



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106826808 A

(43)申请公布日 2017.06.13

(21)申请号 201610889312.1

(22)申请日 2016.10.12

(30)优先权数据

2015-215650 2015.11.02 JP

(71)申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 元吉正树 今井凉介

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司
11227

代理人 舒艳君 李洋

(51)Int.Cl.

B25J 9/16(2006.01)

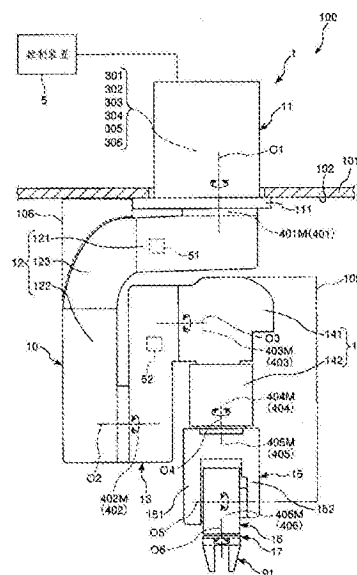
权利要求书2页 说明书14页 附图10页

(54)发明名称

机器人、控制装置以及机器人系统

(57)摘要

本发明提供一种能够缩小用于使机器人不发生干扰的空间的机器人、控制装置以及机器人系统。机器人(1)具备：第一臂(12)，其能够绕第一转动轴(01)转动；第二臂(13)，其以能够绕与第一转动轴(01)的轴向不同的轴向的第二转动轴(02)转动的方式设置于第一臂(12)；以及惯性传感器(51)、(52)，在从第二转动轴(02)的轴向观察时，第一臂(12)与第二臂(13)能够重叠。



1. 一种机器人,其特征在于,
具备:
第 n 臂,其能够绕第 n 转动轴转动;
第 $(n+1)$ 臂,其以能够绕第 $(n+1)$ 转动轴转动的方式设置于所述第 n 臂,所述第 $(n+1)$ 转动轴的轴向是与所述第 n 转动轴的轴向不同的轴向;以及
第一惯性传感器,
从所述第 $(n+1)$ 转动轴的轴向观察,所述第 n 臂与所述第 $(n+1)$ 臂能够重叠,
其中, n 是1以上的整数。
2. 根据权利要求1所述的机器人,其特征在于,
所述第 n 臂的长度比所述第 $(n+1)$ 臂的长度长。
3. 根据权利要求1所述的机器人,其特征在于,
具备基台,
所述第 n 臂以能够绕所述第 n 转动轴转动的方式设置于所述基台,
其中, n 是1。
4. 根据权利要求3所述的机器人,其特征在于,
所述第一惯性传感器设置于所述第 n 臂。
5. 根据权利要求4所述的机器人,其特征在于
具备第二惯性传感器,该第二惯性传感器设置于所述第 $(n+1)$ 臂。
6. 根据权利要求4所述的机器人,其特征在于,
具备:
第 $(n+2)$ 臂,其以能够绕第 $(n+2)$ 转动轴转动的方式设置于所述第 $(n+1)$ 臂,所述第 $(n+2)$ 转动轴的轴向是与所述第 $(n+1)$ 转动轴的轴向平行的轴向;以及
第二惯性传感器,其设置于所述第 $(n+2)$ 臂。
7. 根据权利要求6所述的机器人,其特征在于,
所述第一惯性传感器具有与所述第 n 转动轴的轴向平行的轴向的检测轴。
8. 根据权利要求7所述的机器人,其特征在于,
所述第一惯性传感器是角速度传感器。
9. 根据权利要求6所述的机器人,其特征在于,
所述第一惯性传感器具有与所述第 n 转动轴的轴向不同的轴向的检测轴。
10. 根据权利要求9所述的机器人,其特征在于,
所述第一惯性传感器是加速度传感器。
11. 根据权利要求6所述的机器人,其特征在于,
所述第二惯性传感器具有与所述第 $(n+1)$ 转动轴的轴向平行的轴向的检测轴。
12. 根据权利要求6所述的机器人,其特征在于,
所述第二惯性传感器具有与所述第 $(n+1)$ 转动轴的轴向不同的轴向的检测轴。
13. 根据权利要求1所述的机器人,其特征在于,
所述第一惯性传感器具有相互不同的轴向的多个检测轴。
14. 根据权利要求13所述的机器人,其特征在于,
所述第一惯性传感器是3轴角速度传感器。

15. 根据权利要求1~14中任一项所述的机器人,其特征在于,
基于所述第一惯性传感器的输出来减少振动。

16. 一种控制装置,其特征在于,
对权利要求1~15中任一项所述的机器人的动作进行控制。

17. 一种机器人系统,其特征在于,
具备:
机器人,其是权利要求1~15中任一项所述的机器人;以及
控制装置,其对所述机器人的动作进行控制。

机器人、控制装置以及机器人系统

技术领域

[0001] 本发明涉及机器人、控制装置以及机器人系统。

背景技术

[0002] 以往,公知有具备机器人臂的机器人。机器人臂的多个臂(臂部件)经由关节部连接,在最前端侧(最下游侧)的臂,例如安装手部来作为末端执行器。关节部被马达驱动,通过该关节部的驱动,臂转动。而且,机器人例如用手部把持对象物,并使该对象物向规定的位置移动,进行组装等规定的作业。

[0003] 作为这样的机器人,在专利文献1中公开了垂直多关节机器人。专利文献1所记载的机器人成为如下构成:在相对于基台使手部绕最基端侧(最上游侧)的转动轴(向铅垂方向延伸的转动轴)亦即第一转动轴移动至转变 180° 的位置时,通过相对于基台使最基端侧(基台侧)的臂亦即第一臂绕上述第一转动轴转动来进行该移动的结构。

[0004] 专利文献1:日本特开2014-46401号公报

[0005] 在专利文献1所记载的机器人中,在使手部相对于基台绕第一转动轴移动至转变 180° 的位置的情况下,需要用于使机器人不发生干扰的较大的空间。

发明内容

[0006] 本发明是为了解决上述课题的至少一部分而完成的,能够通过以下的本发明来实现。

[0007] 本发明的机器人的特征在于,具备:第 n 臂,其能够绕第 n (n 是1以上的整数)转动轴转动;第 $(n+1)$ 臂,其以能够绕与上述第 n 转动轴的轴向不同的轴向的第 $(n+1)$ 转动轴转动的方式设置于上述第 n 臂;以及第一惯性传感器,从上述第 $(n+1)$ 转动轴的轴向观察,上述第 n 臂与上述第 $(n+1)$ 臂能够重叠。

[0008] 根据这样的机器人,由于从第 $(n+1)$ 转动轴的轴向观察,第 n 臂与上述第 $(n+1)$ 臂能够重叠,所以能够缩小用于使机器人不发生干扰的空间。另外,能够基于第一惯性传感器的输出来减少机器人的振动。

[0009] 在本发明的机器人中,优选上述第 n 臂的长度比上述第 $(n+1)$ 臂的长度长。

[0010] 由此,能够实现避免第 n 臂与第 $(n+1)$ 臂的干扰,并且从第 $(n+1)$ 转动轴的轴向观察,第 n 臂与第 $(n+1)$ 臂能够重叠的机器人。

[0011] 在本发明的机器人中,优选具备基台,上述第 n 臂(n 是1)以能够绕上述第 n 转动轴转动的方式设置于上述基台。

[0012] 由此,能够使第 n 臂以及第 $(n+1)$ 臂相对于基台转动。

[0013] 在本发明的机器人中,优选将上述第一惯性传感器设置于上述第 n 臂。

[0014] 由此,能够使用第一惯性传感器的输出来高精度地检测第 n 臂的振动。因此,能够基于第一惯性传感器的输出,利用相对较简单的控制减少第 n 臂的振动。在此,一般而言,包含第 n 臂以及第 $(n+1)$ 臂的机器人臂的前端侧的振动容易受到处于更靠基端侧的臂的绕转

动轴的振动的的影响。因此,为了减少机器人臂的前端的振动,优先减少处于更靠基端侧的臂的振动较有效。

[0015] 在本发明的机器人中,优选具备设置于上述第(n+1)臂的第二惯性传感器。

[0016] 由此,能够基于第二惯性传感器的输出,利用相对较简单的控制减少第(n+1)臂的振动。

[0017] 在本发明的机器人中,优选具备:第(n+2)臂,其以能够绕作为与上述第(n+1)转动轴的轴向平行的轴向的第(n+2)转动轴转动的方式设置于上述第(n+1)臂;以及第二惯性传感器,其设置于上述第(n+2)臂。

[0018] 由此,能够基于第二惯性传感器的输出来减少第(n+1)臂以及第(n+2)臂的振动。

[0019] 在本发明的机器人中,优选上述第一惯性传感器具有与上述第n转动轴的轴向平行的轴向的检测轴。

[0020] 由此,在作为第一惯性传感器例如使用了角速度传感器的情况下,能够使用第一惯性传感器的输出来高精度地检测第n臂的绕第n转动轴的振动。因此,能够高效地减少机器人的振动。

[0021] 在本发明的机器人中,优选上述第一惯性传感器是角速度传感器。

[0022] 由此,能够使用第一惯性传感器的输出来高精度地检测第n臂的绕第n转动轴的振动。

[0023] 在本发明的机器人中,优选上述第一惯性传感器具有与上述第n转动轴的轴向不同的轴向的检测轴。

[0024] 由此,在作为第一惯性传感器例如使用了加速度传感器的情况下,能够使用第一惯性传感器的输出来高精度地检测第n臂的绕第n转动轴的振动。因此,能够高效地减少机器人的振动。

[0025] 在本发明的机器人中,优选上述第一惯性传感器是加速度传感器。

[0026] 由此,能够使用第一惯性传感器的输出来高精度地检测第n臂的绕第n转动轴的振动。

[0027] 在本发明的机器人中,优选上述第二惯性传感器具有与上述第(n+1)转动轴的轴向平行的轴向的检测轴。

[0028] 由此,在作为第二惯性传感器例如使用了角速度传感器的情况下,能够使用第二惯性传感器的输出来高精度地检测第(n+1)臂的绕第(n+1)转动轴的振动。因此,能够高效地减少机器人的振动。

[0029] 在本发明的机器人中,优选上述第二惯性传感器具有与上述第(n+1)转动轴的轴向不同的轴向的检测轴。

[0030] 由此,在作为第二惯性传感器例如使用了加速度传感器的情况下,能够使用第二惯性传感器的输出来高精度地检测第(n+1)臂的绕第(n+1)转动轴的振动。因此,能够高效地减少机器人的振动。

