



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103563148 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 27

(21) 申请号 201280026602. 3

H01M 8/04119(2016. 01)

(22) 申请日 2012. 04. 19

H01M 8/0432(2016. 01)

(30) 优先权数据

H01M 8/0438(2016. 01)

2011-126109 2011. 06. 06 JP

H01M 8/04701(2016. 01)

2011-165322 2011. 07. 28 JP

H01M 8/04746(2016. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 11. 29

(56) 对比文件

JP 特开 2007-115488 A, 2007. 05. 10,

US 2002/0192520 A1, 2002. 12. 19,

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/060572 2012. 04. 19

JP 特开 2006-351506 A, 2006. 12. 28,

CN 101127402 A, 2008. 02. 20,

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/169287 JA 2012. 12. 13

审查员 张建强

(73) 专利权人 日产自动车株式会社

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 青木哲也 松本充彦

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇

(51) Int. Cl.

H01M 8/04828(2016. 01)

H01M 8/04029(2016. 01)

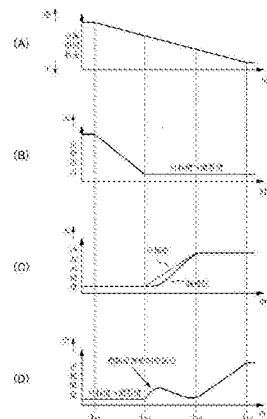
权利要求书3页 说明书16页 附图15页

(54) 发明名称

燃料电池的湿润状态控制装置

(57) 摘要

燃料电池的湿润状态控制装置具有:优先控制部,其在对燃料电池的湿润状态进行调整时,优先控制正极气体的压力和流量中的某一方;水温控制部,其在以上述优先控制部的控制不能将燃料电池的湿润状态调整好时,对冷却水的温度进行控制;以及补充控制部,其对正极气体的压力和流量中的另一方进行控制,以补充上述水温控制部的响应延迟。



1. 一种燃料电池的湿润状态控制装置, 具有:

优先控制部, 其在对燃料电池的湿润状态进行调整时, 优先控制正极气体的压力和流量中的某一方;

水温控制部, 其在以上述优先控制部的控制不能将燃料电池的湿润状态调整好时, 对冷却水的温度进行控制; 以及

补充控制部, 其对正极气体的压力和流量中的另一方进行控制, 以补充上述水温控制部的响应延迟,

其中, 在降低燃料电池的湿润状态来使燃料电池干燥的情况下,

上述优先控制部优先使正极气体的压力下降,

在以上述优先控制部的控制不能将燃料电池的湿润状态调整好时, 上述水温控制部使冷却水的温度上升,

上述补充控制部对正极气体的流量进行控制, 以补充上述水温控制部的响应延迟。

2. 根据权利要求 1 所述的燃料电池的湿润状态控制装置, 其特征在于,

在降低燃料电池的湿润状态来使燃料电池干燥的情况下,

上述优先控制部基于使燃料电池处于比当前高的湿润状态时所供给的正极气体的流量和冷却水的温度来使正极气体的压力下降,

上述水温控制部基于正极气体的实际压力以及上述处于比当前高的湿润状态时所供给的正极气体的流量来使冷却水的温度上升,

上述补充控制部基于正极气体的实际压力以及冷却水的实际温度来控制正极气体的流量。

3. 根据权利要求 2 所述的燃料电池的湿润状态控制装置, 其特征在于,

处于比当前高的湿润状态时所供给的正极气体的流量是指在能够确保燃料电池的性能的范围内最低的流量,

处于比当前高的湿润状态时所供给的冷却水的温度是指在能够确保燃料电池的性能的范围内最低的温度。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的燃料电池的湿润状态控制装置, 其特征在于,

在上述水温控制部不动作的情况下降低燃料电池的湿润状态来使燃料电池干燥时, 上述优先控制部使用冷却水的实际温度来代替上述处于比当前高的湿润状态时所供给的冷却水的温度。

5. 根据权利要求 2 或 3 所述的燃料电池的湿润状态控制装置, 其特征在于,

在上述补充控制部不动作的情况下降低燃料电池的湿润状态来使燃料电池干燥时, 上述优先控制部以及上述水温控制部使用正极气体的实际流量来代替上述处于比当前高的湿润状态时所供给的正极气体的流量。

6. 根据权利要求 4 所述的燃料电池的湿润状态控制装置, 其特征在于,

在上述补充控制部不动作的情况下降低燃料电池的湿润状态来使燃料电池干燥时, 上述优先控制部以及上述水温控制部使用正极气体的实际流量来代替上述处于比当前高的湿润状态时所供给的正极气体的流量。

7. 根据权利要求 1 所述的燃料电池的湿润状态控制装置, 其特征在于,

在降低燃料电池的湿润状态来使燃料电池干燥的情况下,

上述优先控制部基于正极气体的实际流量以及冷却水的实际温度来使正极气体的压力下降，

上述水温控制部基于正极气体的实际流量以及使燃料电池处于比当前低的湿润状态时所供给的正极气体的压力来使冷却水的温度上升，

上述补充控制部基于使燃料电池处于比当前低的湿润状态时所供给的正极气体的压力、以及使燃料电池处于比当前低的湿润状态时所供给的冷却水的温度与冷却水的实际温度之间的温度来控制正极气体的流量。

8. 根据权利要求 7 所述的燃料电池的湿润状态控制装置，其特征在于，

处于比当前低的湿润状态时所供给的正极气体的压力是指在能够确保燃料电池的性能的范围内最低的压力，

处于比当前低的湿润状态时所供给的冷却水的温度是指在能够确保燃料电池的性能的范围内最高的温度。

9. 一种燃料电池的湿润状态控制装置，具备：

优先控制部，其在对燃料电池的湿润状态进行调整时，优先控制正极气体的压力和流量中的某一方；

水温控制部，其在以上述优先控制部的控制不能将燃料电池的湿润状态调整好时，对冷却水的温度进行控制；以及

补充控制部，其对正极气体的压力和流量中的另一方进行控制，以补充上述水温控制部的响应延迟，

其中，在升高燃料电池的湿润状态来使燃料电池湿润的情况下，

上述优先控制部优先使正极气体的流量下降，

在以上述优先控制部的控制不能将燃料电池的湿润状态调整好时，上述水温控制部使冷却水的温度下降，

上述补充控制部对正极气体的压力进行控制，以补充上述水温控制部的响应延迟。

10. 根据权利要求 9 所述的燃料电池的湿润状态控制装置，其特征在于，

在升高燃料电池的湿润状态来使燃料电池湿润的情况下，

上述优先控制部基于使燃料电池处于比当前低的湿润状态时所供给的正极气体的压力和冷却水的温度来使正极气体的流量下降，

上述水温控制部基于正极气体的实际流量以及使燃料电池处于比当前低的湿润状态时所供给的正极气体的压力来使冷却水的温度下降，

上述补充控制部基于正极气体的实际流量以及冷却水的实际温度来控制正极气体的压力。

11. 根据权利要求 10 所述的燃料电池的湿润状态控制装置，其特征在于，

处于比当前低的湿润状态时所供给的正极气体的压力是指在能够确保燃料电池的性能的范围内最低的压力，

处于比当前低的湿润状态时所供给的冷却水的温度是指在能够确保燃料电池的性能的范围内最高的温度。

12. 根据权利要求 10 或 11 所述的燃料电池的湿润状态控制装置，其特征在于，

在上述水温控制部不动作的情况下升高燃料电池的湿润状态来使燃料电池湿润时，上

述优先控制部使用冷却水的实际温度来代替上述处于比当前低的湿润状态时所供给的冷却水的温度。

13. 根据权利要求 10 或 11 所述的燃料电池的湿润状态控制装置,其特征在於,

在上述补充控制部不动作的情况下升高燃料电池的湿润状态来使燃料电池湿润时,上述优先控制部以及上述水温控制部使用正极气体的实际压力来代替上述处于比当前低的湿润状态时所供给的正极气体的压力。

14. 根据权利要求 12 所述的燃料电池的湿润状态控制装置,其特征在於,

在上述补充控制部不动作的情况下升高燃料电池的湿润状态来使燃料电池湿润时,上述优先控制部以及上述水温控制部使用正极气体的实际压力来代替上述处于比当前低的湿润状态时所供给的正极气体的压力。

15. 根据权利要求 9 所述的燃料电池的湿润状态控制装置,其特征在於,

在升高燃料电池的湿润状态来使燃料电池湿润的情况下,

上述优先控制部基于正极气体的实际压力以及冷却水的实际温度来使正极气体的流量下降,

上述水温控制部基于正极气体的实际压力以及使燃料电池处于比当前高的湿润状态时所供给的正极气体的流量来使冷却水的温度下降,

上述补充控制部基于使燃料电池处于比当前高的湿润状态时所供给的正极气体的流量、以及使燃料电池处于比当前高的湿润状态时所供给的冷却水的温度与冷却水的实际温度之间的温度来控制正极气体的压力。

16. 根据权利要求 15 所述的燃料电池的湿润状态控制装置,其特征在於,

处于比当前高的湿润状态时所供给的正极气体的流量是指在能够确保燃料电池的性能的范围内最低的流量,

处于比当前高的湿润状态时所供给的冷却水的温度是指在能够确保燃料电池的性能的范围内最低的温度。

燃料电池的湿润状态控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及对燃料电池的湿润状态进行控制的装置。

背景技术

[0002] 为了使燃料电池高效地发电,将电解质膜维持在适度的湿润状态是很重要的。即,若电解质膜的湿润状态过高则会产生液泛或者为了准备零下启动而需要停止时的净化动作。而且,若电解质膜的湿润状态过低则存在燃料电池堆的电压降低而输出大幅下降的担忧。因此,在日本专利局 2007 年发布的 JP2007-115488A 中,对压力调节阀、正极压缩机进行控制,使得成为将电解质膜维持在适度的湿润状态的正极(cathode)气体压力和正极气体流量。特别是在考虑到燃烧消耗率而控制在湿润侧的情况下,为了降低正极压缩机的消耗电力而首先使旋转速度下降,之后,打开压力调节阀来提高压力。

发明内容

[0003] 作为控制湿润度的参数,还存在冷却水温。然而,在前述的手法中,并没有为了进行湿润调整而控制冷却水温。因此,本案的发明者们认识到:在过渡时的湿润控制中,尚有改善燃烧消耗率的余地。

[0004] 本发明是着眼于这种以往的问题而完成的。本发明的目的在于提供一种能够将冷却水的控制包括在内地抑制燃烧消耗率的恶化、并且将电解质膜维持在适度的湿润状态的燃料电池的湿润状态控制装置。

[0005] 本发明的某个方式的燃料电池的湿润状态控制装置具有:优先控制部,其在对燃料电池的湿润状态进行调整时,优先控制正极气体的压力和流量中的某一方;水温控制部,其在以上述优先控制部的控制不能将燃料电池的湿润状态调整好时,对冷却水的温度进行控制;以及补充控制部,其对正极气体的压力和流量中的另一方进行控制,以补充上述水温控制部的响应延迟。

[0006] 下面结合附图来详细说明本发明的实施方式、本发明的优点。

附图说明

[0007] 图 1 是表示应用本发明的燃料电池的湿润状态控制装置的系统的一例的图。

[0008] 图 2A 是说明燃料电池堆中的电解质膜的反应的示意图。

[0009] 图 2B 是说明燃料电池堆中的电解质膜的反应的示意图。

[0010] 图 3 将要使目标湿润状态下降时的控制器的湿润状态控制所涉及的功能表示为框图。

[0011] 图 4 是表示要使目标湿润状态下降时的湿润控制装置的动作的时序图。

[0012] 图 5 是说明在要使目标湿润状态上升的情况下执行上述控制逻辑时的问题点的图。

[0013] 图 6 将要使目标湿润状态上升时的控制器的湿润状态控制所涉及的功能表示为

框图。

[0014] 图 7 是说明对本发明的燃料电池的湿润状态控制装置的目标压力运算块 B101 输入的温度的图。

[0015] 图 8 是表示要使目标湿润状态上升时的湿润控制装置的动作的时序图。

[0016] 图 9A 将本发明的燃料电池的湿润状态控制装置的第二实施方式的控制器的湿润状态控制所涉及的功能表示为框图。

[0017] 图 9B 将本发明的燃料电池的湿润状态控制装置的第二实施方式的控制器的湿润状态控制所涉及的功能表示为框图。

[0018] 图 10 是表示要使目标湿润状态上升时的湿润控制装置的动作的时序图。

[0019] 图 11 是表示要使目标湿润状态下降时的湿润控制装置的动作的时序图。

[0020] 图 12A 将本发明的湿润状态控制装置的第三实施方式中的控制器的控制所涉及的功能表示为框图。

[0021] 图 12B 将本发明的湿润状态控制装置的第三实施方式中的控制器的控制所涉及的功能表示为框图。

[0022] 图 13 是表示要使目标湿润状态下降时的湿润控制装置的动作的时序图。

[0023] 图 14 是表示要使目标湿润状态上升时的湿润控制装置的动作的时序图。

[0024] 图 15A 将本发明的湿润状态控制装置的第四实施方式中的控制器的控制所涉及的功能表示为框图。

[0025] 图 15B 将本发明的湿润状态控制装置的第四实施方式中的控制器的控制所涉及的功能表示为框图。

[0026] 图 16A 将本发明的湿润状态控制装置的第五实施方式中的控制器的控制所涉及的功能表示为框图。

[0027] 图 16B 将本发明的湿润状态控制装置的第五实施方式中的控制器的控制所涉及的功能表示为框图。

[0028] 图 17A 将本发明的湿润状态控制装置的第六实施方式中的控制器的控制所涉及的功能表示为框图。

[0029] 图 17B 将本发明的湿润状态控制装置的第六实施方式中的控制器的控制所涉及的功能表示为框图。

具体实施方式

[0030] (第一实施方式)

[0031] 图 1 是表示应用本发明的燃料电池的湿润状态控制装置的系统的一例的图。

[0032] 首先参照图 1 来说明应用本发明的燃料电池的湿润状态控制装置的基本系统。

[0033] 燃料电池堆 10 在被维持为适当温度的同时被供给反应气体(正极气体 O_2 、负极(anode) 气体 H_2) 来进行发电。因此,燃料电池堆 10 与正极路径 20、负极路径 30 以及冷却水循环路径 40 相连接。此外,由电流传感器 101 检测燃料电池堆 10 的发电电流。由电压传感器 102 检测燃料电池堆 10 的发电电压。

[0034] 向燃料电池堆 10 供给的正极气体 O_2 在正极路径 20 上流动。正极路径 20 上设置有压缩机 21 和正极压力调节阀 22。

[0035] 压缩机 21 将正极气体 O_2 、即空气供给到燃料电池堆 10。压缩机 21 设置于燃料电池堆 10 上游的正极路径 20 上。由电动机 M 对压缩机 21 进行驱动。压缩机 21 对在正极路径 20 中流动的正极气体 O_2 的流量进行调整。通过压缩机 21 的旋转速度来调整正极气体 O_2 的流量。

[0036] 正极压力调节阀 22 设置于燃料电池堆 10 下游的正极路径 20。正极压力调节阀 22 对在正极路径 20 中流动的正极气体 O_2 的压力进行调整。通过正极压力调节阀 22 的开度来调整正极气体 O_2 的压力。

[0037] 由正极流量传感器 201 检测在正极路径 20 中流动的正极气体 O_2 的流量。该正极流量传感器 201 设置于压缩机 21 的下游且燃料电池堆 10 的上游。

[0038] 由正极压力传感器 202 检测在正极路径 20 中流动的正极气体 O_2 的压力。该正极压力传感器 202 设置于压缩机 21 的下游且燃料电池堆 10 的上游。并且,在图 1 中,正极压力传感器 202 位于正极流量传感器 201 的下游。

