(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116529013 A
(43)申请公布日 2023.08.01

(21)申请号 202180077628.X

(22)申请日 2021.11.22

(30)优先权数据
2020-194944 2020.11.25 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.05.18

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2021/042857 2021.11.22

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/113957 JA 2022.06.02

(71)申请人 发那科株式会社
地址 日本山梨县

(72)发明人 久保守

(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 许静 郝庆芬

(51)Int.Cl.
B23G 1/16(2006.01)

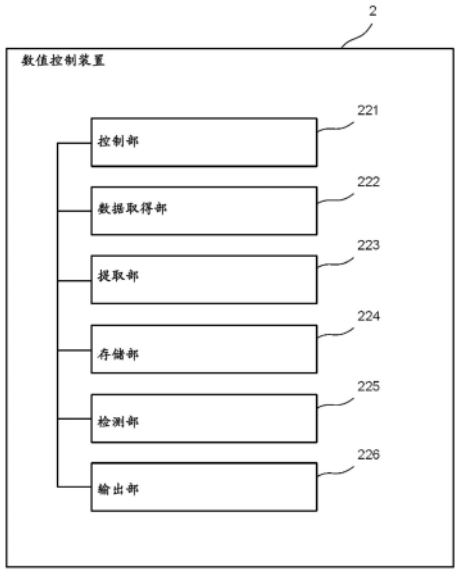
权利要求书2页 说明书10页 附图7页

(54)发明名称

工具损伤检测装置以及计算机可读取的存储介质

(57)摘要

工具损伤检测装置具备:数据取得部,其取得表示切削进给区间中的主轴的负载的负载数据和表示主轴的旋转速度的旋转速度数据;提取部,其根据旋转速度数据,从负载数据中提取在工具的损伤发生的评价中使用的评价数据;检测部,其使用评价数据来检测工具的损伤的发生;以及输出部,其在由检测部检测到工具的损伤的情况下,输出表示工具的损伤的发生的数据。



CN 116529013 A

1.一种工具损伤检测装置,其特征在于,

所述工具损伤检测装置具备:

数据取得部,其取得表示切削进给区间中的主轴的负载的负载数据和表示所述主轴的旋转速度的旋转速度数据;

提取部,其根据所述旋转速度数据,从所述负载数据中提取在工具的损伤发生的评价中使用的评价数据;

检测部,其使用所述评价数据来检测所述工具的损伤的发生;以及

输出部,其在由所述检测部检测到所述工具的损伤的情况下,输出表示所述工具的损伤的发生的数据。

2.根据权利要求1所述的工具损伤检测装置,其特征在于,

所述评价数据是所述切削进给区间中的所述主轴正转且所述主轴的旋转速度固定的区间的所述负载数据。

3.根据权利要求1所述的工具损伤检测装置,其特征在于,

所述数据取得部还取得表示切削点的坐标值的坐标值数据,

所述提取部基于所述坐标值数据、或者所述旋转速度数据及所述坐标值数据来判别所述工具进行的加工的种类,并根据判别出的所述加工的种类来提取所述评价数据。

4.根据权利要求3所述的工具损伤检测装置,其特征在于,

在所述提取部将所述加工的种类判别为攻丝加工的情况下,提取所述切削进给区间中的所述主轴正转且所述主轴的旋转速度固定的区间的所述负载数据作为所述评价数据。

5.根据权利要求1所述的工具损伤检测装置,其特征在于,

所述数据取得部还取得表示切削点的坐标值的坐标值数据,

所述提取部基于所述坐标值数据和所述旋转速度数据,从所述负载数据中提取在所述工具的损伤发生的评价中使用的所述评价数据。

6.根据权利要求1至5中的任一项所述的工具损伤检测装置,其特征在于,

所述提取部还从所述负载数据中提取成为用于检测所述工具的损伤的基准的基准负载数据,

所述检测部基于所述基准负载数据和所述评价数据来检测所述工具的损伤的发生。

7.根据权利要求6所述的工具损伤检测装置,其特征在于,

所述检测部基于所述基准负载数据的最大值、最小值及平均值中的至少一个和所述评价数据的最大值、最小值及平均值中的至少一个,检测所述工具的损伤的发生。

8.根据权利要求7所述的工具损伤检测装置,其特征在于,

所述检测部根据所述基准负载数据的最大值、最小值及平均值中的至少一个,计算出至少一个阈值,将计算出的所述至少一个阈值与所述评价数据的最大值、最小值及平均值中的至少一个进行比较,来检测所述工具的损伤的发生。

9.一种计算机可读取的存储介质,其特征在于,所述存储介质存储使计算机执行如下步骤的命令:

取得表示切削进给区间中的主轴的负载的负载数据和表示所述主轴的旋转速度的旋转速度数据;

根据所述旋转速度数据,从所述负载数据中提取在工具的损伤发生的评价中使用的评

价数据；

使用所述评价数据来检测所述工具的损伤的发生；以及

在检测到所述工具的损伤的情况下，输出表示所述工具的损伤的发生的数据。

工具损伤检测装置以及计算机可读取的存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及工具损伤检测装置以及计算机可读取的存储介质。

背景技术

[0002] 以往,在机床中,进行工具的损伤检测。在进行工具的损伤检测的情况下,例如,取得表示在从工具的旋转开始到停止为止的区间施加于主轴的负载的时间序列数据。然后,将所取得的区间中的时间序列数据与成为基准的时间序列数据进行比较,检测工具的损伤(例如,专利文献1)。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开昭52-95386号公报

发明内容

[0006] 发明所要解决的课题

[0007] 但是,例如,如进行攻丝加工的情况那样,有时在从加工循环的开始到结束为止的期间取得的负载数据中包含负载因加减速转矩而大幅变化的期间的数据以及表示非切削时的负载的数据。

[0008] 在该情况下,所取得的负载数据未准确地表示在实际通过工具进行切削的区间施加于主轴的负载。因此,即使使用这样的负载数据进行工具的损伤检测,也有可能无法高精度地检测工具的损伤。

[0009] 本发明的目的在于,通过高精度地捕捉施加于主轴的负载的特征,来可靠地检测工具的损伤。

[0010] 用于解决课题的手段

[0011] 工具损伤检测装置具备:数据取得部,其取得表示切削进给区间中的主轴的负载的负载数据和表示主轴的旋转速度的旋转速度数据;提取部,其根据旋转速度数据,从负载数据中提取在工具的损伤发生的评价中使用的评价数据;检测部,其使用评价数据来检测工具的损伤的发生;以及输出部,其在由检测部检测到工具的损伤的情况下,输出表示工具的损伤的发生的数据。

[0012] 计算机可读取的存储介质存储使计算机执行如下步骤的命令:取得表示切削进给区间中的主轴的负载的负载数据和表示主轴的旋转速度的旋转速度数据;根据旋转速度数据,从负载数据中提取在工具的损伤发生的评价中使用的评价数据;使用评价数据来检测工具的损伤的发生;以及在检测到工具的损伤的情况下,输出表示工具的损伤的发生的数据。

[0013] 发明效果

[0014] 根据本发明,通过高精度地捕捉施加于主轴的负载的特征,能够可靠地检测工具的损伤。

附图说明

[0015] 图1是表示机床的硬件结构的一例的图。

[0016] 图2是表示数值控制装置的功能的一例的框图。

[0017] 图3是表示在攻丝加工时由数据取得部取得的各数据的一例的图。

[0018] 图4是表示在铣削加工时由数据取得部取得的各数据的一例的图。

[0019] 图5是表示在钻孔加工时由数据取得部取得的各数据的一例的图。

[0020] 图6是表示在数值控制装置中执行的处理流程的一例的流程图。

[0021] 图7是说明在数值控制装置中执行的处理流程的一例的流程图。

具体实施方式

[0022] 以下,使用附图对本发明的一实施方式进行说明。此外,在以下的实施方式中说明的特征的全部组合并不一定需要用于解决课题。另外,有时省略必要以上的详细说明。另外,以下的实施方式的说明以及附图是为了使本领域技术人员充分理解本发明而提供的,并不意图限定请求专利保护的范围。

