(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117580688 A
(43)申请公布日 2024.02.20

(21)申请号 202280044292.1
(22)申请日 2022.06.23
(30)优先权数据
2021-104354 2021.06.23 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.12.21
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/025097 2022.06.23
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/270580 JA 2022.12.29
(71)申请人 松下知识产权经营株式会社
地址 日本大阪府
(72)发明人 平山正弥 冈崎嘉幸 大熊克明
(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021
专利代理师 潘剑颖
(51)Int.Cl.
B25J 9/22(2006.01)

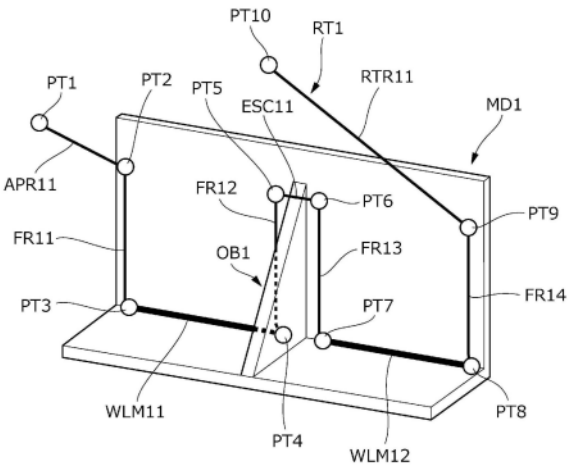
权利要求书2页 说明书29页 附图16页

(54)发明名称

离线示教装置和离线示教方法

(57)摘要

离线示教装置包括:能够接收操作员操作的输入单元;获取工件的3D形状数据、焊接操作路径和传感器扫描范围的获取单元;基于扫描范围和扫描间隔来生成要扫描的3D区域的生成单元;以及控制单元,该控制单元在工件的3D形状数据上定位至少一个3D区域,并且基于所定位的3D区域和焊接操作路径来创建用于扫描3D区域的示教程序并向执行焊接的焊接机器人输出示教程序。



CN 117580688 A

1.一种离线示教装置,包括:

输入单元,接收操作员操作;

获取单元,获取通过焊接生产的工件的三维形状数据、所述焊接的操作轨迹、以及被配置为扫描所述工件的外观形状的传感器的扫描范围;

生成单元,基于所获取的扫描范围和扫描段来生成三维区域,所述三维区域由所述传感器扫描;以及

控制单元,基于输入到所述输入单元的所述操作员操作在所述工件的三维形状数据上布置所述三维区域中的至少一个三维区域,并且基于所布置的三维区域和所述焊接的操作轨迹来创建用于扫描所述三维区域的示教程序,并向执行所述焊接的焊接机器人输出所述示教程序。

2.根据权利要求1所述的离线示教装置,其中:

所述控制单元基于所布置的三维区域、所述焊接的操作轨迹以及执行所述焊接的焊接机器人的与所述三维形状数据相关联的操作信息来创建所述示教程序。

3.根据权利要求2所述的离线示教装置,其中:

所述控制单元基于所述操作信息生成所述焊接机器人对所述工件的各种操作以及由所述焊接机器人执行的对所述三维区域中的每一个三维区域的扫描操作,并且通过将所述各种操作与对应于所生成的三维区域中的每一个三维区域的扫描操作相关联来生成所述示教程序。

4.根据权利要求1所述的离线示教装置,其中:

所述控制单元提取所述焊接的与所述三维形状数据相关联的焊接线,并且创建其中所述三维区域中包括的焊接线被设置为所述传感器的扫描部分的示教程序,并输出所述示教程序。

5.根据权利要求1所述的离线示教装置,其中:

所述生成单元基于所述操作员操作来重复并布置所述三维区域,以及

所述控制单元基于所有所述三维区域中的包括所重复的三维区域在内的至少一个三维区域以及所述焊接的操作轨迹来生成用于扫描所述三维区域的示教程序。

6.根据权利要求1所述的离线示教装置,其中:

所述生成单元基于所述操作员操作来删除所生成的两个或更多个三维区域之一,并且

所述控制单元基于所述焊接的操作轨迹以及所有所述三维区域中的排除所删除的三维区域后的至少一个三维区域来创建用于扫描所述三维区域的示教程序。

7.根据权利要求1所述的离线示教装置,其中

所述生成单元基于所述操作员操作来划分所述三维区域并且布置多个划分后的三维区域,并且

所述控制单元基于所述焊接的操作轨迹以及所有所述三维区域中的包括所述多个划分后的三维区域在内的至少一个三维区域来创建用于扫描所述三维区域的示教程序。

8.一种由离线示教装置执行的离线示教方法,所述离线示教装置包括能够通信地连接到能够接收操作员操作的输入装置的一个或多个计算机,所述离线示教方法包括:

获取通过焊接生产的工件的三维形状数据、所述焊接的操作轨迹、以及被配置为扫描所述工件的外观形状的传感器的扫描范围;

基于所获取的扫描范围和扫描段来生成三维区域,所述三维区域由所述传感器扫描;

基于从所述输入装置获取的所述操作员操作在所述工件的三维形状数据上布置所述三维区域中的至少一个三维区域;以及

基于所布置的三维区域和所述焊接的操作轨迹来创建用于扫描所述三维区域的示教程序,并向执行所述焊接的焊接机器人输出所述示教程序。

9.一种由操作输入装置的操作员使用离线示教装置来执行的离线示教方法,所述离线示教装置包括能够通信地连接到所述输入装置的一个或多个计算机,所述离线示教方法包括:

向所述计算机输入通过焊接生产的工件的三维形状数据;

向所述计算机输入扫描段,所述工件的外观形状是在所述扫描段中扫描的;以及

创建用于使执行所述焊接的焊接机器人扫描三维区域的示教程序,所述三维区域是基于所述三维形状数据中对应于所述扫描段的扫描部分的。

离线示教装置和离线示教方法

技术领域

[0001] 本公开涉及离线示教装置和离线示教方法。

背景技术

[0002] 专利文献1公开了一种离线示教装置,该离线示教装置当执行示教程序时在模型图上显示机器人的操作轨迹,并且显示多个位置检测命令的一部分和多个焊接命令的一部分。该离线示教装置包括显示示教程序和模型图的显示单元、存储构成示教程序的命令和模型图的模型数据的存储单元、以及控制显示单元和存储单元的控制单元。示教程序包括由多个位置检测命令构成的位置检测程序和由多个焊接命令构成的焊接程序。在此,构成示教程序的命令、位置检测程序和焊接程序各自由操作员创建。

[0003] 引用列表

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:WO2016/021130

发明内容

[0006] 技术问题

[0007] 本公开提供了离线示教装置和离线示教方法,用于更有效地创建由焊接机器人执行的传感器的扫描操作示教程序。

[0008] 问题的解决方案

[0009] 本公开提供了离线示教装置,包括:输入单元,能够接收操作员操作;获取单元,被配置为获取通过焊接生产的工件的三维形状数据、焊接的操作轨迹、以及被配置为扫描工件的外观形状的传感器的扫描范围;生成单元,被配置为基于所获取的扫描范围和扫描段来生成要由传感器扫描的三维区域;以及控制单元,被配置为基于输入到输入单元的操作员操作在工件的三维形状数据上布置该三维区域中的至少一个三维区域,并且被配置为基于所布置的三维区域和焊接的操作轨迹来创建用于扫描三维区域的示教程序,并向执行焊接的焊接机器人输出示教程序。

[0010] 此外,本公开提供了由离线示教装置执行的离线示教方法,该离线示教装置包括可通信地连接到能够接收操作员操作的输入装置的一个或多个计算机,该离线示教方法包括:获取通过焊接生产的工件的三维形状数据、焊接的操作轨迹、以及被配置为扫描工件的外观形状的传感器的扫描范围;基于所获取的扫描范围和扫描段来生成要由传感器扫描的三维区域;基于从输入装置获取的操作员操作在工件的三维形状数据上布置该三维区域中的至少一个三维区域;以及基于所布置的三维区域和焊接的操作轨迹来创建用于扫描三维区域的示教程序,并向执行焊接的焊接机器人输出示教程序。

[0011] 此外,本公开提供了由操作输入装置的操作员使用离线示教装置来执行的离线示教方法,离线示教装置包括可通信地连接到输入装置的一个或多个计算机,该离线示教方法包括:向计算机输入通过焊接生产的工件的三维形状数据;向计算机输入扫描段,工件的

外观形状是在该扫描段中扫描的;以及创建用于使执行焊接的焊接机器人扫描三维区域的示教程序,该三维区域是基于三维形状数据中对应于扫描段的扫描部分的。

[0012] 发明的有益效果

[0013] 根据本公开,可以更有效地创建由焊接机器人执行的传感器的扫描操作示教程序。

附图说明

[0014] 图1是示出了根据第一实施例的焊接系统的系统配置示例的示意图。

[0015] 图2是示出了根据第一实施例的检查控制装置、机器人控制装置、主机装置和离线示教装置的内部配置示例的图。

[0016] 图3是示出了传感器的有效扫描范围的示例的视图。

[0017] 图4是示出了传感器的有效扫描区域的示例的视图。

[0018] 图5是示出了3D模型的示例的视图。

[0019] 图6是示出了第一实施例中针对有效扫描区域的复制处理示例的视图。

[0020] 图7是示出了第一实施例中针对有效扫描区域的第一删除处理示例的视图。

[0021] 图8是示出了第一实施例中针对有效扫描区域的第二删除处理示例的视图。

[0022] 图9是示出了第一实施例中针对有效扫描区域的划分处理示例的视图。

[0023] 图10是示出了第一实施例中与有效扫描区域相关联的各种操作的示例的视图。

[0024] 图11是示出了根据第一实施例的离线示教装置的操作过程示例的流程图。

[0025] 图12是示出了第二实施例中针对有效扫描区域的改变处理示例和旋转处理示例的视图。

[0026] 图13是示出了针对有效扫描区域的第一改变处理示例、第二改变处理示例和第三改变处理示例的视图。

[0027] 图14是示出了模型工件的示例的视图。

[0028] 图15是示出了第二实施例中针对有效扫描区域的复制处理示例的视图。

[0029] 图16是示出了第二实施例中针对有效扫描区域的旋转处理示例的视图。

[0030] 图17是示出了与第二实施例中的有效扫描区域相关联的各种操作的示例的视图。

具体实施方式

[0031] (本公开的背景)

[0032] 专利文献1所示的能够使用离线示教装置来构建虚拟生产设施的装置配置是本领域已知的。这种离线示教装置可以同时显示与焊接机器人的操作轨迹相对应的一部分位置检测命令以及一部分焊接命令,从而使操作员在创建示教程序时易于指定编辑部分,并且支持提高所创建程序的创建效率和准确性。

[0033] 此外,近年来已经实现了外观检查的自动化,其中外观检查是一种针对焊接部分(即焊道)的质量验证方法。外观检查由焊接机器人或检查机器人执行,这样的机器人包括能够通过用激光束扫描工件来测量焊道的三维形状的传感器。在外观检查的自动化中,使用传感器执行外观检查的示教操作是通过如下方式执行的:使用激光指示器等具有较弱输出的操作员在视觉上可识别出的装置来对扫描范围进行示教。然而,由于在示教操作期间

传感器的可扫描范围是不可见的,因此,操作员无法知道所示教的扫描范围是否处于传感器的实际可扫描范围内。因此,在采用基于上述示教操作来创建示教程序的情况下,传感器可能无法读取所示教的扫描范围。

[0034] 此外,还有一种在虚拟空间中对扫描部分进行示教的离线示教装置。该离线示教装置在水平方向上(在XY平面上)的预定位置处使可扫描范围可视化,从而使操作员所示教的扫描部分和传感器的可扫描范围可视化,并且支持由操作员执行的用于执行外观检查的示教操作。然而,该离线示教装置难以将与包括传感器的焊接机器人或检查机器人的操作有关的三维可扫描范围(区域)可视化,并且在使用通过利用这种离线示教装置创建的示教程序来执行外观检查的情况下,可能无法在所示教的扫描范围内扫描到外观检查目标。因此,操作员不得不使用所创建的示教程序来执行外观检查,或者不得不基于外观检查中传感器的扫描结果(外观检查结果)等来校正示教部分,而这是相当耗时的。

[0035] 因此,在以下实施例中,将描述用于更有效地更新由焊接机器人执行的焊接操作示教程序或扫描操作示教程序的离线示教装置和离线示教方法的示例。

[0036] 在下文中,将适当地参照附图来详细描述具体公开了根据本公开的离线示教装置和离线示教方法的各实施例。但是,可能会省略不必要的详细描述。例如,可以省略对已经众所周知的事项的详细描述和对基本上相同的配置的赘述。这样做是为了避免对以下描述的不必要重复,并便于本领域技术人员进行理解。附图和以下描述是提供来使本领域技术人员充分地理解本公开的,并不旨在是限制权利要求书中描述的主题。

[0037] 在下文中,经受主焊接的物体(例如,金属)被定义为“原始工件”,并且通过主焊接生产(制造)的物体被定义为“工件”。“工件”不限于通过执行一次主焊接而生产的工件,也可以是通过执行两次或更多次主焊接而生产的复合工件。此外,通过焊接机器人将原始工件和另一个原始工件相互结合来生产工件的步骤被定义为“主焊接”。

[0038] (焊接系统的配置)

[0039] 图1是示出了根据第一实施例的焊接系统100的系统配置示例的示意图。焊接系统100的配置包括连接到外部存储设备ST的主机装置1、输入接口UI1、监视器MN1、机器人控制装置2、检查控制装置3、传感器4、离线示教装置5、监视器MN3、输入装置UI3、焊接机器人MC1和监视器MN2。此外,在图1中,尽管传感器4被示为是与焊接机器人MC1分开的主体,但也可以与焊接机器人MC1一体地设置(参见图2)。监视器MN2不是必不可少的组件,可以将其省略。

[0040] 主机装置1经由机器人控制装置2在整体上控制由焊接机器人MC1执行的主焊接的开始和完成。例如,主机装置1从外部存储设备ST中读出由用户(例如,焊接操作员或系统管理员。下文同理)预先输入或设置的焊接相关信息,使用焊接相关信息来生成包括焊接相关信息的内容的主焊接执行命令,并将主焊接执行命令发送给对应的机器人控制装置2。当焊接机器人MC1执行的主焊接完成时,主机装置1从机器人控制装置2接收到指示焊接机器人MC1执行的主焊接完成的主焊接完成报告,更新为指示对应的主焊接已完成的状态,并将该状态记录在外部存储设备ST中。

[0041] 上述主焊接执行命令不局限于由主机装置1生成,且例如可以由执行主焊接的工厂内的设备的操作面板(例如,PLC:可编程逻辑控制器)或机器人控制装置2的操作面板(例如,示教挂件)生成。示教挂件是用于操作连接到机器人控制装置2的焊接机器人MC1的装

置。

[0042] 此外,主机装置1使用机器人控制装置2、检查控制装置3和传感器4在整体上控制焊道外观检查的开始和完成。例如,当从机器人控制装置2接收到主焊接完成报告时,主机装置1针对焊接机器人MC1生产的工件生成焊道外观检查执行命令,并将焊道外观检查执行命令发送到机器人控制装置2和检查控制装置3中的每一个。当焊道外观检查完成后,主机装置1从检查控制装置3接收到指示焊道外观检查完成的外观检查报告,更新为指示对应的焊道外观检查已完成的状态,并将该状态记录在外部存储设备ST中。

[0043] 在此,焊接相关信息是指示由焊接机器人MC1执行的主焊接的内容的信息,并且预先针对主焊接的每个步骤创建并被注册到外部存储设备ST中。例如,焊接相关信息包括主焊接中使用的原始工件的数量、工件信息(包括主焊接中使用的原始工件的ID、批次信息、名称和原始工件的焊接部分(例如,关于焊接线的信息和关于焊接线的位置信息))、执行主焊接的预定执行日期、待生产的焊接工件的数量以及主焊接期间的各种焊接条件。焊接相关信息不局限于上述项目的数据,并且还可以包括诸如创建的焊接操作示教程序和扫描操作示教程序等信息(参见下文描述),以及用于创建示教程序的焊接操作设置信息、扫描操作设置信息等。

[0044] 此外,例如,焊接条件包括原始工件的材料和厚度、焊丝301的材料和焊丝直径、保护气体的类型、保护气体的流速、焊接电流的设定平均值、焊接电压的设定平均值、焊丝301的进给速度和进给量、焊接次数和焊接时间。此外,除上述内容外,焊接条件还可以包括例如指示主焊接类型(例如,TIG焊接、MAG焊接和脉冲焊接)、机械手200的移动速度和移动时间的信息。

[0045] 基于从主机装置1发送的主焊接执行命令,机器人控制装置2使焊接机器人MC1使用该执行命令所指派的原始工件来开始主焊接的执行。上述焊接相关信息不局限于由主机装置1关于外部存储设备ST来进行管理,也可以由例如机器人控制装置2进行管理。在这种情况下,由于机器人控制装置2可以知道主焊接完成的状态,因此可以在焊接相关信息中管理实际执行日期,而不是计划执行焊接步骤的预定执行日期。尽管在本描述中没有限制主焊接的类型,但为了使描述易于理解,使多个原始工件结合以生产工件的步骤将被作为示例进行描述。

[0046] 主机装置1连接到监视器MN1、输入接口UI1和外部存储设备ST,以便实现数据输入和输出,并且还连接到机器人控制装置2,以便实现它们之间的数据通信。主机装置1可以是以集成方式包括监视器MN1和输入接口UI1的终端装置P1,并且还可以通过集成方式包括外部存储设备ST。在这种情况下,终端装置P1是用户在执行主焊接之前使用的个人计算机(PC)。终端装置P1不限于上述PC,并且可以是具备通信功能的计算机装置,诸如智能手机或平板电脑终端。

[0047] 监视器MN1可以使用诸如液晶显示器(LCD)或有机电致发光(EL)等显示装置来形成。例如,监视器MN1可以显示如下画面:该画面展示从主机装置1输出的指示主焊接已完成的通知或者指示焊道外观检查已完成的通知。此外,扬声器(未示出)可以代替监视器MN1或者与监视器MN1一起连接到主机装置1,并且主机装置1可以经由扬声器输出指示主焊接已完成的内容或者指示焊道外观检查已完成的内容的声音。

[0048] 输入接口UI1是检测用户的输入操作并将该输入操作输出到主机装置1的用户接

口,并且可以使用例如鼠标、键盘或触摸面板来形成。例如,输入接口UI1接收用户创建焊接相关信息时的输入操作或者主焊接执行命令被发送到机器人控制装置2时的输入操作。

[0049] 外部存储设备ST使用例如硬盘驱动器或固态驱动器来形成。例如,外部存储设备ST存储针对每次主焊接创建的焊接相关信息的数据、通过主焊接生产的工件Wk的状态(生产状态)以及工件Wk的工件信息(参见以上描述)。对于每条焊接线,外部存储设备ST可以存储由离线示教装置5创建的焊接操作示教程序和扫描操作示教程序。稍后将描述焊接操作示教程序和扫描操作示教程序。

[0050] 机器人控制装置2连接到主机装置1、检查控制装置3和离线示教装置5,以便实现它们之间的数据通信,并且连接到焊接机器人MC1,以便实现它们之间的数据通信。当接收到从主机装置1发送的主焊接执行命令时,机器人控制装置2基于与该执行命令对应的焊接操作示教程序来创建主焊接程序,并控制焊接机器人MC1执行主焊接。当检测到主焊接已完成时,机器人控制装置2生成指示主焊接已完成的主焊接完成报告,并向主机装置1通知主焊接完成报告。因此,主机装置1可以通过机器人控制装置2以适当的方式检测到主焊接的完成。例如,通过机器人控制装置2来检测主焊接的完成的方法可以是基于来自设置在焊丝进给装置300中的传感器(未示出)的指示主焊接完成的信号所做的确定,或者可以是已知的方法,并且用于检测主焊接的完成的方法的内容不受限制。

[0051] 焊接机器人MC1连接到机器人控制装置2,以便实现它们之间的数据通信。焊接机器人MC1在对应的机器人控制装置2的控制下执行主机装置1所命令的主焊接。此外,焊接机器人MC1基于扫描操作示教程序来移动传感器4,由此执行主机装置1所命令的焊道外观检查。

