



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110915056 B

(45) 授权公告日 2023. 04. 07

(21) 申请号 201880035733.5
 (22) 申请日 2018.11.15
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 110915056 A
 (43) 申请公布日 2020.03.24
 (30) 优先权数据
 10-2018-0000878 2018.01.03 KR
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2019.11.29
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/KR2018/014036 2018.11.15
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02019/135487 KO 2019.07.11
 (73) 专利权人 株式会社LG新能源
 地址 韩国首尔
 (72) 发明人 车善英
 (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.
H01M 10/42 (2006.01)
H01M 10/44 (2006.01)
G01R 31/389 (2019.01)
G01R 31/3842 (2019.01)
G01R 19/165 (2006.01)
 (56) 对比文件
 JP 2015119558 A, 2015.06.25
 JP 2005160291 A, 2005.06.16
 JP 2010169609 A, 2010.08.05
 JP 2000285968 A, 2000.10.13
 CN 106796271 A, 2017.05.31
 US 2013076314 A1, 2013.03.28
 KR 20160094882 A, 2016.08.10
 US 6522102 B1, 2003.02.18
 US 2014103933 A1, 2014.04.17
 JP 2010088167 A, 2010.04.15
 JP 2015119558 A, 2015.06.25
 CN 105846001 A, 2016.08.10
 审查员 崔新新

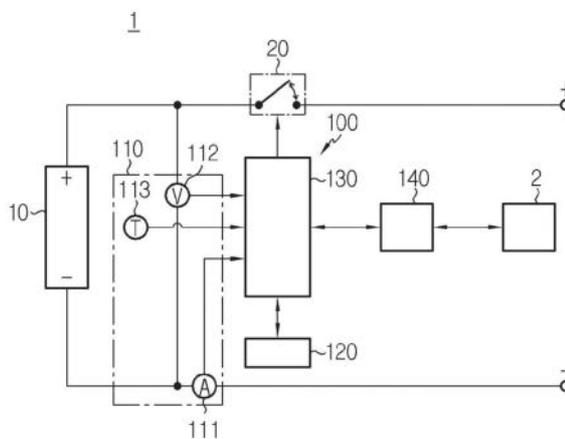
权利要求书2页 说明书9页 附图3页

(54) 发明名称
 用于优化电池的内阻的电池管理系统和方法

(57) 摘要

公开了一种用于优化电池的内阻的电池管理系统和方法。根据本发明的一个实施例的电池管理系统,包括:电流测量单元,其测量电池的充电电流;存储器,其存储多个电压-电流特性曲线;以及控制单元,其可操作地耦合到电流测量单元和存储器,基于电池的充电状态和温度从多个电压-电流特性曲线确定参考曲线。参考曲线包括起点、终点、以及位于起点和终点之间的多个中间点。控制单元基于起点和终点确定电池的内阻,将多个中间点中的一个设置为参考点,基于参考点和终点来确定低于内阻的参考电阻,并基于充电电流、内阻、参考电阻和预定的充电电

流的上限来确定大于内阻的最佳电阻。



1. 一种用于优化电池的内阻的电池管理系统,所述电池管理系统包括:
 电流测量单元,所述电流测量单元被配置为测量所述电池的充电电流;
 存储器,所述存储器被配置为存储多个电压-电流特性曲线;以及
 控制单元,所述控制单元可操作地耦合到所述电流测量单元和所述存储器,并且被配置为基于所述电池的充电状态和温度从所述多个电压-电流特性曲线确定参考曲线,所述参考曲线包括起点、终点、和位于所述起点和所述终点之间的多个中间点,

所述控制单元还被配置为:

基于所述起点和所述终点确定所述电池的所述内阻,

将所述多个中间点中的一个设置为参考点,

基于所述参考点和所述终点确定低于所述内阻的参考电阻,以及

基于所述充电电流、所述内阻、所述参考电阻、和预定的充电电流的上限来确定大于所述内阻的最佳电阻,

其中,所述控制单元还被配置为使用以下等式来确定所述内阻 R_{int} ,其中, I_{start} 表示所述起点的电流, V_{start} 表示所述起点的电压, I_{end} 表示所述终点的电流, V_{end} 表示所述终点的电压:

$$R_{int} = \frac{V_{end} - V_{start}}{I_{end} - I_{start}},$$

其中,所述控制单元还被配置为使用以下等式来确定所述参考电阻 R_{ref} ,其中, I_{ref} 表示所述参考点的电流, V_{ref} 表示所述参考点的电压:

$$R_{ref} = \frac{V_{ref} - V_{end}}{I_{ref} - I_{end}},$$

其中,所述控制单元还被配置为使用以下等式来确定所述最佳电阻 R_{opt} ,其中, I_{chr} 表示所述充电电流, V_{ocv} 表示所述电池的开路电压:

$$R_{opt} = \frac{\{V_{ocv} + (R_{int} - R_{ref})I_{end} + R_{ref}I_{chr}\} - V_{ocv}}{I_{chr}} = \frac{(R_{int} - R_{ref})I_{end}}{I_{chr}} + R_{ref}。$$

