



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112549052 B

(45) 授权公告日 2024. 07. 12

(21) 申请号 202011008304.4

(22) 申请日 2020.09.23

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112549052 A

(43) 申请公布日 2021.03.26

(30) 优先权数据
2019-174341 2019.09.25 JP

(73) 专利权人 发那科株式会社
地址 日本山梨县

(72) 发明人 大场雅文

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243
专利代理师 曾贤伟 范胜杰

(51) Int.Cl.

B25J 13/08 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 105269578 A, 2016.01.27

CN 106426162 A, 2017.02.22

审查员 张冀兴

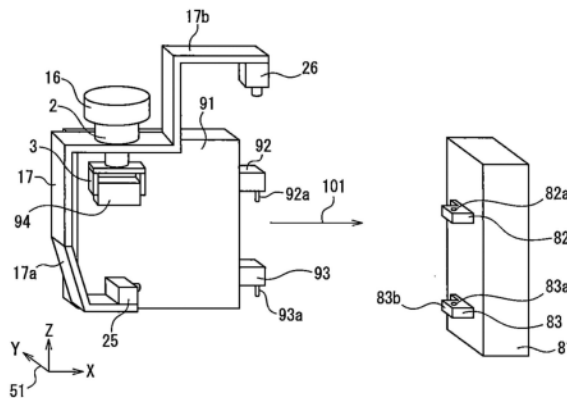
权利要求书2页 说明书17页 附图14页

(54) 发明名称

用于调整机器人支承的部件位置的机器人装置的控制装置

(57) 摘要

本发明提供一种用于调整机器人支承的部件位置的机器人装置的控制装置。机器人装置的控制装置实施如下控制：使第2工件接近第1工件的接近控制；相对于第1工件的位置对第2工件的位置进行调整的位置调整控制。接近控制包含如下控制：根据由第1照相机拍摄到的图像来计算机器人位置的移动方向和移动量，并使第2工件接近第1工件的控制。位置调整控制包含如下控制：根据由第1照相机拍摄到的图像以及由第2照相机拍摄到的图像来计算机器人位置的移动方向和移动量，并使第1工件相对于第2工件精确对位的控制。



1. 一种机器人装置的控制装置,该控制装置通过机器人移动第2部件来调整第2部件相对于第1部件的相对位置,其特征在于,

所述控制装置具有:

第1视觉传感器,其拍摄作为第2部件的对位对象的第1部件;

第2视觉传感器,其从与第1视觉传感器不同的方向拍摄第1部件和第2部件;

运算处理部,其生成机器人的移动指令;以及

动作控制部,其根据移动指令来驱动机器人,

所述控制装置形成为实施如下控制:使配置在远离第1部件的位置的第2部件接近第1部件的接近控制;在第2部件接近第1部件后,相对于第1部件的位置对第2部件的位置进行调整的位置调整控制,

所述接近控制包含如下控制:所述运算处理部根据由第1视觉传感器拍摄到的图像来计算机器人的位置的移动方向和移动量,生成使第2部件接近第1部件的第1移动指令的控制;所述动作控制部根据第1移动指令来变更机器人的位置的控制,

所述位置调整控制包含如下控制:所述运算处理部根据由第1视觉传感器拍摄到的图像以及由第2视觉传感器拍摄到的图像来计算机器人的位置的移动方向和移动量,生成使第1部件相对于第2部件对位的第2移动指令的控制;所述动作控制部根据第2移动指令来变更机器人的位置的控制。

2. 根据权利要求1所述的控制装置,其特征在于,

所述控制装置具有:辅助传感器,其拍摄第2部件,

第2部件是安装在机器人上的作业工具所把持的部件,

所述控制装置形成为在所述接近控制之前实施如下控制:对机器人和作业工具进行控制来把持第2部件的把持控制;根据由辅助传感器拍摄到的图像,对第2部件相对于作业工具的把持位置的偏移量进行检测的偏移检测控制,

所述控制装置在所述位置调整控制之前实施如下的偏移修正控制:根据通过所述偏移检测控制检测出的把持的偏移量,修正机器人的位置以使消除把持的偏移量。

3. 根据权利要求1或2所述的控制装置,其特征在于,

所述控制装置实施如下的姿势检测控制:根据由第1视觉传感器和第2视觉传感器中的至少一个视觉传感器拍摄到的图像,对第1部件的姿势的偏移量进行检测。

4. 根据权利要求3所述的控制装置,其特征在于,

所述控制装置形成为实施如下的姿势修正控制:根据通过所述姿势检测控制而检测出的姿势的偏移量,修正机器人的姿势以使第2部件相对于第1部件的姿势为预定的姿势,

在实施了所述接近控制后到实施所述位置调整控制前为止的期间,实施所述姿势修正控制。

5. 根据权利要求1或2所述的控制装置,其特征在于,

所述机器人装置包含:搬运机,其搬运第1部件,

在所述搬运机搬运第1部件的期间中,重复实施所述接近控制或者所述位置调整控制。

6. 根据权利要求5所述的控制装置,其特征在于,

所述运算处理部根据所述搬运机搬运的第1部件的移动方向和移动速度,计算机器人位置追随由所述搬运机移动的第1部件位置的机器人位置的移动方向和移动量,并根据机

器人位置要追随的机器人位置的移动方向和移动量来变更机器人的位置和姿势,并且实施所述接近控制或者所述位置调整控制。

用于调整机器人支承的部件位置的机器人装置的控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于调整机器人支承的部件位置的机器人装置的控制装置。

背景技术

[0002] 在具有机器人的机器人装置中,可以通过将作业对应的作业工具安装于机器人来进行所希望的作业。例如,作为作业工具而将把持工件的机械手安装于机器人,由此,机器人装置可以将工件搬运至所希望的位置。

[0003] 在以往的技术中已知如下内容:在进行将一个工件安装到其他工件的作业时,使用由照相机拍摄到的图像来控制机器人的位置。此外,还已知有通过对施加到机器人的力进行检测来控制机器人的位置(例如,参照日本特开2018-83284号公报)。在根据由照相机拍摄到的图像来对机器人位置进行调整时,可以预先准备工件的目标图像。并且,已知有通过当前的工件图像与目标图像之差对机器人位置进行调整的控制(例如,参照日本特开2015-214022号公报以及日本特开2013-180380号公报)。

[0004] 已知如下控制:相对于机器人坐标系预先校准视觉传感器坐标系,根据视觉传感器坐标系中的工件位置来计算工件的三维位置。或者,可以预先生成图像中的特征部位的位置以及大小相关的雅可比矩阵(Jacobian matrix)。已知有如下控制:根据由照相机拍摄到的图像中的特征部位的位置、目标数据中的特征部位的位置、以及雅可比矩阵来修正机器人的位置(例如,参照日本特开2017-170599号公报、以及互联网公开的文献“视觉与控制”(作者:桥本浩一,URL:<http://www.k2.t.u-tokyo.ac.jp/~koichi/Lecture/Pattern/2001/vs1.pdf>,因特网搜索日2019年7月26日))。

[0005] 此外,在机器人装置把持工件时,有时机械手中的工件位置产生偏移。该情况下,已知有通过照相机对机械手所把持的工件进行拍摄,检测工件相对于机器人的位置和姿势。并且,已知有如下控制:根据工件的位置和姿势,对机械手的位置和姿势进行调整(例如,参照日本特开2011-131300号公报)。

[0006] 在通过机器人装置来进行作业时,有时实施如下控制:使其他部件相对于机器人支承的部件对位。例如,通过控制机器人的位置和姿势,可以将机器人装置把持的工件安装到其他工件,或者配置到其他工件的内部。

发明内容

[0007] 在机器人装置进行作业时,在无法高精度地对机器人支承的部件的位置进行控制时,机器人装置的作业可能失败。因此,优选的是,机器人装置能够实施准确对位的控制。特别是存在如下问题:在机器人变更位置和姿势由此来搬运部件之后,实施部件的准确对位的控制变得困难。

[0008] 本公开的一方式提供一种机器人装置的控制装置,该控制装置通过机器人移动第2部件来调整第2部件相对于第1部件的相对位置。控制装置具有:拍摄第1部件的第1视觉传感器;第2视觉传感器,其从与第1视觉传感器不同的方向拍摄第1部件和第2部件。控制装置

具有:运算处理部,其生成机器人的移动指令;动作控制部,其根据移动指令来驱动机器人。控制装置形成实施如下控制:使配置于远离第1部件的位置的第2部件接近第1部件的接近控制;在第2部件接近第1部件后,相对于第1部件的位置对第2部件的位置进行调整的位置调整控制。接近控制包含如下控制:运算处理部根据由第1视觉传感器拍摄到的图像来计算机器人的位置的移动方向和移动量,生成使第2部件接近第1部件的第1移动指令的控制。接近控制包含如下控制:动作控制部根据第1移动指令来变更机器人的位置的控制。位置调整控制包含如下控制:运算处理部根据由第1视觉传感器拍摄到的图像以及由第2视觉传感器拍摄到的图像来计算机器人的位置的移动方向和移动量,生成使第1部件相对于第2部件对位的第2移动指令的控制。位置调整控制包含如下控制:动作控制部根据第2移动指令来变更机器人的位置的控制。

附图说明

- [0009] 图1是实施方式中的机器人装置的概略图。
- [0010] 图2是机器人装置中的第1工件、第2工件以及机械手的放大立体图。
- [0011] 图3是机器人装置的框图。
- [0012] 图4是实施方式中的把持控制、偏移检测控制以及接近控制的流程图。
- [0013] 图5是实施把持控制时的机械手以及第2工件的放大立体图。
- [0014] 图6是实施偏移检测控制时的第1工件、机械手以及固定照相机的放大立体图。
- [0015] 图7是实施接近控制时的第1工件、第2工件以及机械手的放大立体图。
- [0016] 图8是接近控制所包含的控制的流程图。
- [0017] 图9是实施接近控制时由第1照相机拍摄到的图像。
- [0018] 图10是实施接近控制时由第1照相机拍摄到的其他图像。
- [0019] 图11是实施方式中的姿势检测控制、姿势修正控制、偏移修正控制、位置调整控制、以及安装控制的流程图。
- [0020] 图12是第2工件接近第1工件时的第1工件、第2工件以及机械手的放大立体图。
- [0021] 图13是位置调整控制所包含的控制的流程图。
- [0022] 图14是位置调整控制中,由第1照相机拍摄到的图像。
- [0023] 图15是位置调整控制中,由第1照相机拍摄的图像相关的基准图像。
- [0024] 图16是位置调整控制中,由第2照相机拍摄到的图像。
- [0025] 图17是位置调整控制中,由第2照相机拍摄的图像相关的基准图像。
- [0026] 图18是位置调整控制完成时的第1工件、第2工件以及机械手的放大立体图。
- [0027] 图19是安装控制结束时的第1工件、第2工件以及机械手的放大立体图。

具体实施方式

[0028] 参照图1~图19,对实施方式中的机器人装置的控制装置进行说明。本实施方式中,列举进行组装制品的作业的机器人装置为例进行说明。

[0029] 图1是本实施方式中的机器人装置的概略图。图2是机器人装置中的第1工件、第2工件以及机械手的放大立体图。参照图1和图2,机器人装置5具有作为作业工具(末端执行器)的机械手2、以及移动机械手2的机器人1。机器人装置5进行将作为第2部件的第2工件91

安装到作为第1部件的第1工件81的作业。

[0030] 机器人1是包含多个关节部的多关节机器人。机器人1包含基部14和基部14支承的旋转基部13。基部14固定在设置面。旋转基部13形成为相对于基部14旋转。机器人1包含上部臂部11和下部臂部12。下部臂部12经由关节部能够转动地由旋转基部13支承。上部臂部11经由关节部能够转动地由下部臂部12支承。此外,上部臂部11绕与上部臂部11延伸的方向平行的旋转轴旋转。

[0031] 机器人1包含与上部臂部11的端部连结的腕部15。腕部15经由关节部能够转动地由上部臂部11支承。腕部15包含形成为能够旋转的凸缘16。机械手2固定于凸缘16。本实施方式的机器人1具有6个驱动轴,但是不限于该方式。可采用能移动作业工具的任意机器人。

[0032] 机械手2是把持或释放工件91的作业工具。机械手2具有多个爪部3。机械手2形成为爪部3打开或闭合。爪部3夹住工件91来把持工件91。机器人装置5的作业工具是具有爪部3的机械手2,但是不限于该方式。作业工具能够采用形成为可以把持工件的任意结构。例如,可以采用通过气压的吸附或者吸引来把持工件的作业工具、通过电动机的控制能够调整机械手的爪部位置的作业工具、或者通过磁力来把持工件的作业工具。

[0033] 本实施方式中的机器人装置5包含:作为搬运机的传送带75,其搬运第1工件81。搬运机配置在机器人1的周围。传送带75形成为将工件81搬运至预定的位置。传送带75形成为以预定的移动速度来搬运工件81。图1所示的示例中,在与纸面垂直的方向上搬运工件81。

[0034] 本实施方式的机器人装置5中,传送带75一边继续工件81的搬运,机器人1一边将工件91安装到工件81。即,在进行安装工件91的作业的期间中,工件81通过传送带75来进行移动。机器人1一边改变位置和姿势以便追随工件81一边将工件91安装到工件81。

[0035] 第2工件91具有从表面突出的把持部94。爪部3抓住把持部94,由此,第2工件91被机械手2把持。第1工件81具有从表面突出的突出部82、83。突出部82和突出部83配置成相互分离。在各突出部82、83的上表面形成有孔部82a、83a。第2工件91具有从表面突出的突出部92、93。各突出部92、93固定有销92a、93a。销92a和销93a配置成彼此呈直线状排列。机器人装置5实施如下作业:像箭头101所示那样使第2工件91接近第1工件81后,将销92a插入到孔部82a,并且将销93a插入到孔部83a。

[0036] 机器人装置5具有:作为第1视觉传感器的第1照相机25,其拍摄第1工件81;作为第2视觉传感器的第2照相机26,其拍摄第1工件81和第2工件91。第2照相机26从与第1照相机25不同的方向拍摄图像。本实施方式中的照相机25、26是二维照相机。照相机25、26经由支承部件17支承于机械手2。支承部件17具有向下侧延伸的棒状部17a、以及向上侧延伸的棒状部17b。向下侧延伸的棒状部17a固定有第1照相机25。向上侧延伸的棒状部17b固定有第2照相机26。

