



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109698369 A

(43)申请公布日 2019.04.30

(21)申请号 201811184278.3

(22)申请日 2018.10.11

(30)优先权数据

2017-203170 2017.10.20 JP

(71)申请人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县丰田市

(72)发明人 贞光贵裕

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

11227

代理人 唐京桥 董娟

(51)Int.Cl.

H01M 8/04111(2016.01)

H01M 8/0438(2016.01)

H01M 8/04746(2016.01)

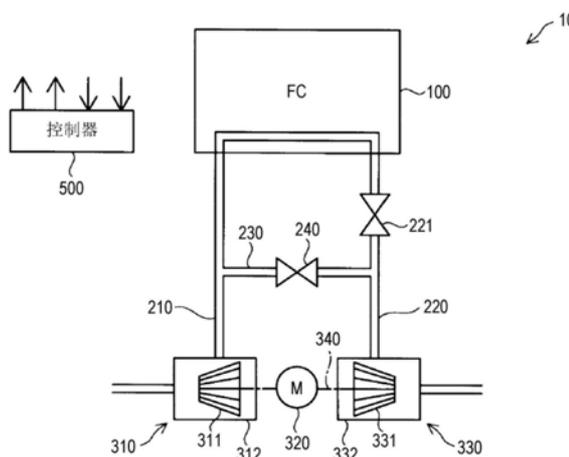
权利要求书2页 说明书11页 附图8页

(54)发明名称

燃料电池系统和燃料电池系统的控制方法

(57)摘要

本发明涉及燃料电池系统和燃料电池系统的控制方法。一种燃料电池系统，包括驱动将空气供应至燃料电池的压缩机的电机、辅助压缩机的涡轮机、打开和关闭旁路流动路径的旁路阀以及控制器。当所需空气流量等于或高于预定阈值时，控制器关闭旁路阀并控制电机以使空气以与所需空气流量相对应的流量流过燃料电池。当所需空气流量低于阈值时，控制器打开旁路阀以使空气还流过旁路流动路径，并且将电机控制成使空气以与所需空气流量相对应的流量流过燃料电池。



1. 一种燃料电池系统,其特征在于包括:
燃料电池;
空气供应流动路径,其被配置成将空气供应至所述燃料电池;
空气排放流动路径,其被配置成将所述空气从所述燃料电池排放;
压缩机,其被配置成将所述空气供应至所述空气供应流动路径;
电机,其被配置成驱动所述压缩机;
涡轮机,其被设置在所述空气排放流动路径中,以辅助所述电机对所述压缩机的驱动;
旁路流动路径,其被配置成使所述空气供应流动路径中所述压缩机的下游侧与所述空气排放流动路径中所述涡轮机的上游侧连通;
旁路阀,其被配置成打开和关闭所述旁路流动路径;以及
控制器,其被配置成根据作为所述燃料电池发电所需的空气流量的所需空气流量来控制所述电机的驱动以及所述旁路阀的打开和关闭,
其中,当所需空气流量等于或高于预定阈值时,所述控制器执行第一控制,在所述第一控制中,关闭所述旁路阀,并且所述电机的驱动被控制成使空气以与所需空气流量相对应的流量流过所述燃料电池,并且
当所需空气流量低于所述预定阈值时,所述控制器执行第二控制,在所述第二控制中,打开所述旁路阀以使空气也流过所述旁路流动路径,并且所述电机的驱动被控制成使空气以与所需空气流量相对应的流量流过所述燃料电池。
2. 根据权利要求1所述的燃料电池系统,其特征在于,所述预定阈值是基于下述流量来确定的值:在所述流量下,就从所述燃料电池系统中的压缩机排放的的空气的流量而言的所述电机的功率消耗变得最小。
3. 根据权利要求1或2所述的燃料电池系统,其特征在于,当每单位时间所需空气流量的增加量等于或大于预定增加量时,无论所需空气流量是否低于所述预定阈值,所述控制器都关闭所述旁路阀。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的燃料电池系统,其特征在于,还包括储蓄罐,所述储蓄罐连接至所述旁路流动路径中旁路阀的下游侧,并且被配置成存储流过所述旁路流动路径的空气。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的燃料电池系统,其特征在于,还包括压力调节阀,所述压力调节阀被设置在所述空气排放流动路径中所述涡轮机的上游侧,并且被设置在所述旁路流动路径与所述空气排放流动路径之间的连接部分的下游侧,并且被配置成调节流过所述燃料电池的空气的压力。
6. 根据权利要求5所述的燃料电池系统,其特征在于:
所述压力调节阀的阀箱与所述涡轮机的涡轮机壳体一体形成;以及
所述压力调节阀的阀体被设置在所述涡轮机中的涡轮机轮的上游侧。
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的燃料电池系统,其特征在于:
所述旁路流动路径连接至所述涡轮机的涡轮机壳体的内部;
所述旁路阀的阀箱与所述涡轮机壳体一体形成;以及
所述旁路阀的阀体被设置在所述涡轮机中的涡轮机轮的上游侧。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的燃料电池系统,其特征在于,所述旁路流动路径

连接至所述涡轮机的涡轮机壳体的内部,并且在所述涡轮机壳体中的旁路流动路径的开口被定向成使从所述旁路流动路径流入所述涡轮机壳体的空气沿着促进所述涡轮机的涡轮机轮旋转的方向流动。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的燃料电池系统,其特征在于,所述控制器在所述电机的转数保持恒定的情况下执行所述第二控制。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的燃料电池系统,其特征在于,所述控制器在压力比保持恒定的情况下执行所述第二控制,所述压力比是吸入所述压缩机的空气的压力与从所述压缩机排放的压力的比。

11. 一种燃料电池系统的控制方法,所述燃料电池系统包括:燃料电池;空气供应流动路径,其被配置成向所述燃料电池供应空气;空气排放流动路径,其被配置成从所述燃料电池排放空气;压缩机,其被配置成将空气供应至所述空气供应流动路径;电机,其被配置成驱动所述压缩机;涡轮机,其被设置在所述空气排放流动路径中,以辅助所述电机对所述压缩机的驱动;旁路流动路径,其被配置成使所述空气供应流动路径中所述压缩机的下游侧与所述空气排放流动路径中所述涡轮机的上游侧连通;以及旁路阀,其被配置成打开和关闭所述旁路流动路径,所述方法的特征在于包括:

当作为所述燃料电池发电所需的空气流量的所需空气流量等于或高于预定阈值时,执行第一控制,在所述第一控制中,关闭所述旁路阀,并且所述电机的驱动被控制成使空气以与所需空气流量相对应的流量流过所述燃料电池;以及

当所需空气流量低于所述预定阈值时,执行第二控制,在所述第二控制中,打开所述旁路阀以使所述空气还流过所述旁路流动路径,并且所述电机的驱动被控制成使空气以与所需空气流量相对应的流量流过所述燃料电池。

燃料电池系统和燃料电池系统的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及燃料电池系统和燃料电池系统的控制方法。

背景技术

[0002] 关于燃料电池系统,例如,日本未审查专利申请公布第2013-182781号(JP 2013-182781A)公开了一种由驱动电机驱动的气体供应旋转机器和由阴极废气的能量旋转的膨胀机,以将空气供应至燃料电池的阴极。

发明内容

[0003] 在JP 2013-182781A中描述的燃料电池系统中,在燃料电池的所需输出功率小的操作状态下,燃料电池所需的空气的流量小。因此,由气体供应旋转机器(压缩机)排放的空气的流量减少。在这种情况下,供应到膨胀机(涡轮机)的阴极废气的供应流量也减少,并且涡轮机的驱动力减少。因此,存在压缩机的效率降低并且燃料电池系统的燃料经济性劣化的可能性。