2. 根据权利要求1所述的电池管理系统,其中,所述控制单元还被配置为通过将所述起点的电压和所述终点的电压之间的差除以所述终点的电流来确定所述内阻,以及

所述起点的电压指示与所述电池的所述充电状态和所述温度相对应的所述电池的开路电压。

3. 根据权利要求2所述的电池管理系统,其中,所述终点的电流等于所述充电电流的上限。

4. 根据权利要求1所述的电池管理系统,其中,所述控制单元还被配置为将所述多个中间点当中的、最接近所述终点的中间点确定为所述参考点。

5. 一种包括根据权利要求1至4中的任一项所述的电池管理系统的电池组。

6. 一种用于优化电池的内阻的方法,所述方法包括:

基于所述电池的充电状态和温度从多个电压-电流特性曲线确定参考曲线,所述参考曲线包括起点、终点、和位于所述起点和所述终点之间的多个中间点;

基于所述起点和所述终点确定所述电池的所述内阻;

将所述多个中间点中的一个设置为参考点;

基于所述参考点和所述终点确定低于所述内阻的参考电阻;以及

基于所述电池的充电电流、所述内阻、所述参考电阻、和预定的充电电流的上限来确定大于所述内阻的最佳电阻,

其中,使用以下等式来确定所述内阻 R_{int} ,其中, I_{start} 表示所述起点的电流, V_{start} 表示所述起点的电压, I_{end} 表示所述终点的电流, V_{end} 表示所述终点的电压:

$$R_{int} = \frac{V_{end} - V_{start}}{I_{end} - I_{start}},$$

其中,使用以下等式来确定所述参考电阻 R_{ref} ,其中, I_{ref} 表示所述参考点的电流, V_{ref} 表示所述参考点的电压:

$$R_{ref} = \frac{V_{ref} - V_{end}}{I_{ref} - I_{end}},$$

其中,使用以下等式来确定所述最佳电阻 R_{opt} ,其中, I_{chr} 表示所述充电电流, V_{ocv} 表示所述电池的开路电压:

$$R_{opt} = \frac{\{V_{ocv} + (R_{int} - R_{ref})I_{end} + R_{ref}I_{chr}\} - V_{ocv}}{I_{chr}} = \frac{(R_{int} - R_{ref})I_{end}}{I_{chr}} + R_{ref}。$$

用于优化电池的内阻的电池管理系统和方法

技术领域

[0001] 本公开涉及一种用于在对电池进行充电时优化电池的内阻的电池管理系统和方法。

[0002] 本申请要求于2018年1月3日在韩国提交的韩国专利申请No.10-2018-0000878的优先权,其公开内容通过引用合并于此。

背景技术

[0003] 近来,存在对诸如笔记本电脑、摄像机和移动电话的便携式电子产品的急剧增长的需求,并且随着电动车辆、储能蓄电池、机器人和卫星的广泛发展,正在进行对能够重复地再充电的高性能电池的许多研究。

[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,在它们中,锂电池几乎没有或没有记忆效果,并且因此由于锂电池的自由充电和放电、非常低的自放电率和高能量密度的优点,锂电池比镍基电池得到更多关注。

[0005] 由于电池在过充电时会减少寿命,因此有必要在电池的充电期间根据电池的状态自适应地调节电池的输出功率。为了调节电池的输出功率,需要确定电池的内阻的过程。为此,诸如专利文献1的传统技术通过实验记录指示用于特定充电状态(SOC)和特定温度的电池的电压-电流特性的电压数据和电流数据,并通过使用诸如最小二乘法的数据拟合算法线性化电压-电流特性,来计算与特定SOC和特定温度相对应的内阻。

[0006] 然而,即使在电池的SOC和温度恒定的情况下,电池的内阻可能根据充电电流的大小而改变。因此,专利文献1所公开的技术难以有效地防止电池的过充电。

[0007] (专利文献1)韩国专利公开No.10-2006-0052273(2006年5月19日公开)