[0037] 照相机25、26的位置和姿势与机械手2一起发生变化。照相机25在第2工件91接近第1工件81的期间中拍摄第1工件81的图像。即,照相机25从第2工件91远离第1工件81时起到第2工件91配置于第1工件81的附近时为止拍摄图像。此外,照相机25拍摄第2工件91配置于第1工件81的附近时的图像。本实施方式的照相机25配置成光轴与第2工件91朝向第1工件81的方向大致平行。

[0038] 照相机26在第2工件91接近第1工件81时拍摄图像。即,照相机26拍摄将第2工件91配置于第1工件81附近时的图像。本实施方式的照相机26配置成光轴与铅直方向大致平行。

[0039] 机器人装置5具有用于对机械手2所把持的第2工件91的把持的偏移量进行检测的辅助传感器。本实施方式的辅助传感器由视觉传感器即固定照相机27构成。本实施方式的固定照相机27是二维照相机。固定照相机27通过架台71而固定在设置面。通过机器人1改变位置和姿势,将固定照相机27配置于可以拍摄第2工件91的位置。

[0040] 机器人装置5设定有基准坐标系51。图1所示的示例中,在机器人1的基部14配置有基准坐标系51的原点。基准坐标系51也称为世界坐标系。基准坐标系51是原点的位置被固定,并且坐标轴的方向被固定的坐标系。即使机器人1的位置和姿势发生变化,基准坐标系51的位置和方向也不发生变化。基准坐标系51具有相互正交的X轴、Y轴以及Z轴作为坐标轴。此外,作为绕X轴的坐标轴而设定W轴。作为绕Y轴的坐标轴而设定P轴。作为绕Z轴的坐标轴而设定R轴。

[0041] 机器人装置5设定有与机械手2一起移动的工具坐标系52。本实施方式的工具坐标系52的原点设定为工具末端点。工具坐标系52具有相互正交的X轴、Y轴以及Z轴作为坐标轴。此外,工具坐标系52具有绕X轴的W轴、绕Y轴的P轴、以及绕Z轴的R轴。机器人1的位置可以通过工具坐标系52的原点位置来表示。此外,机器人1的姿势可以通过工具坐标系52相对于基准坐标系51的方向来表示。

[0042] 图3表示本实施方式中的机器人装置的框图。参照图1~图3,机器人1包含使机器人1的位置和姿势变化的机器人驱动装置。机器人驱动装置包含对臂部和腕部等结构部件进行驱动的多个机器人驱动电动机22。机器人驱动电动机22通过驱动,使得各结构部件的方向发生变化。

[0043] 机械手2具有驱动机械手2的机械手驱动装置。本实施方式的机械手驱动装置包含对机械手2的爪部3进行驱动的机械手驱动电动机21。机械手驱动电动机21通过驱动使得机械手2的爪部3打开或闭合。另外,爪部可以形成为通过气压来进行作动。此时,机械手驱动装置可以包含通过气泵和气缸等的气压来驱动爪部的装置。

[0044] 机器人装置5的控制装置7包含对机器人1和机械手2进行控制的机器人控制装置4。机器人控制装置4包含:运算处理装置(计算机),其具有作为处理器的CPU(Central Processing Unit)。运算处理装置具有经由总线与CPU连接的RAM(Random Access Memory)以及ROM(Read Only Memory)等。为了进行机器人1、机械手2以及传送带75的控制而预先制作出的动作程序41被输入到机器人控制装置4。机器人1和机械手2根据动作程序41来搬运第2工件91。传送带75根据动作程序41来搬运第1工件81。

[0045] 机器人控制装置4的运算处理装置包含存储预定的信息的存储部42。存储部42存储机器人1、机械手2以及传送带75的控制相关的信息。存储部42可以由易失性存储器、非易失性存储器、或者硬盘等能够存储信息的存储介质构成。动作程序41存储在存储部42中。机器人控制装置4包含显示机器人装置5相关的任意信息的显示器46。显示器46例如包含液晶显示面板。

[0046] 机器人控制装置4的运算处理装置包含发出机器人1和机械手2的动作指令的动作控制部43。动作控制部43相当于按照动作程序41进行驱动的处理部。动作控制部43形成为能够读取存储在存储部42中的信息。处理器通过读入动作程序41,实施动作程序41所确定的控制,由此,作为动作控制部43发挥功能。

[0047] 动作控制部43根据动作程序41将驱动机器人1的动作指令发送给机器人驱动部

45。机器人驱动部45包含对机器人驱动电动机22进行驱动的电气电路。机器人驱动部45根据动作指令对机器人驱动电动机22供电。此外,动作控制部43根据动作程序41将驱动机械手2的动作指令发送给机械手驱动部44。机械手驱动部44包含对机械手驱动电动机21进行驱动的电气电路。机械手驱动部44根据动作指令对机械手驱动电动机21供电。此外,动作控制部43根据动作程序41,对照相机25、26以及固定照相机27发送拍摄图像的指令。

[0048] 机器人控制装置4的运算处理装置包含:运算处理部31,其对照相机25和固定照相机27的输出进行处理。运算处理部31具有:特征量检测部32,其在由照相机25、26以及固定照相机27拍摄到的图像中,对预定的特征部分即特征部位的位置相关的特征量进行检测。运算处理部31包含:偏移检测部33,其根据固定照相机27的输出,对机械手2中的第2工件91的把持位置的偏移量进行检测。运算处理部31包含:姿势检测部34,其根据由第1照相机25以及第2照相机26中的至少一个照相机拍摄到的图像,对第1工件81的姿势的偏移量进行检测。此外,运算处理部31包含:指令生成部35,其生成使机器人1动作的移动指令。

[0049] 运算处理部31相当于按照动作程序41进行驱动的处理部。特别是,特征量检测部32、偏移检测部33、姿势检测部34以及指令生成部35每一个单元相当于按照动作程序41进行驱动的处理部。处理器通过读入动作程序41,来实施动作程序41所确定的控制,由此,作为各单元发挥功能。

[0050] 机器人装置5具有对机器人装置5的运转状态进行检测的状态检测器。本实施方式的状态检测器包含对机器人1的位置和姿势进行检测的位置检测器23。位置检测器23安装在臂部等结构部件的驱动轴对应的机器人驱动电动机22。例如,位置检测器23对机器人驱动电动机22进行驱动时的旋转角进行检测。根据位置检测器23的输出来检测机器人1的位置和姿势。

[0051] 机器人装置5的控制装置7具有对传送带75的动作进行控制的传送带控制装置76。传送带控制装置76包含:运算处理装置(计算机),其包含CPU以及RAM等。传送带控制装置76形成为可以与机器人控制装置4相互进行通信。动作控制部43根据动作程序41将驱动传送带75的动作指令发送给传送带控制装置76。传送带控制装置76接收来自机器人控制装置4的动作指令,对传送带75进行驱动。

[0052] 本实施方式的机器人装置5的控制装置7具有控制机器人1和机械手2的机器人控制装置4、控制传送带75的传送带控制装置76,但是不限于该方式。机器人装置5也可以形成为通过一个控制装置来控制机器人1、机械手2以及传送带75。

[0053] 此外,本实施方式的机器人装置5的控制装置7中,机器人控制装置4包含:运算处理部31,其具有对照相机25、26以及固定照相机27的输出进行处理的功能,但是不限于该方式。机器人装置的控制装置也可以与机器人控制装置分开,具有作为运算处理部31发挥功能的运算处理装置(计算机)。运算处理装置的处理器通过根据动作程序来进行驱动,而作为特征量检测部、偏移检测部、姿势检测部、以及指令生成部发挥功能。作为运算处理部31发挥功能的运算处理装置可以形成为与机器人控制装置相互进行通信。

[0054] 本实施方式的机器人装置5的控制装置7实施把持第2工件91的把持控制。机器人装置5的控制装置7实施如下接近控制:使配置在远离第1工件81的位置的第2工件91接近第1工件81。机器人装置5的控制装置7实施偏移检测控制和偏移修正控制,该偏移检测控制是检测第2工件91相对于机械手2的把持位置的偏移量的控制,该偏移修正控制是对机器人1

的位置进行修正以使根据把持的偏移量来消除把持的偏移量的控制。

[0055] 机器人装置5的控制装置7实施如下控制:对第1工件81的姿势的偏移量进行检测的姿势检测控制;根据通过姿势检测控制而检测出的姿势的偏移量,对机器人1的姿势进行修正以使第2工件91相对于第1工件81的姿势为预定的姿势的姿势修正控制。并且,在第2工件91接近第1工件81之后,机器人装置5的控制装置7实施比接近控制更精密的、对第2工件91相对于第1工件81的位置进行调整的位置调整控制。并且,机器人装置5的控制装置7实施将第2工件的销92a、93a插入到第1工件81的孔部82a、83a的安装控制。

[0056] 图4表示本实施方式中的把持控制、偏移检测控制、以及接近控制的流程图。首先,步骤111和步骤112中,机器人装置5实施把持第2工件91的把持控制。例如,由机器人装置5来把持装载于作业台的第2工件91。

[0057] 图5表示实施把持控制时的第2工件以及机械手的立体图。参照图4和图5,步骤111中,照相机25拍摄第2工件91。这里的示例中,为了把持工件91,工件91的把持部94设定在特征部位。预先确定照相机25拍摄把持部94时的机器人1的位置和姿势。动作控制部43变更为机器人1的位置和姿势,通过照相机25来拍摄把持部94。

[0058] 步骤112中,运算处理部31的特征量检测部32在由照相机25拍摄到的图像中检测把持部94。预先制作从预定的方向进行拍摄时的把持部94的基础图像。使用由照相机25拍摄到的图像和基础图像,通过模板匹配的方法,来对由照相机25拍摄到的图像中的把持部94进行检测。本实施方式中,对由照相机25、26拍摄到的图像设定屏幕坐标系。特征量检测部32对屏幕坐标系中的把持部94的位置进行检测。

[0059] 对屏幕坐标系中的工件91的位置相对于工具坐标系52中的实际的工件的位置进行校准。因此,特征量检测部32可以根据由照相机25拍摄到的图像通过工具坐标系52来计算把持部94的位置。指令生成部35根据把持部94的位置,生成对机器人1的位置和姿势进行变更的移动指令。机器人1变更位置和姿势,通过机械手2对把持部进行把持。

[0060] 另外,把持工件的把持控制可以通过任意的控制来实施。例如,可以预先生成图像中的特征部位的位置相关的雅可比矩阵以及基准图像。雅可比矩阵可以根据以微小量进行了移动时的视觉传感器坐标系的位置偏移来计算机器人的位置。也可以根据由照相机拍摄到的图像中的特征部位的位置、基准图像中的特征部位的位置、以及雅可比矩阵,来变更机器人的位置。

[0061] 接下来,在机器人装置5把持工件91时,有时产生把持的偏移。接下来,步骤113和步骤114中,实施如下偏移检测控制:对第2工件91相对于机械手2的把持的位置的偏移量进行检测。

[0062] 图6表示实施偏移检测控制时的第2工件、机械手、以及固定照相机的立体图。图6所示的示例中,如箭头106所示,第2工件91相对于机械手2的爪部3向下侧偏移。因此,本实施方式中,实施对第2工件91的把持的偏移进行修正的控制。

[0063] 参照图4和图6,在步骤113中,通过固定照相机27来拍摄第2工件91。在这里的示例中,为了对工件91的把持的偏移量进行检测,而在特征部位设定工件91的销92a、93a。动作控制部43为了拍摄工件91而变更机器人1的位置和姿势,以成为动作程序41所设定的位置和姿势。机器人1通过变更位置和姿势,在固定照相机27的拍摄范围27a的内部配置工件91的销92a、93a。接下来,固定照相机27对工件91的销92a、93a进行拍摄。

[0064] 步骤114中,运算处理部31的特征量检测部32在由固定照相机27拍摄到的图像中对销92a、93a进行检测。预先制作从预定的方向进行拍摄时的销92a、93a的基础图像。使用由固定照相机27拍摄到的图像和基础图像,通过模板匹配的方法,对由固定照相机27拍摄到的图像中的销92a、93a进行检测。接下来,特征量检测部32对屏幕坐标系中的销92a、93a的位置进行检测。销92a、93a的位置对应于工件91的位置。

[0065] 对屏幕坐标系53中的工件91的位置相对于工具坐标系52中的实际的工件91的位置进行校准。因此,偏移检测部33可以根据由固定照相机27拍摄到的图像利用工具坐标系52来计算销92a、93a的位置。即,偏移检测部33可以通过工具坐标系52来计算工件91的位置。

[0066] 偏移检测部33计算机械手2中的第2工件91的把持的偏移量。预先确定没有产生工件91的把持的偏移时的工具坐标系52中工件91的基准位置。可以根据该基准位置、以及从固定照相机27拍摄到的图像中检测出的工件91的位置,通过工具坐标系52来计算机械手2中的工件91的位置的偏移量。存储部42存储机械手2中的工件91的位置的偏移量。机械手2中工件91的位置偏移在之后的控制中进行修正。

[0067] 另外,对机械手2中的工件91的位置的偏移量进行检测的偏移检测控制不限于上述方式,可以通过任意的控制来实施。例如,可以使用预先制作出的基准图像和雅可比矩阵,来检测机械手2中的工件91的位置的偏移量。

[0068] 接下来,在步骤115~步骤117中,实施使第2工件91接近第1工件81的接近控制。在本实施方式中,第2工件91朝向第1工件81的方向上工件91的移动速度采用固定速度。图1所示的示例中,机器人1的位置在基准坐标系51的X轴方向上移动的速度采用固定速度。接近控制中,对基准坐标系51的Y轴方向和Z轴方向上工件91的位置进行调整。

[0069] 图7表示进行接近控制时的第1工件、第2工件、以及机械手的局部放大立体图。接近控制中,实施使第2工件91的突出部92、93如箭头101所示那样接近第1工件81的突出部82、83的控制。机器人1根据动作程序41,变更位置和姿势,以便在照相机25的拍摄范围25a的内部配置突出部83。

[0070] 作业员作为实施接近控制的准备作业,而生成第1工件81的基准图像。基准图像是第2工件91相对于第1工件81配置于目标位置时由照相机25拍摄到的图像。此外,基准图像是基于使机械手2在预定的位置把持第2工件91的状态的图像。即,基准图像是基于没有第2工件91的把持偏移的状态的图像。基准图像可以由作业员预先制作,存储在存储部42中。

