

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02J 7/14 (2006.01)
G01R 31/36 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810191160.3

[43] 公开日 2009年6月3日

[11] 公开号 CN 101447688A

[22] 申请日 2008.11.21

[21] 申请号 200810191160.3

[30] 优先权

[32] 2007.11.21 [33] JP [31] 2007-301648

[32] 2007.11.21 [33] JP [31] 2007-301708

[71] 申请人 株式会社日本自动车部品综合研究所

地址 日本爱知县西尾市

共同申请人 株式会社电装

[72] 发明人 水野觉 小野博明 外村征幸

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 王庆海 李家麟

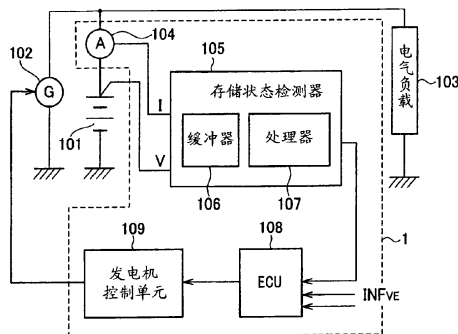
权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 8 页

[54] 发明名称

用于检测车内蓄电池的内部电气状态的装置和方法

[57] 摘要

本发明涉及用于检测车内蓄电池的内部电气状态的装置和方法。在提供的装置和方法中，在车辆起动之后立即或车辆行驶期间对车内蓄电池进行恒压充电。利用充电电流数据计算在恒压充电起动之后立即在电池中产生的与极化相关的量。确定计算出的极化相关量的变化率是否低于给定阈值。当该变化率低于该给定阈值时，采集在预定时间段内采样和保持的大量充电电流数据。利用大量充电电流数据计算直到充电电流达到给定终值时所累积的充电电流值。基于该累积的充电电流值来估计电池的内部电气状态。



1. 一种用于估计车内蓄电池的内部电气状态的装置，通过操作车内交流发电机来调节该车内蓄电池的端电压为目标值，该装置包括：

电流检测器，其检测流入该电池的充电电流和从该电池流出的放电电流；

采样装置，其以一定时间间隔采样和保持由该电流检测器检测的电流；

充电装置，其对该电池进行恒压充电至预定值，该预定值在车辆起动之后立即或车辆行驶期间提供给该电池；

第一计算装置，其利用来自采样和保持装置得到的充电电流数据，计算与恒压充电起动后立即在电池中引起的极化的数量相关的极化相关量；

判定装置，其判定计算出的极化相关量的变化率是否低于给定阈值；

采集装置，其在判定出计算的极化相关量的变化率低于该给定阈值时从该采样和保持装置采集在预定时间段期间采样和保持的大量充电电流数据；

第二计算装置，其利用大量充电电流数据计算到充电电流达到给定终值时累积的充电电流值；

估计装置，其基于计算出的充电电流的累积值来估计电池的内部电气状态。

2. 如权利要求1所述的装置，其中

该充电装置被配置为在车辆的发动机起动后进行恒压充电，和

该第一计算装置、该判定装置、该采集装置、该第二计算装置和该估计装置被配置为共同工作，以便在发动机起动后立即进行的恒压充电期间估计该电池的内部电气状态。

3. 如权利要求1所述的装置，其中

该充电装置被配置为在车辆行驶期间的一个时刻进行恒压充电，在该时刻充电电流大于给定值，并且

该第一计算装置、该判定装置、该采集装置、该第二计算装置和该估计装置被配置为共同工作，以便在车辆行驶期间的该时刻估计电池的内部电气状态。

4. 如权利要求1所述的装置，其中

该充电装置被配置为在车辆行驶期间的一个时刻进行恒压充电，其中该时刻位于小于给定值的充电电流和放电电流持续一个预定时间段的状态之后，和

该第一计算装置、该判定装置、该采集装置、该第二计算装置和该估计装

置被配置为共同工作，以便在车辆行驶期间的该时刻估计电池的内部电气状态。

5. 如权利要求1所述的装置，其中

该第一计算装置被配置为基于下述公式计算极化相关量 P:

$$P_n = P_{n-1} + I_n * dt - 1/T * P_{n-1} * dt,$$

其中 P_n 表示极化相关量 P 的当前值， P_{n-1} 表示极化相关量 P 的上一次值， I_n 表示充电电流的当前值， dt 表示恒压充电期间采样和保持充电电流的时间间隔， T 表示时间常数。

6. 如权利要求1所述的装置，其中

该第二计算装置被配置为利用采集装置采集的大量充电电流数据计算充电电流 I 的近似值公式，该计算是基于：

$$I = K + a * \exp(b * t),$$

其中 a 和 b 是常数，t 表示从恒压充电起动开始所经过的时间，K 是给定的比例常数。

7. 一种用于估计车内蓄电池的内部电气状态的方法，通过操作车内交流发电机来调节该车内蓄电池的端电压为目标值，该方法包括步骤：

以一定时间间隔采样和保持流入该电池的充电电流和从该电池流出的放电电流；

对该电池进行恒压充电至预定值，该预定值在车辆起动之后立即或车辆行驶期间提供给该电池；

利用采样和保持步骤中的充电电流数据，第一次计算与在恒压充电起动之后立即在电池中引起的极化量相关的极化相关量；

判定计算出的极化相关量的变化率是否低于给定阈值；

当判定出计算的极化相关量的变化率低于该给定阈值时，从采样和保持步骤中采集在预定时间段期间采样和保持的充电电流数据；

利用大量充电电流数据，第二次计算直到充电电流达到给定终值时累积的充电电流值；以及

基于计算出的充电电流累积值来估计电池的内部电气状态。

8. 一种用于估计车内蓄电池的内部电气状态的装置，通过操作车内交流发电机来调节该车内蓄电池的端电压为目标值，该装置包括：

电流检测器，其检测流入电池的充电电流和从电池流出的放电电流；

采样装置，其以一定时间间隔采样和保持由该电流检测器检测的电流；

充电装置，其对电池进行恒压充电至预定值，该预定值在车辆起动之后立即或车辆行驶期间提供给该电池；

计算装置，其基于恒压充电起动后采样和保持的大量充电电流数据来计算表示充电电流的瞬时变化的充电电流函数；

存储装置，其预先存储与电池老化相关的校正值或校正函数；

校正装置，其根据该校正值或校正函数校正该充电电流函数；

累积装置，其基于该经校正的充电电流函数来累积直到充电电流达到给定终值时的充电电流；以及

估计装置，其利用充电电流的累积值来估计该电池的内部电气状态。

用于检测车内蓄电池的内部电气状态的装置和方法

技术领域

本发明涉及一种用于检测车内蓄电池的内部电气状态的装置及方法。

背景技术

近年来,安装在车辆中的蓄电池(可充电电池)容量不断提高,以满足安装在车辆中的电气负载数量的增加。因此,近些年来,防止车内蓄电池的过度充电和过度放电变得非常重要。因此检测表示蓄电池内部电气状态的可靠和准确的信息非常必要,这些信息包括蓄电池剩余充电容量的信息。

在这种情况下,日本专利申请 No.3249788 公开了一种估计表示车内蓄电池内部电气状态的信息的常规方法。该公开所提出的估计方法使用放电电流变化特性,该特性与电池的恒压充电之前时刻放电电流变化的波形有关。下文中,将该变化特征称为“充电电流近似函数”。利用该充电电流近似函数估计充电电流变为给定终值的时间(估计时间),以及计算达到最终充电电流的被充电容量(充电容量)和用于充电的必要时间。

但是,在前述技术的情况中,用于估计的充电电流近似函数容易受到电池极化状态不规则性的影响(即波动),导致函数偏离实际充电电流波形。因此,在大多数情况下,实际充电电流达到给定值的时间(即实际时间)和估计时间之间具有很大区别。从而使充电容量和基于前述估计时间计算的用于充电的必要时间的准确性降低。

此外,在前述公开所提出的技术中,是在不考虑电池充电效率差异影响的情况下估计充电电流特性。因此,特殊地,在充电动作的末期,充电电流近似函数必然具有更低的准确性。对充电容量和用于充电的必要时间的估计更加不准确。