发明内容

[0008] 本公开被设计为解决上述问题,并且因此本公开旨在提供一种用于根据电池的充电电流优化由与特定充电状态和特定温度相对应的电压-电流特性曲线限定的电池的内阻的电池管理系统和方法。

[0009] 本公开的这些和其他目的和优点将从以下详细中理解,并且将根据本公开的实施例变得明显。而且,将容易理解的是,本公开的目的和优点能够通过所附权利要求中示出的装置及其组合来实现。

[0010] 技术解决方案

[0011] 用于实现上述目的的本公开的各种实施例如下。

[0012] 根据本公开的实施例的用于优化电池的内阻的电池管理系统包括:电流测量单元,其被配置为测量电池的充电电流;存储器,其被配置为存储多个电压-电流特性曲线;以及控制单元,其可操作地耦合到电流测量单元和存储器,并且被配置为基于电池的充电状态和温度从多个电压-电流特性曲线确定参考曲线,该参考曲线包括起点、终点、和位于起点和终点之间的多个中间点。控制单元基于起点和终点来确定电池的内阻。控制单元将多

个中间点中的一个设置为参考点。控制单元基于参考点和终点来确定低于内阻的参考电阻。控制单元基于充电电流、内阻、参考电阻和预定的充电电流的上限来确定大于内阻的最佳电阻。

[0013] 控制单元可以通过将起点的电压和终点的电压之间的差除以终点的电流来确定内阻。起始点的电压可以指示与电池的充电状态和温度相对应的电池的开路电压。

[0014] 终点的电流可以等于充电电流的上限。

[0015] 控制单元可以基于参考点的电压、参考点的电流、终点的电压和终点的电流来确定参考电阻。

[0016] 控制单元可以使用以下等式1来确定参考电阻：

$$[0017] \quad R_{\text{ref}} = \frac{V_{\text{end}} - V_{\text{ref}}}{I_{\text{end}} - I_{\text{ref}}}$$

[0018] 在等式1中， I_{ref} 表示参考点的电流， V_{ref} 表示参考点的电压， I_{end} 表示终点的电流， V_{end} 表示终点的电压，并且 R_{ref} 表示参考电阻。

[0019] 控制单元可以使用以下等式2来确定最佳电阻：

$$[0020] \quad R_{\text{opt}} = \frac{\{V_{\text{ocv}} + (R_{\text{int}} - R_{\text{ref}})I_{\text{end}} + R_{\text{ref}}I_{\text{chr}}\} - V_{\text{ocv}}}{I_{\text{chr}}} = \frac{(R_{\text{int}} - R_{\text{ref}})I_{\text{end}}}{I_{\text{chr}}} + R_{\text{ref}}$$

[0021] 在等式2中， R_{int} 表示内阻， I_{chr} 表示充电电流， R_{opt} 表示最佳电阻。

[0022] 控制单元可以将多个中间点当中的、最接近终点的中间点确定为参考点。

[0023] 根据本公开的另一实施例的电池组包括电池管理系统。

[0024] 根据本公开的又一实施例的用于优化电池的内阻的方法包括：基于电池的充电状态和温度，从多个电压-电流特性曲线确定参考曲线，该参考曲线包括起点、终点和位于起点、和终点之间的多个中间点；基于起点和终点确定电池的内阻；将多个中间点中的一个设置为参考点；基于参考点和终点确定低于内阻的参考电阻；并基于电池的充电电流、内阻、参考电阻和预定的充电电流的上限来确定大于内阻的最佳电阻。

[0025] 有利效果

[0026] 根据本公开的实施例中的至少一个，可以根据电池的充电电流优化由与特定充电状态和特定温度相对应的电压-电流特性曲线限定的电池的内阻。

[0027] 根据本公开的实施例中的至少一个，优化的内阻用于调节电池的输出功率，从而与现有技术相比更有效地防止电池的过充电。

[0028] 本公开的效果不限于上述效果，并且本领域技术人员将从所附权利要求中清楚地理解本文未提及的其他效果。

附图说明

[0029] 附图说明了本公开的优选实施例，并且与以下本公开的详细描述一起用于提供对本公开的技术方面的进一步理解，因此，本公开不应被解释为限于附图。

[0030] 图1是示出根据本公开的实施例的电池组的功能配置的视图。

[0031] 图2是示出根据本公开的另一实施例的用于优化电池的内阻的方法的流程图。

[0032] 图3是示出在描述图2的方法中参考的示例性电压-电流特性曲线的曲线图。

[0033] 图4是用于在描述如上面参考图2和图3描述的基于内阻确定的限制充电电流与基于最佳电阻确定的限制充电电流之间的差异中参考的曲线图。

具体实施方式

[0034] 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中使用的术语或词语不应被解释为限于一般和词典含义,而是在允许发明人适当地限定术语以获得最佳解释的原则的基础上,基于与本公开的技术方面对应的含义和概念来解释。

