



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101326662 B

(45) 授权公告日 2011. 05. 11

(21) 申请号 200680046289. 4

(22) 申请日 2006. 12. 05

(30) 优先权数据

353666/2005 2005. 12. 07 JP

306314/2006 2006. 11. 13 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 06. 10

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2006/324623 2006. 12. 05

(87) PCT申请的公布数据

W02007/066795 JA 2007. 06. 14

(73) 专利权人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县

(72) 发明人 真锅晃太 堀尾公秀

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 车文 代易宁

(51) Int. Cl.

H01M 8/00 (2006. 01)

H01M 8/04 (2006. 01)

H01M 8/10 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2005-108815 A, 2005. 04. 21, 说明书第 [0058] 段, 图 8, 表 1.

JP 特开 2002-280034 A, 2002. 09. 27, 权利要求 1, 权利要求 2, 图 1, 图 5, 说明书第 [0020] 段, 第 [0030] 段.

US 6255008 B1, 2001. 07. 03, 说明书第 5 栏第 5 段.

审查员 赵中琴

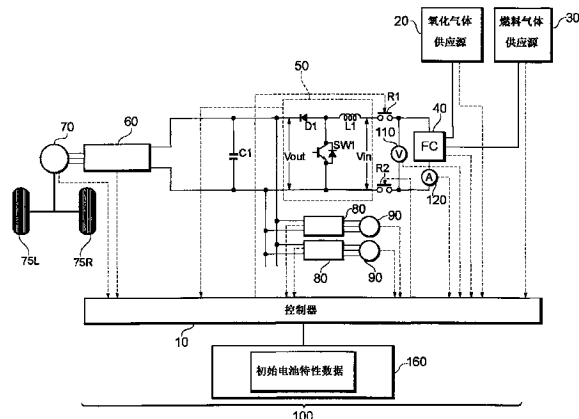
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 12 页

(54) 发明名称

燃料电池系统

(57) 摘要

本发明披露了一种燃料电池系统, 即使在中毒电极催化剂被恢复或者燃料电池被加热的情况下, 所述燃料电池系统也能够稳定地运行以高压驱动的辅助器件等。当探测到电极催化剂中毒时, 控制器获得足以恢复中毒的电极催化剂的活性的目标运行点。然后, 实现运行点从通常运行点到低效率运行点的偏移, 从而输出功率保持恒定。



1. 一种燃料电池系统,包括:

燃料电池;

负载,所述负载由于所述燃料电池的电力而运行;

第一电压变换器件,所述第一电压变换器件设置于所述燃料电池和所述负载之间,并将所述燃料电池的输出变换成电压,以将所述电压供应到所述负载;

运行控制装置,所述运行控制装置用于在满足预定条件的情况下在低效率运行点运行所述燃料电池,所述低效率运行点具有比通常运行点的功率损耗大的功率损耗;和

电压变换控制装置,所述电压变换控制装置用于基于所述燃料电池的运行点和所述负载的驱动电压来控制所述第一电压变换器件的电压变换操作,

其中,当需要所述燃料电池的暖机运行或者需要恢复所述燃料电池的催化剂活性的运行时,所述燃料电池在所述低效率运行点运行。

2. 根据权利要求1的燃料电池系统,其中所述第一电压变换器件是用于升高所述燃料电池的端子电压的升压变换器,并且

所述电压变换控制装置允许所述升压变换器将与所述运行点对应的所述燃料电池的端子电压升高到至少所述负载的驱动电压。

3. 根据权利要求2的燃料电池系统,还包括:

旁通装置,当所述燃料电池在所述通常运行点运行期间,所述旁通装置用于绕过所述升压变换器,以将所述燃料电池的输出电流供应到所述负载。

4. 根据权利要求3的燃料电池系统,其中所述旁通装置是二极管,在所述二极管中阳极连接到所述升压变换器的输入侧并且阴极连接到所述升压变换器的输出侧。

5. 根据权利要求1的燃料电池系统,还包括:

可充放电蓄电器件;和

第二电压变换器件,所述第二电压变换器件变换在所述蓄电器件和所述负载之间的电压。

6. 根据权利要求5的燃料电池系统,其中所述第二电压变换器件是升高所述蓄电器件的放电电压的升压变换器,或者是升高或降低所述放电电压的变换器。

7. 根据权利要求1的燃料电池系统,其中所述燃料电池的电流与所述燃料电池的电压一起被控制以实现所述运行点从所述通常运行点到所述低效率运行点的偏移,从而输出功率保持恒定。

8. 根据权利要求1的燃料电池系统,还包括:

可充放电蓄电器件;和

第二电压变换器件,所述第二电压变换器件变换在所述蓄电器件和所述负载之间的电压,

其中在所述电压变换控制装置的控制下,所述第二电压变换器件将从所述可充放电蓄电器件供应的放电电压升高到系统所需电压,以将该电压供应到所述负载。

9. 根据权利要求8的燃料电池系统,其中所述电压变换控制装置根据所述负载的驱动电压控制所述第一电压变换器件的电压变换操作,并根据通过所述电压变换操作获得的变换后的电压控制所述第二电压变换器件的电压变换操作。

10. 一种燃料电池系统,包括:

燃料电池,所述燃料电池通过使用燃料气体和氧化气体而产生电力;

负载,所述负载连接到所述燃料电池;

可充放电蓄电器件,所述可充放电蓄电器件介于所述燃料电池和所述负载之间;

电压变换器件,所述电压变换器件控制所述燃料电池的端子电压,以确定所述燃料电池和所述蓄电器件的运行点;

运行控制装置,所述运行控制装置用于在满足预定条件的情况下在低效率运行点运行所述燃料电池,所述低效率运行点具有比通常运行点的功率损耗大的功率损耗;和

改变装置,所述改变装置用于允许所述电压变换器件调节所述燃料电池的端子电压,并用于控制供应到所述燃料电池的氧化气体的量以调节所述燃料电池的输出电流,由此改变所述燃料电池的运行点,

其中,当需要所述燃料电池的暖机运行或者需要恢复所述燃料电池的催化剂活性的运行时,所述燃料电池在所述低效率运行点运行。

燃料电池系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种燃料电池系统。

背景技术

[0002] 通常,与另一种动力源相比,燃料电池具有不良启动性质。由于温度降低和电极催化剂中毒,这种燃料电池的发电效率降低,并且产生一种情形,其中不能供应期望的电压/电流从而设备(电机等)不能被启动。

[0003] 鉴于这种状态,提出一种方法,其中供应到电极的阳极燃料(例如,燃料气体)和阴极燃料(例如,氧化气体)中的至少一种被带入短缺状态中,并且电极的一个部分的过电压增加以升高燃料电池的温度,由此中毒的电极催化剂被恢复并且燃料电池被加热(例如,见下述专利文献 1)。

[0004] [专利文献 1] 日本专利公开 No. 2003-504807

发明内容

[0005] 然而,在通过以上方法恢复中毒的电极催化剂被并加热燃料电池的情况下,存在如下问题,即,随着这种运行,燃料电池的电压降低,并且利用高压驱动的辅助器件(泵的电机等)不能被稳定地运行。

[0006] 已经鉴于上述情形作出本发明,并且其目的在于提供一种燃料电池系统,即使在中毒电极催化剂被恢复并且燃料电池被加热的情况下,所述燃料电池系统也能够稳定地运行利用高压驱动的辅助器件。

[0007] 为了解决上述问题,根据本发明的燃料电池系统的特征在于包括:燃料电池;负载,所述负载由于所述燃料电池的电力而运行;第一电压变换器件,所述第一电压变换器件设置于所述燃料电池和所述负载之间,并将所述燃料电池的输出变换成电压,以将所述电压供应到所述负载;运行控制装置,所述运行控制装置用于在满足预定条件的情况下在低效率运行点运行所述燃料电池,所述低效率运行点具有比通常运行点的功率损耗大的功率损耗;和电压变换控制装置,所述电压变换控制装置用于基于所述燃料电池的运行点和所述负载的驱动电压来控制所述第一电压变换器件的电压变换操作。

[0008] 根据这种构造,即使在燃料电池在低效运行点下运行以恢复中毒电极催化剂并且加热燃料电池的情况下,也基于燃料电池的运行点和负载的驱动电压控制电压变换器件的电压变换操作。因此,负载能够总是稳定地运行,而与燃料电池的运行点无关。

[0009] 这里,在以上的构造中,一种构造是优选的,其中所述第一电压变换器件是用于升高所述燃料电池的端子电压的升压变换器,并且所述电压变换控制装置允许所述升压变换器将与所述运行点对应的所述燃料电池的端子电压升高到至少所述负载的驱动电压。

[0010] 而且,一种构造是优选的,其中当需要所述燃料电池的暖机运行或者需要恢复所述燃料电池的催化剂活性的运行时,所述燃料电池在所述低效率运行点运行。

[0011] 进而,一种构造是优选的,它还包括旁通装置,当所述燃料电池在所述通常运行点

运行期间,所述旁通装置用于绕过所述升压变换器,以将所述燃料电池的输出电流供应到所述负载。这里,该旁通装置可以是二极管,在所述二极管中阳极连接到所述升压变换器的输入侧并且阴极连接到所述升压变换器的输出侧。

[0012] 而且,在以上的结构中,一种构造是优选的,它还包括可充放电蓄电器件;和第二电压变换器件,所述第二电压变换器件变换在所述蓄电器件和所述负载之间的电压。这里,第二电压变换器件优选是升高所述蓄电器件的放电电压的升压变换器,或者是升高或降低所述放电电压的变换器。

[0013] 如上所述,根据本发明,即使在中毒的电极催化剂被恢复并且燃料电池被加热的情况下,利用高压驱动的辅助器件也能够稳定地运行。

附图说明

- [0014] 图 1 是示出根据第一实施例的燃料电池系统的主要部分的构造的图;
- [0015] 图 2A 是示出在根据该实施例的输出功率和功率损耗之间的关系的图;
- [0016] 图 2B 是示出在根据该实施例的输出功率和功率损耗之间的关系的图;
- [0017] 图 3 是示出根据该实施例的输出功率的变化的图;
- [0018] 图 4 是示出根据该实施例的运行点偏移处理的流程图;
- [0019] 图 5A 是示出根据该实施例的输出功率的变化的图;
- [0020] 图 5B 是示出根据该实施例的输出功率的变化的图;
- [0021] 图 6 是示出根据第二实施例的燃料电池系统的主要部分的构造的图。
- [0022] 图 7 是示出根据第三实施例的燃料电池系统的主要部分的构造的图;
- [0023] 图 8 是示出根据第四实施例的燃料电池系统的主要部分的构造的图;
- [0024] 图 9 是示出根据第五实施例的燃料电池系统的主要部分的构造的图;
- [0025] 图 10 是示出在根据该实施例的系统的启动期间 FC 输出电压的改变的图;
- [0026] 图 11 是示出在根据该实施例的系统的启动期间 FC 输出电压的改变的图;和
- [0027] 图 12 是示出在根据该实施例的系统的启动期间空气压缩机的旋转数的图。

