



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101893873 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 22

(21) 申请号 201010162159. 5

0050-0055、0070、0079 段。

(22) 申请日 2010. 04. 06

EP 0503642 A2, 1992. 09. 16,

US 2005/0126352 A1, 2005. 06. 16, 说明书第
0054、0073、0092 段。

(30) 优先权数据

102009016338. 7 2009. 04. 06 DE

CN 101145047 A, 2008. 03. 19, 全文。

(73) 专利权人 DMG 电子有限公司

EP 0798616 A2, 1997. 10. 01, 说明书第 2, 5

地址 德国普夫龙滕德克尔 - 马霍街 1 号

页。

(72) 发明人 鲁道夫·汉恩

审查员 顾裕丰

(74) 专利代理机构 深圳中一专利商标事务所

44237

代理人 张全文

(51) Int. Cl.

G05B 19/4097(2006. 01)

G05B 19/4099(2006. 01)

G05B 19/416(2006. 01)

G05B 19/4061(2006. 01)

G05B 19/4069(2006. 01)

B23Q 15/20(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2004/0128019 A, 2004. 07. 01, 说明书第

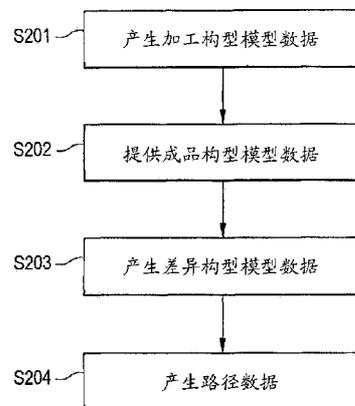
权利要求书4页 说明书17页 附图6页

(54) 发明名称

产生用于控制机床上的刀具的控制数据的方法和装置

(57) 摘要

本发明涉及产生用于控制机床上的预定刀具将被固定的工件从坯料加工成成品的控制数据的方法和装置。为了确定加工构型和成品构型之间的差异构型,将工件在某一加工时间的加工构型的加工构型模型数据与成品构型模型数据进行比较。在所确定的差异构型的基础上,确定预定刀具从工件上去除材料的加工路径,并根据预定刀具的最大加工量来产生路径数据使得在单位时间内去除的差异构型达到最大量。



1. 一种产生用于控制机床上的预定刀具将被固定的工件从坯料加工成成品的控制数据的方法,包括以下步骤:产生表示相对上述工件而言上述预定刀具的加工路径、进给速率及刀具方向的路径数据;

其特征在于:

产生表示在特定加工时间上述工件的去除状态的上述工件的加工构型的加工构型模型数据;

提供表示上述工件的成品构型的成品构型模型数据;

产生表示为了完成成品构型还需去除的材料的差异构型的差异构型模型数据;以及

在当沿上述加工路径运动时上述预定刀具在单位时间内去除上述工件的差异构型达到最大量的条件下,在上述差异构型模型数据的基础上根据上述预定刀具的最大加工量来产生路径数据,

其中上述机床包括控制上述预定刀具的控制装置,上述控制装置使得上述预定刀具相对被夹持的工件具有三个方向的自由刀具运动和至少五轴的自由刀具方位,且根据上述差异构型产生路径数据使得上述预定刀具沿在上述差异构型的基础上所确定的加工路径运动时更换相对被夹持的工件的进给方向、进给速率和/或方向。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于一次或多次重复以下步骤:

产生加工构型模型数据;

产生差异构型模型数据;以及

在本顺序中的上述差异构型模型数据的基础上产生路径数据,其中,在第一加工路径所预定的刀具已经沿上述第一加工路径运动后第一次重复上述步骤时,在特定的第二加工时间至少产生上述工件的第二加工构型的第二加工构型模型数和第二差异构型模型数据,且在当沿第二加工路径运动时第二加工路径所预定的刀具在单位时间内去除上述工件的特定第二差异构型达到最大量的条件下,在第二差异构型模型数据的基础上根据最大加工量来产生第二路径数据。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于一次或多次重复以下步骤:

提供表示上述机床的刀具购置且指征上述机床的刀具所具有刀具特性的刀具购置数据;以及

根据上述差异构型模型数据选择具有相对高的加工量的刀具作为下一加工路径的预定刀具,且可能一次或多次重复以下步骤:

根据上述机床的刀具购置来确定将之前的预定刀具更换为为下一加工路径所选择的刀具。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:根据上述机床的性能参数和/或动力特性产生路径数据,使得当预定刀具沿在上述路径数据的基础上所确定的加工路径运动时不超过上述机床的最大性能参数或动力特性。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:根据上述预定刀具的一个或多个最大负载值产生路径数据,使得在沿在上述路径数据的基础上所确定的加工路径运动时预定刀具的负载不超过上述预定刀具的最大负载值。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于一次或多次重复以下步骤:产生表示在上述工件的特定加工时间的机床构型的机床构型模型数据,其中,上述机床构型包括上述刀

具相对上述控制装置的元件和用于夹持上述工件的机床的夹持装置的相对方向和相对位置；

其中,在当上述预定刀具沿在所产生的路径数据的基础上所确定的加工路径上运动时上述机床的元件与上述机床的元件之间的碰撞而不是预定刀具与上述工件之间的碰撞被防止的条件下,在上述机床构型模型数据的基础上和 / 或在比较在上述特定加工时间的上述机床构型模型数据和加工构型模型数据的基础上产生上述路径数据。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于:上述模型数据用于产生坯料构型、加工构型、成品构型、差异构型和 / 或机床的虚拟 3D 模型。

8. 根据权利要求 7 所述的方法,其特征在于:在虚拟的机床上的虚拟工件的模拟的基础上产生上述路径数据,上述模拟包括以下步骤:

产生在原始状态下的上述工件的虚拟 3D 模型;

产生第一路径数据,包括确定虚拟的预定刀具的第一加工路径;

在所产生的第一路径数据的基础上模拟上述虚拟预定刀具沿上述确定的第一加工路径的运动;

产生上述虚拟工件的加工构型的虚拟 3D 模型的加工构型模型数据,上述加工构型模型数据表示在虚拟的预定刀具沿上述确定的加工路径运动已被模拟后上述工件某个加工时间的虚拟去除状态;

提供上述成品构型的虚拟 3D 模型的成品构型模型数据,上述成品构型模型数据表示上述虚拟工件的成品构型;

产生表示为了完成成品构型还需从上述虚拟工件上去除的材料的差异构型的差异构型模型数据;以及

根据上述预定刀具的最大加工量产生第二路径数据,包括,在模拟第二加工路径的运动时上述虚拟的预定刀具在单位时间内去除上述工件的差异构型达到最大量的条件下,在上述差异构型模型数据的基础上确定第二加工路径。

9. 一种根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的方法产生用于控制机床上的预定刀具将夹持的工件从坯料加工成成品的控制数据的装置,包括:产生路径数据的路径数据产生单元,上述路径数据表示预定刀具相对上述工件运动的加工路径、进给速率及刀具方向;该装置包括:

产生上述工件的加工构型的加工构型模型数据的加工构型模型数据产生单元,上述加工构型模型数据表示上述工件在特定加工时间的去除状态;

提供成品构型模型数据的成品构型模型数据提供单元,上述成品构型模型数据表示上述工件的成品构型;

产生差异构型模型数据的差异构型模型数据产生单元,上述差异构型模型数据表示为了完成成品构型还需被去除的材料的差异构型;其中

在沿上述加工路径运动时上述预定刀具在单位时间内去除上述工件的差异构型达到最大量的条件下,上述路径数据产生单元在上述差异构型模型上的基础上根据上述预定刀具的最大加工量产生路径数据,以及

其中上述机床包括控制上述预定刀具的控制装置,上述控制装置使得上述预定刀具相对被夹持的工件具有三个方向的自由刀具运动和至少五轴的自由刀具方位,且根据上述差

异构型产生路径数据使得上述预定刀具沿在上述差异构型的基础上所确定的加工路径运动时更换相对被夹持的工件的进给方向、进给速率和 / 或方向。

10. 根据权利要求 9 所述的装置,其特征在於:上述装置包括检测上述机床容许的性能参数和 / 或动力特性的机床参数检测单元,在当预定刀具沿在上述路径数据的基础上所确定的加工路径运动时不超过上述机床的最大性能参数和 / 或动力特性的条件下,上述路径数据产生单元产生上述路径数据。

11. 根据权利要求 9 所述的装置,其特征在於:上述装置包括检测上述机床的刀具的刀具特性的刀具特性检测单元,上述刀具特性包括上述刀具的一个或多个最大负载值,且在上述预定刀具在沿上述路径数据的基础上所确定的上述加工路径运动时不超过上述预定刀具的最大负载值的条件下,上述路径数据产生单元产生上述路径数据。

12. 根据权利要求 9 所述的装置,其特征在於:上述装置包括检测上述机床的刀具购置的刀具购置检测单元、刀具选择单元及换刀决策单元,刀具选择单元根据上述差异构型模型数据按照检测到的刀具购置来选择具有相对高的最大加工量的刀具作为下一加工路径的预定刀具,换刀决策单元根据上述机床的所检测的刀具购置来确定将之前的预定刀具更换为为下一加工路径所选择的预定刀具,如果不是之前的预定刀具由上述刀具选择单元按照上述机床的刀具购置选出作为下一加工路径的刀具,上述换刀决策单元确定进行换刀。

13. 根据权利要求 9 所述的装置,其特征在於:上述装置包括产生机床构型模型数据的机床构型模型数据产生单元,上述机床构型模型数据表示在上述工件的特定加工时间的当前机床构型,上述机床构型包括上述预定刀具相对上述控制装置的元件及夹持上述工件的机床的夹持装置的方向和位置,

其中,在当至少一个预定刀具沿由上述路径数据所确定的加工路径运动时上述机床的元件与上述机床的元件之间的碰撞而不是上述预定刀具与上述工件之间的碰撞可被避免的条件下,上述路径数据产生单元在上述机床构型模型数据的基础上和 / 或在比较上述机床构型模型数据与上述特定加工时间的机床构型模型数据的基础上产生数据路径。

14. 根据权利要求 9 所述的装置,其特征在於:上述装置包括视觉呈现上述坯料构型、中间构型、成品构型、差异构型和 / 或机床的虚拟 3D 模型的显示单元。

15. 根据权利要求 9 所述的装置,其特征在於:

上述路径数据产生单元在模拟虚拟机床上虚拟工件的加工的基础上产生上述路径数据,上述装置包括模拟虚拟的预定刀具沿在由上述路径数据产生单元所产生的路径数据的基础上所确定的加工路径运动的加工模拟单元,其中

上述加工构型模型数据产生单元产生虚拟工件的加工构型的虚拟 3D 模型的加工构型模型数据,上述加工构型模型数据表示上述工件在虚拟的预定刀具沿第一确定的加工路径的运动被上述加工模拟单元模拟后某一加工时间的虚拟去除状态;

上述成品构型提供单元提供上述成品构型的虚拟 3D 模型的成品构型模型数据,上述成品构型模型数据表示上述虚拟工件的成品构型;

