



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104865891 A

(43) 申请公布日 2015. 08. 26

(21) 申请号 201510085189. 3

(22) 申请日 2015. 02. 16

(30) 优先权数据

2014-034770 2014. 02. 26 JP

(71) 申请人 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)

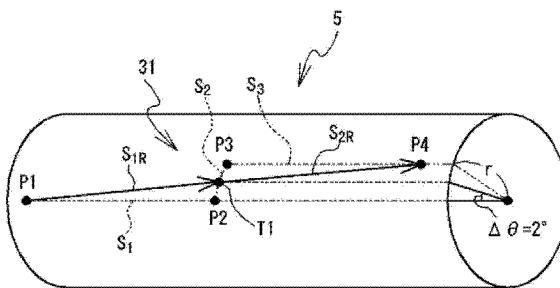
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

数控装置和移动路径修正方法

(57) 摘要

本发明涉及数控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。数控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，对于数控装置，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. 一种数控装置，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，该数控装置 (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 (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 所述的数控装置，其特征在于，

该数控装置包括选择部 (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 所述的数控装置，其特征在于，

该数控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 所述的数控装置，其特征在于，
该数控装置包括：

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，其是由数控装置进行移动路径修正，该数控装置以基于 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，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。

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。数控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，数控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，数控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，对于数控装置，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 的数控装置其特征在于，该数控装置包括选择部，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。数控装置选择三条线段，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，数控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，数控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 的数控装置其特征在于，该数控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。数控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 的数控装置其特征在于，该数控装置包括：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。数控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，数控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控装置进行移动路径修正，该数控装置以基于 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，数控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 和数控装置 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 Si 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 所示的数控装置 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 说明数控装置 20 和机床 1 的电气结构。数控装置 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 统一控制数控装置 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控装置 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，数控装置 20 自与数控装置 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 一点 P2 间的线段 S₁、点 P2 一点 P3 间的线段 S₂、点 P3 一点 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, 线段是数控装置 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。该数据对应数控装置 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 11 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 S_i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

$$\sqrt{(\Delta X_1^2 + \Delta Y_1^2 + \Delta Z_1^2)} = 20.000\text{mm}。CPU21 结束线段长度计算处理并返回到图 7 中的处理。$$

CPU21 将在 S3 中求出的线段 S_1 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

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

[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 S₂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 S₃,用线段 S₂的中点 T1 连接线段 S₁的起点 P1 和线段 S₃的终点 P4,修正线段 S₁和 S₂。修正后的线段 S₁以线段 S_{1R}表示。修正后的线段 S₂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第二线段的线段长度 (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 S1R 和线段 S2R 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 位于作为第二线段的线段 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 不计算第二线段的线段长度。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,在第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第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第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,本实施方式的数控装置 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的三条线段 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,对于数控装置 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定于上述实施方式,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定于上述实施方式。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。

