



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119343645 A

(43) 申请公布日 2025. 01. 21

(21) 申请号 202280095798.5

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2022.05.13

G05B 19/4068 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2024.11.06

B23Q 15/00 (2006.01)

G05B 19/404 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/020242 2022.05.13

(87) PCT国际申请的公布数据
W02023/218648 JA 2023.11.16

(71) 申请人 发那科株式会社
地址 日本山梨县

(72) 发明人 窟川祐太郎 安田将司

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243
专利代理师 范胜杰 文志

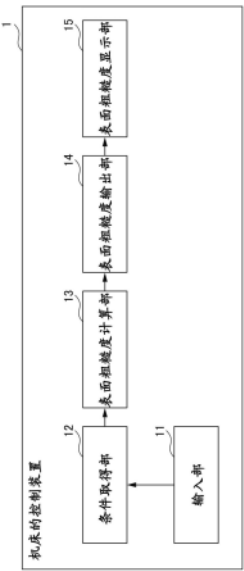
权利要求书2页 说明书9页 附图12页

(54) 发明名称

机床的控制装置

(57) 摘要

提供一种能够计算表面粗糙度并能够一边确认计算出的表面粗糙度一边容易地设定加工条件、摆动条件的技术。一边使切削工具与工件相对地摆动一边进行加工的机床的控制装置(1)具备:条件取得部(12),其取得加工条件和摆动条件;表面粗糙度计算部(13),其基于由条件取得部(12)取得的加工条件和摆动条件来计算表面粗糙度;以及表面粗糙度输出部(14),其输出由表面粗糙度计算部(13)计算出的表面粗糙度。



1. 一种机床的控制装置,所述机床一边使切削工具与工件相对摆动一边进行加工,其特征在于,

所述控制装置具有:

条件取得部,其取得加工条件和摆动条件;

表面粗糙度计算部,其根据由所述条件取得部取得的所述加工条件和所述摆动条件来计算表面粗糙度;以及

表面粗糙度输出部,其输出由所述表面粗糙度计算部计算出的所述表面粗糙度。

2. 根据权利要求1所述的机床的控制装置,其特征在于,

所述控制装置还具备表面粗糙度显示部,该表面粗糙度显示部显示由所述表面粗糙度输出部输出的所述表面粗糙度。

3. 根据权利要求1或2所述的机床的控制装置,其特征在于,

所述条件取得部取得与所述切削工具和所述工件相对地每旋转一周的进给量有关的信息以及与所述切削工具的刀尖的形状有关的信息,来作为所述加工条件,并且取得与所述切削工具和所述工件相对地每旋转一周的摆动数有关的信息以及与所述切削工具和所述工件相对地每旋转一周的进给量相对的摆动振幅的信息,来作为所述摆动条件。

4. 根据权利要求1至3中的任意一项所述的机床的控制装置,其特征在于,

所述表面粗糙度包含算术平均粗糙度、最大高度、最大峰值高度、最大谷值深度、平均高度、最大截面高度以及负载长度率中的至少一个。

5. 根据权利要求1至4中的任意一项所述的机床的控制装置,其特征在于,

所述控制装置还具备校正值计算部,该校正值计算部计算用于所述表面粗糙度的校正的校正值,

所述表面粗糙度计算部使用由所述校正值计算部计算出的所述校正值来校正基于由所述条件取得部取得的所述加工条件和所述摆动条件计算出的所述表面粗糙度。

6. 根据权利要求5所述的机床的控制装置,其特征在于,

所述控制装置还具备实际表面粗糙度取得部,该实际表面粗糙度取得部取得通过实际执行所述加工而得到的实际表面粗糙度,

所述校正值计算部基于由所述表面粗糙度计算部计算出的所述表面粗糙度和由所述实际表面粗糙度取得部取得的所述实际表面粗糙度来计算所述校正值。

7. 根据权利要求5所述的机床的控制装置,其特征在于,

所述校正值计算部根据实际摆动振幅相对于摆动振幅的衰减率来计算所述校正值。

8. 根据权利要求7所述的机床的控制装置,其特征在于,

所述控制装置还具备实际摆动振幅取得部,该实际摆动振幅取得部取得通过实际执行所述加工而得到的实际摆动振幅,

所述条件取得部取得摆动振幅,

基于由所述条件取得部取得的所述摆动振幅和由所述实际摆动振幅取得部取得的所述实际摆动振幅来计算实际摆动振幅相对于所述摆动振幅的衰减率。

9. 根据权利要求5至8中的任意一项所述的机床的控制装置,其特征在于,

所述校正值计算部针对每个所述加工条件计算所述校正值。

10. 根据权利要求9所述的机床的控制装置,其特征在于,

所述校正值计算部针对包含所述切削工具的刀尖的材料、所述切削工具的刀尖的形状、所述工件的材料、切削速度、切入厚度以及切入角中的至少任意一个的每个所述加工条件来计算所述校正值。

机床的控制装置

技术领域

[0001] 本公开涉及机床的控制装置。

背景技术

[0002] 以往,为了避免在切削加工时连续产生的切屑缠绕在工件或切削工具等从而成为加工不良、机械故障等的原因,已知一边使切削工具与工件相对地摆动一边对工件进行切削加工的摆动切削。在该摆动切削中,通过调整摆动频率和摆动振幅,将作为切削工具的轨迹的工具路径设定为与上次的工具路径一部分重叠。由此,通过产生切削工具的刀尖从工件的表面离开的被称为空切的空摆而将切屑切碎。

[0003] 然而,与不应用摆动切削时相比,应用摆动切削时的已加工工件的表面粗糙度大多恶化。这是因为,应用了摆动切削时的切削工具的路径成为按照所指定的摆动条件的摆动动作的轨迹。因此,提出了一种例如根据切削工具的刀尖的形状、主轴的旋转速度以及进给速度来计算表面粗糙度的技术(例如,参照专利文献1)。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2020-114614号公报

发明内容

[0007] 发明所要解决的课题

[0008] 然而,表面粗糙度的计算取决于加工条件、摆动条件,因此难以一边考虑表面粗糙度一边设定加工条件、摆动条件。因此,期望一种能够计算表面粗糙度,并能够一边确认计算出的表面粗糙度一边容易地设定加工条件、摆动条件的技术。

[0009] 本公开是鉴于上述课题而作出的,其目的在于提供一种能够计算表面粗糙度,并能够一边确认计算出的表面粗糙度一边容易地设定加工条件和摆动条件的技术。

[0010] 用于解决课题的手段

[0011] 本公开是使切削工具与工件一边相对地摆动一边进行加工的机床的控制装置,该控制装置具备:条件取得部,其取得加工条件和摆动条件;表面粗糙度计算部,其基于由所述条件取得部取得的所述加工条件和所述摆动条件来计算表面粗糙度;以及表面粗糙度输出部,其输出由所述表面粗糙度计算部计算出的所述表面粗糙度。