上述差异构型模型数据产生单元产生差异构型模型数据,上述差异构型模型数据表示为了完成成品构型还需从上述虚拟工件上去除的材料差异构型;以及

通过由上述加工模拟单元模拟的上述第二加工路径的运动,在上述虚拟的预定刀具在单位时间内去除上述工件的差异构型达到最大量条件下,上述路径数据产生单元在上述差

异构型的基础上根据上述预定刀具的最大加工量确定第二加工路径的第二路径数据。

产生用于控制机床上的刀具的控制数据的方法和装置

【技术领域】

[0001] 本发明涉及产生用于控制机床上的预定刀具将被固定的工件从坯料加工成成品的控制数据的方法和装置。

[0002] 特别地,本发明涉及一种产生用于控制 CNC 控制机床或 CNC 控制加工中心上的预定铣刀的控制数据使被固定在上述机床上的工件从坯料加工成具有预定成品构型的成品的的方法和装置。

【背景技术】

[0003] 在现有技术的多种多样的实施例中,CNC 控制机床已被熟知。CNC(Computerized Numerical Control) 意为该机床为数字控制的机床,即通过包含 CNC 控制数据的 CNC 程序来控制。机床上配备有通过加工从工件上去除材料的刀具。该刀具的控制是基于 CNC 程序的 CNC 控制数据通过控制装置来实现。这使得基于确定的 CNC 控制数据来精密加工固定在机床上的工件成为可能。

[0004] 现在,CNC 程序可在软件协助下用 CAM(Computer-aided Manufacturing) 系统来编写。写出的 CNC 程序包含控制插入的刀具相对固定在机床上的工件沿所产生的路径运动的控制数据,当沿上述路径运动时,刀具去除工件上的材料。

[0005] 现有技术揭露了在虚拟的机床上模拟加工虚拟的工件的装置和方法,其中工件的加工被可视化在再现单元(显示单元)上,且用户能评估该模拟以随意地建立或修改控制刀具的控制数据。

[0006] 申请人的德国专利申请公开第 10 2006 043390 号(DE 10 2006 043390A1) 揭露了一种模拟在机床上加工工件的顺序(Sequence)的装置和方法,以模拟 CNC 机床上的顺序。该装置包括用于存储机床数据以产生机床的虚拟影像的存储装置,为了存储工件数据以创建工件的虚拟影像并存储资源数据以创建资源的虚拟影像。创建机床的真实影像所需的数据有这些装置提供。在模拟过程中,这不仅包括工具台和工件的再现,也包括详细呈现夹紧状况的可能性。此外,这使得呈现不同结构的具有工件和刀具的机床成为可能。相应的数据用相应的装置发送到整体模拟单元。因此,配备有工件和刀具的机床是可模拟的。

[0007] 欧洲专利申请公开第 0 524 344 号(EP 0 524 344A1) 揭露了一种用于产生控制 CNC 机床加工过程的程序的图形互动对话编程系统。可对话的程序可使用户或操作者尽可能简单地利用图形对话向导来改变、补充或新写入机床的控制程序。

[0008] 日本专利申请公开第 2001 282331 号(JP 2001 282331A) 揭露了一种用于模拟机床上的真实刀具的刀具模拟装置,刀具的加工的控制可变。该有刀具加工的模拟呈现在显示器上。

[0009] 美国专利第 6 584 373 号(US 6 584 373B1) 揭露了一种在周期性循环的顺序中控制 CNC 刀具的方法和控制系统。该控制系统包括数据输入单元、机床检查单元和 NC 控制单元。这里,NC 控制单元存储有至少一个产生 CNC 刀具运动顺序的 NC 程序。

[0010] 现有技术中,CNC 控制刀具的路径计算是基于工件的成品的几何尺寸和方位本身。产生控制数据使得通过插入的刀具沿简单的路径往复运动直至完成成品的轮廓,工件上的材料被一层一层地去除。这也被称为逐线加工 (Line-by-line Machining)。

[0011] 沿加工路径的加工量(单位时间内去除材料的量),即刀具对材料的切削性能,由几何尺寸决定。当工件构型的轮廓不严苛时,即轮廓不影响成品的构型时,从坯料的构型开始,在 CAM 系统中根据切削表中固定的加工量产生加工路径。

[0012] 当接近成品的轮廓时,只产生用不同插入刀具以恒定的进给量跟随成品的轮廓去除剩余的材料的铣削路径。加工时间,也就是,从坯料开始去除材料到成品轮廓所需的时间,由程式化的进给速率和确定的加工路径来决定。

[0013] 为了减少工件从坯料到成品的加工时间,现有技术中已知的 CAM 系统产生一个或多个减少空切时间 (Air Cutting Time) 的刀具路径。空切时间是机床上的被控刀具不从固定的工件上去除材料的时间。空切时间发生,例如,当刀具被引导从工件上的一点到工件上的另一点时,为了开始一条去除材料的新加工路径,在空切时间内没有材料从工件上去除。与之相反,加工路径是去除工件上的材料的刀具被控制沿之运动的路径,即刀具沿加工路径从工件上去除材料。

【发明内容】

[0014] 基于现有技术,本发明的目的是提供一种用于产生控制机床上的刀具的控制数据的方法和装置,可相较于现有技术缩短加工时间。

[0015] 依据本发明,此目的通过具有权利要求 1 的特征的方法和具有权利要求 11 的特征的装置来实现。

[0016] 本发明的有益的改进和优选的实施例将在附属权利要求中说明。

[0017] 本发明涉及一种产生用于控制机床上的预定刀具将被固定的工件从坯料加工成成品的控制数据的方法,包括产生路径数据的步骤,上述路径数据指出为了通过进给从上述工件上去除材料至少一个预定刀具相对上述工件的加工路径、进给速率和刀具方向的步骤。

[0018] 依据本发明,上述方法包括以下方法步骤:产生上述工件的加工构型的加工构型模型数据,上述加工构型模型数据表示上述工件在特定加工时间的当前去除状态;提供成品构型模型数据,上述成品构型模型数据表示上述工件的成品构型;在比较上述加工构型模型数据与上述成品构型模型数据的以确定上述加工构型与上述成品构型之间的差异构型的基础上产生差异构型模型数据;产生路径数据,包括在产生的差异构型模型数据的基础上确定预定刀具将要沿之运动以通过进给去除上述工件的确定的差异构型的材料的加工路径。

[0019] 依据本发明,上述路径数据在上述差异构型模型数据的基础上产生,除了上述预定刀具的确定加工路径的进给速率和刀具方向外,上述路径数据进一步表示后者将相对上述工件沿在上述差异构型的基础上确定的加工路径运动。

[0020] 在此,依据本发明,上述路径数据在当沿上述加工路径运动时上述预定刀具在单位时间内去除的上述工件的特定差异构型的量达到最大的条件下产生。

[0021] 因此,产生包括相关的加工路径计算的控制数据,不仅是在成品构型的基础上,也

是基于所达成的加工量（单位时间内去除的材料量）和 / 或为了根据上述差异构型最大化上述加工量预定刀具可达到的上述加工量。

[0022] 通过产生上述工件的加工构型的加工构型模型数据的步骤，上述工件在上述工件的任何加工时间的当前构型可被确定，从而在此加工时间的上述当前去除状态是已知的。

[0023] 上述加工构型是上述工件在任何加工时间的构型，也就是，在坯料和成品构型之间的中间状态。在从上述工件上去除材料之前，在第一预定刀具通过进给去除上述工件的材料之前，上述工件的加工构型与坯料完全一致，且在上述工件已经完成之后，上述加工构型与上述成品构型完全一致。

[0024] 表示上述工件的成品构型的成品构型模型数据的提供使得上述工件的成品构型和按照本发明的上一方法步骤所确定的加工构型的比较成为可能。基于上述比较，上述工件的仍凸出的材料的位置、方向和构型可被确定，也就是，在上述第一加工构型模型数据被确定的特定加工时间仍需去除直至上述工件被完成的材料。因此，可以在比较上述加工构型模型数据与成品构型模型数据的基础上产生上述差异构型模型数据。

[0025] 这提供以下优势，在上述工件的任何加工时间，可以确定上述工件在此时间的当前差异构型，差异构型精确地对应于上述工件在此加工时间仍需去除的材料。因此，可以确定在任何加工时间仍需从上述工件上去除材料，包括仍需去除的材料的构型和形状。

[0026] 在所确定的当前差异构型模型数据的基础上，在当沿上述路径运动时上述预定刀具在单位时间内去除上述工件的确定的差异构型达到最大量的条件下，可以根据最大加工量通过上述工件的差异构型来计算上述预定刀具的加工路径。

[0027] 依据本发明，除了纯几何路径的计算，所产生上述路径数据除了确定加工路径外，还确定沿上述路径的进给速率和刀具方向。在这种情况下，进给速率是重要的参数，当上述预定刀具沿上述路径运动时所达成的实际加工量取决于进给速率，因为更高的进给速率直接导致更大的加工量。

[0028] 此外，当沿上述路径运动时可达到的加工量取决于上述刀具相对进给方向的方位。除了机床参数，例如主轴性能或轴线的进给值，确定可达到的加工量且当确定加工路径时可被考虑在内的进一步的参数也是，例如，工件的材料、刀具的直径和高度和 / 或刀具的刃数。

[0029] 依据本发明，上述预定刀具的最大加工量代表在路径计算过程中的尺度。这是上述预定刀具在单位时间内可被去除的最大容许材料量，且因此表示当从上述工件上去除材料时可达到的实际加工量的上限。

[0030] 上述预定刀具的最大加工量是刀具特有的特性，取决于上述刀具的几何特性和材料，也可能取决于被加持工件的材料。

[0031] 因此，在通过上述预定刀具沿计算的加工路径进给去除材料的工程中，如果上述预定刀具的最大加工量在上述加工路径的每一点上尽可能地达到最大加工量，加工时间最大地减少。

[0032] 与传统的路径仅在成品构型的基础上产生的方法相比较，本发明的方法实现总加工时间大大减少，因为在本发明的方法中，除了考虑成品构型外以基于加工量的方式在当前差异构型的基础上进行路径数据计算。

[0033] 优选地，上述方法包括根据上述差异构型模型数据选择具有相对高的加工量的刀

具作为下一加工路径的预定刀具。

[0034] 这点的优势在于,当上述工件在具有不同最大加工量和刀具特性的许多刀具的机床上加工时,根据所确定的当前差异构型所给定的情况,选择刀具作为沿计算的路径运动的预定刀具,使得当沿确定的路径运动时尽可能大的加工量可被实现。在这种情况下,不需上述被选为预定刀具的刀具具有最大的加工量,但是,根据所确定的当前差异构型,选择能实现尽可能大的最佳加工量的刀具。

