

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02J 7/34 (2006.01)

H02J 15/00 (2006.01)

H01M 8/04 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480001366.5

[45] 授权公告日 2008年4月9日

[11] 授权公告号 CN 100380773C

[22] 申请日 2004.3.23

[21] 申请号 200480001366.5

[30] 优先权

[32] 2003.4.10 [33] JP [31] 106495/2003

[86] 国际申请 PCT/JP2004/003972 2004.3.23

[87] 国际公布 WO2004/093288 英 2004.10.28

[85] 进入国家阶段日期 2005.5.24

[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 风间勇

[56] 参考文献

WO02/01657A2 2002.1.3

CN1396872A 2003.2.12

US4202933A 1980.5.13

Hybrid energy storage systems for stand - alone electric powersystems: optimization of system performance and cost through control strategies1. S. R. Vosen et al. International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 24 . 1999

审查员 宋雪梅

[74] 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所

代理人 刘新宇 权鲜枝

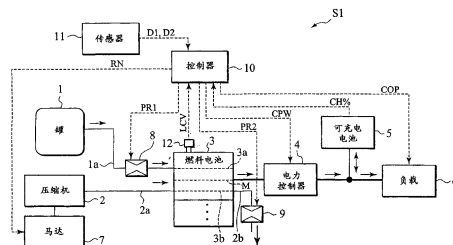
权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图 13 页

[54] 发明名称

燃料电池的电力产生控制系统及电力产生控制方法

[57] 摘要

一种用于燃料电池的电力产生控制系统，其包括可充电电池(5)，以及控制器(10)，控制器包括：计算燃料电池(3)要生产的目标电力的单元(101)；检测可充电电池(5)可用电力的单元(106)；基于检测到的电力降低请求和可用的电力，限制要从燃料电池(3)中提取的电力的单元(103)，以及基于计算的目标电力和用于限制要提取电力的单元(103)的输出，控制从燃料电池(3)中提取电力的单元(105)。当检测到电力降低请求时，降低从燃料电池(3)中提取的电力小于可充电电池(5)可用电力的量。



1. 一种用于燃料电池的电力产生控制系统，其包括：  
与燃料电池连接的可充电/放电单元，其用燃料电池的电力充电并且向负载放电；  
用于计算要由燃料电池生产的目标电力的目标电力计算单元；  
检测对燃料电池的电力降低请求的电力降低请求检测单元；  
检测可充电/放电单元中可用电力的可用电力检测单元；  
限制要从燃料电池中提取的电力的电力提取限制单元，其基于从电力降低请求检测单元检测到的电力降低请求和从可用电力检测单元检测到的可用电力；以及  
控制要从燃料电池中提取的电力的电力提取控制单元，其基于目标电力计算单元计算的目标电力和电力提取限制单元的输出，其中  
当所述电力降低请求检测单元检测到电力降低请求时，所述电力提取限制单元以小于所述可充电/放电单元可用电力的量降低要从燃料电池中提取的电力。
2. 根据权利要求1的用于燃料电池的电力产生控制系统，其中  
当所述电力降低请求检测单元检测到另一个电力降低请求时，所述电力提取限制单元进一步降低要从燃料电池中提取的电力。
3. 根据权利要求1的用于燃料电池的电力产生控制系统，其中  
所述电力降低请求检测单元包括用于检测燃料电池电池电压的电池电压检测单元，其中基于电池电压检测单元所检测的电池电压来提供电力降低请求。
4. 根据权利要求3的用于燃料电池的电力产生控制系统，其中  
所述电力提取限制单元限制要从燃料电池提取的电力，直至电池电压检测单元所检测的电池电压恢复至预定电压。
5. 根据权利要求1的用于燃料电池的电力产生控制系统，其中  
所述电力降低请求检测单元包括用于检测燃料电池电池温度的温度检测单元，其中基于温度检测单元所检测的电池温度来提供电力

降低请求。

6. 根据权利要求5的用于燃料电池的电力产生控制系统，其中所述电力提取限制单元限制要从燃料电池提取的电力，直至温度检测单元所检测的电池温度恢复至预定温度。

7. 根据权利要求1的用于燃料电池的电力产生控制系统，其中所述电力降低请求检测单元包括：

净化气体燃烧室；及

用于检测净化气体燃烧室温度的燃烧室温度检测单元，其中基于燃烧室温度检测单元所检测的温度来提供电力降低请求。

8. 根据权利要求7的用于燃料电池的电力产生控制系统，其中所述电力提取限制单元限制要从燃料电池提取的电力，直至燃烧室温度检测单元所检测的温度降低至预定温度以下。

9. 根据权利要求2的用于燃料电池的电力产生控制系统，其中当所述电力降低请求检测单元检测到电力降低请求时，所述电力提取限制单元以预定的量增加要从燃料电池提取的电力的降低量至可充电/放电单元的可用电力；并且

当所述电力降低请求检测单元没有检测到电力降低请求时，所述电力提取限制单元以另一个预定量降低要从燃料电池提取的电力的降低量。

10. 一种控制燃料电池要生产的电力的方法，所述方法包括：

提供一种可充电/放电单元，其用燃料电池的电力充电并且向负载放电；

计算燃料电池要生产的目标电力；

检测对燃料电池的电力降低请求；

检测可充电/放电单元中的可用电力；

基于所检测的电力降低请求和所检测的可用电力，限制要从燃料电池中提取的电力；以及

基于所计算的目标电力和要提取的限制的电力，控制要从燃料电池中提取的电力，

---

其中当检测到电力降低请求时,要从燃料电池中提取的电力被降低小于所述可充电/放电单元可用电力的量。

## 燃料电池的电力产生控制系统 及电力产生控制方法

### 技术领域

本发明涉及用来控制要从燃料电池提取的电力的燃料电池电力产生控制系统， 以及其控制方法。

### 背景技术

燃料电池是将化学反应的化学能直接转化成电能电化学器件。典型的燃料电池由电解质膜和其间夹着电解质膜的阳极及阴极室组成，其中燃烧气体被连续地供应给阳极室，空气被连续供应到阴极室中，并且来自空气中的氧气和燃烧气体中包含的氢气发生电化学反应，产生电力。如果在室中局部区域发生气体短缺，燃料电池的功率输出降低，这会导致损害电池的过载电流。需要控制燃料电池具有检测这种恶化的操作条件存在，并且恢复恶化的操作条件，从而防止电池受到损害的功能。

日本专利特许公开申请第 6-243882 号公开了一种用于划分成多个电池段的燃料电池堆的控制方法，其中监控各电池段的输出电压并且当检测的最低电压降低至预定值以下时，不管燃料电池上的负荷量，为了保护系统停止燃料电池堆的操作。

### 发明内容

在上面提出的控制方法中，如果某个电池段的检测电压降低至预定值以下时，甚至在其操作条件保持轻微的恶化程度情况下，燃料电池的操作也被迫停止。如果停止燃料电池的操作，燃料电池驱动的车辆仅仅由于二次电池的残留充电才能继续行驶。

根据这种问题给出了本发明。本发明的目标是提供一种燃料电池

电力产生控制系统，其控制从燃料电池中的电力提取并且维持驱动电力，而不会在系统的操作条件下引起任何进一步的恶化。

本发明的一方面是用于燃料电池的电力产生控制系统，其包括：与燃料电池连接的可充电/放电单元，其用燃料电池的电力充电并且向负载放电；用于计算燃料电池要生产的目标电力的目标电力计算单元；检测对燃料电池的电力降低请求的电力降低请求检测单元；检测可充电/放电单元中可用电力的可用电力检测单元；基于从电力降低请求检测单元检测到的电力降低请求和从可用电力检测单元检测到的可用电力，限制要从燃料电池中提取的电力的电力提取限制单元；以及基于目标电力计算单元计算的目标电力和电力提取限制单元的输出，控制要从燃料电池中提取的电力的电力提取控制单元，其中当电力降低请求检测单元检测到电力降低请求时，电力提取限制单元以小于可充电/放电单元可用电力的量降低从燃料电池中提取的电力。

#### 附图说明

现在将参照附图来描述本发明，其中：

图1是涉及根据本发明第一实施方案的燃料电池电力产生控制系统的燃料电池系统的方框图。

图2是根据本发明第一至第四实施方案的电力产生控制系统的控制图。

图3是阐明第一实施方案的电力产生控制系统的基本流程的控制流程图。

图4是表示可充电电池的充电状态与其可放电电力之间的关系图。

图5是阐明在第一实施方案的电力产生控制系统控制期间，提供电力降低请求的基本流程的流程图。

图6A至6E是阐明第一实施方案电力生产系统操作的时间图。

图7是涉及根据本发明第二至第四实施方案的燃料电池电力产生控制系统的燃料电池系统的方框图。

图 8 是阐明在第二实施方案的电力产生控制系统控制期间,提供电力降低请求的基本流程的流程图。

图 9A 至 9E 是阐明第二实施方案电力生产系统操作的时间图。

图 10 是阐明在第三实施方案的电力产生控制系统控制期间,提供电力降低请求的基本流程的流程图。

图 11A 至 11E 是阐明第三实施方案电力生产系统操作的时间图。

图 12 是阐明在第四实施方案的电力产生控制系统控制期间,提供电力降低请求的基本流程的流程图。

图 13A 至 13E 是阐明第四实施方案电力生产系统操作的时间图。

### 具体实施方式

下面参照附图解释本发明的实施方案,其中相同的元件由相同的参考符号表示。

在图 1 中的燃料电池系统 S1 中涉及第一实施方案的燃料电池电力产生控制系统,其包括燃料罐 1、压缩机 2、燃料电池 3、电力控制器 4、可充电电池(电力可充电单元或二次电池)5、负载(驱动马达)6、马达 7、压力控制阀 8、9 和控制器 10。

燃料电池 3 由用氢气作为燃烧气体供应的氢气电极 3a、用空气作为氧化剂气体供应的空气电极 3b、夹在氢气电极 3a 和空气电极 3b 之间的高聚物电解质膜 M。供应的氢气体中包含的氢气( $H_2$ )在氢气电极 3a 上失电子,形成两个质子( $H^+$ )。质子通过电解质膜 M 扩散,并且在空气电极 3b 上与电子和供应空气中的氧气( $O_2$ )反应,形成水( $H_2O$ )。这就在位于氢气电极 3a 和空气电极 3b 之间的外部电路中产生电流。

氢气从燃料罐 1 中供应给氢气电极 3a。在燃料罐 1 和燃料电池 3 之间的燃料供应线 1a 上提供压力控制阀 8,控制向燃料电池 3 供应的氢气的流速和压力。

同时,用马达 7 驱动的压缩机 2 压缩空气,并且通过空气供应线 2a 供应给燃料电池 3 的空气电极 3b。通过改变马达 7 的转数,以及从燃料电池 3 的空气电极 3b 出口处的空气排放线 2b 上提供的压力控制