[0004] 已经做出本发明以解决上述问题,并且可以以下面的形式实现。

[0005] (1) 本发明的第一方面涉及一种燃料电池系统,包括:燃料电池、空气供应流动路径、空气排放流动路径、压缩机、电机、涡轮机、旁路流动路径、旁路阀以及控制器。空气供应流动路径被配置成将空气供应至燃料电池。空气排放流动路径被配置成将空气从燃料电池排放。压缩机被配置成将空气供应至空气供应流动路径。电机被配置成驱动压缩机。涡轮机被设置在空气排放流动路径中,以辅助电机对压缩机的驱动。旁路流动路径被配置成使空气供应流动路径中压缩机的下游侧与空气排放流动路径中涡轮机的上游侧连通。旁路阀被配置成打开和关闭旁路流动路径。控制器被配置成根据所需空气流量(其为燃料电池的发电所需的空气流量)来控制电机的驱动以及旁路阀的打开和关闭。当所需空气流量等于或高于预定阈值时,控制器执行第一控制,在第一控制中,(i) 关闭旁路阀,并且(ii) 电机的驱动被控制成使空气以与所需空气流量相对应的流量流过燃料电池,并且当所需空气流量低于预定阈值时,控制器执行第二控制,在第二控制中,(i) 打开旁路阀以使空气还流过旁路流动路径,并且(ii) 电机的驱动被控制成使空气以与所需空气流量相对应的流量流过燃料电池。利用这种形式的燃料电池系统,当所需空气流量低时,由压缩机供应的空气不仅被直接供应至燃料电池而且还被供应至涡轮机,用于辅助通过旁路流动路径驱动压缩机。因此,在不降低供应至燃料电池的空气流量的情况下,可以降低用于驱动压缩机的电机的功率消耗。这使得可以改善燃料电池系统的燃料经济性。

[0006] (2) 在根据上述方面的燃料电池系统中,预定阈值可以是基于流量来确定的值,在该流量下,电机的功率消耗相对于从燃料电池系统中的压缩机排放的空气的流量变得最小。利用该燃料电池系统,可以进一步改善燃料电池系统的燃料经济性。

[0007] (3) 在根据上述方面的燃料电池系统中,当每单位时间所需空气流量的增加量等于或大于预定增加量时,无论所需空气流量是否低于预定阈值,控制器都可以关闭旁路阀。

利用该燃料电池系统,当每单位时间所需空气流量的增加量增加至预定增加量或高于预定增加量时,可以防止具有与增加的所需空气流量相对应的流量的空气朝向旁路流动路径流动。因此,当每单位时间所需空气流量的增加量增加至预定增加量或高于预定增加量时,可以抑制向燃料电池供应空气的延迟。

[0008] (4) 根据上述方面的燃料电池系统还可以包括储蓄罐,该储蓄罐连接至旁路流动路径中旁路阀的下游侧,并且被配置成存储流过旁路流动路径的空气。利用该燃料电池系统,在第二控制期间,流过旁路流动路径的一部分空气可以被存储在储蓄罐中。因此,即使当切换控制并且关闭旁路阀时,在第二控制期间存储在储蓄罐中的空气可以被供应至涡轮机。因此,即使当旁路阀处于关闭状态时,也可以增加涡轮机的驱动力,以用于辅助电机对压缩机的驱动。

[0009] (5) 根据上述方面的燃料电池系统还可以包括压力调节阀,该压力调节阀被设置在空气排放流动路径中涡轮机的上游侧,并且被设置在旁路流动路径与空气排放流动路径之间的连接部分的下游侧,并且被配置成调节流过燃料电池的压力的压力。利用该燃料电池系统,可以抑制压力调节阀的上游侧的压力的突然波动。因此,可以防止燃料电池内的压力随着例如旁路阀的打开和关闭而迅速降低。

[0010] (6) 在根据上述方面的燃料电池系统中,压力调节阀的阀箱可以与涡轮机的涡轮机壳体一体地形成,并且压力调节阀的阀体可以被设置在涡轮机中的涡轮机轮的上游侧。利用该燃料电池系统,通过调整压力调节阀的开度,可以改变吹向涡轮机轮的空气的流速。因此,可以简化燃料电池系统的构造,并且可以增加涡轮机的驱动力,以用于辅助电机驱动压缩机。

[0011] (7) 在根据上述方面的燃料电池系统中,旁路流动路径可以连接至涡轮机的涡轮机壳体的内部,旁路阀的阀箱可以与涡轮机壳体一体地形成,以及旁路阀的阀体可以被设置在涡轮机中的涡轮机轮的上游侧。利用该燃料电池系统,可以简化燃料电池系统的构造。

[0012] (8) 在根据上述方面的燃料电池系统中,旁路流动路径可以连接至涡轮机的涡轮机壳体的内部,并且涡轮机壳体中的旁路流动路径的开口可以被定向成使从旁路流动路径流入涡轮机壳体的空气沿着促进涡轮机的涡轮机轮的旋转的方向流动。利用该燃料电池系统,从旁路流动路径流入涡轮机壳体的空气促进涡轮机轮的旋转。因此,可以简化燃料电池系统的构造,并且可以增加涡轮机的驱动力,用于辅助电机驱动压缩机。

[0013] (9) 在根据上述方面的燃料电池系统中,控制器可以在电机的转速保持恒定的情况下执行第二控制。利用该燃料电池系统,可以抑制第二控制期间电机的功率消耗的增加。因此,可以改善燃料电池系统的燃料经济性。

[0014] (10) 在根据上述方面的燃料电池系统中,控制器可以在压力比保持恒定的情况下执行第二控制,压力比是吸入压缩机的空气压力与从压缩机排放的空气压力的比。利用该燃料电池系统,可以抑制第二控制期间燃料电池中的压力降低。因此,可以抑制由于燃料电池的电解质膜的干燥而由燃料电池生成的电力的减少。这使得可以进一步改善燃料电池系统的燃料经济性。

[0015] (11) 本发明的第二方面涉及一种燃料电池系统的控制方法,该燃料电池系统包括:燃料电池;空气供应流动路径,其被配置成向燃料电池供应空气;空气排放流动路径,其被配置成将空气从燃料电池排放;压缩机,其被配置成将空气供应至空气供应流动路径;电

机,其被配置成驱动压缩机;涡轮机,其被设置在空气排放流动路径中,以辅助电机对压缩机的驱动;旁路流动路径,其被配置成使空气供应流动路径中压缩机的下游侧与空气排放流动路径中涡轮机的上游侧连通;以及旁路阀,其被配置成打开和关闭旁路流动路径。该方法包括:当作为燃料电池的发电所需的空气流量的所需空气流量等于或高于预定阈值时,执行第一控制,在第一控制中,(i)关闭旁路阀,并且(ii)电机的驱动被控制成使空气以与所需空气流量相对应的流量流过燃料电池;当所需空气流量低于预定阈值时,执行第二控制,在第二控制中,(i)打开旁路阀以使空气还流过旁路流动路径,并且(ii)电机的驱动被控制成使空气以与所需空气流量相对应的流量流过燃料电池。

[0016] 本发明还可以以除燃料电池系统以外的各种形式实现。例如,本发明可以以燃料电池车辆的形式、打开和关闭旁路阀的方法等来实现。

附图说明

[0017] 下面将参照附图描述本发明的示例性实施方式的特征、优点以及技术和工业意义,在附图中,相同的附图标记表示相同的元件,并且在附图中:

[0018] 图1是示出根据第一实施方式的燃料电池系统的概要的说明图;

[0019] 图2是示出压缩机的排放空气量与功率消耗之间的关系的说明图;

[0020] 图3是示出根据第一实施方式的旁路控制处理的内容的流程图;

[0021] 图4是示出旁路阀目标开度映射的说明图;

[0022] 图5是示出压缩机的性能特征的说明图;

[0023] 图6是示出根据第二实施方式的旁路确定处理的内容的流程图;

[0024] 图7是示出根据第三实施方式的燃料电池系统的概要的说明图;

[0025] 图8是示出根据第三实施方式的旁路确定处理的内容的流程图;

[0026] 图9是示出根据第四实施方式的燃料电池系统的概要的说明图;

[0027] 图10是示出根据第五实施方式的燃料电池系统的概要的说明图;

[0028] 图11是示出根据第六实施方式的涡轮机的示意剖视图;以及

[0029] 图12是示出根据第七实施方式的涡轮机的示意剖视图。

具体实施方式

[0030] A. 第一实施方式

[0031] 图1是示出根据第一实施方式的燃料电池系统10的概要的说明图。根据本实施方式的燃料电池系统10安装在例如燃料电池车辆上,并且用作用于驱动燃料电池车辆的驱动电机的发电装置。燃料电池系统10可以用作固定发电装置。燃料电池系统10包括燃料电池100、空气供应流动路径210、空气排放流动路径220、旁路流动路径230、旁路阀240、压缩机310、电机320、涡轮机330以及控制器500。在下文中,说明书中的“上游侧”和“下游侧”分别指的是沿空气的流动方向的上游侧和下游侧。

[0032] 本实施方式的燃料电池100是固体聚合物型燃料电池。燃料电池100具有堆叠有多个电池的堆叠结构。每个电池包括在电解质膜的两侧具有电极催化剂层的膜电极组件,以及夹着膜电极组件的一对隔板。在每个电池中,作为燃料气体的氢气被供应至膜电极组件的阳极侧,并且作为氧化气体的空气被供应至膜电极组件的阴极侧,由此通过电化学反应

