



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107116565 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 19

(21) 申请号 201710095925.2

(22) 申请日 2017.02.22

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107116565 A

(43) 申请公布日 2017.09.01

(30) 优先权数据
2016-034275 2016.02.25 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

(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

(51) Int.Cl.

B25J 13/08 (2006.01)

B25J 9/16 (2006.01)

B25J 19/00 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2015273689 A1, 2015.10.01

JP S61231604 A, 1986.10.15

US 2006069464 A1, 2006.03.30

US 5887122 A, 1999.03.23

US 2014277732 A1, 2014.09.18

CN 1715010 A, 2006.01.04

审查员 沈珍

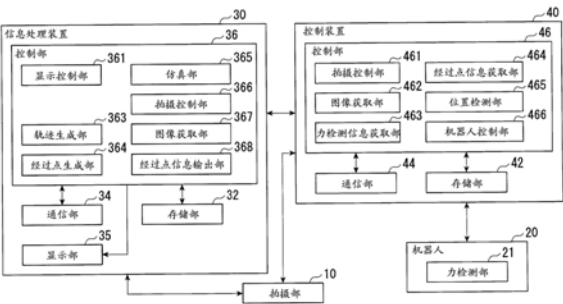
权利要求书1页 说明书21页 附图16页

(54) 发明名称

控制装置、机器人以及机器人系统

(57) 摘要

本发明提供一种能够容易地进行将线状物体走线的作业的控制装置。该控制装置具备控制部,该控制部基于与用于将线状物体在第一物体走线的位置以及顺序相关的第一信息来控制机器人,上述第一信息被受理部受理,并被显示部显示。



1. 一种控制装置,其特征在于,对机器人进行控制,该机器人将由末端执行器把持的线状物体在第一物体走线,

所述控制装置具备:

显示控制部,使所述第一物体显示于显示部;

受理部,基于显示于所述显示部的所述第一物体,来受理第一信息;

控制部,基于在所述受理部受理的所述第一信息来控制机器人;以及

轨迹生成部,基于所述第一信息生成所述机器人的轨迹,

所述第一信息包括:用于将所述线状物体在第一物体走线的多个示教点的位置、所述线状物体通过所述多个示教点的位置的顺序、所述多个示教点的每一个示教点处的所述机器人的姿势、所述多个示教点的每一个示教点处的所述机器人的速度以及在所述多个示教点处的所述末端执行器把持所述线状物体的把持力,

所述轨迹包括曲线,

所述控制部基于所述轨迹来控制所述机器人,

所述受理部受理与所述曲线的最小曲率相关的第二信息,

所述曲线不包括小于所述最小曲率的曲线。

2. 根据权利要求1所述的控制装置,其特征在于,

所述显示控制部使由拍摄部拍摄到的所述第一物体的拍摄图像显示于所述显示部,

所述受理部基于被显示于所述显示部的所述拍摄图像,来受理所述第一信息。

3. 根据权利要求1所述的控制装置,其特征在于,

所述显示控制部使所述第一物体的模型显示于所述显示部,

所述受理部基于被显示于所述显示部的所述模型,来受理所述第一信息。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的控制装置,其特征在于,

所述受理部受理与所述机器人再次把持所述线状物体的情况下的再次把持位置相关的第四信息。

5. 根据权利要求1~3中任一项所述的控制装置,其特征在于,

所述机器人具备力检测部,

所述控制部能够基于所述力检测部的输出,使所述线状物体的张力变化。

6. 根据权利要求1~3中任一项所述的控制装置,其特征在于,

所述显示控制部使基于了仿真结果的所述机器人与所述第一物体的干扰位置显示于所述显示部,所述仿真结果是所述机器人基于所述第一信息进行动作的情况下的仿真结果。

7. 一种机器人,其特征在于,

该机器人被权利要求1~6中任一项所记载的控制装置控制。

8. 一种机器人系统,其特征在于,具备:

权利要求1~6中任一项记载的控制装置;以及

被所述控制装置控制的机器人。

控制装置、机器人以及机器人系统

技术领域

[0001] 本发明涉及控制装置、机器人以及机器人系统。

背景技术

[0002] 目前正在进行容易地进行电缆的走线的技术的研究、开发。

[0003] 关于这一点,公知有一种机器人,该机器人具有能够容易地进行将电缆走线的作业的构造(参照专利文献1)。

[0004] 专利文献1:日本特开2015-160305号公报

[0005] 然而,即便是这样的机器人,电缆的走线也是通过手工来进行,所以存在难以提高作业效率的情况。另外,存在通过手工走线的电缆的状态根据对电缆进行走线的人的技能而不一致的情况。尤其是,在没有很好地将电缆走线的情况下,存在着电缆产生故障的可能性。

发明内容

[0006] 为了解决上述课题的至少一个,本发明的一个实施方式是一种控制装置,该控制装置具备基于第一信息来控制机器人的控制部,上述第一信息是与用于将线状物体在第一物体走线的位置以及顺序相关的信息,上述第一信息被受理部受理,并显示于显示部。

[0007] 根据该构成,控制装置基于与用于将线状物体在第一物体走线的位置以及顺序相关的第一信息来控制机器人。由此,控制装置能够容易地进行将线状物体走线的作业。

[0008] 另外,本发明的另一实施方式在控制装置中,也可以采用上述显示部显示由拍摄部拍摄到的上述第一物体的拍摄图像,上述受理部基于显示于上述显示部的上述拍摄图像,来受理上述第一信息的构成。

[0009] 根据该构成,控制装置根据基于显示于显示部的拍摄图像受理的第一信息,来控制机器人。由此,控制装置能够根据基于显示于显示部的拍摄图像而受理的第一信息,容易地进行将线状物体走线的作业。

[0010] 另外,对本发明的另一实施方式而言,在控制装置中,也可以采用上述显示部显示上述第一物体的模型,上述受理部基于被显示于上述显示部的上述模型,来受理上述第一信息的构成。

[0011] 根据该构成,控制装置根据基于被显示于显示部的模型而受理的第一信息,来控制机器人。由此,控制装置能够根据基于被显示于显示部的模型而受理的第一信息,容易地进行将线状物体走线的作业。

[0012] 另外,本发明的另一实施方式在控制装置中,也可以采用通过轨迹生成部基于上述第一信息来生成上述机器人的轨迹,上述轨迹包含曲线,上述控制部基于上述轨迹来控制上述机器人的构成。

[0013] 根据该构成,控制装置基于根据第一信息而生成的机器人的轨迹,来控制机器人。由此,控制装置能够基于根据第一信息而生成的机器人的轨迹,容易地进行将线状物体走

线的作业。

[0014] 另外,对本发明的另一实施方式而言,在控制装置中,也可以采用上述受理部受理与上述曲线的最小曲率相关的第二信息,上述曲线不包含小于上述最小曲率的曲线的构成。

[0015] 根据该构成,控制装置基于第一信息以及第二信息来控制机器人。由此,控制装置能够基于第一信息以及第二信息,容易地进行将线状物体走线的作业。

[0016] 另外,对本发明的另一实施方式而言,在控制装置中,也可以采用上述受理部受理与上述机器人把持上述线状物体的把持力相关的第三信息的构成。

[0017] 根据该构成,控制装置基于第一信息以及第三信息来控制机器人。由此,控制装置能够基于第一信息以及第三信息,容易地进行将线状物体走线的作业。

[0018] 另外,对本发明的另一实施方式而言,在控制装置中,也可以采用上述受理部受理与上述机器人再次把持上述线状物体的情况下的再次把持位置相关的第四信息的构成。

[0019] 根据该构成,控制装置基于第一信息以及第四信息来控制机器人。由此,控制装置能够基于第一信息以及第四信息,容易地进行将线状物体走线的作业。

[0020] 另外,对本发明的另一实施方式而言,在控制装置中,也可以采用上述机器人具备力检测器,上述控制部能够基于上述力检测器的输出,来使上述线状物体的张力变化的构成。

[0021] 根据该构成,控制装置基于力检测部的输出,来使线状物体的张力变化。由此,控制装置能够基于第一信息以及力检测部的输出,容易地进行将线状物体走线的作业。

[0022] 另外,对本发明的另一实施方式而言,在控制装置中,也可以采用如下构成,上述显示部显示基于了仿真结果的上述机器人与上述第一物体的干扰位置,上述仿真结果是上述机器人根据上述第一信息进行动作的情况下的仿真结果。

[0023] 根据该构成,控制装置基于显示于显示部的机器人与第一物体的干扰位置,来控制机器人。由此,控制装置能够基于第一信息、以及机器人与第一物体的干扰位置,容易地进行将线状物体走线的作业。

[0024] 另外,本发明的另一实施方式是一种机器人,该机器人被上述所记载的控制装置控制。

[0025] 根据该构成,机器人基于第一信息将线状物体在第一物体走线。由此,机器人能够容易地进行将线状物体走线的作业。

[0026] 另外,本发明的另一实施方式是一种机器人系统,该机器人系统具备上述所记载的控制装置、和被上述控制装置控制的机器人。

[0027] 根据该构成,机器人系统基于第一信息将线状物体在第一物体走线。由此,机器人系统能够容易地进行将线状物体走线的作业。

[0028] 综上所述,控制装置、机器人以及机器人系统基于第一信息将线状物体在第一物体走线。由此,控制装置、机器人、以及机器人系统能够容易地进行将线状物体走线的作业。

附图说明

[0029] 图1是表示本实施方式的机器人系统1的构成的一个例子的图。

[0030] 图2是第一物体0的俯视图的一个例子。

- [0031] 图3是表示信息处理装置30以及控制装置40的硬件构成的一个例子的图。
- [0032] 图4是表示信息处理装置30以及控制装置40的功能构成的一个例子的图。
- [0033] 图5是表示信息处理装置30显示示教画面的处理的流程的一个例子的流程图。
- [0034] 图6是表示示教画面的一个例子的图。
- [0035] 图7是表示通过针对信息处理装置30的触摸面板的触摸操作来变更基于针对该触摸面板的操作的视点的情况的一个例子的图。
- [0036] 图8是表示显示有附加信息输入画面G3的状态的示教画面G1的一个例子的图。
- [0037] 图9是基于经过点的位置将轨迹生成部363基于临时轨迹生成的经过点重叠于示教画面G1的情况下的影像图。
- [0038] 图10是表示在虚拟空间显示区域VS显示有经过点轨迹的状态的示教画面G1的一个例子的图。
- [0039] 图11是表示将仿真部365所执行的仿真的结果显示于虚拟空间显示区域VS的状态的示教画面G1的一个例子的图。
- [0040] 图12是表示显示有表示发生了臂VA与其它物体的干扰的位置的信息的状态的示教画面G1的一个例子的图。
- [0041] 图13是表示控制装置40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。
- [0042] 图14是表示机器人20把持电缆C的与端部C1不同的部位的情况下的机器人系统1的构成的一个例子的图。
- [0043] 图15是表示在示教画面G1的虚拟空间显示区域VS显示有经过点轨迹的状态下,用户将经过点的把持力变更为牵引把持力的情况的一个例子的图。
- [0044] 图16是表示使机器人20进行包括再次把持动作的规定的作业时的机器人系统1的构成的一个例子的图。

具体实施方式

- [0045] <实施方式>
- [0046] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行说明。
- [0047] <机器人系统的构成>
- [0048] 首先,对机器人系统1的构成进行说明。
- [0049] 图1是表示本实施方式的机器人系统1的构成的一个例子的图。机器人系统1具备拍摄部10、机器人20、信息处理装置30、以及控制装置40。
- [0050] 拍摄部10例如是具备作为将会聚的光转换为电信号的拍摄元件的CCD (Charge Coupled Device:电荷耦合器件)、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor:互补金属氧化物半导体) 等的照相机。在这一个例子中,拍摄部10被设置于能够对包含机器人20能够进行作业的区域的范围进行拍摄的位置。
- [0051] 拍摄部10通过电缆以能够通信的方式与控制装置40连接。经由电缆的有线通信例如依据以太网(注册商标)、USB (Universal Serial Bus:通用串行总线) 等标准来进行。此外,拍摄部10也可以是通过依据Wi-Fi (注册商标) 等通信标准来进行的无线通信与控制装置40连接的构成。

[0052] 机器人20是具备臂A、支承臂A的支承台B的单臂机器人。单臂机器人是具备一根像这一个例子中的臂A那样的臂(胳膊)的机器人。此外,机器人20除了单臂机器人以外,也可以是多臂机器人,也可以是像龙门式机器人那样的直线运动机器人,也可以是SCARA机器人,也可以是其它机器人。多臂机器人是具备2根以上的臂(例如,2根以上的臂A)的机器人。此外,多臂机器人中的具备2根臂的机器人也被称为双臂机器人。即,机器人20既可以是具备2根臂的双臂机器人,也可以是具备3根以上的臂(例如,3根以上的臂A)的多臂机器人。

[0053] 臂A具备末端执行器E、机械手M、以及力检测部21。

[0054] 末端执行器E是把持物体的末端执行器。在这一个例子中,末端执行器E具备指部,通过利用该指部夹持物体来把持该物体。此外,末端执行器E除了该结构以外,也可以通过利用空气的吸引、磁力、其它夹具等抬起物体来把持该物体的结构。即,在这一个例子中,所谓的把持意味着成为能够抬起物体的状态。

[0055] 末端执行器E通过电缆以能够通信的方式与控制装置40连接。由此,末端执行器E进行基于从控制装置40获取的控制信号的动作。此外,经由电缆的有线通信例如依据以太网(注册商标)、USB等的标准来进行。另外,末端执行器E也可以是通过依据Wi-Fi(注册商标)等通信标准来进行的无线通信与控制装置40连接的构成。

[0056] 机械手M具备7个关节。另外,7个关节分别具备未图示的致动器。即,具备机械手M的臂A是7轴垂直多关节型的臂。此外,臂A除了该结构以外,也可以是7轴水平多关节型的臂。臂A通过由支承台B、末端执行器E、机械手M、以及机械手M所具备的7个关节的每一个关节的致动器进行的协作的动作来进行7轴自由度的动作。此外,臂A也可以是以6轴以下的自由度动作的结构,也可以是以8轴以上的自由度动作的结构。

[0057] 在臂A以7轴自由度动作的情况下,与臂A以6轴以下的自由度动作的情况相比较可采取的姿势增加。由此,臂A例如,动作变得流畅,还能够容易地避免与存在于臂A的周边的物体的干扰。另外,在臂A以7轴自由度动作的情况下,与臂A以8轴以上的自由度动作的情况相比较,对于臂A的控制来说,很容易减少计算量。

[0058] 机械手M所具备的7个(关节所具备的)致动器分别通过电缆以能够通信的方式与控制装置40连接。由此,该致动器基于从控制装置40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依据以太网(注册商标)、USB等的标准来进行。另外,机械手M所具备的7个致动器中的一部分或者全部也可以是通过依据Wi-Fi(注册商标)等的通信标准来进行的无线通信与控制装置40连接的构成。

[0059] 力检测部21设置在末端执行器E与机械手M之间。力检测部21例如是力传感器。力检测部21对作用于末端执行器E、或者被末端执行器E把持的物体的力、力矩(扭矩)进行检测。力检测部21将作为输出值包含表示检测出的力、力矩的大小的值的力检测信息通过通信向控制装置40输出。

[0060] 力检测信息用于由控制装置40进行的基于臂A的力检测信息的控制。基于力检测信息的控制例如是阻抗控制等柔性运动控制。此外,力检测部21也可以是扭矩传感器等检测表示对末端执行器E、或者被末端执行器E把持的物体施加的力、力矩的大小的值的其它传感器。

[0061] 力检测部21通过电缆以能够通信的方式与控制装置40连接。经由电缆的有线通信例如依据以太网(注册商标)、USB等标准来进行。此外,力检测部21与控制装置40也可以是