[0071] 本实施方式的基准图像使用了实际由照相机拍摄到的图像,但是不限于该方式。基准图像例如可以通过CAD(Computer Aided Design)装置等生成机器人装置5和工件81、91的三维数据。可以生成工件91相对于工件81配置于目标位置时的三维数据。可以通过将该三维数据沿着照相机方向对应的方向投影到一个平面,生成基准图像。

[0072] 本实施方式中,预先确定用于对第1工件81的位置进行检测的特征部位。特征部位是对图像进行解析时形状可以检测的部分。特征部位可以采用工件的一部分、在工件表面形成的图案、工件表面所记载的线或者图等。接近控制中,将突出部83的侧面83b确定为特征部位。

[0073] 第1工件81在作为特征部位的突出部83的侧面83b设定有设定点P11。设定点P11设定在突出部83的侧面83b的角。设定点P11的位置相当于工件81的位置。设定点P11设定在用

照相机25拍摄时图像所包含的位置。

[0074] 参照图4和图7,在步骤115中,第1照相机25对第1工件81的特征部位即突出部83的侧面83b进行拍摄。接下来,在步骤116中,实施如下控制:根据由第1照相机25拍摄到的图像来变更机器人1的位置,以使第2工件91接近第1工件81。

[0075] 图8表示使第2工件接近第1工件的控制的流程图。图8的控制相当于图4的步骤116的控制。图9表示接近控制中由第1照相机拍摄到的图像。图9中通过实线来表示由照相机25拍摄到的图像61。此外,为了参考而通过虚线来表示基准图像。由照相机25拍摄到的图像61从基准图像偏移。在接近控制中,变更机器人1的位置,以使照相机25拍摄到的图像与基准图像一致。

[0076] 参照图7~图9,步骤131中,运算处理部31的特征量检测部32对照相机25拍摄到的图像61的特征部位进行检测。作为特征部位的检测方法,可以预先准备成为工件81的基准的基础图像。或者,也可以将基准图像用作基础图像。可以使用基础图像和照相机25拍摄到的图像,通过模板匹配等方法,对照相机25拍摄到的图像中的特征部位进行检测。这里的示例中,对突出部83的侧面83b进行检测。另外,有时第1工件81相对于所希望的姿势倾斜。在第1工件81的姿势的偏移较大时,可以按预定的角度预先制作使第1工件81倾斜的多个基准图像。

[0077] 步骤132中,特征量检测部32对特征部位的位置相关的特征量进行检测。本实施方式中,对照相机25拍摄到的图像61设定屏幕坐标系53。屏幕坐标系53是将图像中任意的点设定为原点时的坐标系。屏幕坐标系53具有相互正交的u轴和v轴。屏幕坐标系53对应于照相机25的视觉传感器坐标系。

[0078] 本实施方式的位置相关的特征量是图像中屏幕坐标系53的u轴的坐标值和v轴的坐标值。特征量检测部32根据照相机25拍摄到的图像61中检测出的特征部位,对设定于特征部位的设定点P11的位置进行检测。即,特征量检测部32作为特征部位的位置相关的特征量而对设定点P11的屏幕坐标系53的坐标值(u_{1m}, v_{1m})进行检测。

[0079] 步骤133中,指令生成部35对照相机25拍摄到的图像61中设定点P11的位置与基准图像中设定点P11的位置之间的相对位置差即相对位置量进行计算。作为基准图像中的第1基准特征量,预先确定设定点P11的屏幕坐标系53的坐标值(u_{1b}, v_{1b})。

[0080] 指令生成部35在各坐标轴中,计算从照相机25拍摄到的图像中设定点P11的坐标值中减去基准图像中设定点P11的坐标值而得的相对位置量。相对位置量作为各u轴和v轴相关的值可以通过 $[(u_{1m}-u_{1b}), (v_{1m}-v_{1b})]$ 来表示。这样,本实施方式中,计算u轴相关的相对位置量以及v轴相关的相对位置量。

[0081] 步骤134中,指令生成部35根据相对位置量来设定机器人1的驱动方法。指令生成部35生成包含基准坐标系51中机器人1的位置的移动方向和移动量的第1移动指令。本实施方式中,预先确定机器人的位置相对于相对位置量的移动方向。通过基准坐标系51来确定机器人1的位置相对于屏幕坐标系53的u轴的正值或者负值的移动方向。

[0082] 并且,预先确定机器人的位置相对于相对位置量的移动量的计算方法。例如,u轴对应的方向上机器人1的位置的移动量,可以采用将预定的系数乘以u轴相关的值($u_{1m}-u_{1b}$)而得的值。此外,v轴对应的方向上机器人1的位置的移动量可以采用将预定的系数乘以v轴相关的值($v_{1m}-v_{1b}$)而得的值。这样,可以在屏幕坐标系53的坐标轴对应的方向上,计

算机器人1的位置的移动量。

[0083] 另外,本实施方式中,实施使工件91缓缓接近工件81的控制。因此,可以根据工件91朝向工件81的方向上机器人1的位置的移动量,改变上述系数。

[0084] 本实施方式中,可以根据u轴相关的相对位置量来计算基准坐标系51中X轴方向的移动量、Y轴方向的移动量、以及Z轴方向的移动量。此外,可以根据v轴相关的相对位置量来计算基准坐标系51中X轴方向的移动量、Y轴方向的移动量、以及Z轴方向的移动量。因此,在基准坐标系51中,有时针对一个坐标轴计算两个移动量(u轴相关的移动量以及v轴相关的移动量)。该情况下,可以不在计算两个移动量的坐标轴的方向上移动机器人1的位置。或者,可以将系数乘以各移动量来计算最终的移动量。或者,也可以采用某一个移动量。

[0085] 接下来,步骤135中,根据机器人1的位置的移动方向和移动量,来驱动机器人1。指令生成部35根据机器人1的位置的移动方向和移动量,生成驱动机器人1的第1移动指令。指令生成部35将第1移动指令发送给动作控制部43。动作控制部43根据移动指令来变更机器人1的位置。

[0086] 这样,指令生成部35可以实施如下控制:根据照相机25拍摄到的图像中的特征量和基准特征量,变更机器人1的位置,以使由特征量检测部32检测出的特征量接近基准图像的特征量。

[0087] 参照图4,在步骤117中,判定工件91是否接近工件81。这里,判定机器人1的位置的移动量是否超过预定的判定值。本实施方式中,判定在工件91朝向工件81的方向上,机器人1的位置在预定的距离是否进行了移动。图1所示的示例中,判定基准坐标系51的X轴方向上,工具末端点在预定的距离是否进行了移动。

[0088] 步骤117中,在机器人1的位置的移动量超过预定的判定值时,结束该控制。步骤117中,在机器人1的位置的移动量为预定的判定值以下时,控制返回到步骤115。并且,重复步骤115~步骤117的控制。这样,可以在第2工件91接近第1工件81之前,重复接近控制。

[0089] 此外,步骤117中,在机器人1的位置的移动量超过预定的判定值时,在第2工件91的突出部93没有足够地接近第1工件81的突出部83时,指令生成部35可以判断为异常。例如,在相对位置量脱离预定的判定范围时,指令生成部35可以实施停止机器人1的控制。

[0090] 本实施方式中,实施使工件91缓缓接近工件81的控制。照相机25拍摄到的图像中特征部位缓缓变大。因此,作业员可以根据工件91朝向工件81的方向上机器人1的位置的移动量来制作多个基准图像。特征量检测部32可以实施如下控制:根据工件91朝向工件81的方向上机器人1的位置的移动量,切换基准图像。或者,可以确定照相机25拍摄到的图像中特征部位的大小相对于基准图像中特征部位的大小的允许范围。并且,在特征部位的大小超过允许范围时,可以实施切换基准图像的控制。

[0091] 图10表示接近控制中第1照相机拍摄到的其他图像。照相机25实际拍摄工件81时,有时根据照射机器人装置5的光的状态而在图像64中出现阴影65。例如,有时出现机器人装置5的构成部件或者配置在机器人装置5周围的物体的阴影65。特别是,由于机器人1的上部臂部11和下部臂部12等臂部、或者配置在机器人装置5的周围的栅栏等而产生阴影65。

[0092] 阴影65在照相机25拍摄到的图像中时而出现时而不出现,有这样的情况。例如,在配置有机器人装置5的工厂有窗户时,根据时间的不同,太阳光有时从窗户射入有时不射入。此外,有时照相机25拍摄到的图像的阴影65的位置发生变化。例如,有时从工厂的窗户

射入的太阳光角度变化,由此图像64中阴影65的位置发生变化。

[0093] 或者,本实施方式中,根据由传送带75搬运的工件81的位置,机器人1的位置和姿势发生变化。在从机器人装置5的侧方通过聚光灯等照射辅助光时,根据由传送带75搬运的工件81的位置,在图像64中阴影65有时出现有时不出现。此外,有时图像64中阴影65的位置发生变化。

[0094] 图8的步骤131中,运算处理部31的特征量检测部32因阴影65的位置变化,有时无法对照相机25拍摄到的图像64中的特征部位进行检测。或者,有时因阴影65使得特征部位的部分变暗,特征量检测部32无法检测图像64中的特征部位。

[0095] 因此,作业员可以根据照射到机器人装置5的光的各种状态预先准备多个基础图像或者基准图像。这里,列举基准图像为例进行说明。例如,作业员可以预先制作太阳光从工厂窗户射入的角度缓缓变化时的多个基准图像。或者,在从机器人装置5的侧方照射辅助光时,作业员可以预先制作缓缓变更了因传送带75的搬运而变化的工件81的位置时的多个基准图像。

[0096] 作业员可以预先确定机器人1相对于工件81的相对位置和相对姿势,制作缓缓地变更了照射到机器人装置5的光的状态或者工件81的位置的多个基准图像。即,作业员生成阴影状态发生变化的多个基准图像。多个基准图像中,阴影65时而出现时而不出现。或者,多个基准图像中,阴影65的位置缓缓变化。多个基准图像可以存储在存储部42中。

[0097] 特征量检测部32选定多个基准图像中的一个基准图像。可以预先确定从多个基准图像中选定一个基准图像的顺序。特征量检测部32判定是否可以检测出照相机25拍摄到的图像64的特征部位。特征量检测部32在判定为可以检测出图像64的特征部位时,采用从该基准图像中检测出的特征部位。特征量检测部32在判定为无法检测出图像64的特征部位时,选定下一基准图像,判定是否可以检测照相机25拍摄到的图像64的特征部位。这样,特征量检测部32可以实施变更基准图像的控制,直到可以检测出图像64的特征部位。

[0098] 作为是否可以检测出特征部位的判定控制,可以采用任意的控制。例如,特征量检测部可以计算表示照相机拍摄到的图像与基准图像类似程度的类似度。本实施方式中,通过模板匹配的方法来进行特征部位的检测。特征量检测部一边相对于照相机拍摄到的图像缓缓改变基准图像的位置,一边计算两个图像中的亮度(像素值)之差的平方和。可以将该平方和用作两个图像的类似度。该情况下,可以判定为该平方和的值越小两个图像越是类似。

[0099] 或者,作为两个图像的类似度,可以计算两个图像相关的归一化互相关函数。该情况下,函数值越是接近1两个图像越是类似。特征量检测部在两个图像相关的类似度是预定的判定范围内时,可判定为能检测特征部位。或者,特征量检测部也可以代替类似度而计算表示两个图像不同的程度的差异度。

[0100] 特征量检测部32在可以检测图像64的特征部位时,可根据图像64的特征部位来检测特征量。这样,在照相机25拍摄到的图像64中包含阴影65时,可以对特征部位进行检测。即使照射到机器人装置5的光的状态发生变化,也可以检测特征部位。

[0101] 另外,特征量检测部32在所有基准图像中特征部位都无法检测时,指令生成部35可以进行停止机器人装置5的控制。或者,特征量检测部32也可以选定多个基准图像中最类似的基准图像来检测特征量。

[0102] 上述实施方式中,接近控制中,生成考虑了阴影影响的多个基准图像,但是不限于该方式。在对照相机拍摄到的图像中特征部位进行检测的任意控制中可以实施使用包含上述阴影的多个基准图像或者基础图像的控制。例如,可以将使用了包含阴影的多个基准图像或者基础图像的控制应用于把持控制、偏移检测控制、以及后述的位置调整控制。

[0103] 接下来,对第2工件接近了第1工件后的控制进行说明。图11表示本实施方式中的姿势检测控制、姿势修正控制、偏移修正控制、位置调整控制、以及安装控制的流程图。图12表示本实施方式中的接近控制结束时的第1工件、第2工件以及机械手的放大立体图。通过实施接近控制,第2工件91的销92a、93a接近第1工件81的孔部82a、83a。

[0104] 参照图11和图12,在步骤121~步骤123中,机器人装置5的控制装置7修正机器人1的姿势,以使第2工件91相对于第1工件81的姿势为预定的姿势。优选的是,第1工件81固定于传送带75以使姿势为预定的姿势。例如,优选的是,第1工件81固定于传送带75以使孔部82a与孔部83a在铅直方向上排列。但是,有时第1工件81的姿势从所希望的姿势偏移。因此,本实施方式中,实施使第2工件91的姿势与第1工件81的姿势相符合的控制。

[0105] 步骤121和步骤122中,实施对第1工件81的姿势的偏移量进行检测的姿势检测控制。步骤121中,通过第1照相机25和第2照相机26来拍摄第1工件81。在第1工件81中预先确定用于对第1工件81的姿势进行检测的特征部位。作为照相机25拍摄的图像中的特征部位,而设定突出部83的侧面83b。作为照相机26拍摄的图像中的特征部位,而设定突出部82的上表面82b。照相机25、26对各特征部位进行拍摄。

[0106] 步骤122中,姿势检测部34检测第1工件81的姿势。本实施方式中,预先制作由一个照相机拍摄的图像相关的特征部位的基础图像。此外,预先生成第1工件81的姿势按微小的角度变化时的多个基础图像。将各基础图像与基础图像对应的第1工件81的姿势一起存储在存储部42中。即,将第1工件81的姿势与基础图像关联起来进行存储。

[0107] 姿势检测部34取得第1照相机25拍摄到的图像。姿势检测部34通过模板匹配的方法,选定与照相机25拍摄到的图像中突出部83的侧面83b的图像最一致的基础图像。为了将第1工件81的姿势与基础图像关联起来进行存储,姿势检测部34可以对第1工件81的姿势进行检测。这样的第1工件81的姿势可以通过基准坐标系51的坐标值来进行检测。

