



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105723552 B

(45)授权公告日 2018.04.20

(21)申请号 201480062229.6

(72)发明人 池田修久 筑后隼人

(22)申请日 2014.09.25

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

(65)同一申请的已公布的文献号

11105

申请公布号 CN 105723552 A

代理人 胡金珑

(43)申请公布日 2016.06.29

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

H01M 8/04746(2016.01)

2013-236291 2013.11.14 JP

H01M 8/04537(2016.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

H01M 8/0438(2016.01)

2016.05.13

(86)PCT国际申请的申请数据

(56)对比文件

PCT/JP2014/075490 2014.09.25

CN 101897068 A, 2010.11.24,

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/072229 JA 2015.05.21

JP 2009037770 A, 2009.02.19,

CN 1839506 A, 2006.09.27,

(73)专利权人 日产自动车株式会社

审查员 路婷婷

地址 日本神奈川县

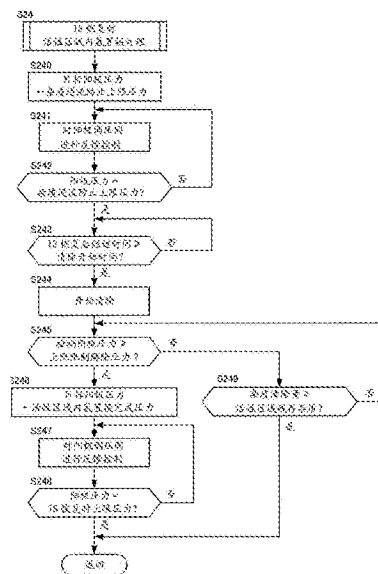
权利要求书2页 说明书17页 附图14页

(54)发明名称

燃料电池系统

(57)摘要

燃料电池系统具备:阴极压力控制部,基于燃料电池堆的负载,控制供应给燃料电池堆的阴极气体的压力;以及阳极压力控制部,将供应给燃料电池堆的阳极气体的压力控制为阴极气体的压力以上,以使与阴极气体的压力的差压成为规定差压以下。阳极压力控制部在从怠速停止的恢复时,将供应给燃料电池堆的阳极气体的压力控制为对相当于大气压的规定压加上规定差压后的恢复时压力。



1. 一种燃料电池系统,具有能够在低负载时将基于燃料电池的发电暂时停止,通过二次电池的电力来运转燃料电池系统的怠速停止功能,

所述燃料电池系统具备:

阴极压力控制部,基于所述燃料电池的负载,控制供应给所述燃料电池的阴极气体的压力;以及

阳极压力控制部,将供应给所述燃料电池的阳极气体的压力控制为阴极气体的压力以上,以使与阴极气体的压力的差压成为规定差压以下,

所述阳极压力控制部在从怠速停止的恢复时,将供应给所述燃料电池的阳极气体的压力,控制为对相当于大气压的规定压加上所述规定差压后的恢复时压力。

2. 如权利要求1所述的燃料电池系统,

所述阳极压力控制部在阴极气体的压力上升至规定的解除压力时,将已控制为所述恢复时压力的阳极气体的压力升压至规定的置换压力,其中,所述规定的置换压力是能够将在所述燃料电池内残存的杂质从该燃料电池内排出且通过阳极气体进行置换的压力。

3. 如权利要求2所述的燃料电池系统,

所述燃料电池系统具备:

缓冲部,储存包含从所述燃料电池排出的所述杂质的阳极废气;

清除阀,用于将在所述缓冲部中储存的阳极废气清除至所述燃料电池系统的外部;以及

清除控制部,在从怠速停止恢复之后将所述清除阀打开而实施清除,

所述阳极压力控制部在将阳极气体的压力升压至所述置换压力之后,与所述清除的实施一起使阳极气体的压力进行脉动,从而将从所述燃料电池内排出而流入到缓冲部的杂质,清除到所述燃料电池系统的外部。

4. 如权利要求3所述的燃料电池系统,

所述阳极压力控制部在将阳极气体的压力控制为所述恢复时压力的情况下,即使在通过所述清除的实施而将在所述燃料电池内残存的杂质从该燃料电池内排出时,也与所述清除的实施一起使阳极气体的压力进行脉动,从而将从所述燃料电池内排出而流入到缓冲部的杂质,清除到所述燃料电池系统的外部。

5. 如权利要求2~权利要求4的任一项所述的燃料电池系统,

所述阳极压力控制部在所述燃料电池系统的启动时,允许与阴极气体的压力的差压变得比规定差压更大的情况,将供应给所述燃料电池的阳极气体的压力升压至所述置换压力以上。

6. 如权利要求2~权利要求4的任一项所述的燃料电池系统,

所述解除压力是从所述置换压力减去所述规定差压的压力。

7. 如权利要求1~权利要求4的任一项所述的燃料电池系统,

所述规定差压是为了确保所述燃料电池的电解质膜的耐久性能允许的燃料电池内的阳极侧与阴极侧的差压的最大值。

8. 一种燃料电池系统,具有能够将在低负载时基于燃料电池的发电暂时停止,通过二次电池的电力来运转燃料电池系统的怠速停止功能,所述燃料电池系统具备:

阴极压力控制部,基于所述燃料电池的负载,控制供应给所述燃料电池的阴极气体的

压力;以及

阳极压力控制部,将供应给所述燃料电池的阳极气体的压力控制为阴极气体的压力以上,以使与阴极气体的压力的差压成为规定差压以下,

所述阳极压力控制部在从怠速停止的恢复时,将供应给所述燃料电池的阳极气体的压力,控制为对相当于大气压的规定压加上所述规定差压后的恢复时压力以下,并且,禁止阳极气体的压力的减压或者限制减压幅度。

9.一种燃料电池系统,具有能够在低负载时将基于燃料电池的发电暂时停止,通过二次电池的电力来运转燃料电池系统的怠速停止功能,

在从怠速停止的恢复时,将供应给所述燃料电池的阳极气体的压力,控制为以相当于大气压的规定压为基准而实现所述燃料电池的电解质膜保护的壓力。

燃料电池系统

技术领域

[0001] 本发明涉及燃料电池系统。

背景技术

[0002] 在JP2012-134166A中,作为以往的燃料电池系统,公开了具备怠速停止(idle-stop)功能的系统,其中,所述怠速停止功能是指在低负载时等将燃料电池的发电暂时停止,通过2次电池的电力来运转燃料电池系统。

发明内容

[0003] 在基于燃料电池的发电中,为了抑制电解质膜的机械强度的降低,根据燃料电池的负载来控制供应给各自的电极的各反应气体的压力,以使燃料电池内的阳极侧与阴极侧的差压(以下称作“膜间差压”)不会成为规定的允许膜间差压以上。

[0004] 在此,在燃料电池系统的启动时或从怠速停止的恢复时(以下也称作“IS恢复时”)等,在基于燃料电池的发电的开始时,一般来说成为在燃料电池内的阳极气体流道中混入了作为杂质的空气的状态。因此,在基于燃料电池的发电的开始时,需要将该阳极气体流道内的空气从燃料电池的活性区域(发电区域)中排出。

[0005] 因此,在启动时,允许膜间差压成为允许膜间差压以上,将阳极气体的供应压控制为例如最大压力而尽可能提高。由此,能够将阳极气体流道内的空气迅速从活性区域全部排出,并且通过阳极气体进行置换。

[0006] 另一方面,在IS恢复时也允许膜间差压成为允许膜间差压以上,则IS恢复与启动相比频度高,因此,担忧电解质膜的机械强度的降低,存在变得不能确保所要求的燃料电池的耐久性能的顾虑。

[0007] 因此,在IS恢复时,考虑例如以根据燃料电池的负载而变动的阴极气体的压力为基准,在膜间差压不超过允许膜间差压的范围内尽可能提高阳极气体的供应压。

[0008] 然而,若这样的话,IS恢复时的阳极气体的供应压基本上变得比启动时更低,因此,存在不能将阳极气体流道内的空气完全地由阳极气体进行置换的情况。

[0009] 在该情况下,关于残留在阳极气体流道内的空气,需要通过阳极废气进行清除而逐渐向阳极气体排出通路进行排出,但是,若在清除中燃料电池的负载降低而阴极气体的供应压降低并且阳极气体的供应压降低,则存在已排出到阳极气体排出通路的空气再次逆流来到活性区域内的顾虑。

[0010] 如此,在阳极气体流道内空气残留的状态下,若暂时排出的空气再次逆流到活性区域,则特别是在活性区域的下游促进饥饿(Starvation)的发生。

[0011] 本发明着眼于这样的问题而完成,其目的在于提供一种燃料电池系统,能够在IS恢复时,抑制电解质膜的机械强度的降低,并且抑制饥饿的发生。

[0012] 根据本发明的某个方式,提供具有能够将基于燃料电池的发电暂时停止的怠速停止功能的燃料电池系统。该燃料电池系统具备:阴极压力控制部,基于燃料电池的负载,控

制供应给燃料电池的阴极气体的压力;以及阳极压力控制部,将供应给燃料电池的阳极气体的压力控制为阴极气体的压力以上,以使与阴极气体的压力的差压成为规定差压以下。然后,阳极压力控制部在从怠速停止的恢复时,将供应给燃料电池的阳极气体的压力,控制为对相当于大气压的规定压加上所述规定差压后的恢复时压力。

附图说明

- [0013] 图1是说明本发明的一实施方式的燃料电池的结构的图。
- [0014] 图2是图1的燃料电池的II-II截面图。
- [0015] 图3是本发明的一实施方式的燃料电池系统的概略图。
- [0016] 图4是说明本发明的一实施方式的阳极压力控制的流程图。
- [0017] 图5是说明通常脉动运行的内容的方框图。
- [0018] 图6是表示氢分压下限值运算部的详细结构的方框图。
- [0019] 图7是表示脉动控制部的详细结构的流程图。
- [0020] 图8是说明氢置换促进处理的流程图。
- [0021] 图9是说明启动时活性区域内氢置换促进处理的内容的流程图。
- [0022] 图10是说明启动时缓冲罐内氢置换促进处理的内容的流程图。
- [0023] 图11是说明启动时脉动运行的内容的方框图。
- [0024] 图12是说明IS恢复时活性区域内氢置换促进处理的内容的流程图。
- [0025] 图13是说明IS恢复时缓冲罐内氢置换处理的流程图。
- [0026] 图14是说明IS恢复时脉动运行的内容的方框图。
- [0027] 图15是说明本发明的一实施方式的阳极压力控制的动作的时序图。

具体实施方式

- [0028] 以下,参照附图,说明本发明的一实施方式。
- [0029] 燃料电池通过阳极电极(燃料极)和阴极电极(氧化剂极)夹持电解质膜,对阳极电极供应含有氢的阳极气体(燃料气体),对阴极电极供应含有氧的阴极气体(氧化剂气体),从而进行发电。在阳极电极以及阴极电极这两个电极进行的电极反应如下。
- [0030] 阳极电极: $2\text{H}_2 \rightarrow 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \cdots (1)$
- [0031] 阴极电极: $4\text{H}^+ + 4\text{e}^- + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} \cdots (2)$
- [0032] 通过该(1)(2)的电极反应,燃料电池产生1伏特左右的电动势。
- [0033] 图1以及图2是说明本发明的一实施方式的燃料电池10的结构的图。图1是燃料电池10的概略立体图。图2是图1的燃料电池10的II-II截面图。
- [0034] 燃料电池10构成为在MEA11的表里两面上配置阳极隔离膜(separator)12和阴极隔离膜13。
- [0035] MEA11具备电解质膜111、阳极电极112、以及阴极电极113。MEA11在电解质膜111的一个面上具有阳极电极112,在另一个面上具有阴极电极113。在以下的说明中,将在MEA11之中,供应阳极气体以及阴极气体,发生上述的电极反应的区域,根据需要而称作“活性区域”。
- [0036] 电解质膜111是由氟系树脂形成的质子导电性的离子交换膜。电解质膜111在湿润

状态下表现良好的导电性。

[0037] 阳极电极112具备催化剂层112a和气体扩散层112b。触媒层112a与电解质膜111接触。触媒层112a由铂金或者携带了铂金等的炭黑粒子而形成。气体扩散层112b被设置在触媒层112a的外侧(电解质膜111的相反侧),且与阳极隔离膜12接触。气体扩散层112b由具有充分的气体扩散性以及导电性的构件而形成,例如,由通过碳纤维组成的线织成的碳布而形成。

[0038] 阴极电极113也与阳极电极112同样地,具备触媒层113a和气体扩散层113b。

[0039] 阳极隔离膜12与气体扩散层112b接触。阳极隔离膜12具有用于对阳极电极112供应阳极气体的多个沟状的阳极气体流道121。

[0040] 阴极隔离膜13与气体扩散层113b接触。阴极隔离膜13具有用于对阴极电极113供应阴极气体的多个沟状的阴极气体流道131。

[0041] 流过阳极气体流道121的阳极气体和流过阴极气体流道131的阴极气体相互平行地向反方向流动。也可以设为相互平行地向同一方向流动。

[0042] 在将这样的燃料电池10作为汽车用动力源而使用的情况下,由于所要求的电力大,因此,作为将几百片的燃料电池10进行了层叠的燃料电池堆(stack)1而使用。然后,构成对燃料电池堆1供应阳极气体以及阴极气体的燃料电池系统100,并取出车辆驱动用的电力。