阀 9 的设定压力来调节供应给燃料电池 3 的的空气的流速和压力。

电力控制器 4 用来允许从燃料电池 3 中提取的并且供应给负载 6 和可充电电池 5 的电力。

可充电电池 5 在燃料电池 3 和负载 6 之间并联连接，并且当负载 6 耗电力的速率低于从电力控制器 4 中供应的速率时，进行充电；而当负载 6 耗电力的速率高于从电力控制器 4 中供应的速率时，放电。

控制器 10 计算燃料电池 3 产生的目标电力 TPW，并且调节压力控制阀 8,9 的设定压力 PR1, PR2，以及马达 7 的转速 RN，从而以预定的速率生产电力，同时向电力控制器 4 发出提取电力命令 CPW。控制器 10 还响应传感器 11 检测到的加速器置换值 D1 和车辆的速度 D2，从而计算需用负载，并且向负载 6 施加操作命令 COP，控制车辆的驱动电力。

此外，尽管图 1 中，电力控制器 4 连接在燃料电池 3 和负载 6 之间，但是电力控制器 4 可以连接在可充电电池 5 和负载 6 之间，从而控制燃料电池 3 要供应的电力。

在图 2 中，电力生产系统包括目标电力计算单元 101、电力降低请求检测单元 102、电力提取限制单元 103、燃料电池系统控制单元 104、电力提取控制单元 105，以及可充电电池可用电力计算单元 106。

目标电力计算单元 101 计算燃料电池 3 要生产的目标电力 TPW。电力降低请求检测单元 102 检测对燃料电池 3 生产电力的电力降低请求 PLR。可充电电池可用电力计算单元 106 计算从可充电电池 5 输出的可用电力 APW。电力提取限制单元 103 根据来自目标电力计算单元 101 的目标电力 TPW、来自电力降低请求检测单元 102 的电力降低请求 PLR 和来自可充电电池可用电力计算单元 106 的可用电力 APW 发出命令，限制从燃料电池 3 提取的电力。响应来自电力提取限制单元 103 的输出，燃料电池系统控制单元 104 控制燃料电池系统 S1，并且电力提取控制单元 105 控制从燃料电池 3 提取的电力。

现在参照图 3 所示的流程图来描述在第一实施方案的燃料电池系



统 S1 中要执行的基本流程。流程图中从“开始”至“结束”的过程程序以固定的时间间隔重复执行。

在图 3 中的步骤 S1 中，目标电力计算单元 101 根据来自例如加速器置换值 D1、车辆速度 D2 和驱动马达作为负载 6 所需的电力等数据来计算燃料电池 3 电力生产的目标电力 TPW。

在步骤 S2 中，可充电电池可用电力计算单元 106 计算可充电电池 5 的可用电力 APW。图 4 表示了可充电电池 5 的充电状态 CH% 及其可放电力 DPW 之间关系的实例。可用电力 APW 被设置为等于通过从可放电力 DPW 中减去当前放电力而获得的残余电力。

在步骤 S3 中，电力降低请求检测单元 102 检测电力降低请求 PLR，提供表示存在或者缺乏这种请求的输出。

在步骤 S4 中，响应表示存在或者缺乏在前面步骤 S3 中提供的电力降低请求 PLR 的输出，做出是否提供电力降低请求 PLR 的判定。如果判定不存在电力降低请求 PLR，过程进行至步骤 S5-3，其中设置提取电力 CPW 等于目标电力 TPW。如果在步骤 S4 中，判定存在电力降低请求 PLR，过程进行至步骤 S5，其中做出判定发现是否在前面的程序中对要生产的电力设置限制。

如果在步骤 S5 中判定对要生产的电力没有设置限制，过程进行至步骤 S5-2，其中设置提取电力 CPW 等于通过从目标电力 TPW 中减去在步骤 S2 中计算的可用电力 APW 而得到的值。

如果在步骤 S5 中判定对要生产的电力设置了限制，意指仍存在进一步降低已经在前面程序中通过从中减去可充电电池 5 的可用电力 APW 而限制的提取电力 CPW 的电力降低请求 PLR，设置提取电力 CPW 为通过从目标电力 TPW 中减去在步骤 S2 中计算的可用电力 APW 及预定量的值  $\alpha$  而得到的值。

在步骤 S6 中，根据在这些步骤 S5-1、S5-2 和 S5-3 中计算的提取电力命令 CPW 控制燃料电池系统 S1 的各种传动装置，例如压力控制阀 8,9 和马达 7。

在第一实施方案中，如图 1 所示，电力降低请求检测单元 102 安

装有电压传感器 12(电池电压检测单元), 检测燃料电池 3 中各种单元电池或者多个单元电池堆的电池电压 CVs 之间的最低电压(最低的电池电压 LCV), 并且基于所检测的最低电池电压 LCV 判定电力降低请求 PLR 的存在。

接着, 参照图 5 的流程图, 详细地说明接着图 3 所示的流程图中步骤 S1, S2 进行的在步骤 S3 中检测电力降低请求 PLR 的过程。

在图 5 的步骤 S3-0 中, 检测形成燃料电池的单元电池的最低电池电压 LCV。

在步骤 S3-1 中, 判定发现在前面的计算步骤期间是否对要生产的电力设置有限制。如果判定对要生产的电力没有设置限制, 过程进行至步骤 S3-3, 其中做出判定发现最低电池电压 LCV 是否低于请求降低电力提取的阈值 TFR。如果判定最低电池电压 LCV 低于请求降低电力提取的阈值 TFR, 过程进行至步骤 S3-6, 其中控制器设定存在电力降低请求。

相反, 如果判定最低电池电压 LCV 高于请求降低电力提取的阈值 TFR, 过程进行至步骤 S3-7, 其中控制器设定不存在电力降低请求。此外, 如果在步骤 S3-1 中判定出在前面的计算步骤期间对要生产的电力设置了限制, 过程进行至步骤 S3-2, 其中做出判定发现最低电池电压 LCV 是否低于结束请求降低电力提取的阈值 TFE。如果判定最低电池电压 LCV 低于结束请求降低电力提取的阈值 TFE, 过程进行至步骤 S3-4, 其中判定仍没有恢复电池电压 CV, 需要进一步限制要提取的电力, 并且控制器设定存在电力降低请求。

相反, 如果判定最低电池电压 LCV 高于结束请求降低电力提取的阈值 TFE, 过程进行至步骤 S3-5, 其中判定电池电压 CV 已经被恢复, 不需要再限制电力提取, 并且控制器设定不存在电力降低请求。随后, 执行图 3 中所示步骤 S4 至 S6 中的过程。

图 6A 至 6E 阐明了在第一实施方案中要执行的操作。图 6A 表示最低电池电压 LCV 随着时间的变化。在图 6A 中, 上面的虚线表示结束请求降低电力提取的阈值 TFE, 并且下面的虚线表示请求降低电力

提取的阈值 TFR。图 6B 表示存在和不存在电力降低请求对时间的图。在图 6B 中，值“1”表示存在电力降低请求，并且值“0”表示不存在电力降低请求。图 6C 表示燃料电池提取电力 CPW 随时间的变化图。在图 6C 中，多边的实线表示要从燃料电池中提取的提取电力 CPW，并且虚线表示目标电力 TPW。图 6D 表示可充电电池电力随时间的变化。在图 6D 中，多边的实线表示实际的放电电力，并且虚线表示从可充电电池中放出的可放电电力 DPW。图 6E 表示驱动电力随时间的变化。图 6A 至 6E 总体表示了电池电压、存在或不存在电力降低请求、燃料电池提取电力、可充电电池电力和驱动电力之间的关系。

如图 6A、6B 所示，当最低电池电压 LCV 随着时间而降低，并且在时间 T1 达到请求降低电力提取的阈值 TFR 时，提供电力降低请求。另外，如图 6C、6D 所示，限制提取电力 CPW，并且可充电电池补偿电力等于所得提取电力 CPW 的减量。这会降低燃料电池的负荷，从而允许最低电池电压 LCV 被逐渐恢复。然后，如图 6A、6B 所示，如果最低电池电压 LCV 在时间 T2 达到结束请求降低电力提取的阈值 TFE 时，取消电力降低请求。同时，如图 6C、6D 所示，取消对燃料电池提取电力 CPW 的限制，从而终止从可充电电池的电力补偿。在此期间，如图 6E 所示，对于输送给车辆的驱动电力没有不利的影响。

从图 6A 至 6E 中明显可见，电力降低请求源于最低电池电压 LCV 的值，因此降低燃料电池提取电力 CPW 等于可充电电池的可用电力 APW 的值(其等于图 6D 中可放电电力 DPW)能够限制由于局部气体短缺而使燃料电池操作条件的恶化引起的最低电池电压 LCV 的连续降低，其不会对驱动电力引起任何不利的影响。

如上所述，不管基于加速器置换值 D1 和车辆速度 D2 计算的负荷需要量如何，第一实施方案都打算提供检测电力降低请求存在的电力降低请求检测单元 102。因此，当电力降低请求检测单元 102 检测到存在与燃料电池 3 相关的电力降低请求时，由于存在源于燃料电池 3 的待限制的提取电力 CPW 的限制量，保持在可充电电池 5 的可放电电力 DPW 内的范围内，可以成功地控制提取电力 CPW，而不会在燃

料电池系统 S1 的操作条件中引起恶化,同时抑制了对驱动电力不利的影  
响。即,从燃料电池的提取电力 CPW 降低等于可充电电池 5 的可用  
电力 APW 的量能够满足电力降低请求,同时抑制了对驱动电力不利  
的影响。

此外,通过在存在最低电池电压 LCV 降低的情况下提供电力降  
低请求,可以抑制最低电池电压 LCV 的进一步降低,这种降低源于  
由于发生局部气体短缺而引起的燃料电池 3 操作条件的恶化。

此外,由于检测最低电池电压 LCV 的恢复和取消电力降低请求,  
从而允许燃料电池 3 的提取电力 CPW 恢复至其原始状态的能力,燃  
料电池系统 S1 可以快速地恢复至正常电力生产模式,使二次电池的负  
荷最小。

接着,参照用于涉及图 7 所示的燃料电池电力产生控制系统的车  
辆的燃料电池系统 S2,说明本发明的第二实施方案。

在图 7 所示的第二实施方案中,气体输送系统包括喷射泵 21、压  
力传感器 22,23、净化阀 24、氢气再循环管线 25、热交换器 26、燃烧  
室 27、冷却剂通道 28、泵 29 和温度传感器 30,31。在图 7 中,具有相  
同参考符号的与图 1 相同的组件部分具有相同的功能。

