



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102027426 B

(45) 授权公告日 2013.06.12

(21) 申请号 200880129176.X

G05B 19/404 (2006.01)

(22) 申请日 2008.05.13

(56) 对比文件

(85) PCT申请进入国家阶段日
2010.11.12

JP 平 3-239402 A, 1991.10.25, 全文.

JP 特开平 10-201279 A, 1998.07.31, 全文.

JP 特开平 10-232705 A, 1998.09.02, 全文.

CN 1892523 A, 2007.01.10, 全文.

WO 00/39646 A1, 2000.07.06, 全文.

(86) PCT申请的申请数据
PCT/JP2008/058760 2008.05.13

(87) PCT申请的公布数据
W02009/139046 JA 2009.11.19

审查员 李思思

(73) 专利权人 三菱电机株式会社
地址 日本东京

(72) 发明人 山田喜范

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理
有限公司 11112

代理人 何立波 张天舒

(51) Int. Cl.

G05B 19/18 (2006.01)

B23Q 15/00 (2006.01)

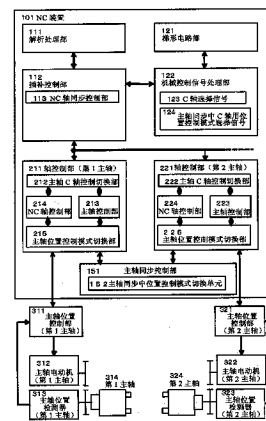
权利要求书2页 说明书14页 附图7页

(54) 发明名称

数控方法及其装置

(57) 摘要

在将两个主轴相对设置的数控装置工作机械中,设置切换单元(152、215、255),它们用于在保持由两个主轴夹持1个工件的状态下,连续进行根据速度指令进行的车削加工、和将工件以规定角度定位而利用旋转刀具进行开孔的开孔加工等,在对基准主轴(314)和同步主轴(324)进行主轴同步控制,同步主轴(324)以向基准主轴(314)施加的指令速度进行旋转中,生成将基准主轴(314)作为轮廓控制轴的C轴控制切换指令时,在保持两个主轴为主轴同步控制中所选择的位置控制模式的状态下,切换单元将基准主轴(314)切换为轮廓控制轴。



CN 102027426 B

1. 一种数控方法,其具有将主轴作为轮廓控制轴进行位置控制的 C 轴控制用位置控制模式、以及对基准主轴和同步主轴这两个主轴进行同步控制的主轴同步控制用位置控制模式,在各位置控制模式中,分别以不同的位置控制增益对主轴进行控制,

其特征在于,

在对所述基准主轴和同步主轴进行主轴同步控制,以向基准主轴施加的指令速度进行旋转中,生成将所述基准主轴作为轮廓控制轴的 C 轴控制切换指令时,在保持两个主轴为主轴同步控制中所选择的位置控制模式的状态下,将所述基准主轴切换为轮廓控制轴,

在对所述基准主轴和同步主轴进行主轴同步控制,以向基准主轴施加的指令速度进行旋转中,生成将所述基准主轴作为轮廓控制轴的 C 轴控制切换指令时,在保持两个主轴为主轴同步控制中所选择的位置控制模式的状态下,使两个主轴减速停止,在两个主轴停止后,将两个主轴的位置控制模式同时从主轴同步用位置控制模式切换至 C 轴控制用位置控制模式。

2. 根据权利要求 1 所述的数控方法,其特征在于,

在主轴同步控制中,预先计算基准主轴和同步主轴之间的相位差,在生成将同步主轴向 C 轴控制切换的切换指令的情况下,根据所述基准主轴的 C 轴原点与位置检测器基准点之间的 C 轴原点偏移量、所述计算出的相位差以及所述同步主轴的 C 轴原点与位置检测器基准点之间的 C 轴原点偏移量,计算同步主轴的 C 轴原点位置偏移量,基于该计算出的同步主轴的 C 轴原点位置偏移量,对同步主轴的 C 轴原点位置进行校正。

3. 根据权利要求 2 所述的数控方法,其特征在于,

根据基准主轴和同步主轴的指令相位差、以及基准主轴的位置控制偏差量和同步主轴的位置控制偏差量之间的差值,计算所述基准主轴和同步主轴之间的相位差。

4. 一种数控装置,其具有将主轴作为轮廓控制轴而进行位置控制的 C 轴控制用位置控制模式、以及对基准主轴和同步主轴这 2 个主轴进行同步控制的主轴同步控制用位置控制模式,在各位置控制模式中,分别以不同的位置控制增益对主轴进行控制,

其特征在于,具有:

主轴控制部,其进行速度控制;

NC 轴控制部,其对轮廓控制轴进行位置控制;

主轴 C 轴控制切换部,其在速度控制时,切换至所述主轴控制部,在轮廓控制时,切换至所述 NC 轴控制部;以及

切换单元,在对所述基准主轴和同步主轴进行主轴同步控制,同步主轴以向基准主轴施加的指令速度进行旋转中,生成将所述基准主轴作为轮廓控制轴的 C 轴控制切换指令时,在保持两个主轴为主轴同步控制中所选择的位置控制模式的状态下,所述切换单元将所述基准主轴切换为轮廓控制轴,

所述切换单元为下述单元,即,在对所述基准主轴和同步主轴进行主轴同步控制,以向基准主轴施加的指令速度进行旋转中,生成将基准主轴作为轮廓控制轴的 C 轴控制切换指令时,在保持两个主轴为主轴同步控制中所选择的位置控制模式的状态下,使两个主轴减速停止,在两个主轴停止后,将两个主轴的位置控制模式同时从主轴同步用位置控制模式切换至 C 轴控制用位置控制模式。

5. 根据权利要求 4 所述的数控装置,其特征在于,

所述切换单元具有：

主轴位置控制模式切换部，其为主轴同步用位置控制模式和 C 轴控制用位置控制模式之间进行切换；以及

主轴同步中位置控制模式切换单元，在对所述基准主轴和同步主轴进行主轴同步控制，同步主轴以向基准主轴施加的指令速度进行旋转中，生成将基准主轴作为轮廓控制轴的 C 轴控制切换指令时，所述主轴同步中位置控制模式切换单元使所述主轴位置控制模式切换部将两个主轴保持为主轴同步控制中所选择的位置控制模式，并且在两个主轴停止后，使两个主轴的位置控制模式同时从主轴同步用位置控制模式切换至 C 轴控制用位置控制模式。

6. 根据权利要求 4 或 5 所述的数控装置，其特征在于，

该数控装置还具有：

主轴相位差计算单元，其计算同时夹持一个工件的基准主轴和同步主轴之间的相位差；

主轴相位差存储器，其存储由该主轴相位差计算单元计算出的相位差；以及

C 轴原点位置校正单元，其在生成将所述同步主轴向 C 轴控制切换的切换指令的情况下，根据基准主轴的 C 轴原点与位置检测器基准点之间的 C 轴原点偏移量、所述存储的相位差以及所述同步主轴的 C 轴原点与位置检测器基准点之间的 C 轴原点偏移量，计算所述同步主轴的 C 轴原点位置偏移量，基于该计算出的同步主轴的 C 轴原点位置偏移量，对所述同步主轴的 C 轴原点位置进行校正。

7. 根据权利要求 6 所述的数控装置，其特征在于，

所述主轴相位差计算单元，根据基准主轴和同步主轴的指令相位差、以及基准主轴的位置控制偏差量和同步主轴的位置控制偏差量之间的差值，计算基准主轴和同步主轴之间的相位差。

数控方法及其装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种可以进行主轴位置控制的数控 (Numerical Control ;以下称为 NC) 方法及其装置,特别涉及一种在将第 1 主轴和第 2 主轴相对设置的 NC 车床中的主轴间的同步控制,以用于在两个主轴之间夹持同一工件,并进行加工。

背景技术

[0002] 图 8 示出现有的 NC 装置的要部框图。NC 装置 101 具有解析处理部 111、插补控制部 112、梯形电路部 121、机械控制信号处理部 122、轴控制部 211、221、以及主轴同步控制部 151。解析处理部 111 对进行轮廓控制的轴 (以下称为 NC 轴) 的定位或切削进给等位置指令、针对主轴的速度指令、以及进行机械控制的辅助指令等加工程序进行解析处理,由接收到该解析结果的插补控制部 112,生成插补位置脉冲或者主轴的速度指令,将该生成的插补位置脉冲或者主轴的速度指令向控制对应轴的轴控制部 211、221 发送。另外,所指令的辅助指令代码经由插补控制部 112 传递至机械控制信号处理部 122,由梯形电路部 121 进行相对应的辅助指令的控制。此外,NC 装置 101 还具有对 X 轴、Z 轴等 NC 轴进行控制的控制部,但在图 8 中,为了简化而仅选出对第 1 主轴 314 进行控制的轴控制部 211、和对第 2 主轴 324 进行控制的轴控制部 221 进行表示。

[0003] 主轴位置控制部 311 根据主轴位置检测器 313 检测出的位置反馈信号,对驱动第 1 主轴 314 的主轴电动机 312 进行速度控制以及位置控制,从而对第 1 主轴 314 进行速度控制以及位置控制。主轴位置控制部 321 根据主轴位置检测器 323 检测出的位置反馈信号,对驱动第 2 主轴 324 的主轴电动机 322 进行速度控制以及位置控制,从而对第 2 主轴 324 进行速度控制以及位置控制。

[0004] 对于现有的 NC 装置 101 中的主轴,根据加工程序的 S 指令而由插补控制部 112 生成所对应的主轴的速度指令,并且根据加工程序的 M3、M4 指令,经由插补控制部 112、梯形电路部 121、机械控制信号处理部 122 输出针对主轴的正转信号或者反转信号,从而以所指令的速度进行正向旋转或者反向旋转的控制。

[0005] 另外,如果机械控制信号处理部 122 输出相应主轴的 C 轴选择信号 123 (例如,利用加工程序的 M18 指令生成),则可以将对应主轴切换为执行定位或切削进给等位置指令的 NC 轴,与驱动刀架等的 NC 轴 (X 轴、Z 轴等) 协同动作而执行轮廓控制 (C 轴控制)。在将第 1 主轴 314 作为 NC 轴进行位置控制 (以下称为 C 轴控制用位置控制模式) 的情况下,通过输出与第 1 主轴 314 相应的 C 轴选择信号 123,从而第 1 主轴 314 的主轴 C 轴控制切换部 212,将对轴的控制从根据速度指令进行控制的主轴控制部 213 切换至 NC 轴控制部 214,该 NC 轴控制部 214 根据由插补控制部 112 输出的插补位置脉冲进行位置控制。

[0006] 与此相伴,主轴位置控制部 311 从执行速度控制的主轴控制模式,切换至以 C 轴控制专用的位置环路增益进行位置控制的 C 轴控制用位置控制模式。在切换后,以使一个或多个 NC 轴的指令位置与由加工程序所指令的位置指令以及进给速度指令相关联而进行插补移动的方式,生成针对各个 NC 轴的插补位置脉冲,向与第 1 主轴 314 对应的 NC 轴输出的

