



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106104907 B

(45)授权公告日 2019.06.04

(21)申请号 201580013438.6

(22)申请日 2015.03.13

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106104907 A

(43)申请公布日 2016.11.09

(30)优先权数据
2014-059252 2014.03.20 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.09.12

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2015/057483 2015.03.13

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/141580 JA 2015.09.24

(73)专利权人 古河电气工业株式会社
地址 日本东京都
专利权人 古河AS株式会社

(72)发明人 光山泰司 岩根典靖 高岛直也

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 李辉 黄纶伟

(51)Int.Cl.
H01M 10/48(2006.01)
H02J 7/00(2006.01)
H02J 7/10(2006.01)

(56)对比文件
JP 2013118724 A,2013.06.13,
US 2013110429 A1,2013.05.02,
JP 2010135075 A,2010.06.17,
JP 2006101674 A,2006.04.13,
CN 102576914 A,2012.07.11,
JP 2012192811 A,2012.10.11,

审查员 楚林正

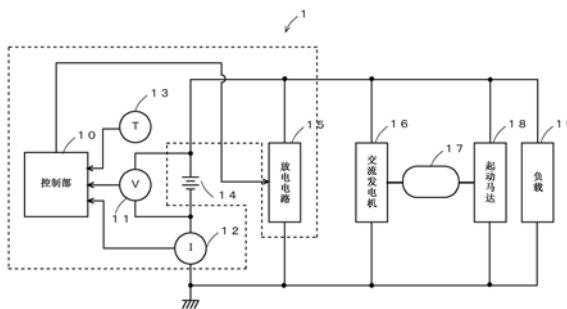
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

二次电池内部温度推定装置以及二次电池内部温度推定方法

(57)摘要

不依赖二次电池的种类或劣化状态而推定准确的内部温度。一种推定二次电池(14)的内部温度的二次电池内部温度推定装置(1),其特征在于,具有:推定单元(控制部(10)),其根据表示二次电池的外部温度与内部温度之间的关系的关系式,推定二次电池的内部温度;计算单元(控制部(10)),其计算二次电池的等效电路的元件值;求出单元(控制部(10)),其根据由计算单元计算出的等效电路的元件值,求出关系式的系数;应用单元(控制部(10)),其将由求出单元获得的系数应用到关系式中,推定单元根据由应用单元应用了系数的关系式,推定二次电池的内部温度。



1. 一种二次电池内部温度推定装置,其推定二次电池的内部温度,其特征在于,该二次电池内部温度推定装置具有:

推定单元,其根据表示所述二次电池的外部温度与内部温度之间的关系的关系式,推定所述二次电池的内部温度;

计算单元,其计算所述二次电池的等效电路的元件值;

求出单元,其根据由所述计算单元计算出的所述等效电路的元件值,求出所述关系式的系数;以及

应用单元,其将由所述求出单元获得的所述系数应用到所述关系式中,

所述推定单元根据由所述应用单元应用了所述系数的所述关系式,推定所述二次电池的内部温度,

所述二次电池的所述等效电路具有溶液电阻、反应电阻以及电双层电容,

所述求出单元根据这些中的任意一个或多个元件值,求出所述关系式的系数。

2. 根据权利要求1所述的二次电池内部温度推定装置,其特征在于,

所述求出单元还参照所述二次电池的满充电状态下的可放电的容量,求出所述关系式的系数。

3. 根据权利要求1或2所述的二次电池内部温度推定装置,其特征在于,

该二次电池内部温度推定装置具有校正单元,该校正单元将由所述计算单元计算出的所述元件值校正成作为基准的充电状态且作为基准的温度下的值。

4. 一种二次电池内部温度推定装置,其推定二次电池的内部温度,其特征在于,该二次电池内部温度推定装置具有:

推定单元,其根据表示所述二次电池的外部温度与内部温度之间的关系的关系式,推定所述二次电池的内部温度;

计算单元,其计算所述二次电池的等效电路的元件值;

求出单元,其根据由所述计算单元计算出的所述等效电路的元件值,求出所述关系式的系数;以及

应用单元,其将由所述求出单元获得的所述系数应用到所述关系式中,

所述推定单元根据由所述应用单元应用了所述系数的所述关系式,推定所述二次电池的内部温度,

所述推定单元将一阶滞后系统的传递函数用作所述关系式,由此推定所述二次电池的内部温度。

5. 根据权利要求4所述的二次电池内部温度推定装置,其特征在于,

所述求出单元根据所述等效电路的元件值,求出所述一阶滞后系统的传递函数的积分增益。

6. 根据权利要求1或4所述的二次电池内部温度推定装置,其特征在于,

所述计算单元根据所述二次电池的放电中的电压和电流,计算所述等效电路的元件值。

7. 一种二次电池内部温度推定方法,推定二次电池的内部温度,其特征在于,

该二次电池内部温度推定方法具有:

推定步骤,根据表示所述二次电池的外部温度与内部温度之间的关系的关系式,推定

所述二次电池的内部温度；

计算步骤,计算所述二次电池的等效电路的元件值；

求出步骤,根据在所述计算步骤中获得的所述等效电路的元件值,求出所述关系式的系数;以及

应用步骤,将在所述求出步骤中获得的所述系数应用到所述关系式中,

在所述推定步骤中,根据在所述应用步骤中应用了所述系数的所述关系式,推定所述二次电池的内部温度,

所述二次电池的所述等效电路具有溶液电阻、反应电阻以及电双层电容,

在所述求出步骤中,根据这些中的任意一个或多个元件值,求出所述关系式的系数。

8. 一种二次电池内部温度推定方法,推定二次电池的内部温度,其特征在于,

该二次电池内部温度推定方法具有:

推定步骤,根据表示所述二次电池的外部温度与内部温度之间的关系的关系式,推定所述二次电池的内部温度;

计算步骤,计算所述二次电池的等效电路的元件值;

求出步骤,根据在所述计算步骤中获得的所述等效电路的元件值,求出所述关系式的系数;以及

应用步骤,将在所述求出步骤中获得的所述系数应用到所述关系式中,

在所述推定步骤中,根据在所述应用步骤中应用了所述系数的所述关系式,推定所述二次电池的内部温度,

在所述推定步骤中,将一阶滞后系统的传递函数用作所述关系式,由此推定所述二次电池的内部温度。

二次电池内部温度推定装置以及二次电池内部温度推定方法

技术领域

[0001] 本发明涉及二次电池内部温度推定装置以及二次电池内部温度推定方法。

背景技术

[0002] 例如,铅蓄电池等二次电池的特性根据作为电解液或极板等的温度的内部温度而不同,因此,为了准确地检测二次电池的状态而需要准确地求出内部温度。尤其是在车载的二次电池的情况下,内部温度根据发动机等产生的热而大幅地变化,因此,为了准确地对状态进行检测,内部温度的检测是不可缺少的。

[0003] 以往,作为求出二次电池的内部温度的技术,例如有专利文献1和专利文献2所公开的技术。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2001-076769号公报

[0007] 专利文献2:日本特开2008-249459号公报

发明内容

[0008] 发明要解决的课题

[0009] 但是,在专利文献1、2所公开的技术中,以作为推定内部温度的对象的二次电池是相同种类的二次电池为前提,因此,例如在用户更换成不同种类的二次电池的情况下,存在无法准确地进行内部温度的推定的问题。另外,对于二次电池来说,由于劣化等而温度特性发生变化,但在专利文献1、2中未考虑二次电池的劣化等,因此,存在无法根据劣化状态而进行准确的温度推定的问题。

[0010] 本发明的目的在于提供不依赖二次电池的种类或劣化状态而能够进行准确的内部温度的推定的二次电池内部温度推定装置以及二次电池内部温度推定方法。

[0011] 用于解决课题的手段

[0012] 为了解决上述课题,本发明为一种二次电池内部温度推定装置,其推定二次电池的内部温度,其特征在于,该二次电池内部温度推定装置具有:推定单元,其根据表示所述二次电池的外部温度与内部温度之间的关系的关系式,推定所述二次电池的内部温度;计算单元,其计算所述二次电池的等效电路的元件值;求出单元,其根据由所述计算单元计算出的所述等效电路的元件值,求出所述关系式的系数;以及应用单元,其将由所述求出单元获得的所述系数应用到所述关系式中,所述推定单元根据由所述应用单元应用了所述系数的所述关系式,推定所述二次电池的内部温度。

[0013] 根据这样的结构,能够不依赖二次电池的种类或劣化状态而进行准确的内部温度的推定。

[0014] 另外,本发明的特征在于,所述二次电池的所述等效电路具有溶液电阻、反应电阻以及电双层电容,所述求出单元根据这些中的任意一个或多个元件值,求出所述关系式的

系数。

[0015] 根据这样的结构,通过使用具有多个元件的等效电路,能够准确地求出内部温度。

[0016] 另外,本发明的特征在于,所述求出单元还参照所述二次电池的满充电状态下的可放电的容量,求出所述关系式的系数。

[0017] 根据这样的结构,通过还参照可放电的容量,能够更准确地求出内部温度。

[0018] 另外,本发明的特征在于,具有校正单元,该校正单元将由所述计算单元计算出的所述元件值校正成作为基准的充电状态且作为基准的温度下的值。

[0019] 根据这样的结构,通过校正成基准状态,能够更准确地求出元件值,并能够进一步准确地求出内部温度。

[0020] 另外,本发明的特征在于,所述推定单元将一阶滞后系统的传递函数用作所述关系式,由此推定所述二次电池的内部温度。

[0021] 根据这样的结构,能够使用简单的式子来准确地求出内部温度。

[0022] 另外,本发明的特征在于,所述求出单元根据所述等效电路的元件值,求出所述一阶滞后系统的传递函数的积分增益。

[0023] 根据这样的结构,通过减少要计算的系数的数量,能够减少处理。

[0024] 另外,本发明的特征在于,所述计算单元根据所述二次电池的放电中的电压和电流,计算所述等效电路的元件值。

[0025] 根据这样的结构,能够根据放电中的电压和电流来简单且准确地求出元件值。

[0026] 另外,本发明提供一种二次电池内部温度推定方法,推定二次电池的内部温度,其特征在于,该二次电池内部温度推定方法具有:推定步骤,根据表示所述二次电池的外部温度与内部温度之间的关系的关系式,推定所述二次电池的内部温度;计算步骤,计算所述二次电池的等效电路的元件值;求出步骤,根据在所述计算步骤中获得的所述等效电路的元件值,求出所述关系式的系数;以及应用步骤,将在所述求出步骤中获得的所述系数应用到所述关系式中,在所述推定步骤中,根据在所述应用步骤中应用了所述系数的所述关系式,推定所述二次电池的内部温度。

