

(19) 国家知识产权局



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110405729 B

(45) 授权公告日 2022.10.18

(21) 申请号 201910338198.7

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2019.04.25

B25J 9/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

B25J 9/16 (2006.01)

申请公布号 CN 110405729 A

(56) 对比文件

US 2014188281 A1, 2014.07.03

(43) 申请公布日 2019.11.05

US 2014188281 A1, 2014.07.03

(30) 优先权数据

US 2016176048 A1, 2016.06.23

2018-084922 2018.04.26 JP

JP 2014128857 A, 2014.07.10

(73) 专利权人 精工爱普生株式会社

US 2010286826 A1, 2010.11.11

地址 日本东京

CN 107848112 A, 2018.03.27

(72) 发明人 竹内馨

审查员 周思远

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

权利要求书1页 说明书12页 附图23页

责任公司 11240

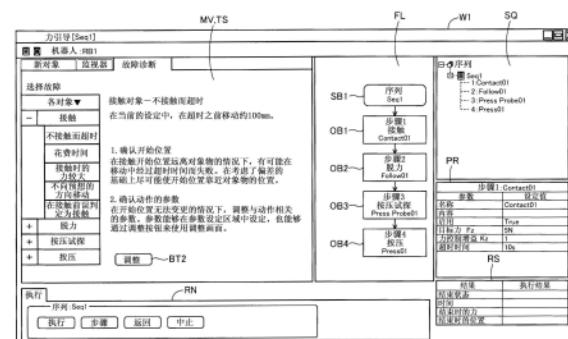
专利代理人 李罡

(54) 发明名称

机器人控制装置

(57) 摘要

一种机器人控制装置，示教者能够简单地进行控制程序的生成。机器人控制装置具有：使显示装置显示包括用于生成包括力控制动作的作业的动作流程的动作流程生成区域的输入画面的显示控制部；将所生成的动作流程转换为控制程序的转换部；执行控制程序来控制机器人的控制执行部。显示控制部在由控制执行部执行了控制程序之后，在机器人的动作不是预先设定的规定动作的情况下，使显示装置显示提示用于实现预先设定的规定动作的对策方案的画面。



1. 一种机器人控制装置,其特征在于,生成机器人的作业的控制程序,所述机器人具有力检测器,所述机器人控制装置具有:

显示控制部,使显示装置显示包括动作流程生成区域的输入画面,所述动作流程生成区域用于生成包括力控制动作的作业的动作流程;

转换部,将所生成的动作流程转换为控制程序;以及

控制执行部,执行所述控制程序来控制所述机器人,

在所述动作流程中,能够任意地追加在主视图区域中显示的对象,另外,也能够删除所述动作流程中的任意的对象,并且在所述动作流程生成区域中图形配置动作对象和条件分支对象,

所述显示控制部在由所述控制执行部执行了所述控制程序之后,在所述机器人的动作不是预先设定的规定动作的情况下,使所述显示装置显示提示对策方案的画面,所述对策方案用于实现预先设定的所述规定动作,

所述显示控制部根据所述控制程序的执行结果来显示表示不是预先设定的所述规定动作的项目,并使所述显示装置显示所述画面,

所述对策方案包括确定所述力控制动作的多个参数中与所述项目相关联的参数,

所述显示控制部在显示了所述项目的情况下,在所述画面中显示所述参数的当前设定值和推荐设定值,

所述显示控制部在所述画面中显示根据所述参数的所述推荐设定值计算出的第一特性值,

当在输入所述力控制动作的目标值的目标值字段中输入所述目标值时,所述显示控制部在所述画面中显示根据所述目标值和所述参数的所述推荐设定值计算出的第二特性值,所述第二特性值、所述目标值以及所述推荐设定值是不同类型的数据。

2. 根据权利要求1所述的机器人控制装置,其特征在于,

所述显示控制部在所述画面中显示输入所述参数的新设定值的设定值字段。

3. 根据权利要求2所述的机器人控制装置,其特征在于,

所述显示控制部在使用所述设定值字段中输入的所述新设定值并由所述控制执行部执行了所述控制程序之后,在所述机器人的动作是预先设定的所述规定动作的情况下,使所述显示装置显示提示所述控制程序的执行结果的画面。

4. 根据权利要求1所述的机器人控制装置,其特征在于,

所述显示控制部显示所述参数的设定值的历史,并以能够从所述历史中选择所述参数的过去设定值的方式显示所述画面。

机器人控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种机器人控制装置。

背景技术

[0002] 在示教回放方式的机器人中,基于所示教的结果来生成表示机器人的作业的控制程序(作业)。示教回放方式是指通过执行由示教生成的控制程序来使机器人动作的方式。生成控制程序的步骤被称为“示教(teaching)”,以往对各种示教方法进行了研究。在专利文献1中公开了如下技术:为了生成执行利用了力检测器的力控制的机器人的控制程序,在示教装置的画面中显示用于设定机器人的动作的参数的引导信息。示教者(作业者)能够通过按照该引导信息设定参数来进行示教。

[0003] 专利文献1:日本特开2014-233814号公报

[0004] 然而,在上述的现有技术中,虽然能够设定动作的各种参数,但一般情况下,由于生成作业的控制程序的示教作业要求熟练度,因此需要一种示教者能够更简单地进行控制程序的生成的技术。

发明内容

[0005] (1)根据本发明的第一方式,提供一种生成具有力检测器的机器人的作业的控制程序的机器人控制装置。该机器人控制装置具有:显示控制部,使显示装置显示包括动作流程生成区域的输入画面,所述动作流程生成区域用于生成包括力控制动作的作业的动作流程;转换部,将所生成的动作流程转换为控制程序;以及控制执行部,执行所述控制程序来控制所述机器人。所述显示控制部在由所述控制执行部执行了所述控制程序之后,在所述机器人的动作不是预先设定的规定动作的情况下,使所述显示装置显示提示用于实现预先设定的所述规定动作的对策方案的画面。

[0006] (2)根据本发明的第二方式,提供一种生成具有力检测器的机器人的作业的控制程序的机器人控制装置。该机器人控制装置具有处理器,所述处理器构成为:(a)使显示装置显示包括动作流程生成区域的输入画面,所述动作流程生成区域用于生成包括力控制动作的作业的动作流程;(b)将所生成的动作流程转换为控制程序;以及(c)执行所述控制程序来控制所述机器人。所述处理器在执行了所述控制程序之后,在所述机器人的动作不是预先设定的规定动作的情况下,使所述显示装置显示提示用于实现预先设定的所述规定动作的对策方案的画面。

附图说明

[0007] 图1是机器人系统的立体图。

[0008] 图2是表示具有多个处理器的控制装置的一例的概念图。

[0009] 图3是表示具有多个处理器的控制装置的另一例的概念图。

[0010] 图4是控制装置的功能框图。

- [0011] 图5是机器人控制程序的生成步骤的流程图。
- [0012] 图6A是表示使用力检测器的作业的控制程序的生成步骤的说明图。
- [0013] 图6B是表示使用力检测器的作业的控制程序的生成步骤的说明图。
- [0014] 图6C是表示使用力检测器的作业的控制程序的生成步骤的说明图。
- [0015] 图6D是表示使用力检测器的作业的控制程序的生成步骤的说明图。
- [0016] 图7是表示构成动作流程的动作的分类和动作对象的例子的说明图。
- [0017] 图8A是表示接触对象的动作的概要的说明图。
- [0018] 图8B是表示脱力对象的动作的概要的说明图。
- [0019] 图8C是表示按压试探对象的动作的概要的说明图。
- [0020] 图8D是表示按压移动对象的动作的概要的说明图。
- [0021] 图9是表示由力检测器测量的力的变化的一例的图表。
- [0022] 图10A是示出了表示按照动作流程执行了作业的结果的画面的一例的说明图。
- [0023] 图10B是示出了表示参数调整后的再执行结果的画面的一例的说明图。
- [0024] 图11是表示提示力控制动作的问题点的对策方案的画面的一例的说明图。
- [0025] 图12是将图11的对策方案提示区域放大表示的说明图。
- [0026] 图13是表示对策方案提示区域的另一例的说明图。
- [0027] 图14是表示对策方案提示区域的另一例的说明图。
- [0028] 图15是表示对策方案提示区域的另一例的说明图。
- [0029] 图16是表示对策方案提示区域的另一例的说明图。
- [0030] 图17是表示对策方案提示区域的另一例的说明图。
- [0031] 图18是表示将动作流程转换为控制程序时的输入画面的一例的说明图。
- [0032] 附图标记说明
 - [0033] 30…照相机, 50…输送装置, 50a、50b…输送辊, 100…机器人, 110…臂, 120…臂凸缘, 130…力检测器, 140…末端执行器, 200…机器人控制装置, 210…处理器, 220…存储器, 222…程序命令, 224…控制程序, 240…机器人控制程序生成部, 242…显示控制部, 244…转换部, 250…控制执行部, 260…显示装置, 270…输入装置, 400…个人计算机, 500…云服务。

具体实施方式

- [0034] A. 第一实施方式:
 - [0035] 图1是表示第一实施方式中的机器人系统的立体图。该机器人系统具有照相机30、输送装置50、机器人100和机器人控制装置200。机器人100和机器人控制装置200经由电缆或无线以能够通信的方式连接。
 - [0036] 该机器人100是在位于臂110的前端的臂凸缘120上安装各种末端执行器来使用的单臂机器人。臂110具有六个关节J1～J6。关节J2、J3、J5是弯曲关节，关节J1、J4、J6是扭转关节。在位于关节J6的前端的臂凸缘120上安装有用于对对象物(工件)进行把持或加工等作业的各种末端执行器。能够将臂110的前端附近的位置设定为工具中心点(TCP)。TCP是作为末端执行器的位置的基准来使用的位置，能够设定在任意的位置。例如，能够将关节J6的旋转轴上的规定位置设定为TCP。需要说明的是，在本实施方式中使用了六轴机器人，但也能够使用具有其他关节机构的机器人。

[0037] 机器人100能够在臂110的可动范围内使末端执行器在任意的位置成为任意的姿态。在臂凸缘120上设置有力检测器130和末端执行器140。在本实施方式中，末端执行器140是夹具，但也能够使用其他任意种类的末端执行器。力检测器130是对作用于末端执行器140的三轴的力和围绕该三轴作用的转矩进行测量的六轴传感器。力检测器130检测在作为固有坐标系的传感器坐标系中与相互正交的三个检测轴平行的力的大小和围绕该三个检测轴的转矩的大小。需要说明的是，也可以在关节J6以外的关节J1～J5中的任意一个以上具有作为力检测器的力传感器。需要说明的是，力检测器只要能够检测控制的方向的力或转矩即可，也可以使用像力检测器130那样直接检测力或转矩的机构，或检测机器人的关节的转矩并间接地求出力或转矩的机构等。另外，也可以仅检测控制力的方向的力或转矩。

[0038] 将规定设置有机器人100的空间的坐标系称为机器人坐标系。机器人坐标系是由在水平面上相互正交的x轴和y轴、以铅垂向上为正方向的z轴规定的三维的正交坐标系。另外，用Rx表示围绕x轴的旋转角，用Ry表示围绕y轴的旋转角，用Rz表示围绕z轴的旋转角。可以通过x、y、z方向的位置来表现三维空间中的任意的位置，并且可以通过Rx、Ry、Rz方向的旋转角来表现三维空间中的任意的姿态。以下，在标记为“位置”的情况下，也可以是指位置和姿势(position and orientation)。另外，在标记为“力”的情况下，也可以是指力和转矩。

[0039] 在本实施方式中，通过输送装置50来输送工件WK2。输送装置50具有输送辊50a、50b，通过使这些输送辊50a、50b旋转来使输送面移动，能够输送载置于输送面上的工件WK2。在输送装置50的上方设置有照相机30。该照相机30以输送面上的工件WK2包含于视野中的方式设置。在工件WK2的上表面形成有嵌合孔H2。末端执行器140能够进行使由末端执行器140把持的工件WK1嵌合于工件WK2的嵌合孔H2的作业。需要说明的是，该嵌合作业可以在使输送面停止的状态下进行，或者也可以一边使输送面移动一边执行。但是，输送装置50或照相机30能够省略。

[0040] 机器人控制装置200控制臂110、末端执行器140、输送装置50和照相机30。机器人控制装置200的功能例如通过具有处理器和存储器的计算机执行计算机程序来实现。

[0041] 图2是表示通过多个处理器构成机器人的控制装置的一例的概念图。在该例中，除了机器人100及其控制装置200以外，还描绘有个人计算机400、410和经由LAN等网络环境而提供的云服务500。个人计算机400、410分别包括处理器和存储器。另外，在云服务500中也能够利用处理器和存储器。能够利用这些多个处理器的一部分或全部来实现机器人100的控制装置。

[0042] 图3是表示通过多个处理器构成机器人的控制装置的另一例的概念图。在该例中，机器人100的控制装置200存储在机器人100中这一点与图2不同。在该例中，也能够利用多个处理器的一部分或全部来实现机器人100的控制装置。

[0043] 图4是表示控制装置200的功能的框图。控制装置200具有处理器210、存储器220、显示装置260和输入装置270。存储器220包括主存储器和非易失性存储器。处理器210通过执行预先存储在存储器220中的程序命令222，来实现机器人控制程序生成部240和控制执行部250的功能。机器人控制程序生成部240包括显示控制部242和转换部244。显示控制部242使显示装置260显示用于生成机器人100的作业的动作流程的输入画面(后述)。转换部244将由输入画面生成的动作流程转换为控制程序224。转换后的控制程序224存储在存储

器220中。控制程序224可以用机器语言等低级语言来记述,或者也可以用机器人语言等高级语言来记述。控制执行部250通过执行这样生成的控制程序224,使机器人100执行作业的动作。输入装置270是键盘或鼠标等输入设备,示教者进行的输入或设定使用输入装置270来进行。需要说明的是,机器人控制程序生成部240和控制执行部250的功能的一部分或全部也可以通过硬件电路来实现。关于机器人控制程序生成部240的功能将在后面进一步叙述。

[0044] 图5是表示机器人控制程序的生成步骤的流程图,图6A~图6D是该步骤的说明图。图5的处理通过示教者启动实现机器人控制程序生成部240的应用程序而开始。

[0045] 图6A表示当机器人控制程序生成部240启动时显示控制部242在显示装置260中显示的窗口W1的一例。该窗口W1相当于用于生成包括一个以上的动作的作业的动作流程的输入画面。窗口W1包括以下区域。

