



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119522148 A

(43) 申请公布日 2025. 02. 25

(21) 申请号 202380052669.2

(22) 申请日 2023.03.09

(30) 优先权数据

PCT/JP2022/034766 2022.09.16 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.01.08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/009006 2023.03.09

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/057584 JA 2024.03.21

(71) 申请人 山崎马扎克公司

地址 日本爱知县

(72) 发明人 松原英司 垣内晋 南谷正泰

加藤拓实 木村圣

(74) 专利代理机构 北京信慧永光知识产权代理

有限责任公司 11290

专利代理师 鹿屹 王维玉

(51) Int.Cl.

B23P 23/04 (2006.01)

B23K 20/12 (2006.01)

B23P 11/00 (2006.01)

B23Q 15/12 (2006.01)

B23Q 15/18 (2006.01)

B23Q 17/09 (2006.01)

G05B 19/404 (2006.01)

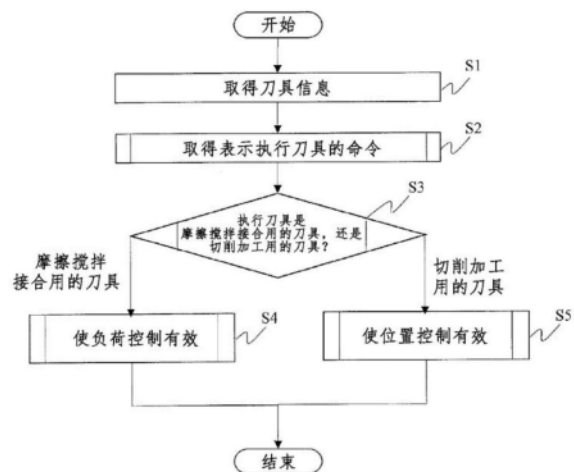
权利要求书2页 说明书13页 附图12页

(54) 发明名称

复合加工装置、复合加工装置的控制方法和用于执行控制方法的程序

(57) 摘要

提供复合加工装置、复合加工装置的控制方法和用于执行控制方法的程序。用于执行切削加工和摩擦搅拌接合的复合加工装置的控制方法包含：取得刀具信息，其表示可安装于复合加工装置的多个刀具分别是切削加工用的刀具和摩擦搅拌接合用的刀具中的哪一个；取得命令，其表示多个刀具中的由复合加工装置执行的加工程序所调用的执行刀具；若基于刀具信息和命令判定为执行刀具是切削加工用的刀具，则在切削加工中使基于从设置于复合加工装置的温度传感器检测到的温度的执行刀具的位置修正有效；若基于刀具信息和命令判定为执行刀具是摩擦搅拌接合用的刀具，则在摩擦搅拌接合中求出施加于使执行刀具旋转的电机的负荷，使基于负荷的执行刀具的位置修正有效。



1. 一种控制方法,是用于执行切削加工和摩擦搅拌接合的复合加工装置的控制方法,其中,所述控制方法包含:

取得刀具信息,所述刀具信息表示可安装于所述复合加工装置的多个刀具分别是所述切削加工用的刀具和所述摩擦搅拌接合用的刀具中的哪一个;

取得命令,所述命令表示所述多个刀具中的由所述复合加工装置执行的加工程序所调用的执行刀具;

基于所述刀具信息和所述命令,判定所述执行刀具是所述切削加工用的刀具和所述摩擦搅拌接合用的刀具中的哪一个;

如果判定为所述执行刀具是所述切削加工用的刀具,则在所述切削加工中使基于从设置于所述复合加工装置的温度传感器检测到的温度的所述执行刀具的位置修正有效;以及

如果判定为所述执行刀具是所述摩擦搅拌接合用的刀具,则在所述摩擦搅拌接合中求出施加于使所述执行刀具旋转的电机的负荷,使基于所述负荷的所述执行刀具的位置修正有效。

2. 根据权利要求1所述的控制方法,其中,

求出施加于所述电机的所述负荷包含取得所述电机的驱动电流或所述电机的驱动转矩。

3. 根据权利要求1或2所述的控制方法,其中,

基于所述负荷的所述执行刀具的位置修正是所述执行刀具的旋转轴方向的位置的修正。

4. 根据权利要求1至3中任意一项所述的控制方法,其中,

使基于所述温度的所述执行刀具的位置修正有效包含:基于从所述温度传感器检测到的所述温度,推定相对于从所述温度传感器检测的温度是基准温度的情况下的所述执行刀具的刀尖位置的位置偏移,在所述切削加工中执行基于所述位置偏移的所述执行刀具的位置修正。

5. 根据权利要求5所述的控制方法,其中,

使基于所述温度的所述执行刀具的位置修正有效包含:即使在所述加工程序的规定由所述执行刀具进行加工的部分中包含指示基于所述负荷的所述执行刀具的位置修正的负荷调整代码,也忽视所述负荷调整代码。

6. 根据权利要求5所述的控制方法,其中,

使基于所述温度的所述执行刀具的位置修正有效包含:如果在所述加工程序的规定由所述执行刀具进行加工的部分中包含指示基于所述负荷的所述执行刀具的位置修正的负荷调整代码,则通知出错消息。

7. 根据权利要求1至6中任意一项所述的控制方法,其中,

使基于所述负荷的所述执行刀具的位置修正有效包含:如果在所述加工程序的规定由所述执行刀具进行加工的部分中包含指示基于所述负荷的所述执行刀具的位置修正的负荷调整代码,则执行所述负荷调整代码。

8. 根据权利要求7所述的控制方法,其中,

使基于所述负荷的所述执行刀具的位置修正有效包含:如果在所述加工程序的规定由所述执行刀具进行加工的部分中不包含所述负荷调整代码,则既不执行基于所述负荷的所

述执行刀具的位置修正,也不执行基于所述温度的所述执行刀具的位置修正。

9. 根据权利要求1至8中任意一项所述的控制方法,其中,
还包含将由用户输入的所述刀具信息存储于存储设备,
取得所述刀具信息包含从所述存储设备读取所述刀具信息。

10. 根据权利要求1至9中任意一项所述的控制方法,其中,
基于所述负荷的所述执行刀具的位置修正包含以所述负荷实质上不变化的方式对所述执行刀具的位置进行反馈修正。

11. 一种程序,其中,

包括指示,在由所述复合加工装置的硬件处理器执行所述程序时,所述指示使所述硬件处理器执行权利要求1至10中任意一项所述的控制方法的处理。

12. 一种复合加工装置,其中包括:

执行权利要求1至10中任意一项所述的控制方法的处理的手段;

存储设备,构成为存储所述刀具信息;

主轴,可安装所述切削加工用的刀具和所述摩擦搅拌接合用的刀具双方;

电机,构成为使所述主轴旋转;

驱动器,构成为发送驱动所述电机的驱动信号;以及

所述温度传感器。

13. 根据权利要求12所述的复合加工装置,其中还包括:

刀库,可收纳所述切削加工用的刀具和所述摩擦搅拌接合用的刀具双方;以及

刀具更换装置,构成为在所述刀库与所述主轴之间更换刀具。

14. 根据权利要求12或13所述的复合加工装置,其中,

还包括用于由用户输入所述刀具信息的接口。

15. 根据权利要求12至14中任意一项所述的复合加工装置,其中,

所述存储设备是存储器,

执行所述权利要求1至10中任意一项所述的控制方法的处理的手段包含:存储于所述存储器的权利要求11所述的程序;以及执行所述程序的硬件处理器。

复合加工装置、复合加工装置的控制方法和用于执行控制方法的程序

技术领域

[0001] 本发明涉及复合加工装置、复合加工装置的控制方法和用于执行控制方法的程序。

背景技术

[0002] 已知能够一起执行切削加工和摩擦搅拌接合的复合加工装置(Combined Machining Apparatus)(例如专利文献1)。已知刀具的控制具有适合切削加工的位置控制(例如专利文献2)、以及通过控制摩擦搅拌接合刀具的插入深度而进行使主轴旋转的电机(主轴电机)的负荷控制(例如专利文献3)这两种方法。

[0003] 专利文献1:国际公开第2017/115401号

专利文献2:国际公开第2016/067874号

专利文献3:日本特开2003-080380号公报

[0004] 专利文献1记载了如下机床:可一起安装摩擦搅拌接合刀具和切削刀具,在执行接合程序时,调用并安装摩擦搅拌接合刀具,在执行切削程序时,调用并安装切削刀具。基于记述于加工程序的个体识别编号(pin number)或个体识别记号(pin symbol)进行该刀具的调用。但是,专利文献1的机床并不识别当前启动的加工程序是接合程序还是切削程序。只不过是进行使刀具移动到加工程序中动作的位置的动作。同样,专利文献1的机床并不识别安装于加工头的刀具是摩擦搅拌接合刀具还是切削刀具。只不过是识别记述于加工程序的个体识别编号或个体识别记号、以及安装于加工头的刀具的个体识别编号或个体识别记号。如此,由于专利文献1不具有识别是摩擦搅拌接合还是切削加工的手段,所以即使在专利文献1中组合记载了位置控制的专利文献2、记载了负荷控制的专利文献3的文献,也不能自动地切换位置控制和负荷控制。