具体实施方式

[0028] 下面参考附图描述根据本发明的实施例。

[0029] A. 第一实施例

[0030] 图 1 是示出根据第一实施例的燃料电池系统 100 的主要部分的构造的图。燃料电池系统 100 是车辆系统,在其上安装有燃料电池 40 作为动力源,并且其特征在于,在燃料电池 40 的输出端部和负载之间连接升压变换器 50。应该指出,在该实施例中,假定燃料电池系统将被安装在燃料电池混合车辆(FCHV)上,但是该系统不仅可用于车辆例如电车和混合车辆,而且还可用于各种移动体(例如船、飞机等、机器人等)以及固定动力源。

[0031] 氧化气体供应源 20 由例如空气压缩机、驱动空气压缩机的电机、逆变器等构成,并且电机的旋转数等被调节以调节供应到燃料电池 40 的氧化气体量。

[0032] 燃料气体供应源 30 由例如氢罐、各种阀门等构成,并且阀门开度、打开/关闭时间等被调节以控制供应到燃料电池 40 的燃料气体量。

[0033] 燃料电池 40 是用于从被供给的反应气体(燃料气体和氧化气体)发电的装置,并

且可以使用任何类型例如固体聚合物型、磷酸盐型和溶解碳酸盐型的燃料电池。燃料电池 40 具有叠层结构,其中包括 MEA 等的多个单电池以串联方式层压。分别地通过电压传感器 110 和电流传感器 120 探测该燃料电池 40 的端子电压(在下面被称为 FC 电压)和输出电流(在下面被称为 FC 电流)。燃料气体例如氢气从燃料气体供应源 30 被供给到燃料电池 40 的燃料极(阳极),而氧化气体例如空气从氧化气体供应源 20 被供给到氧极(阴极)。该燃料电池 40 的 FC 电压经由连接继电器 R1、R2 被供应到升压变换器 50。连接继电器 R1、R2 被控制以基于从控制器 10 供应的开关信号打开/关闭。

[0034] 升压变换器(第一电压变换器件)50 在控制器 10 的控制下将从燃料电池 40 供应的 FC 电压升高为系统所需电压(负载的驱动电压),以将该电压供应到逆变器 60、80。应该指出在下面的说明中,在升高之前输入到升压变换器 50 中的电压将被称为输入电压 V_{in} ,并且从升压变换器 50 输出的被升高的电压将被称为输出电压 V_{out} 。

[0035] 该升压变换器 50 包括反应器 L1、用于整流的二极管 D1、和包括 IGBT 等的开关元件 SW1。反应器 L1 的一个端部连接到连接继电器 R1,并且其另一个端部连接到开关元件 SW1 的集电极。在逆变器 60、80 的电力线和地线之间连接开关元件 SW1。特别地,开关元件 SW1 的集电极被连接到电力线,并且其发射极被连接到地线。在这种构造中,当开关 SW1 被首次打开时,电流流入燃料电池 40 → 电感器 L1 → 开关 SW1。此时利用直流电激发反应器 L1 以积聚磁能。

[0036] 随后,当开关 SW1 被关闭时,由于在电感器 L1 中积聚的磁能引起的感应电压被叠加在燃料电池 40 的 FC 电压(输入电压 V_{in})上以从电感器 L1 输出比输入电压 V_{in} 高的运行电压(输出电压 V_{out}),并且该输出电流经由二极管 D1 输出。控制器 10 适当地改变该开关 SW1 的打开/关闭的占空比(以后描述)以获得期望的输出电压 V_{out} 。

[0037] 逆变器 60、80 的每一个例如为具有脉冲宽度调制系统的 PWM 逆变器,并且基于从控制器 80 发出的控制命令将从升压变换器 50 供应的直流电力变换为三相交流电力,以将电力供应到电机 70、90。

[0038] 更具体地,逆变器 60 经由电容器 C1 将从升压变换器 50 供应的直流电力变换为三相交流电力,以将该电力供应到牵引电机 70。牵引电机 70 是驱动车轮 75L、75R 的电机(即,移动体的动力源),并且利用逆变器 60 控制这种电机的旋转数。应该指出电容器 C1 平滑从升压变换器 50 供应的直流电压以将该电压供应到逆变器 60。

[0039] 在另一方面,逆变器 80 将从升压变换器 50 供应的直流电压变换为三相交流电力以将该电力供应到辅助器件 90。辅助器件 90 由车辆辅助器件、FC 辅助器件等构成。应该指出车辆辅助器件是用于运行车辆等的任何类型的动力器件(灯、空调、液压泵等),并且 FC 辅助器件是用于运行燃料电池 40 的任何类型的动力器件(用于供应燃料气体和氧化气体的泵等)。

[0040] 控制器(运行控制装置、电压变换控制装置)10 由 CPU、ROM、RAM 等构成,并且基于从电压传感器 110 和电流传感器 120、探测燃料电池 40 的温度的温度传感器、探测油门踏板的开度的油门踏板传感器等输入的传感器信号对系统部分进行中央控制。

[0041] 而且,控制器 10 通过下面的方法探测燃料电池 40 的电极催化剂是否中毒,并且进行处理以切换燃料电池 40 的运行点从而恢复中毒的电极催化剂的特性(在以后描述)。

[0042] 存储器 160 例如为可再写非易失存储器,其中存储示意在燃料电池 40 的初始状态

(例如,在制造的电池的输送期间)中的电池特性的初始电池特性数据等。初始电池特性数据是示出在初始状态中在燃料电池 40 的电流密度和电压之间的关系的二维映射,并且随着电流密度增加,电压降低。

[0043] 如已知那样,当燃料电池 40 的电极催化剂中毒时,电池特性降低。对于相等的电压,与在中毒之前的电流密度(由初始电池特性数据示意的电流密度)相比,在中毒之后的电流密度降低。在该实施例中,通过使用上述特性,利用电压传感器 110 和电流传感器 120 探测的 FC 电压和 FC 电流与初始电池特性数据相比较,以探测电极催化剂是否中毒。更特别地,当电压传感器 110 和电流传感器 120 探测到 FC 电压和 FC 电流时,控制器(探测装置)10 将探测结果与在初始电池特性数据中的相等电压下的电流密度相比较。作为这种比较的结果,当下面的公式(1)、(2)成立时,判定电极催化剂中毒。在另一方面,当下面的公式(1)、(2)未被确立时,判定电极催化剂没有中毒。

[0044] $V_{fc} = V_s \dots (1)$, 和

[0045] $I_{fc} < I_s + \alpha \dots (2)$,

[0046] 其中 V_{fc} ;FC 电压,

[0047] V_s ;在初始电池特性数据中的电压,

[0048] I_{fc} ;FC 电流,

[0049] I_s ;在初始电池特性数据中的电流密度,和

[0050] α ;预定值。

[0051] 应该指出在以上的说明中,使用初始电池特性数据探测电极催化剂是否中毒,但是显然,可以通过另一种方法探测电极催化剂是否中毒。例如,当电极催化剂一氧化碳中毒时,设置已知的 CO 浓度传感器,并且在 CO 浓度和测得电压值之间的关系可被预先检查和映射以基于探测到的 CO 浓度等探测电极催化剂是否中毒。将在下面参考附图描述燃料电池 40 的运行点。

[0052] 图 2A 和 2B 是示出在当燃料电池在不同的运行点处运行时在输出功率和功率损耗之间的关系的图。横坐标示意 FC 电流并且纵坐标示意 FC 电压。而且,示于图 2A 和 2B 中的开路电压(OCV)是在其中没有任何电流通过燃料电池的状态中的电压。

[0053] 能够获得示于图 2A 和 2B 中的电流和电压特性(在下面被称为 IV 特性)的燃料电池 40 通常在运行点(I_{fc1} , V_{fc1})处运行,在此处功率损耗相对于输出功率较小(见图 2A)。然而,当燃料电池 40 的电极催化剂中毒时,燃料电池 40 的内部温度需要被升高以恢复电极催化剂的活性。因此,在本实施例中,燃料电池的运行偏移到具有大的功率损耗同时保证所需输出功率的运行点(I_{fc2} , V_{fc2}),由此恢复中毒的电极催化剂的活性(见图 2B)。这里,在示于图 2A 和 2B 中的运行点处的输出功率 P_{fc} 、功率损耗 P_{loss} ,在输出电压 P_{fc} 之间的关系和在功率损耗 P_{loss} 之间的关系如下。

[0054] <关于运行点(I_{fc} , V_{fc1})>

[0055] $I_{fc1} * V_{fc1} = P_{fc1} \dots (3)$

[0056] $I_{fc1} * OCV - P_{fc1} = P_{loss1} \dots (4)$

[0057] <关于运行点(I_{fc2} , V_{fc2})>

[0058] $I_{fc2} * V_{fc2} = P_{fc2} \dots (5)$

[0059] $I_{fc2} * OCV - P_{fc2} = P_{loss2} \dots (6)$

[0060] < 在输出功率之间的和在功率损耗之间的关系 >

[0061] $P_{fc1} = P_{fc2} \dots (7)$

[0062] $P_{loss1} < P_{loss2} \dots (8)$

[0063] 图 3 是示出当燃料电池在运行同时运行点偏移时输出功率的变化的图。横坐标表示 FC 电流, 并且纵坐标表示 FC 电压和输出功率。应该指出在图 3 中, 为方便起见, 利用直线示出燃料电池的 IV 特性 (在下面被称为 IV 线)。在 IV 线上的运行点 (I_{fc1}, V_{fc1}), (I_{fc2}, V_{fc2}) 相应于示于图 2 中的运行点 (I_{fc1}, V_{fc1}), (I_{fc2}, V_{fc2})。

[0064] 如图 3 所示, 关于燃料电池 40 的输出功率 P_{fc} , 随着 FC 电压 V_{fc} 降低, 输出功率 P_{fc} 在示于最大输出运行点 (I_{fcmax}, V_{fcmax}) 左侧上的 IV 线上的运行点处增加, 在所述最大输出运行点处获得最大输出功率 P_{fcmax} 。在另一方面, 在示于最大输出运行点右侧上的 IV 线上的运行点处, 随着 FC 电压 V_{fc} 降低, 输出功率 P_{fc} 降低。

