



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110680504 B

(45) 授权公告日 2022.06.14

(21) 申请号 201910864670.0

(22) 申请日 2014.11.28

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110680504 A

(43) 申请公布日 2020.01.14

(30) 优先权数据
1404065.3 2014.03.07 GB

(62) 分案原申请数据
201480076954.9 2014.11.28

(73) 专利权人 CMR外科有限公司
地址 英国剑桥郡

(72) 发明人 卢克·戴维·罗纳德·黑尔斯
史蒂文·詹姆斯·兰德尔

(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 34/30 (2016.01)

(56) 对比文件
CN 106102630 B, 2019.10.18
US 5740699 A, 1998.04.21
CN 202146362 U, 2012.02.22
US 2013131695 A1, 2013.05.23
US 4739241 A, 1988.04.19
CN 101227870 A, 2008.07.23
CN 101421080 A, 2009.04.29

审查员 林慧蓉

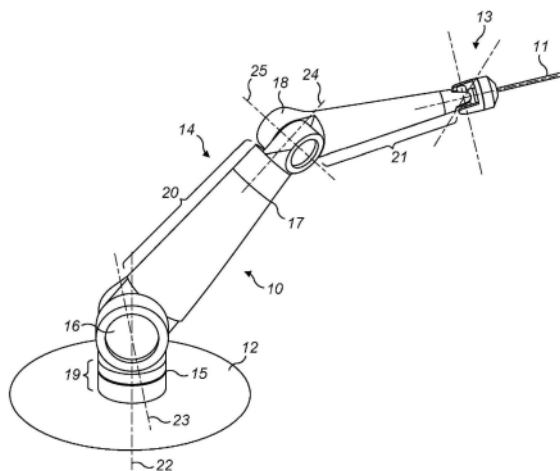
权利要求书3页 说明书11页 附图5页

(54) 发明名称

外科手术臂

(57) 摘要

一种外科手术机器人,包括铰接臂,所述臂具有终端部,包括:远端段,其具有用于外科手术器械的连接部;中间段;以及基底段,通过该基底段所述终端部连接于所述臂的其余部;在所述远端段和所述中间段之间的第一关节,该第一关节允许所述远端段和所述中间段绕第一轴相对转动;以及在所述中间段和所述基底段之间的第二关节,该第二关节允许所述中间段和所述基底段绕第二轴相对转动;其中:所述中间段包括第三关节,其允许所述远端段和所述基底段绕第三和第四轴相对转动;并且所述第一、第二和第三关节被设置以使得在所述第三关节的至少一个构造中,所述第一和第二轴平行,所述第三和第四轴横向于所述第一轴。



1. 一种外科手术机器人,包括外科手术器械和铰接臂,所述臂具有终端部,所述终端部包括:

远端段,其连接至所述外科手术器械;

中间段;以及

基底段,通过该基底段所述终端部连接于所述臂的其余部;

第一关节,其在所述远端段和所述中间段之间,该第一关节允许所述远端段和所述中间段绕第一轴相对转动;以及

第二关节,在所述中间段和所述基底段之间,该第二关节允许所述中间段和所述基底段绕第二轴相对转动;其中:

所述中间段包括第三关节,其允许所述远端段和所述基底段绕第三和第四轴相对转动;并且

所述第一、第二和第三关节被设置以使得在所述第三关节的至少一个构造中,所述第一和第二轴共线,所述第三和第四轴横向于彼此,所述第三和第四轴横向于所述第一轴,所述第三和第四轴彼此相交;以及

所述外科手术器械具有伸长部的轴,对于所述第三关节的各个构造,所述伸长部的轴均基本上沿所述第一轴放置。

2. 如权利要求1所述的外科手术机器人,其中所述构造中所述第三和第四轴垂直于所述第一轴。

3. 如权利要求1至2任一项所述的外科手术机器人,其中所述第三和第四轴彼此垂直。

4. 如权利要求1或2所述的外科手术机器人,其中所述第一关节是转动接头。

5. 如权利要求1或2所述的外科手术机器人,其中所述第二关节是转动接头。

6. 如权利要求1或2所述的外科手术机器人,其中所述第三关节是球面接头或一对转动接头。

7. 如权利要求1或2所述的外科手术机器人,其中所述第三关节是万向节。

8. 如权利要求1或2所述的外科手术机器人,其中相对于所述基底段,铰接外科手术器械的连接部的唯一机构是所述第一、第二和第三关节。

9. 如权利要求1或2所述的外科手术机器人,其中所述臂包括:

基座;以及

近端部,其在所述基座和所述臂的终端部的基底段之间延伸,所述近端部沿其长度被铰接并且刚性地连接于所述基底段。

10. 如权利要求9所述的外科手术机器人,其中所述近端部包括:

第一臂段;

第二臂段,通过第一臂关节偶联于所述第一臂段,由此所述第二臂段能够相对于所述第一臂段绕第一臂轴转动;

第三臂段,通过第二臂关节偶联于所述第二臂段,由此所述第三臂段能够相对于所述第二臂段绕第二臂轴转动;

第四臂段,通过第三臂关节偶联于所述第三臂段,由此所述第四臂段能够相对于所述第三臂段绕第三臂轴转动;以及

第五臂段,通过第四臂关节偶联于所述第四臂段,由此所述第五臂段能够相对于所述

第四臂段绕第四臂轴转动;其中

所述第二臂轴横向于所述第一臂轴,所述第三臂轴横向于第二臂轴,并且所述第四臂轴横向于第三臂轴;并且

所述第二和第三臂段一起形成在沿所述第三臂轴的方向上延伸的伸长枝干。

11.如权利要求10所述的外科手术机器人,其中所述第二臂轴垂直于所述第一臂轴。

12.如权利要求10或11所述的外科手术机器人,其中所述第三臂轴垂直于所述第二臂轴。

13.如权利要求10或11所述的外科手术机器人,其中所述第四臂轴垂直于所述第三臂轴。

14.如权利要求10或11所述的外科手术机器人,其中所述第一臂段刚性地连接于所述基座。

15.如权利要求10或11所述的外科手术机器人,其中所述第一、第二、第三和第四臂关节是转动接头,并且相对于所述基座,铰接所述第五臂段的唯一机构是所述第一、第二、第三和第四臂关节。

16.如权利要求10所述的外科手术机器人,具有在所述第一臂段和所述基座之间的第一附加关节,所述第一附加关节允许所述第一臂段和所述基座绕横向于所述第一臂轴的第一附加轴的相对转动。

17.如权利要求16所述的外科手术机器人,具有在所述第一臂段和所述基座之间的第二附加关节,所述第二附加关节允许所述第一臂段和所述基座绕横向于所述第一附加轴的第二附加轴的相对转动。

18.如权利要求10、11、16或17任一项所述的外科手术机器人,其中所述第二臂段包括第三附加关节,由此所述第二臂段可以绕横向于所述第三臂轴的轴弯曲。

19.如权利要求10或11所述的外科手术机器人,其中所述第二臂轴在垂直于所述第一臂轴的方向上从所述第一臂轴偏移。

20.如权利要求10或11所述的外科手术机器人,其中所述第二臂轴在垂直于所述第三臂轴的方向上从所述第三臂轴偏移。

21.如权利要求10或11所述的外科手术机器人,其中所述第四臂轴在垂直于所述第三臂轴的方向上从所述第三臂轴偏移。

22.如权利要求10或11所述的外科手术机器人,其中所述基座被设置使得所述第一轴从竖直方向偏移至少 20° 。

23.如权利要求10所述的外科手术机器人,其中所述第五臂段刚性地连接于所述臂的所述终端部的所述基底段。

24.如权利要求23所述的外科手术机器人,其中所述第五臂段和所述基底段一起形成在沿所述第二轴的方向上延伸的伸长枝干。

25.如权利要求24所述的外科手术机器人,其中所述第二臂轴横向于所述第四臂轴。

26.如权利要求25所述的外科手术机器人,其中所述第二臂轴垂直于所述第四臂轴。

27.如权利要求23至26任一项所述的外科手术机器人,其中所述第四臂轴在垂直于所述第二轴的方向上从所述第二轴偏移。

28.如权利要求1所述的外科手术机器人,其中所述臂包括八个转动接头,通过所述转

动接头,所述臂的远端可以相对于所述臂的近端被转动,相对于所述臂的近端所述八个转动接头为所述臂的远端提供六个自由度。

29.如权利要求1所述的外科手术机器人,其中所述第三关节由具有中间构件的接头所构成,所述中间构件可以相对于所述基底段绕第一球面接头运动,并且相对于所述远端段绕第二球面接头运动,所述第一和第二球面接头相对于所述中间构件被限制在一个平面中运动。

