



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105478937 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 13

(21) 申请号 201510641941. 8

(22) 申请日 2015. 09. 30

(30) 优先权数据

2014-205907 2014. 10. 06 JP

(71) 申请人 发那科株式会社

地址 日本山梨县

(72) 发明人 西川亮 高桥昭二

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

11243

代理人 曾贤伟 范胜杰

(51) Int. Cl.

B23H 1/00(2006. 01)

B23H 1/10(2006. 01)

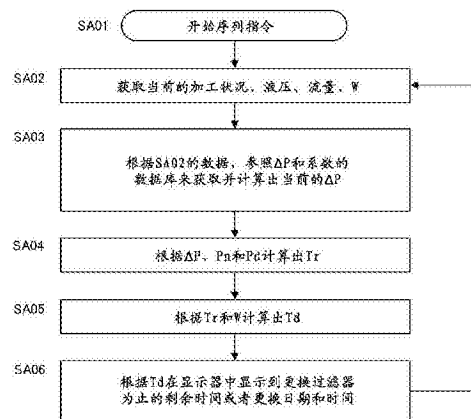
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

(54) 发明名称

具有预测过滤器的更换时期的功能的线放电加工机

(57) 摘要

本发明提供一种具有预测过滤器的更换时期的功能的线放电加工机,该线放电加工机具有能够预测与机械的使用状况相符的过滤器更换时期的功能。根据液压变动量 ΔP、当前的过滤器的液压 Pn 以及过滤器的寿命压力 Pd,使用公式  $T_r = |(P_d - P_n) / \Delta P|$ ,来计算出过滤器所能够使用的时间  $T_r$ 。而且,根据该计算出的  $T_r$  和机械的运转率 W,使用公式  $T_d = T_r / W$  来计算出考虑了机械运转率的剩余的过滤器使用时间  $T_d$ 。



1. 一种线放电加工机, 一边喷流加工液一边进行放电加工, 该线放电加工机具备: 使用过滤器对通过上述放电加工而排出的加工屑进行过滤的过滤装置, 其特征在于,

该线放电加工机具备:

液压检测单元, 其设置于对上述过滤器供给加工液的过滤器管路中来检测液压;

数据库, 其存储有与加工条件、加工材质、加工板厚、线直径、线材质以及加工液质量对应的每单位时间的上述过滤器的液压变动量;

液压变动量获取单元, 其通过当前的加工条件、加工材质、加工板厚、线直径、线材质以及加工液质量, 从上述数据库中获取当前的每单位时间的液压变动量;

剩余使用时间计算单元, 其根据上述获取到的每单位时间的液压变动量、由上述液压检测单元检测出的当前的上述液压、以及过滤器所能够使用的液压的上限值, 来计算出上述过滤器所能够使用的剩余时间;

寿命日期和时间运算单元, 其根据线放电加工机的运转率、上述剩余使用时间以及当前的日期和时间, 来运算直到上述过滤器到达寿命为止的日期和时间; 以及

显示单元, 其显示上述运算得到的寿命日期和时间。

2. 根据权利要求 1 所述的线放电加工机, 其特征在于,

上述数据库针对各上述加工条件、加工材质、加工板厚、线直径、线材质以及加工液质量的每个种类之间具有与每单位时间的液压变动量有关的系数,

上述线放电加工机还具备液压变动量计算单元, 该液压变动量计算单元在对上述加工条件、加工材质、加工板厚、线直径、线材质以及加工液质量中的某一数据进行了变更的情况下, 通过与变更前后的每单位时间的液压变动有关的系数之比以及变更前的液压变动量, 来计算出变更后的数据的每单位时间的液压变动量。

3. 根据权利要求 1 或者 2 所述的线放电加工机, 其特征在于,

通过上述当前的液压对上述过滤器的每单位时间的液压变动量进行变更。

4. 根据权利要求 1 或者 2 所述的线放电加工机, 其特征在于,

通过流过上述过滤器的加工液的流量对上述过滤器的每单位时间的液压变动量进行变更。

## 具有预测过滤器的更换时期的功能的线放电加工机

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种线放电加工机,特别是涉及一种具有预测过滤器的更换时期的功能的线放电加工机。

### 背景技术

[0002] 在线放电加工机等放电加工机中,使用于加工的加工液进行循环来使用。因此,使用过滤器对通过放电加工产生的加工液中包含的加工屑进行过滤。该过滤器为消耗品,因此当过滤能力下降时需要更换。

