



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115004856 B

(45) 授权公告日 2024. 11. 26

(21) 申请号 202080094099.X

细田佑磨

(22) 申请日 2020.04.03

(74) 专利代理机构 北京汇思诚业知识产权代理有限公司 11444

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 115004856 A

专利代理师 王强 龚敏

(43) 申请公布日 2022.09.02

(51) Int.Cl.

H05B 3/00 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2022.07.21

(56) 对比文件

JP 2002343537 A, 2002.11.29

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2020/015334 2020.04.03

CN 104380838 A, 2015.02.25

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02021/199429 JA 2021.10.07

审查员 邓广强

(73) 专利权人 理化工业株式会社  
地址 日本国东京都

(72) 发明人 池田凌太 木原健 成田贵光

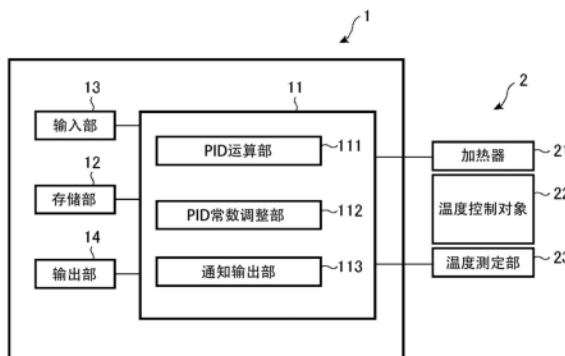
权利要求书2页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称

控制装置及异常检测方法

(57) 摘要

一种控制装置(1),根据测定值和目标值来计算用于对控制对象进行控制的操作量,其特征在于,具备:存储部(12),其存储根据在基准时输入了给定的操作量时得到的测定值而确定的控制的无效时间、和根据在基准时输入了给定的操作量时得到的测定值而确定的基准值;通知输出部(113),其在从操作量超过作为阈值的异常检测开始输出的时间点即异常检测开始时间点起经过所述无效时间后,根据基于测定值的值与所述基准值的比较结果,输出异常状态信息,由此,在不需要电流测定部的异常检测方法中,比以往缩短检测到断线的时间。



1. 一种控制装置,根据测定值和目标值来计算用于对控制对象进行控制的操作量,其特征在于,所述控制装置具备:

存储部,其存储根据在基准时输入了给定的操作量时得到的测定值而确定的控制的无效时间、和根据在基准时输入了给定的操作量时得到的测定值而确定的基准值,所述无效时间是从输入发生变化的时刻到由此输出发生变化的时间为止的时间;以及

通知输出部,其在从异常检测开始时间点起经过所述无效时间后,根据基于测定值的值与所述基准值的比较结果,输出异常状态信息,所述异常检测开始时间点是操作量超过作为阈值的异常检测开始输出的时间点。

2. 根据权利要求1所述的控制装置,其特征在于,

所述基准值是基于根据在基准时输入了给定的操作量时得到的测定值而确定的测定值的变化率的基准变化率,

在从所述异常检测开始时间点起经过所述无效时间后,根据测定值的变化率与所述基准变化率的比较结果,输出异常状态信息。

3. 根据权利要求1所述的控制装置,其特征在于,

通过确定多个所述基准值,来输出阶段性的所述异常状态信息。

4. 根据权利要求1所述的控制装置,其特征在于,

在从所述异常检测开始时间点起经过所述无效时间后,在基于所述测定值的值为断线基准值以下的情况下,输出作为所述异常状态信息的断线警报。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的控制装置,其特征在于,

在从所述异常检测开始时间点起经过所述无效时间以上的时间为止的期间,在基于所述测定值的值一次也没有达到所述基准值的情况下,输出表示异常的所述异常状态信息。

6. 一种控制装置,根据测定值和目标值来计算用于对控制对象进行控制的操作量,其特征在于,所述控制装置具备:

存储部,其存储根据在基准时输入了给定的操作量时得到的测定值而确定的控制的无效时间,所述无效时间是从输入发生变化的时刻到由此输出发生变化的时间为止的时间;以及

通知输出部,其在从操作量超过作为阈值的异常检测开始输出的时间点起经过所述无效时间后,在基于测定值的值为断线基准值以下的情况下,输出断线警报。

7. 根据权利要求6所述的控制装置,其特征在于,

基于所述测定值的值是测定值的变化率。

8. 一种异常检测方法,是根据测定值和目标值来计算用于对控制对象进行控制的操作量的控制装置中的异常检测方法,其特征在于,所述异常检测方法包括:

预先确定根据在基准时输入了给定的操作量时得到的测定值而得到的控制的无效时间、和基于在基准时输入了给定的操作量时得到的测定值的基准值的步骤,所述无效时间是从输入发生变化的时刻到由此输出发生变化的时间为止的时间;以及

在从操作量超过作为阈值的异常检测开始输出的时间点起经过所述无效时间后,根据基于测定值的值与所述基准值的比较结果,输出异常状态信息的步骤。

9. 根据权利要求8所述的异常检测方法,其特征在于,

所述基准值是基于根据在基准时输入了给定的操作量时得到的测定值而确定的测定值的变化率的基准变化率,

在从超过所述异常检测开始输出的时间点起经过所述无效时间后,根据测定值的变化率与所述基准变化率的比较结果,输出异常状态信息。

10. 一种异常检测方法,是根据测定值和目标值来计算用于对控制对象进行控制的操作量的控制装置中的异常检测方法,其特征在于,所述异常检测方法包括:

预先确定根据在基准时输入了给定的操作量时得到的测定值而得到的控制的无效时间的步骤,所述无效时间是从输入发生变化的时刻到由此输出发生变化的时间为止的时间;以及

在从操作量超过作为阈值的异常检测开始输出的时间点起经过所述无效时间后,在基于测定值的值为断线基准值以下的情况下,输出断线警报的步骤。

11. 根据权利要求10所述的异常检测方法,其特征在于,  
基于所述测定值的值是测定值的变化率。

## 控制装置及异常检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及控制装置及异常检测方法。

### 背景技术

[0002] 使用基于操作量对控制对象进行控制的各种控制装置,例如为了将加热器控制为目标温度,使用控制向加热器的电力供给的温度控制装置。

[0003] 这样的温度控制装置中的与加热器的断线检测相关的现有技术被专利文献1、专利文献2所公开。

[0004] 在先技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2013—054853号公报

[0007] 专利文献2:日本特开2002—343537号公报

### 发明内容

[0008] 发明要解决的课题

[0009] 作为断线的检测方法,有通过设置电流测定部来基于所测定的电流值判别断线等的方法。专利文献1也属于该方法。

[0010] 相对于此,也有不需要电流测定部的断线检测方法,专利文献2属于该方法。在专利文献2的技术中,将正常时的测定值PV的最大斜率用作阈值,在测量出的PV的最大斜率R小于阈值(正常时的测定值PV的最大斜率)时,判断为发生了加热器的断线。

[0011] 根据专利文献2的技术,在不需要电流测定部这一点上是有利的,但存在到检测到断线为止会耗费时间的问题。即,为了得到“测量出的PV的最大斜率R”,需要等待至能够判断为“最大斜率”的时间点(因为为了判断是否为“最大斜率”,需要等待至至少PV的斜率减小某种程度的状态),在此之前无法进行断线检测。

[0012] 鉴于上述问题,本发明的目的在于提供一种不需要电流测定部的异常检测方法且能够比以往缩短检测到断线为止的时间的异常检测方法和利用该异常检测方法的控制装置。

[0013] 用于解决课题的技术方案

[0014] (构成1)

[0015] 一种控制装置,根据测定值和目标值来计算用于对控制对象进行控制的操作量,其特征在于,所述控制装置具备:存储部,其存储根据在基准时输入了给定的操作量时得到的测定值而确定的控制的无效时间、和根据在基准时输入了给定的操作量时得到的测定值而确定的基准值;以及通知输出部,其在从操作量超过作为阈值的异常检测开始输出的时间点即异常检测开始时间点起经过所述无效时间后,根据基于测定值的值与所述基准值的比较结果,输出异常状态信息。

[0016] (构成2)