发明内容

[0005] 本申请所公开的技术的目的在于提供可根据刀具的种类自动地切换位置控制和负荷控制的复合加工装置、控制方法和程序。

[0006] 本发明的第一方式的控制方法是用于执行切削加工和摩擦搅拌接合的复合加工装置的控制方法,包含:取得刀具信息,刀具信息表示可安装于复合加工装置的多个刀具分别是切削加工用的刀具和摩擦搅拌接合用的刀具中的哪一个。该控制方法包含:取得命令,命令表示多个刀具中的由复合加工装置执行的加工程序所调用的执行刀具。该控制方法包含:基于刀具信息和命令,判定执行刀具是切削加工用的刀具和摩擦搅拌接合用的刀具中的哪一个。该控制方法包含:如果判定为执行刀具是切削加工用的刀具,则在切削加工中使基于从设置于复合加工装置的温度传感器检测到的温度的执行刀具的位置修正有效。该控制方法包含:如果判定为执行刀具是摩擦搅拌接合用的刀具,则在摩擦搅拌接合中求出施加于使执行刀具旋转的电机的负荷,使基于负荷的执行刀具的位置修正有效。

[0007] 根据本发明的第二方式,在第一方式的控制方法中,求出施加于电机的负荷包含取得电机的驱动电流或电机的驱动转矩。

[0008] 根据本发明的第三方式,在第一方式或第二方式的控制方法中,基于负荷的执行刀具的位置修正是执行刀具的旋转轴方向的位置的修正。

[0009] 根据本发明的第四方式,在第一方式至第三方式中任意一项的控制方法中,使基于温度的执行刀具的位置修正有效包含:基于从温度传感器检测到的温度,推定相对于从温度传感器检测的温度是基准温度的情况下的执行刀具的刀尖位置的位置偏移,在切削加工中执行基于位置偏移的执行刀具的位置修正。

[0010] 根据本发明的第五方式,在第一方式至第四方式中任意一项的控制方法中,使基于温度的执行刀具的位置修正有效包含:即使在加工程序的规定由执行刀具进行加工的部分中包含指示基于负荷的执行刀具的位置修正的负荷调整代码,也忽视负荷调整代码。

[0011] 根据本发明的第六方式,在第五方式的控制方法中,使基于温度的执行刀具的位置修正有效包含:如果在加工程序的规定由执行刀具进行加工的部分中包含指示基于负荷的执行刀具的位置修正的负荷调整代码,则通知出错消息。

[0012] 根据本发明的第七方式,在第一方式至第六方式中任意一项的控制方法中,使基于负荷的执行刀具的位置修正有效包含:如果在加工程序的规定由执行刀具进行加工的部分中包含指示基于负荷的执行刀具的位置修正的负荷调整代码,则执行负荷调整代码。

[0013] 根据本发明的第八方式,在第七方式的控制方法中,使基于负荷的执行刀具的位置修正有效包含:如果在加工程序的规定由执行刀具进行加工的部分中不包含负荷调整代码,则既不执行基于负荷的执行刀具的位置修正,也不执行基于温度的执行刀具的位置修正。

[0014] 根据本发明的第九方式,第一方式至第八方式中任意一项的控制方法还包含:将由用户输入的刀具信息存储于存储设备。取得刀具信息包含从存储设备读取刀具信息。

[0015] 根据本发明的第十方式,在第一方式至第九方式中任意一项的控制方法中,基于负荷的执行刀具的位置修正包含以负荷实质上不变化的方式对执行刀具的位置进行反馈修正。

[0016] 本发明的第十一方式的程序包括指示,在由复合加工装置的硬件处理器执行程序时,所述指示使硬件处理器执行第一方式至第十方式中任意一项的控制方法的处理。

[0017] 本发明的第十二方式的复合加工装置包括:执行第一方式至第十方式中任意一项的控制方法的处理的手段;存储设备,构成为存储刀具信息;主轴,可安装切削加工用的刀具和摩擦搅拌接合用的刀具双方;电机,构成为使主轴旋转;驱动器,构成为发送驱动电机的驱动信号;以及温度传感器。

[0018] 根据本发明的第十三方式,第十二方式的复合加工装置还包括:刀库,可收纳切削加工用的刀具和摩擦搅拌接合用的刀具双方;以及刀具更换装置,构成为在刀库与主轴之间更换刀具。

[0019] 根据本发明的第十四方式,第十二方式或第十三方式的复合加工装置还包括用于由用户输入刀具信息的接口。

[0020] 根据本发明的第十五方式,在第十二方式至第十四方式中任意一项的复合加工装置中,存储设备是存储器。执行第一方式至第十方式中任意一项的控制方法的处理的手段

包含:存储于存储器的第十一方式的程序;以及执行程序硬件处理器。

[0021] 在第一方式的控制方法、使硬件处理器执行第一方式的控制方法的处理的第十一方式的程序和包括执行第一方式的控制方法的处理的手段的第十二方式的复合加工装置中,如果判定为执行刀具是切削加工用的刀具,则使基于温度的执行刀具的位置修正,即位置控制有效,如果判定为执行刀具是摩擦搅拌接合用的刀具,则使基于负荷的执行刀具的位置修正,即负荷控制有效。因此,能够根据刀具的种类而自动地切换位置控制和负荷控制。

[0022] 在第二方式的控制方法、使硬件处理器执行第二方式的控制方法的处理的第十一方式的程序和包括执行第二方式的控制方法的处理的手段的第十二方式的复合加工装置中,通过利用向电机的输入亦即电机的驱动电流或能够根据电机的特性从驱动电流算出的驱动转矩,从而能够实时地算出电机负荷。另外,在使用驱动转矩的情况下,由于不依赖于电机特性,所以能够应用于电机的种类不同的多种机床。

[0023] 在第三方式的控制方法、使硬件处理器执行第三方式的控制方法的处理的第十一方式的程序和包括执行第三方式的控制方法的处理的手段的第十二方式的复合加工装置中,由于进行旋转轴方向的位置的修正,所以能够效率良好地降低刀尖阻力,能够提高加工品质。

[0024] 在第四方式的控制方法、使硬件处理器执行第四方式的控制方法的处理的第十一方式的程序和包括执行第四方式的控制方法的处理的手段的第十二方式的复合加工装置中,在执行刀具是切削加工用的刀具时,由于执行基于温度的执行刀具的刀尖位置,所以能够提高切削加工中的加工品质。

[0025] 在第五方式的控制方法、使硬件处理器执行第五方式的控制方法的处理的第十一方式的程序和包括执行第五方式的控制方法的处理的手段的第十二方式的复合加工装置中,在执行刀具是切削加工用的刀具时,由于忽视负荷调整代码,所以即使在程序中错误地加入负荷调整代码,也能够使原本在切削加工中所需的位置控制有效。其结果,能够提高切削加工的加工品质。

[0026] 在第六方式的控制方法、使硬件处理器执行第六方式的控制方法的处理的第十一方式的程序和包括执行第六方式的控制方法的处理的手段的第十二方式的复合加工装置中,在执行刀具是切削加工用的刀具时,如果在程序中错误地加入负荷调整代码,则显示出错消息,因此用户能够意识到输入了无效的代码,能够提高用户体验。

[0027] 在第七方式的控制方法、使硬件处理器执行第七方式的控制方法的处理的第十一方式的程序和包括执行第七方式的控制方法的处理的手段的第十二方式的复合加工装置中,在执行刀具是摩擦搅拌接合用的刀具时,由于能够通过负荷调整代码决定负荷控制的执行,所以用户能够自由地决定是否执行负荷控制。

[0028] 在第八方式的控制方法、使硬件处理器执行第八方式的控制方法的处理的第十一方式的程序和包括执行第八方式的控制方法的处理的手段的第十二方式的复合加工装置中,在执行刀具是摩擦搅拌接合用的刀具时,在没有负荷调整代码的情况下,由于能够既不执行位置控制也不执行负荷控制,所以用户能够选择地执行程序的原始代码。

[0029] 在第九方式的控制方法、使硬件处理器执行第九方式的控制方法的处理的第十一方式的程序和包括执行第九方式的控制方法的处理的手段的第十二方式的复合加工装置

中,用户将新刀具是切削加工用的刀具还是摩擦搅拌接合用的刀具登记于存储设备,复合加工装置能够基于登记在该存储设备中的信息,自动地辨别是切削加工用的刀具还是摩擦搅拌接合用的刀具。

[0030] 在第十方式的控制方法、使硬件处理器执行第十方式的控制方法的处理的第十一方式的程序和包括执行第十方式的控制方法的处理的手段的第十二方式的复合加工装置中,由于能够以使主轴电机的负荷恒定的方式进行负荷控制,所以能够提高摩擦搅拌接合的加工品质。

[0031] 在第十三方式的复合加工装置中,能够不区分刀具的种类来收纳切削加工用的刀具和摩擦搅拌接合用的刀具,所以能够有效地活用刀库的刀具保管槽。而且,由于能够以机械方式替换切削加工用的刀具和摩擦搅拌接合用的刀具,所以能够增加可自动化的制造过程。

[0032] 在第十四方式的复合加工装置中,由于用户能够从复合加工装置输入刀具信息,所以刀具信息的登记作业变得容易。此外,由于能够根据刀具信息确认是切削加工用的刀具还是摩擦搅拌接合用的刀具,所以不必确认在复合加工装置的刀库安装有何种刀具,程序的制作、修改变得容易。