[0046] (1) 主视图区域MV:显示后述的动作对象以及条件分支对象的选项、控制程序的执行结果、故障诊断(问题点的对策方案)等的区域。

[0047] (2) 动作流程生成区域FL:将多个对象图形配置的动作流程以能够编辑的方式显示的区域。需要说明的是,也将由动作流程表示的作业称为“序列”。

[0048] (3) 序列显示区域SQ:显示序列的树型结构的区域。

[0049] (4) 参数设定区域PR:用于进行与作业整体相关的作业参数或与各个动作相关的动作参数的设定的区域。

[0050] (5) 结果区域RS:显示控制程序的执行结果的区域。

[0051] (6) 执行指示区域RN:用于指示控制程序的执行的区域。

[0052] 在图6A的例子中,窗口W1内的多个区域被分割为不同的框架,但也可以不分割为框架。在窗口W1的左上方设置有用于指示开始作业的控制程序的生成步骤的按钮BT1。当示教者按下按钮BT1时,用于开始图5的步骤S110的输入画面通过显示控制部242在显示装置260中显示。需要说明的是,在本说明书中,将示教者把作业参数输入到输入画面的对话框或字段的情况称为“输入”,将接受由示教者输入的参数并变更内部的值的情况称为“设定”。

[0053] 图6B表示作为用于开始步骤S110的输入画面的窗口W2的一例。该窗口W2包括以下区域。

[0054] (1) 序列名称设定区域F21:用于设定新的序列的名称的区域。在图6B的例子中,将序列名称输入为“Seq1”。

[0055] (2) 机器人选择区域F22:用于从多个选项中选择所使用的机器人的类型的区域。在图6B的例子中,选择了“RB1”这种类型的机器人。

[0056] (3) 序列复制指示区域F23:用于指定复制已经生成的序列的区域。在该区域中,例如将预先登记在存储器220内的多个序列的序列名称显示为下拉菜单。在使用序列复制的情况下,不需要在图6C中说明的设定,转移到后述的图6D的画面。

[0057] 在本实施方式中,不使用序列复制而前进到图6C的画面。即,在图6B中,当示教者不进行序列复制指示区域F23的输入而按下“下一步”按钮时,显示装置260的显示内容变更为图6C所示的窗口W1。

[0058] 图6C表示在图6A所示的窗口W1中开始动作流程的生成的状态。在窗口W1的各区域

中显示以下内容。

[0059] (1) 主视图区域MV:

[0060] 显示表示构成动作流程的动作或条件分支的分类的多个类别、属于各类别的对象的名称以及图标、对象的内容的说明、表示对象的概要的图。在主视图区域MV中显示的对象能够通过拖放等操作而任意地追加到动作流程生成区域FL内的动作流程中。

[0061] (2) 动作流程生成区域FL:

[0062] 将一个以上的对象图形配置的动作流程以能够编辑的方式显示。如图6C所示,在开始动作流程的生成时,仅表示序列的标签的序列块SB1配置在动作流程生成区域FL内。

[0063] (3) 序列显示区域SQ:

[0064] 显示在动作流程生成区域FL中显示的序列的树型结构。

[0065] (4) 参数设定区域PR:

[0066] 当选择配置在动作流程生成区域FL中的块中的任意一个时,显示针对所选择的块的参数。

[0067] 图6D表示在窗口W1的动作流程生成区域FL内,示教者生成了动作流程的状态。在该例中,在序列块SB1之后,依次配置有接触对象OB1、脱力对象OB2、按压试探对象OB3、按压对象OB4的块。在各对象的块中,显示该对象的名称。四个对象OB1~OB4全部是动作对象,但也能够配置条件分支对象。条件分支对象是指根据预先设定的条件是否成立而切换其行进目的地的对象。关于动作的类别和动作对象将在后面进一步叙述。在动作流程中,能够任意地追加在主视图区域MV中显示的对象,另外,也能够删除动作流程中的任意的对象。

[0068] 在图6D中,当选择配置在动作流程生成区域FL中的块SB1、OB1~OB4中的任意一个时,针对所选择的块的参数在参数设定区域PR中显示。例如,当选择序列块SB1时,显示与序列整体相关的作业参数。另外,当选择对象的块OB1~OB4中的任意一个时,显示与该对象相关的参数。在图6D的例子中,显示有与接触对象OB1相关的参数。这些参数根据需要而变更。

[0069] 图7表示构成动作流程时能够利用的多个动作对象的例子,图8A~图8D表示几个动作对象的动作的概要。多个动作对象例如能够分类为以下四个。这些均是伴随着力控制的动作。

[0070] <分类1:接触>向指定方向移动,在受到反作用力后停止的动作。

[0071] 接触操作的分类包括接触对象。如图8A所示,在接触对象中,使由末端执行器140保持的工件WKa向指定方向DD移动,在由力检测器130检测到反作用力时使末端执行器140停止。需要说明的是,图8A所示的工件WKa、WKb与图1所示的工件WK1、WK2无关,是用于说明动作的概要的虚拟工件。这一点后述的图8B~图8D也是同样。

[0072] <分类2:仿形>维持指定轴的力变为0的状态的动作。

[0073] 仿形动作的分类包括以下三种动作对象。

[0074] (a) 脱力对象:以指定轴的力变为0的方式进行仿形的动作。

[0075] 如图8B所示,在脱力对象中,执行以指定轴的力变为0的方式进行仿形的动作。在图8B的例子中,在工件WKa、WKb之间的z轴方向的力不为0时,通过使末端执行器140向-z方向返回,使由力检测器130检测出的z轴方向的力变为0。

[0076] (b) 仿形移动对象:以使指定轴的力变为0的方式一边仿形一边在指定轨道上移动的动作。

- [0077] (c) 面对齐对象:一边仿形角度一边向指定方向按压,使面与面对齐的动作。
- [0078] <分类3:试探>试探指定方向的力变为0的位置的动作。
- [0079] 试探动作的分类包括以下两种动作对象。
- [0080] (a) 按压试探对象:一边按压一边沿指定的轨迹试探来找到孔的动作。
- [0081] 如图8C所示,在按压试探对象中,一边向指定方向按压由末端执行器140保持的工件WKa,一边试探指定方向的力变为0的位置,在孔Hb的位置停止。作为试探的轨迹,能够从直线轨迹或螺旋轨迹等多个候选中选择一个轨迹。
- [0082] (b) 接触试探对象:重复接触动作来找到孔的动作。
- [0083] <分类4:按压>以指定的力向指定方向按压的动作。
- [0084] 按压动作的分类包括以下两种动作对象。
- [0085] (a) 按压(单纯按压)对象:以指定的力向指定方向按压的动作。在该动作中,也能够使其他指定轴执行“仿形”动作。
- [0086] (b) 按压移动对象:一边以指定的力向指定方向按压一边移动的动作。在该动作中,也能够使其他指定轴执行“仿形”动作。如图8D所示,在按压移动对象中,使末端执行器140向指定方向DD移动并以指定的力按压,然后,一边维持以指定的力的按压(即,一边仿形)一边向与指定方向不同的方向移动。在图8D的例子中,通过按压移动来执行将由末端执行器140保持的工件WKa插入到工件WKb的孔Hb中的动作。
- [0087] 关于图6D所示的动作对象OB1~OB4,能够设定定义动作的结束条件的参数和定义动作的成败判定条件的参数。例如,关于接触对象OB1,能够设定以下参数。
- [0088] <接触对象OB1的参数>
- [0089] (1) 定义动作的动作参数的例子 • 接触方向: -Z方向 (接触方向根据设定为作业参数的嵌合方向自动地设定。)
- [0090] • 接触预定距离: 10mm
- [0091] • 动作速度: 5mm/s
- [0092] • 接触时的力控制增益: 1.0
- [0093] (2) 结束条件的例子 • 目标力: 5N (当超过5N时停止动作)
- [0094] (3) 成败判定条件的例子 • 成败判定条件: 超时时间 = 10秒 (到超时时间为止满足结束条件的情况下判定为动作成功,不满足结束条件的情况下判定为动作失败。)
- [0095] • 失败时动作: 继续序列(指定在判定为动作失败的情况下怎样进行。能够指定继续序列或结束序列。)
- [0096] 从这些例子可知,在本实施方式中,能够显示能够设定定义动作的参数、定义动作的结束条件的参数、定义动作的成败判定条件的参数的参数设定区域PR,因此能够容易地生成包括动作的结束或成功/失败的判定的控制程序。需要说明的是,也可以采用不能进行定义动作的结束条件的参数和定义动作的成败判定条件的参数中的一方或双方的设定的方式。
- [0097] 需要说明的是,动作参数的结束条件或成败判定条件也能够设定为包括基于由力检测器130测量的力的频率来执行判定的条件。
- [0098] 图9表示由力检测器130测量的力F的变化的一例。在该例中,在从动作开始0.5秒后的期间PP中,力F进行振动。这种振动有可能是周边装置(例如输送机进行动作)的影响。

因此,为了避免机器人100的动作受到周边装置的影响,控制装置200也可以执行力F的时间变化的频率分析,将检测到预先指定的频率的功率谱成为阈值以下或阈值以上作为结束条件或成败判定条件的一部分来使用。在图9的例子中,在经过了期间PP之后,即预先指定的频率的功率谱成为阈值以下之后,能够进行动作结束的判定,或者动作的成功或失败的判定。这样,由于使用基于由力检测器130测量的力的频率来判定的条件,因此即使在像图9那样由于动作而产生振动的情况下,也能够更正确地进行动作是否结束的判定、动作的成败的判定。

[0099] 当如图6D所示生成作业的动作流程时,能够使机器人100按照该动作流程执行作业。例如,当示教者按下位于图6D的执行指示区域RN内的“执行”按钮时,转换部244(图4)将动作流程转换为控制程序,控制执行部250通过执行该控制程序来使机器人100执行作业。这相当于控制程序的试行。

[0100] 图10A示出了表示按照动作流程执行了作业的结果的画面的一例。在主视图区域MV内,从动作流程的执行时由力检测器130检测出的多个力中,显示了X轴方向的力Fx和围绕X轴的转矩Tx的时间变化。需要说明的是,在主视图区域MV中,能够选择并显示由力检测器130检测出的多个力中的任意一个以上的力的时间变化。另外,还能够在主视图区域MV中显示TCP的实测位置的时间变化或TCP的目标位置与实测位置的偏差的时间变化。主视图区域MV内的结果显示的期间也能够设为动作流程中的任意一个动作对象的动作期间,另外,也能够设为从执行开始到停止为止的整个期间。例如,当在动作流程生成区域FL内选择任意的动作对象时,显示该动作对象的动作期间的执行结果。另外,当选择序列块SB1时,显示从执行开始到停止为止的整个期间的结果。需要说明的是,主视图区域MV内的结果显示的期间也可以是遍及多个连续的动作对象的动作期间。在结果区域RS中也显示控制程序的执行结果的一部分信息。例如,关于任意的动作对象,能够在结果区域RS内显示动作的结束状态(成功或失败)、动作所需的时间、动作结束时的力以及动作结束时的位置等。需要说明的是,在主视图区域MV中,也可以显示图10A所示的以外的各种结果。例如,也可以显示机器人的速度或各关节的角度等与机器人相关的信息。

[0101] 窗口W1优选构成为还具有用于将执行的结果的数据保存到所期望的场所的字段或按钮。如果能够保存执行结果的数据,则在后述的调整中,能够与过去的数据进行比较。需要说明的是,数据的保存目的地可以是机器人控制装置200内,也可以是与机器人控制装置200连接的计算机或云。另外,数据形式可以是数据库,也可以是文件形式。

[0102] 示教者能够观察控制程序的执行结果,根据需要调整各个对象的参数(图5的步骤S120)。该调整能够通过在选择了动作流程生成区域FL内的对象OB1~OB4的任意一个的状态下,变更在参数设定区域PR中显示的对象的参数来进行。作为具体例,例如在接触动作中接触时的力过大的情况下,以降低接触动作中的速度的方式来调整接触对象的参数。

[0103] 图10B表示在参数的调整后再次执行控制程序的结果的例子。在该例中,调整后的力Fnew、Tnew的峰值比调整前的力Fold、Told的峰值小。像这样,在该窗口W1中,能够进行在动作流程生成区域FL内生成的动作流程的对象的参数的调整和按照该动作流程的作业的试行,因此能够容易地生成适当动作的动作流程。需要说明的是,如图10A中的说明所述,在预先保存了过去的执行结果的数据的情况下,也能够显示过去的数据。

[0104] 图11是表示提示力控制动作的问题点的对策方案的画面的一例的说明图。该输入

画面W1在执行了控制程序之后,通过选择主视图区域MV的故障诊断的标签来显示。将该状态的主视图区域MV称为“对策方案提示区域TS”。在对策方案提示区域TS中,构成动作流程的多个动作对象OB1~OB4的名称按照动作流程排列,针对在执行结果中存在问题的动作对象,显示该问题点和对策方案。动作对象中是否存在问题点例如能够根据在作业的试行中是否满足该动作对象的结束条件或成败判定条件来判定。需要说明的是,“问题点”是指机器人的动作不是预先设定的规定动作。

[0105] 在对策方案提示区域TS中,也可以在动作流程生成区域FL中仅显示示教者所选择的一个动作对象。另外,也可以代替在选择了主视图区域MV的故障诊断的标签之后提示对策方案,显示控制部242根据控制程序的执行结果自动地检测问题点,并提示针对检测出的问题点的对策方案。“针对问题点的对策方案”也能够称为“用于实现预先设定的规定动作的对策方案”。

[0106] 如图12放大所示,在该例中,提示了在对策方案提示区域TS内关于接触对象在以下五个项目中存在问题点。

[0107] •“不接触而超时”•“花费时间”•“接触时的力较大”•“不向预想的方向移动”•“在接触前误判定为接触”这五个项目相当于“表示不是预先设定的规定动作的项目”。

[0108] 另外,在图12中,由示教者选择“不接触而超时”这一问题点,作为针对该问题点的对策方案,提示了“1.确认开始位置”、“2.确认动作的参数”的对策方案。在“2.确认动作的参数”的对策方案中,显示有用于切换为调整该动作的参数的画面的按钮BT2。

[0109] 图13表示按下了图12的按钮BT2的情况下显示的对策方案提示区域TS的例子。该对策方案提示区域TS包括目标值字段TF和参数设定值表PT。另外,作为说明用于消除问题点的参数的变更的方向的说明文,显示有“目标力越大速度越快”以及“力控制增益越小速度越快”这样的语句。

[0110] 目标值字段TF不是该动作对象的参数,而是输入为了计算后述的第二特性值CV2而设定的目标值的字段。在该例中,接触动作中的目标移动距离显示为目标值字段TF。

[0111] 在参数设定值表PT中显示该动作对象的参数的名称、该当前设定值和推荐设定值。作为参数设定值表PT的参数,优选仅提示该动作对象的多个参数中与该动作对象的问题点相关联的参数。“与问题点相关联的参数”是指通过调整该参数有可能消除问题点的参数。在图13的例子中,作为与接触对象的问题点相关联的参数,提示有“目标力”、“力控制增益”和“超时时间”这三个。如果在参数设定值表PT中仅将与该动作对象的问题点相关联的参数作为对策方案而提示,则示教者能够容易地消除该动作对象的问题点。