[0023] 工具损伤检测装置是在机床动作的动作中或动作后检测工具的损伤的装置。工具的损伤例如是指工具的折损、破损。

[0024] 工具损伤检测装置例如是机床的数值控制装置。另外,工具损伤检测装置也可以是管理机床的运转状态的管理服务器等计算机。以下,对工具损伤检测装置为数值控制装置的情况的例子进行说明。

[0025] 图1是表示机床的硬件结构的一例的图。机床1例如是加工中心、复合加工机、钻床、攻丝中心。机床1具备数值控制装置2、显示装置3、输入装置4、伺服放大器5以及伺服电动机6、主轴放大器7以及主轴电动机8、辅助设备9。

[0026] 数值控制装置2是控制机床1整体的装置。数值控制装置2具备CPU201、总线202、ROM203、RAM204以及非易失性存储器205。

[0027] CPU201是按照系统程序控制数值控制装置2整体的处理器。CPU201经由总线202读出存储在ROM203中的系统程序等。另外,CPU201按照加工程序控制伺服电动机6和主轴电动机8。

[0028] 总线202是将数值控制装置2内的各硬件相互连接的通信路径。数值控制装置2内的各硬件经由总线202交换数据。

[0029] ROM203是存储用于控制数值控制装置2整体的系统程序等的存储装置或存储介质。

[0030] RAM204是临时存储各种数据的存储装置。RAM204作为用于CPU201处理各种数据的作业区域发挥功能。

[0031] 非易失性存储器205是在机床1的电源被切断而未向数值控制装置2供给电力的状态下也保持数据的存储装置。非易失性存储器205例如由SSD(Solid State Drive:固态硬盘)构成。

[0032] 数值控制装置2还具备第一接口206、第二接口207、轴控制电路208、主轴控制电路209、PLC(Programmable Logic Controller:可编程逻辑控制器)210以及I/O单元211。

[0033] 第一接口206是连接总线202和显示装置3的接口。第一接口206例如将CPU201处理

后的各种数据发送到显示装置3。

[0034] 显示装置3是经由第一接口206接收各种数据并显示各种数据的装置。显示装置3是LCD(Liquid Crystal Display:液晶显示器)等显示器。

[0035] 第二接口207是连接总线202和输入装置4的接口。第二接口207例如将从输入装置4输入的数据经由总线202发送到CPU201。

[0036] 输入装置4是用于输入各种数据的装置。输入装置4例如是键盘以及鼠标。此外,输入装置4和显示装置3例如也可以如触摸面板那样构成为1个装置。

[0037] 轴控制电路208是控制伺服电动机6的电路。轴控制电路208接收来自CPU201的控制指令,将用于驱动伺服电动机6的指令输出到伺服放大器5。轴控制电路208例如将控制伺服电动机6的转矩的转矩命令发送到伺服放大器5。

[0038] 伺服放大器5接受来自轴控制电路208的指令,向伺服电动机6供给电流。

[0039] 伺服电动机6从伺服放大器5接受电流的供给而驱动。伺服电动机6例如与驱动刀架、主轴头、工作台的滚珠丝杠连结。通过驱动伺服电动机6,刀架、主轴头、工作台等机床1的构造物例如在X轴方向、Y轴方向或Z轴方向上移动。

[0040] 主轴控制电路209是用于控制主轴电动机8的电路。主轴控制电路209接收来自CPU201的控制指令,向主轴放大器7输出用于驱动主轴电动机8的指令。主轴控制电路209例如向主轴放大器7发送控制主轴电动机8的转矩的转矩命令。

[0041] 主轴放大器7接受来自主轴控制电路209的指令,向主轴电动机8供给电流。主轴放大器7内置有电流计71,该电流计71对向主轴电动机8供给的电流的电流值进行测定。

[0042] 电流计71测定向主轴电动机8供给的电流的电流值。由电流计71测定出的电流值用于主轴的负载检测。

[0043] 主轴电动机8从主轴放大器7接受电流的供给而驱动。主轴电动机8与主轴连结,使主轴旋转。主轴电动机8具备检测主轴电动机8的旋转速度的速度检测器81。

[0044] 速度检测器81检测主轴电动机8的旋转速度。表示由速度检测器81检测出的主轴电动机8的旋转速度的数据用于提取用于检测工具的损伤的发生的基准负载数据以及评价数据。关于基准负载数据以及评价数据,将在后面详细说明。

[0045] PLC210是执行梯形图程序来控制辅助设备9的装置。PLC210经由I/O单元211控制辅助设备9。

[0046] I/O单元211是连接PLC210和辅助设备9的接口。I/O单元211将从PLC210接收到的指令发送到辅助设备9。

[0047] 辅助设备9设置于机床1,进行机床1加工工件时的辅助动作。辅助设备9也可以是设置于机床1的周边的装置。辅助设备9例如是工具更换装置、切削液喷射装置或开闭门驱动装置。

[0048] 接着,对数值控制装置2的功能的一例进行说明。

[0049] 图2是表示数值控制装置2的功能的一例的框图。数值控制装置2具备控制部221、数据取得部222、提取部223、存储部224、检测部225以及输出部226。

[0050] 控制部221、数据取得部222、提取部223、检测部225以及输出部226例如通过CPU201使用存储于ROM203的系统程序以及各种数据进行运算处理来实现。CPU201使用RAM204作为作业区域来执行运算处理。存储部224通过将从输入装置4等输入的数据或

CPU201的运算处理的运算结果存储于RAM204或非易失性存储器205来实现。

[0051] 控制部221控制机床1的各部。另外，控制部221读入加工程序并解析加工程序。控制部221执行解析出的加工程序来控制伺服电动机6以及主轴电动机8。由此，进行工件的加工。另外，控制部221控制辅助设备9等的动作。

[0052] 数据取得部222取得表示切削进给区间中的主轴的负载的负载数据和表示主轴的旋转速度的旋转速度数据。

[0053] 切削进给区间是指工具通过切削进给而移动的区间。工具通过切削进给而移动的区间例如是工具通过加工程序中记载的直线插补指令“G01”、圆弧插补指令“G02”或者“G03”而移动的区间。即，在切削进给区间中不包含将工具快进的快进区间。在切削进给区间中，在数值控制装置2中输出切削中信号。切削中信号例如是用于控制部221进行伺服电动机的速度控制的速度控制信号。

[0054] 表示主轴的负载的负载数据是表示在主轴的旋转方向上施加的负载的时间序列数据。负载数据例如由向主轴电动机8供给的电流的电流值表示。负载数据例如是由内置于主轴放大器7的电流计71测定的值的时间序列数据。另外，负载数据也可以是表示向主轴电动机8供给的电力的值的时间序列数据。例如，每隔1[ms]取得负载数据。

[0055] 表示主轴的旋转速度的旋转速度数据是表示主轴的旋转速度的时间序列数据。旋转速度数据例如是由设置于主轴电动机8的速度检测器81检测出的值的时间序列数据。在主轴正转的情况下，旋转速度数据表示正值。在主轴反转的情况下，旋转速度数据表示负值。例如，每隔1[ms]取得旋转速度数据。

[0056] 数据取得部222例如在通过正常工具最初进行工件的加工时、以及加工第二次以后的工件时，取得负载数据和旋转速度数据。正常工具是指不发生磨损、损伤等的工具。