[0031] 在本发明的机器人中,优选上述第一惯性传感器具有相互不同的轴向的多个检测轴。

[0032] 由此,能够使用第一惯性传感器的输出来检测机器人的相互不同的方向的振动。因此,能够基于第一惯性传感器的输出来减少机器人在多个方向上的振动。

[0033] 在本发明的机器人中,优选上述第一惯性传感器是3轴角速度传感器。

[0034] 由此,即使将第一惯性传感器设置于比第n臂靠前端侧的臂,也能够使用第一惯性传感器的输出来检测第n臂的所希望方向的振动,并基于第一惯性传感器的输出来减少第n臂的所希望方向的振动。另外,即使第一惯性传感器的设置姿势是任意的,也能够检测设置位置上的所希望方向的振动。因此,第一惯性传感器的设置的自由度增加。

[0035] 在本发明的机器人中,优选基于上述第一惯性传感器的输出来减少振动。

[0036] 由此,能够提供减少了振动的机器人。

[0037] 本发明的控制装置的特征在于对本发明的机器人的动作进行控制。

[0038] 根据这样的控制装置,能够对能够缩小用于使机器人不发生干扰的空间的机器人的动作进行控制。另外,能够减少这样的机器人的振动。

[0039] 本发明的机器人系统的特征在于,具备:本发明的机器人;以及对上述机器人的动作进行控制的控制装置。

[0040] 根据这样的机器人系统,能够缩小用于使机器人不发生干扰的空间。另外,能够减少这样的机器人的振动。

附图说明

[0041] 图1是表示本发明的第一实施方式所涉及的机器人系统的简要结构图。

[0042] 图2是图1所示的机器人的示意图。

[0043] 图3是图1所示的机器人的第一臂、第二臂以及第三臂不重叠的状态的简要侧视图。

[0044] 图4是图1所示的机器人的第一臂、第二臂以及第三臂重叠的状态的简要侧视图。

[0045] 图5是用于对图1所示的机器人的动作进行说明的图。

[0046] 图6是表示图5所示的机器人的动作中的手部的移动路径的图。

[0047] 图7是用于对图1所示的机器人所具备的惯性传感器(角速度传感器)进行说明的图。

[0048] 图8是用于对本发明的第二实施方式所涉及的机器人系统的机器人所具备的惯性传感器(角速度传感器)进行说明的图。

[0049] 图9是用于对本发明的第三实施方式所涉及的机器人系统的机器人所具备的惯性传感器(角速度传感器)进行说明的图。

[0050] 图10是用于对本发明的第四实施方式所涉及的机器人系统的机器人所具备的惯性传感器(加速度传感器)进行说明的图。

具体实施方式

[0051] 以下,基于附图所示的优选的实施方式对本发明的机器人、控制装置以及机器人系统进行详细说明。

[0052] 第一实施方式

[0053] 机器人系统

[0054] 图1是表示本发明的第一实施方式所涉及的机器人系统的简要结构图。图2是图1所示的机器人的示意图。

[0055] 此外,为了便于说明,以下将图1中的上侧称为“上”或者“上方”,将下侧称为“下”或者“下方”。另外,将图1中的基台侧称为“基端”或者“上游”,将其相反侧(手部侧)称为“前端”或者“下游”。另外,将图1中的上下方向设为“铅垂方向”,将左右方向设为“水平方向”。其中,在本说明书中,所谓的两个轴相互“平行”也包含该两个轴中的一个轴相对于另一个轴在 5° 以下的范围内倾斜的情况。

[0056] 图1所示的机器人系统100具备机器人1、以及对机器人1的动作进行控制的控制装置5。该机器人系统100例如能够在制造像手表那样的精密设备等的制造工序等中使用。

[0057] 机器人

[0058] 图1所示的机器人1能够进行精密设备、构成精密设备的部件(对象物)的供给材料、移除材料、输送以及组装等作业。

[0059] 该机器人1具有基台11以及机器人臂10。机器人臂10具备第一臂12(第n臂)、第二臂13(第(n+1)臂)、第三臂14(第(n+2)臂)、第四臂15、第五臂16、以及第六臂17(6个臂)。即,机器人1是基台11、第一臂12、第二臂13、第三臂14、第四臂15、第五臂16、以及第六臂17从基端侧朝向前端侧以该顺序连结的垂直多关节(六轴)机器人。能够在第六臂17的前端,例如能够以能够拆卸的方式安装把持精密设备、部件等的手部91等末端执行器。另外,机器人1具备第一驱动源401、第二驱动源402、第三驱动源403、第四驱动源404、第五驱动源405、以及第六驱动源406(6个驱动源)。并且,机器人1具备惯性传感器51(第一惯性传感器)以及惯性传感器52(第二惯性传感器)。

[0060] 此外,以下也将第一臂12、第二臂13、第三臂14、第四臂15、第五臂16、以及第六臂17分别称为“臂”。另外,也将第一驱动源401、第二驱动源402、第三驱动源403、第四驱动源404、第五驱动源405、以及第六驱动源406分别称为“驱动源(驱动部)”。

[0061] 基台

[0062] 如图1所示,在机器人1是吸顶式的垂直多关节机器人的情况下,基台11位于机器人1的最上方,是固定于机器人1的设置空间的顶部101的下表面亦即安装面102的部分(被安装的部件)。

[0063] 其中,在本实施方式中,设置于基台11的下部的板状的凸缘111被固定于安装面102,但固定于安装面102的部分并不局限于此,例如,也可以是基台11的上表面。另外,作为该固定方法没有特别限定,例如,能够采用基于多根螺栓的固定方法等。

[0064] 另外,作为基台11的固定位置,并不限定于设置空间的顶部,此外,也可以是例如,设置空间的墙壁、地板、地面等。

[0065] 机器人臂

[0066] 图1所示的机器人臂10被支承为能够相对于基台11转动,臂12~17分别被支承为能够相对于基台11独立地位移。

[0067] 第一臂12呈弯曲的形状。第一臂12具有:设置于基台11,沿水平方向(第一方向)延伸的第一部分121;设置于第二臂13,沿垂直方向(与第一方向不同的第二方向)延伸的第二部分122;以及位于第一部分121与第二部分122之间,沿相对于水平方向以及垂直方向倾斜的方向(与第一方向以及第二方向不同的方向)延伸的第三部分123。更具体而言,第一臂12具有:与基台11连接,在从基台11沿铅垂方向下方延伸后沿水平方向延伸的第一部分121;从与第一部分121的和基台11的连接部为相反侧的端部向远离第一部分121的方向倾斜并

且沿铅垂方向下方延伸的第三部分123;以及从第三部分123的前端沿铅垂方向下方延伸的第二部分122。其中,这些第一部分121、第二部分122、以及第三部分123一体地形成。另外,从图1的纸面近前观察(与后述的第一转动轴01以及第二转动轴02双方正交的正面观察),第一部分121和第二部分122大致正交(交叉)。

[0068] 第二臂13呈长边形状,与第一臂12的前端部(第二部分122的与第三部分123相反的端部)连接。

[0069] 第三臂14呈长边形状,和第二臂13的与连接有第一臂12的端部相反的端部连接。第三臂14与第二臂13连接,具有从第二臂13沿水平方向延伸的第一部分141、以及从第一部分141沿铅垂方向延伸的第二部分142。其中,这些第一部分141以及第二部分142一体地形成。另外,从图1的纸面近前观察(与后述的第三转动轴03以及第四转动轴04双方正交的正面观察),第一部分141和第二部分142大致正交(交叉)。

[0070] 第四臂15和第三臂14的与连接有第二臂13的端部相反的端部连接。第四臂15具有相互对置的1对支承部151、152。支承部151、152用于与第五臂16的连接。

[0071] 第五臂16位于支承部151、152之间,并与支承部151、152连接,由此与第四臂15连结。此外,第四臂15并不局限于该构造,例如支承部也可以是一个(悬臂)。

[0072] 第六臂17呈平板状,与第五臂16的前端部连接。另外,在第六臂17的前端部(与第五臂16相反侧的端部),以能够拆装的方式安装手部91。作为手部91,并没有特别限定,例如可举出具有多根指部(手指)的结构。

[0073] 其中,上述的各臂12~17的外装(构成外形的部件)的各个既可以由一个部件构成,也可以由多个部件构成。

[0074] 接下来,参照图2,对驱动源401~406与臂12~17的驱动一起进行说明。

[0075] 如图2所示,基台11和第一臂12经由关节(连接部分)171连结。其中,关节171既可以包含于基台11,另外,也可以不包含于基台11。

[0076] 关节171具有将与基台11连结的第一臂12支承为能够相对于基台11转动的机构。由此,第一臂12能够相对于基台11,以与铅垂方向平行的第一转动轴01(第n转动轴)为中心(绕第一转动轴01)转动。另外,第一转动轴01是处于机器人1的最上游侧的转动轴。绕该第一转动轴01的转动是通过具有马达401M的第一驱动源401的驱动来进行的。另外,第一驱动源401的马达401M经由电缆(未图示)与马达驱动器301电连接,经由马达驱动器301被控制部(未图示)控制。其中,第一驱动源401可以构成为通过与马达401M一起设置的减速器(未图示)来传递来自马达401M的驱动力,另外,也可以省略减速器。

[0077] 另外,第一臂12和第二臂13经由关节(连接部分)172连结。关节172具有将相互连结的第一臂12和第二臂13中的一方支承为能够相对于另一方转动的机构。由此,第二臂13能够相对于第一臂12,以与水平方向平行的第二转动轴02(第(n+1)转动轴)为中心(绕第二转动轴02)转动。第二转动轴02与第一转动轴01正交。绕该第二转动轴02的转动是通过具有马达402M的第二驱动源402的驱动来进行的。另外,第二驱动源402的马达402M经由电缆(未图示)与马达驱动器302电连接,并经由马达驱动器302被控制部(未图示)控制。其中,第二驱动源402可以构成为通过与马达402M一起设置的减速器(未图示)来传递来自马达402M的驱动力,另外,也可以省略减速器。另外,第二转动轴02可以与和第一转动轴01正交的轴平行,另外,第二转动轴02也可以不与第一转动轴01正交,只要轴向相互不同即可。