[0033] 在第十五方式的复合加工装置中,由于能够以通用的架构实现第一方式至第十方式的控制,所以能够降低复合加工装置的制造成本。

[0034] 根据本申请所公开的技术,能够提供可根据刀具的种类自动地切换位置控制和负荷控制的复合加工装置、控制方法和程序。

附图说明

[0035] 图1是表示实施方式的复合加工装置的外观结构的图。

图2是表示实施方式的复合加工装置的电子电路的结构图。

图3是表示图1所示的复合加工装置的加工头的概要的断面图。

图4是表示图1所示的复合加工装置的加工头的概要的断面图。

图5是表示刀库和刀具更换装置的放大立体图。

图6是表示复合加工装置的控制方法,即控制程序的动作用的流程图。

图7A是切削加工用的刀具的刀具数据的一例。

图7B是摩擦搅拌接合用的刀具的刀具数据的一例。

图8是表示步骤S2的动作用的详情的流程图。

图9是表示步骤S3的动作用的详情的流程图。

图10是表示步骤S4的动作用的详情的流程图。

图11是表示步骤S5的动作用的详情的流程图。

图12A是切削加工的加工程序的一例。

图12B是摩擦搅拌接合的加工程序的一例。

图13A是切削加工的加工程序的另一例。

图13B是摩擦搅拌接合的加工程序的另一例。

具体实施方式

[0036] 以下,基于表示实施方式的附图,具体说明本发明。另外,在图中,相同的附图标记表示对应或实质上相同的结构。

<实施方式>

<复合加工装置1的结构>

图1是表示实施方式的用于执行切削加工和摩擦搅拌接合的复合加工装置1的外观结构的立体图。图2是表示实施方式的复合加工装置1的电子电路的结构的图。如图1所示,复合加工装置1具备控制盘10、保持工件W(参照图3、图4)的加工台11、相对于工件W能够分别在XYZ方向上移动的加工头12、刀库15和刀具更换装置16。另外,虽然未在图1中表示,但是复合加工装置1还可以具备覆盖除了控制盘10以外的上述结构的盖。

[0037] 参照图2,控制盘10具备:数控装置2,控制复合加工装置1的动作;键、按钮、刻度盘和触摸面板等输入接口10a,用于供用户输入该数控装置2所执行的加工控制中的加工条件等;以及显示装置10b,向用户显示加工条件、各种传感器的检测结果等。数控装置2具有硬件处理器3、存储器4、总线5和输入输出接口6。存储器4存储:接合程序、切削程序等加工程序7;用于控制刀具的控制程序8;以及刀具数据9,保存表示刀具是切削加工用的刀具和摩擦搅拌接合用的刀具中的哪一个的刀具信息。存储器4也可以称为存储设备。即,存储设备构成为存储刀具信息。硬件处理器3执行各种程序。在以后的实施方式中,也可以将硬件处理器3简称为处理器3。

[0038] 图3和图4是表示图1所示的复合加工装置1的加工头12的概要的断面图。如图3和图4所示,加工头12包含呈箱体的中空的主轴框架12a和内置于主轴框架12a的主轴12b。加工头12的主轴框架12a安装于图2所示的XYZ驱动机构13且能够在XYZ的三轴方向上移动。优选的是,XYZ驱动机构13包含:多个电机,在XYZ的各方向上移动;以及多个旋转并进转换机构,分别连接于多个电机,由滚珠丝杠、齿轮等构成。此外,主轴12b的一端构成为例如连接于电机等旋转驱动装置14而绕旋转轴AX1旋转。旋转驱动装置14包含固定于主轴框架12a的定子14s和固定于主轴12b的转子14r。优选的是,旋转驱动装置14是AC感应电机,但是也可以是AC同步电机,还可以是DC电机。XYZ驱动机构13连接于XYZ驱动器22,XYZ驱动器22用于发送控制上述多个电机的旋转的驱动电流,旋转驱动装置14连接于旋转驱动器23,旋转驱动器23用于向旋转驱动装置14发送驱动电流。XYZ驱动器22和旋转驱动器23借助输入输出接口6连接于数控装置2。

[0039] 刀具支架17可自由装拆地安装于加工头12的下端。图3表示实施方式的摩擦搅拌接合用的刀具T1。摩擦搅拌接合是指使刀具T1的顶端的探针TT一边旋转一边插入两个工件W1、W2之间,通过摩擦热使各自的金属材料软化并进行搅拌,由此使两个工件W1、W2接合。图4表示实施方式的切削加工用的刀具T2。如图3和图4所示,刀具T1、T2保持于刀具支架17。

[0040] 刀具支架17在上端具有拉钉18,并且具有连接于拉钉18的大致圆锥台形状的支架法兰17F。支架法兰17F具有在相对于主轴12b的旋转轴AX1的径向上切出的槽部17G。另一方面,在主轴12b具有能够与拉钉18嵌合的弹簧夹头19和能够与槽部17G嵌合的键部12K。弹簧夹头19能够在沿着主轴12b的旋转轴AX1的旋转轴方向DX上移动。弹簧夹头19构成为若向旋转轴方向DX上的从拉钉18朝向刀具T1、T2的第一方向DR1移位,则在相对于旋转轴AX1的径向上打开,拉钉18可装拆。弹簧夹头19构成为若向旋转轴方向DX上的从刀具T1、T2朝向拉钉

18的第二方向DR2移位,则在相对于旋转轴AX1的径向上闭合,与拉钉18嵌合。通过拉钉18嵌合于弹簧夹头19,从而刀具支架17固定于主轴14b。此时,由于主轴12b的键部12K嵌合于刀具支架17的槽部17G,所以限制了刀具支架17相对于主轴12b的旋转。因此,主轴14b能够安装切削加工用的刀具T2和摩擦搅拌接合用的刀具T1双方。在以后的实施方式中,将安装于主轴14b的刀具称为执行刀具TE。

[0041] 旋转驱动器23执行对旋转驱动装置14的驱动电流进行控制的反馈控制,以成为由加工程序7设定的目标主轴旋转速度。在旋转驱动装置14是AC感应电机的情况下,如果以旋转驱动装置14被进行矢量控制为前提,则将d轴的指令电流和q轴的指令电流中的q轴的指令电流控制为该驱动电流。即,在由安装于旋转驱动装置14的编码器等旋转速度检测传感器24检测到的旋转速度小于目标主轴旋转速度时,旋转驱动器23使驱动电流增大,在该旋转速度大于目标主轴旋转速度时,旋转驱动器23使驱动电流减小。该驱动电流被经由输入输出接口6发送到数控装置2。

[0042] 如图3和图4所示,主轴框架12a和主轴12b具有热电耦等温度传感器21a、21b。温度传感器21a被以有线方式供给电力,温度传感器21b被未图示的电磁感应耦合器供给电力。温度传感器21a、21b能够通过无线通信将表示检测到的温度的值向数控装置2发送。温度传感器21a也可以代替无线方式而以有线方式将表示检测到的温度的值向数控装置2发送。如图4所示,切削加工用的刀具T2具有温度传感器21c。温度传感器21c被未图示的电磁感应耦合器供给电力,能够通过无线通信将表示检测到的温度的值向数控装置2发送。另外,也可以省略温度传感器21a~21c中的任意一个。

[0043] 刀库15能够收纳对摩擦搅拌接合用的刀具T1进行保持的刀具支架17和对切削加工用的刀具T2进行保持的刀具支架17双方。图5是表示刀库15和刀具更换装置16的放大立体图。刀库15具有:多个保持部15a,保持多个刀具支架17;以及保持部移动装置15b,使多个保持部15a沿着周围轨道移动。刀库15也可以具有支架取出装置15c,支架取出装置15c使保管于刀库15的刀具支架17移动到刀具更换装置16可访问的待机位置PH。

[0044] 刀具更换装置16构成为在刀库15与主轴12b之间更换刀具。刀具更换装置16具有:刀具更换臂16a;臂旋转装置16b,使刀具更换臂16a旋转;以及臂移动装置16c,使刀具更换臂16a线性移动。臂旋转装置16b使刀具更换臂16a绕追加旋转轴AX2旋转。此外,臂移动装置16c使刀具更换臂16a在平行于追加旋转轴AX2的方向上移动。刀具更换装置16具有与能够握持更换前后的刀具支架17的机械手类似的结构握持部16d、16e。

[0045] <控制程序的动作>

接着,说明图2的控制程序8的动作,即复合加工装置1的控制的详情。图6是复合加工装置1的控制方法,即控制程序8的动作用的流程图。控制程序8包括指示,在由复合加工装置1的硬件处理器3执行控制程序8时,所述指示使硬件处理器3执行图6和附属于图6的图8~图11中记载的控制方法的处理。执行图6和附属于图6的图8~图11中记载的控制方法的处理的手段包含:控制程序8,存储于存储器4;以及硬件处理器3,执行控制程序8。参照图6,在步骤S1中,在该控制方法中,执行控制程序8的处理器3取得表示可安装于复合加工装置1的多个刀具分别是切削加工用的刀具T2和摩擦搅拌接合用的刀具T1中的哪一个的刀具信息(刀具数据9)。取得刀具信息包含从存储器4(存储设备)读取刀具信息。

[0046] 图7A是切削加工用的刀具T2的刀具数据9的一例。图7B是摩擦搅拌接合用的刀具

T1的刀具数据9的一例。另外,切削加工用的刀具T2的刀具数据9可以包含其他的修正用的参数。参照图7A和图7B, TNo. 相当于T代码。T代码表示是根据T代码而保持于刀库15的多个保持部15a中的哪个保持部15a的刀具支架17。因此,对不同的多个保持部15a分配不同的T代码。T代码对应于刀具名、公称直径和后缀的组合。能够对后缀分配任意的字母。因此,能够通过改变后缀而对多个相同的刀具分配不同的T代码。