[0057] 提取部223基于通过正常工具最初加工工件时取得的负载数据以及旋转速度数据，提取成为用于检测工具的损伤的基准的基准负载数据。另外，提取部223基于在第二次以后的加工工件时取得的负载数据以及旋转速度数据，提取在工具的损伤发生的评价中使用的评价数据。

[0058] 提取部223提取切削进给区间中的主轴正转且旋转速度固定的区间的负载数据作为评价数据。在此，固定是指大致固定即可，例如，在切削中旋转速度稍微变动的情况下，也视为旋转速度固定。

[0059] 提取部223例如提取主轴以由加工程序指令的旋转速度的±10[min^{-1}]旋转的区间的负载数据作为基准负载数据或评价数据。

[0060] 图3是表示在攻丝加工时由数据取得部222取得的各数据的一例的图。图3的(1)示出了表示切削中信号的数据，图3的(2)示出了旋转速度数据，图3的(3)示出了在正常工具对最初的工件进行加工时取得的负载数据，图3的(4)示出了在丝锥折损的状态下取得的负载数据。

[0061] 攻丝加工通过攻丝加工循环指令来执行。在攻丝加工循环中，当输出切削中信号时，主轴开始旋转，并且工具与螺纹的螺距一致地向Z轴的负方向移动。

[0062] 在主轴的旋转开始后，在旋转速度达到指令速度为止的期间(图3的(2)的a1区间)，旋转速度急剧上升。即，在该区间，主轴的旋转速度不固定，因此提取部223不提取该区间的负载数据作为基准负载数据或评价数据。此外，在主轴的旋转开始后，在旋转速度达到

指令速度为止的期间，因加减速转矩而施加于主轴的旋转方向的负载大幅变化。

[0063] 当主轴达到指令速度时，主轴的旋转速度固定(图3的(2)的b1区间)。因此，提取部223提取该区间的负载数据作为基准负载数据或评价数据。另外，当丝锥与工件接触而进行切削时，施加于主轴的负载增大。

[0064] 在工具到达孔的深处而主轴的旋转方向反转时(图3的(2)的c1区间)，主轴的旋转速度从指令速度急剧降低。即，在该区间，主轴的旋转速度不固定，因此提取部223不提取该区间的负载数据作为基准负载数据或评价数据。此外，在主轴的旋转方向反转时，因加减速转矩而施加于主轴的旋转方向的负载大幅变化。

[0065] 在工具返回切削开始位置而主轴停止时(图3的(2)的e1区间)，主轴的旋转速度也急剧上升。即，在该区间，主轴的旋转速度不固定，因此提取部223不提取该区间的负载数据作为基准负载数据或评价数据。此外，在工具返回切削开始位置而主轴停止时，因加减速转矩而施加于主轴的旋转方向的负载大幅变化。

[0066] 在主轴反转的期间(图3的(2)的d1区间)，主轴的旋转速度为负值。因此，提取部223不提取该区间的负载数据作为基准负载数据或评价数据。此外，在主轴反转的同时工具进行沿着加工路径返回到切削开始位置的动作的期间成为非切削状态。

[0067] 如上所述，图3的(3)表示在最初的工件的加工时取得的负载数据。因此，从图3的(3)所示的负载数据提取的数据是基准负载数据。从第二次以后的工件的加工开始到发生工具的损伤为止提取的评价数据成为与图3的(3)所示的负载数据大致相同的数据。

[0068] 如上所述，图3的(4)表示在丝锥折损了的状态下取得的负载数据。即，从图3的(4)所示的负载数据提取的数据是发生了工具的损伤时的评价数据。

[0069] 图4是表示在铣削加工时由数据取得部222取得的各数据的一例的图。图4的(1)示出了表示切削中信号的数据，图4的(2)示出了旋转速度数据，图4的(3)示出了在最初的工件的加工时取得的负载数据，图4的(4)示出了在铣刀折损的状态下取得的负载数据。

[0070] 如图4所示，从主轴的旋转开始到达到指令速度为止的区间(图4的(2)的a2区间)、以及从主轴以指令速度旋转的状态到停止为止的区间(图4的(2)的b2区间)不包含在铣削加工中的切削进给区间中。另外，在铣削加工中，主轴不反转。

[0071] 即，在进行铣削加工时，在切削进给区间，主轴正转，且主轴的旋转速度固定。因此，提取部223提取切削进给区间的全部区间作为基准负载数据或评价数据。

[0072] 如上所述，图4的(3)示出了最初的工件加工时的负载数据。即，从图4的(3)所示的负载数据提取的数据是基准负载数据。另外，从第二次以后的工件的加工开始到发生工具的损伤为止提取的评价数据成为与图4的(3)所示的负载数据大致相同的数据。

[0073] 如上所述，图4的(4)示出了在铣刀折损了的状态下取得的负载数据。即，从图4的(4)所示的负载数据提取的数据是发生了工具的损伤时的评价数据。

[0074] 图5是表示在钻孔加工时由数据取得部222取得的各数据的一例的图。图5的(1)示出了表示切削中信号的数据，图5的(2)示出了旋转速度数据，图5的(3)示出了在最初的工件加工时取得的负载数据，图5的(4)示出了在钻头折损的状态下取得的负载数据。

[0075] 如图5所示，从主轴的旋转开始到达到指令速度为止的区间(图5的(2)的a3区间)、以及从主轴以指令速度旋转的状态到停止为止的区间(图5的(2)的b3区间)不包含在钻孔加工中的切削进给区间中。另外，在钻孔加工中，主轴不反转。

[0076] 即，在进行钻孔加工时，在切削进给区间中，主轴正转，并且主轴的旋转速度固定。因此，提取部223提取切削进给区间的全部区间作为基准负载数据或评价数据。

[0077] 如上所述，图5的(3)示出了最初的工件加工时的负载数据。即，从图5的(3)所示的负载数据提取的数据是基准负载数据。另外，从第二次以后的工件的加工开始到发生工具的损伤为止提取的评价数据成为与图5的(3)所示的负载数据大致相同的数据。

[0078] 如上所述，图5的(4)示出了在钻头折损的状态下取得的负载数据。即，从图5的(4)所示的负载数据提取的数据是发生了工具的损伤时的评价数据。

[0079] 在此，继续说明图2的数值控制装置2的功能。

[0080] 存储部224存储由提取部223提取出的基准负载数据以及评价数据。存储部224例如将基准负载数据和评价数据分别与时间信息关联起来进行存储。时间信息例如是表示从加工程序的执行开始到取得所提取的负载数据作为基准负载数据或评价数据为止的时间的信息。

[0081] 检测部225使用评价数据来检测工具的损伤的发生。检测部225基于存储于存储部224的基准负载数据和评价数据来检测工具的损伤的发生。检测部225例如通过比较基准负载数据和评价数据来检测工具的损伤的发生。检测部225例如基于时间信息，判断评价数据和与该评价数据对应的基准负载数据。检测部225通过比较评价数据和与该评价数据对应的基准负载数据来检测工具的损伤的发生。

[0082] 例如，在攻丝加工、铣削加工以及钻孔加工中工具折损的情况下，在切削进给区间工具与工件不接触。因此，评价数据的值小于基准负载数据的值(图3的(3)和(4)、图4的(3)和(4)、以及图5的(3)和(4))。因此，检测部225通过比较基准负载数据和评价数据，能够检测工具的损伤的发生。

[0083] 检测部225基于基准负载数据的最大值、最小值以及平均值中的至少一个和评价数据的最大值、最小值以及平均值中的至少一个，检测工具的损伤的发生。检测部225例如将基准负载数据的平均值与评价数据的平均值进行比较来检测工具是否发生了损伤。

[0084] 检测部225也可以根据基准负载数据的最大值、最小值以及平均值中的至少一个，计算至少一个阈值，将计算出的至少一个阈值与评价数据的最大值、最小值以及平均值中的至少一个进行比较，来检测工具的损伤的发生。检测部225例如计算相当于基准负载数据的平均值的50％的值作为阈值。检测部225在评价数据的平均值小于基准负载数据的平均值的50％的情况下，检测出发生了工具的损伤。

