



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104865891 B

(45)授权公告日 2017.09.08

(21)申请号 201510085189.3

(22)申请日 2015.02.16

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104865891 A

(43)申请公布日 2015.08.26

(30)优先权数据
2014-034770 2014.02.26 JP

(73)专利权人 兄弟工业株式会社
地址 日本爱知县

(72)发明人 大高崇

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事
务所(普通合伙) 11277
代理人 刘新宇 张会华

(51)Int.Cl.

G05B 19/19(2006.01)

(56)对比文件

CN 1680897 A,2005.10.12,
JP 2012033203 A,2012.02.16,
CN 102402199 A,2012.04.04,
CN 102621930 A,2012.08.01,
CN 102650867 A,2012.08.29,

审查员 徐锦超

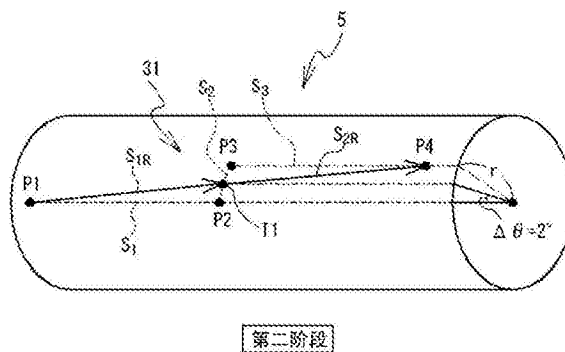
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54)发明名称

数值控制装置和移动路径修正方法

(57)摘要

本发明涉及数值控制装置和移动路径修正方法。移动路径的线段 $S_1 \sim S_3$ 中的第二条线段 S_2 为只有旋转轴的移动的移动路径。CPU确定线段 S_2 中的旋转轴的移动角度。CPU根据移动角度和工件半径计算线段 S_2 的线段长度。在线段长度为第一基准值以下时,用线段 S_{1R} 连接线段 S_1 的起点和线段 S_2 的中点,用线段 S_{2R} 连接线段 S_2 的中点和线段 S_3 的终点。在线段 S_2 的线段长度大于第一基准值时,CPU将线段 S_1 确定下来。数值控制装置对每三条线段重复进行上述处理。由于第一基准值以下的微小线段消失,因此,对于数值控制装置,即使是包括只有旋转轴的移动的移动路径,也能获得良好的加工面。



1. 一种数值控制装置,其以基于NC程序(10)的多条线段(S_i)构成机床(1)所加工的工件(5)的移动路径(30)或刀具(4)的移动路径(30),并修正该移动路径,其特征在于,

该数值控制装置(20)包括:

计算部(21;S3),其用于计算上述多条线段中的一条关注线段的长度;

第一判断部(21;S7),其判断上述计算部所计算出的上述关注线段的长度是否为第一基准值以下;以及

再连接部(21;S8),在上述第一判断部判断为上述计算部所计算出的上述关注线段的长度为上述第一基准值以下时,该再连接部用上述关注线段的中点将上述关注线段的上一线段的起点和上述关注线段的下一线段的终点之间重新连接起来;

上述计算部包括:

移动轴判断部(21;S31、S32),其基于上述NC程序判断刀具沿着上述关注线段的移动是否只是使工件旋转的旋转轴的移动,或者是否只是使上述刀具相对于上述工件直线移动的直线轴的移动;

第一计算部(21;S34),在上述移动轴判断部判断为上述刀具的移动只是上述旋转轴的移动时,该第一计算部根据自该旋转轴的旋转中心到上述工件的表面的长度也就是上述工件的半径,和基于上述NC程序确定的上述旋转轴的移动角度,来计算上述关注线段的长度;以及

第二计算部(21;S33),在上述移动轴判断部判断为上述刀具的移动只是上述直线轴的移动时,该第二计算部基于该直线轴的移动距离来计算上述关注线段的长度。

2. 根据权利要求1所述的数值控制装置,其特征在于,

该数值控制装置包括选择部(21;S1、S2、S5),其选择上述多条线段中的连续的三条线段作为移动开始侧的开始线段、移动结束侧的结束线段以及连接上述开始线段和上述结束线段的中间线段;

上述计算部计算上述选择部所选择的上述三条线段中的作为上述关注线段的上述中间线段的长度;

在上述第一判断部判断为上述中间线段的长度为上述第一基准值以下时,上述再连接部用连接上述中间线段的中点与上述开始线段的起点的起点线段和连接上述中间线段的中点与上述结束线段的终点的终点线段这两条线段,在上述中间线段的中点处,将上述开始线段的起点和上述结束线段的终点之间重新连接起来。

3. 根据权利要求2所述的数值控制装置,其特征在于,

该数值控制装置包括第一确定部(21;S24),在上述第一判断部判断为上述中间线段的长度大于上述第一基准值时,该第一确定部将上述开始线段确定下来;

上述选择部在上述第一确定部将上述开始线段确定下来后,自上述第一确定部所确定下来的上述开始线段的下一线段起重新选择上述三条线段;

上述选择部在上述再连接部用上述两条线段将上述开始线段的起点和上述结束线段的终点之间重新连接起来后,将上述两条线段中的靠上述移动路径前侧的线段也就是上述起点线段作为新的开始线段,将上述两条线段中的靠上述移动路径后侧的线段也就是上述终点线段作为新的中间线段,将上述结束线段的下一线段作为新的结束线段,来重新选择上述三条线段。

4. 根据权利要求3所述的数值控制装置,其特征在于,
该数值控制装置包括:

第二判断部(21;S12),在上述再连接部用上述两条线段重新进行了连接时,上述第二判断部判断上述两条线段中的靠移动开始侧的线段也就是上述起点线段的长度是否大于第二基准值;以及

第二确定部(21;S13),在上述第二判断部判断为上述移动开始侧的线段的长度大于上述第二基准值时,上述第二确定部将上述移动开始侧的线段确定下来;

上述选择部在上述第二确定部将上述移动开始侧的线段确定下来后,自上述第二确定部所确定下来的上述移动开始侧的线段的下一线段也就是上述终点线段起重新选择上述三条线段。

5. 一种移动路径修正方法,其是由数值控制装置进行移动路径修正,该数值控制装置以基于NC程序的多条线段构成机床所加工的工件的移动路径或刀具的移动路径,并修正该移动路径,其特征在于,

该移动路径修正方法包括:

计算工序,计算上述多条线段中的一条关注线段的长度;

第一判断工序,判断在上述计算工序中计算出的上述关注线段的长度是否为第一基准值以下;以及

再连接工序,当在上述第一判断工序中判断为在上述计算工序中计算出的上述关注线段的长度为上述第一基准值以下时,用上述关注线段的中点将上述关注线段的上一线段的起点和上述关注线段的下一线段的终点之间重新连接起来;

上述计算工序包括:

移动轴判断工序,基于上述NC程序判断刀具沿着上述关注线段的移动是否只是使工件旋转的旋转轴的移动,或者是否只是使上述刀具相对于上述工件直线移动的直线轴的移动;

第一计算工序,当在上述移动轴判断工序中判断为上述刀具的移动只是上述旋转轴的移动时,根据自该旋转轴的旋转中心到上述工件的表面的长度也就是上述工件的半径,和基于上述NC程序确定的上述旋转轴的移动角度,来计算上述关注线段的长度;以及

第二计算工序,当在上述移动轴判断工序中判断为上述刀具的移动只是上述直线轴的移动时,基于该直线轴的移动距离来计算上述关注线段的长度。

数值控制装置和移动路径修正方法

技术领域

[0001] 本发明涉及数值控制装置和移动路径修正方法。

背景技术

[0002] 数值控制装置在生成描绘曲线的NC程序时使用CAM(计算机辅助制造)。CAM将曲线分割成多条线段(segment)。有时CAM会因计算误差等而生成前后线段成较大角度的微小线段。数值控制装置以短周期向伺服放大器发送与指令速度对应的量的移动量来驱动马达。在微小线段小于与指令速度相应的移动量时,刀具的速度骤减,因此,有时会在加工面上留下刀具痕迹。

[0003] 在日本特许公开2012年78891号公报所公开的数值控制装置中,在移动路径中连续的三条线段 S_1 、 S_2 、 S_3 中的线段 S_2 的长度为第一基准值以下时,用线段 S_{1R} 连接线段 S_1 的起点和线段 S_2 的中点,用线段 S_{2R} 连接线段 S_2 的中点和线段 S_3 的终点。在线段 S_2 的长度大于第一基准值时或线段 S_{1R} 的长度大于第二基准值时,将线段 S_{1R} 确定下来。因此,消除了微小线段。