[0043] 图3是本发明的一实施方式的燃料电池系统100的概略图。

[0044] 燃料电池系统100具备燃料电池堆1、阴极气体供排装置2、阳极气体供排装置3、堆冷却装置4、电力系统5、控制器6。

[0045] 燃料电池堆1将多片燃料电池10进行了层叠,并且接受阳极气体以及阴极气体的供应,对车辆的驱动所需的电力进行发电。燃料电池堆1作为用于取出电力的端子,其具备阳极电极侧输出端子1a和阴极电极侧输出端子1b。

[0046] 阴极气体供排装置2具备阴极气体供应通路21、阴极气体排出通路22、过滤器23、空气流量传感器24、阴极压缩机25、阴极压力传感器26、水分回收装置(水回收装置(Water Recovery Device);以下称作“WRD”。)27、阴极调压阀28。阴极气体供排装置2对燃料电池堆1供应阴极气体,并且将从燃料电池堆1排出的阴极废气排出至外部空气。

[0047] 阴极气体供应通路21是对燃料电池堆1供应的阴极气体所流动的通路。阴极气体供应通路21的一端连接到过滤器23,且另一端连接到燃料电池堆1的阴极气体入口孔。

[0048] 阴极气体排出通路22是从燃料电池堆1排出的阴极废气所流动的通路。阴极气体排出通路22的一端连接到燃料电池堆1的阴极气体出口孔,且另一端成为开口端。阴极废气是阴极气体与由电极反应产生的水蒸气的混合气体。

[0049] 过滤器23对要取入到阴极气体供应通路21的阴极气体中的异物进行去除。

[0050] 空气流量传感器24被设置在与阴极压缩机25相比更上游的阴极气体供应通路21中。空气流量传感器24对被供应给阴极压缩机25且最终被供应给燃料电池堆1的阴极气体的流量进行检测。

[0051] 阴极压缩机25被设置在阴极气体供应通路21中。阴极压缩机25经由过滤器23而将作为阴极气体的空气(外部空气)取入到阴极气体供应通路21中,供应给燃料电池堆1。

[0052] 阴极压力传感器26被设置在阴极压缩机25与WRD27之间的阴极气体供应通路21

中。阴极压力传感器26对WRD27的阴极气体入口部附近的阴极气体的压力(以下称作“阴极压力”)进行检测。以下,将该阴极压力传感器26的检测值,称作检测阴极压力。在本实施方式中,将该检测阴极压力,代用为面向活性区域的阴极气体流道131内的压力。

[0053] WRD27被连接到阴极气体供应通路21以及阴极气体排出通路22的各自,对在阴极气体排出通路22中流动的阴极废气中的水分进行回收,通过该回收的水分对在阴极气体供应通路21中流动的阴极气体进行加湿。

[0054] 阴极调压阀28被设置在与WRD27相比更下游的阴极气体排出通路22中。阴极调压阀28通过控制器6被进行开闭控制,将被供应给燃料电池堆1的阴极气体的压力调节为期望的压力。另外,也可以设为不设置阴极调压阀28,而是设置节流孔(orifice)等的节流器。

[0055] 阳极气体供排装置3对燃料电池堆1供应阳极气体,并且,将从燃料电池堆1排出的阳极废气排出到阴极气体排出通路22。阳极气体供排装置3具备高压罐31、阳极气体供应通路32、阳极调压阀33、阳极压力传感器34、阳极气体排出通路35、缓冲罐36、清除通路37、清除阀38。

[0056] 高压罐31将供应给燃料电池堆1的阳极气体保持在高压状态而进行储藏。

[0057] 阳极气体供应通路32是用于将从高压罐31排出的阳极气体供应给燃料电池堆1的通路。阳极气体供应通路32的一端被连接到高压罐31,另一端被连接到燃料电池堆1的阳极气体入口孔。

[0058] 阳极调压阀33被设置在阳极气体供应通路32中。阳极调压阀33通过控制器6被进行开闭控制,将被供应给燃料电池堆1的阳极气体的压力调节为期望的压力。

[0059] 阳极压力传感器34被设置在与阳极调压阀33相比更下游的阳极气体供应通路32中,对被供应给燃料电池堆1的阳极气体的压力(以下称作“阳极压力”)进行检测。以下,将该阳极压力传感器34的检测值称作“检测阳极压力”。在本实施方式中,将该检测阳极压力,代用为面向活性区域的阳极气体流道121内的压力。

[0060] 阳极气体排出通路35的一端被连接到燃料电池堆1的阳极气体出口孔,另一端被连接到缓冲罐36。在阳极气体排出通路35中排出在电极反应中未使用的剩余的阳极气体与从阴极电极侧向阳极电极侧透过来的氮或水分(生成水或水蒸气)等的杂质的混合气体(以下称作“阳极废气”)。

[0061] 缓冲罐36暂时储存在阳极气体排出通路35中流动来的阳极废气。在缓冲罐36中保存的阳极废气在清除阀38被打开时,通过清除通路37而被排出到阴极气体排出通路22。

[0062] 清除通路37的一端被连接到阳极气体排出通路35,且另一端被连接到阴极气体排出通路22。

[0063] 清除阀38被设置在清除通路37中。清除阀38通过控制器6被进行开闭控制,对从阳极气体排出通路35向阴极气体排出通路22排出的阳极废气的流量(以下称作“清除流量”)进行控制。在以下的说明中,根据需要,将打开清除阀38向阴极气体排出通路22排出阳极废气的情况称作“清除”。

[0064] 经由阳极气体排出通路35被排出到阴极气体排出通路22的阳极废气在阴极气体排出通路22内与阴极废气混合,并被排出至燃料电池系统100的外部。在阳极废气中包含有在电极反应中未使用的剩余的氢,因此,通过使其与阴极废气混合而排出至燃料电池系统100的外部,从而使得该排出气体中的氢浓度成为预先决定的规定浓度以下。

[0065] 堆冷却装置4是对燃料电池堆1进行冷却,且将燃料电池堆1保持在适合于发电的温度的装置。堆冷却装置4具备冷却水循环通路41、散热器42、旁路(Bypass)通路43、三通阀44、循环泵45、PTC加热器46、入口水温传感器47、出口水温传感器48。

[0066] 冷却水循环通路41是用于对燃料电池堆1进行冷却的冷却水所循环的通路,一端被连接到燃料电池堆1的冷却水入口孔,另一端被连接到燃料电池堆1的冷却水出口孔。

[0067] 散热器42被设置在冷却水循环通路41中。散热器42对从燃料电池堆1排出的冷却水进行冷却。

[0068] 旁路通路43的一端被连接到冷却水循环通路41,且另一端被连接到三通阀44,以便能够绕开散热器42而使冷却水进行循环。

[0069] 三通阀44被设置在与散热器42相比更下游侧的冷却水循环通路41中。三通阀44根据冷却水的温度,对冷却水的循环路径进行切换。具体而言,在冷却水的温度比规定温度高时,对冷却水的循环路径进行切换,以使从燃料电池堆1排出的冷却水经由散热器42再次被供应给燃料电池堆1。相反地,在冷却水的温度比规定温度低时,对冷却水的循环路径进行切换,以使从燃料电池堆1排出的冷却水不经由散热器42而是在旁路通路43中流动而再次被供应给燃料电池堆1。

[0070] 循环泵45被设置在与三通阀44相比更下游侧的冷却水循环通路41中,使冷却水进行循环。

[0071] PTC加热器46被设置在旁路通路43。PTC加热器46在燃料电池堆1的暖机时被通电,使冷却水的温度上升。

[0072] 入口水温传感器47被设置在燃料电池堆1的冷却水入口孔附近的冷却水循环通路中。入口水温传感器47对要流入到燃料电池堆1的冷却水的温度(以下称作“入口水温”)进行检测。

[0073] 出口水温传感器48被设置在燃料电池堆1的冷却水出口孔附近的冷却水循环通路中。出口水温传感器48对从燃料电池堆1排出的冷却水的温度(以下称作“出口水温”)进行检测。

[0074] 电力系统5具备电流传感器51、电压传感器52、行驶电机53、逆变器(Inverter)54、蓄电池55、DC/DC转换器(Converter)56。

[0075] 电流传感器51对从燃料电池堆1取出的电流(以下称作“输出电流”)进行检测。

[0076] 电压传感器52对阳极电极侧输出端子1a与阴极电极侧输出端子1b之间的端子间电压(以下称作“输出电压”)进行检测。此外,若设为能够对构成燃料电池堆1的燃料电池10的每1片的电压进行检测,则更好。进而,也可以设为能够每间隔多片而对电压进行检测。

[0077] 行驶电机53是在转子中埋设永久磁铁,且在定子上缠绕了定子线圈的三相交流同步电机。行驶电机53具有:作为电动机的功能,从燃料电池堆1以及蓄电池55接受电力的供应,并进行旋转驱动;以及作为发电机的功能,当转子通过外力而被迫旋转的车辆减速时使定子线圈的两端产生电动势。

[0078] 逆变器54由例如IGBT(绝缘栅双极型晶体管(Insulated Gate Bipolar Transistor))等的多个半导体开关构成。逆变器54的半导体开关通过控制器6被进行开闭,由此,直流电力被变换为交流电力,或者交流电力被变换为直流电力。逆变器54在使行驶电机53作为电动机发挥作用时,将燃料电池堆1的发电电力和蓄电池55的输出电力的合

成直流电力变换为三相交流电力,并供应给行驶电机53。另一方面,在使行驶电机53作为发电机发挥作用时,将行驶电机53的再生电力(三相交流电力)变换为直流电力,并供应给蓄电池55。

[0079] 蓄电池55将燃料电池堆1的发电电力(输出电流×输出电压)的剩余部分以及行驶电机53的再生电力进行充电。被充电到蓄电池55的电力根据需要被供应给阴极压缩机25等的辅机类以及行驶电机53。

[0080] DC/DC转换器56是使燃料电池堆1的输出电压进行升降压的双向性的电压转换机。通过DC/DC转换器56来控制燃料电池堆1的输出电压,从而控制燃料电池堆1的输出电流,进而控制发电电力。

[0081] 控制器6由具备中央运算装置(CPU)、只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)以及输入输出接口(I/O接口)的微型计算机构成。

[0082] 除了前述的空气流量传感器24等之外,来自各种传感器的信号也被输入到控制器6,其中,所述各种传感器是检测加速踏板的踏入量(以下称作“加速操作量”)的加速行程传感器61、检测外部气温的外部气温传感器62等的用于检测燃料电池系统100的运行状态的传感器。

[0083] 控制器6基于燃料电池系统100的运行状态,计算燃料电池堆1的目标输出电流。具体而言,基于行驶电机53的要求电力或阴极压缩机25等的辅机类的要求电力、蓄电池55的充放电要求,计算燃料电池堆1的目标输出电流。

[0084] 然后,控制器6通过DC/DC转换器56对燃料电池堆1的输出电压进行控制,以使燃料电池堆1的输出电流成为目标输出电流,供应行驶电机53或辅机类所需的电力。此外,控制器6根据目标输出电流,对供应给燃料电池堆1的阴极气体的流量以及压力进行控制。具体而言,目标输出电流越高,则使供应给燃料电池堆1的阴极气体的流量以及压力越大。

[0085] 此外,控制器6对阴极压缩机25或循环泵45等进行控制,以使电解质膜111的湿润度(含水率)成为适合于发电的湿润度。具体而言,通过例如交流阻抗法等而对与电解质膜111的湿润度处于相关关系的燃料电池堆1的内部阻抗(高频电阻(High Frequency Resistance);以下称作“HFR”)进行计算,对阴极压缩机25或循环泵45等进行控制,以使HFR成为目标值。

[0086] 此外,控制器6基于燃料电池系统100的运行状态,进行使阳极压力周期性进行升降压的脉动运行。在脉动运行中,基本上在根据燃料电池堆1的目标输出电流而设定的脉动上限压力以及脉动下限压力的范围内使阳极压力周期性进行升降压,使阳极压力进行脉动。通过进行脉动运行,从而在阳极压力的升压时将阳极气体流道121的液态水排出至阳极气体排出通路35,确保了阳极气体流道121中的排水性。

[0087] 此外,在实施这样的脉动运行的情况下,通过使阳极压力进行脉动,燃料电池10内的阳极侧与阴极侧的电解质膜间的差压(膜间差压)发生变动。若该膜间差压变得过大、或者通过使阳极压力进行脉动从而阳极侧的压力相对于阴极侧的压力变高或者变低,则对电解质膜111施加预想外的应力,电解质膜111的机械强度降低,成为使燃料电池10劣化的主要原因。

[0088] 因此,控制器6对阳极压力以及阴极压力的各自进行控制,以使阳极压力成为阴极压力以上,且膜间差压不大于规定的允许膜间差压。允许膜间差压是,为了使得不对电解质

