



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103748734 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 23

(21) 申请号 201280040312. 4

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 08. 08

H01M 10/39(2006. 01)

(30) 优先权数据

H01M 10/44(2006. 01)

61/525, 218 2011. 08. 19 US

H01M 10/46(2006. 01)

H02J 9/06(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

H02J 3/32(2006. 01)

2014. 02. 18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/070716 2012. 08. 08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/027638 EN 2013. 02. 28

(71) 申请人 日本碍子株式会社

地址 日本爱知县名古屋市

(72) 发明人 八田哲也 甲斐昭宏

(74) 专利代理机构 北京北翔知识产权代理有限公司

11285

代理人 徐燕 杨勇

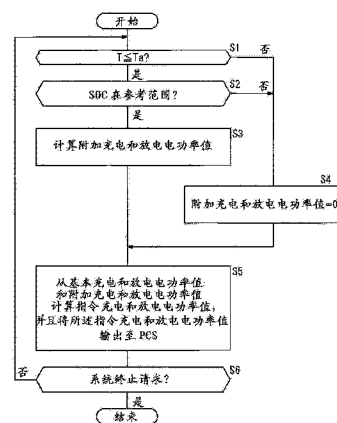
权利要求书2页 说明书21页 附图25页  
按照条约第19条修改的权利要求书2页

(54) 发明名称

控制蓄电池的方法、控制蓄电池的装置和电功率控制系统

(57) 摘要

一种控制被连接至电功率系统(12)的高温蓄电池(20)的方法、一种用于控制所述蓄电池(20)的装置和一种电功率控制系统,其特征在于,当所述蓄电池(20)的温度等于或者低于一个参考温度时,通过充电和放电电功率对所述蓄电池(20)进行充电和放电,所述充电和放电电功率是基于预设的操作所述蓄电池的过程的充电和放电电功率与相应于充电和放电周期的充电和放电电功率的和,所述充电和放电周期中的每一个是1小时或更短连续充电时间和1小时或更短连续放电时间,从而用于供应热能至所述蓄电池(20)。



1. 一种控制被连接至电功率系统(12)的高温蓄电池(20)的方法,所述方法包括如下步骤:

当所述蓄电池(20)的温度等于或者低于一个参考温度时,通过充电和放电能率对所述蓄电池(20)进行充电和放电,所述充电和放电能率是基于预设的操作所述蓄电池的过程的充电和放电能率与相应于充电和放电周期的充电和放电能率的和,所述充电和放电周期中的每一个是1小时或更短连续充电时间和1小时或更短连续放电时间,从而用于供应热能至所述蓄电池(20)。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中在所述充电和放电周期中来自所述蓄电池(20)的充电和放电能率包括基于一个差分信号的充电和放电能率,所述差分信号基于所述电功率系统(12)的频率和一个参考频率之间的差。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中在所述充电和放电周期中来自所述蓄电池(20)的充电和放电能率包括基于一个差分信号的充电和放电能率,所述差分信号基于由所述电功率系统(12)所生成的电功率和所述电功率系统(12)的电功率需求之间的差。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中在所述充电和放电周期中来自所述蓄电池(20)的充电和放电能率包括基于一个差分信号的充电和放电能率,所述差分信号基于由连接至所述电功率系统(12)的一个基于自然能的电生成装置所生成的电功率和所计划的输出电功率之间的差。

5. 根据权利要求2至4中任一项所述的方法,其中在所述充电和放电周期中来自所述蓄电池(20)的充电和放电能率包括基于所述差分信号的高频分量的充电和放电能率。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中通过一个高通滤波器(76)来提取所述高频分量,所述高通滤波器(76)具有1/3600Hz或更低的截止频率。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的方法,其中通过增大和减小所述充电和放电能率的平均幅度,来调整所述充电和放电周期中被供应至所述蓄电池(20)的热能的量。

8. 根据权利要求1至6中任一项所述的方法,其中在所述充电和放电周期中被供应至所述蓄电池(20)的热能的量,通过在一个时间区内增大和减小执行所述充电和放电周期的时间与未执行所述充电和放电周期的时间的比例来调整,在所述时间区中所述蓄电池(20)处于备用状态。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的方法,其中一个目标温度 $T_b$ 和一个目标温度 $T_c$ 被设置为满足关系 $T_b > T_c$ ,通过基于预设的操作所述蓄电池的过程的充电和放电能率与相应于所述充电和放电周期的充电和放电能率的和对所述蓄电池(20)进行充电和放电,由所述蓄电池(20)实现所述目标温度 $T_b$ ,通过控制所述蓄电池(20)的加热器(38)由所述蓄电池(20)实现所述目标温度 $T_c$ 。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的方法,其中一个预设温度被确立为一个上限温度,所述蓄电池(20)在所述上限温度时被允许充电和放电,当所述蓄电池(20)的温度变为等于或高于所述预设温度时,所述蓄电池(20)不通过基于所述预设的操作所述蓄电池的过程的充电和放电能率与相应于所述充电和放电周期的充电和放电能率的和来被充电和放电。

11. 用于控制蓄电池的装置,通过根据权利要求1至10中任一项所述的方法。

12. 电功率控制系统,在所述电功率控制系统中包括根据权利要求11所述的装置,其

中所述电功率系统(12)的频率从一个频率计(48)输入至所述装置,所述频率计(48)与所述电功率系统(12)结合。

13. 电功率控制系统,在所述电功率控制系统中包括根据权利要求 11 所述的装置,其中所述电功率系统(12)的频率,或者所述电功率系统(12)的频率和一个参考频率之间的差从一个电功率公司或一个系统管理器输入至所述装置。

14. 电功率控制系统,在所述电功率控制系统中包括根据权利要求 11 所述的装置,其中所述预设的操作所述蓄电池的过程包括:在所述电功率系统(12)经历功率中断的一个时间区内,将电功率从所述蓄电池(20)供应至一个负载的过程。

15. 电功率控制系统,在所述电功率控制系统中包括根据权利要求 11 所述的装置,其中所述预设的操作所述蓄电池的过程包括平衡负载的过程。

16. 电功率控制系统,在所述电功率控制系统中包括根据权利要求 11 所述的装置,其中所述预设的操作所述蓄电池的过程包括平滑基于自然能的电功率的过程。

## 控制蓄电池的方法、控制蓄电池的装置和电功率控制系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及控制蓄电池(storage battery)的方法、用于控制蓄电池的装置和电功率控制系统,更具体地,涉及适用于例如控制用作蓄电池的钠硫电池的控制蓄电池的方法、用于控制蓄电池的装置和电功率控制系统。

### 背景技术

[0002] 通常,在电功率系统中对频率的调整,以及在电功率系统中参照电功率需求对电功率供应的调整,是通过多个电功率生成器和蓄电池来执行的,所述电功率生成器和蓄电池被包括在该电功率系统中。对基于自然能的电生成装置的所生成的电功率和所计划的电功率之间的差的调整,以及对基于自然能的电功率生成装置的所生成的电功率中的变化的减轻,也通过多个电功率生成器和蓄电池来执行。蓄电池能够比通常的电生成器更快速地改变其输出电功率,从而对于电功率系统中的频率的调整是有效的,以及对于对基于自然能的电生成装置的所生成的电功率和所计划的电功率之间的差的调整,和在电功率系统中参照电功率需求对电功率供应的调整,也是有效的。

[0003] 可被连接至电功率系统的高温蓄电池包括例如钠硫电池(下文称作“NAS 电池”)。NAS 电池是高温二次电池,具有金属钠和硫作为被固态电解管隔离和包封的活性物质。当 NAS 电池被加热至从 290℃至 350℃范围的高温时,活性物质被熔化,导致电化学反应,从而生成能量。NAS 电池通常用作由多个直立的单元格(unit cell)组成的电池模块。

[0004] 高温蓄电池被要求在电池模块内维持从 290℃至 350℃范围的操作温度。用于保持电池模块内的操作温度的热的供应来自安放在电池模块的壳体中的加热器以及来自蓄电池自身(热,即焦耳热,来自蓄电池被充电和放电的時刻的电池格(battery cell),且还来自电池模块中的导电部件)(参看日本已公开的专利公开文本 No. 2004-047208 和日本已公开的专利公开文本 No. 2000-182662)。根据日本已公开的专利公开文本 No. 2004-047208,壳体被热绝缘,从而提供热存储效应。

[0005] 此前,还使用日本已公开的专利公开文本 No. 2004-111123 中所公开的方法。根据该已公开的方法,当以预设的充电和放电模式操作钠硫电池模块时,预测由电池模块所生成的热量,以及调整电池模块的热绝缘,从而使得所预测的热量和从电池模块所辐射的热量彼此相等,进而减轻供应至用于加热电池模块的加热器的电功率的量。

### 发明内容

[0006] 如果高温蓄电池在功率中断的情形中被用作电功率源,则根据下列两种方法,蓄电池可在等待时间区(正常区)操作。

[0007] 根据第一方法,蓄电池在整个等待时间区被保持充满电。更具体地,如附图的图 25 中所示,蓄电池一直被保持在 100% 的充电状态(SOC),未被充电或放电。然而,由于对于 100% 的 SOC,需要将蓄电池保持在操作温度(例如,300℃),所以蓄电池的加热器必须一直供应有电功率,导致系统效率的降低。

[0008] 第二方法利用日本已公开的专利公开文本 No. 2004-111123 中所公开的方法。为了使得负载(例如峰值漂移)平衡,蓄电池根据预设的充电和放电模式被充电和放电,如附图的图 26 中所示。根据上述预设的充电和放电模式,蓄电池在放电结束点之前停止放电,从而留下一定量的能量用作在功率中断的情况下的功率供应。如图 26 中所示,蓄电池在 7 点钟时开始被放电且在 16 点钟时停止被放电,然后在 21 点钟时开始被充电且在下一天的 4 点钟时停止被充电。如果蓄电池是 NAS 电池,则由于蓄电池在被放电时导致放热反应且在被充电时导致吸热反应,所以当蓄电池被放电时,蓄电池的温度升高,当蓄电池被充电时,蓄电池的温度下降。此外,由于当蓄电池被放电和充电时生成焦耳热,且焦耳热被供应至蓄电池,所以可以仅在从 6 点钟至 8 点钟时段期间向蓄电池的加热器供应电能,这比在第一方法中短得多。

[0009] 根据第二方法,可以减小为了在蓄电池被充电和放电时加热蓄电池而供应至加热器的电功率。然而,倘若在完成蓄电池的放电之后立即功率中断,则仅仅少量的能量被存储在蓄电池中。因而,倘若功率中断,则所存储的可用作功率源的能量很少。

[0010] 鉴于上述问题,做出了本发明。本发明的一个目的是提供控制蓄电池的方法、用于控制蓄电池的装置以及电功率控制系统,允许有效地使用蓄电池以便有助于电功率系统的稳定,且可减少供应至蓄电池的加热器的电功率的量从而实现较高的系统效率。

[0011] 【1】根据本发明的第一方面,提供了一种控制被连接至电功率系统的高温蓄电池的方法,所述方法包括如下步骤:当蓄电池的温度等于或低于一个参考温度时,通过充电和放电电功率对所述蓄电池进行充电和放电,所述充电和放电电功率是基于一种预设的操作所述蓄电池的过程的充电和放电电功率与相应于充电和放电周期的充电和放电电功率的和,所述充电和放电周期中的每一个是 1 小时或更短连续充电时间和 1 小时或更短连续放电时间,从而用于供应热能至所述蓄电池。

[0012] 因而可减少供应至所述蓄电池的加热器的电功率,从而增大蓄电池的系统效率。蓄电池的系统效率可表达如下:

$$[0013] \quad \eta_{\text{sys}} = E_d / (E_c + E_h)$$

[0014]  $\eta_{\text{sys}}$ : 系统效率(%)

[0015]  $E_d$ : 在时段 T 期间的放电电功率的总量(Wh)

[0016]  $E_c$ : 在时段 T 期间的充电电功率的总量(Wh)

[0017]  $E_h$ : 在时段 T 期间由加热器所消耗的电功率的总量(Wh)

[0018] 时段 T: 例如一周。

[0019] 【2】根据本发明的第一方面,在所述充电和放电周期中来自所述蓄电池的充电和放电电功率可包括基于差分信号(differential signal)的充电和放电电功率,所述差分信号基于所述电功率系统的频率和一个参考频率之间的差。这样的布置有助于所述电功率系统的频率的稳定性。

[0020] 【3】根据本发明的第一方面,在充电和放电周期中来自所述蓄电池的充电和放电电功率可包括基于差分信号的充电和放电电功率,所述差分信号基于由所述电功率系统所生成的电功率和所述电功率系统的电功率需求之间的差。系统管理器(系统管理装置)预测所述电功率系统中时时刻刻的电功率需求,并且调整来自电生成器的输出电功率,所述电生成器能够增大和减小被供应至所述电功率系统的电功率和所述蓄电池的输出功率,从而

供应等于所预测的电功率需求的电功率量。可基于用于调整所述电功率系统中的电功率供应和电功率需求的控制信号,来调整所述蓄电池的所述充电和放电电功率。

[0021] 【4】根据本发明的第一方面,在充电和放电周期中来自所述蓄电池的充电和放电电功率可包括基于差分信号的充电和放电电功率,所述差分信号基于由连接至所述电功率系统的基于自然能的电生成装置所生成的电功率和所计划的输出电功率之间的差。这样的布置有助于基于自然能的电生成装置的输出电功率的稳定性。

[0022] 【5】在方面【2】至【4】中,在充电和放电周期中来自所述蓄电池的充电和放电电功率可包括基于差分信号的高频分量的充电和放电电功率。这样的布置能够最小化所述蓄电池的 SOC (充电状态) 中的变化。

[0023] 【6】可通过具有  $1/3600\text{Hz}$  或更低的截止频率的高通滤波器来提取所述高频分量。

[0024] 【7】根据本发明的第一方面,在充电和放电周期中被供应至所述蓄电池的热能的量可通过增大和减小所述充电和放电电功率的平均幅度来调整。这样的布置使得有可能在合适的范围内控制所述蓄电池的温度。

[0025] 【8】根据本发明的第一方面,在充电和放电周期中被供应至所述蓄电池的热能的量可通过在一个时间区内增大和减小执行所述充电和放电周期的时间与未执行所述充电和放电周期的时间的比例来调整,在所述时间区中所述蓄电池处于备用状态(standby state)。这样的布置使得有可能将所述蓄电池的温度控制在合适的范围内。

[0026] 【9】根据本发明的第一方面,一个目标温度  $T_b$  和一个目标温度  $T_c$  被设置为满足关系  $T_b > T_c$ ,通过基于一种预设的操作所述蓄电池的过程的充电和放电电功率与相应于所述充电和放电周期的充电和放电电功率的和对所述蓄电池进行充电和放电,由所述蓄电池实现所述目标温度  $T_b$ ,通过控制所述蓄电池的加热器由所述蓄电池实现目标温度  $T_c$ 。由于通过附加充电和放电电功率将热能供应至所述蓄电池的优先性高于通过加热器将热能供应至所述蓄电池,所以可减小由加热器所导致的电功率损失,并且可有效地利用所述蓄电池以稳定频率。

[0027] 【10】根据本发明的第一方面,一个预设温度可被确立为一个上限温度,在所述上限温度时允许所述蓄电池被充电和放电,以及当所述蓄电池的温度变为等于或高于所述预设温度时,所述蓄电池可不通过基于预设的操作所述蓄电池的过程的充电和放电电功率与相应于所述充电和放电周期的充电和放电电功率的和来被充电和放电。将附加充电和放电电功率供应至所述蓄电池防止所述蓄电池的温度上升过高,同时执行基本充电和放电(基于一种预设的操作所述蓄电池的过程的充电和放电)。

[0028] 【11】根据本发明的第二方面,提供了一种用于通过根据第一发明所述的方法来控制蓄电池的装置。

[0029] 所述蓄电池可被有效地利用,以有助于所述电功率系统的稳定性。因而,可减小供应至所述蓄电池的加热器的电功率,从而增大所述蓄电池的系统效率。

[0030] 【12】根据本发明的第三方面的电功率控制系统在所述电功率控制系统中纳入了根据本发明的第二方面的装置,其中所述电功率系统的频率从频率计(frequency meter)输入至所述装置,所述频率计与所述电功率系统结合。

[0031] 【13】根据本发明的第四方面的电功率控制系统在所述电功率控制系统中纳入了根据本发明的第二方面所述的装置,其中所述电功率系统的频率或所述电功率系统的频率

和一个参考频率之间的差从一个电功率公司或一个系统管理器输入至所述装置。

[0032] 【14】根据本发明的第五方面的电功率控制系统在所述电功率控制系统中纳入了根据本发明的第二方面的装置,其中所述预设的操作所述蓄电池的过程包括在所述电功率系统经历功率中断的一个时间区内将电功率从所述蓄电池供应至负载的过程。

[0033] 【15】根据本发明的第六方面的电功率控制系统在所述电功率控制系统中纳入了根据本发明的第二方面的装置,其中所述预设的操作所述蓄电池的过程包括平衡负载的过程。

[0034] 【16】根据本发明的第七方面的电功率控制系统在所述电功率控制系统中纳入了根据本发明的第二方面的装置,其中所述预设的操作所述蓄电池的过程包括平滑基于自然能的电功率的过程。

[0035] 如上面所描述的,根据本发明的控制蓄电池的方法、用于控制蓄电池的装置以及电功率控制系统,使得能够有效地利用蓄电池,用于有助于电功率系统的稳定性,并且可减小供应至所述蓄电池的加热器的电功率,从而用于实现更高的系统效率。

[0036] 从下面的描述结合附图,本发明的上述和其他目的、特征和优势将更加明了,在所述附图中借助于示意性实施例示出本发明的优选实施方案。

#### 附图说明

[0037] 图 1 是一个电功率系统的方框图,所述电功率系统纳入了根据本发明的一个实施方案的电功率控制系统;

[0038] 图 2 是第一较高电平控制器(higher-level controller)的方框图;

[0039] 图 3 是第一较高电平控制器的处理顺序的流程图;

[0040] 图 4 是示出了第一较高水平控制器的处理顺序中的来自蓄电池的输出电功率、加热器电功率、蓄电池的温度和蓄电池的 SOC 的变化;

[0041] 图 5 是示出了指令充电和放电电功率值由基本充电和放电电功率值和附加充电和放电电功率值计算的方式的一个实施例的图表;

[0042] 图 6 是示出了指令充电和放电电功率值由基本充电和放电电功率值和附加充电和放电电功率值计算的方式的另一实施例的图表;

[0043] 图 7 是第二较高电平控制器(第三较高电平控制器、第四较高电平控制器)的一个方框图;

[0044] 图 8 是所述第二较高电平控制器的处理顺序的流程图;

[0045] 图 9 是示出了所述第二较高电平控制器计算一个比例系数的方案(比例控制)的方框图;

[0046] 图 10 是示出了所述第二较高电平控制器计算一个比例系数的方案(PID 控制)的方框图;

[0047] 图 11 是示出了所述第二较高电平控制器(第五较高电平控制器)计算一个充电和放电指令值的方案的方框图;

[0048] 图 12 是所述第二较高电平控制器的处理顺序中的频率差、温度差、比例系数(绝对值)和指令充电和放电电功率值的变化;

[0049] 图 13 是示出了所述第二较高电平控制器的处理顺序中蓄电池的输出电功率、加

热器电功率、蓄电池的温度、蓄电池的 SOC 的变化；

[0050] 图 14 是示出了第三较高电平控制器(第五较高电平控制器)计算充电和放电指令值的方案的实施例(使用高通滤波器)的方框图；

[0051] 图 15 是示出了当差  $\Delta f$  的依赖时间的变化包括低频分量和高频分量时,差  $\Delta f$ 、指令充电和放电电功率值、加热器电功率、蓄电池的温度以及蓄电池的 SOC 的变化的图表；

[0052] 图 16 是示出了当差  $\Delta f$  的依赖时间的变化包括低频分量和高频分量时,所提取的高频分量差  $\Delta f_H$ 、指令充电和放电电功率值、加热器电功率、蓄电池的温度和蓄电池的 SOC 的变化的图表；

[0053] 图 17 是第四较高电平控制器的方框图；

[0054] 图 18 是示出了第四较高电平控制器的处理顺序中的指令充电和放电电功率值、加热器电功率、蓄电池的温度和蓄电池的 SOC 的变化的图表；

[0055] 图 19 是纳入了根据本发明的一个实施方案的第五较高电平控制器的电功率系统的方框图；

[0056] 图 20 是第五较高电平控制器的方框图；

[0057] 图 21 是示出了第五较高电平控制器的处理顺序中的电功率值差、蓄电池的温度、比例系数(绝对值)和指令充电和放电电功率值的图表；

[0058] 图 22 是纳入了根据本发明的一个实施方案的第六较高电平控制器的电功率系统的方框图；

[0059] 图 23 是示出了第六较高电平控制器中第二链路电功率生成系统的所生成的电功率、来自蓄电池的输出电功率、加热器电功率、蓄电池温度和蓄电池 SOC 的变化；

[0060] 图 24 是纳入了根据本发明的一个实施方案的第七较高电平控制器的电功率系统的方框图；

[0061] 图 25 是示出了在用于高温蓄电池的等待时间区(正常区)中的操作过程(第一过程)的问题的图表；以及

[0062] 图 26 是示出了在用于高温蓄电池的等待区(正常区)中的操作过程(第一过程)的问题的图表。

### 具体实施方式

[0063] 下面将参考图 1 至图 24 来描述根据本发明的多个实施方案的控制蓄电池的方法、用于控制蓄电池的装置以及电功率控制系统。

[0064] 根据本发明的多个实施方案,当高温蓄电池的温度等于或者低于一个参考温度时,所述蓄电池通过充电和放电电功率被充电和放电,所述充电和放电电功率是基于预设的操作蓄电池的过程的充电和放电电功率(基本充电和放电电功率)与相应于连续的充电时间和连续的放电时间的充电和放电周期的充电和放电电功率(附加充电和放电电功率)的和,所述连续的充电时间和连续的放电时间中的每一个都等于或者小于 1 小时,由此蓄电池被供应有热能。

[0065] 通过基本充电和放电电功率来对蓄电池进行充电和放电的目的(基本应用)表示如下基本应用:所述基本应用优选地由所述蓄电池服务,根据本发明的实施方案的控制方法被应用至所述蓄电池。所述基本应用包括,例如,在功率中断(中断期功率供应)的情形中