通过依据Wi-Fi (注册商标) 等的通信标准来进行的无线通信连接的构成。

[0062] 控制装置40在这一个例子中,是机器人控制器(机器人控制装置)。控制装置40将与末端执行器E一起移动的TCP(Tool Center Point:工具中心点)即控制点T1设定在末端执行器E的规定位置。规定位置例如是使末端执行器E转动的机械手M的致动器的转动轴上的位置,且是从末端执行器E的重心向末端执行器E的指部侧远离了规定距离的位置。此外,规定位置除了该位置之外也可以是与末端执行器E建立有对应关系的其它位置。规定距离例如是从该指部的端部中的与机械手M相反侧的端部到该重心的沿着该转动轴的距离。此外,规定距离除了该距离以外也可以是其它距离。

[0063] 控制点T1表示控制点T1的位置的信息即控制点位置信息、以及表示控制点T1的姿势的信息即控制点姿势信息与控制点T1建立对应关系。此外,也可以是控制点T1除了这些以外还与其它信息建立对应的构成。若控制装置40指定(决定)控制点位置信息以及控制点姿势信息,则控制点T1的位置以及姿势确定。控制装置40指定控制点位置信息,并以控制点T1的位置与指定的控制点位置信息所表示的位置一致的方式使臂A动作。另外,控制装置40指定控制点姿势信息,并以控制点T1的姿势与指定的控制点姿势信息所表示的姿势一致的方式使臂A动作。

[0064] 在这一个例子中,控制点T1的位置通过以与控制点T1一起移动的方式与控制点T1建立有对应关系的三维局部坐标系即控制点坐标系TC1的原点的在机器人坐标系RC中的位置来表示。另外,控制点T1的姿势通过控制点坐标系TC1的各坐标轴的方向来表示。

[0065] 控制装置40基于预先由用户输入的控制点设定信息来设定控制点T1。控制点设定信息例如是表示末端执行器E的重心的位置以及姿势与控制点T1的位置以及姿势的相对的位置以及姿势的信息。此外,控制点设定信息除了该信息以外,也可以是表示与末端执行器E建立有对应关系的一些位置以及姿势与控制点T1的位置以及姿势的相对的位置以及姿势的信息,也可以是表示与机械手M建立有对应关系的一些位置以及姿势与控制点T1的位置以及姿势的相对的位置以及姿势的信息。

[0066] 控制装置40从信息处理装置30获取经过点信息。经过点信息是表示经过点的信息。经过点是控制装置40使臂A动作时使其经过(通过)控制点T1的多个点。经过点与经过点位置信息、经过点姿势信息、经过点顺序信息、经过点速度信息、以及经过点把持力信息建立有对应关系。经过点位置信息是表示经过点的位置的信息。另外,经过点姿势信息是表示经过点的姿势的信息。另外,经过点顺序信息是表示与经过点建立了对应关系的顺序的信息。经过点速度信息是表示与经过点建立了对应关系的速度的信息。该速度是使控制点T1(或者末端执行器E)移动的速度。经过点把持力信息是表示与经过点建立了对应关系的把持力的信息。该把持力是末端执行器E的指部把持物体的力。

[0067] 在这一个例子中,各经过点的位置通过与各经过点建立有对应关系的三维局部坐标系即经过点坐标系的原点的在机器人坐标系RC中的位置来表示。另外,经过点的姿势通过经过点坐标系的各坐标轴的方向来表示。

[0068] 控制装置40指定控制点位置信息以及控制点姿势信息,并以控制点T1的位置以及姿势与经过点的位置以及姿势一致的方式使臂A动作,从而使控制点T1与经过点一致。另外,控制装置40基于经过点的顺序依次使控制点T1与各经过点一致。另外,控制装置40基于经过点的速度,来决定控制点T1通过各经过点时的速度。另外,控制装置40基于经过点的把

持力,来决定在各控制点T1通过经过点时末端执行器E把持物体的把持力。由此,控制装置40使臂A动作,来改变末端执行器E的位置以及姿势。

[0069] 控制装置40基于获取的经过点信息,生成包含以使控制点T1与各经过点一致的方式控制机械手M的致动器的信号的控制信。该控制信号也包含移动末端执行器E的指部的信号等其它信号。而且,控制装置40将所生成的控制信号发送至机器人20,使机器人20进行规定的作业。

[0070] 在这一个例子中,控制装置40设置于机器人20的外部。此外,控制装置40除了是设置于机器人20的外部的构成以外,也可以是内置于机器人20的构成。

[0071] 信息处理装置30例如是笔记本PC(Personal Computer:个人计算机)。此外,信息处理装置30除了是笔记本PC以外,也可以是示教器、台式PC、平板PC、多功能移动电话终端(智能手机)、移动电话终端、PDA(Personal Digital Assistant:个人数字助理)等其它信息处理装置。

[0072] 在这一个例子中,信息处理装置30显示用户输入示教点的示教画面。示教点是用于信息处理装置30生成经过点信息的点。示教点与示教点位置信息、示教点姿势信息、示教点顺序信息、示教点速度信息、以及示教点把持力信息建立有对应关系。示教点位置信息是表示示教点的位置的信息。另外,示教点姿势信息是表示示教点的姿势的信息。另外,示教点顺序信息是表示与示教点建立了对应关系的顺序的信息。示教点速度信息是表示与示教点建立了对应关系的速度的信息。示教点把持力信息是表示与示教点建立了对应关系的把持力的信息。信息处理装置30受理用户从示教画面输入的上述信息。信息处理装置30生成基于受理的该信息的示教点。信息处理装置30基于生成的示教点来生成经过点信息。信息处理装置30将所生成的经过点信息输出至控制装置40。

[0073] 信息处理装置30通过电缆以能够通信的方式与控制装置40连接。经由电缆的有线通信例如依据以太网(注册商标)、USB等标准来进行。此外,信息处理装置30与控制装置40也可以是通过依据Wi-Fi(注册商标)等的通信标准来进行的无线通信连接的构成。另外,信息处理装置30也可以与控制装置40一体地构成。在该情况下,控制装置40具有在以下说明的信息处理装置30的各功能。

[0074] <机器人所进行的规定的作业的概要>

[0075] 以下,对机器人20所进行规定的作业的概要进行说明。

[0076] 机器人20作为规定的作业进行将线状物体在物体走线的作业。在这一个例子中,将线状物体在物体走线的作业是一边沿着与该物体相应的经过点轨迹拉动线状物体一边安装于(配置于)该物体的作业。经过点轨迹是通过按照各经过点的顺序依次用线连结信息处理装置30所生成的经过点信息所表示的各经过点而得到的轨迹。在这一个例子中,该线是直线。此外,该线也可以是包含曲线的结构。作为一边拉动线状物体一边安装于该物体的作业的例子,可列举出一边将作为线状物体的一个例子的电缆挂到设置于一些装置的壳体内部的壁面的1个以上的电缆夹一边布线(配置)于壳体的作业等。

[0077] 线状物体是能够不折断地弯曲的物体。例如,线状物体是通信用的电缆、供电用的电缆、其它布线、配管、血管那样的生物体的管等。以下,作为一个例子,对线状物体是图1所示的电缆C的情况进行说明。被线状物体走线的物体例如是打印机、投影仪等工业用的装置、该装置的部件、非工业用的日用品装置、该装置的部件、器官等生物体等。以下,作为一

个例子,对该物体是图1所示的第一物体0的情况进行说明。

[0078] 在这一个例子中,第一物体0如图1所示那样被载置于作业台TB的上表面。第一物体0是板状的物体,且是在上表面形成有3个圆柱形状的突起部01~突起部03的物体。突起部01~突起部03分别是用于当将电缆C在第一物体0走线时挂住电缆C的部位。此外,第一物体0的形状除了是这样的形状以外,也可以是其它形状。另外,突起部01~突起部03的一部分或者全部的形状除了圆柱形状以外,也可以是其它形状。在这一个例子中,作业台TB是桌子。此外,对于作业台TB而言,只要是能够配置第一物体0的物体,除了桌子以外也可以是地面、架子等其它物体。

[0079] 在这一个例子中,机器人20预先把持作为电缆C的两个端部中的一方的端部C1。此外,也可以是规定的作业中包含把持放置于规定的电缆放置处的电缆C的动作的结构。

[0080] 机器人20基于从控制装置40获取到的控制信号,按照各经过点的顺序依次使各经过点与控制点T1一致,从而使把持有端部C1的末端执行器E移动。由此,机器人20一边沿着基于控制装置40从信息处理装置30获取到的经过点信息的经过点轨迹拉动电缆C,一边安装于第一物体0。即,机器人20基于从控制装置40获取到的经过点信息,将电缆C在第一物体0走线。

[0081] 这里,参照图2,对机器人20所进行的规定的作业进行说明。图2是第一物体0的俯视图的一个例子。例如,机器人20沿着图2所示的经过点轨迹L0拉动被末端执行器E把持了端部C1的电缆C。然后,机器人20将电缆C挂到突起部01~突起部03的每一个上来安装于第一物体0。被机器人20走线后的电缆C只要没有因机器人20拉动而施加张力就为松弛(放松)。因此,电缆C不是必须通过机器人20的走线完全沿着经过点轨迹L0来安装,而是偏离经过点轨迹L0地安装。在图2所示的例子中,电缆C像这样偏离经过点轨迹L0地安装。如上所述,机器人20进行将电缆C在第一物体0走线的作业作为规定的作业。此外,规定的作业除了上述以外,也可以是一边沿着一些经过点轨迹拉动电缆C一边进行的其它作业。

[0082] <信息处理装置生成经过点信息的处理的概要>

[0083] 以下,对信息处理装置30生成经过点信息的处理的概要进行说明。

[0084] 用户从信息处理装置30所显示的示教画面输入示教点位置信息、示教点姿势信息、示教点顺序信息、示教点速度信息、以及示教点把持力信息。信息处理装置30基于输入的上述信息来生成示教点。然后,信息处理装置30基于生成的示教点生成经过点信息。

[0085] 具体而言,信息处理装置30基于生成的示教点来计算临时轨迹。临时轨迹是通过基于计算自由曲线的方法,按照各示教点的顺序依次用线连结各示教点所成的自由曲线表示的轨迹。此外,临时轨迹是轨迹的一个例子。以下,作为一个例子,对自由曲线是贝塞尔曲线的情况进行说明。在该情况下,需要示教点是3个以上。此外,自由曲线除了贝塞尔曲线以外,也可以是样条曲线等基于示教点的其它曲线。

[0086] 信息处理装置30基于计算出的临时轨迹来生成经过点信息。具体而言,信息处理装置30基于规定的条件,在临时轨迹上以各经过点位于分开等间隔的位置的方式,生成规定的数N的经过点。在这一个例子中,规定的条件是所生成的规定的数N的经过点中包含有与各示教点的每一个示教点一致的经过点。此外,规定的条件既可以是其它条件,也可以没有规定的条件。在这一个例子中,示教点和经过点一致意味着与示教点建立有对应关系的信息和与经过点建立有对应关系的信息一致。以下为了便于说明,将像这样与示教点一致

的经过点称为一致点来进行说明。规定的数N例如是100。此外,规定的数N除了100以外也可以是其它数。

[0087] 另外,信息处理装置30基于各一致点的姿势来计算所生成的各经过点中的不是一致点的经过点的姿势。例如,信息处理装置30以从第一个一致点的姿势到达第二个一致点的姿势为止的姿势的变化量、与从第一个一致点到第二个一致点的各经过点间的姿势的变化量的总和一致的方式,来计算第一个一致点与第二个一致点之间所包含的各经过点的姿势。信息处理装置30将对所生成的各经过点中的不是一致点的经过点的每一个经过点计算出的姿势分别与该经过点建立对应关系。

[0088] 另外,信息处理装置30基于各一致点的速度来计算所生成的各经过点中的不是一致点的经过点的速度。例如,信息处理装置30以从第一个一致点的速度到达第二个一致点的速度为止的速度的变化量、与从第一个一致点到第二个一致点的各经过点间的速度的变化量的总和一致的方式,来计算第一个一致点与第二个一致点之间所包含的各经过点的速度。信息处理装置30将对所生成的各经过点中的不是一致点的经过点的每一个经过点计算出的速度分别与该经过点建立对应关系。

[0089] 另外,信息处理装置30基于各一致点的把持力来计算所生成的各经过点中的不是一致点的经过点的把持力。例如,信息处理装置30以从第一个一致点的把持力到达第二个一致点的把持力为止的把持力的变化量、与从第一个一致点到第二个一致点的各经过点间的把持力的变化量的总和一致的方式,来计算第一个一致点与第二个一致点之间所包含的各经过点的把持力。信息处理装置30将对所生成的各经过点中的不是一致点的经过点的每一个经过点计算出的把持力分别与该经过点建立对应关系。

[0090] 另外,信息处理装置30基于各一致点的顺序来计算所生成的各经过点的顺序。例如,信息处理装置30在规定的数N是100的情况下,将第一个一致点的顺序确定为第1个,以将顺序是最后一个一致点的顺序确定为第100个的方式,对从第一个一致点的相邻的经过点开始依次到该最后的一致点与顺序建立对应关系。

[0091] 这样,信息处理装置30通过用户输入比经过点的数量少的数量的示教点,来生成用于使机器人20进行将电缆C走线的作业的经过点。信息处理装置30生成表示所生成的经过点的经过点信息。而且,信息处理装置30将经过点信息输出至控制装置40。由此,用户通过利用信息处理装置30,能够容易地使机器人20进行将电缆C走线的作业。

[0092] 此外,信息处理装置30也可以是用户不从示教画面输入示教点姿势信息、示教点速度信息以及示教点把持力信息中的一部分或者全部的构成。在该情况下,信息处理装置30作为与用于将电缆C在第一物体0走线的位置以及顺序相关的信息,由用户从示教画面输入示教点位置信息和示教点顺序信息。然后,信息处理装置30基于输入的示教点位置信息和示教点顺序信息来生成示教点。信息处理装置30基于已生成的示教点来生成经过点信息。示教点位置信息以及示教点姿势信息是第一信息的一个例子。

[0093] 另外,在这一个例子中,示教点位置信息表示机器人坐标系RC中的X轴方向、Y轴方向、Z轴方向的每一个方向上的位置。信息处理装置30可以是在由用户作为示教点位置信息输入表示上述3个位置的信息时,全部集中地输入该3个位置的构成,也可以是分别输入该3个位置的构成。以下,作为一个例子,对信息处理装置30分别输入该3个位置的情况进行说明。

[0094] <控制装置所进行的处理的概要>

[0095] 以下,对控制装置40所进行的处理的概要进行说明。

[0096] 控制装置40从信息处理装置30获取经过点信息。控制装置40基于获取到的经过点信息来控制机器人20。换言之,控制装置40根据信息处理装置30受理的示教点位置信息以及示教点姿势信息、或者基于示教点位置信息以及示教点姿势信息生成的临时轨迹来控制机器人20,使机器人20进行规定的作业。由此,控制装置40能够容易地进行将电缆C走线的作业。另外,由于控制装置40使机器人20走线电缆C,所以即使在对多个第一物体0的每一个第一物体0进行了规定的作业的情况下,也能够不使在每个第一物体0上走线的电缆C的状态偏差地保持一定的品质。其结果,控制装置40能够抑制产生由该状态偏差引起的故障的可能性。

[0097] 在本实施方式中,对信息处理装置30生成经过点信息的处理、和控制装置40使机器人20进行规定的作业的处理进行详细说明。

[0098] <机器人控制装置的硬件构成>

[0099] 以下,参照图3,对信息处理装置30以及控制装置40的硬件构成进行说明。图3是表示信息处理装置30以及控制装置40的硬件构成的一个例子的图。图3是简单地将信息处理装置30的硬件构成(标注了30系列的附图标记的功能部)、和控制装置40的硬件构成(标注了40系列的附图标记的功能部)的重叠地示出的图。

