



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105345812 A

(43) 申请公布日 2016. 02. 24

(21) 申请号 201510990126. 2

(22) 申请日 2015. 12. 24

(71) 申请人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街 92 号

(72) 发明人 于洪健 杜志江 李少东 彭翊

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所 23109

代理人 张利明

(51) Int. Cl.

B25J 9/00(2006. 01)

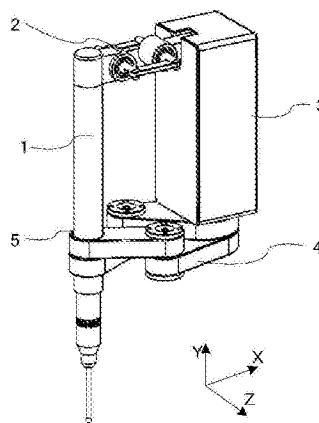
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

能够实现部分解耦的空间平动并联机构

(57) 摘要

能够实现部分解耦的空间平动并联机构,属于并联机器人技术领域。本发明是为了解决现有并联机器人的平动机构结构复杂,难以满足手术环境要求和术式操作要求,限制了机器人系统在手术室的应用的问题。本发明所述的能够实现部分解耦的空间平动并联机构,支链机构位于平面机构上方,利用上端支链机构实现Y方向的进给运动,下端的平面机构实现XZ平面的二维定位,由于支链机构具有一个平行四边形结构,所以在上下端三自由度共同驱动作用下,末端器械就能够实现空间平动,而不会发生转动。本发明所述的能够实现部分解耦的空间平动并联机构主要应用于脊柱微创手术中的椎板减压领域。



1. 能够实现部分解耦的空间平动并联机构,其特征在于,它包括:支链机构(2)、平面机构(4)、滚珠衬套(5)、带减速器电机 a(6)、电机 b(8)、齿轮组(9)和电机 c(10);

平面机构(4)包括:远架杆 a(11)、远架杆 b(12)、2个连接轴(13)、近架杆 b(14)、减速器(15)和近架杆 a(16);

支链机构(2)包括:转动副 a(17)、转动副 b(18)、平行四边机构(19)、驱动杆(20)和固连机构(21);

平行四边机构(19)包括:4个条形构件,该4个条形构件首尾依次铰接构成平行四边形结构,转动副 a(17)和转动副 b(18)分别居中套接在相互平行的两个条形构件上,固连机构(21)的末端与转动副 a(17)固定连接,驱动杆(20)的一端与转动副 b(18)固定连接,驱动杆(20)通过齿轮组(9)实现传动,转动副 a(17)与转动副 b(18)相互平行,

远架杆 b(12)的一端与近架杆 b(14)的一端通过一个连接轴(13)转动连接,远架杆 a(11)的一端与近架杆 a(16)的一端通过另一个连接轴(13)转动连接,远架杆 a(11)的另一端和远架杆 b(12)的另一端均开有半径相同的圆孔,两个圆孔重叠,且两个圆孔均套接在滚珠衬套(5)上,

支链机构(2)位于平面机构(4)上方,电机 c(10)通过齿轮组(9)带动驱动杆(20)在 Y 轴方向实现进给运动,

电机 b(8)的输出轴与减速器(15)的动力输入端连接,减速器(15)的动力输出端与近架杆 a(16)的另一端固定连接,使得近架杆 a(16)能够在 XZ 平面摆动,

带减速器电机 a(6)的输出轴与近架杆 b(14)固定连接,使得近架杆 b(14)能够在 XZ 平面摆动,

固连机构(21)的首端设有末端器械放置孔,该末端器械放置孔与远架杆 a(11)和远架杆 b(12)的圆孔正对。

2. 根据权利要求 1 所述的能够实现部分解耦的空间平动并联机构,其特征在于,它还包括:机架(3);

带减速器电机 a(6)、电机 b(8)、齿轮组(9)和电机 c(10)均位于机架(3)内部。

3. 根据权利要求 1 所述的能够实现部分解耦的空间平动并联机构,其特征在于,它还包括:支撑轴;

支撑轴沿 Z 方向设置在机架(3)内侧的顶部,驱动杆(20)的另一端套固在该支撑轴上,支撑轴外设有齿,并与齿轮组(9)啮合。

4. 能够实现部分解耦的空间平动并联机构,其特征在于,它包括:支链机构(2)、平面机构(4)、滚珠衬套(5)、带减速器电机 a(6)、电机 b(8)、螺母(91)和丝杠轴电机(101);

平面机构(4)包括:远架杆 a(11)、远架杆 b(12)、2个连接轴(13)、近架杆 b(14)、减速器(15)和近架杆 a(16);

支链机构(2)包括:转动副 a(17)、转动副 b(18)、平行四边机构(19)、驱动杆(20)和固连机构(21);