[0004] 在加工圆柱状的工件时,数值控制装置通过NC程序来控制旋转轴的移动。旋转轴的移动指令指定旋转轴的旋转角度。上述的数值控制装置是根据直线轴的移动距离来计算加工面上的移动距离的,因此,无法根据旋转轴的旋转角度计算出加工面上的移动距离。因此,有时移动路径中会留下微小线段,因此在加工面上会留下刀具痕迹。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于,提供一种数值控制装置和移动路径修正方法,即使是包括只有旋转轴的移动的移动路径,也能获得良好的加工面。

[0006] 技术方案1的数值控制装置以基于NC程序的多条线段构成机床所加工的工件的移动路径或刀具的移动路径,并修正该移动路径,其特征在于,该数值控制装置包括:计算部,其用于计算上述多条线段中的一条关注线段的长度;第一判断部,其判断上述计算部所计算出的上述关注线段的长度是否为第一基准值以下;以及再连接部,在上述第一判断部判断为上述计算部所计算出的上述关注线段的长度为上述第一基准值以下时,该再连接部将上述关注线段的上一线段的起点和上述关注线段的下一线段的终点之间重新连接起来;上述计算部包括:移动轴判断部,其基于上述NC程序判断上述刀具沿着上述关注线段的移动是否只是使上述工件旋转的旋转轴的移动,或者是否只是使上述刀具相对于上述工件直线移动的直线轴的移动;第一计算部,在上述移动轴判断部判断为上述刀具的移动只是上述旋转轴的移动时,该第一计算部根据自该旋转轴的旋转中心到上述工件的表面的长度也就是上述工件的半径,和基于上述NC程序确定的上述旋转轴的移动角度,来计算上述关注线段的长度;以及第二计算部,在上述移动轴判断部判断为上述刀具的移动只是上述直线轴的移动时,该第二计算部基于该直线轴的移动距离来计算上述关注线段的长度。例如在加工圆柱形状的工件时,沿关注线段的移动除了仅靠直线轴移动之外,有时仅靠旋转轴移动。数值控制装置判断加工时的移动轴,根据移动轴是直线轴还是旋转轴而使用不同的关注线

段的长度的计算方法。因此,即使只是旋转轴的移动,数值控制装置也能计算出关注线段的长度。在关注线段的长度为第一基准值以下时,数值控制装置将关注线段的上一线段的起点和关注线段的下一线段的终点之间重新连接起来,因此,能够消除移动路径中的微小线段。因此,对于数值控制装置,即使是包括只有旋转轴的移动的移动路径,也能在用修正后的移动路径加工工件时获得良好的加工面。

[0007] 技术方案2的数值控制装置其特征在于,该数值控制装置包括选择部,其选择上述多条线段中的连续的三条线段作为移动开始侧的开始线段、移动结束侧的结束线段以及连接上述开始线段和上述结束线段的中间线段;上述计算部计算上述选择部所选择的上述三条线段中的作为上述关注线段的上述中间线段的长度;在上述第一判断部判断为上述中间线段的长度为上述第一基准值以下时,上述再连接部用连接上述中间线段的中点与上述开始线段的起点的起点线段和连接上述中间线段的中点与上述结束线段的终点的终点线段这两条线段,在上述中间线段的中点处,将上述开始线段的起点和上述结束线段的终点之间重新连接起来。数值控制装置选择三条线段,计算作为关注线段的中间线段的长度。在该长度为第一基准值以下时,数值控制装置用两条线段在中间线段的中点处将开始线段的起点和结束线段的终点重新连接起来。因此,数值控制装置能够不在移动路径中留下微小线段地将开始线段的起点和结束线段的终点圆滑地连接起来。

[0008] 技术方案3的数值控制装置其特征在于,该数值控制装置包括第一确定部,在上述第一判断部判断为上述中间线段的长度大于上述第一基准值时,该第一确定部将上述开始线段确定下来;上述选择部在上述第一确定部将上述开始线段确定下来后,自上述第一确定部所确定下来的上述开始线段的下一线段起重新选择上述三条线段;上述选择部在上述再连接部用上述两条线段将上述开始线段的起点和上述结束线段的终点之间重新连接起来后,将上述两条线段中的靠上述移动路径前侧的线段也就是上述起点线段作为新的开始线段,将上述两条线段中的靠上述移动路径后侧的线段也就是上述终点线段作为新的中间线段,将上述结束线段的下一线段作为新的结束线段,来重新选择上述三条线段。数值控制装置在将开始线段确定下来后或用两条线段重新进行了连接时,继续依次选择三条线段,因此,能够依次消除微小线段。因此,移动路径中不会留下微小线段。

[0009] 技术方案4的数值控制装置其特征在于,该数值控制装置包括:第二判断部,在上述再连接部用上述两条线段重新进行了连接时,上述第二判断部判断上述两条线段中的移动开始侧的线段也就是上述起点线段的长度是否大于第二基准值;以及第二确定部,在上述第二判断部判断为上述移动开始侧的线段的长度大于上述第二基准值时,上述第二确定部将上述移动开始侧的线段确定下来;上述选择部在上述第二确定部将上述移动开始侧的线段确定下来后,自上述第二确定部所确定下来的上述移动开始侧的线段的下一线段也就是上述终点线段起重新选择上述三条线段。数值控制装置在用两条线段重新进行了连接且移动开始侧的线段的长度大于第二基准值时,将该移动开始侧的线段下来。因此,数值控制装置能够依次消除微小线段。

[0010] 技术方案5的移动路径修正方法是由数值控制装置进行移动路径修正,该数值控制装置以基于NC程序的多条线段构成机床所加工的工件的移动路径或刀具的移动路径,并修正该移动路径,该移动路径修正方法的特征在于,包括:计算工序,计算上述多条线段中的一条关注线段的长度;第一判断工序,判断在上述计算工序中计算出的上述关注线段的

长度是否为第一基准值以下;以及再连接工序,当在上述第一判断工序中判断为在上述计算工序中计算出的上述关注线段的长度为上述第一基准值以下时,将上述关注线段的上一线段的起点和上述关注线段的下一线段的终点之间重新连接起来;上述计算工序包括:移动轴判断工序,基于上述NC程序判断上述刀具沿着上述关注线段的移动是否只是使上述工件旋转的旋转轴的移动,或者是否只是使上述刀具相对于上述工件直线移动的直线轴的移动;第一计算工序,当在上述移动轴判断工序中判断为上述刀具的移动只是上述旋转轴的移动时,根据自该旋转轴的旋转中心到上述工件的表面的长度,也就是上述工件的半径,和基于上述NC程序确定的上述旋转轴的移动角度,来计算上述关注线段的长度;以及第二计算工序,当在上述移动轴判断工序中判断为上述刀具的移动只是上述直线轴的移动时,基于该直线轴的移动距离来计算上述关注线段的长度。因此,数值控制装置能够通过采取上述移动路径修正方法获得技术方案1的效果。

附图说明

- [0011] 图1是机床1的立体图。
- [0012] 图2是表示机床1和数值控制装置20的电气结构的框图。
- [0013] 图3是线段缓存231的示意图。
- [0014] 图4是表示NC程序10的一部分的图。
- [0015] 图5是表示工件5中的修正前的移动路径30的图。
- [0016] 图6是表示工件5中的修正后的移动路径31的图。
- [0017] 图7是移动路径修正处理的流程图。
- [0018] 图8是表示与图7相连的流程图。
- [0019] 图9是线段长度计算处理的流程图。
- [0020] 图10是表示线段缓存231内的线段 S_i 的修正状态的图。

具体实施方式

[0021] 参照附图说明本发明的实施方式。以下说明使用图中箭头所示的上下、左右、前后。机床1的左右方向、前后方向、上下方向分别为X轴方向、Y轴方向、Z轴方向。图2所示的数值控制装置20控制机床1。机床1是使安装于主轴(省略图示)的刀具4高速旋转而对工件5实施切削加工的机械。

[0022] 参照图1说明机床1的构造。机床1包括基座2、立柱3、主轴头7、主轴(省略图示)、工作台15、治具(jig)装置16、换刀装置56以及操作盘(省略图示)等。在基座2上部后方竖立设置立柱3。立柱3为棱柱状。主轴头7以能够升降的方式设于立柱3的前表面。主轴头7在Z轴马达51的驱动下沿Z轴方向移动。Z轴马达51设于立柱3的上部。主轴设于主轴头7的内部。主轴在主轴头7的下部具有用于安装刀具4的安装孔(省略图示),且在主轴马达52的驱动下旋转。主轴马达52设于主轴头7的上部。工作台15设于主轴头7的下方。工作台15能够在移动机构(省略图示)的作用下沿X轴方向和Y轴方向这两个方向移动。移动机构的构造没有限定,例如可以采用使用滑轨和滚珠丝杠的通常的滚珠丝杠机构。X轴马达53(参照图2)驱动移动机构使工作台15沿X轴方向移动,Y轴马达54(参照图2)驱动移动机构使工作台15沿Y轴方向移动。治具装置16设于工作台15的上表面。治具装置16包括固定台17、右侧支承部18、左侧