[0052] 检查控制装置3连接到主机装置1、机器人控制装置2、传感器4和离线示教装置5,以便实现它们之间的数据通信。当接收到从主机装置1发送的焊道外观检查执行命令时,根据针对对应工件Wk的扫描操作示教程序,检查控制装置3与传感器4一起对由焊接机器人MC1生产的工件Wk的焊接部分(即焊道)执行焊道外观检查(例如,对工件中形成的焊道是否满足预定焊接标准的检查)。作为扫描操作的结果,检查控制装置3使用由传感器4获取的与焊道的形状相关的输入数据(例如,能够指明焊道的三维形状的点云数据),基于与针对每个工件预先确定的无缺陷工件的主数据的比较来执行焊道外观检查。第一实施例中由焊接机器人MC1执行的焊道外观检查不局限于对焊道的外观检查,并且可以是包括对焊道的外观检查和另一种外观检查(例如,是否存在工件Wk的组件附着物)在内的检查。因此,操作员可以更有效地利用传感器4的有效扫描区域,并同时基于外观检查结果来执行具有不同目的的外观检查。此外,本文所指的有效扫描区域指示传感器4可以通过扫描来读取外观形状的三维区域。

[0053] 检查控制装置3执行焊道外观检查,生成包括焊道外观检查的检查确定结果和指示焊道外观检查已完成的通知的外观检查报告,将外观检查报告发送到主机装置1,并将外观检查报告输出到监视器MN2。当确定在对工件的焊道外观检查中检测到缺陷时,检查控制装置3生成包括外观检查结果(其包括用于对缺陷进行补焊的关于缺陷段的信息)的外观检查报告,并将外观检查报告发送到主机装置1和机器人控制装置2。此外,当确定通过对工件的焊道外观检查检测到缺陷时,检查控制装置3创建补焊程序,以使用包括关于缺陷段的信息的外观检查结果来执行校正(如缺陷部分的修补)。检查控制装置3将补焊程序和外观检

查结果相互关联地发送到主机装置1或机器人控制装置2。

[0054] 传感器4连接到检查控制装置3,以便实现它们之间的数据通信。传感器4安装在焊接机器人MC1中,并且基于机器人控制装置2的控制,根据机械手200的驱动执行对工件Wk或其上放置有工件Wk的载物台STG(参见图2)的三维扫描。传感器4基于机器人控制装置2的控制,根据机械手200的驱动获取放置在载物台STG上的工件Wk的三维形状的数据或者能够指定其上放置有工件Wk的载物台STG的形状、大小、位置等的三维形状的数据(例如,点云数据),并将该三维形状的数据发送到检查控制装置3。

[0055] 监视器MN2可以使用诸如LCD或有机EL等显示装置来形成。例如,监视器MN2可以显示如下画面:该画面展示从检查控制装置3输出的指示焊道外观检查已完成的通知,或者展示该通知和焊道外观检查的结果。此外,扬声器(未示出)可以代替监视器MN2或者与监视器MN2一起连接到检查控制装置3,并且检查控制装置3可以经由扬声器输出声音,该声音指示表明外观检查已完成的通知的内容,或者指示该通知和焊道外观检查结果。

[0056] 离线示教装置5连接到机器人控制装置2、检查控制装置3、监视器MN3和输入装置UI3,以便实现它们之间的数据通信。离线示教装置5将要由示教程序创建的或者由示教程序创建的每个工件Wk的焊接线的位置信息存储为设置信息。此外,离线示教装置5构建虚拟生产设施(例如,虚拟焊接机器人、虚拟工件或虚拟载物台),并基于从输入装置UI3发送的控制命令和各种数据、从机器人控制装置2或检查控制装置3输出的各种数据(例如,与焊道或工件Wk的形状相关的输入数据、3D模型的数据或焊接线的位置信息)等,为工件Wk创建焊接操作示教程序和扫描操作示教程序。离线示教装置5将创建的焊接操作示教程序和扫描操作示教程序发送到机器人控制装置2。所创建的扫描操作示教程序不仅可以发送到机器人控制装置2,而且还可以发送到检查控制装置3。此外,离线示教装置5针对每个工件Wk存储所创建的焊接操作示教程序和扫描操作示教程序。

[0057] 本文所指的焊接线的位置信息是指示在工件Wk中形成的焊接线的位置的信息。

[0058] 此外,本文所指的焊接操作示教程序是基于焊接线创建的并使焊接机器人MC1执行主焊接的程序。创建包括以下内容的焊接操作示教程序:关于焊枪400的位置、距离和角度(定向)的信息(用于执行各种操作(例如,接近、缩回、避让和焊接)以使用焊枪400对工件Wk进行主焊接),以及关于焊接条件的信息等。

[0059] 此外,本文所指的扫描操作示教程序是基于焊接线创建的并使焊接机器人MC1对通过主焊接创建的至少一个焊道或工件Wk执行外观检查的程序。使用传感器4创建包括关于传感器4的位置、距离和角度(定向)的信息的扫描操作示教程序,用于执行各种操作(例如,接近、缩回、避让和扫描)以对创建的焊道、工件Wk等执行外观检查。

[0060] 监视器MN3可以使用诸如LCD或有机EL等显示装置来形成。监视器MN3显示从离线示教装置5发送的虚拟生产设施(例如,虚拟焊接机器人、虚拟工件和虚拟载物台)的图像,并且基于焊接操作示教程序显示焊枪400的操作轨迹,基于扫描操作示教程序显示传感器4的操作轨迹,等等。此外,监视器MN3显示以下图像:在该图像中,传感器4的操作轨迹和焊枪400的操作轨迹叠加在从离线示教装置5发送的虚拟生产设施的图像上。

[0061] 输入装置UI3是检测用户的输入操作并将该输入操作输出到主机装置1的用户接口,并且可以使用例如鼠标、键盘或触摸面板来形成。输入装置UI3接收:用于创建扫描操作示教程序和焊接操作示教程序的工件Wk的焊接线的位置信息、焊接设置信息、扫描设置信

息、3D模型等的输入操作,所创建的扫描操作示教程序和焊接操作示教程序的输入操作,等等。在此,本文所指的显示器MN3和输入装置UI3可以是一体形成的终端装置P3(例如,PC、笔记本PC或平板电脑终端)。

[0062] 图2是示出了根据第一实施例的检查控制装置3、机器人控制装置2、主机装置1和离线示教装置5的内部配置示例的图。为了使描述易于理解,图2中省略了监视器MN1和MN2以及输入接口U11的图示。图2所示的工件Wk是要进行焊道外观检查的工件。工件Wk可以是通过主焊接生产的工件,或者是通过补焊进行了一次或多次修补的所谓修补工件。此外,尽管图2所示的焊接机器人MC1是包括传感器4的配置,但传感器4可以被包括在另一机器人(例如,用于执行外观检查的检查机器人或用于执行补焊的补焊机器人)中。

[0063] 在机器人控制装置2的控制下,焊接机器人MC1使用焊枪400基于焊接操作示教程序来执行焊接主焊接步骤,使用传感器4基于扫描操作示教程序来执行焊道外观检查步骤,等等。此外,焊接机器人MC1可以使用传感器4扫描工件Wk的外观,从而获取用于创建焊接操作示教程序和扫描操作示教程序的在工件Wk中形成的焊道的位置信息和工件Wk的外观形状。例如,焊接机器人MC1在主焊接步骤中执行电弧焊。然而,焊接机器人MC1可以执行电弧焊以外的焊接(例如,激光焊和气焊)。在这种情况下,尽管省略了图示,但激光头(而不是焊枪400)可以经由光纤连接到激光振荡器。焊接机器人MC1是至少包括机械手200、焊丝进给装置300、焊丝301和焊枪400的配置。

[0064] 机械手200包括关节臂,并且基于来自机器人控制装置2的机器人控制单元24的控制信号移动每个臂。因此,机械手200可以通过驱动臂来改变工件Wk与焊枪400之间的位置关系(例如,焊枪400相对于工件Wk的角度)以及工件Wk与传感器4之间的位置关系。

[0065] 焊丝进给装置300基于来自机器人控制装置2的控制信号控制焊丝301的焊丝进给速度。焊丝进给装置300可以包括可以检测焊丝301的剩余量的传感器(未示出)。基于该传感器的输出,机器人控制装置2可以检测到主焊接步骤已完成。

[0066] 焊丝301由焊枪400固定。当从电源装置500向焊枪400供电时,在焊丝301的远端与工件Wk之间产生电弧,并且执行电弧焊。为了便于描述,省略了用于向焊枪400供应保护气体的配置等的图示和描述。

[0067] 主机装置1使用用户预先输入或设置的焊接相关信息来生成针对主焊接或焊道外观检查的各个步骤的执行命令,并将执行命令发送到机器人控制装置2。如上所述,当传感器4被一体地附接到焊接机器人MC1时,焊道外观检查执行命令被发送到机器人控制装置2和检查控制装置3这两者。主机装置1是至少包括通信单元10、处理器11和存储器12的配置。

[0068] 通信单元10连接到机器人控制装置2和外部存储设备ST,以便实现它们之间的数据通信。通信单元10向机器人控制装置2发送由处理器11生成的针对主焊接或焊道外观检查的各个步骤的执行命令。通信单元10接收从机器人控制装置2发送的主焊接完成报告和外观检查报告,并将主焊接完成报告和外观检查报告输出到处理器11。例如,主焊接执行命令可以包括用于控制焊接机器人MC1中包括的机械手200、焊丝进给装置300和电源装置500中的每一个的控制信号。

[0069] 处理器11使用例如中央处理器(CPU)或现场可编程门阵列(FPGA)来形成,并与存储器12协作地执行各种处理和控制。具体地,处理器11通过查阅存储在存储器12中的程序并执行该程序来在功能上实现单元格控制单元13。

[0070] 例如,存储器12包括作为在执行处理器11的处理时使用的工作存储器的随机存取存储器(RAM)和存储对处理器11的处理进行定义的程序的只读存储器(ROM)。在RAM中临时存储由处理器11生成或获取的数据。对处理器11的处理进行定义的程序被写入ROM。此外,存储器12存储从外部存储设备ST读出的焊接相关信息的数据、工件Wk的状态以及从机器人控制装置2发送的工件Wk(参见下面的描述)的工件信息的数据。

[0071] 单元格控制单元13基于存储在外部存储设备ST中的焊接相关信息来生成用于执行主焊接、工件Wk的焊道外观检查、工件Wk的外观扫描、或补焊的执行命令。另外,基于存储在外部存储设备ST中的焊接相关信息以及由离线示教装置5创建且从机器人控制装置2发送的焊接操作示教程序和扫描操作示教程序,单元格控制单元13创建主焊接时的主焊接程序、对工件Wk进行焊道外观检查时与焊接机器人MC1的驱动相关的外观检查程序或者进行外观扫描时与焊接机器人MC1的驱动相关的外观扫描程序。此外,单元格控制单元13为所创建的程序创建执行命令。外观检查程序和外观扫描程序可以是针对每个工件Wk预先创建的并存储在外部存储设备ST中,并且在这种情况下,单元格控制单元13从外部存储设备ST读出并获取各种程序。单元格控制单元13可以针对将要由焊接机器人MC1执行的主焊接的各个步骤生成不同的执行命令。由单元格控制单元13生成的针对主焊接外观检查和外观扫描的执行命令经由通信单元10发送到对应的机器人控制装置2或者发送到机器人控制装置2和检查控制装置3中的每一个。

[0072] 机器人控制装置2基于从主机装置1发送的用于主焊接、焊道外观检查或外观扫描的执行命令来查阅对应程序。机器人控制装置2基于所查阅的程序来控制焊接机器人MC1(例如,传感器4、机械手200、焊丝进给装置300和电源装置500)。机器人控制装置2是至少包括通信单元20、处理器21和存储器22的配置。

[0073] 通信单元20连接到主机装置1、检查控制装置3、焊接机器人MC1和离线示教装置5,以便实现它们之间的数据通信。尽管在图2中简化了图示,但是在机器人控制单元24与机械手200之间、在机器人控制单元24与焊丝进给装置300之间以及在电源控制单元25与电源装置500之间经由通信单元20发送和接收数据。通信单元20接收从主机装置1发送的针对主焊接的或焊道外观检查的执行命令。通信单元20接收从离线示教装置5发送的焊接线位置信息、焊接操作示教程序和扫描操作示教程序。通信单元20将通过主焊接生产的工件Wk的工件信息发送到主机装置1。

[0074] 在此,工件信息不仅包括工件Wk的ID,而且还至少包括在主焊接中使用的原始工件的ID、名称和焊接部分以及在执行主焊接时的焊接条件。

[0075] 处理器21使用例如CPU或FPGA来形成,并且与存储器22协作地执行各种处理和控制。具体地,处理器21通过查阅存储在存储器22中的程序并执行该程序来在功能上实现主焊接程序创建单元23、机器人控制单元24和电源控制单元25。此外,处理器21基于由主焊接程序创建单元23生成的主焊接程序执行参数的计算,该参数用于控制由机器人控制单元24控制的焊接机器人MC1(具体地,机械手200、焊丝进给装置300和电源装置500中的每一个)。

[0076] 例如,存储器22包括作为在执行处理器21的处理时使用的工作存储器的RAM和存储对处理器21的处理进行定义的程序的ROM。在RAM中临时存储由处理器21生成或获取的数据。对处理器21的处理进行定义的程序被写入ROM。此外,存储器22存储从主机装置1发送的针对主焊接或焊道外观检查的执行命令的数据,并存储焊接相关信息,在焊接相关信息中,

通过主焊接生产的工件Wk的工件信息与焊接线的位置信息相互关联。包括工件Wk(从离线示教装置5向该工件发送焊接操作示教程序和扫描操作示教程序)的工件信息的焊接相关信息可以包括焊接操作示教程序和扫描操作示教程序、用于创建焊接操作示教程序和扫描操作示教程序的焊接线的位置信息、焊接操作设置信息和扫描操作设置信息。

[0077] 基于从主机装置1经由通信单元20发送的主焊接执行命令,主焊接程序创建单元23使用被包括在执行命令中的多个原始工件中的每一个原始工件的工件信息(例如,工件的ID、名称和工件坐标系;原始工件的信息;以及焊接线的位置信息)和与工件信息相关联的焊接操作示教程序来创建针对将由焊接机器人MC1执行的主焊接的主焊接程序。主焊接程序可以包括用于在主焊接的执行期间控制电源装置500、机械手200、焊丝进给装置300、焊枪400等的各种参数,例如焊接电流、焊接电压、偏移量、焊接速度和焊枪400的定向。主焊接程序可以存储在处理器21中,或者可以存储在存储器22的RAM中。

[0078] 机器人控制单元24基于由主焊接程序创建单元23生成的主焊接程序生成用于驱动焊接机器人MC1(具体地,传感器4、机械手200、焊丝进给装置300和电源装置500)的控制信号。机器人控制单元24将所生成的控制信号发送到焊接机器人MC1。

[0079] 此外,机器人控制单元24基于使用扫描操作示教程序而创建的外观检查程序来驱动焊接机器人MC1的机械手200和传感器4中的每一个。因此,附接到焊接机器人MC1的传感器4可以跟随焊接机器人MC1的操作一起移动,扫描工件Wk的焊道以获取与焊道的形状相关的输入数据(例如,能够指明焊道的三维形状的点云数据),并且部分地扫描工件Wk以获取与工件Wk的对应于其他外观检查部分的部分形状相关的输入数据(例如,能够指明工件Wk的对应于其他外观检查部分的三维形状的点云数据)。

[0080] 电源控制单元25基于由主焊接程序创建单元23生成的主焊接程序的计算结果来驱动电源装置500。

[0081] 检查控制装置3基于从主机装置1发送的焊道外观检查执行命令来控制对通过焊接机器人MC1执行的主焊接生产的工件Wk或通过执行一次或多次补焊而修补的工件Wk的焊道外观检查处理。例如,焊道外观检查是对在工件Wk中形成的焊道是否满足预定焊接标准(例如,每位用户所要求的焊接质量标准)的检查,并且是通过上述的检查确定来形成的。检查控制装置3基于由传感器4获取的与焊道的形状相关的输入数据(例如,能够指明焊道的三维形状的点云数据)来确定(检查)在工件Wk中形成的焊道的外观形状是否满足预定焊接标准。此外,检查控制装置3将由传感器4获取的与焊道或工件Wk的形状相关的输入数据发送到离线示教装置5。检查控制装置3是至少包括通信单元30、处理器31、存储器32和检查结果存储单元33的配置。

[0082] 通信单元30连接到主机装置1、机器人控制装置2、传感器4和离线示教装置5,以便实现它们之间的数据通信。尽管图2简化了图示,但是在形状检测控制单元35与传感器4之间经由通信单元30来发送和接收数据。通信单元30接收从主机装置1发送的焊道外观检查执行命令。通信单元30将使用传感器4的焊道外观检查的检查确定结果发送到主机装置1,并将由传感器4获取的焊道的三维形状数据发送到离线示教装置5。

[0083] 处理器31使用例如CPU或FPGA来形成,并且与存储器32协作地执行各种处理和控制。具体地,处理器31通过查阅存储在存储器32中的程序并执行该程序来在功能上实现确定阈值存储单元34、形状检测控制单元35、数据处理单元36、检查结果确定单元37和补焊程

序创建单元38。

[0084] 例如,存储器32包括作为在执行处理器31的处理时使用的工作存储器的RAM和存储对处理器31的处理进行定义的程序的ROM。在RAM中临时存储由处理器31生成或获取的数据。对处理器31的处理进行定义的程序被写入ROM。此外,存储器32可以将从离线示教装置5发送的扫描操作示教程序与工件信息相互关联地存储。

[0085] 检查结果存储单元33例如使用硬盘或固态驱动器来形成。检查结果存储单元33存储指示工件Wk(例如,工件或修补工件)的焊接部分的焊道外观检查结果的数据,作为由处理器31生成或获取的数据的示例。例如,指示焊道外观检查结果的数据由检查结果确定单元37(具体地,检查结果确定单元37中包括的第一检查确定单元371、第二检查确定单元372至第N检查确定单元37N中的任何一个)生成。

[0086] 确定阈值存储单元34由例如设置在处理器31中的缓存存储器形成,通过用户操作来预先设置,并且存储与焊接部分以及检查结果确定单元37中包括的第一检查确定单元371至第N检查确定单元37N中的每一个检查确定单元的焊道外观检查处理相对应的阈值(例如,针对每种类型的焊接失败设置的阈值)的信息。例如,阈值是焊道的位置偏差的允许范围;焊道的长度、高度和宽度的阈值;以及穿孔、凹坑、咬边和溅射的阈值。此外,确定阈值存储单元34可以将满足客户等所要求的最低焊接标准(质量)的允许范围(例如,最小允许值或最大允许值)存储为补焊之后的焊道外观检查期间的阈值。在对检查结果确定单元37中包括的第一检查确定单元371和第二检查确定单元372至第N检查确定单元37N所创建的检查结果对于焊道外观检查而言是否可接受进行确定的处理中使用该阈值。另外,确定阈值存储单元34可以针对每个焊接部分存储焊道外观检查次数的上限值。因此,在通过补焊对缺陷部分进行校正时的次数超过了预定上限值的情况下,检查控制装置3确定通过焊接机器人MC1的自动补焊对缺陷部分的校正是有难度或不可能的,并且可以抑制焊接系统100的操作速率的降低。

[0087] 形状检测控制单元35基于从主机装置1发送的针对工件Wk(例如,工件或修补工件)的焊接部分的焊道外观检查执行命令来获取由传感器4获取并发送的与焊道的形状相关的输入数据(例如,能够指明焊道的三维形状的点云数据)。此外,形状检测控制单元35基于从主机装置1发送的针对工件Wk的外观扫描执行命令来获取由传感器4获取并发送的与工件Wk的形状相关的输入数据(例如,能够指明工件Wk的三维形状的点云数据)。具体地,当传感器4根据上述机器人控制装置2对机械手200的驱动到达可以对焊道或工件Wk进行成像的位置(换言之,可以检测到焊接部分或工件Wk的三维形状的位置)时,形状检测控制单元35使传感器4发射例如激光束,以获取与焊道或工件Wk的形状相关的输入数据。当接收到由传感器4获取的输入数据(参见上面的描述)时,形状检测控制单元35将输入数据发送到数据处理单元36。

[0088] 当从形状检测控制单元35接收到与焊道的形状相关的输入数据(参见上面的描述)时,数据处理单元36将输入数据转换为适合于检查结果确定单元37进行的第一检查确定的数据格式,并将输入数据转换为适合于检查结果确定单元37进行的第二检查确定至第N检查确定中的每一个检查确定的数据格式。数据格式的转换可以包括去除输入数据(即点云数据)中包括的不必要的点云数据(例如,噪声)的校正处理来作为所谓的预处理,并且对于第一检查确定,可以省略上述预处理。例如,数据处理单元36通过设置适合于第一检查确

