



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118804816 A

(43) 申请公布日 2024.10.18

(21) 申请号 202380025024.X

(74) 专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限公司 31300

(22) 申请日 2023.01.25

专利代理人 刘煜

(30) 优先权数据

2022-041558 2022.03.16 JP

(51) Int.CI.

B23Q 3/155 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

B23Q 17/00 (2006.01)

2024.09.02

G05B 19/18 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/002239 2023.01.25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/176160 JA 2023.09.21

(71) 申请人 西铁城时计株式会社

地址 日本东京都西东京市田无町六丁目1
番12号

申请人 西铁城精机株式会社

(72) 发明人 小竹恭太 内藤嘉彦

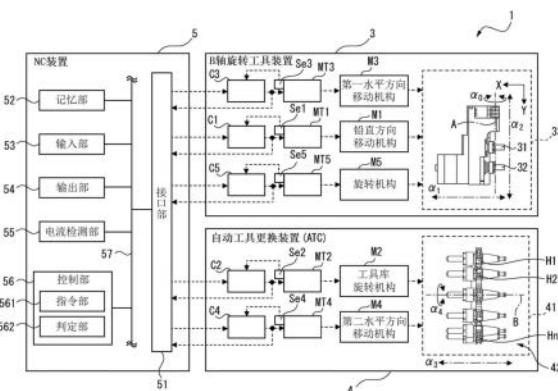
权利要求书2页 说明书11页 附图14页

(54) 发明名称

机床

(57) 摘要

本发明涉及一种机床,其具备:电流检测部,其检测输入至第一伺服电动机以及第二伺服电动机的多个电流值;存储部,其在存储旋转工具装置和自动工具更换装置之间进行的一系列的工具更换工序中的规定的工序中,输入至第一伺服电动机以及第二伺服电动机的正常时的多个电流值的经时变化;以及判定部,其在规定的工序中,将由电流检测部检测的多个电流值与正常时的多个电流值的经时变化进行比较,判定规定的工序是否正常进行。



1. 一种机床,其具备旋转工具装置和在所述旋转工具装置之间进行工具的更换的自动工具更换装置,其特征在于,

所述旋转工具装置具有:

- (i) 旋转工具主体部,其为了加工工件而可旋转地保持所述工具;
- (ii) 第一伺服电动机,其产生用于使所述旋转工具装置动作的动力,

所述自动工具更换装置具有第二伺服电动机,所述第二伺服电动机产生用于使所述自动工具更换装置动作的动力,

所述机床具备:

电流检测部,其检测输入至所述第一伺服电动机以及所述第二伺服电动机的多个电流值;

存储部,其存储在所述旋转工具装置和所述自动工具更换装置之间进行的一系列的工具更换工序中的规定的工序中,输入至所述第一伺服电动机以及所述第二伺服电动机的正常时的多个电流值的经时变化;以及

判定部,其在所述规定的工序中,将由所述电流检测部检测的所述多个电流值与所述正常时的多个电流值的经时变化进行比较,判定所述规定的工序是否正常进行。

2. 根据权利要求1所述的机床,其特征在于,所述自动工具更换装置还具有箱体和圆形状的工具库,所述圆形状的工具库收容在所述箱体内,沿圆周方向设置有保持所述工具的多个工具保持部。

3. 根据权利要求2所述的机床,其特征在于,所述第一伺服电动机产生用于使铅直方向移动机构动作的动力,所述铅直方向移动机构使所述旋转工具主体部能够沿铅直方向移动,

所述第二伺服电动机产生用于使工具库旋转机构动作的动力,所述工具库旋转机构使所述工具库能够沿旋转轴旋转,

所述规定的工序是在所述旋转工具装置和所述自动工具更换装置之间将所述工具向进行所述工具的更换的规定的位置移动的工序,或是在所述旋转工具装置和所述自动工具更换装置之间将所述工具从所述规定的位置向开始所述一系列的工具更换工序之前的原来的位置移动的工序。

4. 根据权利要求3所述的机床,其特征在于,所述工具库具有用于保持一个工具的紧固件,

所述判定部根据所述电流检测部检测的向所述第二伺服电动机输入的电流值,判定所述紧固件是否破损。

5. 根据权利要求2至4中任一项所述的机床,其特征在于,所述旋转工具装置具有第三伺服电动机,所述第三伺服电动机产生用于使第一水平方向移动机构动作的动力,所述第一水平方向移动机构使所述旋转工具主体部能够沿水平方向移动,

所述电流检测部检测输入至所述第三伺服电动机的电流值,

所述判定部在所述旋转工具装置和所述自动工具更换装置之间进行的一系列工具更换工序中的其他的规定的工序中,在由所述电流检测部检测的所述电流值没有变动的情况下,判定所述其他规定的工序未正常进行。

6. 根据权利要求2至5中任一项所述的机床,其特征在于,所述自动工具更换装置具有

第四伺服电动机,所述第四伺服电动机产生用于使第二水平方向移动机构动作的动力,所述第二水平方向移动机构使所述箱体能够沿水平方向移动,

所述电流检测部检测输入至所述第四伺服电动机的电流值,

所述判定部在所述旋转工具装置和所述自动工具更换装置之间进行的一系列工具更换工序中的其他的规定的工序中,在由所述电流检测部检测到的所述电流值没有变动的情况下,判定所述其他的规定的工序未正常进行。

7.根据权利要求5或6所述的机床,其特征在于,所述其他的规定的工序是将所述工具从所述旋转工具装置向所述自动工具更换装置移交的工序、或者是将所述工具从所述自动工具更换装置向所述旋转工具装置移交的工序。

机床

技术领域

[0001] 本发明涉及一种机床。

背景技术

[0002] 一般地,已知一种机床,其具备能够旋转地保持用于加工工件的工具的旋转工具装置和在与旋转工具装置之间进行工具的更换的自动工具更换装置(ATC)。机床例如使用日本特开平06-246568号公报中所记载的方法,在旋转工具装置和ATC之间进行的一系列的工具更换工序中,判定是否发生装置的故障、以及碰撞等的异常,在异常发生时停止动作。

[0003] 在此,日本特开平06-246568号公报所记载的方法是监视工具更换动作中的一个电动机的电流值,在该电动机的电流值超过容许值的情况下,停止机床的动作。另一方面,在一系列的工具更换工序中使用的电动机存在多个,通过监视输入至这些电动机的多个电流值,有时也能够检测机床中的异常状态。

发明内容

[0004] 本公开的目的在于提供一种通过监视输入至多个电动机的多个电流值,能够检测在内部发生的异常的机床。

[0005] 本公开的实施方式的机床具备旋转工具装置和在与旋转工具装置之间进行工具的更换的自动工具更换装置,旋转工具装置包括:(i)旋转工具主体部,其为了加工工件而可旋转地保持工具,(ii)第一伺服电动机,其产生用于使旋转工具装置动作的动力,自动工具更换装置具有第二伺服电动机,其产生用于使自动工具更换装置动作的动力,机床具备:电流检测部,其检测输入至第一伺服电动机以及第二伺服电动机的多个电流值;存储部,其存储在旋转工具装置和自动工具更换装置之间进行的一系列工具更换工序中的规定的工序中,输入至第一伺服电动机以及第二伺服电动机的正常时的多个电流值的经时变化;以及判定部,其在规定的工序中,将由电流检测部检测的多个电流值与正常时的多个电流值的经时变化进行比较,判定规定的工序是否正常进行。

[0006] 在本公开的实施方式的机床中,优选地,自动工具更换装置还具有箱体和圆形状的工具库,该圆形状的工具库收容在箱体内,沿圆周方向设置有保持工具的多个工具保持部。

[0007] 在本公开的实施方式的机床中,第一伺服电动机产生用于使铅直方向移动机构动作的动力,该铅直方向移动机构使旋转工具主体部能够沿铅直方向移动,第二伺服电动机产生用于使工具库旋转机构动作的动力,该工具库旋转机构使工具库能够沿旋转轴旋转,规定的工序是将工具向在旋转工具装置和自动工具更换装置之间进行工具的更换的规定的位置移动的工序,或是将旋转工具装置和自动工具更换装置从规定的位置向开始一系列的工具更换工序之前的位置移动工具的工序。

[0008] 在本公开的实施方式的机床中,工具库具有用于保持一个工具的紧固件,判定部根据电流检测部检测的向第二伺服电动机输入的电流值,判定紧固件是否破损。

[0009] 在本公开的实施方式的机床中,旋转工具装置具有第三伺服电动机,所述第三伺服电动机产生用于使第一水平方向移动机构动作的动力,所述第一水平方向移动机构使旋转工具主体部能够沿水平方向移动,所述电流检测部检测输入至所述第三伺服电动机的电流值,判定部在旋转工具装置和自动工具更换装置之间进行的一系列工具更换工序中的其他的规定的工序中、由电流检测部检测的电流值没有变动的情况下,判定其他规定的工序未正常进行。

[0010] 在本公开的实施方式的机床中,自动工具更换装置具有第四伺服电动机,所述第四伺服电动机产生用于使第二水平方向移动机构动作的动力,所述第二水平方向移动机构使箱体能够沿水平方向移动,电流检测部检测输入至第四伺服电动机的电流值,判定部在旋转工具装置和自动工具更换装置之间进行的一系列工具更换工序中的其他的规定的工序中、由电流检测部检测到的电流值没有变动的情况下,判定所述其他的规定的工序未正常进行。

[0011] 在本公开的实施方式的机床中,优选地,其他的规定的工序是将工具从旋转工具装置向自动工具更换装置移交的工序、或者是将工具从自动工具更换装置向旋转工具装置移交的工序。

[0012] 根据本公开的实施方式的机床,通过监视输入至多个电动机的多个电流值,能够检测在内部发生的异常。

附图说明

[0013] 图1是本实施方式的机床的局部立体图。

图2是表示图1所示的机床的结构的框图。

图3是图1以及图2所示的自动工具更换装置的放大立体图。

图4A是从图3所示的视点β观察的工具库的主视图。

图4B是用于说明将工具保持在图4A所示的工具库中的工序的图(其一)。

图4C是用于说明将工具保持在图4A所示的工具库中的工序的图(其二)。

图5是表示在本实施方式的机床的B轴旋转工具装置和自动工具更换装置之间进行的一系列的工具更换工序的流程图。

图6A是表示图5所示的一系列的工具更换工序的各工序中的B轴旋转工具装置以及ATC的移动位置的图(其一)。

图6B是表示图5所示的一系列的工具更换工序的各工序中的B轴旋转工具装置以及ATC的移动位置的图(其二)。

图6C是表示图5所示的一系列的工具更换工序的各工序中的B轴旋转工具装置以及ATC的移动位置的图(其三)。

图6D是表示图5所示的一系列的工具更换工序的各工序中的B轴旋转工具装置以及ATC的移动位置的图(其四)。

图6E是表示图5所示的一系列的工具更换工序的各工序中的B轴旋转工具装置以及ATC的移动位置的图(其五)。

图6F是表示图5所示的一系列的工具更换工序的各工序中的B轴旋转工具装置以及ATC的移动位置的图(其六)。

图7是表示在图5所示的一系列的工具更换工序中向各伺服电动机供给的正常时的电流波形的图。

图8是表示在工具松开异常的情况下,在规定的工具更换工序中供给至各伺服电动机的电流波形的图。

图9是表示在下一个工具夹紧异常的情况下,在规定的工具更换工序中供给至各伺服电动机的电流波形的图。

图10是表示在工具库破损的情况下,在规定的工具更换工序中供给至各伺服电动机的电流波形的图。

具体实施方式

[0014] 以下,参照附图对本实施方式的机床进行说明。然而,应当注意的是,本公开的技术范围不限于这些实施的方式,而是扩展到权利要求中描述的发明及其等同物。

[0015] 图1是本实施方式的机床1的局部立体图。图1所示的机床1是用于加工作为圆棒状的长条的棒材的工件W的装置。机床1构成为包括用于支承工件W的主轴2、包含B轴旋转工具装置3等而被构成的旋转工具驱动装置13、自动工具更换装置(ATC)4、以及后述的数值控制(NC)装置5等。