[0003] 以往,在过滤器的管路或者过滤器前后的管路中安装压力表或者水表等计量仪器,在加工液通过过滤器的时间到达规定时间而来自计量仪器的输出到达某一阈值的情况下,在机械的控制装置的画面上发出注意和警告,提示更换过滤器。

[0004] 另外,作为掌握更换过滤器的时期的标准,已知一种事先预测过滤能力下降的时期的技术。在日本特开平 2-95407 号公报中公开了如下技术:根据过去的过滤器压力和时间历史记录来推测过滤器的剩余使用时间来进行输出。该专利文献所公开的技术需要过去的历史记录,当如放电加工那样加工条件等被变更时,对过滤器的负载大大变化,因此即使根据过去的历史记录来类推,预测精度也相当低。

[0005] 在日本特开昭 59-115124 号公报和日本特开平 2-131821 号公报中公开了如下技术:在到达线的消耗品寿命时间或者次数时或者到达前显示警告。在日本特开 2005-334989 号公报中公开了如下技术:计算出线切断装置的刀具的消耗率,根据计算出的该消耗率来判断刀具的寿命。另外,在日本特开 2010-162631 号公报中公开了如下技术:对自动接线的接线失败部位进行记录,提示对失败数量多的位置进行保养。

[0006] 如上所述,已知一种针对过滤器更换时期进行如上所述那样的注意通知和警告通知的技术,但是根据用户不同而机械的使用状况不同,因此难以准确地预测过滤器何时为更换时期。也就是说,过滤器的更换周期根据使用时间、加工内容而大大变动,因此特别是在长更换周期的情况下,无法预测到下一个更换为止的天数,从而难以制定有效地更换过滤器的计划。

[0007] 另外,由于难以获知过滤器的更换时期,因此为了极力避免产生预先需要库存较多的过滤器这样的情况或者发出警告,尽管过滤器具有能够使用的时间也提前更换过滤器,其结果,导致有时过滤器的使用个数增加,用户的负担也增大。另外,有时即使在显示注意之后购买过滤器也不能按期间交货,在发出警告时无法更换过滤器,还有可能出现停机的期间。

[0008] 另外,线放电加工的一次加工时间非常长的情况较多,因此在更换周期短的情况下,在加工过程中还有可能发出更换过滤器的警告。放电加工中更换过滤器是费工费时的繁琐作业。当不更换过滤器而继续进行放电加工时,过滤器的过滤能力下降,因此供给加工槽的过滤后的加工液量变得不足,还有可能引起断线或加工精度不良,最终发出加工液的水位下降警告而使加工停止。

## 发明内容

[0009] 因此,本发明的目的在于,提供一种具有能够预测与机械的使用状况相符的过滤器更换时期的过滤器的更换时期的预测功能的线放电加工机。

[0010] 本发明的线放电加工机,一边喷流加工液一边进行放电加工,该线放电加工机具备:使用过滤器对通过上述放电加工而排出的加工屑进行过滤的过滤装置,该线放电加工机具备:液压检测单元,其设置于对上述过滤器供给加工液的过滤器管路中来检测液压;数据库,其存储有与加工条件、加工材质、加工板厚、线直径、线材质以及加工液质量对应的每单位时间的上述过滤器的液压变动量;液压变动量获取单元,其通过当前的加工条件、加工材质、加工板厚、线直径、线材质以及加工液质量,从上述数据库中获取当前的每单位时间的液压变动量;剩余使用时间计算单元,其根据上述获取到的每单位时间的液压变动量、由上述液压检测单元检测出的当前的上述液压、以及过滤器所能够使用的液压的上限值,来计算出上述过滤器所能够使用的剩余时间;寿命日期和时间运算单元,其根据线放电加工机的运转率、上述剩余使用时间以及当前的日期和时间,来运算直到上述过滤器到达寿命为止的日期和时间;以及显示单元,其显示上述运算得到的寿命日期和时间。

[0011] 上述数据库针对各上述加工条件、加工材质、加工板厚、线直径、线材质以及加工液质量的每个种类之间具有与每单位时间的液压变动量有关的系数,上述线放电加工机还具备液压变动量计算单元,该液压变动量计算单元在对上述加工条件、加工材质、加工板厚、线直径、线材质以及加工液质量中的某一数据进行了变更的情况下,通过与变更前后的每单位时间的液压变动有关的系数之比以及变更前的液压变动量,来计算出变更后的数据的每单位时间的液压变动量。

