



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112805108 B

(45) 授权公告日 2023.09.26

(21) 申请号 201980066428.7
 (22) 申请日 2019.10.24
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 112805108 A
 (43) 申请公布日 2021.05.14
 (30) 优先权数据
 2018-202337 2018.10.26 JP
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2021.04.08
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/JP2019/041778 2019.10.24
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02020/085451 JA 2020.04.30
 (73) 专利权人 西铁城時計株式会社
 地址 日本东京
 (72) 发明人 野口贤次 斋藤仁志
 (74) 专利代理机构 北京柏杉松知识产权代理事
 务所(普通合伙) 11413
 专利代理师 袁波 刘继富

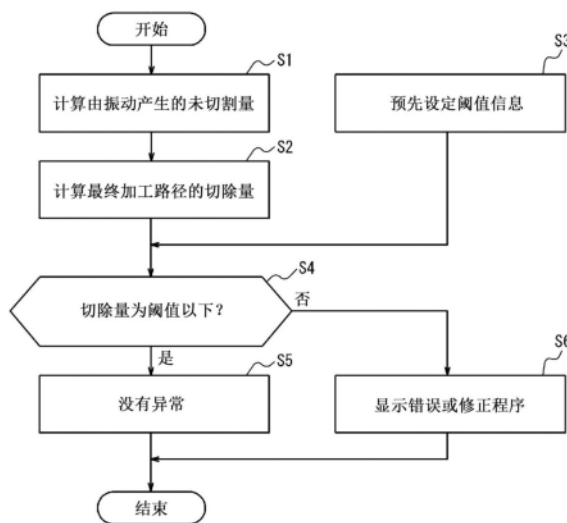
(51) Int.Cl.
 B23B 1/00 (2006.01)
 G05B 19/4093 (2006.01)
 (56) 对比文件
 CN 102717115 A, 2012.10.10
 CN 108693835 A, 2018.10.23
 JP 2009136956 A, 2009.06.25
 JP 2016175147 A, 2016.10.06
 JP 2017177267 A, 2017.10.05
 JP 2017177284 A, 2017.10.05
 CN 103785906 A, 2014.05.14
 SU 1057212 A1, 1983.11.30
 CN 106794521 A, 2017.05.31
 CN 107073612 A, 2017.08.18
 CN 101177043 A, 2008.05.14
 CN 102458728 A, 2012.05.16
 CN 102528077 A, 2012.07.04
 CN 102921963 A, 2013.02.13
 CN 103781576 A, 2014.05.07
 CN 107073611 A, 2017.08.18 (续)
 审查员 李婷

权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54) 发明名称
 机床以及控制装置

(57) 摘要
 本发明的机床(1)以及其控制装置(C)使工件(W)与工具(130)以彼此相对旋转的状态在进给方向相对移动,同时在垂直于工件(W)的轴心的方向相对地振动,进行工具(130)对工件(W)的振动切削加工,并且在进行了振动切削加工之后,使工件(W)与工具(130)不振动地彼此相对旋转,同时在进给方向相对移动,进行工具(130)切削工件(W)的最终加工裕量的最终切削加工,在进行振动切削加工之前,通过最终加工裕量计算单元(C2)计算在执行振动切削加工时工件(W)剩余的最终加工裕量,通过判定单元(C3)判定由最终加工裕量计算单元(C2)算出的最终加工裕量

是否在规定的阈值以下。



CN 112805108 B

[接上页]

(56) 对比文件

CN 108637404 A, 2018.10.12

CN 206536092 U, 2017.10.03

GB 824603 A, 1959.12.02

JP W02014045383 A1, 2016.08.18

EP 3372332 A1, 2018.09.12

陈成. 数控铣床强迫振动和切削颤振试验研究. 现代制造工程. 2013, (第12期), 第49-54页.

1. 一种机床,其特征在于,具有:

工件保持单元,其保持工件;

刀架,其保持对所述工件进行切削加工的工具;

进给单元,其使被所述工件保持单元保持的所述工件与被所述刀架保持的所述工具在规定的进给方向相对移动;

旋转单元,其使被所述工件保持单元保持的所述工件与被所述刀架保持的所述工具以所述工件的轴心为中心相对旋转;

振动单元,其使被所述工件保持单元保持的所述工件与被所述刀架保持的所述工具以规定的振动条件在垂直于所述工件的轴心的方向相对地振动;

控制部,其控制所述进给单元、所述旋转单元以及所述振动单元的运转,以使所述工件与所述工具以彼此相对旋转的状态在所述进给方向相对移动,同时在垂直于所述工件的轴心的方向相对振动,进行所述工具对所述工件的振动切削加工,并且在进行了所述振动切削加工之后,使所述工件与所述工具不在垂直于所述工件的轴心的方向相对振动地彼此相对旋转,同时在所述进给方向相对移动,进行通过所述工具切削所述工件的最终加工裕量的最终切削加工,所述最终加工裕量为从所述工件切削去除的最大切除量,为在所述工件的外周面产生的作为未切割部分的直径方向的高度的未切割量与最终切削加工的所述工具向所述工件的切入量的和;

最终加工裕量计算单元,其在进行所述振动切削加工之前,基于所述振动条件计算在执行所述振动切削加工时在所述工件剩余的最终加工裕量;

判定单元,其判定所述最终加工裕量计算单元计算出的所述最终加工裕量是否在规定的阈值以下;以及

追加加工单元,其在通过所述判定单元判定出所述最终加工裕量计算单元计算出的所述最终加工裕量超过所述阈值时,在振动切削加工之后且最终切削加工之前,追加如下加工以使所述最终加工裕量为所述阈值以下,即,使所述工件与所述工具不在垂直于所述工件的轴心的方向相对振动地彼此相对旋转,同时在所述进给方向相对移动,通过所述工具切削所述工件的所述最终加工裕量的一部分。

2. 根据权利要求1所述的机床,具有,

警告单元,其在通过所述判定单元判定出所述最终加工裕量计算单元计算出的所述最终加工裕量超过所述阈值时发出警告。

3. 根据权利要求1所述的机床,具有,

振动条件变更单元,其变更所述振动切削加工的振动条件,以在通过所述判定单元判定出所述最终加工裕量计算单元计算出的所述最终加工裕量超过所述阈值时,使所述最终加工裕量为所述阈值以下。

4. 根据权利要求1~3的任意一项所述的机床,其中,

所述振动切削加工分成切入量彼此不同的多个路径而进行,

并且所述振动切削加工的多个所述路径设定为规定次的路径经过由上次的路径产生的已切削加工的部分。

5. 根据权利要求1~3的任意一项所述的机床,其中,

所述振动切削加工是对所述工件的螺纹切削加工。

6. 一种用于机床的控制装置,其特征在于,所述机床具有:

工件保持单元,其保持工件;

刀架,其保持对所述工件进行切削加工的工具;