[0017] 根据构成1所述的控制装置,其特征在于,所述基准值是基于根据在基准时输入了给定的操作量时得到的测定值而确定的测定值的变化率的基准变化率,在从所述异常检测开始时间点起经过所述无效时间后,根据测定值的变化率与所述基准变化率的比较结果,输出异常状态信息。

[0018] (构成3)

[0019] 根据构成1或2所述的控制装置,其特征在于,通过确定多个所述基准值,来输出阶段性的所述异常状态信息。

[0020] (构成4)

[0021] 根据构成1至3中任意一项所述的控制装置,其特征在于,在从所述异常检测开始时间点起经过所述无效时间后,在基于所述测定值的值为断线基准值以下的情况下,输出作为所述异常状态信息的断线警报。

[0022] (构成5)

[0023] 根据构成1至4中任意一项所述的控制装置,其特征在于,在从所述异常检测开始时间点到经过所述无效时间以上的时间为止的期间,在基于所述测定值的值一次也没有达到所述基准值的情况下,输出表示异常的所述异常状态信息。

[0024] (构成6)

[0025] 一种控制装置,根据测定值和目标值来计算用于对控制对象进行控制的操作量,其特征在于,所述控制装置具备:存储部,其存储根据在基准时输入了给定的操作量时得到的测定值而确定的控制的无效时间;以及通知输出部,其在从操作量超过作为阈值的异常检测开始输出的时间点起经过所述无效时间后,在基于测定值的值为断线基准值以下的情况下,输出断线警报。

[0026] (构成7)

[0027] 根据构成6所述的控制装置,其特征在于,基于所述测定值的值是测定值的变化率。

[0028] (构成8)

[0029] 一种异常检测方法,是根据测定值和目标值来计算用于对控制对象进行控制的操作量的控制装置中的异常检测方法,其特征在于,所述异常检测方法包括:预先确定根据在基准时输入了给定的操作量时得到的测定值而得到的控制的无效时间、和基于在基准时输入了给定的操作量时得到的测定值的基准值的步骤;以及在从操作量超过作为阈值的异常检测开始输出的时间点起经过所述无效时间后,根据基于测定值的值与所述基准值的比较结果,输出异常状态信息的步骤。

[0030] (构成9)

[0031] 根据构成8所述的异常检测方法,其特征在于,所述基准值是基于根据在基准时输入了给定的操作量时得到的测定值而确定的测定值的变化率的基准变化率,在从超过所述异常检测开始输出的时间点起经过所述无效时间后,根据测定值的变化率与所述基准变化率的比较结果,输出异常状态信息。

[0032] (构成10)

[0033] 一种异常检测方法,是根据测定值和目标值来计算用于对控制对象进行控制的操作量的控制装置中的异常检测方法,其特征在于,所述异常检测方法包括:预先确定根据在

基准时输入了给定的操作量时得到的测定值而得到的控制的无效时间的步骤;以及在从操作量超过作为阈值的异常检测开始输出的时间点起经过所述无效时间后,在基于测定值的值为断线基准值以下的情况下,输出断线警报的步骤。

[0034] (构成11)

[0035] 根据构成10所述的异常检测方法,其特征在于,基于所述测定值的值是测定值的变化率。

[0036] 发明效果

[0037] 根据本发明,在不需要电流测定部的异常检测方法中,能够比以往缩短检测到断线为止的时间。

## 附图说明

[0038] 图1是表示本发明的实施方式的温度控制装置的结构概况的框图。

[0039] 图2是表示实施方式中的异常检测处理的概况的流程图。

[0040] 图3是表示与实施方式的温度控制装置的异常检测处理相关的实验结果的图。

[0041] 图4是表示与实施方式的温度控制装置的异常检测处理相关的实验结果的图。

[0042] 图5是表示断线检测处理的概况的流程图。

[0043] 图6是表示与异常检测处理相关的模拟结果的图。

[0044] 图7是表示与异常检测处理相关的模拟结果的图。

[0045] 图8是表示与异常检测处理相关的模拟结果的图。

## 具体实施方式

[0046] 下面将参照附图来对本发明的实施方式进行具体说明。再有,以下的实施方式是本发明具体化时的一个方式,并没有将本发明限制在其范围内。

[0047] 图1是表示本发明的实施方式的温度控制装置(控制装置的一例)的构成的概况的框图。

[0048] 本实施方式的温度控制装置1是用于对控制对象2的温度进行控制的装置,这里,以控制由加热器21加热的温度控制对象22的温度为例进行说明。

[0049] 温度控制装置1通过基于目标值SV与控制对象的测定值PV(温度测定部23的测定值)的偏差的PID控制来对控制对象2的温度进行控制。控制对象2的温度控制是通过基于由PID控制计算出的操作量MV对设置于针对加热器21的供电线上的开关元件(未特别图示)进行接通/断开控制来进行的。

[0050] 本实施方式的温度控制装置1检测加热器21的断线等,并输出基于此的信息(异常状态信息)。

[0051] 作为其大致结构,温度控制装置1具备运算部11、存储部12、输入部13以及输出部14。

[0052] 运算部11具备:

[0053] PID运算部111,其进行基于目标值SV与控制对象的测定值PV的偏差的PID运算的操作量MV的计算处理;

[0054] PID常数调整部112,其进行用于PID运算的PID常数的计算;以及

[0055] 通知输出部113,其如以下说明所述那样,在从操作量MV超过作为阈值的“异常检测开始输出”的时间点即异常检测开始时间点起经过无效时间后,根据测定值的变化率 $PV_d$ 与基准变化率的比较结果,输出异常状态信息。

[0056] 再有,在图1中,针对每个功能分开记载了结构,但并不一定表示在硬件上分为这些结构,例如,运算部11也可以使用PLC、MCU、微型计算机等公知的设备构成,各结构以软件方式安装。如以下说明所述那样,在本实施方式中,以各结构以软件方式安装为例。当然,各结构也可以以硬件方式构成,例如可以是利用FPGA等构成的结构,也可以是利用ASIC等作为专用硬件构成的结构等。

[0057] 在存储部12中存储有以下说明的各阈值、基准值、在PID常数调整部112的自调整处理中得到的PID常数、无效时间信息、基准时的斜率值等。

[0058] 温度控制装置1具有自动计算适合于控制对象、控制条件的PID常数的自调整功能。由于自调整处理本身是一直以来都在使用的技术,因此在此省略详细的说明,根据针对将操作量设为100%的输入所得到的测定值PV,计算适当的PID常数。

[0059] 基于该自调整处理,能够取得无效时间(从输入发生变化的时刻到由此输出发生变化的时间为止的时间)和测定值PV的变化率,将其作为无效时间信息及基准时的斜率值存储于存储部12中。

[0060] 在本实施方式中,在自调整处理中,在进行将操作量设为100%的输入时,基于测定值PV相对于目标值SV处于5%~95%的范围时的数据,将该范围内的测定值PV的平均斜率设为“基准时的斜率值”。再有,“基准时的斜率值”不限于此,只要是表示输入了给定的操作量时得到的输出的变化率的信息即可,例如,也可以将测定值PV的最大斜率作为“基准时的斜率值”等。

[0061] “基准时的斜率值”是测定值/时间,本实施方式中的基准时的斜率值的单位是 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

[0062] 输入部13是接受来自用户的各种设定、动作指示等输入的机构,例如由用户直接进行输入操作的操作部、从外部装置接受数据的输入的接收部等构成。

[0063] 输出部14是对用户进行信息的输出的机构,例如由各种显示装置、扬声器、各种警告灯、向外部装置输出数据的发送部等构成。

[0064] 如上所述,本实施方式的温度控制装置1具有检测加热器21的断线等并输出基于此的信息(异常状态信息)的功能。首先,预先取得基于在装置没有异常的状态下(或装置处于优选状态时)输入了给定的操作量时得到的测定值而确定的控制的无效时间和基准值,在本实施方式中,作为基准值,预先取得基于测定值的变化率的“基准时的斜率值”。并且,在装置的工作状态时,一边监视基于测定值的值(测定值PV的变化),一边根据该值与基准值的比较结果而输出异常状态信息。在本实施方式中,根据测定值PV的变化率 $PV_d$ 与根据基准时的斜率值确定的基准变化率的比较结果,输出异常状态信息。即,根据测定值PV的变化率(PV的斜率)与装置没有异常的状态相比变化了何种程度,来判别装置是否有异常。