[0012] 也可以通过上述当前的液压对上述过滤器的每单位时间的液压变动量进行变更。

[0013] 也可以通过流过上述过滤器的加工液的流量对上述过滤器的每单位时间的液压变动量进行变更。

[0014] 根据本发明,能够提供一种线放电加工机,其具有能够预测与机械的使用状况相符的过滤器更换时期的过滤器的更换时期的预测功能。

## 附图说明

[0015] 本发明的上述和其它目的以及特征根据参照附图说明的以下实施例的说明会变得更清楚。这些图中:

[0016] 图 1 是表示本发明的线放电加工机的一个实施方式的图。

[0017] 图 2A 是说明将使用设置于过滤器的下游侧的压力表来测量得到的液压值随着使用该过滤器的时间经过逐渐下降而最终变得低于规定的液压时判断为过滤器的寿命的图。

[0018] 图 2B 是说明将使用设置于过滤器的上游侧的压力表来测量得到的液压值随着使用该过滤器的时间经过逐渐上升而最终超出规定的液压的时判断为过滤器的寿命的图。

[0019] 图 3 是表示每单位时间的液压变动量的数据库的一例的图。

[0020] 图 4 是表示每单位时间的液压变动量的、各加工状况(加工条件、加工材质、加工板厚)的系数的一例的图。

[0021] 图 5 是表示基于系数的每单位时间的液压变动量的计算的一例的图。

[0022] 图 6A 是表示每单位时间的液压变动量的、过滤器的液压（液压值）的系数的一例的图。

[0023] 图 6B 是表示每单位时间的液压变动量的、供给过滤器的水量的系数的一例的图。

[0024] 图 7 是表示图 1 的控制装置所执行的处理的流程图。

### 具体实施方式

[0025] 在用于线放电加工机的加工液净化用的过滤器中产生液压变动。该过滤器的每单位时间的液压变动量根据加工条件、加工材质、加工板厚、线直径、线材质以及加工液质量等来大致决定。这是由于考虑到由于放电加工而每单位时间产生的加工屑的量依赖于加工条件、加工材质、加工板厚、线直径、线材质以及加工液质量等物理量。此外，在后文中说明过滤器的压力变动。

[0026] 因此，在本发明中，将上述每单位时间的过滤器的液压变动量的数据库设置于线放电加工机，根据由压力表测量出的当前的过滤器的液压的数据、过滤器所能够使用的液压数据以及上述数据库的数据，来对过滤器所能够使用的时间（剩余能够使用的时间）进行运算。而且，根据其剩余的能够使用的时间和机械的运转率来预测并显示更换过滤器的日期和时间。

[0027] 在本发明中，由此能够预测显示与每个用户的使用状况相符的过滤器更换时期，从而能够容易地进行更换过滤器的计划、过滤器库存的管理。另外，不会疏忽过滤器的更换，从而能够防止断线、加工精度不良、机械的停止（停机）等。

[0028] 使用图 1 说明本发明的线放电加工机的一个实施方式。

[0029] 线放电加工机 1 具备加工槽 3、污水槽 4 以及清水槽 5，将加工槽 3 配置在机构部 2 上。线放电加工机 1 整体由控制装置 20 控制。该控制装置 20 具备运算装置、存储各种数据的存储装置以及进行各种显示的显示装置。

[0030] 使用线放电加工机 1 在加工槽 3 内对工件（未图示）进行放电加工。一边将由泵 9 从清水槽 5 汲取的加工液从上导件（或者上导件和下导件）喷流至加工槽 3 内一边进行放电加工。通过放电加工而产生加工屑，漂浮在加工槽 3 内的加工液上。将加工槽 3 内的、包含加工屑的加工液向污水槽 4 排出。

[0031] 使用泵 7 从污水槽 4 汲取从加工槽 3 排出的积存在污水槽 4 中的包含加工屑的加工液，送至配置于该泵 7 的下游侧的过滤器 8，使用该过滤器 8 对加工液中的加工屑进行过滤。然后，将由过滤器 8 过滤并净化的加工液供给清水槽 5。

[0032] 将检测加工液的压力的压力传感器 11 配置于过滤器 8 的前后的管路中或者过滤器 8 的内部。将使用该压力传感器 11 检测出的压力称为“当前过滤器的液压”。随着过滤器收集加工屑而由压力传感器 11 检测出的液压发生变动。将该液压的变动称为“过滤器的液压变动”。

[0033] 由泵 9 汲取清水槽 5 的加工液，从上下导件 6 作为加工液喷流而喷射。另外，使用泵 10 从清水槽 5 汲取加工液，将汲取出的加工液用于向加工槽 3 内的循环和积水。此外，虽未图示，但是在线放电加工机 1 中，在使用泵 9、泵 10 流过加工液的管路、从加工槽 3 向污水槽 4 流过加工液的管路中可以设置过滤加工屑的过滤器。