[0112] 在参数设定值表PT中也进一步显示了根据动作对象的参数而预想的特性值。在此,作为根据参数而预想的特性值,例示了“预想移动距离”、“预想移动速度”和“预想接触时间”这三个特性值。在这些之中,“预想移动距离”和“预想移动速度”是仅根据接触对象的参数而预想的特性值。像这样,将仅根据动作对象的参数而预想的特性值称为“第一特性值CV1”。需要说明的是,也将“第一特性值CV1”称为“根据参数的推荐设定值计算出的第一特性值”。另一方面,“预想接触时间”是根据接触对象的参数和输入到目标值字段TF中的目标值(在图13的例子中为目标移动距离)而预想的特性值。像这样,将根据输入到目标值字段TF中的目标值和动作对象的参数的设定值而预想的特性值称为“第二特性值CV2”。需要说

明的是,也将“第二特性值CV2”称为“根据目标值和参数的推荐设定值计算出的第二特性值”。但是,在图13的例子中,由于目标值没有被输入到目标值字段TF中,因此未显示作为第二特性值CV2的预想接触时间的值。

[0113] 参数设定值表PT所显示的参数的推荐设定值是有可能消除该动作的问题点的设定值。该推荐设定值根据控制程序的执行结果,由机器人控制程序生成部240决定。

[0114] 在对策方案提示区域TS中,包括表示接受推荐设定值的按钮BT3和用于切换为输入新设定值的画面的按钮BT4。当按下按钮BT3时,采用推荐设定值,然后,当示教者按下执行指示区域RN(图6D)内的“执行”按钮时,使用推荐设定值再次执行动作流程。

[0115] 图14表示在图13中目标值被输入到目标值字段TF中后显示的对策方案提示区域TS。在该例中,显示有作为由输入到目标值字段TF中的目标值和动作对象的设定值决定的第二特性值CV2的预想接触时间的值。需要说明的是,仅由动作对象的参数决定的第一特性值CV1中的“预想移动距离”与输入到目标值字段TF中的目标值重复,因此未显示,但也可以显示与目标值相同的值。

[0116] 像这样,如果在对策方案提示区域TS中显示第一特性值CV1或第二特性值CV2,则示教者能够观察这些特性值而容易地消除力控制动作的问题点。

[0117] 图15表示在图13中用于切换为输入新设定值的画面的按钮BT4被按下后显示的对策方案提示区域TS。在该例中,除了参数的当前设定值和推荐设定值以外,还显示有输入参数的新设定值的设定值字段SF。该设定值字段SF的值能够由示教者任意地变更。在推荐设定值和新设定值的下方显示有表示接受该设定值的按钮BT3a、BT3b。示教者通过按下这些按钮BT3a、BT3b中的任意一个,能够采用推荐设定值或新设定值中的任意一个。因此,示教者能够任意地设定适当的设定值而容易地消除力控制动作的问题点。需要说明的是,在显示输入参数的新设定值的设定值字段SF时,也可以不显示参数的当前设定值和推荐设定值。

[0118] 需要说明的是,也可以代替在对策方案提示区域TS中输入参数的新设定值,在图11所示的参数设定区域PR中输入参数的新设定值。

[0119] 图16表示提示针对接触对象的“在接触前误判定为接触”这一问题点的对策方案的对策方案提示区域TS的例子。在此,作为说明用于消除问题点的参数的变更的方向的说明文,显示有“增大力控制增益”以及“增大目标力”这两个语句。像这样,作为说明用于消除问题点的参数的变更的方向的说明文,如果在对策方案提示区域TS中显示一个或多个说明文,则示教者能够更容易地输入消除问题点的设定值。

[0120] 图17表示在多次试行了参数的设定值后显示的对策方案提示区域TS的例子。在该例中,在参数设定值表PT中显示有参数的设定值的历史。具体而言,在参数设定值表PT中显示有过去的设定值、当前设定值、推荐设定值和新设定值。另外,针对各设定值,设置有表示接受设定值的按钮BT3a~BT3d。因此,例如如果按下按钮BT3a,则能够再次选择过去使用过的设定值。过去的设定值并不局限于一个,也可以将多个过去的设定值显示为历史。

[0121] 在图17中,针对过去的设定值和当前的设定值,进一步设置有用于显示使用了该设定值的动作流程的执行结果的结果显示按钮BT4a、BT4b。当按下这些结果显示按钮BT4a、BT4b中的任意一个时,使用了该设定值的动作流程的执行结果如上述的图10A或图10B所示,在主视图区域MV中显示。需要说明的是,作为此时显示的执行结果,优选以能够识别与

参数的设定值的历史所包括的不同设定值相对应的执行结果的方式进行显示。像这样，示教者能够从参数的设定值的历史中容易地选择最优异的执行结果。

[0122] 像这样，在图5的步骤S120中，能够以各种方法进行参数调整。

[0123] 当动作流程这样完成时，在图5的步骤S130中，转换部244根据示教者的指示将动作流程转换为控制程序。该指示例如能够通过从动作流程生成区域FL的上下文菜单中选择“生成控制程序”来进行。需要说明的是，从动作流程向控制程序的转换和执行，优选选择性地进行以下三种方法中的任意一种。

[0124] (1) 将动作流程转换为低级语言的控制程序。示教者从由自己单独记述的高级语言的控制程序中调用转换后的低级语言的控制程序来执行。在该情况下，在示教者生成了作业序列之后，在示教者单独记述的高级语言的控制程序中，例如通过记述为“FGRun序列名称”，调用该序列的控制程序来执行。这是最基本的执行方法。

[0125] (2) 将动作流程转换为高级语言的控制程序，并执行该程序。

[0126] (3) 将动作流程转换为低级语言的控制程序，并直接执行该程序。

[0127] 在以下说明中，主要说明以上述(2)的方法执行的情况。

[0128] 图18表示根据示教者的指示将动作流程转换为控制程序时显示的作为输入画面的窗口W3的一例。该窗口W3包括选择转换为控制程序的序列(即动作流程)的序列选择区域F31和设定控制程序的文件名的程序文件名设定区域F32。需要说明的是，序列选择区域F31也可以省略。需要说明的是，窗口W3也可以构成为具有指定参数的保存目的地等信息的区域。当在窗口W3中按下“执行”按钮时，通过转换部244将动作流程转换为控制程序，将该控制程序存储在存储器220内。

[0129] 在图5的步骤S140中，根据在步骤S130中生成的控制程序，机器人控制装置200控制机器人，使机器人执行作业。该作业能够作为在生产线上确认机器人100的动作的确认作业，或者用于在生产线上制造产品的正式作业来执行。

[0130] 如上所述，在第一实施方式中，显示控制部242在由控制执行部250执行了动作流程的控制程序之后，在机器人100的动作不是预先设定的规定动作的情况下，提示用于实现预先设定的规定动作的对策方案，因此能够消除该动作的问题点，使动作正常地执行。

[0131] 另外，在第一实施方式中，通过在动作流程生成区域FL中图形配置动作对象和条件分支对象，能够容易地生成包括条件分支的动作流程，因此能够在作业中的动作失败时简单地对该恢复或结束处理进行示教。另外，由于该动作流程被转换为机器人的控制程序，因此能够容易地生成控制程序。

[0132] B. 其他实施方式：

[0133] 本发明并不局限于上述的实施方式，在不脱离其主旨的范围内能够以各种方式来实现。例如，本发明也能够通过以下方式(aspect)来实现。为了解决本发明的课题的一部分或全部，或者为了实现本发明的效果的一部分或全部，与以下记载的各方式中的技术特征对应的上述实施方式中的技术特征能够适当地进行替换或组合。另外，如果该技术特征在本说明书中未作为必须的特征进行说明，则能够适当删除。

[0134] (1) 根据本发明的第一方式，提供一种生成具有力检测器的机器人的作业的控制程序的机器人控制装置。该机器人控制装置具有：使显示装置显示包括用于生成包括力控制动作的作业的动作流程的动作流程生成区域的输入画面的显示控制部；将所生成的动作

流程转换为控制程序的转换部；执行所述控制程序来控制所述机器人的控制执行部。所述显示控制部构成为，在由所述控制执行部执行了所述控制程序之后，在所述机器人的动作不是预先设定的规定动作的情况下，使所述显示装置显示提示用于实现预先设定的所述规定动作的对策方案的画面。

[0135] 根据该机器人控制装置，在通过控制执行部执行了控制程序之后，显示控制部提示用于实现预先设定的规定动作的对策方案，因此能够正常地执行该动作，示教者能够容易地生成没有问题点的控制程序。

[0136] (2) 在上述机器人控制装置中，也可以构成为，所述显示控制部根据所述控制程序的执行结果来显示表示不是预先设定的所述规定动作的项目，并使所述显示装置显示所述画面。

[0137] 根据该机器人控制装置，由于根据控制程序的执行结果来显示表示不是预先设定的规定动作的项目，因此能够使该动作正常地执行，示教者能够容易地生成没有问题点的控制程序。

[0138] (3) 在上述机器人控制装置中，所述对策方案也可以构成为包括确定所述力控制动作的多个参数中与所述项目相关联的参数。

[0139] 根据该机器人控制装置，对策方案包括确定力控制动作的多个参数中与所述项目相关联的参数，因此示教者能够容易地生成没有问题点的控制程序。

[0140] (4) 在上述机器人控制装置中，也可以构成为，在显示了所述项目的情况下，在所述画面中显示所述参数的当前设定值和推荐设定值。

[0141] 根据该机器人控制装置，在显示了所述项目的情况下，使画面显示参数的当前设定值和推荐设定值，因此示教者能够容易地生成没有问题点的控制程序。

[0142] (5) 在上述机器人控制装置中，也可以构成为，在所述画面中显示根据所述参数的所述推荐设定值计算出的第一特性值。

[0143] 根据该机器人控制装置，由于显示根据参数的推荐设定值计算出的第一特性值，因此示教者能够观察该第一特性值而容易地生成没有问题点的控制程序。

[0144] (6) 在上述机器人控制装置中，也可以构成为，当在输入所述力控制动作的目标值的目标值字段中输入了所述目标值时，在所述画面中显示根据所述目标值和所述参数的所述推荐设定值计算出的第二特性值。

[0145] 根据该机器人控制装置，如果输入了不是由参数决定的力控制动作的目标值，则显示根据该目标值和参数的推荐设定值计算出的第二特性值，因此示教者能够观察该第二特性值而容易地生成没有问题点的控制程序。

[0146] (7) 在上述机器人控制装置中，也可以构成为，在所述画面中显示输入所述参数的新设定值的设定值字段。

[0147] 根据该机器人控制装置，由于显示输入参数的新设定值的设定值字段，因此示教者通过在该设定值字段中任意地设定适当的设定值，能够容易地生成没有问题点的控制程序。

[0148] (8) 在上述机器人控制装置中，也可以构成为，所述显示控制部在使用所述设定值字段中输入的所述新设定值并由所述控制执行部执行了所述控制程序之后，在所述机器人的动作是预先设定的所述规定动作的情况下，使所述显示装置显示提示所述控制程序的执

行结果的画面。

[0149] 根据该机器人控制装置,由于在使用新设定值并执行了控制程序之后显示提示该执行结果的画面,因此示教者能够容易地判断是否消除了该动作的问题点,示教者能够容易地生成没有问题点的控制程序。

[0150] (9) 在上述机器人控制装置中,也可以构成为,所述显示控制部显示所述参数的设定值的历史,并以能够从所述历史中选择所述参数的过去的设定值的方式显示所述画面。

[0151] 根据该机器人控制装置,由于能够从参数的设定值的历史中再次选择过去的设定值,因此示教者能够容易地消除该动作的问题点,示教者能够容易地生成没有问题点的控制程序。

[0152] (10) 根据本发明的第二方式,提供一种生成具有力检测器的机器人的作业的控制程序的机器人控制装置。该机器人控制装置具有处理器,所述处理器构成为:(a)使显示装置显示包括用于生成包括力控制动作的作业的动作流程的动作流程生成区域的输入画面;(b)将所生成的动作流程转换为控制程序;(c)执行所述控制程序来控制所述机器人。所述处理器在执行了所述控制程序之后,在所述机器人的动作不是预先设定的规定动作的情况下,使所述显示装置显示提示用于实现预先设定的所述规定动作的对策方案的画面。

[0153] 根据该机器人控制装置,在执行了控制程序之后,提示用于实现预先设定的规定动作的对策方案,因此能够正常地执行该动作,示教者能够容易地生成没有问题点的控制程序。

[0154] 本发明也能够以上述以外的各种方式来实现。例如,能够以具有机器人和机器人控制装置的机器人系统、用于实现机器人控制装置的功能的计算机程序、记录了该计算机程序的非临时性的记录介质(non-transitory storage medium)等的方式来实现。