膜111施加预想外的应力,即为了使得电解质膜111的机械强度不会降低、或者使得即使降低也收敛在所允许的范围内的降低,通过预先实验等而设定的膜间差压的上限值。在本实施方式中,考虑阳极压力传感器34的检测误差、在使阳极压力进行脉动时的超调(Overshoot)引起的控制误差等,将允许膜间差压设定为从110[kPa]降低至90[kPa]后的值。另外,例示的允许膜间差压的值充其量是参考值,根据电解质膜111的性能等能够适当地变更。

[0089] 在此,在燃料电池系统100的启动时、IS恢复时等,基于燃料电池堆1的发电的开始时,一般来说成为在阳极气体流道121中混入了作为杂质的空气的状态。因此,在基于燃料电池堆1的发电的开始时,需要将该阳极气体流道121的空气、特别是面向活性区域的阳极气体流道121的空气,排出至活性区域外。

[0090] 因此,在启动时,允许膜间差压成为允许膜间差压以上,将目标阳极压力设定为例如最大压力(系统上限值),进行控制以使阳极压力成为尽可能高。由此,将阳极气体流道121的空气从活性区域全部挤出,能够将阳极气体流道121的空气迅速由阳极气体进行置换。

[0091] 另一方面,即使在IS恢复时也允许膜间差压成为允许膜间差压以上,则 IS恢复与通常启动相比频度高,担忧电解质膜的机械强度的降低,存在变得不能确保燃料电池堆所要求的耐久性能的顾虑。

[0092] 因此,在IS恢复时中,考虑例如以根据燃料电池堆的目标输出电流(负载)而变动的阴极压力为基准,在膜间差压不超过允许膜间差压的范围内尽可能提高目标阳极压力。

[0093] 然而,若这样的话,IS恢复时的目标阳极压力基本上变得比设定为最大压力的启动时的目标阳极压力更低,因此,存在不能将阳极气体流道121的空气完全地由阳极气体进行置换的情况。

[0094] 在该情况下,关于残留在阳极气体流道121的活性区域中的空气,需要通过对阳极废气进行清除而逐渐向阳极气体排出通路35排出,但是,若在清除中燃料电池堆1的负载降低而阴极压力降低并且阳极压力降低,则存在已排出到阳极气体排出通路35的空气再次逆流到阳极气体流道121的活性区域内的顾虑。

[0095] 如此,在空气残留在阳极气体流道121的活性区域的状态下,若暂时排出的空气再次逆流到活性区域,则在活性区域的下游电极反应所需的氢不足而促进饥饿的发生。

[0096] 因此,在本实施方式中,在IS恢复时,对阳极压力进行控制,以使电抑制解质膜111的机械强度的降低,并且能够抑制饥饿的发生。

[0097] 图4是说明本实施方式的阳极压力控制的流程图。

[0098] 在步骤S1中,控制器6判定是否为基于燃料电池堆1的发电的开始时。具体而言,判定是否为启动时或者IS恢复时。若为发电开始时,则控制器6进行步骤S2的处理,否则进行步骤S3的处理。

[0099] 在步骤S2中,控制器6实施氢置换促进处理。氢置换促进处理是,用于将在燃料电池系统100的停止中或IS中在包含阳极气体流道121、缓冲罐36等的阳极系统内所积蓄的空气等的杂质,在启动后或者IS恢复后尽快通过阳极气体(氢)进行置换的处理。关于氢置换促进处理的细节,参照图8在后面进行叙述。

[0100] 在步骤S3中,控制器6判定氢置换促进处理是否已结束。若氢置换促进处理已结束

则控制器6进行步骤S4的处理,若没有结束则进行步骤S5的处理。

[0101] 在步骤S4中,控制器6实施通常脉动运行。通常脉动运行是,为了确保排水性,基于燃料电池系统100的运行状态而进行使阳极压力周期性进行升降压的通常脉动运行的处理。关于通常脉动运行的细节参照图5在后面进行叙述。

[0102] 在步骤S5中,控制器6继续进行氢置换促进处理。

[0103] 在以下中,首先参照图5,说明从氢置换促进处理结束起实施的通常脉动运行。

[0104] 图5是说明通常脉动运行的内容的方框图。为了实施通常脉动运行处理,控制器6具备脉动下限压力运算部71、脉动上限压力运算部72、脉动控制部73。

[0105] 在脉动下限压力运算部71中被输入检测阴极压力、大气压、HFR、入口水温以及出口水温。脉动下限压力运算部71基于这些输入值,对在通常脉动运行时的下限侧的阳极压力的目标值(以下称作“脉动下限压力”。)进行计算。以下,详细说明脉动下限压力运算部71。

[0106] 脉动下限压力运算部71具备氢分压下限值运算部711、脉动下限压力设定部712。

[0107] 氢分压下限值运算部711对确保阳极气体流道121内的氢分压所需的阳极压力的下限值(以下称作“氢分压下限值”。)进行运算。

[0108] 如前述那样,氮、水分等的杂质经由MEA11从阴极气体流道131透过来到阳极气体流道121。燃料电池堆1的温度变得越高,则该杂质的透过量变得越多。此外,燃料电池堆1的温度变得越高则饱和水蒸汽量也变得越多。因此,燃料电池堆1的温度变得越高,则导致阳极气体流道121内的杂质的分压变得相对越高,且氢分压变得相对越低。若氢分压变得过低,则导致阳极气体流道121的活性区域中的氢浓度降低。在该状态下继续进行发电,则存在燃料电池10劣化的顾虑。

[0109] 因此,在本实施方式中,作为确保阳极气体流道121内的氢分压所需的阳极压力的下限值,对氢分压下限值进行运算,使得阳极压力不会降低到比氢分压下限值更低。

[0110] 图6是表示氢分压下限值运算部711的细节结构的方框图。

[0111] 氢分压下限值运算部711具备基本下限值运算部7111、校正系数运算部7112、氢分压下限值计算部7113。

[0112] 在基本下限值运算部7111中被输入入口水温和出口水温。基本下限值运算部7111参照图6所示的图,基于入口水温和出口水温,对基本下限值进行运算。如图6的图所示,若入口水温变得越高,且出口水温变得越高,基本下限值则变得越大。也就是说,若燃料电池堆1的温度变得越高,基本下限值则变得越大。这是因为如前述那样,燃料电池堆1的温度变得越高,则阳极气体流道121内的氢分压相对降低。

[0113] 在校正系数运算部7112中被输入HFR。校正系数运算部7112参照图6的表,基于HFR,对校正系数进行运算。如图6的表所示那样,HFR越小时则校正系数变得越大。这是因为,HFR越小时,认为电解质膜111的含水率越高,阳极气体流道121内的水分量越多。

[0114] 氢分压下限值计算部7113计算对将基本下限值乘以校正系数后的计量表氢分压下限值加上大气压而变换为绝对压力后的值,作为氢分压下限值。

[0115] 再次返回图4,说明脉动下限压力运算部71的脉动下限压力设定部712。

[0116] 在脉动下限压力设定部712中被输入检测阴极压力和氢分压下限值。脉动下限压力设定部712将这2个输入值之中大的一方设定为脉动下限压力。脉动下限压力设定部712

通常将检测阴极压力设定为脉动下限压力。然后,在根据燃料电池系统100的运行状态而氢分压下限值增加,变得比检测阴极压力更大时,将氢分压下限值设定为脉动下限压力,确保氢分压。

[0117] 如此在本实施方式中,使得脉动下限压力始终成为检测阴极压力以上。也就是说,使得燃料电池堆1内的阳极侧的压力始终成为阴极侧的压力以上。这是因为,例如若将脉动时下限压力设定为比检测阴极压力更低的值,则会存在脉动时上限压力变得比检测阴极压力更高的情况。因此,通过实施脉动运行,在燃料电池堆1内阳极侧的压力与阴极侧的压力相比变得更高的状态和变得更低的状态周期性地到来。由于若这样的话,根据阳极侧和阴极侧的压力差,MEA11周期性进行起伏等,存在使MEA11劣化的顾虑。因此,也可以设为代替检测阴极压力,将对检测阴极压力加上规定的余量(margin)后的压力输入给脉动下限压力设定部712。

[0118] 在脉动上限压力运算部72中被输入大气压、检测阴极压力、目标输出电流、HFR。脉动上限压力运算部72基于这些输入值,对在通常脉动运行时的上限侧的阳极压力的目标值(以下称作“脉动上限压力”)进行运算。以下,详细说明脉动上限压力运算部72。

[0119] 脉动上限压力运算部72具备系统上限值计算部721、膜保护上限值计算部722、脉动幅度运算部723、基本脉动上限压力运算部724、脉动上限压力设定部725。

[0120] 在系统上限值计算部721中被输入大气压。系统上限值计算部721计算对大气压加上规定的系统耐压后的值,作为确保燃料电池系统100的耐久性所需的阳极压力的上限值(以下称作“系统上限值”)。系统耐压是根据燃料电池堆1、阳极气体供应通路32等的耐压性能而适当设定的规定值,且在本实施方式中被设定为170[kPa]。另外,例示的系统耐压的值充其量是参考值。系统上限值是,用于使得不会对燃料电池堆1、阳极气体供应通路32等施加超过耐压性能的压力的、阳极压力的上限侧的限制值,且作为燃料电池系统100能够允许的阳极压力的最大值。

[0121] 在膜保护上限值计算部722中被输入检测阴极压力。膜保护上限值计算部722计算对检测阴极压力加上允许膜间差压后的值,作为确保电解质膜111的耐久性所需的阳极压力的上限值(以下称作“膜保护上限值”)。膜保护上限值是,用于使得在燃料电池堆1内的阳极侧和阴极侧的差压不成为使电解质膜111劣化的过大的值的、阳极压力的上限侧的限制值。

[0122] 在脉动幅度运算部723中被输入目标输出电流、HFR。脉动幅度运算部723参照图5所示的图,基于目标输出电流和HFR,对脉动幅度进行运算。如图5的图所示那样,目标输出电流变得越高,且HFR变得越小,则脉动幅度变得越大。也就是说,燃料电池堆1内的水分量变得越多,则变得越大。

[0123] 在基本脉动上限压力运算部724中被输入脉动幅度、脉动下限压力。基本脉动上限压力运算部724计算对脉动幅度加上脉动下限压力后的值,作为基本脉动上限压力。

[0124] 在脉动上限压力设定部725中被输入系统上限值、膜保护上限值以及基本脉动上限压力。脉动上限压力设定部725将这3个输入值中最小的值设定为脉动上限压力。脉动上限压力设定部725通常将基本脉动上限压力设定为脉动上限压力。然后,在基本脉动上限压力变得比系统上限值或者膜保护上限值更大时,将系统上限值或者膜保护上限值设定为脉动上限压力。

[0125] 如此,在系统上限值或者膜保护上限值被设定为脉动上限压力时,与根据目标输出电流而设定的脉动幅度相比,实际的脉动幅度被限制得更小。

[0126] 在脉动控制部73中被输入检测阳极压力、脉动上限压力、脉动下限压力、升压变化率。脉动控制部73基于这些输入值,按照图7的流程图对阳极调压阀33进行控制,使阳极压力进行脉动。

[0127] 图7是表示脉动控制部73的细节结构的流程图。

[0128] 在步骤S11中,控制器6判定阳极压力是否为脉动上限压力以上。若阳极压力为脉动上限压力以上,控制器6为了使阳极压进行降压而进行步骤S12的处理。另一方面,若阳极压力小于脉动上限压力,则进行步骤S13的处理。

[0129] 在步骤S12中,控制器6将目标阳极压力设定为脉动下限压力。

[0130] 在步骤S13中,控制器6判定阳极压力是否为脉动下限压力以下。若阳极压力为脉动下限压力以下,则控制器6为了使阳极压进行升压而进行步骤S14的处理。另一方面,若阳极压力比脉动下限压力更高,则进行步骤S15的处理。

[0131] 在步骤S14中,控制器6将目标阳极压力设定为脉动上限压力。

[0132] 在步骤S15中,控制器6将目标阳极压力设定为与上次相同的目标阳极压力。

[0133] 在步骤S16中,控制器6在脉动下限压力被设定为目标阳极压力时,对阳极调压阀33进行反馈控制,以使阳极压力成为脉动下限压力。该反馈控制的结果,通常阳极调压阀33的开度成为全闭,从高压罐31向燃料电池堆1的阳极气体的供应被停止。其结果,由于发电引起的燃料电池堆1内的阳极气体的消耗,阳极压力降低。

[0134] 另一方面,控制器6在脉动上限压力被设定为目标阳极压力时,对阳极调压阀33进行反馈控制,以使阳极压力以规定的升压变化率升压到脉动上限压力。该反馈控制的结果,阳极调压阀33被打开至期望的开度,从高压罐31向燃料电池堆1供应阳极气体,阳极压力以规定的升压变化率上升。

[0135] 接着参照图8,说明氢置换促进处理。

[0136] 图8是说明氢置换促进处理的流程图。

[0137] 在步骤S21中,控制器6判定是启动时还是IS恢复时。若是启动时,则控制器6实施步骤S22的处理。另一方面,若是IS恢复时则实施步骤S24的处理。

[0138] 在步骤S22中,控制器6实施启动时活性区域内氢置换处理。该处理是如下的处理:使阳极压力升压至最大压力即系统上限值,将阳极气体流道121内的杂质全部压入到缓冲罐36,将阳极气体流道121通过阳极气体进行置换。关于启动时活性区域内氢置换处理的细节参照图9在后面进行叙述。

