



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103987496 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 20

(21) 申请号 201180025513. 2

G05B 19/4093(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 08. 24

(56) 对比文件

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

CN 101659056 A, 2010. 03. 03,

2012. 11. 23

CN 1792573 A, 2006. 06. 28,

(86) PCT国际申请的申请数据

EP 0807497 A1, 1997. 11. 19,

PCT/JP2011/069077 2011. 08. 24

EP 0568416 A2, 1993. 11. 03,

(87) PCT国际申请的公布数据

US 5544282 A, 1996. 08. 06,

W02013/027283 JA 2013. 02. 28

CN 101770235 A, 2010. 07. 07,

(73) 专利权人 山崎马扎克公司

审查员 陈琛

地址 日本爱知县丹羽郡大口町竹田一丁目  
131 号

(72) 发明人 安江信保 石原宽信 服部纪公士  
服部刚史

(74) 专利代理机构 北京友联知识产权代理事务  
所(普通合伙) 11343

代理人 尚志峰 汪海屏

(51) Int. Cl.

B25J 9/16(2006. 01)

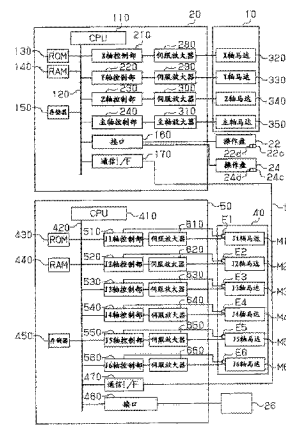
权利要求书1页 说明书15页 附图16页

(54) 发明名称

NC 机床系统

(57) 摘要

本发明提供一种 NC 机床系统。该 NC 机床系统具有 NC 机床(10)、NC 机床用的第 1 操作盘(22)、第 2 操作盘(24)、多关节机器人(40)、存储器(450)及机器人控制装置(50)。多关节机器人(40)配置在 NC 机床系统用的上方。存储器(450)存储用于使多关节机器人(40)动作的待机位置恢复程序。机器人控制装置(50)按照程序控制多关节机器人(40)。在第 1 操作盘(22、24)上分别设有为了执行存储在存储器(450)中的待机位置恢复程序并使多关节机器人(40)进行动作而操作的开关键(22c、24c)。



CN 103987496 B

1. 一种 NC 机床系统,具有 NC 机床、上述 NC 机床用的操作盘、配置在上述 NC 机床上方的多关节机器人、存储用于使上述多关节机器人进行动作的程序的程序存储部件、按照上述程序控制上述多关节机器人的机器人控制装置,其特征在于,

在上述操作盘上设有在执行存储在上述程序存储部件中的程序而使上述多关节机器人进行动作时操作的开关部件,

在上述程序中设定有上述多关节机器人的待机位置,

上述程序是与对上述开关部件进行了接通操作时的多关节机器人的位置对应地预先制作的多个程序中的一个,

根据接通操作上述开关部件时的上述多关节机器人的位置姿势,从上述多个程序中选择一个程序,

上述机器人控制装置对上述多关节机器人进行如下控制:通过使上述多关节机器人沿着由上述选择的程序设定的移动路径移动,从而使上述多关节机器人从当前位置恢复到上述待机位置。

2. 根据权利要求 1 所述的 NC 机床系统,其特征在于,

在上述 NC 机床的侧部配置有工件的托盘,

上述多关节机器人能够在上述 NC 机床与上述托盘之间移动,

上述托盘及上述 NC 机床的周围被安全栅栏包围,

上述机器人控制装置使上述多关节机器人一边避免与上述安全栅栏发生干扰一边沿着由上述选择的程序程序设定的移动路径移动。

3. 根据权利要求 2 所述的 NC 机床系统,其特征在于,

上述操作盘包括配置在上述 NC 机床附近的第 1 操作盘和配置在上述托盘附近的第 2 操作盘,

在上述第 1 及第 2 操作盘上分别设有为了执行上述程序而操作的上述开关部件。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的 NC 机床系统,其特征在于,

上述程序在上述 NC 机床所使用的正交坐标系下被进行程序设计。

## NC 机床系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种 NC 机床系统。

### 背景技术

[0002] 一直以来,多关节机器人由多个旋转轴构成。因此,操作者使用示教盒手动操作多关节机器人是极其困难的。即使是操作熟练的操作者,在多关节机器人的周围存在有干扰物的情况下,若搞错轴的选择、移动方向,也有可能使干扰物干扰多关节机器人。因此,操作者一边慎重考虑最佳的轴的旋转、移动方向一边使多关节机器人慢慢移动。这样,对操作者来说,多关节机器人的操作是非常劳神的作业,是难以处理的作业。特别是在日本,操作多关节机器人必须接受法律规定的学习并获得资格。

[0003] 没有操作过机器人的普通操作者不能够操作作为 NC 机床的附件而系统化了的的多关节机器人。因此,除了需要借助于多关节机器人的作业的特殊情况以外,都有意回避了如上所述的机床的导入。

[0004] 专利文献 1 公开了一种设置分别与多个动作程序对应的开关、并按照根据所按下的开关读出的程序来执行操作的工业用机器人。专利文献 2 公开了若长时间操作示教悬吊开关的起动开关则机器人以连续动作模式进行起动、若短时间进行操作则机器人以单程序段运转进行起动的技术。任意一个专利文献都没有在使用多关节机器人使 NC 机床系统化了的情况下对不习惯机器人操作的处理的操作者的考虑。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献 1 :日本实开平 06 - 002408 号公报

[0008] 专利文献 2 :日本特开平 05 - 301184 号公报

### 发明内容

[0009] 发明所要解决的问题

[0010] 本发明的目的在于提供一种具有多关节机器人与 NC 机床的 NC 机床系统,其中,即使是初次操作多关节机器人的操作者,也能够安全地进行操作。

[0011] 解决技术问题所采取的技术手段

[0012] 为了达到上述目的,根据本发明的第一技术方案,提供一种 NC 机床系统,具有 NC 机床、NC 机床用的操作盘、配置在 NC 机床上方的多关节机器人、存储用于使多关节机器人进行动作的程序的程序存储部件、按照程序控制多关节机器人的机器人控制装置。在程序中设定有多关节机器人的待机位置。程序是与接通操作开关部件时的多关节机器人的位置对应地预先制作的多个程序中的一个。在操作盘上设有在执行存储在程序存储部件中的程序而使多关节机器人进行动作时操作的开关部件。根据接通操作开关部件时的多关节机器人的位置姿势,从多个程序中选择一个程序。机器人控制装置对多关节机器人进行如下控制:通过使多关节机器人沿着在所选择的程序中程序设计的移动路径移动,从而使多关节

机器人从当前位置恢复到待机位置。

[0013] 根据该结构,若操作者操作操作盘的开关部件,则执行预先制作并存储在程序存储部件中的程序,多关节机器人进行动作。由此,即使是初次操作多关节机器人的操作者,也能够安全地进行操作多关节机器人。另外,根据接通操作开关部件时的多关节机器人的位置姿势从多个程序选择一个程序。然后,多关节机器人沿着在所选择的程序中程序设计的移动路径进行移动,多关节机器人从当前位置恢复到待机位置。因此,操作者不必根据多关节机器人的位置姿势操作多关节机器人。

[0014] 在上述 NC 机床系统中,优选的是,在 NC 机床的侧部配置有工件的托盘,多关节机器人能够在 NC 机床与托盘之间移动,托盘及 NC 机床的周围被安全栅栏包围,机器人控制装置使多关节机器人一边避免与安全栅栏之间的干扰一边沿着在所选择的程序中程序设计的移动路径移动。

[0015] 根据该结构,若执行程序,则根据接通操作开关部件时的多关节机器人的位置姿势选择移动路径,并且多关节机器人一边避免与安全栅栏之间的干扰一边进行移动以获得目标位置姿势。因此,操作者不必根据多关节机器人的位置姿势一边避免与安全栅栏之间的干扰一边操作多关节机器人。

[0016] 在上述 NC 机床系统中,优选的是,操作盘包括配置在 NC 机床附近的第 1 操作盘和配置在托盘附近的第 2 操作盘,在第 1 及第 2 操作盘上分别设有为了执行程序而操作的开关部件。

[0017] 根据该结构,在多关节机器人位于 NC 机床附近的情况下,如果操作位于 NC 机床附近的第 1 操作盘的开关部件,则能够执行程序。另一方面,在多关节机器人位于托盘附近的情况下,如果操作位于托盘附近的第 2 操作盘上的开关部件,则能够执行程序。

[0018] 在上述 NC 机床系统中,优选的是,程序在 NC 机床所使用的正交坐标系下被进行程序设计。

[0019] 根据该结构,能够在 NC 机床所使用的正交坐标系下执行程序。因此,对习惯了 NC 机床操作的操作者来说,理解多关节机器人的动作是较容易的。

## 附图说明

[0020] 图 1 是本发明的一实施方式 NC 机床系统的主视图。

[0021] 图 2 是省略了前护板的 NC 机床系统的主视图。

[0022] 图 3 是移动到机床内时的多关节机器人的侧视图。

[0023] 图 4 是移动到托盘上方时的多关节机器人的侧视图。

[0024] 图 5 是多关节机器人的立体图。

[0025] 图 6 是系统的框图。

[0026] 图 7 是利用单触式开关起动的程序的流程图。

[0027] 图 8 是利用单触式开关起动的程序的流程图。

[0028] 图 9 是模式 5 的流程图。

[0029] 图 10 是表示模式 5 ~ 模式 16 的各个处理与前护板附近、离开前护板、主机附近、行进端附近及离开主机·行进端之间的关系图。

[0030] 图 11 是机器人手的立体图。

- [0031] 图 12 是在待机位置处获得待机姿势的多关节机器人的侧视图
- [0032] 图 13 的(a)是表示进行模式 5～模式 16 的各个处理的机器人手的位置的示意图,图 13 的(b)是表示进行模式 5～模式 16 的各个处理的机器人手的位置的示意图。
- [0033] 图 14 是表示未与前护板相干扰时的多关节机器人的动作的示意图。
- [0034] 图 15 是表示与前护板相干扰时的多关节机器人的动作的示意图。
- [0035] 图 16 是获得 J2 轴供油姿势的多关节机器人的侧视图。
- [0036] 图 17 是获得 J5、J6 轴供油姿势的多关节机器人的侧视图。

## 具体实施方式

[0037] 以下,参照图 1～图 17 说明将本发明具体化了的 NC 机床系统的一实施方式。

[0038] 如图 1 及图 6 所示,NC 机床系统具有 NC 机床 10、控制 NC 机床 10 的 NC 控制装置 20、多关节机器人 40 以及控制多关节机器人 40 的机器人控制装置 50。多关节机器人 40 在配置于 NC 机床 10 上方的机架轨道 30 上行进。NC 机床 10 是相对主轴型复合车床。如图 1 的右侧所示,在 NC 机床 10 的侧方配置有工件供给·排出用的托盘 60。机架轨道 30 以跨越 NC 机床 10 的上表面与托盘 60 的上表面之间的方式延伸。另外,在本实施方式中,将从正面观察图 1 及图 2 所示的 NC 机床 10 时的上下方向、前后方向、左右方向分别作为 Z 轴方向、X 轴方向、Y 轴方向。另外,如图 1～图 5 所示,+X 轴方向是跟前方向,+Y 轴方向是右方,+Z 轴方向是上方。

[0039] 在 NC 机床 10 的机头 10a 上配置有第 1 主轴台 10b 及第 2 主轴台 10c。在第 1 主轴台 10b 上配置有具有保持工件的卡盘 10f 的主轴头 10d。在第 2 主轴台 10c 上配置有具有保持工件的卡盘 10g 的主轴头 10e。NC 机床 10 具有刀具主轴单元 10h。刀具主轴单元 10h 被立柱及座板支承。立柱能够相对于基座部向 X 轴方向移动。基座部能够向 Y 轴方向移动。座板能够相对于立柱向 Z 轴方向移动。

[0040] 立柱借助于图 6 所示的 X 轴马达 320 向 X 轴方向移动。另外,立柱借助于由 Y 轴马达 330 驱动的基座部也向 Y 轴方向移动。另外,座板被图 6 所示的 Z 轴马达 340 驱动而向 Z 轴方向移动。在刀具主轴单元 10h 上安装有加工刀具 10j。

[0041] 如图 5 所示,多关节机器人 40 具有 6 个轴(J1 轴～J6 轴)。多关节机器人 40 具有沿着与水平方向一致的 J1 轴移动的机器人基座 41。机器人基座 41 以能够沿着机架轨道 30 的长度方向移动的方式安装在机架轨道 30 上。在机器人基座 41 上设有齿轮齿条型的轨道驱动部。轨道驱动部具有图 6 所示的 J1 轴马达 M1。设置在 J1 轴马达 M1 的输出轴上的齿轮与机架轨道 30 的齿条相啮合,因此若驱动 J1 轴马达 M1,则机器人基座 41 在图 2 所示的机架轨道 30 的右侧行进端 RE 与左侧行进端 LE 之间移动。J1 轴是行进轴。

[0042] 在机器人基座 41 上连结有绕与 J1 轴平行的 J2 轴摆动的 J2 轴臂 42。J2 轴臂 42 借助于设置在机器人基座 41 上的带减速机构的 J2 轴马达 M2 而摆动。在 J2 轴臂 42 的顶端连结有绕与 J2 轴平行的 J3 轴摆动的 J3 轴壳体 43。J3 轴壳体 43 借助于内置在 J3 轴壳体 43 内的带减速机构的 J3 轴马达 M3 而摆动。

[0043] 在 J3 轴壳体 43 的顶端连结有绕与 J3 轴正交的 J4 轴转动的 J3 轴臂 44。J3 轴臂 44 借助于设置在 J3 轴壳体 43 上的带减速机构的 J4 轴马达 M4 而摆动。在 J3 轴臂 44 的顶端连结有绕与 J4 轴正交的 J5 轴摆动的 J6 轴单元 45。J6 轴单元 45 借助于内置在 J3 轴臂

44 内的带减速机构的图 6 所示的 J5 轴马达 M5 而摆动。如图 4 及图 5 所示, J6 轴单元 45 的顶端部绕与 J5 轴正交的 J6 轴转动。J6 轴单元 45 的顶端部借助于内置在 J6 轴单元 45 内的带减速机构的 J6 轴马达 M6 而转动。在 J6 轴单元 45 的顶端部连结有机器人手 46。

[0044] 如图 11 所示, 机器人手 46 借助于基座 46a 固定在 J6 轴单元 45 上。在机器人手 46 的相对的一对端面中的一个端面上固定有加载手 46b, 在另一个端面上固定有卸载手 46c。在加载手 46b 及卸载手 46c 上分别设有多个钳口 46d。钳口 46d 进行动作, 把持工件 80, 或者解除工件 80 的把持。J2 轴~ J6 轴均是旋转轴。