[0100] 信息处理装置30例如具备CPU(Central Processing Unit:中央处理器)31、存储部32、输入受理部33、通信部34以及显示部35。另外,信息处理装置30经由通信部34与控制装置40进行通信。这些构成要素经由总线BUS以相互能够通信的方式连接。

[0101] 控制装置40例如具备CPU41、存储部42、输入受理部43、通信部44、以及显示部45。另外,控制装置40经由通信部44与机器人20以及信息处理装置30进行通信。这些构成要素经由总线BUS以相互能够通信的方式连接。

[0102] CPU31执行储存于存储部32的各种程序。

[0103] 存储部32例如包含HDD(Hard Disk Drive:硬盘驱动器)、SSD(Solid State Drive:固态硬盘)、EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory:电可擦除可编程只读存储器)、ROM(Read-Only Memory:只读存储器)、RAM(Random Access Memory:随机存储器)等。此外,存储部32除了是内置于信息处理装置30的存储装置以外,也可以是通过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对信息处理装置30所处理的各种信息、图像、程序进行储存。

[0104] 输入受理部33例如是与显示部35一体地构成的触摸面板。此外,输入受理部33也可以是键盘、鼠标、触摸板、其它输入装置。

[0105] 通信部34例如包含USB等数字输入输出端口、以太网(注册商标)端口等而构成。

[0106] 显示部35例如是液晶显示器面板、或者有机EL(Electro Luminescence:电致发光)显示器面板。

[0107] CPU41执行储存于存储部42的各种程序。

[0108] 存储部42例如包含HDD、SSD、EEPROM、ROM、RAM等。此外,存储部42除了是内置于控制装置40的存储装置以外,也可以是通过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42对控制装置40所处理的各种信息、图像、程序进行储存。

[0109] 输入受理部43例如是与显示部45一体地构成的触摸面板。此外,输入受理部43也可以是键盘、鼠标、触摸板、其它的输入装置。

[0110] 通信部44例如包含USB等数字输入输出端口、以太网(注册商标)端口等而构成。

[0111] 显示部45例如是液晶显示器面板、或者有机EL显示器面板。

[0112] <信息处理装置以及控制装置的功能构成>

[0113] 以下,参照图4,对信息处理装置30以及控制装置40的功能构成进行说明。图4是表示信息处理装置30以及控制装置40的功能构成的一个例子的图。

[0114] 信息处理装置30具备存储部32、通信部34、显示部35、以及控制部36。

[0115] 控制部36对信息处理装置30的整体进行控制。控制部36具备显示控制部361、轨迹生成部363、经过点生成部364、仿真部365、拍摄控制部366、图像获取部367、以及经过点信息输出部368。控制部36所具备的上述功能部例如通过CPU31执行存储于存储部32的各种程序来实现。另外,该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。

[0116] 显示控制部361生成使显示部35显示的各种画面。显示控制部361使所生成的画面显示于显示部35。

[0117] 轨迹生成部363基于由用户通过输入受理部33输入的(受理的)示教点,来生成临时轨迹。

[0118] 经过点生成部364基于轨迹生成部363生成的临时轨迹来生成经过点。另外,经过点生成部364基于已生成的经过点,来生成表示该经过点的经过点信息。

[0119] 仿真部365执行基于由经过点生成部364生成的经过点的仿真。该仿真是使虚拟空间V内的虚拟的机器人20进行机器人20基于经过点生成部364所生成的经过点进行了规定的作业的情况下的动作的处理。虚拟空间V是虚拟地包含有第一物体0等现实空间内的与机器人20的规定的作业相关联的物体的虚拟空间。表示虚拟空间V中的位置的坐标与通过校准表示机器人坐标系RC中的位置的坐标建立有对应关系。另外,表示机器人坐标系RC的位置的坐标与通过校准表示现实空间(世界坐标系)的位置的坐标建立有对应关系。仿真部365将表示所执行的仿真的结果的动画通过显示控制部361显示于显示部35。

[0120] 拍摄控制部366使拍摄部10对拍摄部10能够拍摄的范围进行拍摄。

[0121] 图像获取部367从拍摄部10获取拍摄部10拍摄到的拍摄图像。

[0122] 经过点信息输出部368将经过点生成部364所生成的经过点信息通过通信部34输出至控制装置40。

[0123] 控制装置40具备存储部42、通信部44、以及控制部46。

[0124] 控制部46对控制装置40的整体进行控制。控制部46具备拍摄控制部461、图像获取部462、力检测信息获取部463、经过点信息获取部464、位置检测部465、以及机器人控制部466。控制部46所具备的上述功能部例如通过CPU41执行存储于存储部42的各种程序来实现。另外,该功能部中的一部分或者全部也可以是LSI、ASIC等硬件功能部。

[0125] 拍摄控制部461使拍摄部10对拍摄部10能够拍摄的范围进行拍摄。

[0126] 图像获取部462从拍摄部10获取拍摄部10所拍摄到的拍摄图像。

[0127] 力检测信息获取部463从力检测部21获取力检测信息。

[0128] 经过点信息获取部464从信息处理装置30获取经过点信息。

[0129] 位置检测部465基于图像获取部462所获取到的拍摄图像来检测各种位置。

[0130] 机器人控制部466基于经过点信息获取部464获取到的经过点信息使机器人20动作,使机器人20进行规定的作业。

[0131] <信息处理装置显示示教画面的处理>

[0132] 以下,参照图5,对信息处理装置30显示示教画面的处理进行说明。图5是表示信息处理装置30显示示教画面的处理的流程的一个例子的流程图。

[0133] 显示控制部361从存储部32读出示教画面信息。示教画面信息是为了生成示教画面所需要的信息,例如,是由HTML(Hyper Text Markup Language:超文本标记语言)、CSS(Cascading Style Sheets:层叠样式表)构成的信息。另外,示教画面信息是预先存储于存储部32的信息。显示控制部361基于从存储部32读出的示教画面信息来生成示教画面(步骤S110)。接下来,显示控制部361使显示部35显示在步骤S110中生成的示教画面(步骤S120),并结束处理。

[0134] <信息处理装置基于用户在示教画面上进行的操作而进行的处理>

[0135] 以下,参照图6~12,对示教画面、和信息处理装置基于由用户进行的操作进行的处理进行说明。图6是表示示教画面的一个例子的图。图6所示的示教画面G1包含有虚拟空间显示区域VS、按钮B0、按钮B1、按钮B2、以及按钮B3。此外,示教画面G1除了这些以外,也可以还包含其它GUI(Graphical User Interface:图形用户界面)的构成。

[0136] 虚拟空间显示区域VS是显示上述虚拟空间V的区域。显示控制部361基于由用户预先输入的信息来生成虚拟空间V。该信息是表示配置于虚拟空间V内的物体的形状、位置等的信息。显示控制部361使所生成的虚拟空间V显示于虚拟空间显示区域VS。如图6所示那样,这一个例子中的虚拟空间V包含虚拟的第一物体0即第一物体V0。第一物体V0具有分别与现实空间的第一物体0所具有的突起部01~突起部03对应的虚拟的突起部V01~突起部V03。即,第一物体V0的形状是与第一物体0的形状相同的形状。

[0137] 显示控制部361使从基于针对信息处理装置30的触摸面板(输入受理部33)的操作的视点观察虚拟空间V内的情况下看到的虚拟空间V内显示于虚拟空间显示区域VS。在图6中显示有,从位于第一物体V0的上表面的正上方的视点朝向第一物体V0的重心观察虚拟空间V内的情况下看到的虚拟空间V内。在这一个例子中,显示控制部361在默认状态下,使从该视点朝向该重心观察虚拟空间V内的情况下看到的虚拟空间V内显示于虚拟空间显示区域VS。在这一个例子中,默认状态是从显示示教画面G1开始到进行针对该触摸面板的操作之前的状态。因此,在图6所示的虚拟空间显示区域VS显示有包含虚拟空间V内的第一物体V0的上表面的范围。此外,显示控制部361也可以是在默认状态下,使从与该视点位置不同的视点朝向该重心观察虚拟空间V内的情况下看到的虚拟空间V内显示于虚拟空间显示区域VS的构成。

[0138] 在示教画面G1上,基于针对信息处理装置30的触摸面板的操作的视点能够通过针对该触摸面板的触摸操作而变更。图7是表示通过针对该触摸面板的触摸操作来变更基于针对信息处理装置30的触摸面板的操作的视点的情况的一个例子的图。例如,如图7所示那样,在将该触摸面板向图7所示的箭头所表示的方向AR1滑动的情况下,显示控制部361使该视点沿与方向AR1相反的方向移动。而且,显示控制部361使从移动后的该视点朝向第一物

体V0的重心观察虚拟空间V内的情况下看到的虚拟空间V内显示于虚拟空间显示区域VS。这里,在图7中,手指F1表示滑动前的用户的手指的位置,手指F2表示滑动后的用户的手指的位置。此外,显示控制部361基于对该触摸面板进行的滑动的距离来计算通过滑动而使该视点移动的移动量。通过这样的该视点的移动,显示控制部361能够使从用户所希望的视点朝向第一物体V0的重心观察虚拟空间V内的情况下的虚拟空间V内显示于虚拟空间显示区域VS。

[0139] 此外,显示控制部361除了是在虚拟空间显示区域VS显示虚拟空间V的构成外,也可以是使由拍摄部10拍摄到的拍摄图像显示于虚拟空间显示区域VS的构成。在该情况下,显示控制部361通过拍摄控制部461使拍摄部10对拍摄部10能够拍摄的拍摄范围进行拍摄。而且,显示控制部361通过图像获取部462从拍摄部10获取拍摄部10拍摄到的拍摄图像。显示控制部361使获取到的拍摄图像显示于虚拟空间显示区域VS。此外,在该情况下,显示控制部361与在虚拟空间显示区域VS显示虚拟空间V的情况不同,不进行如在图7中说明的基于针对信息处理装置30的触摸面板的操作的视点的移动。

[0140] 另外,用户通过在虚拟空间显示区域VS上进行点击,能够在点击的位置所表示的虚拟空间V内的位置追加(输入、生成)示教点。显示控制部361在用户在虚拟空间显示区域VS上进行了点击的情况下,在被点击的位置所表示的虚拟空间V内的位置生成与表示该位置的示教点位置信息建立有对应关系的示教点。该位置是与虚拟空间V内的X轴方向以及Y轴方向上的位置建立有对应关系的机器人坐标系RC的X轴方向以及Y轴方向上的位置。在这一个例子中,如上所述,机器人坐标系RC的Z轴方向上的位置在后面与示教点建立对应关系。此外,在这一个例子中,虚拟空间V内的X轴方向以及Y轴方向是沿着第一物体V0的上表面的方向。

[0141] 另外,显示控制部361为了将生成了示教点的情况通知给用户,基于与所生成的示教点建立有对应关系的机器人坐标系RC的X轴方向以及Y轴方向上的位置,在与该位置建立有对应关系的虚拟空间V内的X轴方向以及Y轴方向上的位置追加(显示)表示示教点的信息。在图6以及图7所示的例子中,表示在虚拟空间V内追加(显示)的示教点的信息分别用双点划线的圆TP1~圆TP5来表示。此外,该信息例如也可以是星号等标记、光的亮灭等其它信息。

[0142] 另外,在这一个例子中,显示控制部361对通过用户的点击而生成了示教点的次数进行存储,并将在存储的次数上加1后所得的数作为顺序,与新生成的示教点建立对应关系。此外,该次数的初始值为零。显示控制部361每次生成示教画面都将该次数初始化为初始值。例如,显示控制部361在第一个生成了圆TP1所表示的示教点的情况下,将表示第一个的示教点顺序信息与该示教点建立对应关系。

[0143] 另外,显示控制部361在虚拟空间V内追加了(显示了)表示示教点的信息后,将对表示所追加(显示)的该信息所表示的示教点的姿势的示教点姿势信息进行输入的姿势输入画面重叠地显示于已经显示于虚拟空间显示区域VS的虚拟空间V。在图6所示的例子中,显示控制部361在使圆TP5显示于虚拟空间显示区域VS后,将姿势输入画面G2重叠地显示于已经显示于虚拟空间显示区域VS的虚拟空间V。用户能够使用姿势输入画面G2,将所希望的姿势与圆TP5所表示的示教点建立对应关系。即,显示控制部361将从姿势输入画面G2受理的示教点姿势信息与圆TP5所表示的示教点建立对应关系。显示控制部361在用户对姿势输

入画面G2输入了示教点姿势信息后,将姿势输入画面G2从虚拟空间显示区域VS删除。例如,显示控制部361在规定的时间内点击了2次姿势输入画面G2的情况下,判定为针对姿势输入画面G2的示教点姿势信息的输入结束。规定的时间例如是1秒左右。此外,规定的时间也可以是其它时间。

[0144] 按钮B0是使示教点的追加(在虚拟空间V内表示示教点的信息的追加)结束的按钮。在用户点击了按钮B0的情况下,显示控制部361判定为用户的示教点的追加结束了。显示控制部361在判定为该追加结束了的情况下,将图8所示的附加信息输入画面G3重叠地显示于虚拟空间显示区域VS。图8是表示显示有附加信息输入画面G3的状态的示教画面G1的一个例子的图。

[0145] 附加信息输入画面G3包含有最小曲率信息输入栏GP1、附加信息输入栏GP2、以及按钮B4。

[0146] 最小曲率信息输入栏GP1是输入最小曲率信息的栏。在这一个例子中,最小曲率信息是指定轨迹生成部363基于显示控制部361生成的示教点生成的临时轨迹所包含的曲线的最小曲率的信息。在这一个例子中,曲率用曲率半径来表示。因此,用户能够作为最小曲率信息从最小曲率信息输入栏GP1输入该曲线的最小曲率半径。最小曲率信息是第二信息的一个例子。

[0147] 附加信息输入栏GP2是输入附加信息的栏。在这一个例子中,附加信息中包含显示控制部361与特定的示教点建立对应关系的示教点高度信息、示教点速度信息、以及示教点把持力信息这3个信息。示教点高度信息是表示与示教点建立对应关系的示教点位置信息中的机器人坐标系RC的Z轴方向的位置的信息。此外,也可以是附加信息除了这些信息以外,还包含其它信息的构成。在附加信息输入栏GP2预先显示有识别显示控制部361所生成的示教点的示教点ID。用户能够从附加信息输入栏GP2输入示教点高度信息、示教点速度信息以及示教点把持力信息。示教点速度信息和示教点把持力信息分别是第三信息的一个例子。

[0148] 按钮B4是使来自最小曲率信息输入栏GP1和附加信息输入栏GP2的每一栏的用户的信息的输入结束的按钮。在用户点击了按钮B4的情况下,显示控制部361使由用户输入至最小曲率信息输入栏GP1的最小曲率信息存储至存储部32。另外,显示控制部361将在附加信息输入栏GP2输入的示教点高度信息、示教点速度信息以及示教点把持力信息分别与建立有对应关系的示教点ID所表示的示教点建立对应关系。然后,显示控制部361删除附加信息输入画面G3。

[0149] 返回到图6以及图7。按钮B1是基于显示控制部361生成的示教点生成经过点轨迹,并使生成的经过点轨迹显示于虚拟空间显示区域VS的按钮。在按钮B1被用户点击了的情况下,轨迹生成部363基于显示控制部361生成的示教点、和被存储于存储部32的最小曲率信息,来生成临时轨迹。具体而言,轨迹生成部363基于显示控制部361生成的各示教点生成(计算)具有最小曲率信息所表示的最小曲率半径以上的曲线的贝塞尔曲线且是按照各示教点的顺序依次通过各示教点的贝塞尔曲线,作为临时轨迹。