插补位置脉冲,由 NC 轴控制部 214 进行加减速处理等,并向主轴位置控制部 311 输出所对应的位置指令,进行位置控制。通过该控制,可以利用旋转刀具等在工件侧面(周面)上进行开孔或铣削等 C 轴加工。

[0007] 另外,NC 轴同步控制部 113 将根据加工程序所指令的位置指令而生成的针对 NC 轴的插补位置脉冲,向其它 NC 轴同步地输出,从而对其它 NC 轴进行同步控制。例如,在将第 1 主轴 314 和第 2 主轴 324 切换至 C 轴控制用位置控制模式,分别作为 C1 轴、C2 轴进行位置控制时,如果将 C1 轴及 C2 轴定位至规定位置,基于 C1 轴对 C2 轴进行 NC 轴同步控制,则伴随着 C1 轴的移动,C2 轴也以相同的移动量同步地进行移动。在将第 1 主轴 314 和第 2 主轴 324 相对设置的 NC 工作机械中,在将 C1 轴和 C2 轴以规定的角度定位,彼此夹持工件后,通过将 NC 轴的同步极性指定为互逆,并基于 C1 轴对 C2 轴进行 NC 轴同步控制,从而与针对 C1 轴的位置指令同步地,C2 轴也向相同方向旋转,因此,可以在由第 1 主轴 314 和第 2 主轴 324 彼此夹持一个工件的状态下,一边将工件以规定的角度定位,一边进行工件侧面(周面)的加工(开口或铣削等 C 轴加工)。

[0008] 另外,在将主轴不作为 NC 轴(执行定位或切削进给等位置指令的轴)进行位置控制,而是选择为根据速度指令进行旋转而进行速度控制的主轴控制模式时,如果通过加工程序等生成主轴同步控制指令,则将指定为作为同步控制的基准的主动主轴(以下称为基准主轴)、和与基准主轴同步地进行动作的从动主轴(以下称为同步主轴)的主轴,切换至以主轴同步控制专用的位置环路增益进行位置控制的主轴同步控制用位置控制模式,按照对所施加的速度指令进行积分而生成的主轴同步位置指令,对基准主轴进行位置控制。

[0009] 另外,同步主轴通过主轴同步控制部 151 而接收到基准主轴的主轴同步位置指令,与基准主轴的旋转同步地进行位置控制,以同步后的速度进行旋转。由此,在将第 1 主轴 314 和第 2 主轴 324 相对设置的 NC 工作机械中,可以在从两侧夹持的状态下,对 1 个工件进行车削加工。

[0010] 另外,如果在主轴同步控制指令中有相位配合指令,则在同步主轴侧执行相位配合,以使得主轴间的相位差成为规定角度,因此,在将第 1 主轴 314 和第 2 主轴 324 相对设置的 NC 工作机械中,可以使各主轴一边进行旋转,一边将工件从第 1 主轴 314 向第 2 主轴 324 传递。

[0011] 在上述现有的 NC 装置 101 中,由于针对主轴选择施加速度指令的主轴控制模式、或者作为轮廓控制轴(以下称为 NC 轴)进行位置控制的 C 轴控制用位置控制模式中的其中一种,所以在将第 1 主轴 314 和第 2 主轴 324 相对设置的 NC 工作机械中,在利用两个主轴夹持 1 个工件而进行加工时,在基于所指令的速度使第 1 主轴 314 和第 2 主轴 324 同步地旋转,进行车削加工的情况下,需要预先选择主轴控制模式,然后通过施加主轴同步控制指令,将第 1 主轴 314 以及第 2 主轴 324 切换至主轴同步控制,另外,在将第 1 主轴 314 和第 2 主轴 324 同步地定位至所指定的角度上,利用旋转刀具对工件侧面(周面)进行开口或铣削等 C 轴加工的情况下,需要预先将第 1 主轴 314 和第 2 主轴 324 分别选择为 C 轴控制用位置模式,在将相互角度定位后的状态下夹持工件,然后通过施加 NC 轴同步控制指令,从而切换至 NC 轴同步控制。

[0012] 另外,为了在根据速度指令进行同步控制的主轴同步控制、和根据位置指令进行同步控制的 NC 轴同步控制之间进行切换,需要预先将相关的主轴分别切换至主轴控制模

式或 C 轴控制用位置控制模式,所以在从主轴同步控制切换至 C 轴同步控制的情况下、或者从 C 轴同步控制切换至主轴同步控制的情况下,必须暂时取消主轴同步控制,或者暂时取消 NC 轴同步控制。

[0013] 另外,在由相对的 2 个主轴从两侧夹持 1 个工件而进行同步控制的情况下,如果两个主轴的位置控制增益不一致,则产生下述问题,即,与速度对应地,各主轴的理论位置偏差量产生差异,在各主轴中由于相互的位置控制的校正动作而产生扭矩,使工件扭转,由此,对于主轴同步控制中的基准主轴以及同步主轴,无法切换至其他位置控制(例如,仅对基准主轴进行位置控制,使其切换至以与主轴控制模式的位置控制增益不同的位置控制增益进行控制的 C 轴控制用位置控制模式)。由此,为了在根据速度指令进行同步控制的主轴同步控制、和根据位置指令进行同步控制的 NC 轴同步控制之间进行切换,需要暂时取消同步控制,从而无法保持 2 个主轴之间的同步,进而无法在利用夹具夹持工件两端的状态下,连续进行车削加工、和利用旋转刀具进行的加工(开孔或铣削等 C 轴加工)。

[0014] 另外,为了在相对的两个主轴之间将 1 个工件从第 1 主轴 314 向第 2 主轴 324 传递,使利用第 1 主轴 314 加工而成的工件加工面在传递至第 2 主轴 324 后,进行二次加工,从而在夹持工件时,需要预先将第 1 主轴 314 的原点位置和第 2 主轴 324 的原点位置对齐并进行定位、或者进行相位配合后,传递工件,需要用于使主轴间相位配合的动作时间。

[0015] 作为解决上述问题点的一部分的方法,提出了下述方法,即,在对主轴进行 C 轴控制,执行 C 轴原点复位时,使一侧的主轴成为自由旋转的状态,以进行连动旋转,将主轴的旋转角度位置数据重置,使 C 轴进行原点复位(例如,参照专利文献 1、专利文献 2)。

[0016] 另外,提出了下述方法,即,为了在两个主轴之间重新夹持异型材料工件而计算相位差,实时确定进行主轴同步控制的相位配合的角度,以使得两个主轴位于与异型材料的形状对应的夹持位置上,从而缩短每个加工循环中用于主轴同步控制的相位配合的操作时间(例如,参照专利文献 3)。

[0017] 专利文献 1:日本特开平 3-239402 号公报

[0018] 专利文献 2:日本特开平 3-239403 号公报

[0019] 专利文献 3:日本特开平 10-232705 号公报

发明内容

[0020] 但是,对于所述专利文献 1、2 所公开的方法,虽然可以在利用两个主轴保持 1 个工件的状态下,对该工件进行伴随着 C 轴控制的加工,但需要暂时取消位置控制,从而用于对多个主轴进行同步控制的时序变得复杂,在对各 C 轴进行控制的系统之间大多进行等待,必须与定时相应地进行加工,有时使循环时间变长。

[0021] 另外,在所述专利文献 3 中公开的方法中,如果在重新夹持工件后,第 2 主轴切换至 C 轴控制,则因为第 2 主轴的位置检测器以 Z 相为基准确立了原点,所以第 1 主轴的 C 轴原点处的工件位置、和第 2 主轴的 C 轴原点处的工件位置不同,因此,无法对利用第 1 主轴加工后的位置利用第 2 主轴进行二次加工。

[0022] 本发明就是为了解决上述问题点而提出的,其目的在于得到一种 NC 控制方法及其装置,对于将两个主轴相对设置的 NC 工作机械,在由两个主轴从两侧夹持一个工件的状态下,可以连续进行车削加工、开孔加工或者铣削加工等,车削加工是根据速度指令进行

的,开孔加工是将工件以规定角度进行定位后,利用旋转刀具进行开孔,铣削加工是对 NC 轴和 C 轴进行插补而加工沿轴向及周向延伸的槽等,其中,NC 轴和 C 轴是与所施加的速度指令相关联地使安装有旋转刀具的转塔或刀架移动的轴。

[0023] 另外,本发明的目的在于得到一种 NC 控制方法及其装置,针对将两个主轴相对设置的 NC 工作机械,在使工件从一侧主轴至另一侧主轴重新夹持时,不进行主轴间的相位配合动作,顺滑地传递工件,并且可以可靠地自动确定另一侧主轴的 C 轴控制中的原点位置,利用另一侧主轴对利用一侧主轴加工后的位置进行二次加工。

[0024] 本发明的数控方法具有将主轴作为轮廓控制轴进行位置控制的 C 轴控制用位置控制模式、以及对基准主轴和同步主轴这两个主轴进行同步控制的主轴同步控制用位置控制模式,在各位置控制模式中,分别以不同的位置控制增益对主轴进行控制,在该数控方法中,在对所述基准主轴和同步主轴进行主轴同步控制,以向基准主轴施加的指令速度进行旋转中,生成将所述基准主轴作为轮廓控制轴的 C 轴控制切换指令时,在保持两个主轴为主轴同步控制中所选择的位置控制模式的状态下,将所述基准主轴切换为轮廓控制轴。

[0025] 另外,本发明的数控方法的特征在于,在对所述基准主轴和同步主轴进行主轴同步控制,以向基准主轴施加的指令速度进行旋转中,生成将所述基准主轴作为轮廓控制轴的 C 轴控制切换指令时,在保持两个主轴为主轴同步控制中所选择的位置控制模式的状态下,使两个主轴减速停止,在两个主轴停止后,将两个主轴的位置控制模式同时从主轴同步控制用位置控制模式切换至 C 轴控制用位置控制模式。

[0026] 另外,本发明的数控方法的特征在于,在主轴同步控制中,预先计算基准主轴和同步主轴之间的相位差,在生成使同步主轴向 C 轴控制切换的切换指令的情况下,根据基准主轴的 C 轴原点与位置检测器基准点之间的 C 轴原点偏移量、所述计算出的相位差以及同步主轴的 C 轴原点与位置检测器基准点之间的 C 轴原点偏移量,计算同步主轴的 C 轴原点位置偏移量,基于该计算出的同步主轴的 C 轴原点位置偏移量,对同步主轴的 C 轴原点位置进行校正。

[0027] 另外,本发明的数控方法的特征在于,根据基准主轴和同步主轴的指令相位差、以及基准主轴的位置控制偏差量和同步主轴的位置控制偏差量之间的差值,计算所述基准主轴和同步主轴之间的相位差。