支承部19和俯仰马达55。固定台17固定于工作台15的上表面。右侧支承部18和左侧支承部19在X轴方向上彼此分开地分别竖立设置于固定台17的上表面。右侧支承部18和左侧支承部19以工件5能够旋转的方式自该工件5的两侧支承该工件5。俯仰马达55设于右侧支承部18,驱动右侧支承部18的保持部(省略图示)使其旋转。保持部保持工件5。俯仰马达55的旋转轴平行于X轴方向。操作盘(省略图示)设于包围机床1的罩体(省略图示)的壁面。操作盘包括显示部11和输入部12(参照图2)等。显示部11显示例如操作画面、设定画面、NC程序等各种画面。输入部12是供操作者进行例如各种输入、指示、设定等的操作设备。换刀装置56具有刀库57。刀库57保持有多把刀具,将换刀指令所指示的刀具定位于换刀位置。换刀指令是通过NC程序发出的。换刀位置是刀库57的最下部的的位置。换刀装置56将安装于主轴的刀具4和处于换刀位置的刀具对换。

[0023] 参照图2说明数值控制装置20和机床1的电气结构。数值控制装置20包括CPU21、ROM22、RAM23、非易失性存储装置24、输入输出部35和驱动电路51A~驱动电路56A等。CPU21统一控制数值控制装置20的动作。ROM22存储主要程序、移动路径修正程序和线段长度计算程序等。主要程序用于控制数值控制装置20的主要动作。移动路径修正程序用于执行后述的移动路径修正处理(参照图7、图8)。线段长度计算程序用于执行后述的线段长度计算处理(参照图9)。

[0024] RAM23除了包括临时存储各种处理执行过程中的数据的存储区域,还包括线段缓存231等。线段缓存231存储线段数据。线段数据是由NC程序生成的内部处理形式的数据,构成刀具4的移动路径。线段数据的详细情况将在后面进行说明。非易失性存储装置24存储NC程序、各种参数等。NC程序由包含各种控制指令的多个程序块构成,以程序块单位控制机床1的包括轴移动、换刀等在内的各种动作。CPU21能将操作者通过输入部12输入的NC程序存储于非易失性存储装置24中。各种参数包括例如后述的工件5的半径 r 、第一基准值和第二基准值等。移动路径修正程序、线段长度计算程序等各种程序也可以存储于非易失性存储装置24中。也可以预先将各种程序存储于存储卡等中,数值控制装置20自与数值控制装置20连接的卡插槽(省略图示)读取存储于存储卡中的各种程序。NC程序和各种参数也可以存储于ROM22或存储卡等中。

[0025] 驱动电路51A与Z轴马达51及编码器51B相连接。驱动电路52A与主轴马达52及编码器52B相连接。驱动电路53A与X轴马达53及编码器53B相连接。驱动电路54A与Y轴马达54及编码器54B相连接。驱动电路55A与俯仰马达55及编码器55B相连接。驱动电路56A与驱动换刀装置56的马达(省略图示)及编码器56B相连接。驱动电路51A~驱动电路56A自CPU21接收指令,分别向所对应的各马达51~马达55、换刀装置56的马达输出驱动电流。驱动电路51A~驱动电路56A自编码器51B~编码器56B接收反馈信号,对位置和速度进行反馈控制。反馈信号为脉冲信号。输入输出部35分别与输入部12及显示部11相连接。

[0026] 参照图3~图5说明刀具4的移动路径和线段数据之间的关系。图4所例示的NC程序10指示对图5所示的圆柱状的工件5进行加工时的刀具4的移动路径30。如图4所示,N1、N2、N3...为程序块编号。G1为切削指令。X是作为直线轴的X轴的移动指令。A是旋转轴的移动指令,数值单位为“°”。N1程序块的“N1G1X20.000”是“使刀具自当前位置沿X轴方向移动20.000mm。”的控制指令。N2程序块的“N2G1A4.000”是“使刀具自当前位置移动4.000°。”的控制指令。N3程序块的“N3G1X20.000”是“使刀具自当前位置沿X轴方向移动20.000mm。”的

控制指令。

[0027] 如图5所示,修正前的移动路径30为大致Z形状,由点P1—点P2间的线段S₁、点P2—点P3间的线段S₂、点P3—点P4间的线段S₃构成。线段S₁对应NC程序的N1程序块。线段S₂对应NC程序的N2程序块。线段S₃对应NC程序的N3程序块。线段S₂为微小线段。所谓微小线段,是指线段长度为后述的第一基准值以下的线段。另外,线段是数值控制装置20内部运算时所用的程序块的另一名称。

[0028] 当操作者通过输入部12进行了规定的操作时,CPU21逐个程序块地读取NC程序而生成线段数据。线段数据包括各线段S_i的轴移动量 ΔX 、 ΔY 、 ΔZ 、 $\Delta \theta$ 、线段长度和指令速度等。该数据对应数值控制装置20的内部处理形式。下标i表示自路径开始起的线段编号。 ΔX 是X轴的移动量, ΔY 是Y轴的移动量, ΔZ 是Z轴的移动量, $\Delta \theta$ 是治具装置16的旋转轴的移动量(移动角度)。CPU21基于各线段S_i的线段数据制作刀具4相对于工件5的速度模式。CPU21根据制作出的速度模式计算出各轴的插值指令(每单位时间的移动量)。CPU21将计算出的各轴的插值指令分别输出到机床1的Z轴马达51的驱动电路51A、X轴马达53的驱动电路53A、Y轴马达54的驱动电路54A和俯仰马达55的驱动电路55A。

[0029] 如图3所示,CPU21按照指令顺序将生成的线段数据存储于RAM23的线段缓存231。在线段缓存231中,指针A表示自NC程序读取到的新的线段S_i的位置。指针B表示路径未被确定下来的最初的线段S_i的位置。CPU21使指针A加1,且将下一线段数据依次存储在指针A的位置,直到在线段缓存231中积 存了三条线段的线段数据。图3所例示的线段缓存231按照线段S₁、S₂、S₃的指令顺序存储线段数据。在本实施方式中,将存储于线段缓存231中的三条线段S_i自移动开始侧起依次称为第一线段、第二线段和第三线段。CPU21通过后述的移动路径修正处理(参照图7、图8)自移动开始侧起依次修正存储于线段缓存231中的线段S_i的线段数据。

[0030] 参照图4~图10说明CPU21所执行的移动路径修正处理。在本实施方式中,作为一个例子,说明将图5所示的移动路径30修正为图6所示的移动路径31的情形。当操作者使用输入部12选择图4所示的NC程序10(参照图4)时,CPU21自ROM22读取移动路径修正程序执行本处理。以下,为了便于说明,有时将存储于线段缓存231中的线段S_i的线段数据仅称为线段S_i。

[0031] 如图7所示,CPU21逐个程序块地读取NC程序,判断是否有下一线段S_i(S₁)。由于N1程序块中有线段S₁(S₁:是),因此,CPU21将线段S₁设定于指针A的位置(S₂)。CPU21计算线段S₁的线段长度(S₃)。CPU21在计算线段长度时,自ROM22读取线段长度计算程序执行线段长度计算处理(参照图9)。

[0032] 参照图9说明线段长度计算处理。CPU21判断线段S₁是否为只有直线轴的移动(S₃₁)。CPU21参照NC程序的N1程序块。N1程序块是指示只有X轴的移动的控制指令(S₃₁:

是),因此,CPU21用 $\sqrt{(\Delta X_i^2 + \Delta Y_i^2 + \Delta Z_i^2)}$ 的计算式计算X轴的移动距离,即计算线段长度(S₃₃)。N1程序块是自当前位置沿X轴方向移动20.000mm的控制指令,因此, $\Delta X_1 = 20.000$ 、 $\Delta Y_1 = 0.000$ 、 $\Delta Z_1 = 0.000$ 。因此,线段长度为 $\sqrt{(20^2 + 0 + 0)} = 20.000\text{mm}$ 。

CPU21结束线段长度计算处理并返回到图7中的处理。CPU21将在S₃中求出的线段S₁的线段

长度登记在线段缓存231中(S4)。CPU21判断是否自指针B起生成了三条线段(S5)。由于目前自指针B起只生成了一条线段(S5:否),因此,CPU21使指针A加1(S26),然后返回到S1。

