



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103568013 B

(45) 授权公告日 2016. 05. 04

(21) 申请号 201310322411. 8

JP 2005242794 A, 2005. 09. 08,

(22) 申请日 2013. 07. 29

US 2011204838 A1, 2011. 08. 25,

(30) 优先权数据

审查员 蔡桑妮

2012-169285 2012. 07. 31 JP

(73) 专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 元吉正树

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 舒艳君 李洋

(51) Int. Cl.

B25J 9/18(2006. 01)

B25J 9/02(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2001033146 A1, 2001. 10. 25,

CN 101195221 A, 2008. 06. 11,

CN 101043198 A, 2007. 09. 26,

CN 101947789 A, 2011. 01. 19,

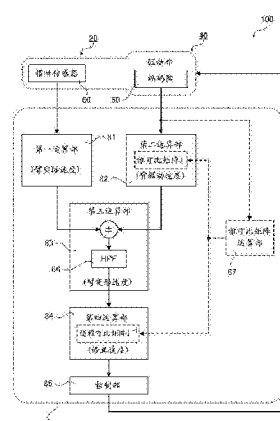
权利要求书2页 说明书13页 附图6页

(54) 发明名称

机器人的控制装置、控制方法以及机器人

(57) 摘要

本发明涉及机器人的控制装置、控制方法以及机器人。机器人的控制方法是抑制具有包含被连结的多个连杆的臂、和对构成臂的连杆进行驱动的驱动部的机器人的控制方法,其特征在于,根据在抑制振动的减振位置处检测出的加速度以及角速度中的至少一方计算出的第一臂速度、和基于驱动部的驱动量而计算出的减振位置处的第二臂速度,来计算第三臂速度,并基于计算出的第三臂速度对驱动部进行修正控制。



1. 一种机器人的控制装置,其特征在于,

所述机器人的控制装置具备机器人主体、连结于所述机器人主体且包含多个连杆的臂、驱动多个所述连杆的驱动部、以及检测所述驱动部的驱动量的角度传感器,

所述机器人的控制装置具备:

惯性传感器,其设置于能够对所述臂的振动进行抑制的减振位置,并且检测所述减振位置处的加速度以及角速度中的至少一方;

第一运算部,其根据所述惯性传感器检测出的在所述减振位置处的加速度以及角速度中的至少一方,来计算所述减振位置处的第一臂速度;

第二运算部,其根据所述角度传感器检测出的所述驱动部的驱动量来计算驱动速度,并基于所述驱动量以及所述驱动速度来计算所述减振位置处的第二臂速度;

第三运算部,其基于所述第一臂速度和所述第二臂速度来计算第三臂速度;

第四运算部,其基于所述第三臂速度来计算对位于所述机器人主体与所述减振位置之间的所述连杆进行驱动每个驱动部的修正速度;以及

控制部,其基于所述驱动量、所述驱动速度以及所述修正速度,对驱动位于所述机器人主体与所述减振位置之间的所述连杆的所述驱动部进行控制。

2. 根据权利要求1所述的机器人的控制装置,其特征在于,

所述第三运算部还具备滤波器,所述滤波器除去所述第三臂速度的波形中所包含的规定频率以下的低频成分。

3. 一种机器人的控制方法,其特征在于,

所述机器人的控制方法是具备包含被连结的多个连杆的臂、和驱动多个所述连杆的驱动部的机器人的控制方法,

所述机器人的控制方法包括下述步骤:

检测对所述臂的振动进行抑制的减振位置处的第一臂速度的步骤;

基于计算出的所述第一臂速度与根据所述驱动部的驱动量计算出的所述减振位置被驱动的速度亦即第二臂速度之差,来计算第三臂速度的步骤;以及

基于计算出的所述第三臂速度来对所述驱动部进行修正控制的步骤。

4. 一种机器人的控制方法,其特征在于,

是具备机器人主体、连结于所述机器人主体且包含多个连杆的臂、驱动多个所述连杆的驱动部、以及检测所述驱动部的驱动量的角度传感器的机器人的控制方法,

所述机器人的控制方法包括下述步骤:

利用安装于对所述臂的振动进行抑制的减振位置的惯性传感器,来检测所述减振位置的加速度以及角速度中的至少一方的步骤;

利用角度传感器检测所述驱动部的驱动量,所述驱动部对位于所述减振位置与所述机器人主体之间的所述连杆进行驱动的步骤;

根据所述惯性传感器检测出的所述减振位置的加速度以及角速度中的至少一方,来计算所述减振位置的第一臂速度的步骤;

根据所述角度传感器检测出的所述驱动部的驱动量来计算驱动速度,并基于所述驱动量以及所述驱动速度来计算所述减振位置的第二臂速度的步骤;

基于所述第一臂速度和所述第二臂速度来计算所述减振位置的第三臂速度的步骤;

基于所述第三臂速度来计算对位于所述机器人主体与所述减振位置之间的所述连杆进行驱动力的每个所述驱动部的修正速度的步骤；以及

基于所述驱动量、所述驱动速度以及所述修正速度，对驱动位于所述机器人主体与所述减振位置之间的所述连杆的所述驱动部进行控制的步骤。

5. 根据权利要求 4 所述的机器人的控制方法，其特征在于，

在计算所述第三臂速度的步骤中还包括除去计算出的所述第三臂速度的波形中所包含的规定频率以下的低频成分的步骤。

6. 根据权利要求 4 或权利要求 5 所述的机器人的控制方法，其特征在于，

在基于所述第三臂速度来计算对位于所述机器人主体与所述减振位置之间的所述连杆进行驱动力的每个所述驱动部的修正速度的步骤中，以所述驱动部中预先选择出的驱动部为对象而进行。

7. 根据权利要求 4 或权利要求 5 所述的机器人的控制方法，其特征在于，

在基于所述第三臂速度来计算对位于所述机器人主体与所述减振位置之间的所述连杆进行驱动力的每个所述驱动部的修正速度的步骤中，根据预先设定的每个所述驱动部的权重进行对位于所述机器人主体与所述减振位置之间的所述连杆进行驱动力的各所述驱动部的修正速度的计算。

8. 一种机器人，其特征在于，

所述机器人具备机器人主体、连结于所述机器人主体且包含多个连杆的臂、驱动多个所述连杆的驱动部、以及检测所述驱动部的驱动量的角度传感器，

所述机器人具备控制装置，所述控制装置包括：

惯性传感器，其设置于能够对所述臂的振动进行抑制的减振位置，并且检测所述减振位置处的加速度以及角速度中的至少一方；

第一运算部，其根据所述惯性传感器检测出的所述减振位置处的加速度以及角速度中的至少一方，来计算所述减振位置处的第一臂速度；

第二运算部，其根据所述角度传感器检测出的所述驱动部的驱动量来计算驱动速度，并基于所述驱动量以及所述驱动速度来计算所述减振位置处的第二臂速度；

第三运算部，其基于所述第一臂速度和所述第二臂速度来计算第三臂速度；

第四运算部，其基于所述第三臂速度来计算对位于所述机器人主体与所述减振位置之间的所述连杆进行驱动力的每个驱动部的修正速度；以及

控制部，其基于所述驱动量、所述驱动速度以及所述修正速度，对驱动位于所述机器人主体与所述减振位置之间的所述连杆的所述驱动部进行控制。

9. 根据权利要求 8 所述的机器人，其特征在于，

所述第三运算部还具备滤波器，所述滤波器除去所述第三臂速度的波形中所包含的规定频率以下的低频成分。

机器人的控制装置、控制方法以及机器人

技术领域

[0001] 本发明涉及机器人的控制装置、控制方法以及机器人。

背景技术

[0002] 针对工业用机器人,不断地提出实现其快速化、多功能化、高精度化、省电化的更高的要求。对于体现上述要求的多关节机器人而言,用于实现快速化、省电化的轻型化与实现高精度化的高刚性化为相反的要素,因此,作为控制技术而兼顾实现了上述两个要素。例如,在专利文献1中提出了抑制机器人的动作停止时产生的机器人前端的振动的方法。具体而言是如下方法,即:在机器人的前端具备加速度传感器,基于检测出的扭转角速度和扭转角度,将消除扭转的补偿量相加于驱动各连杆的电机的控制输入,从而进行减振。由此实现了提高停止时的位置精度、缩短振动消除之前的待机时间。

[0003] 专利文献1:日本特开2011-136395号公报

[0004] 然而,在专利文献1所记载的控制方法(减振方法)中,存在无法抑制在机器人的动作中产生的振动的课题。具体而言,加速度检测的时机是以机器人的动作停止时为前提的,因此,例如存在如下课题,即:无法消除在机器人臂移动中产生的振动、动作变形,在使机器人一边移动一边进行涂装、焊接等作业的情况下,无法抑制由于振动引起的那些作业精度降低的情况。