[0045] 如图 5 所示, 将 J2 轴臂 42 在水平状态下朝向 +X 方向时的绕 J2 轴的旋转角度设为 0 度。将 J2 轴臂 42 从 0 度向上方旋转时的旋转角度设为 +, 将向下方旋转时的旋转角度设为 -。将 J3 轴臂 44 朝向铅直下方 (-Z 方向) 时的旋转角度设为 +180 度。即, J3 轴臂 44 朝向铅直上方 (+Z 方向) 时的旋转角度为 0 度。将 J3 轴臂 44 从 0 度向前方旋转时的绕 J3 轴的旋转角度设为 +, 将向后方旋转时的绕 J3 轴的旋转角度设为 -。将 J3 轴臂 44 的基准部位 44a 朝向 +X 方向时的绕 J4 轴的旋转角度设为 0 度。将 J3 轴臂 44 的基准部位 44a 从 0 度的位置朝向 +Y 方向时的绕 J4 轴的旋转角度设为 +, 将向 -Y 方向旋转时的绕 J4 轴的旋转角度设为 -。将 J6 轴单元 45 被配置为与 J3 轴臂 44 呈一直线状态时的绕 J5 轴的旋转角度设为 0 度。将 J6 轴单元 45 从 0 度向一方(图 5 的前方)旋转时的绕 J5 轴的旋转角度设为 -, 将向相反方向(图 5 的后方)旋转时的绕 J5 轴的旋转角度设为 +。

[0046] 如图 11 所示, 将安装在 J6 轴单元 45 上的机器人手 46 的基准部位 46e 朝向与 J3 轴臂 44 的基准部位 44a 相同的方向时的绕 J6 轴的旋转角度设为 0 度。即, 该状态与加载手 46b 及卸载手 46c 以水平状态并且沿着 Y 轴排列的状态相对应。将机器人手 46 的基准部位 46e 从 0 度朝向 +Y 方向时的绕 J6 轴的旋转角度设为 +, 将向 -Y 方向旋转时的绕 J6 轴的旋转角度设为 -。机器人手 46 把持托盘 60 上的工件 80 并向 NC 机床 10 供给, 并且将在 NC 机床 10 上结束了加工的工件 80 排出到托盘 60 上。

[0047] 如图 1、图 2、图 3 及图 4 所示, 在 NC 机床 10 及托盘 60 的周围配置有作为安装栅栏的前护板 70、侧面护板 72 及后护板 74。在前护板 70 上以自由开闭的方式设有分别与 NC 机床 10 及托盘 60 对应的门 76、78。在门 76、78 上设有窗 76a、78a。在前护板 70 中, 在 NC 机床 10 的窗 76a 附近设有第 1 操作盘 22。在托盘 60 的窗 78a 附近设有第 2 操作盘 24。第 1 操作盘 22 及第 2 操作盘 24 相当于 NC 机床用的操作盘。在窗 78a 附近设有示教盒 26。示教盒 26 与图 6 所示的机器人控制装置 50 电连接。

[0048] 接着, 参照图 6 说明 NC 机床系统的电结构。

[0049] 如图 6 所示, NC 控制装置 20 的 CPU(中央处理装置)110 整体控制 NC 控制装置 20。在 CPU110 上经由总线 120 连接有 ROM130、RAM140、存储器 150、接口 160、通信接口 170、X 轴控制部 210、Y 轴控制部 220、Z 轴控制部 230、主轴控制部 240 等。在 ROM130 中存储有用于控制 NC 控制装置 20 整体的各种系统程序。在 RAM140 中存储有暂时的计算数据、显示数据以及操作者经由第 1 操作盘 22、第 2 操作盘 24 输入的各种数据等。

[0050] 在接口 160 上连接有第 1 操作盘 22 及第 2 操作盘 24。第 1 操作盘 22 及第 2 操作盘 24 具有显示装置 22a、24a 及用于数据输入的键盘 22b、24b。如图 1 及图 6 所示, 在键盘 22b、24b 上设有在使多关节机器人 40 向待机位置返回时操作的开关键 22c、24c 及在使多关节机器人 40 上升时操作的按钮 22d、24d。开关键 22c、24c 及按钮 22d、24d 是开关部件。

[0051] X轴控制部210接收来自CPU110的X轴的位置控制指令,将位置控制指令输出到伺服放大器280。伺服放大器280根据位置控制指令驱动X轴马达320,使立柱沿X轴方向移动。Y轴控制部220接收来自CPU110的Y轴的位置控制指令,将位置控制指令输出到伺服放大器290。伺服放大器290根据位置控制指令驱动Y轴马达330,使立柱沿Y轴方向移动。Z轴控制部230接收来自CPU110的Z轴的位置控制指令,将位置控制指令输出到伺服放大器300。伺服放大器300根据位置控制指令驱动Z轴马达340,使座板沿Z轴方向移动。

[0052] 主轴控制部240接收来自CPU110的主轴旋转控制指令,向主轴放大器310输出主轴速度信号。主轴放大器310根据主轴速度信号以指示的主轴转速使主轴马达350旋转,驱动加工刀具10j。通信接口170能够经由通信线L与机器人控制装置50进行通信。X轴马达320、Y轴马达330、Z轴马达340及主轴马达350由伺服马达构成。

[0053] 接着,说明机器人控制装置50。

[0054] 在机器人控制装置50的CPU410上经由总线420连接有ROM430、RAM440、存储器450、接口460、通信接口470、J1轴控制部510、J2轴控制部520、J3轴控制部530、J4轴控制部540、J5轴控制部550、J6轴控制部560等。

[0055] 在ROM430中存储有用于执行机器人的动作控制的控制程序和执行条件等数据。在RAM440中存储有多关节机器人40的示教程序。RAM440被用作CPU410的工作区。在RAM440中暂时存储有计算中途的数据。存储器450例如由硬盘或非易失性的半导体存储器构成。在存储器450中存储有示教数据。示教数据是通过手动控制对多关节机器人40进行示教并且在执行示教程序时读入的数据。在存储器450中存储有待机位置恢复程序。存储器450相当于程序存储部件。待机位置恢复程序被编程为在X轴、Y轴、Z轴的正交坐标系下进行动作。X轴、Y轴、Z轴的正交坐标系是NC机床所使用的正交坐标系。

[0056] 以多关节机器人40的机器人基座41的任意点为基点的基座坐标系、以各个臂的基点为原点的各个臂的坐标系以及以作为机器人手46的安装位置的任意点为原点的工具坐标系均是已知的。因此,利用X轴、Y轴、Z轴的正交坐标系记录在待机位置恢复程序中的各种指令在使用从已知的数据中获得的同次变换矩阵而变换为各个坐标系的指令之后,输出到各个轴控制部。在接口460上连接有在输入多关节机器人40的示教数据及手动控制时使用的示教盒26。

[0057] J1轴控制部510~J6轴控制部560分别与伺服放大器610~660相连接。J1轴控制部510~J6轴控制部560根据来自CPU410的旋转控制指令和来自J1轴马达M1~J6轴马达M6的各个旋转编码器E1~E6的当前位置信息(当前旋转角度)执行各个伺服放大器的反馈控制。J1轴马达M1~J6轴马达M6由伺服马达构成。伺服放大器610~660根据来自J1轴控制部510~J6轴控制部560的指令驱动J1轴马达M1~J6轴马达M6,使机器人手46移动。通信接口470能够经由通信线L与NC控制装置20进行通信。

[0058] 接着,参照图7~图9的流程图说明NC机床系统的作用。

[0059] 在本实施方式中执行的待机位置恢复程序是用于使多关节机器人40向待机位置G恢复的程序。如图2所示,待机位置G设定在NC机床10的与托盘60相面对的端部的上方。待机位置恢复程序存储在存储器450中,在起动时被CPU410读入,存储到RAM440中。

[0060] 在欲使多关节机器人40向待机位置恢复的情况下,操作者在机床附近进行作业

的情况下,操作第 1 操作盘 22 的开关 22c。另一方面,操作者在托盘 60 附近进行作业的情况下,操作第 2 操作盘 24 的开关 24c。若操作开关 22c、24c 中的任意一个,则从第 1 操作盘 22 或第 2 操作盘 24 输出用于程序起动的信号,输入到 NC 控制装置 20 的接口 160 中。然后,用于程序起动的信号经由通信接口 170 及通信接口 470 输入到机器人控制装置 50 的 CPU 410 中。CPU 410 根据用于程序起动的信号使待机位置恢复程序启动。

[0061] 如图 7 所示,CPU 410 在 S 10 中对 J1 轴~ J6 轴的所有轴是否成为多关节机器人 40 恢复到图 2 及图 12 所示的待机位置 G 时的位置姿势进行判断。多关节机器人 40 恢复到待机位置 G 时的位置姿势预先设定在程序中。因此,CPU 410 对 J1 轴~ J6 轴的所有轴是否成为该位置姿势进行判断。当多关节机器人 40 工作时,旋转编码器 E1 ~ E6 以固定周期检测出 J1 轴马达 M1 ~ J6 轴马达 M6 的当前位置信息。因此,CPU 410 根据当前位置信息进行 S10 的判断。在成为多关节机器人 40 恢复到待机位置 G 时的位置姿势的情况下,CPU 410 结束待机位置恢复程序的执行。在多关节机器人 40 未位于待机位置 G 的情况下,CPU 410 转入 S20。

[0062] 在 S20 中,CPU 410 根据当前位置信息对多关节机器人 40 是否位于换产位置进行判断。换产一般是指操作者为了使 NC 机床系统进行工作而用于进行各种准备的作业。在此,表示用于更换多关节机器人的手的作业。因而,换产位置是操作者更换多关节机器人的手时的多关节机器人 40 的位置,与待机位置不同。详细来说,多关节机器人 40 被按照规定的程序执行或者通过示教盒 26 的手动操作进行移动,移动到换产位置,获得用于换产的姿势。在 S20 中,CPU 410 对多关节机器人 40 是否位于该换产位置进行判断。在多关节机器人 40 位于换产位置的情况下,CPU 410 在 S22 中进行程序化了的模式 1 的处理。

[0063] 在模式 1 的处理中,CPU 410 为了使位于换产位置的多关节机器人 40 恢复到待机位置 G 而对各个轴马达施加旋转控制指令。位于换产位置的多关节机器人 40 的各个臂及机器人手 46 的位置姿势预先被待机位置恢复程序设定。因此,多关节机器人 40 从该位置姿势恢复到待机位置 G。在该情况下,作为终点的待机位置 G 与基于当前位置信息的当前位置之间被划分为多个区间。而且,CPU 410 按照每个区间通过直线插值、圆弧插值或关节插值对机器人手 46 进行动作控制,使其移动到待机位置 G。模式 1 的程序设定为在多关节机器人 40 在各个区间中移动至待机位置 G 的情况下不与前护板 70、后护板 74 及侧面护板 72 相干扰。另外,多关节机器人 40 恢复到待机位置 G 时的各个臂及机器人手 46 的位置姿势与在后述的 S32、S42、S56、S83、S84、S86、S87、S93、S94、S96、S97、S 103、S104、S106、S107 的各个处理中恢复到待机位置 G 时的位置姿势相同。

[0064] 在 S22 中,CPU 410 在使多关节机器人 40 恢复到待机位置 G 之后结束待机位置恢复程序的执行。

[0065] 在 S20 中未成为换产位置及姿势的情况下,CPU 410 转入 S30。

[0066] 在 S30 中,CPU 410 根据当前位置信息对多关节机器人 40 是否成为用于 J2 轴供油的位置及姿势进行判断。

[0067] 在此,说明用于 J2 轴供油的位置及姿势。

[0068] 图 16 表示多关节机器人 40 的 J2 轴供油姿势。在 J2 轴供油姿势中,J2 轴为 -90 度,J3 轴为 +105 度,J4 轴为 0 度,J5 轴为 +75 度,J6 轴为 0 度。将 J2 ~ J6 轴的坐标位置定位在上述角度之后,进行供油。用于 J2 轴供油的位置及姿势根据构成多关节机器人 40



的各个臂的构造而变更。

[0069] 在 S30 中,在多关节机器人 40 成为用于 J2 轴供油的位置及姿势的情况下,CPU 410 在 S32 中进行模式 2 的处理。

[0070] 在模式 2 的处理中,CPU 410 为了使位于 J2 轴供油位置的多关节机器人 40 恢复到待机位置 G 而对各个轴马达施加旋转控制指令。位于 J2 轴供油位置的多关节机器人 40 的各个臂及机器人手 46 的位置姿势预先被待机位置恢复程序设定。因此,多关节机器人 40 从用于该 J2 轴供油的位置姿势恢复到待机位置 G。在该情况下,作为终点的待机位置 G 与基于当前位置信息的当前位置之间被划分为多个区间。而且,CPU 410 按照每个区间通过直线插值、圆弧插值或关节插值对机器人手 46 进行动作控制,使其移动到待机位置 G。模式 2 的程序设定为在多关节机器人 40 在各个区间中移动至待机位置 G 的情况下不与前护板 70、后护板 74 及侧面护板 72 相干扰。

[0071] CPU 410 在多关节机器人 40 恢复到待机位置 G 之后结束待机位置恢复程序的执行。在 S30 中,在多关节机器人 40 未成为用于 J2 轴供油的位置及姿势的情况下,CPU 410 转入 S40。

[0072] 在 S40 中,CPU 410 根据当前位置信息对多关节机器人 40 是否成为图 17 的用于 J5 轴及 J6 轴供油的位置及姿势进行判断。在本实施方式中,J5 轴及 J6 轴供油姿势为 J2 轴 - 30 度、J3 轴 + 220 度、J4 轴 0 度、J5 轴为 + 50 度、J6 轴 0 度。用于 J5 轴及 J6 轴供油的位置及姿势的说明根据构成多关节机器人 40 的各个臂的构造而变更。

[0073] 在 S40 中,在多关节机器人 40 成为用于 J5 轴及 J6 轴供油的位置及姿势的情况下,CPU 410 在 S42 中进行模式 3 的处理。

[0074] 在模式 3 的处理中,CPU 410 为了使位于用于 J5 轴及 J6 轴供油的位置的多关节机器人 40 恢复到待机位置 G 而对各个轴马达施加旋转控制指令。位于用于 J5 轴及 J6 轴供油的位置的多关节机器人 40 的各个臂及机器人手 46 的位置姿势预先被待机位置恢复程序设定。因此,多关节机器人 40 从该位置姿势恢复到待机位置 G。在该情况下,作为终点的待机位置 G 与基于当前位置信息的当前位置之间被划分为多个区间。而且,CPU410 按照每个区间通过直线插值、圆弧插值或关节插值对机器人手 46 进行动作控制,使其移动到待机位置 G。模式 3 的程序设定为在多关节机器人 40 在各个区间中移动至待机位置 G 的情况下不与前护板 70、后护板 74 及侧面护板 72 相干扰。