用作电功率源的应用,根据一种负载平衡模式来操作的应用(负载平衡),以及操作于吸收或减轻从自然能所生成的电功率中的变化的应用(自然能平滑)。

[0066] 根据多个实施方案,所述高温蓄电池包括钠硫电池。然而,本发明还适用于氯化钠镍电池、钠熔融盐电池(sodium molten salt battery)、硫化铁锂电池(lithium iron sulfide battery)等。

[0067] 如图1中所示,电功率系统12在其中纳入了根据本发明的一个实施方案的电功率控制系统10,所述电功率系统12包括:汇流条14,被供应有商业电功率;主线16,被供应有来自所述汇流条14的电功率;多个负载(第一负载18a和第二负载18b);以及,蓄电池20,被连接至所述主线16。所述蓄电池20包括一个或多个电池单元22。作为一个典型实施例,在图1中,所述蓄电池20包括单个电池单元22。

[0068] 所述主线16通过主断路器(main circuit breaker)24被连接至所述汇流条14。所述第一负载18a通过第一断路器24a和第一变压器26a被连接至所述主线16,所述第二负载18b通过第二断路器24b和第二变压器26b被连接至所述主线16。通过电功率传感器28来测量所述汇流条14上的电功率。

[0069] 所述电池单元22包括:多个高温电池模块30;以及,电池控制器32,用于控制所述电池模块30。所述电池模块30中的每一个都包括:多个电池格34;温度传感器36,用于检测电池模块30中的温度;以及,加热器38,用于供应热能。SOC计算器40被连接至所述电池单元22,用于确定所述电池单元22中所存储的电能的全部的量,即所述电池单元22的充电状态(SOC)。所述SOC计算器40可通过如下方式来计算所述电池单元22的SOC:通过基于所述电池格34两端的电压来检测充电结束点,从所述充电结束点的状态开始,对从所述电池格34充电和放电的电流进行积分。

[0070] 根据本实施方案的电功率控制系统10包括:PCS(功率调节系统)42,被连接至电池单元22;以及,较高电平控制器44,用于输出充电和放电指令至所述PCS42。

[0071] 所述PCS42(通过第三断路器24c被连接至所述主线16)包括:DC-AC转换器46;以及,第三变压器26c,被连接在所述DC-AC转换器46的AC端子和第三断路器24c之间。所述PCS42根据来自所述较高电平控制器44的充电和放电指令来对蓄电池20进行充电和放电。所述蓄电池20被连接至所述PCS42的DC-AC转换器46的DC端子。

[0072] 电池控制器32基于来自各个电池模块30的温度传感器36的温度信息来控制所述加热器38。通过第四变压器26d和所述电池控制器32向所述加热器38供应来自所述主线16的电功率。所述电池控制器32将来自所述温度传感器36的温度信息供应至所述较高电平控制器44。所述SOC计算器40将SOC信息供应至所述较高电平控制器44。

[0073] 所述汇流条14与频率计48结合,所述频率计48检测流过汇流条14的电流的频率(系统频率 $f$ )。表示由频率计48所检测的频率的信息,是从频率计48被供应至较高电平控制器44。

[0074] 所述主断路器24和第一断路器至第四断路器24a、24b、24c以如下方式打开和闭合。在所述汇流条14被供应电功率的时间区期间,所述主断路器24和所述第一断路器至第四断路器24a、24b、24c被闭合(电气连接)。相反地,在所述汇流条14未被供应电功率的时间区期间,即在电功率系统12经历功率中断的时间区期间,所述第三断路器24c被闭合(电气连接)且所述主断路器24被打开(电气断开连接)。所述第一断路器24a和所述第二

断路器 24b 中的一个(相应于被优先供应电功率的负载)被闭合。

[0075] 下面将参考图 2 至图 24 来描述较高电平控制器 44 的配置细节和过程操作。

[0076] 下面将参考图 2 至图 6 来描述根据本发明的第一实施方案的较高电平控制器(下文中称作“第一较高电平控制器 44A”)。如图 2 中所示,所述第一较高电平控制器 44A 包括:基本充电和放电电功率输出部分 50,用于输出基于预设的操作所述蓄电池 20 的过程的基本充电和放电电功率值;附加充电和放电电功率输出部分 52,用于计算和输出附加充电和放电电功率值;以及,充电和放电指令输出部分 54,用于从所述基本充电和放电电功率值与所述附加充电和放电电功率值计算一个指令充电和放电电功率值,以及用于将所述指令充电和放电电功率值输出至所述 PCS42。

[0077] 例如,如果预设的操作所述蓄电池 20 的方法是在功率中断情形中使用的将所述蓄电池 20 用作电功率源的操作方法,则当所述电功率系统 12 未经历功率中断时,所述基本充电和放电电功率输出部分 50 输出 0(零),以及当所述电功率系统 12 经历功率中断时,所述基本充电和放电电功率输出部分 50 输出一个基本充电和放电电功率值,所述基本充电和放电电功率值等于由负载所消耗的电功率。所述较高电平控制器 44 基于来自电压传感器 55(所述电压传感器 55 被连接至汇流条 14)的电压值信息来确定所述电功率系统 12 是否正在经历功率中断。

[0078] 如果预设的操作所述蓄电池 20 的方法是根据一种用于负载平衡的模式来操作所述蓄电池 20 的操作方法,则所述基本充电和放电电功率输出部分 50 输出一个依赖于一种预设充电和放电模式的基本充电和放电电功率值。例如,在某些规定时间中的每一个时,所述基本充电和放电电功率输出部分 50 输出一个预设充电和放电电功率值作为一个基本充电和放电电功率值。

[0079] 如果预设的操作所述蓄电池 20 的方法是操作所述蓄电池 20 从而吸收和减轻从自然能所生成的电功率中的变化的操作方法,则所述基本充电和放电电功率输出部分 50 输出一个基本充电和放电电功率值,所述基本充电和放电电功率值起到吸收和减轻从自然能所生成的电功率中的变化的作用。

[0080] 所述附加充电和放电电功率输出部分 52 被供应有来自各个电池模块 30 中的温度传感器 36 的温度信息,且被供应有来自 SOC 计算器 40 的 SOC 信息。当所述电池模块 30 的温度等于或者低于一个参考温度(预设温度  $T_a$ ,在稍后进行描述)并且 SOC 落入一个参考范围内(例如,从 10% 至 90%)时,所述附加充电和放电电功率输出部分 52 输出一个不同于 0 的附加充电和放电电功率值。

[0081] 所述充电和放电指令输出部分 54 从所述基本充电和放电电功率值与所述附加充电和放电电功率值来计算一个指令充电和放电电功率值,所述基本充电和放电电功率值由所述基本充电和放电电功率输出部分 50 输出,所述附加充电和放电电功率值由所述附加充电和放电电功率输出部分 52 输出。所述充电和放电指令输出部分 54 将所述指令充电和放电电功率值输出至所述 PCS42。

[0082] 下面将描述所述电池模块 30 的预设温度。所述预设温度包括:上限温度  $T_{max2}$ (例如,  $340^{\circ}\text{C}$ )、低于所述上限温度  $T_{max2}$  的上限温度  $T_{max1}$ (例如,  $330^{\circ}\text{C}$ )、低于所述上限温度  $T_{max1}$  的预设温度  $T_a$ (例如,  $305^{\circ}\text{C}$ )、低于所述预设温度  $T_a$  的目标温度  $T_b$ (例如,  $300^{\circ}\text{C}$ )以及低于所述目标温度  $T_b$  的目标温度  $T_c$ (例如,  $295^{\circ}\text{C}$ )。

[0083] 所述上限温度  $T_{\max 2}$  是这样一个上限温度,在该上限温度以下时,所述蓄电池 20 被允许充电和放电。当所述蓄电池 20 的温度变为等于或高于所述上限温度  $T_{\max 2}$  时,所述蓄电池 20 被强制停止充电和放电。所述上限温度  $T_{\max 1}$  是这样一个上限温度,通过该上限温度来计算一个附加充电和放电电功率值。当所述蓄电池 20 的温度变为等于或高于所述上限温度  $T_{\max 1}$  时,所述附加充电和放电电功率值被设置为 0。所述预设温度  $T_a$  是一个参考温度,用于确定所述附加充电和放电电功率值是否可被设置为一个不同于 0 的值。当所述蓄电池 20 的温度变为等于或低于所述预设温度  $T_a$  时,所述附加充电和放电电功率值被允许设置为一个不同于 0 的值。在下文中,预设温度  $T_a$  将被称作“参考温度  $T_a$ ”。所述目标温度  $T_b$  是当所述电池模块 30 被附加地充电和放电时,由所述电池模块 30 所实现的目标温度。所述目标温度  $T_c$  是当所述电池模块通过所述加热器 38 加热时,由所述电池模块 30 所实现的目标温度。所述电池控制器 32 供应电功率至所述电池模块 30 的加热器 38,从而供应热能至温度比所述目标温度  $T_c$  低的所述电池模块 30,用于使得所述电池模块 30 的温度逼近所述目标温度  $T_c$ 。

[0084] 所述充电和放电模式与从所述基本充电和放电电功率输出部分 50 输出的所述预设温度(所述上限温度  $T_{\max 1}$ 、 $T_{\max 2}$ ,所述参考温度  $T_a$  和所述目标温度  $T_b$ 、 $T_c$ )被存储在所述第一较高电平控制器 44A 的存储器(未示出)中。

[0085] 下面将参考图 3 中示出的流程图来描述所述第一较高电平控制器 44A 的处理顺序。

[0086] 在图 3 中示出的步骤 S1 中,所述附加充电和放电电功率输出部分 52 通过将来自所述电池控制器 32 的温度信息所指示的温度与所述参考温度  $T_a$  进行比较,来确定所述蓄电池 20 的温度(即,所述电池模块 30 中的温度)是否等于或低于所述参考温度  $T_a$ (例如,  $305^{\circ}\text{C}$ )。如果所述蓄电池 20 的温度等于或低于所述参考温度  $T_a$ ,则控制行进至步骤 S2,在所述步骤 S2 期间,所述附加充电和放电电功率输出部分 52 通过将来自所述 SOC 计算器 40 的 SOC 信息所表示的 SOC(百分数)与所述参考范围(例如,从 10% 至 90%)进行比较,来确定所述蓄电池 20 的 SOC 是否落入所述参考范围中。如果所述蓄电池 20 的 SOC 落入所述参考范围中,则控制行进至步骤 S3,在所述步骤 S3 期间,所述附加充电和放电电功率输出部分 52 根据所述输入温度信息(指示所述电池模块 30 中的温度)和所述目标温度  $T_b$  之间的差,来计算一个附加充电和放电电功率值。此时,所述附加充电和放电电功率输出部分 52 设置一个附加充电和放电电功率值,使得所述充电时间和放电时间中的每一个都将在从约几秒至 1 小时的范围内。

[0087] 在步骤 S1 中,如果所述附加充电和放电电功率输出部分 52 确定所述蓄电池 20 的温度高于所述参考温度  $T_a$ ,或者在步骤 S2 中,如果所述附加充电和放电电功率输出部分 52 确定所述蓄电池 20 的 SOC 未落入所述参考范围内,则控制行进至步骤 S4,在所述步骤 S4 期间,所述附加充电和放电电功率输出部分 52 将 0(零)作为所述附加充电和放电电功率值输出至所述充电和放电指令输出部分 54。

[0088] 在步骤 S3 或步骤 S4 之后,控制行进至步骤 S5,在所述步骤 S5 期间,所述充电和放电指令输出部分 54 从所述基本充电和放电电功率值和所述附加充电和放电电功率值计算一个指令充电和放电电功率值,然后将所述指令充电和放电电功率值输出至所述 PCS42。此后,控制行进至步骤 S6,在所述步骤 S6 期间,所述第一较高电平控制器 44A 确定是否存在

一个系统终止请求。如果不存在一个系统终止请求,则控制返回至步骤 S1,重复步骤 S1 至 S6。如果存在一个系统终止请求,则所述第一较高电平控制器 44A 的处理顺序被带至结束。

[0089] 根据所述第一实施方案,如果所述蓄电池 20 的温度 T 等于或低于所述参考温度 Ta,并且如果所述蓄电池 20 的 SOC 落入所述参考范围内,则所述附加充电和放电电功率值(依赖于所述蓄电池 20 的温度 T 和所述参考温度 Ta 之间的差)与所述基本充电和放电电功率值相加,且它们的和被输出至所述 PCS42 作为所述指令充电和放电电功率值。因而,如图 4 中所示,当所述蓄电池 20 的温度 T 变为等于或低于所述参考温度 Ta 时,所述蓄电池 20 在重复的充电和放电周期中被充电和放电,所述充电和放电周期中的每一个都由一个连续的充电时间和一个连续的放电时间构成,且所述充电和放电周期中的每一个都在约几秒至 1 小时的范围内,以及所述蓄电池 20 输出一个依赖于所述充电和放电周期的电功率量。因而,所述蓄电池 20 被供应热能,且所述蓄电池 20 的温度 T 被维持在所述目标温度 Tb 附近(目标温度  $T_b \pm 5^\circ\text{C}$ )。结果,除非当所述蓄电池 20 被活化(activate)时,否则不向所述蓄电池 20 的加热器 38 供应电功率(加热器电功率),从而增大了所述蓄电池 20 的系统效率。具体地,由于当所述蓄电池因被充电和放电而被供应热能时所述电池格 34 自身变热,这不同于当所述蓄电池 20 被供应来自加热器 38 的热能时,所述电池格 34 被均匀加热。此外,相比于如果所述电池格 34 被供应来自所述加热器 38 (所述加热器 38 被布置在所述电池格 34 (在所述电池模块 30 内)的外侧)的热能,由于电池格 34 是自加热,所以电池格 34 被更加有效地供应热能。此外,由于所述连续充电时间和所述连续放电时间中的每一个都很短,即在从几秒至 1 小时的范围内,所以当所述蓄电池 20 在一个周期中被放电时,所述 SOC 中的任何减小都很小,所述 SOC 中的减小在下一周期中进行补偿。因此,所述 SOC 被防止显著减小,并且能被维持基本恒定(例如,在 80% 附近)。步骤 S2 的确定过程用于防止当所述 SOC 接近 100% 或 0% 时所述蓄电池 20 被放电。然而,由于如上面所描述的,所述蓄电池 20 的 SOC 能被保持为基本恒定,所以可免除步骤 S2 的确定过程。

[0090] 通常,随着电功率的充电量的绝对值(充电电功率的时间积分)和电功率的放电量的绝对值(放电电功率的时间积分)的和变大,当所述蓄电池 20 被充电和放电时由所述蓄电池 20 自身所生成的焦耳热也更大。(在本实施方案中,由于所述充电电功率值和所述电功率的充电量是负的,而所述放电电功率值和所述电功率的放电量是正的,所以下文中将涉及所述电功率的充电量的绝对值和所述电功率的放电量的绝对值)。

[0091] 图 5 示出了指令充电和放电电功率值由基本充电和放电电功率值和附加充电和放电电功率值计算的一个实施例。相比于如果所述基本充电和放电电功率值被用作所述指令充电和放电电功率值,当所述附加充电和放电电功率值被增加至所述基本充电和放电电功率值时,所述指令充电和放电电功率值(所述电功率的充电量的绝对值和所述电功率的放电量的绝对值的和)更大,从而更多的焦耳热在所述蓄电池 20 中生成。

[0092] 更具体地,如图 5 中所示,基本充电和放电电功率值在放电时间 t1 中被设置为 +0.1MW,在充电时间 t2 中被设置为 +0.1MW。因而,所述电功率的充电量的绝对值和所述电功率的放电量的绝对值的和可由  $0.1 \cdot t_1 + 0.1 \cdot t_2$  MWh 表示。如果假设基本充电和放电电功率值在放电时间 t1 中被设置为 +0.5MW 且在充电时间 t2 中被设置为 -0.5MW,则所述电功率的充电量的绝对值与所述电功率的放电量的绝对值的和可由  $0.6 \cdot t_1 + 0.4 \cdot t_2$  MWh 表示。因而,明显的是,相比于如果所述基本充电和放电电功率值被用作所述指令充电和放电

电功率值,这使得所述指令充电和放电能功率值(所述电功率的充电量的绝对值和所述电功率的放电量的绝对值的和)更大,从而更多的焦耳热在所述蓄电池 20 中生成。

[0093] 图 6 示出了其中指令充电和放电能功率值由基本充电和放电能功率值和附加充电和放电能功率值计算的另一实施例。根据图 6 中示出的实施例,即使将所述基本充电和放电能功率值和所述附加充电和放电能功率值加在一起,所述指令充电和放电能功率值(所述电功率的充电量的绝对值和所述电功率的放电量的绝对值的和)与用作所述指令充电和放电能功率值的所述基本充电和放电能功率值相比保持基本不变。

[0094] 更具体地,如图 6 中所示,基本充电和放电能功率值在所述放电时间  $t_1$  中被设置为  $+0.5\text{MW}$ ,在所述充电时间  $t_2$  中被设置为  $+0.5\text{MW}$ 。因而,所述电功率的充电量的绝对值和所述电功率的放电量的绝对值的和可由  $0.5 \cdot t_1 + 0.5 \cdot t_2\text{MWh}$  表示。如果假设基本充电和放电能功率值在放电时间  $t_1$  中被设置为  $+0.5\text{MW}$  以及在充电时间  $t_2$  中被设置为  $-0.5\text{MW}$ ,类似于图 5 中所示实施例的情形,则所述电功率的充电量的绝对值与所述电功率的放电量的绝对值的和可由  $1.0 \cdot t_1\text{MWh}$  表示。假设所述充电时间  $t_1$  与所述充电时间  $t_2$  彼此基本相同,则所述指令充电和放电能功率值(所述电功率的充电量的绝对值与所述电功率的放电量的绝对值的和)与用作所述指令充电和放电能功率值的所述基本充电和放电能功率值相比保持基本不变。

[0095] 如果所述基本充电和放电能功率值相对大,如图 6 中所示,则所述蓄电池 20 的温度  $T$  不太可能变为等于或者小于所述参考温度  $T_a$ (例如,  $305^\circ\text{C}$ )。即使所述蓄电池 20 的温度  $T$  变为等于或者小于所述参考温度  $T_a$ ,但是由于所述基本充电和放电能功率值相对大,所以所述蓄电池 20 的温度  $T$  通常上升至等于或高于所述参考温度  $T_a$  的一个值。如果所述蓄电池 20 的温度  $T$  低于所述参考温度  $T_a$ ,并且如果图 6 中所示的情形继续,则所述附加充电和放电能功率值的幅度增大,使得相比于如果所述基本充电和放电能功率值被用作所述指令充电和放电能功率值,当所述附加充电和放电能功率值被增加至所述基本充电和放电能功率值时所产生的所述指令充电和放电能功率值(所述电功率的充电量的绝对值和所述电功率的放电量的绝对值的和)更大。

[0096] 下面将参考图 7 至图 13 来描述根据本发明的第二实施方案的较高电平控制器(下文中称作“第二较高电平控制器 44B”)。

[0097] 根据第二实施方案,基本应用包括,例如,作为中断期功率供应的应用和作为用于执行负载平衡的功率供应的应用。通过附加充电和放电能功率对所述蓄电池进行充电和放电的目的(即,附加应用)表示使用蓄电池连同其他调整设备的应用,根据所述第二实施方案的控制方法被应用至所述蓄电池连同其他调整设备。所述附加应用包括,例如,用于频率调整的应用,以及用于相对于电功率需求来调整电功率供应的应用。

[0098] 如图 7 中所示,所述第二较高电平控制器 44B 包括:基本充电和放电能功率输出部分 50、附加充电和放电能功率输出部分 52 以及充电和放电指令输出部分 54(所述在上面都已进行了描述),以及,用于获取系统频率  $f$  的系统频率获取部分 56。所述附加充电和放电能功率输出部分 52 包括比例系数计算器 60,用于基于所述蓄电池 20 的温度(电池温度  $T$ )和所述目标温度  $T_b$ (例如,  $300^\circ\text{C}$ )之间的差  $\Delta T$  来计算比例系数  $K$ 。所述附加充电和放电能功率输出部分 52 基于所述系统频率  $f$  和参考频率  $f_a$  之间的差  $\Delta f$ (差分信号)来计算一个附加充电和放电能功率值,然后将所计算的附加充电和放电能功率值输出至所述充电

和放电指令输出部分 54。

[0099] 下面将参考图 8 中所示的流程图来描述所述第二较高电平控制器 44B 的处理顺序。稍后将要进行描述的相对于第五较高电平控制器 44E 的处理顺序也将涉及图 8。

[0100] 在图 8 所示的步骤 S101 中,所述附加充电和放电电功率输出部分 52 确定从比例系数被更新的前一时间(前一更新比例系数时间)算起已经过的时段是否已达到用于更新比例系数的预设时段(比例系数更新时段)。如果在所述第二较高电平控制器 44B 被活化之后,所述控制顺序第一次经历步骤 S101,或者如果从所述前一比例系数更新时间算起已经过的时段已达到所述比例系数更新时段,则控制行进至步骤 S102,在步骤 S102 期间,所述附加充电和放电电功率输出部分 52 确定所述电池温度 T 是否等于或者低于所述参考温度 Ta。如果所述电池温度 T 等于或者低于所述参考温度 Ta,则控制行进至步骤 S103,在步骤 S103 期间,所述附加充电和放电电功率输出部分 52 确定所述蓄电池 20 的 SOC 是否落入所述参考范围内。如果所述蓄电池 20 的 SOC 落入所述参考范围内,则控制行进至步骤 S104,在步骤 S104 期间,所述比例系数计算器 60 基于所述电池温度 T 和所述目标温度 Tb 之间的差  $\Delta T$  计算所述比例系数 K。

[0101] 下面将参考图 9 和图 10 来描述计算所述比例系数 K 的过程。

[0102] 如图 9 中所示,根据一种比例控制方案,减法器 62 计算所述电池温度 T 和所述目标温度 Tb 之间的差  $\Delta T (=T-T_b)$ ,以及乘法器 64 将所述差  $\Delta T$  乘以参考比例系数 Kp,从而产生一个当前的比例系数 K。参考比例系数 Kp 基于仿真、实验等来预设,并且连同表示参考温度 Ta 和目标温度 Tb 的信息一起被存储在所述第二较高电平控制器 44B 的存储器(未示出)中。当计算所述比例系数 K 时,从所述存储器中读取所述目标温度 Tb 和所述参考比例系数 Kp,并且如上面所描述的,所述电池温度 T 从所述电池控制器 32 被供应至所述第二较高电平控制器 44B。根据数值的一个实施例,如果所述电池温度 T 是 295°C 以及所述目标温度 Tb 是 300°C,则所述电池温度 T 和所述目标温度 Tb 之间的差  $\Delta T$  被计算为 295-300=-5°C。如果所述参考比例系数 Kp 是 +4,例如,则所述比例系数 K 被计算为  $-5 \times (+4) = -20\text{MH/Hz}$ 。