发明内容

[0005] 本发明是为了解决上述课题的至少一部分而完成的,能够以如下的应用例或者方式来实现。

[0006] 应用例1

[0007] 本应用例所涉及的机器人的控制装置是具备机器人主体、与上述机器人主体连结且包含多个连杆的臂、驱动多个上述连杆的驱动部、以及检测上述驱动部的驱动量的角度传感器的机器人的控制装置,其特征在于,上述机器人的控制装置具备:惯性传感器,其设置于能够对上述臂的振动进行抑制的减振位置,并且检测在上述减振位置的加速度以及角速度中的至少一方;第一运算部,其根据上述惯性传感器检测出的上述减振位置处的加速度以及角速度中的至少一方,来计算上述减振位置处的第一臂速度;第二运算部,其根据上述角度传感器检测出的上述驱动部的驱动量来计算驱动速度,并基于上述驱动量以及上述驱动速度来计算上述减振位置处的第二臂速度;第三运算部,其基于上述第一臂速度和上述第二臂速度来计算第三臂速度;第四运算部,其基于上述第三臂速度,计算对位于上述机器人主体与上述减振位置之间的上述连杆进行驱动的各驱动部的修正速度;以及控制部,其基于上述驱动量、上述驱动速度以及上述修正速度,对驱动位于上述机器人主体与上述减振位置之间的上述连杆的上述驱动部进行控制。

[0008] 根据本应用例所涉及的机器人的控制装置,基于从惯性传感器获取的第一臂速度的信息和从角度传感器获取的第二臂速度的信息来计算减振位置的第三臂速度。另外,基

于计算出的第三臂速度,来计算对位于机器人主体与减振位置之间的连杆进行驱动的各驱动部的修正速度。通过基于该各驱动部的修正速度控制各驱动部,能够抑制在减振位置产生的振动。

[0009] 更详细地进行说明,例如,在轻型且刚性高并且没有弯曲、没有由弯曲引起的振动等理想的机器人的情况下,实际的臂的速度表示该理想臂速度。相对于此,从惯性传感器获取的第一臂速度是通过安装有惯性传感器的减振位置的实际动作而检测出的速度。即,是包含由于不具有理想刚性的臂的弯曲等而伴随着实际动作产生的振动等速度成分的速度。因此,通过分析第一臂速度与第二臂速度的差异,能够提取基于弯曲、振动的速度成分。将提取出的该速度成分作为修正速度而分配至驱动各连杆的驱动部,产生抑制弯曲、振动的扭矩,从而能够实现振动的抑制。

[0010] 通过随时进行基于第一臂速度与第二臂速度的差异分析的振动的抑制,不仅能够抑制停止时的振动,还能够抑制驱动时(动作中)的臂的振动。其结果是,能够更准确地控制驱动时的臂位置精度。另外,不用等待臂的停止动作就能够抑制停止时的振动,因此能够缩短从停止后到消除振动的待机时间。

[0011] 如上所述,根据本应用例所涉及的机器人的控制装置,能够在多关节机器人等中进一步实现高精度化、快速化等。

[0012] 应用例 2

[0013] 在上述应用例所涉及的机器人的控制装置中,优选上述第三运算部还具备滤波器,该滤波器除去上述第三臂速度的波形中所包含的规定频率以下的低频成分。

[0014] 如本应用例所述,通过还具备除去第三臂速度的低频成分的滤波器,能更准确地进行基于第一臂速度与第二臂速度的差异分析的振动成分的提取。具体而言,通过除去第三臂速度的低频成分,能够减少误进行抑制机器人臂的本来的动作的修正、惯性传感器的偏置误差等的影响。

[0015] 应用例 3

[0016] 本应用例所涉及的机器人的控制方法是具备包含被连结的多个连杆的臂、和驱动多个上述连杆的驱动部的机器人的控制方法,其特征在于,包括:检测在抑制上述臂的振动的减振位置处的第一臂速度的步骤;基于计算出的上述第一臂速度、与根据上述驱动部的驱动量计算出的驱动上述减振位置的速度亦即第二臂速度之差,来计算第三臂速度的步骤;以及基于计算出的上述第三臂速度对上述驱动部进行修正控制的步骤。

[0017] 根据本应用例的机器人的控制方法,具备:基于第一臂速度和第二臂速度来计算第三臂速度、和基于计算出的第三臂速度对驱动部进行修正控制,由此能够抑制机器人的动作中的振动。其结果是,能够更精确地控制驱动时(动作中)的臂位置精度。另外,不用等待臂的停止动作就能够抑制停止时的振动,因此能够缩短从停止后到消除振动的待机时间。即,根据本应用例所涉及的机器人的控制方法,能够在多关节机器人等中进一步实现高精度化、快速化等。

[0018] 应用例 4

[0019] 本应用例所涉及的机器人的控制方法是具备机器人主体、与上述机器人主体连结并包含多个连杆的臂、驱动多个上述连杆的驱动部、以及检测上述驱动部的驱动量的角度传感器的机器人的控制方法,其特征在于,所述机器人的控制方法包括:利用安装于抑制上

述臂的振动的减振位置的惯性传感器,来检测上述减振位置的加速度以及角速度中的至少一方的步骤;利用角度传感器检测上述驱动部的驱动量,上述驱动部对位于上述减振位置与上述机器人主体之间的上述连杆进行驱动的步骤;根据上述惯性传感器检测出的上述减振位置的加速度以及角速度中的至少一方,来计算上述减振位置的第一臂速度的步骤;根据上述角度传感器检测出的上述驱动部的驱动量计算驱动速度,并基于上述驱动量以及上述驱动速度来计算上述减振位置的第二臂速度的步骤;基于上述第一臂速度和上述第二臂速度计算上述减振位置的第三臂速度的步骤;基于上述第三臂速度,来计算对位于上述机器人主体与上述减振位置之间的上述连杆进行驱动的各上述驱动部的修正速度的步骤;以及基于上述驱动量、上述驱动速度以及上述修正速度,对驱动位于上述机器人主体与上述减振位置之间的上述连杆的上述驱动部进行控制的步骤。

[0020] 根据本应用例所涉及的机器人的控制方法,基于从惯性传感器获取的第一臂速度的信息和从角度传感器获取的第二臂速度的信息来计算减振位置的第三臂速度。而且,基于计算出的第三臂速度来计算对位于机器人主体与减振位置之间的连杆进行驱动的各驱动部的修正速度。基于该各驱动部的修正速度控制各驱动部,从而能够抑制在减振位置产生的振动。

[0021] 更详细地进行说明,例如,在轻型且刚性高并且没有弯曲、没有由弯曲引起的振动等理想机器人的情况下,实际的臂的速度表示理想臂驱动速度。相对于此,从惯性传感器获取的第一臂速度是通过安装有惯性传感器的减振位置的实际动作而检测出的速度。即,是包含由于不具有理想刚性的臂的弯曲等而伴随着实际的动作产生的振动等速度成分的速度。因此,通过分析第一臂速度与第二臂速度的差异,能够提取基于振动的速度成分。将提取出的该振动的速度成分作为修正速度而分配至驱动各连杆的驱动部,产生抑制振动的扭矩,从而能够实现振动的抑制。

[0022] 通过随时进行基于第一臂速度与第二臂速度的差异分析的振动的抑制,不仅能够抑制停止时的振动,还能够抑制驱动时(动作中)的臂的振动。其结果是,能够更准确地控制驱动时的臂位置精度。另外,不用等待臂的停止动作就能够抑制停止时的振动,因此能够缩短从停止后到振动消除的待机时间。

[0023] 如上所述,根据本应用例所涉及的机器人的控制方法,能够在多关节机器人等中进一步实现高精度化、快速化等。

[0024] 应用例 5

[0025] 在上述应用例所涉及的机器人的控制方法中,优选计算上述第三臂速度还包括将计算出的上述第三臂速度的波形中所包含的规定频率以下的低频成分除去。

[0026] 如本应用例所述,通过还包括除去第三臂速度的低频成分,能更准确地进行基于第一臂速度与第二臂速度的差异分析的振动成分的提取。具体而言,通过除去第三臂速度的低频成分,能够降低误进行抑制机器人臂的本来的动作的修正、惯性传感器的偏置误差等的影响。

[0027] 应用例 6

[0028] 在上述应用例所涉及的机器人的控制方法中,优选在基于上述第三臂速度来计算对位于上述机器人主体与上述减振位置之间的上述连杆进行驱动的各上述驱动部的修正速度的步骤中,以上述驱动部中的预先选择出的驱动部为对象而进行。

[0029] 根据本应用例所涉及的机器人的控制方法,例如在预先已知有无需抑制振动的控制的驱动部的情况下、存在不打算进行控制的驱动部的情况下等,将该驱动部排除在控制的对象以外,从而能够进一步简化处理、提高处理速度等而更有效地进行处理。

[0030] 应用例 7

[0031] 优选在上述应用例所涉及的机器人的控制方法中的基于上述第三臂速度来计算对位于上述机器人主体与上述减振位置之间的上述连杆进行驱动的各上述驱动部的修正速度的步骤中,根据预先设定的各上述驱动部的权重进行对位于上述机器人主体与上述减振位置之间的上述连杆进行驱动的各上述驱动部的修正速度的计算。