30.如权利要求29所述的外科手术机器人,包括随动件,其受制于所述中间构件内并被所述第一和第二球面接头分别偶联至所述基底段和所述远端段,该随动件相对于所述中间构件被限制为直线移动。

31.如权利要求29或30所述的外科手术机器人,包括设置在所述基底段和所述中间构件之间的多个线性致动器,其用于引起所述远端段和所述基底段绕第三和第四轴的相对转动。

外科手术臂

[0001] 本申请是申请日为2014年11月28日、申请号为201480076954.9和发明名称为“外科手术臂”的中国专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及用于执行外科手术任务的机器人。

背景技术

[0003] 目前已经提出了用于执行或协助外科手术的机器人的各种设计。然而,许多机器人设计遭遇了使其不适于执行广泛的外科手术方法的问题。对此普遍的原因在于,为了使外科手术机器人在广泛的外科手术情况中都能很好地发挥作用,则必须成功地平衡一套对外科手术环境的独特需求。

[0004] 通常外科手术机器人具有机械臂,在所述机械臂的远端连接有外科手术器械。

[0005] 对外科手术机器人的第一个普遍需求在于其机械臂应当提供足够的机械灵活性,以将所述外科手术器械定位于广泛的位置和定向中,从而所述外科手术器械(末端执行器)的工作尖端可以达到一定范围的所需的外科手术部位。如图1所示,可以由常规的具有六个自由度的完全灵活的机械臂单独地满足这个需求。然而,第二,外科手术机器人必须还具有能够定位其手臂的能力,以使得所述器械的末端执行器(end effector)可以被非常精切地定位,而所述机器人不会过大或过重。这样的需求的产生是因为,与用于许多其他任务的大型机器人不同,(a) 外科手术机器人需要以与人极为贴近的方式安全地工作,所述人不只是患者,还通常是外科手术人员如麻醉师和外科手术助理,以及(b) 为了执行许多腹腔镜手术方法,需要将多个末端执行器都极为贴近地靠在一起,因此需要外科手术臂足够小使其能够紧密贴合在一起。图1机器人的另一问题在于,在某些外科手术环境中,没有充足的空间能够将机器人的基座放置在便利的靠近手术操作部位的位置。

[0006] 许多机器人具有腕(即臂的终端铰接结构),所述腕包括允许绕大致沿着所述臂的轴转动的两个接头(滚动接头(roll joint)),以及包括在所述两个接头之中的允许绕大致横向于所述臂的轴转动的一个接头(俯仰接头(pitch joint))。这样的腕在图2示出,其中所述滚动接头以1和3表示出,所述俯仰接头以2表示出。在图2所示的构造中的腕,所述接头1至3的轴分别以4至6表示出。这样的腕使器械7能够自由运动,来占据半球,所述半球的底部以轴4为中心。然而,这样的腕不能很好地适用于外科手术机器人。原因之一在于,当所述俯仰接头2从图2所示的平直位置只以小角度偏移时,需要接头1的大转动以产生所述器械尖端的一些相对小的侧向运动。在这种条件下,当所述俯仰接头几乎是平直的时候,为了在合理时段内平滑移动所述末端执行器,对接头1的驱动必须有非常快的操作能力。这样的需求并不能与使所述臂小和重量轻的需求轻易兼容,因为它要求相对大的驱动马达以及足够硬的臂,所述马达可以对抗臂而不产生对臂的位置的震动。

[0007] 对机械臂来说,需要能够比现有的臂成功地执行更广泛的外科手术治疗方法。

发明内容

[0008] 根据本发明的一方面,提供了一种外科手术机器人,包括铰接(articulated)臂,所述臂具有终端部,包括:远端段,其具有用于外科手术器械的连接部;中间段;以及基底段,通过该基底段所述终端部连接于所述臂的其余部;在所述远端段和所述中间段之间的第一关节(articulation),该第一关节允许所述远端段和所述中间段绕第一轴相对转动;以及在所述中间段和所述基底段之间的第二关节,该第二关节允许所述中间段和所述基底段绕第二轴相对转动;其中:所述中间段包括第三关节,允许所述远端段和所述基底段绕第三和第四轴相对转动;并且所述第一、第二和第三关节被设置以使得在所述第三关节的至少一个构造中,所述第一和第二轴平行,所述第三和第四轴横向于所述第一轴。

[0009] 在所述构造中,所述第三和第四轴可以垂直于第一轴。

[0010] 在所述构造中,所述第一和第二轴可以是共线的。

[0011] 或者在所述臂的所有构造中或者在一些构造中所述第三和第四轴彼此相交。

[0012] 或者在所述臂的所有构造中或者在一些构造中所述第三和第四轴可以彼此垂直。

[0013] 所述第一关节可以是转动接头。所述第二关节可以是转动接头。所述第三关节可以是球面接接头或一对转动接头。所述第三关节可以是例如万向节(universal joint)(比如卡登Cardan接头)、等速节、球形接头或其中铰链轴彼此横向的双铰链接头。如果所述第三关节是万向节,所述万向节的轴可以相交或者可以偏移。

[0014] 在一种设置中,相对于所述基底段,铰接外科手术器械的连接部的唯一机构可以是所述第一、第二和第三关节。在其他实施方式中,可以具有附加的转动或平移接头。

[0015] 或者在所述臂的所有构造中或者在一些构造中外科手术器械的连接部可以定位在所述第一轴上。这里的外科手术器械的连接部可以通过动力传送,以引起外科手术器械的一个或多个接头独立于臂的运动而铰接。所述外科器械可以是腹腔镜和/或关节镜器械。所述外科手术机器人可以是腹腔镜和/或关节镜机器人。

[0016] 所述外科手术机器人可以包括连接到所述连接部的外科手术器械。或者在所述臂的所有构造中或者在一些构造中所述外科手术器械可以在基本上沿所述第一轴的方向上延伸。

[0017] 根据本发明的第二方面,提供了在任一前述权利要求所述的外科手术机器人,其中所述臂包括:基座;以及在所述基座和所述臂的终端部的基底段之间延伸的近端部,所述近端部沿其长度被铰接并且刚性地连接于所述基底段。

[0018] 所述近端部可以包括:第一臂段;通过第一臂关节偶联于所述第一臂段的第二臂段,由此所述第二臂段可以相对于所述第一臂段绕第一臂轴转动;通过第二臂关节偶联于所述第二臂段的第三臂段,由此所述第三臂段可以相对于所述第二臂段绕第二臂轴转动;通过第三臂关节偶联于所述第三臂段的第四臂段,由此所述第四臂段可以相对于所述第三臂段绕第三臂轴转动;以及通过第四臂关节偶联于所述第四臂段的第五臂段,由此所述第五臂段可以相对于所述第四臂段绕第四臂轴转动;其中所述第二臂轴横向于所述第一臂轴,所述第三臂轴横向于第二臂轴,并且所述第四臂轴横向于第三臂轴;并且所述第二和第三臂段一起形成在沿所述第三臂轴的方向上延伸的伸长枝干(limb)。

[0019] 或者在所述臂的所有构造中或者在一些构造中所述第二臂轴与所述第一臂轴垂直。

[0020] 或者在所述臂的所有构造中或者在一些构造中所述第三臂轴可以与所述第二臂轴垂直。

[0021] 或者在所述臂的所有构造中或者在一些构造中所述第四臂轴可以与所述第三臂轴垂直。

[0022] 所述第一臂段可以刚性地连接于所述基座。

[0023] 各个第一、第二、第三和第四臂关节可以是转动接头(转动副revolute joint)。在一种设置中,相对于所述基座,铰接所述第五臂段的唯一机构可以是所述第一、第二、第三和第四臂关节。

[0024] 所述外科手术机器人可以具有在所述第一臂段和所述基座之间的第一附加关节。所述第一附加关节可以允许绕横向于所述第一臂轴的第一附加轴的所述第一臂段和所述基座的相对转动。

[0025] 所述外科手术机器人可以具有在所述第一臂段和所述基座之间的第二附加关节。所述第二附加关节可以允许所述第一臂段和所述基座绕横向于第一附加轴的第二附加轴的相对转动。