[0039] 向燃料电池堆 10 供给的负极气体 H_2 在负极路径 30 中流动。与负极路径 30 并列地设置负极再循环路径 300。负极再循环路径 300 从燃料电池堆 10 下游的负极路径 30 分支,在燃料电池堆 10 上游的负极路径 30 合流。负极路径 30 上设置有储气罐 31、负极压力调节阀 32、引射器 (ejector) 33、负极泵 34 以及净化阀 35。

[0040] 负极气体 H_2 以高压状态储存在储气罐 31 中。储气罐 31 设置于负极路径 30 的最上游。

[0041] 负极压力调节阀 32 设置于储气罐 31 的下游。负极压力调节阀 32 对从储气罐 31 新供给到负极路径 30 的负极气体 H_2 的压力进行调整。通过负极压力调节阀 32 的开度来调整负极气体 H_2 的压力。

[0042] 引射器 33 设置于负极压力调节阀 32 下游。引射器 33 位于负极再循环路径 300 与负极路径 30 合流的部分。通过该引射器 33,原本在负极再循环路径 300 中流动的负极气体 H_2 与从储气罐 31 新供给的负极气体 H_2 相混合。

[0043] 负极泵 34 位于引射器 33 的下游。负极泵 34 将在引射器 33 中流动的负极气体 H_2 送到燃料电池堆 10。

[0044] 净化阀 35 设置于燃料电池堆 10 的下游的、负极再循环路径 300 的分支部分的下游的负极路径 30 上。当净化阀 35 打开时,负极气体 H_2 被净化。

[0045] 由负极压力传感器 301 检测在负极路径 30 中流动的负极气体 H_2 的压力。该负极压力传感器 301 设置于负极泵 34 的下游且燃料电池堆 10 的上游。

[0046] 向燃料电池堆 10 供给的冷却水在冷却水循环路径 40 中流动。冷却水循环路径 40 上设置有散热器 41、三通阀 42 以及水泵 43。另外,与冷却水循环路径 40 并列地设置旁路路径 400。旁路路径 400 从散热器 41 上游分支,在散热器 41 下游合流。因此,在旁路路径 400 中流动的冷却水将散热器 41 旁路。

[0047] 散热器 41 对冷却水进行冷却。散热器 41 中设置有冷却风扇 410。

[0048] 三通阀 42 位于旁路路径 400 的合流部分。三通阀 42 与开度相应地对散热器侧的路径中流动的冷却水的流量以及在旁路路径中流动的冷却水的流量进行调整。由此对冷却水的温度进行调整。

[0049] 水泵 43 位于三通阀 42 的下游。水泵 43 将原本在三通阀 42 中流动的冷却水送到

燃料电池堆 10。

[0050] 由水温传感器 401 检测在冷却水循环路径 40 中流动的冷却水的温度。该水温传感器 401 设置于分支出旁路路径 400 的部分的上游。

[0051] 控制器被输入电流传感器 101、电压传感器 102、正极流量传感器 201、正极压力传感器 202、负极压力传感器 301、水温传感器 401 的信号。而且,控制器输出信号,控制压缩机 21、正极压力调节阀 22、负极压力调节阀 32、负极泵 34、净化阀 35、三通阀 42、水泵 43 的动作。

[0052] 根据这种结构,燃料电池堆 10 在被维持为适当温度的同时被供给反应气体(正极气体 O_2 、负极气体 H_2) 来进行发电。由燃料电池堆 10 发出的电力经由 DC/DC 转换器 11 被供给到电池 12、负载 13。

[0053] 图 2A 和图 2B 是说明燃料电池堆中的电解质膜的反应的示意图。

[0054] 接着,参照图 2A 和图 2B 来说明发明者们的技术思想。

[0055] 如上所述,燃料电池堆 10 被供给反应气体(正极气体 O_2 、负极气体 H_2) 来进行发电。将在电解质膜的两个面上形成正极电极催化剂层和负极电极催化剂层而得到的膜电极接合体(Membrane Electrode Assembly ;MEA) 层叠数百张来构成燃料电池堆 10。此外,图 2A 示出了一张 MEA。在此,示出了以下的例子:一边对 MEA 供给正极气体(正极进)并从对角侧将其排出(正极出),一边对 MEA 供给负极气体(负极进)并从对角侧将其排出(负极出)。

[0056] 各膜电极接合体(MEA) 在正极电极催化剂层和负极电极催化剂层中与负载相应地进行以下反应来发电。

[0057] [数 1]

[0058] 正极电极催化剂层: $4H^+ + 4e + O_2 \rightarrow 2H_2O$. . . (1-1)

[0059] 负极电极催化剂层: $2H_2 \rightarrow 4H^+ + 4e$. . . (1-2)

[0060] 如图 2B 所示,随着反应气体(正极气体 O_2) 在正极流路中流动,进行上式(1-1) 的反应,生成水蒸气。然后,在正极流路的下游侧相对湿度变高。其结果,正极侧与负极侧的相对湿度差变大。以该相对湿度差为动力(driving force),水逆扩散而将负极上游侧加湿。该水分还从 MEA 蒸发到负极流路中而将在负极流路中流动的反应气体(负极气体 H_2) 加湿。然后,被运送到负极下游侧,将负极下游的 MEA 加湿。

[0061] 为了通过上述反应来高效地发电,需要使电解质膜处于适度的湿润状态。

[0062] 因此,本案的发明者们着眼于正极气体 O_2 的流量和压力以及燃料电池堆 1 的温度。

[0063] 即,如果使正极气体 O_2 的流量增加,则与正极气体 O_2 一起排出的水分增加。因而,能够使电解质膜的湿润状态下降。另一方面,如果使正极气体 O_2 的流量减少,则与正极气体 O_2 一起排出的水分减少。因而,能够使电解质膜的湿润状态上升。

[0064] 正极气体 O_2 的压力减少是在正极压力调节阀 22 的开度变大的时候。因而,如果增大正极压力调节阀 22 的开度来使正极气体 O_2 的压力下降,则正极气体 O_2 变得容易排出。其结果,与正极气体 O_2 一起排出的水分也增加。因而,能够使电解质膜的湿润状态下降。另一方面,正极气体 O_2 的压力增加是在正极压力调节阀 22 的开度变小的时候。因而,如果减小正极压力调节阀 22 的开度来使正极气体 O_2 的压力上升,则正极气体 O_2 变得难以排出。

其结果,与正极气体 O_2 一起排出的水分也减少。因而,能够使电解质膜的湿润状态上升。

[0065] 如果燃料电池堆 1 的温度变高,则正极气体 O_2 所包含的水分量增加。其结果,与正极气体 O_2 一起排出的水分也增加。因而,能够使电解质膜的湿润状态下降。另一方面,如果燃料电池堆 1 的温度变低,则正极气体 O_2 所包含的水分量减少。其结果,与正极气体 O_2 一起排出的水分也减少。因而,能够使电解质膜的湿润状态上升。

[0066] 发明者们得到了这种认识。并且,当为了增加正极气体 O_2 的流量而使压缩机 21 的旋转速度上升时,消耗电力增大而燃烧消耗率恶化。因此期望尽可能地将压缩机 21 的旋转速度抑制得低。发明者们基于这种构思完成了本发明。下面说明具体内容。

[0067] 图 3 将目标湿润状态下降时的控制器的湿润状态控制所涉及的功能表示为框图。

[0068] 此外,框图所示的各块将控制器的各功能表示为虚拟单元,各块并不意味着物理上的存在。

[0069] 湿润状态控制装置对压缩机 21、正极压力调节阀 22、负极压力调节阀 32、负极泵 34、净化阀 35、三通阀 42、水泵 43 的动作进行控制,来控制燃料电池堆 10 的电解质膜的湿润状态。具体地说,湿润状态控制装置包括目标压力运算块 B101、目标温度运算块 B102 以及目标流量运算块 B103。此外,在本实施方式中,目标压力运算块 B101 与权利要求书的优先控制部对应。目标温度运算块 B102 与权利要求书的水温控制部对应。目标流量运算块 B103 与权利要求书的补充控制部对应。

[0070] 目标压力运算块 B101 在要使目标排水量 $Q_{H_2O_out}$ 增加、即、使湿润状态减少来使其干燥时,基于目标排水量 $Q_{H_2O_out}$ 、最低堆温度 T_{min} 以及最低正极流量 Q_{min} 来运算目标压力 P_{target} 。

[0071] 此外,通过下式 (2) 来求出目标排水量 $Q_{H_2O_out}$ [NL/min]。在此 NL 表示 Normal Liter、即标准状态下的公升数。

[0072] [数 2]

$$[0073] \quad Q_{H_2O_out} = Q_{H_2O_in} - Q_{net_water} \quad \dots (2)$$

[0074] 其中

[0075] $Q_{H_2O_out}$: 目标排水量 [NL/min]

[0076] $Q_{H_2O_in}$: 燃料电池内部的生成水量 [NL/min]

[0077] Q_{net_water} : 目标水收支 [NL/min]

[0078] 此外,通过下式 (3) 来求出燃料电池内部的生成水量 $Q_{H_2O_in}$ [NL/min]。

[0079] [数 3]

$$[0080] \quad Q_{H_2O_in} = \frac{NI}{2F} \times 22.4 \times 60 \quad \dots (3)$$

[0081] 其中

[0082] N: 燃料电池的单体个数

[0083] I: 燃料电池的输出电流 [I]

[0084] F: 法拉第常数 (96485.39 [C/mol])

[0085] 22.4: 标准状态的理想气体 1mol 的体积 [NL]

[0086] 60: 秒与分之间的单位变换系数

[0087] 对目标水收支 Q_{net_water} [NL/min] 进行设定以实现根据燃料电池的运转状态 (负载

状态)而决定的电解质膜的目标湿润状态。

[0088] 目标压力运算块 B101 基于这样求出的目标排水量 Q_{H2O_out} 、最低堆温度 T_{min} 以及最低正极流量 Q_{min} 来求出目标压力 P_{target} 。具体地说,通过下式 (4-1) (4-2) 来求出目标压力 P_{target} 。

[0089] [数 4]

$$P_{target} = P_{sat_min} \frac{Q_{min} + Q_{H2O_out}}{Q_{H2O_out}} \quad \dots (4-1)$$

[0091] 其中

$$P_{sat_min} = 10^{\frac{7.7406 - \frac{1637.46}{227.02 + T_{min}}}{10}} \quad \dots (4-2)$$

[0093] 在此,最低堆温度 T_{min} 是指使燃料电池堆的湿润状态最高时的堆温度。如上所述,为了使电解质膜的湿润状态上升而降低燃料电池堆 1 的温度。此外,燃料电池堆 1 的温度若过低则存在由于冷凝水而导致发电不良的担忧。另一方面,若过高则燃料电池堆 1 的劣化会提前。因而,使燃料电池堆的湿润状态最高时的堆温度是指在将这些情况综合考虑而能够确保燃料电池堆的性能的范围内最低的堆温度。同样地,最低正极流量 Q_{min} 是指使燃料电池堆的湿润状态最高时的正极流量。如上所述,为了使电解质膜的湿润状态上升而减少正极流量。此外,正极流量若过低则存在由于供给量不足而导致发电不良的担忧。另一方面,若过高则存在声振性能恶化的担忧。因而,使燃料电池堆的湿润状态最低时的正极流量是指在将这些情况综合考虑而能够确保燃料电池堆的性能的范围内最低的正极流量。预先通过实验来根据燃料电池的运转状态对它们进行设定。

[0094] 另外, P_{sat_min} 是与最低堆温度 T_{min} 相对的饱和水蒸气压,基于安托万方程式求出上式 (4-2)。

[0095] 如上,目标压力运算块 B101 在要使目标排水量 Q_{H2O_out} 增加,即、使湿润状态减少来使其干燥时,基于目标排水量 Q_{H2O_out} 、最低堆温度 T_{min} 以及最低正极流量 Q_{min} 来运算目标压力 P_{target} 。

[0096] 目标温度运算块 B102 基于目标排水量 Q_{H2O_out} 、由正极压力传感器 202 检测出的压力 P_{sens} 以及最低正极流量 Q_{min} 来求出目标温度 T_{target} 。具体地说,通过下式 (5-1) (5-2) 求出。此外,基于安托万方程式的反推来求出式 (5-1)。

[0097] [数 5]

$$T_{target} = \frac{1637.46}{7.7406 - \log_{10} P_{sat_target}} - 227.02 \quad \dots (5-1)$$

[0099] 其中

$$P_{sat_target} = P_{sens} \frac{Q_{H2O_out}}{Q_{min} + Q_{H2O_out}} \quad \dots (5-2)$$

[0101] P_{sat_target} 是目标饱和水蒸气压。此外,在本实施方式中,压力 P_{sens} 是由正极压力传感器 202 检测出来的,但是也可以预先通过实验来求出燃料电池堆的压力损耗,据此进行估计。

[0102] 如上,目标温度运算块 B102 基于目标排水量 Q_{H2O_out} 、实际压力 P_{sens} 以及最低正极

流量 Q_{\min} 来求出目标温度 T_{target} 。

[0103] 目标流量运算块 B103 基于目标排水量 $Q_{\text{H}_2\text{O_out}}$ 、由正极压力传感器 202 检测出的压力 P_{sens} 以及由水温传感器 401 检测出的水温 T_{sens} 来求出目标正极流量 Q_{target} 。具体地说, 通过下式 (6-1) (6-2) 求出。

[0104] [数 6]

$$[0105] \quad Q_{\text{target}} = Q_{\text{H}_2\text{O_out}} \frac{P_{\text{sens}} - P_{\text{sat_sens}}}{P_{\text{sat_sens}}} \quad \dots \quad (6-1)$$

[0106] 其中

$$[0107] \quad P_{\text{sat_sens}} = 10^{\frac{7.7406 - \frac{1657.46}{227.02 + T_{\text{sens}}}}{10}} \quad \dots \quad (6-2)$$

[0108] $P_{\text{sat_sens}}$ 是由水温传感器 401 检测出的水温 T_{sens} 下的饱和水蒸气压。

[0109] 如上, 目标流量运算块 B103 基于目标排水量 $Q_{\text{H}_2\text{O_out}}$ 、实际压力 P_{sens} 以及实际水温 T_{sens} 来求出目标正极流量 Q_{target} 。

[0110] 图 4 是表示要使目标湿润状态下降时的湿润控制装置的动作的时序图。

[0111] 若要执行以上的控制逻辑, 则在要使目标湿润状态下降时, 湿润控制装置如下那样进行动作。

[0112] 当在时刻 $t11$ 要使目标湿润状态下降时, 湿润控制装置开始动作。

[0113] 基于目标排水量 $Q_{\text{H}_2\text{O_out}}$ 、最低堆温度 T_{\min} 以及最低正极流量 Q_{\min} 来设定目标压力 P_{target} 。基于目标排水量 $Q_{\text{H}_2\text{O_out}}$ 、实际压力 P_{sens} 以及最低正极流量 Q_{\min} 来设定目标温度 T_{target} 。基于目标排水量 $Q_{\text{H}_2\text{O_out}}$ 、实际压力 P_{sens} 以及实际水温 T_{sens} 来设定目标正极流量 Q_{target} 。

[0114] 目标压力 P_{target} 是基于使湿润状态最高时的堆温度 (最低堆温度 T_{\min}) 和正极流量 (最低正极流量 Q_{\min}) 而设定的, 因此最容易发生变动。因此, 首先, 优先使目标压力 P_{target} 下降。然后, 对正极压力调节阀 22 进行控制以实现该目标压力 P_{target} 。这样, 正极压力几乎没有响应延迟地下降。

[0115] 如果仅以目标压力 P_{target} 的变更未调整好, 则在时刻 $t12$ 目标温度 T_{target} 开始变动。即, 在目标温度 T_{target} 的设定中使用界限值 (最低正极流量 Q_{\min})。另外, 反馈如上所述那样调整后的正极压力的传感器检测值 P_{sens} 。因此, 仅以正极压力未能调整好的量会通过冷却水的温度的变更而得到调整。此外, 即使目标值改变, 冷却水的温度也难以发生变动, 容易产生响应延迟。冷却水的温度由水温传感器 401 检测, 由于对该温度进行反馈来决定正极流量, 因此以正极流量来补充冷却水的温度的响应延迟。