[0028] 另外,本发明的数控装置具有将主轴作为轮廓控制轴而进行位置控制的 C 轴控制用位置控制模式、以及对基准主轴和同步主轴这 2 个主轴进行同步控制的主轴同步控制用位置控制模式,在各位置控制模式中,分别以不同的位置控制增益对主轴进行控制,在该数控装置中,具有:主轴控制部,其进行速度控制;NC 轴控制部,其对轮廓控制轴进行位置控制;主轴 C 轴控制切换部,其在速度控制时,切换至所述主轴控制部,在轮廓控制时,切换至所述 NC 轴控制部;以及切换单元,在对所述基准主轴和同步主轴进行主轴同步控制,同步主轴以向基准主轴施加的指令速度进行旋转中,生成将所述基准主轴作为轮廓控制轴的 C 轴控制切换指令时,在保持两个主轴为主轴同步控制中所选择的位置控制模式的状态下,所述切换单元将所述基准主轴切换为轮廓控制轴。

[0029] 另外,本发明的数控装置的特征在于,所述切换单元为下述单元,即,在对所述基准主轴和同步主轴进行主轴同步控制,以向基准主轴施加的指令速度进行旋转中,生成将基准主轴作为轮廓控制轴的 C 轴控制切换指令时,在保持两个主轴为主轴同步控制中所选

择的位置控制模式的状态下,使两个主轴减速停止,在两个主轴停止后,将两个主轴的位置控制模式同时从主轴同步控制用位置控制模式切换至 C 轴控制用位置控制模式。

[0030] 另外,本发明的数控装置的特征在于,所述切换单元具有:主轴位置控制模式切换部,其在主轴同步控制用位置控制模式和 C 轴控制用位置控制模式之间进行切换;以及主轴同步中位置控制模式切换单元,在对所述基准主轴和同步主轴进行主轴同步控制,同步主轴以向基准主轴施加的指令速度进行旋转中,生成将基准主轴作为轮廓控制轴的 C 轴控制切换指令时,所述主轴同步中位置控制模式切换单元使所述主轴位置控制模式切换部将两个主轴保持为主轴同步控制中所选择的位置控制模式,并且在两个主轴停止后,使两个主轴的位置控制模式同时从主轴同步控制用位置控制模式切换至 C 轴控制用位置控制模式。

[0031] 另外,本发明的数控装置还具有:主轴相位差计算单元,其计算同时夹持一个工件的基准主轴和同步主轴之间的相位差;主轴相位差存储器,其存储由该主轴相位差计算单元计算出的相位差;以及 C 轴原点位置校正单元,其在生成将所述同步主轴向 C 轴控制切换的切换指令的情况下,根据所述基准主轴的 C 轴原点与位置检测器基准点之间的 C 轴原点偏移量、所述存储的相位差以及所述同步主轴的 C 轴原点与位置检测器基准点之间的 C 轴原点偏移量,计算所述同步主轴的 C 轴原点位置偏移量,基于该计算出的同步主轴的 C 轴原点位置偏移量,对所述同步主轴的 C 轴原点位置进行校正。

[0032] 另外,本发明的数控装置的特征在于,所述主轴相位差计算单元,根据基准主轴和同步主轴的指令相位差、以及基准主轴的位置控制偏差量和同步主轴的位置控制偏差量之间的差值,计算基准主轴和同步主轴之间的相位差。

[0033] 发明的效果

[0034] 根据本发明,由于在基准主轴和同步主轴处于主轴同步控制中时,将两主轴的位置控制模式在相同模式的状态下切换为 C 轴控制,所以在将两个主轴相对设置的 NC 工作机械中,可以将 1 个工件在由两个主轴一起夹持的状态下,连续进行车削加工、开孔加工或者铣削加工等,其中,车削加工是根据速度指令进行的,开孔加工是将工件以规定角度进行定位后利用旋转刀具进行开孔,铣削加工是对与所施加的速度指令相关联地使安装有旋转刀具的转塔或刀架移动的其他 NC 轴和 C 轴进行插补而进行加工的,因此,具有可以减少用于切换加工工序的操作的等待时间的效果。

[0035] 另外,根据本发明,由于在由两个主轴夹持 1 个工件时,对两者之间的相位差进行计算,在将工件从一侧主轴传递至另一侧主轴后,根据两个主轴的相位差,针对一侧主轴的 C 轴原点位置,对另一侧主轴的 C 轴原点位置进行校正,所以可以无需进行两个主轴的相位配合而传递工件,因此,具有可以缩短在由两个主轴夹持工件时的非切削时间的效果。

附图说明

[0036] 图 1 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的 NC 装置的一个结构例的框图。

[0037] 图 2 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的主轴的动作例的图。

[0038] 图 3 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的主轴的动作例中的程序例的图。

[0039] 图 4 是表示本发明的实施方式 2 所涉及的 NC 装置的一个结构例的框图。

[0040] 图 5 是表示本发明的实施方式 2 所涉及的主轴在选择 C 轴控制时的动作的流程

图。

[0041] 图 6 是表示本发明的实施方式 2 所涉及的从第 1 主轴向第 2 主轴传递工件的运动的流程图。

[0042] 图 7 是本发明的实施方式 2 所涉及的主轴相位差计算的流程图。

[0043] 图 8 是表示现有的 NC 装置的结构框图。

[0044] 标号的说明

[0045] 101NC 装置

[0046] 111 解析处理部

[0047] 112 插补控制部

[0048] 113NC 轴同步控制部

[0049] 121 梯形电路部

[0050] 122 机械控制信号处理部

[0051] 123C 轴选择信号

[0052] 124 主轴同步中 C 轴用位置控制模式选择信号

[0053] 125 夹具闭合判定单元

[0054] 151 主轴同步控制部

[0055] 152 主轴同步中位置控制模式切换单元

[0056] 153 主轴相位差计算单元

[0057] 160C 轴相位差存储器

[0058] 161C 轴原点坐标校正单元

[0059] 211、221 轴控制部

[0060] 212、222 主轴 C 轴控制切换部

[0061] 213、223 主轴控制部

[0062] 214、224NC 轴控制部

[0063] 215、225 主轴位置控制模式切换部

[0064] 311、321 主轴位置控制部

[0065] 312、322 主轴电动机

[0066] 313、223 主轴位置检测器

具体实施方式

[0067] 实施方式 1.

[0068] 下面,使用图 1~图 3,对本发明的实施方式 1 进行说明。

[0069] 图 1 是表示本发明的实施方式 1 所涉及的 NC 装置 101 的一个结构例的框图,111 表示解析处理部、112 表示插补处理部、113 表示 NC 轴同步控制部、121 表示梯形电路部、122 表示机械控制信号处理部、123 表示 C 轴选择信号、124 表示主轴同步中 C 轴用位置控制模式选择信号、211 表示第 1 主轴 314 的轴控制部、212 表示第 1 主轴 314 的主轴 C 轴控制切换部、213 表示第 1 主轴 314 的主轴控制部、214 表示第 1 主轴 314 的 NC 轴控制部、215 表示第 1 主轴 314 的主轴位置控制模式切换部、221 表示第 2 主轴 324 的轴控制部、222 表示第 2 主轴 324 的主轴 C 轴控制切换部、223 表示第 2 主轴 324 的主轴控制部、224 表示第 2 主轴

324 的 NC 轴控制部、225 表示第 2 主轴 324 的主轴位置控制模式切换部、151 表示主轴同步控制部、152 表示主轴同步中位置控制模式切换单元、311 表示第 1 主轴 314 的主轴位置控制部、312 表示第 1 主轴 314 的主轴电动机、313 表示第 1 主轴 314 的位置检测器、314 表示第 1 主轴、321 表示第 2 主轴 324 的主轴位置控制部、322 表示第 2 主轴 324 的主轴电动机、323 表示第 2 主轴 324 的位置检测器、324 表示第 2 主轴。此外,该 NC 装置 101 的硬件构成与通常的 NC 装置的硬件构成相同,另外,NC 装置 101 的所述结构要素基本上由软件构成。

[0070] 解析处理部 111 对 NC 轴的定位或切削进给等位置指令、针对主轴的速度指令、以及进行机械控制的辅助指令等加工程序进行解析处理,由接收该解析结果的插补控制部 112 生成插补位置脉冲或者主轴的速度指令,将该生成的插补位置脉冲或者主轴的速度指令向控制对应轴的轴控制部 211、221 发送。另外,所指令的辅助指令代码经由插补控制部 112 传递至机械控制信号处理部 122,由梯形电路部 121 进行对应的辅助指令的控制。此外,NC 装置 101 还具有对 X 轴、Z 轴等 NC 轴进行控制的控制部,但在图 1 中,为了简化而仅选出对第 1 主轴 314 进行控制的轴控制部 211、和对第 2 主轴 324 进行控制的轴控制部 221 进行表示。主轴位置控制部 311 根据主轴位置检测器 313 检测出的位置反馈信号,对驱动第 1 主轴 314 的主轴电动机 312 进行速度控制以及位置控制,从而对第 1 主轴 314 进行速度控制以及位置控制。主轴位置控制部 321 根据主轴位置检测器 323 检测出的位置反馈信号,对驱动第 2 主轴 324 的主轴电动机 322 进行速度控制以及位置控制,从而对第 2 主轴 324 进行速度控制以及位置控制。

[0071] 对于 NC 装置 101 的主轴,通过根据加工程序的 S 指令而由插补控制部 112 生成所对应的主轴的速度指令,并且根据加工程序的 M3、M4 指令,经由插补控制部 112、梯形电路部 121、机械控制信号处理部 122 输出针对主轴的正转信号或者反转信号,从而以所指令的速度进行正向旋转或者反向旋转的控制。

[0072] 另外,如果机械控制信号处理部 122 输出相应的主轴的 C 轴选择信号 123(例如,利用加工程序的 M18 指令生成),则可以将对应的主轴切换为执行定位或切削进给等位置指令的 NC 轴,与驱动刀架等的 NC 轴(X 轴、Z 轴等)协同动作而执行轮廓控制(C 轴控制)。例如,在将第 1 主轴 314 从根据速度指令使主轴旋转而进行速度控制的主轴控制模式切换至作为 NC 轴而进行位置控制的 C 轴控制用位置控制模式的情况下,通过输出与第 1 主轴 314 相应的 C 轴选择信号 123,从而第 1 主轴 314 的主轴 C 轴控制切换部 212,将对轴的控制从根据速度指令进行控制的主轴控制部 213 切换至 NC 轴控制部 214,该 NC 轴控制部 214 根据由插补控制部 112 输出的插补位置脉冲进行位置控制。