[0085] 输出部226在由检测部225检测到工具的损伤的情况下，输出表示工具的损伤的发生的数据。输出部226例如向显示装置3输出表示工具的损伤的发生的数据。显示装置3在接收到表示工具的损伤的发生的数据时，在画面上显示发生了工具的损伤。

[0086] 在检测部225检测到表示工具的损伤的发生的数据的情况下，控制部221例如也可以发出表示发生了工具的损伤的警报。另外，控制部221也可以在发出警报的情况下，使机床1的动作停止。

[0087] 接着，对在数值控制装置2中执行的处理的流程进行说明。

[0088] 图6是表示在数值控制装置2中执行的处理的流程的一例的流程图。

[0089] 在数值控制装置2中，首先，数据取得部222取得表示切削进给区间中的主轴的负载的负载数据和表示主轴的旋转速度的旋转速度数据(步骤SA1)。

[0090] 接着，提取部223基于旋转速度数据，从负载数据中提取用于评价工具的损伤发生的评价数据。此时，提取部223提取切削进给区间中的主轴正转且主轴的旋转速度固定的区间的负载数据作为评价数据(步骤SA2)。

[0091] 接着，检测部225使用评价数据来检测工具的损伤的发生(步骤SA3)。即，检测部225使用评价数据来判定是否发生了工具的损伤。

[0092] 在由检测部225检测到工具的损伤的情况下(在步骤SA3中为“是”的情况下)，输出部226输出表示工具的损伤发生的数据(步骤SA4)，结束处理。输出部226例如向数值控制装置2的显示装置3输出表示工具的损伤发生的数据，并使显示装置3显示表示工具的损伤发生的数据。

[0093] 在未检测到工具的损伤的情况下(在步骤SA3中为“否”的情况下)，返回到步骤SA1，继续取得负载数据和旋转速度数据。

[0094] 如以上说明的那样，工具损伤检测装置2具备：数据取得部222，其取得表示切削进给区间中的主轴的负载的负载数据和表示主轴的旋转速度的旋转速度数据；提取部223，其根据旋转速度数据，从负载数据中提取在工具的损伤发生的评价中使用的评价数据；检测部225，其使用评价数据来检测工具的损伤的发生；以及输出部226，其在由检测部225检测到工具的损伤的情况下，输出表示工具的损伤的发生的数据。因此，通过高精度地捕捉施加于主轴的负载的特征，能够可靠地检测工具的损伤。

[0095] 另外，评价数据是切削进给区间中的主轴正转且主轴的旋转速度固定的区间的负载数据。通过将评价数据设为这样的数据，能够可靠地检测攻丝加工、铣削加工以及钻孔加工等各种加工中的工具的损伤。

[0096] 提取部223还从负载数据中提取成为用于检测工具的损伤的基准的基准负载数据，检测部225基于基准负载数据和评价数据来检测工具的损伤的发生。另外，检测部225基于基准负载数据的最大值、最小值以及平均值中的至少一个和评价数据的最大值、最小值以及平均值中的至少一个，检测工具的损伤的发生。因此，与将全部的时间序列数据进行比较的情况相比，检测部225中的数据处理的负载变小。

[0097] 另外，检测部225根据基准负载数据的最大值、最小值及平均值中的至少一个，计算至少一个阈值，将计算出的至少一个阈值与评价数据的最大值、最小值及平均值中的至少一个进行比较，检测工具的损伤的发生。因此，不依赖于作业者的经验而自动地计算阈值，减轻作业者的负担。

[0098] 在上述的实施方式中，基于旋转速度数据来提取评价数据。但是，不限于这样的实施方式，也可以根据加工的种类来提取评价数据。

[0099] 在该情况下，数据取得部222取得表示切削点的坐标值的坐标值数据，提取部223仅基于坐标值数据、或者基于旋转速度数据和坐标值数据来判别工具进行的加工的种类，并根据加工的种类来提取评价数据。

[0100] 表示切削点的坐标值的坐标值数据例如是表示工件坐标系中的工具的移动路径的坐标值的时间序列数据。表示切削点的坐标值例如基于朝向X轴、Y轴以及Z轴的各个方向配置的线性标尺(未图示)检测出的值来计算。

[0101] 提取部223例如根据坐标值数据检测工具的移动方向，判别加工的种类。例如，在切削进给区间中工具的移动方向为X轴方向或Y轴方向而不在Z轴方向上移动的情况下，提

取部223判别加工的种类是铣削加工。

[0102] 另外，在切削进给区间中工具的移动方向仅为Z轴方向的情况下，提取部223判别加工的种类是攻丝加工或钻孔加工。

[0103] 并且，在切削进给区间中工具的移动方向仅为Z轴方向，并且在切削进给区间包含工具的旋转速度为负值的区间的情况下，即，在包含工具反转的区间的情况下，提取部223判别加工的种类是攻丝加工。在切削进给区间中不包含工具反转的区间的情况下，提取部223判别加工的种类是钻孔加工。

[0104] 或者，提取部223也可以在判定为主轴的旋转包含正转和反转、且主轴正转时的旋转量与反转时的旋转量相同的情况下，判别加工的种类是攻丝加工。

[0105] 提取部223在判别为加工的种类是攻丝加工的情况下，提取切削进给区间中的主轴正转且主轴的旋转速度固定的区间的负载数据作为基准负载数据或评价数据。

[0106] 另外，在提取部223判别加工的种类是铣削加工或钻孔加工的情况下，提取切削进给区间的全部区间作为基准负载数据或评价数据。

[0107] 接着，说明在判别加工的种类并根据加工的种类提取评价数据的情况下，在数值控制装置2中执行的处理的流程。

[0108] 图7是说明在数值控制装置2中执行的处理流程的一例的流程图。

[0109] 在数值控制装置2中，首先，数据取得部222取得表示切削进给区间的主轴的负载的负载数据、表示主轴的旋转速度的旋转速度数据、以及表示切削点的坐标值的坐标值数据(步骤SB1)。

[0110] 接着，提取部223判别加工的种类(步骤SB2)。

[0111] 在加工的种类为攻丝加工的情况下(在步骤SB2中为“是”的情况下)，提取部223提取攻丝加工用的评价数据(步骤SB3)。即，提取部223提取切削进给区间的主轴正转且主轴的旋转速度固定的区间的负载数据作为评价数据。

[0112] 在加工的种类不是攻丝加工的情况下(在步骤SB2中为“否”的情况下)，提取部223提取铣削加工用或钻孔加工用的评价数据(步骤SB4)。即，提取部223提取切削进给区间的全部区间作为评价数据。

[0113] 接着，检测部225使用评价数据来检测工具的损伤的发生(步骤SB5)。即，检测部225使用评价数据来判定是否发生了工具的损伤。

[0114] 在由检测部225检测到工具的损伤的情况下(在步骤SB5中为“是”的情况下)，输出部226输出表示工具的损伤的发生的数据(步骤SB6)，结束处理。输出部226例如向数值控制装置2的显示装置3输出表示工具的损伤发生的数据，并使显示装置3显示表示工具的损伤发生的数据。

[0115] 在未检测到工具的损伤的情况下(在步骤SB5中为“否”的情况下)，返回到步骤SB1，继续取得负载数据、旋转速度数据以及坐标值数据。

[0116] 如以上说明的那样，数据取得部222取得表示切削点的坐标值的坐标值数据，提取部223根据坐标值数据、或者旋转速度数据及坐标值数据来判别工具进行的加工的种类，并根据判别出的加工的种类来提取评价数据。在这样判别加工的种类的情况下，不需要进行加工程序中记载的G代码等指令代码的解析来判别加工的种类。因此，对于不具备基于指令代码来判别加工的种类的功能的已经在工厂中以往使用的机床1，也容易安装工具损伤检