定的数据格式并对输入形状数据执行统计处理来生成指示焊道的三维形状的图像数据。数据处理单元36可以执行增强焊道的外围部分以增强焊道的位置和形状的边缘增强校正,作为第一检查确定的数据。数据处理单元36可以计算对每个焊接失败部分执行焊道外观检查的次数,并确定即使在焊道外观检查的次数超过了预先存储在存储器32中的次数时,仍很难或者不可能校正在焊接检查结果不利的情况下由自动补焊引起的焊接失败部分。在这种情况下,检查结果确定单元37生成包括焊接失败部分的位置和焊接失败的类型(例如,穿孔、凹坑、咬边、溅射或突起)的警报画面,并将所生成的警报画面经由通信单元30发送到主机装置1。发送到主机装置1的警报画面在监视器MN1上显示。警报画面可以在监视器MN2上显示。

[0089] 基于由传感器4获取的与焊道的形状相关的输入数据与针对每个工件预先确定的无缺陷工件的主数据之间的比较,数据处理单元36使用存储在确定阈值存储单元34中的用于焊道外观检查的阈值来执行焊道外观检查。数据处理单元36创建外观检查报告(包括作为检查确定结果的缺陷确定结果(即指示是否存在需要补焊的缺陷的信息)和与每个缺陷部分的缺陷段有关的信息)并将外观检查报告存储在检查结果存储单元33中,并且经由通信单元30向主机装置1或机器人控制装置2发送外观检查报告。此外,当确定在待检查的工件Wk中没有需要补焊的缺陷部分时,数据处理单元36创建包括指示焊道外观检查的结果是可接受的检查确定结果的外观检查报告,并将外观检查报告存储在检查结果存储单元33中,并且经由通信单元30向主机装置1发送外观检查报告。

[0090] 此外,当从形状检测控制单元35获取与工件Wk的形状相关的输入数据(参见上面的描述)时,数据处理单元36将输入数据转换为适合于由离线示教装置5执行的计算处理的数据格式。数据格式的转换可以包括去除输入数据(即点云数据)中包括的不必要的点云数据(例如,噪声)的校正处理来作为所谓的预处理,或者可以是生成工件Wk的3D模型的处理。此外,数据处理单元36可以执行边缘增强校正,其中工件Wk的位置和形状被增强并且工件Wk的外围部分被增强。数据处理单元36将转换后的与工件Wk的形状相关的输入数据经由通信单元30发送到离线示教装置5。

[0091] 检查结果确定单元37可以执行总共N(N为2或更大的整数)种类型的焊道外观检查(例如,上述第一检查确定和第二检查确定中的每一个)。具体地,检查结果确定单元37包括第一检查确定单元371和第二检查确定单元372至第N检查确定单元37N。尽管为了便于理解图2中的描述将假设N=2来进行描述,但这同样适用于N=3或更大的整数。

[0092] 第一检查确定单元371执行第一检查确定(即基于由传感器4获取的与焊道的形状相关的输入数据与针对每个工件预先确定的无缺陷工件的主数据之间的比较的焊道外观检查),并检查焊道的形状可靠性(例如,焊道是沿着笔直的焊接线还是弯曲的焊接线)、焊道裂纹和焊道位置偏差。第一检查确定单元371执行无缺陷工件的主数据与经过了数据处理单元36针对第一检查确定进行的数据转换的数据(例如,基于点云数据生成的图像数据)之间的比较(所谓的图像处理)。因此,第一检查确定单元371可以以较高精度检查焊道的形状可靠性、焊道裂纹和焊道位置偏差。第一检查确定单元371计算对焊道的形状可靠性、焊道裂纹和焊道位置偏差的检查结果进行指示的检查分数,并创建检查分数的计算值来作为第一检查结果。此外,第一检查确定单元371将所创建的第一检查结果与存储在存储器32中的第一检查结果的阈值进行比较。第一检查确定单元371将包括与比较结果(即,所获取的

第一检查结果对于焊道外观检查是可接受还是不可接受的)有关的信息的第一检查结果输出到综合确定单元370或第二检查确定单元372至第N检查确定单元37N。

[0093] 第二检查确定单元372至第N检查确定单元37N分别执行第二检查确定(即如下的焊道外观检查:通过k＝(N-1)种类型的人工智能中的每一种人工智能来形成神经网络,并且基于AT来针对由传感器4获取的与焊道的形状相关的输入数据或在数据处理单元36对该输入数据进行预处理之后的输入数据来确定是否存在焊接失败),并检查是否存在焊道的穿孔、凹坑、咬边、溅射和突起。焊道的穿孔、凹坑、咬边、溅射和突起仅是举例说明,并且由第N检查确定单元37N检查的缺陷类型并不局限于此。当确定检测到对应类型的焊接失败时,第二检查确定单元372至第N检查确定单元37N中的每一个检查确定单元指明检测到焊接失败的焊道的位置。第二检查确定单元372至第N检查确定单元37N中的每一个检查确定单元使用学习模型(AI)来确定是否存在焊接失败,该AT是通过针对每种类型的焊接失败或者每组类型的焊接失败的学习处理来预先获得的。因此,第二检查确定单元372至第N检查确定单元37N中的每一个检查确定单元可以例如以较高精度检查是否存在焊道的穿孔、凹坑、咬边、溅射和突起。第二检查确定单元372至第N检查确定单元37N中的每一个检查确定单元不执行由第一检查确定单元371执行的对焊道的形状可靠性、焊道裂纹和焊道位置偏差的检查。第二检查确定单元372至第N检查确定单元37N计算焊道的穿孔、凹坑、咬边、溅射和突起的检查结果(换言之,指示发生概率的检查分数),并创建检查分数的计算值来作为第二检查确定结果。

[0094] 检查结果确定单元37可以基于上述第一检查结果或第二检查结果中包括的检查结果(检查分数)来确定焊接机器人MC1的补焊是否是可能的(换言之,焊接机器人MC1的补焊有利还是人工补焊有利),并输出包括在上述外观检查报告中的确定结果。

[0095] 补焊程序创建单元38通过使用数据处理单元36作出的工件Wk的外观检查报告来创建将由焊接机器人MC1执行的工件Wk的补焊程序。补焊程序可以包括用于在执行补焊期间控制电源装置500、机械手200、焊丝进给装置300、焊枪400等的各种参数,例如焊接电流、焊接电压、偏移量、焊接速度和焊枪400的定向。所生成的补焊程序可以存储在处理器31中,可以存储在存储器32的RAM中,或者可以经由通信单元30与外观检查报告相关联地发送到主机装置1或机器人控制装置2。

[0096] 补焊程序创建单元38通过使用检查结果确定单元37作出的工件Wk(例如,工件或修补工件)的外观检查报告以及工件信息(例如,诸如指示工件或修补工件的焊接失败的检测点的位置的坐标等信息)来创建将由焊接机器人MC1执行的工件Wk(例如,工件或修补工件)的补焊程序。补焊程序可以包括用于在执行补焊期间控制电源装置500、机械手200、焊丝进给装置300、焊枪400等的各种参数,例如焊接电流、焊接电压、偏移量、焊接速度和焊枪400的定向。所生成的补焊程序可以存储在处理器31中,或者可以存储在存储器32的RAM中。

[0097] 传感器4例如是三维形状传感器,附接到焊接机器人MC1的远端,并且获取能够指明工件Wk或工件Wk上的焊接部分的形状的多个点云数据。传感器4基于所获取的点云数据生成能够指明焊接部分的三维形状的点云数据,并将点云数据发送到检查控制装置3。当传感器4没有附接到焊接机器人MC1的远端并且与焊接机器人MC1分离地布置时,传感器4可以包括:激光源(未示出),其被配置为基于从检查控制装置3发送的工件Wk或焊接部分的位置信息来扫描工件Wk(例如,工件或修补工件)或工件Wk的焊接部分;以及摄像头(未示出),其

被布置来能够对包括工件Wk或焊接部分的周边的成像区域进行成像,并且对发射到工件Wk或焊接部分上的激光中的被反射的激光的反射轨迹(即焊接部分的形状线)进行成像。在这种情况下,传感器4基于由摄像头成像的激光向检查控制装置3发送工件Wk或焊接部分的形状数据(换言之,工件Wk或焊道的图像数据)。上述摄像头至少包括镜头(未示出)和图像传感器(未示出)。例如,图像传感器是固态成像元件,诸如电荷耦合器件(CCD)或互补金属氧化物半导体(CMOS),并将在成像表面上形成的光学图像转换为电信号。

[0098] 离线示教装置5连接到机器人控制装置2、检查控制装置3、监视器MN3和输入装置UI3,以便实现它们之间的数据通信。离线示教装置5基于焊接线的位置信息以及从输入装置UI3发送的诸如焊接线的位置信息、焊接操作设置信息和扫描操作设置信息等各种数据来创建工件Wk的焊接操作示教程序和扫描操作示教程序。离线示教装置5包括通信单元50、处理器51、存储器52和输入输出单元53。

[0099] 尽管根据第一实施例的离线示教装置5被描述为创建焊接操作示教程序和扫描操作示教程序的示例,但焊接操作示教程序的创建不是必不可少的,可以将其省略。离线示教装置5包括传感器4,并且可能能够为能够执行传感器4的扫描操作(即焊道外观检查)的机器人创建扫描操作示教程序。

[0100] 通信单元50连接到机器人控制装置2、检查控制装置3、输入装置UI3和监视器MN3,以便实现它们之间的数据通信。通信单元50将所创建的焊接操作示教程序和扫描操作示教程序以及用于创建焊接操作示教程序和扫描操作示教程序的各种数据(例如,焊接线的位置信息、焊接操作设置信息、扫描操作设置信息和工件Wk的工件信息)相互关联地发送到机器人控制装置2。

[0101] 处理器51使用例如CPU或FPGA来形成,并且与存储器52协作地执行各种处理和控制。具体地,处理器51通过参照存储在存储器52中的程序并执行该程序来在功能上实现3D计算单元54和程序创建单元55。

[0102] 例如,存储器52包括作为在执行处理器51的处理时使用的工作存储器的RAM和存储对处理器51的处理进行定义的程序的ROM。在RAM中临时存储由处理器51生成或获取的数据。对处理器51的处理进行定义的程序被写入ROM。此外,存储器52将由程序创建单元55创建的焊接操作示教程序、扫描操作示教程序和工件信息相互关联地存储。

[0103] 作为输入单元和获取单元的示例,输入和输出单元53获取从输入装置UI3发送的执行命令、工件Wk的三维模型、焊接操作设置信息和扫描操作设置信息,以及从机器人控制装置2、检查控制装置3或输入装置UI3发送的焊接线的位置信息,并且将所获取的信息输出到处理器51。此外,输入和输出单元53向监视器MN3发送以下图像:在该图像中,传感器4的操作轨迹或焊枪400的操作轨迹叠加在由3D计算单元54生成的虚拟生产设施(例如,虚拟焊接机器人、虚拟工件或虚拟载物台)的图像和从离线示教装置5发送的虚拟生产设施的图像上。

[0104] 作为生成单元的示例,3D计算单元54基于例如与工件Wk或焊道的形状相关的输入数据(即三维形状的数据)、工件Wk的3D模型的数据、工件Wk的工件信息以及与生产设施相关的数据(例如,载物台STG的位置信息或机器人信息或焊接机器人MC1的位置信息),虚拟地形成执行工件Wk的主焊接步骤和外观检查步骤所必需的生产设施。3D计算单元54将以虚拟方式形成的生产设施的数据转换为图像数据,将该图像数据输出到输入和输出单元53,

并将该图像数据显示在监视器MN3上。

[0105] 此外,3D计算单元54生成以下图像数据:在该图像数据中,由程序创建单元创建的焊接操作示教程序中包括的一个或多个示教点、焊枪400的操作轨迹(具体地,空闲段、焊接段等)等虚拟地叠加在生产设施上。3D计算单元54生成以下图像数据:在该图像数据中,由程序创建单元创建的扫描操作示教程序中包括的一个或多个示教点、传感器4的操作轨迹(具体地,指示诸如接近操作、缩回操作和避让操作等各种操作的操作轨迹、空闲段、扫描段等)等虚拟地叠加在生产设施上。3D计算单元54将其上叠加了各种示教程序中包括的数据的虚拟生产设施的数据转换为图像数据,将该图像数据输出到输入和输出单元53,并将该图像数据显示在监视器MN3上。3D计算单元54可以基于焊接操作示教程序和扫描操作示教程序来生成以下图像数据:在该图像数据中,焊接操作和扫描操作的示教点、焊枪400和传感器4的操作轨迹(具体地,空闲段、焊接段、扫描段等)等共同叠加在虚拟生产设施上。

[0106] 作为控制单元的示例,程序创建单元55基于焊接线的位置信息(例如,工件Wk的3D模型的数据、与工件Wk或焊道的形状相关的输入数据以及焊接线的起点和终点的坐标信息)、焊接操作设置信息和扫描操作设置信息来创建焊接操作示教程序和扫描操作示教程序。程序创建单元55包括焊接操作创建单元551和扫描操作创建单元552。

[0107] 焊接操作创建单元551基于焊接线的输入位置信息和焊接操作设置信息来创建用于对工件Wk执行主焊接步骤的焊接操作示教程序。此外,本文所指的焊接操作设置信息可以是一组进行焊接操作所必需的各种参数,诸如主焊接的各种焊接条件,以及焊枪400在焊接开始前和焊接结束后的缩回位置。

[0108] 扫描操作创建单元552基于诸如焊接操作的输入操作轨迹等扫描操作设置信息、焊接线的位置信息、3D模型和设置在3D模型上的一个或多个有效扫描区域来创建用于对焊道或在工件Wk上生成的另一外观检查部分执行外观检查步骤的扫描操作示教程序。此外,本文所指的扫描操作设置信息可以是一组对焊道或其他外观检查目标进行扫描操作所必需的各种参数,诸如传感器4与工件Wk之间的距离、传感器4的信息(例如,有效扫描区域ARO(参见图4)或有效扫描区域AR1(参见图5))、测量范围、接近信息(例如,接近起始位置和接近结束位置的信息,或者用于命令进行接近的指令信息)、扫描预备段、扫描段、缩回信息(例如,缩回起始位置和缩回结束位置的信息,或者用于命令进行缩回的指令信息)、避让信息(例如,避让起始位置和避让结束位置的信息、作为要避让的障碍物的原始工件或夹具的位置信息)。

[0109] 在下文中,将描述用于在创建扫描操作示教程序的过程中创建要由传感器4扫描的扫描段的各种方法。离线示教装置5基于经由输入装置U13获取的操作员操作以及已经针对同一工件或另一工件创建的焊接操作示教程序或扫描操作示教程序来创建新的扫描操作示教程序。

[0110] 首先,将参照图3描述3D模型MD1。图3是示出了3D模型MD1的示例的图。图3中的3D模型MD1所指示的工件Wk是示例,并不局限于此。

[0111] 离线示教装置5基于操作员操作分别从机器人控制装置2、检查控制装置3和输入装置UI3获取3D模型的数据,以及新的扫描操作示教程序要创建的工件Wk的焊接操作示教程序和扫描操作示教程序。具体地,首先,离线示教装置5获取要由扫描操作示教程序创建的工件Wk的焊接操作的操作轨迹(即主焊接时焊枪400的操作轨迹)、要进行焊道外观检查

的工件Wk的3D模型的数据(即工件Wk的三维形状的数据)以及传感器4的有效扫描范围ARO的信息(例如,三维信息,诸如有效扫描范围ARO的范围信息,以及传感器4与有效扫描范围ARO之间的距离信息)。

[0112] 离线示教装置5将焊接操作的操作轨迹RT1叠加在所获取的工件Wk的3D模型MD1的数据上。离线示教装置5生成在其中所获取的焊接操作的操作轨迹RT1以及扫描段WL11和WL12中的每一个扫描段或焊接线WLM11和WLM12中的每一个焊接线叠加在工件Wk的3D模型MD1上的图像(即图3),将该图像发送到监视器MN3并显示该图像。因此,离线示教装置5可以基于其上叠加了焊接操作的操作轨迹RT1的3D模型MD1,以视觉上可识别的方式向操作员呈现空闲操作段RT11和RT12中的每一个空闲操作段、扫描段WL11和WL12中的每一个扫描段、或在对工件Wk进行焊道外观检查时由焊接线WLM11和WLM12中的每一个焊接线指示的焊接段。

[0113] 离线示教装置5可以省略为了创建扫描操作示教程序而对焊接线的位置信息的获取。离线示教装置5可以至少获取工件Wk的3D模型MD1的数据和焊接操作的操作轨迹RT1。因此,离线示教装置5可以获取与焊接操作(其与焊接操作的操作轨迹RT1相关联)相关的各种操作信息(例如,关于接近操作、缩回操作或避让操作的信息)。在不需要避让操作的情况下,可以省略与避让操作相关的信息。

[0114] 扫描操作示教程序的获取不是必不可少的,可以将其省略。在这种情况下,离线示教装置5基于操作员操作执行传感器4的有效扫描区域的生成处理,这将在稍后进行描述。此外,离线示教装置5可以基于操作员操作执行新的有效扫描区域的生成处理。将参照图4和图5描述有效扫描区域的生成处理。

[0115] 图4是示出了传感器4的有效扫描范围ARO的示例的图。图5是示出了传感器4的有效扫描区域AR1的示例的图。毋庸置疑,图4所示的有效扫描范围ARO和图5所示的有效扫描区域AR1中的每一个均是示例,并不局限于此。

[0116] 图4所示的有效扫描范围ARO是传感器4可以在YZ平面上扫描物体(例如,要进行焊道外观检查的焊道)的三维形状的范围。通过驱动焊接机器人MC1的机械手200,在行进方向上使传感器4移动,以扫描并获取位于图4所示的有效扫描区域AR1内的物体的三维形状。

[0117] 离线示教装置5接收针对传感器4的有效扫描范围ARO的操作员操作并生成有效扫描区域AR1。具体地,离线示教装置5接收在YZ平面上以焊接机器人MC1中包括的传感器4可读取的任意一个方向移动有效扫描范围ARO的操作员操作。离线示教装置5基于操作员执行移动操作的方向和该移动操作的段(即移动开始位置与移动结束位置之间的距离)来生成有效扫描区域AR1。

[0118] 例如,当接收到在行进方向(即大体上垂直于YZ平面的方向)上按照扫描段SR1移动有效扫描范围ARO的操作员操作时,离线示教装置5生成有效扫描区域AR1,该有效扫描区域AR1从有效扫描范围ARO到相距扫描段SR1的有效扫描范围ARO1。

[0119] 当一个或多个有效扫描区域的信息(例如,有效扫描区域的位置、三维形状、大小和角度)与所获取的3D模型MD1或用于扫描示教的示教程序相关联时,根据第一实施例的离线示教装置5可以接收编辑操作,诸如对该一个或多个有效扫描区域之中的任何有效扫描区域的复制(重复)、删除或划分。

[0120] 此外,如上所述,根据第一实施例的离线示教装置5可以经由输入装置UI3接收操

作员操作并执行具有任意大小和角度的一个有效扫描区域的生成。在这样的情况下,离线示教装置5接收诸如复制(重复)或删除所生成的该一个有效扫描区域的操作。此外,在这种情况下,即使当该一个或多个有效扫描区域的信息(例如,有效扫描区域的位置、三维形状、大小和角度)与所获取的3D模型MD1或用于扫描示教的示教程序不相关联时,离线示教装置5仍可以通过基于操作员操作生成有效扫描区域来创建新的扫描操作示教程序。

[0121] 如上所述,根据第一实施例的离线示教装置5基于以下每一项根据来创建新的扫描操作示教程序:操作员操作生成的有效扫描区域或者经编辑的有效扫描区域、焊接操作的操作轨迹、以及工件Wk的3D模型MD1。

[0122] <针对有效扫描区域的复制处理>

[0123] 将参照图6描述第一实施例中针对有效扫描区域的复制处理。图6是示出了第一实施例中针对有效扫描区域AR11和AR12的复制处理示例的视图。

[0124] 在此,图6所示的有效扫描区域AR11是对应于图3所示的焊接线WLM11的扫描段WL11的有效扫描区域。有效扫描区域AR11指示在扫描基于焊接线WLM11形成的焊道时传感器4可以扫描的区域。类似地,图6所示的有效扫描区域AR12是对应于图3所示的焊接线WLM12的扫描段WL12的有效扫描区域。有效扫描区域AR12指示在扫描基于焊接线WLM12形成的焊道时传感器4可以扫描的区域。毋庸置疑,该两个有效扫描区域AR11和AR12中的每一个均是示例,并不局限于此。

[0125] 针对有效扫描区域的复制处理对于示教包括两个或更多个具有相同形状的工件的工件的扫描操作而言是有用的。此外,针对有效扫描区域的复制处理对于示教用于执行除焊接部分以外的外观检查(例如,用于确定是否存在附着到工件上的组件(螺钉等)的检查)的扫描操作而言是有用的。