[0078] 另外,第二臂13和第三臂14经由关节(连接部分)173连结。关节173具有将相互连结的第二臂13和第三臂14中的一方支承为能够相对于另一方转动的机构。由此,第三臂14能够相对于第二臂13,以与水平方向平行的第三转动轴03(第(n+2)转动轴)为中心(绕第三转动轴03)转动。第三转动轴03与第二转动轴02平行。绕该第三转动轴03的转动是通过第三驱动源403的驱动来进行的。另外,第三驱动源403的马达403M经由电缆(未图示)与马达驱动器303电连接,并经由马达驱动器303被控制部(未图示)控制。其中,第三驱动源403可以构成为通过与马达403M一起设置的减速器(未图示)来传递来自马达403M的驱动力,另外,也可以省略减速器。

[0079] 另外,第三臂14和第四臂15经由关节(连接部分)174连结。关节174具有将相互连结的第三臂14和第四臂15中的一方支承为能够相对于另一方转动的机构。由此,第四臂15能够相对于第三臂14,以与第三臂14的中心轴向平行的第四转动轴04为中心(绕第四转动轴04)转动。第四转动轴04与第三转动轴03正交。绕该第四转动轴04的转动是通过第四驱动源404的驱动来进行的。另外,第四驱动源404的马达404M经由电缆(未图示)与马达驱动器304电连接,并经由马达驱动器304被控制部(未图示)控制。此外,第四驱动源404可以构成为通过与马达404M一起设置的减速器(未图示)来传递来自马达404M的驱动力,另外,也可以省略减速器。另外,第四转动轴04可以和与第三转动轴03正交的轴平行,另外,第四转动轴04也可以不与第三转动轴03正交,只要轴向相互不同即可。

[0080] 另外,第四臂15和第五臂16经由关节(连接部分)175连结。关节175具有将相互连结的第四臂15和第五臂16的一方支承为能够相对于另一方转动的机构。由此,第五臂16能够相对于第四臂15,以与第四臂15的中心轴向正交的第五转动轴05为中心(绕第五转动轴05)转动。第五转动轴05与第四转动轴04正交。绕该第五转动轴05的转动是通过第五驱动源405的驱动来进行的。另外,第五驱动源405的马达405M经由电缆(未图示)与马达驱动器305电连接,并经由马达驱动器305被控制部(未图示)控制。其中,第五驱动源405也可以构成为通过与马达405M一起设置的减速器(未图示)来传递来自马达405M的驱动力,另外,也可以省略减速器。另外,第五转动轴05可以和与第四转动轴04正交的轴平行,另外,第五转动轴05也可以不与第四转动轴04正交,只要轴向相互不同即可。

[0081] 另外,第五臂16和第六臂17经由关节(连接部分)176连结。关节176具有将相互连结的第五臂16和第六臂17的一方支承为能够相对于另一方转动的机构。由此,第六臂17能够相对于第五臂16,以与第六转动轴06为中心(绕第六转动轴06)转动。第六转动轴06与第五转动轴05正交。绕该第六转动轴06的转动是通过第六驱动源406的驱动来进行的。另外,第六驱动源406的马达406M经由电缆(未图示)与马达驱动器306电连接,并经由马达驱动器306被控制部(未图示)控制。其中,第六驱动源406也可以构成为通过与马达406M一起设置的减速器(未图示)来传递来自马达406M的驱动力,另外,也可以省略减速器。另外,第六转动轴06也可以和与第四转动轴04正交的轴平行,另外,第六转动轴06也可以和与第五转动轴05正交的轴平行,另外,第六转动轴06也可以不与第五转动轴05正交,只要轴向相互不同即可。

[0082] 而且,进行这样的驱动的机器人1保持着利用与第六臂17的前端部连接的手部91把持精密设备、部件等状态,对各臂12~17等的动作进行控制,由此能够进行该精密设备、部件的输送等各种作业。其中,手部91的驱动被控制装置5控制。

[0083] 惯性传感器

[0084] 图1所示的惯性传感器51、52分别是角速度传感器(陀螺仪传感器)。在本实施方式中,惯性传感器51(第一惯性传感器)设置于第一臂12的第一部分121,具有检测包含第一臂12的振动的、臂的动作的功能。另外,惯性传感器52(第二惯性传感器)设置于第二臂13,具有检测包含第二臂13的振动的、臂的动作的功能。这些惯性传感器51、52分别输出与检测出的臂的动作对应的信号。作为惯性传感器51、52,分别只要能够检测角速度便没有特别限定,例如,能够使用具有使用硅或者水晶而构成的振动元件的振动型的角速度传感器。

[0085] 根据这样的控制装置5,能够对机器人1的动作进行控制。特别是,控制装置5能够基于惯性传感器51、52的输出来减少机器人1的振动。其中,对于惯性传感器51、52,在下文中进行详细描述。

[0086] 控制装置

[0087] 图1所示的控制装置5具有对机器人1的动作进行控制的功能。特别是,控制装置5具有基于惯性传感器51、52的输出来减少机器人1的振动的功能。其中,对于机器人的振动的减少,与惯性传感器51、52的说明一起在下文中进行详细描述。

[0088] 该控制装置5例如能够由内置有CPU(Central Processing Unit:中央处理器)的个人计算机(PC)等构成。其中,控制装置5在本实施方式中是与机器人1独立地设置的,但也可以内置于机器人1。

[0089] 以上,对机器人1的基本的结构进行了简单说明。如上所述,由于这样的结构的机器人1是具有6个(多个)臂12~17的垂直多关节机器人,所以驱动范围较宽,能够发挥较高的作业性。

[0090] 另外,如上所述,对于该机器人1,第一臂12的基端侧安装于基台11,由此,能够使各臂12~17相对于基台11转动。而且,机器人1是基台11安装于顶部101的吸顶式,基台11与第一臂12的连接部分亦即关节171位于比第一臂12与第二臂13的连接部分亦即关节172靠铅垂方向上方处。因此,能够进一步扩大处于比机器人1靠铅垂下方侧的机器人1的作业范围。

[0091] 接下来,参照图3、图4、图5和图6,对各臂12~17的关系进行说明。

[0092] 图3是图1所示的机器人的第一臂、第二臂、以及第三臂未重叠的状态的简要侧视图。图4是图1所示的机器人的第一臂、第二臂、以及第三臂重叠的状态的简要侧视图。图5是用于对图1所示的机器人的动作进行说明的图。图6是表示图5所示的机器人的动作中的手部的移动路径的图。

[0093] 此外,在以下的说明中,对于第三臂14、第四臂15、第五臂16、以及第六臂17,在使它们笔直地延伸的状态下进行考虑,换言之,如图3以及图4所示,第四转动轴04与第六转动轴06一致或者平行的状态下进行考虑。

[0094] 首先,如图3所示,将第一臂12的长度 L_1 设定为比第二臂13的长度 L_2 长。

[0095] 在此,第一臂12的长度 L_1 是指从第二转动轴02的轴向观察时,第二转动轴02与安装面102(参照图1)之间的距离。另外,第二臂13的长度 L_2 是指从第二转动轴02的轴向观察时,第二转动轴02与第三转动轴03之间的距离。其中,也可以将第一臂12的长度 L_1 理解为在从第二转动轴02的轴向观察时,第二转动轴02与将第一臂12支承为能够转动的轴承部61(关节171所具有的部件)的沿图3中的左右方向延伸的中心线611之间的距离。另外,也可以

将第一臂12的长度 L_1 理解为在从第二转动轴02的轴向观察时,第一臂12的前端面与安装面102之间的距离,另外,也可以将第二臂13的长度 L_2 理解为在从第二转动轴02的轴向观察时,第二臂13的前端面与第二臂13的基端面之间的距离。

[0096] 另外,如图3以及图4所示,机器人1被构成为在从第二转动轴02的轴向观察时,能够使第一臂12与第二臂13所成的角度 θ 成为 0° 。即,机器人1被构成为在从第二转动轴02的轴向观察时,第一臂12与第二臂13能够重叠。特别是,如上所述,由于将第一臂12的长度 L_1 设定为比第二臂13的长度 L_2 长,所以被构成为在从第二转动轴02的轴向观察时,第一臂12与第二臂13重叠的情况下,第二臂13不会对第一臂12进行干扰。

[0097] 在此,上述第一臂12与第二臂13所成的角度 θ 是指在从第二转动轴02的轴向观察时,经过第二转动轴02与第三转动轴03的直线(从第二转动轴02的轴向观察的情况下的第二臂13的中心轴)621与第一转动轴01所成的角度(参照图3)。

[0098] 另外,如图4所示,机器人1被构成为在从第二转动轴02的轴向观察时,第二臂13与第三臂14能够重叠。因此,机器人1被构成为在从第二转动轴02的轴向观察时,第一臂12、第二臂13、以及第三臂14能够同时重叠。

[0099] 另外,如图3所示,将第三臂14、第四臂15、以及第五臂16的合计的长度 L_3 设定为比第二臂13的长度 L_2 长。由此,如图4所示,在从第二转动轴02的轴向观察时,使第二臂13和第三臂14重叠时,能够使机器人臂10的前端、即第六臂17的前端从第二臂13突出。由此,能够防止手部91与第一臂12以及第二臂13发生干扰。

[0100] 在此,第三臂14、第四臂15、以及第五臂16的合计的长度 L_3 是指在从第二转动轴02的轴向观察时,第三转动轴03与第五转动轴05之间的距离(参照图4)。该情况下,第三臂14、第四臂15、以及第五臂16处于像图4所示那样的第四转动轴04与第六转动轴06一致或者平行的状态。

[0101] 在具有这样的机器人臂10的机器人1中,通过满足上述的关系,能够如图5所示,通过不使第一臂12转动地使第二臂13、第三臂14转动,经过在从第二转动轴02的轴向观察时第一臂12与第二臂13所成的角度 θ 成为 0° 的状态(第一臂12与第二臂13重叠的状态)使手部91(第三臂14的前端)绕第一转动轴01移动至转变 180° 的位置。

[0102] 通过这样的机器人臂10的驱动,如图6所示,机器人1能够不进行使手部91像用箭头62、63所示那样地移动的动作而进行使手部91像用箭头64所示那样地移动的动作。即,机器人1能够进行在从第一转动轴01的轴向观察时,使手部91(机器人臂10的前端)在直线上移动的动作。由此,能够缩小用于使机器人1不发生干扰的空间。因此,与以往相比,能够缩小用于设置机器人1的设置空间的面积 S (设置面积)。

[0103] 具体而言,如图6所示,能够使机器人1的设置空间的宽度 W 比以往的设置空间的宽度 W_X 小,例如,成为宽度 W_X 的80%以下。因此,能够缩小机器人1的宽度方向(生产线的方向)的运转区域。由此,能够将机器人1沿着生产线在每单位长度配置得较多,能够缩短生产线。