[0075] CPU 410 在多关节机器人 40 恢复到待机位置 G 之后结束待机位置恢复程序的执行。在 S40 中,在多关节机器人 40 未成为用于 J5 轴及 J6 轴供油的位置及姿势的情况下,CPU 410 转入 S50。

[0076] 在 S50 中,CPU 410 根据当前位置信息对多关节机器人 40 的机器人手 46 是否位于主机上进行判断。即,CPU 410 在沿着 Y 轴方向的范围内对机器人手 46 是否位于 NC 机床 10 所占有的区域内进行判断。以下,根据情况,将 NC 机床 10 称作主机。多关节机器人 40 在机架轨道 30 的行进端 LE、RE 之间的范围内行进。CPU 410 在行进端 LE、RE 之间的范围内对机器人手 46 是否位于 NC 机床 10 所占有的区域内进行判断。

[0077] 在 S50 中,CPU 410 在判断为机器人手 46 位于主机上的情况下转入 S52。在 S52 中,CPU 410 对机器人手 46 在 Z 轴方向上是否位于机内、即 NC 机床 10 内进行判断。此处所说的机内假定了为了相对于卡盘 10f、卡盘 10g 装卸工件 80 而使机器人手 46 进入 NC 机

床 10 内的情况。预先输入作为用于对机器人手 46 是否进入 NC 机床 10 内进行判断的阈值的 Z 轴坐标值。

[0078] 在机器人手 46 的 Z 轴上的当前位置信息(Z 轴坐标值)为阈值以下的情况下,CPU 410 判断为机器人手 46 位于机内,转入 S54。在 Z 轴坐标值超过阈值的情况下,CPU 410 判断为机器人手 46 未位于机内,转入 S56。

[0079] 在 S54 中,CPU 410 使第 1 操作盘 22 的显示装置 22a 及第 2 操作盘 24 的显示装置 24a 显示由于机器人手 46 位于机内而在待机位置恢复程序中不能够进行动作且需要使用其他操作键进行操作的警告。具体来说,CPU 410 使显示装置 22a、24a 显示为“请使用上升操作按钮”。CPU410 在使显示装置 22a、24a 显示了上述警告之后,结束待机位置恢复程序的执行。

[0080] 在该情况下,操作者操作位于键盘 22b、24b 上的用于机器人上升操作的按钮 22d、24d。若操作按钮,则上升指令信号从第 1 操作盘 22 输入 NC 控制装置 20 的接口 160。然后,上升指令信号经由通信接口 170 及通信接口 470 输入机器人控制装置 50 的 CPU 410。CPU 410 根据上升指令信号起动另外准备的机内上升程序。

[0081] 机内上升程序在确认到主机内的刀具主轴单元 10h、工件主轴头 10c 的位置之后,通过进行与待机位置恢复程序的处理相同的处理而一边避免与上述单元之间的干扰一边使机器人手 46 上升。

[0082] 在 S52 中,在机器人手 46 未位于机内的情况下,CPU 410 转入 S56。

[0083] 在从 S52 转入 S56 的情况下,由于机器人手 46 不在机内而位于 NC 机床 10 上,因此进行模式 4 的处理。

[0084] 在模式 4 的处理中,CPU 410 为了使位于 NC 机床 10 上的多关节机器人 40 恢复到待机位置 G 而对各个轴马达施加旋转控制指令。在该情况下,由于机器人手 46 位于 NC 机床 10 上,因此假定的姿势极其受限,因此能够将直至作为终点的待机位置 G 的路径预先制作作为避免了与干扰物之间的干扰的多个区间的程序。而且,CPU 410 按照每个区间通过直线插值、圆弧插值或关节插值对机器人手 46 进行动作控制,使其移动到待机位置 G。模式 4 的程序也设定为在多关节机器人 40 在各个区间中移动至待机位置 G 的情况下不与前护板 70、后护板 74 及侧面护板 72 相干扰。CPU 410 在多关节机器人 40 恢复到待机位置 G 之后结束待机位置恢复程序的执行。

[0085] 在 S50 中,在 CPU 410 判断为机器人手 46 不在主机上的情况下,转入 S60。在 S10、S20、S30、S40 及 S50 中全部判断为否的情况是多关节机器人 40 进行了托盘 60 相对于工件 80 的处理的情况。

[0086] 以后的处理假定多关节机器人 40 进行了托盘 60 相对于工件 80 的处理操作的情况。

[0087] 在 S60 中,CPU 410 在 W 轴上观察机器人手 46 的当前位置,计算 Y 轴校正值。W 轴是绕 X 轴的旋转轴。

[0088] 如图 11 所示,机器人手 46 由加载手 46b 和卸载手 46c 构成。机器人手 46 通过绕 J6 轴旋转 180 度而切换所使用的手。另外,在读取写入到程序中的机器人手 46 的位置、或者指示机器人手 46 的位置的情况下,通过选择工具坐标系来切换对哪一个手进行指示。具体来说,工具坐标系是加载手坐标系与卸载坐标系两种,若利用加载手坐标系读出机器人

手 46 的当前位置,则显示加载手 46b 的基准部位 47 的坐标值,若利用卸载坐标系进行读出,则显示卸载手 46c 的基准部位 47 的坐标值。

[0089] 在待机位置恢复程序中,不是利用机器人手 46 进行加载或卸载,而是指示用于使机器人手 46 向待机位置恢复的动作。因此,基本上使用加载手坐标系读取机器人手 46 的位置、或者进行机器人手 46 的位置指令。因而,在本说明书中,在表现为机器人手 46 的当前位置或坐标值时,是所有加载手坐标系中的值。可是,待机位置恢复程序进行动作时的机器人手 46 的 J6 轴的角度是不确定的。因此,直接使用读取的坐标值,不能够计算出机器人手 46 与干扰物之间的距离。例如,若分别仅利用 X 轴坐标值计算 X 轴方向的距离、仅利用 Y 轴坐标值计算 Y 轴方向的距离、仅利用 Z 轴坐标值计算 Z 轴方向的距离,则不能够获得机器人手 46 与干扰物之间的准确距离。如果机器人手 46 与干扰物之间的距离存在余量,则通过确保能够使机器人手 46 绕 J6 轴旋转 360 度的间隙,能够判断机器人手 46 与干扰物之间的干扰。但是,在机器人手 46 与干扰物之间的距离没有余量的情况下,在进行 Y 轴校正的基础上进行 Y 轴方向上的干扰判断。

[0090] 机器人手 46 的 W 轴坐标值是指以在利用 J6 轴使机器人手 46 旋转 360 度时基准部位 47 描绘的正圆的中心坐标为基点并且以基准部位 47 的坐标为终点的矢量的绕 X 轴的旋转角度。利用 W 轴坐标值,能够大体上对加载手 46b 是朝上、朝下、朝右、朝左中的哪一个进行判断。然后,将机器人维持为此时的姿势并仅使 J6 轴旋转而计算使机器人手 46 朝左时的基准部位 47 的 Y 轴坐标值。如此计算出的坐标值与当前的 Y 轴坐标值之间的误差被存储为 Y 轴校正值,用于之后进行的干扰判断。

[0091] CPU 410 在 S60 中计算出 Y 轴校正值之后,在 S70 中对机器人手 46 是否位于 X 轴上的后护板 74 附近进行判断。即,CPU 410 对在当前的机器人手 46 所位于的 X 轴坐标值中是否即使使机器人手 46 绕 J4 轴~J6 轴旋转也不与后护板 74 相干扰进行判断。

[0092] CPU 410 在机器人手 46 的 X 轴坐标值比预先存储在存储器 450 中的判断 X 轴坐标值靠近后护板 74 的情况下,判断为机器人手 46 位于后护板附近,若使机器人手 46 绕 J4 轴~J6 轴旋转,则有可能与后护板 74 相干扰。

[0093] 在 S70 中,CPU 410 在判断为机器人手 46 在 X 轴方向上位于后护板 74 附近的情况下,在 S72 中,在即使使机器人手 46 旋转也不与后护板 74 相干扰的 X 轴方向的位置使 J2 轴、J3 轴、J5 轴中的任意一个旋转并移动。此时,只要适当地组合使 J2 轴、J3 轴、J5 轴中的哪一个移动或者组合哪一个轴并使其移动即可。

[0094] CPU 410 在进行了 S72 的处理之后、或者在 S70 中判断为机器人手 46 在 X 轴方向上未位于后护板 74 附近的情况下,转入 S80。

[0095] 在 S80 中,CPU 410 根据对 Y 轴坐标值加上了在 S60 中计算出的 Y 轴校正值后得到的值(以后,称作“校正后的 Y 轴坐标值”),对在 Y 轴上机器人手 46 的位置是否位于主机附近进行判断。在该判断处理中,包括校正后的 Y 轴坐标值是否比预先存储在存储器 450 中的主机附近判断阈值 HS 1 靠近主机的判断处理。在校正后的 Y 轴坐标值比主机附近判断阈值 HS1 靠近主机的情况下,CPU 410 判断为机器人手 46 的位置位于主机附近。主机附近判断阈值 HS1 是用于 Y 轴上的判断的坐标值。在判断为机器人手 46 的位置靠近主机的情况下,CPU 410 转入 S81,在判断为机器人手 46 的位置未靠近主机的情况下,CPU 410 转入 S90。

[0096] 在 S81 中,CPU 410 根据当前位置信息对在 X 轴方向上机器人手 46 的位置是否位于前护板 70 附近进行判断。在该判断处理中,包括 X 轴坐标值是否比预先存储在存储器 450 中的前护板附近判断阈值 MS1 靠近前护板 70 的判断处理。在当前的 X 轴坐标值比前护板附近判断阈值 MS1 靠近前护板 70 的情况下,CPU 410 判断为机器人手 46 的当前位置位于前护板 70 附近。前护板附近判断阈值 MS1 是用于 X 轴上的判断的坐标值。

[0097] 在判断为机器人手 46 的当前位置靠近前护板 70 的情况下,CPU 410 转入 S82。

[0098] 在 S82 中,CPU 410 根据当前位置信息对在 Z 轴方向上机器人手 46 的位置是否位于托盘 60 附近进行判断。在该判断处理中,包括 Z 轴坐标值是否比预先存储在存储器 450 中的托盘附近判断阈值 PS1 靠近托盘 60 的判断处理。在当前的 Z 轴坐标值比托盘附近判断阈值 PS1 靠近托盘 60 的情况下,CPU 410 判断为机器人手 46 的当前位置位于托盘 60 附近。托盘附近判断阈值 PS1 是用于 Z 轴上的位置判断的坐标值。另外,托盘附近判断阈值 PS1 是考虑到了工件 80 位于托盘 60 上的情况的值,是机器人手 46 不与工件 80 相干扰的值。

[0099] 在判断为机器人手 46 的当前位置位于托盘附近的情况下,CPU 410 转入 S83。在 S83 中,CPU 410 进行模式 5 的恢复处理,在使多关节机器人 40 移动到待机位置 G 之后,结束该流程图。

[0100] 在 S82 中,若判断为机器人手 46 的当前位置未位于托盘 60 附近,则 CPU 410 转入 S84。然后,CPU 410 在进行模式 6 的恢复处理后使多关节机器人 40 移动到待机位置 G,之后结束该流程图。

[0101] 在 S81 中,在判断为机器人手 46 的当前位置未位于前护板 70 附近的情况下,CPU 410 转入 S85。S85 的处理与 S82 相同。在 S85 中,在判断为机器人手 46 的 Z 轴坐标值位于托盘附近的情况下,CPU 410 转入 S86。然后,CPU 410 在进行了模式 7 的恢复处理之后结束该流程图。在 S85 中,在判断为机器人手 46 的 Z 轴坐标值未位于托盘附近的情况下,CPU 410 转入 S87。然后,CPU 410 在进行了模式 8 的恢复处理之后结束该流程图。

[0102] 在 S90 中,CPU 410 根据当前位置信息对在 Y 轴上机器人手 46 的位置是否位于行进端 RE 附近进行判断。该判断处理是校正后的 Y 轴坐标值是否比预先存储在存储器 450 中的行进端附近判断阈值 HS2 靠近行进端 RE 的判断处理。

[0103] 在机器人手 46 的校正后的 Y 轴坐标值比行进端附近判断阈值 HS2 靠近行进端 RE 的情况下,CPU 410 判断为机器人手 46 的位置位于行进端 RE 附近。即,CPU 410 判断为“是”。行进端附近判断阈值 HS2 是用于 Y 轴上的判断的坐标值。在判断为机器人手 46 的位置靠近行进端 RE 的情况下,CPU 410 转入 S91。另一方面,在判断为机器人手 46 的位置未位于行进端 RE 附近的情况下,CPU 410 转入 S101。

[0104] 说明 S91 以后的处理。

[0105] S91、S92 及 S95 的各个判断处理与在 S80 中判断为“是”之后的 S81、S82 及 S85 的各个判断处理相同,因此省略说明。

[0106] CPU 410 在 S91 中判断为“是”、在 S92 中判断为“是”的情况下,在 S93 中进行了模式 9 的处理之后,结束该流程图。另外,CPU 410 在 S92 中判断为“否”的情况下,在 S94 中进行了模式 10 的处理之后,结束该流程图。另一方面,CPU 410 在 S91 中判断为“否”、在 S95 中判断为“是”的情况下,在 S96 中进行了模式 11 的处理之后,结束该流程图。CPU 410

在 S95 中判断为“否”的情况下,在 S97 中进行了模式 12 的处理之后,结束该流程图。

[0107] 说明 S101 以后的处理。

[0108] S101、S102 及 S105 的各个判断处理分别与 CPU 410 在 S80 中判断为“是”之后的 S81、S82 及 S85 的各个判断处理相同,因此省略说明。

[0109] CPU 410 在 S 101 中判断为“是”、在 S102 中判断为“是”的情况下,在 S103 中进行了模式 13 的处理之后,结束该流程图。另外,CPU 410 在 S102 中判断为“否”的情况下,在 S104 中进行了模式 14 的处理之后,结束该流程图。另一方面,CPU 410 在 S101 中判断为“否”、在 S105 中判断为“是”的情况下,在 S106 中进行了模式 15 的处理之后,结束该流程图。CPU 410 在 S105 中判断为“否”的情况下,在 S107 中进行了模式 16 的处理之后,结束该流程图。