平行四边机构(19)包括:4个条形构件,该4个条形构件首尾依次铰接构成平行四边形结构,转动副 a(17)和转动副 b(18)分别居中套接在相互平行的两个条形构件上,固连机构(21)的末端与转动副 a(17)固定连接,驱动杆(20)的一端与转动副 b(18)固定连接,驱动杆(20)与螺母(91)固定连接,丝杠轴电机(101)的丝杠杆上设有螺纹,螺母(91)固套接

在杠轴电机(101)的丝杠杆上并与丝杠轴电机(101)的丝杠杆上的螺纹啮合,转动副a(17)与转动副b(18)相互平行,

远架杆b(12)的一端与近架杆b(14)的一端通过一个连接轴(13)转动连接,远架杆a(11)的一端与近架杆a(16)的一端通过另一个连接轴(13)转动连接,远架杆a(11)的另一端和远架杆b(12)的另一端均开有半径相同的圆孔,两个圆孔重叠,且两个圆孔均套接在滚珠衬套(5)上,

支链机构(2)位于平面机构(4)上方,丝杠轴电机(101)通过螺母(91)带动驱动杆(20)在Y轴方向实现进给运动,

电机b(8)的输出轴与减速器(15)的动力输入端连接,减速器(15)的动力输出端与近架杆a(16)的另一端固定连接,使得近架杆a(16)能够在XZ平面摆动,

带减速器电机a(6)的输出轴与近架杆b(14)固定连接,使得近架杆b(14)能够在XZ平面摆动,

固连机构(21)的首端设有末端器械放置孔,该末端器械放置孔与远架杆a(11)和远架杆b(12)的圆孔正对。

5. 根据权利要求4所述的能够实现部分解耦的空间平动并联机构,其特征在于,它还包括:机架3;

带减速器电机a(6)、电机b(8)、螺母(91)和丝杠轴电机(101)均位于机架3内部。

6. 根据权利要求1或4所述的能够实现部分解耦的空间平动并联机构,其特征在于,它还包括:支撑座(7),支撑座(7)用于支撑电机b(8)。

7. 根据权利要求1或4所述的能够实现部分解耦的空间平动并联机构,其特征在于,4个条形构件通过转动副连接。

能够实现部分解耦的空间平动并联机构

技术领域

[0001] 本发明属于并联机器人技术领域,尤其涉及能够实现部分解耦的空间平动并联机构。

背景技术

[0002] 并联机器人的动平台与定平台通过两个以上的独立的运动链连接,具有运动精度高、动态响应快、承载能力强等优点。

[0003] 脊柱微创手术中常见的三种术式为椎弓根钉固定手术、椎板减压手术和椎体后凸成形手术,这些手术复杂,操作难度大,对医生的技术水平有很高的要求,对于重症患者,就算经验丰富的医生也很难获得满意的结果,微小的失误都有可能造成严重的后果。传统的微创手术主要依赖于医生的手眼协调和术中多次 X 光机拍摄来提高手术满意度,但是由于人手术操作偏差大、定位精度不高和 X 光线辐射严重等问题,使得脊柱微创手术机器人系统研究得到了医学界和工程界的广泛重视。目前应用于脊柱微创手术的医疗机器人在功能上大都只是完成导向作用,结构上多为串联结构或者复杂的并联结构,难以满足术式环境要求和手术操作要求,在一定程度上限制了机器人系统在手术室的应用。

发明内容

[0004] 本发明是为了解决现有并联机器人的平动结构复杂,难以满足手术环境要求和术式操作要求,限制了机器人系统在手术室的应用的问题,现提供能够实现部分解耦的空间平动并联机构。

[0005] 本发明提出了两种结构的能够实现部分解耦的空间平动并联机构,

[0006] 第一种结构:能够实现部分解耦的空间平动并联机构,它包括:支链机构 2、平面机构 4、滚珠衬套 5、带减速器电机 a6、电机 b8、齿轮组 9 和电机 c10;

[0007] 平面机构 4 包括:远架杆 a11、远架杆 b12、2 个连接轴 13、近架杆 b14、减速器 15 和近架杆 a16;

[0008] 支链机构 2 包括:转动副 a17、转动副 b18、平行四边机构 19、驱动杆 20 和固连机构 21;

[0009] 平行四边机构 19 包括:4 个条形构件,该 4 个条形构件首尾依次铰接构成平行四边形结构,转动副 a17 和转动副 b18 分别居中套接在相互平行的两个条形构件上,固连机构 21 的末端与转动副 a17 固定连接,驱动杆 20 的一端与转动副 b18 固定连接,驱动杆 20 通过齿轮组 9 实现传动,转动副 a17 与转动副 b18 相互平行,

[0010] 远架杆 b12 的一端与近架杆 b14 的一端通过一个连接轴 13 转动连接,远架杆 a11 的一端与近架杆 a16 的一端通过另一个连接轴 13 转动连接,远架杆 a11 的另一端和远架杆 b12 的另一端均开有半径相同的圆孔,两个圆孔重叠,且两个圆孔均套接在滚珠衬套 5 上,

