



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112166330 B

(45) 授权公告日 2023. 07. 04

(21) 申请号 202080002980.2

(22) 申请日 2020.01.10

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112166330 A

(43) 申请公布日 2021.01.01

(30) 优先权数据
10-2019-0008921 2019.01.23 KR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.11.26

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/KR2020/000480 2020.01.10

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/153637 KO 2020.07.30

(73) 专利权人 株式会社LG新能源
地址 韩国首尔

(72) 发明人 林宝美

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219
专利代理师 穆森 戚传江

(51) Int.Cl.
G01R 31/367 (2019.01)
G01R 31/382 (2019.01)
G01R 31/36 (2019.01)
H01M 10/48 (2006.01)
H01M 10/42 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 105637376 A, 2016.06.01
CN 106324508 A, 2017.01.11
JP 2017122622 A, 2017.07.13
US 2006111854 A1, 2006.05.25
US 2016139210 A1, 2016.05.19

审查员 徐红

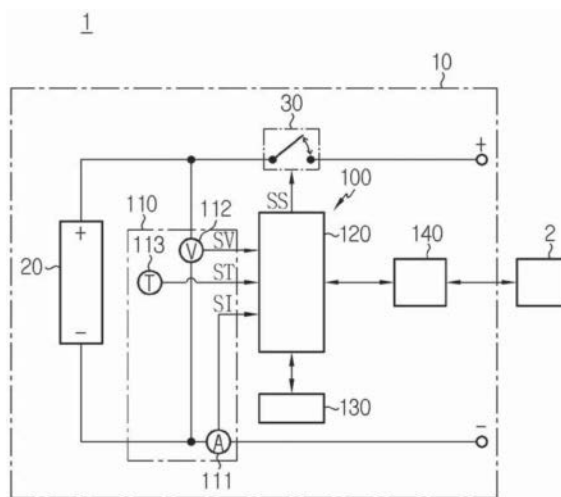
权利要求书3页 说明书14页 附图6页

(54) 发明名称

电池管理设备、电池管理方法和电池组

(57) 摘要

提供了一种电池管理装置、电池管理方法和电池组。电池管理装置生成第一数据集，该第一数据集包括指示电池的电流、电压和温度的第一电流值、第一电压值和第一温度值。电池管理装置使用误差生成器从第一数据集生成第二数据集。电池管理装置分别根据第一电流值、第一数据集和第二数据集确定用于充电状态(SOC)的第一候选值、第二候选值和第三候选值。如果第一候选值和第三候选值之间的第二差值小于第一候选值和第二候选值之间的第一差值，则控制单元更新校正值。



1. 一种电池管理装置,包括:

感测单元,所述感测单元被配置成检测电池的电流、电压和温度;和

控制单元,所述控制单元被配置成生成第一数据集,所述第一数据集包括指示所检测的电流的第一电流值、指示所检测的电压的第一电压值和指示所检测的温度的第一温度值,

其中,所述控制单元被配置成:

使用误差生成器从所述第一数据集生成第二数据集,所述第二数据集包括第二电流值、第二电压值以及第二温度值,

基于所述第一温度值和前一周期中的充电状态(SOC)来确定扩展卡尔曼滤波器的等效电路模型的第一时间常数,

基于所述第二温度值和所述前一周期中的SOC来确定所述等效电路模型的第二时间常数,

使用安培计数基于所述第一电流值来确定用于所述电池的SOC的第一候选值,

使用所述扩展卡尔曼滤波器基于所述第一数据集、所述第一时间常数和校正值来确定用于所述SOC的第二候选值,

使用所述扩展卡尔曼滤波器基于所述第二数据集、所述第二时间常数和所述校正值来确定用于所述SOC的第三候选值,

确定所述第一候选值和所述第二候选值之间的第一差值,

确定所述第一候选值和所述第三候选值之间的第二差值,以及

当所述第二差值小于所述第一差值时更新所述校正值,并且

其中,所更新的校正值大于预定的初始值,并且

其中,第一电流值和第二电流值形成的第一对、第一电压值和第二电压值形成的第二对以及第一温度值和第二温度值形成的第三对中的至少一个中的每个中包括的两个值彼此不同。

2. 根据权利要求1所述的电池管理装置,其中,所更新的校正值与所述初始值之间的差与所述第一差值成比例。

3. 根据权利要求1所述的电池管理装置,其中,所更新的校正值和所述初始值之间的差与所述第一差值和所述第二差值之间的差成比例。

4. 根据权利要求1所述的电池管理装置,其中,所述控制单元被配置成使用下述等式来更新所述校正值:

$$E_{\text{correct}} = \frac{M_1(D_1 - D_2) + M_2D_1}{M_1 + M_2}$$

其中, D_1 表示所述第一差值, D_2 表示所述第二差值, M_1 表示第一权重, M_2 表示第二权重,并且 E_{correct} 表示所更新的校正值。

5. 根据权利要求1所述的电池管理装置,其中,所述控制单元被配置成:当所述第二差值等于或大于所述第一差值时,将所述校正值更新为等于所述初始值。

6. 根据权利要求1所述的电池管理装置,其中,所述控制单元被配置成:当所述第一差值大于阈值时,将所述第一候选值确定为所述SOC。

7. 根据权利要求6所述的电池管理装置,其中,所述控制单元被配置成:当所述第一差值等于或小于所述阈值时,将所述第二候选值确定为所述SOC。

8. 根据权利要求1所述的电池管理装置,其中,所述控制单元被配置成:

选择性地输出开关信号,所述开关信号用于控制安装在所述电池的电流路径上的开关,并且

当所述第二差值小于所述第一差值时,将所述开关信号的占空比调节为低于参考占空比。

9. 一种包括根据权利要求1至8中任一项所述的电池管理装置的电池组。

10. 一种电池管理方法,包括:

检测电池的电流、电压和温度;

生成第一数据集,所述第一数据集包括指示所检测的电流的第一电流值、指示所检测的电压的第一电压值以及指示所检测的温度的第一温度值;

使用误差生成器从所述第一数据集生成第二数据集,所述第二数据集包括第二电流值、第二电压值以及第二温度值;

基于所述第一温度值和前一周期中的充电状态(SOC)来确定扩展卡尔曼滤波器的等效电路模型的第一时间常数;

基于所述第二温度值和所述前一周期中的SOC来确定所述等效电路模型的第二时间常数;

使用安培计数基于所述第一电流值来确定用于所述电池的SOC的第一候选值;

使用所述扩展卡尔曼滤波器基于所述第一数据集、所述第一时间常数和校正值来确定用于所述SOC的第二候选值;

使用所述扩展卡尔曼滤波器基于所述第二数据集、所述第二时间常数和所述校正值来确定用于所述SOC的第三候选值;

确定所述第一候选值和所述第二候选值之间的第一差值;

确定所述第一候选值和所述第三候选值之间的第二差值;以及

当所述第二差值小于所述第一差值时更新所述校正值,并且

其中所更新的校正值大于预定的初始值,并且

其中,第一电流值和第二电流值形成的第一对、第一电压值和第二电压值形成的第二对以及第一温度值和第二温度值形成的第三对中的至少一个中的每个中包括的两个值彼此不同。

11. 根据权利要求10所述的电池管理方法,其中,所更新的校正值和所述初始值之间的差与所述第一差值成比例或者与所述第一差值和所述第二差值之间的差成比例。

12. 根据权利要求10所述的电池管理方法,进一步包括:

当所述第一差值大于阈值时,将所述第一候选值确定为所述SOC;和

当所述第一差值等于或小于所述阈值时,将所述第二候选值确定为所述SOC。

13. 根据权利要求10所述的电池管理方法,进一步包括,使用下述等式来更新所述校正值:

$$E_{\text{correct}} = \frac{M_1(D_1 - D_2) + M_2D_1}{M_1 + M_2}$$

其中, D_1 表示所述第一差值, D_2 表示所述第二差值, M_1 表示第一权重, M_2 表示第二权重,并且 E_{correct} 表示所更新的校正值。

14.根据权利要求10所述的电池管理方法,进一步包括,当所述第二差值等于或大于所述第一差值时,将所述校正值更新为等于所述初始值。

15.根据权利要求10所述的电池管理方法,进一步包括:

选择性地输出开关信号,所述开关信号用于控制安装在所述电池的电流路径上的开关,并且

当所述第二差值小于所述第一差值时,将所述开关信号的占空比调节为低于参考占空比。

电池管理设备、电池管理方法和电池组

技术领域

[0001] 本公开涉及电池充电状态(SOC)估计。

[0002] 本申请要求于2019年1月23日在韩国提交的韩国专利申请No.10-2019-0008921的优先权,其公开内容通过引用合并于此。

背景技术

[0003] 近来,对诸如笔记本电脑、摄像机和移动电话的便携式电子产品的需求已经急剧增长,并且随着电动车辆、储能蓄电池、机器人和卫星的广泛发展,对可以重复地再充电的电池正在进行许多研究。

[0004] 目前,市售电池包括镍镉电池、镍氢电池、镍锌电池、锂电池等,并且其中锂电池几乎没有或没有记忆效应,并且因此针对它们在方便时随时可以进行再充电,自放电率非常低,并且能量密度较高的优点,与镍基电池相比锂电池越来越受到关注。

[0005] 控制电池充电/放电所需的重要参数之一是充电状态(SOC)。SOC是指示剩余容量与指示当电池被完全充电时存储在电池中的电能的最大容量的相对比率的参数,并且可以被表达为0~1或0%~100%。例如,当电池的最大容量为1000Ah(安培-小时),而电池的剩余容量为750Ah时,电池的SOC为0.75(或75%)。

[0006] 安培计数和等效电路模型通常用于估计电池的SOC。根据安培计数,基于对应于随着时间流逝累积的流过电池的电流的累积电流值来估计电池的SOC。然而,由于电流传感器的测量误差和/或外部噪声,通过安培计数估计的SOC与实际SOC之间可能存在差异(discrepancy)。设计等效电路模型来模拟电池的电化学属性。然而,电池根据操作状态具有非线性特征,并且难以设计用于完美地模拟电池的非线性特征的等效电路模型。

[0007] 为了克服安培计数和等效电路模型中的每一个的上述缺点,已经提出了使用扩展卡尔曼滤波器的电池SOC估计。与当单独使用安培计数或等效电路模型时相比,结合使用安培计数和等效电路模型的扩展卡尔曼滤波器实现更准确的SOC估计。

[0008] 为了使用扩展卡尔曼滤波器来估计电池的SOC,有必要确定等效电路模型中包括的电阻器-电容器(RC)对的时间常数,并设置与至少一个状态变量(例如,SOC、过电势)相关联的两个过程噪声。

[0009] 但是,因为时间常数仅依赖于电池的SOC和温度中的至少一个并且向每个过程噪声分配固定值,所以难以针对电池的操作状态和使用电池的环境适当地调整安培计数和等效电路模型中的每一个的可靠性。

发明内容

[0010] 技术问题

[0011] 本公开被设计以解决上述问题,并且因此,本公开旨在提供电池管理装置、电池管理方法和电池组,其中在每个周期中确定用于电池的充电状态(SOC)的多个候选值,并且基于多个候选值之间的关系来确定电池的SOC。

[0012] 本公开进一步旨在提供电池管理装置、电池管理方法和电池组,其中,基于多个候选值之间的关系来调整扩展卡尔曼滤波器中的安培计数和等效电路模型中的每一个的可靠性。

[0013] 本公开的这些和其他目的和优点可以通过以下描述来理解,并且根据本公开的实施例将变得显而易见。另外,将容易理解,本公开的目的和优点可以通过所附权利要求书及其组合中提出的手段来实现。

[0014] 技术解决方案

[0015] 根据本公开的一方面的电池管理装置,包括:感测单元,该感测单元被配置成检测电池的电流、电压和温度;和控制单元。控制单元被配置成生成第一数据集,其包括指示所检测的电流的第一电流值、指示所检测的电压的第一电压值和指示所检测的温度的第一温度值。控制单元被配置成使用误差生成器从第一数据集生成第二数据集,第二数据集包括第二电流值、第二电压值以及第二温度值。控制单元被配置成基于第一温度值和前一周期中的充电状态(SOC)来确定扩展卡尔曼滤波器的等效电路模型的第一时间常数。控制单元被配置成基于第二温度值和前一周期中的SOC来确定等效电路模型的第二时间常数。控制单元被配置成使用安培计数基于第一电流值来确定用于电池的SOC的第一候选值。控制单元被配置成使用扩展卡尔曼滤波器基于第一数据集、第一时间常数和校正值来确定用于SOC的第二候选值。控制单元被配置成使用扩展卡尔曼滤波器基于第二数据集、第二时间常数和校正值来确定用于SOC的第三候选值。控制单元被配置成确定第一候选值和第二候选值之间的第一差值。控制单元被配置成确定第一候选值和第三候选值之间的第二差值。控制单元被配置成当第二差值小于第一差值时更新校正值。所更新的校正值大于预定的初始值。

[0016] 第一电流值和第二电流值形成的第一对、第一电压值和第二电压值形成的第二对以及第一温度值和第二温度值形成的第三对中的至少一个中的每个中包括的两个值彼此不同。

[0017] 所更新的校正值与初始值之间的差可以与第一差值成比例。

[0018] 所更新的校正值和初始值之间的差可以与第一差值和第二差值之间的差成比例。

[0019] 控制单元可以被配置成使用下述等式来更新校正值:

$$[0020] \quad E_{\text{correct}} = \frac{M_1(D_1 - D_2) + M_2D_1}{M_1 + M_2}$$

[0021] D_1 可以表示第一差值, D_2 可以表示第二差值, M_1 可以表示第一权重, M_2 表示第二权重,并且 E_{correct} 可以表示所更新的校正值。

[0022] 控制单元可以被配置成:当第二差值等于或大于第一差值时,将校正值更新为等于初始值。

[0023] 控制单元可以被配置成:当第一差值大于阈值时,将第一候选值确定为SOC。

[0024] 控制单元可以被配置成,当第一差值等于或小于阈值时,将第二候选值确定为SOC。

[0025] 控制单元可以被配置成选择性地输出开关信号,其用于控制安装在电池的电流路径上的开关。当第二差值小于第一差值时,控制单元被配置成将开关信号的占空比调节为低于参考占空比。

[0026] 根据本公开的另一方面的电池组包括电池管理装置。

[0027] 根据本公开的又一方面的电池管理方法,包括:检测电池的电流、电压和温度;生成第一数据集,其包括指示所检测的电流的第一电流值、指示所检测的电压的第一电压值以及指示所检测的温度的第一温度值,使用误差生成器从第一数据集生成第二数据集,第二数据集包括第二电流值、第二电压值以及第二温度值,基于第一温度值和前一周期中的SOC来确定扩展卡尔曼滤波器的等效电路模型的第一时间常数,基于第二温度值和前一周期中的SOC来确定等效电路模型的第二时间常数,使用安培计数基于第一电流值来确定用于电池的SOC的第一候选值,使用扩展卡尔曼

[0028] 滤波器基于第一数据集、第一时间常数和校正值来确定用于SOC的第二候选值,使用扩展卡尔曼滤波器基于第二数据集、第二时间常数和校正值来确定用于SOC的第三候选值,确定第一候选值和第二候选值之间的第一差值,确定第一候选值和第三候选值之间的第二差值,以及当第二差值小于第一差值时更新校正值。所更新的校正值大于预定的初始值。