[0126] 在要由扫描操作示教程序创建的工件是包括两个或更多个具有相同形状的工件的工件的情况下,离线示教装置5接收工件的3D模型的数据(例如,在图6所示的示例中,一个3D模型的数据,其中定义了3D模型MD1与3D模型MD2之间的相对位置)输入。离线示教装置5可以通过复制(重复)3D模型MD1并接收定义3D模型MD1与3D模型MD2之间的相对位置的操作来获取要由扫描操作示教程序创建的工件的3D模型的数据。

[0127] 在请求针对有效扫描区域的复制处理的控制命令从输入装置UI3发送的情况下,离线示教装置5复制(重复)通过操作员操作指派的一个或多个有效扫描区域(在此是两个有效扫描区域AR11和AR12)。离线示教装置5基于经由输入装置UI3获取的操作员操作分别在所指派位置处布置多个复制(重复)的有效扫描区域AR13和AR14。

[0128] 在此,在经由输入装置UI3获取基于操作员操作的所指派位置的情况下,离线示教装置5基于焊接机器人MC1的操作轨迹来指明与该所指派位置对应的焊接机器人MC1的位置。离线示教装置5计算在焊接机器人MC1的指定位置处该焊接机器人MC1中包括的传感器4的位置和定向,并基于计算出的传感器4的位置和定向,计算传感器4的有效扫描区域在所指派位置处的位置和角度(方向)。离线示教装置5基于计算出的有效扫描区域的位置和角度(方向),生成以下图像:在该图像中,有效扫描区域叠加并显示在3D模型MD1上。离线示教装置5将生成的图像发送到监视器MN3并显示图像。因此,离线示教装置5可以基于焊接机器人MC1的操作轨迹向操作员可视化有效扫描区域(例如,在图6所示的复制处理之后叠加在对应3D模型MD1和MD2上的四个有效扫描区域AR11至AR14)。

[0129] 如上所述,离线示教装置5可以基于与焊接机器人MC1的操作轨迹对应的焊接机器人MC1的位置,在3D模型MD1上叠加与传感器4在所指派位置处的位置和定向对应的有效扫描区域。因此,根据第一实施例的离线示教装置5可以进一步减小在实际操作焊接机器人MC1时传感器4的有效扫描区域与由离线示教装置5构建的虚拟有效扫描区域之间的偏差。因此,离线示教装置5可以向操作员呈现传感器4在操作时可以扫描的有效扫描区域,进而可以有效地支持操作员的示教操作。此外,离线示教装置5可以进一步提高操作时针对示教部分(即有效扫描区域)的扫描精度,并且可以通过向操作员呈现传感器4在操作时可以扫描的有效扫描区域来更有效地降低示教操作(诸如对示教部分(有效扫描区域)的校正)所需的负荷。

[0130] <针对有效扫描区域的删除处理>

[0131] 接下来,将参照图7和图8描述第一实施例中针对有效扫描区域的删除处理。图7是示出了第一实施例中针对有效扫描区域AR12的删除处理示例1的视图。图8是示出了第一实施例中针对有效扫描区域AR17的删除处理示例2的视图。毋庸置疑,图7和图8所示的针对有效扫描区域的删除处理示例是示例,并不局限于此。

[0132] 在此,由于图7所示的工件Wk的3D模型MD1与图6所示的3D模型MD1相同,因此将省略其描述。

[0133] 针对有效扫描区域的删除处理例如在以下情况下对于示教扫描操作而言是有用的:焊枪400可以在主焊接时进行焊接,但传感器4在外观检查时不能接近可扫描位置并且由于工件Wk的形状而与障碍物(工件Wk、工件Wk的夹具等)产生干扰,或者传感器4的有效扫描区域没有到达要进行外观检查的部分。

[0134] 在此,在可以获取生产设施或障碍物的3D模型的数据作为与工件Wk的生产设施相关的信息的情况下,离线示教装置5可以生成包括虚拟生产设施或障碍物的3D模型、虚拟工件Wk的3D模型MD1和一个或多个有效扫描区域的图像,将该图像发送到监视器MN3并显示该图像。因此,操作员可以通过视觉方式检查布置在工件Wk的3D模型MD1上的每一个有效扫描区域是否干扰生产设施或障碍物,并且轻松地找到要删除的有效扫描区域。

[0135] 将参照图7描述这种情况下针对有效扫描区域的删除操作。离线示教装置5删除通过经由输入装置UI3获取的操作员操作指派的有效扫描区域AR12。

[0136] 此外,针对有效扫描区域的删除处理例如在以下情况下对于示教扫描操作而言是有用的:多个外观检查部分被彼此邻近地布置,并且可以在一次扫描中执行针对该多个外观检查部分的扫描操作(即在一个有效扫描区域包括多个外观检查部分的情况下)。本文所指的该多个外观检查部分中的每一个外观检查部分不局限于焊道,并且可以是例如工件中包括的组件是否存在。

[0137] 在此,将描述图8所示的工件的3D模型MD21。图8所示的3D模型MD21是通过用两条焊接线WLM21和WLM22焊接三个原始工件Wk1、Wk2和Wk3来生产的工件的3D模型的数据,并且示出了工件的俯视图(从Z方向查看的视图)。在图8所示的3D模型MD21的示例中,省略了焊接操作的操作轨迹的图示。

[0138] 原始工件Wk1和原始工件Wk2通过焊接线WLM21焊接。通过传感器4扫描有效扫描区域AR16来执行对所形成的与焊接线WLM21对应的焊道的焊道外观检查。此外,原始工件Wk2和原始工件Wk3通过焊接线WLM22焊接。通过传感器4扫描有效扫描区域AR17来执行对所形

成的与焊接线WLM22对应的焊道的焊道外观检查。在此,有效扫描区域AR16是包括两条焊接线WLM21和WLM22的区域,并且与有效扫描区域AR17部分重叠。在这种情况下,当接收到从输入装置UI3发送的用于命令删除有效扫描区域AR17的控制命令时,离线示教装置5删除有效扫描区域AR17。

[0139] 如上所述,操作员可以基于由离线示教装置5创建且在监视器MN3上显示的虚拟工件的3D模型MD21以及叠加在工件上的有效扫描区域来找到或删除不必要的示教部分(例如,图8所示的有效扫描区域AR17)。因此,离线示教装置5支持能够更有效地执行由操作员执行的示教操作,并且可以基于操作员操作来更有效地创建扫描操作示教程序。

[0140] <针对有效扫描区域的划分处理>

[0141] 接下来,将参照图9描述第一实施例中针对有效扫描区域的划分处理。图9是示出了第一实施例中针对有效扫描区域AR15的划分处理示例的视图。毋庸置疑,图9所示的针对有效扫描区域的划分处理示例是示例,并不局限于此。

[0142] 在此,图9所示的工件Wk的3D模型MD1表示其中布置了包括图3所示的两条焊接线WLM11和WLM12的位置的一个有效扫描区域AR15的示例。在此,一个有效扫描区域AR15布置在包括障碍物OB1(原始工件)的位置处。

[0143] 有效扫描区域的划分处理例如在以下情况下对于示教扫描操作而言是有用的:焊枪400可以在主焊接时进行焊接,但传感器4在外观检查时不能接近可扫描位置并且由于工件Wk的形状而与障碍物(工件Wk、工件Wk的夹具等)产生干扰。

[0144] 基于从输入装置UI3发送的用于命令划分有效扫描区域AR15的控制命令以及用于指定划分位置的控制命令,离线示教装置5将一个有效扫描区域AR15划分为两个有效扫描区域AR151和AR152。在此,离线示教装置5可以接收在划分处理之后通过操作员操作针对该两个有效扫描区域AR151和AR152的相应扫描段的指派,如在稍后将要描述的第二实施例中描述的针对有效扫描区域的更改处理中那样。

[0145] 如上所述,操作员可以基于由离线示教装置5创建并显示在监视器MN3上的虚拟工件的3D模型MD1以及叠加在工件上的有效扫描区域AR15来划分示教部分(例如,图9所示的有效扫描区域AR15)。因此,离线示教装置5支持能够更有效地执行由操作员执行的示教操作,并且可以基于操作员操作来更有效地创建扫描操作示教程序。

[0146] 接下来,将采用具体示例,参照图10和图11来详细地描述根据第一实施例的离线示教装置的操作过程。图10是示出了第一实施例中与有效扫描区域AR11和AR12相关联的各种操作的示例的视图。图11是示出了第一实施例中离线示教装置5的操作过程示例的流程图。毋庸置疑,图10中所示的各种操作都是示例,并不局限于此。

[0147] 图10所示的工件的3D模型MD1指示其中布置了图6所示的两个有效扫描区域AR11和AR12的示例。在图10所示的3D模型MD1中,为了便于理解各种操作,省略了两个有效扫描区域AR11和AR12的图示。

[0148] 离线示教装置5基于3D模型MD1的数据和焊接操作示教程序并且基于焊接操作的操作轨迹RT1、与3D模型MD1或操作轨迹RT1相关联的各种操作的信息(具体地,接近信息、缩回信息、避让信息等)和布置在3D模型MD1上的该两个有效扫描区域AR11和AR12,创建新的扫描操作示教程序。

[0149] 离线示教装置5确定在该一个或多个有效扫描区域之中是否存在其中没有创建用

于使传感器4扫描有效扫描区域的扫描操作的有效扫描区域(St10)。

[0150] 当在步骤St10的处理中确定存在其中没有创建扫描操作的有效扫描区域(St10中为“是”)时,离线示教装置5基于焊接操作示教程序来确定是否存在传感器4扫描该有效扫描区域所必需的接近信息(St11)。

[0151] 另一方面,当在步骤St10的处理中确定不存在其中没有创建扫描操作的有效扫描区域(St10中为“否”)时,离线示教装置5通过对与布置在3D模型MD1上的所有有效扫描区域对应的多个扫描操作示教程序进行关联来创建与3D模型MD1对应的新的扫描操作示教程序(St12)。

[0152] 当在步骤St11的处理中确定存在接近信息(在St11中为“是”)时,离线示教装置5创建与有效扫描区域对应的接近操作(St13)。

[0153] 例如,当在有效扫描区域AR11的扫描操作示教程序的创建期间接近起点位置PT1和接近终点位置PT2的接近信息与图10所示的3D模型MD1或操作轨迹RT1相关联时,离线示教装置5创建使传感器4在从接近起点位置PT1到接近终点位置PT2的段APR11中接近工件Wk的接近操作。本文所指的与有效扫描区域AR11相关联的接近信息可以仅是接近终点位置PT2。

[0154] 另一方面,当在步骤St11的处理中确定没有接近信息(St11中为“否”)时,或者在步骤St13的处理之后,离线示教装置5创建与有效扫描区域对应的扫描操作(St14)。

[0155] 例如,在针对有效扫描区域AR11的扫描操作示教程序的创建期间,离线示教装置5创建用于使传感器4扫描通过操作员操作布置的有效扫描区域AR11中从扫描起始位置PT3到扫描结束位置PT4的段(在此,与焊接线WLM11对应的段)的扫描操作。类似地,在针对有效扫描区域AR12的扫描操作示教程序的创建期间,离线示教装置5创建用于使传感器4扫描通过操作员操作布置的有效扫描区域AR12中从扫描起始位置PT3到扫描结束位置PT4的段(在此,与焊接线WLM12对应的段)的扫描操作。

[0156] 在图10所示的示例中,如下的示例作为示例示出并且不局限于此:焊接线WLM11的起始位置和结束位置分别位于与有效扫描区域AR11的扫描起始位置PT3和扫描结束位置PT4基本上相同的位置,并且焊接线WLM12的起始位置和结束位置分别位于与有效扫描区域AR12的起始位置PT7和结束位置PT8基本上相同的位置。焊接线的起始位置可以与有效扫描区域的起始位置不同。类似地,焊接线的结束位置可以与有效扫描区域的结束位置不同。

[0157] 离线示教装置5基于焊接操作示教程序来确定是否存在用于传感器4与工件分离的缩回信息(St15)。

[0158] 当在步骤St15的处理中确定存在缩回信息(在St15中为“是”)时,离线示教装置5创建与有效扫描区域对应的缩回操作(St16)。

[0159] 例如,如果在有效扫描区域AR12的扫描操作示教程序的创建期间缩回起始位置PT9和缩回结束位置PT10的缩回信息与图10所示的3D模型MD1或操作轨迹RT1相关联,则离线示教装置5创建使传感器4在从缩回起始位置PT9到缩回结束位置PT10的段RTR11中与工件Wk分离的缩回操作。本文所指的与有效扫描区域AR12相关联的缩回信息可以仅是缩回起始位置PT9。

[0160] 另一方面,当在步骤St15的处理中确定没有缩回信息(St15中为“否”)时,或者在步骤St16的处理之后,离线示教装置5基于焊接操作示教程序来确定是否存在用于传感器4

避让障碍物的避让信息(St17)。

[0161] 当在步骤St17的处理中确定存在避让信息(St17中为“是”)时,离线示教装置5创建与有效扫描区域对应的避让操作(St18)。

[0162] 例如,如果在有效扫描区域AR11的扫描操作示教程序的创建期间避让起始位置PT5和避让结束位置PT6的避让信息与图10所示的3D模型MD1或操作轨迹RT1相关联,则离线示教装置5创建使传感器4在从避让起始位置PT5到避让结束位置PT6的段ESC11中避让障碍物OB1的避让操作。

[0163] 另一方面,当在步骤St17的处理中确定没有避让信息(St17中为“否”)时,或者在步骤St18的处理之后,离线示教装置5继续进行与下一个(即另一个)有效扫描区域对应的扫描操作的创建处理(即步骤St10的处理)。

[0164] 如上所述,离线示教装置5可以通过如下方式自动地创建新的扫描操作示教程序:创建与基于经由输入装置UI3的操作员操作生成的一个或多个示教部分(有效扫描区域)中的每一个示教部分对应的扫描操作,并且关联与所有示教部分(有效扫描区域)对应的扫描操作。此外,离线示教装置5可以基于焊接操作的操作轨迹来创建新的扫描操作示教程序,从而可以进一步提高操作时示教部分(即有效扫描区域)的扫描精度,并且可以更有效地降低示教操作(诸如对示教部分(有效扫描区域)的校正)所需的负荷。

[0165] 如上所述,根据第一实施例的离线示教装置5包括:能够接收操作员操作的输入和输出单元53(输入单元的示例);以及获取通过焊接生产的工件Wk的3D模型MD1的数据(三维形状数据的示例)、焊接的操作轨迹、以及扫描工件Wk的外观形状的传感器4的有效扫描范围ARO(扫描范围的示例)的输入和输出单元53或通信单元50(获取单元的示例);3D计算单元54(生成单元的示例),其基于所获取的有效扫描范围ARO和扫描段(例如,图5所示的扫描段SR1)来生成要由传感器4扫描的有效扫描区域(例如,图6所示的有效扫描区域AR11,其是三维区域的示例);以及扫描操作创建单元552(控制单元的示例),其基于输入到输入和输出单元53的操作员操作将至少一个有效扫描区域布置在工件Wk的3D模型MD1的数据上,并且基于所布置的有效扫描区域(例如,图10所示的有效扫描区域AR11和AR12)以及焊接的操作轨迹RT1来创建并输出用于使执行焊接的焊接机器人MC1扫描有效扫描区域的示教程序。

[0166] 因此,根据第一实施例的离线示教装置5可以基于与焊接机器人MC1的操作轨迹RT1对应的焊接机器人MC1的位置,在3D模型MD1上的所指派位置处布置与传感器4的位置和定向对应的有效扫描区域,并且针对每一个所布置的有效扫描区域创建扫描操作。因此,离线示教装置5可以通过使用所创建的扫描操作来更有效地创建由焊接机器人MC1执行的扫描操作示教程序,并且可以基于该扫描操作示教程序进一步提高在操作时扫描的扫描部分和示教部分(即有效扫描区域)的位置精度。因此,离线示教装置5可以更有效地创建能够更有效地降低示教操作所需的负荷的扫描操作示教程序,所述示教操作诸如对示教部分(有效扫描区域)的校正。

[0167] 此外,如上所述,根据第一实施例的离线示教装置5的扫描操作创建单元552基于所布置的有效扫描区域(例如,图10所示的有效扫描区域AR11和AR12)、焊接的操作轨迹RT1以及执行与3D模型MD1的数据相关联的焊接的焊接机器人MC1的操作信息(例如,接近信息、缩回信息和避让信息)来创建示教程序。因此,根据第一实施例的离线示教装置5可以基于焊接的操作轨迹RT1和焊接机器人MC1的操作信息来针对每一个所布置的有效扫描区域创

建扫描操作。因此,离线示教装置5可以使用所创建的扫描操作来更有效地创建要由焊接机器人MC1执行的扫描操作示教程序。

[0168] 此外,如上所述,根据第一实施例的离线示教装置5的扫描操作创建单元552基于操作信息来创建针对焊接机器人MC1的工件Wk的各种操作(例如,接近操作,缩回操作和避让操作)以及要由焊接机器人MC1执行的针对每一个有效扫描区域的扫描操作。扫描操作创建单元552通过将与每一个所创建的有效扫描区域对应的扫描操作与各种操作相关联来创建示教程序。因此,根据第一实施例的离线示教装置5可以基于所创建的焊接机器人MC1的各种操作以及针对每一个有效扫描区域创建的扫描操作来创建要对工件Wk执行的扫描操作示教程序。

[0169] 此外,如上所述,根据第一实施例的离线示教装置5的扫描操作创建单元552为与3D模型MD1的数据相关联的焊接提取焊接线(例如,图10所示的焊接线WLM11和WLM12),并且创建并输出其中有效扫描区域中包括的焊接线被设置为传感器4的扫描部分(即示教部分)的示教程序。因此,根据第一实施例的离线示教装置5可以创建能够对在所生产的工件Wk中形成的焊道执行焊道外观检查的扫描操作示教程序。

[0170] 此外,如上所述,根据第一实施例的离线示教装置5的3D计算单元54基于操作员操作来重复(复制)并布置有效扫描区域。扫描操作创建单元552基于焊接的操作轨迹RT1以及所有有效扫描区域(例如,图6所示的有效扫描区域AR11至AR14)中的包括重复的有效扫描区域(例如,图6所示的有效扫描区域AR13和AR14)在内的至少一个有效扫描区域来创建用于扫描有效扫描区域的示教程序。因此,根据第一实施例的离线示教装置5可以重复对示教部分进行指示的每一个有效扫描区域,从而抑制被虚拟地创建且叠加并显示在3D模型MD1上的有效扫描区域与传感器4实际可以扫描的有效扫描区域之间的位置偏差。因此,离线示教装置5可以更有效地创建扫描操作示教程序,以进一步提高在操作期间扫描的扫描部分和示教部分(即有效扫描区域)的位置精度。

[0171] 此外,如上所述,根据第一实施例的离线示教装置5的3D计算单元54基于操作员操作来删除两个或更多个所生成的有效扫描区域中的任何有效扫描区域(例如,图7所示的有效扫描区域AR12)。扫描操作创建单元552基于焊接的操作轨迹RT1以及所有有效扫描区域中的在排除被删除的有效扫描区域之后的至少一个有效扫描区域(例如,图7所示的有效扫描区域AR11)来创建用于扫描有效扫描区域的示教程序。因此,根据第一实施例的离线示教装置5可以删除对示教部分进行指示的每一个有效扫描区域,从而创建不包括不必要的扫描操作的扫描操作示教程序。

[0172] 此外,如上所述,根据第一实施例的离线示教装置5的3D计算单元54基于操作员操作来划分有效扫描区域(例如,图9所示的AR13有效扫描区域)。扫描操作创建单元552布置多个划分后的有效扫描区域(例如,图9所示的有效扫描区域AR131和AR132),并且基于焊接的操作轨迹RT1以及所有有效扫描区域中的包括该多个划分后的有效扫描区域在内的至少一个有效扫描区域来创建用于扫描有效扫描区域的示教程序。因此,根据第一实施例的离线示教装置5可以划分对示教部分进行指示的每一个有效扫描区域,从而更有效地创建其中传感器4不干扰障碍物(生产设施或构成工件Wk的原始工件)的扫描操作示教程序。

[0173] 如上所述,根据第一实施例的离线示教装置5包括操作输入装置UI3的操作员的可通信地连接到输入装置UI3的一个或多个计算机。操作员向计算机输入通过焊接生产的工

件Wk的3D模型MD1的数据(三维形状数据的示例),并且向计算机输入在其中对工件Wk的外观形状进行扫描的扫描段(例如,图5所示的扫描段SR1)。离线示教装置5基于与3D模型MD1的数据中的扫描段对应的扫描部分(例如,图10所示的焊接线WLM11和WLM12)来创建用于使执行焊接的焊接机器人MC1扫描有效扫描区域(例如,图6所示的有效扫描区域AR11,其是三维区域的示例)的示教程序。

