



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109476013 B

(45) 授权公告日 2022. 09. 09

(21) 申请号 201780041072.2

(22) 申请日 2017.06.28

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109476013 A

(43) 申请公布日 2019.03.15

(30) 优先权数据  
2016-135809 2016.07.08 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2018.12.29

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2017/023766 2017.06.28

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02018/008491 EN 2018.01.11

(73) 专利权人 索尼公司  
地址 日本东京

(72) 发明人 本乡一生

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240  
专利代理师 余刚 吴孟秋

(51) Int.Cl.  
B25J 9/00 (2006.01)  
B25J 9/10 (2006.01)  
B25J 13/02 (2006.01)

(56) 对比文件  
JP 2001121460 A, 2001.05.08  
WO 2012103648 A1, 2012.08.09  
CN 1857875 A, 2006.11.08  
CN 101249654 A, 2008.08.27  
CN 105269569 A, 2016.01.27  
JP 2001121460 A, 2001.05.08

审查员 朱哲

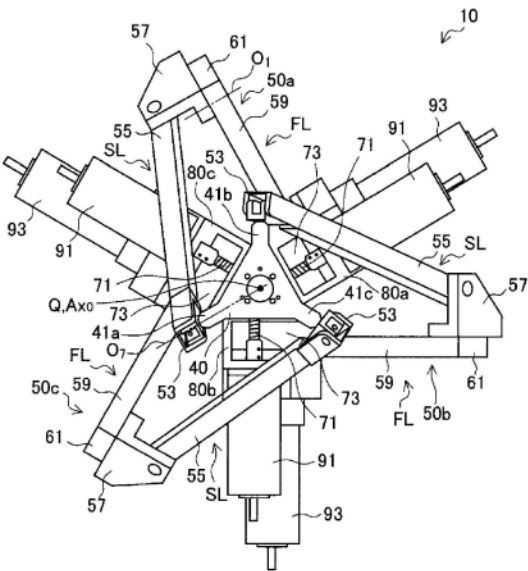
权利要求书3页 说明书22页 附图16页

## (54) 发明名称

并联连杆装置、工业机器人和触觉演示装置

## (57) 摘要

提供了一种并联连杆装置,其包括:底座;多个臂,其各自具有至少四个自由度并且各自包括第一臂连杆、第二臂连杆和旋转接头;以及支撑件,其连接到多个臂中的每一个的第二臂连杆的一端,并且该支撑件的位置和姿态随着多个臂的姿态改变而改变,其中与支撑件和第二臂连杆连接的旋转接头的旋转轴线(07)与支撑件的旋转中心点(Q)相交或相邻。



1. 一种并联连杆装置,包括  
底座;  
多个臂,各自具有至少四个自由度并且各自包括第一臂连杆、第二臂连杆和旋转接头;  
以及  
支撑件,连接到所述多个臂中的每一个的所述第二臂连杆的一端,并且所述支撑件的位置和姿态随着所述多个臂的姿态改变而改变,其中  
所述第一臂连杆包括  
第一连杆,配置为使用第一致动器而旋转,  
第二连杆,配置为使用第二致动器而旋转,  
第三连杆,通过第一旋转接头连接到所述第二连杆,以及  
第四连杆,通过第二旋转接头连接到所述第三连杆并且通过第三旋转接头连接到所述第一连杆,并且  
所述第一连杆的第一旋转轴线、所述第二连杆的第二旋转轴线、所述第一旋转接头的第三旋转轴线、所述第二旋转接头的第四旋转轴线以及所述第三旋转接头的第五旋转轴线设置为彼此平行;  
所述第二臂连杆包括第五连杆,所述第五连杆的近端侧通过第四旋转接头连接到所述第四连杆,并且所述第五连杆的远端侧连接到具有三个自由度的支撑旋转接头,所述具有三个自由度的支撑旋转接头为第五旋转接头、第六旋转接头和第七旋转接头;  
所述第三旋转接头的所述第五旋转轴线和所述第四旋转接头的第六旋转轴线以及第五旋转接头的第七旋转轴线彼此正交;  
所述第五旋转接头与所述第五连杆的远端侧连接,所述第五连杆通过第五旋转接头连接到第六连杆的一端,所述第六连杆的另一端通过第六旋转接头连接到第七连杆的一端,所述第七连杆的另一端通过第七旋转接头连接到所述支撑件;  
其中所述第七旋转接头的旋转轴线(07)与所述支撑件的旋转中心点(Q)相交或相邻。
2. 根据权利要求1所述的并联连杆装置,其中  
所述第五旋转接头的第七旋转轴线以及第六旋转接头的旋转轴线彼此正交。
3. 根据权利要求2所述的并联连杆装置,其中  
所述第六旋转接头的旋转轴线以及第七旋转接头的旋转轴线彼此正交。
4. 根据权利要求1所述的并联连杆装置,其中  
对于所述多个臂中的每一个的第七旋转接头的旋转轴线在所述旋转中心点(Q)处相交。
5. 根据权利要求1所述的并联连杆装置,其中所述多个臂包括三个臂,并且  
其中相应的所述三个臂的所述第二臂连杆与所述支撑件之间的第一联轴器围绕所述支撑件的所述旋转中心点(Q)每隔120度设置。
6. 根据权利要求5所述的并联连杆装置,其中  
相应的所述三个臂的所述第一臂连杆与所述底座之间的第二联轴器围绕所述底座的旋转中心点每隔120度设置。
7. 根据权利要求5所述的并联连杆装置,其中  
相应的所述三个臂的所述第一臂连杆与所述底座之间的第二联轴器在预定范围内不

均匀地围绕所述底座的旋转中心点而定位。

8. 根据权利要求5所述的并联连杆装置, 其中

相应的所述三个臂的所述第一臂连杆与所述底座之间的第二联轴器围绕所述底座的所述旋转中心点每隔60度设置。

9. 根据权利要求1所述的并联连杆装置, 其中

所述第一致动器和所述第二致动器由所述底座支撑。

10. 根据权利要求1所述的并联连杆装置, 其中

所述多个臂中的每一个的所述第一臂连杆的所述第一连杆和所述第二连杆的旋转轴线彼此同轴。

11. 根据权利要求1所述的并联连杆装置, 包括:

制动器, 配置为使所述第一致动器和所述第二致动器的旋转减速并将所述第一致动器和所述第二致动器的旋转传递到所述第一臂连杆, 其中

所述制动器使用线缆来传递旋转。

12. 根据权利要求1所述的并联连杆装置, 其中

通过所述第一致动器和所述第二致动器在具有三个自由度的平移运动的方向上和具有三个自由度的旋转运动的方向上进行力反馈。

13. 根据权利要求1所述的并联连杆装置, 其中

所述第七旋转接头的所述旋转轴线(07)与轴线(Ax0)相交, 当沿着所述轴线(Ax0)观察时, 在其中所述第一臂连杆的第一旋转接头、第二旋转接头和第三旋转接头的旋转轴线平行于所述第七旋转接头的所述旋转轴线(07)的状态下, 所述轴线将所述底座的旋转中心点(P)连接到所述支撑件的所述旋转中心点(Q)。

14. 一种工业机器人, 包括:

并联连杆装置, 包括

底座;

多个臂, 各自具有至少四个自由度并且各自包括第一臂连杆、第二臂连杆和旋转接头; 以及

支撑件, 连接到所述多个臂中的每一个的所述第二臂连杆的一端, 并且所述支撑件的位置和姿态随着所述多个臂的姿态改变而改变, 其中

所述第一臂连杆包括

第一连杆, 配置为使用第一致动器而旋转,

第二连杆, 配置为使用第二致动器而旋转,

第三连杆, 通过第一旋转接头连接到所述第二连杆, 以及

第四连杆, 通过第二旋转接头连接到所述第三连杆并且通过第三旋转接头连接到所述第一连杆, 并且

所述第一连杆的第一旋转轴线、所述第二连杆的第二旋转轴线、所述第一旋转接头的第三旋转轴线、所述第二旋转接头的第四旋转轴线以及所述第三旋转接头的第五旋转轴线设置为彼此平行;

所述第二臂连杆包括第五连杆, 所述第五连杆的近端侧通过第四旋转接头连接到所述第四连杆, 并且所述第五连杆的远端侧连接到具有三个自由度的支撑旋转接头, 所述具有

三个自由度的支撑旋转接头为第五旋转接头、第六旋转接头和第七旋转接头；

所述第三旋转接头的所述第五旋转轴线和所述第四旋转接头的第六旋转轴线以及第五旋转接头的第七旋转轴线彼此正交；

所述第五旋转接头与所述第五连杆的远端侧连接，所述第五连杆通过第五旋转接头连接到第六连杆的一端，所述第六连杆的另一端通过第六旋转接头连接到第七连杆的一端，所述第七连杆的另一端通过第七旋转接头连接到所述支撑件；

其中所述第七旋转接头的旋转轴线(O7)与所述支撑件的旋转中心点(Q)相交或相邻。

15. 一种触觉演示装置，包括：

并联连杆装置，包括

底座；

多个臂，各自具有至少四个自由度并且各自包括第一臂连杆、第二臂连杆和旋转接头；  
以及

支撑件，连接到所述多个臂中的每一个的所述第二臂连杆的一端，并且所述支撑件的位置和姿态随着所述多个臂的姿态改变而改变，其中

所述第一臂连杆包括

第一连杆，配置为使用第一致动器而旋转，

第二连杆，配置为使用第二致动器而旋转，

第三连杆，通过第一旋转接头连接到所述第二连杆，以及

第四连杆，通过第二旋转接头连接到所述第三连杆并且通过第三旋转接头连接到所述第一连杆，并且

所述第一连杆的第一旋转轴线、所述第二连杆的第二旋转轴线、所述第一旋转接头的第三旋转轴线、所述第二旋转接头的第四旋转轴线以及所述第三旋转接头的第五旋转轴线设置为彼此平行；

所述第二臂连杆包括第五连杆，所述第五连杆的近端侧通过第四旋转接头连接到所述第四连杆，并且所述第五连杆的远端侧连接到具有三个自由度的支撑旋转接头，所述具有三个自由度的支撑旋转接头为第五旋转接头、第六旋转接头和第七旋转接头；

所述第三旋转接头的所述第五旋转轴线和所述第四旋转接头的第六旋转轴线以及第五旋转接头的第七旋转轴线彼此正交；

所述第五旋转接头与所述第五连杆的远端侧连接，所述第五连杆通过第五旋转接头连接到第六连杆的一端，所述第六连杆的另一端通过第六旋转接头连接到第七连杆的一端，所述第七连杆的另一端通过第七旋转接头连接到所述支撑件；

其中所述第七旋转接头的旋转轴线(O7)与所述支撑件的旋转中心点(Q)相交或相邻。

16. 根据权利要求15所述的触觉演示装置，其中

所述触觉演示装置是能够进行双向控制的医疗装置。

## 并联连杆装置、工业机器人和触觉演示装置

[0001] 相关申请的引用

[0002] 本申请要求于2016年7月8日提交的日本优先专利申请 JP2016-135809的权益,其全部内容通过引用结合于本文。

### 技术领域

[0003] 本公开涉及一种并联连杆装置、工业机器人和触觉演示装置。

### 背景技术

[0004] 近年来,采用并联连杆的机器人作为工业机器人受到关注。此类并联连杆机器人具有构成并联连杆的多个臂部的远端侧可以被构造成相对较轻并且可以以相对较低成本生产的特性。此外,并联连杆机器人还具有如下特性:因为诸如马达等致动器可以设置在底座侧而非臂部的远端侧;所以致动器本身的重量难以对致动器的输出产生大的负载。另外,因为并联连杆机器人的远端侧可以被构造成相对较轻并且因此其惯性可以变得更小,所以在医疗应用中也使用并联连杆机器人作为用户界面。

[0005] 作为相关技术中的并联连杆结构,已知三角型和六角型并联连杆结构。例如,PTL1公开了一种六角型并联连杆装置,其包括三个臂部,每个臂部通过两个马达驱动。在PTL1中公开的并联连杆装置中,可以相对简单的结构进行具有六个自由度的运动,因此可动板的平移运动的运动范围变得相对较大。然而,在这种并联连杆装置中,当可动板的平移运动的运动范围较大时,旋转运动的运动范围较小,并且运动范围的极限相对于用作可动板的运动范围的参考的中心位置处的滚转角、俯仰角和横摆角约为 $\pm 60$ 度。

[0006] 此外,PTL2公开了一种具有三轴旋转结构的并联连杆装置。在PTL2 中公开的并联连杆装置中,输出构件的旋转运动的运动范围相对较大,并且提供了输出构件仅进行旋转运动而不可能进行平移运动的结构。

[0007] PTL3公开了一种具有六轴并联连杆结构的并联连杆装置。在PTL3 中公开的并联连杆装置中,可动构件的旋转运动的运动范围相对较大并且可以进行平移运动。然而,在这种并联连杆装置中,可动构件的平移运动通过并联连杆结构产生,旋转运动以串联结构实现,因此六个马达的所有力都不能用作远端侧的驱动力。此外,可以认为这种并联-串联复合结构的远端侧的惯性可以容易地变得相对较大。

[0008] 引用列表

[0009] 专利文献

[0010] PTL1:JP2011-230241A

[0011] PTL2:JP4468056

[0012] PTL3:JP4659098

### 发明内容

[0013] 技术问题

[0014] 为了增加并联连杆装置的可用性,优选的是增加具有三个自由度的平移运动和具有三个自由度的旋转运动的所有运动范围,同时利用并联连杆结构的特性,诸如远端侧可以被构成得更轻的事实、可以减少远端侧的惯性的事实以及可以减小马达的负载的事实。

[0015] 因此,本公开提出了一种新的且改进的并联连杆装置、工业机器人和触觉演示装置,其可以在宽运动范围内执行可动构件的具有三个自由度的平移运动和具有三个自由度的旋转运动。

[0016] 解决问题的方案

[0017] 根据本公开的实施方式,提供了一种并联连杆装置,该并联连杆装置包括:底座;多个臂,其各自具有至少四个自由度并且各自包括第一臂连杆、第二臂连杆和旋转接头;以及支撑件,其连接到多个臂中的每一个的第二臂连杆的一端,并且该支撑件的位置和姿态随着多个臂的姿态改变而改变,其中与支撑件和第二臂连杆连接的旋转接头的旋转轴线(07)与支撑件的旋转中心点(Q)相交或相邻。

[0018] 此外,根据本公开的实施方式,提供了一种工业机器人,该工业机器人包括:并联连杆装置,该并联连杆装置包括底座;多个臂,其各自具有至少四个自由度并且各自包括第一臂连杆、第二臂连杆和旋转接头;以及支撑件,其连接到多个臂中的每一个的第二臂连杆的一端,并且该支撑件的位置和姿态随着多个臂的姿态改变而改变,其中与支撑件和第二臂连杆连接的旋转接头的旋转轴线(07)与支撑件的旋转中心点(Q)相交或相邻。

[0019] 此外,根据本公开的实施方式,提供了一种触觉演示装置,该触觉演示装置包括:并联连杆装置,该并联连杆装置包括底座;多个臂,其各自具有至少四个自由度并且各自包括第一臂连杆、第二臂连杆和旋转接头;以及支撑件,其连接到多个臂中的每一个的第二臂连杆的一端,并且该支撑件的位置和姿态随着多个臂的姿态改变而改变,其中与支撑件和第二臂连杆连接的旋转接头的旋转轴线(07)与支撑件的旋转中心点(Q)相交或相邻。

[0020] 发明的有益效果

[0021] 如前文的描述,根据本公开,并联连杆装置的可动构件的具有三个自由度的平移运动和具有三个自由度的旋转运动可以在宽运动范围内执行。

[0022] 应注意,上述效果不一定是限制性的。利用或代替上述效果,可以实现本说明书中描述的任何一种效果或可以从本说明书中理解的其它效果。

## 附图说明

[0023] 图1是示出与本公开的第一实施方式相关的并联连杆装置的一个配置实施例的示意图。

[0024] 图2是示出与实施方式相关的并联连杆装置的结构说明图。

[0025] 图3是示出与实施方式相关的并联连杆装置的另一个配置实施例的透视图。

[0026] 图4是示出并联连杆装置的另一个配置实施例的侧视图。

[0027] 图5是从可动构件侧观察时的其它配置实施例的并联连杆装置的平面图。

[0028] 图6是从底座部件侧观察时的其它配置实施例的并联连杆装置的平面图。

[0029] 图7是示出臂部的说明图。

[0030] 图8是示出马达的减速机构的说明图。

[0031] 图9是示出马达的减速机构的说明图。

- [0032] 图10是示出可动构件的旋转运动的说明图。  
[0033] 图11是示出可动构件的旋转运动的说明图。  
[0034] 图12是示出可动构件的旋转运动的说明图。  
[0035] 图13是示出可动构件的旋转运动的说明图。  
[0036] 图14是示出可动构件的旋转运动的说明图。  
[0037] 图15是示出可动构件的旋转运动的说明图。  
[0038] 图16是示出与本公开的第二实施方式相关的并联连杆装置的结构说明图。  
[0039] 图17是示出与实施方式相关的并联连杆装置的使用实施例的说明图。