[0011] 支链机构 2 位于平面机构 4 上方,电机 c10 通过齿轮组 9 带动驱动杆 20 在 Y 轴方向实现进给运动,

[0012] 电机 b8 的输出轴与减速器 15 的动力输入端连接,减速器 15 的动力输出端与近架杆 a16 的另一端固定连接,使得近架杆 a16 能够在 XZ 平面摆动,

[0013] 带减速器电机 a6 的输出轴与近架杆 b14 固定连接,使得近架杆 b14 能够在 XZ 平面摆动,

[0014] 固连机构 21 的首端设有末端器械放置孔,该末端器械放置孔与远架杆 a11 和远架杆 b12 的圆孔正对。

[0015] 第二种结构:能够实现部分解耦的空间平动并联机构,它包括:支链机构 2、平面机构 4、滚珠衬套 5、带减速器电机 a6、电机 b8、螺母 91 和丝杠轴电机 101;

[0016] 平面机构 4 包括:远架杆 a11、远架杆 b12、2 个连接轴 13、近架杆 b14、减速器 15 和近架杆 a16;

[0017] 支链机构 2 包括:转动副 a17、转动副 b18、平行四边机构 19、驱动杆 20 和固连机构 21;

[0018] 平行四边机构 19 包括:4 个条形构件,该 4 个条形构件首尾依次铰接构成平行四边形结构,转动副 a17 和转动副 b18 分别居中套接在相互平行的两个条形构件上,固连机构 21 的末端与转动副 a17 固定连接,驱动杆 20 的一端与转动副 b18 固定连接,驱动杆 20 与螺母 91 固定连接,丝杠轴电机 101 的丝杠杆上设有螺纹,螺母 91 固套接在杠轴电机 101 的丝杠杆上并与丝杠轴电机 101 的丝杠杆上的螺纹啮合,转动副 a17 与转动副 b18 相互平行,

[0019] 远架杆 b12 的一端与近架杆 b14 的一端通过一个连接轴 13 转动连接,远架杆 a11 的一端与近架杆 a16 的一端通过另一个连接轴 13 转动连接,远架杆 a11 的另一端和远架杆 b12 的另一端均开有半径相同的圆孔,两个圆孔重叠,且两个圆孔均套接在滚珠衬套 5 上,

[0020] 支链机构 2 位于平面机构 4 上方,丝杠轴电机 101 通过螺母 91 带动驱动杆 20 在 Y 轴方向实现进给运动,

[0021] 电机 b8 的输出轴与减速器 15 的动力输入端连接,减速器 15 的动力输出端与近架杆 a16 的另一端固定连接,使得近架杆 a16 能够在 XZ 平面摆动,

[0022] 带减速器电机 a6 的输出轴与近架杆 b14 固定连接,使得近架杆 b14 能够在 XZ 平面摆动,

[0023] 固连机构 21 的首端设有末端器械放置孔,该末端器械放置孔与远架杆 a11 和远架杆 b12 的圆孔正对。

[0024] 本发明所述的能够实现部分解耦的空间平动并联机构,上端支链机构实现 Y 方向的进给运动,下端的平面机构实现 XZ 平面的二维定位,Y 方向能够实现独立的纵向进给运动,与下端驱动机构无关,实现了完全解耦运动,并且该 Y 方向的运动解耦可以减少耦合运动的影响,提高该方向的进给控制响应速度和精度;XZ 平面的二维定位需要带减速器电机 a6、电机 c10 和电机 b8 三个驱动相互配合,是耦合运动,通过这种部分耦合运动能够实现较高精度的空间平动。同时,与其它相似功能机构相比,本发明所述的能够实现部分解耦的空间平动并联机构,结构简单,整体尺寸及重量小,采用支链机构和平面机构相结合,同时兼具了二者的优点,提高了机构的稳定性和刚性,控制起来灵活方便。进而满足手术环境要求和术式操作要求。本发明能够实现磨钻在术中磨削位置的任意空间平动磨削,并主要应用于脊柱微创手术中的椎板减压领域。

附图说明

- [0025] 图 1 为本发明所述的能够实现部分解耦的空间平动并联机构的立体结构示意图；
[0026] 图 2 为本发明所述的平面机构的结构示意图；
[0027] 图 3 为具体实施方式一所述的能够实现部分解耦的空间平动并联机构的右视图
[0028] 图 4 为具体实施方式一所述的支链机构的结构示意图；
[0029] 图 5 为具体实施方式四所述的能够实现部分解耦的空间平动并联机构的剖视图；
[0030] 图 6 为具体实施方式四所述的支链机构的结构示意图。

具体实施方式

[0031] 具体实施方式一：参照图 1 至图 4 具体说明本实施方式，本实施方式所述的能够实现部分解耦的空间平动并联机构，它包括：支链机构 2、平面机构 4、滚珠衬套 5、带减速器电机 a6、电机 b8、齿轮组 9 和电机 c10；