进给单元,其使被所述工件保持单元保持的所述工件与被所述刀架保持的所述工具在规定的进给方向相对移动;

旋转单元,其使被所述工件保持单元保持的所述工件与被所述刀架保持的所述工具以所述工件的轴心为中心相对旋转;

振动单元,其使被所述工件保持单元保持的所述工件与被所述刀架保持的所述工具以规定的振动条件在垂直于所述工件的轴心的方向相对地振动,

所述控制装置具有:

控制部,其控制所述进给单元、所述旋转单元以及所述振动单元的运转,以使所述工件与所述工具以彼此相对旋转的状态在所述进给方向相对移动,同时在垂直于所述工件的轴心的方向相对振动,进行所述工具对所述工件的振动切削加工,并且在进行了所述振动切削加工之后,使所述工件与所述工具不在垂直于所述工件的轴心的方向相对振动地彼此相对旋转,同时在所述进给方向相对移动,进行通过所述工具切削所述工件的最终加工裕量的最终切削加工,所述最终加工裕量为从所述工件切削去除的最大切除量,为在所述工件的外周面产生的作为未切割部分的直径方向的高度的未切割量与最终切削加工的所述工具向所述工件的切入量的和;

最终加工裕量计算单元,其在进行所述振动切削加工之前,基于所述振动条件计算在执行所述振动切削加工时在所述工件剩余的最终加工裕量;

判定单元,其判定所述最终加工裕量计算单元计算出的所述最终加工裕量是否在规定的阈值以下;以及

追加加工单元,其在通过所述判定单元判定出所述最终加工裕量计算单元计算出的所述最终加工裕量超过所述阈值时,在振动切削加工之后且最终切削加工之前,追加如下加工以使所述最终加工裕量为所述阈值以下,即,使所述工件与所述工具不在垂直于所述工件的轴心的方向相对振动地彼此相对旋转,同时在所述进给方向相对移动,通过所述工具切削所述工件的所述最终加工裕量的一部分。

机床以及控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及通过工具对工件进行切削加工的机床以及控制装置。

背景技术

[0002] 以往,已知有这样一种机床,其具有:工件保持单元,其保持工件;刀架,其保持对工件进行切削加工的工具;进给单元,其使工件保持单元保持的工件与工具在规定的进给方向相对移动;旋转单元,其使工件保持单元保持的工件与工具以工件的轴心为中心相对旋转;振动单元,其使工件保持单元保持的工件与工具以规定的振动条件在垂直于工件的轴心的方向相对地振动;控制部,其控制进给单元、旋转单元以及振动单元的运转,以使工件与工具以彼此相对旋转的状态在进给方向相对移动,同时在垂直于工件的轴心的方向相对地振动,通过工具进行对工件的振动切削加工,并且在振动切削加工之后,使工件与工具不在垂直于工件的轴心的方向相对地振动地彼此相对旋转,同时在进给方向相对移动,来进行通过工具切削工件的最终加工裕量的最终切削加工(参照例如专利文献1)。

[0003] 在这样的机床中,分成切入量彼此不同的多个路径(path)来进行振动切削加工,并且将这些多个路径设定为规定次的路径经过由上次的路径产生的已切削加工的部分,从而能够在振动切削加工时产生工具不切削工件的空削时间,一边依次切断切屑一边进行工件的切削加工。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:国际公开第2016/056526号。

发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 但是,在上述以往的机床中存在如下问题:即使在振动切削加工中将工件振动切削加工至规定的直径,在该切削后的工件的表面也会产生与工具的振动轨迹相对应形状的比规定的直径更向直径方向外侧突出的未切割部分,因此根据振动条件完成振动切削加工之后,在工件产生的未切割部分变大,在对工件进行最终切削加工时,可能对工具施加过大负荷。

[0009] 本发明以解决这样的问题点为课题,其目的在于提供能够防止在振动切削加工之后进行的最终切削加工中对工具施加过大负荷的机床以及其控制装置。

[0010] 用于解决问题的方案

[0011] 本发明的机床,其特征在于,具有:工件保持单元,其保持工件;刀架,其保持对所述工件进行切削加工的工具;进给单元,其使被所述工件保持单元保持的所述工件与被所述刀架保持的所述工具在规定的进给方向相对移动;旋转单元,其使被所述工件保持单元保持的所述工件与被所述刀架保持的所述工具以所述工件的轴心为中心相对旋转;振动单元,其使被所述工件保持单元保持的所述工件与被所述刀架保持的所述工具以规定的振动

条件在垂直于所述工件的轴心的方向相对地振动;控制部,其控制所述进给单元、所述旋转单元以及所述振动单元的运转,以使所述工件与所述工具以彼此相对旋转的状态在所述进给方向相对移动,同时在垂直于所述工件的轴心的方向相对振动,通过所述工具进行对所述工件的振动切削加工,并且在进行了所述振动切削加工之后,使所述工件与所述工具不在垂直于所述工件的轴心的方向相对振动地彼此相对旋转,同时在所述进给方向相对移动,来进行通过所述工具切削所述工件的最终加工裕量的最终切削加工;最终加工裕量计算单元,其在进行所述振动切削加工之前,基于所述振动条件计算在执行所述振动切削加工时在所述工件剩余的最终加工裕量;判定单元,其判定所述最终加工裕量计算单元计算出的所述最终加工裕量是否在规定的阈值以下。

[0012] 本发明的机床在上述结构中,优选具有:警告单元,其在通过所述判定单元判定出所述最终加工裕量计算单元计算出的所述最终加工裕量超过所述阈值时发出警告。

[0013] 本发明的机床在上述结构中,优选具有:振动条件变更单元,其变更所述振动切削加工的振动条件,以在通过所述判定单元判定出所述最终加工裕量计算单元计算出的所述最终加工裕量超过所述阈值时,使所述最终加工裕量为所述阈值以下。

[0014] 本发明的机床在上述结构中,优选具有:追加加工单元,其在通过所述判定单元判定出所述最终加工裕量计算单元计算出的所述最终加工裕量超过所述阈值时,追加如下加工以使所述最终加工裕量为所述阈值以下,即,使所述工件与所述工具不在垂直于所述工件的轴心的方向相对振动地彼此相对旋转,同时在所述进给方向相对移动,通过所述工具切削所述工件的所述最终加工裕量的一部分的加工。

[0015] 本发明的机床在上述结构中,优选所述振动切削加工分成切入量彼此不同的多个路径而进行,并且所述振动切削加工的多个所述路径设定为,规定次的路径经过由上次的路径产生的已切削加工的部分。