[0035] 优选地,产生上述工件在特定加工时间的加工构型模型数据、在比较加工构型模型数据与成品构型模型数据的基础上产生差异构型模型数据以及产生路径数据的步骤在这个顺序中被连续地重复,其中,在第一加工路径所预定的刀具已经沿上述第一加工路径运动后第一次重复上述步骤时,在特定的第二加工时间至少产生上述工件的第二加工构型的第二加工构型模型数和第二差异构型模型数据,且在当沿第二加工路径运动时第二加工路径所预定的刀具在单位时间内去除上述工件的特定第二差异构型达到最大量的条件下,在第二差异构型模型数据的基础上根据最大加工量来产生第二路径数据。

[0036] 这提供以下优势,工件可在多个加工步骤中通过去除材料从坯料被加工成成品,其中,多个加工步骤包括沿多个加工路径运动。因此,在一个加工路径已经走完,能够检测上述工件的新的当前加工构型,使得下一加工路径在上述工件的新的当前差异构型的基础上通过路径数据来确定。

[0037] 在上述工件在包含沿多个路径运动的加工步骤中加工过程中,如果上述加工路径不是直接相连且一个加工路径临近之前的加工路径,作为预定刀具,需要分别控制上述预定刀具从一个加工路径的终点到下一个加工路径的起点。在这个过程中,可能造成被计算在上述工件的整体加工时间内的空切时间。

[0038] 如果上述工件的加工程序的控制数据由本发明的基于加工量的方法和减少空切时间组合来产生,这产生特别有益的加工时间可相当大地减少的可能性,其中本发明的方法的去除材料的加工路径被确定,且空切时间,即刀具从一个加工路径的终点到下一个加工路径的起点的运动时间,被减少。在这个过程中,如果加工量并不相连,在控制刀具从一个加工路径的终点到下一个加工路径的起点的过程中的空切时间最小的条件下,确定多个加工路径。

[0039] 优选地,产生控制数据的方法包括提供刀具采用数据的步骤,上述刀具采用数据表示机床的刀具采用并指出机床的刀具的刀具特性,且根据当前差异构型模型数据选择具有相对高的最大加工量的刀具作为预定刀具的步骤优选地分别在下一加工路径中执行。此外,本发明的方法可能包括将之前的预定刀具更换为下一加工路径所选择的确定刀具换刀步骤,如果上述机床的另一刀具而不是之前的预定刀具被选为下一路径的预定刀具。

[0040] 这提供以下优势,当工件在多个加工步骤中加工,每一预定加工路径的最佳刀具可被选为预定刀具,且之前的加工步骤所走的加工路径所预定的刀具可被换为下一加工步骤中加工路径的预定刀具。

[0041] 优选地,上述机床包括控制至少一个预定刀具的控制装置,上述控制装置使得上述预定刀具相对被夹持的工件具有三个方向的自由刀具运动和至少五轴的自由刀具方位,且根据上述差异构型产生路径数据使得上述预定刀具沿在上述差异构型的基础上所确定的加工路径运动时更换相对被夹持的工件的进给方向、进给速率和 / 或方向。

[0042] 这具有以下优势,刀具相对上述工件的方向可自由地移动,为了刀具特别有利的自由移动和定位,机床的控制装置的至少5轴优选地包括3个线性轴和2个转动轴。由于相对被夹持的工件的自由刀具导引,除了直线路径外,也能有许多复杂几何曲线的加工路径。因此,能选择可实现的加工量最大化的加工路径将。

[0043] 因此,上述刀具的进给速率和进给方向的改变提供特定优势,路径可被计算使得预定刀具沿预定路径的进给速率和进给方向可被控制,从而可实现尽可能大的实际加工量。如此做,进给速率、进给方向和刀具方向优选地在成品构型的材料不会被去除且根据预定刀具的最大加工量使得加工量最大化的条件下产生。较佳的是,进给速率和进给方向根据差异构型沿路径持续改变。

[0044] 上述路径数据可根据上述机床的容许性能参数和/或动力特性来产生,使得当预定刀具沿在上述路径数据的基础上确定的加工路径运动时不超过上述机床的最大性能参数和/或动力特性。

[0045] 这点的优势在于,没有超过上述机床容许的性能参数和/或上述机床的动力特性的路径产生。上述机床的性能参数和动力特性是,例如,主轴的性能、线性轴的进给性能、旋转轴的性能线性轴和旋转轴的容许进给值和/或夹持装置或控制装置的元件由力和/或力矩造成的最大容许负载。

[0046] 而且,上述路径数据可根据上述至少一个预定刀具的一个或多个最大负载值产生路径数据,使得在沿在上述路径数据的基础上所确定的加工路径运动时预定刀具的负载不超过上述预定刀具的最大负载值。

[0047] 这提供以下优势,根据计算加工路径,除了优化加工量的条件,不会超过上述刀具的一个或多个最大负载值作为附加条件,因此计算的路径和产生的路径数据总是使得不会超过上述刀具容许的最大负载值。这里,刀具的负载指沿所确定的加工路径运动时施加在上述预定刀具上的力和力矩。由于没有超过预定工件的最大容许负载值的路径和路径数据被确定,因此,可避免对上述刀具的损坏。

[0048] 优选地,本发明的方法包括持续重复产生表示在上述工件的特定加工时间的机床构型的机床构型模型数据的方法步骤,其中,上述机床构型包括上述刀具相对上述控制装置的元件和用于夹持上述工件的机床的夹持装置的相对方向和相对位置,其中,在当上述预定刀具沿在所产生的路径数据的基础上所确定的加工路径上运动时上述机床的元件与上述机床的元件之间的碰撞而不是预定刀具与上述工件之间的碰撞被防止的条件下,在上述机床构型模型数据的基础上和/或在比较在上述特定加工时间的上述机床构型模型数据和加工构型模型数据的基础上产生上述路径数据。

[0049] 这具有以下优势,执行主动碰撞检查。因此,没有导致控制装置的元件与机床的夹持装置、工件或机床的其它元件的碰撞的加工路径被确定。除了机床的夹持装置外,只有被控制装置所控制的预定刀具与待加工的工件接触。依据本发明,由于根据差异构型所确定的加工路径可能是复杂的曲线并可能持续地变化进给方向、进给速率和/或刀具方向,这种主动碰撞检查特别有利。

[0050] 优选地,上述模型数据用于产生坯料构型、加工构型、成品构型、差异构型和/或机床的虚拟3D模型。

[0051] 这提供以下优势,所产生和提供的模型数据可以各个构型的虚拟3D模型的方式

可视的再现（例如显示）。因此，可对操作人员表示工件的各个加工状态，或可分别或一起显示各自的构型。而且，可以通过显示的差异构型或加工构型对操作人员展示所确定的加工路径，使得操作人员可以检查确定的加工路径，且如有需要可做改动。

[0052] 优选地，在虚拟的机床上的虚拟工件的模拟的基础上产生上述路径数据，上述模拟优选地包括以下步骤：产生在原始状态下的上述工件的虚拟 3D 模型；产生第一路径数据，包括确定虚拟的预定刀具的第一加工路径；在所产生的第一路径数据的基础上模拟上述虚拟预定刀具沿上述确定的第一加工路径的运动；产生上述虚拟工件的加工构型的虚拟 3D 模型的加工构型模型数据，上述加工构型模型数据表示在虚拟的预定刀具沿上述确定的加工路径运动已被模拟后上述工件某个加工时间的虚拟去除状态；提供上述成品构型的虚拟 3D 模型的成品构型模型数据，上述成品构型模型数据表示上述虚拟工件的成品构型；产生表示为了完成成品构型还需从上述虚拟工件上去除的材料的差异构型的差异构型模型数据；以及根据上述预定刀具的最大加工量产生第二路径数据，包括，在模拟上述第二加工路径的运动时上述虚拟的预定刀具在单位时间内去除上述工件的差异构型达到最大量的条件下，在上述差异构型模型数据的基础上确定第二加工路径。

[0053] 这提供以下优势，加工路径和相关的路径数据可通过模拟虚拟的机床来确定。德国专利申请公开第 10 2006 043390 号 (DE 10 2006 043390A1) 揭露了模拟在机床上加工工件的过程以模拟 CNC 机器的过程，此揭露通过引证的方式结合到本申请中。

[0054] 通过模拟工件的加工，也能以一种特别有利的方式应对由于 3D 模型数据的大数据量造成的大量的数据传输，因为各个中间步骤或单独的加工步骤可被模拟和 / 或储存。此外，模拟允许操作者通过提供或改变模拟参数的方式主观地介入模拟的加工过程。可能地，上述工件的整个加工可用不同的预定刀具或不同的换刀来模拟。例如，可以模拟不同的加工策略，各个加工策略通过模拟的方式相互比较，从而可以选择最佳的加工策略。例如，加工策略包括预定刀具。确定的换刀、加工路径的起点和终点，这些可由操作者主观地预先确定。

[0055] 因此，工件的最佳加工通过模拟和迭代方式到最佳加工可最大地减少加工时间。模拟需要虚拟的预定刀具能在路径数据的基础上确定的加工路径上运动，沿加工路径的加工量可被计算。

[0056] 模拟可能使操作者进一步主观地影响加工过程，主观地选择新刀具，主观地采用或修改 CNC 程序，其中，可以在视觉上再现（例如显示）加工过程的中间状态给操作者，使得他或她能评估加工过程和相关的中间状态。可能地，在特定中间状态下，根据相关的差异构型，操作者可采用加工策略。可能地，模拟可被用于安全相关参数，检查有关安全的模拟加工过程。

[0057] 优选地，上述路径数据在产生路径数据的步骤中产生，使得加工路径被确定为多个相连的加工路径段，加工路径起点根据上述差异构型来确定，其中第一加工路径段根据上述差异构型从上述加工路径起点开始，从而从上述加工路径起点开始上述加工量达到最大化，其中进一步加工路径段根据上述差异构型从每一互连的加工路径段的终点开始，使得从上述之前的加工路径段的终点开始加工量达到最大，且沿上述第一和进一步的加工段上述成品构型的材料不被去除。

[0058] 这具有以下优势，在当沿在所产生的路径数据的基础上确定的路径运动时预定刀

具最大化加工量的条件下,加工路径可在一段的每个终点根据预定刀具的最大加工量确定。在这个过程中,在进一步的加工路径段根据差异构型来确定使得加工量最大的条件下,加工路径段优选地被确定为很短,使得进给方向、进给速率和 / 或刀具方向可被用于在短的加工路径段之后差异构型的情况。因为依据本法迷宫优化的路径是由基于加工量的路径的迭代优化和决策优化段来确定,因此,可以在加工路径的每一点上加工量优先的方式来确定整个加工路径。

[0059] 依据本发明,为了执行本发明的方法,提供产生用于控制机床上的预定刀具将夹持的工件从坯料加工成成品的控制数据的装置。上述装置包括路径数据产生单元,重复地产生表示至少一个预定刀具将要沿之运动通过进给去除上述工件的材料的至少一个加工路径的路径数据。

