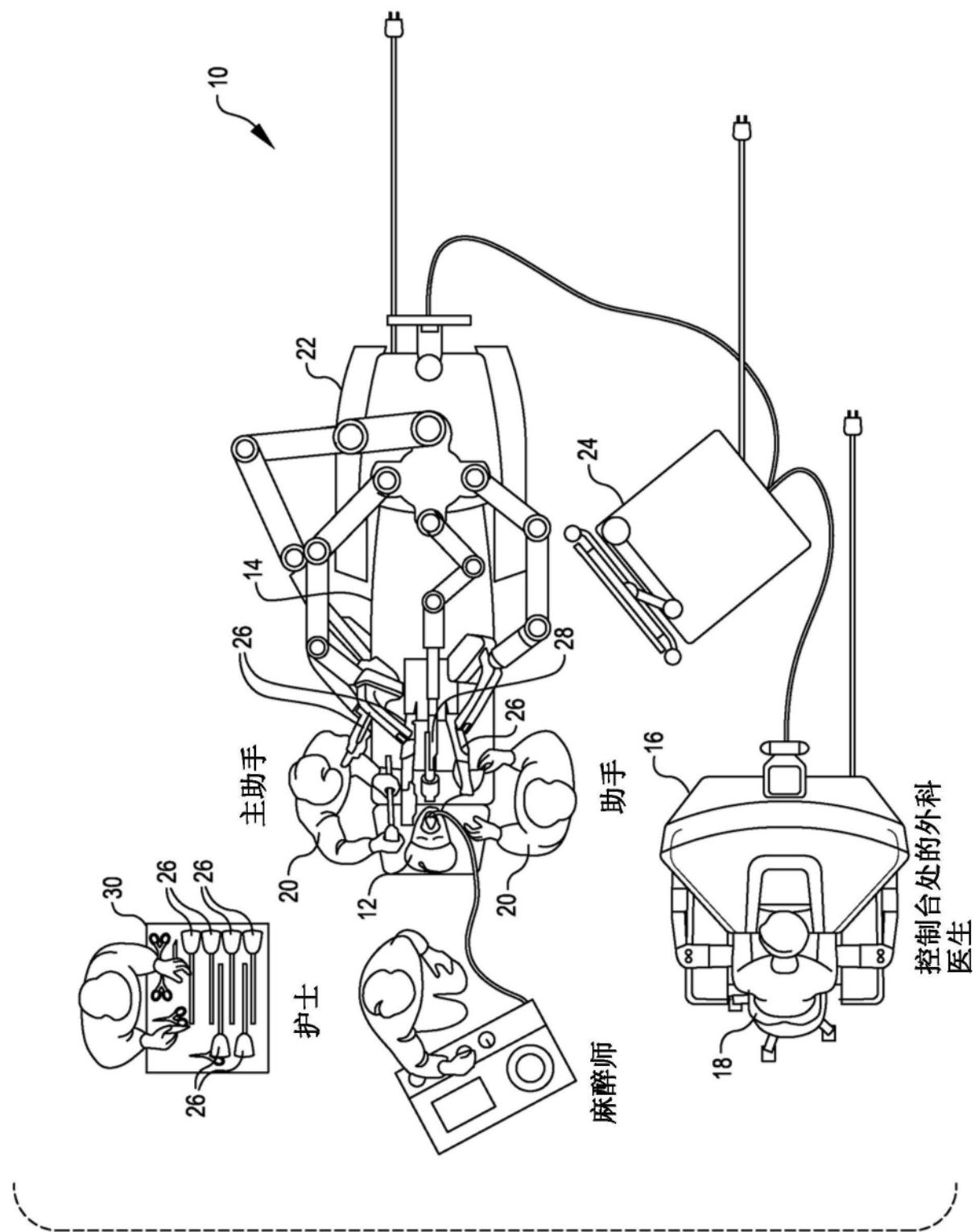


图1

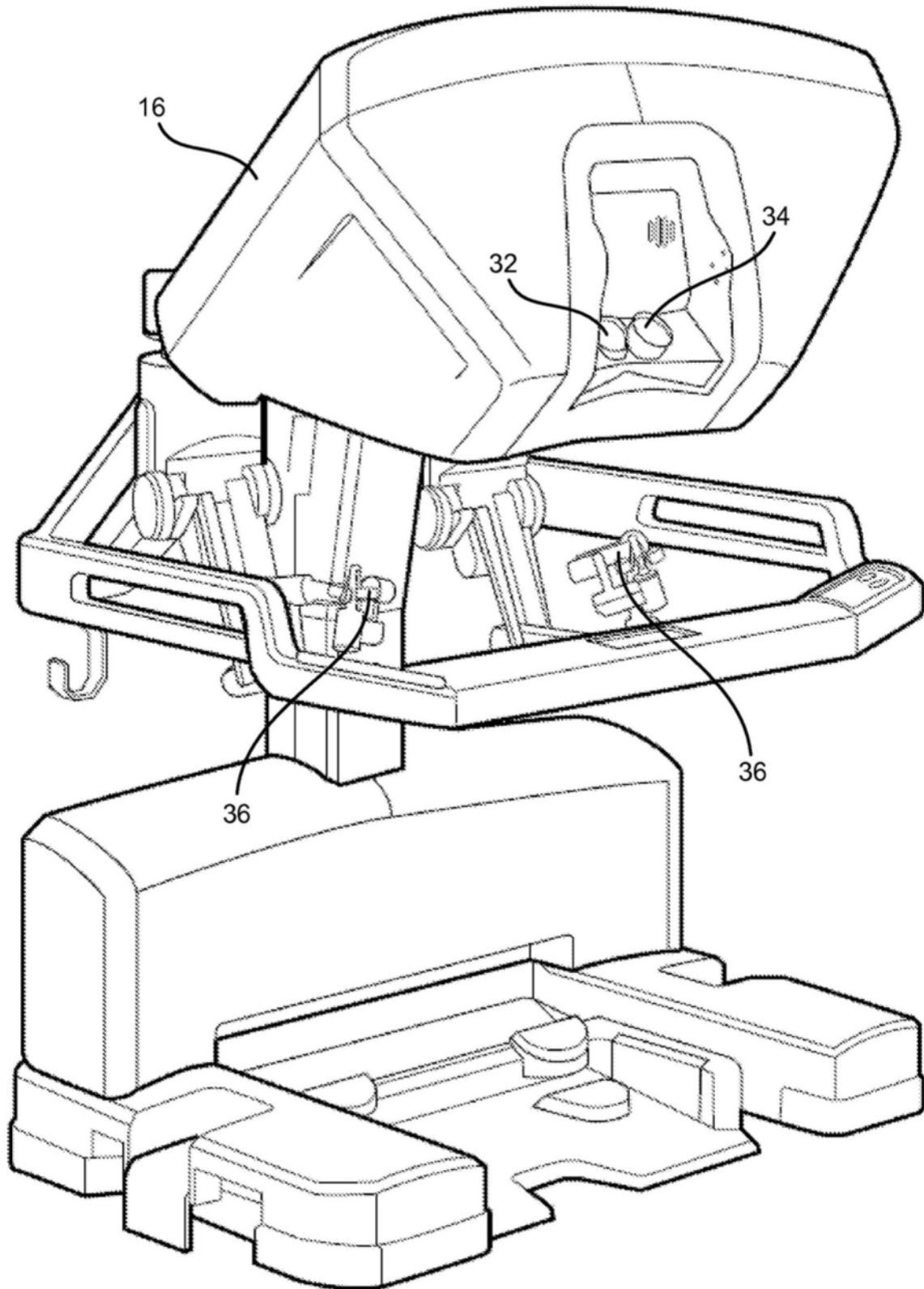


图2

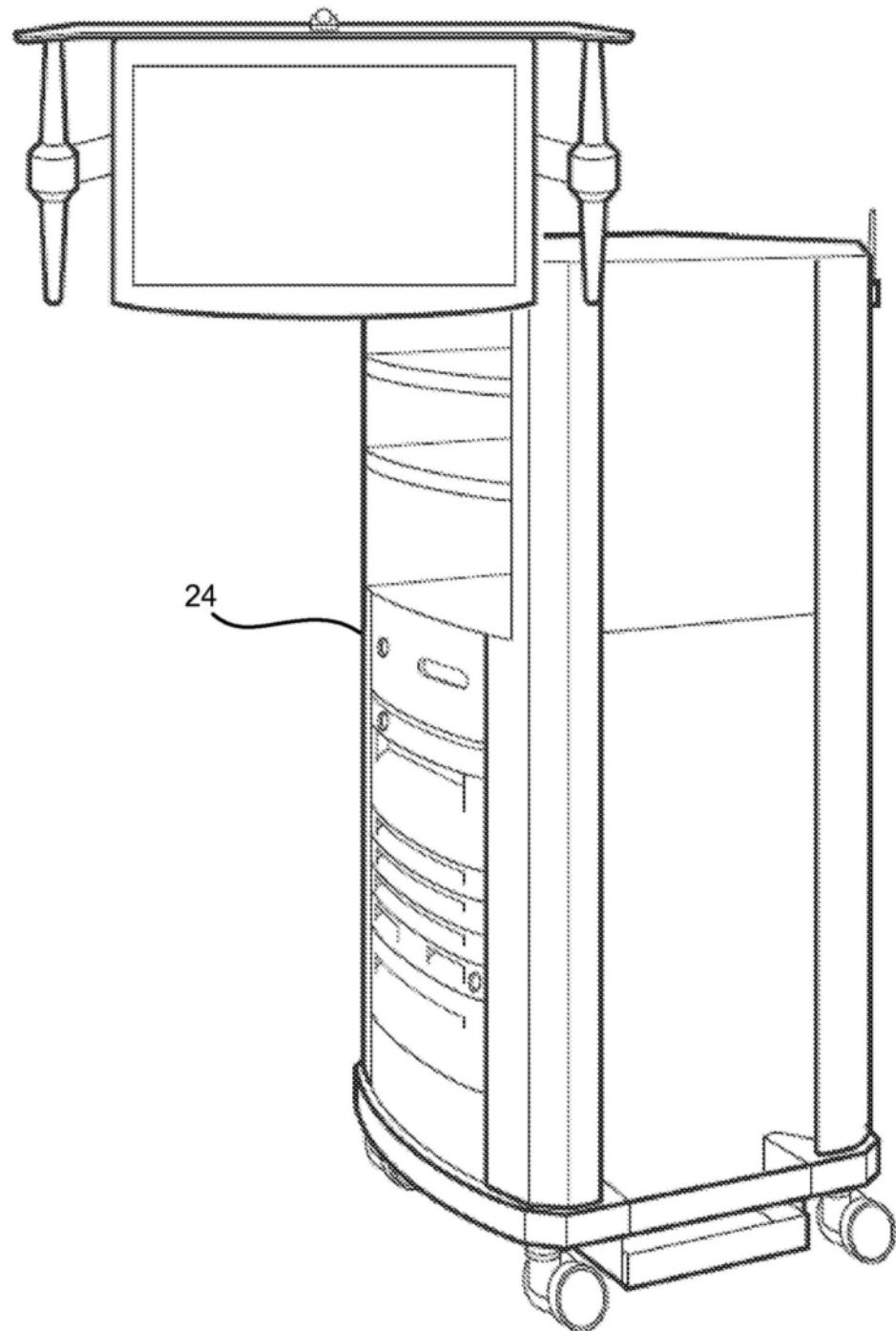


图3

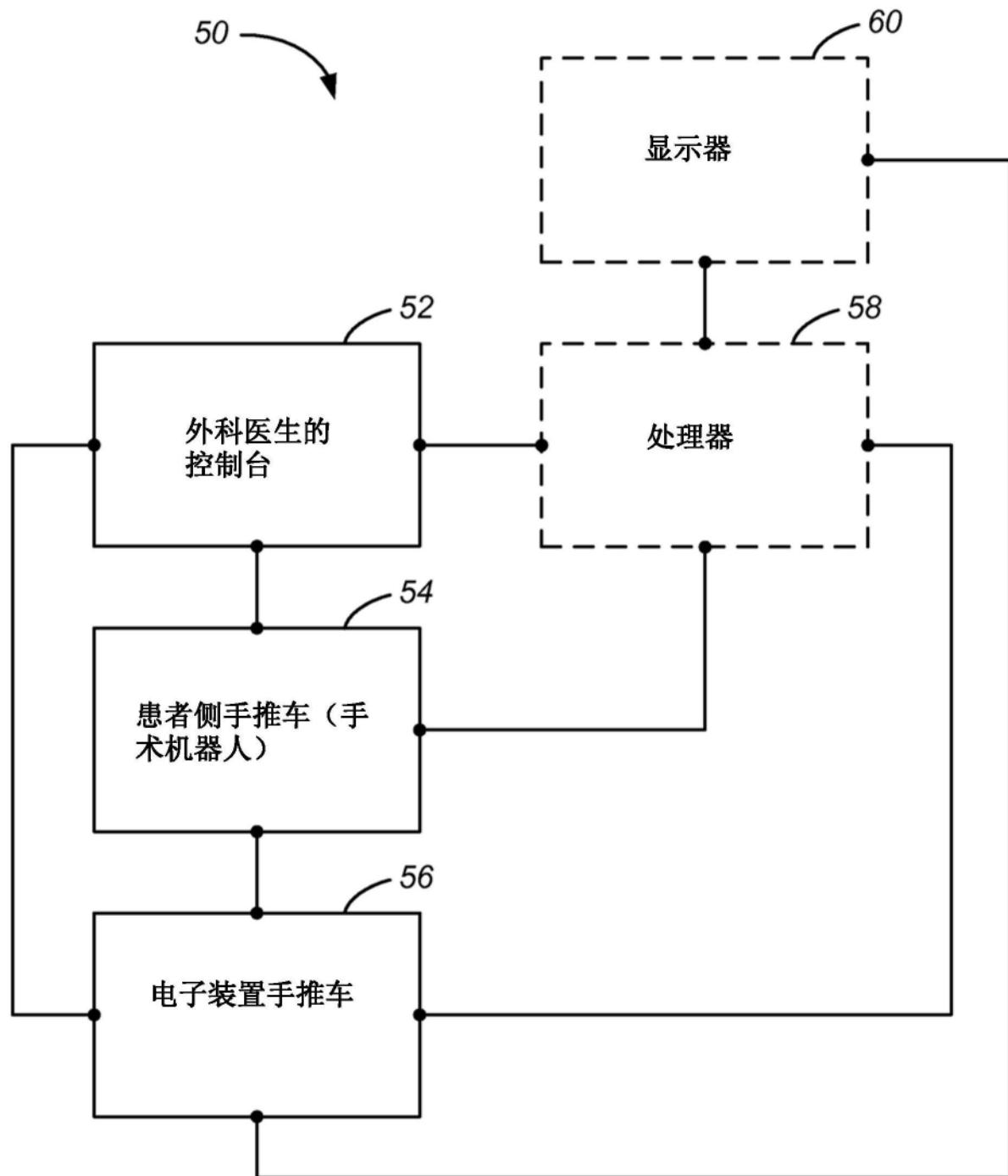


图4

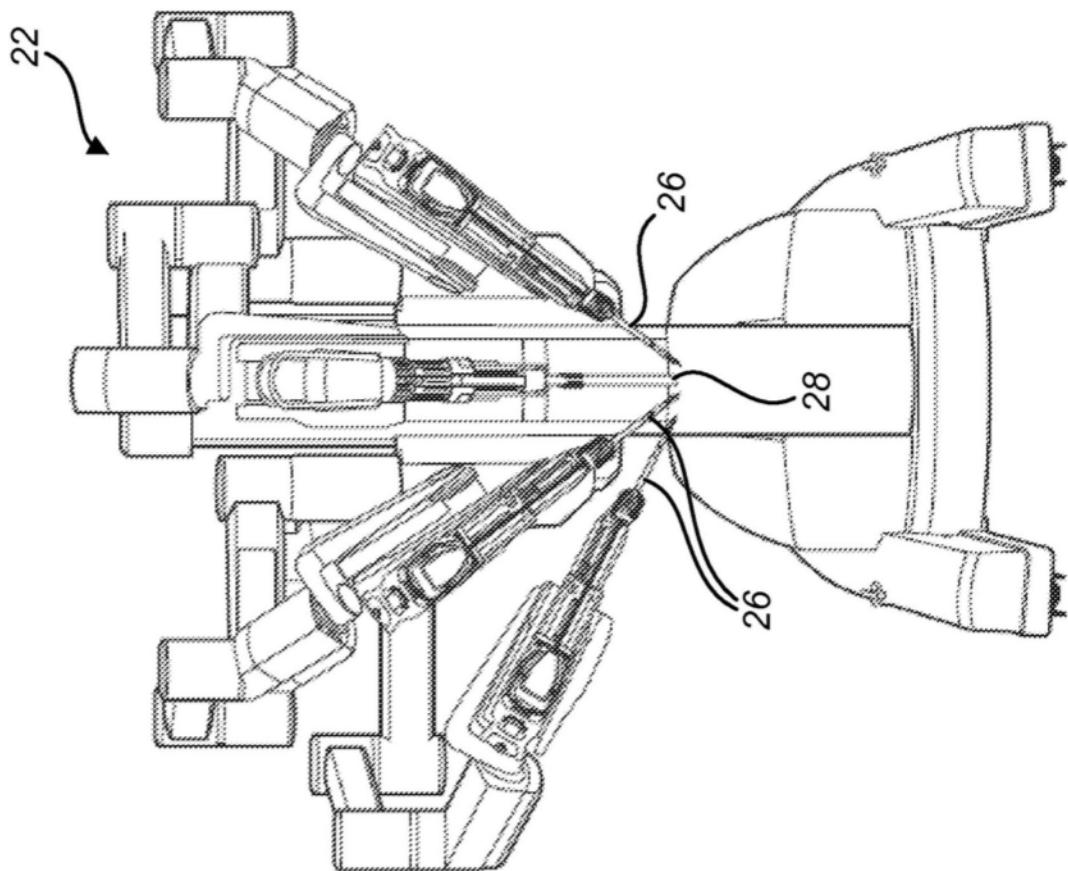


图5a

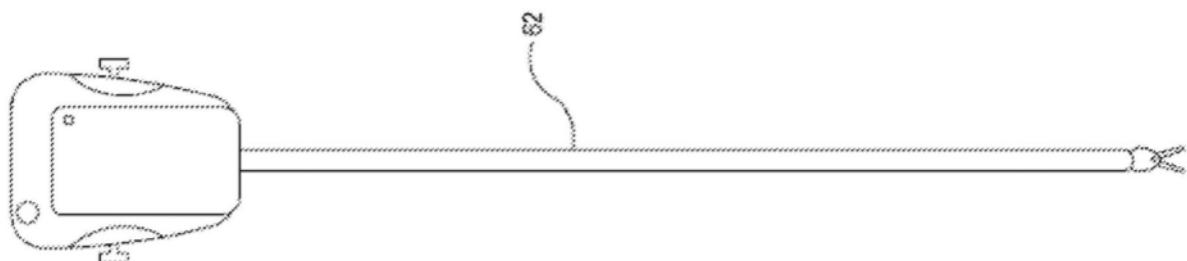


图5b