[0029] 所更新的校正值和初始值之间的差可以与第一差值成比例或者与第一差值和第二差值之间的差成比例。

[0030] 电池管理方法可以进一步包括:当第一差值大于阈值时,将第一候选值确定为SOC;和当第一差值等于或小于阈值时,将第二候选值确定为SOC。

[0031] 本发明的作用

[0032] 根据本公开的至少一个实施例,能够基于在每个周期中确定的用于电池的SOC的多个候选值之间的关系,更准确地确定电池的充电状态(SOC)。

[0033] 此外,根据本公开的实施例中的至少一个,能够基于多个候选值之间的关系来调整扩展卡尔曼滤波器中的安培计数和等效电路模型中的每一个的可靠性。

[0034] 本公开的效果不限于在上面所提及的效果,并且本领域的技术人员将从所附权利要求中清楚地理解这些和其他效果。

附图说明

[0035] 图1是根据本公开的电池组的配置的示例图。

[0036] 图2是电池的等效电路模型的电路配置的示例图。

[0037] 图3是电池的开路电压(OCV)-充电状态(SOC)曲线的示例图。

[0038] 图4和图5是根据本公开的第一实施例的电池管理方法的示例性流程图。

[0039] 图6和图7是根据本公开的第二实施例的电池管理方法的示例性流程图。

具体实施方式

[0040] 在下文中,将参考附图详细描述本公开的优选实施例。在描述之前,应该理解的是,说明书和所附权利要求书中使用的术语或单词不应被解释为限于一般含义和词典含义,而是在允许发明人适当定义术语以进行最佳解释的原理的基础上,基于与本发明的技术方面相对应的含义和概念来解释。

[0041] 因此,本文描述的实施例和附图中示出的图示仅是本公开的最优选实施例,并且旨在不完全地描述本公开的技术方面,因此应理解,已经在提交申请时对其进行各种其他

等效物和修改。

[0042] 包括诸如“第一”、“第二”等的序数的术语,用于在各种元件中将一个元件与另一个元件区分开,但是并不旨在通过这些术语来限制这些元件。

[0043] 除非上下文另外明确指出,否则将会理解,在本说明书中使用术语“包括”指定存在所述元件,但是不排除存在或添加一个或多个其他元件。另外,如这里使用的术语<控制单元>指代具有至少一个功能或操作的处理单元,并且这可以通过硬件或软件或硬件和软件的组合来实现。

[0044] 此外,在整个说明书中,将进一步理解,当一个元件被称为“连接”到另一个元件时,它可以直接连接到另一个元件,或者可以存在中间元件。

[0045] 图1是根据本公开的实施例的电池组的配置的示例图,图2是电池的等效电路模型的电路配置的示例图,并且图3是电池的开路电压(OCV) - 充电状态(SOC)曲线的示例图。

[0046] 参考图1,电池组10被配置成供应诸如机动车辆1的电动式设备所需的电能,并且电池组10包括电池20、开关30和电池管理装置100。

[0047] 电池20包括至少一个电池单体。每个电池单体可以是例如锂离子单体。当然,电池单体的类型不限于锂离子单体,并且可以包括但不限于可以重复地再充电的任何类型。电池20中包括的每个电池单体串联或并联电连接至其他电池单体。

[0048] 开关30安装在用于对电池20进行充电和放电的电流路径上。开关30的控制端子被设置以电连接到控制单元120。开关30被控制为响应于开关信号SS被施加到控制端子,根据由控制单元120输出的开关信号SS的占空比被接通和关断。当开关信号SS为高电平时,开关30可以接通,而当开关信号SS为低电平时,开关30可以关断。

[0049] 电池管理装置100被设置以电连接至电池20以周期性地确定电池20的SOC。电池管理装置100包括感测单元110、控制单元120、存储单元130和通信单元140。

[0050] 感测单元110被配置成检测电池20的电压、电流和温度。感测单元110包括电流传感器111、电压传感器112和温度传感器113。

[0051] 电流传感器111被设置以电连接到电池20的充电/放电路径。电流传感器111被配置成检测流过电池20的电流,并且将指示检测到的电流的信号SI输出到控制单元120。

[0052] 电压传感器112被设置以电连接到电池20的正极端子和负极端子。电压传感器112被配置成检测跨电池20的正极端子和负极端子的电压,并将指示检测到的电压的信号SV输出到控制单元120。

[0053] 温度传感器113被配置成检测距电池20预定距离内的区域的温度,并将指示检测到的温度的信号ST输出到控制单元120。

[0054] 控制单元120可操作地耦合到感测单元110、存储单元130、通信单元140和开关30。控制单元120可以使用专用集成电路(ASIC)、数字信号处理器(DSP)、数字信号处理设备(DSPD)、可编程逻辑设备(PLD)、现场可编程门阵列(FPGA)、微处理器和用于执行其他功能的电气单元中的至少一个在硬件中实现。

[0055] 控制单元120被配置成周期性地接收由感测单元110输出的信号SI、信号SV和信号ST。控制单元120被配置成使用包括在控制单元120中的模数转换器(ADC)分别根据信号SI、信号SV以及信号ST确定第一电流值、第一电压值和第一温度值,并将包括第一电流值、第一电压值和第一温度值的第一数据集存储在存储单元130中。

[0056] 存储单元130可操作地耦合到控制单元120。存储单元130可以存储执行以下描述的步骤所必需的程序和数据。存储单元130可以包括例如闪存类型、硬盘类型、固态硬盘(SSD)类型、硅磁盘驱动器(SDD)类型、多媒体卡微型类型、随机存取存储器(RAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、只读存储器(ROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)和可编程只读存储器(PROM)中的至少一种类型的存储介质。

[0057] 通信单元140可以被耦合以与诸如机动车辆1的电子控制单元(ECU)的外部设备2通信。通信单元140可以从外部设备2接收命令消息,并提供接收到的命令消息给控制单元120。命令消息可以是请求激活电池管理装置100的特定功能(例如,SOC估计、开关30的导通/断开的控制)的消息。通信单元140可以从控制单元120向外部设备2发送通知消息。通知消息可以是用于将控制单元120执行的功能的结果(例如,估计的SOC)通知给外部设备2的消息。例如,通信单元140可以经由诸如局域网(LAN)、控制器局域网(CAN)和菊花链的有线网络和/或例如蓝牙、紫蜂和WiFi的短程无线网络与外部设备2通信。

[0058] 控制单元120被配置成确定电池20的健康状态(SOH)或最大容量。最大容量指示电池20中当前可以存储的最大充电量,并且可以被称为“完全充电容量”。即,最大容量等于在SOC为1(=100%)的电池20放电直到SOC为0(=0%)期间流动的电流的累积值。在示例中,控制单元120可以计算电池20的内阻,并且基于所计算的内阻和参考电阻之间的差来确定电池20的SOH或最大容量。在另一个示例中,控制单元120可以基于电池20被充电和放电的每个不同时间点处的SOC以及在两个时间点之间的时间段内的累积电流值,使用下述等式1来确定电池20的SOH或最大容量。假定两个时间点中较早的时间点是 t_1 ,并且较晚的时间点是 t_2 。

[0059] <等式1>

$$[0060] \quad \text{SOH}_{\text{new}} = \frac{\int_{t_1}^{t_2} i_t dt}{Q_{\text{ref}}} = \frac{\Delta C}{\Delta \text{SOC}} = \frac{Q_{\text{est}}}{Q_{\text{ref}}}$$

[0061] 在等式1中, Q_{ref} 表示参考容量, SOC_1 表示在时间点 t_1 估计的SOC, SOC_2 表示在时间点 t_2 估计的SOC, ΔSOC 表示 SOC_1 和 SOC_2 之间的差, i_t 表示指示在时间点 t_1 和时间点 t_2 之间的时间点 t 检测到的电流的电流值, ΔC 表示从时间点 t_1 到时间点 t_2 的时间段内的累积电流值, Q_{est} 表示在时间点 t_2 处的最大容量的估计,并且 SOH_{new} 表示在时间点 t_2 处的SOH的估计。 Q_{ref} 是指示当电池20的SOH为1时的最大容量的预设值,并且可以预存储在存储单元130中。

[0062] 关于等式1,当 ΔSOC 太小时, Q_{est} 可能与实际值大不相同。因此,控制单元120可以被配置成仅当 ΔSOC 等于或大于预定值(例如,0.5)时才使用等式1确定电池20的SOH或最大容量。

[0063] 在下文中,将更详细地描述由控制单元120执行的用于估计电池20的SOC的操作。

[0064] 控制单元120使用安培计数基于第一电流值确定第一候选值。第一候选值指示当前周期中电池20的SOC的估计。下述等式2可以用于确定第一候选值。

[0065] <等式2>

$$[0066] \quad \text{SOC}[k+1] = \text{SOC}_e[k] + \frac{i[k+1]\Delta t}{Q_{\text{est}}}$$