[0139] 在步骤S23中,控制器6实施启动时缓冲罐内氢置换促进处理。该处理是如下的处理:在启动时活性区域内氢置换促进处理结束后,实施脉动下限压力被设定得比通常脉动运行更高的启动时用的脉动运行(以下称作“启动时脉动运行”),并且打开清除阀38,从而将缓冲罐36内的杂质排出到燃料电池系统100的外部,对缓冲罐36内通过阳极气体进行置换的处理。关于启动时缓冲罐内氢置换促进处理的细节,参照图10以及图11在后面进行叙述。

[0140] 在步骤S24中,控制器6实施IS恢复时活性区域内氢置换处理。该处理是使阳极压力升压至对大气压加上允许膜间差压后的规定的杂质逆流防止上限压力,在IS中将在阳极

气体流动道121中积蓄的杂质向缓冲罐36侧挤出。然后,对没有彻底挤出而残留在阳极气体流动道121内的杂质,进而通过使阳极压进行升压、或者进行清除,从而从阳极气体流动道121排出,对阳极气体流动道121通过阳极气体进行置换。关于IS恢复时活性区域内氢置换处理的细节参照图12在后面进行叙述。

[0141] 在步骤S25中,控制器6实施IS恢复时缓冲罐内氢置换促进处理。该处理是如下的处理:在IS恢复时活性区域内氢置换处理结束后,实施IS恢复时用的脉动运行(以下称作“IS恢复时脉动运行”),并且打开清除阀38,从而将缓冲罐36内的杂质排出到燃料电池系统100的外部,对缓冲罐36内通过阳极气体进行置换。关于IS恢复时缓冲罐内氢置换促进处理的细节参照图13以及图14在后面进行叙述。

[0142] 图9是说明启动时活性区域内氢置换促进处理的内容的流程图。

[0143] 在步骤S221中,控制器6将目标阳极压力设定为系统上限值。

[0144] 在步骤S222中,控制器6对阳极调压阀33进行反馈控制,以使检测阳极压力成为系统上限值。该反馈控制的结果,阳极调压阀33被打开至期望的开度,从高压罐31向燃料电池堆1供应阳极气体从而阳极压力上升。

[0145] 在步骤S223中,控制器6判定检测阳极压力是否已控制为系统上限值。若检测阳极压力已控制为系统上限值,则控制器6在将目标阳极压力设定为系统上限值的状态下结束本次的处理,转移至启动时缓冲罐内氢置换促进处理。另一方面,若检测阳极压力没有上升至系统上限值,则返回至步骤S222的处理。

[0146] 图10说明启动时缓冲罐内氢置换促进处理的内容的流程图。

[0147] 在步骤S231中,控制器6判定从启动燃料电池系统100起的经过时间(以下称作“启动后经过时间”)是否成为规定的清除开始时间。清除开始时间是从启动燃料电池系统100起直到能够确保稀释要求(如使排出气体中的氢浓度为规定浓度以下这样的要求)为止所需的时间,其被设定为比从启动燃料电池系统100起直到阴极废气到达阴极气体排出通路22为止的时间更长。若启动后经过时间为清除开始时间以上,则控制器6进行步骤S232的处理。另一方面,若启动后经过时间小于清除开始时间,则控制器6直到成为清除开始时间以上为止将阳极压力控制为系统上限值。

[0148] 在步骤S232中,控制器6打开清除阀38,开始清除。

[0149] 在步骤S233中,控制器6实施启动时脉动运行。关于启动时脉动运行的内容参照图11在后面进行叙述。

[0150] 在步骤S234中,控制器6判定在燃料电池系统100的停止中在阳极系统内积蓄的空气等的杂质是否通过清除而进行了排出、即是否通过清除而对缓冲罐36内通过阳极气体进行了置换。具体而言,在清除量成为启动时在阳极系统内存在的杂质量(以下成为“启动时杂质量”)以上时,判定为对缓冲罐36内通过阳极气体进行了置换。另外,假设在启动时包含阳极气体流动道121、缓冲罐36等的阳极系统内整体充满了杂质,启动时杂质量设为阳极系统内的体积。另外,体积的单位能够根据阳极压力以及堆温度而从升(Litre)适当地变更到标准升(Normal litre)。控制器6在判定为对缓冲罐36内通过阳极气体进行了置换时,进行步骤S235的处理,否则持续实施启动时脉动运行,并且进行清除。

[0151] 在步骤S235中,控制器6判定为氢置换促进处理已结束。

[0152] 图11是说明启动时脉动运行的内容的方框图。另外,对实现与前述的通常脉动运

行处理同样的功能的部分使用相同的标号,适当省略重复的说明。

[0153] 如图11所示那样,在启动时脉动运行中,对脉动上限压力设定部725输入系统上限值和基本脉动上限压力,将这2个输入值之中小的一方设定为脉动上限压力。

[0154] 此外,对脉动下限压力设定部712输入检测阴极压力和规定的启动时下限压,将这2个输入值之中大的一方设定为脉动下限压力。另外,启动时下限压是为了在将脉动下限压力尽可能保持得高的状态下实施脉动运行所设定的规定值,例如设定为后述的活性区域内氢置换完成压力。因此,脉动下限压力设定部712通常将启动时下限压设定为脉动下限压力。

[0155] 在此,清除阀38的上游侧的压力(相当于阳极压力)和下游侧的压力(相当于大气压)的差压变得越大,则清除流量(每单位时间的清除量)越增加。也就是说,将阳极压力设得越高,则清除流量越增加。因此,通过在将脉动下限压力尽可能保持得高的状态下实施脉动运行,在使阳极压力从脉动上限压力向脉动下限压力降低时,能够使从缓冲罐36逆流到燃料电池堆1侧并排出到清除通路37的杂质的流量增加。

[0156] 如此,在启动时脉动运行中,通过在将脉动下限压力尽可能保持得高的状态下实施脉动运行,能够有效地将缓冲罐36内的杂质排出到系统外部,且促进缓冲罐36内的氢置换。

[0157] 图12是说明IS恢复时活性区域内氢置换促进处理的内容的流程图。

[0158] 在步骤S240中,控制器6将目标阳极压力设定为对大气压加上允许膜间差压后的规定的杂质逆流防止上限压力。如此,在IS恢复的最初,使得以大气压为基准而将阳极压力仅仅升压至能够保持允许膜间差压的压力。另外,这里所说的大气压还包含对大气压加上将传感器误差等考虑在内的余量(例如20[kPa])后的值(相当于大气压的规定压)等。此外,大气压本身也根据搭载了燃料电池系统100的车辆等的目的地(例如高地等)而变动,因此,充其量作为参考值在从64.2[kPa#a]至105[kPa#a]的范围变动。

[0159] 由此,由于至少阴极压力为大气压以上,即使阴极压力变动,关于阳极压力若控制为杂质逆流防止上限压力,则能够将膜间差压设为允许膜间差压以下。也就是说,若将阳极压力的升压限制至杂质逆流防止上限压力,即使阴极压力降低,也不需要为了将膜间差压设为允许膜间差压以下而使阳极压力降低。因此,能够防止杂质从缓冲罐36侧逆流来到阳极气体流动121的活性区域,因此,能够防止饥饿的发生。

[0160] 在步骤S241中,控制器6对阳极调压阀33进行反馈控制,以使检测阳极压力成为杂质逆流防止上限压力。该反馈控制的结果,阳极调压阀33被打开至期望的开度,从高压罐31向燃料电池堆1供应阳极气体,阳极压力被保持为杂质逆流防止上限压力。

[0161] 在步骤S242中,控制器6判定阳极压力是否被保持为杂质逆流防止上限压力。若阳极压力被保持为杂质逆流防止上限压力,则控制器6进行步骤S243的处理,否则返回至步骤S241的处理。

[0162] 在步骤S243中,控制器6判定从IS恢复起的经过时间(以下称作“IS恢复后经过时间”)是否成为清除开始时间。若IS恢复后经过时间为清除开始时间以上,则控制器6进行步骤S244的处理,否则直到成为清除开始时间为止重复本处理。

[0163] 在步骤S244中,控制器6打开清除阀38,开始清除。

[0164] 在步骤S245中,控制器6判定是否解除限制至杂质逆流防止上限压力的阳极压力

的上限限制。具体而言,判定检测阴极压力是否成为规定的上限限制解除压力以上。若检测阴极压力已成为上限限制解除压力以上,则控制器6进行步骤S246的处理,若检测阴极压力小于上限限制解除压力,则进行步骤S249的处理。

[0165] 另外,上限限制解除压力是从规定的活性区域内氢置换完成压力减去允许膜间差压后的值。在此,活性区域内氢置换完成压力是在阳极气体流道121的活性区域全部充满了杂质时,能够将该杂质全部从活性区域挤出的阳极压力的下限值,且是预先通过实验等而求出的值。在本实施方式中,将活性区域内氢置换完成压力设定为比大气压高150[kPa]的值。另外,例示的活性区域内氢置换完成压力的值充其量是参考值。如此,在步骤S245中,若对检测阴极压力加上允许膜间差压后的值成为活性区域内氢置换完成压力以上,则为了使阳极压力升压至活性区域内氢置换完成压力而使活性区域内的氢置换结束,对限制至杂质逆流防止上限压力的阳极压力的上限限制进行解除。

[0166] 在步骤S246中,控制器6将被设定为杂质逆流防止上限压力的目标阳极压力,设定为活性区域内氢置换完成压力。

[0167] 在步骤S247中,控制器6对阳极调压阀33进行反馈控制,以使被控制为杂质逆流防止上限压力的阳极压力升压至活性区域内氢置换完成压力。该反馈控制的结果,阳极调压阀33被打开至期望的开度,从高压罐31向燃料电池堆1供应阳极气体,阳极压力被升压至活性区域内氢置换完成压力。

[0168] 在步骤S248中,控制器6判定阳极压力是否已上升至活性区域内氢置换完成压力。若阳极压力已上升至活性区域内氢置换完成压力,则控制器6结束本次的处理,转移至IS恢复时缓冲罐内氢置换促进处理。另一方面,若阳极压力没有上升至活性区域内氢置换完成压力,则返回至步骤S247的处理。

[0169] 在步骤S249中,控制器6判定对在将阳极压力升压至杂质逆流防止上限压力时从阳极气体流道121的活性区域没有彻底挤出而残留在活性区域内的杂质是否通过清除而进行了排出,即是否通过清除而将阳极气体流道121的活性区域通过阳极气体完全地进行了置换。

[0170] 在此,在实施了通常脉动运行时,对清除流量进行调节,以使基本上从阴极气体流道131向阳极气体流道121透过来的杂质(主要为氮)全部被排出。因此,在本实施方式中,在刚怠速停止后阳极气体流道121内的杂质设为零,根据怠速停止了的时间而计算出透过到阳极气体流道121的杂质量(以下称作“透过杂质量”)。透过杂质量根据怠速停止时间、堆温度等而变动,因此,预先通过实验等来准备基于这些参数的图等从而进行计算即可。然后,基于该透过杂质量,计算阳极系统内的杂质浓度。

[0171] 此外,在将阳极压力升压至杂质逆流防止上限压力时,预先通过实验等求出残留了杂质的阳极气体流道121的容积(以下称作“活性区域杂质残存容积”),对该活性区域杂质残存容积乘以杂质浓度,从而计算在活性区域内残存的杂质量(以下称作“活性区域残存杂质量”)。

[0172] 控制器6在对清除量乘以杂质浓度后的值(以下称作“杂质清除量”)成为该活性区域残存杂质量以上时,判定为通过清除而将阳极气体流道121的活性区域通过阳极气体完全地进行了置换,并结束本次的处理,转移至IS恢复时缓冲罐内氢置换促进处理。另一方面,在杂质清除量小于活性区域残存杂质量时返回至步骤S245的处理。

[0173] 图13是说明IS恢复时缓冲罐内氢置换处理的流程图。

[0174] 在步骤S251中,控制器6实施IS恢复时脉动运行。另外,关于清除,从IS恢复时活性区域内氢置换处理起持续进行实施。关于IS恢复时脉动运行的内容参照图14在后面叙述。

[0175] 在步骤S252中,控制器6判定是否通过清除而对缓冲罐36内通过阳极气体进行了置换。具体而言,在杂质清除量成为透过杂质质量以上时,判定为对缓冲罐36内通过阳极气体进行了置换。控制器6在判定为将缓冲罐36内通过阳极气体进行了置换时,进行步骤S251的处理,否则持续实施IS恢复时脉动运行,并且进行清除。

[0176] 在步骤S253中,控制器6判定为氢置换促进处理已结束。

[0177] 图14是说明IS恢复时脉动运行的内容的方框图。另外,对实现与前述的通常脉动运行处理同样的功能的部分使用相同的标号,适当省略重复的说明。

[0178] 如图14所示那样,在IS恢复时脉动运行中,对脉动下限压力设定部712 输入检测阴极压力和规定的IS恢复时脉动下限压限制值,将这2个输入值之中大的一方设定为脉动下限压力。