测装置。

[0117] 另外，在提取部223将加工的种类判别为攻丝加工的情况下，提取切削进给区间的主轴正转且主轴的旋转速度固定的区间的负载数据作为基准负载数据或评价数据。因此，能够可靠地检测攻丝加工、铣削加工以及钻孔加工等各种加工中的工具的损伤。

[0118] 另外，在加工的种类为铣削加工的情况等工具折损的可能性低的情况下，通过判别加工的种类，能够将该加工所使用的工具的损伤从检测对象中排除。在该情况下，不需要将铣削加工时的基准负载数据或评价数据存储于存储部224，能够削减存储于存储部224的数据量。

[0119] 此外，数据取得部222也可以取得表示切削点的坐标值的坐标值数据，提取部223不判别加工的种类，而仅根据坐标值数据、或者根据旋转速度数据和坐标值数据，从负载数据中提取在工具的损伤发生的评价中使用的评价数据。

[0120] 在该情况下，提取部223根据坐标值数据来检测工具的移动方向。例如，在切削进给区间中工具的移动方向为X轴方向或Y轴方向，在Z轴方向上不移动的情况下，提取部223提取切削进给区间的全部区间作为评价数据。

[0121] 在切削进给区间中的工具的移动方向为Z轴方向、且在切削进给区间包含主轴的旋转速度为负值的区间的情况下，提取部223提取切削进给区间中的主轴正转、且主轴的旋转速度固定的区间的负载数据作为基准负载数据或评价数据。

[0122] 在切削进给区间中的工具的移动方向为Z轴方向、且在切削进给区间中不包含主轴的旋转速度为负值的区间的情况下，提取部223提取切削进给区间的全部区间作为基准负载数据或评价数据。

[0123] 由此，提取部223能够与判别加工的种类的情况同样地提取评价数据以及基准负载数据。

[0124] 附图标记说明

[0125] 1机床

[0126] 2数值控制装置(工具损伤检测装置)

[0127] 201CPU

[0128] 202总线

[0129] 203ROM

[0130] 204RAM

[0131] 205非易失性存储器

[0132] 206第一接口

[0133] 207第二接口

[0134] 208轴控制电路209主轴控制电路210PLC

[0135] 211I/O单元

[0136] 221控制部

[0137] 222数据取得部223提取部

[0138] 224存储部

[0139] 225检测部

[0140] 226输出部

[0141] 3显示装置

[0142] 4输入装置

[0143] 5伺服放大器

[0144] 6伺服电动机

[0145] 7主轴放大器

[0146] 71电流计

[0147] 8主轴电动机81速度检测器9辅助设备。

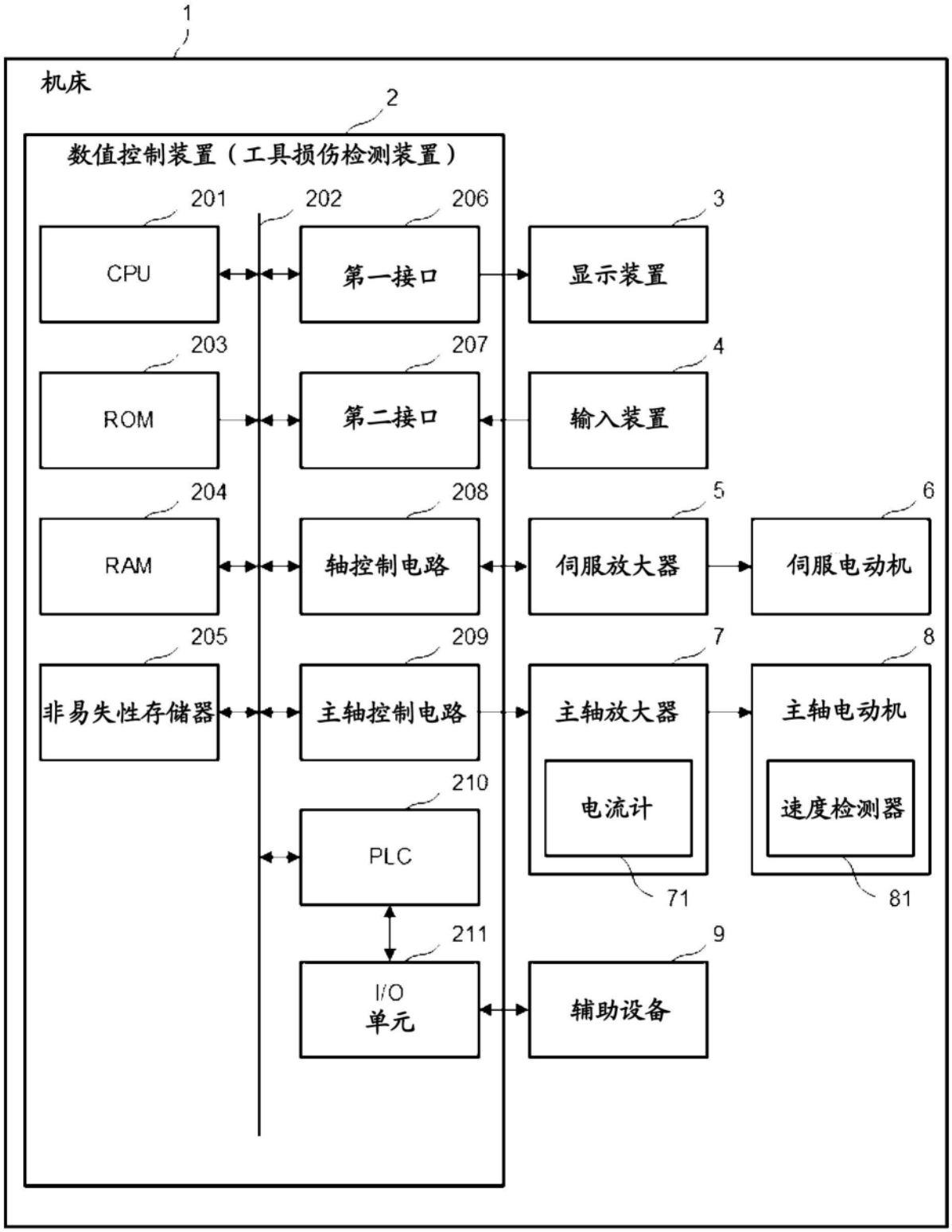

1
机床
2
数值控制装置（工具损伤检测装置）
201
CPU
202
206
第一接口
3
显示装置
203
ROM
207
第二接口
4
输入装置
204
RAM
208
轴控制电路
5
伺服放大器
6
伺服电动机
205
非易失性存储器
209
主轴控制电路
7
主轴放大器
电流计
71
8
主轴电动机
速度检测器
81
210
PLC
211
I/O
单元
9
辅助设备