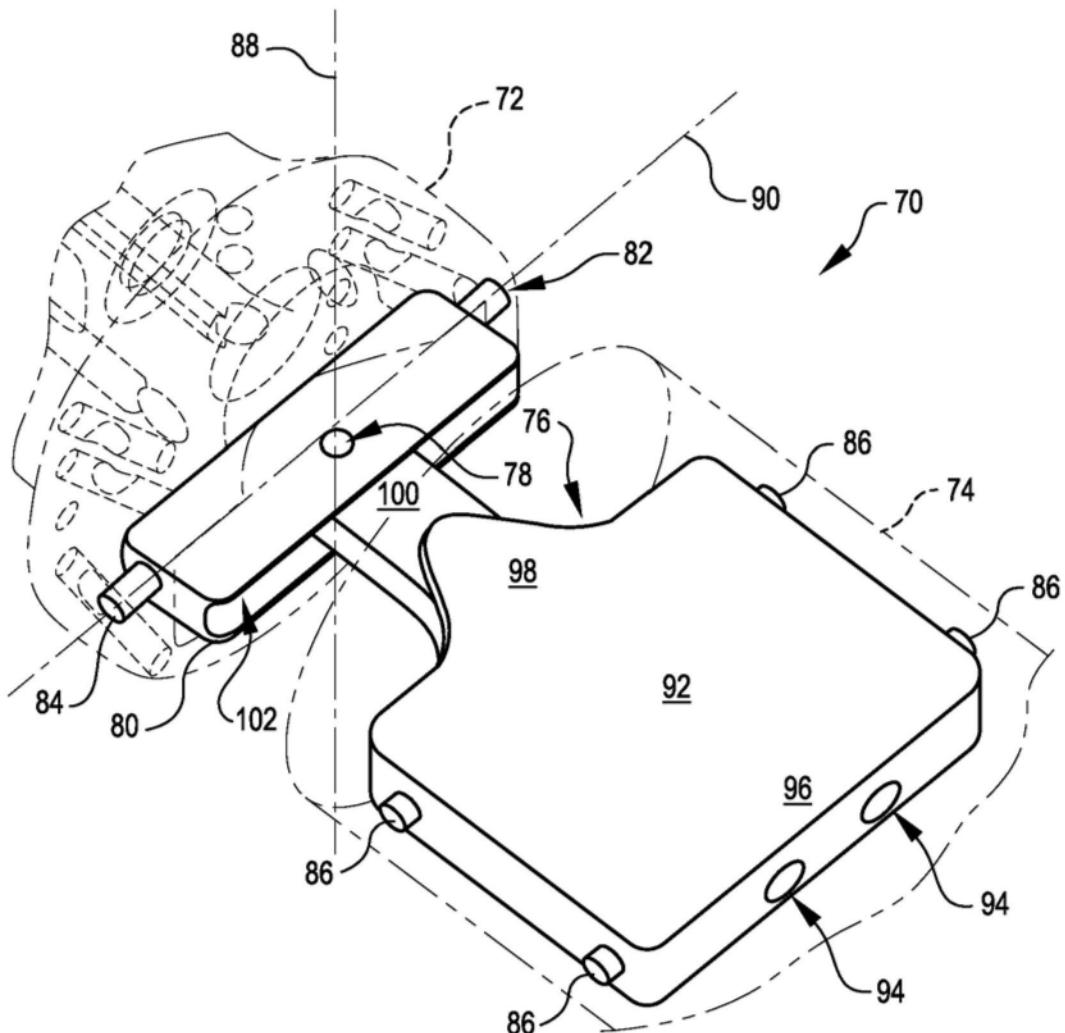


图6

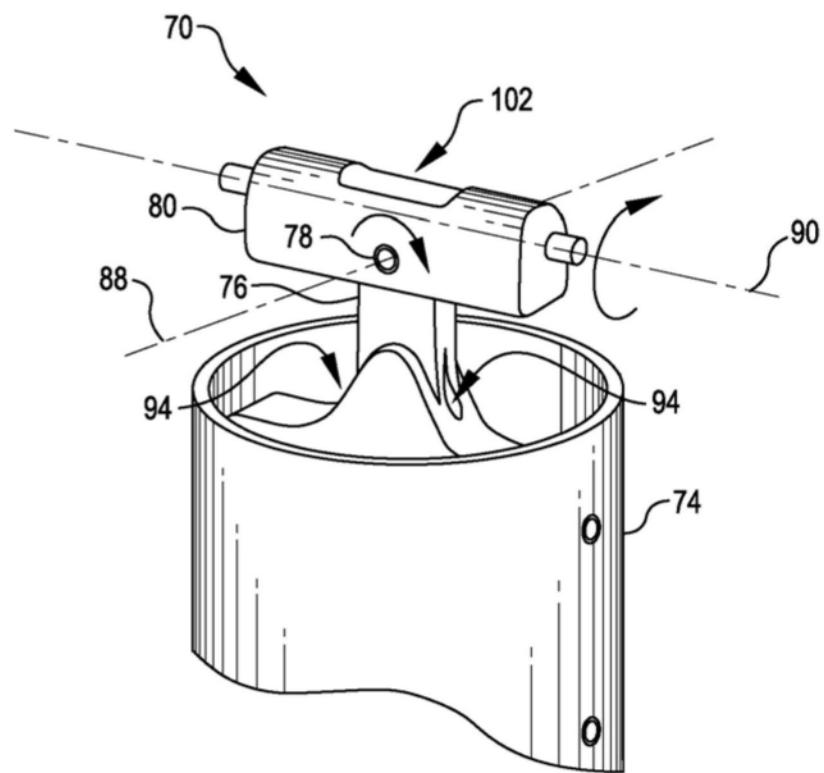


图7

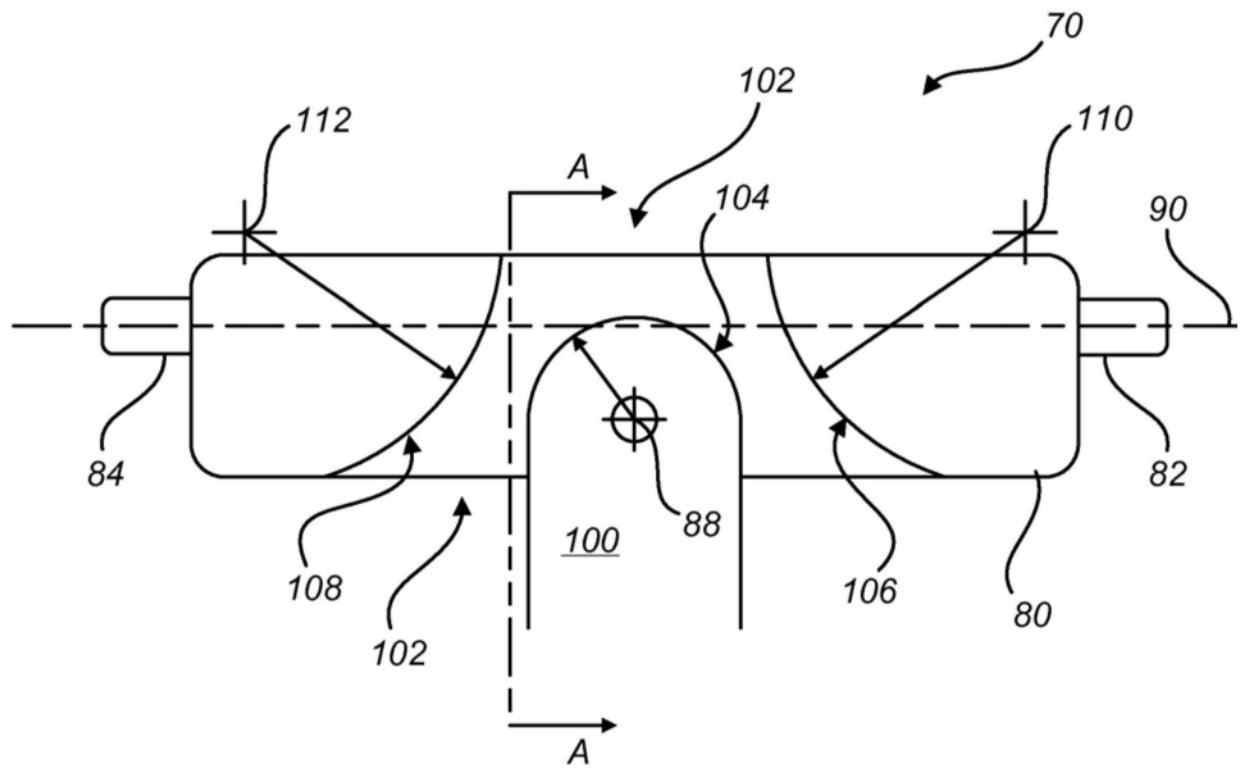


图8a

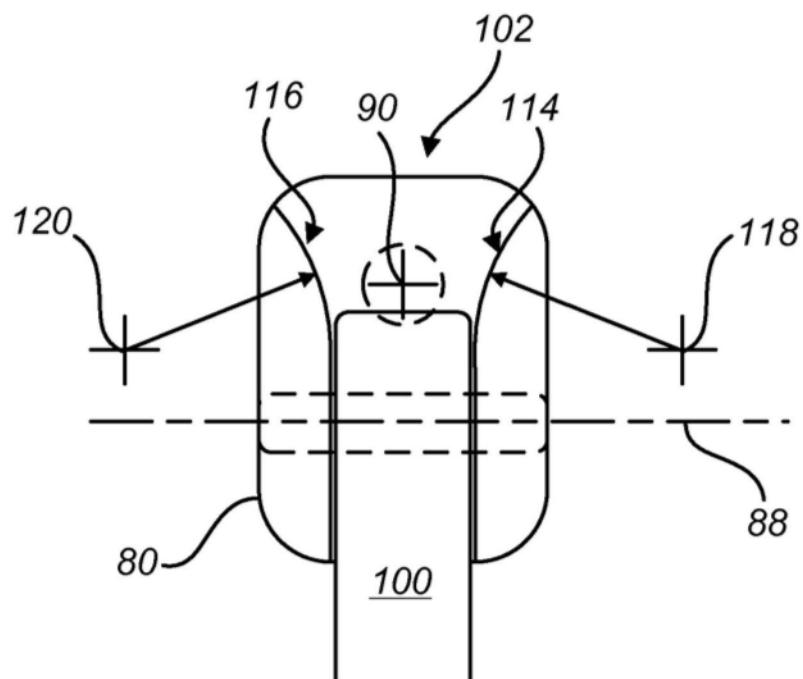


图8b

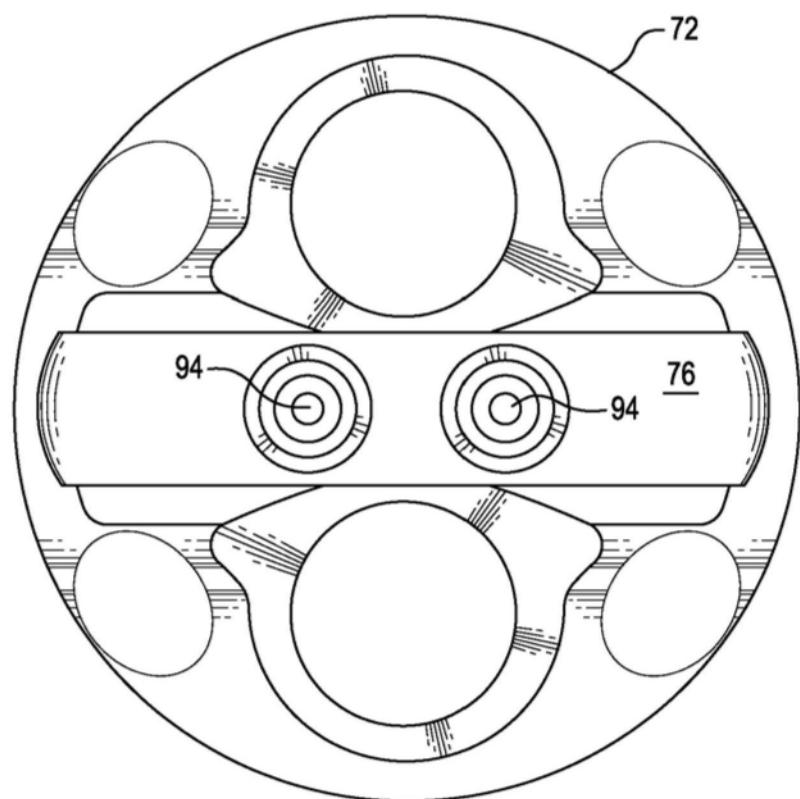


图9

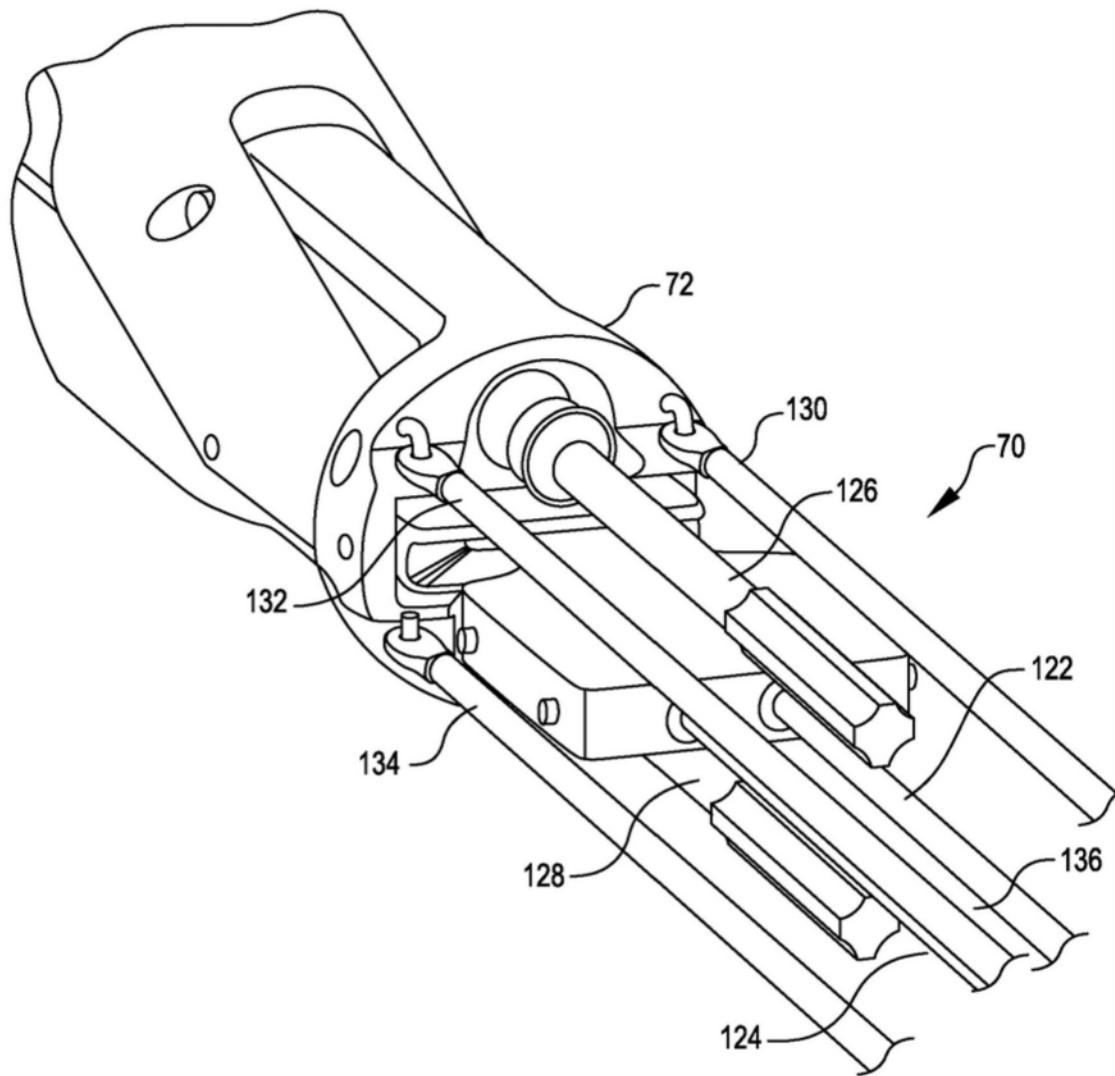