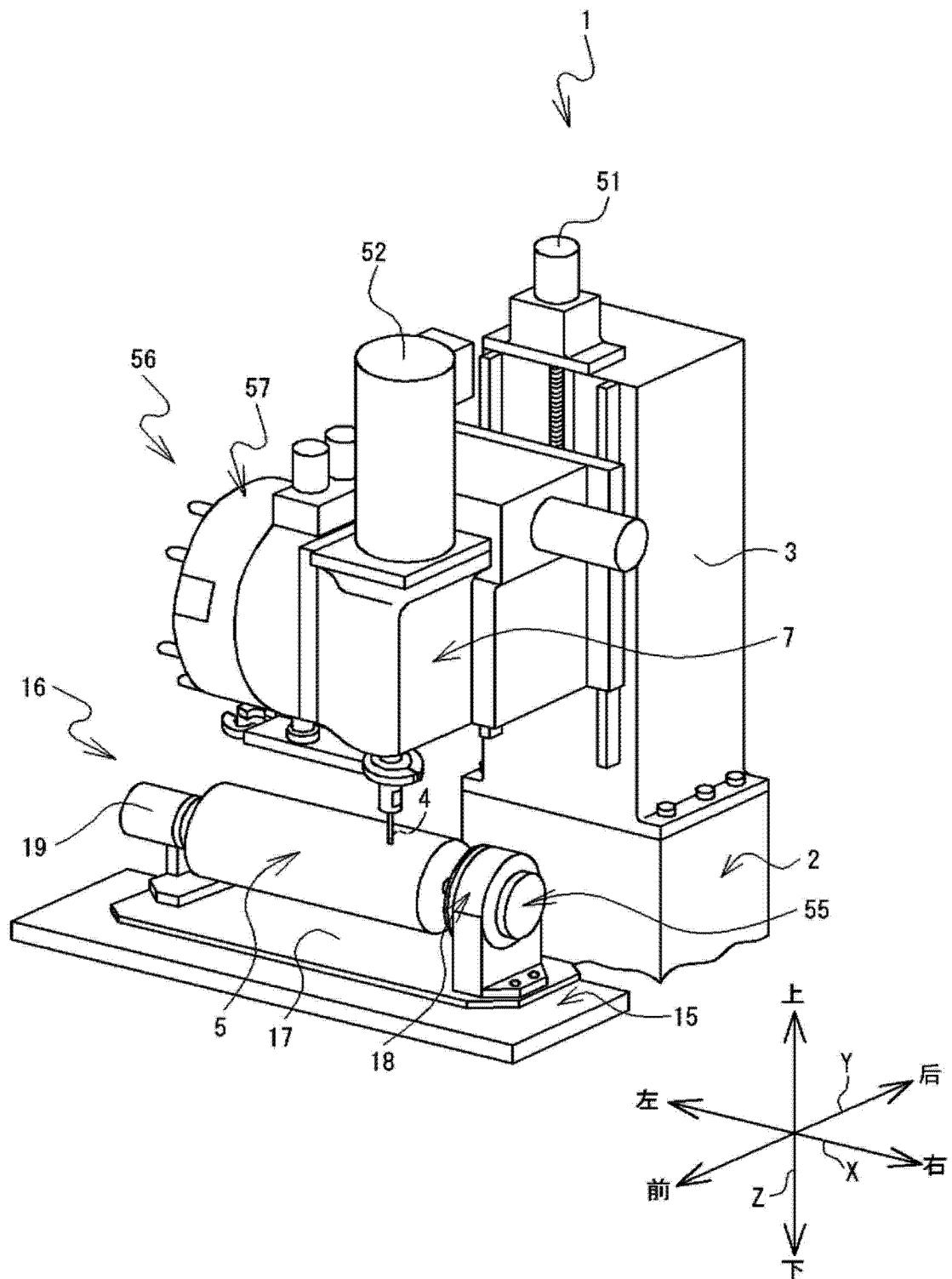


图 1

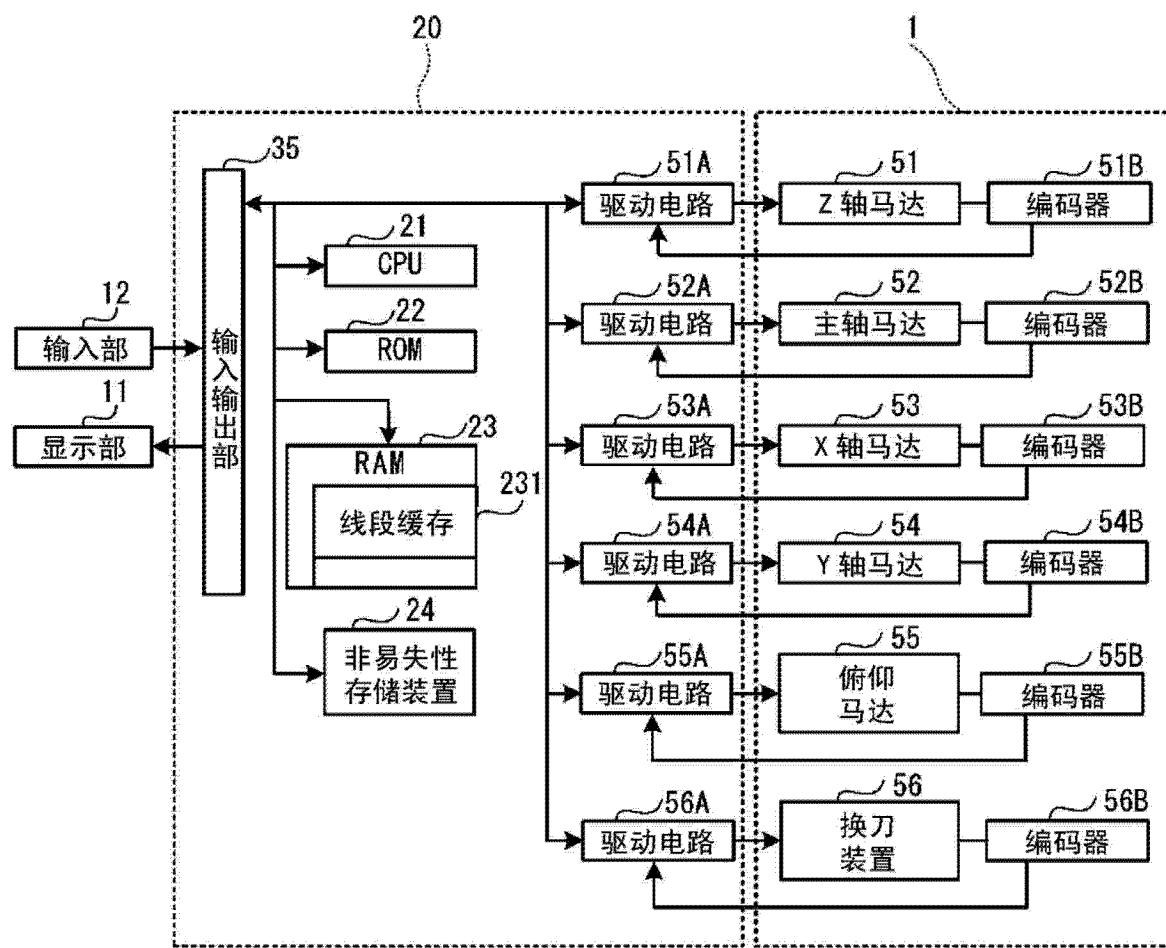