[0067] 以下是等式2中使用的符号的描述。 Δt 表示每个周期的时间长度。 k 是时间索引,

其每当时间 Δt 消逝时就增加1, 并且指示从发生预定事件的时间点到当前时间点的周期数。该事件可以是例如其电压稳定的电池20的充电和放电的开始事件。电压稳定的电池20可以是空载条件下的电池20, 在空载条件下电流不流过电池20, 并且电池20的电压被均匀地维持。在这种情况下, 使用在发生事件时的时间点的电池20的OCV作为索引, 根据定义电池20的OCV和SOC之间的对应关系的OCV-SOC曲线来确定SOC_e[0]。OCV-SOC曲线存储在存储单元130中。

[0068] 在等式2中, $i[k+1]$ 表示在当前周期中检测到的电流, 并且SOC_e[k] 表示在前一周期中通过安培计数或扩展卡尔曼滤波器确定的SOC。SOC[k+1] 是第一候选值, 并且指示使用等式2确定的SOC。在等式2中, $i[k+1]$ 可以用 $i[k]$ 代替。

[0069] 控制单元120进一步使用扩展卡尔曼滤波器来确定第二候选值和第三候选值。第二候选值指示当前周期中电池20的SOC的估计。在描述第二候选值和第三候选值之前, 将描述扩展卡尔曼滤波器。

[0070] 扩展卡尔曼滤波器是用于通过附加地使用电池20的等效电路模型200连同由等式2表示的安培计数来周期性地更新电池20的SOC的算法。

[0071] 参考图2, 等效电路模型200包括OCV源210、欧姆电阻器 R_1 和电阻器-电容器(RC)对220。

[0072] OCV源210模拟OCV, 其是长期电化学稳定的电池20的正极和负极之间的电压。由OCV源210输出的OCV与电池20的SOC呈非线性函数关系。即, $OCV = f_1(SOC)$, $SOC = f_2(OCV)$, 并且 f_1 和 f_2 彼此为反函数。例如, 参考图3, $3.3V = f_1(0.5)$ 并且 $0.7 = f_2(3.47V)$ 。

[0073] 由OCV源210输出的OCV可以通过实验通过SOC并且温度来预设。

[0074] 欧姆电阻器 R_1 与电池20的IR压降 V_1 相关联。IR压降指当电池20从空载状态切换到充电/放电状态或从充电/放电状态切换到空载状态时跨电池20的电压的瞬时变化。在示例中, 在空载条件下的电池20开始充电时的时间点所测量的电池20的电压高于OCV。在另一示例中, 在空载条件下的电池20开始放电时的时间点所测量的电池20的电压低于OCV。欧姆电阻器 R_1 的电阻值也可以通过实验通过SOC和温度来预设。

[0075] RC对220输出由电池20的双电层等感应的过电势(也称为“极化电压”) V_2 , 并且包括并联连接的电阻器 R_2 和电容器 C_2 。过电势 V_2 可以被称为“极化电压”。RC对220的时间常数是电阻器 R_2 的电阻值与电容器 C_2 的电容的乘积, 并且可以通过实验通过SOC和温度来预设。

[0076] V_{ecm} 是等效电路模型200的输出电压, 并且等于来自OCV源210的OCV、跨欧姆电阻器 R_1 的IR压降 V_1 以及跨RC对220的过电势 V_2 之和。

[0077] 随着RC对220的时间常数越小, 等效电路模型200对流过电池20的电流的电流灵敏度越高。相反, 随着RC对220的时间常数越大, 等效电路模型200对流过电池20的电流的电流灵敏度越低。在相同条件下, 随着等效电路模型200的电流灵敏度越高, V_{ecm} 变化更快。相反, 随着等效电路模型200的电流灵敏度越低, V_{ecm} 变化更加缓慢。

[0078] 在等效电路模型200中, 当前周期中的过电势可以定义为下述等式3。

[0079] <等式3>

$$[0080] \quad V_2[k+1] = V_2[k]e^{-\frac{\Delta t}{\tau[k+1]}} + R_2[k+1]i[k+1] \left(1 - e^{-\frac{\Delta t}{\tau[k+1]}}\right)$$

[0081] 在等式3中, $R_2[k+1]$ 表示当前周期中的电阻器 R_2 的电阻值, $\tau[k+1]$ 表示当前周期中的RC对220的时间常数, $V_2[k]$ 表示前一周期中的过电势, 并且 $V_2[k+1]$ 表示当前周期中的过电势。在等式3中, 可以用 $i[k]$ 代替 $i[k+1]$ 。事件发生时的时间点的过电势 $V_2[0]$ 可以为0V (伏特)。

[0082] 以下等式4是与扩展卡尔曼滤波器的时间更新过程相关联的第一状态等式, 并且从等式2和等式3的组合导出。

[0083] <等式4>

$$[0084] \quad \hat{x}_{k+1}^- = \begin{pmatrix} SOC[k+1] \\ V_2[k+1] \end{pmatrix} = A\hat{x}_k + Bi[k+1]$$

$$[0085] \quad \hat{x}_k = \begin{pmatrix} SOC_e[k] \\ V_2[k] \end{pmatrix}$$

$$[0086] \quad A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{-\frac{\Delta t}{\tau[k+1]}} \end{pmatrix}$$

$$[0087] \quad B = \begin{pmatrix} \frac{\Delta t}{Q_{est}} \\ R_2[k+1] \left(1 - e^{-\frac{\Delta t}{\tau[k+1]}}\right) \end{pmatrix}$$

[0088] 在等式4和下述等式5至8中, 上标符号 $\hat{}$ 指示通过时间更新估计的值。另外, 上标符号 $\bar{}$ 指示通过下面描述的测量更新进行校正之前的值。

[0089] 下面的等式5是与扩展卡尔曼滤波器的时间更新过程相关联的第二状态等式。

[0090] <等式5>

$$[0091] \quad P_{k+1}^- = AP_k A^T + Q_k$$

$$[0092] \quad Q_k = \begin{pmatrix} W1_k & 0 \\ 0 & W2_k \end{pmatrix}$$

[0093] 在等式5中, P_k 表示在前一周期中校正的误差协方差矩阵, Q_k 表示在前一周期中过程噪声协方差矩阵, T 表示转置算子, 并且 P_{k+1}^- 表示当前周期中的误差协方差矩阵。在 $k=0$ 时, P_0 可以等于 $[1 \ 0; 0 \ 1]$ 。 $W1_k$ 是前一周期中设置的第一过程噪声, 并且与安培计数的可靠性相关联。即, $W1_k$ 是指示使用安培计数计算的累计电流值的不精确度的正数。 $W2_k$ 是在前一周期中设置的第二过程噪声, 并且与等效电路模型200的可靠性相关联。即, $W2_k$ 是指示与等效电路模型200相关联的参数的不精确度的正数。因此, 控制单元120可以随着安培计数的不精确度增加而增加第一过程噪声。随着等效电路模型200的不精确度增加, 控制单元120可以增加第二过程噪声。

[0094] 当使用等式4和等式5的时间更新过程完成时, 控制单元120执行测量更新过程。

[0095] 下述等式6是与扩展卡尔曼滤波器的测量更新过程相关联的第一观测等式。

[0096] <等式6>

$$[0097] \quad K_{k+1} = P_{k+1}^- H_{k+1}^T (H_{k+1} P_{k+1}^- H_{k+1}^T + R)^{-1}$$

$$[0098] \quad H_{k+1}^T = \begin{pmatrix} \frac{f_1(SOC[k+1] + 0.01n) - f_1(SOC[k+1] - 0.01n)}{2n} \\ 1 \end{pmatrix}$$

[0099] 在等式6中, K_{k+1} 表示当前周期中的卡尔曼增益。另外, R 是测量噪声协方差矩阵, 并且具有预设分量。 H_{k+1} 是系统矩阵, 并且用于在估计电池20的SOC时根据OCV-SOC曲线反映电池20的OCV的变化。 n 是预设的正整数(例如, 1)。