[0060] 依据本发明,产生控制数据的装置,包括:产生路径数据的路径数据产生单元,上述路径数据表示预定刀具相对上述工件运动的加工路径、进给速率及刀具方向;产生上述工件的加工构型的加工构型模型数据的加工构型模型数据产生单元,上述加工构型模型数据表示上述工件在特定加工时间的去除状态;提供成品构型模型数据的成品构型模型数据提供单元,上述成品构型模型数据表示上述工件的成品构型;产生差异构型模型数据的差异构型模型数据产生单元,上述差异构型模型数据表示为了完成成品构型还需被去除的材料差异构型;其中,在沿上述加工路径运动时上述预定刀具在单位时间内去除上述工件的差异构型达到最大量的条件下,上述路径数据产生单元在上述差异构型模型上的基础上根据上述预定刀具的最大加工量产生路径数据。

[0061] 优选地,上述装置包括检测上述机床容许的性能参数和 / 或动力特性的机床参数检测单元,在当预定刀具沿在上述路径数据的基础上所确定的加工路径运动时不超过上述机床的最大性能参数和 / 或动力特性的条件下,上述路径数据产生单元产生上述路径数据。

[0062] 这提供以下优势,上述机床的最大容许性能参数和 / 或动力特性可被检测,加工路径和路径数据可被确定使得检测的性能参数和动力参数不超过。

[0063] 优选地,上述装置包括检测上述机床的刀具的刀具特性的刀具特性检测单元,上述刀具特性包括上述刀具的一个或多个最大负载值,且在上述预定刀具在沿上述路径数据的基础上所确定的上述加工路径运动时不超过上述预定刀具的最大负载值的条件下,上述路径数据产生单元产生上述路径数据。

[0064] 这提供以下优点,上述预定刀具的一个或多个最大负载值已知,其中,可以确定加工路径和加工数据使得当沿在所产生的路径数据的基础上产生的加工路径运动时不超过上述预定刀具的最大负载值。

[0065] 优选地,上述装置包括检测上述机床的刀具购置的刀具购置检测单元、刀具选择单元及换刀决策单元,刀具选择单元根据上述差异构型模型数据按照检测到的刀具购置来选择具有相对高的最大加工量的刀具作为下一加工路径的预定刀具,换刀决策单元根据上述机床的所检测的刀具购置来确定将之前的预定刀具更换为下一加工路径所选择的预定刀具,如果不是之前的预定刀具由上述刀具选择单元按照上述机床的刀具购置来选出作为下一加工路径的刀具,上述换刀决策单元确定进行换刀。

[0066] 这提供以下优势,上述机床的刀具采用情形可被检测,可用的刀具和相关的刀具

特性（例如最大加工量）已知。因此，可以选择各自的刀具作为预定刀具，加工路径和相关的路径数据可被确定为最佳，也即是，沿路径最大可实现的加工量。此外，在许多加工步骤的加工过程中，可以在两个加工步骤之间更换另一刀具为预定刀具，如果前者有更大的加工量。

[0067] 优选地，上述装置包括产生机床构型模型数据的机床构型模型数据产生单元，上述机床构型模型数据表示在上述工件的特定加工时间的当前机床构型，上述机床构型包括上述预定刀具相对上述控制装置的元件及夹持上述工件的机床的夹持装置的方向和位置。为此目的，在当至少一个预定刀具沿由上述路径数据所确定的加工路径运动时上述机床的元件与上述机床的元件之间的碰撞而不是上述预定刀具与上述工件之间的碰撞可被避免的条件下，上述路径数据产生单元在上述机床构型模型数据的基础上和 / 或在比较上述机床构型模型数据与上述特定加工时间的机床构型模型数据的基础上产生数据路径。

[0068] 这具有以下优势，在工件的构型之外，在工件的加工过程中机床在特定时间的当前构型也已知或可被确定，当前机床构型确切地包括机床的可动元件的当前方向和 / 或位置，例如，控制装置或夹持装置的元件的方向和 / 或位置。

[0069] 因此，可以优选地确定机床的元件之间的相对方向和 / 或位置，例如，控制装置的元件和夹持装置之间的相对方向和 / 或位置。

[0070] 此外，上述优势使得，在工件的加工过程中可以比较上述工件的机床构型和加工构型。因此，可确定机床的夹持工件的相对方向或位置，例如，尤其是机床的可移动的元件，例如，控制装置或夹持装置。

[0071] 此外，上述优势产生，通过比较当前机床构型和上述工件的加工构型，能执行路径计算使得当上述预定刀具沿上述路径运动时避免机床的元件与机床的元件之间碰撞和 / 或机床的原件与被夹持的工件的碰撞发生。

[0072] 这表明，只有能使上述预定刀具以无碰撞的方式沿上述路径运动的路径可被计算得到。确切地，上述控制装置的元件与夹持装置之间的碰撞和上述控制装置的元件与上述被夹持的工件之间的碰撞可被避免。

[0073] 优选地，上述装置进一步包括视觉再现（例如，显示）上述坯料构型的虚拟 3D 模型、上述加工构型的虚拟 3D 模型、上述成品构型的虚拟 3D 模型和 / 或上述机床的虚拟 3D 模型的显示单元。

[0074] 这有利之处在于，上述工件在上述机床的加工过程的任何时间，上述工件的坯料构型、加工构型、成品构型和 / 或差异构型可显示给操作人员以进行检查。

[0075] 优选地，上述路径数据产生单元通过模拟在虚拟机床上加工虚拟工件的方式产生上述路径数据，上述装置进一步包括模拟虚拟的预定刀具沿在由上述路径数据产生单元所产生的路径数据的基础上所确定的加工路径运动的加工模拟单元。优选地，上述加工构型模型数据产生单元产生上述虚拟工件的加工构型的虚拟 3D 模型的加工构型模型数据，上述加工构型模型数据表示在虚拟的预定刀具沿上述确定的加工路径运动已被模拟后的任一加工时间上述工件的虚拟去除状态。

[0076] 优选地，上述成品构型提供单元提供上述成品构型的虚拟 3D 模型的成品构型模型数据，上述成品构型模型数据表示上述虚拟工件的成品构型，其中，上述差异构型模型数据产生单元更宜产生表示为了完成上述成品构型还需从上述虚拟工件上去除的材料的差

异构型的差异构型模型数据。

[0077] 优选地,上述路径数据产生单元产生第二路径数据,在上述虚拟的预定刀具在单位时间内去除上述工件的差异构型达到最大量条件下,上述路径数据产生单元在上述差异构型的基础上根据上述预定刀具的最大加工量确定第二加工路径的第二路径数据。

[0078] 这提供以下优势,加工路径和相关的路径数据可由上述装置在虚拟机床的模拟下确定。

【附图说明】

[0079] 图 1 为机床的示意图。

[0080] 图 2 为本发明的产生控制数据的方法的第一实施例的示意图。

[0081] 图 3a 为坯料构型的简单示例的示意图。

[0082] 图 3b 为加工构型的简单示例的示意图。

[0083] 图 3c 为成品构型的简单示例的示意图。

[0084] 图 3d 为差异构型的简单示例的示意图。

[0085] 图 4a 为第二加工构型的简单示例的示意图。

[0086] 图 4b 为第二差异构型的简单示例的示意图。

[0087] 图 5 为本发明的产生控制数据的方法的第二实施例的示意图。

[0088] 图 6 为本发明的产生控制数据的方法的第三实施例的示意图。

[0089] 图 7 为本发明的产生控制数据的装置的实施例的示意图。

【具体实施方式】

[0090] 以下,将结合附图对本发明的优选实施例进行说明。

[0091] 图 1 所示为将固定的工件 150 从坯料加工成成品的机床 100 的示意图。该机床 100 包括控制装置 110、夹持装置 120、预定的刀具 130 及刀具库 140。该刀具库包括许多刀具 141a、141b、141c 及 141d。该控制装置 110 配备有该预定的刀具 130,且该控制装置 110 被设计为可控制预定的刀具 130 沿确定的加工路径以去除工件的材料。该待加工的工件 150 被固定在夹持装置 120 上。

[0092] 此外,该刀具库 140 包括将控制装置 110 上配备的预定刀具 130 更换为刀具库 140 中刀具 141a-d 其中之一的换刀装置 142。因此,该控制装置能配备任一刀具 141a-d、130,从而在控制装置 110 被换刀装置 142 装配上刀具 141a-d、130 其中之一后,该工件可被对应的刀具加工。

[0093] 机床上不同的刀具 141a-d、130 具有不同的特定刀具参数。刀具参数可为,例如,刀具的材料、刀具的直径和高度、刀具的刀刃数、刀具的负载值及刀具的最大加工量。这里,刀具的最大加工量主要取决于上述参数。

[0094] 在这种情况下,加工量是指单位时间内被去除的材料的量的参数。机床刀具的加工量的通用单位是立方厘米/分(cm^3/min)。这里,刀具高度的刀具参数不是指刀具的绝对高度,而是刀具上可用于加工工件材料的的部分的高度,因此对应于刀具的可能加工深度,也就是,刀具可进入工件以去除材料的深度。刀具的最大加工量可能也取决于工件的材料。

[0095] 当预定的刀具 130 沿确定的加工路径在工件上 150 运动时,工件 150 的材料被去

除。在这个过程中,所达成的实际加工量,也是用 cm^3/min 来测量,小于或最大等于该刀具的最大加工量。当在工件 150 上沿确定的加工路径运动时实际达成的加工量取决于各种因素,例如,预定刀具 130 在工件 150 上沿确定的加工路径的进给速率,绕轴线旋转预定刀具 130 以产生切削速度的主轴 111 的性能,工件 150 的材料,刀具 130 的材料,预定刀具 130 的直径、高度和刃数,以及刀具 130 相对固定工件 150 的刀具方向。

[0096] 机床 100 为 CNC 机床,也就是,控制装置 110 被发送给机床 100 的控制数据自动控制。以这种方式,基于 CNC 控制数据来控制预定刀具 130。

[0097] 机床 100 的控制装置 110 使刀具 130 相对固定的工件 150 的三维的自由刀具运动和五轴的自由刀具方向成为可能。这包括三个线性轴,从而预定的刀具 130 可在各个方向上在三个方向运动。该线性轴相互垂直地设置,且分别允许刀具的线性运动,其中,通过同时移动线性轴使复杂路径的外形可能被加工。此外,相对固定工件 150 的自由刀具方向利用二个旋转轴可实现,其中一个旋转轴使刀具可倾斜转动(不要与产生切削速度的转动混淆),另一旋转轴使工件 150 可旋转。因此,刀具 130 相对固定的工件 150 可能成负角度,从而也可能产生所谓的根切(Undercut)。

[0098] 依据本发明,产生控制数据的方法的第一实施例在图 2 中示出。产生用于控制机床上的预定刀具以使固定的工件 150 从坯料被加工成成品的方法包括以下步骤:产生加工构型模型的数据 S201、提供成品构型模型数据 S202、产生差异构型模型数据 S203 以及产生路径数据 S204。

[0099] 以下将参照图 3a-d 和一个实施例来说明工件的加工构型、工件的成品构型及工件的差异构型等术语。图 3a 中以立方体作为坯料 310 的一个示例,其中立方体表示在加工工件的开始被固定在机床 100 的夹持装置 120 中的工件坯料。