压力控制阀 9 控制燃料电池 3 空气电极 3b 上的压力至取决于负  
载的值,其响应于由位于燃料电池 3 空气电极 3b 入口处的压力传感器  
23 所检测的压力值 PR3。压力控制阀 8 控制燃料电池 3 氢气电极 3a  
上的压力至取决于负载的值,其响应于由位于燃料电池 3 氢气电极 3a  
入口处的压力传感器 22 所检测的压力值 PR4。净化阀 24 位于从燃料  
电池 3 氢气电极 3a 延伸排气管线 1b 中,并且通常保持关闭。在检测  
到由于燃料电池 3 中水堵塞而引起的电池电压 CV 降低时,净化阀 24  
打开,从管线中向外面排放含有氢气的湿气。

位于压力控制阀 9 和净化阀 24 下游的是燃烧室 27,其中废空气  
和排放的废氢气混合并且燃烧。向燃烧室 27 安装温度传感器 31,检  
测燃烧气体的温度 TE1。另外,氢气再循环管线 25 一端与净化阀 24  
的上游连接。管线 25 的另一端借助喷射泵 21 与压力控制阀 8 下游的

燃料供应管线 1a 连接。这就允许向燃料电池 3 的氢气电极 3a 中再次供应没有完全消耗的氢气，从而维持化学计量比(由供应流速/消耗流速表示)为大于“1”的值，稳定电池电压 CV。

冷却剂通道 28 用作冷却剂流动并冷却燃料电池 3 主体的通道。在冷却剂通道 28 上提供热交换器 26 和泵 29 以使冷却剂流动。温度传感器 30 检测燃料电池 3 的冷却剂温度 TE2。

在第二实施方案中，电力降低请求检测单元用来检测图 7 所示的燃烧室 27 的温度 TE1，并且根据所检测的温度 TE1 做出判定，发现是否存在电力降低请求。除了涉及电力降低请求过程的步骤 S3 外，第二实施方案的控制基本流程与图 3 中所示的流程图相同。下面将参照图 8 所示的流程图，说明电力降低请求的过程。

在图 8 的步骤 S3-20 中，温度传感器 31 检测燃烧室 27 的温度 TE1。

在步骤 S3-21 中，做出判定发现在前面的计算步骤期间是否对要生产的电力设置有限制。如果判定对要生产的电力没有设置限制，过程进行至步骤 S3-23，其中做出判定发现燃烧室 27 的温度 TE1 是否高于请求降低电力提取的阈值 TFR。如果判定燃烧室 27 的温度 TE1 高于请求降低电力提取的阈值 TFR，过程进行至步骤 S3-26，其中控制器设定存在电力降低请求。

相反，如果判定燃烧室 27 的温度 TE1 低于请求降低电力提取的阈值 TFR，过程进行至步骤 S3-27，其中控制器设定不存在电力降低请求。如果在步骤 S3-21 中判定出在前面的计算步骤期间对要生产的电力设置了限制，过程进行至步骤 S3-22，其中做出判定发现燃烧室 27 的温度 TE1 是否高于结束请求降低电力提取的阈值 TFE。如果判定燃烧室 27 的温度 TE1 高于结束请求降低电力提取的阈值 TFE，过程进行至步骤 S3-24，其中判定燃烧室 27 的温度 TE1 仍没有充分降低，需要进一步限制要提取的电力，并且控制器设定存在电力降低请求。

同时，如果判定燃烧室 27 的温度 TE1 低于结束请求降低电力提取的阈值 TFE，过程进行至步骤 S3-25，其中判定燃烧室 27 的温度

TE1 已经被充分降低，不需要进一步限制电力提取，因此控制器设定不存在电力降低请求。此后，按照与第一实施方案中相同的方式，重复执行图 3 中所示步骤 S4 至 S6 中的过程。

图 9A 至 9E 阐明了在第二实施方案中要执行的操作。图 9A 表示燃烧室 27 的温度 TE1 随着时间的变化。在图 9A 中，下面的虚线表示结束请求降低电力提取的阈值 TFE，并且上面的虚线表示请求降低电力提取的阈值 TFR。图 9B 表示存在和不存在电力降低请求对时间的图。在图 9B 中，值“1”表示存在电力降低请求，并且值“0”表示不存在电力降低请求。图 9C 表示燃料电池提取电力 CPW 随着时间的变化图。在图 9C 中，多边形的实线表示要从燃料电池中提取的提取电力 CPW，并且虚线表示目标电力 TPW。图 9D 表示可充电电池电力 DPW 随着时间的变化。在图 9D 中，多边形的实线表示实际的放电电力，并且虚线表示可充电电池的可放电电力 DPW。图 9E 表示驱动电力随着时间的变化。图 9A 至 9E 总体表示了燃烧室 27 的温度、存在或不存在电力降低请求、燃料电池提取电力、可充电电池电力和驱动电力之间的关系。

如图 9A、9B 所示，当燃烧室 27 的温度 TE1 随着时间而增加，并且在时间 T1' 达到请求降低电力提取的阈值 TFR 时，执行电力降低请求。另外，如图 9C、9D 所示，限制提取电力 CPW，并且可充电电池补偿电力等于所得电力 CPW 的减量。这会降低燃料电池的负荷，并且由于氧气临时短缺引起的一直增加的燃烧室 27 的温度 TE1 被逐渐降低。然后，如图 9A、9B 所示，如果燃烧室 27 的温度 TE1 在时间 T2' 降低至结束请求降低电力提取的阈值 TFE，取消电力降低请求。同时，如图 9C、9D 所示，取消对燃料电池提取电力 CPW 的限制，从而终止从可充电电池的电力补偿。在此期间，如图 9E 所示，对于输送给车辆的驱动电力不会发生不利的影晌。

从图 9A 至 9E 中明显可见，提取电力降低请求源于燃烧室 27 的温度 TE1，因此降低燃料电池提取电力 CPW 等于可充电电池的可用电力 APW 的值能够抑制因为发生控制误差或者对压缩机驱动马达转数响应的延迟，由于供应给燃烧室 27 的空气中氧气的临时短缺而引起

的燃烧室 27 温度的上升，这不会对驱动电力引起任何不利的影

响。如上所述，第二实施方案打算在废氢气的燃烧室 27 的温度 TE1 有增加的情况下产生提取电力降低请求，从而抑制废氢气在燃烧室 27 中过高的温度上升，而不会牺牲驱动电力。

此外，由于检测废氢气的燃烧室 27 的温度降低和取消提取电力降低请求，从而允许燃料电池 3 的提取电力恢复至其原始状态的能力，可以抑制废氢气燃烧室 27 中过高的温度上升，而不会牺牲大量驱动电力，并且燃料电池系统 S1 可以快速恢复至正常的电力生产模式。

接下来，描述本发明的第三实施方案。

第三实施方案具有如下特征：电力降低请求检测单元允许图 7 所示的温度传感器 30 检测用来冷却燃料电池 3 的冷却剂的温度 TE2，从而基于所检测的温度 TE2 对提取电力降低请求进行判定。

除了在步骤 S3 中提供电力降低请求的过程外，第三实施方案的控制过程的基本程序与图 3 中所示的流程图相同。下面将参照图 10 所示的流程图，说明提供电力降低请求的过程。

在图 10 的步骤 S3-40 中，温度传感器 30 检测冷却燃料电池 3 的冷却剂的温度 TE2。

在步骤 S3-41 中，做出判定发现在前面的计算步骤期间是否对要生产的电力设置有限制。如果判定对要生产的电力没有设置限制，过程进行至步骤 S3-43，其中做出判定发现燃料电池 3 的冷却剂的温度 TE2 是否高于结束请求降低电力提取的阈值 TFE。如果判定燃料电池 3 的冷却剂的温度 TE2 高于结束请求降低电力提取的阈值 TFR，过程进行至步骤 S3-46，其中控制器设定存在电力降低请求。相反，如果判定燃料电池 3 的冷却剂的温度 TE2 低于结束请求降低电力提取的阈值 TFR，过程进行至步骤 S3-47，其中控制器设定不存在电力降低请求。

在步骤 S3-41 中，如果判定出在前面的计算步骤期间对要生产的电力设置了限制，过程进行至步骤 S3-42，其中做出判定发现燃料电池 3 的冷却剂的温度 TE2 是否高于结束请求降低电力提取的阈值

TFE。如果判定燃料电池 3 的冷却剂的温度 TE2 高于结束请求降低电力提取的阈值 TFE，过程进行至步骤 S3-44，其中判定燃料电池 3 的冷却剂的温度 TE2 仍没有充分降低，需要进一步限制要提取的电力，并且控制器设定存在电力降低请求。

如果判定燃料电池 3 的冷却剂的温度 TE2 低于结束请求降低电力提取的阈值 TFE，过程进行至步骤 S3-45，其中判定燃料电池 3 的冷却剂的温度 TE2 已经被充分降低，不需要进一步限制电力提取，因此控制器设定不存在电力降低请求。此后，按照与第一实施方案中相同的方式，重复执行图 3 中所示步骤 S4 至 S6 中的过程。

图 11A 至 11E 阐明了在第三实施方案中要执行的操作。图 11A 表示燃料电池 3 的冷却剂的温度 TE2 随着时间的变化。在图 11A 中，下面的虚线表示结束请求降低电力提取的阈值 TFE，并且上面的虚线表示请求降低电力提取的阈值 TFR。图 11B 表示存在和不存在电力降低请求对时间的图。在图 11B 中，值“1”表示存在电力降低请求，并且值“0”表示不存在电力降低请求。图 11C 表示燃料电池提取电力 CPW 随着时间的变化图。在图 11C 中，多边形的实线表示要从燃料电池中提取的提取电力 CPW，并且虚线表示目标电力 TPW。图 11D 表示可充电电池的电力随着时间的变化。在图 11D 中，多边形的实线表示实际的放电电力，并且虚线表示可充电电池的可放电电力 DPW。图 11E 表示驱动电力随着时间的变化。图 11A 至 11E 总体表示了燃料电池 3 的冷却剂的温度 TE2、存在或不存在电力降低请求、燃料电池提取电力、可充电电池电力和驱动电力之间的关系。

如图 11A、11B 所示，当燃料电池 3 的冷却剂的温度 TE2 随着时间而增加，并且在时间 T1'' 达到请求降低电力提取的阈值 TFR 时，执行电力降低请求。另外，如图 11C、11D 所示，限制提取电力 CPW，并且可充电电池补偿电力等于所得提取电力 CPW 的减量。这会降低燃料电池的负荷，并且燃料电池 3 的冷却温度 TE2 逐渐降低。然后，如图 11A、11B 所示，如果燃料电池 3 的冷却剂的温度 TE2 在时间 T2'' 时降低至结束请求降低电力提取的阈值 TFE，取消电力降低请求。



同时，如图 11C、11D 所示，取消对燃料电池提取电力 CPW 的限制，从而终止从可充电电池做出的电力补偿。在此期间，如图 11E 所示，对于车辆的驱动电力不会发生不利的影晌。