[0034] 通常，能够使用设置于该过滤器的下游侧或者上游侧的压力表来判断过滤器所能

够使用的期间、即过滤器的寿命。在将压力表设置于过滤器的下游侧的情况下,能够将使用该压力表测量得到的液压值随着使用该过滤器的时间经过逐渐下降而最终变得低于规定的液压时判断为过滤器的寿命(参照图 2A)。另一方面,在将压力表设置于过滤器的上游侧的情况下,能够将使用该压力表测量得到的液压值随着使用该过滤器的时间经过逐渐上升而最终超出规定的液压时判断为过滤器的寿命(参照图 2B)。

[0035] 如上所述,根据加工条件、加工材质、加工板厚、线直径、线材质以及加工液质量等来大致决定使用过滤器时的每单位时间  $\Delta T$  的过滤器的液压变动量  $\Delta P$ 。在此,在加工条件中包含放电条件、喷流条件、加工次数。另外,加工液质量是指加工液的种类、成分、电导率、液温。以下,在本发明中,将加工条件、加工材质、加工板厚、线直径、线材质以及加工液质量等称为加工状况。

[0036] 在本发明中,首先,在各加工状况下通过实验等来获取每单位时间  $\Delta T$  的液压变动量  $\Delta P$ 。在图 3 中示出使在各加工状况下通过实验等获取到的每单位时间  $\Delta T$  的液压变动量  $\Delta P$  数据库化而成的情形。在图 3 中, $A1 \sim An$ 、 $B1 \sim Bn$ 、 $C1 \sim Cn$ 、 $D1 \sim Dn$ 、 $E1 \sim En$ 、 $F1 \sim Fn$  为数据 1~数据 n 的加工状况的各数据。 $\Delta P$  为每单位时间  $\Delta T$  的液压变动量。

[0037] 使图 3 示出的该数据库存储到线放电加工机 1 的控制装置 20(图 1) 的存储器(未图示)。在此,如图 3 所示那样按加工状况将每单位时间  $\Delta T$  液压变动量  $\Delta P$  作为数据库存储到控制装置 20 的存储器,会导致用于存储所需的存储器容量变得非常大。

[0038] 另外,液压变动量  $\Delta P$  在加工条件、加工材质、加工板厚等加工状况的各数据之间(参照图 3 的数据 1~数据 n)大致存在成比例的相关性。因此,当通过实验等来获取过滤器的液压变动量的数据时,得到图 4 那样的液压变动量的系数。图 4 是液压变动量的各加工状况(加工条件、加工材质、加工板厚)的系数的一例。

[0039] 作为示例,根据图 3 和图 4 的数据如图 5 那样将数据 1 的加工状况中的一个数据即加工条件从  $A1$  变更为  $A2$  时的数据 1A 的液压变动量  $\Delta P$  成为  $\alpha 1 \times (\epsilon 2 / \epsilon 1)$ 。并且,将加工材质从  $B1$  变更为  $B2$  时的数据 1B 的液压变动量  $\Delta P$  成为  $\alpha 1 \times (\epsilon 2 / \epsilon 1) \times (\zeta 2 / \zeta 1)$ 。这样,使各加工状况之间的系数数据库化,如上述运算式(系数的乘除)那样能够运算液压变动量  $\Delta P$ ,因此不需要保存加工状况的全部数据的组合,能够使数据库的规模变小。

[0040] 随着使用过滤器的时间经过而堵塞加快,过滤器的过滤能力下降,因此根据过滤器的液压(液压值),液压变动量  $\Delta P$  也发生变化。液压变动量  $\Delta P$  与由传感器检测出的液压值的关系也存在成比例的相关性,具有不容易对加工状况带来影响的关系。

[0041] 因此,为了求出正确的液压的变动值,与加工状况的系数同样地,按每个液压来测量系数  $\lambda n$  并使其数据库化(参照图 6A)。而且,通过将从监视当前过滤器的检测器得到的过滤器的液压值  $Gn$  所对应的系数  $\lambda n$  乘以与当前的加工状况对应的数据库上的液压变动量  $\alpha n$ ,能够求出(还考虑了过滤器的液压的正确的)过滤器的每单位时间的液压变动量  $\Delta P$ 。

[0042] 另外,通常对过滤器供给固定流量的加工液,但是通过对该过滤器供给的加工液的流量发生变化,每单位时间对过滤器送出的加工屑的量也发生变化。因此,液压变动量  $\Delta P$  不仅依赖于加工液的压力还依赖于流量而发生变化。液压变动量  $\Delta P$  与流量的关系也具有成比例的相关性,因此与液压的情况(参照图 6A)同样地,对每个流量的系数  $\nu n$  进行测量而使其数据库化(参照图 6B)。