[0032] 根据本应用例所涉及的机器人的控制方法,以预先设定的各驱动部的权重分配各驱动部的修正速度的大小,由此能够与机器人的规格、特性或者机器人所进行的作业负荷(例如,机器人手保持的物体的重量等)对应地进行更有效的振动的抑制控制。具体而言,例如,通过将靠近机器人主体部分的驱动部的减振扭矩设定得更大,能够更有效地进行振动的抑制,在机器人的一系列动作中,在机器人手保持的物体发生改变而重量发生变化的情况下等,能够更有效地进行振动的抑制。

[0033] 应用例 8

[0034] 本应用例所涉及的机器人具备机器人主体、与上述机器人主体连结且包含多个连杆的臂、驱动多个上述连杆的驱动部、以及检测上述驱动部的驱动量的角度传感器,其特征在于,上述机器人具备控制装置,该控制装置包括:惯性传感器,其设置于能够抑制上述臂的振动的减振位置,并且检测上述减振位置处的加速度以及角速度中的至少一方;第一运算部,其根据上述惯性传感器检测出的上述减振位置处的加速度以及角速度中的至少一方,计算上述减振位置处的第一臂速度;第二运算部,其根据上述角度传感器检测出的上述驱动部的驱动量来计算驱动速度,并基于上述驱动量以及上述驱动速度计算上述减振位置处的第二臂速度;第三运算部,其基于上述第一臂速度和上述第二臂速度来计算第三臂速度;第四运算部,其基于上述第三臂速度,来计算对位于上述机器人主体与上述减振位置之间的上述连杆进行驱动的各驱动部的修正速度;以及控制部,其基于上述驱动量、上述驱动速度以及上述修正速度,对驱动位于上述机器人主体与上述减振位置之间的上述连杆的上述驱动部进行控制。

[0035] 根据本应用例,作为机器人而使用上述的机器人的控制装置,从而能够更有效地抑制在机器人的动作中产生的振动。其结果是,能够提供实现了更加高精度化、快速化等的机器人。例如,能够抑制在使臂一边移动一边进行高精度的作业的情况下等中,由于振动所引起的那些作业精度降低的情况。

[0036] 应用例 9

[0037] 在上述应用例所涉及的机器人中,技术方案 1 所记载的机器人的特征在于,上述第三运算部还具备滤波器,该滤波器除去上述第三臂速度的波形中所包含的规定频率以下的低频成分。

[0038] 如本应用例所述,由于还具备除去第三臂速度的低频成分的滤波器,由此能更准确地进行基于第一臂速度与第二臂速度的差异分析的振动成分的提取。具体而言,通过除去第三臂速度的低频成分,能够减少误进行抑制机器人臂的本来的动作的修正、惯性传感器的偏置误差等的影响。

附图说明

- [0039] 图 1 是表示实施方式 1 所涉及的机器人的连杆模型的示意图。
- [0040] 图 2 是实施方式 1 所涉及的机器人的控制装置的功能框图。
- [0041] 图 3 是表示作为机器人的控制方法的减振方法的流程图。
- [0042] 图 4 是表示实施方式 2 所涉及的机器人的连杆模型的示意图。
- [0043] 图 5 是表示实施方式 3 所涉及的机器人的连杆模型的示意图。
- [0044] 图 6 是实施方式 4 所涉及的机器人的示意图。

具体实施方式

[0045] 以下,参照附图对将本发明具体化的实施方式进行说明。以下是本发明的一个实施方式,该实施方式不限于本发明。应予说明,在以下各图中,为了易于理解说明,有时以与实际不同的尺寸记载。

[0046] 实施方式 1

[0047] 首先,对实施方式 1 所涉及的机器人的控制装置以及控制方法进行说明。

[0048] 图 1 是表示搭载实施方式 1 所涉及的机器人的控制装置的机器人 200 的连杆模型的示意图。应予说明,在图 1 中,机器人的控制装置省略了图示。

[0049] 机器人 200 是六轴的多关节机器人,由包括连结起来的六个连杆 10 (10a ~ 10f) 而构成的臂 20、具备臂 20 的机器人主体 30、以及六个分别驱动连杆 10 的驱动部 40 (40a ~ 40f) 等构成。

[0050] 以下,将“臂”作为“多个连杆连结而成的结构体”来进行说明。而且,将作为连结各连杆的关节的连结部,作为具有驱动各连杆的功能的驱动部来进行说明。

[0051] 臂 20 由六个连杆 10a ~ 10f 按顺序经由驱动部 40a ~ 40f 连结而成,构成臂 20 的一方端部的连杆 10f 的前端部作为手部而具备手工具、焊枪、喷枪等(省略图示)。

[0052] 臂 20 的另一方端部经由驱动部 40a 连结于机器人主体 30。

[0053] 驱动部 40a、40d、40f 具备电机,该电机对所连结的连杆 10a、10d、10f 的轴进行旋转驱动。

[0054] 驱动部 40b、40c、40e 具备电机,该电机使连杆转动以改变连结的连杆 10b、10c、10e 的连结角度。

[0055] 上述结构的机器人 200 由于是臂 20 的一方端部支承于机器人主体 30 的悬臂结构,所以在臂 20 产生与作为结构体的臂 20 的刚性、动作速度、手部的重量负荷等对应的弯曲、由弯曲所引起的振动。在要实现臂 20 的动作位置精度的提高、动作的速度提高等情况下,能够利用预先考虑到该弯曲量、振动的编程来提高位置精度并且还能够进行快速动作的位置控制,但在该情况下伴有编程的负荷大、或者需要动作解析等较大的困难。因此,一边检测动作中产生的弯曲、振动,一边进行对它们抑制的控制,从而更为简单而优选。

[0056] 本实施方式所涉及的机器人的控制装置具有该控制功能。以下,对该功能进行说明。

[0057] 图 2 是作为实施方式 1 所涉及的机器人的控制装置的减振装置 100 的功能框图。

[0058] 减振装置 100 是抑制在动作中或者在停止时的机器人 200 的臂 20 产生的弯曲、振

动(以下将“弯曲、振动”,包括弯曲在内地称为“振动”)的机器人的控制装置,由作为角度传感器的编码器 50 (50a ~ 50f)、惯性传感器 60、运算控制部 80 等构成。

[0059] 首先,返回图 1 对编码器 50、惯性传感器 60 进行说明。编码器 50 (50a ~ 50f)检测驱动部 40a ~ 40f 所具备的电机的各自的旋转角度 $\theta_1 \sim \theta_6$ 、即驱动部 40 的驱动量。惯性传感器 60 为六轴传感器,检测安装位置的加速度以及角速度。即,惯性传感器 60 检测图 1 中的 X、Y、Z 轴方向的加速度(x'、y'、z')、以及绕 X、Y、Z 轴的角速度(Rx'、Ry'、Rz')。

[0060] 在减振装置 100 中,将惯性传感器 60 安装于减振位置,该减振位置作为抑制臂 20 的振动的对象的位置。机器人 200 表示将惯性传感器 60 安装于连杆 10f(即,臂 20 的前端部的连杆)的例子。

[0061] 接下来,返回图 2 对运算控制部 80 进行说明。

[0062] 运算控制部 80 由第一运算部 81 ~ 第四运算部 84、控制部 85、以及雅可比矩阵运算部 87 等构成。

[0063] 第一运算部 81 根据惯性传感器 60 检测的减振位置的加速度以及角速度计算减振位置的第一臂速度。

[0064] 第二运算部 82 根据编码器 50 检测的驱动部 40 的驱动量计算驱动速度,并基于驱动速度以及减振位置所对应的雅可比矩阵 J 计算减振位置的臂驱动速度(即、第二臂速度)。在雅可比矩阵运算部 87 中,基于编码器 50 检测的驱动量信息等计算雅可比矩阵 J。

[0065] 第三运算部 83 基于第一运算部 81 计算出的第一臂速度和第二运算部 82 计算出的第二臂速度计算减振位置的第三臂速度亦即臂变形速度。另外,第三运算部 83 具备滤波器 86,该滤波器 86 除去计算出的第三臂速度的波形中所包含的规定频率以下的低频成分。在本实施方式中,将规定频率设定为 1Hz,其除去 1Hz 以下的低频成分。滤波器 86 由 HPF (High Pass Filter,高通滤波器)构成。

[0066] 第四运算部 84 基于第三运算部 83 计算出的第三臂速度,通过逆雅可比矩阵 J^{-1} 计算对位于机器人主体 30 与减振位置之间的连杆 10 进行驱动的各驱动部 40 的修正速度。在雅可比矩阵运算部 87 中,基于编码器 50 检测出的驱动量信息等计算逆雅可比矩阵 J^{-1} 。