[0047] 能够基于刀具名判定与各T代码对应的刀具是摩擦搅拌接合用的刀具T1,还是切削加工用的刀具T2,所述刀具名是表示刀具的命令之一。摩擦搅拌接合用的刀具T1的刀具名是FSW刀具。切削加工用的刀具T2的刀具名是除了FSW刀具以外的名称。参照图7A和图7B, 刀具数据9除了包含T代码、刀具名、公称直径、后缀以外,还可以包含刀具长度、刀具直径、探针直径和肩部直径(刀具T1中的在接合中接触材料表面且直径大于探针TT的直径的部分)等其他的刀具的属性信息,以及长度修正量、直径修正量之类的考虑了刀具的磨损等的修正参数。但是,刀具数据9也可以不包含T代码、刀具名、公称直径、后缀以外的信息。关于与各T代码对应的刀具是摩擦搅拌接合用的刀具T1,还是切削加工用的刀具T2,作为刀具的命令之一举出了刀具名是FSW刀具的例子,但是如图7A和图7B所示,如果比较切削加工用的刀具和摩擦搅拌接合用的刀具,则摩擦搅拌接合用的刀具具有探针直径、肩部直径等摩擦搅拌接合用的刀具固有的项目。因此,假设在加工程序7包含刀具固有的项目的情况下,执行控制程序8的处理器3也可以不根据刀具名,而是以摩擦搅拌接合用的刀具固有的项目作为表示刀具的命令进行判定。

[0048] 接着,在图6的步骤S2中,在该控制方法中,执行控制程序8的处理器3取得表示在由加工程序7调用的各加工过程(切削加工、摩擦搅拌接合之类的由一个刀具连续进行的各加工)中使用的执行刀具TE的命令。具体地说,该命令是表示刀具名的命令。在步骤S3中,在该控制方法中,执行控制程序8的处理器3基于刀具信息和该命令,判定执行刀具TE是摩擦搅拌接合用的刀具T1和切削加工用的刀具T2中的哪一个。更具体地说,在执行刀具TE的刀具名是FSW刀具时,执行控制程序8的处理器3判定为执行刀具TE是搅拌接合用的刀具T1。在执行刀具TE的刀具名是FSW刀具以外的名称时,执行控制程序8的处理器3判定为执行刀具TE是切削加工用的刀具T2。

[0049] 在该控制方法中,执行控制程序8的处理器3若在步骤S3中判定为执行刀具TE是摩擦搅拌接合用的刀具T1,则在步骤S4中,使基于从旋转驱动器23检测到的施加于旋转驱动装置14的负荷的执行刀具TE的位置修正(负荷控制)有效。该负荷控制例如也如专利文献3所示,执行控制程序8的处理器3控制刀具T1的插入位置(向XYZ驱动机构13发送的位置指令),使得施加于旋转驱动装置14的负荷接近与刀具T1的插入深度(可从XYZ驱动机构13取得)对应的目标负荷。该负荷也可以是旋转驱动装置14的驱动电流值。该驱动电流值可以是逐次的电流值的绝对值,也可以是将在预先决定的预定的时间间隔内取得的电流值的平方值相加而得到的值的平方根。此外,负荷也可以是表示为从旋转驱动器23输出的驱动电流值与旋转驱动装置14的最大驱动电流值之比的负荷率。负荷也可以是表示为从旋转驱动器23输出的驱动电流值与旋转驱动装置14的额定电流值之比的负荷率。或者,负荷也可以是根据从旋转驱动器23输出的驱动电流值得到的旋转驱动装置14的驱动转矩。如果旋转驱动装置14是DC电机,则由于驱动转矩与电机电流成比例,所以能够基于从电机特性确定的转矩常数而算出。此外,即使旋转驱动装置14是AC感应电机或AC同步电机,如果考虑到被进行

矢量控制,则可以认为驱动转矩与作为转矩电流成分的指令电流的q轴电流为比例关系,因此能够与DC电机同样地根据q轴电流并利用电机的特性值而算出。优选的是,基于负荷的执行刀具TE的位置修正包含:以负荷实质上不变化的方式,对执行刀具TE的位置进行反馈修正。另外,基于负荷的执行刀具TE的位置修正是执行刀具TE的旋转轴方向DX的位置的修正。

[0050] 在该控制方法中,执行控制程序8的处理器3若在步骤S3中判定为执行刀具TE是切削加工用的刀具T2,则在步骤S5中,在切削加工中使基于从温度传感器21a~21c检测到的温度的执行刀具TE的位置修正(位置控制)有效。例如国际公开第2021/044491号所示,该位置控制基于从温度传感器21a~21c检测到的温度,推定相对于从温度传感器21a~21c检测的温度是基准温度的情况下的执行刀具TE的刀尖位置的位置偏移(热位移),在切削加工中执行基于位置偏移(热位移)的执行刀具TE的位置修正。在这种情况下,如国际公开第2021/044491号所示,可以针对每个温度传感器21a~21c将从基准温度的温度偏差乘以预先决定的系数并求出它们之和,由此推定位置偏移,也可以将与各温度传感器21a~21c的从基准温度的温度偏差对应的刀尖偏移预先存储于表等,参照该表来推定位置偏移。另外,基于温度的执行刀具TE的位置修正是执行刀具TE的旋转轴方向DX的位置的修正。

[0051] 上述的步骤S2、S4和S5根据加工程序7的程序格式而不同。以下,说明基于加工程序7的程序格式的特有的处理。

[0052] 图8是表示步骤S2的动作的详情的流程图。图9是表示步骤S3的动作的详情的流程图。图10是表示步骤S4的动作的详情的流程图。图11是表示步骤S5的动作的详情的流程图。图12A是切削加工的加工程序7的一例。图12B是摩擦搅拌接合的加工程序7的一例。图12A和图12B的加工程序7的程序格式被称为交互式格式。以下,将由交互式格式记述的加工程序7称为加工程序7A。

[0053] 加工程序7A由用于对复合加工装置1进行数值控制的程序代码记述。在加工程序7A中至少定义以下内容。

- (1) 共通单元:加工前的工件W的材质和形状
 - (2) 基本坐标单元:工件坐标系和机床坐标系的设定方法
 - (3) 加工单元:最终加工形状中的各部位(part)的加工方法、加工形状
- 共通单元、基本坐标单元和加工单元分别具有单元编号(unit number)。

[0054] 图12A和图12B仅表示了上述单元中的加工单元。加工单元包含单元编号UNo.、确定加工内容的信息(单元名)、设定刀具T1、T2和刀具T1、T2的切削条件(cutting condition)的刀具序列TS、以及规定在该加工单元内加工的加工形状的形状序列SS。刀具序列TS是指形成由该加工单元规定的部位的加工形状(例如一根棒材、一个螺纹孔)所需的一系列的加工阶段(machining stages)。形状序列SS是指由用于决定加工形状的工件坐标中的刀具的刀尖的开始点、结束点、开始点与结束点之间的连接关系(直线、圆弧等)定义的段(segment)的集合。

[0055] 在图12A和图12B的例子中,表示了加工单元具有一个刀具序列TS和一个形状序列SS的例子。但是,加工单元也可以具有多个刀具序列。为了应对复杂的加工形状,加工单元也可以具有多个形状序列。在加工单元具有多个刀具序列和多个形状序列的情况下,在该加工单元的执行中,首先如下执行:按照刀具序列的排列顺序,对于一个一个的刀具序列使刀具移动,以便能够生成直到下一个刀具序列出现在程序上为止的全部形状序列所表示的

形状。各刀具序列由序列编号SNo.进行区分。各形状序列由记载于FIG项目的编号进行区分。

[0056] 如果在刀具序列TS中刀具名是FSW刀具,则如图12B所示,与该刀具序列TS对应的形状序列SS各自包含是否进行负荷控制的代码(‘负荷控制’)和指定负荷的代码(‘负荷转矩’)。在图12B中,负荷转矩的大小(单位N·m)表示为‘负荷转矩’的数值。在该例子中,表示了指定负荷的代码是负荷转矩的情况,但是也可以是驱动电流值,还可以是上述的负荷率。在进行负荷控制的情况下,‘负荷控制’的值是‘进行’,在不进行负荷控制的情况下,‘负荷控制’的值是‘不进行’。在此,将包含值‘进行’的‘负荷控制’代码和‘负荷转矩’代码总称为负荷调整代码,所述负荷调整代码指示基于负荷的执行刀具TE的位置修正。在形状序列SS的‘负荷控制’代码的值是‘不进行’的情况下,决定为该形状序列SS不包含负荷调整代码。

[0057] 参照图8、图12A和图12B,在步骤S2中,在图8的步骤S21中程序格式是交互式格式的情况下,在步骤S22中,在该控制方法中执行控制程序8的处理器3取得刀具序列TS的刀具名作为表示执行刀具TE的命令。另外,在步骤S22中作为追加的处理,在该控制方法中,执行加工程序7的处理器3也可以进行如下处理:取得刀具序列TS的刀具名、公称直径和后缀,参照刀具数据9,取得与已取得的刀具名、公称直径和后缀的组合对应的T代码,将保持在与已取得的T代码对应的保持部15a的刀具支架17安装于主轴12b。