[0012] 发明效果

[0013] 根据本公开,能够提供一种能够计算表面粗糙度,并能够一边确认计算出的表面粗糙度一边容易地设定加工条件、摆动条件的技术。

附图说明

[0014] 图1是用于说明摆动切削的图。

[0015] 图2是第一实施方式的机床的控制装置的功能框图。

- [0016] 图3是表示输入了加工条件和摆动条件的表面粗糙度确认画面的图。
- [0017] 图4是表示切削路径的图。
- [0018] 图5是表示显示了计算出的表面粗糙度的表面粗糙度确认画面的图。
- [0019] 图6是表示取得粗糙度曲线的相位的图。
- [0020] 图7是表示粗糙度曲线的图。
- [0021] 图8是第二实施方式的机床的控制装置的功能框图。
- [0022] 图9是表示表面粗糙度的校正表的第一例的图。
- [0023] 图10是表示表面粗糙度的校正表的第一例的图。
- [0024] 图11是表示显示了计算出的表面粗糙度的表面粗糙度确认画面的图。
- [0025] 图12是表示显示了基于表面粗糙度的校正系数校正后的表面粗糙度的表面粗糙度确认画面的图。
- [0026] 图13是表示表面粗糙度的校正表的第二例的图。
- [0027] 图14是表示表面粗糙度的校正表的第二例的图。
- [0028] 图15是表示显示了计算出的表面粗糙度的表面粗糙度确认画面的图。
- [0029] 图16是表示显示了针对工件的每个种类校正后的表面粗糙度的表面粗糙度确认画面的图。
- [0030] 图17是第三实施方式的机床的控制装置的功能框图。
- [0031] 图18是表示摆动振幅的实测值相对于摆动振幅的指令值的衰减率的图。
- [0032] 图19是表示输入了摆动振幅的衰减率的表面粗糙度确认画面的图。
- [0033] 图20是表示显示了基于摆动振幅的衰减率进行校正后的表面粗糙度的表面粗糙度确认画面的图。

具体实施方式

[0034] 以下,参照附图对本公开的实施方式进行详细说明。另外,在第二实施方式以后的说明中,对与第一实施方式共通的结构标注相同的附图标记,并适当省略其说明。

[0035] [第一实施方式]

[0036] 第一实施方式的机床的控制装置执行一边使切削工具与工件相对摆动一边对工件进行切削加工的摆动切削。图1是用于说明摆动切削的图。在图1所示的摆动切削的一例中,使至少一个主轴S和至少一个进给轴(未图示)动作来使切削工具T与工件W相对旋转,并且一边使切削工具T与工件W在进给方向上相对摆动一边进行切削加工,所述至少一个主轴S使切削工具T与工件W相对旋转,所述至少一个进给轴使切削工具T相对于工件W相对移动。此时,作为切削工具T的轨迹的工具路径被设定为本次路径与上次路径部分重叠。即,在本次路径中部分地包含在上次路径中加工完毕的部分,从而产生切削工具T的刀尖从工件W的表面离开的被称为空切的空摆,由此切屑被切碎。

[0037] 另外,在本实施方式执行的摆动切削中,工件的形状没有限定。即,即使在工件的加工面具有锥形部或圆弧部而需要多个进给轴(Z轴以及X轴)的情况下,即使在工件为圆柱状或圆筒状从而进给轴为特定的一个轴(Z轴)就足够的情况下,也能够应用。

[0038] 图2是第一实施方式的机床的控制装置1的功能框图。如图2所示,第一实施方式的机床的控制装置1具备输入部11、条件取得部12、表面粗糙度计算部13、表面粗糙度输出部

14以及表面粗糙度显示部15。机床的控制装置1例如使用以下的计算机来构成,该计算机具备经由总线相互连接的ROM(read only memory:只读存储器)、RAM(random access memory:随机存取存储器)等存储器、CPU(control processing unit:控制处理单元)以及通信控制部。上述各功能部的功能以及动作通过搭载在上述计算机的CPU、存储器以及存储在该存储器的控制程序的协作来实现。

[0039] 机床的控制装置1可以由CNC(Computer Numerical Controller:计算机数字控制器)构成,另外,也可以与CNC、PLC(Programmable Logic Controller:可编程序逻辑控制器)等上位计算机(未图示)连接。除了加工程序之外,还从上位计算机向机床的控制装置1输入旋转速度以及进给速度等加工条件、摆动振幅以及摆动频率等摆动条件。

[0040] 输入部11根据操作员例如对键盘或触摸面板等输入单元(未图示)的输入操作,输入与加工条件和摆动条件有关的信息。由输入部11输入的与加工条件和摆动条件有关的信息被输出到后述的条件取得部12。

[0041] 条件取得部12取得通过输入部11输入的加工条件和摆动条件。条件取得部12将所取得的这些加工条件和摆动条件输出到后述的表面粗糙度计算部13。

[0042] 在此,作为加工条件,除了至少包含与切削工具和工件相对地每旋转一周的进给量相关的信息和与切削工具的刀尖的形状相关的信息之外,例如还包含与主轴的转速 S (1/min)、切削工具的进给速度(mm/min)、工件直径(mm)、切削工具的后角($^{\circ}$)等相关的信息。另外,作为与切削工具和工件相对地每旋转一周的进给量相关的信息,可举出每旋转一周进给量 F (mm/rev),作为与切削工具的刀尖的形状相关的信息,可举出刀尖的 R (mm)。

[0043] 另外,作为摆动条件,包含与切削工具和工件相对地每旋转一周的摆动数有关的信息以及与切削工具和工件相对地每旋转一周的进给量相对的摆动振幅的信息。作为与切削工具和工件相对地每旋转一周的摆动数有关的信息,可举出表示主轴每旋转一周的摆动频率的摆动频率倍率 I (倍)。另外,作为与切削工具和工件相对地每旋转一周的进给量相对的摆动振幅的信息,可举出表示与主轴每旋转一周的进给量的大小相对的摆动振幅的大小的摆动振幅倍率 K (倍)。摆动频率倍率 I (倍)可以直接指定,也可以在指定摆动频率(Hz)后根据摆动频率(Hz)和主轴的转速 S (1/min)来计算。另外,摆动振幅倍率 K (倍)同样可以直接指定,也可以在指定摆动振幅(mm)后根据摆动振幅(mm)、进给速度(mm/min)和主轴的转速 S (1/min)来计算。

[0044] 表面粗糙度计算部13基于由条件取得部12取得的加工条件和摆动条件来计算表面粗糙度。作为由表面粗糙度计算部13计算出的表面粗糙度,例如包括算术平均粗糙度、峰值与谷值的距离的最大值即最大高度、从表面的平均线起的高度的最大值即最大峰值高度、从表面的平均线起的高度的最小值的绝对值即最大谷值深度、将相邻的峰值与谷值作为一组的轮廓曲线要素的高度的平均值即平均高度、上述轮廓曲线要素的峰值的高度的最大值与谷值的深度的最大值之和即最大截面高度、以及在预定的切断水平(高度%或 μm)的上述轮廓曲线要素的负载长度相对于评价基准长度的比率即负载长度率中的至少一个。关于这些表面粗糙度的具体的计算方法,在后面详细叙述。

[0045] 表面粗糙度输出部14将由表面粗糙度计算部13计算出的表面粗糙度输出到外部。在本实施方式中,表面粗糙度输出部14将计算出的表面粗糙度输出至后述的表面粗糙度显示部15。

[0046] 表面粗糙度显示部15显示由表面粗糙度输出部14输出的表面粗糙度。具体而言,表面粗糙度显示部15将由表面粗糙度计算部13计算出的表面粗糙度显示在后面详细叙述的表面粗糙度确认画面上。

