



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106994680 B

(45) 授权公告日 2021. 09. 24

(21) 申请号 201610874545.4

B25J 9/16 (2006.01)

(22) 申请日 2016.09.30

B25J 13/08 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106994680 A

(56) 对比文件

EP 1052072 A1,2000.11.15

EP 1052072 A1,2000.11.15

US 2005113971 A1,2005.05.26

JP 2015085501 A,2015.05.07

JP 2015085501 A,2015.05.07

US 5566436 A,1996.10.22

CN 102649169 A,2012.08.29

CN 101116968 A,2008.02.06

CN 104057290 A,2014.09.24

CN 103507071 A,2014.01.15

CN 103128731 A,2013.06.05

(43) 申请公布日 2017.08.01

(30) 优先权数据

2015-231047 2015.11.26 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 小林正一 小岛嗣也 宫坂正辉

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 田喜庆

审查员 周海亮

(51) Int.Cl.

B25J 9/00 (2006.01)

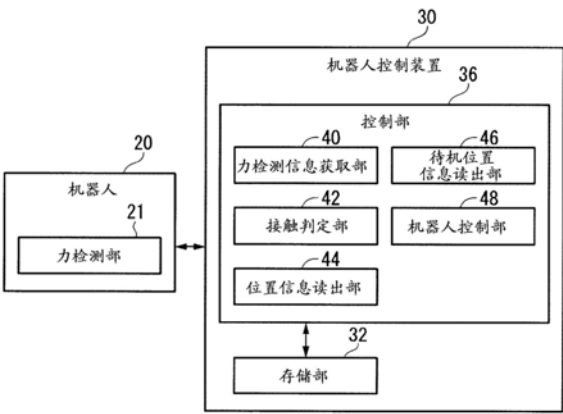
权利要求书1页 说明书25页 附图25页

(54) 发明名称

机器人以及机器人系统

(57) 摘要

本发明提供一种机器人,其能够抑制在第一对象物接触到与第二对象物具备的插入部不同的位置的情况下使第一对象物以及第二对象物变形的情况。该机器人具备臂部和上述臂部所具备的检测力的力检测器,该机器人通过上述臂部使第一对象物或者第二对象物中的至少一个向上述第一对象物与上述第二对象物接近的方向移动,在基于上述力检测器的输出判定为上述第一对象物接触到与上述第二对象物具备的插入部不同的位置的情况下,使上述第一对象物与上述第二对象物分离。



1. 一种机器人,其特征在于,具备:

臂部;以及

所述臂部所具备的检测力的力检测器,

所述机器人通过所述臂部使第一对象物接近第二对象物,并且在基于所述力检测器的输出判定为所述第一对象物接触到与所述第二对象物具备的供所述第一对象物插入的第一插入部不同的非插入部位置的情况下,使所述第一对象物从所述第二对象物分离,在进行两次以上所述第一对象物同所述非插入部位置的接触以及所述第一对象物与所述第二对象物的分离的情况下,朝向将所述第一对象物插入所述插入部的插入方向观察,使第一对象物扩大移动距离并且螺旋状地移动。

2. 根据权利要求1所述的机器人,其特征在于,

在判定为所述第一对象物接触到所述非插入部位置的情况下,使所述第一对象物沿着与将所述第一对象物插入至所述插入部的插入方向相反的方向以外的方向从所述第二对象物分离。

3. 根据权利要求1或2所述的机器人,其特征在于,

在判定为所述第一对象物接触到所述非插入部位置的情况下,使所述第一对象物以从所述位置起的所述第一对象物的移动的轨迹为直线的方式沿着与所述插入方向相反的方向以外的方向从所述第二对象物分离。

4. 一种机器人,其特征在于,具备:

臂部;以及

所述臂部所具备的检测力的力检测器,

所述机器人通过所述臂部使第二对象物接近第一对象物,并且在基于所述力检测器的输出判定为所述第一对象物接触到与所述第二对象物具备的供所述第一对象物插入的插入部不同的非插入部位置的情况下,使所述第二对象物从所述第一对象物分离,在进行两次以上所述第一对象物同所述非插入部位置的接触以及所述第一对象物与所述第二对象物的分离的情况下,朝向将所述第一对象物插入所述插入部的插入方向观察,使第二对象物扩大移动距离并且螺旋状地移动。

5. 根据权利要求4所述的机器人,其特征在于,

在判定为所述第一对象物接触到所述非插入部位置的情况下,使所述第二对象物沿着与将所述第一对象物插入至所述插入部的插入方向相反的方向以外的方向从所述第一对象物分离。

6. 根据权利要求4或5所述的机器人,其特征在于,

在判定为所述第一对象物接触到所述非插入部位置的情况下,使所述第二对象物以所述第二对象物的移动的轨迹为直线的方式沿着与所述插入方向相反的方向以外的方向从所述第一对象物分离。

7. 一种机器人系统,其特征在于,具备:

权利要求1~6中任意一项所述的机器人;以及

控制所述机器人的机器人控制装置。

## 机器人以及机器人系统

### 技术领域

[0001] 该发明涉及机器人以及机器人系统。

### 背景技术

[0002] 使两个物体嵌合的机器人的研究、开发正在进行。

[0003] 关于此,已知有通过使第一工件与第二工件接触的接触动作、利用第一工件探查第二工件的形状的探查动作、以及将第一工件向第二工件插入的插入动作这三个动作来进行使第一工件与第二工件嵌合的规定的作业亦即嵌合作业的机器人(参照专利文献1)。

[0004] 专利文献1:日本特开2014-166681号公报

[0005] 然而,在这样的机器人中,在使第一工件与第二工件接触的状态下移动第一工件来探查第二工件的形状,因而存在使第一工件和第二工件中的任意一方或者双方变形的情况。

### 发明内容

[0006] 为了解决上述课题中的至少一个,本发明的一方式是机器人,其具备臂部以及上述臂部所具备的检测力的力检测器,上述机器人通过上述臂部使第一对象物或者第二对象物中的至少一个向上述第一对象物与上述第二对象物接近的方向移动,并且在基于上述力检测器的输出判定为上述第一对象物接触到与上述第二对象物具备的插入部不同的位置的情况下,使上述第一对象物与上述第二对象物分离。

[0007] 根据该构成,机器人通过臂部使第一对象物或者第二对象物中的至少一个向第一对象物与第二对象物接近的方向移动,并且在基于力检测器的输出判定为第一对象物接触到与第二对象物具备的插入部不同的位置的情况下,使第一对象物与第二对象物分离。由此,机器人能够抑制在第一对象物接触到与第二对象物具备的插入部不同的位置的情况下使第一对象物以及第二对象物变形的情况。

[0008] 另外,本发明的其它的方式是在机器人中也可以使用如下构成:在判定为上述第一对象物接触到上述位置的情况下,使上述第一对象物或者上述第二对象物中的至少一个向上述第一对象物与上述第二对象物远离的方向中的与上述接近的方向相反的方向以外的方向移动,使上述第一对象物与上述第二对象物分离。

[0009] 根据该构成,机器人在判定为第一对象物接触到与第二对象物具备的插入部不同的位置的情况下,使第一对象物或者第二对象物中的至少一个向第一对象物与第二对象物远离的方向中的同第一对象物与第二对象物接近的方向相反的方向以外的方向移动,使第一对象物与第二对象物分离。由此,机器人能够使第一对象物或者第二对象物中的至少一个从与上一次的位置即开始使其向第一对象物与第二对象物接近的方向移动的位置不同的位置起开始向该方向移动。

[0010] 另外,本发明的其它的方式是在机器人中也可以使用如下构成:在判定为上述第一对象物接触到上述位置的情况下,使上述第一对象物或者上述第二对象物中的至少一个

以移动的轨迹为直线的方式从上述位置向上述第一对象物与上述第二对象物远离的方向中的与上述接近的方向相反的方向以外的方向移动,使上述第一对象物与上述第二对象物分离。

[0011] 根据该构成,机器人在判定为第一对象物接触到与第二对象物具备的插入部不同的位置的情况下,使第一对象物或者第二对象物中的至少一个以移动的轨迹为直线的方式从与第二对象物具备的插入部不同的位置向第一对象物与第二对象物远离的方向中的同第一对象物与第二对象物接近的方向相反的方向以外的方向移动,使第一对象物与第二对象物分离。由此,机器人能够缩短从使第一对象物与第二对象物分离起到使第一对象物或者第二对象物中的至少一个移动到使其再次开始向第一对象物与第二对象物接近的方向移动的位置所需要的时间。

[0012] 另外,本发明的其它的方式是在机器人中也可以使用如下构成:在进行两次以上上述第一对象物同与上述第二对象物的插入部不同的位置的接触以及上述第一对象物与上述第二对象物的分离的情况下,使上述第一对象物或者上述第二对象物中的至少一个在朝向上述接近的方向观察时螺旋状地移动。

[0013] 根据该构成,机器人在进行两次以上第一对象物同与第二对象物的插入部不同的位置的接触以及第一对象物与第二对象物的分离的情况下,使第一对象物或者第二对象物中的至少一个在朝向第一对象物与第二对象物接近的方向观察时螺旋状地移动。由此,机器人能够在使开始向第一对象物与第二对象物接近的方向移动的位置即第一对象物与第二对象物的插入部之间的相对位置螺旋状地变化的同时探查能够将第一对象物插入至第二对象物的插入部的位置。

[0014] 另外,本发明的其它的方式是在机器人中也可以使用如下构成:上述第一对象物是电子部件。

[0015] 根据该构成,机器人通过臂部使电子部件或者第二对象物中的至少一个向电子部件与第二对象物接近的方向移动,并且在基于力检测器的输出判定为电子部件接触到与第二对象物具备的插入部不同的位置的情况下,使电子部件与第二对象物分离。由此,机器人能够抑制在电子部件接触到与第二对象物具备的插入部不同的位置的情况下使电子部件以及第二对象物变形的情况。

[0016] 另外,本发明的其它的方式是在机器人中也可以使用如下构成:通过示教成为基准的位置亦即基准位置,来使上述第一对象物或者上述第二对象物中的至少一个向上述接近的方向移动。

[0017] 根据该构成,机器人通过示教成为基准的位置亦即基准位置,来使第一对象物或者第二对象物中的至少一个向第一对象物与第二对象物接近的方向移动。由此,机器人能够通过示教基准位置来使第一对象物或者第二对象物中的至少一个向第一对象物与第二对象物接近的方向移动。

[0018] 另外,本发明的其它的方式是机器人系统,其具备上述所记载的机器人以及控制上述机器人的机器人控制装置。

[0019] 根据该构成,机器人系统通过臂部使第一对象物或者第二对象物中的至少一个向第一对象物与第二对象物接近的方向移动,并且在基于力检测器的输出判定为第一对象物接触到与第二对象物具备的插入部不同的位置的情况下,使第一对象物与第二对象物分

离。由此,机器人系统能够抑制在第一对象物接触到与第二对象物具备的插入部不同的位置的情况下使第一对象物以及第二对象物变形的情况。

[0020] 根据以上,机器人以及机器人系统通过臂部使第一对象物或者第二对象物中的至少一个向第一对象物与第二对象物接近的方向移动,并且在基于力检测器的输出判定为第一对象物接触到与第二对象物具备的插入部不同的位置的情况下,使第一对象物与第二对象物分离。由此,机器人以及机器人系统能够抑制在第一对象物接触到与第二对象物具备的插入部不同的位置的情况下使第一对象物以及第二对象物变形的情况。

## 附图说明

[0021] 图1是表示第一实施方式所涉及的机器人系统1的构成的一个例子的图。

[0022] 图2是表示从与电容器EP的面中的设置了引脚(pin)P1以及引脚P2这两方的面水平的方向观察电容器EP的情况下的电容器EP的一个例子的图。

[0023] 图3是表示基板B的面中的插入引脚P1的一侧的面上的位置的一个例子的图。

[0024] 图4是图3所示的基板B的侧视图。

[0025] 图5是表示机器人控制装置30的硬件构成的一个例子的图。

[0026] 图6是表示机器人控制装置30的功能构成的一个例子的图。

[0027] 图7是表示第一实施方式中的机器人控制装置30使机器人20进行规定的作业的处理的流程的一个例子的流程图。

[0028] 图8是表示控制点T1移动到初次的第二插入动作中的第二待机位置的情况下的电容器EP与基板B的状态的一个例子的图。

[0029] 图9是表示紧接第二插入动作开始之后的电容器EP与基板B的状态的一个例子的图。

[0030] 图10是表示满足第二结束条件的情况下的电容器EP与基板B的状态的一个例子的图。

[0031] 图11是表示电容器EP (的引脚P1) 接触到与孔H1不同的位置的情况下的电容器EP与基板B的状态的一个例子的图。

[0032] 图12是表示进行了第二分离动作之后的电容器EP与基板B的状态的一个例子的图。

[0033] 图13是将在进行两次以上第二插入动作和第二分离动作的情况下,在从第二方向观察的情况下,每次进行第二插入动作而变化的第二待机位置亦即射影到基板B的插入引脚P1的一侧的面上的位置的一个例子描绘成以孔H1的中心为原点的二维曲线后的图。

[0034] 图14是表示在步骤S150中控制点T2移动到初次的第三插入动作中的第三待机位置之后的电容器EP与基板B的状态的一个例子的图。

[0035] 图15是表示紧接第三插入动作开始之后的电容器EP与基板B的状态的一个例子的图。

[0036] 图16是表示满足第三结束条件的情况下的电容器EP与基板B的状态的一个例子的图。

[0037] 图17是表示进行了第三插入动作之后的电容器EP与基板B的状态的一个例子的图。

[0038] 图18是表示电容器EP (的引脚P2) 接触到与孔H2不同的位置的情况下的电容器EP与基板B的状态的一个例子的图。

[0039] 图19是以观察基板B的面中的与插入引脚P1以及引脚P2的一侧相反侧的面的方式从与第一方向相反的方向观察图18所示的状态下的电容器EP与基板B的仰视图。

[0040] 图20是表示进行了第二分离动作之后的电容器EP与基板B的状态的一个例子的图。

[0041] 图21是表示第二实施方式所涉及的机器人系统1的构成的一个例子的图。

[0042] 图22是表示连接器PL1以及连接器PL2的规格的具体例的图。

[0043] 图23是表示第二实施方式中的机器人控制装置30使机器人20进行规定的作业的处理的流程的一个例子的流程图。

[0044] 图24是表示控制点T3移动到初次的第四插入动作中的第三待机位置的情况下的连接器PL1与连接器PL2的状态的一个例子的图。

[0045] 图25是表示紧接第四插入动作开始之后的连接器PL1与连接器PL2的状态的一个例子的图。

[0046] 图26是表示满足第三结束条件的情况下的连接器PL1与连接器PL2的状态的一个例子的图。

[0047] 图27是表示进行了第五插入动作之后的连接器PL1与连接器PL2的状态的一个例子的图。

[0048] 图28是表示连接器PL1接触到与插入部PL21不同的位置的情况下的连接器PL1与连接器PL2的状态的一个例子的图。

[0049] 图29是表示进行了第三分离动作之后的连接器PL1与连接器PL2的状态的一个例子的图。

## 具体实施方式

[0050] 第一实施方式

[0051] 以下,参照附图对本发明的第一实施方式进行说明。

[0052] 机器人系统的构成

[0053] 首先,对机器人系统1的构成进行说明。

[0054] 图1是表示第一实施方式所涉及的机器人系统1的构成的一个例子的图。机器人系统1具备机器人20和机器人控制装置30。

[0055] 机器人20是具备臂和支承臂的支承台的单臂机器人。

[0056] 单臂机器人是该一个例子中的具备一条臂部(胳膊)的机器人。此外,机器人20也可以代替单臂机器人而为多臂机器人。多臂机器人是具备两条以上的臂部的机器人。此外,多臂机器人中的具备两条臂部的机器人也被称为双臂机器人。即,机器人20也可以是具备两条臂部的双臂机器人,也可以是具备三条以上的臂部的多臂机器人。

[0057] 臂部具备末端执行器E、机械手M以及力检测部21。

[0058] 末端执行器E在该一个例子中是具备能够把持物体的指部的末端执行器。此外,末端执行器E也可以代替具备该指部的末端执行器而为能够通过磁铁、夹具等拿起物体的其它的末端执行器。

[0059] 末端执行器E通过电缆以能够进行通信的方式与机器人控制装置30连接。由此,末端执行器E进行基于从机器人控制装置30获取的控制信号的动作。此外,经由电缆的有线通信例如根据以太网(注册商标)、USB(Universal Serial Bus:通用串行总线)等的标准进行。另外,末端执行器E也可以构成通过根据Wi-Fi(注册商标)等通信标准进行的无线通信与机器人控制装置30连接。

[0060] 机械手M具备七个关节。另外,七个关节分别具备未图示的促动器。即,具备机械手M的臂部是7轴垂直多关节型的臂部。臂部通过由支承台、末端执行器E、机械手M、机械手M具备的七个关节各自的促动器实现的协作的动作进行7轴的自由度的动作。此外,臂部也可以构成以6轴以下的自由度进行动作,也可以构成以8轴以上的自由度进行动作。

[0061] 在臂部以7轴的自由度进行动作的情况下,与臂部以6轴以下的自由度进行动作的情况相比,能够获取的姿势增加。由此臂部例如能够使动作变得顺畅,并且能够容易地避免与存在于臂部的周边的物体的干扰。另外,在臂部以7轴的自由度进行动作的情况下,与臂部以8轴以上的自由度进行动作的情况相比,计算量少且容易。

[0062] 机械手M具备的七个(关节所具备的)促动器分别通过电缆以能够通信的方式与机器人控制装置30连接。由此,该促动器基于从机器人控制装置30获取的控制信号,使机械手M动作。此外,经由电缆的有线通信例如根据以太网(注册商标)、USB等的标准进行。另外,机械手M具备的七个促动器中的一部分或者全部也可以构成通过根据Wi-Fi(注册商标)等通信标准进行的无线通信与机器人控制装置30连接。