[0016] 主轴2设置在支承台6。主轴2以Z轴方向为轴线,以Z轴为中心旋转自如地支承工件W,并且将工件W可移动地支承在支承台6的正面侧。支承台6固定支承在床身7。

[0017] 在支承台6的正面侧设置有沿与Z轴方向正交的X轴方向(也称为水平方向)延伸的导轨8。在轨道8安装有基座10,该基座10通过由第三伺服电动机MT3产生的动力而沿箭头 α_1 的方向滑动。在基座10设置有沿与Z轴方向以及X轴方向正交的Y轴方向(也称为铅直方向)延伸的导轨11。在导轨11安装有旋转工具驱动装置13,该旋转工具驱动装置13通过由第一伺服电动机MT1产生的动力而沿箭头 α_2 的方向滑动。

[0018] 旋转工具驱动装置13是保持用于进行工件W的加工的工具的装置。该旋转工具驱动装置13具有工具131、132及具有第一工具31以及第二工具32的B轴旋转工具装置3。工具131、132以顶端朝向下方的状态沿着X轴方向并列设置。第一工具31以及第二工具32可旋转地保持在构成B轴旋转工具装置3的B轴旋转工具主体部33,以顶端朝向侧方的状态沿着Y轴方向并列设置。本实施方式的机床1通过利用主轴2使工件W沿Z轴方向移动,使旋转工具驱动装置13向箭头 α_1 或箭头 α_2 的方向移动,能够利用规定的工具进行工件W的加工。B轴旋转工具主体部33被支承为能够通过由旋转电动机MT5产生的动力以旋转电动机MT5的旋转轴A为中心沿箭头 α_0 的方向旋转。

[0019] ATC4是在与B轴旋转工具装置3之间进行工具的更换的装置。ATC4构成为包括箱体41、第四伺服电动机MT4、保持在箱体41内的后述的圆形状的工具库42、以及第二伺服电动机MT2等。在床身7设置有沿X轴方向延伸的导轨15。在导轨15安装有箱体41,该箱体41通过由第四伺服电动机MT4产生的动力而沿箭头 α_3 的方向滑动。工具库42被支承为能够通过由第二伺服电动机MT2产生的动力以旋转轴B为中心沿箭头 α_4 的方向旋转。

[0020] 图2是表示图1所示的机床1的内部结构的框图。如图2所示,B轴旋转工具装置3构成为包括B轴旋转工具主体部33、第一水平方向移动机构M3、第三伺服电动机MT3、铅直方向移动机构M1、第一伺服电动机MT1、旋转机构M5、以及旋转电动机MT5等。

[0021] 第一水平方向移动机构M3能够使包含B轴旋转工具主体部33的旋转工具驱动装置13整体向箭头 α_1 的方向移动。第三伺服电动机MT3将输入的电流变换为机械输出(转矩以及转速等动力),并提供给第一水平方向移动机构M3。由此,第一水平方向移动机构M3使B轴旋转工具主体部33向箭头 α_1 的方向进退移动。第三伺服电动机MT3的动作由运动控制器C3控制。

[0022] 运动控制器C3根据从后述的NC装置5传递的控制信号,向第三伺服电动机MT3输入规定的电流。传递至运动控制器C3的控制信号至少包含第三伺服电动机MT3的旋转量(rad或步数)以及转速(rpm)。在第三伺服电动机MT3设有传感器Se3,通过传感器Se3检测第三伺服电动机MT3的实际旋转量以及实际转速,并传递给运动控制器C3。运动控制器C3将包含在控制信号中的第三伺服电动机MT3的旋转量以及转速的数值与由传感器Se3检测出的第三伺服电动机MT3的实际旋转量以及实际转速的数值进行比较,向第三伺服电动机MT3输入规定的电流,以消除这些数值的偏差。以下,由于运动控制器C1、C2、C4、C5的控制方法与运动控制器C3的控制方法相同,因此省略详细说明。

[0023] 铅直方向移动机构M1使包含B轴旋转工具主体部33的旋转工具驱动装置13整体能够在箭头 α_2 的方向上下移动。第一伺服电动机MT1产生用于使铅直方向移动机构M1动作的动力。第一伺服电动机MT1的动作由运动控制器C1控制。由于基于运动控制器C1的第一伺服电动机MT1的控制方法与基于运动控制器C3的第三伺服电动机MT3的控制方法相同,因此省略详细说明。

[0024] 旋转机构M5能够使B轴旋转工具主体部33以旋转电动机MT5的旋转轴A为中心向箭头 α_0 的方向旋转。旋转电动机MT5产生用于使旋转机构M5动作的动力。旋转电动机MT5的动作由运动控制器C5控制。由于基于运动控制器C5的旋转电动机MT5的控制方法与基于运动控制器C3的第三伺服电动机MT3的控制方法相同,因此省略详细说明。

[0025] 如图2所示,ATC4构成为包括圆形状的工具库42、第二水平方向移动机构M4、第四伺服电动机MT4、工具库旋转机构M2以及第二伺服电动机MT2等。

[0026] 第二水平方向移动机构M4能够使收容工具库42的箱体41向箭头 α_3 的方向移动。第四伺服电动机MT4产生用于使第二水平方向移动机构M4动作的动力。第四伺服电动机MT4将输入的电流变换为机械输出(转矩以及转速等动力),并提供给第二水平方向移动机构M4。由此,第二水平方向移动机构M4使收容有工具库42的箱体41在箭头 α_3 的方向进退移动。第四伺服电动机MT4的动作由运动控制器C4控制。由于基于运动控制器C4的第四伺服电动机MT4的控制方法与基于运动控制器C3的第三伺服电动机MT3的控制方法相同,所以省略详细说明。

[0027] 工具库旋转机构M2能够使工具库42以旋转轴B为中心向箭头 α_4 的方向旋转。第二伺服电动机MT2产生用于使工具库旋转机构M2动作的动力。第二伺服电动机MT2将输入的电流变换为机械输出(转矩以及转速等动力),并提供给工具库旋转机构M2。由此,工具库旋转机构M2使工具库42以旋转轴B为中心向箭头 α_4 的方向旋转。第二伺服电动机MT2的动作由运动控制器C2控制。由于基于运动控制器C2的第二伺服电动机MT2的控制方法与基于运动控制器C3的第三伺服电动机MT3的控制方法相同,因此省略详细说明。

[0028] NC装置5是用于控制B轴旋转工具装置3以及ATC4各自的动作的装置。如图2所示,NC装置5构成为包括接口部51、存储部52、输入部53、输出部54、电流检测部55以及控制部56

等。接口部51、存储部52、输入部53、输出部54、电流检测部55以及控制部56经由总线57相互连接。来自控制部56的各种控制信号经由接口部51被传送到运动控制器C1～C5。从运动控制器C1～C5输出到对应的伺服电动机MT1～MT5的多个电流值经由接口部51向电流检测部55传递。

[0029] 存储部52例如包括半导体存储装置,存储在控制部56的处理中使用的程序以及数据等。存储部52至少存储用于使控制部56执行在B轴旋转工具装置3和ATC4之间进行的一系列工具更换工序的程序。程序也可以是从CD-ROM等计算机可读取的可移动型记录介质使用公知的安装程序等安装在存储部52。另外,存储部52预先存储在正常进行一系列的工具更换工序的情况下,输入到伺服电动机MT1～MT4的多个电流值的经时变化。

[0030] 输入部53可以是能够输入数据的任何设备,生成与机床1的操作者的操作对应的信号。生成的信号作为操作者的指示被提供给控制部56。

[0031] 输出部54可以是能够显示影像或图像等的任何设备,显示与从控制部56供给的影像数据对应的影像、与图像数据对应的图像等。

[0032] 电流检测部55检测输入至伺服电动机MT1～MT4的多个电流值,并将检测结果向控制部56传递。

[0033] 控制部56统一控制机床1的整体动作,例如是中央运算处理装置(CPU)。控制部56按照存储在存储部52中的程序,执行一系列的工具更换工序。控制部56具有指令部561以及判定部562。指令部561例如将用于执行一系列的工具更换工序的控制信号经由接口部51传递至运动控制器C1～C5。控制信号包含各伺服电动机的旋转量(rad或步数)以及转速(rpm)。判定部562判定一系列的工具更换工序是否正常进行。关于具体的判定顺序,在后面叙述。

[0034] 图3是图1以及图2所示的ATC4的放大立体图。如图3所示,在ATC4的箱体41内收容有工具库42,构成工具库旋转机构M2的旋转轴43的一端被固定支承在工具库42的中心。旋转轴43由设置在基台45的支承构件44可旋转地支承。工具库42通过第二伺服电动机MT2产生的动力向箭头 α_4 的方向旋转。另外,在箱体41配置有开闭器46,该开闭器46用于通过未图示的开闭机构将收容在ATC4内的更换用的工具搬出以及搬入。

[0035] 图4A是从图3所示的视点 β 观察的工具库42的主视图。如图4A所示,在工具库42沿圆周方向设置有保持工具的12个工具保持部H1～H12。由于工具保持部H1～H12具有相同的结构,因此以下为了便于说明,仅对工具保持部H1进行说明。一个工具保持部H1具有收纳工具T的凹部H13、以及具有把持收纳在凹部H13中的工具T的弹性构件的两个紧固件H14。例如,如图4B所示,工具T通过沿Y轴方向下降而被收纳在凹部H13中,如图4C所示,通过紧固件H14被弹性地保持在凹部H13内。

[0036] 图5是表示在本实施方式的机床1的B轴旋转工具装置3和ATC4之间进行的一系列工具更换工序的流程图。图6A～图6F是表示图5所示的一系列的工具更换工序的各工序中的B轴旋转工具装置3以及ATC4的移动位置的图。以下,对将保持在B轴旋转工具主体部33的第二工具32变更为其他工具时的正常动作进行说明。

[0037] 当按照规定的顺序输入工具更换的指令时,首先控制部56按照存储部52存储的程序,执行B轴旋转工具装置3的旋转(步骤S1)。具体而言,控制部56的指令部561经由接口部51将规定的控制信号(各伺服电动机的旋转量(rad或步数)以及转速(rpm))传递至运动控制器

C3。运动控制器C3根据从指令部561传递的控制信号,控制第三伺服电动机MT3,通过驱动第一水平方向移动机构M3,使B轴旋转工具装置3移动,使B轴旋转工具主体部33沿导轨8向图6A所示的箭头 α_1 的方向(前进方向)移动。以下,为了方便,省略对各移动机构M1~M5以及B轴旋转工具装置3的说明。另外,省略对从指令部561向运动控制器C1~C5的控制信号的传递、以及与运动控制器C1~C5的控制信号对应的伺服电动机MT1~MT4以及旋转电动机MT5的控制的说明。

[0038] 接着,指令部561控制旋转电动机MT5,使B轴旋转工具主体部33以旋转电动机MT5的旋转轴A为中心沿图6A所示的箭头 α_0 的方向旋转180度。

[0039] 接着,控制部56执行B轴旋转工具装置3以及ATC4的水平方向移动(步骤S2)。具体而言,如图6A所示,控制部56的指令部561控制第三伺服电动机MT3,使B轴旋转工具主体部33向箭头 α_1 的方向(前进方向)移动,同时,控制部56的指令部561控制第四伺服电动机MT4,使箱体41向箭头 α_3 的方向(前进方向)移动。此时,箱体41的开闭器46由未图示的开闭机构打开。结果,B轴旋转工具主体部33以及箱体41从图6A所示的状态移动到图6B所示的状态。

[0040] 接着,控制部56执行B轴旋转工具装置3的铅直方向移动(步骤S3)。具体而言,如图6B所示,控制部56的指令部561控制第一伺服电动机MT1,使B轴旋转工具主体部33向箭头 α_2 的方向下降。通过B轴旋转工具主体部33的下降,被支承在B轴旋转工具主体部33的第二工具32被空闲的工具保持部H1的两个紧固件H14暂时保持。

[0041] 此外,在B轴旋转工具主体部33下降之前,控制部56的指令部561控制第二伺服电动机MT2,使工具库42旋转,以使空闲的工具保持部H1位于第二工具32的正下方。进而,在从B轴旋转工具主体部33下降到下一步骤开始的期间,指令部561控制第二伺服电动机MT2,维持在规定的位置,以使工具库42不旋转。