图1

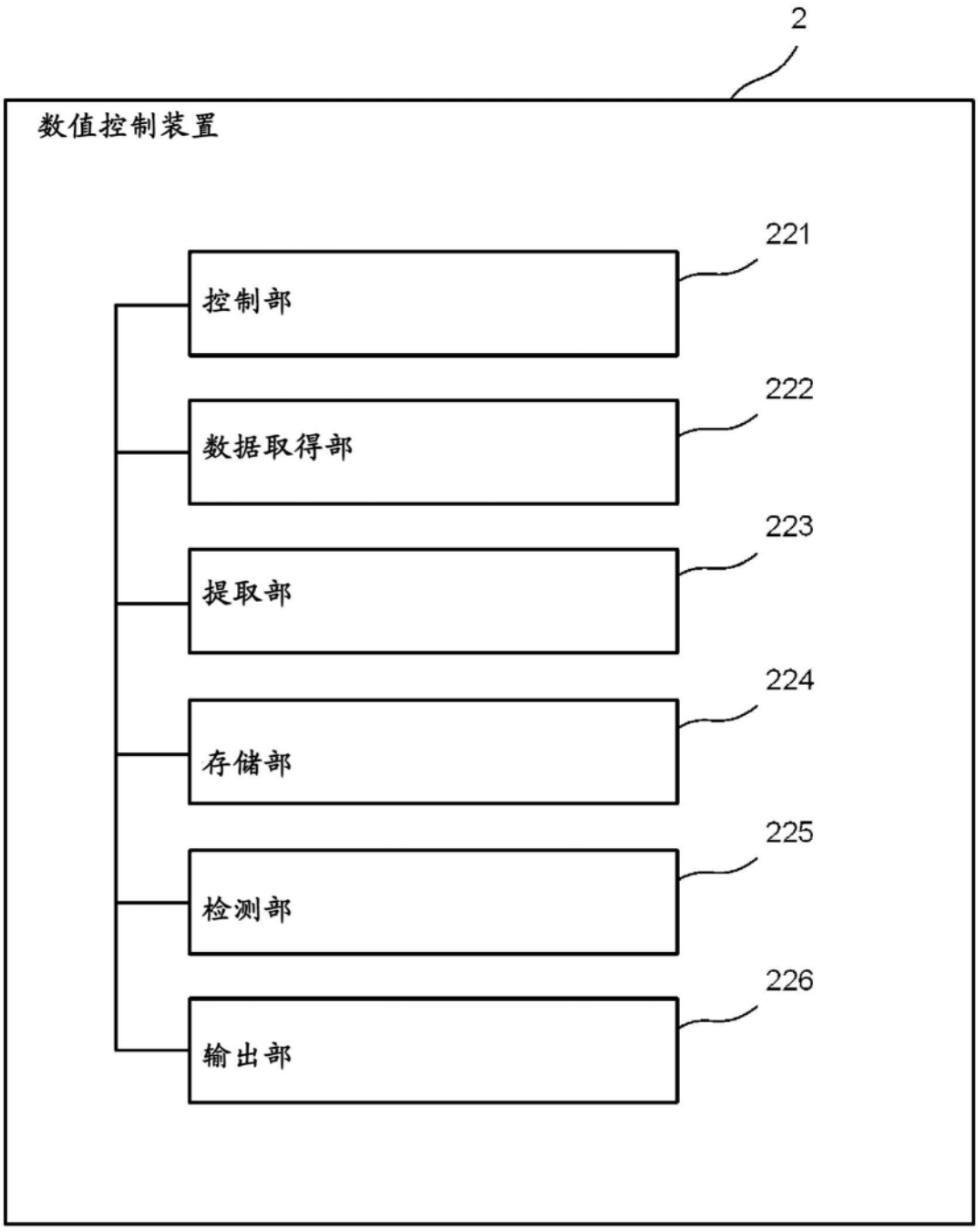


图2

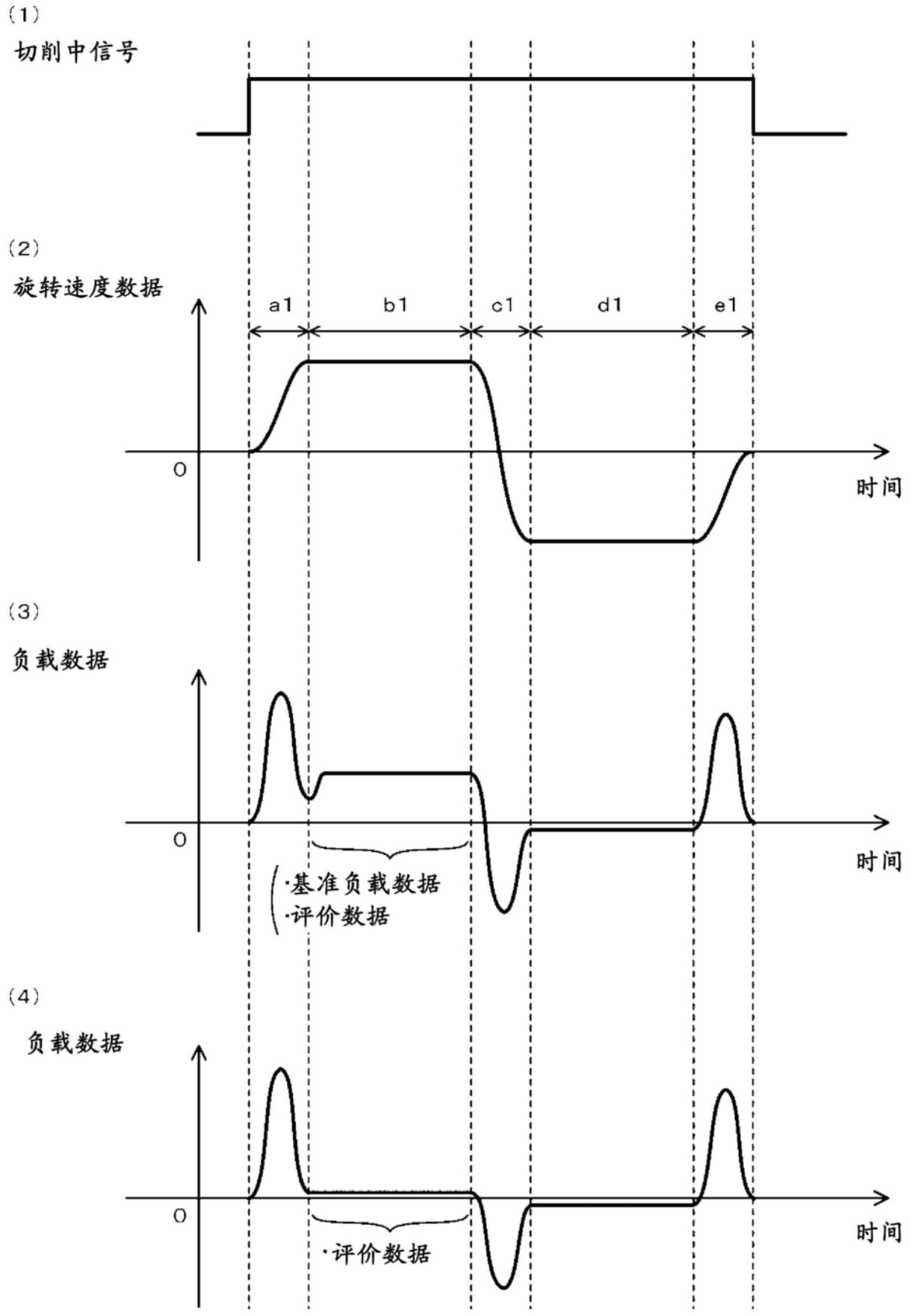

(1)
切削中信号
(2)
旋转速度数据
a1
b1
c1
d1
e1
0
时间
(3)
负载数据
0
时间
·基准负载数据
·评价数据
(4)
负载数据
0
时间
·评价数据