[0073] 与此相伴,主轴位置控制模式切换部 215 将主轴位置控制部 311 的控制模式从执行速度控制的主轴控制模式,切换至以 C 轴控制专用的位置环路增益进行位置控制的 C 轴控制用位置控制模式。在切换后,以使一个或多个 NC 轴的指令位置与由加工程序所指令的位置指令以及进给速度指令相关联而进行插补移动的方式,生成针对各个 NC 轴的插补位置脉冲,向与第 1 主轴 314 对应的 NC 轴输出的插补位置脉冲,由 NC 轴控制部 214 进行加减速处理等,并向主轴位置控制部 311 输出所对应的位置指令,进行位置控制。通过该控制,可以利用旋转刀具等在工件侧面(周面)上进行开孔或铣削等 C 轴加工。

[0074] 在将主轴不作为 NC 轴进行位置控制,而是选择为根据速度指令进行旋转而进行速度控制的主轴控制模式时,如果通过加工程序等生成主轴同步控制指令,则将指定为基

准主轴和同步主轴的主轴,切换至以主轴同步控制专用的位置环路增益进行位置控制的主轴同步控制用位置控制模式,按照对所施加的速度指令进行积分而生成的主轴同步位置指令,对基准主轴进行位置控制。例如,在将第 1 主轴 314 作为基准主轴、将第 2 主轴 324 作为同步主轴而进行主轴同步控制的情况下,第 1 主轴 314 的轴控制部 211 通过主轴位置控制模式切换部 215,将主轴位置控制部 311 的位置控制模式切换至以主轴同步控制专用的位置环路增益进行位置控制的主轴同步控制用位置控制模式。另外,第 2 主轴 324 的轴控制部 221 通过主轴位置控制模式切换部 225,将主轴位置控制部 321 的位置控制模式切换至以主轴同步控制专用的位置环路增益进行位置控制的主轴同步控制用位置控制模式。第 2 主轴 324 的轴控制部 221 通过主轴同步控制部 151 传递来基准主轴的主轴同步位置指令,与基准主轴的旋转同步地执行位置控制,以同步后的速度进行旋转,从而处于主轴同步控制中。

[0075] 下面,说明向机械控制信号处理部 122 输出了与主轴同步控制中的主轴相对应的 C 轴选择信号 123 的情况下的动作例。例如,在第 1 主轴 314 为主轴同步控制中的基准主轴、第 2 主轴 324 为主轴同步控制中的同步主轴的情况下,通过输出与主轴同步中的基准主轴即第 1 主轴 314 相应的 C 轴选择信号 123,从而第 1 主轴 314 的主轴 C 轴控制切换部 212,将轴的控制从根据速度指令进行控制的主轴控制部 213 切换至 NC 轴控制部 214,该 NC 轴控制部 214 根据由插补控制部 112 输出的插补位置脉冲进行位置控制。此时,由于第 1 主轴 314 为主轴同步控制中的基准主轴,所以基于来自主轴同步中位置控制模式切换单元 152 的信息,主轴位置控制模式切换部 215 不切换当前所选择的、以主轴同步控制专用的位置环路增益进行位置控制的主轴同步控制用位置控制模式,而是保持主轴位置控制部 311 的位置控制模式状态。然后,在该模式状态下,进行 C 轴原点复位,然后,将第 1 主轴 314 以规定角度进行定位。在此期间,第 2 主轴 324 与第 1 主轴 314 的位置指令同步地进行动作。

[0076] 在第 1 主轴 314 以及第 2 主轴 324 进行同步后停止时,在没有通过主轴同步中 C 轴用位置控制模式选择信号 124 指定为选择主轴同步控制中的基准主轴即第 1 主轴 314 向 C 轴用位置控制模式切换的情况下,第 1 主轴 314 的主轴位置控制部 311 以及与第 1 主轴 314 同步的第 2 主轴 324 的主轴位置控制部 321,维持以主轴同步控制专用位置环路增益进行位置控制的主轴同步控制用位置控制模式。

[0077] 另外,在第 1 主轴 314 以及第 2 主轴 324 进行同步后停止时,在通过主轴同步中 C 轴用位置控制模式选择信号 124 指定为选择主轴同步控制中的基准主轴即第 1 主轴 314 向 C 轴控制用位置控制模式切换的情况下,基于收到该选择的主轴同步中位置控制模式切换单元 152 的信息,主轴位置控制模式切换部 215 将第 1 主轴 314 的主轴位置控制部 311 的位置控制模式切换至以 C 轴控制专用的由位置环路增益进行位置控制的 C 轴控制用位置控制模式,并且主轴位置控制模式切换部 225 将主轴同步控制的关联轴(在本实施例的情况下,为作为同步主轴的第 2 主轴 324)的位置控制模式切换至以 C 轴控制专用的位置环路增益进行位置控制的 C 轴控制用位置控制模式。

[0078] 并且,以使一个或多个 NC 轴的指令位置与由加工程序所指令的位置指令以及进给速度指令相关联而进行插补移动的方式,生成针对各个 NC 轴的插补位置脉冲,向与第 1 主轴 314 对应的 NC 轴输出的插补位置脉冲,由 NC 轴控制部 214 进行加减速处理等,并向主轴位置控制部 311 输出所对应的位置指令,进行位置控制。主轴同步控制中的同步主轴即

第 2 主轴 324 也同步地进行动作。

[0079] 此时,由于与主轴同步控制相关联的主轴的位置控制模式,与由主轴同步中 C 轴用位置控制模式选择信号 124 所指定的模式相对应而一致,所以在通过主轴同步控制而由第 1 主轴 314 和第 2 主轴 324 夹持工件的状态下,通过主轴同步控制而执行同步位置控制中,可以与 C 轴控制相同地对基准主轴进行控制,以使一个或多个 NC 轴的指令位置与由加工程序所指令的位置指令以及进给速度指令相关联而进行插补移动。

[0080] 下面,针对在向机械控制信号处理部 122 输出 C 轴选择信号 123,将对应的主轴切换至 C 轴控制用位置控制模式,切换为执行定位或切削进给等位置指令的 NC 轴,与驱动刀架等的 NC 轴一起进行轮廓控制时,对该主轴进行主轴同步控制指令的情况,说明动作例。

[0081] 在将第 1 主轴 314 切换至 C 轴控制用位置控制模式的情况下,通过输出与第 1 主轴 314 相对应的 C 轴选择信号 123,第 1 主轴 314 的主轴 C 轴控制切换部 212 将轴的控制从根据速度指令进行控制的主轴控制部 213,切换至根据从插补控制部 112 输出的插补位置脉冲而进行位置控制的 NC 轴控制部 214。与此相伴,主轴位置控制模式切换部 215 将主轴位置控制部 311 的位置控制模式从进行速度控制的主轴控制模式,切换至以 C 轴控制专用的位置环路增益进行位置控制的 C 轴控制用位置控制模式。在切换后,以使一个或多个 NC 轴的指令位置与由加工程序所指令的位置指令以及进给速度指令相关联而进行插补移动的方式,生成针对各 NC 轴的插补位置脉冲,向与第 1 主轴 314 对应的 NC 轴输出的插补位置脉冲,由 NC 轴控制部 214 进行加减速处理等,并向主轴位置控制部 311 输出所对应的位置指令,进行位置控制。

[0082] 在第 1 主轴 314 已经切换为 C 轴控制用位置控制模式的状态下,在通过加工程序等生成主轴同步控制指令,将第 1 主轴 314 指定为基准主轴,将第 2 主轴 324 指定为同步主轴时,在没有通过主轴同步中 C 轴用位置控制模式选择信号 124 指定为选择主轴同步控制中的基准主轴即第 1 主轴 314 向 C 轴控制用位置控制模式切换的情况下(换言之,在指定为选择向主轴同步控制用位置控制模式切换的情况下),基于收到该选择信息的主轴同步中位置控制模式切换单元 152 的信息,第 1 主轴 314 的主轴位置控制模式切换部 215 将第 1 主轴 314 的主轴位置控制部 311 的位置控制模式,切换至以主轴同步控制专用的位置环路增益进行位置控制的主轴同步控制用位置控制模式。另外,相对于第 1 主轴 314 成为同步主轴的第 2 主轴 324 的轴控制部 221,通过主轴位置控制模式切换部 225,将主轴位置控制部 321 的位置控制模式切换至以主轴同步控制专用的位置环路增益进行位置控制的主轴同步控制用位置控制模式。

[0083] 第 2 主轴 324 的轴控制部 221 通过主轴同步控制部 151 传递来基准主轴的主轴同步位置指令,与基准主轴的旋转同步地进行位置控制,以同步后的速度进行旋转,从而处于主轴同步控制中。此时,以使一个或多个 NC 轴的指令位置与由加工程序所指令的位置指令以及进给速度指令相关联而进行插补移动的方式,生成针对各个 NC 轴的插补位置脉冲,向与第 1 主轴 314 对应的 NC 轴输出的插补位置脉冲,由 NC 轴控制部 214 进行加减速处理等,并向主轴位置控制部 311 输出所对应的位置指令,进行位置控制。主轴同步控制中的同步主轴即第 2 主轴 324 也同步地进行动作。

[0084] 另外,在第 1 主轴 314 已经切换为 C 轴控制用位置控制模式的状态下,在通过加工程序等生成主轴同步控制指令,将第 1 主轴 314 指定为基准主轴,以及将第 2 主轴 324 指定

为同步主轴时,在通过主轴同步中 C 轴用位置控制模式选择信号 124 指定为选择主轴同步控制中的基准主轴即第 1 主轴 314 向 C 轴控制用位置控制模式切换的情况下(换言之,在不指定向主轴同步控制用位置控制模式切换的情况下),通过主轴同步中位置控制模式切换单元 152,使第 1 主轴 314 的主轴位置控制模式切换部 215 将第 1 主轴 314 的主轴位置控制部 311 的位置控制模式保持为以 C 轴控制专用的位置环路增益进行位置控制的 C 轴控制用位置控制模式。

[0085] 另外,由于主轴同步控制中的基准主轴即第 1 主轴 314 通过主轴同步中 C 轴用位置控制模式选择信号 124 而被指定为选择向 C 轴控制用位置控制模式切换,所以相对于第 1 主轴 314 成为同步主轴的第 2 主轴 324 的轴控制部 221,通过主轴位置控制模式切换部 225,将主轴位置控制部 321 的位置控制模式切换至以 C 轴控制专用的位置环路增益进行位置控制的 C 轴控制用位置控制模式。

[0086] 第 2 主轴 324 的轴控制部 221 通过主轴同步控制部 151 传递来基准主轴的主轴同步位置指令,与基准主轴的 C 轴移动指令同步地进行位置控制。以使一个或多个 NC 轴的指令位置与由加工程序所指令的位置指令以及进给速度指令相关联而进行插补移动的方式,生成针对各个 NC 轴的插补位置脉冲,向与第 1 主轴 314 对应的 NC 轴输出的插补位置脉冲,由 NC 轴控制部 214 进行加减速处理等,并向主轴位置控制部 311 输出所对应的位置指令,进行位置控制。主轴同步控制中的同步主轴即第 2 主轴 324 也同步地进行动作。