产生电动势。各个电池串联连接。用于冷却燃料电池100的冷却剂循环通过的冷却剂流动路径可以连接至燃料电池100。

[0033] 空气供应流动路径210是用于将空气供应至燃料电池100的阴极侧的流动路径。

[0034] 压缩机310设置在空气供应流动路径210的上游侧。压缩机310从吸入侧吸入大气中的空气,对压缩机310内的空气加压,并且将加压的空气从排放侧供应至空气供应流动路径210。压缩机310包括压缩机轮311和压缩机壳体312。压缩机轮311是用于通过旋转对空气加压并由电机320驱动的叶轮。压缩机壳体312是用于容纳压缩机轮311的压缩机310的主体。从压缩机310的吸入侧吸入压缩机壳体312中的空气通过压缩机轮311的旋转而被施加离心力。空气通过被压靠于压缩机壳体312的内壁而被加压,并且从压缩机310的排放侧被排出。在本实施方式中,离心压缩机用作压缩机310。作为压缩机310,可以使用轴流式压缩机。

[0035] 电机320是用于驱动压缩机310的电动机。

[0036] 空气排放流动路径220是用于将空气从燃料电池100的阴极侧排出的流动路径。

[0037] 涡轮机330设置在空气排放流动路径220中。涡轮机330辅助电机320对压缩机310的驱动。涡轮机330包括涡轮机轮331和涡轮机壳体332。涡轮机轮331是用于辅助通过旋转驱动压缩机310的叶轮并且由在涡轮机330中流动的空气驱动。涡轮机壳体332是容纳涡轮机轮331的压缩机330的主体。设置在涡轮机壳体332中的涡轮机轮331通过从涡轮机330的吸入侧流入涡轮机壳体332中的空气而旋转。也就是说,涡轮机330将空气的动能转换成用于使涡轮机轮331旋转的力。涡轮机轮331、电机320和压缩机轮311通过共同的旋转轴340连接。因此,通过涡轮机轮331的旋转来辅助用于使压缩机轮311旋转的电机320的驱动。使涡轮机轮331旋转的空气从涡轮机330的排放侧排放。

[0038] 旁路流动路径230是使空气供应流动路径210中的压缩机310的下游侧和空气排放流动路径220中的涡轮机330的上游侧彼此连通的流动路径。旁路流动路径230比燃料电池100中的空气流动路径具有更小的压力损失。

[0039] 旁路阀240设置在旁路流动路径230中。旁路阀240是打开和关闭旁路流动路径230的阀。在本实施方式中,蝶阀用作旁路阀240。可替代地,球形阀可以用作旁路阀240。

[0040] 在本实施方式中,压力调节阀221设置在空气排放流动路径220中。更具体地,压力调节阀221被设置在空气排放流动路径220中的燃料电池100的下游侧并且被设置在旁路流动路径230与空气排放流动路径220之间的连接部分的上游侧。压力调节阀221是用于调节在燃料电池100中流动的压力的阀。

[0041] 控制器500被配置成包括CPU、存储器和每个部件所连接的接口电路的计算机。通过执行存储在存储器中的控制程序,CPU根据所需空气流量来控制电机320的驱动和旁路阀240的打开和关闭。术语“所需空气流量”是指燃料电池100中发电所需的空气流量。例如,在燃料电池车辆中,控制器500根据燃料电池车辆的加速器的开度来增加或减少所需空气流量,以便增加或减少燃料电池100中的生成的电力。在本说明书中,术语“流量”用于表示质量流。

[0042] 图2是示出从压缩机310排放的的空气的流量(排放空气量)与用于驱动燃料电池系统10中的压缩机310的电机320的功率消耗之间的关系的曲线图。图2所示的曲线图示出了当旁路阀240始终保持关闭状态时压缩机310的排放空气量与电机320的功率消耗之间的关

系。图2中所示的曲线图的横轴表示压缩机310的排放空气量。纵轴表示电机320的功率消耗。在压缩机310的排放空气量大的区域中,随着压缩机310的排放空气量增加,电机320的功率消耗增加。另一方面,在压缩机310的排放空气量小的区域中,当压缩机310的排放空气量减少时,涡轮机330的驱动力由于涡轮机轮331的滚动摩擦而减少,并且电机320的功率消耗增加。因此,在图2所示的曲线图中,存在电机320的功率消耗相对于压缩机310的排放空气量变得最小的流量。在下文中,压缩机310的排放空气量小于电机320的功率消耗变得最小的流量的范围将被称为“低效率区域”。

[0043] 根据所需空气流量确定压缩机310的排放空气量。在燃料电池车辆的情况下,根据加速器的开度等确定所需空气流量。因此,当加速器的开度小时,所需空气流量也变小。因此,压缩机310在低效率区域中被驱动,并且在一些情况下电机320的功率消耗可能增加。因此,本实施方式的燃料电池系统10执行下面描述的旁路控制,以增加压缩机310的排放空气量。因此,涡轮机330的驱动力增加,并且电机320的功率消耗降低。

[0044] 图3是示出旁路控制处理的内容的流程图。在本说明书中,术语“旁路控制”是指控制器500基于所需空气流量通过打开和关闭旁路阀240来调整流过旁路流动路径230的的空气的流量的处理。当燃料电池100的发电开始时,开始旁路控制处理,并且继续循环,直到燃料电池100的发电停止为止。

[0045] 首先,控制器500确定所需空气流量是否低于预定阈值(步骤S110)。在本实施方式中,基于压缩机310的效率确定“预定阈值”。具体地,阈值是在燃料电池系统10中电机320的功率消耗相对于压缩机310的排放空气量变得最小的流量 G_{min} 的值(参见图2)。此外,阈值可以对应于基于在燃料电池系统10中电机320的功率消耗相对于压缩机310的排放空气量变得最小的流量 G_{min} 确定的值。阈值不限于等于流量 G_{min} 的值,并且可以是略小于流量 G_{min} 的值。

[0046] 如果所需空气流量不低于预定阈值(步骤S110:否),则控制器500关闭旁路阀240(步骤S120),并且控制电机320的驱动,使得空气以与所需空气流量相对应的流量流过燃料电池100。该控制被称为“第一控制”。

[0047] 另一方面,如果所需空气流量低于预定阈值(步骤S110:是),也就是说,如果压缩机310的排放空气量处于低效率区域,则控制器500控制旁路阀240的开度,使得空气也流过旁路流动路径230,并且控制电机320的驱动,使得空气以与所需空气流量相对应的流量流过燃料电池100。该控制被称为“第二控制”。更具体地,首先,控制器500获得所需空气流量与阈值之间的差 ΔG (步骤S130)。接下来,控制器500根据存储在存储器中的旁路阀目标开度图映射来确定旁路阀240的目标开度(步骤S140)。

[0048] 图4是示出旁路阀目标开度映射的说明图。在旁路阀目标开度映射中,旁路阀240的目标开度与所需空气压力以及所需空气流量与阈值之间的差 ΔG 被相关联地记录。术语“目标开度”是指旁路阀240的开度的目标值。通过提前执行的测试,可以通过根据所需空气流量与阈值之间的差 ΔG 和所需空气压力获得旁路阀240的合适的开度来获取旁路阀目标开度映射。术语“所需空气压力”是指燃料电池100的发电所需的空气压力。由于控制器500控制压力调节阀221或压力比,因此在燃料电池100中流动的的空气的压力被调节以变成所需空气压力,所述压力比是被吸入压缩机310的的空气的压力(吸入空气压力)与从压缩机310排放的的空气的压力(排放空气压力)的比率。在步骤S140中,控制器500可以基于预定函数而不

是参考旁路阀目标开度映射来计算旁路阀240的目标开度。

[0049] 在确定旁路阀240的目标开度之后,控制器500以目标开度打开旁路阀240(图3中的步骤S150),并控制电机320的驱动,使得空气以与所需空气流量相对应的流量流过燃料电池100。在本实施方式中,控制器500在保持电机320的转数恒定的同时执行第二控制。此外,在本实施方式中,控制器500在保持压力比恒定的同时执行第二控制,所述压力比是压缩机310的吸入空气压力与压缩机310的排放空气压力的比率。