[0058] 在步骤S3中,在图9的步骤S31中程序格式是交互式格式的情况下,在步骤S33中,在该控制方法中执行控制程序8的处理器3判定刀具序列TS的刀具名是否是FSW刀具,在是FSW刀具的情况下,判定为直到执行下一个刀具序列TS为止,执行刀具TE是摩擦搅拌接合用的刀具T1(步骤S34)。如上所述,基于交互式格式的程序代码包含在各形状序列SS中与负荷控制有关的代码。因此,使上述的基于负荷的执行刀具TE的位置修正(负荷控制)有效包含:如果在加工程序7的规定由执行刀具TE进行加工的部分(形状序列SS)中包含指示基于负荷的执行刀具TE的位置修正的负荷调整代码,则在加工程序7的由执行刀具TE进行的摩擦搅拌接合中,执行基于施加于旋转驱动装置14的负荷的执行刀具TE的位置修正(负荷控制)。具体地说,在步骤S4中,在图10的步骤S41中程序格式是交互式格式的情况下,在步骤S42中,在该控制方法中执行控制程序8的处理器3判定形状序列SS是否包含负荷调整代码。在形状序列SS包含负荷调整代码的情况下(步骤S42为“是”),在该控制方法中执行控制程序8的处理器3直到执行下一个形状序列SS为止执行负荷控制(步骤S43)。另一方面,在形状序列SS不包含负荷调整代码的情况下(步骤S42为“否”),在步骤S44中,在该控制方法中执行控制程序8的处理器3在加工程序7A的规定由执行刀具TE进行加工的部分(形状序列SS)中,既不执行负荷控制,也不执行位置控制。

[0059] 在步骤S3中,在图9的步骤S31中程序格式是交互式格式的情况下,在步骤S33中,在该控制方法中执行控制程序8的处理器3在刀具序列TS的刀具名不是FSW刀具的情况下,判定为执行刀具TE是切削加工用的刀具T2(步骤S35)。此时,使上述的基于温度的执行刀具TE的位置修正(位置控制)有效包含:基于从温度传感器21a~21c检测到的温度,推定相对于从温度传感器21a~21c检测的温度是基准温度的情况下的执行刀具TE的刀尖位置的位置偏移(热位移),在切削加工中执行基于位置偏移(热位移)的执行刀具TE的位置修正(位置控制)。具体地说,在步骤S5中,在图11的步骤S51中程序格式是交互式格式的情况下,在步骤S52中,在该控制方法中执行控制程序8的处理器3在刀具序列TS的刀具名不是FSW刀具

的情况下,直到执行下一个刀具序列TS为止执行位置控制。

[0060] 加工程序7不限于图12A和图12B的例子,也可以是基于EIA (Electronic Industries Association:电子工业协会)/ISO(International Organization for Standardization:国际标准化组织)格式的加工程序7。将图13A和图13B的加工程序7的程序格式称为加工程序7B。图13A表示基于切削加工用的刀具T2的加工程序7B,图13B表示基于摩擦搅拌接合用的刀具T1的加工程序7B。基于EIA/ISO格式的加工程序7B若参照图13A和图13B的行编号为4的代码,则通过记载在M6代码紧前的T代码,能够辨别是摩擦搅拌接合用的刀具T1和切削加工用的刀具T2中的哪一个。

[0061] 具体地说,在步骤S2中,在图8的步骤S21中程序格式是EIA/ISO格式的情况下,在步骤S23中,在该控制方法中执行控制程序8的处理器3从加工程序7B取得T代码作为表示执行刀具TE的命令。在步骤S3中,在图9的步骤S31中程序格式是EIA/ISO格式的情况下,在步骤S32中,在该控制方法中执行控制程序8的处理器3参照刀具信息(刀具数据9),取得与T代码对应的刀具名。

[0062] 在图13A的例子中,从加工程序7B读取的T代码是T10,参照刀具数据9,T代码为T10的执行刀具TE的刀具名是面铣刀,因此判定为执行刀具TE是切削加工用的刀具T2。即,在图9的步骤S33中,在该控制方法中执行控制程序8的处理器3在刀具序列TS的刀具名不是FSW刀具的情况下,判定为执行刀具TE是切削加工用的刀具T2(步骤S35)。在图13B的例子中,从加工程序7B读取的T代码是T11,参照刀具数据9,T代码为T11的执行刀具TE的刀具名是FSW刀具,因此判定为执行刀具TE是切削加工用的刀具T2。即,在图9的步骤S33中,在该控制方法中执行控制程序8的硬件处理器3判定刀具序列TS的刀具名是否是FSW刀具,在是FSW刀具的情况下,判定为直到执行下一个刀具序列TS为止,执行刀具TE是摩擦搅拌接合用的刀具T1(步骤S34)。

[0063] 在基于EIA/ISO格式的编程中,不要求在程序代码中包含与位置控制有关的特殊的代码,但是要求在程序代码中包含与负荷控制有关的特殊的代码。参照图13B,基于摩擦搅拌接合用的刀具T1的加工程序7B包含在通过M6代码替换为摩擦搅拌接合用的刀具T1的指令后,指定负荷的B118.代码(图13B的行编号为6的代码)。该代码表示作为B的后目标的负荷转矩(单位N·m)。而且,基于摩擦搅拌接合用的刀具T1的加工程序7B包含在坐标指定的代码后,执行负荷控制的M800代码(图13B的行编号为13的代码)。基于摩擦搅拌接合用的刀具T1的加工程序7B包含在摩擦搅拌接合用的刀具T2的移动的代码后,解除负荷控制的M801代码(图13B的行编号为17的代码)。在此,将B118.代码和M800代码总称为负荷调整代码,所述负荷调整代码指示基于负荷的执行刀具TE的位置修正。

[0064] 如果与T代码对应的刀具名不是FSW刀具,则基于EIA/ISO格式的程序代码默认地执行上述的位置控制。但是,如果与T代码对应的刀具名不是FSW刀具,而基于EIA/ISO格式的程序代码包含负荷调整代码,则复合加工装置1例如显示“程序中包含无效的M800代码(或B118.代码、M801代码),已忽视”等出错消息并忽视负荷调整代码,执行位置控制。此外,在与T代码对应的刀具名是FSW刀具的情况下,如果基于EIA/ISO格式的程序代码包含负荷调整代码,则按照该代码执行负荷控制。在与T代码对应的刀具名是FSW刀具且基于EIA/ISO格式的程序代码不包含负荷调整代码的情况下,复合加工装置1不执行负荷控制和位置控制中的任一方。

[0065] 因此,图13A所示的加工程序7B不包含与基于从温度传感器21a~21c检测到的温度的执行刀具TE的位置修正相关的任何代码不意味着执行控制程序8的处理器3不执行位置控制。使执行刀具TE是切削加工用的刀具T2时的基于温度的执行刀具TE的位置修正(位置控制)有效包含:基于从温度传感器21a~21c检测到的温度,推定相对于从温度传感器21a~21c检测的温度是基准温度的情况下的执行刀具TE的刀尖位置的位置偏移(热位移),在切削加工中执行基于位置偏移(热位移)的执行刀具TE的位置修正(位置控制)。具体地说,在步骤S5中,在图11的步骤S51中程序格式是EIA/ISO格式且由加工程序7调用的加工过程的代码不包含负荷调整代码的情况下(步骤S53为“否”),在步骤S52中,在该控制方法中执行控制程序8的处理器3在加工程序7B的规定由执行刀具TE进行加工的部分中执行位置控制。即,在该控制方法中执行控制程序8的处理器3直到通过M6代码将刀具替换为其他刀具或通过M30代码结束加工程序7B为止,执行位置控制。

[0066] 另一方面,例如在图13B的代码中T代码不是T11而是T10的情况下,在与步骤S5有关的图11的步骤S51中,在程序格式是EIA/ISO格式且由加工程序7调用的加工过程的代码包含负荷调整代码的情况下(步骤S53为“是”),在步骤S54中,即使在加工程序7B的规定由执行刀具TE进行加工的部分中包含指示基于负荷的执行刀具TE的位置修正的负荷调整代码,在该控制方法中执行控制程序8的处理器3也忽视负荷调整代码。即,使基于温度的执行刀具TE的位置修正(位置控制)有效包含:即使在加工程序7B的规定由执行刀具TE进行加工的部分中包含指示基于负荷的执行刀具TE的位置修正的负荷调整代码,也忽视负荷调整代码。然后,在步骤S55中,在该控制方法中执行控制程序8的处理器3使显示装置10b显示出错消息。即,使基于温度的执行刀具TE的位置修正(位置控制)有效包含:如果在加工程序7B的规定由执行刀具TE进行加工的部分中包含指示基于负荷的执行刀具TE的位置修正的负荷调整代码,则通知出错消息。如果步骤S55的处理结束,则在该控制方法中执行控制程序8的处理器3执行步骤S52。

[0067] 此外,与步骤S4有关的使基于施加于旋转驱动装置14的负荷的执行刀具TE的位置修正(负荷控制)有效包含:在步骤S41中程序格式是EIA/ISO格式时,如果在加工程序7B的规定由执行刀具TE进行加工的部分中包含负荷调整代码(步骤S45为“是”),则执行负荷调整代码(步骤S43)。具体地说,在该控制方法中执行控制程序8的处理器3从M800代码被调用至M801代码被调用为止,执行基于负荷调整代码的负荷控制。