[0174] 因此,根据第一实施例的离线示教装置5可以通过获取工件Wk的3D模型MD1的数据和在其中对工件Wk的外观形状进行扫描的扫描段来自动地创建扫描操作示教程序。

[0175] (第二实施例)

[0176] 根据第一实施例的离线示教装置5示出了如下的示例:接收经由输入装置UI3的操作员操作,基于接收到的操作员操作来执行诸如针对具有相同扫描段的有效扫描区域的重复(复制)、删除或划分等编辑,以及创建用于使传感器4扫描一个或多个经编辑的有效扫描区域中的每一个经编辑的有效扫描区域的新扫描操作示教程序。根据第二实施例的离线示教装置5示出了如下的示例:接收经由输入装置UI3的操作员操作,基于接收到的操作员操作来执行对每一个扫描区域的扫描段、旋转角度和位置(布置)的编辑,以及创建用于使传感器4扫描一个或多个经编辑的有效扫描区域中的每一个经编辑的有效扫描区域的新扫描操作示教程序。

[0177] 根据第二实施例的焊接系统100具有与根据第一实施例的焊接系统100的内部配置基本上相同的配置。此外,根据第二实施例的离线示教装置5具有与根据第一实施例的焊接系统100的内部配置基本上相同的配置。与第一实施例的组成部分相同的组成部分用相同的附图标记来表示,并且省略其描述。

[0178] 根据第二实施例的离线示教装置5经由输入装置UI3接收操作员操作,并且基于接收到的操作员操作所指派的扫描段、旋转角度和位置(布置)来执行一个或多个有效扫描区域的生成。也就是说,第二实施例中的有效扫描区域可以被生成为具有不同的扫描段、旋转角度和位置(布置)。此外,在一个或多个有效扫描区域的信息(例如,有效扫描区域的扫描段、旋转角度和位置(布置))与所获取的3D模型MD1或用于扫描示教的示教程序相关联的情况下,离线示教装置5可以接收操作员对相关联的有效扫描区域中的任何一个有效扫描区域的扫描段、旋转角度和位置(布置)的编辑操作。

[0179] 将参照图12和图13描述根据第二实施例的针对离线示教装置5的有效扫描区域AR2的移动处理、旋转处理和改变处理。图12是示出了第二实施例中针对有效扫描区域AR2的移动处理示例和旋转处理示例的图。图13是示出了第二实施例中针对有效扫描区域的第一改变处理示例、第二改变处理示例和第三改变处理示例的图。毋庸置疑,图12和图13所示的有效扫描区域AR2是示例,并不局限于此。

[0180] <针对有效扫描区域的移动处理>

[0181] 图12所示的有效扫描区域AR2包括沿行进方向(X方向)的扫描段SR2。离线示教装置5接收相对于有效扫描区域AR2在X方向、Y方向或Z方向上移动有效扫描区域AR2的扫描段的操作员操作。离线示教装置5经由输入装置UI3接收操作员操作,并且基于接收到的操作员操作来改变有效扫描区域AR2的位置(具体地,在任意方向上的移动量)。

[0182] 在此,当基于焊接操作的操作轨迹和有效扫描范围(参见图4)确定在基于操作员操作的移动处理之后的至少一部分有效扫描区域AR2是不可扫描的时,离线示教装置5可以

通知在移动处理之后的有效扫描区域AR2是不可扫描的,或者可以生成其中仅移动处理之后的有效扫描区域AR2中被确定为不可扫描的区域被以诸如红色等颜色来突出显示的画面,将该画面发送到监视器MN3并显示该画面。因此,操作员可以一目了然地确认移动处理之后的有效扫描区域AR2是否是传感器4可以扫描的区域。

[0183] <针对有效扫描区域的旋转处理>

[0184] 离线示教装置5生成其中多个旋转参考点RP中的每一个旋转参考点叠加在有效扫描区域AR2的3D模型上的图像,将该图像发送到监视器MN3并显示该图像。在图12中,没有给出所有旋转参考点RP的附图标记。此外,在图12所示的示例中,示出了16个旋转参考点RP中的每一个,但用于旋转有效扫描区域AR2的旋转参考点的位置和数量并不局限于此。

[0185] 离线示教装置5接收通过操作员操作对旋转参考点RP的指派操作以及绕X轴在旋转方向RRX上、绕Y轴在旋转方向RRY上或绕Z轴在旋转方向RRZ上的旋转操作。离线示教装置5基于操作员操作,以所指派的旋转参考点RP为原点执行在旋转方向RRX、旋转方向RRY或旋转方向RRZ上旋转有效扫描区域AR2的旋转处理。

[0186] 在此,当基于工件Wk的3D模型MD1、焊接操作的操作轨迹和有效扫描范围(参见图4)确定在基于操作员操作的旋转处理之后的至少一部分有效扫描区域AR2是不可扫描的时,离线示教装置5可以通知在旋转处理之后的有效扫描区域AR2是不可扫描的,或者可以生成其中仅在旋转处理之后有效扫描区域AR2中被确定为可扫描的区域被以诸如红色等颜色来突出显示的画面,将该画面发送到监视器MN3并显示该画面。因此,操作员可以一目了然地确认移动处理之后的有效扫描区域AR2是否是传感器4可以扫描的区域。

[0187] <针对有效扫描区域的改变处理>

[0188] 图13所示的有效扫描区域AR2包括沿行进方向(X方向)的扫描段SR2。离线示教装置5接收通过相对于有效扫描区域AR2在X方向、Y方向或Z方向上延伸有效扫描区域AR2的扫描段来改变有效扫描区域AR2的操作员操作。离线示教装置5经由输入装置UI3接收操作员操作,并且基于接收到的操作员操作(具体地,在x方向上的延伸)来改变有效扫描区域AR2的长度(扫描段)。

[0189] 离线示教装置5接收相对于有效扫描区域AR2在X方向、Y方向或Z方向上延伸有效扫描区域AR2的扫描段的操作员操作。离线示教装置5经由输入装置UI3接收操作员操作,并且基于接收到的操作员操作(具体地,在X方向上的延伸)来改变有效扫描区域AR2的大小(扫描段)。

[0190] 在此,将描述基于操作员操作来改变的针对有效扫描区域AR2的改变处理示例。第一改变处理示例中所示的有效扫描区域AR21是通过执行将有效扫描区域AR2在X方向上延伸距离SR211并且在-X方向上延伸距离SR212的改变处理而生成的有效扫描区域,并且包括扫描段SR213。第二改变处理示例中所示的有效扫描区域AR22是通过执行将有效扫描区域AR2在X方向上延伸距离SR221的改变处理而生成的有效扫描区域,并且包括扫描段SR222。第三改变处理示例中所示的有效扫描区域AR23是通过执行将有效扫描区域AR2在-X方向上延伸距离SR231的改变处理而生成的有效扫描区域,并且包括扫描段SR232。毋庸置疑,图13所示的改变处理之后的有效扫描区域AR21、AR22和AR23中的每一个仅是示例,并不局限于此。

[0191] 在此,在基于焊接操作的操作轨迹和有效扫描范围(参见图4)确定基于操作员操

作来改变的有效扫描区域AR2的至少一部分扫描段不可扫描的情况下,离线示教装置5可以通知改变处理之后的有效扫描区域AR2在有效扫描范围之外,或者可以生成其中仅在改变处理之后有效扫描区域AR2中在有效扫描范围之外的区域被以诸如红色等颜色来突出显示的画面,将该画面发送到监视器MN3并显示该画面。因此,操作员可以一目了然地确认改变处理之后的有效扫描区域AR2是否是传感器4可以扫描的区域。

[0192] 将参照图14、图15和图16具体描述根据第二实施例的离线示教装置5的有效扫描区域的编辑处理以及新扫描操作示教程序的创建处理。毋庸置疑,图14至图16所示的3D模型MD3是示例,并不局限于此。此外,在图14至图16中的每幅图所示的3D模型MD3中,省略了焊接操作的操作轨迹RT3的图示,以便于理解有效扫描区域的编辑处理的描述。

[0193] 此外,在下面的描述中,将描述离线示教装置5在未获取与焊接线相关的信息(焊接线的位置信息等)的情况下创建扫描操作示教程序的示例。示出图14所示的示教部分WLM3是为了便于理解通过布置下面将要描述的多个有效扫描区域AR31、AR32、AR33、AR34和AR35来示教的示教部分(扫描部分),并且可以在监视器MN3上显示的画面上将其省略。

[0194] 根据第二实施例的离线示教装置5基于操作员操作分别从机器人控制装置2、检查控制装置3和输入装置UI3获取3D模型MD3的数据、以及新的扫描操作示教程序要创建的工件Wk的焊接操作示教程序和扫描操作示教程序。

[0195] 离线示教装置5将焊接操作的操作轨迹RT3叠加在工件Wk的3D模型MD3的获取数据上。在此,可以由操作员选择是否显示叠加在3D模型MD3的数据上的焊接操作的操作轨迹RT3。离线示教装置5生成在其中将焊接操作的所获取的操作轨迹RT3叠加在工件Wk的3D模型MD3上的图像,将该图像发送到监视器MN3并显示该图像。

[0196] 此外,离线示教装置5将工件Wk的所获取的3D模型MD3或与扫描操作示教程序相关联的有效扫描区域AR31叠加在3D模型MD3的数据上。在没有与工件Wk的3D模型MD3或扫描操作示教程序相关联的有效扫描区域的情况下,离线示教装置5基于操作员操作来执行新有效扫描区域的创建处理。

[0197] 图15所示的离线示教装置5基于经由输入装置UI3的操作员操作来生成通过复制(重复)有效扫描区域AR31而获得的两个有效扫描区域AR32和AR33。离线示教装置5将该两个有效扫描区域AR32和AR33中的每一个有效扫描区域移动到操作员所指派的位置并将有效扫描区域AR32和AR33布置在3D模型MD3上。

[0198] 图16所示的离线示教装置5基于经由输入装置UI3的操作员操作来生成通过复制(重复)有效扫描区域AR31而获得的两个有效扫描区域AR34和AR35,并将有效扫描区域AR34和AR35布置在3D模型MD3上。在图16中,为了便于理解描述,省略了有效扫描区域AR35的示意图。离线示教装置5将该两个有效扫描区域AR34和AR35中的每一个有效扫描区域移动到操作员所指派的位置。此外,离线示教装置5接收对操作员所指派的旋转参考点(未示出)的指派操作以及对在该两个有效扫描区域AR34和AR35中的每一个有效扫描区域中以旋转参考点为原点的在任意方向上的旋转量的指派操作。离线示教装置5基于接收到的指派操作来旋转有效扫描区域AR34和AR35中的每一个有效扫描区域,并将有效扫描区域AR34和AR35布置在3D模型MD3上。

[0199] 在此,离线示教装置5可以进一步接收与对应于五个有效扫描区域中的每一个有效扫描区域的示教部分的形状相关的指派操作。具体地,对于每一个有效扫描区域,离线示

教装置5可以接收指派示教部分(即扫描部分)是直线形状、曲线形状还是包括直线和曲线的形状的指派操作。

[0200] 例如,图17所示的3D模型MD3的示例中的离线示教装置5通过操作员操作接收指示如下内容的指派操作:对应于有效扫描区域AR31和AR33的示教部分是直线,对应于有效扫描区域AR34和AR35的示教部分是各自包括直线和曲线的线,并且对应于有效扫描区域AR33的示教部分是曲线。在这种情况下,离线示教装置5基于以下信息来获取由生成的五个有效扫描区域AR31至AR35中的每一个有效扫描区域所示教的示教部分WLM3:与每一个所指派的有效扫描区域对应的示教部分的形状、3D模型MD3的三维形状(具体地,构成工件Wk的一个或多个原始工件的表面形状、原始工件之间的交点或接触点等)、或者焊接操作的操作轨迹。

[0201] 在此,在多个有效扫描区域连续的情况下,离线示教装置5可以获取该多个连续的有效扫描区域中包括的各示教部分来作为一个连续的示教部分。

[0202] 如上所述,即使没有焊接线的位置信息,根据第二实施例的离线示教装置5仍获取由所生成的五个有效扫描区域AR31至AR35中的每一个有效扫描区域示教的示教部分WLM3,并且仍使用所获取的示教部分WLM3来创建用于使传感器4扫描该五个有效扫描区域AR31至AR35的新扫描操作示教程序。由离线示教装置5进行的新扫描操作示教程序的创建过程与图11所示的示出了根据第一实施例的离线示教装置5的操作过程示例的流程图相同,因此将省略其描述。

[0203] 接下来,将参照图17描述基于该五个有效扫描区域AR31至AR35来创建的各种操作的具体示例。图17是示出了与第二实施例中的有效扫描区域AR31至AR35相关联的各种操作的示例的图。毋庸置疑,图17所示的各种操作的具体示例是示例,并不局限于此。

[0204] 在图11的流程图所示的操作过程的基础上,离线示教装置5基于该五个有效扫描区域AR31至AR35来执行对3D模型MD3的各种操作的创建和关联。

[0205] 在图17所示的示例中,离线示教装置5基于关于与3D模型MD3或焊接操作的操作轨迹RT3相关联的各种操作的信息,创建使传感器4在从接近起始位置PT11到接近结束位置PT12的段APR31中接近工件Wk的接近操作。此外,离线示教装置5基于关于与3D模型MD3或焊接操作的操作轨迹RT3相关联的各种操作的信息,创建使传感器4在从缩回起始位置PT15到缩回结束位置PT16的段RTR31中与工件Wk分离的缩回操作。

[0206] 离线示教装置5关联所有所创建的有效扫描区域的操作。具体地,离线示教装置5关联接近操作、缩回操作和扫描操作(即用于使传感器4扫描示教部分WLM3的操作)。图17示出了3D模型MD3或焊接操作的操作轨迹RT3与避让信息不相关联的示例。

[0207] 如上所述,根据第二实施例的离线示教装置5可以通过如下方式自动地创建新的扫描操作示教程序:创建与基于经由输入装置UI3的操作员操作而生成的一个或多个示教部分(有效扫描区域)中的每一个示教部分对应的扫描操作,并且关联与所有示教部分(有效扫描区域)对应的扫描操作。此外,离线示教装置5可以基于焊接操作的操作轨迹来创建新的扫描操作示教程序,从而可以进一步提高示教部分(即有效扫描区域)在操作时的扫描精度,并且可以更有效地降低示教操作(诸如对示教部分(有效扫描区域)的校正)所需的负荷。

[0208] 此外,如上所述,即使在没有与焊接线相关的数据(焊接线的位置信息)的情况下,

根据第二实施例的离线示教装置5仍可以基于所生成的一个或多个有效扫描区域中的每一个有效扫描区域来创建新的扫描操作示教程序。

[0209] 在焊接线、构成工件Wk的原始工件彼此相交处的多个点(交点)或构成工件Wk的原始工件相互接触处的多个点(接触点)的信息、示教部分(扫描部分)等预先与3D模型MD3的数据相关联的情况下,根据第二实施例的离线示教装置5获取相关联的焊接线、交点、接触点或示教部分(扫描部分)的位置信息。离线示教装置5可以基于焊接操作的操作轨迹RT3以及获取的焊接线、交点、接触点或示教部分(扫描部分)来执行针对一个或多个有效扫描区域的创建处理、对所创建的有效扫描区域的复制(重复)处理、旋转处理、移动处理等,自动地生成包括所获取的焊接线、交点、接触点或示教部分(扫描部分)的该多个有效扫描区域中的每一个有效扫描区域,并且将有效扫描区域布置在3D模型MD3上。因此,离线示教装置5可以更有效地创建用于用传感器4扫描所获取的焊接线、交点、接触点或示教部分(扫描部分)的扫描操作示教程序。

[0210] 此外,根据第二实施例的离线示教装置5可以基于关于构成与3D模型MD3相关联的工件Wk的原始工件的表面形状的信息、关于原始工件彼此相交处的多个点(交点)或原始工件相互接触处的多个点(接触点)的信息以及与每一个有效扫描区域对应的示教部分(扫描部分)的形状信息,自动地计算示教部分(扫描部分)的直线长度、曲线曲率等。因此,离线示教装置5可以自动地计算所获取的焊接线、交点、接触点或示教部分(例如,示教部分WLM3),从而可以更有效地创建用于用传感器4进行扫描的扫描操作示教程序。

[0211] 如上所述,根据第二实施例的离线示教装置5包括:输入和输出单元53(输入单元的示例),能够接收操作员操作;输入和输出单元53或通信单元50(获取单元的示例),获取通过焊接生产的工件Wk的3D模型MD3的数据(三维形状数据的示例)、焊接的操作轨迹RT3、以及对工件Wk的外观形状进行扫描的传感器4的有效扫描范围ARO(扫描范围的示例);3D计算单元54(生成单元的示例),基于所获取的有效扫描范围ARO(三维区域的示例)以及由操作员操作指派的扫描段(例如,图13所示的扫描段SR213、SR222和SR232)来生成要由传感器4扫描的有效扫描区域(例如,图13所示的有效扫描区域AR21、AR22和AR23,其是三维区域的示例);以及扫描操作创建单元552(控制单元的示例),基于输入到输入和输出单元53的操作员操作在工件的3D模型MD3的数据上布置至少一个有效扫描区域,并且基于所布置的有效扫描区域和焊接的操作轨迹RT3来创建并输出用于使执行焊接的焊接机器人MC扫描有效扫描区域的示教程序。

[0212] 因此,根据第二实施例的离线示教装置5可以基于与焊接机器人MC1的操作轨迹RT3对应的焊接机器人MC1的位置,在3D模型MD3上的所指派位置处布置与传感器4的位置和方向对应的有效扫描区域,并且为每一个所布置的有效扫描区域创建扫描操作。因此,离线示教装置5可以通过使用所创建的扫描操作来更有效地创建由焊接机器人MC1执行的扫描操作示教程序,并且可以基于该扫描操作示教程序进一步提高在操作时扫描的扫描部分和示教部分(即有效扫描区域)的位置精度。因此,离线示教装置5可以更有效地创建能够更有效地降低示教操作所需的负荷的扫描操作示教程序,所述示教操作诸如对示教部分(有效扫描区域)的校正。

[0213] 此外,如上所述,根据第二实施例的离线示教装置5的扫描操作创建单元552基于所布置的有效扫描区域、焊接的操作轨迹RT3以及执行与3D模型MD1的数据相关联的焊接的

焊接机器人MC1的操作信息(例如,接近信息、缩回信息和避让信息)来创建示教程序。因此,根据第二实施例的离线示教装置5可以基于焊接的操作轨迹RT3和焊接机器人MC1的操作信息来为每一个所布置的有效扫描区域创建扫描操作。因此,离线示教装置5可以使用所创建的扫描操作来更有效地创建要由焊接机器人MC1执行的扫描操作示教程序。

[0214] 此外,如上所述,基于操作信息,根据第二实施例的离线示教装置5的扫描操作创建单元552创建针对焊接机器人MC1的工件Wk的各种操作(例如,接近操作,缩回操作和避让操作)以及由焊接机器人MC1执行的针对每一个有效扫描区域的扫描操作,并且通过将与每一个所创建的有效扫描区域对应的扫描操作与各种操作相关联来创建示教程序。因此,根据第二实施例的离线示教装置5可以基于焊接机器人MC1的所创建的各种操作以及为每一个有效扫描区域创建的扫描操作来创建要对工件Wk执行的扫描操作示教程序。

[0215] 此外,如上所述,根据第二实施例的离线示教装置5的扫描操作创建单元552接收通过操作员操作对要在每一个有效扫描区域中扫描的扫描部分(即示教部分)的形状(例如,直线形状、曲线形状或者包括直线和曲线的形状)的指派,并且基于有效扫描区域中每一个扫描部分的所指派形状、所布置的有效扫描区域和操作轨迹RT3来创建并输出用于使焊接机器人MC1扫描有效扫描区域的示教程序。因此,根据第二实施例的离线示教装置5可以基于扫描部分(示教部分)的形状来自动地创建适合于每一个有效扫描区域中扫描部分(示教部分)的所指派形状的扫描操作示教程序。

[0216] 此外,如上所述,根据第二实施例的离线示教装置5的3D计算单元54基于操作员操作来重复并布置有效扫描区域(例如,图15所示的有效扫描区域AR31)。扫描操作创建单元552基于焊接的操作轨迹RT3以及所有有效扫描区域中的包括重复的有效扫描区域(例如,图15至图17所示的有效扫描区域AR32至AR35)在内的至少一个有效扫描区域来创建用于扫描有效扫描区域(例如,图17所示的有效扫描区域AR31至AR35)的示教程序。因此,根据第二实施例的离线示教装置5可以重复对示教部分进行指示的每一个有效扫描区域,从而抑制虚拟地创建且叠加并显示在3D模型MD3上的有效扫描区域与传感器4实际可以扫描的有效扫描区域之间的位置偏差。因此,离线示教装置5可以更有效地创建扫描操作示教程序,以进一步提高在操作期间扫描的扫描部分和示教部分(即有效扫描区域)的位置精度。