[0050] 图5是示出压缩机310的性能特征的说明图。压缩机310的性能特征通过压缩机310的性能测试获得。横轴表示压缩机310的排放空气量。纵轴表示压缩机310的压力比。等旋转线是连接操作点的线,在该操作点处压缩机310的转数保持不变。等效率线是连接操作点的线,在该操作点处压缩机310的效率保持不变。操作限制线是操作点的线,在该操作点处压缩机310由于旋转失速等而无法泵送空气。

[0051] 将参照图5描述第二控制的操作。在压缩机310的转数(电机320的转数)保持恒定的状态下,并且在压缩机310的压力比保持基本恒定的状态下(图3中的步骤S150),当旁路阀240打开到使用旁路阀目标开度映射获得的目标开度时,压缩机310的下游侧上的压力损失减少。因此,吸入压缩机310的的空气的流量增加,并且压缩机310的排放空气量增加。随着压缩机310的排放空气量增加,压缩机310的操作点从与所需空气流量相对应的操作点Pa转移到示出比操作点Pa的效率高的操作点Pb。

[0052] 随着压缩机310的排放空气量增加,生成具有超过所需空气流量的流量的空气(剩余空气)。然而,此时,控制器500将旁路阀240的开度调整成这样的开度:在该开度处,使具有与所需空气流量相对应的流量的空气流过燃料电池100,并且使剩余空气流过旁路流动路径230。因此,供应至燃料电池100的的空气的流量不会改变。

[0053] 剩余空气经由旁路流动路径230供应至涡轮机330,而不穿过燃料电池100的内部。由于供应至涡轮机330的的空气的流量是从燃料电池100排放的的空气的流量与由旁路流动路径230旁路的剩余空气的流量之和,因此供应至涡轮机330的的空气的流量增加。经由旁路流动路径230供应至涡轮机330的空气在保持流量的同时被供应至涡轮机330,因为燃料电池100的发电不消耗氧。此外,流过旁路流动路径230的剩余空气被压缩机310压缩,并且具有比从燃料电池100排放的空气更高的温度。因此,空气排放流动路径220中的燃料电池100的排水被剩余空气蒸发并被供应至涡轮机330。这增加了涡轮机330的驱动力,以用于辅助电机320对压缩机310的驱动。

[0054] 利用上述本实施方式的燃料电池系统10,当所需空气流量小时,由压缩机310供应的空气不仅直接供应至燃料电池100而且还供应至涡轮机330,以用于辅助通过旁路流动路径230驱动压缩机310。因此,可以在不降低供应至燃料电池100的空气流量的情况下降低用于驱动压缩机310的电机320的功率消耗。这使得可以改善燃料电池系统10的燃料经济性。

[0055] 此外,在本实施方式中,用于确定是否执行上述第二控制的阈值被设置成基于流量Gmin(在流量Gmin处,在燃料电池系统10中电机320的功率消耗相对于压缩机310的排放空气量变得最小)确定的值。因此,当所需空气流量对应于压缩机310的低效率区域时,压缩机310的排放空气量可以被强制地转移到高效率区域。此外,在本实施方式中,阈值被设置成在燃料电池系统10中的电机320的功率消耗相对于压缩机310的排放空气量变得最小的流量Gmin的值。因此,可以在第二控制中使用用于驱动压缩机310的电机320的功率消耗最小

化。

[0056] 此外,在本实施方式中,在保持电机320的转数恒定的同时执行第二控制。因此,可以抑制在第二控制期间电机320的功率消耗的增加。

[0057] 此外,在本实施方式中,在保持压缩机310的压力比恒定的同时执行第二控制。在这方面,压缩机310的吸入空气压力与大气压力大致相同,并且难以经历突然变化。因此,通过在保持压缩机310的压力比恒定的同时执行第二控制,可以在第二控制时抑制燃料电池100内的压力降低。此外,如果燃料电池100中的压力降低,则水的沸点降低,并且燃料电池100的电解质膜容易干燥。如果电解质膜干燥,则电解质膜的离子传导性降低,并且燃料电池100产生的电力降低。因此,通过在第二控制时抑制燃料电池100内的压力降低,可以抑制燃料电池100产生的电力的降低。

[0058] 如图5所示,当压缩机310的排放空气量在压缩机310的排放空气量小的状态下增加一定量或更多时,在保持电机320的转数恒定的同时,压缩机310的压力比逐渐降低。在这种情况下,为了根据燃料电池100的所需空气压力维持压缩机310的压力比,需要响应于压缩机310的压力比的降低而增加电机320的转数。这导致电机320的功率消耗增加。然而,在本实施方式中,电机320的转数保持恒定,并且在压缩机310的压力比不降低的区域中(也就是说,在压缩机310的压力比是恒定的情况下)执行第二控制。因此,可以在不增加电机320的功率消耗的情况下增加压缩机310的排放空气量。具体地,在本实施方式中,电机320的旋转力可以由低效率区域中的涡轮机330辅助。因此,可以在保持电机320的转数的同时降低电机320的功率消耗。在本实施方式中,电机320的转数和压缩机310的压力比保持恒定。然而,电机320的转数和压缩机310的压力比中的一个可以在电机320的功率消耗不增加的范围内改变。

[0059] 在本实施方式中,基于压缩机310的效率确定“预定阈值”。可替代地,可以基于压缩机310的排放空气量来确定“预定阈值”。例如,压缩机310的排放空气量可以分为具有大流量的区域和具有小流量的区域,并且可以通过使用用作两个区域之间的边界的值来确定阈值。即使在这种情况下,也可以抑制在低效率区域中压缩机310的驱动。

[0060] B. 第二实施方式

[0061] 图6是示出根据第二实施方式的旁路确定处理的内容的流程图。该处理是用于确定是否执行图3中所示的旁路控制处理的处理。当燃料电池100的发电开始时,开始该处理,并且继续循环,直到燃料电池100的发电停止为止。在第二实施方式中,燃料电池系统10的构造与第一实施方式的构造(图1)相同。

[0062] 在第二实施方式的燃料电池系统10中,控制器500在时间 t_1 获取所需空气流量 G_1 ,该时间 t_1 是在作为当前时间的 t_2 之前的 Δt 秒(例如,一秒)(步骤S210),然后在时间 t_2 获取所需空气流量 G_2 (步骤S220)。接下来,控制器500使用在时间 t_1 处的所需空气流量 G_1 和在时间 t_2 处的所需空气流量 G_2 来获得每单位时间所需空气流量的增加量(步骤S230),并确定每单位时间所需空气流量的增加量是否等于或大于预定增加量(步骤S240)。当每单位时间所需空气流量的增加量等于或大于预定增加量时(步骤S240:是),无论所需空气流量是否低于阈值,控制器500都关闭旁路阀240(步骤S250),并且控制电机320的驱动,使得空气与所需空气流量相对应的流量流过燃料电池100。此后,处理返回至步骤S210。另一方面,当每单位时间所需空气流量的增加量小于预定增加量时(步骤S240:否),控制器500执行如

第一实施方式中的旁路控制(步骤S260)。此后,该处理再次从步骤S210开始。

[0063] 在上述本实施方式的燃料电池系统10中,当每单位时间所需空气流量的增加量等于或大于预定增加量时,无论所需空气流量是否低于阈值都关闭旁路阀240,并且电机320的驱动被控制成使得空气以与所需空气流量相对应的流量流过燃料电池100。因此,当每单位时间所需空气流量的增加量急剧增加到预定增加量或高于预定增加量时,可以防止具有与增加的所需空气流量相对应的流量的空气的一部分朝向旁路流动路径230流动而不被供应至燃料电池100。因此,当所需空气流量快速增加时,可以抑制将空气供应至燃料电池100的延迟。在燃料电池车辆中,可以抑制从加速器被踩踏并且燃料电池100的所需空气流量响应于燃料电池车辆的功率消耗的增加而增加时到具有与增加的所需空气流量相对应的流量的空气被实际供应至燃料电池100时的时间延迟。因此,可以抑制由于对加速请求的响应的延迟而导致的驾驶性能的劣化。

[0064] C. 第三实施方式

[0065] 图7是示出根据第三实施方式的燃料电池系统10c的概要的说明图。第三实施方式的燃料电池系统10c与第一实施方式的燃料电池系统10(图1)的不同之处在于,燃料电池系统10c包括储蓄罐410、罐压力传感器411、第一罐阀420和第二罐阀430。此外,在第三实施方式中,用于执行旁路控制的条件与第一实施方式的条件(图3)不同。