[0100] 图 3c 示例性地表示通过加工坯料 310 所要达成的成品 340。图 3b 表示,在一个或多个预定的刀具 130 已沿一条或多条加工路径从坯料 310 的正上方去除材料后,工件在第一加工时间 t_1 的可能的第一中间状态构型的一个示例。这表示在第一加工时间 t_1 的加工构型 320。还需从第一中间状态 320 上去除以完成成品 340 的构型的材料 330a 和 330b 通过成品 340 的成品构型与第一加工时间 t_1 时第一加工构型 320 的加工构型的直接比较中得来,并在图 3d 中示出。

[0101] 以这种方式得到的差异构型 330a、330b 精密地与还需去除直到完成成品 340 的材料相对应。这与图 2 中的步骤 S201“产生加工构型模型数据”、步骤 S202“提供成品构型模型数据”及步骤 S203“产生差异构型模型数据”相对应。

[0102] 工件在中间状态的加工构型 320 由特定的加工时间 t_1 决定,且产生指征第一加工时间 t_1 时的加工构型 320 的加工构型模型数据。在步骤 S202“提供成品构型数据”中,提供成品构型 340 的模型数据,成品构型模型数据指征想要的成品的构型,也就是,用一个或多个刀具 130 和 / 或 141a-d 加工后在完成状态下想要的工件构型。

[0103] 加工构型模型数据与成品构型模型数据的比较在步骤 S203“产生差异构型模型数据”中执行,其中,产生表示在第一加工时间 t_1 时工件的差异构型 330a、330b 的模型数据,加工构型模型数据在第一加工时间也 t_1 产生。

[0104] 在下一步 S204“产生路径数据”中,加工路径由工件的差异构型 330a、330b 来确定,预定的刀具 130 通过进给在工件上运动来去除工件 150 的材料。此外,在步骤 S204“产

生路径数据”中,产生关于确定的加工路径的进一步路径数据,指征预定刀具 130 相对工件将要沿在步骤 S204 中确定的路径运动的进给速率和刀具方向。

[0105] 依据本发明,在这个过程中分别确定加工路径和产生路径数据,从而,当沿在步骤 S204 中确定的加工路径运动时,预定刀具 130 在单位时间内去除在步骤 S203 中确定的差异构型 330a、b 的最大量依赖于预定刀具 130 的最大加工量。因此,在步骤 204 中确定加工路径以及产生路径数据时,需考虑在步骤 S203 中产生差异构型模型。

[0106] 在这个过程中,加工路径由预定工件 150 的差异构型决定,从而当预定刀具 130 沿加工路径运动时达到实际的最大可能的加工量。充其量能达到预定刀具 130 的最大加工量。此外,加工路径如此确定使得当预定刀具 130 沿预定加工路径运动时只有确定的差异构型 330a、330b 的部分被去除。这意味着,当沿确定的加工路径运动时,预定刀具 130 并不去除成品构型 340 的任何材料。

[0107] 在步骤 S204 “产生路径数据”中,为了实现实际的最大加工量,当预定刀具 130 沿刀具路径运动时,相对工件 150 的自由刀具运动和自由刀具定位被用于持续地调节和修正进给方向、进给速率和 / 或刀具方向。如果可能的话,将可实现预定刀具的最大加工量。

[0108] 依据本发明,根据第一加工时间 t_1 下差异构型的形状,这将产生复杂的曲线加工过程,其中,预定刀具沿加工路径的进给方向的改变如此确定,使得通过预定刀具 130 的一次次的方向改变来实现实际的最大加工量。具体地说,加工路径如此确定,使得在路径上的方向改变后可相对不改变方向的直线进给方向实现更大的加工量。

[0109] 因此,依据本发明的方法,并不是如同现有技术中所谓的逐线加工一样,预定刀具 130 沿直线路径的简单往复运动,工件被一层一层地去除直至完成成品构型 340。与逐线加工不同,当在产生的路径数据的基础上沿步骤 S204 中确定的加工路径运动时,预定刀具 130 根据差异构型 330a、330b 的情况沿确定的加工路径运动,进给速率、运动方向及刀具方向被改变从而使实际到达的加工量最大。

[0110] 因此,可以确定的是,在进给运动中材料被持续地去除,也就是,刀具在空气中运动而不接触材料的时间可大大降低。此外,通过在预定刀具的最大加工量的基础上确定加工路径,可确保的是,在预定路径长度和预定刀具的最大加工量下,根据差异构型可保证最大的实际材料去除量。

[0111] 因此,依据本发明,加工路径的确定和加工数据的产生不仅取决于工件的成品构型,还取决于差异构型 330a、330b 和对大加工量。由此,利用本发明的产生控制数据的方法将工件 150 从坯料加工成成品,可大大地降低加工时间。

[0112] 依据本发明的产生控制数的方法的第二个实施例,顺次确定多个加工路径,其中,当前加工状态的差异构型总是在预定刀具 130 已沿确定的加工路径运动后并在另一加工路径确定前确定。这分别需要将当前加工时间 t_n 产生的当前加工构型模型数据,并检测工件 150 从在加工时间 t_{n-1} 产生之前的加工构型模型数据开始的加工,从而可确定在加工时间 t_n 下的当前差异构型。

[0113] 请参照图 3a 至 3d 中坯料构型、加工级构型、差异构型及成品构型的简单示例,在第一加工时间 t_1 时在中间状态下,工件呈现加工构型 320,图 4a 示例性地表示在第二加工时间 t_2 时在第二中间状态下,工件呈现加工构型 420,其中,在第一加工时间 t_1 和第二加工时间 t_2 之间,工件已经由一个或多个预定的刀具 130 沿一条或多条加工路径从其左上部分

上去除材料。通过比较第二加工时间中间状态下的第二加工构型 420 与成品的成品构型 340, 产生如图 4b 中示例性示出的新的差异构型 430a、430b。在差异构型 430a、430b 的基础上, 确定新的第二加工路径并产生第二加工路径数据。

[0114] 产生控制数据的方法的第二实施例的方法步骤的顺序在图 5 中表示。在加工时间 t_n , 在步骤 S501 “产生第 n 加工构型模型数据” 中, 产生在第二加工时间 t_n 的中间状态下加工构型模型数据。在步骤 S502 “产生第 n 差异构型模型数据” 中, 在与成品构型比较的基础上, 当前差异构型模型数据与第 n 加工时间 t_n 时的当前加工构型比较, 以产生第 n 差异构型模型数据。

[0115] 为此目的, 再次需要成品构型模型数据以将当前加工构型与成品构型进行比较。图 5 所示为加工步骤 S201 至 S204 的顺序的第 n 次重复。在图 5 所示的方法的实施例中, 没有提供成品构型模型数据的步骤, 其原因在于, 假设成品构型模型数据已经在方法步骤的第一顺序 (也就是方法步骤的第一次重复) 中提供, 从而在第二顺序中不再需要提供成品构型模型数据。

[0116] 在下一步骤 S503 “选择刀具作为预定刀具” 中, 一种刀具被选为预定的刀具。在这种情况下, 预定的刀具是控制装置 110 所配备的刀具, 从而控制装置 110 控制预定刀具 130, 以去除工件 150 的材料。在未在此处详细说明的另一实施例中, 机床 100 仅包括一把刀具且刀具库 140 不包含其它刀具 141a-d 或者机床 100 内不含有刀具库 140, 不需要执行步骤 S503。

[0117] 此外, 在包含多个具有不同刀具特性的刀具 141a-d 的机床 100 中, 出现两种可能性。一方面, 选为第 n 条加工路径中预定刀具的刀具可能与第 n-1 条加工路径中预定刀具相同。在这种情况下, 控制装置 110 所配备的刀具不需要更换。在第二种情况下, 步骤 S503 中被选择作为第 n 条加工路径中预定刀具的刀具, 与第 n-1 条加工路径中预定刀具不同。在这种情况下, 接下来在步骤 S504 “确定换刀” 中, 确定进行换刀。这表示, 已确定控制装置 110 所装备的刀具被从刀具库 140 中选出作为预定刀具的刀具更换。为此目的, 机床 100 包括更换控制装置所装备的刀具 130 的换刀装置 142。

[0118] 因此, 根据工件还要被去除的材料的情况, 也就是, 根据工件当前的差异构型, 可以在工件从坯料到成品的加工过程中更换预定刀具。在实践中, 将发生以下情况, 例如, 如果首先大直径的刀具被插入控制装置 110, 为了实现最大的实际加工量, 不再能确定已确定的差异构型的进一步的路径, 其中预定刀具从工件上去除材料而不去除工件的成品构型。然后, 将需要从刀具库 140 中选择具有较小直径的刀具并将这个道具替换之前大直径的预定刀具。

[0119] 在接下来的步骤 S505 “产生第 n 路径数据” 中, 第 n 加工路径在产生的第 n 路径数据的基础上来确定, 预定刀具或可能的预定刀具将在加工时间 t_n 通过进给沿之运动以去除工件特定的当前差异构型。在步骤 S505 “产生第 n 路径数据” 中, 产生指征预定刀具相对工件沿第 n 加工路径运动的进给速率和刀具方向的第 n 路径数据。

[0120] 依据本发明, 在加工时间 t_n 的特定的当前差异构型的基础上根据第 n 路径所预定的刀具的最大加工量来产生第 n 路径数据, 从而, 当沿第 n 加工路径运动时第 n 加工路径所预定的刀具在单位时间内去除工件的特定的第 n 差异构型达到最大量。

[0121] 类似于产生控制数据的方法的第一实施例, 这由步骤 S201 至 S204 执行。在第 n

加工路径所预定的刀具已经沿第 n 加工路径运动后,产生新的加工构型,其中,在下一步骤 S506 “产生第 $n+1$ 加工构型模型数据”中,关于在加工时间 t_{n+1} 时新的当前加工构型的第 $n+1$ 加工构型模型数据在第 $n+1$ 加工路径所预定的刀具已经沿第 $n+1$ 加工路径运动并去除材料后产生。

[0122] 随后,执行步骤 S507 “产生第 $n+1$ 差异构型模型数据”、步骤 S508 “选择刀具作为预定刀具”、步骤 S509 “确定换刀”(如果步骤 S508 中所选择的刀具不同于第 n 加工路径所预定的刀具)、步骤 S510 “产生第 $n+1$ 路径数据”和步骤 S511 “产生 $n+2$ 加工构型模型数据”(为第 $n+2$ 加工路径)。

[0123] 分别重复这种模式和顺序下的步骤 S501 至 S511,如有可能,只至在步骤 S11 中所确定的工件的加工构型与工件的成品构型相同,从而不再需要从工件上去除材料以完成成品构型。

[0124] 在本发明的产生控制数据的方法的第三实施例中,此方法进一步包括步骤 S604 “产生机床构型数据”。如图 6 中所示,此方法包括步骤 S601 “产生第 n 加工构型模型数据”、步骤 S602 “提供成品构型模型数据”、步骤 S603 “产生第 n 差异构型模型数据”、步骤 S604 “产生机床构型模型数据”和步骤 S605 “产生第 n 加工路径的路径数据”。