[0016] 本发明的机床在上述结构中,优选所述振动切削加工是对所述工件的螺纹切削加工。

[0017] 本发明的控制装置是一种用于机床的控制装置,其特征在于,所述机床具有:工件保持单元,其保持工件;刀架,其保持对所述工件进行切削加工的工具;进给单元,其使被所述工件保持单元保持的所述工件与被所述刀架保持的所述工具在规定的进给方向相对移动;旋转单元,其使被所述工件保持单元保持的所述工件与被所述刀架保持的所述工具以所述工件的轴心为中心相对旋转;振动单元,其使被所述工件保持单元保持的所述工件与被所述刀架保持的所述工具以规定的振动条件在垂直于所述工件的轴心的方向相对地振动,所述控制装置具有:控制部,其控制所述进给单元、所述旋转单元以及所述振动单元的运转,以使所述工件与所述工具以彼此相对旋转的状态在所述进给方向相对移动,同时在垂直于所述工件的轴心的方向相对地振动,进行所述工具对所述工件的振动切削加工,并且在进行了所述振动切削加工之后,使所述工件与所述工具不在垂直于所述工件的轴心的方向相对振动地彼此相对旋转,同时在所述进给方向相对移动,来进行通过所述工具切削所述工件的最终加工裕量的最终切削加工;最终加工裕量计算单元,其在进行所述振动切削加工之前,基于所述振动条件计算在执行所述振动切削加工时在所述工件剩余的最终加工裕量;判定单元,其判定所述最终加工裕量计算单元计算出的所述最终加工裕量是否在规定的阈值以下。

[0018] 发明效果

[0019] 根据本发明,能够提供能够防止在振动切削加工之后进行的最终切削加工中对工具施加过大负荷的机床及其控制装置。

附图说明

[0020] 图1是概略地表示本发明的一实施方式的机床的结构图。

[0021] 图2是概略地表示图1所示的机床的工具与工件的关系的图。

[0022] 图3是表示工具对工件的加工路径的说明图。

[0023] 图4是表示加工程序的检查步骤的流程图。

[0024] 图5是表示在将最终切削加工分成多次路径进行的情况下的工具对工件的加工路径的说明图。

具体实施方式

[0025] 以下,参照附图举例说明本发明的实施方式。

[0026] 图1所示的本发明的一实施方式的机床100具有轴心朝Z轴方向配置的主轴110。主轴110在顶端具有卡盘120,能够通过卡盘120保持工件W。即,主轴110构成为保持工件W的工件保持单元。

[0027] 作为被主轴110保持的工件W,能够使用例如由钢材等金属材料形成的剖面为圆形的棒状的构件。

[0028] 机床100具有切削工具台130A。切削工具台130A构成为保持工具130的刀架,工具130是对工件W进行切削加工的车刀等,工具130安装在切削工具台130A。

[0029] 主轴110以通过未图示的主轴电动机的动力旋转驱动的方式支承在主轴台110A。作为主轴电动机,能够采用例如在主轴台110A内部在主轴台110A与主轴110之间配置的装入式电动机等。通过主轴110的旋转,被主轴110保持的工件W与被切削工具台130A保持的工具130以主轴110的轴心为中心相对地旋转。即,主轴110具有作为旋转单元的功能,其使被主轴110保持的工件W与工具130以工件W或主轴110的轴心为中心相对旋转。

[0030] 在机床100的床身侧设置有X轴方向进给机构150。X轴方向进给机构150具有与床身侧成一体的基座151以及在X轴方向延伸的X轴方向导轨152,X轴方向为与Z轴方向正交的上下方向。X轴方向导轨152固定在基座151。在X轴方向导轨152,经由X轴方向引导件154滑动自由地支承有X轴方向进给台153。

[0031] 在X轴方向进给台153设置有线性伺服电动机155的可动元件155a,在基座151设置有线性伺服电动机155的固定元件155b。X轴方向进给台153能够被线性伺服电动机155驱动而沿着X轴方向导轨152在X轴方向移动。

[0032] 切削工具台130A搭载于X轴方向进给台153。当X轴方向进给台153在X轴方向移动时,切削工具台130A与X轴方向进给台153一起在X轴方向移动,工具130在X轴方向移动。

[0033] 此外,X轴方向进给台153在使工具130以对工件W具有规定的切入量(切入深度)的方式向X轴方向移动后,在切削加工时,能够使被切削工具台130A保持的工具130相对于被主轴110保持的工件W在垂直于主轴110的轴心(Z轴方向)的X轴方向以规定的振动条件相对地振动。即,X轴方向进给机构150具有作为振动单元的功能,其使被主轴110保持的工件W与

工具130以规定的振动条件在垂直于工件W的轴心的X轴方向相对地振动。

[0034] 在机床100的床身侧设置有Z轴方向进给机构160。Z轴方向进给机构160具有与床身等的Z轴方向进给机构160的固定侧一体的基座161,以及在Z轴方向延伸并固定在基座161的Z轴方向导轨162。在Z轴方向导轨162,经由Z轴方向引导件164滑动自由地支承有Z轴方向进给台163。

[0035] 在Z轴方向进给台163设置有线性伺服电动机165的可动元件165a,在基座161设置有线性伺服电动机165的固定元件165b。Z轴方向进给台163能够通过线性伺服电动机165驱动而沿着Z轴方向导轨162在Z轴方向移动。

[0036] 主轴台110A搭载于Z轴方向进给台163。当Z轴方向进给台163在Z轴方向移动时,主轴台110A与Z轴方向进给台163一起在Z轴方向移动,主轴110在Z轴方向移动。

[0037] 通过X轴方向的进给机构150与Z轴方向的进给机构160协同运转,能够使被主轴110保持的工件W与被切削工具台130A保持的工具130在规定的进给方向相对移动。即,切削工具台130A(工具130)通过X轴方向进给机构150在X轴方向移动,主轴台110A(主轴110)通过Z轴方向进给机构160在Z轴方向移动,由此能够使被主轴110保持的工件W与工具130在任意的进给方向相对地移动。这样,X轴方向进给机构150与Z轴方向进给机构160构成为进给单元。

[0038] 如图2所示,以通过主轴电动机旋转驱动主轴110使工件W与工具130相对地旋转的状态,使工件W与工具130在任意的进给方向相对地移动的同时在垂直于工件W的轴心的方向(切入方向)上相对地振动,从而能够通过工具130进行振动切削工件W的振动切削加工。此外,在进行了振动切削加工之后,通过使工件W与工具130以不在垂直于工件W的轴心的方向相对地振动地彼此相对旋转的状态,在任意的进给方向相对地移动,能够通过工具130切削工件W的最终加工裕量的最终切削加工。

[0039] 机床1具有控制装置C。作为控制装置C,能够使用例如具有CPU(中央运算处理装置)等运算部以及存储器等存储部的微型计算机。在控制装置C中,例如输入振动切削加工、最终切削加工的加工程序,并存储在存储部。加工程序包括工具130对振动切削加工的工件W振动的振动条件。