[0027] 根据这样的方法,能够不依赖二次电池的种类或劣化状态而进行准确的内部温度的推定。

[0028] 发明效果

[0029] 根据本发明,能够提供不依赖二次电池的种类或劣化状态而能够进行准确的内部温度的推定的二次电池内部温度推定装置以及二次电池内部温度推定方法。

附图说明

[0030] 图1是示出本发明的实施方式的二次电池内部温度推定装置的结构例的图。

[0031] 图2是示出图1的控制部的详细的结构例的框图。

[0032] 图3是示出二次电池的等效电路的一例的图。

[0033] 图4是示出二次电池的热模型的一例的图。

[0034] 图5是示出推定结果与实测值之间的关系的图。

[0035] 图6是用于说明本发明的实施方式中执行的处理的细节的流程图。

具体实施方式

[0036] 接着,对本发明的实施方式进行说明。

[0037] (A) 第1实施方式的结构说明

[0038] 图1是示出具有本发明的第1实施方式的二次电池内部温度推定装置的车辆的电源系统的图。在该图中,二次电池内部温度推定装置1以控制部10、电压传感器11、电流传感器12、温度传感器13以及放电电路15为主要的结构要素,该二次电池内部温度推定装置1根据二次电池14的外部温度,推定内部温度。在此,控制部10参照来自电压传感器11、电流传感器12以及温度传感器13的输出来求出二次电池14的等效电路的元件值,并根据该元件值求出用于推定温度的式子的系数,通过将由温度传感器13检测出的外部温度代入到该式子,来推定内部温度。电压传感器11检测二次电池14的端子电压,并通知给控制部10。电流传感器12检测流过二次电池14的电流,并通知给控制部10。温度传感器13检测二次电池14自身或者周围的外部温度,并通知给控制部10。放电电路15例如由串联连接的半导体开关和电阻元件等构成,通过由控制部10对半导体开关进行接通/断开控制而使二次电池14放电。此外,在本说明书中,外部温度表示配置有二次电池14的环境的温度,另外,内部温度表示由电解液和极板形成的二次电池14的内部的温度。

[0039] 二次电池14例如由铅蓄电池、镍镉电池、镍氢电池或者锂离子电池等构成,由交流发电机16对该二次电池14进行充电,且该二次电池14驱动起动马达18来起动发动机,并且向负载19提供电力。由发动机17驱动交流发电机16,该交流发电机16产生交流电并通过整流电路转换成直流电,且对二次电池14进行充电。

[0040] 发动机17例如由汽油发动机以及柴油发动机等往复式发动机或者转子发动机等构成,由起动马达18起动该发动机17,该发动机17经由变速器对驱动轮进行驱动来对车辆施加推进力,并且驱动交流发电机16来产生电力。起动马达18例如由直流电机构成,该起动马达18借助从二次电池14提供的电力而产生旋转力来起动发动机17。负载19例如由电动转向马达、除雾器、点火线圈、汽车音响以及汽车导航等构成,该负载19利用来自二次电池14的电力而进行动作。

[0041] 图2是示出图1所示的控制部10的详细的结构例的图。如该图所示,控制部10具有CPU(Central Processing Unit:中央处理单元)10a、ROM(Read Only Memory:只读存储器)10b、RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)10c、通信部10d以及I/F(Interface:接口)10e。在此,CPU 10a根据储存于ROM 10b中的程序10ba,对各部件进行控制。ROM 10b由半导体存储器等构成,该ROM 10b储存有程序10ba等。RAM 10c由半导体存储器等构成,该RAM 10c储存在执行程序10ba时所生成的数据和后述的表或者数学式等的参数10ca。通信部10d与上层装置的ECU(Electronic Control Unit:电子控制单元)等之间进行通信,而向上层装置通知所检测出的信息。I/F 10e将从电压传感器11、电流传感器12以及温度传感器13提供的信号转换成数字信号而取入,并且向放电电路15提供驱动电流而对其进行控制。

[0042] (B) 实施方式的动作的说明

[0043] 接着,对本发明的实施方式的动作进行说明。在本发明的实施方式中,例如在车辆停止时那样向二次电池14的输入输出电流较小的时机,控制部10的CPU 10a参照电压传感器11和电流传感器12的输出来测定二次电池14的电压 V_b 和电流 I_b ,并作为参数10ca储存于RAM 10c中。

[0044] 接着,CPU 10a控制放电电路15,使二次电池14以规定的电流(例如,几安培~几十安培)放电。此外,该放电是例如利用矩形波或者阶跃波来执行的。另外,作为放电时间例如可以设定成从几十毫秒到几秒。

[0045] 在开始基于放电电路15的放电时,CPU 10a以规定的周期(例如,几毫秒~几十毫秒周期)对电压传感器11以及电流传感器12的输出进行采样,并作为 $V(t)$ 、 $I(t)$ 储存于RAM 10c中作为参数10ca。此外, t 表示时间,在开始采样的时机被设为“0”,之后与采样相应地增加。CPU 10a将所获得的 $V(t)$ 、 $I(t)$ 代入到下式(1)来求出二次电池14的阻抗 $Z(t)$,并作为参数10ca储存于RAM 10c中。

$$[0046] \quad Z(t) = (V_b - V(t)) / (I_b - I(t)) \cdot \cdot \cdot (1)$$

[0047] 另外,CPU 10a根据下式(2),使用通过测定获得的 $Z(t)$,并利用最小二乘法等求出作为等效电路的元件值的 R_{ohm} 、 R_{ct} 、 C 。

$$[0048] \quad Z(t) = R_{ohm} + R_{ct} \times (1 - e^{-t/\tau}) \cdot \cdot \cdot (2)$$

[0049] 在此, $\tau = C \times R_{ct}$ 。

[0050] 接着,CPU 10a将所获得 R_{ohm} 、 R_{ct} 、 C 校正成基准状态下的 R_{ohm} 、 R_{ct} 、 C 。在此,所谓的基准状态是二次电池14的SOC为100%、而且内部温度 T_i 为25℃的状态。在SOC和温度从基准状态偏移的情况下,对各元件值进行校正以成为基准状态。