[0179] IS恢复时脉动下限压限制值是即使从系统上限值降低了阳极压力,饥饿也不会发生的阳极压力的下限值,且是预先通过实验等而求出的规定值。在本实施方式中,被设定为与杂质逆流防止上限压力相比稍低的压力。

[0180] 图15是说明本实施方式的阳极压力控制的动作的时序图。

[0181] 首先,说明启动时的氢置换促进处理。

[0182] 在时刻 t_1 ,若燃料电池系统100被启动,则启动时活性区域内氢置换处理被开始,阳极压力被升压至系统上限值。系统上限值比前述的活性区域内氢置换完成压力更高的压力,因此,通过使阳极压力升压至系统上限值,将在燃料电池系统100的停止中在阳极气体流道121中积蓄了的杂质快速地向缓冲罐36挤出,能够对面向活性区域的阳极气体流道121内通过氢进行置换。

[0183] 若阳极压力被升压至系统上限值,且面向活性区域的阳极气体流道121内的氢置换完成,则启动时缓冲罐内氢置换处理被开始。然后,若在时刻 t_2 启动后经过时间成为清除开始时间,则打开清除阀38而开始清除,并且实施启动时脉动运行。

[0184] 在启动时脉动运行中,将进行脉动运行时的阳极压力的下限值设定为比通常脉动运行更高的启动时下限压(在本实施方式中为活性区域内氢置换完成压力),在将脉动下限压力尽可能保持得高的状态下实施脉动运行。如前述那样,将阳极压力设得越高而与大气压的差压变大,则清除流量越增加。因此,通过在将脉动下限压力尽可能保持得高的状态下实施脉动运行,在使阳极压力从脉动上限压力向脉动下限压力降低时能够使从缓冲罐36逆流到燃料电池堆1侧且被排出到清除通路37的杂质质量增加。由此,能够有效地将缓冲罐36内的杂质排出到系统外部,且促进缓冲罐36内的氢置换。

[0185] 然后,若清除量成为启动时杂质质量以上,则从启动时脉动运行转移至通常脉动运行,实施基本上将阴极压力设为脉动下限压力的脉动运行。

[0186] 接着,说明IS恢复时的氢置换处理。

[0187] 在时刻 t_1 中,若被进行IS恢复,IS恢复时活性区域内氢置换处理被开始,阳极压力被升压至杂质逆流防止上限压力,阳极压力被保持为杂质逆流防止上限压力。如此,在IS恢复时,使得以大气压为基准而将阳极压力仅仅 升压至能够保持允许膜间差压的压力。

[0188] 由此,至少阴极压力为大气压以上,因此,即使阴极压力变动,也能够将膜间差压设为允许膜间差压以下。也就是说,若将阳极压力的升压限制至杂质逆流防止上限压力为止,则即使阴极压力降低,也不需要为了将膜间差压设为允许膜间差压以下而使阳极压力降低。因此,能够防止杂质从缓冲罐36侧逆流来到阳极气体流道121的活性区域,所以能够防止饥饿的发生。

[0189] 另一方面,杂质逆流防止上限压力比活性区域内氢置换完成压力更低。因此,在IS恢复时,在IS中成为透过到阳极侧的杂质在活性区域内残存的状态。因此,在时刻 t_2 ,若IS恢复后经过时间成为清除开始时间,则为了将活性区域残存杂质量从活性区域排出,打开清除阀38而开始清除。

[0190] 在该时序图中,在活性区域残存杂质量从活性区域被排出之前,例如加速操作量增加而燃料电池堆1的负载增大从而阴极压力增加,在时刻 t_3 检测阴极压力成为上限限制解除压力以上。因此,阳极压力被升压至活性区域内氢置换完成压力。其结果,活性区域内氢置换完成而IS恢复时缓冲罐内氢置换处理被开始,在时刻 t_4 以后IS恢复时脉动运行被实施。

[0191] 在IS恢复时脉动运行中,将在进行脉动运行时的阳极压力的下限值设定为IS恢复时脉动下限压限制值,设为即使阳极压力从活性区域内氢置换完成压力降低至IS恢复时脉动下限压限制值,也可靠地不发生饥饿。然后,若在该IS恢复时脉动运行中杂质清除量成为透过杂质量以上,则从IS恢复时脉动运行转移至通常脉动运行,实施基本上将阴极压力设为脉动下限压力的脉动运行。

[0192] 以上说明了的本实施方式的燃料电池系统100是具有能够暂时停止基于燃料电池堆1的发电的怠速停止功能的燃料电池系统。该燃料电池系统100具备控制器6,其中,所述控制器6构成为包括:阴极压力控制部,基于燃料电池堆1的目标输出电流(负载),控制供应给燃料电池堆1的阴极气体的压力;以及阳极压力控制部,将供应给燃料电池堆1的阳极气体的压力控制为阴极气体的压力以上,以使与阴极气体的压力的差压成为允许膜间差压(规定差压)以下。

[0193] 然后,阳极压力控制部在IS恢复时,将供应给燃料电池堆1的阳极气体的压力控制为对相当于大气压的规定压加上允许膜间差压后的杂质逆流防止上限压力(恢复时压力)。

[0194] 因此,在IS恢复时,即使燃料电池堆1的目标输出电流降低而阴极气体的压力降低,阳极气体的压力也被控制为杂质逆流防止上限压力,因此,阳极气体的压力不会降低。因此,暂时从燃料电池堆1排出的杂质不会逆流,所以能够抑制饥饿的发生。

[0195] 此外,基于燃料电池堆1的目标输出电流而供应给燃料电池堆1的阴极气体的压力至少比大气压更高,因此,在IS恢复时将阳极气体的压力控制为杂质逆流防止上限压力,则膜间差压不会超过允许膜间差压。由此,还能够抑制电解质膜111的机械强度的降低。

[0196] 此外,本实施方式的燃料电池系统100的阳极压力控制部在阴极气体的压力上升至上限限制解除压力(解除压力)时,将控制为杂质逆流防止上限压(恢复时压力)的阳极气体的压力升压至活性区域内氢置换完成压力(置换压力),其中,所述活性区域内氢置换完成压力(置换压力)是能够将在燃料电池堆1内残存的杂质从该燃料电池堆1内排出且通过阳极气体进行置换的压力。在此,上限限制解除压力(解除压力)是从活性区域内氢置换完成压力(置换压力)减去允许膜间差压后的压力。

[0197] 如此,在即使将阳极气体的压力升压至活性区域内氢置换完成压力,也成为能够将膜间差压抑制为允许膜间差压以下的状态的阶段,将阳极气体的压力从杂质逆流防止上限压升压至活性区域内氢置换完成压力。由此,在IS恢复后,能够尽快对面向活性区域的阳极气体通道121通过阳极气体进行置换。

[0198] 此外,本实施方式的燃料电池系统100具备:缓冲罐36(缓冲部),储存包含从燃料电池堆1排出的杂质的阳极废气;清除阀38,用于将在缓冲罐36储存的阳极废气清除至燃料电池系统100的外部;以及控制器6,构成为还包括在IS恢复后打开清除阀38并实施清除的清除控制部。

[0199] 然后,阳极压力控制部在将阳极气体的压力升压至活性区域内氢置换完成压力后,与清除的实施一并使阳极气体的压力进行脉动,因此,能够将从燃料电池堆1内排出而流入到缓冲罐36的杂质,清除至燃料电池系统100的外部。

[0200] 此外,本实施方式的燃料电池系统100的阳极压力控制部在将阳极气体的压力控制为杂质逆流防止上限压(恢复时压力)的情况下,在通过清除的实施而将在燃料电池堆1内残留的杂质从燃料电池堆1内进行了排出时,也与清除的实施一并使阳极气体的压力进行脉动,从而将从燃料电池堆1内排出而流入到缓冲罐36的杂质清除至燃料电池系统100的外部。

[0201] 因此,即使阴极气体的压力没有上升到上限限制解除压力,也能够于活性区域的氢置换完成后的阶段尽快将缓冲罐36的杂质清除到燃料电池系统100的外部。

[0202] 此外,本实施方式的燃料电池系统100的阳极压力控制部在燃料电池系统100的启动时,允许与阴极气体的压力的差压变得比允许膜间差压更大,将供应给燃料电池堆1的阳极气体的压力升压到活性区域内氢置换完成压力(置换压力)以上。

[0203] 由此,在燃料电池系统100的启动后,能够尽快将面向活性区域的阳极气体通道121通过阳极气体进行置换。

[0204] 以上,说明了本发明的实施方式,但上述实施方式只不过示出了本发明的应用例的一部分,不是意图将本发明的技术的范围限定为上述实施方式的具体的结构。

[0205] 在上述实施方式中,阳极压力控制部在IS恢复时将供应给燃料电池堆1的阳极气体的压力控制为杂质逆流防止上限压力。可是,也可以例如在IS恢复时,将供应给燃料电池的阳极气体的压力控制为杂质逆流防止上限压力以下,禁止阳极气体的压力的减压或者限制减压幅度。

[0206] 即使这样,由于阳极气体的压力被控制为杂质逆流防止上限压力以下,因此,膜间差压不会超过允许膜间差压。然后,若禁止阳极气体的压力的减压,则即使阴极气体的压力降低,阳极气体的压力也不会降低,因此,暂时从燃料电池堆1排出的杂质不会逆流回来。此外,若对阳极气体的压力的减压幅度进行限制,则能够将阴极气体的压力降低时的阳极气体的压力降低抑制在一定的范围,因此,能够抑制暂时从燃料电池堆1排出的杂质的逆流。由此,在任何情况下都能够抑制饥饿的发生。

[0207] 此外,在上述实施方式中,设置了作为储存阳极废气的空间的缓冲罐36。可是,也可以不设置这样的缓冲罐36,例如,将燃料电池堆1的内部歧管(Manifold)作为代替缓冲罐36的空间。在此所说的内部歧管是指,收集流过阳极气体通道121后的阳极废气的燃料电池堆1的内部的空间,阳极废气经由歧管向阳极气体排出通路35排出。

[0208] 此外,在上述实施方式中,在IS恢复时,在将阳极压力升压到活性区域 内氢置换完成压力之后,将IS恢复时脉动下限压限制值设定为脉动下限压力,实施了以该脉动下限压力为基准的脉动运行,但是,不限于于此。例如,为了促进缓冲罐内氢置换处理,也可以实施如下的脉动运行:将活性区域内氢置换完成压力设定为脉动上限压力,将从其减去脉动幅度后的值设定为脉动下限压力的脉动运行。