[0040] 主轴110(主轴电动机)、X轴方向进给机构150以及Z轴方向进给机构160连接在控制装置C。

[0041] 控制装置C具有作为控制部C1的功能。控制部C1控制主轴110、X轴方向进给机构150以及Z轴方向进给机构160的运转,基于存储在存储部的加工程序进行上述振动切削加工以及最终切削加工。即,控制部C1控制主轴110、X轴方向进给机构150以及Z轴方向进给机构160的运转,以使工件W与工具130以彼此相对旋转的状态在进给方向相对移动,同时在垂直于工件W的轴心的方向相对地振动,进行通过工具130对工件W的振动切削加工。上述的振动切削加工的工具130的振动基于存储在存储部的加工程序中的振动条件而执行。此外,控制部C1控制主轴110、X轴方向进给机构150以及Z轴方向进给机构160的运转,以在进行了上述的振动切削加工之后,通过使工件W与工具130不在垂直于与工件W的轴心的方向相对地振动地彼此相对旋转,同时在进给方向相对移动,进行通过工具130切削工件W的最终加工裕量的最终切削加工。

[0042] 如图3所示,在本实施方式中,机床1构成为将上述的振动切削加工分成切入量彼

此不同的多个路径进行。即,机床1在工件W的轴方向的相同的进给位置使工具130对工件W的切入量在每个路径逐渐变大,并且通过工具130重复进行振动切削加工,从而在工件W进行规定的切入量的加工。

[0043] 此外,在上述结构中,振动切削加工的上述的多个路径设定为规定次的路径经过由上次的路径产生的已切削加工的部分。即,设定为通过使振动切削加工的工具130的规定次的路径相对于上次的路径的相位偏离规定的角度(图示情况为180度),从而规定次的路径经过由工件W的上次的路径产生的已切削加工的部分。通过将工件W的外周面的规定次的路径产生的切削部分设定为包含上次的路径的已切削的部分,机床1能够在振动切削加工时,在该部分的切削中产生工具130不对工件W进行任何切削而空削的空削时间,依次切断切屑并进行工件W的切削加工。由此,能够使振动切削加工时的切屑的处理变得容易。

[0044] 在图3中,将振动切削加工的多个路径中最后的四次路径表示为路径n-4、路径n-3、路径n-2以及路径n-1,将最终切削加工的路径表示为路径n。另外在各路径中,n为自然数。振动切削加工的路径不限于四次,能够任意设定。

[0045] 如图2所示,在本实施方式中,上述的振动切削加工是在工件W的外周面切削加工螺旋状的螺纹槽的螺纹切削加工。通过采用上述的振动切削加工对工件W进行螺纹切削加工,能够防止切屑缠在该加工之后的螺纹槽,高效且正确地进行该螺纹切削加工。

[0046] 控制装置C具有作为最终加工裕量计算单元C2的功能。最终加工裕量计算单元C2在进行振动切削加工之前,更具体而言是在将加工程序输入到控制装置C之后且在基于该加工程序执行工具130对工件W的振动切削加工之前,基于存储在存储部的加工程序,计算当基于该加工程序执行工具130对工件W的振动切削加工时预计在该振动切削加工完成之后工件W剩余的最终加工裕量。最终加工裕量是在振动切削加工后进行的最终切削加工中从工件W切削去除的部分。

[0047] 更具体地说明通过最终加工裕量计算单元C2进行的最终加工裕量的计算。

[0048] 当为了使工件W变为规定的外径而设定工具130的切入量来进行振动切削加工的最后的路径的加工时,在工件W的外周面产生与工具130的振动轨迹相对应形状的比规定的直径更向直径方向外侧突出的未切割部分。特别是在将振动切削加工的多个路径设定为规定次的路径经过由上次的路径产生的已切削加工的部分的情况下,在工件W的外周面产生与最后的路径以及其前一次的路径的工具130的轨迹相对应的形状的比规定的直径更向径方向外侧突出的未切割部分。在基于存储在存储部的加工程序而进行振动切削加工时,最终加工裕量计算单元C2基于加工程序(以及工件W的形状、外径等)计算预计在上述那样的工件W的外周面产生的未切割量(未切割部分的直径方向的高度)。然后,最终加工裕量计算单元C2通过将最终切削加工的工具130向工件W的切入量加入计算出的未切割量,计算最终切削加工的最终加工裕量,即最终切削加工的路径中工具130从工件W切削去除的最大切除量。在最终切削加工指令为零切削的情况下,算出的未切割量为最终加工裕量或最大切除量。

[0049] 在本实施方式中,如图3所示,振动切削加工的多个路径中,垂直于工具130的工件W的轴心的方向的振动的振幅设定为规定次的路径的振幅比上次的路径的振幅小。通过该设定,能够减少在完成振动切削加工时工件W剩余的未切割量。另外,还能够设定为在振动切削加工的全部的路径中,振动的振幅相同。

[0050] 控制装置C具有作为判定单元C3的功能。判定单元C3判定由最终加工裕量计算单元C2计算出的最终加工裕量(最大切除量)是否在规定的阈值以下。

[0051] 用于判定单元C3判定的规定的阈值是根据工件W的材质、形状、外径、工具130的材质、形状、主轴110的旋转速度以及其他的切削条件等适当设定的值,事先由实验等确定并输入至控制装置C,存储在存储部。阈值既可以设定为在最终切削加工中切削的预想切除量的倍数,也可以设定为绝对值。

[0052] 当判定单元C3判定最终加工裕量计算单元C2算出的最终加工裕量(最大切除量)在规定的阈值以下时,控制装置C判断存储在存储部的加工程序没有异常,设定为当操作者输入加工实施的指令时能够实施加工的状态。

[0053] 另一方面,控制装置C具有作为警告单元C4的功能,当判定单元C3判定最终加工裕量计算单元C2计算出的最终加工裕量(最大切除量)超过规定的阈值时,通过警告单元C4发出表示存储在存储部的加工程序存在错误(异常)的警告。在本实施方式中,警告单元C4构成为例如通过设置在控制装置C的显示器显示存在该错误来发出警告。

[0054] 另外,警告单元C4如果能够通过最终加工裕量计算单元C2计算出的最终加工裕量超过规定的阈值而使机床1的操作者认识到在加工程序中存在错误,则也能够构成为例如点亮连接在控制装置C的警告灯,或构成为从连接在控制装置C的报警源发出警报声等构成为以其他方法或结构发出警告。

[0055] 接下来,基于图4说明本实施方式的机床1中在对工件W进行规定的形状的螺纹切削加工之前检查加工程序的错误的步骤,所述加工程序用于该加工而输入至控制装置C。

[0056] 当加工程序输入至控制装置C时,在进行振动切削加工之前,在步骤S1中,最终加工裕量计算单元C2基于存储在存储部的加工程序,计算当基于该加工程序执行工具130对工件W的振动切削加工时在该振动切削加工完成后在工件W剩余的未切割量。

[0057] 接下来,在步骤S2中,最终加工裕量计算单元C2将最终切削加工的工具130向工件W的切入量加入步骤S1中算出的未切割量(存储于加工程序),计算最终切削加工的最终加工裕量,即在最终切削加工的路径从工件W切除的最大切除量。