[0108] 此外,对于第2照相机26拍摄的图像,也可以预先制作包含使第1工件81的姿势变化时的突出部82的上表面82b的多个基础图像。姿势检测部34通过与第1照相机25拍摄到的图像的处理一样的处理,可以对第1工件81的姿势进行检测。

[0109] 姿势检测部34根据从照相机25拍摄的图像中取得的姿势、以及从照相机26拍摄的图像中取得的姿势,检测最终的第1工件81的姿势。从各照相机25、26的图像中检测的第1工件81的姿势,例如可以通过基准坐标系51中W轴的坐标值、P轴的坐标值、R轴的坐标值来表示。在将系数乘以从照相机25的图像中计算的坐标值和从照相机26的图像中检测的坐标值之后,姿势检测部34可以针对各坐标轴进行加法运算。或者,可以对W轴、P轴以及R轴每一个坐标轴,采用从某一个照相机的图像中取得的坐标值。

[0110] 本实施方式中的姿势检测控制中,根据多个照相机25、26的图像来检测第1工件81的姿势。因此,与根据一个照相机的图像来检测工件姿势的控制相比,可以准确地检测工件的姿势。

[0111] 接下来,步骤123中,实施对机器人1的姿势进行修正的姿势修正控制。指令生成部

35根据从照相机25、26的图像中计算出的第1工件81的姿势,来修正机器人1的姿势。姿势修正控制中,对机器人1的姿势进行修正,以使第2工件91相对于第1工件81的姿势为预定的姿势。指令生成部35生成对机器人1的姿势进行修正的移动指令,以使销92a和销93a排列的方向与孔部82a和孔部83a排列的方向彼此平行。接近控制中为了预先确定机器人1的姿势,而预先确定第2工件91的姿势。指令生成部35根据第1工件81的姿势,生成对机器人1的姿势进行修正的移动指令。动作控制部43根据指令生成部35的移动指令来修正机器人的姿势。

[0112] 通过实施姿势修正控制,即使在第1工件81相对于所希望的姿势倾斜时,可以修正第2工件91相对于第1工件81的姿势。可以在接近控制之后实施本实施方式的姿势修正控制。此外,可以在位置调整控制之前实施姿势修正控制。

[0113] 也可以根据多个照相机25、26中的一个照相机拍摄的图像来实施姿势检测控制和姿势修正控制。或者,可以在将第1工件81调整成所希望的方向时,不实施姿势修正控制。并且,可以在不实施姿势修正控制时,在实施位置调整控制之前,根据通过姿势检测控制检测出的姿势的偏移量来判定第2工件相对于第1工件的姿势是否处于预定的允许范围内。在第2工件相对于第1工件的姿势脱离预定的允许范围时,运算处理部31判定为异常,可以停止机器人装置5。并且,在将第1工件81调整成所希望的方向,不用判定第2工件91相对于第1工件81的姿势是否处于预定的允许范围内时,可以不实施姿势检测控制和姿势修正控制。

[0114] 接下来,在步骤124和步骤125中,机器人装置5的控制装置7实施如下偏移修正控制:对把持第2工件91时的把持偏移进行修正。步骤124中,指令生成部35从存储部42中取得通过图4的步骤113和步骤114中的偏移检测控制而检测出的偏移量。

[0115] 步骤125中,指令生成部35根据把持的偏移量,生成对机器人1的位置进行修正的移动指令,以便消除把持的偏移量。指令生成部35生成移动指令,该移动指令用于使机械手2向第2工件91相对于机械手2偏移的方向的相反侧移动。图12所示的示例中,如箭头102所示那样,指令生成部35生成使机械手2向上侧移动的移动指令。可以对应于偏移量来计算机器人1的移动量。动作控制部43根据指令生成部35的移动指令来修正机器人1的位置。

[0116] 通过实施偏移修正控制,可以对通过机械手2来把持第2工件91时产生的偏移进行修正。可以在接近控制之后实施偏移修正控制。此外,可以在位置调整控制之前实施偏移修正控制。

[0117] 另外,在机械手把持第2工件时,在第2工件被把持在机械手的预定的位置的情况下,可以不实施偏移检测控制和偏移修正控制。并且,在不实施偏移检测控制和偏移修正控制的情况下,可以在实施位置调整控制之前,判定第2工件相对于第1工件的位置是否处于预定的允许范围内。在第2工件相对于第1工件的位置脱离预定的允许范围的情况下,运算处理部31可以判定为异常,而停止机器人装置5。

[0118] 接下来,在步骤126~步骤128中,实施如下的位置调整控制:相对于第1工件81的位置调整第2工件91的位置。在第2工件91接近第1工件81后实施位置调整控制。位置调整控制中,根据第1照相机25拍摄到的图像和第2照相机26拍摄到的图像来调整第2工件91相对于第1工件81的位置。位置调整控制中,比接近控制更高精度地使第2工件91与第1工件81对位。

[0119] 接近控制结束后,第1工件81的突出部83接近第2工件91的突出部93。此外,第2工件91的突出部92接近第1工件81的突出部82。因此,可以通过照相机26来拍摄突出部82和突

出部92。

[0120] 对于照相机25拍摄的图像,为了进行位置调整控制,作为第1工件81的第1特征部位,而预先确定突出部83的侧面83b。此外,为了进行位置调整控制,作为第2工件91的第2特征部位,而预先确定突出部93的侧面93b。在照相机25的拍摄范围25a的内部配置侧面83b和侧面93b。此外,对于照相机26拍摄的图像,为了进行位置调整控制,作为第1工件81的第3特征部位,而预先确定突出部82的上表面82b。此外,为了进行位置调整控制,作为第2工件91的第4特征部位,而预先确定突出部92的上表面92b。在照相机26的拍摄范围26a的内部配置上表面82b和上表面92b。

[0121] 位置调整控制中,对各工件81、91设定特征部位。本实施方式的位置调整控制中,根据一个图像所包含的多个特征部位,来调整工件91相对于工件81的位置。

[0122] 在步骤126中,第1照相机25对突出部83的侧面83b和突出部93的侧面93b进行拍摄。第2照相机26对突出部82的上表面82b和突出部92的上表面92b进行拍摄。

[0123] 接下来,在步骤127中,实施如下控制:使第2工件91与第1工件81精密对位。图13表示使第2工件与第1工件精密对位的控制的流程图。图13所示的控制相当于图11的步骤127中的控制。

[0124] 图14表示位置调整控制中第1照相机拍摄到的图像。参照图12~图14,在步骤141中,特征量检测部32在图像62中对第1工件81的第1特征部位进行检测。这里,特征量检测部32通过模板匹配的方法,对突出部83的侧面83b进行检测。

[0125] 在步骤142中,特征量检测部32对第1特征部位的第1特征量进行检测。突出部83的侧面83b设定有设定点P12。特征量检测部32对设定点P12进行检测。特征量检测部32检测屏幕坐标系53中设定点P12的坐标值(u_{12m}, v_{12m})作为第1特征量。

[0126] 在步骤143中,特征量检测部32在图像62中对第2工件91的第2特征部位进行检测。这里,特征量检测部32通过模板匹配的方法,对突出部93的侧面93b进行检测。突出部93的侧面93b设定有设定点P22。步骤144中,特征量检测部32检测屏幕坐标系53中设定点P22的坐标值(u_{22m}, v_{22m})作为第2特征量。

[0127] 在步骤145~步骤147中,指令生成部35根据第1特征量和第2特征量,来计算机器人1的位置的移动方向和移动量。指令生成部35计算机器人1的位置的移动方向和移动量,以使销93a配置在孔部83a的正上方。在步骤145中,指令生成部35将第1特征量与第2特征量之差计算为相对位置量。照相机25拍摄到的图像62中的相对位置量是第1特征量的坐标值与第2特征量的坐标值之差($u_{12m} - u_{22m}, v_{12m} - v_{22m}$)。指令生成部35计算第1特征量相对于第2特征量的相对位置量。

[0128] 图15表示位置调整控制中第1照相机拍摄到的图像对应的基准图像。基准图像66可以预先制作。基准图像66中,在孔部83a的正上方配置销93a。预先计算基准图像66中第1特征量相对于第2特征量的相对位置量。或者,指令生成部35可以根据基准图像66来计算第1特征量相对于第2特征量的相对位置量。第1特征量的坐标值与第2特征量的坐标值之差,可以使用设定点P12和设定点P22的屏幕坐标系53的坐标值,通过($u_{12b} - u_{22b}, v_{12b} - v_{22b}$)来表示。

[0129] 接下来,在步骤146中,指令生成部35对照相机25拍摄到的图像62中的相对位置量与基准图像66中的相对位置量之差即相对位置量之差进行计算。本实施方式中,指令生成

部35计算从照相机25拍摄到的图像62中的相对位置量中减去基准图像66中的相对位置量而得的相对位置量之差。相对位置量之差作为各u轴和v轴相关的值可以通过 $[(u12m-u22m)-(u12b-u22b), (v12m-v22m)-(v12b-v22b)]$ 来表示。这样,本实施方式中,计算u轴相关的相对位置量之差和v轴相关的相对位置量之差。

[0130] 接下来,在步骤147中,指令生成部35根据相对位置量之差来设定机器人1的驱动方法。指令生成部35设定基准坐标系51中机器人1的位置的移动方向和移动量。本实施方式中,预先确定机器人位置相对于相对位置量之差的移动方向。通过基准坐标系51来确定机器人1的位置相对于屏幕坐标系53的u轴的正值或者负值的移动方向。

[0131] 并且,预先确定机器人1的位置相对于相对位置量之差的移动量的计算方法。例如,u轴对应的方向上机器人1的位置的移动量,可以采用将预定的系数乘以u轴相关的值 $((u12m-u22m)-(u12b-u22b))$ 而得的值。此外,v轴对应的方向上机器人1的位置的移动量,可以采用将预定的系数乘以v轴相关的值 $((v12m-v22m)-(v12b-v22b))$ 而得的值。这样,可以在屏幕坐标系53的各轴对应的方向上计算机器人1的位置的移动量。

[0132] 本实施方式中,根据u轴相关的相对位置量之差,来计算基准坐标系51中X轴方向的移动量、Y轴方向的移动量、以及Z轴方向的移动量。此外,还根据v轴相关的相对位置量之差,来计算基准坐标系51中的X轴方向的移动量、Y轴方向的移动量、以及Z轴方向的移动量。因此,基准坐标系51中,有时对一个轴计算两个移动量(u轴相关的移动量以及v轴相关的移动量)。该情况下,可以不在计算两个移动量的轴方向上移动机器人1的位置。或者,可以将系数乘以各移动量来计算最终的移动量。或者,也可以采用某一个移动量。这样,根据第1照相机25拍摄到的图像来计算机器人的位置的移动方向和移动量。

[0133] 接下来,在步骤148~步骤154中,可以对第2照相机26拍摄到的图像,实施与第1照相机25拍摄到的图像的处理一样的处理。

[0134] 图16表示在位置调整控制中由第2照相机拍摄到的图像。在作为第1工件81的第3特征部位的突出部82的上表面82b,设定有设定点P13。在作为第2工件91的第4特征部位的突出部92的上表面92b,设定有设定点P23。

[0135] 在步骤148中,特征量检测部32对第1工件81的第3特征部位即突出部82的上表面82b进行检测。在步骤149中,特征量检测部32检测屏幕坐标系53中设定点P13的坐标值作为第3特征部位相关的第3特征量。在步骤150中,特征量检测部32对第2工件91的第4特征部位即突出部92的上表面92b进行检测。在步骤151中,特征量检测部32检测屏幕坐标系53中设定点P23的坐标值作为第4特征部位相关的第4特征量。

[0136] 图17表示位置调整控制中第2照相机拍摄到的图像对应的基准图像。基准图像67中,在孔部82a的正上方配置销92a。在步骤152~步骤154中,指令生成部35根据第3特征量和第4特征量来计算机器人1的位置的移动方向和移动量。

[0137] 在步骤152中,指令生成部35计算第3特征量相对于第4特征量的相对位置量。在步骤153中,指令生成部35计算基准图像67与第2照相机26拍摄到的图像相关的相对位置量之差。在步骤154中,根据相对位置量之差来计算机器人位置的移动方向和移动量。

[0138] 接下来,在步骤155中,指令生成部35根据基于第1照相机25的图像62的机器人1的位置的移动方向和移动量、以及基于第2照相机26的图像63的机器人1的位置的移动方向和移动量,来设定最终的机器人1的位置的移动方向和移动量。可以通过基准坐标系51来计算

机器人1的位置的移动方向和移动量。

[0139] 关于第1照相机25拍摄到的图像62,主要可以调整基准坐标系51中Y轴方向和Z轴方向的位置。关于第2照相机26拍摄到的图像63,主要可以调整基准坐标系51中X轴方向和Y轴方向的位置。因此,对于机器人1的位置在Z轴方向上的移动,可以采用从第1照相机25拍摄到的图像62中取得的移动量。对于机器人1的位置在X轴方向上的移动,可以采用从第2照相机26拍摄到的图像63中取得的移动量。对于机器人1的位置在Y轴方向上的移动,可以对基于第1照相机25的图像的移动量和基于第2照相机26的图像的移动量乘以系数并进行加法运算。例如,可以将从照相机25的图像中取得的移动量与从照相机26的图像中取得的移动量平均化。这样,可以设定最终的机器人的驱动方法。

[0140] 接下来,在步骤156中,指令生成部35可以根据最终的机器人的移动方向和移动量来生成第2移动指令。动作控制部43可以根据第2移动指令来变更机器人的位置和姿势。

[0141] 上述位置调整控制中,实施根据第1照相机拍摄到的图像和第2照相机拍摄到的图像进行对位的控制,但是不限于该方式。也可以实施如下控制:不使用多个照相机的图像,而是根据一个照相机的图像来精密地对位。例如,也可以根据从第1照相机的图像中计算出的相对位置量之差来驱动机器人。

[0142] 此外,上述位置调整控制中,在各照相机拍摄到的图像中,根据与基准图像的相对位置量之差来计算机器人的移动量,但是不限于该方式。也可以根据第1照相机的图像和第2照相机的图像,实施任意的控制。例如,可以通过预先进行校准的方法,对各照相机拍摄到的图像所包含的特征部位的三维位置进行检测。并且,还可以计算机器人的移动方向和移动量,使得将第2工件的特征部位相对于第1工件的特征部位配置在所希望的位置。