[0051] 接着,CPU 10a将校正成基准状态的 R_{ohm} 、 R_{ct} 、 C 代入到下式(3)来计算积分增益 K_2 。

$$[0052] \quad K_2 = A_1 \times R_{ohm} + A_2 \times R_{ct} + A_3 \times C \cdot \cdot \cdot (3)$$

[0053] 在此,系数 $A_1 \sim A_3$ 是用于将二次电池14的等效电路的元件值与积分增益 K_2 关联起来的系数,这些值不会根据二次电池14的种类或使用的车型或使用环境等而变化。这样的系数 $A_1 \sim A_3$ 只要预先实测而储存于ROM 10b中即可。

[0054] 接着,CPU 10a将由式(3)求出的积分增益 K_2 应用于图4所示的二次电池14的热模型中。在此,图4表示二次电池14的热模型。在该例中,表示二次电池14的外部温度 T_e 与二次电池14的内部温度 T_i 之间的关系。在该模型中,将二次电池14作为一阶滞后系统而建模,外部温度 T_e 与内部温度 T_i 之间的传递函数 $T(S)$ 由下式(4)表示。此外,系数 K_1 是不易受到二次电池14的种类或环境等的影响的系数,关于该系数 K_1 ,可以使用预先利用任意的二次电池14求出的值。

$$[0055] \quad T(S) = T_i / T_e = (K_1 + K_2 / S) / (1 + K_1 + K_2 / S) \cdot \cdot \cdot (4)$$

[0056] CPU 10a对以上那样的热模型应用由式(3)求出的积分增益 K_2 。通过使用这样的热模型,能够根据由温度传感器13检测的二次电池14的外部温度 T_e 来推定二次电池14的内部温度 T_i 。通过使用这样求出的内部温度 T_i ,能够准确地求出具有温度依赖性的各种值(例如,等效电路的元件值或SOF(State of Function:状态函数)),因此能够高精度地检测二次电池14的状态。

[0057] 图5示出通过以上的本实施方式推定的积分增益 K_2 与通过实测获得的积分增益 K_2 的比较结果。该图的横轴表示通过本发明的实施方式推定的积分增益,纵轴表示实测结果。该图5示出如下情况:通过本实施方式推定的积分增益与实测值高精度地一致,另外,决定系数 R^2 是0.9028,实测值与推定值高精度地一致。

[0058] 接着,参照图6,对本发明的实施方式的详细的动作进行说明。图6是用于说明在图

1中执行的处理的一例的流程图。例如在新的二次电池14搭载于车辆时(例如,控制部10被上电复位时),执行该流程图。在开始图6所示的流程图时,执行以下的步骤。

[0059] 在步骤S10中,CPU 10a对处于稳定的状态下的执行放电之前的二次电池14的电压 V_b 和电流 I_b 进行测定。此外,作为稳定的状态,例如在车辆处于停车中、且流过负载19的电流比规定的阈值(例如几安培)小的情况下,可判定为稳定。

[0060] 在步骤S11中,CPU 10a控制放电电路15,使二次电池14以矩形脉冲状放电。此外,作为矩形脉冲的宽度,例如可设为几毫秒~几秒的范围。也可以为,不使用预定的矩形脉冲的宽度,而在规定次数的采样结束的情况下、或者在求出了等效电路的元件值的情况下,结束放电。

[0061] 在步骤S12中,CPU 10a参照电压传感器11和电流传感器12的输出来测定二次电池14的电压和电流,并将它们作为 $V(t)$ 和 $I(t)$ 储存于RAM 10c中作为参数10ca。

[0062] 在步骤S13中,CPU 10a将在步骤S12中测定的 $V(t)$ 和 $I(t)$ 代入到前述的式(1)来计算 $Z(t)$,并将所获得的值作为参数10ca储存于RAM 10c中。

[0063] 在步骤S14中,CPU 10a判定是否结束放电,在判定为结束放电的情况下(步骤S14:是),进入步骤S15,在除此以外的情况下(步骤S14:否)返回到步骤S12而重复与前述的情况同样的处理。例如,在经过了规定的时间、或者执行了规定次数测定、或者电压或电流稳定的情况下(例如,从过渡状态转移到稳定状态的情况下),判定为“是”而进入步骤S15。

[0064] 在步骤S15中,CPU 10a获取在步骤S13中储存于RAM 10c内的 $Z(t)$ 的值,且应用于式(2)中,例如利用最小二乘法等求出 R_{ohm} 、 R_{ct} 、 τ 的值。由此,能够获得在使二次电池14利用矩形脉冲放电的情况下最适于 $Z(t)$ 的变化的 R_{ohm} 、 R_{ct} 、 τ 的值。

[0065] 在步骤S16中,CPU 10a对 $C = \tau/R_{ct}$ 代入在步骤S15中求出的 τ 和 R_{ct} 而获得电双层电容 C 的值。

[0066] 在步骤S17中,CPU 10a将在步骤S15和步骤S16中求出的等效电路的元件值 R_{ohm} 、 R_{ct} 、 C 的值校正成基准状态下的值。作为基准状态,例如可以采用二次电池14的内部温度是 25°C 、而且二次电池14的SOC是100%的状态。作为校正的方法,例如可将数据表或者校正式预先储存于ROM 10b中,而根据该数据表或者校正式进行校正。此外,为了减小在执行与温度相关的校正时的校正误差,例如,优选使用车辆的停止时间较长(例如12个小时以上)的情况下的温度传感器13的输出值。或者,也可以使用根据初始值推定的内部温度 T_i 的推定值。