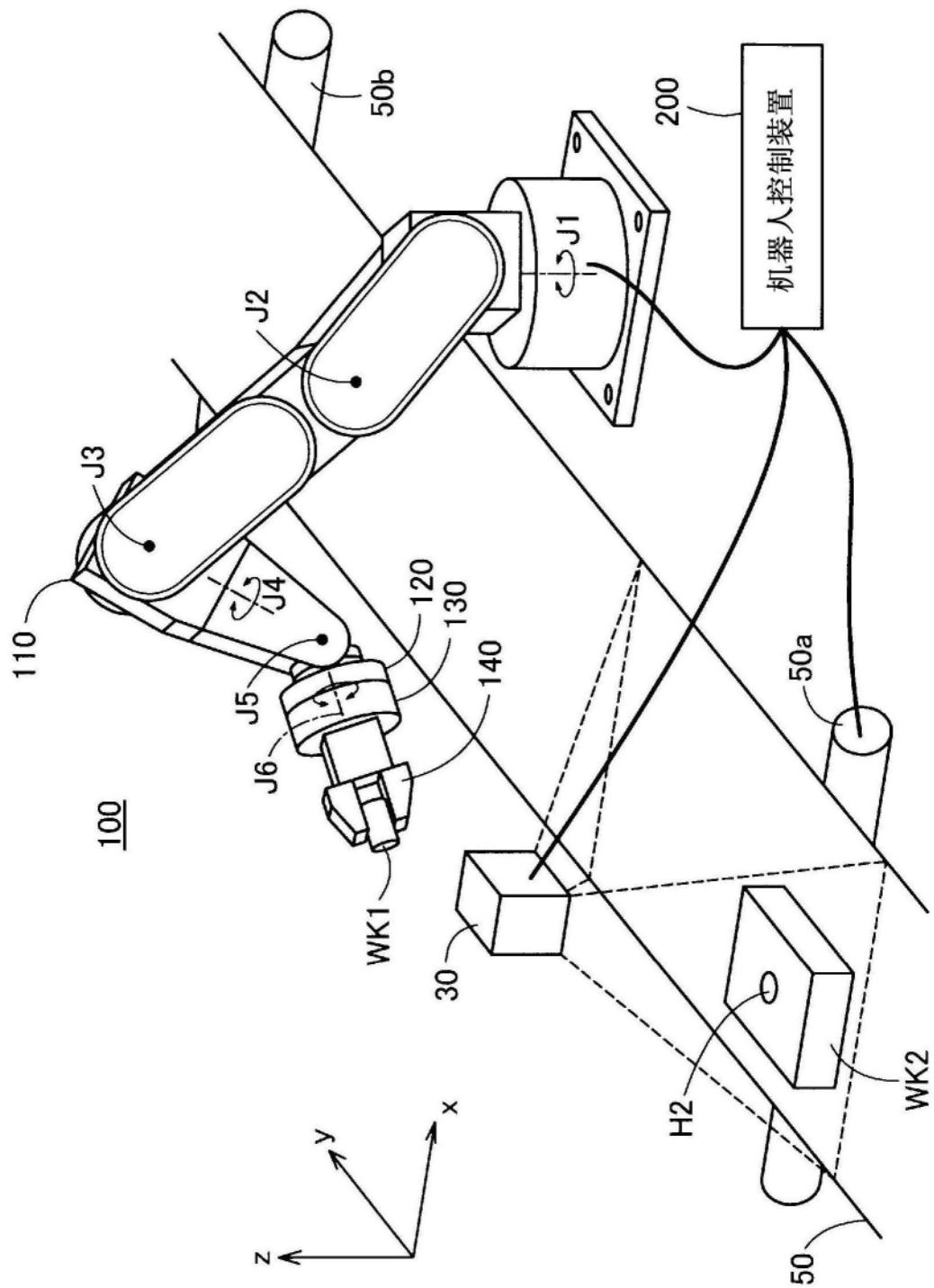


图1

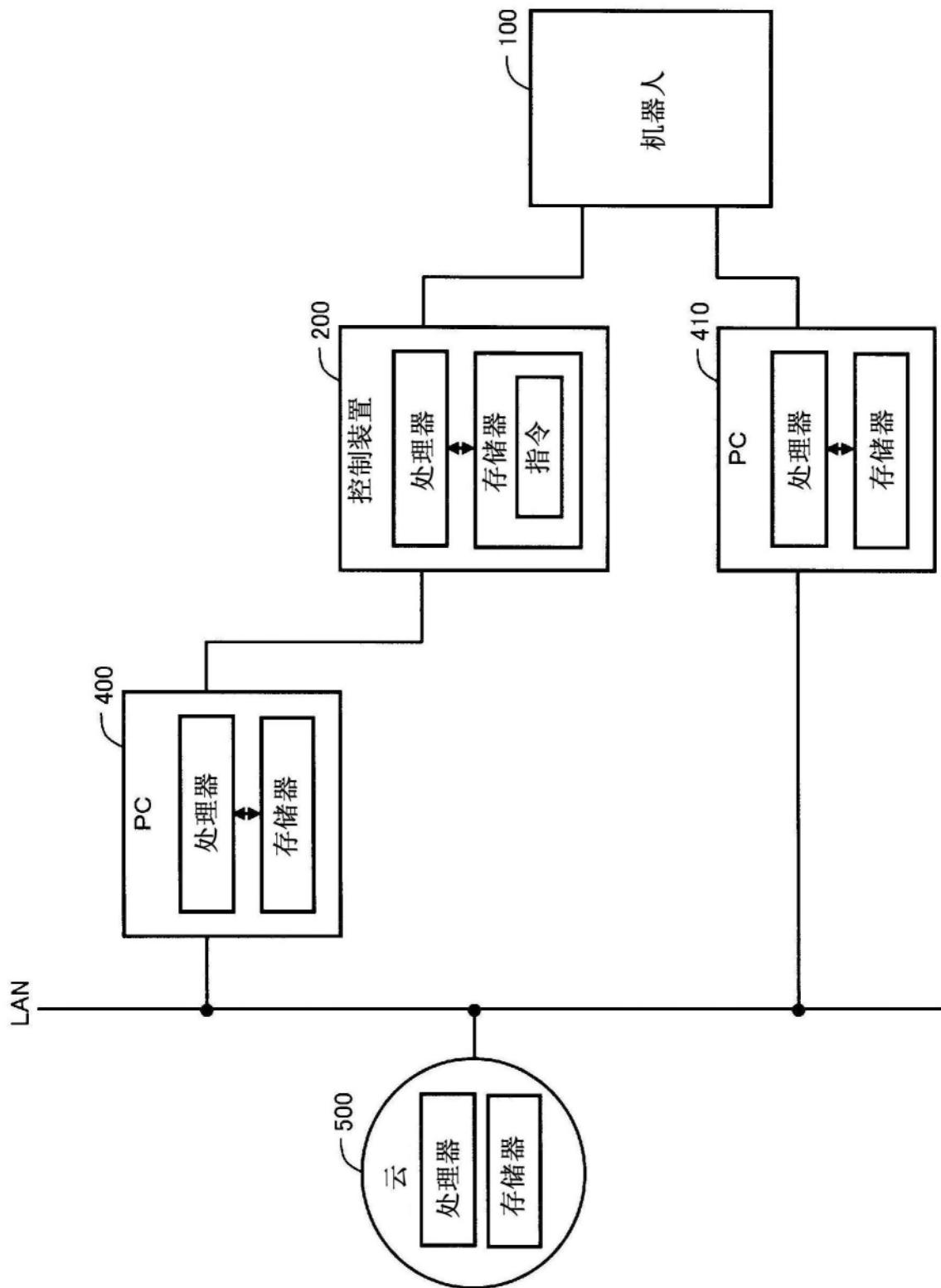


图2

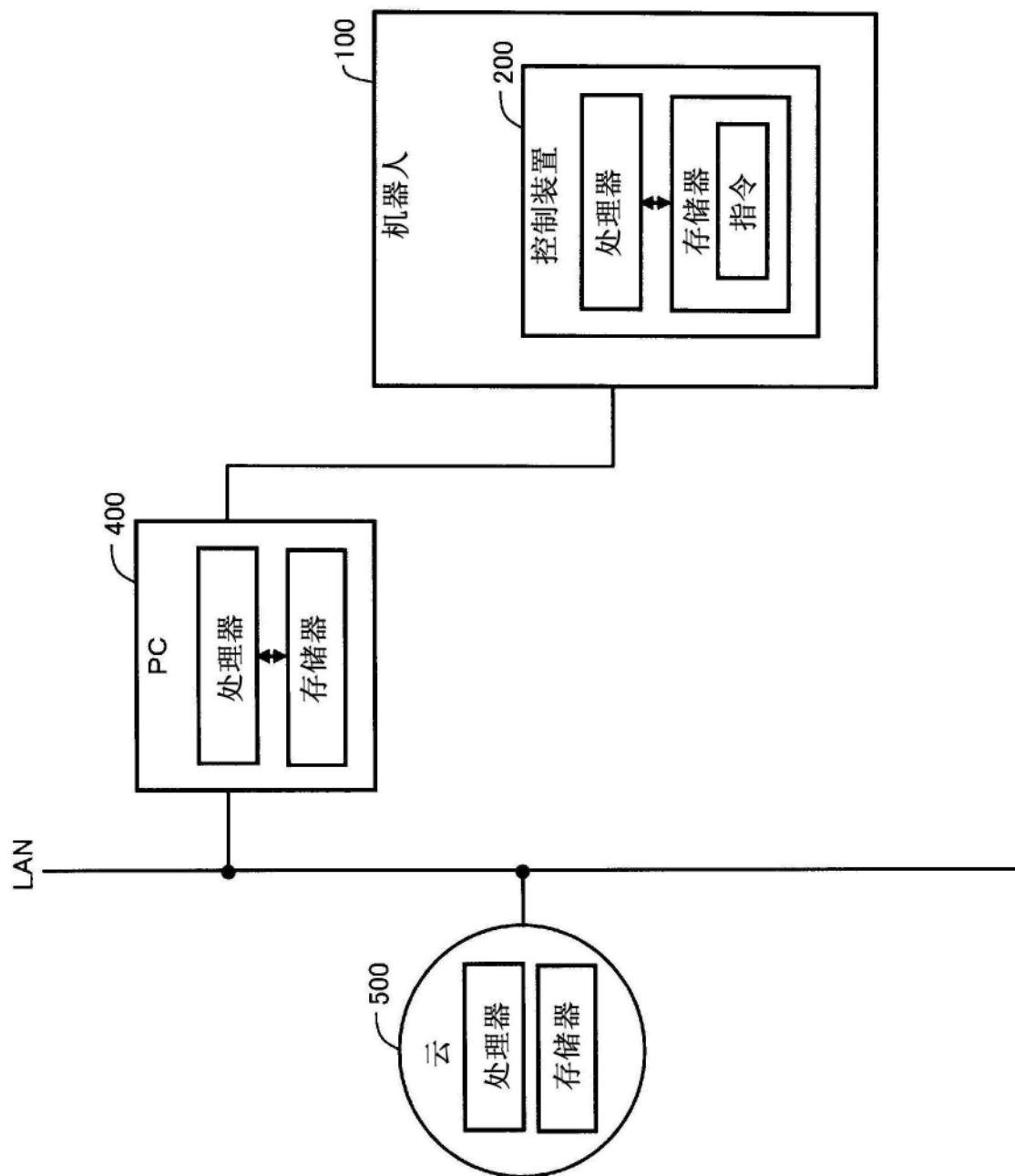


图3

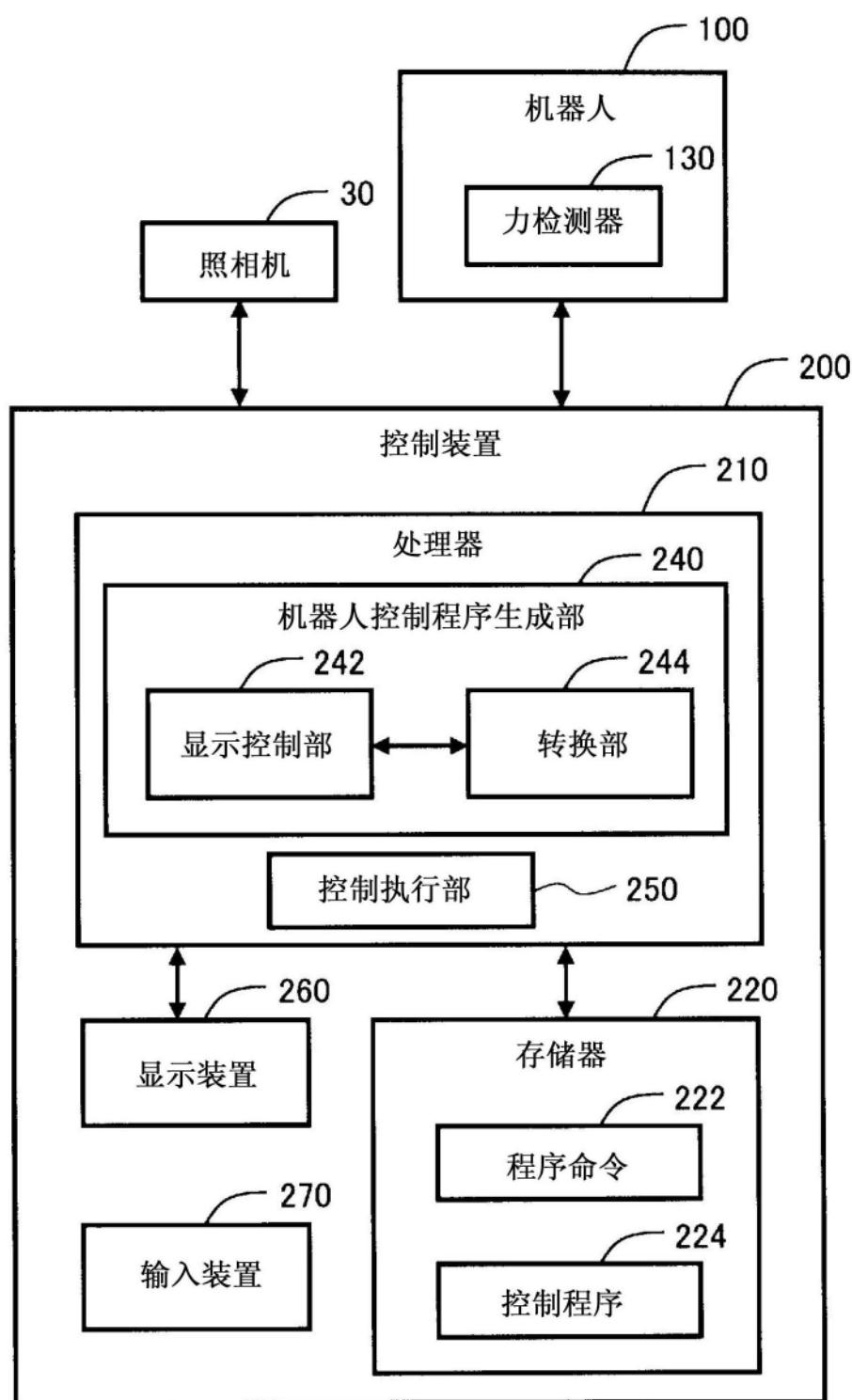


图4

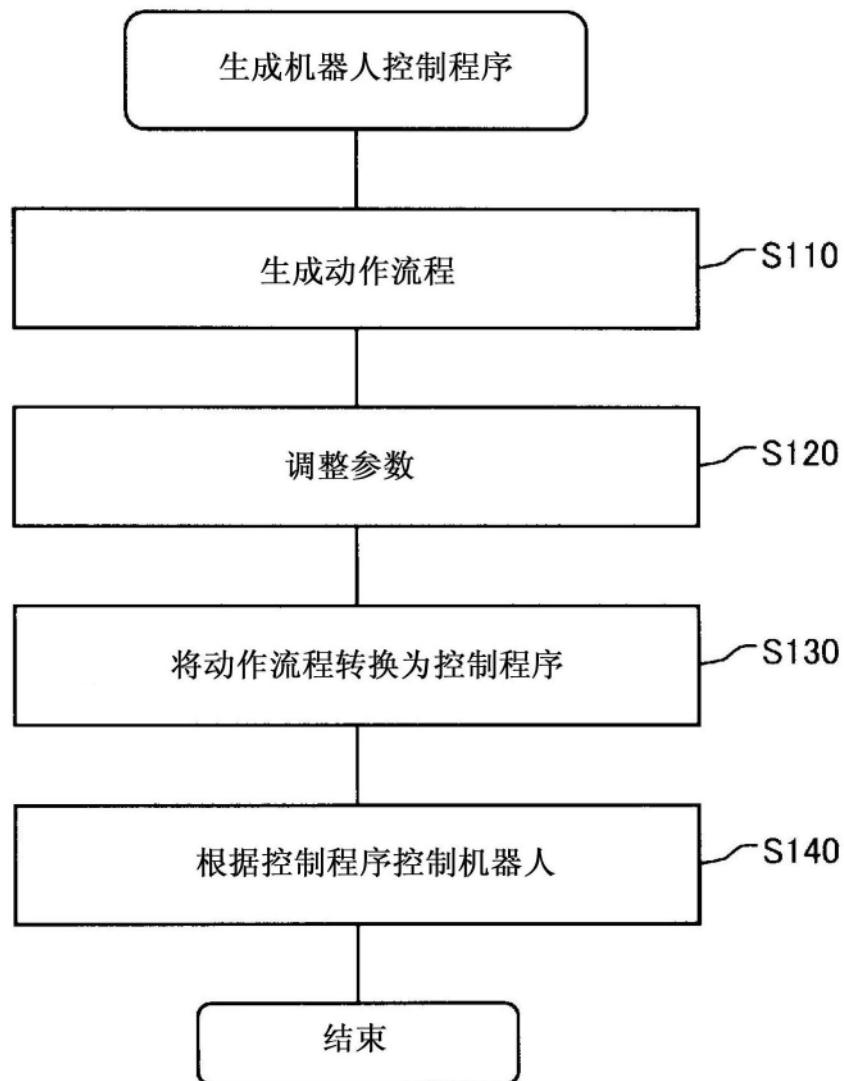


图5

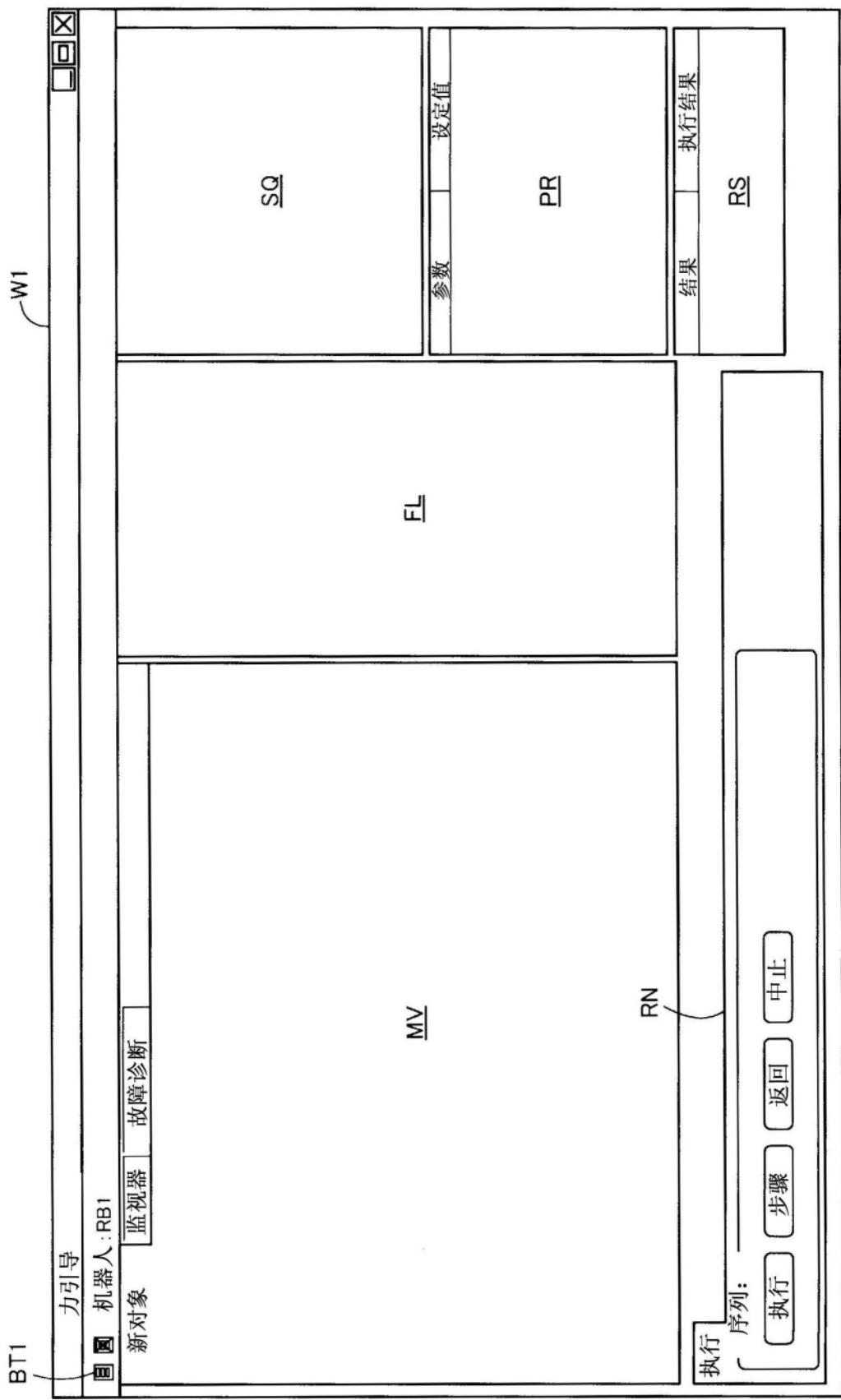


图6A

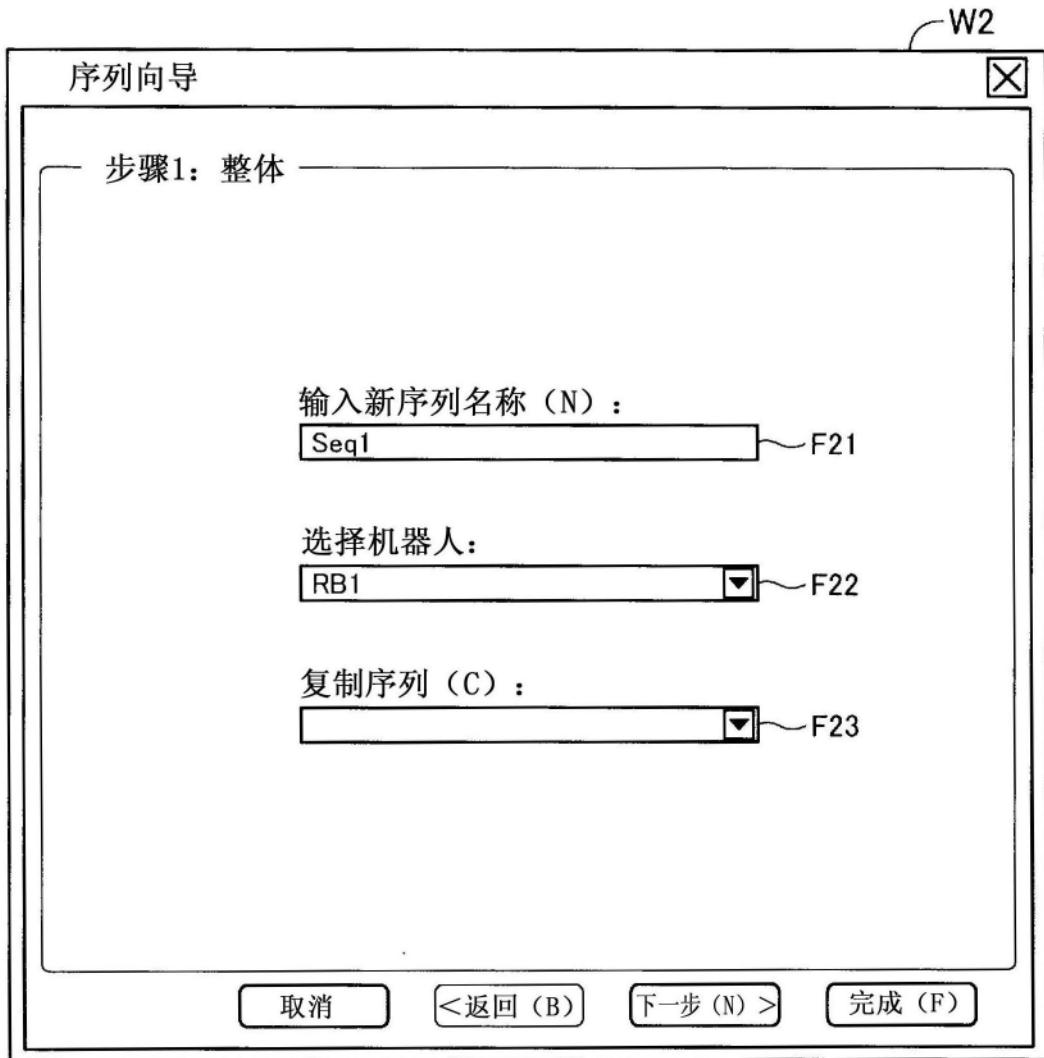


图6B