[0100] 下述等式7是与扩展卡尔曼滤波器的测量更新过程相关联的第二观测等式。

[0101] <等式7>

$$\hat{x}_{k+1} = \hat{x}_{k+1}^- + K_{k+1} \{z_{k+1} - V_{ecm}[k+1]\}$$

[0102]

$$= \hat{x}_{k+1}^- + K_{k+1} \{z_{k+1} - (f_1(SOC[k+1]) + V_1[k+1] + V_2[k+1])\}$$

[0103] 在等式7中, z_{k+1} 表示在当前周期中测量的电池20的电压, 并且 $V_{ecm}[k+1]$ 表示在当前周期中的等效电路模型200的输出电压。 $f_1(SOC[k+1])$ 表示当前周期中的OCV(参见图2的描述)。 $V_1[k+1]$ 表示当前周期中的跨欧姆电阻器 R_1 的电压, 并且可以等于 $i[k+1]$ 和 $i[k]$ 中一个与 $R_1[k+1]$ 的乘积。 $R_1[k+1]$ 是当前周期中的欧姆电阻器 R_1 的电阻值。控制单元120可以基于第一温度值和前一周期中确定的SOC来确定 $R_1[k+1]$ 。为此, 在存储单元130中记录定义SOC、温度值和欧姆电阻器 R_1 的电阻值之间的对应关系的第一查找表。控制单元120可以使用特定温度值和特定SOC作为索引从第一查找表获得映射到特定温度值(例如, 第一温度值)和特定SOC的电阻值。从等式4获得的SOC[k+1]和 $V_2[k+1]$ 中的每一个由等式7校正。

[0104] 以下等式8是与扩展卡尔曼滤波器的测量更新过程相关联的第三观测等式。

[0105] <等式8>

$$[0106] \quad P_{k+1} = (E - K_{k+1} H_{k+1}) P_{k+1}^-$$

[0107] 在等式8中, E 表示单位矩阵。从等式5获得的 P_{k+1}^- 由等式8校正为 P_{k+1} 。

[0108] 控制单元120通过在每次时间索引 k 增加1时至少执行一次等式4至8的每个计算步骤, 来周期性地更新当前周期中的电池20的SOC。

[0109] 在下文中, 将参考扩展卡尔曼滤波器的以上描述来描述确定第二候选值和第三候选值的操作。

[0110] 控制单元120基于第一数据集确定第二候选值。如先前所述, 第一数据集包括第一电流值、第一电压值和第一温度值。控制单元120基于第一温度值和在前一周期中确定的SOC来确定等式4的 $R_2[k+1]$ 和 $\tau[k+1]$ 。

[0111] 为此, 存储单元130可以记录第二查找表, 该第二查找表定义SOC、温度值和电阻器 R_2 的电阻值之间的对应关系。控制单元120可以使用第一温度值和在前一周期中确定的SOC作为索引, 从第二查找表中获得映射到第一温度值和在前一周期中确定的SOC的电阻值, 作为等式4的 $R_2[k+1]$ 。另外, 存储单元130可以记录第三查找表, 该第三查找表定义了SOC、温

度值和时间常数之间的对应关系。控制单元120可以使用第一温度值和在前一周期中确定的SOC作为索引,从第三查找表中获得映射到第一温度值和在前一周期中确定的SOC的时间常数,作为第一时间常数。控制单元120可以将通过将第一时间常数与在前一周期中确定的校正值相加而获得的值设置为等式4的 $\tau[k+1]$ 。当 $k=0$ 时,预定初始值(例如,0)可以被用作校正值。下面将描述校正值的确定。

[0112] 控制单元120将等式4的 $i[k+1]$ (或 $i[k]$)设置为等于第一电流值,并且将等式7的 z_{k+1} 设置为等于第一电压值。因此,控制单元120可以将通过等式7校正的SOC[k+1]确定为第二候选值。

[0113] 控制单元120将第一数据集转换为第二数据集,并基于第二数据集确定第三候选值。详细地,控制单元120可以使用误差生成器从第一数据集生成第二数据集。考虑到感测单元110的检测精确度或外部噪声,控制单元120操作误差生成器以强制地变化包括在第一数据集中的第一电流值、第一电压值和第一温度值中的至少一个。第二数据集包括第二电流值、第二电压值和第二温度值。即,误差生成器可以是预定函数,其被代码化以选择性地进行从第一电流值到第二电流值的变化、从第一电压值到第二电压值的变化以及从第一温度值到第二温度值的变化中的至少一个。例如,第二电流值 $=$ (第一电流值 $\times X_1$) $+X_2$,第二电压值 $=$ (第一电压值 $\times X_3$) $+X_4$,并且第二温度值 $=$ (第一温度值 $\times X_5$) $+X_6$ 。 X_1 至 X_6 可以是被预设为彼此相同或不同的常数。

[0114] 一对第一电流值和第二电流值、一对第一电压值和第二电压值以及一对第一温度值和第二温度值中的至少一个中的每个中包括的两个值彼此不同。在示例中,第一电流值和第二电流值可以彼此相等,而第一电压值和第二电压值可以彼此不同,并且第一温度值和第二温度值也可以彼此不同。在另一示例中,第一电流值和第二电流值可以彼此不同,第一电压值和第二电压值可以彼此不同,并且第一温度值和第二温度值也可以彼此不同。

[0115] 当生成第二数据集时,控制单元120可以基于第二温度值和在前一周期中确定的SOC来确定等式4的 $R_2[k+1]$ 和 $\tau[k+1]$ 。

[0116] 详细地,控制单元120可以从第二查找表获得映射到第二温度值和在前一周期中确定的SOC的电阻值作为等式4的 $R_2[k+1]$ 。控制单元120可以从第三查找表获得映射到第二温度值和在前一周期中确定的SOC的第二时间常数。控制单元120可以将通过将第二时间常数与校正值相加而获得的值设置为等式4的 $\tau[k+1]$ 。

[0117] 控制单元120将等式4的 $i[k+1]$ (或 $i[k]$)设置为等于第二电流值而不是第一电流值。另外,控制单元120将等式7的 z_{k+1} 设置为等于第二电压值而不是第一电压值。因此,控制单元120可以将通过等式7校正的SOC[k+1]确定为第三候选值。

[0118] 当在当前周期中完成了用于电池20的SOC的第一候选值、第二候选值和第三候选值的确定时,控制单元120被配置成选择第一候选值和第二候选值中的任何一个,并且通过下面描述的过程将选择的候选值确定为当前周期中的SOC。

[0119] 控制单元120确定第一差值,该第一差值是第一候选值和第二候选值之间的差的绝对值。在示例中,当第一候选值是0.51并且第二候选值是0.52时,第一差值是0.01。在另一示例中,当第一候选值是0.77并且第二候选值是0.75时,第一差值是0.02。

[0120] 控制单元120确定第二差值,该第二差值是第一候选值和第三候选值之间的差的绝对值。在示例中,当第一候选值是0.61并且第三候选值是0.64时,第二差值是0.03。在另

一示例中,当第一候选值是0.38并且第二候选值是0.36时,第二差值是0.02。

[0121] 控制单元120可以将第一差值与预定阈值进行比较。阈值被存储在存储单元130中,并且可以是例如0.03。

[0122] 当第一差值大于阈值时,控制单元120可以将第一候选值确定为电池20的SOC。

[0123] 当第一差值等于或小于阈值时,控制单元120将第二候选值而不是将第一候选值确定为电池20的SOC。

[0124] 控制单元120可以将第一差值与第二差值进行比较。当第二差值等于或大于第一差值时,控制单元120可以将第二过程噪声与第一过程噪声的比率设置为等于预定参考比率(例如,0.1)。例如,可以将第一过程噪声设置为等于预定第一参考值(例如,0.1),并且可以将第二过程噪声设置为等于预定第二参考值(例如,0.01)。即,参考比率可以等于通过将第二参考值除以第一参考值而获得的值。