[0035] 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,但是并不旨在完全描述本公开的技术方面,因此应该理解的是,在提交申请时可以对其进行各种其他的等同和修改。

[0036] 另外,在描述本公开时,当认为相关已知元件或功能的某些详细描述使得本公开的关键主题模糊时,在此省略详细描述。

[0037] 包括诸如“第一”、“第二”的序数的术语可用于区分各种元件其中的一个元件与另一元件,但不旨在通过术语限制元件。

[0038] 除非上下文另有明确指示,否则将理解,当在本说明书中使用术语“包括”或“包含”指定所述元件的存在,但不排除存在或添加一个或多个其他元件。另外,这里使用的术语<控制单元>意指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单独或组合实现。

[0039] 另外,在整体说明书中,将进一步理解,当元件被称为“连接”到另一元件时,它能够直接连接到其他元件或者可以存在介入元件。

[0040] 图1是示出根据本公开的实施例的电池组1的功能配置的视图。

[0041] 参照图1,电池组1包括电池10、开关20和电池管理系统100。开关20被配置为响应于来自电池管理系统100的开关信号(例如,脉冲宽度调制信号)来调节电池10的充电电流和/或放电电流的大小。在下文中,假设放电电流被测量为正值,而充电电流被测量为负值。

[0042] 电池管理系统100电耦合到电池10,并配置为监测和控制电池10的状态。电池管理系统100包括感测单元110、存储器120、控制单元130和通信接口140。

[0043] 感测单元110可以包括电流测量单元111。电流测量单元111以预定的周期来测量流过电池10的电流,并且将指示所测量的电流的电流信号发送到控制单元130。在电池10的放电期间的电流可以被称为“放电电流”,并且在电池10的充电期间的电流可以被称为“充电电流”。控制单元130可以将将从电流测量单元111发送的模拟形式的电流信号转换为数字形式的电流数据。

[0044] 感测单元110还可包括电压测量单元112。电压测量单元112以预定的周期测量电池10的端子电压,并且将指示所测量的端子电压的电压信号发送到控制单元130。控制单元130可以将将从电压测量单元112发送的模拟形式的电压信号转换为数字形式的电压数据。

[0045] 感测单元110还可包括温度测量单元113。温度测量单元113以预定的周期测量电池10的温度,并且将指示所测量的温度的温度信号发送到控制单元130。控制单元130可以将将从温度测量单元113发送的模拟形式的温度信号转换为数字形式的温度数据。电流测量单元111、电压测量单元112和温度测量单元113可以彼此时间同步地操作。

[0046] 存储器120被配置为存储多个电压-电流特性曲线。每个电压-电流特性曲线包括起点、终点和多个中间点。起点指示在充电电流为0A时测量的开路电压(OCV)。终点指示在以等于预设的充电电流的上限的恒定电流进行脉冲充电时测量的电压。每个中间点指示当

以大于0A且小于充电电流的上限的恒定电流对电池10进行脉冲充电时测量的电池10的电压。

[0047] 每个电压-电流特性曲线可以与特定充电状态(SOC)和特定温度相关联。例如,多个电压-电流特性曲线中的一个可以与80%SOC和-20°C的温度相关联,而另一电压-电流特性曲线可以与80%SOC和25°C的温度相关联。当然,与其他SOC和温度相关联的各个电压-电流特性曲线可以存储在存储器120中。

[0048] 存储器120可以附加地存储电池管理系统100的整个操作所需的数据、指令和软件。存储器120可以包括闪存类型、硬盘类型、固态硬盘(SSD)类型、硅磁盘驱动器(SDD)类型、微型多媒体卡类型、随机存取存储器(RAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、只读存储器(ROM)、电可擦可编程只读存储器(EEPROM)和可编程只读存储器(PROM)的存储介质中的至少一种类型。

[0049] 控制单元130可操作地耦合到感测单元110、存储器120和通信接口140。控制单元130可以基于从感测单元110发送的电流信号、电压信号和/或温度信号来估计电池10的SOC。控制单元130可以使用安培计数基于电流信号以预定的周期来更新电池10的SOC。可替代地,控制单元130可以使用除安培计数之外的诸如扩展卡尔曼滤波器的本领域公知的方法以预定的周期来更新电池10的SOC。