[0104] 另外,同样地,能够使机器人1的设置空间的高度(铅垂方向的长度)比以往的高度低,具体而言,例如能够成为以往的高度的80%以下。

[0105] 另外,由于能够进行使手部91像用箭头64所示那样地移动的动作,所以在使手部91绕第一转动轴01移动至转变 180° 的位置时,例如能够不使第一臂12转动,或者能够减小第一臂12的转动角(转动量)。通过减小第一臂12的绕第一转动轴01的转动角,在从第一转

动轴01的轴向观察时,能够减小具有比基台11向外侧伸出的部分(第二部分122以及第三部分123)的第一臂12的转动,所以能够减少与机器人1的周边设备的干扰。

[0106] 另外,由于能够进行使手部91像用箭头64所示那样地移动的动作,所以能够减少机器人1的活动,因此,能够高效地驱动机器人1。因此,能够缩短生产节拍时间,并能够提高作业效率。另外,由于能够使机器人臂10的前端在直线上移动,所以很容易掌握机器人1的活动。

[0107] 在此,若欲像以往的机器人那样通过以单纯地使第一臂12绕第一转动轴01转动来执行使上述的机器人1的手部91(机器人臂10的前端)绕第一转动轴01移动至转变 180° 的位置的动作,则机器人1有可能会干扰到周边装置,因此需要将用于避免该干扰的退避点示教给机器人1。例如,在仅使第一臂12绕第一转动轴01旋转 90° 则机器人1还会干扰周边装置的情况下,为了不干扰周边装置,需要将多个退避点示教给机器人1。像这样在以往的机器人中,需要示教多个退避点,这将需要庞大数量的退避点,从而示教需要较多工夫以及较长的时间。

[0108] 对此,在机器人1中,在执行使手部91绕第一转动轴01移动至转变 180° 的位置的动作的情况下,由于存在干扰的可能性的区域、部分非常少,所以能够减少示教的退避点的数量,从而能够减少示教所需要的工夫以及时间。即,在机器人1中,示教的退避点的数量例如成为以往的机器人的 $1/3$ 左右,示教明显变容易。

[0109] 另外,在机器人1中,第三臂14以及第四臂15的图1中的右侧的被双点划线围起的区域(部分)105是机器人1不与机器人1自身以及其它部件发生干扰或者不易发生干扰的区域(部分)。因此,在上述区域105搭载有规定的部件的情况下,该部件不易与机器人1以及周边装置等发生干扰。因此,在机器人1中,能够在区域105搭载规定的部件。特别是,在区域105中的、第三臂14的图1中的右侧的区域搭载上述规定的部件的情况下,该部件与周边装置(未图示)发生干扰的概率进一步降低,因此更有效。

[0110] 作为能够搭载于上述区域105的部件,例如,可举出对手部、手眼相机等的传感器的驱动进行控制的控制装置、吸附机构的电磁阀等。

[0111] 作为具体例,例如,在手部设置吸附机构的情况下,若在区域105设置电磁阀等,则机器人1在驱动时不会妨碍上述电磁阀。这样,区域105的便利性较高。

[0112] 另外,在机器人1中,在顶部101与第一臂12之间,图1中的左侧的被双点划线围起的区域(部分)106也与上述的区域105相同,是机器人1不与机器人1自身以及其它部件发生干扰或者不易发生干扰的区域(部分)。

[0113] 接下来,基于图7,对使用了惯性传感器51、52及其检测结果的控制(减少机器人1的振动的控制)进行详细描述。

[0114] 图7是用于对图1所示的机器人所具备的惯性传感器(角速度传感器)进行说明的图。

[0115] 如上所述,机器人1具备设置于第一臂12的惯性传感器51(第一惯性传感器)、以及设置于第二臂13的惯性传感器52(第二惯性传感器)。

[0116] 如图7所示,惯性传感器51是检测绕检测轴 $\alpha 1$ 的角速度 $\omega 1$ 的单轴型的角速度传感器。该惯性传感器51以检测轴 $\alpha 1$ 与第一转动轴01平行的方式设置。在本实施方式中,惯性传感器51设置于第一臂12的基端侧的部分(第一部分121)。

[0117] 其中,此处的“检测轴 α_1 与第一转动轴01平行”也包含检测轴 α_1 相对于第一转动轴01在 5° 以下的范围内倾斜的情况。另外,图7所示的惯性传感器51的设置位置是一个例子,只要能够检测第一臂12的绕第一转动轴01的振动则不限于图示的位置,可以是第一臂12的任意的位置。另外,检测轴 α_1 也可以与第一转动轴01一致。另外,检测轴 α_1 也可以相对于第一转动轴01倾斜,该情况下,在高效地检测第一臂12的绕第一转动轴01的振动的基础上,优选该倾斜角度尽可能小,具体而言,优选是 45° 以下,更优选是 10° 以下。

[0118] 另外,惯性传感器52是检测绕检测轴 α_2 的角速度 ω_2 的单轴型的角速度传感器。该惯性传感器52以检测轴 α_2 与第二转动轴02平行的方式设置。在本实施方式中,惯性传感器52设置于第二臂13的第二转动轴02与第三转动轴03之间的部分。

[0119] 其中,此处的“检测轴 α_2 与第二转动轴02平行”也包含检测轴 α_2 相对于第二转动轴02在 5° 以下的范围内倾斜的情况。另外,图7所示的惯性传感器52的设置位置是一个例子,只要能够检测第二臂13的绕第二转动轴02的振动则不限于图示的位置,可以是第二臂13的任意的位置。另外,检测轴 α_2 也可以与第二转动轴02一致。另外,检测轴 α_2 也可以相对于第二转动轴02倾斜,该情况下,在高效地检测第二臂13的绕第二转动轴02的振动的基础上,优选该倾斜角度尽可能地小,具体而言,优选是 45° 以下,更优选是 10° 以下。

[0120] 以上说明的惯性传感器51、52与图1所示的控制装置5电连接。而且,惯性传感器51、52的输出被输入至控制装置5。

[0121] 控制装置5进行基于惯性传感器51、52的输出来减少机器人1的振动的控制。更具体而言,控制装置5以基于惯性传感器51的输出对第一臂12减少绕第一转动轴01的振动的方式,对马达401M的驱动进行控制。另外,控制装置5以基于惯性传感器52的输出对第二臂13减少绕第二转动轴02的振动的方式,对马达402M的驱动进行控制。

[0122] 一般而言,机器人臂10的前端侧的振动容易受到处于更靠基端侧的臂的绕转动轴的振动的影响。特别是,如本实施方式的机器人1那样,在机器人臂10所具有臂数量相对较多、并且机器人臂10的长度相对较长、而且比第一臂12靠前端侧的臂相对于第一臂12被悬臂支承的结构中,机器人臂10的基端侧的振动给前端侧的振动带来的影响较大。因此,在减少机器人臂10的前端的振动时,优先减少处于更靠基端侧的臂的振动较有效。因此,在本实施方式中,如上所述,在机器人臂10所具有的多个臂中,在第一臂12设置惯性传感器51,并且在第二臂13设置惯性传感器52。

[0123] 通过将惯性传感器51设置于第一臂,能够使用惯性传感器51的输出高精度地检测第一臂12的振动。因此,能够基于惯性传感器51的输出,利用相对较简单的控制来减少第一臂12的振动。同样地,通过惯性传感器52设置于第二臂13,能够使用惯性传感器52的输出高精度地检测第二臂13的振动。因此,能够基于惯性传感器52的输出,利用相对较简单的控制来减少第二臂13的振动。

[0124] 另外,由于作为角速度传感器的惯性传感器51的检测轴 α_1 的轴向与第一转动轴01的轴向平行,所以能够使用惯性传感器51的输出高精度地检测第一臂12的绕第一转动轴01的振动。因此,能够高效地减少机器人1的振动。例如,在基于惯性传感器51的输出减少第一臂12的振动时,能够减少控制装置5中的马达401M的驱动的控制所需要的运算量。另外,与使用三轴型的角速度传感器的情况相比,还能够实现低成本化、实现第一臂12的轻型化。

[0125] 同样地,由于作为角速度传感器的惯性传感器52的检测轴 α_2 的轴向与第二转动轴

02的轴向平行,所以能够使用惯性传感器52的输出高精度地检测第二臂13的绕第二转动轴02的振动。

[0126] 根据以上说明的机器人系统100,能够缩小用于使机器人1不发生干扰的空间。另外,能够减少这样的机器人1的振动。

[0127] 第二实施方式

[0128] 接下来,对本发明的第二实施方式进行说明。

[0129] 图8是用于对本发明的第二实施方式所涉及的机器人系统的机器人所具备的惯性传感器(角速度传感器)进行说明的图。

[0130] 以下,对第二实施方式进行说明,但以与上述的实施方式的不同点为中心来进行说明,对于相同的事项省略其说明。

[0131] 图8所示的机器人1A除了代替上述的第一实施方式的机器人1的惯性传感器52而具备惯性传感器53(第二惯性传感器)以外,与上述的机器人1相同。

[0132] 惯性传感器53设置于第三臂14,是检测绕检测轴 $\alpha 3$ 的角速度 $\omega 3$ 的单轴型的角速度传感器。该惯性传感器53以检测轴 $\alpha 3$ 与第三转动轴03平行的方式设置。

[0133] 其中,此处的“检测轴 $\alpha 3$ 与第三转动轴03平行”也包含检测轴 $\alpha 3$ 相对于第三转动轴03在 5° 以下的范围内倾斜的情况。另外,图8所示的惯性传感器53的设置位置是一个例子,只要能够检测第三臂14的绕第三转动轴03的振动则不限于图示的位置,可以是第三臂14的任意的位置。例如,检测轴 $\alpha 3$ 也可以与第三转动轴03一致。另外,检测轴 $\alpha 3$ 也可以相对于第三转动轴03倾斜,该情况下,在高效地检测第三臂14的绕第三转动轴03的振动的基础上,优选该倾斜角度尽可能小,具体而言,优选是 45° 以下,更优选是 10° 以下。