发明内容

考虑到前述常用技术提出了本发明,本发明的目的之一是提供一种用于检测车内蓄电池的内部电气状态的装置,该装置能够准确地估计在恒压充电期间充电电流达到给定终值的时刻。

为了实现上述目的,一方面,本发明提供一种用于估计车内蓄电池的内部电气状态的装置,通过操作车辆的交流发电机调节该车内蓄电池的端电压为一目标值,该装置包括:电流检测器,其检测流入该电池的充电电流和从该电池流出的放电电流;采样装置,其以一定时间间隔采样和保持由该电流检测器检测的电流;充电装置,其对该电池进行恒压充电至一预定值,该预定值在车辆起动之后立即或车辆行驶期间提供给该电池;第一计算装置,其利用从采样和保持装置得到的充电电流数据计算与恒压充电起动后立即在电池中引起的极化的数量相关的极化相关量;判定装置,其判定计算出的极化相关量的变化率是否低于给定阈值;采集装置,判断出计算出的极化相关量的变化率低于该给定阈值时其从该采样和保持装置采集在预定时间段期间采样和保持的大量充电电流数据;第二计算装置,其利用该大量充电电流的数据计算到充电电流达到给定终值时累积的充电电流值;以及估计装置,其基于计算出的充电电流累积值估计该电池的内部电气状态。

另一方面,本发明提供一种用于估计车内蓄电池的内部电气状态的方法,通过操作车辆的交流发电机调节该电池的端电压为一目标值,该方法包括与上述装置的元件相似的步骤。

在本发明中,监测恒压充电起动后极化相关量的变化逐渐变慢的状态。之后,利用充电电流中的后期变化,估计此刻之后充电电流的变化。利用该估计结果检测或确定车内蓄电池的内部电气状态。因此,为了估计电池的内部电气状态,可靠地消除充电时电池中出现的极化不规则的影响以提高检测的准确性是可能的。电池的内部电气状态可以是例如 SOC(充电状态)、SOH(健康状态)以及与 SOC 和 SOH 有关的量(例如从电池满充电容量中减去 SOC 或 SOH 得到的量)。

优选地在发动机起动后立即进行恒压充电。当发动机停止工作时,为电池充电和从电池放电都很微弱是正常的,此时电池中的极化几乎可以看作为零。因此,提高计算极化相关量的准确性是可能的,以提高检测电池的内部电气状态的准确性。

另一方面,本发明提供一种装置,用于估计车内蓄电池的内部电气状态的装置,通过操作车辆的交流发电机调节该电池的端电压为一目标值,该装置包括:电流检测器,其检测流入电池的充电电流和从电流流出的放电电流;采样

装置，其以一定时间间隔采样和保持由该电流检测器检测的电流；充电装置，其对电池进行恒压充电至一预定值，该预定值在车辆起动之后立即或车辆行驶期间提供给该电池；计算装置，其基于恒压充电起动后采样和保持的大量充电电流数据计算表示充电电流瞬时变化的充电电流函数；存储装置，其预先存储与电池老化相关的校正值或校正函数；校正装置，其根据该校正值或校正函数校正该充电电流函数；累积装置，其基于该校正的充电电流函数累积直到充电电流达到给定终值时的充电电流；以及估计装置，其利用充电电流的累积值估计该电池的内部电气状态。

因此，相对于未对充电电流函数进行校正的情况而言，提高计算充电电流累积值准确性是可能的。不需要持续长时间恒压充电直到充电周期结束，从而提高电池的可用性，并且避免由于频繁地进行长时间恒压充电而引起电池老化。

附图说明

在附图中：

附图 1 是示出 SOC 计算装置的方框图，该 SOC 计算装置用于根据本发明第一实施例的车内电池的内部电气状态的装置；

附图 2 是描述由处理器进行的恒压充电控制的流程图，该处理器并入到 SOC 计算装置中；

附图 3 典型地示出恒压充电控制期间提供的电池充电电流特性的图形；

附图 4 示出了说明由恒压充电得到的充电电流特性、极化因数特性和极化因数的微分值特性的图形；

附图 5 以比较方式示出了解释根据第一实施例的常规充电电流特性(A)、充电电流特性(B)，以及实际测量的充电电流特性(C)的图形；

附图 6 是描述由处理器进行的恒压充电控制的流程图，该处理器并入到 SOC 计算装置中，该 SOC 计算装置用于根据本发明第二实施例的车内电池的内部电气状态的装置；

附图 7 示出了恒压充电控制期间实际测量的充电电流特性(A)、利用校正的充电电流函数修正的充电电流特性(B)、以及利用充电电流函数修正的充电电流特性(C)的图形；

附图 8 示出了示例充电电流值和校正系数之间关系的图形；以及

附图 9 提供了示例四个提供充电电流和校正系数之间不同关系的映射(m1

至 m4)的图形。

具体实施方式

参照附图，现在描述本发明的实施例，其根据用于检测车内蓄电池的内部电气状态的装置。

第一实施例

参考附图 1-5，现在描述本发明的第一实施例。在该实施例中，根据本发明的检测装置实施为用于车内蓄电池的 SOC(充电状态)计算装置。

附图 1 示出了 SOC 计算装置 1 的框图。

SOC 计算装置 1 安装在车辆中，并该装置 1 电连接至车内存储装置(这里指电池(可再充电或蓄电池))、由车辆发动机(未示出)驱动的车内发电机 102(车内 AC 发电机，即交流发电机)、以及安装在车辆中的电气负载 103。发电机 102 制成励磁线圈型发电机。由电池 101 给电气负载 103 供电。

电池 101 是铅酸电池、镍氢电池或锂电池组成的蓄电池。任何类型的蓄电池都适合于本实施例，但是在本实施例中，车辆采用铅酸电池。

SOC 计算装置 1 包括检测流入/流出电池 101 的充电/放电电流的电流传感器 104 和存储状态检测器 105。其中，电流传感器 104 输出作为数字信号的检测电流。存储状态检测器 105 为电气装置，其被配置为计算表示电池 101 的内部电气状态的信息，如 SOC。

存储状态检测器 105 包括缓冲器 106，通过缓冲器 106 将电压和电流信号输入至存储状态检测器 105，还包括处理器 107，其作为 SOC 计算装置 1 中的重要计算部件，根据电池 101 内部引起的极化进行各种计算。

SOC 计算装置 1 还电连接至 ECU(电子控制单元)108，该 ECU108 与发电机控制单元 109 电连接。基于处理器 107 给出的 SOC 和包括发动机状态、车速和发电机转数在内的信息 INFve 的各种片段，ECU108 负责计算由发电机 102 所产生的发电量。

发电机控制单元 109 用于控制发电机 102 的输出。也就是，发电机控制单元 109 以反馈方式控制施加给发电机 102 的励磁电流，使电池 101 的电压与给定的调节电压集合之间的差为零。因此，电池 101 的电压被控制为给定调节电压。此外，发电机控制单元 109 根据 ECU108 计算的发电量向发电机 102 提供控制信号，该控制信号使发电机响应于控制信号指示的目标量进行发电。

实践中，在存储状态检测器 105 中，缓冲器 106 和处理器 107 功能上是通过软件实现的，该软件由并入到存储状态检测器 105 的微型计算机计算。当然，存储状态检测器 105 的可替换结构是采用由逻辑电路提供的专用计算硬件电路或其它方式。

缓冲器 106 被配置为每隔一段时间采样和保持由电池 101 的电压 V 和电流传感器 104 检测的电流 I 组成的成对数据。如下文详述，处理器 107 通过利用缓冲器 106 给出的成对数据(电压 V 和电流 I)作为输入参数来计算电池 101 的 SOC。

<恒压充电控制>

参考附图 2，详述属于本实施例特征的恒压充电控制的操作。

附图 2 示出了表示恒压充电控制的子程序，其通过存储状态检测器 105 重复执行，在实践中，处理器 107 以预定的短时间间隔重复执行。该子程序由未示出的主程序或管理程序控制，该主程序或管理程序也由存储状态检测器 105 执行。响应于发动机的起动或在车辆行驶期间期望或预定的时刻激活该子程序。

