



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102540088 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 29

(21) 申请号 201110382081. 2

(22) 申请日 2011. 11. 22

(30) 优先权数据

2010-260657 2010. 11. 22 JP

(73) 专利权人 三美电机株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 萩森齐 高桥充洋

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

公司 11243

代理人 曾贤伟 范胜杰

US 5926007 A, 1999. 07. 20,

JP H11250939 A, 1999. 09. 17,

CN 101641606 A, 2010. 02. 03,

US 6014030 A, 2000. 01. 11,

CN 1601296 A, 2005. 03. 30,

JP 2010019758 A, 2010. 01. 28,

CN 1391305 A, 2003. 01. 15,

审查员 郭凤华

(51) Int. Cl.

G01R 31/36(2006. 01)

(56) 对比文件

JP H07274408 A, 1995. 10. 20,

JP H09322420 A, 1997. 12. 12,

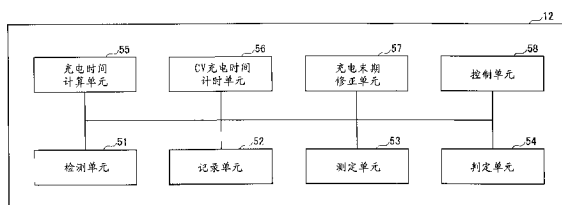
权利要求书2页 说明书19页 附图20页

(54) 发明名称

电池监视装置以及电池监视方法

(57) 摘要

本发明提供电池监视装置以及电池监视方法,该装置具备:检测单元,其检测二次电池的电压值、电流值、温度;充电时间计算单元,其计算出二次电池的充电时间;判定单元,其对二次电池的充电状态进行判定,充电时间计算单元根据以下内容计算出二次电池的充电时间:第一充电率,其是使用二次电池的路径电阻值、二次电池的充电电压、二次电池的当前温度下的内部电阻值,与预定的充电终止电流对应地计算出来的,该二次电池的路径电阻值是根据检测单元在恒定电压充电中检测到的值而计算出来的;恒定电流充电率,其是使用第一充电率计算出来的;第二充电率,其是使用第一充电率、与对二次电池进行充电的充电电路所固有的充电终止电流对应地计算出来的。



1. 一种电池监视装置,其具备:
检测单元,其检测二次电池的电压值、电流值以及温度;
充电时间计算单元,其使用由所述检测单元检测到的值来计算出所述二次电池的充电时间;以及
判定单元,其对所述二次电池的充电状态进行判定,
所述电池监视装置的特征在于,
所述充电时间计算单元根据以下内容计算出所述二次电池的充电时间:
第一充电率,其是使用所述二次电池的路径电阻值、所述二次电池的充电电压值、以及所述二次电池的当前温度下的内部电阻值,与预定的充电终止电流对应地计算出来的,其中,所述二次电池的路径电阻值是根据由所述检测单元在恒定电压充电中检测到的值而计算出来的;
恒定电流充电率,其是使用所述第一充电率计算出来的;以及
第二充电率,其是使用所述第一充电率、与对所述二次电池进行充电的充电电路所固有的充电终止电流对应地计算出来的。
2. 根据权利要求 1 所述的电池监视装置,其特征在于,
所述充电时间计算单元,
根据由所述检测单元在恒定电流充电中检测到的充电电流值、以及所述第一充电率,计算出恒定电流充电时间,
根据由所述检测单元在恒定电流充电中检测到的充电电流值、所述恒定电流充电率、以及所述第二充电率,计算出恒定电压充电时间,
通过将所述恒定电压充电时间与所述恒定电流充电时间相加,计算出所述二次电池的充电时间。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的电池监视装置,其特征在于,
所述电池监视装置具有:充电末期修正单元,其在通过所述判定单元判定为所述二次电池的充电状态是恒定电压充电状态、且通过所述检测单元检测到的充电电流值在预定值以下的情况下,使用通过所述检测单元检测到的预定的电流值和所述固有的充电终止电流计算出充电末期时间,并使用所计算出的充电末期时间对所述二次电池的充电时间进行修正。
4. 根据权利要求 3 所述的电池监视装置,其特征在于,
所述判定单元,使用根据所述检测单元检测到的值而计算出的所述二次电池的电压变化速度、电流变化速度、以及所述预定的电流值,来判定所述二次电池的充电状态。
5. 一种电池监视方法,其由电池监视装置来执行,所述电池监视装置具备:
检测单元,其检测二次电池的电压值、电流值以及温度;
充电时间计算单元,其使用由所述检测单元检测到的值来计算出所述二次电池的充电时间;以及
判定单元,其对所述二次电池的充电状态进行判定,
所述电池监视方法的特征在于,包括以下步骤:
路径电阻值计算步骤,基于所述检测单元在恒定电压充电中检测到的值而计算出所述二次电池的路径电阻值;

第一充电率计算步骤,使用通过所述路径电阻值计算步骤所计算出的所述二次电池的路径电阻值、所述二次电池的充电电压、以及所述二次电池的当前温度下的内部电阻值,计算出与预定的充电终止电流对应的第一充电率;

恒定电流充电率计算步骤,使用通过所述第一充电率计算步骤计算出的第一充电率来计算恒定电流充电率;

第二充电率计算步骤,使用所述第一充电率,计算出与对所述二次电池进行充电的充电电路所固有的充电终止电流对应的第二充电率;以及

充电时间计算步骤,根据所述第一充电率、所述恒定电流充电率以及所述第二充电率,计算出所述二次电池的充电时间。

6. 根据权利要求 5 所述的电池监视方法,其特征在于,

所述充电时间计算步骤中,

根据由所述检测单元在恒定电流充电中检测到的充电电流值、以及所述第一充电率,计算出恒定电流充电时间,

根据由所述检测单元在恒定电流充电中检测到的充电电流值、所述恒定电流充电率、以及所述第二充电率,计算出恒定电压充电时间,

通过将所述恒定电压充电时间与所述恒定电流充电时间相加,计算出所述二次电池的充电时间。

7. 根据权利要求 5 或 6 所述的电池监视方法,其特征在于,

所述电池监视方法具有如下步骤:

充电末期时间计算步骤,在通过所述判定单元判定为所述二次电池的充电状态是恒定电压充电状态、且通过所述检测单元检测到的充电电流值在预定值以下的情况下,使用通过所述检测单元检测到的预定的电流值和所述固有的充电终止电流计算出充电末期时间;以及

充电末期修正步骤,使用通过所述充电末期时间计算步骤所计算出的充电末期时间对所述二次电池的充电时间进行修正。

8. 根据权利要求 7 所述的电池监视方法,其特征在于,

所述电池监视方法具有以下步骤:

充电状态判定信息获取步骤,通过所述判定单元,根据所述检测单元检测到的值,获取所述二次电池的电压变化速度、电流变化速度、以及预定的电流值;以及

判定步骤,使用通过所述充电状态判定信息获取步骤得到的所述二次电池的电压变化速度、电流变化速度、以及所述预定的电流值,来判定所述二次电池的充电状态。

电池监视装置以及电池监视方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电池监视装置以及电池监视方法。

背景技术

[0002] 过去,作为对例如使用于移动电话等电子设备的锂离子电池等二次电池进行充电的方法,公知有基于恒定电流·恒定电压(CC·CV)充电的充电方法。在CC·CV充电中,首先进行恒定电流(CC)充电,当二次电池的电压达到预定电压时,切换到恒定电压(CV)充电,当充电电流降低到预定的电流值时判定为已经满充电,从而停止充电电流的供给。

[0003] 在这样的使用CC·CV充电的充电方法中,例如公知有这样的充电时间计算方法:基于测定得到的电池电压和充电电流的值,来计算出到充电中的二次电池满充电为止的时间(例如,参照专利文献1)。

[0004] 专利文献1:日本特开平07-274408号公报

[0005] 但是,在上述专利文献1等所示的现有的充电时间计算方法中,没有考虑因充电时的环境等而发生变动的充电电压、充电终止电流、以及检测区间的路径电阻等。因此,若温度等测定环境发生变化,则存在充电时间的计算精度变差这样的问题。

[0006] 另外,过去,尽管二次电池的可充电容量会由于充电时的温度或电池的劣化率而变化,但是仍是参照上一次的充电时所计算出的二次电池的可充电容量来计算充电时间,因此,存在所计算出的充电时间与实测时间的误差很大这样的问题。

发明内容

[0007] 本发明正是鉴于上述问题而完成的发明,其目的在于提供一种通过计算出与二次电池的状态相应的可充电容量来提高二次电池的满充电时间的计算精度的电池监视装置以及电池监视方法。

[0008] 为了达成上述目的,本发明提供一种电池监视装置(12),其具备:检测单元(51),其检测二次电池(20)的电压值、电流值以及温度;充电时间计算单元(55),其使用由所述检测单元(51)检测到的值,计算出所述二次电池(20)的充电时间;以及判定单元(54),其对所述二次电池(20)的充电状态进行判定,所述电池监视装置(12)的特征在于,所述充电时间计算单元(55)根据以下内容计算出所述二次电池(20)的充电时间:第一充电率,其是使用所述二次电池(20)的路径电阻值、所述二次电池(20)的充电电压值、以及所述二次电池(20)的当前温度下的内部电阻值,与预定的充电终止电流对应地计算出来的,其中,所述二次电池(20)的路径电阻值是根据由所述检测单元(51)在恒定电压充电中检测到的值而计算出来的;恒定电流充电率,其是使用所述第一充电率计算出来的;以及第二充电率,其是使用所述第一充电率、与对所述二次电池进行充电的充电电路所固有的充电终止电流对应地计算出来的。

[0009] 另外,在本发明中,其特征在于,所述充电时间计算单元(55),根据由所述检测单元(51)在恒定电流充电中检测到的充电电流值、以及所述第一充电率,计算出恒定电流充

电时间,根据由所述检测单元(51)在恒定电流充电中检测到的充电电流值、所述恒定电流充电率、以及所述第二充电率,计算出恒定电压充电时间,通过将所述恒定电压充电时间与所述恒定电流充电时间相加,计算出所述二次电池的充电时间。

[0010] 另外,在本发明中,其特征在于,所述电池监视装置具有:充电末期修正单元(57),其在通过所述判定单元(54)判定为所述二次电池(20)的充电状态是恒定电压充电状态、且通过所述检测单元(51)检测到的充电电流值在预定值以下的情况下,使用通过所述检测单元(51)检测到的预定的电流值和所述固有的充电终止电流计算出充电末期时间,并使用所计算出的充电末期时间对所述二次电池(20)的充电时间进行修正。

[0011] 另外,在本发明中,其特征在于,所述判定单元(54),使用根据所述检测单元(51)检测到的值而计算出的所述二次电池(20)的电压变化速度、电流变化速度、以及所述预定的电流值,来判定所述二次电池(20)的充电状态。

[0012] 另外本发明提供一种电池监视方法,其由电池监视装置(12)来执行,所述电池监视装置(12)具备:检测单元(51),其检测二次电池(20)的电压值、电流值以及温度;充电时间计算单元(55),其使用由所述检测单元(51)检测到的值来计算所述二次电池(20)的充电时间;以及判定单元(54),其对所述二次电池(20)的充电状态进行判定,所述电池监视方法的特征在于,包括以下步骤:路径电阻值获取步骤(S35),获取基于所述检测单元(51)在恒定电压充电中检测到的值的所述二次电池的路径电阻值;第一充电率计算步骤(S40),使用通过所述路径电阻值获取步骤(S35)所获取的所述二次电池的路径电阻值、所述二次电池的充电电压、以及所述二次电池的当前温度下的内部电阻值,计算出与预定的充电终止电流对应的第一充电率;恒定电流充电率计算步骤(S41),使用通过所述第一充电率计算步骤(S40)计算出的第一充电率来计算恒定电流充电率;第二充电率计算步骤(S50),使用所述第一充电率,计算出与对所述二次电池进行充电的充电电路所固有的充电终止电流对应的第二充电率;以及充电时间计算步骤(S53),根据所述第一充电率、所述恒定电流充电率以及所述第二充电率,计算出所述二次电池的充电时间。

[0013] 另外,在本发明中,其特征在于,所述充电时间计算步骤(S53)中,根据由所述检测单元(51)在恒定电流充电中检测到的充电电流值、以及所述第一充电率,计算出恒定电流充电时间(S42),根据由所述检测单元(51)在恒定电流充电中检测到的充电电流值、所述恒定电流充电率、以及所述第二充电率,计算出恒定电压充电时间(S52),通过将所述恒定电压充电时间与所述恒定电流充电时间相加,计算出所述二次电池的充电时间。

[0014] 另外,在本发明中,其特征在于,所述电池监视方法具有如下步骤:充电末期时间计算步骤(S75),在通过所述判定单元(54)判定为所述二次电池的充电状态是恒定电压充电状态、且通过所述检测单元(51)检测到的充电电流值在预定值以下的情况下,使用通过所述检测单元(51)检测到的预定的电流值和所述固有的充电终止电流计算出充电末期时间;以及充电末期修正步骤(S66),使用通过所述充电末期时间计算步骤(S75)所计算出的充电末期时间对所述二次电池的充电时间进行修正。

[0015] 另外,在本发明中,其特征在于,所述电池监视方法具有以下步骤:充电状态判定信息获取步骤,通过所述判定单元(54),根据所述检测单元检测到的值,获取所述二次电池的电压变化速度、电流变化速度、以及预定的电流值;以及判定步骤(S63),使用通过所述充电状态判定信息获取步骤得到的所述二次电池的电压变化速度、电流变化速度、以及所

述预定的电流值,来判定所述二次电池的充电状态。

[0016] 另外,上述参照符号至多只是参考而已,本申请的发明并不因此而限定于图示的形式。

[0017] 根据本发明,通过计算出与二次电池的状态相应的可充电容量,能够提高二次电池的满充电时间的计算精度。

附图说明

[0018] 图 1 是表示本实施方式的电池监视系统的方框结构的一例的图。

[0019] 图 2 是用于说明 CV 充电电压的图。

[0020] 图 3 是表示执行满充电时间计算处理的监视 IC 的方框结构的一例的图。

[0021] 图 4 是表示二次电池的满充电时间计算处理的整体的流程的流程图。

[0022] 图 5 是对用于二次电池的满充电时间计算的处理状态的迁移进行说明的图。

[0023] 图 6 是表示用于满充电时间的计算的路径电阻 R_c 的测定处理的流程的流程图。

[0024] 图 7 是表示第一充电率 SOC_{full} 相对于路径电阻 R_c 和当前温度下的电阻值 R_{rtn} 的特性的图。

[0025] 图 8 是表示 CC 充电率 SOC_{cc} 相对于二次电池的内部电阻值 R_{rtn} 的特性的图。

[0026] 图 9 是表示 CC 充电时间 T_{cc} 的计算处理的流程的流程图。

[0027] 图 10 是用于对使用于 CV 充电时间 T_{cv} 的计算的第二充电率 SOC_{chg} 进行说明的图。

[0028] 图 11 是表示 CV 充电时的充电电流值 I_c 的变化的图。

[0029] 图 12 是表示右边相对于上述的左边 I_{start}/I_{stop} 的特性的图。

[0030] 图 13 是表示 CC • CV 充电时间的计算处理的流程的流程图。

[0031] 图 14 是表示 CC • CV 充电方法中的检测电流以及检测电压的斜率的图。

[0032] 图 15 是对判定 CC 充电和 CV 充电的阈值进行说明的图。

[0033] 图 16 是表示在 CC • CV 充电中发生了微小短路的情况下的充电电压和充电电流的状态的图。

[0034] 图 17 是表示充电末期的 CV 充电电流的状态的图。

[0035] 图 18 是表示充电状态判定处理的流程的流程图。

[0036] 图 19 是“Li-ion25°C”下的充电末期的时间经过与 CV 充电电流的特性的图。

[0037] 图 20 是表示与图 19 的 (A) 中的充电电流 I_{c1} 、 I_{c2} 对应的经过时间 T_1 、 T_2 的图。

[0038] 图 21 是表示充电末期修正处理的流程的流程图。

[0039] 图 22 是用于说明利用充电时间计算单元计算出来的预测时间的计算精度的图。

[0040] 图 23 是用于说明通过充电末期修正单元修正过的充电时间的计算精度的图。

[0041] 图 24 是用于对充电时间计算的切换所导致的计算时间的变动进行说明的图。

[0042] 图 25 是用于说明本实施方式中的充电末期修正处理的变形例的图。

[0043] 符号说明

[0044] 1 电池监视系统

[0045] 10 电池监视模块

[0046] 11 保护 IC

- [0047] 12 监视 IC
- [0048] 13A 温度传感器
- [0049] 13B 电压传感器
- [0050] 13C 电流传感器
- [0051] 14CPU
- [0052] 15 存储器
- [0053] 20 二次电池
- [0054] 30 移动机
- [0055] 31 充电控制 IC
- [0056] 40AC 适配器
- [0057] 51 检测单元
- [0058] 52 记录单元
- [0059] 53 测定单元
- [0060] 54 判定单元
- [0061] 55 充电时间计算单元
- [0062] 56CV 充电时间计时单元
- [0063] 57 充电末期修正单元
- [0064] 58 控制单元

具体实施方式

[0065] 下面对本发明的实施方式进行详细说明。

[0066] < 电池监视系统 : 方框结构例 >

[0067] 图 1 是表示本实施方式的电池监视系统的方框结构的一例的图。图 1 所示的电池监视系统 1 包括 : 作为电池监视装置的电池监视模块 10、二次电池 20、移动机主体 30、以及 AC 适配器 40。

[0068] 电池监视模块 10 具有监视针对二次电池 20 的充电状态等的功能, 电池监视模块 10 具有保护 IC11 和监视 IC12。

[0069] 保护 IC11 例如通过对二次电池 20 的过充电、过放电等进行检测来保护二次电池 20。

[0070] 监视 IC12 具有 : 检测二次电池 20 的周围温度的温度传感器 13A ; 检测二次电池 20 的充电电压的电压传感器 13B ; 检测二次电池 20 的充放电电流的电流检测传感器 13C ; 以及根据从各传感器输出的值进行电流累计等的运算的方式进行控制的 CPU14 ; 以及保存监视 IC12 中执行的运算处理所使用的二次电池 20 的电池特性参数等的存储器 15。

[0071] 监视 IC12 通过具有上述的结构, 来根据二次电池 20 的电压和电流累计量等来计算出二次电池 20 的剩余容量, 根据二次电池 20 的周围温度和剩余容量等计算出二次电池 20 的内部电阻值, 根据二次电池 20 的容量保持率、内部电阻值、充电电流以及电池特性参数等计算出与二次电池 20 的状态对应的可充电容量以及满充电时间等。