图3

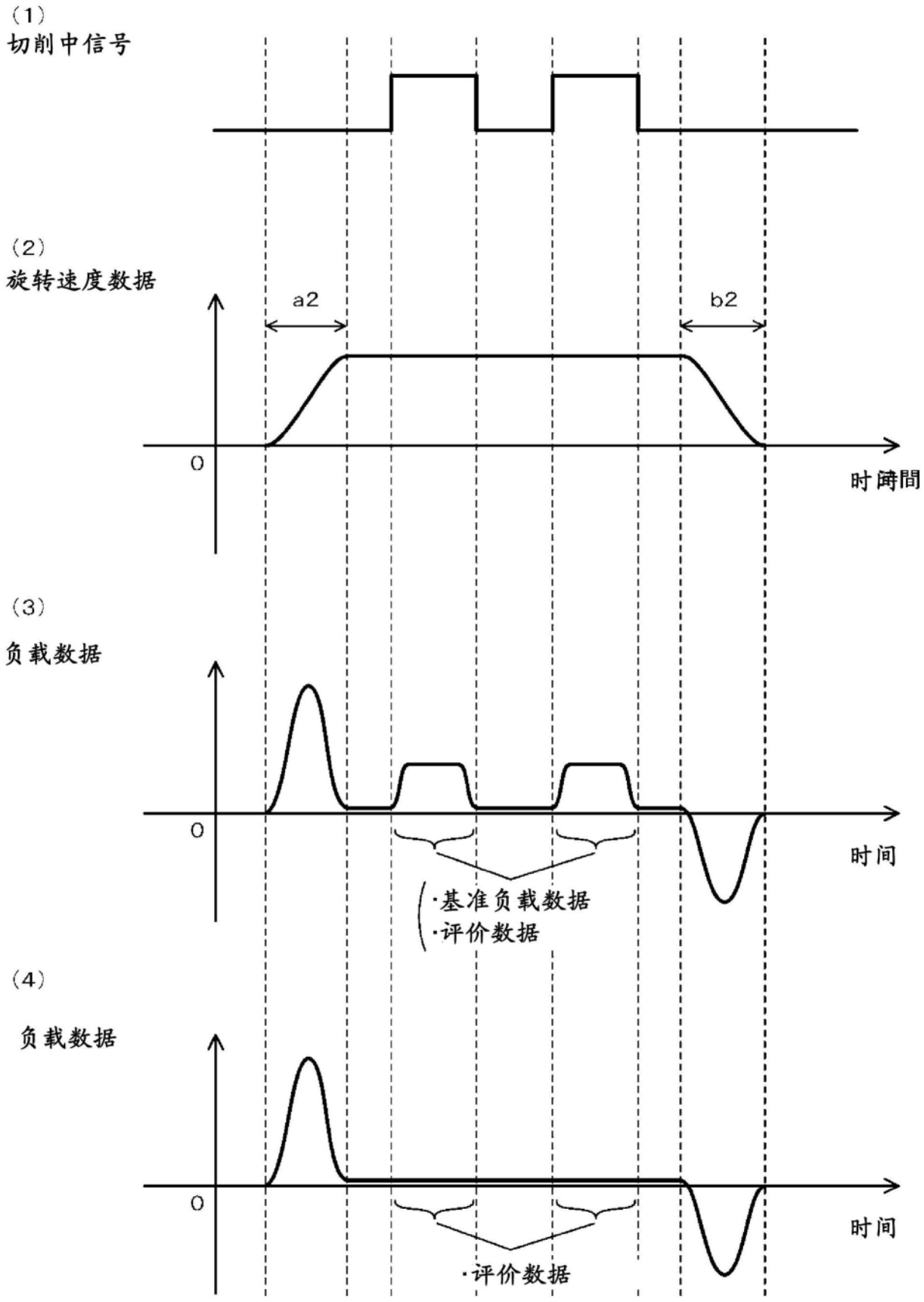

(1)
切削中信号
(2)
旋转速度数据
a2
b2
0
时间
(3)
负载数据
0
时间
·基准负载数据
·评价数据
(4)
负载数据
0
时间
·评价数据

图4

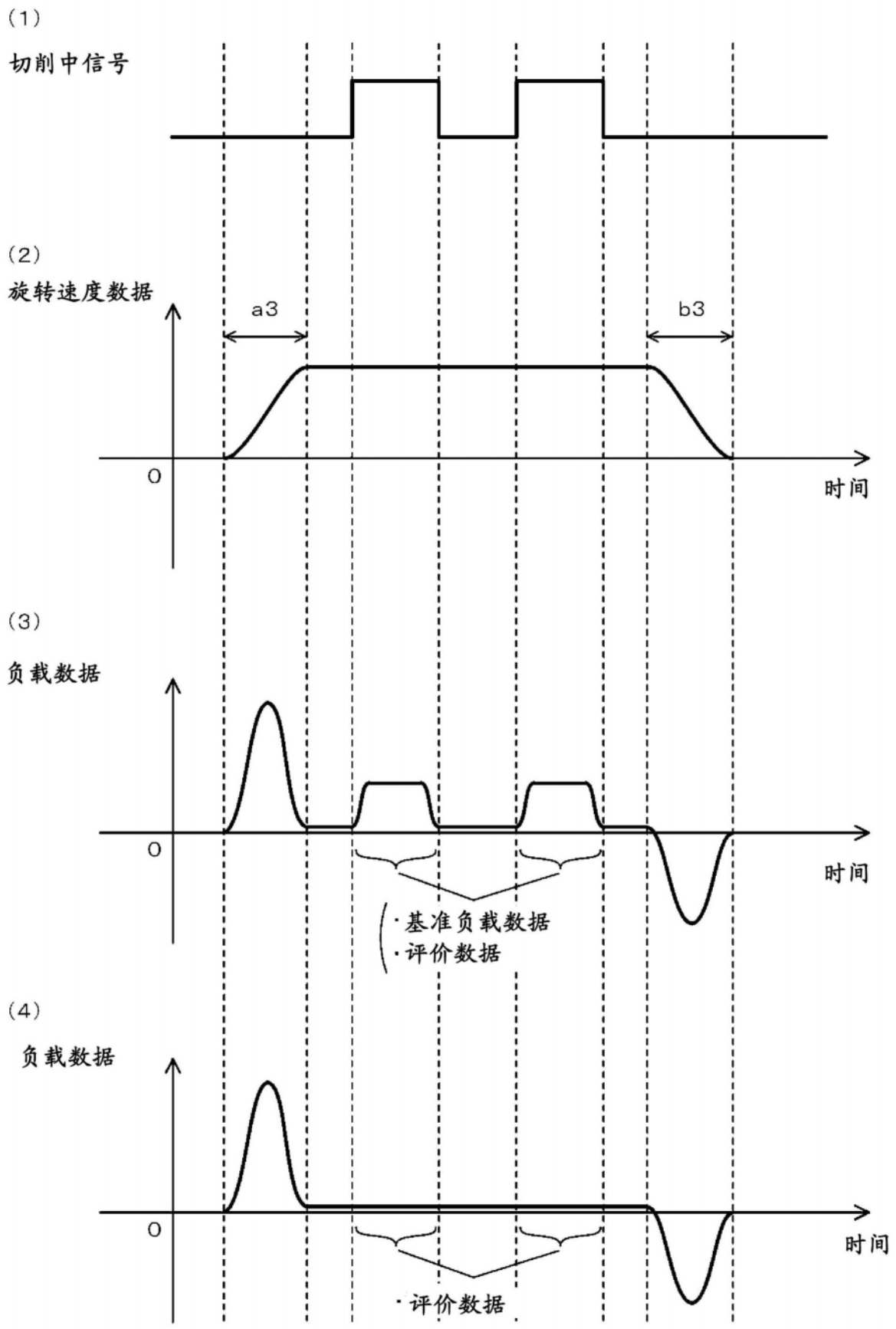

(1)
切削中信号
(2)
旋转速度数据
a3
b3
0
时间
(3)
负载数据
0
时间