[0134] 由于像这样惯性传感器53设置于第三臂14,所以能够基于惯性传感器53的输出来减少第二臂13以及第三臂14双方的振动。

[0135] 根据以上说明的第二实施方式,也能够缩小用于使机器人1A不发生干扰的空间,并且能够减少机器人1A的振动。

[0136] 第三实施方式

[0137] 接下来,对本发明的第三实施方式进行说明。

[0138] 图9是用于对本发明的第三实施方式所涉及的机器人系统的机器人所具备的惯性传感器(角速度传感器)进行说明的图。

[0139] 以下,对第三实施方式进行说明,但以与上述的实施方式的不同点为中心来进行说明,对于相同的事项则省略其说明。

[0140] 图9所示的机器人1B除了代替上述的第一实施方式的机器人1的惯性传感器51、52而具备惯性传感器53B(第一惯性传感器)以外,与上述的机器人1相同。

[0141] 惯性传感器53B设置于第三臂14,是检测绕相互正交的检测轴 $\alpha 3x$ 、 $\alpha 3y$ 、 $\alpha 3z$ 的角速度 $\omega 3x$ 、 $\omega 3y$ 、 $\omega 3z$ 的三轴型的角速度传感器。该惯性传感器53B以检测轴 $\alpha 3x$ 与第三转动轴03平行的方式来设置。该惯性传感器53B既可以是被构成为对3个单轴型的角速度传感器进行组合来检测绕检测轴 $\alpha 3x$ 、 $\alpha 3y$ 、 $\alpha 3z$ 的角速度 $\omega 3x$ 、 $\omega 3y$ 、 $\omega 3z$ 的惯性传感器,也可以是被构成为利用一个振动元件来检测绕检测轴 $\alpha 3x$ 、 $\alpha 3y$ 、 $\alpha 3z$ 的角速度 $\omega 3x$ 、 $\omega 3y$ 、 $\omega 3z$ 的惯性传感器。

[0142] 其中,图9所示的惯性传感器53B的设置位置是一个例子,并不限于图示的位置,

可以是第三臂14的任意的位置。另外,惯性传感器53B的设置姿势也并不限定于上述的姿势。另外,检测轴 α_{3x} 也可以与第三转动轴03一致。另外,检测轴 α_{3x} 也可以相对于第三转动轴03倾斜,该情况下,在使用惯性传感器53B的输出对机器人1进行控制时,也可以进行考虑到该倾斜的运算。

[0143] 在使用这样的惯性传感器53B的输出来减少机器人1B的振动时,以基于惯性传感器53B的输出分别减少第一臂12的绕第一转动轴01的振动、第二臂13的绕第二转动轴02的振动、以及第三臂14的绕第三转动轴03的振动的方式,对马达401M、402M、403M的驱动进行控制。此时,根据需要,也可以使用设置于驱动源401、402、403的旋转编码器(未图示)的转动角度信息。

[0144] 由于像这样将惯性传感器53B设置于第三臂14,所以能够基于惯性传感器53B的输出来减少第二臂13以及第三臂14的振动。

[0145] 特别是,在本实施方式中,由于惯性传感器53B具有相互不同的轴向的多个检测轴 α_{3x} 、 α_{3y} 、 α_{3z} ,所以能够使用惯性传感器53B的输出来检测机器人1B的相互不同的方向的振动。因此,能够基于惯性传感器53B的输出来减少机器人1B在多个方向上的振动。

[0146] 并且,即使将惯性传感器53B设置于比第一臂12、第二臂13靠前端侧的第三臂14,通过使用惯性传感器53B的输出不仅能够检测第三臂14的振动,也能够检测第一臂12以及第二臂13的所希望方向的振动,基于惯性传感器53B的输出,能够减少第一臂12的所希望方向的振动。因此,由于用于检测第一臂12、第二臂13、以及第三臂14的振动的惯性传感器的数量是一个便可,所以能够简化用于惯性传感器的布线,并且能够缩小机器人臂10整体。另外,即使惯性传感器53B的设置姿势是任意的,也能够检测设置位置上的所希望方向的振动。因此,惯性传感器53B的设置自由度增加。

[0147] 根据以上说明的第三实施方式,也能够缩小用于使机器人1B不发生干扰的空间,并且能够减少机器人1B的振动。

[0148] 第四实施方式

[0149] 接下来,对本发明的第四实施方式进行说明。

[0150] 图10是用于对本发明的第四实施方式的机器人系统的机器人所具备的惯性传感器(加速度传感器)进行说明的图。

[0151] 以下,对第四实施方式进行说明,但以与上述的实施方式的不同点为中心来进行说明,对于相同的事项则省略其说明。

[0152] 图10所示的机器人1C除了代替上述的第一实施方式的机器人1的惯性传感器51、52而具备惯性传感器51C、52C以外,与上述的机器人1相同。

[0153] 如图10所示,惯性传感器51C是检测与检测轴 β_1 平行的方向的加速度 a_1 的单轴型的加速度传感器。该惯性传感器51C以检测轴 β_1 成为与第一转动轴01不同的方向的方式来设置。通过像这样惯性传感器51C的检测轴 β_1 的轴向与第一转动轴01的轴向不同,能够使用惯性传感器51C的输出来高精度地检测第一臂12的绕第一转动轴01的振动。

[0154] 另外,惯性传感器52C是用于检测与检测轴 β_2 平行的方向的加速度 a_2 的单轴型的加速度传感器。该惯性传感器52C以检测轴 β_2 成为与第二转动轴02不同的方向的方式来设置。通过像这样惯性传感器52C的检测轴 β_2 的轴向与第二转动轴02的轴向不同,能够使用惯性传感器52C的输出来高精度地检测第二臂13的绕第二转动轴02的振动。

[0155] 作为这样的惯性传感器51C、52C,只要分别能够检测加速度便没有特别限定,例如,能够使用包含利用MEMS技术制造出的加速度传感器元件而构成的加速度传感器。另外,各惯性传感器51C、52C也可以是具有多个检测轴的加速度传感器。

[0156] 此外,图10所示的惯性传感器51C的设置位置是一个例子,只要能够检测第一臂12的绕第一转动轴01的振动则不限定于图示的位置。另外,对于图10所示的惯性传感器51C的设置姿势(检测轴 β 1的朝向),只要方便且能够检测第一臂12的绕第一转动轴01的振动,则不限定于图示的姿势。同样地,惯性传感器52C的设置位置以及设置姿势也不限于图示的设置位置以及设置姿势。

[0157] 根据以上说明的第四实施方式,也能够缩小用于使机器人1C不发生干扰的空间,并且能够减少机器人1C的振动。

[0158] 以上,基于图示的实施方式对本发明的机器人、控制装置以及机器人系统进行了说明,但本发明并不限于此,各部的结构能够置换为具有相同的功能的任意结构。另外,也可以附加其它任意的结构物。另外,本发明也可以是对上述各实施方式中的、任意的2个以上的结构(特征)进行组合而成的。

[0159] 另外,在上述实施方式中,机器人具有的机器人臂的转动轴的数量是6个,但在本发明中,并不局限于此,机器人臂的转动轴的数量例如也可以是2个、3个、4个、5个或者7个以上。另外,在上述实施方式中,机器人具有的臂的数量是6个,但在本发明中,并不局限于此,机器人具有的臂的数量例如也可以是2个、3个、4个、5个、或者7个以上。

[0160] 另外,在上述实施方式中,机器人具有的机器人臂的数量是一个,但在本发明中,并不局限于此,机器人具有的机器人臂的数量例如也可以是2个以上。即,机器人例如也可以是双臂机器人等多臂机器人。

[0161] 另外,在上述的实施方式中,以作为惯性传感器将角速度传感器或者加速度传感器的任意一个设置于臂的情况为例进行了说明,但也可以将角速度传感器和加速度传感器组合而设置于臂。例如,作为第一惯性传感器以及第二惯性传感器中的至少一方的惯性传感器,也可以使用对具有3个检测轴的角速度传感器和具有3个检测轴的角速度传感器进行组合而成的传感器(所谓的六轴型的惯性传感器)。

[0162] 另外,在上述的实施方式中,以在第一臂、第二臂或者第三臂设置有第一惯性传感器或者第二惯性传感器的情况为例进行了说明,但惯性传感器的设置位置也可以是机器人臂的任意的部分,例如,既可以是第四臂,也可以是第五臂、第六臂或者像末端执行器那样的前端部。

[0163] 附图标记的说明

[0164] 1…机器人;1A…机器人;1B…机器人;1C…机器人;5…控制装置;10…机器人臂;11…基台;12…第一臂;13…第二臂;14…第三臂;15…第四臂;16…第五臂;17…第六臂;51…惯性传感器(第一惯性传感器);51C…惯性传感器(第一惯性传感器);52…惯性传感器(第二惯性传感器);52C…惯性传感器(第二惯性传感器);53…惯性传感器(第二惯性传感器);53B…惯性传感器(第一惯性传感器);61…轴承部;62…箭头;63…箭头;64…箭头;91…手部;100…机器人系统;101…顶部;102…安装面;105…区域;106…区域;111…凸缘;121…第一部分;122…第二部分;123…第三部分;141…第一部分;142…第二部分;151…支承部;152…支承部;171…关节;172…关节;173…关节;174…关节;175…关节;176…关节;

301...马达驱动器;302...马达驱动器;303...马达驱动器;304...马达驱动器;305...马达驱动器;306...马达驱动器;401...驱动源;401M...马达;402...驱动源;402M...马达;403...驱动源;403M...马达;404...驱动源;404M...马达;405...驱动源;405M...马达;406...驱动源;406M...马达;611...中心线;621...直线;a1...加速度;a2...加速度;01...第一转动轴(第n转动轴);02...第二转动轴(第(n+1)转动轴);03...第三转动轴(第(n+2)转动轴);04...第四转动轴;05...第五转动轴;06...第六转动轴;S...面积;W...宽度;WX...宽度; α_1 ...检测轴; α_2 ...检测轴; α_3 ...检测轴; α_{3x} ...检测轴; α_{3y} ...检测轴; α_{3z} ...检测轴; β_1 ...检测轴; β_2 ...检测轴; θ ...角度; ω_1 ...角速度; ω_2 ...角速度; ω_3 ...角速度; ω_{3x} ...角速度; ω_{3y} ...角速度; ω_{3z} ...角速度。