[0032] 平面机构 4 包括：远架杆 a11、远架杆 b12、2 个连接轴 13、近架杆 b14、减速器 15 和近架杆 a16；

[0033] 支链机构 2 包括：转动副 a17、转动副 b18、平行四边机构 19、驱动杆 20 和固连机构 21；

[0034] 平行四边机构 19 包括：4 个条形构件，该 4 个条形构件首尾依次铰接构成平行四边形结构，转动副 a17 和转动副 b18 分别居中套接在相互平行的两个条形构件上，固连机构 21 的末端与转动副 a17 固定连接，驱动杆 20 的一端与转动副 b18 固定连接，驱动杆 20 通过齿轮组 9 实现传动，转动副 a17 与转动副 b18 相互平行，

[0035] 远架杆 b12 的一端与近架杆 b14 的一端通过一个连接轴 13 转动连接，远架杆 a11 的一端与近架杆 a16 的一端通过另一个连接轴 13 转动连接，远架杆 a11 的另一端和远架杆 b12 的另一端均开有半径相同的圆孔，两个圆孔重叠，且两个圆孔均套接在滚珠衬套 5 上，

[0036] 支链机构 2 位于平面机构 4 上方，电机 c10 通过齿轮组 9 带动驱动杆 20 绕 Z 轴转动，进而实现 Y 轴方向实现进给运动，

[0037] 电机 b8 的输出轴与减速器 15 的动力输入端连接，减速器 15 的动力输出端与近架杆 a16 的另一端固定连接，使得近架杆 a16 能够在 XZ 平面摆动，

[0038] 带减速器电机 a6 的输出轴与近架杆 b14 固定连接，使得近架杆 b14 能够在 XZ 平面摆动，

[0039] 固连机构 21 的首端设有末端器械放置孔，该末端器械放置孔与远架杆 a11 和远架杆 b12 的圆孔正对。

[0040] 本实施方式在实际应用时，将末端器械 1 穿过远架杆 a11 远架杆 b12 的圆孔，并通过滚珠衬套 5 与末端器械放置孔连接。所述的末端器械 1 为被控制移动的器械，例如手术刀。

[0041] 上端支链机构 2 实现 Y 方向的进给运动，下端的平面机构 4 实现 XZ 平面的二维定位，由于支链机构 2 具有一个平行四边形结构，所以在上下端三自由度共同驱动作用下，末端器械 1 就能够实现空间平动，而不会发生转动。且上、下端两个机构相互配合运动能够解决现有的空间平动机构的结构尺寸较大、精度低、可靠性差等问题。

[0042] 具体实施方式二：本实施方式是对具体实施方式一所述的能够实现部分解耦的空

间平动并联机构作进一步说明,本实施方式中,它还包括:机架 3;

[0043] 带减速器电机 a6、电机 b8、齿轮组 9 和电机 c10 均位于机架 3 内部。

[0044] 本实施方式中增加了机架 3,能够将带减速器电机 a6、电机 b8、齿轮组 9 和电机 c10 归纳在其内部,对空间进行合理分配,并且起到保护零部件的作用。

[0045] 具体实施方式三:本实施方式是对具体实施方式一所述的能够实现部分解耦的空间平动并联机构作进一步说明,本实施方式中,它还包括:支撑轴;

[0046] 支撑轴沿 Z 方向设置在机架 3 内侧的顶部,驱动杆 20 的另一端套固在该支撑轴上,支撑轴外设有齿,并与齿轮组 9 啮合。

[0047] 本实施方式所述的支撑轴与齿轮组 9 啮合,然后通过电机 c10 通过齿轮组 9 带动支撑轴转动,进而带动套固在支撑轴上的平行四边机构 19 在 Y 方向移动。。

[0048] 具体实施方式四:参照图 1、图 2、图 5 和图 6 具体说明本实施方式,本实施方式所述的能够实现部分解耦的空间平动并联机构,它包括:支链机构 2、平面机构 4、滚珠衬套 5、带减速器电机 a6、电机 b8、螺母 91 和丝杠轴电机 101;

[0049] 平面机构 4 包括:远架杆 a11、远架杆 b12、2 个连接轴 13、近架杆 b14、减速器 15 和近架杆 a16;

[0050] 支链机构 2 包括:转动副 a17、转动副 b18、平行四边机构 19、驱动杆 20 和固连机构 21;

[0051] 平行四边机构 19 包括:4 个条形构件,该 4 个条形构件首尾依次铰接构成平行四边形结构,转动副 a17 和转动副 b18 分别居中套接在相互平行的两个条形构件上,固连机构 21 的末端与转动副 a17 固定连接,驱动杆 20 的一端与转动副 b18 固定连接,驱动杆 20 与螺母 91 固定连接,丝杠轴电机 101 的丝杠杆上设有螺纹,螺母 91 固套接在杠轴电机 101 的丝杠杆上并与丝杠轴电机 101 的丝杠杆上的螺纹啮合,转动副 a17 与转动副 b18 相互平行,