[0043] 然后,在不将加工液以固定流量向过滤器流动的情况下,在图 1 示出的线放电加工机 1 的过滤器管路中设置输送加工液时测量其流量的流量测量单元,通过将与该流量测量单元的测量值即当前的流量  $H_n$  对应的系数  $v_n$  乘以与当前的加工状况对应的数据库上的液压变动量  $\alpha_n$ ,能够求出(还考虑过滤器的流量变动的正确的)过滤器的每单位时间的液压变动量  $\Delta P$ 。

[0044] 此外,液压和流量的系数大致被视作一次函数的增加,因此根据前后的液压和流量以及系数来插值来能够换算出没有测量的液压和流量的系数。

[0045] 在此,基于加工状况的变更、液压变化、流量变化或者它们的组合的乘以液压变动量  $\Delta P$  的系数为彼此独立的系数,因此还能够与各变更、变化相应地组合来运算液压变动量  $\Delta P$ (可以使用全部加工状况的变更、液压变化、流量变化的系数或者也可以使用其中的某一个系数)。

[0046] 使用以下式能够根据上述液压变动量  $\Delta P$ 、当前的过滤器的液压  $P_n$  以及过滤器的寿命压力(过滤器的过滤能力为极限时的压力传感器 11 的输出值) $P_d$  来计算出过滤器所能够使用的时间  $T_r$ 。

$$[0047] \quad T_r = |(P_d - P_n) / \Delta P| \quad \dots\dots (1)$$

[0048] 在此,过滤器所能够使用的时间  $T_r$  为连续使用的情况下的时间,因此难以用于预测实际的过滤器的更换。因此,通过使用‘规定期间’的机械的运转率(每单位时间的机械的使用时间) $W$ ,能够进行精度更高的预测。在此‘规定期间’是指用户所指定的期间或者从开始使用机械起到当前为止的累积的使用期间。意味着以后过滤器能够使用多长时间的、考虑到机械的运转率的剩余的过滤器的使用时间  $T_d$  用以下式表示。

$$[0049] \quad T_d = T_r / W \quad \dots\dots (2)$$

[0050] 使用考虑了运算求出的机械的运转率的过滤器的使用时间  $T_d$ ,在线放电加工机 1 上的控制装置 20 的显示器(未图示)上显示过滤器所能够使用的剩余时间。另外,关于其显示方法,过滤器的更换周期通常较长,因此通过剩余天数和时间、要更换的日期进行显示,由此更容易看懂。关于这些运算,周期性地或者在加工状况、液压、流量发生变化的情况下进行运算、显示,与加工状况、液压、流量的变化对应。

[0051] 图 7 是表示本发明所涉及的控制线放电加工机的控制装置所执行的处理的流程图。以下,按各步骤进行说明。

[0052] [步骤 SA01] 开始预测序列。

[0053] [步骤 SA02] 获取当前的加工状况、当前的过滤器的液压、流量以及机械的运转率  $W$ 。

[0054] [步骤 SA03] 根据在步骤 SA02 中获取到的数据,参照每单位时间  $\Delta T$  的液压变动量  $\Delta P$  与系数的数据库,获取或者计算出当前的液压变动量  $\Delta P$ 。

[0055] [步骤 SA04] 根据当前的液压变动量  $\Delta P$ 、当前的过滤器的液压  $P_n$  以及过滤器的寿命压力  $P_d$ ,使用式(1)来计算出过滤器所能够使用的时间  $T_r$ 。

[0056] [步骤 SA05] 使用式(2)根据过滤器所能够使用的时间  $T_r$  和运转率  $W$  来计算出考虑到机械的运转率的剩余的过滤器的使用时间  $T_d$ 。

[0057] [步骤 SA06] 根据考虑到机械的运转率的剩余的过滤器的使用时间  $T_d$  在显示器中显示到更换过滤器为止的剩余时间或者要更换的日期和时间。之后,在在周期性或者加工

状况、当前的过滤器的液压、设置有过滤器的管路的当前的流量发生变动的情况下,返回至步骤 SA02,反复进行处理。

[0058] 此外,图 7 的流程图的步骤 SA02 中的‘获取当前的过滤器的流量’也可以是获取设置了过滤器的管路的当前的流量。另外,在步骤 SA03 中‘获取当前的液压变动量  $\Delta P$ ’例如包括直接利用图 3 的数据库的值的的情况或者通过图 5 示出的液压变动量的计算来计算并获取这一情况。