[0110] 如上所述,参照图 13 的(a)、(b)说明在 S80、S81、S82、S85、S90、S91、S92、S95、S101、S102、S105 的处理中进行判断时的机器人手 46 的位置。

[0111] 如图 13 的(a)、(b)所示,在模式 5 ~ 模式 16 的处理中成为对象的机器人手 46 的位置通过对 P 标注模式编号来表示。图 13 的(a)表示由主机附近判断阈值 HS1、行进端附近判断阈值 HS2 及前护板附近判断阈值 MS 1 划分的各个区域。图 13 的(b)表示由主机附近判断阈值 HS 1、行进端附近判断阈值 HS2 及托盘附近判断阈值 PS1 划分的各个区域。在机器人手 46 位于各个区域内的情况下,分别进行与各个区域对应的模式 5 ~ 模式 16 的处理。

[0112] 接着,参照图 9 及图 10 说明模式 5 ~ 模式 16 的处理。

[0113] 如图 10 所示,模式 5 ~ 模式 16 由异常点核对、J5 轴核对、干扰角度 核对、轴移动、干扰避免核对及待机位置恢复的所有处理项目或一部分处理项目的组合构成。首先,参照图 9 说明组合了所有的处理项目的模式 5 的处理的流程图。关于其他模式 6 ~ 模式 16,与在模式 5 的处理中进行的项目相比较来进行说明。

[0114] 在模式 5 的处理中,CPU 410 依次进行异常点核对、J5 轴核对、干扰角度核对、轴移动、干扰避免核对及待机位置恢复的处理。

[0115] 在异常点核对中,在 S200 中,CPU 410 根据 J5 轴的当前旋转角度对 J6 轴单元 45 的姿势是否成为异常点附近的姿势进行判断。具体来说,对 J5 轴的值是否处于 -5 度 ~ +5 度的范围内进行确认。然后,如果 J6 轴单元 45 的姿势未位于异常点附近,则 CPU 410 转入接下来的 S202。CPU410 在判断为 J6 轴单元 45 的姿势位于异常点附近的情况下,在 S201 中使 J5 轴旋转以从异常点附近离开。这样,在校正了 J5 轴的角度之后,CPU410 转入 S202。

[0116] 另外,在机器人处于异常点、即异常姿势的情况下,指定的正交坐标值的形态无限地存在。在该情况下,机器人不能够进行动作。因此,CPU410 对当前的机器人手 46 的位置是否位于异常点附近进行判断,通过之后的动作使其不位于异常点。

[0117] 在 J5 轴核对的 S202 中,CPU 410 即使观察成为机器人手 46 的手腕的角度的 J5 轴,使手腕旋转,具体来说即使使 J4 轴、J6 轴旋转,也计算出机器人手 46 不与托盘 60 相干扰的 Z 轴的坐标值。CPU 410 为了在后面使用计算出的 Z 轴的坐标值而将其存储在 RAM 440 中。在接下来的干扰角度核对中,对构成多关节机器人 40 的构件彼此是否相干扰进行判断。具体来说,当 J2 轴臂 42 与 J3 轴臂 44 相靠近时,通过之后的动作而易于干扰。

[0118] 因此,CPU 410 在 S204 中根据 J2 轴及 J3 轴的各个当前旋转角度,对 J2 轴臂 42 与

J3 轴壳体 43 所构成的角度(干扰角度)是否为干扰角度阈值以下进行确认。然后,如果干扰角度为干扰角度阈值以下,则 CPU410 判断为有可能相干扰,转入 S205。在 S205 中,CPU 410 驱动 J2 轴马达 M2,使 J2 轴动作以使得干扰角度超过干扰角度阈值。另外,CPU410 也可以取代 J2 轴马达 M2 而驱动 J3 轴马达 M3,使 J3 轴壳体 43 旋转以使得干扰角度超过干扰角度阈值。S204 中,如果干扰角度不为干扰角度阈值以下,则 CPU 410 转入 S206。

[0119] S206 的轴移动是用于使机器人手 46 移动至当前位置及待机位置 G 之间的中间位置的处理。首先,在说明移动至中间位置之前,说明中间位置的设定。在机器人手 46 位于前护板 70、托盘 60、行进端 RE 及主机中的至少任意一个物体附近的情况下,将从这些物体离开了规定距离的位置作为中间位置。具体来说,在机器人手 46 仅靠近前护板 70 的情况下,对机器人手 46 的当前位置的 X 轴坐标值进一步加上规定值后得到的值成为中间位置的 X 轴坐标值。加在 X 轴坐标值上的规定值是在 S81 中能够在利用前护板附近判断阈值 MS 1 进行判断的情况下判断为“否”的值。

[0120] 中间位置的 Y 轴坐标值及 Z 轴坐标值设为机器人手 46 的当前位置校正后的 Y 轴坐标值及 Z 轴坐标值。在机器人手 46 仅靠近托盘 60 的情况下,中间位置的 X 轴坐标值及 Y 轴坐标值成为机器人手 46 的当前位置的 X 轴坐标值及校正后的 Y 轴坐标值。另外,CPU 410 将在 J5 轴核对中计算出的值作为中间位置的 Z 轴坐标值。

[0121] 在机器人手 46 仅靠近主机或者行进端 RE 的情况下,中间位置的 X 轴坐标值及 Z 轴坐标值成为机器人手 46 的当前位置的 X 轴坐标值及 Z 轴坐标值。另外,中间位置的 Y 轴坐标值成为对机器人手 46 的校正后的 Y 轴坐标值进一步加上规定值后得到的值。在仅靠近主机或者行进端 RE 的情况下,分别加在校正后的 Y 轴坐标值上的规定值是在 S80 中能够在利用主机附近判断阈值 HS 1 进行判断的情况下判断为“否”的值、或者是在 S90 中能够在利用行进端附近判断阈值 HS2 进行判断的情况下判断为“否”的值。

[0122] 接着,说明机器人手 46 靠近前护板 70、主机、行进端 RE、托盘中的任意两个以上的情况下的中间位置的设定。

[0123] 在机器人手 46 靠近两个以上的构件的情况下,与靠近一个构件时一样,将对各个构件附近的坐标轴上的当前的坐标值分别加上规定值后得到的值作为中间位置的坐标值。

[0124] 另外,在未位于上述干扰物附近的情况下,机器人手 46 的当前位置的坐标值直接采用为中间位置的坐标值。在机器人手 46 的当前位置位于托盘 60 附近的情况下,将在 J5 轴核对中计算出的值作为中间位置的 Z 轴坐标值。在机器人手 46 也未靠近任意一个干扰物的情况下,机器人手 46 的当前位置成为中间位置的坐标值,其结果,CPU 410 不进行向中间位置的移动。

[0125] 如上所述,CPU 410 在设定了中间位置之后,在 S206 的轴移动中,控制机器人手 46 以使机器人手 46 从当前位置向中间位置移动。另外,在能够干扰任意一个干扰物时设定中间位置。因此,通过直线插值控制向中间位置的移动。

[0126] 在接下来的干扰避免核对中,在通过关节插值使机器人手 46 从机器人手 46 位于中间位置的状态移动至待机位置 G 的情况下,对机器人手 46 是否有可能与前护板 70 相干扰进行核对。

[0127] CPU 410 根据中间位置的 Z 轴坐标值与 Z 轴上的判断阈值之间的比较,在 S208 中进行干扰避免核对。判断阈值是利用试验值等获得的值,存储在存储器 450 中。

[0128] 图 15 表示在中间位置 C 的 Z 轴坐标值为判断阈值以下的情况下、利用 J2 轴及 J3 轴进行关节插值直至多关节机器人 40 从中间位置 C 返回到待机位置 G 时的多关节机器人 40 的移动轨迹。如图 15 所示,机器人手 46 从前护板 70 向前方伸出而与前护板 70 相干扰。在通过关节插值使多关节机器人 40 从中间位置 C 移动至待机位置 G 的情况下,由 J2 轴、J3 轴的关节插值引起的移动范围较大,因此机器人手 46 有可能与前护板 70 相干扰。假定这种情况,需要进行后述的机器人手 46 向干扰避免点 K 的移动。

[0129] 如图 12 所示,多关节机器人 40 恢复到待机位置 G 时的位置姿势成为将旋转角度设为 J2 轴+ 63 度、J3 轴+ 149 度、J4 轴 0 度、J5 轴+ 31 度、J6 轴 0 度时的姿势。因此,在后述的 S210 中的用于向待机位置移动的关节插值中,各个轴的旋转角度从当前旋转角度作为目标控制为待机位置 G 处的上述旋转角度。

[0130] 在 S208 中,在中间位置 C 的 Z 轴坐标值为 Z 轴上的判断阈值以下的情况下,CPU 410 转入 S209,在使机器人手 46 移动到干扰避免点 K 之后,转入 S210 的待机位置恢复的处理。干扰避免点 K 是位于比中间位置 C 靠 Z 轴上的上方、并且在通过关节插值使多关节机器人 40 从干扰避免点 K 向待机位置 G 移动的情况下不与前护板 70 相干扰的位置。

[0131] 图 14 表示利用 J2 轴及 J3 轴进行关节插值直至多关节机器人 40 从干扰避免点 K 返回到待机位置 G 时的多关节机器人 40 的移动轨迹。如图 14 所示,机器人手 46 不与前护板 70 相干扰地沿着 Z 轴向上方移动。即,由于干扰避免点 K 位于 Z 轴上的比判断阈值靠上方,因此 J2 轴及 J3 轴的移动轨迹变窄,机器人手 46 未与前护板 70 相干扰。

[0132] 在接下来的待机位置恢复中,在 S210 中,CPU 410 通过关节插值直使多关节机器人 40 从中间位置 C 或干扰避免点 K 恢复到待机位置 G。

[0133] 接着,参照图 10 说明模式 13 及模式 9。

[0134] 如图 10 所示,在模式 9 及模式 13 中,与模式 5 一样,进行异常点核对、J5 轴核对、干扰角度核对、轴移动、干扰避免核对及待机位置恢复的所有处理项目。

[0135] 在模式 6、模式 10 及模式 14 中,省略了 J5 轴核对,进行异常点核对、干扰角度核对、轴移动、干扰避免核对及待机位置恢复的处理项目。由于在模式 6、模式 10 及模式 14 中省略了 J5 轴核对,因此在模式 6、模式 10 及模式 14 的流程图中,在图 9 的流程图中 S200 为“否”或 S201 之后,CPU 410 转入 S204。

[0136] 如图 13 的(b)所示,模式 6、模式 10 及模式 14 是机器人手 46 位于比托盘附近判断阈值 PS1 靠上方的情况。在该情况下,具有即使观察成为机器人手 46 的手腕的角度的 J5 轴并使手腕旋转、机器人手 46 也不与托盘 60 相干扰的充分的高度。因此,在模式 6、模式 10 及模式 14 中省略了 J5 轴核对。

[0137] 在模式 7、模式 11 及模式 15 中,与模式 5 一样,进行异常点核对、J5 轴核对、干扰角度核对、轴移动、干扰避免核对及待机位置恢复的所有处理项目。模式 7、模式 11 及模式 15 的流程图与图 9 的流程图相同。

[0138] 在模式 8 及模式 12 中,与模式 5 不同,省略了异常点核对、J5 轴核对及干扰角度核对,进行轴移动、干扰避免核对及待机位置恢复的处理项目。

[0139] 在模式 8 及模式 12 中,由于在直到从当前位置恢复至待机位置 G 的期间未产生异常点,因此省略了异常点核对。另外,如图 13 的(b)所示,机器人手 46 位于比托盘附近判断阈值 PS1 靠上方。即,具有即使观察成为机器人手 46 的手腕的角度的 J5 轴并使手腕旋

转、机器人手 46 也不与托盘 60 相干扰的充分的高度。因此,省略了 J5 轴核对。另外,在模式 8 及模式 12 中,在直到从当前位置恢复至待机位置 G 的期间,各个部件彼此不可能相干扰。因此,省略了干扰角度核对。

[0140] 模式 16 与模式 5 不同,省略了异常点核对、J5 轴核对、干扰角度核对及轴移动,进行干扰避免核对及待机位置恢复的处理项目。在模式 16 中省略了异常点核对、J5 轴核对及干扰角度核对的理由是与模式 8 及模式 12 的情况相同的理由。另外,如图 13 的(a)、(b)所示,由于未位于所有的干扰物附近,因此当前所处的地点是中间位置 C,是与从模式 5 到模式 15 中的轴移动完成了的状态相同的状态。因此,在模式 16 中,省略了轴移动。因而,在模式 16 中,仅进行干扰避免核对与待机位置恢复较好。

[0141] 这样,当对开关键 22c、24c 的任意一个进行了接通操作时,根据接通操作时的多关节机器人 40 的位置姿势选择移动路径,控制为机器人手 46 沿着该选择的移动路径向待机位置 G 移动。在与所选择的移动路径对应的各个程序中,分别编程有模式 1 ~ 模式 16。

[0142] 在 NC 机床系统的第 1 操作盘 22、第 2 操作盘 24 中设有执行存储在存储器 450 中的待机位置恢复程序并使多关节机器人 40 动作的开关 22c、24c。因此,如果操作者对第 1 操作盘 22、第 2 操作盘 24 的开关 22c、24c 进行了接通操作,则执行待机位置恢复程序,多关节机器人 40 进行动作。由此,即使是初次操作多关节机器人 40 的操作者,也能够安全地进行操作。

[0143] 另外,待机位置恢复程序被编程为在 NC 机床 10 所使用的正交坐标系下进行动作。因此,能够使多关节机器人 40 在 NC 机床 10 所使用的正交坐标系下进行动作。因此,对习惯了 NC 机床 10 的操作的操作者来说,理解多关节机器人 40 的动作是较容易的。

[0144] 待机位置恢复程序如下所示被编程。即,设定多关节机器人 40 的待机位置 G (目标位置姿势),并且在多关节机器人 40 移动成为待机位置 G (目标位置姿势)时,根据对开关键 22c、24c 进行了接通操作时的多关节机器人 40 的位置姿势选择移动路径,使多关节机器人 40 沿着所选择的移动路径进行移动。机器人控制装置 50 按照程序控制多关节机器人 40。因此,操作者不必根据多关节机器人 40 的位置姿势操作多关节机器人 40。

[0145] 在 NC 机床 10 的侧部配置有工件 80 的托盘 60。多关节机器人 40 能够在 NC 机床 10 与托盘 60 之间移动。托盘 60 与 NC 机床 10 的周围被前护板 70、侧面护板 72 及后护板 74 (安全栅栏)包围。在待机位置恢复程序中设定有多关节机器人 40 的待机位置 G (目标位置姿势)。待机位置恢复程序被编程为多关节机器人 40 沿着根据对开关键 22c、24c 进行了接通操作时的多关节机器人 40 的位置姿势选择的移动路径进行移动。另外,在待机位置恢复程序中,也编程为使多关节机器人 40 一边避免与前护板 70、侧面护板 72 及后护板 74 (安全栅栏)发生干扰一边移动成为待机位置 G (目标位置姿势)。