[0066] 储蓄罐410连接至在旁路流动路径230中的旁路阀240的下游侧。储蓄罐410是用于存储流过旁路流动路径230的的空气的罐。

[0067] 罐压力传感器411是用于获取存储在储蓄罐410中的空气的压力的压力传感器。

[0068] 第一罐阀420设置在储蓄罐410与旁路流动路径230之间的连接部分处。第一罐阀420是用于打开和关闭储蓄罐410与旁路流动路径230之间的连接的阀。

[0069] 第二罐阀430设置在旁路流动路径230中的储蓄罐410的下游侧。第二罐阀430是用于打开和关闭旁路流动路径230的阀。

[0070] 图8是示出根据第三实施方式的旁路确定处理的内容的流程图。当燃料电池100的发电开始时,开始该处理,并且继续循环,直到燃料电池100的发电停止为止。当所需空气流量增加时第三实施方式中的旁路控制的处理的内容与当所需空气流量增加时图6所示的第二实施方式中的旁路控制的处理部分相同。因此,在图8中,与图6的步骤相同的步骤的编号用于与图6相同的处理内容。

[0071] 在第三实施方式的燃料电池系统10c中,控制器500在时间 t_1 获取所需空气流量 G_1 ,该时间 t_1 是在作为当前时间的 t_2 之前的 Δt 秒(例如,一秒)(步骤S210),然后在时间 t_2 获取所需空气流量 G_2 (步骤S220)。接下来,控制器500使用在时间 t_1 处的所需空气流量 G_1 和在时间 t_2 处的所需空气流量 G_2 来获得每单位时间所需空气流量的增加量(步骤S230),并确定每单位时间所需空气流量的增加量是否等于或大于预定增加量(步骤S240)。

[0072] 当每单位时间所需空气流量的增加量等于或大于预定增加量时(步骤S240:是),控制器500确定罐内压力是否等于或高于罐目标压力(步骤S310)。“罐内压力”是由罐压力传感器411获取的压力,并且是实际存储在储蓄罐410中的空气的压力。“罐目标压力”是存储在储蓄罐410中的空气的压力的目标值。通过将存储在储蓄罐410中的空气供应至涡轮机330,可以预先将罐目标压力确定为适于降低电机320的功率消耗的压力。当罐内压力等于或高于罐目标压力时(步骤S310:是),关闭旁路阀240并打开第一罐阀420和第二罐阀430

(步骤S320)。因此,当罐内压力等于或高于罐目标压力时,存储在储蓄罐410中的高压空气可以被供应至涡轮机330,同时防止存储在储蓄罐410中的空气从旁路流动路径230回流至空气供应流动路径210。在步骤S320之后,处理再次返回至步骤S210。另一方面,当罐内压力低于罐目标压力时(步骤S310:否),控制器500关闭旁路阀240、第一罐阀420和第二罐阀430(步骤S330)。因此,当罐内压力没有达到罐目标压力并且相对于所需空气流量降低电机320的功率消耗的效果小时,存储在储蓄罐410中的空气不会被释放。另外,在步骤S330中,第一罐阀420或第二罐阀430可以处于打开状态。在步骤S330之后,处理再次返回至步骤S210。

[0073] 在上述步骤S240中,当每单位时间的所需空气流量的增加量小于预定增加量时(步骤S240:否),控制器500执行如第一实施方式中的旁路控制,并确定所需空气流量是否低于预定阈值(步骤S110)。当所需空气流量不低于预定阈值时(步骤S110:否),控制器500执行第一控制并使旁路阀240进入关闭状态(图3中的步骤S120)。此后,控制器500使处理行进到上述步骤S310。另一方面,当所需空气流量低于预定阈值时(步骤S110:是),控制器500执行第二控制(图3中的步骤S130至S150)。此后,控制器500确定罐内压力是否等于或高于所需空气压力或罐目标压力(步骤S340)。当罐内压力等于或高于所需空气压力或罐目标压力时(步骤S340:是),控制器500打开旁路阀240和第二罐阀430,并关闭第一罐阀420(步骤S350)。因此,在防止存储在储蓄罐410中的空气从旁路流动路径230流回到空气供应流动路径210的同时,从压缩机310排放的空气可以经由旁路流动路径230从空气供应流动路径210旁路至空气排放流动路径220。另一方面,当罐内压力低于所需空气压力或罐目标压力时(步骤S340:否),控制器500打开旁路阀240、第一罐阀420和第二罐阀430(步骤S360)。因此,在经由旁路流动路径230将空气从空气供应流动路径210旁路至空气排放流动路径220的同时,要被旁路的一部分空气可以被存储在储蓄罐410中。

[0074] 在上述本实施方式的燃料电池系统10c中,在第二控制期间,流过旁路流动路径230的剩余空气的一部分可以被存储在储蓄罐410中。即使当旁路阀240关闭时,在第二控制期间存储在储蓄罐410中的空气也可以被供应至涡轮机330。因此,即使当旁路阀关闭时,也可以增加涡轮机330的驱动力,用于辅助电机320对压缩机310的驱动。在燃料电池车辆中,如在第二实施方式中那样,当加速器被踩踏时,可以抑制直到具有与增加的所需空气流量相对应的流量的空气被实际供应至燃料电池100为止所需的时间的延迟。此外,在燃料电池车辆在低效率区域以外的区域中驱动期间(例如,在高速公路上的稳定行驶期间)或者当存在加速请求时,即使旁路阀240处于关闭状态,也可以通过涡轮机330增加驱动力。因此,可以抑制由于对加速请求的响应的延迟而导致的驾驶性能的劣化,并且可以改善燃料电池车辆的加速性能。

[0075] 根据本实施方式的燃料电池系统10c包括第一罐阀420和第二罐阀430。然而,第一罐阀420和第二罐阀430不是必要的部件。即使没有设置第一罐阀420和第二罐阀430,也可以在第二控制期间将空气存储在储蓄罐410中。因此,当旁路阀240关闭时,存储在储蓄罐410中的空气可以被供应至涡轮机330。因此,即使在这样的构造中,即使旁路阀240关闭,也可以增加涡轮机330的驱动力。

[0076] D. 第四实施方式

[0077] 图9是示出根据第四实施方式的燃料电池系统10d的概要的说明图。在图1中示出的燃料电池系统10中,压力调节阀221被设置在空气排放流动路径220中的燃料电池100的

下游侧并且被设置在旁路流动路径230与空气排放流动路径220之间的连接部分的上游侧。然而,在本实施方式中,如图9所示,压力调节阀221被设置在空气排放流动路径220中的涡轮机330的上游侧并且被设置在旁路流动路径230与空气排放流动路径220之间的连接部分的下游侧。这使得可以抑制压力调节阀221的上游侧上的压力的突然波动。因此,可以防止燃料电池100内的压力随着旁路阀240的打开和关闭而迅速降低。

[0078] E. 第五实施方式

[0079] 图10是示出根据第五实施方式的燃料电池系统10e的概要的说明图。在图9所示的燃料电池系统10d中,压力调节阀221和涡轮机壳体332被分开设置。然而,在本实施方式中,如图10所示,压力调节阀221e和涡轮机壳体332e是一体的。更具体地,压力调节阀221e的阀箱与涡轮机壳体332e一体形成,并且压力调节阀221e的阀体设置在涡轮机330e中的涡轮机轮331的上游侧。例如,本实施方式的涡轮机330e可以由可变喷嘴涡轮增压器构成,在该可变喷嘴涡轮增压器中,涡轮机330e的空气抽吸端口和压力调节阀221e一体形成。因此,通过调整压力调节阀221e的开度,可以改变吹向涡轮机轮331的空气的流速。因此,可以简化燃料电池系统10e的构造,并且可以增加涡轮机330e的驱动力,用于辅助电机320对压缩机310的驱动。

[0080] F. 第六实施方式

[0081] 图11是示出根据第六实施方式的涡轮机330f的示意剖视图。在图1所示的燃料电池系统10中,旁路流动路径230连接至空气排放流动路径220。然而,在本实施方式中,如图11所示,旁路流动路径230直接连接至涡轮机330f的涡轮机壳体332f的内部,旁路阀240f的阀箱与涡轮机壳体332f是一体的,并且旁路阀240f的阀体设置在涡轮机330f中的涡轮机轮331的上游侧。因此,可以简化燃料电池系统10的构造。