[0103] 根据一种 PID 控制方案,如图 10 中所示,减法器 62 计算所述电池温度 T 和所述目标温度 Tb 之间的差  $\Delta T$ ,而 PID 计算器 66 将所述差  $\Delta T$  乘以第一参考比例系数 Kp,将所述差  $\Delta T$  的积分乘以第二参考比例系数 Ki,将所述差  $\Delta T$  的微分乘以第三参考比例系数 Kd,并且将所计算的积相加,以产生一个当前的比例系数 K。所述第一参考比例系数 Kp、所述第二参考比例系数 Ki 以及所述第三参考比例系数 Kd 基于仿真、实验等来预设,并且连同表示所述参考温度 Ta 和所述目标温度 Tb 的信息被存储在所述第二较高电平控制器 44B 的存储器(未示出)中。

[0104] 如果在图 8 的步骤 S102 中所述附加充电和放电电功率输出部分 52 确定所述电池温度 T 高于所述参考温度 Ta,或者如果在步骤 S103 中所述附加充电和放电电功率输出部分 52 确定所述蓄电池 20 的 SOC 未落入所述参考范围内,则控制行进至步骤 S105,在步骤 S105 期间,所述比例系数计算器 60 将所述比例系数 K 设置为 0MW/Hz。

[0105] 在步骤 S104 或步骤 S105 之后,控制行进至步骤 S106,在步骤 S106 期间,所述比例系数计算器 60 将所述比例系数 K 更新为一个当前的比例系数,所述当前的比例系数待被所述附加充电和放电电功率输出部分 52 使用,从而计算一个附加充电和放电电功率值(在步骤 S104 或步骤 S105 中所计算的比例系数)。

[0106] 在步骤 S106 之后,或者如果在步骤 S101 中从所述前一比例系数更新时间算起已经过的时段未达到所述比例系数更新时段,控制行进至步骤 S107,在步骤 S107 期间,所述附加充电和放电能率输出部分 52 基于所述比例系数  $K$  和在所述系统频率  $f$  与所述参考频率  $f_a$  之间的差  $\Delta f$  ( $=f-f_a$ ) 来计算一个附加充电和放电能率值。此后,在步骤 S108 中,所述充电和放电指令输出部分 54 从所述基本充电和放电能率值和所述附加充电和放电能率值来计算一个指令充电和放电能率值  $D$ ,然后将所述指令充电和放电能率值  $D$  输出至所述 PCS42。

[0107] 下面将参考图 11 来描述计算所述基本充电和放电能率值和所述附加充电和放电能率值的过程。图 11 的括号中所示的变量  $P_a$ 、 $P_1$  等将相对于由第五较高电平控制器 44E (稍后进行描述) 所执行的、计算所述基本充电和放电能率值和所述附加充电和放电能率值的一个过程来使用。

[0108] 如图 11 中所示,减法器 68 计算所述系统频率  $f$  和所述参考频率  $f_a$  之间的差  $\Delta f$ ,乘法器 70 将所述差  $\Delta f$  乘以由所述比例系数计算器 60 计算的比例系数  $K$ ,从而产生一个附加充电和放电能率值  $K \cdot \Delta f$ 。然后,加法器 72 将所述附加充电和放电能率值  $K \cdot \Delta f$  与一个基本充电和放电能率值  $D_t$  相加,从而产生所述指令充电和放电能率值  $D$ 。所述系统频率  $f$  从频率计 48 (与所述汇流条 14 结合) 供应,以及所述参考频率  $f_a$  从所述存储器读取。根据数值的一个实施例,如果所述系统频率  $f$  和所述参考频率  $f_a$  之间的差  $\Delta f$  是  $-0.1\text{Hz}$  (假设系统频率  $f <$  所述参考频率  $f_a$ ),所述基本充电和放电能率值  $D_t$  为 0,以及所述比例系数  $K$  是  $-20\text{MW/Hz}$ ,则所述附加充电和放电能率值  $K \cdot \Delta f$  被计算为  $-0.1\text{Hz} \times -20\text{MW/Hz}$ ,以及所述指令充电和放电能率值  $D$  被计算为  $0 + (-0.1\text{Hz} \times -20\text{MW/Hz}) = +2\text{MW}$ 。限幅器 74 被连接在加法器 72 后面的一个级处。所述限幅器 74 用于限制由所述加法器 72 所生成的所述指令充电和放电能率值  $D$ ,使得它的值将不会超过所述蓄电池 20 的一个可允许的最大输出电功率值。例如,如果所述蓄电池 20 的所述可允许的最大输出电功率值为  $\pm 1\text{MW}$ ,以及由所述加法器 72 所生成的所述指令充电和放电能率值  $D$  为  $+2\text{MW}$ ,则所述限幅器 74 将所述指令充电和放电能率值  $D$  限制为  $+1\text{MW}$ 。从所述限幅器 74 输出的所述指令充电和放电能率值  $D$  被输出至所述 PCS42 作为所述指令充电和放电能率值  $D$ 。

[0109] 如果通过图 8 中的步骤 S105 将所述比例系数  $K$  保持设置在 0 处,则所述充电和放电指令输出部分 54 将所述基本充电和放电能率值  $D_t$  输出至所述 PCS42 作为所述指令充电和放电能率值  $D$ 。

[0110] 在步骤 S109 中,所述第二较高电平控制器 44B 确定是否存在一个系统终止请求。如果不存在一个系统终止请求,则控制返回至步骤 S101,重复步骤 S101 至 S109。如果存在一个系统终止请求,则所述第二较高电平控制器 44B 的处理顺序被带至结束。

[0111] 上面所描述的所述比例系数更新时段被限定为在所述比例系统  $K$  已被更新之后直至所述比例系数  $K$  被下一次更新的时段,所述比例系数更新时段被设置为例如在 1 分钟至 1 小时范围内的值。在所述比例系数更新时段期间,所述比例系数  $K$  保持恒定。然而,所述差  $\Delta f$  变化,使得所述附加充电和放电能率值变化。在已输出一个指令充电和放电能率值之后直至输出下一指令充电和放电能率值的时段被设置为例如在 1 秒至 4 秒范围内的值。

[0112] 如图 12 中所示,通过所述第二较高电平控制器 44B,例如,所述电池温度  $T$  在所述比例系数更新时间  $t_1$  时高于所述参考温度  $T_a$ 。因而,所述比例系数  $K$  被设置为 0,以及所述附加充电和放电能率值被设置为 0MW。如果所述参考充电和放电能率值为 0,则由于所述指令充电和放电能率值也为 0,所以所述蓄电池 20 未被充电和放电,所述电池温度  $T$  减小。在下一比例系数更新时间  $t_2$ ,一旦经过一个比例系数更新时段  $C_a$ ,则所述电池温度  $T$  低于所述参考温度  $T_a$ 。因而,将所述比例系数  $K$  设置为依赖于在所述比例系数更新时间  $t_2$  时所述电池温度  $T$  和所述目标温度  $T_b$  之间的差  $\Delta T$  的值  $K_a$ ,以及将所述附加充电和放电能率值设置为依赖于所述比例系数  $K_a$  和所述差  $\Delta f$  的一个值,并且将所述值与所述基本充电和放电能率值  $D_t$  相加,它们的和依序输出作为所述指令充电和放电能率值  $D$ 。根据所述指令充电和放电能率值  $D$ ,所述 PCS42 为所述蓄电池 20 充电和放电,所述指令充电和放电能率值  $D$  被依序供应至所述 PCS42。更具体地,当所述系统频率  $f <$  所述参考频率  $f_a$  (即,所述差  $\Delta f < 0\text{Hz}$ ) 时,所述蓄电池 20 被放电,从而供应 DC 电功率。所述 DC 电功率被 DC-AC 转换器 46 转换成 AC 电功率,所述 AC 电功率通过所述第三变压器 26c 和所述第三断路器 24c 被供应至所述主线 16。当所述系统频率  $f >$  所述参考频率  $f_a$  (即,所述差  $\Delta f > 0\text{Hz}$ ) 时,所述蓄电池 20 通过 DC 电功率充电,所述 DC 电功率是通过所述 DC-AC 转换器 46 从 AC 电功率转换成的,所述 AC 电功率通过所述第三断路器 24c 和所述第三变压器 26c 从所述主线 16 供应。

[0113] 由于所述比例系数  $K$  被设置为值  $K_a$  (非 0),所以除了所述基本充电和放电能率,所述蓄电池 20 还通过所述附加充电和放电能率被充电和放电。因此,所述蓄电池 20 被供应有附加的热能,所述附加的热能比如果所述比例系数  $K$  被设置为 0 时的热能更大。

[0114] 在下一比例系数更新时间  $t_3$  时,所述电池温度  $T$  低于所述参考温度  $T_a$ 。因此,将所述比例系数  $K$  设置为依赖于所述电池温度  $T$  和所述目标温度  $T_b$  之间的差  $\Delta T$  的值  $K_b$ ,以及将所述指令充电和放电能率值  $D$  设置为依赖于所述比例系数  $K_b$  和所述差  $\Delta f$  的一个值,且所述值被依序输出。由于所述差  $\Delta T$  具有的值小于时间  $t_2$  时的差  $\Delta T$ ,所以所述比例系数  $K_b$  也被改变为小于所述比例系数  $K_a$  的值。因此,所述指令充电和放电能率值  $D$  也变为具有相应较小的值。

[0115] 根据所述第二实施方案,如图 13 中所示,当所述蓄电池 20 的温度  $T$  变为低于所述参考温度  $T_a$  时,所述蓄电池 20 在重复的充电和放电周期中被充电和放电,所述重复的充电和放电周期中的每一个都具有一个连续的充电时间和一个连续的放电时间,并且所述重复的充电和放电周期中的每一个都在约几秒至 1 小时的范围内,并且所述蓄电池 20 输出一个依赖于所述充电和放电周期的电功率量。因此,所述蓄电池 20 被供应热能,使得所述蓄电池 20 的温度  $T$  被保持在所述目标温度  $T_b$  附近(目标温度  $T_b \pm 5^\circ\text{C}$ )。结果,所述蓄电池 20 的加热器 38 未被供应电功率(加热器电功率)(除非当所述蓄电池 20 被活化时),从而增大了所述蓄电池系统 12 的系统效率。此外,由于所述连续的充电时间和所述连续的放电时间中的每一个都很短,在从几秒至 1 小时的范围内,所以所述 SOC 可被维持基本恒定(例如,在 80% 附近)。

[0116] 在这一系列的充电和放电周期中,来自所述蓄电池 20 的所述充电和放电能率与在所述系统频率  $f$  和所述参考频率  $f_a$  之间的差  $\Delta f$  成比例。由于所述充电和放电能率通过所述第三断路器 24c 被供应至所述主线 16,所以所述充电和放电能率被作用于



减轻所述汇流条 14 上的系统频率  $f$  中的变化的电功率。除非另有声明,所述充电和放电能功率有助于所述系统频率  $f$  的稳定性。此外,由于来自所述蓄电池 20 的所述充电和放电能功率(输出电功率)依赖于所述比例系数  $K$ ,所述比例系数  $K$  基于所述电池温度  $T$  和所述目标温度  $T_b$  之间的差  $\Delta T$  (即,所述比例系数是根据一种比例控制方案或者一种 PID 控制方案来设置的),所以所述蓄电池 20 的电池温度  $T$  可有效率地收敛至所述目标温度  $T_b$ 。

[0117] 在本实施方案中,基于来自与所述汇流条 14 结合的所述频率计 48 的频率信息来获得所述系统频率  $f$ 。替代地,所述系统频率  $f$  可从电功率公司或系统管理器获取,或者可获取所述系统频率  $f$  和所述参考频率  $f_a$  之间的差  $\Delta f$ 。

[0118] 在上面描述的本实施方案中,所述附加的应用已被描述为用于频率调整的应用。然而,替代地,如果所述附加的应用是用于相对于电功率需求调整电功率供应的应用,则所述附加充电和放电能功率输出部分 52 可基于所述比例系数  $K$  和从所述电功率系统所生成的电功率与所需求的电功率之间的差来计算所述附加充电和放电能功率值,然后将所计算的所述附加充电和放电能功率值输出至所述充电和放电指令输出部分 54。

[0119] 根据本发明的第三实施方案的较高电平控制器(下文中称作“第三较高电平控制器 44C”)与所述第二较高电平控制器 44B 基本上具有相同的配置,但是如图 14 中所示,就用于计算所述指令充电和放电能功率值  $D$  的过程的一部分而言与其不同。图 14 的括号中所示的变量  $P_a$ 、 $P_1$  等相对于由稍后进行描述的第六较高电平控制器所执行的、计算所述指令充电和放电能功率值的一个过程来使用。

[0120] 更具体地,根据所述第三实施方案的所述第三较高电平控制器 44C 与所述第二较高电平控制器 44B 的不同之处在于,减法器 68 被用于计算所述系统频率  $f$  和所述参考频率  $f_a$  之间的差  $\Delta f$ ,高通滤波器 76 被用于从所述差  $\Delta f$  的依赖时间的变化中提取高频分量中的变化。之后所述高通滤波器 76 在随后的一级将所提取的变化供应至乘法器 70。所述高通滤波器 76 生成一个输出信号  $\Delta f_H$ ,当所述差  $\Delta f$  中的变化较大时,所述输出信号  $\Delta f_H$  的绝对值较大,当所述差  $\Delta f$  中的变化较小时,所述输出信号  $\Delta f_H$  的绝对值较小。

[0121] 例如,如图 15 中所示,所述差  $\Delta f$  的依赖时间的变化包括低频分量  $\Delta f_L$  和 高频分量  $\Delta f_H$ 。所述低频分量  $\Delta f_L$  在延长时段中保持正或者负,所述延长时段是一个比例系数更新时段  $C_a$  的至少一半。因而,如果基于所述差  $\Delta f$  计算一个指令充电和放电能功率值  $D$ ,则所述蓄电池 20 仅在所述延长时段中被连续充电或者放电,从而所述蓄电池 20 的 SOC 容易显著变化。另一方面,所述高频分量  $\Delta f_H$  在一个短时段内容易经历从正到负的转变,或者从负到正的转变。如图 16 中所示,所述高通滤波器 76 仅提取所述高频分量  $\Delta f_H$ ,以及所述第三较高电平控制器 44C 基于所述高频分量  $\Delta f_H$  计算一个指令充电和放电能功率值  $D$ 。因而,所述蓄电池 20 在短时段中被交替充电和放电,以及所述蓄电池 20 的 SOC 被防止变化。与所述高频分量  $\Delta f_H$  不同之处,即低频分量  $\Delta f_L$ ,不是通过所述高通滤波器 76 提取的。所述高通滤波器 76 优选地具有 1/3600Hz 的截止频率,例如,用于减轻所述 SOC 中的变化。

[0122] 根据所述第三实施方案,仅仅放电能功率(正的电功率)和充电电功率(负的电功率)(基于所述高频分量  $\Delta f_H$ )通过所述 DC-AC 转换器 46、所述第三变压器 26c 和所述第三断路器 24c 被供应至所述主线 16,从而有助于所述系统频率  $f$  的稳定性。

[0123] 根据本发明的第四实施方案的较高电平控制器(下文中称作“第四较高电平控制器 44D”)与所述第二较高电平控制器 44B (参看图 7) 具有基本相同的配置,但是与其不同

之处在于使用一个上限温度  $T_{max1}$  和一个比例系数  $K_m$  (其中  $K_m$  是 1 或者更大的值)。

[0124] 下面将参考图 17 中所示的流程图来描述所述第四较高电平控制器 44D 的处理顺序。

[0125] 如图 17 中所示,步骤 S201 至 S206 中的处理顺序与上面描述的第二较高电平控制器 44B 的处理顺序(图 8 中所示的步骤 S101 至 S106)相同,下面将不再详细描述。

[0126] 在步骤 S206 之后,或者如果在步骤 S201 中从所述前一比例系数更新时间算起已经过的时段未达到所述比例系数更新时段,控制行进至步骤 S207,在步骤 S207 期间,所述附加充电和放电电功率输出部分 52 计算一个附加充电和放电电功率值。如上面所描述的,通过所述第二较高电平控制器 44B,如图 11 中所示出的,所述比例系数  $K$  乘以所述差  $\Delta f$ ,从而计算一个附加充电和放电电功率值。然而,通过所述第四较高电平控制器 44D,代替于所述比例系数  $K$ ,一个比例系数( $K_m \times K$ )乘以所述差  $\Delta f$ ,从而计算一个附加充电和放电电功率值。

[0127] 此后,在步骤 S208 中,所述充电和放电指令输出部分 54 确定所述电池温度是否等于或者低于所述上限温度  $T_{max1}$ 。如果所述电池温度等于或者低于所述上限温度  $T_{max1}$ ,则控制行进至步骤 S209,在步骤 S209 期间,所述充电和放电指令输出部分 54 从所述基本充电和放电电功率值和所述附加充电和放电电功率值计算一个指令充电和放电电功率值  $D$ ,然后将所述指令充电和放电电功率值  $D$  输出至所述 PCS42。如果所述电池温度被确定为高于所述上限温度  $T_{max1}$ ,则控制行进至步骤 S210,在步骤 S210 期间,所述充电和放电指令输出部分 54 将所述附加充电和放电电功率值设置为 0,计算一个指令充电和放电电功率值  $D$ ,然后将所计算的充电和放电电功率值  $D$  输出至所述 PCS42。

[0128] 在步骤 S209 或者步骤 S210 之后,控制行进至步骤 S211,在步骤 S211 期间,所述第四较高电平控制器 44D 确定是否存在一个系统终止请求。如果不存在一个系统终止请求,则控制返回至步骤 S201,重复步骤 S201 至 S211。如果存在一个系统终止请求,则所述第四较高电平控制器 44D 的处理顺序被带至结束。

[0129] 由于所述第四较高电平控制器 44D 使用所述比例系数( $K_m \times K$ )代替所述比例系数  $K$ ,如图 18 中所示,所以所述附加充电和放电电功率值大于所述第二较高电平控制器 44B 的情形,从而所述指令充电和放电电功率值  $D$  显著更大,导致所述蓄电池 20 的温度以较高的速率上升。执行步骤 S208 至 S210 中的处理顺序,从而间断地而非连续地增加不同于 0 的附加充电和放电电功率,进而将所述蓄电池 20 保持在适于充电和放电的温度,即接近所述目标温度  $T_b$  的温度。

[0130] 通常,所述系统频率  $f$  和所述参考频率  $f_a$  之间的差  $\Delta f$  在较大负载变化的时间区内以及在电生成器(所述电生成器能够改变所生成的电功率用于频率调整)的容量较小的时间区内变得较大。此外,所述系统频率  $f$  和所述参考频率  $f_a$  之间的差  $\Delta f$  在较小负载变化的时间区内以及在电生成器(所述电生成器能够改变所生成的电功率用于频率调整)的容量较大的时间区内变得较小。

[0131] 由于所述第四较高电平控制器 44D 能够间歇地增加附加充电和放电电功率,所以所述第四较高电平控制器 44D 能够有效地有助于所述系统频率  $f$  的稳定性,并且通过使得所述附加充电和放电电功率值在所述系统频率  $f$  和所述参考频率  $f_a$  之间的差  $\Delta f$  大的时间区内较大,可将所述蓄电池 20 保持在适于充电和放电的温度。

[0132] 对于在一个预测的太阳辐射量和一个实际的太阳辐射量之间的差较大的时间区内的太阳能功率生成,以及对于在一个预测的风功率值和一个实际的风功率值较大的时间区内的风力发电厂(wind farm)功率生成,基于自然能的电生成装置所生成的电功率和所计划的电功率之间的差变得较大。此外,对于在一个预测的太阳辐射量和一个实际的太阳辐射量之间的差较小的时间区内的太阳能功率生成,以及对于在一个预测的风功率值和一个实际的风功率值较小的时间区内的风力发电厂功率生成,所述差变得较小。

[0133] 由于所述第四较高电平控制器 44D 能够间歇地增加附加充电和放电能率,所以所述第四较高电平控制器 44D 能够有效地有助于所述系统频率  $f$  的稳定性,并且通过使得所述附加充电和放电能率在基于自然能的电生成装置所生成的电功率和所计划的电功率之间的差较大的时间区内较大,可将所述蓄电池 20 保持在适于充电和放电的温度。

[0134] 如图 19 中所示,所述电功率系统 12 (所述电功率系统 12 在其中纳入了所述电功率控制系统 10) 可包括第一链路电功率生成系统 102A,多个基于自然能的电生成系统(例如,风力发电厂功率生成系统,下文中称作“第一电功率生成系统 100A”)被连接至所述第一链路电功率生成系统 102A。所述第一链路电功率生成系统 102A 通过第四断路器 24d 被连接至所述汇流条 14。

[0135] 所述第一电功率生成系统 100A 中的每一个通过断路器(未示出)被连接至第一分支线路 104A,且每一个都包括风力发电厂电生成器 106 和变压器 108。所述第一分支线路 104A 通过所述第四断路器 24d 被连接至所述主线 16。来自所述第一链路电功率生成系统 102A 的输出电功率(所生成的电功率)通过所述第四断路器 24d 被供应至所述汇流条 14。所述第一链路电功率生成系统 102A 具有连接至第一电功率传感器 110A 的输出端子,第一电功率传感器 110A 测量来自所述第一链路电功率生成系统 102A 的输出电功率  $P_1$ 。

[0136] 根据本发明的第五实施方案的较高电平控制器(下文中称作“第五较高电平控制器 44E”)被应用至所述电功率系统 12,所述电功率系统 12 包括所述第一链路电功率生成系统 102A。所述第五实施方案的基本应用包括,例如,在功率中断情况下用作电功率源的应用,以及用于负载平衡的应用。第五实施方案的附加应用包括,例如,在风力发电厂功率生成中用于自然能平滑的应用。用于减轻来自所述第一链路电功率生成系统 102A 的输出功率  $P_1$  中的变化的电功率被用作附加充电和放电能率,从而将热能供应至所述蓄电池 20,用于将所述蓄电池 20 保持在所述目标温度  $T_b$  附近的温度(目标温度  $T_b \pm 5^\circ\text{C}$ )。