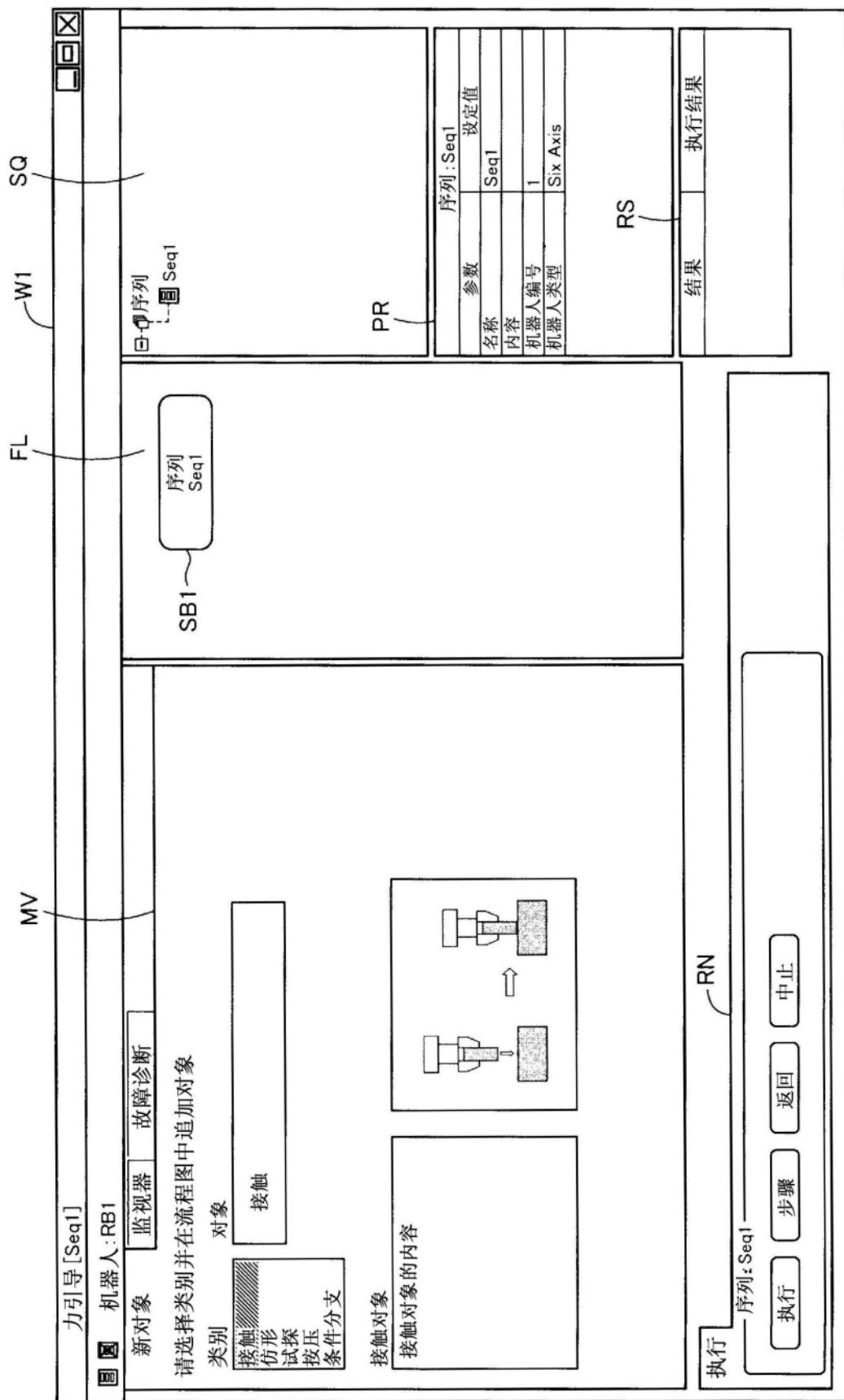


图6C

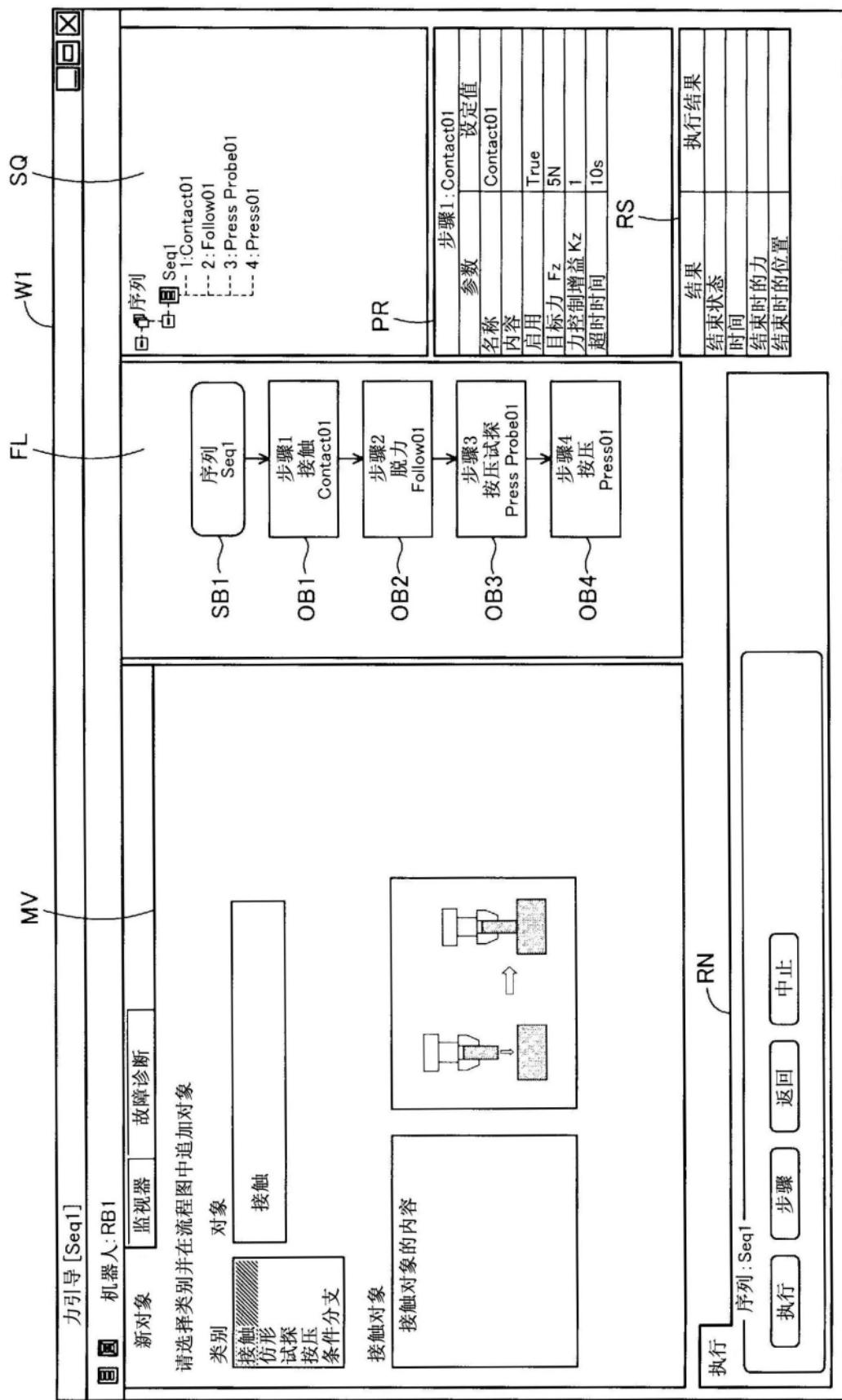


图6D

分类	对象	概要
仿形	1. 接触	向指定方向移动，在受到反作用力后停止
	2. 脱力	以指定轴的力变为0的方式进行仿形
	3. 仿形移动	以使指定轴的力变为0的方式一边仿形一边在指定轨道上移动
	4. 面对齐	一边仿形角度一边向指定方向按压，使面与面对齐
试探	5. 按压试探	一边按压一边沿指定的轨迹试探来找到孔
	6. 接触试探	重复接触动作来找到孔
按压	7. 按压	以指定的力向指定方向按压 (指定轴包括“仿形”)
	8. 按压移动	一边以指定的力向指定方向按压一边移动 (指定轴包括“仿形”)