[0047] 接着,参照图3~图5详细说明表面粗糙度计算部13的表面粗糙度的计算方法。图3是表示输入了加工条件和摆动条件的表面粗糙度确认画面的图。图4是表示切削路径的图。图5是表示显示了计算出的表面粗糙度的表面粗糙度确认画面的图。

[0048] 如图3所示,首先,操作员使用表面粗糙度显示部15显示的表面粗糙度确认画面,通过操作输入部11的输入单元来输入加工条件和摆动条件。例如,如图3所示的例子那样,作为加工条件,操作员输入与切削工具和工件相对地每旋转一周的进给量相关的信息即每旋转一周进给量 $F(\text{mm/rev})$ 以及与切削工具的刀尖的形状相关的信息即刀尖的 $R(\text{mm})$,并且输入作为摆动条件的摆动频率倍率 I 以及摆动振幅倍率 K 。

[0049] 于是,由条件取得部12取得所输入的加工条件和摆动条件,表面粗糙度计算部13根据所取得的上述加工条件和摆动条件自动地计算表面粗糙度。具体而言,表面粗糙度计算部13使用下述数式(1)来计算切削路径的进给方向的坐标值 $Y(\text{mm})$,并搜索切削路径间的距离最大的部位。

[0050]
$$Y = \frac{fS}{60}t + \frac{Kf}{2}\left\{\cos\left(2\pi\frac{SI}{60}t\right) - 1\right\}$$
 数式(1)

[0051] 数式(1)中, Y 表示进给方向的坐标值(mm), f 表示主轴每旋转一周的进给量(mm/rev), S 表示主轴转速($1/\text{min}$), I 表示摆动频率倍率(倍), K 表示摆动振幅倍率(倍), t 表示时间(sec)。

[0052] 在图4中表示了切削路径间的距离最大的部位。在本实施方式中,通过上述的数式(1)来求出该切削路径间的距离最大的部位的各坐标值 Y ,将求出的各坐标值间的距离作为切削路径间的最大距离。并且,例如在计算峰值与谷值的距离的最大值即最大高度 R_z 来作为表面粗糙度的情况下,通过将刀尖的 $R(\text{mm})$ 以及如上述那样求出的切削路径间的最大距离代入下述的数式(2),能够计算出最大高度 R_z 。

[0053]
$$\text{最大高度 } R_z(\mu\text{m}) = (\text{切削路径间的最大距离})^2 / 8R \times 1000$$
 数式(2)

[0054] 在此,在现有技术中,例如根据切削工具的刀尖的形状、主轴的旋转速度以及进给速度等加工条件来计算摆动切削后的表面粗糙度。与此相对,在本实施方式的表面粗糙度计算部13中,根据上述的表面粗糙度的计算方法可知,将作为摆动条件的摆动频率倍率 I 和摆动振幅倍率 K 也包含在计算条件中来计算表面粗糙度。因此,根据本实施方式的表面粗糙度计算部13,与以往相比能够计算出更准确的表面粗糙度。

[0055] 此外,如上述那样由表面粗糙度计算部13计算出的表面粗糙度如图5所示那样自动地显示在表面粗糙度确认画面。在图5中,作为表面粗糙度显示了最大高度。由此,操作员能够一边确认比以往更准确地计算出的表面粗糙度,一边设定加工条件和摆动条件,加工条件和摆动条件的设定变得容易。

[0056] 另外,参照图6和图7详细说明例如计算算术平均粗糙度 R_a 来作为表面粗糙度的情况。图6是表示取得粗糙度曲线的相位的图。图7是表示粗糙度曲线的图。

[0057] 图6是使图4所示的切削路径旋转90度来表示的图,是将上述的切削路径间的距离最大的部位的相位作为取得工件加工面的粗糙度曲线的相位的例子。通过在该相位的切削

路径的坐标值配置刀尖的半径R的圆弧,能够取得图7所示的粗糙度曲线。这样,能够取得考虑了切削工具的刀尖R的工件加工面的粗糙度曲线,通过将所取得的图7的粗糙度曲线中的Z值代入下述的数式(3),计算出算术平均粗糙度Ra。

$$[0058] \quad R_a = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N Z_n \quad (\text{数式 } 3)$$

[0059] 根据第一实施方式的机床的控制装置1,起到以下的效果。

[0060] 在本实施方式的机床的控制装置1中,设置有取得加工条件和摆动条件的条件取得部12、根据加工条件和摆动条件计算表面粗糙度的表面粗糙度计算部13、以及输出计算出的表面粗糙度的表面粗糙度输出部14。由此,表面粗糙度取决于加工条件和摆动条件,以往难以一边考虑表面粗糙度一边设定加工条件和摆动条件,根据本实施方式,能够根据加工条件和摆动条件计算表面粗糙度,并能够一边确认计算并输出到外部等的表面粗糙度一边容易地设定加工条件和摆动条件。

[0061] 另外,在本实施方式的机床的控制装置1中还设置有表面粗糙度显示部15,其显示由表面粗糙度输出部14输出的表面粗糙度。由此,操作员能够一边确认在表面粗糙度显示部15的显示画面等中显示的表面粗糙度,一边更容易地设定加工条件和摆动条件。

[0062] 另外,在本实施方式的机床的控制装置1中,构成为作为加工条件,取得与切削工具和工件相对地每旋转一周的进给量有关的信息以及与切削工具的刀尖的形状有关的信息,并且,作为摆动条件,取得与切削工具和工件相对地每旋转一周的摆动数有关的信息以及与切削工具和工件相对地每旋转一周的进给量相对的摆动振幅的信息,根据这些加工条件和摆动条件来计算表面粗糙度。由此,尽管表面粗糙度取决于摆动条件但在以往未考虑摆动条件,但是根据本实施方式,能够将摆动条件也包含在计算条件中来计算表面粗糙度,能够计算出更准确的表面粗糙度。

[0063] [第二实施方式]

[0064] 图8是第二实施方式的机床的控制装置1A的功能框图。如图8所示,第二实施方式的机床的控制装置1A与第一实施方式的机床的控制装置1相比,不同点在于,还具备校正值计算部16和实际表面粗糙度取得部17,并且与第一实施方式的表面粗糙度计算部13不同,表面粗糙度计算部13A还进行表面粗糙度的校正,其他结构与第一实施方式相同。

[0065] 实际表面粗糙度取得部17取得对通过实际执行摆动切削加工而得到的工件加工面的表面粗糙度进行实际测定而得到的实际表面粗糙度。将取得的实际表面粗糙度输出到后述的校正值计算部16。

[0066] 校正值计算部16计算用于表面粗糙度的校正的校正值。具体而言,校正值计算部16基于由表面粗糙度计算部13A计算出的理论表面粗糙度和由实际表面粗糙度取得部17取得的实测的实际表面粗糙度来计算校正值。例如,校正值计算部16根据在计算中使用的加工条件和摆动条件下实际执行摆动切削加工而得到的实际表面粗糙度与理论表面粗糙度的偏离倍率或差分,计算校正系数或校正量。将计算出的校正值输出到后述的表面粗糙度计算部13A。