[0067] 控制部 85 基于第四运算部 84 计算出的修正速度控制对位于机器人主体 30 与减振位置之间的连杆 10 进行驱动的驱动部 40。

[0068] 图 3 是表示作为本实施方式的机器人的控制方法的、减振装置 100 的减振方法的流程图。

[0069] 参照图 3 的流程图并以图 1 所示的机器人 200 的连杆模型为对象对运算控制部 80 以及运算控制部 80 的减振方法具体地进行说明。

[0070] 首先,伴随着机器人 200 的工作,基于机器人 200 的构成规格(各连杆的连结间距离等)、安装有惯性传感器 60 的机器人 200 的减振位置的信息、编码器 50 (50a ~ 50f)检测出的旋转角度 $\theta_1 \sim \theta_6$ 等,求出与减振位置对应的雅可比矩阵 J (步骤 S1)。

[0071] 接下来,运算雅可比矩阵 J 的逆矩阵而求出逆雅可比矩阵 J^{-1} (步骤 S2)。

[0072] 雅可比矩阵 J 以及逆雅可比矩阵 J^{-1} 满足以下所示的关系式。

[0073] [式 1]

$$[0074] \quad \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ R'_x \\ R'_y \\ R'_z \end{bmatrix} = \mathbf{J} \begin{bmatrix} \theta'_1 \\ \theta'_2 \\ \theta'_3 \\ \theta'_4 \\ \theta'_5 \\ \theta'_6 \end{bmatrix}$$

$$[0075] \quad \mathbf{J} = \begin{bmatrix} \frac{\partial x}{\partial \theta_1} & \frac{\partial x}{\partial \theta_2} & \frac{\partial x}{\partial \theta_3} & \frac{\partial x}{\partial \theta_4} & \frac{\partial x}{\partial \theta_5} & \frac{\partial x}{\partial \theta_6} \\ \frac{\partial y}{\partial \theta_1} & \frac{\partial y}{\partial \theta_2} & \frac{\partial y}{\partial \theta_3} & \frac{\partial y}{\partial \theta_4} & \frac{\partial y}{\partial \theta_5} & \frac{\partial y}{\partial \theta_6} \\ \frac{\partial z}{\partial \theta_1} & \frac{\partial z}{\partial \theta_2} & \frac{\partial z}{\partial \theta_3} & \frac{\partial z}{\partial \theta_4} & \frac{\partial z}{\partial \theta_5} & \frac{\partial z}{\partial \theta_6} \\ \frac{\partial R_x}{\partial \theta_1} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_4} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_5} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_6} \\ \frac{\partial R_y}{\partial \theta_1} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_4} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_5} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_6} \\ \frac{\partial R_z}{\partial \theta_1} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_4} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_5} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_6} \end{bmatrix}$$

$$[0076] \quad \begin{bmatrix} \theta'_1 \\ \theta'_2 \\ \theta'_3 \\ \theta'_4 \\ \theta'_5 \\ \theta'_6 \end{bmatrix} = \mathbf{J}^{-1} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ R'_x \\ R'_y \\ R'_z \end{bmatrix}$$

[0077] 接下来,在第一运算部 81,根据惯性传感器 60 检测出(步骤 S3)的减振位置的加速度以及角速度(x_1'' 、 y_1'' 、 z_1'' 、 R_{x1}' 、 R_{y1}' 、 R_{z1}')计算减振位置的第一臂速度(x_1' 、 y_1' 、 z_1' 、 R_{x1}' 、 R_{y1}' 、 R_{z1}') (步骤 S4)。

[0078] 接下来,在第二运算部 82 中,根据编码器 50 检测出(步骤 S5)的驱动部 40a ~ 40f 的驱动量(旋转角度 $\theta_1 \sim \theta_6$)计算驱动速度 θ' (θ'_1 、 θ'_2 、 θ'_3 、 θ'_4 、 θ'_5 、 θ'_6) (步骤 S6),基于驱动速度以及减振位置所对应的雅可比矩阵 J 计算减振位置的第二臂速度(x_2' 、 y_2' 、 z_2' 、 R_{x2}' 、 R_{y2}' 、 R_{z2}') (步骤 S7)。

[0079] 接下来,在第三运算部 83 中,运算第一运算部 81 计算出的第一臂速度与第二运算部 82 计算出的第二臂速度的差异,来计算减振位置的第三臂速度($x_1' - x_2'$ 、 $y_1' - y_2'$ 、 $z_1' - z_2'$ 、 $R_{x1}' - R_{x2}'$ 、 $R_{y1}' - R_{y2}'$ 、 $R_{z1}' - R_{z2}'$) (步骤 S8),利用第三运算部 83 所具备的滤波器 86 除去计算出的第三臂速度的波形中所包含的规定频率以下的低频成分(步骤 S9)。具体而言,在本实施方式中,利用 HPF 除去 1Hz 以下的低频成分。

[0080] 接下来,在第四运算部 84 中,基于第三运算部 83 计算出的第三臂速度,通过逆雅可比矩阵 $\mathbf{J}^{-1}$ 计算对位于机器人主体 30 与减振位置之间的连杆 10 进行驱动的各驱动部 40 的修正速度 θ'_{r1} ($\theta'_{r1} \sim \theta'_{r6}$) (步骤 S10)。修正速度 θ'_{r1} ($\theta'_{r1} \sim \theta'_{r6}$) 满足

以下所示的关系式。

[0081] [式 2]

$$[0082] \begin{bmatrix} \theta'_{r1} \\ \theta'_{r2} \\ \theta'_{r3} \\ \theta'_{r4} \\ \theta'_{r5} \\ \theta'_{r6} \end{bmatrix} = \mathbf{J}^{-1} \begin{bmatrix} x'_1 - x'_2 \\ y'_1 - y'_2 \\ z'_1 - z'_2 \\ R'_{x1} - R'_{x2} \\ R'_{y1} - R'_{y2} \\ R'_{z1} - R'_{z2} \end{bmatrix}$$

[0083] 接下来,在控制部中,基于驱动量(旋转角度 $\theta_1 \sim \theta_6$)、驱动速度 θ' 、修正速度 θ'_r ,对驱动位于机器人主体 30 与减振位置之间的连杆 10 的驱动部 40 进行反馈控制(步骤 S11)。具体而言,对各驱动部 40a ~ 40f 所具备的电机进行控制,以产生将分配至各驱动部 40a ~ 40f 的修正速度 θ'_r ($\theta'_{r1} \sim \theta'_{r6}$) 消除的方向上的扭矩。

[0084] 接下来,判断是否结束控制(步骤 S12),在继续进行机器人的控制的情况下,返回步骤 S1。

[0085] 如上所述,根据本实施方式所涉及的机器人的控制装置、控制方法,能够得到以下的效果。

[0086] 基于从惯性传感器 60 获取的第一臂速度的信息和从编码器 50 获取的第二臂速度的信息,计算减振位置的第三臂速度。另外,基于计算出的第三臂速度,计算对位于机器人主体 30 与减振位置之间的连杆 10 进行驱动的各驱动部 40 的修正速度。基于该各驱动部 40 的修正速度对各驱动部 40 进行控制,从而能够抑制在减振位置产生的振动。

[0087] 更详细地进行说明,从编码器 50 获取的减振位置的臂驱动速度是根据以遵照控制多个驱动部 40 的指令(例如,预先编程而得的指令)的方式控制的驱动量计算出的速度,因此是由伴随着动作而在臂 20 产生的振动等所引起的速度成分非常少的速度。即,在轻型且刚性高并且没有弯曲、没有由于弯曲引起的振动等理想的机器人的情况下,实际的臂 20 的速度表示理想的臂驱动速度。

[0088] 相对于此,从惯性传感器 60 获取的第一臂速度是通过安装有惯性传感器 60 的减振位置的实际动作而检测出的速度。即,是包含由于不具有理想刚性的臂 20 的弯曲等而伴随着实际的动作所产生的振动等速度成分的速度。因此,通过分析第一臂速度与第二臂速度的差异,能够提取基于振动的速度成分。将提取出的该振动的速度成分作为修正速度而分配至驱动各连杆 10 的驱动部 40,并产生抑制振动的扭矩,从而能够实现振动的抑制。

[0089] 通过随时进行基于第一臂速度与第二臂速度的差异分析而进行振动的抑制,不仅能够抑制停止时的振动,还能够抑制驱动时(动作中)的臂 20 的振动。其结果是,能够更准确地控制驱动时的臂位置精度。另外,由于不用等待臂 20 的停止动作就能够抑制停止时的振动,因此能够缩短从停止后到消除振动的待机时间。

[0090] 而且,通过还具备除去第三臂速度的波形中所包含的规定频率以下的低频成分的滤波器 86,从而能更准确地进行基于第一臂速度与第二臂速度的差异分析而进行的振动成分的提取。具体而言,通过除去第三臂速度的低频成分,能够减少错误地进行如抑制臂 20 的本来的动作那样的修正、惯性传感器 60 的偏置误差等的影响。