[0125] 可能地,如第二实施例中一样,方法步骤 S601 至 S605 的顺序是重复这些方法步骤的顺序的一部分,从而加工路径被反复确定。在这种情况下,如果成品构型模型数据因已提供来确定第一加工路径而不再不需要被提供,可能不会如第二实施例中一样需要步骤 S602 “提供成品构型数据”出现。

[0126] 在步骤 S604 中,产生指征在特定的加工时间 t_n 时当前机床构型的机床构型模型数据,当前机床构型包括预定刀具 130 相对控制装置 110 的元件及夹持工件 150 的夹持装置 120 的当前相对方向和相对位置。这里,第 n 加工时间 t_n 是在步骤 S601 中第 n 加工构型模型数据所产生的加工时间。

[0127] 在步骤 S605 “产生第 n 路径数据”中,确定第 n 加工路径,从而,当第 n 加工路径所预定的刀具 130 沿第 n 加工路径运动时,机床 100 的元件与机床 100 的元件之间的碰撞而不是第 n 加工路径的预定刀具 130 与工件 150 之间的碰撞可被避免。确切地说,第 n 加工路径如此确定,使得机床 100 的控制装置 110 的元件与机床 100 的元件(例如,夹持装置 120)之间的碰撞可被避免。

[0128] 此外,第 n 加工路径如此确定使得控制装置 110 的元件与被夹持的工件 150 之间的碰撞可被避免,从而,预定的刀具 130 只与工件 150 接触来进行预定的去除材料。这额外需要在特定的加工时间 t_n 时机床构型模型数据与工件 150 的加工构型模型数据的比较,从而,在比较加工构型模型数据与机床构型模型数据的基础上,由于已知夹持装置 120 相对机床 100 所有的元件(尤其是相对控制装置 110 的元件)的位置和方向,可知道被夹持的工件 150 的位置和方向。

[0129] 因此,在步骤 S605 中,如此确定加工路径,使得第 n 加工路径所预定的刀具可沿所确定的加工路径运动且控制装置 110 的元件与夹持装置 120 的元件之间、控制装置 110 的元件与工件之间以及控制装置 110 会发生与机床 100 的元件之间将不会发生不必要的碰撞。这里,如果控制装置 110 的元件与机床 100 的元件或工件 150 冲突或接触,将会造成碰撞,从而,预定的刀具 130 将会不再沿加工路径运动。因此,在本实施例中,进行路径的计算

时,还有额外的主动碰撞检查。

[0130] 随着加工路径的确定及加工数据的产生,当预定的刀具 130 沿确定的加工路径运动时达到最大的实际加工量,在实践中所确定的加工路径因所确定的工件的差异构型而具有复杂的曲线形状。

[0131] 因此,当沿加工路径运动时,依赖于所确定的当前差异构型,预定刀具 130 在该路径上相对被夹持的工件 150 的方向根据加工路径的形状按照所产生的路径数据中所指示的来变化。此外,预定刀具 130 沿确定的加工路径的进给速率在路径数据的基础上改变,从而,根据差异构型,沿确定的加工路径,如果可能,可分别达到预定刀具的最大加工量。

[0132] 除了改变刀具的方向外,这进一步导致在所确定的加工路径上的进给速率的连续改变。这里,预定刀具的负载是当其沿所确定的加工路径运动时由施加在预定刀具上的力和力矩所造成的。因此,如同预期一样,造成比现有技术中的方法高许多的刀具负载。在这种情况下,需要指出的是,所有至少五轴的进给速率和由此对预定刀具所造成的负载具有辅助的效果。

[0133] 因此,当确定加工路径且产生路径数据时,只需要如此确定加工路径和产生路径数据,使得预定刀具的负载(也就是,当其在预定加工路径上运动时,力和力矩所造成的负载)不超过预定刀具 130 的最大容许的负载或者一个或二个最大负载值。

[0134] 此外,加工路径和路径数据分别根据机床 100 容许的性能参数和/或动力特性来确定和产生。这意味着,如此确定加工路径和产生相关的路径数据,使其不超过机床 100 的容许性能参数,且机床 100 的动力性能也考虑在内。这表示,在机床 100 的最大容许性能参数和动力特性的基础上确定加工路径和产生相关的路径数据。机床 100 的动力特性包括控制装置 110 的,线性轴的进给速率和/或旋转轴的值(旋转轴的进给值)。

[0135] 图 7 表示依据本发明的产生控制数据的方法的上述实施例的产生控制数据的装置 700。

[0136] 产生控制数据的装置 700 包括加工构型模型数据产生单元 701 和成品构型模型数据提供单元 702。此外,该装置 700 包括连接至加工构型模型数据产生单元 701 的差异构型模型数据产生单元 703 及成品构型模型数据产生单元 702。该装置 700 进一步包括路径数据产生单元 705,路径数据产生单元 705 至少连接至差异构型模型数据产生单元 703。

[0137] 加工构型模型数据产生单元 701 适于在任何加工时间重复产生工件 150 的加工构型的加工构型模型数据,加工构型表示在此加工时间工件 150 的当前去除状态。

[0138] 成品构型模型数据提供单元 702 适于提供成品构型模型数据,成品构型模型数据表示在机床 100 上经一个或多个加工步骤加工之后工件 150 的所达到的成品的构型。

[0139] 差异构型模型数据产生单元 703 适于比较各自的加工构型模型数据和成品构型模型数据,并产生在特定的加工时间工件 150 对应的加工构型的差异构型模型数据,其中模型数据指征工件 150 在当前加工构型和成品构型之间的当前差异构型。

[0140] 工件在特定加工时间的差异构型准确地对应于,为了得到工件 150 的成品构型,在此加工时间工件 150 上还需由一个或多个预定刀具 130 从工件 150 上去除的材料的构型。

[0141] 路径数据产生单元 705 适于,在所确定的当前差异构型的基础上,确定预定刀具 130 通过进给沿之运动以去除所确定的当前差异构型的材料的加工路径。依据本发明,加工

路径是在工件 150 的当前差异构型的基础上由差异构型模型数据产生单元 703 来确定。

[0142] 路径数据产生单元 705 进一步适于在所产生的差异构型模型数据的基础上产生路径数据,路径数据指征预定刀具相对工件 150 的进给速率和刀具方向,预定刀具 130 将沿所确定加工路径运动。

[0143] 在这个过程中,在当沿由加工数据根据预定刀具 130 的最大加工量所确定的加工路运动时预定刀具 130 在单位时间内去除工件 150 的所确定的当前差异构型达到大量的条件下,路径数据由路径数据产生单元 705 产生。

[0144] 此外,产生控制数据的装置 700 包括检测机床 100 的最大容许性能参数和 / 或动力特性的机床参数检测单元 706。机床参数检测单元 706 至少连接至路径数据产生单元 705,从而路径数据根据机床 100 的最大容许性能参数 he / 或动力特性来确定。

[0145] 此外,产生控制数据的装置 700 包括产生表示在工件 150 的任何加工时间当前机床构型的机床构型模型数据产生单元 707。这里,当前机床构型包括预定刀具 130 相对控制装置 110 的元件和相对夹持工件 150 的机床 100 的夹持装置 120 的当前相对方位和相对位置。

[0146] 机床构型模型数据产生单元 707 至少连接至路径数据产生单元 705,使得加工路径和相关的路径数据由路径数据产生单元 705 在机床构型模型数据的基础上和 / 或在机床构型模型数据与加工构型模型数据比较的基础上确定,从而,在预定刀具 150 沿确定的加工路径运动时,机床 100 的元件与机床 100 的元件之间的碰撞而不是预定刀具 130 与工件 150 之间的碰撞可被避免。

[0147] 此外,该装置 700 包括连接至路径数据产生单元 705 的刀具选择单元 708,刀具选择单元 708 适于根据当前差异构型数据反复地选择具有相对高的最大加工量的刀具作为预定刀具。为此目的,刀具选择单元 708 连接至刀具购置检测单元 710 及换刀决策单元 709。

[0148] 刀具购置检测单元 710 检测机床 100 的刀具购置。这表示,刀具购置检测单元 710 检测机床 100 上刀具 141a-d、130 的存放,并检测各个刀具 141a-d、130 的特性,从而刀具购置检测单元 710 检测所有刀具 141 和 130 哪个可被刀具选择单元 708 确定为预定刀具 130,刀具购置检测单元 710 还检测刀具的各自的最大加工量和 / 或最大负载值。

[0149] 因此,刀具选择单元 708 可根据刀具的最大加工量确定哪把刀具作为预定刀具 130。换刀决策单元 709 具有之前的预定刀具 130,也就是,机床的控制装置 110 所装备的刀具。在刀具选择单元 708 选择刀具作为另一加工路径的预定刀具 130 且此预定刀具 130 不同于机床 100 的控制装置 110 之前所装备的刀具的情况,换刀决策单元 709 确定换刀使得机床 100 的控制装置 110 所配备的刀具被下一加工路径所确定的预定刀具 130 替换。

[0150] 这种换刀是需要的,例如,当还需从工件 150 上去除材料但是差异构型用之前的预定刀具 130 不再能确定使得材料从差异构型上去除而不损伤成品构型的进一步加工路径时。

[0151] 此外,产生控制数据的装置 700 包括在各自模型数据的基础上视觉再现(例如显示)坯料构型、成品构型、差异构型或机床构型的虚拟 3D 模型的再现单元(例如显示单元)。这里,再现单元 711 可以在视觉上呈现虚拟的单个 3D 模型或同时呈现多个模型数据所指征的构型。而且,再现单元 711 可以视觉再现由工件的差异构型所确定的加工路径。因此,机床 100 或装置 700 的手动操作者可以视觉仿真或检查产生的控制数据、确定的加工路

径、产生的控制数据或工件的加工状态。

[0152] 在本发明的产生控制数据的装置 700 的实施例中,该装置 700 通过接口直接连接至机床 100。这里,当工件 150 在机床 100 上加工时,装置 70 直接根据本发明的产生控制数据的方法的一个实施例来产生控制数据。这表示,路径数据产生单元 705 所产生的路径数据,随后被立即传送至机床 100 的控制装置 110,从而控制装置 110 在产生的路径数据的基础上直接控制预定刀具 130 沿确定的加工路径并从工件 150 上去除材料。

[0153] 在预定刀具 130 沿确定的加工路径运动后,产生新的工件加工构型。此加工构型由加工构型模型数据产生单元 701 通过产生的加工构型模型数据来表示。如果加工构型还未符合想要的成品构型,装置 700 产生下一加工步骤的控制数据。为此目的,再次产生当前加工构型的差异构型模型数据,从而另一加工路径可再次用相关的路径数据来确定。

[0154] 可能地,只要刀具选择单元 708 选择另一刀具作为下一加工步骤所预定的刀具 130,换刀决策单元 709 开始实际的换刀,控制装置 110 之前所装备的刀具 130 被刀具库 140 中的另一刀具 141a-d 替换。在机床 100 已经实行换刀后,路径数据产生单元 705 产生路径数据来确定另一加工路径。依据本发明,在当新的预定刀具 130 沿确定的加工路径运动时可达到最大的加工量的条件下,这是在当前确定的差异构型的基础上完成,其中,如果可能,可达到预定刀具 130 的最大加工量。