[0082] G. 第七实施方式

[0083] 图12是示出根据第七实施方式的涡轮机330g的示意剖视图。在图11所示的涡轮机330f中,旁路流动路径230直接连接至涡轮机330f的涡轮机壳体332f的内部。在本实施方式中,如图12所示,旁路流动路径230还直接连接至涡轮机330g的涡轮机壳体332g。此外,涡轮机壳体332g中的旁路流动路径230的开口231被定向成使得从旁路流动路径230流入涡轮机壳体332g中的空气沿着促进涡轮机330g的涡轮机轮331的旋转的方向流动。因此,从旁路流动路径230流入涡轮机壳体332g中的空气不会阻碍涡轮机轮331的旋转并且促进涡轮机轮331的旋转。因此,可以简化燃料电池系统10的构造,并且可以增加涡轮机330g的驱动力,用于辅助电机320对压缩机310的驱动。

[0084] H. 第八实施方式

[0085] 在图7所示的燃料电池系统10c中,第一罐阀420设置在储蓄罐410与旁路流动路径230之间的连接部分处,并且第一罐阀420还用作储蓄罐410的空气入口和空气出口。然而,储蓄罐410的空气入口和空气出口可以分开设置在储蓄罐410与旁路流动路径230之间的连接部分处,并且用于打开和关闭储蓄罐410与旁路流动路径230之间的连接的阀可以分别设置在入口侧和出口侧。在这种情况下,当将空气存储在储蓄罐中时(图8中的步骤S360),打开入口侧阀并关闭出口侧阀。此外,当释放存储在储蓄罐中的空气时(图8中的步骤S320),关闭入口侧阀并打开出口侧阀。即使在本实施方式的燃料电池系统10中,也可以获得与第三实施方式相同的效果。

[0086] I. 第九实施方式

[0087] 在图1所示的燃料电池系统10中,用于冷却流过空气供应流动路径210的空气中的中间冷却器可以被设置在空气供应流动路径210中的燃料电池100的上游侧并且被设置在旁路流动路径230与空气供应流动路径210之间的连接部分的下游侧。利用该构造,可以降低供应至燃料电池100的空气质量,可以抑制燃料电池100的电解质膜的干燥,并且可以增加供应至燃料电池100的空气质量。

[0088] 本发明不限于上述实施方式,并且在不脱离本发明的精神的情况下可以以各种配置实现。例如,为了解决上述问题中的一些或全部,或者为了实现上述效果中的一些或全部,在对应于发明内容中描述的各种形式的技术特征的实施方式中的技术特征可以根据需要被替换或组合。另外,除非技术特征在本说明书中被描述为必要的,否则可以适当地删除这些技术特征。

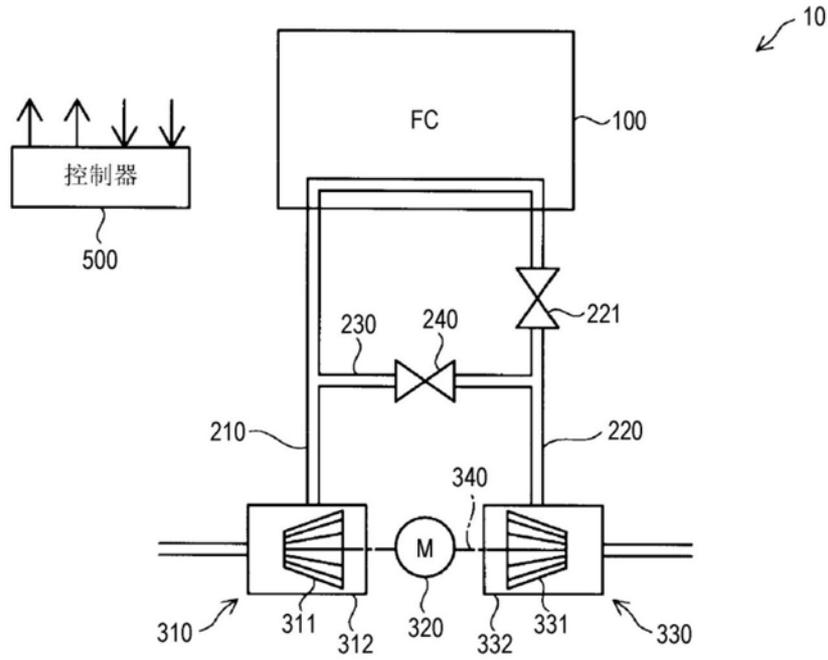


图1

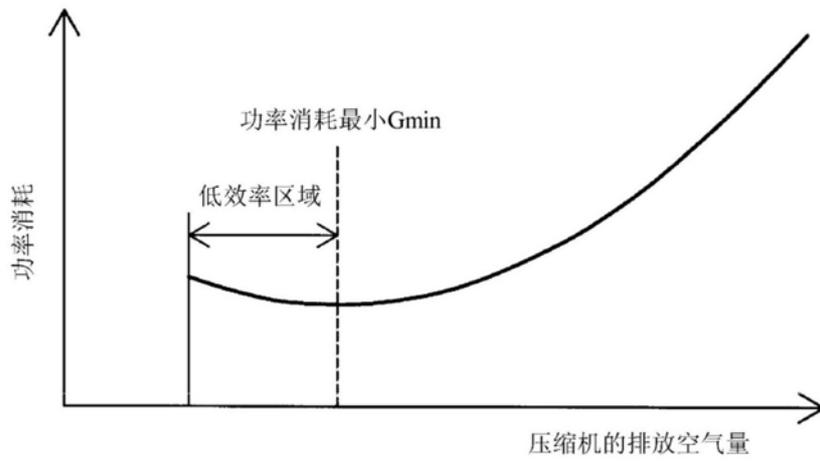


图2

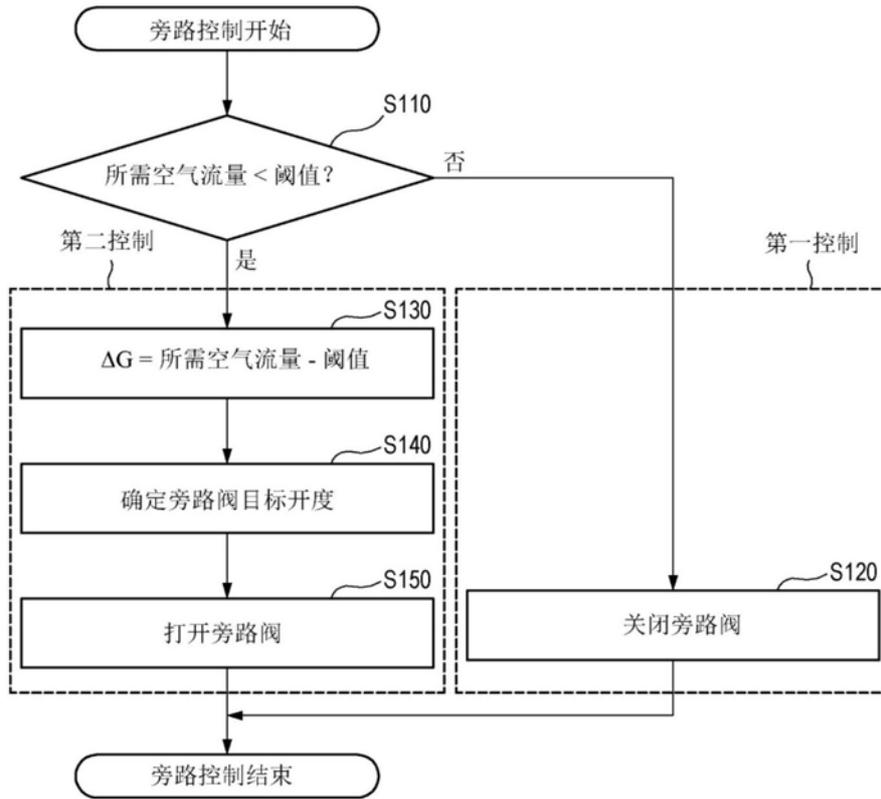


图3

旁路阀目标开度映射

| 所需空气压力 | ΔG | 旁路阀目标开度 |
|--------|------------|---------|
| X1 | Y1 | Z11 |
| X1 | Y2 | Z12 |
| X1 | Y3 | Z13 |
| X2 | Y1 | Z21 |
| | ⋮ | |