## 具体实施方式

[0040] 在下文中,将参考附图详细描述本公开的一个或多个优选实施方式。在本说明书和附图中,具有基本相同的功能和结构的结构元件用相同的附图标记表示,并且省略对这些结构元件的重复解释。

[0041] 应注意,将按以下顺序提供描述。

[0042] 1. 第一实施方式

[0043] 1-1. 并联连杆装置的示意配置实施例

[0044] 1-2. 并联连杆装置的示意配置实施例

[0045] 1-3. 并联连杆装置的运动

[0046] 1-4. 并联连杆装置的使用模式

[0047] 1-5. 应用实施例

[0048] 1-6. 结论

[0049] 2. 第二实施方式

[0050] <<1. 第一实施方式>>

[0051] <1-1. 并联连杆装置的示意配置实施例>

[0052] 参考图1和图2,将描述与本公开的第一实施方式相关的并联连杆装置110的示意配置的实施例。图1是示出与该实施方式相关的并联连杆装置110的一个配置实施例的示意配置图。图2是示出并联连杆装置110的结构说明图。

[0053] 应注意,在本说明书中,在并联连杆装置的底座部件和可动构件中,可动构件的可动构件侧被称为前侧或远侧,而底座部件的底座侧被称为后侧或近端侧。

[0054] 与该实施方式相关的并联连杆装置110包括用作底座部件(底座)的底板130、用作可动构件(支撑件)的可动板140,以及用作多个臂部的第一臂部150a(第一臂)、第二臂部150b(第二臂)和第三臂部150c(第三臂)。第一臂部150a、第二臂部150b和第三臂部150c并联连接在底板130与可动板140之间。

[0055] 底板130可以在使用时固定到转向架、支撑台、支撑壁、支撑柱、支撑梁、天花板(ceiling)、地板表面等(未示出)。第一臂部150a、第二臂部150b和第三臂部150c的近端侧连接到底板130的固定部件131a、131b和131c,该固定部件围绕其旋转中心点P每隔120度等间隔提供。旋转中心点P是底板130与第一臂部150a、第二臂部150b以及第三臂部150c之间的连接位置的旋转中心点。底板130的形状没有特别限制。

[0056] 此外,第一臂部150a、第二臂部150b和第三臂部150c的远端侧连接到可动板140的

固定部件141a、141b和141c,该固定部件围绕其旋转中心点Q每隔120度等间隔提供。旋转中心点Q是可动板140与第一臂部 150a、第二臂部150b以及第三臂部150c之间的连接位置的旋转中心点。可动板140的形状没有特别限制。

[0057] 在图1中所示的并联连杆装置110中,第一臂部150a、第二臂部150b 和第三臂部150c具有相同的配置。将使用臂部中的第一臂部150a作为实施例来描述臂部的配置实施例。第一臂部150a包括连接到底板130的固定部件131a上的四接头连杆机构FL(第一臂连杆)和串联连杆机构SL(第二臂连杆),该串联连杆机构的近端侧连接到四连杆机构FL并且其远端侧连接到可动板140。

[0058] 四接头连杆机构FL包括第一连杆159、第二连杆163、第三连杆161 和第四连杆157。第一连杆159经由用作单轴旋转接头的第一活动接头 $J_8$ 连接到底板130的固定部件131a。第一活动接头 $J_8$ 可以是用作致动器的第一马达(未示出)的输出轴,并且第一连杆159可以通过第一马达可旋转地驱动。此外,第二连杆163经由用作单轴活动接头的第二活动接头 $J_9$ 连接到底板130的固定部件131a。第二活动接头 $J_9$ 可以是与第一马达不同的第二马达(未示出)的输出轴,并且第二连杆163可以通过第二马达可旋转地驱动。

[0059] 第一活动接头 $J_8$ 和第二活动接头 $J_9$ 可以不是马达的输出轴本身,可以经由齿轮等连接到马达的输出轴,并且可以是配置为通过第一马达和第二马达的旋转驱动而旋转的旋转轴。致动器的典型实施例包括旋转马达,诸如步进马达、伺服马达和直流马达。在此,可以使用包括被配置为将线性运动转换为旋转运动的机构的任何线性马达。

[0060] 第一连杆159通过用作单轴旋转接头的第一旋转接头 $J_1$ 连接到第四连杆157。此外,第二连杆163通过用作单轴旋转接头的第二旋转接头 $J_2$ 连接到第三连杆161,而第三连杆161通过用作单轴旋转接头的第三旋转接头 $J_3$ 连接到第四连杆157。第一旋转接头 $J_1$ 、第二旋转接头 $J_2$ 、第三旋转接头 $J_3$ 和第一活动接头 $J_8$ 具有彼此平行的旋转轴线。因此,第一连杆159、第二连杆163、第三连杆161和第四连杆157可以构成四接头连杆机构FL。在并联连杆装置110的所示实施例中,第一活动接头 $J_8$ 和第二活动接头 $J_9$ 设置为彼此同轴。在此,第二活动接头 $J_9$ 和第一活动接头 $J_8$ 可以不彼此同轴,只要第二活动接头 $J_9$ 设置为平行于第一活动接头 $J_8$ 即可。

[0061] 在与该实施方式相关的并联连杆装置110中,第一活动接头 $J_8$ 的旋转轴与第一旋转接头 $J_1$ 的旋转轴之间的距离 $L1$ 和第二旋转接头 $J_2$ 的旋转轴与第三旋转接头 $J_3$ 的旋转轴之间的距离 $L2$ 相同(参考图2)。此外,第二活动接头 $J_9$ 的旋转轴与第二旋转接头 $J_2$ 的旋转轴之间的距离 $L3$ 和第一旋转接头 $J_1$ 的旋转轴与第三旋转接头 $J_3$ 的旋转轴之间的距离 $L4$ 相同(参考图2)。换句话说,第一臂部150a的四接头连杆机构FL构成为并联连杆机构。并联连杆机构是通过多个连杆形成平行四边形或菱形的连杆机构。通过第一马达和第二马达的驱动控制,以四个自由度控制四接头连杆机构 FL的第四连杆157。

[0062] 应注意,虽然四接头连杆机构FL可以不是并联连杆机构,但是易于控制并联连杆装置110的结构设计和可动板140的位置和姿态,只要四接头连杆机构FL是并联连杆机构即可。

[0063] 四接头连杆机构FL的第四连杆157是L形直角连杆。第四连杆157 的形状不限于L形,并且可以是例如T形。用作单轴旋转接头的第四旋转接头 $J_4$ 从位于四接头连杆机构FL的第一旋转接头 $J_1$ 和第三旋转接头 $J_3$ 之间的一部分157a到在与由四接头连杆机构FL形成的平



面正交的方向上延伸的一部分157b设置在L形第四连杆157中。第四旋转接头 $J_4$ 的旋转轴线与四接头连杆机构FL的接头的旋转轴线正交。第四旋转接头 $J_4$ 连接到四接头连杆机构FL和串联连杆机构SL。

[0064] 串联连杆机构SL以四个自由度将四接头连杆机构FL和可动板140 连接。在与该实施方式相关的并联连杆装置110中,串联连杆机构SL包括第五连杆155,其经由第四旋转接头 $J_4$ 和具有三个自由度的旋转接头连接到第四连杆157的部分157b,该旋转接头连接到第五连杆155的远端侧。具有三个自由度的旋转接头由用作单轴旋转接头的第五旋转接头 $J_5$ 、第六旋转接头 $J_6$ 和第七旋转接头 $J_7$ 构成。第四旋转接头 $J_4$ 、第五旋转接头 $J_5$ 、第六旋转接头 $J_6$ 和第七旋转接头 $J_7$ 的旋转轴线彼此正交。虽然其中第四旋转接头 $J_4$ 、第五旋转接头 $J_5$ 和第六旋转接头 $J_6$ 当中的旋转轴线不必彼此正交,但是就结构设计或控制计算而言,其旋转轴线优选地彼此正交。

[0065] 第五连杆155通过第五旋转接头 $J_5$ 连接到第六连杆153,而第六连杆 153通过第六旋转接头 $J_6$ 连接到第七连杆151。第六连杆153和第七连杆 151可以是L形直角连杆。第六连杆153和第七连杆151可以具有彼此正交的两个表面。另外,其形状不限于L形,并且可以是例如T形。第七连杆151通过用作单轴旋转接头的第七旋转接头 $J_7$ 连接到可动板140的固定部件141a。

[0066] 第七旋转接头 $J_7$ 的旋转轴线指向可动板140的中心点Q的方向。当沿着轴线 $Ax_0$ 观察时,第七旋转接头 $J_7$ 被构成为与轴线( $Ax_0$ ) 相交,该轴线在其中四接头连杆机构FL的旋转接头的任何旋转轴线(例如,旋转轴线 $O_8$ ) 平行于第七旋转接头 $J_7$ 的旋转轴线 $O_7$ 的状态下将底板130与多个臂部150a、150b和150c之间的连接位置的旋转中心点P连接到可动板 140与多个臂部150a、150b和150c之间的连接位置的旋转中心点Q。

[0067] 在与该实施方式相关的并联连杆装置110中,串联连杆机构SL包括在与可动板140连接的远端侧具有三个自由度的旋转接头,整个装置的尺寸增大最小化,并且几乎不会发生干扰连杆、可动板140等。应注意,第五旋转接头 $J_5$ 和第六旋转接头 $J_6$ 可以使用双轴旋转接头构成。可替换地,第六旋转接头 $J_6$ 和第七旋转接头 $J_7$ 可以使用双轴旋转接头构成。

[0068] 四接头连杆机构FL以四个自由度通过串联连杆机构SL连接到可动板140。此外,如前文的描述,可以通过第一马达和第二马达以两个自由度控制与串联连杆机构SL连接的四接头连杆机构FL的第四连杆157。因此,第一臂部150a具有带六个自由度的臂结构。

[0069] 此外,第二臂部150b和第三臂部150c中的每一个都包括与第一至第四连杆157、159、161和163连接的四接头连杆机构FL和与第五至第七连杆151、153和155连接的串联连杆机构SL,并且具有与第一臂部150a 相同的配置。也可以通过两个马达以六个自由度来控制第二臂部150b和第三臂部150c。

[0070] 换句话说,可动板140由具有六个自由度的第一臂部150a、第二臂部 150b和第三臂部150c支撑,并且可以执行具有三个自由度的平移运动和具有三个自由度的旋转运动。因此,并联连杆装置110可以在空间内部自由地改变可动板140的三维位置和三维姿态,其中位置和姿态对应于可动板140在三维空间中的位置和定向或配置。具有这种配置的并联连杆装置 110被构成使得当沿着轴线 $Ax_0$ 观察时,第七旋转接头 $J_7$ 与轴线( $Ax_0$ ) 相交,该轴线在其中四接头连杆机构FL的旋转接头的任何旋转轴线(例如,旋转轴线 $O_8$ ) 平行于第七旋转接头 $J_7$ 的旋转轴线 $O_7$ 的状态下将底板 130与多个臂部150a、150b和150c之间的连接位置

的旋转中心点P连接到可动板140与多个臂部150a、150b和150c之间的连接位置的旋转中心点Q。在与本实施方式相关的并联连杆装置110中,三个臂部150a、150b、150c的第七旋转接头 $J_7$ 的旋转轴线 $O_7$ 在可动板140的旋转中心点Q处相交(或与该旋转中心点Q相邻)。

[0071] 因此,具有三个自由度的平移运动的运动范围和具有三个自由度的旋转运动的运动范围增加,因此与相关技术中的并联连杆装置相比,可动板 140的运动范围增大。例如,并联连杆装置110可以在约 $\pm 90^\circ$ 的运动范围内实现具有三个自由度的旋转运动。 $\pm 90^\circ$ 的旋转运动范围对应于人手腕的运动范围。

[0072] 此外,在与该实施方式相关的并联连杆装置110中,可以在底板130 上设置总共六个马达,该马达被配置为控制第一臂部150a、第二臂部150b 和第三臂部150c的姿态。因此,并联连杆装置110可以被构成使得其马达的重量不由马达驱动。

[0073] 在并联连杆装置110中,马达设置在底板130上,四接头连杆机构FL 连接到底板130,并且串联连杆机构SL连接到四接头连杆机构FL的远端侧。因此,并联连杆装置110的远端侧的惯性较小,并且这有利于控制可动板140的三维位置或控制三维姿态。

[0074] <1-2. 并联连杆装置的具体配置实施例>

[0075] 接下来,将参考图3至图6描述与该实施方式相关的并联连杆装置10 的具体配置实施例。图3是与该实施方式相关的并联连杆装置10的透视图,而图4是并联连杆装置10的侧视图。此外,图5是从可动构件40一侧观察时并联连杆装置10的俯视图,而图6是当从底座部件80a、80b和 80c一侧观察时并联连杆装置10的平面图。

[0076] 并联连杆装置10包括三组,诸如一组底座部件80a、可动构件40、用作多个臂部之一的第一臂部50a以及被配置为控制第一臂部50a的姿态的一对第一马达91和第二马达93;一组底座部件80b、可动构件40、用作多个臂部之一的第二臂部50b以及被配置为控制第二臂部50b的姿态的一对第一马达91和第二马达93;以及一组底座部件80c、可动构件40、用作多个臂部之一的第三臂部50c以及被配置为控制第三臂部50c的姿态的一对第一马达91和第二马达93。

[0077] 底座部件80a、80b和80c被设置为分别对应于第一臂部50a、第二臂部50b和第三臂部50c。底座部件80a支撑第一臂部50a,底座部件80b 支撑第二臂部50b,而底座部件80c支撑第三臂部50c。三个底座部件80a、80b和80c围绕三个底座部件80a、80b和80c的旋转中心点以每隔120度等间隔设置。底座部件80a、80b和80c是不可动部件,其位置和姿态不随第一马达91和第二马达93的驱动而改变,并且其间的相互位置关系不会改变。例如,底座部件80a、80b和80c可以固定到支撑台等(未示出),或者底座部件80a、80b和80c可以彼此连接。

[0078] 可动构件40可以具有六边形平面形状,以最小化对第一臂部50a、第二臂部50b和第三臂部50c的干扰,并且促进控制其三维位置和三维姿态。此外,被配置为使用并联连杆装置10的夹具等可以固定到可动构件40,例如,机器人手、医疗仪器、各种触觉演示装置、控制器或模拟器等。因此,可以使用可以支撑夹具等的任何可动构件40,并且可动构件40的配置不受特别限制。夹具等能够使用例如螺栓、铆钉等固定,或者夹具本身的一部分可以设定为与可动构件40对应的预定形状,因此夹具等能够连接到臂部的远端。

[0079] 在与本实施方式相关的并联连杆装置10中,第一臂部50a、第二臂部 50b和第三臂部50c具有相同的配置。此外,三个底座部件80a、80b和 80c也具有相同的配置。在下文中,将使用第一臂部50a和底座部件80a 作为实施例来详细描述臂部和底座部件的配置实施

例。

[0080] 图7是示出被配置为连接底座部件80a和可动构件40的第一臂部50a 的透视图。第一臂部50a包括连接到底座部件80a上的四接头连杆机构FL 和串联连杆机构SL,该串联连杆机构的近端侧连接到四连杆机构FL并且其远端侧连接到可动构件40。四接头连杆机构FL由第一连杆59、第二连杆63、第三连杆61和第四连杆57构成。此外,串联连杆机构SL由第五连杆55、第六连杆53和第七连杆51构成。连杆可以使用各种材料(诸如例如铝、不锈钢和树脂材料)形成。构成材料可以通过将其亮度视为重要考虑因素来选择,并且可以通过将制造成本视为重要考虑因素来选择。

[0081] 使用第一马达91和第二马达93来控制第一臂部50a的姿态。第一马达91和第二马达93固定到底座部件80a。第一马达91的输出轴71的旋转轴线 $Ax_1$ 和第二马达93的输出轴75的旋转轴线 $Ax_2$ 设置为彼此平行。第一马达91使第一连杆59围绕第一活动接头 $J_8$ 旋转。第一马达91的旋转经由第一减速机构 $SR_1$ 传递到第一活动接头 $J_8$ 。第一活动接头 $J_8$ 通过底座部件80a经由轴承等可旋转地支撑。