[0067] 另外,优选校正值计算部16针对每个加工条件计算校正值。具体而言,优选校正值计算部16例如针对包含切削工具的刀尖的材料、切削工具的刀尖的形状、工件的材料、切削

速度、切入厚度以及切入角中的至少任意一个的每个加工条件,计算校正值。

[0068] 表面粗糙度计算部13A通过与第一实施方式的表面粗糙度计算部13同样的计算方法,基于由条件取得部12取得的加工条件和摆动条件来计算表面粗糙度。另外,表面粗糙度计算部A与第一实施方式的表面粗糙度计算部13不同,使用由校正值计算部16计算出的校正值来对计算出的理论表面粗糙度进行校正。

[0069] 接下来,参照图9~图12对表面粗糙度计算部13A对表面粗糙度的校正方法的第一例进行详细说明。图9和图10是表示表面粗糙度的校正表的第一例的图。图11是表示显示了计算出的表面粗糙度的表面粗糙度确认画面的图。

[0070] 图10是表示显示了基于表面粗糙度的校正系数校正后的表面粗糙度的表面粗糙度确认画面的图。

[0071] 首先,作为加工条件,操作员输入与切削工具和工件相对地每旋转一周的进给量相关的信息即每旋转一周进给量 $F(\text{mm/rev})$ 、与切削工具的刀尖的形状相关的信息即刀尖的 $R(\text{mm})$ 、以及主轴的转速 $S(1/\text{min})$,并且输入作为摆动条件的摆动频率倍率 I 以及摆动振幅倍率 K 。于是,如图11所示,将表面粗糙度计算部13A自动计算出的理论表面粗糙度作为表面粗糙度显示在表面粗糙度确认画面上。在图11中,作为表面粗糙度显示了最大高度 R_z (图12也同样)。另外,操作员在上述输入操作的前后操作机床的控制装置1A,实际测量在理论表面粗糙度的计算中使用的加工条件和摆动条件下实际执行摆动切削加工而得到的工件加工面的表面粗糙度。

[0072] 接着,操作员为了校正计算出的理论表面粗糙度,操作输入部11的输入单元来打开图9所示那样的表面粗糙度校正表。于是,如图9所示,在表面粗糙度校正表中,除了在表面粗糙度确认画面中输入的每旋转一周进给量 F 、刀尖的 R 、主轴的转速 S 、摆动频率倍率 I 、摆动振幅倍率 K 之外,还自动地显示计算出的理论表面粗糙度。在图9中,作为计算出的理论表面粗糙度,显示了理论最大高度 R_z (图10也同样)。

[0073] 因此,操作员操作输入部11的输入单元,输入实测得到的实际表面粗糙度。在图9中,作为实际表面粗糙度显示了实际最大高度 R_z (图10也同样)。于是,校正值计算部16例如基于理论表面粗糙度与实际表面粗糙度的偏离倍率,自动地计算校正系数,并将计算出的校正系数自动地显示在表面粗糙度校正表中。另外,如图12所示,表面粗糙度确认画面上的表面粗糙度的显示变更为使用校正系数校正后的表面粗糙度的值。

[0074] 此外,如图9以及图10所示,在输入的加工条件以及摆动条件的组合有多个,根据各条件的组合从而理论表面粗糙度与实际表面粗糙度的组合有多个的情况下,优选校正值计算部16基于在各组合中计算出的理论表面粗糙度与实际表面粗糙度的偏离倍率的算术平均,自动地计算校正系数。在根据偏离倍率导出校正系数时,也可以采用几何平均、调和平均、中央值、最频值这样的其他数据分析方法。

[0075] 接下来,参照图13~图16来详细说明表面粗糙度计算部13A对表面粗糙度的校正方法的第二例。图13和图14是表示表面粗糙度的校正表的第二例的图。图15是表示显示了计算出的表面粗糙度的表面粗糙度确认画面的图。图16是表示显示了针对工件的每个种类进行校正后的表面粗糙度的表面粗糙度确认画面的图。

[0076] 首先,作为加工条件,操作员输入与切削工具和工件相对地每旋转一周的进给量相关的信息即每旋转一周进给量 $F(\text{mm/rev})$ 、与切削工具的刀尖的形状相关的信息即刀尖

的 R (mm)、工件的种类(材料),并且输入作为摆动条件的摆动频率倍率 I 以及摆动振幅倍率 K 。于是,如图15所示,与所选择的工件的种类对应地,将表面粗糙度计算部13A自动地计算出的理论表面粗糙度作为表面粗糙度显示在表面粗糙度确认画面上。在图15中,作为表面粗糙度显示了最大高度 R_z (图16也同样)。另外,操作员在上述输入操作的前后操作机床的控制装置1A,实际测量在理论表面粗糙度的计算中使用的加工条件和摆动条件下实际执行摆动切削加工而得到的工件加工面的表面粗糙度。

[0077] 接着,操作员为了校正计算出的理论表面粗糙度,操作输入部11的输入单元来打开图13所示那样的表面粗糙度校正表。于是,如图13所示,在表面粗糙度校正表中,除了在表面粗糙度确认画面中输入的每旋转一周进给量 F 、刀尖的 R 、工件的种类、摆动频率倍率 I 、摆动振幅倍率 K 之外,还自动地显示计算出的理论表面粗糙度。在图13中,作为计算出的理论表面粗糙度,显示理论最大高度 R_z (图14也同样)。

[0078] 因此,操作员操作输入部11的输入单元,输入实测得到的实际表面粗糙度。在图13中,作为实际表面粗糙度显示了实际最大高度 R_z (图14也同样)。于是,校正值计算部16例如基于理论表面粗糙度与实际表面粗糙度的偏离倍率,自动地计算校正系数,并将计算出的校正系数自动地显示在表面粗糙度校正表。另外,如图16所示,将表面粗糙度确认画面上的表面粗糙度的显示变更为使用校正系数校正后的表面粗糙度的值。

[0079] 另外,如图13及图14所示,针对工件的每个种类计算校正系数。在该第二例中,举出了针对工件的每个种类计算校正系数的例子,但也可以不仅针对工件的种类,还针对包含切削工具的刀尖的材料、切削工具的刀尖的形状、切削速度、切入厚度以及切入角中的至少任意一个的每个加工条件来计算校正系数等校正值。另外,与第一例同样地,在输入的加工条件和摆动条件的组合存在多个,根据各条件的组合从而理论表面粗糙度和实际表面粗糙度的组合存在多个的情况下,优选校正值计算部16基于在各组合中计算出的理论表面粗糙度与实际表面粗糙度的偏离倍率的算术平均来自动地计算校正系数。在根据偏离倍率导出校正系数时,也可以采用几何平均、调和平均、中央值、最频值这样的其他数据分析方法。

[0080] 根据第二实施方式的机床的控制装置1A,起到以下的效果。

[0081] 在第二实施方式的机床的控制装置1A中,构成为还设置有校正值计算部16,该校正值计算部16计算用于校正表面粗糙度的校正值,使用由校正值计算部16计算出的校正值来校正计算出的表面粗糙度。更具体地说,构成为还设置实际表面粗糙度取得部17,该实际表面粗糙度取得部17取得通过实际执行加工而得到的实际表面粗糙度,基于计算出的理论表面粗糙度和实际表面粗糙度来计算校正值。由此,能够计算出更准确的表面粗糙度。