[0091] 如上所述,根据本实施方式所涉及的机器人的控制装置以及控制方法,在多关节机器人等中能够进一步实现高精度化、快速化等。

[0092] 此外,第三运算部 83 具备滤波器 86,以将 1Hz 以下的低频成分作为计算出的第三臂速度的波形中所包含的规定频率以下的低频成分来除去,虽然这样进行了说明,但并非一定需要是 1Hz 以下。优选根据减振位置的减振状况适当地决定。另外,并非一定需要具备滤波器 86。例如,在计算出的第三臂速度中没有应除去的低频成分的情况下、可忽略的情况下等,能够省略滤波器 86。

[0093] 另外,在雅可比矩阵运算部 87 中,基于编码器 50 检测出的驱动量信息等计算雅可比矩阵 J 以及逆雅可比矩阵 J^{-1} ,虽然这样进行了说明,但并非一定需要在机器人 200 的工作中进行运算来求出上述矩阵。例如,也可以是如下方法,即:预先设定减振的时机,预先将与该时机相符的雅可比矩阵 J 以及逆雅可比矩阵 J^{-1} 作为表而准备好,选择与减振时机相符而每次对应的雅可比矩阵 J 和逆雅可比矩阵 J^{-1} 。在该情况下,运算控制部 80 无需具备雅可比矩阵运算部 87。

[0094] (实施方式 2)

[0095] 接下来,对实施方式 2 所涉及的机器人的控制装置以及控制方法进行说明。应予说明,在说明时,对与上述实施方式相同的构成部位使用相同的附图标记,并省略重复的说明。

[0096] 图 4 是表示搭载实施方式 2 所涉及的机器人的控制装置的机器人 201 的连杆模型的示意图。

[0097] 机器人 201 是与搭载减振装置 101 (省略图示) 的机器人 200 相同的六轴的多关节机器人。

[0098] 减振装置 101 除了在使用检测三轴的角速度 (R_x' 、 R_y' 、 R_z') 的陀螺仪传感器(以下称为惯性传感器 61)作为惯性传感器而这一点以外,与减振装置 100 相同。另外,在本实施方式中,惯性传感器 61 安装于连杆 10d。即,在实施方式 1 中,惯性传感器 60 安装于连杆 10f,抑制臂 20 的前端部分的振动,相对于此,在本实施方式中,将惯性传感器 61 安装于第四连杆 10d,将臂 20 的中段作为减振位置。另外,在实施方式 1 中,惯性传感器 60 为六轴的加速度以及角速度传感器,相对于此,在本实施方式中,使用检测三轴的角速度 (R_x' 、 R_y' 、 R_z') 的陀螺仪传感器。实施方式 2 除了这些点以外与实施方式 1 相同。

[0099] 本实施方式中的用于抑制振动的反馈控制针对相对于安装有惯性传感器 61 的减振位置位于机器人主体 30 侧的驱动部进行。即,基于三轴的角速度信息对多一个自由度的驱动部 40a ~ 40d 这四个驱动部进行控制。这样,在进行具有冗长性的控制的情况下,通过加权伪逆矩阵来分配控制。

[0100] 以下示出与本实施方式对应的雅可比矩阵 J_1 以及加权伪逆矩阵 $J_1^\#$ 。

[0101] [式 3]

$$[0102] \begin{bmatrix} R_x' \\ R_y' \\ R_z' \end{bmatrix} = J_1 \begin{bmatrix} \theta_1' \\ \theta_2' \\ \theta_3' \\ \theta_4' \end{bmatrix}$$

$$[0103] \quad \mathbf{J}_1 = \begin{bmatrix} \frac{\partial R_1}{\partial \theta_1} & \frac{\partial R_1}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_1}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_1}{\partial \theta_4} \\ \frac{\partial R_2}{\partial \theta_1} & \frac{\partial R_2}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_2}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_2}{\partial \theta_4} \\ \frac{\partial R_3}{\partial \theta_1} & \frac{\partial R_3}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_3}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_3}{\partial \theta_4} \\ \frac{\partial R_4}{\partial \theta_1} & \frac{\partial R_4}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_4}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_4}{\partial \theta_4} \end{bmatrix}$$

$$[0104] \quad \begin{bmatrix} \theta'_{r1} \\ \theta'_{r2} \\ \theta'_{r3} \\ \theta'_{r4} \end{bmatrix} = \mathbf{J}_1^{\#} \begin{bmatrix} R'_1 \\ R'_2 \\ R'_3 \\ R'_4 \end{bmatrix}$$

[0105] 上式中的加权伪逆矩阵 $\mathbf{J}_1^{\#}$ 由以下的关系式给出。

$$[0106] \quad \mathbf{J}_1^{\#} = \mathbf{W}^{-1} \mathbf{J}_1^T (\mathbf{J}_1^T \mathbf{W}^{-1} \mathbf{J}_1)^{-1}$$

[0107] $\mathbf{J}_1^{\#}$ 是由此求出的分配至各驱动部 40a ~ 40d 的修正速度 $\theta'_{r1} \sim \theta'_{r4}$ 的加权后的平方和最小的矩阵。即, 关于自由度, 将用于抑制振动的动作设为最小的值。

[0108] 另外, $\mathbf{W}$ 是 4×4 的加权矩阵。即, 对分配至各驱动部 40a ~ 40d 的修正速度 $\theta'_{r1} \sim \theta'_{r4}$ 的值进行加权。

[0109] 减振装置 101 以及减振方法除了代替逆雅可比矩阵 $\mathbf{J}^{-1}$ 而使用加权伪逆矩阵 $\mathbf{J}_1^{\#}$ 这一点以外, 与实施方式 1 的情况相同。

[0110] 如本实施方式所述, 即便是不同规格的机器人, 也能够通过根据要减振的对象位置改变安装惯性传感器的位置, 从而同样地进行振动的抑制。

[0111] 另外, 将各驱动部 40 的修正速度的大小以预先设定的各驱动部 40 的权重进行分配, 从而能够与机器人 201 的规格、特性、或者机器人 201 所进行的作业负荷 (例如, 机器人手保持的物体的重量等) 对应地进行更有效的振动的抑制控制。具体而言, 例如, 通过将接近机器人主体 30 的部分的驱动部 40 的减振扭矩设定得更大, 从而能够更有效地进行振动的抑制, 能够在机器人 201 的一系列动作中, 在机器人手保持的物体改变、重量发生变化的情况下等, 更有效地进行振动的抑制。

[0112] (实施方式 3)

[0113] 接下来, 对实施方式 3 所涉及的机器人的控制装置以及控制方法进行说明。其中, 在说明时对与上述实施方式相同的构成部位使用相同的附图标记, 并省略重复的说明。

[0114] 图 5 是表示搭载实施方式 3 所涉及的机器人的控制装置的机器人 202 的连杆模型的示意图。

[0115] 机器人 202 是搭载减振装置 102 (省略图示) 的双臂的多关节机器人, 构成为包含形成七轴双臂的两个臂 21、旋转臂 22、机器人主体 30、减振装置 102 等。

[0116] 臂 21 由七个连杆 11b ~ 11h 按顺序经由驱动部 41b ~ 41h 连结而成。构成臂 21 的一方端部的连杆 11h 的前端部作为手部而具备手工具、焊枪、喷枪等 (省略图示)。

[0117] 旋转臂 22 由连杆 11a 和驱动部 41a 等构成, 连杆 11a 的一方端部经由驱动部 41a 连结于机器人主体 30, 另一方端部经由两个驱动部 41b 支承与各驱动部 41b 连结的两个臂 21。即, 臂 21 的另一方端部经由驱动部 41b 与旋转臂 22 连结。

[0118] 驱动部 41a、41b、41d、41f、41h 具备电机, 该电机使所连结的连杆 11a、11b、11d、

11f、11h 的轴进行旋转驱动。

[0119] 驱动部 41c、41e、41g 具备电机,该电机使连杆转动以改变连结的连杆 11c、11e、11g 的连结角度。

[0120] 各驱动部 41a ~ 41h 具备检测其驱动量(电机的旋转角度)的编码器 50a ~ 50h。

[0121] 编码器 50 (50a ~ 50h) 检测驱动部 41a ~ 41h 所具备的电机的各自的旋转角度 $\theta_1 \sim \theta_8$ 。

[0122] 另外,惯性传感器 61 安装于臂 21 的各连杆 11e。

[0123] 本实施方式中的用于抑制振动的反馈控制针对各臂 21 独立地进行。因此,减振装置 102 构成为两个减振装置 101 并行进行处理。

[0124] 此外,减振装置 102 也可以不是这样的构成(具备两个减振装置 101 而并行进行处理的构成),而是采用各臂 21 分时共享一个减振装置 101 的方法。即,也可以是对两个臂 21 切换且独立地进行一个减振装置 101 的处理的构成。

[0125] 另外,不对各臂 21 共用的旋转臂 22 进行本实施方式中的用于抑制振动的状态反馈控制。即,基于各臂 21 所具备的惯性传感器 61 检测出的三轴的角速度信息,对驱动部 41b ~ 41e 这四个驱动部进行控制。