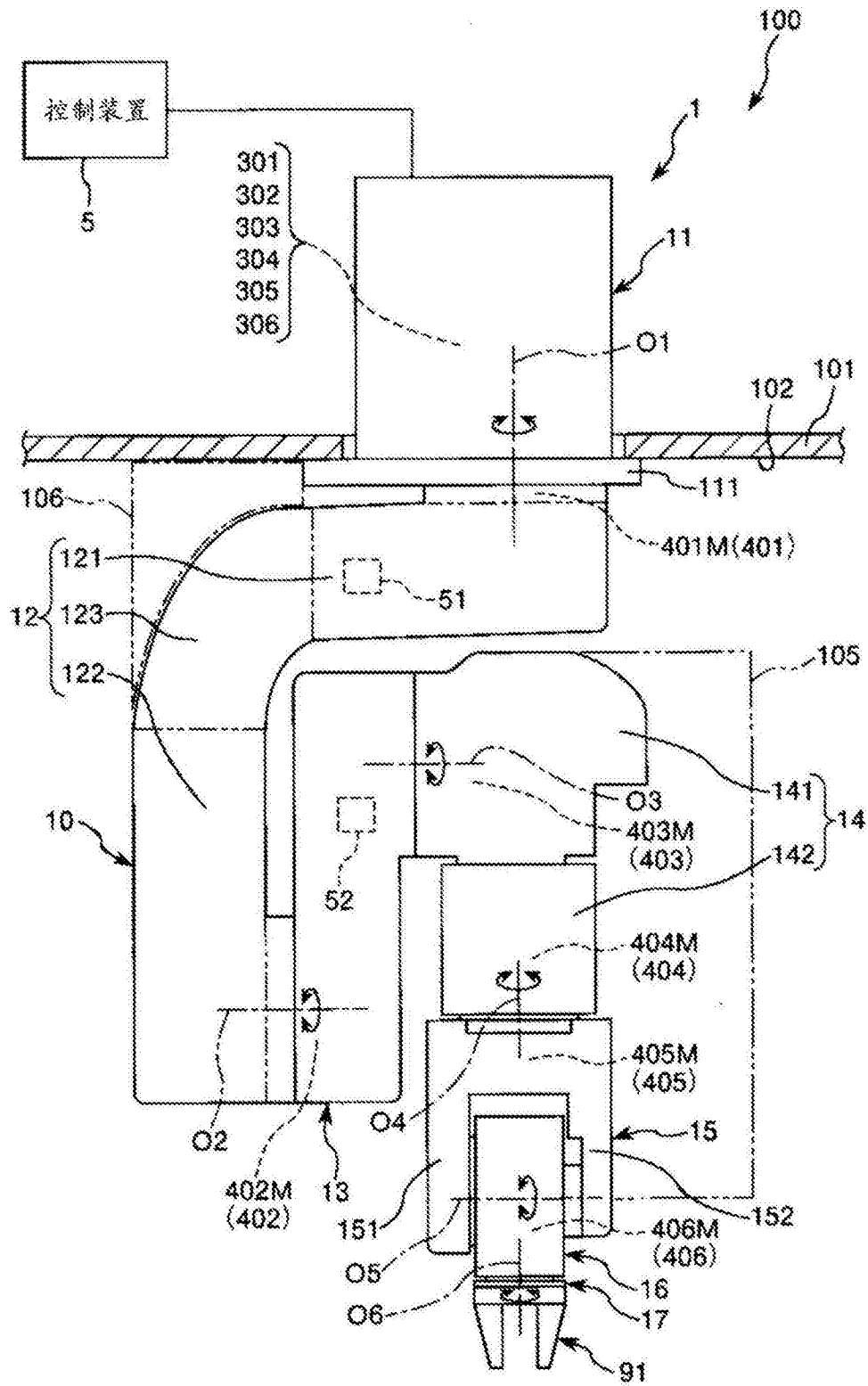


图1

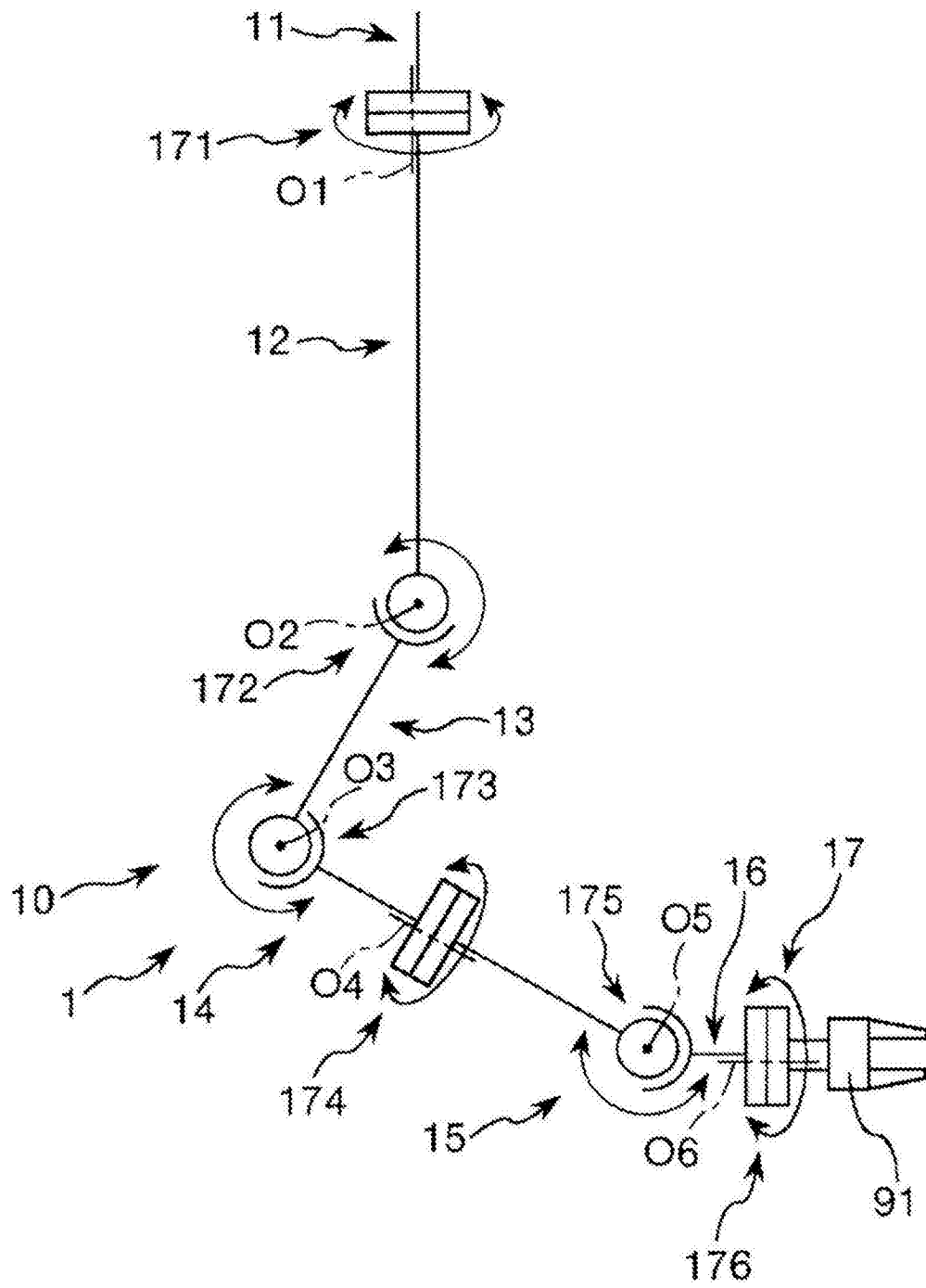


图2

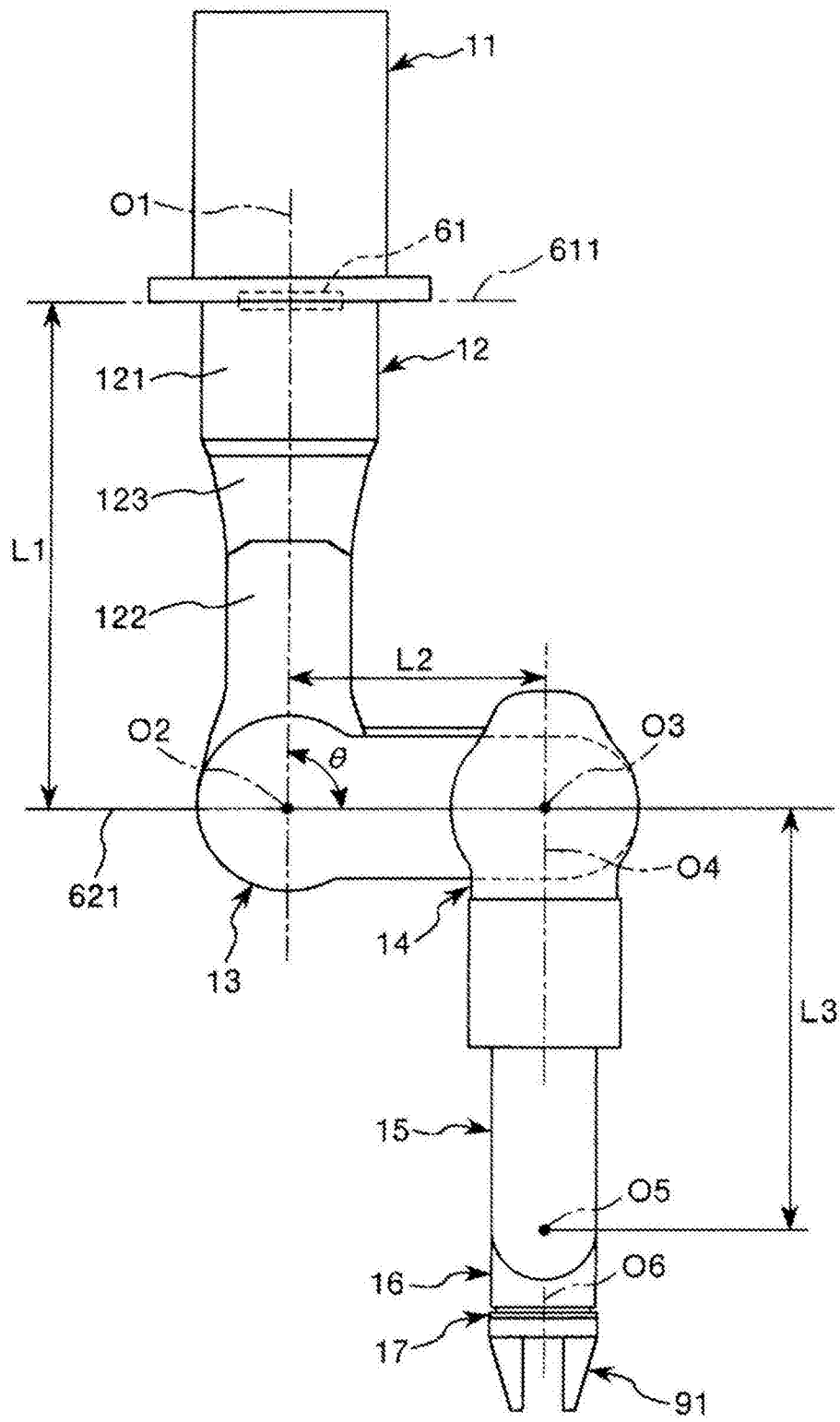


图3