[0146] 机器人控制装置 50 按照待机位置恢复程序控制多关节机器人 40。因此,若执行待机位置恢复程序,则根据对开关键 22c、24c 进行了接通操作时的多关节机器人 40 的位置姿势选择移动路径,能够使多关节机器人 40 一边避免与前护板 70 (安全栅栏)发生干扰一边移动成为待机位置 G (目标位置姿势)。因此,操作者不必根据多关节机器人 40 的位置姿势以避免与前护板 70 (安全栅栏)相干扰的方式操作多关节机器人。

[0147] 在 NC 机床 10 上设有第 1 操作盘 22,在托盘 60 上设有第 2 操作盘 24。在各个操作盘 22、24 上分别设有执行待机位置恢复程序的开关 22c、24c。因此,在多关节机器人



40 位于托盘 60 附近的情况下,如果接通操作第 2 操作盘 24 的开关 24c,则能够执行待机位置恢复程序。另一方面,在多关节机器人 40 位于 NC 机床 10 附近的情况下,如果操作第 1 操作盘 22,则能够执行程序。因此,根据多关节机器人 40 位于托盘 60 及 NC 机床 10 中的哪一个附近,操作者能够操作靠近托盘 60 及 NC 机床 10 中的哪一个的操作盘的开关部件。由此,执行用于使多关节机器人 40 动作的共同的程序。