[0087] 在该主轴同步控制中的状态下,使基准主轴即第 1 主轴 314 的 C 轴选择信号 123 无效的情况下,基准主轴即第 1 主轴 314 的主轴 C 轴控制切换部 212 将轴的控制从 NC 轴控制部 214 切换至根据速度指令进行控制的主轴控制部 213,其中,NC 轴控制部 214 根据由插补控制部 112 所输出的插补位置脉冲而进行位置控制。此时,通过主轴同步中位置控制模式切换单元 152,使得第 1 主轴 314 的主轴位置控制模式切换部 215 将主轴位置控制部 311 的位置控制模式切换至以主轴同步控制专用的位置环路增益进行位置控制的主轴同步控制用位置控制模式,同时,与第 1 主轴 314 同步的第 2 主轴 324 的主轴位置控制模式切换部 225,将主轴位置控制部 321 的位置控制模式切换至以主轴同步控制专用的位置环路增益进行位置控制的主轴同步控制用位置控制模式。根据针对基准主轴即第 1 主轴 314 的速度指令,使第 1 主轴 314 旋转,相对于第 1 主轴 314 为同步主轴的第 2 主轴 324,与第 1 主轴 314 的位置同步地进行旋转。被指定为基准主轴以及同步主轴的主轴,同时切换至以主轴同步控制专用的位置环路增益进行位置控制的主轴同步控制用位置控制模式,处于主轴同步控制中。

[0088] 下面,参照图 2、图 3,对利用图 1 的结构形成的 NC 装置 101 的具体动作进行说明。图 2 示出在执行图 3 的程序时的第 1 主轴 314 以及第 2 主轴 324 的动作。通过 N10 程序段的指令,第 1 主轴 314 以 4000min^{-1} 进行旋转,通过 N20 程序段的指令,将第 1 主轴 314 作为基准主轴,将第 2 主轴 324 作为同步主轴,进行主轴同步控制。此时,第 1 主轴 314 切换至主轴同步用位置控制,第 2 主轴 324 以第 1 主轴 314 的指令速度进行旋转,切换至主轴同步用位置控制,在速度一致后,处于主轴同步控制中。在主轴同步完成后,通过 N30 程序段的指令,使第 2 主轴 324 前进,使第 2 主轴 324 一边旋转一边夹紧工件。然后,在由第 1 主轴 314 和第 2 主轴 324 从两侧利用夹具夹持 1 个工件的同时,对工件进行车削加工。但是,在这里,为了简化说明,省略了用于进行车削加工的程序。在该车削加工结束后,通过 40 程序

段的指令,将基准主轴即第 1 主轴 314 选择为 C 轴控制,使第 1 主轴 314 向 C 轴原点位置进行原点复位。此时,第 2 主轴 324 与用于使第 1 主轴 314 进行原点复位动作的位置指令同步地,追随第 1 主轴 314 进行动作。

[0089] 然后,在 N50 程序段的指令中,没有利用主轴同步中 C 轴用位置控制模式选择信号 124 选择 C 轴控制模式的情况下,在继续使第 1 主轴 314 以及第 2 主轴 324 都保持为主轴同步用位置控制的状态下,使第 1 主轴 314 根据 C 轴插补指令进行移动(在该程序的情况下,向从 C 轴原点位置旋转 90° 后的位置移动),第 2 主轴 324 也与第 1 主轴 314 的 C 轴插补移动同步地进行移动。然后,通过 N51 程序段的指令,在利用主轴同步中 C 轴用位置控制模式选择信号 124 选择了 C 轴控制模式的情况下,在第 1 主轴 314 以及第 2 主轴 324 都停止的状态下,同时切换至 C 轴用位置控制,与根据针对第 1 主轴 314 的 C 轴插补指令而进行的移动同步地,第 2 主轴 324 进行移动。在该第 1 主轴 314 以及第 2 主轴 324 移动时,虽然在程序中省略,但在工件的侧面上进行开孔加工、铣削加工等 C 轴加工。如果通过 N60 程序段的指令解除第 1 主轴 314 的 C 轴选择,则在第 1 主轴 314 以及第 2 主轴 324 都停止的状态下,同时切换至主轴同步用位置控制,第 1 主轴 314 重新根据速度指令进行旋转,第 2 主轴 324 以与第 1 主轴 314 同步的速度进行主轴同步旋转。

[0090] 如上所述,在第 1 主轴 314 和第 2 主轴 324 维持主轴同步控制,从两侧同时夹持 1 个工件的状态下,与根据速度指令进行的旋转同步地、或者根据针对基准主轴的 C 轴的插补位置指令进行的插补移动同步地,同步主轴进行动作。

[0091] 根据本实施方式 1,在生成针对主轴同步控制中的基准主轴的 C 轴控制指令时,可以使基准主轴、同步主轴均在维持主轴同步用位置控制增益的状态下,切换至 C 轴插补指令动作,在第 1 主轴 314 和第 2 主轴 324 进行同步旋转并从两侧夹持 1 个工件的状态下,可以顺畅地从根据速度指令进行的主轴控制向根据 C 轴指令进行的位置控制进行切换。

[0092] 实施方式 2。

[0093] 下面,使用图 4 ~ 图 7,说明本发明的实施方式 2。

[0094] 图 4 表示本发明的实施方式 2 所涉及的 NC 装置 101 的一个结构例,在实施方式 1 所说明的 NC 装置 101 中,追加了夹具闭合判定单元 125、主轴相位差计算单元 153、C 轴相位差存储器 160、以及 C 轴原点坐标校正单元 161。

[0095] 此外,夹具闭合判定单元 125 通过对从梯形电路部 121 输出的夹具开闭信号进行检测,从而对夹具的闭合进行判定。

[0096] 下面,参照图 5、图 6、图 7,对如上所述构成的 NC 装置 101 的动作进行说明。此外,在这里,主要对追加的夹具闭合判定单元 125、主轴相位差计算单元 153、C 轴相位差存储器 160 以及 C 轴原点坐标校正单元 161 的动作进行说明,对于除此以外的结构要素的动作,由于与实施方式 1 所说明的动作相同,所以省略说明。

[0097] 图 5 是在实施方式 2 的结构的 NC 装置 101 中将主轴选择为 C 轴控制时的流程图。

[0098] 在输出了将主轴切换至 C 轴控制的 C 轴选择信号 123 时,在步骤 S101 中,主轴 C 轴控制切换部 212、222 对该主轴是否为主轴同步控制中的同步主轴进行判定。在为主轴同步控制中的同步主轴的情况下,由于主轴同步控制优先,所以在步骤 S109 中进行警报处理。然后,在步骤 S102 中,对该主轴是否为主轴同步控制中的基准主轴进行判定。在也不是主轴同步控制中的基准主轴的情况下,由于可以判断为不是主轴同步控制中的主轴,所

以在步骤 S103 中,进行 C 轴原点复位。在步骤 S104 中,主轴位置控制模式切换部 215、225 将主轴的位置控制模式切换至以 C 轴控制专用的位置环路增益进行位置控制的 C 轴控制用位置控制模式。与此相伴,在步骤 S105 中,从主轴控制模式切换至 C 轴控制用位置控制模式。

[0099] 然后,在步骤 S106 中,C 轴原点坐标校正单元 161 对机械控制信号处理部 122 的 C 轴原点位置校正请求信号 127 进行检测,判定是否存在 C 轴原点位置校正请求,在没有 C 轴原点位置校正请求的情况下,在步骤 S107 中,将 C 轴坐标值设置为原点坐标值,在存在 C 轴原点位置校正请求的情况下,在步骤 S108 中,设置为从原点坐标值偏移了预先存储在 C 轴相位差存储器 160 中的相位差后而得到的坐标值。另外,在步骤 S102 中判定为主轴同步控制中的基准主轴的情况下,在步骤 S110 中,主轴 C 轴控制切换部 212、222 将主轴的位置指令切换至 NC 轴控制部 214、224,定位至 C 轴原点。此时,在步骤 S111 中,通过主轴位置控制模式切换部 215、225,将主轴的位置控制模式维持为以主轴同步控制用的位置环路增益进行位置控制的主轴同步控制用位置控制模式。在步骤 S112 中,将 C 轴坐标值设置为原点位置。

[0100] 图 6 是表示在实施方式 2 的结构 NC 装置 101 所控制的 NC 作机械中,在进行从相对设置的第 1 主轴 314 向第 2 主轴 324 传递工件的动作用的情况下的例子的流程图。在步骤 S201 中,使第 1 主轴 314 的夹具闭合而夹持工件。在步骤 S202 中,对由第 1 主轴 314 夹持的工件进行加工。然后,为了将工件从第 1 主轴 314 向第 2 主轴 324 传递,而在步骤 S203 中使第 1 主轴 314 进行正旋转的状态开始,在步骤 S204 中,使相对的第 2 主轴 324 反向旋转,在步骤 S205 中,在第 1 主轴 314 和第 2 主轴 324 之间进行主轴同步控制。此时,如果工件不需要指定由第 2 主轴 324 夹持的位置,则无需进行相位配合。在步骤 S206 中,使第 2 主轴 324 的轴台前进,在接近到能够夹持工件的位置后,在步骤 S207 中,使第 2 主轴 324 的夹具闭合。由此,成为由第 1 主轴 314 和第 2 主轴 324 同时夹持 1 个工件而进行同步旋转的状态。

[0101] 然后,在步骤 S208 中,主轴相位差计算单元 153 对相位差计算请求信号 126 进行检测,在存在相位差计算请求的情况下,在步骤 S209 中,对第 1 主轴 314(基准主轴)和第 2 主轴 324(同步主轴)之间的相位差进行计算,将第 1 主轴 314 的 C 轴原点和第 2 主轴 324 的 C 轴原点之间的相位差存储在 C 轴相位差存储器 160 中。然后,在步骤 S210 中,将第 1 主轴 314 的夹具打开,将第 1 主轴 314 与所夹持的工件分离。在自动车床的情况下,有时在保持第 1 主轴 314 的夹具闭合的状态下,利用切断车刀将工件切断,然后向第 2 主轴 324 传递。然后,在步骤 S211 中,使第 2 主轴 324 轴台后退,在步骤 S212 中,取消主轴同步,开始利用第 2 主轴 324 进行加工。在步骤 S213 中将第 2 主轴 324 选择为 C 轴时,在步骤 S214 中,C 轴原点坐标校正单元 161 对 C 轴原点位置校正信号 127 进行检测,对是否存在 C 轴原点位置校正请求进行判定。在步骤 S205 中预先进行了相位配合等的、不需要进行 C 轴原点位置校正的情况下,在步骤 S215 中,进行通常的第 2 主轴 324 的 C 轴原点复位,预置为原点坐标值。在步骤 S209 中存储相位差而进行 C 轴原点位置校正的情况下,在步骤 S216 中,在第 2 主轴 324 复位至 C 轴原点位置后,C 轴原点坐标校正单元 161 将 C 轴的坐标值预置为从规定的原点坐标值偏移了步骤 S209 中存储在 C 轴相位差存储器中的 C 轴相位差而得到的坐标值,并且进行 C 轴原点坐标值的校正。此后,在步骤 S217 中,第 2 主轴 324 根据由程