[0217] 此外,如上所述,根据第二实施例的离线示教装置5的3D计算单元54基于通过操作员操作指派的有效扫描区域上的一个点(图12所示的多个旋转参考点RP之中的任意旋转参考点)以及绕该一个点的旋转量来旋转有效扫描区域。扫描操作创建单元552基于焊接的操作轨迹RT3以及所有有效扫描区域(例如,图17所示的有效扫描区域AR31至AR35)中的包括经旋转的有效扫描区域(例如,图16所示的有效扫描区域AR34)在内的至少一个有效扫描区域来创建用于扫描有效扫描区域的示教程序。因此,根据第二实施例的离线示教装置5可以通过允许对示教部分进行指示的每一个有效扫描区域进行旋转来生成更适合于示教部分的有效扫描区域。因此,根据第二实施例的离线示教装置5可以基于所生成的有效扫描区域来更有效地创建更适合于要由传感器4扫描的工件Wk的扫描操作示教程序。

[0218] 此外,如上所述,根据第二实施例的离线示教装置5的3D计算单元54基于有效扫描区域的移动量来移动通过操作员操作指派的有效扫描区域(例如,图16所示的有效扫描区域AR34)的位置。扫描操作创建单元552基于焊接的操作轨迹RT3以及所有有效扫描区域(例如,图17所示的有效扫描区域AR31至AR35)中的包括经移动的有效扫描区域(例如,图16所

示的有效扫描区域AR34)在内的至少一个有效扫描区域来创建用于扫描有效扫描区域的示教程序。因此,根据第二实施例的离线示教装置5可以通过允许对示教部分进行指示的每一个有效扫描区域进行移动来生成更适合于示教部分的有效扫描区域。因此,根据第二实施例的离线示教装置5可以基于所生成的有效扫描区域来更有效地创建更适合于要由传感器4扫描的工件Wk的扫描操作示教程序。

[0219] 如上所述,根据第二实施例的离线示教装置5包括操作输入装置UI3的操作员的可通信地连接到输入装置UI3的一个或多个计算机。操作员向计算机输入通过焊接生产的工件Wk的3D模型MD3的数据(三维形状数据的示例),向计算机输入在其中对工件Wk的外观形状进行扫描的扫描段(例如,图13所示的扫描段SR213、SR222和SR232),并且向计算机输入要在扫描段中扫描的扫描部分的形状(例如,直线形状、曲线形状或者包括直线和曲线的形状)。离线示教装置5基于扫描部分的形状来创建用于使执行焊接的焊接机器人MC1扫描有效扫描区域(三维区域的示例)的示教程序。

[0220] 因此,根据第二实施例的离线示教装置5可以通过获取工件Wk的3D模型MD3的数据、在其中对工件Wk的外观形状进行扫描的扫描段以及要在扫描段中扫描的扫描部分的形状来自动地创建扫描操作示教程序。

[0221] 尽管上面参照附图描述了各种实施例,但毋庸置疑,本公开并不局限于这类示例。对于本领域技术人员而言明显的是,可以在权利要求书所描述的范围内构想各种修改、更正、替换、添加、删除和等同物,并且可以理解的是,这样的修改、更正、替换、添加、删除和等同物也落入本公开的技术范围之内。此外,上述各种实施例中的组成部分可以在不偏离本公开精神的范围内自由地组合。

[0222] 本申请基于2021年6月23日提交的日本专利申请号2021-104354,并且该专利申请的内容通过引用并入本文。

[0223] 工业实用性

[0224] 本公开用作一种用于更有效地创建由焊接机器人执行的传感器的扫描操作示教程序的离线示教装置和离线示教方法。

[0225] 附图标记列表

[0226] 1:主机装置

[0227] 2:机器人控制装置

[0228] 3:检查控制装置

[0229] 4:传感器

[0230] 5:离线示教装置

[0231] 10、20、30、50:通信单元

[0232] 11、21、31、51:处理器

[0233] 12、22、32、52:存储器

[0234] 53:输入和输出单元

[0235] 54:3D操作单元

[0236] 55:程序创建单元

[0237] 551:焊接操作创建单元

[0238] 552:扫描操作创建单元

[0239] 100:焊接系统

[0240] 200:机械手

[0241] 300:焊丝进给装置

[0242] 301:焊丝

[0243] 400:焊枪

[0244] 500:电源装置

[0245] AR0:有效扫描范围

[0246] AR11、AR12、AR13、AR14、AR15、AR151、AR152、AR21、AR22、AR23、AR31、AR32、AR33、AR34、AR35:有效扫描区域

[0247] MC1:焊接机器人

[0248] MD1、MD2、MD3:3D模型

[0249] MN1、MN2、MN3:监视器

[0250] RP:旋转参考点

[0251] SR1、SR2、SR213、SR222、SR232:扫描段

[0252] UI3:输入装置

[0253] WLM11、WLM12、WLM21、WLM22:焊接线

[0254] Wk:工件。

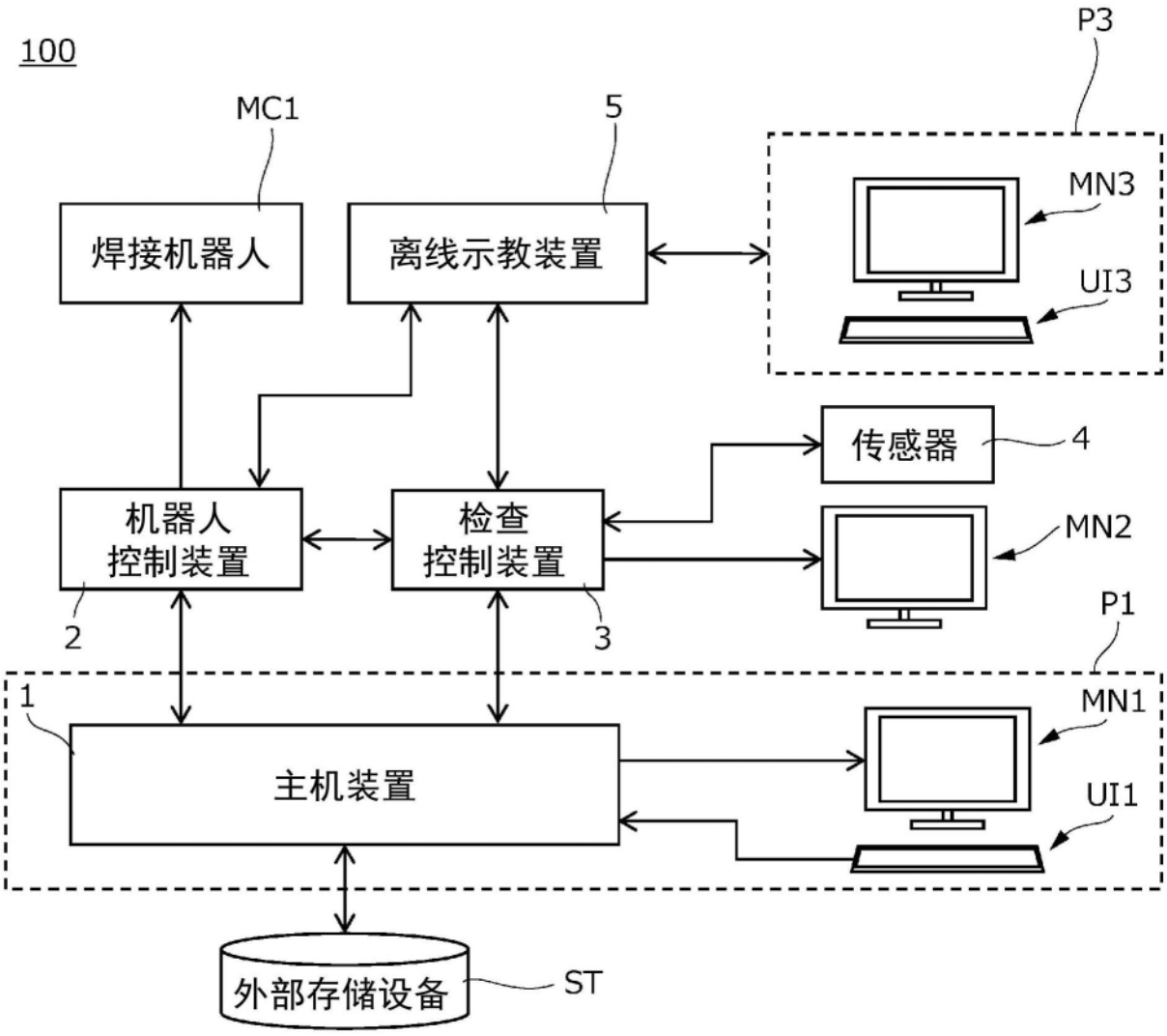

100
MC1
5
P3
焊接机器人
离线示教装置
MN3
UI3
传感器
4
机器人
控制装置
检查
控制装置
MN2
2
3
P1
1
MN1
主机装置
UI1
外部存储设备
ST

图1

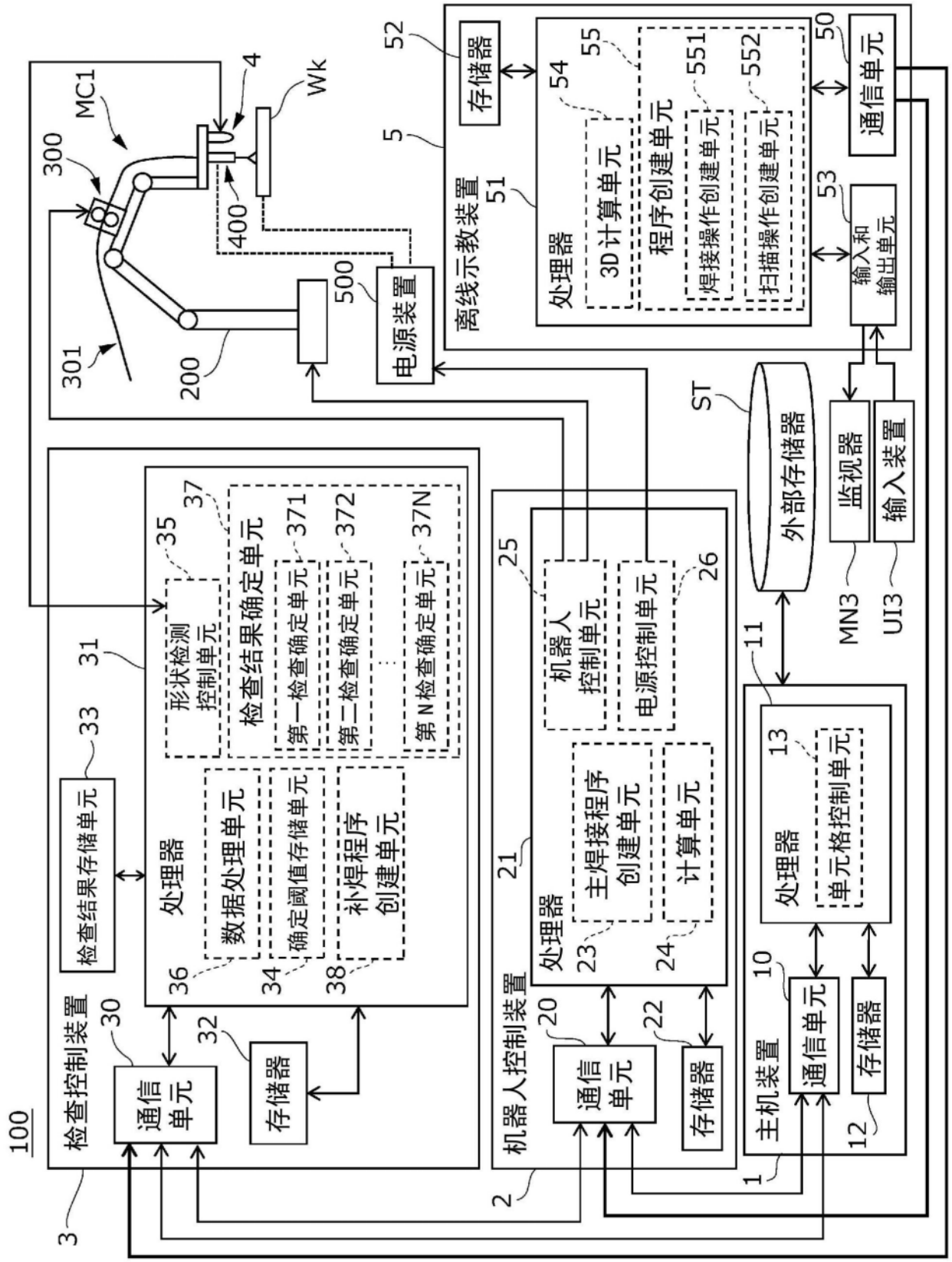

100
检查控制装置
3
通信单元
30
存储器
32
处理器
31
形状检测控制单元
35
检查结果确定单元
37
第一检查确定单元
371
第二检查确定单元
372
第N检查确定单元
37N
数据处理单元
36
确定阈值存储单元
34
补焊程序创建单元
38
检查结果存储单元
33
机器人控制装置
2
处理器
21
主焊接程序创建单元
23
计算单元
24
机器人控制单元
25
电源控制单元
26
通信单元
20
存储器
22
主机装置
1
处理器
13
单元格控制单元
通信单元
10
存储器
12
11
离线示教装置
5
处理器
51
3D计算单元
54
程序创建单元
55
焊接操作创建单元
551
扫描操作创建单元
552
输入和输出单元
53
存储器
52
通信单元
50
电源装置
500
外部存储器
ST
监视器
MN3
输入装置
UI3
MC1
300
301
200
400
4
Wk