如上所述，第三实施方案打算基于与燃料电池 3 的电池温度相关的冷却剂温度 TE2 的增加，允许提供提取电力降低请求，从而降低燃料电池 3 的提取电力等于可充电电池 5 的可用电力 APW 的量。这会抑制燃料电池 3 过高的温度上升，并且可以避免燃料电池 3 的恶化，而对驱动电力没有不利的影晌。另外，为了直接测量形成燃料电池 3 的各电池的电池温度 TE3，从而允许基于所得的输出判定是否提供电力降低请求，电力降低请求检测单元可以安装温度传感器 32。

此外，通过检测燃料电池 3 中的温度降低并且取消提取电力降低请求，从而允许燃料电池 3 的提取电力恢复至其原始状态，可以避免燃料电池 3 过高的温度上升，并且燃料电池可以快速恢复至初始正常的电力生产模式，同时抑制了对驱动电力的不利影晌，这就能够降低可充电电池的负荷至最小程度。

接着，说明本发明的第四实施方案。

第四实施方案具有如下特征：安排电力提取限制单元，从而可以在目标电力 TPW 和可充电电池的可用电力 APW 之间连续地改变电力提取(以匀变(ramp)的形式)。第四实施方案的其它特征与第一至第三实施方案相似，并且第四实施方案与图 1、3 和 7 所示的结构具有相同的结构。

接着，参照图 12 的流程图说明第四实施方案的基本流程。

图 12 中的步骤 S1 至 S4 和步骤 S6 中的过程与图 3 中相同。在步骤 S3 的过程方面，可以使用图 5、8 或图 10 任何之一中所示的过程。

作为步骤 S4 中判定的结果，如果没有发现电力降低请求，过程进行至步骤 S4-2，其中执行过程，使得设置提取电力 CPW 高于从前面计算步骤得到的先前提取电力预定的值  $\beta$ 。但是，设置提取电力 CPW 的最大值等于目标电力 TPW，并且不提取大于目标电力 TPW 的电力。

相反，如果在步骤 S4 中判定存在电力降低请求，过程进行至步骤 S4-1，其中执行过程，使得设置提取电力 CPW 低于从前面计算步骤得到的先前提取电力预定的值  $\gamma$ 。但是，设置提取电力 CPW 的最小值等于从目标电力 TPW 中减去在步骤 S2 中计算得到的可用电力 APW 所得的值。

图 13A 至 13E 阐明了在第四实施方案中要执行的操作。图 8 所示操作顺序作为在步骤 S3 方面提供检测电力降低请求的方法被施加于第四实施方案。图 13A 表示燃烧室 27 的温度 TE1 随着时间的变化。在图 13A 中，下面的虚线表示结束请求降低电力提取的阈值 TFE，并且上面的虚线表示请求降低电力提取的阈值 TFR。图 13B 表示存在和不存在电力降低请求对时间的图。在图 13B 中，值“1”表示存在电力降低请求，并且值“0”表示不存在电力降低请求。图 13C 表示燃料电池提取电力 CPW 随着时间的变化图。在图 13C 中，多边的实线表示要从燃料电池中提取的提取电力 CPW，并且虚线表示目标电力 TPW。图 13D 表示可充电电池电力随着时间的变化。在图 13D 中，多边的实线表示实际的放电电力，并且虚线表示可充电电池的可放电电力 DPW。图 13E 表示驱动电力随着时间的变化。图 13A 至 13E 总体表示了燃烧室 27 的温度 TE1、存在或不存在电力降低请求、燃料电池提取电力、可充电电池电力和驱动电力之间的关系。

如图 13A、13B 所示，当燃烧室 27 的温度 TE1 随着时间而增加，并且在时间 T1''' 达到请求降低电力提取的阈值 TFR 时，执行电力降低请求。另外，如图 13C、13D 所示，限制提取电力 CPW，并且可充电电池补偿电力等于所得提取电力 CPW 的减量。这会降低燃料电池的负荷，并且燃烧室 27 的温度 TE1 逐渐降低。然后，如图 13A、13B 所示，如果燃烧室 27 的温度 TE1 在时间 T2''' 时降低至结束请求降低电力提取的阈值 TFE，取消电力降低请求。同时，如图 13C、13D 所示，取消对燃料电池提取电力 CPW 的限制，从而终止从可充电电池的电力补偿。在此期间，如图 13E 所示，对于输送给车辆的驱动电力不会发生不利的影

从图 13A 至 13B 中明显可见，在第四实施方案中，根据提取电力降低请求，通过连续降低燃料电池提取电力 CPW 至等于可充电电池的可用电力 APW 的值，可充电电池放电能力最小时也能够满足需要的负载量，而对驱动电力没有不利的影晌。

本发明涉及 2003 年 4 月 10 递交的日本专利申请第 2003-106495 号中所含的主题内容，因此该专利的全部内容被清楚地引入本文作参考。

本文说明的优选实施方案是示例性的而不是限制性的，并且本发明可以按照其它的方式来实践或体现而不会背离本发明的基本特征。权利要求所表示的本发明的范围，以及在权利要求意义内的所有变化都包含在本发明中。

#### 工业应用性

在本发明中，不管需用的负载如何，提供了检测燃料电池 3 电力降低请求的电力降低请求检测单元 102，因此在电力降低请求的存在下，限制来自燃料电池 3 的提取电力，从而能够防止燃料电池 3 的操作条件由于提取电力的过量而进一步恶化。另外，如果燃料电池 3 操作条件的恶化程度保持较小，燃料电池系统在操作中不会中断，从而能够连续地提取电力输出。