序所指令的插补指令,进行第 2 主轴 324 的 C 轴控制,从而进行加工。

[0102] 图 7 表示在图 6 的步骤 S209 中,在对第 1 主轴 314(基准主轴)和第 2 主轴 324(同步主轴)之间的相位差进行计算的情况下,用于主轴相位差计算单元 153 的相位差计算的流程图。在步骤 S301 中,确认第 1 主轴 314 和第 2 主轴 324 处于主轴同步控制中这一情况,在主轴同步控制中的情况下,在步骤 S302 中,利用夹具闭合判定单元 125 确认第 1 主轴 314 和第 2 主轴 324 均处于将夹具闭合的状态下,即,处于由基准主轴和同步主轴夹持 1 个工件而进行主轴同步控制的状态这一情况。在得到确认的情况下,在步骤 S303 中,从基准主轴的主轴同步位置指令中读出针对基准主轴的位置指令的 1 次旋转内指令角度 A1,同时,在步骤 S304 中,从同步主轴的主轴同步位置指令中读出针对同步主轴的位置指令的 1 次旋转内指令角度 A2,在步骤 S305 中,对基准主轴的 1 次旋转内指令角度 A1 和同步主轴的 1 次旋转内指令角度 A2 之间角度差进行计算,从而计算在第 1 主轴 314 和第 2 主轴 324 的主轴同步控制中指令角度的相位差 P1。

[0103] 然后,为了高精度地计算第 1 主轴 314 的夹具位置和第 2 主轴 324 的夹具位置之间的相对角度,在步骤 S306 中,读出基准主轴的主轴位置控制的追随延迟量(以下称为固定偏差量),同时,在步骤 S307 中读出同步主轴的固定偏差量。在步骤 S308 中,通过计算基准主轴的固定偏差量和同步主轴的固定偏差量之间的差值,从而计算出从根据主轴同步控制进行指令同步的状态开始由第 2 主轴 324 夹紧工件时产生的夹具位置的扭转量 P2。在步骤 S309 中,主轴相位差计算单元 153 通过对 P1 和 P2 进行加法计算,从而计算从第 1 主轴 314 的 Z 相基准点观察的夹具位置、和从第 2 主轴 324 的 Z 向基准点观察的夹具位置之间的相位差。然后,在步骤 S310 中,读出通过参数等所设定的、在对第 1 主轴 314(基准主轴)进行 C 轴控制的情况下从 Z 相基准点偏移的 C 轴坐标系的原点偏移量 E1,在步骤 S311 中,计算出 $E1+P1+P2$,作为在由基准主轴和同步主轴夹持 1 个工件而进行同步控制的状态下的、与基准主轴的 C 轴原点坐标相对的同步主轴的 C 轴坐标的原点偏移量,并存储在 C 轴相位差存储器 160 中。在上述相位差计算过程中,由于在相对的主轴以夹持 1 个工件的方式同步地旋转的情况下,有可能各主轴的旋转极性成为反向,所以当然需要考虑同步极性而进行计算。

[0104] 根据本实施方式 2,由于基于如上所述计算出的 C 轴相位差,在图 6 的步骤 S216 中,对第 2 主轴 324 的 C 轴原点偏移量进行校正,所以可以根据基准主轴和同步主轴在主轴同步控制中的相位差,设定同步主轴的 C 轴坐标系,以使得同步主轴的 C 轴原点与基准主轴的 C 轴原点一致,因此,也可以在步骤 S205 的主轴同步控制中不进行相位配合动作。由于可以减少主轴进行加减速而进行相位配合的时间,所以可以缩短工件传递的时间。

[0105] 根据第 1 发明,由于构成为,在生成针对主轴同步控制中的基准主轴的 C 轴控制切换指令时,并不将相关主轴的位置控制模式切换至 C 轴控制用位置控制模式,而是保持主轴同步控制用位置控制模式,使得针对同步主轴的位置指令与针对基准主轴的位置指令同步,所以具有下述效果,即,在由基准主轴和同步主轴夹持同一个工件,以指令速度进行同步旋转的状态下,可以即时切换加工工序,消除等待时间,其中,该加工工序为,将基准主轴切换至 C 轴控制,由相对的主轴夹持 1 个工件,通过主轴同步控制进行车削、和通过 C 轴控制进行工件侧面的开孔加工或铣削加工等。

[0106] 根据第 2 发明,由于构成为,在生成针对主轴同步控制中的基准主轴的 C 轴控制切

换指令时,并不将相关主轴的位置控制模式切换至 C 轴控制用位置控制模式,而是保持主轴同步控制用位置控制模式,使得针对同步主轴的位置指令与针对基准主轴的位置指令同步,并且构成为,在将基准主轴切换为轮廓控制轴,并使基准主轴以及同步主轴停止后,将两个主轴的位置控制增益切换为 C 轴控制用位置控制增益,所以具有下述效果,即,在由基准主轴和同步主轴夹持同一个工件,以指令速度进行同步旋转的状态下,可以即时切换加工工序,消除等待时间,其中,该加工工序为,将基准主轴切换至 C 轴控制,由相对的主轴夹持 1 个工件,通过主轴同步控制进行车削、和通过 C 轴控制进行工件侧面的开孔加工或铣削加工等,此外,对于 C 轴控制中的切削负荷,可以得到与单个主轴下进行的 C 轴控制同等的响应性。

[0107] 根据第 3 发明,由于对第 1 主轴 314 的工件夹持位置和第 2 主轴 324 的工件夹持位置之间的差进行计算,对第 2 主轴 324 的 C 轴原点位置进行校正,使其位于第 1 主轴 314 的 C 轴原点位置加上第 1 主轴 314 和第 2 主轴 324 之间的相位差而得到的位置处,所以即使在由第 1 主轴 314 和第 2 主轴 324 夹持 1 个工件之前,不对相互的主轴相位进行配合,也可以将工件从第 1 主轴 314 更换至第 2 主轴 324 进行夹持,利用第 2 主轴 324 继续进行加工,具有可以消除进行主轴间的相位配合的时间、提高生产率的效果。

[0108] 根据第 4 发明,由于根据主轴同步控制中的基准主轴和同步主轴之间的指令相位差、以及基准主轴的位置控制偏差量和同步主轴的位置控制偏差量之间的差值,对由第 1 主轴 314 和第 2 主轴 324 夹持 1 个工件时的相位差进行计算,所以具有下述效果,即,可以高精度地计算主轴间的相位差,可以更准确地确定在传递工件后的原点位置。