[0082] 另外,在第二实施方式的机床的控制装置1A中,将校正值计算部16构成为针对每个加工条件计算校正值。更具体而言,将校正值计算部16构成为针对包含切削工具的刀尖的材料、切削工具的刀尖的形状、工件的材料、切削速度、切入厚度以及切入角中的至少任意一个的每个加工条件计算校正值。由此,能够计算出更准确的表面粗糙度。

[0083] [第三实施方式]

[0084] 图17是第三实施方式的机床的控制装置1B的功能框图。如图15所示,第三实施方式的机床的控制装置1B与第一实施方式的机床的控制装置1相比,不同点在于,还具有校正值计算部16A和实际摆动振幅取得部18,并且与第一实施方式的表面粗糙度计算部13不同,表面粗糙度计算部13B还进行表面粗糙度的校正,其他结构与第一实施方式相同。

[0085] 实际摆动振幅取得部18取得通过在用于计算理论表面粗糙度的加工条件和摆动条件下实际执行摆动切削加工而得到的实测的切削路径的摆动振幅,来作为实际摆动振幅。切削路径的实测值能够通过伺服马达通常具备的编码器等位置检测器来取得。将取得的实际摆动振幅输出到后述的校正值计算部16A。

[0086] 校正值计算部16A计算用于校正表面粗糙度的校正值。具体而言,校正值计算部16A基于由实际摆动振幅取得部18取得的实际摆动振幅相对于由条件取得部12取得的摆动振幅即摆动振幅的指令值的衰减率,来计算校正值。例如,将衰减率本身作为校正值。将计算出的校正值输出到后述的表面粗糙度计算部13B。

[0087] 另外,优选校正值计算部16A与第二实施方式的校正值计算部16同样地,针对每个加工条件,具体而言针对包含切削工具的刀尖的材料、切削工具的刀尖的形状、工件的材料、切削速度、切入厚度以及切入角中的至少任意一个的每个加工条件,计算校正值。

[0088] 表面粗糙度计算部13B通过与第一实施方式的表面粗糙度计算部13相同的计算方法,基于由条件取得部12取得的加工条件和摆动条件来计算理论表面粗糙度。另外,表面粗糙度计算部13B在通过与第一实施方式的表面粗糙度计算部13相同的计算方法,使用上述的数式(1)计算表面粗糙度时,代替摆动振幅倍率K,将摆动振幅倍率K乘以作为校正值的衰减率而得到的值代入数式(1),由此计算表面粗糙度。由此,能够计算出基于衰减率校正后的表面粗糙度。

[0089] 接着,参照图18~图20详细说明表面粗糙度计算部13B对表面粗糙度的校正方法。图18是表示摆动振幅的实测值相对于摆动振幅的指令值的衰减率的图。图19是表示输入了摆动振幅的衰减率的表面粗糙度确认画面的图。图20是表示显示了基于摆动振幅的衰减率校正后的表面粗糙度的表面粗糙度确认画面的图。

[0090] 首先,作为加工条件,操作员输入与切削工具和工件相对地每旋转一周的进给量相关的信息即每旋转一周进给量 $F(\text{mm/rev})$ 以及与切削工具的刀尖的形状相关的信息即刀尖的 $R(\text{mm})$,并且输入作为摆动条件的摆动频率倍率 I 以及摆动振幅倍率 K 。于是,如图19所示,将表面粗糙度计算部13B自动计算出的理论表面粗糙度作为表面粗糙度显示在表面粗糙度确认画面上。在图19中,作为表面粗糙度显示最大高度 R_z (图20也同样)。另外,操作员在上述输入操作的前后操作机床的控制装置1A,在用于计算理论表面粗糙度的加工条件和摆动条件下实际执行摆动切削加工,取得切削路径的实测值。

[0091] 接着,如图18所示,校正值计算部16A通过切削路径的指令值与实测值的比较,计算摆动振幅的实测值相对于摆动振幅的指令值的衰减率,并将计算出的衰减率本身作为校正值。于是,由表面粗糙度计算部13B计算出基于衰减率校正后的表面粗糙度,如图20所示,在表面粗糙度确认画面上显示振幅的衰减率,并且表面粗糙度的显示变更为基于衰减率校正后的表面粗糙度的值。

[0092] 根据第三实施方式的机床的控制装置1B,起到以下的效果。

[0093] 在第三实施方式的机床的控制装置1B中,还设置有实际摆动振幅取得部18,该实际摆动振幅取得部18取得通过实际执行摆动切削加工而得到的实际摆动振幅,将校正值计算部16A构成为基于由实际摆动振幅取得部18取得的实际摆动振幅相对于由条件取得部12取得的摆动振幅的衰减率来计算校正值。由此,能够计算出更准确的表面粗糙度。

[0094] 此外,本公开并不限于上述实施方式,能够达成本公开的的目的的范围内的变形、改

良包含在本公开内。

[0095] 例如,在上述第二实施方式以及第三实施方式中,构成为通过校正值计算部16、16A自动地计算校正值,但并不限于此。也可以构成为操作员手动输入并设定由外部计算机进行计算等而取得的校正值。