[0148] 在该实施方式中,将托盘 60 配置在了 NC 机床 10 的右侧,但是也可以将托盘 60 配置在 NC 机床 10 的左侧。

[0149] 在该实施方式中,多关节机器人 40 也可以将作为行进轴的 J1 轴替换为旋转轴而为 6 轴的多关节机器人。

[0150] 在该实施方式中,多关节机器人 40 除了 6 轴机器人以外也可以是 7 轴以上的多关节机器人。

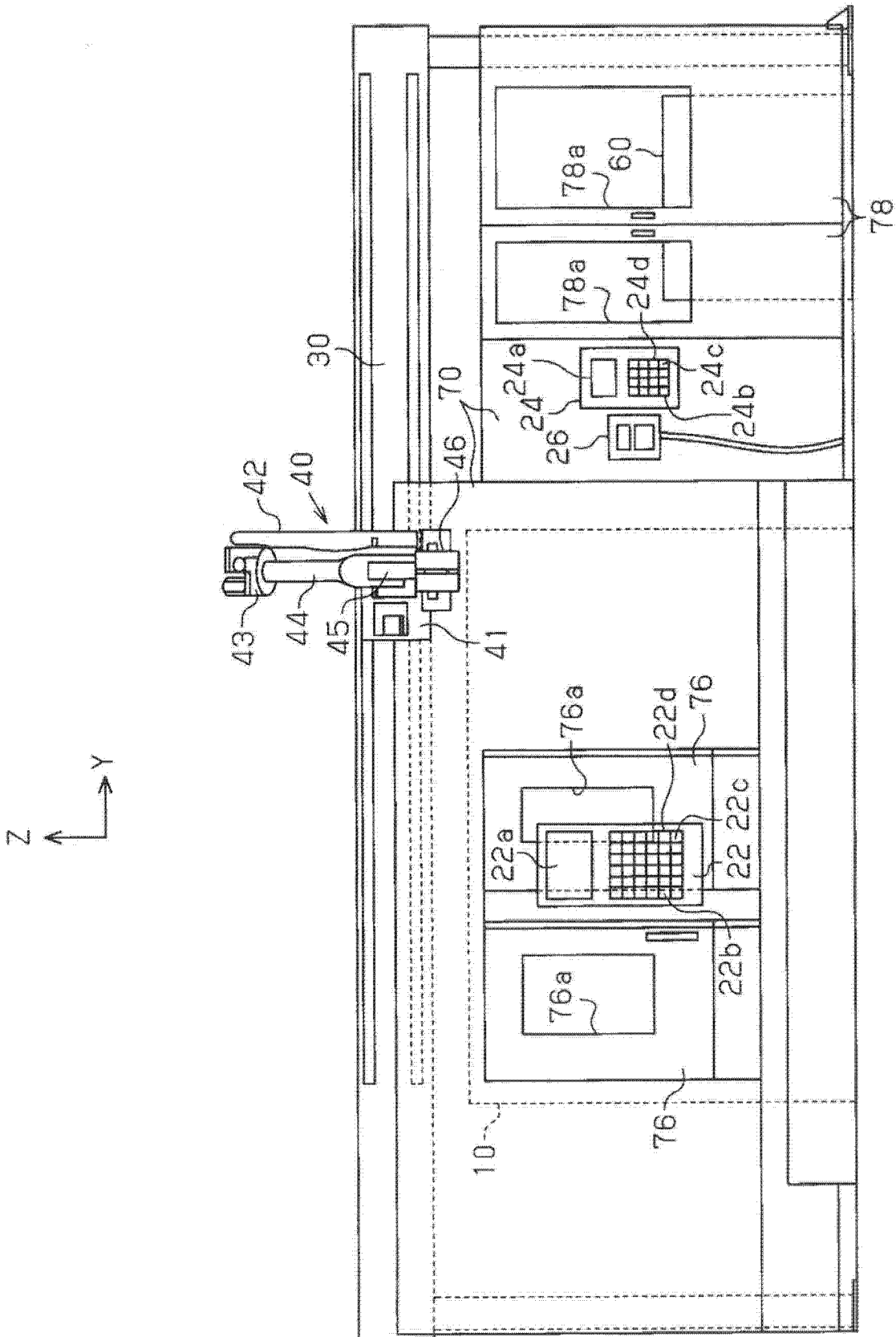


图 1

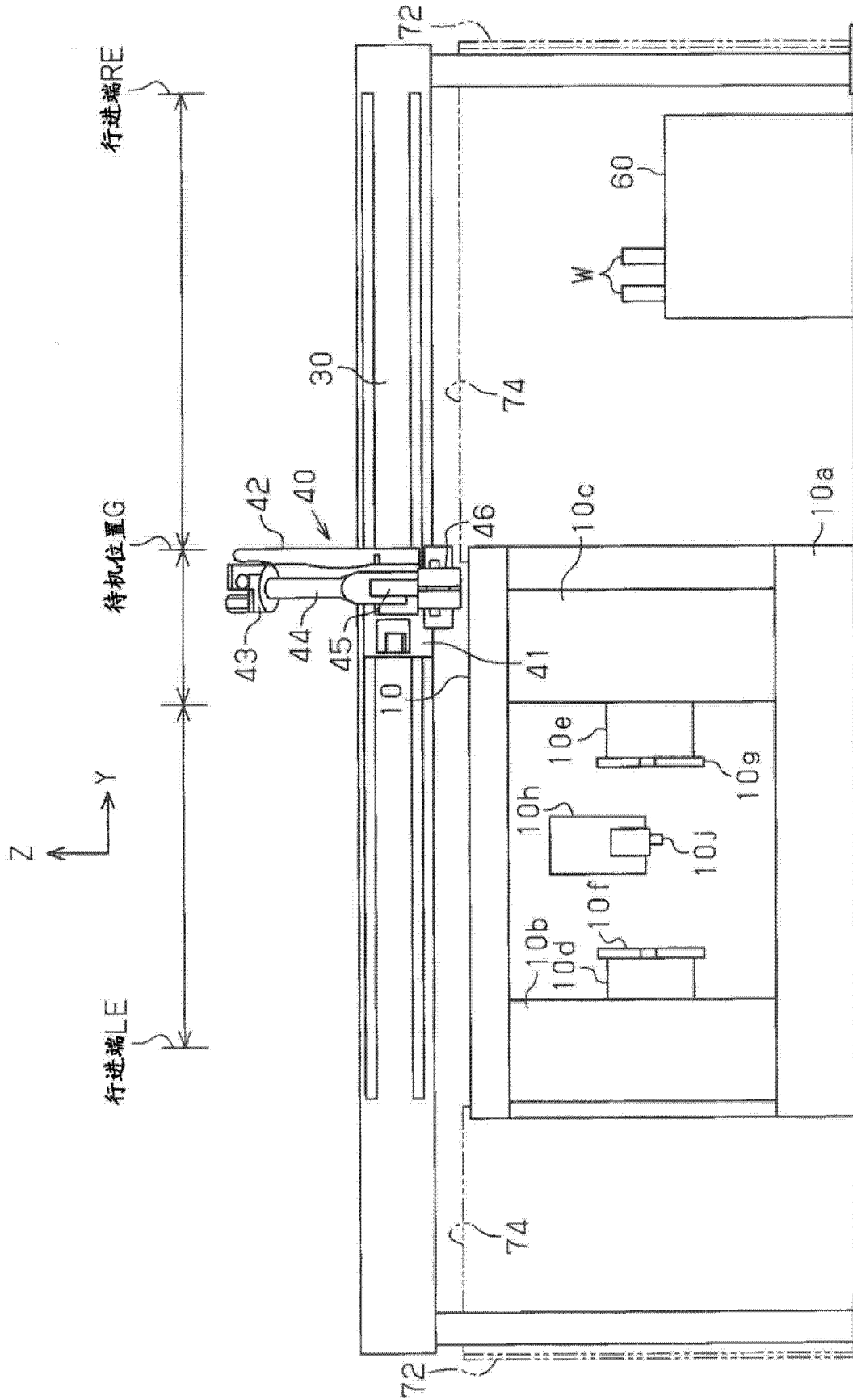


图 2

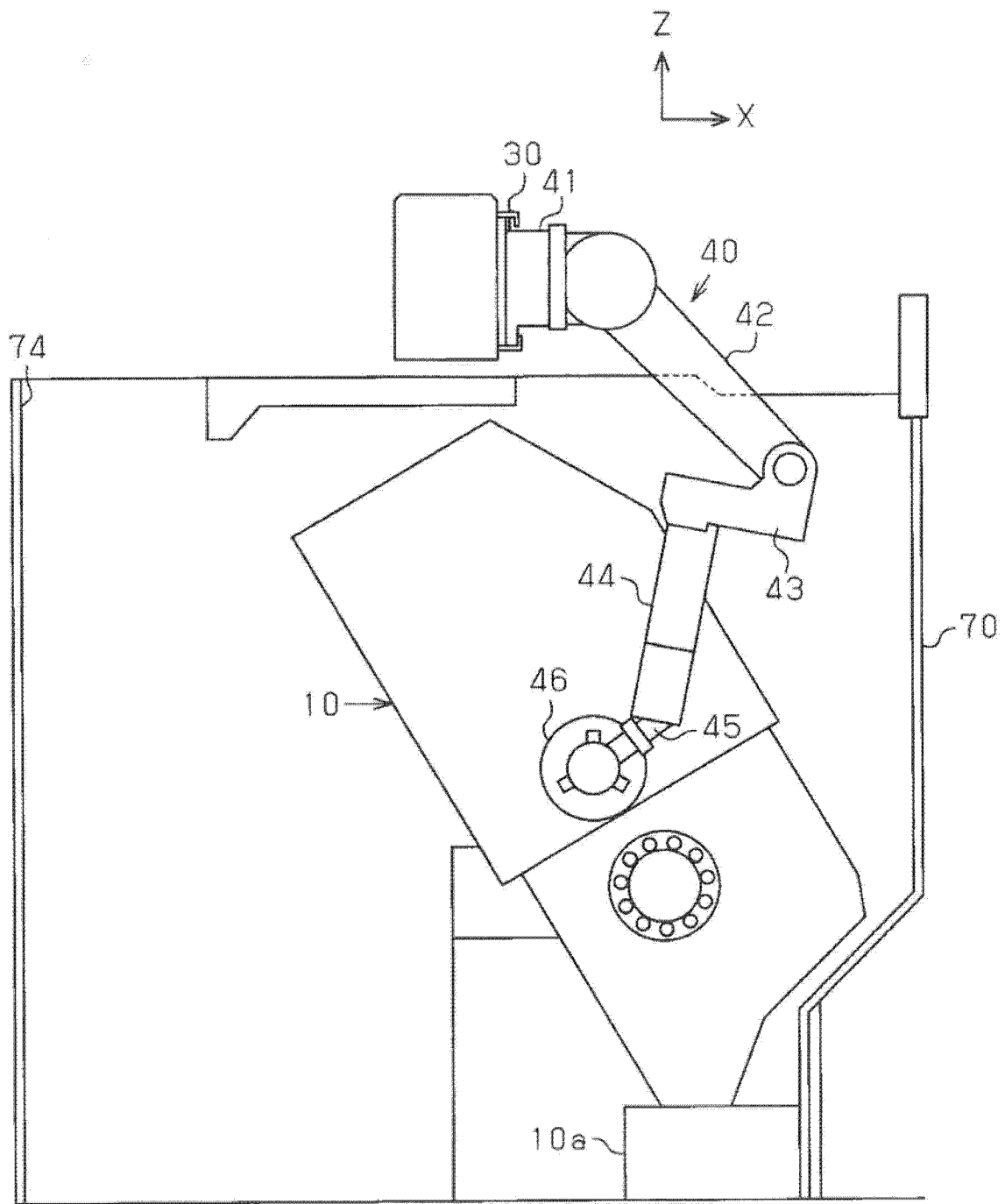


图 3

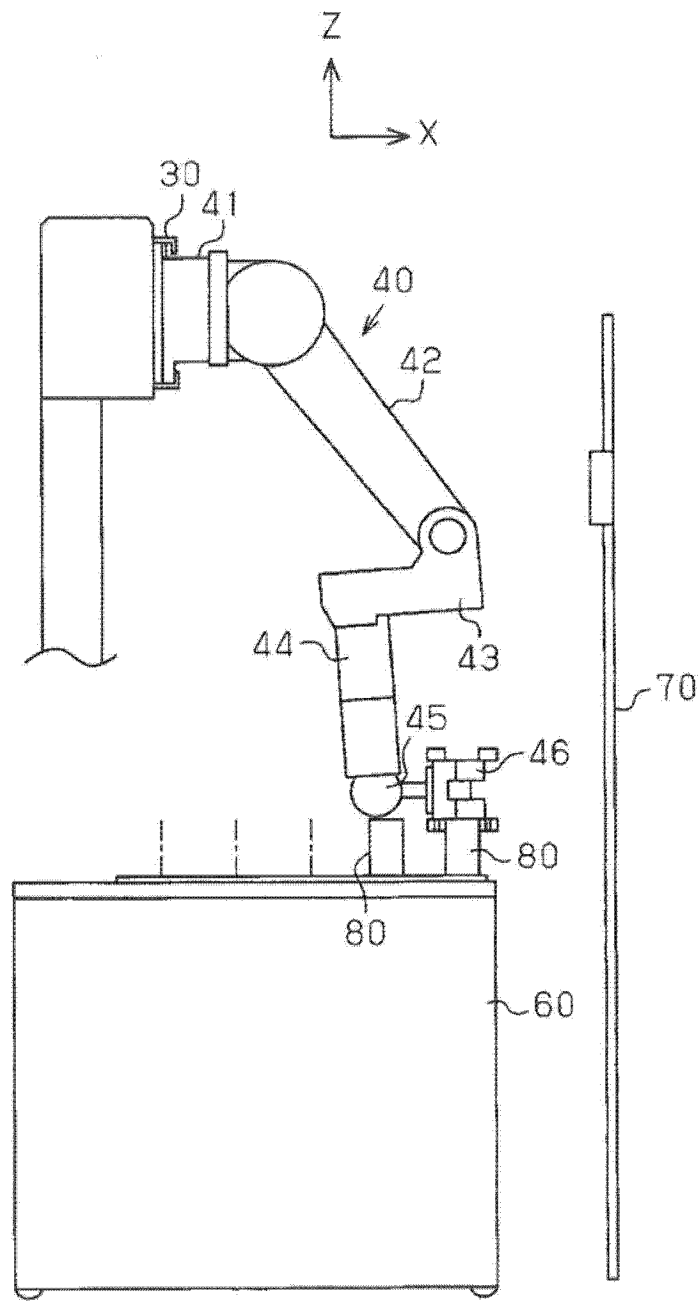


图 4

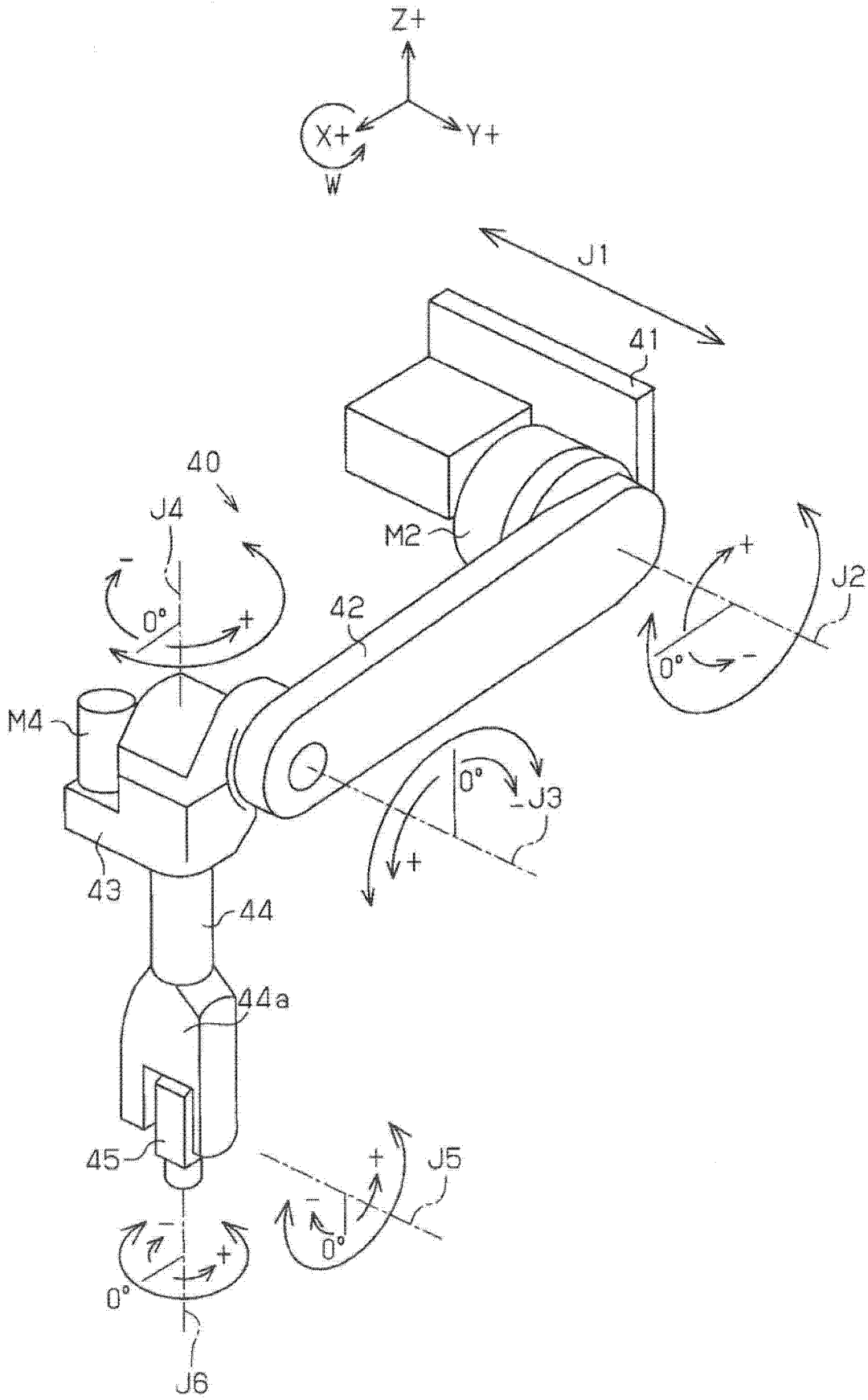


图 5

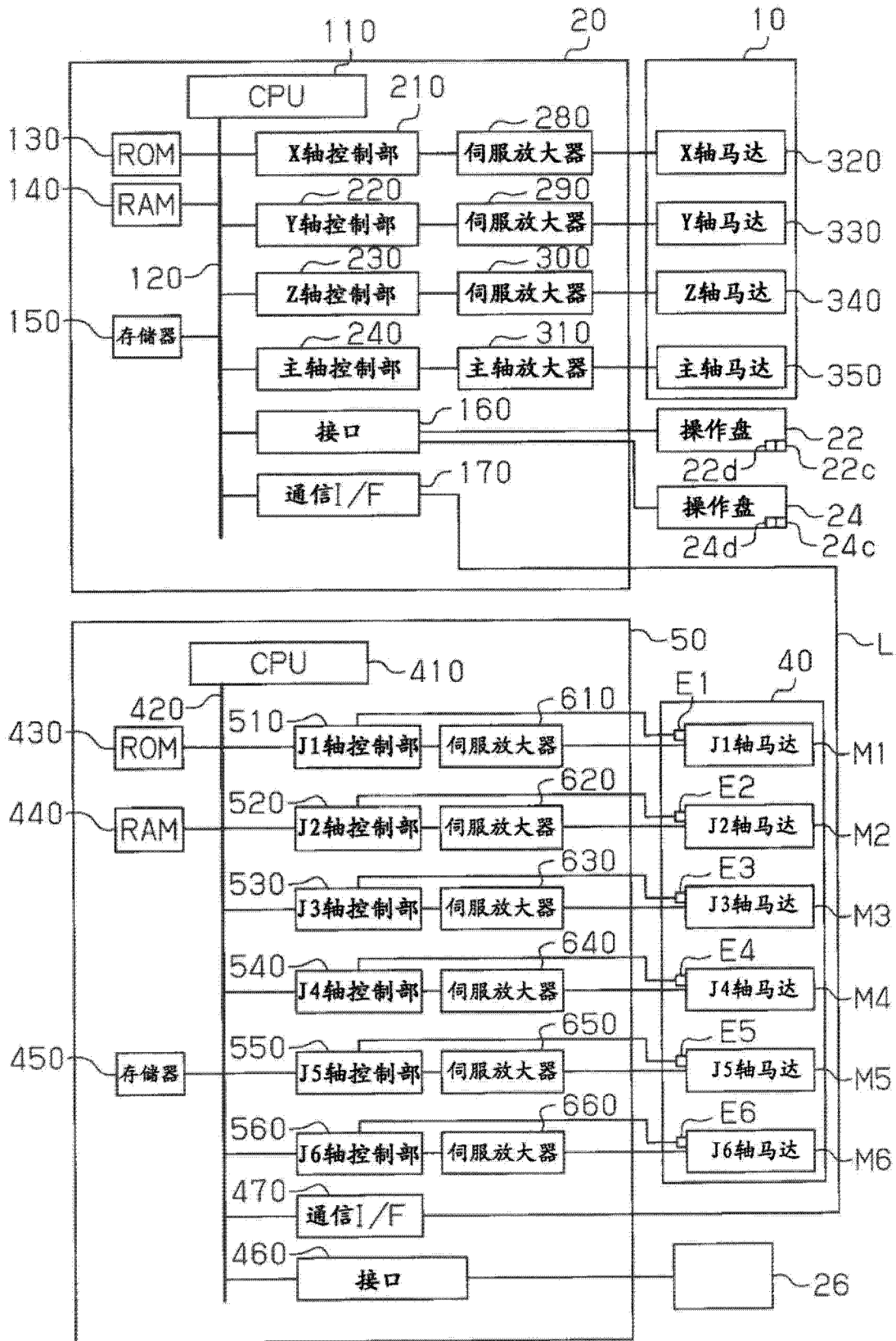


图 6

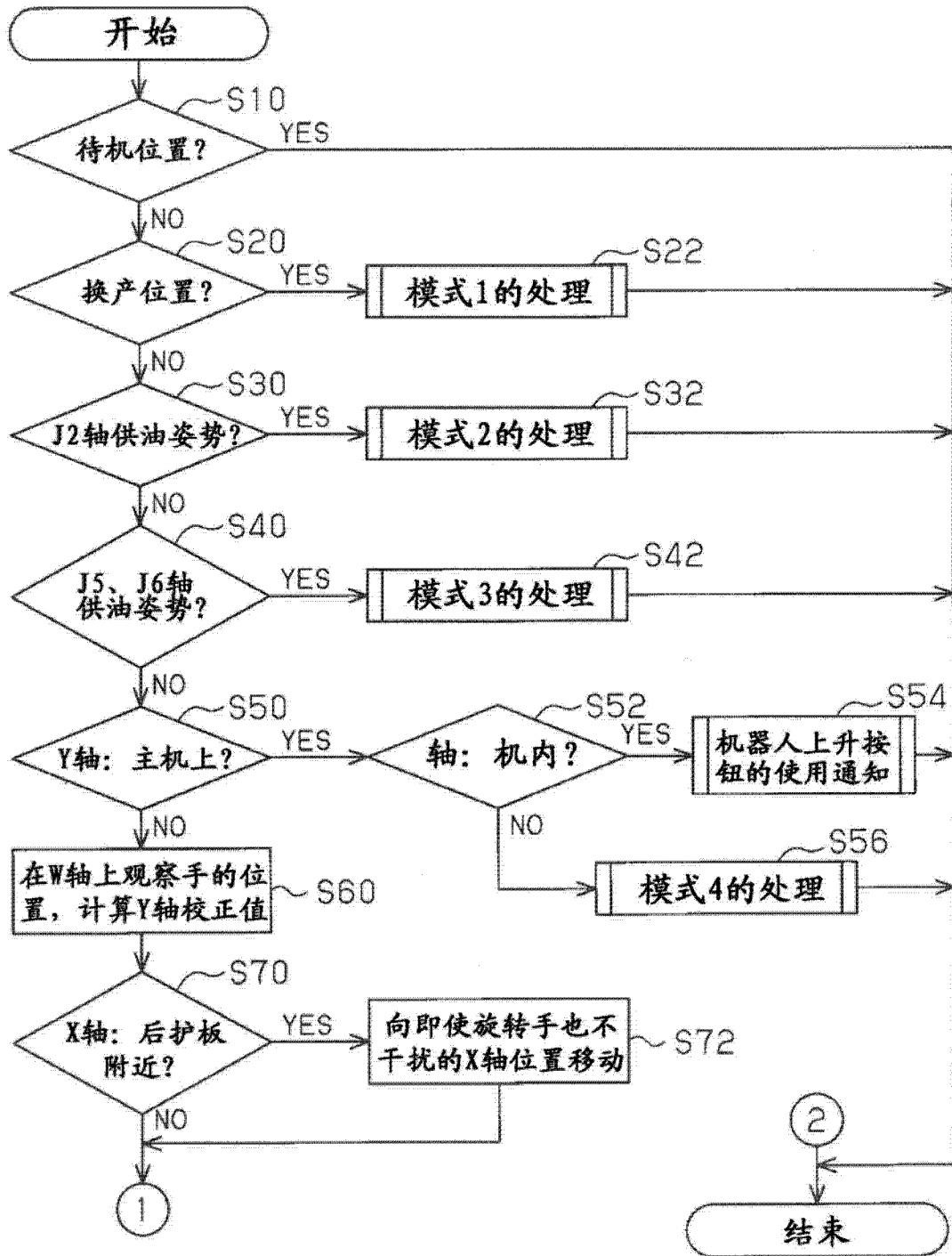


图 7



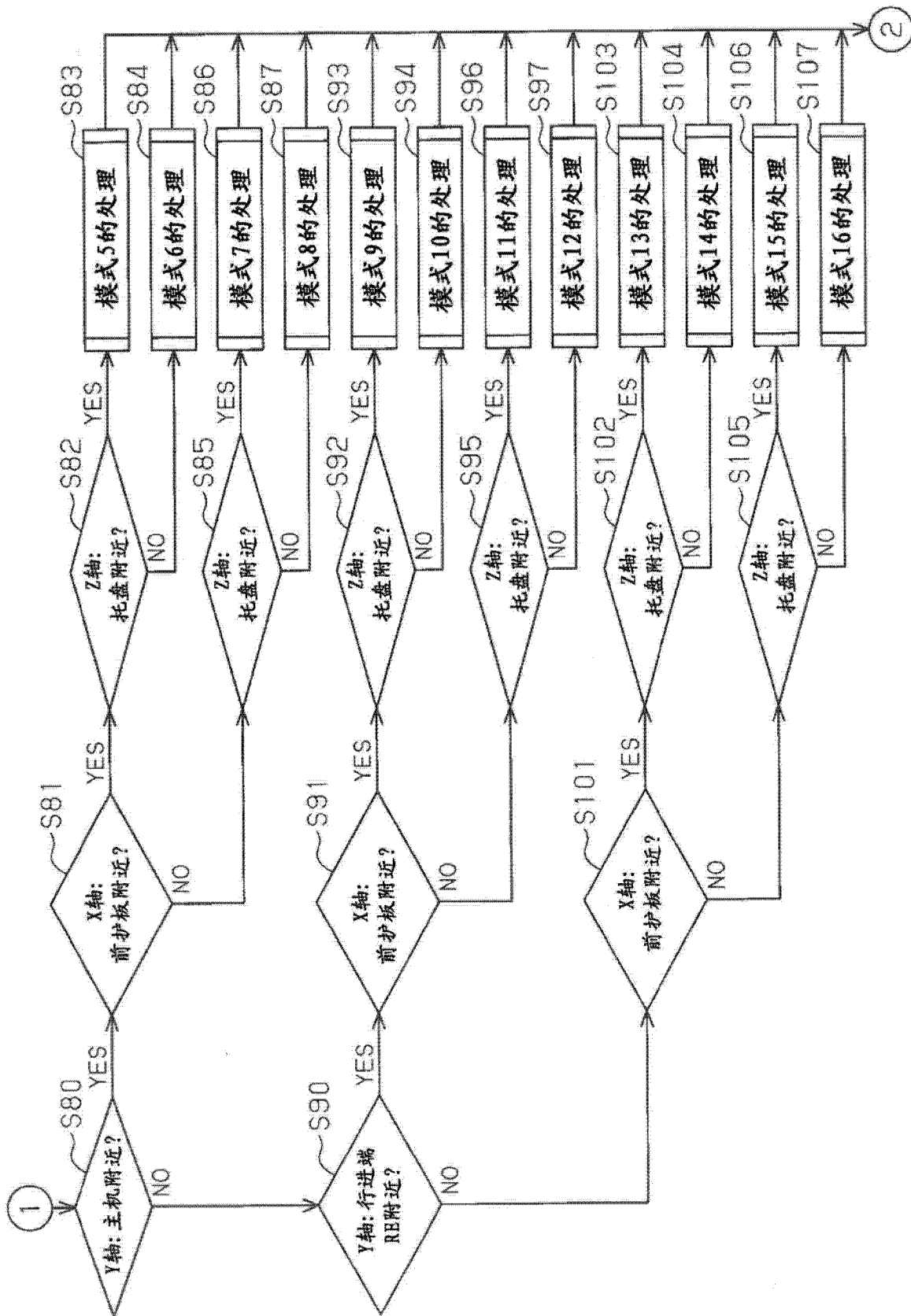


图 8

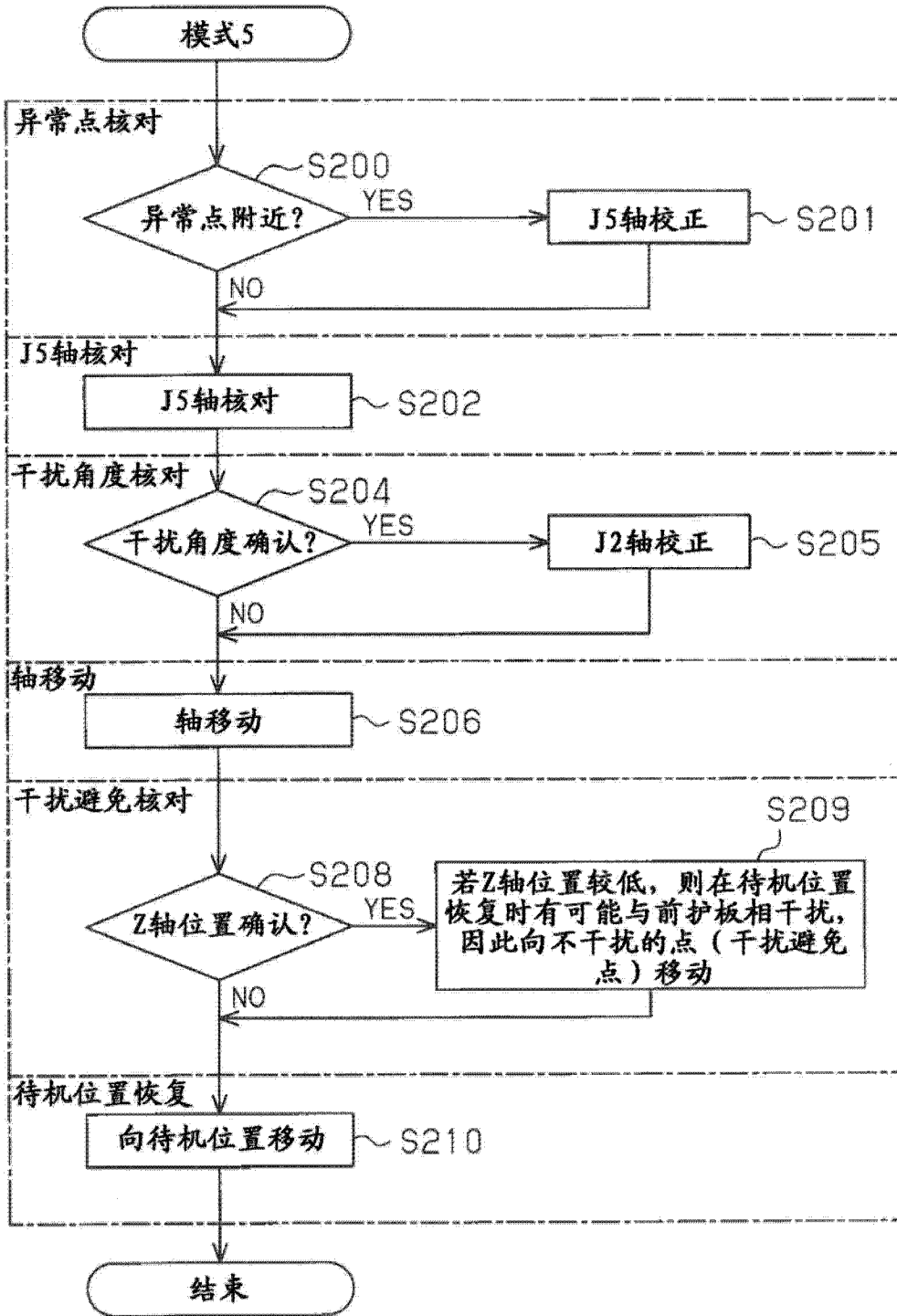