当用于恒压充电控制的子程序起动时，处理器 107 利用例如标记检验确定恒压充电控制目前是否在运行(步骤 S1)。如果确定结果为是(在运行)，程序前进到步骤 S2，而如果确定结果为否(未运行)，程序前进到步骤 S3，在这里起动恒压充电控制将恒幅电压施加到电池 101。附带地，执行该恒压充电控制，控制发电机 102(交流发电机)的发电以维持电池 101 的电压为恒定电压。

此外，执行步骤 S1 包括检查是否存在负载的突然连接或断开、或由于发动机转速(发电机旋转的速度)的突然变化引起的发电机 102 的发电电压的突然变化。当在步骤 S1 中确认具有这样的突然变化时，即使恒压充电控制到目前为止已经在运行，仍假定恒压充电控制目前并未运行。这种情况下，程序前进到步骤 S4。该假定处理考虑到由于在控制发电机 102 的励磁电流中的时间常数所引起的延迟。顺便说一下，当发电量和负载情况发生这种突然变化时，最好暂停附图 2 中所示的恒压充电控制，经过一给定时间段以后再重启。

在步骤 S2 中，处理器 107 读出流到电池 101 的充电电流 I_{cv} 。在步骤 S4 中，处理器 107 利用读入的充电电流 I_{cv} 计算极化相关量 P(作为表示极化状态的物理量：极化状态量)和其差值 ΔP 。在本实施例中，根据下述公式(1)计算极化相关量 P：

$$P_n = P_{n-1} + I_n \cdot dt - 1/T \cdot P_{n-1} \cdot dt \quad \dots(1)$$

其中 T 表示时间常数, n 表示当前极化相关量, $n-1$ 表示以给定间隔 dt 重复的附图 2 中上一次计算中计算的上一次极化相关量。因此, P_n 表示极化相关量 P 的当前值, P_{n-1} 表示极化相关量 P 的上一次值, I_n 表示充电电流 I_{cv} 的当前值。也就是说, 当前值和上一次值之间的时间差是 dt 。

顺便说一下, 在公式(1)的初始计算中, 上一次值 P_{n-1} 最好设置为 0。在本实施例中, 考虑到简化计算, 附图 2 示出的子程序的计算周期和在步骤 S2 中的电流采样周期设置为等于间隔 dt 。详细地, T 是电池电解中电荷扩散的时间常数, 并且是由提前通过实验获得的给定数值给出。由公式(1), 通过上一次采样的上一次值 P_{n-1} 中加递增量 $I_n \cdot dt$ 或减递减量 $P_{n-1} \cdot dt/T$ 得到极化相关量 P (极化状态量) 的当前值 P_n , 该递增量 $I_n \cdot dt$ 在上一次和当前采样操作之间的间隔 dt 的期间产生, 该递减量 $P_{n-1} \cdot dt/T$ 在上一次和当前采样操作之间的间隔 dt 的期间衰减。

同时, 极化相关量 P 的差值 ΔP 由公式(2)表示:

$$\Delta P = (P_n - P_{n-1}) / dt = I_n / T * P_{n-1} \quad \dots(2)$$

此后程序前进到步骤 S5, 其中处理器 107 确定差值 ΔP 是否减小到低于给定阈值 P_{th} 。如果确定结果是否(即减小量大于 P_{th}), 程序返回到主程序。另一方面, 当确定结果为是时(即减小量小于 P_{th}), 处理器 107 认定电池 101 中的极化已经稳定在电荷极化的特定量。这种情况下, 允许程序前进到步骤 S6, 其中处理器 107 读出预定时间段 T (例如 30 秒) 期间采样和存储的充电电流量 I_{cv1} 至 I_{cv31} , 该时间段 T 开始于差值 ΔP 减小到低于阈值 P_{th} 的时刻。

此后, 处理器 107 前进到步骤 S7, 其中利用读入的充电电流量 I_{cv1} 至 I_{cv31} 计算近似值公式

$$I = K + a * \exp(b * t) \quad \dots(3)$$

利用现有技术如最小二乘法 (the least square approach), 该近似值公式提供了充电电流的瞬时变化特性。在该近似值公式中, I 表示充电电流, K 、 a 、 b 表示可以通过如实验确定的常数, t 表示从恒压充电开始所经过的时间。常数 K 可以设为 0。

程序前进到步骤 S8, 其中处理器 107 将预定充电电流终值 I_{cv} 代入到已得到的近似值公式, 并且在当前时刻, 估计恒压充电控制将结束的终止时刻 T_f 。在步骤 S8 中, 处理器 107 在从当前时刻至控制的终止时刻 T_f 的时间段期间还

进行对充电电流 I_{cv} 的积分, 以获得充电电流 I_{cv} 的积分值(即 $a = \int I_{cv} \cdot dt$)。

充电电流终值 I_{cv} 设置为当在前述情况下执行恒压充电控制的状态中电池 101 的 SOC 为 90%时得到的数值。该充电电流终值 I_{cv} 提前通过实验或者其他方式设置。因此, 在步骤 S9, 通过从 SOC90%中减去充电电流 I_{cv} 的积分值($a = \int I_{cv} \cdot dt$), 精确地计算当前 SOC。此外, 在步骤 S9 中, 还估计从现在开始应充电的容量大小以获得 90%的 SOC。然后在步骤 S10, 恒压充电终止。

在本实施例中, 通过这种方式, 可以在各种情况中精确估计电池 101 的充电状态。这些情况包括电池 101 的容量降低时发动机起动后的即时时刻, 其中需要一个预定充电容量。这些情况还包括特别是在车辆行驶期间增加大量电气负载。在这些情况中, 通过增加发电机 102 的发电量更多地为电池 101 充电, 以补偿电池 SOC 的减小。更特殊地, 如果由于在上述充电步骤中持续恒压充电引起了放电极化, 放电极化很快会消失, 以在恒压充电起动之后经过的预定时间段时刻提供产生对应于充电电压的极化特定量的稳定电荷极化状态。在本实施例中, 通过检查极化相关量 P 的变化是否小于预定阈值 P_{th} 来检测稳定化完成的时间。

此外, 只有当实现了具有电荷极化特定量的稳定状态时, 才以给定时间间隔采样充电电流以获取必要的采样电流数据。利用这些采样电流数据来估计充电电流特性。然后利用该特性估计从当前时刻至达到预定 SOC 值(例如 90%)的时刻的时间段期间必要的内充电电流的积分值($a = \int I_{cv} \cdot dt$)。因此准确地估计当前 SOC 值和达到恒压充电立即起动所提供的预定 SOC 值所必需的电荷总量是可能的。可以不受极化状态的不规则性的影响而进行估计。也可以利用该技术检测过充电。

参考附图 3, 现在描述更加实际的优点。

附图 3 示例了当对还没有充满电的电池进行恒压充电时得到的充电电流特性。当起动恒压充电时, 由于充电容量增加和产生电荷极化, 会产生一个初始充电范围, 表示充电电流特性的图形示出了充电电流的减少。特殊地, 在铅酸电池中发生极化所产生的影响大于其他种类的电池。在恒压充电状态下得到的充电电流的常规近似值公式根本不考虑极化的不规则性的影响。

相反, 本实施例采用从恒压充电起动开始的预定时间间隔段之后以一定时间间隔采样的充电电流数据。设置预定时间段, 从而可以以可靠方式消除极化

状态的不规则性的影响。利用通过这种方式获得的采样数据确定充电电流特性(即近似值公式),并且利用该充电电流特性估计电池 101 的内部电气状态。结果,可以消除恒压充电的初始范围内出现的极化状态的不规则性的影响,从而使恒压充电情况下对于充电电流特性的估计更加准确。