[0067] 在步骤S18中,CPU 10a将储存于ROM 10b中的系数 $A_1 \sim A_3$ 的值和在步骤S17中进行了校正的元件值 R_{ohm} 、 R_{ct} 、 C 的值代入到前述的式(3)来获得积分增益 K_2 的值。此外,系数 $A_1 \sim A_3$ 的值不受二次电池14的种类和使用环境等的影响,因此,例如能够将事先通过测定获得的值储存于ROM 10b中来利用该值。

[0068] 在步骤S19中,CPU 10a将在步骤S18中求出的积分增益 K_2 应用到图4所示的热模型中。此外,关于比例增益 K_1 ,因为不受二次电池14的种类和使用环境等的影响,因此,例如能够事先将通过测定获得的值储存于ROM 10b中。

[0069] 在步骤S20中,CPU 10a参照温度传感器13的输出来获取二次电池14的外部温度 T_e 。

[0070] 在步骤S21中,CPU 10a对图4所示的热模型代入在步骤S20中测定的外部温度 T_e ,

来推定二次电池14的内部温度 T_i 。此外,关于步骤S20和步骤S21的处理,在与传递函数的时间常数对应的一定时间内,优选重复执行。即,在外部温度 T_e 变化的情况下,内部温度 T_i 相对于该外部温度 T_e 的变化有延迟地也发生变化,因此优选进行一定时间的测定。

[0071] 在步骤S22中,CPU 10a根据在步骤S21中求出的二次电池14的内部温度 T_i ,求出具有温度依赖性的SOF等值。此外,也可以求出除此以外的值。

[0072] 如以上说明那样,根据图6所示的流程图,能够使用二次电池14的等效电路的元件值来求出二次电池14的热模型的积分增益 K_2 。另外,通过使用这样的积分增益 K_2 ,能够准确地求出二次电池14的内部温度,因此,能够准确地求出具有温度依赖性的二次电池14的状态值(例如,SOF)。

[0073] 另外,通过根据二次电池14的等效电路求出积分增益 K_2 ,例如能够不依赖二次电池14的尺寸、初始电容或者种类等而准确地求出内部温度 T_i 。

[0074] (C) 变形实施方式的说明

[0075] 以上的实施方式是一例,本发明当然不仅限于如上所述的情况。例如,在以上的各实施方式中,使用图3所示的等效电路,但也可以使用除此以外的等效电路。具体而言,也可以使用具有2个以上的反应电阻和电双层电容的等效电路。此外,在使用具有2个反应电阻和电双层电容的等效电路的情况下,在将2个反应电阻设为 R_{ct1} 、 R_{ct2} ,将电双层电容设为 C_1 、 C_2 的情况下,也可以代替前述的式(2)而使用下式(5)。

[0076]
$$Z(t) = R_{ohm} + R_{ct1} \times (1 - e^{-t/\tau_1}) + R_{ct2} \times (1 - e^{-t/\tau_2}) \dots (5)$$

[0077] 其中, τ_1 和 τ_2 定义为如下。

[0078] $\tau_1 = C_1 \times R_{ct1}$

[0079] $\tau_2 = C_2 \times R_{ct2}$

[0080] 另外,也可以代替前述的式(3)而使用下式(6)。

[0081]
$$K_2 = A_1 \times R_{ohm} + A_2 \times R_{ct1} + A_3 \times C_1 + A_4 \times R_{ct2} + A_5 \times C_2 \dots (6)$$

[0082] 另外,在以上的实施方式中,求出积分增益 K_2 的式(3)仅包含等效电路的元件值,但是,例如也可以使用可根据元件值求出的初始满充电容量 SOH_{ini} 。更详细而言,初始满充电容量 SOH_{ini} 可通过下式(7)求出。在此, $f_1(R_{ohm})$ 、 $f_2(R_{ct})$ 、 $f_4(C)$ 表示将 R_{ohm} 、 R_{ct} 、 C 作为变量的规定的函数。

[0083]
$$SOH_{ini} = B_1 \times f_1(R_{ohm}) + B_2 \times f_2(R_{ct}) + B_3 \times f_4(C) \dots (7)$$

[0084] 通过使用包含由以上的式(7)求出的 SOH_{ini} 的下式(8),能够获得积分增益 K_2 。

[0085]
$$K_2 = A_0 \times SOH_{ini} + A_1 \times R_{ohm} + A_2 \times R_{ct} + A_3 \times C \dots (8)$$

[0086] 此外,也可以使用对前述的式(6)的右边加上了 $A_0 \times SOH_{ini}$ 的式子。

[0087] 另外,在以上的实施方式中,使用了构成等效电路的溶液电阻 R_{ohm} 、反应电阻 R_{ct} 以及电双层电容 C 的全部,但是,也可以仅使用它们中的任意1个,或者使用任意的2个的组合。

[0088] 另外,在以上的实施方式中,在新安装二次电池14的情况下,举出执行图6所示的处理的情况为例进行了说明,但是,例如在以规定的周期执行、或者利用内部温度 T_i 求出的值的误差增加的情况下,也可以再次执行图6所示的处理。例如,关于二次电池14,因为劣化而极板的化学特性发生变化(例如,由于硫酸盐化而硫酸铅增加),因此温度特性发生变化(例如,由于硫酸铅增加而比热降低)。因此,为了再现根据劣化而变化的特性,例如通过以1

个月为单位执行图6所示的处理,能够建立反映了劣化状态的热模型。

[0089] 标号说明

[0090] 1:二次电池内部温度推定装置;10:控制部(推定单元、计算单元、求出单元、应用单元、校正单元);10a:CPU;10b:ROM;10c:RAM;10d:显示部;10e:I/F;11:电压传感器;12:电流传感器;13:温度传感器;14:二次电池;15:放电电路;16:交流发电机;17:发动机;18:启动马达;19:负载。