[0068] 另一方面,例如在图13A的代码中T代码不是T10而是T11的情况下,在与步骤S4有关的图9的步骤S41中,在程序格式是EIA/ISO格式且在由加工程序7调用的加工过程的代码(加工程序7B的规定由执行刀具TE进行加工的部分)中不包含负荷调整代码的情况下(步骤S45为“否”),在步骤S44中,在该控制方法中执行控制程序8的处理器3在加工程序7B的规定由执行刀具TE进行加工的部分中,既不执行负荷控制,也不执行位置控制。即,使基于负荷的执行刀具TE的位置修正(负荷控制)有效包含:如果在加工程序7B的规定由执行刀具TE进行加工的部分中不包含负荷调整代码,则既不执行基于施加于旋转驱动装置14的负荷的执行刀具TE的位置修正(负荷控制),也不执行基于温度的执行刀具TE的位置修正(位置控制)。此时,在该控制方法中执行控制程序8的处理器3仅基于使执行刀具TE移动的代码(图13A、图13B的行编号为14的代码)使执行刀具TE移动。

[0069] 控制程序8还具有对登记于刀具数据9的刀具信息进行编辑的功能。具体地说,在

该控制方法中执行控制程序8的处理器3执行如下处理:将与图7A和图7B的第一行所示的项目对应的文本、图标等指示符,以及与图7A和图7B的第二行所示的内容对应的文本框、列表框等输入表单显示于显示装置10b。在该控制方法中执行控制程序8的处理器3执行如下处理:将用户在输入表单中通过输入接口10a输入的信息存储于存储器4。即,在该控制方法中执行控制程序8的处理器3执行将由用户输入的刀具信息存储于存储设备的处理。另外,输入接口10a和显示装置10b是用于由用户输入所述刀具信息的接口。

<本实施方式的复合加工装置的控制方法的特征和效果>

本实施方式的复合加工装置1及其控制方法包含:如果判定为执行刀具TE是切削加工用的刀具T2,则在切削加工中使基于从设置于复合加工装置1或切削加工用的刀具T2的温度传感器21a~21c检测到的温度的执行刀具TE的位置修正有效。本实施方式的复合加工装置1及其控制方法包含:如果判定为执行刀具TE是摩擦搅拌接合用的刀具T1,则在摩擦搅拌接合中使基于施加于旋转驱动装置14的负荷的执行刀具TE的位置修正有效。因此,能够根据刀具的种类而自动地切换位置控制和负荷控制。

<变形例>

在上述的实施方式的步骤S4中,以根据向旋转驱动器23发送的作为指令电流的驱动电流计算施加于旋转驱动装置14的负荷的情况为例进行了说明,但是也可以使用从旋转驱动器23向旋转驱动装置14发送的驱动电流来计算施加于旋转驱动装置14的负荷。施加于DC电机的转矩能够根据上述的转矩特性从直接施加于DC电机的驱动电流值算出。此外,在AC感应电机或AC同步电机被进行矢量控制的情况下,施加于AC感应电机或AC同步电机的转矩能够通过如下方法计算:根据直接施加于各电机的三相的电流值,在进行二相转换的基础上计算出q轴电流,根据预先存储在数控装置2内的转速与转矩的关系计算出转矩换算系数,并乘以q轴电流。但是,需要根据AC电机的种类而预先存储不同的转矩换算系数。

[0070] 在上述的实施方式中,表示了复合加工装置1与交互式格式及EIA/ISO格式双方的程序格式对应的例子,但是也可以仅与任意一方的程序格式对应。在这种情况下,也可以在图8~10中省略步骤S21、S41、S51,省略不与复合加工装置1对应的程序格式的处理。

[0071] 在上述的实施方式中,表示了复合加工装置1是立式加工中心的例子,但是即使复合加工装置1是卧式加工中心、车床、包含增材制造的复合加工装置,只要能够一起进行切削加工和摩擦搅拌接合,则也能够应用本实施方式的内容。

[0072] 上述的数控装置2的控制程序8的逻辑的一部分或全部的功能也可以由专用的处理器、集成电路来实现。上述的控制程序8不仅可以记录于数控装置2内置的存储器4,也可以记录于软盘、光盘、CD-ROM和磁盘等盘,以及SD卡、USB存储器、外接硬盘之类的可从数控装置2拆卸且能够由数控装置2读取的存储介质。

[0073] 在本申请中,“包括”及其派生词是说明构成要素的存在的非限制性用语,不排除未记载的其他构成要素的存在。这也适用于“具有”、“包含”及它们的派生词。

[0074] “~部件”、“~部”、“~要素”、“~体”和“~结构”这样的术语可以具有单一部分或多个部分这样的多种含义。

[0075] “第一”、“第二”等序数是仅用于识别结构的用语,不具有其他含义(例如特定的顺序等)。例如,虽然具有“第一要素”但并不隐含意味着存在“第二要素”,并且虽然具有“第二要素”但并不隐含意味着存在“第一要素”。

[0076] 只要在实施方式中没有特定的说明,则表示程度的“实质上”、“约”和“大致”等术语可以意味着最终结果不会大幅变化的合理偏差。本申请中记载的全部数值可以解释为包含“实质上”、“约”和“大致”等术语。

[0077] 在本申请中,“A和B中的至少一方”这样的术语应解释为仅包含A、仅包含B、以及包含A和B双方。

[0078] 从上述的公开内容考虑,显然可以进行本发明的各种变更、修改。因此,也可以在不脱离本发明的主旨的范围内,通过与本申请的具体公开内容不同的方法来实施本发明。