图4

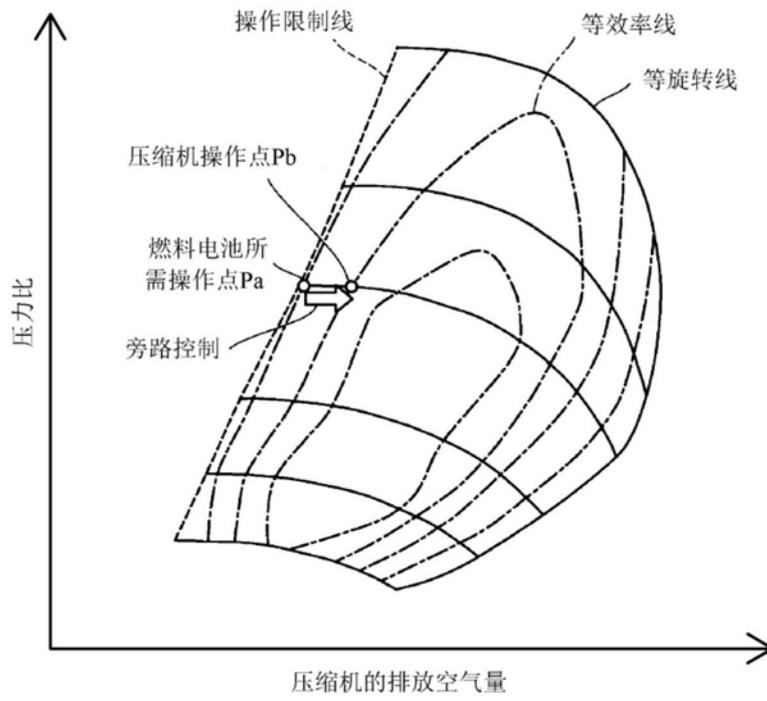


图5

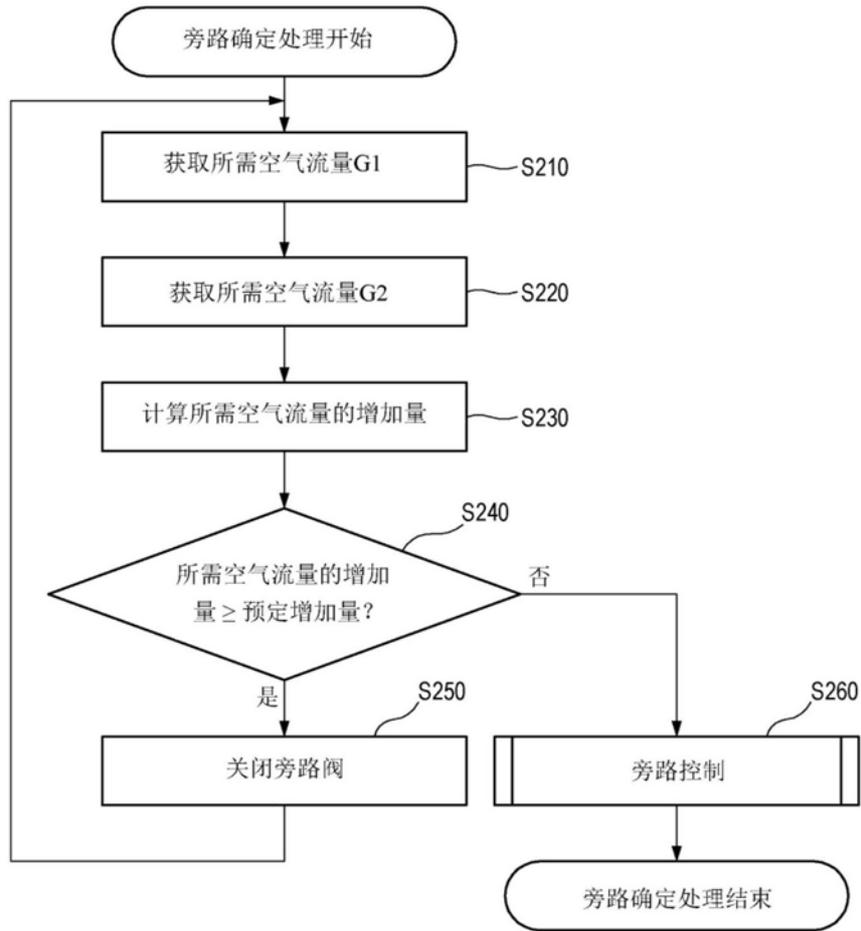


图6

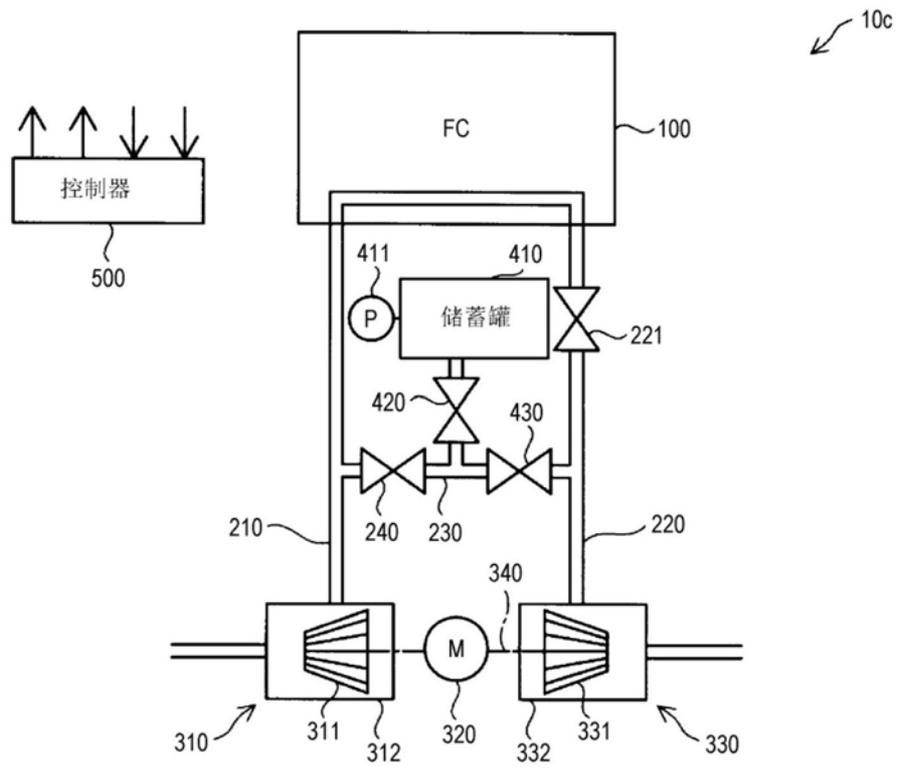


图7

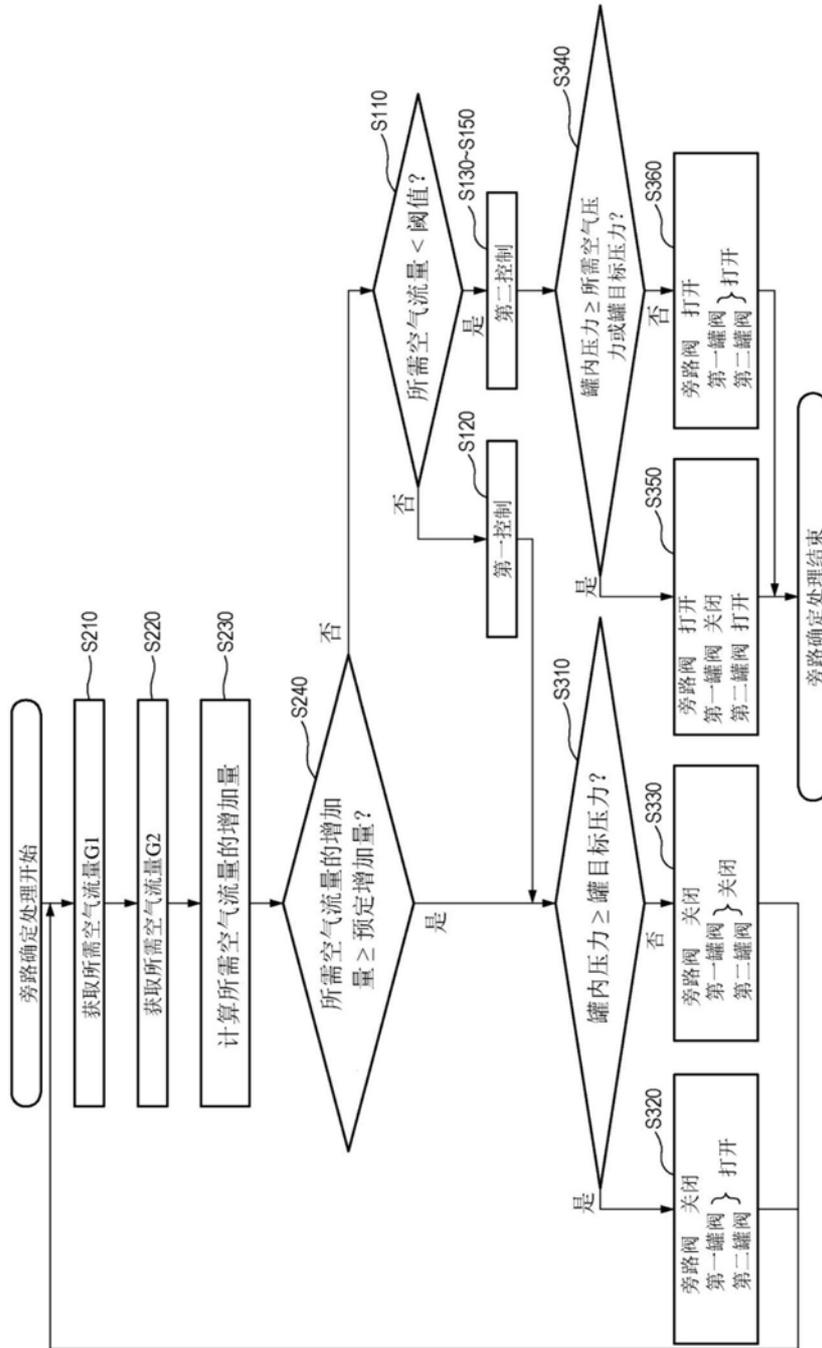


图8