[0065] 如上所述, 随着 FC 电压 V_{fc} 降低, 功率损耗 P_{loss} 增加。因此, 即使当燃料电池 40 运行以输出相等功率时, 与其中燃料电池在示于最大输出运行点左侧上的 IV 线上的运行点 (例如, 运行点 (I_{fc1}, V_{fc1})) 处运行的情形相比, 在其中燃料电池在示于最大输出运行点右侧上的 IV 线上的运行点 (例如, 运行点 (I_{fc2}, V_{fc2})) 处运行的情况下功率损耗 P_{loss} 较大。因此, 在下面的说明中, 在输出功率 P_{fc} 随着 FC 电压 V_{fc} 的降低而增加的 IV 线上的运行点被定义为通常运行点, 并且在输出功率 P_{fc} 随着 FC 电压 V_{fc} 的降低而降低的 IV 线上的运行点被定义为低效率运行点。应该指出通常运行点和低效率运行点如下。

[0066] < 关于通常运行点 (I_{fc}, V_{fc}) >

[0067] $I_{fc} \leq I_{fcmax} \dots (9)$

[0068] $V_{fcmax} \leq V_{fc} \dots (10)$

[0069] < 关于低效率运行点 (I_{fc}, V_{fc}) >

[0070] $I_{fcmax} < I_{fc} \dots (11)$

[0071] $V_{fc} < V_{fcmax} \dots (12)$

[0072] 下面, 将参考图 4 和 5 描述由控制器 80 执行的运行点偏移处理。

[0073] 图 4 是示出运行点偏移处理的流程图, 并且图 5 示出当运行点偏移时输出功率的变化的图。应该指出在下面的说明中, 假定一种情形, 其中燃料电池 40 的运行点从通常运行点 (I_{fc1}, V_{fc1}) 偏移到低效率运行点 (I_{fc2}, V_{fc2}) 从而恢复中毒电极催化剂的活性 (见图 5A 和 5B)。在下面的说明中, 消耗从升压变换器 50 输出的电力的器件, 例如, 连接到升压变换器 50 的逆变器 60、80, 牵引电机 70, 辅助器件 90 等一般被称为负载。

[0074] 控制器 10 首先判断是否需要恢复催化剂活性的运行 (步骤 S1)。特别地, 由电压传感器 110 和电流传感器 120 探测到的 FC 电压和 FC 电流与初始电池特性数据相比较以探测电极催化剂是否中毒。当电极催化剂未中毒时, 判定不需要恢复催化剂活性的运行。在另一方面, 当电极催化剂中毒时, 判定需要恢复催化剂活性的运行。

[0075] 当电极催化剂未中毒时, 控制器 (运行控制装置) 10 继续基于负载的驱动功率 (系统所需功率) 在通常运行点下运行。更特别地, 控制器 (电压变换控制装置) 10 掌握系统所需功率, 然后关于在存储器 160 等中存储的功率 - 运行点对应映射 (未示出) 确定相应于系统所需功率的通常运行点 (I_{fc1}, V_{fc1}), 以在所确定的通常运行点下运行。这里, 在通常运行点运行期间, 升压变换器 50 停止运行 (开关元件 SW1 ; “关”), 从而升压变换器 50

的输入电压 V_{in} 和输出电压 V_{out} 变得相等。例如,当系统所需电压 V_{req} 为 350V 时,控制器 10 将相应于系统所需功率的通常运行点的 V_{fc1} 设为 350V。在通常运行点的运行期间,升压变换器 50 的运行停止,从而使得 $V_{fc1} = V_{in} = V_{out} = 350V$ 。

[0076] 在另一方面,当电极催化剂中毒时,控制器 10 确认在当前的运行点(这里,通常运行点 (I_{fc1}, V_{fc1}))(步骤 S2),然后获得燃料电池 40 的充分运行点(目标运行点)从而恢复中毒电极催化剂的活性(步骤 S3)。将描述一个实例。例如,当燃料电池在通常运行点 (I_{fc1}, V_{fc1}) 下运行以获得输出功率 P_{fc1} 时,得到能够获得等于以上的输出功率的输出功率 $P_{fc2} (= P_{fc1})$ 的低效运行点 (I_{fc2}, V_{fc2}) 作为目标运行点。

[0077] 应该指出在中毒的电极催化剂中,燃料电池 40 的单体电池电压被控制为 0.6V 或者更低,由此发生催化剂还原反应以恢复催化剂活性。因此,可以得到满足这种条件的运行点作为目标运行点(将在以后描述细节)。

[0078] 然后,控制器(运行控制装置)10 开始朝向目标运行点对运行点进行偏移(步骤 S4)。这里,在仅仅 FC 电压被控制以从通常运行点 (I_{fc1}, V_{fc1}) 向低效率运行点 (I_{fc2}, V_{fc2}) 偏移运行点的情况下,如图 5A 所示,燃料电池 40 的输出功率响应于 IV 线 11(见功率线 p11)的运行点的偏移而发生大的波动。

[0079] 更特别地,在仅仅使用升压变换器 50 控制 FC 电压以偏移运行点的情况下,在偏移过程中,产生执行高输出运行(在最大输出运行点处的运行等)的必要性,而这在通常使用环境中可能是不被执行的。

[0080] 为了解决该问题,在本实施例中,如图 5B 所示图,FC 电流与 FC 电压一起被控制以实现运行点从通常运行点 (I_{fc1}, V_{fc1}) 到低效率运行点 (I_{fc2}, V_{fc2}) 的偏移从而输出功率保持恒定(见功率线 p12)。特别地,通过使用升压变换器(第一电压变换器件,电压变换器件)50 使 FC 电压从 V_{fc1} 降低到 V_{fc2} ,并且控制器(调节装置、改变装置)10 调节从氧化气体供应源 20 供应的氧化气体量(这里,减少氧化气体量),以控制 FC 电流。

[0081] 将更加详细地描述 FC 电压的控制。例如,当系统所需电压 V_{req} 为 350V 时,控制器 10 将低效运行点的 V_{fc2} 设为 30V。然后,控制器(电压变换控制装置)10 控制升压变换器 50 的运行(占空比)从而满足 $V_{fc2} = V_{in} = 30V$ 并同时满足 $V_{req} = V_{out} = 350V$ 。应该指出升压变换器 50 的占空比可被表示如下。

[0082] 占空比 = $(V_{out} - V_{in}) / V_{out} \dots (13)$

[0083] 当运行点如上所述偏移时,控制器 10 参考计时器(未示出)等判断自运行点被偏移之后目标设定时间是否已经逝去(步骤 S5)。这里,目标设定时间是从在低效运行点处开始运行之后已经逝去的、足以用于恢复电极催化剂的活性的时间(例如,10 秒),并且可通过试验等预先获得。当判定目标设定时间没有逝去时(步骤 S5;否),控制器 10 重复地执行步骤 S5。在另一方面,当判定目标设定时间已经逝去时(步骤 S5;是),控制器 10 将偏移后的运行点返回到偏移之前的运行点(步骤 S6),由此结束处理。

[0084] 如上所述,根据该实施例的燃料电池系统,即使当中毒的电极催化剂被恢复时,在高压下驱动的辅助器件等也可被稳定地运行。

[0085] 应该指出如上所述,关于中毒的电极催化剂,燃料电池 40 的单体电池电压被控制为 0.6V 或者更低以恢复催化剂活性,从而可以如下获得运行点。

[0086] 例如,在燃料电池 40 具有层叠结构的情况下,其中 300 个单体电池被层压并且系

统所需功率为 1kW,如果单体电池电压被设定为 0.5V (< 0.6V),则目标运行点如下。

[0087] < 关于目标运行点 (I_{fc} , V_{fc}) >

[0088] $V_{fc} = 300 \times 0.5 = 150V \dots (14)$

[0089] $I_{fc} = 1000/150 = 6.7A \dots (15)$

[0090] 这里,即使在获得的目标运行点在偏移之前的 IV 线上不存在的情况下,FC 电流与 FC 电压一起被控制以改变 IV 特性,由此获得的目标运行点可位于该 IV 线上。

[0091] < 变型 >

[0092] (1) 在以上的实施例,从氧化气体供应源 20 供给的氧化气体量被调整以控制 FC 电流。然而,从燃料气体供应源 30 供给的燃料气体量可被调整以控制 FC 电流。

[0093] (2) 在以上的实施例,在探测到电极催化剂中毒的情况下,燃料电池 40 的运行点从通常运行点偏移到低效率运行点,但是运行点可在下面的时刻偏移。

[0094] 例如,在启动系统期间燃料电池可曾在低效率运行点处运行,然后运行点可被偏移至通常运行点以在催化剂活性被恒定升高的状态中执行系统运行。当系统所需功率为预定值或者更低(例如,在空转输出等附近)时,运行点可从通常运行点偏移到低效率运行点。进而,在系统停止之后,在准备下次启动的运行期间,运行可在低效率运行点处执行以恢复衰退的催化剂活性。

[0095] (3) 在以上的实施例,假定燃料电池 40 的运行点从通常运行点偏移到低效率运行点从而恢复中毒电极催化剂的活性,但是本发明可应用于需要暖机运行的任何情形,例如,其中在低温启动期间执行暖机运行的情形,其中在系统运行停止之前快速执行暖机运行的情形等。

[0096] 将描述一个实例。在从运行开关等接收到系统启动命令时,控制器 10 通过使用温度传感器(未示出)探测燃料电池 40 的内部温度。控制器(运行控制装置)10 在燃料电池 40 的内部温度低于预设阈值温度的情况下判定需要进行暖机运行,并且执行示于图 4 中的运行点的偏移处理。随后的运行类似于本实施例的随后的运行,并且因此省去其说明。应该指出替代该温度传感器,可以使用探测外部空气温度的温度传感器、探测流过冷却机构(未示出)的制冷剂的温度的温度传感器等。

[0097] B. 第二实施例

[0098] 图 6 是示出根据第二实施例的燃料电池系统 100a 的主要部分的构造的图。应该指出与图 1 所示的燃料电池系统 100 的构件相应的构件利用相同的引用数字标注,并且省却其详细说明。

[0099] 如图 6 所示,燃料电池系统 100a 设有用于消除由于反应器 L1 的直流电阻引起的稳态损耗的二极管(旁通装置)D2。在二极管 D2 中,阳极被连接到反应器 L1 的前阶段(升压变换器的输入侧),而阴极被连接到二极管 D1 的随后阶段(升压变换器的输出侧)。