[0026] 所述第二臂段可以包括第三附加关节,由此所述第二臂段可以绕横向于所述第三臂轴的轴弯曲。

[0027] 或者在所述臂的所有构造中或者在一些构造中所述第二臂轴可以在与所述第一臂轴垂直的方向上从所述第一臂轴偏移。

[0028] 或者在所述臂的所有构造中或者在一些构造中所述第二臂轴可以在与所述第三臂轴垂直的方向上从所述第三臂轴偏移。

[0029] 或者在所述臂的所有构造中或者在一些构造中所述第四臂轴可以在与所述第三臂轴垂直的方向上从所述第三臂轴偏移。

[0030] 所述基座可以被设置使得所述第一轴可以从竖直方向固定地偏移至少 20° 。

[0031] 所述第五臂段可以刚性地连接于所述臂的所述终端部的基底段。

[0032] 所述第五臂段和所述基底段可以一起形成在沿所述第二轴的方向上延伸的伸长枝干。

[0033] 所述第二轴可以横向于所述第四臂轴。或者在所述臂的所有构造中或者在一些构造中所述第二臂轴可以与所述第四臂轴垂直。

[0034] 所述第四臂轴可以在垂直于所述第二轴的方向上从所述第二轴偏移。

[0035] 所述臂可以包括八个转动接头,通过所述转动接头,所述臂的远端可以相对于所述臂的近端被转动。相对于所述臂的近端所述八个转动接头可以为所述臂的远端提供六个自由度。

[0036] 根据本发明的第三方面,提供一种外科手术机器人包括:基座;以及臂,从所述基座延伸并终止在腕的远端,所述腕具有在其上的用于外科手术器械的连接部;其中:所述臂沿其长度被一系列转动接头铰接,按照从所述基座延伸的顺序,所述臂接头包括:i.具有第一轴的第一接头;ii.具有横向于所述第一轴的第二轴的第二接头;iii.具有横向于所述第二轴的第三轴的第三接头;以及iv.具有横向于所述第三轴的第四轴的第四接头;并且所述腕沿其长度被第二系列转动接头铰接,按照朝向所述接连部运行的顺序,所述腕的接头包括:v.具有第五轴的第五接头;vi.具有横向于所述第五轴的第六轴的第六接头;以及vii.

具有横向于所述第五和第六轴两个的第七轴的第七接头。

[0037] 或者在所述臂的所有构造中或者在一些构造中所述第五和第六轴可以相交。

[0038] 所述第一至第七接头可以是所述臂的关节的唯一机构。

[0039] 所述腕可以包括第五接头和第四接头之间的第八回转接头。所述第八接头的轴可以横向于所述第五和第六轴两个。

[0040] 在所述第五和第六接头的一种构造中,所述第八轴和第七轴可以平行。

[0041] 在所述第五和第六接头的一种构造中,所述第八轴和第七轴可以共线。

[0042] 所述第一至第八接头可以是所述臂的关节的唯一机构。

[0043] 所述外科手术机器人可以具有在所述第一接头节和所述基座之间的第一附加转动接头。所述第一附加转动接头可以具有垂直于所述第一轴的第一附加轴。

[0044] 所述外科手术机器人可以具有在所述第一附加转动接头和所述基座之间的第二附加转动接头。所述第二附加转动接头可以具有垂直于所述第一附加轴的第二附加轴。

[0045] 所述外科手术机器人可以具有在所述第二接头和所述第三接头之间的第三附加转动接头。所述第三附加转动接头可以具有横向于所述第一轴的轴。

[0046] 所述第三附加接头的轴可以平行于第二轴。

[0047] 所述第三关节或第五和第六接头可以由具有中间构件的接头所构成,所述中间构件可以相对于所述臂的杆段绕第一球面接头运动,并且相对于所述远端绕第二球面接头运动,所述第一和第二球面接头相对于所述中间构件被限制在一个平面中运动。

[0048] 所述接头结构可以具有受制于所述中间构件内并被所述第一和第二球面接头分别偶联至所述杆段和所述远端的随动件,该随动件相对于所述中间构件被限制为直线移动。

[0049] 所述外科手术机器人可以包括设置在所述杆段和所述中间构件之间的多个线性致动器,其用于引起所述远端和所述杆段绕第三和第四轴相对转动。

附图说明

[0050] 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:

[0051] 图1示出现有技术的机械臂。

[0052] 图2示出现有技术的机械腕部。

[0053] 图3示出了根据本发明的一个实施例的机械臂,所述机械臂具有与其连接的外科手术器械。

[0054] 图4示出图2的臂的腕部。所述腕部在图4a、4b和4c的三个不同构造中示出。

[0055] 图5示出了外科手术器械。

[0056] 图6示出机械臂的替代设计。

[0057] 图7示出腕部的替代设计。

具体实施方式

[0058] 图3和图4的所述外科手术机械臂具有腕部,其中允许绕大致横向于所述臂的远端部的轴转动的两个接头位于允许绕大致平行于所述臂的远端部的轴转动的两个接头之间。这样的设置允许所述器械在半球空间内移动,所述半球空间的底部以所述臂的远部为中

心,而不需要接头之一的用以平稳移动所述末端执行器的高速运动,并且不需要所述臂的其他任何部分的运动。

[0059] 更详细地,图3示出了机械臂(总体上用10表示),所述机械臂具有与该机械臂连接的外科手术器械11。所述机械臂从基座12延伸。所述基座可以被安装于手术室的地板,或安装于固定底座(plinth),或可以是移动台车或手推车的一部分,或可以安装于床或可以安装于手术室的天花板。当手术正在实施时,相对于患者的床或椅子所述基座被固定在合适的地方。所述机械臂包括总体上以13示出的腕部和总体上以14示出的主要部分。所述主要部分组成所述臂的大部分范围,并且终止在其连接于所述腕部的远端。所述主要部分的近端连接于所述基座。所述腕部组成所述臂的远部,并连接至所述主要部分的远端。

[0060] 所述臂的主要部分包括四个接头15、16、17、18和三个杆段19、20、21。所述接头是转动接头。除了分别设置在杆段19和20中的接头15和17外,所述杆段是刚性的。每个杆段可以具有相当长的长度(substantial length),并且用于为所述臂提供从所述基座侧向和/或竖直地到达所述腕部和偏移所述腕部的能力。如果所述基座被放置在合适的地方,尤其如果所述基座从所述地板被抬起,所述第一杆段可以相对于第二和第三个杆段被缩短。

[0061] 所述第一杆段19连接于所述基座12。在实践中,所述第一杆段可以在大致直立的方向上从所述基座便利地延伸,但它可以与竖直方向呈显著的倾斜度延伸或甚至水平地延伸。

[0062] 接头15被放置在第一杆段中。接头15允许固定于所述基座的所述第一杆段的近部和所述臂的其余部绕轴22的相对转动。便利地,轴22与所述第一杆段的形成所述臂的主要范围平行或大致平行,该轴从所述基座朝向接头16延伸。因此,便利地,轴22与所述第一杆段的形成所述臂的主要范围所呈的角可以小于 30° ,或小于 20° 或小于 10° 。轴22可以是竖直或基本上竖直的。轴22可以在所述基座和接头16之间延伸。

[0063] 接头16位于第一杆段19的远端。接头16允许所述第一杆段19和连接于接头16远端的第二杆段20绕轴23相对转动,该轴23横向于所述第一杆段19和/或第二杆段20。便利地,轴23与所述第一和第二杆段的任一个或两个垂直或大致垂直。因此,便利地,轴23与所述第一和第二杆段的任一个或两个的主要范围所呈的角可以小于 30° ,或小于 20° 或小于 10° 。便利地,轴23垂直或大致垂直于轴22和/或以下将描述的轴24。

[0064] 接头17被放置在第二杆段中。接头17允许所述第二杆段的近部和所述臂的其余部绕轴24相对转动。便利地,轴24与所述第二杆段的主要范围平行或大致平行。因此,便利地,轴24与所述第二杆段的主要范围所呈的角可以小于 30° ,或小于 20° 或小于 10° 。轴24可以相交或大致(例如在50mm内)相交于轴23和以下将描述的轴25。在图3中,比起所述第二杆段的近端,接头17被示出放置于更靠近其远端。这是有利的,因为它减少了需要在接头17处转动的质量,但接头17可以放置在所述第二杆段的任意点。所述第二杆段便利地比第一杆段长。