[0058] 接下来,在步骤S3中,调出预先设定并存储在存储部的阈值,在步骤S4中,判定单元C3判定步骤S2中计算出的切除量(最终加工裕量)是否在步骤S4调出的规定的阈值以下。

[0059] 在步骤S4中,当由判定单元C3判定出切除量在阈值以下时,在步骤S5中,控制装置C判断加工程序没有异常,结束对加工程序的错误的检查。

[0060] 在上述检查中判断出加工程序没有异常的情况下,机床1成为能够实施工件W的加工的状态。因此,当操作者向控制装置C输入加工实施的指令时,控制部C1控制主轴110、X轴方向进给机构150以及Z轴方向进给机构160的运转,依次执行对工件W的振动切削加工以及最终切削加工。

[0061] 另一方面,在步骤S4中,当判定切除量超过阈值时,在步骤S6中,通过警告单元C4在控制装置C的显示器显示加工程序存在错误(异常)。通过在显示器显示错误,操作者能够认识到,当基于该加工程序实施工件W的加工时,在最终切削加工中工具130切削的最终加工裕量(最大切除量)变大,可能对工具130施加过大负荷。认识到该错误的操作者能够修正存储在控制装置C的加工程序的振动条件等。

[0062] 还能够构成为当通过警告单元C4发出警告时,在控制装置C的显示器显示振动切

削加工的工具130的振动波形或轮廓图(振动的轮廓的图)。由此,能够使操作者直观地认识到未切割量或最大切除量,容易地由加工程序的操作者手动进行修正。

[0063] 在机床1中,由于X轴方向进给机构150的机械跟随性的极限或者要求可靠地切断切屑,有时不能将振动切削加工的工具130的振幅减小至最终切削加工的工具130切削的最大切除量为阈值以下的程度。在此情况下,当基于该加工程序执行工件W的加工时,可能对最终切削加工的工具130施加过大的负荷。

[0064] 与此相对,在本实施方式的机床1中,通过在执行工件W的加工之前检查加工程序的错误,操作者能够在实际加工工件W之前认识到在最终切削加工中可能对工具130施加过大的负荷。由此,能够在进行工件W的加工之前修正加工程序,从而能够防止基于存在错误的加工程序而加工工件W,防止在振动切削加工之后进行的最终切削加工中对工具130施加过大的负荷。此外,通过防止对工具130施加过大的负荷,能够防止在工具130产生破损等。

[0065] 特别是在由机床1对工件W进行螺纹切削加工的情况下,当振动切削加工完成之后在工件W产生的未切割量变大时,在对工件W进行最终切削加工时对工具130施加的负荷显著变大,工具130可能破损、可能产生寿命的缩短以及最终加工面的精度下降,但是根据本实施方式的机床1,即使在对工件W进行螺纹切削加工的情况下,也能够防止基于存在错误的加工程序加工工件W,并且防止在振动切削加工之后进行的最终切削加工中对工具130施加过大的负荷。由此,在由机床1对工件W进行螺纹切削加工的情况下,能够使工具130的寿命提高,并且提高切削螺纹部分的最终加工精度。

[0066] 进而,与基于加工程序来计算工具的轨迹的图像,在图像上比较该图像的工具的轨迹与目标的工件的形状判断在加工时是否对工件施加过大的负荷的方法相比,根据本实施方式的机床1,能够更容易且正确地判定在最终切削加工中可能对工具130施加过大的负荷。

[0067] 在本实施方式中,构成为当在图4的步骤S4中判定出切除量超过阈值时,在步骤S6中通过警告单元C4在控制装置C的显示器显示在加工程序存在错误(异常),并且构成为认识到该错误的操作者修正加工程序,但是也能够构成当在步骤S4中判定出切除量超过阈值时,在步骤S6中通过控制装置C自动修正加工程序。

[0068] 在此情况下,例如,如图1的双点划线所示,能够构成为在控制装置C设置作为振动条件变更单元C5的功能。当在步骤S4判定出切除量超过阈值时,振动条件变更单元C5自动变更加工程序所包含的振动切削加工的振动条件,以使切除量(最终加工裕量)降至阈值以下。振动条件变更单元C5例如将振动切削加工的振动条件修正为使振动切削加工的最后的路径的振幅比修正前小。由此,能够使振动切削加工完成之后工件W剩余的外周面的未切割量(未切割部分的直径方向的高度)比修正前小,使最终切削加工中工具130切削的最大切除量在阈值以下。

[0069] 振动条件变更单元C5不限于当在步骤S4判定出切除量超过阈值时,将振动切削加工的振动条件修正为使振动切削加工的最后的路径的振幅比修正前小,只要能够使振动切削加工完成之后在工件W的外周面剩余的未切割量比修正前小,则该修正的方法能够进行各种变更,如使除了振动切削加工的最后的路径以外的其上次的路径的振幅比修正前小等。

[0070] 此外,例如图1的双点划线所示,能够构成为在控制装置C设置代替振动条件变更

单元C5的作为追加加工单元C6的功能。追加加工单元C6在步骤S4判定出切除量超过阈值时,如图5所示,在振动切削加工之后且最终切削加工之前,追加如下加工:使工件W与工具130不在垂直于所述工件W的轴心的方向相对地振动地彼此相对旋转,同时在进给方向相对移动,通过工具130切削工件W的最终加工裕量的一部分(在图5中表示为n路径)。在该追加加工中,对最终加工裕量的一部分进行切削加工时的切除量设定为上述的阈值以下。在一次追加加工中,在不能将最终加工裕量设为上述的阈值以下的情况下,能够构成为追加切除量分别为上述的阈值以下的多个加工,通过这些追加加工依次切削去除最终加工裕量。通过这样的结构,在进行最终切削加工之前,能够将工件W剩余的外周面的未切割量(未切割部分的直径方向的高度)加工成比修正前小。由此,能够在最终切削加工(图5中表示为n+1路径)中将工具130切削的最大切除量设为阈值以下,防止在最终切削加工中对工具130施加过大的负荷。

[0071] 在设置了上述振动条件变更单元C5的结构中,由于X轴方向进给机构150的机械跟随性的限制或者要求可靠地切断切屑,有时不能将振动切削加工的工具130的振幅减小至最终切削加工的工具130切削的最大切除量在阈值以下的程度,但是如果构成为设置了追加加工单元C6,那么即使在这种情况下也能够使最终切削加工的工具130切削的最大切除量减小至阈值以下的程度。此外,由于追加加工的路径经过振动切削加工的已加工的部分,所以能够在切断切屑的同时进行切削加工。

[0072] 本发明不限于上述的实施方式,当然能够在不脱离其主旨的范围内进行各种变更。

[0073] 在本实施方式中,构成为使主轴台110A与切削工具台130A两者移动,但是也能够构成为使主轴台110A或切削工具台130A的任意一者不能移动地固定在机床100的床身侧,使任意另一者在X轴方向以及Z轴方向移动。