[0100] 因此由于下面的原因提供二极管 D2。即,当在通常运行点下的运行期间升压变换器 50 的运行停止时(开关元件 SW1:“关”),FC 电流流过反应器 L1 → 二极管 D1,并且由于反应器 L1 的直流电阻引起的稳态损耗成为问题(见图 1)。为了解决由于反应器 L1 的该直流电阻引起的稳态损耗的问题,设置二极管 D2(见图 6)。结果,在通常运行点下的运行期间,FC 电流绕过升压变换器 50 以流过二极管 D2 → 负载。在另一方面,在低效运行点下的运行期间,FC 电流流过反应器 L1 → 二极管 D1 → 负载,并且可以消除由于反应器 L1 的直

流电阻引起的稳态损耗。

[0101] 在上述第一和第二实施例中,仅仅已经描述了包括燃料电池 40 的动力源系统。然而,在下述第三和第四实施例中,描述包括燃料电池 40 和蓄电池 80 的混合动力源系统。

[0102] C. 第三实施例

[0103] 图 7 是示出根据第三实施例的燃料电池系统 100b 的主要部分的构造的图。应该指出与图 6 所示的燃料电池系统 100a 的构件相应的构件利用相同的引用数字标注,并且省却其详细说明。

[0104] 如图 7 所示,在燃料电池系统 100a 上,安装包括燃料电池 40 和升压变换器 50 的动力源系统,以及包括蓄电池 130 和升压变换器 140 的动力源系统。

[0105] 蓄电池(蓄电器件)130 是可充电/可放电二次电池,并且由例如镍氢电池等构成。显然,作为蓄电池 130 的代替,除了二次电池,可以提供可充电/可放电蓄电器(例如,电容器)。蓄电池 130 经由升压变换器 140 连接到负载。然而,假定蓄电池 130 的放电电压 V_{ba} 低于系统所需电压 V_{req} 。例如,在系统所需电压从 300 到 350V 波动的情况下,蓄电池 130 限于放电电压 V_{ba} 是 300V 或者更低(例如,200 到 299V)的蓄电池。

[0106] 升压变换器(第二电压变换器件)140 在控制器 10 的控制下将从蓄电池 130 供应的放电电压 V_{ba} 升高到系统所需电压(图 7 中的在 A 和 B 之间的电压),以将该电压供应到逆变器 60、80。例如,当系统所需电压 V_{req} 被设定为 350V 并且蓄电池 130 的放电电压 V_{ba} 被设定为 250V 时,控制器 10 控制升压变换器 140 的占空比,由此放电电压 V_{ba} (= 250V)被升高到系统所需电压(= 350V)。

[0107] 该升压变换器 50 包括反应器 L2,和包括 IGBT 等的开关元件 SW2,SW3。反应器 L1 的一个端部连接到蓄电池 130 的电力线,并且其另一个端部在开关元件 SW2 的发射极和开关元件 SW3 的集电极之间连接。

[0108] 在逆变器侧开关元件 SW2,SW3 在电力线和地线之间串联连接。开关元件 SW2 的集电极连接到电力线,并且开关元件 SW3 的发射极连接到地线。

[0109] 电容器 C2 平滑从蓄电池 130 供应的直流电压以将该电压供应到升压变换器 140,而电容器 C3 平滑从升压变换器 140 供应的直流电压以将该电压供应到逆变器 60、80。应该指出升压变换器 140 的升压运行基本类似于第一实施例的升压运行,因此省却其说明。

[0110] 根据这种构造,在高压下驱动的辅助器件等可以稳定的运行。另外,能够使用燃料电池和蓄电池有效率地驱动负载。

[0111] 在上述第三实施例中,已经描述了一种情形,其中蓄电池 130 的放电电压 V_{ba} 总是不与系统所需电压重叠,特别地,描述了这样一种情形,其中蓄电池 130 的放电电压 V_{ba} 总是低于系统所需电压 V_{req} ,但是在下面的第四实施例中,将描述一种情形,其中蓄电池 130 的放电电压 V_{ba} 与系统所需电压 V_{req} 重叠。

[0112] D. 第四实施例

[0113] 图 8 是示出根据第三实施例的燃料电池系统 100c 的主要部分的构造的图。应该指出与图 7 所示的燃料电池系统 100b 的构件相应的构件利用相同的引用数字标注,并且省却其详细说明。

[0114] 如图 8 所示,燃料电池系统 100c 设有变换器(第二电压变换器件)150 以代替升压变换器 140(见图 7)。

[0115] 变换器 150 在控制器 10 的控制下将从蓄电池 130 供应的放电电压 V_{ba} 升高或者降低到系统所需电压（图 8 中的在 A 和 B 之间的电压），以将该电压供应到逆变器 60、80。例如，当系统所需电压 V_{req} 被设定为 350V 并且蓄电池 130 的放电电压 V_{ba} 被设定为 300V 时，控制器 10 控制变换器 150 的占空比，由此放电电压 V_{ba} （= 300V）被升高到系统所需电压（= 350V）。在另一方面，当系统所需电压 V_{req} 被设定为 250V 并且蓄电池 130 的放电电压 V_{ba} 被设定为 300V 时，控制器 10 控制变换器 150 的占空比，由此放电电压 V_{ba} （= 300V）被降低到系统所需电压（= 250V）。变换器 150 的占空比可被表示如下。

[0116] 占空比 = $V_{out}/(V_{in}+V_{out}) \dots (16)$

[0117] 该变换器 150 是包括反应器 L3, 和包括 IGBT 等的四个开关元件 SW4 到 SW7 的全桥变换器。反应器 L3 的一个端部被连接在开关元件 SW4 的发射极和开关元件 SW5 的集电极之间，并且其另一个端部被连接在开关元件 SW6 的发射极和开关元件 SW7 的集电极之间。

[0118] 在蓄电池侧上开关元件 SW4, SW5 在电力线和地线之间串联连接。开关元件 SW4 的集电极连接到电力线，并且开关元件 SW5 的发射极连接到地线。在逆变器侧上开关元件 SW6, SW7 在电力线和地线之间串联连接。开关元件 SW6 的集电极连接到电力线，并且开关元件 SW7 的发射极连接到地线。

[0119] 根据这种构造，即使当蓄电池的放电电压与系统所需电压重叠时，也可以有效率地驱动负载。

[0120] < 变型 >

[0121] 在上述第三和第四实施例中，提供用于消除由于反应器 L1 的直流电阻引起的稳态损耗的二极管 D2, 但是当不需考虑反应器 L1 的稳态损耗时，可以不提供二极管 D2。

[0122] 而且，在上述实施例中，IGBT 被示意为开关元件，但是本发明可应用于可被开关的任何元件，例如，MOSFET、双极晶体管等。

[0123] F. 第五实施例

[0124] 图 9 是示出根据第四实施例的燃料电池系统 100d 的主要部分的构造的图。应该指出与图 8 所示的燃料电池系统 100c 的构件相应的构件利用相同的引用数字标注，并且省却其详细说明。

[0125] 氧化气体供应源 20 由空气压缩机 700 等构成。空气压缩机 700 在控制器 10 的控制下调节供应到燃料电池 40 的氧化气体量。

[0126] 图 10 到 12 是分别地示出在系统起动期间 FC 输出电压，FC 输出功率和空气压缩机的旋转数的变化的图。

[0127] 在系统起动之前，燃料电池系统 100d 的控制器（禁止装置）10 控制旋转数 R_{fc} 以向燃料电池 40 供应氧化气体预定的时间，然后停止供应（见图 12 所示 c1）。

[0128] 根据氧化气体的这种供应，FC 输出电压 V_{mf_c} 升高到开路电压（OCV）的附近（见图 10 所示的 a1），但是在系统起动期间，升高到 OCV 附近的 FC 输出电压 V_{mf_c} 需要被降低到低效率运行区域的电压。将描述为此目的的控制。控制器（第一确定装置）10 首先将系统所需功率（辅助器件等的驱动能量） P_{re} 和蓄电池充电功率 P_{ba} （见图 11 所示的 b1）相加以确定 FC 输出指令功率 P_{fc} （见等式（17））。

[0129] $P_{fc} = P_{re} + P_{ba} \dots (17)$

[0130] 随后，控制器（第二确定装置）10 将所获得的 FC 输出指令功率 P_{fc} 除以 FC 输出

电压（实际测得值） V_{mfc} 以获得 FC 输出指令电流 I_{fc} （见等式（18））。

[0131] $I_{fc} = P_{fc}/V_{mfc} \dots (18)$

[0132] 进而，控制器（第三确定装置）10 获得在获得的 FC 输出指令电流 I_{fc} 和 FC 输出电流（实际测得值） I_{mfc} 之间的偏差以将获得的偏差反馈到 FC 输出电压 V_{mfc} 的改变量（= 在前测得输出电压和当前测得输出电压之间的差），由此计算出 FC 输出指令电压 V_{fc} 。

[0133] 在控制器 10 确认 FC 输出电压降低到低效率运行区域的电压的情况下，控制器通过空气压缩机 700 再次开始氧化气体的供应以在低效率运行点下开始运行。

[0134] 如上所述，根据该实施例，当 FC 输出电压从 OCV 的附近降低到低效率运行区域的电压时，停止氧化气体的供应以获得在 FC 输出指令电流 I_{fc} 和 FC 输出电流（实际测得值） I_{mfc} 之间的偏差，随后将获得的偏差反馈到 FC 输出电压 V_{mfc} 的改变量，由此能够快速地在低效率运行点下的运行。

[0135] 应该指出在以上的实施例中，已经描述了 FC 输出电压从 OCV 的附近降低到低效率运行区域的电压的情形，但是本发明可被应用于 FC 输出电压被降低到目标电压的任何情形。