[0143] 参照图11,接下来在步骤128中,判定第2工件91的位置相对于第1工件81的位置是否处于判定范围内。该控制可以通过任意的控制来进行判定。例如,通过照相机25对第1特征部位与第2特征部位进行拍摄。特征量检测部32对第1特征量与第2特征量进行检测。接下来,运算处理部31计算第1特征量与第2特征量之差即相对位置量。相对位置量可以对屏幕坐标系53的每个坐标轴来进行计算。运算处理部31判定各相对位置量是否处于预定的判定值范围内。同样地,通过照相机26对第3特征部位与第4特征部位进行拍摄来检测第3特征量和第4特征量。然后,运算处理部31判定第3特征量与第4特征量之差即相对位置量是否处于预定的判定范围内。

[0144] 在照相机25的图像中的相对位置量以及照相机26的图像中的相对位置量处于判定范围内时,可以判定为第2工件91的位置相对于第1工件81的位置处于判定范围内。

[0145] 在步骤128中,在第2工件的位置相对于第1工件的位置脱离判定范围时,控制返回到步骤126。通过重复步骤126~步骤128的控制,可以实施第2工件81相对于第1工件91的精密对位。或者,本实施方式的位置调整控制中,根据各照相机的图像来计算相对位置量之差。运算处理部在实施步骤127的精密对位的控制(参照图13)时,可以判定相对位置量之差是否处于预定的判定值范围内。在相对位置量之差脱离预定的判定值范围时可以驱动机器人。

[0146] 图18表示位置调整控制结束时的第1工件、第2工件以及机械手的放大立体图。通过实施位置调整控制,可以在孔部82a的正上方配置销92a。此外,可以在孔部83a的正上方配置销93a。

[0147] 参照图11,在步骤128中,在第2工件91的位置相对于第1工件81的位置处于判定范围内时,控制向步骤129转移。步骤129中,实施将第2工件91安装到第1工件81的安装控制。

[0148] 参照图18,在安装控制中,实施如下控制:相对于第1工件81,如箭头105所示那样,降低第2工件91。这里的示例中,指令生成部35将向铅直方向的下侧(销92a与销93a排列的方向)移动机器人1的位置的移动指令发送给动作控制部43。动作控制部43驱动机器人1使得降低第2工件91。

[0149] 另外,在安装控制中,可以检测施加在机器人或者机械手的力或者力矩,进行销92a、93a的插入。例如,可以在机器人1的凸缘16与机械手2之间配置力传感器。可以通过力传感器来检测施加在机械手的力和力矩。并且,还可以实施如下控制:调整机器人1的位置和姿势,以使施加在机械手的力和力矩变小。

[0150] 图19表示安装控制结束时的第1工件、第2工件以及机械手的放大立体图。参照图18和图19,对第1工件81的孔部82a、83a插入第2工件91的销92a、93a。这样,可以实施对第1工件81安装第2工件91的控制。

[0151] 本实施方式的接近控制中,根据第1视觉传感器拍摄到的图像,粗略地实施第2部件的位置调整。并且,位置调整控制中,根据第1视觉传感器拍摄到的图像和第2视觉传感器拍摄到的图像,精密地实施第2部件的位置调整。因此,短时间就能调整第2部件的位置。并且,可以准确地调整第2部件的位置。

[0152] 此外,本实施方式的第1视觉传感器和第2视觉传感器是二维照相机。因此,与采用三维照相机的情况相比,以简易的结构就能调整工件的位置。另外,二维照相机有时无法自动调整焦点。该情况下,优选的是,调整成在位置调整控制中使二维照相机对焦。

[0153] 本实施方式中,传送带75搬运第1工件81。在第1工件81被传送带75搬运的期间中,通过重复实施接近控制或位置调整控制,可以一边使第2工件91追随第1工件81,一边相对于第1工件81调整第2工件91的位置。

[0154] 并且,本实施方式中,预先确定传送带75搬运的第1工件81的移动方向和移动速度。机器人控制装置4可以实施如下前馈控制:与传送带75搬运的工件81的移动相符地变更机器人1的位置。本实施方式中,工件81以固定的移动速度进行移动。另外,有时不预先确定搬运机搬运第1工件的移动方向和移动速度。该情况下,指令生成部例如可以从最近的第1工件的移动方向和移动速度推定将来的移动方向和移动速度,或根据预先学习到的移动方向和移动速度的变化模式来推定将来的移动方向和移动速度。

[0155] 指令生成部35根据传送带75搬运的工件81的移动方向和移动速度,来计算机器人1的位置的移动方向和移动量。指令生成部35针对通过传送带75进行移动的第1工件81的位置,计算机器人1的位置追随的机器人1的位置的移动方向和移动速度。例如,指令生成部35计算移动方向,使得机器人1的工具末端点向工件81的移动方向移动。指令生成部35计算机器人1的工具末端点在与工件81的移动方向相同的方向上,以与工件81相同的移动速度移动的移动量。指令生成部35除了实施基于传送带75的搬运的机器人1的位置的移动方向和移动量的控制,还可以实施变更上述机器人1的位置和姿势的控制。例如,可以在进行上述接近控制、姿势检测控制、姿势修正控制、偏移修正控制、位置调整控制、以及安装控制的期间中,实施前馈控制。

[0156] 通过进行该控制,可以通过前馈控制来实施传送带75搬运的第1工件81的移动相

关的机器人1的位置和姿势的变更。在接近控制等中,因为可以修正第2工件91相对于第1工件81的相对位置和姿势的偏移,因此能高精度地修正第2工件91相对于第1工件81的位置和姿势。

[0157] 上述实施方式中,通过传送带搬运作为对位对象的第1部件。即,实施第2部件的对位,以追随通过搬运机进行移动的第1部件,但是不限于该方式。第1部件也可以静止。例如,在将第2工件相对于固定在作业台的第1工件对位时,可以应用本实施方式的控制。

[0158] 在第1部件静止时,不需要实施上述的前馈控制。此外,作为结束接近控制的时间,可以预先设定使第2部件接近第1部件时的机器人的移动量的判定值。可以在机器人的移动量超过判定值时结束接近控制。或者,也可以判定第2部件是否接近第1部件预定的距离,在第2部件接近了第1部件时结束接近控制。

[0159] 上述实施方式中,由机械手2支承作为第1视觉传感器的照相机25以及作为第2视觉传感器的照相机26,但是不限于该方式。也可以由机器人支承第1视觉传感器。此外,也可以由机器人支承第2视觉传感器。例如,第1视觉传感器和第2视觉传感器也可以形成为由机器人的凸缘支承,位置和姿势与机械手一起发生变化。

[0160] 本实施方式的检测把持偏移的辅助传感器是二维照相机,但是不限于该方式。第2工件91的把持的偏移量可以通过任意的方法来进行检测。例如,辅助传感器可以是三维照相机。可以通过采用三维照相机,对机械手的位置和第2工件的位置进行检测。并且,可以根据机械手的位置以及第2工件的位置,对第2工件的把持的偏移量进行检测。

[0161] 上述实施方式中,列举进行组装产品的作业的机器人装置为例,但是不限于该方式。可以将本实施方式的控制装置应用于进行部件的搬运的任意机器人装置。此外,本实施方式的第1部件是工件,但是不限于该方式。第1部件可以采用机器人装置进行作业的任意部件。例如,机器人装置可以实施如下作业:将由机械手把持的工件收纳到容器的预定的位置。该情况下,第1部件相当于收纳工件的容器。此外,本实施方式的第2部件是工件,但是不限于该方式。第2部件可以采用任意部件。例如,第2部件可以是对第1部件进行作业的装置等。