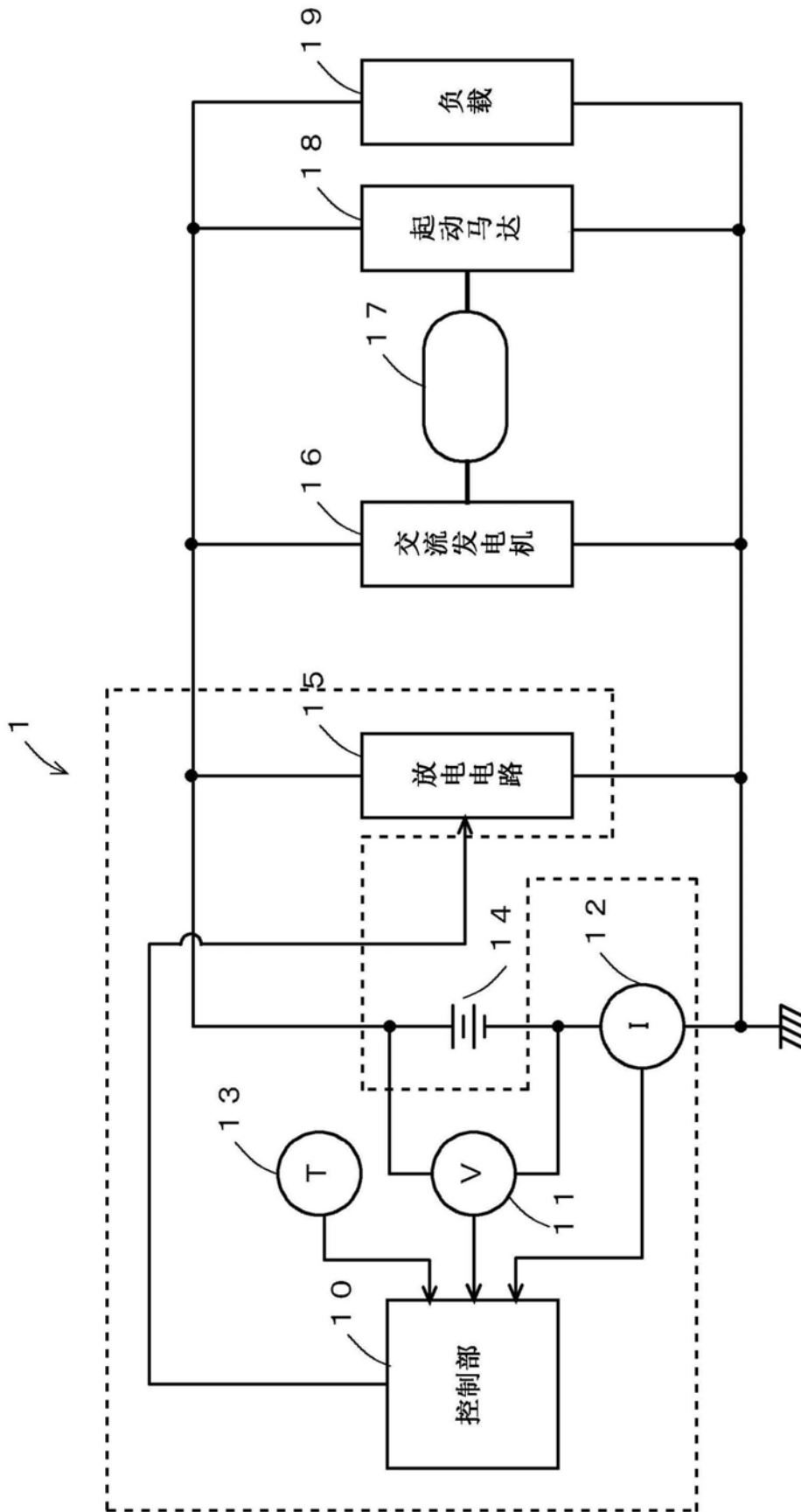


图1

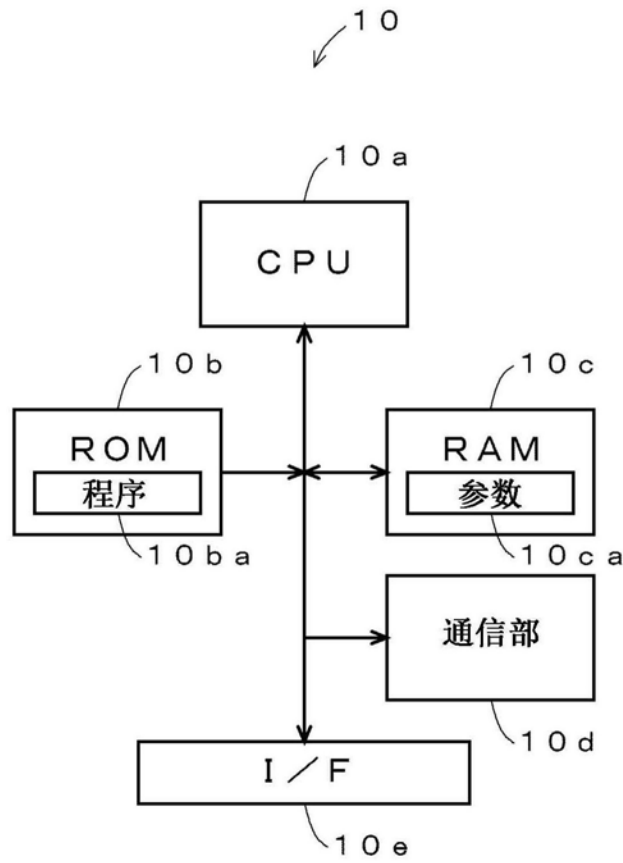


图2