[0033] CPU21读取NC程序的N2程序块。N2程序块中有下一线段 S_2 (S1:是),因此,CPU21将线段 S_2 设定在指针A的位置(S2)。CPU21计算线段 S_2 的线段长度(S3)。CPU21自ROM22读取线段长度计算程序执行线段长度计算处理(参照图9)。

[0034] 如图9所示,CPU21判断线段 S_2 是否只有直线轴的移动(S31)。CPU21参照NC程序的N2程序块。N2程序块不是指示只有直线轴的移动的控制指令(S31:否),因此,CPU21判断是否只有旋转轴的移动(S32)。N2程序块的控制指令是指示只有旋转轴的移动的控制指令(S32:是),因此,CPU21用 $2\pi r \times \Delta \theta / 360$ 的计算式计算线段长度(S34)。 r 是治具装置16的旋转轴的旋转中心到工件表面的长度,其作为参数预先存储于非易失性存储装置24中。本实施方式的治具装置16以治具装置16的旋转中心和工件5的轴心一致的方式保持工件5(参照图1)。因此, r 与工件5的半径一致,因此也可以将工件5的半径预先存储于非易失性存储装置24中。在本实施方式中,设 $r=10$ 。 $\Delta \theta$ 根据N2程序块的控制指令($A=4.000$)为 4° 。因此,线段长度为 $2\pi \times 10 \times 4 / 360 = 0.698\text{mm}$ 。CPU21结束线段长度计算处理并返回到图7中的处理。

[0035] CPU21将在S3中求出的线段 S_2 的线段长度登记在线段缓存231中(S4)。由于目前自指针B起只生成了两条线段(S5:否),因此,CPU21使指针A加1(S26),然后返回到S1。

[0036] CPU21读取NC程序的N3程序块。N3程序块中有下一线段 S_3 (S1:是),因此,CPU21将线段 S_3 设定于指针A的位置(S2)。CPU21计算线段 S_3 的线段长度(S3)。CPU21自ROM22读取线段长度计算程序执行线段长度计算处理(参照图9)。

[0037] 如图9所示,CPU21判断线段 S_3 是否只有直线轴的移动(S31)。CPU21参照NC程序的N3程序块。N3程序块是指示只有X轴的移动的控制指令(S31:是),因此,CPU21用

$\sqrt{(\Delta X_i^2 + \Delta Y_i^2 + \Delta Z_i^2)}$ 的计算式计算线段长度(S33)。N3程序块是自当前位置沿X轴方向移动 20.000mm 的控制指令,因此, $\Delta X_3=20.000$ 、 $\Delta Y_3=0.000$ 、 $\Delta Z_3=0.000$ 。因此,线段长度为 $\sqrt{(20^2 + 0 + 0)} = 20.000\text{mm}$ 。CPU21结束线段长度计算处理并返回到图7中的处理。

[0038] CPU21将在S3中求出的线段 S_3 的线段长度登记在线段缓存231中(S4)。如图10中的第一阶段所示,在指针B的位置配置有线段 S_1 ,在指针A的位置配置有线段 S_3 。自指针B起生成了三条线段(S5:是),因此,CPU21判断第二线段是否包括直线轴的移动和旋转轴的移动这两者(S6)。目前的第二线段为线段 S_2 。基于NC程序10的N2程序块的控制指令,线段 S_2 只有旋转轴的移动(S6:否)。因此,CPU21判断第二线段的线段长度是否为第一基准值以下(S7)。第一基准值预先存储于非易失性存储装置24(参照图2)中。本实施方式的第一基准值为 1mm 。如上所述,线段 S_2 的线段长度为 0.698mm ,为第一基准值以下(S7:是),因此,CPU21分别修正第一线段和第二线段,删除第三线段(S8)。

[0039] 说明S8的处理中对线段的具体修正方法。如图6所示,CPU21删除线段 S_3 ,用线段 S_2 的中点 $T1$ 连接线段 S_1 的起点 $P1$ 和线段 S_3 的终点 $P4$,修正线段 S_1 和 S_2 。修正后的线段 S_1 以线段 S_{1R} 表示。修正后的线段 S_2 以线段 S_{2R} 表示。线段 S_{1R} 的起点为点 $P1$,终点为中点 $T1$ 。线段 S_{2R} 的起

点为中点T1,终点为点P4。自修正前的线段S₂的点P2到点P3的 $\Delta\theta$ 为 4° ,因此自点P2到中点T1的 $\Delta\theta$ 为 2° 。因此,线段S_{1R}的起点P1为X=0.000、A=0.000,线段S_{1R}的终点T1为X=20.000、A=2.000。线段S_{2R}的起点T1为X=20.000、A=2.000,线段S_{2R}的终点P4为X=40.000、A=4.000。线段S_{1R}和线段S_{2R}各自的移动路径均为包括直线轴和旋转轴这两者的移动。如图10的第二阶段所示,在目前的线段缓存231中,第一线段为线段S_{1R},第二线段为S_{2R},指针A为空置状态。

[0040] 如图8所示,CPU21分别计算第一线段的线段长度和二线段的线段长度(S9、S10)。目前的第一线段为线段S_{1R},目前的第二线段为线段S_{2R}。CPU21分别计算线段S_{1R}的线段长度和线段S_{2R}的线段长度。CPU21自ROM22读取线段长度计算程序执行线段长度计算处理(参照图9)。

[0041] 如图9所示,CPU21判断线段S_{1R}和线段S_{2R}是否只有直线轴的移动、是否只有旋转轴的移动(S31、S32)。如上所述,线段S_{1R}和线段S_{2R}均是包括旋转轴和直线轴这两者的移动的移动路径(S31:否、S32:否,参照图6),因此,CPU21无法根据NC程序10计算线段S_{1R}和线段S_{2R}各自的线段长度。因此,CPU21结束线段长度计算处理并返回到图8中的处理。

[0042] CPU21判断第一线段是否包括直线轴和旋转轴这两者的移动(S11)。如上所述,作为第一线段的线段S_{1R}包括直线轴和旋转轴这两者的移动(S11:是),因此,CPU21将线段S_{1R}确定下来(S13)。CPU21使指针B加1(S14),然后返回到图7中的S1。如图10中的第三阶段所示,指针B位于作为二线段的线段S_{2R}的位置。

[0043] CPU21根据NC程序判断是否有下一条线段(S1)。如图4所示,NC程序10中没有下一条线段(S1:否),因此,CPU21判断指针A的位置和指针B的位置是否相同(S21)。如图10中的第三阶段所示,指针A的位置和指针B的位置不同(S21:否),因此,CPU21将处于指针B的位置的线段确定下来(S22),使指针B加1(S23)。线段S_{2R}也被确定下来。CPU21返回到S21,再次判断指针A的位置和指针B的位置是否相同(S21)。如图10中的第四阶段所示,指针A的位置和指针B的位置相同(S21:是),因此,CPU21结束本处理。因此,数值控制装置20能够将图5所示的移动路径30修正为图6所示的移动路径31。

[0044] 图6所示的移动路径31在中途没有微小线段。线段S_{1R}和线段S_{2R}在中点T1处圆滑连接,因此,移动路径31作为大致直线状的路径重新生成。因此,数值控制装置20通过使刀具4沿着修正后的移动路径31移动,能够获得不会在工件5上留下刀具痕迹的良好的加工面。

[0045] 自指针B起生成三条线段以后(S5:是),在第二线段包括直线轴和旋转轴这两者的移动时(S6:是),CPU21不计算二线段的线段长度。CPU21不修正路径而将第一线段确定下来(S24),使指针B加1(S25),并使指针A加1(S26)。CPU21将下一线段设定于指针A的位置(S1~S5)。线段缓存231积存三条线段。因此,CPU21能够继续对路径的修正。

[0046] 在图7中的S7的处理中,在二线段的线段长度大于第一基准值时(S7:否),第二线段不是微小线段。因此,CPU21不修正路径而将第一线段确定下来(S24),使指针B加1(S25),并使指针A加1(S26)。CPU21返回到S1,重复进行处理。

[0047] 在图8中的S9、S10的处理中,在CPU21计算出第一线段的线段长度和二线段的线段长度时,将通过计算求出的第一线段的线段长度和二线段的线段长度登记在线段缓存231中,判断修正后的第一线段是否包括直线轴和旋转轴这两者的移动(S11)。在修正后的第一线段只有直线轴的移动或只有旋转轴的移动时(S11:否),CPU21需要判断修正后的第