[0137] 更具体地,所述第五较高电平控制器 44E 具有基本与所述第二较高电平控制器 44B 相同的配置。如图 20 中所示,所述第五较高电平控制器 44E 包括所述基本充电和放电能率输出部分 50、所述附加充电和放电能率输出部分 52 和所述充电和放电指令输出部分 54 (在上面已经进行了描述),以及电功率值获取部分 112,用于通过所述第一电功率传感器 110A 获取所述第一链路电功率生成系统 102A 的电功率值  $P_1$ 。

[0138] 下面将参考图 8 中所示的流程图来描述所述第五较高电平控制器 44E 的处理顺序。

[0139] 在图 8 所示的步骤 S101 中,所述附加充电和放电能率输出部分 52 确定从所述比例系数已被更新的前一时间(前一更新比例系数时间)算起已经过的时段是否已达到用于更新所述比例系数的预设时段(比例系数更新时段)。如果在所述第五较高电平控制器 44E 已被活化之后,控制第一次经历步骤 S101,或者如果从所述前一比例系数更新时间

算起已经过的时段已经达到所述比例系数更新时段,则控制行进至步骤 S102,在所述步骤 S102 期间,所述附加充电和放电电功率输出部分 52 确定所述电池温度  $T$  是否等于或低于所述参考温度  $T_a$ 。如果所述电池温度  $T$  等于或低于所述参考温度  $T_a$ ,则控制行进至步骤 S103,在步骤 S103 期间,所述附加充电和放电电功率输出部分 52 确定所述蓄电池 20 的 SOC 是否落入所述参考范围内。如果所述蓄电池 20 的 SOC 落入所述参考范围内,则控制行进至步骤 S104,在步骤 S104 期间,所述比例系数计算器 60 基于所述电池温度  $T$  和所述目标温度  $T_b$  之间的差  $\Delta T$  来计算所述比例系数  $K$ 。上面已经描述了计算所述比例系数  $K$  的过程(参看图 9 和图 10),下面将不再进行描述。

[0140] 如果在步骤 S102 中所述附加充电和放电电功率输出部分 52 确定所述电池温度  $T$  高于所述参考温度  $T_a$ ,或者如果在步骤 S103 中所述附加充电和放电电功率输出部分 52 确定所述蓄电池 20 的 SOC 未落入所述参考范围内,则控制行进至步骤 S105,在步骤 S105 期间,所述比例系数计算器 60 将所述比例系数  $K$  设置为  $0\text{MW/Hz}$ 。

[0141] 在步骤 S104 或步骤 S105 之后,控制行进至步骤 S106,在步骤 S106 期间,所述比例系数计算器 60 将所述比例系数  $K$  更新为一个当前的比例系数(即,在步骤 S104 或步骤 S105 中所计算的比例系数),所述比例系数  $K$  被所述附加充电和放电电功率输出部分 52 用于计算所述附加充电和放电电功率值。

[0142] 在步骤 S106 之后,或者如果在步骤 101 中从所述前一比例系数更新时间算起已经过的时段未达到所述比例系数更新时段,控制返回至步骤 S107,在步骤 S107 期间,所述附加充电和放电电功率输出部分 52 基于所述比例系数  $K$  和所述第一链路电功率生成系统 102A 的输出电功率值  $P_1$  与所计划的输出电功率值  $P_a$  之间的差  $\Delta P$  (差分信号)计算一个附加充电和放电电功率值。此后,在步骤 S108 中,所述充电和放电指令输出部分 54 从所述基本充电和放电电功率值和所述附加充电和放电电功率值计算一个指令充电和放电电功率值,然后将所述指令充电和放电电功率值  $D$  输出至所述 PCS42。

[0143] 所述附加充电和放电电功率值和所述指令充电和放电电功率值  $D$  以如下方式计算。如图 11 的括号中所示,减法器 68 计算所述第一链路电功率生成系统 102A 的输出电功率值  $P_1$  和所计划的输出电功率值  $P_a$  之间的差  $\Delta P$ ,乘法器 70 将所述差  $\Delta P$  乘以由所述比例系数计算器 60 所计算的比例系数  $K$ ,从而产生一个附加充电和放电电功率值  $K \cdot \Delta P$ 。加法器 72 将所述附加充电和放电电功率值  $K \cdot \Delta P$  与所述基本充电和放电电功率值  $D_t$  相加,它们的和通过限幅器 74 处理为所述指令充电和放电电功率值  $D$ 。所述指令充电和放电电功率值  $D$  被输出至 PCS42。替代地,如图 14 的括号中所指示的,所述减法器 68 计算所述第一链路电功率生成系统 102A 的输出电功率值  $P_1$  和所计划的输出电功率值  $P_a$  之间的差  $\Delta P$ ,所述高通滤波器 76 从所述差  $\Delta P$  中提取高频分量  $\Delta P_H$ 。乘法器 70 将所述高频分量  $\Delta P_H$  乘以由所述比例系数计算器 60 所计算的比例系数  $K$ ,从而产生一个附加充电和放电电功率值  $K \cdot \Delta P_H$ 。加法器 72 将所述附加充电和放电电功率值  $K \cdot \Delta P_H$  与所述基本充电和放电电功率值  $D_t$  相加,然后它们的和通过所述限幅器 74 处理为所述指令充电和放电电功率值  $D$ 。所述指令充电和放电电功率值  $D$  被输出至所述 PCS42。如果在图 8 的整个步骤 S105 中,所述比例系数  $K$  保持设置为 0,则所述充电和放电指令输出部分 54 将所述基本充电和放电电功率值  $D_t$  输出至所述 PCS42 作为所述指令充电和放电电功率值  $D$ 。在步骤 S109 中,所述第五较高电平控制器 44E 确定是否存在一个系统终止请求。如果不存在一个系统终止请

求,则控制返回至步骤 S101,重复步骤 S101 至 S109。如果存在一个系统终止请求,则所述第五较高电平控制器 44E 的处理顺序被带至结束。

[0144] 如图 21 中所示,通过所述第五较高电平控制器 44E,例如,在一个比例系数更新时间  $t_1$  时,所述电池温度  $T$  高于所述参考温度  $T_a$ 。因而,所述比例系数  $K$  被设置为 0,所述附加充电和放电能率值被设置为 0MW。如果所述参考充电和放电能率值为 0,则由于所述指令充电和放电能率值也为 0,所以所述蓄电池 20 未被充电和放电,所述电池温度  $T$  下降。在下一比例系数更新时间  $t_2$  时,所述电池温度  $T$  变得低于所述参考温度  $T_a$ 。因而,所述比例系数  $K$  被设置为值  $K_a$ ,所述值  $K_a$  依赖于在所述比例系数更新时间  $t_2$  时的所述电池温度  $T$  和所述目标温度  $T_b$  之间的差  $\Delta T$ 。所述附加充电和放电能率值被设置为依赖于所述比例系数  $K_a$  和所述差  $\Delta P$  的一个值,并且与所述基本充电和放电能率值  $D_t$  相加,它们的和被依序输出作为所述指令充电和放电能率值  $D$ 。所述 PCS42 根据所述指令充电和放电能率值  $D$  对所述蓄电池 20 进行充电和放电,所述指令充电和放电能率值  $D$  被依序供应至所述 PCS42。更具体地,当所述第一链路电功率生成系统 102A 的输出电功率  $P_1 <$  所计划的输出电功率  $P_a$  时,所述蓄电池 20 被放电,从而供应所述 DC 电功率,所述 DC 电功率首先被所述 DC-AC 转换器 46 转换成 AC 电功率,然后被供应至所述主线 16。当所述第一链路电功率生成系统 102A 的输出电功率  $P_1$  大于所计划的输出电功率  $P_a$  时,所述蓄电池 20 通过 DC 电功率充电,所述 DC 电功率是由所述 DC-AC 转换器 46 从由所述主线 16 供应的 AC 电功率转换而成。

[0145] 在下一比例系数更新时间  $t_3$  时,由于所述电池温度  $T$  低于所述参考温度  $T_a$ ,所述比例系数  $K$  被设置为依赖于所述电池温度  $T$  和所述目标温度  $T_b$  之间的差  $\Delta T$  的一个值  $K_b$ ,而所述指令充电和放电能率值  $D$  被设置为依赖于所述比例系数  $K_b$  和所述差  $\Delta P$  的一个值,且所设置的值被依序输出。由于所述差  $\Delta T$  具有的值小于时间  $t_2$  时的所述差  $\Delta T$ ,所以所述比例系数  $K_b$  也被改变为小于所述比例系数  $K_a$  的一个值。因此,所述指令充电和放电能率值  $D$  也变得相应较小。

[0146] 在一系列充电和放电周期期间,来自所述蓄电池 20 的所述充电和放电能率与在所述第一链路电功率生成系统 102A 的所述输出电功率值  $P_1$  和所计划的输出电功率值  $P_a$  之间的差  $\Delta P$  成比例,并且对于减轻所述第一链路电功率生成系统 102A 的输出电功率值  $P_1$  相对于所计划的输出电功率值  $P_a$  的变化起作用。换句话说,在这一系列的充电和放电周期期间,来自所述蓄电池 20 的所述充电和放电能率被用作减轻所述第一链路电功率生成系统 102A 的输出电功率值  $P_1$  中的变化的电功率,并且有助于来自所述第一链路电功率生成系统 102A 的输出功率的稳定性。由于来自所述蓄电池 20 的所述充电和放电能率还依赖于所述比例系数  $K$ ,所述比例系数  $K$  基于所述电池温度  $T$  和目标温度  $T_b$  之间的差  $\Delta T$  (即,根据一种比例控制方案或一种 PID 控制方案的比例系数),所以所述蓄电池 20 的电池温度  $T$  可有效率地收敛至所述目标温度  $T_b$ 。

[0147] 如图 14 中所示,所述高通滤波器 76 仅提取高频分量  $\Delta f_H$ ,所述第五较高电平控制器 44E 基于所述高频分量  $\Delta f_H$  计算一个附加充电和放电能率值与一个指令充电和放电能率值  $D$ 。因而,所述蓄电池 20 在短时段中被交替地充电和放电,防止所述蓄电池 20 的 SOC 变化。

[0148] 由于在所述附加的应用中,上述充电和放电能率被用于代替加热器 38,所以在

所述附加的应用中,所述蓄电池 20 未被连续地供应电功率(所述附加充电和放电电功率)。然而,由于所述附加的应用中的所述充电和放电电功率在所述附加的应用中实现了一种作用(即,平滑自然能),因而有助于所述系统频率的稳定性,提供了如下优势,包括:防止对电功率系统中的热力发电站(thermal power plant)的涡轮的磨损和损害,减小总体设施容量例如电功率系统中的电生成器和蓄电池 20,以及由于能够高速改变蓄电池 20 的输出功率所实现的快速调整等。

[0149] 如图 22 中所示,电功率系统 12 (所述电功率系统 12 在其中纳入了所述电功率控制系统 10),可包括第二链路电功率生成系统 102B,多个基于自然能的电生成系统(例如,太阳能功率生成系统,下文中还称作“第二电功率生成系统 100B”)被连接至所述第二链路电功率生成系统 102B。所述第二链路电功率生成系统 102B 通过第五断路器 24e 被连接至所述汇流条 14。第二电功率传感器 110B 被连接至所述第二链路电功率生成系统 102B 的输出端子,所述第二电功率传感器 110B 测量来自所述第二链路电功率生成系统 102B 的输出电功率 P2。具有所述第二链路电功率生成系统 102B 的电功率系统 12 的其他电路部件和连接件,与具有所述第一链路电功率生成系统 102A 的电功率系统 12 的那些基本相同。

[0150] 所述第二链路电功率生成系统 102B 在用于生成电功率的有限时间区内操作,因为所述第二链路电功率生成系统 102B 依赖于太阳辐射以生成电功率。例如,所述第二链路电功率生成系统 102B 从 8 点钟至 16 点钟生成电功率,且在 16 点钟至下一天的 8 点钟基本不生成电功率。

[0151] 根据本发明的第六实施方案的较高电平控制器(下文中称作“第六较高电平控制器 44F”)被应用至所述电功率系统 12,所述电功率系统 12 包括所述第二链路电功率生成系统 102B。所述第六实施方案的基本应用包括,例如,作为用于自然能平滑的电功率源的应用,所述第六实施方案的附加应用包括用于频率调整的应用,以及用于相对于电功率需求调整电功率供应的应用。

[0152] 更具体地,根据所述第六实施方案,用于减轻所述第二链路电功率生成系统 102B 的输出电功率 P2 中的变化的电功率被输出作为所述基本充电和放电电功率。如果当所述输出电功率 P2 经历小的变化(例如,在整个天空中是多云的时间区内)或者当没有所述输出电功率 P2 (例如,在夜晚)时,所述电池温度 T 低于所述参考温度 Ta,则所述第六较高电平控制器 44F 操作以最小化系统频率 f 中的变化,类似于所述第二较高电平控制器 44B 和所述第三较高电平控制器 44C 中的情形,从而将热能供应至所述蓄电池 20,进而将所述电池温度 T 保持在所述目标温度 Tb 附近(目标温度  $T_b \pm 5^\circ\text{C}$ )。

[0153] 下面将参考图 8 和图 23 中所示的流程图来描述所述第六较高电平控制器 44F 的处理顺序。

[0154] 由于例如所述第二链路电功率生成系统 102B 从 8 点钟至 16 点钟生成电功率,则所述基本充电和放电电功率输出部分 50 将输出基本充电和放电电功率,用于吸收或减轻由所述第二链路电功率生成系统 102B 所生成的电功率中的变化。此时,由于所述电池温度 T 高于所述参考温度 Ta,如图 23 中所示,在图 8 的步骤 S105 中将所述比例系数 K 设置为 0MW/Hz。此外,此时,所述附加充电和放电电功率值变为 0,并且所述充电和放电指令输出部分 54 输出所述基本充电和放电电功率值作为所述指令充电和放电电功率值。结果,来自所述蓄电池 20 的输出电功率 P 吸收或减轻由所述第二链路电功率生成系统 102B 所生成的电

功率 P2 中的变化,从而平滑所生成的电功率 P2,以产生所计划的输出电功率 Pa。

[0155] 随着由所述第二链路电功率生成系统 102B 所生成的电功率 P2 中的变化减小,所述电池温度 T 逐渐下降。当所述电池温度 T 变为等于或低于所述参考温度 Ta 时,执行图 8 中所示的步骤 S103 和随后的步骤的处理顺序。

[0156] 如图 23 中所示,在晚上,在完成减轻由所述第二链路电功率生成系统 102B 所生成的电功率 P2 中的变化之后,所述第六较高电平控制器 44F 控制所述蓄电池 20,从而生成与所述系统频率 f 和所述参考频率 fa 之间的差  $\Delta f$  成比例的充电和放电能率。从而,在夜晚,防止所述蓄电池 20 的温度显著降低,并且在夜晚,还防止所述蓄电池 20 的 SOC 变化。由于所生成的充电和放电能率通过所述第三断路器 24c 被供应至所述主线 16,所以所述充电和放电能率被用作最小化所述汇流条 14 和所述主线 16 上的系统频率 f 中的变化的电功率,即,有助于所述系统频率 f 的稳定性。此外,由于由所述蓄电池 20 所生成的充电和放电能率依赖于所述比例系数 K,所述比例系数 K 基于所述电池温度 T 和所述目标温度 Tb 之间的差  $\Delta T$  (即,根据一种比例控制方案或一种 PID 控制方案的比例系数),所以所述蓄电池 20 的电池温度 T 可有效率地收敛至所述目标温度 Tb。

[0157] 如图 24 中所示,所述电功率系统 12 可包括如上面所描述的所述第一链路电功率生成系统 102A 以及所述第二链路电功率生成系统 102B。

[0158] 根据本发明的第七实施方案的较高电平控制器(下文中称作“第七较高电平控制器 44G”)被应用至所述电功率系统 12,所述电功率系统 12 包括所述第一链路电功率生成系统 102A 和所述第二链路电功率生成系统 102B。第七实施方案的基本应用包括,例如,作为用于自然能(太阳能功率生成)平滑的电功率源的应用,以及所述第七实施方案的附加应用包括用于自然能(风力发电厂功率生成)平滑的应用。

[0159] 所述第七较高电平控制器 44G (其与所述第五较高电平控制器 44E 具有基本相同的配置),将用于减轻所述第二链路电功率生成系统 102B 的输出电功率 P2 中的变化的电功率用作基本充电和放电能率。所述第七较高电平控制器 44G 还将用于减轻所述第一链路电功率生成系统 102A 的输出电功率 P1 中的变化的电功率作为附加充电和放电能率,从而用于为所述蓄电池 20 供应热能,进而将所述蓄电池 20 保持在所述目标温度 Tb 附近的温度(目标温度  $T_b \pm 5^\circ\text{C}$ )。

[0160] 下面将参考图 8 和图 23 中所示的流程图来描述所述第七较高电平控制器 44G 的处理顺序。

[0161] 由于所述第二链路电功率生成系统 102B 从例如 8 点钟至 16 点钟生成电功率,所述基本充电和放电能率输出部分 50 输出基本充电和放电能率,从而用于吸收或减轻由所述第二链路电功率生成系统 102B 所生成的电功率中的变化。此时,如图 23 中所示,由于所述电池温度 T 高于所述参考温度 Ta,在图 8 的步骤 S105 中,所述比例系数 K 被设置为 0MW/Hz。此外,此时,所述附加充电和放电能率值变为 0,所述充电和放电指令输出部分 54 输出所述基本充电和放电能率值作为所述指令充电和放电能率值。结果,来自所述蓄电池 20 的所述输出电功率 P 吸收或减轻由所述第二链路电功率生成系统 102B 所生成的电功率 P2 中的变化,从而平滑所生成的电功率 P2,以得到所计划的输出电功率 Pa。

[0162] 当由所述第二链路电功率生成系统 102B 所生成的电功率 P2 变为约为 0 时,所述电池温度 T 逐渐下降。当所述电池温度 T 变为等于或低于所述参考温度 Ta 时,执行图 8 中

所示的步骤 S103 和随后的步骤的处理顺序。

[0163] 如图 23 中所示,在晚上,在完成减轻由所述第二链路电功率生成系统 102B 所生成的电功率 P2 中的变化之后,所述第七较高电平控制器 44G 控制所述蓄电池,从而基于所述第一链路电功率生成系统 102A 的所述输出电功率值 P1 和所计划的电功率值 Pa 之间的差  $\Delta P$  生成充电和放电电功率,类似于所述第五较高电平控制器 44E 的情形。因而,防止所述蓄电池 20 的温度在夜晚显著降低,以及还防止所述蓄电池 20 的 SOC 在夜晚改变。由于所生成的充电和放电电功率通过所述第三断路器 24c 被供应至所述主线 16,所以所生成的充电和放电电功率被用作减轻所述第一链路电功率生成系统 102A 的输出电功率 P1 相对于所计划的电功率 P1 的变化的电功率。此外,由于由所述蓄电池 20 所生成的充电和放电电功率依赖于所述比例系数 K,所述比例系数 K 基于所述电池温度 T 和所述目标温度 Tb 之间的差  $\Delta T$  (即,根据一种比例控制方案或一种 PID 控制方案所确定的比例系数),所以所述蓄电池 20 的电池温度 T 可有效率地收敛至所述目标温度 Tb。

[0164] 在所述第六实施方案和第七实施方案中,所述基本应用包括用于自然能(太阳能功率生成)平滑的应用。然而,所述基本应用还可包括用于平滑其他自然能源(例如,风力发电厂功率生成)的应用。

[0165] 下面将描述所述电功率控制系统 10 的某些改型。所述第一至第七较高电平控制器 44A 至 44G 将还共同地称作“较高电平控制器 44”。

[0166] 所述较高电平控制器 44 还可独立于所述 PCS42 安装,或者可被纳入在所述 PCS42 中。替代地,所述较高电平控制器 44 可被纳入在具有比所述较高电平控制器 44 更高的电水平的管理装置中,或者可被纳入在所述电池控制器 32 中。

[0167] 此外,所述较高电平控制器 44 的部分功能可被纳入在所述 PCS42 中。替代地,所述较高电平控制器 44 的部分功能可被纳入在具有比所述较高电平控制器 44 更高的电水平的管理装置中,或者可被纳入在所述电池控制器 32 中。

[0168] 根据本发明的多个实施方案的电功率系统被有效地用作在功率中断情形中的电功率源。然而,所述电功率系统还可用于平滑自然能功率生成系统的输出电功率,从而平衡负载,等等。

[0169] 在上述实施方案中,通过高通滤波器 76 处理所述差  $\Delta f$ ,从而提取高频分量  $\Delta f_H$ 。然而,通过一阶延迟滤波过程来处理所述差  $\Delta f$ ,从而产生低频分量  $\Delta f_L$ ,可从所述差  $\Delta f$  中减去所述低频分量  $\Delta f_L$ ,从而提取高频分量  $\Delta f_H$ 。

[0170] 所述第一至第七较高电平控制器 44A 至 44G 的功能可通过具有执行控制程序的 CPU 和存储器的计算机实现,或者所述功能可通过硬件设备实现。

[0171] 根据本发明的控制蓄电池的方法、用于控制蓄电池的装置和电功率控制系统不限于上述实施方案,而是在不背离随附权利要求中所陈述的本发明的范围的前提下,可对所述多个实施方案进行各种改变和改型。