[0050] 控制单元130可基于从感测单元110发送的温度信号来确定电池10的温度,并基于所估计的SOC和所确定的温度从多个电压-电流特性曲线中确定参考曲线。参考曲线可以为多个电压-电流特性曲线中的、与所估计的SOC和所确定的温度相对应的一个。

[0051] 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器单元中的至少一个物理地实现控制单元130。

[0052] 通信接口140可以耦合到诸如电动车辆的ECU的外部设备2,以使得能够在它们之间进行通信。通信接口140可以从外部设备2接收命令消息,并且将所接收的命令消息提供给控制单元130。命令消息可以是要求激活设备的特定功能的消息。通信接口140可以将来自控制单元130的通知消息发送到外部设备2。通知消息可以是用于将控制单元130执行的功能的结果通知给外部设备2的消息。

[0053] 图2是示出根据本公开的另一实施例的用于优化电池10的内阻的方法的流程图,且图3是示出在描述图2的方法中参考的示例性电压-电流特性曲线的曲线图。

[0054] 参照图2,在步骤S200中,控制单元130使用感测单元110来测量电池10的充电电流 I_{chr} 和温度。

[0055] 在步骤S210中,控制单元130基于电池10的SOC(例如80%SOC)和所测量的温度(例如25°C),从存储在存储器120中的多个电压-电流特性曲线确定参考曲线。换句话说,通过步骤S210确定的参考曲线是多个电压-电流特性曲线中的、与电池10的SOC(例如80%SOC)和温度(例如25°C)相对应的一个。为了确定参考曲线,控制单元130可以在执行步骤S210之前,基于来自感测单元110的电流信号、电压信号和/或温度信号将电池10的SOC和温度中的每一个更新为最新值。

[0056] 图3中所示的电压-电流特性曲线300举例说明了由步骤S210确定的,并且可以是存储在存储器120中的多个电压-电流特性曲线300当中的、与80%SOC和25°C的温度相关联

的一个的参考曲线。

[0057] 假设电压-电流特性曲线300包括总共五个点,即,起点 P_{start} 、中间点 P_{inter_1} 、 P_{inter_2} 、 P_{inter_3} 、以及终点 P_{end} 。如上所述,三个中间点 P_{inter_1} 、 P_{inter_2} 、 P_{inter_3} 位于起点 P_{start} 和终点 P_{end} 之间。

[0058] 在其中以与电池10相同的电气和化学性质制造的另一电池的SOC和温度中的每一个均匀地保持在特定值的状况下,电压-电流特性曲线300可以由在以不同大小的恒定电流 I_{start} 、 I_{inter_1} 、 I_{inter_2} 、 I_{inter_3} 、 I_{end} 重复地对另一电池进行脉冲充电达预定的时间(例如,10秒)时测量的另一电池的端子电压 V_{start} 、 V_{inter_1} 、 V_{inter_2} 、 V_{inter_3} 、 V_{end} 来限定。例如, V_{inter_1} 是在另一电池的SOC和温度为80%和25°C的状况下以 I_{inter_1} 对另一电池进行充电达10秒时测量的电压; V_{inter_2} 是在另一电池的SOC和温度为80%和25°C的状况下以 I_{inter_2} 对另一电池进行充电达10秒时测量的电压; V_{inter_3} 是在另一电池的SOC和温度为80%和25°C的状况下以 I_{inter_3} 对另一电池进行充电达10秒时测量的电压;以及, V_{end} 是在另一电池的SOC和温度为80%和25°C的状况下以 I_{end} 对另一电池进行充电达10秒时测量的电压。

[0059] 当然,不同于图3,电压-电流特性曲线300可以包括仅一个或两个中间点或者四个或更多个中间点。

[0060] 限定电压-电流特性曲线300的每个点被表示为电压-电流对。具体地,起点 $P_{start} = (V_{start}, I_{start})$, 终点 $P_{end} = (V_{end}, I_{end})$, 中间点 $P_{inter_1} = (V_{inter_1}, I_{inter_1})$, 中间点 $P_{inter_2} = (V_{inter_2}, I_{inter_2})$, 并且中间点 $P_{inter_3} = (V_{inter_3}, I_{inter_3})$ 。 V_{start} 是当充电电流为 I_{start} 时检测到的端子电压, V_{inter_1} 是当充电电流为 I_{inter_1} 时检测到的端子电压, V_{inter_2} 是当充电电流为 I_{inter_2} 时检测到的端子电压, V_{inter_3} 是当充电电流为 I_{inter_3} 时检测到的端子电压,并且 V_{end} 是当充电电流为 I_{end} 时检测到的端子电压。