<实验结果>

附图 4 示出了恒压充电情况下实现的充电量的实验结果。在附图 4 的实验情况中,首先启动恒压充电,从由充电电流值得到的极化相关量的差值(极化指数)变为零或更小的时刻开始 30 秒存储电流值。基于所存储的电流值,得到近似值公式 $I(t)=A*\exp(B*t)$ 。计算到基于该近似值公式得到的电流值达到给定值 5A 时所积累的容量,其为 6.4Ah。该数值几乎等于实际测量的充电容量 6.5Ah,因此可以理解能够更加精确地估计充电容量。

此外,附图 5 示出了在相同的车内铅酸电池中进行实验的相对结果,其中示出了充电电流特性 A 至 C。充电电流特性 A 示出了基于已知技术不考虑极化而进行的实验,充电电流特性 B 示出了根据本实施例进行的另一实验,充电电流特性 C 示出了实际测量放电电流的另一实验。在常规技术的情况中(即特性 A),恒压充电持续一给定的时间段 T,在此期间测量充电电流,利用充电电流值和时间 T 计算近似值公式。在这种常规情况中,与实际测量的充电电流(特性 C)相比近似值更加不准确。相反,在本发明的实施例中(即特性 B),如上所述,基于在从 $\Delta P < 0$ 的时刻和相关的时间开始的预定时间段 T_p 期间检测的充电电流值,得到近似值公式。非常明显,根据本实施例的近似值接近于实际测量的充电电流特性 C,从而提高了近似准确性。

<恒压充电起动之前的极化量的减少>

在本实施例中,可以基于前述公式(1)计算极化相关量 P 的当前值 P_n 。公式(1)需要在计算当前值 P_n 之前确定上一次值 P_{n-1} 。公式(2)的计算是正确的。在公式(1)基于第一和第二检测周期检测的电流数据进行的第一次计算中,还没有计算上一次值 P_{n-1} 。但是,由于充电电流/放电电流几乎不变或很小,可以将上一次值 P_{n-1} 看作是常数或为 0。

因此,发动机起动后的即刻,存储电荷已经由起动发动机而消耗的车内电池的充电/放电电流的积分值可以看作是近似常数。同时,由于电池已经很长时间不工作,可以认为电池中的极化已经消失。依据这种观点,可以假设为了起

动发动机而使电池放电之后马上产生常量的放电极化。该极化量可以设置为一个给定值。此外，发动机起动后的即刻，电池总是会从充满电的状态进行一定量的放电。该放电之后，电池进行恒压充电。该充电必然提供给定量的充电电流的积分值，这正是发动机起动以后马上进行恒压充电的优点。

也可以利用公式(1)计算起动发动机所进行的放电中的极化的当前值。可以将利用这种方式计算的放电极化量分配给起动恒压充电中的极化相关量的当前值。因此，正如在恒压充电情况下电流数据的第二次检测周期中需要极化相关量的上一次值 P_{n-1} ，在放电动作中采用前述极化相关量 P 的当前值 P_n 。

当车辆行驶时，车内蓄电池的 SOC 取不同值。在车辆行驶期间，电气负载的增加或发电量的减少将需要电池进行一段时间的放电。在这种情况下，应该给电池进行充电以弥补 SOC 中的减小。因此最好在放电动作已经持续一个给定时间段时再起动恒压充电。

当放电动作已经持续一个给定时间段时，在电池中会产生给定量的放电极化。因此，最好在这样的充电动作之后，在给定时间段内保持充电/放电电流为更小值，以消除由放电以及之后进行的恒压充电所引起的极化。

此外，还存在一个时间段，期间充电/放电电流很小以致于可以认为极化已经消失，这个时间段持续到维持一给定时间段的放电动作之前。在这种情况下，在上述极化的持续开始的时刻，将极化设置为 0，以利用前述公式(1)(其中符号是相反的)计算极化量，计算所得量用作为恒压充电起动时的极化相关量。也就是说，该计算所得量可以用作在恒压充电情况下充电电流的第二检测周期所计算的极化相关量 P 的上一次值 P_{n-1} 。

进一步地，可以使用调节电压 $V_{ref} + \Delta V$ 进行前述恒压充电，该调节电压 $V_{ref} + \Delta V$ 比发电机的标准调节电压 V_{ref} 更高。在这种情况下，如果在车辆行驶时起动恒压充电之前的给定时间段期间充电/放电电流低于一个给定值，则可以认为极化已经消失。因此，在恒压充电起动后的充电电流第二检测周期使用的极化相关量 P 的上一次值 P_{n-1} 可以设置为 0。在采用调节电压 $V_{ref} + \Delta V$ 时，与充电电压差值 ΔV 对应的充电电流在恒压充电期间一直流动，以使得最好采用调节电压 $V_{ref} + \Delta V$ 。

还可以提供在恒压充电控制情况下使用近似值公式估计充电电流特性的前述实施例的修正。但是，这不是唯一的实施例。例如，可以预先准备表格或等

式, 该表格或等式定义充电电流值 I_{cv1} 至 I_{cv31} 的绝对值、给定时间段期间(例如 30 秒)的充电电流的减小 dI_{cv} 、以及累积容量之间的关系。从该表格或等式可以得到充电电流特性。

(第二实施例)

参考附图 6-8, 现在描述根据本发明的检测装置的第二实施例。

正如第一实施例那样, 在第二实施例中, 检测装置作为用于车内蓄电池的 SOC 计算装置来实现。此外, 为描述简便, 与第一实施例中 SOC 计算装置的相似或相同元件仍使用相同的附图标记。

除了处理器 107 基于如附图 6 所示的流程图工作之外, SOC 计算装置的硬件结构与附图 1 描述的装置 1 相同。此外, 步骤 S11-S16 与步骤 S1-S6 中的内容相同。在这些步骤中, 如果在步骤 S15 中确定为是, 处理器 107 则认定极化已经完全消失, 并且前进到步骤 S16。如前述第一实施例, 在该步骤中, 处理器 107 读出在从差值 ΔP 减小到低于阈值 P_{th} 的时刻开始的预定时间段 T (例如 30 秒)期间采样和存储的充电电流量 I_{cv1} 至 I_{cv31} 。

此后, 处理器 107 前进到步骤 S17, 其中利用读入的充电电流量 I_{cv1} 至 I_{cv31} 计算近似值公式 $I=K+a*\exp(b*t)$ (其与公式(3)相同), 并且采用该近似值公式作为充电电流的瞬时变化特性, 即根据本发明的充电电流函数。顺便说一下, 该充电电流函数不总是受限于前述近似值公式, 还可以由估计在恒压充电期间检测的电流数据的各种已知的近似方法给出。

此后程序前进到步骤 S18, 其中处理器 107 利用校正系数来校正计算出的近似值公式(即充电电流函数), 该校正系数预先存储在例如处理器 107 的存储器中。该校正过程产生用于充电电流的校正函数(简称为校正的充电电流函数)。该校正的充电电流函数可以写入映射表中, 而不需要使用数学公式。以后将详述该校正系数。

此后, 在步骤 S19, 处理器 107 将预定的充电电流 I_{cv} 的终值代入至校正的充电电流函数, 以确定正在进行的恒压充电控制应该终止的终止时刻 T_f 。此外, 在假设恒压充电控制持续一段时间的情况下, 在从当前时刻到终止时刻 T_f 的时间段内积聚充电电流 I_{cv} 。如前面所述, 由此通过由 $a=\int I \cdot dt$ 计算充电电流累积值 a 作为得到的和。

因此, 在步骤 S20 中, 通过从 SOC 的 90% 中减去充电电流 I_{cv} 的积分值

$a(a=\int i \cdot dt)$ ，可以精确地计算当前的 SOC。此外，在步骤 S20 中，还估计从目前为止获得 SOC 的 90% 还应该充电的容量大小。此后，在步骤 S21 中，恒压充电终止。为了采样电流数据，还可以在进行到步骤 S16 时终止恒压充电。

<如何获得校正系数>

现在描述校正充电电流函数(近似值公式)的校正系数。利用校正系数来校正恒压充电终止时充电电流减小的慢度，该慢度归因于包括车内蓄电池老化的充电特性在内的一些因素。可以利用多种方法得到该校正系数，下面将详述其中的一些。