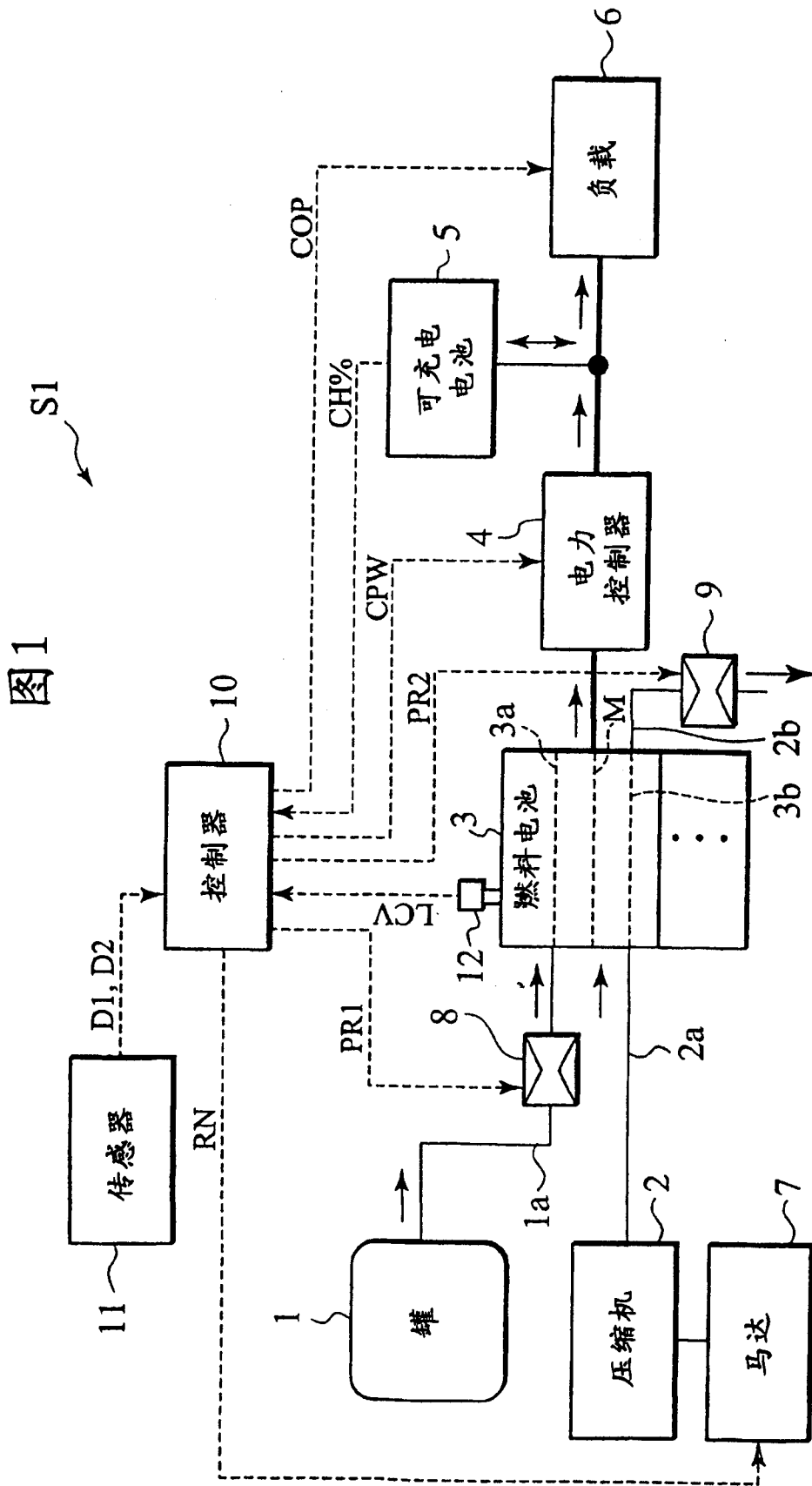


图1

图2

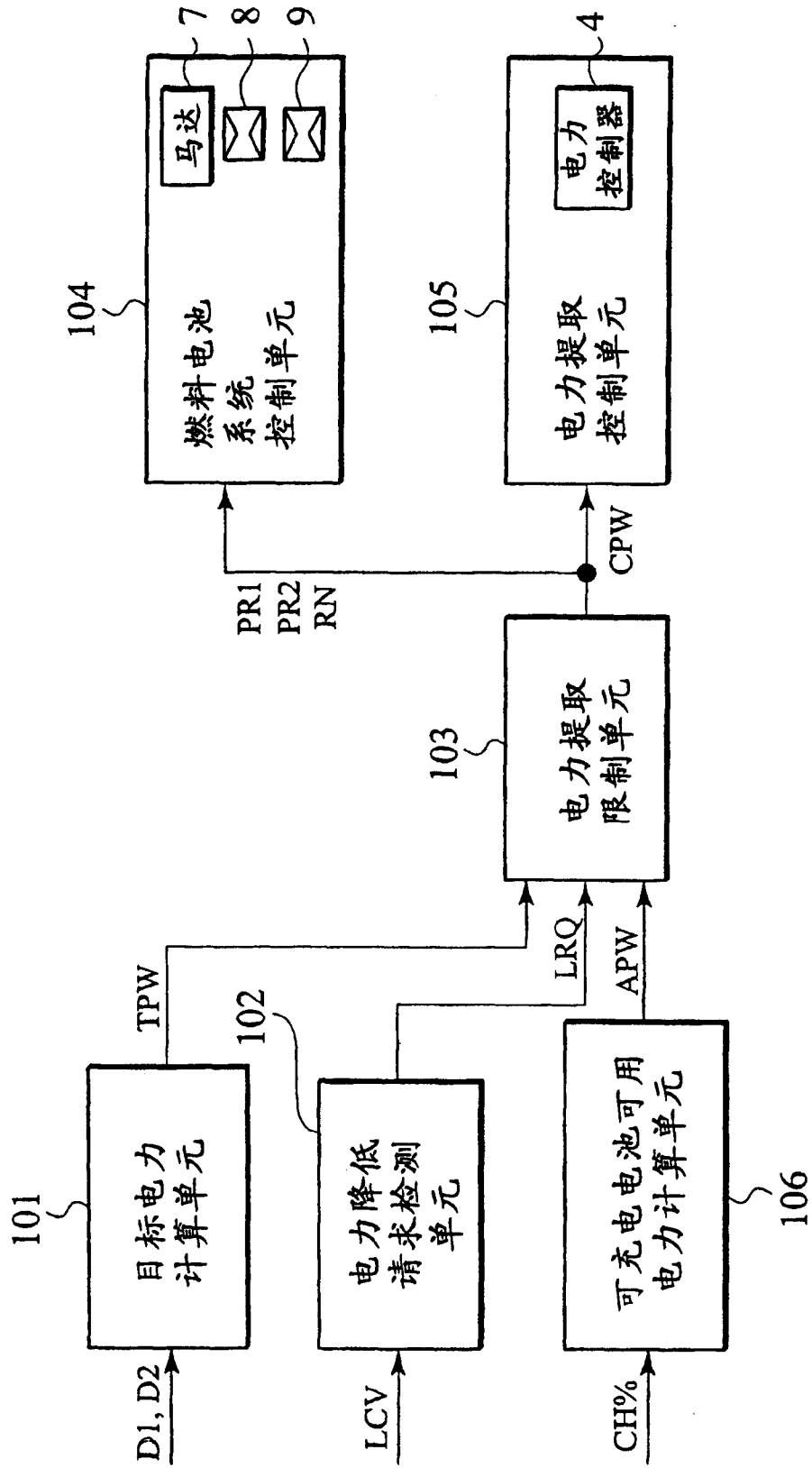


图3

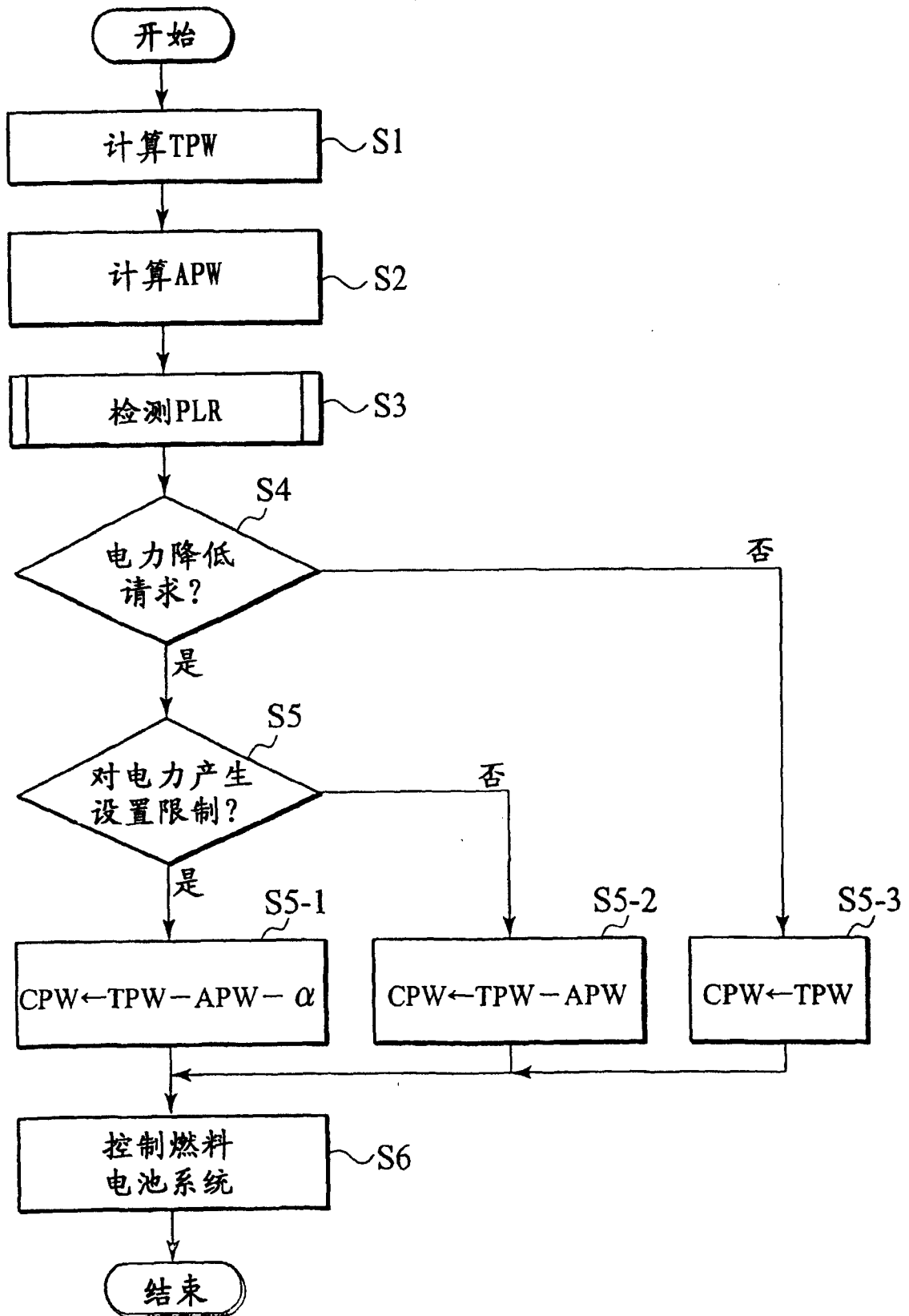
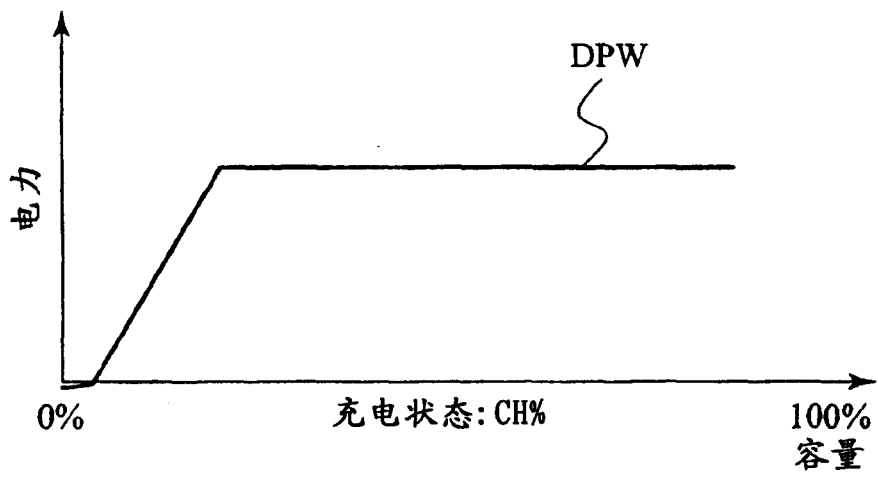