[0209] 本申请主张基于2013年11月14日向日本国特许厅提交申请的特愿2013-236291号的优先权,该申请的全部内容通过参照而编入到本说明书中。

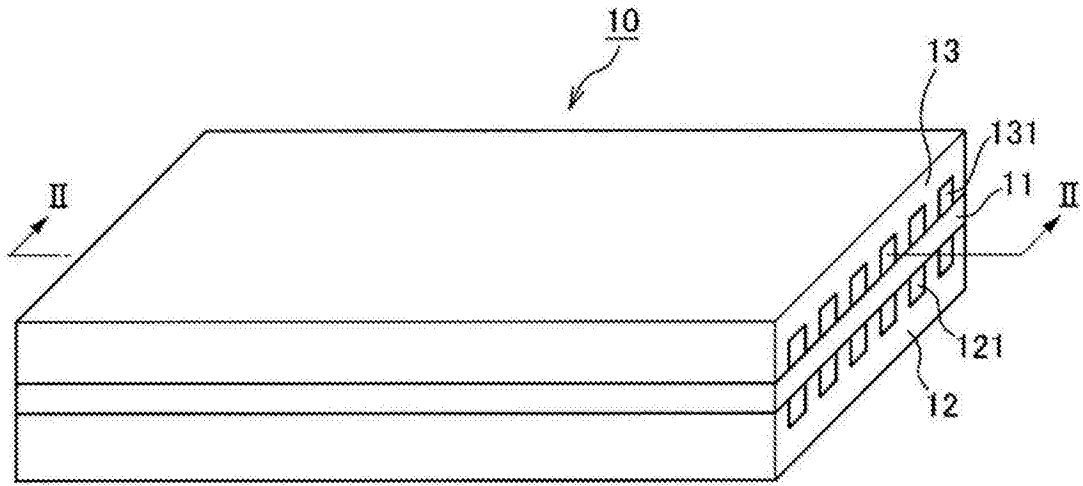


图1

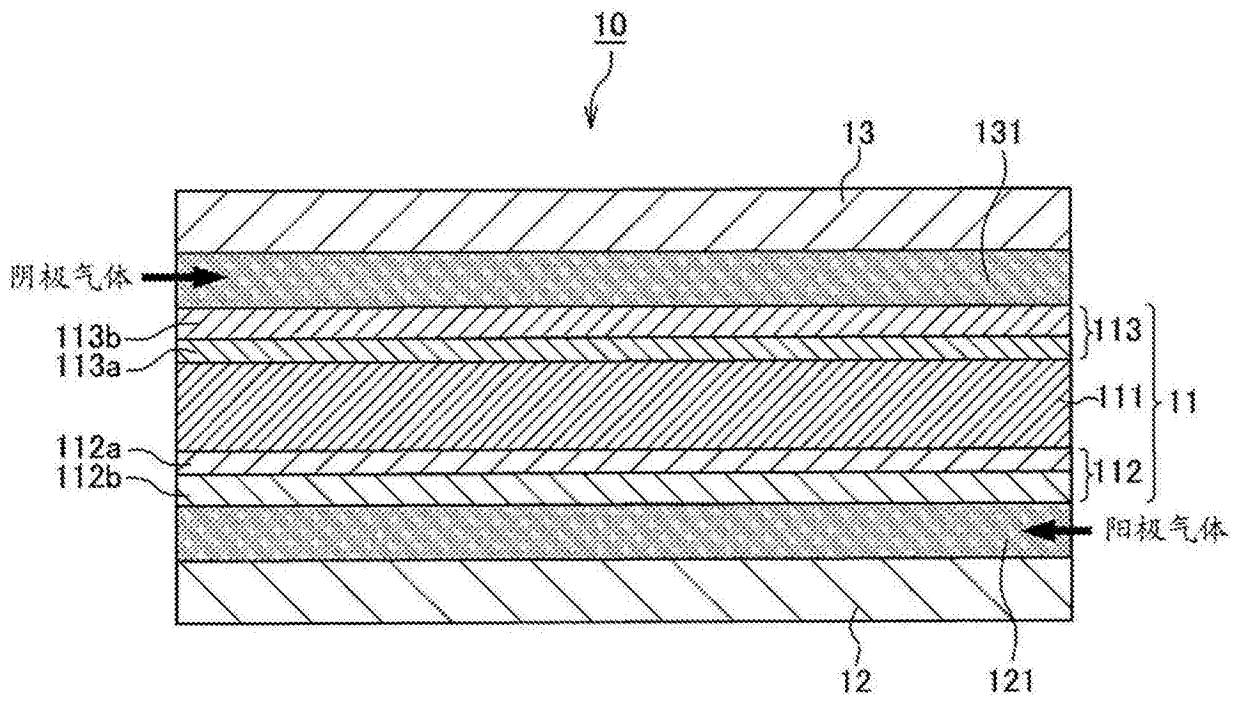


图2

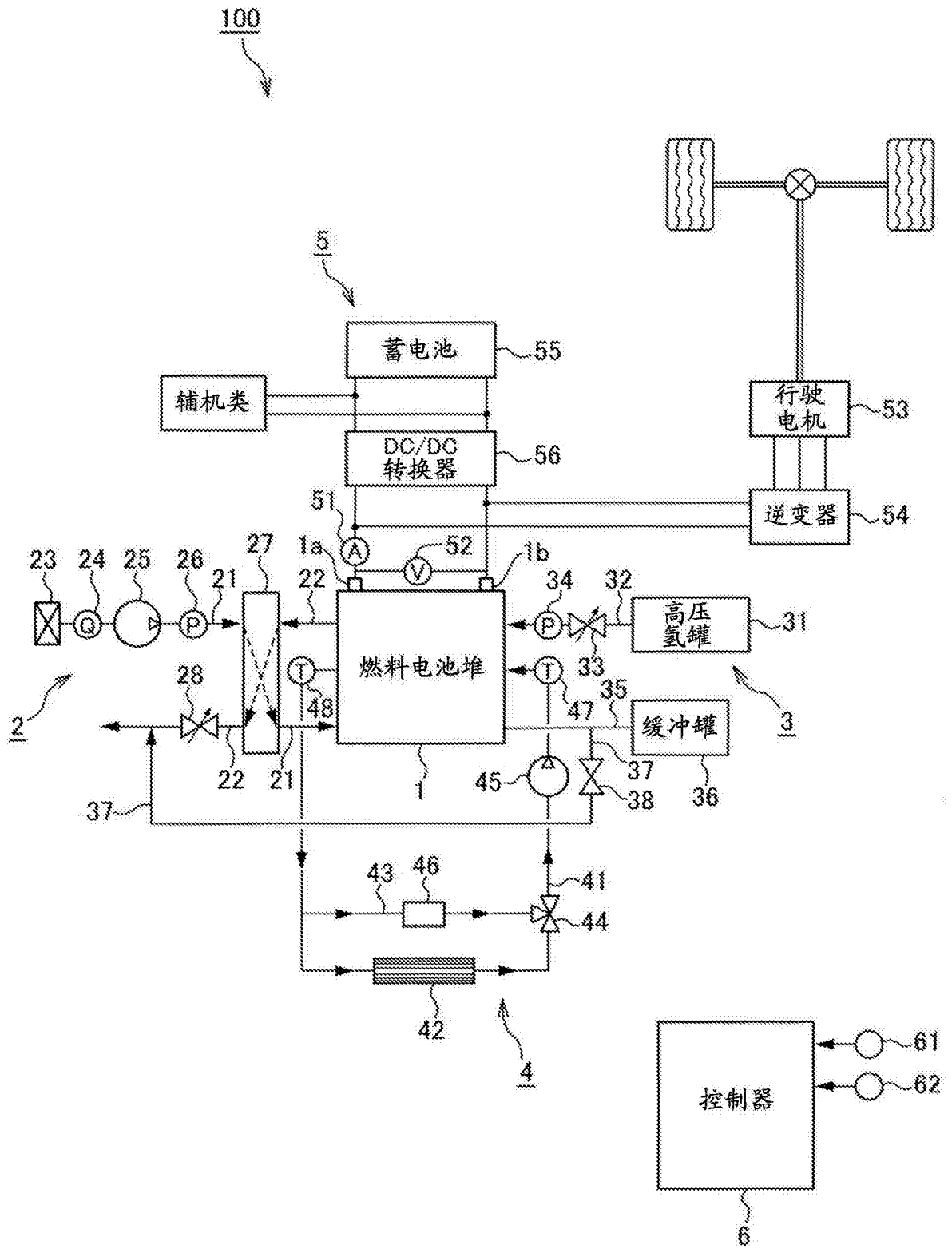


图3

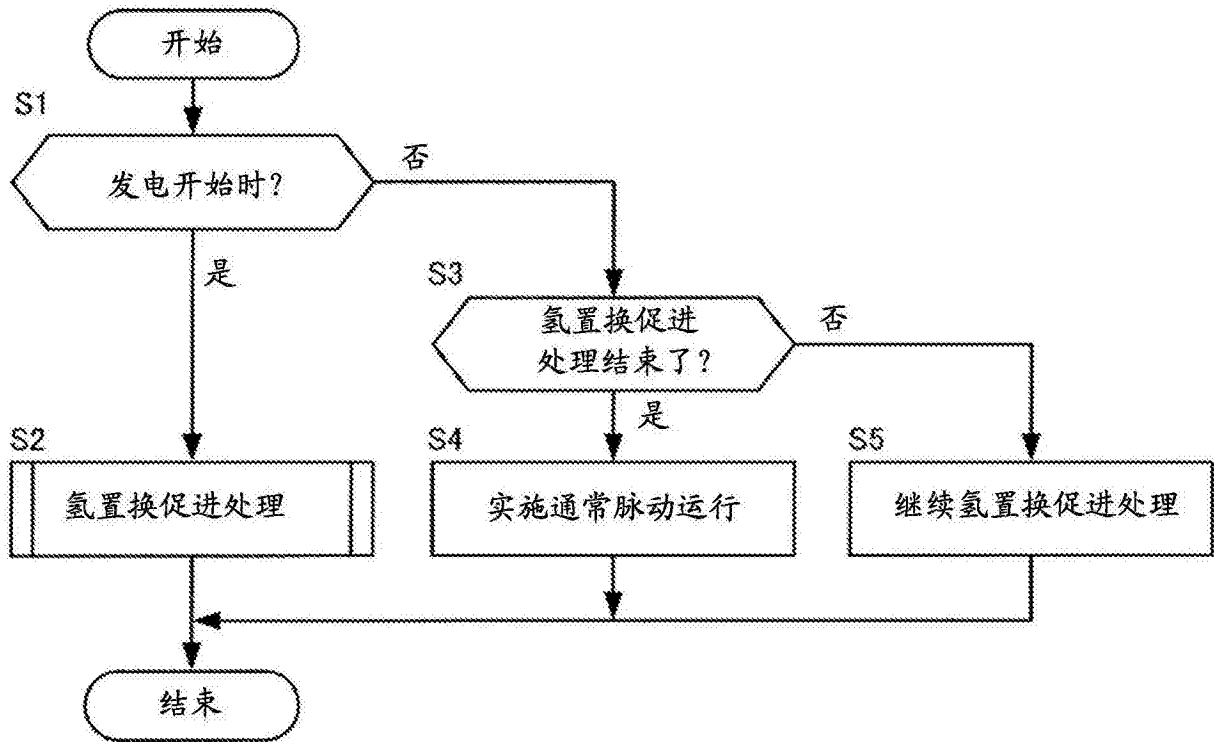