[0059] 此外,本发明所涉及的数据库存储装置、各运算装置、显示器假设使用线放电加工机的控制装置,但是也可以将通过线放电加工机的控制装置来监视(检测)的当前的过滤器的液压、流量、加工状况等数据从线放电加工机发送至个人计算机等外部运算显示器。在该情况下,该外部运算显示机具有液压变动量  $\Delta P$  的数据库的存储区域,也可以根据接收到的数据来运算或者显示液压变动量  $\Delta P$ 、寿命预测。



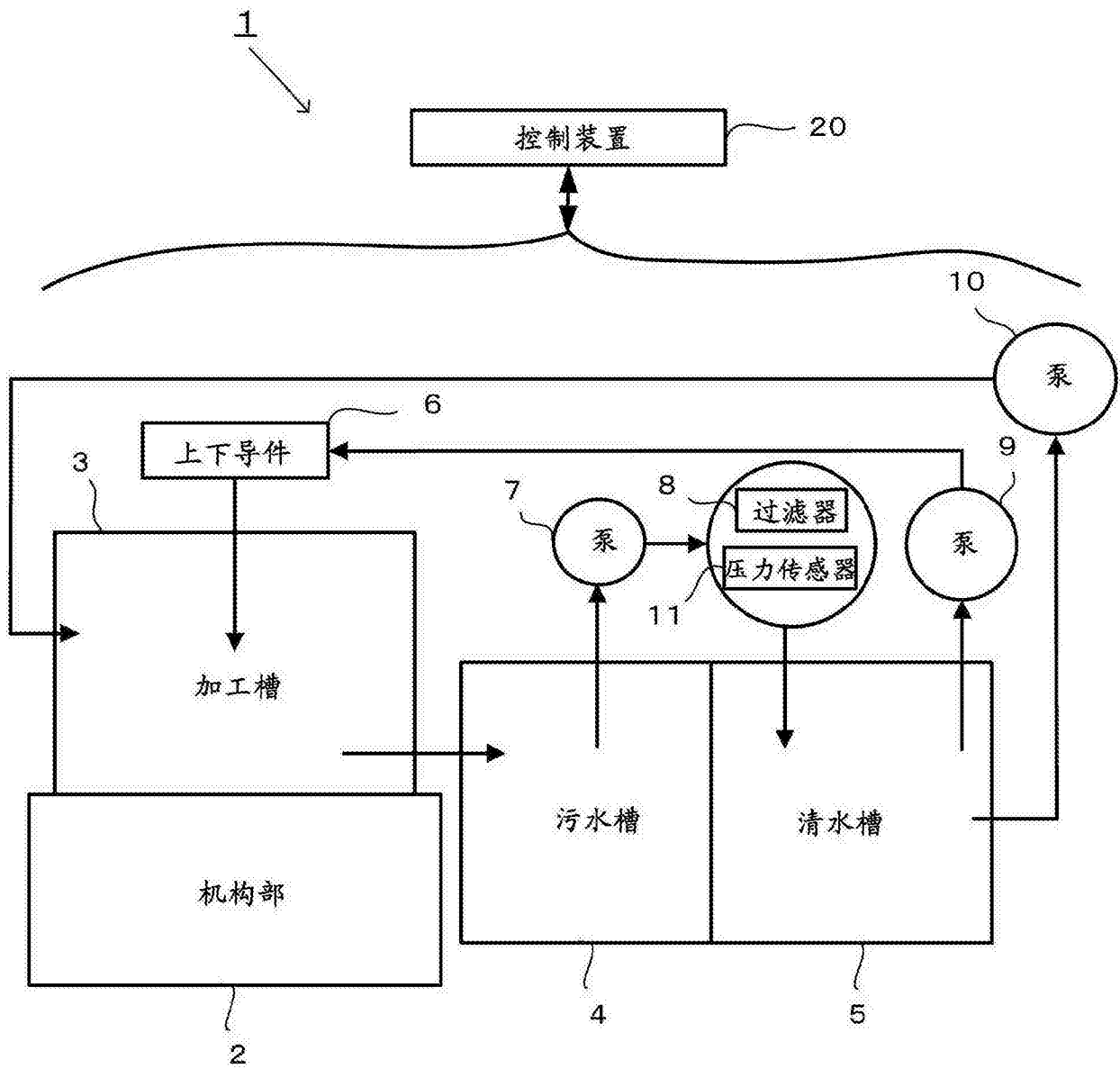


图 1

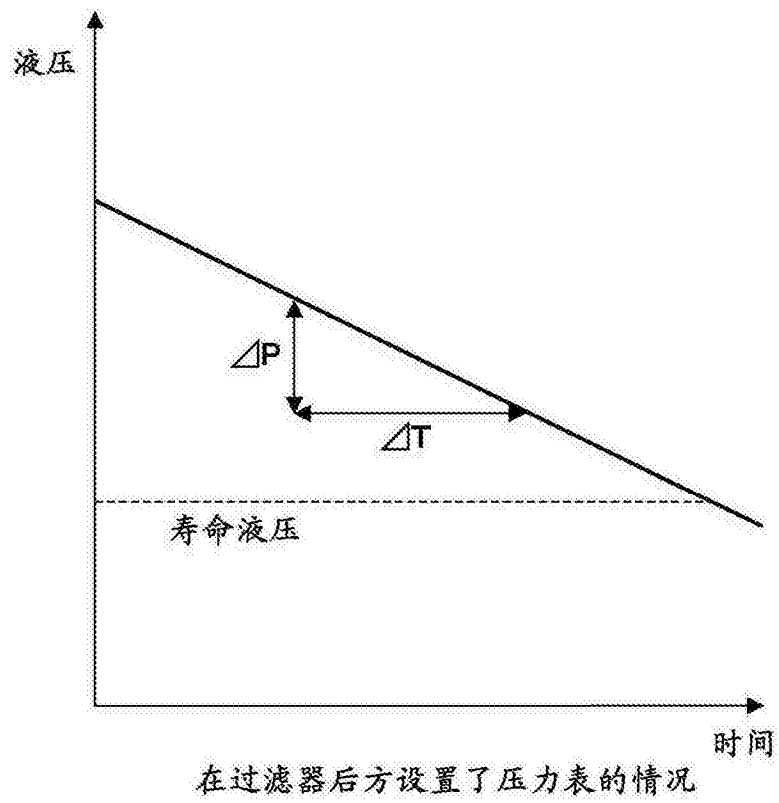


图 2A