·基准负载数据
·评价数据
(4)
负载数据
0
时间
·评价数据

图5

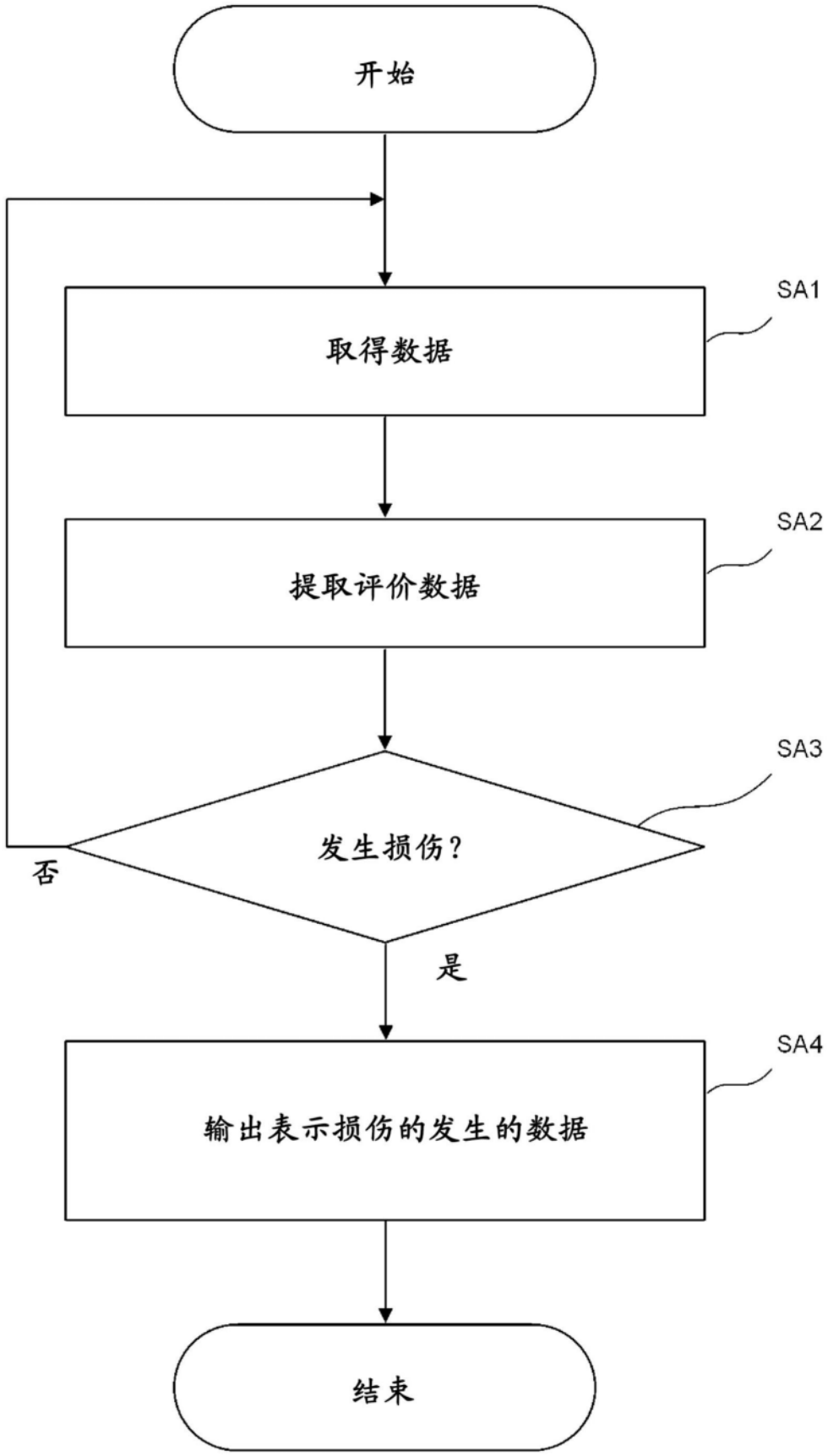


图6

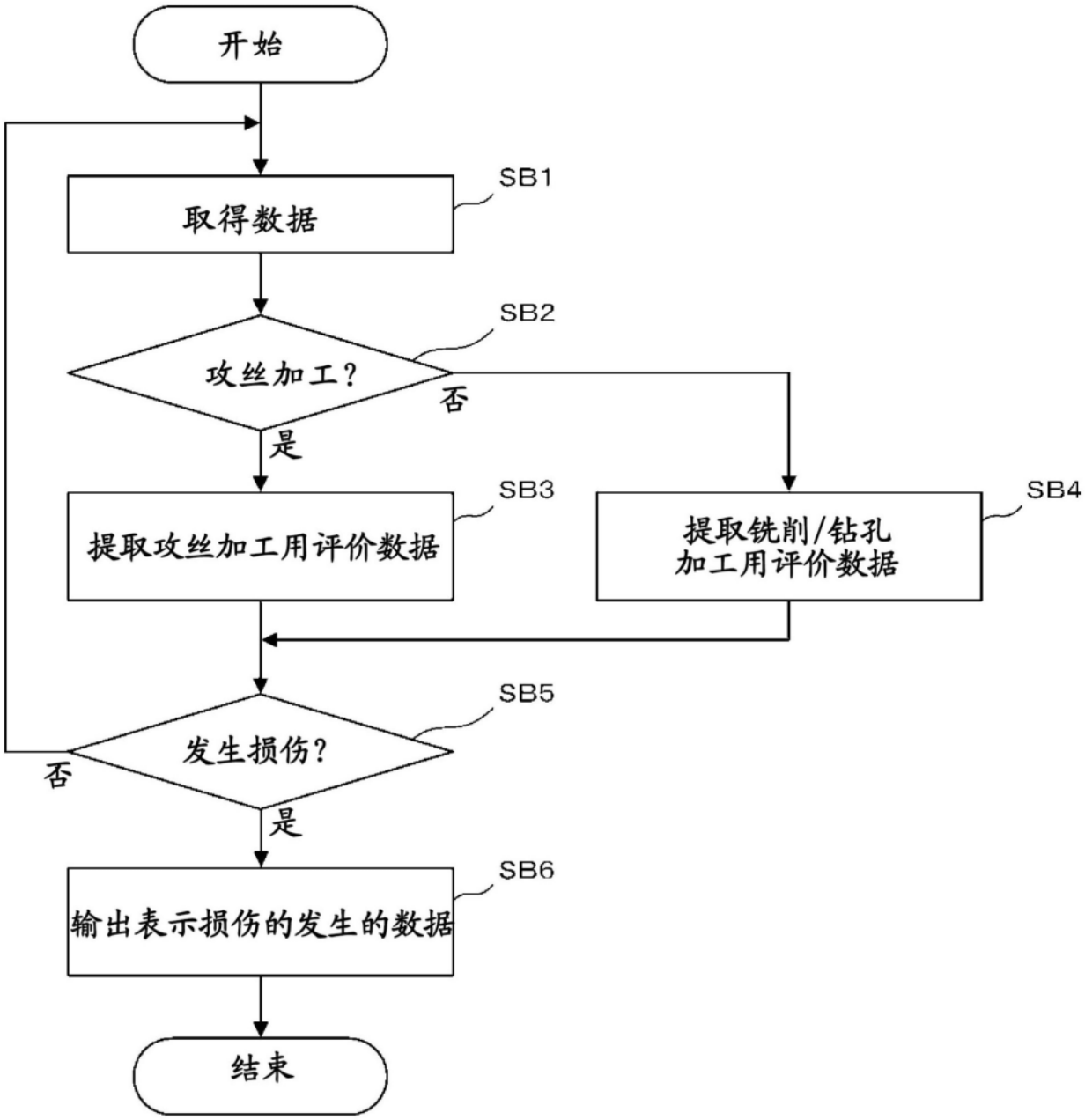

开始
SB1
取得数据
SB2
攻丝加工?
否
是
SB3
提取攻丝加工用评价数据
SB4
提取铣削/钻孔
加工用评价数据
SB5
发生损伤?
否
是
SB6
输出表示损伤的发生的数据
结束

图7