[0096] 例如,在上述第三实施方式中,如果根据机械的频率响应的结果得知实际摆动振幅的衰减率,则也可以根据该衰减率计算校正值。

[0097] 附图标记的说明

[0098] 1、1A、1B机床的控制装置

[0099] 11输入部

[0100] 12条件取得部

[0101] 13、13A、13B表面粗糙度计算部

[0102] 14表面粗糙度输出部

[0103] 15表面粗糙度显示部

[0104] 16、16A校正值计算部

[0105] 17实际表面粗糙度取得部

[0106] 18实际摆动振幅取得部。

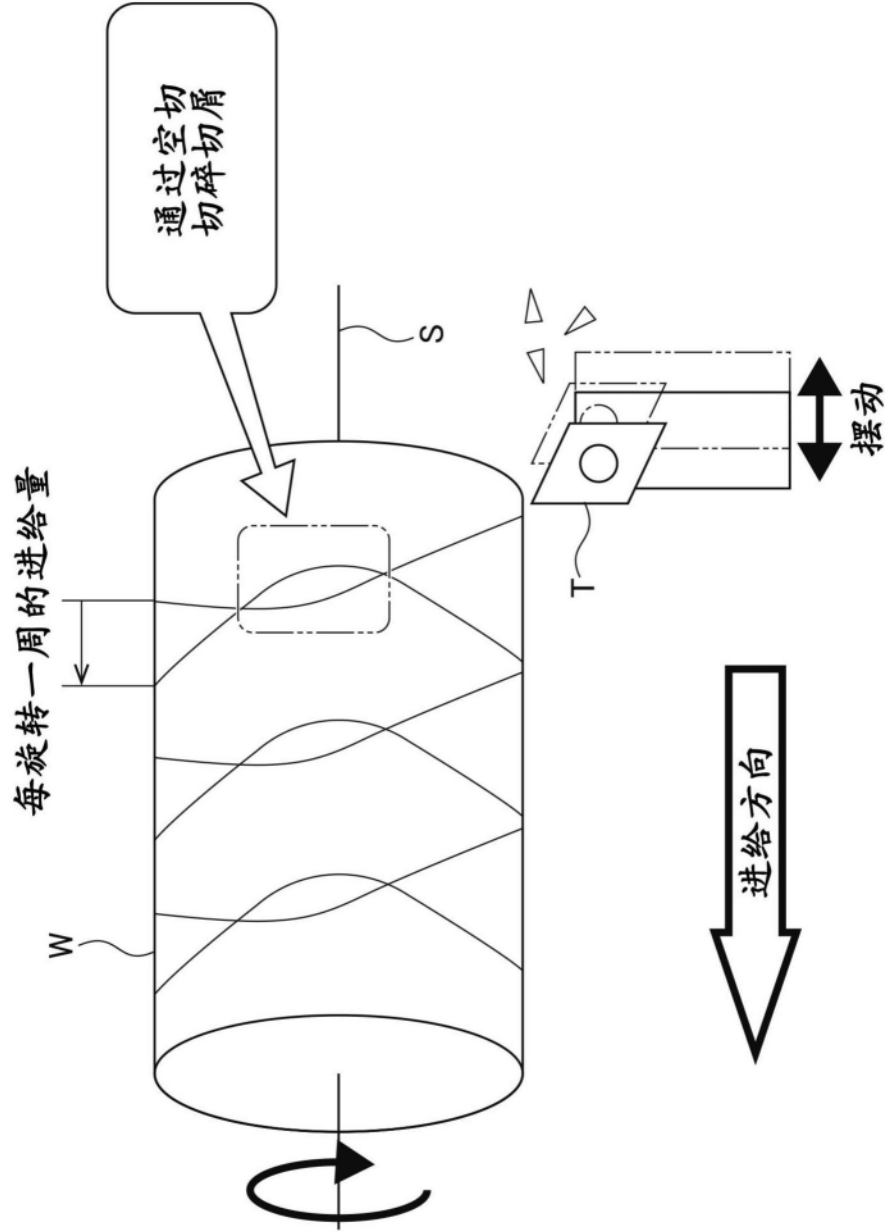


图1

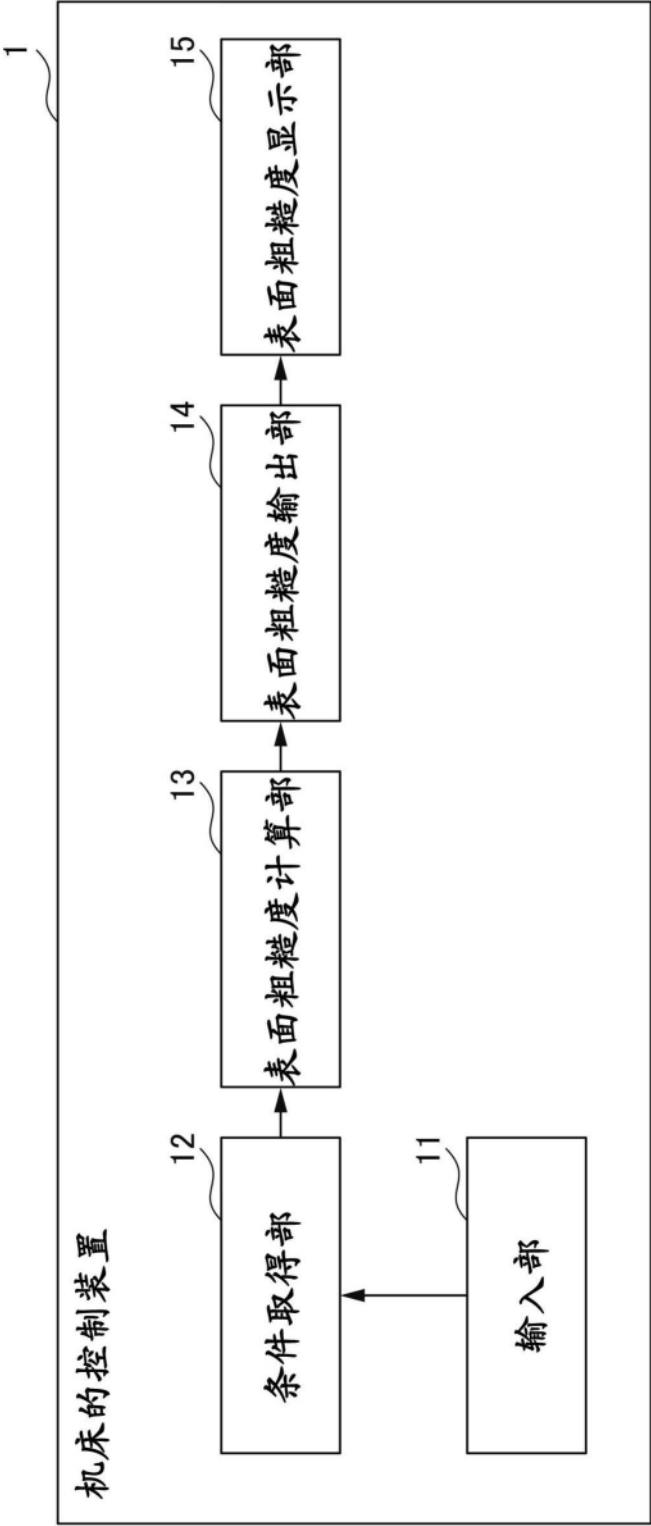


图2

I[倍]	K[倍]
1.500	1.200
F[mm/rev]	刀尖R [mm]
0.100	0.350

最大高度Rz[mm]
> _

图3

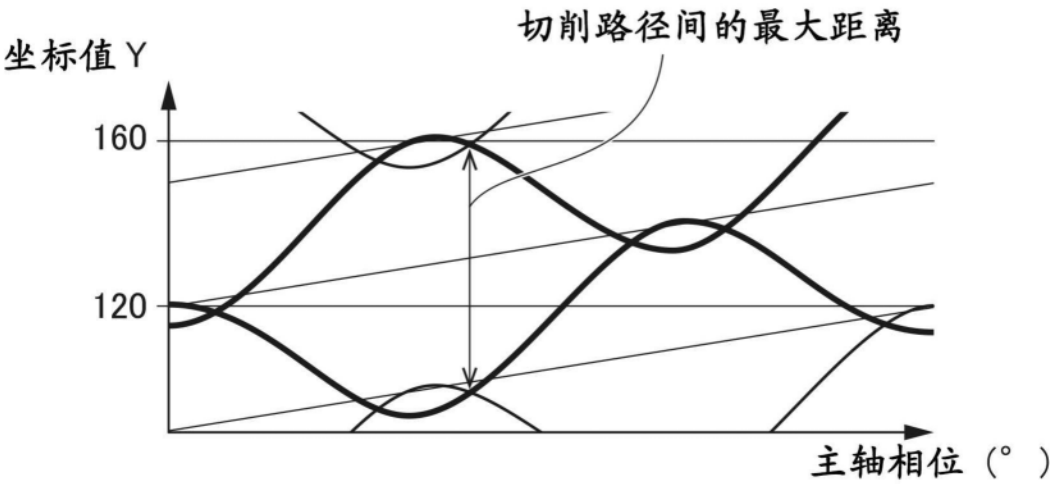


图4

I[倍]	K[倍]
1.500	1.200
F[mm/rev]	刀尖R[mm]
0.100	0.350

最大高度Rz[mm]
16.375
> _

图5

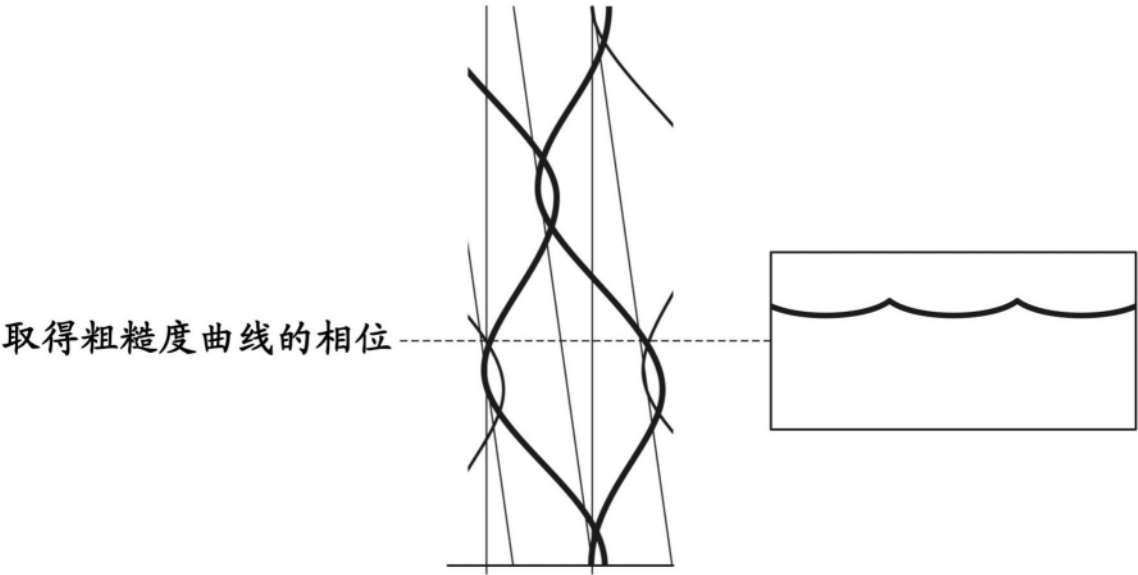


图6

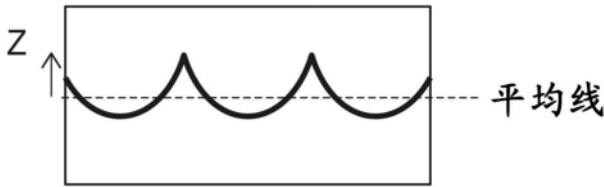


图7

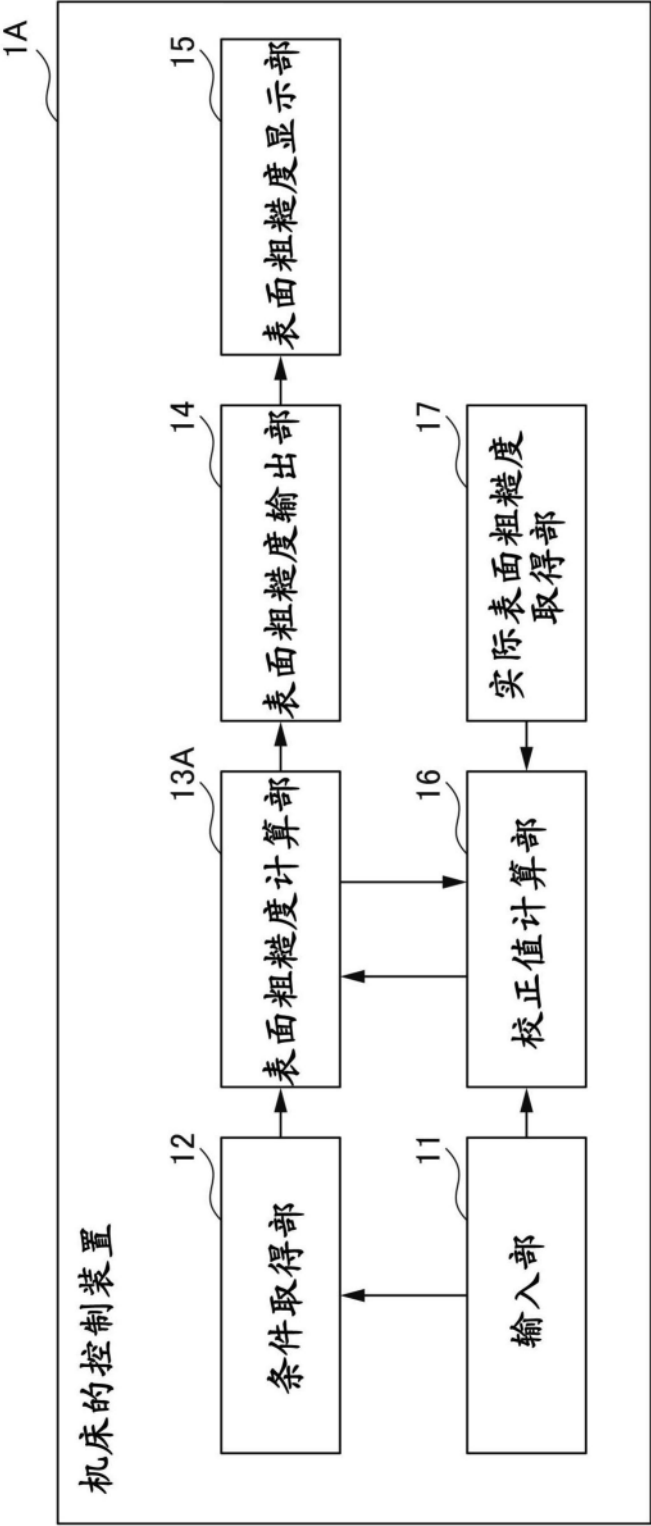


图8

←

↑

↓

→