[0065] 接头18放置于第二杆段20的远端。接头18允许所述第二杆段和连接于接头18远端的第三杆段21绕轴25相对转动,该轴25横向于所述第二杆段20和/或第三杆段21。便利地,轴25与所述第二和第三杆段的任一个或两个垂直或大致垂直。因此,便利地,轴25与所述第二和第三杆段的任一个或两个的主要范围所呈的角可以小于 30° ,或小于 20° 或小于 10° 。便利地,轴25垂直或大致垂直于轴24和/或与以下将描述的轴29。

[0066] 因此总之,在一种实施例中,按照从基座到所述主要部分的远端的顺序,所述臂的

主要部分可以由以下构成：

[0067] 1、第一杆段19,其具有相当长的长度或不长的长度,并包含接头15(滚动接头),该接头15允许例如绕大致沿第一杆段的形成所述臂的范围(如果有的话)的轴转动。

[0068] 2、接头16(俯仰接头),其允许横向于所述第一杆段和/或横向于前一接头(接头15)的轴和/或横向于后一接头(接头17)的轴转动。

[0069] 3、第二杆段20,其具有相当长的长度并包含接头17(滚动接头),该接头17允许绕大致沿第二杆段的范围的轴和/或横向于前一接头(接头16)的轴和/或横向于后一接头(接头18)的轴转动。

[0070] 4、接头18(俯仰接头),其允许横向于所述第二杆段和/或横向于前一接头(接头17)和/或横向于后一接头(接头28)转动;并且,

[0071] 5、第三杆段21,其具有相当长的长度。

[0072] 所述腕部13连接于所述第三杆段的远端。所述腕部在图4中详细地示出。在图4中,4a显示了在平直构造中的腕部,4b显示了从接头26处运动的弯曲构造中的腕部,并且4c显示了从接头25处运动的弯曲构造中的腕部。相同的部件在图3和4中用相同的标号表示。所述平直构造表示所述腕部的横向接头(26,27)的移动的中点。

[0073] 所述第三杆段的远部在图4中被指定为21a。所述腕通过接头28连接于所述第三杆段的远端。接头28是允许所述腕相对于所述臂的远端绕轴29转动的转动接头。便利地,轴29与所述第三杆段的主要范围平行或大致平行。因此,便利地,轴29与所述第三杆段主要范围所呈的角可以小于 30° ,或小于 20° 或小于 10° 。轴29可以与轴25相交或大致相交(例如在50mm内)。便利地,轴29横向于轴25。

[0074] 所述腕的近端由腕底块30构成。所述腕底块30连接于接头28。腕底块抵靠在所述第三杆段21的远端。所述腕底块是刚性的并包括底部33,所述腕底块通过该底部33连接于接头28。所述腕底块还包括一对间隔隔开的臂31、32,所述间隔隔开的臂31、32从所述腕底块的底部33在远离所述第三杆段的方向上延伸。中间构件34以可以相对于臂31、32绕轴35转动这样的方式枢转地挂接在所述臂31、32之间。这构成了所述腕的转动接头27。便利地所述中间构件34是刚性块形式,可以是十字形状。腕头块36连接于所述中间构件34。所述腕头块36是刚性的并包括头部37,所述腕头块通过该头部37连接于以下将描述的接头38,并且一对间隔隔开的臂39、40从所述头部37朝向所述中间构件34延伸。所述臂39、40包围所述中间构件34并以这样的方式枢转连接于该中间构件34,以这样的方式使得所述腕头块能够相对于所述中间构件绕轴41转动。这提供了所述腕的转动接头26。轴35和41彼此以相当大的角度偏移。轴35和41便利地横向于彼此,并且更便利地彼此正交。轴35和41可以便利地相交或大致相交(例如在50mm内)。然而,所述中间构件还可以具有一定范围使得那些轴纵向偏移。轴35和29便利地横向于彼此,并且更便利地彼此正交。轴35和29可以便利地相交或大致相交(例如在50mm内)。轴35和29可以便利地与轴41相交于一个单一的点,或者这三个轴(例如,通过全部相交于半径50mm的球体)可以大致相交于一个单一的点。

[0075] 以这种方式,所述腕底块、中间构件和腕头块一起形成了万向节。所述万向节允许所述腕头块在半球中面向任何方向,该半球的底部垂直于接头28的轴29。所述腕底块和所述腕头块之间的联动装置(linkage)可以由其他形式的机械联动装置,例如由球形接头(ball joint)或等速节(constant velocity joint)构成。虽然由于所述腕底块和所述腕

头块相对轴向转动由接头28和38调节,所述联动装置不必允许这样的相对轴向转动,但是优选地它大致起到球面接头的的作用。可替代地,接头26,27和28可以被认为共同形成了球面接头。所述球面接头可以被提供作为球形接头。应当理解的是,图3的腕具有运动学冗余(kinematic redundancy)。所述器械11仅仅通过接头28和27的运动就可以被置于在绕轴29的半球的广泛的位置中。然而,正如下文将更详细地描述,已经发现,通过消除仅由对接头28、27所引起的运动奇异性(kinematic singularity),以及通过简化移动患者内部末端执行器的机械装置,接头26的加入大大改善了用于外科手术目的的机器人的操作,从而多个机械手可以彼此更加靠近地工作。

[0076] 终端单元42通过转动接头38连接于所述腕头块的头部37。

[0077] 接头38允许所述终端单元相对于所述头块绕轴43转动。轴43和41便利地横向于彼此,并且更便利地彼此正交。轴35和29可以便利地相交或大致相交(例如在50mm内)。轴35和29可以便利地与轴41相交于一个单一的点,或者这三个轴(例如,通过全部相交于半径50mm的球体)可以大致相交于单一的点。

[0078] 所述终端单元具有连接器,如插口(socket)或夹(clip),外科手术器械11可以连接至所述连接器。所述外科手术器械在图5中详细地示出。所述器械在器械基座50中包括伸长的器械杆51、可选地一个或多个接头52和末端执行器53。所述末端执行器可以是,例如,钳子、一把剪刀、摄像头、激光或刀。所述器械基座和所述终端单元42的连接器协同设计以使得随着所述杆远离所述器械基座延伸时,所述器械基座能够可释放地连接于所述连接器。便利地,在横向于接头26的轴和/或平行或大致平行和/或同轴或大致同轴于接头38的轴43的方向上,所述杆远离所述器械基座延伸。这意味着所述末端执行器具有借助于所述腕的接头运动的实质范围,并且意味着所述腕的接头可以被便利地用于对所述末端执行器定位。例如,随着所述器械杆的伸长部沿轴43伸长,接头38可以纯粹地用于对所述末端执行器定向,而不需用侧向组件移动部分或所有器械杆51,以这样的方式使得所述杆51已经插穿患者的组织而到达手术操作部位,从而导致该组织的破裂。如上所描述的所述器械杆的伸长部远离所述腕延伸的事实意味着,所述腕具有一定程度的类似于人类外科医生手腕的关节。其结果在于,由人类实施的许多外科手术技术可以容易地转换为这样的机械臂的运动。这能够帮助减少对已知外科手术过程设计机器人特定版本的需要。所述杆(shaft)便利地形成成为大致直线的刚性的棒(rod)。

[0079] 在以上描述中,所述腕底块30的长度小于所述机械臂的最后杆段21的长度。因为它减少了在接头28处需要转动的质量,这是有利的。然而,可以将接头28放置在比接头26和27更靠近接头25。

[0080] 所述臂的每个接头能够独立于其他接头,通过一个或更多动力装置如电动马达或液压活塞来被驱动。一个或多个所述动力装置可以位于本地相应的接头处,或者它或它们可以位于更靠近所述机器人的基座并通过偶联如电缆或联动装置而偶联至所述接头。所述动力装置可由机器人的使用者控制。通过一个或多个个人工输入装置例如操纵杆(joysticks),或通过由使用者移动的复制臂(replica arm)上起作用的传感器所衍生的输入,所述用户可以实时控制动力装置。可替代地,所述动力装置可以由已经预编程以执行外科手术方法的计算机自动控制。所述计算机可以具有读取存储着可由计算机执行的非易失性程序的计算机可读内存的能力,从而使得所述机械臂能够实施一个或多个外科手术方