图 2

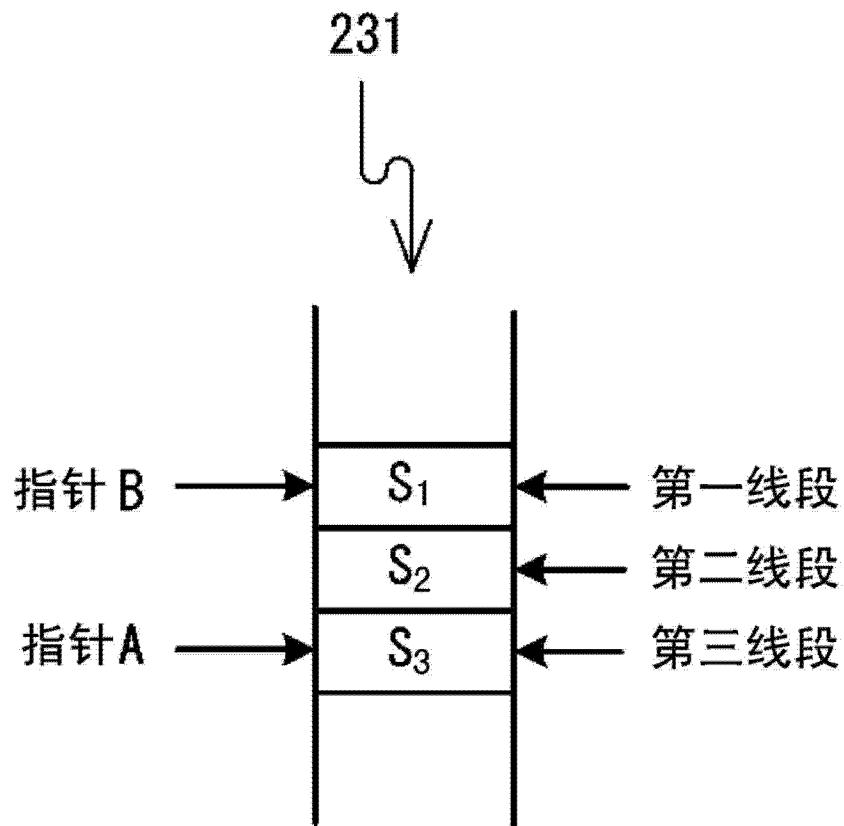


图 3

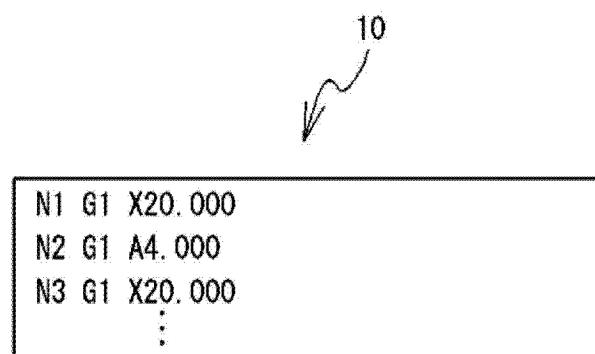