下面是第一种方法。当将基于恒压充电下的各个不同时刻的电流数据，从充电电流函数得到的充电电流作为基准时，充电电流相对于该基准的增加率与车内蓄电池的充电/放电的累积时间为正相关。当充电/放电周期寿命越长，则该增加率越大。

校正的充电电流函数 I_y 表示为：

$$I_y = K' + a' \cdot \exp(b' \cdot t) \quad \dots(4)$$

其中 K' 、 a' 和 b' 是系数，其中 K' 是系数或函数，其变量为初始系数 K ， a' 是初始系数 a 的系数或函数， b' 是初始系数 b 的系数或函数。在公式(3)中示出了初始系数 K 、 a 和 b 。为了简化计算，最好每个函数都是一阶函数。当然，也可以利用映射确定系数。

当采用函数或映射而不是常数值时，可以如下方式产生函数或映射。

例如，可以分别预先产生系数 K' 、 a' 和 b' 的一阶函数或映射，其中它们的变量被设为电池的充电/放电电流的累积时间 T 。产生的函数或映射存储在例如并入到处理器 107 中的存储器中。在这种情况下，将时间 T 代入或应用到函数或映射，这样可以唯一地确定系数 K' 、 a' 和 b' 。

可以使用各种方法估计充电/放电电流的累积时间 T 。例如，在触发开关导通的时间段期间，使用计数器对充电/放电电流超过预定值的累积时间值进行计算。可以将该计数看作几乎等于充电/放电电流累积时间。

可以仅仅校正系数 K' 、 a' 和 b' 中的一个或两个。例如，可以相对于系数 a ，根据 $a' = Y \cdot a$ 设定校正系数 Y 。

校正系数可以在从制造工厂运出时就写入存储器中。可选择地，使用预先存储的数学公式，可以利用在其工作期间从车内电池中检测的状态信号来计算

校正系数。在这种情况下，状态信号是表示电池的电压、电流、温度和/或工作时间的信号。另一种方法是临时进行长时间的恒压充电控制，一直持续到电池的充电结束(例如，到获得 90%的 SOC 的时刻)，以及利用控制期间获得的充电电流值可以推出给出系数的数学公式或映射。

下面是第二种技术。将恒压充电情况下从充电电流函数获得的充电电流作为基准时，相对于该基准的充电电流的最大值和增加率都与恒压充电所用时间的增加为正相关。恒压充电所用时间越长，则最大值和增加率越大。

公式(4)表示校正的充电电流函数 I_Y ，与第一种方法中所解释的方式相同。当采用函数或映射而不是常数值时，可以如下方式产生函数或映射。例如，如前述第一种方法，可以预先分别产生这些系数 K' 、 a' 和 b' 的一阶函数或映射，并且按照与第一种方法同样的方式使用它们。

<实验结果>

附图 7 示出了对通常使用的安装在车辆中的铅酸电池的恒压充电情况下测量和估计充电容量的实验结果。

如附图 4 所示，与恒压充电相关的实验进行 480 秒，在这段时间内从恒压充电开始以一定的时间间隔采样大量的充电电流值。每对充电电流值和从恒压充电起动所用的时间 t 用于计算充电电流函数 $I(t)=A*\exp(B*t)$ 。此后，通过将校正系数 Y 应用到充电电流函数 $I(t)=A*\exp(B*t)$ 获得校正的充电电流函数 $I_Y(t)=Y*A*\exp(B*t)$ 。因此，通过以下公式表示校正的充电电流函数 $I_Y(t)$ 的差值系数 $dI_Y(t)$ ：

$$dI_Y(t)=Y*A*B*\exp(B*t)=I_Y(t)-I_Y(t-1) \quad \dots(5)$$

其中 $I_Y(t)$ 表示校正的充电电流函数的当前值， $I_Y(t-1)$ 表示校正的充电电流函数的上一次值， dt 表示校正的充电电流函数的计算周期(重复时间)。

利用该校正的充电电流函数估计到充电电流达到充电电流终值 I_{cv} 为止的时间段期间累积的充电电流值。该电流 I_{cv} 被预设为等于当充电动作实现了 90%的 SOC 时得到的电流值。该估计显示充电电流的累积值(即充电容量)是 5.8Ah。相比较，在恒压充电持续的实际实验中，测得的充电电流累积值是 6.2Ah。由于两种情况的差别只有 0.4Ah，表示这种估计非常准确。

还利用前述充电电流函数估计该充电电流的累积值，但是不对其进行校正。这种估计显示累积值为 4.9Ah，其比实际测得的充电容量 6.2Ah 小于多达 1.3Ah。

附图 5 示出了恒压充电期间校正系数 Y 与实际测得的充电电流之间的关系。通过提前对于安装在车辆中的电池进行恒压充电来确定附图 5 中的校正系数 Y ，在相同的所用时间范围期间每个测量时间点获得的实际测得的充电电流值和利用校正的充电电流函数计算的值用于给出最小平方误差的程序。

在车内电池中，如何使用电池或者电池使用多久会影响电池的性能(例如电池充电效率和电池内阻)，而使得恒压充电期间的充电电流减小特性(参考附图 7)将发生变化。考虑到这些情况，最好依据电池的当前的内部电气状态校正前述校正系数 Y ，该状态取决于例如其工作时间周期。附图 9 示出了该校正的实例。

如附图 9 所示，映射 $m1$ 至 $m4$ 定义了多个充电电流量之间的关系 v.s.，校正系数 Y 是预先设置的。恒压充电之后，即刻利用实际测得的充电电流值和多组计算出的充电电流值来选择合适的映射 $m1$ (至 $m4$)，以提供合适的基于选择的映射 $m1$ (至 $m4$)的校正系数 Y 。进行该选择使实际测得的充电电流值和每组计算出的充电电流值之间的平方误差变得最小。为了获得计算出的充电电流值，从实际测得的充电电流值计算充电电流函数，通过使用附图 6 中所示的每个校正系数映射 $m1$ 至 $m4$ 来校正该充电电流函数，以将该函数校正为每个经校正的充电电流函数。利用每个经校正的充电电流函数，在与实际测得的充电电流值相同的时刻计算多组计算出的充电电流值。

在本实施例中，可能在各种情况下准确地估计电池 101 的充电状态。这些情况包括在电池 101 的容量减少的情况下发动机立即起动后的时刻，其中需要预定的充电容量。这些情况还包括特别地在车辆行驶期间投入了大量电气负载的时刻。在这些情况中，通过提高发电机 102 的发电量更多地为电池 101 充电，以补偿电池 SOC 的减小。

本实施例可以进一步改进，在从恒压充电开始的预定时间段 ΔT 之后开始采样充电电流，或者在充电电流从恒压充电开始时得到的充电电流减小给定率数量的时刻开始采样充电电流。调整采样时刻可以消除或减小恒压充电中引起的极化(充电极化)的影响。

可以以其他方式示例本发明，而不偏离本发明的精神。由于本发明的范围由权利要求而不是前述描述所限定，因此目前为止所述的实施例及改进仅仅用于表述而不是限制。因此进入权利要求的边界和范围的所有变形或这些边界和范围的等价都属于权利要求的范围。