[0126] 以下示出与本实施方式对应的雅可比矩阵 J_2 以及加权伪逆矩阵 $J_3^\#$ 。

[0127] [式 4]

$$[0128] \quad \begin{bmatrix} R'_x \\ R'_y \\ R'_z \end{bmatrix} = J_2 \begin{bmatrix} \theta'_1 \\ \theta'_2 \\ \theta'_3 \\ \theta'_4 \\ \theta'_5 \end{bmatrix}$$

$$[0129] \quad J_2 = \begin{bmatrix} \frac{\partial R_x}{\partial \theta_1} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_4} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_5} \\ \frac{\partial R_y}{\partial \theta_1} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_4} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_5} \\ \frac{\partial R_z}{\partial \theta_1} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_4} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_5} \end{bmatrix}$$

$$[0130] \quad J_3 = \begin{bmatrix} \frac{\partial R_x}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_4} & \frac{\partial R_x}{\partial \theta_5} \\ \frac{\partial R_y}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_4} & \frac{\partial R_y}{\partial \theta_5} \\ \frac{\partial R_z}{\partial \theta_2} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_3} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_4} & \frac{\partial R_z}{\partial \theta_5} \end{bmatrix}$$

$$[0131] \quad \begin{bmatrix} \theta'_{x2} \\ \theta'_{x3} \\ \theta'_{x4} \\ \theta'_{x5} \end{bmatrix} = J_3^\# \begin{bmatrix} R'_x \\ R'_y \\ R'_z \end{bmatrix}$$

[0132] 上式中雅可比矩阵 J_2 是驱动部 41a ~ 41e 这五个轴 ($\theta_1 \sim \theta_5$) 反映的矩阵, 因此以 3×5 的矩阵给出。相对于此, 进行控制的对象的驱动部是驱动部 41b ~ 41e 这四个轴 ($\theta_2 \sim \theta_5$), 因此, 使用以四个轴 ($\theta_2 \sim \theta_5$) 为对象的 3×5 的雅可比矩阵 J_3 并利用以下的关系式求出加权伪逆矩阵 $J_3^\#$ 。

$$[0133] \quad J_3^\# = W^{-1} J_2^T (J_2^T W^{-1} J_2^T)^{-1}$$

[0134] $J_3^\#$ 是由此求出的分配至各驱动部 41b ~ 41e 的修正速度 θ'_r ($\theta'_r \sim \theta'_r$) 的加权后的平方和最小的矩阵。即, 与实施方式 2 相同地、关于自由度, 将用于抑制振动的动作设定为最小的值。

[0135] 如本实施方式所述, 在预先已知有无需抑制振动的控制的驱动部的情况下、存在不打算进行控制的驱动部的情况下等, 将该驱动部排除在控制的对象以外, 从而能够进一步简化各步骤的处理、提高处理速度等而更有效地进行处理。

[0136] (实施方式 4)

[0137] 接下来, 对更具体地表示上述实施方式的机器人的实施方式 4 所涉及的机器人进行说明。其中, 在说明时, 对与上述实施方式相同的构成部位使用相同的附图标记, 并省略重复的说明。

[0138] 图 6 是实施方式 4 所涉及的机器人 203 的示意图。

[0139] 机器人 203 是搭载减振装置 102 的双臂的多关节机器人, 包含两个臂 23、旋转臂 24、手 70、机器人主体 30、减振装置 102 等而构成。

[0140] 对于臂 23 而言, 连杆 13b 与连杆 13c 经由驱动部 43c 连结, 在臂 23 的一方端部, 经由驱动部 43d 设置有手 70。手 70 具有把持规定的物体的功能。

[0141] 旋转臂 24 由连杆 13a 和驱动部 43a 等构成, 连杆 13a 的一方端部经由驱动部 43a 而连结于机器人主体 30, 另一方端部经由两个驱动部 43b 支承分别连结于各驱动部 43b 的两个臂 23。即, 臂 23 的另一方端部经由驱动部 43b 与旋转臂 24 连结。

[0142] 驱动部 43b、43c 具备电机, 该电机使连杆 13b、13c 转动以改变连结的连杆的连结角度。

[0143] 驱动部 43a、43d 具备电机, 该电机驱动各自连结的连杆 13a、手 70 的轴使其旋转。

[0144] 另外, 各驱动部 43a ~ 43d 具备检测其驱动量(电机的旋转角度)的编码器 50a ~ 50d。

[0145] 惯性传感器 61 安装于各臂 23 的连杆 13c。

[0146] 机器人主体 30 支承旋转臂 24 并经由旋转臂 24 支承两个臂 23, 且设置在地板上等。另外, 在机器人主体 30 的内部具备机器人控制器 31, 该机器人控制器 31 包含减振装置 102 等。机器人控制器 31 进行包括减振装置 102 等的控制装置在内的机器人 203 整体的控制。

[0147] 在上述构成的双臂的多关节机器人中也搭载有减振装置 102, 因此, 能够与上述的机器人的控制方法相同地抑制在动作中的臂 23 产生振动。其结果是, 能够提供进一步提高了作为可灵活地进行高精度且快速的动作的多关节机器人的功能的机器人。例如, 在手 70 安装喷枪等来对涂装对象物进行涂装的情况下等, 当存在由在臂 23 产生的振动引起产生涂装不均的趋势时等, 能够通过抑制该振动来减轻涂装不均等。

[0148] 附图标记说明:

[0149] 10... 连杆 ;20... 臂 ;30... 机器人主体 ;31... 机器人控制器 ;40... 驱动部 ;50... 编码器 ;60... 惯性传感器 ;70... 手 ;80... 运算控制部 ;81 ~ 84... 第一运算部 ~ 第四运算部 ;85... 控制部 ;86... 滤波器 ;87... 雅可比矩阵运算部 ;100... 减振装置 ;200... 机器人。