[0065] 以下,参照图2的流程图说明与该特征相关的温度控制装置1的处理动作的一例。

[0066] 再有,图2的处理根据需要一边在存储部12中读写数据一边由运算部11执行。即,这里,以PID运算部111、PID常数调整部112、通知输出部113以软件方式安装为例。

[0067] 在通过接通温度控制装置1的电源等而进行的装置的初始化处理中,在作为表示

异常状态信息的标志的TDA中代入2(步骤201)。

[0068] 在本实施方式中,作为异常状态的检测,以在“无异常”、“检查通知”、“断线检测”这三个阶段进行判断的情况为例。“无异常”是判断为装置没有问题的状态,TDA的值相当于1。“检查通知”是虽未达到故障但确认到性能降低等,因此进行促使维护的通知。TDA的值相当于2。“断线检测”是检测到断线的状态,TDA的值为3。在检测到断线时,发出警报,并且进行控制的停止处理等。

[0069] 在装置的初始化处理后,通过开始对温度控制对象2的温度控制处理,进行操作量MV的输入(操作量MV的值上升)。

[0070] 在步骤202中,判断操作量MV的值是否超过“异常检测开始输出”。“异常检测开始输出”是决定本实施方式中说明的异常检测处理开始的阈值,在本实施方式中设定为80%,并存储于存储部12。

[0071] 在操作量MV的值超过“异常检测开始输出”时,即到达异常检测开始时间点后,取得测定值PV的变化率即 $PV_d$ ,将其与断线基准值进行比较(步骤202:是→步骤203),

[0072]  $PV_d$ 是由温度测定部23测定的温度控制对象22的温度的变化率(PV的微分值)。

[0073] “断线基准值”是判断为断线的阈值,例如通过对“基准时的斜率值”乘以系数所得的值、减去给定的偏差量等来设定(当然也可以是以常数(绝对值)的形式设定的值)。在本实施方式中,系数为0,因此,“断线基准值”是 $0^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。再有,可以在存储部12中设定断线基准值本身,也可以在存储部12中设定系数、偏差量等的计算所需的值,根据“基准时的斜率值”计算断线基准值。此外,可以使用户设定断线基准值本身,也可以使用户设定用于计算断线基准值的系数、偏差量等。

[0074] 在步骤203的结果为 $PV_d$ 未超过断线基准值(即PV的斜率不为正)的情况下,进入步骤203和步骤211的循环处理。

[0075] 在步骤211中,判别是否从开始输入操作量MV的时间点起经过无效时间 $L \times 1.2$ 的时间。由于在从输入操作量MV起经过无效时间为止得不到输出(PV),因此会等待该时间。再有,设为1.2倍是取余量,余量的取法能够根据控制对象、设计思想等任意设定(也能够不取余量)。

[0076] 在从开始输入操作量MV的时间点起经过 $1.2L$ 后 $PV_d$ 也未超过断线基准值的情况下,将3代入TDA,输出断线警报(步骤211:是→步骤212)。由于是在输入操作量后,尽管经过无效时间以上的的时间,PV的斜率也不为正的(没有输出)状态,因此判断为断线。

[0077] 在本实施方式中,“断线警报的输出”是相应的警告灯(作为输出部14的LED)点亮红色及警告音的输出。虽未特别图示,但在输出断线警报的同时,还进行控制的停止处理等。

[0078] 通过上述处理,进行“在从异常检测开始时间点起经过无效时间后,在测定值的变化率为断线基准值以下的情况下,输出作为异常状态信息的断线警报”的处理。

[0079] 另一方面,在步骤203的判别结果为 $PV_d$ 超过断线基准值的情况下,进入步骤206、207的循环处理。在步骤206、207的循环处理中,也进行步骤204、205的处理。

[0080] 在步骤206中,判别 $PV_d$ 是否超过“基准变化率1”。

[0081] “基准变化率1”是判断装置的状态的阈值(之一),通过对“基准时的斜率值”乘以系数所得的值、减去给定的偏差量所得的值等来设定。在本实施方式中,系数为0.3(30%)。

再有,也可以在存储部12中设定基准变化率1本身,也可以在存储部12中设定系数、偏差量等的计算所需的值,根据“基准时的斜率值”计算基准变化率1。此外,也可以使用用户设定基准变化率1本身,也可以使用用户设定用于计算基准变化率1的系数、偏差量等。

[0082] 在 $PV_d$ 未达到“基准变化率1”的情况下,判别操作量MV的值是否为“异常检测结束输出”以下(步骤206:否→步骤207)。“异常检测结束输出”是决定异常检测处理的结束的阈值,例如,通过对“异常检测开始输出”乘以系数、从“异常检测开始输出”减去给定的偏差量等来设定(当然也可以直接设定“异常检测开始输出”本身)。在本实施方式中,偏差量为5%,因此,“异常检测结束输出”为 $80-5=75\%$ 。再有,可以在存储部12中设定异常检测结束输出本身,也可以在存储部12中设定系数、偏差量等的计算所需的值,根据“异常检测开始输出”计算异常检测结束输出。此外,也可以使用用户设定异常检测结束输出本身,还可以使用用户设定用于计算异常检测结束输出的系数、偏差量等。

[0083] 在 $PV_d$ 未达到“基准变化率1”且操作量MV的值未成为“异常检测结束输出”以下的情况下,继续进行步骤206、207的循环处理,其中进行步骤204、205的处理。

[0084] 步骤204的处理是与上述说明的步骤211相同的处理。在从开始输入操作量MV的时间点起没有经过1.2L的情况下,跳过步骤205,在经过1.2L后,在步骤205中进行基于TDA的值的输出。由于在步骤201中对TDA输入了2,因此这里的TDA的值是2。

[0085] 如上所述,TDA值为2的情况表示“检查通知”,在本实施方式中,步骤205中的基于TDA值的输出是作为输出部14的LED的点亮黄色。

[0086] 上述处理是在从输入操作量起经过了无效时间以上的时间之后, $PV_d$ 未达到“基准变化率1”的情况下,判断为虽未达到故障但确认性能降低等(例如加热器21劣化等),并进行促使维护的通知(LED的点亮黄色)的处理。

[0087] 另一方面,在 $PV_d$ 超过“基准变化率1”的情况下,跳出步骤206、207的循环处理,转移到步骤208(步骤206:是→步骤208)。

[0088] 在步骤208中,将1代入TDA。如上所述,表示“无异常”。在接下来的步骤209中,进行基于TDA的值的输出。

[0089] 在本实施方式中,“基于TDA的值(1)的输出”是作为输出部14的LED的点亮绿色。

[0090] 本实施方式是只要得到基准时的斜率值的0.3倍的值的 $PV_d$ 就判断为是正常的范围的例子。

[0091] 步骤209之后的步骤210是与上述步骤207同样的判别处理,在操作量MV的值未成为“异常检测结束输出”以下的情况下,继续进行步骤209的处理(点亮绿色)。

[0092] 从上述说明可知,在本实施方式中,从异常检测开始时间点起,即使一次达到了“基准变化率1”的情况下,也输出“无异常”,否则输出“检查通知(或断线警报)”。即,进行“在从异常检测开始时间点起到经过规定时间以上的无效时间为止的期间,测定值的变化率一次也没有达到基准变化率的情况下,输出表示异常的所述异常状态信息”的处理。

[0093] 在步骤207或步骤210的处理中,在操作量MV的值成为“异常检测结束输出”以下的情况下,返回步骤201。即,在操作量MV的值成为“异常检测结束输出”以下的情况下,暂时结束异常检测处理。在操作量MV的值再次达到异常检测开始输出的情况下(步骤202),再次开始上述说明的异常检测处理。再有,即使在异常检测处理执行结束之后,也可以继续来自输出部14的基于TDA信息的输出(在此例中为LED的点亮)。

[0094] 图3是表示与本实施方式的温度控制装置1的异常检测处理相关的实验结果(启动时)的图。图3的上侧的曲线图表示操作量MV和测定值PV随时间经过的变化,下侧的曲线图表示测定值PV的斜率即 $PV_d$ 、基准时的斜率值以及基准变化率1。