[0162] 上述实施方式可以适当组合。此外,上述各控制中,在不改变功能和作用的范围内可以适当变更步骤的顺序。

[0163] 根据本公开的一方式,提供一种机器人装置的控制装置,可以在机器人搬运了部件后进行准确的对位。

[0164] 上述各图中,对相同或等同的部分标注了相同的符号。另外,上述实施方式只是示例而并不限定发明。此外,实施方式中还包含权利要求书所示的实施方式的变更。

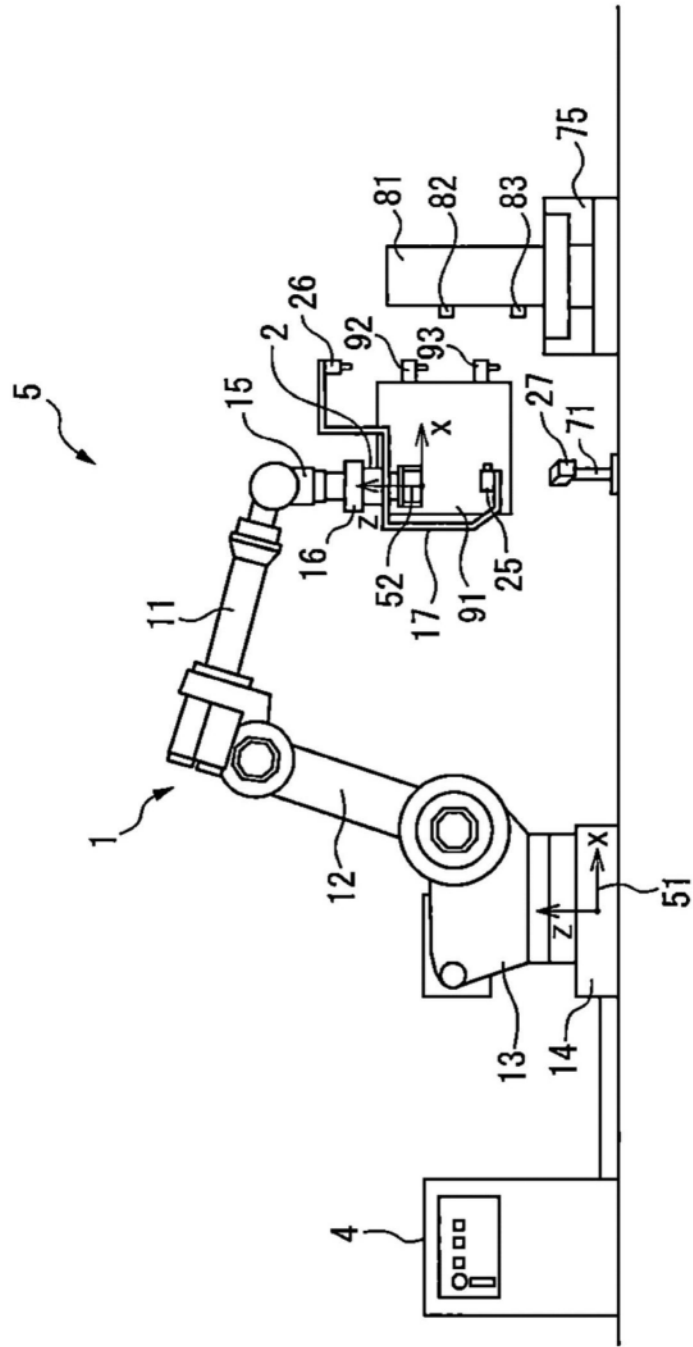


图1

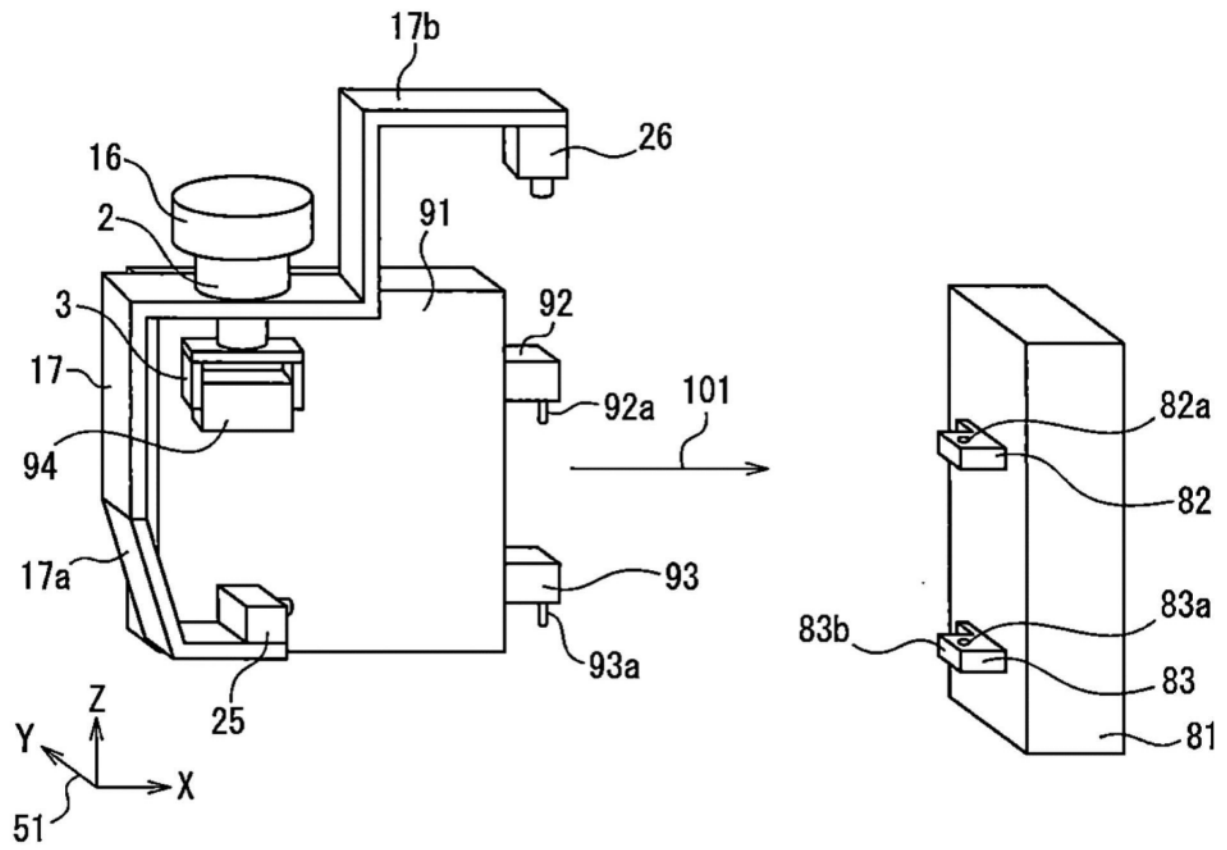


图2

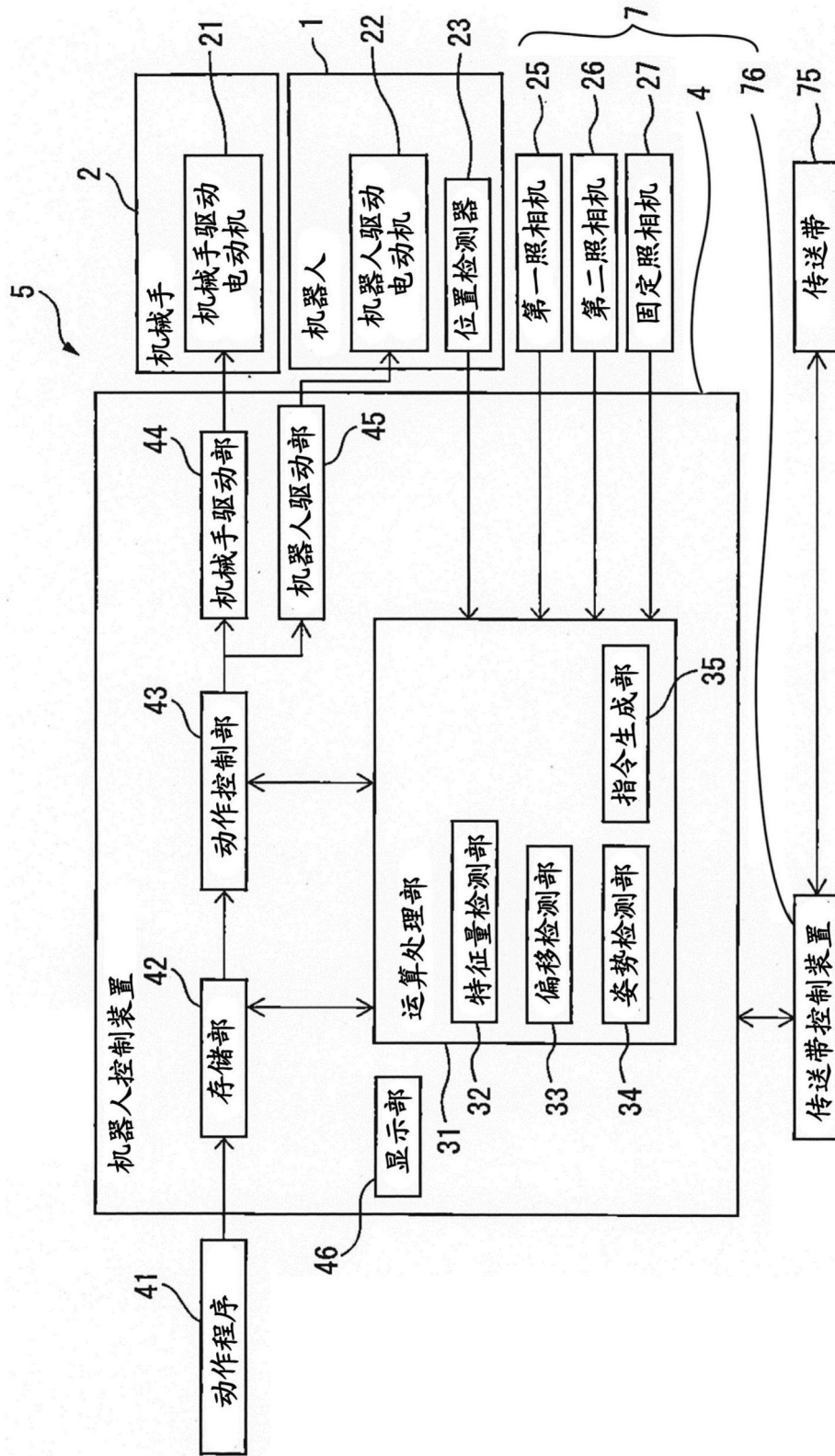


图3

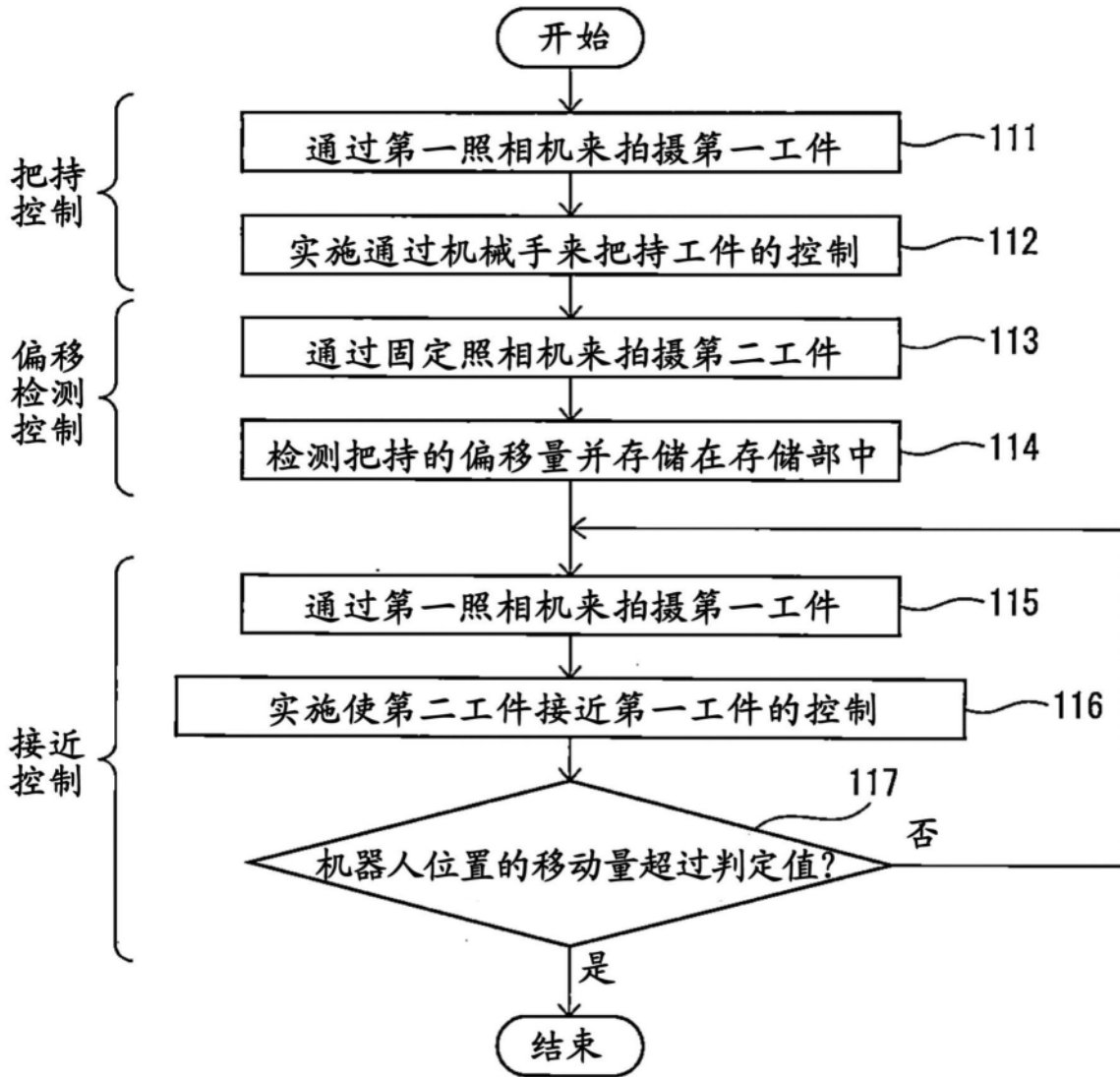