图 4



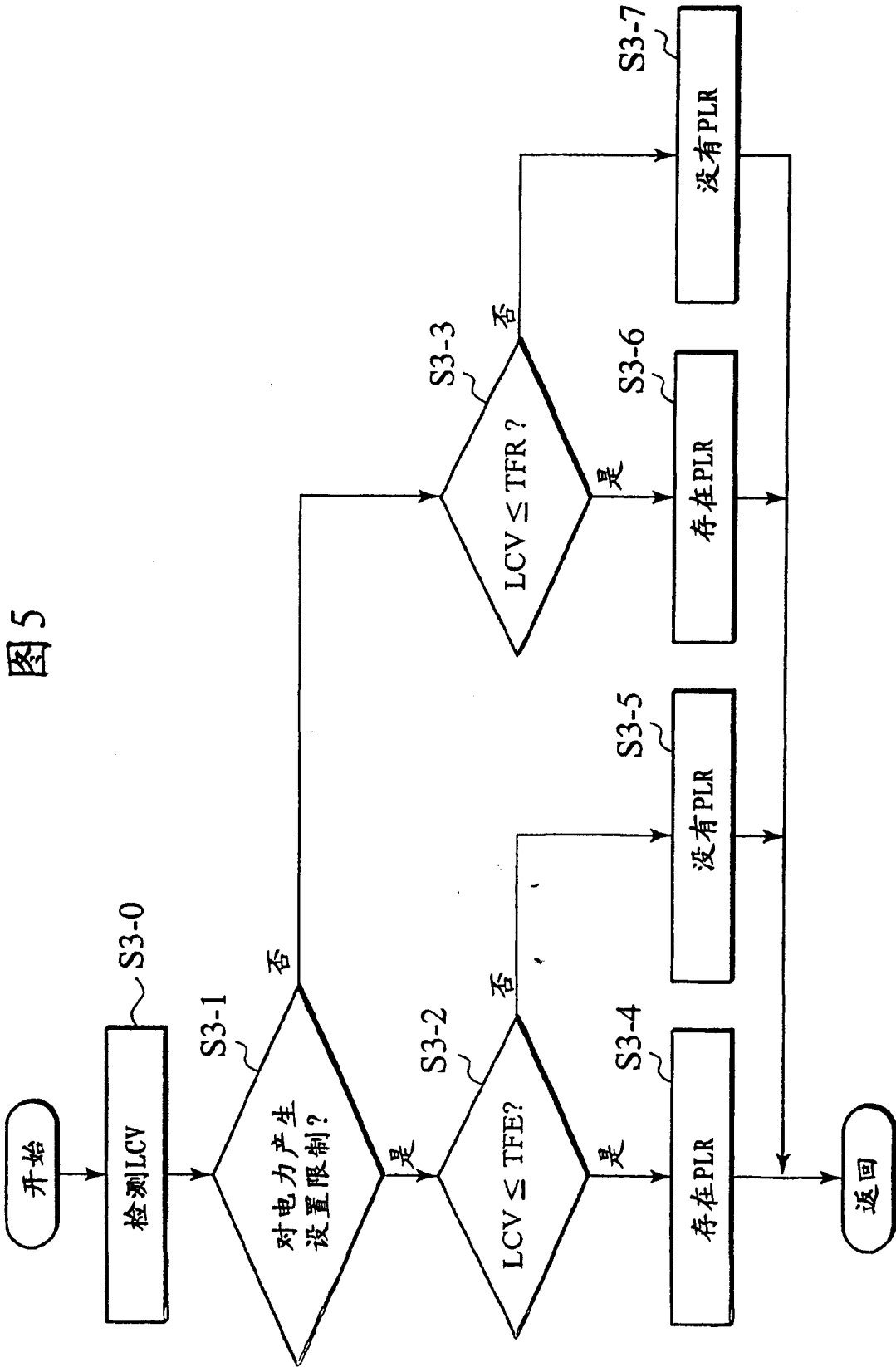




图 6A

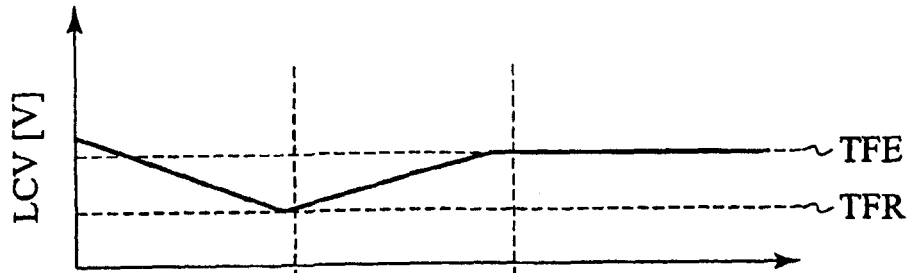


图 6B

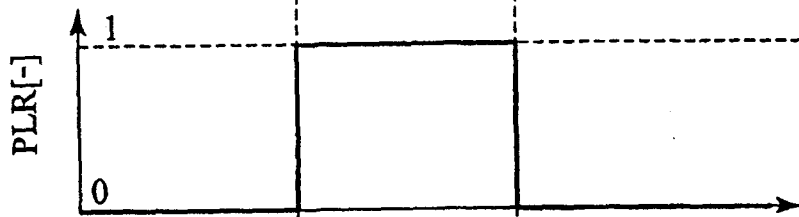


图 6C

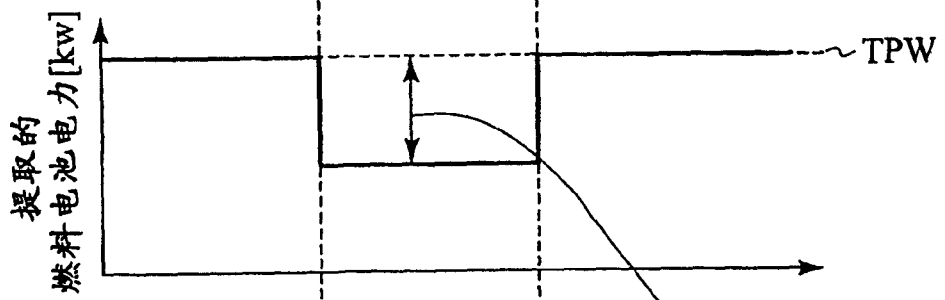


图 6D

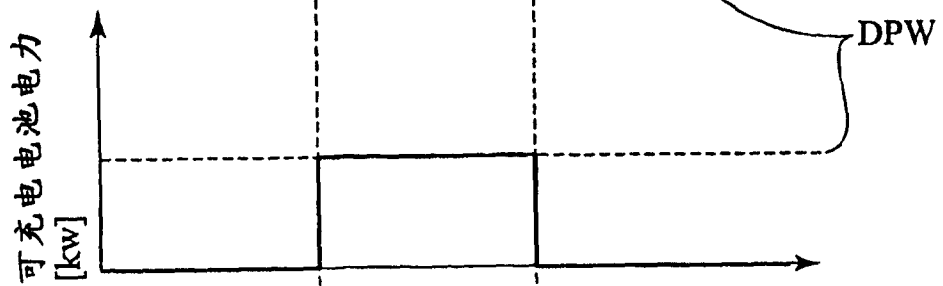
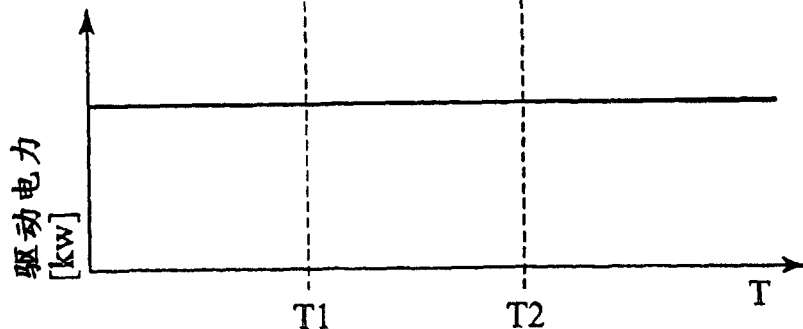
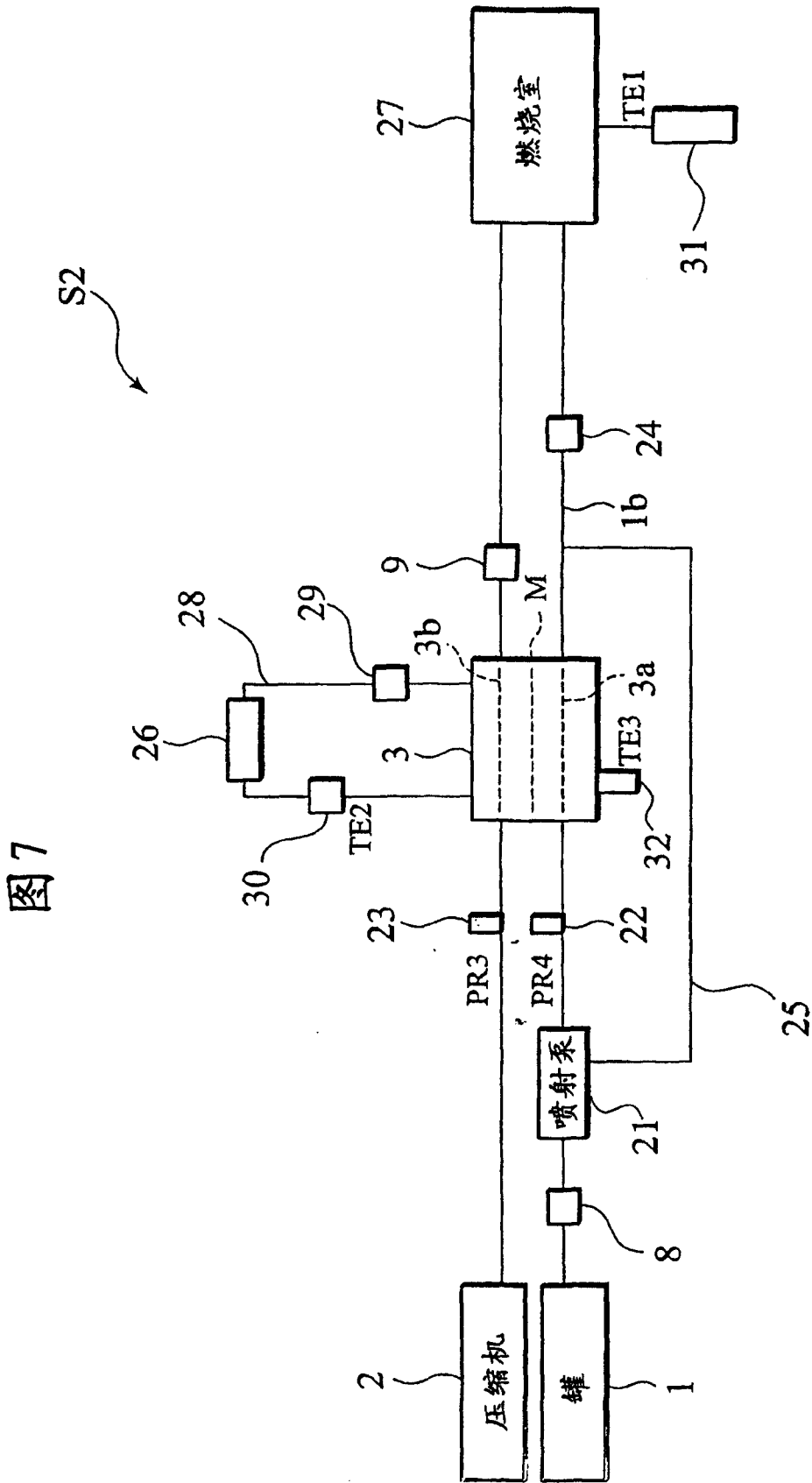