[0074] 在本实施方式中,构成为分别由线性伺服电动机155、165驱动X轴方向进给机构150以及Z轴方向进给机构160,但是也能够构成为由具有滚珠丝杠和伺服电动机的其他驱动装置等驱动。

[0075] 在本实施方式中,构成为使工件W相对于工具130旋转,但是也可以构成为使工具130相对于工件W而旋转。在此情况下考虑有钻头等旋转工具作为工具130。

[0076] 在本实施方式中,机床1能够构成为除了X轴方向进给机构150与Z轴方向进给机构160以外还具有Y轴方向进给机构,其使被主轴110保持的工件W与工具130在与Z轴方向以及X轴方向正交的Y轴方向相对移动。Y轴方向进给机构能够采用与X轴方向进给机构150同样的结构。

[0077] 在本实施方式中,机床1对工件W进行螺纹切削加工,但是不限于于此,也能够对工件W进行切削螺纹以外的切削加工。

[0078] 附图标记说明

[0079] 100:机床

[0080] 110:主轴

[0081] 110A:主轴台

[0082] 120:卡盘

[0083] 130:工具

- [0084] 130A:切削工具台
- [0085] 150:X轴方向进给机构
- [0086] 151:基座
- [0087] 152:X轴方向导轨
- [0088] 153:X轴方向进给台
- [0089] 154:X轴方向引导件
- [0090] 155:线性伺服电动机
- [0091] 155a:可动元件
- [0092] 155b:固定元件
- [0093] 160:Z轴方向进给机构
- [0094] 161:基座
- [0095] 162:Z轴方向导轨
- [0096] 163:Z轴方向进给台
- [0097] 164:Z轴方向引导件
- [0098] 165:线性伺服电动机
- [0099] 165a:可动元件
- [0100] 165b:固定元件
- [0101] C:控制装置
- [0102] C1:控制部
- [0103] C2:最终加工裕量计算单元
- [0104] C3:判定单元
- [0105] C4:警告单元
- [0106] C5:振动条件变更单元
- [0107] C6:追加加工单元