[0063] 在末端执行器E与机械手M之间具备力检测部21。力检测部21例如是力传感器。力检测部21检测作用于末端执行器E或者由末端执行器E把持的物体的力、力矩(转矩)。力检测部21通过通信向机器人控制装置30输出包含表示检测出的力、力矩的大小的值作为输出值的力检测信息。

[0064] 力检测信息被使用于由机器人控制装置30进行的臂部的基于力检测信息的控制。基于力检测信息的控制例如是阻抗控制等柔顺控制。此外,力检测部21也可以是转矩传感器等检测表示施加至末端执行器E或者由末端执行器E把持的物体的力、力矩的大小的值的其它的传感器。

[0065] 力检测部21通过电缆以能够通信的方式与机器人控制装置30连接。经由电缆的有线通信例如根据以太网(注册商标)、USB等标准进行。此外,力检测部21与机器人控制装置30也可以构成通过根据Wi-Fi(注册商标)等通信标准进行的无线通信来连接。

[0066] 此外,机器人20也可以构成除了上述说明的功能部之外,还具备一个以上的拍摄部。在该一个例子中,对机器人20不具备拍摄部的情况进行说明。

[0067] 机器人控制装置30通过向机器人20发送控制信号,来使机器人20动作。由此,机器人控制装置30使机器人20进行规定的作业。此外,机器人控制装置30也可以代替设置在机器人20的外部的构成,而为内置于机器人20的构成。

[0068] 机器人进行的规定的作业的概要

[0069] 以下,对在第一实施方式中机器人20进行的规定的作业的概要进行说明。

[0070] 在图1中,机器人20通过末端执行器E预先把持第一对象物。此外,机器人20也可以构成不预先把持第一对象物,而把持被配置在规定的供料区域的第一对象物。

[0071] 第一对象物是具有一个以上能够插入至第二对象物所具有的一个以上的各个插

入部的部位的物体。此外,该部位也可以是第一对象物的整体。例如,第一对象物是具有两个能够插入至基板所具有的孔的引脚的电子部件。以下,作为一个例子,对第一对象物是具有引脚P1和比引脚P1的长度短的长度的引脚P2来作为两个引脚的电容器EP的情况进行说明。此外,机器人控制装置30也可以构成为将第一对象物设为引脚P1和引脚P2中的任意一方或者双方来执行以下说明的处理。另外,第一对象物也可以代替电子部件,而为工业用的部件、零件、装置等,也可以是生物体等。

[0072] 第二对象物是具有能够插入第一对象物的至少一部分的一个以上的插入部的物体。例如,第二对象物是具有一个以上能够插入电子部件所具有的引脚的孔来作为该插入部的基板。以下,作为一个例子,对第二对象物是具有能够插入作为第一对象物的一个例子的电容器EP所具有的各个引脚P1和引脚P2的两个孔的基板B的情况进行说明。在图1中,基板B由夹具G支承。

[0073] 此外,第二对象物也可以代替基板B,而为工业用的部件、零件、装置等,也可以是生物体等。另外,在图1中,基板B由被设置于机器人20的接地面(例如地板)的夹具G支承,但也可以构成为由被设置于壁面、天花板等其它的位置的夹具G支承。

[0074] 作为规定的作业,机器人20将电容器EP具有的引脚P1插入至基板B具有的两个孔中的一个孔亦即孔H1。然后,在将引脚P1插入至孔H1之后,机器人20保持将引脚P1插入至孔H1的状态不变,并将电容器EP具有的引脚P2插入至基板B具有的两个孔中的与孔H1不同的孔H2。即,孔H1以及孔H2分别是第二对象物具备的插入部的一个例子。

[0075] 机器人控制装置30进行的处理的概要

[0076] 以下,对为了使第一实施方式中的机器人20进行规定的作业而机器人控制装置30进行的处理的概要进行说明。

[0077] 在该一个例子中,在电容器EP具有的引脚P1的前端部设定有与该前端部一起移动的作为第一个TCP(Tool Center Point:工具中心点)的控制点T1。在控制点T1设定有表示引脚P1的位置以及姿势的三维局部坐标系。该三维局部坐标系的原点表示控制点T1、即引脚P1的前端部的位置。另外,该三维局部坐标系的各坐标轴的方向表示控制点T1、即引脚P1的前端部的姿势。

[0078] 另外,在电容器EP具有的引脚P2的前端部设定有与该前端部一起移动的作为第二个TCP的控制点T2。在控制点T2设定有表示引脚P2的位置以及姿势的三维局部坐标系。该三维局部坐标系的原点表示控制点T2、即引脚P2的前端部的位置。另外,该三维局部坐标系的各坐标轴的方向表示控制点T2、即引脚P2的前端部的姿势。

[0079] 机器人控制装置30基于预先存储的表示孔H1和孔H2的各自的位置的信息亦即位置信息,通过臂部使电容器EP移动,从而使引脚P1的控制点T1移动到作为规定的待机位置的第一待机位置,并使控制点T1的姿势为规定的待机姿势。第一待机位置是表示在规定的作业中机器人控制装置30使机器人20进行的动作中的使电容器EP接近基板B的动作亦即第一插入动作中的控制点T1的起点的位置。

[0080] 在该一个例子中,孔H1的位置是插入引脚P1的一侧的基板B的面上的孔H1的中心的位置。此外,孔H1的位置也可以代替中心的位置,而是与孔H1建立了对应关系的其它的位置。另外,在该一个例子中,孔H2的位置是插入引脚P2的一侧的基板B的面上的孔H2的中心的位置。此外,孔H2的位置也可以代替中心的位置,而是与孔H2建立了对应关系的其它的位



置。

[0081] 此外,该位置信息也可以代替表示孔H1和孔H2的各自的位置的信息,而是表示从成为基准的位置亦即基准位置到孔H1和孔H2的各自的位置为止的相对位置的信息。例如,在机器人20被设置于台架的情况下,且在设置有机人20的台架和设置有支承基板B的夹具G的台架为不同的台架的情况下,存在预先存储于机器人控制装置30的位置信息所表示的孔H1和孔H2的各自的位置由于振动等而与当前的孔H1和孔H2的各自的位置偏移的情况。

[0082] 在该情况下,通过在设置有夹具G的台架设置基准位置,并使表示从该基准位置到孔H1和孔H2的各个为止的相对位置的信息预先存储于机器人控制装置30,从而机器人控制装置30能够通过仅重新存储该基准位置,而不重新存储孔H1和孔H2的各自的位置,就进行规定的作业。其结果是,用户能够缩短在规定的作业中使孔H1和孔H2的各自的位置存储于机器人控制装置30的作业所需要的时间。

[0083] 此外,机器人控制装置30可以构成通过直接示教来存储基准位置,也可以构成在基准位置粘贴标记,并通过由拍摄部拍摄该标记来检测基准位置。若对概要进行说明,则在直接示教中,通过基于从力检测部21获取到的力检测信息的控制,用户把持末端执行器E,使TCP移动到所希望的位置,并使移动后的该TCP的位置存储于机器人控制装置30。

[0084] 机器人控制装置30在通过臂部使控制点T1移动到作为第一插入动作中的起点的第一待机位置之后,通过使机器人20进行第一插入动作来使电容器EP开始接近基板B。具体而言,机器人控制装置30通过臂部使电容器EP开始向作为电容器EP与基板B接近的方向的第一方向移动。在进行第一插入动作的期间,机器人控制装置30反复基于力检测信息判定电容器EP(的引脚P1)是否接触到与孔H1不同的位置。机器人控制装置30只要持续基于力检测信息判定为电容器EP(的引脚P1)没有同与孔H1不同的位置接触,就使机器人20继续第一插入动作。然后,机器人控制装置30通过臂部使引脚P1插入至孔H1。

[0085] 另一方面,机器人控制装置30在进行第一插入动作的期间,基于力检测信息判定为电容器EP(的引脚P1)接触到与孔H1不同的位置的情况下,通过臂部使电容器EP与基板B分离。由此,机器人控制装置30能够抑制在电容器EP(的引脚P1)接触到与基板B具备的孔H1不同的位置的情况下使电容器EP以及基板B变形的情况。

[0086] 另外,机器人控制装置30在使电容器EP与基板B分离时,将与过去控制点T1在第一待机位置待机的时刻中的最近的时刻时的第一待机位置不同的位置作为新的第一待机位置,并使控制点T1移动到该第一待机位置。由此,机器人控制装置30使电容器EP与基板B分离,并且使过去的第一待机位置与孔H1的位置的相对位置关系变化为新的第一待机位置与孔H1的相对位置关系。即,机器人控制装置30每当使电容器EP与基板B分离时,与使电容器EP与基板B分离一起,使第一插入动作中的控制点T1的起点变更为与过去的该起点不同的起点。然后,机器人控制装置30通过使机器人20再次进行第一插入动作,来使电容器EP接近基板B。

[0087] 像这样,机器人控制装置30即使在基于力检测信息判定为电容器EP(的引脚P1)接触到与孔H1不同的位置的情况下,也能够通过反复利用臂部使电容器EP接近基板B和使电容器EP从基板B分离,来抑制使电容器EP和基板B中任意一方或者双方变形,并将引脚P1插入至孔H1。

[0088] 在引脚P1插入至孔H1之后,机器人控制装置30保持将引脚P1插入于孔H1的状态不

变,通过臂部使控制点T2移动到与第一待机位置不同的位置亦即第二待机位置。第二待机位置是表示在规定的作业中机器人控制装置30使机器人20进行的动作中的、在保持将引脚P1插入至孔H1的状态不变的情况下使电容器EP接近基板B的动作亦即第二插入动作中的控制点T2的起点的位置。

[0089] 机器人控制装置30在通过臂部使控制点T2移动到作为第二插入动作的起点的第二待机位置之后,通过使机器人20进行第二插入动作来使电容器EP开始接近基板B。具体而言,机器人控制装置30通过臂部使电容器EP开始向电容器EP与基板B接近的方向亦即第一方向移动。在进行第二插入动作的期间,机器人控制装置30反复基于力检测信息判定电容器EP(的引脚P2)是否接触到与孔H2不同的位置。机器人控制装置30只要持续地基于力检测信息判定为电容器EP(的引脚P2)没有同与孔H2不同的位置接触,就使机器人20继续第二插入动作。然后,机器人控制装置30通过臂部使引脚P2插入至孔H2。

[0090] 另一方面,机器人控制装置30在进行第二插入动作的期间,基于力检测信息判定为电容器EP(的引脚P2)接触到与孔H2不同的位置的情况下,保持将引脚P1插入至孔H1的状态不变,通过臂部使电容器EP与基板B分离。由此,机器人控制装置30能够抑制在电容器EP(的引脚P2)接触到与基板B具备的孔H2不同的位置的情况下使电容器EP与基板B中的任意一方或者双方变形的情况。

[0091] 另外,机器人控制装置30在保持将引脚P1插入至孔H1的状态不变而使电容器EP与基板B分离时,将与过去控制点T2在第二待机位置待机的时刻中的最近的时刻时的第二待机位置不同的位置作为新的第二待机位置,并使控制点T2移动到该第二待机位置。由此,机器人控制装置30保持将引脚P1插入至孔H1的状态不变而使电容器EP与基板B分离,并且使过去的第二待机位置与孔H2的位置的相对位置关系变化为新的第二待机位置与孔H2的相对位置关系。即,机器人控制装置30每当使电容器EP与基板B分离时,与保持将引脚P1插入至孔H1的状态不变而使电容器EP与基板B分离一起,使第二插入动作中的控制点T2的起点变更为与过去的该起点不同的起点。然后,机器人控制装置30通过在保持将引脚P1插入至孔H1的状态下使机器人20再次进行第二插入动作,来使电容器EP接近基板B。

[0092] 像这样,机器人控制装置30即使在基于力检测信息判定为电容器EP(的引脚P2)接触到与孔H2不同的位置的情况下,也能够通过反复利用臂部使电容器EP与基板B接近和分离,来抑制使电容器EP与基板B双方变形,并将引脚P2插入至孔H2。

[0093] 其结果是,机器人控制装置30能够抑制使电容器EP与基板B中的任意一方或者双方变形,并且能够通过臂部使引脚P1插入至孔H1且使引脚P2插入至孔H2。

[0094] 在第一实施方式中,对在基于力检测信息判定为电容器EP(的引脚P1)接触到与孔H1不同的位置的情况、以及基于力检测信息判定为电容器EP(的引脚P2)接触到与孔H2不同的位置的情况下,机器人控制装置30使电容器EP与基板B分离的处理进行详细说明。

[0095] 电容器和基板的概要

[0096] 以下,参照图2~图4,对电容器EP和基板B的各自的概要进行说明。图2是表示从与电容器EP的面中的设置了引脚P1以及引脚P2双方的面水平的方向观察电容器EP的情况下的电容器EP的一个例子的图。在电容器EP中,从该面向与该面正交的方向设置有引脚P1。引脚P1的从该面到前端部的长度为长度L1(单位例如是毫米)。长度L1例如是32毫米。此外,长度L1也可以代替32毫米,而为其它的长度。

[0097] 另外,在电容器EP中,从该面向与该面正交的方向设置有引脚P2。引脚P2的从该面到前端部的长度为长度L2(单位例如是毫米)。长度L2例如是22毫米。此外,长度L2也可以代替22毫米,而为其它的长度。

[0098] 引脚P1的直径为直径 $\phi 1$ (单位例如是毫米)。直径 $\phi 1$ 例如是0.6毫米。此外,直径 $\phi 1$ 也可以代替0.6毫米,而为其它的直径。

[0099] 另外,引脚P2的直径为直径 $\phi 2$ (单位例如是毫米)。直径 $\phi 2$ 例如是0.6毫米。此外,直径 $\phi 2$ 也可以代替0.6毫米,而为其它的直径,也可以是与直径 $\phi 1$ 不同的直径。

[0100] 另外,引脚P1与引脚P2之间的距离是距离L3(单位例如是毫米)。距离L3例如是10毫米。此外,距离L3也可以代替10毫米,而为其它的距离。

[0101] 此外,电容器EP也可以是仅设置一个引脚的构成,也可以是设置三个以上引脚的构成。另外,引脚P1的长度和引脚P2的长度也可以是相同的长度。

[0102] 图3是表示基板B的面中的插入引脚P1的一侧的面的一个例子的图。另外,图4是图3所示的基板B的侧视图。如图3以及图4所示,在基板B形成有直径为直径 $\phi 3$ (单位例如是毫米)的孔H1和直径为直径 $\phi 4$ (单位例如是毫米)的孔H2。

[0103] 直径 $\phi 3$ 例如是0.8毫米。此外,直径 $\phi 3$ 也可以代替0.8毫米,而为其它的直径。直径 $\phi 4$ 例如是0.8毫米。此外,直径 $\phi 4$ 也可以代替0.8毫米,而为其它的直径。另外,从孔H1的中心到孔H2的中心的距离为距离L3。

[0104] 另外,基板B的面中的插入引脚P1的一侧的面的形状为长方形。该长方形的短边的长度为长度L4(单位例如是毫米)。长度L4例如是45毫米。此外,长度L4也可以代替45毫米,而为其它的长度。该长方形的长边的长度为长度L5(单位例如是毫米)。长度L5例如是60毫米。此外,长度L5也可以代替60毫米,而为其它的长度。

[0105] 另外,引脚P1的孔延伸的方向上的基板B的厚度为厚度L6(单位例如是毫米)。厚度L6例如是1毫米。此外,厚度L6也可以代替1毫米,而为其它的厚度。

[0106] 机器人控制装置的硬件构成

[0107] 以下,参照图5对机器人控制装置30的硬件构成进行说明。图5是表示机器人控制装置30的硬件构成的一个例子的图。机器人控制装置30例如具备:CPU(Central Processing Unit:中央处理器)31、存储部32、输入接受部33、通信部34以及显示部35。另外,机器人控制装置30经由通信部34与机器人20进行通信。这些构成要素经由总线Bus以能够相互通信的方式连接。

[0108] CPU31执行储存于存储部32的各种程序。

[0109] 存储部32例如包括HDD(Hard Disk Drive:硬盘驱动器)、SSD(Solid State Drive:固态硬盘)、EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory:电可擦可编程只读存储器)、ROM(Read-Only Memory:只读存储器)、RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)等。此外,存储部32也可以代替内置于机器人控制装置30的存储器,而是通过USB等数字输入输出端口等连接的外置型的存储装置。存储部32储存机器人控制装置30处理的各种信息、图像、程序、表示孔H1的位置和孔H2的位置的各个的位置信息、第一待机位置信息以及第二待机位置信息等。这里,对第一待机位置信息以及第二待机位置信息进行说明。

[0110] 第一待机位置信息包括表示从第一待机位置到孔H1的位置的相对位置的信息与

表示在由机器人20进行的规定的作业中反复进行的第一插入动作的执行顺序的信息建立了对应关系的信息。例如,在该执行顺序为0的情况下表示与表示该执行顺序的信息建立了对应关系的位置即从第一待机位置到孔H1的位置的相对位置的信息是表示第一次的第一插入动作中的位置即从第一待机位置到孔H1的位置的相对位置的信息。另外,在该执行顺序为1的情况下表示与表示该执行顺序的信息建立了对应关系的位置即从第一待机位置到孔H1的位置的相对位置的信息是表示第二次的第二插入动作中的位置即从第一待机位置到孔H1的位置的相对位置的信息。即,机器人控制装置30基于位置信息示出的孔H1的位置和第一待机位置信息,每当使机器人20进行第一插入动作时,确定与第一插入动作的执行顺序对应的第一待机位置,并使控制点T1向该第一待机位置移动。

[0111] 另外,第二待机位置信息包括表示从第二待机位置到孔H2的位置的相对位置的信息与表示在由机器人20进行的规定的作业中反复进行的第二插入动作的执行顺序的信息建立了对应关系的信息。例如,在该执行顺序为0的情况下表示与表示该执行顺序的信息建立了对应关系的位置即从第二待机位置到孔H2的位置的相对位置的信息是表示第一次的第二插入动作中的位置即从第二待机位置到孔H2的位置的相对位置的信息。另外,在该执行顺序为1的情况下表示与表示该执行顺序的信息建立了对应关系的位置即从第二待机位置到孔H2的位置的相对位置的信息是表示第二次的第二插入动作中的位置即从第二待机位置到孔H2的位置的相对位置的信息。即,机器人控制装置30基于位置信息示出的孔H2的位置和第二待机位置信息,每当使机器人20进行第二插入动作时,确定与第二插入动作的执行顺序对应的第二待机位置,并使控制点T2向该第二待机位置移动。