一线段是否为微小线段。CPU21判断修正后的第一线段的线段长度是否大于第二基准值(S12)。第二基准值预先存储于非易失性存储装置24中。本实施方式的第二基准值与第一基准值同为1mm,但也可以是与第一基准值不同的值。在修正后的第一线段的线段长度大于第二基准值时(S12:是),CPU21将修正后的第一线段确定下来(S13)。因此,CPU21使长度大于第二基准值的线段留在移动路径上。

[0048] 在修正后的第一线段的线段长度为第二基准值以下时(S12:否),CPU21返回到图7中的S1,而并没有将第一线段确定下来。此时的线段缓存231处于图10中的第二阶段。指针A的位置为空。CPU21将下一线段设定于指针A的位置(S1~S5)。线段缓存231再次积存三条线段。在第二线段的线段长度为第一基准值以下时(S7:是),CPU21删除第三线段,再次修正第一线段和第二线段。在修正后的第一线段的线段长度大于第二基准值时(图8中的S12:是),CPU21将第一线段的路径确定下来。因此,即使是连续存在微小线段的移动路径,CPU21也能不留微小线段地依次修正移动路径。

[0049] 如上所述,本实施方式的数值控制装置20的CPU21按照读取NC程序10所得到的程序块的顺序生成构成轴的移动路径30的线段 S_i ,并将线段 S_i 依次存储于线段缓存231。对于积存于线段缓存231中的线段 S_i ,CPU21将连续的三个程序块作为处理对象的线段而依次修正移动路径。CPU21最初以线段 S_1 、 S_2 和 S_3 为处理对象线段。CPU21计算线段 S_2 的线段长度。线段长度的计算方法根据沿线段的移动是只有直线轴的移动还是只有旋转轴的移动而有所不同。CPU21基于NC程序10的对应的程序块的控制指令而判断是只有直线轴的移动,还是只有旋转轴的移动。在只有直线轴的移动时,CPU21基于线段 S_2 中的各轴移动量 ΔX 、 ΔY 、 ΔZ 来计算线段长度。在只有旋转轴的移动时,CPU21基于线段 S_2 中的旋转轴的移动角度 $\Delta \theta$ 和工件半径 r 来计算线段长度。因此,在移动轴只是旋转轴的移动的情况下,CPU21也能计算线段长度。在线段 S_2 的线段长度大于第一基准值时,CPU21将线段 S_1 的路径的确定下来。在线段 S_2 的线段长度为第一基准值以下时,CPU21修正线段 S_1 和线段 S_2 并删除线段 S_3 而制作新的路径。

[0050] 具体而言,CPU21用新的线段 S_{1R} 连接线段 S_1 的起点P1和线段 S_2 的中点T1,用新的线段 S_{2R} 连接线段 S_2 的中点T1和线段 S_3 的终点P4。在线段 S_{1R} 的线段长度大于第二基准值时,CPU21将线段 S_{1R} 确定下来。在线段 S_{1R} 的线段长度为第二基准值以下时,CPU21向处理对象线段追加下一线段。对于追加了处理对象线段的连续三条线段 S_i ,CPU21再次修正路径并依次将第一线段确定下来。因此,修正后的移动路径31不包括微小线段,因此,在使刀具4沿着移动路径31移动时,刀具4的速度不会骤减。因此,对于数值控制装置20,能够获得良好的加工面。此外,刀具4的修正后的移动路径31与NC程序10所指定的移动路径30不会有太大差别。

[0051] 在以上说明中,第一线段相当于本发明的开始线段,第二线段相当于本发明的中间线段,第三线段相当于本发明的结束线段。执行S3的处理的CPU21相当于本发明的计算部,执行S7的处理的CPU21相当于本发明的第一判断部,执行S8的处理的CPU21相当于本发明的再连接部,执行S31、S32的处理的CPU21相当于本发明的移动轴判断部,执行S34的处理的CPU21相当于本发明的第一计算部,执行S33的处理的CPU21相当于本发明的第二计算部,执行S1、S2、S5的处理的CPU21相当于本发明的选择部,执行S24的处理的CPU21相当于本发明的第一确定部,执行S12的处理的CPU21相当于本发明的第二判断部,执行S13的处理的

CPU21相当于本发明的第二确定部。CPU21所执行的S3的处理步骤相当于本发明的计算工序,CPU21所执行的S7的处理步骤相当于本发明的第一判断工序,CPU21所执行的S8的处理步骤相当于本发明的再连接工序,CPU21所执行的S31、S32的处理步骤相当于本发明的移动轴判断工序,CPU21所执行的S34的处理步骤相当于本发明的第一计算工序,CPU21所执行的S33的处理步骤相当于本发明的第二计算工序。

[0052] 本发明的数值控制装置和移动路径修正方法不限于上述实施方式,可以进行各种变形。

[0053] 在上述实施方式中,是安装刀具4的主轴能够沿Z轴方向移动,且工作台15能够沿X轴方向和Y轴方向这两个方向移动的机床1。相对于工件5沿X轴、Y轴、Z轴方向相对移动的刀具4的移动机构的结构不限于上述实施方式。例如,也可以是主轴能够沿X轴、Y轴、Z轴方向这三个方向移动,而工作台固定的机床。上述实施方式的机床1为立式机床,但也可以是卧式机床。换刀装置56也可以省略。

[0054] 在上述实施方式的图7中的S8的处理中,CPU21删除第三线段,分别修正第一线段和第二线段,但只要删除三条线段中的一条线段,修正余下的两条线段即可。具体而言,CPU21删除三条线段中的一条线段,留下两条线段,用第二线段的中点重新连接第一线段的起点和第三线段的终点即可。