[0095] 该实验的条件如下(关于各阈值的设定,如上所述)。

[0096] 基准时的斜率值=36.9(°C/min)

[0097] 无效时间L=22(sec)

[0098] 比例度=12.6(°C)

[0099] 积分时间=81(sec)

[0100] 微分时间=20(sec)

[0101] 输入MV,在MV成为异常检测开始输出(80%)时,开始异常检测。并且,在1.2L( $1.2 \times 22 = 26.4$ )秒后, $PV_d$ 成为大致接近“基准时的斜率值”的值,超过基准变化率( $36.9 \times 0.3 = 11.07$ ),因此进行“无异常”的输出。

[0102] 从图3可知,相对于MV的上升,PV延迟无效时间而缓慢地开始上升,作为刚上升后的PV值的变化较小。以往,考虑该缓慢的PV值的变化等,在操作量MV成为100%后,根据在经过了2倍积分时间的时间点PV是否得到了变化来进行有无断线的判断等,因此在该例中,断线警报需要200(sec)左右。

[0103] 此外,在专利文献2的技术的情况下,为了得到“测量出的PV的最大斜率R”,需要等待到能够判断为“最大斜率”的时间点(因为为了判断是否是“最大斜率”,需要等待到至少PV的斜率减小了某种程度的状态),在图3的例子中,仍然需要等待200(sec)以上。

[0104] 相对于此,在本实施方式中,能够以75(sec)左右输出异常检测结果。从图3可知, $PV_d$ 与PV值本身相比,能够从更早的阶段得到有意义的变化值,因此,能够进行更早的检测。从图3的下侧的曲线图也可知,在50(sec)以前 $PV_d$ 超过“基准变化率1”,实际上能够在比75(sec)早的阶段进行异常检测。

[0105] 此外,以往仅进行有无断线(仅2值)的判断,但在本实施方式中,能够进行阶段性的判断。

[0106] 图4是与图3基本上相同条件的实验,是表示对在控制为稳定状态时产生断线的情况进行模拟的实验的结果的图。图4的上侧的曲线图表示操作量MV和测定值PV随时间经过的变化,下侧的曲线图表示测定值PV的斜率即 $PV_d$ 、基准时的斜率值以及断线基准值。

[0107] 在MV、PV为稳定状态时,由于产生断线,PV开始下降。相对于此,施加反馈,MV开始上升,但由于断线,PV继续下降。由此,MV进一步继续上升,在MV成为异常检测开始输出(80%)时,开始异常检测。之后由于即使在1.2L( $1.2 \times 22 = 26.4$ )秒后, $PV_d$ 也是负值,因此在该时间点(图中2350(sec)左右的时间点)输出断线警报。

[0108] 相对于此,在以往的断线警报(LBA)的情况下,是在操作量MV成为100%后,根据在经过2倍积分时间的时间点PV是否得到了变化来进行有无断线的判断,因此在该例中,若不成为超过2500(sec)的时间点,则不输出警报。

[0109] 而且,进行了与本实施方式的异常检测处理相关的模拟。

[0110] 图6~8表示模拟结果。图6~8与图4同样,上侧的曲线图表示操作量MV和测定值PV随时间经过的变化,下侧的曲线图表示测定值PV的斜率即 $PV_d$ 、基准时的斜率值以及基准变化率1。

[0111] 图6~8的模拟中使用的条件如下(关于下述以外的设定,与图4的实验为相同条件)。

[0112] 基准时的斜率值=30.8(°C/min)

[0113] 无效时间L=47.6(sec)

[0114] 比例度=20.4(°C)

[0115] 积分时间=87.8(sec)

[0116] 微分时间=21.9(sec)

[0117] 图6是模拟装置正常时的情况的模拟结果。

[0118] 输入MV,在MV成为异常检测开始输出(80%)时,开始异常检测。然后,在1.2L( $1.2 \times 47.6 \approx 57.1$ )秒后,PV<sub>d</sub>超过基准变化率( $30.8 \times 0.3 \approx 9.2$ ),因此进行“无异常”的输出(LED的点亮绿色)。

[0119] 从图6可知,根据本实施方式,也能够 PV<sub>d</sub>成为最大值(即最大斜率)之前进行异常检测。与需要得到“测量出的PV的最大斜率R”的专利文献2的技术相比,能够进行更早的检测。

[0120] 图7是模拟装置异常的情况(加热器的劣化加剧的状态)的模拟结果。

[0121] 输入MV,在MV成为异常检测开始输出(80%)时,开始异常检测。然后,在1.2L( $1.2 \times 47.6 \approx 57.1$ )秒后,PV<sub>d</sub>超过断线基准值(0),但没有超过基准变化率( $30.8 \times 0.3 \approx 9.2$ ),因此进行促使维护的通知(LED的点亮黄色)。再有,在这里的例子中,暂时进行促使维护的通知(LED的点亮黄色),但在之后的图7中超过80sec的时间点,PV<sub>d</sub>超过基准变化率,因此在该时间点变为无异常的通知(LED的点亮绿色)。由此,作为用户,能够认识到:虽然可以说装置处于大致没有问题的状态,但正在劣化。

[0122] 图8是模拟控制为稳定状态时发生断线的情况的模拟结果。

[0123] 在MV、PV为稳定状态时,由于产生断线,PV开始下降。相对于此,施加反馈,MV开始上升,但由于断线,PV继续下降。由此,MV进一步继续上升,在MV成为异常检测开始输出(80%)时,开始异常检测。之后由于即使在1.2L( $1.2 \times 47.6 \approx 57.1$ )秒后,PV<sub>d</sub>也是负值,因此在该时间点输出断线警报。

[0124] 如上所述,根据本实施方式的温度控制装置1,是一种不需要电流测定部的异常检测方法,且能够比以往缩短检测到断线为止的时间。

[0125] 此外,不仅能够检测有无断线,还能够输出阶段性的异常状态信息(在本实施方式中,为“无异常”、“检查通知”、“断线检测”),非常有用。

[0126] 另外,例如如专利文献2的方法所示,在根据PV的最大斜率进行断线检测的情况下,基本上只能进行升温时的断线检测(因为得不到PV的最大斜率)。相对于此,根据本实施方式的温度控制装置1,如上所述,即使在升温时以外,也能够进行断线检测。

[0127] 再有,在本实施方式中,作为异常状态信息,以“无异常”、“检查通知”、“断线检测”这三个阶段为例,但也可以更多阶段地进行判断。通过确定多个“基准变化率”,能够输出更多阶段的异常状态信息。例如,在本实施方式中,将“基准变化率”设为“基准时的斜率值”乘以0.3所得的值,但也可以将“基准时的斜率值”分别乘以0.2、0.4、0.6、0.8等所得的值确定为多个“基准变化率”,以程度输出异常。

[0128] 另一方面,也可以仅进行断线检测。

[0129] 图5是表示在启动时仅进行断线检测的处理的概况的流程图。

[0130] 在对温度控制对象2的温度控制处理开始(步骤501)后,判别操作量MV是否超过异常检测开始输出(步骤502)。接着,在操作量MV超过异常检测开始输出后等待经过1.2L(步骤503)。步骤502、503的处理是与图2的步骤202、211相同的处理。

[0131] 在从操作量MV超过异常检测开始输出起经过1.2L后, $PV_d$ 没有超过断线基准值的情况下,输出断线警报(步骤504:否→步骤505),在 $PV_d$ 超过断线基准值的情况下,不输出断线警报。步骤504、505的处理是与图2的步骤203、212相同的处理。

[0132] 在实施方式中,以将异常检测开始输出设定为80%为例,但异常检测开始输出能够设定为任意的值。例如,在图5的断线警报处理中,为了更早地通知断线警报,可以将异常检测开始输出设定为更小的值(也可以将异常检测开始输出设定为“0%”)。

[0133] 此外,也可以使用户设定异常检测开始输出。

[0134] 在实施方式中,以基于自调整处理取得无效时间和基准时的斜率值的情况为例,但本发明不限于此。作为用于确定PID常数的处理,也有自动调整处理等,可以基于此取得无效时间和基准时的斜率值。此外,也可以与用于确定PID常数的处理独立地进行取得无效时间和基准时的斜率值的处理等。在控制对象、控制条件等不变的装置中,也可以预先在装置中设定无效时间和基准时的斜率值(在出厂时设定)。