[0082] 底座部件80a使第二连杆63围绕第二活动接头 $J_9$ 旋转。第二马达93 的旋转经由第二减速机构 $SR_2$ 传递到第二活动接头 $J_9$ 。在与本实施方式相关的并联连杆装置10中,第二连杆63由第二减速机构 $SR_2$ 的一部分构成。第二活动接头 $J_9$ 通过底座部件80a经由轴承等可旋转地支撑。第二活动接头 $J_9$ 的旋转轴线 $O_9$ 和第一活动接头 $J_8$ 的旋转轴线 $O_8$ 设置为彼此同轴。在此,第二活动接头 $J_9$ 的旋转轴线 $O_9$ 和第一活动接头 $J_8$ 的旋转轴线 $O_8$ 可以不设置为彼此同轴,只要第二活动接头的旋转轴线 $O_9$ 和第一活动接头的旋转轴线 $O_8$ 彼此平行即可。

[0083] 在此,将参考图8和图9描述第一减速机构 $SR_1$ 和第二减速机构 $SR_2$ 的一个配置实施例。第一减速机构 $SR_1$ 和第二减速机构 $SR_2$ 可以具有相同的配置。另外,在此,使用第二减速机构 $SR_2$ 作为实施例来提供描述。图 8是当从第二马达93的输出轴75的旋转轴线 $Ax_2$ 观察时的第二减速机构  $SR_2$ 的示意图,而图9是当从与第二马达93的输出轴75的旋转轴线 $Ax_2$ 正交的方向观察时的第二减速机构 $SR_2$ 的一部分的示意图。

[0084] 这种第二减速机构 $SR_2$ 是使用线缆79作为旋转传递构件的减速机构。缠绕有线缆79的螺旋凹槽75a设置在第二马达93的输出轴75的外周表面的一部分中。缠绕在输出轴75上的线缆79的两个端侧都沿着由底座部件80a支撑的旋转构件77的外周表面77a布置,以便能够通过第二活动接头 $J_9$ 旋转。线缆79的两个端侧都固定到旋转构件77,并且预定张力施加到线缆79。

[0085] 旋转构件77具有围绕第二活动接头 $J_9$ 的旋转轴线 $O_9$ 的大致扇形平面形状。旋转构件77的外周表面77a具有围绕第二活动接头 $J_9$ 的旋转轴线  $O_9$ 的圆弧形状。由旋转构件77的外周表面77a形成的圆弧的直径大于第二马达93的输出轴75中的线缆79的缠绕直径。与第三连杆61连接的第二旋转接头 $J_2$ 设置在旋转构件77的外周侧。旋转构件77还用作四接头连杆机构FL的第二连杆63。

[0086] 在第二减速机构 $SR_2$ 中,如果第二马达93可旋转地驱动,则缠绕在输出轴75上的线缆79的一个端侧缠绕在输出轴75上,并且其另一端侧被引出输出轴75。与固定线缆79的两端固定的旋转构件77围绕第二活动接头 $J_9$ 沿与输出轴75的旋转方向相反的方向旋转,同时进行这种缠绕和引出线缆79。因此,第二连杆63通过第二马达93围绕第二活动接头 $J_9$ 旋转。

[0087] 此时,由旋转构件77的外周表面77a形成的圆弧的直径大于第二马达93的输出轴

75中的线缆79的缠绕直径。因此,第二马达93的旋转减速并传递到旋转构件77。当第二马达93的输出轴75中的线缆79的缠绕直径设定为 $R_1$ 并且由旋转构件77的外周表面77a形成的圆弧的直径设定为 $R_2$ 时,减速比是 $R_1/R_2$ 。使用线缆79的第二减速机构 $SR_2$ 设定为旋转传递构件,使得与使用减速齿轮的情况相比,后向驾驶性能提高而齿隙减小。

[0088] 再次参考图7,第一连杆59通过第一旋转接头 $J_1$ 连接到第四连杆57。此外,第二连杆63通过第二旋转接头 $J_2$ 连接到第三连杆61,而第三连杆61通过第三旋转接头 $J_3$ 连接到第四连杆57。四接头连杆机构FL被构成使得第一活动接头 $J_8$ 的旋转轴线 $O_8$ 、第一旋转接头 $J_1$ 的旋转轴线 $O_1$ 、第二旋转接头 $J_2$ 的旋转轴线 $O_2$ 和第三旋转接头 $J_3$ 的旋转轴线 $O_3$ 设置为彼此平行。因此,驱动第一马达91和第二马达93使得以两个自由度控制第四连杆57。四接头连杆机构FL构成为并联连杆机构。

[0089] 第四连杆57具有基本L形状。第四旋转接头 $J_4$ 设置在其上设置有第一旋转接头 $J_1$ 和第三旋转接头 $J_3$ 的第四连杆57的一部分57a垂直上升的一部分57b上。第四旋转接头 $J_4$ 的旋转轴线 $O_4$ 与四接头连杆机构FL的旋转接头的旋转轴线正交。四接头连杆机构FL通过第四旋转接头 $J_4$ 连接到串联连杆机构SL。

[0090] 串联连杆机构SL包括通过第四旋转接头 $J_4$ 连接到第四连杆57上的第五连杆55,并且经由设置在第五连杆55的远端侧的具有三个自由度的旋转接头连接到可动构件40。具有三个自由度的旋转接头由被配置为连接第五连杆55和第六连杆53的第五旋转接头 $J_5$ 、被配置为连接第六连杆53和第七连杆51的第六旋转接头 $J_6$ 以及被配置为连接第七连杆51和可动构件40的第七旋转接头 $J_7$ 构成。第四旋转接头 $J_4$ 的旋转轴线 $O_4$ 、第五旋转接头 $J_5$ 的旋转轴线 $O_5$ 、第六旋转接头 $J_6$ 的旋转轴线 $O_6$ 以及第七旋转接头 $J_7$ 的旋转轴线 $O_7$ 设置为彼此正交。

[0091] 换句话说,四接头连杆机构FL通过串联连杆机构SL以四个自由度连接到可动构件40。如前文的描述,第一臂部50a具有六个自由度的臂结构。串联连杆机构SL包括在第五连杆55的远端侧具有三个自由度的旋转接头。因此,并联连杆装置10的尺寸增大被最小化,连杆、可动构件40等的干扰被抑制,因此可以确保可动构件40的宽范围运动。

[0092] 如前文的描述,第五旋转接头 $J_5$ 和第六旋转接头 $J_6$ 可以使用双轴旋转接头构成。可替换地,第六旋转接头 $J_6$ 和第七旋转接头 $J_7$ 可以使用双轴旋转接头构成。使用双轴旋转接头可以减少连杆的数量。

[0093] 第二臂部50b和第三臂部50c也具有如同第一臂部50a那样具有六个自由度的臂结构,并且使用一对第一马达91和第二马达来控制臂部的姿态93。换句话说,可动构件40由具有六个自由度的三个臂部支撑,并且可以执行具有三个自由度的平移运动和具有三个自由度的旋转运动。因此,并联连杆装置10可以自由地改变可动构件40的三维位置和三维姿态。

[0094] 应注意,在图3至图6中所示的并联连杆装置10中,可动构件40位于具有三个自由度的平移运动和具有三个自由度的旋转运动的运动范围的基本中间位置。在下文中,将处于这种状态的可动构件40的位置称为“标准位置”,并且将可动构件40的姿态称为“标准姿态”。当可动构件40处于标准位置和标准姿态时,第一臂部50a、第二臂部50b和第三臂部50c沿相同方向扭转。在与本实施方式相关的并联连杆装置10中,当可动构件40处于标准位置和标准姿态时,第一臂部50a、第二臂部50b和第三臂部50c沿逆时针方向扭转。在并联连杆装置10中,其扭转方向可以颠倒。

[0095] <1-3. 并联连杆装置的运动>

[0096] 接下来,将描述与该实施方式相关的并联连杆装置10的操作。图10至图15示出了根据并联连杆装置10的第一臂部50a、第二臂部50b和第三臂部50c的姿态改变来改变可动构件40的三维姿态的状态。在图10至图15中,使用交替的长短划虚线指示处于图3中所示的标准位置和标准姿态的可动构件40。

[0097] 应注意,在以下描述中,上面放置三个底座部件80a、80b和80c的底表面的虚拟表面(与三个底座部件80a、80b和80c的底表面平行的表面)被称为“放置表面”。此外,为了促进理解,围绕沿处于图3中所示的标准姿态的并联连杆装置10的前后方向延伸的z轴的旋转被称为滚转旋转,沿处于图3中所示的标准姿态的并联连杆装置10的第一臂部50a的第七旋转接头 $J_7$ 的旋转轴线 $O_7$ 并围绕与z轴正交的x轴的旋转被称为横摆旋转,而围绕与x轴和z轴正交的y轴的旋转被称为俯仰旋转。

[0098] 此外,在以下描述中,第一马达91和第二马达93的旋转方向是当马达的输出轴从马达主体延伸所沿着的方向观察时的旋转方向。

[0099] (1-3-1.滚转旋转)

[0100] 将描述与该实施方式相关的并联连杆装置10的滚转旋转。图10示出了当第一臂部50a、第二臂部50b和第三臂部50c的第一马达91和第二马达93从图3中的状态沿顺时针方向可旋转地驱动时该并联连杆装置10的状态。在这种情况下,臂部50a、50b和50c的第一连杆59和第二连杆63围绕第一活动接头 $J_8$ 和第二活动接头 $J_9$ 旋转以从放置表面上升。

[0101] 因此,与臂部50a、50b和50c的远端侧连接的可动构件40的固定部件41a、41b和41c围绕z轴沿箭头 $Dz_1$ 方向旋转,同时基本上保持其沿z轴方向的位置。结果,与三个臂部50a、50b和50c的远端侧连接并由其支撑的可动构件40围绕z轴沿箭头 $Dz_1$ 方向以滚转方式旋转,同时保持其三维位置。

[0102] 此外,图11示出了当第一臂部50a、第二臂部50b和第三臂部50c的第一马达91和第二马达93从图3中的状态沿逆时针方向可旋转地驱动时该并联连杆装置10的状态。在这种情况下,臂部50a、50b和50c的第一连杆59和第二连杆63围绕第一活动接头 $J_8$ 和第二活动接头 $J_9$ 旋转以接近放置表面。

[0103] 因此,与臂部50a、50b和50c的远端侧连接的可动构件40的固定部件41a、41b和41c围绕z轴沿与箭头 $Dz_1$ 方向相反的箭头 $Dz_2$ 方向旋转,同时基本上保持其沿z轴方向的位置。结果,与三个臂部50a、50b和50c的远端侧连接并由其支撑的可动构件40围绕z轴沿与箭头 $Dz_1$ 方向相反的 $Dz_2$ 方向以滚转方式旋转,同时保持其三维位置。

[0104] 如图10和图11中所示,在与该实施方式相关的并联连杆装置10中,可动构件40围绕z轴的滚转旋转运动的运动范围约为90度。

[0105] (1-3-2.横摆旋转(yaw rotation))

[0106] 接下来,将描述与该实施方式相关的并联连杆装置10的横摆旋转。图12示出了当第二臂部50b的第一马达91沿顺时针方向可旋转地驱动并且第二马达93沿逆时针方向可旋转地驱动并且第三臂部50c的第一马达91沿逆时针方向可旋转地驱动并且第二马达93沿顺时针方向可旋转地驱动同时第一臂部50a的姿态保持如图3中的状态时该并联连杆装置10的状态。在这种情况下,第二臂部50b的第一连杆59围绕第一活动接头 $J_8$ 旋转以从放置表面上升,而第二连杆63围绕第二活动接头 $J_9$ 旋转以接近放置表面。因此,与第二臂部50b的远端侧连接的可动构件40的固定部件41b围绕x轴朝向z轴的前侧旋转。

[0107] 此外,第三臂部50c的第一连杆59围绕第一活动接头 $J_8$ 旋转以接近放置表面,而其第二连杆63围绕第二活动接头 $J_9$ 旋转以从放置表面上升。因此,与第三臂部50c的远端侧连接的可动构件40的固定部件41c围绕x轴朝向z轴的后侧旋转。结果,与三个臂部50a、50b和50c的远端侧连接并由其支撑的可动构件40围绕x轴沿箭头 $Dx_1$ 方向以横摆方式旋转,同时保持其三维位置。

[0108] 图13示出了当第二臂部50b的第一马达91沿逆时针方向可旋转地驱动并且其第二马达93沿顺时针方向可旋转地驱动并且第三臂部50c的第一马达91沿顺时针方向可旋转地驱动并且其第二马达93沿逆时针方向可旋转地驱动同时第一臂部50a的姿态保持如图3中的状态时该并联连杆装置10的状态。在这种情况下,第二臂部50b的第一连杆59围绕第一活动接头 $J_8$ 旋转以接近放置表面,而其第二连杆63围绕第二活动接头 $J_9$ 旋转以从放置表面上升。因此,与第二臂部50b的远端侧连接的可动构件40的固定部件41b围绕x轴朝向z轴的前侧旋转。

[0109] 此外,第三臂部50c的第一连杆59围绕第一活动接头 $J_8$ 旋转以从放置表面上升,而其第二连杆63围绕第二活动接头 $J_9$ 旋转以接近放置表面。因此,与第三臂部50c的远端侧连接的可动构件40的固定部件41c围绕x轴朝向z轴的前侧旋转。结果,与三个臂部50a、50b和50c的远端侧连接并由其支撑的可动构件40围绕x轴沿与箭头 $Dx_1$ 方向相反的 $Dx_2$ 方向以横摆方式旋转,同时保持其三维位置。

[0110] 如图12和图13中所示,在与该实施方式相关的并联连杆装置10中,可动构件40围绕x轴的横摆旋转运动的运动范围约为90度。

[0111] (1-3-3.俯仰旋转 (pitch rotation))

[0112] 接下来,将描述与该实施方式相关的并联连杆装置10的俯仰旋转。图14示出了当第一臂部50a的第一马达91沿顺时针方向可旋转地驱动并且其第二马达93沿逆时针方向可旋转地驱动、第二臂部50b的第一马达91沿逆时针方向可旋转地驱动并且其第二马达93沿顺时针方向可旋转地驱动并且第三臂部50c的第二马达93以顺时针方向从图3中的状态可旋转地驱动时该并联连杆装置10的状态。在这种情况下,第一臂部50a的第一连杆59围绕第一活动接头 $J_8$ 旋转以从放置表面上升,而其第二连杆63围绕第二活动接头 $J_9$ 旋转以接近放置表面。因此,与第一臂部50a的远端侧连接的可动构件40的固定部件41a围绕y轴朝向z轴的前侧旋转。

[0113] 此外,第二臂部50b的第一连杆59围绕第一活动接头 $J_8$ 旋转以接近放置表面,而其第二连杆63围绕第二活动接头 $J_9$ 旋转以从放置表面上升。因此,与第二臂部50b的远端侧连接的可动构件40的固定部件41b围绕y轴朝向z轴的前侧旋转。此外,第二连杆63围绕第二活动接头 $J_9$ 旋转以从放置表面上升,同时保持第三臂部50c的第一连杆59的姿态。因此,与第三臂部50c的远端侧连接的可动构件40的固定部件41c围绕y轴朝向z轴的后侧旋转。结果,与三个臂部50a、50b和50c的远端侧连接并由其支撑的可动构件40围绕y轴沿箭头 $Dy_1$ 方向以俯仰方式旋转,同时保持其三维位置。

[0114] 图15示出了当第一臂部50a的第一马达91沿逆时针方向可旋转地驱动并且其第二马达93沿顺时针方向可旋转地驱动、第二臂部50b的第一马达91沿顺时针方向可旋转地驱动并且其第二马达93沿逆时针方向可旋转地驱动并且第三臂部50c的第二马达93以逆时针方向从图3中的状态可旋转地驱动时该并联连杆装置10的状态。在这种情况下,第一臂部

50a 的第一连杆59围绕第一活动接头 $J_8$ 旋转以接近放置表面,而其第二连杆 63围绕第二活动接头 $J_9$ 旋转以从放置表面上升。因此,与第一臂部50a 的远端侧连接的可动构件40的固定部件41a围绕y轴朝向z轴的后侧旋转。

[0115] 此外,第二臂部50b的第一连杆59围绕第一活动接头 $J_8$ 旋转以从放置表面上升,而其第二连杆63围绕第二活动接头 $J_9$ 旋转以接近放置表面。因此,与第二臂部50b的远端侧连接的可动构件40的固定部件41b围绕y 轴沿箭头 $Dy_2$ 方向旋转并同时移向z轴的前侧。此外,第二连杆63围绕第二活动接头 $J_9$ 旋转以接近放置表面,同时保持第三臂部50c的第一连杆59的姿态。因此,与第三臂部50c的远端侧连接的可动构件40的固定部件41c围绕y轴朝向z轴的前侧旋转。因此,与三个臂部50a、50b和50c 的远端侧连接并由其支撑的可动构件40围绕y轴沿与箭头 $Dy_1$ 方向相反的箭头 $Dy_2$ 以俯仰方式旋转,同时保持其三维位置。