[0112] 输入接受部33例如是键盘、鼠标、具备触摸板等的示教板、其它的输入装置。此外,输入接受部33也可以作为触摸面板与显示部35一体地构成。

[0113] 通信部34例如包括USB等数字输入输出端口、以太网(注册商标)端口等而构成。

[0114] 显示部35例如是液晶显示器面板或者有机EL(ElectroLuminescence:电致发光)显示器面板。

[0115] 机器人控制装置的功能构成

[0116] 以下,参照图6对机器人控制装置30的功能构成进行说明。图6是表示机器人控制装置30的功能构成的一个例子的图。机器人控制装置30具备存储部32和控制部36。

[0117] 控制部36控制机器人控制装置30的整体。控制部36具备力检测信息获取部40、接触判定部42、位置信息读出部44、待机位置信息读出部46以及机器人控制部48。控制部36具备的这些功能部例如通过CPU31执行存储于存储部32的各种程序来实现。另外,这些功能部中的一部分或者全部也可以是LSI(Large Scale Integration:大规模集成电路)、ASIC(Application Specific Integrated Circuit:专用集成电路)等硬件功能部。

[0118] 力检测信息获取部40从力检测部21获取力检测信息。

[0119] 接触判定部42基于力检测信息获取部40获取到的力检测信息,判定第一对象物是否接触到与第二对象物具备的插入部(例如,上述的孔H1以及孔H2)不同的位置。

[0120] 位置信息读出部44从存储部32读出位置信息。

[0121] 待机位置信息读出部46从存储部32读出第一待机位置信息以及第二待机位置信息。

[0122] 机器人控制部48基于力检测信息获取部40获取到的力检测信息、接触判定部42判

定出的判定结果、位置信息读出部44从存储部32读出的位置信息、待机位置信息读出部46从存储部32读出的第一待机位置信息以及第二待机位置信息的一部分或者全部,使机器人20动作。

[0123] 机器人控制装置使机器人进行规定的作业的处理

[0124] 以下,参照图7,对第一实施方式中的机器人控制装置30使机器人20进行规定的作业的处理进行说明。图7是表示第一实施方式中的机器人控制装置30使机器人20进行规定的作业的处理的流程的一个例子的流程图。

[0125] 位置信息读出部44从存储部32读出位置信息(步骤S100)。接下来,待机位置信息读出部46从存储部32读出第一待机位置信息以及第二待机位置信息(步骤S110)。接下来,机器人控制部48基于在步骤S100中位置信息读出部44从存储部32读出的位置信息所表示的孔H1的位置、和待机位置信息读出部46从存储部32读出的第一待机位置信息,使控制点T1向初次的第一待机位置移动,并且使第一待机位置处的控制点T1的姿势与规定的待机姿势一致(步骤S120)。然后,机器人控制部48以表示第一插入动作的执行顺序的信息表示0的方式进行初始化,并存储该信息。这里,参照图8,对步骤S120的处理进行说明。

[0126] 图8是表示控制点T1移动到第一次的第一插入动作中的第一待机位置的情况下的电容器EP与基板B的状态的一个例子的图。如图8所示,第一次的第一插入动作中的第一待机位置是在沿与基板B的面中的插入引脚P1的一侧的面正交的方向延伸的孔H1的中心轴CA上从该面朝向电容器EP侧远离距离L7(单位例如是毫米)的位置。距离L7例如是10毫米。此外,距离L7也可以代替10毫米,而为其它的距离。

[0127] 另外,规定的待机姿势是在第一插入动作中,在使电容器EP向电容器EP与基板B接近的方向亦即第一方向移动的情况下,能够使引脚P1插入至孔H1的姿势。具体而言,规定的待机姿势是引脚P1的中心轴即沿与设置了引脚P1的电容器EP的面正交的方向延伸的中心轴与中心轴CA一致的姿势。即,在该一个例子中,第一插入动作中的第一方向是沿中心轴CA而电容器EP与基板B接近的方向。

[0128] 接下来,机器人控制部48使机器人20开始第一插入动作(步骤S130)。这里,参照图9,对步骤S130的处理进行说明。图9是表示紧接第一插入动作开始之后的电容器EP与基板B的状态的一个例子的图。如图9所示,机器人控制部48通过臂部使电容器EP开始沿电容器EP与基板B接近的方向亦即第一方向F1移动。第一方向F1如上述那样是沿中心轴CA而电容器EP与基板B接近的方向。另外,在第一插入动作中,机器人控制部48通过基于力检测信息获取部40从力检测部21获取到的力检测信息的控制进行第一插入动作。

[0129] 接下来,接触判定部42基于力检测信息获取部40从力检测部21获取到的力检测信息,在从步骤S130起开始的第一插入动作中,判定电容器EP(的引脚P1)是否接触到与孔H1不同的位置(步骤S140)。接触判定部42在基于从力检测部21获取到的力检测信息,判定为与设置了引脚P1的电容器EP的面正交的方向的力即施加给引脚P1的力在规定的第一阈值以上的情况下,判定为电容器EP(的引脚P1)接触到与孔H1不同的位置。第一阈值是小于引脚P1开始压弯的负载的力。另一方面,接触判定部42在基于从力检测部21获取到的力检测信息,判定为与设置了引脚P1的电容器EP的面正交的方向的力即施加给引脚P1的力小于规定的第一阈值的情况下,判定为电容器EP(的引脚P1)没有接触与孔H1不同的位置。在接触判定部42判定为电容器EP(的引脚P1)没有接触与孔H1不同的位置的情况下(步骤S140—

否), 机器人控制部48判定是否满足用于使第一插入动作结束的条件亦即第一结束条件(步骤S145)。这里, 参照图10, 对第一结束条件进行说明。

[0130] 图10是表示满足第一结束条件的情况下的电容器EP与基板B的状态的一个例子的图。在该一个例子中, 第一结束条件是指上述的中心轴CA上的控制点T1的位置从基板B的面中的插入引脚P1的一侧的面向第一方向F1侧远离距离L8(单位例如是毫米)以上。在图10所示的例子中, 中心轴CA上的控制点T1的位置从该面向第一方向F1侧远离距离L8。距离L8例如是10毫米。此外, 距离L8也可以代替10毫米, 而为其它的距离。另外, 第一结束条件也可以代替该条件, 而为其它的条件。

[0131] 在步骤S145中, 在机器人控制部48判定为不满足第一结束条件的情况下(步骤S145—否), 接触判定部42移至步骤S140, 再次判定电容器EP(的引脚P1)是否接触到与孔H1不同的位置。另一方面, 在判定为满足第一结束条件的情况下(步骤S145—是), 机器人控制部48使朝向第一方向F1的控制点T1的移动停止, 并使第一插入动作结束。然后, 机器人控制部48基于在步骤S100中位置信息读出部44从存储部32读出的位置信息所表示的孔H2的位置、和在步骤S110中待机位置信息读出部46从存储部32读出的第二待机位置信息, 使控制点T2向第一次的第二待机位置移动(步骤S150)。

[0132] 另一方面, 在步骤S140中, 接触判定部42判定为电容器EP(的引脚P1)接触到与孔H1不同的位置的情况下(步骤S140—是), 机器人控制部48使表示规定的作业中的第一插入动作的执行顺序的信息所表示的执行顺序增加1。然后, 机器人控制部48基于在步骤S100中位置信息读出部44从存储部32读出的位置信息所表示的孔H1的位置、在步骤S110中待机位置信息读出部46从存储部32读出的第一待机位置信息、以及表示该执行顺序的信息, 确定与该信息所表示的执行顺序对应的第一待机位置。机器人控制部48基于确定出的第一待机位置, 使机器人20进行通过臂部使电容器EP向电容器EP与基板B远离的方向中的与第一方向相反的方向以外的方向移动, 从而使电容器EP与基板B分离, 并且使控制点T1移动到该第一待机位置的第一分离动作(步骤S180)。在步骤S180中进行了第一分离动作之后, 机器人控制部48移至步骤S130, 再次开始第一插入动作。这里, 参照图11以及图12, 对电容器EP(的引脚P1)接触到与孔H1不同的位置的情况下的电容器EP与基板B的状态和步骤S180中的第一分离动作进行说明。

[0133] 图11是表示电容器EP(的引脚P1)接触到与孔H1不同的位置的情况下的电容器EP与基板B的状态的一个例子的图。对于电容器EP的引脚P1而言, 存在如下情况: 即使在步骤S130中使控制点T1移动到第一次的第一插入动作中的第一待机位置的情况下, 也因由臂部的刚性引起的误差、与基板B所设置的位置有关的误差等误差, 而引脚P1同与孔H1不同的位置接触。图11所示的状态示出由于这样的误差而引脚P1接触到与孔H1不同的位置的状态的一个例子。在步骤S140中, 接触判定部42判定为如图11所示那样电容器EP(的引脚P1)接触到与孔H1不同的位置的情况下, 机器人控制部48如图12所示那样在步骤S180中进行第一分离动作。

[0134] 图12是表示进行了第一分离动作之后的电容器EP与基板B的状态的一个例子的图。如图12所示, 机器人控制部48使机器人20进行通过使控制点T1(即, 电容器EP)向电容器EP与基板B远离的方向中的与第一方向相反的方向(即, 沿中心轴CA的方向)以外的方向F2移动, 而使电容器EP与基板B分离, 并且使控制点T1移动到与上一次的第一待机位置不同的

第一待机位置的第一分离动作。该第一待机位置与第一次的第一插入动作中的第一待机位置的情况相同,是从基板B的面中的插入引脚P1的一侧的面向与第一方向F1相反的方向侧远离距离L7的位置。但是,在第一分离动作之后,在朝向第一方向观察该面上的情况下,下一次的(这次的)第一待机位置射影到该面上的位置是与上一次的第一插入动作中的第一待机位置射影到该面上的位置不同的位置。此外,在图12所示的例子中,在进行了第一分离动作之后,在朝向第一方向F1观察该面上的情况下,第一待机位置射影到该面上的位置在该面上与孔H1的中心一致。

[0135] 另外,机器人控制部48在第一分离动作中,使控制点T1以移动的轨迹为直线的方式从控制点T1接触到的位置即与孔H1不同的位置向电容器EP与基板B远离的方向中的与第一方向F1相反的方向以外的方向移动,使电容器EP与基板B分离。由此,机器人控制部48能够缩短从使电容器EP与基板B分离起到使电容器EP移动到使其再次开始向电容器EP与基板B接近的方向移动的位置(即,第一待机位置)所需要的时间。此外,机器人控制部48也可以构成为:在第一分离动作中,使控制点T1以移动的轨迹为直线以外的轨迹的方式从控制点T1接触到的位置即与孔H1不同的位置向电容器EP与基板B远离的方向中的与第一方向F1相反的方向以外的方向移动,来使电容器EP与基板B分离。

[0136] 另外,在该一个例子中,在进行两次以上第一插入动作和第一分离动作的情况下,即、在进行两次以上电容器EP(的引脚P1)同与孔H1不同的位置的接触以及电容器EP与基板B的分离的情况下,机器人控制部48如图13所示那样基于第一待机位置信息使第一待机位置沿螺旋状的轨迹变化。该螺旋状的轨迹是第一待机位置的轨迹中的、第一待机位置射影到基板B的面中的插入引脚P1的一侧的面上的情况下的轨迹。图13是将在进行两次以上第一插入动作和第一分离动作的情况下每次进行第一插入动作而变化的第一待机位置即射影到基板B的插入引脚P1的一侧的面上的位置的一个例子描绘成以孔H1的中心为原点的二维曲线后的图。

[0137] 如图13所示,表示初次的第二插入动作中的第一待机位置的点PP0位于该二维曲线中的原点。另外,表示第二次的第二插入动作中的第一待机位置的点PP1位于该二维曲线中的从原点向X轴的正方向以及Y轴的正方向偏移了的点。另外,表示第三次的第二插入动作中的第一待机位置的点PP2位于该二维曲线中的从点PP1向X轴的负方向以及Y轴的正方向偏移了的点。在图13所示的二维曲线中描绘有20个这样的表示第一待机位置的点。此外,点PP20是表示第二十一次的第二插入动作中的第一待机位置的点。像这样,每当进行第二插入动作时,机器人控制部48基于第一待机位置信息,使第一待机位置沿螺旋状的轨迹变化。

[0138] 在进行了步骤S150的处理之后,机器人控制部48开始第二插入动作(步骤S155)。这里,参照图14以及图15,对在步骤S150中控制点T2移动到第一次的第二插入动作中的第二待机位置之后的电容器EP与基板B的状态、和步骤S155的处理进行说明。

[0139] 图14是表示在步骤S150中控制点T2移动到第一次的第二插入动作中的第二待机位置之后的电容器EP与基板B的状态的一个例子的图。如图14所示,第一次的第二插入动作中的第二待机位置是在向与基板B的面中的插入引脚P2的一侧的面正交的方向延伸的孔H2的中心轴CA2上从该面朝向电容器EP侧远离距离L8(单位例如是毫米)的位置。距离L8例如是5毫米。此外,距离L8也可以代替5毫米,而为其它的距离。

[0140] 图15是表示紧接第二插入动作开始之后的电容器EP与基板B的状态的一个例子的图。如图15所示,机器人控制部48通过臂部使电容器EP开始沿电容器EP与基板B接近的方向亦即第一方向F1移动。第一方向F1是如上述那样电容器EP与基板B沿中心轴CA接近的方向,并且是电容器EP与基板B沿中心轴CA2接近的方向。另外,在第二插入动作中,机器人控制部48通过基于力检测信息获取部40从力检测部21获取到的力检测信息的控制进行第二插入动作。

[0141] 接下来,接触判定部42基于力检测信息获取部40从力检测部21获取到的力检测信息,判定在从步骤S155开始的第二插入动作中,电容器EP(的引脚P2)是否接触到与孔H2不同的位置(步骤S160)。接触判定部42在基于从力检测部21获取到的力检测信息而判定为与设置了引脚P2的电容器EP的面正交的方向的力即施加给引脚P2的力在规定的第二阈值以上的情况下,判定为电容器EP(的引脚P2)接触到与孔H2不同的位置。第二阈值是小于引脚P2开始压弯的负载的力。另一方面,接触判定部42在基于从力检测部21获取到的力检测信息而判定为与设置了引脚P2的电容器EP的面正交的方向的力即施加给引脚P2的力小于规定的第二阈值的情况下,判定为电容器EP(的引脚P2)没有接触与孔H2不同的位置。在接触判定部42判定为电容器EP(的引脚P2)没有接触与孔H2不同的位置的情况下(步骤S160一否),机器人控制部48判定是否满足用于使第二插入动作结束的条件亦即第二结束条件(步骤S165)。这里,参照图16,对第二结束条件进行说明。

[0142] 图16是表示满足第二结束条件的情况下的电容器EP与基板B的状态的一个例子的图。在该一个例子中,第二结束条件是指上述的中心轴CA2上的控制点T2的位置从基板B的面中的插入引脚P2的一侧的面向第一方向F1侧远离距离L9(单位例如是毫米)以上。在图16所示的例子中,中心轴CA2上的控制点T2的位置从该面向第一方向F1侧远离距离L9。距离L9例如是10毫米。此外,距离L9也可以代替10毫米,而为其它的距离。另外,第二结束条件也可以代替该条件,而为其它的条件。

[0143] 在步骤S165中,机器人控制部48判定为不满足第二结束条件的情况下(步骤S165一否),接触判定部42移至步骤S160,再次判定电容器EP(的引脚P2)是否接触到与孔H2不同的位置。另一方面,在判定为满足第二结束条件的情况下(步骤S165一是),机器人控制部48使朝向第一方向F1的控制点T2的移动停止,使第二插入动作结束。然后,机器人控制部48使机器人20进行使电容器EP向第一方向F1移动直至基板B的插入引脚P1以及引脚P2的一侧的面与电容器EP的设置了引脚P1以及引脚P2的面接触的第三插入动作(步骤S170),使末端执行器E远离电容器EP后使臂部移动到规定的结束位置并使处理结束。此外,在步骤S170中,机器人控制部48也可以构成为使机器人20进行使电容器EP向第一方向F1移动直至基板B的插入引脚P1以及引脚P2的一侧的面与电容器EP的设置了引脚P1以及引脚P2的面之间的间隔与规定的间隔一致的第三插入动作。

[0144] 这里,参照图17,对步骤S170中的第三插入动作进行说明。图17是表示进行了第三插入动作之后的电容器EP与基板B的状态的一个例子的图。如图17所示,机器人控制部48在第三插入动作中,使电容器EP向第一方向F1移动直至基板B的插入引脚P1以及引脚P2的一侧的面与电容器EP的设置了引脚P1以及引脚P2的面接触。由此,机器人控制部48能够将电容器EP与基板B完全地组装。此外,第三插入动作也可以代替该动作,而为其它的动作。

[0145] 另一方面,在步骤S160中,接触判定部42判定为电容器EP(的引脚P2)接触到与孔



H2不同的位置的情况下(步骤S160一是),机器人控制部48使表示规定的作业中的第二插入动作的执行顺序的信息所表示的执行顺序增加1。然后,机器人控制部48基于在步骤S100中位置信息读出部44从存储部32读出的位置信息所表示的孔H2的位置、在步骤S110中待机位置信息读出部46从存储部32读出的第二待机位置信息、以及表示该执行顺序的信息,确定与该信息所表示的执行顺序对应的第二待机位置。机器人控制部48基于确定出的第二待机位置,使机器人20进行通过臂部使电容器EP向电容器EP与基板B远离的方向中的与第一方向相反的方向以外的方向移动,从而使电容器EP与基板B分离,并且使控制点T2移动到该第二待机位置的第二分离动作(步骤S190)。在步骤S190中进行了第二分离动作之后,机器人控制部48移至步骤S150,再次开始第二插入动作。这里,参照图18~图20,对电容器EP(的引脚P2)接触到与孔H2不同的位置的情况下的电容器EP与基板B的状态和步骤S190中的第二分离动作进行说明。