[0109] 工业实用性

[0110] 本发明的数控方法以及数控装置,适用于对将第 1 主轴和第 2 主轴相对设置的 NC 车床进行的控制。

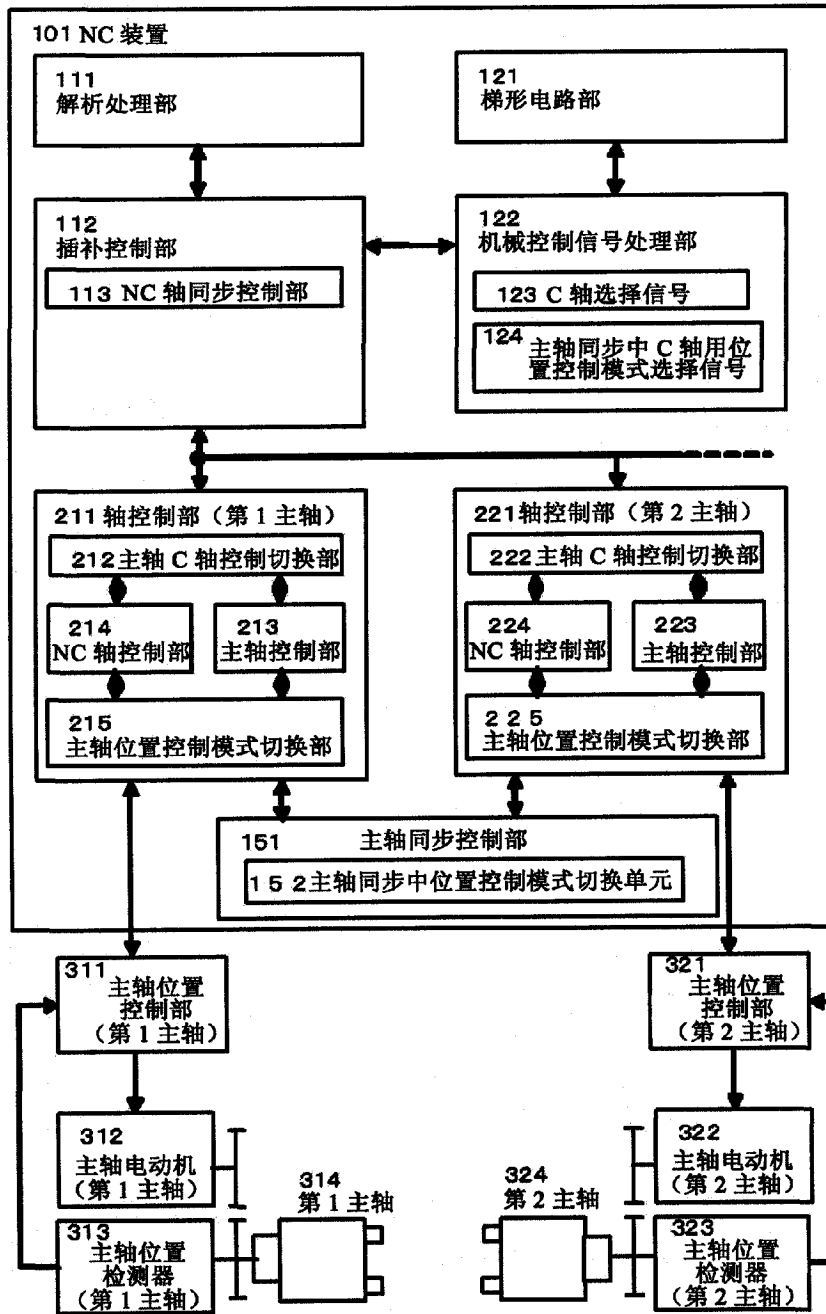


图 1

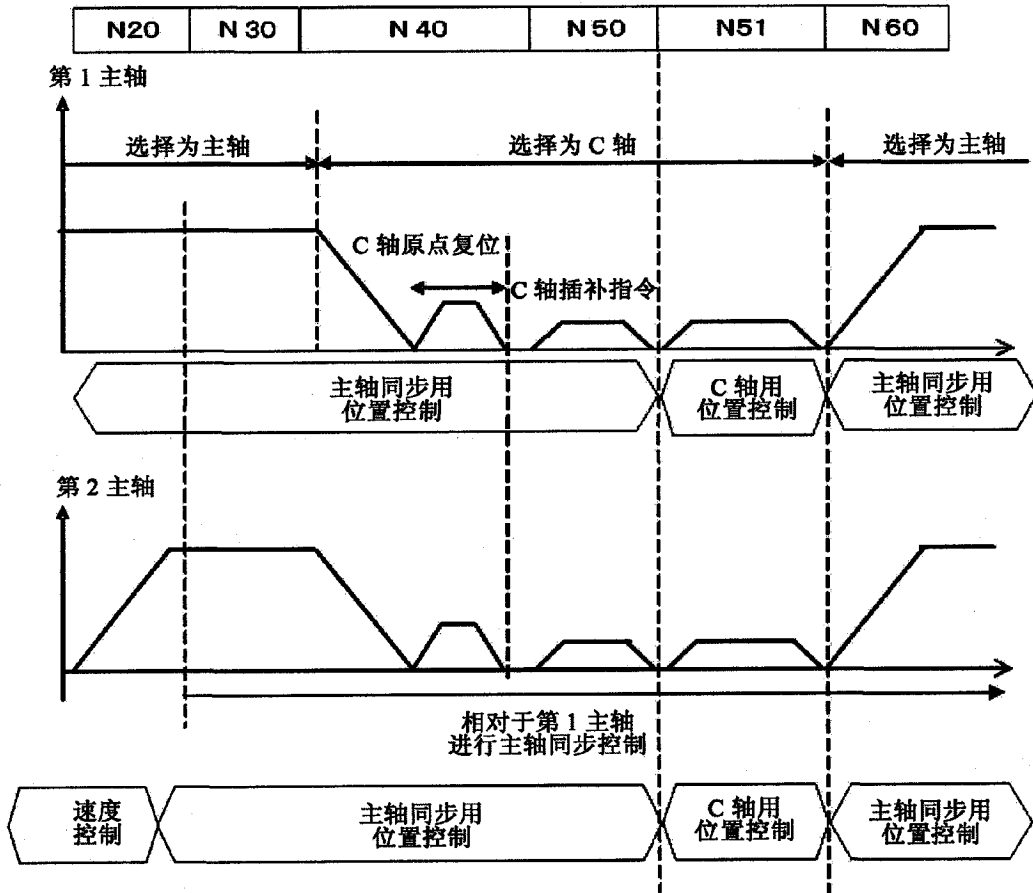


图 2

N10	M3S4000
N 20	G 114H1D -2
N30	M20
N40	M18 C0
N50	G1 C9 OF360
N51	M101
	G1C180F360