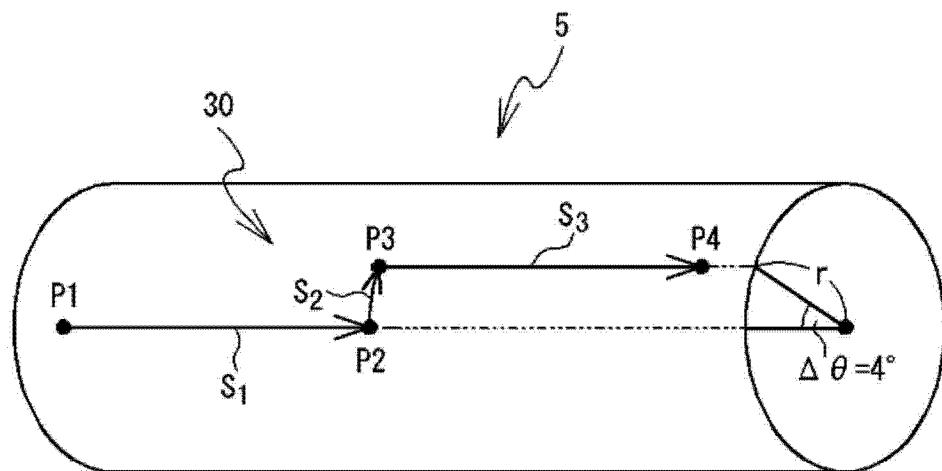
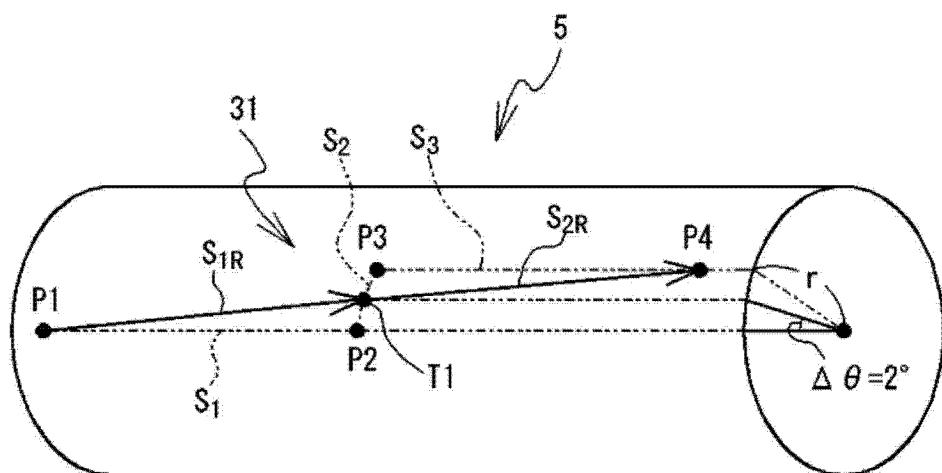