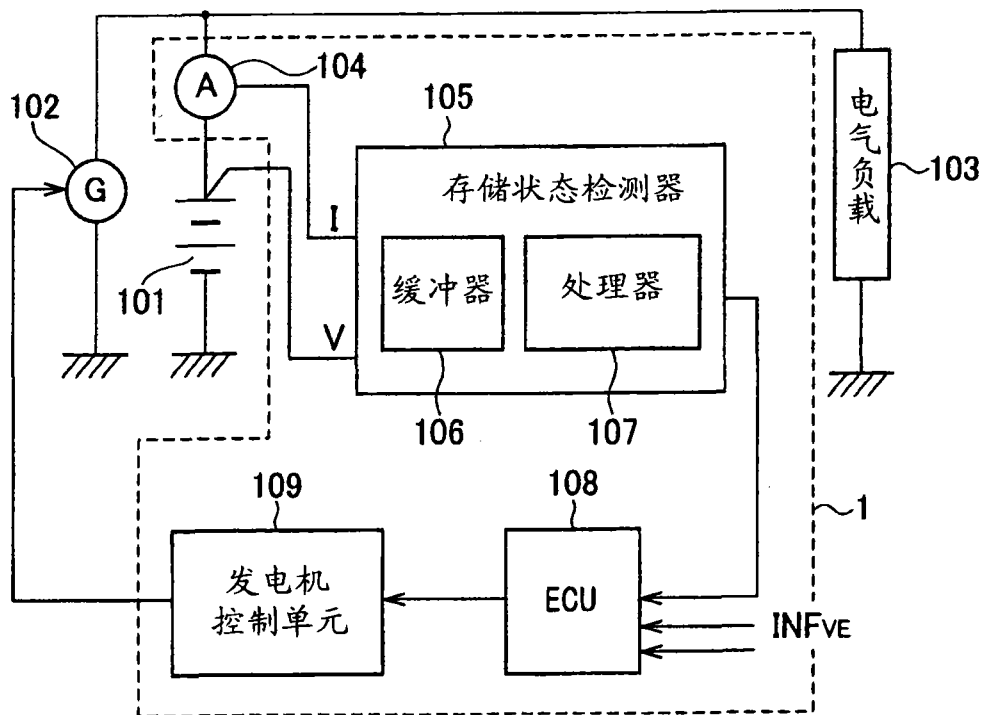


图 1

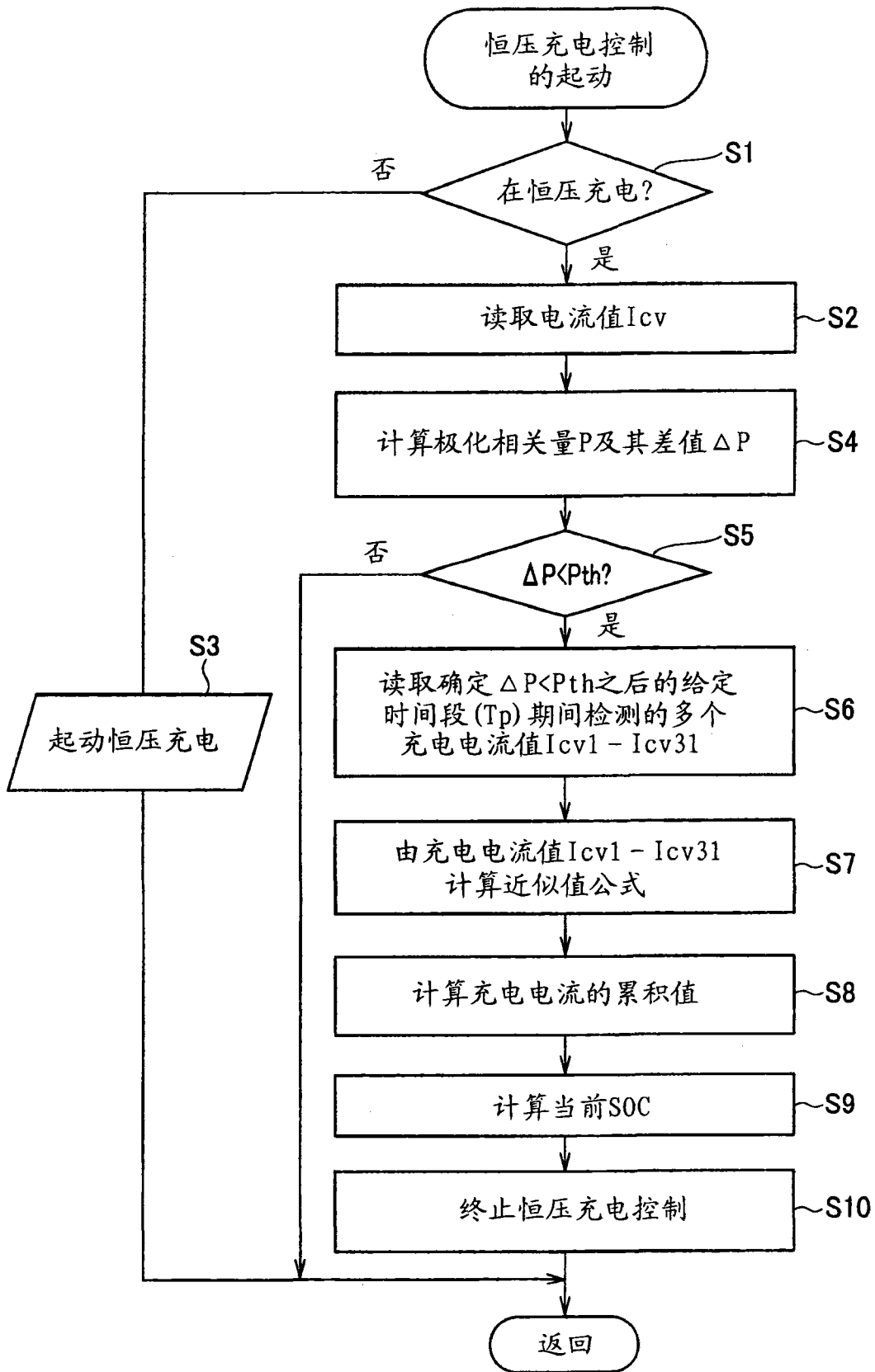


图 2

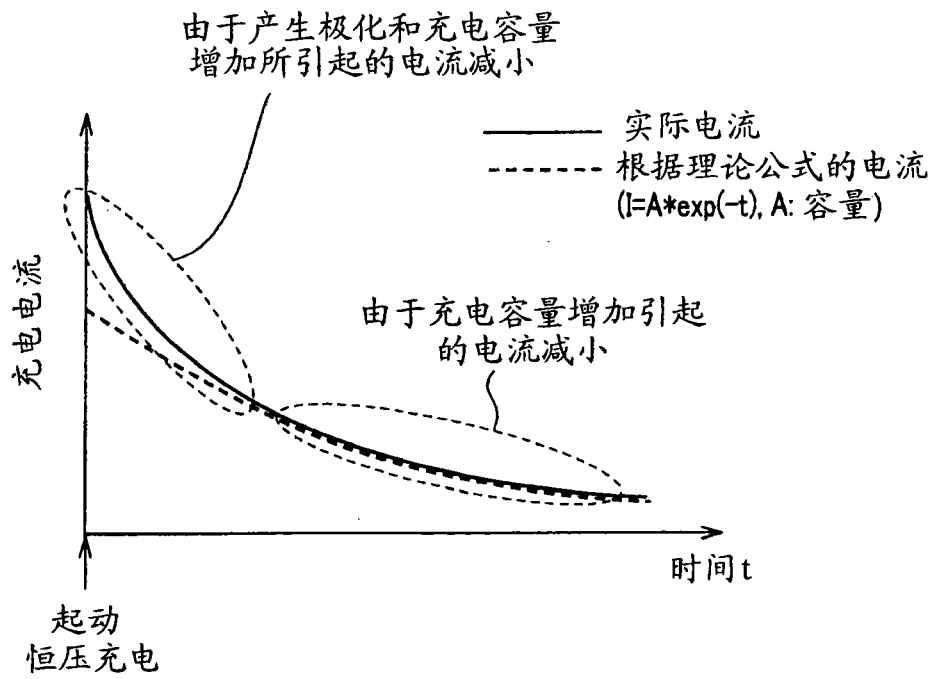


图 3