[0055] 上述实施方式的第一基准值和第二基准值均为1mm,但也可以更改为1mm以外的数值。第一基准值和第二基准值也可以是不同的数值。

[0056] 在上述实施方式中,在RAM23的线段缓存231中依次修正线段数据,但也可以使用其他存储装置的存储区域进行修正。

[0057] 在上述实施方式的图7中,在S8的处理之后,CPU21执行图8中的S9~S14,但也可以在S8的处理之后返回到S1的处理。

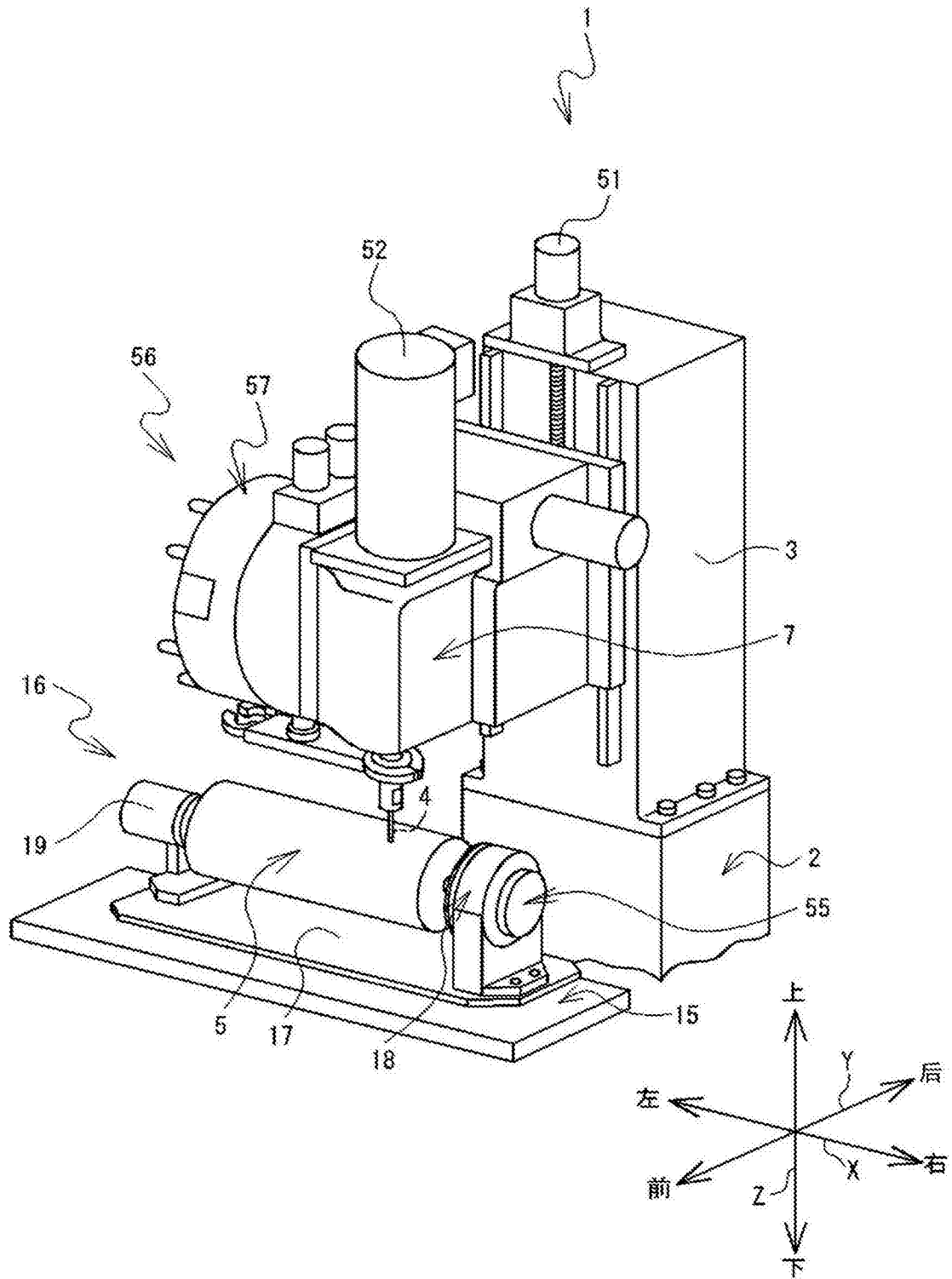


图1

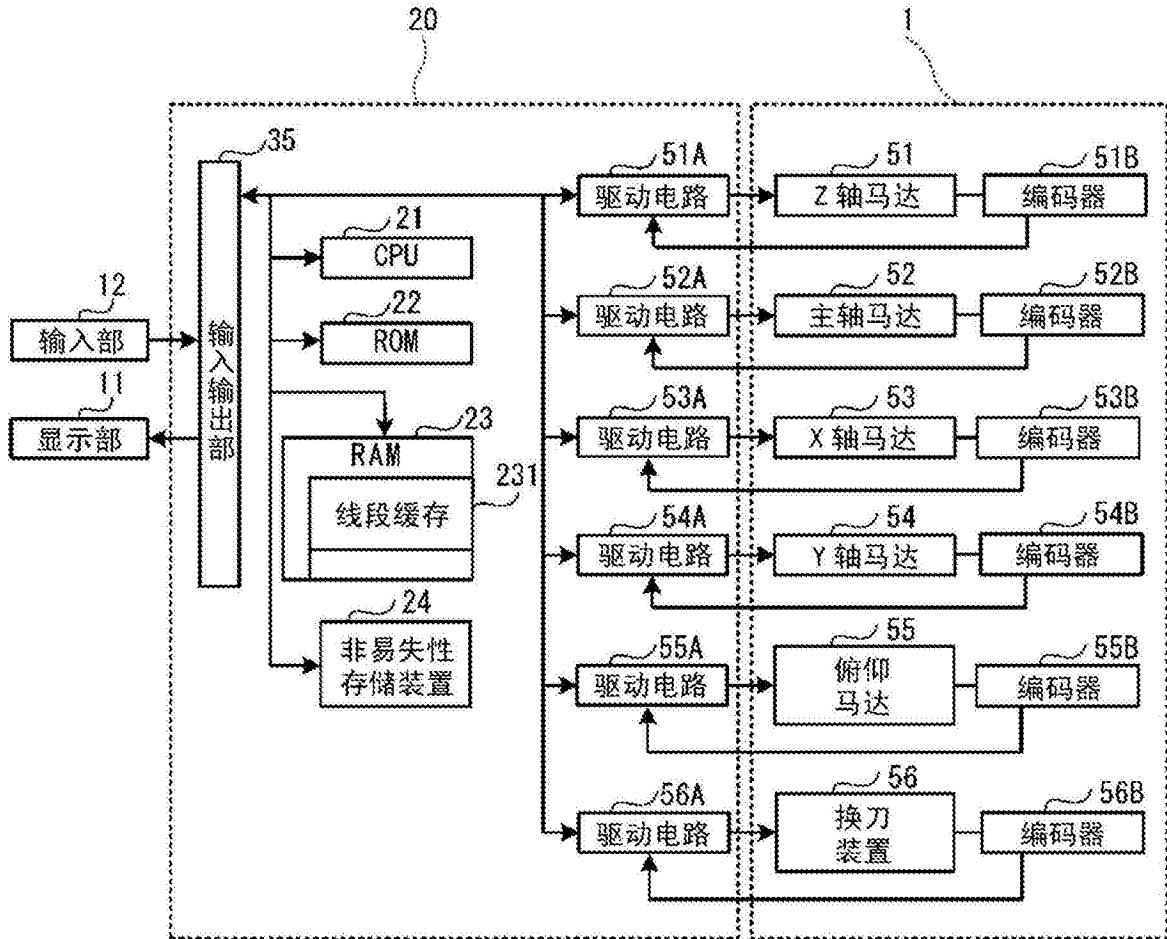


图2

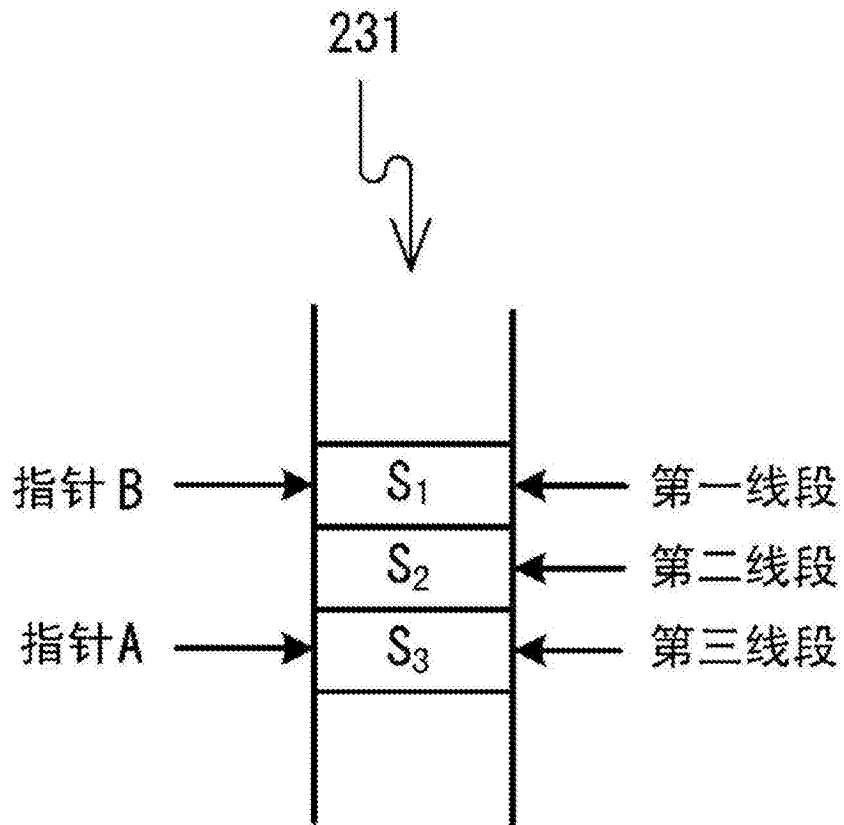


图3

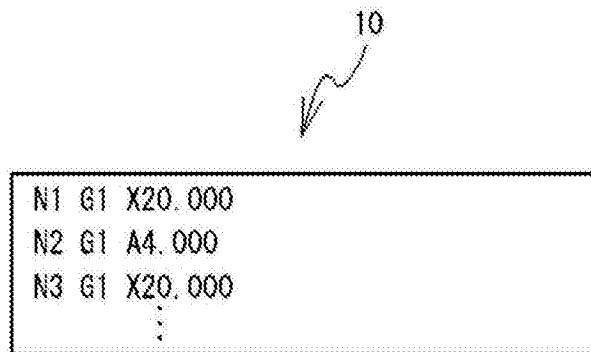


图4

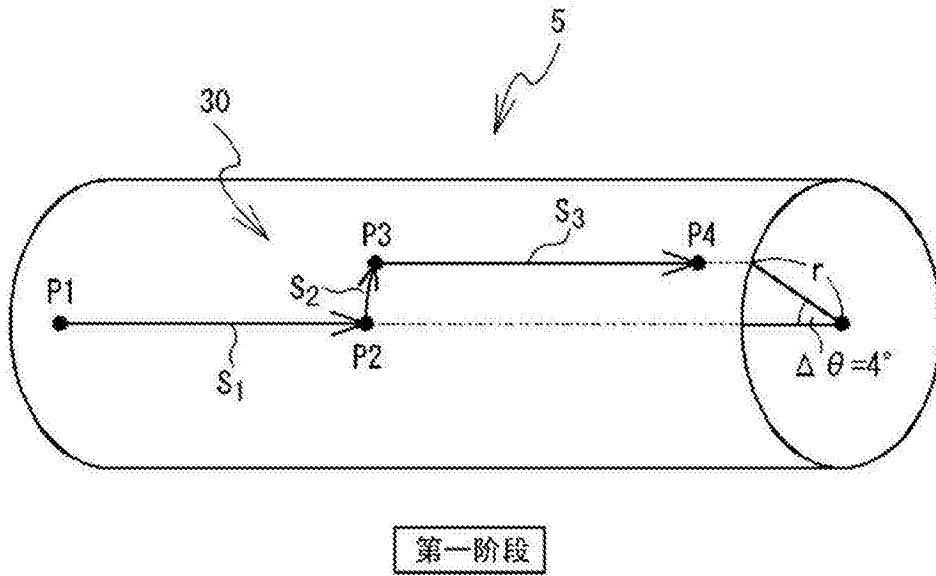


图5