[0042] 接着,控制部56执行工具松开(步骤S4)。具体而言,控制部56的指令部561控制在B轴旋转工具主体部33内保持第二工具32的未图示的工具保持机构,解除第二工具32的保持。进而,控制部56的指令部561控制第三伺服电动机MT3,使B轴旋转工具主体部33在第二工具32暂时保持在工具保持部H1的状态下,向箭头 α_1 的方向(前进方向)稍微移动。结果,B轴旋转工具主体部33通过第二工具32推入工具库42,第二工具32成为从B轴旋转工具主体部33脱离而完全保持在工具保持部H1的状态。即,通过步骤S4,完成从第二工具32的B轴旋转工具装置3向ATC4的移交。该状态如图6C所示。

[0043] 此外,在利用B轴旋转工具主体部33推入工具库42时,产生由工具库42引起的负荷。因此,对于为了使B轴旋转工具主体部33向箭头 α_1 的方向移动而被控制的第三伺服电动机MT3,从运动控制器C3供给的电流值与不存在由工具库42引起的负荷的情况相比变动。

[0044] 另一方面,控制部56的指令部561通过控制第四伺服电动机MT4将箱体41维持在规定的位置(图6C所示的位置)。但是,由于工具库42通过第二工具32被B轴旋转工具主体部33推入,因此从运动控制器C4输出至第四伺服电动机MT4的电流值与为了将箱体41维持在规定的位置而未推入箱体41的情况相比变动。

[0045] 接着,控制部56执行B轴旋转工具装置3的水平方向移动(步骤S5)。具体而言,如图6C所示,控制部56的指令部561控制第三伺服电动机MT3,使B轴旋转工具主体部33向箭头 α_1 的方向(后退方向)移动。结果,B轴旋转工具主体部33从图6C所示的状态移动到图6D所示的状态。

[0046] 接着,控制部56执行下一工具准备(步骤S6)。具体而言,指令部561控制第二伺服电动机MT2,使工具库42以旋转轴B为中心向箭头 α_4 的方向旋转,以使保持下一个使用的工具(下一工具321)的工具保持部Hn位于最上方。该状态如图6D所示。

[0047] 接着,控制部56执行B轴旋转工具装置3的水平方向移动(步骤S7)。具体而言,如图6D所示,控制部56的指令部561控制第三伺服电动机MT3,使B轴旋转工具主体部33向箭头 α_1 的方向(前进方向)移动。

[0048] 接着,控制部56执行下一工具夹紧(步骤S8)。具体而言,控制部56的指令部561控制第三伺服电动机MT3,使B轴旋转工具主体部33向箭头 α_1 的方向(前进方向)稍微移动,同时控制B轴旋转工具主体部33内的工具保持机构,保持下一工具321。即,通过步骤S8,完成从下一工具321的ATC4向B轴旋转工具装置3的移交。该状态如图6E所示。

[0049] 在步骤S8中保持下一工具321时,结果,B轴旋转工具主体部33通过下一工具321推入工具库42。因此,对于为了使B轴旋转工具主体部33向箭头 α_1 的方向移动而被控制的第三伺服电动机MT3,从运动控制器C3供给的电流值比不存在工具库42的负荷的情况高。同样,由于工具库42通过下一工具321被B轴旋转工具主体部33推入,因此从运动控制器C4输出至第四伺服电动机MT4的电流值与为了将箱体41维持在规定的位置而未推入箱体41的情况相比变高。

[0050] 接着,控制部56执行B轴旋转工具装置3的铅直方向移动(步骤S9)。如图6E所示,控制部56的指令部561控制第一伺服电动机MT1,使B轴旋转工具主体部33向箭头 α_2 的方向上升。结果,B轴旋转工具主体部33从图6E所示的状态移动到图6F所示的状态。在该状态下,下一工具321从工具库42取下。进而,在从B轴旋转工具主体部33上升到下一步骤开始的期间,控制部56的指令部561控制第二伺服电动机MT2,维持在规定的位置,以使工具库42不旋转。

[0051] 接着,控制部56执行B轴旋转工具装置3以及ATC4的水平方向移动(步骤S10)。具体而言,如图6F所示,控制部56的指令部561控制第三伺服电动机MT3,使B轴旋转工具主体部33向箭头 α_1 的方向(后退方向)移动,同时,控制部56的指令部561控制第四伺服电动机MT4,使箱体41向箭头 α_3 的方向(后退方向)移动。此时,箱体41的开闭器46由未图示的开闭机构关闭。

[0052] 最后,控制部56执行B轴旋转工具装置旋转(步骤S11),结束一系列的工具更换工序。具体而言,控制部56的指令部561控制旋转电动机MT5,使B轴旋转工具主体部33以旋转电动机MT5的旋转轴A为中心向图6F所示的箭头 α_0 的方向旋转180度,同时,控制部56的指令部561控制第三伺服电动机MT3,使B轴旋转工具主体部33向图6F所示的箭头 α_1 的方向(后退方向)移动。结果,B轴旋转工具主体部33从图6F所示的状态再次移动到图6A所示的状态。

[0053] 图7表示在一系列的工具更换工序中供给至各伺服电动机的正常时的电流波形。在图7中,横轴表示时间(时刻 $t_1 \sim t_8$)(s),纵轴表示电流值(mA),S3 ~ S9表示与图5所示的一系列工具更换工序的步骤对应的期间。电流A1表示从运动控制器C1向第一伺服电动机MT1供给的电流波形,电流A2表示从运动控制器C2向第二伺服电动机MT2供给的电流波形。电流A3表示从运动控制器C3向第三伺服电动机MT3供给的电流波形,电流A4表示从运动控制器C4向第四伺服电动机MT4供给的电流波形。另外,关于上述,在图8 ~ 图10中也同样。

[0054] 在图7中以P1表示的电流A3的期间中,如对图5的步骤S4所说明的那样,在利用B轴旋转工具主体部33推入工具库42时,由于工具库42的负荷,从运动控制器C3供给至第三伺

服电动机MT3的电流值变动。在图7中以P2表示的电流A3的期间中,如对图5的步骤S8所说明的那样,在利用B轴旋转工具主体部33推入工具库42时,由于工具库42的负荷,从运动控制器C3供给至第三伺服电动机MT3的电流值变动。

[0055] 在图7中以P3表示的电流A4的期间中,如对图5的步骤S4所说明的那样,在利用B轴旋转工具主体部33推入工具库42时,为了相对于B轴旋转工具主体部33的推入维持箱体41的位置,从运动控制器C4供给至第四伺服电动机MT4的电流值变动。在图7中以P4表示的电流A4的期间中,如对图5的步骤S8所说明的那样,在利用B轴旋转工具主体部33推入工具库42时,为了相对于B轴旋转工具主体部的推入维持箱体41的位置,从运动控制器C4供给至第四伺服电动机MT4的电流值变动。

[0056] 在图7中以P5表示的电流A2的期间,在图5的步骤S3的正常动作时,由于没有发生使工具库42移动的现象,因此从运动控制器C2供给至第二伺服电动机MT2的电流值没有变动。在图7中以P6表示的电流A2的期间,在图5的步骤S9的正常动作时,由于没有发生使工具库42移动的现象,因此从运动控制器C2供给至第二伺服电动机MT2的电流值没有变动。

[0057] 在图7中以P7表示的电流A1的期间中,如对图5的步骤S3的正常动作时所说明的那样,由于使B轴旋转工具主体部33下降,因此从运动控制器C1供给至第一伺服电动机MT1的电流值变动。在图7中以P8表示的电流A1的期间中,如对图5的步骤S9的正常动作时所说明的那样,由于使B轴旋转工具主体部33上升,因此从运动控制器C1供给至第一伺服电动机MT1的电流值变动。

[0058] 图8表示在工具松开异常的情况下,在规定的工具更换工序(参照图5的步骤S4)中供给至各伺服电动机的电流波形。

[0059] 例如,在B轴旋转工具主体部33未保持第二工具32的情况下,在图5的步骤S4的动作中,不会发生利用B轴旋转工具主体部33推入工具库42的情况。因此,在图8中以P1'表示的电流A3的期间中,由于不存在由工具库42产生的负荷,因此从运动控制器C3供给至第三伺服电动机MT3的电流值没有变动。同样,在图8中以P3'表示的电流A3的期间中,由于不发生利用B轴旋转工具主体部33推入工具库42的情况,因此从运动控制器C4供给至第四伺服电动机MT4的电流值不变动。另外,在图8的P1'以及P3'中,用虚线表示正常动作时的电流A3以及电流A4的波形。

[0060] 如图8所示,通过将正常动作时的电流波形(参照图7)和异常动作时的电流波形(参照图8)进行比较,能够检测出工具松开时的异常。具体而言,在存储部52中,在图7所示的正常动作时预先存储电流波形。另一方面,在工具更换工序开始后,通过电流检测部55检测供给至第三伺服电动机MT3的电流值和/或供给至第四伺服电动机MT4的电流值,在与步骤S4对应的时刻t2~t3的期间没有发生规定的电流变动的情况下,控制部56的判定部562判定为发生了异常。

[0061] 如上所述,并非只有在向伺服电动机供给的电流值超过容许值的情况下为异常。因此,本实施方式的机床1即使电动机的电流值小于容许值,也能够检测出在执行工具松开的工序中在内部发生的异常。

[0062] 图9表示在下一个工具夹紧异常的情况下,在规定的工具更换工序(参照图5的步骤S8)中供给至各伺服电动机的电流波形。

[0063] 例如,在B轴旋转工具主体部33没有保持下一工具321的情况下,在图5的步骤S8的

动作中,没有发生由B轴旋转工具主体部33推入工具库42的情况。因此,在图9中以P2'表示的电流A3的期间中,由于不存在由工具库42产生的负荷,因此从运动控制器C3供给至第三伺服电动机MT3的电流值没有变动。同样,在图9中以P4'表示的电流A3的期间中,由于没有发生由B轴旋转工具主体部33推入工具库42的情况,因此从运动控制器C4供给至第四伺服电动机MT4的电流值没有变动。另外,在图9的P2'以及P4'中,用虚线表示正常动作时的电流A3以及电流A4的波形。

[0064] 如图9所示,通过将正常动作时的电流波形(参照图7)和异常动作时的电流波形(参照图9)进行比较,能够检测下一工具松开时的异常。具体而言,在存储部52中,在图7所示的正常动作时预先存储电流波形。另一方面,在工具更换工序开始后,通过电流检测部55检测供给至第三伺服电动机MT3的电流值和/或供给至第四伺服电动机MT4的电流值,在与步骤S8对应的时刻t6~t7的期间没有发生规定的电流变动的情况下,控制部56的判定部562判定为发生了异常。

[0065] 如上所述,并非只有在向伺服电动机供给的电流值超过容许值的情况下为异常。因此,本实施方式的机床1即使电动机的电流值小于容许值,也能够检测出在执行下一工具松开的工序中在内部发生的异常。

[0066] 图10表示在工具库42破损的情况下,在规定的工具更换工序(参照图5的步骤S3以及S9)中供给至各伺服电动机的电流波形。

[0067] 如在图4A以及图4B中所说明的那样,工具被容纳在设置于工具库42中的具有两个紧固件H14的工具保持器H1-H12中的任意一个中。另一方面,在将工具插入工具保持部时(步骤S3)、以及将工具从工具保持部拔出时(步骤S9),根据控制部56的指令部561的指示,动作控制器C2控制第二伺服电动机MT2,使工具库42维持在规定的位置。

[0068] 例如,考虑到由于某些情况,两个紧固件H14中的一个被损坏。在这种情况下,当要将工具插入工具保持部或将工具从工具保持部拔出时,对工具库42施加要向左右任一方向旋转的负荷。当施加载荷时,动作控制器C2使供给到第二伺服电动机MT2的电流值变动,进行将工具库42维持在规定位置的控制。

[0069] 在将工具插入工具保持部时(步骤S3),在图10中以P5'表示的电流A2的期间,在图4A所示的两个紧固件H14中的图中左侧的紧固件H14破损的情况下,如图10的电流波形60所示,运动控制器C2使供给至第二伺服电动机MT2的电流值向上摆动,限制工具库42向破损的紧固件H14的方向的旋转。另一方面,在图4A所示的两个紧固件H14中的图中右侧的紧固件H14破损的情况下,如图10的电流波形61所示,运动控制器C2使供给至第二伺服电动机MT2的电流值向下摆动,限制工具库42向破损的紧固件H14的方向旋转。此外,在图10的P5中,用虚线表示正常动作时的电流A2的波形。