图 6E





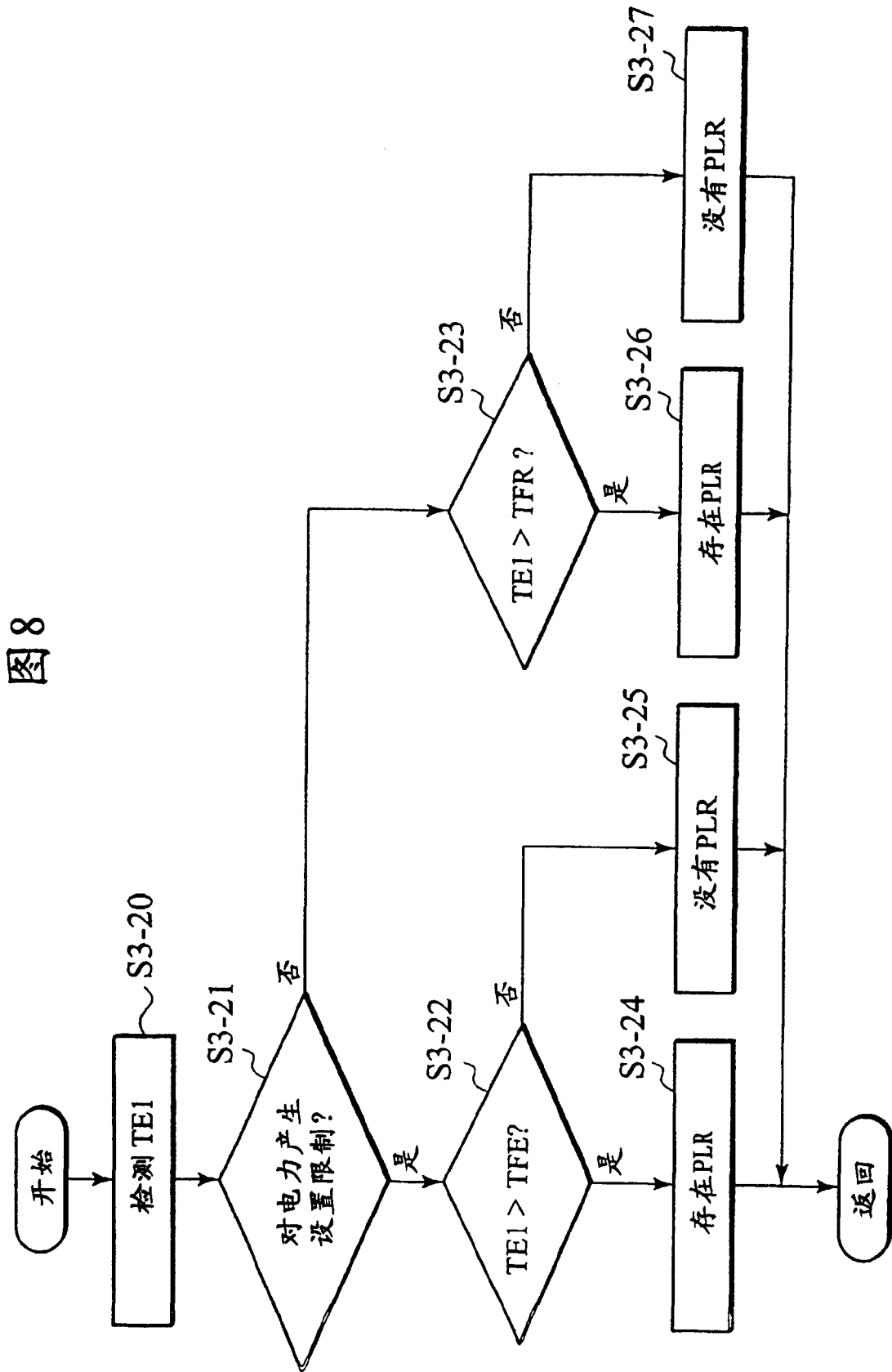


图 9A

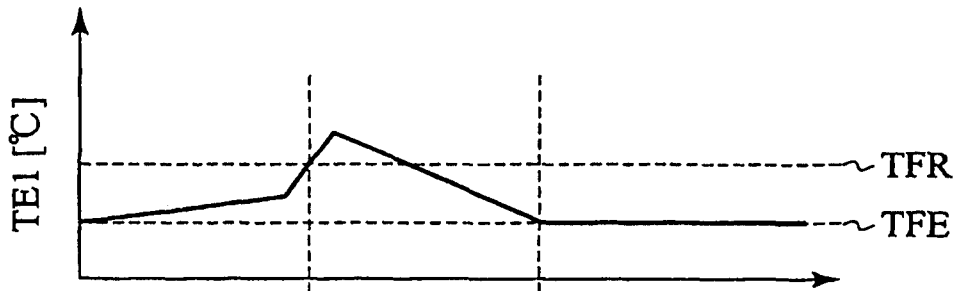


图 9B

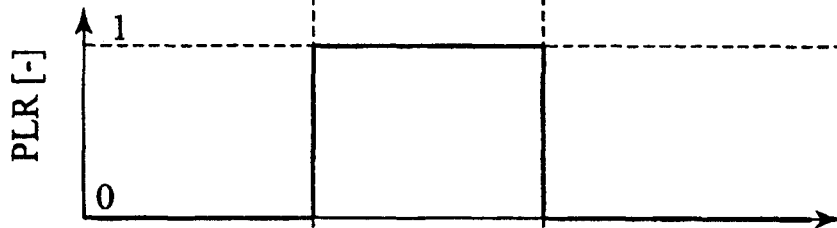


图 9C

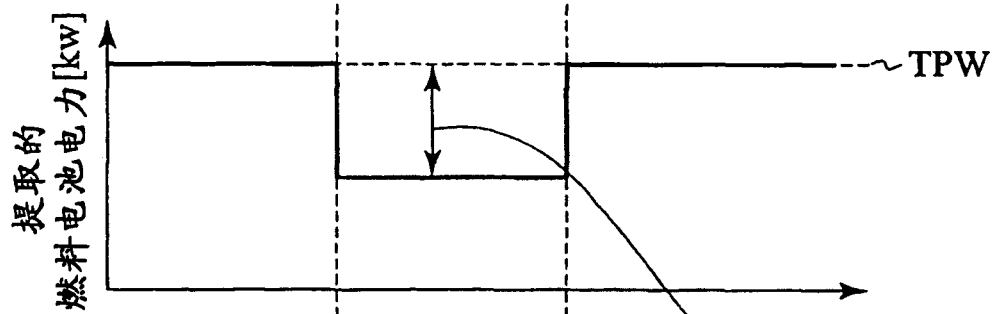


图 9D

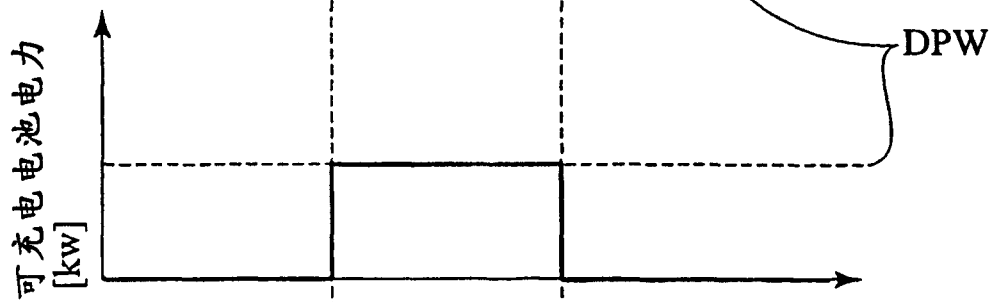
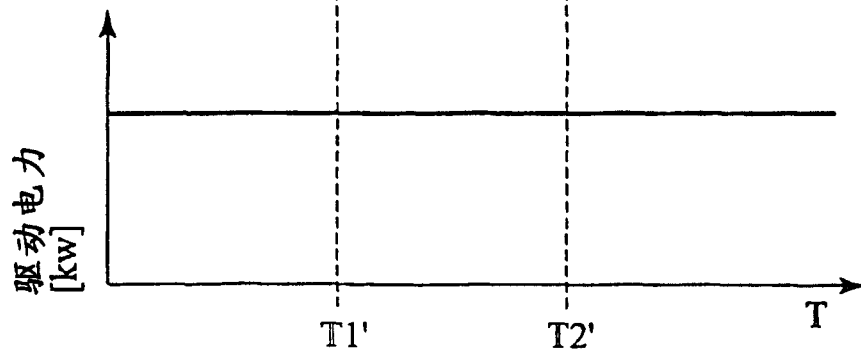
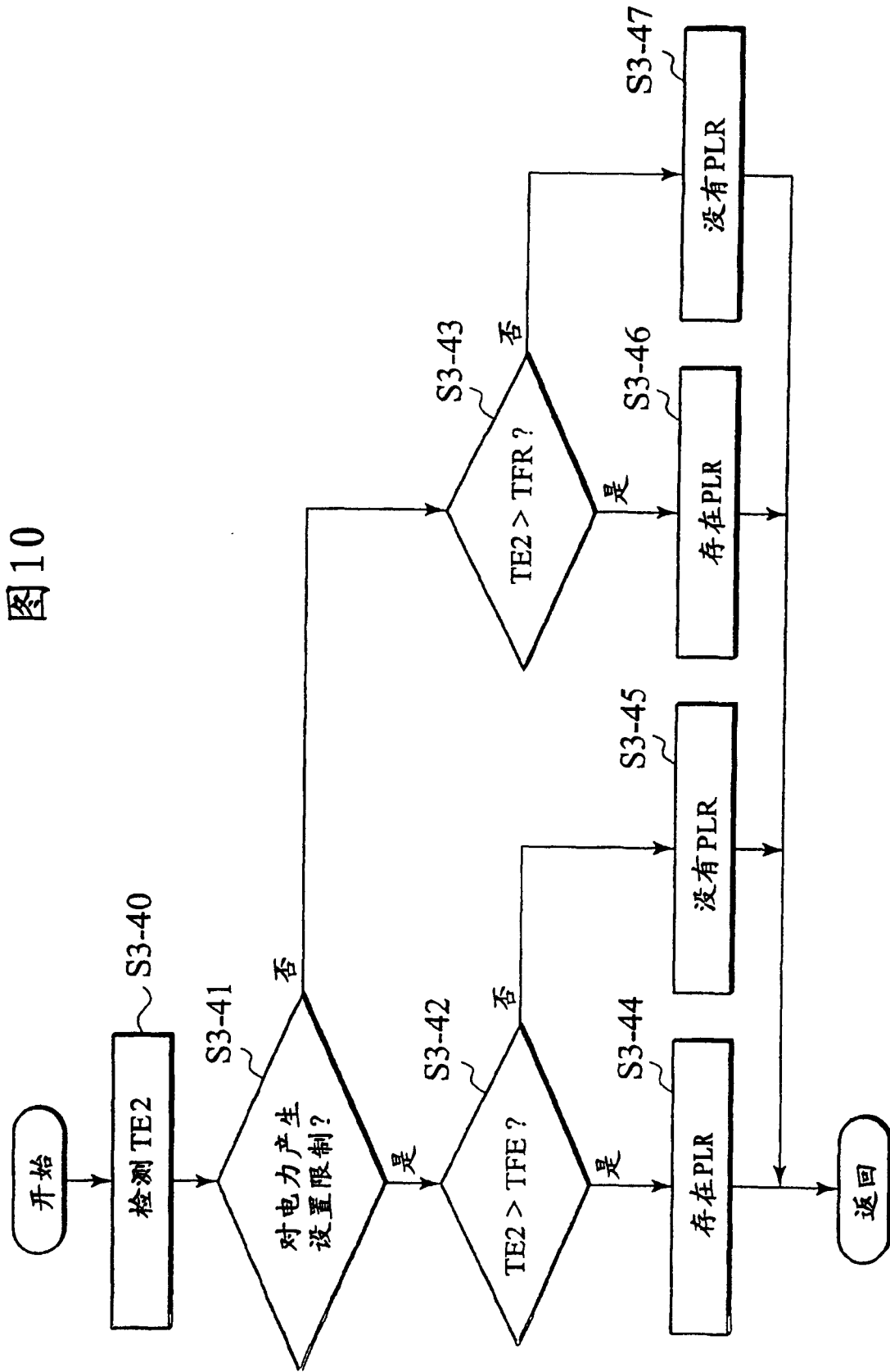


