



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114846710 A

(43) 申请公布日 2022. 08. 02

(21) 申请号 202080087901.2

(22) 申请日 2020.11.17

(30) 优先权数据

2019-208083 2019.11.18 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.06.16

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2020/042687 2020.11.17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/100673 JA 2021.05.27

(71) 申请人 株式会社杰士汤浅国际

地址 日本京都府

(72) 发明人 鹫久森南

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

专利代理师 金兰

(51) Int.Cl.

H02J 3/00 (2006.01)

H02J 13/00 (2006.01)

H01M 10/42 (2006.01)

H01M 10/48 (2006.01)

H02J 7/00 (2006.01)

H02J 7/35 (2006.01)

H02J 3/32 (2006.01)

H02J 3/38 (2006.01)

G01R 31/367 (2006.01)

G01R 31/382 (2006.01)

G01R 31/388 (2006.01)

G01R 31/392 (2006.01)

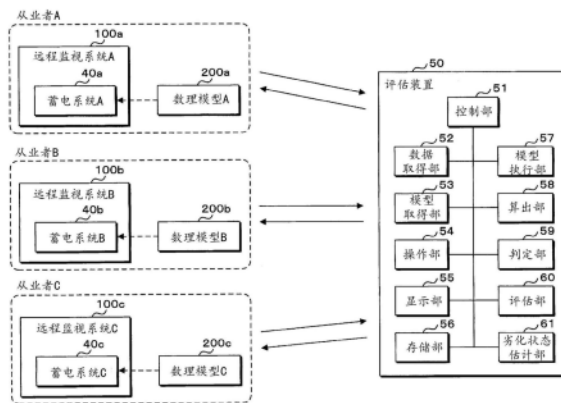
权利要求书2页 说明书15页 附图19页

(54) 发明名称

评估装置、计算机程序以及评估方法

(57) 摘要

评估装置具备：数理模型取得部，取得表现蓄电元件的状态的数理模型；运用数据取得部，取得运用数据，该运用数据包含：在基于数理模型构筑的系统的运用时被输入的时间序列输入数据、以及系统基于时间序列输入数据输出的时间序列输出数据；处理部，执行向数理模型输入时间序列输入数据并使时间序列模型输出数据从数理模型输出的处理；以及评估部，基于时间序列输出数据和时间序列模型输出数据，对系统的设计或者运用进行评估。



1. 一种评估装置,是使用蓄电元件的系统的评估装置,具备:
 - 数理模型取得部,取得表现蓄电元件的状态的数理模型;
 - 运用数据取得部,取得运用数据,该运用数据包含:在基于所述数理模型构筑的系统的运用时被输入的时间序列输入数据、以及所述系统基于所述时间序列输入数据而输出的时间序列输出数据;
 - 处理部,使得执行向所述数理模型输入所述时间序列输入数据并使时间序列模型输出数据从所述数理模型输出的处理;以及
 - 评估部,基于所述时间序列输出数据和所述时间序列模型输出数据,对所述系统的设计或者运用进行评估。
2. 如权利要求1所述的评估装置,具备:
 - 比较值算出部,算出表示所述时间序列输出数据与所述时间序列模型输出数据的比较值的比较值时间序列数据;以及
 - 判定部,基于由所述比较值算出部算出的比较值时间序列数据,判定有无所述系统的异常事件,
 - 在由所述判定部判定为有异常事件的情况下,所述评估部对所述系统的设计或者运用进行评估。
3. 如权利要求2所述的评估装置,
 - 所述时间序列输出数据包含所述系统中使用的蓄电元件的电气值以及温度值的实际测量值,
 - 所述时间序列模型输出数据包含表现所述蓄电元件的所述数理模型的电气值以及温度值的计算值,
 - 所述判定部基于所述实际测量值以及计算值,判定有无所述系统的异常事件。
4. 如权利要求3所述的评估装置,
 - 所述比较值算出部具备:
 - 第一算出部,基于所述实际测量值,算出所需的蓄电元件间的实际测量电压差及实际测量温度差;以及
 - 第二算出部,基于所述实际测量值以及所述计算值,算出所述所需的蓄电元件之中的一个蓄电元件的关于电压及温度的实际测量值与计算值之差,
 - 所述判定部基于实际测量电流值、由所述第一算出部算出的实际测量电压差及实际测量温度差、以及由所述第二算出部算出的实际测量值与计算值之差,判定异常事件的主要原因。
5. 如权利要求2至权利要求4中任一项所述的评估装置,
 - 所述判定部判定所述异常事件是所述系统中使用的蓄电元件的异常,还是所述蓄电元件的环境的异常。
6. 如权利要求2至权利要求5中任一项所述的评估装置,具备:
 - 劣化状态估计部,基于所述运用数据,估计所需时刻的蓄电元件的劣化状态,
 - 在由所述劣化状态估计部估计的劣化状态为目标值以下的情况下,所述判定部判定所述系统的异常事件的主要原因。
7. 如权利要求2至权利要求6中任一项所述的评估装置,具备:

提供部,基于所述判定部的判定结果,提供与所述系统的设计或者运用有关的辅助信息。

8.一种计算机程序,使计算机执行如下处理:

取得表现蓄电元件的状态的数理模型;

取得运用数据,该运用数据包含:在基于所述数理模型构筑的系统的运用时被输入的时间序列输入数据、以及所述系统基于所述时间序列输入数据而输出的时间序列输出数据;

向所述数理模型输入所述时间序列输入数据,并使时间序列模型输出数据从所述数理模型输出;以及

基于所述时间序列输出数据和所述时间序列模型输出数据,对所述系统的设计或者运用进行评估。

9.一种系统的评估方法,

从使用蓄电元件的系统的从业者取得表现蓄电元件的状态的数理模型,

从所述从业者取得运用数据,该运用数据包含:在基于所述数理模型构筑的系统的运用时被输入的时间序列输入数据、以及所述系统基于所述时间序列输入数据而输出的时间序列输出数据,

向计算机内组入所述数理模型,执行向所述数理模型输入所述时间序列输入数据并使时间序列模型输出数据从所述数理模型输出的处理,

基于所述时间序列输出数据和所述时间序列模型输出数据,对所述系统的设计或者运用进行评估。

10.如权利要求9所述的评估方法,

算出表示所述时间序列输出数据与所述时间序列模型输出数据的比较值的比较值时间序列数据,

基于算出的比较值时间序列数据,判定异常事件是所述系统中使用的蓄电元件的异常,还是所述蓄电元件的环境的异常。

11.如权利要求10所述的评估方法,

基于异常事件的判定结果,提供与所述系统的设计或者运用有关的辅助信息。

评估装置、计算机程序以及评估方法

技术领域

[0001] 本发明涉及评估装置、计算机程序以及评估方法。

背景技术

[0002] 近年来,在汽车行业等各行业,正积极导入MBD(基于模型的开发),基于模拟的产品开发不断融入(专利文献1)。在对系统进行模拟的数理模型中,对于规定的数值数据的输入,输出规定的数值数据。基于数理模型,制成该系统的控制程序,或者设计周边系统。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开平11-14507号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 如果是像二次电池那样的建模难度高的系统,则数理模型的输出有时与现实的系统(也称为实际系统)的输出相背离。在该情况下,存在对数理模型本身进行改善的余地、对基于数理模型设计的二次电池系统或周边系统的结构、或者控制程序的动作进行改善的余地。但是,以往针对那样的改善尚未进行充分的研究。

[0008] 本发明的目的在于,提供对基于数理模型构筑的系统进行评估的评估装置、计算机程序以及评估方法。

[0009] 用于解决课题的手段

[0010] 使用蓄电元件的系统的评估装置具备:数理模型取得部,取得表现蓄电元件的状态的数理模型;运用数据取得部,取得运用数据,该运用数据包含:在基于所述数理模型构筑的系统的运用时被输入的时间序列输入数据、以及所述系统基于所述时间序列输入数据输出的时间序列输出数据;处理部,执行向所述数理模型输入所述时间序列输入数据并使时间序列模型输出数据从所述数理模型输出的处理;以及评估部,基于所述时间序列输出数据和所述时间序列模型输出数据,对所述系统的设计或者运用进行评估。

[0011] 计算机程序使计算机执行如下处理:取得表现蓄电元件的状态的数理模型;取得运用数据,该运用数据包含:在基于所述数理模型构筑的系统的运用时被输入的时间序列输入数据、以及所述系统基于所述时间序列输入数据输出的时间序列输出数据;向所述数理模型输入所述时间序列输入数据,并使时间序列模型输出数据从所述数理模型输出;以及基于所述时间序列输出数据和所述时间序列模型输出数据,对所述系统的设计或者运用进行评估。

[0012] 使用蓄电元件的系统的评估方法进行:从使用蓄电元件的系统的从业者取得表现蓄电元件的状态的数理模型;从所述从业者取得运用数据,该运用数据包含:在基于所述数理模型构筑的系统的运用时被输入的时间序列输入数据、以及所述系统基于所述时间序列输入数据输出的时间序列输出数据;向计算机内组入所述数理模型,执行向所述数理模型

输入所述时间序列输入数据并使时间序列模型输出数据从所述数理模型输出的处理;基于所述时间序列输出数据和所述时间序列模型输出数据,对所述系统的设计或者运用进行评估。

[0013] 数理模型取得部取得表现蓄电元件的状态的数理模型。蓄电元件的状态不仅包含蓄电元件本身的状态,而且还包含蓄电元件的配置等周围的环境的状态。数理模型表现使用代数方程式、微分方程式以及特性参数在数学上描述蓄电元件或蓄电元件的周边的特性的模型,是通过执行模拟而得到的模型。数理模型例如是由编程语言或者数值分析软件执行的执行代码。此外,数理模型也可以是由编程语言或者数值分析软件参考的定义信息或库文件。

[0014] 运用数据取得部取得运用数据,该运用数据包含:在基于数理模型构筑的系统的运用时被输入的时间序列输入数据、以及系统基于时间序列输入数据输出的时间序列输出数据。运用数据也可以不仅包含局限于字面的蓄电系统(也称为系统)的运用时的数据,而且还包含蓄电系统的运用前的试运行或设计最终阶段等中实际得到的数据。

[0015] 时间序列输入数据例如是向蓄电元件输入的电力数据,能够在蓄电元件充电时设为正的电力数据,在放电时设为负的电力数据。电力数据意味着对于蓄电元件的负载数据。时间序列输出数据包含蓄电元件的电流数据、电压数据、温度数据、以及能够根据这些数据算出的数据例如SOC(充电状态)的数据。

[0016] 数理模型以及运用数据例如能够从进行蓄电系统的设计、导入、运用以及维护等事业的从业者取得。运用数据能够设为从这样的从业者例如在运用开始到当前时刻(例如从运用开始起数月后、数年后等)的运用期间内收集的数据。时间序列数据的计测频度可能根据蓄电系统的运用状态等而变化,但一般而言,在负载变动较大的运用状态下,时间序列数据的计测频度高(例如,每1小时实际测量5分钟),在负载变动较小的运用状态下,时间序列数据的计测频度低(例如,每6小时实际测量5分钟)。

[0017] 处理部执行向数理模型输入时间序列输入数据并使时间序列模型输出数据从数理模型输出的处理。向数理模型输入的时间序列输入数据例如是与运用数据中包含的电力数据相同的数据(意味着输入相同的负载)。在运用期间像1年那样较长的情况下,也可以将运用期间例如以1周为单位、以1个月为单位等进行分割,并将分割成的每个期间的电力数据向数理模型输入。数理模型输出蓄电元件的电流数据、电压数据、温度数据。此外,也能够根据这些数据计算SOC(充电状态)的数据。

[0018] 评估部基于时间序列输出数据和时间序列模型输出数据,对蓄电系统的设计或者运用进行评估。即,评估部对蓄电系统的运用数据中包含的蓄电元件的电压数据、电流数据、温度数据,与向数理模型输入了与蓄电系统实际被输入的电力数据相同的电力数据时数理模型所输出的电压数据、电流数据、温度数据进行比较。使日期时间同步并进行数据的比较。即,对相同的日期时间的数据进行比较。评估部例如能够基于二者的电压数据、电流数据、温度数据中的至少一个之间是否存在数据的背离,对蓄电系统的设计或者运用进行评估。在背离的程度比设想范围大的情况下,能够判定为有异常事件的可能性,在背离的程度进一步增大的情况下,能够判定为有异常事件。

[0019] 通过上述的结构,能够对基于数理模型构筑且使用蓄电元件的系统的设计或者运用进行评估。

[0020] 也可以是,评估装置具备:比较值算出部,算出表示所述时间序列输出数据与所述时间序列模型输出数据的比较值的比较值时间序列数据;以及判定部,基于由所述比较值算出部算出的比较值时间序列数据,判定有无所述系统的异常事件,在由所述判定部判定为有异常事件的情况下,所述评估部对所述系统的设计或者运用进行评估。

[0021] 比较值算出部算出表示时间序列输出数据与时间序列模型输出数据的比较值的比较值时间序列数据。例如,算出蓄电元件的实际的电压数据与数理模型所输出的电压数据之间的差分。比较值是相同的日时分秒的数据的比较值。另外,在蓄电元件的实际的电压数据与数理模型所输出的电压数据不是相同时刻的情况下,对数理模型的输出定时进行调整以使数理模型所输出的电压数据的定时对应于实际的电压数据的定时即可。针对电流数据、温度数据也是同样的。

[0022] 判定部基于由比较值算出部算出的比较值时间序列数据,判定有无蓄电系统的异常事件。在比较值比阈值大的情况下,能够判定为有异常事件的可能性,在比较值比阈值进一步增大的情况下,能够判定为有异常事件。

[0023] 在由判定部判定为有异常事件的情况下,评估部对蓄电系统的设计或者运用进行评估。在由判定部判定为没有异常事件的情况下,也可以不对蓄电系统进行评估。通过上述的结构,能够对基于数理模型构筑且使用蓄电元件的系统的设计或者运用进行评估。

[0024] 在评估装置中也可以是,所述时间序列输出数据包含所述系统中使用的蓄电元件的电气值以及温度值的实际测量值,所述时间序列模型输出数据包含表现所述蓄电元件的所述数理模型的电气值以及温度值的计算值,所述判定部基于所述实际测量值以及计算值,判定有无所述系统的异常事件。

[0025] 时间序列输出数据包含:在基于数理模型构筑的蓄电系统中使用的蓄电元件的电气值以及温度值的实际测量值,时间序列模型输出数据包含:表现蓄电元件的数理模型所输出的电气值以及温度值的计算值。

[0026] 判定部基于实际测量值以及计算值,判定有无蓄电系统的异常事件。根据蓄电元件中流动的实际测量电流值,能够判定是重负载还是轻负载,或者判定负载变动的大小。基于蓄电元件各自的电压的实际测量值,能够求出所需的蓄电元件间的电压差。此外,基于蓄电元件各自的温度的实际测量值,能够求出所需的蓄电元件间的温度差。判定部通过考虑这些电压差以及温度差的实际测量值、以及实际测量值与计算值之差等,能够判定有无异常事件(例如,蓄电元件的异常(比设想更早的劣化等)、或者蓄电元件的环境的异常)。