图 4



第一阶段

图 5



第二阶段

图 6

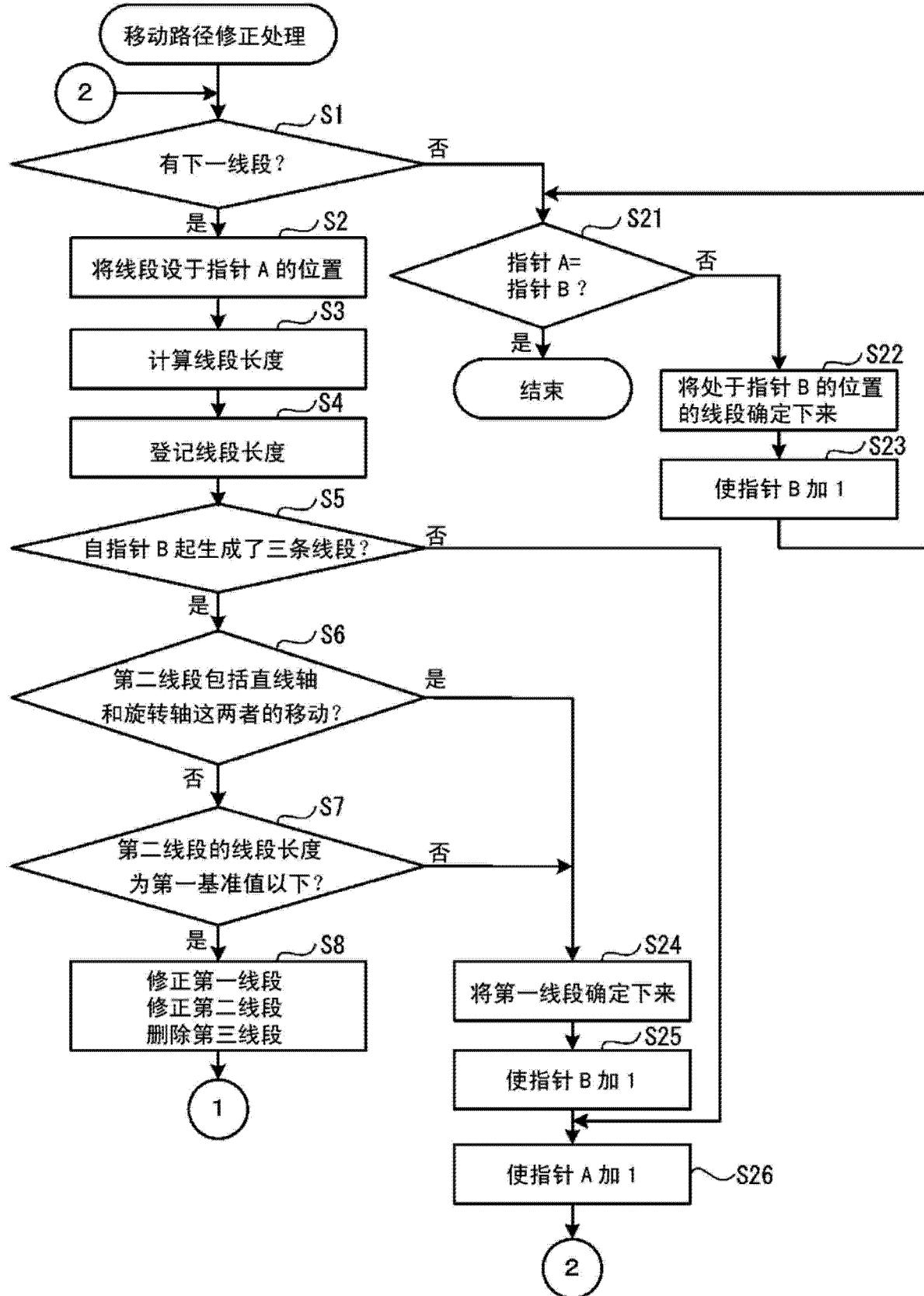