[0072] 二次电池 20 是能够进行充放电的电池, 例如由锂离子电池等构成。

[0073] 移动机主体 30 例如由移动电话等构成。另外, 移动机主体 30 具有根据从监视 IC12

获得的值来控制二次电池 20 的充电的充电控制 IC31。

[0074] AC 适配器 40 将从外部获得的交流电源转换成直流电源,并将转换得到的直流电源供给到移动机主体 30。

[0075] <关于路径电阻以及 CV 充电电压>

[0076] 接下来,使用图 2 对上述的电池监视系统 1 中的用于满充电时间的计算的充放电路径的路径电阻以及恒定电压 (CV) 充电电压进行说明。图 2 是用于说明 CV 充电电压的图。图 2 的 (A) 是表示 CV 充电电压 V_{cv} 、CV 充电电流 I_c 以及输出电压 V_c 相对于时间的经过的关系的图。另外,图 2 的 (B) 是简化了图 1 中的电池监视系统的图。

[0077] 如图 2 的 (A) 所示,对二次电池 20 进行充电的 CV 充电电压 V_{cv} 根据从图 2 的 (B) 所示的充电控制 IC31 输出的输出电压 V_c 、路径电阻 R_c 以及 CV 充电电流 I_c 而变化。

[0078] 即,CV 充电电压 V_{cv} 从 Δ 输出电压 V_c 上升相当于路径电阻 R_c 与 CV 充电电流 I_c 的乘积 ΔV_c 的量。另外,通过使用图 2 的 (A) 中的 CV 充电中的两点处的 V_{c1} 、 V_{c2} 、 I_{c1} 、 I_{c2} ,能够计算出路径电阻 R_c 。

[0079] 如上所述,由于路径电阻 R_c 所导致的电压上升,不能利用电压传感器 13B 检测到 CV 充电电压 V_{cv} ,但是,路径电阻 R_c 所导致的电压上升 ΔV_c 被看作是路径电阻 R_c 与 CV 充电电流 I_c 的乘积。

[0080] 因此,在本实施方式中,使用计算出路径电阻 R_c 时获得的 CV 充电电流 I_{c2} 、CV 充电电压 V_{c2} 以及路径电阻 R_c 来计算出 CV 充电电压 V_{cv} 。另外,关于上述的路径电阻 R_c 以及 CV 充电电压 V_{cv} 的具体的计算处理将在后文叙述。

[0081] <关于监视 IC 的方框结构>

[0082] 下面使用图 3 对执行满充电时间计算处理的监视 IC12 的方框结构的一例进行说明。图 3 是表示执行满充电时间计算处理的监视 IC 的方框结构的一例的图。

[0083] 如图 3 所示,监视 IC12 具有:检测单元 51、记录单元 52、测定单元 53、判定单元 54、充电时间计算单元 55、CV 充电时间计时单元 56、充电末期修正单元 57 以及控制单元 58。

[0084] 检测单元 51 对二次电池 20 的温度、充电电压值 V_c 、充电电流值 I_c 等进行检测。另外,检测单元 51 与上述的监视 IC12 的温度传感器 13A、电压传感器 13B 以及电流传感器 13C 对应。

[0085] 记录单元 52 是 ROM(Read Only Memory) 等存储器,其对例如由后述的充电时间计算单元 55 执行的满充电时间计算处理所使用的二次电池 20 的电池特性参数等进行保存。

[0086] 测定单元 53 使用由检测单元 51 检测到的值来计算出路径电阻值 R_c 。另外,测定单元 53 例如在由检测单元 51 检测到的充电电流值 I_c 的值为“ $I_c > 0$ ”的情况下对电压变化速度以及电流变化速度进行测定。

[0087] 判定单元 54 为了确定执行计算满充电时间的时间的各处理的时机而判定二次电池 20 的充电状态。判定单元 54 例如从记录单元 52 获取例如从检测单元 51 检测到的预定的充电电流值 I_c 、通过测定单元 53 测得的电压变化速度以及电流变化速度,来判定二次电池 20 的充电状态。

[0088] 由此,即使在例如 CC·CV 充电中发生了微小短路的情况下,也能够正确地判定二次电池 20 的充电状态。另外,关于判定单元 54 的具体的判定处理将在后文叙述。

[0089] 充电时间计算单元 55,在通过判定单元 54 而判定为二次电池 20 的充电状态为 CC

充电的情况下,计算出 CC 充电时间和 CV 充电时间,在本实施方式中,对计算出的 CC 充电时间和 CV 充电时间进行合计,来计算出作为预测时间的满充电时间(CC·CV 充电时间)。

[0090] 例如,充电时间计算单元 55 根据由检测单元 51 在 CV 充电中检测到的值,根据第一充电率、CC 充电率以及第二充电率来计算二次电池 20 的满充电时间,所述第一充电率是针对二次电池 20 的电池容量的充电率,而所述二次电池 20 的电池容量是使用由测定单元 53 测得的路径电阻 R_c 、二次电池 20 的充电电压 V_{cv} 以及二次电池 20 的当前温度下的内部电阻值,与预定的充电终止电流对应地计算出来的,CC 充电率是使用第一充电率计算出来的,第二充电率是使用第一充电率、与对二次电池 20 进行充电的充电电流固有的充电终止电流对应地算出来的。

[0091] 具体来讲,充电时间计算单元 55,根据由检测单元 51 在 CC 充电中检测到的充电电流值和第一充电率,计算出 CC 充电时间,根据由检测单元 51 在 CC 充电中检测到的充电电流值、CC 充电率以及第二充电率,计算出 CV 充电时间,通过将 CV 充电时间与这样算出的 CC 充电时间相加,来计算出二次电池 20 的满充电时间。

[0092] 另外,对于充电时间计算单元 55 的具体的 CC 充电时间计算处理和 CV 充电时间计算处理将在后文叙述。

[0093] CV 充电时间计时单元 56 在通过判定单元 54 判定为二次电池 20 的充电状态是 CV 充电的情况下,进行由充电时间计算单元 55 计算出的 CC·CV 充电时间的倒计时。具体来说, CV 充电时间计时单元 56 从 CC·CV 充电时间进行与经过时间对应的减法处理直到执行后述的充电末期修正单元 57 的处理。

[0094] 充电末期修正单元 57,在通过判定单元 54 判定为二次电池 20 的充电状态是恒定电压充电状态、且通过检测单元 51 检测到的充电电流值在预定值以下的情况下,使用由检测单元 51 检测到的预定的电流值以及对二次电池 20 进行充电的充电电路所固有的充电终止电流计算出充电末期时间,并进行从计算出的充电末期时间进行倒计时的修正。

[0095] 由此,充电末期修正单元 57 能够使 CV 充电时间计时单元 56 从由充电时间计算单元 55 计算出的 CC·CV 充电时间进行减法运算所得到的预测剩余时间更加准确。

[0096] 控制单元 58 是进行监视 IC12 中的各功能结构整体的控制的部分,其与 CPU14 对应。具体来说,控制单元 58 进行使用上述的各功能结构来执行本实施方式中的满充电时间计算处理用的各种控制。

[0097] 另外,控制单元 58 也可以:对由上述的充电时间计算单元 55 计算出的第一充电率和 CC·CV 充电时间、同实际测得的第一充电率对应的充电容量和充电时间进行比较,来判定二次电池 20 的电池状态,或根据实际测得的二次电池 20 的可充电容量来计算出二次电池 20 的电池电阻。

[0098] < 满充电时间计算处理的流程 >

[0099] 下面,使用图 4 对由上述的电池监视装置 10 执行的二次电池 20 的满充电时间计算处理的概要整体流程进行说明。图 4 是表示二次电池的满充电时间计算处理的整体流程的流程图。

[0100] 如图 4 所示,测定单元 53 执行路径电阻计算处理,在该路径电阻计算处理中,使用预先由检测单元 51 在 CV 充电中检测到的二次电池 20 的电压值和电流值,来计算出二次电池 20 的路径电阻 R_c (S10)。

[0101] 另外,在 CV 充电中,在由检测单元 51 检测到二次电池 20 的预先设定的预定电流值的时候,充电末期修正单元 57 执行后述的修正充电末期时间的充电末期修正处理(S11)。

[0102] 并且,测定单元 53 执行充电终止电流测定处理,在该充电终止电流测定处理中,对由检测单元 51 检测到的二次电池 20 的 CV 充电电流中的、二次电池 20 的充电终止电流进行测定(S12)。

[0103] 另外,测定单元 53 在由检测单元 51 检测到预定的电流、开始二次电池 20 的 CC·CV 充电前,通过预定的时机进行上述的 S10 ~ S12 的处理,并将通过各处理所获得的值记录到记录单元 53 中。

[0104] 接下来,当开始二次电池 20 的 CC·CV 充电时,判定单元 54 执行充电状态判定处理(S13),通过判定单元 54,在 S13 的处理中,例如在电压变化速度在预定值(第一阈值)以上、且电流变化速度不到预定值(第二阈值)的情况下,判定为 CC 充电状态,此时执行计算 CC·CV 充电时间点 CC·CV 充电时间计算处理(S14)。

[0105] 另外,通过判定单元 54,在 S13 的处理中,例如在电压变化速度不到预定值(第一阈值)且电流变化速度在预定值(第二阈值)以上的情况下,判定为 CV 充电状态,此时执行对 CV 充电时间进行减法处理的 CV 充电时间计算处理(S15)。

[0106] 另外,通过判定单元 54,在 S13 的处理中,例如在电压变化速度和电流变化速度不到预定值(第一阈值、第二阈值)、并判定为 CV 充电电流在预定值(第三阈值)以下时,执行进行充电末期修正的充电末期修正处理(S16)。

[0107] 即,在图 4 所示的流程图中,根据 S 13 的处理结果来进行 S14 ~ 16 中的某个处理。

[0108] <关于用于满充电时间计算的各处理状态的迁移>

[0109] 接下来,使用图 5 对本实施方式中的用于二次电池 20 的满充电时间计算的处理状态的迁移进行说明。图 5 是对用于二次电池的满充电时间计算的处理状态的迁移进行说明的图。

[0110] 如图 5 所示,例如,在由检测单元 51 检测到的二次电池 20 的充电电流 I_c 的值大于 0 的情况下($I_c > 0$),判断为开始了二次电池 20 的充电,成为计算 CC·CV 充电时间的处理状态(S20)。另外,为了方便起见,关于由检测单元 51 检测到的二次电池 20 的充电电流 I_c 的值,(+)表示充电电流,(-)表示放电电流。

[0111] 另外,在 S20 的状态下,当检测到 CV 充电时,成为对 S20 的计算处理中计算出来的 CC·CV 充电时间进行减法运算的剩余时间倒计时状态(S21),当检测到预定的电流值 I_{c1} 时,保存当时的检测时间 T1(S22),并返回到 S21 的处理状态。

[0112] 接着,当检测到预定的电流值 I_{c2} 时,保持检测时间 T2,并成为使用 T1 和 T2 来计算充电末期时间的处理状态(S23)。

[0113] 接下来,成为对在 S23 的处理中计算出的充电末期时间进行减法运算的剩余时间倒计时状态,在二次电池 20 的充电电流的值在 0 以下的情况下,判断为放电中(S24),另外,在 S24 的处理中,在 $I_c = 0$ 的情况下判断为满充电。

[0114] 对于如上所述为了满充电时间计算而执行的监视 IC12 的具体的计算处理以及满充电时间点计算所需要的二次电池 20 的电池特性,将如下进行说明。

[0115] <关于路径电阻 R_c 以及 CV 充电电压 V_{cv} 的计算处理的流程>

[0116] 首先,使用图 6 对用于满充电时间的计算的路径电阻 R_c 的测定处理进行说明。图 6 是表示用于满充电时间的计算的路径电阻 R_c 的测定处理的流程的流程图。另外,后述的流程图的步骤中所表示的数值是一个例子,本发明并不限于此。

[0117] 如图 6 所示,测定单元 53 判断在检测单元 51 中检测到的 CV 充电中的充电电流值 I_c 是否大于 0 ($I_c > 0$) (S30),在充电电流值 I_c 大于 0 的情况下 (S30 中:是),接着判断充电电流值 I_c 是否在例如 500mA 以下 ($I_c \leq 500\text{mA}$) (S31)。另外,测定单元 53 在判断为充电电流值 I_c 不大于 0 ($I_c \leq 0$) 的情况下 (S30 中:否),结束处理。

[0118] 测定单元 53 在判断为 CV 充电中的充电电流值 I_c 在 500mA 以下的情况下 (S31 中:是),判断充电电流值 $I_{c1} = 500\text{mA}$ 时的 CV 充电中的充电电压值 V_{c1} 是否获取完毕 (S32)。测定单元 53 在判断为充电电压值 V_{c1} 没有获取完毕的情况下 (S32 中:否),获取充电电流值 $I_{c1} = 500\text{mA}$ 时的充电电压值 V_{c1} (S33)。

[0119] 接着,测定单元 53 在判断为 CV 充电中的充电电流值 I_c 不在 500mA 以下的情况下 (S31:否),接着判断充电电流值 I_c 是否在 200mA 以下 ($I_c \leq 200\text{mA}$) (S34),在判断为充电电流值 I_c 在 200mA 以下的情况下 (S34 中:是),判断充电电流值 $I_{c2} = 200\text{mA}$ 时的 CV 充电中的充电电压值 V_{c2} 是否获取完毕 (S35)。

[0120] 测定单元 53 在判断为充电电压值 V_{c2} 没有获取完毕的情况下 (S35 中:否),获取充电电流值 $I_{c2} = 200\text{mA}$ 时的充电电压值 V_{c2} (S36)。

[0121] 接着,测定单元 53 根据在 S33 的处理中获取的充电电压值 V_{c1} 、在 S36 的处理中获取的充电电压值 V_{c2} 、以及对应的充电电流值 I_{c1} (500mA)、 I_{c2} (200mA),来计算路径电阻值 (S37),并结束处理。另外,测定单元 53 当在 S32 的处理中判断为充电电压值 V_{c1} 获取完毕的情况下 (S32 中:是) 以及在 S35 的处理中判断为充电电压值 V_{c2} 获取完毕的情况下 (S35 中:是),结束处理。

[0122] 测定单元 53 在上述的 S37 的处理中能够使用例如下面的式子来计算出路径电阻 R_c 。

$$[0123] \quad R_c = (V_{c2} - V_{c1}) / (I_{c1} - I_{c2})$$

$$[0124] \quad (\text{例如}) R_c = (4180\text{mV} - 4168\text{mV}) / (500\text{mA} - 200\text{mA}) = 0.04 \Omega$$

[0125] 测定单元 53 使用如上述那样计算出的路径电阻 R_c 来计算 CV 充电电压 V_{cv} 。此外,如上所述,由于路径电阻 R_c 所致的电压上升,无法通过检测单元 51 检测出 CV 充电电压 V_{cv} 。另外,电压上升 ΔV_c 看作是路径电阻 R_c 与 CV 充电电流 I_c 的乘积,因此,使用计算路径电阻 R_c 时所获取的 CV 充电电流 I_{c2} 、CV 充电电压 V_{c2} 以及路径电阻 R_c 来计算出 CV 充电电压 V_{cv} 。例如,能够使用下面的式子计算出 CV 充电电压 V_{cv} 。

$$[0126] \quad V_{cv} = V_{c2} + I_{c2} \times R_c$$

[0127] 另外,将具体的数值代入上述的式子的话,例如,得到

$$[0128] \quad V_{cv} = 4180\text{mV} + 200\text{mA} \times 0.04 \Omega = 4188\text{mV}。$$

[0129] 另外,该路径电阻 R_c 和 CV 充电电压 V_{cv} 每当进行充电时计算出来,用于满充电时间的计算的值使用上一次计算时的值。

[0130] <关于第一充电率 SOCfu11>

[0131] 接下来,使用图 7 对本实施方式的满充电时间的计算所使用的第一充电率 SOCfu11 进行说明。在本实施方式的满充电时间的计算处理中,需要计算出二次电池 20 的

可充电容量。

[0132] 例如,若将能够以充电终止电流 0mA 进行充电的 SOC(State OfCharge:充电状态)作为第一充电率 SOCfull,则第一充电率 SOCfull 如图 7 所示相对于路径电阻 Rc 和当前温度下的内部电阻值 Rrtn 具有线形的特性。另外,上述的 SOC 表示二次电池 20 的电池容量中的剩余容量的比例(充电率)。

[0133] 图 7 是表示第一充电率 SOCfull 相对于路径电阻 Rc 以及当前温度下的内部电阻值 Rrtn 的特性的图。另外,横轴(x 轴)表示路径电阻值 Rc 与当前温度下的内部电阻值 Rrtn 的合计电阻值 [mΩ],纵轴(y 轴)表示第一充电率 SOCfull[%]。

[0134] 如图 7 所示,第一充电率 SOCfull 为这样的特性:相对于预定的充电电压(例如作为二次电池 20 的基准的充电电压 4.15V、充电电压 4.2V、充电电压 4.25V),具有一定的偏移(offset)。

[0135] 若用相对于 x 轴的一次式对这样的图 7 所示的特性进行近似,则第一充电率 SOCfull 例如可以用下面的式子表示。

$$[0136] \quad \text{SOCfull} = \alpha \text{SOC} \times (\text{Rrtn} + \text{Rc}) + \beta \text{SOC} + \alpha \text{V} \times \Delta \text{Vcv} \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (1)$$

$$[0137] \quad (\text{例如}) \text{SOCfull} = -0.026 \times (139\text{m}\Omega + 100\text{m}\Omega) + 105.5 + 0.05 \times (4250\text{mV} - 4200\text{mV})$$

[0138] 另外,ΔVcv 是从如上所述地计算出的 CV 充电电压 Vcv 减去作为二次电池 20 的基准的充电电压而得到的电压(ΔVcv = Vcv - 充电电压(例如,4.2V))。

[0139] 表示上述的图 7 所示的特性的系数(αSOC、βSOC、αV)作为特性数据保存在记录单元 52 中。

[0140] 充电时间计算单元 55,在通过检测单元 51 检测出充电电流值 Ic > 0 时,判断为成为了充电状态,在上述的式子(1)中,使用事前计算出的路径电阻 Rc、当前温度下的内部电阻值 Rrtn 以及电压上升 ΔVcv,计算出第一充电率 SOCfull。

[0141] 另外,当前温度下的内部电阻值 Rrtn 使用公知的方法根据二次电池 20 的周围温度和二次电池 20 的剩余容量进行计算。例如,当前温度下的内部电阻值 Rrtn,根据自不对二次电池 20 进行充放电的稳定状态起的开始充电时的电流变化 ΔIc 以及充电开始前后的电压变化 ΔVc,将当前的电阻值作为 ΔVc/ΔIc 计算出来。内部电阻值 Rrtn 具有温度越低该内部电阻值 Rrtn 越大的特性,将该特性数值化,根据过去计算出的内部电阻值和温度特性式来计算当前温度下的内部电阻值 Rrtn。