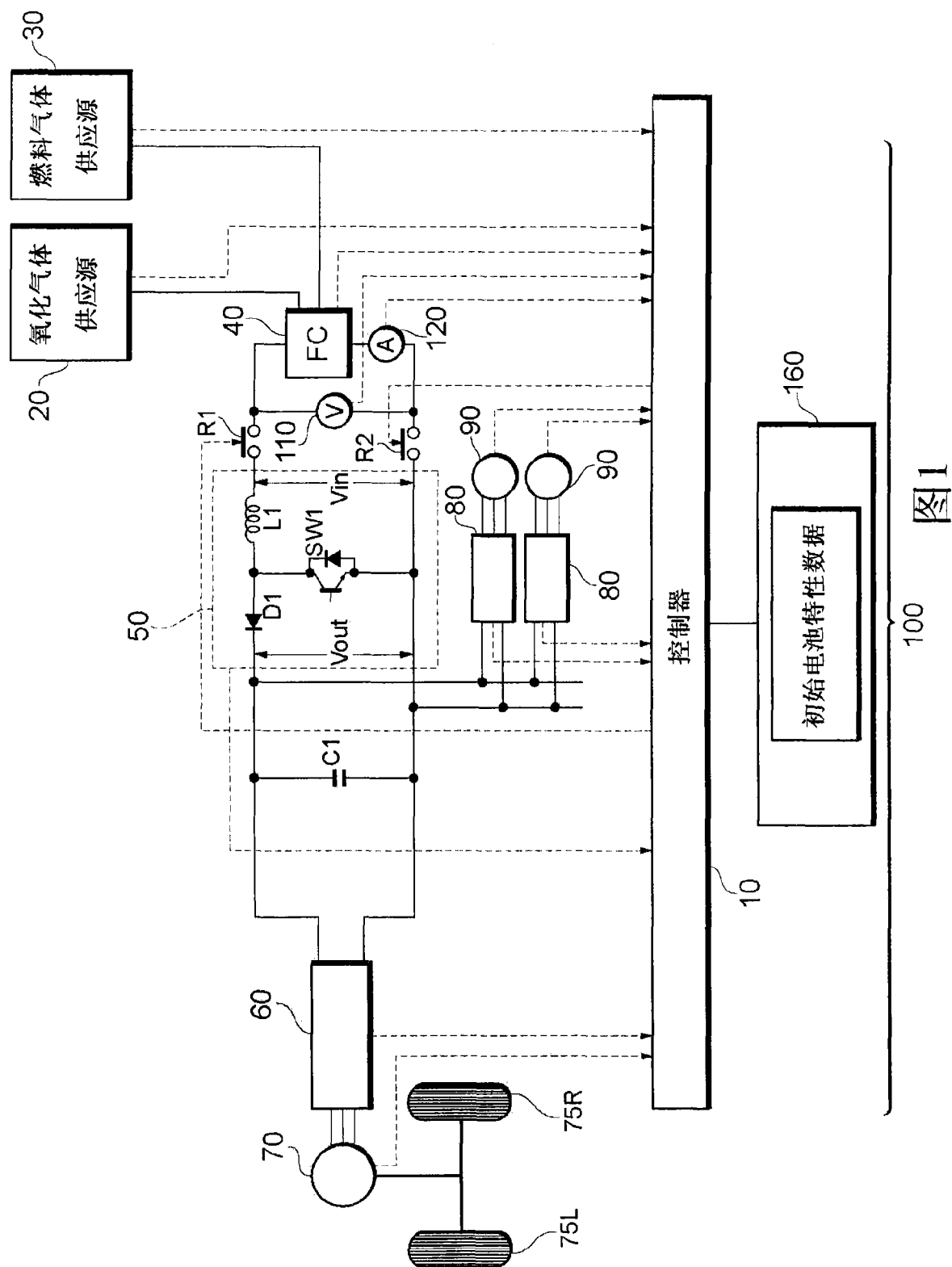


图1

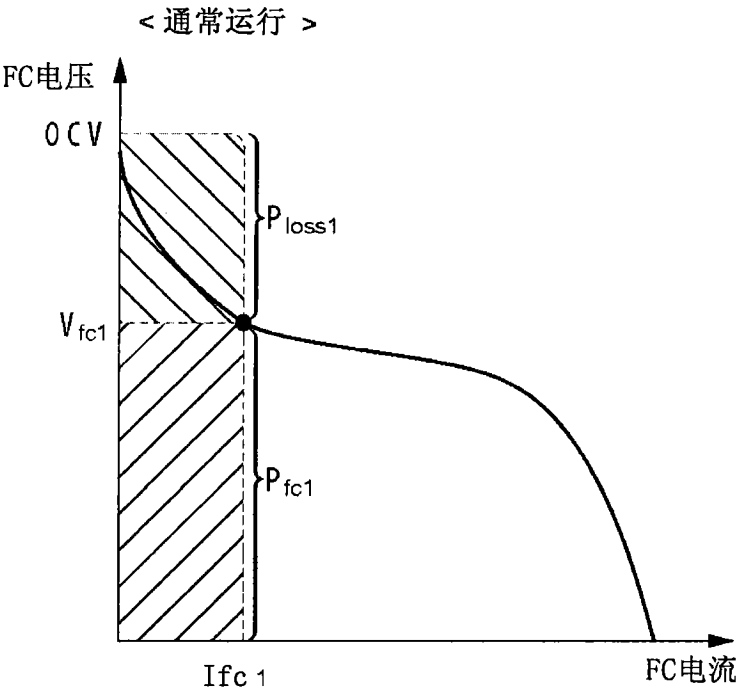


图 2A

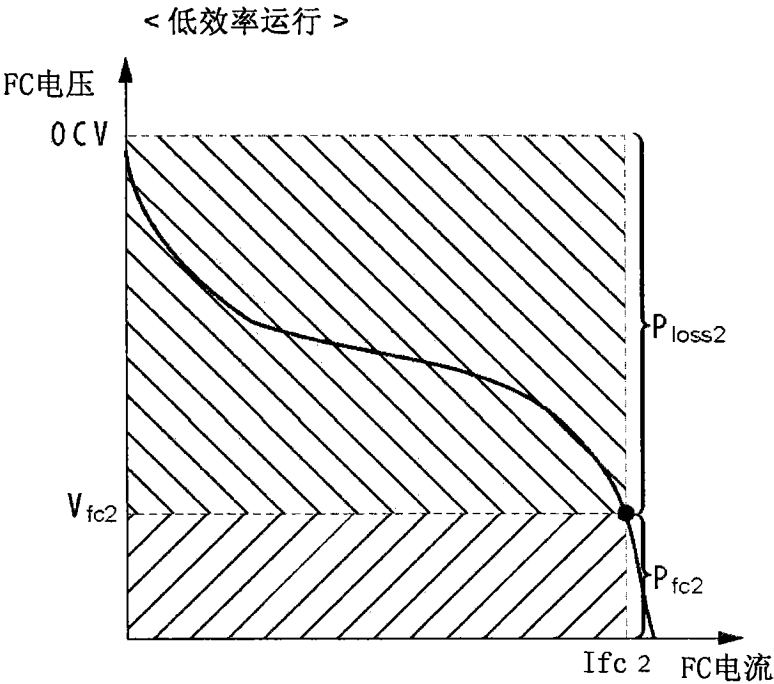


图 2B