[0061] $V_{ocv} = V_{start} < V_{inter_1} < V_{inter_2} < V_{inter_3} < V_{end}$, 并且 $I_{start} < I_{inter_1} < I_{inter_2} < I_{inter_3} < I_{end} = I_{max}$ 。 V_{ocv} 表示在SOC 80%和25°C的温度的电池10的OCV。 I_{max} 表示充电电流的上限,并且可以是为了防止电池10被过电流损坏而给出的值。 V_{end} 可以等于预设的充电电压的上限 V_{max} 。控制单元130可以控制电池10的充电电流以防止超过充电电流的上限 I_{max} 的电流流过电池10。

[0062] 在步骤S220中,控制单元130基于起点 P_{start} 和终点 P_{end} 确定电池10的内阻 R_{int} 。详细地,经过起点 P_{start} 和终点 P_{end} 的直线可以由下面的等式1表示。

[0063] <等式1>

$$[0064] \quad V = V_{ocv} + R_{int} \cdot I$$

[0065] 内阻 R_{int} 是通过将起点 P_{start} 和终点 P_{end} 中的每个的电压和电流代入等式1的V和I而获得的联立方程的解,并且控制单元130可以使用下面的等式2来确定内阻 R_{int} 。

[0066] <等式2>

$$[0067] \quad R_{int} = \frac{V_{end} - V_{start}}{I_{end} - I_{start}}$$

[0068] 替代地,内阻 R_{int} 可以是针对电压-电流特性曲线300预存储在存储器120中的值,并且在这种情况下,代替执行步骤S220,控制单元130可以从存储器120读取内阻 R_{int} 。

[0069] 在步骤S230中,控制单元130从参考曲线300确定参考点 P_{ref} 。参考点 P_{ref} 是电压-电流特性曲线300中包括的中间点 P_{inter_1} 、 P_{inter_2} 、 P_{inter_3} 中的一个。当 $k=1, 2, 3$ 时,控制单元130可以使用下面等式3来计算经过中间点 P_{inter_k} 和终点 P_{end} 的直线的斜率 G_k 。

[0070] <等式3>

$$[0071] \quad G_k = \frac{V_{\text{end}} - V_{\text{inter}_k}}{I_{\text{end}} - I_{\text{inter}_k}}$$

[0072] 控制单元130可以将所计算的直线的斜率最小的一个中间点设置为参考点。例如，如图3的电压-电流特性曲线300所示，当 $G_1 > G_2 > G_3$ 时，控制单元130可以将 P_{inter_3} 设置为参考点 P_{ref} 。

[0073] 替代地，控制单元130可以将中间点 P_{inter_1} 、 P_{inter_2} 、 P_{inter_3} 当中的、最接近终点 P_{end} 的中间点 P_{inter_3} 设置为参考点 P_{ref} 。

[0074] 在步骤S240中，控制单元130基于参考点 P_{ref} 和终点 P_{end} 确定低于内阻 R_{int} 的参考电阻 R_{ref} 。

[0075] 详细地，可以通过下面的等式4来表示经过参考点 P_{ref} 和终点 P_{end} 的直线。

[0076] <等式4>

$$[0077] \quad V = V_{\text{new}} + R_{\text{ref}} I$$

[0078] 在等式4中，如图3所示， V_{new} 是经过参考点 P_{ref} 的、与 R_{ref} 相同斜率的直线与V轴相交处的点的电压。

[0079] V_{new} 和参考电阻 R_{ref} 是通过将参考点 P_{ref} 和终点 P_{end} 中的每一个的电压和电流代入等式4的V和I而获得的联立方程的两个解，控制单元130可以使用下面的等式5来确定参考电阻 R_{ref} 。

[0080] <等式5>

$$[0081] \quad R_{\text{ref}} = \frac{V_{\text{ref}} - V_{\text{end}}}{I_{\text{ref}} - I_{\text{end}}}$$

[0082] 如在以上示例中，当参考点 P_{ref} 是中间点 P_{inter_3} 时，等式5中 $V_{\text{ref}} = V_{\text{inter}_3}$ 且 $I_{\text{ref}} = I_{\text{inter}_3}$ 。

[0083] 替代地，参考电阻 R_{ref} 可以是针对电压-电流特性曲线300预存储在存储器120中的值，并且在这种情况下，代替执行步骤S230和S240，控制单元130可以从存储器120读取参考电阻 R_{ref} 。