[0052] 远架杆 b12 的一端与近架杆 b14 的一端通过一个连接轴 13 转动连接,远架杆 a11 的一端与近架杆 a16 的一端通过另一个连接轴 13 转动连接,远架杆 a11 的另一端和远架杆 b12 的另一端均开有半径相同的圆孔,两个圆孔重叠,且两个圆孔均套接在滚珠衬套 5 上,

[0053] 支链机构 2 位于平面机构 4 上方,丝杠轴电机 101 通过螺母 91 带动驱动杆 20 在 Y 轴方向做直线运动,即:Y 轴方向实现进给运动,

[0054] 电机 b8 的输出轴与减速器 15 的动力输入端连接,减速器 15 的动力输出端与近架杆 a16 的另一端固定连接,使得近架杆 a16 能够在 XZ 平面摆动,

[0055] 带减速器电机 a6 的输出轴与近架杆 b14 固定连接,使得近架杆 b14 能够在 XZ 平面摆动,

[0056] 固连机构 21 的首端设有末端器械放置孔,该末端器械放置孔与远架杆 a11 和远架杆 b12 的圆孔正对。

[0057] 本实施方式中丝杠轴电机 101 包括减速器、电机和丝杠,三者为一体件。电机带动丝杠周向转动,丝杠杆随之转动的同时螺母 91 在丝杠杆上沿 Y 轴上下运动,由于螺母 91 与驱动杆 20 固连,最终实现驱动杆 20 在 Y 轴方向的进给运动。

[0058] 本实施方式在实际应用时,将末端器械 1 穿过远架杆 a11 远架杆 b12 的圆孔,并通过滚珠衬套 5 与末端器械放置孔连接。所述的末端器械 1 为被控制移动的器械,例如手术刀。

[0059] 上端支链机构 2 实现 Y 方向的进给运动,下端的平面机构 4 实现 XZ 平面的二维定位,由于支链机构 2 具有一个平行四边形结构,所以在上下端三自由度共同驱动作用下,末端器械 1 就能够实现空间平动,而不会发生转动。且上、下端两个机构相互配合运动能够解决现有的空间平动机构的结构尺寸较大、精度低、可靠性差等问题。

[0060] 具体实施方式五:本实施方式是对具体实施方式四所述的能够实现部分解耦的空间平动并联机构作进一步说明,本实施方式中,它还包括:机架 3;

[0061] 带减速器电机 a6、电机 b8、螺母 91 和丝杠轴电机 101 均位于机架 3 内部。

[0062] 本实施方式中增加了机架 3,能够将带减速器电机 a6、电机 b8、螺母 91 和丝杠轴电机 101 归纳在其内部,对空间进行合理分配,并且起到保护零部件的作用。

[0063] 具体实施方式六:本实施方式是对具体实施方式一或四所述的能够实现部分解耦的空间平动并联机构作进一步说明,本实施方式中,它还包括:支撑座 7,支撑座 7 用于支撑电机 b8。