[0135] 在实施方式中,作为控制处理,以PID控制为例进行了说明,但本发明不限于此,可以用于根据测定值和目标值来计算用于对控制对象进行控制的操作量的任意的控制方法中。

[0136] 此外,在本实施方式中,作为控制装置的一例,使用温度控制装置进行了说明,但本发明不限于温度控制装置,能够适用于根据操作量对控制对象进行控制的控制装置。

[0137] 在本实施方式中,以“异常状态信息的输出”是警告灯的点亮处理为例,但本发明不限于此。例如,也可以是基于向显示装置显示信息、输出警告音、向外部装置发送信息等各种方式的输出。此外,还可以通过将异常状态信息记录到装置中,从而能够用于以后的解析等。

[0138] 在本实施方式中,以使用基准变化率(PV的变化率)作为“根据在基准时输入了给定的操作量时得到的测定值而确定的基准值”、使用测定值的变化率作为与基准变化率对比的“基于测定值的值”为例,但本发明不限于此。作为“基准值”,能够使用“PV值本身”等能够评价测定值PV的变化的任意的值。

[0139] 即,作为“根据在基准时输入了给定的操作量时得到的测定值而确定的基准值”,例如可以使用在基准时测定的PV本身或PV乘以校正系数等所得的值。作为“基准时测定的PV”,能够根据对象装置的设计思想等适当确定某时间点(例如经过无效时间时、经过规定时间的无效时间后等)的PV值、某范围的PV值的平均值、某范围的PV值的最大值或最小值等。断线基准值也同样。

[0140] 在上述情况下,在图2的步骤206的处理中,成为比较在该时间点测定的PV与基准值1(代替基准变化率1)的处理。基准值1是对“基准时测定的PV”乘以系数所得的值、减去给定的偏差量所得的值等(存储于存储部12中)。此外,在图2的步骤203、图5的步骤504的处理中,成为比较在该时间点测定的PV与断线基准值的处理。断线基准值是对“基准时测定的PV”乘以系数所得的值、“0”等(存储于存储部12中)。其他处理概念与图2、5中说明的处理概

念相同。

[0141] 再有,在至此说明的各数值信息的处理中,进行乘以校正系数等适当优化等的运算并不对本发明的基本概念造成不同。

[0142] 此外,在数值的比较处理中,是“以上”还是“超过”以及是“小于”还是“以下”等不同之处并不对本发明的基本概念造成不同。

[0143] 标号说明

[0144] 1温度控制装置(控制装置)