[0142] <关于 CC 充电时间 Tcc 的计算>

[0143] 接下来,使用图 8 和图 9 对 CC 充电时间 Tcc 的计算处理进行说明。首先,对 CC 充电率 SOCcc 进行说明,CC 充电率 SOCcc 是针对能够利用为了计算出 CC 充电时间 Tcc 而使用的恒定电流(CC)进行充电的二次电池 20 的电池容量的充电率。

[0144] 关于 CC 充电率 SOCcc,考虑到自作为二次电池 20 的充电上限值的上述的第一充电率 SOCfull 起的由电阻成分所导致的电压降以及充电电压的变动量所致的变动,例如能够如下述那样使 CC 充电率 SOCcc 格式化。

$$[0145] \quad \text{SOCcc} = \text{SOCfull} + (\alpha \text{R} \times \text{Icc}) \div 1000 + \alpha \text{V} \times \Delta \text{Vcv}$$

[0146] 另外,若将具体的数值代入上述的式子,则例如得到:

$$[0147] \quad \text{SOCcc} = 101.8\% + (-29 \times 70\text{mA}) \div 1000 + 0.05 \times (4250\text{mV} - 4200\text{mV}) = 84\%。$$

[0148] 这里,Icc 是由检测单元 51 检测到的 CC 充电中的充电电流值。另外,表示 CC 充

电率 SOC_{cc} 的式子中的电阻成分所导致的电压降用 $(\alpha R \times I_{cc}) \div 1000$ 来表示, 充电电压的变动量用 $\alpha V \times \Delta V_{cv}$ 表示。

[0149] 另外, 上述的电阻成分所导致的电压降中使用的电阻成分系数 αR 可以分解为二次电池 20 的内部电阻的成分和路径电阻的成分。即, 电阻成分系数 αR 例如可以用下面的式子表示。

$$[0150] \quad \alpha R = f(R_{rtn}) + \alpha V \times R_c$$

[0151] 根据上述的 CC 充电率 SOC_{cc} 的式子和电阻成分系数 αR 的式子, 二次电池 20 的内部电阻的修正系数 $f(R_{rtn})$ 例如可以用下面的式子表示。

$$[0152] \quad f(R_{rtn}) = (SOC_{cc} - SOC_{full} - (\alpha V \times R_c \times I_{cc}) \div 1000 - \alpha V \times \Delta V_{cv}) \div I_{cc} \times 1000$$

[0153] 另外, 若将具体的数值代入上述的式子, 则例如得到:

$$[0154] \quad f(R_{rtn}) = (80\% - 99.4\% - (0.05 \times 100m\Omega \times 700mA) \div 1000 - 0.0507 \times (4250mV - 4200mV)) \div 700mA \times 1000 = -34.05。$$

[0155] 这里, 图 8 是表示 CC 充电率 SOC_{cc} 相对于二次电池的内部电阻值 R_{rtn} 的特性的图。另外, 横轴 (x 轴) 表示内部电阻 [$m\Omega$], 纵轴 (y 轴) 表示 CC 充电率 SOC_{cc} [%]。图 8 中的纵轴与上述的修正系数 $f(R_{rtn})$ 的式子的右边对应。

[0156] 即, 如图 8 所示, 二次电池的内部电阻值 R_{rtn} 可以近似为 CC 充电率 SOC_{cc} 的值 (上述的右边的值) 与线形的关系。

[0157] 另外, 若用相对于 x 轴的一次式来对图 8 所示的特性进行近似, 则电阻成分系数 αR 例如可以用下面的式子表示。

$$[0158] \quad \alpha R = \alpha_{cc} \times R_{rtn} + \beta_{cc} - \alpha V \times R_c$$

[0159] 另外, 若将具体的数值代入到上述的式子中, 则例如得到:

$$[0160] \quad \alpha R = -0.06 \times 139m\Omega - 15.875 - 0.05 \times 100m\Omega = -29。$$

[0161] 这里, CC 充电时间 T_{cc} 例如可以用下面的式子表示。

$$[0162] \quad T_{cc} = \{ [SOC_{full} + (\alpha R \times I_{cc}) \div 1000 + \alpha V \times \Delta V_{cv}] \times \text{电池容量} \div 100 - \text{剩余容量} \} \div I_{cc} \times 60 \cdots \cdots (2)$$

[0163] 另外, 若将具体的数值代入到上述的式子中, 则例如得到:

$$[0164] \quad T_{cc} = \{ [101.8\% + (-29 \times 700mA) \div 1000 + 0.05 \times (4250mV - 4200mV)] \times 998mAh \div 100 - 22mAh \} \div 700mA \times 60 = 69.9min。$$

[0165] 此外, 表示上述的特性的系数 (α_{cc} 、 β_{cc} 、 αV) 作为特性数据保存在记录单元 52 中。

[0166] 这里, 图 9 是表示 CC 充电时间 T_{cc} 的计算处理的流程的流程图。如图 9 所示, 充电时间计算单元 55 通过上述的式子 (1) 计算出第一充电率 SOC_{full} (S40), 使用通过 S40 的处理计算出的第一充电率 SOC_{full} 计算出 CC 充电率 SOC_{cc} (S41)。

[0167] 接着, 充电时间计算单元 55 通过上述的式子 (2) 计算出 CC 充电时间 T_{cc} (S42), 并判断计算出的 CC 充电时间 T_{cc} 的值是否恰当 (S43)。

[0168] 例如, 在 CC 充电时间 T_{cc} 的值为 $T_{cc} < 0$ 的情况下, 判断为不恰当 (在 S43 中: 否), 并设 $T_{cc} = 0$ (S44), 结束处理。另外, 在 CC 充电时间 T_{cc} 的值不是 $T_{cc} < 0$ 的情况下, 判断为恰当 (S43 中: 是), 并结束处理。

[0169] 另外, 具体来说, 充电时间计算单元 55 在通过 S40 的处理求出第一充电率 SOC_{full}

后,通过 S43 的处理计算出 CC 充电时间 T_{cc} 即可。

[0170] 此时,充电时间计算单元 55 获取保存在记录单元 52 中的各特性系数 (α_{cc} 、 β_{cc} 、 α_V),并且使用由检测单元 51 检测到的 CC 充电电流值 I_{cc} 、事前计算出的路径电阻 R_c 、当前温度下的内部电阻值 R_{rtn} 、第一充电率 SOC_{full} 、路径电阻所致的电压上升 ΔV_{cv} 、作为二次电池 20 的基准的电池容量、以及剩余容量,根据上述的式子 (2),计算出恒定电流充电时间 T_{cc} 。

[0171] 上述的电池容量、剩余容量使用公知的方法计算出来。例如,电池容量能够根据在一次充电中充电的容量与当时变动的充电率之间的关系来求出。例如,可以使用电池容量 $[mAh] = \text{充电容量} [mAh] \div (\text{充电结束后充电率} [\%] - \text{充电开始前充电率} [\%]) \times 100$ 的式子来进行计算。

[0172] 此外,关于剩余容量,预先在存储器中存储表示电压与充电率之间的关系的表,根据该表和稳定状态(即,没有进行充电或放电、电压变动微小)的电压,来求出该电压下的充电率,根据求出的充电率和电池容量计算出剩余容量。另外,剩余容量也可以根据充放电电流的累计量来计算。

[0173] 另外,关于 CC 充电时间 T_{cc} ,为了反映温度变化、CC 充电电流值 I_{cc} 等充电电流的变化所导致的时间变动,优选每隔预定时间进行计算,直到通过判定单元 54 判定为二次电池 20 的充电状态为 CV 充电。

[0174] <关于第二充电率 SOC_{chg} >

[0175] 接下来,使用图 10 对使用于恒定电压 (CV) 下的 CV 充电时间 T_{cv} 的计算的第二充电率 SOC_{chg} 进行说明。图 10 是用于说明计算 CV 充电时间 T_{cv} 所使用的第二充电率 SOC_{chg} 的图。

[0176] 另外,第二充电率 SOC_{chg} 是与充电电路固有的充电终止电流值 I_{stop} (例如,在对含有充电控制 IC31 的二次电池 20 进行充电的电路中,为了停止对二次电池 20 的充电而使用的充电终止电流值)对应地计算出来的充电率。

[0177] 另外,关于充电终止电流值 I_{stop} ,例如将在二次电池 20 的充电时(上一次)检测到的最新的充电终止电流值 I_{stop} 记录在记录单元 52 中,并在下一次以后的充电时使用。

[0178] 图 10 的 (A) 是表示第二充电率 SOC_{chg} 相对于充电终止电流值 I_{stop} 的特性的图。另外,横轴 (x 轴) 表示充电终止电流 $[mA]$,纵轴 (y 轴) 表示第二充电率 $SOC_{chg} [\%]$ 。图 10 的 (A) 中,第二充电率 SOC_{chg} 与充电终止电流值 I_{stop} 之间的关系被曲线化 (plot),第二充电率 SOC_{chg} 表现出如图 10 的 (A) 所示的二次特性。

[0179] 另外,图 10 的 (B) 是表示将图 10 的 (A) 所示的特性直线近似化时的斜率(可充电 SOC 计算系数)、与 CC 充电时间 T_{cc} 计算时所求出的电阻成分系数 α_R 和充电电压 ΔV_{cv} 之和的关系的图。如图 10 的 (B) 所示,将图 10 的 (A) 所示的特性直线近似化时的斜率、与电阻成分系数 α_R 和充电电压 ΔV_{cv} 之和表现出了能够以系数倍近似的特性。

[0180] 用相对于 x 轴的一次式对图 10 的 (B) 所示的特性进行近似,若为根据电阻值而变化的系数 α_{chg} ,则第二充电率 SOC_{chg} 例如用下面的式子表示。

[0181] $SOC_{chg} = SOC_{full} + \alpha_{chg} (\alpha_R + \alpha_V \times \Delta V_{cv} \div I_{cc}) \times I_{stop} \dots \dots (3)$

[0182] 另外,若将具体的数值代入上述的式子,则例如得到:

[0183] $SOC_{chg} = 101.8 \% + 0.00119 [-29 + 0.05 \times (4250mV - 4200mV) \div 700mA] \times 60mA =$

99.7%。

[0184] 另外,图 10 的 (B) 中的横轴 (x 轴) 表示与上述式子中的 $(\alpha R + \alpha V \times \Delta V_{cv} \div I_{cc})$ 对应的系数,纵轴 (y 轴) 表示 SOCchg-SOCfull 的值。

[0185] 表示上述的特性的系数 (α_{chg}) 作为特性数据被保存在记录单元 52 中。充电时间计算单元 55 在计算出第一充电率 SOCfull 之后,获取保存在记录单元 52 中的各系数 α_{chg} 等以及充电终止电流值 I_{stop} ,并使用第一充电率 SOCfull 和事前计算出的电阻成分系数 αR ,根据上述的式子 (3) 计算出第二充电率 SOCchg。

[0186] <关于 CV 充电时间 T_{cv} 的计算>

[0187] 接下来,使用图 11 和图 12 对 CV 充电时间 T_{cv} 的计算处理进行说明。图 11 是表示 CV 充电时的充电电流值 I_c 的变化的图。另外,横轴 (x 轴) 表示时间 [h],纵轴 (y 轴) 表示充电电流 [mA]。

[0188] 如图 11 所示,CV 充电时的充电电流 I_{cv} 的变化为指数关系的形式,在嘉定用指数函数表示的情况下,作为 CV (恒定电压) 充电所花费的时间的 CV 充电时间 T_{cv} 例如用下面的式子表示。

[0189] $T_{cv} = \log(I_{start} \div I_{stop}) \div (I_{satrt} - I_{stop}) \times CV$ 可充电容量

[0190] 对于上述式子,若使难以用固件实现的 \log 的计算部为作为近似式子而成立的函数 f ,则函数 f 可以用例如下面的式子表示

[0191] $f(I_{start} \div I_{stop}) = T_{cv} \times (I_{start} - I_{stop}) \div CV$ 可充电容量

[0192] 另外,若将具体的数值代入上述的式子,例如得到:

[0193] $f(I_{start} \div I_{stop}) = 42\text{min} \times (700\text{mA} - 60\text{mA}) \div (995\text{mAh} - 835\text{mAh}) = 11.7$ 。

[0194] 这里,上述的 I_{start} 表示计算时的 CC 充电电流 I_{cc} 的值。另外,CV 可充电容量可以使用上述的 CC 充电率 SOCcc 和第二充电率 SOCchg 用 CV 可充电容量 = $(SOCchg - SOCcc) \times$ 电池容量来表示。

[0195] 此外,在上述式子的左边 I_{start}/I_{stop} 与右边之间,认为存在如下的特性。

[0196] 图 12 是表示右边相对于上述的左边 I_{start}/I_{stop} 的特性的图。横轴 (x 轴) 表示左边 I_{start}/I_{stop} ,纵轴 (y 轴) 表示右边 $T_{cv} \times f(I_{start} - I_{stop}) \div CV$ 可无电容量。另外,纵轴所示的 Q_{cv} 表示在 CV 充电时间 T_{cv} 充电的容量值。

[0197] 如图 12 所示,在左边 I_{start}/I_{stop} 与右边之间,相对于左边项 I_{start}/I_{stop} ,具有二次特性。因此,通过用相对于 x 轴的二次式对图 12 所示的特性进行近似,能够用例如下面的式子来表示 CV 充电时间 T_{cv} 。另外,在下面的式子中,充电电流值 I_{start} 表示为 $I_{start} = I_{cc}$ 。

[0198] $T_{cv} = [\alpha_{cv} \times (I_{cc} \div I_{stop})^2 + \beta_{cv} \times (I_{cc} \div I_{stop}) + \gamma_{cv}] \div (I_{cc} - I_{stop}) \times CV$ 可充电容量 = $[\alpha_{cv} \times (I_{cc} \div I_{stop})^2 + \beta_{cv} \times (I_{cc} \div I_{stop}) + \gamma_{cv}] \div (I_{cc} - I_{stop}) \times (SOCchg - SOCcc) \times$ 电池容量…… (4)

[0199] 另外,若将具体的数值代入上述的式子,则例如得到:

[0200] $T_{cv} = [-0.193 \times (700\text{mA} \div 60\text{mA})^2 + 12.25 \times (700\text{mA} \div 60\text{mA}) + 50.5] \div (700\text{mA} - 60\text{mA}) \times (99.7\% - 84\%) \times 998\text{mAh} \div 100 = 41\text{min}$ 。

[0201] 这里,表示上述的特性的系数 (α_{cv} 、 β_{cv} 、 γ_{cv}) 作为特性数据保存在记录单元 52 中。充电时间计算单元 55 在计算出第二充电率 SOCchg 之后,获取保存在记录单元 52 中

的各系数 (α_{cv} 、 β_{cv} 、 γ_{cv}) 和充电终止电流值 I_{stop} , 并使用第二充电率 SOC_{chg} 和事前计算出来的 CC 充电率 SOC_{cc} 以及检测到的充电电流值 I_{cc} , 根据上述的式子 (4) 计算出 CV 充电时间 T_{cv} 。

[0202] <CC • CV 充电时间的计算处理的流程 >

[0203] 接下来, 图 13 是表示 CC • CV 充电时间的计算处理的流程的流程图。如图 13 所示, 充电时间计算单元 55 通过上述的式子 (3) 计算出第二充电率 SOC_{chg} (S50), 并使用通过 S50 的处理计算出的第二充电率 SOC_{chg} 和事前计算出的 CC 充电率 SOC_{cc} , 如上所述地计算出 CV 可充电容量 (S51)。

[0204] 接着, 充电时间计算单元 55 根据上述的式子 (4) 计算出 CV 充电时间 T_{cv} (S52), 将通过 S52 的处理计算出的 CV 充电时间 T_{cv} 与已经算出并保存的 CC 充电时间 T_{cc} 相加 (S53), 并结束处理。

[0205] 如上所述, 充电时间计算单元 55 将根据上述的式子 (1) ~ (4) 计算出的 CC 充电时间 T_{cc} 和 CV 充电时间 T_{cv} 的合计时间计算出来作为满充电时间, 该满充电时间为预测时间。

[0206] <关于 CV 充电检测后的处理 >

[0207] 在本实施方式中, 通过上述的充电时间计算单元 55 计算出为 CC 充电时间 T_{cc} 与 CV 充电时间 T_{cv} 的合计时间的、作为预测时间的满充电时间, 直到通过判定单元 54 判定为二次电池 20 的充电状态为 CV 充电。

[0208] 另外, 在通过判定单元 54 判定为二次电池 20 的充电状态为 CV 充电之后, CV 充电时间计时单元 56 从由充电时间计算单元 55 计算出来的作为预测时间的满充电时间开始进行倒计时。

[0209] 具体来说, CV 充电时间计时单元 56 从作为预测时间的满充电时间进行与经过时间对应的减法运算处理, 该倒计时进行到后述的充电末期修正单元 57 的处理被执行。

[0210] 另外, 在 CV 充电领域中, 由于不会发生因电流的变动等而导致大幅度的时间的增减, 因此只要通过简单的经过时间的减法运算进行倒计时即可。

[0211] <关于充电状态的判定处理 >

[0212] 接下来, 使用图 14 ~ 图 17 对判定单元 54 的判定处理进行说明, 该判定处理是为了确定执行计算满充电时间的时间的各处理的时机而判定二次电池 20 的充电状态。

[0213] 图 14 是表示 CC • CV 充电方法中的检测电流、以及检测电压的斜率的图。另外, 横轴 (x 轴) 表示时间 [min], 左侧的纵轴 (y 轴) 表示充电电流 [mA], 右侧的纵轴 (y 轴) 表示充电电压 [mV]。

[0214] 另外, 图 14 所示的检测电流是由检测单元 51 检测到的二次电池 20 的充电电流, 图 14 所示的检测电压是由检测单元 51 检测到的二次电池 20 的充电电压, 图 14 所示的槽电压 (cell voltage) 表示二次电池 20 的槽电压。

[0215] 如图 14 所示, CC 充电中, 检测电流是恒定的, 检测电压具有预定的斜率地增加。另外, 在 CV 充电中, 检测电压增加的斜率是减小的, 而检测电流成指数函数地减少。在具有这样的变化的 CC • CV 充电方法中, 由于充电中的电流、温度变化、二次电池 20 的槽内部的微小断裂的发生, 有时会产生这样的现象: 在 CC 充电中检测电压是稳定的, 另外, 在 CV 充电中检测电流稳定、其斜率发生变化。