[0155] 路径数据直接通过接口被传送至机床 100,使得机床 100 在所产生的控制数据的基础上用控制装置 110 控制预定刀具 130 沿在所产生控制数据的基础上所确定的加工路径运动,从而从工件 150 上去除材料。根据本发明的产生控制数据的方法的第二实施例,这可能被重复直到分别完成成品和工件 150 的成品构型。

[0156] 所产生的模型数据、技术信息和需要考虑的机床特有数据的高数据量导致如此的数据传输 (data traffic),使得以现在电脑的计算能力,在产生控制数据的装置 700 直接连接至机床 100 的“在线解决方案”中,很难在工件 150 的加工的过程中控制机床 100。

[0157] 为此,本发明的另一实施例的产生控制数据的装置 700 并不连接至实际的机床 100,而是通过接口连接至模拟虚拟机床的模拟装置。这种用于模拟机床上工件的加工的模拟装置已被揭露,例如,在申请人的德国专利申请公开第 10 2006043390 号 (DE 10 2006 043390A1) 中。

[0158] 在这种情况下,通过在虚拟的机床上虚拟地加工虚拟工件来模拟在机床上工件的加工来产生相应的路径数据,通过在具有控制加工过程所需的所有特性的虚拟机床上运行或评估上述模拟,以迭代的方法达到最佳的模拟,从而确定加工路径或加工路径的顺序及可能的换刀。

[0159] 在这种情况下,上述最佳是指根据本发明的方法来确定使得工件的加工时间因所选择或确定的加工路径而最佳化地减少的加工路径或加工路径的顺序及相关的路径数据。

[0160] 在本实施例中,装置 700 包括模拟虚拟的预定刀具在由路径数据产生单元 705 所产生的路径数据的基础上所确定的加工路径上运动的加工模拟单元 712,在虚拟的预定刀具沿确定的加工路径运动已由加工模拟单元 712 模拟之后,加工构型模型数据产生单元 701 产生表示在某一加工时间虚拟工件的去除状态的虚拟工件的加工构型的虚拟 3D 模型。

[0161] 成品构型提供单元 702 提供成品构型的虚拟 3D 模型的成品构型模型数据,成品构型模型数据描述虚拟工件的成品构型,差异构型模型数据产生单元 703 在比较成品构型模

型和加工构型模型数据的基础上产生当前差异构型模型数据,当前差异构型模型数据描述为了完成成品构型还未从虚拟工件上去除的材料的构型。

[0162] 路径数据产生单元 705 在差异构型模型数据的基础上产生路径数据,在当加工模拟单元模拟第二加工路径的运动时虚拟预定刀具在单位时间内去除工件的差异构型的最大量的条件下,路径数据根据预定刀具的最大加工量来确定加工路径。

[0163] 在本实施例中,产生控制数据的装置 700 或连接至产生控制数据德装置 700 的虚拟机床包括存储所产生的控制数据、所确定的加工路径、相关的路径数据及可能的所确定的换刀的存储装置。在模拟完成之后,这些数据可被传送至实际的机床,从而此机床可在控制数据的基础上用实际的预定刀具来加工实际的工件。

[0164] 在此所说明的实施例和附图仅应被理解为示范性而非限定性的。为了提供相应的应用场合的优化的实施例,可以将本实施例中的特征以非典型的方式相互组合。只要对本领域的技术人员而言显而易见的修改,将被视为在实施例的以上描述中隐式揭露。

[0165] 例如,图 7 中所示的产生控制数据的装置 700 所描述的许多技术特征为可选的。例如,根据产生控制数据的方法的第一实施例的产生控制数据的装置 700,仅需要加工 701、成品构型数据产生单元 702、差异构型模型数据产生单元 703 及路径数据产生单元 705。图 7 中所示的装置 700 的所有其它单元在产生控制数据的方法的第一实施例中为可选的。

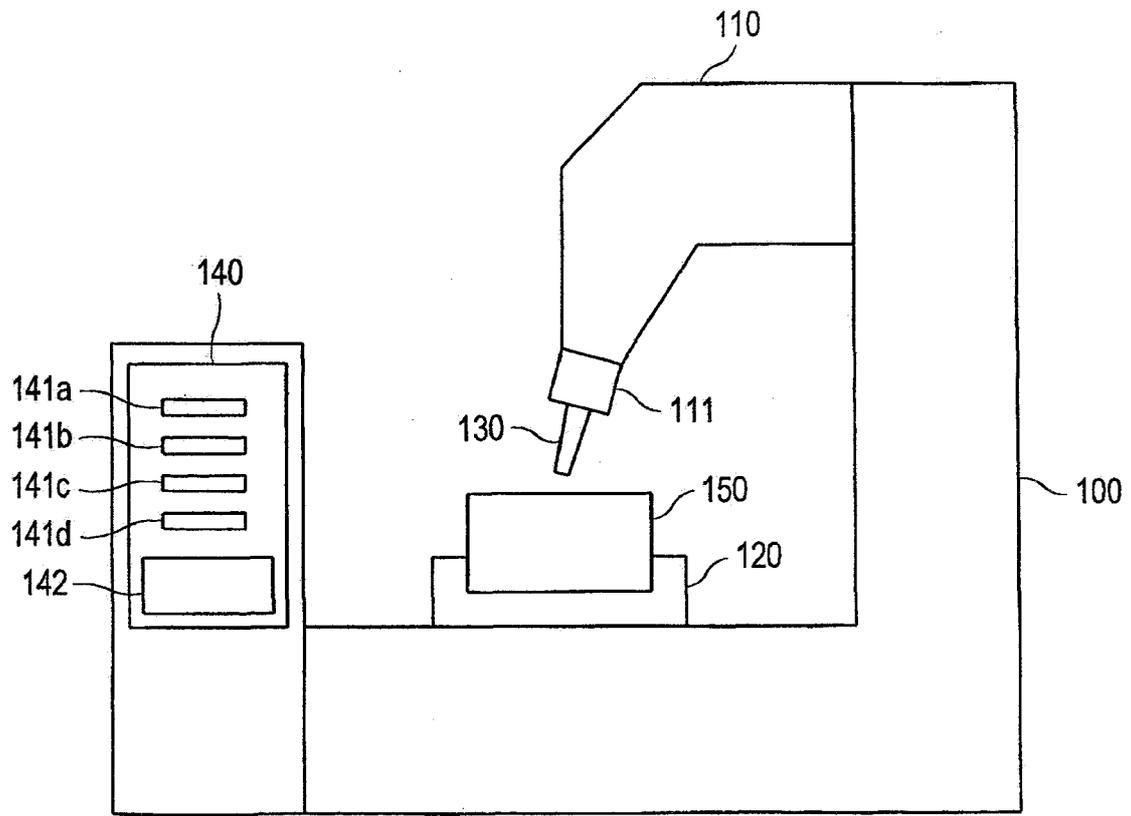


图 1

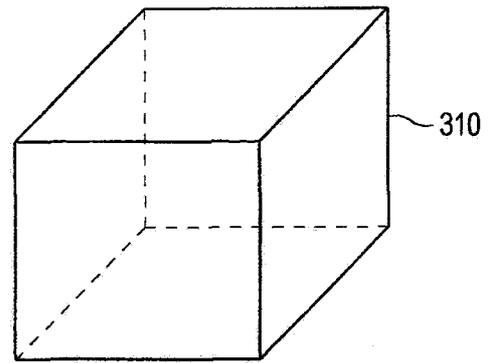
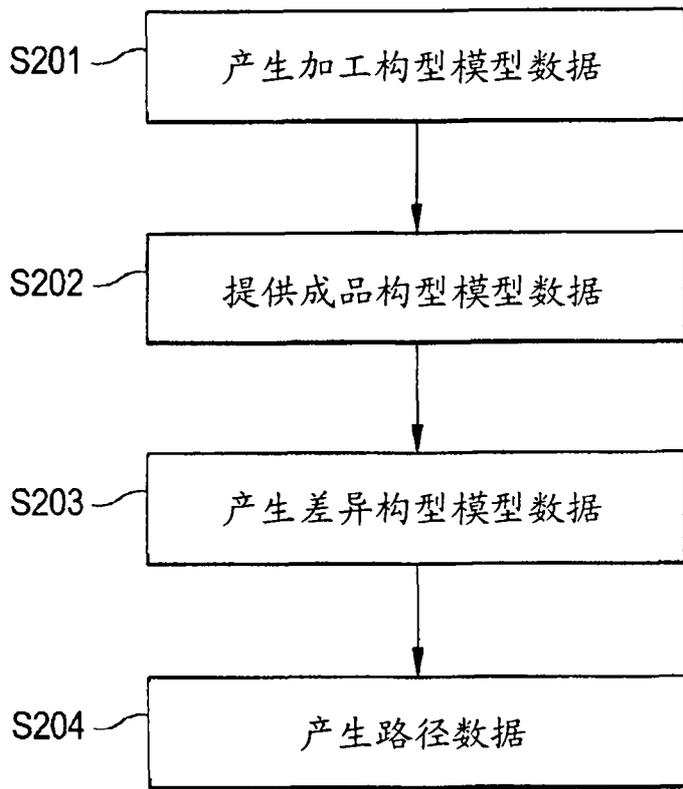