[0027] 在评估装置中也可以是,所述比较值算出部具备:第一算出部,基于所述实际测量值,算出所需的蓄电元件间的实际测量电压差及实际测量温度差;以及第二算出部,基于所述实际测量值以及所述计算值,算出所述所需的蓄电元件之中的一个蓄电元件的关于电压及温度的实际测量值与计算值之差,所述判定部基于实际测量电流值、由所述第一算出部算出的实际测量电压差及实际测量温度差、以及由所述第二算出部算出的实际测量值与计算值之差,判定异常事件的主要原因。

[0028] 比较值算出部具备第一算出部和第二算出部。第一算出部基于实际测量值,算出所需的蓄电元件间的实际测量电压差及实际测量温度差。

[0029] 第二算出部基于实际测量值以及计算值,算出所需的蓄电元件之中的一个蓄电元件的关于电压及温度的实际测量值与计算值之差。

[0030] 判定部基于实际测量电流值、由第一算出部算出的实际测量电压差及实际测量温度差、以及由第二算出部算出的实际测量值与计算值之差,判定异常事件的主要原因。例如,在实际测量电流值以及蓄电元件间的实际测量电压差大,且实际测量值与计算值之差也大的情况下,能够判定为该一个蓄电元件的异常。另一方面,在实际测量电流值小,蓄电元件间的实际测量温度差大,且实际测量值与计算值之差也大的情况下,能够判定为环境的异常。

[0031] 在评估装置中也可以是,所述判定部判定所述异常事件是所述系统中使用的蓄电元件的异常,还是所述蓄电元件的环境的异常。

[0032] 评估方法也可以算出表示所述时间序列输出数据与所述时间序列模型输出数据的比较值的比较值时间序列数据,基于算出的比较值时间序列数据,判定异常事件是所述系统中使用的蓄电元件的异常,还是所述蓄电元件的环境的异常。

[0033] 判定部能够判定异常事件是蓄电系统中使用的蓄电元件的异常,还是蓄电元件的环境的异常。蓄电元件的异常例如包含判定为蓄电元件比设想更早劣化的情况。此外,能够对蓄电元件的异常与环境进行区分判定,因此能够防止误判定为蓄电元件的异常。

[0034] 评估装置也可以具备:劣化状态估计部,基于所述运用数据,估计所需时刻的蓄电元件的劣化状态,在由所述劣化状态估计部估计的劣化状态为目标值以下的情况下,所述判定部判定所述系统的异常事件的主要原因。

[0035] 劣化状态估计部基于运用数据,估计所需时刻的蓄电元件的劣化状态。劣化状态估计部例如也可以由劣化模拟器构成,或者也可以由通过机器学习而学习的学习完毕模型构成。运用数据能够设为基于蓄电元件的电流数据或电压数据算出的SOC的时间序列数据、以及蓄电元件的温度的时间序列数据。劣化状态估计部能够基于SOC的时间序列数据以及温度的时间序列数据估计蓄电元件的劣化值。即,劣化状态估计部能够基于时刻 t_1 至时刻 t_n 的SOC以及温度的时间序列数据,估计时刻 t_1 至时刻 t_n 的SOH的降低(劣化值)。时刻 t_n 能够设为从时刻 t_1 向未来经过了所需的时间后的时刻。时刻 t_1 与时刻 t_n 的时间差是劣化预测对象期间,例如能够设为1个月、半年、1年、2年等所需的时间。

[0036] 在由劣化状态估计部估计的劣化状态(例如SOH)为目标值以下的情况下,判定部判定蓄电系统的异常事件的主要原因。目标值例如是从运用开始经过了设想年数后的时刻(期待寿命)的SOH,能够设为蓄电元件的EOL。在期待寿命中蓄电元件的SOH为EOL以下的情况下,蓄电元件的SOH应该与根据数理模型的计算值得到的SOH背离,而且在基于运用数据估计的SOH成为EOL以下的情况下,需要采取对策以使实际运用中的蓄电系统接近于通过数理模型构筑的蓄电系统。因此,判定部能够在这样的情况下判定实际运用中的蓄电系统的异常事件的主要原因。此外,在期待寿命中蓄电元件的SOH高于EOL的情况下,可以认为实际运用中的蓄电系统处于基于数理模型构筑的蓄电系统的设想范围内,因此不需要判定蓄电系统的异常事件的主要原因。

[0037] 评估装置也可以具备:提供部,基于所述判定部的判定结果,提供与所述系统的设计或者运用有关的辅助信息。

[0038] 评估方法也可以基于异常事件的判定结果,提供与所述系统的设计或者运用有关的辅助信息。

[0039] 提供部基于判定部的判定结果,提供与系统的设计或者运用有关的辅助信息。例

如,在判定为蓄电元件的异常的情况下,能够提供蓄电元件的更换或增设、负载的减轻等辅助信息。此外,在判定为环境的异常的情况下,能够提供空调的调整(例如降低温度等)、蓄电元件的配置的变更等辅助信息,能够根据异常主要原因,提供对蓄电系统的最佳运用进行辅助的辅助信息。

[0040] 此外,也能够重新评估在使用数理模型构筑蓄电系统时的系统设计参数、或者数理模型本身。蓄电元件的系统设计参数包含系统整体中使用的蓄电元件的种类、数量、额定规格等,例如包含蓄电模块的结构或者数量、组的结构或者数量等系统设计所需的各种各样的参数。即,虽然在最初的设计中预计为到达期待寿命时的蓄电元件的SOH不会成为EOL以下,但作为基于实际的运用数据的劣化状态,到达期待寿命时的蓄电元件的SOH成为EOL以下。在这样的情况下,能够提供与设计参数、或者数理模型本身的重新评估有关的辅助信息。

[0041] 发明效果

[0042] 通过上述的结构,能够对基于数理模型构筑且使用蓄电元件的系统的设计或者运用进行评估。

附图说明

[0043] 图1是表示本实施方式的评估装置的结构图。

[0044] 图2是表示远程监视系统的结构的一例的图。

[0045] 图3是表示组的结构的一例的图。

[0046] 图4是示意性地表示运用数据中包含的电力数据的图。

[0047] 图5是表示运用数据中包含的实际测量值以及数理模型所输出的计算值的例子的图。

[0048] 图6是表示与蓄电元件的使用时间相应的SOH的降低的一例的示意图。

[0049] 图7是表示运用数据中包含的第一时刻至第二时刻的电流波形的一例的示意图。

[0050] 图8是表示运用数据中包含的第一时刻至第二时刻的电压波形的一例的示意图。

[0051] 图9是表示运用数据中包含的第一时刻至第二时刻的SOC数据的一例的示意图。

[0052] 图10是表示运用数据中包含的第一时刻至第二时刻的温度数据的一例的示意图。

[0053] 图11是表示劣化模拟器61a的动作的示意图。

[0054] 图12是表示蓄电元件的SOH的推移的一例的图。

[0055] 图13是表示蓄电模块内的蓄电单池的温度分布的一例的示意图。

[0056] 图14是表示环境差所引起的蓄电元件的举动的差异的一例的示意图。

[0057] 图15是表示环境差所引起的蓄电元件的举动的差异的其他例的示意图。

[0058] 图16是表示实际测量值与预测值的关系的一例的说明图。

[0059] 图17是表示蓄电系统的使用状态下的实际测量值和计算值的推移的第一例的示意图。

[0060] 图18是表示蓄电系统的使用状态下的实际测量值和计算值的推移的第二例的示意图。

[0061] 图19是表示异常主要原因判定的基于规则的模型的一例的说明图。

[0062] 图20是表示学习模型的结构的一例的示意图。

[0063] 图21是表示评估装置的处理过程的一例的流程图。

具体实施方式

[0064] 以下,基于附图说明本实施方式所涉及的评估装置。图1是表示本实施方式的评估装置50的结构图。评估装置50具备对装置整体进行控制的控制部51、数据取得部52、模型取得部53、操作部54、显示部55、存储部56、模型执行部57、算出部58、判定部59、评估部60、劣化状态估计部61。

[0065] 从业者A进行蓄电系统40a的设计、导入、运用以及维护等事业,例如能够使用远程监视系统100a对蓄电系统40a进行远程监视。蓄电系统40a通过使用数理模型200a被构筑。即,从业者A保持数理模型200a,并且保持通过远程监视而得到的蓄电系统40a的运用数据。从业者B同样保持数理模型200b,并且保持通过远程监视而得到的蓄电系统40b的运用数据。从业者C也同样保持数理模型200c,并且保持通过远程监视而得到的蓄电系统40c的运用数据。蓄电系统40a、40b、40c例如在火力发电系统、百万瓦级太阳能发电系统、风力发电系统、不间断电源(UPS:Uninterruptible Power Supply)、铁路用的稳定化电源系统 etc 中使用。

[0066] 数理模型200a、200b、200c表现使用代数方程式、微分方程式以及特性参数在数学上描述蓄电元件或蓄电元件的周边的特性的模型,是通过执行模拟而得到的模型。数理模型例如是由编程语言或者数值分析软件执行的执行代码。此外,数理模型也可以是由编程语言或者数值分析软件参考的定义信息或库文件。数理模型200a、200b、200c分别不同。

[0067] 运用数据也可以不仅包含蓄电系统(也称为系统)的运用时的数据,而且还包含蓄电系统的运用前的试运行或设计最终阶段等中实际得到的数据。运用数据包含时间序列输入数据以及时间序列输出数据。时间序列输入数据例如是向蓄电元件输入的电力数据,能够在蓄电元件充电时设为正的电力数据,在放电时设为负的电力数据。电力数据意味着对于蓄电元件的负载数据。时间序列输出数据包含蓄电元件的电流数据、电压数据、温度数据、以及能够根据这些数据算出的数据例如SOC(充电状态)的数据。

[0068] 评估装置50如果从例如从业者A取得了数理模型200a以及蓄电系统40a的运用数据,则能够使用所取得的数理模型和运用数据进行所需的处理,基于处理结果,对从业者A的蓄电系统40a的设计或者运用进行评估,基于评估结果,向从业者A提供与蓄电系统40a的设计或者运用有关的辅助信息。针对从业者B也同样,评估装置50如果取得了数理模型200b以及蓄电系统40b的运用数据,则能够向从业者B提供与蓄电系统40b的设计或者运用有关的辅助信息。针对从业者C也是同样的。数理模型200a、200b、200c都称为数理模型200。

[0069] 图2是表示远程监视系统100的结构的一例的图,图3是表示组(バンク)44的结构的一例的图。如图2所示,远程监视系统100具备:通信设备10、与通信设备10经由通信网络1连接的服务器装置20、域管理装置30、蓄电系统40。蓄电系统40包含多个组41。如图3所示,组41通过将多个蓄电模块串联连接而成,具备电池管理装置(BMS)44、多个蓄电模块42、以及被设置于各蓄电模块42的计测基板(CMU:电池监测单元(Cell Monitoring Unit))43等。

[0070] 通信设备10具备控制部11、存储部12、第一通信部13以及第二通信部14。控制部11由CPU(中央处理单元(Central Processing Unit))等构成,使用内置的ROM(只读存储器(Read Only Memory))以及RAM(随机存取存储器(Random Access Memory))等存储器,对通

信设备10整体进行控制。

[0071] 存储部12例如能够使用闪速存储器等非易失性存储器。存储部12能够存储所需的信息,例如,能够存储通过控制部11的处理得到的信息。

[0072] 第一通信部13能够与域管理装置30之间进行通信。

[0073] 第二通信部14能够经由通信网络1与服务器装置20之间进行通信。

[0074] 域管理装置30使用规定的通信接口与各组41内的电池管理装置44之间进行信息的发送接收。

[0075] 各组1~N具备多个蓄电模块42,各蓄电模块42具备计测基板43。各蓄电模块42中,多个蓄电单池(cell)(蓄电元件)被串联连接。计测基板43能够取得与蓄电模块42的各蓄电单池的状态有关的蓄电元件信息,蓄电元件信息例如包含蓄电单池的电压、电流、温度、SOC(充电状态)、SOH等。蓄电元件信息例如能够以0.1秒、0.5秒、1秒等适宜的周期反复取得。积蓄有蓄电元件信息的数据成为运用数据的一部分。另外,蓄电单池优选是铅蓄电池及锂离子电池那样的二次电池、或者电容器那样的可再充电的电池。蓄电单池的一部分也可以是不可再充电的一次电池。

[0076] 电池管理装置44能够通过串行通信与带通信功能的计测基板43进行通信,能够取得计测基板43所检测的蓄电元件信息。电池管理装置44能够与域管理装置30之间进行信息的发送接收。域管理装置30汇聚来自属于域的组的电池管理装置44的蓄电元件信息。域管理装置30将汇聚的蓄电元件信息向通信设备10输出。这样,通信设备10能够经由域管理装置30取得蓄电系统40的运用数据。

[0077] 存储部12能够存储经由域管理装置30取得的运用数据。

[0078] 服务器装置20能够从通信设备10收集蓄电系统40的运用数据。服务器装置20能够将收集的运用数据(时间序列的实际测量电压数据、时间序列的实际测量电流数据、时间序列的实际测量温度数据、时间序列的电力数据、时间序列的SOC数据)按每个蓄电元件区分存储。

[0079] 接着,针对评估装置50进行说明。

[0080] 数据取得部52例如能够由记录介质读取设备、通信电路等构成,具有作为运用数据取得部的功能。数据取得部52取得运用数据,该运用数据包含:在基于数理模型200构筑的蓄电系统40的运用时输入的时间序列输入数据、以及系统基于时间序列输入数据输出的时间序列输出数据。

[0081] 模型取得部53例如能够由记录介质读取设备、通信电路等构成,具有作为数理模型取得部的功能。模型取得部53取得表现蓄电元件的状态的数理模型200。蓄电元件的状态不仅包含蓄电元件本身的状态,而且还包含蓄电元件的配置等周围的环境的状态。

[0082] 数理模型以及运用数据例如能够从进行蓄电系统的设计、导入、运用以及维护等事业的从业者A、B、C等取得。运用数据能够设为从这样的从业者例如在运用开始到当前时刻(例如从运用开始起数月后、数年后等)的运用期间内收集的数据。时间序列数据的计测频度可能根据蓄电系统的运用状态等而变化,但一般而言,在负载变动较大的运用状态下,时间序列数据的计测频度高(例如,每1小时实际测量5分钟),在负载变动较小的运用状态下,时间序列数据的计测频度低(例如,每6小时实际测量5分钟)。

[0083] 存储部56能够存储由数据取得部52取得的运用数据以及由模型取得部53取得的

数理模型200。

[0084] 操作部54例如能够由键盘、鼠标、触摸面板等输入设备构成。

[0085] 显示部55能够由液晶面板或者有机EL(电致发光(Electro Luminescence))显示器等构成。

[0086] 模型执行部57能够由CPU、ROM、RAM等构成,或者也可以具备GPU(图形处理单元(Graphics Processing Units))。模型执行部57通过组入由模型取得部53取得的数理模型200,能够提供数理模型200的执行环境(模拟环境)。