图2

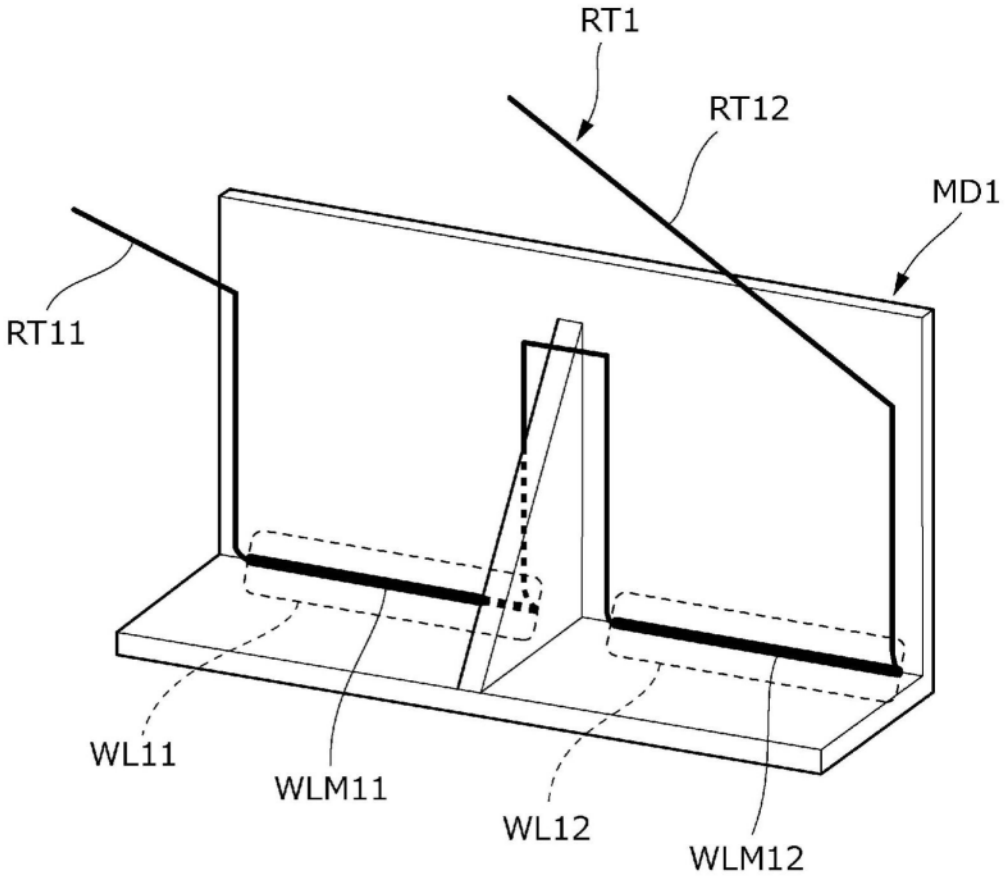


图3

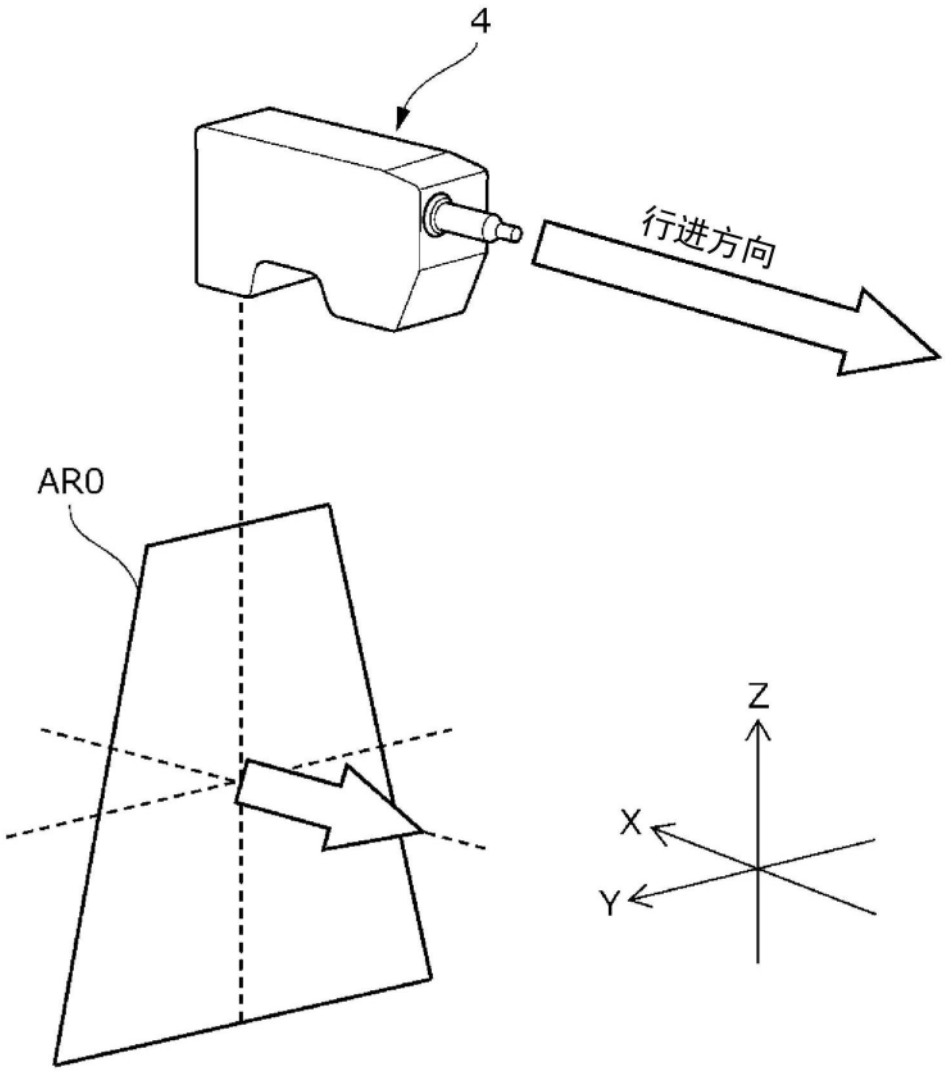


图4

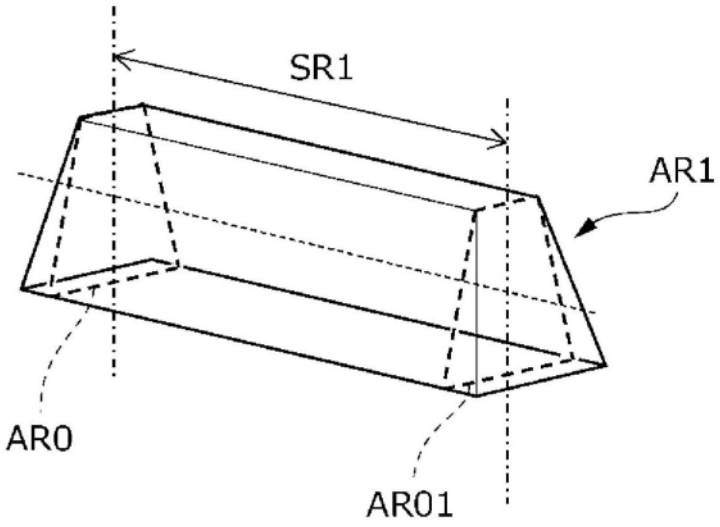


图5

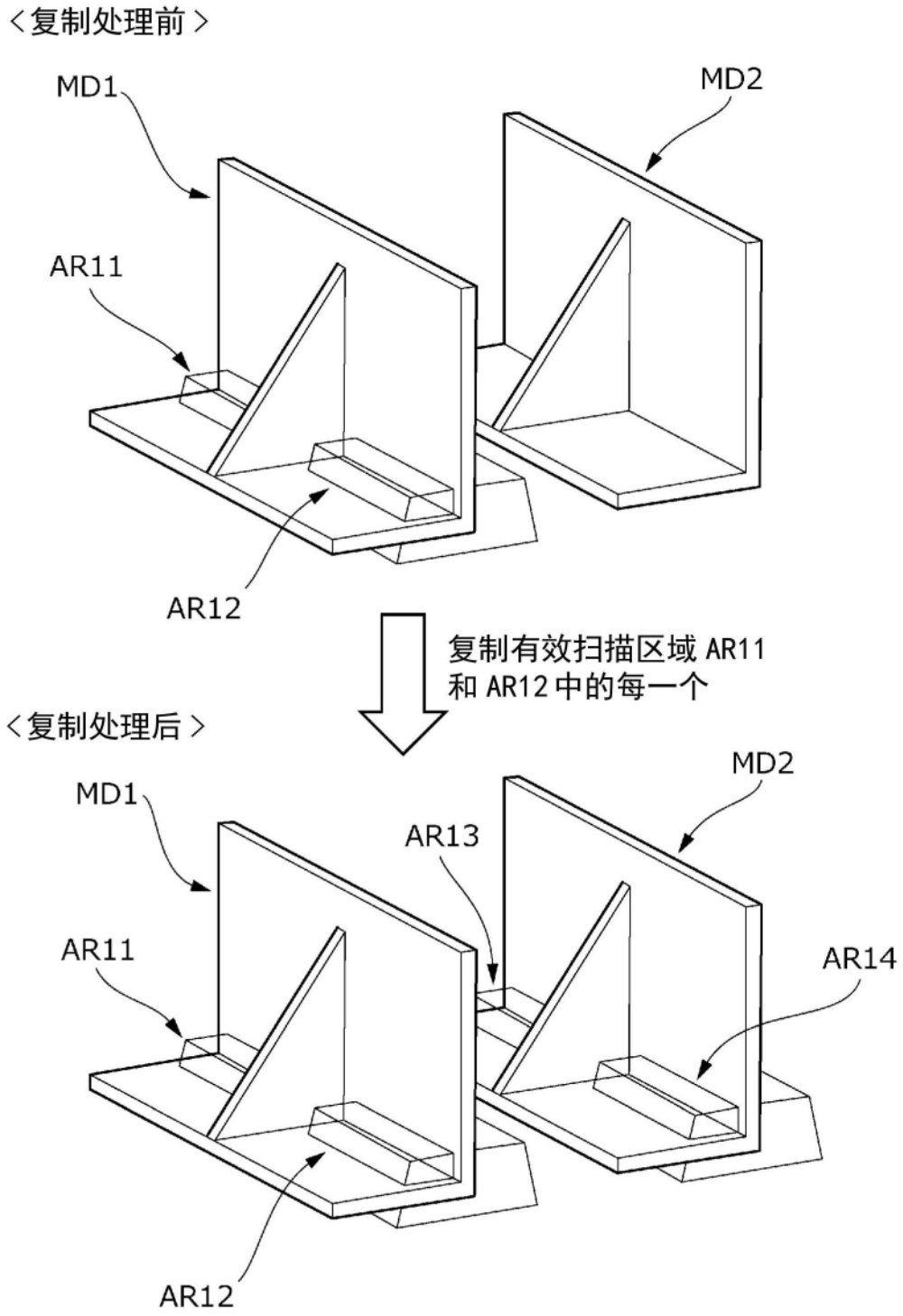

〈复制处理前〉
MD1
MD2
AR11
AR12
复制有效扫描区域 AR11
和 AR12 中的每一个
〈复制处理后〉
MD1
MD2
AR13
AR11
AR14
AR12

图6

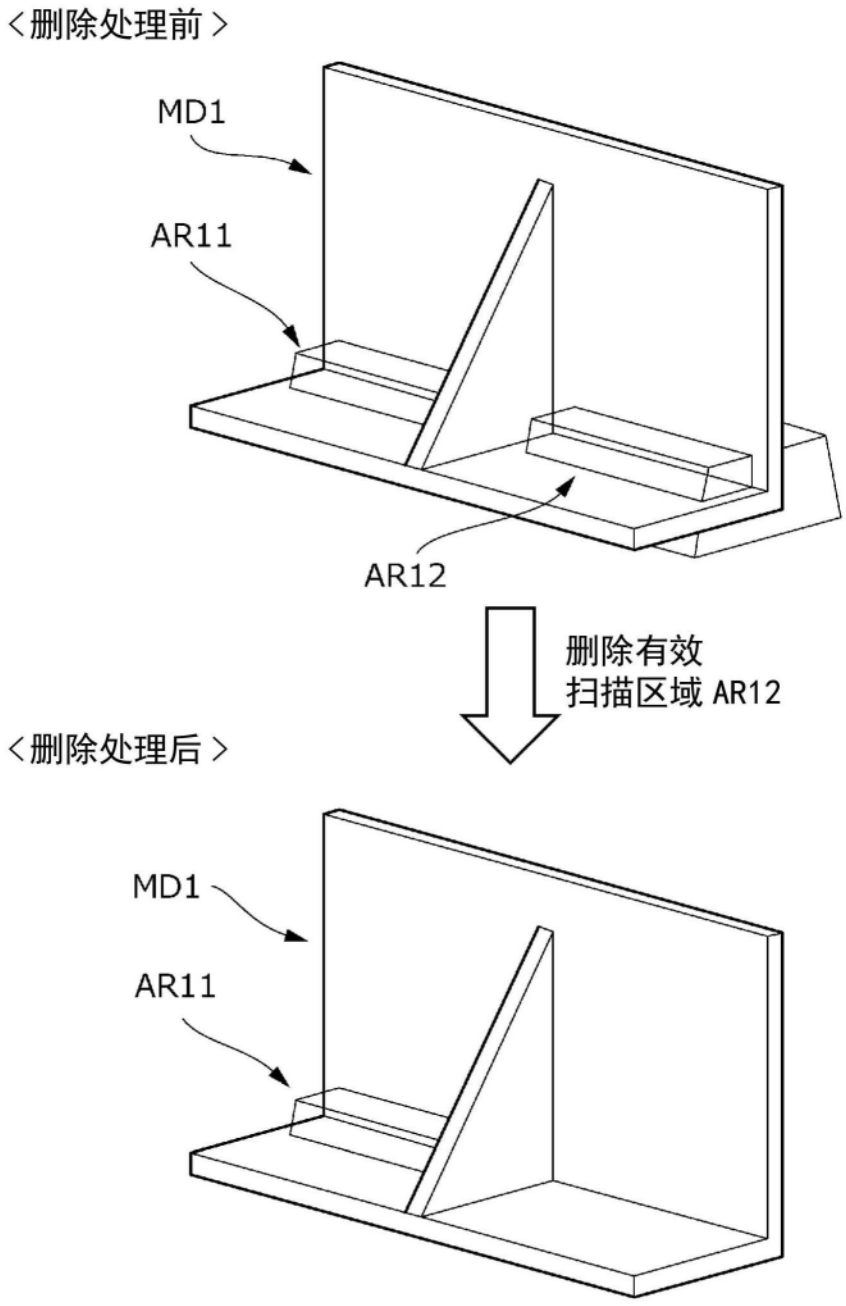


图7

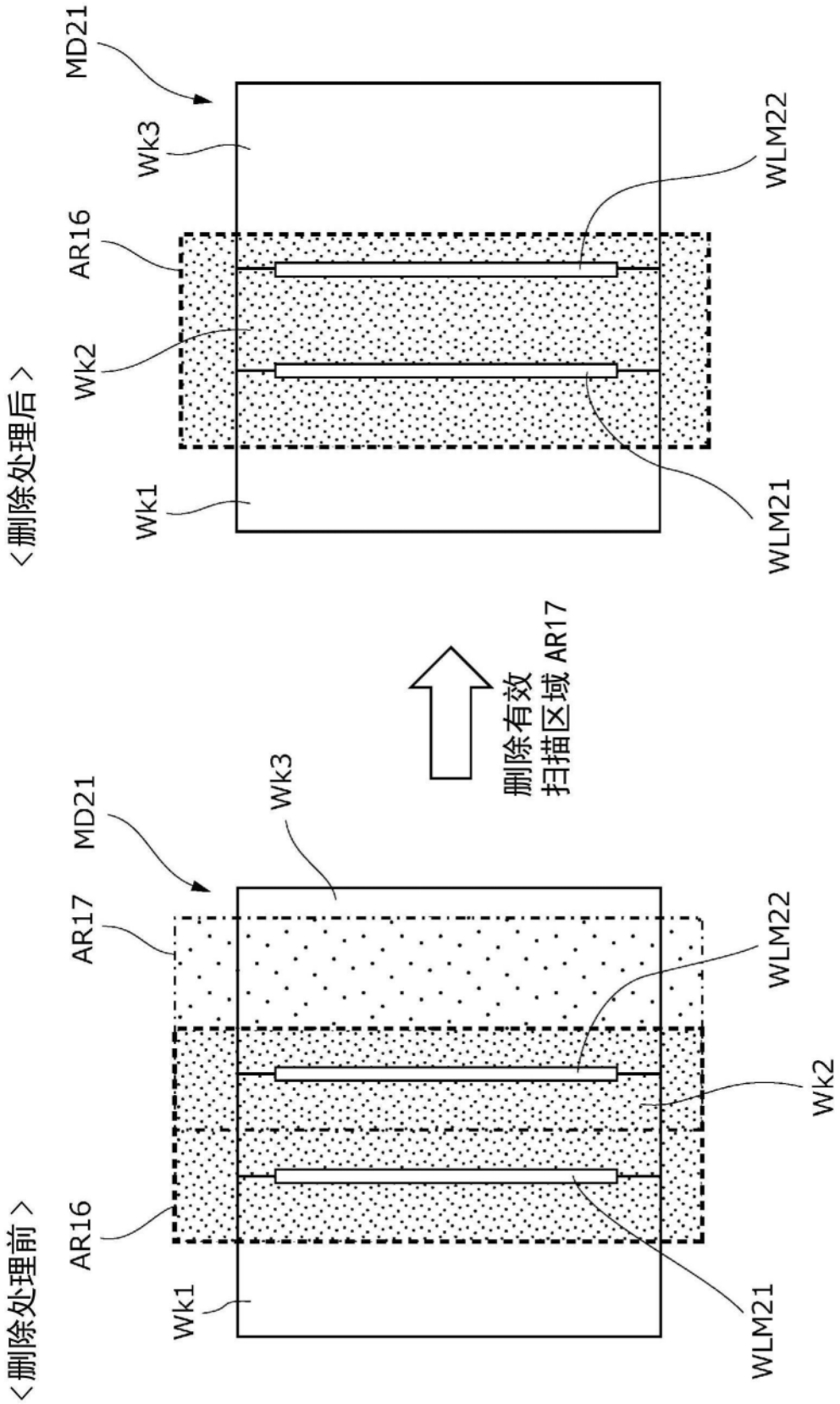

MD21
Wk3
AR16
WLM22
Wk2
Wk1
WLM21
<删除处理后>
删除有效
扫描区域 AR17
MD21
Wk3
AR17
WLM22
Wk2
AR16
Wk1
WLM21
<删除处理前>

图8

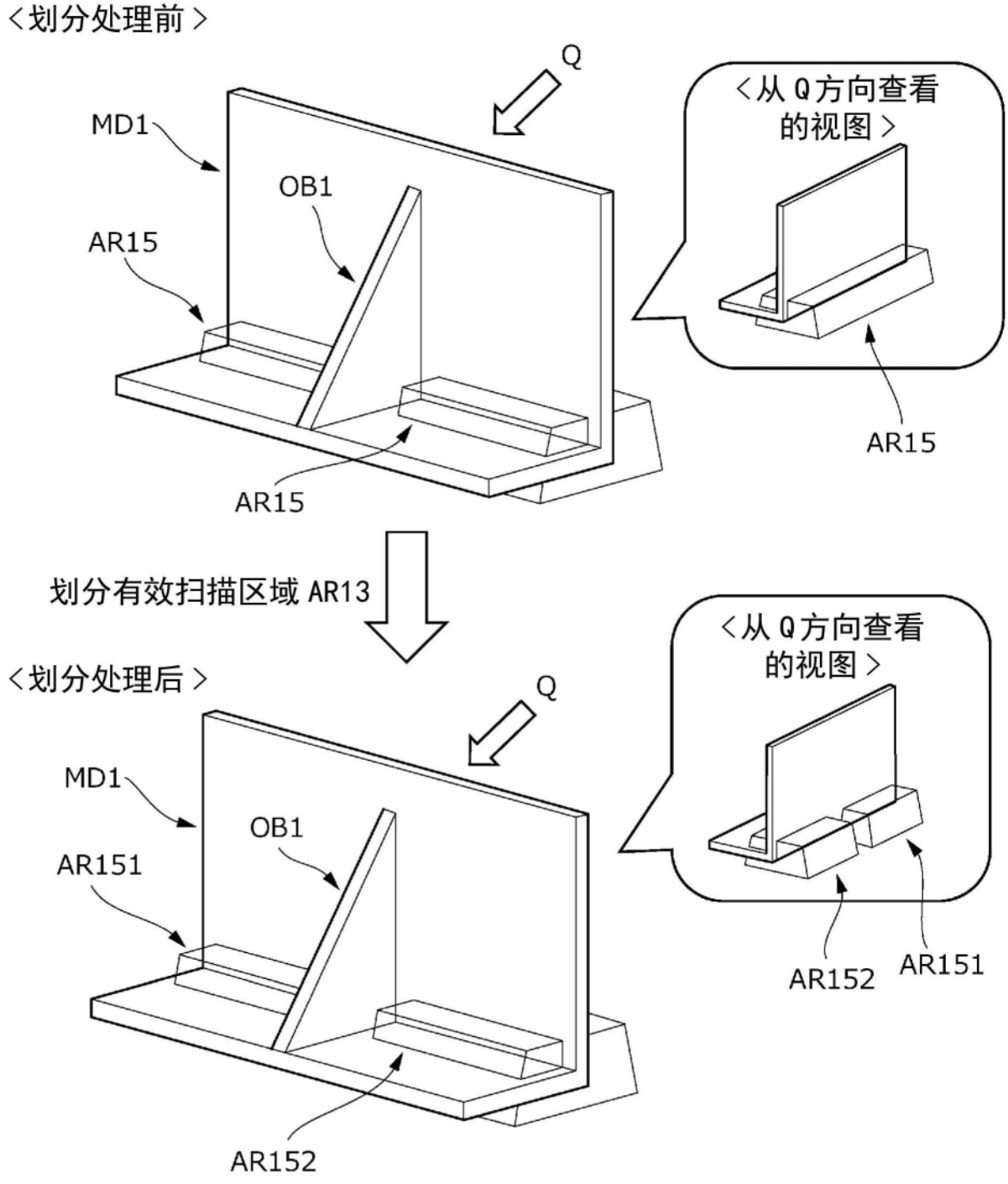

<划分处理前>
Q
MD1
OB1
AR15
AR15
<从Q方向查看的视图>
AR15
划分有效扫描区域 AR13
<划分处理后>
Q
MD1
OB1
AR151
AR152
<从Q方向查看的视图>
AR152
AR151

图9

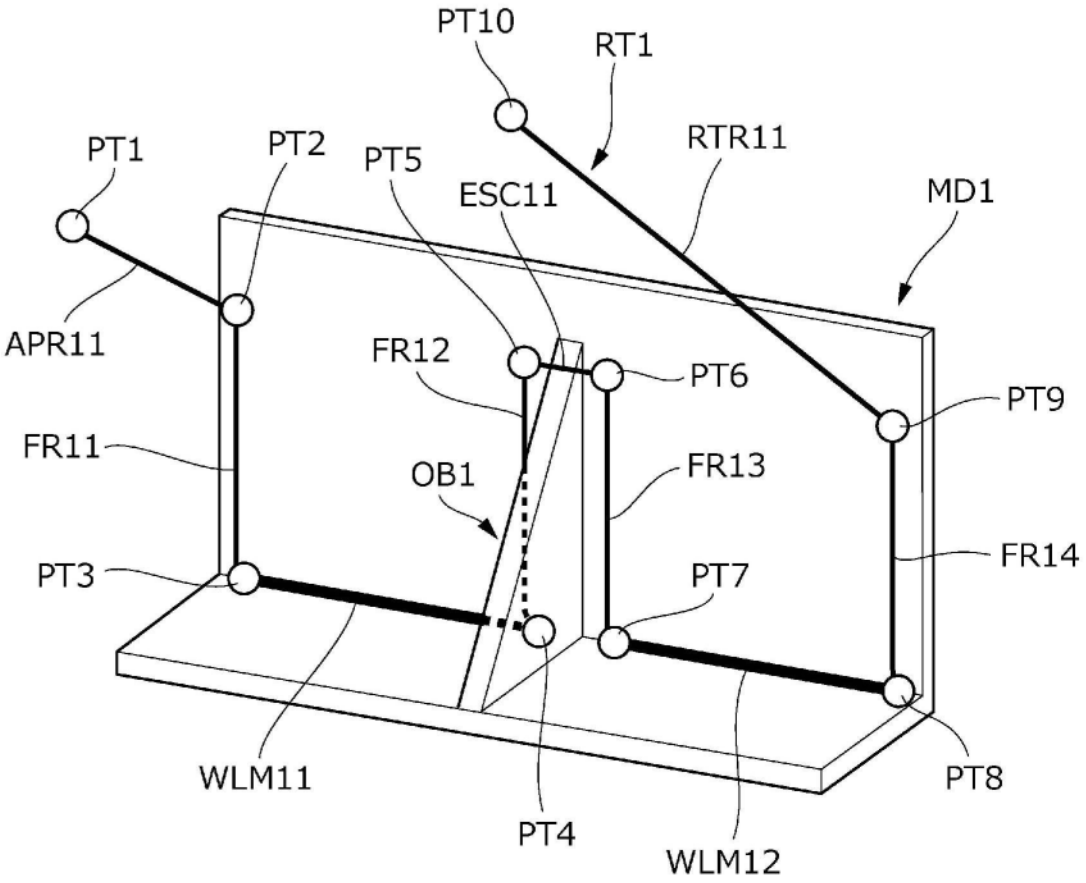

PT10
RT1
PT1
PT2
PT5
ESC11
RTR11
MD1
APR11
FR12
PT6
PT9
FR11
OB1
FR13
FR14
PT3
PT7
WLM11
PT4
WLM12
PT8

图10

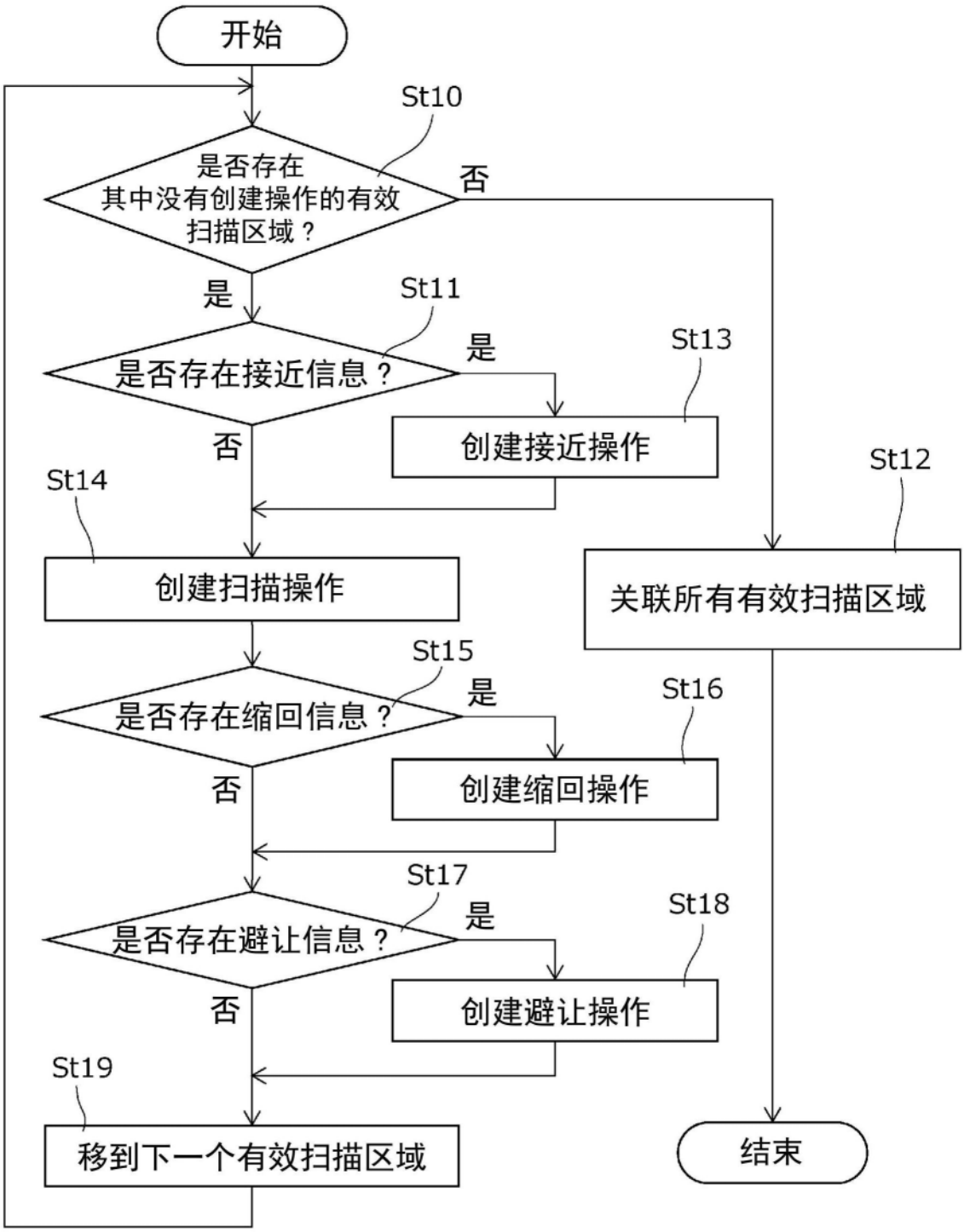

开始
St10
是否存在
其中没有创建操作的有效
扫描区域？
否
是
St11
是否存在接近信息？
是
St13
创建接近操作
否
St14
创建扫描操作
St12
关联所有有效扫描区域
St15
是否存在缩回信息？
是
St16
创建缩回操作
否
St17
是否存在避让信息？
是
St18
创建避让操作
否
St19
移到下一个有效扫描区域
结束