图4

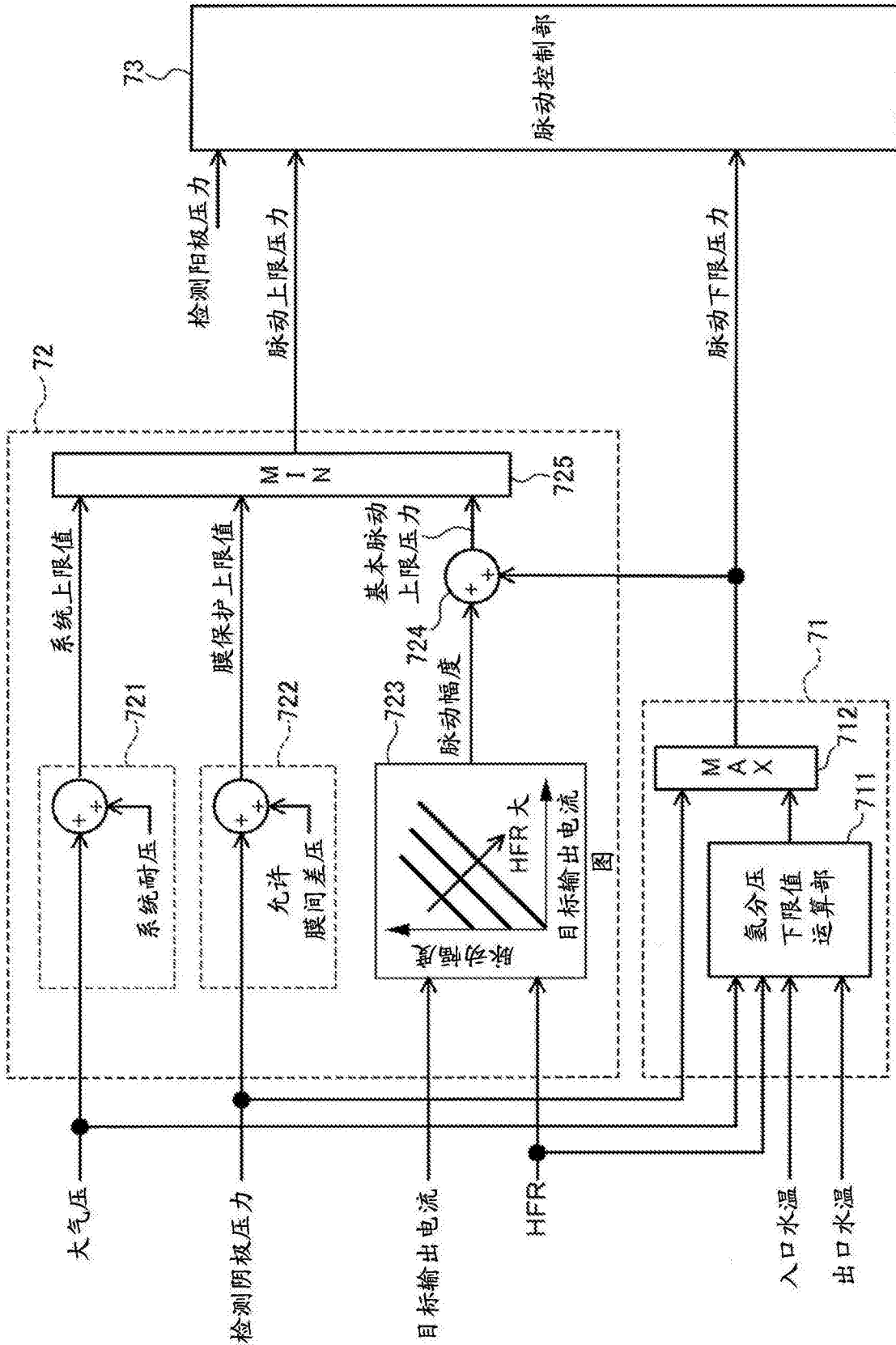


图5

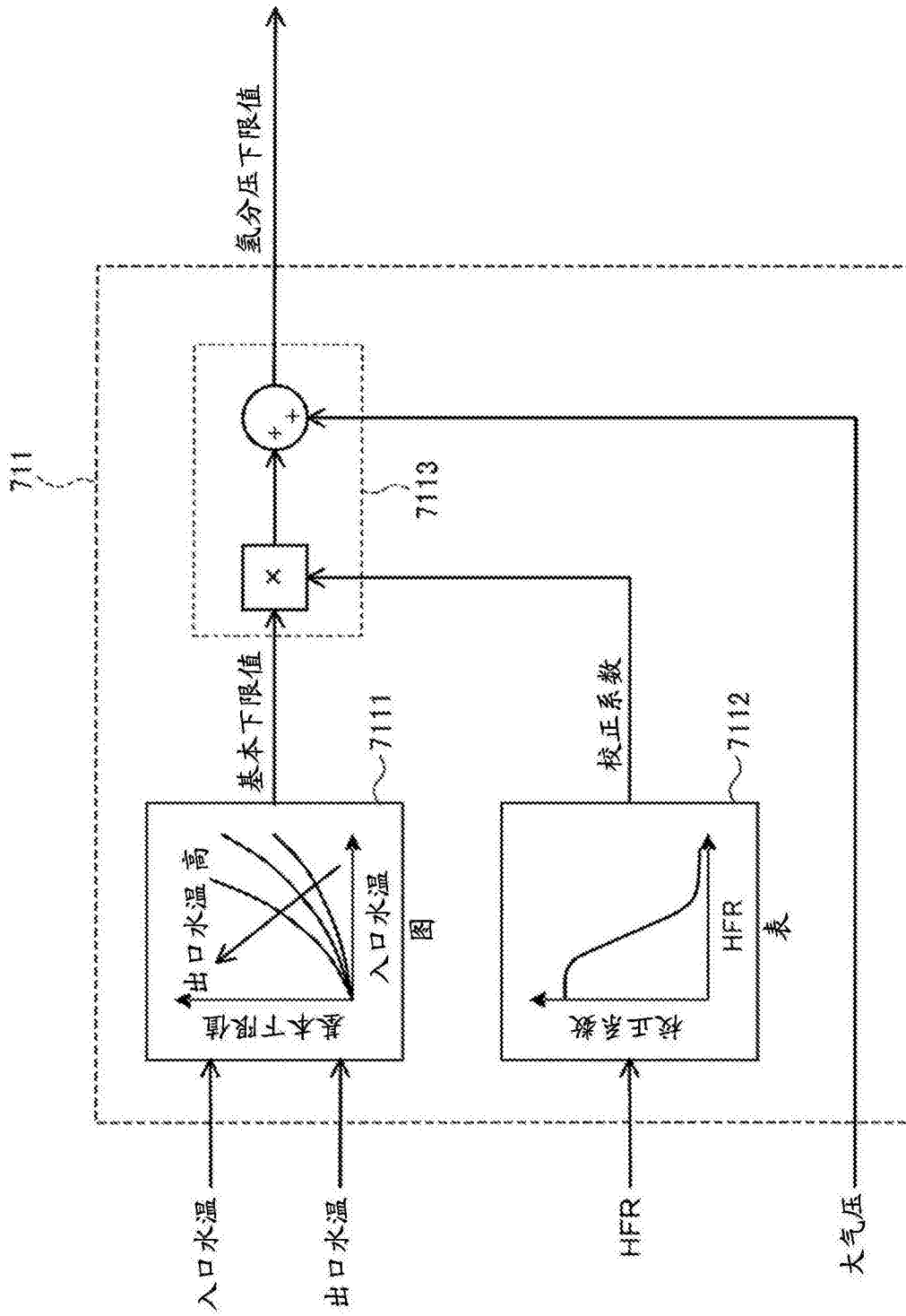


图6

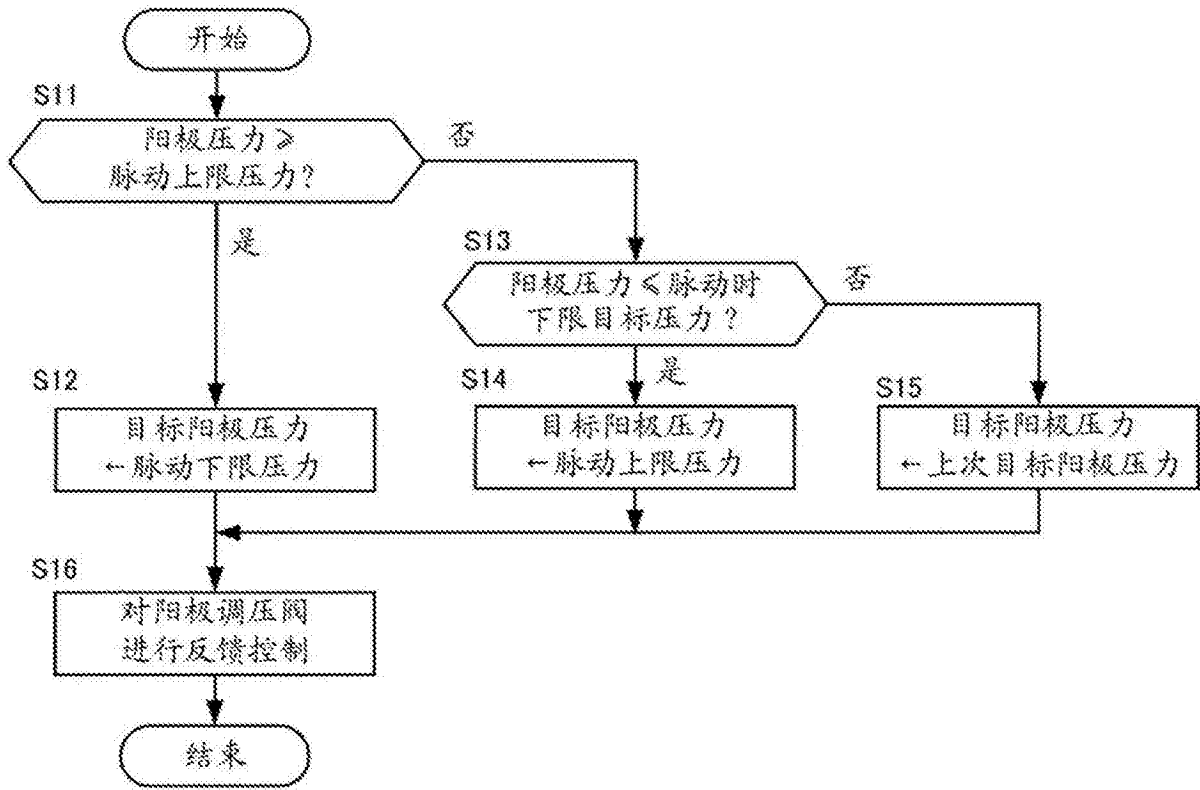


图7

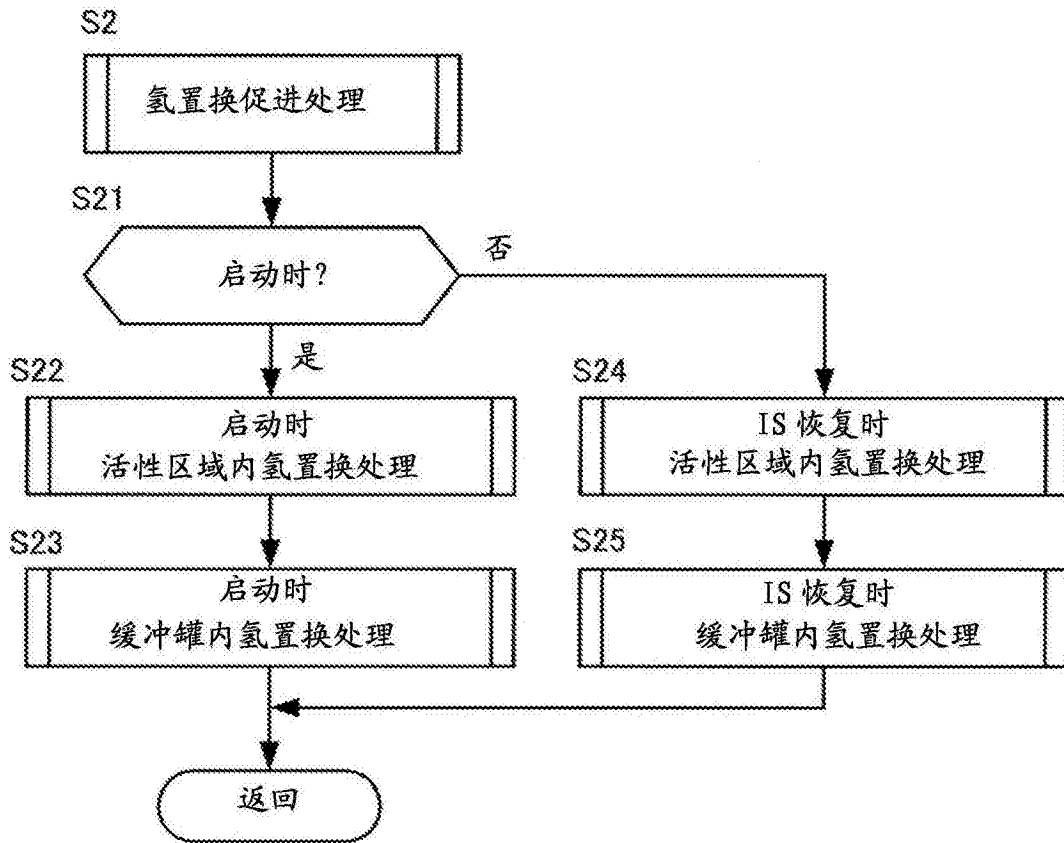


图8

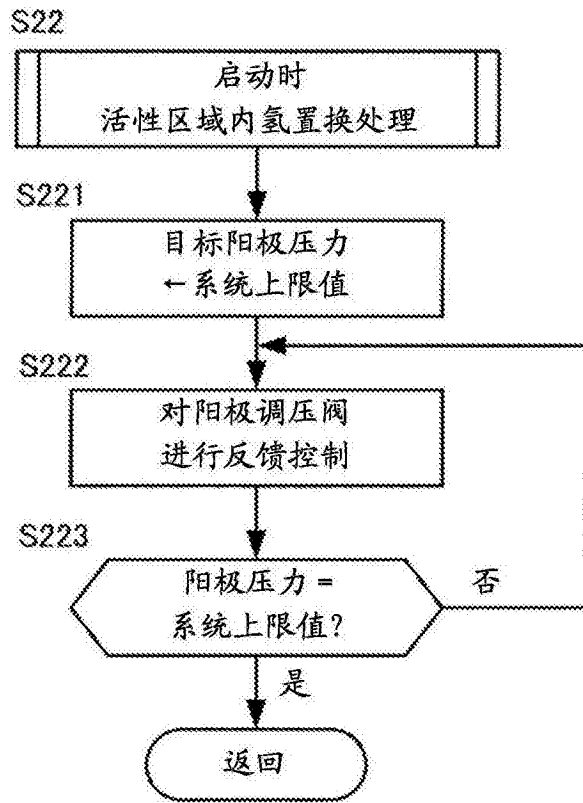