图10

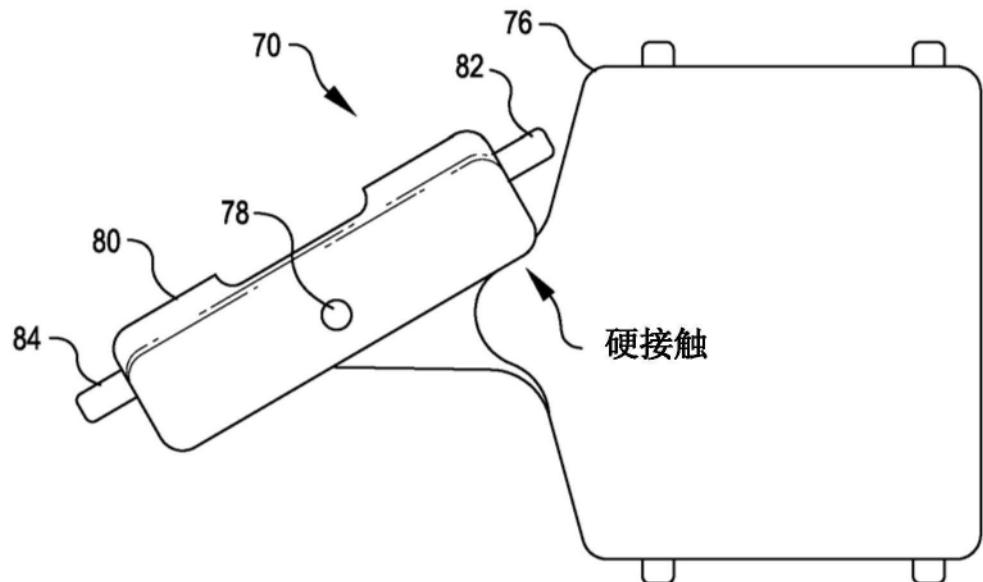


图11a

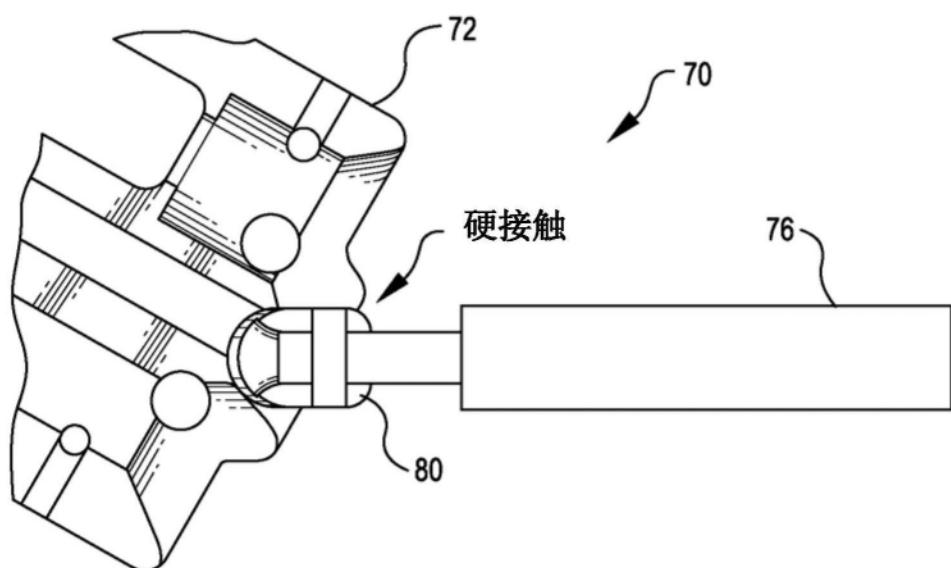


图11b

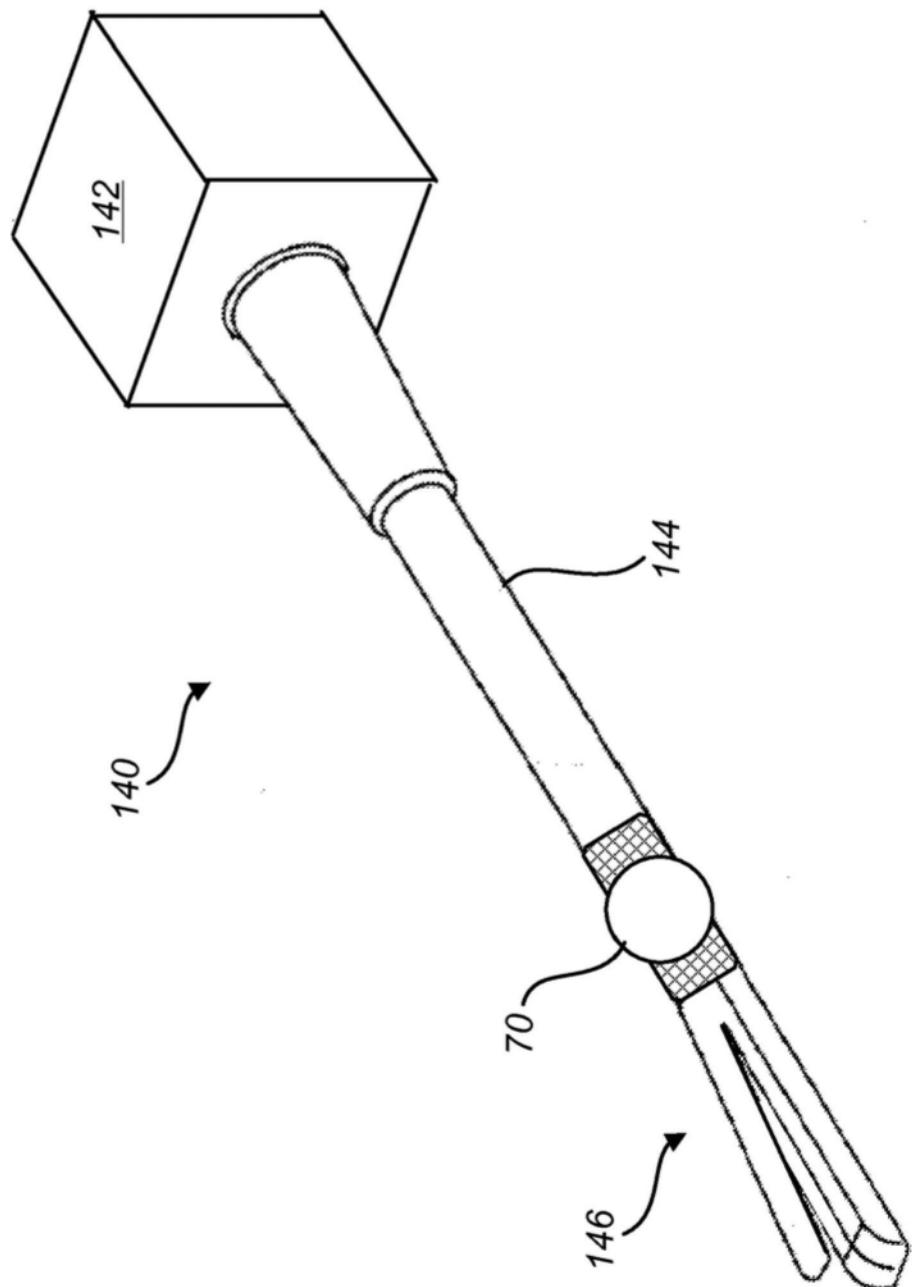


图12

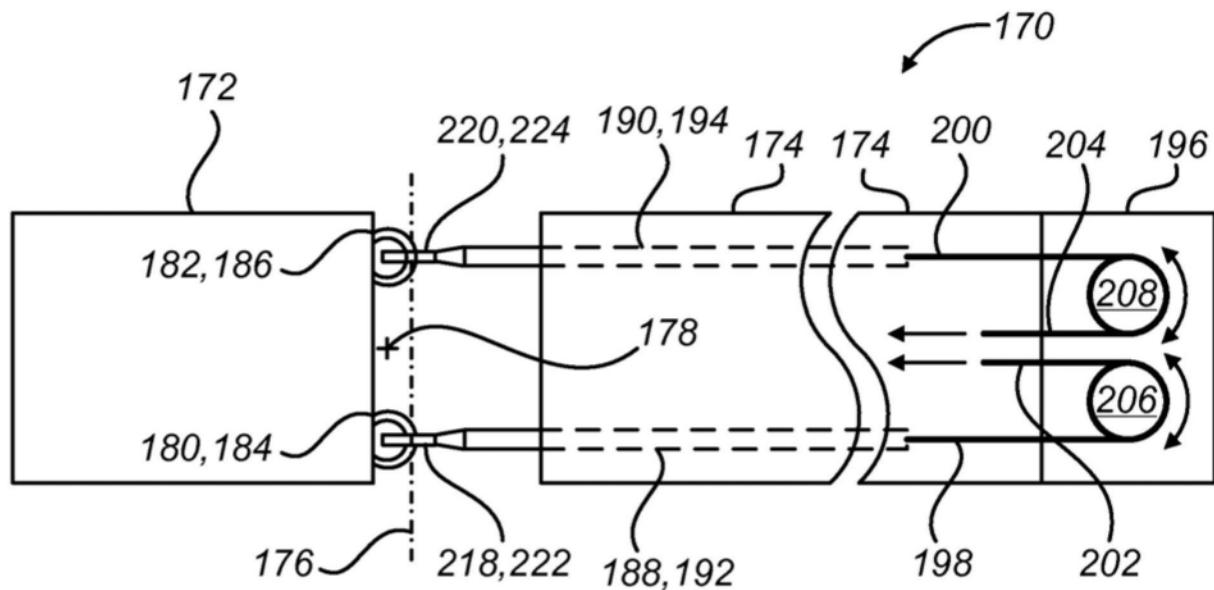


图13a

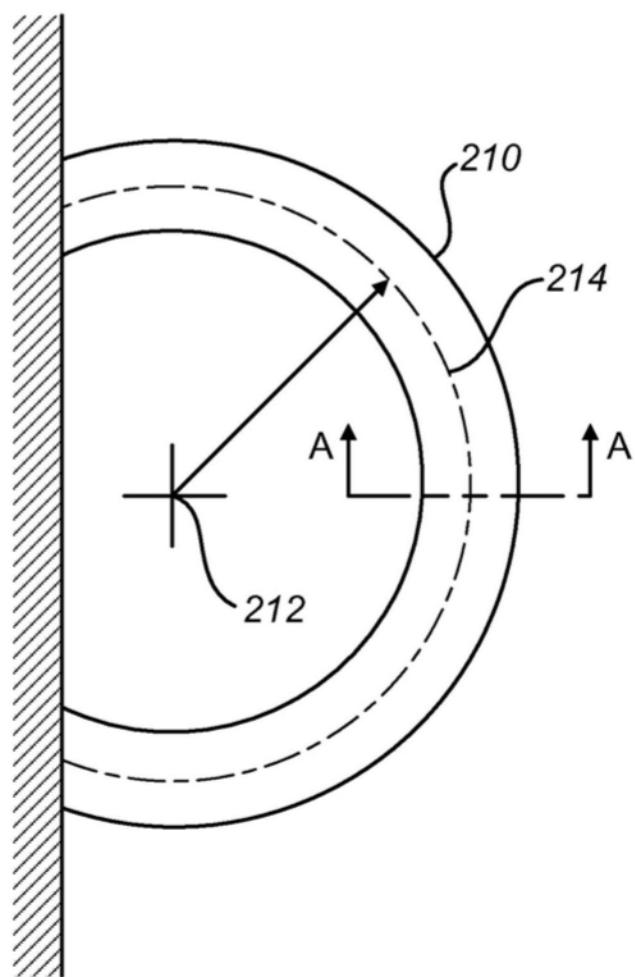
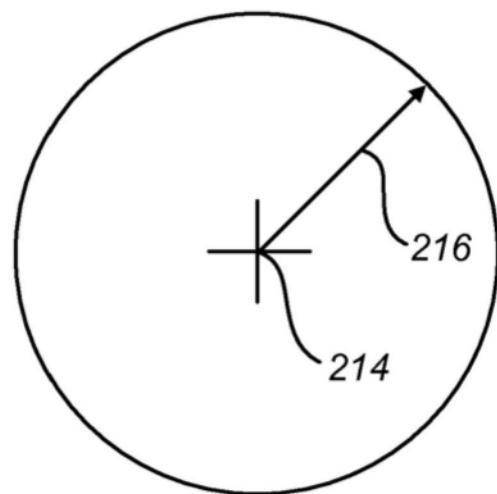