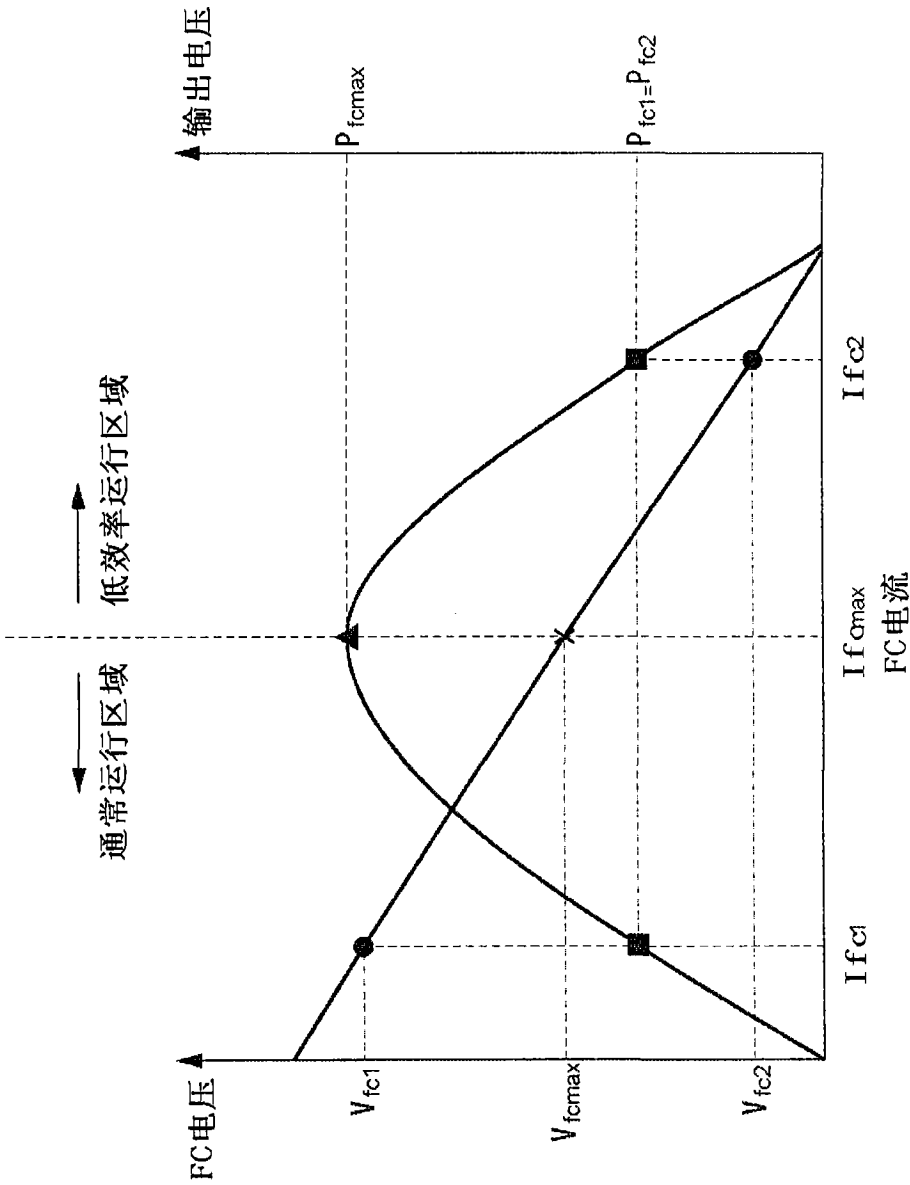


图3

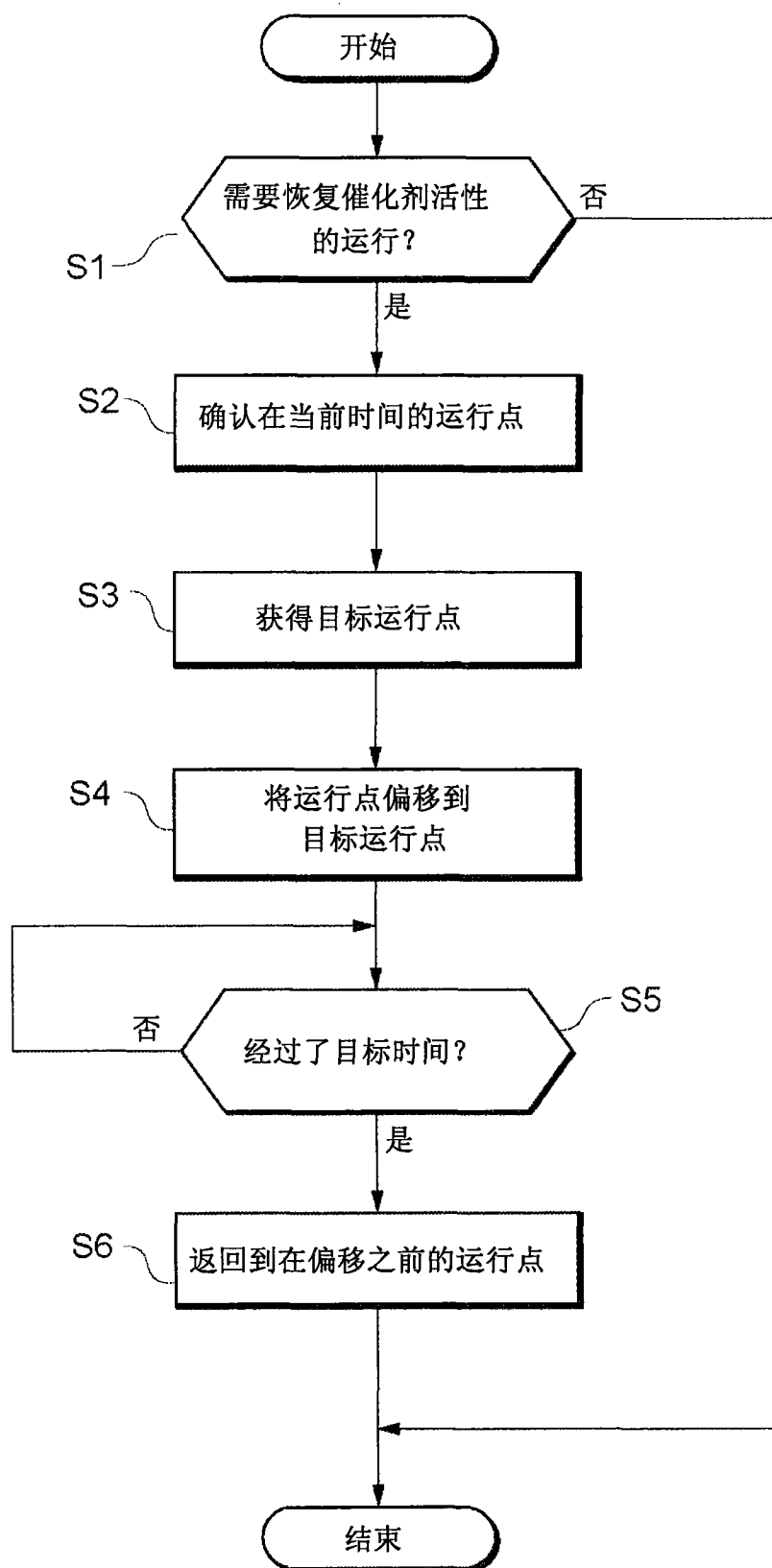


图 4

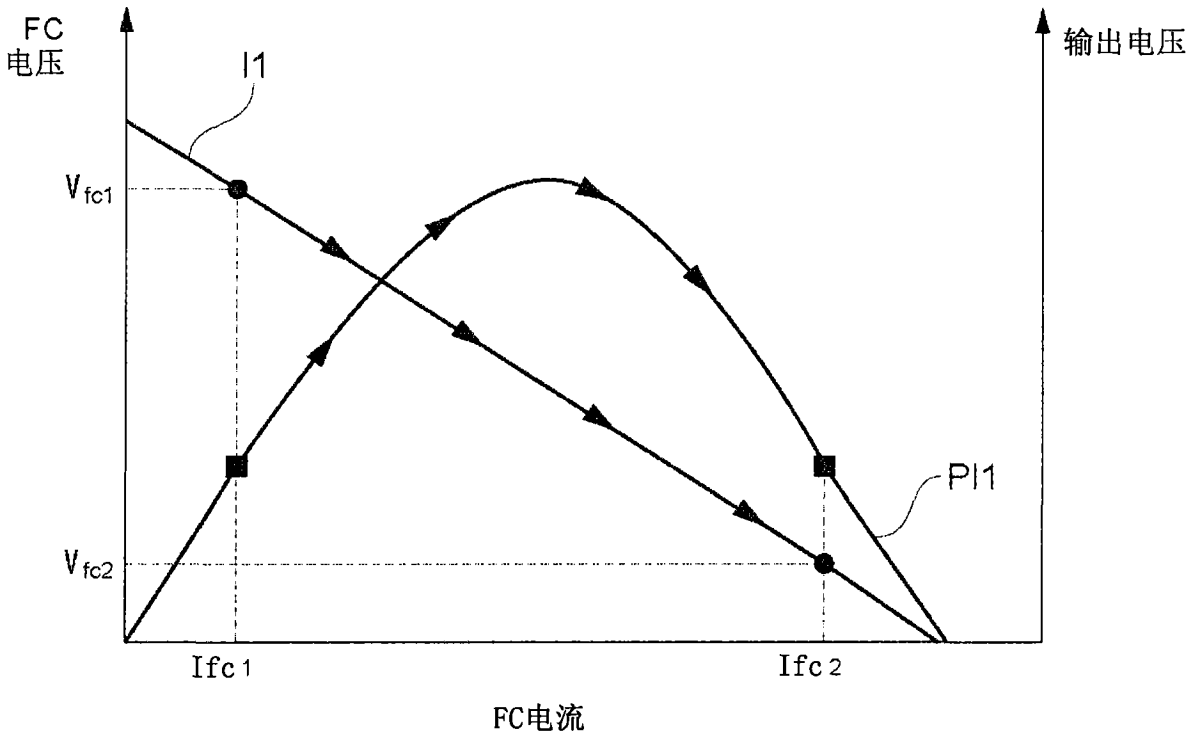


图 5A