图11

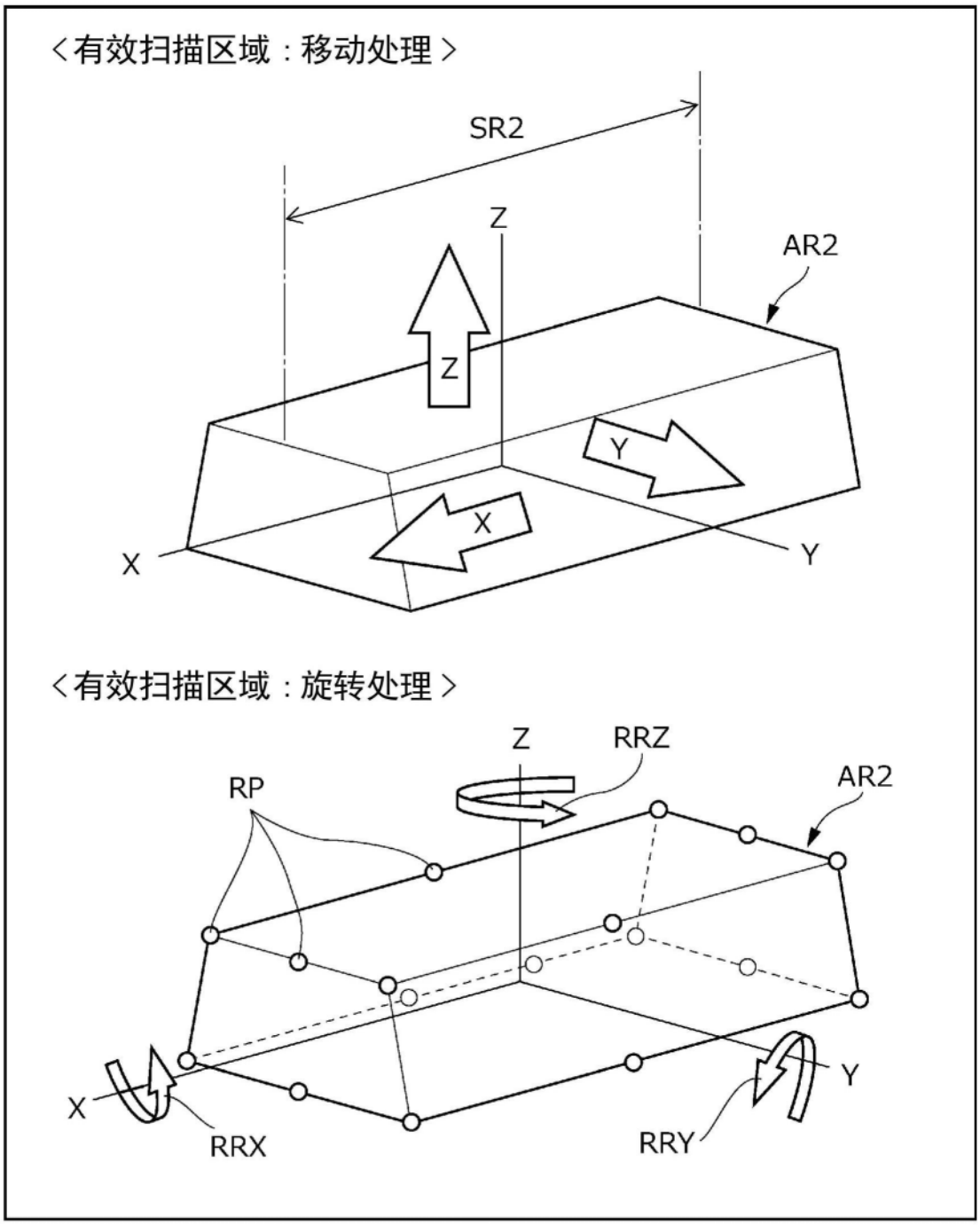


图12

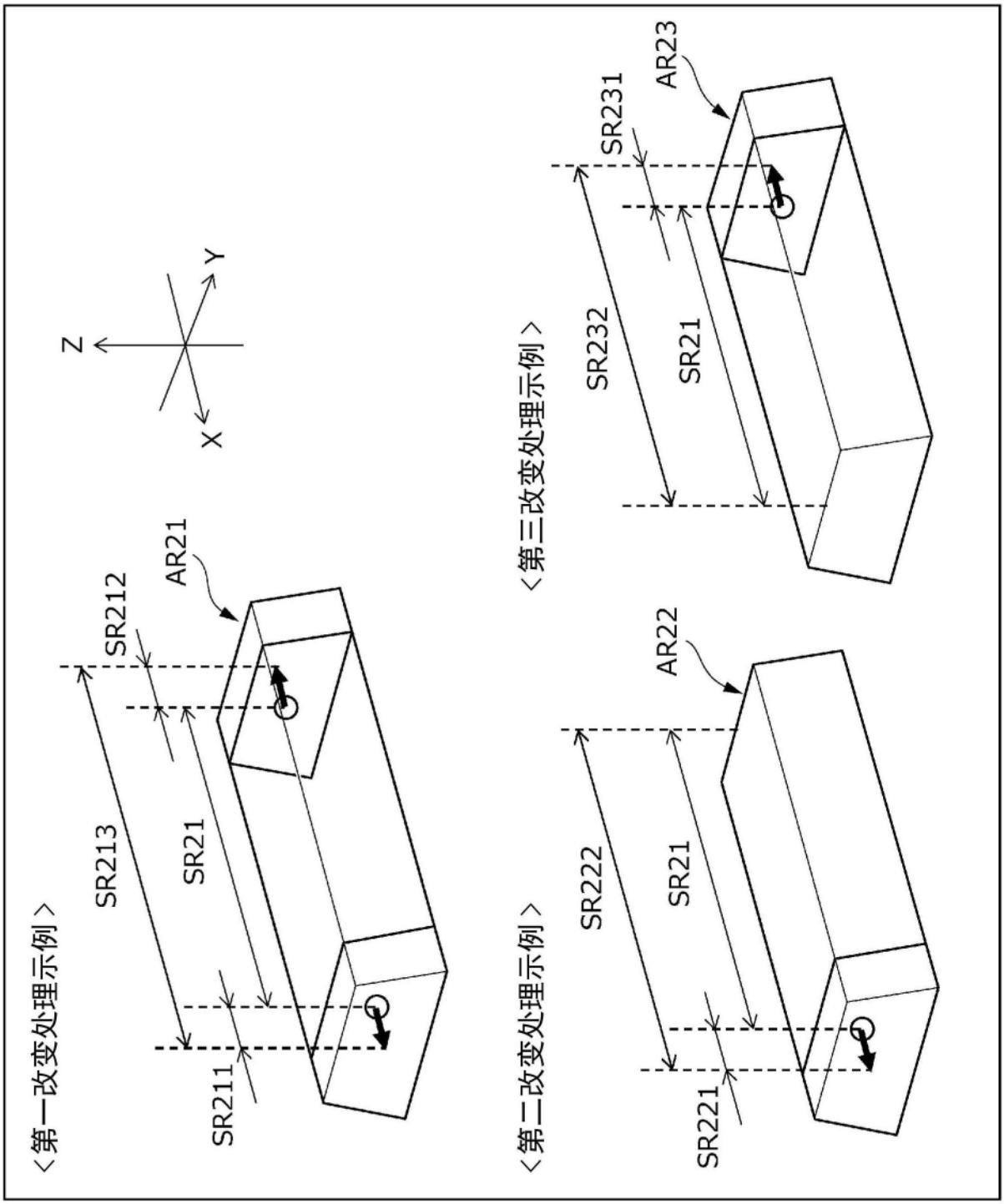

Y
Z
X
AR21
SR212
SR213
SR21
SR211
〈第一改变处理示例〉
AR23
SR231
SR232
SR21
〈第三改变处理示例〉
AR22
SR222
SR21
SR221
〈第二改变处理示例〉

图13

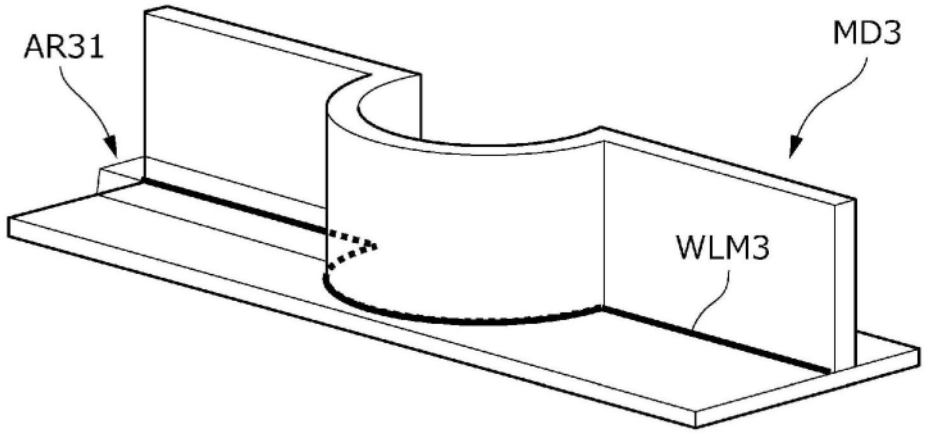


图14

<复制处理>

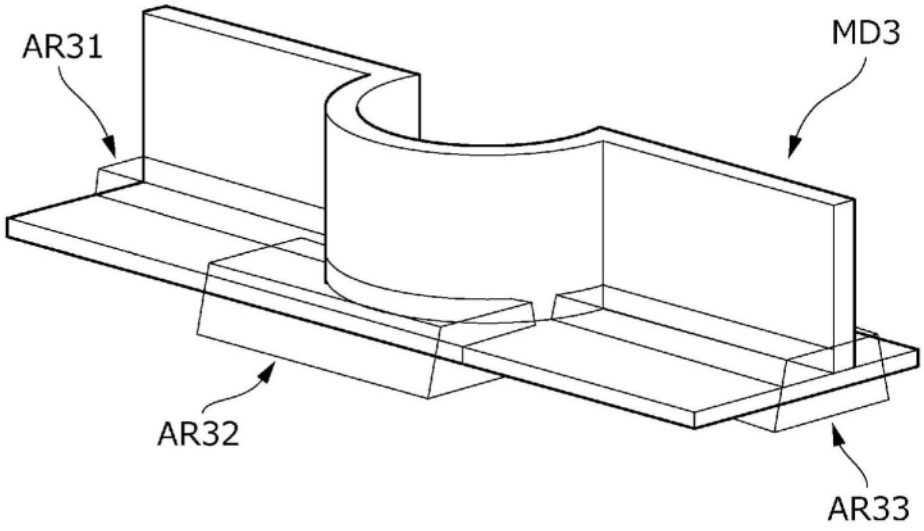


图15

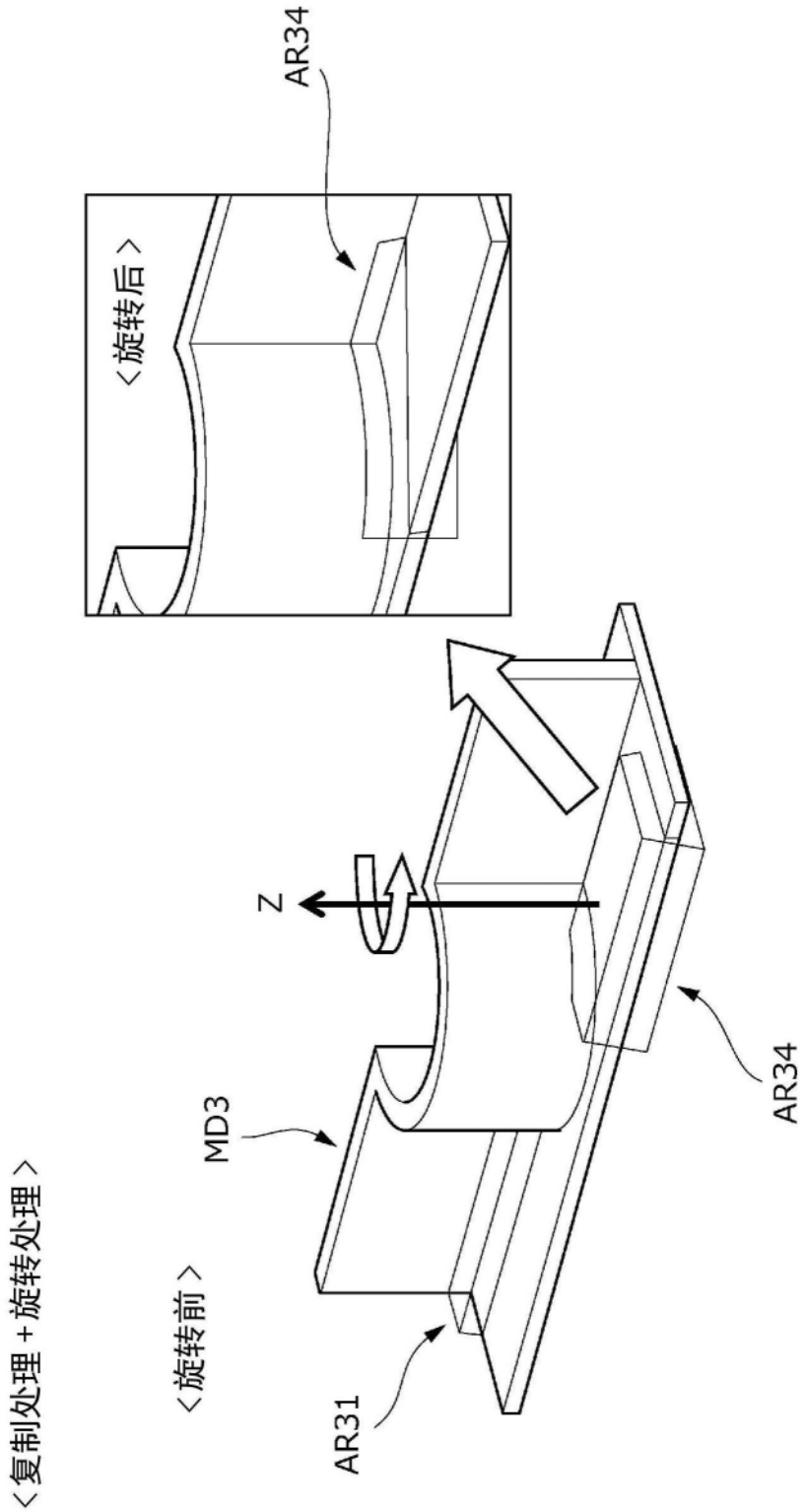


图16

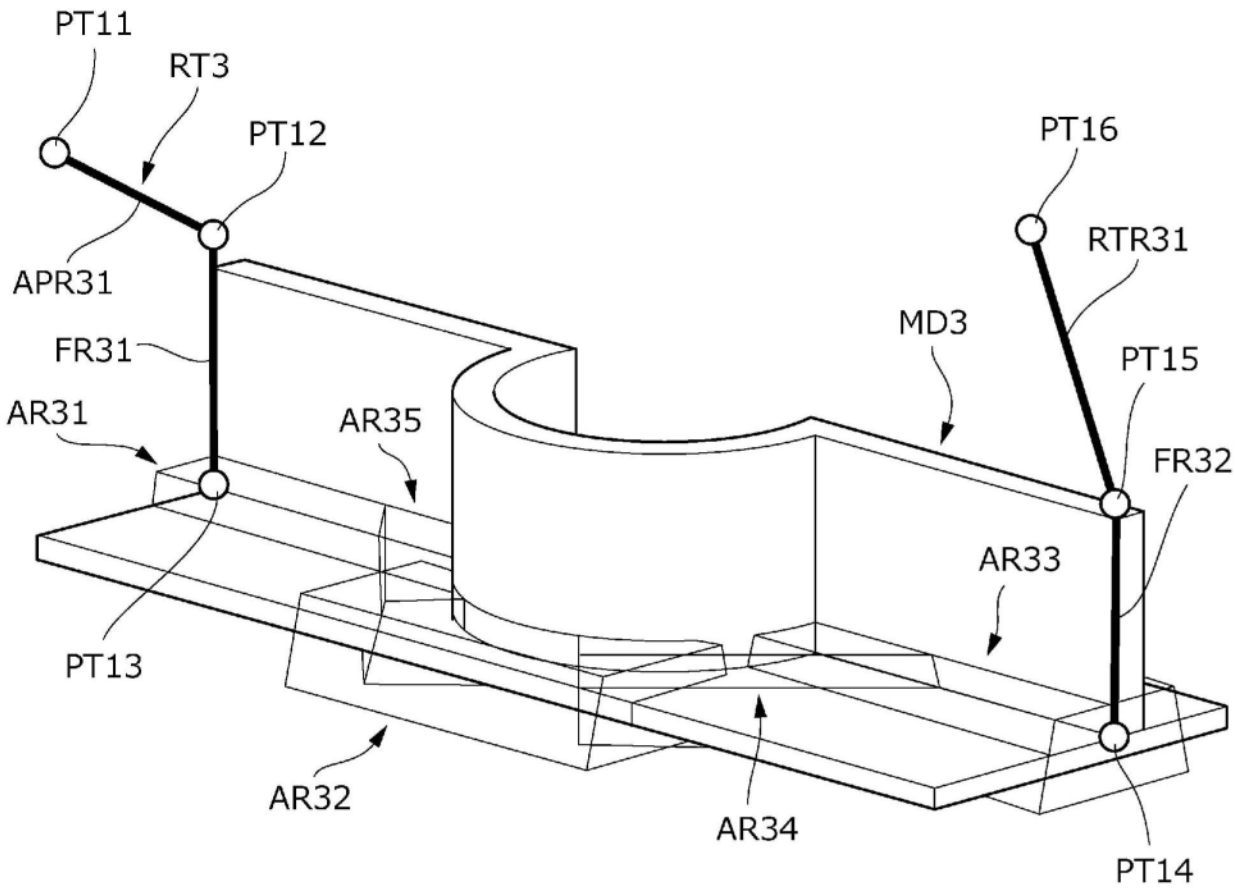

PT11
RT3
PT12
APR31
FR31
AR31
PT13
AR35
AR32
AR34
MD3
PT16
RTR31
PT15
FR32
AR33
PT14

图17