图13b



截面 A - A

图13c

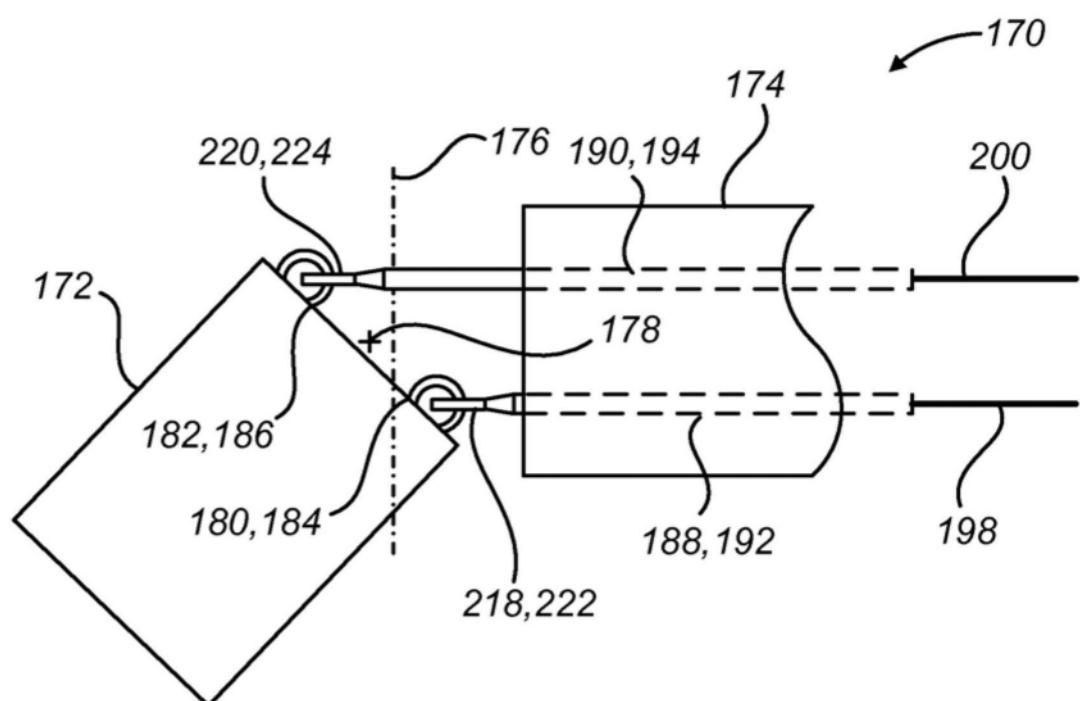


图13d

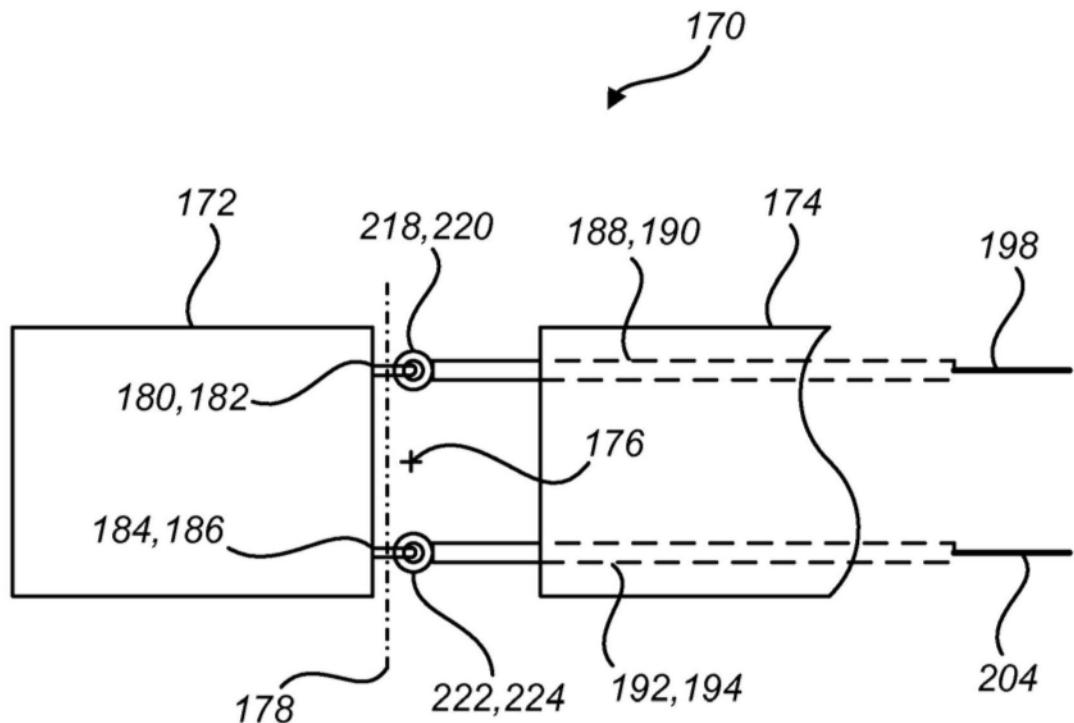


图13e

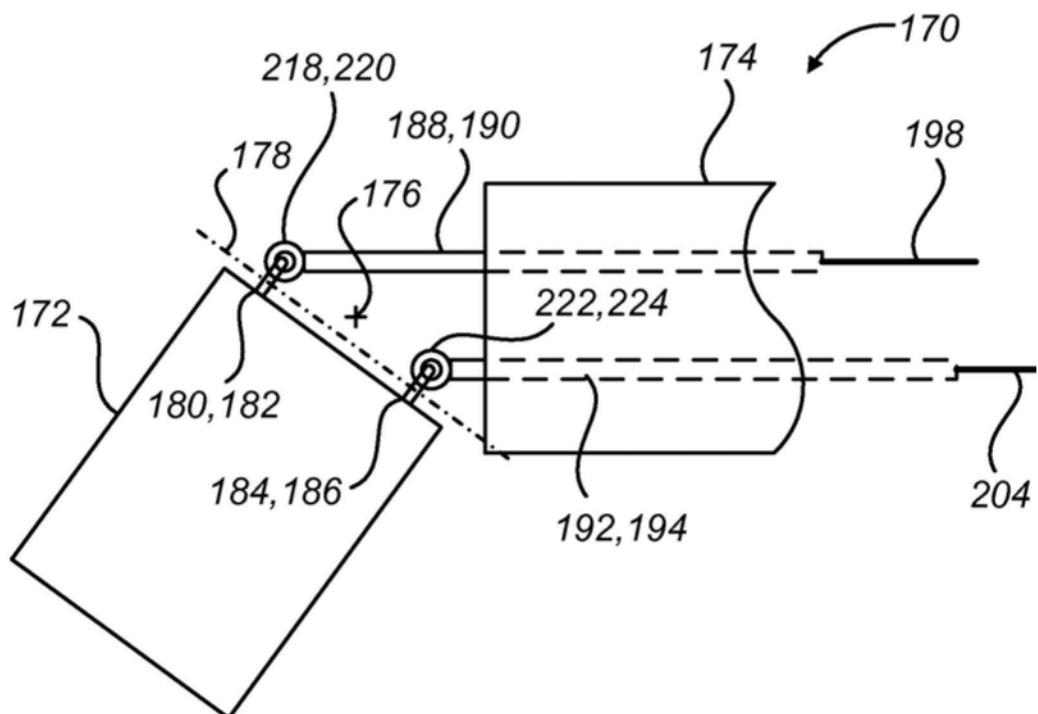


图13f

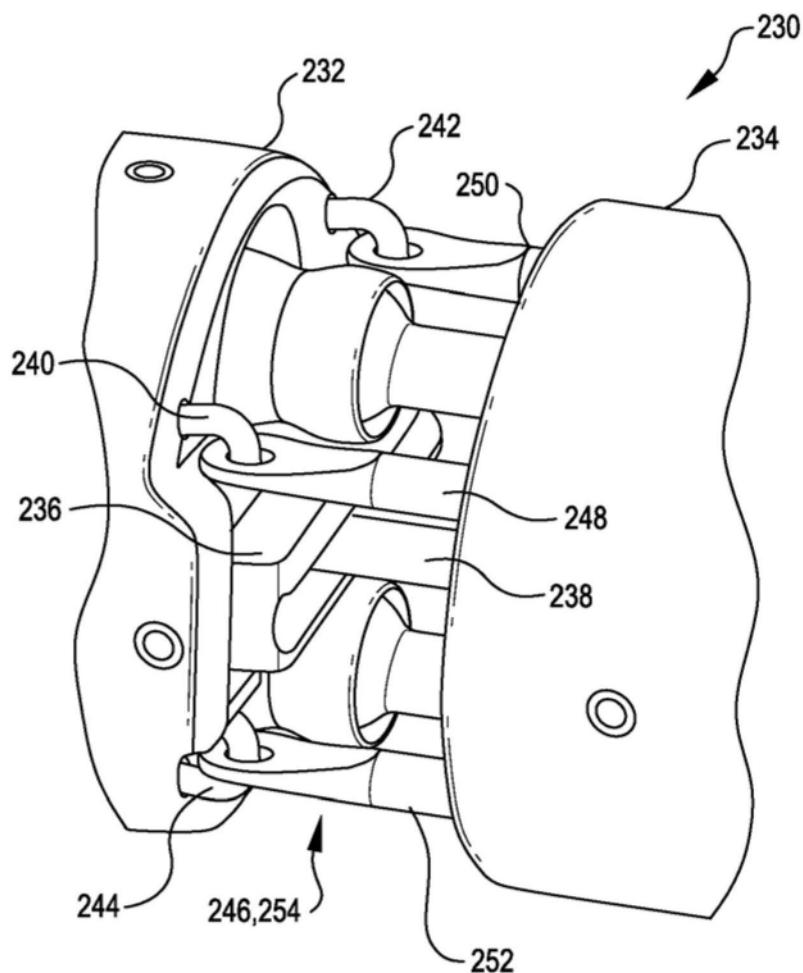


图13g

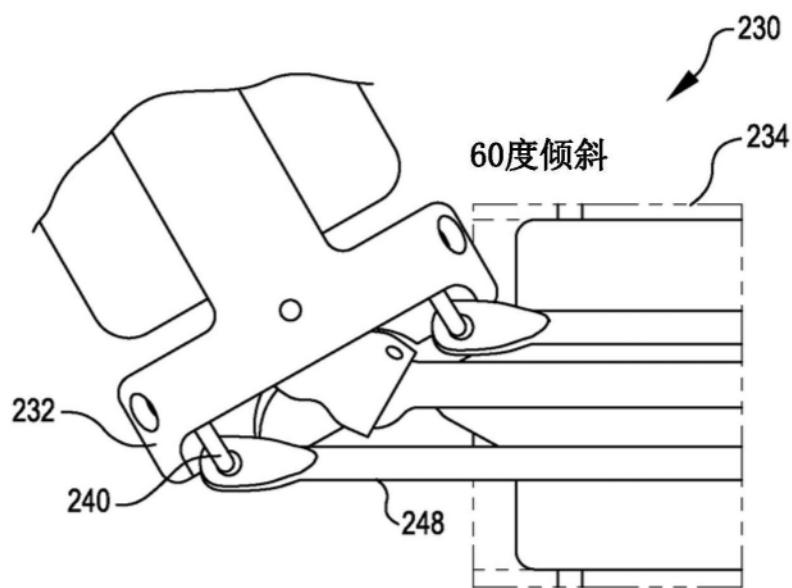


图13h

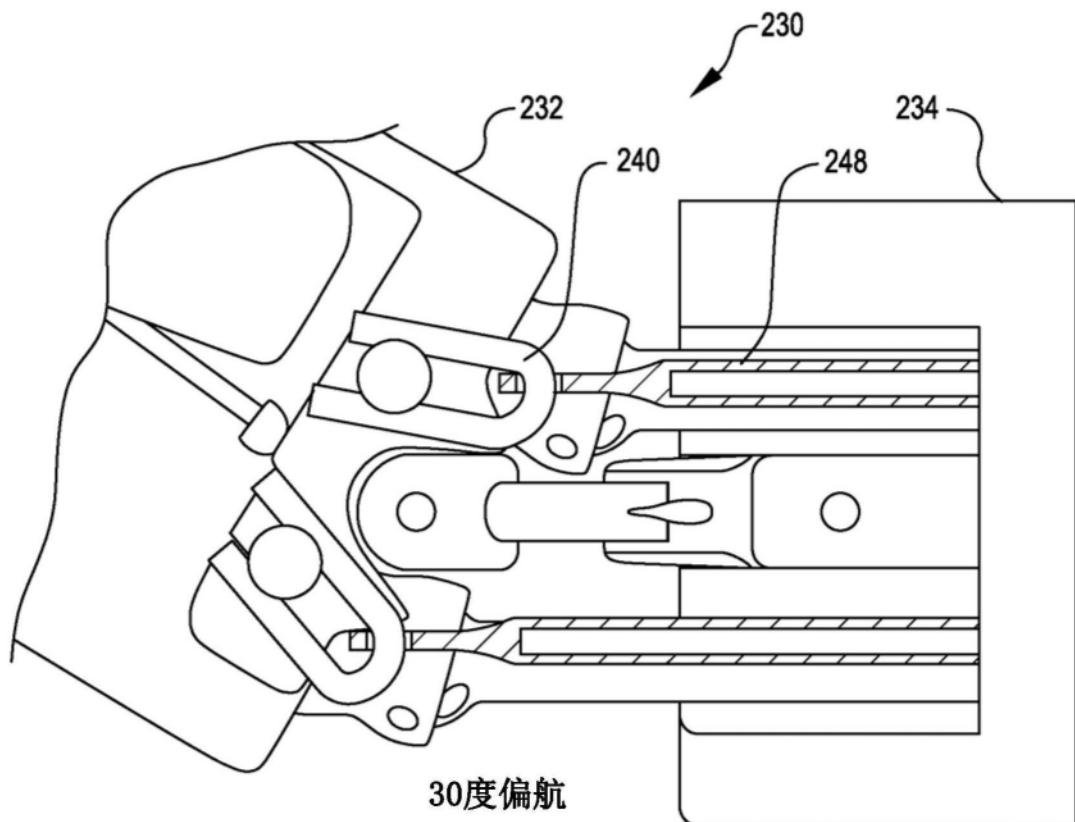


图13i

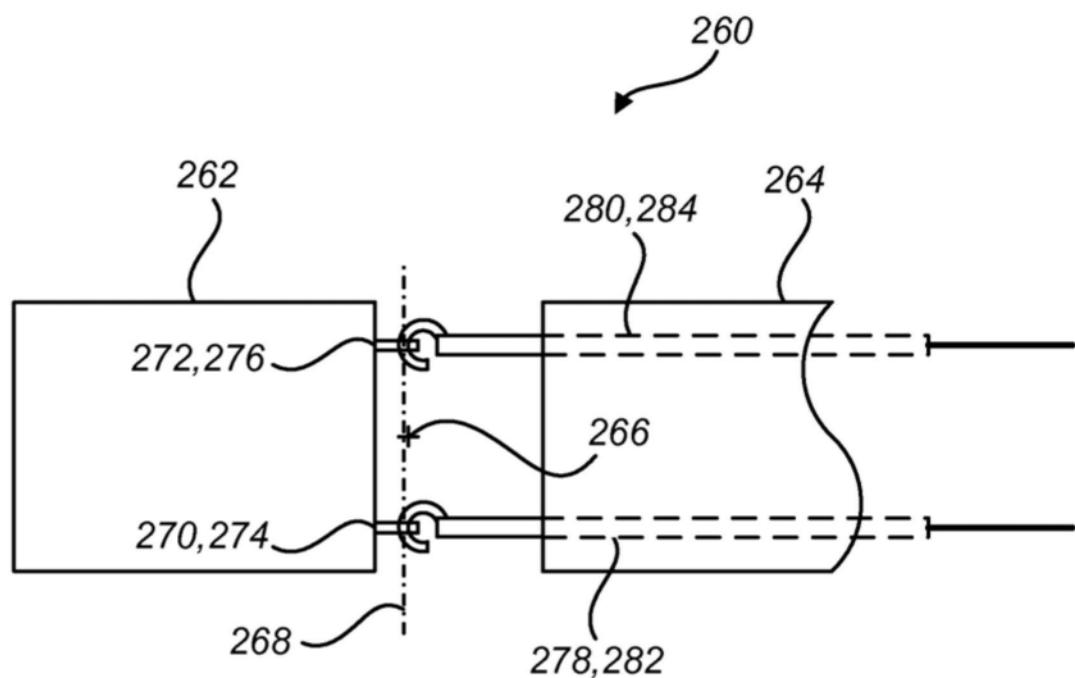


图14a