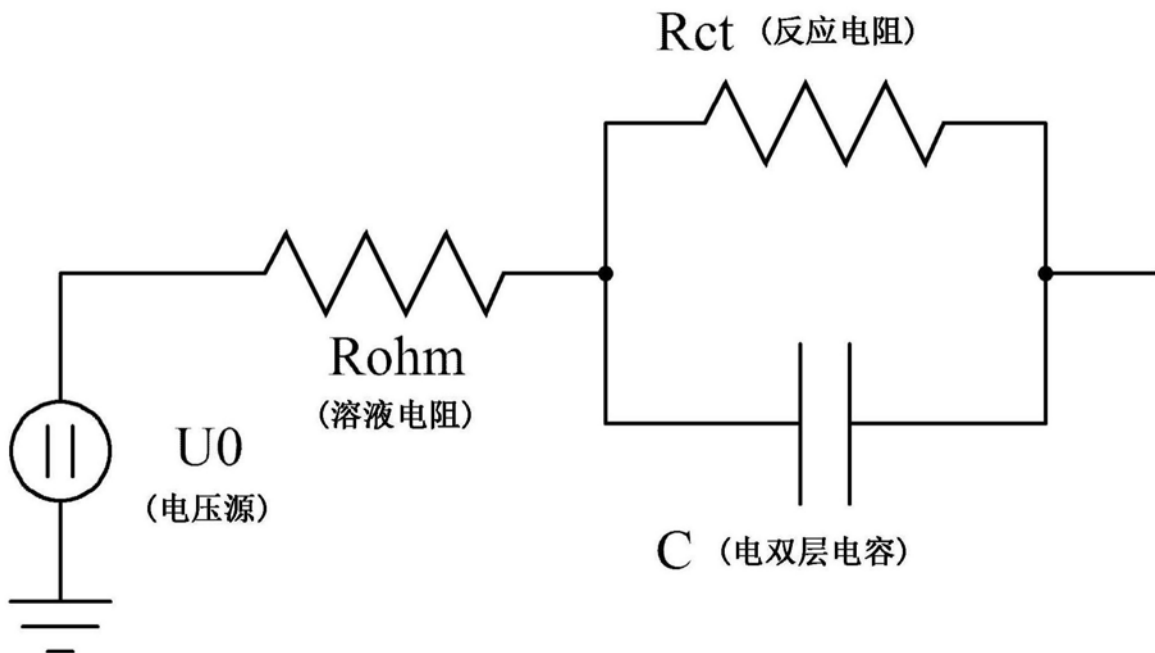


图3

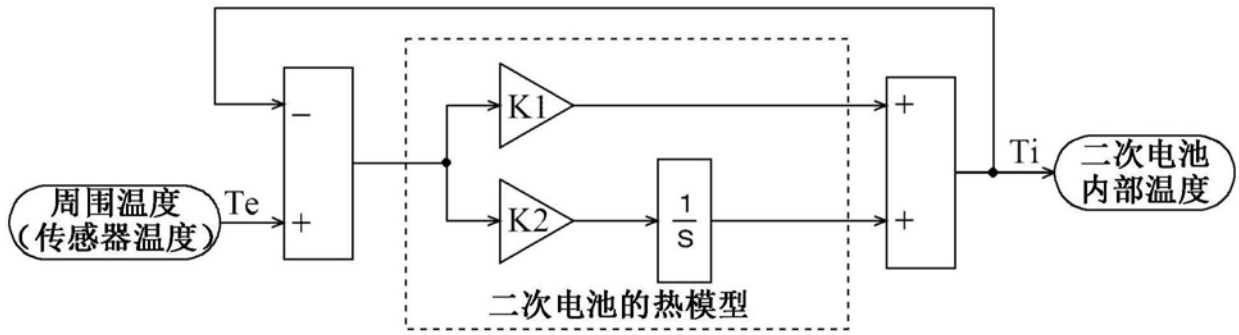


图4