图9

主机附近		行进端附近		主机·行进端: 离开			
前护板附近	模式5	模式9	模式13	异常点核对	托盘附近		
	异常点核对					J5轴核对	J5轴核对
	J5轴核对					干扰角度核对	干扰角度核对
	干扰角度核对					轴移动	轴移动
	轴移动					干扰避免核对	干扰避免核对
	干扰避免核对					待机位置恢复	待机位置恢复
待机位置恢复							
前护板附近	模式6	模式10	模式14	异常点核对	离开托盘		
	异常点核对					干扰角度核对	干扰角度核对
	干扰角度核对					轴移动	轴移动
	轴移动					干扰避免核对	干扰避免核对
	干扰避免核对					待机位置恢复	待机位置恢复
	待机位置恢复						
离开前护板	模式7	模式11	模式15	异常点核对	托盘附近		
	异常点核对					J5轴核对	J5轴核对
	J5轴核对					干扰角度核对	干扰角度核对
	干扰角度核对					轴移动	轴移动
	轴移动					干扰避免核对	干扰避免核对
	干扰避免核对					待机位置恢复	待机位置恢复
待机位置恢复							
离开前护板	模式8	模式12	模式16	异常点核对	离开托盘		
	轴移动					干扰避免核对	干扰避免核对
	干扰避免核对					待机位置恢复	待机位置恢复
	待机位置恢复						