[0084] 参照图3，因为中间点 P_{inter_1} 、 P_{inter_2} 、 P_{inter_3} 位于经过起点 P_{start} 和终点 P_{end} 的直线的上方，所以本领域技术人员将容易理解，参考电阻 R_{ref} 低于内阻 R_{int} 。

[0085] 在步骤S250中，控制单元130基于所测量的充电电流 I_{chr} 、内阻 R_{int} 、参考电阻 R_{ref} 和充电电流的上限 I_{max} 来确定最佳电阻 R_{opt} 。在该实例中，最佳电阻 R_{opt} 大于内阻 R_{int} 。在通过步骤S250确定的最佳电阻 R_{opt} 等于或低于内阻 R_{int} 时，则控制单元130可以确定在执行步骤S200至S250中的至少一个步骤期间发生了误差，并且返回到步骤S210。

[0086] 在终点 P_{end} 的电压 V_{end} 和电流 I_{end} 分别被代入等式1的V和I时，可以给出下面的等式6。

[0087] <等式6>

$$[0088] \quad V_{\text{end}} = V_{\text{ocv}} + R_{\text{int}} I_{\text{end}}$$

[0089] 在终点 P_{end} 的电压 V_{end} 和电流 I_{end} 分别被代入等式4的V和I时，可以给出下面的等式7。

[0090] <等式7>

[0091] $V_{\text{end}} = V_{\text{new}} + R_{\text{ref}} I_{\text{end}}$

[0092] 针对 V_{new} 重写等式7,可以给出下面的等式8。

[0093] <等式8>

[0094] $V_{\text{new}} = V_{\text{end}} - R_{\text{ref}} I_{\text{end}}$

[0095] 当将等式6的右侧 $V_{\text{ocv}} + R_{\text{int}} I_{\text{end}}$ 代入等式8的 V_{end} 时,可以给出下面的等式9。

[0096] <等式9>

[0097] $V_{\text{new}} = (V_{\text{ocv}} + R_{\text{int}} I_{\text{end}}) - R_{\text{ref}} I_{\text{end}} = V_{\text{ocv}} + (R_{\text{int}} - R_{\text{ref}}) I_{\text{end}}$

[0098] 在图3中, P_{chr} 是位于经过参考点 P_{ref} 和终点 P_{end} 的直线上的充电点。充电点 P_{chr} 的电流是充电电流 I_{chr} 。因此,充电点 P_{chr} 的电压 V_{chr} 可以由来自等式4的下面的等式10表示。

[0099] <等式10>

[0100] $V_{\text{chr}} = V_{\text{new}} + R_{\text{ref}} I_{\text{chr}}$

[0101] 当将等式9的右侧 $V_{\text{ocv}} + (R_{\text{int}} - R_{\text{ref}}) I_{\text{end}}$ 代入等式10的 V_{new} 时,可以给出下面的等式11。

[0102] <等式11>

[0103] $V_{\text{chr}} = V_{\text{ocv}} + (R_{\text{int}} - R_{\text{ref}}) I_{\text{end}} + R_{\text{ref}} I_{\text{chr}}$

[0104] 可以通过下面的等式12来表示经过起点 P_{start} 和充电点 P_{chr} 的直线。

[0105] <等式12>

[0106] $V = V_{\text{ocv}} + R_{\text{opt}} I$

[0107] 最佳电阻 R_{opt} 指示经过起点 P_{start} 和充电点 P_{chr} 的直线的斜率。当如下将充电点 P_{chr} 的电压 V_{chr} 和电流 I_{chr} 代入等式12的 V 和 I 时,可以给出等式13。

[0108] <等式13>

[0109] $R_{\text{opt}} = \frac{V_{\text{chr}} - V_{\text{ocv}}}{I_{\text{chr}}}$

[0110] 当将等式11的右侧 $V_{\text{ocv}} + (R_{\text{int}} - R_{\text{ref}}) I_{\text{end}} + R_{\text{ref}} I_{\text{chr}}$ 代入等式13的 V_{chr} 时,可以给出下面的等式14。

[0111] <等式14>

[0112] $R_{\text{opt}} = \frac{\{V_{\text{ocv}} + (R_{\text{int}} - R_{\text{ref}}) I_{\text{end}} + R_{\text{ref}} I_{\text{chr}}\} - V_{\text{ocv}}}{I_{\text{chr}}} = \frac{(R_{\text{int}} - R_{\text{ref}}) I_{\text{end}}}{I_{\text{chr}}} + R_{\text{ref}}$