[0150] 在轨迹生成部363生成了临时轨迹后,经过点生成部364基于规定的条件,生成规定的数N的经过点,以便在临时轨迹上各经过点位于分离等间隔的位置。图9是将轨迹生成部363基于临时轨迹生成的经过点根据经过点的位置重叠于示教画面G1的情况下的影像

图。图9所示的点线且是通过圆TP1~圆TP5的每一个圆所表示的示教点的点线所具有的点P1~点PN是分别表示规定的数N的经过点的信息。此外,为了使图简化,图9所示的点P1~点PN描绘有比这一个例子中的规定的数N即100少的点。

[0151] 在生成了临时轨迹后,经过点生成部364基于各示教点的姿势来计算所生成的各经过点中的不是一致点的经过点的姿势。经过点生成部364将对该经过点的每一个经过点计算出的姿势分别与该经过点建立对应关系。另外,经过点生成部364基于各一致点的速度来计算该经过点的速度。经过点生成部364将对该经过点的每一个经过点计算出的速度分别与该经过点建立对应关系。另外,经过点生成部364基于各一致点的把持力来计算该经过点的把持力。经过点生成部364将对该经过点的每一个经过点计算出的把持力分别与该经过点建立对应关系。另外,经过点生成部364基于各一致点的顺序来计算所生成的各经过点的顺序。经过点生成部364将对该经过点的每一个经由计算出的顺序分别与该经过点建立对应关系。经过点生成部364像这样生成分别与经过点位置信息、经过点姿势信息、经过点顺序信息、经过点速度信息、经过点把持力信息建立对应关系的经过点。然后,经过点信息输出部368基于所生成的该经过点生成经过点信息。

[0152] 在经过点生成部364生成了经过点信息后,显示控制部361通过基于该经过点信息,按照各经过点的顺序依次用线连结该经过点信息所表示的各经过点,来计算经过点轨迹。显示控制部361基于该各经过点的位置,使计算出的经过点轨迹显示于虚拟空间显示区域VS。图10是表示在虚拟空间显示区域VS显示有经过点轨迹的状态的示教画面G1的一个例子的图。如图10所示,显示控制部361使经过点轨迹L1显示于虚拟空间显示区域VS。由此,在信息处理装置30基于用户输入的各示教点使机器人20动作的情况下,能够将机器人20对电缆C进行走线的轨迹在视觉上提供给用户。

[0153] 按钮B2是执行基于经过点生成部364生成的经过点的仿真的按钮。在按钮B2被用户点击的情况下,仿真部365执行该仿真。而且,仿真部365通过显示控制部361使执行的仿真的结果(仿真结果)的动画显示于虚拟空间显示区域VS。图11是表示将仿真部365所执行的仿真的结果显示于虚拟空间显示区域VS的状态的示教画面G1的一个例子的图。

[0154] 在仿真部365所执行的仿真中,把持有端部VC1的末端执行器VE沿着图11所示的箭头所表示的路径AR2将电缆VC走线。电缆VC是虚拟空间V内的虚拟的电缆C。端部VC1是虚拟空间V内的虚拟的端部C1。末端执行器VE是虚拟空间V内的虚拟的末端执行器E。路径AR2是沿着经过点生成部364所生成的经过点轨迹的路径。

[0155] 显示控制部361根据来自仿真部365的请求,作为仿真部365所执行的仿真的结果,在显示于虚拟空间显示区域VS的虚拟空间V内控制点VT1沿着路径AR2移动,从而使末端执行器E将电缆VC走线的情况的动画显示于虚拟空间显示区域VS。由此,在信息处理装置30基于用户输入的各示教点使机器人20动作的情况下,能够将机器人20将电缆C走线的情况以实际上不移动机器人20的方式在视觉上提供给用户。此外,在图11中,为了使图简化,仅描绘有显示于虚拟空间显示区域VS的虚拟空间内的虚拟的机器人20中的末端执行器VE,而省略了末端执行器VE以外的该虚拟的机器人20的其它部位。

[0156] 另外,仿真部365在其所执行的仿真中,判定包含末端执行器VE的虚拟的臂A即臂VA是否干扰(接触)突起部V01~突起部V03等其它物体。另外,仿真部365在该仿真中发生臂VA与其它物体的干扰的情况下,通过显示控制部361如图12所示那样将表示发生了该干扰

的位置的信息显示于虚拟空间显示区域VS。图12是表示显示有表示发生了臂VA与其它物体的干扰的位置的信息的状态的示教画面G1的一个例子的图。

[0157] 图12中示有发生了臂VA与突起部V02的干扰的情况下的例子。在发生了这样的干扰的情况下,经过点生成部364在发生了干扰的时机对臂VA的控制点VT1的位置且是作为图10所示的经过点轨迹L1上的位置的干扰位置进行检测。经过点生成部364在检测出的干扰位置与经过点生成部364所生成的经过点的位置一致的情况下,将干扰位置与位置一致的经过点确定为干扰经过点。

[0158] 另外,经过点生成部364在检测出的干扰位置与经过点生成部364所生成的经过点的位置不一致的情况下,在干扰位置生成新的经过点作为干扰经过点。而且,经过点生成部364将所生成的干扰经过点与表示干扰位置的经过点位置信息建立对应关系。另外,经过点生成部364基于在经过点轨迹L1上与干扰经过点邻接的两个经过点的每一个经过点的顺序来计算所生成的干扰经过点的顺序。例如,经过点生成部364在这两个经过点的各自的顺序是第15个和第16个的情况下,计算将它们相加再除以2所得的顺序即第15.5个,作为干扰经过点的顺序。经过点生成部364将表示计算出的该顺序的经过点顺序信息与所生成的干扰经过点建立对应关系。另外,经过点生成部364基于该两个经过点的各自的速度,来计算所生成的干扰经过点的速度。由于计算该干扰经过点的速度的方法是与计算两个一致点之间所包含的经过点的速度的方法相同的方法,所以省略说明。经过点生成部364将表示计算出的干扰经过点的速度的经过点速度信息与所生成的干扰经过点建立对应关系。另外,经过点生成部364基于该两个经过点的各自的把持力,来计算所生成的干扰经过点的把持力。由于计算该干扰经过点的把持力的方法是与计算两个一致点之间所包含的经过点的把持力的方法相同的方法,所以省略说明。经过点生成部364将表示计算出的干扰经过点的把持力的经过点把持力信息与所生成的干扰经过点建立对应关系。

[0159] 另外,显示控制部361作为表示特定或者生成的干扰经过点的位置(即,干扰位置)的信息,使干扰警告画面G4显示于虚拟空间显示区域VS。干扰警告画面G4是显示对发生了臂VA与突起部V02的干扰的情况进行警告的消息的画面,还是使用户输入与干扰经过点建立对应关系的经过点姿势信息的画面。干扰警告画面G4具有突出部。该突出部从干扰警告画面G4中的显示该消息的部分延伸到干扰经过点的位置,来指示干扰经过点的位置。此外,显示控制部361也可以适合使不具有该突起部的干扰警告画面G4显示于虚拟空间显示区域VS的构成。在该情况下,显示控制部361与干扰警告画面G4一起显示表示干扰经过点的位置的信息。例如,显示控制部361也可以使干扰经过点的位置的颜色变化为与干扰经过点的周围的颜色不同的颜色,也可以使星号等标记显示于干扰经过点的位置。

[0160] 干扰警告画面G4除了对发生了臂VA与突起部V02的干扰的情况进行警告的消息以外,还包含干扰避免姿势输入栏GP3。

[0161] 干扰避免姿势输入栏GP3是使使用户输入与干扰经过点建立对应关系的经过点姿势信息的栏。在用户在干扰避免姿势输入栏GP3输入了该经过点姿势信息的情况下,经过点生成部364将输入的经过点姿势信息与干扰经过点建立对应关系。在该干扰经过点是由经过点生成部364确定出的干扰经过点的情况下,经过点生成部364将与干扰经过点建立有对应关系的经过点姿势信息再次与由用户从干扰避免姿势输入栏GP3输入的经过点姿势信息建立对应关系。由此,用户能够将干扰经过点的控制点VT1的姿势变更为未发生臂VA与突起部

V02的干扰的姿势。而且,显示控制部361在经过点生成部364将表示该姿势的经过点姿势信息与干扰经过点建立了对应关系后,删除干扰警告画面G4。

[0162] 返回到图6以及图7。按钮B3是将经过点生成部364所生成的经过点信息输出至控制装置40的按钮。在按钮B3被用户点击了的情况下,经过点信息输出部368使通信部34将当前的经过点信息输出至控制装置40。

[0163] 如上所述,信息处理装置30能够通过由用户示教(输入)数量比经过点的数量少的示教点来生成经过点,并将基于所生成的经过点的经过点信息输出至控制装置40。其结果,信息处理装置30能够缩短用户将经过点示教给控制装置40作业的时间,并能够抑制与该作业相关的时间上的成本、人力的成本的增大。

[0164] <控制装置使机器人进行规定的作业的处理>

[0165] 以下,参照图13,对控制装置40使机器人20进行规定的作业的处理进行说明。图13是表示控制装置40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。在图13所示的流程图中,对从信息处理装置30向控制装置40输出经过点信息之后的处理进行说明。

[0166] 经过点信息获取部464从信息处理装置30获取经过点信息(步骤S210)。经过点信息获取部464使获取到的经过点信息存储至存储部42。接下来,机器人控制部466从存储部42读出在步骤S210中经过点信息获取部464存储至存储部42的经过点信息。而且,机器人控制部466基于读出的经过点信息使机器人20进行规定的作业(步骤S220),并结束处理。

[0167] 具体而言,机器人控制部466按照各经过点的顺序依次使控制点T1与经过点信息所表示的各经过点一致。另外,机器人控制部466基于各经过点的速度使控制点T1移动。另外,机器人控制部466基于各经过点的把持力,使末端执行器E把持电缆C。另外,机器人控制部466通过基于力检测信息获取部463获取到的力检测信息的控制使机器人20动作。例如,在对末端执行器E施加了超过规定的阈值的力的情况下,即对电缆C施加了超过规定的阈值的张力的情况下,机器人控制部466将使控制点T1移动的速度降低规定的比例,以使对电缆C施加的张力成为不足规定的阈值。由此,机器人控制部466使对电缆C施加的张力变化。规定的阈值例如是使电缆C的至少一部分折断的力。此外,规定的阈值除了该阈值以外,也可以是其它阈值。规定的比例例如是20%。此外,规定的比例除了该比例以外,也可以是其它比例。此外,在该情况下,机器人控制部466也可以是使机器人20的动作停止,将表示对电缆C施加了超过规定的阈值的张力的信息通过显示控制部361显示于显示部45的构成。另外,机器人控制部466也可以是对所生成的轨道进行变更,以使对电缆C施加的张力成为不足规定的阈值的构成。

[0168] 这样,控制装置40基于从信息处理装置30获取到的经过点信息,使机器人20进行将线状物体走线的作业。由此,控制装置40能够容易地进行将线状物体走线的作业。另外,控制装置40为了使机器人20将线状物体走线,能够不使被走线的线状物体的状态出现偏差地保持一定的品质。其结果,能够抑制控制装置40产生因该状态出现偏差而引起的故障的可能性。

[0169] 此外,在上述说明中,虚拟空间V内所包含的第一物体O、虚拟的机器人20等全部是模型。模型例如是CG(Computer Graphics:电脑图像)。该CG例如既可以是三维CG,也可以是二维CG。三维CG例如被表示为多边形数据的集合。

[0170] 另外,在上述说明的例子中,对机器人20通过末端执行器E的指部把持电缆C的情况进行了说明,但也可以是电缆C被末端执行器E所把持的工具且是能够把持电缆C的工具把持的结构,也可以是被设置于末端执行器E的该工具把持的结构。在上述情况下,控制点T1的位置被设定在与该工具的端部中的与末端执行器E侧相反侧的端部建立有对应关系的位置。该位置例如是该工具的该端部的位置。

[0171] <机器人把持电缆的与端部不同的部位的情况下的例子>

[0172] 以下,参照附图,对机器人20把持电缆C的与端部C1不同的部位的情况下,在机器人系统1中进行的处理的例子进行说明。图14是表示机器人20把持电缆C的与端部C1不同的部位的情况下的机器人系统1的构成的一个例子的图。

[0173] 在图14中,电缆C的端部中的与端部C1相反侧的端部即端部C2与物体OX连接。物体OX例如是进行经由电缆C的通信、供电的装置。在图14所示的例子中,物体OX被表示为立方体形状的物体。在这一个例子中,物体OX以不相对于地面移动的方式设置(固定)于地面,即使在机器人20通过末端执行器E拉动电缆C的情况下,物体OX也不会移动。此外,物体OX的形状也可以是其它形状。

[0174] 在这一个例子中,机器人20通过末端执行器E把持电缆C的部位中的端部C1与端部C2之间的部位C3。换言之,机器人20通过末端执行器E把持电缆C的部位中的离端部C1或者端部C2分离了规定的长度的部位C3。规定的长度例如是1米。此外,规定的长度也可以是其它长度。

[0175] 在图14所示的状况下,例如,在机器人20通过末端执行器E将电缆C走线的情况下,由于端部C2与物体OX连接,所以在端部C2与部位C3之间施加规定的力以上的张力。规定的力是使电缆C的部位中的施加有该力的部位的至少一部分折断的力。此外,规定的力除了该力以外也可以是其它力。

[0176] 另外,在机器人20通过末端执行器E将电缆C走线的情况下,有将电缆C挂到突起部01~突起部03中的至少一个上,且从挂上的位置开始电缆C不移动的情况。在这样的情况下,也有对电缆C的一部分施加规定的力以上的张力的情况。

[0177] 如上所述,由于抑制对电缆C的一部分施加规定的力以上的张力,所以这一个例子中的机器人20在通过末端执行器E使电缆C走线的轨迹的至少一部分,将通过末端执行器E把持电缆C的把持力变更为规定的牵引把持力。在这一个例子中,规定的牵引把持力是在通过末端执行器E的指部把持电缆C时,电缆C不会因电缆C的自重而从该指部滑落的程度的力。即,在以规定的牵引把持力把持电缆C的末端执行器E使电缆C走线时,在端部C2与部位C3之间施加了比电缆C的自重大的张力的情况下,电缆C相对于末端执行器E的指部滑动,该指部与部位C3的相对的位置变化。以下,将像这样一边使电缆C在该指部中滑动一边使电缆C走线的动作称为牵引动作来进行说明。

[0178] 即,这一个例子中的机器人20在初始状态下把持部位C3,但在使电缆C走线的作业中的动作中包含牵引动作,一边使电缆C相对于末端执行器E的指部滑动一边将电缆C在第一物体0走线。由此,机器人20能够不使电缆C折断地进行使电缆C走线的作业。

[0179] 此外,用户能够根据由用户预先进行的实验、第一物体0以及电缆C的形状等来确定在端部C2与部位C3之间施加规定的力以上的张力的位置。因此,在这一个例子中,用户能够从信息处理装置30所显示的示教画面上将表示规定的牵引把持力的经过点把持力信息

与所希望的经过点建立对应关系。在这一个例子中,对信息处理装置30基于在示教画面上由用户进行的操作将经过点的把持力变更为规定的牵引把持力的处理进行详细说明。

[0180] <信息处理装置基于在示教画面上由用户进行的操作进行的处理2>

[0181] 以下,参照图15,对信息处理装置30基于在示教画面G1上由用户进行的操作将经过点的把持力变更为规定的牵引把持力的处理进行说明。图15是表示在示教画面G1的虚拟空间显示区域VS显示有经过点轨迹的状态下用户将经过点的把持力变更为牵引把持力的情况的一个例子的图。

[0182] 如图15所示,用户例如能够通过虚拟空间显示区域VS上进行放大来使选择范围R1显示于虚拟空间显示区域VS。显示控制部361在用户在虚拟空间显示区域VS上进行放大的情况下,使以放大时的2根手指之间的间隔为对角线的距离而具有的长方形的选择范围R1显示于虚拟空间显示区域VS。