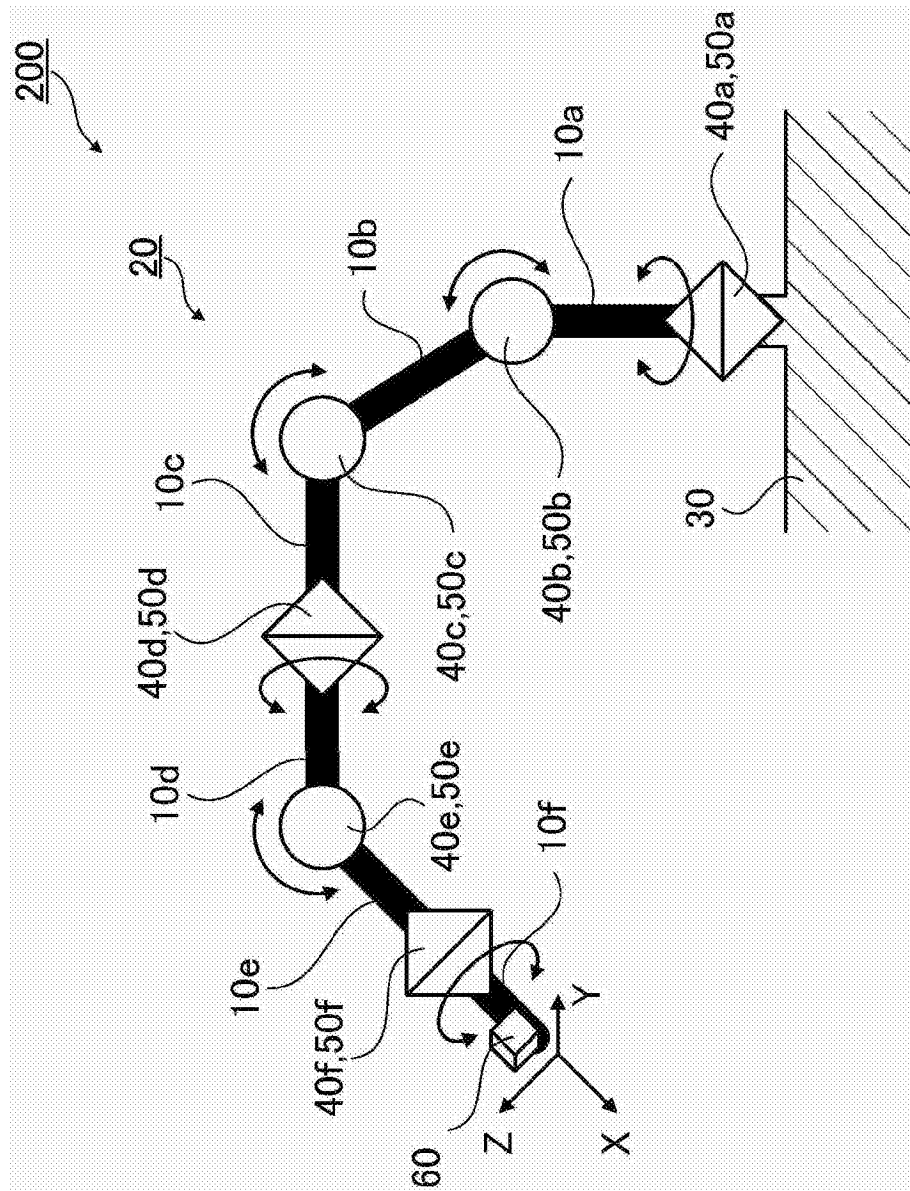


图 1

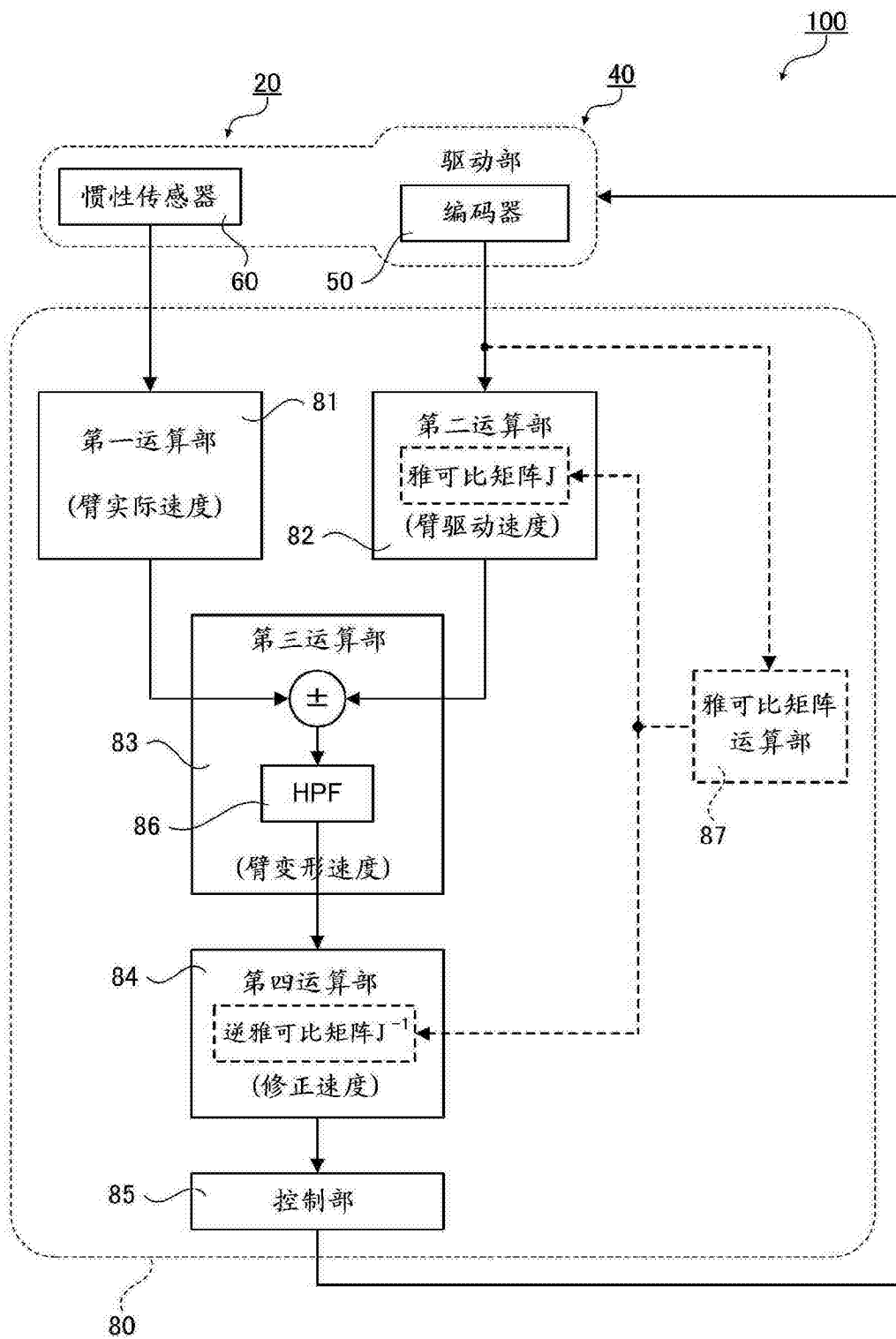


图 2

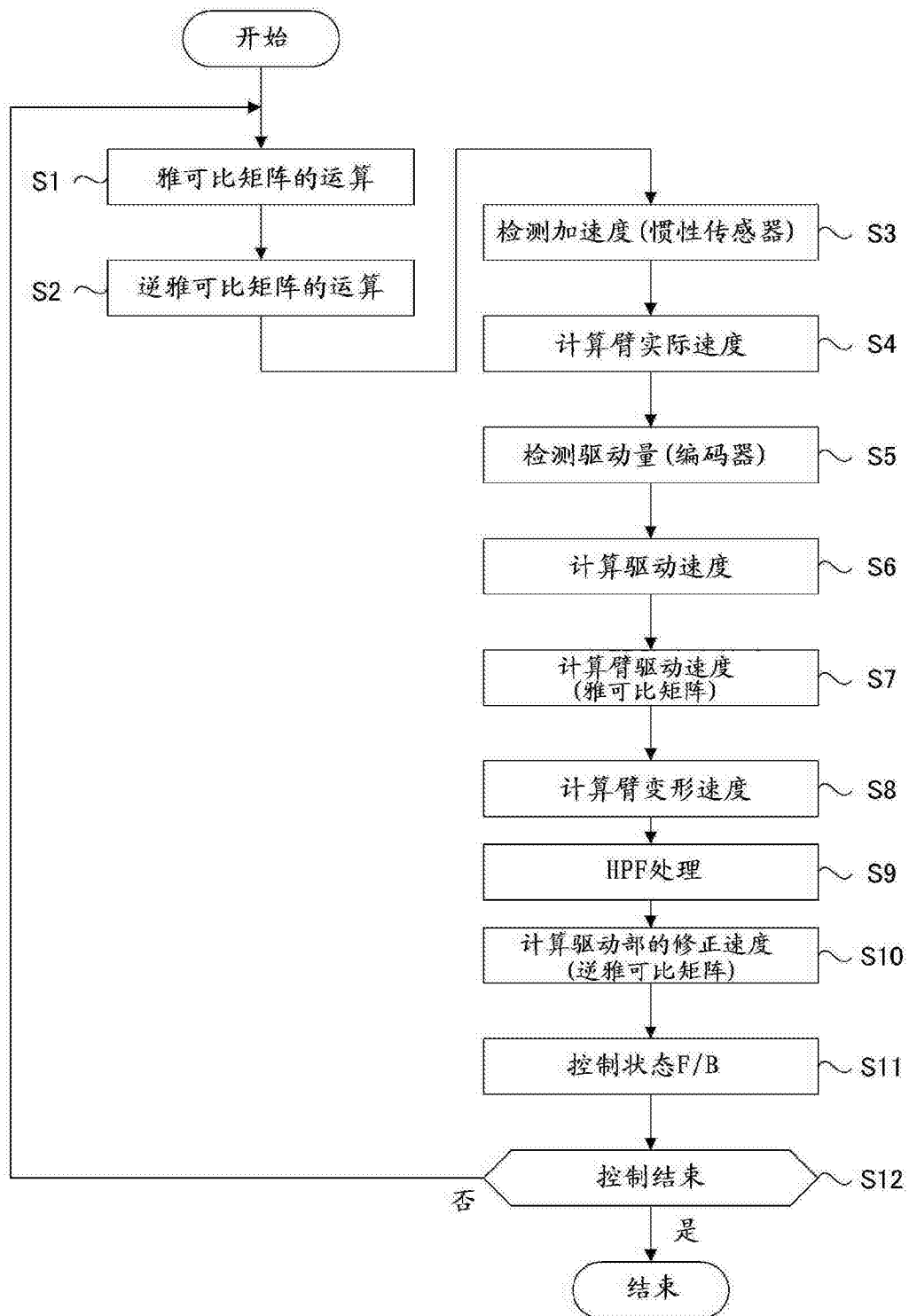


图 3