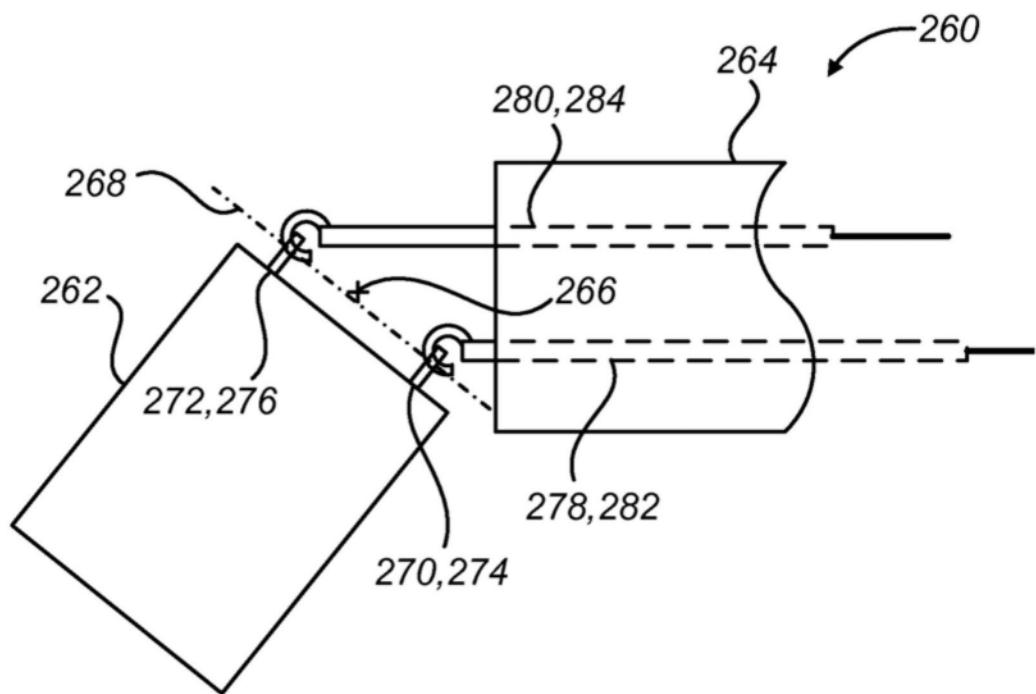


图14b

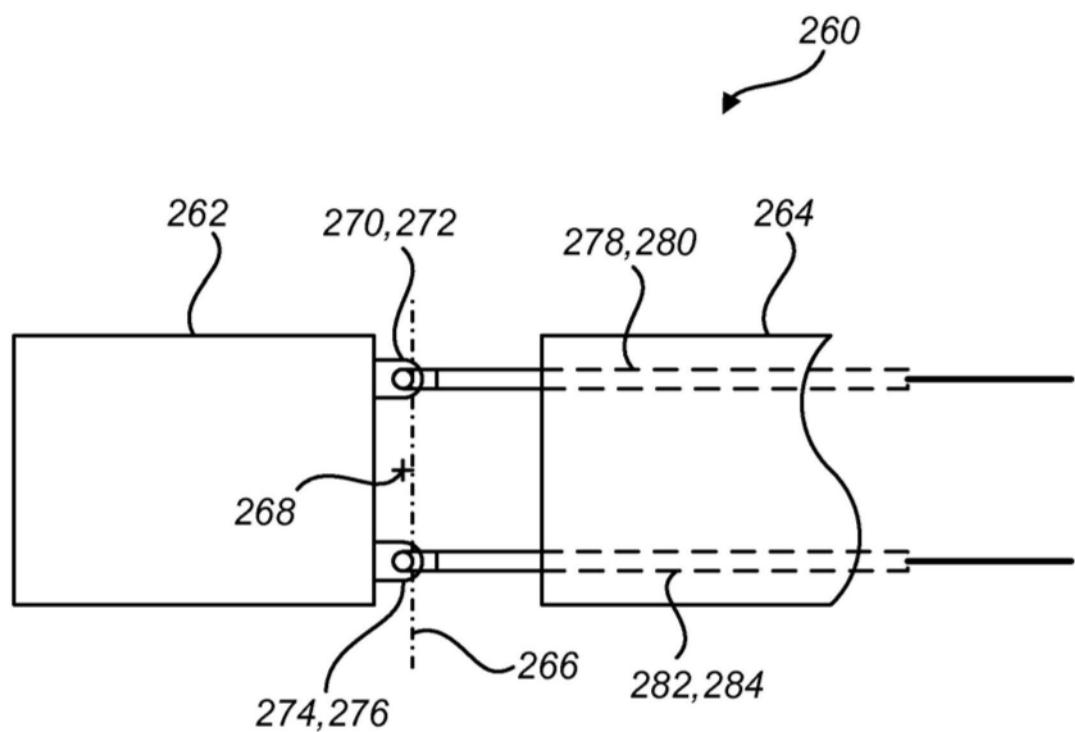


图14c

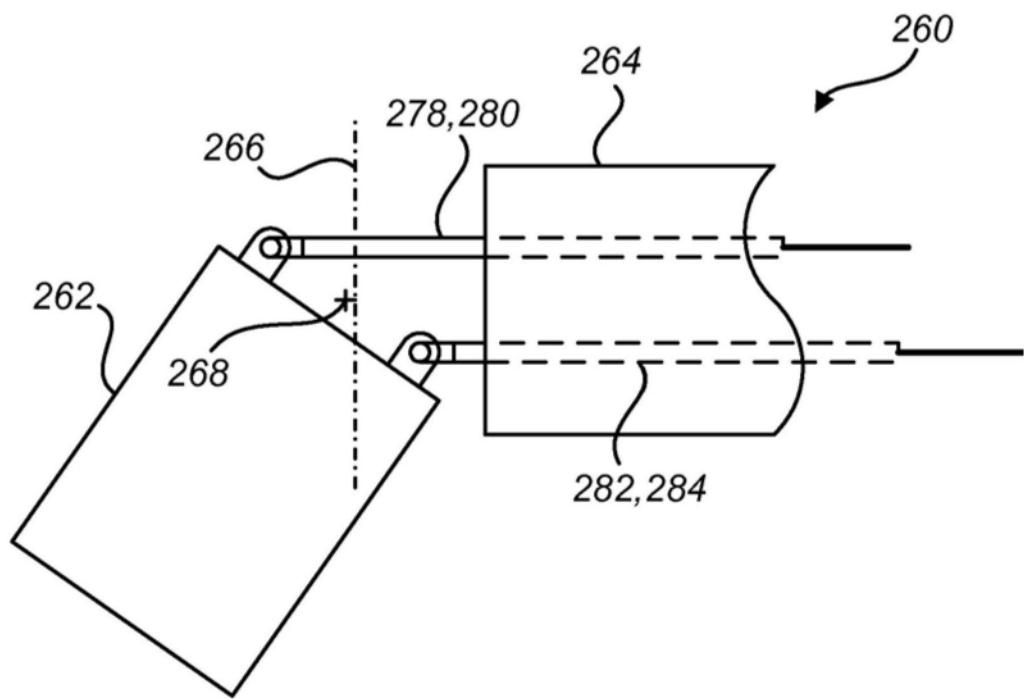


图14d

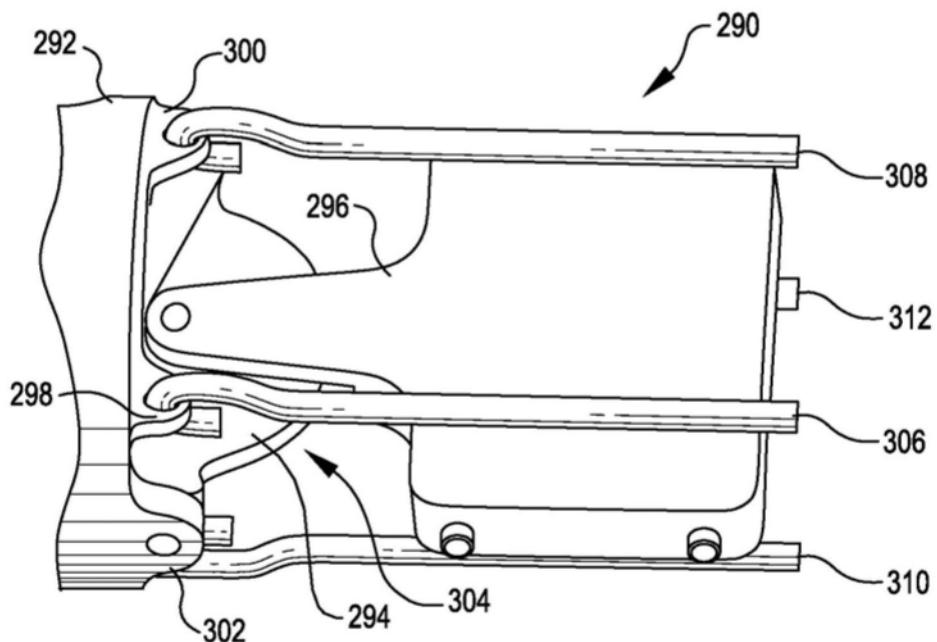


图14e

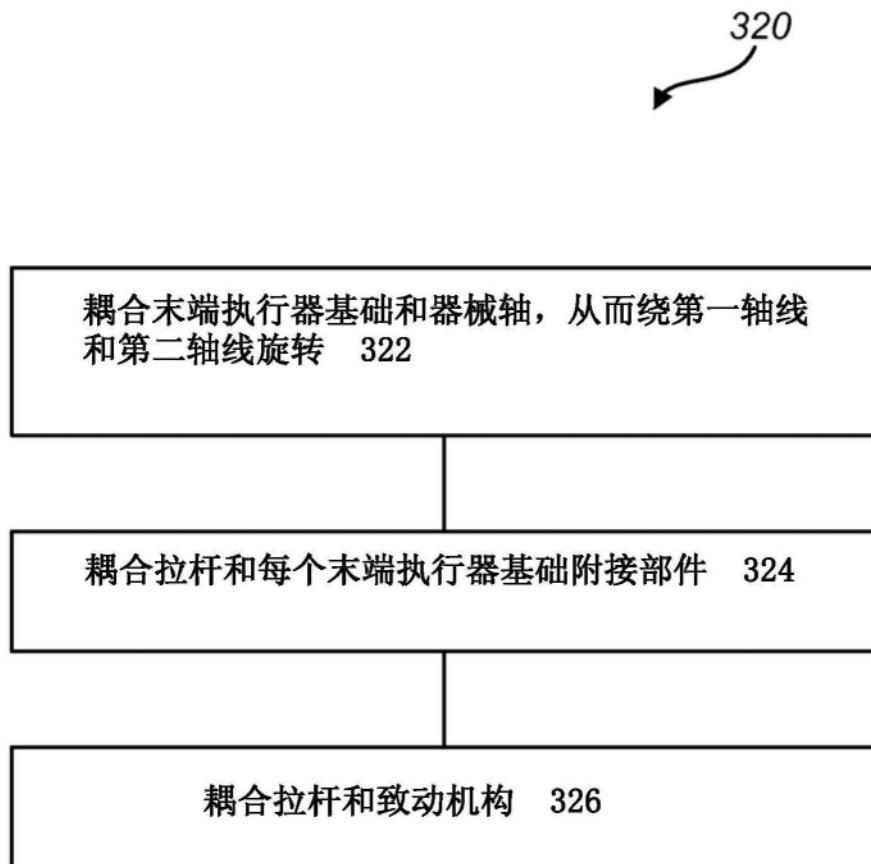


图15

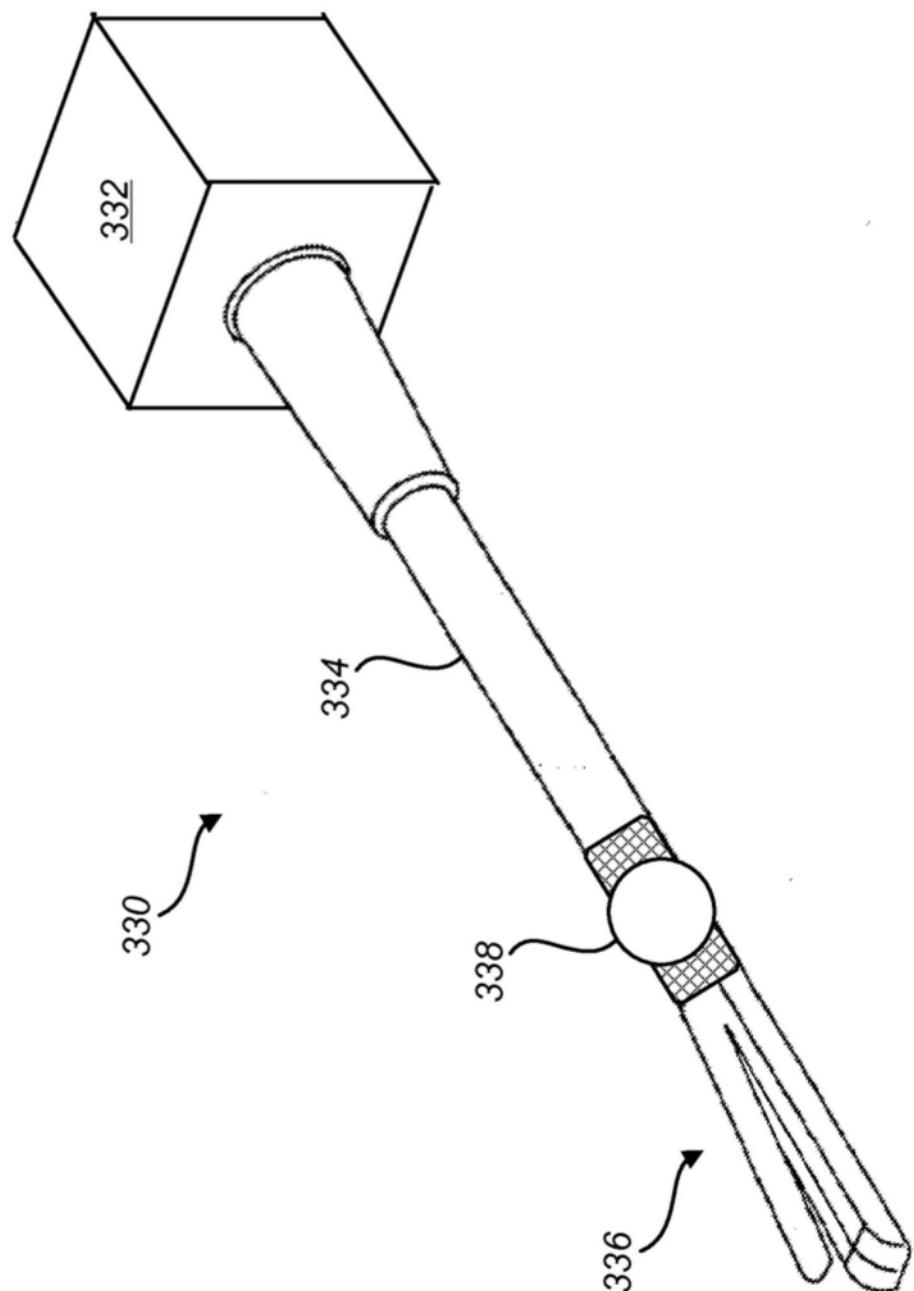


图16

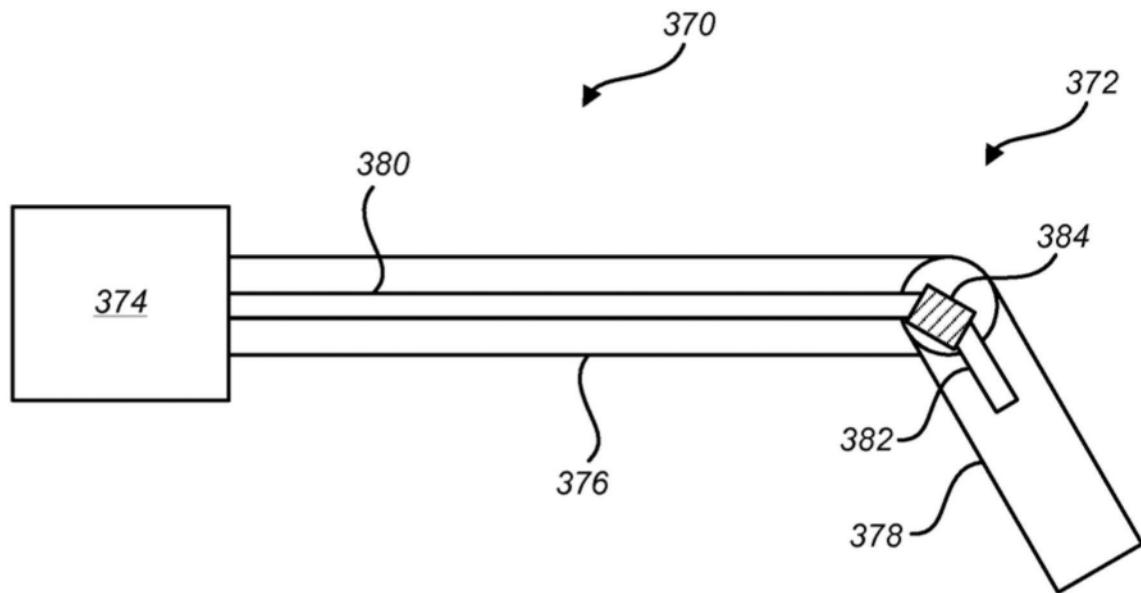


图17

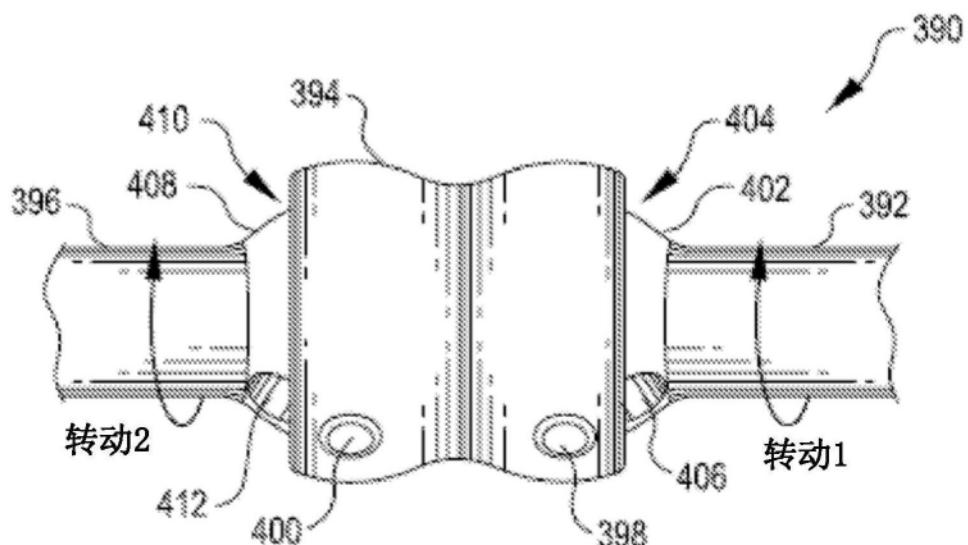