[0125] 当第二差值等于或大于第一差值时,控制单元120可以将校正值设置为等于初始值。控制单元120可以将被设置为等于初始值的校正值存储在存储单元130中。

[0126] 同时,参考关于安培计数的等式2,第一候选值仅依赖于电池20的电流、电压和温度当中的电流。另一方面,参考关于扩展卡尔曼滤波器的等式3至8,第二候选值可以依赖于电池20的电流以及电池20的电压和温度。当考虑到这一点时,可以看出,随着等效电路模型200的不精确度更高,存在第二差值将小于第一差值的更高可能性。

[0127] 因此,当第二差值小于第一差值时,控制单元120可以将第二过程噪声与第一过程噪声的比率增加为高于参考比率。在示例中,可以将第一过程噪声设置为小于第一参考值的值(例如,0.07),并且可以将第二过程噪声设置为等于第二参考值。在另一个示例中,可以将第一过程噪声设置为等于第一参考值,并且可以将第二过程噪声设置为大于第二参考值的值(例如,0.02)。在又一个示例中,可以将第一过程噪声设置为小于第一参考值的值,并且可以将第二过程噪声设置为大于第二参考值的值。

[0128] 当第二差值小于第一差值时,控制单元120可以与第一差值成比例地确定第二过程噪声与第一过程噪声的比率。在示例中,当第一差值是0.01时,控制单元120可以将第二过程噪声与第一过程噪声的比率确定为0.11,当第一差值是0.013时,控制单元120可以将第二过程噪声与第一过程噪声的比率确定为0.112,并且当第一差值为0.008时,控制单元120可以将第二过程噪声与第一过程噪声的比率确定为0.103。

[0129] 可替代地,当第二差值小于第一差值时,控制单元120可以与第一差值和第二差值之间的差的绝对值成比例地确定第二过程噪声与第一过程噪声的比率。

[0130] 如上所述设置的第一过程噪声和第二过程噪声可以在下一周期的估计SOC的过程中分别分配给等式5的 $W1_k$ 和 $W2_k$ 。因此,当在下一周期中执行扩展卡尔曼滤波器时,等效电路模型200的可靠性(即,影响)暂时减小,并且安培计数的可靠性暂时增加。

[0131] 当第二差值小于第一差值时,控制单元120可以将校正值更新为大于初始值的值。控制单元120可以将更新的校正值存储在存储单元130中。

[0132] 当第二差值小于第一差值时,控制单元120可以确定更新的校正值,使得更新的校正值与初始值之间的差与第一差值成比例。例如,当第一差值是0.01时,可以将更新的校正值确定为比初始值大5,并且当第一差值是0.013时,可以将更新的校正值确定为比初始值大6。

[0133] 可替代地,当第二差值小于第一差值时,控制单元120可以确定更新的校正值,使得更新的校正值和初始值之间的差与第一差值和第二差值之间的差成比例。例如,当第一差值比第二差值大0.01时,可以将更新的校正值确定为比初始值大4,并且当第一差值比第二差值大0.013时,可以将更新的校正值确定为比初始值大4.5。

[0134] 可替代地,当第二差值小于第一差值时,控制单元120可以使用以下等式9来更新校正值。

[0135] <等式9>

$$[0136] \quad E_{\text{correct}} = \frac{M_1(D_1 - D_2) + M_2 D_1}{M_1 + M_2}$$

[0137] 在等式9中, D_1 表示第一差值, D_2 表示第二差值, M_1 表示第一权重, M_2 表示第二权重,并且 E_{correct} 表示更新的校正值。 M_1 和 M_2 中的每个可以是预设正数,并且它们可以彼此相同或不同。

[0138] 如上所述更新的校正值可以存储在存储单元130中,并且可以与在针对下一周期的估计SOC的过程中将在下一周期中获得的第一时间常数和第二时间常数中的每一个相加。

[0139] 详细地,在下一周期中基于第一数据集确定第二候选值的过程中,可以将更新的校正值与下一周期中的第一时间常数之和分配给等式4的 $\tau[k+1]$ 。另外,在下一周期中基于第二数据集确定第三候选值的过程中,可以将更新的校正值与下一周期中的第二时间常数之和分配给等式4的 $\tau[k+1]$ 。

[0140] 如先前所描述的,随着RC对220的时间常数越大,等效电路模型200的电流灵敏度越低。当在下一周期中执行扩展卡尔曼滤波器时,等式4的 $\tau[k+1]$ 增加了更新的校正值和初始值之间的差,并且因此,等效电路模型200的可靠性(即,影响)暂时减小,并且安培计数的可靠性暂时增加。

[0141] 控制单元120可以选择性地输出开关信号SS以控制开关30。当第二差值小于第一差值时,控制单元120可以将开关信号SS的占空比调节为低于预定参考占空比(例如,0.2)。当开关信号SS的占空比被调节为低于参考占空比时,可以流过电池20的电流的最大量减少,从而避免电池20的电压和温度的快速变化。

[0142] 图4和图5是根据本公开的第一实施例的电池管理方法的示例性流程图。可以从事件发生的时间点周期性地执行图4和图5的方法。当电池20的充电/放电停止时,图4和图5的方法可以结束。

[0143] 参考图1至图5,在步骤S400中,控制单元120确定电池20的最大容量(或SOH)(参见等式1)。

[0144] 在步骤S405中,控制单元120使用感测单元110检测电池20的电流、电压和温度。感测单元110将指示检测到的电流的信号SI、指示检测到的电压的信号SV和指示检测到的温度的信号ST输出到控制单元120。

[0145] 在步骤S410中,控制单元120接收信号SI、信号SV和信号ST,并生成第一数据集,该第一数据集包括指示电池20的电流的第一电流值、指示电池20的电压的第一电压值和指示电池20的温度的第一温度值。

[0146] 在步骤S412中,控制单元120使用误差生成器从第一数据集生成第二数据集。第二

数据集包括第二电流值、第二电压值和第二温度值。

[0147] 在步骤S420中,控制单元120使用安培计数基于第一电流值确定用于电池20的SOC的第一候选值(参见等式2)。

[0148] 在步骤S430中,控制单元120使用扩展卡尔曼滤波器基于第一数据集确定用于电池20的SOC的第二候选值(参见等式3至8)。

[0149] 在步骤S440中,控制单元120使用扩展卡尔曼滤波器基于第二数据集确定用于电池20的SOC的第三候选值(参见等式3至8)。与图4相反,步骤S420、S430和S440中的任何两个或全部可以同时执行。步骤S420、S430和S440的顺序可以在必要时变化。

[0150] 在步骤S450中,控制单元120确定第一候选值和第二候选值之间的第一差值。

[0151] 在步骤S460中,控制单元120确定第一候选值和第三候选值之间的第二差值。与图4的相反,步骤S450和S460可以同时执行。步骤S450和S460的顺序可以在必要时变化。

[0152] 在步骤S500中,控制单元120确定第一差值是否大于阈值。当步骤S500的值为“是”时,执行步骤S510。当步骤S500的值为“否”时,执行步骤S520。

[0153] 在步骤S510中,控制单元120将第一候选值确定为电池20的SOC。

[0154] 在步骤S520中,控制单元120将第二候选值确定为电池20的SOC。

[0155] 在步骤S530中,控制单元120确定第二差值是否小于第一差值。当步骤S530的值为“否”时,执行步骤S540。当步骤S530的值为“是”时,执行步骤S550和S560中的至少一个。

[0156] 在步骤S540中,控制单元120将第二过程噪声与第一过程噪声的比率设置为等于参考比率。例如,可以将第一过程噪声设置为等于第一参考值,并且可以将第二过程噪声设置为等于第二参考值。参考比率是通过将第二参考值除以第一参考值而获得的值。

[0157] 在步骤S550中,控制单元120将第二过程噪声与第一过程噪声的比率增加为高于参考比率。

[0158] 在步骤S560中,控制单元120将输出到开关30的开关信号SS的占空比调节为低于参考占空比。调节的占空比和参考占空比之间的差可以与第一差值和第二差值之间的差成比例。

[0159] 图6和图7是根据本公开的第二实施例的电池管理方法的示例性流程图。可以从事件发生的时间点周期性地执行图6和图7所示的方法。当电池20的充电/放电停止时,图6和图7的方法可以结束。