图 3a

图 2

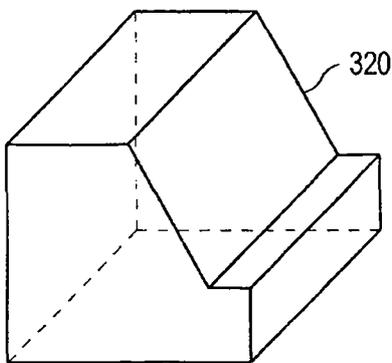


图 3b

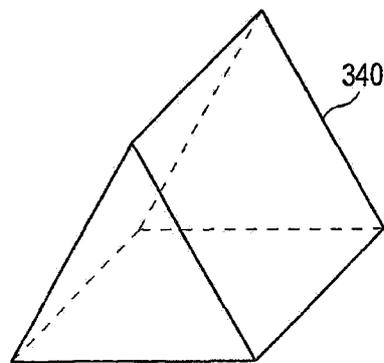


图 3c

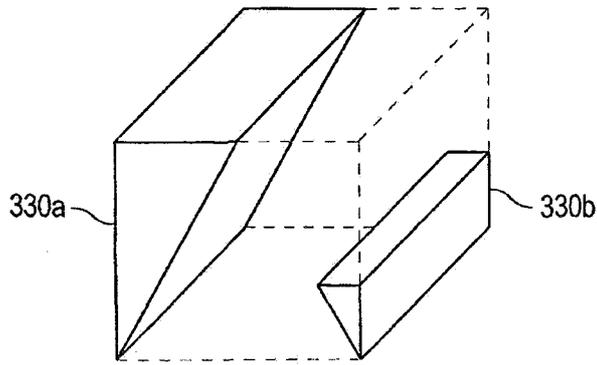


图 3d

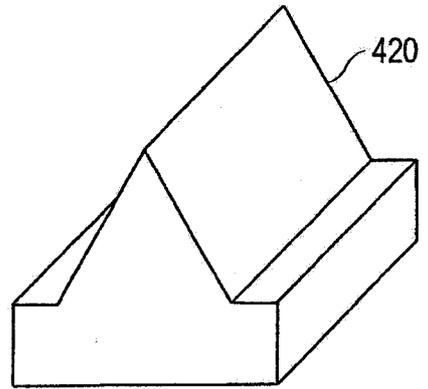


图 4a

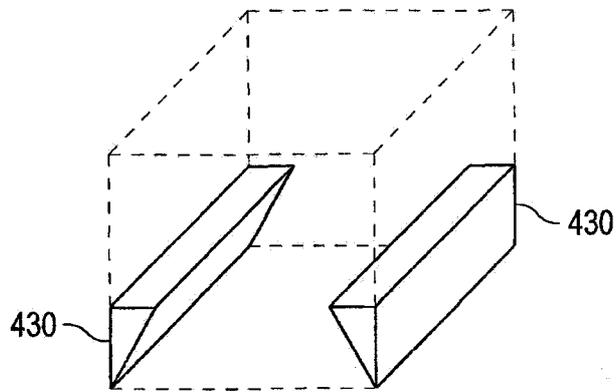


图 4b

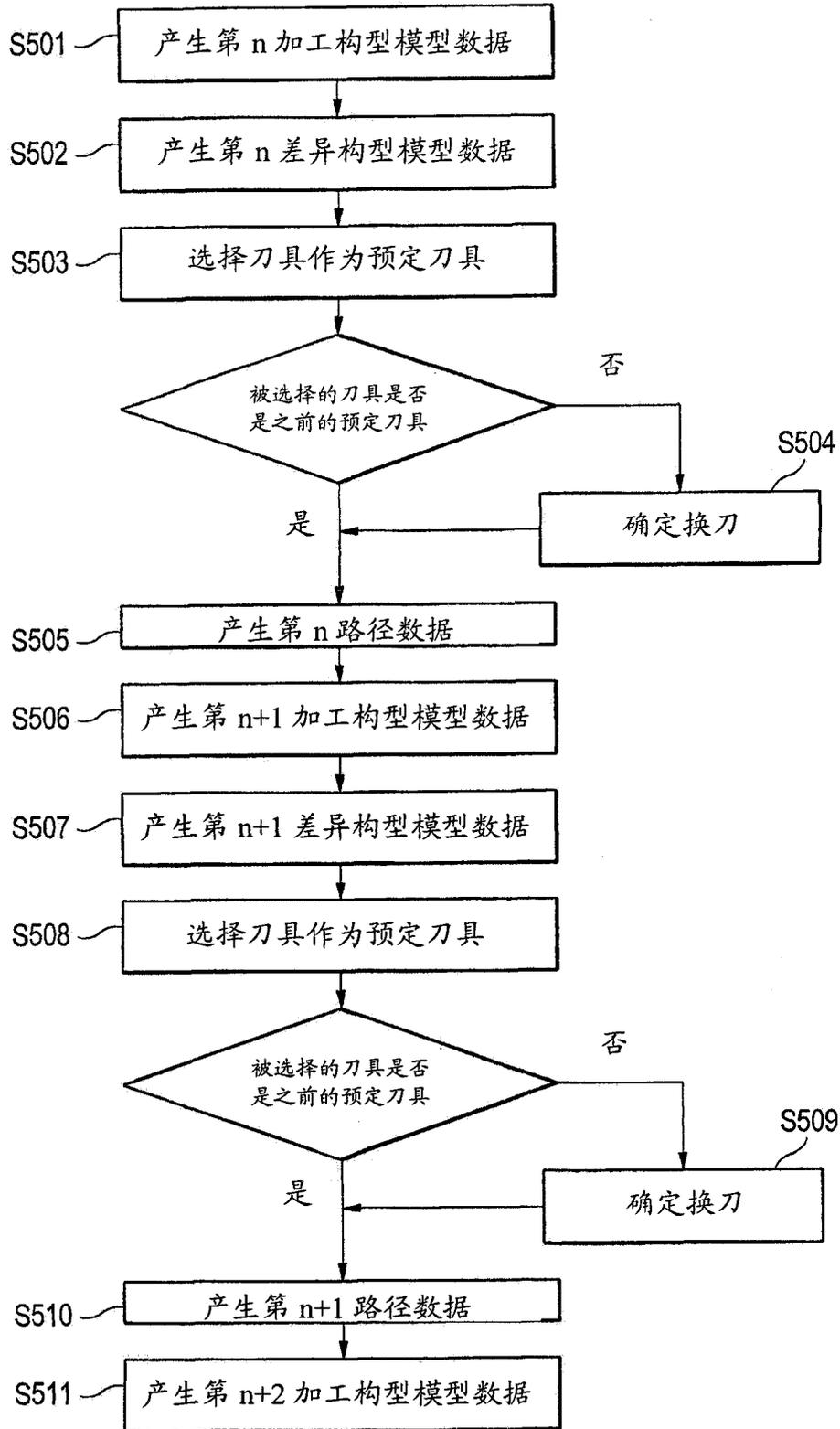


图 5

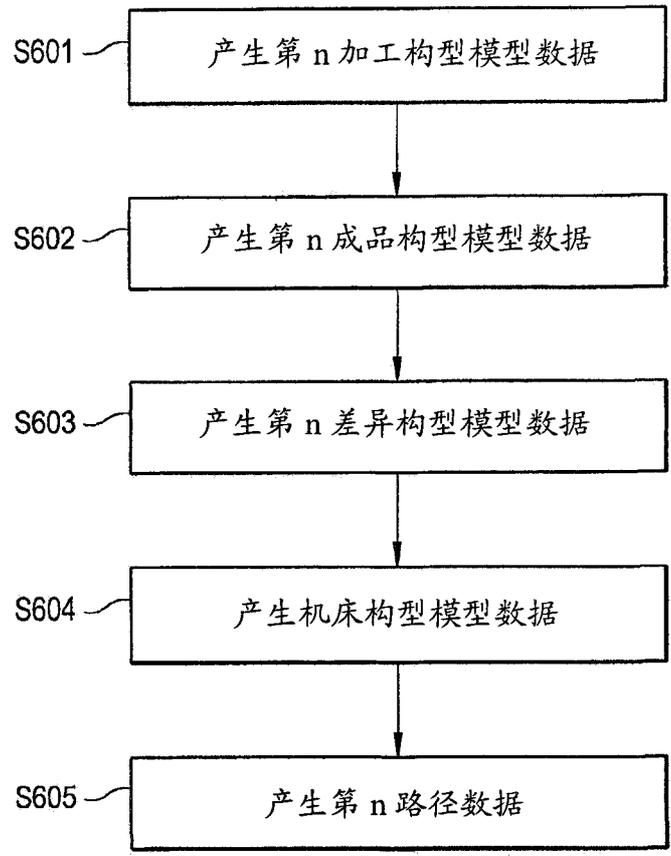


图 6

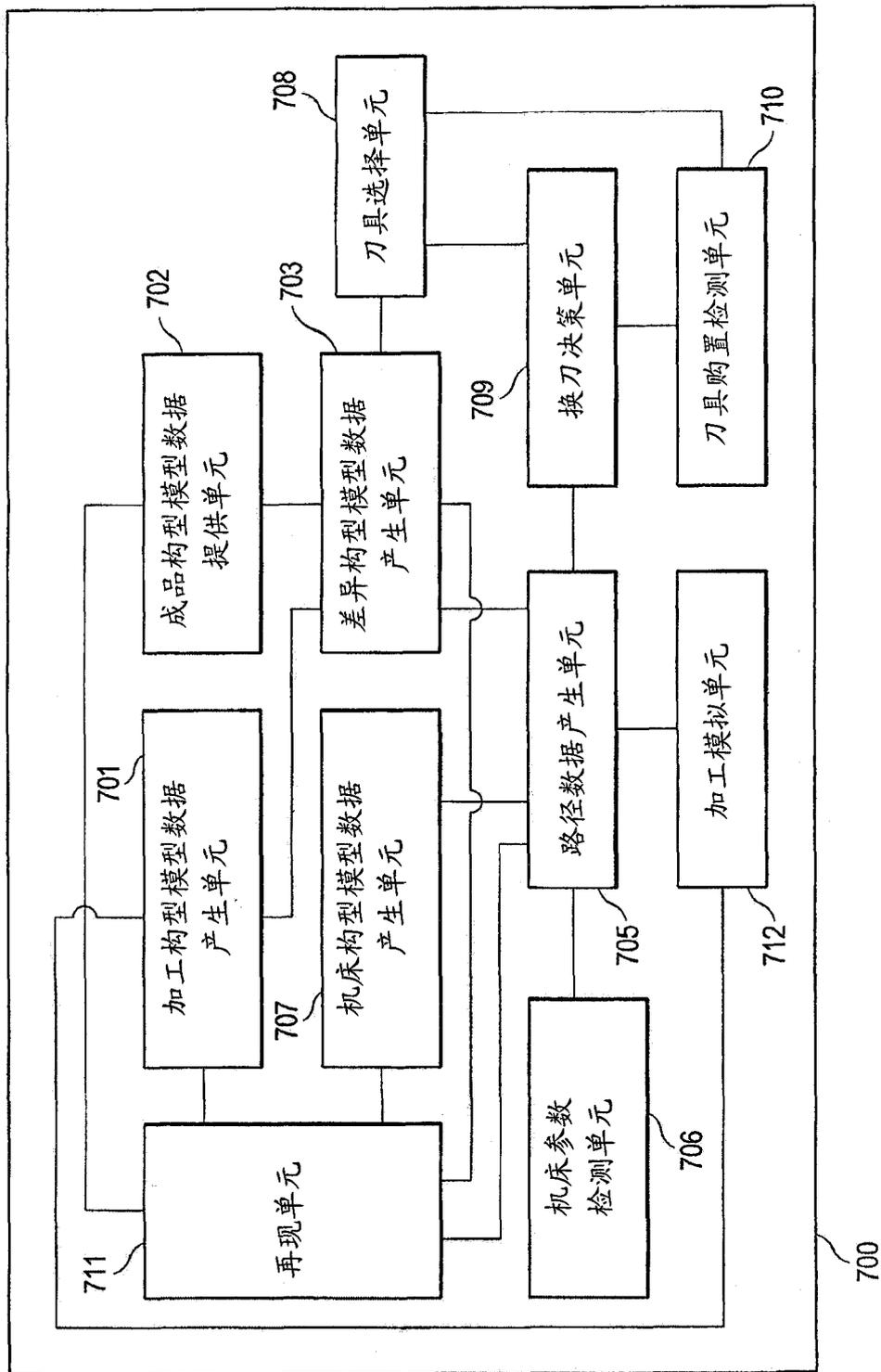


图 7