图18

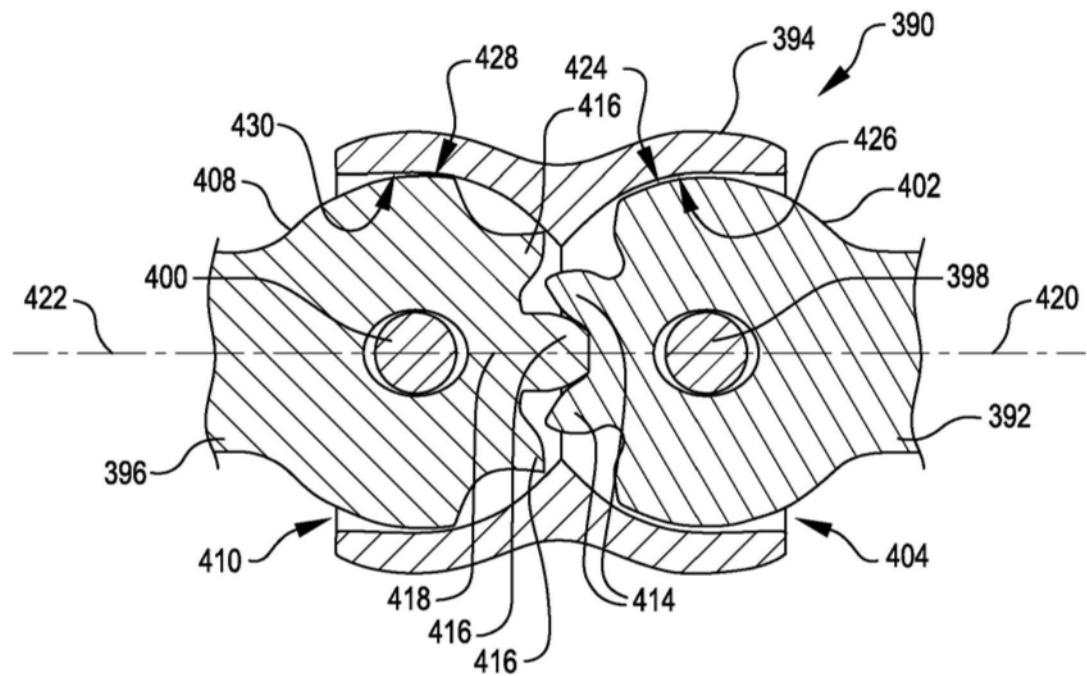


图19a

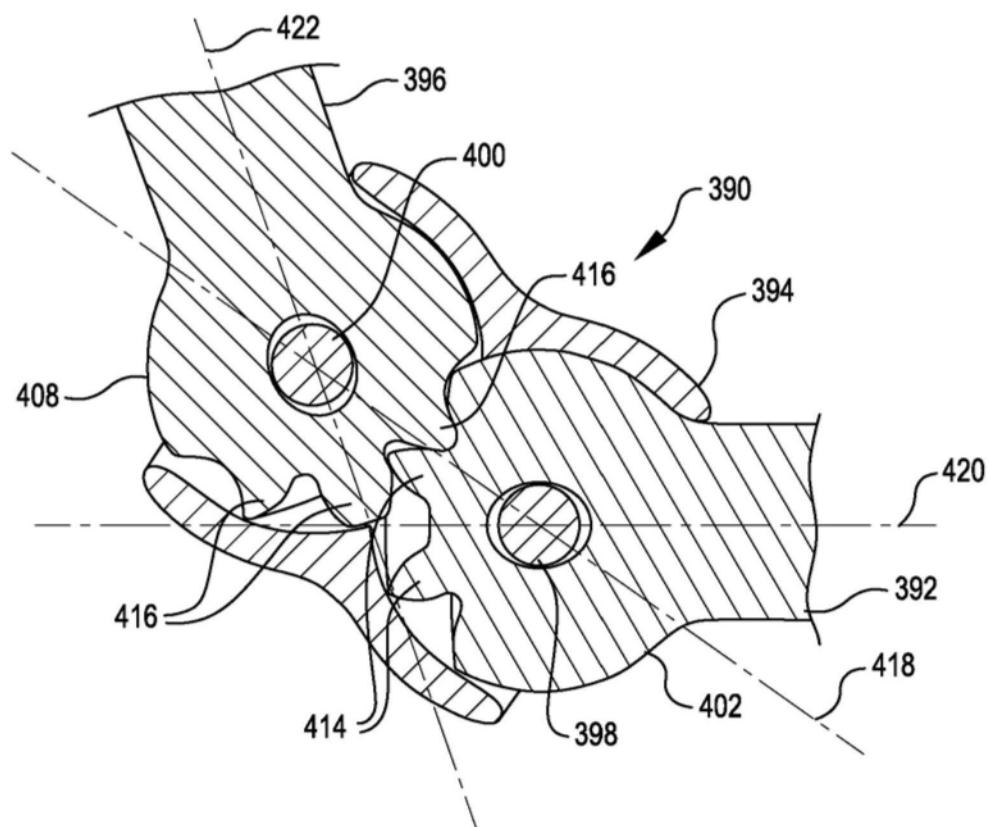


图19b

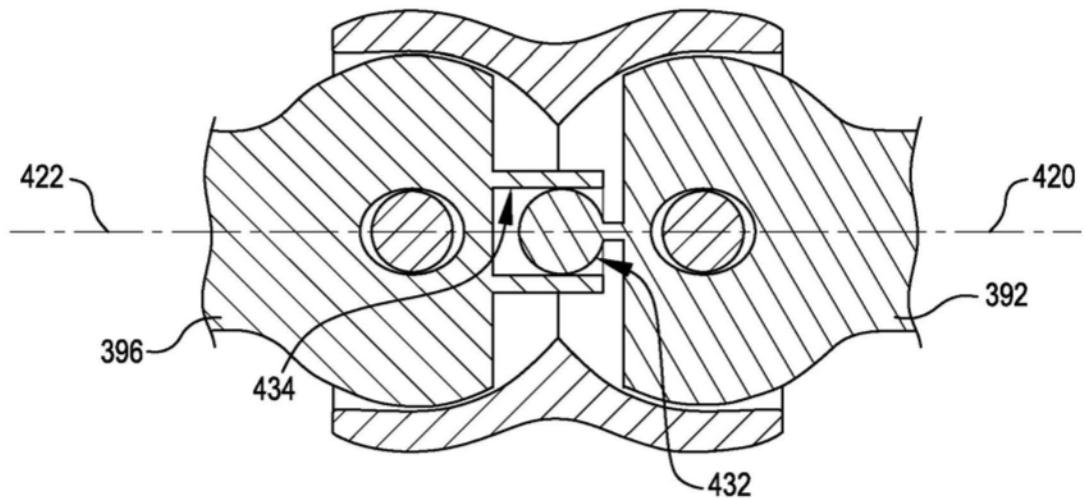


图19c

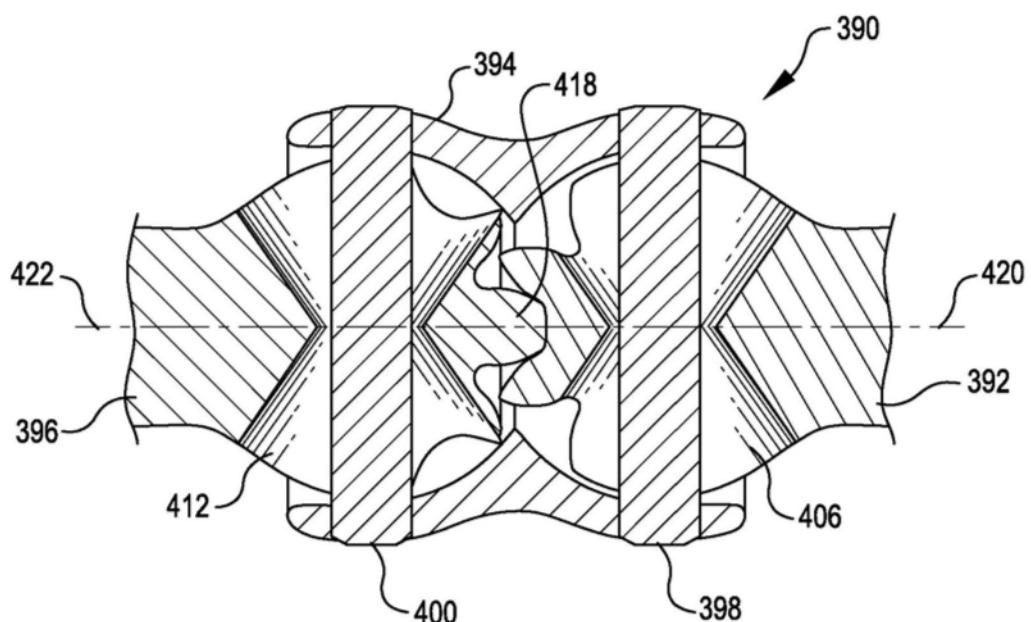


图19d

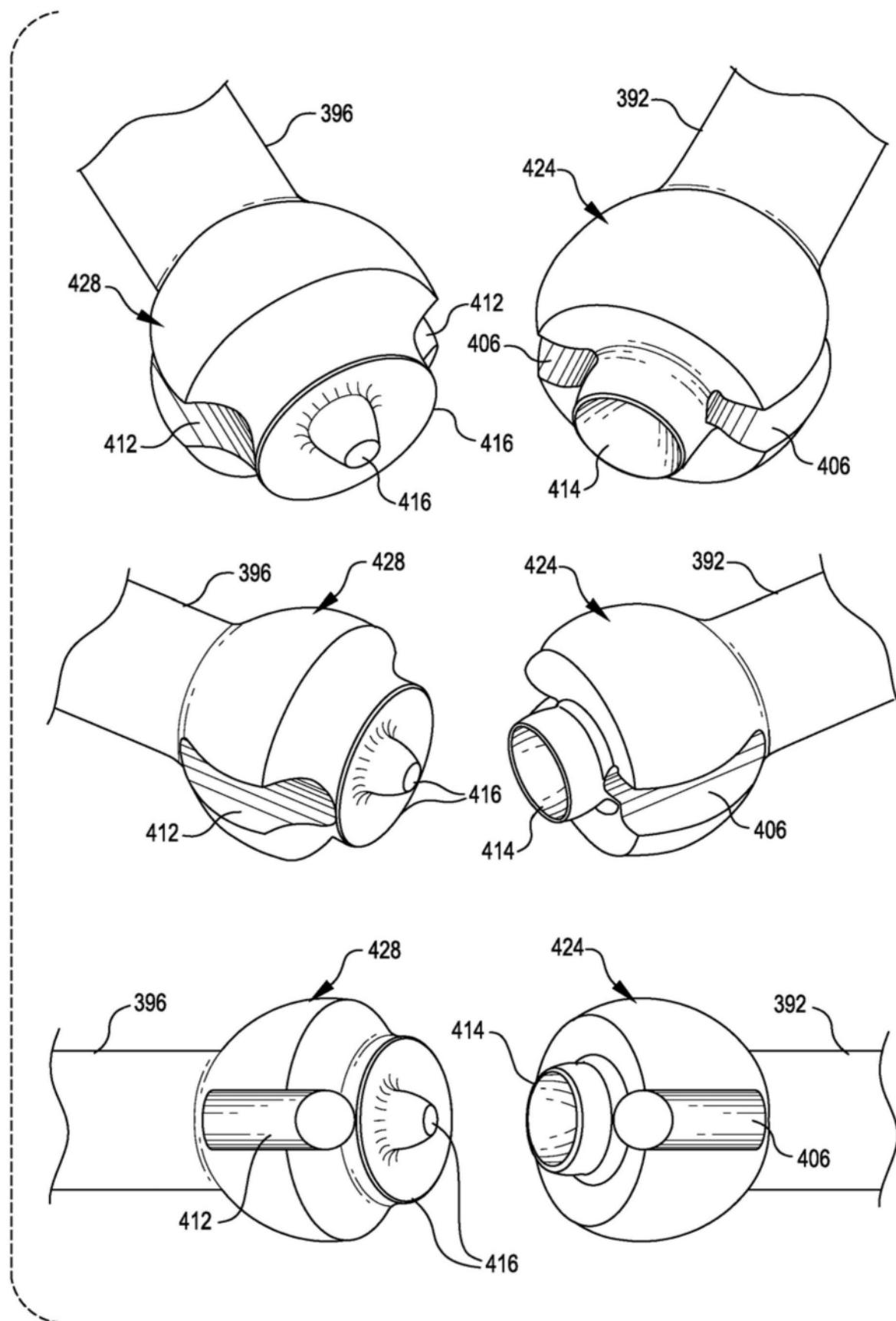


图20

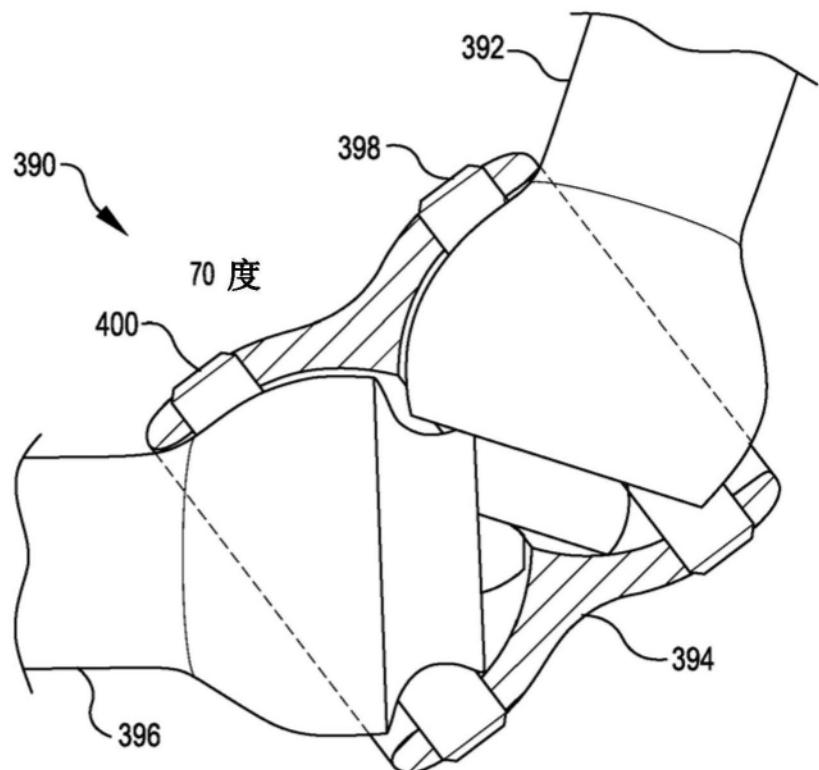
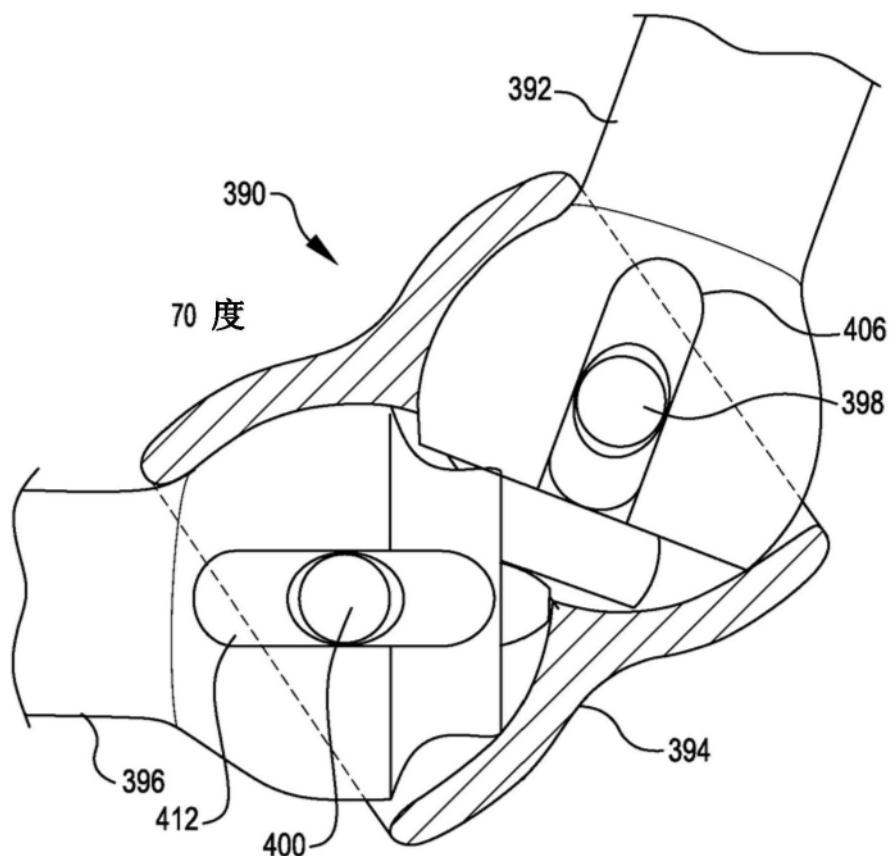
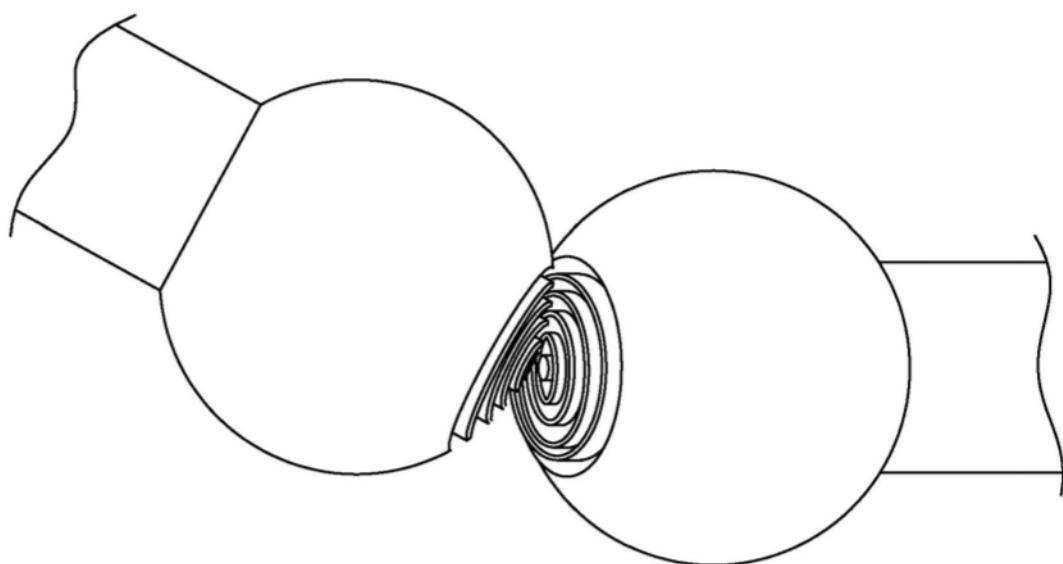