[0216] 在本实施方式中,根据考虑到上述方面而设定的阈值,判定单元 54 通过判定二次电池 20 的充电状态,从而正确地判定二次电池 20 的充电状态。

[0217] 首先,检测单元 51 检测的 CV 充电电压会根据从充电控制 IC31 输出的输出电压、路径电阻 R_c 以及 CV 充电电流而变化,考虑到该情况,设定用于判定 CC 充电与 CV 充电的切换的充电状态判定开始电压的阈值。

[0218] 例如,在例如将 CV 电压的下限值设定为 4150[mV],将路径电阻值 R_c 设定 80[m Ω],将 CC 充电电流设定为 700mA 的情况下,使用下面的式子来设定充电状态判定开始电压。

[0219] 判定开始电压 = $4150 - (700 \times 80) \div 1000 = 4090$ [mV]

[0220] 这里,例如使用于判定 CC 充电与 CV 充电的切换的充电状态判定开始电压为检测电压、大约 4000[mV] 以上。

[0221] 另外,图 15 是用于说明判定 CC 充电与 CV 充电的阈值的图。图 15 的 (A) 是假定在以预想为最小充电电流附近的例如 330[mA] 进行充电时电压在 OCV(Open Circuit Voltage:开路电压)表上变化的图。另外,横轴(x轴)表示 SOC[%],左侧的纵轴(y轴)表示充电电压 [mV],右侧的纵轴(y轴)表示电压变化速度 [mV/min]。

[0222] 如图 15 的 (A) 所示,充电电压例如在 CC 充电以及 CV 充电的充电状态判定开始电压 4000[mV] 以上时,电压增加速度在 4mV/min 以上。因此,作为用于判定 CC 充电或者 CV 充电的充电状态的第一阈值,例如使用电压增加速度 4mV/min 的值。

[0223] 另外,图 15 的 (B) 是用于从 CC 充电时的充电的波动来说明电流变化速度的稳定阈值的图。而且,横轴(x轴)表示经过时间 [sec],纵轴(y轴)表示充电电流 [mA]。

[0224] 如图 15 的 (B) 所示,CC 充电中的充电电流以最大大约 6[mA] 的幅度变动。因此,作为用于判定 CC 充电以及 CV 充电的充电状态的第二阈值,例如使用电流减速速度 8mA/min 的值。

[0225] 接下来,图 16 是表示在 CC·CV 充电中发生了微小短路的情况下的充电电压和充电电流的状态的图。图 16 的 (A) 是表示在 CC 充电中发生了微小短路的情况的图。另外,横轴(x轴)表示经过时间 [sec],左侧的纵轴(y轴)表示充电电压 [mV],右侧的纵轴(y轴)表示充电电流 [mA]。

[0226] 如图 16 的 (A) 所示,当在 CC 充电中发生了微小短路的情况下,上升的充电电压的斜率的状态发生局部变动。

[0227] 此外,图 16 的 (B) 是表示在 CV 充电中发生了微小短路的情况下的图。另外,横轴(x)轴表示经过时间 [sec],左侧的纵轴(y轴)表示充电电压 [mV],右侧的纵轴(y轴)表示充电电流 [mA]。

[0228] 如图 16 的 (B) 所示,当在 CV 充电中发生了微小短路的情况下,下降的充电电流的斜率成为局部稳定的状态。

[0229] 为了防止上述的微小短路发生的情况下的充电状态的误判定,在本实施方式中,不通过充电电压、充电电流各自单独的判定来进行充电状态的判定,而是进行将充电电压和充电电流组合起来的判定。

[0230] 具体来说,判定单元 54,使用上述的图 15 所示的电压增加速度以及电流减速速度,在电压增加速度在第一阈值以上且电流减速速度不到第二阈值的情况下,判定为 CC 充

电状态。另外,在电压增加速度不到第一阈值且电流减小速度在第二阈值以上的情况下,判定单元 54 判定为 CV 状态。由此,如图 16 所示,即使在充电过程中发生微小短路的情况下也能够判定充电状态而不会发生误判定。

[0231] 此外,上述的电压增加速度和电流减速速度的组合以外的组合由于充电中的微小短路在 CC 充电以及 CV 充电中都可能发生,因此,难以进行充电状态的正确的判定。因此,在产生了上述组合以外的组合的情况下,进行维持上一次判定时的状态的处理。

[0232] 另外,图 17 是表示充电末期的 CV 充电电流的状态的图。另外,横轴(x轴)表示经过时间 [sec],左侧的纵轴(y轴)表示充电电流 [mA],右侧的纵轴(y轴)表示电流变化速度 [mA/64sec]。

[0233] 此外,图 17 所示的充电电流的波形是 CV 充电电流的变化速度变小的劣化电池的低温(保持率为 88[%]、0℃)时的波形。另外,所谓保持率表示电池的劣化率,其表示当前的电池容量相对于额定容量的劣化率。例如,通过保持率 [%] = 当前时刻的电池容量 [mAh] ÷ 额定容量(新品时) [mAh] × 100 的式子算出。

[0234] 如图 17 所示,当 CV 充电电流的值降低,在电流变化速度的值也例如低于作为第二阈值的例如 8[mA/min],但是充电电流的值在预定值(第三阈值)以下、且电压、电流的变化速度不到阈值的情况下,判定为 CV 充电状态。

[0235] 如上所述,在本实施方式中,判定单元 54 为了确定执行计算满充电时间的时间的各处理的时机,而根据在二次电池 20 的充电中检测到的充电电流、充电电压的值来判定二次电池 20 的充电状态。

[0236] 具体来说,判定单元 54 为了判定 CC·CV 充电状态,首先,在从检测单元 51 检测到的检测电压例如在 4000[mV] 以上的情况下,开始 CC·CV 充电状态判定处理。

[0237] 并且,关于从检测单元 51 检测到的检测电压以及检测电流的值,例如在电压增加速度在 4[mV/min](第一阈值)以上、且电流减速速度不到 8[mA/min](第二阈值)的情况下,判定单元 54 判定为充电状态是 CC 充电状态。

[0238] 另外,关于从检测单元 51 检测到的检测电压以及检测电流的值,例如在电压增加速度不到 4[mV/min](第一阈值)、且电流减速速度在 8[mA/min](第二阈值)以上的情况下,判定单元 54 判定为充电状态是 CV 充电状态。

[0239] 另外,在检测到了上述的电压增加速度以及电流减速速度的组合以外的检测电压和检测电流的情况下,主要是电流变动或微小短路所导致的状态,因此判定单元 54 无法判定 CC·CV 充电的正确的充电状态,而维持上一次判定时的状态。

[0240] 此外,在上述的电压增加速度和电流减速速度都不到设定的阈值、在该状态下 CV 充电电流在足够小的预定值(第三阈值)以下的情况下,判定单元 54 判定为 CV 充电状态。

[0241] < 充电状态判定处理的流程 >

[0242] 接下来,使用图 18 对判定单元 54 所执行的充电状态判定处理进行说明。图 18 是表示充电状态判定处理的流程的流程图。

[0243] 如图 18 所示,判定单元 54 判断从检测单元 51 检测电流的充电电流值 I_c 是否大于 0 ($I_c > 0$) (S60),在充电电流 I_c 大于 0 的情况下(S60 中:是),对经过时间(例如 1min)进行计时(S61)。接着,判定单元 54 对在 S61 的经过时间中从检测单元 51 检测到的充电电流以及充电电压的变化速度进行测定(S62)。

[0244] 接着,判定单元 54 根据在 S62 的处理中测得的充电电流的电流变化速度以及充电电压的电压变化速度来判定二次电池 20 的充电状态 (S63)。

[0245] 如上所述,例如在电压增加速度在 4[mV/min] 以上。且电流减速速度不到 8[mA/min] 的情况下,判定单元 54 判定为充电状态是 CC 充电状态,并通过充电时间计算单元 55 计算出 CC 以及 CV 充电时间 (S64)。

[0246] 另外,例如在电压增加速度不到 4[mV/min]、且电流减速速度在 8[mA/min] 以上的情况下,判定单元 54 判定为充电状态是 CV 充电状态,并通过 CV 充电时间计时单元来进行 CV 充电时间 T_{cv} 的倒计时 (S65)。

[0247] 另外,判定单元 54 在判定出电压增加速度以及电流减速速度都不到设定的阈值、且该状态下 CV 充电电流 I_c 在足够小的作为第三阈值的预定值 (例如, $I_c = 150$ [mA] 的情况下,通过充电末期修正单元 57 进行修正处理 (S66)。

[0248] 另外,在充电电流值 I_c 不大于 0 ($I_c \leq 0$) 的情况下 (S60 中:否),判定单元 54 结束处理。

[0249] 在上述的充电状态判定处理中,关于电流变化速度、电压变化速度的计算,优选每隔判定间隔设定适当的阈值,并例如从电压增加速度稳定的 CV 充电电压附近反复进行判定直到进行充电末期修正为止。

[0250] <关于充电末期修正处理>

[0251] 接下来,使用图 19 和图 20 对由充电末期修正单元 57 执行的充电末期修正处理进行说明。在充电末期,为了不残留计算误差,修正成最终时间 = 0。

[0252] 图 19 是表示“Li-ion25°C”时的充电末期的时间经过与 CV 充电电流的特性的图。图 19 的 (A) 是表示充电末期的 CV 充电电流相对于时间经过的特性的图。另外,横轴 (x 轴) 表示经过时间 [sec],纵轴 (y 轴) 表示充电电流 [A]。此外,图 19 的 (B) 是为了表示图 19 的 (A) 中的充电电流的时间变化与指数函数非常相似的特性而表示与取 $\text{Log}(I_c)$ 时的时间经过的关系的图。另外,横轴 (x 轴) 表示经过时间 [sec],纵轴 (y 轴) 表示 $\text{Log}(\text{当前的充电电流值 } I_{now}/I_{stop})$ 。

[0253] 如图 19 的 (B) 所示,与取 $\text{Log}(I_c)$ 时的时间的关系为线形性高的特性。根据图 19(B) 所示的特性,CV 充电时间 T_{cv} 例如可以用下面所示的式子表示。

$$[0254] \quad T_{cv} = -\alpha T \times \text{Log}(I_{now} \div I_{stop})$$

[0255] 另外, I_{now} 如上所述表示当前的充电电流值,具体来说,表示作为开始充电末期的电流值而预先设定的值 (图 20 所示的 I_{c2})。

[0256] 此外,图 20 表示与图 19 的 (A) 的充电电流 I_{c1} 、 I_{c2} 对应的经过时间 T_1 、 T_2 。横轴 (x 轴) 表示经过时间 [sec],纵轴 (y 轴) 表示充电电流 [A]。

[0257] 上述的系数 αT 通过使用图 20 所示的充电电流 I_{c1} 、 I_{c2} 及其经过时间 $T_2 - T_1$,可以用下面所示的式子表示。

$$[0258] \quad \alpha T = -(T_2 - T_1) \div [\text{log}(I_{c2} \div I_{stop}) - \text{log}(I_{c1} \div I_{stop})]$$

[0259] 另外,根据图 19 的 (B) 所示的特性,通过使用充电电流 I_{c1} 和电流 I_{c2} 两点的电流值及其经过时间 $T_2 - T_1$,充电末期修正时的剩余的充电时间 (充电末期时间) 用下面所示的式子表示。

$$[0260] \quad \text{充电末期时间} = -\{(T_2 - T_1) / [\text{log}(I_{c2} \div I_{stop}) - \text{log}(I_{c1} \div I_{stop})]\} \times \text{log}(I_{now})$$

÷ Istop)

[0261] 此外,关于计算上述的系数 αT 的时机,在检测到图 20 所示的充电电流值 I_{c1} 和充电电流值 I_{c2} 的情况下,充电电流值 I_{c1} 、 I_{c2} 、当前电流 I_{now} 为常数值,因此上述的式子的系数项的分母为常数,充电末期时间例如用下面的式子表示。

[0262] 充电末期时间 = $-\{(T2-T1) \div \alpha \log \times [\beta \log - \log(I_{stop})]\} \dots \dots (5)$

[0263] (例如) 充电末期时间 = $-\{(102\text{min}-95.6\text{min}) \div (-0.18) \times (2-1.78)\} = 7.8\text{min}$

[0264] 另外,表示上述的特性的系数 ($\alpha \log$ 、 $\beta \log$) 作为特性数据保存在记录单元 52 中。

[0265] < 充电末期修正处理的流程 >

[0266] 接下来使用图 21 对充电末期修正单元 57 执行的充电末期修正处理的流程进行说明。图 21 是表示充电末期修正处理的流程的流程图。

[0267] 如图 21 所示,充电末期修正单元 57 判断从检测单元 51 检测电流的充电电流值 I_c 是否大于 0 ($I_c > 0$) (S70),在充电电流值 I_c 大于 0 的情况下 (S70 中:是),接着,判断充电电流值 I_c 是否在例如 150mA 以上 ($I_c > 150\text{mA}$) (S71)。

[0268] 充电末期修正单元 57 在判断为充电电流值 I_c 不在 150mA 以上的情况下 (S71 中:否),判断充电电流值 I_c 是否在例如 100mA 以上 ($I_c > 100\text{mA}$) (S72)。

[0269] 充电末期修正单元 57 在充电电流值 I_c 在例如 100mA 以上且不到 150mA 的情况下 (S72 中:是),开始时间计测 (S73)。具体来说,计测图 20 所示的检测到充电电流值 I_{c1} 、 I_{c2} 时的 $T1$ 、 $T2$ 的时间并进行保存。

[0270] 并且,充电末期修正单元 57 在充电电流值 I_c 不到例如 100mA 的情况下 (S72 中:否),结束时间计测 (S74),通过上述的式子 (5) 计算出用于进行充电末期修正的充电末期时间 (S75),并结束处理。

[0271] 另外,充电末期修正单元 57 在判断为充电电流值 I_c 不大于 0 ($I_c \leq 0$) 的情况下 (S70 中:否),结束处理。

[0272] 在上述的 S75 的处理中,充电末期修正单元 57 获取保存在记录单元 52 中的各特性系数 ($\alpha \log$ 、 $\beta \log$)、 $T2-T1$ 的时间、以及充电终止电流 I_{stop} ,根据上述的式子 (5) 计算出充电末期时间。另外,在计算出来后,充电末期修正单元 57 进行充电末期时间的倒计时。

[0273] < 预测时间的计算精度 >

[0274] 下面使用图 22 对本实施方式的利用充电时间计算单元 55 计算出来的预测时间的计算精度进行说明。图 22 是用于说明由充电时间计算单元计算出的预测时间的计算精度的图。另外横轴 (x 轴) 表示充电终止电流 [mA],纵轴 (y 轴) 表示计算时间误差 [min]。

[0275] 图 22 中的 (A) 表示测定温度为 25[°C],路径电阻为 40[mΩ] 时的例子,图 22 的 (B) 表示测定温度为 25[°C],路径电阻为 80[mΩ] 时的例子。另外,图 22 的 (A)、图 22 的 (B) 的纵轴 (y 轴) 的计算时间误差表示从由充电时间计算单元 55 计算出来的预测时间减去实际花费的实测充电时间而得到的时间。

[0276] 如图 22 的 (A) 和图 22 的 (B) 所示,对于二次电池 20 的容量保持率和充电电压彼此不同的情况,在计算出相对于充电终止电流的变化的计算时间误差后发现:计算时间误差都收敛在 10 分钟以下。

[0277] < 充电末期修正后的计算精度 >

[0278] 下面使用图 23 对本实施方式中的利用充电末期修正单元 57 修正后的充电时间的计算精度进行说明。图 23 是用于说明由充电末期修正单元修正后的充电时间的计算精度的图。另外,横轴(x轴)表示温度[°C],纵轴(y轴)表示计算时间误差[min]。

[0279] 如图 23 所示,在充电终止电流为 60[mA] 的情况下,对于容量保持率分别为 80%、90%、100%的二次电池 20,计算出相对于温度的变化的计算时间误差后发现:所有计算时间误差都在 5 分钟左右。

[0280] < 充电时间计算的切换所导致的计算时间的变动 >

[0281] 接下来,使用图 24 对本实施方式中的基于满充电时间计算处理的充电时间计算的切换所导致的计算时间的变动进行说明。图 24 是用于对充电时间的切换所导致的计算时间的变动进行说明的图。另外,横轴(x轴)表示经过时间[min],左侧的纵轴(y轴)表示剩余充电时间[min],右侧的纵轴(y轴)表示充电电流[mA]。

[0282] 如图 24 所示,本实施方式中的基于满充电时间计算处理的计算充电时间以相对于经过时间的剩余充电时间沿着实测时间(理想充电时间)的方式被计算出来,在 CV 充电的 CV 判定点以后与理想充电时间大致重叠,在充电结束点,剩余充电时间大致同时成为 0 的状态。

[0283] < 充电末期修正处理的变形例 >

[0284] 接下来,使用图 25 对本实施方式中的充电末期修正处理的变形例进行说明。图 25 是用于说明本实施方式的充电末期修正处理的变形例的图。另外,横轴(x轴)表示经过时间[sec],纵轴(y轴)表示充电电流[A]。

[0285] 在上述的图 20 所示的充电末期修正处理中,在检测到预先设定的预定充电电流(Ic1、Ic2)的情况下,通过保存该检测到时的时间(T1、T2),来计算充电末期时间。

[0286] 另一方面,在变形例中,如图 25 所示,每隔预先设定的固定间隔(T2-T1)计算出充电末期时间并进行修正。充电末期时间可以用与上述的计算式相同的式子来表示。

[0287] 充电末期时间 = $-\{(T2-T1)/[\log(Ic2 \div Istop) - \log(Ic1 \div Istop)]\} \times \log(I_{now} \div Istop)$

[0288] 上述计算式中,在变形例中,通过使 T2-T1 的间隔固定,能够每隔固定间隔来计算充电末期时间。另外,在变形例中,由于每隔固定间隔进行计算,因此图 25 所示的充电电流的斜率容易预测,由此,能够使充电末期时间的计算精度良好。

[0289] 如上所述,根据本实施方式,通过计算与二次电池的状态对应的可充电容量,能够提高二次电池的满充电时间的计算精度。具体来说,能够在考虑实际使用中需要对应的路径电阻、充电电压、充电终止电流的同时计算出可充电容量。另外,能够分别计算出 CC 充电时间 Tcc 和 CV 充电时间 Tcv 从而将它们合计作为预测时间,由此,能够提高满充电时间的计算精度。此外,通过在充电末期进行预测时间的修正,能够使预测剩余时间更为准确。

[0290] 由此,根据本实施方式,能够计算出到二次电池的充电结束为止所花费的时间,因此能够提高使用二次电池的产品的可用性(usability)。在充电时间比本实施方式计算出的预测时间大幅提升的情况下以及在检测到了比可充电容量更多的充电的情况下,能够判定为二次电池的异常,能够进行二次电池的安全使用。此外,通过预先对成为基准的温度下的初始的充电预测时间进行记录,能够根据实际充电所用的时间来掌握二次电池的劣化状态。而且,通过实际记录二次电池的充电容量,即使在难以计算二次电池的电池电阻的情况