图4

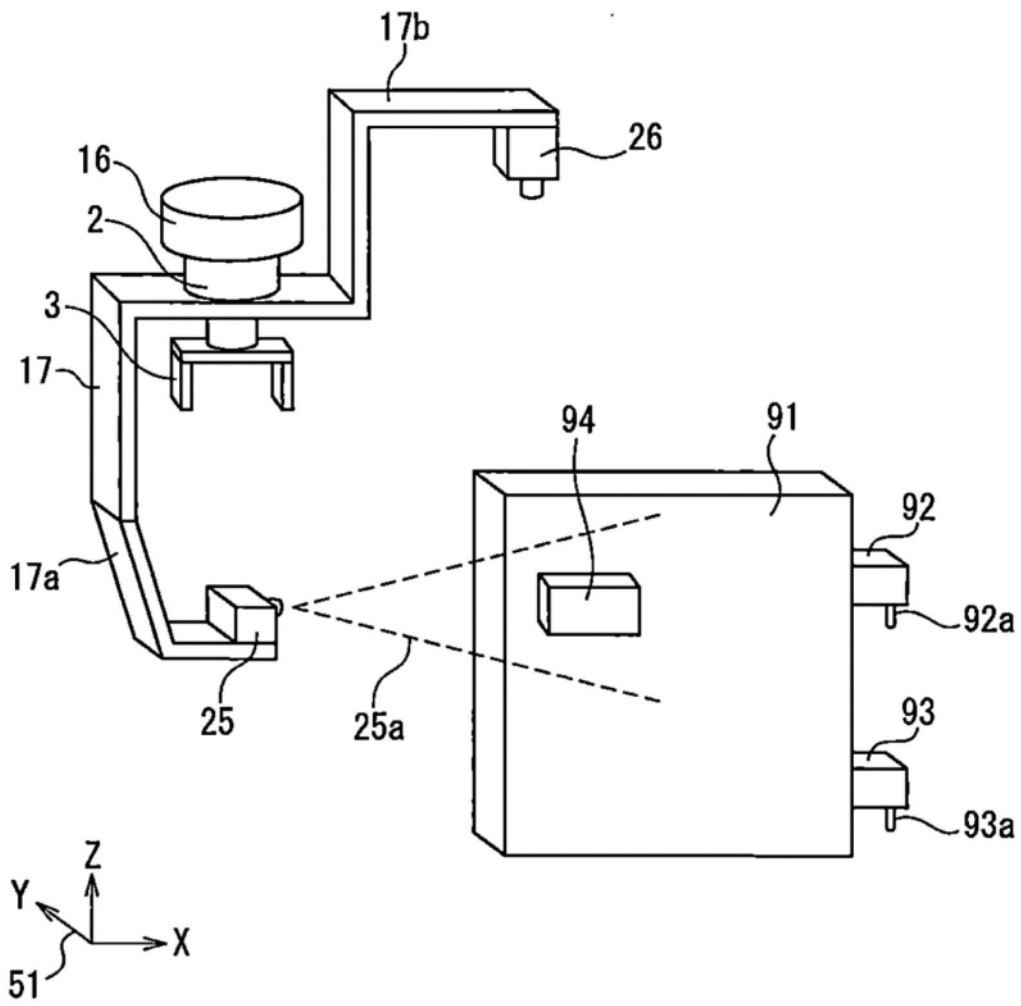


图5

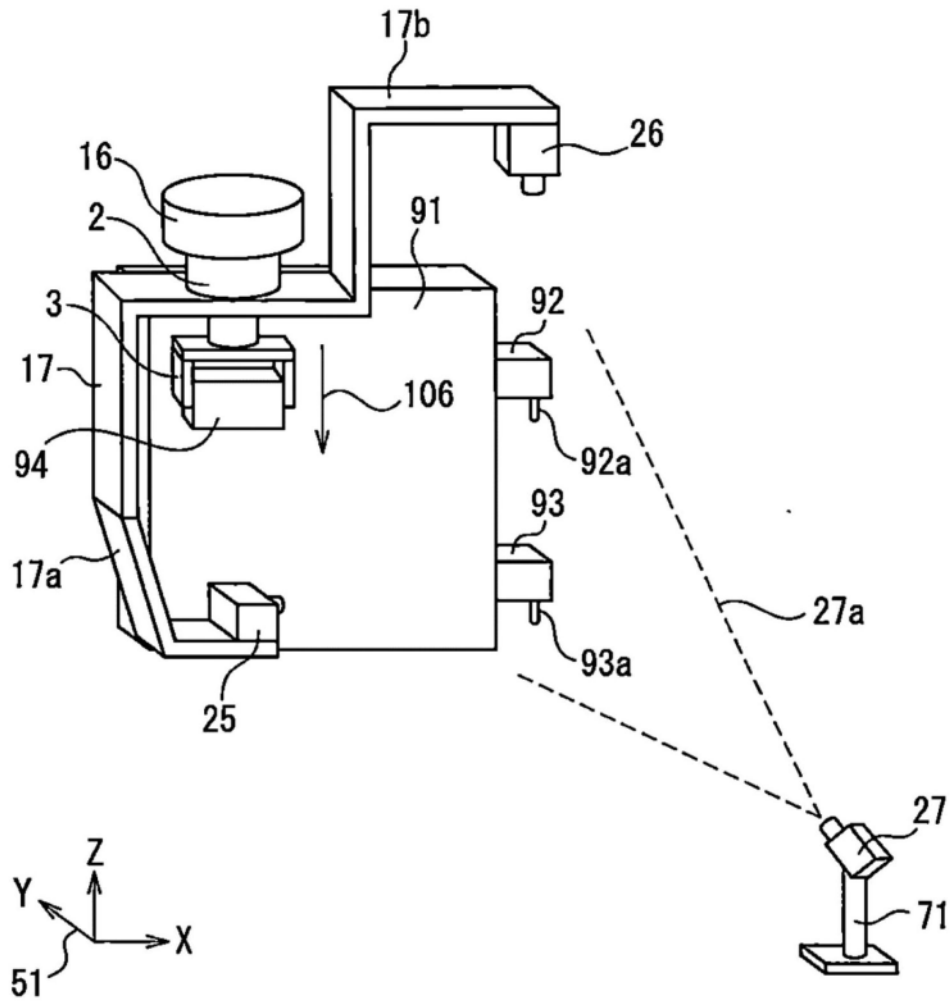


图6

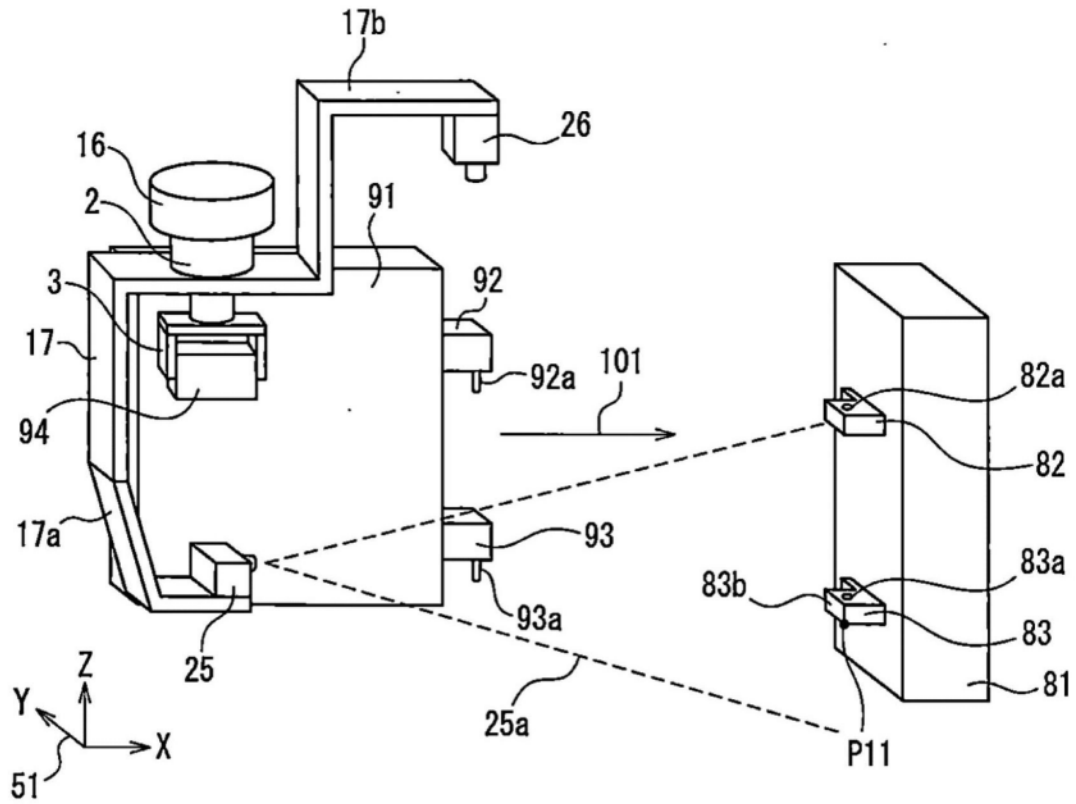


图7

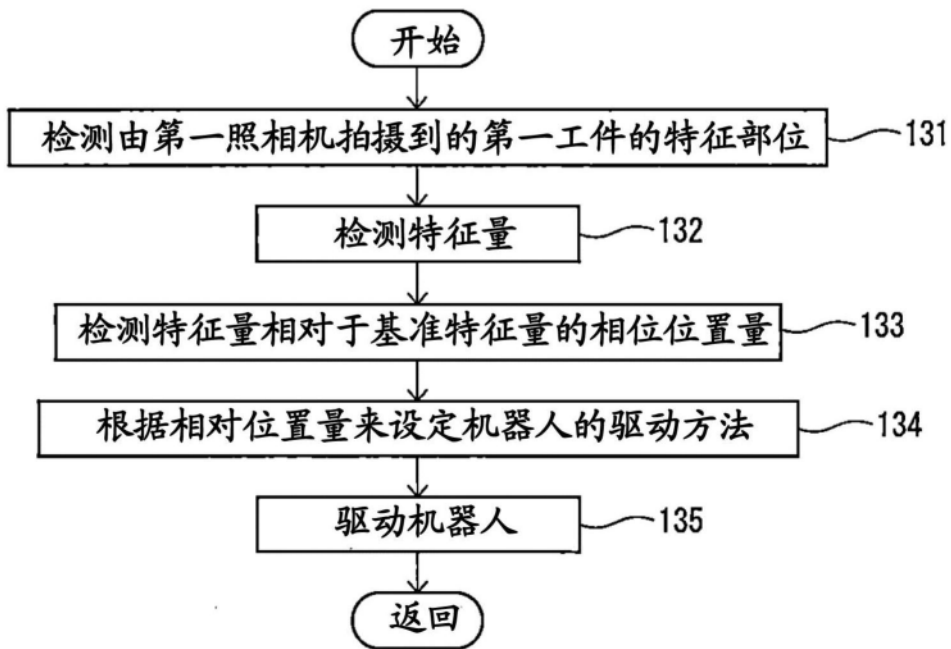


图8

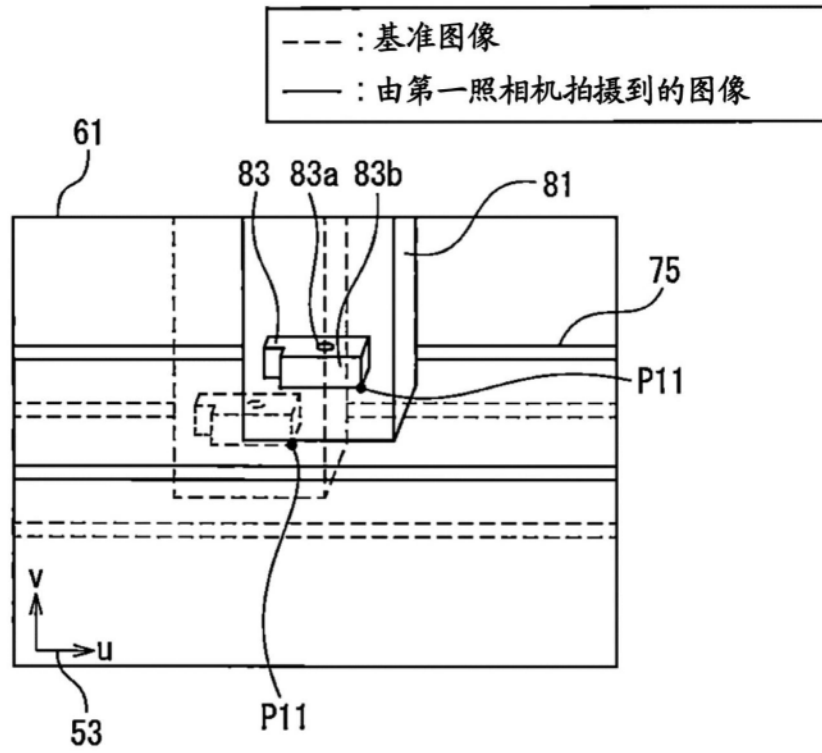


图9

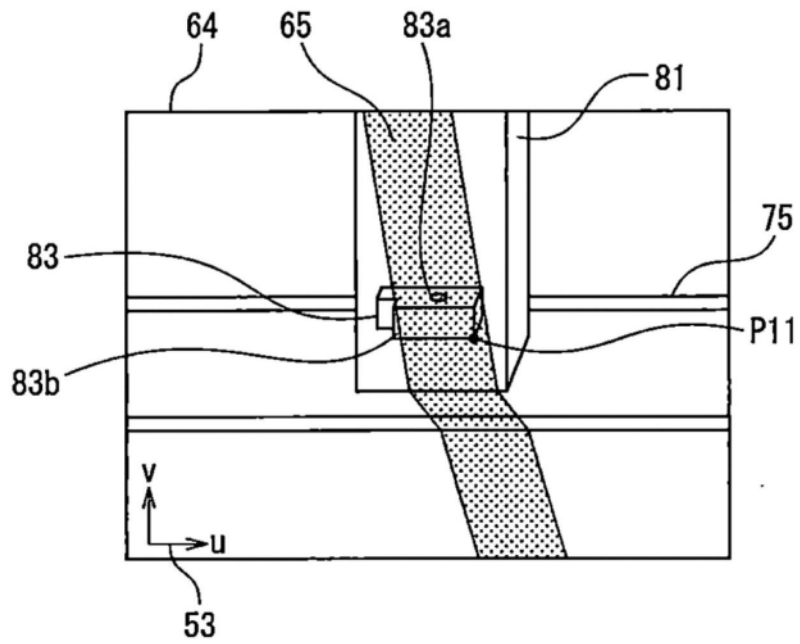


图10

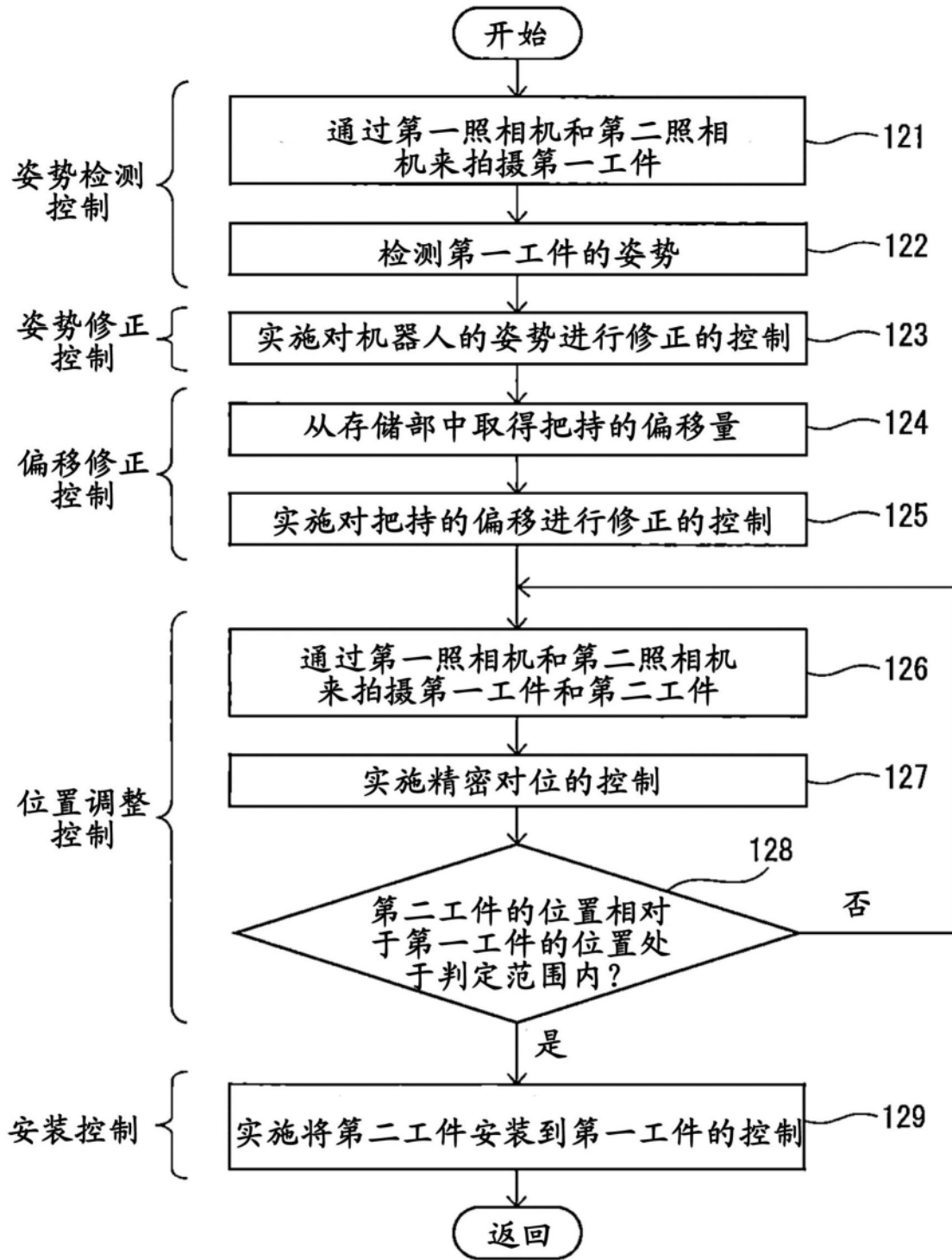


图11