[0087] 模型执行部57具有作为处理部的功能,执行向数理模型200输入时间序列输入数据并使时间序列模型输出数据从数理模型200输出的处理。向数理模型输入的时间序列输入数据例如是与运用数据中包含的电力数据相同的数据(意味着输入相同的负载)。

[0088] 图4是示意性地表示运用数据中包含的电力数据的图。在图4中,横轴表示时间,纵轴表示每时段的电力量。电力数据如果从蓄电元件来看相当于负载数据,能够将正侧设为充电,将负侧设为放电。在图4的例中,在白天进行放电,在清晨和夜间进行充电。另外,图4所示的电力数据是一例,也可以替代为与图4的例子不同的例子。电力数据的运用期间既可以如图4所示是1天,或者也可以是1周、2周、1个月、3个月、半年、1年等适宜的期间。

[0089] 在运用期间例如像1年那样较长的情况下,也可以将运用期间以1周为单位、以1个月为单位等进行分割,并将分割成的每个期间的电力数据向数理模型200输入。数理模型200输出蓄电元件的电流数据、电压数据、温度数据。此外,也能够根据这些数据计算SOC(充电状态)的数据。

[0090] 评估部60能够基于运用数据中包含的时间序列输出数据、以及数理模型200所输出的时间序列模型输出数据,对蓄电系统的设计或者运用进行评估。评估部60对蓄电系统的运用数据中包含的蓄电元件的电压数据、电流数据以及温度数据(将其总称为时间序列输出数据),与向数理模型200输入了与蓄电系统实际被输入的电力数据相同的电力数据、蓄电元件的周边温度(例如,蓄电元件的温度、蓄电模块的温度、蓄电池盘内的温度等)时数理模型200所输出的电压数据、电流数据以及温度数据(将其总称为时间序列模型输出数据)进行比较。此外,在从运用期间的中途进行比较时,优选基于实际测量值,将开始比较的时刻的蓄电元件的容量维持率、内部电阻、SOC等蓄电元件的状态,作为数理模型200的初始值输入。

[0091] 运用数据中包含的时间序列输出数据,包含蓄电元件的电气值以及温度值的实际测量值。例如,包含蓄电元件的电流数据、电压数据、温度数据各自的实际测量值。时间序列模型输出数据包含数理模型200所输出的电气值以及温度值的计算值。例如,包含蓄电元件的电流数据、电压数据、温度数据各自的计算值。

[0092] 图5是表示运用数据中包含的实际测量值以及数理模型200所输出的计算值的例子的图。实际测量值以及计算值在使时刻同步的状态下,对蓄电元件的电压、电流以及温度各自的值进行对比。评估部60能够基于实际测量电压值与计算电压值、实际测量电流值与计算电流值、实际测量温度值与计算温度值各自之间是否有背离,对蓄电系统的设计或者运用进行评估。在背离的程度比设想范围大的情况下,能够判定为有异常事件的可能性,在背离的程度进一步增大的情况下,能够判定为有异常事件。在图5的例中,关于电压以及电流,实际测量值与计算值之间没有会造成问题的程度的背离。但是,关于温度,实际测量值

与计算值之间有背离,因此判定为有异常事件的可能性。从而,评估部60能够判定为有设想外的事件。另外,在图5的例中,表示了关于温度有背离的状态,但在关于电压或电流有背离的情况下,也能够判定为有设想外的事件的可能性。

[0093] 具体而言,算出部58具有作为比较值算出部的功能,能够算出表示时间序列输出数据与时间序列模型输出数据的比较值的比较值时间序列数据。比较值只要是能够进行比较的值即可,例如既可以是差分,也可以是比率或比例来代替差分。例如,算出蓄电元件的实际的电压数据与数理模型200所输出的电压数据的比较值。比较值是相同的日时分秒的数据的比较值。另外,在蓄电元件的实际的电压数据与数理模型200所输出的电压数据不是相同时刻的情况下,对数理模型200的输出定时进行调整以使数理模型200所输出的电压数据的定时对应于实际的电压数据的定时即可。针对电流数据、温度数据也是同样的。

[0094] 判定部59能够基于由算出部58算出的比较值时间序列数据,判定有无蓄电系统的异常事件。在比较值比阈值大的情况下,能够判定为有异常事件的可能性。此外,在比较值比阈值进一步增大的情况下,能够判定为有异常事件。

[0095] 通过上述的结构,能够对基于数理模型200构筑的蓄电系统40的设计或者运用进行评估。针对具体的评估方法在后面叙述。

[0096] 在判定为有异常事件(设想外的事件)的可能性的情况下,评估装置50需要使用蓄电系统40的运用数据,评估在继续保持当前的运用状态的情况下蓄电系统40能否满足设想年数的要求。以下,针对该点进行说明。

[0097] 图6是表示与蓄电元件的使用时间相应的SOH的降低的一例的示意图。在图中,纵轴表示SOH(健康状态(State Of Health)),横轴表示时间。蓄电元件随着使用时间(也包含放置时间)而SOH降低。如图6所示,设为时刻 t_a 、 t_b 、 t_c 、 t_d ,时刻 t_b 和时刻 t_a 之间的时间设为与时刻 t_d 和时刻 t_c 之间的时间相同。在该情况下,时刻 t_a 至时刻 t_b 之间的SOH的降低 $\Delta SOH(t_b)$,与时刻 t_c 至时刻 t_d 之间的SOH的降低 $\Delta SOH(t_d)$ 不同。这样,即使使用期间相同,根据蓄电元件的使用状态,SOH的降低程度也不同。因此,为了确定蓄电元件的各种各样的使用状态而掌握不同的两个时刻间的蓄电元件的使用状态,对估计蓄电元件的SOH而言是重要的因子。

[0098] 劣化状态估计部61基于运用数据(实际测量值),估计所需时刻的蓄电元件的劣化状态。劣化状态估计部61例如既可以由劣化模拟器61a构成,或者也可以由通过机器学习而学习的学习完毕模型构成。实际测量值能够设为基于蓄电元件的电流数据或电压数据算出的SOC的时间序列数据、以及蓄电元件的温度的时间序列数据。

[0099] 图7是表示运用数据中包含的第一时刻至第二时刻的电流波形的一例的示意图。在图中,纵轴表示电流,正侧表现充电,负侧表现放电。横轴表示时间。另外,图7所示的电流波形是一例,也可以替代为其他电流波形。

[0100] 图8是表示运用数据中包含的第一时刻至第二时刻的电压波形的一例的示意图。在图中,纵轴表示电压,横轴表示时间。另外,图8所示的电压波形是一例,也可以替代为其他电压波形。

[0101] 图9是表示运用数据中包含的第一时刻至第二时刻的SOC数据的一例的示意图。在图中,纵轴表示SOC,横轴表示时间。SOC数据能够基于如图7所示的蓄电元件的时间序列的电流数据算出。例如,能够利用电流累计法求出。

[0102] 图10是表示运用数据中包含的第一时刻至第二时刻的温度数据的一例的示意图。在图中,纵轴表示温度,横轴表示时间。另外,图10所示的温度波形是一例,也可以替代为其他温度波形。

[0103] 图11是表示劣化模拟器61a的动作的示意图。劣化模拟器61a如果取得了SOC的时间序列数据以及温度的时间序列数据作为输入数据,则估计(算出)蓄电元件的劣化值。如图11所示,SOC的时间序列数据表示时刻 t_1 至时刻 t_n 的SOC的变动(例如,每个时刻的 n 个SOC的值的变动),温度的时间序列数据表示时刻 t_1 至时刻 t_n 的温度的变动(例如,每个时刻的 n 个温度的值的变动)。

[0104] 即,劣化模拟器61a能够基于时刻 t_1 至时刻 t_n 的SOC以及温度的变动,估计时刻 t_1 至时刻 t_n 的SOH的降低(劣化值)。如果将时刻 t_1 的SOH(也称为健康度)设为 SOH_{t_1} ,并将时刻 t_n 的SOH设为 SOH_{t_n} ,则劣化值为 $(SOH_{t_1} - SOH_{t_n})$ 。即,如果已知时刻 t_1 的SOH,则能够基于劣化值求出时刻 t_n 的SOH。在此,时刻能够设为当前或者未来的某时刻,时刻 t_n 能够设为从时刻 t_1 向未来经过了所需的时间后的时刻。时刻 t_1 与时刻 t_n 的时间差是劣化模拟器61a的劣化预测对象期间,能够根据对于多远的未来预测劣化值来适宜地设定。时刻 t_1 与时刻 t_n 的时间差例如能够设为1个月、半年、1年、2年等所需的时间。

[0105] 另外,在图11的例中,构成为输入温度的时间序列数据,但也可以代替温度的时间序列数据,而输入所需温度(例如,时刻 t_1 至时刻 t_n 的平均温度)。

[0106] 蓄电元件的经过劣化预测对象期间(例如,时刻 t_1 至时刻 t_n)后的劣化值 Q_{deg} ,能够利用 $Q_{deg} = Q_{cnd} + Q_{cur}$ 这样的式子算出。在此, Q_{cnd} 是非通电劣化值, Q_{cur} 是通电劣化值。非通电劣化值 Q_{cnd} 例如能够利用 $Q_{cnd} = K_1 \times \sqrt{t}$ 求出。在此,系数 K_1 是SOC以及温度 T 的函数。 t 是经过时间,例如是时刻 t_1 至时刻 t_n 的时间。此外,通电劣化值 Q_{cur} 例如能够利用 $Q_{cur} = K_2 \times \sqrt{t}$ 求出。在此,系数 K_2 是SOC以及温度 T 的函数。如果将时刻 t_1 的SOH设为 SOH_{t_1} ,并将时刻 t_n 的SOH设为 SOH_{t_n} ,则能够利用 $SOH_{t_n} = SOH_{t_1} - Q_{deg}$ 估计SOH。系数 K_1 是劣化系数,既可以通过运算求出SOC及温度 T 与系数 K_1 的对应关系,或者能够以表格形式事先存储。在此,SOC能够设为时间序列数据。关于系数 K_2 ,与系数 K_1 也是同样的。

[0107] 此外,劣化状态估计部61也可以是使用深度学习的学习模型。学习模型的教师数据例如能够设为第一时刻至第二时刻的SOC数据及温度数据、第一时刻的SOH、第二时刻的SOH。将这样的数据的集合给予至神经网络,并通过学习来更新中间层的参数即可。

[0108] 学习完毕的学习模型以第一时刻的SOH以及时间序列数据(SOC以及温度)作为输入数据,能够估计第二时刻的SOH。由此,只要能够知晓第一时刻(例如当前)的SOH、以及第一时刻至第二时刻(预测对象时刻)的蓄电元件的使用条件,则能够估计第二时刻的SOH。

[0109] 图12是表示蓄电元件的SOH的推移的一例的图。在图中,横轴表示时间,纵轴表示SOH。设想年数是蓄电系统40的运用开始至运用结束之间的使用年数。实线表示基于运用数据的SOH的推移,虚线表示基于数理模型200的输出数据的SOH的推移。在图12的例中图示了如下情况:基于运用数据的SOH的推移与基于数理模型200的输出数据的SOH的推移相背离,而且基于运用数据的SOH的推移不满足设想年数的要求。

[0110] 判定部59能够在由劣化状态估计部61估计的劣化状态(例如SOH)为目标值以下的情况下,判定蓄电系统的异常事件的主要原因。目标值例如是从运用开始经过了设想年数后的时刻(期待寿命)的SOH,能够设为蓄电元件的EOL。在期待寿命中蓄电元件的SOH为EOL

以下的情况下,蓄电元件的SOH应该与根据数理模型200的计算值得到的SOH相背离,而且在基于运用数据估计的SOH成为EOL以下的情况下,需要采取对策以使实际运用中的蓄电系统接近于通过数理模型200构筑的蓄电系统。因此,判定部59能够在这样的情况下判定实际运用中的蓄电系统的异常事件的主要原因。此外,在期待寿命中蓄电元件的SOH高于EOL的情况下,可以认为实际运用中的蓄电系统处于基于数理模型200构筑的蓄电系统的设想范围内,因此不需要判定蓄电系统的异常事件的主要原因。

[0111] 接着,在基于运用数据的SOH的推移成为目标值以下的情况下,需要将基于数理模型200的SOH的推移作为目标值来变更蓄电系统40的运用条件。以下,针对该点进行说明。

[0112] 图13是表示蓄电模块内的蓄电单池的温度分布的一例的示意图。在图13中,为了方便,将温度分布分类为高(相当高)、中(稍高)、低(通常)这三类,但实际的温度分布能够更细致地(例如以1℃为单位)表现。基于蓄电模块内的各蓄电单池的配置、蓄电模块(蓄电单池)中流动的电流值、蓄电模块的设置条件、蓄电模块的气氛温度等环境的各种各样的主要原因,能够事先设想(预测)温度分布。在图13的例中,已知配置于中央附近的蓄电单池的温度有比配置于外侧的蓄电单池的温度高的倾向,此外,蓄电模块的上侧有比蓄电模块的下侧温度高的倾向。这样,蓄电单池间的温度差可以说是由于环境的各种各样的主要原因汇总而出现的。

[0113] 图14是表示环境差所引起的蓄电元件的举动的差异的一例的示意图。在图14中,纵轴表示电压,横轴表示时间。电压例如是对蓄电元件进行充电的情况下的推移,但放电时也是同样的。环境差在图14的例中是温度差。在图中,标号S2所示的曲线表示正常的蓄电元件的电压的推移。在假设不考虑温度差而观察标号S1所示的曲线的蓄电元件的电压的推移的情况下,与标号S2所示的正常的蓄电元件的电压的推移相比,电压较高,因此例如能够判断为蓄电元件的内部电阻增加而容量降低,有可能判断为标号S1所示的曲线的蓄电元件已劣化。但是,在实际上,标号S1所示的曲线的蓄电元件的电压的推移表现与标号S2所示的正常的蓄电元件的温度(高:普通)相比相当低的温度下的推移,如果考虑环境差(温度差),则能够认为标号S1所示的曲线的蓄电元件处于正常的范围内。另一方面,标号S3所示的曲线表现比设想更加劣化的蓄电元件的电压的推移。这样,如果不考虑环境差,则有可能将正常的蓄电元件判断为已劣化。换言之,通过考虑环境差,能够防止将正常的蓄电元件误判定为已劣化。

[0114] 图15是表示环境差所引起的蓄电元件的举动的差异的其他例的示意图。在图15中,纵轴表示满充电容量(FCC),横轴表示时间。环境差在图15的例中是温度差。满充电容量是将蓄电元件充满电时的容量。在图中,标号S1所示的曲线表示正常的蓄电元件的满充电容量的推移。在假设不考虑温度差而观察标号S2所示的曲线的蓄电元件的满充电容量的推移的情况下,与标号S1所示的正常的蓄电元件的满充电容量的推移相比,满充电容量较低,因此例如能够判断为蓄电元件劣化不断恶化,有可能判断为标号S2所示的曲线的蓄电元件已劣化。但是,在实际上,标号S2所示的曲线的蓄电元件的满充电容量的推移表现与标号S1所示的正常的蓄电元件的温度(低:普通)相比相当高的温度下的推移,如果考虑环境差(温度差),则能够认为标号S2所示的曲线的蓄电元件处于正常的范围内。另一方面,标号S3所示的曲线表现比设想更加劣化的蓄电元件的满充电容量的推移。这样,如果不考虑环境差,则有可能将正常的蓄电元件判断为已劣化。换言之,通过考虑环境差,能够防止将正常的蓄