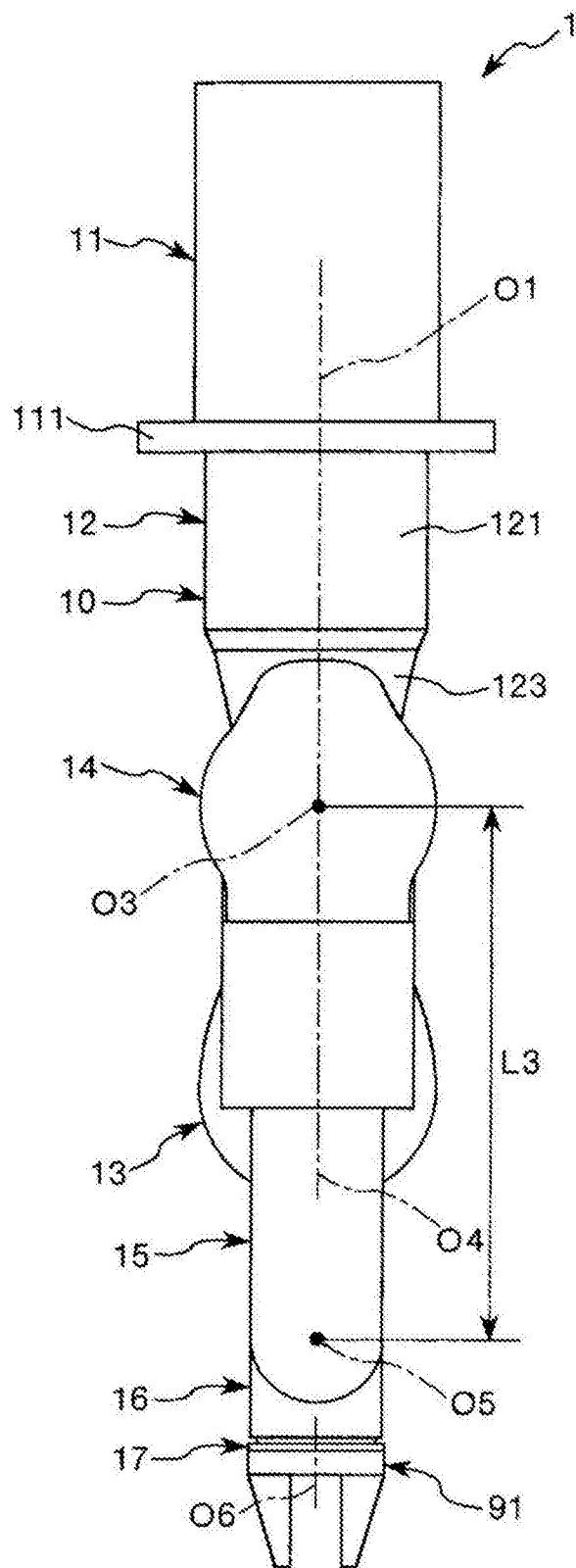


图4

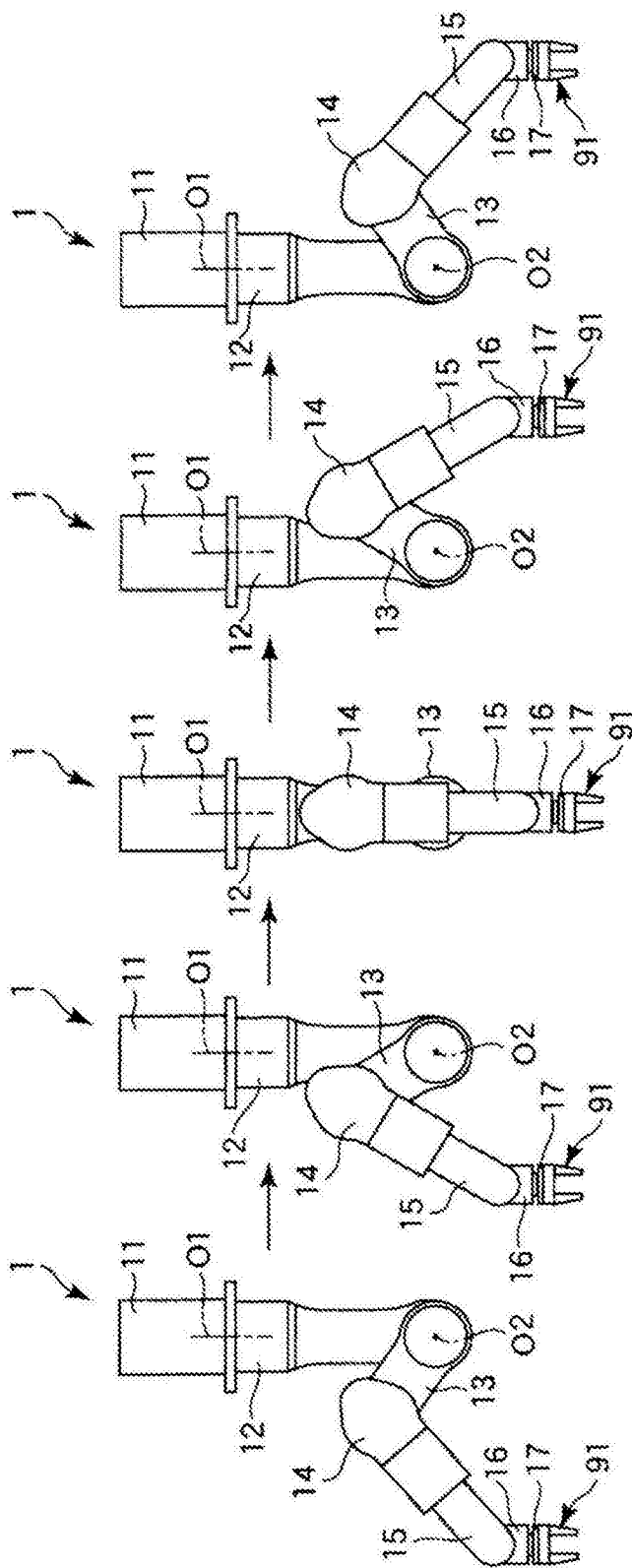


图5

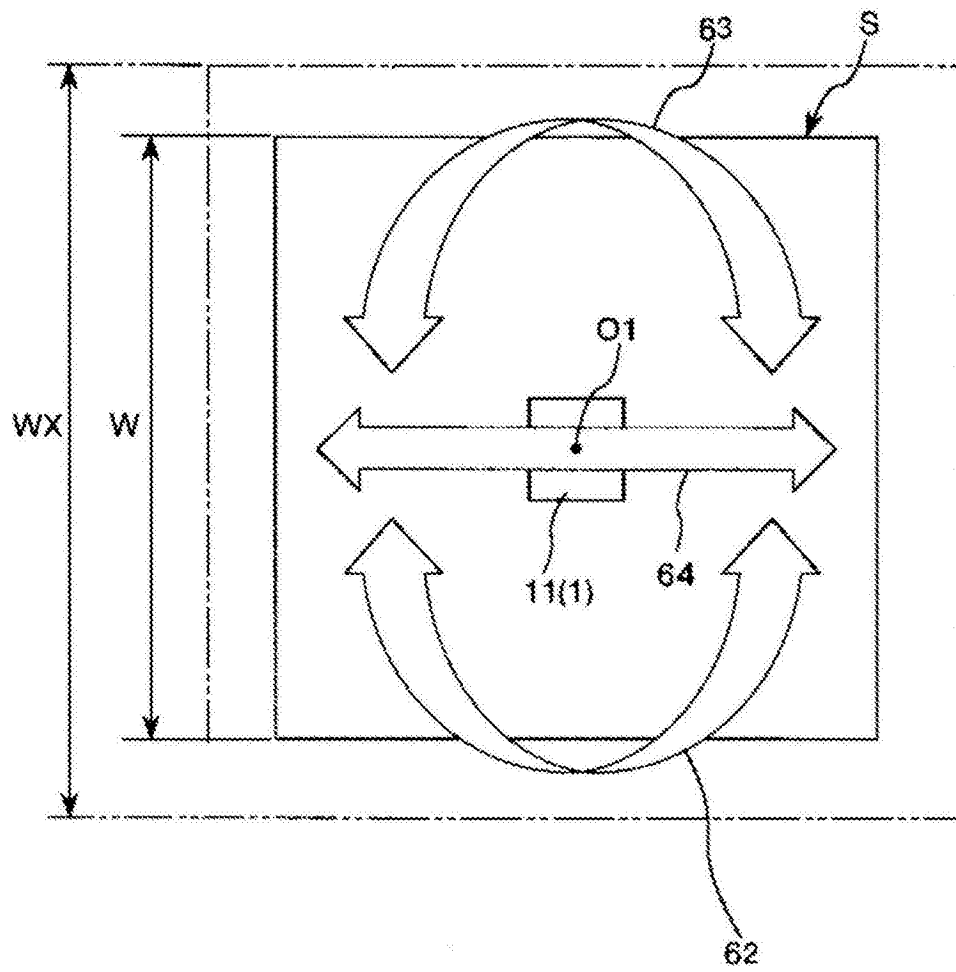


图6