图 10

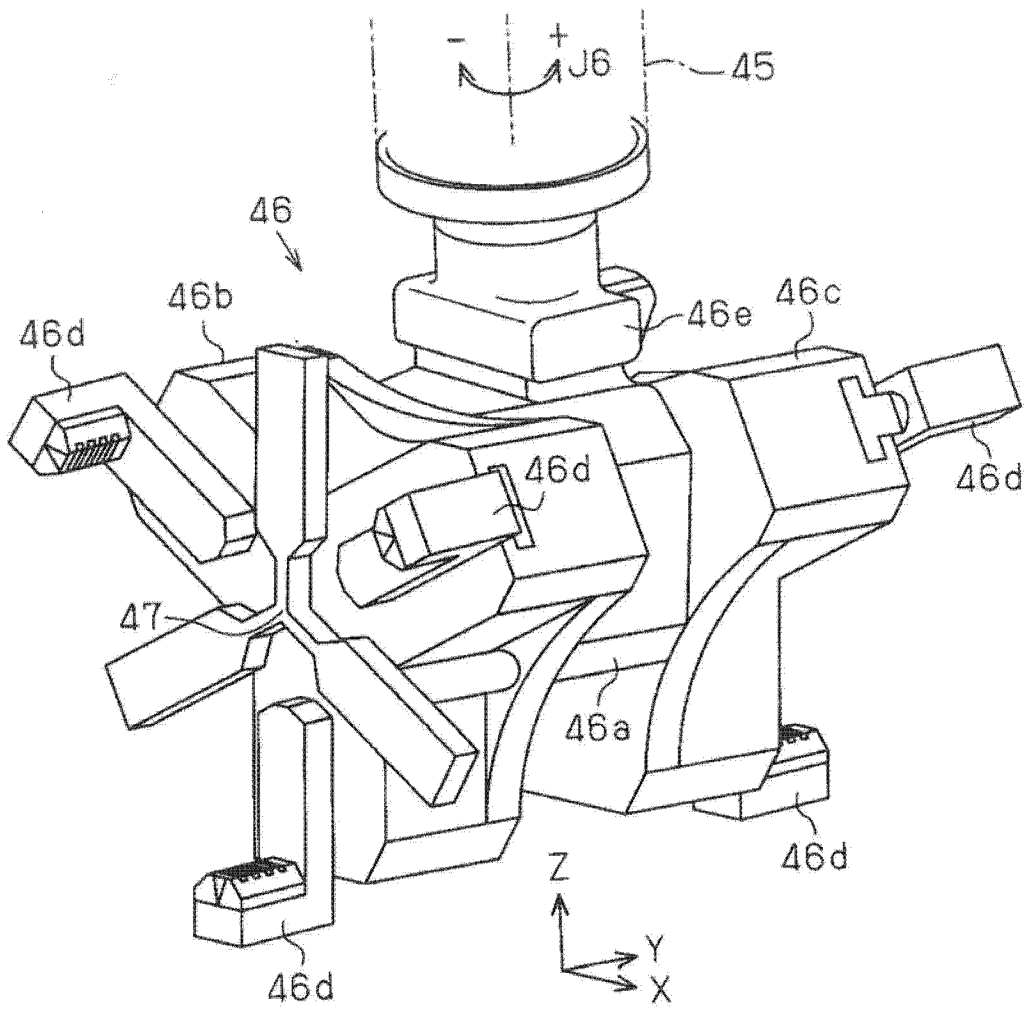


图 11

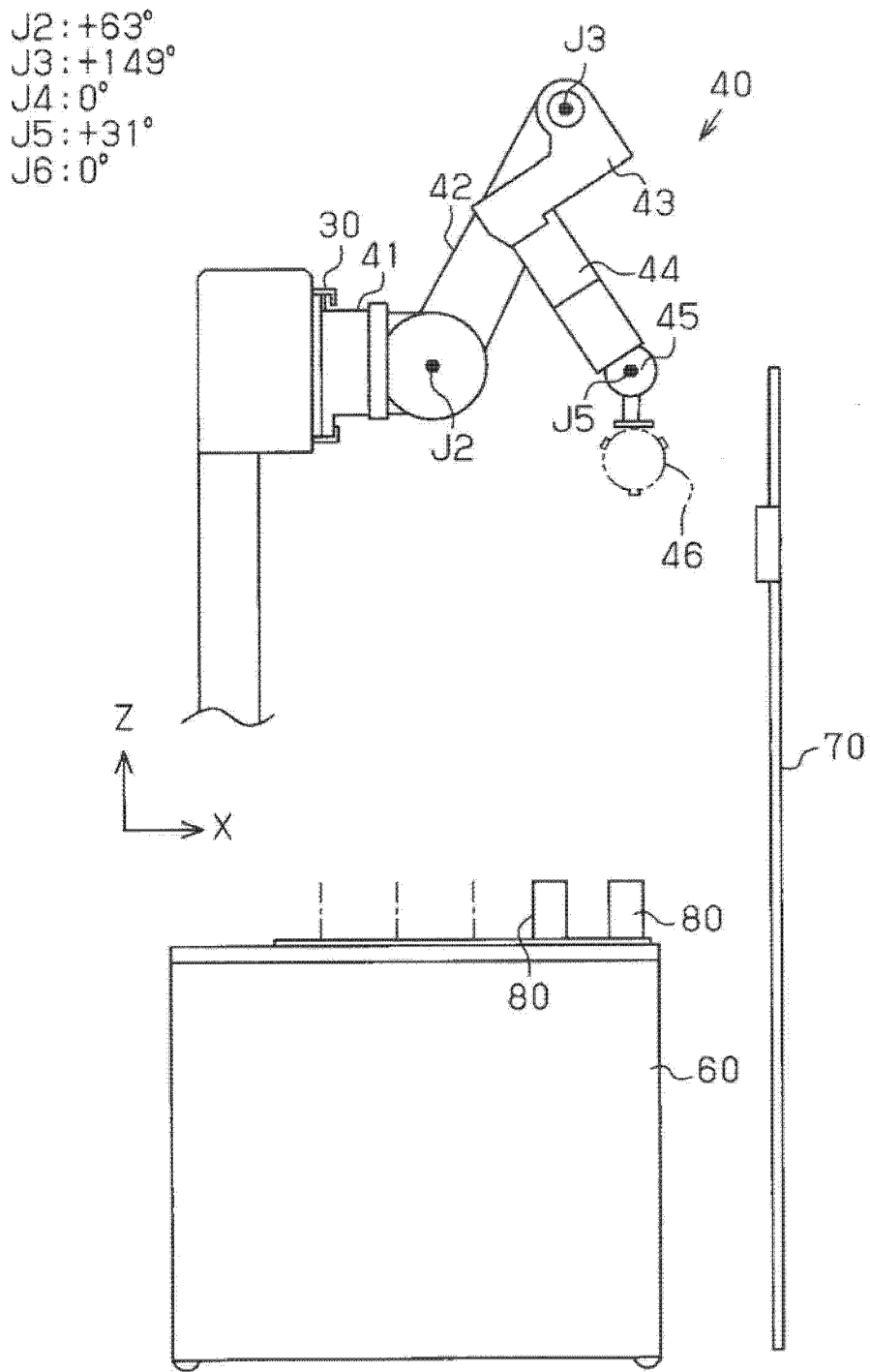


图 12

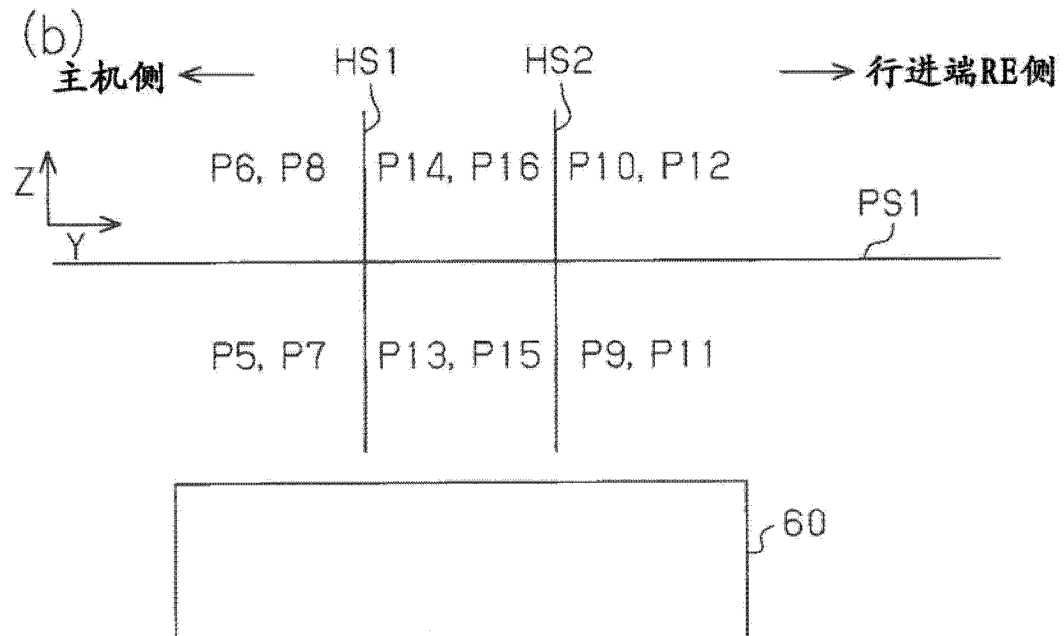
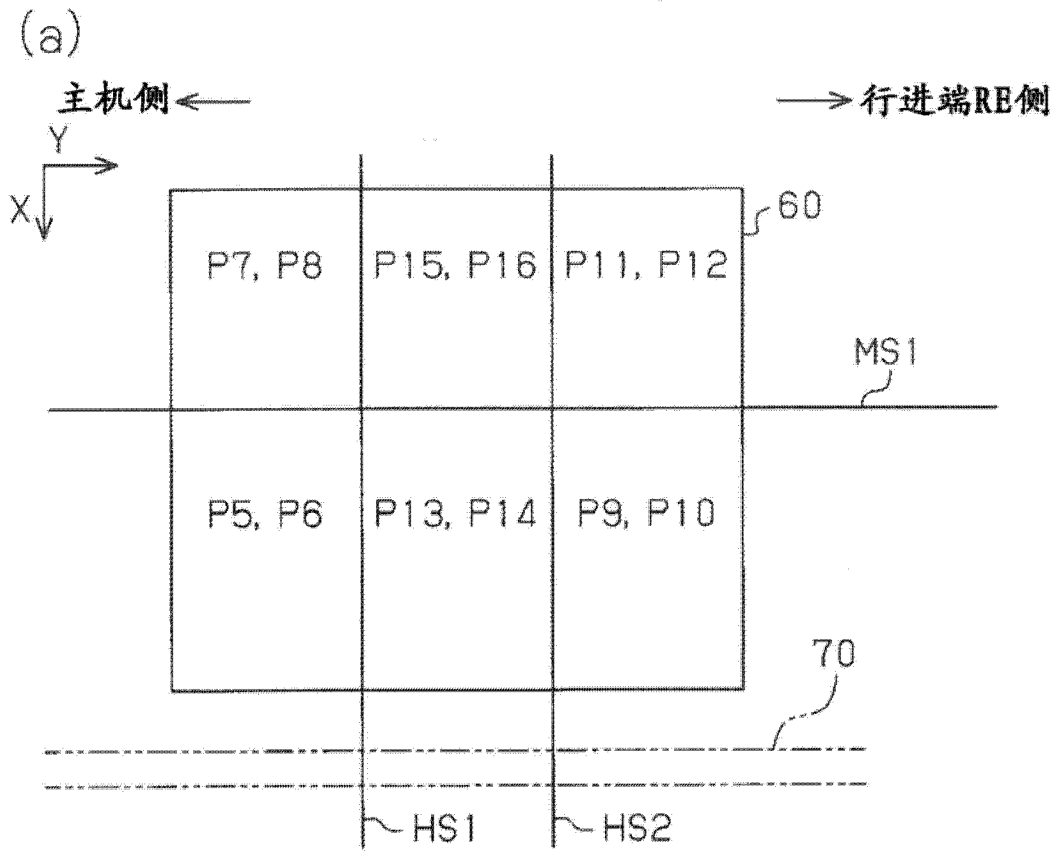


图 13

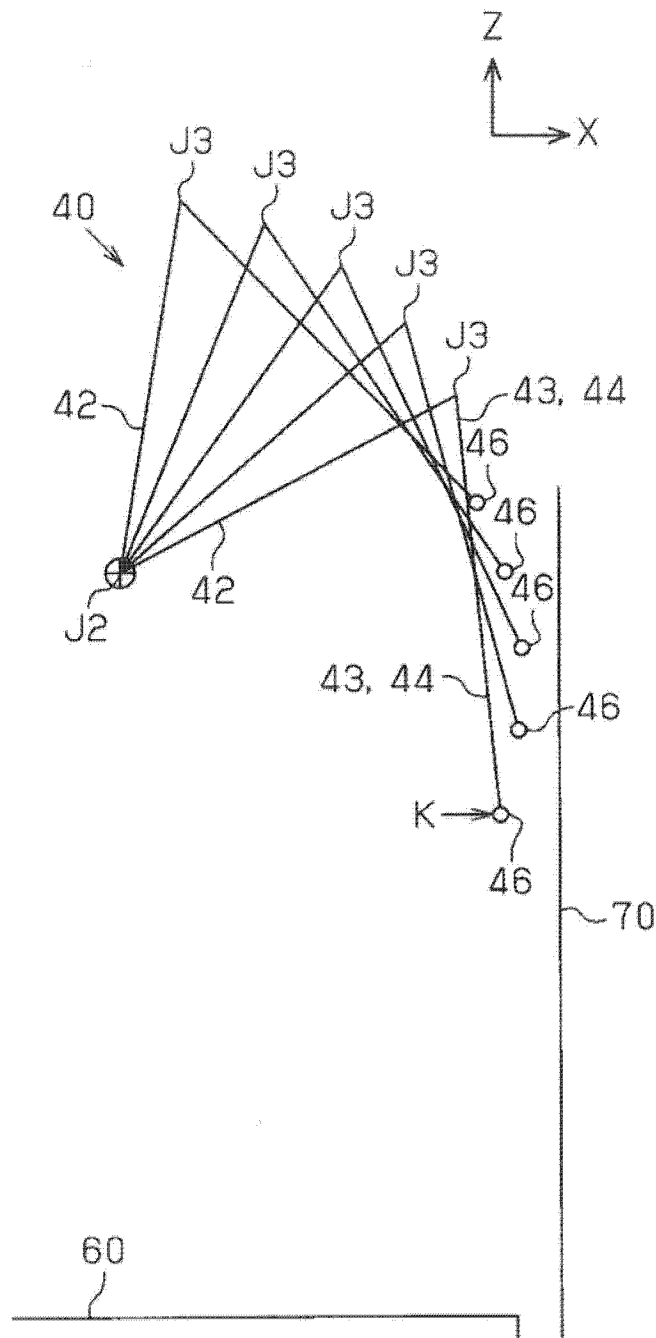


图 14

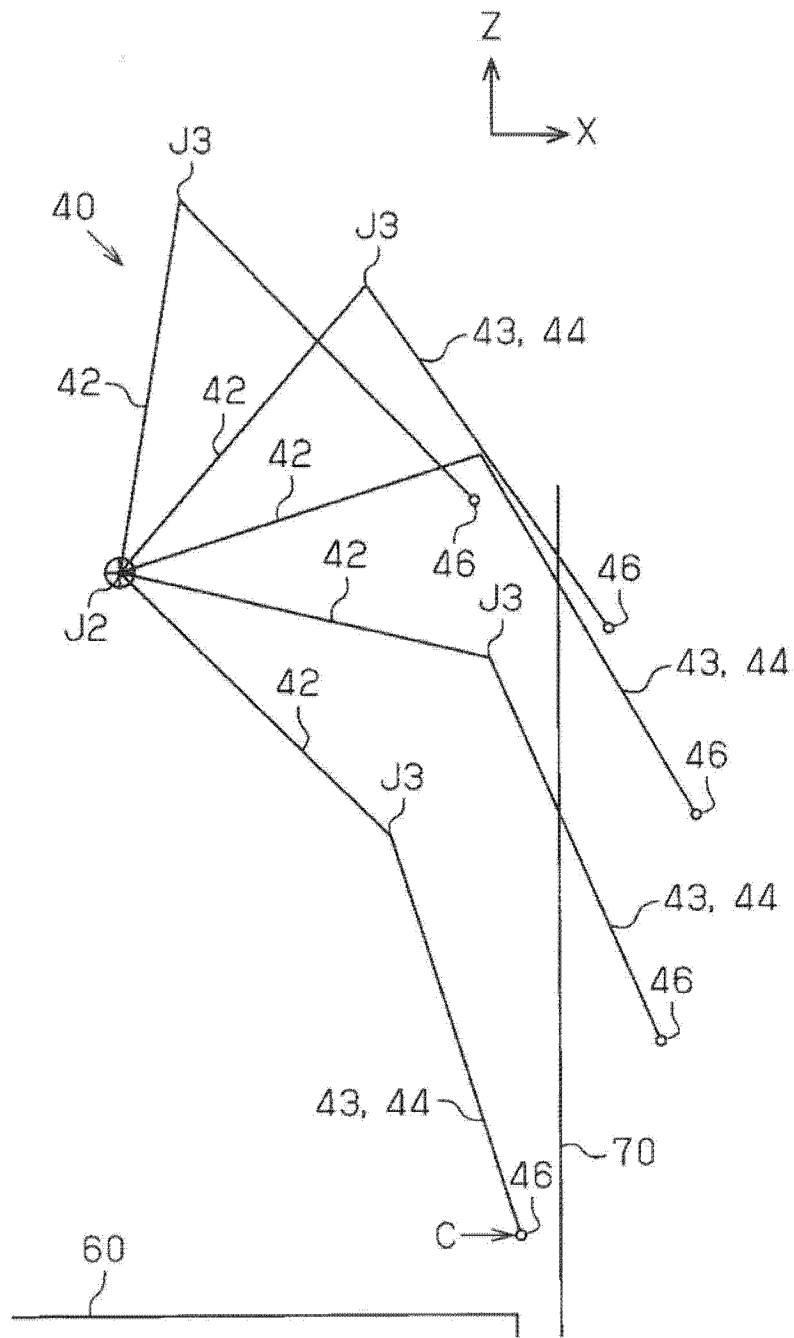


图 15



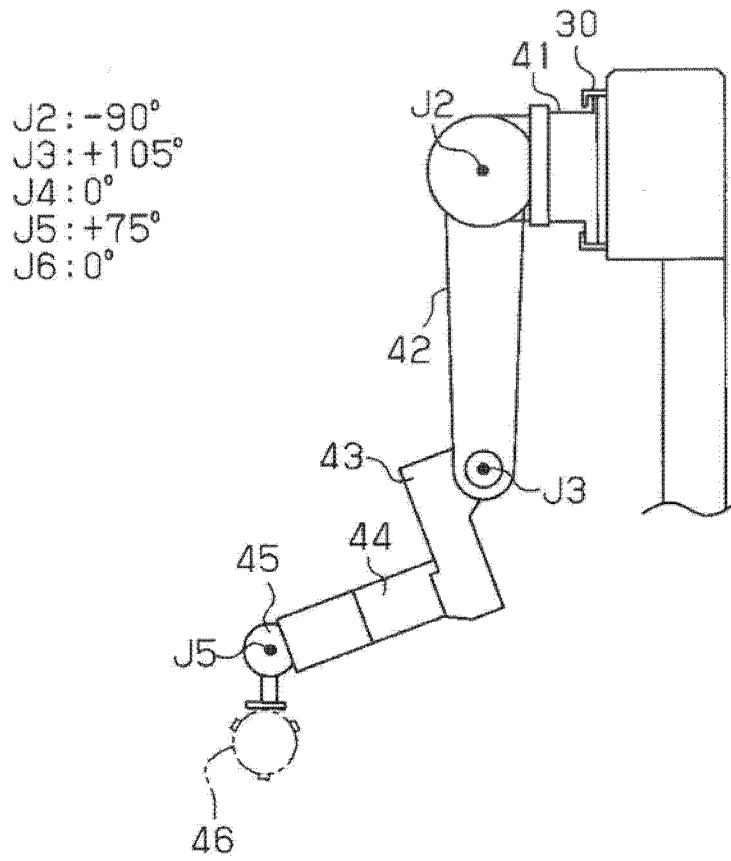


图 16

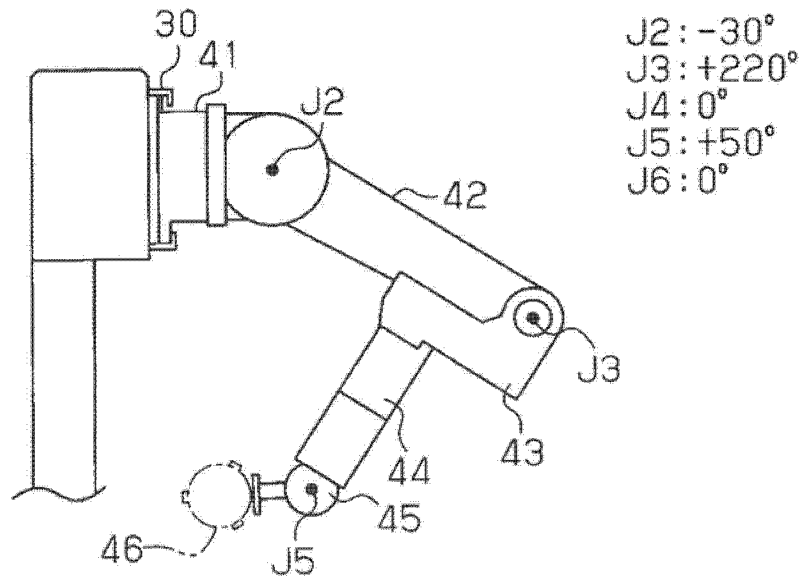


图 17