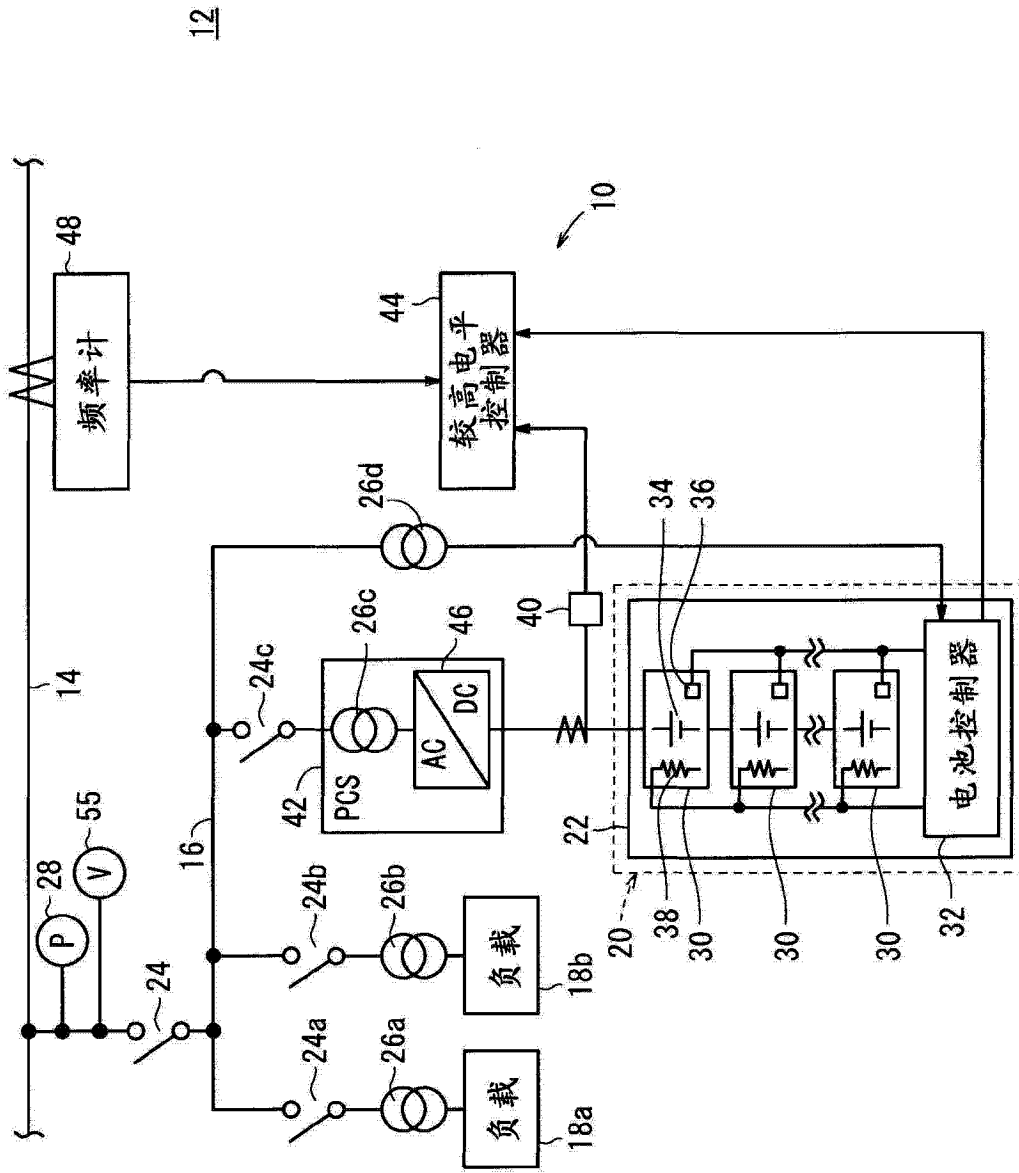


图 1

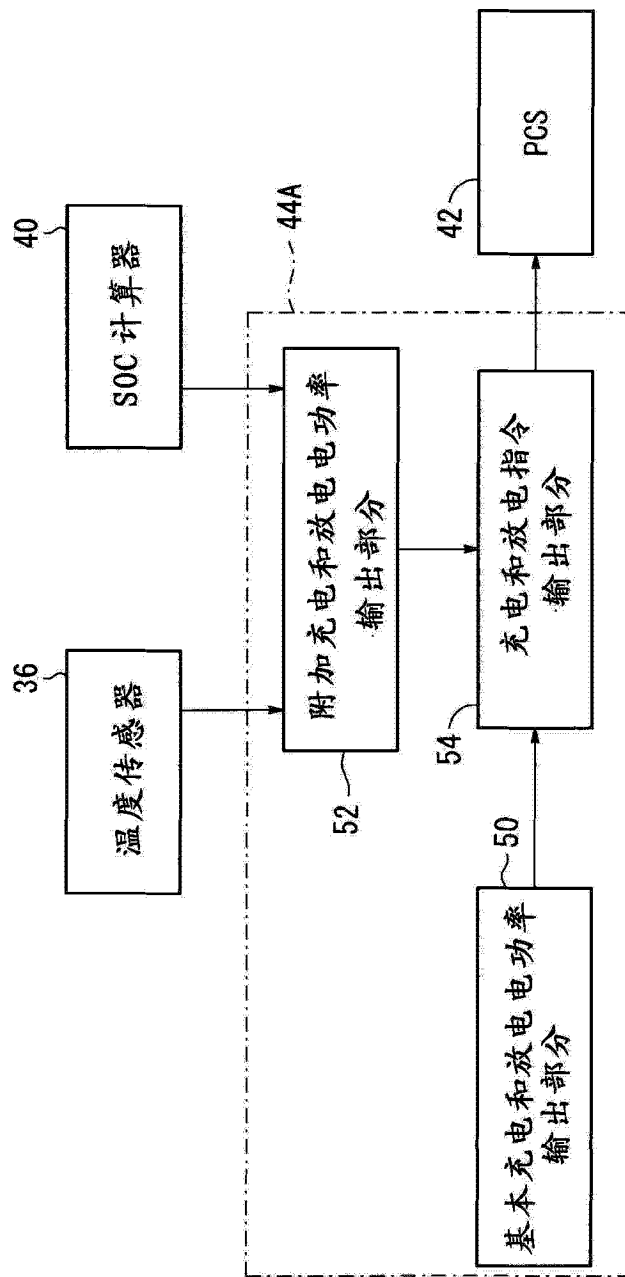


图 2

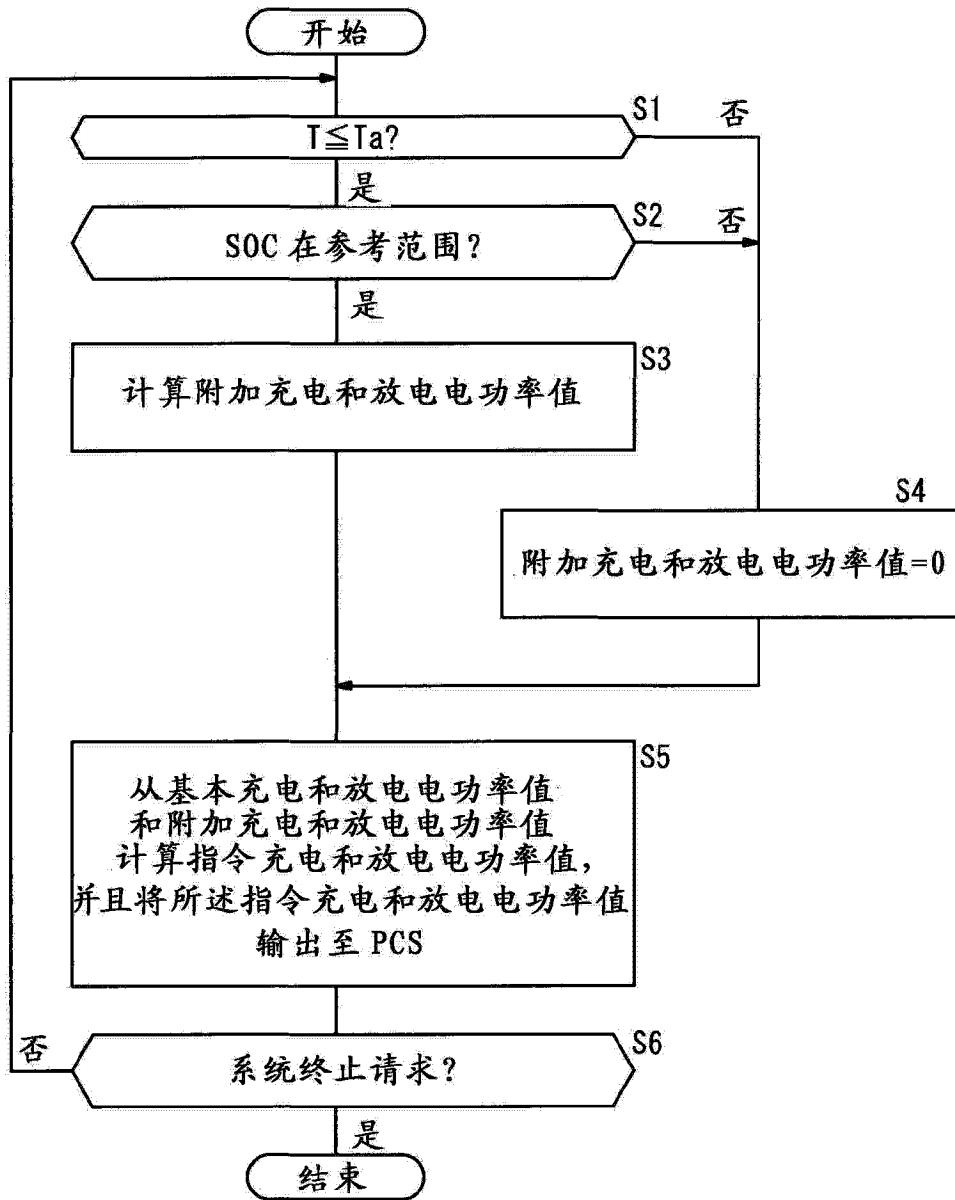


图 3

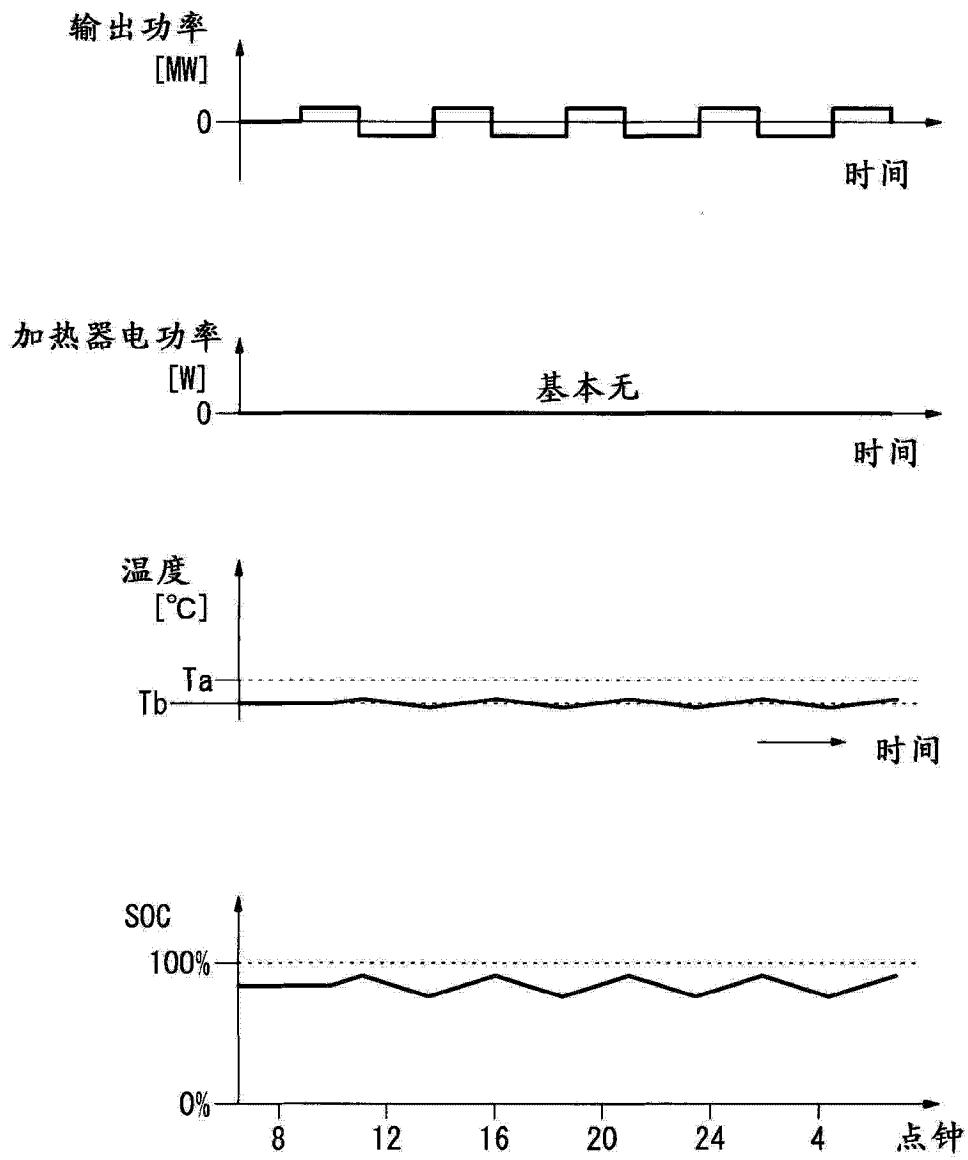


图 4

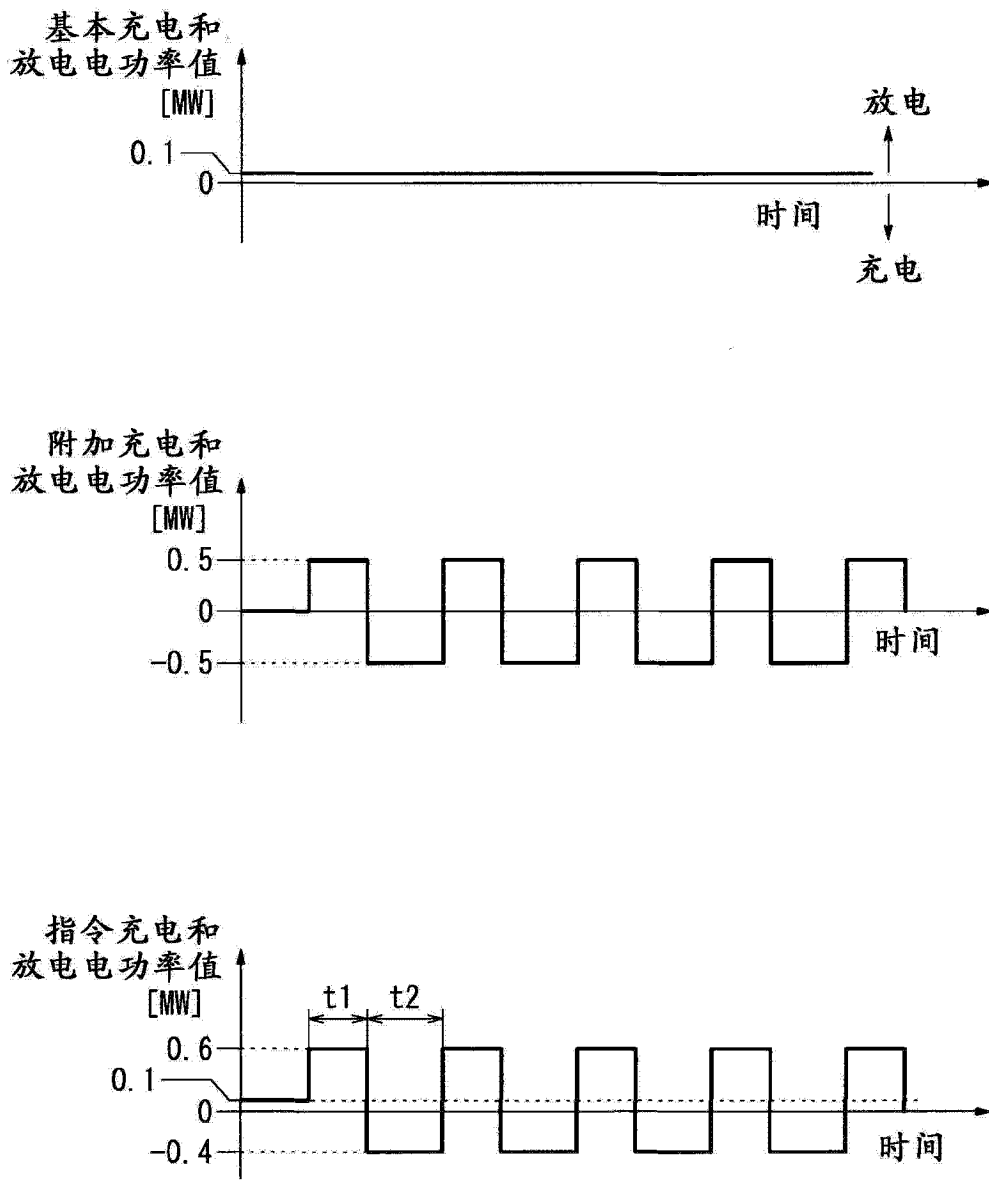


图 5

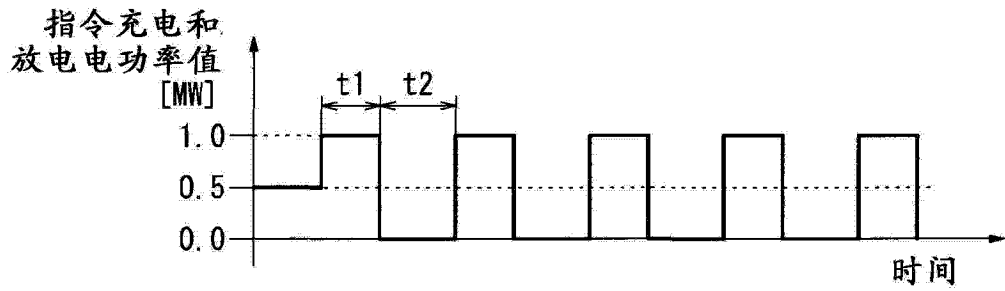
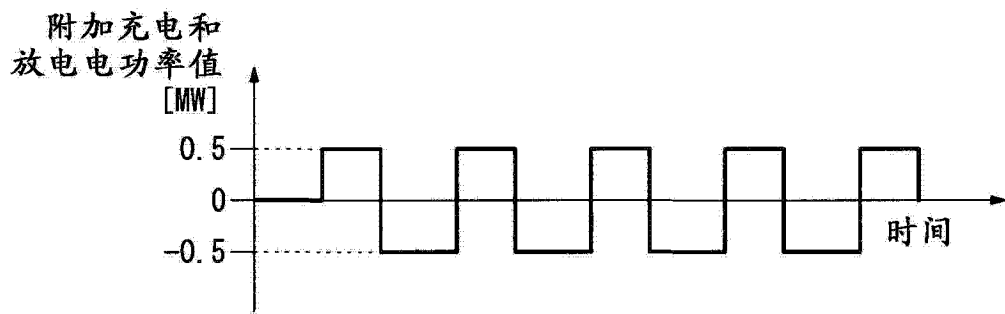
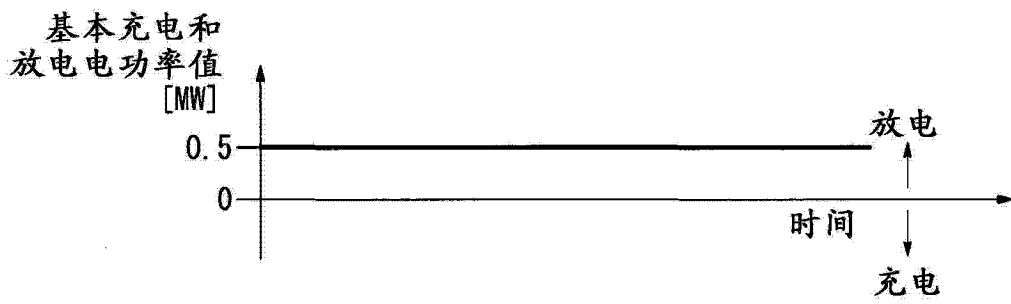