[0064] 具体实施方式七:本实施方式是对具体实施方式一或四所述的能够实现部分解耦的空间平动并联机构作进一步说明,本实施方式中,4 个条形构件通过转动副连接。

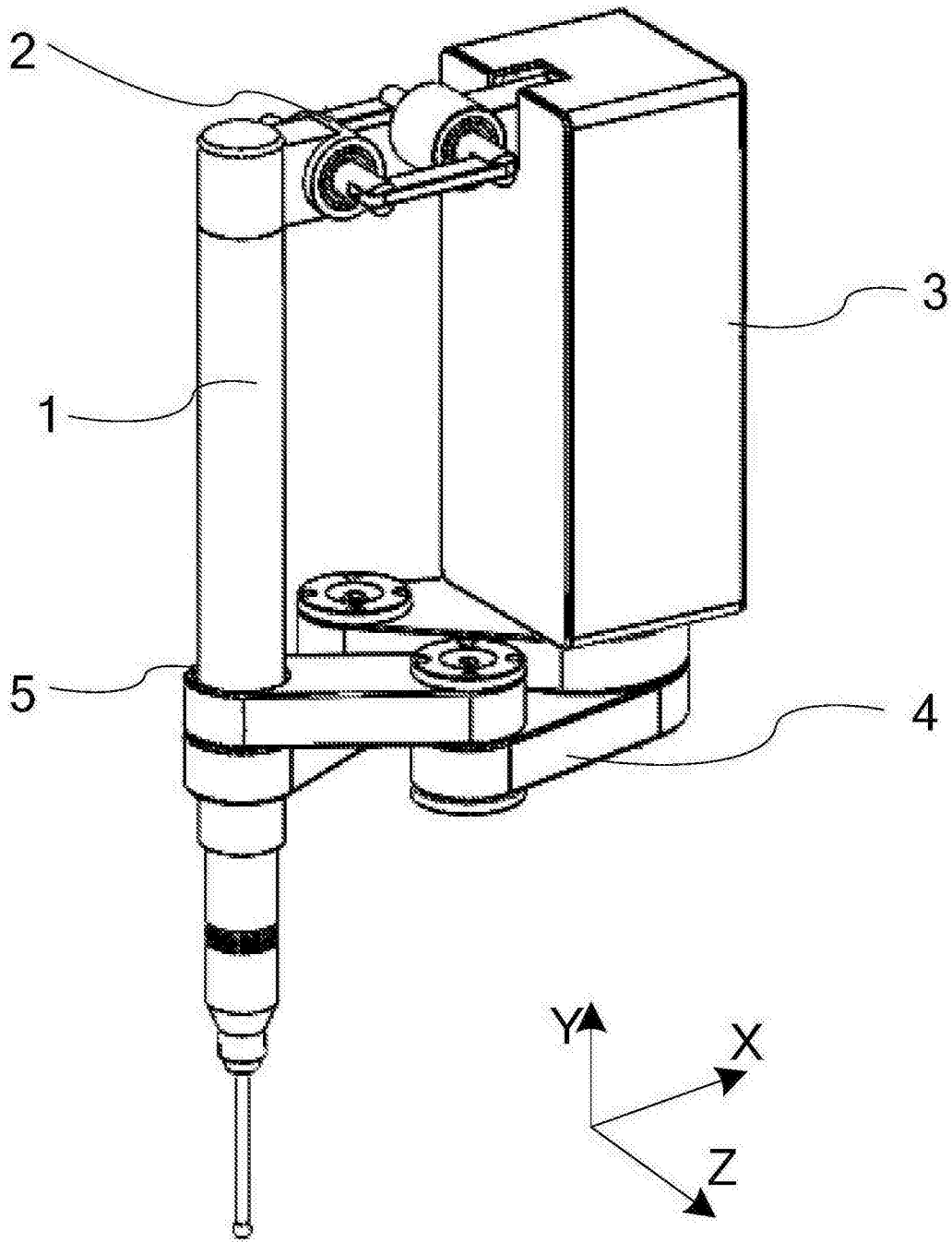