[0070] 另外,在将工具从工具保持部拔出时(步骤S9),在图10中以P6'表示的电流A2的期间,在图4A所示的两个紧固件H14中的图中左侧的紧固件H14破损的情况下,如图10的电流波形62所示,运动控制器C2使供给至第二伺服电动机MT2的电流值向上摆动,限制工具库42向破损的紧固件H14的方向的旋转。另一方面,在图4A所示的两个紧固件H14中的图中右侧的紧固件H14破损的情况下,如图10的电流波形63所示,运动控制器C2使供给至第二伺服电动机MT2的电流值向下摆动,限制工具库42向破损的紧固件H14的方向旋转。此外,在图10的P6'中,用虚线表示正常动作时的电流A2的波形。

[0071] 根据控制部56的指令部561的指示,运动控制器C1控制第一伺服电动机MT1,使B轴旋转工具主体部33下降以及上升。例如,在两个紧固件H14中的一个破损的情况下,当要使B轴旋转工具主体部33下降以及上升时,紧固件H14的弹性阻力比未破损的情况下弹性阻力小,施加在第一伺服电动机MT1的负荷也变小。当负载变小时,运动控制器C1以使供给至第一伺服电动机MT1的电流值变动得比通常小的方式进行控制。

[0072] 在将工具插入工具保持部时(步骤S3),在图10中以P7'表示的电流A1的期间,由于紧固件H14的弹性电阻变小,因此从运动控制器C1供给至第一伺服电动机MT1的电流值的变动变小。此外,在图10的P7'中,用虚线表示正常动作时的电流A1的波形。

[0073] 另外,在从工具保持部拔出工具时(步骤S9),在图10中以P8'表示的电流A1的期间,由于紧固件H14的弹性电阻变小,因此从运动控制器C1供给至第一伺服电动机MT1的电流值的变动变小。此外,在图10的P8'中,用虚线表示正常动作时的电流A1的波形。

[0074] 如图10所示,通过将正常动作时的电流波形(参照图7)和异常动作时的电流波形(参照图10)进行比较,能够检测出由工具库42的破损引起的异常。具体而言,在存储部52中,在图7所示的正常动作时预先存储电流波形。另一方面,在工具更换工序开始后,通过电流检测部55检测供给至第一伺服电动机MT1的电流A1以及供给至第二伺服电动机MT2的电流A2的电流值,在与步骤S3对应的时刻t1~t2的期间和/或与步骤S9对应的时刻t7~t8的期间发生了规定的电流变动的情况下,控制部56的判定部562判定为发生了异常。这样,对于同一异常,在发生多个电流值的波形同时成为不同的波形的现象的情况下,通过将多个电流值的经时变化与正常值进行比较,能够更正确地进行异常判定。

[0075] 如以上详细叙述的那样,本实施方式的机床1至少能够通过检测供给至关联的伺服电动机的电流值来判定有无工具松开时的异常、下一工具夹紧时的异常、和/或工具库42的破损引起的异常。

[0076] 在此,在本实施方式的机床1中,由传感器Se1~传感器Se5检测出的伺服电动机MT1~MT4以及旋转电动机MT5的实际旋转量以及实际转速也可以传递至NC装置5。

[0077] 另外,在本实施方式的机床1中,存储部52也可以在正常进行一系列的工具更换工序的情况下,至少预先存储输入至第一伺服电动机MT1以及第二伺服电动机MT2的多个电流值的经时变化。

[0078] 另外,在本实施方式的机床1中,可以设置多个运动控制器C1控制的第一伺服电动机MT1,B轴旋转工具装置3也可以使用多个第一伺服电动机MT1使铅直方向移动机构M1动作。此外,关于其他的运动控制器C2~C5、其他的伺服电动机MT2~MT5、其他的机构M2~M5也同样,因此省略详细的说明。

[0079] 另外,控制部56在步骤S1中,分为使B轴旋转工具主体部33沿导轨8向箭头 α_1 的方向(前进方向)移动的工序、和使B轴旋转工具主体部33以旋转电动机MT5的旋转轴A为中心向箭头 α_0 的方向旋转180度的工序,执行B轴旋转工具装置旋转。但是,控制部56也可以与步骤S11同样,在步骤S1中,控制第三伺服电动机MT3,使B轴旋转工具主体部33向箭头 α_1 的方向(前进方向)移动,同时使B轴旋转工具主体部33以旋转电动机MT5的旋转轴A为中心向箭头 α_0 的方向旋转180度。

[0080] 另外,在本实施方式的机床1中,如图4A~图4C所示,工具保持部H1~H12具有两个紧固件H14,两个紧固件H14具有把持工具T的弹性构件。但是,在本实施方式的机床1中,工

具保持部H1～H12的紧固件也可以作为一体物而被构成。

[0081] 以上说明了实施方式,但这里记载的所有例子和条件是为了有助于理解适用于发明和技术的发明的概念而记载的。特别描述的例子和条件不旨在限制本发明的范围,并且说明书中的这种例子的构成不表示本发明的优点以及缺点。尽管已经详细描述了本发明的实施方式,但是应当理解,可以在不脱离本发明的精神以及范围的情况下进行各种变更、替换和变形。