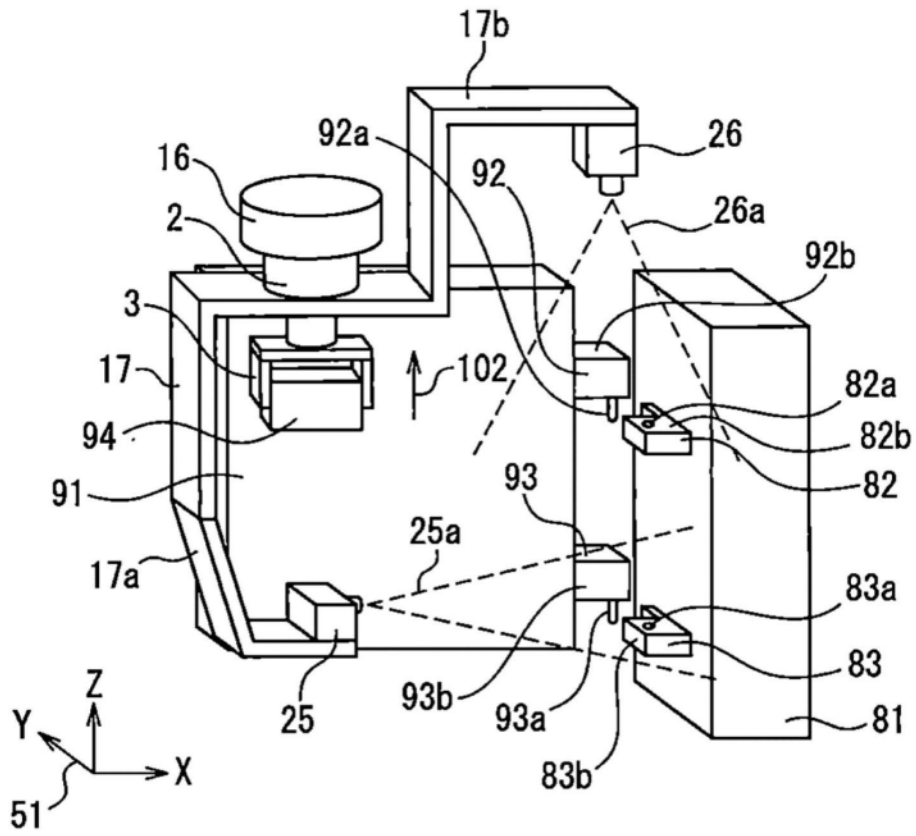


图12

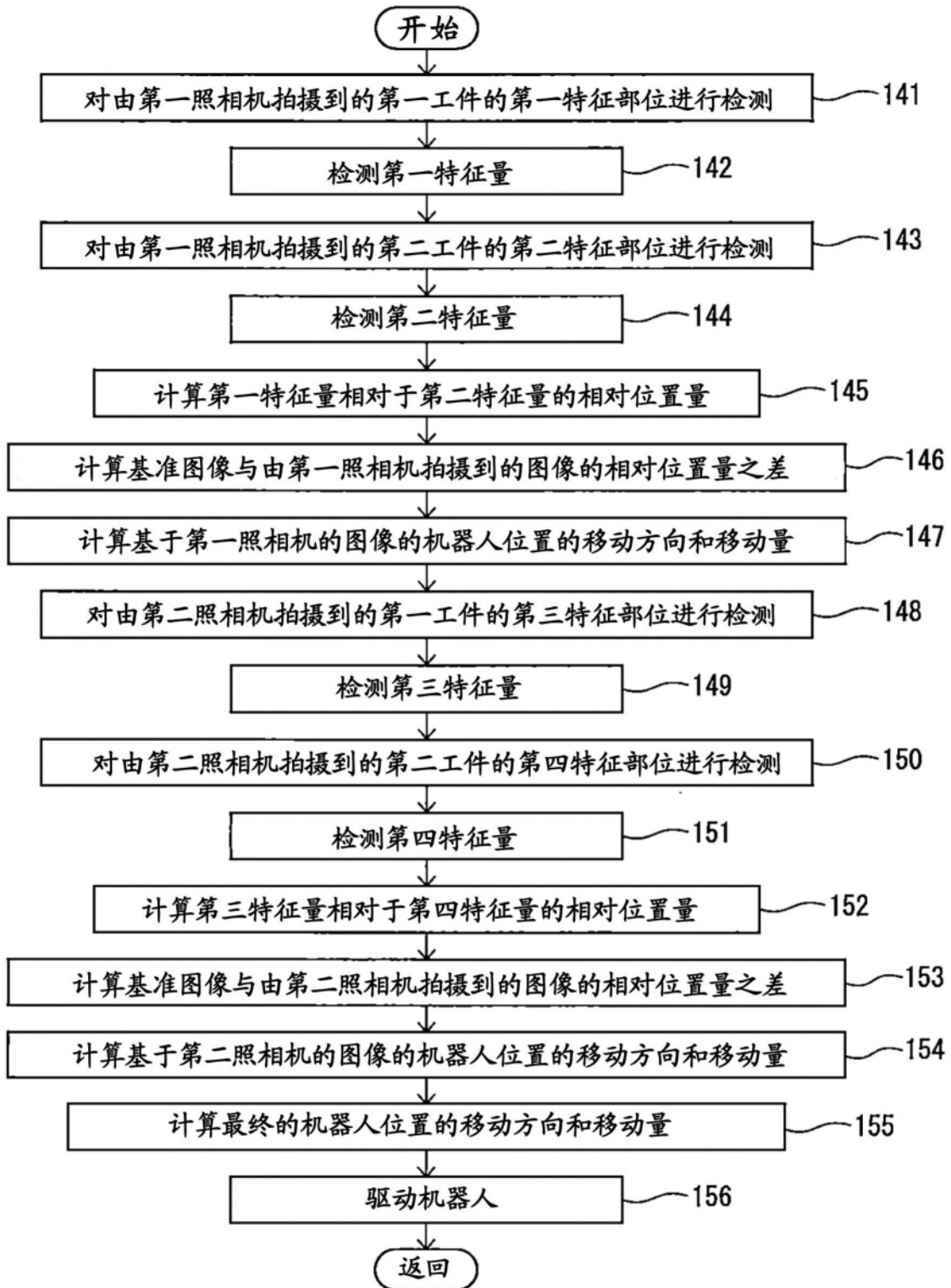


图13

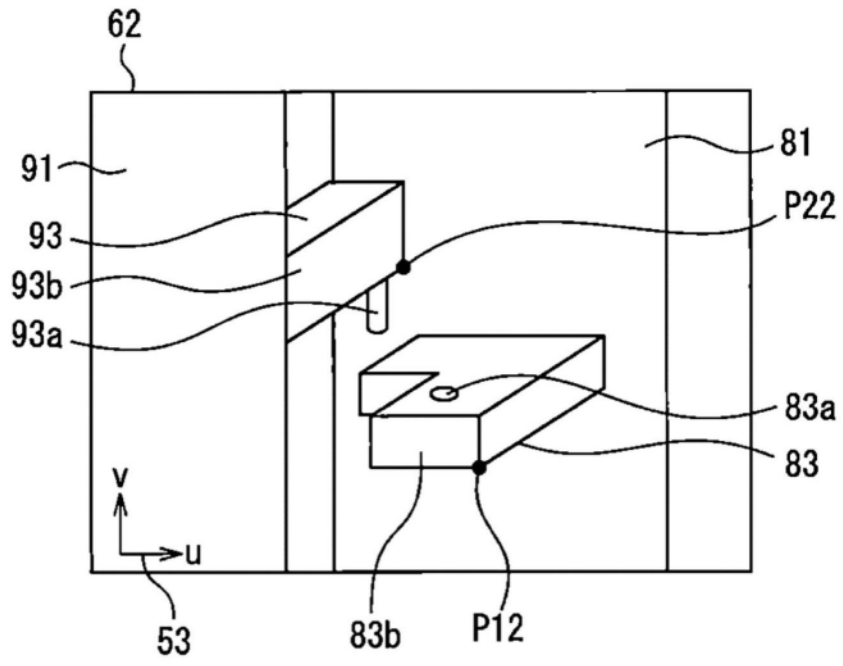


图14

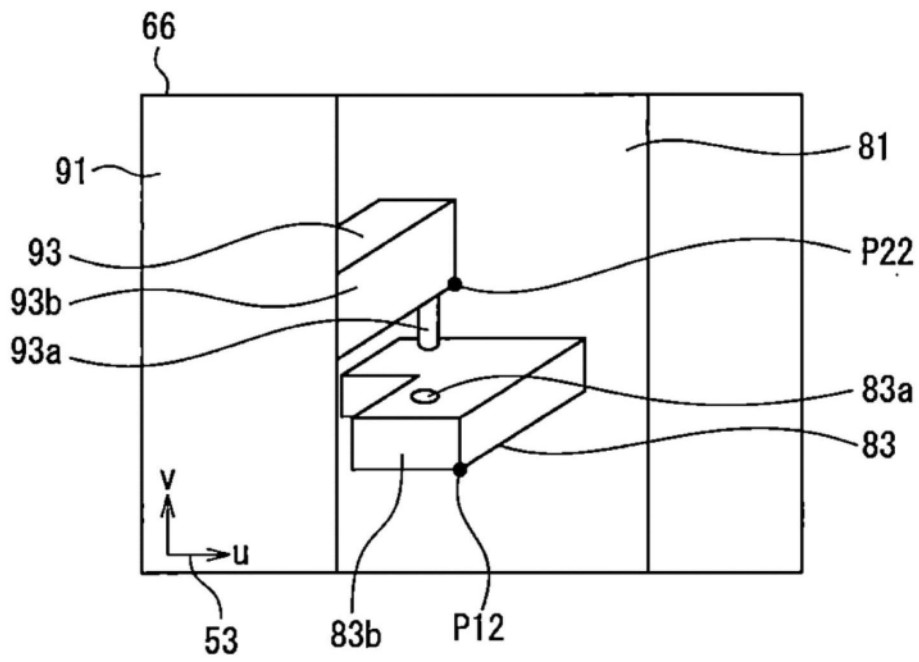


图15

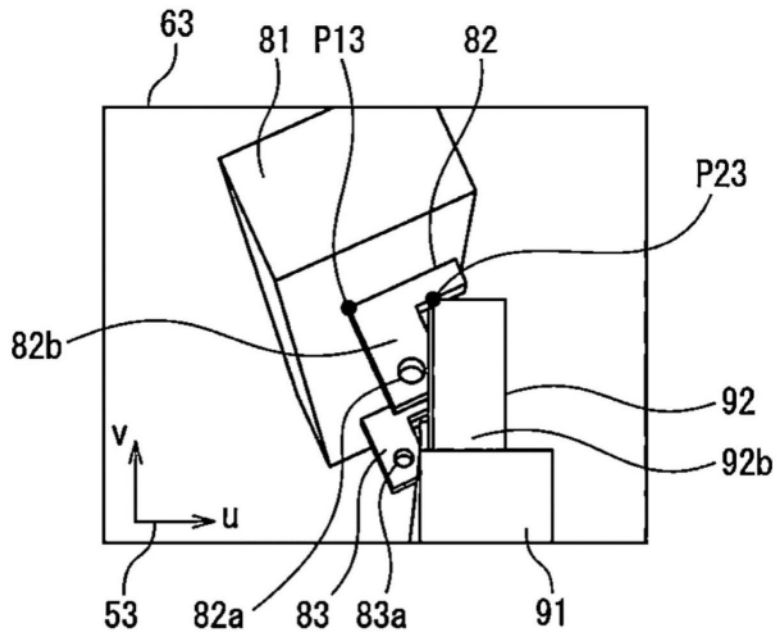


图16

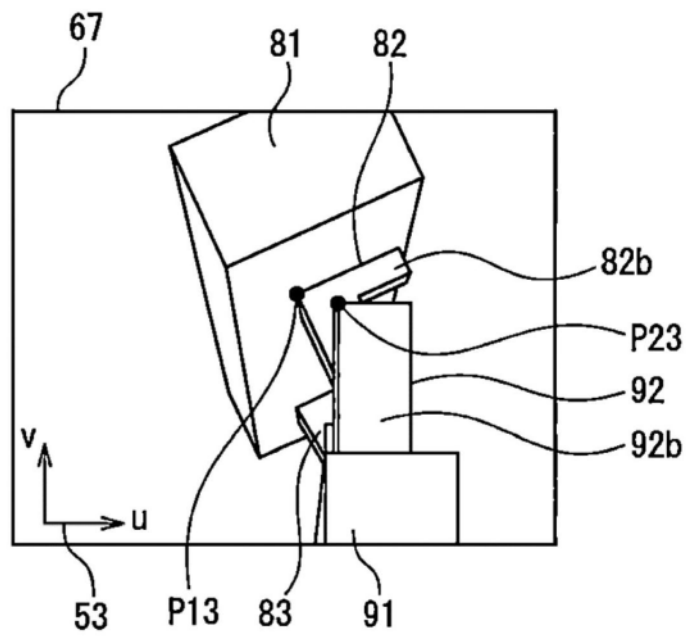


图17

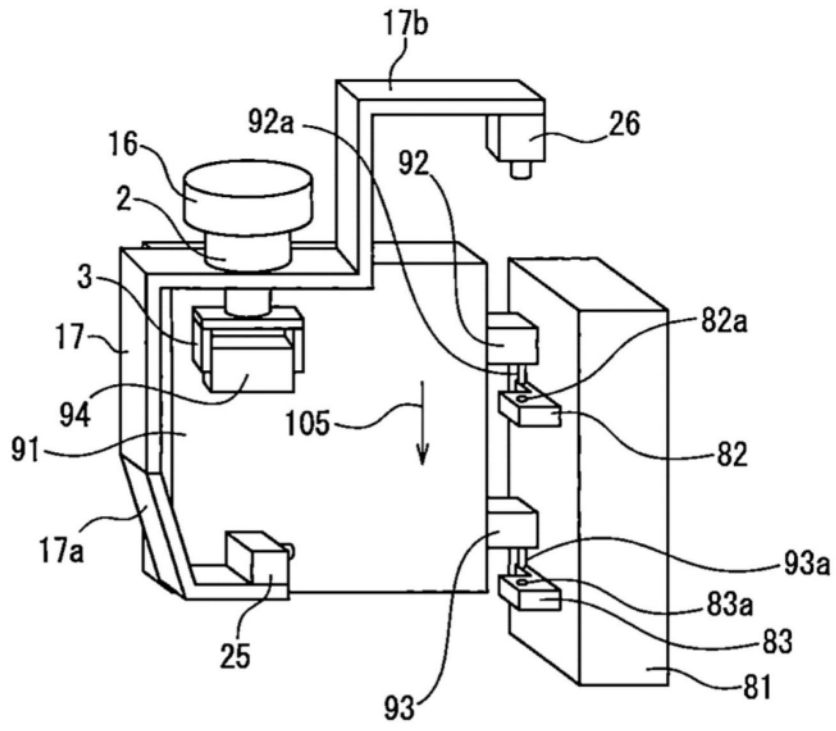


图18

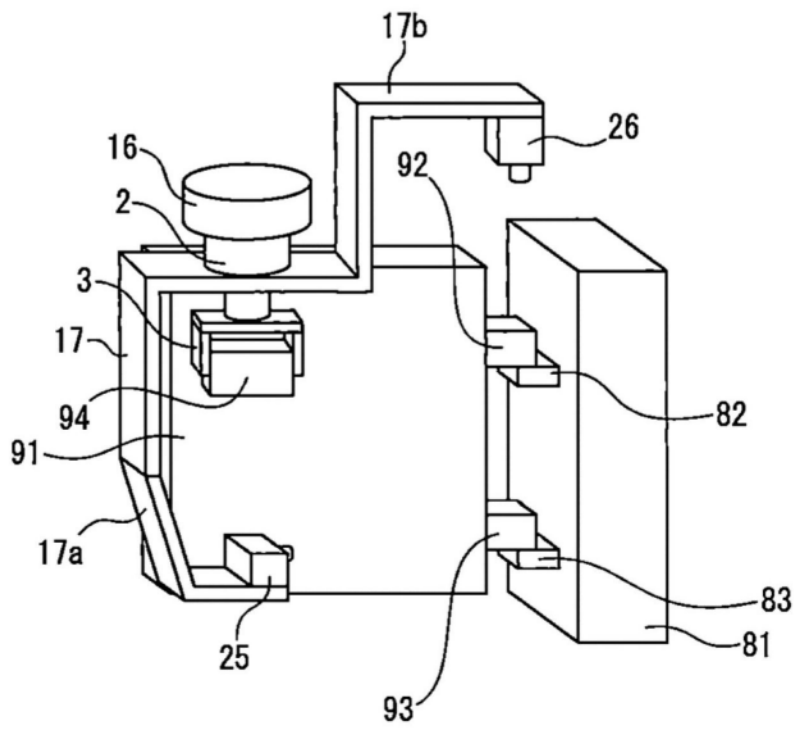


图19