图 7

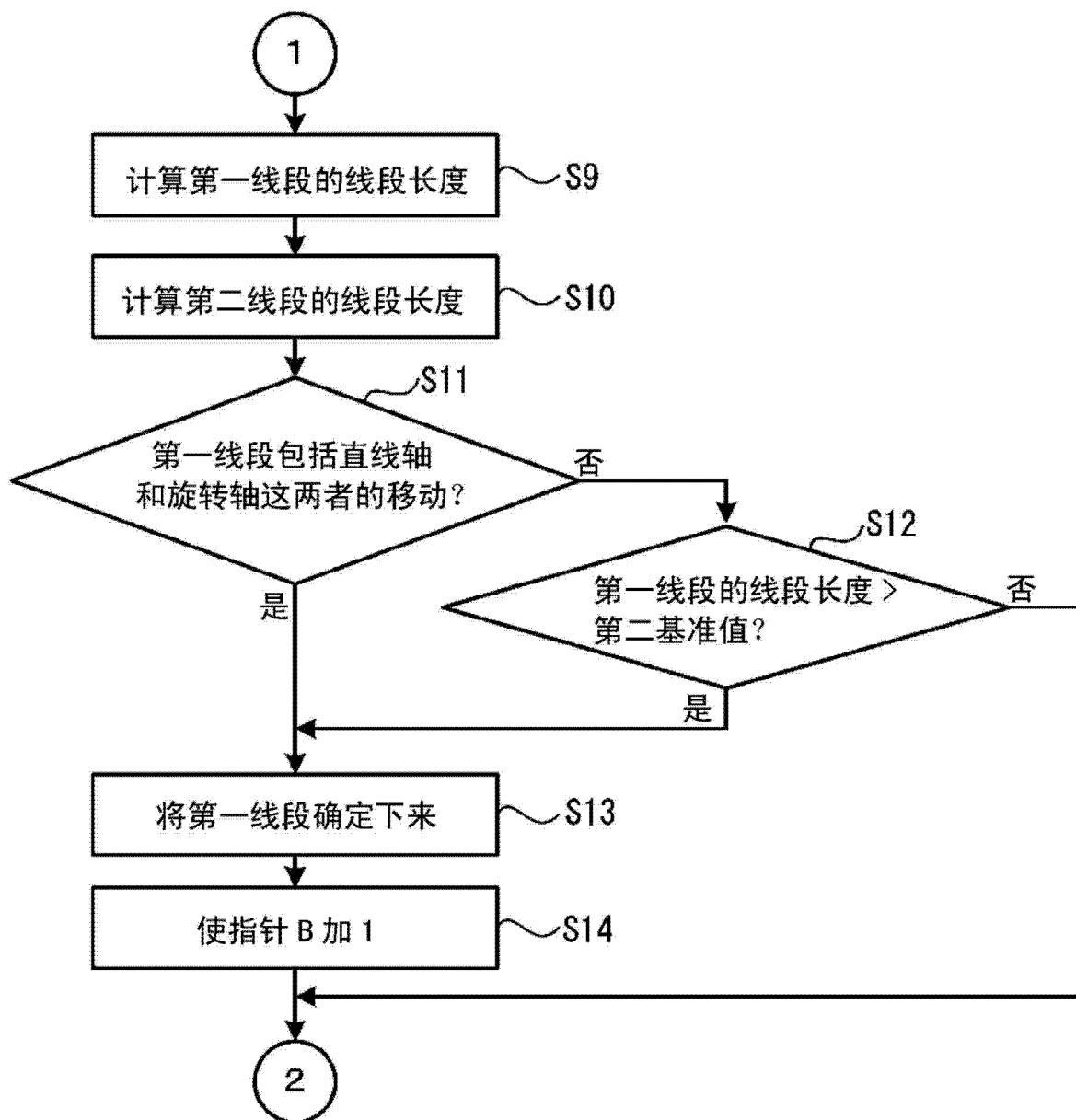