[0146] 图18是表示电容器EP(的引脚P2)接触到与孔H2不同的位置的情况下的电容器EP与基板B的状态的一个例子的图。对于电容器EP的引脚P2而言,存在如下情况:即使在步骤S150中使控制点T2移动到第一次的第二插入动作中的第二待机位置的情况下,也因由臂部的刚性所引起的误差、与基板B所设置的位置有关的误差等误差,而引脚P2接触到与孔H2不同的位置。图18所示的状态表示由于这样的误差而引脚P2接触到与孔H2不同的位置的状态的一个例子。在该情况下,如图19所示,机器人控制部48能够通过使控制点T2以引脚P1为旋转轴旋转,来使控制点T2的位置移动直到能够使电容器EP向第一方向移动而将引脚P2插入至孔H2的位置。图19是以观察基板B的面中的与插入引脚P1以及引脚P2的一侧相反侧的面的方式从与第一方向F1相反的方向观察图18所示的状态下的电容器EP与基板B的仰视图。图19所示的箭头CF表示使控制点T2以引脚P1为旋转轴旋转的情况下的控制点T2的轨迹。在步骤S160中,接触判定部42判定为电容器EP(的引脚P2)接触到与孔H2不同的位置的情况下,机器人控制部48如图20所示那样在步骤S190中进行第二分离动作。

[0147] 图20是表示进行了第二分离动作之后的电容器EP与基板B的状态的一个例子的图。如图20所示,机器人控制部48使机器人20进行通过使控制点T2(即,电容器EP)向电容器EP与基板B远离的方向中的与第一方向相反的方向(即,沿中心轴CA2的方向)以外的方向移动,来使电容器EP与基板B分离,并且使控制点T2移动到与上一次的第二待机位置不同的第二待机位置的第二分离动作。例如,机器人控制部48以使控制点T2向与第一方向F1相反的方向移动的方式使电容器EP与基板B分离,并且使控制点T2以引脚P1为旋转轴旋转。图20所示的箭头F4表示该控制点T2的旋转的方向。该第二待机位置与第一次的第二插入动作中的第二待机位置的情况相同,是从基板B的面中的插入引脚P2的一侧的面向与第一方向F1相反的方向侧远离距离L10的位置。但是,在第二分离动作之后,在从第一方向观察该面上的情况下,下一次的(这次的)第二待机位置射影到该面上的位置是与上一次的第二插入动作中的第二待机位置射影到该面上的位置不同的位置。此外,在图20所示的例子中,在进行了第二分离动作之后,在朝向第一方向F1观察该面上的情况下,第二待机位置射影到该面上的位置在该面上与孔H2的中心一致。

[0148] 另外,机器人控制部48在第二分离动作中,使控制点T2以移动的轨迹为直线的方式从控制点T2接触到的位置即与孔H2不同的位置向电容器EP与基板B远离的方向中的与第一方向F1相反的方向以外的方向移动,使电容器EP与基板B分离。由此,机器人控制部48能

够缩短从使电容器EP与基板B分离起到使电容器EP移动到使其再次开始向电容器EP与基板B接近的方向移动的位置(即,第二待机位置)为止所需要的时间。此外,机器人控制部48也可以构成为在第二分离动作中,使控制点T2以移动的轨迹为直线以外的轨迹的方式从控制点T2接触到的位置即与孔H2不同的位置向电容器EP与基板B远离的方向中的与第一方向F1相反的方向以外的方向移动,使电容器EP与基板B分离。

[0149] 如以上那样,机器人控制装置30能够抑制使电容器EP和基板B双方变形,并且能够将电容器EP的引脚P1插入至基板B的孔H1,并将电容器EP的引脚P2插入至基板B的孔H2。特别是,该一个例子中的电容器EP的引脚P1以及引脚P2那样的引脚存在由于被施加4~5牛顿左右的力而压弯的情况。机器人控制装置30能够通过机器人20使这样的容易折弯的引脚不被压弯地插入至孔。因此,机器人控制装置30(或者内置了机器人控制装置30的机器人20)能够在部件、产品的组装工厂等中进行不做出不良品的作业,其结果是,能够使作业效率、生产性提高。

[0150] 这里,根据发明者的实验,机器人20成功地使引脚P1以不接触与孔H1不同的位置的方式插入至孔H1,并且使引脚P2以不接触与孔H2不同的位置的方式插入至孔H2的情况下,机器人20使引脚P1插入至孔H1并且使引脚P2插入至孔H2所需要的平均时间为1.05秒。在进行多次该实验的情况下,机器人20使引脚P1插入至孔H1并且使引脚P2插入至孔H2所需要的时间在进行了多次的该实验的每一次中不同。因此,该平均是在进行了多次该实验时得到的多个实验结果的平均。

[0151] 另外,根据该实验,在机器人20通过第一次的第一插入动作使引脚P1接触到从孔H1偏离了0.8毫米的位置的情况下,机器人20使引脚P1插入至孔H1并且使引脚P2至插入孔H2所需要的平均时间为10.66秒。在进行了多次该实验的情况下,机器人20在通过第一次的第一插入动作使引脚P1接触到从孔H1偏离了0.8毫米的位置时进行的第一插入动作的次数,在进行了多次的该实验的每一次中不同。因此,该平均是进行了多次该实验时得到的多个实验结果的平均。

[0152] 此外,在第一实施方式中,也可以构成为在进行第一插入动作以及第二插入动作之前,力检测部21将力检测部21检测的力初始化为0。

[0153] 另外,机器人控制装置30也可以构成为:通过臂部使基板B向电容器EP与基板B接近的方向移动,并基于力检测信息判定电容器EP(的引脚P1)是否接触到与基板B具备的孔H1不同的位置,在判定为电容器EP(的引脚P1)接触到与基板B具备的孔H1不同的位置的情况下,使电容器EP与基板B分离。在该情况下,末端执行器E代替把持电容器EP,而把持基板B。

[0154] 另外,机器人控制装置30在机器人20为多臂机器人的情况下也可以构成为:通过第一条臂部具备的末端执行器把持电容器EP,通过第二条臂部具备的末端执行器把持基板B,通过两条臂部使电容器EP和基板B向电容器EP与基板B相互接近的方向移动,基于力检测信息判定电容器EP(的引脚P1)是否接触到与基板B具备的孔H1不同的位置,在判定为电容器EP(的引脚P1)接触到与基板B具备的孔H1不同的位置的情况下,使电容器EP与基板B分离。

[0155] 另外,机器人控制装置30在机器人系统1或者机器人20具备拍摄部的情况下也可以构成为:通过拍摄部拍摄包含基板B的插入引脚P1以及引脚P2的一侧的面的拍摄图像,并

基于拍摄到的该拍摄图像,检测孔H1和孔H2的各自的位置。在该情况下,控制部36也可以不具备位置信息读出部44。

[0156] 另外,在机器人系统1或者机器人20具备拍摄部的情况下,且在通过臂部使基板B向电容器EP与基板B接近的方向移动的情况下,机器人控制装置30也可以构成为:通过拍摄部拍摄包含电容器EP的引脚P1以及引脚P2的拍摄图像,并基于拍摄到的该拍摄图像,检测控制点T1和控制点T2的各自的位置。

[0157] 另外,在机器人系统1或者机器人20具备拍摄部的情况下,且在机器人20为多臂机器人,通过第一条臂部具备的末端执行器把持电容器EP,通过第二条臂部具备的末端执行器把持基板B,并通过两条臂部使电容器EP和基板B向电容器EP与基板B相互接近的方向移动的情况下,机器人控制装置30也可以构成为:通过拍摄部拍摄包含电容器EP的引脚P1以及引脚P2以及基板B的孔H1以及孔H2的拍摄图像,并基于拍摄到的该拍摄图像,检测控制点T1以及控制点T2或者孔H1以及孔H2中的至少一方的位置。

[0158] 另外,第一对象物与第二对象物的组合也可以代替电容器EP与基板B的组合,只要是相互嵌合的两个对象物的组合,则可以是任意的组合。

[0159] 第二实施方式

[0160] 以下,参照附图对本发明的第二实施方式进行说明。此外,第二实施方式中的机器人20的构成是与第一实施方式中的机器人20的构成相同的构成,所以省略说明。

[0161] 机器人进行的规定的作业的概要

[0162] 以下,对在第二实施方式中机器人20进行的规定的作业的概要进行说明。

[0163] 图21是表示第二实施方式所涉及的机器人系统1的构成的一个例子的图。在图21中,第二实施方式中的机器人20与第一实施方式中的机器人20相同地通过末端执行器E预先把持第一对象物。此外,机器人20也可以构成为不预先把持第一对象物,而把持配置在规定的供料区域的第一对象物。

[0164] 在第二实施方式中,对第一对象物是通信用的连接电缆中的公型的连接器(插头或者插口)PL1的情况进行说明。此外,第一对象物也可以代替连接器PL1,而为工业用的部件、零件、装置等,也可以是生物体等。

[0165] 另外,在第二实施方式中,对第二对象物是通信用的连接电缆中的母型的连接器(插孔)且是与作为第一对象物的一个例子的公型的连接器连接的连接器PL2的情况进行说明。在图21中,连接器PL2由夹具G2支承。此外,第二对象物也可以代替连接器PL2,而为工业用的部件、零件、装置等,也可以是生物体等。另外,在图21中,连接器PL2由被设置于机器人20的接地面(例如地板)的夹具G2支承,但也可以构成为由被设置于壁面、天花板等其它的位置的夹具G2支承。

[0166] 在该一个例子中,作为规定的作业,机器人20将连接器PL1插入至连接器PL2具备的插入部PL21。

[0167] 机器人控制装置进行的处理的概要

[0168] 以下,对为了使第二实施方式中的机器人20进行规定的作业而机器人控制装置30进行的处理的概要进行说明。

[0169] 以下,作为一个例子,对以成为机器人控制装置30使臂部移动的情况下的基准的三维坐标系亦即机器人坐标系的Y轴的正方向与使连接器PL1插入到插入部PL21的方向亦

即第一方向F5一致的方式来通过夹具G2支承连接器PL2的情况进行说明。即,与从插入部PL21拔出插入到插入部PL21的连接器PL1的方向相反的方向(第一方向F5)与该Y轴的正方向一致。此外,也可以以使连接器PL1插入到插入部PL21的方向与其它的方向一致的方式来通过夹具G2支承连接器PL2。

[0170] 另外,在该一个例子中,在连接器PL1的前端部的中心设定有与该中心一起移动的作为TCP的控制点T3。连接器PL1的前端部是连接器PL1的端部中的插入到插入部PL21的一端的端部。连接器PL1的前端部具有在连接器PL1被插入到由夹具G2支承的连接器PL2具备的插入部PL21的状态下与第一方向F5正交的面。该面的形状例如是长方形。即,该一个例子中的连接器PL1的前端部的中心是该长方形的矩心。

[0171] 在控制点T3设定有表示连接器PL1的位置以及姿势的三维局部坐标系。该三维局部坐标系的原点表示控制点T3即连接器PL1的前端部的中心的位置。另外,该三维局部坐标系的各坐标轴的方向表示控制点T3即连接器PL1的前端部的中心的姿势。例如,以在连接器PL1插入到插入部PL21的状态下,该三维局部坐标系的Z轴的正方向与机器人坐标系的Y轴的正方向一致的方式在控制点T3设定该三维局部坐标系。

[0172] 机器人控制装置30基于预先存储于存储部32的表示连接器PL2的插入部PL21的位置的信息亦即位置信息,通过臂部使连接器PL1移动,从而使连接器PL1的控制点T3移动到作为规定的待机位置的第三待机位置,并使控制点T3的姿势为规定的待机姿势。第三待机位置是表示在规定的作业中机器人控制装置30使机器人20进行的动作中的、使连接器PL1接近连接器PL2的动作亦即第四插入动作中的控制点T3的起点的位置。另外,在该一个例子中,规定的待机姿势是在控制点T3设定的三维局部坐标系的Z轴的正方向与机器人坐标系的Y轴的正方向一致的姿势。

[0173] 另外,在该一个例子中,插入部PL21的位置通过插入部PL21的前端部的中心的位置表示。插入部PL21的前端部是插入部PL21的端部中的插入连接器PL1的一端的端部。插入部PL21的前端部具有在被夹具G2支承的状态下与第一方向F5正交的面。该面的形状例如是长方形。即,该一个例子中的插入部PL21的前端部的中心是该长方形的矩心。此外,插入部PL21的位置也可以代替该位置,而为与该矩心建立了对应关系的其它的位置。

[0174] 此外,预先存储于存储部32的表示连接器PL2的插入部PL21的位置的信息亦即位置信息也可以代替表示插入部PL21的位置的信息,而为表示从成为基准的位置亦即基准位置到插入部PL21的位置的相对位置的信息。例如,在机器人20被设置于台架的情况下,在设置有机人20的台架与设置有支承连接器PL2的夹具G2的台架为不同的台架的情况下,存在预先存储于机器人控制装置30的位置信息所表示的插入部PL21的位置与当前的插入部PL21的位置由于振动等而偏移的情况。另外,在进行使机器人控制装置30存储插入部PL21的位置的示教的情况下,存在由于在周围存在导致干扰的其它的物体等理由而不能进行该示教的情况。

[0175] 在该情况下,在设置有夹具G2的台架设置基准位置,并预先使机器人控制装置30存储表示从该基准位置到插入部PL21的相对位置的信息,由此机器人控制装置30能够通过仅重新存储该基准位置,来进行规定的作业。其结果是,用户能够不使机器人控制装置30存储插入部PL21的位置来使规定的作业进行。

[0176] 机器人控制装置30在通过臂部使控制点T3移动到作为第四插入动作中的起点的

第三待机位置之后,使机器人20进行第四插入动作,由此使连接器PL1开始接近连接器PL2。具体而言,机器人控制装置30通过臂部使连接器PL1开始向连接器PL1与连接器PL2接近的方向亦即第一方向F5移动。在进行第四插入动作的期间,机器人控制装置30反复基于力检测信息判定连接器PL1是否接触到与插入部PL21不同的位置。机器人控制装置30只要持续基于力检测信息判定为连接器PL1没有接触到与插入部PL21不同的位置,就使机器人20继续进行第四插入动作。然后,机器人控制装置30通过臂部使连接器PL1插入到插入部PL21。

[0177] 另一方面,在进行第四插入动作的期间,机器人控制装置30在基于力检测信息判定为连接器PL1接触到与插入部PL21不同的位置的情况下,通过臂部使连接器PL1与连接器PL2分离。由此,机器人控制装置30能够抑制在连接器PL1接触到与连接器PL2具备的插入部PL21不同的位置的情况下使连接器PL1以及连接器PL2变形的情况。

[0178] 另外,机器人控制装置30在使连接器PL1与连接器PL2分离时,将与过去控制点T3在第三待机位置待机的时刻中的最近的时刻的第三待机位置不同的位置作为新的第三待机位置,并使控制点T3移动到该第三待机位置。由此,机器人控制装置30使连接器PL1与连接器PL2分离,并且使过去的第三待机位置与插入部PL21的位置的相对位置关系变化为新的第三待机位置与插入部PL21的相对位置关系。即,机器人控制装置30每当使连接器PL1与连接器PL2分离时,与使连接器PL1与连接器PL2分离一起,使第四插入动作中的控制点T3的起点变更为与过去的该起点不同的起点。然后,机器人控制装置30通过使机器人20再次进行第四插入动作,来使连接器PL1接近连接器PL2。

[0179] 像这样,机器人控制装置30即使在基于力检测信息判定为连接器PL1接触到与插入部PL21不同的位置的情况下,也能够反复通过臂部使连接器PL1与连接器PL2接近和使连接器PL1与连接器PL2分离,从而抑制使连接器PL1和连接器PL2中的任意一方或者双方变形,并能够将连接器PL1插入到插入部PL21。

[0180] 在第二实施方式中,对在基于力检测信息判定为连接器PL1接触到与插入部PL21不同的位置的情况下,机器人控制装置30使连接器PL1与连接器PL2分离的处理进行详细说明。

[0181] 连接器的规格的具体例

[0182] 以下,参照图22,对连接器PL1以及连接器PL2的规格的具体例进行说明。图22是表示连接器PL1以及连接器PL2的规格的具体例的图。如图22所示,连接器PL1以及连接器PL2的规格例如是USB—A型、HDMI (High-Definition Multimedia Interface:高清晰度多媒体接口,注册商标)。

[0183] 在连接器PL1以及连接器PL2的规格为USB—A型的情况下,将连接器PL1插入到连接器PL2的插入部PL21所需要的压力例如为10~15牛顿。另外,为了产生该压力而末端执行器E进行连接器PL1的把持所需要的压力亦即把持压力例如为10.3牛顿。

[0184] 另外,在连接器PL1以及连接器PL2的规格为HDMI (注册商标)的情况下,将连接器PL1插入到连接器PL2的插入部PL21所需要的压力例如为40~45牛顿。另外,为了产生该压力而末端执行器E进行连接器PL1的把持所需要的压力亦即把持压力例如为14牛顿。

[0185] 此外,连接器PL1以及连接器PL2的规格也可以代替USB—A型、HDMI (注册商标),而为其它的规格。

[0186] 机器人控制装置的硬件构成以及功能构成

[0187] 第二实施方式中的机器人控制装置30的硬件构成以及功能构成是与第一实施方式中的机器人控制装置30的硬件构成以及功能构成相同的构成,所以省略说明。

[0188] 机器人控制装置使机器人进行规定的作业的处理

[0189] 以下,参照图23,对第二实施方式中的机器人控制装置30使机器人20进行规定的作业的处理进行说明。图23是表示第二实施方式中的机器人控制装置30使机器人20进行规定的作业的处理的流程的一个例子的流程图。