[0160] 参考图1至图3、图6和图7,在步骤S600中,控制单元120确定电池20的最大容量(或SOH)(参见等式1)。

[0161] 在步骤S605中,控制单元120使用感测单元110检测电池20的电流、电压和温度。感测单元110将指示检测到的电流的信号SI、指示检测到的电压的信号SV和指示检测到的温度的信号ST输出到控制单元120。

[0162] 在步骤S610中,控制单元120接收信号SI、信号SV和信号ST,并生成第一数据集,该第一数据集包括指示电池20的电流的第一电流值、指示电池20的电压的第一电压值和指示电池20的温度的第一温度值。

[0163] 在步骤S612中,控制单元120使用误差生成器从第一数据集生成第二数据集。第二数据集包括第二电流值、第二电压值和第二温度值。

[0164] 在步骤S614中,控制单元120基于第一温度值和前一周期中的SOC来确定等效电路

模型200的第一时间常数。

[0165] 在步骤S616中,控制单元120基于第二温度值和前一周期中的SOC来确定等效电路模型200的第二时间常数。如上所述,可以从第三查找表获得步骤S614中的第一时间常数和步骤S616中的第二时间常数中的每个。与图6相反,步骤S614和S616可以同时执行,或者步骤S616可以在步骤S614之前。

[0166] 在步骤S620中,控制单元120使用安培计数基于第一电流值来确定用于电池20的SOC的第一候选值(参见等式2)。

[0167] 在步骤S630中,控制单元120使用扩展卡尔曼滤波器基于第一数据集、第一时间常数和校正值用于确定电池20的SOC的第二候选值(参见等式3至8)。

[0168] 在步骤S640中,控制单元120使用扩展卡尔曼滤波器基于第二数据集、第二时间常数和校正值确定用于电池20的SOC的第三候选值(参见等式3至8)。与图6相反,可以同时执行步骤S620、S630和S640中的任何两个或全部。步骤S620、S630和S640的顺序可以在必要时变化。

[0169] 在步骤S650中,控制单元120确定第一候选值和第二候选值之间的第一差值。

[0170] 在步骤S660中,控制单元120确定第一候选值和第三候选值之间的第二差值。与图6相反,步骤S650和S660可以同时执行,或者步骤S660可以在步骤S650之前。

[0171] 在步骤S700中,控制单元120确定第一差值是否大于阈值。当步骤S700的值为“是”时,执行步骤S710。当步骤S700的值为“否”时,执行步骤S720。

[0172] 在步骤S710中,控制单元120将第一候选值确定为电池20的SOC。

[0173] 在步骤S720中,控制单元120将第二候选值确定为电池20的SOC。

[0174] 在步骤S730中,控制单元120确定第二差值是否小于第一差值。当步骤S730的值为“否”时,执行步骤S740。当步骤S730的值为“是”时,执行步骤S750和S760中的至少一个。

[0175] 在步骤S740中,控制单元120将校正值设置为等于初始值。

[0176] 在步骤S750中,控制单元120将校正值更新为大于初始值的值(参见等式9)。当在下一周期中执行步骤S630和S640时,在步骤S750中更新的校正值可以用于确定第二候选值和第三候选值。

[0177] 在步骤S760中,控制单元120将输出到开关30的开关信号SS的占空比调节为低于参考占空比。调节的占空比和参考占空比之间的差可以与第一差值和第二差值之间的差成比例。

[0178] 虽然图4和图5的电池管理方法以及图6和图7的电池管理方法被单独地描述,但是当执行两个电池管理方法中的任何一种的特定步骤时,可以一起执行另一电池管理方法的特定步骤。在示例中,当执行步骤S740时,可以一起执行步骤S540。在另一示例中,当执行步骤S750时,可以一起执行步骤S550。

[0179] 以上描述的本公开的实施例不仅仅通过装置和方法来实现,并且可以通过执行与本公开的实施例的配置相对应的功能的程序或在其上记录有程序的记录介质来实现,并且本领域的技术人员可以从先前描述的实施例的公开中容易地实现这种实施方式。

[0180] 虽然以上已经针对有限数量的实施例和附图描述了本公开,但是本公开不限于此,并且对于本领域的技术人员而言显而易见的是,在本公开的技术方面和所附权利要求的等效范围内可以对其进行各种修改和变化。

[0181] 另外,因为本领域的技术人员可以在不脱离本公开的技术方面的情况下对上文描述的本公开进行许多替换、修改和变化,所以本公开不限于上述实施例和附图并且一些或全部实施例可以被选择性地组合以允许各种修改。