图 6

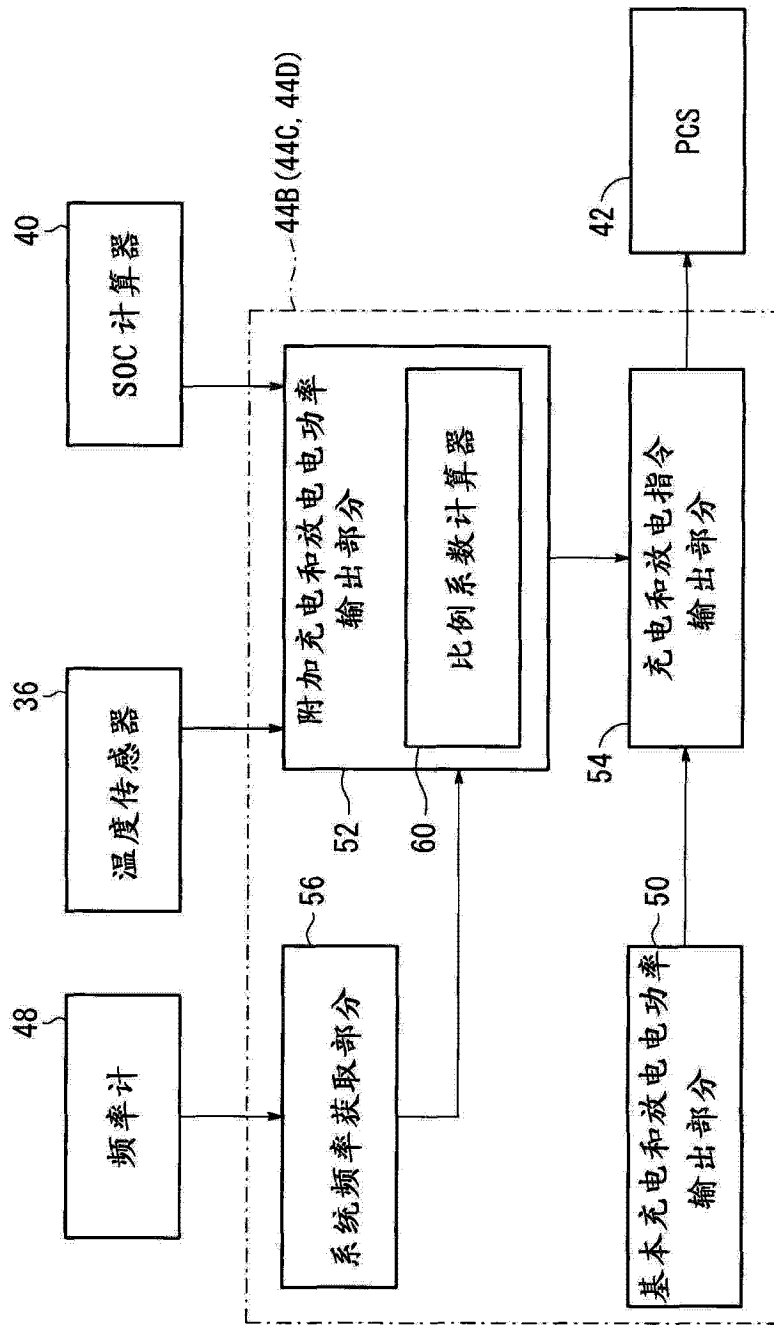


图 7

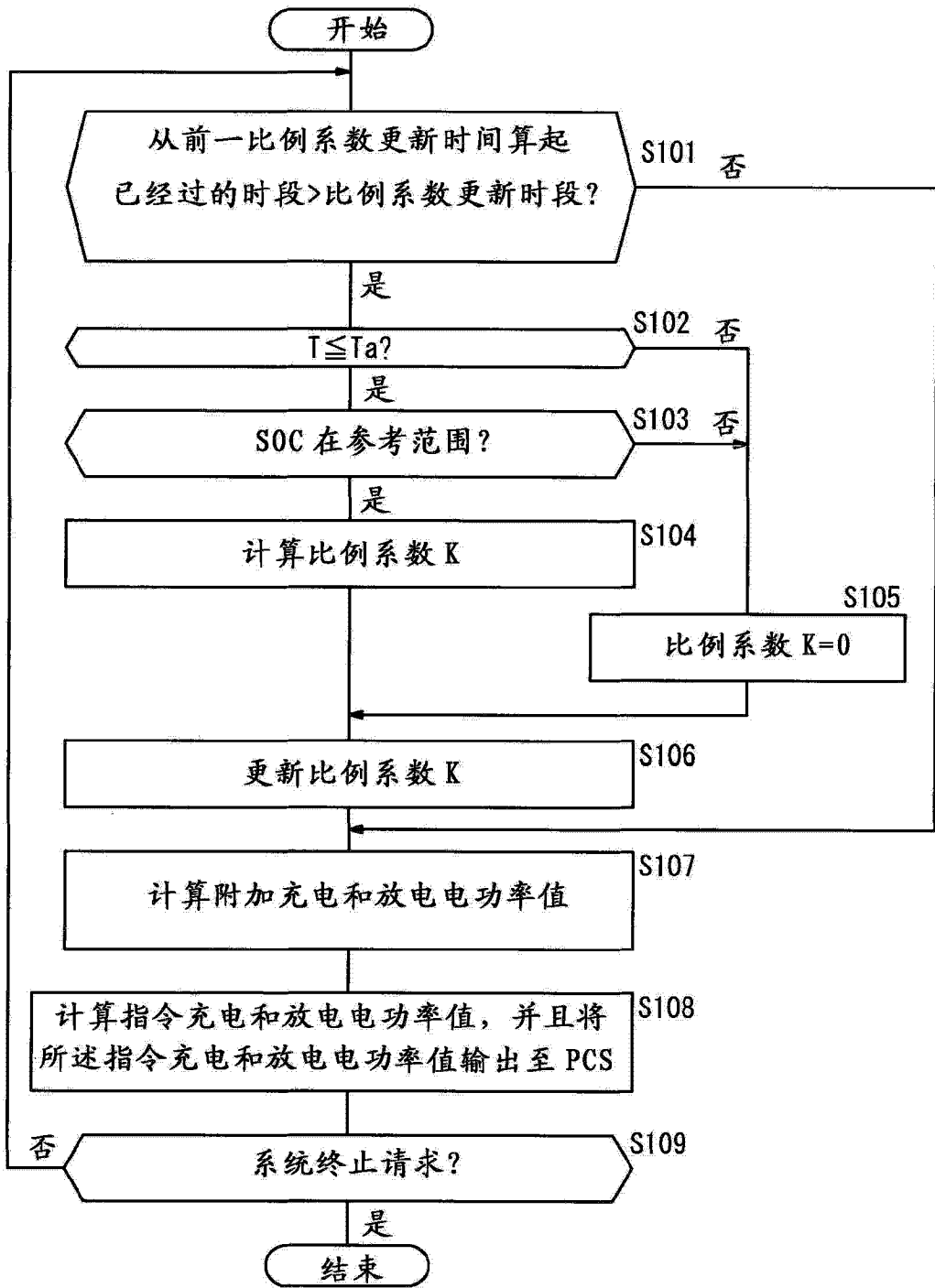
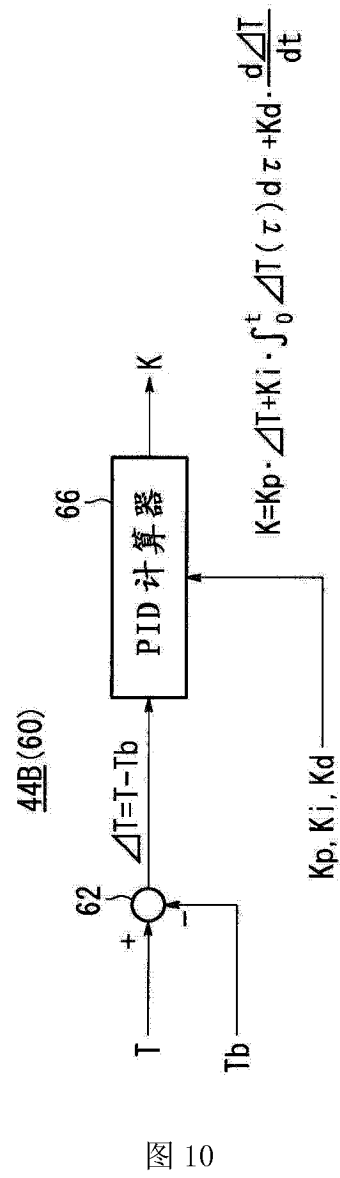
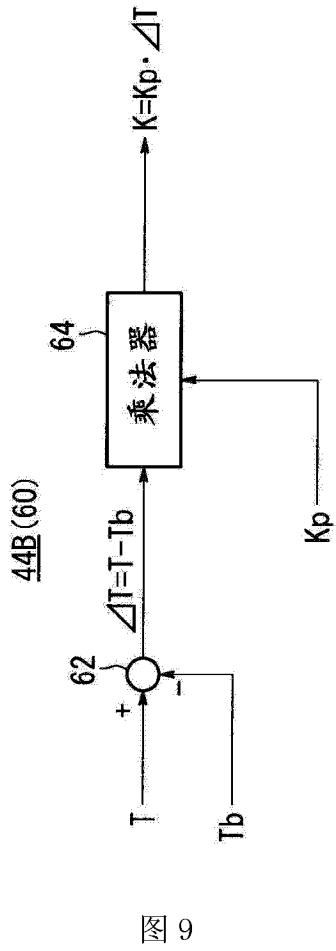