[0183] 经过点生成部364在选择范围R1的内侧包含有经过点轨迹L1中的至少一部分的情况下,将该一部分所包含的经过点确定(选择)为与表示规定的牵引把持力的经过点把持力信息建立对应关系的经过点。而且,经过点生成部364为了将确定出的经过点的每一个经过点的把持力作为规定的牵引把持力,将与该经过点建立有对应关系的经过点把持力信息再次与表示规定的牵引把持力的经过点把持力信息建立对应关系。由此,信息处理装置30能够从使控制点T1一致的经过点中,指定使末端执行器E进行牵引动作的范围所包含的经过点,并能够使机器人20容易地进行包含牵引动作的规定的作业。

[0184] 此外,经过点生成部364也可以为在选择范围R1的内侧包含有经过点轨迹L1中的至少一部分的情况下,该一部分所包含的经过点除了预先与该经过点建立有对应关系的经过点把持力信息即第一经过点把持力信息以外,还与第二经过点把持力信息建立对应关系的构成。在该情况下,该一部分所包含的经过点与两个经过点把持力信息建立对应关系。而且,控制装置40在该一部分所包含的经过点的某一个与控制点T1一致的情况下,在基于力检测信息获取部463获取到的力检测信息判定为对末端执行器E施加了规定的力以上的力的情况下,将通过末端执行器E把持电缆C的把持力变更为第二经过点把持力信息所表示的规定的牵引把持力。这样,例如,由于在选择范围R1的内侧包含有经过点轨迹L1的整体,所以控制装置40即使在未预先确定有在端部C2与部位C3之间施加规定的力以上的张力的位置的情况下,也能够使机器人20容易地进行包含牵引动作的规定的作业。

[0185] <控制装置在机器人进行包含再次把持动作的规定的作业的情况下所进行的处理>

[0186] 机器人20也可以为在对电缆C施加了规定的力以上的张力的情况下,将末端执行器E把持电缆C的把持力变更为规定的牵引把持力的构成,是进行再次把持动作的构成。再次把持动作是末端执行器E再次把持电缆C的部位中的与末端执行器E当前把持的电缆C的部位不同的部位的动作。以下,参照图16,对控制装置40使机器人20进行包含再次把持动作的规定的作业的处理进行说明。

[0187] 图16是表示使机器人20进行包含再次把持动作的规定的作业时的机器人系统1的构成的一个例子的图。由于图16所示的机器人系统1的构成中的除了电缆C以外的构成与图14所示的机器人系统1的构成相同,所以省略说明。图16所示的电缆C在端部C1与部位C3之间设置有标识符MK。标识符MK是表示在再次把持动作中机器人20通过末端执行器E的指部

把持的位置的标记。此外,该标记也可以是电缆C的一部分。

[0188] 机器人控制部466基于经过点信息获取部464从信息处理装置30获取到的经过点信息,使机器人20进行规定的动作。此时,机器人控制部466通过基于力检测信息获取部463获取到的力检测信息的控制使机器人20进行规定的动作。

[0189] 具体而言,机器人控制部466基于该力检测信息来判定是否在电缆C的端部C2与部位C3之间施加了规定的力以上的张力。机器人控制部466在基于该力检测信息判定为对末端执行器E施加了规定的力以上的力的情况下,判定为对该电缆C的端部C2与部位C3之间施加了该张力。另一方面,机器人控制部466在基于该力检测信息判定为对末端执行器E施加了不足规定的力的力的情况下,判定为对该电缆C的端部C2与部位C3之间未施加该张力。

[0190] 机器人控制部466在判定为对电缆C的端部C2与部位C3之间施加了规定的力以上的张力的情况下,使控制点T1的移动停止。另外,在该情况下,机器人控制部466确定(检测)与在判定为在该电缆C的端部C2与部位C3之间施加了该张力的时机相应的经过点。与该时机相应的经过点例如是在该时机之前控制点T1一致的经过点。此外,与该时机相应的经过点除了是上述经过点以外,也可以是在该时机控制点T1一致的经过点等与该时机相应的其它经过点。机器人控制部466对确定出的经过点且是与该时机相应的经过点进行存储。另外,在该情况下,拍摄控制部461使拍摄部10对拍摄部10能够拍摄的范围进行拍摄。而且,图像获取部462获取拍摄部10拍摄到的拍摄图像。

[0191] 位置检测部465基于图像获取部462获取到的拍摄图像,来检测拍摄图像所包含的标识符MK所表示的位置。机器人控制部466张开末端执行器E的指部并使末端执行器E释放电缆C。之后,机器人控制部466基于位置检测部465检测出的标识符MK所表示的位置来使末端执行器E移动,并通过末端执行器E的指部把持该位置。

[0192] 之后,机器人控制部466基于存储的经过点且是与判定为在电缆C的端部C2与部位C3之间施加了规定的力以上的张力的时机相应的经过点,从该经过点的顺序的下一个顺序的经过点开始依次使控制点T1尚未一致的剩余的经过点与控制点T1一致,从而使机器人20进行规定的作业的延续。

[0193] 这样,控制装置40使机器人20进行包含再次把持动作的规定的作业。由此,控制装置40例如即使在出于一些理由挂住电缆C而未拉动的情况下、使控制点T1的姿势变化时臂A的一部分与其它物体或者臂A自身发生干扰的情况下等,也能够再次拿起电缆C,即通过进行再次把持动作而使机器人20完成规定的作业。

[0194] 此外,位置检测部465也可以是基于图像获取部462获取到的拍摄图像,来检测拍摄图像所包含的标识符MK的位置以及姿势的构成。在该情况下,机器人控制部466基于位置检测部465检测出的该位置以及姿势来使末端执行器E移动,并通过末端执行器E的指部把持该位置。

[0195] 另外,机器人控制部466除了是在判定为在电缆C的端部C2与部位C3之间施加了规定的力以上的张力的情况下停止控制点T1的移动并开始再次把持动作的构成以外,也可以是在由用户预先指定的经过点与控制点T1一致的情况下,开始再次把持动作的构成。在该情况下,信息处理装置30使用户在示教画面G1上选择想要开始再次把持动作的所希望的经过点。然后,信息处理装置30将表示使再次把持动作开始的信息与由用户选择出的经过点建立对应关系。该信息是第四信息的一个例子。控制装置40从信息处理装置30获取包含与

该信息建立有对应关系的经过点的经过点信息,并基于获取到的经过点信息使机器人20进行包含再次把持动作的规定的作业。控制装置40基于该经过点信息按照各经过点的顺序使控制点T1与各经过点一致,在与该信息建立有对应关系的经过点与控制点T1一致的情况下,使控制点T1的移动停止。之后,如在上述说明的那样,机器人控制部466根据位置检测部465基于拍摄控制部461使拍摄部10拍摄到的拍摄图像检测出的标识符MK所表示的位置,来进行再次把持动作。

[0196] 如以上说明的那样,本实施方式中的控制装置40基于与用于将线状物体(在这一个例子中,是电缆C)在第一物体(在这一个例子中,是第一物体O)走线的位置以及顺序相关的第一信息(在这一个例子中,是经过点位置信息以及经过点顺序信息)来控制机器人20。由此,控制装置40能够容易地进行使线状物体走线的作业。

[0197] 另外,控制装置40根据基于显示于显示部(在这一个例子中,是显示部35)的拍摄图像受理的第一信息来控制机器人20。由此,控制装置40能够根据基于显示于显示部的图像受理的第一信息,容易地进行使线状物体走线的作业。

[0198] 另外,控制装置40根据基于显示于显示部的模型受理的第一信息来控制机器人20。由此,控制装置40能够根据基于显示于显示部的模型受理的第一信息,容易地进行使线状物体走线的作业。

[0199] 另外,控制装置40根据基于第一信息生成的机器人20的轨迹(在这一个例子中,是临时轨迹或者经过点轨迹L1)来控制机器人20。由此,控制装置40能够根据基于第一信息生成的机器人的轨迹,容易地进行使线状物体走线的作业。

[0200] 另外,控制装置40基于第一信息以及第二信息(在这一个例子中,是最小曲率信息)来控制机器人20。由此,控制装置40能够基于第一信息以及第二信息,容易地进行使线状物体走线的作业。

[0201] 另外,控制装置40基于第一信息以及第三信息(在这一个例子中,是经过点把持力信息)来控制机器人20。由此,控制装置40能够基于第一信息以及第三信息,容易地进行使线状物体走线的作业。

[0202] 另外,控制装置40基于第一信息以及第四信息(在这一个例子中,是标识符MK所表示的位置)来控制机器人20。由此,控制装置40能够基于第一信息以及第四信息,容易地进行使线状物体走线的作业。

[0203] 另外,控制装置40基于力检测部(力检测部21)的输出(在这一个例子中,是力检测信息),来使线状物体的张力变化。由此,控制装置40能够基于第一信息以及力检测部的输出,容易地进行使线状物体走线的作业。

[0204] 另外,控制装置40基于显示于显示部的机器人(在这一个例子中,是虚拟的机器人20)与第一物体的干扰位置来控制机器人20。由此,控制装置40能够基于第一信息、以及机器人20与第一物体的干扰位置,容易地进行使线状物体走线的作业。

[0205] 以上,参照附图对本发明的实施方式进行了详细叙述,但具体的构成并不限于该实施方式,只要不脱离本发明的主旨,也可以进行变更、置换、删除等。

[0206] 另外,也可以为将用于实现以上说明的装置(例如,信息处理装置30、控制装置40)中的任意构成部的功能的程序记录于计算机可读的记录介质,使计算机系统读入该程序再执行。此外,这里所说的“计算机系统”包含OS(Operating System:操作系统)、周边设

备等硬件。另外,所谓的“计算机可读的记录介质”是指软盘、光磁盘、ROM、CD (Compact Disk:光盘) -ROM等便携式介质、内置于计算机系统的硬盘等存储装置。进一步,所谓的“计算机可读的记录介质”也包含如经由因特网等网络、电话线路等通信线路发送出程序的情况下的作为服务器、客户端的计算机系统内部的易失性存储器 (RAM) 那样,将程序保持一定时间的装置。

[0207] 另外,也可以将上述程序从将该程序储存于存储装置等的计算机系统,经由传送介质或者通过传送介质中的传送波传送至其它计算机系统。这里,传送程序的“传送介质”是指像因特网等网络(通信网)、电话线路等通信线路(通信线)那样具有传送信息的功能的介质。

[0208] 另外,上述程序也可以是用于实现上述功能的一部分的程序。进一步,上述程序也可以为能够由与将上述功能已经记录于计算机系统的程序的组合来实现的程序,所谓的差分文件(差分程序)。

[0209] 附图标记说明

[0210] 1…机器人系统;10…拍摄部;20…机器人;21…力检测部;30…信息处理装置;31、41…CPU;32、42…存储部;33、43…输入受理部;34、44…通信部;35、45…显示部;36、46…控制部;40…控制装置;361…显示控制部;363…轨迹生成部;364…经过点生成部;365…仿真部;366…拍摄控制部;367…图像获取部;368…经过点信息输出部;461…拍摄控制部;462…图像获取部;463…力检测信息获取部;464…经过点信息获取部;465…位置检测部;466…机器人控制部。