下,也能够通过逆运算计算出二次电池的电池电阻。

[0291] 以上根据各实施方式对本发明进行了说明,但是本发明并不限于上述实施方式所展示的要件。关于这些方面,能够在不脱离本发明的主旨的范围内进行变更,可以根据其应用形式来适当地进行确定。

1

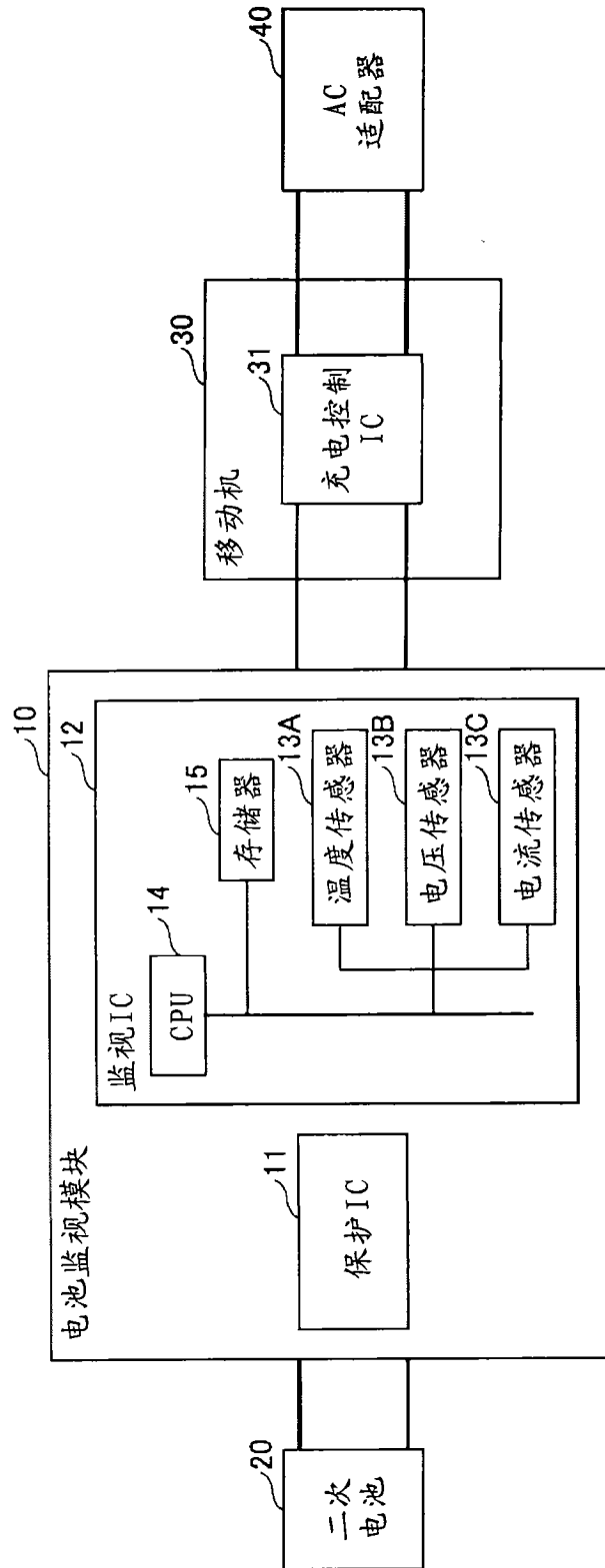


图 1

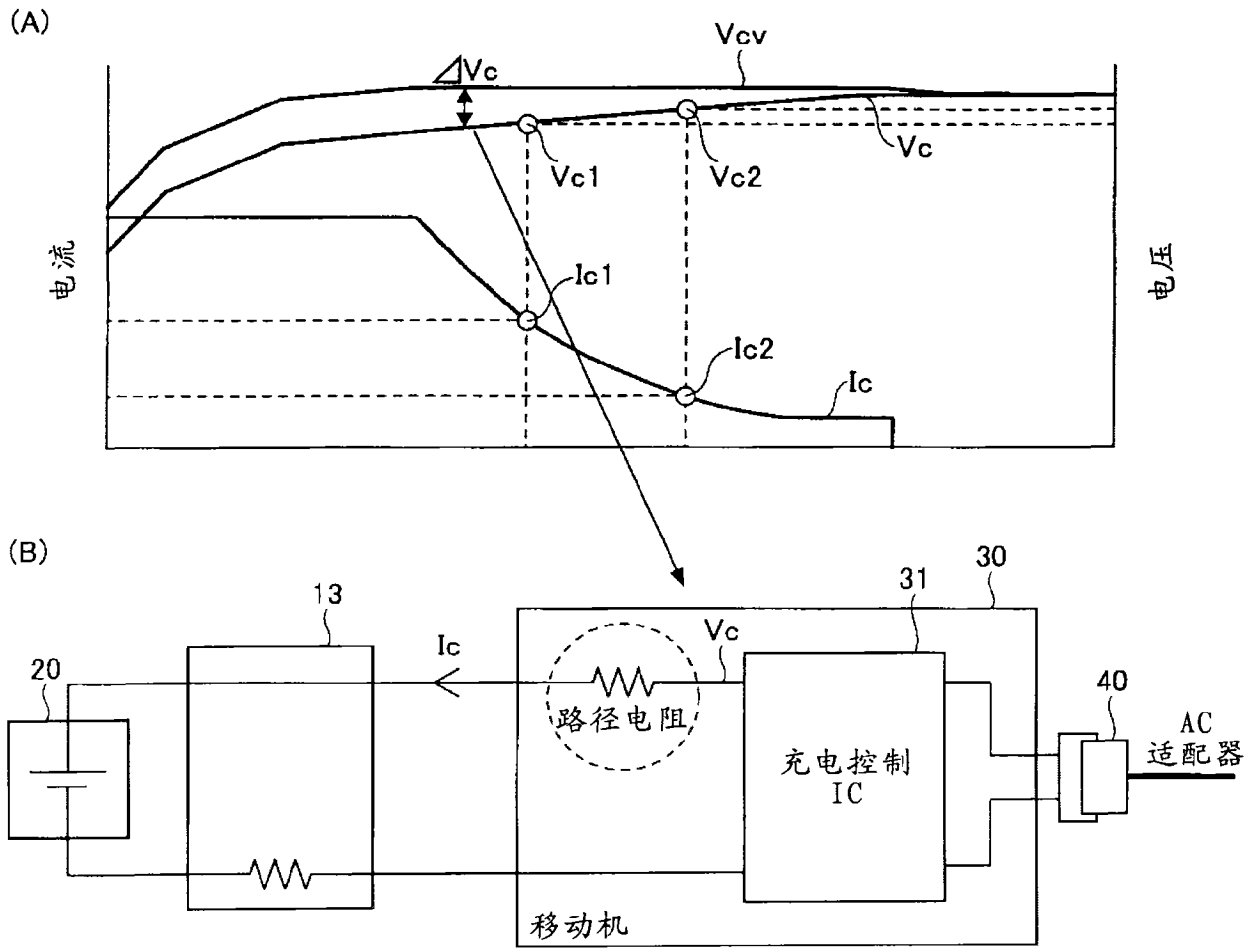


图 2

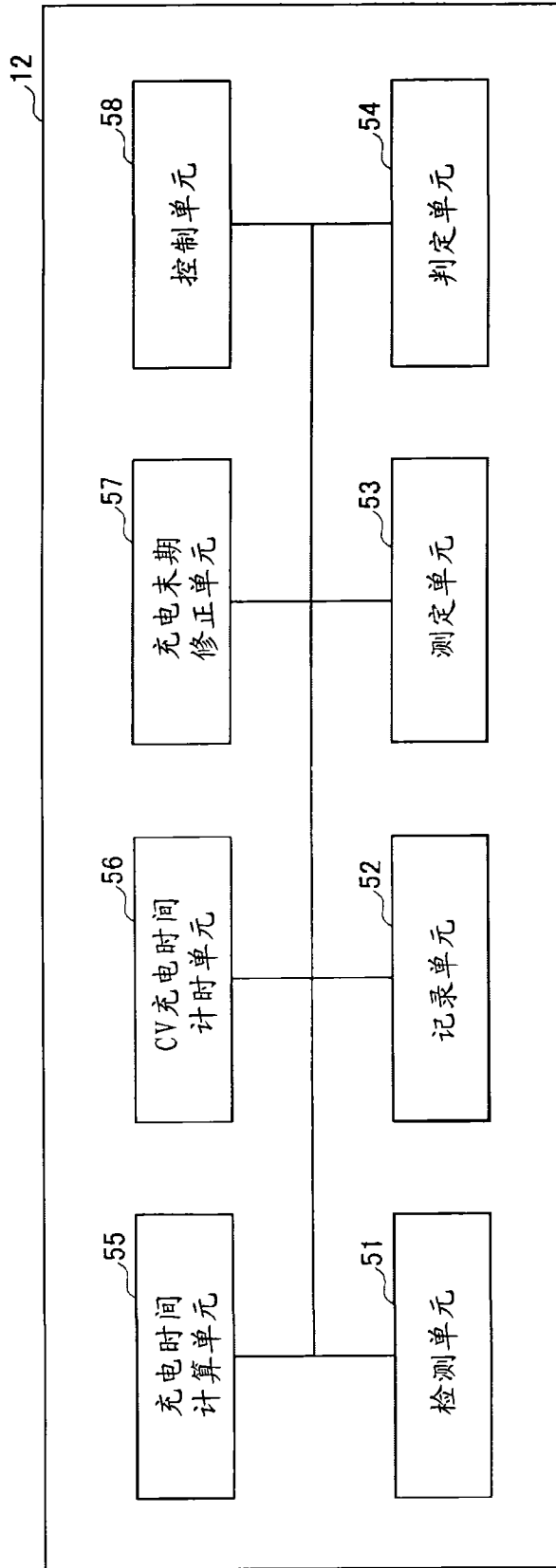


图 3

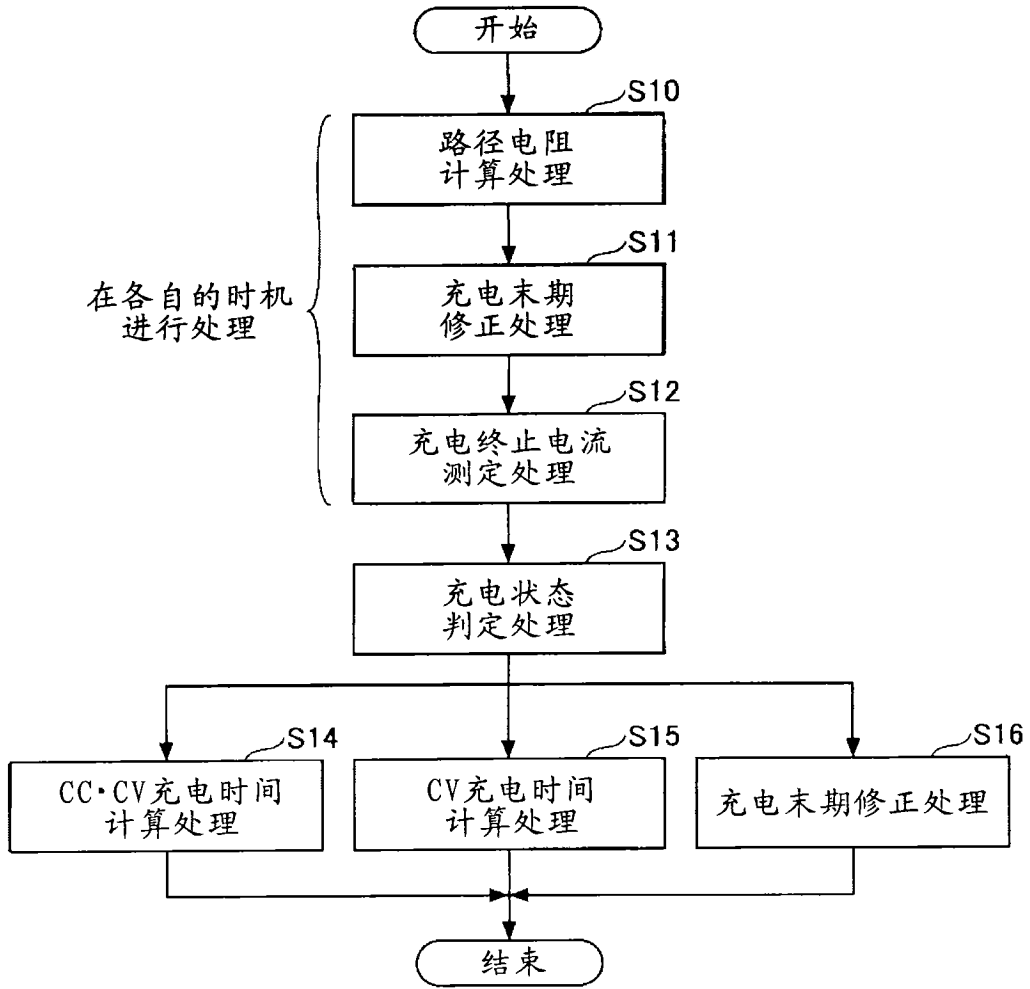


图 4