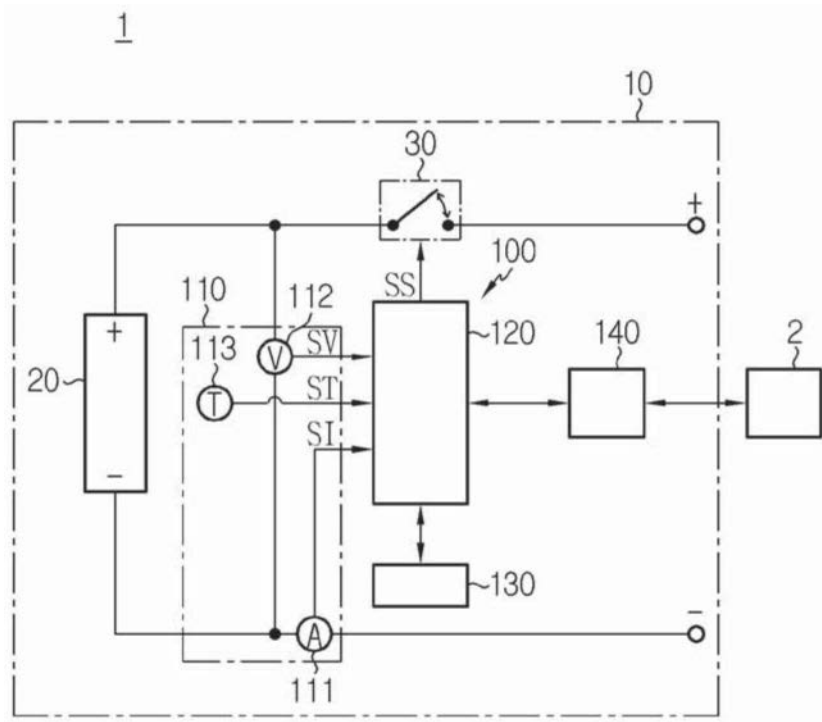


图1

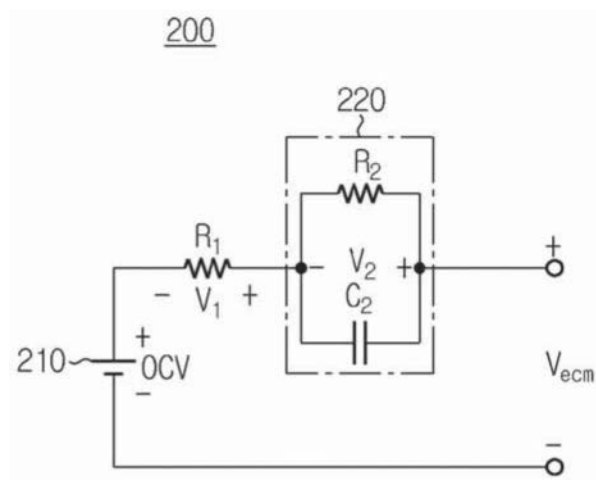


图2

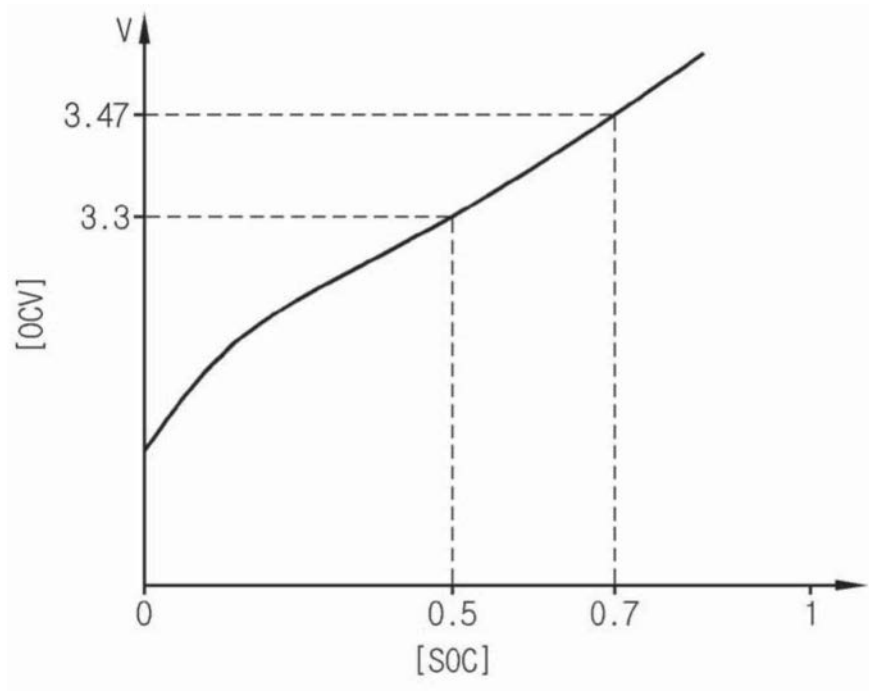


图3



图4

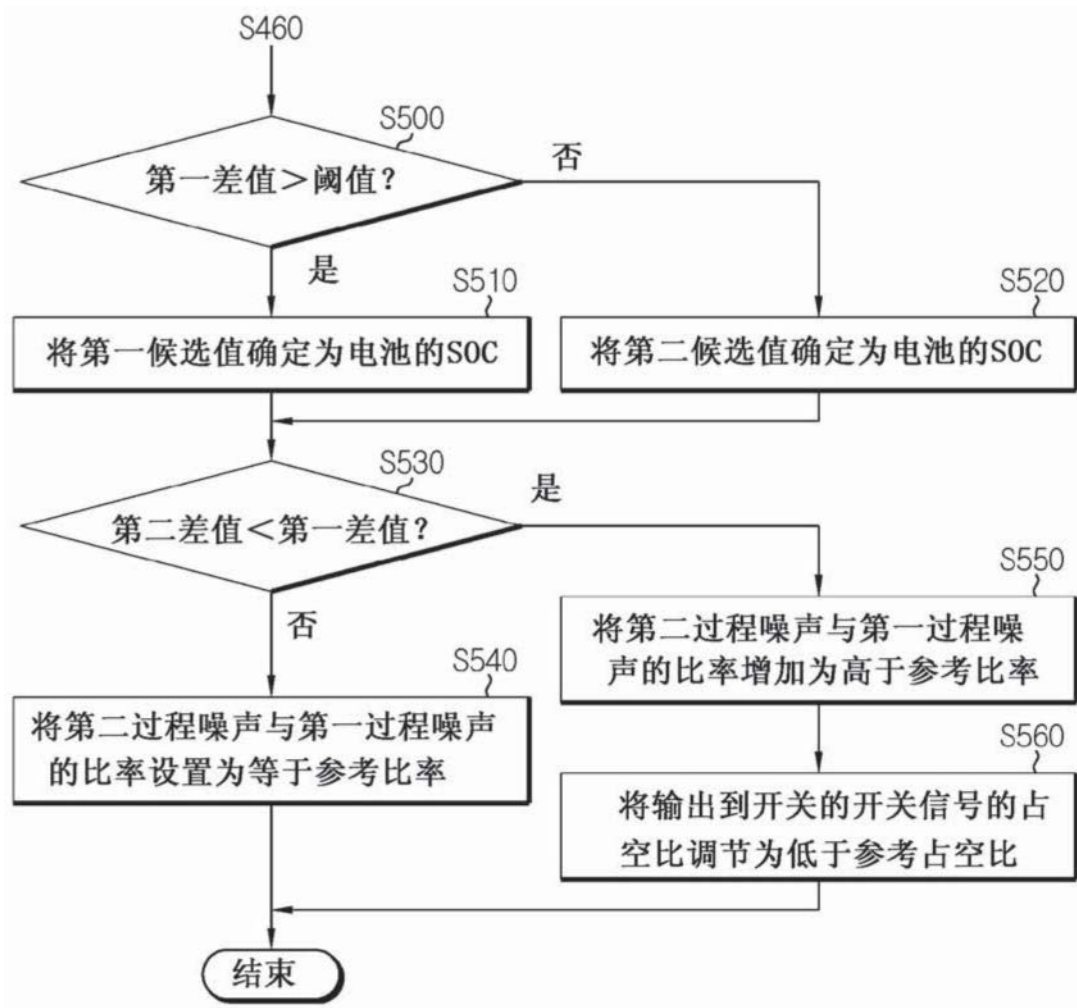


图5



图6

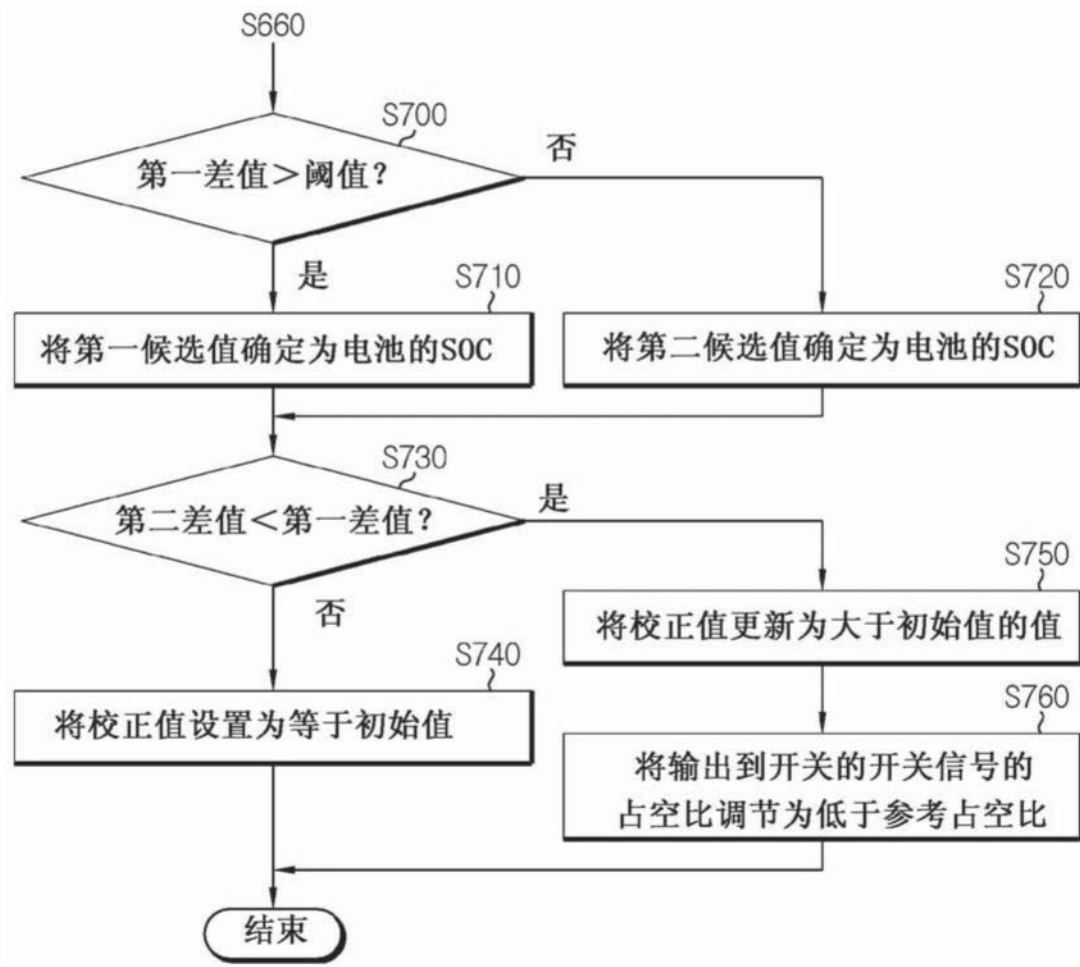


图7