法。

[0081] 图6示出外科手术臂的替代设计。图6的臂包括基座112,四个接头115、116、117、118,三个杆段119、120、121和腕单元113。所述接头是转动接头。除了接头115和117,所述杆段是刚性的。外科手术器械111连接于所述腕单元的终端部。

[0082] 所述第一杆段119从所述基座112延伸并包括接头115。所述第一杆段119通过接头116连接于所述第二杆段120。所述第二杆段120包括接头117。所述第二杆段通过接头118连接于所述第三杆段121。所述第三杆段121在转动接头128终止,通过所述转动接头128所述第三杆段121连接于所述腕单元113。所述腕单元包括一起构成万向节的中间转动接头对126、127和终端转动接头138。

[0083] 正如图3的机械臂中的类似接头,以下每对接头的轴可以独立地横向于彼此,或彼此大致正交(例如在正交方向的 30° , 20° 或 10° 中的任一个角度内)或彼此正交:115和116, 116和117, 117和118, 118和128, 128和126, 128和127, 126和138, 127和138, 126和127。正如图3的机械臂中的类似接头,以下接头的轴可以独立地与杆的伸长部的主轴对齐(例如在所述主轴的 30° , 或 20° 或 10° 任一个角度内)或平行,在所述杆中或杆上设置以下接头:(带有杆段120的)接头117、(带有杆段121)的接头128。正如图3的机械臂中的类似接头,腕可以被构造为使得在所述臂的一个或多个构造中接头128和138的轴可以是对齐的。便利地,当所述腕处于其左右运动的中间范围内时发生对齐。正如图3的机械臂中的类似接头,便利地所述器械111的伸长部的轴可以与接头138的轴对齐(例如在所述接头138的轴的 30° , 或 20° 或 10° 中的任一个角度内)或平行。所述器械的伸长部的轴可以与接头138的轴重合。

[0084] 图6的机械臂与图3的机械臂的不同在于,所述臂段119、120、121被构造为使得接头116的轴具有从接头115和117的轴实质的侧向偏移,并且使得接头118的轴具有从接头116和118的轴实质的侧向偏移。每个那样的偏移可以独立地例如大于50mm、或80mm或100mm。这样的设置是有利的,它提高了所述臂的运动性而不需要增加靠近所述器械尖端的扫掠体(swept volume)。

[0085] 在图6的机械臂中,最靠近基座的转动接头(接头115)的轴固定于从竖直方向大致偏移例如至少 30° 。这可以通过将所述基座固定在合适的定向获得。如果如图6所示,所述臂被建立以使得接头115的轴通常被引导远离所述末端执行器,则这减少了操作期间接头115和接头117之间运动奇异性的可能性。

[0086] 因此图6的臂具有大量的常规属性,在外科机械臂中所述常规属性可以是有利的。

[0087] -它包括一系列沿其长度的转动接头,所述转动接头包括依次沿所述臂的一系列四个接头,所述四个接头在(a)具有大体朝向按顺序的下一个接头运行的轴的接头(滚动接头)和(b)具有与按顺序的下一个接头的轴大体横向的轴的接头(俯仰接头)之间交替。因此图6的臂包括滚动接头115和117和俯仰接头116和118。这样的接头系列可以提供具有高度运动性的臂而不需要所述臂沉重或庞大或包括大量过多的接头。如以上所表明的,交替接头可以有益地从彼此侧向偏移。

[0088] -它包括开始于滚动接头128和具有两个俯仰接头(126、127)的腕段。所述腕的俯仰接头可以协同定位以使得它们的轴在所述臂的所有构造中相交。这样的接头系列可以为所述末端执行器提供绕所述臂的末端的高度运动性。

[0089] -腕段,终止于转动接头(138)的该腕段的轴与所述外科手术器械的延伸部的轴重

合。最便利地,所述器械杆被线性伸长并且该接头的轴与该杆对齐。这样的设置可以允许所述末端执行器通过单一的一个接头处的运动容易地转动至所需的定向,而不会过度破坏患者身上的伤口通道。它也可以减少在所述器械本身中对执行等效功能的接头的需要。

[0090] 近端转动接头(115),从竖直方向大致偏移并且最便利地被引导远离患者身上手术部位。这减少了该接头具有与所述臂的另一接头之间的运动奇异性的可能性。线性致动器

[0091] 图7示出了能够用作为例如图3和6的臂的腕接头的接头的替代设计。

[0092] 图7中所述臂的杆段以200示出。例如,这可以是图3的杆段21,或由转动接头连接到图3的杆段21的杆段,或图6的杆段113。多个线性致动器(linear actuator)被设置在所述杆段200的中心纵轴周围。所述线性致动器在所述中心轴周围周向偏移。它们可以围绕所述中心轴均匀间隔。这样的线性致动器可以有两个、三个、四个或更多。图7的实施例中具有绕所述中心轴均匀间隔的四个线性致动器,其中两个(201、202)在图7中可见。为了清楚,其它的致动器已经被省略。每个线性致动器由球面接头偶联至所述杆段200的远端,所述致动器从所述杆段200伸出。能够施加力来将两个端点拉到一起或拉开的其他机械装置可以代替线性致动器被使用。合适的机械装置的实施例包括活塞/气缸装置、线性马达和从动罗盘式相互可转动臂。每个线性致动器的一个端点被连接至球面接头,通过该球面接头,其连接至所述杆段200。每个线性致动器的另一个端点被连接至另一球面接头,通过该另一球面接头,该线性致动器连接至中间构件212。

[0093] 导棒203刚性地连接于所述臂段200并从该臂段200延伸出来。在其远端,所述导棒203终止于带有随动元件208的球面接头205。所述随动件208受制于所述中间构件212内。所述随动件被限制只在相对于所述中间构件的一个单一平面平移。这可以通过所述随动件208具有产生环形臂207上贴合平滑的滑动配合的圆周槽206实现,所述环形臂207刚性地连接于所述中间构件212内侧的腔并在所述中间构件212内侧的腔内径向向内延伸。

[0094] 沿着所述导棒的杆的是带有所述中间构件本身的滑动球面接头204。滑动球面接头204由球构成,通过所述球所述导棒的杆可以滑动。所述球的外表面形成带有所述中间构件212的球面接头。结合相对于所述导棒的远端和所述随动件之间的所述中间构件204和球面接头205的随动件208的平面受限运动,在这样的接头204能够在使的所述中间构件能够相对所述杆段200绕接头205转动的同时,使将所述中间构件保持在合适的位置。所述转动运动可以由线性致动器例如201、202所驱动。

[0095] 所述随动件的远端侧上,第二导棒通过球面接头213接合所述随动件。与接头204类似的滑动球面接头213允许所述中间构件212相对于所述第二导棒转动,并且允许相对于所述第二导棒沿其轴直线运动。

[0096] 终端臂件210刚性地连接于所述第二导棒。

[0097] 在图7中所示的所述机械装置的活动允许所述终端臂件经受围绕接头205、209之间区域的相对于所述杆段200绕两个正交轴的大致转动的运动。这样的运动可以被所述线性致动器驱动。它们可以在正如用于上述所讨论的马达的控制装置的控制下操作。可替代地,通过可以从所述臂的基座延伸的压力管线,所述线性致动器可以被液压或气压驱动。所述接头由所述中间构件212构成的性质意味着所述随动件208趋向于使所述终端臂件的角位移增加,使得相当大的所述终端臂件角偏移能够容易地实现。

[0098] 所述终端臂件可以是一元化的构件。可替代地，它可以由两个不同的部件210a和210b构成，该部件210a和210b可以相对于彼此绕与图7的接头138类似的转动接头211转动。以214局部所示的外科手术工具可以连接于所述终端臂件。

[0099] 如上所讨论的，用上述所定义的术语，图3和6的臂中朝向所述臂的远端的近端系列的接头依次是滚动、俯仰、滚动和俯仰接头。这样的一系列接头可以用RPRP表示，其中“R”表示滚动接头、P表示俯仰接头，所述接头在从所述臂的近端朝向远端按顺序列举。使用相同的术语，外科手术臂的其他便利的接头顺序包括以下：

[0100] 1. PRPRP：即图3和6的所述机械臂的接头顺序但是在RPRP接头顺序和所述基座之间多了一个俯仰接头。

[0101] 2. PRPRP：即图3和6的所述机械臂的接头顺序但是在RPRP接头顺序和所述腕之间多了一个滚动接头。

[0102] 3. RPRPRP：即连续三个RP对的系列，与图3和6的机械臂接头顺序类似，但是在RPRP接头顺序和所述基座之间多了一个俯仰接头，并且在RPRP接头顺序和所述腕之间多了一个滚动接头。