电元件误判定为已劣化。

[0115] 算出部58具有作为第一算出部以及第二算出部的功能。算出部58基于实际测量值,算出所需的蓄电元件间的实际测量电压差及实际测量温度差。算出部58基于实际测量值以及计算值,算出所需的蓄电元件之中的一个蓄电元件的关于电压及温度的实际测量值与计算值之差。

[0116] 判定部59基于实际测量电流值、由算出部58算出的实际测量电压差及实际测量温度差、以及实际测量值与计算值之差,能够判定蓄电系统40的异常事件的主要原因。

[0117] 图16是表示实际测量值与预测值的关系的一例的说明图。在图16中,表示构成蓄电系统40的多个蓄电元件被串联连接的状态。如图13所示,将多个蓄电单池串联连接来构成一个蓄电模块。并且,构成将多个蓄电模块串联连接的组。图16所示的蓄电单池例如图示了构成组的多个蓄电单池之中的所需的两个蓄电单池 i, j 。另外,蓄电单池 i, j 能够根据图13所示的配置状态选定多个蓄电单池之中的任意的蓄电单池。

[0118] 将蓄电单池 i, j 中流动的电流表现为实际测量单池电流 I_e 。将蓄电单池 i 的实际测量单池电压表现为 V_{ei} ,将蓄电单池 j 的实际测量单池电压表现为 V_{ej} ,将蓄电单池 i, j 间的实际测量单池间电压差表现为 ΔV ($\Delta V = V_{ei} - V_{ej}$)。

[0119] 将蓄电单池 i 的计算单池电压表现为 V_{ci} ,将蓄电单池 i 的实际测量与计算的电压差表现为 ΔV_{eci} ($\Delta V_{eci} = V_{ei} - V_{ci}$)。将蓄电单池 j 的计算单池电压表现为 V_{cj} ,将蓄电单池 j 的实际测量与计算的电压差表现为 ΔV_{ecj} ($\Delta V_{ecj} = V_{ej} - V_{cj}$)。

[0120] 将蓄电单池 i 的实际测量单池温度表现为 T_{ei} ,将蓄电单池 j 的实际测量单池温度表现为 T_{ej} ,将蓄电单池 i, j 间的实际测量单池间温度差表现为 ΔT ($\Delta T = T_{ei} - T_{ej}$)。

[0121] 将蓄电单池 i 的计算单池温度表现为 T_{ci} ,将蓄电单池 i 的实际测量与计算的温差表现为 ΔT_{eci} ($\Delta T_{eci} = T_{ei} - T_{ci}$)。将蓄电单池 j 的计算单池温度表现为 T_{cj} ,将蓄电单池 j 的实际测量与计算的温差表现为 ΔT_{ecj} ($\Delta T_{ecj} = T_{ej} - T_{cj}$)。

[0122] 图17是表示蓄电系统的使用状态下的实际测量值和计算值的推移的第一例的示意图。在图17中,表现了充放电电流、构成蓄电系统的多个蓄电单池之中的所需的蓄电单池间的电压差、该蓄电单池间的温度差的时间性推移。另外,图17所例示的推移是示意性的,有时与实际的推移不同。此外,图示的推移期间的长度例如既可以是数小时,也可以是12小时、24小时、数天等。

[0123] 如图17所示,充电电流以及放电电流以较小的振幅变动,实际测量单池电流 I_e 小。此外,实际测量单池间电压差 ΔV 、以及实际测量与计算的电压差 ΔV_{ec} 各自以较小值推移。

[0124] 关于温度差,在推移期间的前半,实际测量单池间温度差 ΔT 以较大的值推移,实际测量与计算的温差 ΔT_{ec} 以较小值推移。在时刻 t_a ,蓄电单池中流动的电流小,可知蓄电单池未承受重负载。从而,可以认为蓄电单池固有的影响少。虽然蓄电单池间的实际测量的温度差大,但与计算值之差小,因此能够判定为温度差(例如,配置或设置条件的差异所引起的环境差)处于设想的范围内,能够判定为蓄电系统并未异常。

[0125] 如图17所示,在推移期间的后半,蓄电系统的状态发生变化,实际测量单池间温度差 ΔT 以较大值推移,实际测量与计算的温差 ΔT_{ec} 也以较大值推移。在时刻 t_b ,在蓄电单池中流动的电流小,可知蓄电单池未承受重负载。从而,可以认为蓄电单池固有的影响少。蓄电单池间的实际测量的温度差大,与计算值之差也大,因此蓄电单池的环境超过设想的

元件的更换或增设,负载的减轻等辅助信息,能够根据异常主要原因,提供对蓄电系统的最佳运用进行辅助的辅助信息。

[0134] 虽未图示,评估部60还能够重新评估在使用数理模型200构筑蓄电系统40时的系统设计参数。蓄电元件的系统设计参数包含系统整体中使用的蓄电元件的种类、数量、额定规格等,例如包含蓄电模块的结构或者数量、组的结构或者数量等系统设计所需的各种各样的参数。即,虽然在最初的设计中预计为到达期待寿命时的蓄电元件的SOH不会成为EOL以下,但作为基于实际的运用数据的劣化状态,到达期待寿命时的蓄电元件的SOH成为EOL以下。在这样的情况下,评估部60能够提供与设计参数的重新评估有关的辅助信息。

[0135] 接着,针对神经网络模型进行说明。

[0136] 图20是表示学习模型59a的结构的一例的示意图。学习模型59a是包含深度学习(deep learning)的神经网络模型,由输入层、输出层以及多个中间层构成。另外,在图20中,为了方便,图示了两个中间层,但代替地,中间层的层数也可以为三个以上。

[0137] 在输入层、输出层以及中间层中,存在一个或者多个节点(神经元),各层的节点与前后的层中存在的节点在单向上以期望的权重连接。将具有与输入层的节点数相同数量的分量的矢量,作为学习模型59a的输入数据(学习用的输入数据以及异常主要原因判定用的输入数据)给予。在输入数据中,包含蓄电元件信息(例如SOC、满充电容量、SOC-OCV(开路电压:open circuit voltage)曲线、内部电阻等)、实际测量单池电流、实际测量单池间电压、实际测量与计算的电压差、实际测量与计算的温度差等。在输出数据中,包含异常主要原因(蓄电元件的异常、环境的异常等)。

[0138] 输出数据能够设为具有与输出层的节点数(输出层的尺寸)相同的尺寸的分量的矢量形式的数据。例如,输出节点能够输出“蓄电元件的异常”、“环境的异常”各自的概率。

[0139] 学习模型59a例如能够通过将CPU(例如安装了多个处理器核心的多处理器等)、GPU(图形处理单元(Graphics Processing Units))、DSP(数字信号处理器(Digital Signal Processors))、FPGA(现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Arrays))等硬件组合而构成。

[0140] 学习模型59a基于教师数据学习而成,该教师数据以多个蓄电元件的电流的实际测量值、所需的蓄电元件间的实际测量电压差及实际测量温度差、以及所需的蓄电元件之中的一个蓄电元件的关于电压及温度的实际测量值与计算值之差作为输入数据,且以异常主要原因作为输出数据。

[0141] 学习模型59a例如通过学习,以使在电流的实际测量值以及蓄电元件间的实际测量电压差大、且实际测量值与计算值之差也大的情况下,输出该一个蓄电元件的异常。此外,学习模型59a通过学习,以使在电流的实际测量值小、蓄电元件间的实际测量温度差大、实际测量值与计算值之差也大的情况下,输出环境的异常。

[0142] 图21是表示评估装置50的处理过程的一例的流程图。为了方便,将处理的主体作为控制部51进行说明。控制部51取得在蓄电系统40的构筑中使用的数理模型200(S11),取得蓄电系统40的运用数据(S12)。控制部51基于运用数据的实际测量值(电压值、电流值、温度值等)和数理模型200的计算值(电压值、电流值、温度值等),判定有无异常事件(也包含有无异常事件的可能性)(13)。

[0143] 在判定为有异常事件的情况下(S13:是),控制部51估计基于运用数据的蓄电元件

的劣化状态 (S14), 判定劣化状态是否满足设想年数的要求 (S15)。在不满足要求的情况下 (S15: 否), 控制部51判定异常主要原因 (S16)。

[0144] 控制部51在判定为异常主要原因是蓄电元件的异常的情况下 (S17: 是), 输出对于蓄电元件的评估、辅助信息 (S18), 并结束处理。控制部51在判定为异常主要原因不是蓄电元件的异常的情况下 (S17: 否), 判定为蓄电元件的环境的异常, 输出对于环境的评估、辅助信息 (S19), 并结束处理。

[0145] 在没有异常事件的情况下 (S13: 否), 或者满足设想年数的要求的情况下 (S15: 是), 控制部51结束处理。

[0146] 本实施方式的评估装置50也能够通过使用具备CPU (处理器)、GPU、RAM (存储器) 等的通用计算机来实现。即, 通过将决定如图21所示的各处理的过程的计算机程序加载至计算机所具备的RAM (存储器) 上, 并由CPU (处理器) 执行计算机程序, 能够在计算机上实现。计算机程序也可以被记录至记录介质并流通。