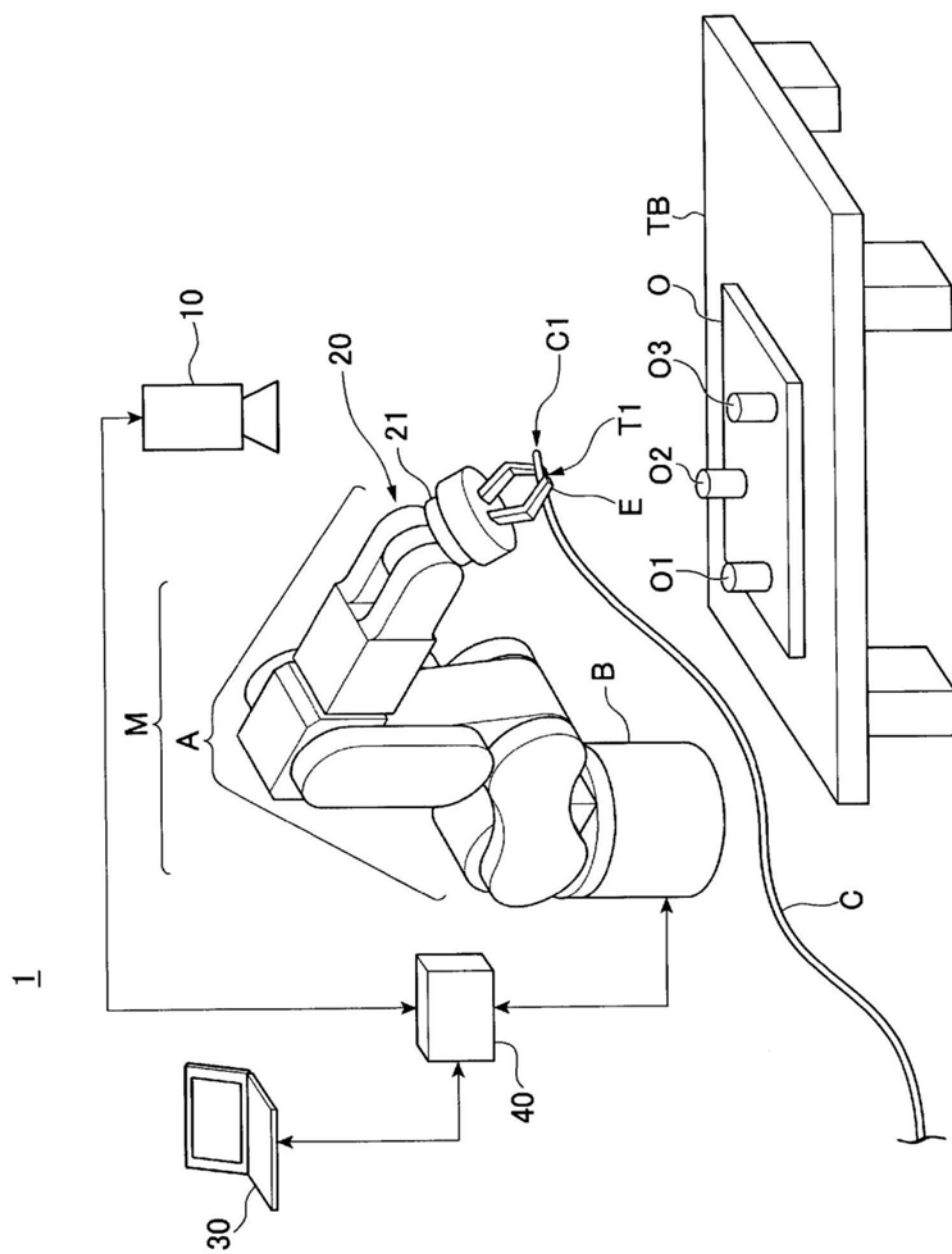


图1

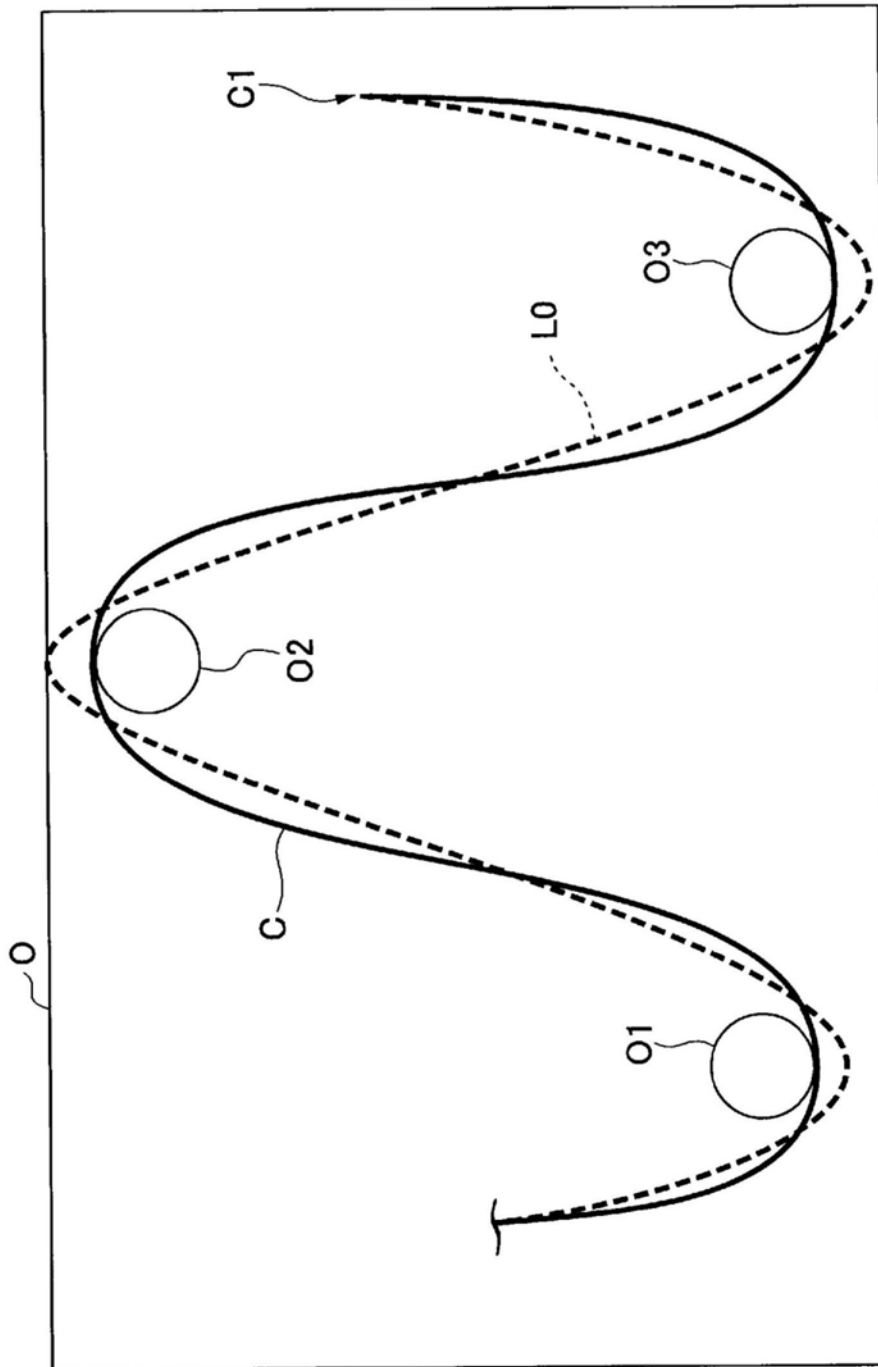


图2

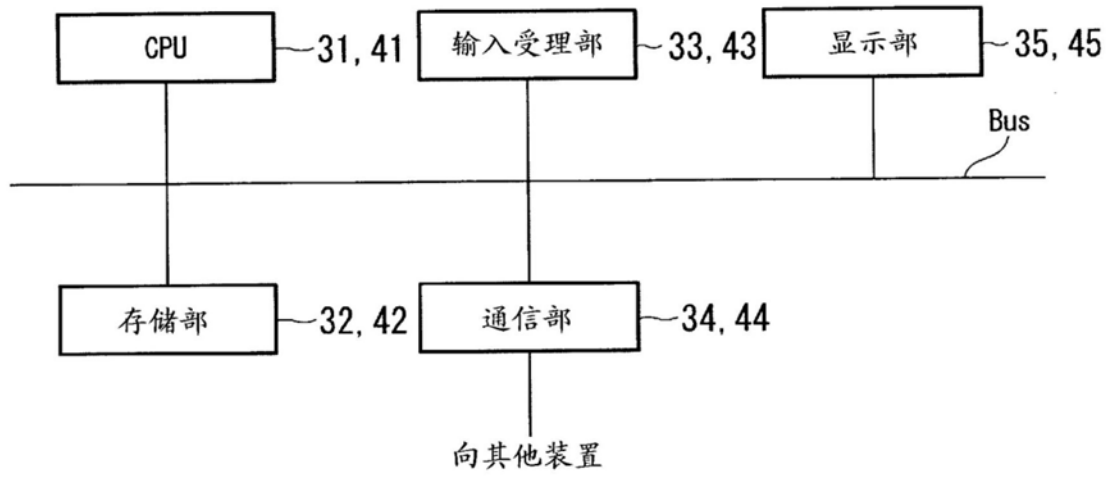


图3

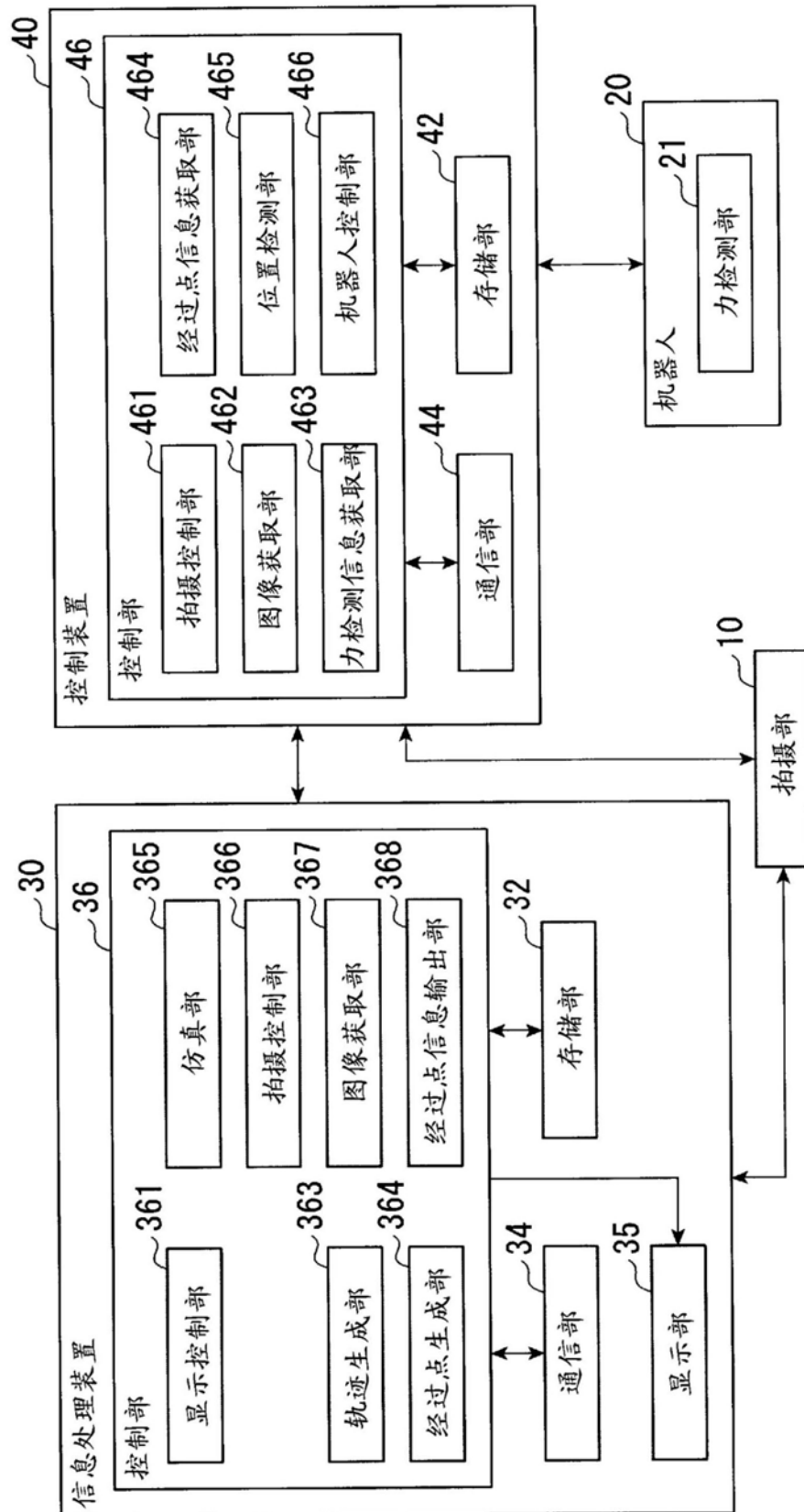


图4

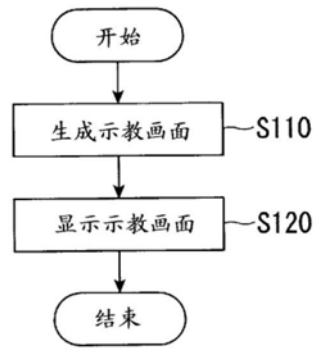


图5