图 1

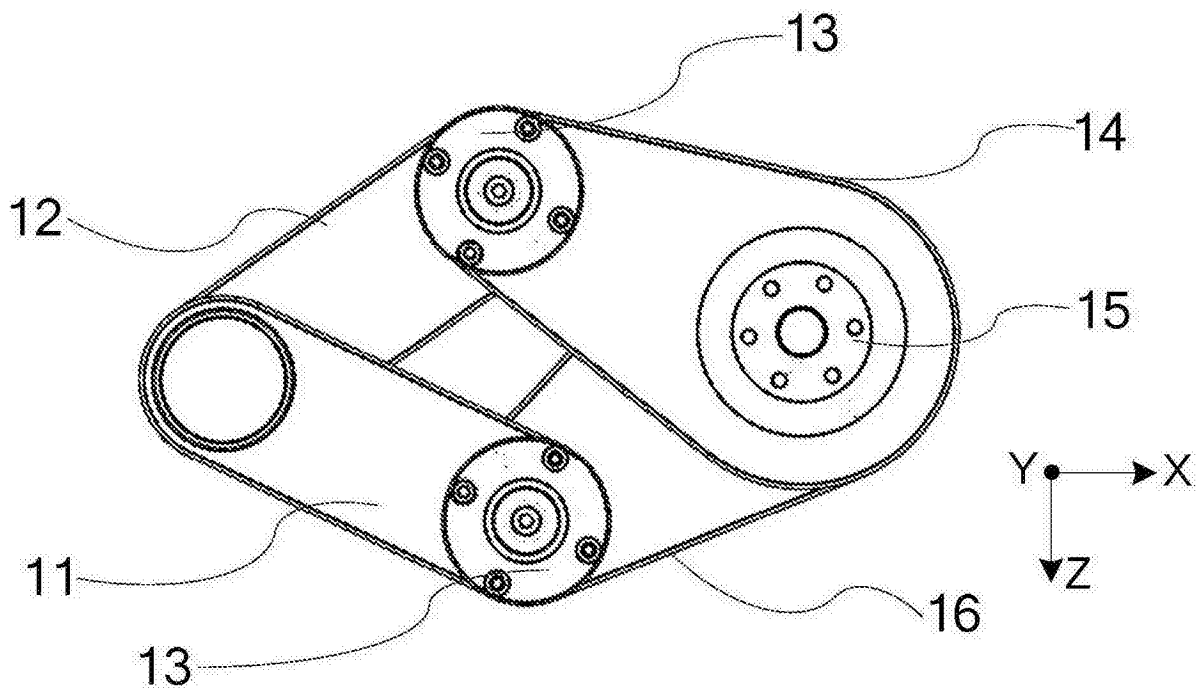


图 2

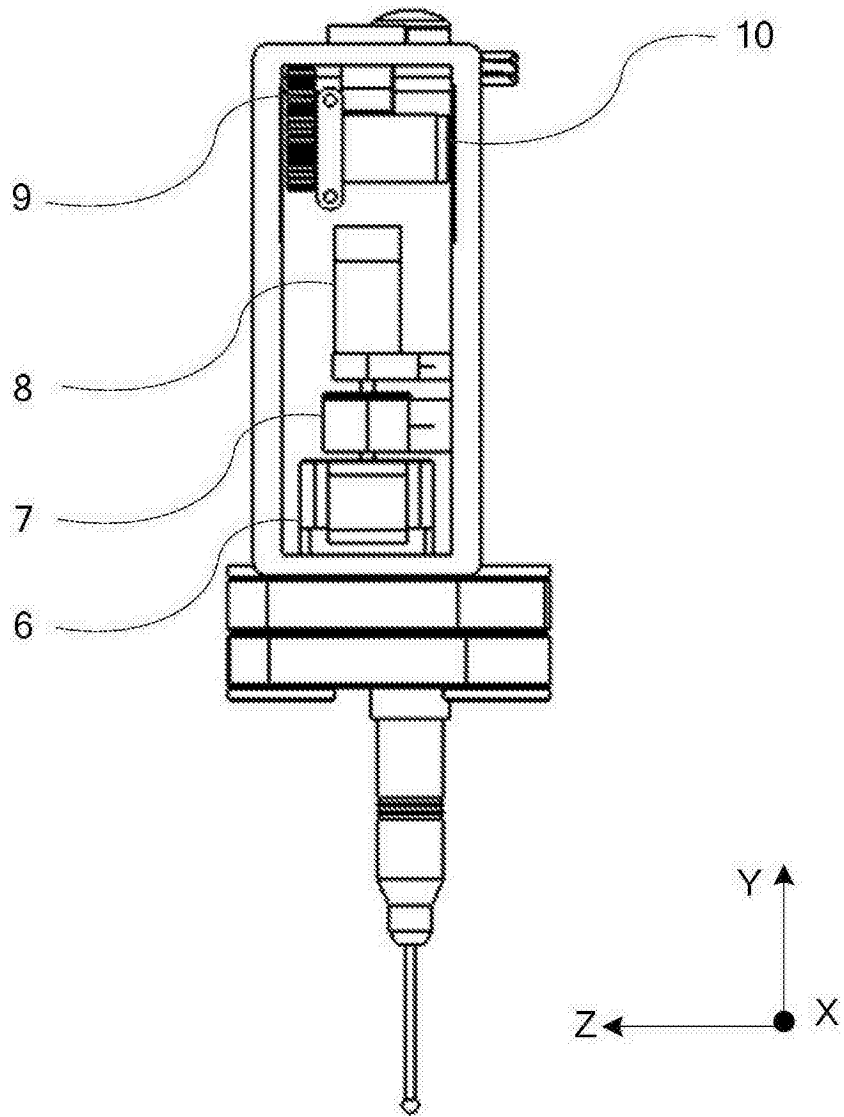


图 3