N60	M19

图 3

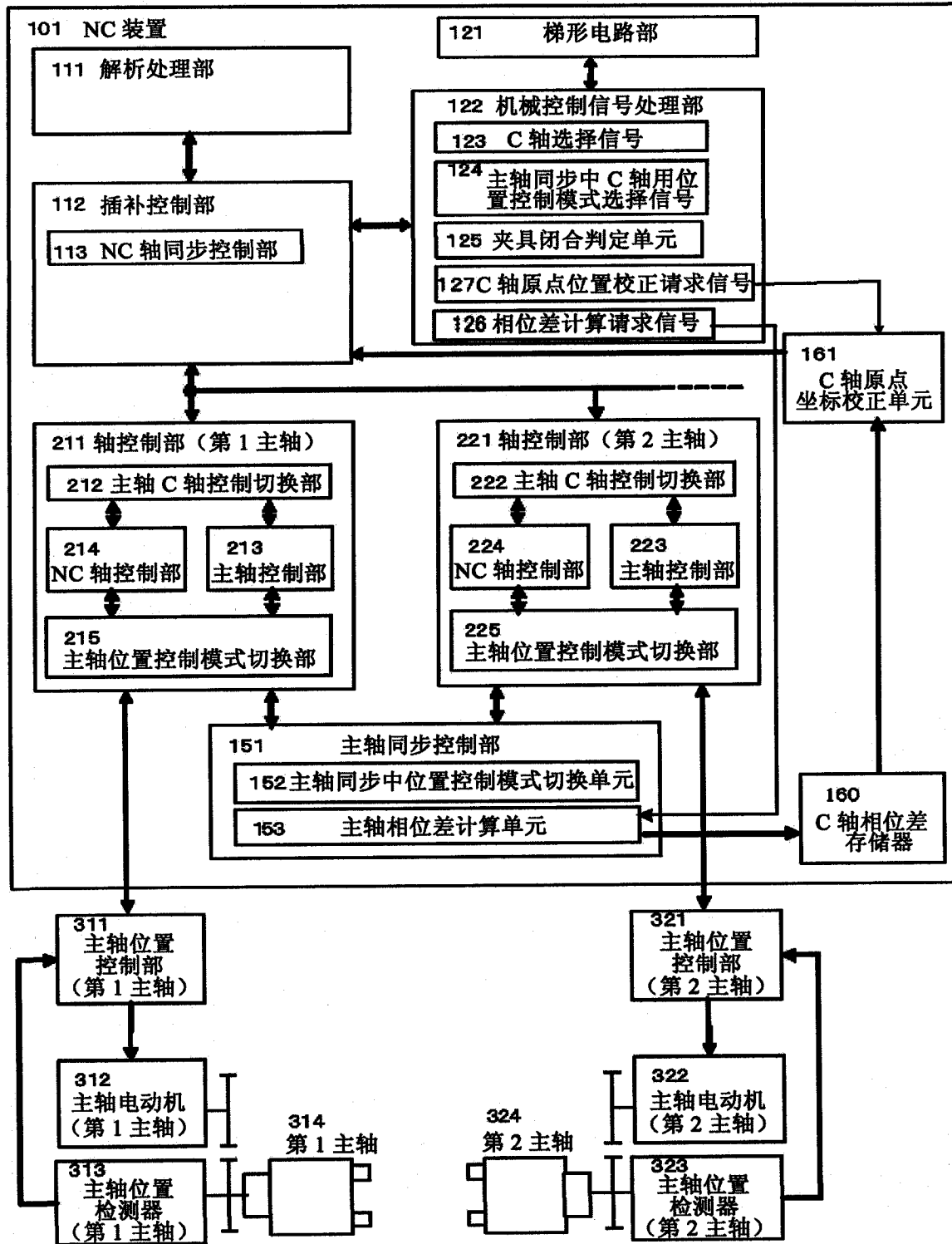


图 4

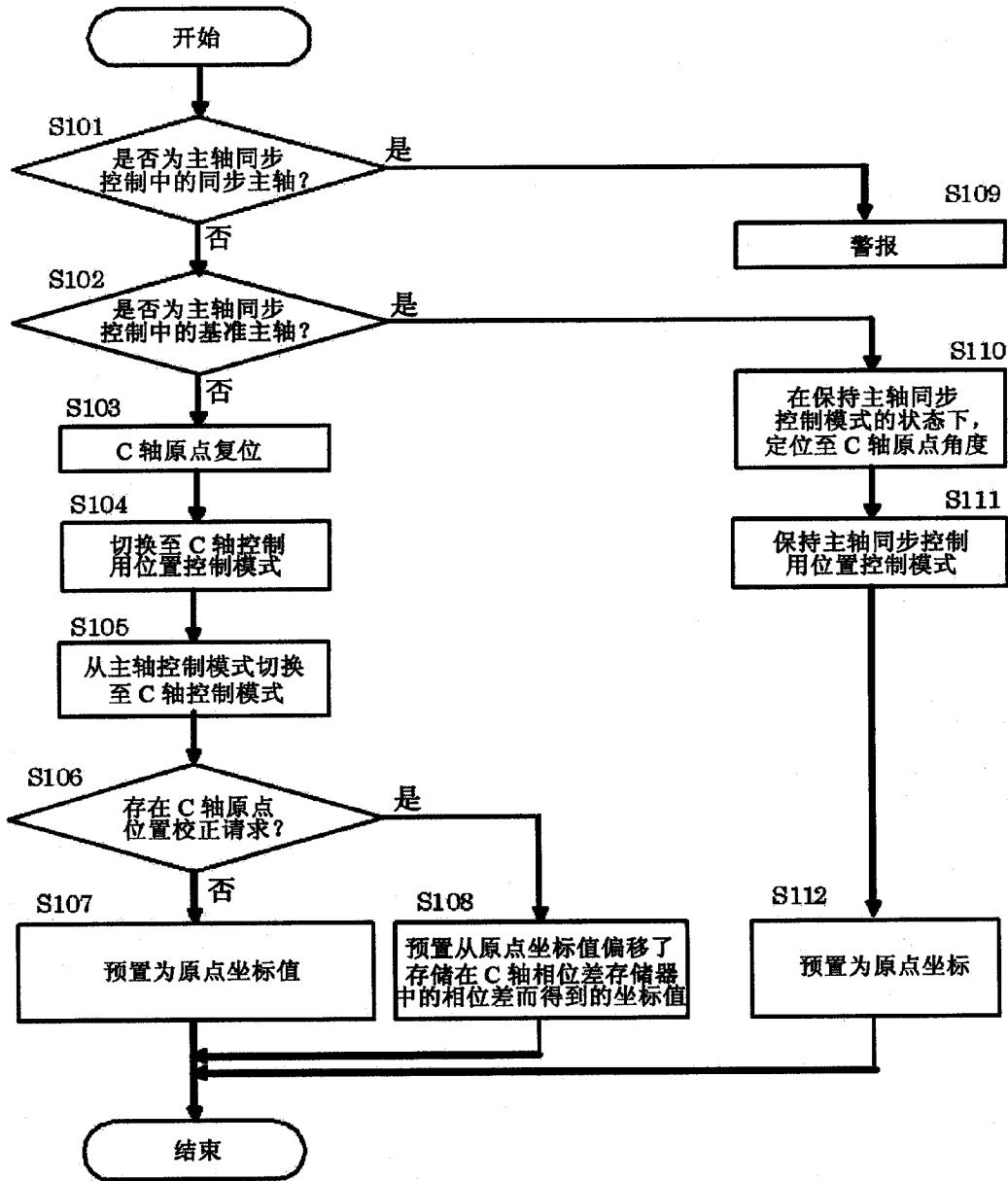


图 5

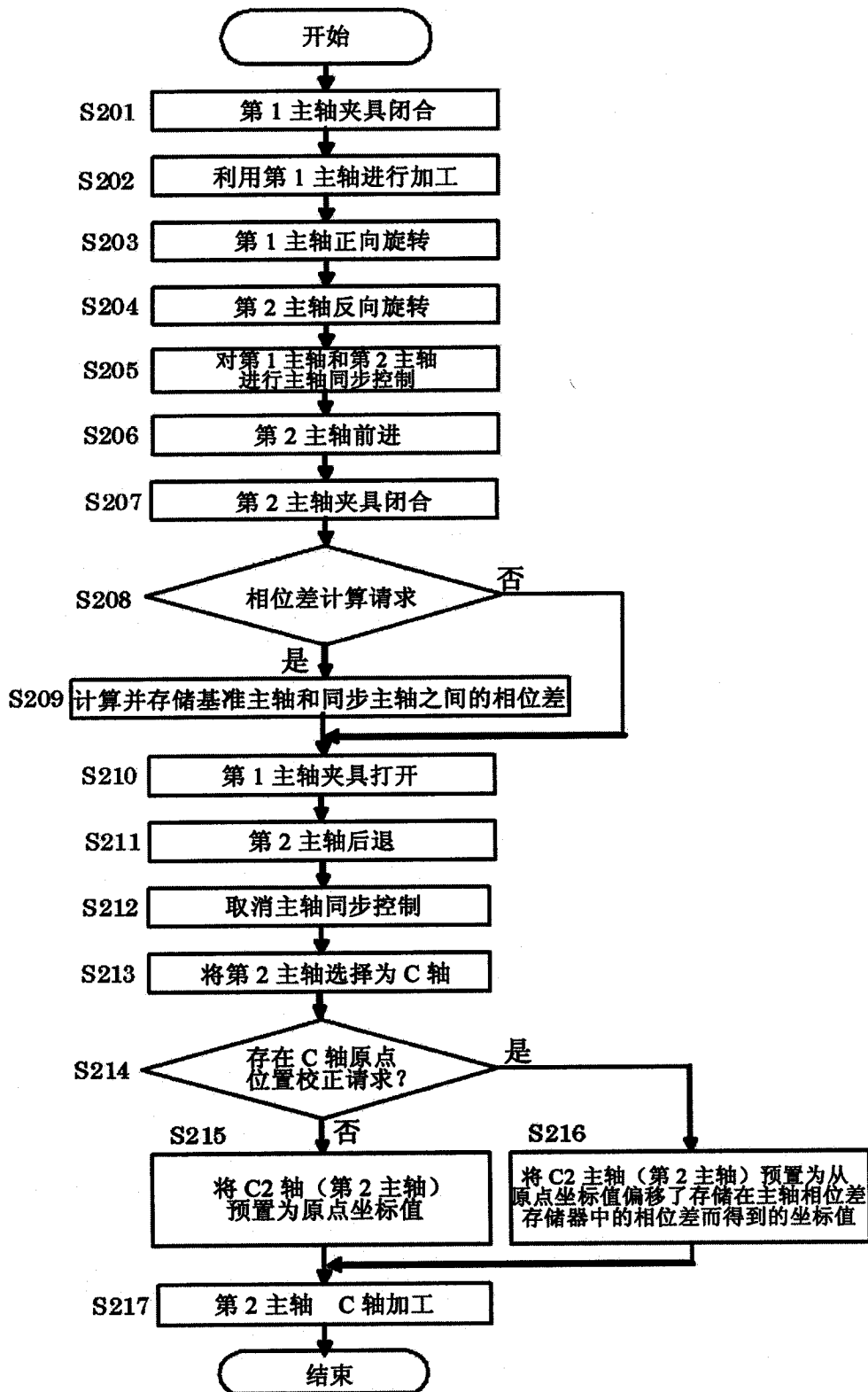


图 6

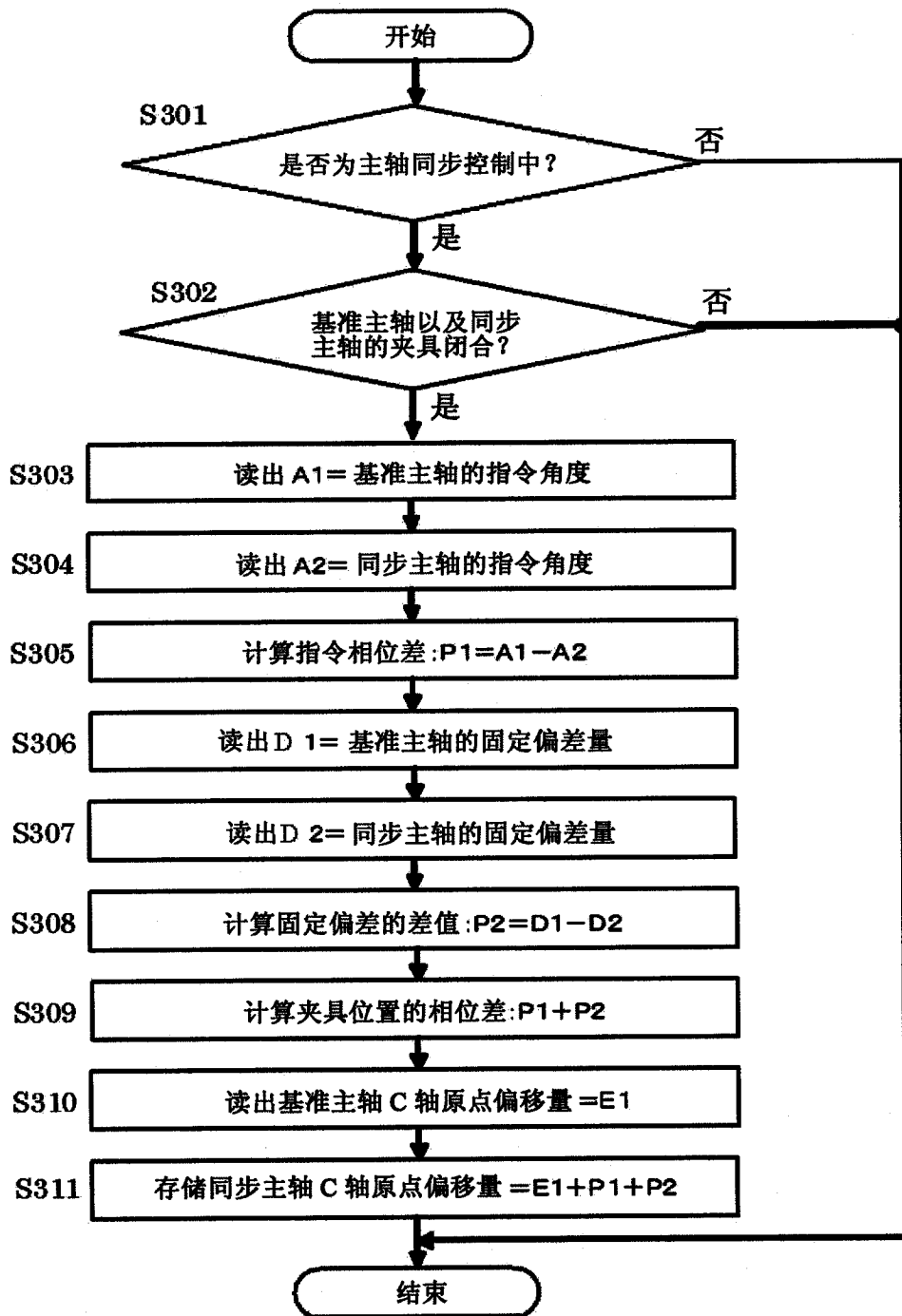


图 7

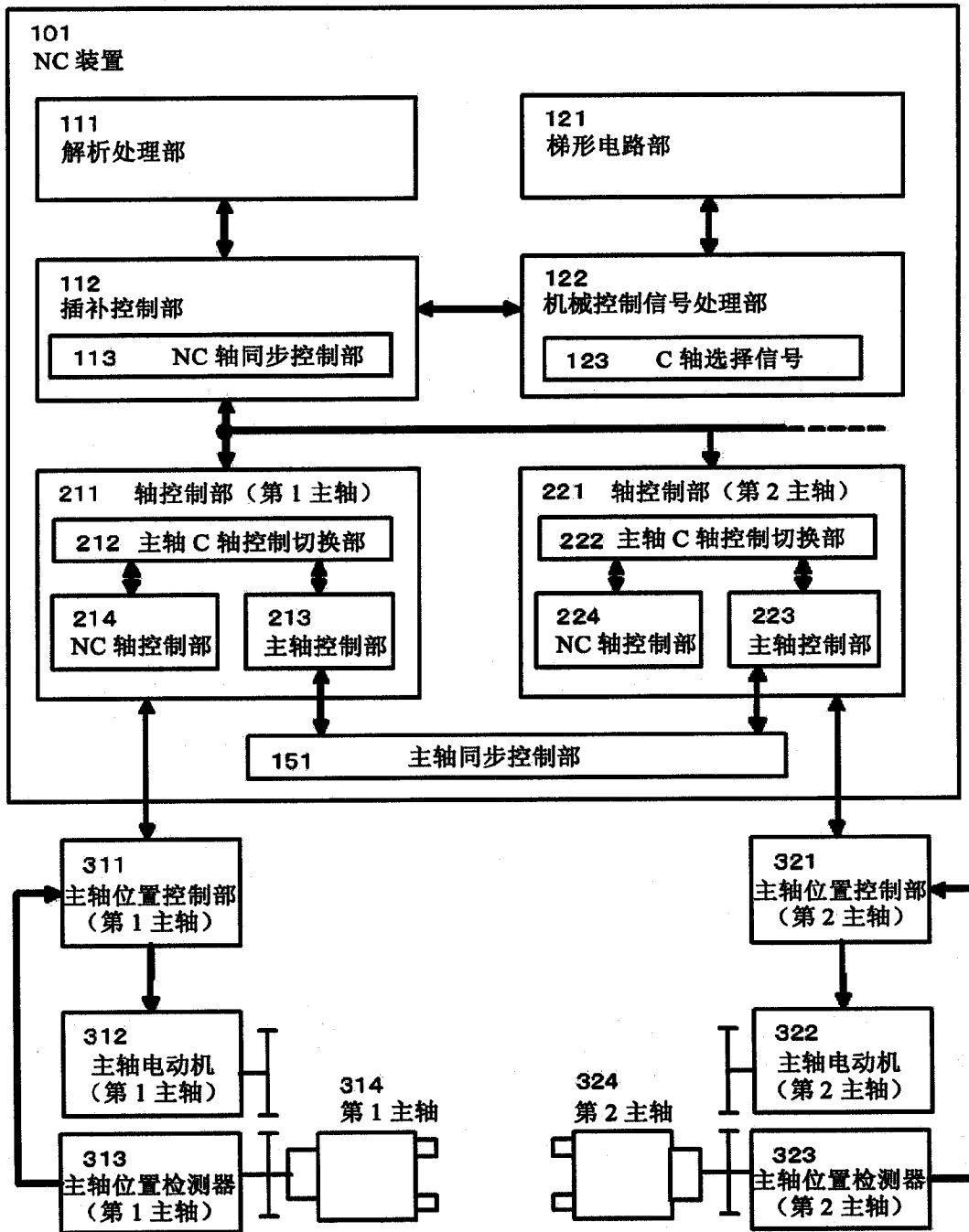


图 8