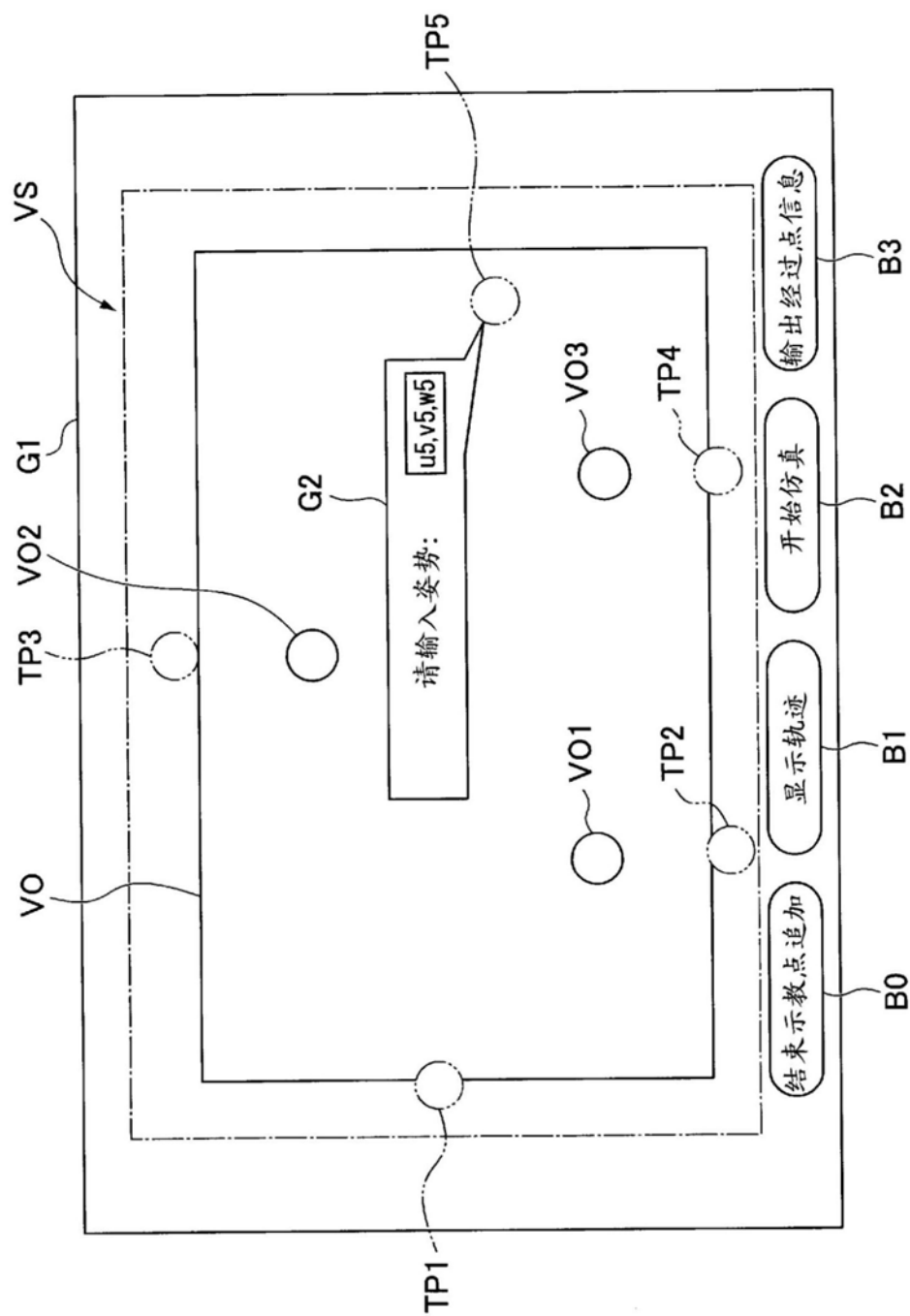


图6

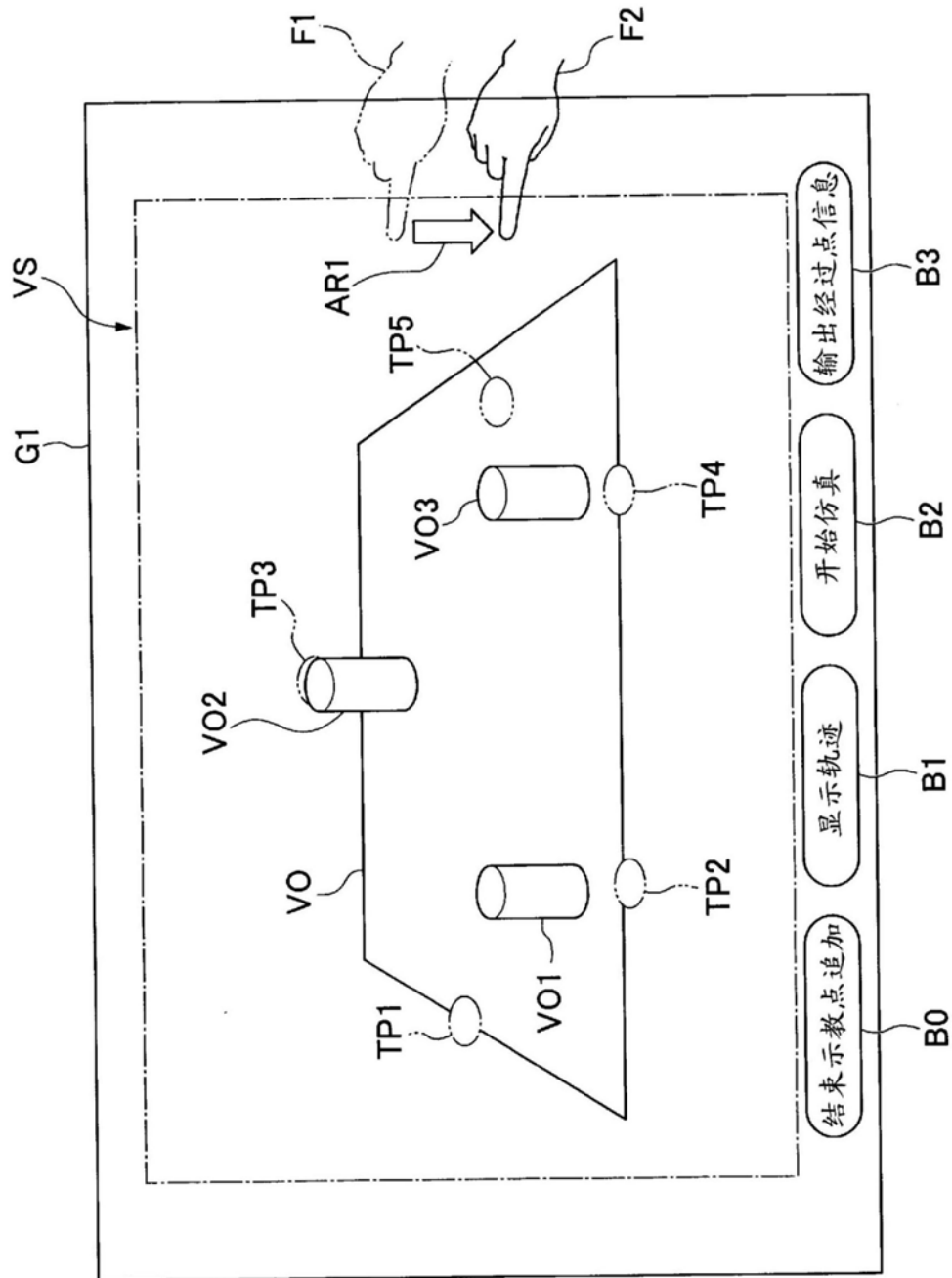


图7

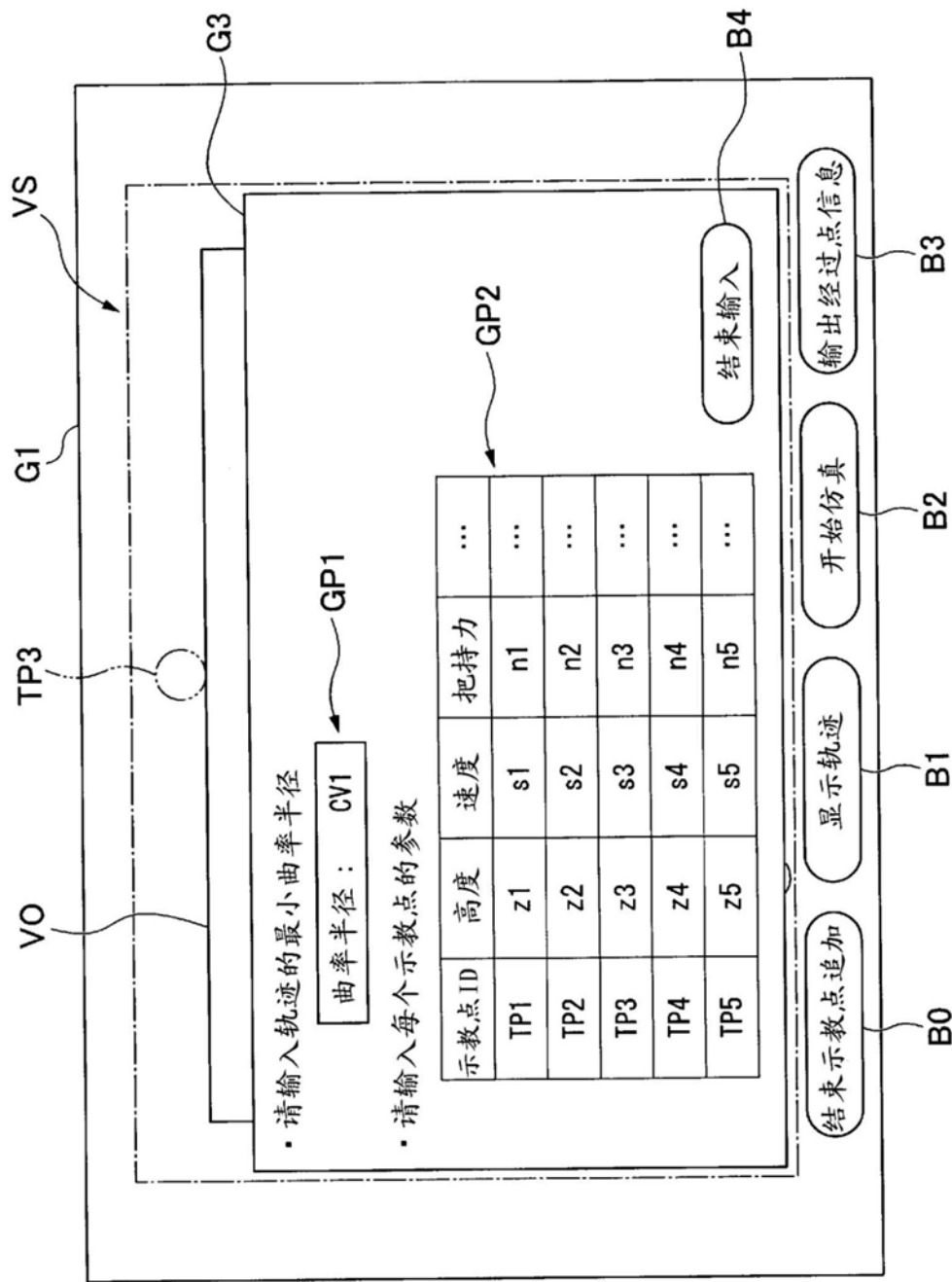


图8

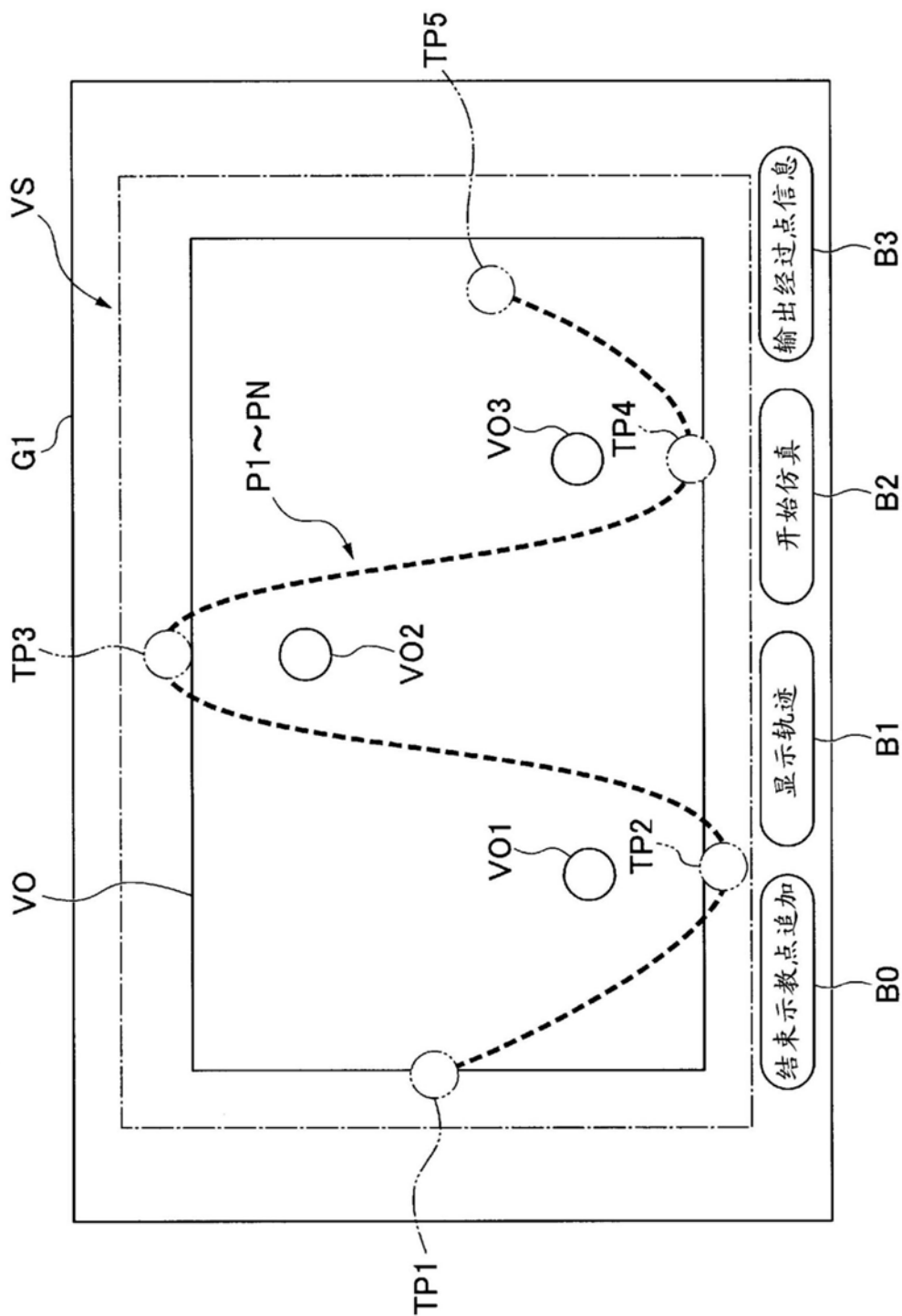


图9

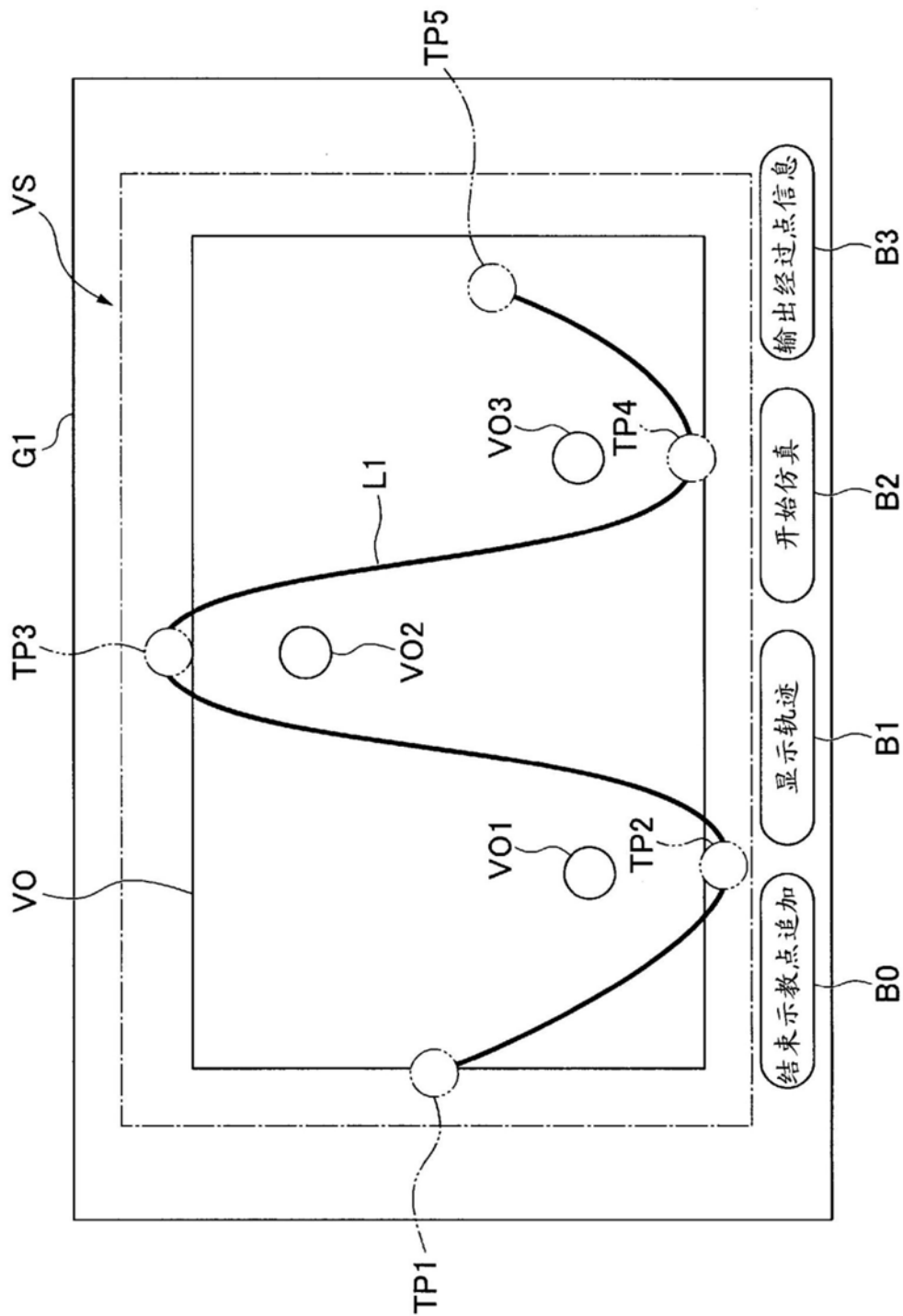


图10

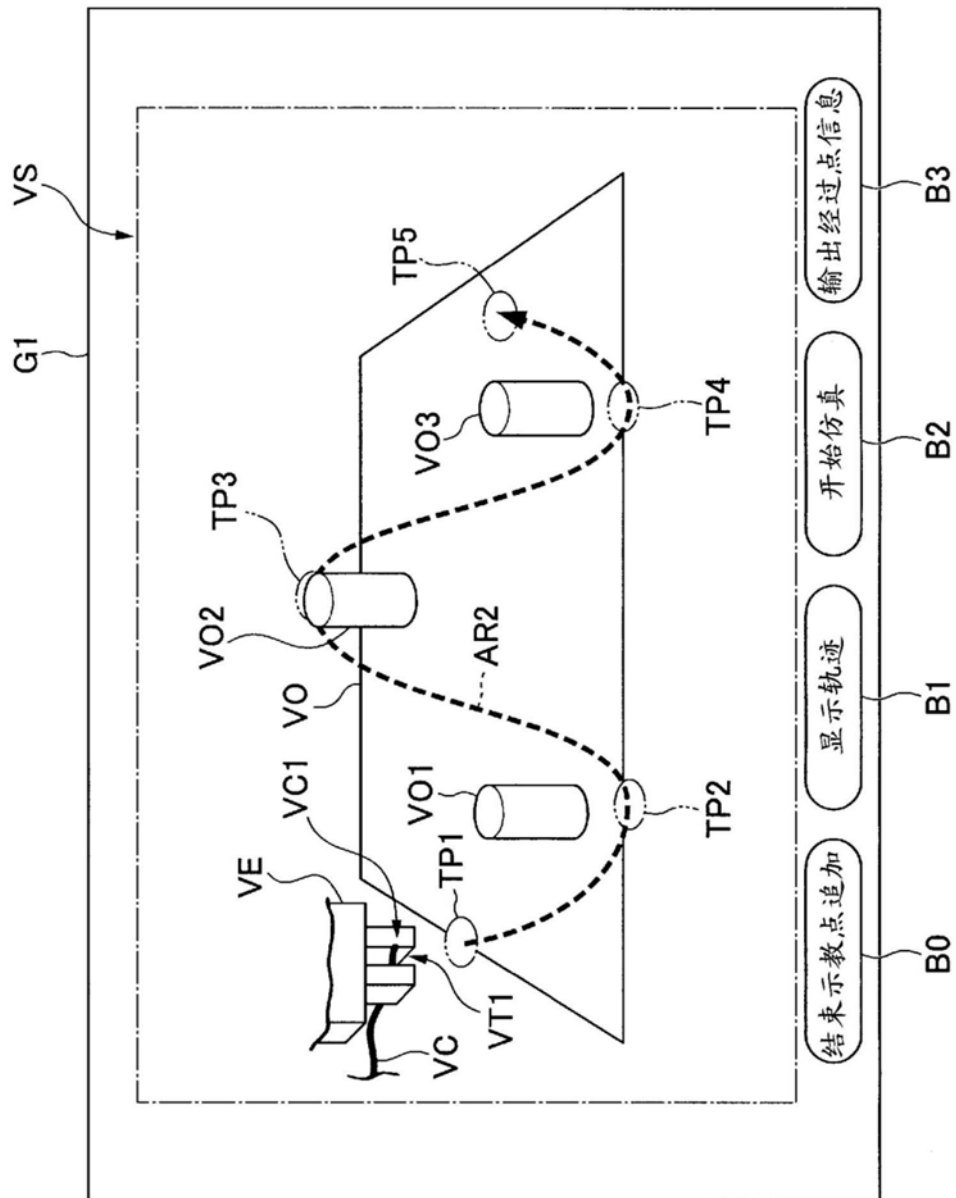