图7

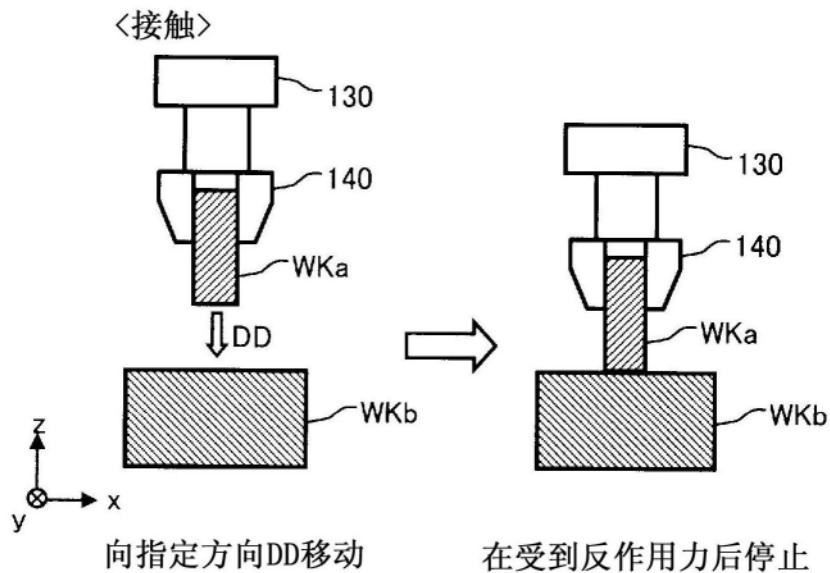


图8A

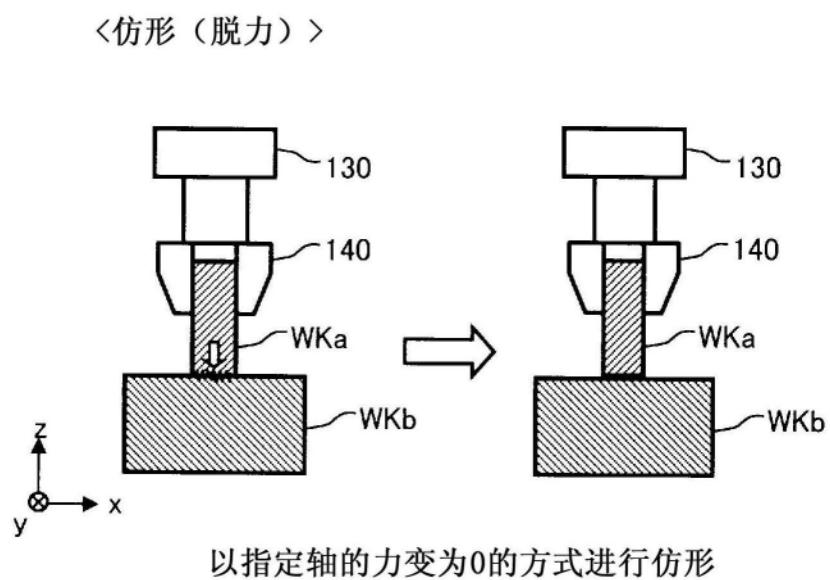
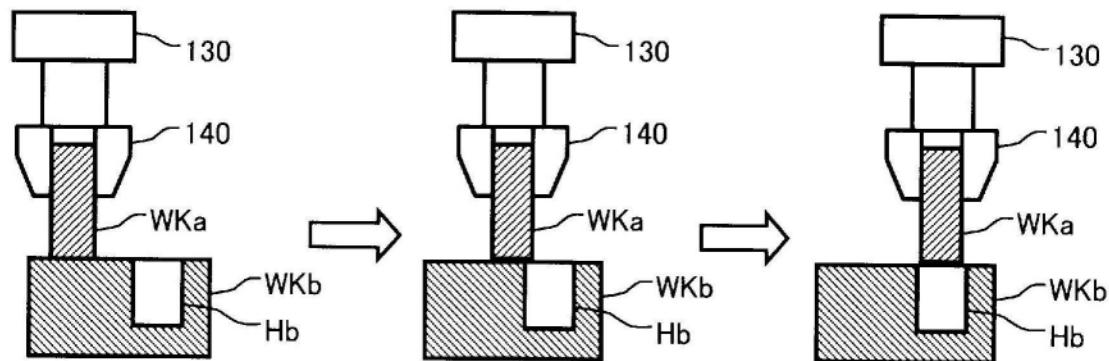


图8B

<试探(按压试探)>



从接触状态开始

一边按压一边试探

在孔位置停止

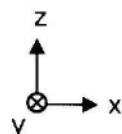
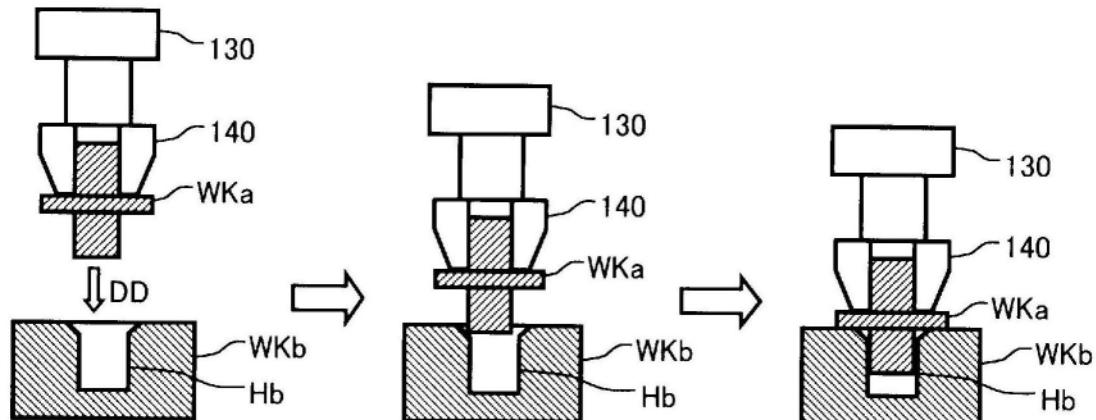