[0116] 如图14和图15中所示,在与该实施方式相关的并联连杆装置10中,可动构件40围绕y轴的俯仰旋转运动的运动范围约为90度。

[0117] (1-3-4. 六个自由度运动)

[0118] 虽然未在附图中示出,但是在并联连杆装置10中,被配置为控制第一臂部50a、第二臂部50b和第三臂部50c的总共六个马达被控制为使得可动构件40在x轴、y轴和z轴上的三维位置可以从图3中所示的标准位置的状态改变。换句话说,在并联连杆装置10中,适当地设定马达的旋转角度,使得可动构件40可以进行具有三个自由度的平移运动和具有三个自由度的旋转运动,因此可以自由地改变三维位置和三维姿态。

[0119] 此时,与该实施方式相关的并联连杆装置10被构成使得与可动构件 40连接的三个臂部50a、50b和50c的远端侧的第七旋转接头 $J_7$ 的旋转轴线 $O_7$ 通过旋转中心点Q。当沿着轴线 $Ax_0$ 观察时,第七旋转接头 $J_7$ 的旋转轴线 $O_7$ 与轴线 $Ax_0$ 相交,该轴线在其中四接头连杆机构的旋转接头的任何旋转轴线(例如,旋转轴线 $O_1$ )平行于第七旋转接头 $J_7$ 的旋转轴线  $O_7$ 的状态下(例如,参考图5)将底座部件80a、80b和80c与多个臂部 50a、50b和50c之间的连接位置的旋转中心点P连接到可动构件40与多个臂部50a、50b和50c之间的连接位置的旋转中心点Q。因此,可以将围绕x轴、y轴和z轴的横摆旋转、俯仰旋转和滚转旋转的运动范围确保为约90度。

[0120] 虽然根据与该实施方式相关的并联连杆装置10,由于连杆、可动构件 40和底座部件80a、80b和80c之间的干扰,可以限制具有三个自由度的旋转运动的运动范围,但是旋转运动的运动范围可以设定为至少80度或更大。例如,为了使这种干扰最小化并确保可动构件40的旋转运动的更大运动范围,连杆是更薄的连杆是有利的。此外,连杆可以具有诸如L形或U形等形状而不是线形形状,以最小化这种干扰。为了最小化连杆与可动构件40之间的干扰,可动构件40可以具有六边形形状。

[0121] 如前文的描述,在与该实施方式相关的并联连杆装置10中,具有三个自由度的滚转旋转(roll rotation)、横摆旋转(yaw rotation)和俯仰旋转 (pitch rotation)的旋转运动的运动范围以及具有三个自由度的平移运动的运动范围增大,因此可以自由地改变其三维位置和三维姿态。

[0122] 另一方面,如果臂部50a、50b和50c的旋转接头的运动范围是无限的,则担心臂部50a、50b和50c中的至少一个可能被捕获在一个奇点中。因此,可以在所有旋转接头中提供用于限制运动范围的止挡件,使得臂部件50a、50b和50c的运动范围受到限制。



[0123] <1-4. 并联连杆装置的使用模式>

[0124] 与该实施方式相关的并联连杆装置10可以用于各种应用的目的。例如, 并联连杆装置10可以应用于制造装置、生产线等中使用的工业机器人。此外, 并联连杆装置10可以应用于医疗机器人, 诸如被配置为支撑诸如内窥镜、电子显微镜和镊子的手术工具的操纵器。并联连杆装置10 以有线或无线方式连接到各种外部装置, 并且可以应用于远程控制外部装置的输入装置、控制器或模拟器。

[0125] 此外, 并联连杆装置10可以根据应用安装在适当的位置。例如, 可以通过将底座部件80a、80b和80c固定到天花板、梁等来悬挂并使用并联连杆装置10。并联连杆装置10的底座部件80a、80b和80c可以固定到地板表面等, 使得多个臂部50a、50b和50c可以设置为向上延伸。可替换地, 并联连杆装置10的底座部件80a、80b和80c可以固定到墙壁表面等, 使得多个臂部50a、50b和50c可以安装成向侧面延伸。例如, 当并联连杆装置10应用于输入装置、控制器或模拟器时, 可以安装并联连杆装置10, 使得多个臂部50a、50b和50c向上或向侧面延伸。

[0126] 与该实施方式相关的并联连杆装置10可以在宽运动范围内执行具有三个自由度的平移运动和具有三个自由度的旋转运动。因此, 可以在任何应用中自由地改变三维位置和三维姿态的同时有效地使用并联连杆装置 10。

[0127] 例如, 当并联连杆装置10应用于工业机器人、医疗操纵器等时, 具有诸如中央处理单元 (CPU) 等微计算机的控制装置包括在并联连杆装置 10中。这样的控制装置可以被构成为接收从适当的操作输入装置传输的操纵输入, 计算对六个马达的控制量, 并且向马达输出控制指令。

[0128] 例如, 操纵输入装置被设置在远离并联连杆装置10的位置处, 并且接收由用户 (包括外科医生或助手) 对并联连杆装置10的操作的指令的输入。操纵输入装置可以包括例如被配置为提供向前、向后、向左或向右运动的指令的操纵按钮、被配置为提供垂直运动的指令的操纵按钮, 以及被配置为提供旋转运动的指令的操纵按钮。可替换地, 操纵输入装置可以是可以通过提供360°方向倾斜的指令的装置 (诸如操纵杆) 与被配置为提供垂直运动或旋转运动的指令的输入装置的组合而获得的装置。此外, 操纵输入装置可以是触摸板等。

[0129] 此外, 操纵输入装置可以与操纵部件集成, 该操纵部件被配置为操纵由并联连杆装置10的可动构件40支撑的机器人手、内窥镜、末端致动器等夹具。被配置为操纵并联连杆装置10的操纵输入装置与夹具的操纵部件集成, 使得用户可以在用户他或她自己操纵夹具的同时改变可动构件 40的位置和姿态, 即使存在没有助手也是如此。应注意, 操纵输入装置与控制装置之间的通信可以通过各种已知的有线或无线方法来执行。

[0130] 控制装置例如通过控制马达的旋转角度来控制由可动构件40支撑的夹具的三维位置和三维姿态。控制装置可以是例如诸如CPU或数字信号处理器 (DSP) 等处理器。可替换地, 控制装置可以是控制板或微计算机, 其上安装有诸如处理器和存储器等存储元件。构成控制装置的处理器根据预定程序执行各种信号处理, 使得对由可动构件40支撑的各种夹具等执行具有三个自由度的平移运动和具有三个自由度的旋转运动。

[0131] 此外, 可以基于正向运动学来控制并联连杆装置10和基于反向运动学来控制并联连杆装置。当基于正向运动学来控制并联连杆装置10时, 可以从六个马达的旋转角度获得由可动构件40支撑的各种夹具等的三维位置和三维姿态。此外, 当基于逆运动学来控制并



联连杆装置10时,可以根据夹具等的期望三维位置和三维姿态获得六个电机的旋转角度的指令值。在这种情况下,控制装置可以控制马达的旋转角度,使得例如可以使用电位计等检测的马达的旋转角度是计算的指令值。

[0132] 如前文的描述,当并联连杆装置10由控制装置控制时,可动构件40 的横摆旋转、滚转旋转和俯仰旋转中的任何一个的运动范围也约为 $\pm 90$ 度。因此,在应用了并联连杆装置10的各种机器人等中,可以根据人手腕的运动范围自由地控制由可动构件40支撑的各种夹具等的三维位置和三维姿态。

[0133] <1-5.应用实施例>

[0134] 接下来,将描述应用了与该实施方式相关的并联连杆装置10的并联连杆机器人的若干应用实施例。

[0135] (1-5-1.锁定功能)

[0136] 并联连杆机器人可以具有锁定功能,配置为以预定姿态保持多个臂部 50a、50b和50c的姿态。例如,当用户手动移动可动构件40并确定可动构件40的位置和姿态并且由于外力而将旋转转矩施加到第一马达91和第二马达93时,可以通过控制装置等向马达提供电流来产生克服外力的转矩。因此,马达可以保持原始位置和姿态。例如当伺服马达用作马达时,这种锁定功能可以实现为伺服锁定功能。在这种情况下,可以基于例如流过伺服马达的脉冲信号来检测由于外力而施加的旋转转矩。

[0137] 锁定功能可以在用户开启锁定功能的设置时启动,或者可以在第一马达91和第二马达93的旋转停止几秒(例如,三秒)时自动启动。此外,锁定功能可以在用户关闭锁定功能的设置时释放,或者可以在由于外力而旋转转矩连续地施加到第一马达91和第二马达93几秒或更长时间(例如,三秒或更长时间)时释放。当多个臂部50a、50b和50c的操作指令被输入到操纵输入装置时,可以释放锁定功能。

[0138] (1-5-2.辅助功能)

[0139] 并联连杆机器人可以具有辅助功能,配置为施加辅助力以由用户操纵多个臂部50a、50b和50c。例如,当用户手动移动可动构件40时,如果控制装置检测到旋转转矩已经施加到第一马达91和第二马达93,则可以通过向马达供应电流而产生与外力相同方向的转矩。此时,施加到马达的转矩之间的比率可以与施加到马达的转矩之间的比率一致。因此,可动构件40可以沿用户所期望的操作方向移动。

[0140] (1-5-3.触觉演示功能)

[0141] 并联连杆机器人可以用作具有触觉演示功能的触觉演示装置,该触觉演示功能用于向用户演示形状、硬度、反作用力等。例如,待操纵对象的位置可以在虚拟空间内部移动,其中当用户在查看图像的同时移动可动构件40时,通过控制装置检测由马达接收的转矩基于转矩显示图像。此时,当待操纵对象与预定虚拟对象的表面等接触时,可以针对可动构件40的平移运动或旋转运动的方向向马达的旋转施加阻力使得可以演示虚拟对象的硬度。可替换地,当在虚拟空间内移动的待操纵对象与预定虚拟对象的表面等接触时,可以通过振动产生元件等向可动构件40施加振动使可以演示虚拟对象的触感。

[0142] 具有这种触觉演示功能的并联连杆机器人的具体实施例包括其中并联连杆装置10应用于手术模拟器的控制器的实施例。在这样的实施例中,预先获得关于待手术患者的疼痛区域周围的骨架等的位置、形状等的信息,并且用户在查看显示在监视器上的虚拟图

像的同时移动可动构件40。此时,当在虚拟空间内部的外科手术工具与患者的身体等接触时,力检测演示可以通过控制装置来执行。

[0143] 具体地,并联连杆机器人可以用作主侧的输入装置以便进行双向控制,其向用户(主侧)演示由待远程操纵从属侧装置接收的力用或根据由用户输入的力向从属侧装置演示力。例如,并联连杆机器人可以用作手术导航装置的输入接口。在这样的实施例中,预先获得关于待手术患者的疼痛区域周围的骨架等的位置、形状等的信息,并且用户在查看显示在监视器上的成像图像的同时操纵可动构件40。此时,通过控制装置检测由马达接收的转矩,并且可以基于转矩控制由从属侧装置支撑的真实手术工具的位置和姿态。此外,当由从属侧装置支撑的真实手术工具与患者的身体接触时,控制装置基于在从属侧装置上检测到的力来控制马达的输出使得对用户执行力演示。

[0144] 在与该实施方式相关的并联连杆装置中,可以自由地改变可动构件的三维姿态,同时将具有三个自由度的旋转运动的中心固定到一个点。此外,当将与该实施方式相关的并联连杆装置应用于触觉演示装置时,可以通过沿过渡方向和旋转方向的控制来执行自由力反馈。可以扩大触觉演示装置的利用范围。

[0145] <1-6. 结论>

[0146] 如前文的描述,在与本实施方式相关的并联连杆装置中,底座部件和可动构件由第一臂部、第二臂部和第三臂部并联支撑。每个臂部都由连接到底座部件上的四接头连杆机构和具有四个自由度的串联连杆机构构成,该串联连杆机构的近端侧连接到四接头连杆机构并且其远端侧连接到可动构件。换句话说,底座部件和可动构件由具有六个自由度的三个臂部并联支撑。因此,可动构件可以执行具有三个自由度的平移运动和具有三个自由度的旋转运动。

[0147] 此外,在并联连杆装置中,与串联连杆机构的可动构件连接的第七旋转接头 $J_7$ 的旋转轴线 $O_7$ 指向可动构件的旋转中心点Q的方向。当沿着轴线 $Ax_0$ 观察时,第七旋转接头 $J_7$ 的旋转轴线 $O_7$ 与轴线 $Ax_0$ 相交,该轴线在其中四接头连杆机构的旋转接头的任何旋转轴线(例如,旋转轴线 $O_1$ )平行于第七旋转接头 $J_7$ 的旋转轴线 $O_7$ 的状态下将底座部件80a、80b和80c与多个臂部50a、50b和50c之间的连接位置的旋转中心点P连接到可动构件40与多个臂部50a、50b和50c之间的连接位置的旋转中心点Q。因此,具有可动构件的三个自由度的旋转运动的运动范围增加,因此可以自由地改变其三维位置和三维姿态。

[0148] 此外,在与该实施方式相关的并联连杆装置中,被配置为改变臂部的姿态的第一马达和第二马达由底座部件支撑。因此,因为马达的重量不需要通过另一个马达驱动,因此减少了马达的负载。在与该实施方式相关的并联连杆装置中,马达由底座部件支撑,四接头连杆机构连接到底座部件,并且串联连杆机构连接到四接头连杆机构的远端侧。因此,并联连杆装置的前端侧变轻,因此其远端侧的惯性变小。因此,这有利于控制三维位置或控制可动构件的三维姿态。

[0149] 根据与该实施方式相关的并联连杆装置,可以获得其中惯性较小、可以进行力演示、具有三个自由度的平移运动和具有三个自由度的旋转运动的运动范围较大并且可以执行双向控制的输入接口。

[0150] 与该实施方式相关的并联连杆装置可以由六个马达、具有相对简单配置的底座部件和三个臂部构成。因此,可以低成本制造六轴并联连杆装置,其中具有三个自由度的平移

运动和具有三个自由度的旋转运动的运动范围较大并且可以执行高速操作。

[0151] 在与该实施方式相关的并联连杆装置中,使用第一马达旋转的第一活动接头 $J_8$ 和使用第二马达旋转的第二活动接头 $J_9$ 设置为彼此同轴。因此,可以获得其中用于控制可动构件的三维位置和三维姿态的运算过程变得容易并且因此可以精确地控制其位置或姿态的并联连杆装置。

[0152] <<2. 第二实施方式>>

[0153] 接下来,将描述根据本公开的第二实施方式的并联连杆装置。在与该实施方式相关的并联连杆装置中,多个臂部与底座部件之间的连接部件不均匀地位于旋转中心点P周围的预定范围内。类似地,在并联连杆装置中,多个臂部与可动构件之间的连接部件不均匀地位于旋转中心点Q周围的预定范围内。在下文中,将主要描述与该实施方式相关的并联连杆装置与和第一实施方式相关的并联连杆装置之间的差异。

[0154] 图16是示出与该实施方式相关的并联连杆装置210的结构说明图。在与该实施方式相关的并联连杆装置210中,设置在用作底座部件的底板230上并且与第一臂部150a、第二臂部150b和第三臂部150c连接的固定部件231a、231b和231c定位成靠近旋转中心点P周围的一侧。固定部件231a、231b和231c围绕旋转中心点P每隔60度等间隔设置。此外,在并联连杆装置210中,设置在用作可动构件的可动板240上并且与第一臂部150a、第二臂部150b和第三臂部150c连接的固定部件241a、241b和241c定位成靠近旋转中心点Q周围的一侧。固定部件241a、241b和241c围绕旋转中心点Q每隔60度等间隔设置。

[0155] 与该实施方式相关的并联连杆装置210可以具有与和第一实施方式相关的并联连杆装置相同的配置,但是与和第一实施方式相关的并联连杆装置的不同之处在于,在与该实施方式相关的并联连杆装置210中,第一臂部150a、第二臂部150b和第三臂部150c与固定部件231a、231b和231c或固定部件241a、241b和241c之间的连接部件的设置是不同的。此外,虽然未在附图中示出,但是应用了与该实施方式相关的并联连杆装置210的各种并联连杆机器人也可以具有根据与第一实施方式相关的并联连杆机器人的实施例的配置。

[0156] 换句话说,此外在与该实施方式相关的并联连杆装置210中,当沿着轴线 $Ax_0$ 观察时,第七旋转接头 $J_7$ 的旋转轴线 $O_7$ 与轴线 $Ax_0$ 相交,该轴线在其中四接头连杆机构FL的旋转接头的任何旋转轴线(例如,旋转轴线 $O_8$ )平行于第七旋转接头 $J_7$ 的旋转轴线 $O_7$ 的状态下将底板230与多个臂部150a、150b和150c之间的连接位置的旋转中心点P连接到可动板240与多个臂部150a、150b和150c之间的连接位置的旋转中心点Q。因此,具有可动板240的三个自由度的旋转运动的运动范围增加,因此可以自由地改变其三维位置和三维姿态。