[0116] 如果通过目标温度 T_{target} 的变更仍未调整好, 则在时刻 $t13$ 目标正极流量 Q_{target} 开始变动。即, 由于对由正极压力传感器 202 检测出的压力 P_{sens} 以及由水温传感器 401 检测出的水温 T_{sens} 进行反馈来决定正极流量, 因此以正极流量来补充通过目标压力 P_{target} 和目标温度 T_{target} 的变更未能调整好的量。

[0117] 通过这样, 在要使目标湿润状态下降时, 首先为了使目标压力下降而打开正极压力调节阀 22。接着为了使目标冷却水温上升而对三通阀 42 进行控制。然后在最后为了使目标流量上升而提高压缩机 21 的旋转速度。通过这样, 会尽可能地对压缩机 21 的旋转速度的上升进行抑制。压缩机的旋转速度越上升, 消耗电力越增大而燃烧消耗率越恶化, 但是在本实施方式中, 尽可能地对压缩机 21 的旋转速度的上升进行了抑制, 因此抑制了消耗电

力而燃烧消耗率提高。

[0118] 图 5 使说明在要使目标湿润状态上升的情况下执行上述控制逻辑时的问题点的图。

[0119] 在要使目标湿润状态下降时,通过如上所述那样做,尽可能地对压缩机 21 的旋转速度的上升进行了抑制,因此抑制了消耗电力而燃烧消耗率提高。

[0120] 然而,发明者认识到:在要使目标湿润状态上升时,如上所述那样做是无法将湿润状态控制到目标湿润状态的。即,目标压力 P_{target} 是基于使湿润状态最高时的堆温度(最低堆温度 T_{min})以及正极流量(最低正极流量 Q_{min})而设定的,因此在要使目标湿润状态上升时难以变动。

[0121] 因此,如图 5 所示,当在时刻 t_{21} 要使目标湿润状态上升时,首先目标正极流量 Q_{target} 开始下降。

[0122] 如果仅以目标正极流量 Q_{target} 的变动未调整好,则在时刻 t_{22} 目标压力 P_{target} 以及目标温度 T_{target} 开始变动。温度的响应性差,与压力相比更难以变动。反过来说,压力会在温度之前发生变动而无法对温度进行补充。因此,温度会偏离目标,其结果,无法将湿润状态控制到目标湿润状态。

[0123] 图 6 将要使目标湿润状态上升时的控制器的湿润状态控制所涉及的功能表示为框图。

[0124] 在该图 6 中,目标压力运算块 B101 与权利要求书的补充控制部对应。目标温度运算块 B102 与权利要求书的水温控制部对应。目标流量运算块 B103 与权利要求书的优先控制部对应。

[0125] 如图 6 所示,在要使目标湿润状态上升时,使用基于使湿润状态最高时的堆温度(最低堆温度 T_{min})运算出的、比最低堆温度 T_{min} 高但是比水温传感器 401 所检测出的水温 T_{sens} 低的温度(运算值)。

[0126] 具体说明该运算值。

[0127] 在本实施方式中,着眼于对冷却水温度进行的操作量,根据该操作量来运算要输入到目标压力运算块 B101 的温度。

[0128] 对冷却水温度进行的操作量例如是指水泵 43 的旋转速度。

[0129] 水泵 43 的旋转速度越小,冷却水的流量越少,因此燃料电池堆 1 的温度越高。如果燃料电池堆 1 的温度变高,则正极气体 O_2 所包含的水分量增加。其结果,与正极气体 O_2 一起排出的水分也增加。因而,电解质膜的湿润状态下降而干燥。

[0130] 反之,越要使电解质膜的湿润状态下降来使其干燥,水泵 43 的旋转速度变得越小。越要使电解质膜的湿润状态上升,水泵 43 的旋转速度变得越大。

[0131] 因而,水泵 43 的旋转速度越小,越是要使电解质膜的湿润状态下降来使其干燥。如果水泵 43 的旋转速度为最小,则是要使电解质膜的湿润状态大幅下降。因此,此时,如上述的目标湿润状态已下降时的控制所示的那样,使用使湿润状态最高时的堆温度(最低堆温度 T_{min})。

[0132] 另一方面,水泵 43 的旋转速度越大,越是要使电解质膜的湿润状态上升来使其湿润。如果水泵 43 的旋转速度为最大,则是要使电解质膜的湿润状态大幅上升。因此,此时,使用基于使湿润状态最高时的堆温度(最低堆温度 T_{min})运算出的、比最低堆温度 T_{min} 高但

是比水温传感器 401 所检测出的水温 T_{sens} 低的温度（运算值）。此外，该温度会稳定地与水温传感器 401 所检测出的水温 T_{sens} 一致。

[0133] 然后，其间根据水泵 43 的旋转速度来运算温度。具体地说，基于下式 (7) 来运算温度 $T_{coolant}$ 。

[0134] [数 7]

$$T_{coolant} = \frac{T_{sens} - T_{min}}{2} \times \frac{R_{pump_target}}{R_{pump_max}} + T_{min} \quad \dots \quad (7)$$

[0136] 其中

[0137] R_{pump_target} : 水泵 43 的目标旋转速度 [rpm]

[0138] R_{pump_max} : 水泵 43 的最大旋转速度 [rpm]

[0139] 若对这样运算出的温度进行图示则如图 7 那样。即，在要使电解质膜的湿润状态下降来使其干燥时，使用使湿润状态最高时的堆温度（最低堆温度 T_{min} ）。在要使电解质膜的湿润状态上升来使其湿润时，使用基于使湿润状态最高时的堆温度（最低堆温度 T_{min} ）运算出的、比最低堆温度 T_{min} 高但是比水温传感器 401 所检测出的水温 T_{sens} 低的温度（运算值）。

[0140] 此外，如图 7 所示，在上式 (7) 中，用直线将最低堆温度 T_{min} 与水温 T_{sens} 连接起来，将其之间按比例分配来运算温度 $T_{coolant}$ 。然而，并不限于这种手法。也可以不用直线，而是形成以下的关系：用如指数函数那样向下凸的曲线将最低堆温度 T_{min} 与水温 T_{sens} 连接起来；或者用如 \log 函数那样向上凸的曲线将最低堆温度 T_{min} 与水温 T_{sens} 连接起来。只要对这种关系预先进行设定即可。而且，也可以基于这些曲线来运算温度 $T_{coolant}$ 。

[0141] 图 8 是表示要使目标湿润状态上升时的湿润控制装置的动作的时序图。

[0142] 这样，会始终将比水温传感器 401 所检测出的水温 T_{sens} 低的温度输入到目标压力运算块 B101。因此，以目标压力运算块 B101 所运算出的压力无法达到目标湿润状态。因此，以目标温度运算块 B102 所运算出的温度来达到目标湿润状态，为了对该温度进行补充而使压力变动。

[0143] 通过这样，在要变更燃料电池的目标湿润状态来使湿润状态上升时，首先，为了使目标流量下降而降低压缩机 21 的旋转速度。接着，为了使目标冷却水温下降而对三通阀 42 进行控制。然后在最后为了使目标压力上升而关闭正极压力调节阀 22。通过这样，压缩机 21 的旋转速度会尽可能快地下降。如上所述，压缩机的旋转速度越上升，消耗电力越增大而燃烧消耗率越恶化。换言之，压缩机的旋转速度越下降，越抑制消耗电力而燃烧消耗率越高。在本实施方式中，压缩机 21 的旋转速度尽可能快地下降，因此燃烧消耗率会提高。

[0144] 另外，不会由于目标湿润状态下降或上升而对输入到目标压力运算块 B101 的温度进行急剧的切换，因此能够避免控制不稳定。

[0145] （第二实施方式）

[0146] 图 9A 和图 9B 将本发明的燃料电池的湿润状态控制装置的第二实施方式的控制器的湿润状态控制所涉及的功能表示为框图。图 9A 是要使目标湿润状态上升时，图 9B 是要使目标湿润状态下降时。

[0147] 本实施方式的湿润状态控制装置包括目标压力运算块 B201、目标温度运算块 B202 以及目标流量运算块 B203。

[0148] 此外,在要使目标湿润状态上升时(图9A),目标压力运算块B201与权利要求书的补充控制部对应。目标温度运算块B202与权利要求书的水温控制部对应。目标流量运算块B203与权利要求书的优先控制部对应。

[0149] 在要使目标湿润状态下降时(图9B),目标压力运算块B201与权利要求书的优先控制部对应。目标温度运算块B202与权利要求书的水温控制部对应。目标流量运算块B203与权利要求书的补充控制部对应。

[0150] 目标压力运算块B201基于目标排水量 Q_{H2O_out} 、由正极流量传感器201检测出的流量 Q_{sens} 以及由水温传感器401检测出的水温 T_{sens} 来求出目标正极压力 P_{target} 。具体地说,通过下式(8-1)(8-2)来求出目标正极压力 P_{target} 。

[0151] [数8]

$$[0152] \quad P_{target} = P_{sat_sens} \frac{Q_{sens} + Q_{H2O_out}}{Q_{H2O_out}} \quad \dots \quad (8-1)$$

[0153] 其中

$$[0154] \quad P_{sat_sens} = 10^{\frac{7.7406 - \frac{1657.46}{227.02 + T_{sens}}}{10}} \quad \dots \quad (8-2)$$

[0155] P_{sat_sens} 是与由水温传感器401检测出的水温 T_{sens} 相对的饱和水蒸气压,基于安托万方程式求出式(8-2)。

[0156] 如上,目标压力运算块B201基于目标排水量 Q_{H2O_out} 、实际流量 Q_{sens} 以及实际水温 T_{sens} 来求出目标正极压力 P_{target} 。

[0157] 目标温度运算块B202基于目标排水量 Q_{H2O_out} 、最低正极压力 P_{min} 以及由正极流量传感器201检测出的流量 Q_{sens} 来求出目标温度 T_{target} 。具体地说,通过下式(9-1)(9-2)求出。此外,基于安托万方程式的反推来求出式(9-1)。

[0158] [数9]

$$[0159] \quad T_{target} = \frac{1657.46}{7.7406 - \log_{10} P_{sat_target}} - 227.02 \quad \dots \quad (9-1)$$

[0160] 其中

$$[0161] \quad P_{sat_target} = P_{min} \frac{Q_{H2O_out}}{Q_{sens} + Q_{H2O_out}} \quad \dots \quad (9-2)$$

[0162] P_{sat_target} 是目标饱和水蒸气压。

[0163] 如上,目标温度运算块B202基于目标排水量 Q_{H2O_out} 、最低正极压力 P_{min} 以及由正极流量传感器201检测出的流量 Q_{sens} 来求出目标温度 T_{target} 。

[0164] 目标流量运算块B203在要使目标排水量 Q_{H2O_out} 减少,即、使湿润状态增大来使其湿润时,如图9A所示那样,基于目标排水量 Q_{H2O_out} 、最高堆温度 T_{max} 以及最低正极压力 P_{min} 来求出目标正极流量 Q_{target} 。具体地说,通过下式(10-1)(10-2)求出。

[0165] [数10]

$$[0166] \quad Q_{target} = Q_{H2O_out} \frac{P_{min} - P_{sat_max}}{P_{sat_max}} \quad \dots \quad (10-1)$$

[0167] 其中

$$[0168] \quad P_{sat_max} = 10^{\frac{7.7406 - \frac{1657.46}{227.02 + T_{max}}}{10}} \quad \dots \quad (10-2)$$

[0169] 在此,最高堆温度 T_{max} 是指使燃料电池堆的湿润状态最低时的堆温度。如上所述,为了使电解质膜的湿润状态下降而提高燃料电池堆 1 的温度。此外,燃料电池堆 1 的温度若过低则存在由于冷凝水而导致发电不良的担忧。另一方面,若过高则燃料电池堆 1 的劣化会提前。因而,使燃料电池堆的湿润状态最低时的堆温度是指在将这些情况综合考虑而能够确保燃料电池堆的性能的范围内最高的堆温度。同样地,最低正极压力 P_{min} 是指使燃料电池堆的湿润状态最低时的正极压力。如上所述,为了使电解质膜的湿润状态下降而减少正极压力。此外,正极压力若过低则存在由于压力不足而导致性能恶化的担忧。另一方面,若过高则存在以压缩机无法实现该压力的担忧。因而,使燃料电池堆的湿润状态最低时的正极压力是指在将这些情况综合考虑而能够确保燃料电池堆的性能的范围内最低的正极压力。预先通过实验来根据燃料电池的运转状态对它们进行设定。

[0170] 另外,目标流量运算块 B203 在要使目标排水量 Q_{H2O_out} 增加,即、使湿润状态下降来使其干燥时,如图 9B 所示,基于目标排水量 Q_{H2O_out} 、最低正极压力 P_{min} 以及基于堆温度(最高堆温度 T_{max}) 运算出的比最高堆温度 T_{max} 低但是比水温传感器 401 所检测出的水温 T_{sens} 高的温度(运算值)来求出目标正极流量 Q_{target} 。该运算值与第一实施方式同样地,考虑水泵 43 的旋转速度(对冷却水温度进行操作的操作量)而求出。

[0171] 如上,目标流量运算块 B203 求出目标正极流量 Q_{target} 。

[0172] 图 10 是表示要使目标湿润状态上升时的湿润控制装置的动作的时序图。

[0173] 若要执行以上的控制逻辑,则在要使目标湿润状态上升时,湿润控制装置如下那样进行动作。

[0174] 当在时刻 t31 要使目标湿润状态上升时,湿润控制装置开始动作。

[0175] 基于目标排水量 Q_{H2O_out} 、最高堆温度 T_{max} 以及最低正极压力 P_{min} 来设定目标正极流量 Q_{target} 。基于目标排水量 Q_{H2O_out} 、最低正极压力 P_{min} 以及实际流量 Q_{sens} 来设定目标温度 T_{target} 。基于目标排水量 Q_{H2O_out} 、实际流量 Q_{sens} 以及实际水温 T_{sens} 来设定目标正极压力 P_{target} 。

[0176] 目标流量 Q_{target} 是基于使湿润状态最低时的堆温度(最高堆温度 T_{max}) 和正极压力(最低正极压力 P_{min}) 而设定的,因此最容易发生变动。因此,首先,优先使目标流量 Q_{target} 下降。然后,对压缩机 21 进行控制以实现该目标流量 Q_{target} 。这样,正极流量几乎没有响应延迟地下降。

[0177] 如果仅以目标流量 Q_{target} 的变更未调整好,则在时刻 t32 目标温度 T_{target} 开始变动。即,在目标温度 T_{target} 的设定中使用界限值(最低正极压力 P_{min})。另外,反馈如上所述那样调整后的正极流量的传感器检测值 Q_{sens} 。因此,仅以正极流量未能调整好的量会通过冷却水的温度的变更而得到调整。此外,即使目标值改变,冷却水的温度也难以发生变动,容易产生响应延迟。冷却水的温度由水温传感器 401 检测,由于对该温度进行反馈来决定正极压力,因此以正极压力来补充冷却水的温度的响应延迟。

[0178] 如果通过目标温度 T_{target} 的变更仍未调整好,则在时刻 t33 目标正极压力 P_{target} 开始变动。即,由于对由正极流量传感器 201 检测出的流量 Q_{sens} 以及由水温传感器 401 检测出的水温 T_{sens} 进行反馈来决定正极压力,因此以正极压力来补充通过目标流量 Q_{target} 和目标温度 T_{target} 的变更未能调整好的量。