图 8

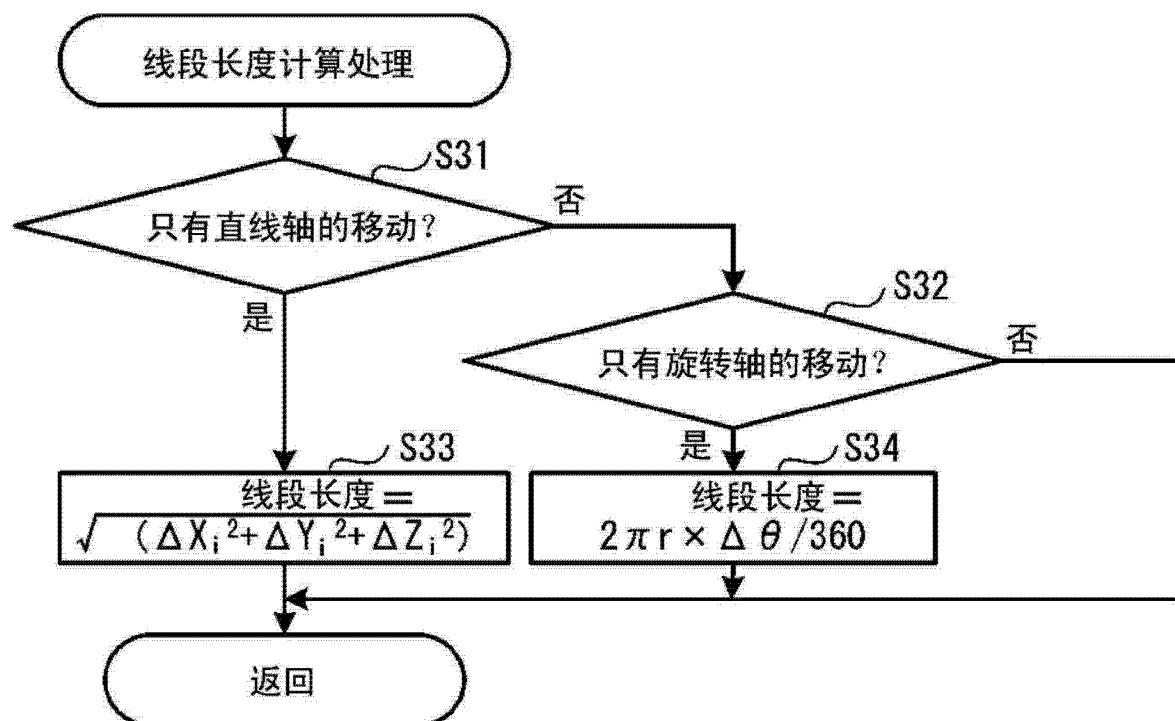