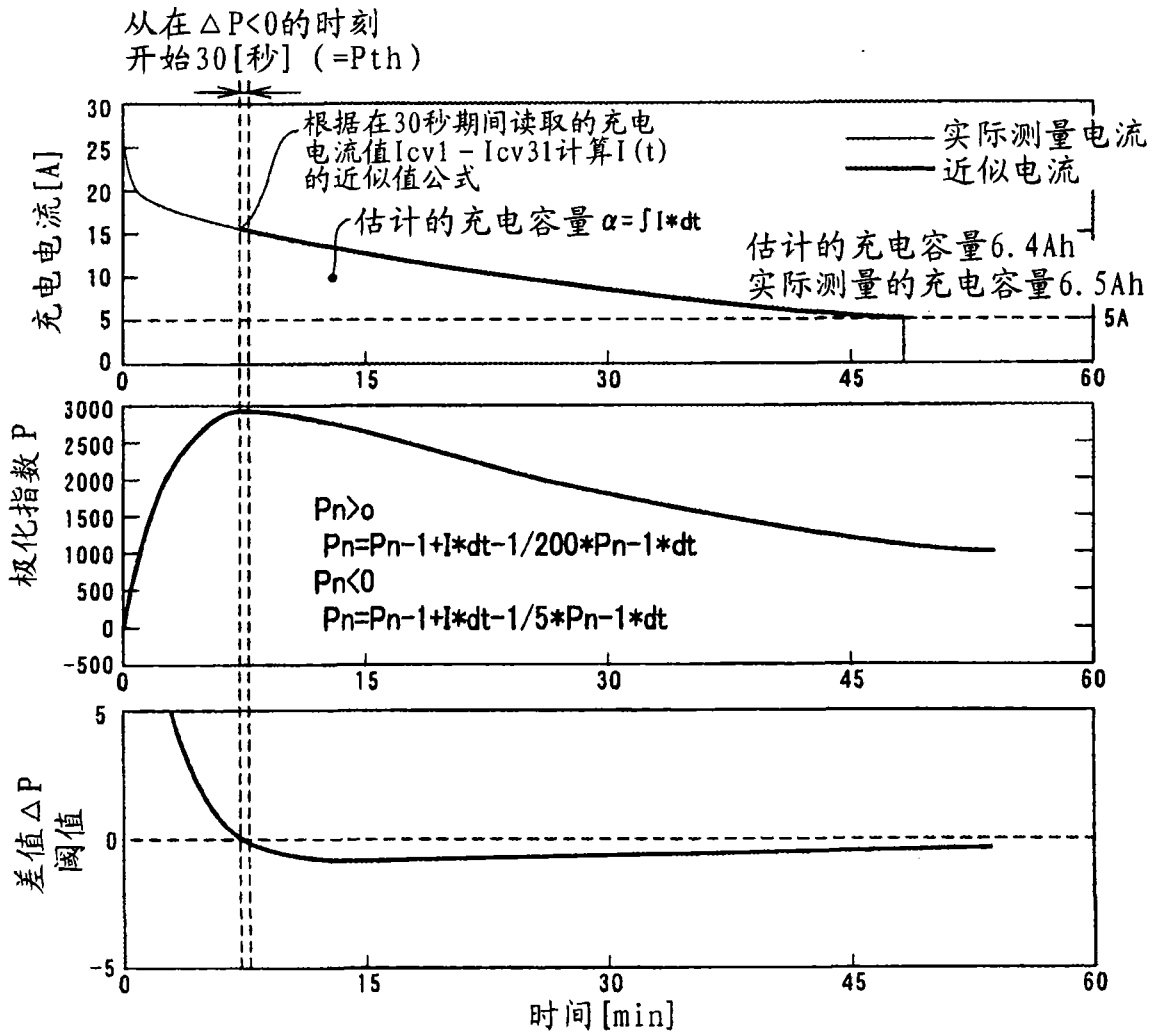


图 4

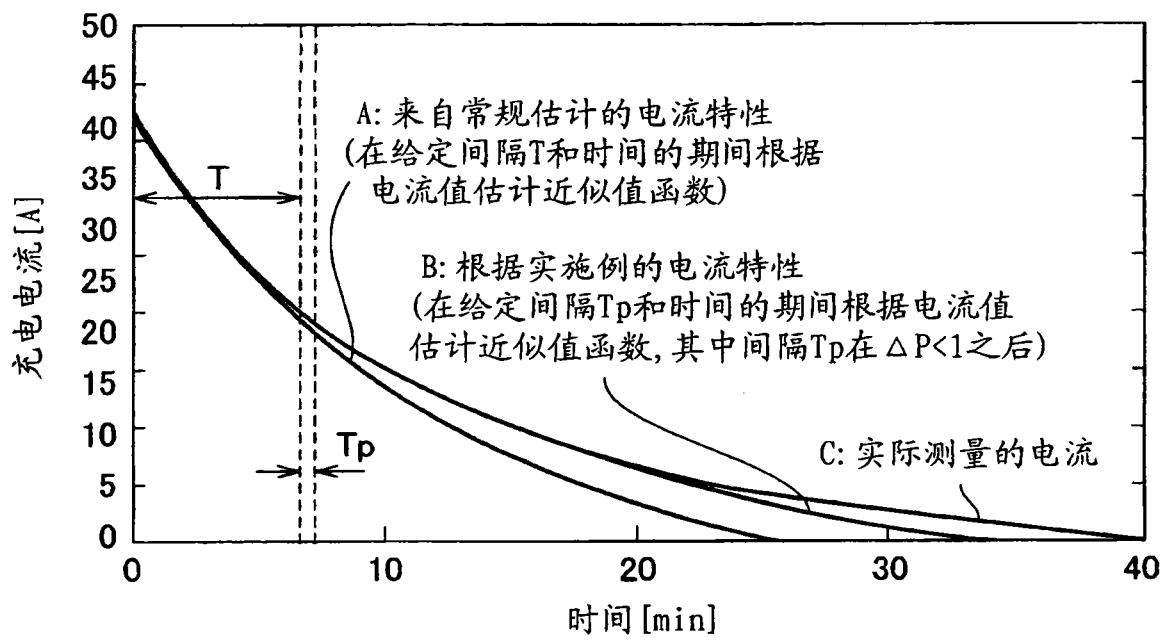


图 5

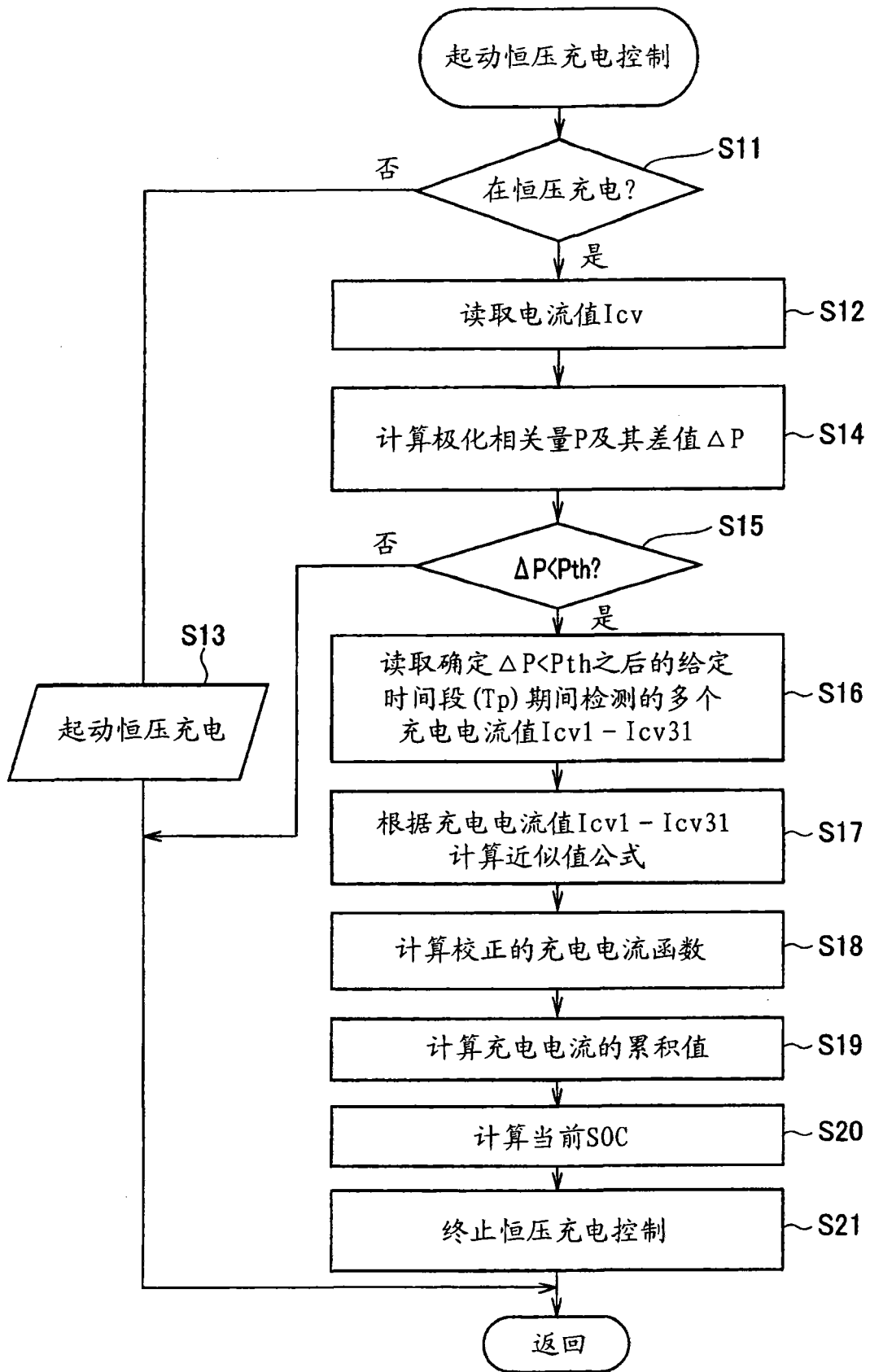


图 6