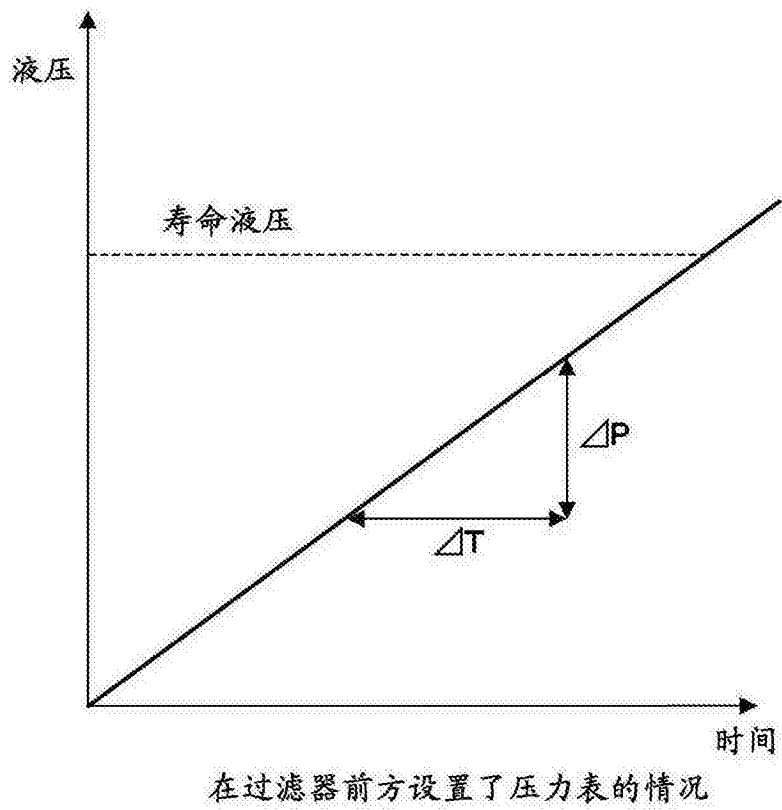


图 2B

编号	数据1	数据2	数据3	.....	数据n
加工状况	A1	A2	A3	.....	A <sub>n</sub>
加工材质	B1	B2	B3	.....	B <sub>n</sub>
加工板厚	C1	C2	C3	.....	C <sub>n</sub>
线直径	D1	D2	D3	.....	D <sub>n</sub>
线材质	E1	E2	E3	.....	E <sub>n</sub>
加工液质量	F1	F2	F3	.....	F <sub>n</sub>
液压变动量ΔP	a 1	a 2	a 3	.....	a n