图 8





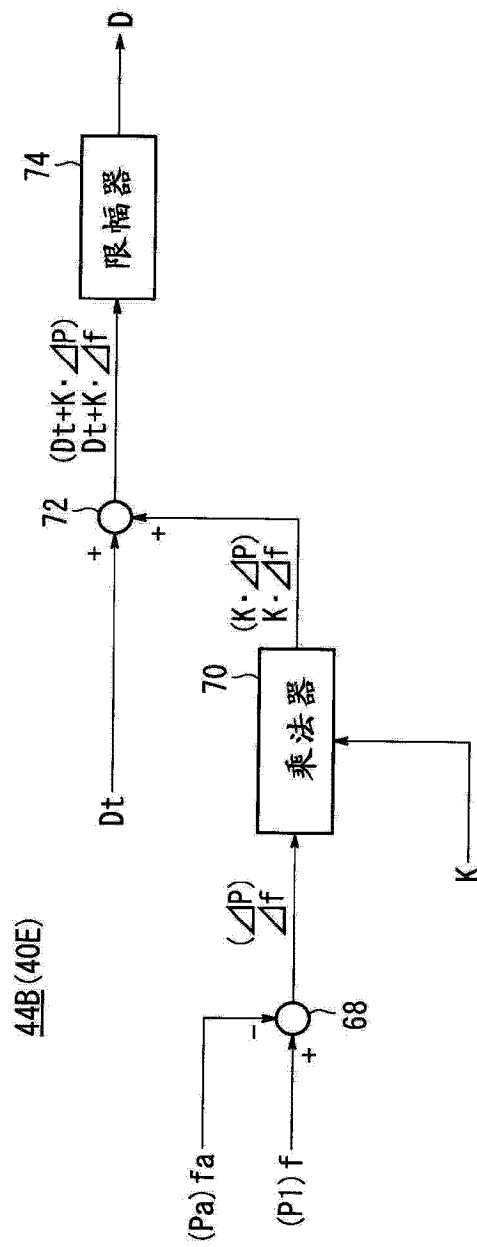


图 11

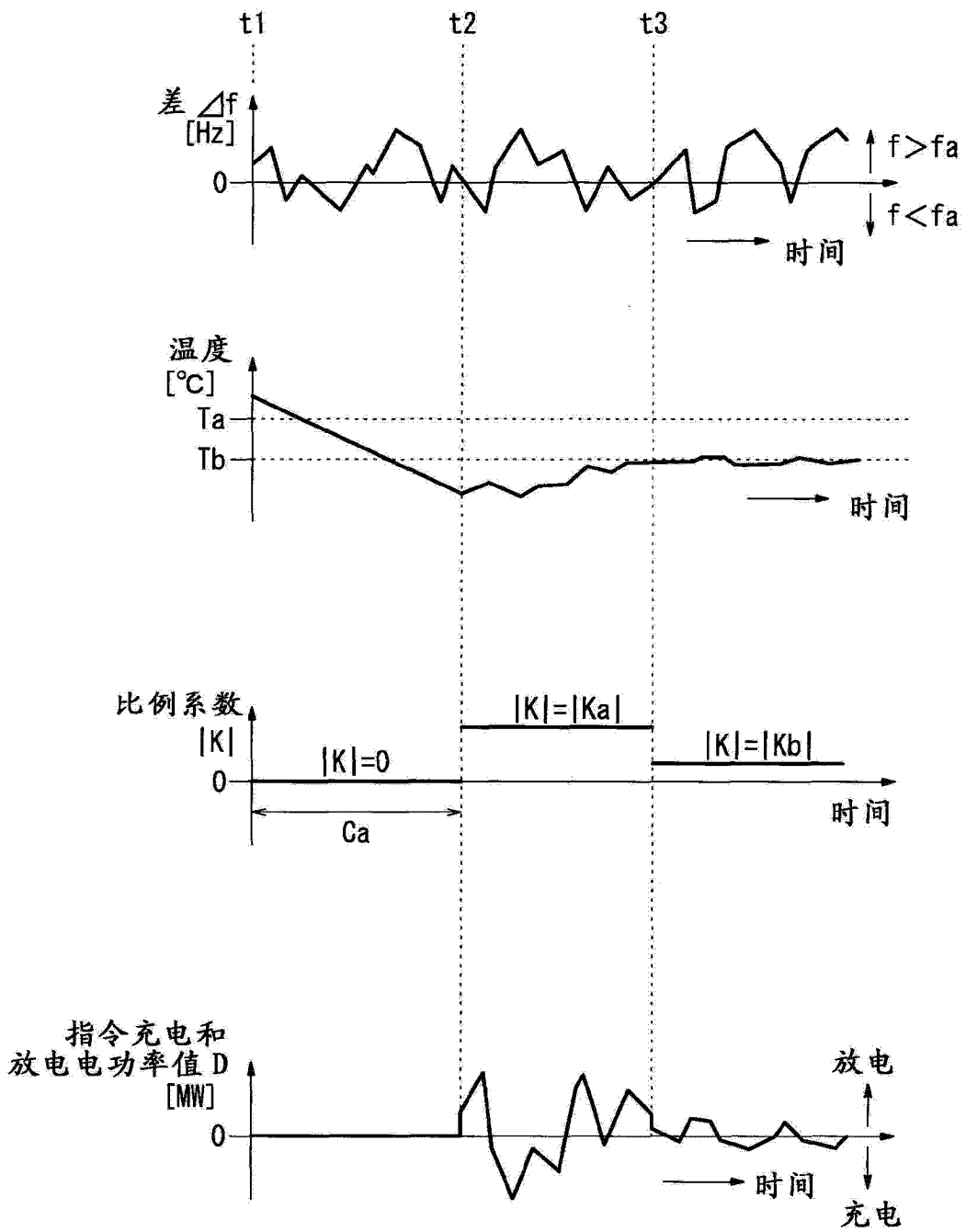


图 12

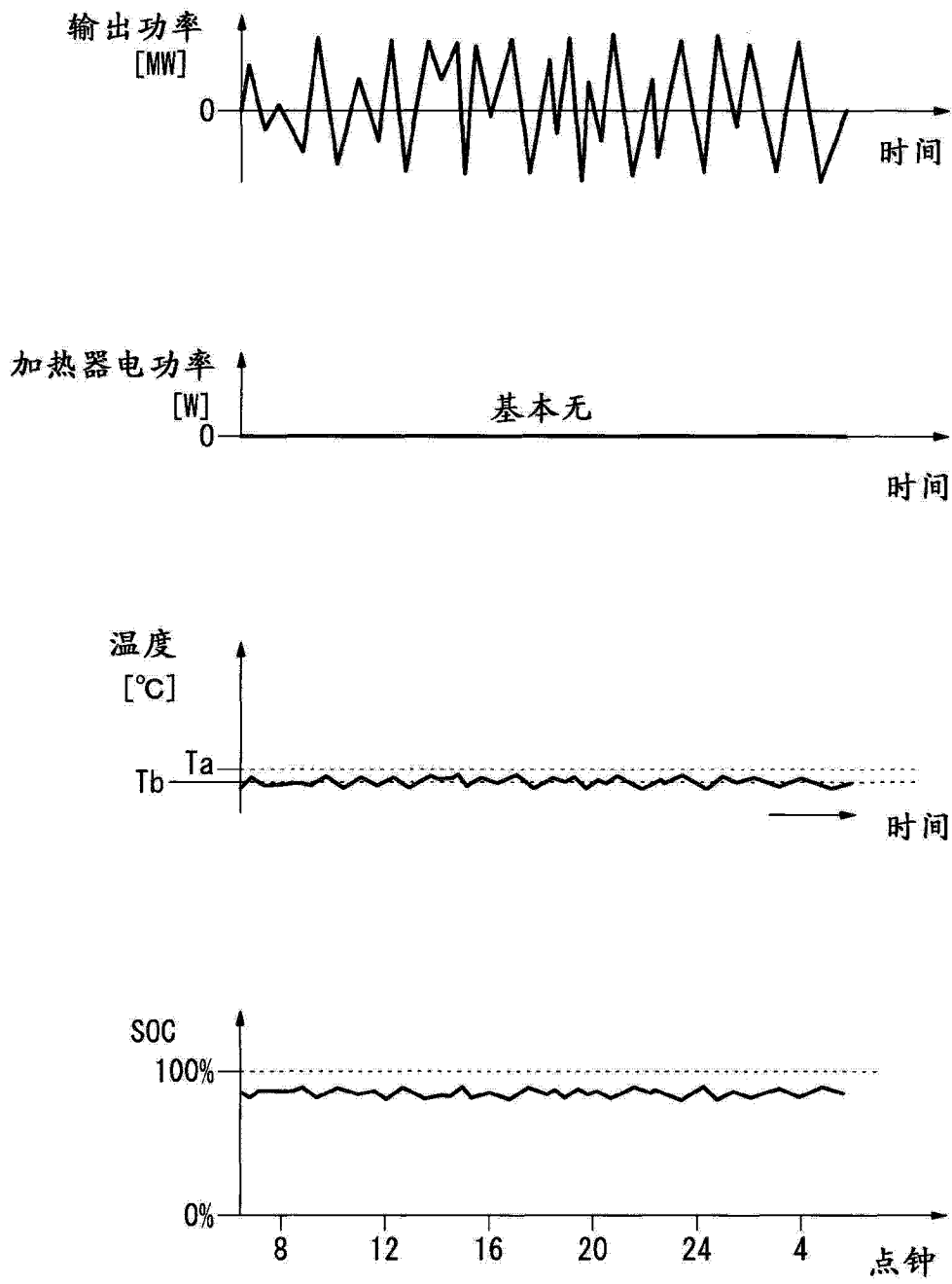


图 13

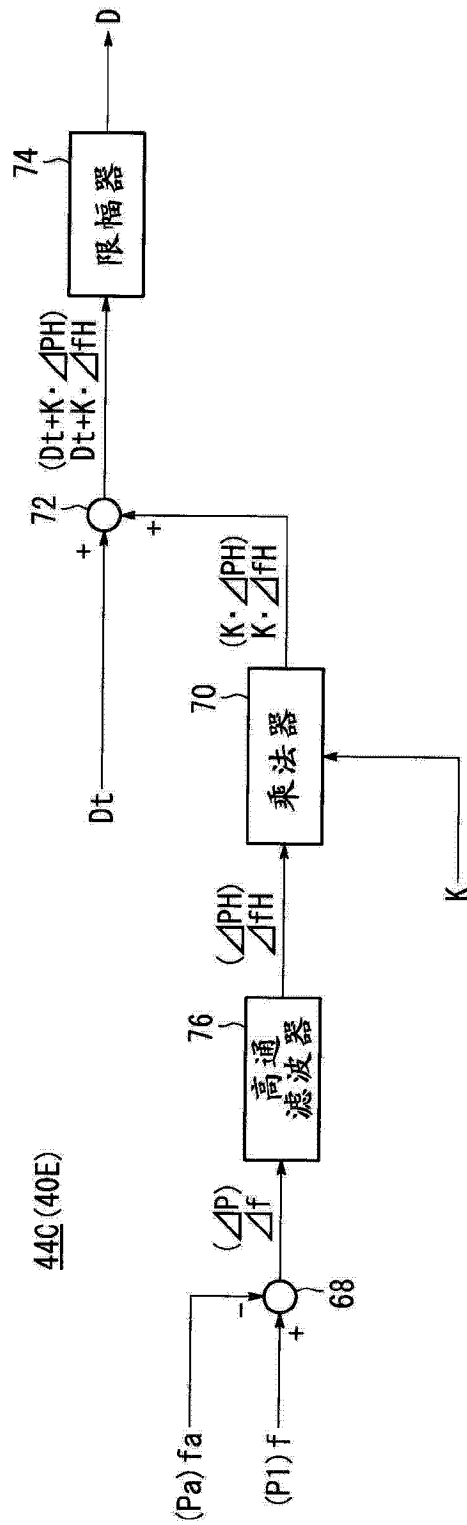


图 14

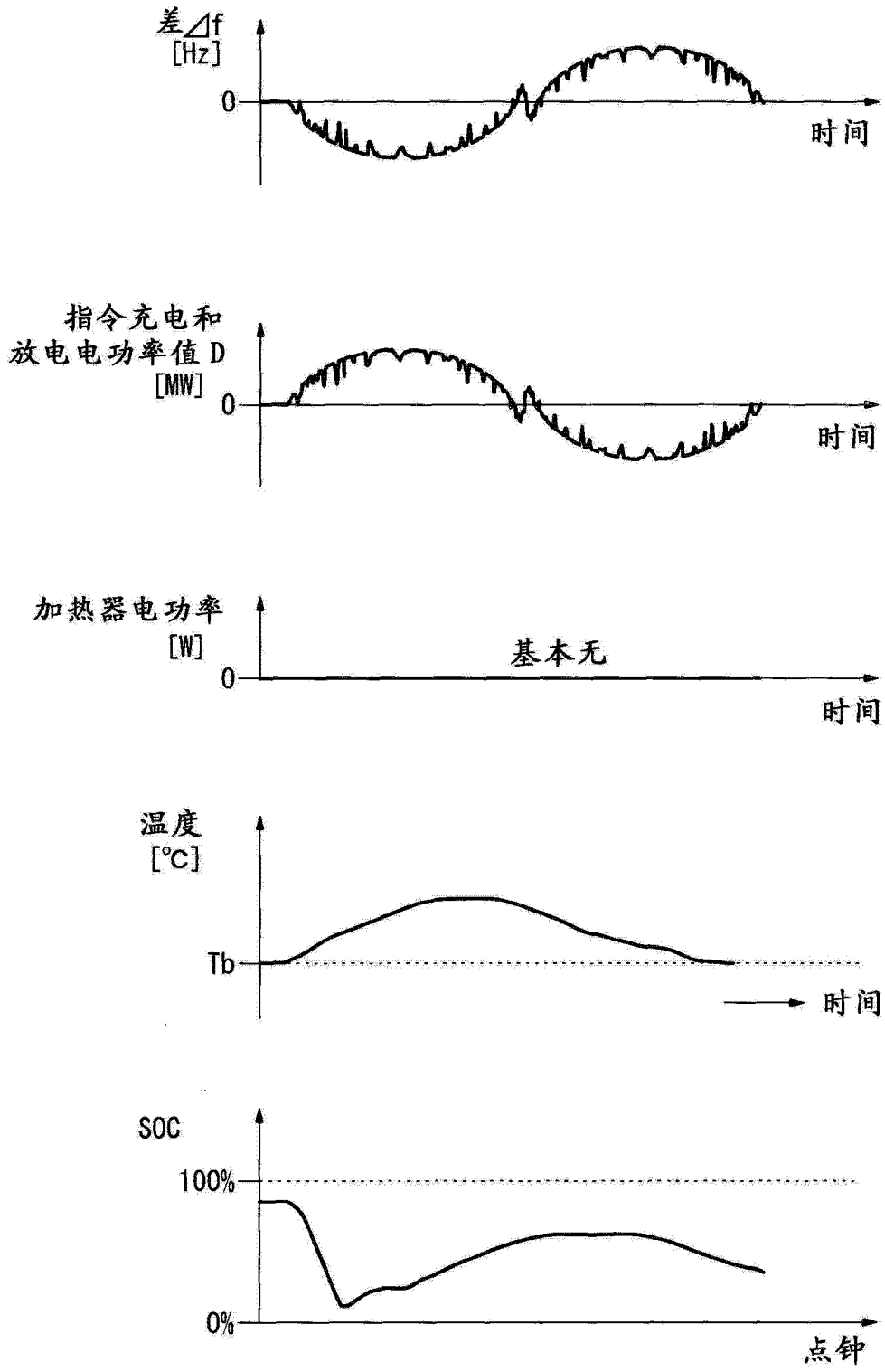


图 15

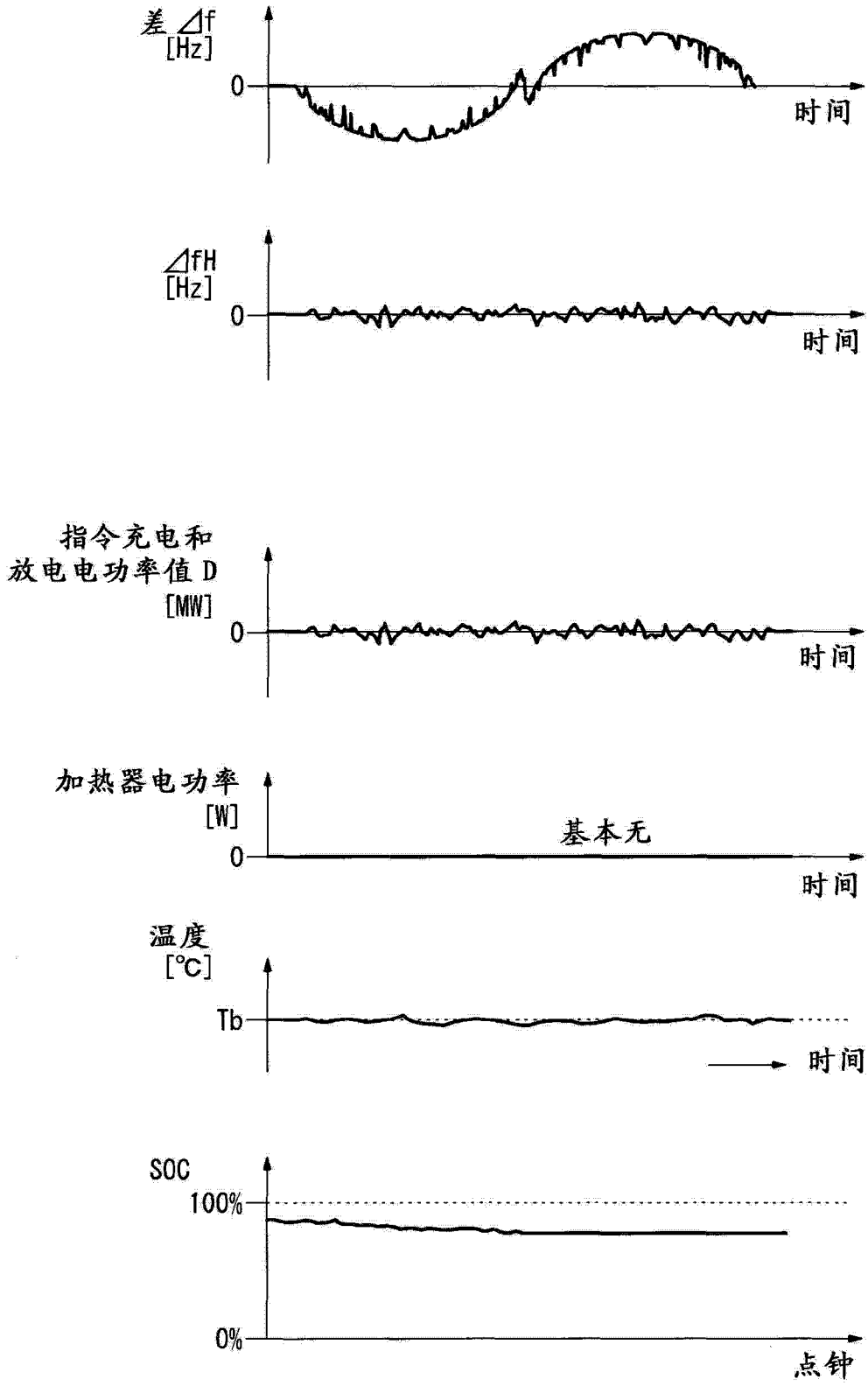


图 16

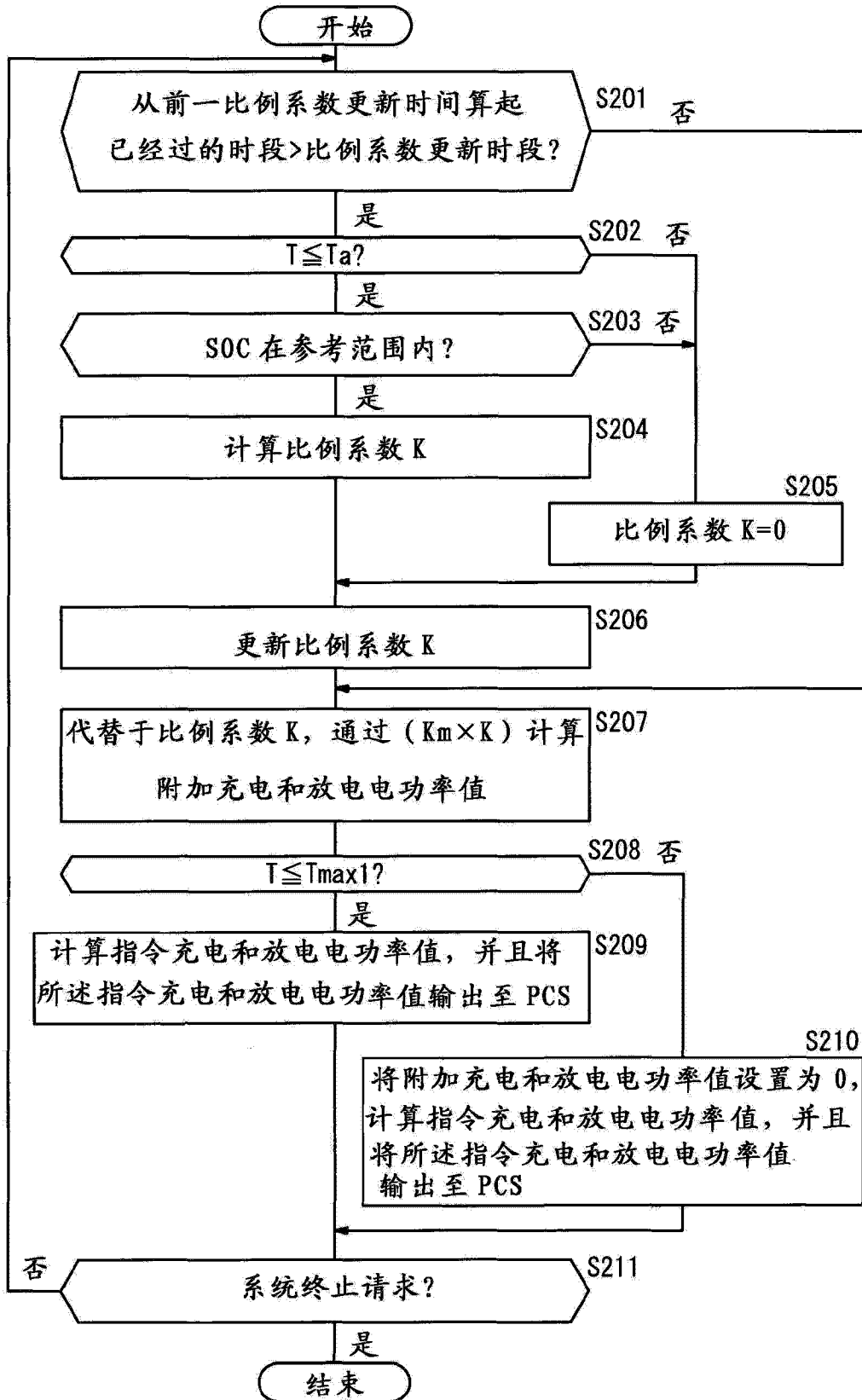


图 17



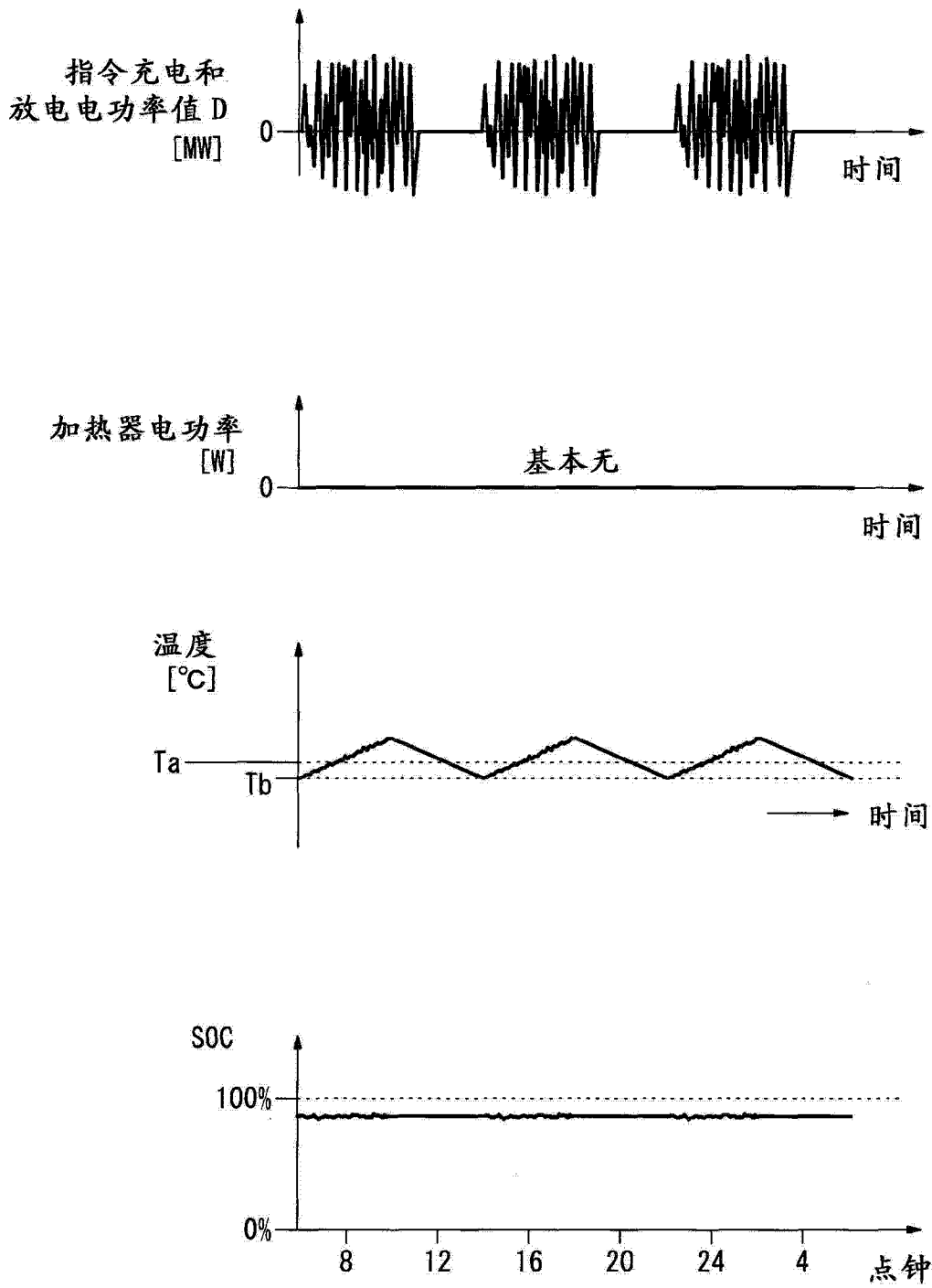


图 18

12

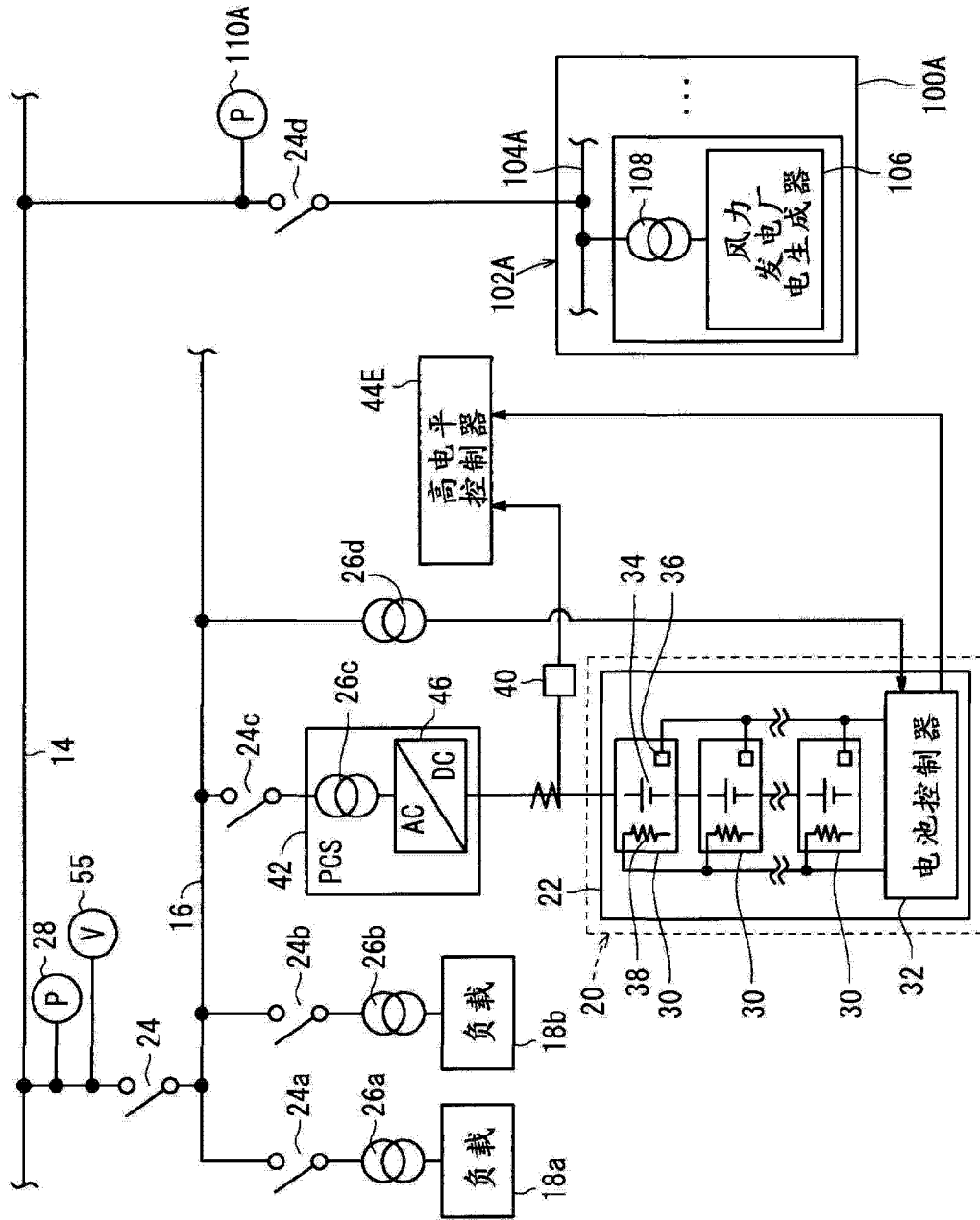


图 19

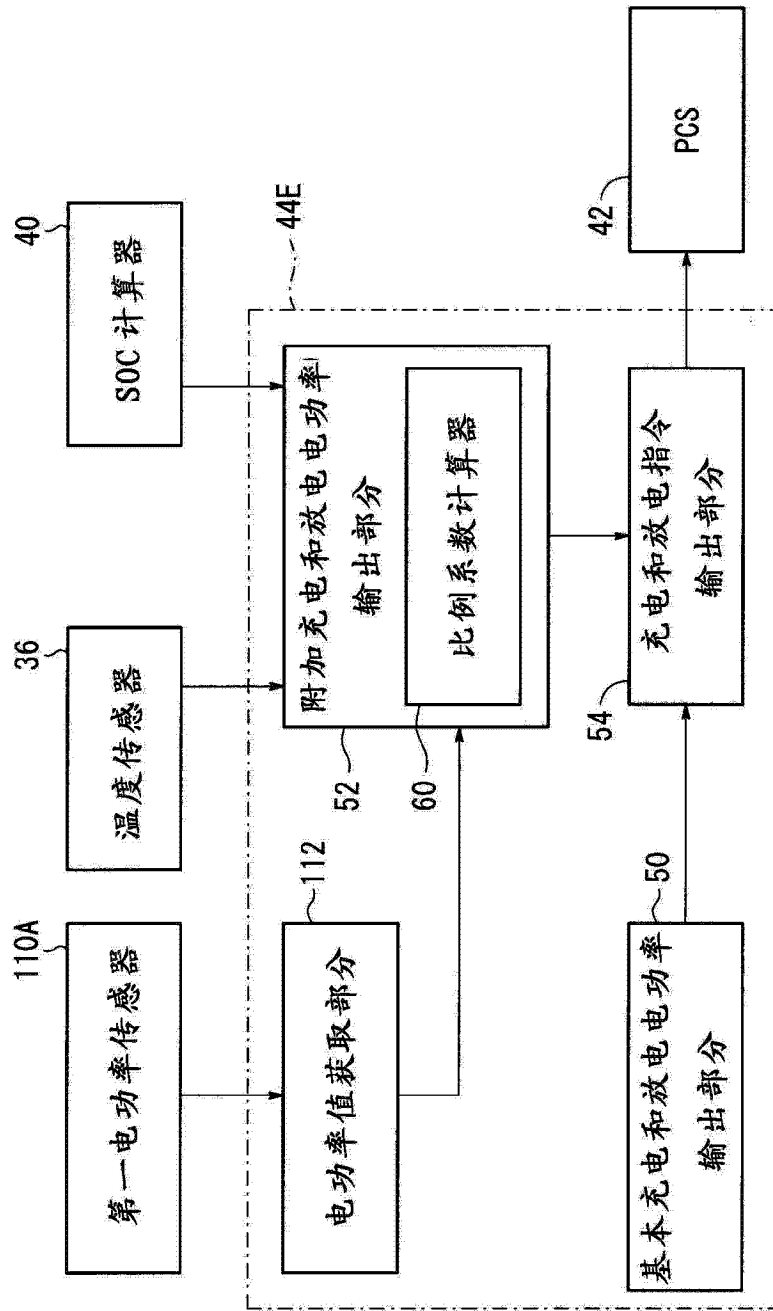


图 20

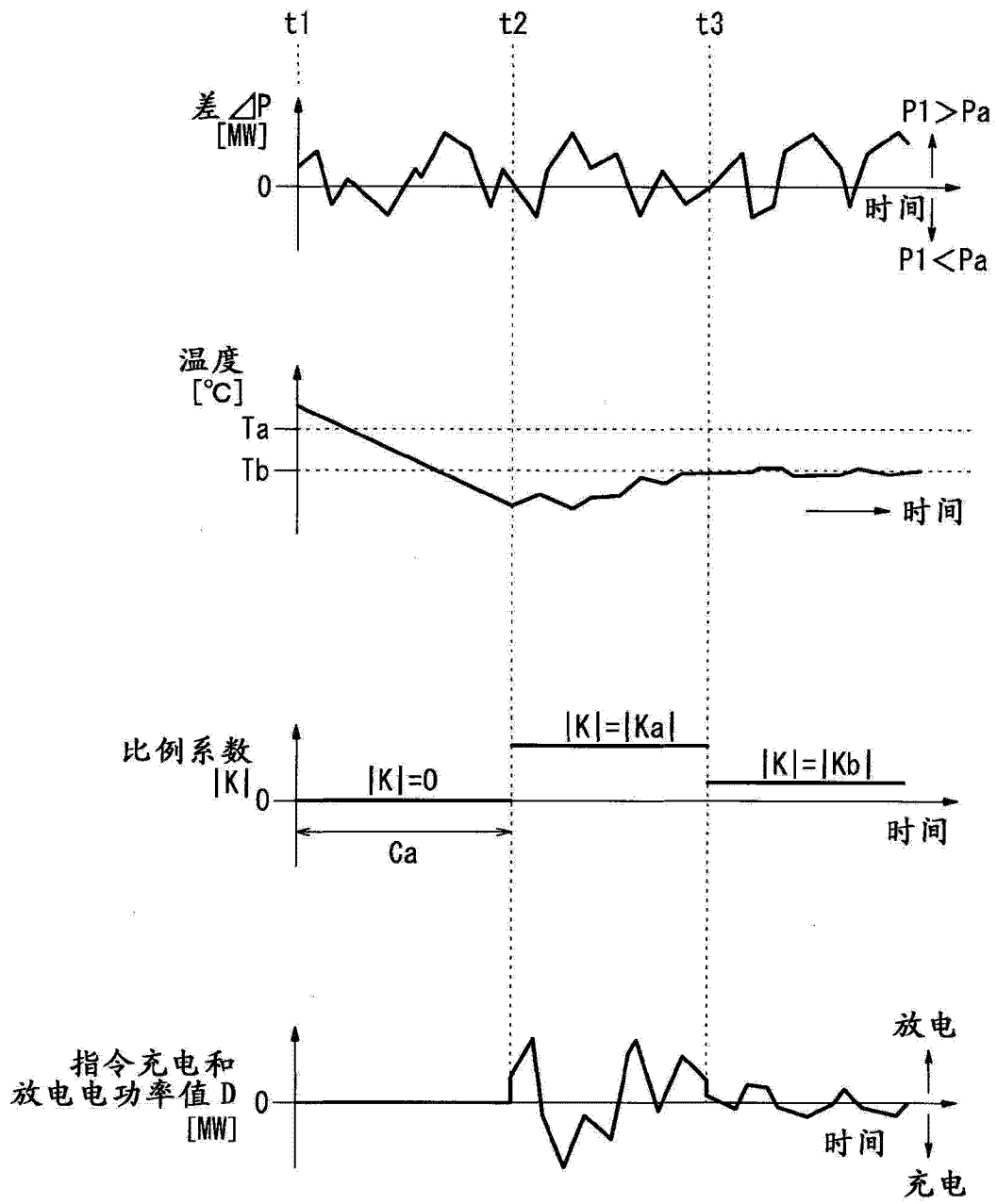


图 21

12

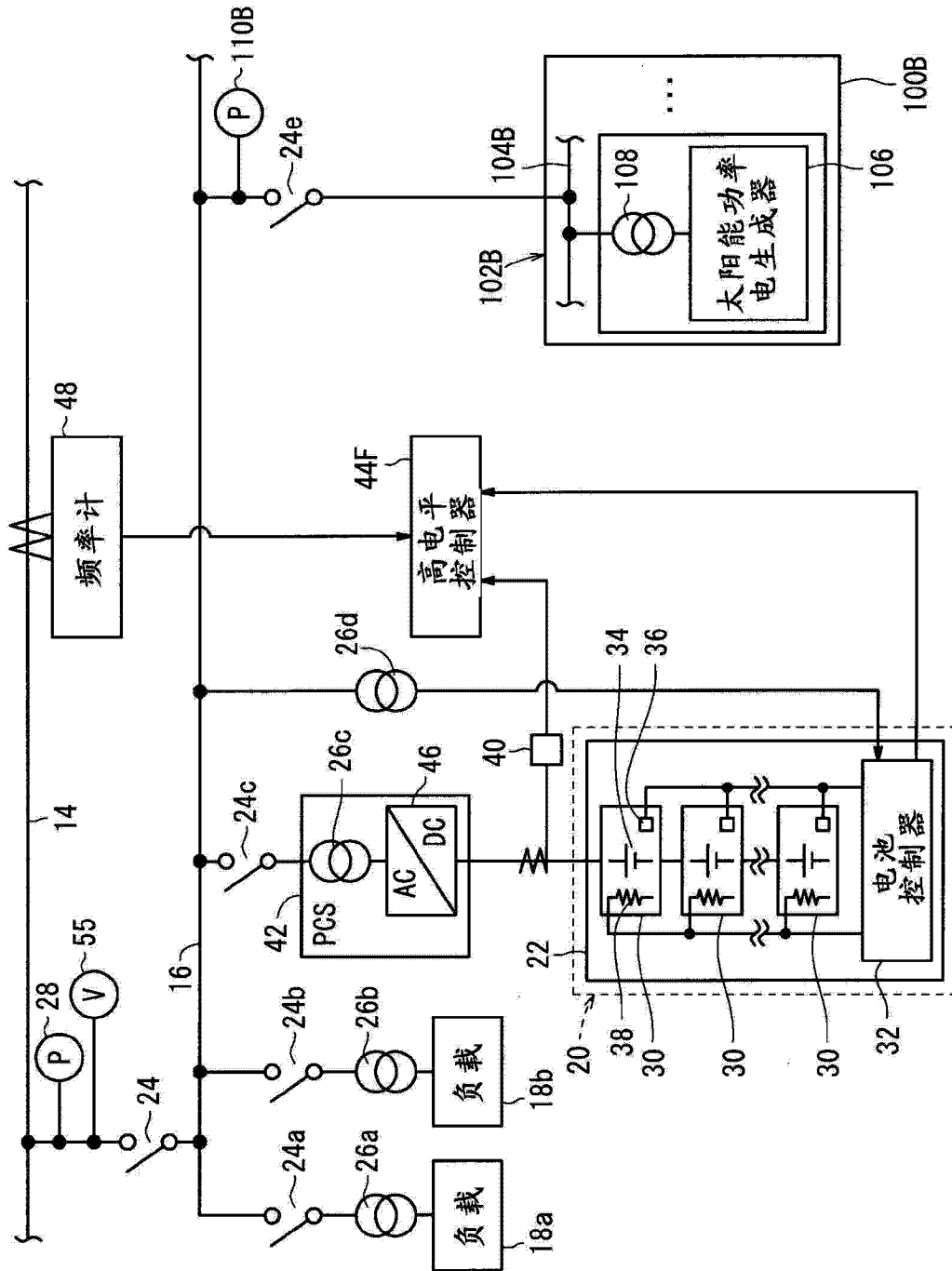


图 22

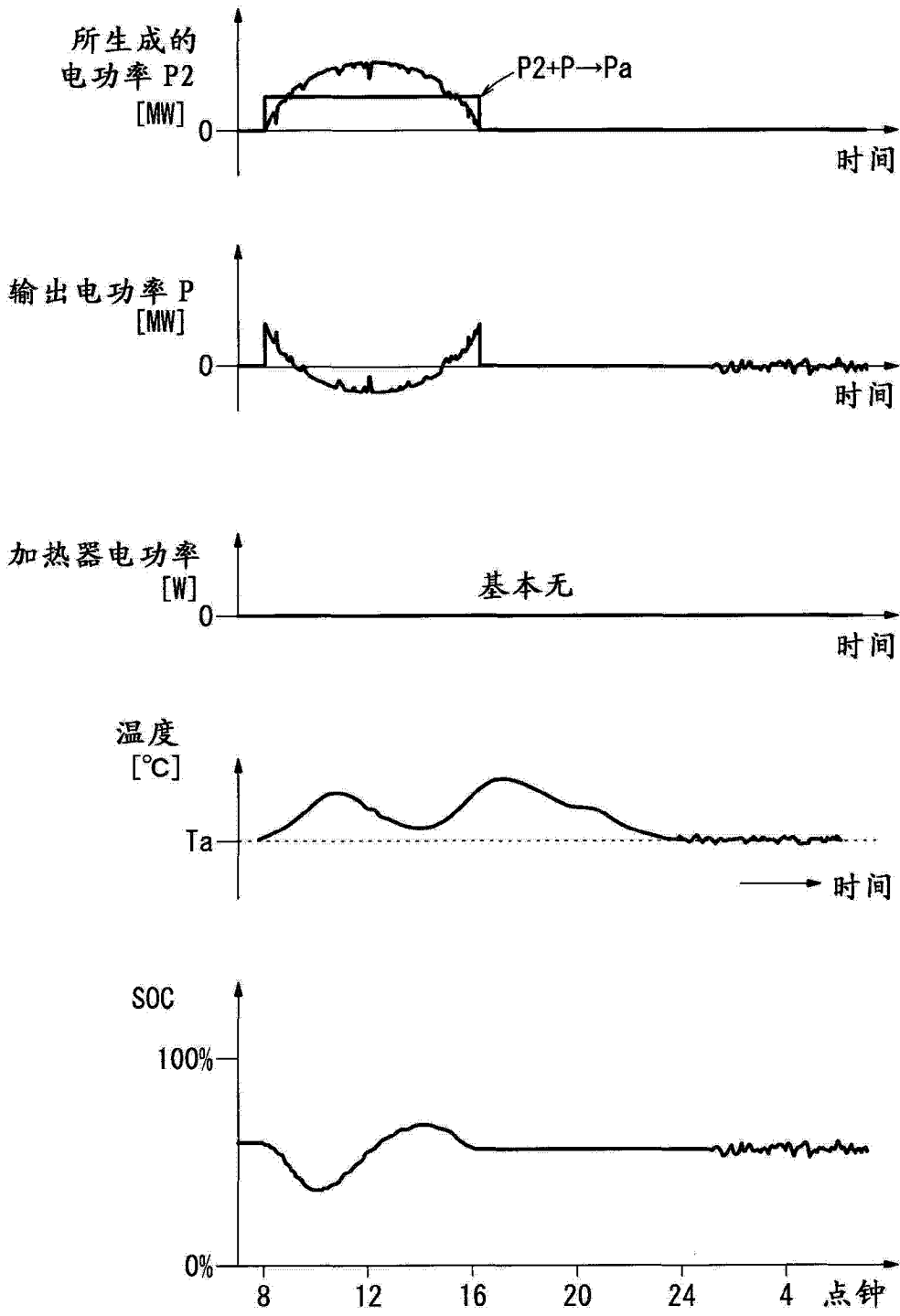


图 23

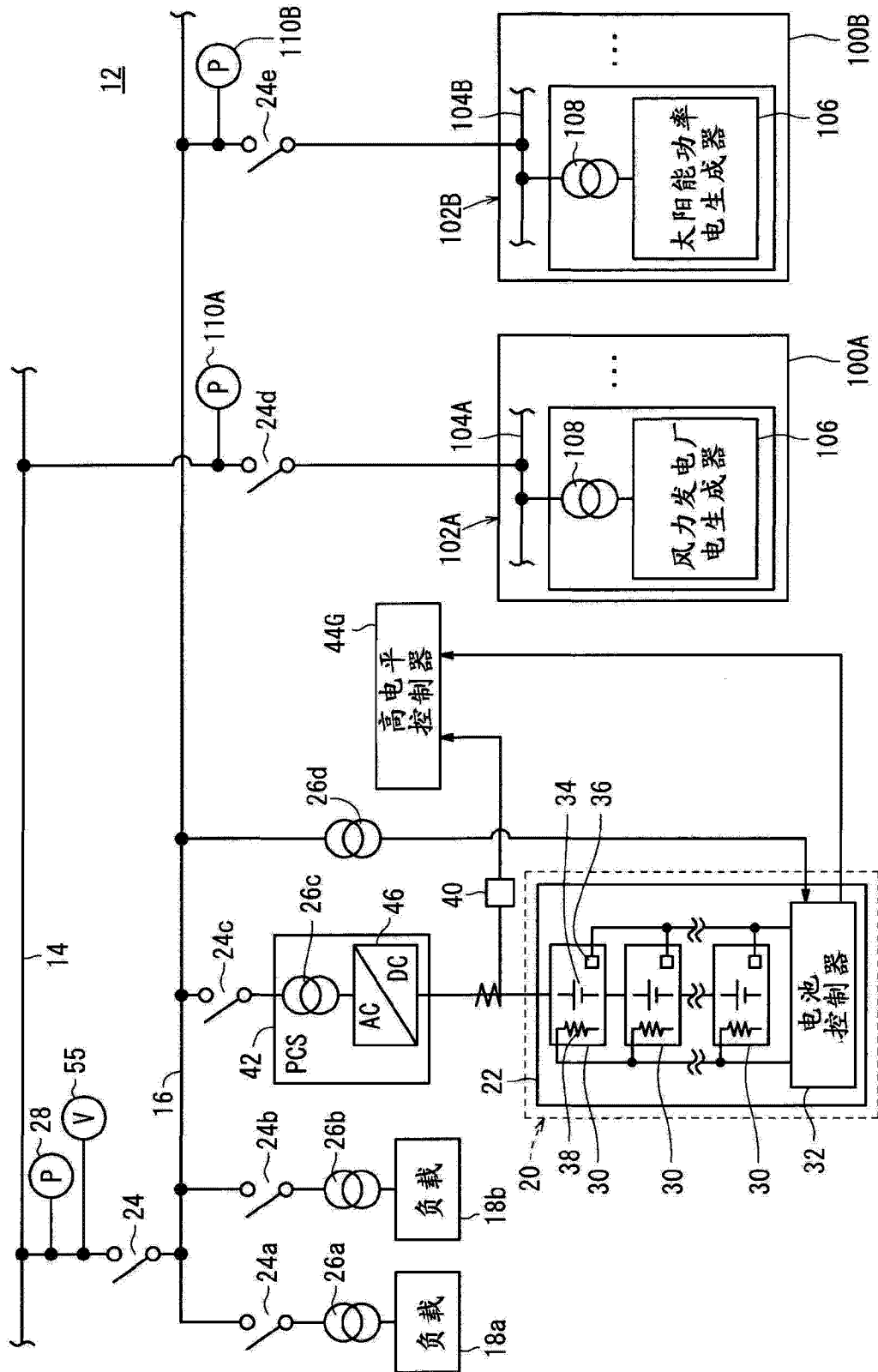


图 24

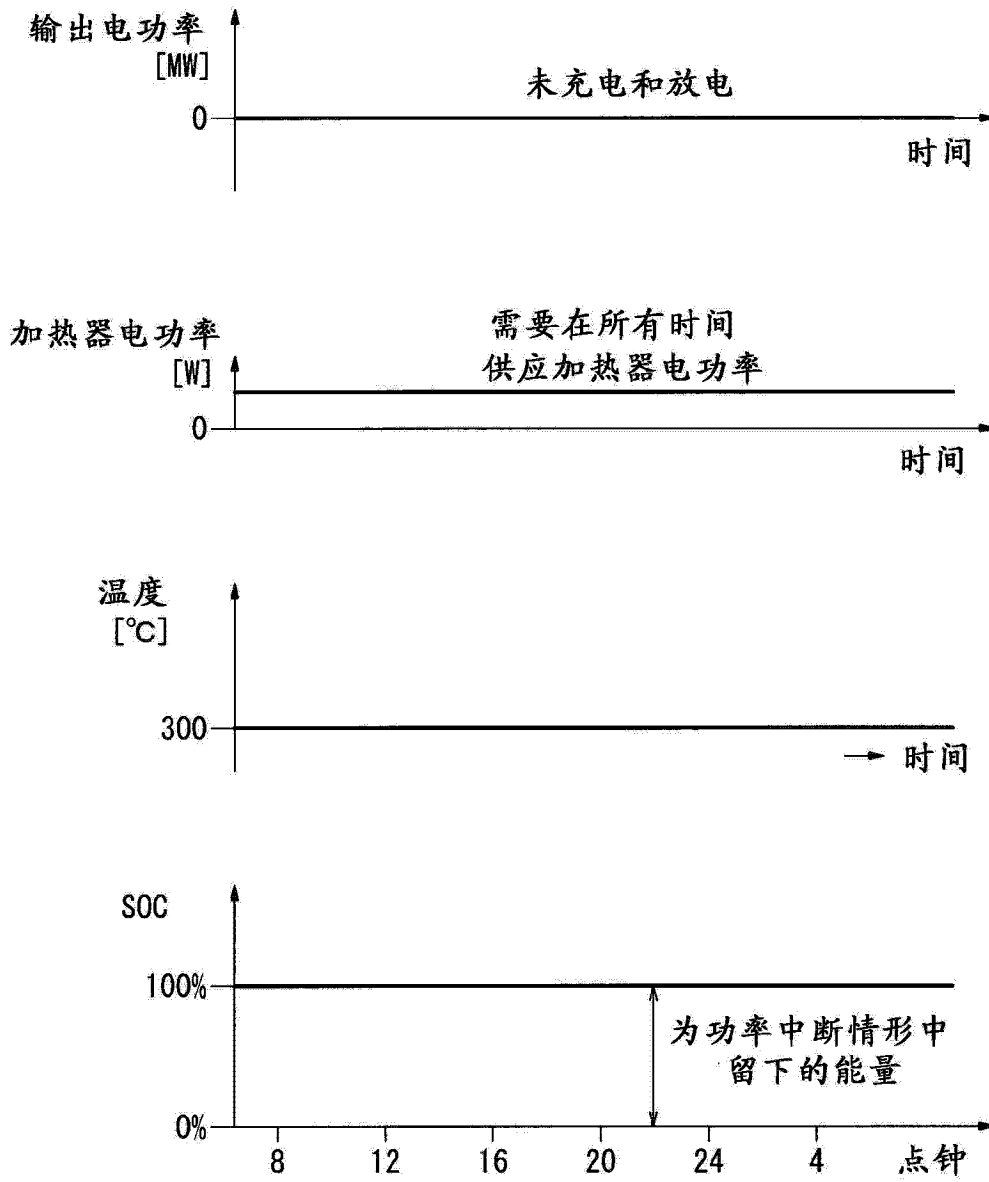


图 25



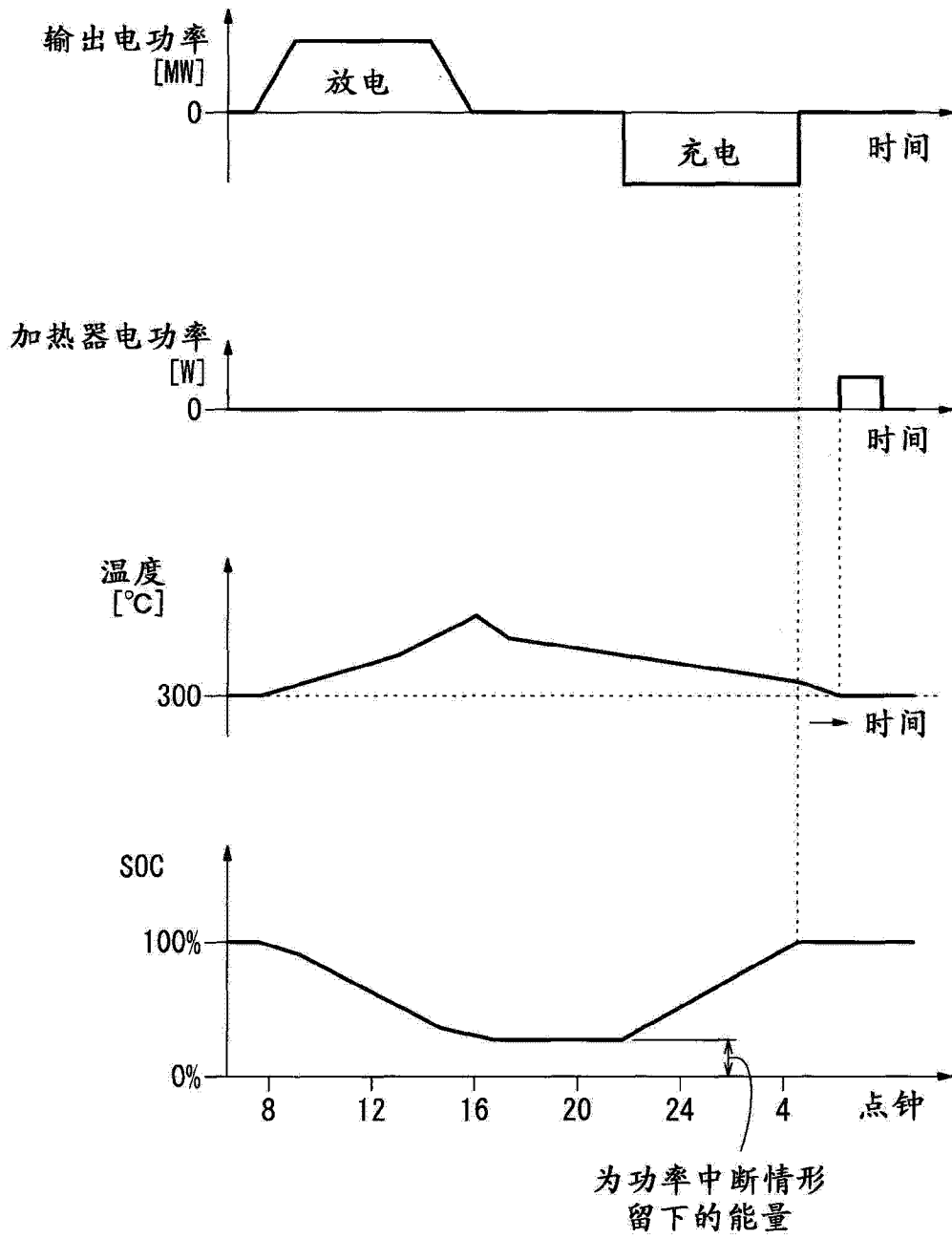


图 26

1. 一种控制被连接至电功率系统(12)的高温蓄电池(20)的方法,所述高温蓄电池至少在启动时通过电功率供应至加热器而被供应热能,所述方法包括如下步骤:

当启动之后所述蓄电池(20)的温度等于或者低于一个参考温度时,通过充电和放电能率对所述蓄电池(20)进行充电和放电,所述充电和放电能率是基于预设的操作所述蓄电池的过程的充电和放电能率与相应于充电和放电周期的充电和放电能率的和,所述充电和放电周期中的每一个是1小时或更短连续充电时间和1小时或更短连续放电时间,从而用于优先于所述电功率供应至所述加热器而供应热能至所述蓄电池(20)。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中在所述充电和放电周期中来自所述蓄电池(20)的充电和放电能率包括基于一个差分信号的充电和放电能率,所述差分信号基于所述电功率系统(12)的频率和一个参考频率之间的差。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中在所述充电和放电周期中来自所述蓄电池(20)的充电和放电能率包括基于一个差分信号的充电和放电能率,所述差分信号基于由所述电功率系统(12)所生成的电功率和所述电功率系统(12)的电功率需求之间的差。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中在所述充电和放电周期中来自所述蓄电池(20)的充电和放电能率包括基于一个差分信号的充电和放电能率,所述差分信号基于由连接至所述电功率系统(12)的一个基于自然能的电生成装置所生成的电功率和所计划的输出电功率之间的差。