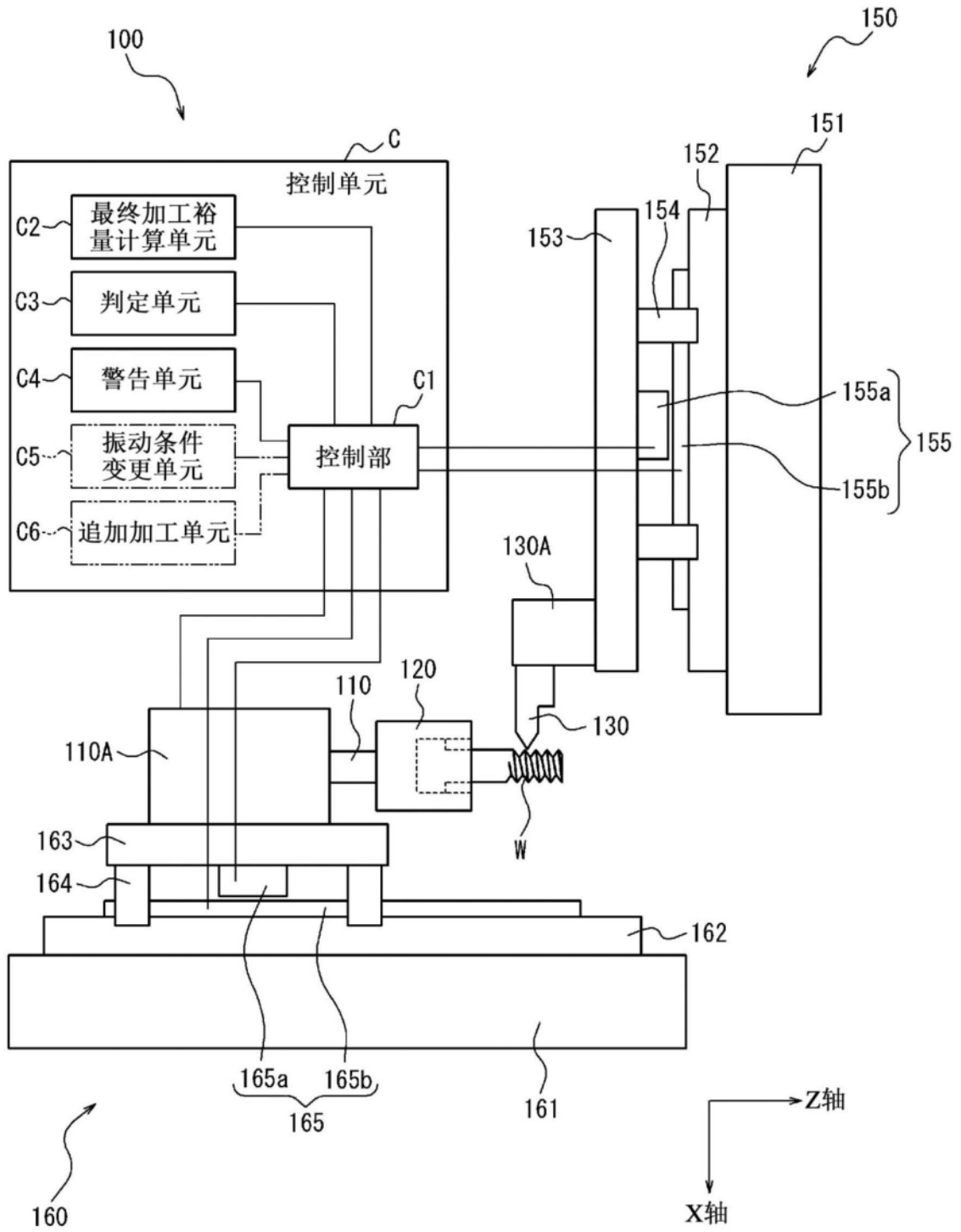


图1

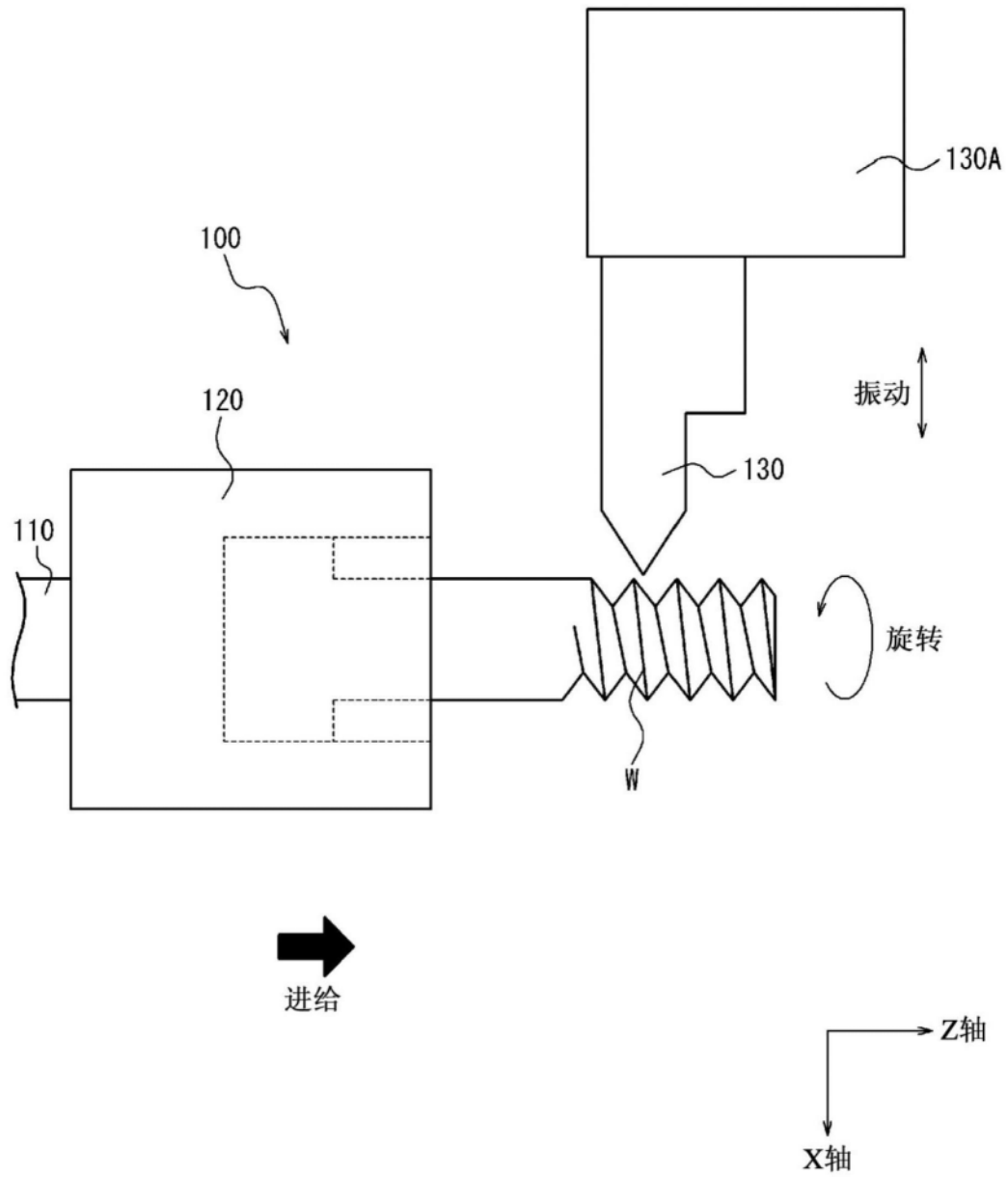


图2

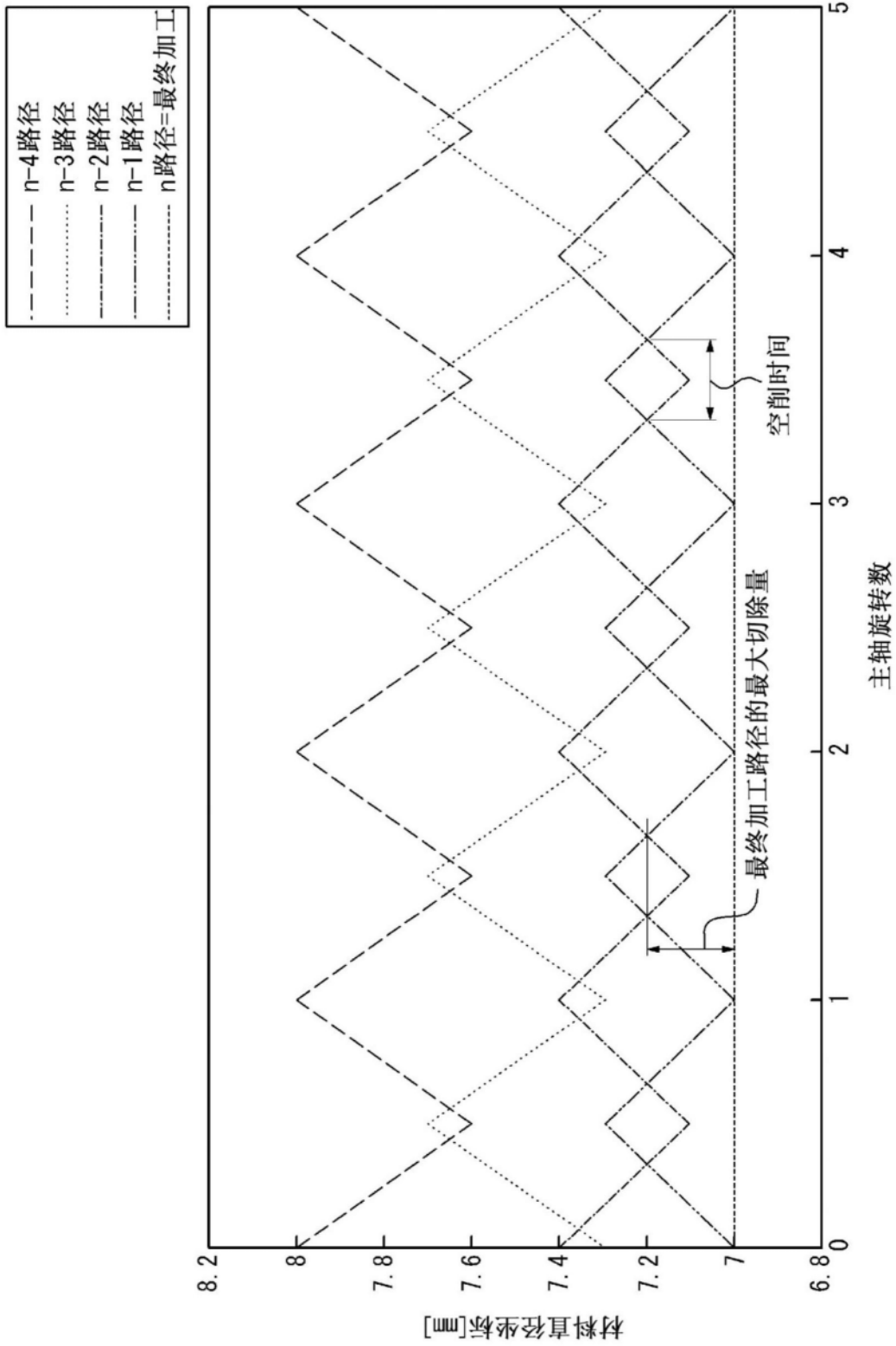