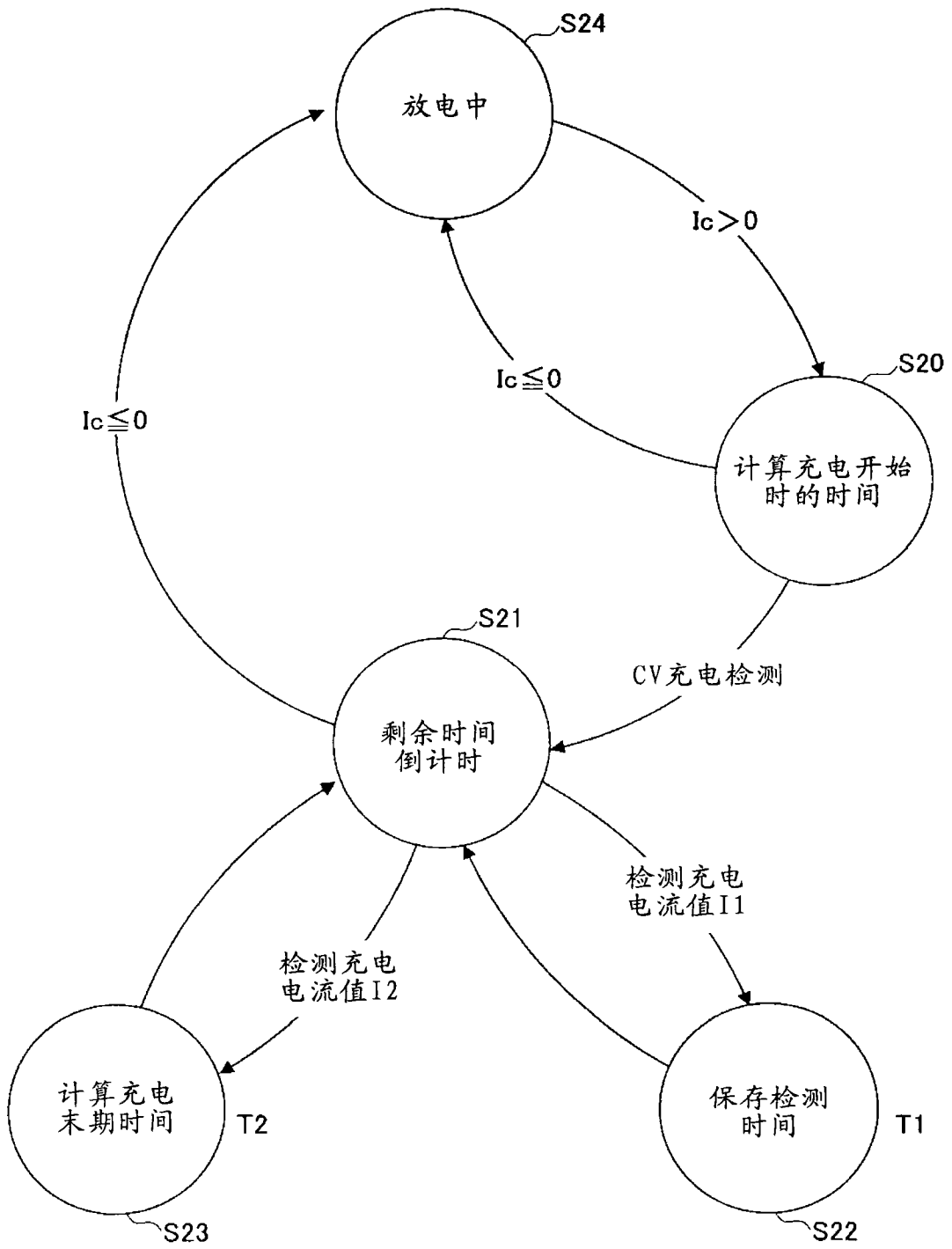


图 5

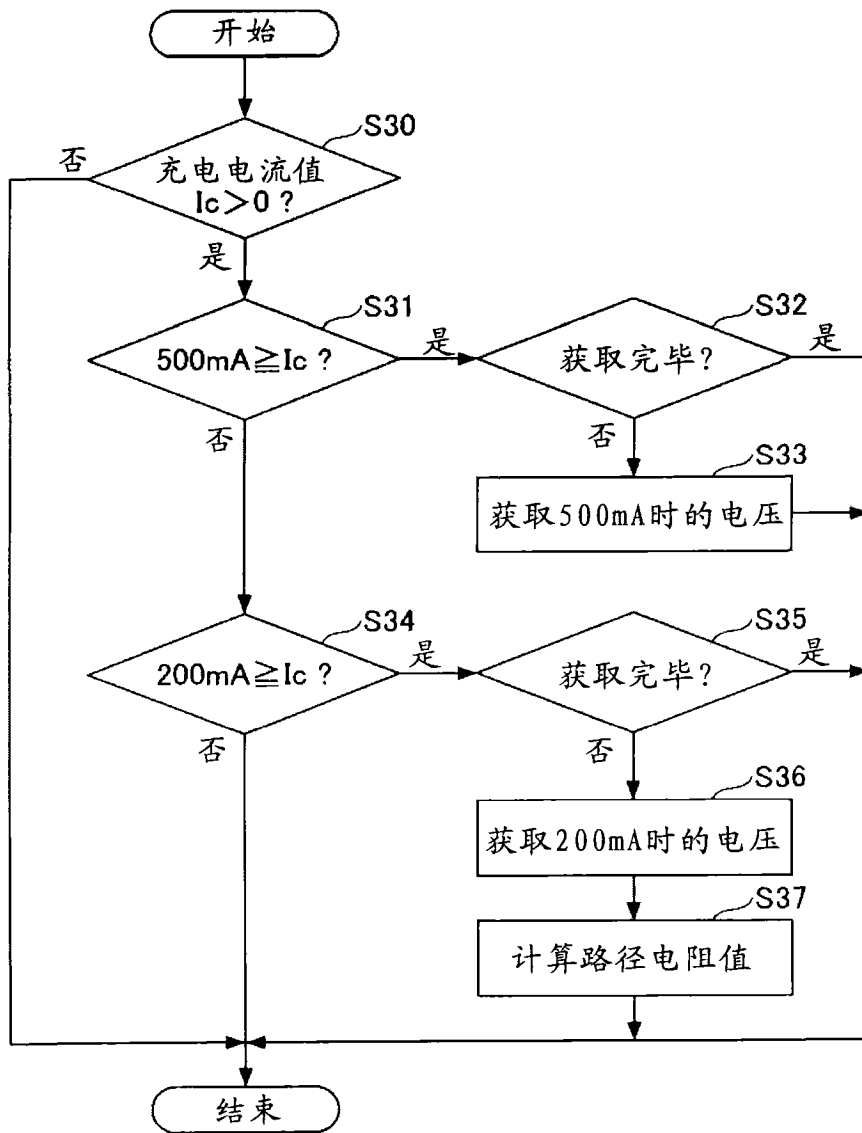


图 6

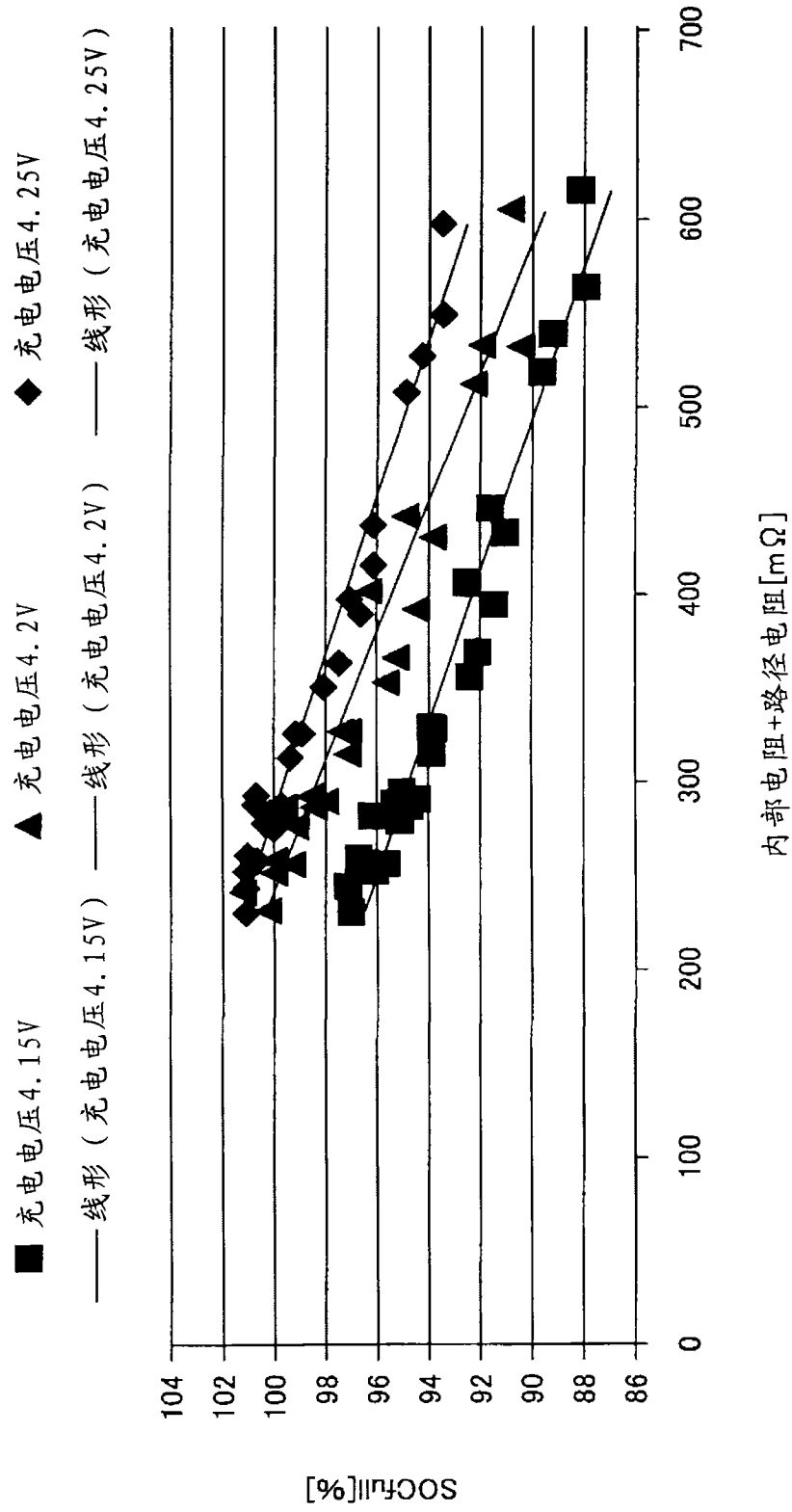


图 7

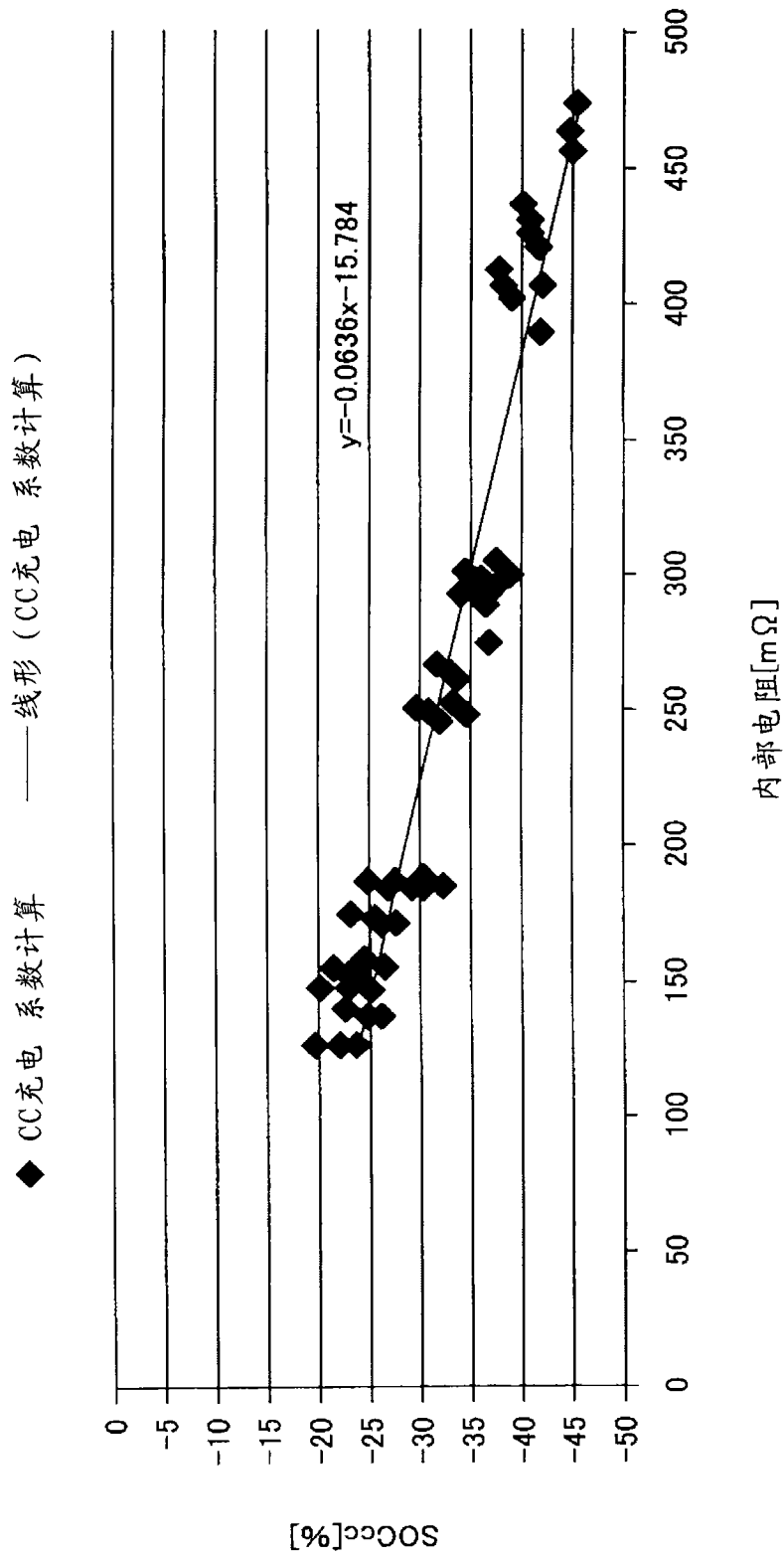


图 8

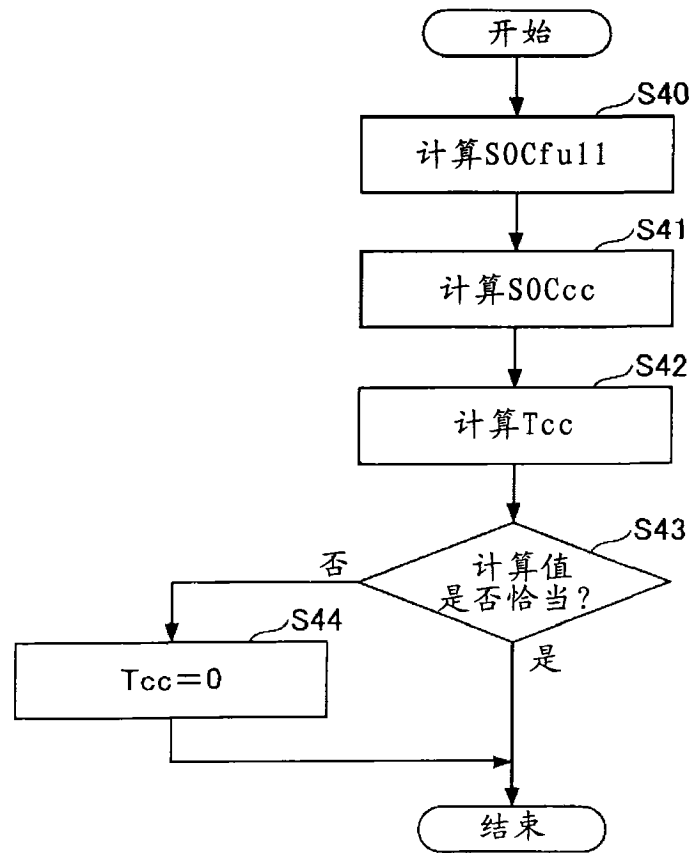


图 9

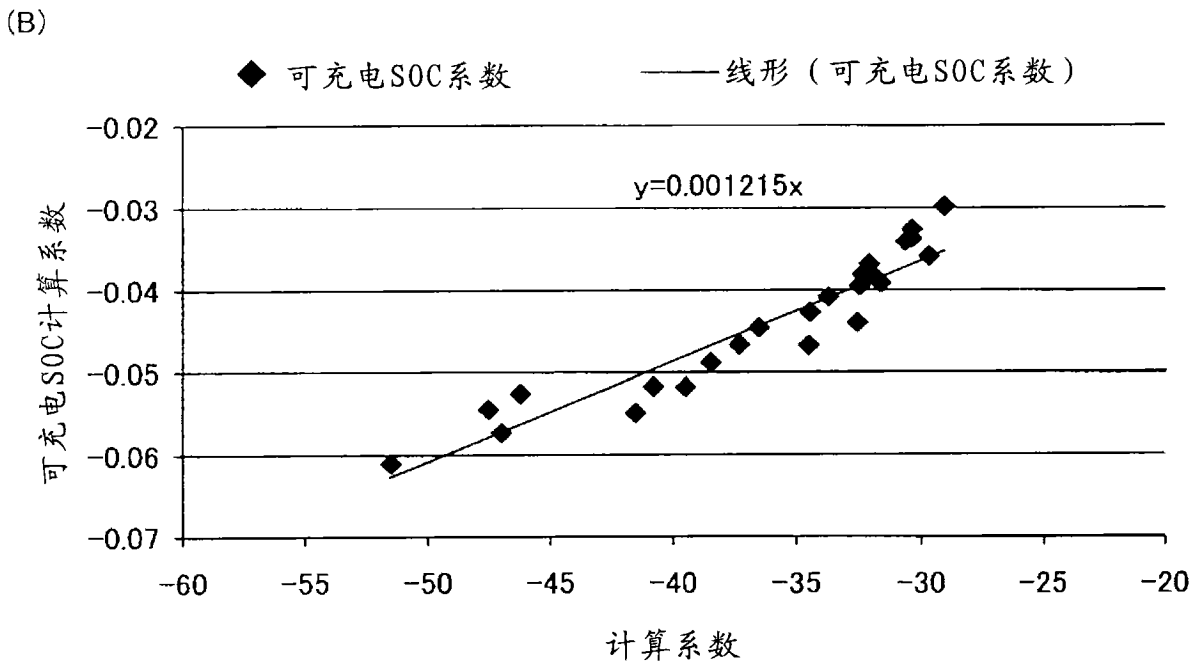
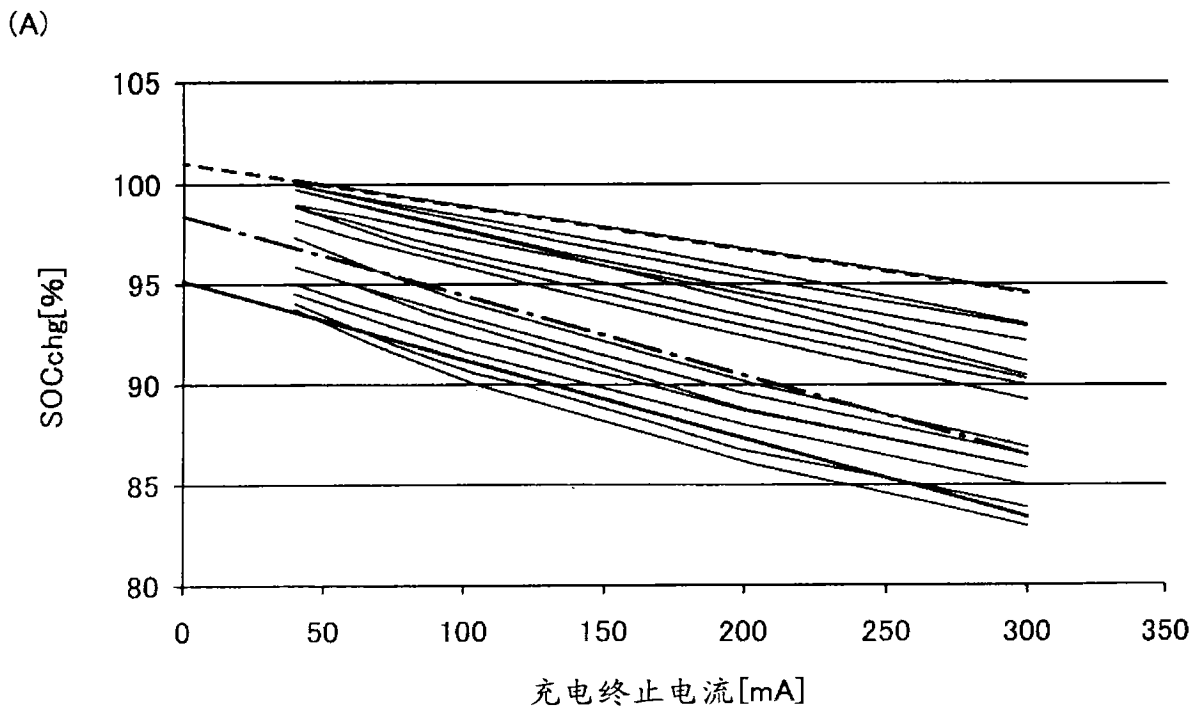