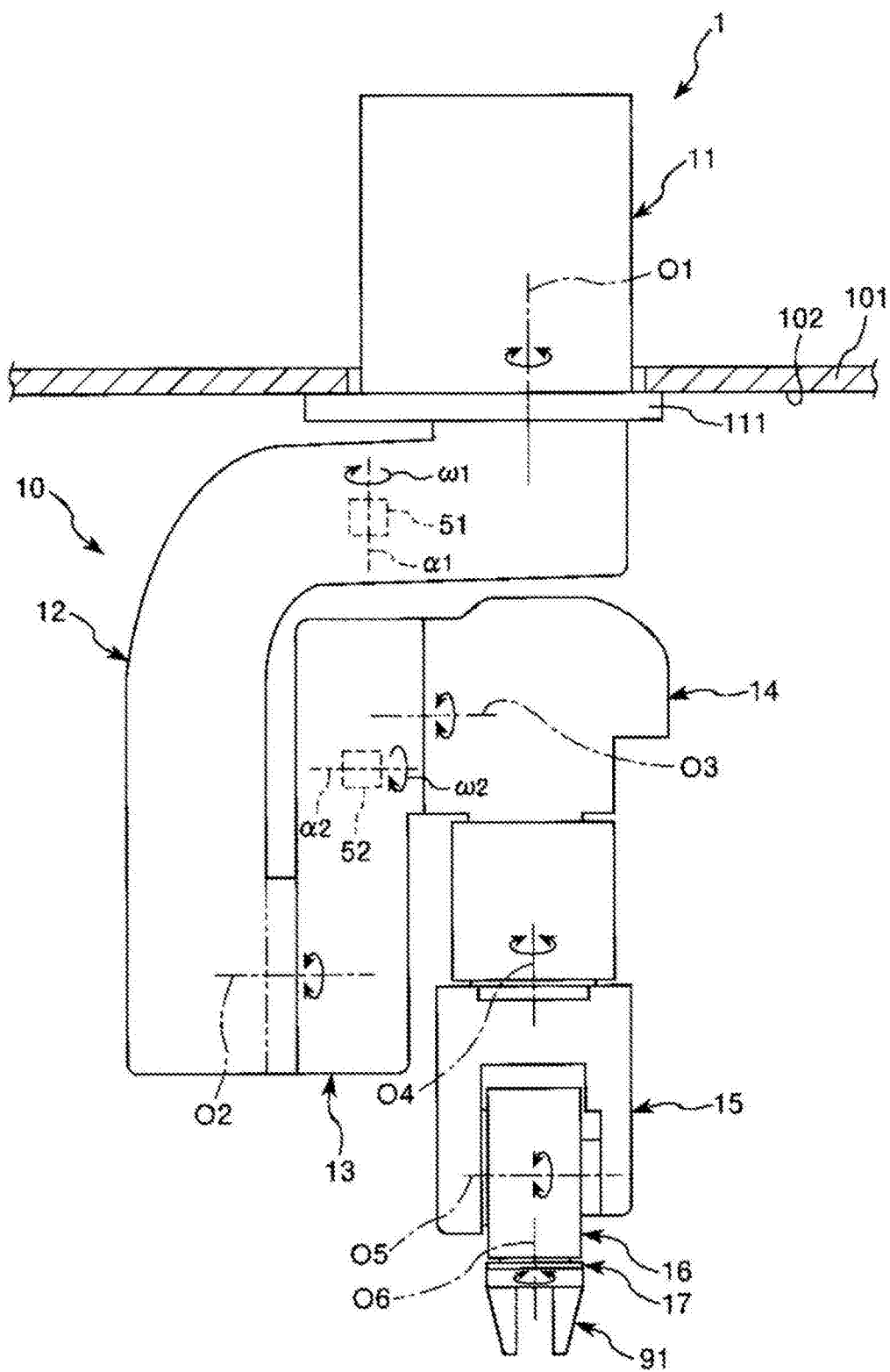


图7

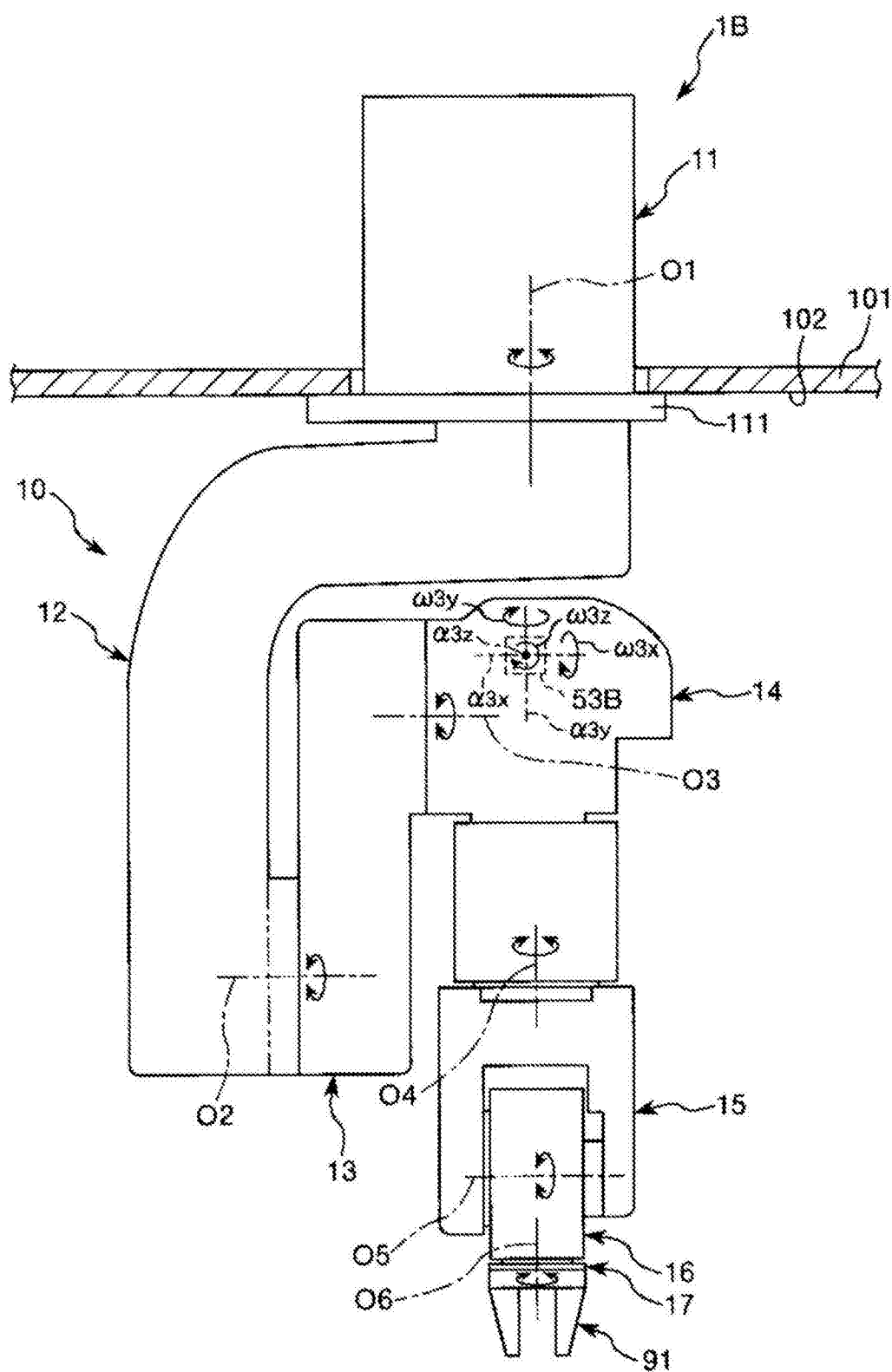


图9

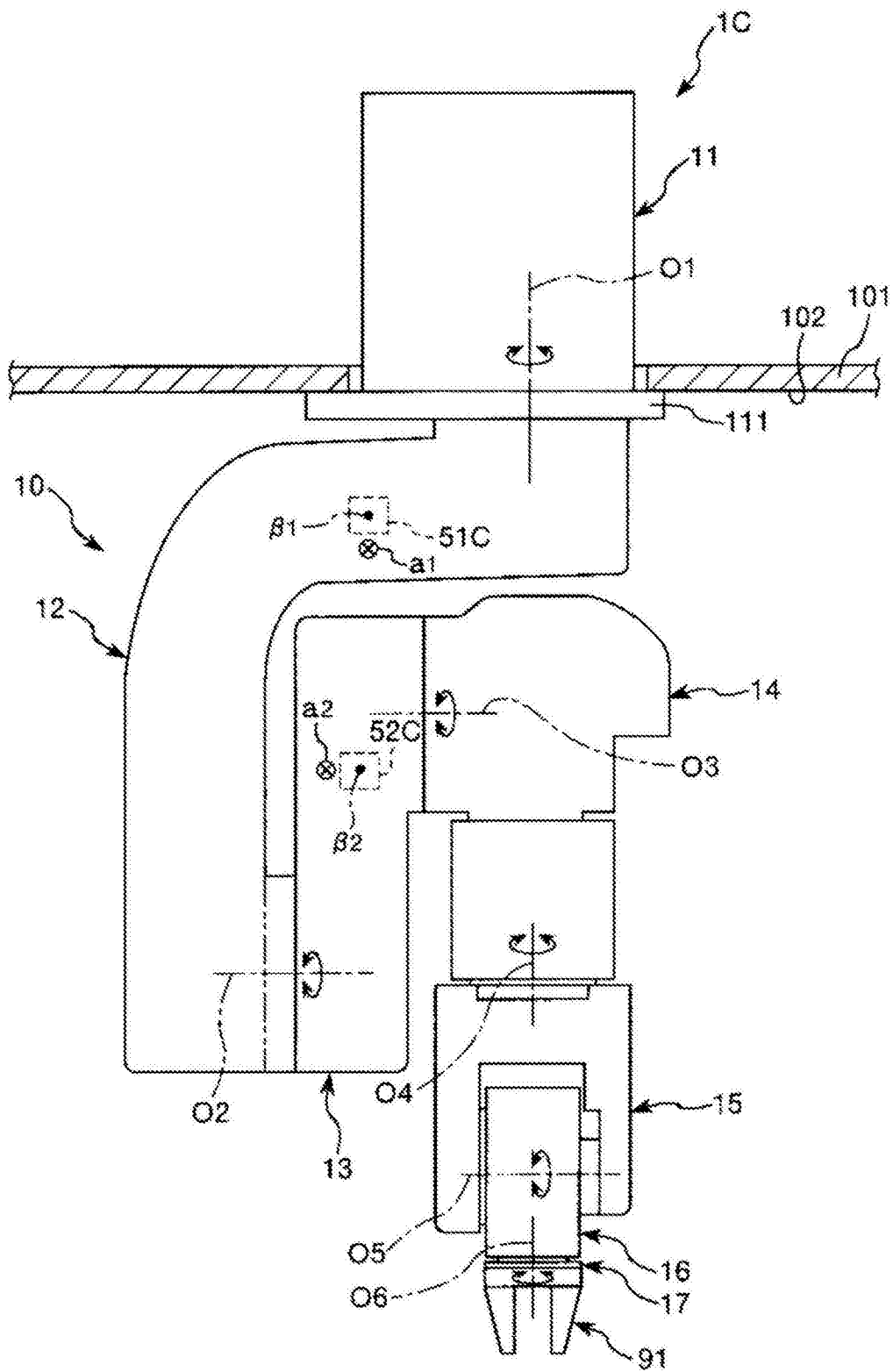


图10