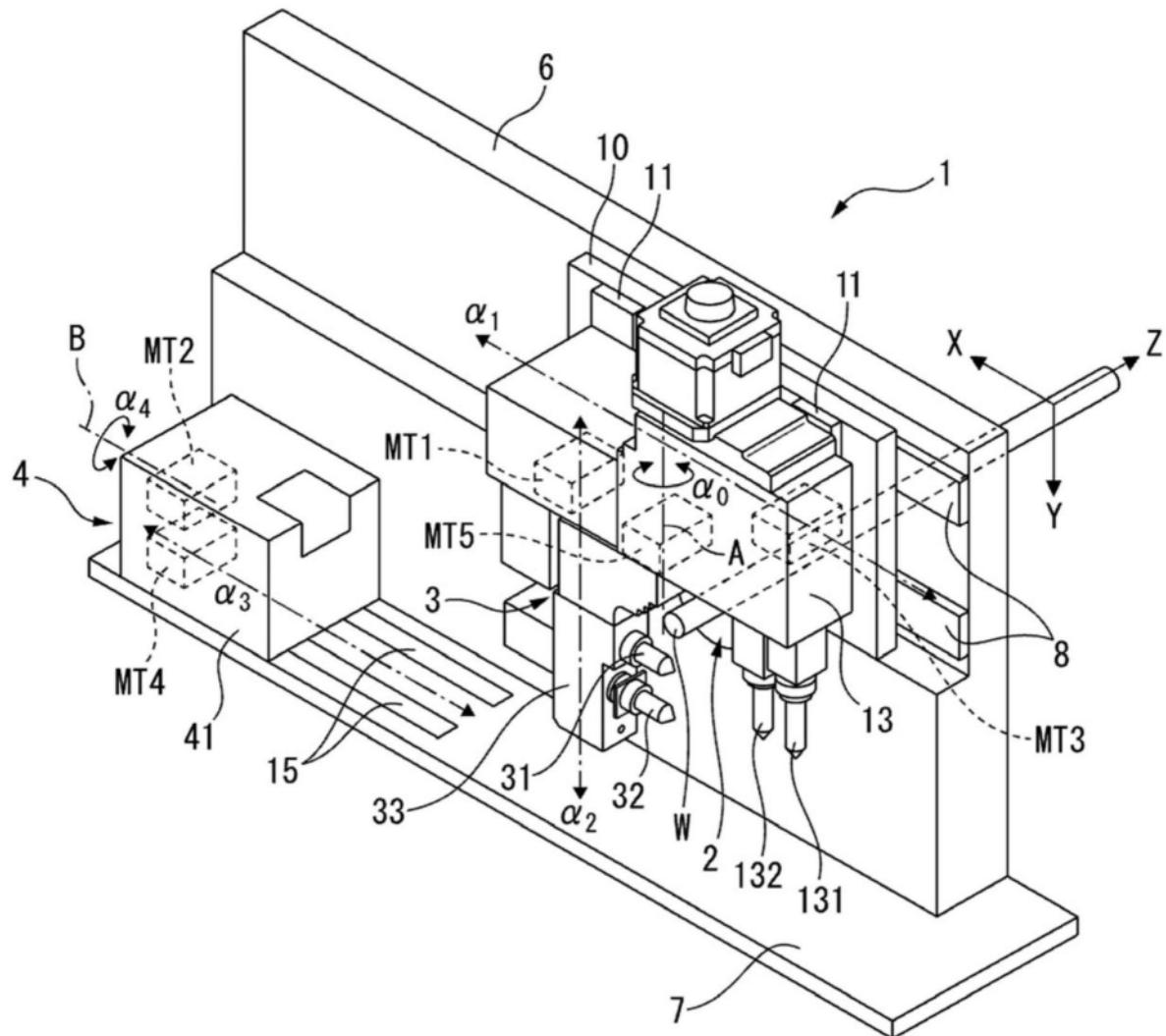


图1

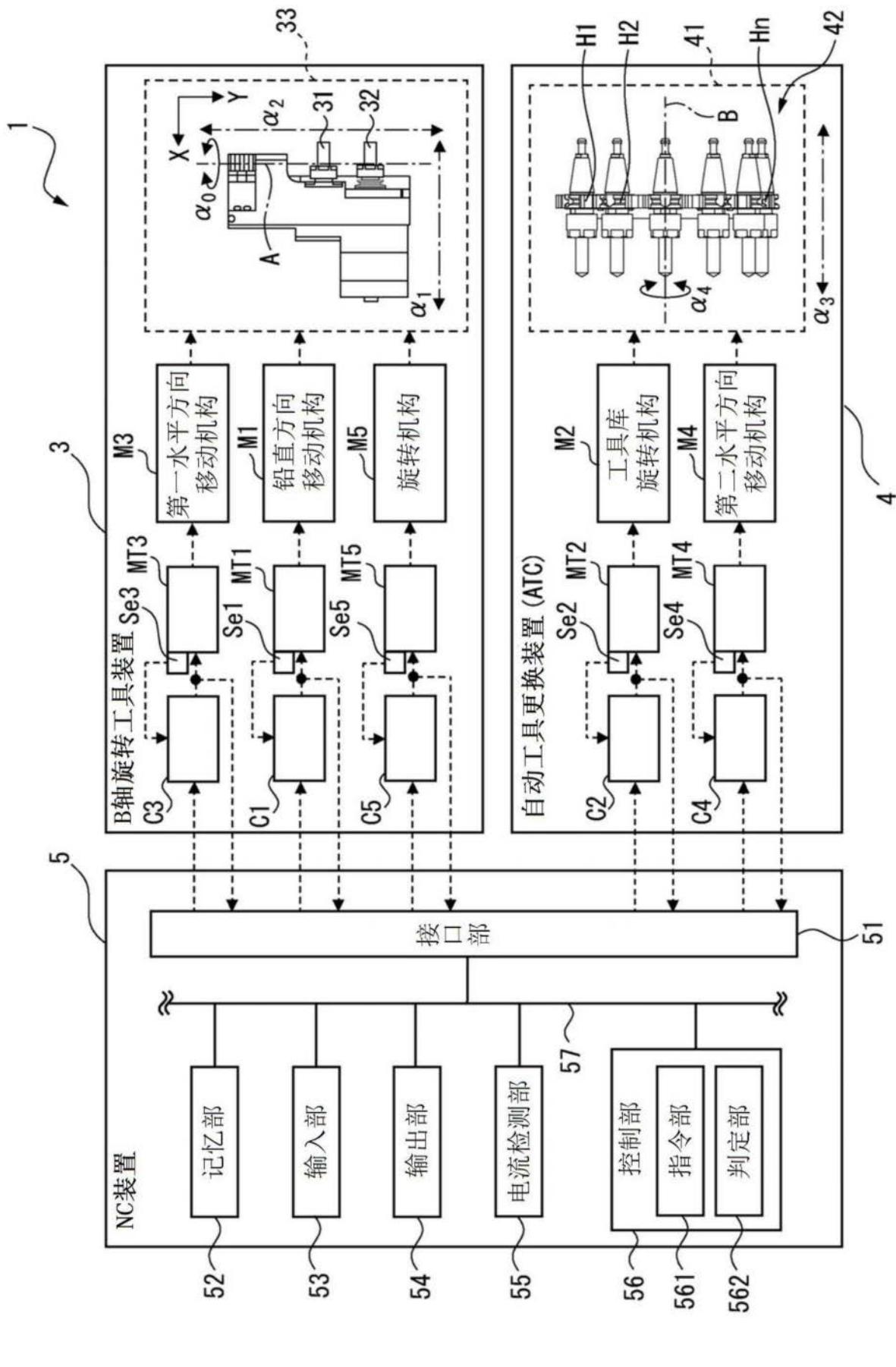


图2

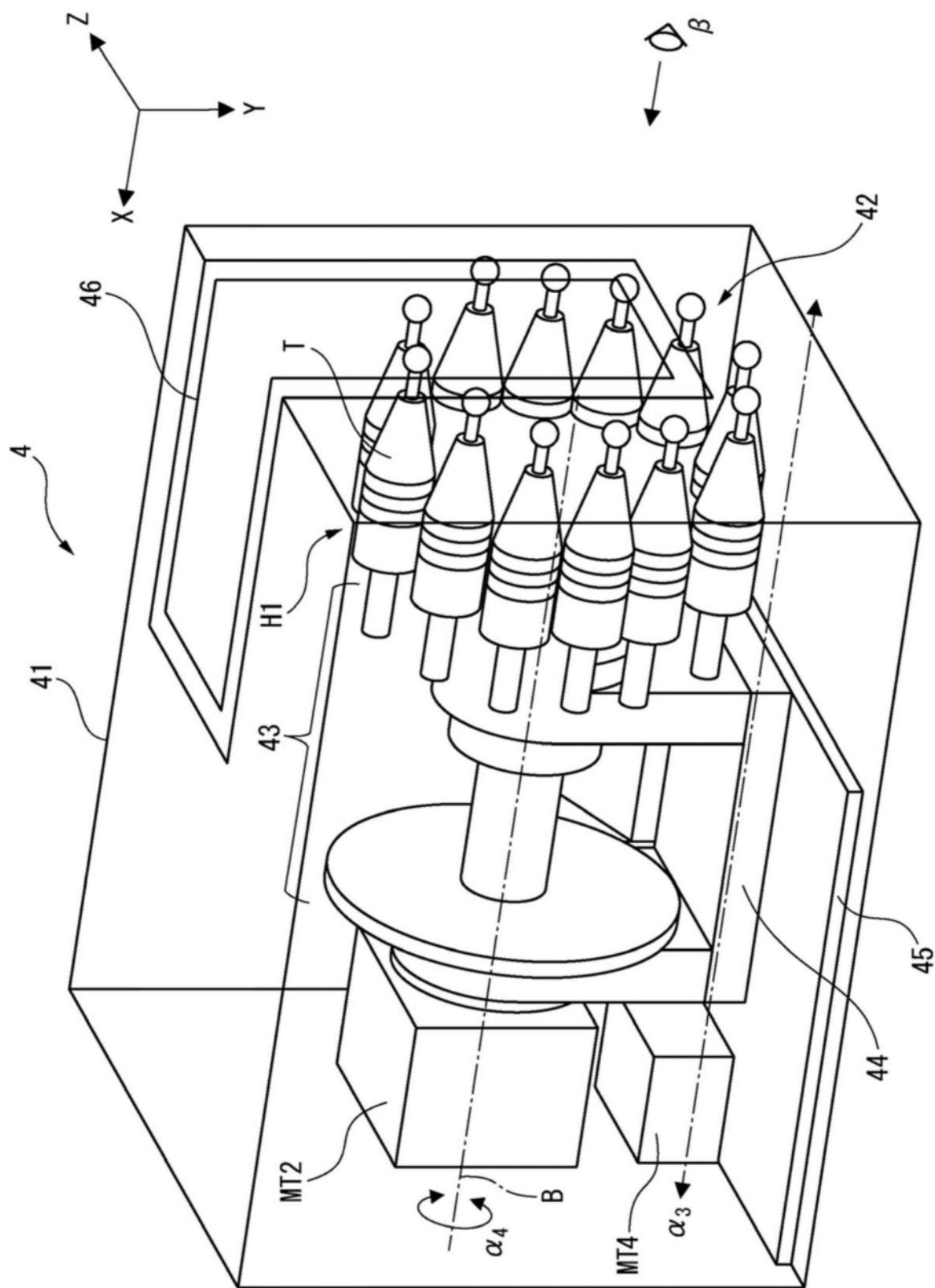


图3

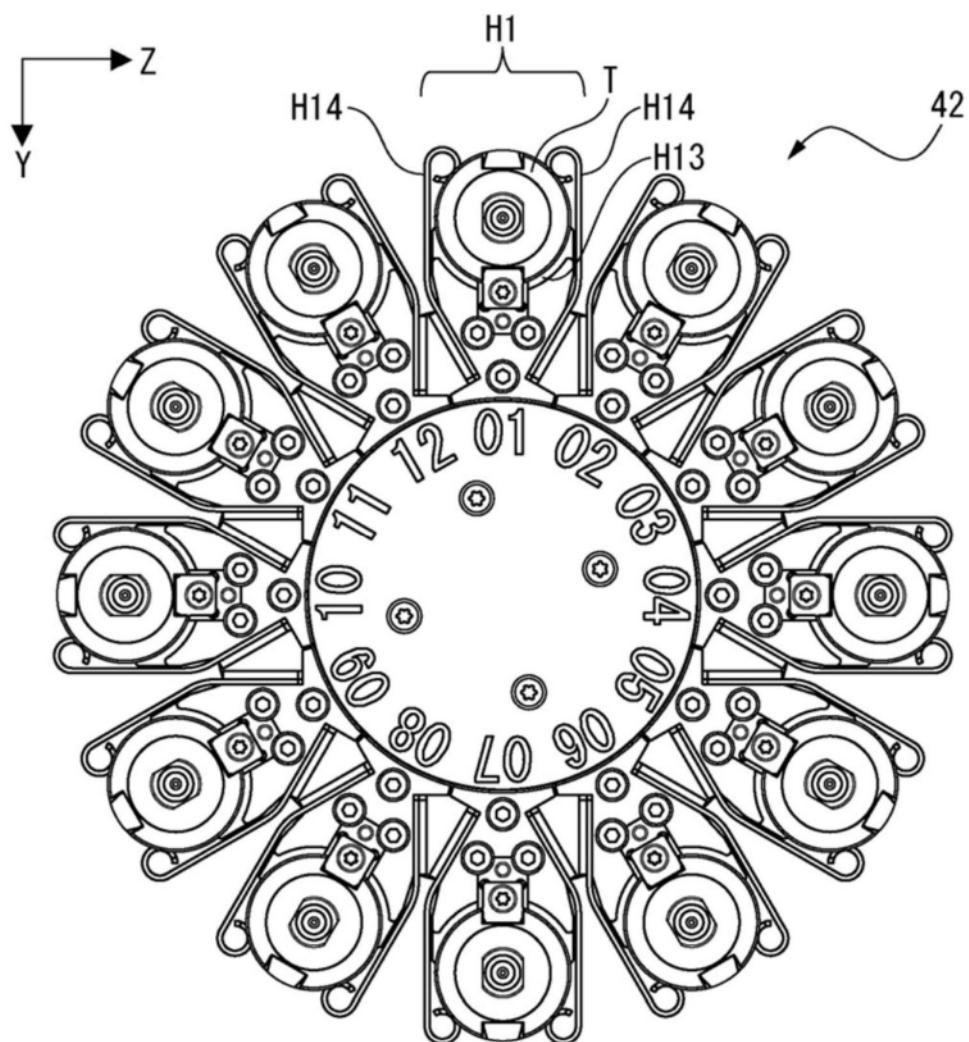


图4A