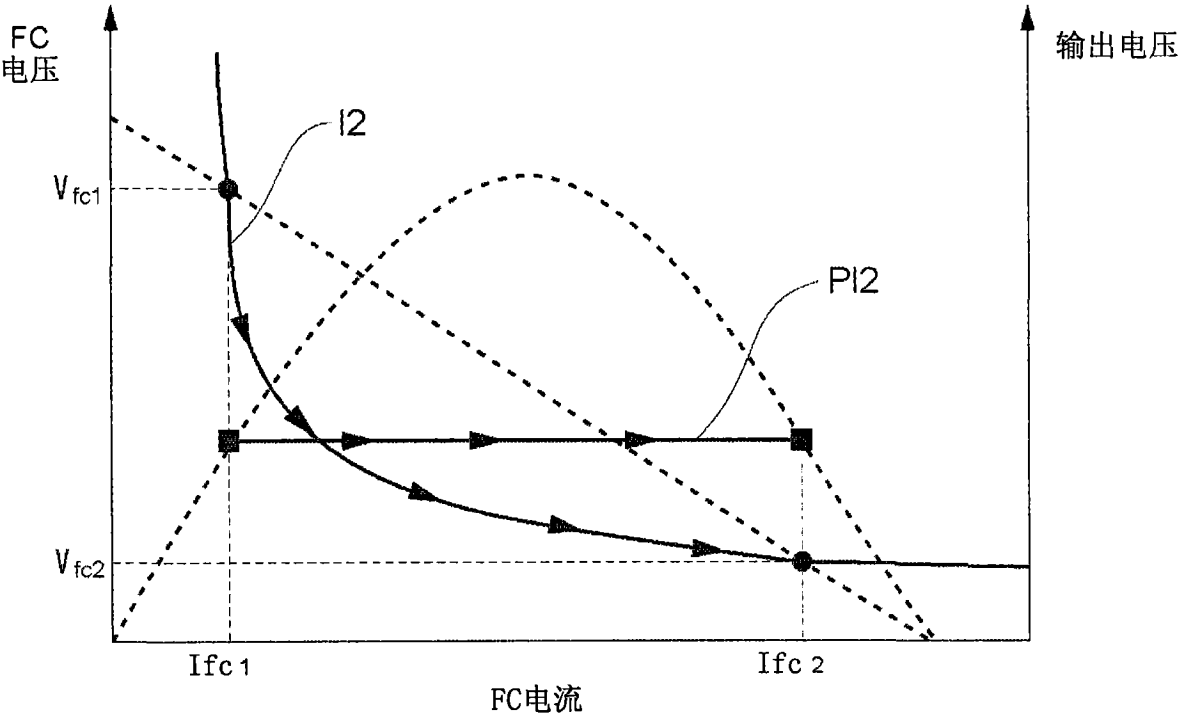


图 5B

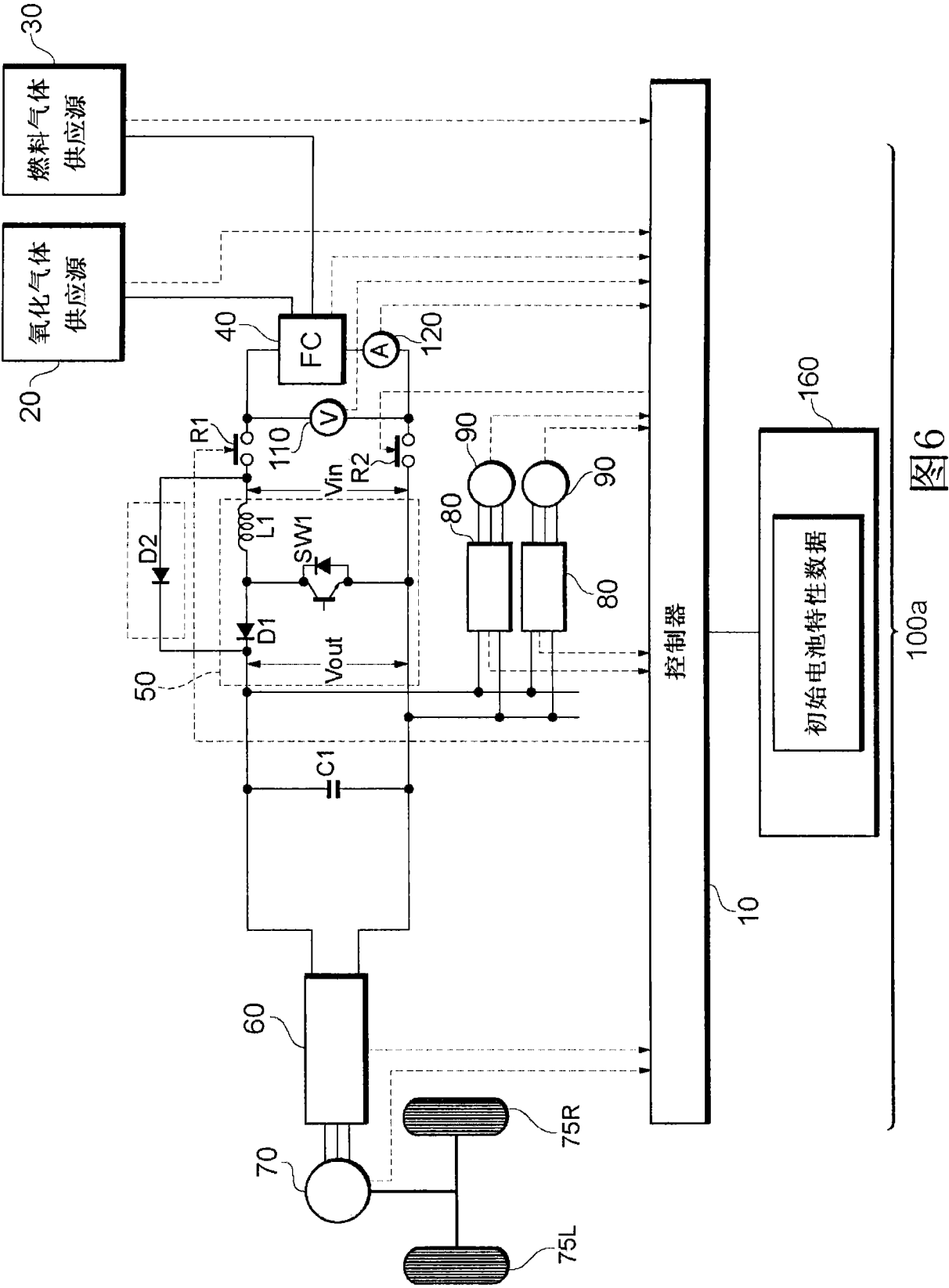
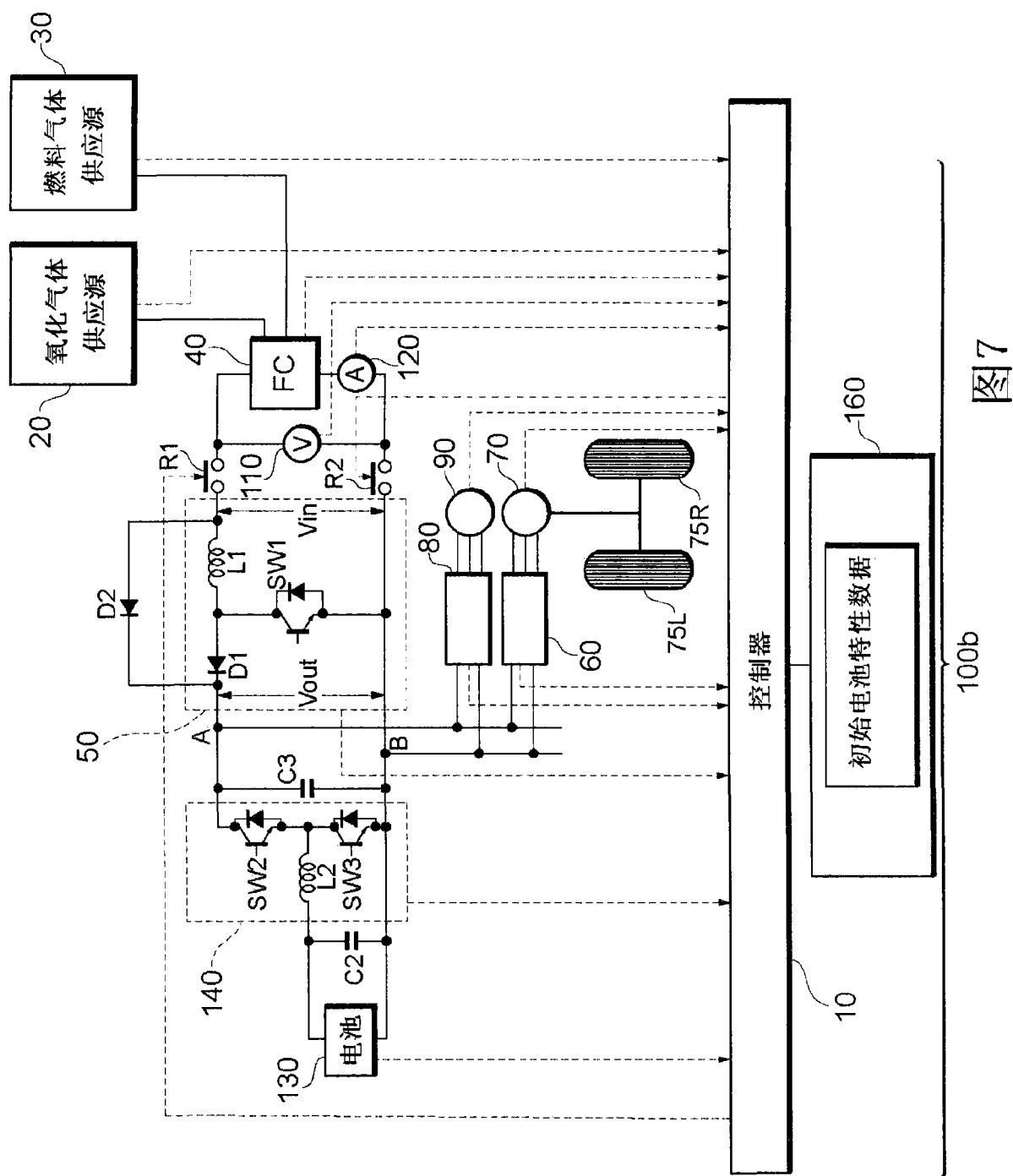
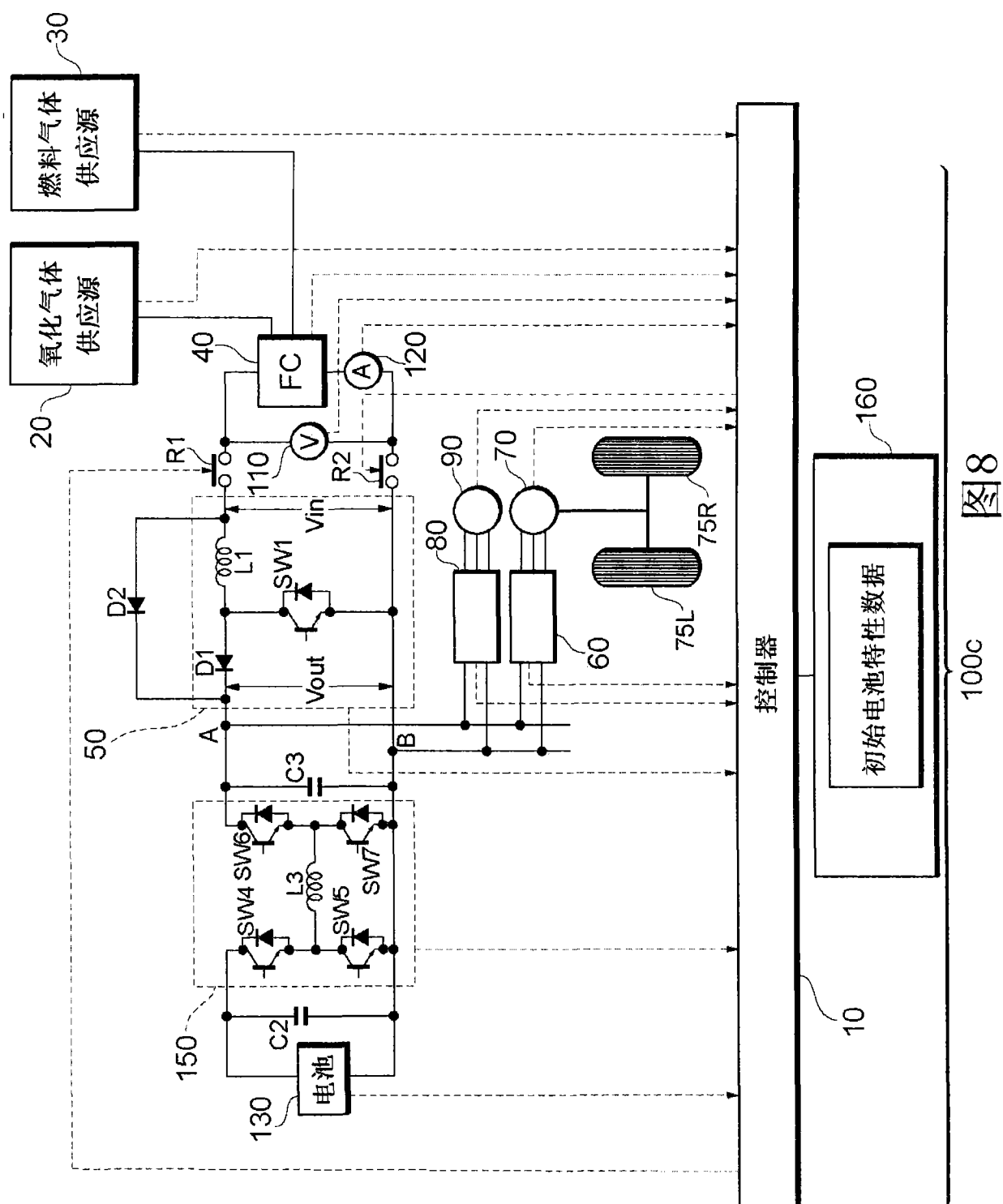