图11

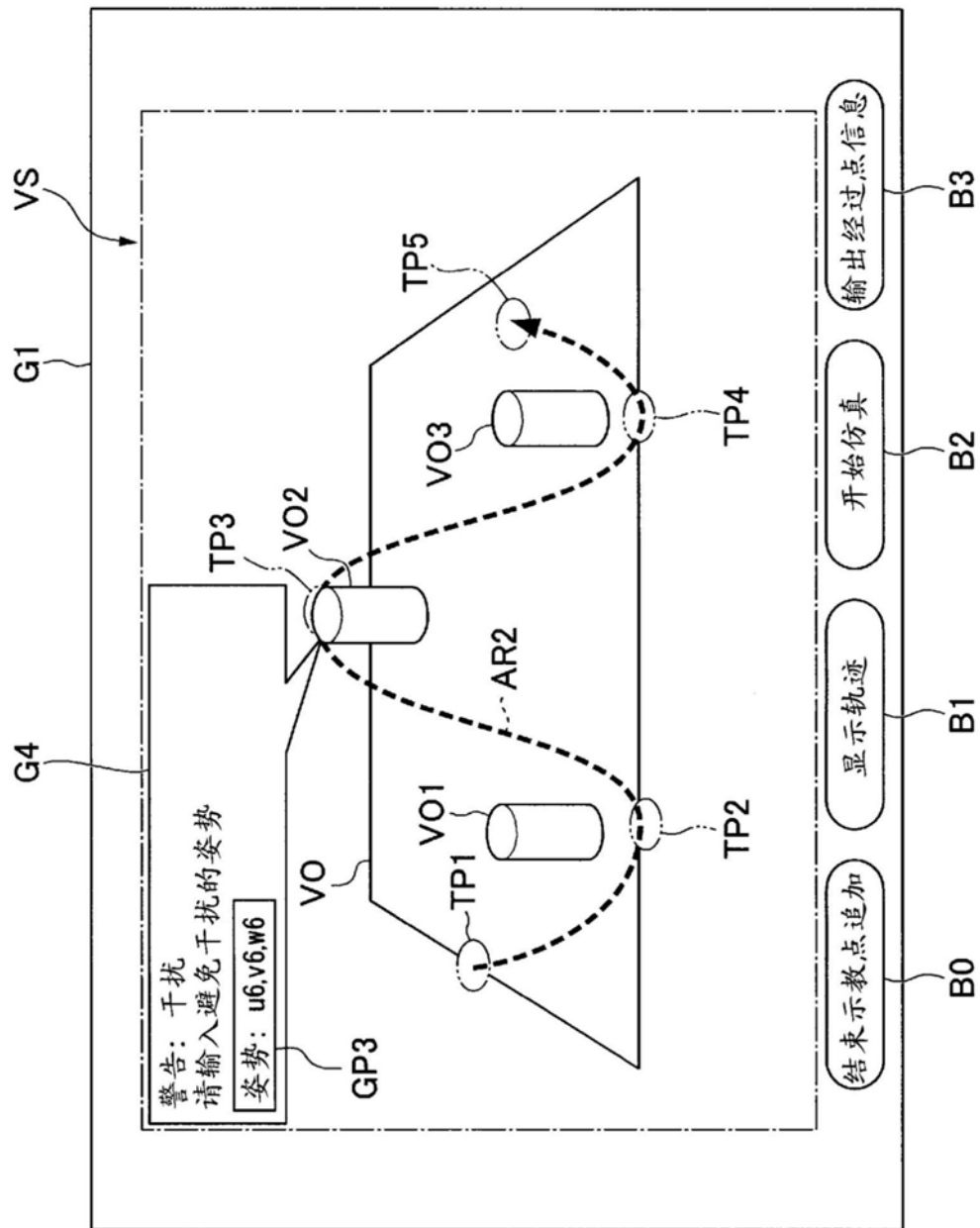


图12

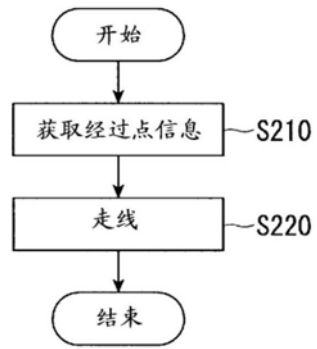


图13

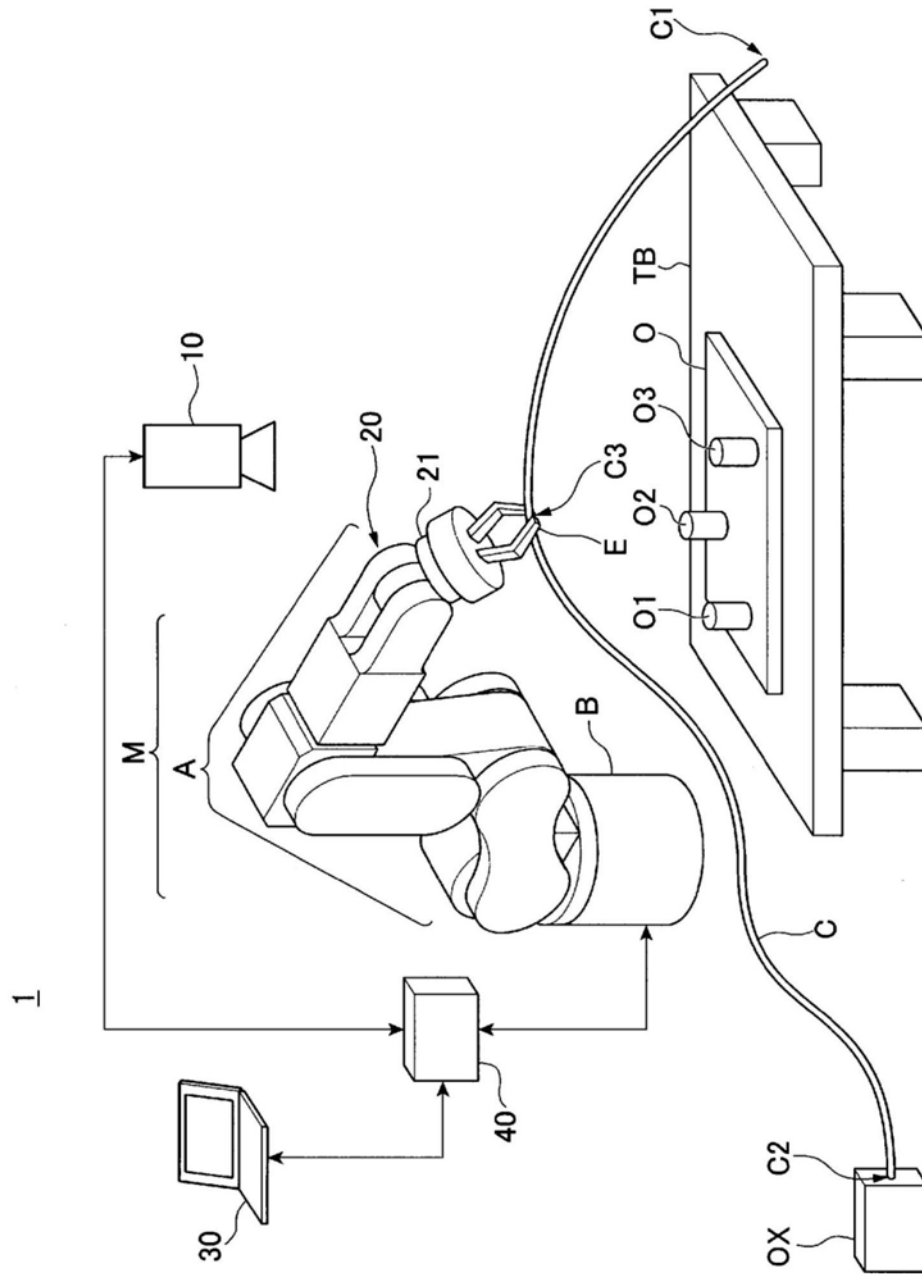


图14

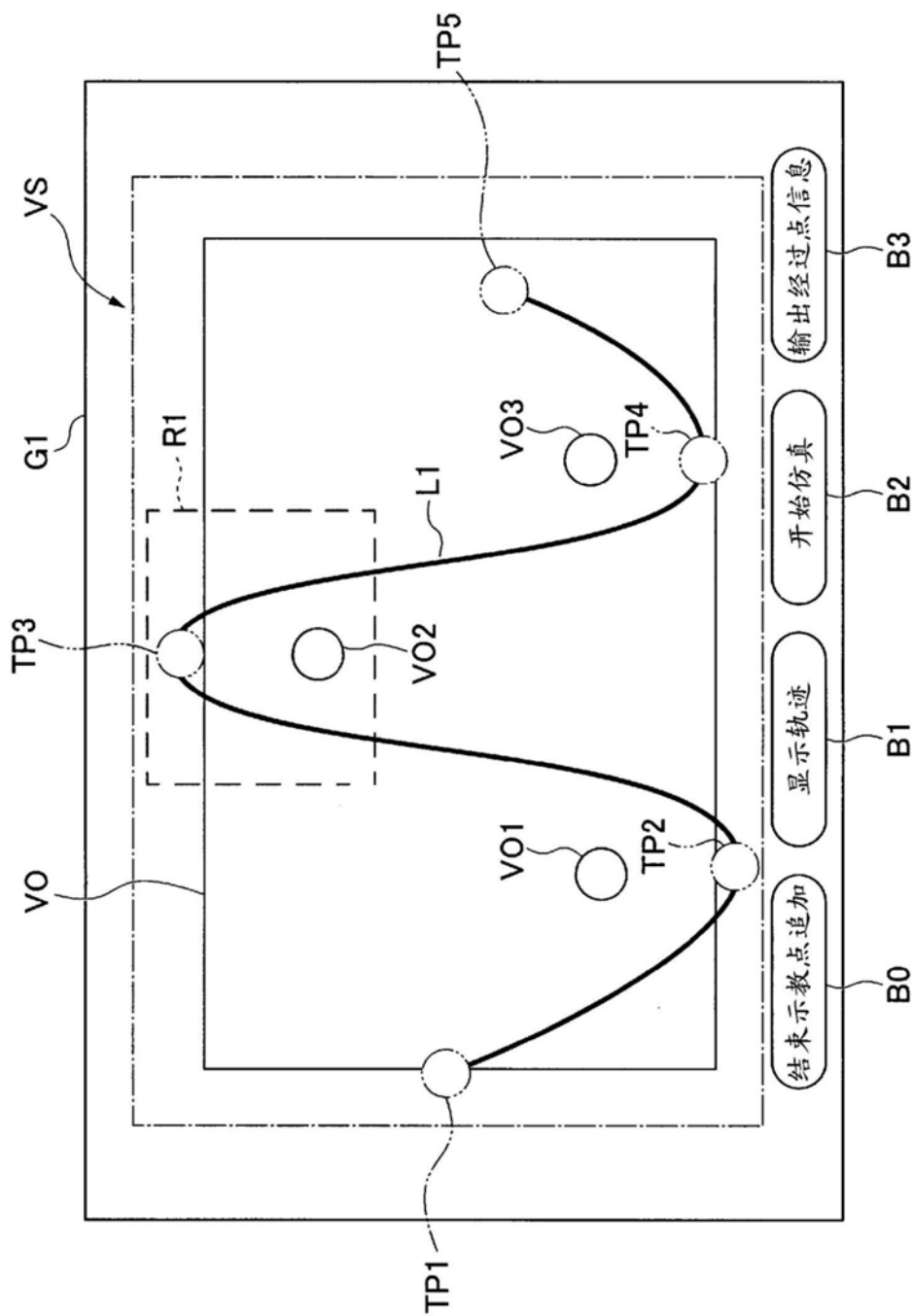


图15

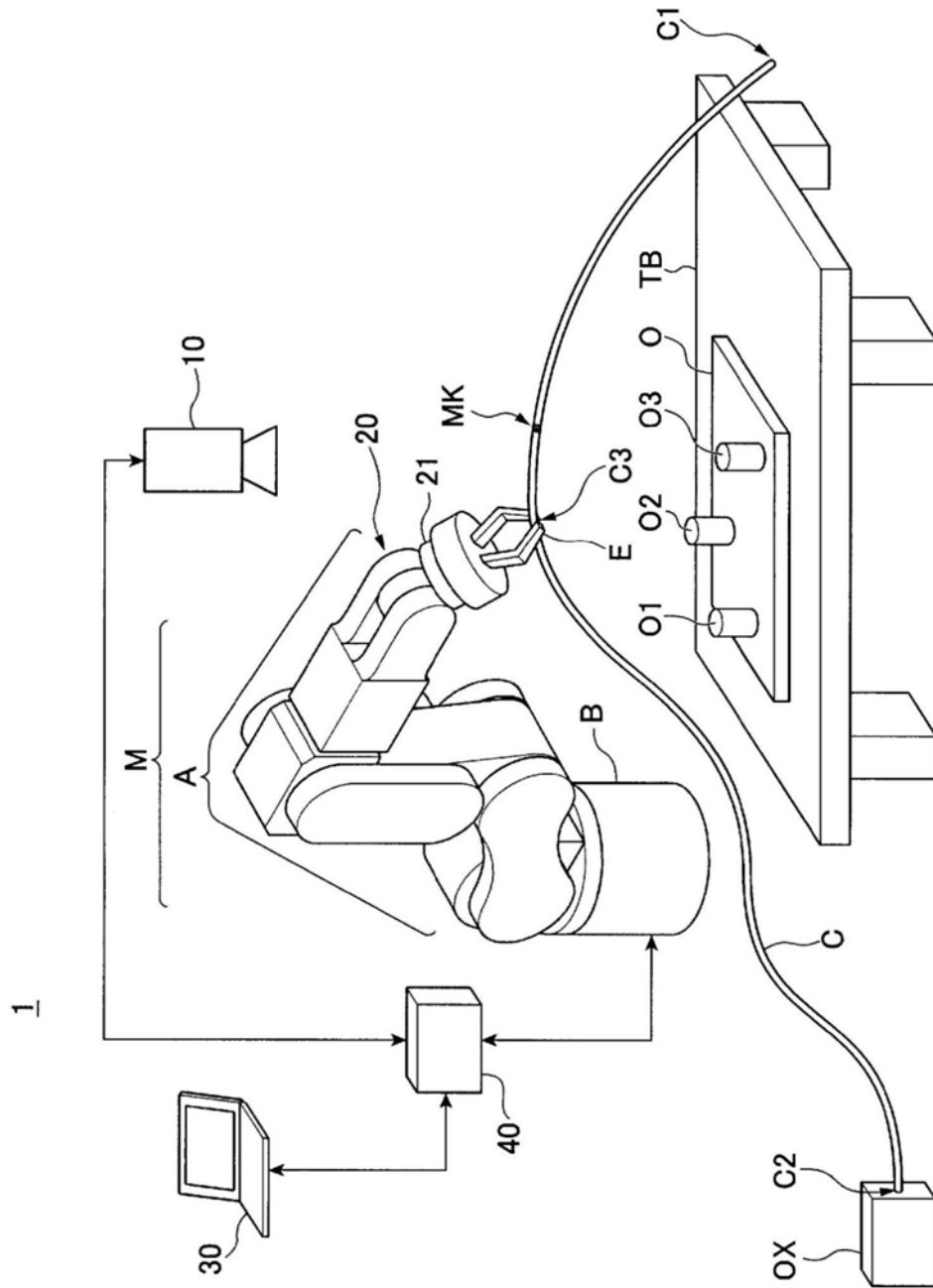


图16