图 10

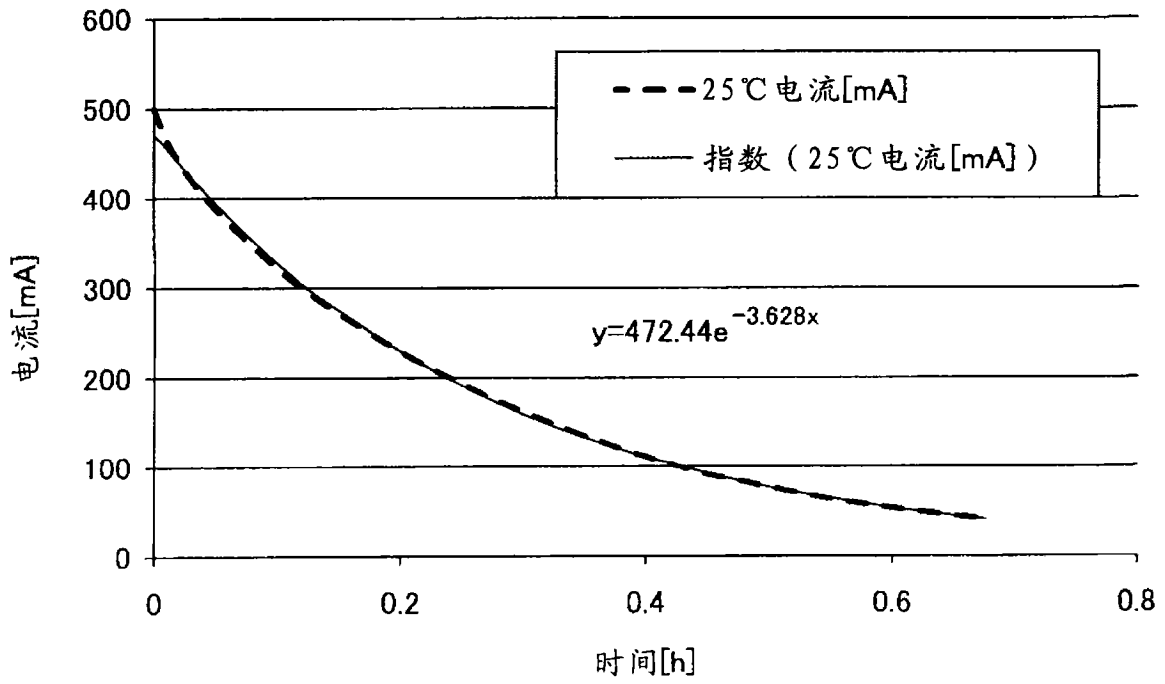


图 11

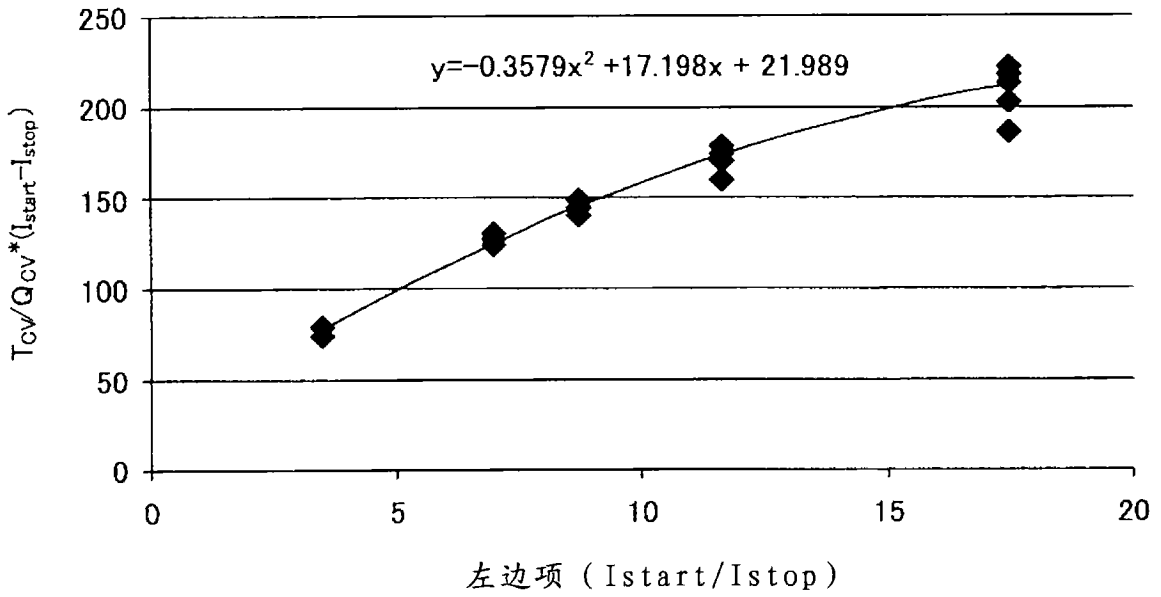


图 12

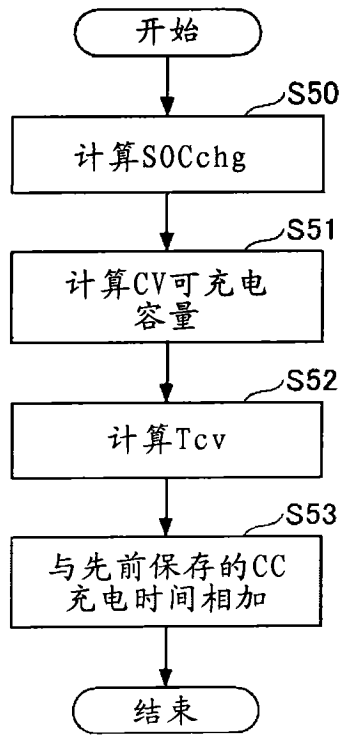


图 13

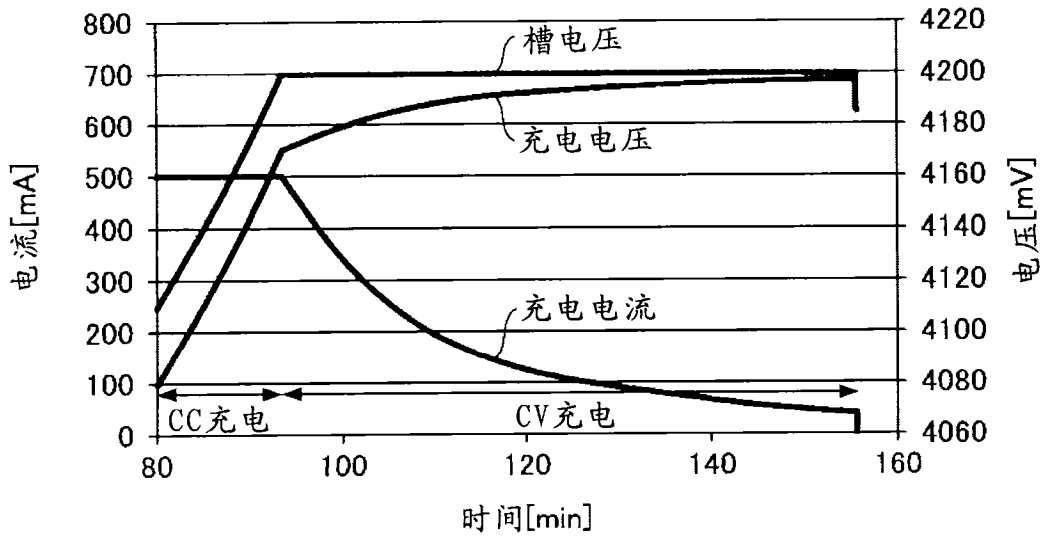


图 14

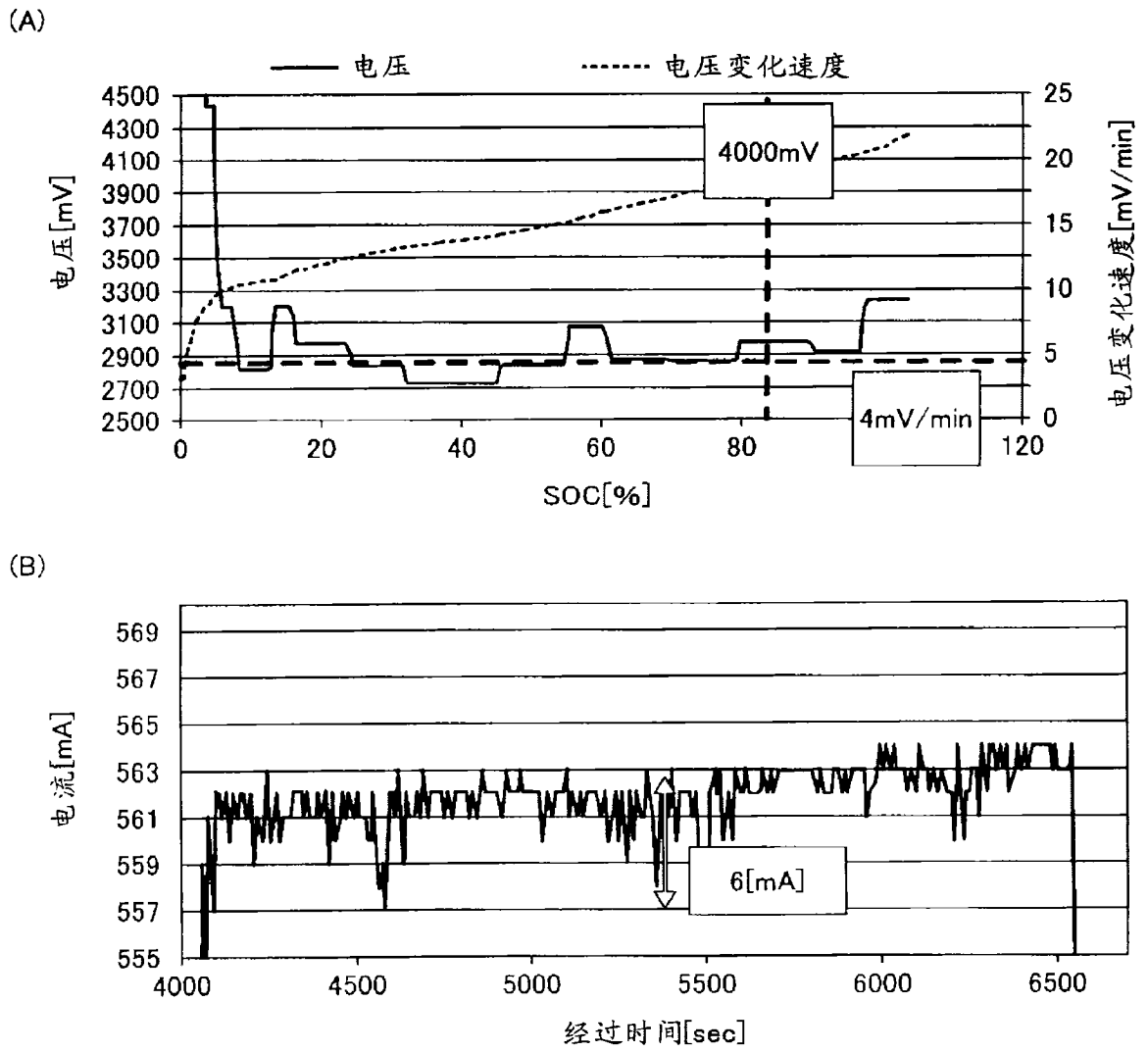


图 15

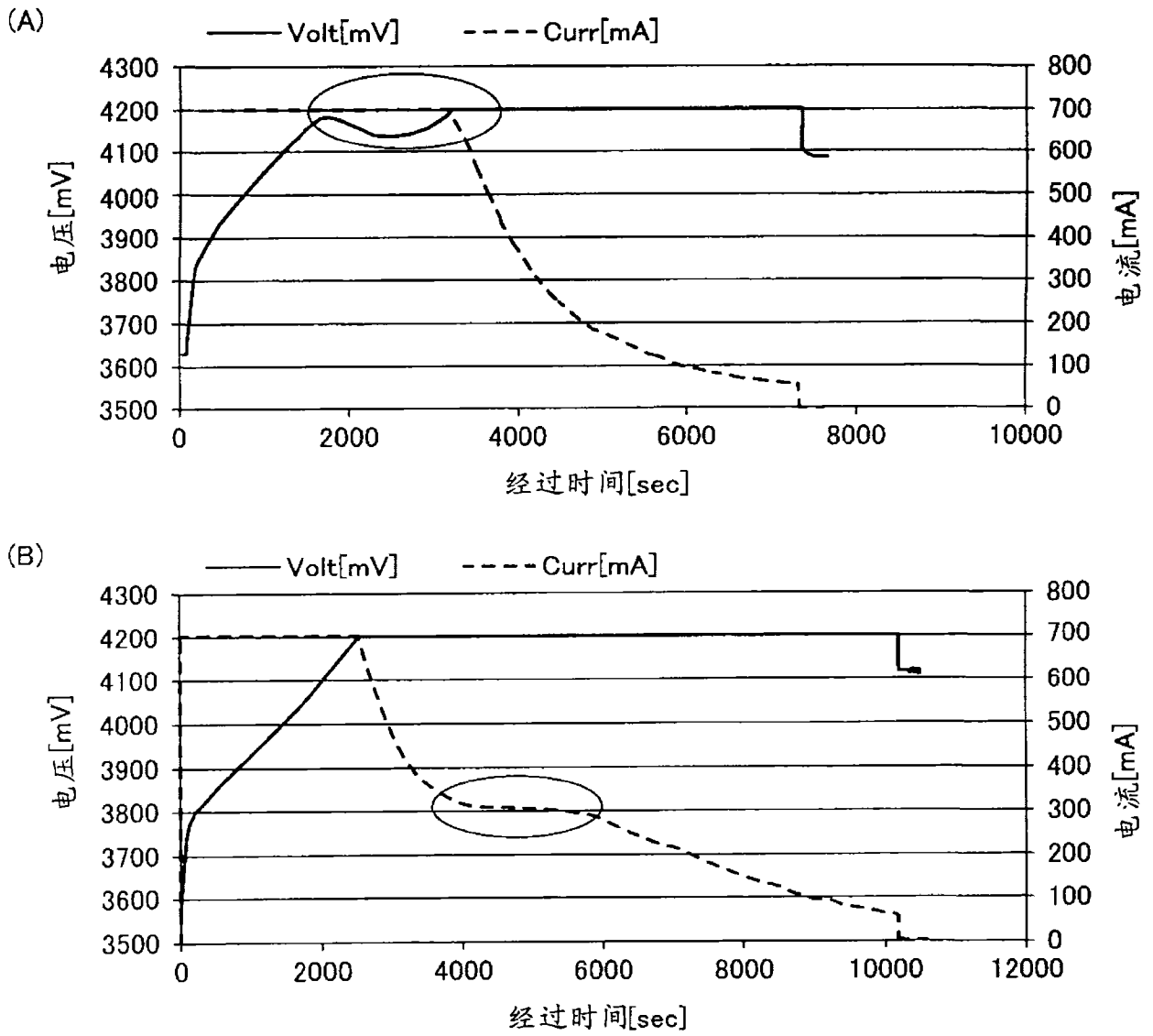


图 16

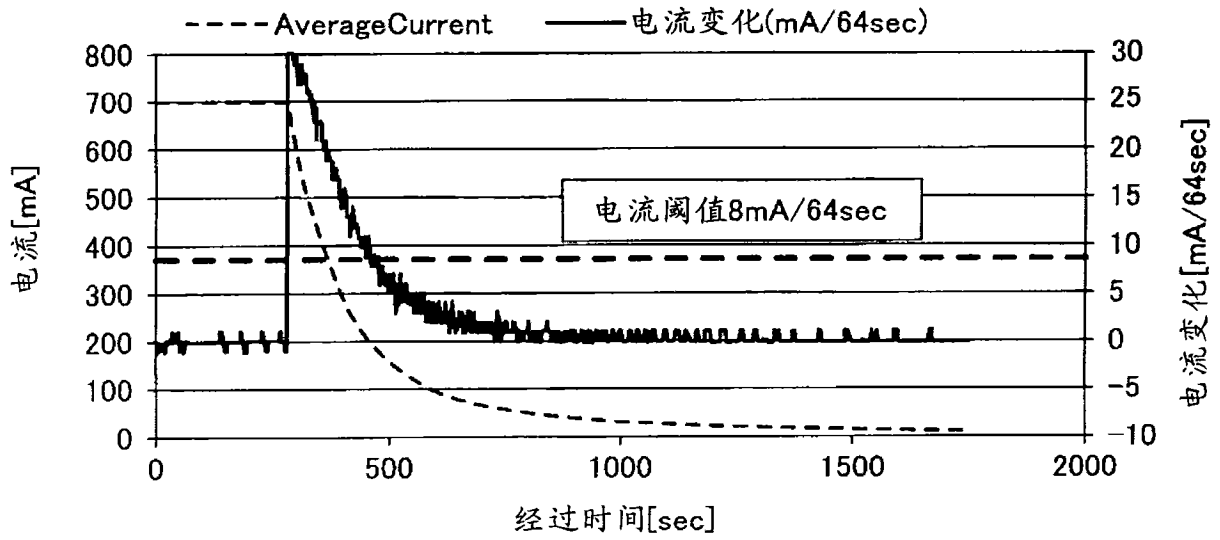


图 17

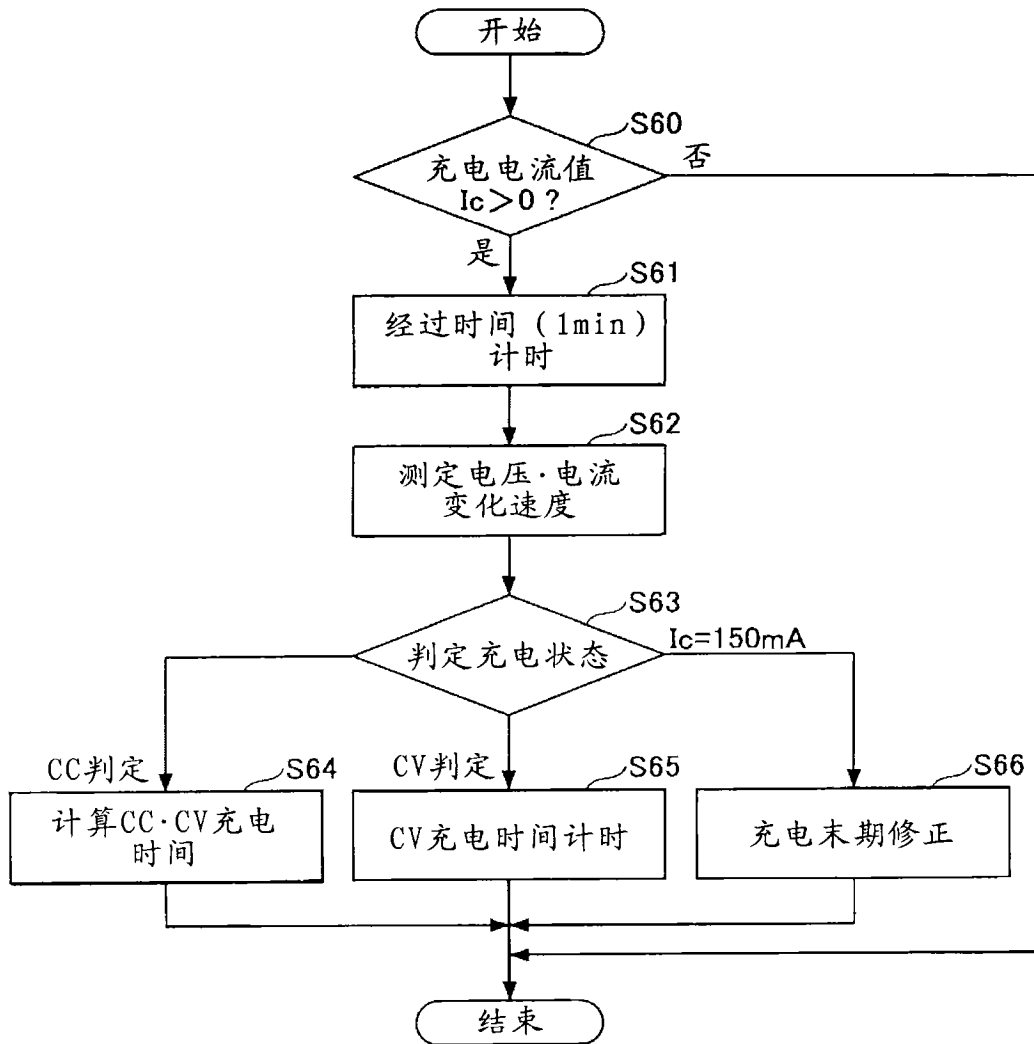


图 18

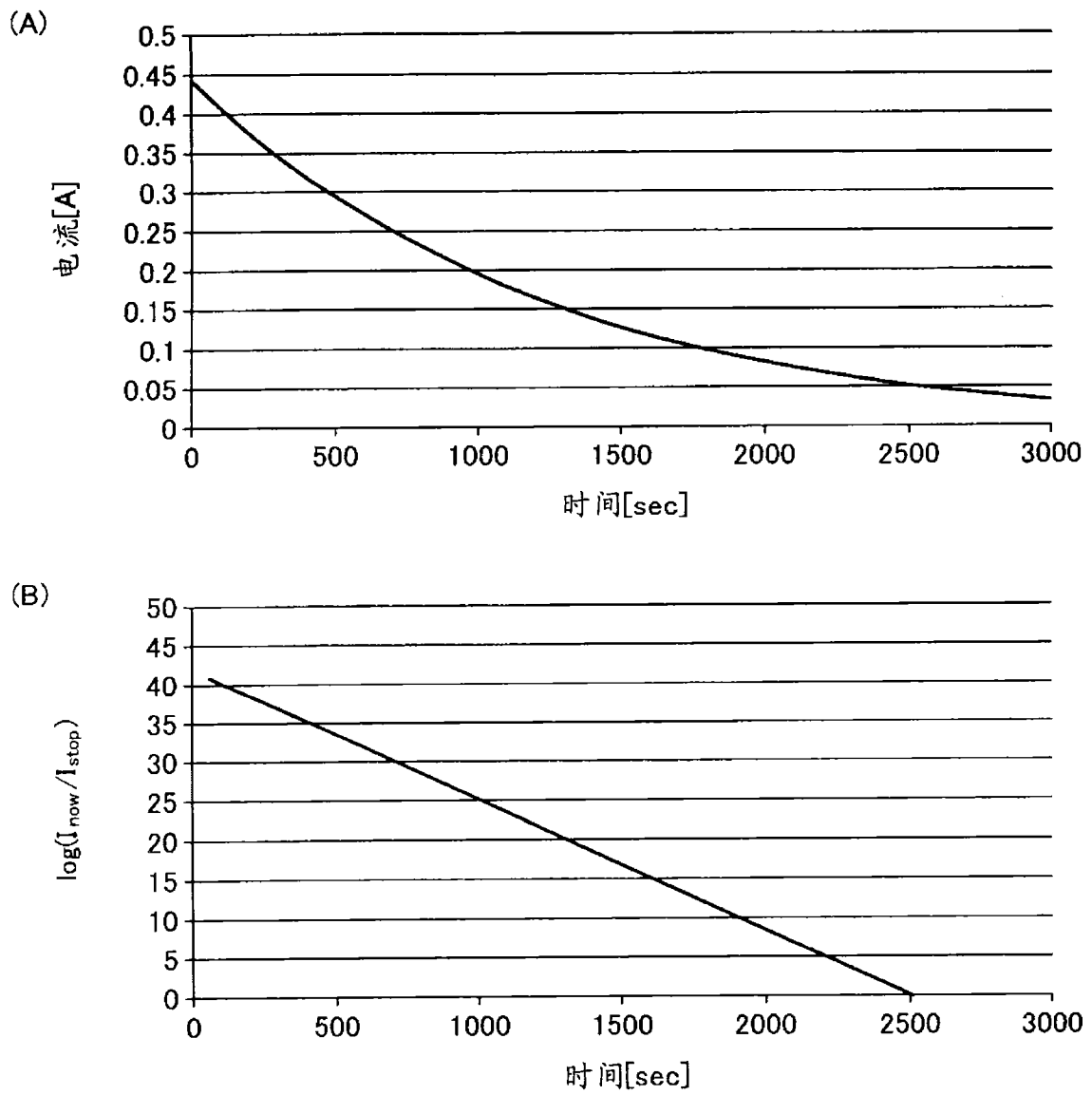


图 19

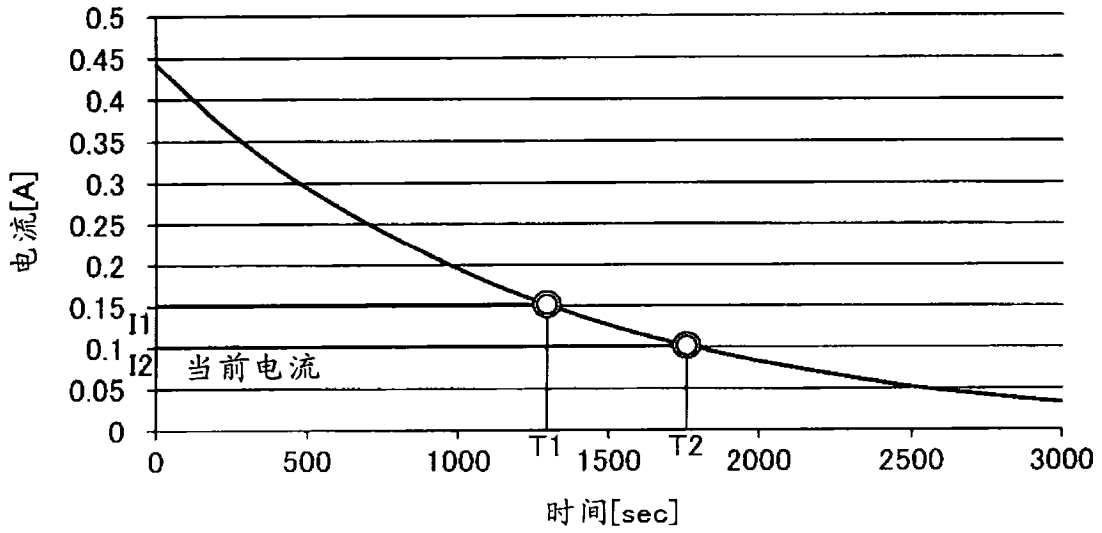


图 20

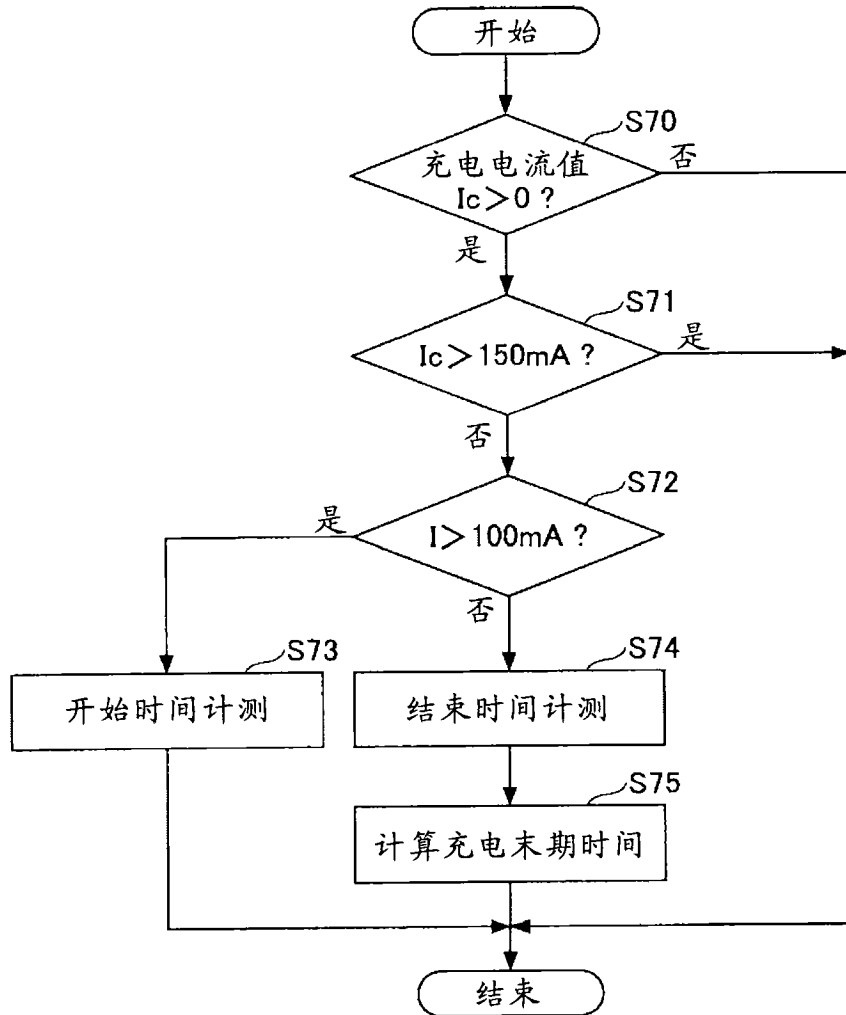