[0103] 可以将更多的接头可以增加到所述臂。

[0104] 每个这些臂可以具有图3或7所示类型的腕。接头28、38之一可以从所述腕中省略。

[0105] 如上述所表明的，所述外科手术器械可以具有一个或多个靠近其尖端的接头52。如果所述机械臂是本文所描述的类型，那么所述外科手术器械可以便利地只包括两个接头。便利地它们可以是转动接头，其轴横向于所述器械杆51延伸。这些接头的轴可以相交，形成万向节，或可以在所述器械杆的伸长部的方向上偏移。所述器械的接头可以被臂中的动力机构以及通过器械中的电缆或联动装置被传递到所述接头的运动所驱动。所述腕单元的终端部和所述器械基座50的连接器可以被配置为用于将这样的运动传递到所述器械中。便利地，所述器械的接头不包括其轴对齐于所述器械杆的转动接头。将由这样的接头提供的所述运动可以便利地通过所述机械臂的腕的接头38起作用。在许多外科手术过程中，不需要这样的运动。所述器械经常要求为一次性的，因此通过从该器械省略这样的接头可以减少成本。省略这样的接头还简化了所述器械和所述臂之间所需的机械相互作用，因为用于该接头的运动不需要被传递到所述器械中。

[0106] 在手术使用中，所述机械臂可以被无菌帷帘所覆盖以保持所述臂与所述患者隔绝或密封。这可以避免外科手术前对所述臂消毒的需要。相反地，所述器械将暴露在所述帷帘的患者一侧：或者是由于该器械穿过该帷帘的密封件延伸的结果或者是由于所述帷帘被夹在所述腕单元终端部的连接器和所述器械基座50之间。一旦所述器械已经连接到所述臂，它可以用于执行手术。在执行手术时所述臂首先可以被操纵以使得所述器械杆51的轴与患者外部所需的入口点（例如患者皮肤切口）和所需手术部位之间的轴对准。因此所述机械臂可以被操纵通过该切口插入所述器械并以平行于所述器械杆的轴的方向向前直到所述末端执行器到达手术部位。其他工具可以通过其他机械臂以类似的方法插入。一旦所要求的工具处于手术部位，该手术可以被实施，所述工具可以从患者体内撤出，一个或多个切口可以例如通过缝合被封闭。如果当所述器械位于患者体内时需要在横向于所述器械杆的轴的方向上移动所述末端执行器，这样的运动优选通过绕位于器械正在贯穿的切口的运动中心来转动所述器械杆来执行。这避免了使切口更大。

[0107] 以上所描述的类型机械臂可以为执行外科手术提供一系列优点。第一,因为它不包括过多的接头,却同时仍然能提供所需运动范围以将作为整体的器械以及特别是所述器械的末端执行器定位在更广泛的位置和方向中,因此所述机械臂可以相对修长和重量轻。这可以减少因当手术室正在装配以接收患者时的不希望的手臂运动使人受伤的可能性,比如当护士在所述臂附近工作时因为不希望的手臂运动使人受伤的可能性。这也可以改善多种这样的臂对手术部位的可达性,尤其是对于例如通常多种器械必须通过小开口到达手术部位的ENT(耳、鼻和喉)手术的手术部位。类似考虑还发生在例如腹部手术中,在该手术中通常多种器械从靠近肚脐的区域进入患者并向胸腔内部延伸进入患者的腹部;以及还发生在例如骨盆区域内手术中,在该手术中所述器械可以靠近手术部位的方向由于需要避开骨盆骨和其他内部结构而受限。类似地,因为外科手术人员对于将机器人底座放置在哪里具有更多自由,所以具有改良的运动范围的臂可以使其更容易将多个机器人的基座定位在手术部位周围。这可以帮助避免重新设计现有手术室工作流程以容纳机器人的需要。第二,所述臂提供足够的冗余运动,外科手术人员在相对于病人定位所述机器人基座方面具有灵活性。如果多种机器人需要在一个小的外科手术部位工作,如果在该手术室具有额外的设备或者如果患者具有不寻常的尺寸,则这是重要的。第三,当所述腕段包括位于最近的一对交叉轴俯仰接头的滚动接头,如图4所示,并且特别是如果另外所述臂和所述器械被构造以使得所述器械杆远离那些俯仰接头直接延伸,那么所述腕的运动接近于人的手腕,使得其更容易转换传统的外科手术,从而这些传统的外科手术可以被机器人执行。由于主臂构件的终端段(例如21和121)可以相对于器械杆成角度,所述腕和器械之间这样的关系帮助了使多种臂在手术部位附近能够紧密地接近彼此,而不需要让步于器械杆运动的自由。这部分是因为当所述终端执行器需要通过绕器械杆进入患者体内的外部点的中心转动而在患者体内移动时,以本臂的更优选的实施方式,这样的转动可以由所述腕唯一地提供,而不需要被多种具有空间偏移轴的接头之间的运动奇异性或复杂的交互所阻碍,同时所述臂的其余部只将所述腕传送到所需位置。当所述机器人受到电脑控制时,所述电脑的程序可以被定义以引起所述机器人通过绕沿器械杆的点转动所述末端执行器来传送所述末端执行器的位置。这个点可以与进入患者的切口重合或在该切口的远端。所述程序可以是例如,通过命令用于所述腕的一个或多个所述动力驱动器以引起接头26和/或27绕所述点转动所述器械,以及通过同时命令用于所述臂的其余部以引起所述腕传送,来实现所述末端执行器的该传送。

[0108] 由此申请人孤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,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,在这个程度上,不局限于权利要求书的范围。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,可以在本发明的范围内进行各种变形。