图 3

(a)

加工条件	A1	A2	A3	....	An
系数	$\varepsilon_1$	$\varepsilon_2$	$\varepsilon_3$		$\varepsilon_n$

(b)

加工材质	B1	B2	B3	....	Bn
系数	$\zeta_1$	$\zeta_2$	$\zeta_3$		$\zeta_n$

(c)

加工板厚	C1	C2	C3	....	Cn
系数	$\eta_1$	$\eta_2$	$\eta_3$		$\eta_n$

图 4

编号	数据1	数据1A	数据1B
加工状况	A1	A2(A1⇒A2变更)	A2
加工条件	B1	B1	B2(B1⇒B2变更)
加工材质	C1	C1	C1
加工板厚	D1	D1	D1
线直径	E1	E1	E1
线材质	F1	F1	F1
加工液质量	α1	α1×ε2/ε1	A1×(ε2/ε1) ×(ζ2/ζ1)
液压变动量ΔP			

图 5

液压	G1	G2	G3	....	Gn
系数	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$		$\lambda n$

图 6A

流量	H1	H2	H3	....	Hn
系数	v 1	v 2	v 3		v n

图 6B

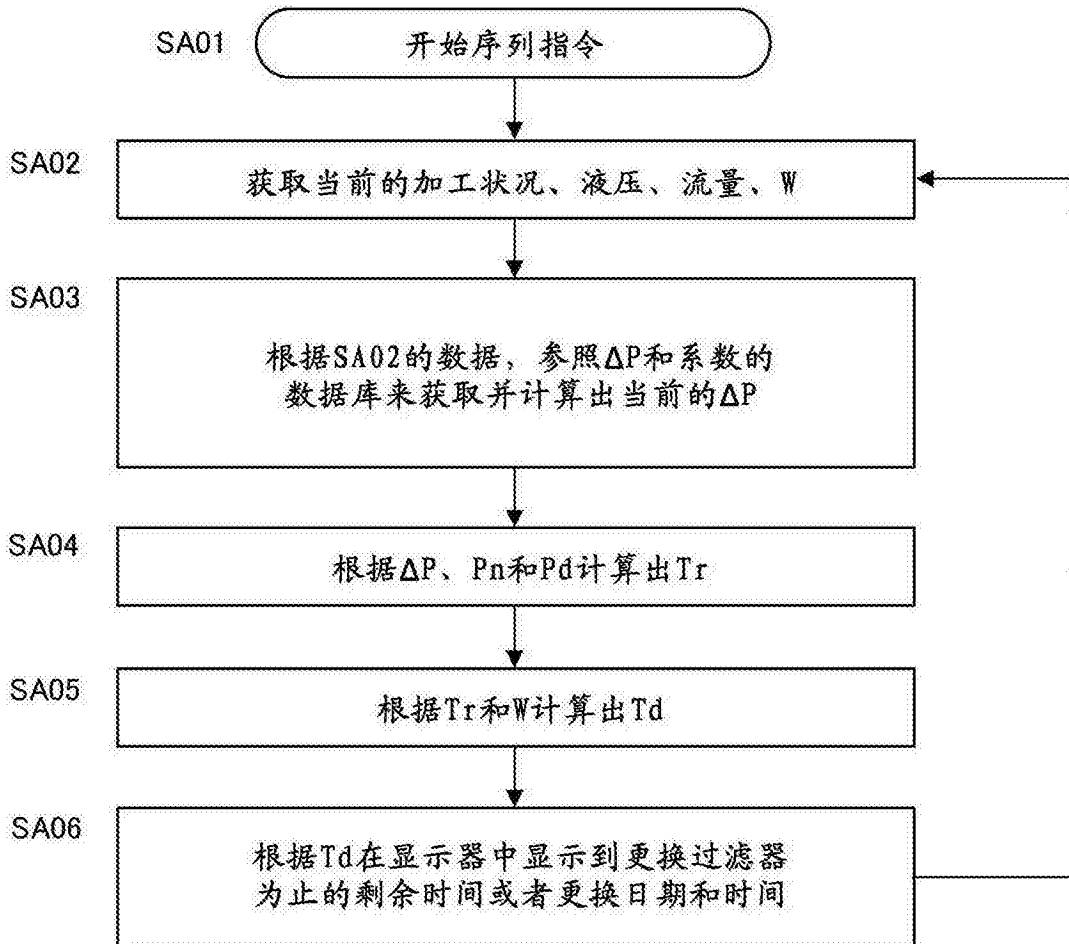


图 7