[0179] 通过这样,在变更燃料电池的目标湿润状态来使湿润状态上升时,首先为了使目标流量而降低压缩机 21 的旋转速度。接着为了使目标冷却水温下降而对三通阀 42 进行控制。然后在最后为了使目标压力上升而关闭正极压力调节阀 22。通过这样,压缩机 21 的旋转速度会尽可能快地下降。如上所述,压缩机的旋转速度越上升,消耗电力越增大而燃烧消耗率越恶化。换言之,压缩机的旋转速度越下降,越抑制消耗电力而燃烧消耗率越高。在本实施方式中,压缩机 21 的旋转速度会尽可能快地下降,因此燃烧消耗率提高。

[0180] 图 11 是表示要使目标湿润状态下降时的湿润控制装置的动作的时序图。

[0181] 在要使目标湿润状态上升时,通过如上所述那样做,尽可能地抑制压缩机 21 的旋转速度的上升,因此抑制了消耗电力而燃烧消耗率提高。

[0182] 然而,在要使目标湿润状态下降时,如上所述那样做是无法将湿润状态控制到目标湿润状态的。即,目标流量 Q_{target} 是基于使湿润状态最低时的堆温度(最高堆温度 T_{max})和正极压力(最低正极压力 P_{min})而设定的,因此在要使目标湿润状态下降时难以变动。

[0183] 如果以目标正极压力 P_{target} 的变动未调整好,则在时刻 t_{42} 目标流量 Q_{target} 以及目标温度 T_{target} 开始变动。温度的响应性差,与流量相比更难以变动。反过来说,流量会在温度之前发生变动而无法对温度进行补充。因此,温度会偏离目标,其结果,无法将湿润状态控制到目标湿润状态。

[0184] 与此相对,在本实施方式中,目标流量运算块 B203 在要使目标排水量 $Q_{\text{H}_2\text{O}_{\text{out}}}$ 增加,即、使湿润状态下降来使其干燥时,使用基于堆温度(最高堆温度 T_{max})运算出的、比最高堆温度 T_{max} 低但是比水温传感器 401 所检测出的水温 T_{sens} 高的温度(运算值)。

[0185] 这样,会始终将比水温传感器 401 所检测出的水温 T_{sens} 高的温度输入到目标流量运算块 B203。因此,以目标流量运算块 B203 所运算出的流量无法达到目标湿润状态。因此,以目标温度运算块 B202 所运算出的温度来达到目标湿润状态,为了对该温度进行补充而使流量变动。

[0186] 通过这样,在要使目标湿润状态下降时,首先,为了使目标压力下降而打开正极压力调节阀 22。接着,为了使目标冷却水温上升而对三通阀 42 进行控制。然后在最后为了使目标流量上升而提高压缩机 21 的旋转速度。通过这样,会尽可能地抑制压缩机 21 的旋转速度的上升。压缩机的旋转速度越上升,消耗电力越增大而燃烧消耗率越恶化,但是在本实施方式中,尽可能地抑制压缩机 21 的旋转速度的上升,因此抑制了消耗电力而燃烧消耗率提高。

[0187] (第三实施方式)

[0188] 图 12A 和图 12B 将本发明的湿润状态控制装置的第三实施方式中的控制器的控制所涉及的功能表示为框图。

[0189] 本实施方式的湿润状态控制装置包括湿润状态减少部 100 和湿润状态增大部 200。

[0190] 湿润状态减少部 100 是在要使目标排水量 $Q_{\text{H}_2\text{O}_{\text{out}}}$ 增加、即湿润状态减少时所执行的控制部。湿润状态减少部 100 包括目标压力运算块 B101、目标温度运算块 B102 以及目标流量运算块 B103。此外,湿润状态减少部 100 与第一实施方式(图 3)相同,因此省略详细说明。此外,目标压力运算块 B101 与权利要求书的优先控制部对应。目标温度运算块 B102 与权利要求书的水温控制部对应。目标流量运算块 B103 与权利要求书的补充控制部对应。

[0191] 湿润状态增大部 200 是在要使目标排水量 Q_{H2O_out} 减少、即湿润状态增大时所执行的控制部。湿润状态增大部 200 包括目标流量运算块 B203、目标温度运算块 B202 以及目标压力运算块 B201。此外,这些块与第二实施方式(图 9A)相同,因此省略详细说明。此外,目标压力运算块 B201 与权利要求书的补充控制部对应。目标温度运算块 B202 与权利要求书的水温控制部对应。目标流量运算块 B203 与权利要求书的优先控制部对应。

[0192] 图 13 是表示要使目标湿润状态下降时的湿润控制装置的动作的时序图。

[0193] 若要执行以上的控制逻辑,则在要使目标湿润状态下降时,湿润控制装置如下那样进行动作。

[0194] 当在时刻 t11 要使目标湿润状态下降时,湿润控制装置的湿润状态减少部 100 开始动作。

[0195] 基于目标排水量 Q_{H2O_out} 、最低堆温度 T_{min} 以及最低正极流量 Q_{min} 来设定目标压力 P_{target} 。基于目标排水量 Q_{H2O_out} 、实际压力 P_{sens} 以及最低正极流量 Q_{min} 来设定目标温度 T_{target} 。基于目标排水量 Q_{H2O_out} 、实际压力 P_{sens} 以及实际水温 T_{sens} 来设定目标正极流量 Q_{target} 。

[0196] 目标压力 P_{target} 是基于使湿润状态最高时的堆温度(最低堆温度 T_{min}) 和正极流量(最低正极流量 Q_{min}) 而设定的,因此最容易发生变动。因此,首先,优先使目标压力 P_{target} 下降。然后,对正极压力调节阀 22 进行控制以实现该目标压力 P_{target} 。这样,正极压力几乎没有响应延迟地下降。

[0197] 如果仅以目标压力 P_{target} 的变更未调整好,则在时刻 t12 目标温度 T_{target} 开始变动。即,在目标温度 T_{target} 的设定中使用界限值(最低正极流量 Q_{min})。另外,反馈如上所述那样调整后的正极压力的传感器检测值 P_{sens} 。因此,仅以正极压力未能调整好的量会通过冷却水的温度的变更而得到调整。此外,即使目标值改变,冷却水的温度也难以发生变动,容易产生响应延迟。冷却水的温度由水温传感器 401 检测,由于对该温度进行反馈来决定正极流量,因此以正极流量来补充冷却水的温度的响应延迟。

[0198] 如果通过目标温度 T_{target} 的变更仍未调整好,则在时刻 t13 目标正极流量 Q_{target} 开始变动。即,由于对由正极压力传感器 202 检测出的压力 P_{sens} 以及由水温传感器 401 检测出的水温 T_{sens} 进行反馈来决定正极流量,因此以正极流量来补充通过目标压力 P_{target} 和目标温度 T_{target} 的变更未能调整好的量。

[0199] 图 14 是表示要使目标湿润状态上升时的湿润控制装置的动作的时序图。

[0200] 当在时刻 t21 要使目标湿润状态上升时,湿润控制装置的湿润状态增大部 200 开始动作。

[0201] 基于目标排水量 Q_{H2O_out} 、最高堆温度 T_{max} 以及最低正极压力 P_{min} 来设定目标正极流量 Q_{target} 。基于目标排水量 Q_{H2O_out} 、最低正极压力 P_{min} 以及实际流量 Q_{sens} 来设定目标温度 T_{target} 。基于目标排水量 Q_{H2O_out} 、实际流量 Q_{sens} 以及实际水温 T_{sens} 来设定目标正极压力 P_{target} 。

[0202] 目标流量 Q_{target} 是基于使湿润状态最低时的堆温度(最高堆温度 T_{max}) 和正极压力(最低正极压力 P_{min}) 而设定的,因此最容易发生变动。因此,首先,优先使目标流量 Q_{target} 下降。然后,对压缩机 21 进行控制以实现该目标流量 Q_{target} 。这样,正极流量几乎没有响应延迟地下降。

[0203] 如果仅以目标流量 Q_{target} 的变更未调整好,则在时刻 t22 目标温度 T_{target} 开始变动。即,在目标温度 T_{target} 的设定中使用界限值(最低正极压力 P_{min})。另外,反馈如上所述

那样调整后的正极流量的传感器检测值 Q_{sens} 。因此,仅以正极流量未能调整好的量会通过冷却水的温度的变更而得到调整。此外,即使目标值改变,冷却水的温度也难以发生变动,容易产生响应延迟。冷却水的温度由水温传感器 401 检测,由于对该温度进行反馈来决定正极压力,因此以正极压力来补充冷却水的温度的响应延迟。

[0204] 如果通过目标温度 T_{target} 的变更仍未调整好,则在时刻 t_{23} 目标正极压力 P_{target} 开始变动。即,由于对由正极流量传感器 201 检测出的流量 Q_{sens} 以及由水温传感器 401 检测出的水温 T_{sens} 进行反馈来决定正极压力,因此以正极压力来补充通过目标流量 Q_{target} 和目标温度 T_{target} 的变更未能调整好的量。

[0205] 根据本实施方式,在变更燃料电池的目标湿润状态来使湿润状态下降时,首先为了使目标压力下降而打开正极压力调节阀 22。接着为了使目标冷却水温上升而对三通阀 42 进行控制。然后在最后为了使目标流量上升而提高压缩机 21 的旋转速度。通过这样,会尽可能地对压缩机 21 的旋转速度的上升进行抑制。压缩机的旋转速度越上升,消耗电力越增大而燃烧消耗率越恶化,但是在本实施方式中,尽可能地对压缩机 21 的旋转速度的上升进行了抑制,因此抑制了消耗电力而燃烧消耗率提高。

[0206] 另外,根据本实施方式,在要变更燃料电池的目标湿润状态来使湿润状态上升时,首先,为了使目标流量下降而降低压缩机 21 的旋转速度。接着,为了使目标冷却水温下降而对三通阀 42 进行控制。然后在最后为了使目标压力上升而关闭正极压力调节阀 22。通过这样,压缩机 21 的旋转速度会尽可能快地下降。如上所述,压缩机的旋转速度越上升,消耗电力越增大而燃烧消耗率越恶化。换言之,压缩机的旋转速度越下降,越抑制消耗电力而燃烧消耗率越提高。在本实施方式中,压缩机 21 的旋转速度尽可能快地下降,因此燃烧消耗率会提高。

[0207] 并且,在本实施方式中,目标压力运算块 B101 与目标压力运算块 B201 的控制逻辑相同。另外,目标温度运算块 B102 与目标温度运算块 B202 的控制逻辑也相同。并且,目标流量运算块 B103 与目标流量运算块 B203 的控制逻辑也相同。而且,通过仅改变对这些控制块输入的信号来降低燃料电池的湿润状态以使其干燥、或者提高燃料电池的湿润状态以使其湿润。通过像这样为相同的控制逻辑而仅改变输入值,能够改变压力、温度、流量的控制优先级来控制燃料电池的湿润状态。

[0208] (第四实施方式)

[0209] 图 15A 和图 15B 将本发明的湿润状态控制装置的第四实施方式中的控制器的控制所涉及的功能表示为框图。

[0210] 根据运转模式不同,有可能不对三通阀 42 进行控制。另外,有可能由于某种故障而无法对三通阀 42 进行控制。在这种时候,目标压力运算块 B101 使用由水温传感器 401 检测出的水温 T_{sens} 来代替最低堆温度 T_{min} 以对目标压力 P_{target} 进行运算。另外,目标流量运算块 B203 使用由水温传感器 401 检测出的水温 T_{sens} 来代替最高堆温度 T_{max} 以对目标压力 P_{target} 进行运算。

[0211] 通过像本实施方式那样,对于不对三通阀 42 进行控制的运转模式、由于某种故障而无法对三通阀 42 进行控制的情况也能够应对。另外,在本实施方式中,也在变更燃料电池的目标湿润状态来使湿润状态下降时,首先为了使目标压力下降而打开正极压力调节阀 22。接着为了使目标流量上升而提高压缩机 21 的旋转速度。通过这样,会尽可能地对压缩

机 21 的旋转速度的上升进行抑制,从而抑制消耗电力而燃烧消耗率提高。另外,在要变更燃料电池的目标湿润状态来使湿润状态上升时,首先,为了使目标流量下降而降低压缩机 21 的旋转速度。接着,为了使目标压力上升而关闭正极压力调节阀 22。由于变成这样,因此压缩机 21 的旋转速度会尽可能快地下降,从而抑制消耗电力而燃烧消耗率提高。

[0212] (第五实施方式)

[0213] 图 16A 和图 16B 将本发明的湿润状态控制装置的第五实施方式中的控制器的控制所涉及的功能表示为框图。

[0214] 根据运转模式不同,有可能不对正极压力调节阀 22 进行控制。另外,有可能由于某种故障而无法对正极压力调节阀 22 进行控制。在这种时候,目标流量运算块 B203 使用由正极压力传感器 202 检测出的压力 P_{sens} 来代替最低正极压力 P_{min} 以求出目标正极流量 Q_{target} 。另外,目标温度运算块 B202 使用由正极压力传感器 202 检测出的压力 P_{sens} 来代替最低正极压力 P_{min} 以求出目标温度 T_{target} 。

[0215] 通过像本实施方式那样,对于不对正极压力调节阀 22 进行控制的运转模式、由于某种故障而无法对正极压力调节阀 22 进行控制的情况也能够应对。另外,在本实施方式中,也在变更燃料电池的目标湿润状态来使湿润状态下降时,首先为了使目标冷却水温上升而对三通阀 42 进行控制。接着为了使目标流量上升而提高压缩机 21 的旋转速度。通过这样,会尽可能地对压缩机 21 的旋转速度的上升进行抑制,从而燃烧消耗率提高。另外,在要变更燃料电池的目标湿润状态来使湿润状态上升时,首先,为了使目标流量下降而降低压缩机 21 的旋转速度。接着,为了使目标冷却水温下降而对三通阀 42 进行控制。由于变成这样,因此压缩机 21 的旋转速度会尽可能快地下降,从而燃烧消耗率提高。

[0216] (第六实施方式)

[0217] 图 17A 和图 17B 将本发明的湿润状态控制装置的第六实施方式中的控制器的控制所涉及的功能表示为框图。

[0218] 根据运转模式不同,有可能不对压缩机 21 进行控制。另外,有可能由于某种故障而无法对压缩机 21 进行控制。在这种时候,目标压力运算块 B101 使用由正极流量传感器 201 检测出的流量 Q_{sens} 来代替最低正极流量 Q_{min} 以求出目标正极压力 P_{target} 。另外,目标温度运算块 B102 使用由正极流量传感器 201 检测出的流量 Q_{sens} 来代替最低正极流量 Q_{min} 以求出目标温度 T_{target} 。

[0219] 通过像本实施方式那样,对于不对压缩机 21 进行控制的运转模式、由于某种故障而无法对压缩机 21 进行控制的情况也能够应对。

[0220] 以上,说明了本发明的实施方式,但是上述实施方式不过是示出了本发明的应用例的一部分,本发明的技术范围并不限定于上述实施方式的具体结构。

[0221] 例如,作为对冷却水温度进行操作的操作量,例示了水泵 43 的旋转速度,但是并不限于此。也可以是三通阀 42 的开度、冷却风扇 410 的旋转速度。

[0222] 另外,在第二实施方式中,也可以与第一实施方式同样地,考虑对冷却水温度进行操作的操作量来运算温度 T_{coolant} 。

[0223] 并且,上述各实施方式除此以外还能够适当地组合。

[0224] 另外,燃料电池的湿润状态既可以是指燃料电池的水收支(例如定义为“水收支=所生成的水-所排出的水”),也可以是指燃料电池的电解质膜的电阻,还可以表示其它燃料

电池的湿润状态。

[0225] 并且,也可以使用燃料电池本身的温度、空气的温度来代替冷却水的温度。

[0226] 并且,另外,在上述各实施方式中,在目标压力运算块B101中,在对目标压力 P_{target} 进行设定时,使用使湿润状态最高时的堆温度(最低堆温度 T_{min})和正极流量(最低正极流量 Q_{min})。在目标温度运算块B102中,在对目标温度 T_{target} 进行设定时,使用使湿润状态最高时的正极流量(最低正极流量 Q_{min})。在目标温度运算块B202中,在对目标温度 T_{target} 进行设定时,使用使湿润状态最低时的正极压力(最低正极压力 P_{min})。在目标流量运算块B203中,在对目标流量 Q_{target} 进行设定时,使用使湿润状态最低时的堆温度(最高堆温度 T_{max})和正极压力(最低正极压力 P_{min})。如果像这样使用界限值(最大值、最小值),则效果最大。然而,也可以使用比最大值小的值、比最小值大的值。这样也可以得到相应的效果。