[0190] 位置信息读出部44从存储部32读出位置信息(步骤S300)。接下来,待机位置信息读出部46从存储部32读出预先存储于存储部32的第三待机位置信息(步骤S310)。这里,对第三待机位置信息进行说明。第三待机位置信息包括表示从第三待机位置到插入部PL21的位置的相对位置的信息与表示在由机器人20进行的规定的作业中反复进行的第四插入动作的执行顺序的信息建立了对应关系的信息。例如,在该执行顺序为0的情况下表示与表示该执行顺序的信息建立了对应关系的位置即从第三待机位置到插入部PL21的位置的相对位置的信息是表示第一次的第四插入动作中的位置即从第三待机位置到插入部PL21的位置的相对位置的信息。另外,在该执行顺序为1的情况下表示与表示该执行顺序的信息建立了对应关系的位置即从第三待机位置到插入部PL21的位置的相对位置的信息是表示第二次的第四插入动作中的位置即从第三待机位置到插入部PL21的位置的相对位置的信息。即,机器人控制装置30基于位置信息所表示的插入部PL21的位置和第三待机位置信息,每当使机器人20进行第四插入动作时,确定与第四插入动作的执行顺序对应的第三待机位置,并使控制点T3移动到该第三待机位置。

[0191] 接下来,机器人控制部48基于在步骤S300中位置信息读出部44从存储部32读出的位置信息所表示的插入部PL21的位置、和在步骤S310中待机位置信息读出部46从存储部32读出的第三待机位置信息,使臂动作,使控制点T3移动到初次的第三待机位置,并且使第三待机位置上的控制点T3的姿势与上述的规定的待机姿势一致(步骤S320)。然后,机器人控制部48以表示第四插入动作的执行顺序的信息表示0的方式进行初始化,并存储该信息。这里,参照图24,对步骤S320的处理进行说明。

[0192] 图24是表示控制点T3移动到第一次的第四插入动作中的第三待机位置的情况下的连接器PL1与连接器PL2的状态的一个例子的图。图24所示的三维坐标系是上述的机器人坐标系。如图24所示,第一次的第四插入动作中的第三待机位置是在连接器PL1的姿势为规定的姿势的情况下,朝向机器人坐标系中的Y轴的负方向远离插入部PL21的前端部具有的面距离L11(单位例如是毫米)的位置。距离L11例如是10毫米。此外,距离L11也可以代替10毫米,而为其它的距离。

[0193] 接下来,机器人控制部48使机器人20开始第四插入动作(步骤S330)。这里,参照图25,对步骤S330的处理进行说明。图25是表示紧接第四插入动作开始之后的连接器PL1与连接器PL2的状态的一个例子的图。图25所示的三维坐标系是上述的机器人坐标系。如图25所示,机器人控制部48通过臂部使连接器PL1开始沿连接器PL1与连接器PL2接近的方向亦即第一方向F5移动。如上述那样,在该一个例子中,第一方向F5是机器人坐标系中的Y轴的正方向。另外,在第四插入动作中,机器人控制部48通过基于力检测信息获取部40从力检测部21获取到的力检测信息的控制来进行第四插入动作。

[0194] 接下来,接触判定部42基于力检测信息获取部40从力检测部21获取到的力检测信

息,在从步骤S330开始的第四插入动作中,判定连接器PL1是否接触到与插入部PL21不同的位置(步骤S340)。接触判定部42在基于从力检测部21获取到的力检测信息而判定为向与第一方向F5相反的方向对连接器PL1施加的力在规定的第三阈值以上的情况下,判定为连接器PL1接触到与插入部PL21不同的位置。第三阈值是比将连接器PL1插入到插入部PL21时所需要的最小的力(例如,图22所示的需要插入压力)大的力。例如,在连接器PL1和连接器PL2的规格为图22所示的USB-A型的情况下,第三阈值是比10牛顿大的力。另一方面,接触判定部42在基于从力检测部21获取到的力检测信息而判定为向与第一方向F5相反的方向对连接器PL1施加的力小于规定的第三阈值的情况下,判定为连接器PL1没有接触与插入部PL21不同的位置。在接触判定部42判定为连接器PL1没有接触与插入部PL21不同的位置的情况下(步骤S340—否),机器人控制部48判定是否满足用于使第四插入动作结束的条件亦即第三结束条件(步骤S345)。这里,参照图26,对第三结束条件进行说明。

[0195] 图26是表示满足第三结束条件的情况下的连接器PL1与连接器PL2的状态的一个例子的图。图26所示的三维坐标系是上述的机器人坐标系。在该一个例子中,第三结束条件是指控制点T3的沿机器人坐标系中的Y轴的方向上的位置从插入部PL21的前端部具有的面向第一方向F5侧远离距离L11(单位例如是毫米)以上。在图26所示的例子中,控制点T3的位置从该面沿该Y轴向第一方向F5侧远离距离L11。距离L11例如是5毫米。此外,距离L11也可以代替5毫米,而为其它的距离。另外,第三结束条件也可以代替该条件,而为其它的条件。

[0196] 在步骤S345中,机器人控制部48判定为不满足第三结束条件的情况下(步骤S345—否),接触判定部42移至步骤S340,再次判定连接器PL1是否接触到与插入部PL21不同的位置。另一方面,在判定为满足第三结束条件的情况下(步骤S345—是),机器人控制部48使朝向第一方向F5的控制点T3的移动停止,使第四插入动作结束。然后,机器人控制部48使机器人20进行使连接器PL1向第一方向F5移动直至连接器PL1完全插入至连接器PL2的第五插入动作(步骤S350),使末端执行器E与连接器PL1分离后使臂部移动到规定的结束位置,结束处理。这里,参照图27,对步骤S350中的第五插入动作进行说明。

[0197] 图27是表示进行了第五插入动作之后的连接器PL1与连接器PL2的状态的一个例子的图。图27所示的三维坐标系是上述的机器人坐标系。如图27所示,机器人控制部48在第五插入动作中通过臂部使连接器PL1向第一方向F5移动,直至连接器PL1完全插入至连接器PL2。由此,机器人控制部48能够将连接器PL1与连接器PL2完全连接。此外,第五插入动作也可以代替该动作,而为其它的动作。

[0198] 另一方面,在步骤S340中,接触判定部42判定为连接器PL1接触到与插入部PL21不同的位置的情况下(步骤S340—是),机器人控制部48使表示规定的作业中的第四插入动作的执行顺序的信息所表示的执行顺序增加1。然后,机器人控制部48基于在步骤S300中位置信息读出部44从存储部32读出的位置信息所表示的插入部PL21的位置、在步骤S310中待机位置信息读出部46从存储部32读出的第三待机位置信息、以及表示该执行顺序的信息,确定与进行第四插入动作的次数对应的第三待机位置。机器人控制部48基于确定出的第三待机位置,使机器人20进行通过臂部使连接器PL1向连接器PL1与连接器PL2远离的方向中的与第一方向F5相反的方向(在该一个例子中是机器人坐标系的Y轴的负方向)以外的方向移动,从而使连接器PL1与连接器PL2分离,并且使控制点T3移动到该第三待机位置的第三分离动作(步骤S360)。在步骤S360中进行了第三分离动作之后,机器人控制部48移至步骤

S330,再次开始第四插入动作。这里,参照图28以及图29,对连接器PL1接触到与插入部PL21不同的位置的情况下的连接器PL1与连接器PL2的状态、和步骤S360中的第三分离动作进行说明。

[0199] 图28是表示连接器PL1接触到与插入部PL21不同的位置的情况下的连接器PL1与连接器PL2的状态的一个例子的图。对于连接器PL1而言,存在如下情况:即使在步骤S320中使控制点T3移动到第一次的第四插入动作中的第三待机位置的情况下,也因由臂部的刚性引起的误差、与连接器PL2所设置的位置有关的误差等误差,而连接器PL1接触到与插入部PL21不同的位置。图28所示的状态示出由于这样的误差而连接器PL1接触到与插入部PL21不同的位置的状态的一个例子。在步骤S340中,接触判定部42判定为连接器PL1接触到与插入部PL21不同的位置的情况下,机器人控制部48如图29所示那样在步骤S360中进行第三分离动作。

[0200] 图29是表示进行了第三分离动作之后的连接器PL1与连接器PL2的状态的一个例子的图。如图29所示,机器人控制部48使机器人20进行通过使控制点T3(即,连接器PL1)向连接器PL1与连接器PL2远离的方向中的与第一方向F5相反的方向(在该一个例子中是机器人坐标系的Y轴的负方向)以外的方向F6移动,来使连接器PL1与连接器PL2分离,并且使控制点T3移动到与上一次的第三待机位置不同的第三待机位置的第三分离动作。该第三待机位置与第一次的第四插入动作中的第三待机位置的情况相同,是沿机器人坐标系的Y轴向与第一方向F5相反的方向侧远离插入部PL21的前端部具有的面距离L11的位置。但是,在第三分离动作之后,在朝向第一方向F5观察该面上的情况下,第三待机位置射影到该面上的位置是与第一次的第四插入动作中的第三待机位置射影到该面上的位置不同的位置。

[0201] 另外,机器人控制部48在第三分离动作中,使控制点T3以移动的轨迹为直线的方式从控制点T3接触到的位置即与插入部PL21不同的位置向连接器PL1与连接器PL2远离的方向中的与第一方向F5相反的方向以外的方向移动,使连接器PL1与连接器PL2分离。由此,机器人控制部48能够缩短从使连接器PL1与连接器PL2分离起到使连接器PL1移动到使其再次开始向连接器PL1与连接器PL2接近的方向移动的位置(即,第三待机位置)为止所需要的时间。此外,机器人控制部48也可以构成为在第三分离动作中,使控制点T3以移动的轨迹为直线以外的轨迹的方式从控制点T3接触到的位置即与插入部PL21不同的位置向连接器PL1与连接器PL2远离的方向中的与第一方向F5相反的方向以外的方向移动,使连接器PL1与连接器PL2分离。

[0202] 另外,在该一个例子中,在进行两次以上第四插入动作和第三分离动作的情况下,即进行两次以上连接器PL1同与插入部PL21不同的位置的接触以及连接器PL1与连接器PL2的分离的情况下,机器人控制部48如上述的图13所示那样基于第三待机位置信息,使第三待机位置沿螺旋状的轨迹变化。使控制点T3螺旋状地移动的处理是与图13中的使控制点T1螺旋状地移动的处理相同的处理,所以省略说明。

[0203] 此外,在第二实施方式中,也可以构成为:在进行第四插入动作之前,力检测部21将力检测部21检测的力初始化为0。

[0204] 另外,机器人控制装置30也可以构成为对第一实施方式中的第一分离动作和第二分离动作中的任意一方或者双方的执行次数设定上限。例如,也可以构成为:在第一分离动作的执行次数的上限为三次的情况下,机器人控制装置30在使第四次的第二分离动作执行



时,不执行该第一分离动作而使错误显示于显示部35。

[0205] 另外,机器人控制装置30也可以构成为对第二实施方式中的第三分离动作的执行次数设定上限。例如,也可以构成为:在第三分离动作的执行次数的上限为三次的情况下,机器人控制装置30在使第四次的第三分离动作执行时,不执行该第三分离动作而使错误显示于显示部35。

[0206] 如以上那样,机器人控制装置30能够抑制使连接器PL1与连接器PL2双方变形,并且能够将连接器PL1插入到插入部PL21。因此,机器人控制装置30(或者内置了机器人控制装置30的机器人20)能够在部件、产品的组装工厂等进行不做出不良品的作业,其结果是,能够使作业效率、生产性提高。

[0207] 此外,机器人控制装置30也可以构成为:通过臂部使连接器PL2向连接器PL1与连接器PL2接近的方向移动,基于力检测信息判定连接器PL1是否接触到与插入部PL21不同的位置,在判定为连接器PL1接触到与插入部PL21不同的位置的情况下,使连接器PL1与连接器PL2分离。在该情况下,末端执行器E代替把持连接器PL1,把持连接器PL2。

[0208] 另外,机器人控制装置30在机器人20为多臂机器人的情况下也可以构成为:通过第一条臂部具备的末端执行器把持连接器PL1,通过第二条臂部具备的末端执行器把持连接器PL2,通过两条臂部使连接器PL1和连接器PL2向连接器PL1与连接器PL2相互接近的方向移动,基于力检测信息判定连接器PL1是否接触到与插入部PL21不同的位置,在判定为连接器PL1接触到与插入部PL21不同的位置的情况下,使连接器PL1与连接器PL2分离。

[0209] 另外,机器人控制装置30在机器人系统1或者机器人20具备拍摄部的情况下也可以构成为:通过拍摄部拍摄包含插入部PL21的前端部具有的面的拍摄图像,并基于拍摄到的该拍摄图像,检测插入部PL21的位置。在该情况下,控制部36也可以不具备位置信息读出部44。

[0210] 另外,在机器人系统1或者机器人20具备拍摄部的情况下,在通过臂部使连接器PL2向连接器PL1与连接器PL2接近的方向移动的情况下,机器人控制装置30也可以构成为:通过拍摄部拍摄包含连接器PL1的前端部具有的面的拍摄图像,并基于拍摄到的该拍摄图像,检测控制点T3的位置。

[0211] 另外,在机器人系统1或者机器人20具备拍摄部的情况下,在机器人20为多臂机器人且通过第一条臂部具备的末端执行器把持连接器PL1,通过第二条臂部具备的末端执行器把持连接器PL2,通过两条臂部使连接器PL1和连接器PL2向连接器PL1与连接器PL2相互接近的方向移动的情况下,机器人控制装置30也可以构成为:通过拍摄部拍摄包含连接器PL1的前端部具有的面以及插入部PL21的前端部具有的面的拍摄图像,并基于拍摄到的该拍摄图像,检测控制点T3或者插入部PL21中的至少一个的位置。

[0212] 另外,第一对象物与第二对象物的组合也可以代替连接器PL1与连接器PL2的组合,只要是相互嵌合的两个对象物的组合,则可以是任意的组合。

[0213] 如以上说明的那样,第一实施方式以及第二实施方式中的机器人20(或者机器人系统1)通过臂部使第一对象物或者第二对象物中的至少一个向第一对象物与第二对象物接近的方向移动,在基于力检测部21的输出(在该一个例子中是力检测信息)判定为第一对象物接触到与第二对象物具备的插入部不同的位置的情况下,使第一对象物与第二对象物分离。由此,机器人20能够抑制在第一对象物接触到与第二对象物具备的插入部不同的位

置的情况下使第一对象物以及第二对象物变形的情况。

[0214] 另外,机器人20在判定为第一对象物接触到与第二对象物具备的插入部不同的位置的情况下,使第一对象物或者第二对象物中的至少一个向第一对象物与第二对象物远离的方向中的同第一对象物与第二对象物接近的方向相反的方向以外的方向移动,来使第一对象物与第二对象物分离。由此,机器人20能够使第一对象物或者第二对象物中的至少一个在第一对象物与第二对象物分离的前后从不同的位置向第一对象物与第二对象物接近的方向移动。

[0215] 另外,机器人20在判定为第一对象物接触到与第二对象物具备的插入部不同的位置的情况下,使第一对象物或者第二对象物中的至少一个以移动的轨迹为直线的方式从与第二对象物具备的插入部不同的位置向第一对象物与第二对象物远离的方向中的同第一对象物与第二对象物接近的方向相反的方向以外的方向移动,来使第一对象物与第二对象物分离。由此,机器人20能够缩短从使第一对象物与第二对象物分离起到使第一对象物或者第二对象物中的至少一个移动到使其再次开始向第一对象物与第二对象物接近的方向移动的位置为止所需要的时间。

[0216] 另外,机器人20在进行两次以上第一对象物与第二对象物的插入部不同的位置的接触以及第一对象物与第二对象物的分离的情况下,使第一对象物或者第二对象物中的至少一个在从第一对象物与第二对象物接近的方向观察时螺旋状地移动。由此,机器人20能够在使开始向第一对象物与第二对象物接近的方向移动的位置即第一对象物与第二对象物的插入部之间的相对位置螺旋状地变化的同时探查能够将第一对象物插入至第二对象物的插入部的位置。

[0217] 另外,机器人20通过臂部使电子部件或者第二对象物中的至少一个向电子部件与第二对象物接近的方向移动,在基于力检测器的输出判定为电子部件接触到与第二对象物具备的插入部不同的位置的情况下,使电子部件与第二对象物分离。由此,机器人20能够抑制在电子部件接触到与第二对象物具备的插入部不同的位置的情况下使电子部件以及第二对象物变形的情况。

[0218] 另外,机器人20通过示教成为基准的位置亦即基准位置,来使第一对象物或者第二对象物中的至少一个向第一对象物与第二对象物接近的方向移动。由此,机器人20能够通过示教基准位置来使第一对象物或者第二对象物中的至少一个向第一对象物与第二对象物接近的方向移动。

[0219] 以上,参照附图对该发明的实施方式进行了详述,但具体的构成并不限定于该实施方式,只要不脱离该发明的主旨,也可以进行变更、置换、删除等。

[0220] 另外,也可以将用于实现以上说明的装置(例如,机器人控制装置30)中的任意的构成部的功能的程序记录于计算机能够读取的记录介质,并使计算机系统读入该程序并执行。此外,这里所说的“计算机系统”包括OS(Operating System:操作系统)、周边设备等硬件。另外,“计算机能够读取的记录介质”是指软盘、光磁盘、ROM、CD(Compact Disk:压缩盘)一ROM等便携式介质、内置于计算机系统的硬盘等存储装置。并且“计算机能够读取的记录介质”也包括如经由因特网等网络、电话线路等通信线路发送程序的情况下的成为服务器、客户端的计算机系统内部的易失性存储器(RAM)那样保持程序恒定时间的记录介质。

[0221] 另外,上述的程序也可以从在存储装置等中储存了该程序的计算机系统,经由传

输介质,或者通过传输介质中的传输波,来传输到其它的计算机系统。这里,传输程序的“传输介质”是指如因特网等网络(通信网)、电话线路等通信线路(通信线)那样具有传输信息的功能的介质。

[0222] 另外,上述的程序也可以是用于实现上述的功能的一部分的程序。并且,上述的程序也可以是能够通过与已经记录于计算机系统的程序的组合来实现上述的功能的所谓的差分文件(差分程序)。

[0223] 附图标记说明:1…机器人系统,20…机器人,21…力检测部,30…机器人控制装置,31…CPU,32…存储部,33…输入接受部,34…通信部,35…显示部,36…控制部,40…力检测信息获取部,42…接触判定部,44…位置信息读出部,46…待机位置信息读出部,48…机器人控制部。