[0145] 11运算部

[0146] 111PID运算部

[0147] 112PID常数调整部

[0148] 113通知输出部

[0149] 12存储部

[0150] 13输入部

[0151] 14输出部

[0152] 2控制对象。

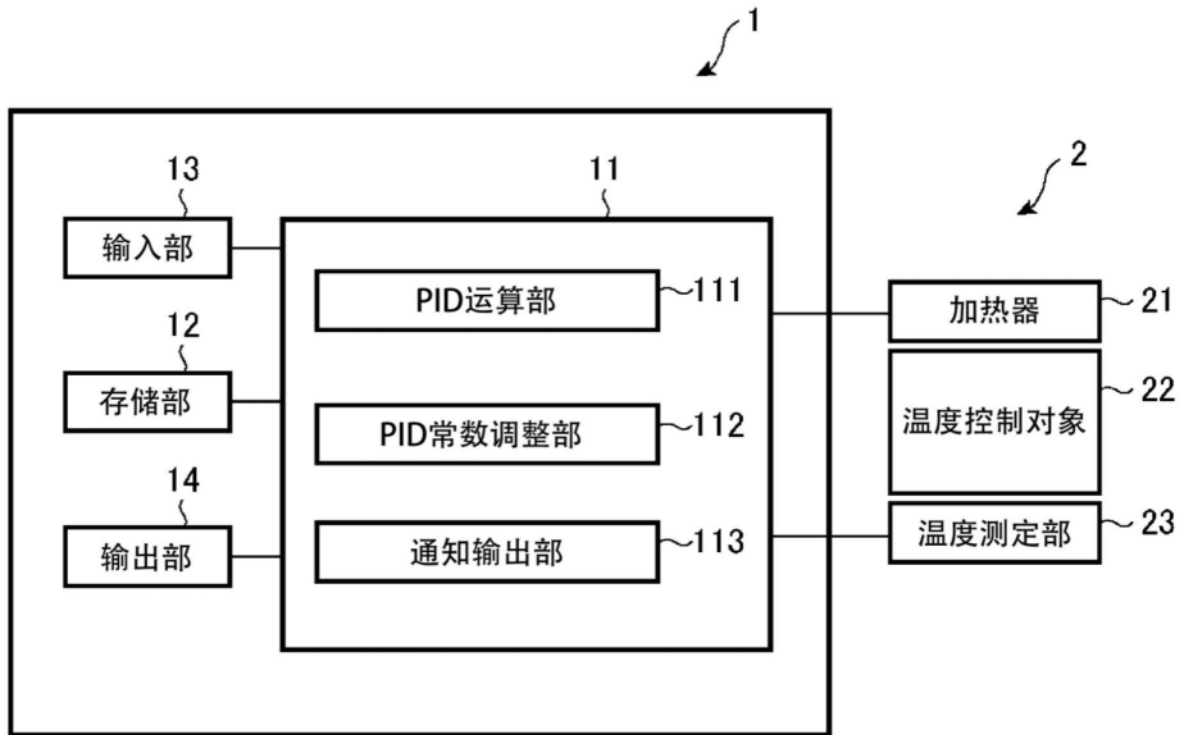