图8C

<按压(按压移动)>



向指定方向DD移动

一边移动一边仿形
并按压

一边移动一边按压

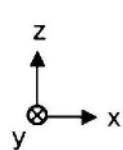


图8D

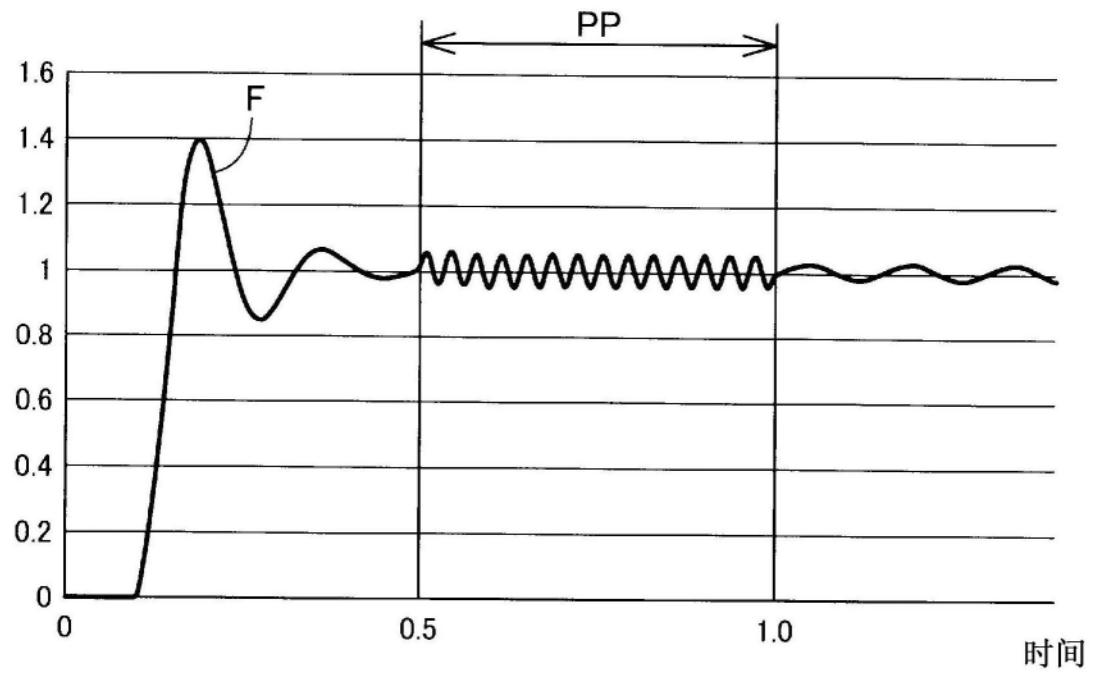


图9

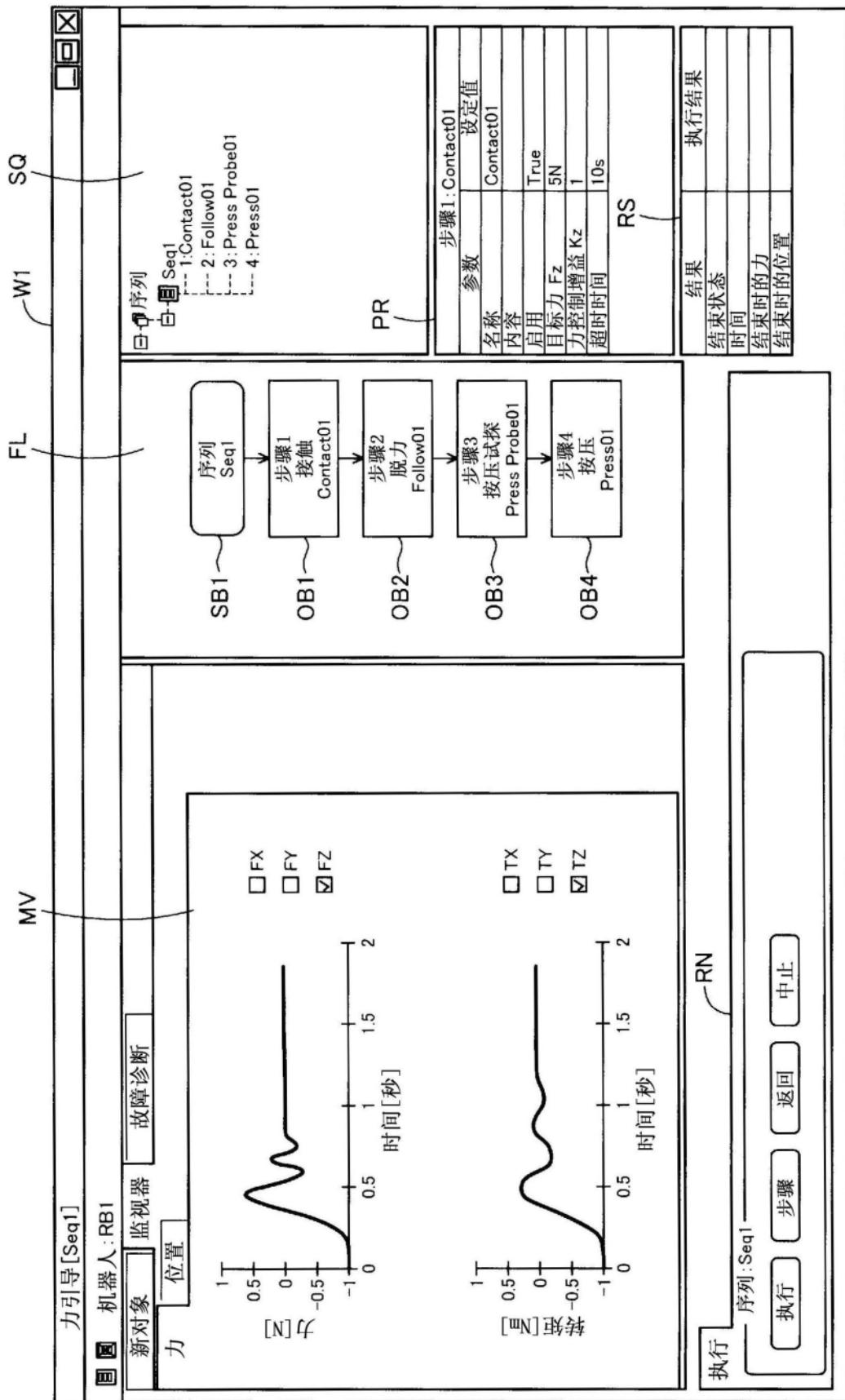


图10A

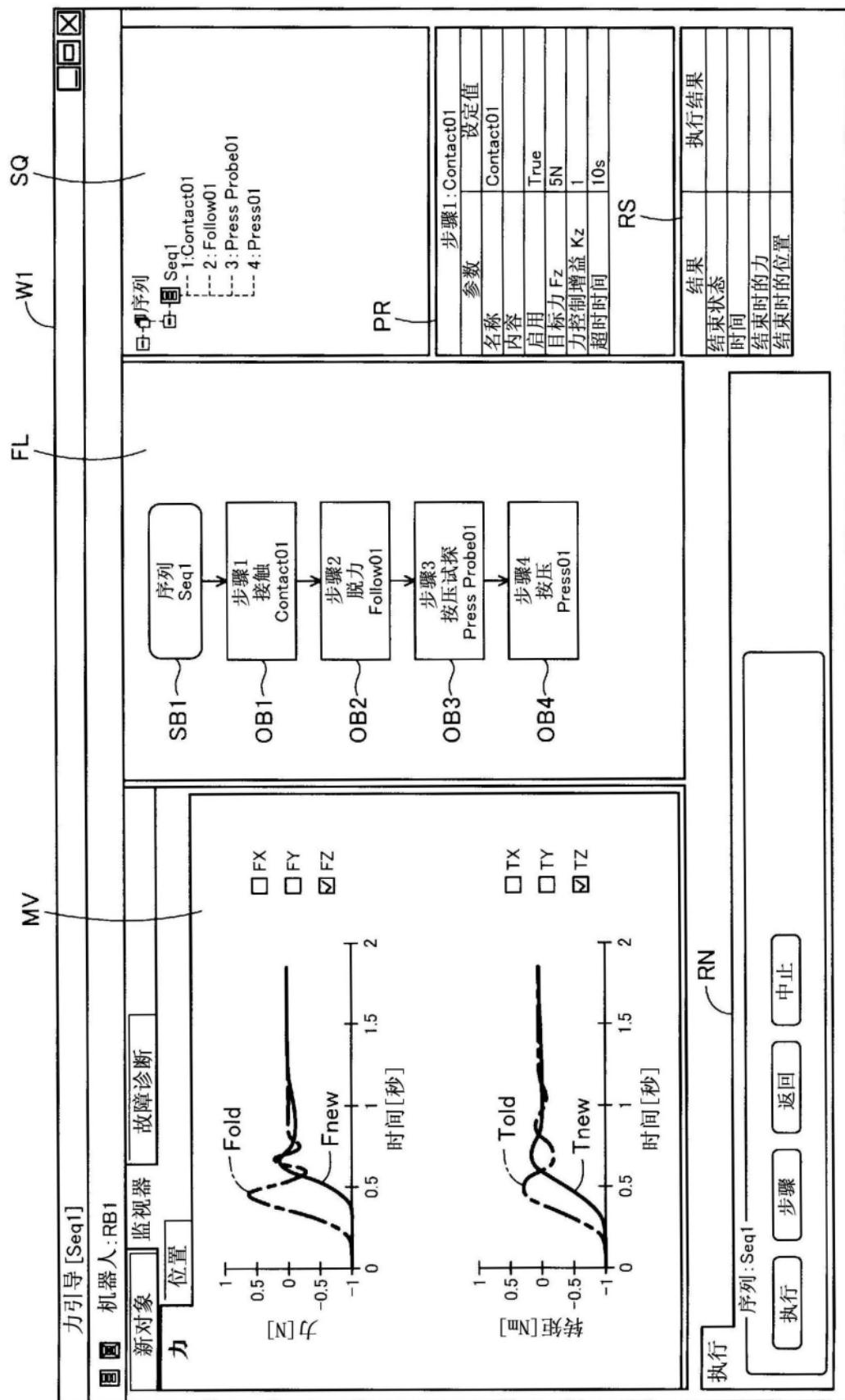


图10B

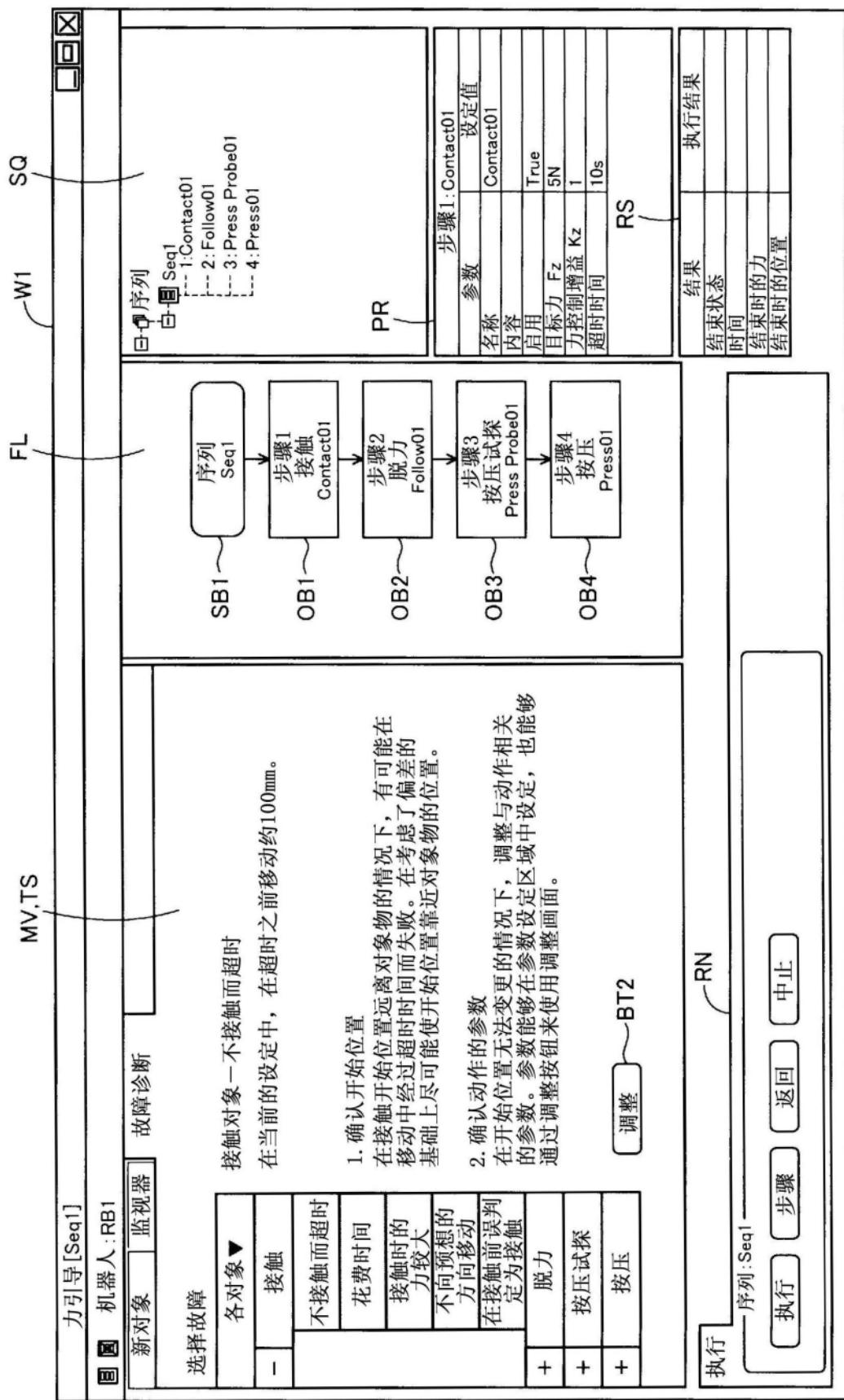


图11

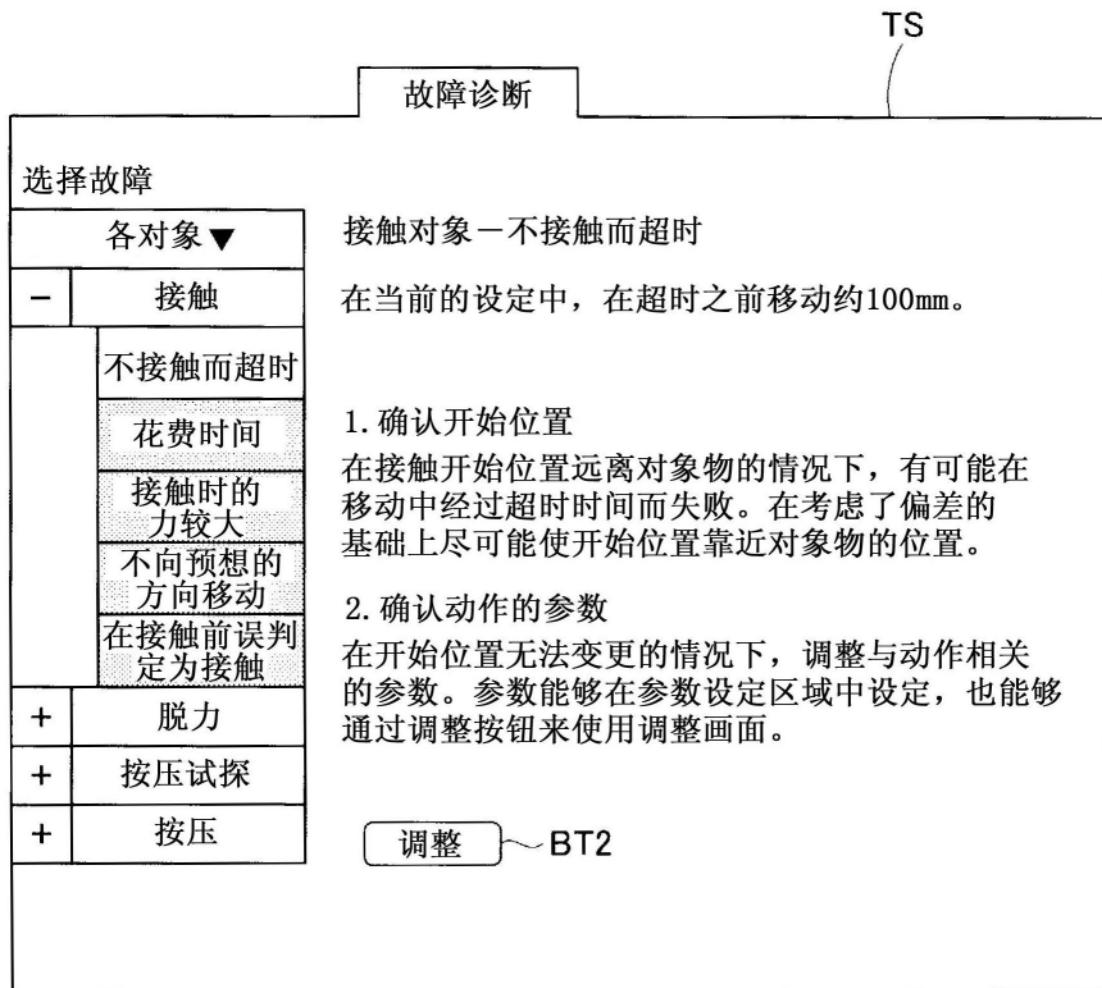


图12

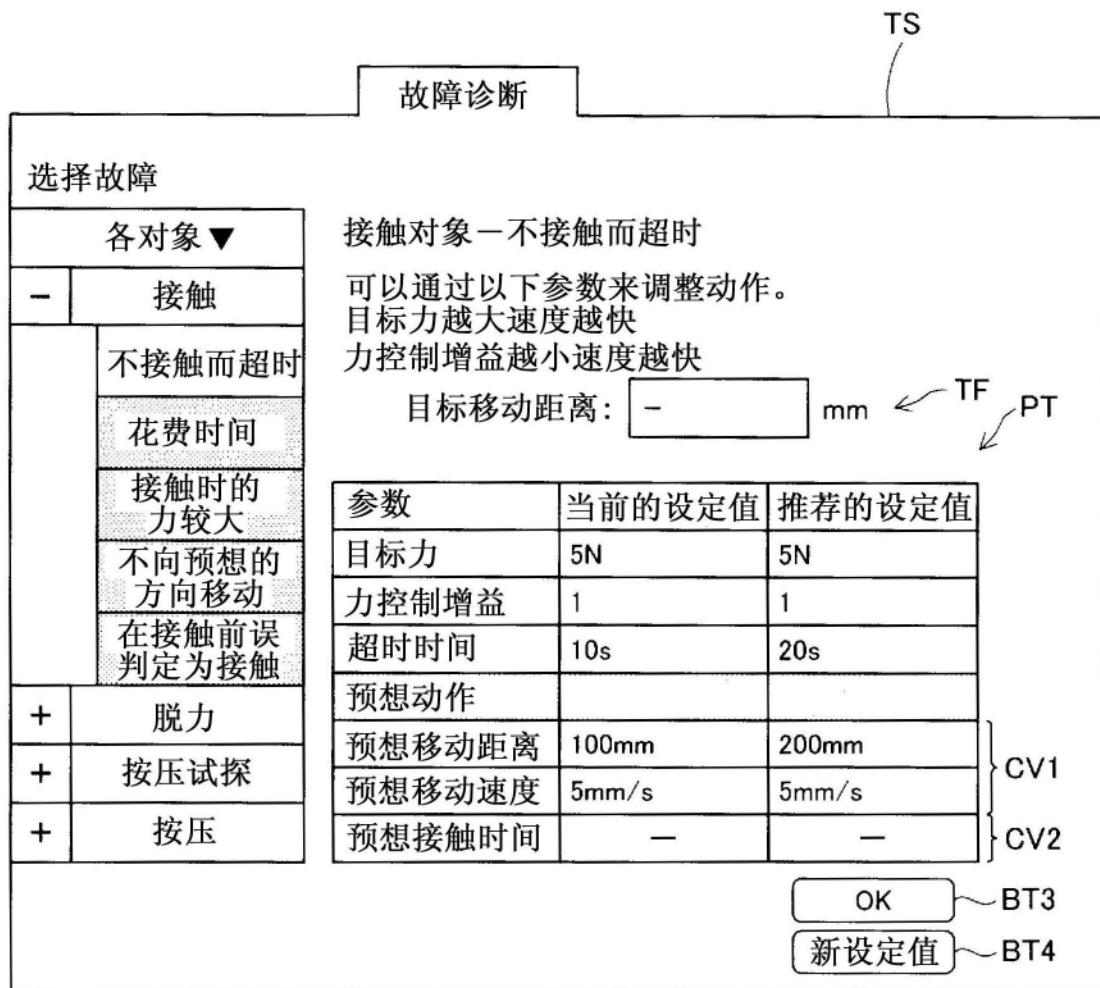


图13

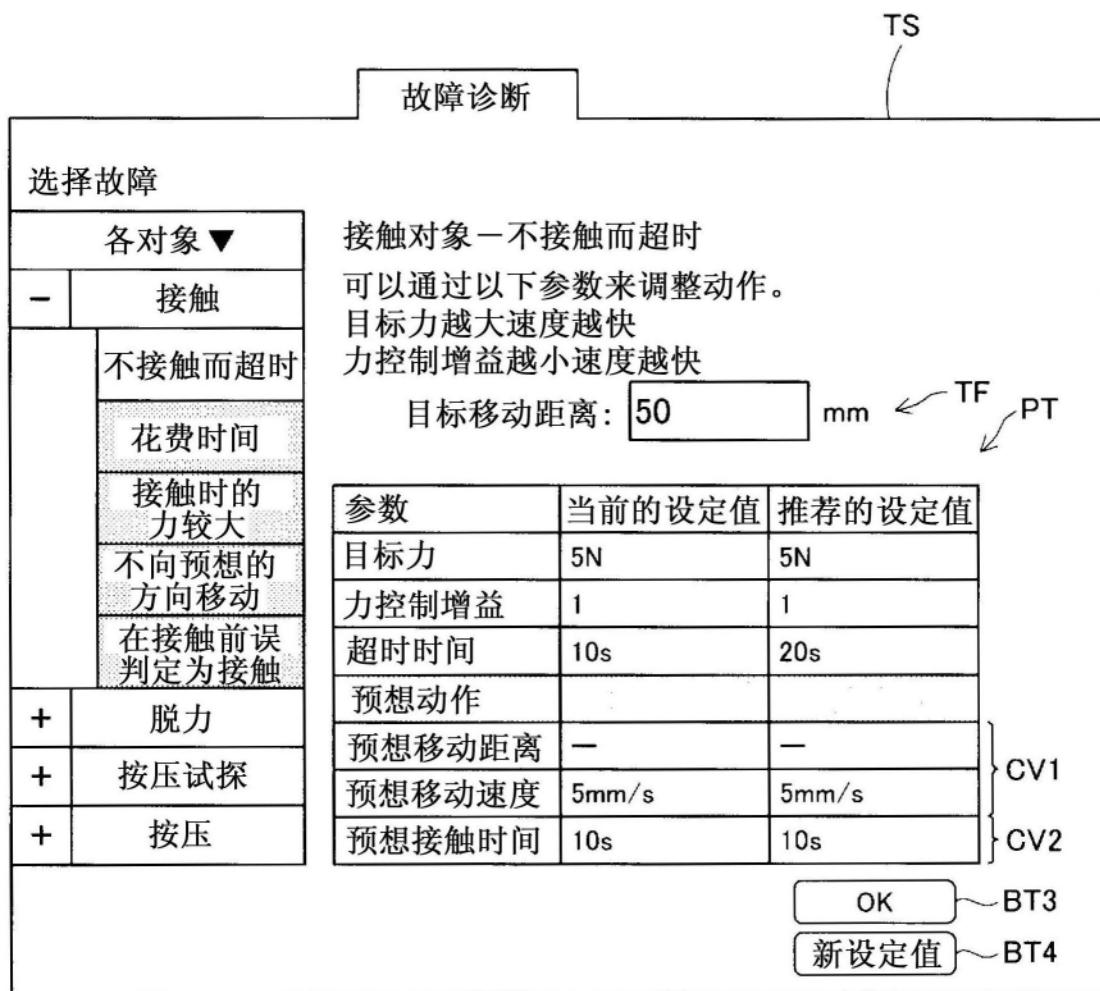


图14

选择故障		故障诊断																																	
<p>各对象▼</p> <p>接触对象一不接触而超时 可以通过以下参数来调整动作。 目标力越大速度越快 力控制增益越小速度越快</p> <p>目标移动距离: <input type="text" value="50"/> mm ↪ TF ↪ PT ↪</p>																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>参数</th> <th>当前的设定值</th> <th>推荐的设定值</th> <th>新设定值</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>目标力</td> <td>5N</td> <td>5N</td> <td>5N</td> </tr> <tr> <td>力控制增益</td> <td>1</td> <td>0.5</td> <td>0.8 