图21a



图|21b



图|22a

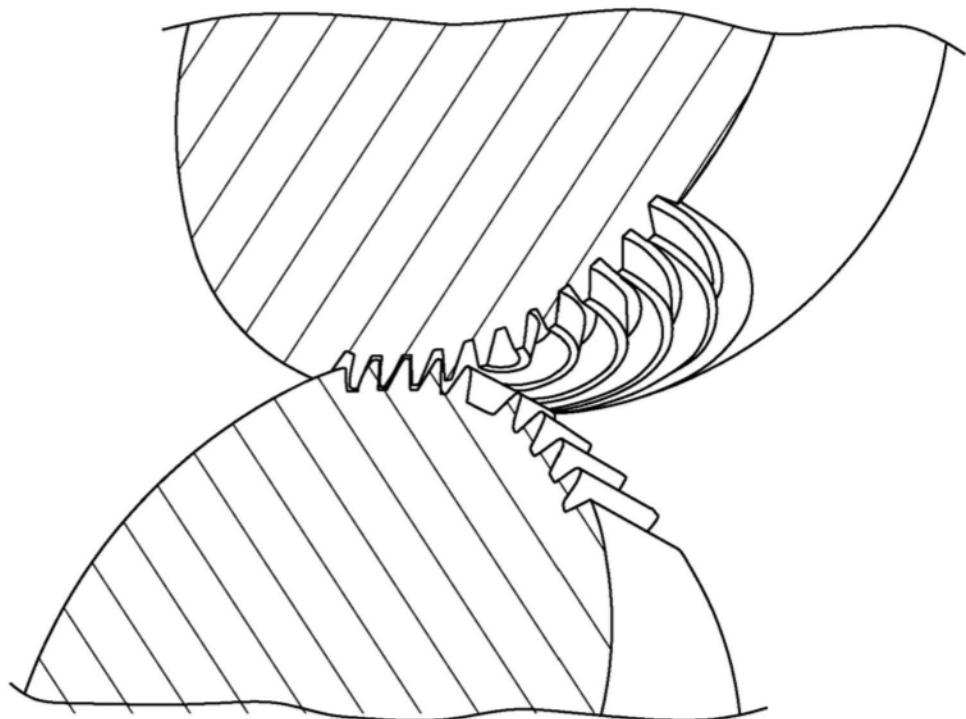


图22b

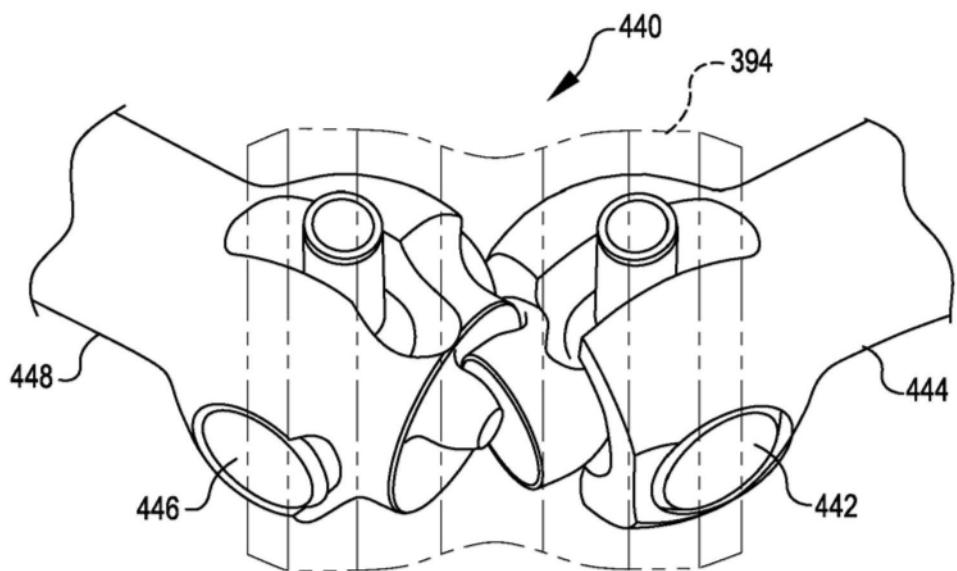


图23a

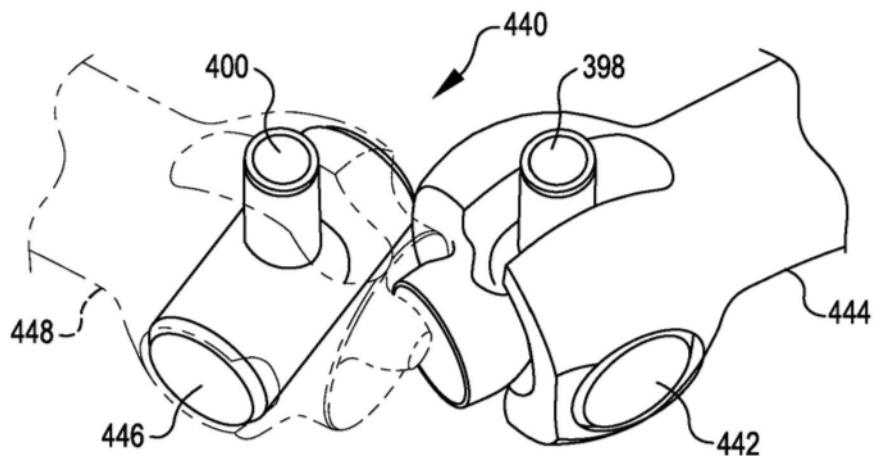


图23b

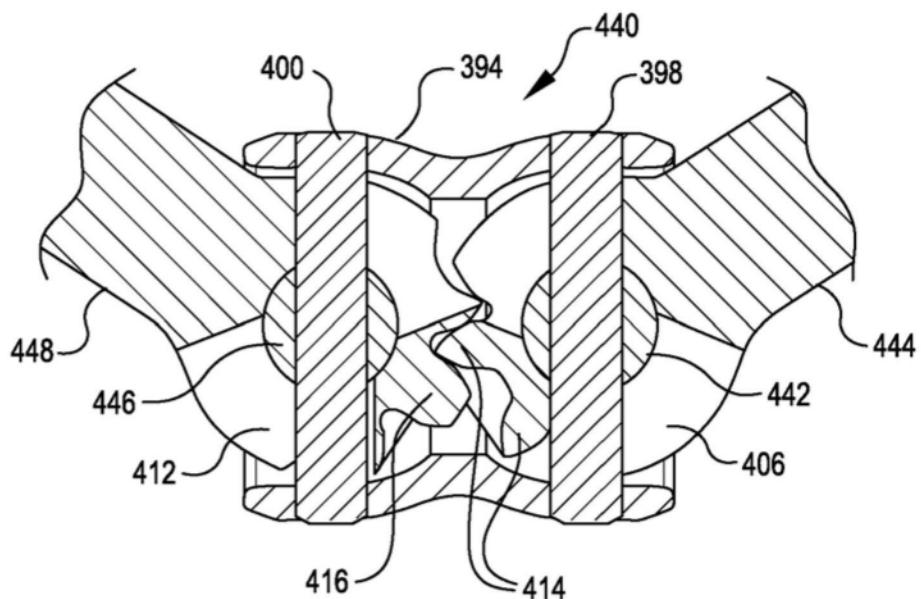


图23c

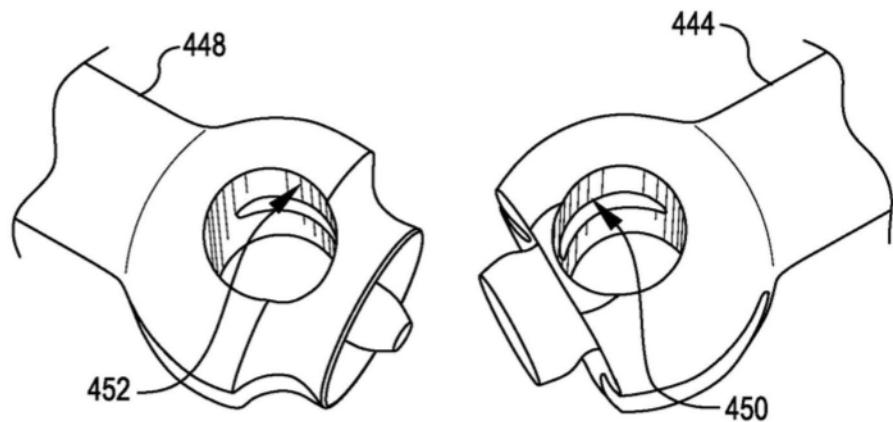


图23d

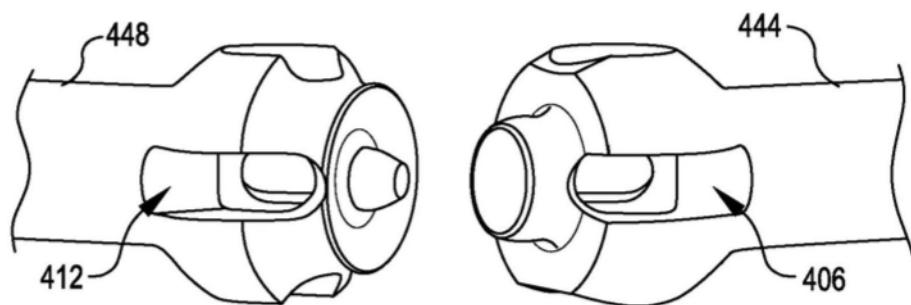


图23e