[0157] 在与该实施方式相关的并联连杆装置210中,底板230的固定部件231a、231b和231c或可动板240的固定部件241a、241b和241c每隔60度设置。因此,当用户抓握可动板240时,三个臂部150a、150b和150c被构成不干扰用户的手或手臂。因此,并联连杆装置210适合用作输入装置或控制器。

[0158] 图17示出了与该实施方式相关的并联连杆装置210的使用模式的实施例。在图17中所示的实施例中,并联连杆装置210的底板230固定到用户坐在其上的椅子的扶手的远端部分,并且多个臂部150a、150b和150c延伸到有用户存在的侧面。此外,当从坐在椅子上的用户观察时,不均匀地位于旋转中心点P周围的固定部件231a、231b和231c设置在前侧。因此,用户在坐在椅子上的同时可以从第一臂部150a、第二臂部150b和第三臂部150c之间的

空间容易地接近附接在可动板240上的触控笔式抓握部件201。

[0159] 在图17中,虽然在附图中未示出致动器,但是与该实施方式相关的并联连杆装置210也可以与与第一实施方式相关的并联连杆装置10那样用作可以在其上执行双向控制的输入装置。此外,虽然图17中示出了由用户的右手操纵的并联连杆装置210的使用模式,并联连杆装置210也可以被构成为能够通过用户的双手使用两个并联连杆装置210来操纵。

[0160] 当并联连杆装置210用作输入装置时,可动板240可以具有用户容易抓握的形状。例如,可动板240可以具有的厚度为约5mm至15mm以便易于夹在用户的手指之间。此外,可动板240可以包括被配置为接纳用户的手指的接纳部件。接纳部件可以是例如图16中所示的孔部件245或者可以是凹部或凸部。可动板240包括这样的接纳部件使得可以防止可动板240滑出或逸出用户的手。

[0161] 如前文的描述,在与该实施方式相关的并联连杆装置中,固定有第一臂部、第二臂部和第三臂部的底板的固定部件不均匀地位于旋转中心点周围的预定范围内。因此,用户可以从多个臂部之间的空间容易地接近可动板。因此,特别是当并联连杆装置210应用于触觉演示装置的输入或输出装置等时,可以抑制由于用户的手或手臂干扰臂部而引起的对可动板的运动范围的限制。

[0162] 本领域技术人员应当理解,可以根据设计要求和其它因素进行各种修改、组合、子组合和变更,只要它们在所附权利要求或其等同物的范围内即可。

[0163] 例如,虽然在上述实施方式中三个臂部并联连接在底座部件与可动构件之间,但是可以设置四个或更多个臂部。在此,为了避免干扰臂部并促进使用马达控制三维位置和三维姿态,可以使用三个臂部构成并联连杆装置。

[0164] 此外,虽然在上述实施方式中第七旋转接头 $J_7$ 的旋转轴线 $O_7$ 指向旋转中心点Q,但是本公开的技术不限于此类实施例。当沿着轴线 $Ax_0$ 观察时与轴线 $(Ax_0)$ 相交的第七旋转接头 $J_7$ 的旋转轴线 $O_7$ 可以不一定穿过旋转中心点Q,该轴线在其中四接头连杆机构FL的旋转接头的旋转轴线平行于第七旋转接头 $J_7$ 的旋转轴线 $O_7$ 的状态下将旋转中心点P连接到旋转中心点Q。

[0165] 虽然在上述实施方式中第五旋转接头 $J_5$ 的旋转轴线和第六旋转接头 $J_6$ 的旋转轴线彼此正交,但是本公开的技术不限于此类实施例。第五旋转接头 $J_5$ 的旋转轴线和第六旋转接头 $J_6$ 的旋转轴线不必彼此正交,但是就结构设计或控制计算而言,优选地彼此正交。类似地,第六旋转接头 $J_6$ 的旋转轴线和第七旋转接头 $J_7$ 的旋转轴线不必彼此正交,但是就结构设计或控制计算而言,优选地彼此正交。

[0166] 虽然在上述实施方式中与臂部连接的底座部件的固定部件围绕旋转中心点每隔60度或每隔120度等间隔设置,但是本公开的技术不限于此类实施例。固定部件不必以相等间隔设置,而是就结构设计或控制计算而言优选地每隔60度或每隔120度等间隔设置。

[0167] 此外,本说明书中描述的效果仅是说明性或实施例性的效果,而不是限制性的。即,利用或代替上述效果,根据本公开的技术可以从本说明书的描述中实现本领域技术人员清楚的其它效果。

[0168] 另外,本技术还可以如下配置。

[0169] (1) 一种并联连杆装置,包括:

[0170] 底座部件;

[0171] 多个臂部,其各自包括连接到所述底座部件的四接头连杆机构和串联连杆机构,所述串联连杆机构的一个端侧连接到所述四接头连杆机构并且包括具有四个自由度的旋转接头;以及

[0172] 可动构件,其连接到所述多个臂部中的每一个的所述串联连杆机构的另一端侧,并且其位置和姿态随着所述多个臂部的姿态改变而改变,其中

[0173] 与所述串联连杆机构的所述可动构件连接的旋转接头的旋转轴线( $O_7$ )与轴线( $Ax_0$ )相交,当沿着所述轴线( $Ax_0$ )观察时,所述轴线在其中所述四接头连杆机构的旋转接头的旋转轴线平行于与所述可动构件连接的所述旋转接头的所述旋转接头的所述旋转轴线( $O_7$ )的状态下将所述底座部件与所述多个臂部之间的连接位置的旋转中心点(P)连接到所述可动构件与所述多个臂部之间的连接位置的旋转中心点(Q)。

[0174] (2) 根据(1)所述的并联连杆装置,其中

[0175] 所述四接头连杆机构包括

[0176] 第一连杆,配置为使用第一致动器而旋转,

[0177] 第二连杆,配置为使用第二致动器而旋转,

[0178] 第三连杆,其通过第一旋转接头连接到所述第二连杆,以及

[0179] 第四连杆,其通过第二旋转接头连接到所述第三连杆并且通过第三旋转接头连接到所述第一连杆,并且

[0180] 所述第一连杆的旋转轴线、所述第二连杆的旋转轴线、所述第一旋转接头的旋转轴线、所述第二旋转接头的旋转轴线以及所述第三旋转接头的旋转轴线设置为彼此平行。

[0181] (3) 根据(2)所述的并联连杆装置,其中

[0182] 所述串联连杆机构包括第五连杆,其通过所述第四旋转接头和具有三个自由度的旋转接头连接到所述第四连杆,所述旋转接头连接到所述第五连杆的远端侧。

[0183] (4) 根据(3)所述的并联连杆装置,其中

[0184] 所述第三旋转接头的所述旋转轴线、所述第四旋转接头的旋转轴线以及具有三个自由度的与所述第五连杆的所述远端侧连接的所述旋转接头中的一个旋转接头的旋转轴线彼此正交,所述一个旋转接头在第五连杆侧处。

[0185] (5) 根据(3)或(4)所述的并联连杆装置,其中

[0186] 具有三个自由度的与所述串联连杆机构的所述第五连杆的所述远端侧连接的所述旋转接头中的两个旋转接头的旋转轴线彼此正交,所述两个旋转接头在第五连杆侧处。

[0187] (6) 根据(3)至(5)中任一项所述的并联连杆装置,其中

[0188] 具有三个自由度的与所述串联连杆机构的所述第五连杆的所述远端侧连接的所述旋转接头中的两个旋转接头的旋转轴线彼此正交,所述两个旋转接头在可动构件侧处。

[0189] (7) 根据(3)至(6)中任一项所述的并联连杆装置,其中

[0190] 具有三个自由度的与所述多个臂部中的每一个的所述串联连杆机构的所述第五连杆的所述远端侧连接的所述旋转接头中的一个旋转接头的旋转轴线相交于一点,所述一个旋转接头在可动构件侧处。

[0191] (8) 根据(1)至(7)中任一项所述的并联连杆装置,包括:

[0192] 作为所述多个臂部的三个臂部,其中

[0193] 相应的所述三个臂部的所述串联连杆机构与所述可动构件之间的连接部件围绕

所述可动构件的所述旋转中心点每隔120度设置。

[0194] (9) 根据(1)至(8)中任一项所述的并联连杆装置,包括:

[0195] 作为所述多个臂部的三个臂部,其中

[0196] 相应的所述三个臂部的所述四接头连杆机构与所述底座部件之间的连接部件围绕所述底座部件的所述旋转中心点每隔120度设置。

[0197] (10) 根据(1)至(9)中任一项所述的并联连杆装置,包括:

[0198] 相应的所述三个臂部的所述四接头连杆机构与所述底座部件之间的连接部件不均匀地位于所述底座部件的所述旋转中心点周围的预定范围内。

[0199] (11) 根据(10)所述的并联连杆装置,包括:

[0200] 作为所述多个臂部的三个臂部,其中

[0201] 相应的所述三个臂部的所述四接头连杆机构与所述底座部件之间的连接部件围绕所述底座部件的所述旋转中心点每隔60度设置。

[0202] (12) 根据(1)至(11)中任一项所述的并联连杆装置,包括:

[0203] 两个致动器,配置为以所述四接头连杆机构具有两个自由度的方式来控制所述多个臂部中的每一个的所述四接头连杆机构的旋转。

[0204] (13) 根据(12)所述的并联连杆装置,其中

[0205] 所述致动器由所述底座部件支撑。

[0206] (14) 根据(12)或(13)所述的并联连杆装置,其中

[0207] 所述多个臂部中的每一个的所述四接头连杆机构的两个连杆的旋转轴彼此同轴,所述两个连杆使用所述两个致动器而旋转。

[0208] (15) 根据(12)至(14)中任一项所述的并联连杆装置,包括:

[0209] 减速机构,配置为使所述致动器的旋转减速并将其传递到所述四接头连杆机构,其中

[0210] 所述减速机构包括作为旋转传递构件的线缆。

[0211] (16) 根据(1)至(15)中任一项所述的并联连杆装置,其中

[0212] 所述四接头连杆机构是并联连杆机构。

[0213] (17) 根据(12)至(16)中任一项所述的并联连杆装置,其中

[0214] 力反馈通过所述致动器沿具有三个自由度的平移运动的方向和沿具有三个自由度的旋转运动的方向执行。

[0215] (18) 一种工业机器人,包括:

[0216] 并联连杆装置,其包括

[0217] 底座部件,

[0218] 多个臂部,其各自包括连接到所述底座部件的四接头连杆机构和串联连杆机构,所述串联连杆机构的一个端侧连接到所述四接头连杆机构并且包括具有四个自由度的旋转接头,以及

[0219] 可动构件,其连接到所述多个臂部中的每一个的所述串联连杆机构的另一端侧,并且其位置和姿态随着所述多个臂部的姿态改变而改变,其中

[0220] 与所述串联连杆机构的所述可动构件连接的旋转接头的旋转轴线( $O_7$ )与轴线( $A_{x_0}$ )相交,当沿着所述轴线( $A_{x_0}$ )观察时,所述轴线在其中所述四接头连杆机构的旋转接头

的旋转轴线平行于与所述可动构件连接的所述旋转接头的所述旋转接头的所述旋转轴线 ( $O_7$ ) 的状态下将所述底座部件与所述多个臂部之间的连接位置的旋转中心点 (P) 连接到所述可动构件与所述多个臂部之间的连接位置的旋转中心点 (Q)。

[0221] (19) 一种触觉演示装置, 包括:

[0222] 并联连杆装置, 其包括

[0223] 底座部件,

[0224] 多个臂部, 其各自包括连接到所述底座部件的四接头连杆机构和串联连杆机构, 所述串联连杆机构的一个端侧连接到所述四接头连杆机构并且包括具有四个自由度的旋转接头, 以及

[0225] 可动构件, 其连接到所述多个臂部中的每一个的所述串联连杆机构的另一端侧, 并且其位置和姿态随着所述多个臂部的姿态改变而改变, 其中

[0226] 与所述串联连杆机构的所述可动构件连接的旋转接头的旋转轴线 ( $O_7$ ) 与轴线 ( $A_{x_0}$ ) 相交, 当沿着所述轴线 ( $A_{x_0}$ ) 观察时, 所述轴线在其中所述四接头连杆机构的旋转接头的旋转轴线平行于与所述可动构件连接的所述旋转接头的所述旋转接头的所述旋转轴线 ( $O_7$ ) 的状态下将所述底座部件与所述多个臂部之间的连接位置的旋转中心点 (P) 连接到所述可动构件与所述多个臂部之间的连接位置的旋转中心点 (Q)。

[0227] (20) 根据 (19) 所述的触觉演示装置, 其中

[0228] 所述触觉演示装置是能够进行双向控制的医疗装置。

[0229] (21) 一种并联连杆装置, 包括:

[0230] 底座;

[0231] 多个臂, 其各自具有至少四个自由度并且各自包括第一臂连杆、第二臂连杆和旋转接头; 以及

[0232] 支撑件, 其连接到所述多个臂中的每一个的所述第二臂连杆的一端, 并且其位置和姿态随着所述多个臂的姿态改变而改变, 其中

[0233] 与所述支撑件和所述第二臂连杆连接的所述旋转接头的旋转轴线 ( $O_7$ ) 与所述支撑件的旋转中心点 (Q) 相交或相邻。

[0234] (22) 根据 (21) 所述的并联连杆装置, 其中

[0235] 所述第一臂连杆包括

[0236] 第一连杆, 配置为使用第一致动器而旋转,

[0237] 第二连杆, 配置为使用第二致动器而旋转,

[0238] 第三连杆, 其通过第一旋转接头连接到所述第二连杆, 以及

[0239] 第四连杆, 其通过第二旋转接头连接到所述第三连杆并且通过第三旋转接头连接到所述第一连杆, 并且

[0240] 所述第一连杆的旋转轴线、所述第二连杆的旋转轴线、所述第一旋转接头的第三旋转轴线、所述第二旋转接头的第四旋转轴线以及所述第三旋转接头的第五旋转轴线设置为彼此平行。

[0241] (23) 根据 (22) 所述的并联连杆装置, 其中

[0242] 所述第二臂连杆包括第五连杆, 所述第五连杆通过第四旋转接头连接到所述第四连杆并且连接到具有三个自由度的支撑旋转接头, 所述支撑旋转接头连接到所述第五连杆

的远端侧。

[0243] (24) 根据 (21) 至 (23) 所述的并联连杆装置, 其中

[0244] 所述第三旋转接头的所述第五旋转轴线和所述第四旋转接头的第六旋转轴线以及包括在具有三个自由度的所述支撑旋转接头中的与所述第五子连杆的所述远端侧连接的第五旋转接头的第七旋转轴线彼此正交, 所述第五旋转接头在第五连杆侧处。

[0245] (25) 根据 (21) 至 (24) 所述的并联连杆装置, 其中

[0246] 所述第五旋转接头以及包括在具有三个自由度的所述支撑旋转接头中的与所述第二臂连杆的所述第五连杆的所述远端侧连接的第六旋转接头的旋转轴线彼此正交。

[0247] (26) 根据 (21) 至 (25) 所述的并联连杆装置, 其中

[0248] 所述旋转接头以及包括在具有三个自由度的所述旋转接头中的与所述第二臂连杆的所述第五连杆的所述远端侧连接的所述第七旋转接头的旋转轴线彼此正交。

[0249] (27) 根据 (21) 至 (23) 所述的并联连杆装置, 其中

[0250] 包括在具有三个自由度的所述支撑旋转接头中的与所述多个臂中的每一个的所述第二臂连杆机构的所述第五连杆的所述远端侧连接的所述旋转接头的所述旋转轴线在所述旋转中心点 (Q) 处相交。

[0251] (28) 根据 (21) 至 (27) 所述的并联连杆装置, 其中所述多个臂包括三个臂, 并且

[0252] 其中相应的所述三个臂的所述第二臂连杆与所述支撑件之间的第一联轴器围绕所述支撑件的所述旋转中心点 (Q) 每隔 120 度设置。

[0253] (29) 根据 (21) 至 (28) 所述的并联连杆装置, 其中

[0254] 相应的所述三个臂与所述底座之间的第二联轴器围绕所述底座的旋转中心点每隔 120 度设置。

[0255] (30) 根据 (21) 至 (28) 所述的并联连杆装置, 其中

[0256] 相应的所述三个臂的所述第一臂连杆与所述底座之间的第二联轴器不均匀地位于所述底座的旋转中心点周围的预定范围内。

[0257] (31) 根据 (21) 至 (28) 所述的并联连杆装置, 其中

[0258] 相应的所述三个臂的所述第一臂连杆与所述底座之间的第二联轴器围绕所述底座的所述旋转中心点每隔 60 度设置。

[0259] (32) 根据 (21) 至 (31) 所述的并联连杆装置, 包括:

[0260] 两个致动器, 配置为以所述第一臂连杆具有两个自由度的方式来控制所述多个臂中的每一个的所述第一臂连杆的旋转。

[0261] (33) 根据 (32) 所述的并联连杆装置, 其中

[0262] 所述致动器由所述底座支撑。

[0263] (34) 根据 (32) 至 (33) 所述的并联连杆装置, 其中

[0264] 所述多个臂中的每一个的所述第一臂连杆的两个连杆的旋转轴彼此同轴, 所述两个连杆使用所述两个致动器而旋转。

[0265] (35) 根据 (32) 至 (34) 所述的并联连杆装置, 包括:

[0266] 制动器, 配置为使所述致动器的旋转减速并将其传递到所述第一臂连杆, 其中

[0267] 所述制动器使用线缆来传递旋转。

[0268] (36) 根据 (21) 至 (35) 所述的并联连杆装置, 其中



[0269] 所述第一臂连杆是并联连杆。

[0270] (37) 根据 (32) 至 (36) 所述的并联连杆装置, 其中

[0271] 力反馈通过所述致动器沿具有三个自由度的平移运动的方向和沿具有三个自由度的旋转运动的方向执行。

[0272] (38) 根据 (21) 所述的并联连杆装置, 其中

[0273] 与所述支撑件和所述第二臂连杆连接的所述旋转接头的所述旋转轴线 ( $O_7$ ) 在轴线 ( $A_{x_0}$ ) 处相交, 当沿着所述轴线 ( $A_{x_0}$ ) 观察时, 所述轴线在其中所述第一臂连杆机构的旋转接头的旋转轴线平行于所述旋转接头的所述旋转轴线 ( $O_7$ ) 的状态下将所述底座的旋转中心点 (P) 连接到所述支撑件的所述旋转中心点 (Q)。

[0274] (39) 一种工业机器人, 包括:

[0275] 并联连杆装置, 其包括

[0276] 底座;

[0277] 多个臂, 其各自具有至少四个自由度并且各自包括第一臂连杆、第二臂连杆和旋转接头; 以及

[0278] 支撑件, 其连接到所述多个臂中的每一个的所述第二臂连杆的一端, 并且其位置和姿态随着所述多个臂的姿态改变而改变, 其中

[0279] 与所述支撑件和所述第二臂连杆连接的所述旋转接头的旋转轴线 ( $O_7$ ) 与所述支撑件的旋转中心点 (Q) 相交或相邻。

[0280] (40) 一种触觉演示装置, 包括:

[0281] 并联连杆装置, 其包括

[0282] 底座;

[0283] 多个臂, 其各自具有至少四个自由度并且各自包括第一臂连杆、第二臂连杆和旋转接头; 以及

[0284] 支撑件, 其连接到所述多个臂中的每一个的所述第二臂连杆的一端, 并且其位置和姿态随着所述多个臂的姿态改变而改变, 其中

[0285] 与所述支撑件和所述第二臂连杆连接的所述旋转接头的旋转轴线 ( $O_7$ ) 与所述支撑件的旋转中心点 (Q) 相交或相邻。

[0286] (41) 根据 (40) 所述的触觉演示装置, 其中

[0287] 所述触觉演示装置是能够进行双向控制的医疗装置。

[0288] 附图标记列表

[0289] 10 并联连杆装置

[0290] 30 底座部件

[0291] 40 可动构件

[0292] 50a 第一臂部

[0293] 50b 第二臂部

[0294] 50c 第三臂部

[0295] 110 并联连杆装置

[0296] 130 底座部件 (底板)

[0297] 140 可动构件 (可动板)

- [0298] 150a 第一臂部
- [0299] 150b 第二臂部
- [0300] 150c 第三臂部
- [0301] FL 四接头连杆机构
- [0302] SL 串联连杆机构
- [0303]  $J_7$  第七旋转接头
- [0304]  $O_7$  旋转轴线
- [0305]  $A_{x_0}$  轴线
- [0306] P、Q 旋转中心点。