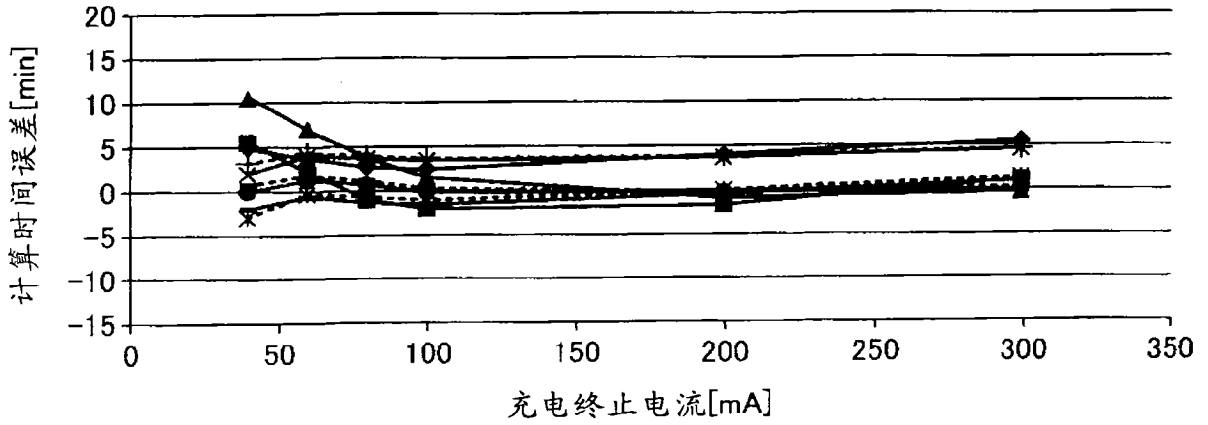


图 21

(A)

- ◆ 容量保持率99%4.15V
- 容量保持率98%4.2V
- ▲ 容量保持率99%4.25V
- ✕ 容量保持率92%4.15V
- ✱ 容量保持率92%4.2V
- 容量保持率92%4.25V
- ⊕ 容量保持率93%4.15V
- 容量保持率93%4.2V
- 容量保持率93%4.25V



(B)

- ◆ 容量保持率99%4.15V
- 容量保持率98%4.2V
- ▲ 容量保持率99%4.25V
- ✕ 容量保持率92%4.15V
- ✱ 容量保持率92%4.2V
- 容量保持率92%4.25V
- ⊕ 容量保持率93%4.15V
- 容量保持率93%4.2V
- 容量保持率93%4.25V

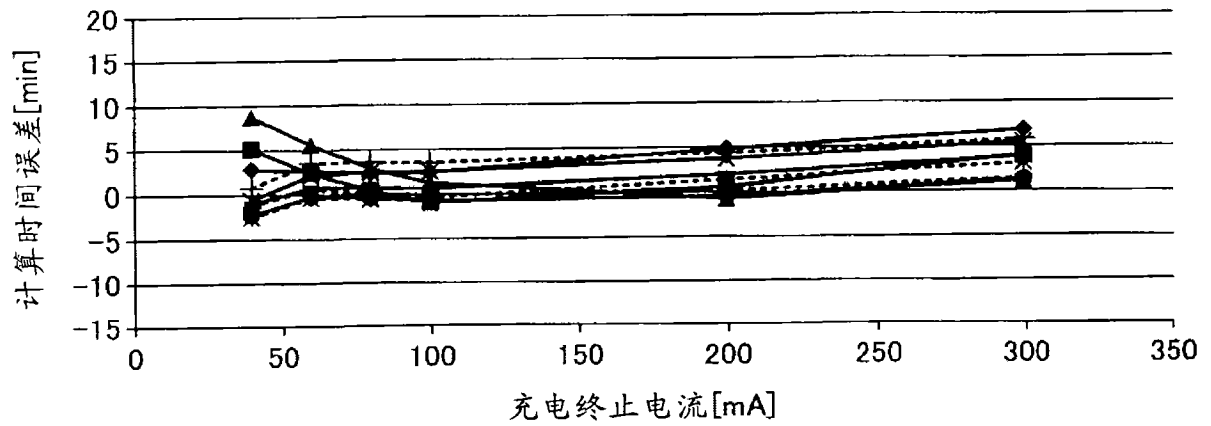


图 22

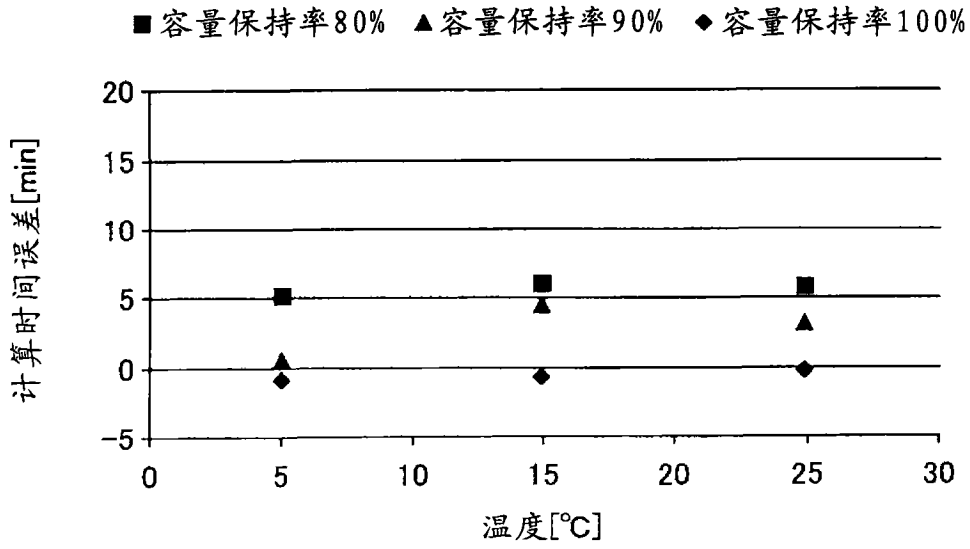


图 23

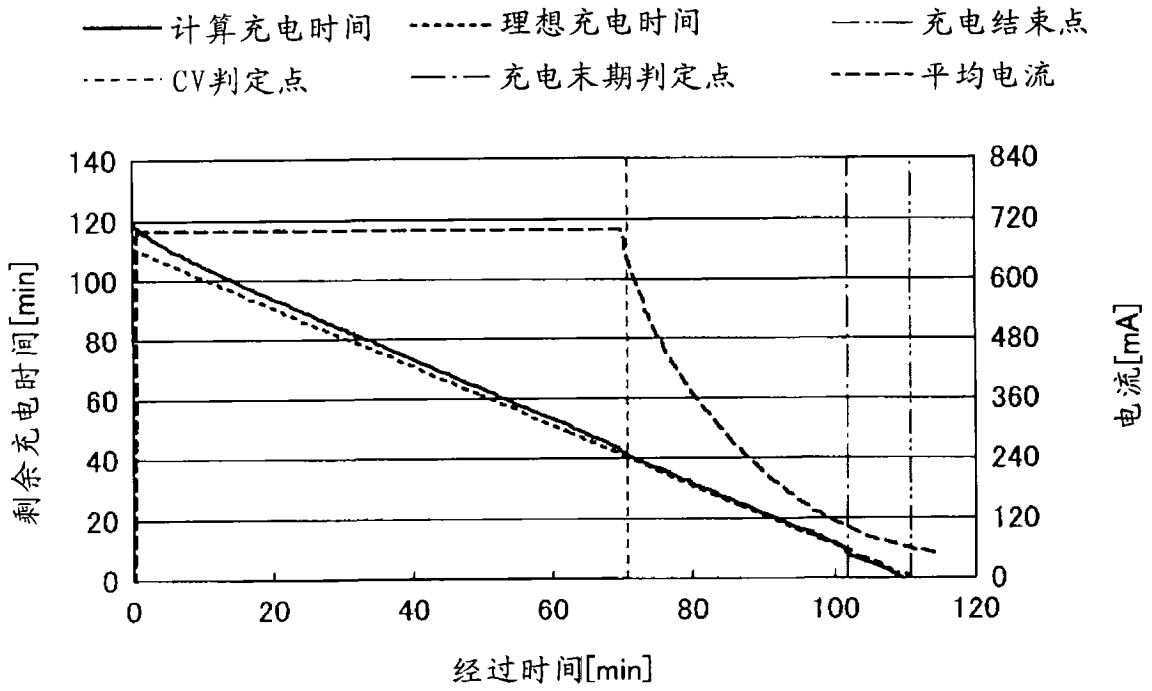


图 24

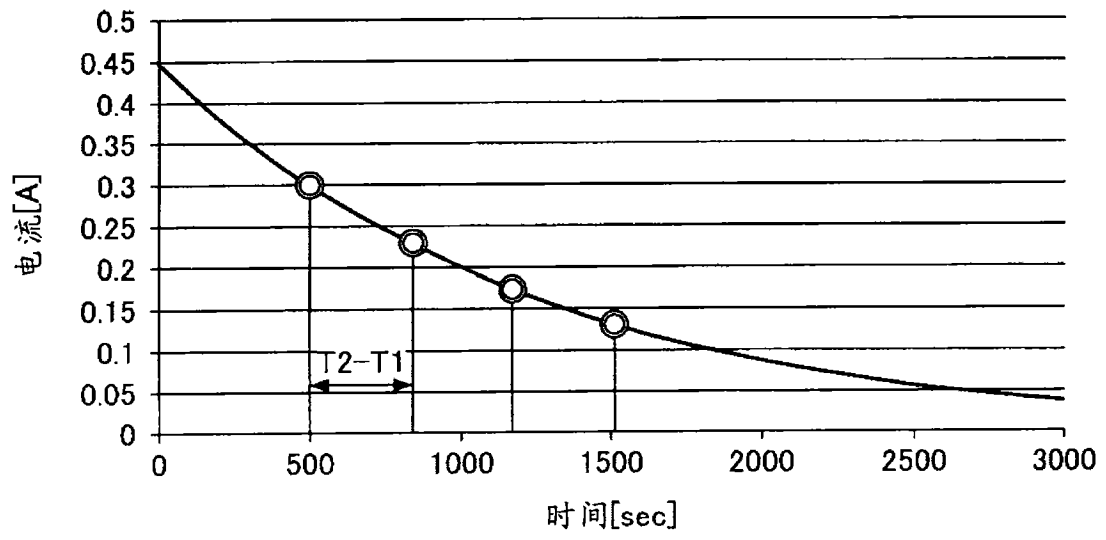


图 25