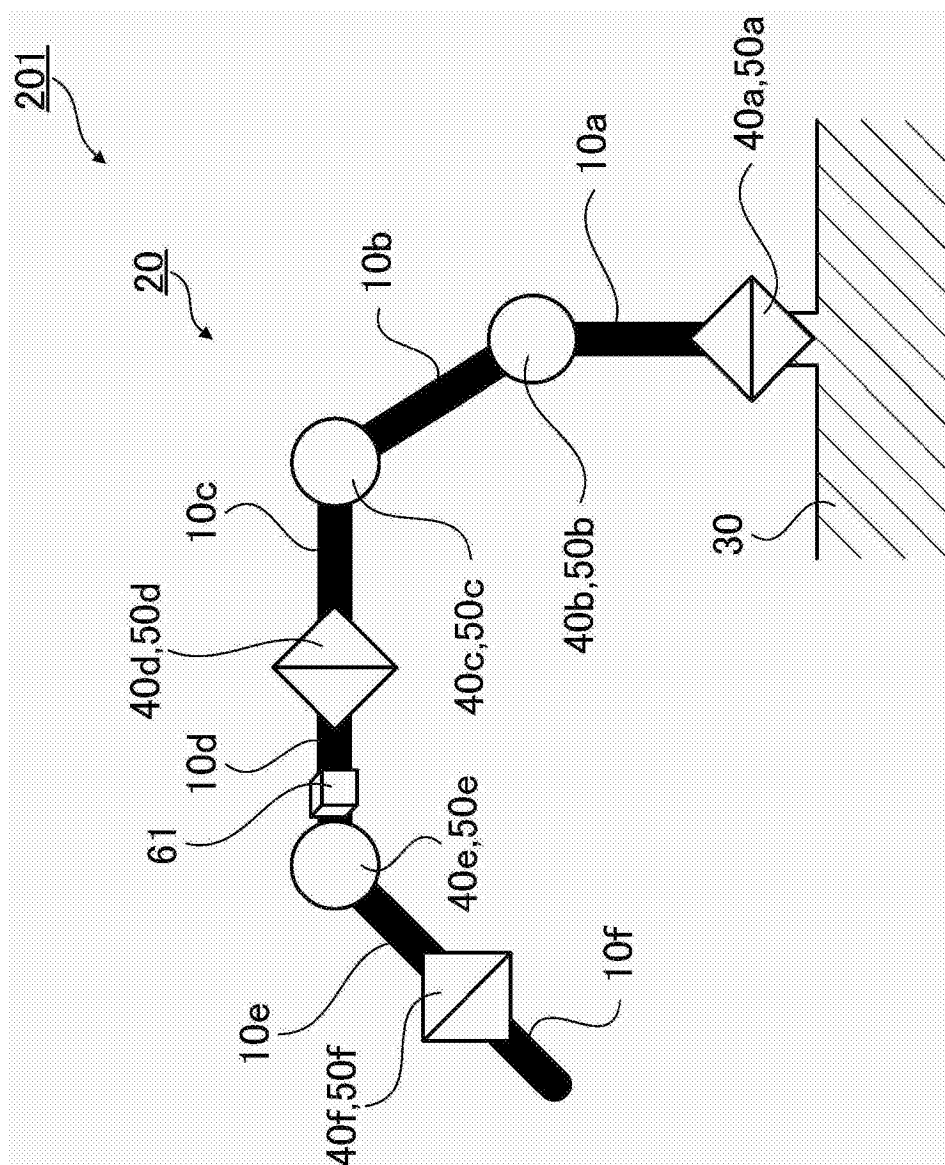


图 4

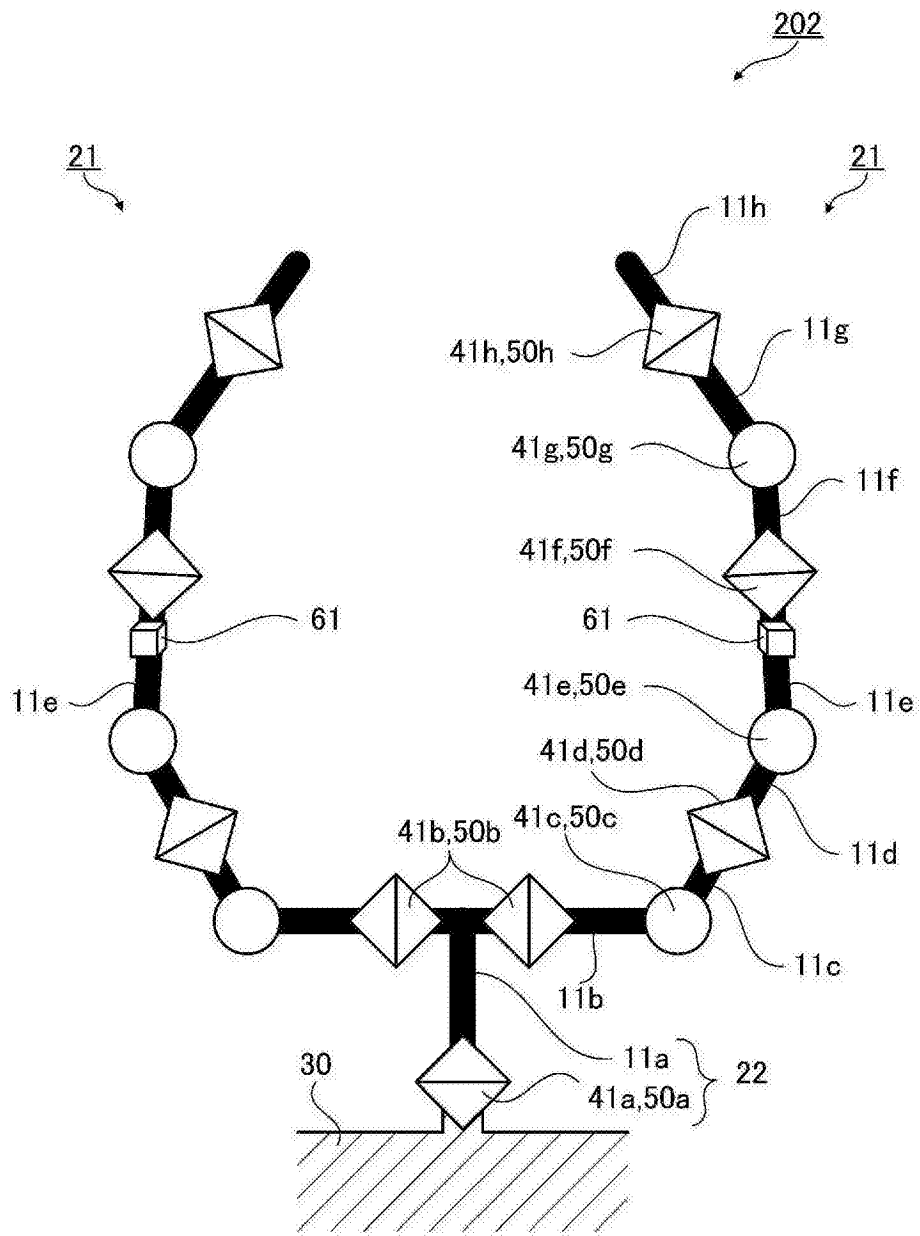


图 5

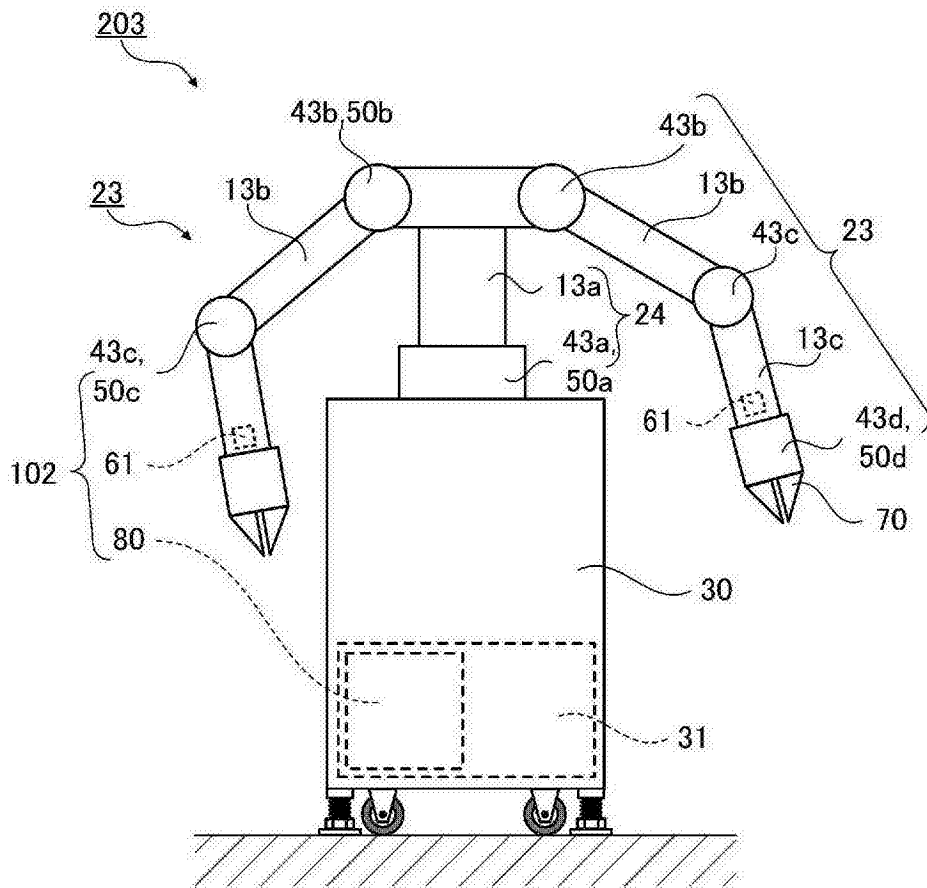


图 6