SF</td> </tr> <tr> <td>超时时间</td> <td>10s</td> <td>10s</td> <td>10s</td> </tr> <tr> <td>预想动作</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>预想移动距离</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>预想移动速度</td> <td>5mm/s</td> <td>10mm/s</td> <td>6.25mm/s</td> </tr> <tr> <td>预想接触时间</td> <td>10s</td> <td>5s</td> <td>8s</td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-left: 20px;">CV1 CV2</p> <p>BT3a ↪ OK ↪ BT3b</p> <p>OK ↪ BT3b</p>				参数	当前的设定值	推荐的设定值	新设定值	目标力	5N	5N	5N	力控制增益	1	0.5	0.8 SF	超时时间	10s	10s	10s	预想动作				预想移动距离	—	—	—	预想移动速度	5mm/s	10mm/s	6.25mm/s	预想接触时间	10s	5s	8s
参数	当前的设定值	推荐的设定值	新设定值																																
目标力	5N	5N	5N																																
力控制增益	1	0.5	0.8 SF																																
超时时间	10s	10s	10s																																
预想动作																																			
预想移动距离	—	—	—																																
预想移动速度	5mm/s	10mm/s	6.25mm/s																																
预想接触时间	10s	5s	8s																																

图15

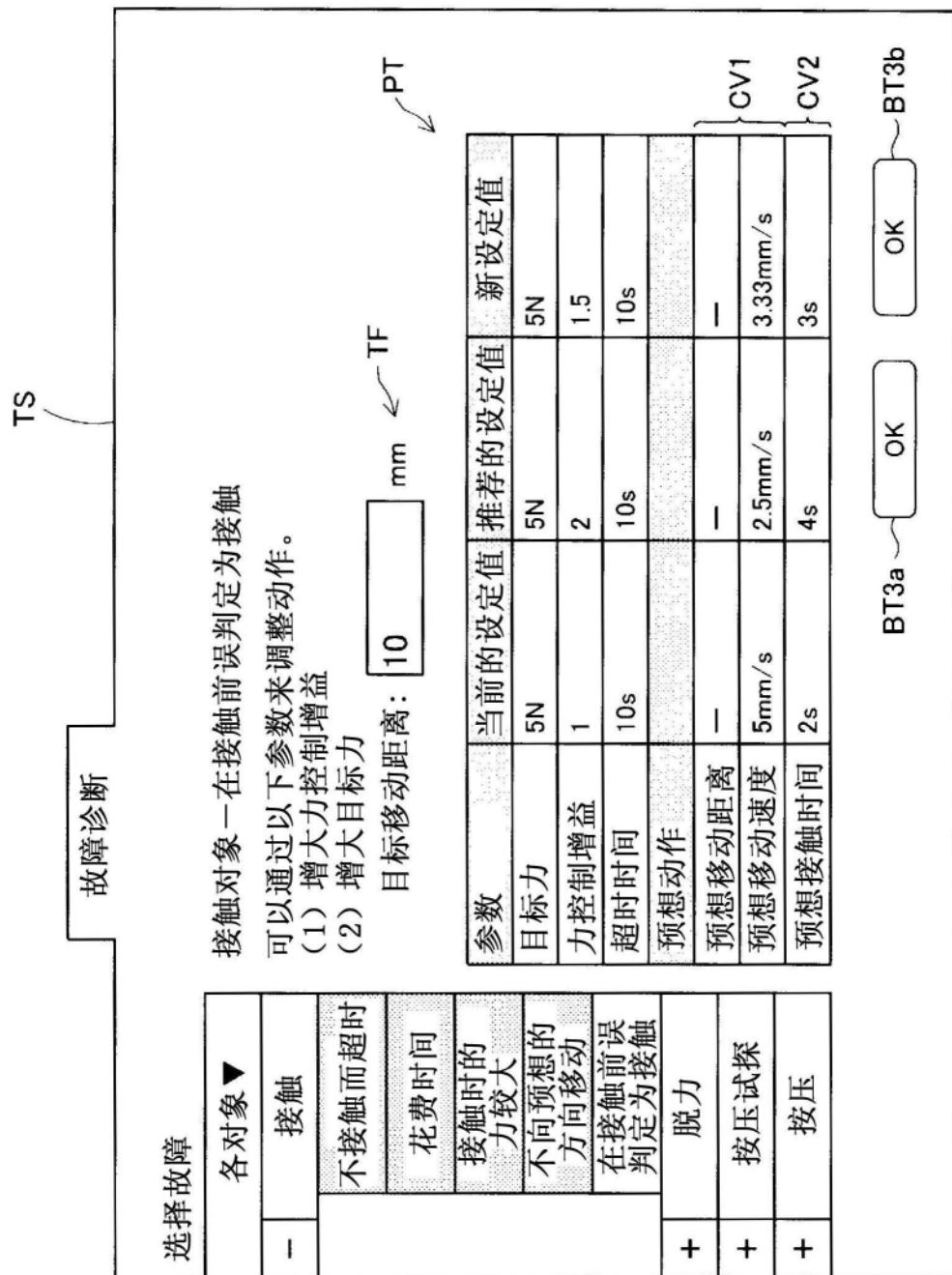


图16

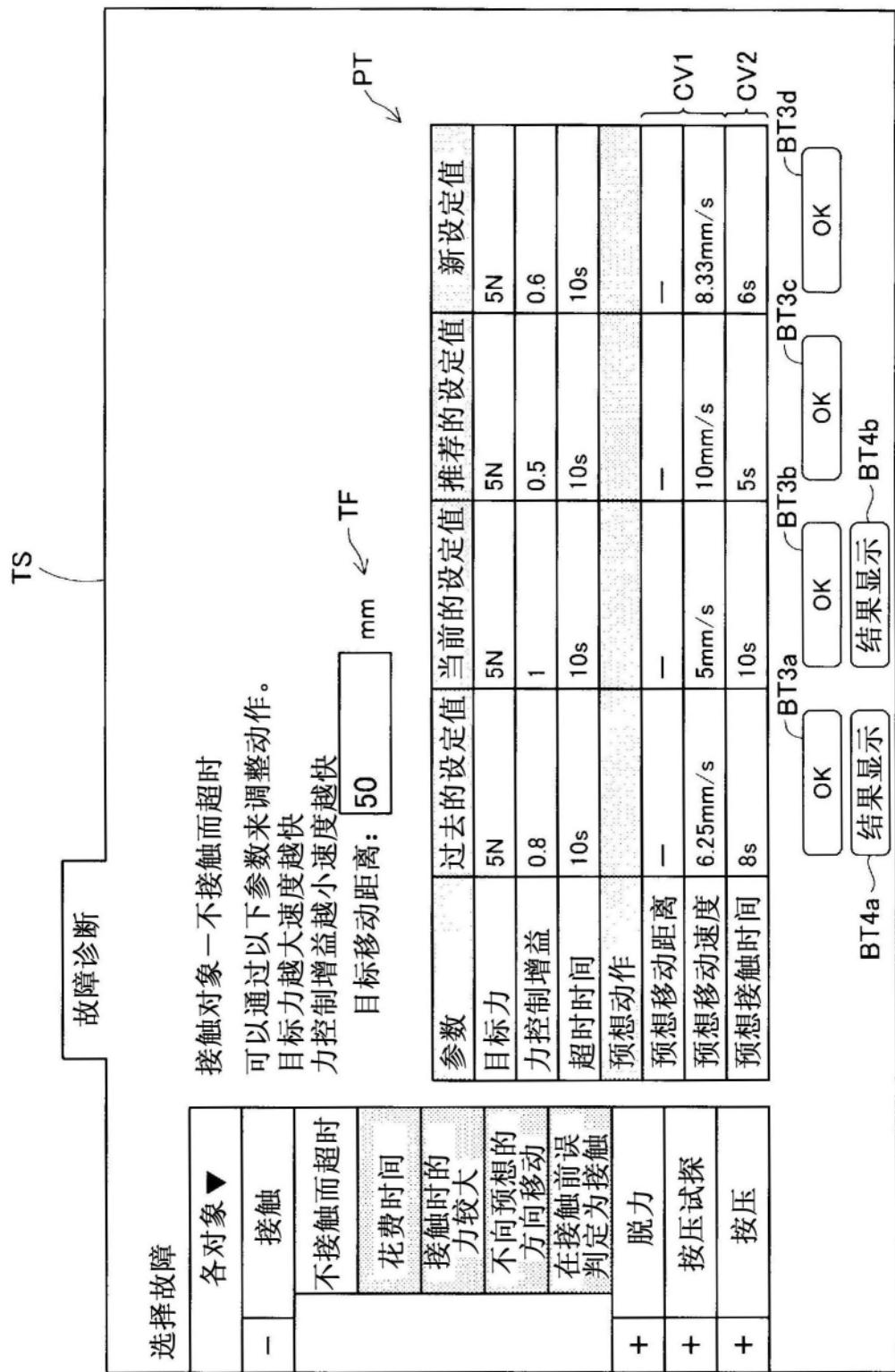


图17

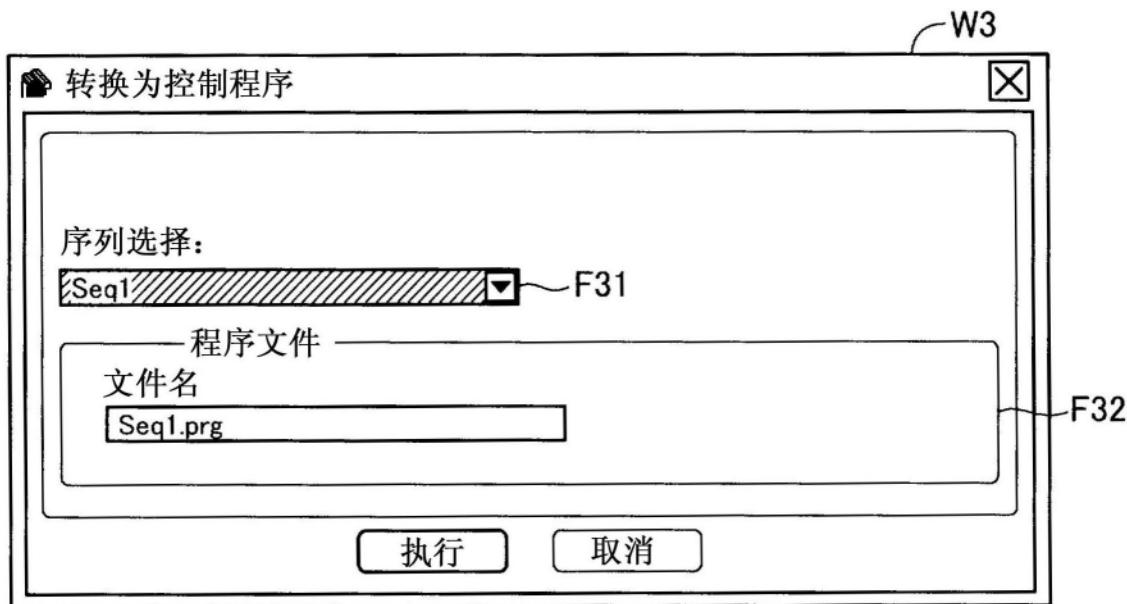


图18