[0227] 本申请主张基于2011年6月6日向日本专利局申请的特愿2011-126109以及2011年7月28日向日本专利局申请的特愿2011-165322的优先权,通过参照将该申请的全部内容引入本说明书中。

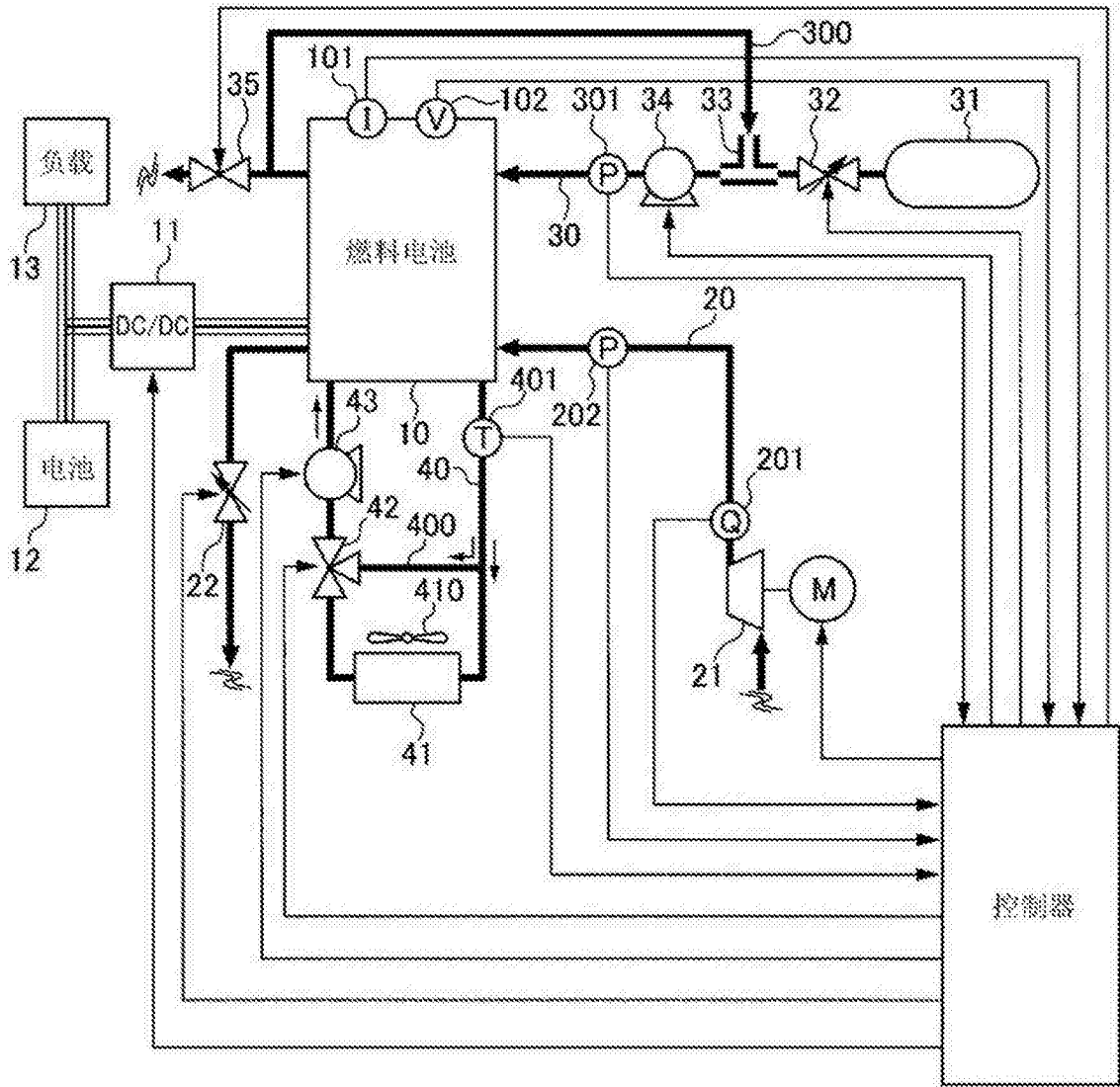


图 1

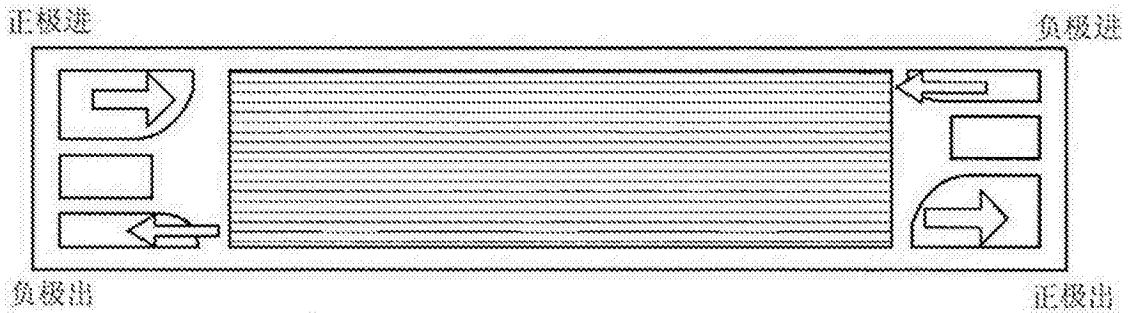


图 2A

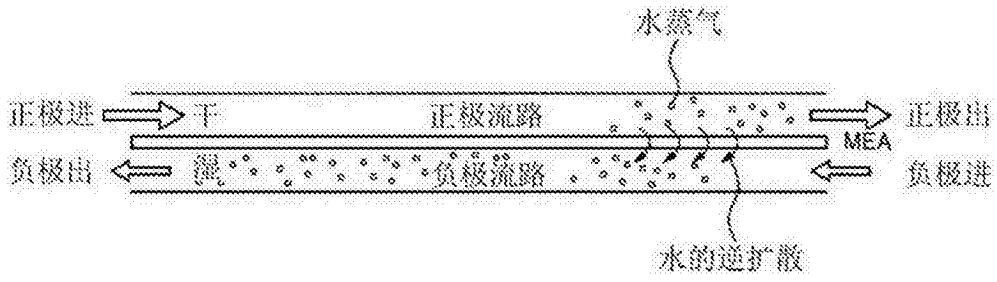


图 2B

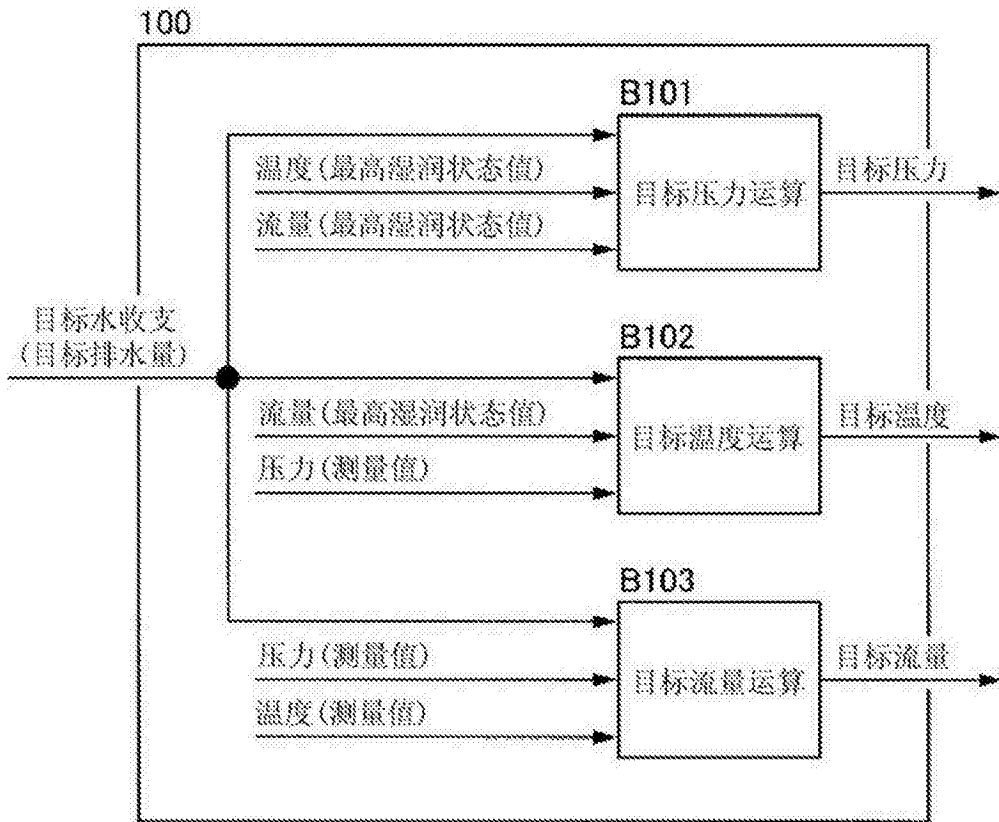


图 3