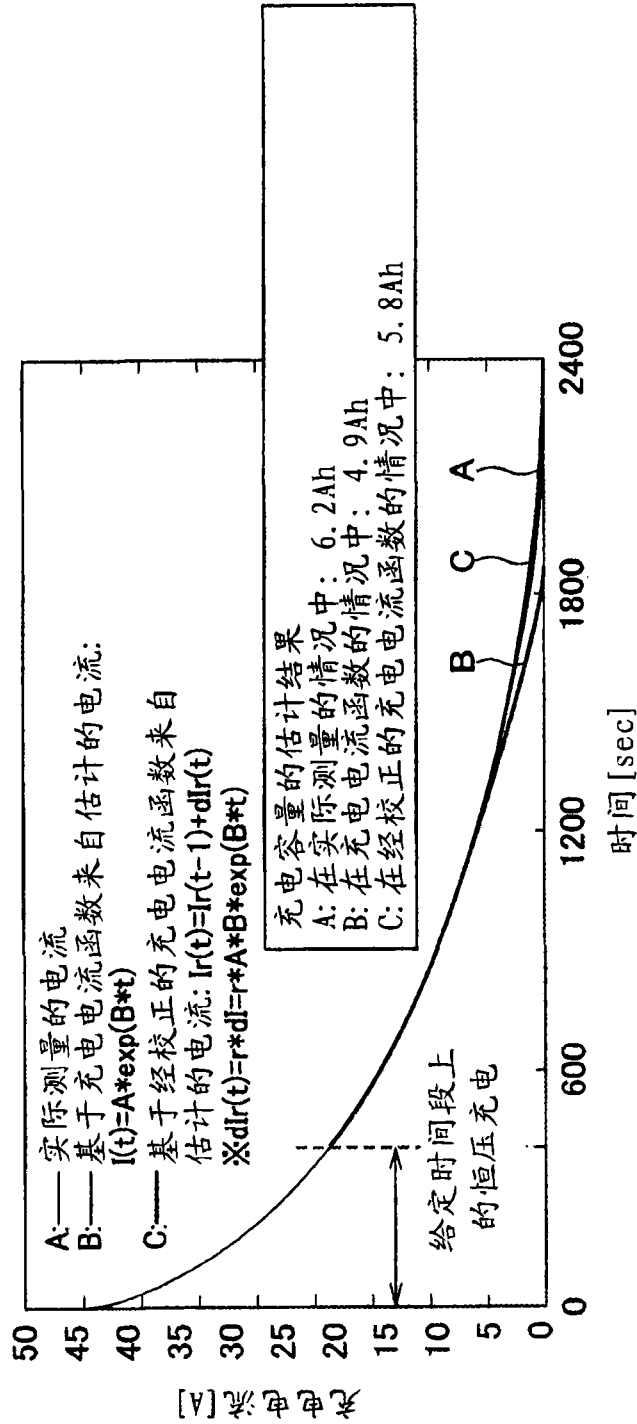


图 7

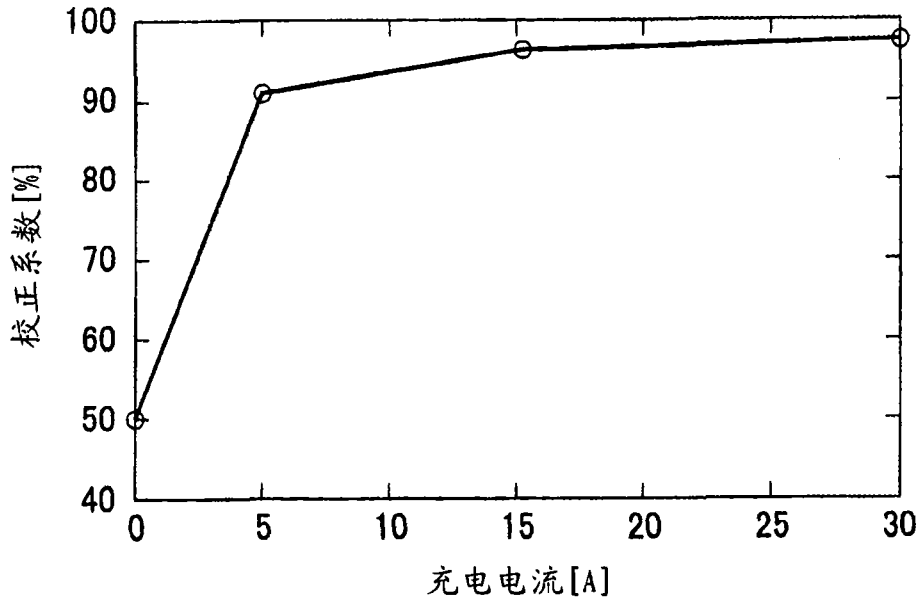


图 8

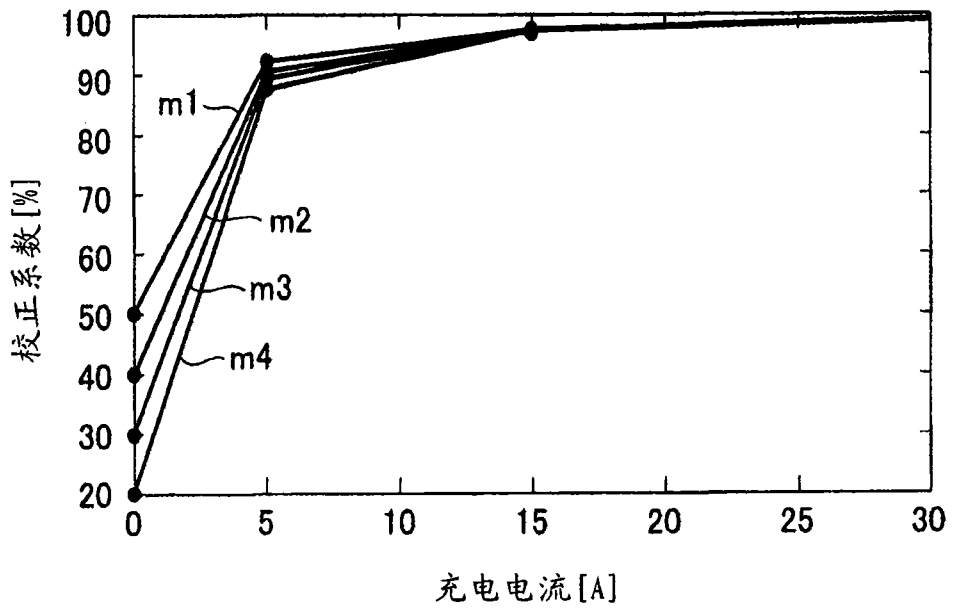


图 9