图 9

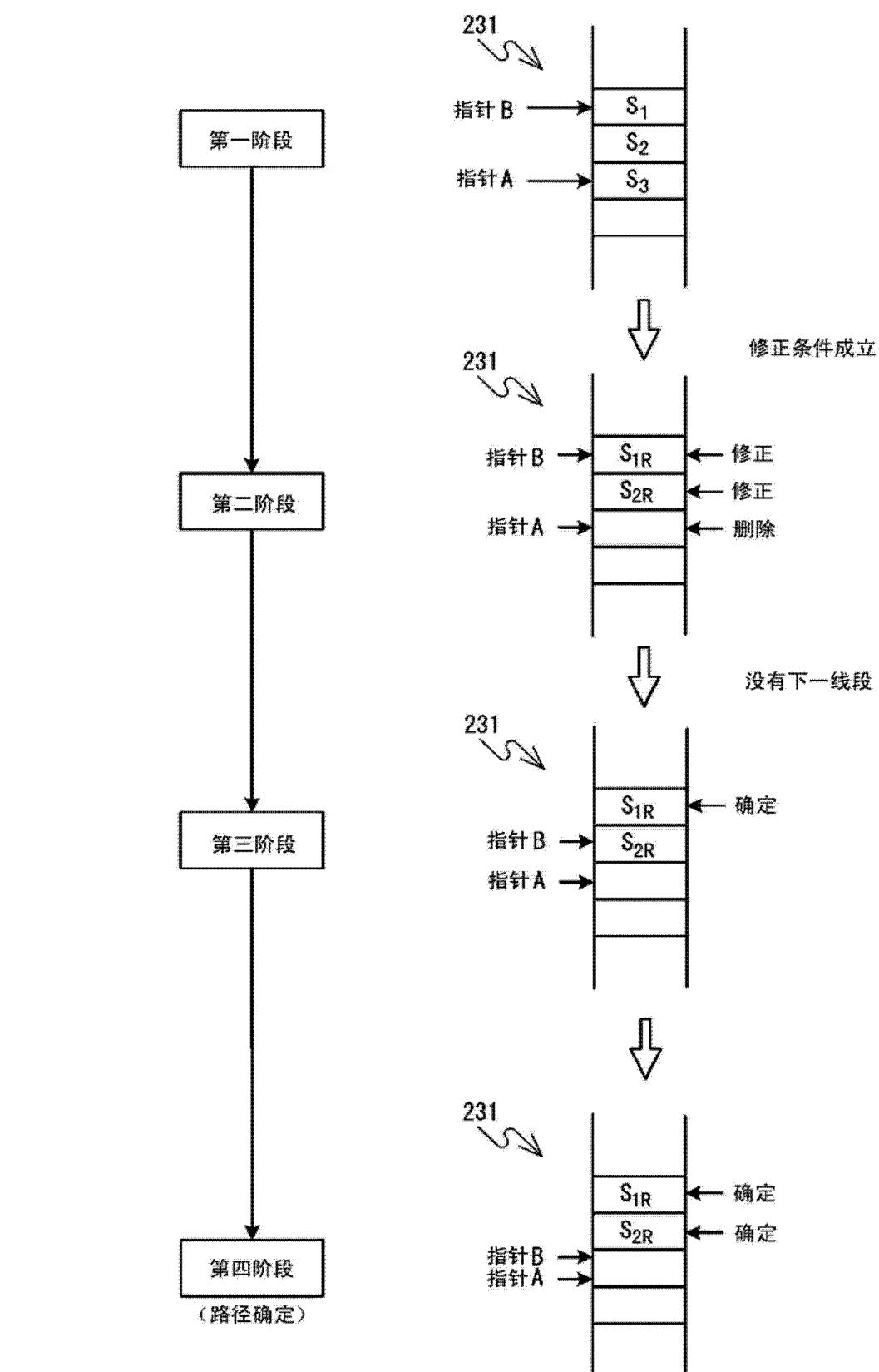


图 10