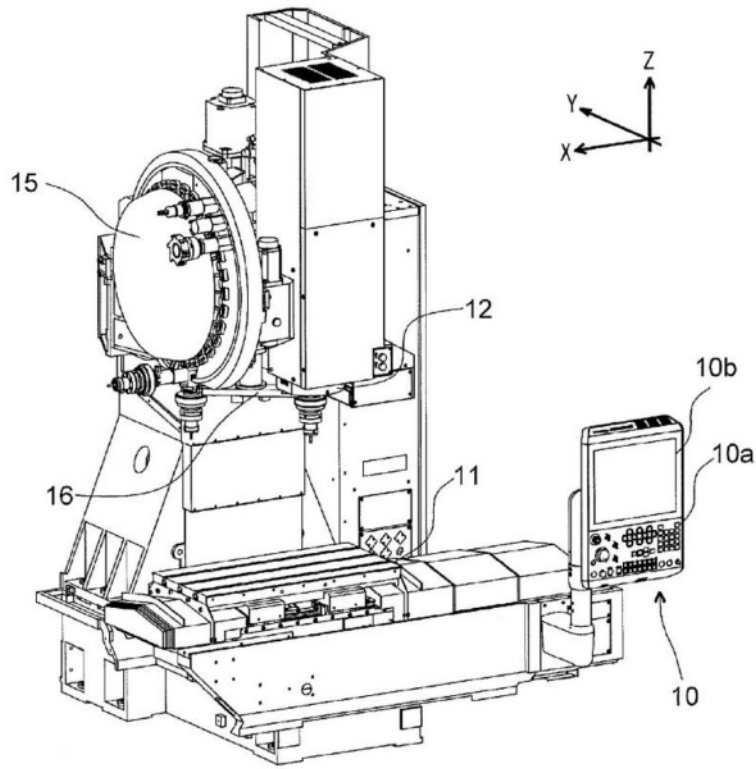


图1

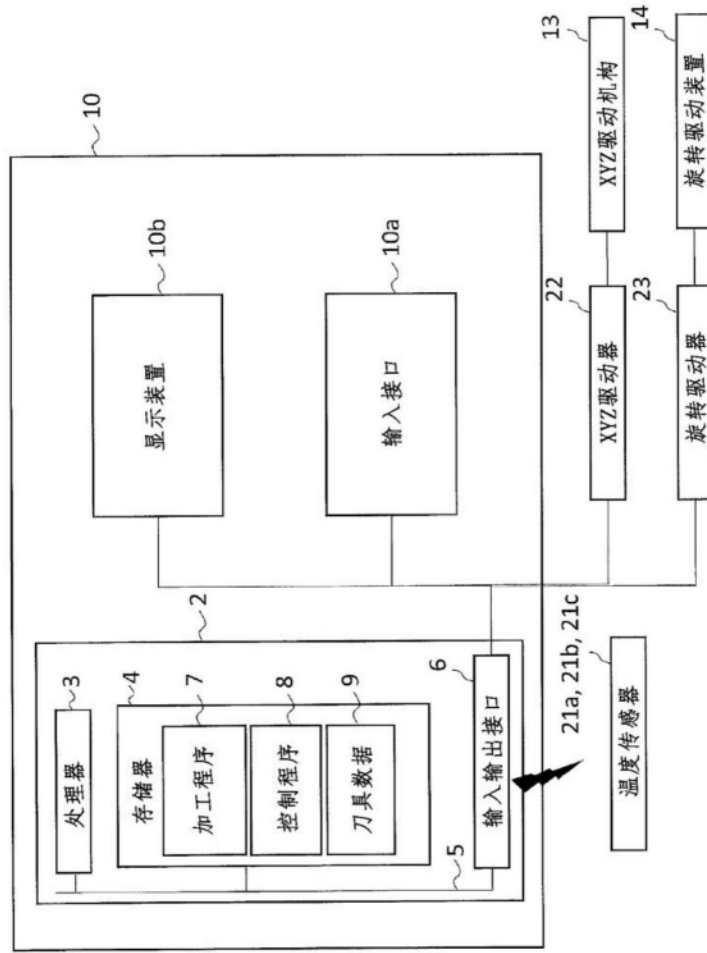


图2

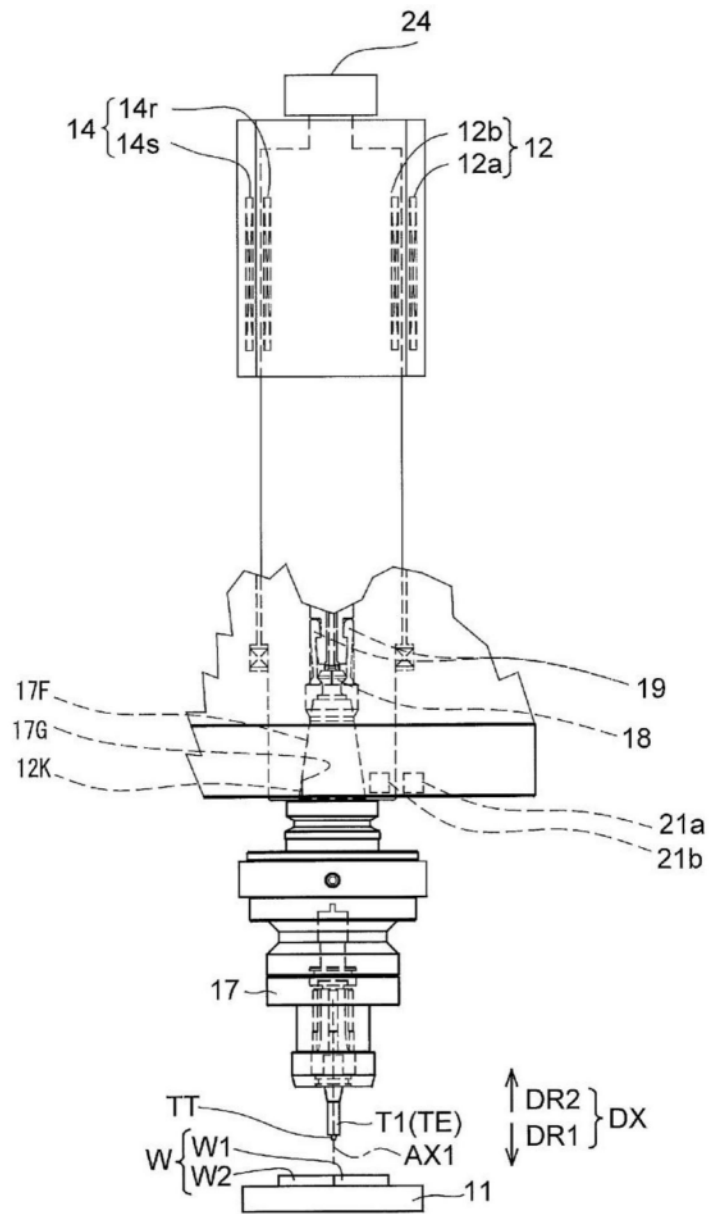


图3

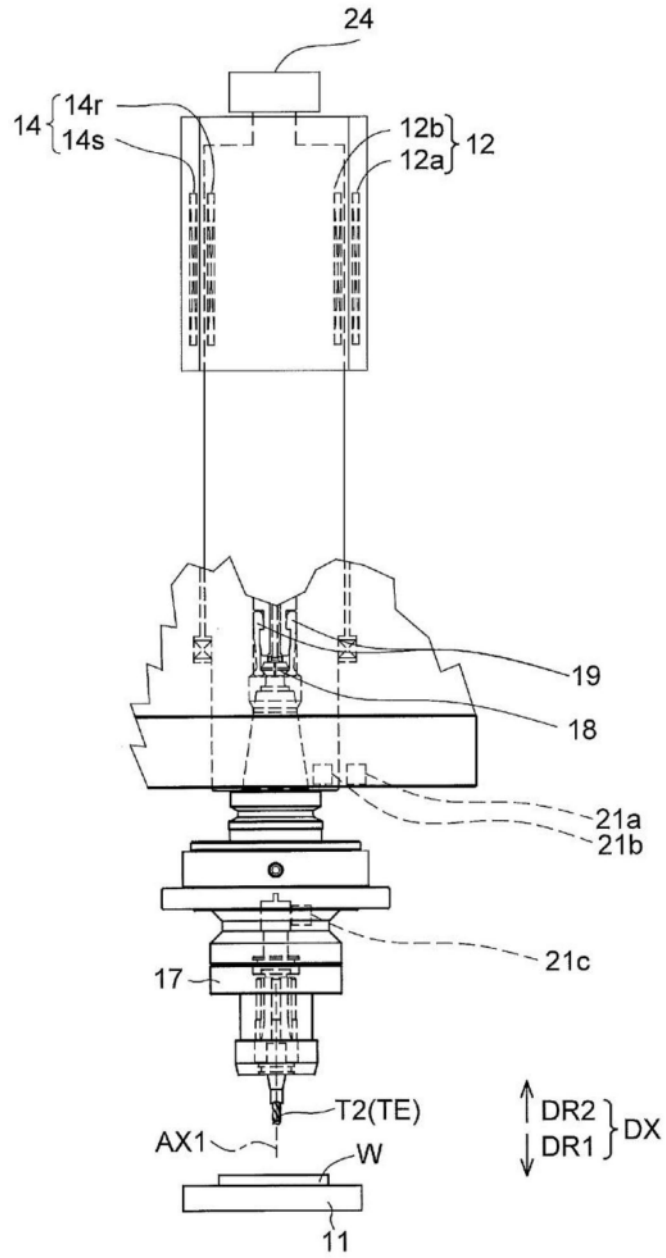


图4

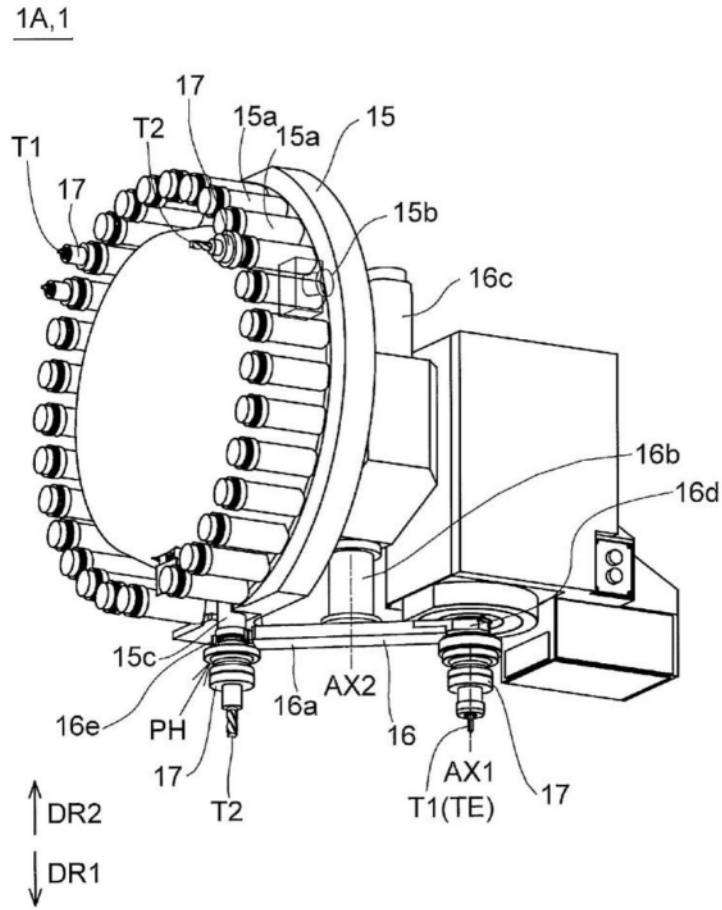


图5

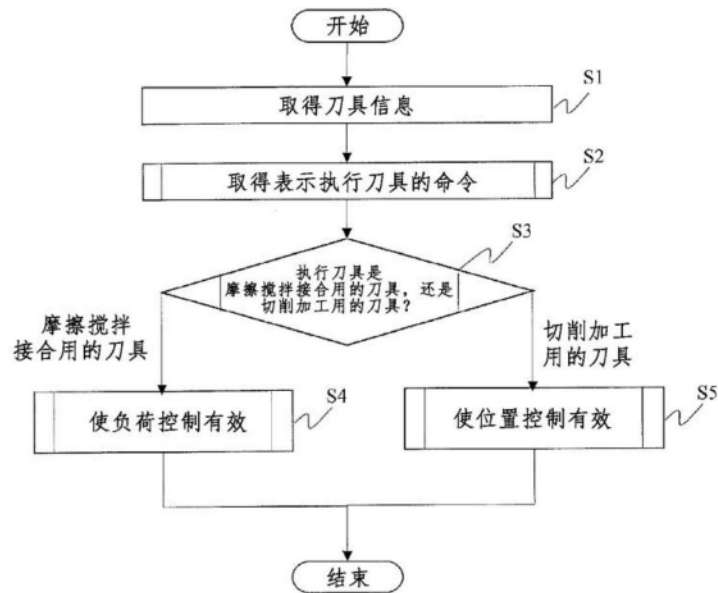


图6

TNo.	刀具名	公称直径	后缀	刀具长度	长度修正量	No.	刀具直径	直径修正量	No.
10	面铣刀	80.	S	228.		0	12.		0

图7A

TNo.	刀具名	公称直径	后缘	刀具长度	长度修正量	No.	探针直径	肩部直径	定量修正X	定量修正Z	定量修正Y
11	FSW刀具	12.		228.		0	4.	8.	0.	0.	0.