图3

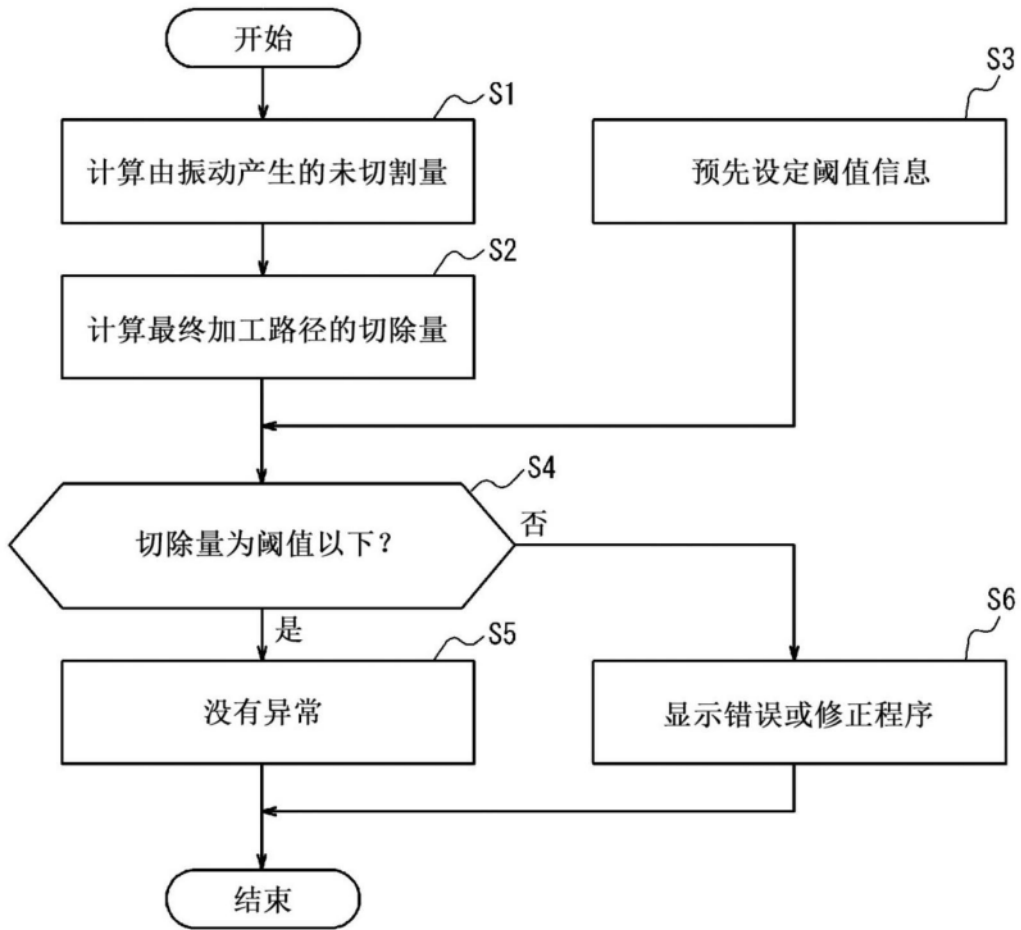


图4

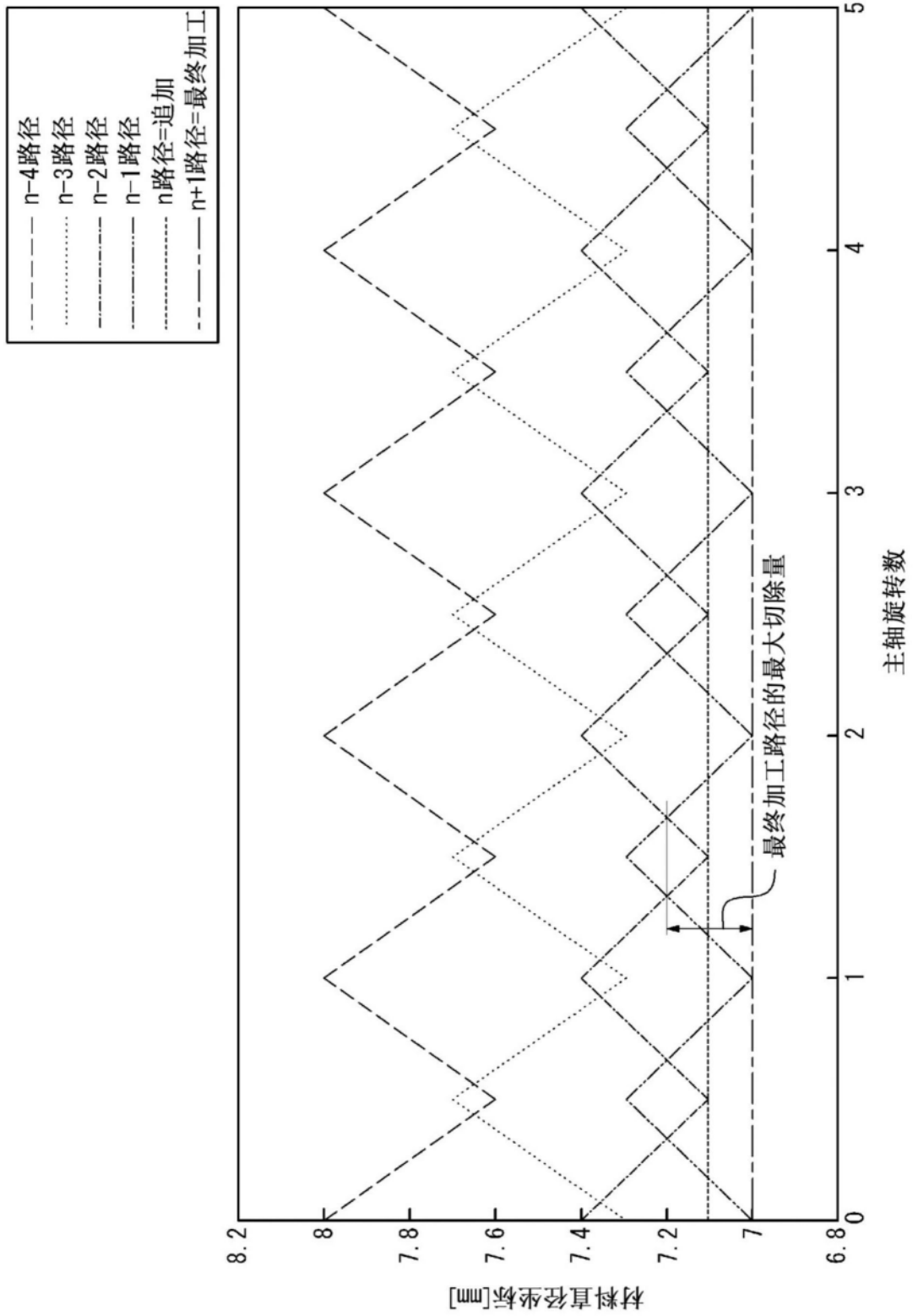


图5