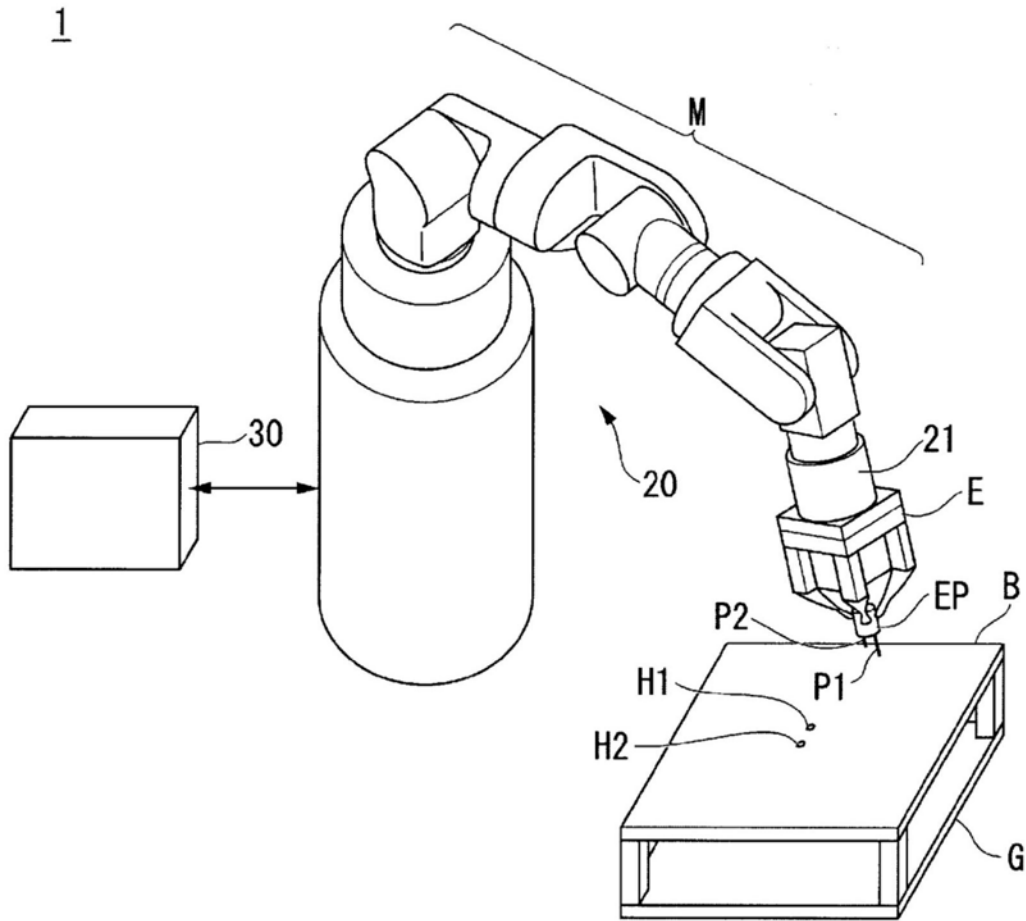


图1

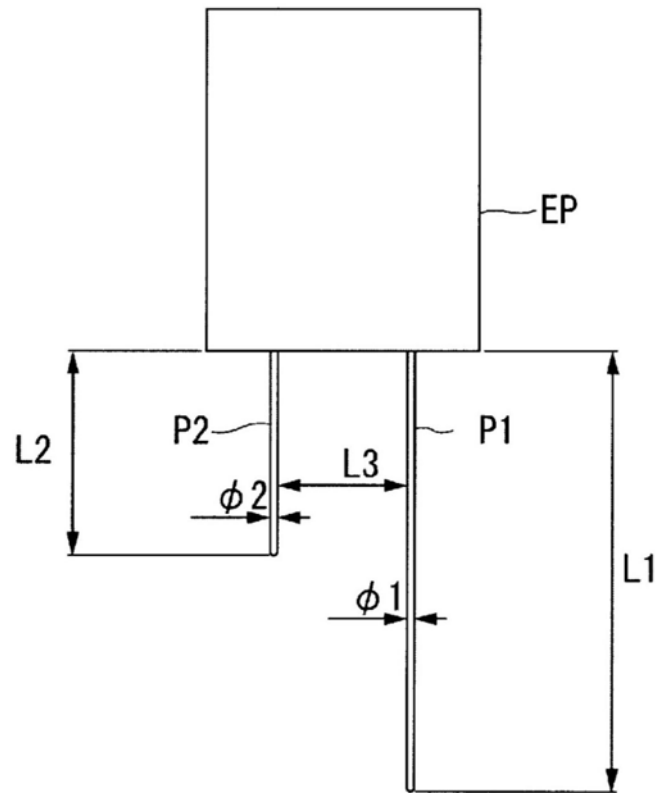


图2

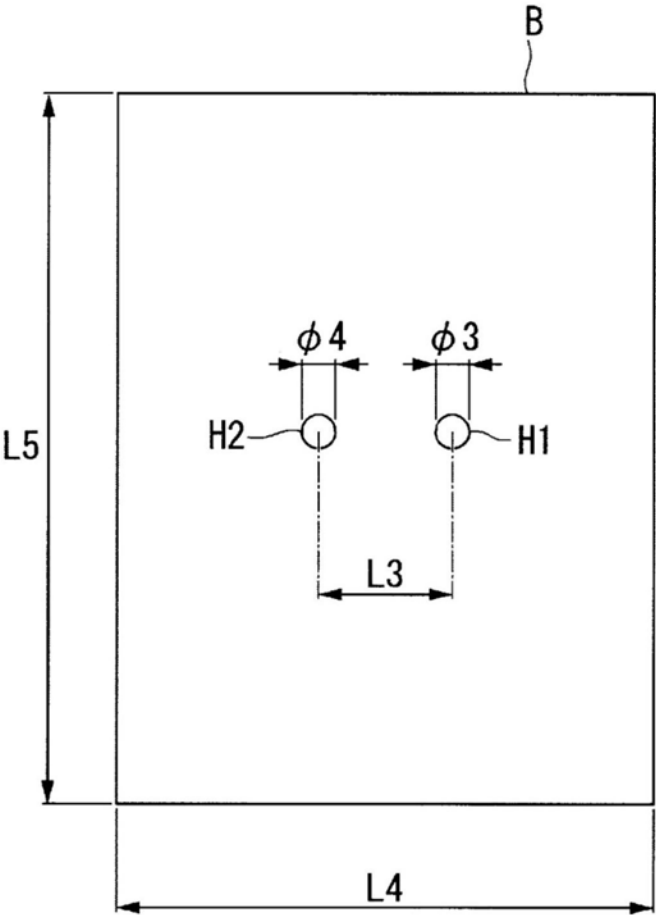


图3

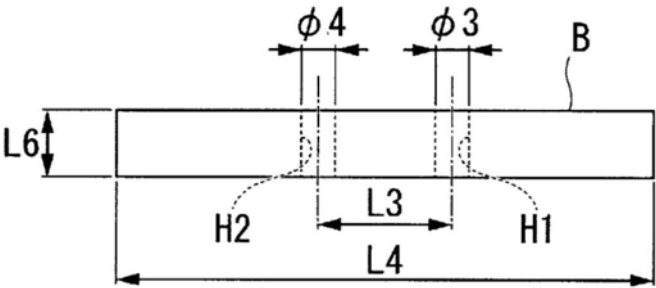


图4

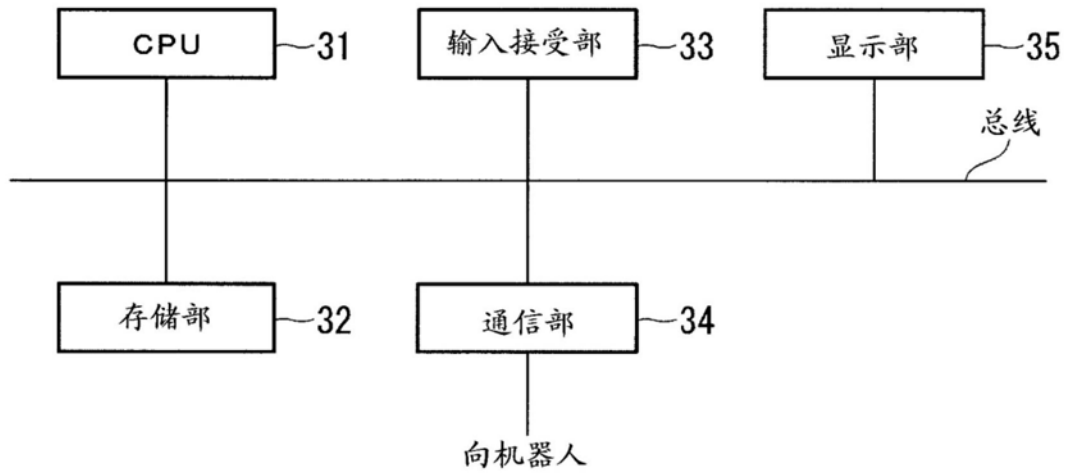


图5

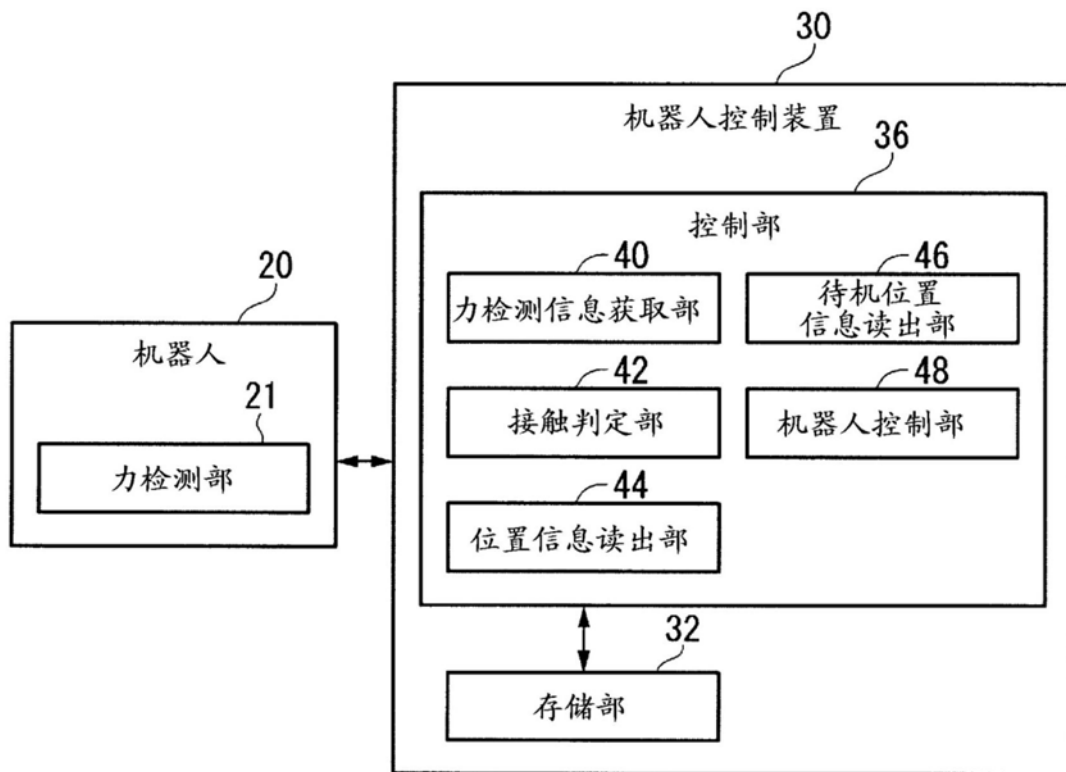


图6

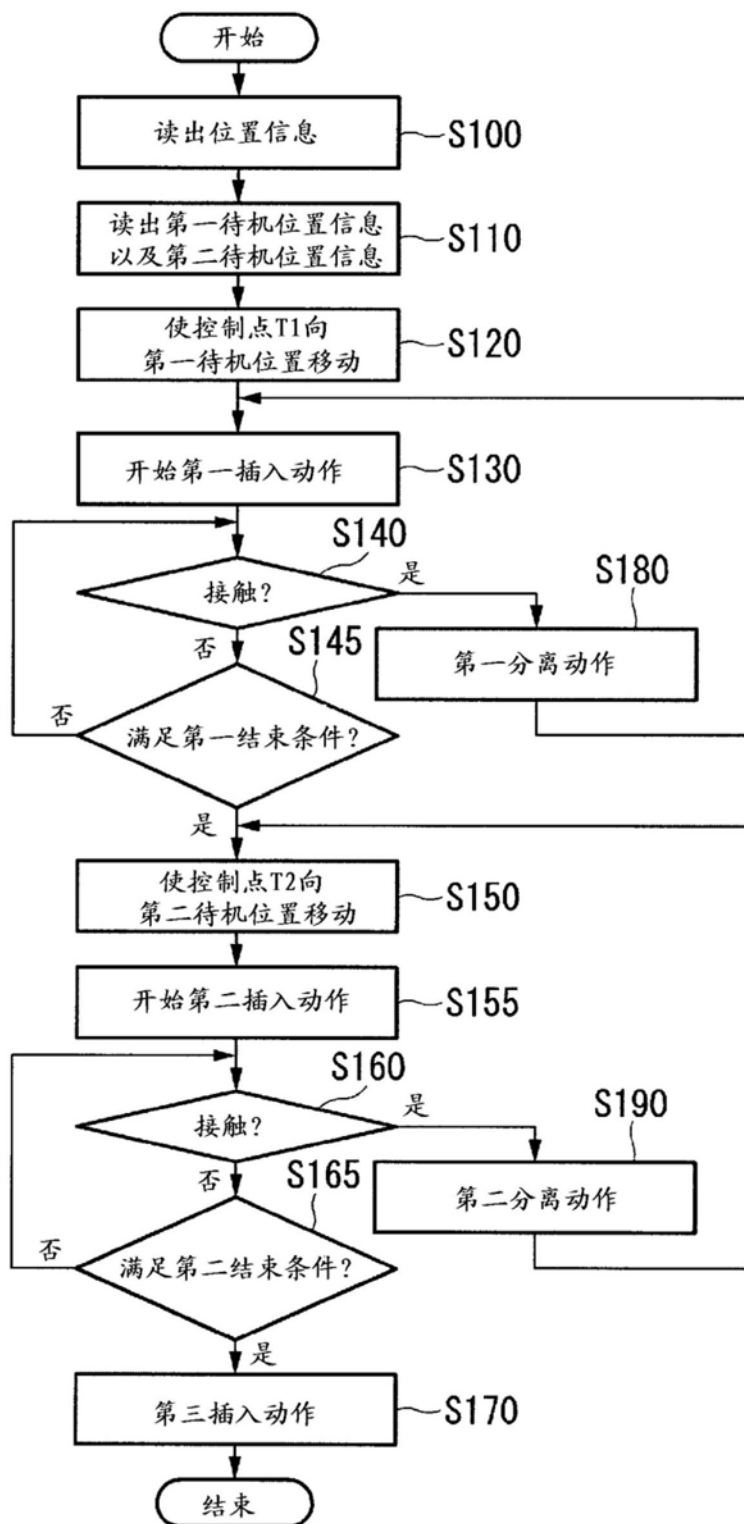


图7



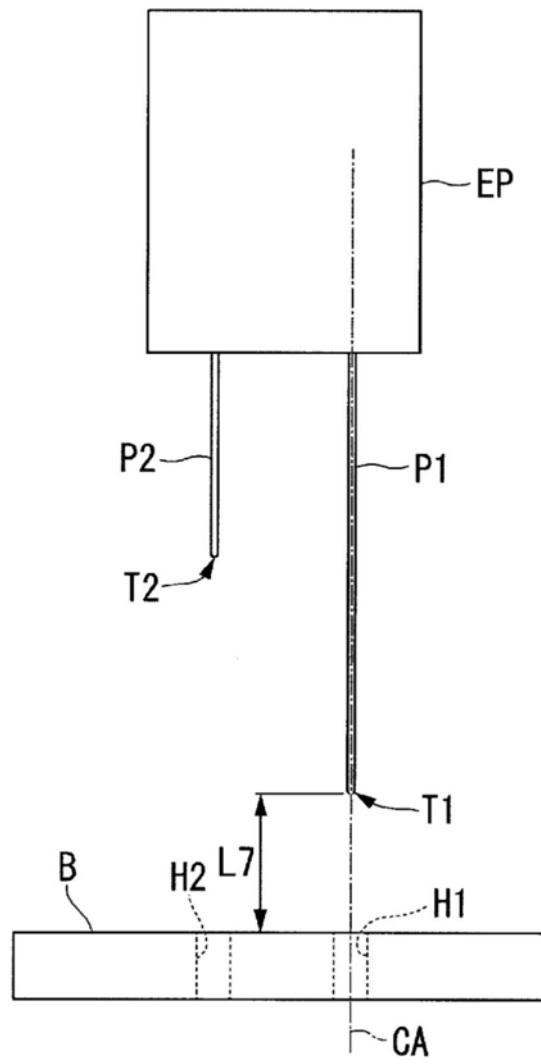


图8

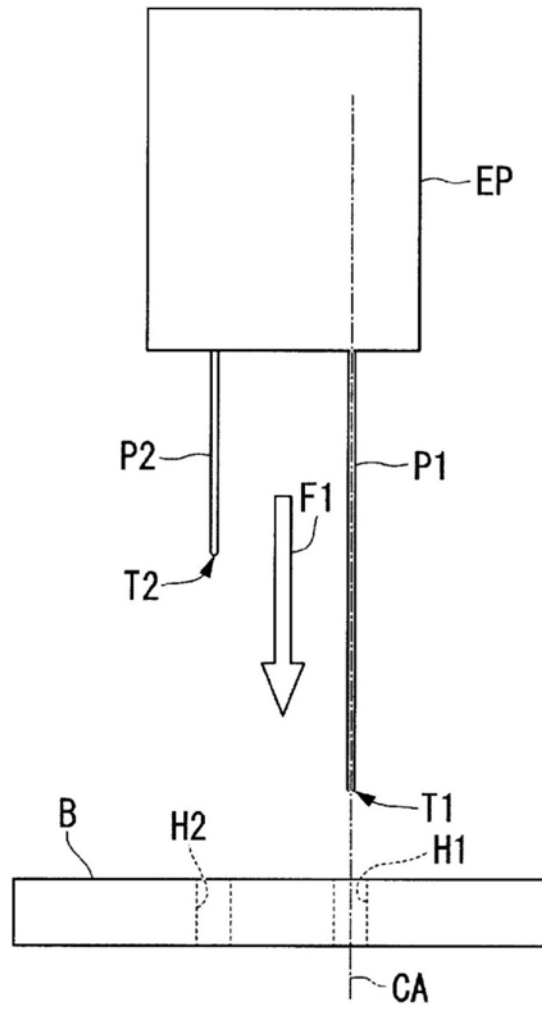


图9

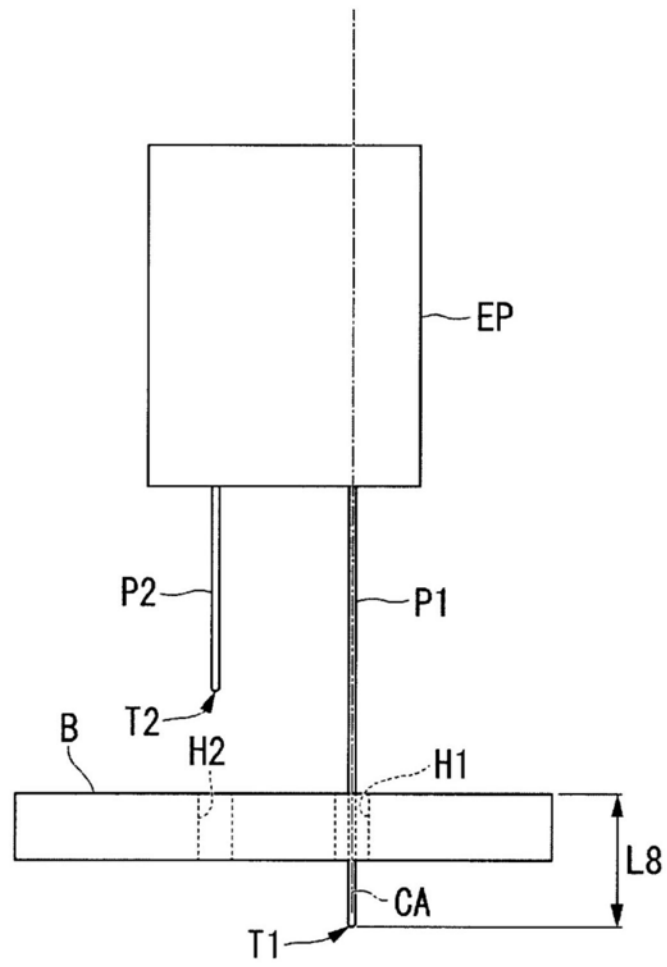


图10

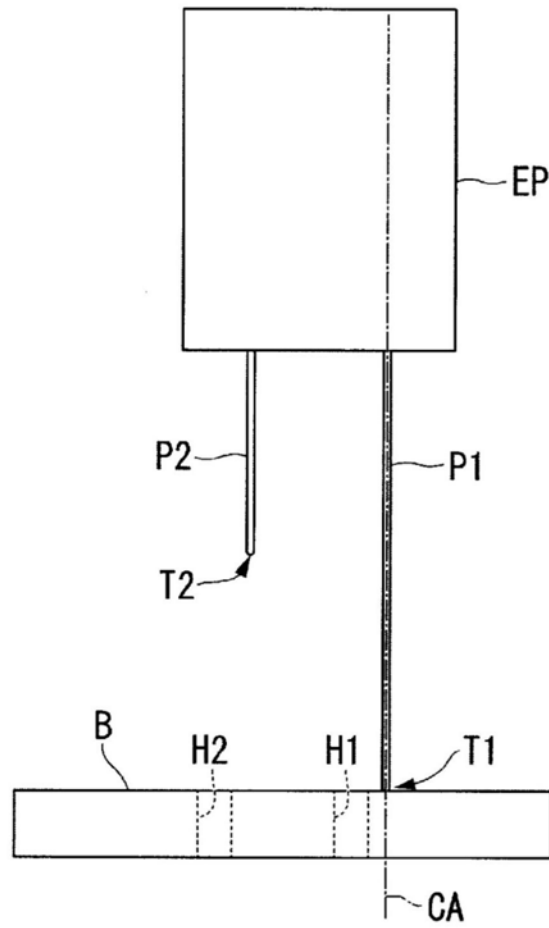