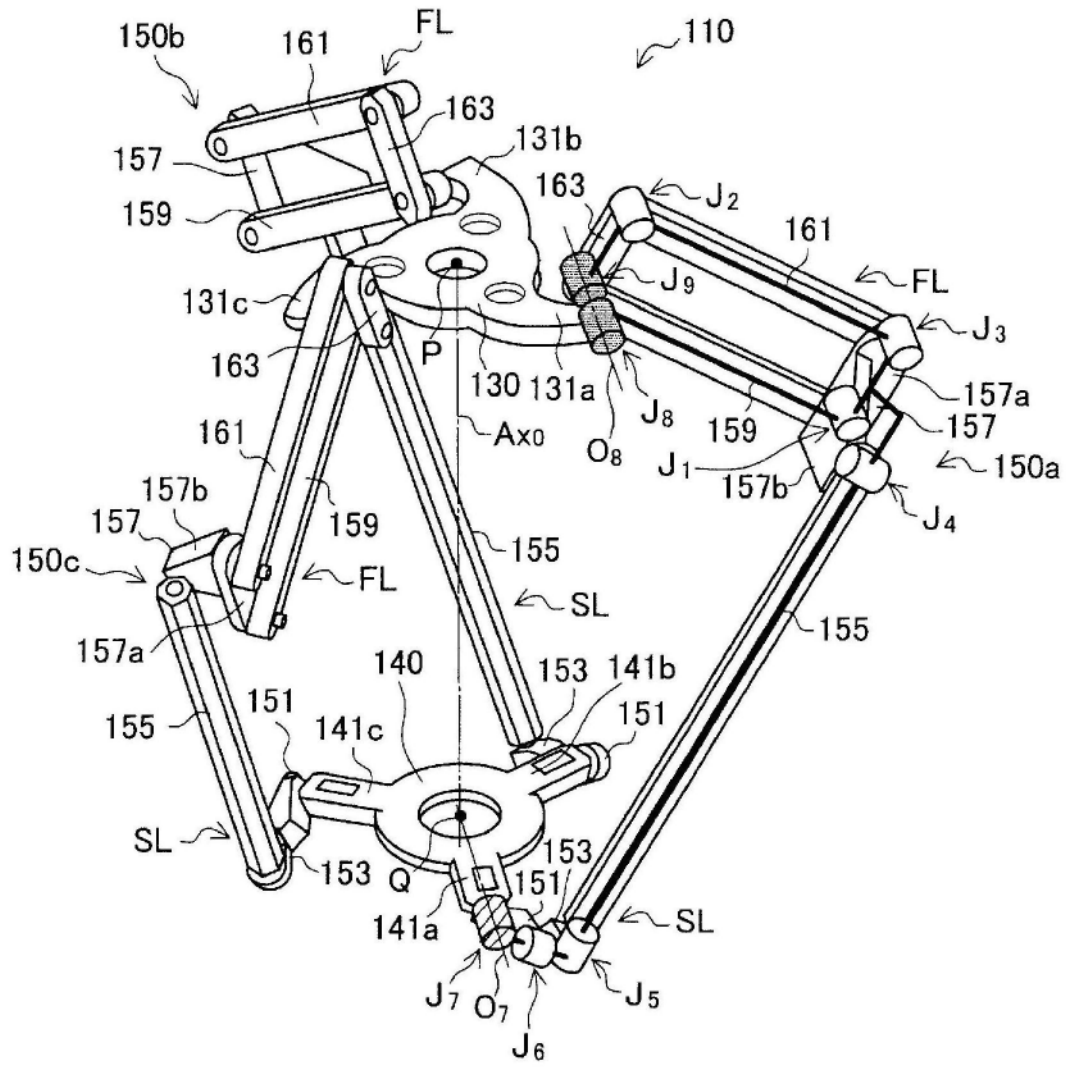


图1



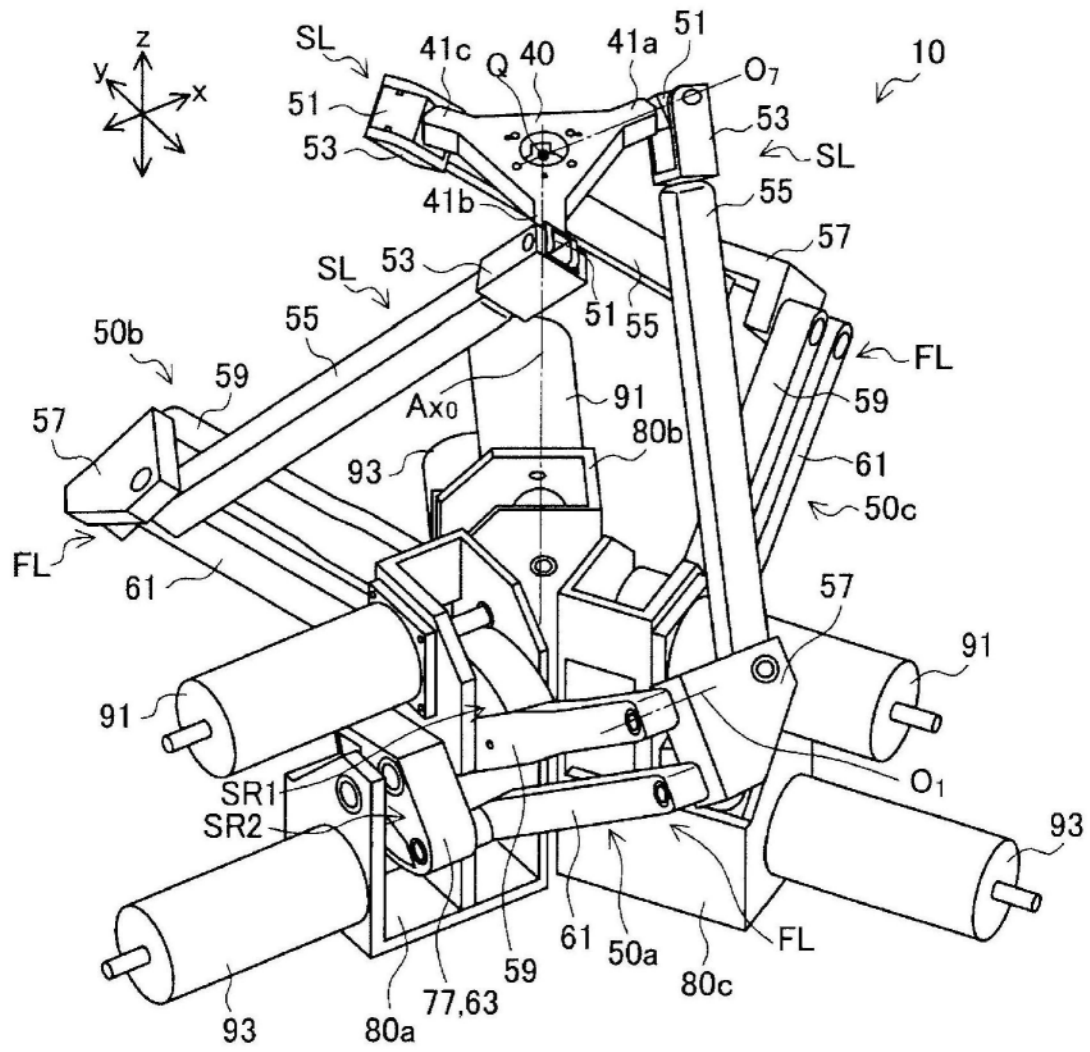


图3

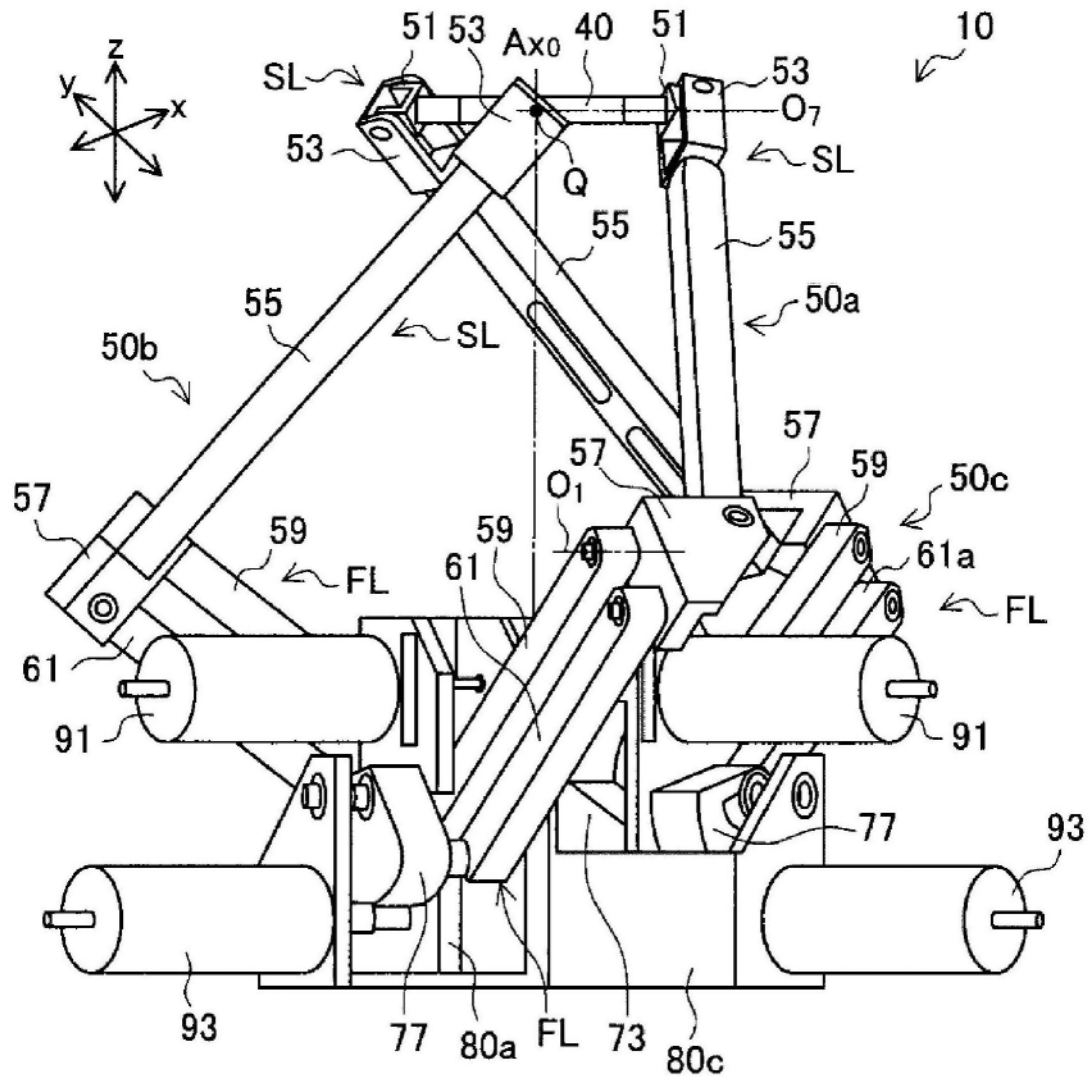


图4

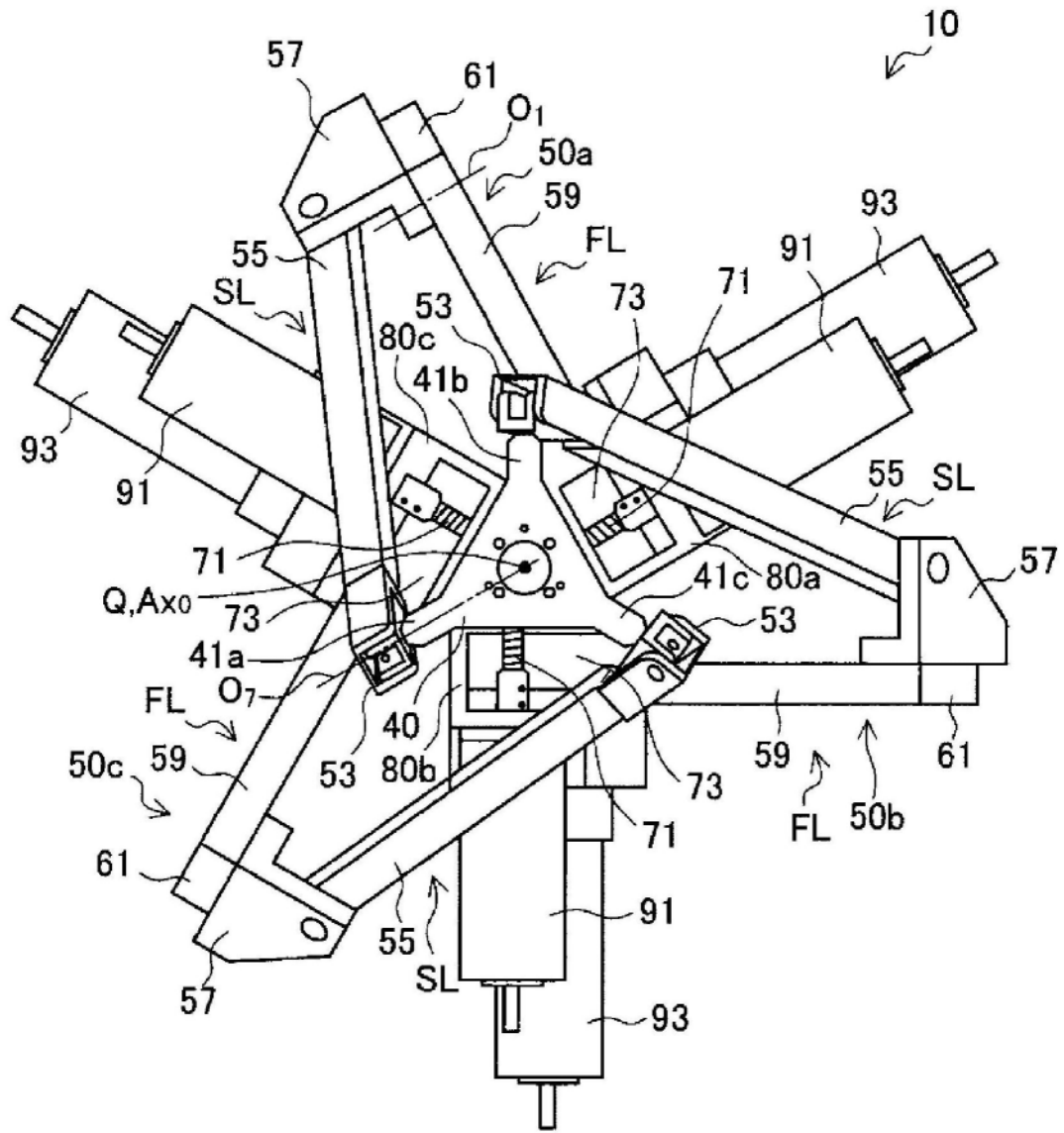


图5

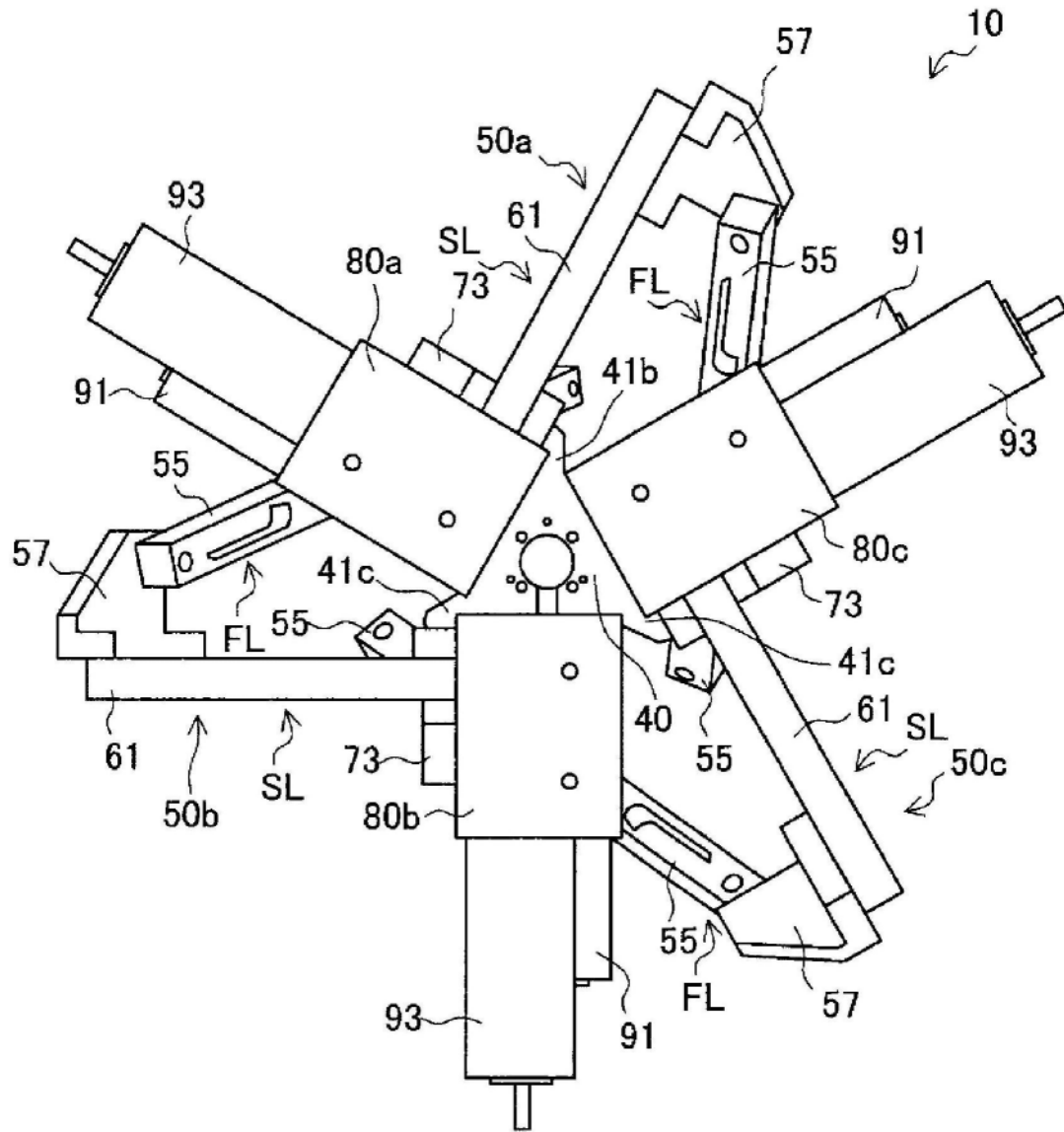


图6





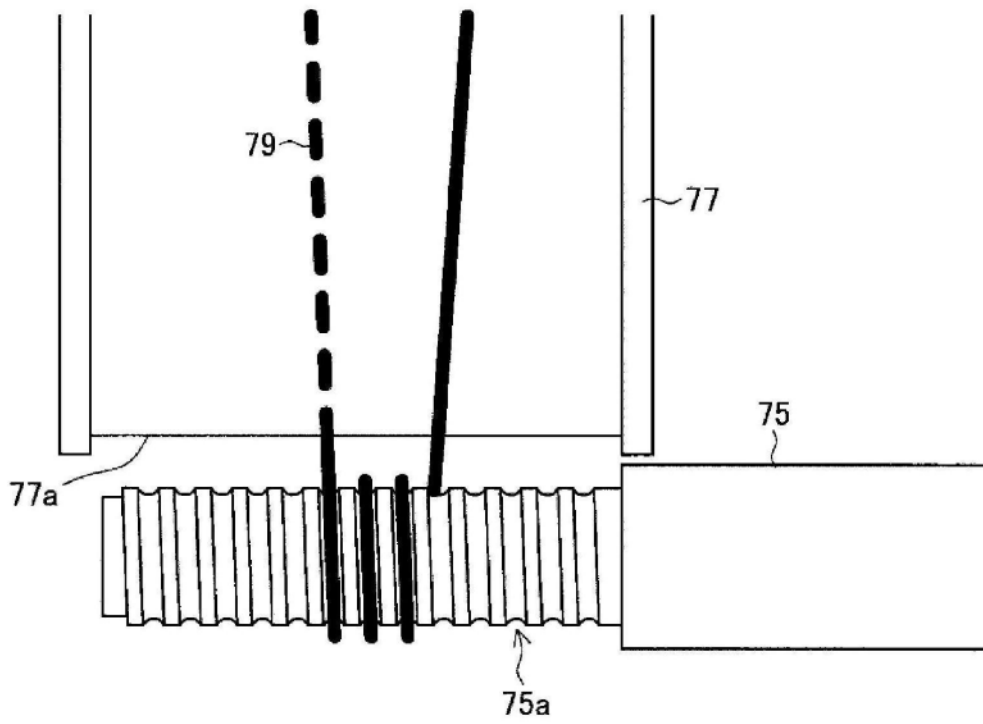


图8

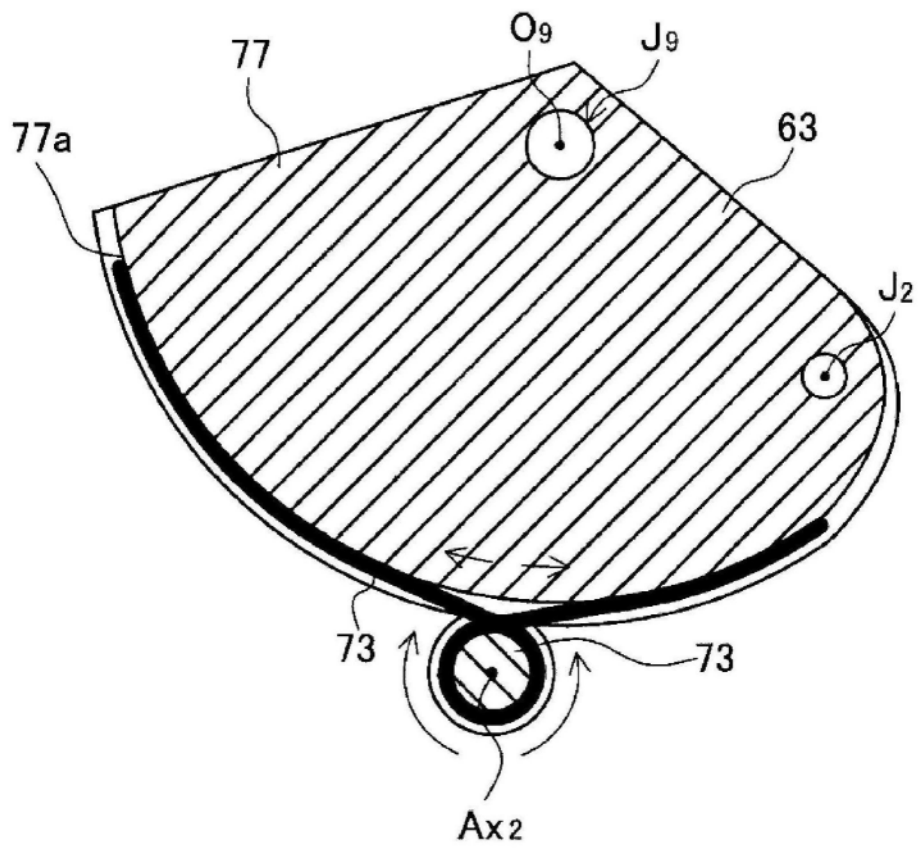