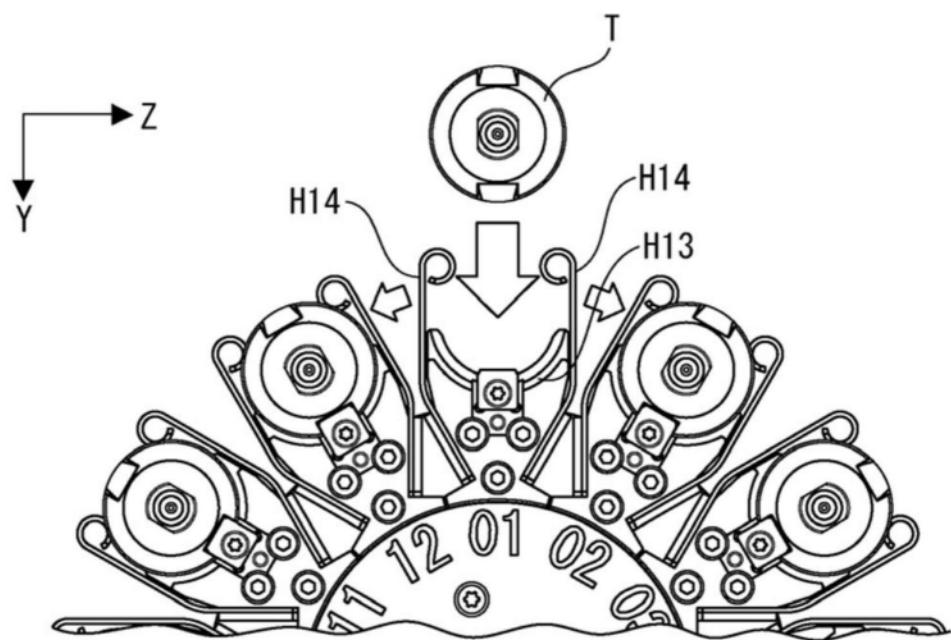


图4B

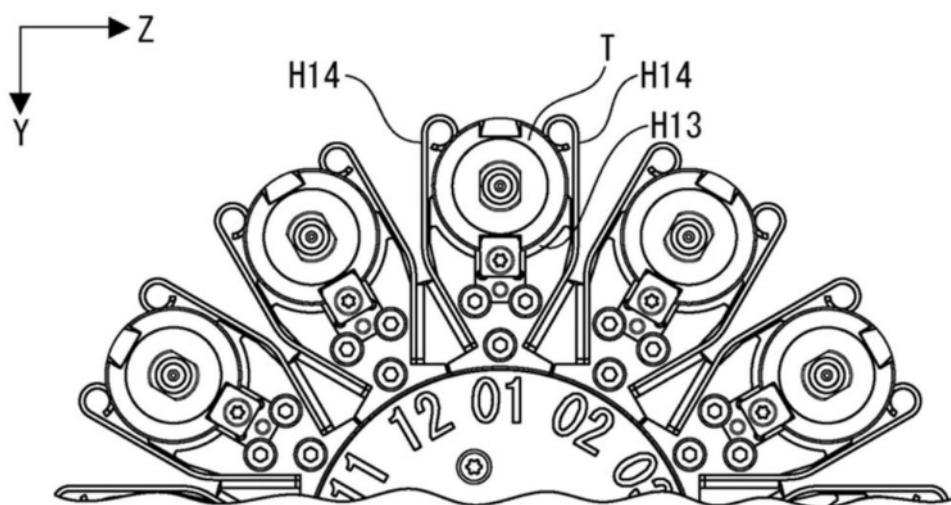


图4C

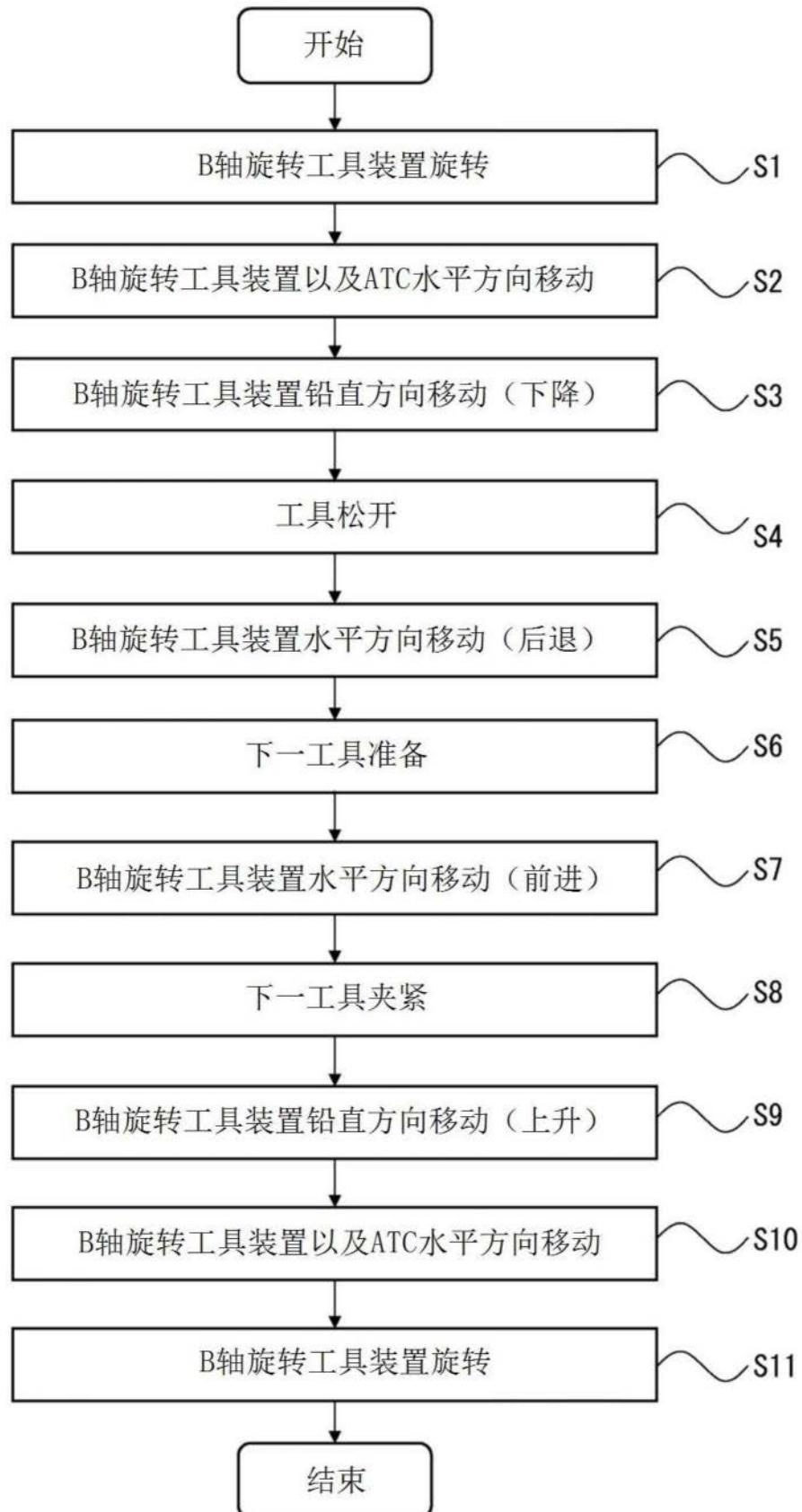


图5

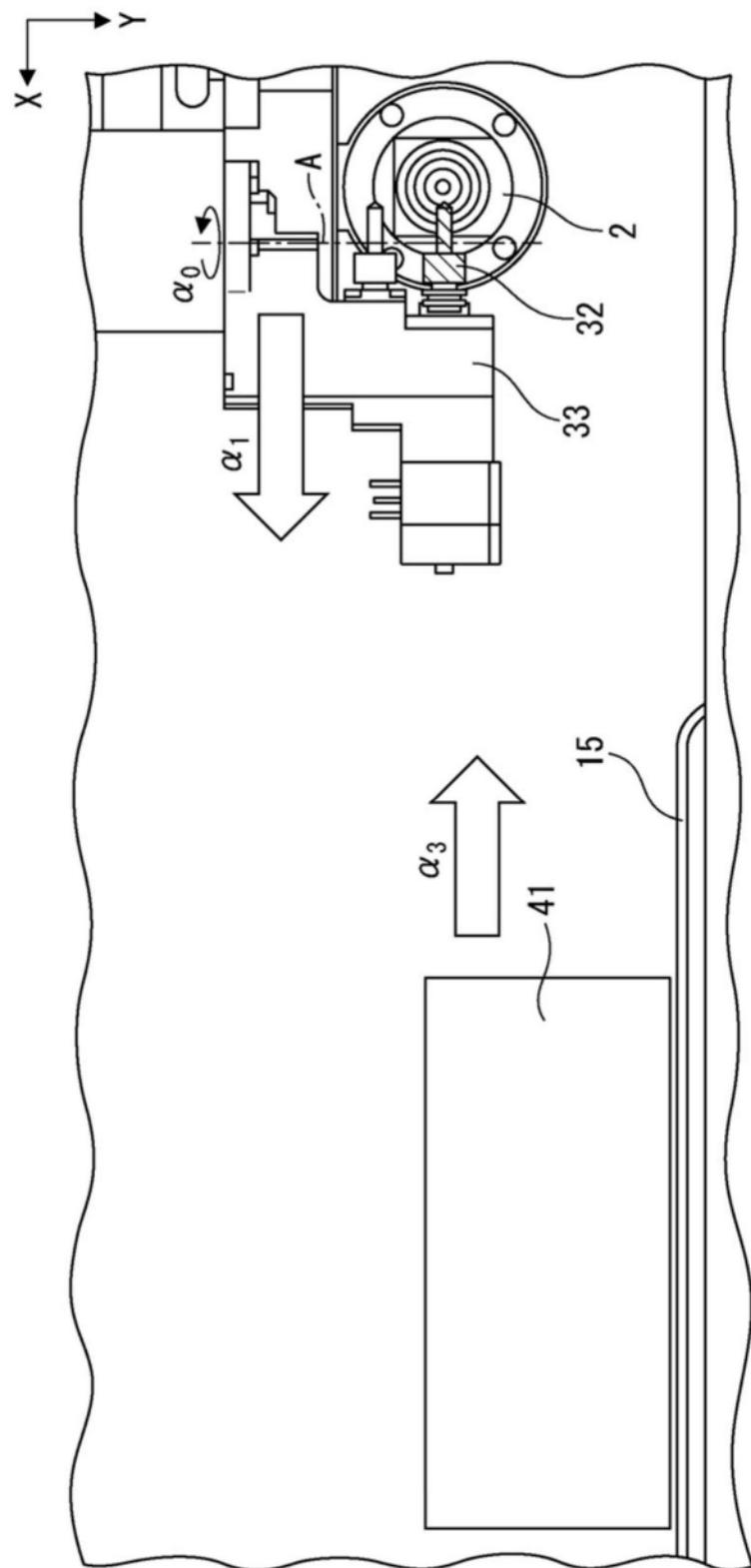


图6A

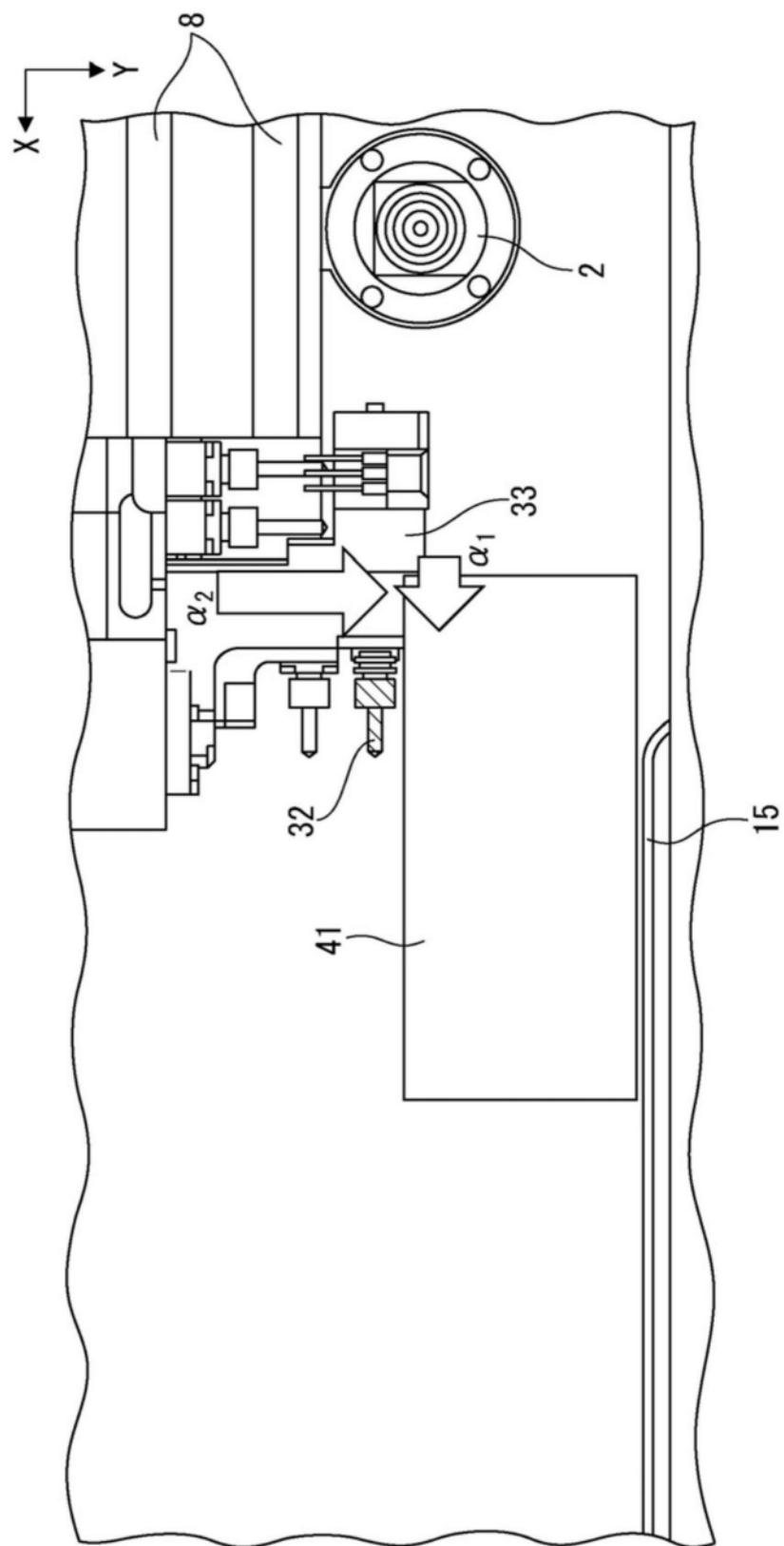