[0147] 实施方式在全部方面均为例示而不进行限定。本发明的范围由权利要求书示出, 包含与权利要求书均等的含义以及范围内的全部变更。

[0148] 标号说明

[0149] 1 通信网络

[0150] 10 通信设备

[0151] 20 服务器装置

[0152] 30 域管理装置

[0153] 40、40a、40b、40c 蓄电系统

[0154] 41 组

[0155] 42 蓄电模块

[0156] 44 电池管理装置

[0157] 50 评估装置

[0158] 51 控制部

[0159] 52 数据取得部

[0160] 53 模型取得部

[0161] 54 操作部

[0162] 55 显示部

[0163] 56 存储部

[0164] 57 模型执行部

[0165] 58 算出部

[0166] 59 判定部

[0167] 59a 学习模型

[0168] 60 评估部

[0169] 61 劣化状态估计部

[0170] 61a 劣化模拟器

[0171] 100a、100b、100c 远程监视系统

[0172] 200、200a、200b、200c 数理模型。

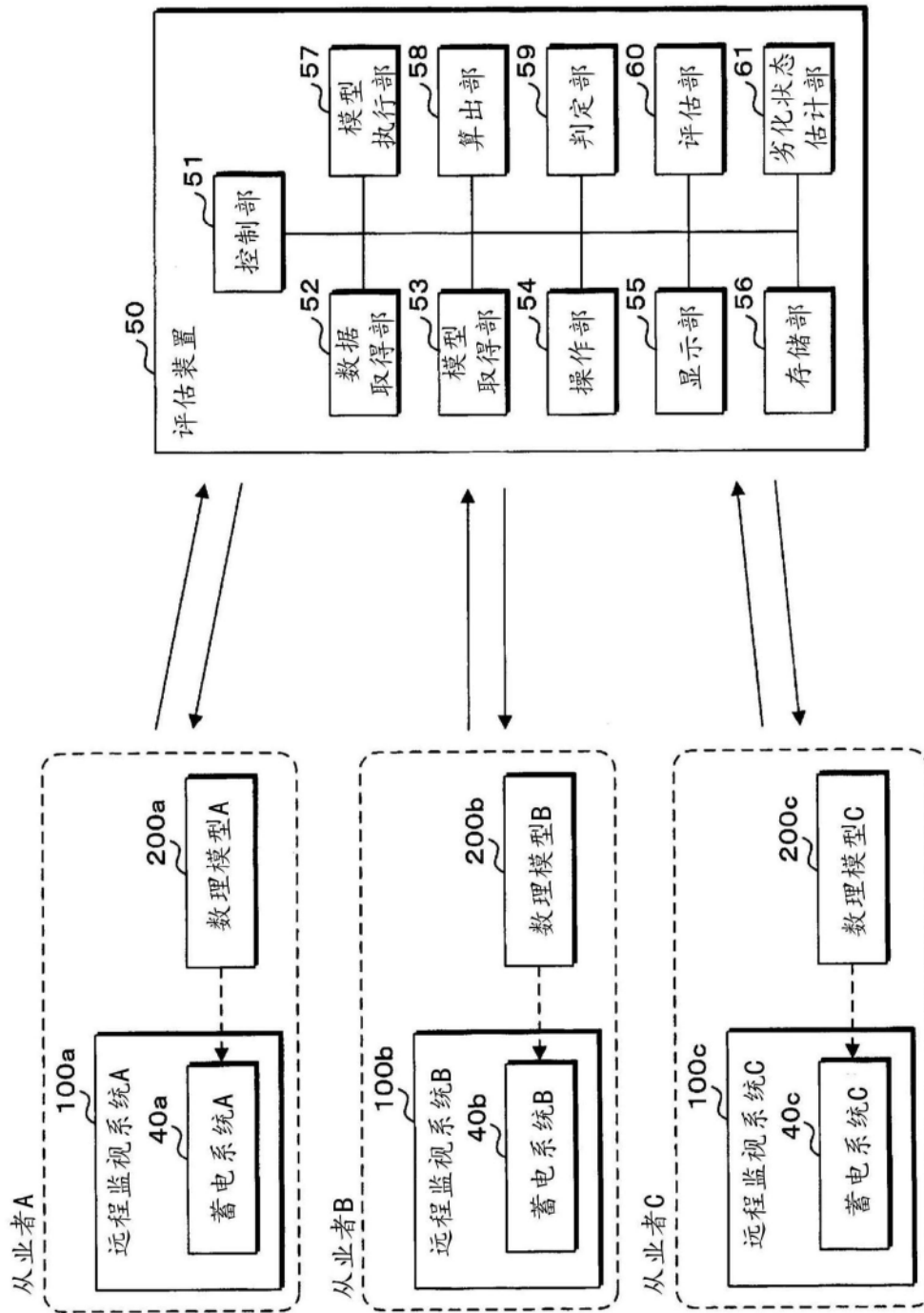


图1

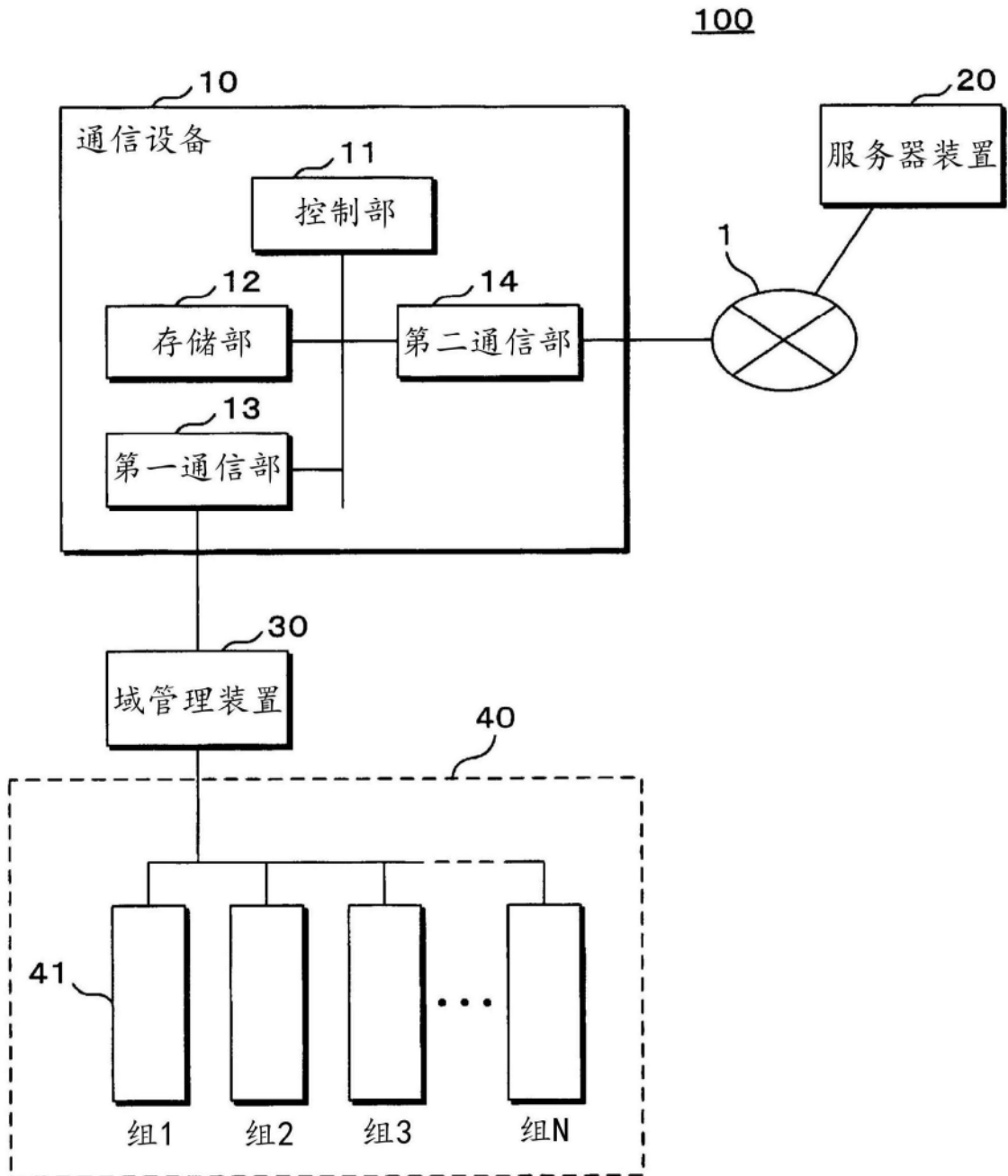


图2

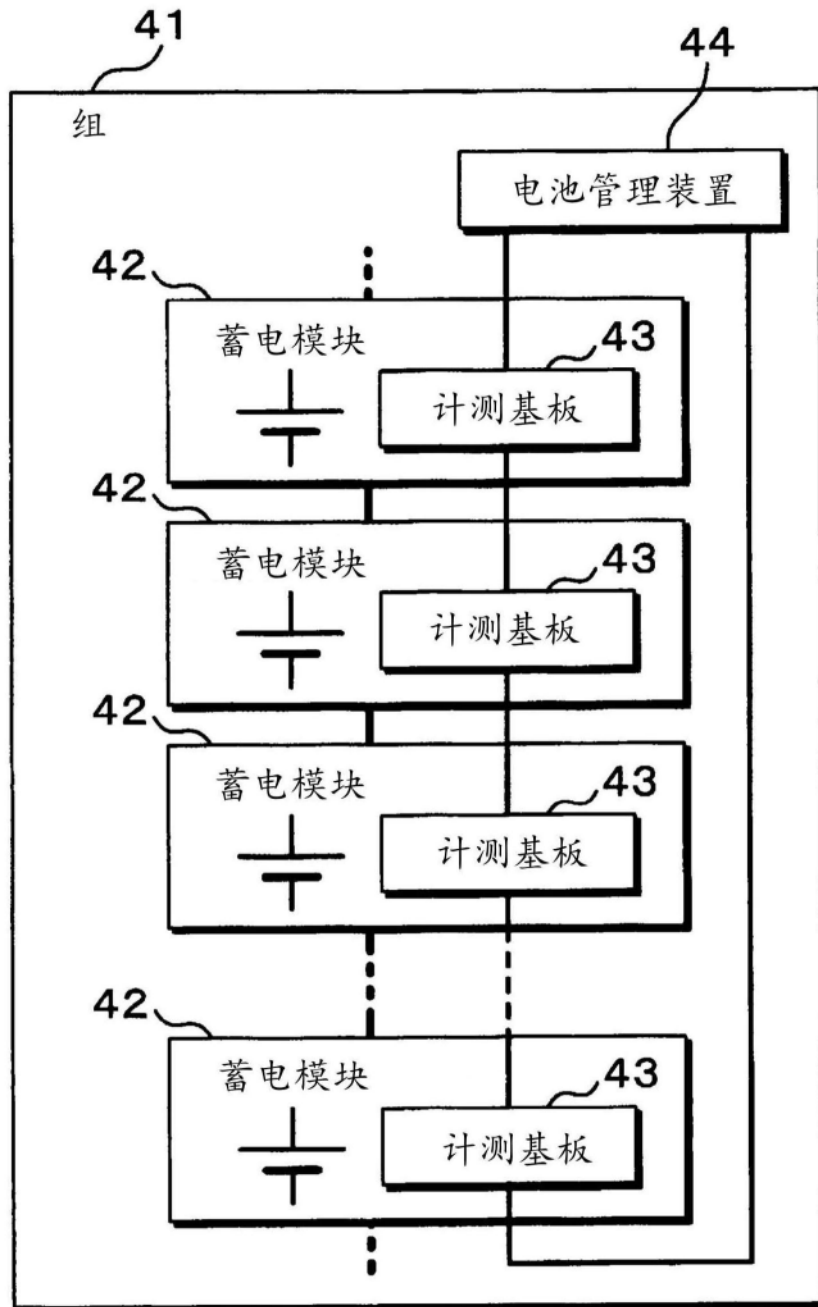


图3

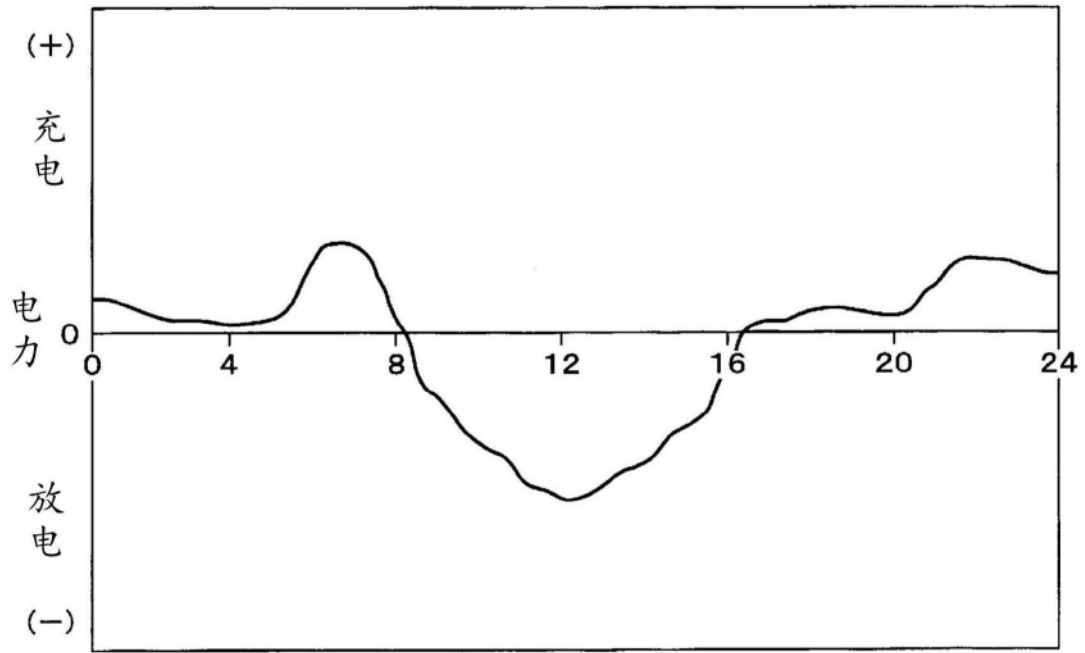


图4

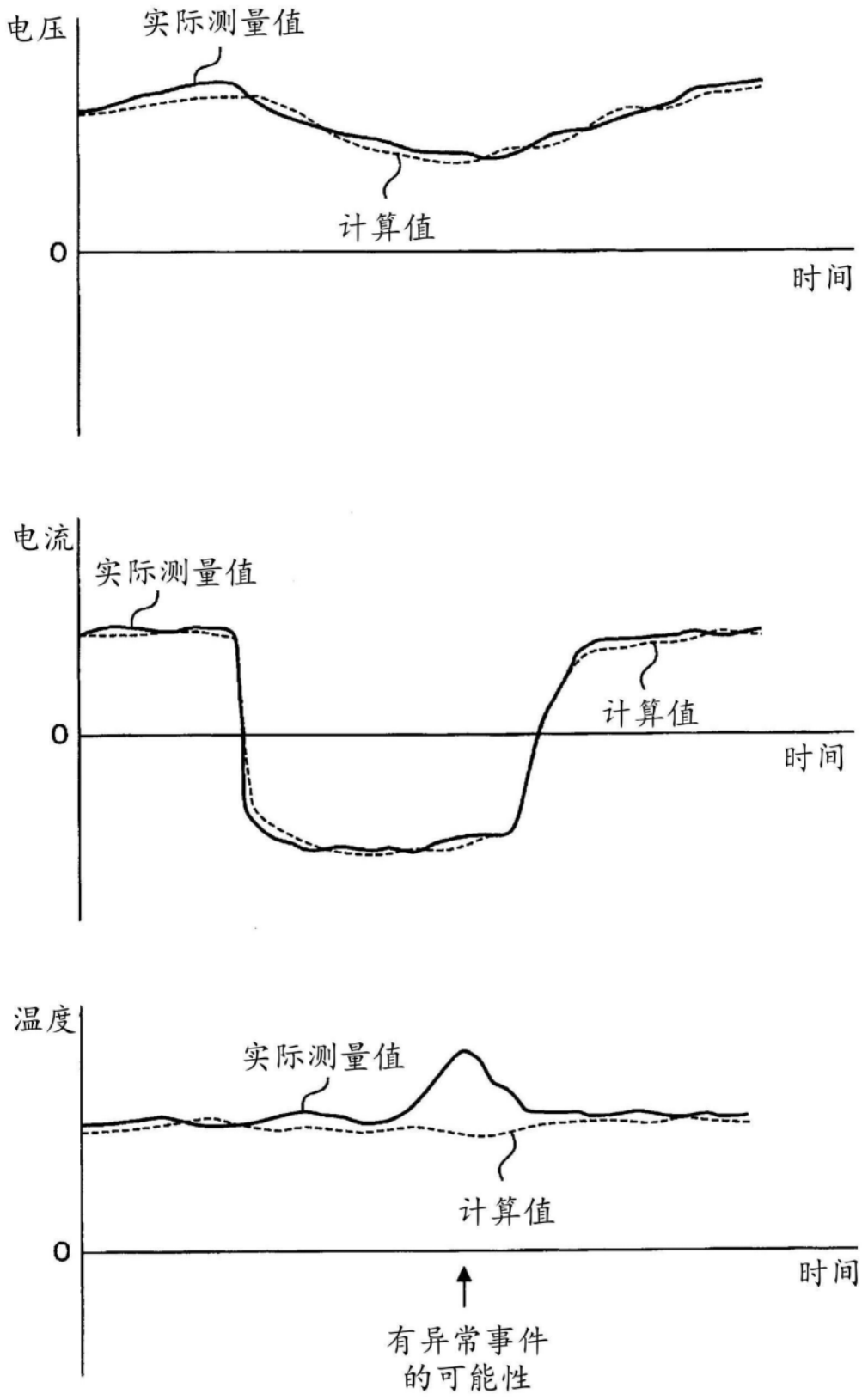


图5

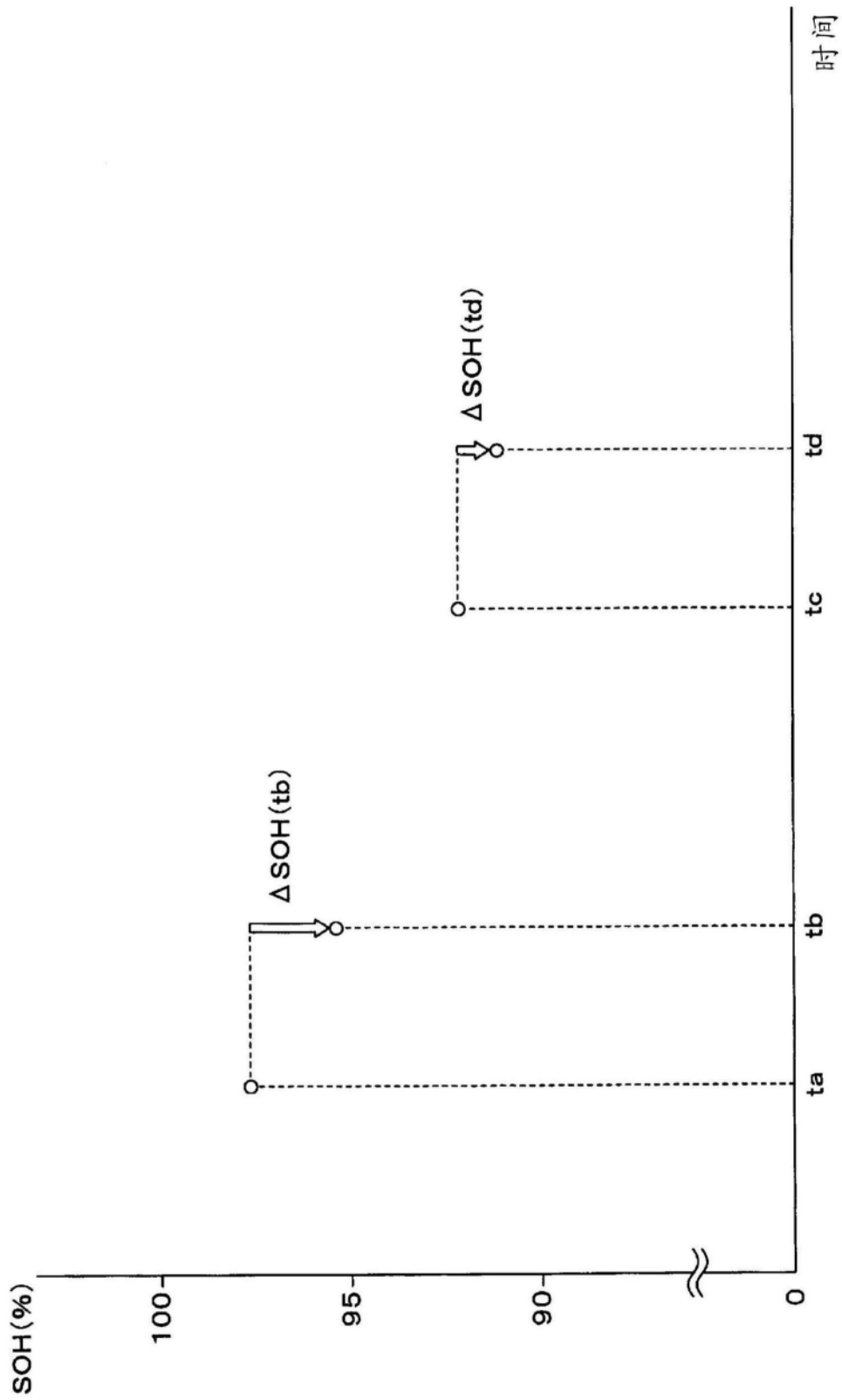


图6

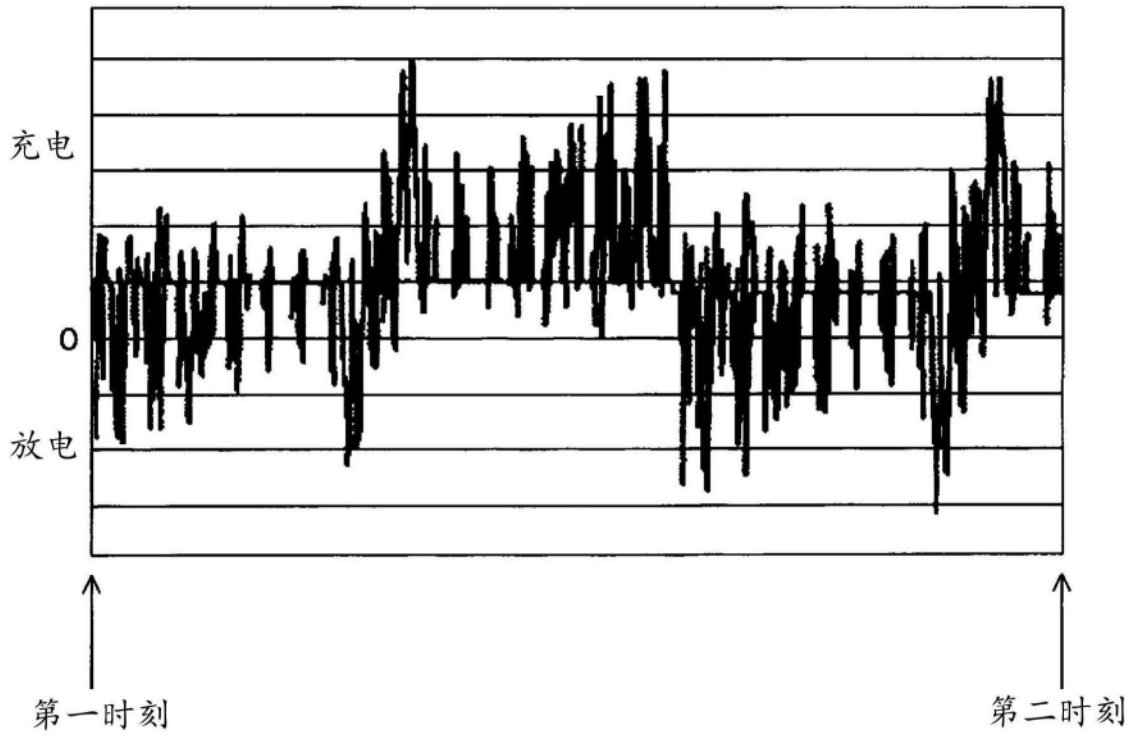


图7

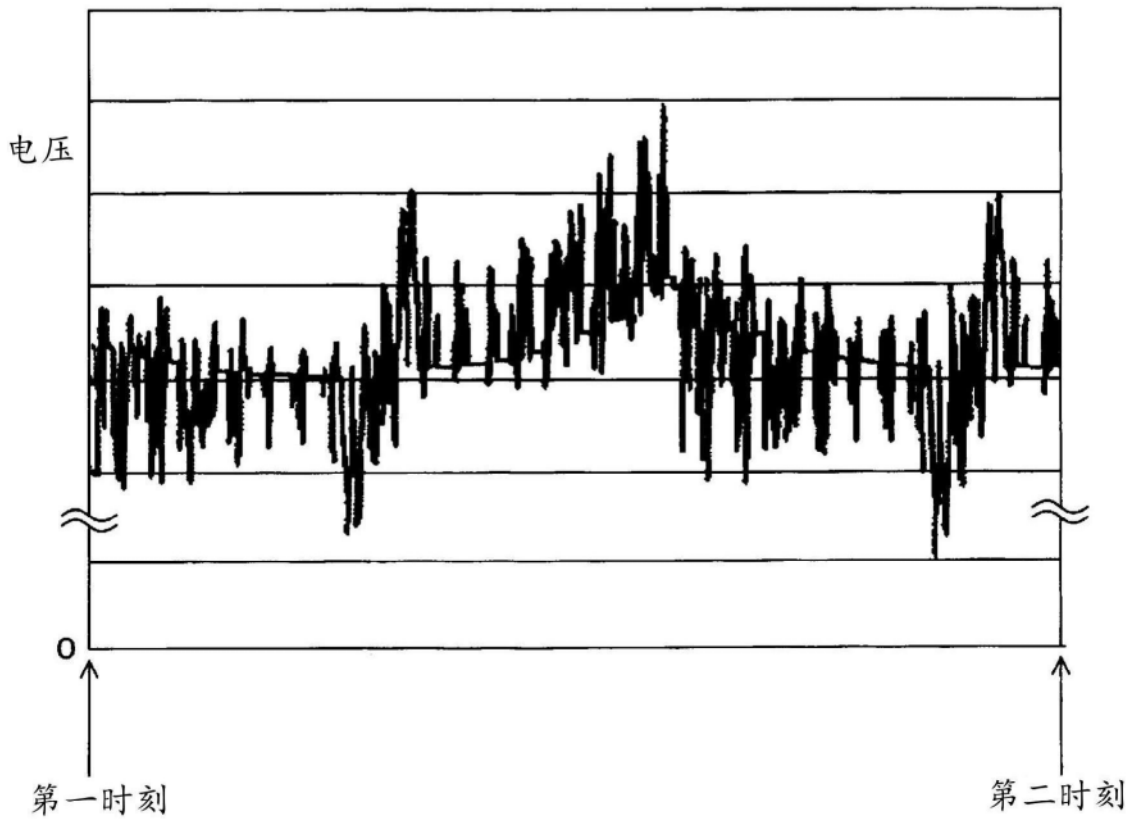


图8

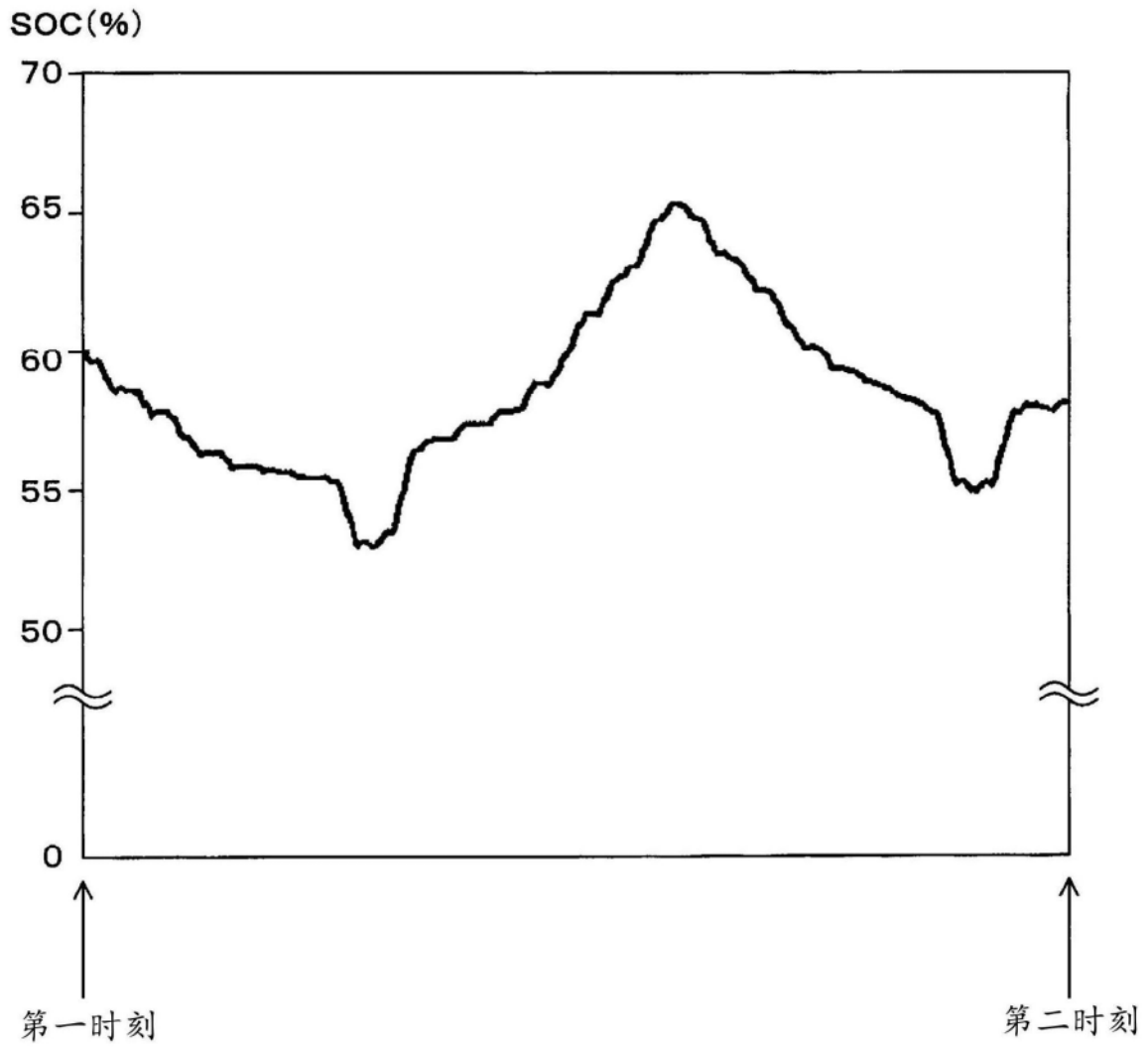


图9

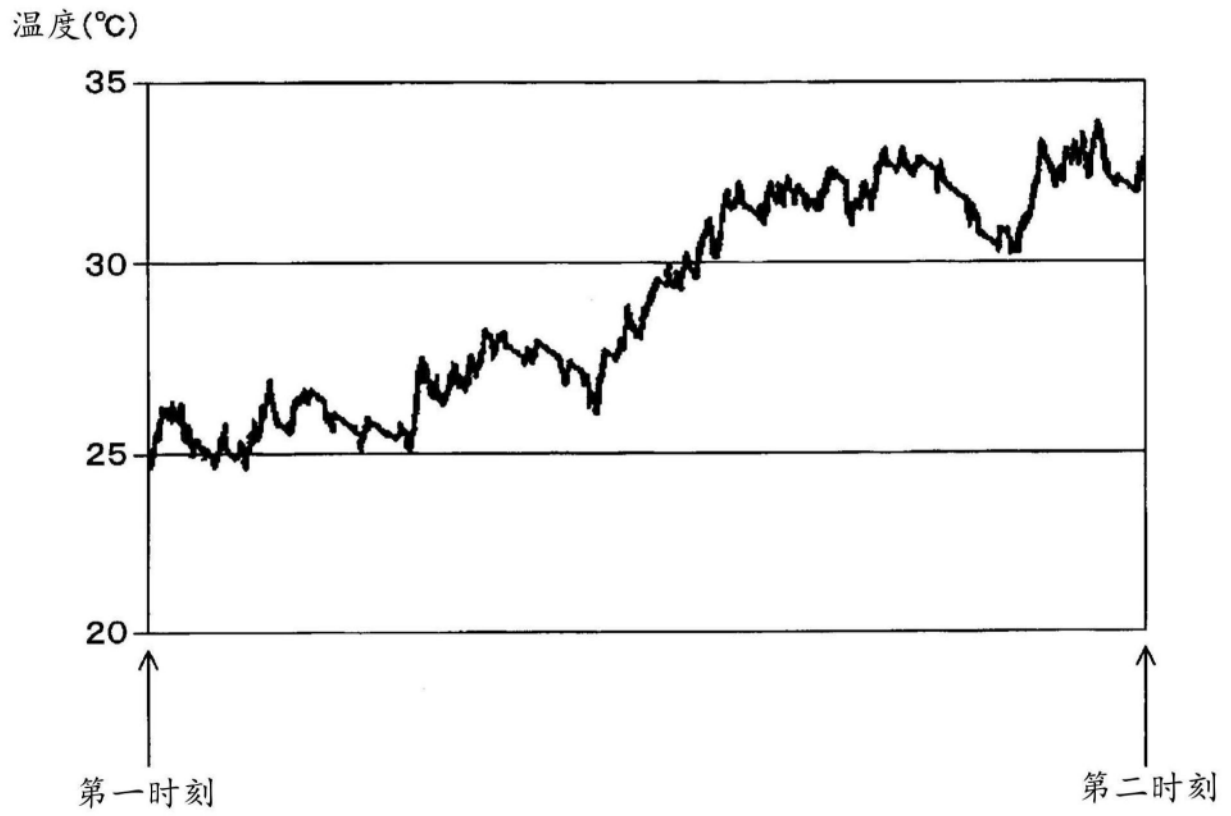


图10

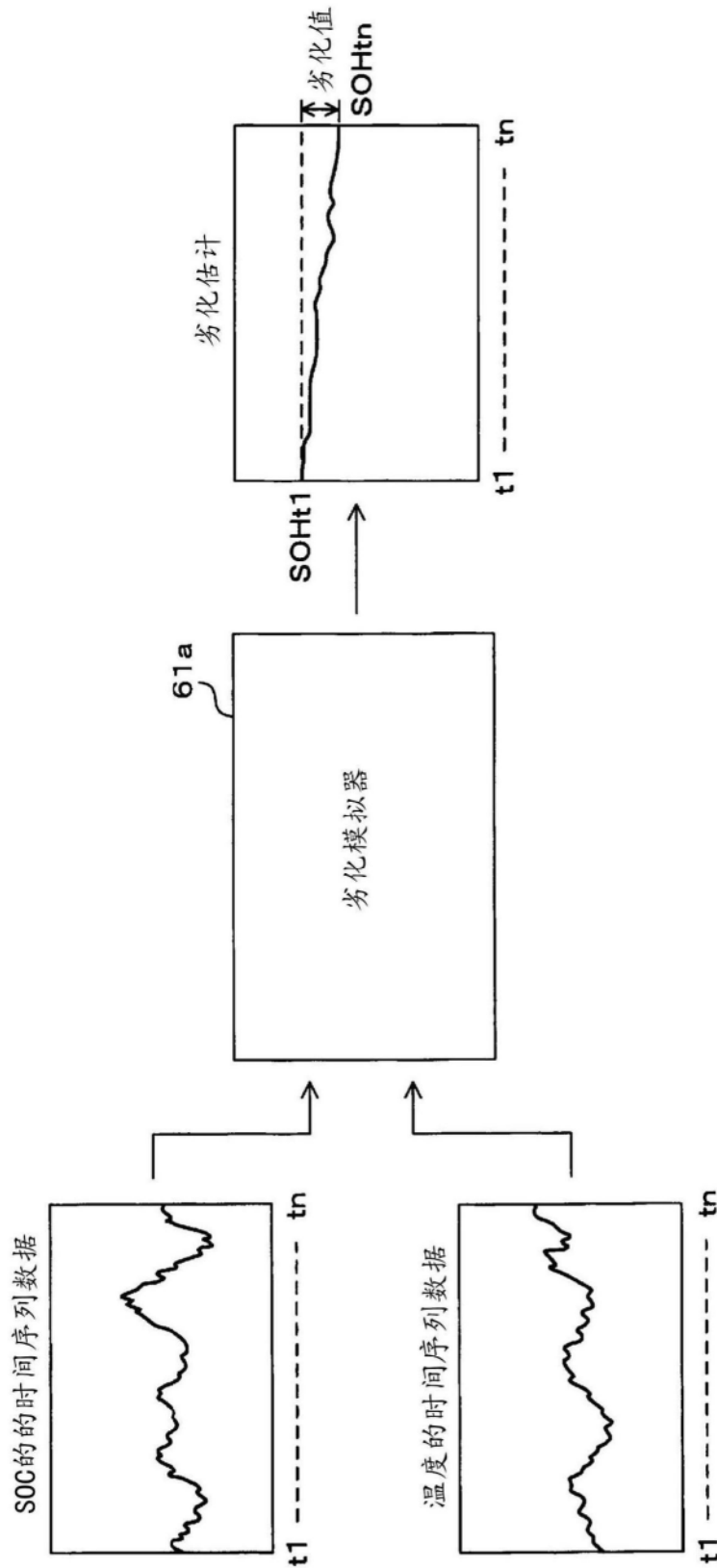


图11