I[倍]	K[倍]	F[mm/rev]	S[min^{-1}]	刀尖R [mm]	理论最大 Rz[mm]	实际最大 Rz[mm]
0.500	1.400	0.100	600	0.350	14.286	15.162
1.500	1.400	0.100	600	0.350	14.286	
校正系数					1.061	

数据
收集

>_

图9

←

↑

↓

→

I[倍]	K[倍]	F[mm/rev]	S[min^{-1}]	刀尖R [mm]	理论最大 Rz[mm]	实际最大 Rz[mm]
0.500	1.400	0.100	600	0.350	14.286	15.162
1.500	1.400	0.100	600	0.350	14.286	15.379
校正系数					1.069	

数据
收集

>_

图10

I[倍]	K[倍]
1.500	1.200
F[mm/rev]	刀尖R[mm]
0.100	0.350

最大高度 Rz[mm]
16.375

> _

图11

I[倍]	K[倍]
1.500	1.200
F[mm/rev]	刀尖R[mm]
0.100	0.350

最大高度 Rz[mm]
17.505

> _

图12

I[倍]	K[倍]	F[mm/rev]	刀尖R [mm]	工件 的种类	理论最大 Rz[mm]	实际最大 Rz[mm]
0.500	1.400	0.100	0.350	S45C	14.286	15.162
1.500	1.400	0.100	0.350	SUS304	14.286	17.128
1.500	1.400	0.100	0.350	S45C	14.286	
SUS304的校正系数					1.199	
S45C的校正系数					1.061	