图6B

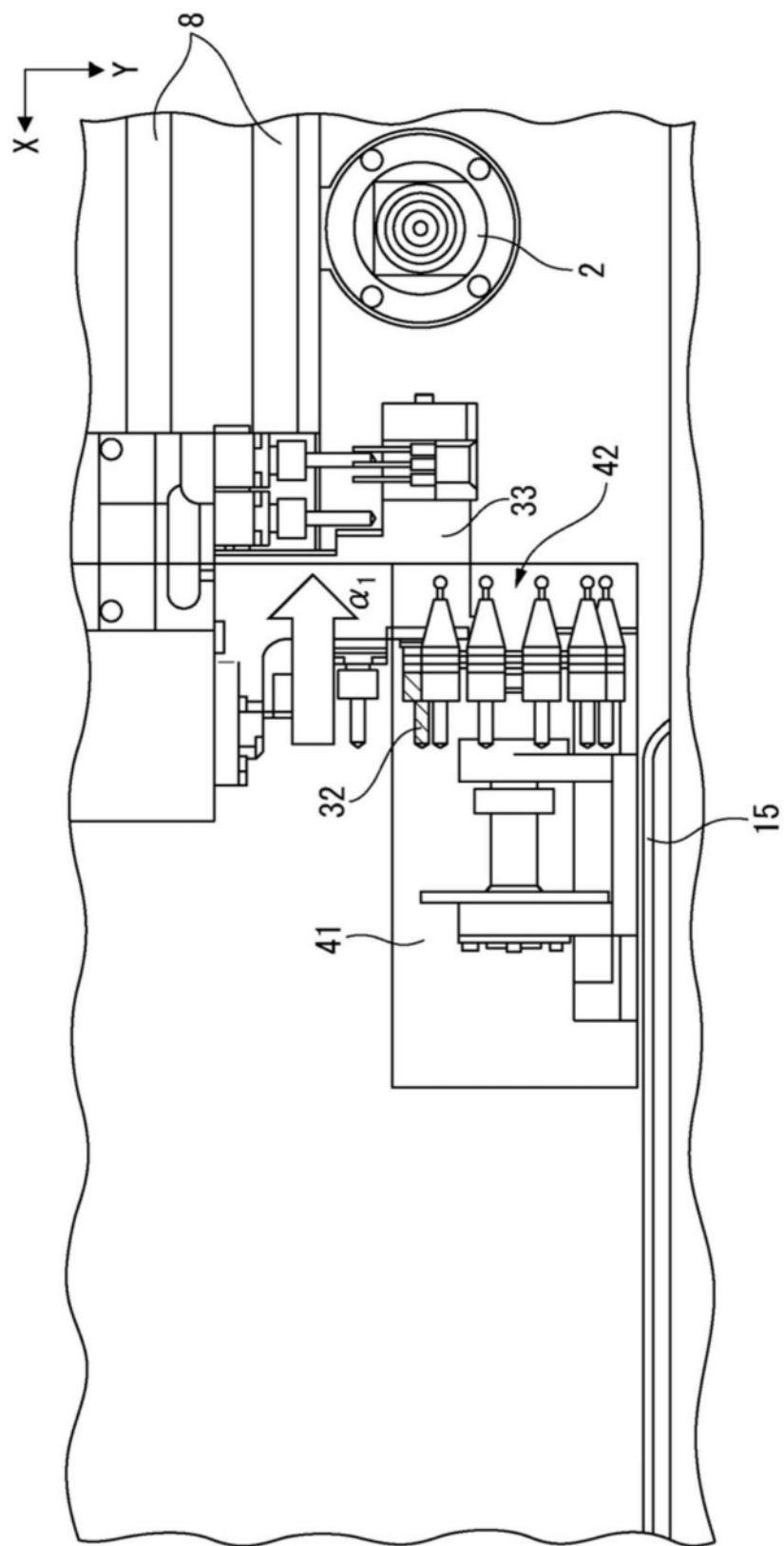


图6C

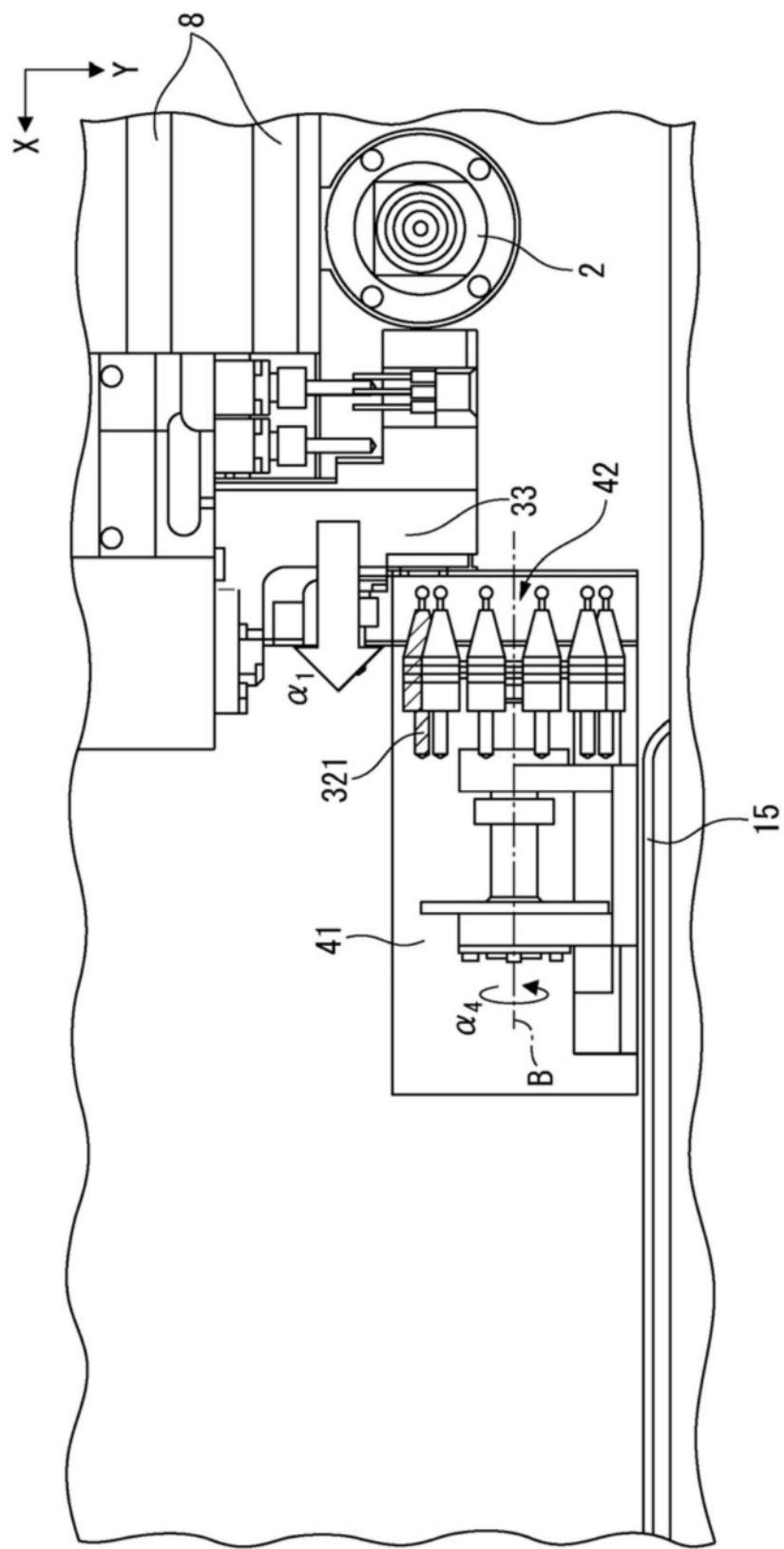


图6D

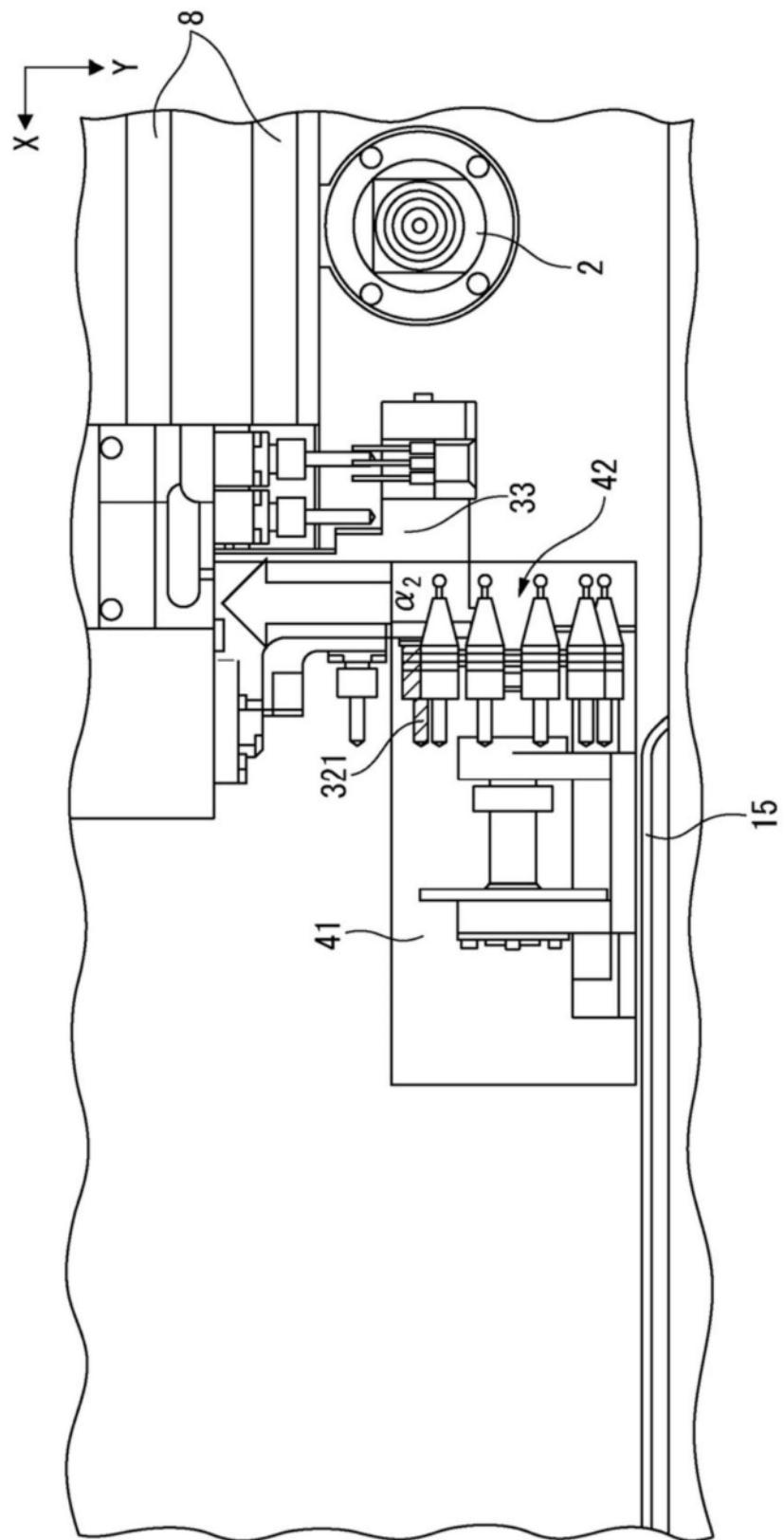


图6E

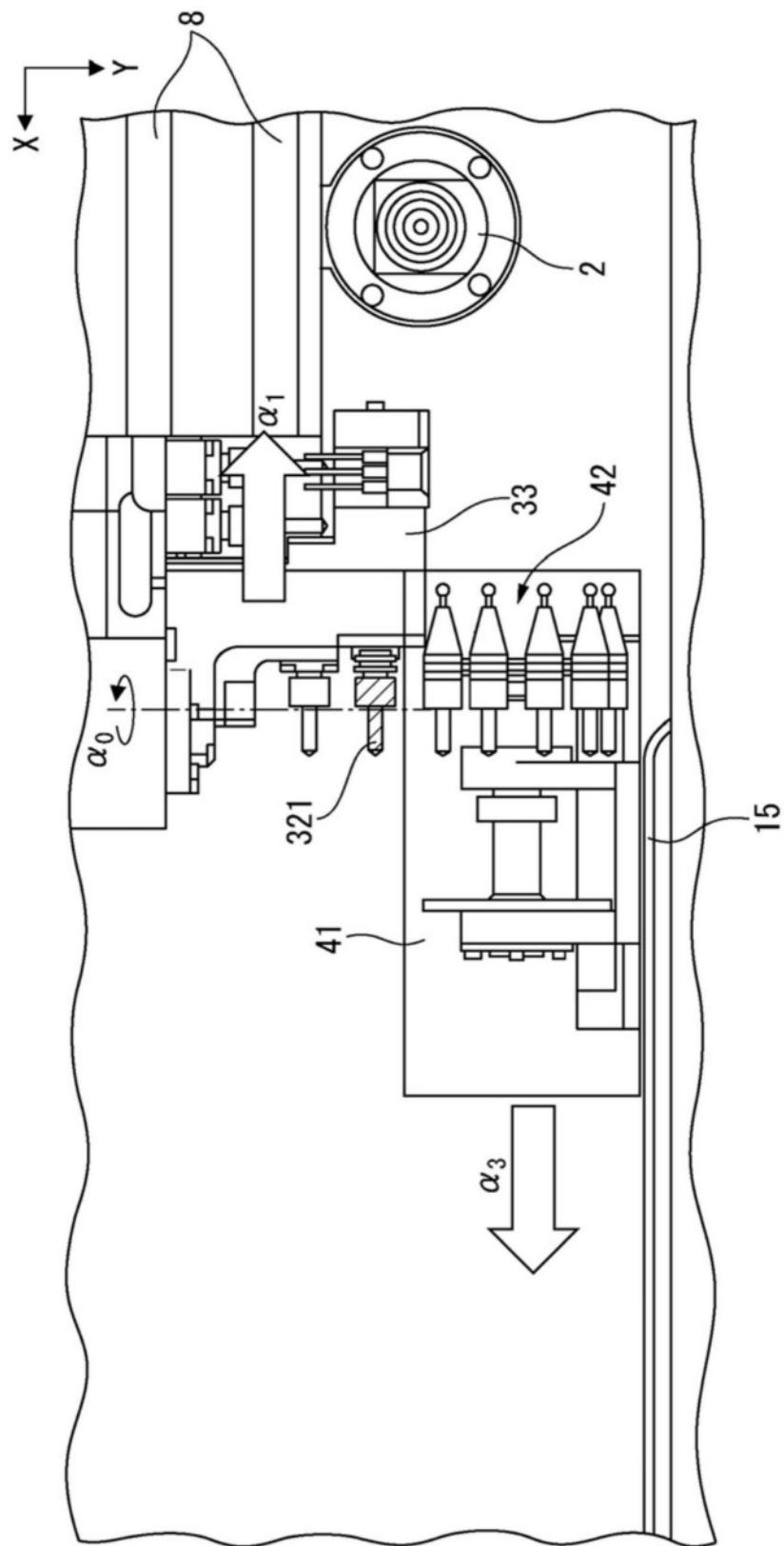