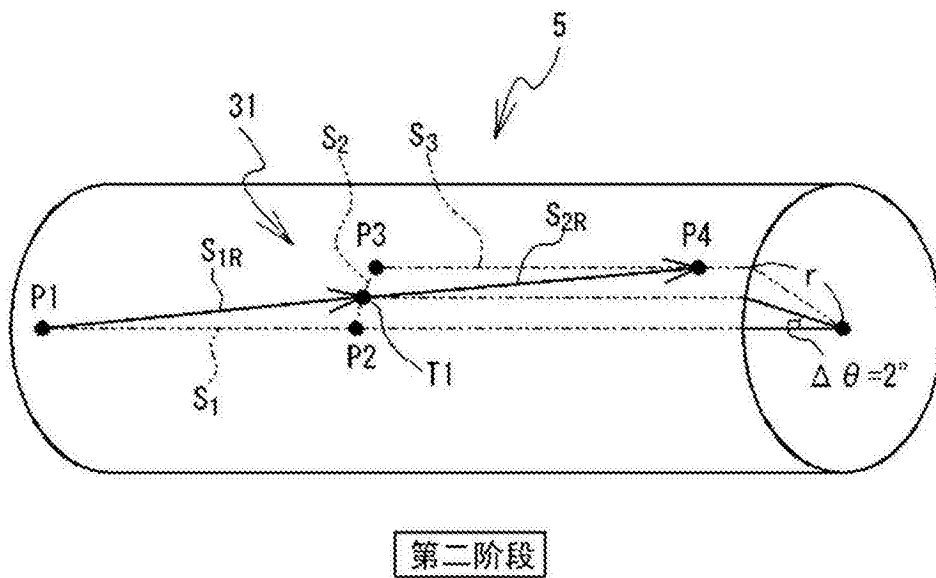


图6

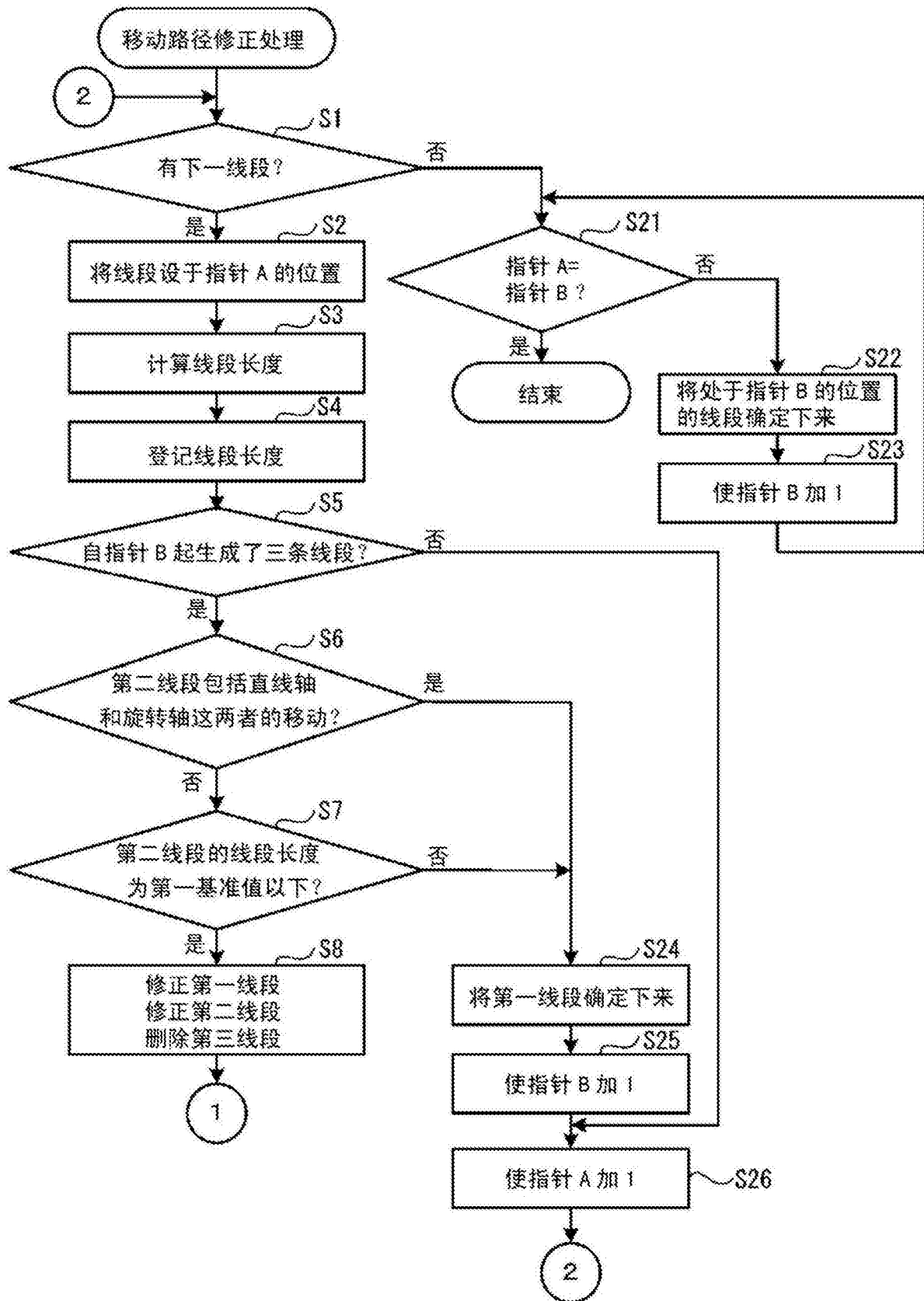


图7

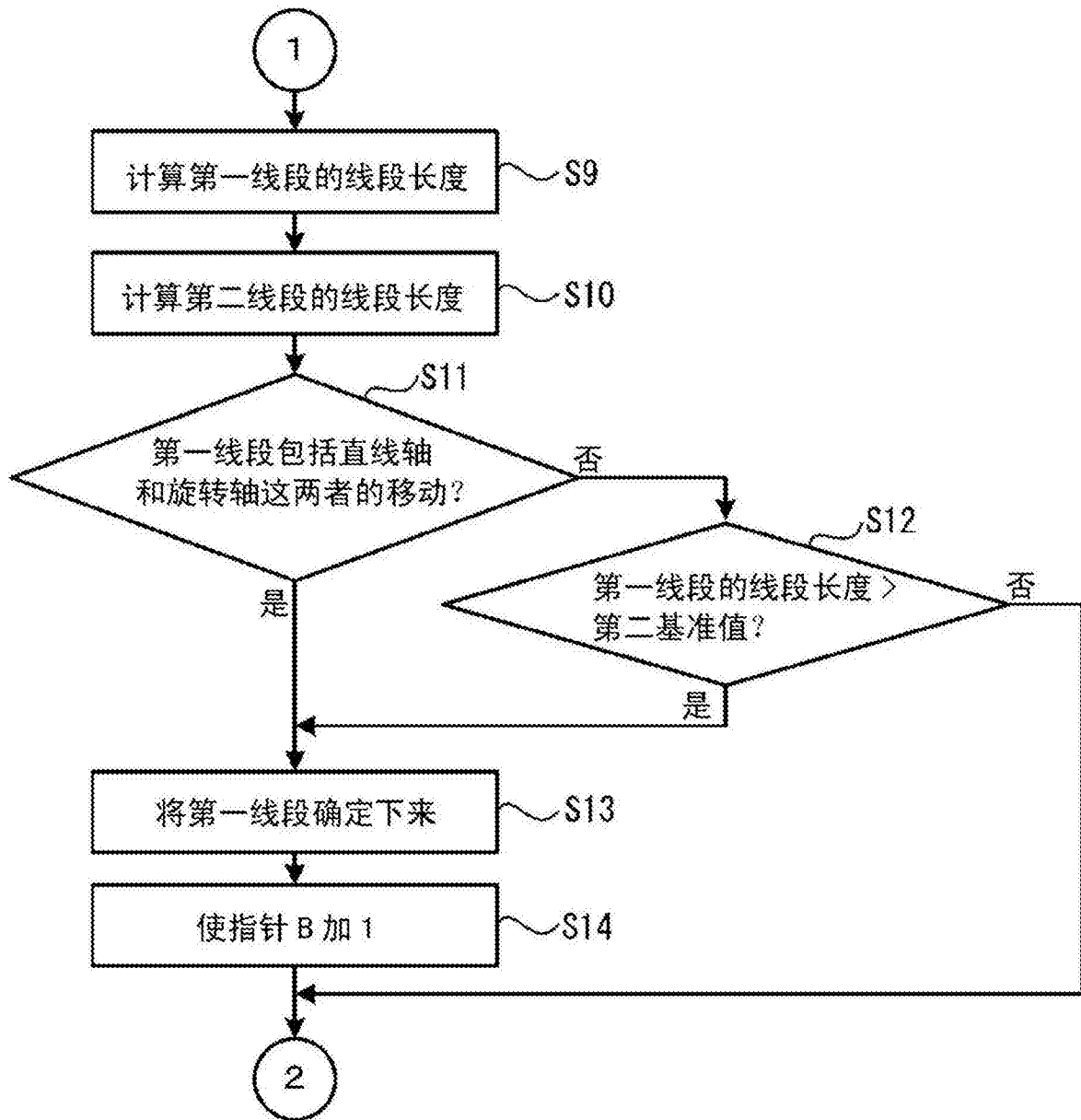


图8

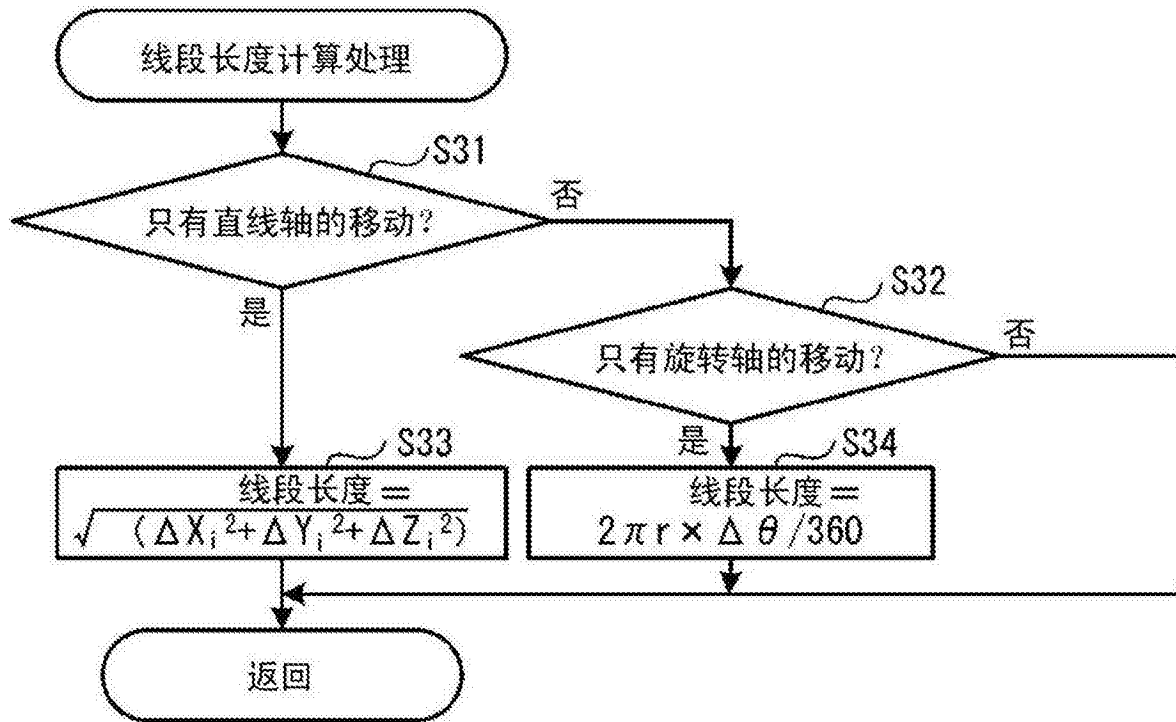


图9

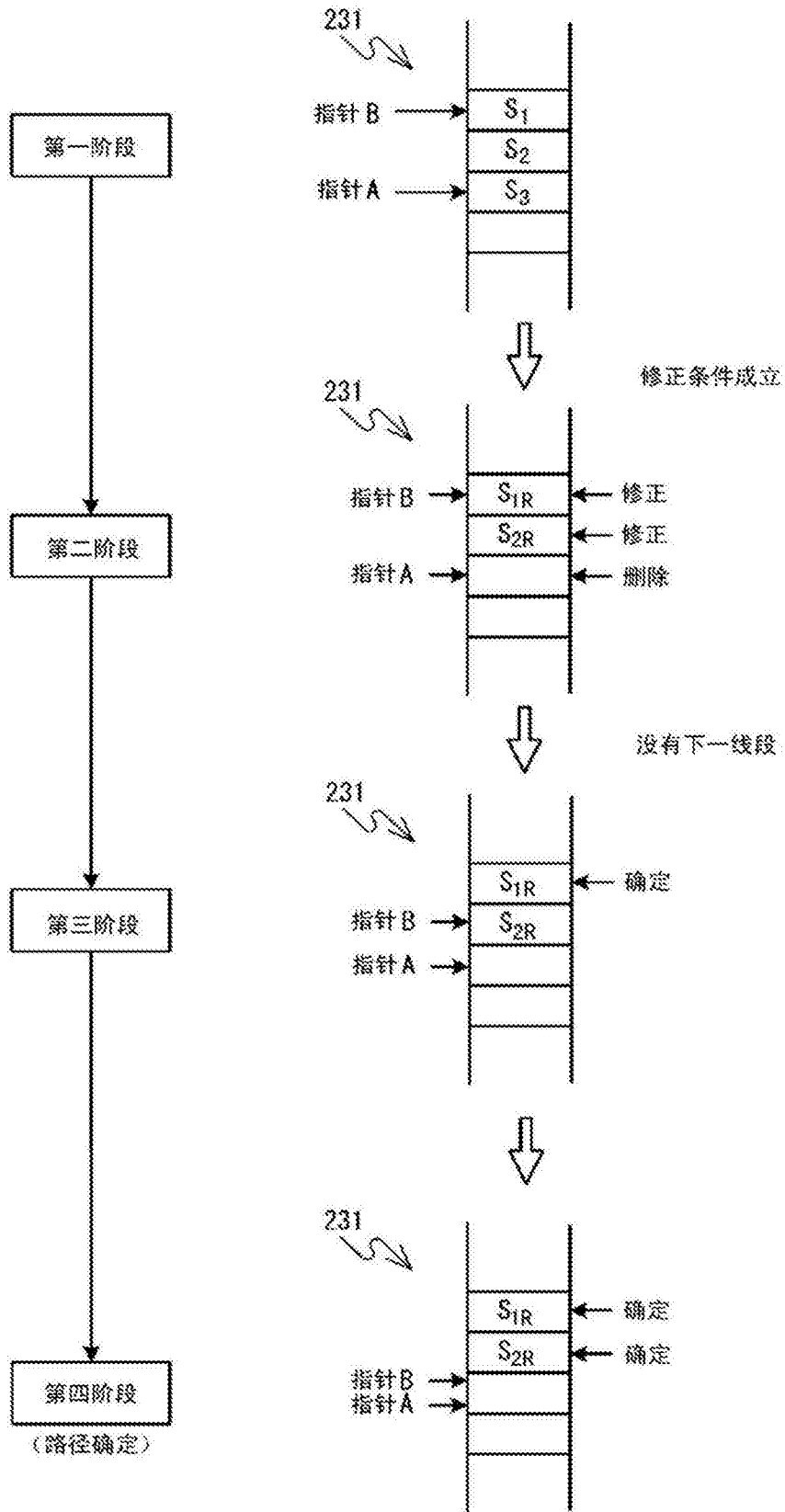


图10