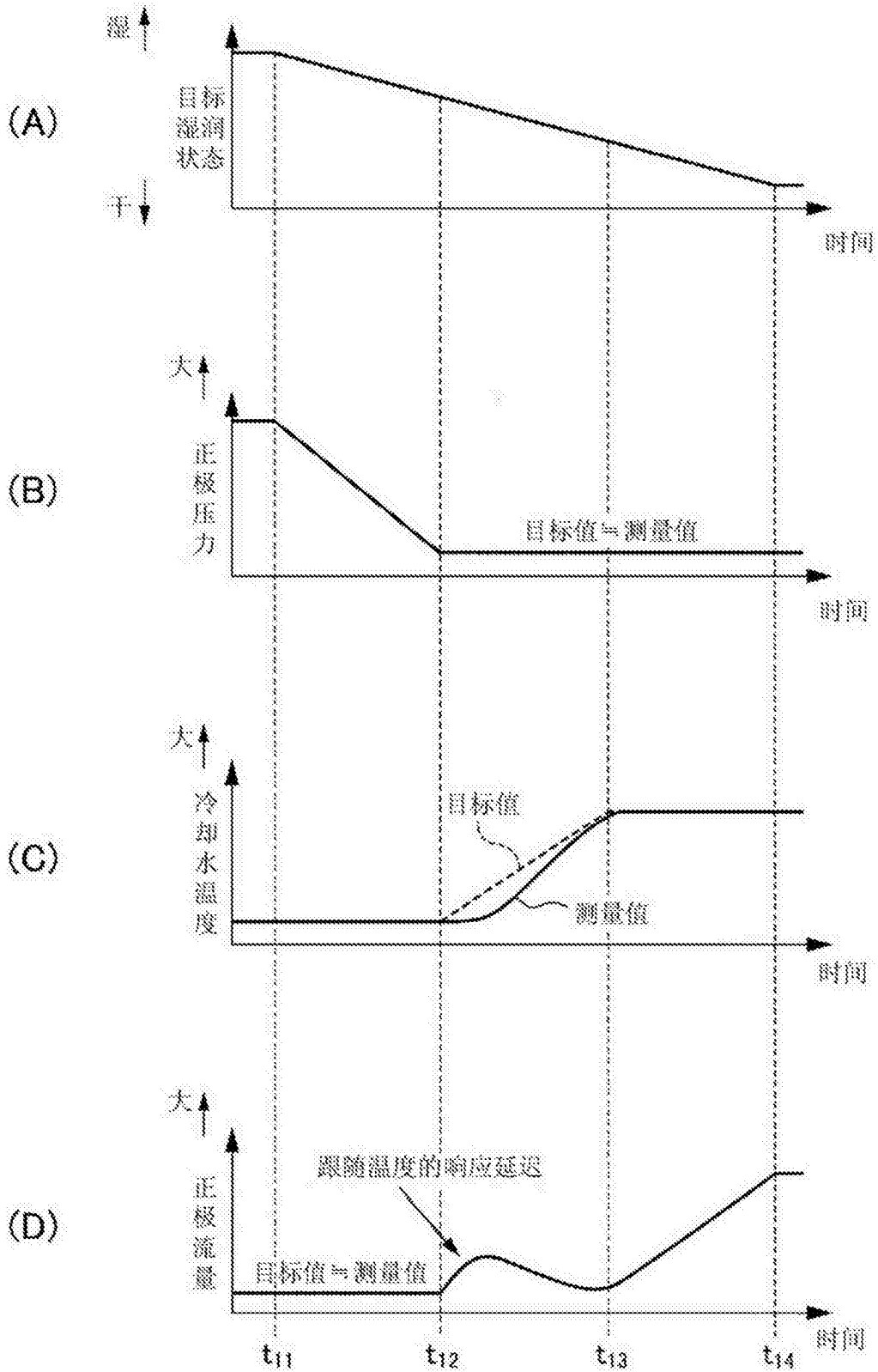


图 4

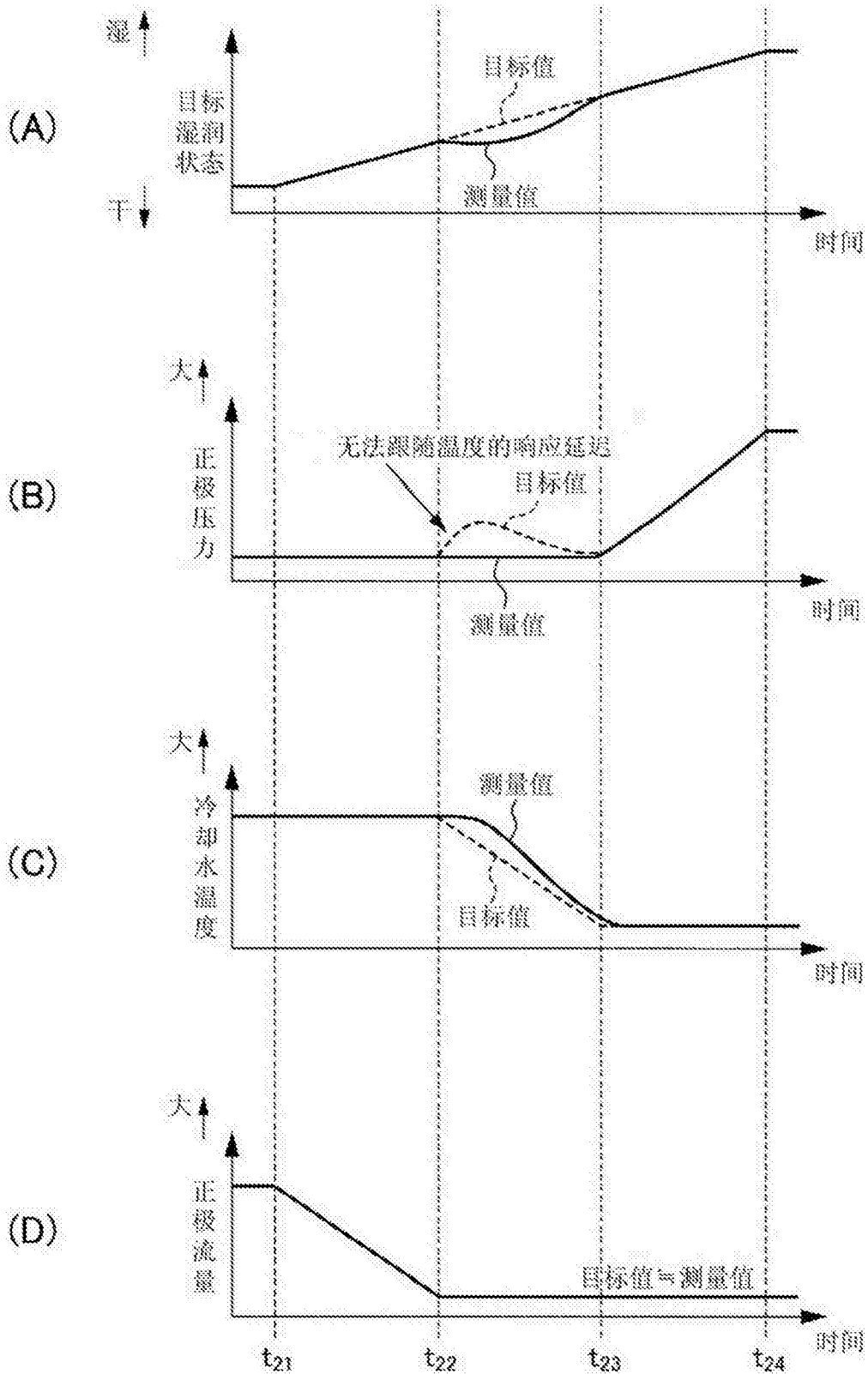


图 5

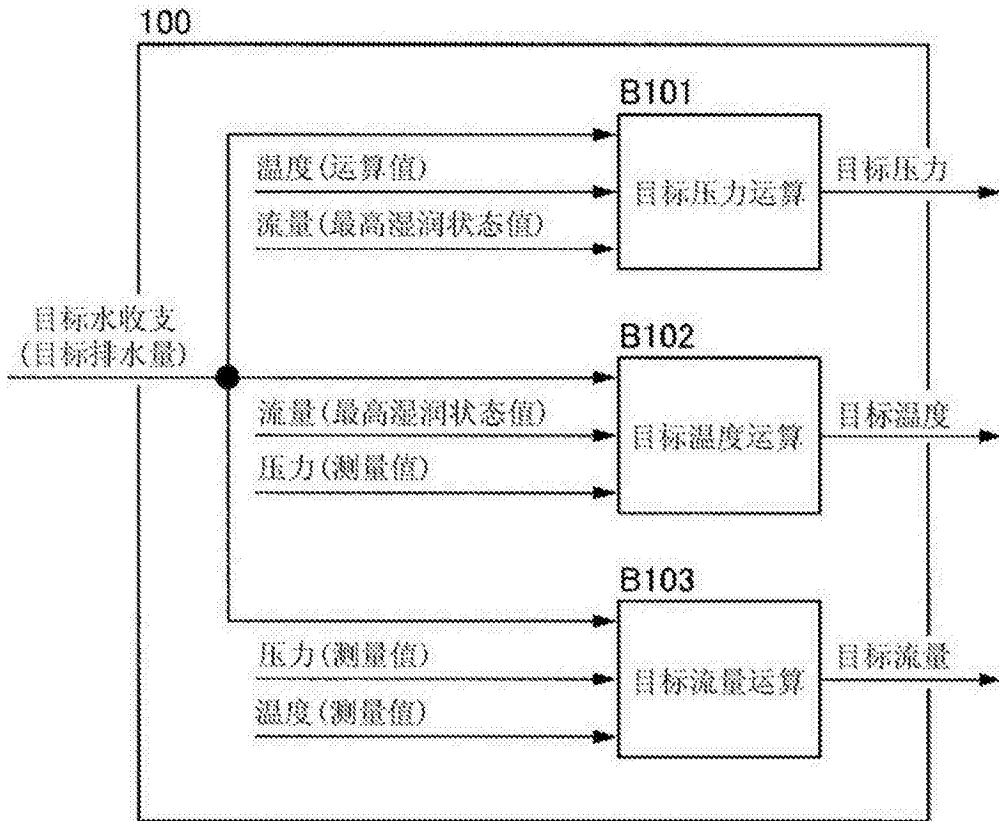


图 6

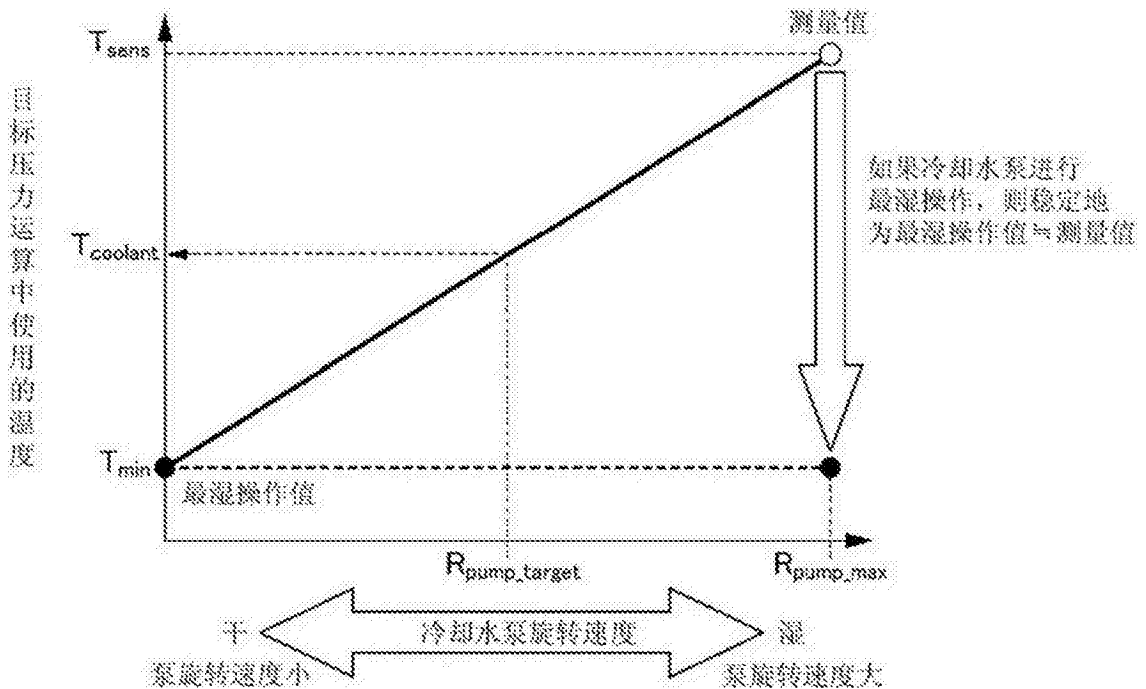


图 7

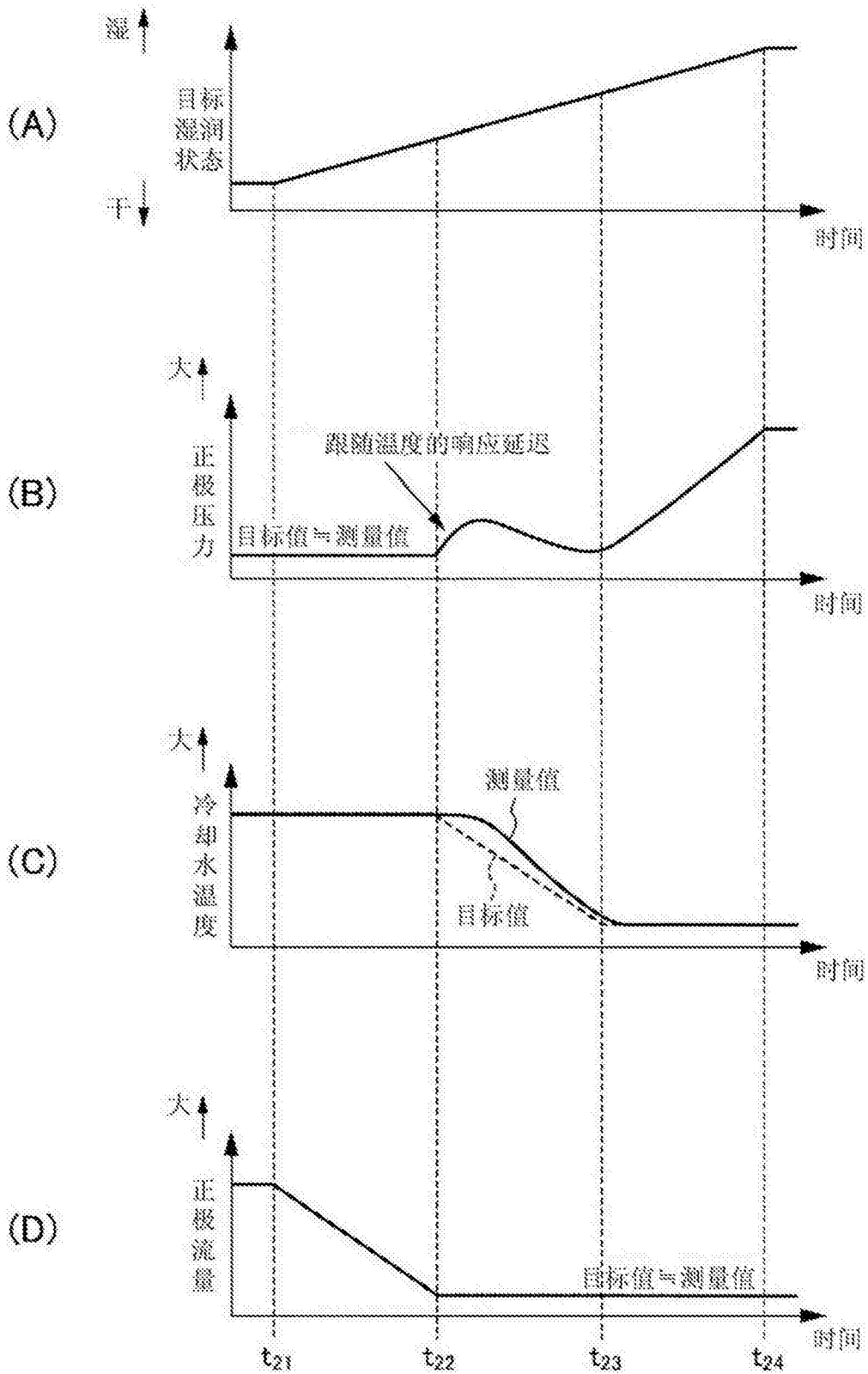


图 8

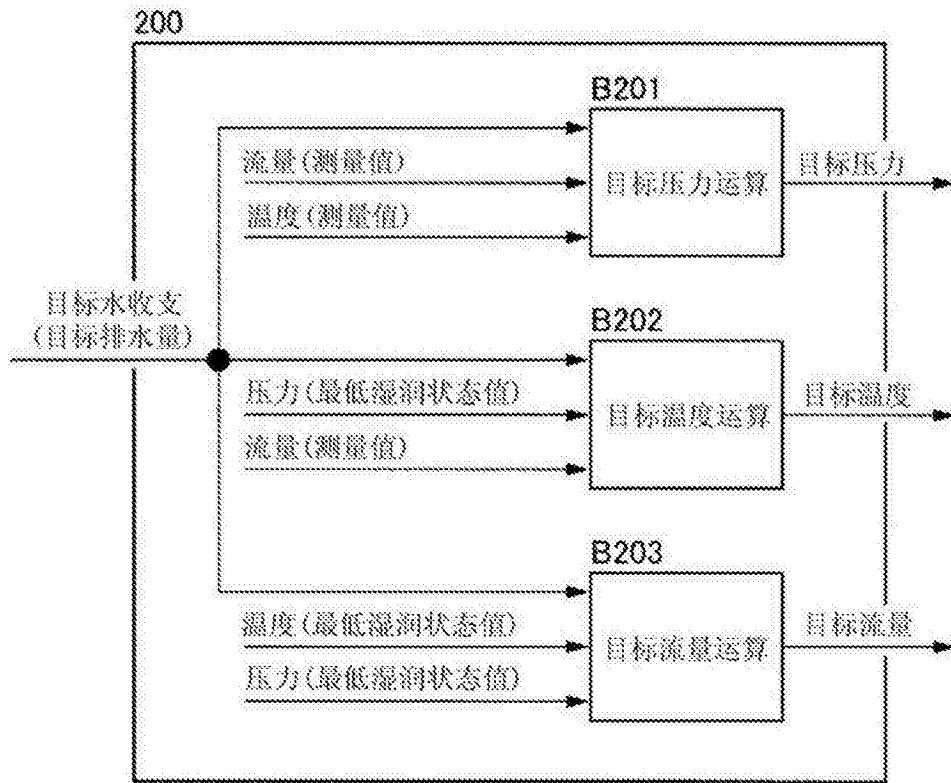


图 9A

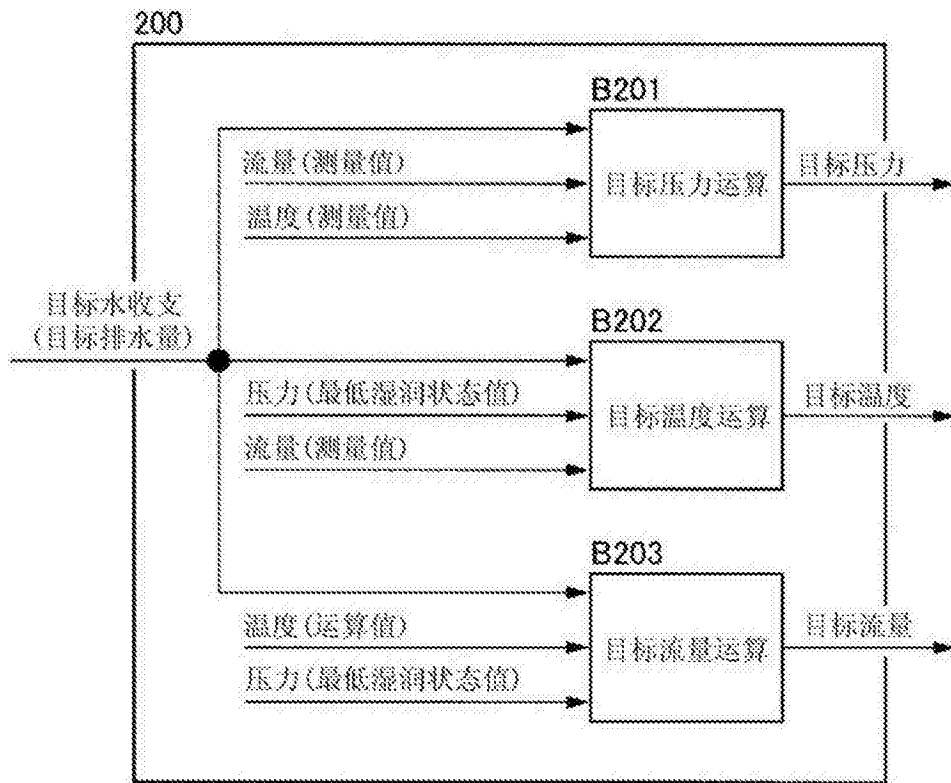