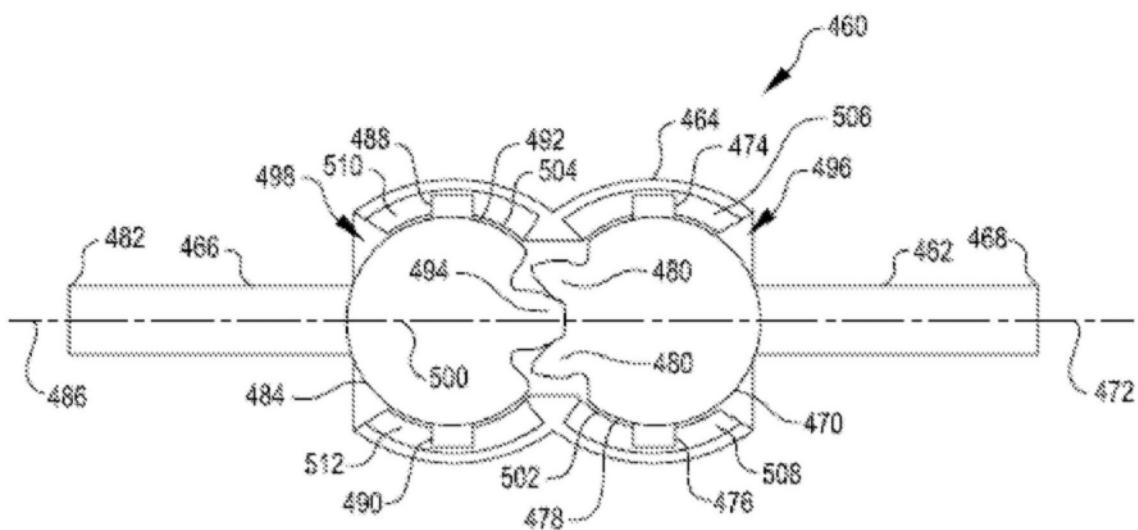


图24a

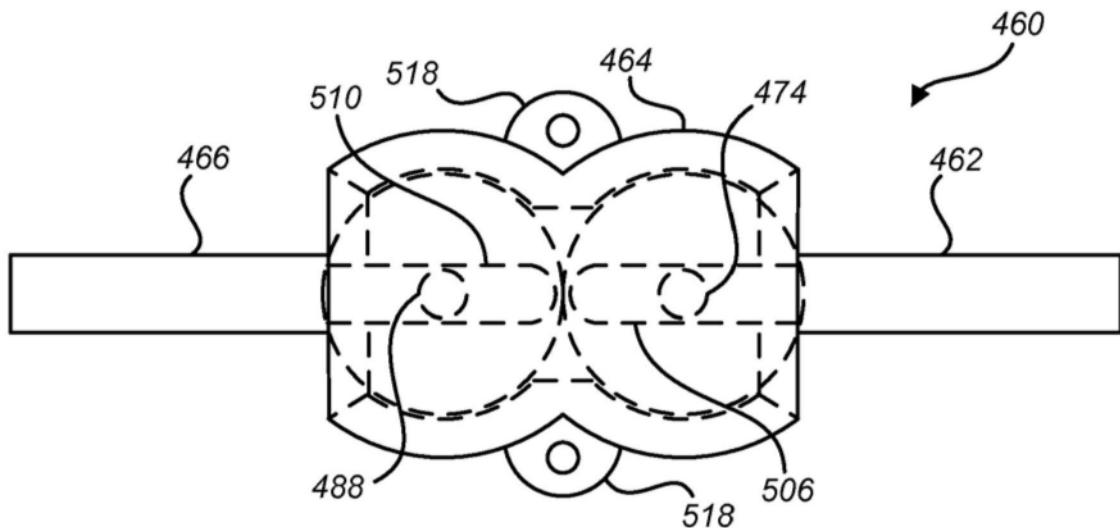


图24b

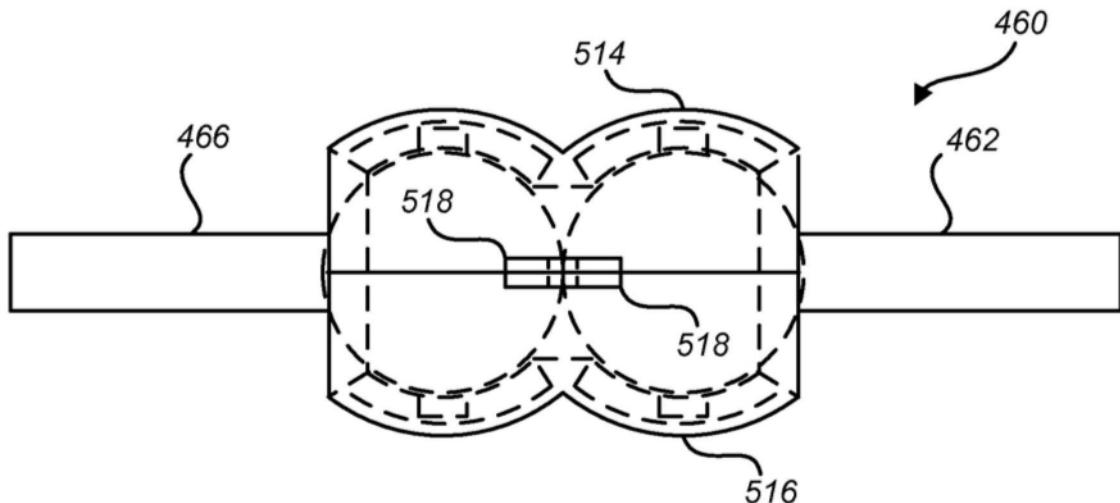


图24c

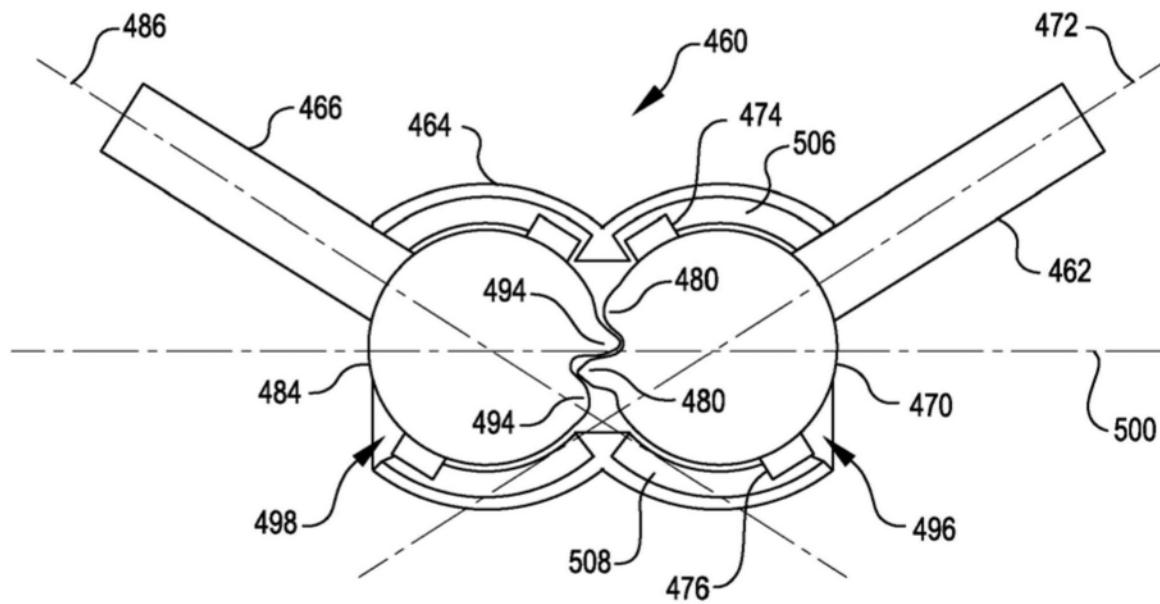


图24d

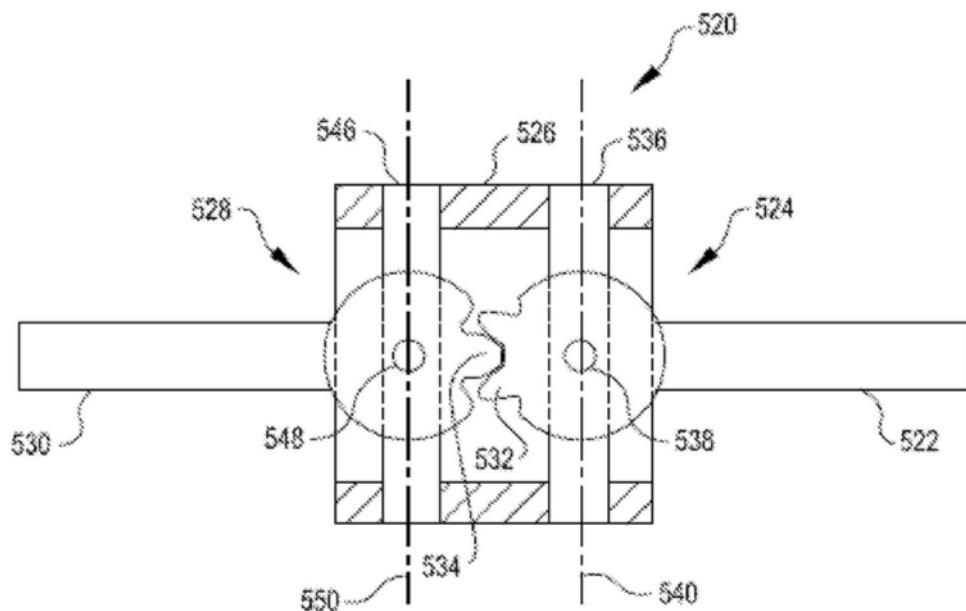


图25a

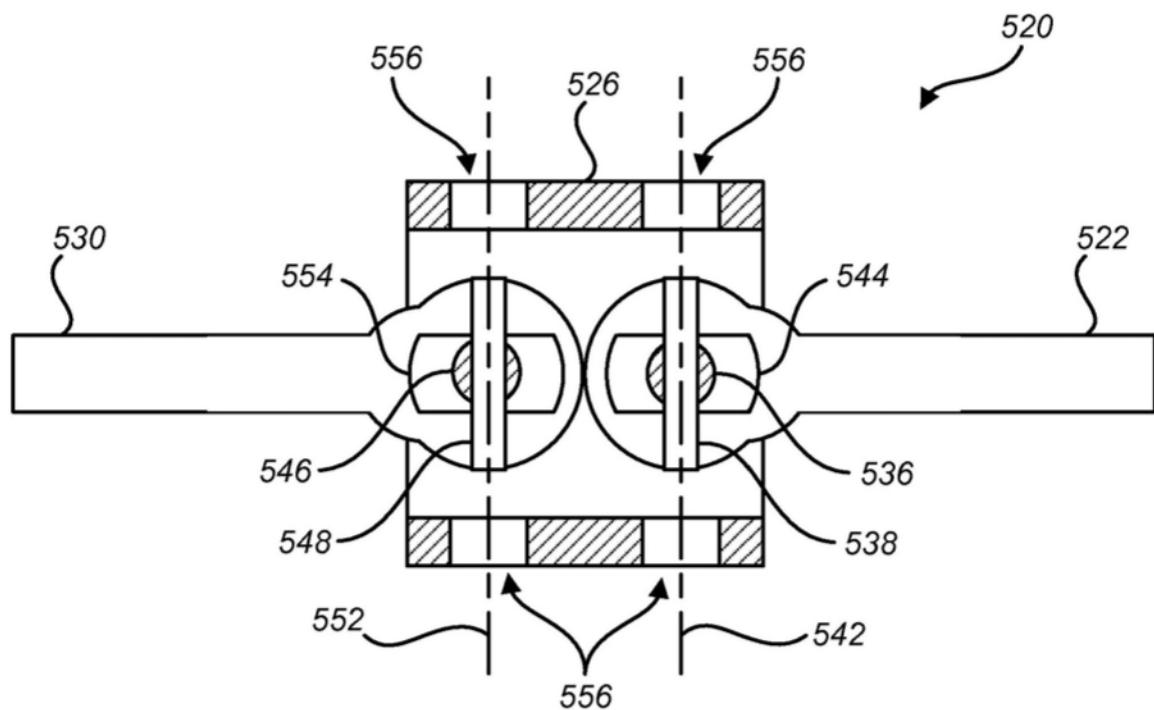


图25b

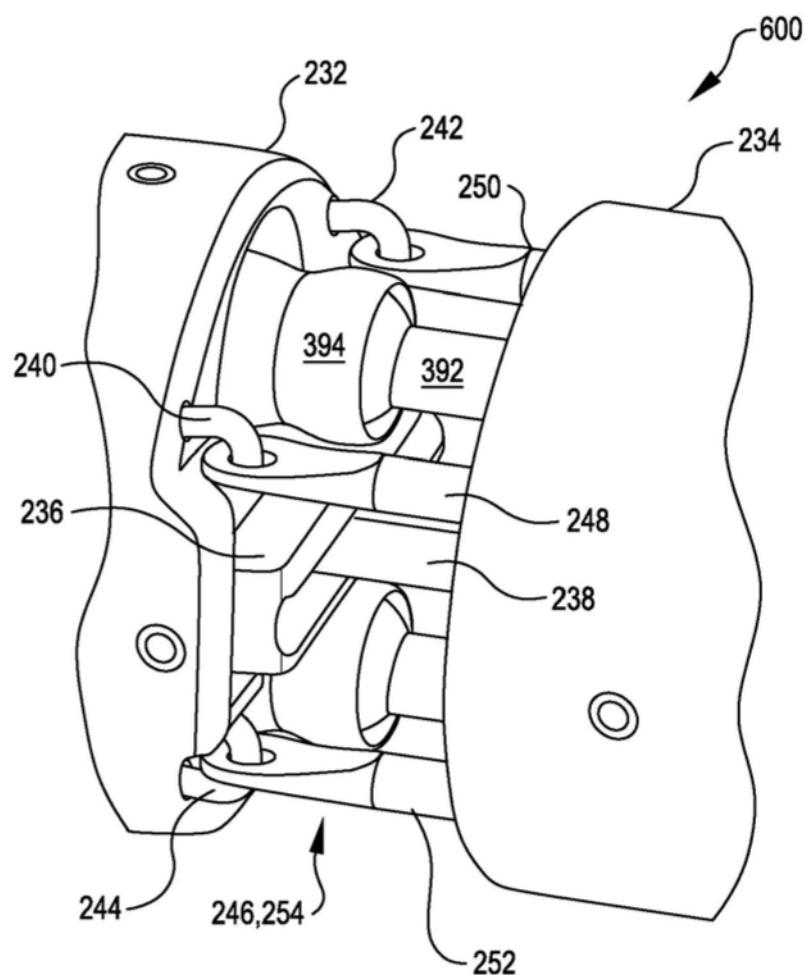


图26