图1

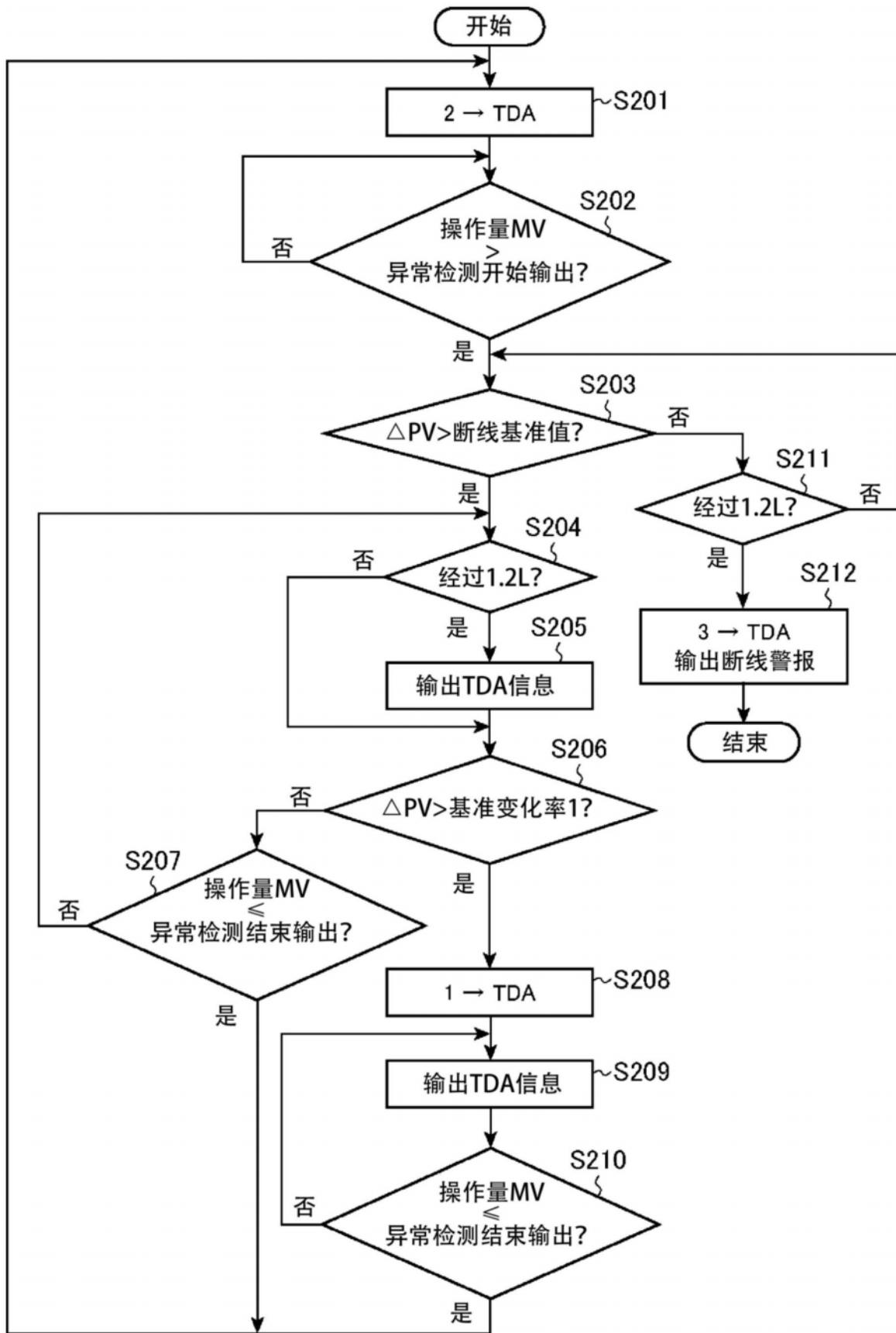


图2

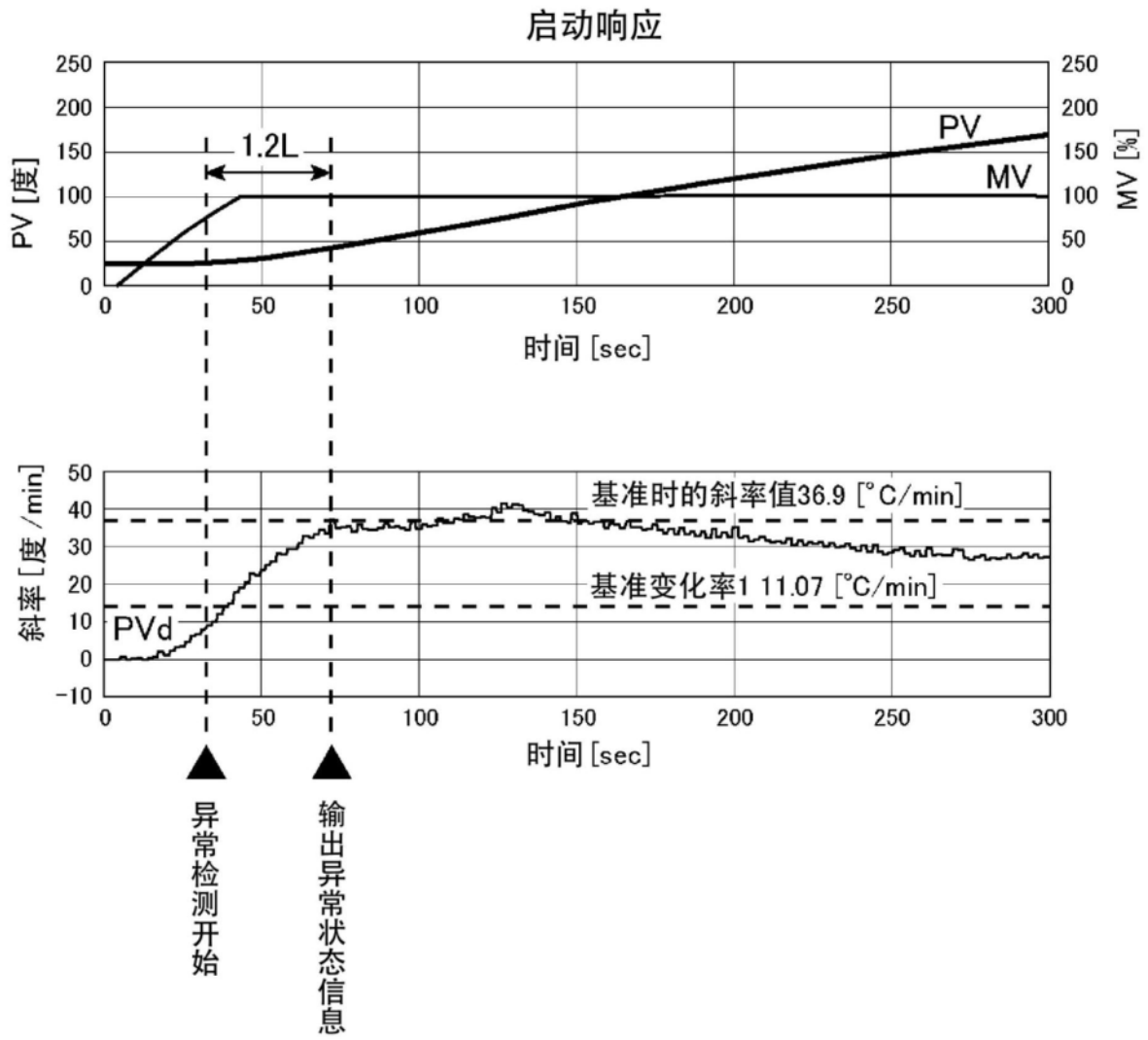


图3

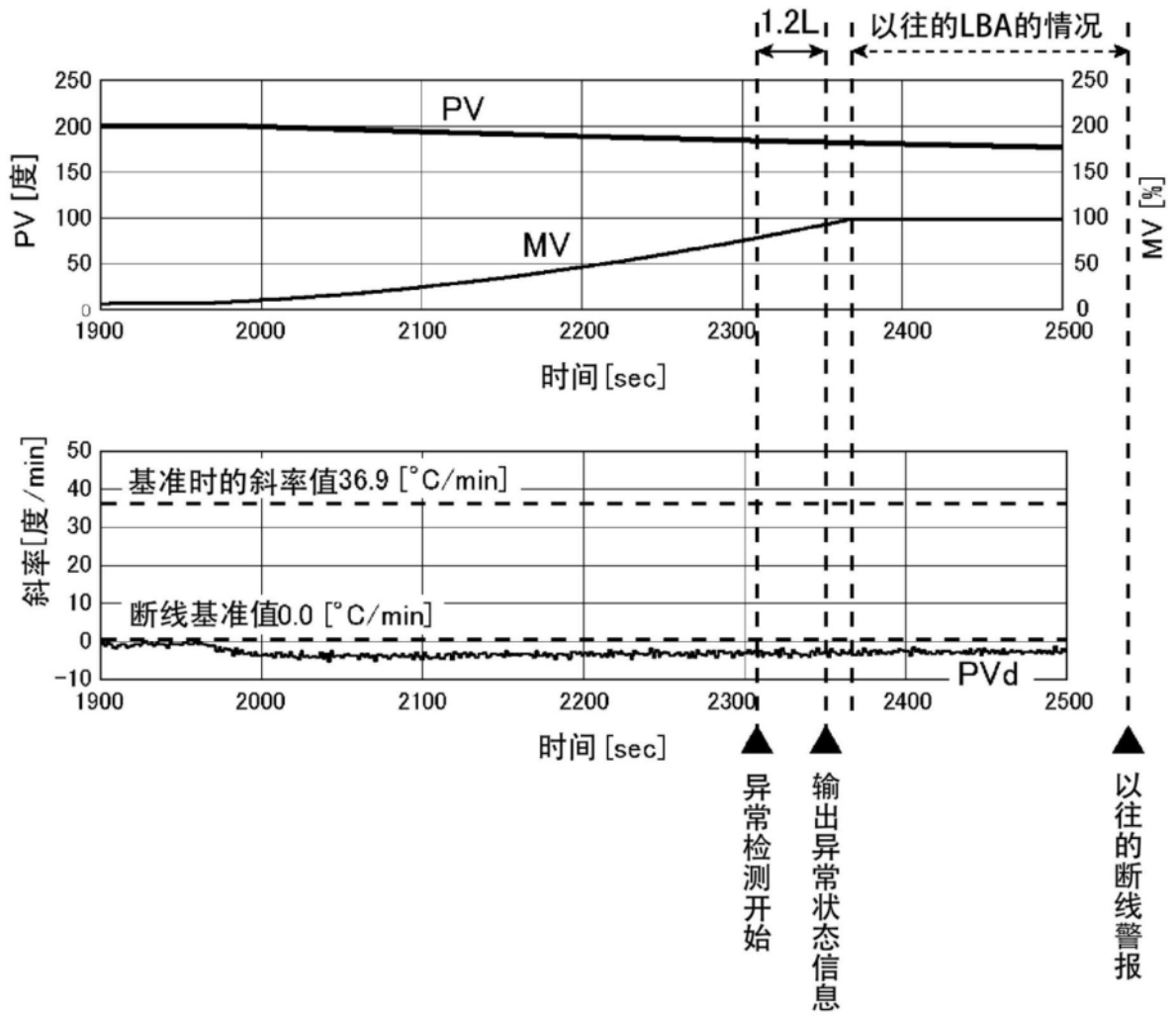


图4