图 9B

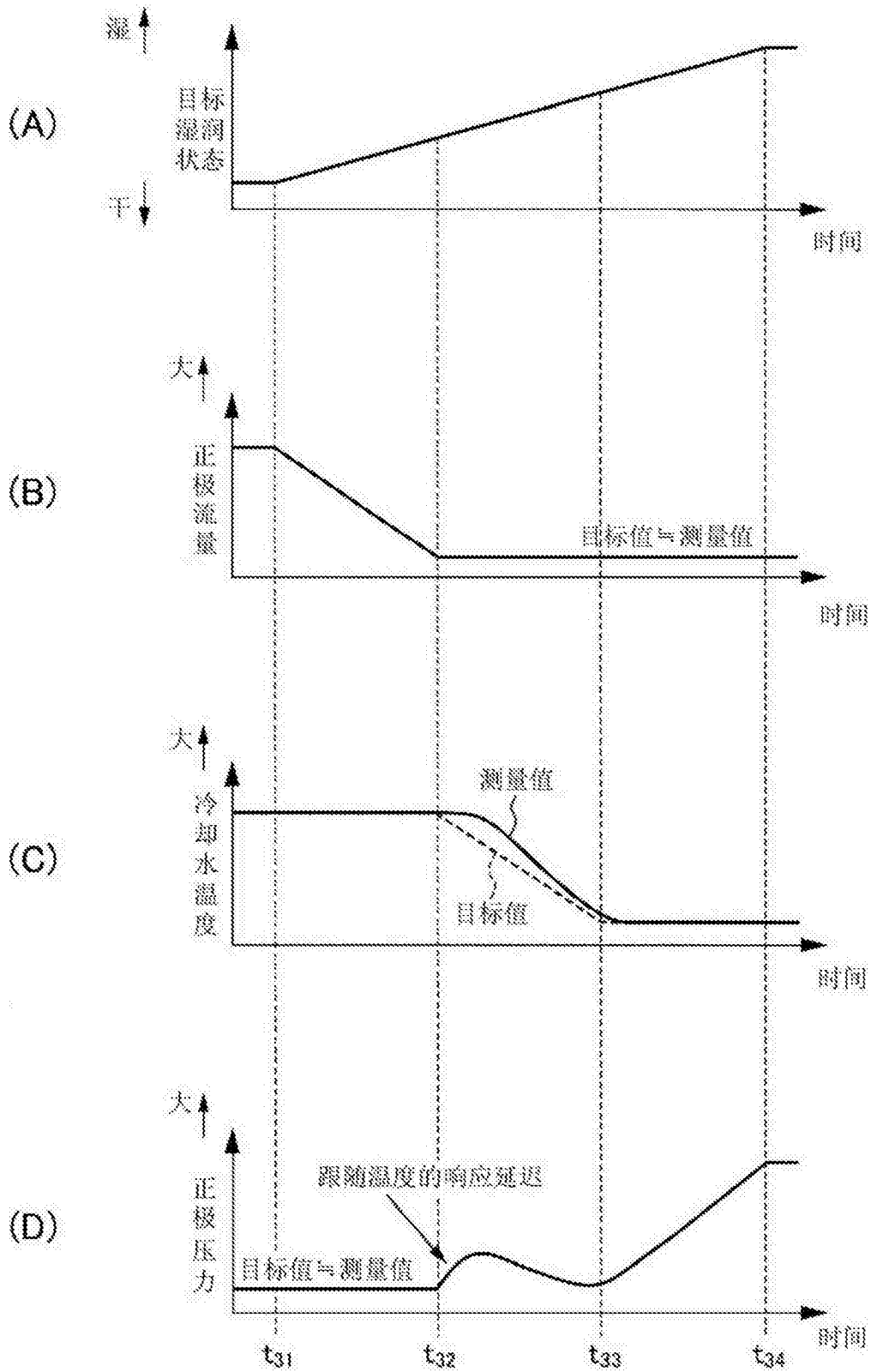


图 10

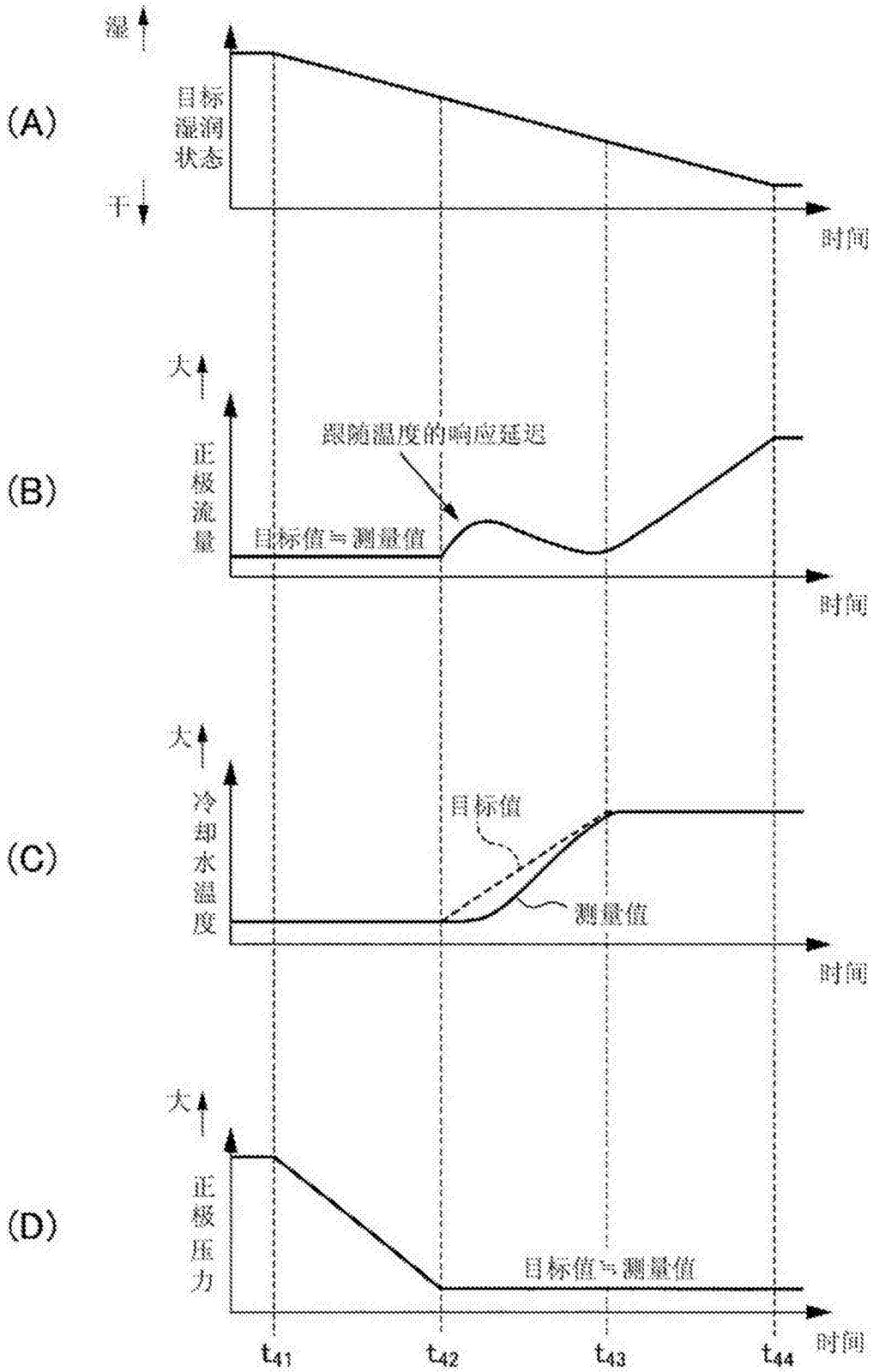


图 11

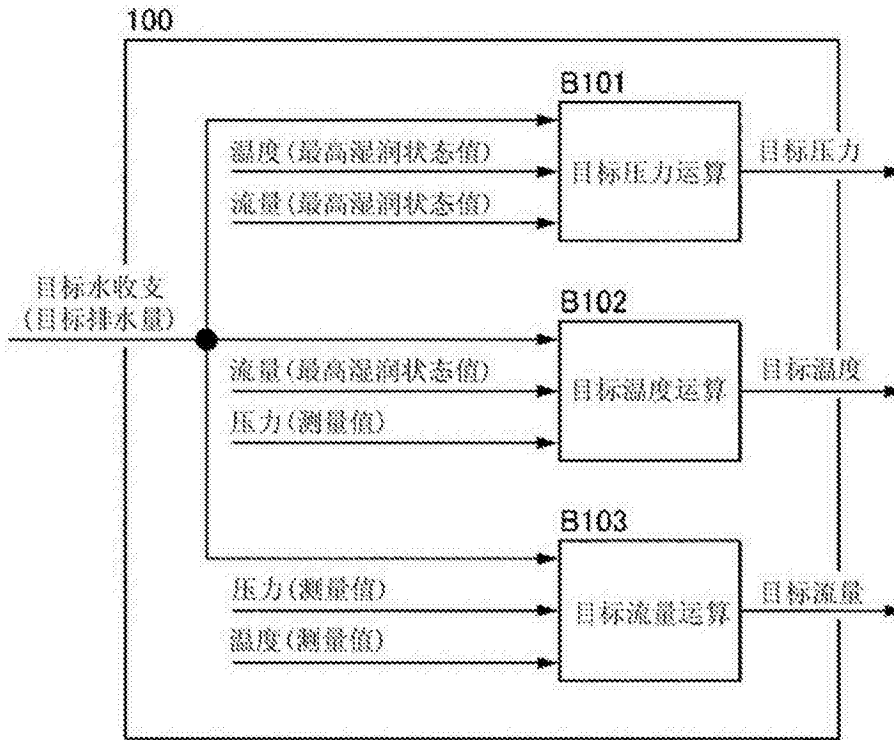


图 12A

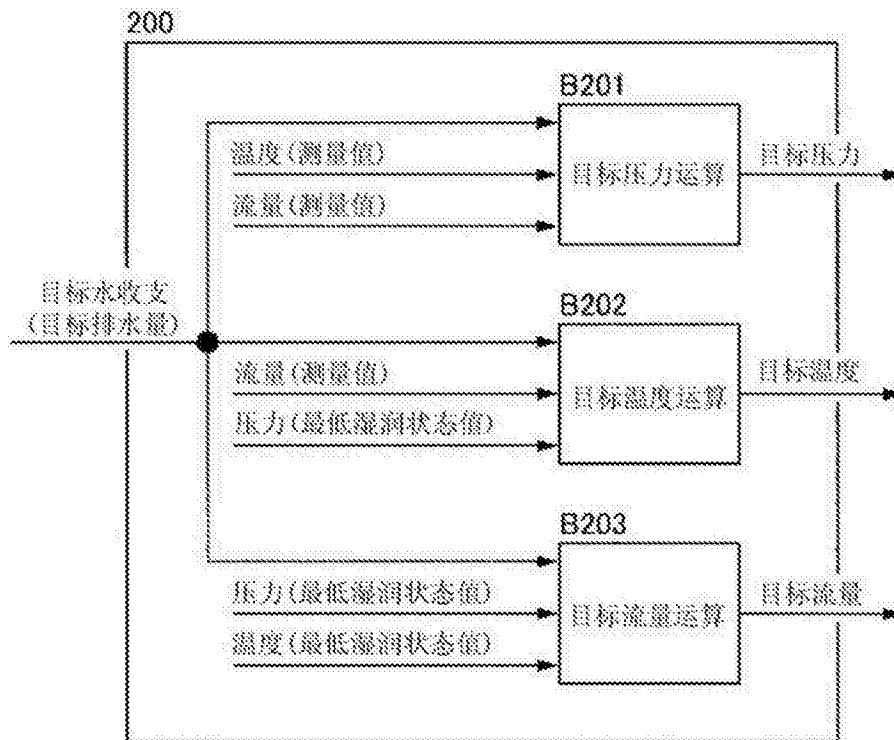


图 12B

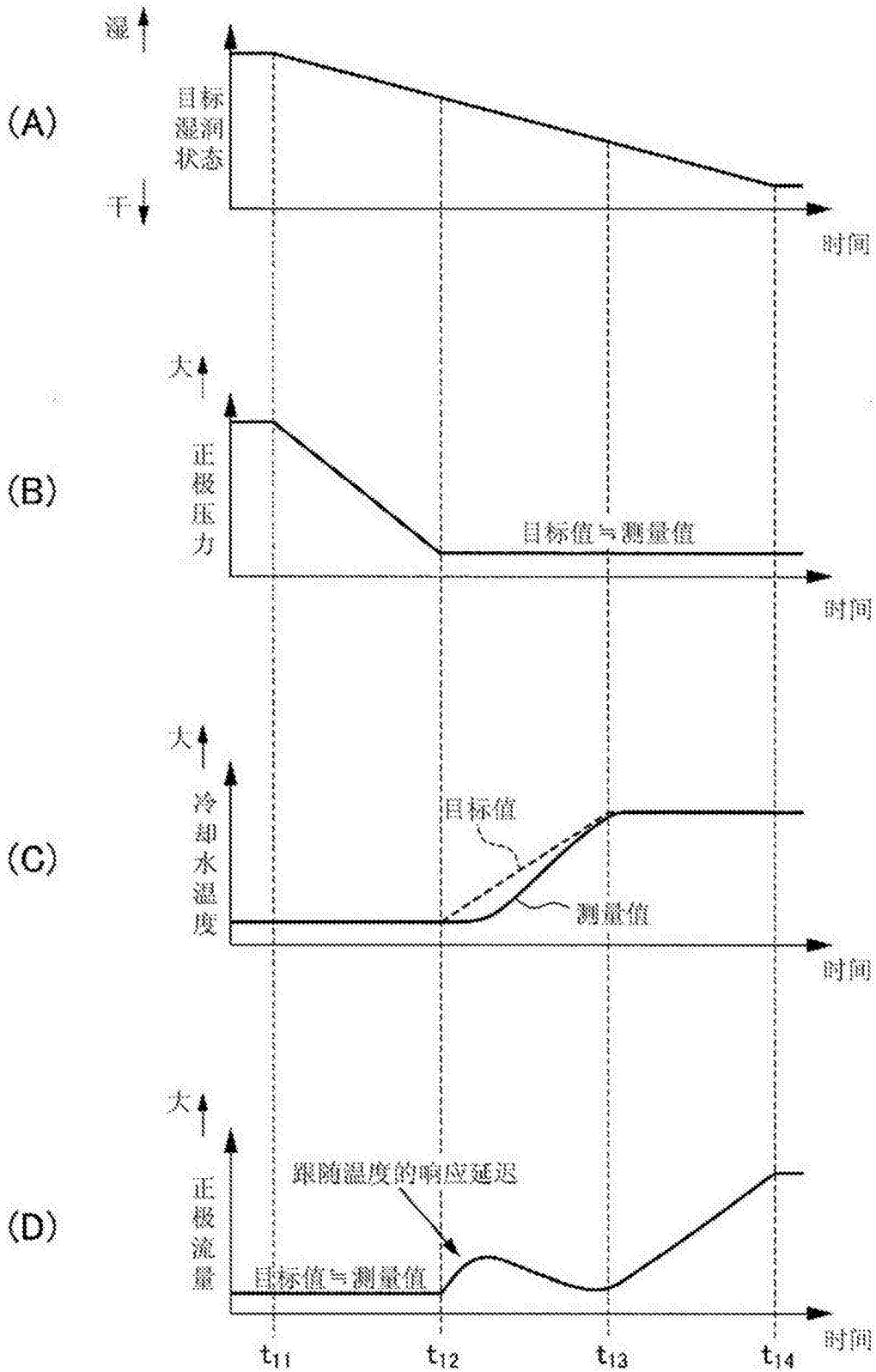


图 13

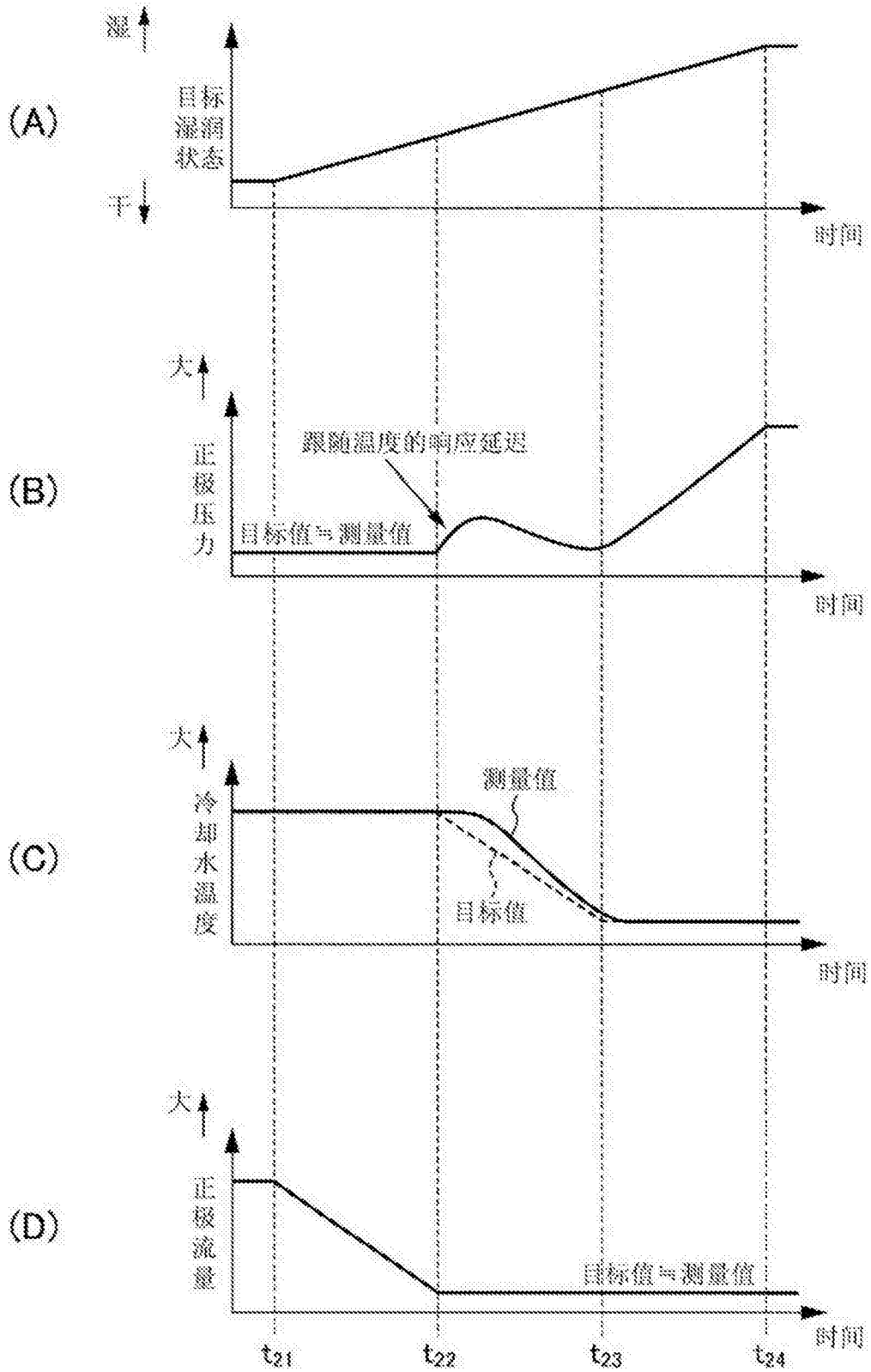