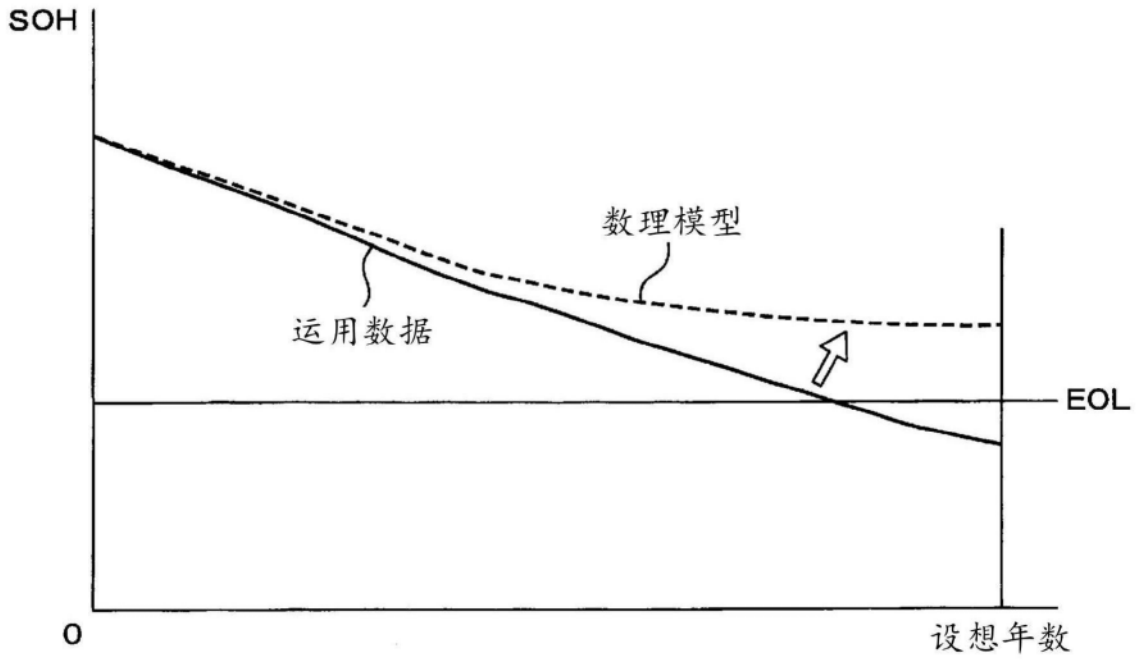


图12

蓄电单池的温度分布

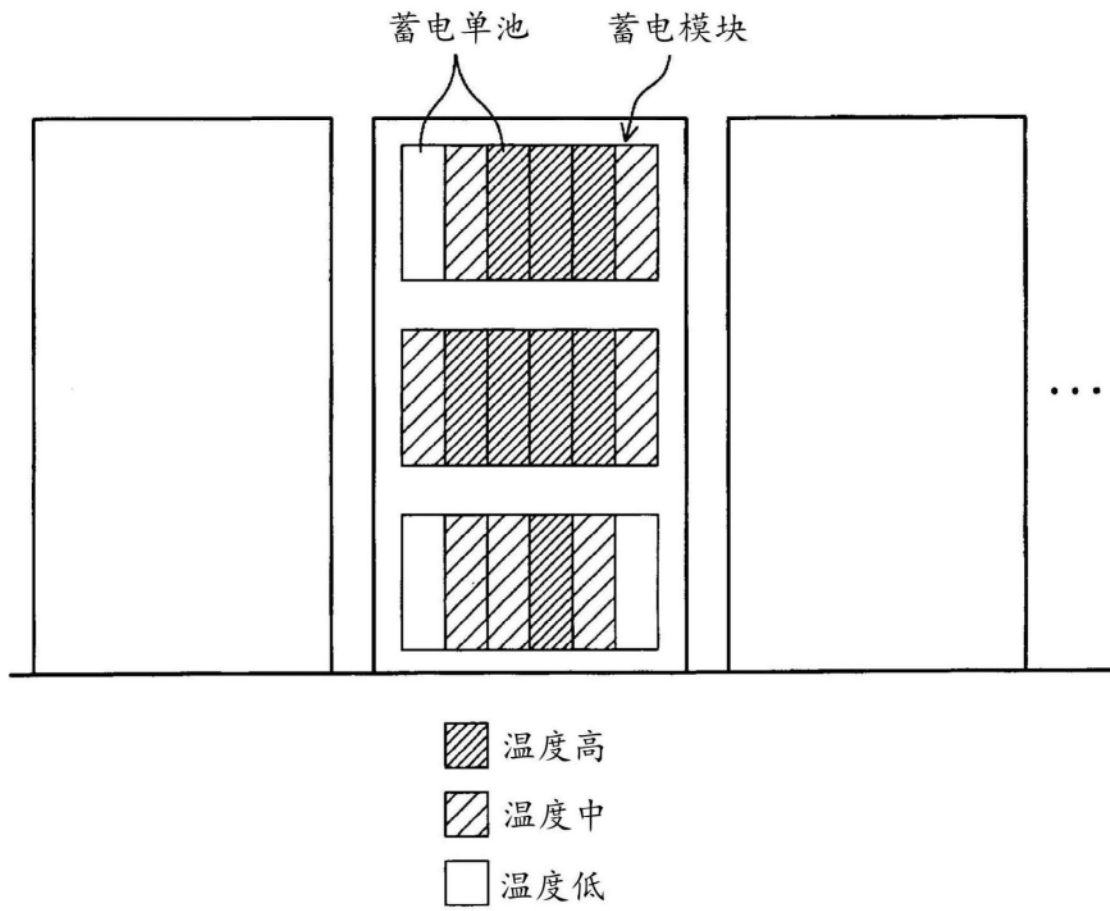


图13

环境差所引起的蓄电元件的举动

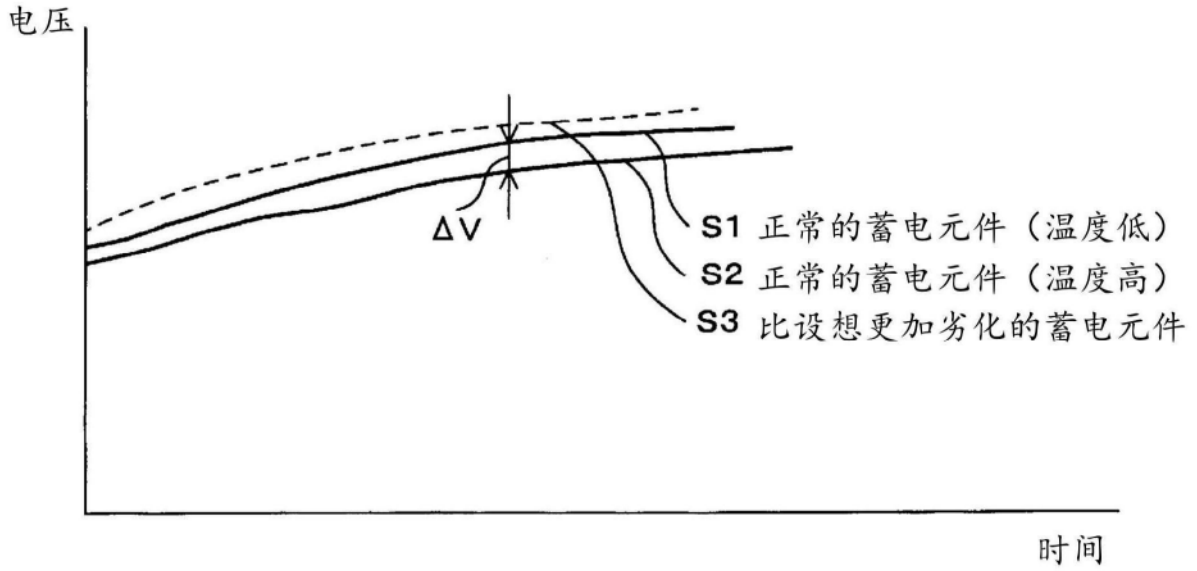


图14

环境差所引起的蓄电元件的举动

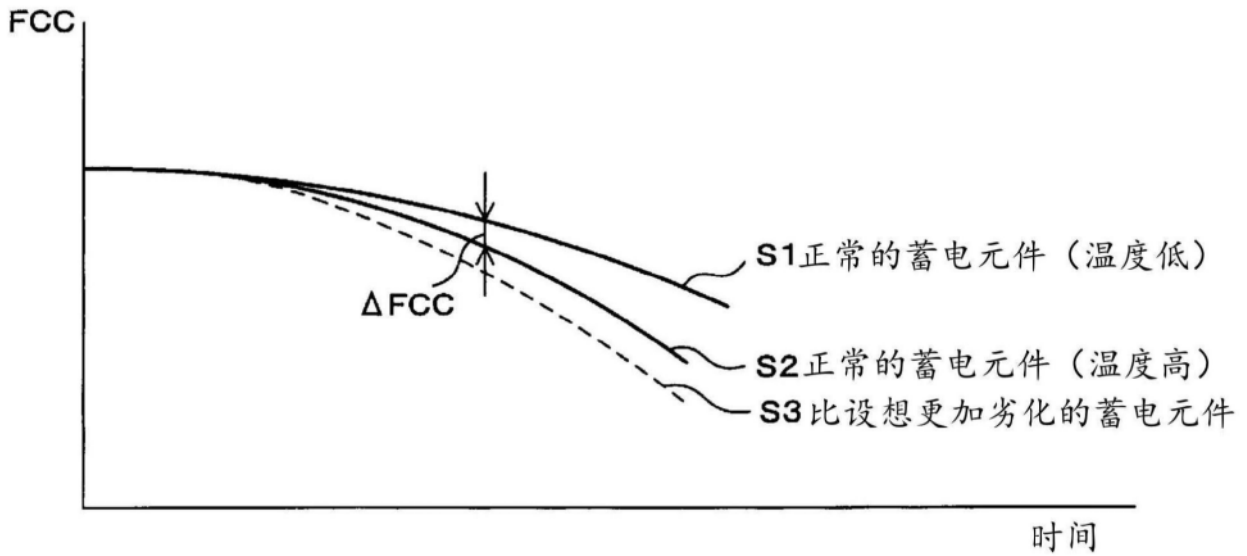
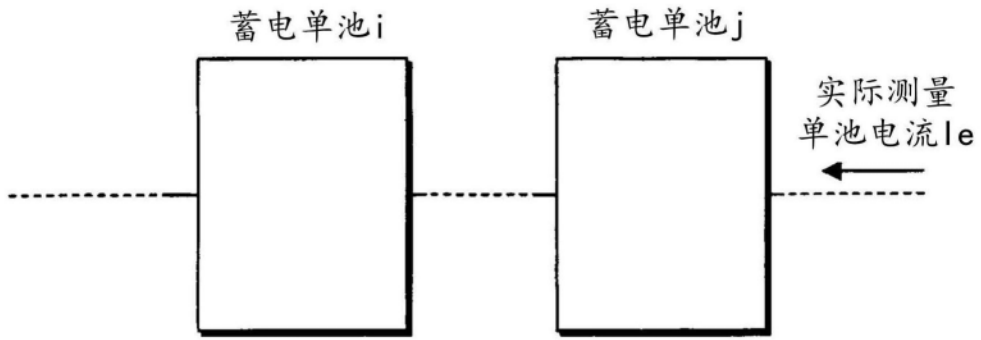


图15



实际测量单池电压 V_{ei}	实际测量单池电压 V_{ej}	实际测量单池间电压差 ΔV
计算单池电压 V_{ci}	计算单池电压 V_{cj}	
实际测量与 计算的电压差 ΔV_{eci}	实际测量与 计算的电压差 ΔV_{ecj}	

实际测量单池温度 T_{ei}	实际测量单池温度 T_{ej}	实际测量单池间温度差 ΔT
计算单池温度 T_{ci}	计算单池温度 T_{cj}	
实际测量与 计算的温度差 ΔT_{eci}	实际测量与 计算的温度差 ΔT_{ecj}	