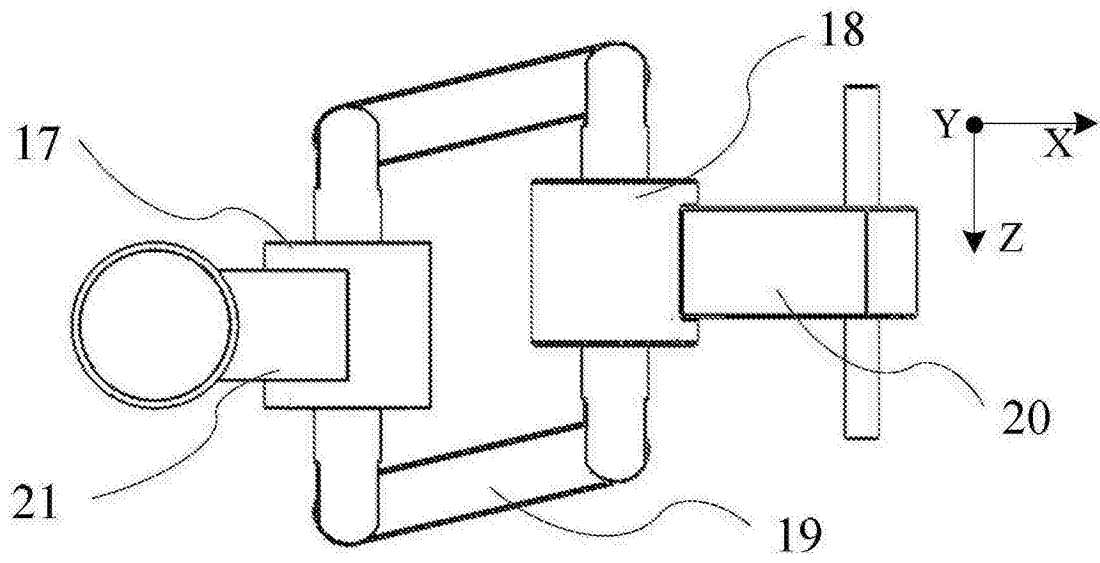


图 4

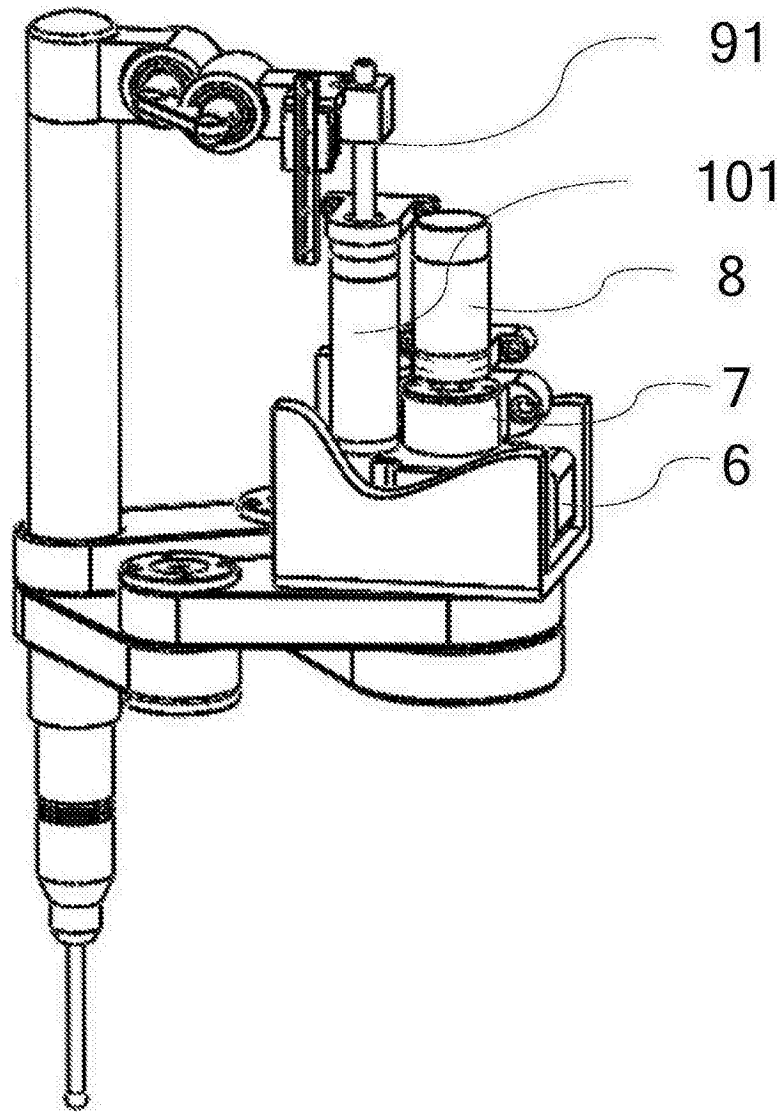


图 5

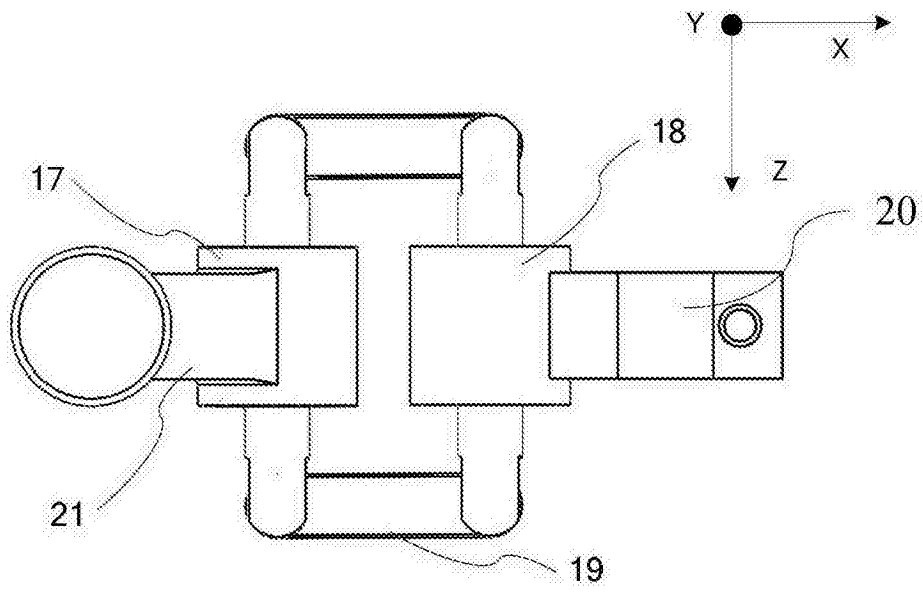


图 6