图9

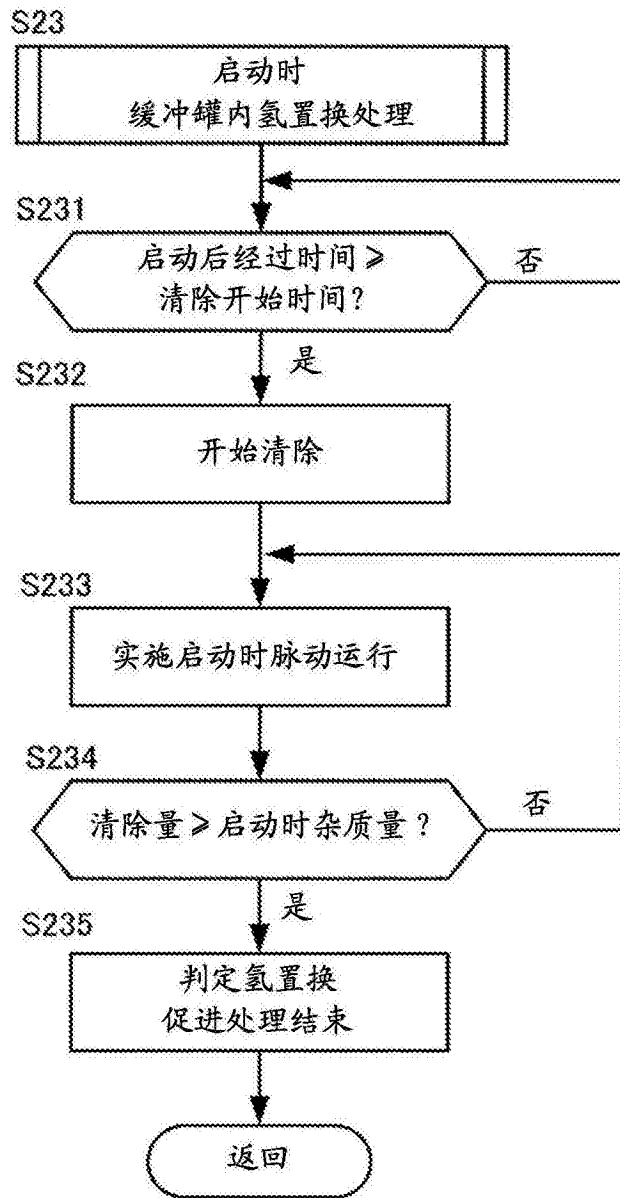


图10

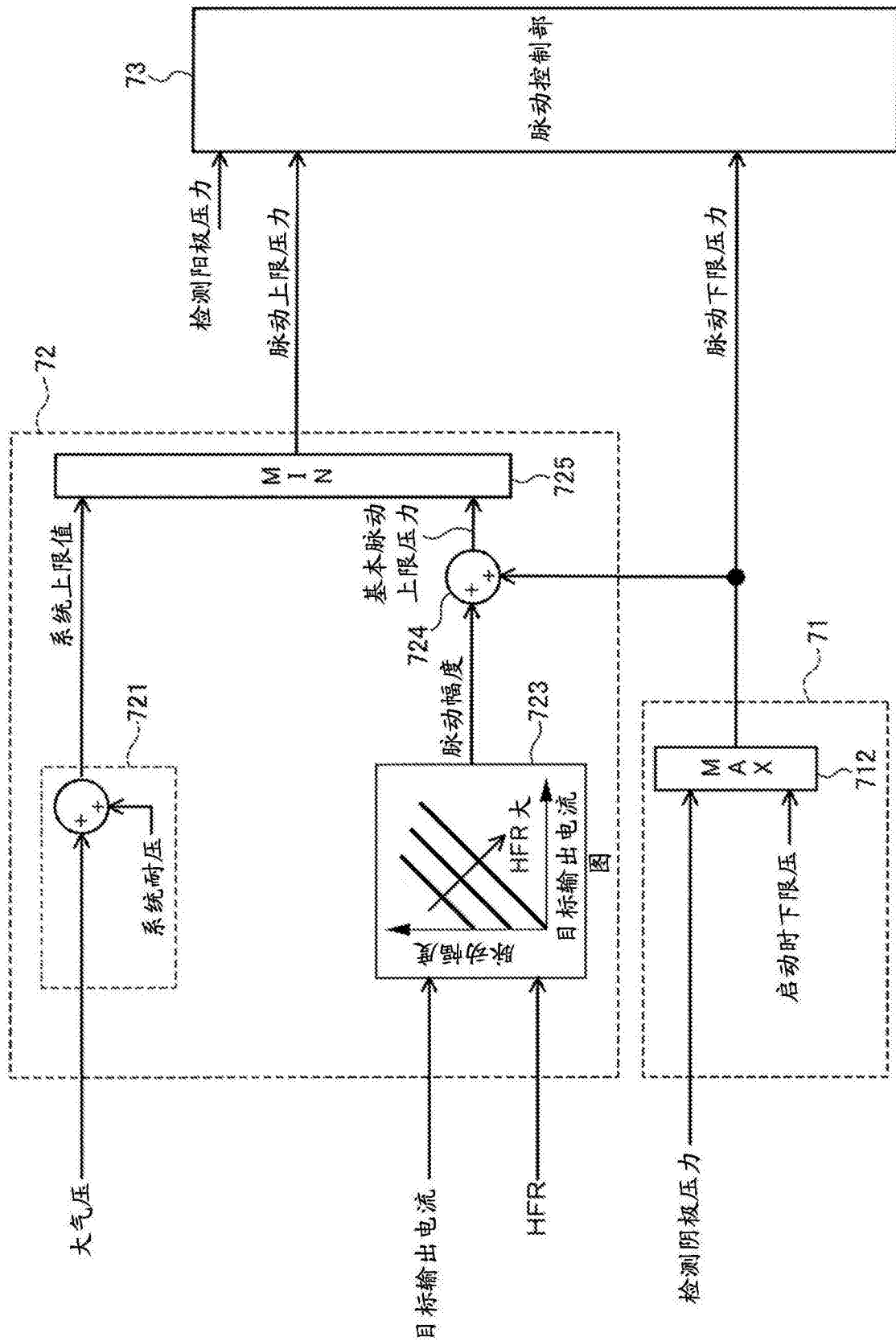


图11

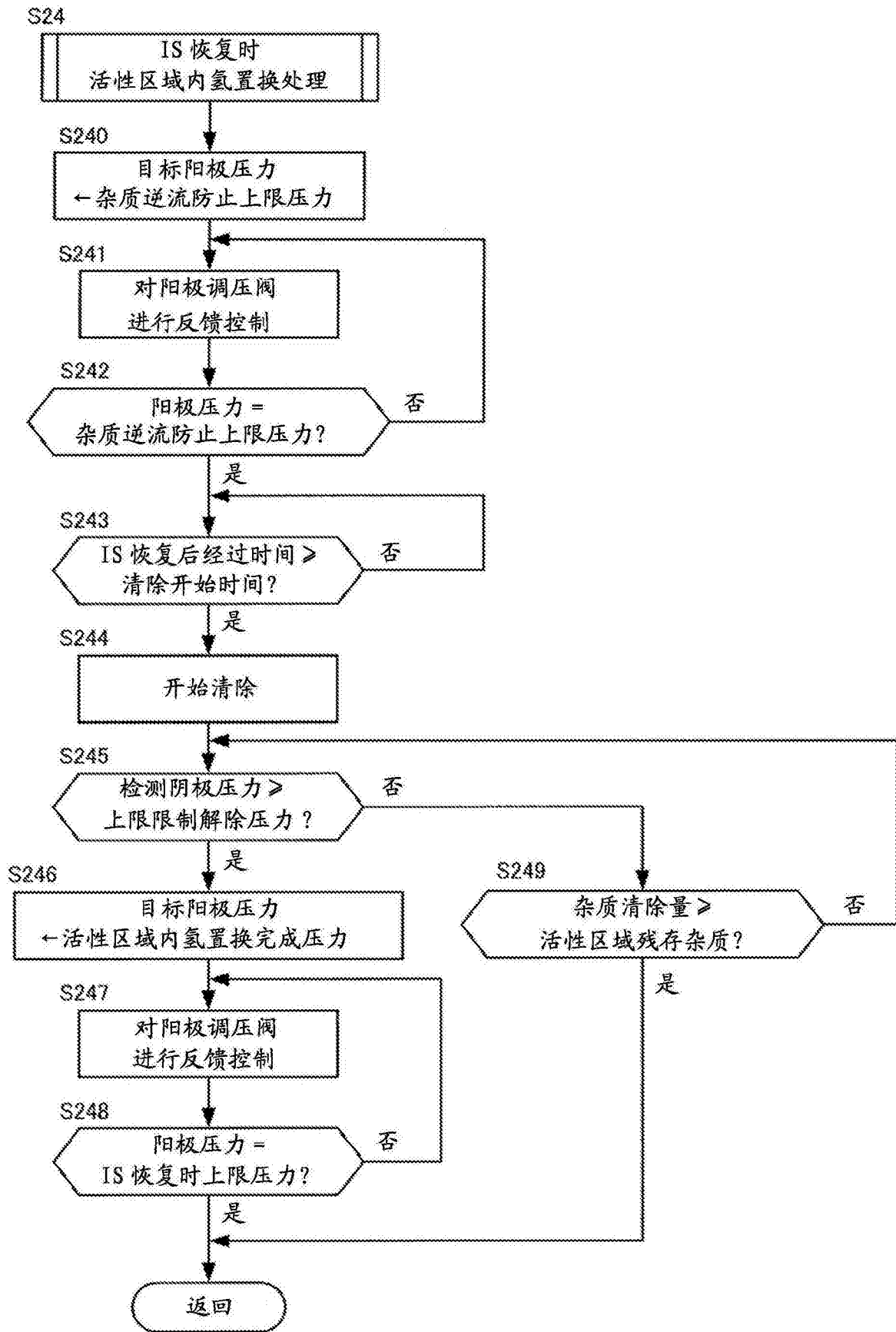


图12

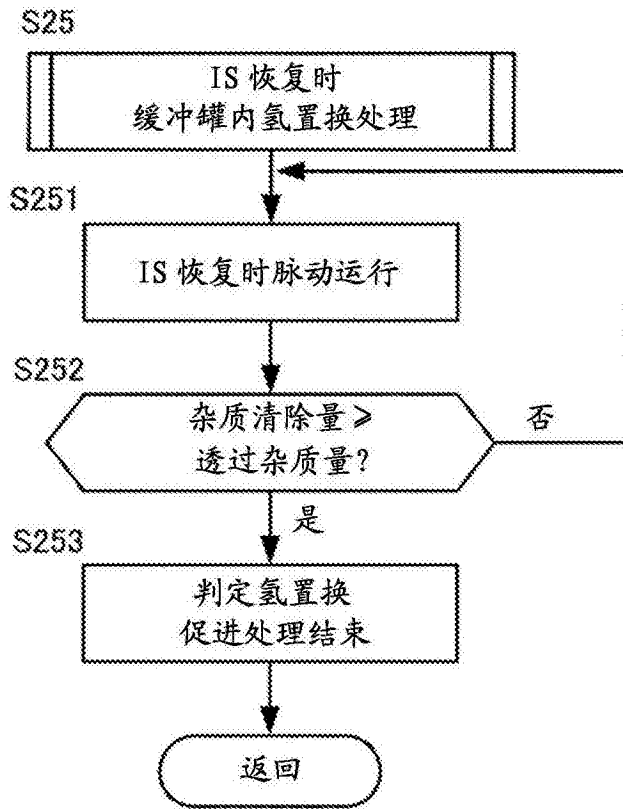


图13

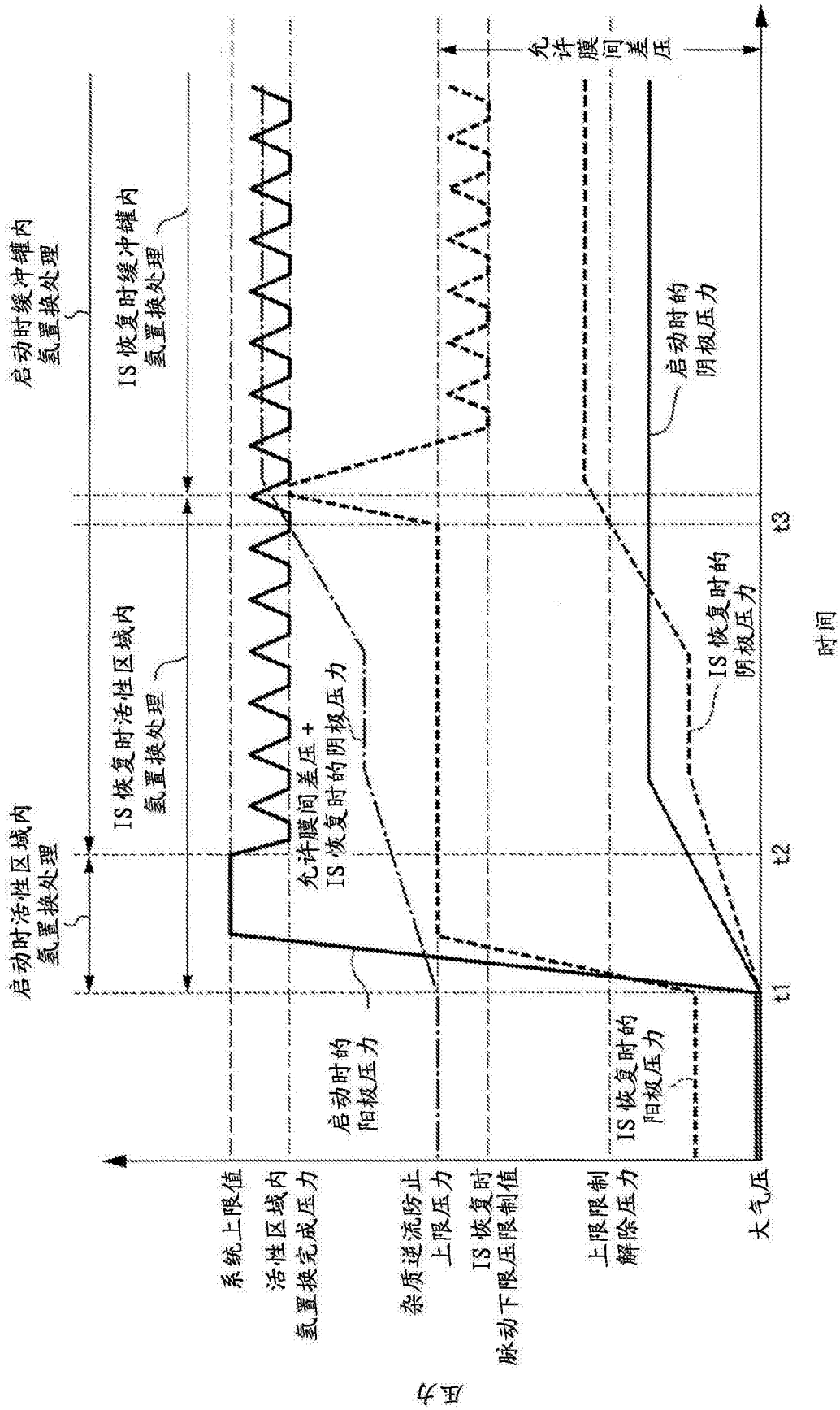


图15