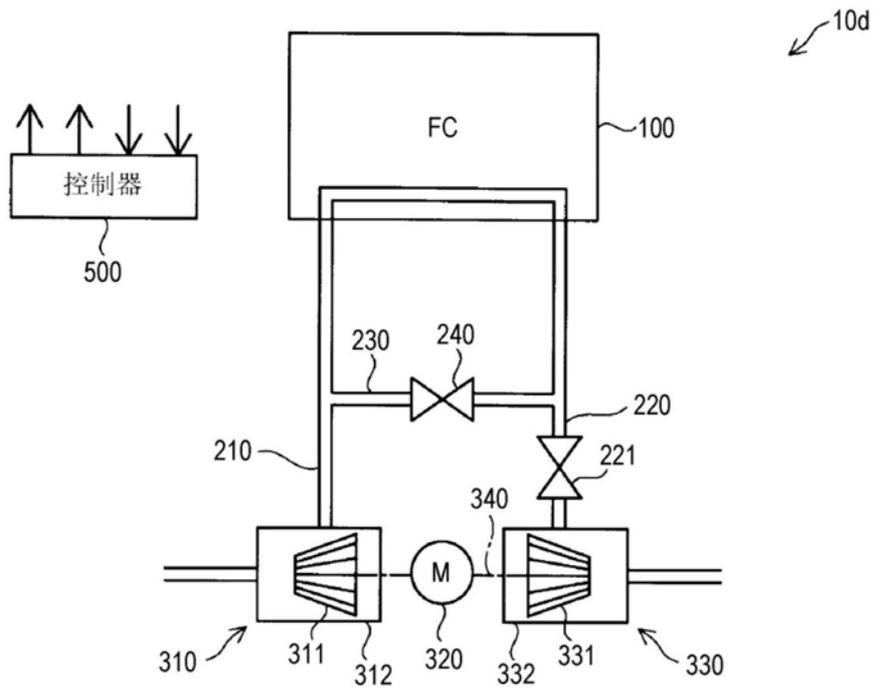


图9

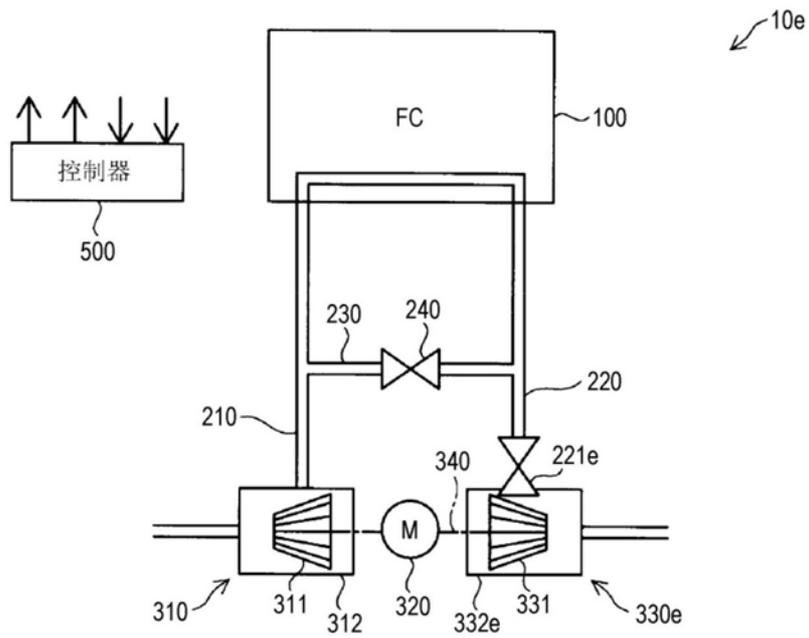


图10

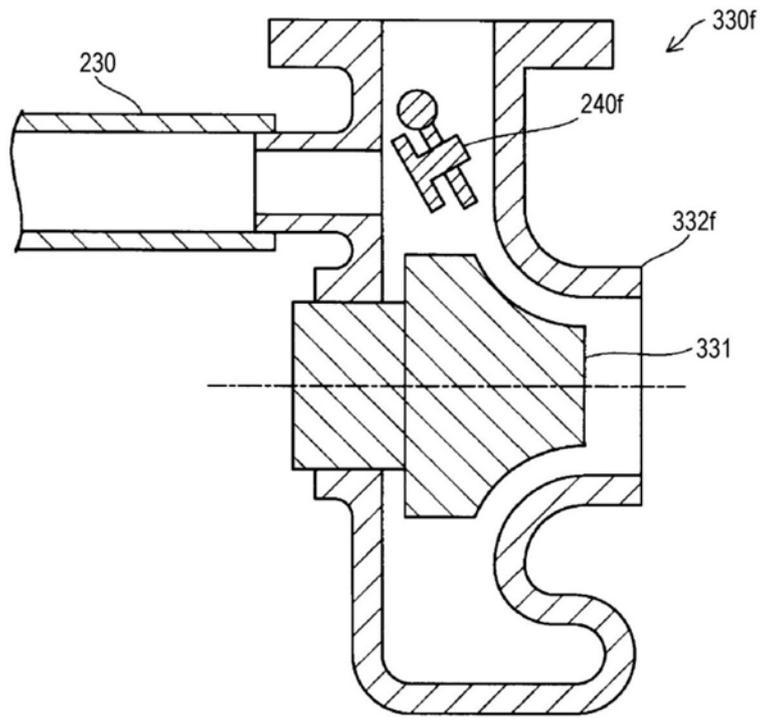


图11

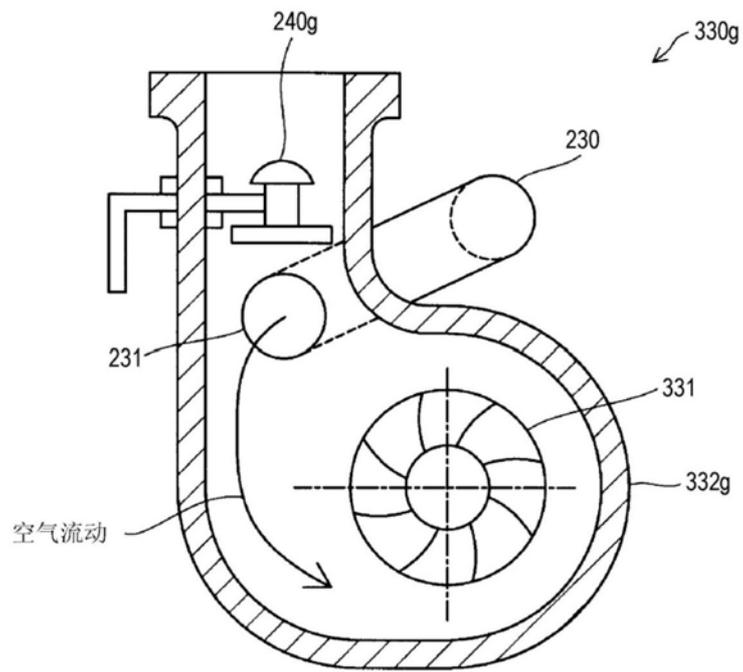


图12