5. 根据权利要求2至4中任一项所述的方法,其中在所述充电和放电周期中来自所述蓄电池(20)的充电和放电能率包括基于所述差分信号的高频分量的充电和放电能率。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中通过一个高通滤波器(76)来提取所述高频分量,所述高通滤波器(76)具有1/3600Hz或更低的截止频率。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的方法,其中通过增大和减小所述充电和放电能率的平均幅度,来调整所述充电和放电周期中被供应至所述蓄电池(20)的热能的量。

8. 根据权利要求1至6中任一项所述的方法,其中在所述充电和放电周期中被供应至所述蓄电池(20)的热能的量,通过在一个时间区内增大和减小执行所述充电和放电周期的时间与未执行所述充电和放电周期的时间的比例来调整,在所述时间区中所述蓄电池(20)处于备用状态。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的方法,其中一个目标温度 $T_b$ 和一个目标温度 $T_c$ 被设置为满足关系 $T_b > T_c$ ,通过基于预设的操作所述蓄电池的过程的充电和放电能率与相应于所述充电和放电周期的充电和放电能率的和对所述蓄电池(20)进行充电和放电,由所述蓄电池(20)实现所述目标温度 $T_b$ ,通过控制所述蓄电池(20)的加热器(38)由所述蓄电池(20)实现所述目标温度 $T_c$ 。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的方法,其中一个预设温度被确立为一个上限温度,所述蓄电池(20)在所述上限温度时被允许充电和放电,当所述蓄电池(20)的温度变为等于或高于所述预设温度时,所述蓄电池(20)不通过基于所述预设的操作所述蓄电池的过程的充电和放电能率与相应于所述充电和放电周期的充电和放电能率的和来被充电和放电。

11. 用于控制蓄电池的装置,通过根据权利要求1至10中任一项所述的方法。

12. 电功率控制系统,在所述电功率控制系统中包括根据权利要求11所述的装置,其

中所述电功率系统(12)的频率从一个频率计(48)输入至所述装置,所述频率计(48)与所述电功率系统(12)结合。

13. 电功率控制系统,在所述电功率控制系统中包括根据权利要求 11 所述的装置,其中所述电功率系统(12)的频率,或者所述电功率系统(12)的频率和一个参考频率之间的差从一个电功率公司或一个系统管理器输入至所述装置。

14. 电功率控制系统,在所述电功率控制系统中包括根据权利要求 11 所述的装置,其中所述预设的操作所述蓄电池的过程包括:在所述电功率系统(12)经历功率中断的一个时间区内,将电功率从所述蓄电池(20)供应至一个负载的过程。

15. 电功率控制系统,在所述电功率控制系统中包括根据权利要求 11 所述的装置,其中所述预设的操作所述蓄电池的过程包括平衡负载的过程。

16. 电功率控制系统,在所述电功率控制系统中包括根据权利要求 11 所述的装置,其中所述预设的操作所述蓄电池的过程包括平滑基于自然能的电功率的过程。