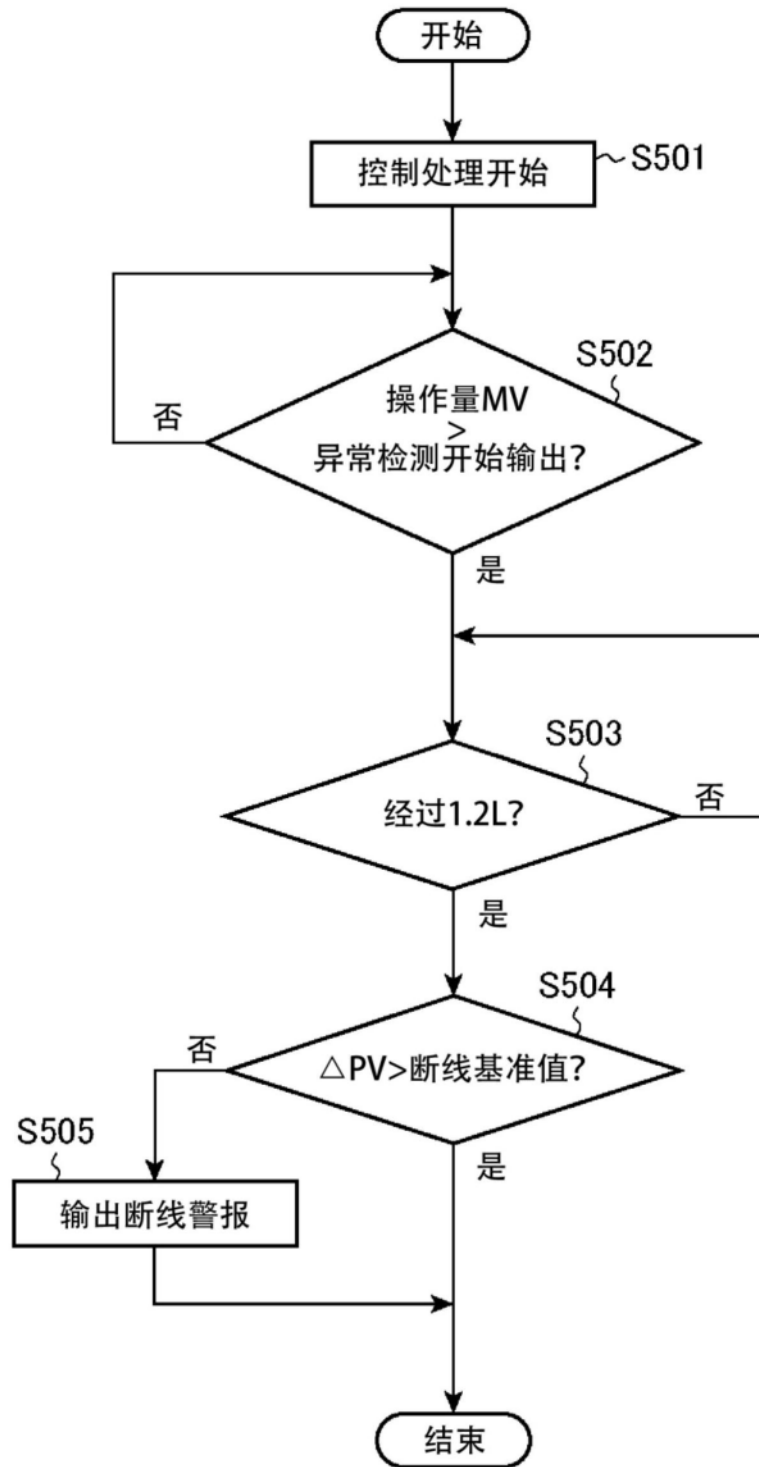


图5

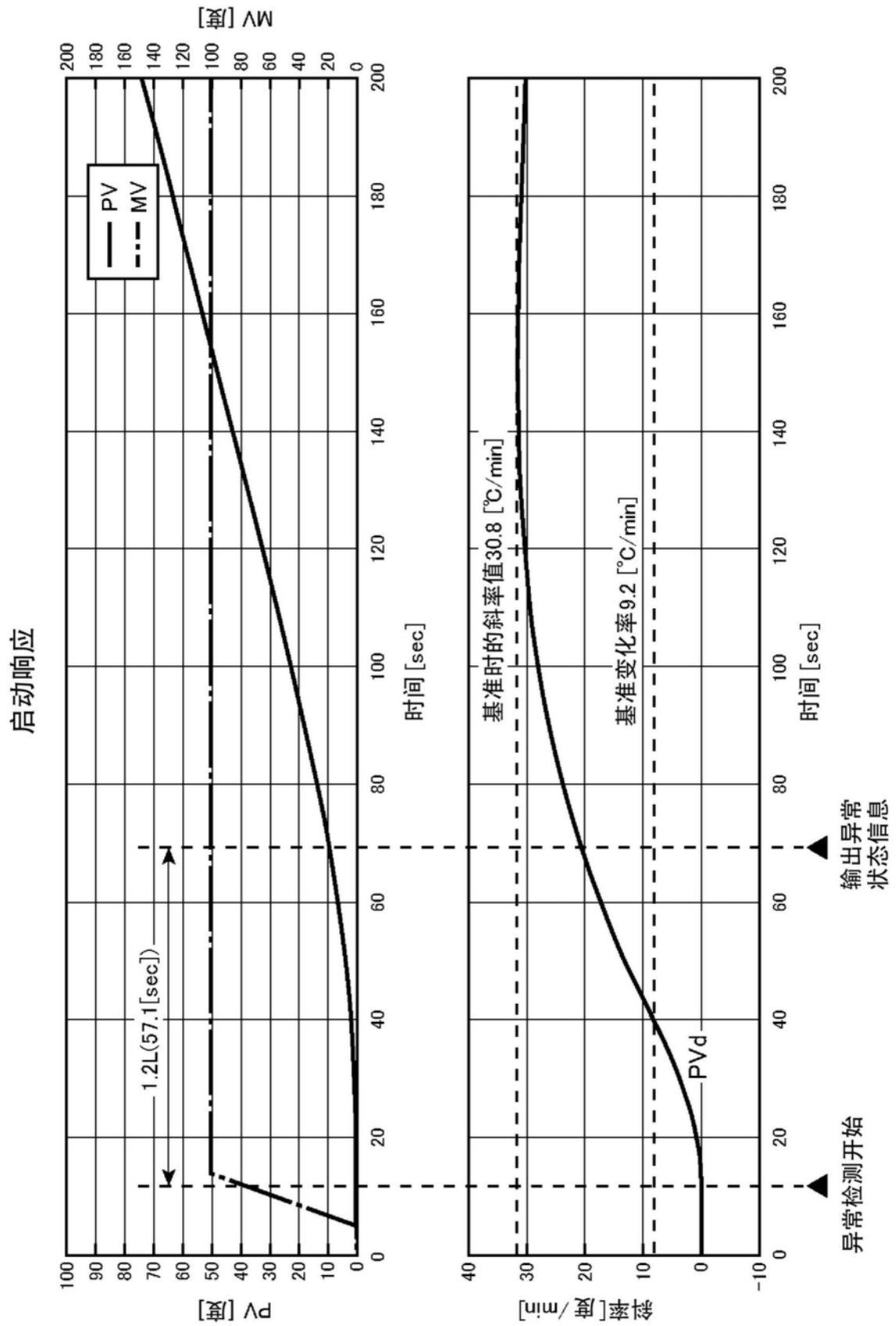


图6

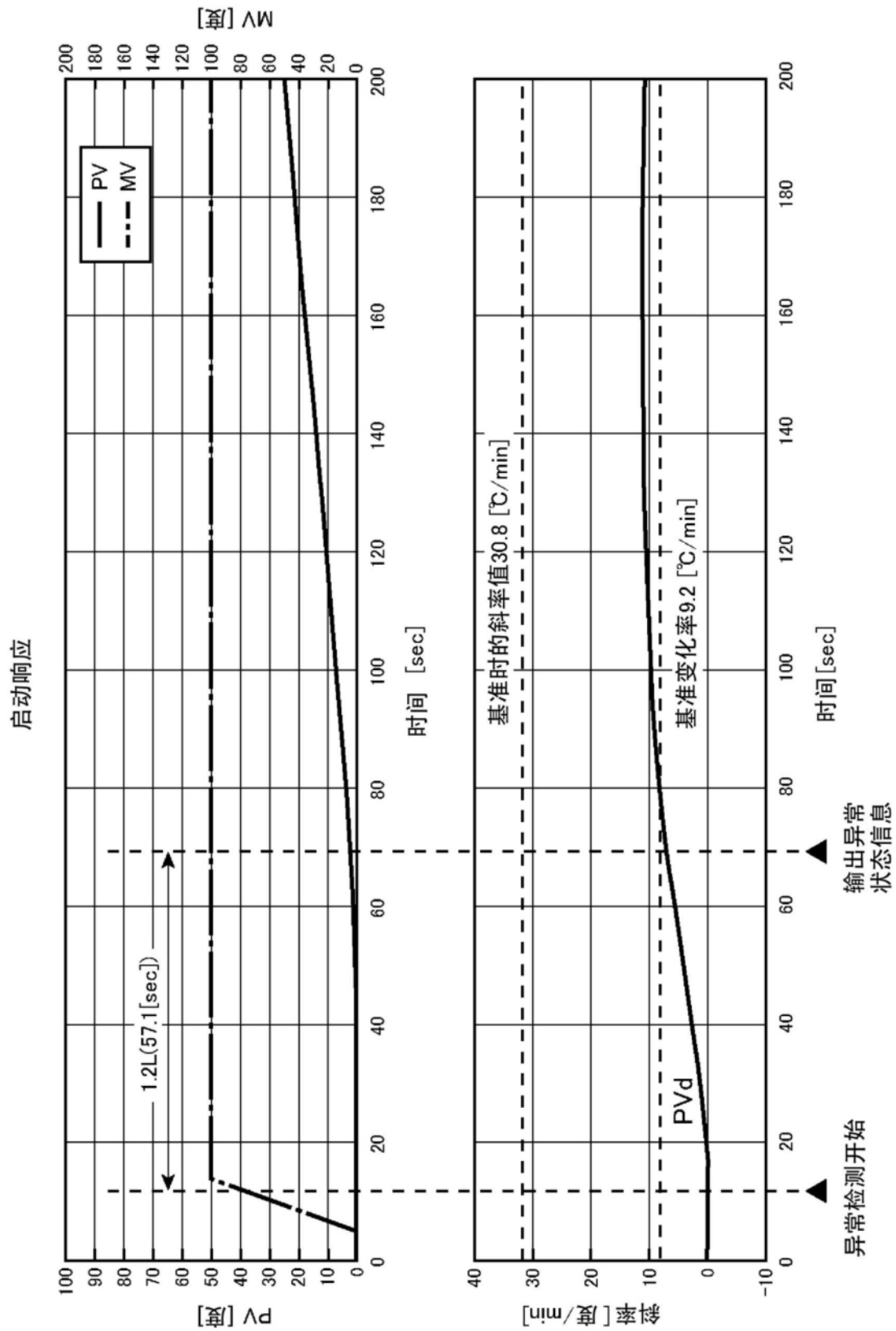


图7

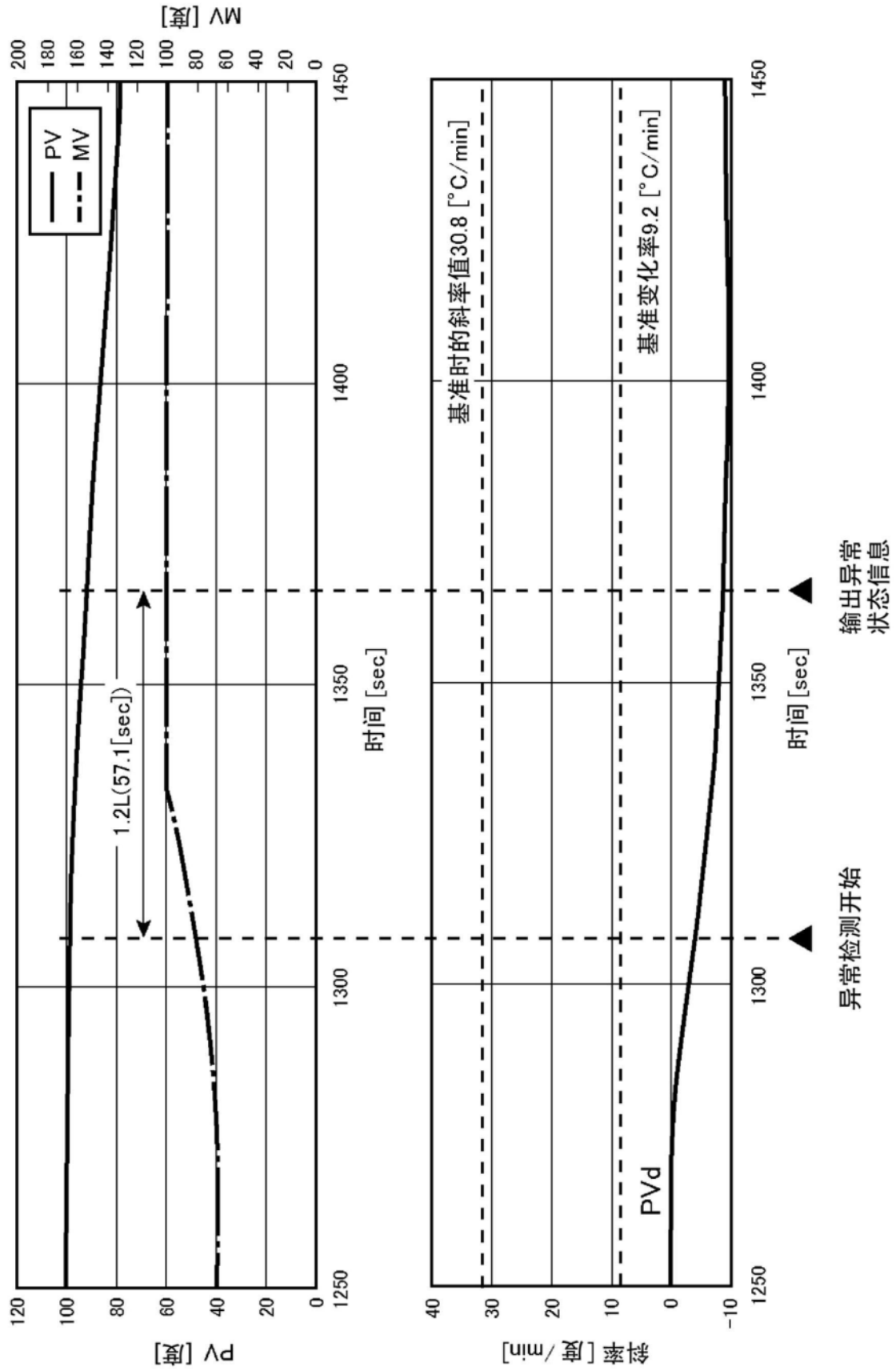


图8