图6F

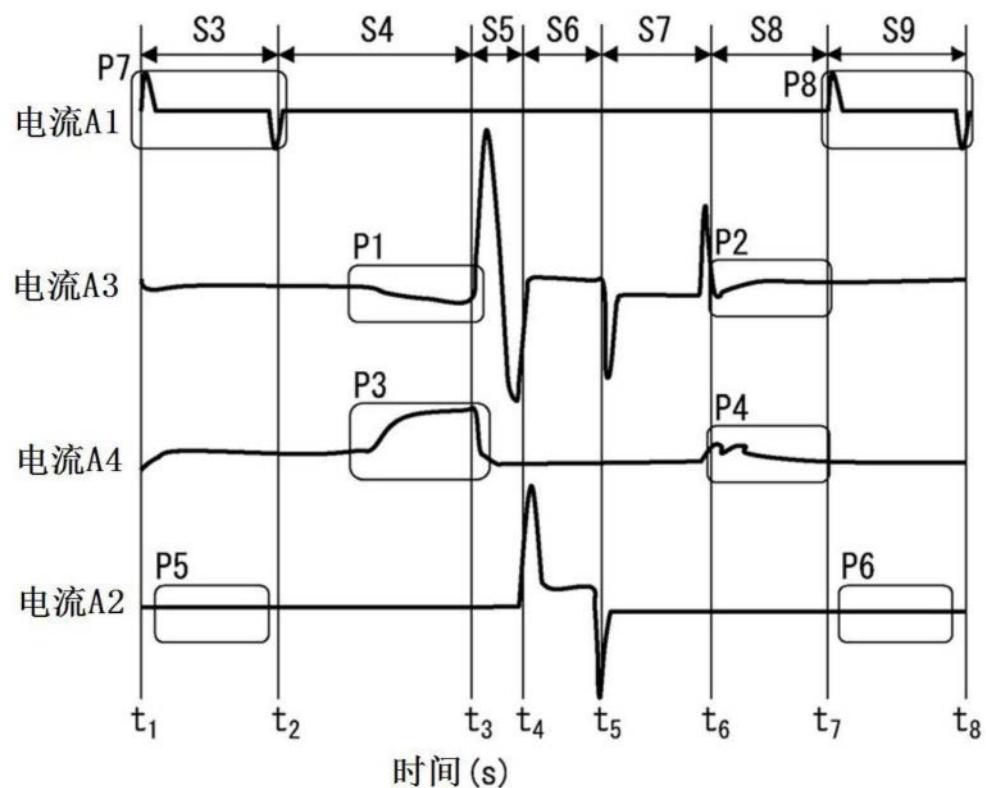


图7

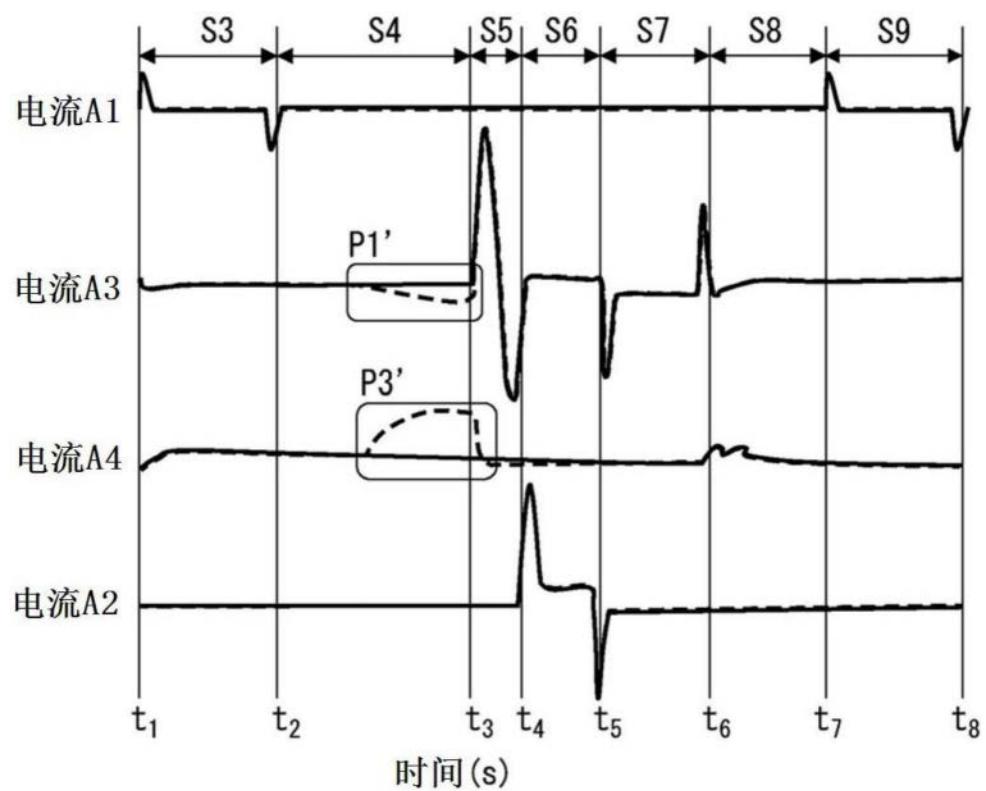


图8

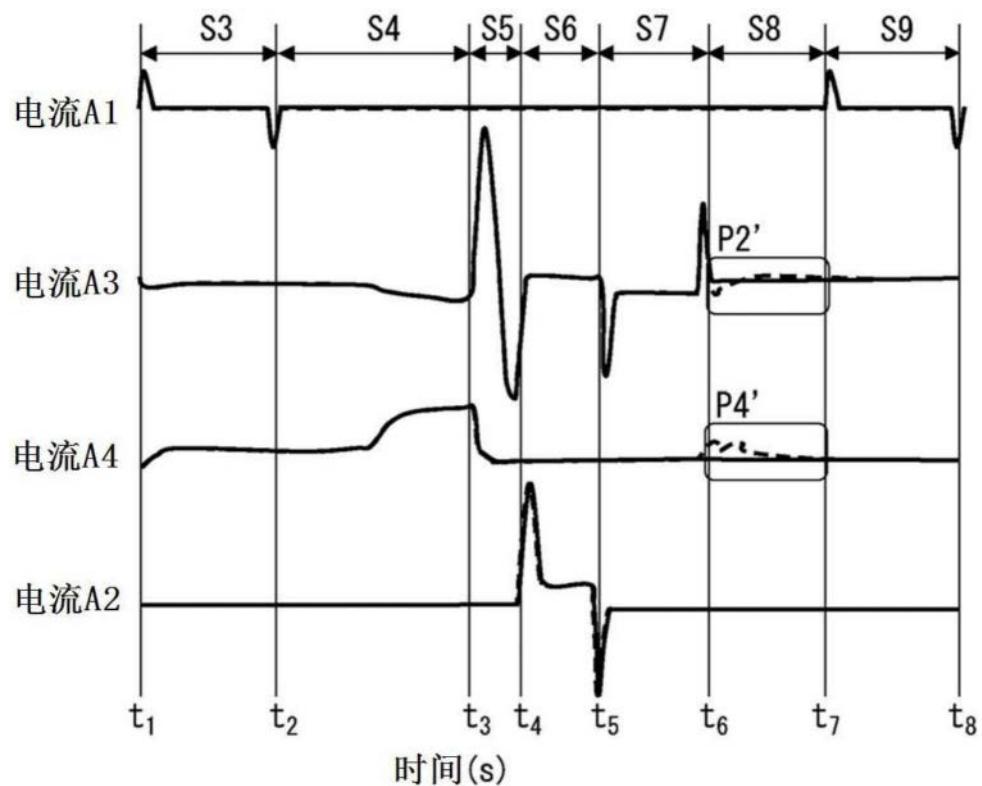


图9

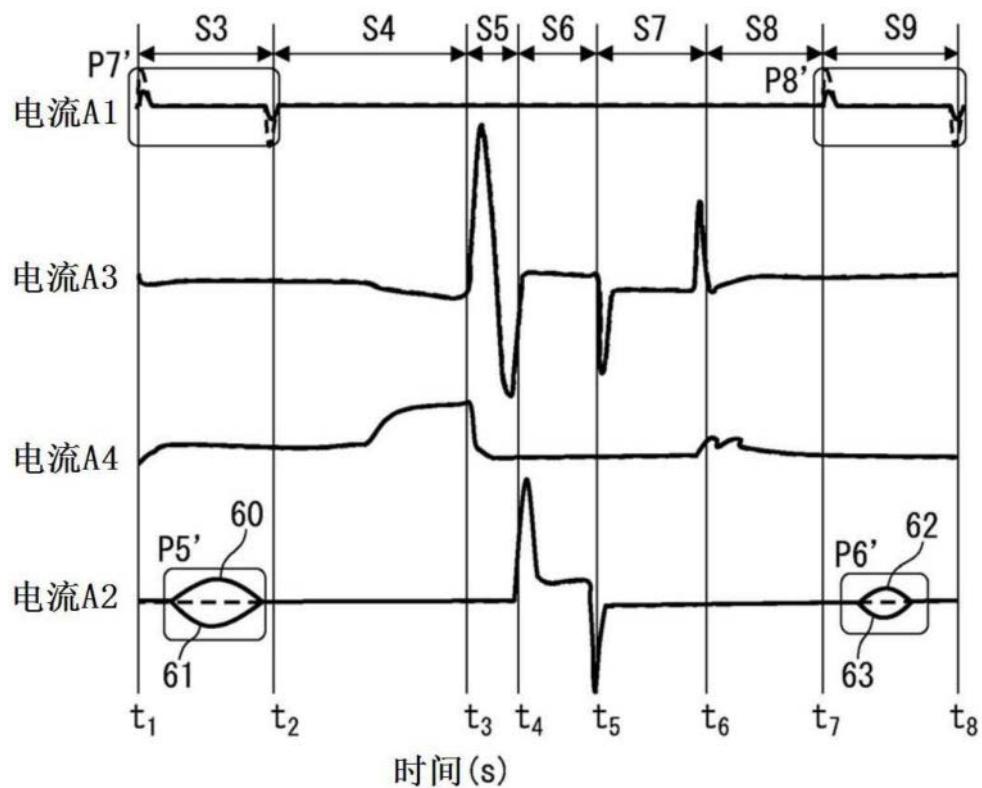


图10