图9

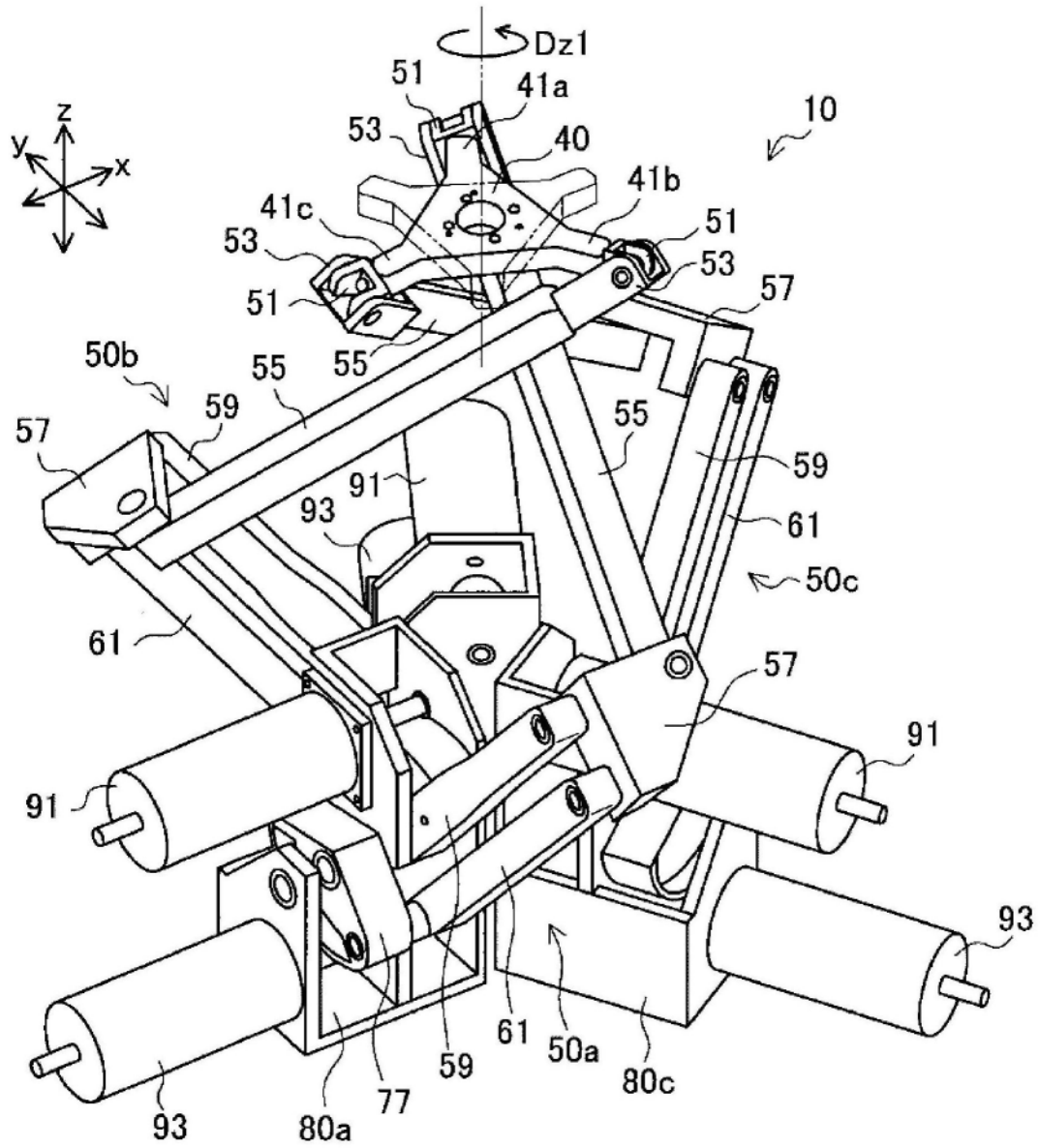


图10

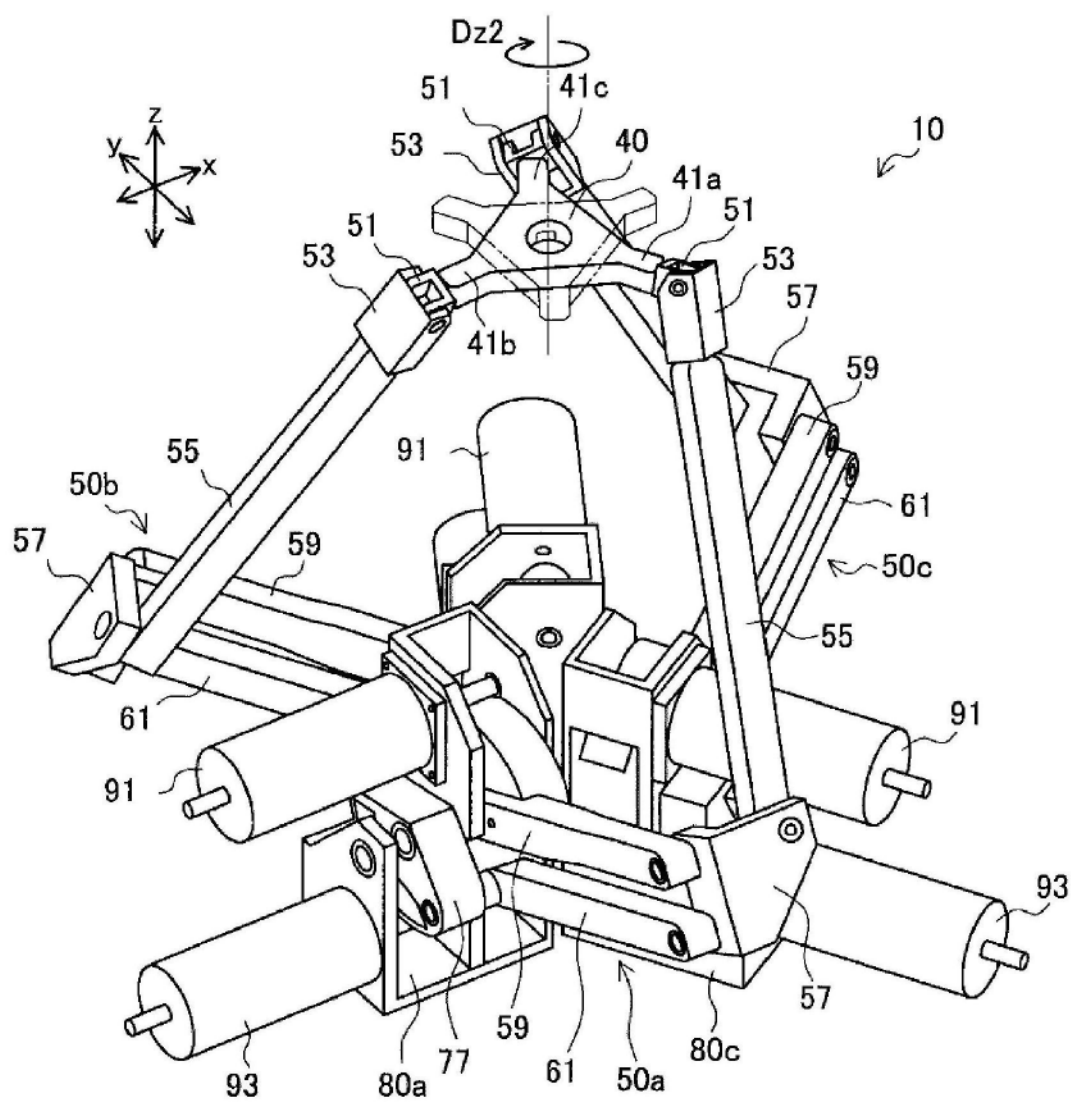


图11



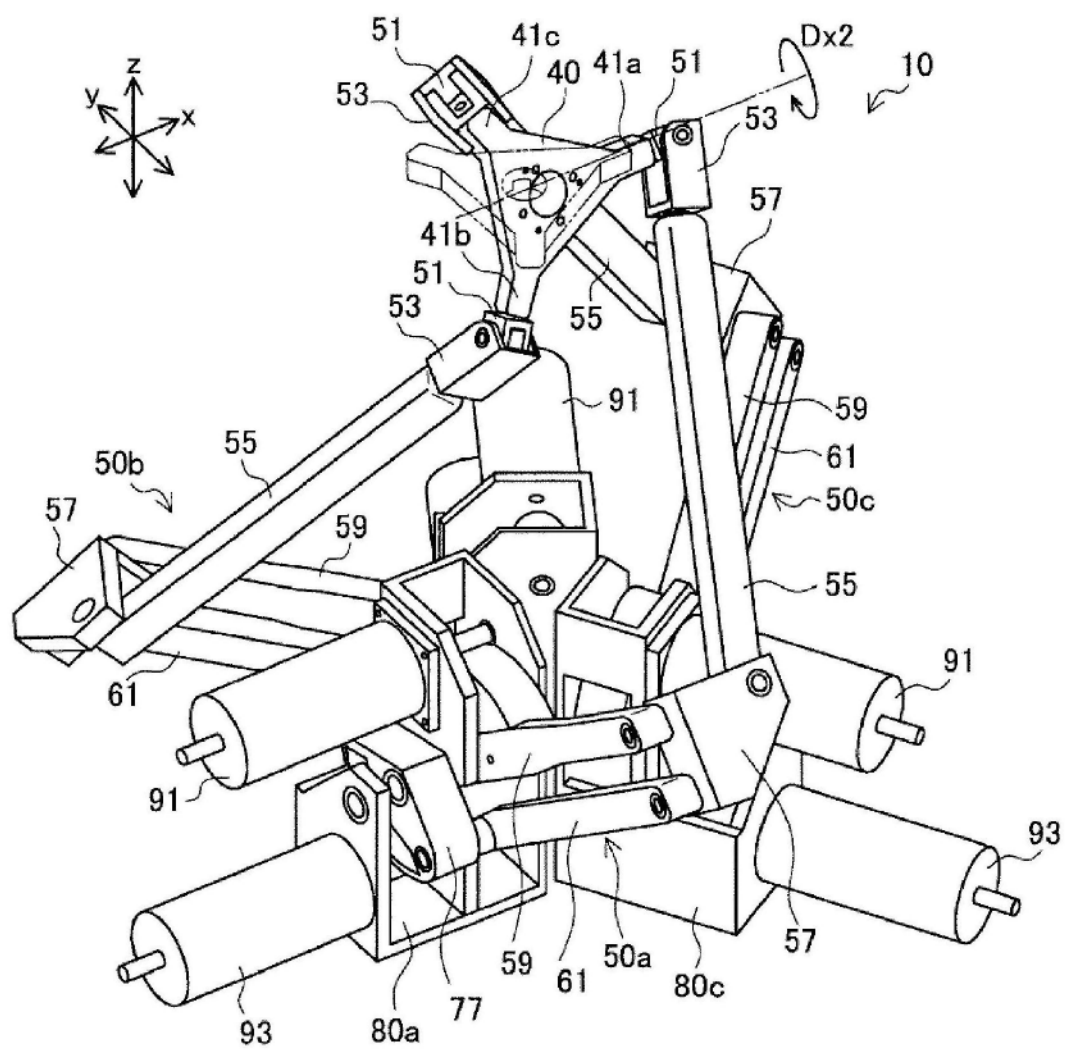


图13

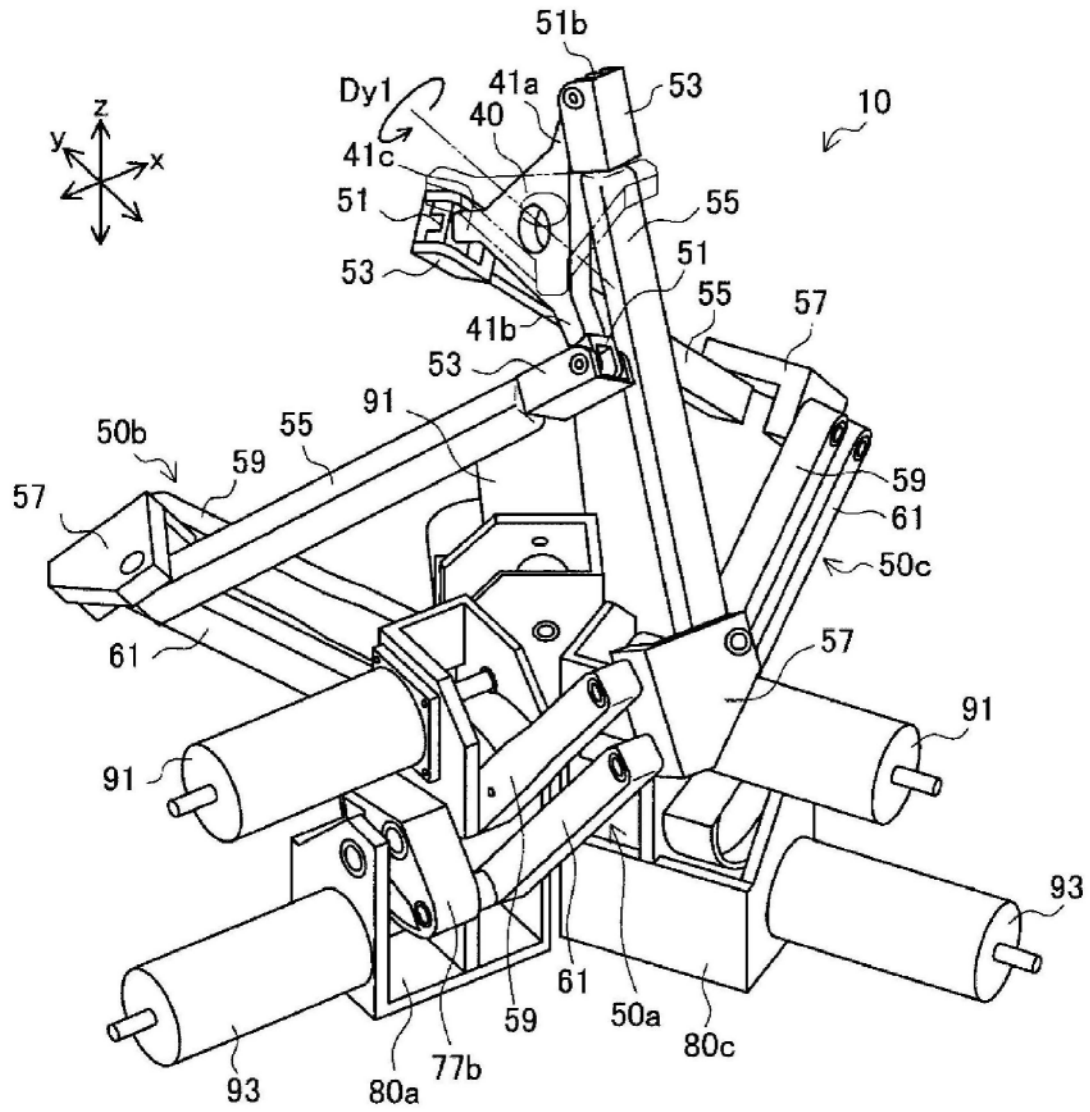


图14

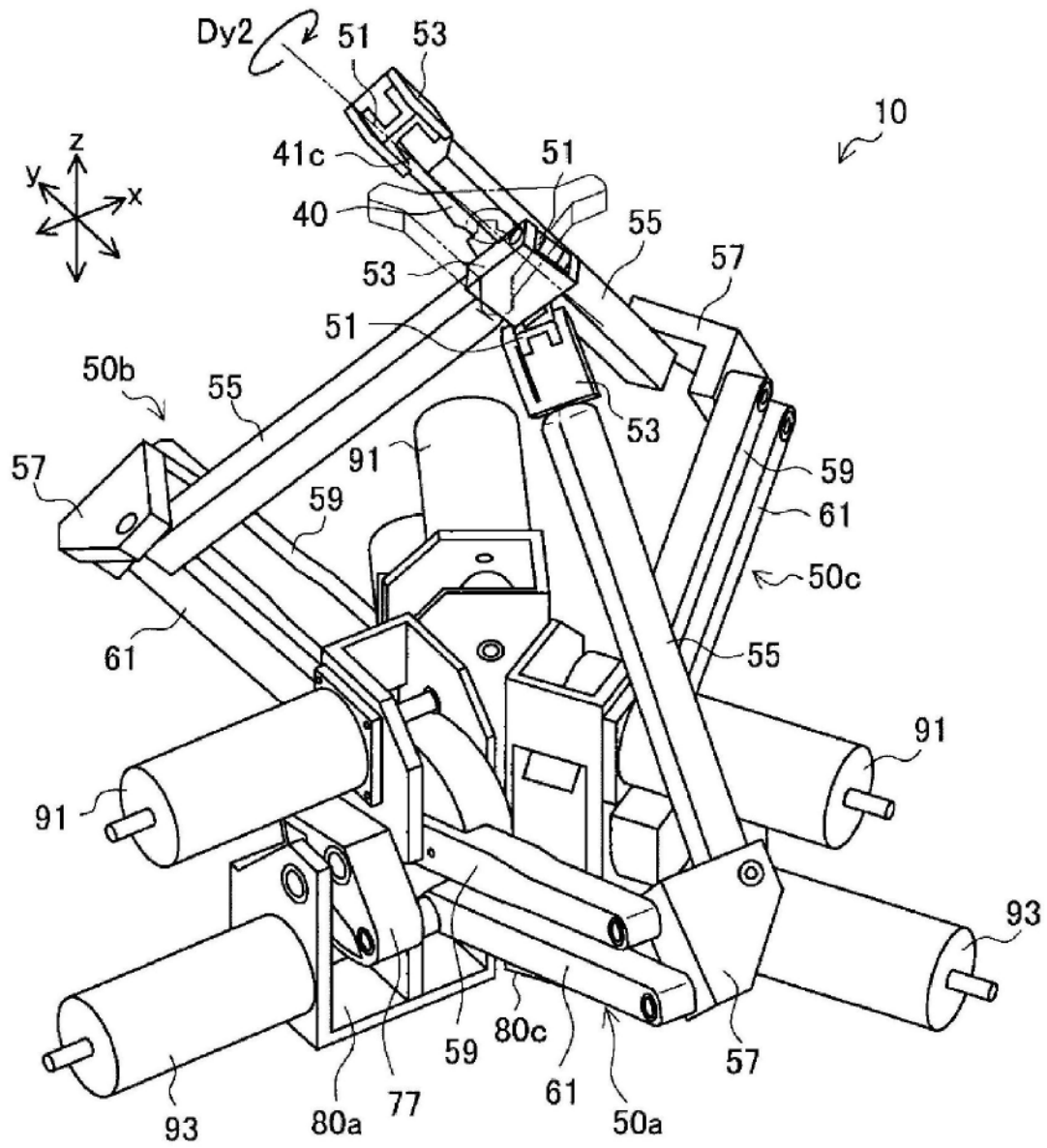


图15





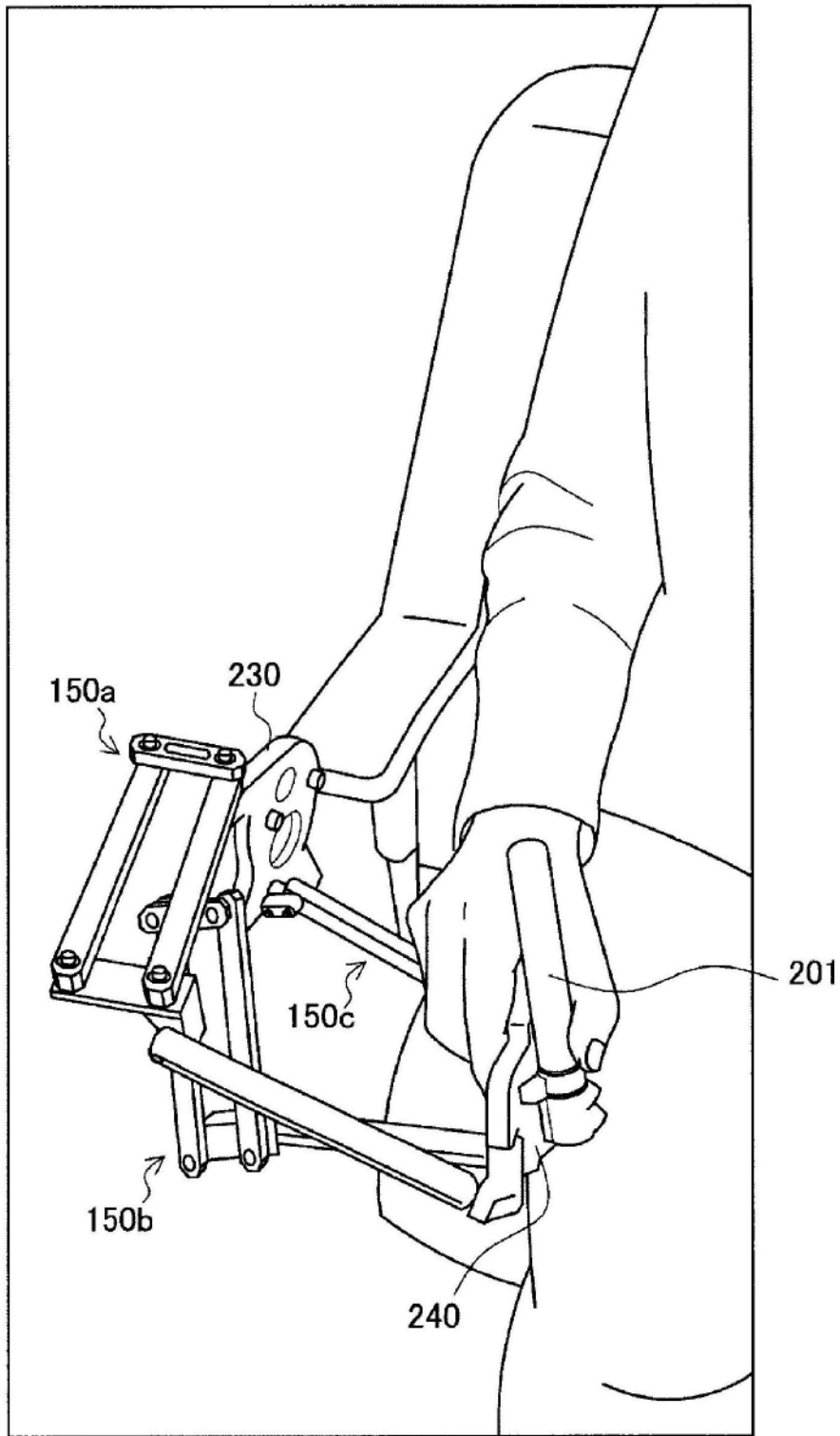


图17