图11

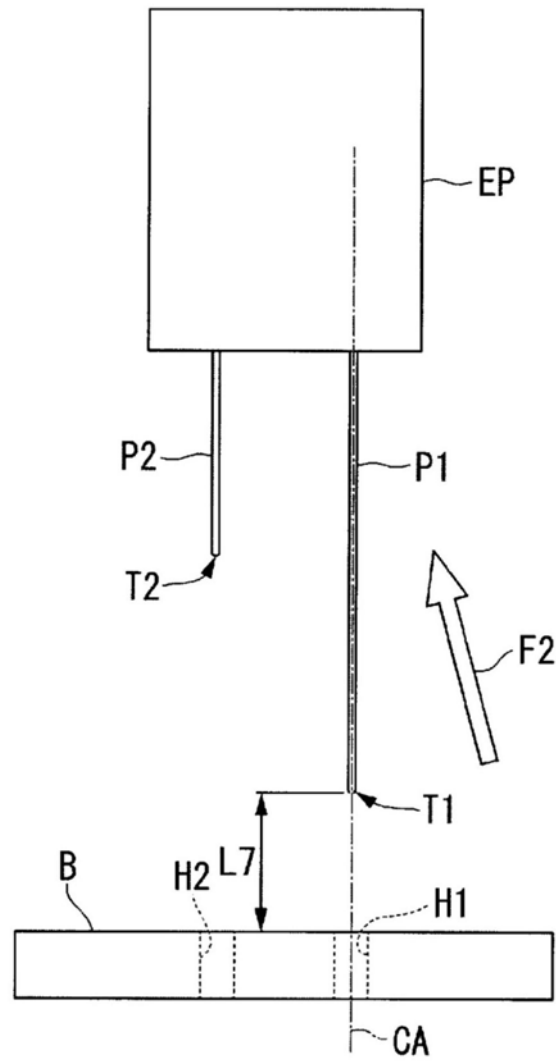


图12

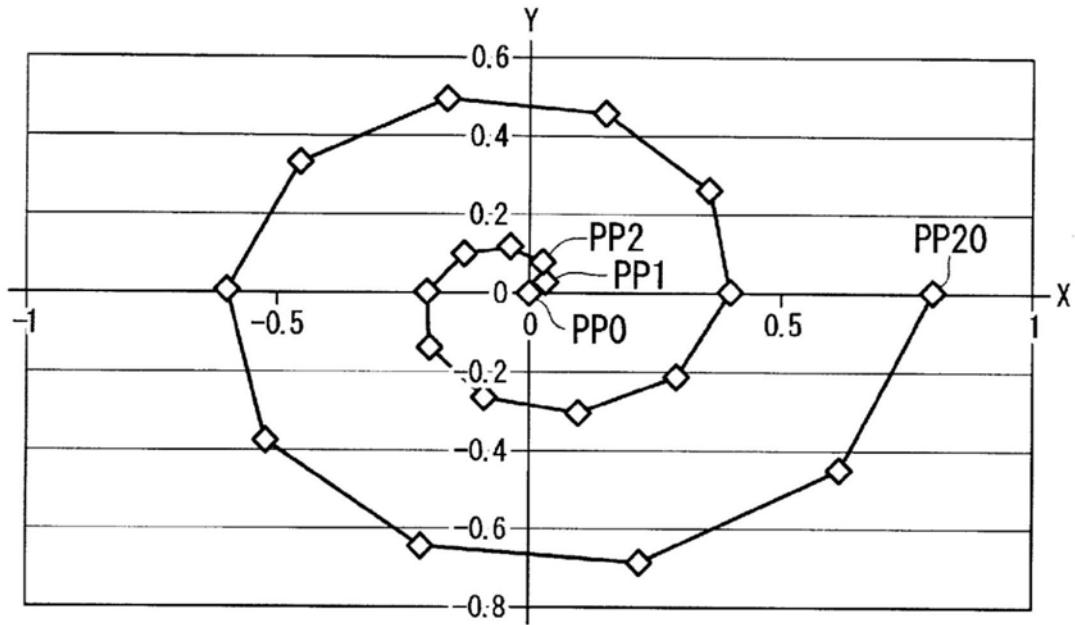


图13

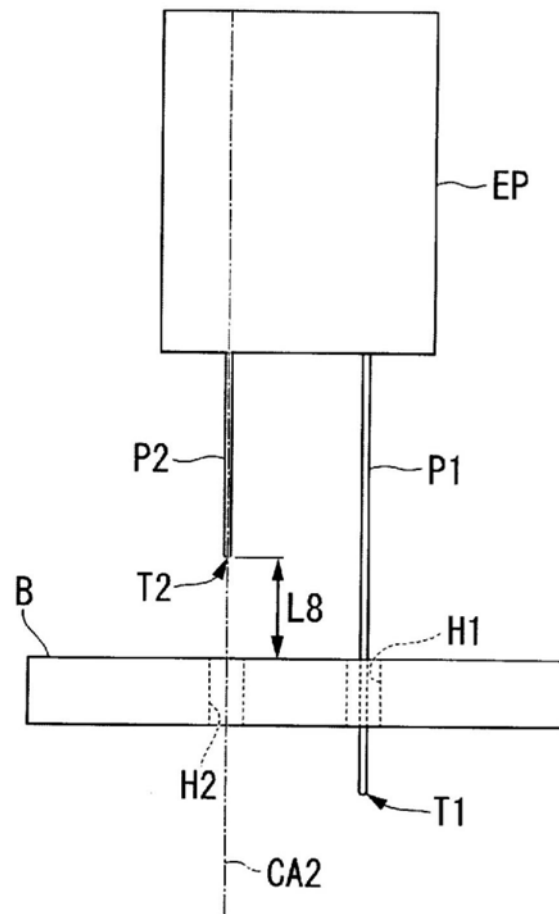


图14

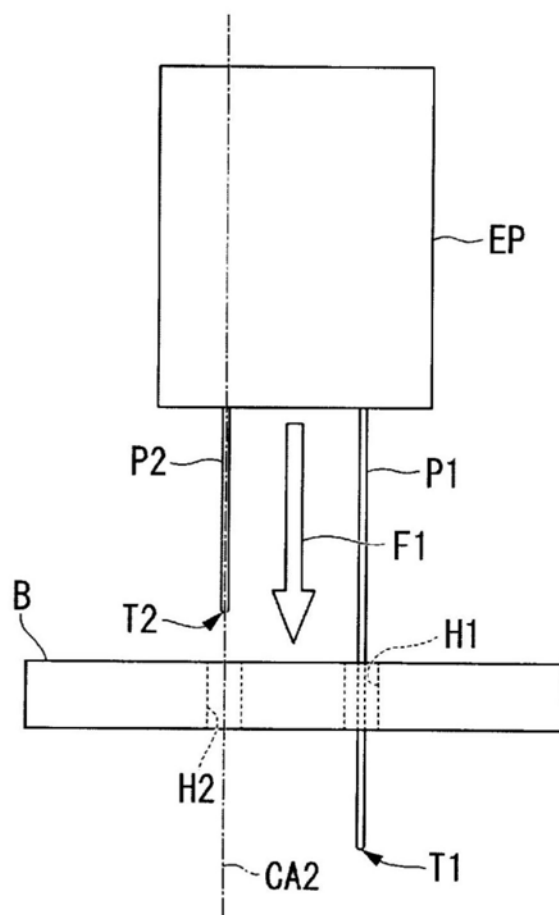


图15

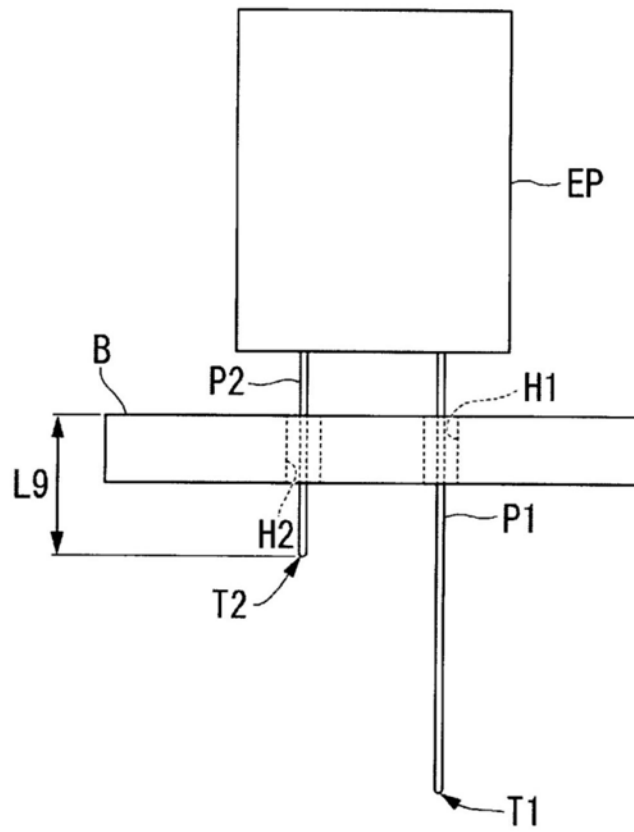


图16



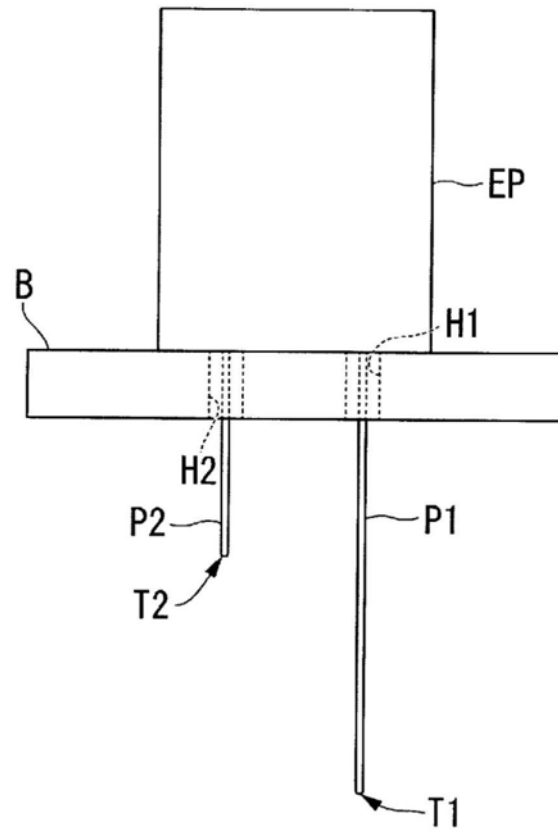


图17

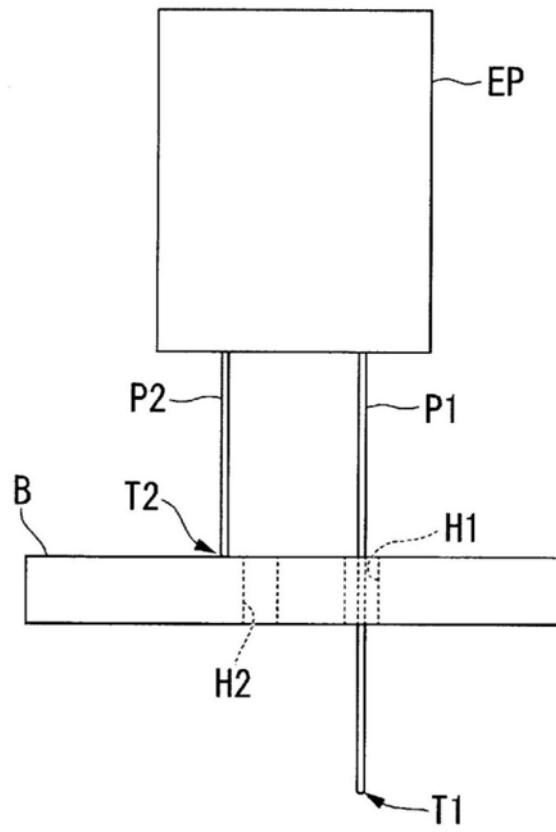


图18

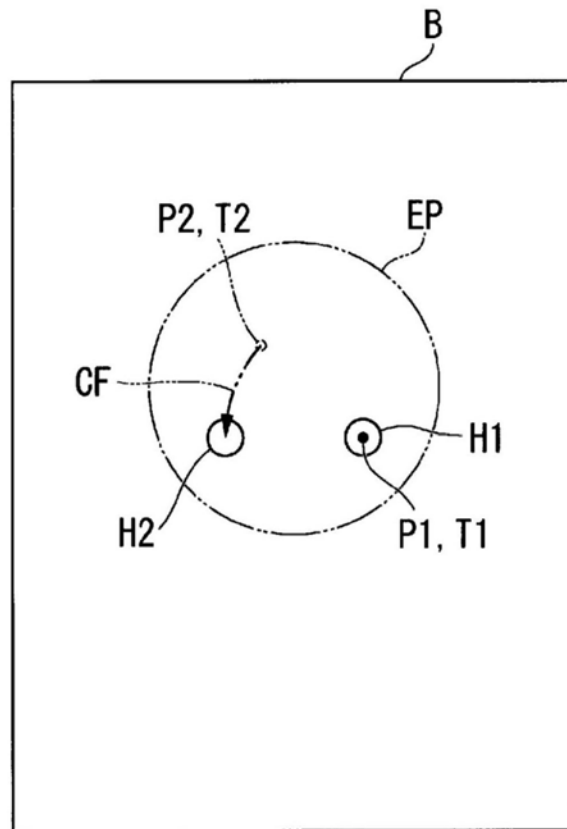


图19

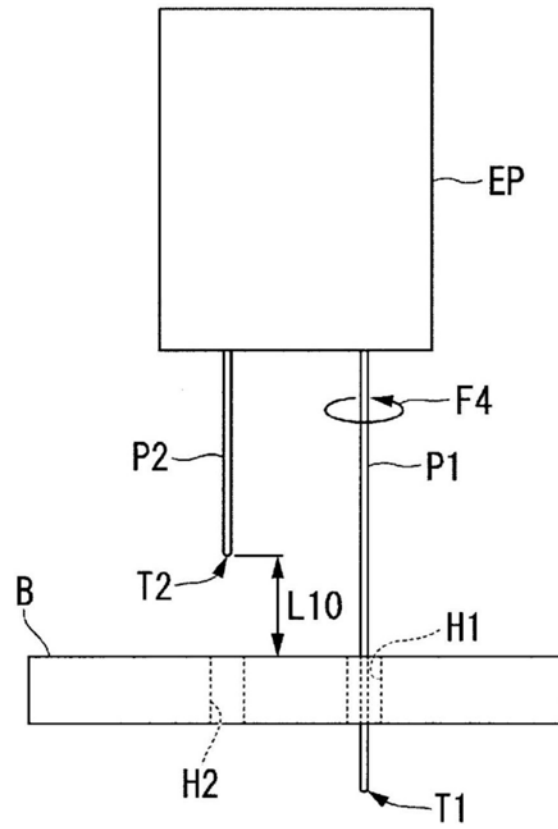


图20

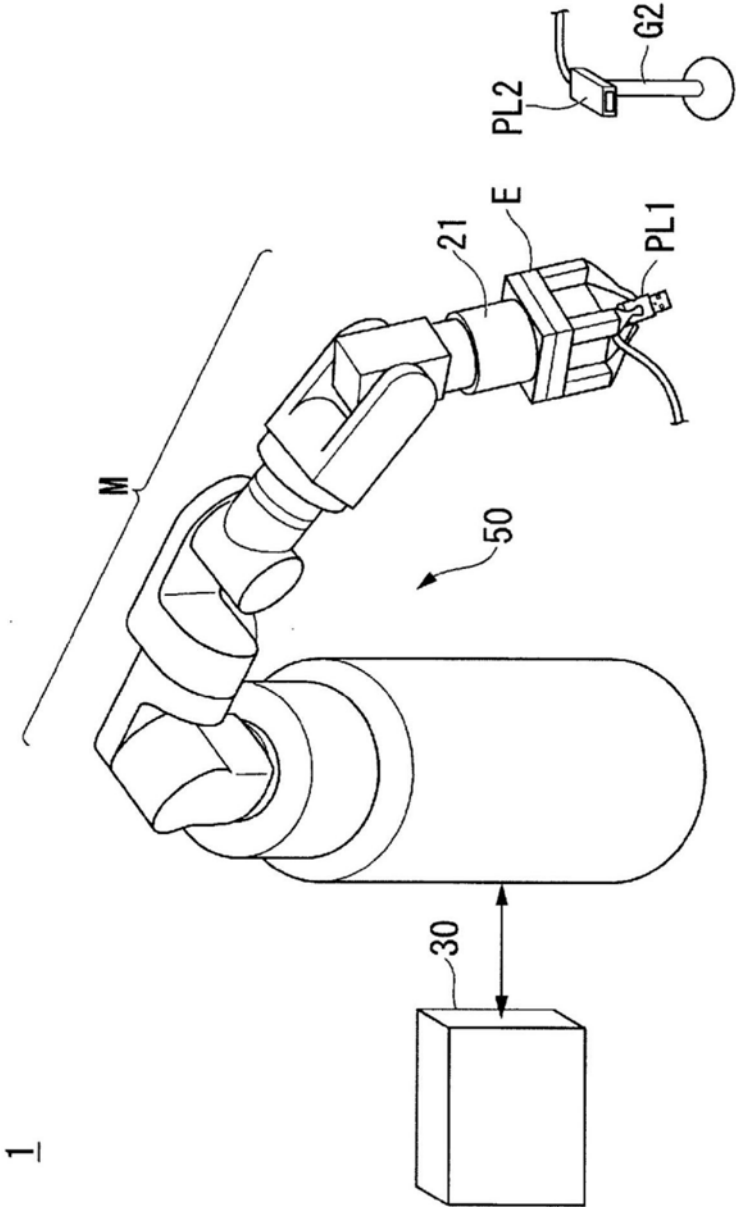


图21