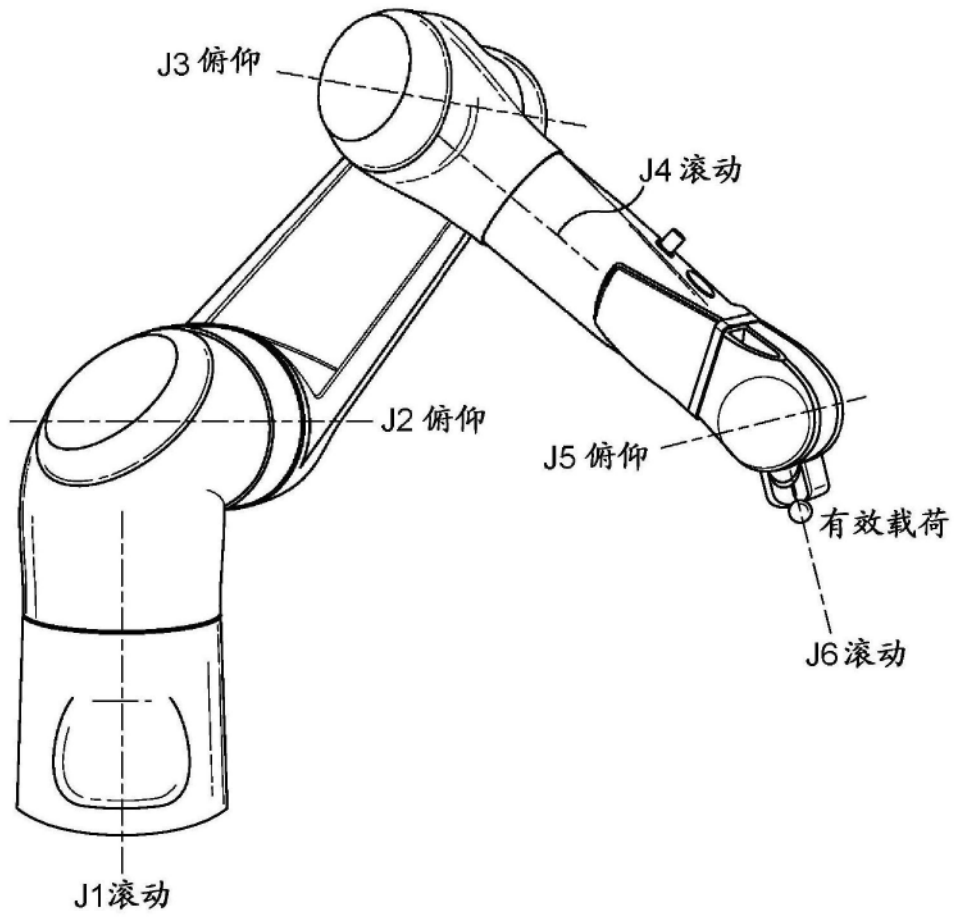


图1

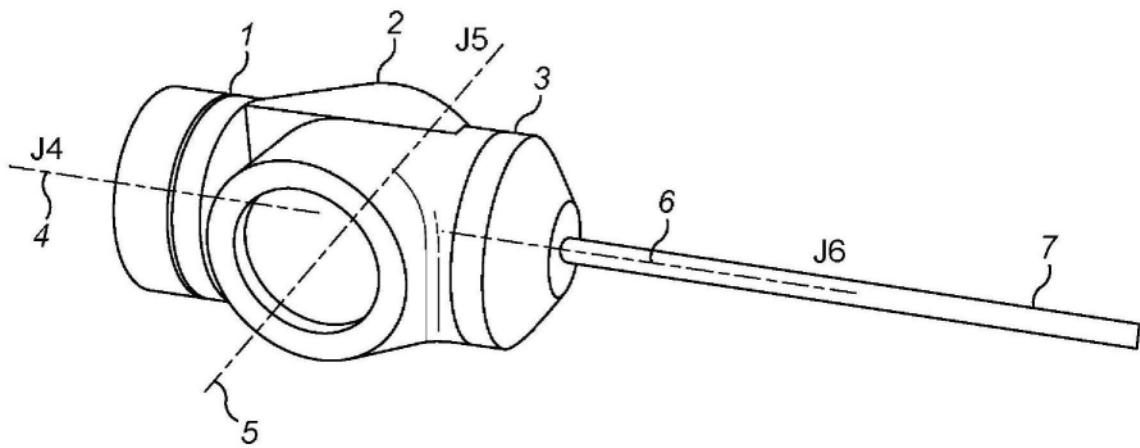


图2

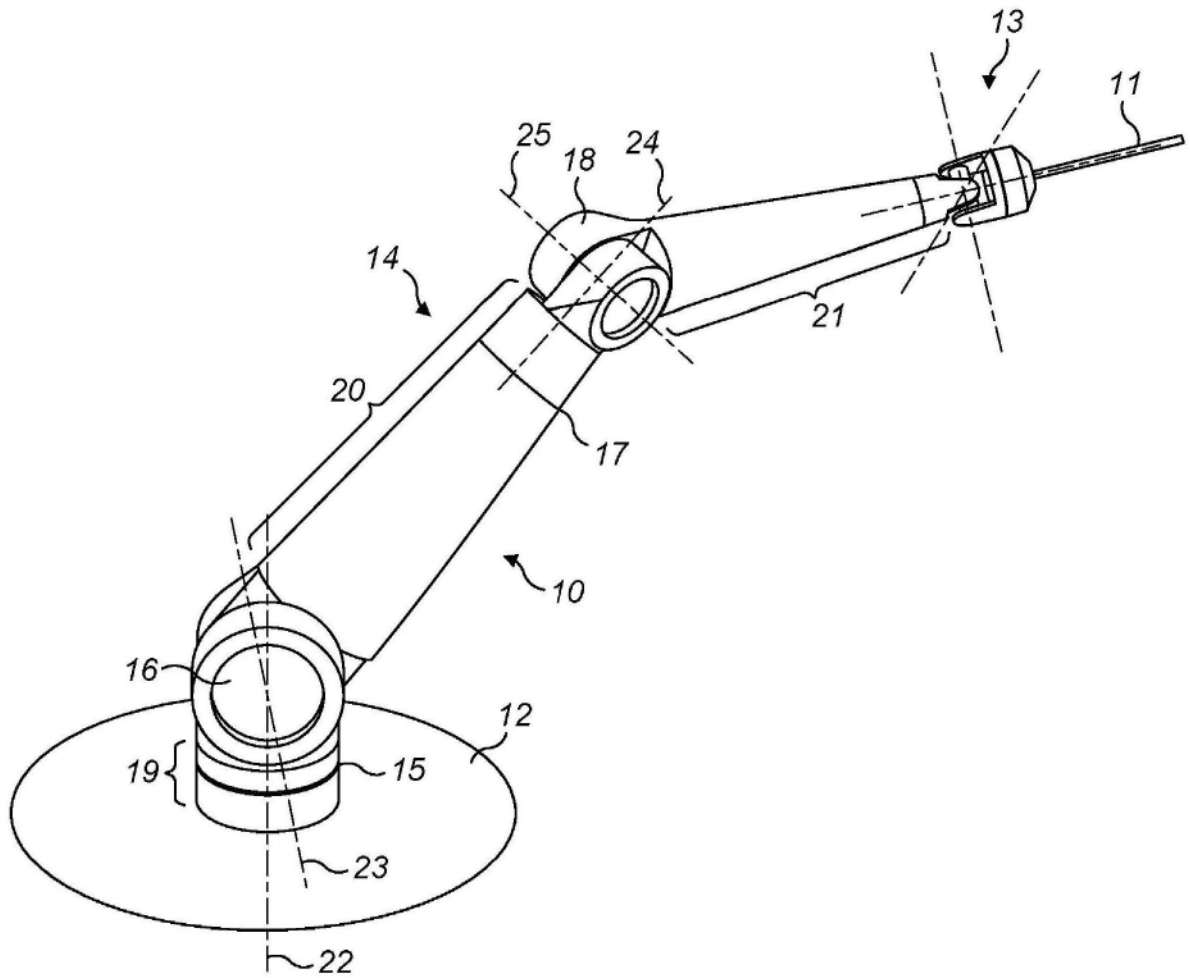


图3

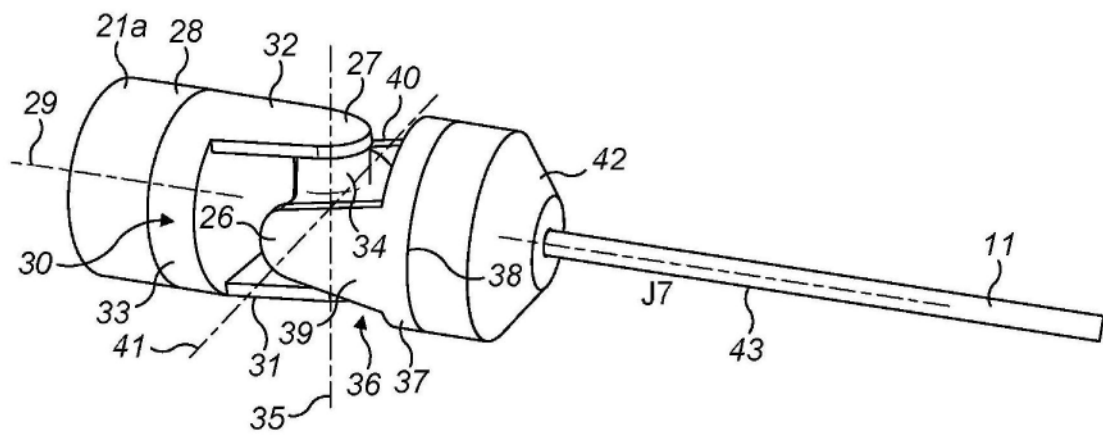


图4a

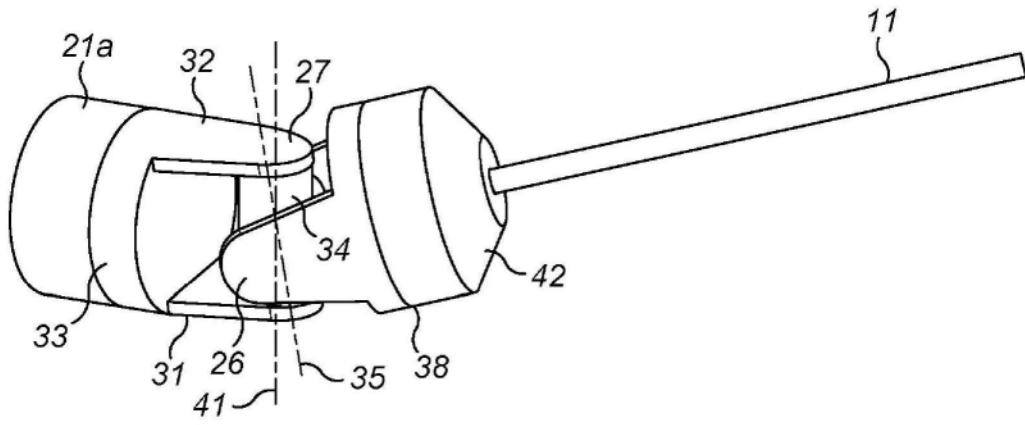