图 9E





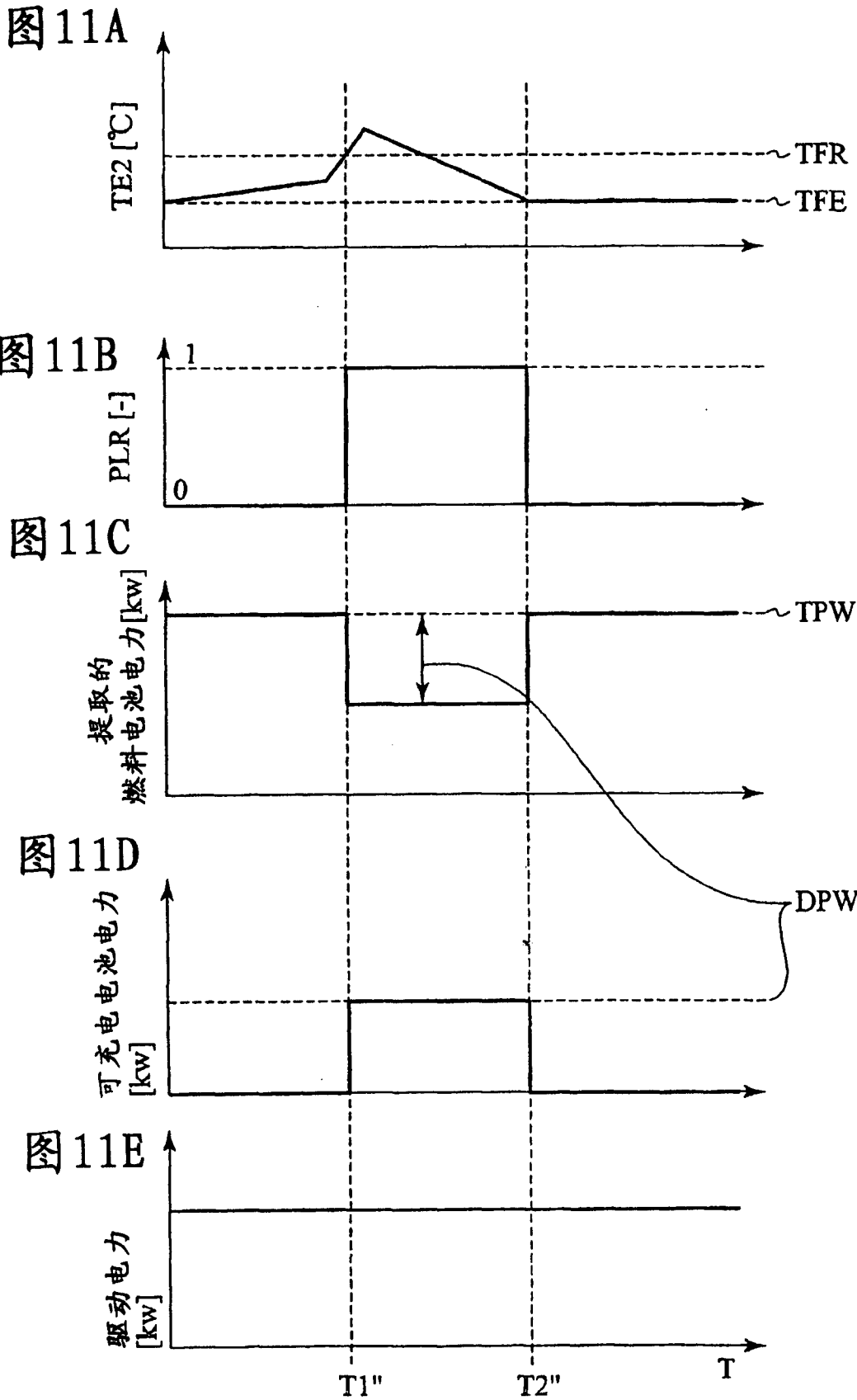


图12

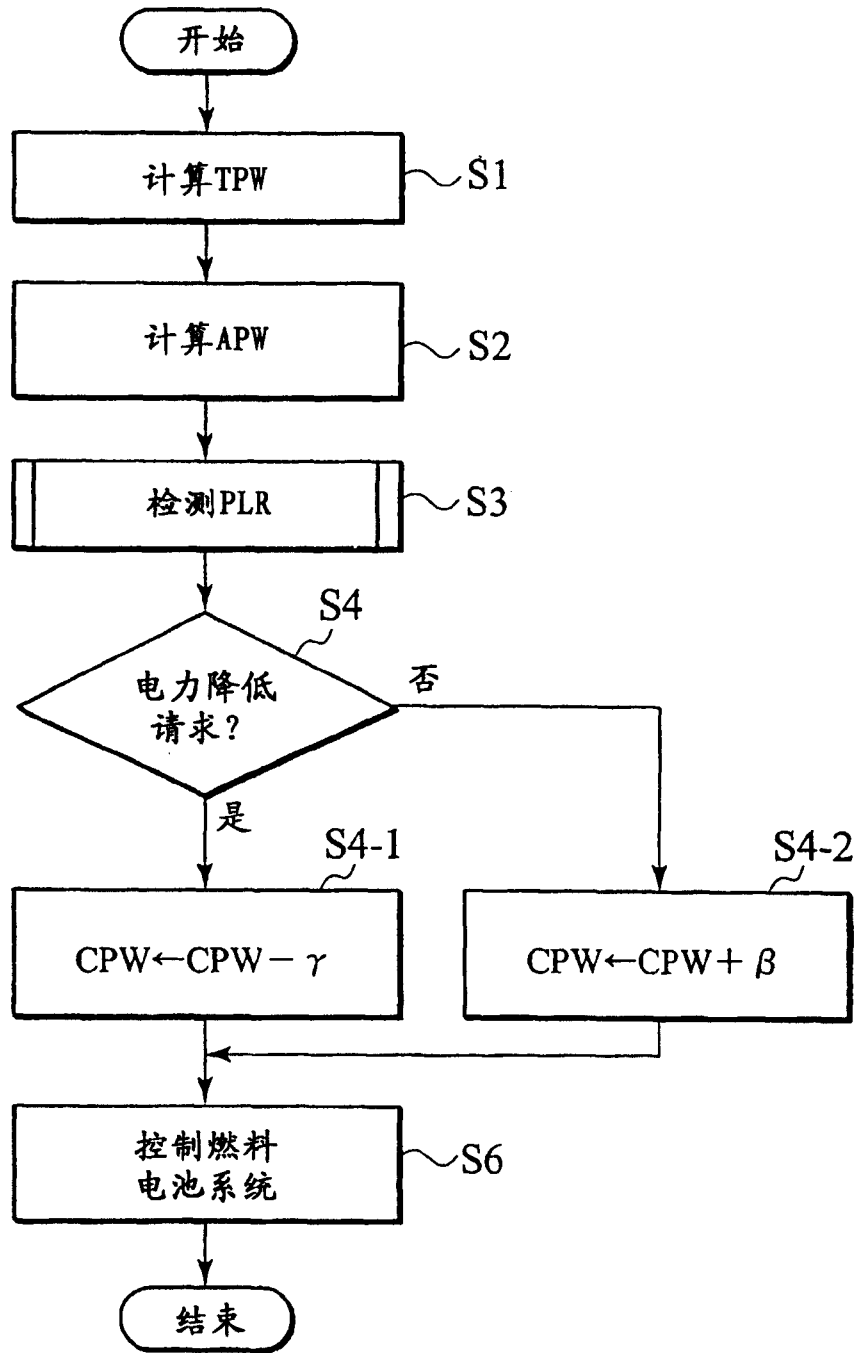


图13A

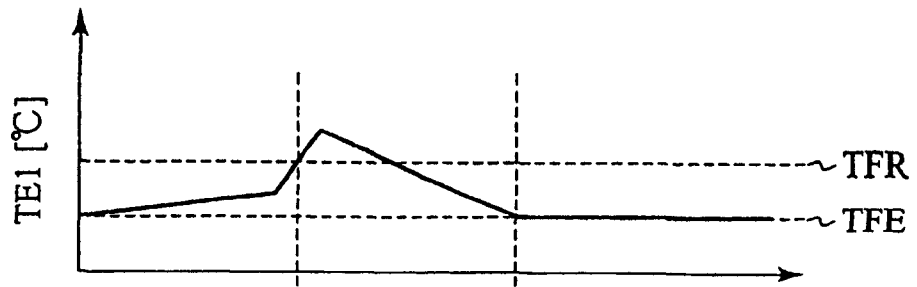


图13B

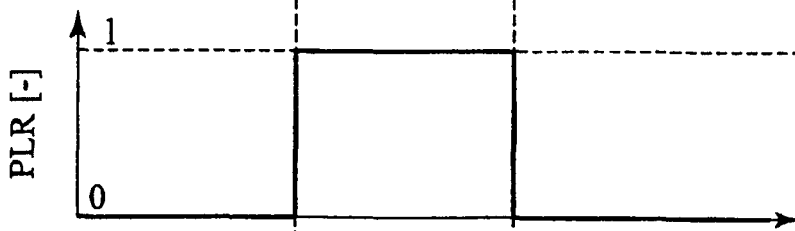


图13C

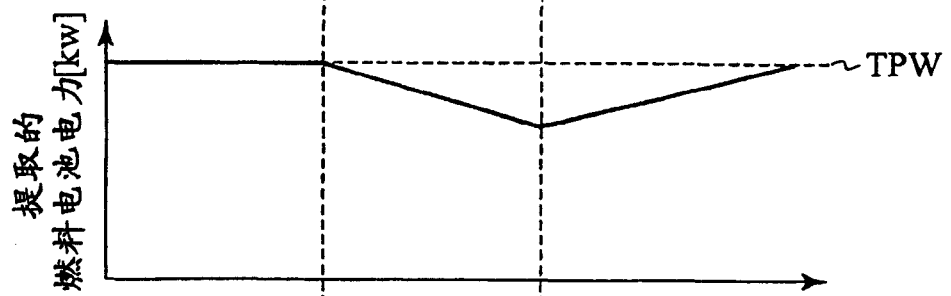


图13D

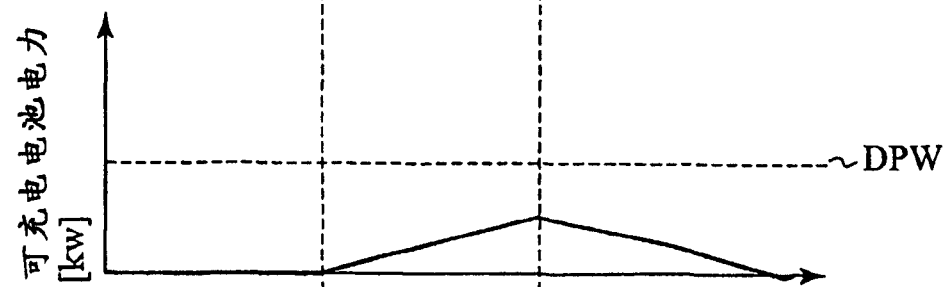


图13E