图6





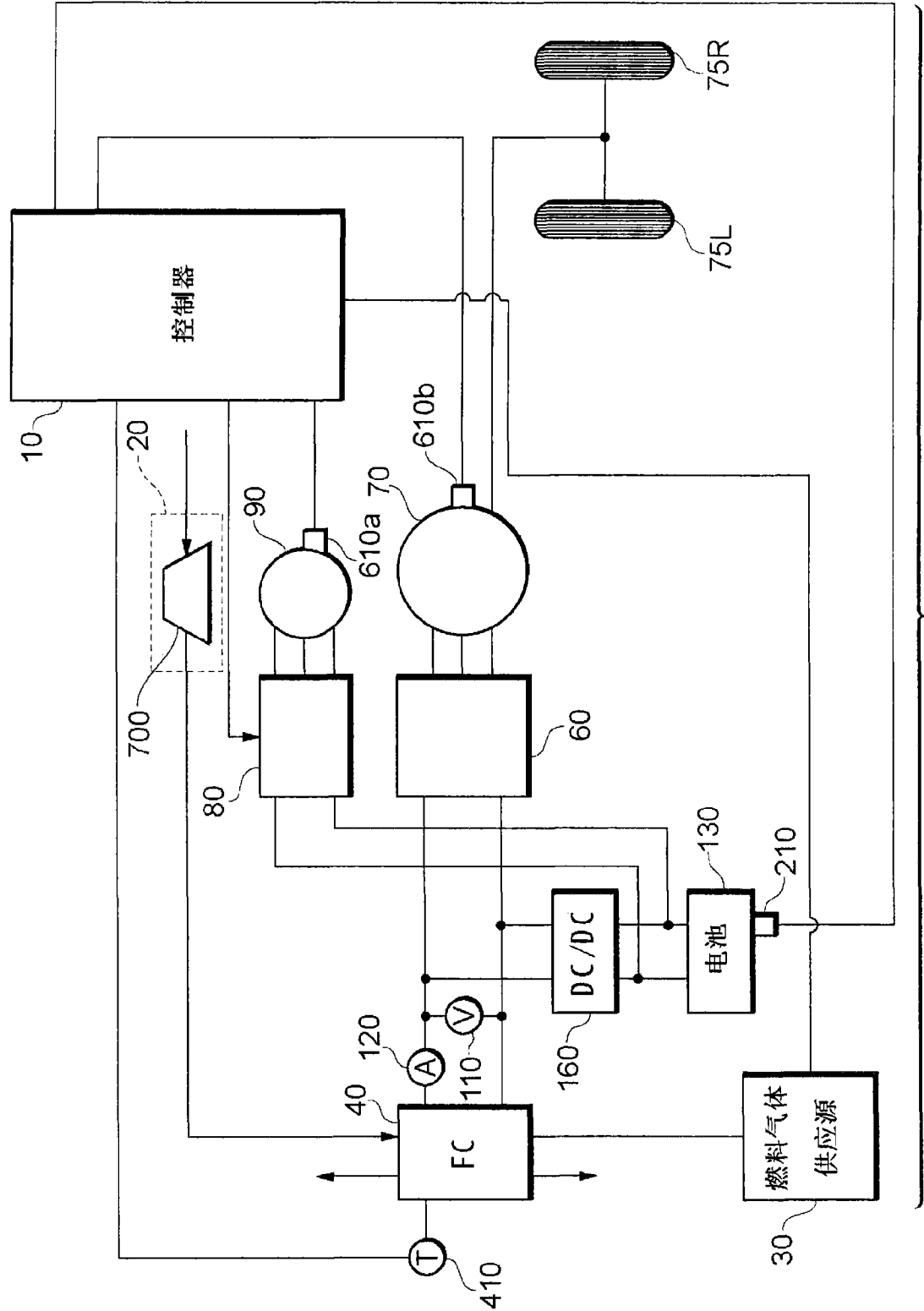


图9

100d

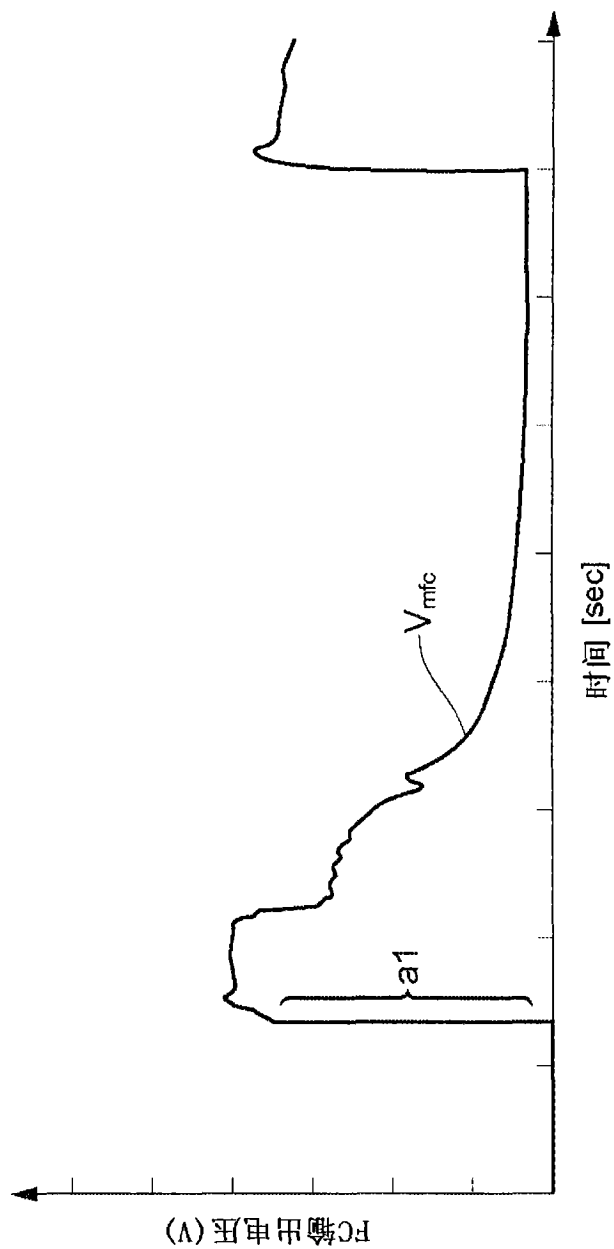


图 10

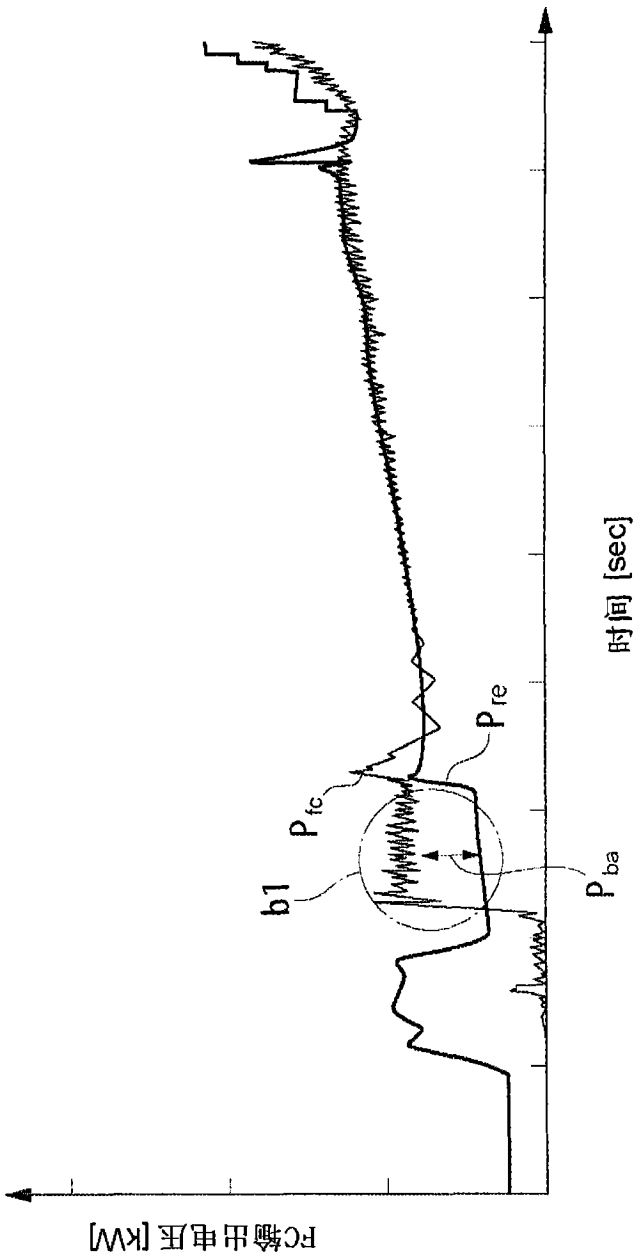


图11

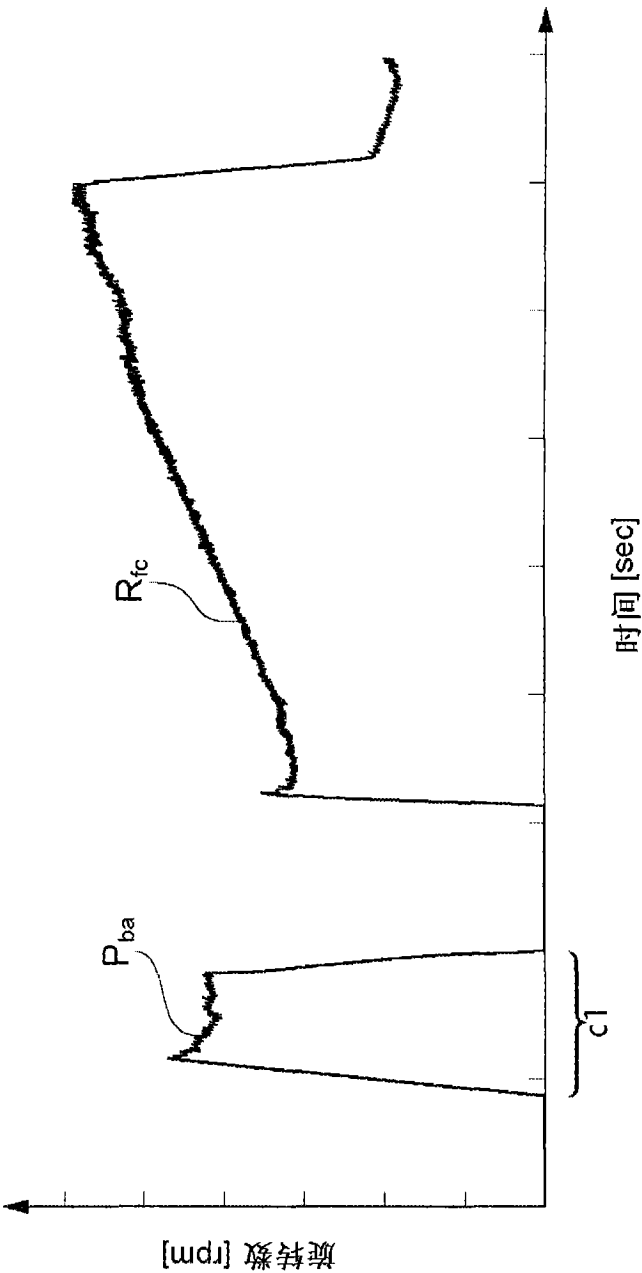


图12