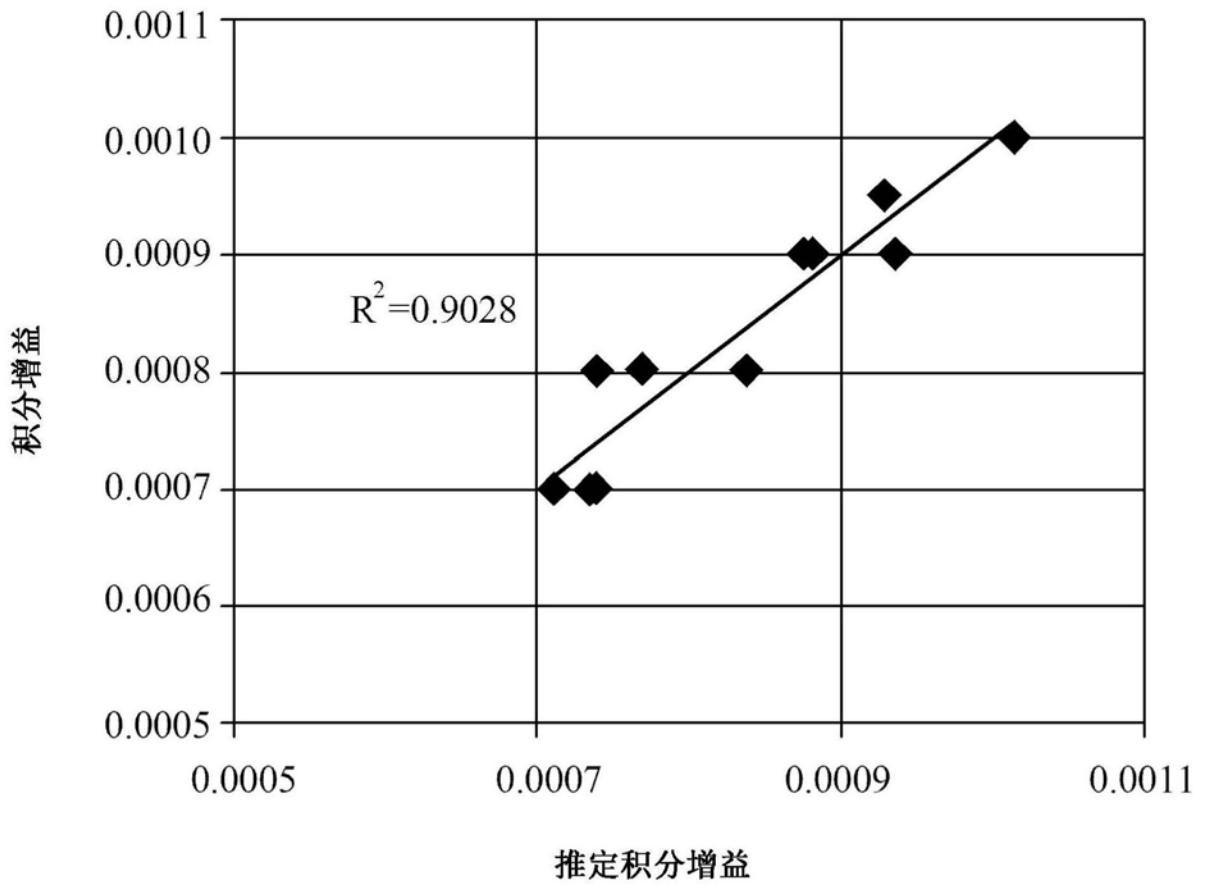


图5

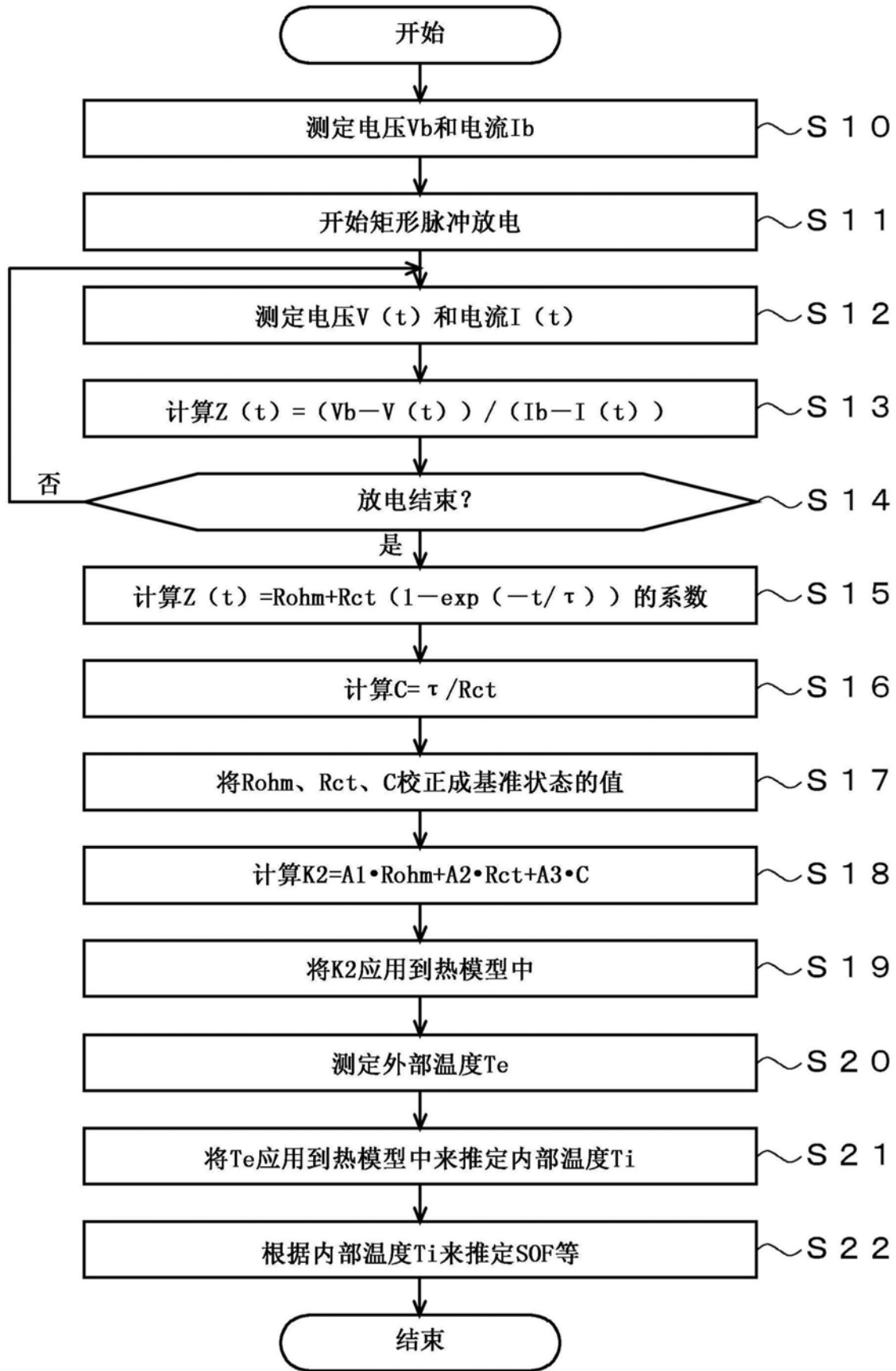


图6