图16

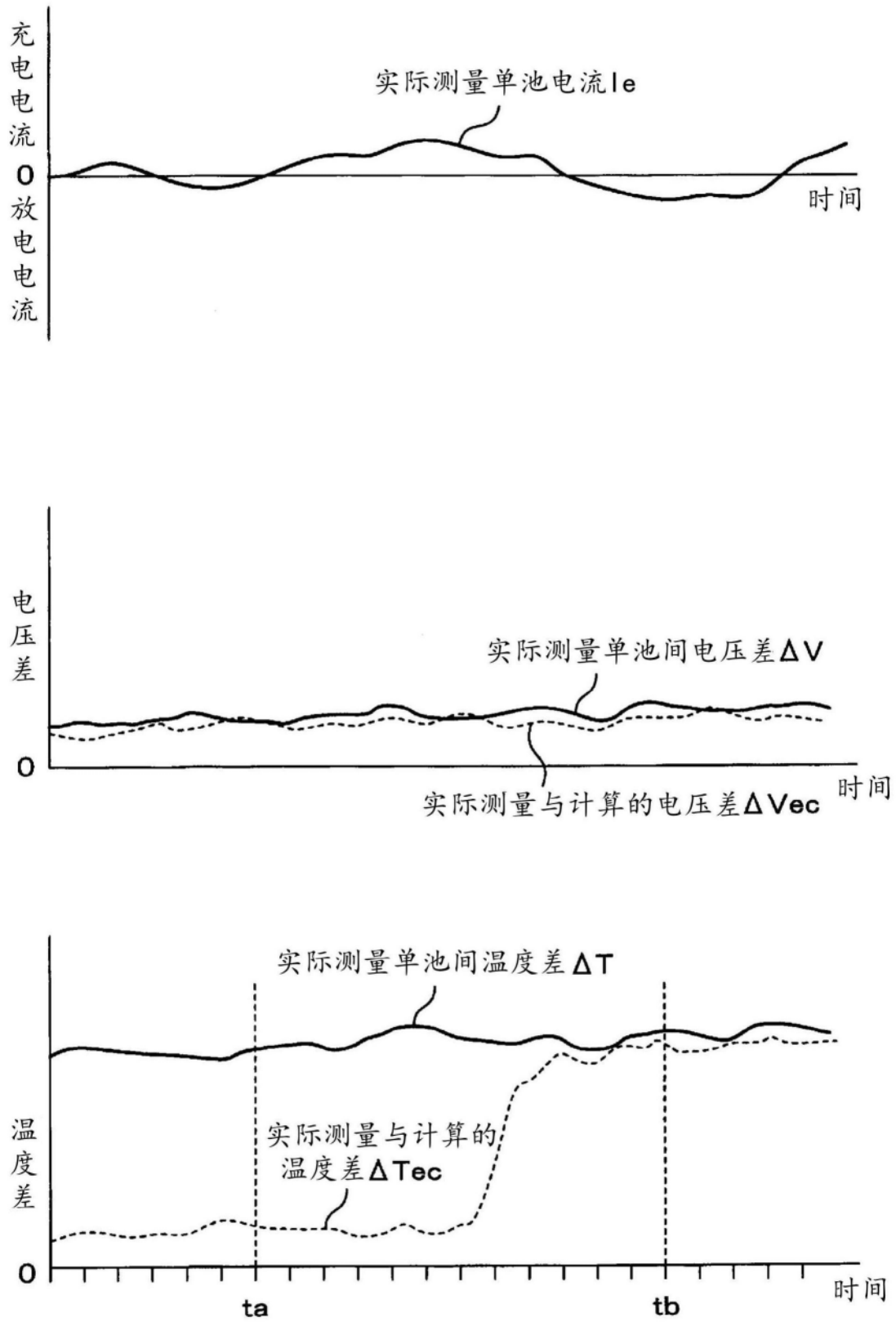


图17

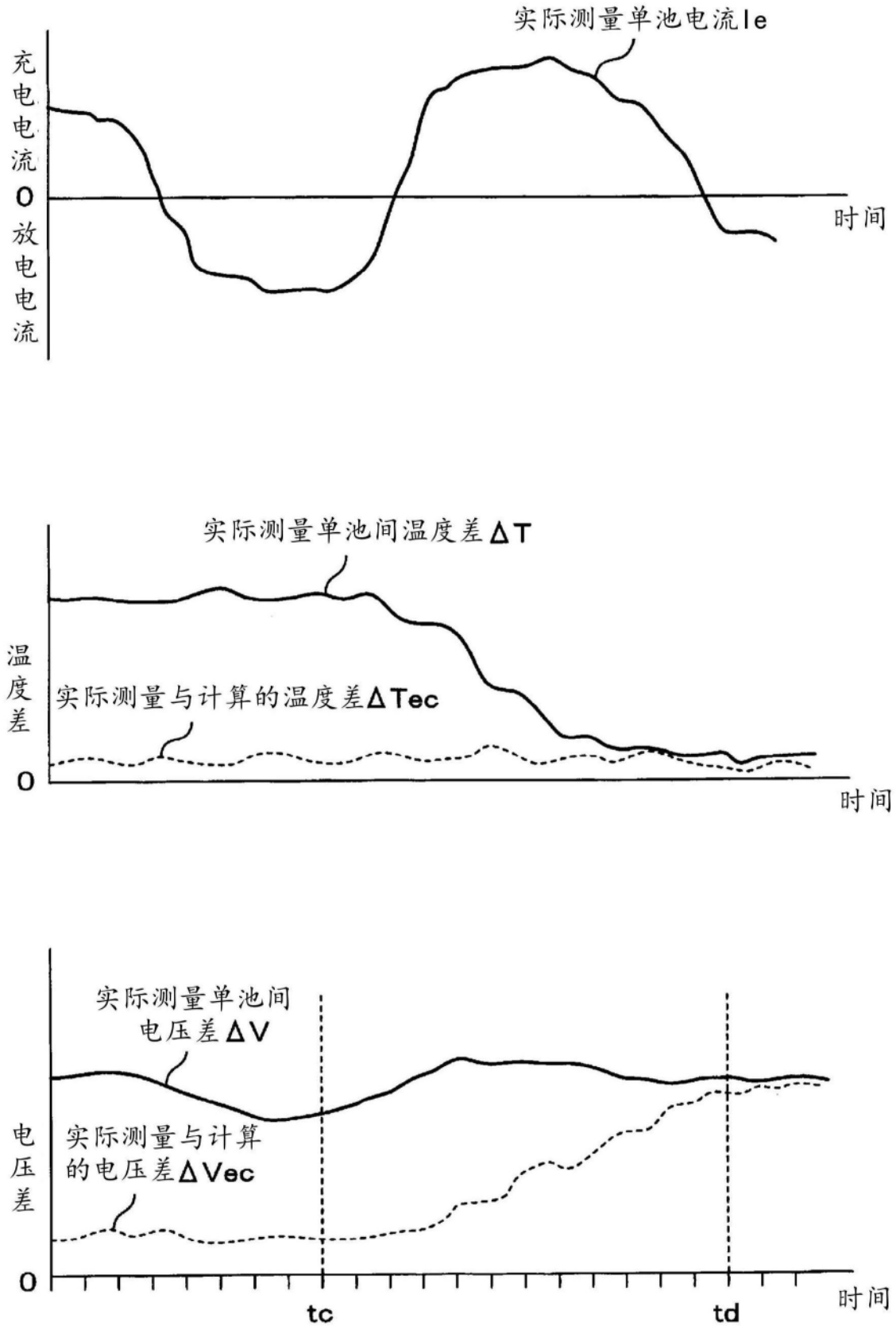


图18

NO.	实际测量 单池电流 I_e	实际测量 单池间电压 ΔV	实际测量 单池间温度差 ΔT	实际测量与 计算的电压差 ΔV_{ec}	实际测量与 计算的温度差 ΔT_{ec}	异常主要原因	设计或运用 的辅助信息
1	小于阈值	小于阈值	阈值以上	阈值以上	小于阈值	环境的异常	空调的调整
2	阈值以上	阈值以上	小于阈值	小于阈值	阈值以上	蓄电元件 的异常	负载的减轻或 蓄电元件的更 换

图19

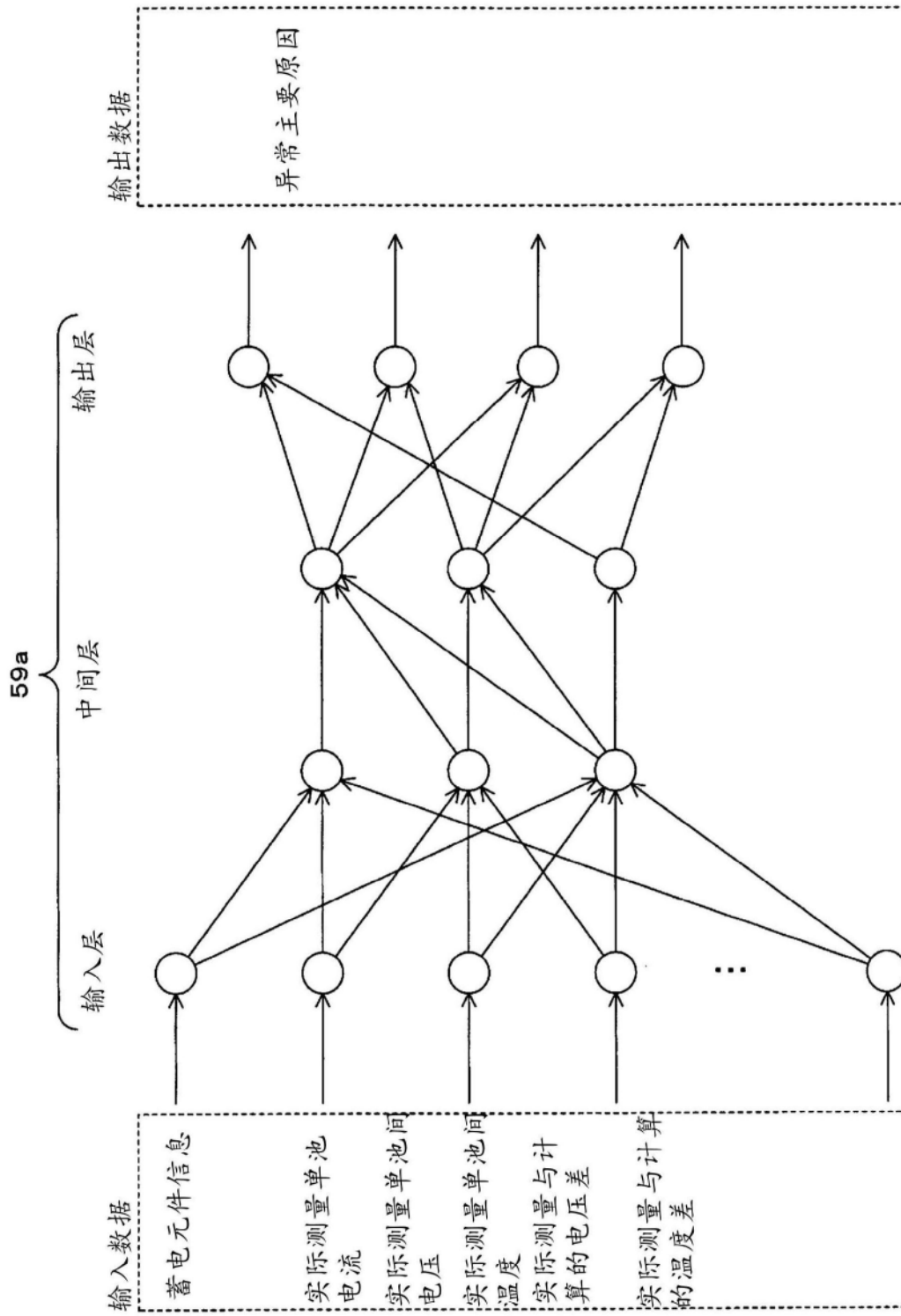


图20

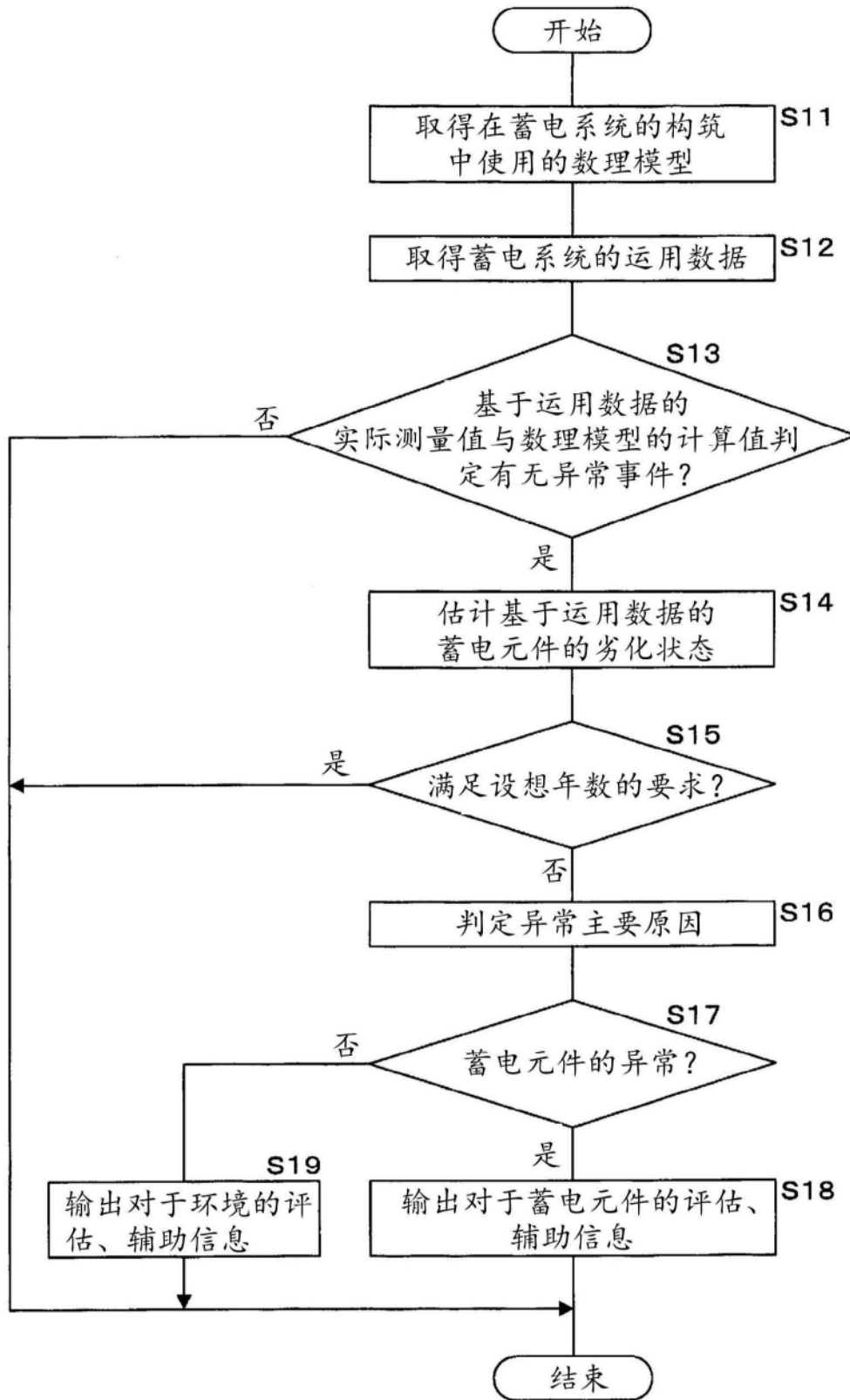


图21