图7B

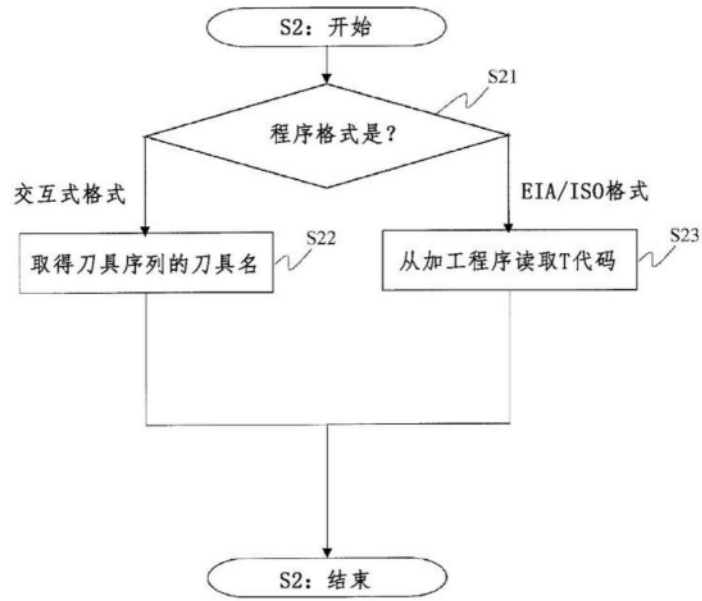


图8

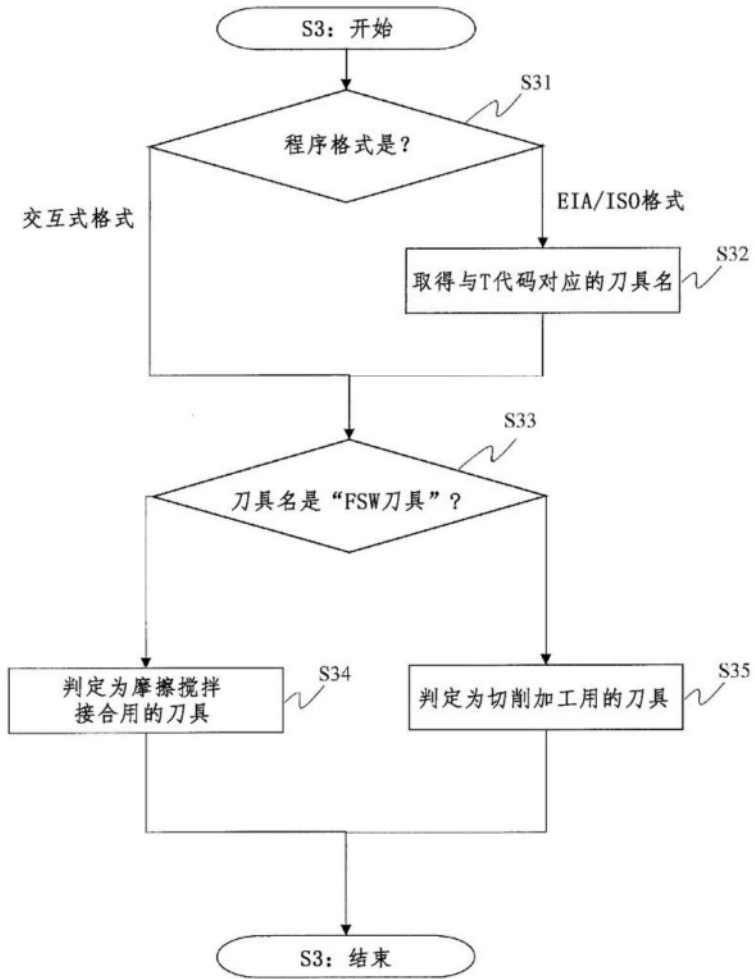


图9

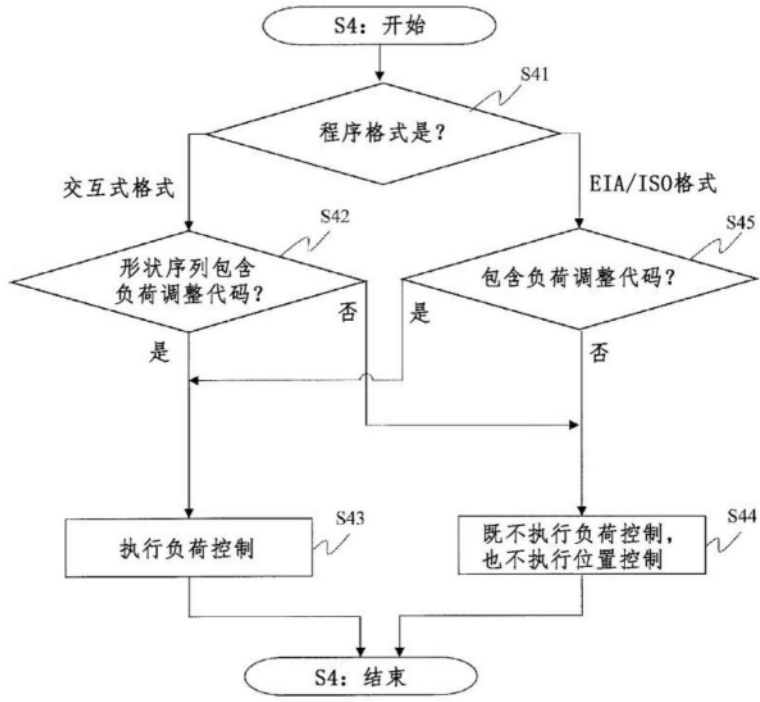


图10

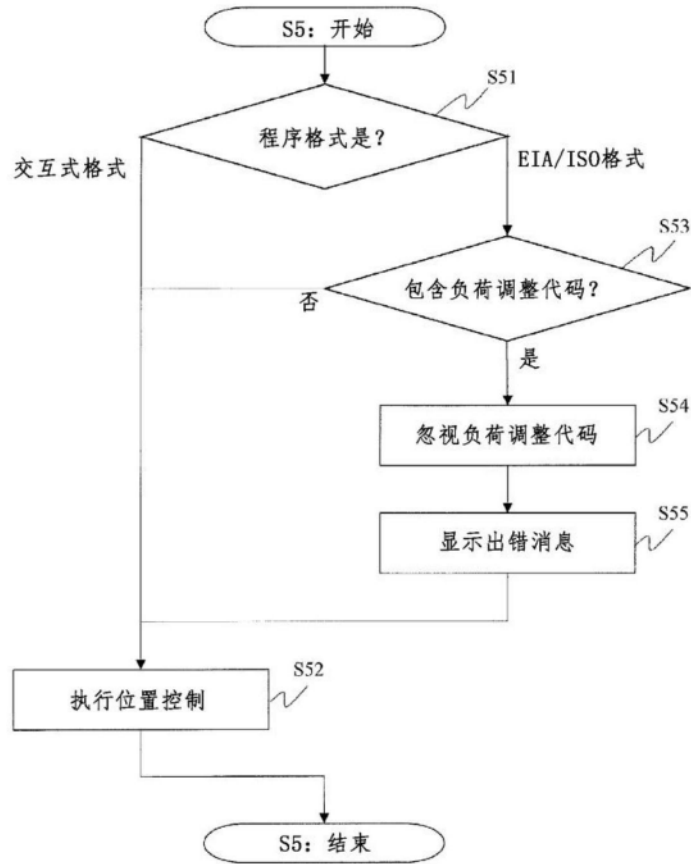


图11

UNO.	单元名	深度	加工 余量-Z	底	精加工 余量-Z	方法	ZFD	切入-Z	切入-R	转速	进给
4	面铣刀	10	10	1	0.						
SNo.	刀具名	No.		接近-X	接近-Y	方法	ZFD	切入-Z	切入-R	转速	进给
R 1	面铣刀			445.	-10.	凹X	◆	2.	60.	200.	1.2
FIG	PTN	P1Y/CY	P3X/R	P3Y	CN1	CN2	CN3	CN4			
1	四角	10	0	-300							

TS
SS

7A

图12A

- 1 M05M09
- 2 G90G49G94G40G80
- 3 G54
- 4 T10M6

- 7 G91G28Z0.
- 8 G90G00X50.28Y102.30
- 9 M4S3300.
- 10 G90G00G43Z5.0H01
- 11 G90G01Z1.0F500.
- 12 G01Z-3.2F20.

- 14 G01Y△ △ Y□ □ F1000.
.....
- 15 G90G01Z10.F500.
- 16 G90G00Z200.

- 18 M05
- 19 M30

图13A

UNo.	单元名	公称直径	接合深度	插入量-Z	接近-X	接近-Y	P	CNR	负荷控制	负荷转矩	旋转速度	每分钟进给
5	摩擦搅拌接合		10	10								
SNo.	刀具名	公称直径	No.		接近-X	接近-Y						
R1	FSW刀具	12.			445.	-10.	J				3000	1000
FIG	PTN	X	Y	Rθ	I							
1	直线	400	10	0					进行	1000.		

TS SS

7A

图12B

- 1 M05M09
- 2 G90G49G94G40G80
- 3 G54
- 4 T11M6

- 6 B118.
- 7 G91G28Z0.
- 8 G90G00X50.28Y102.30
- 9 M4S3300.
- 10 G90G00G43Z5.0H01
- 11 G90G01Z1.0F500.
- 12 G01Z-3.2F20.
- 13 M800

- 14 G01Y△ △ Y□ □ F1000.
....
....
- 15 G90G01Z10.F500.
- 16 G90G00Z200.
- 17 M801
- 18 M05
- 19 M30 7B

图13B