图4b

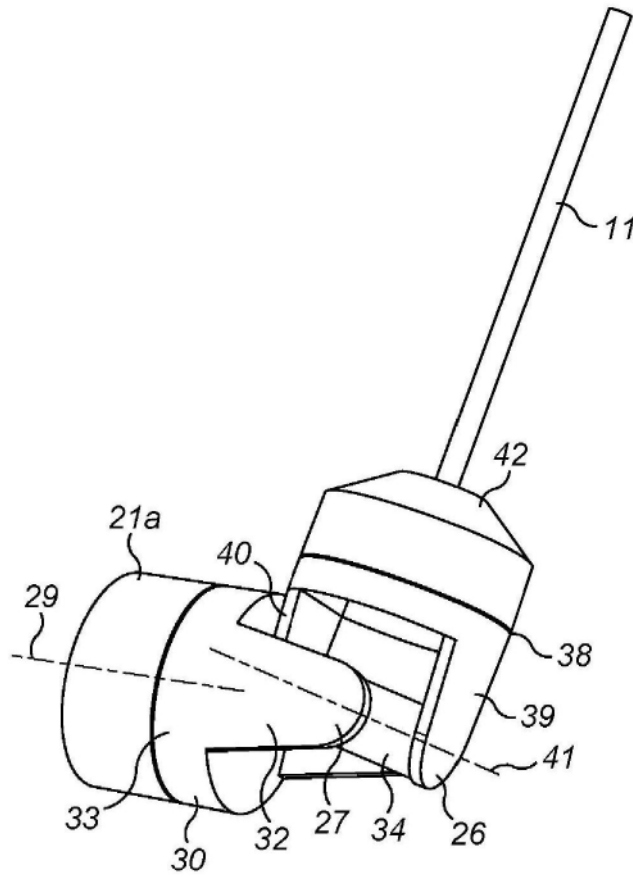


图4c

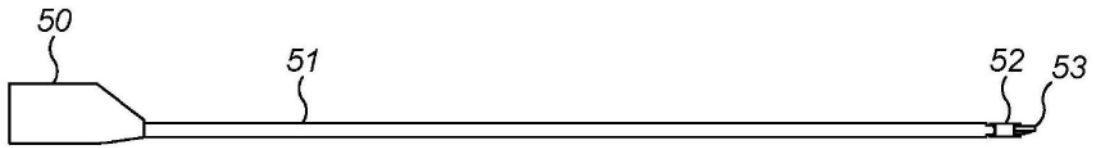


图5

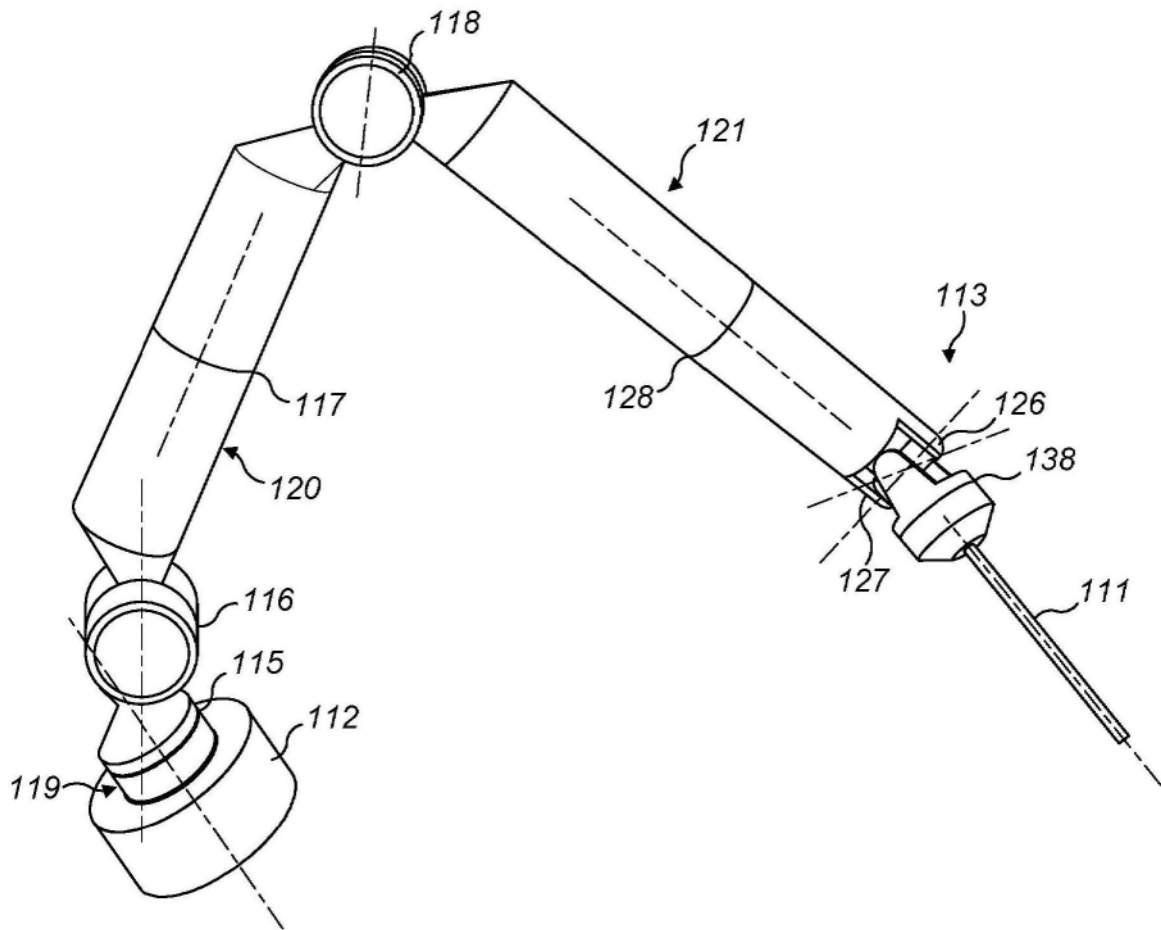


图6

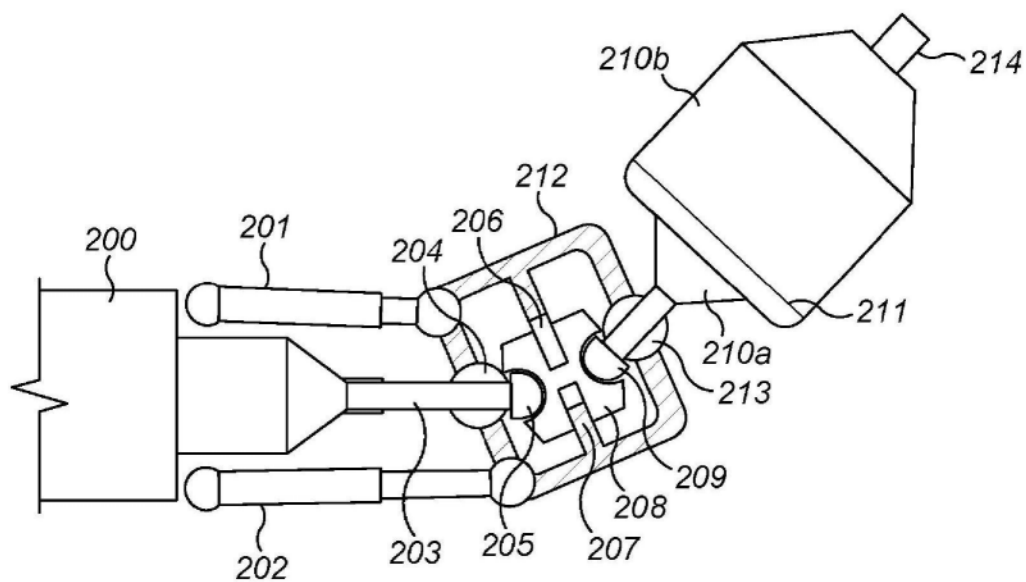


图7