图 14

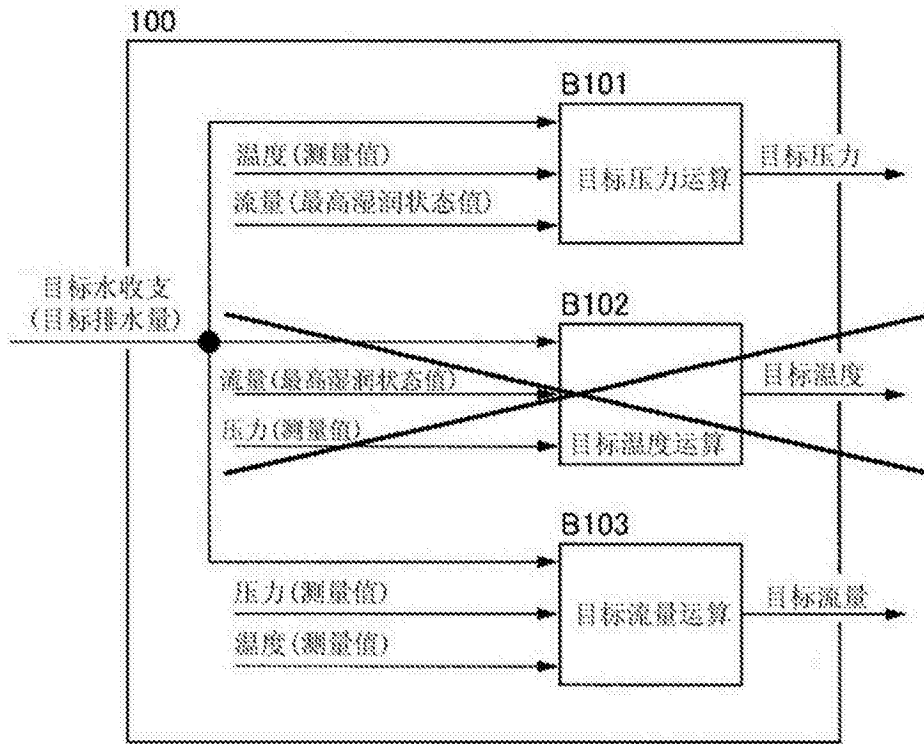


图 15A

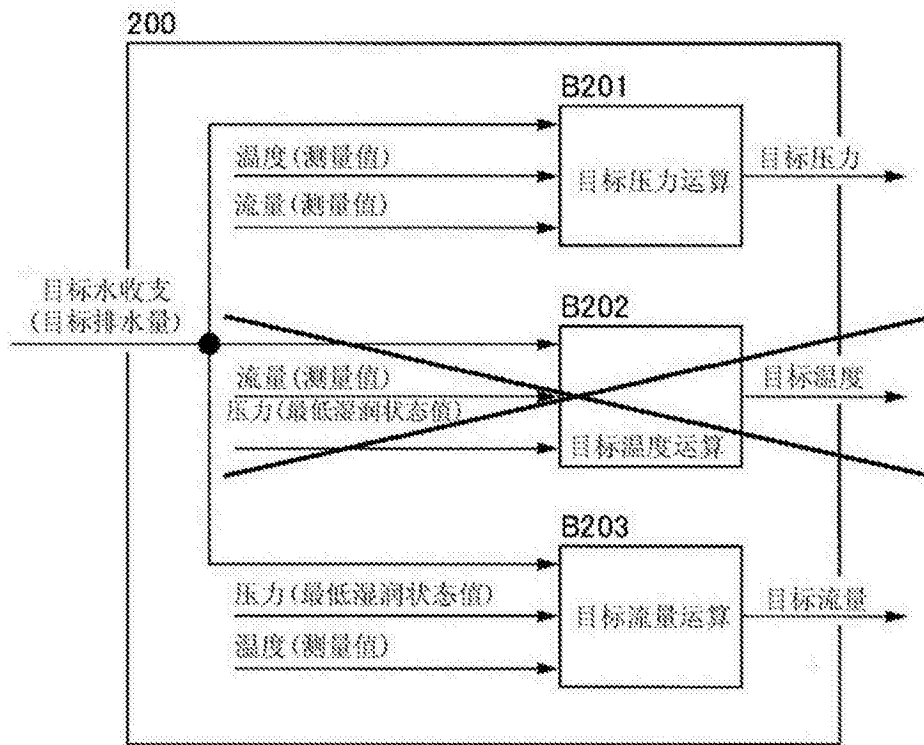


图 15B

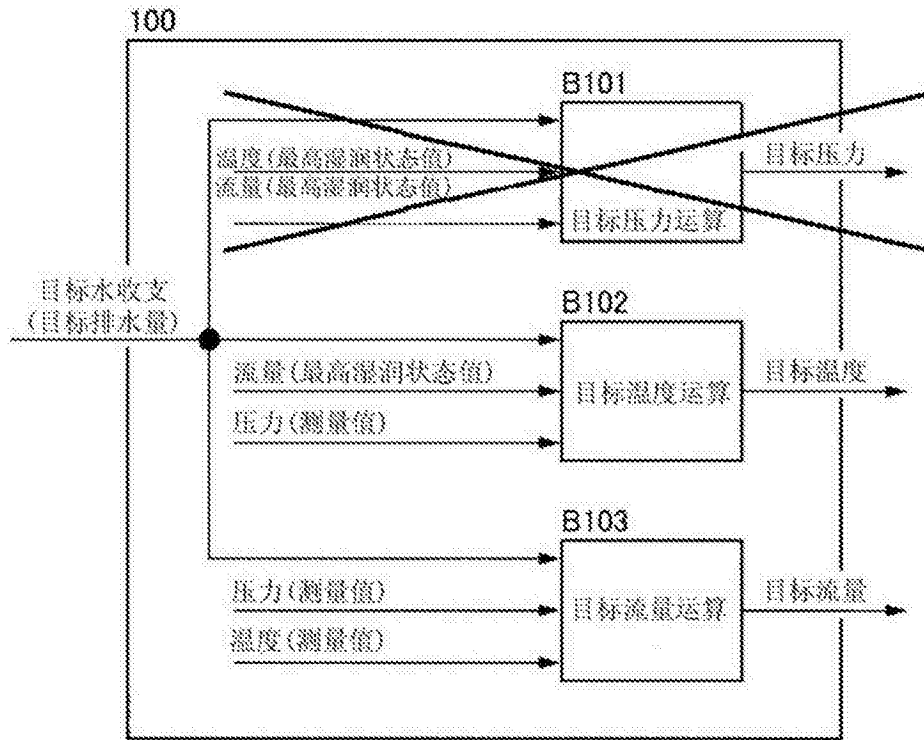


图 16A

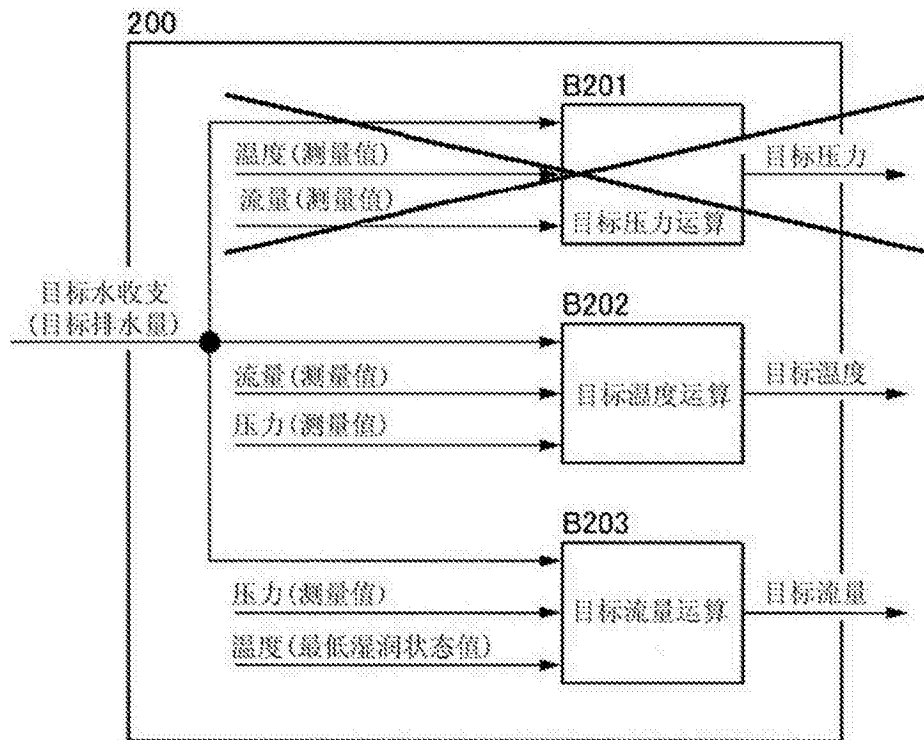


图 16B

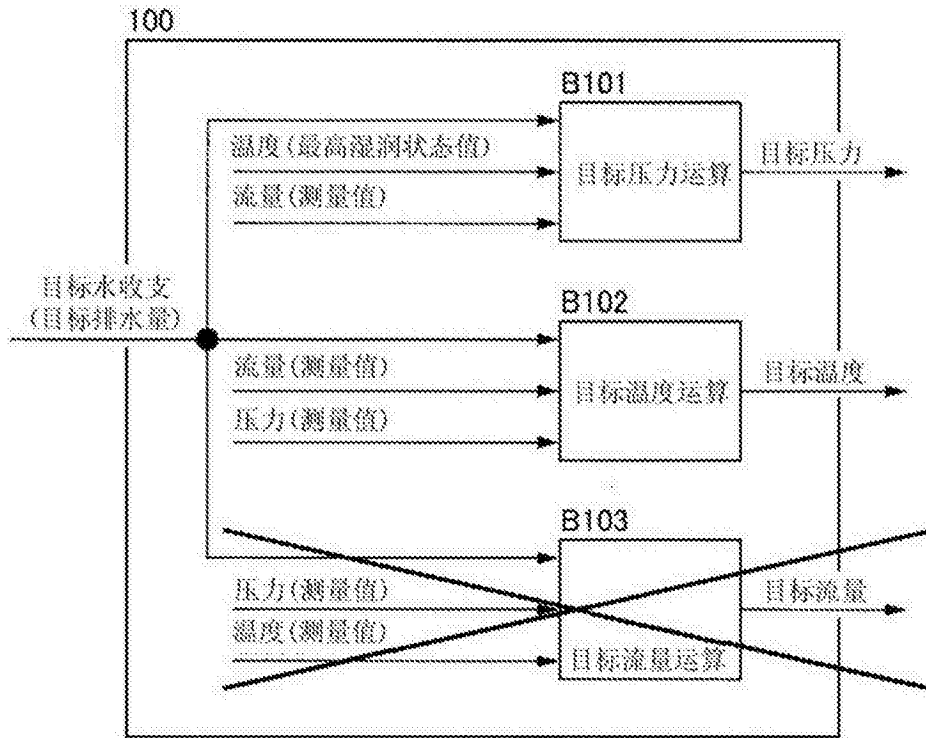


图 17A

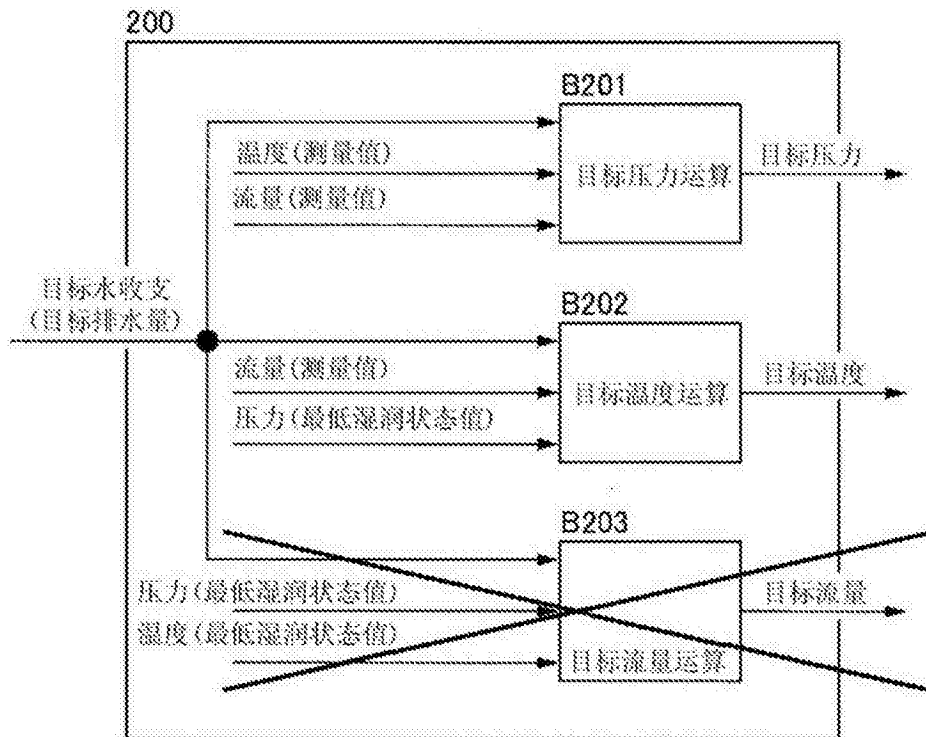


图 17B