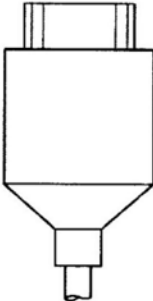
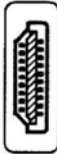

规格	公侧俯视图	公侧主视图	母侧主视图	需要插入压力[N]	把持压力[N]
USB-A型				10-15	10.3
HDMI				40-45	14

图22

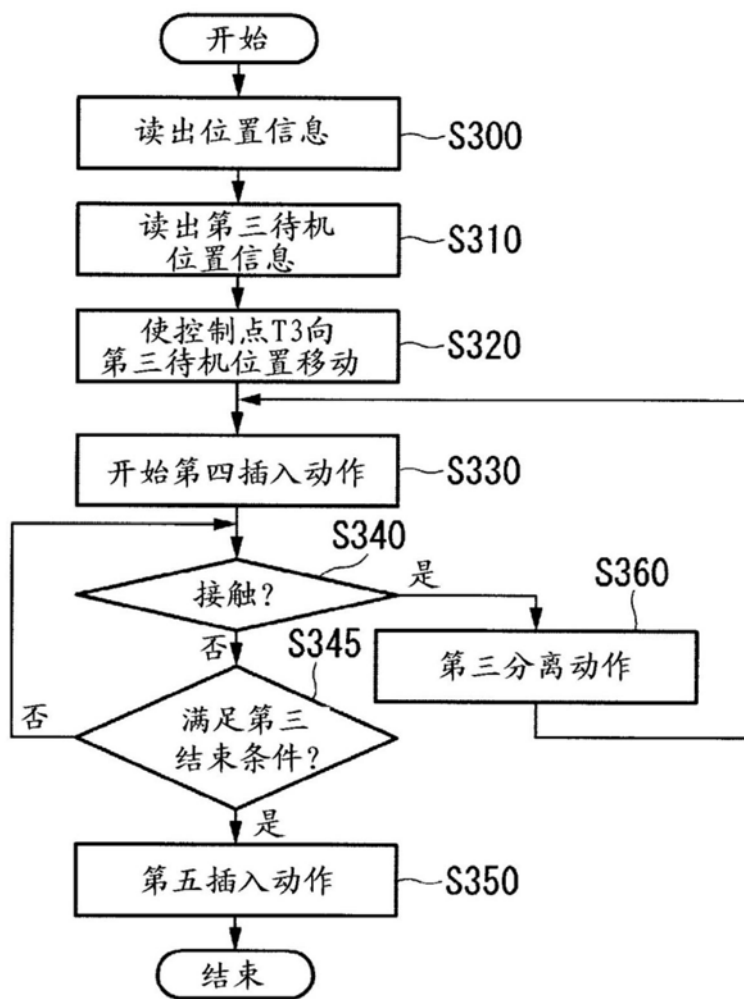


图23

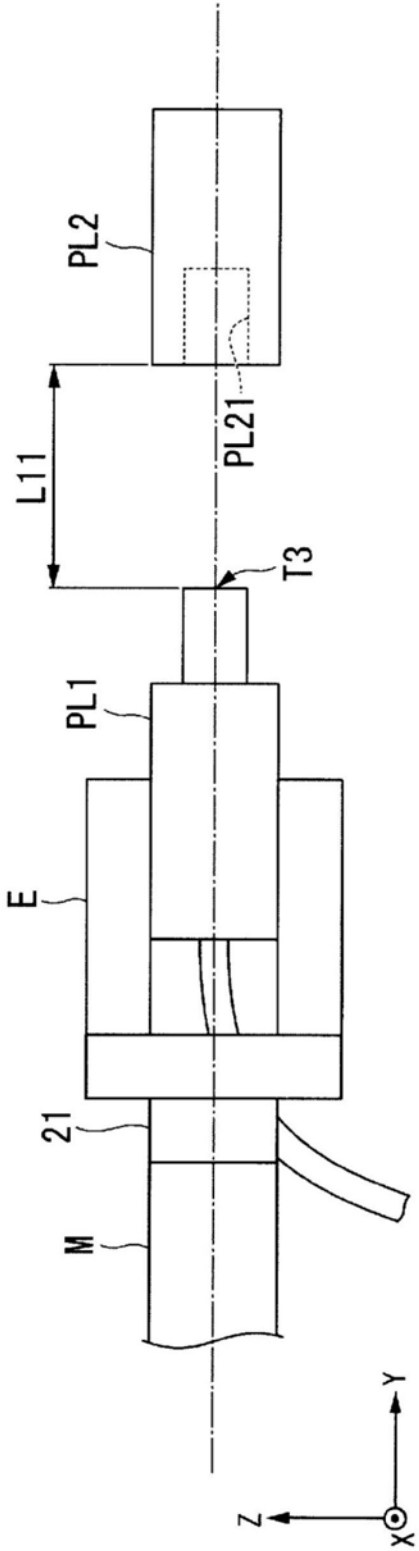


图24



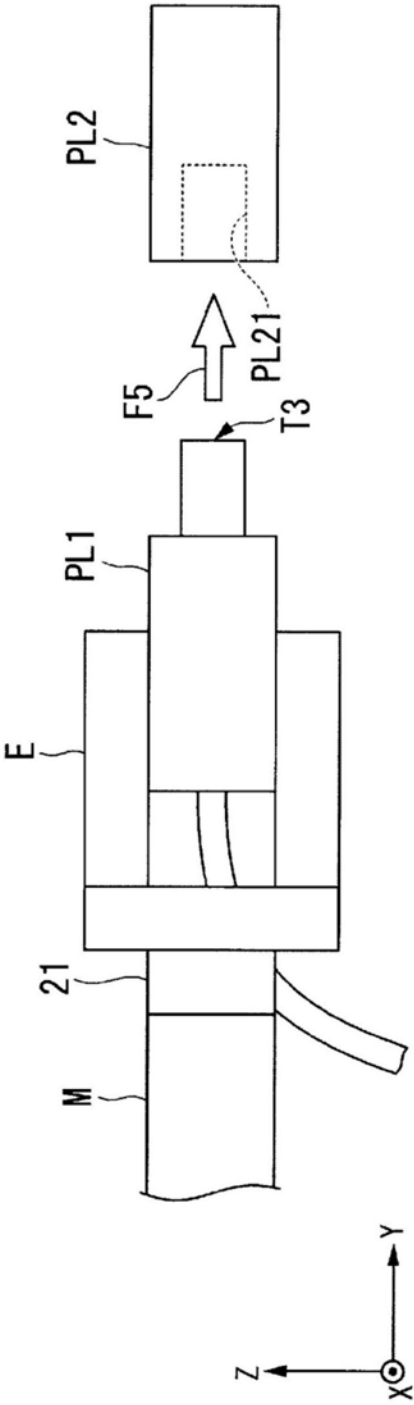


图25

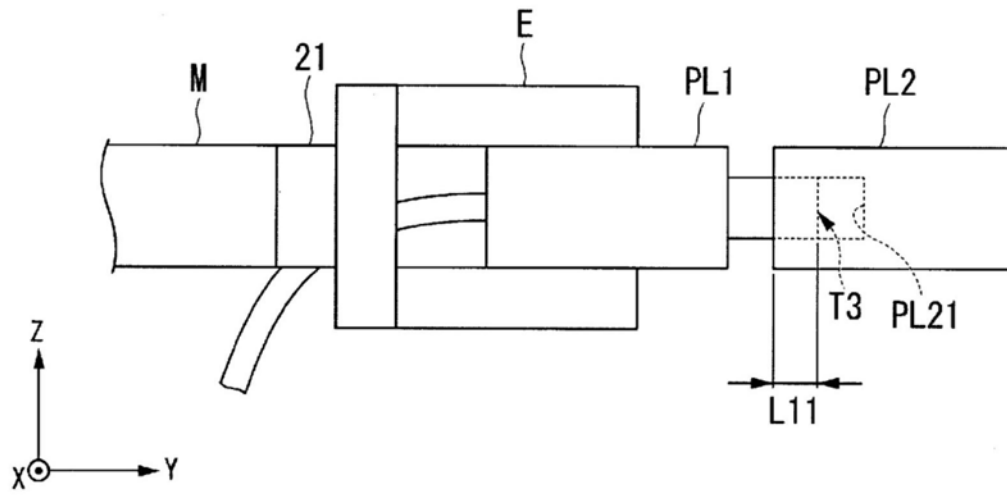


图26

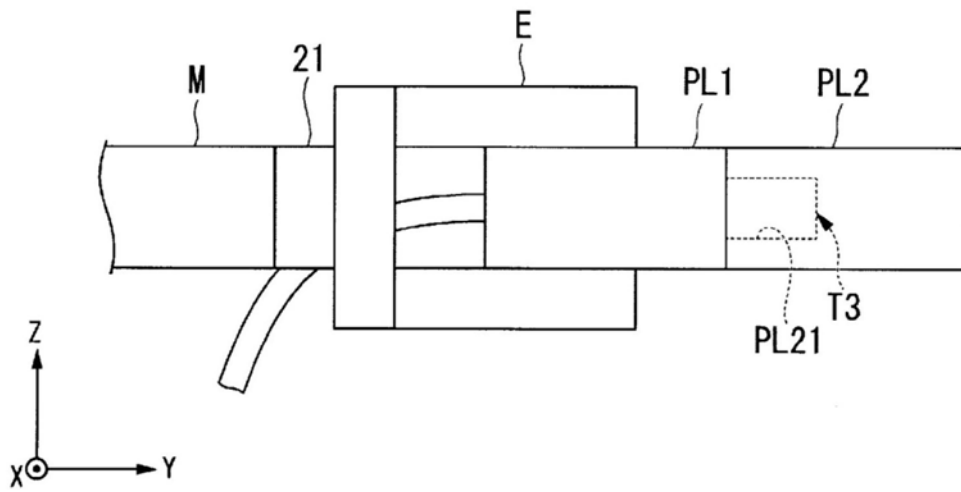


图27

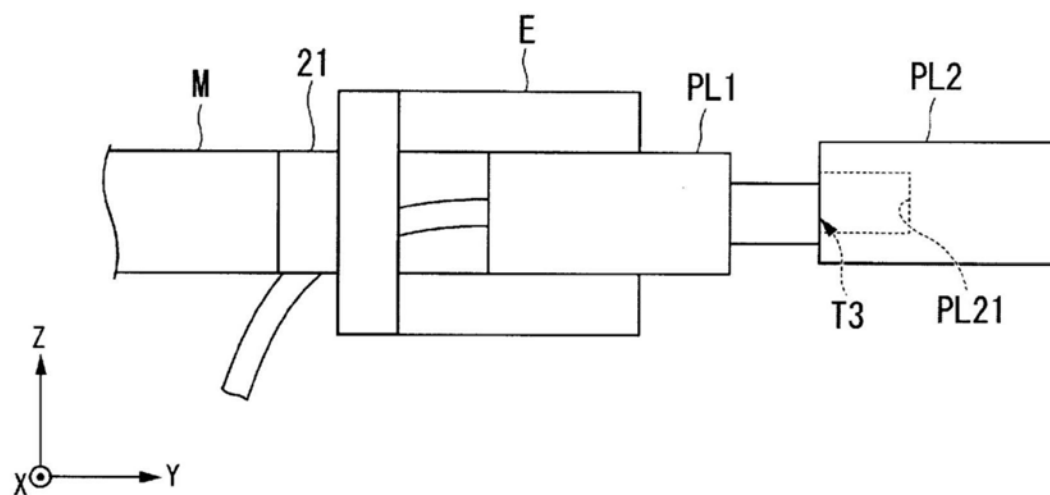


图28

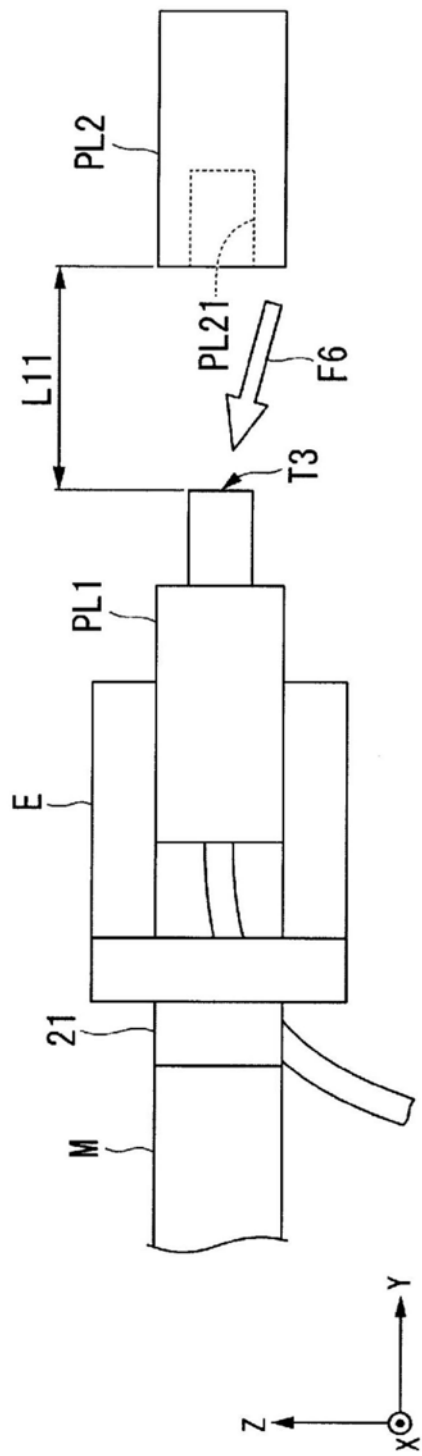


图29