←

↑

→

↓

数据
收集

>

图13

I[倍]	K[倍]	F[mm/rev]	刀尖R [mm]	工件 的种类	理论最大 Rz[mm]	实际最大 Rz[mm]
0.500	1.400	0.100	0.350	S45C	14.286	15.162
1.500	1.400	0.100	0.350	SUS304	14.286	17.128
1.500	1.400	0.100	0.350	S45C	14.286	15.379
SUS304的校正系数					1.199	
S45C的校正系数					1.069	

←

↑

→

↓

数据
收集

>

图14

20

I[倍]	K[倍]	工件的种类
1.500	1.200	S45C
F[mm/rev]	刀尖R[mm]	
0.100	0.350	
最大高度Rz[mm]		
16.375		
> _		

图15

I[倍]	K[倍]	工件的种类
1.500	1.200	S45C
F[mm/rev]	刀尖R[mm]	
0.100	0.350	
最大高度Rz[mm]		
17.505		
> _		

图16

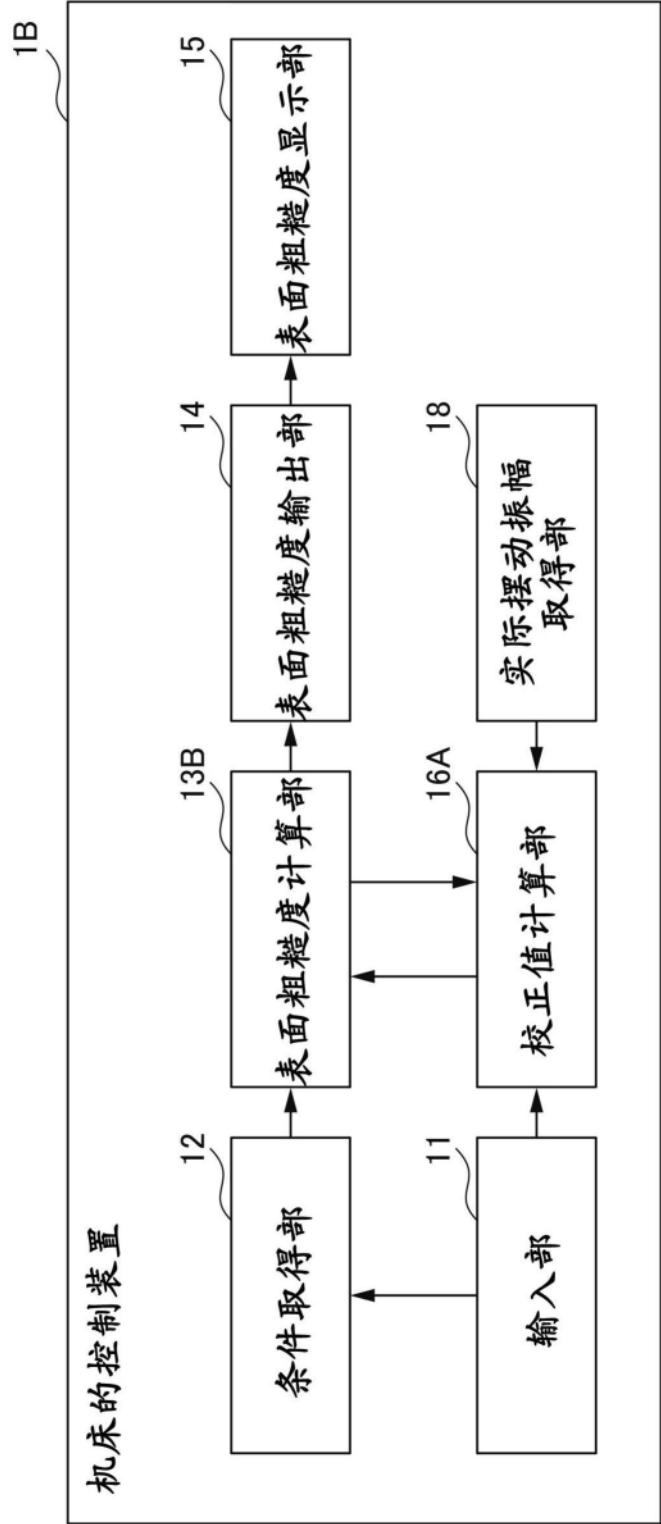


图17

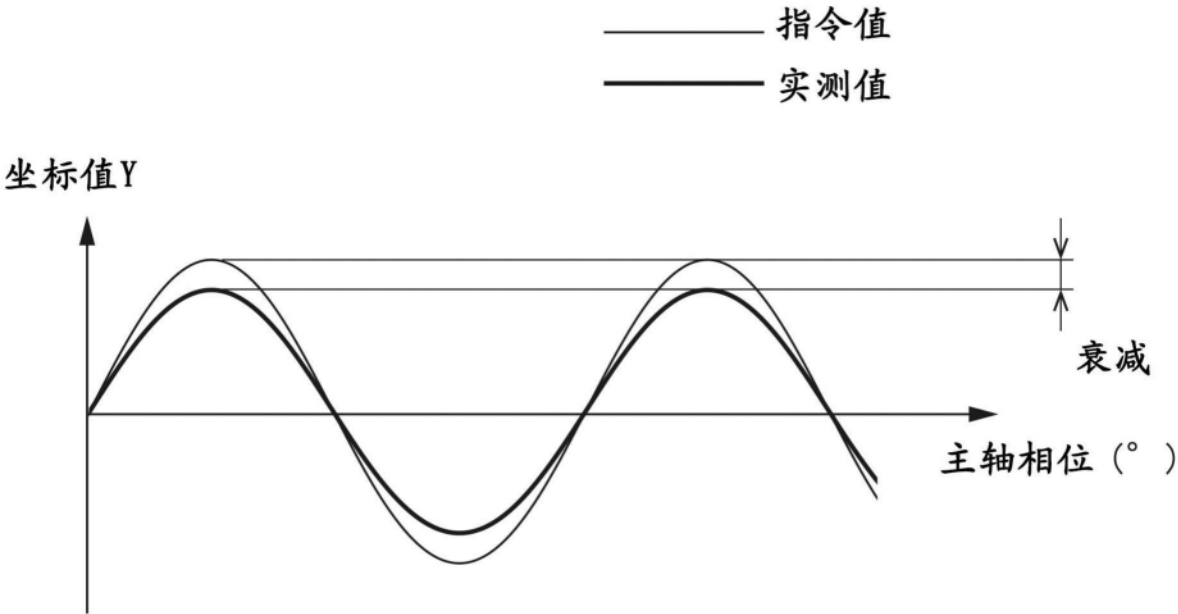


图18

I[倍]	K[倍]	振幅的衰减率
1.500	1.200	
F[mm/rev]	刀尖R[mm]	
0.100	0.350	
最大高度Rz[mm]		
16.375		
> _		

图19

I[倍]	K[倍]	振幅的衰减率
1.500	1.200	0.8
F[mm/rev]	刀尖R[mm]	
0.100	0.350	
最大高度Rz[mm]		
15.465		
> _		

图20