[0113] 控制单元130可以使用等式14确定最佳电阻 R_{opt} 。即,控制单元130可以通过将通过步骤S210至S240获得的 R_{int} 、 R_{ref} 、 I_{chr} 和 I_{end} 代入等式14中来确定最佳电阻 R_{opt} 。

[0114] 如上所述,由于 R_{int} 大于 R_{ref} ,所以 R_{opt} 大于 R_{int} 。因此,与在电池10的充电期间使用 R_{int} 来控制输出功率相比,在电池10的充电期间使用 R_{opt} 来控制输出功率可以更有效地防止电池10的过充电。

[0115] 图4是在描述如上面参考图2和图3描述的基于内阻确定的限制充电电流与基于最佳电阻确定的限制充电电流之间的差异中参考的曲线图。

[0116] 参照图4,在根据电池10的使用状态测量充电电流 I_{chr} 时,电池10可以具有极化电压 ΔV_{pola} 。例如,极化电压 ΔV_{pola} 可以大于0V。控制单元130可以使用诸如最小二乘算法的已知数据拟合方法来确定反映在电池10的端子电压上的极化电压 ΔV_{pola} 。

[0117] 当发生极化电压 ΔV_{pola} 时,图3中所示的电压-电流特性曲线300可以被修改使得

其沿图4中所示的V轴偏移 ΔV_{pola} 。因此,起点 P_{start} 偏移到 P_{start_pola} , 终点 P_{end} 偏移到 P_{end_pola} 。在该实例中, $P_{start_pola} = (V_{OCV} + \Delta V_{pola}, 0)$, $P_{end_pola} = (V_{end} + \Delta V_{pola}, I_{max})$ 。尽管未示出,但是图3的中间点 P_{inter_1} 、 P_{inter_2} 、 P_{inter_3} 也沿V轴偏移 ΔV_{pola} 。

[0118] 为了反映极化电压 ΔV_{pola} , 等式1可以被改变为下面的等式15, 等式12可以被改变为下面的等式16。

[0119] <等式15>

$$[0120] \quad V = (V_{OCV} + \Delta V_{pola}) + R_{int} I$$

[0121] <等式16>

$$[0122] \quad V = (V_{OCV} + \Delta V_{pola}) + R_{opt} I$$

[0123] 为了防止电池10过充电, 期望考虑极化电压 ΔV_{pola} 来确定电池10的限制充电电流。

[0124] 基于内阻 R_{int} 的限制充电电流 I_{limit_1} 可以使用以下与等式15相关的等式17来确定。

[0125] <等式17>

$$[0126] \quad I_{limit_1} = \frac{V_{max} - (V_{ocv} + \Delta V_{pola})}{R_{int}}$$

[0127] 相反, 控制单元130可以使用以下与等式16相关的等式18来确定基于最佳电阻 R_{opt} 的限制充电电流 I_{limit_2} 。

[0128] <等式18>

$$[0129] \quad I_{limit_2} = \frac{V_{max} - (V_{ocv} + \Delta V_{pola})}{R_{opt}}$$

[0130] 由于 R_{opt} 大于 R_{int} , 因此 I_{limit_2} 低于 I_{limit_1} 。因此, 当代替 I_{limit_1} 而将 I_{limit_2} 确定为电池10的限制充电电流时, 电池10的端子电压的增加量减小与 $(I_{limit_2} - I_{limit_1})$ 相对应的量, 从而有效地防止了电池10过充电。

[0131] 控制单元130可以调节输出到开关20的开关信号的占空比, 以防止超过所确定的限制充电电流 I_{limit_2} 的充电电流的流动。

[0132] 上面描述的本公开的实施例不仅通过装置和方法来实现, 并且可以通过实现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该程序的记录介质来实现, 并且本领域技术人员可以从先前描述的实施例的公开内容中容易地实现该实施方式。

[0133] 虽然以上已经针对限制数量的实施例和附图描述了本公开, 但是本公开不限于此, 并且对于本领域技术人员而言显而易见的是, 可以在本公开的技术方面和所附权利要求的等同范围内对本公开进行各种修改和改变。

[0134] 另外, 本领域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、修改和改变, 并且本公开不限于上述实施例和附图, 并且每个实施例可以部分或整体选择性地组合以允许各种修改。

[0135] 参考数字的说明

[0136] 1: 电池组

[0137] 10: 电池

[0138] 20: 开关

- [0139] 100: 电池管理系统
- [0140] 110: 感测单元
- [0141] 120: 存储器
- [0142] 130: 控制单元
- [0143] 140: 通信接口。

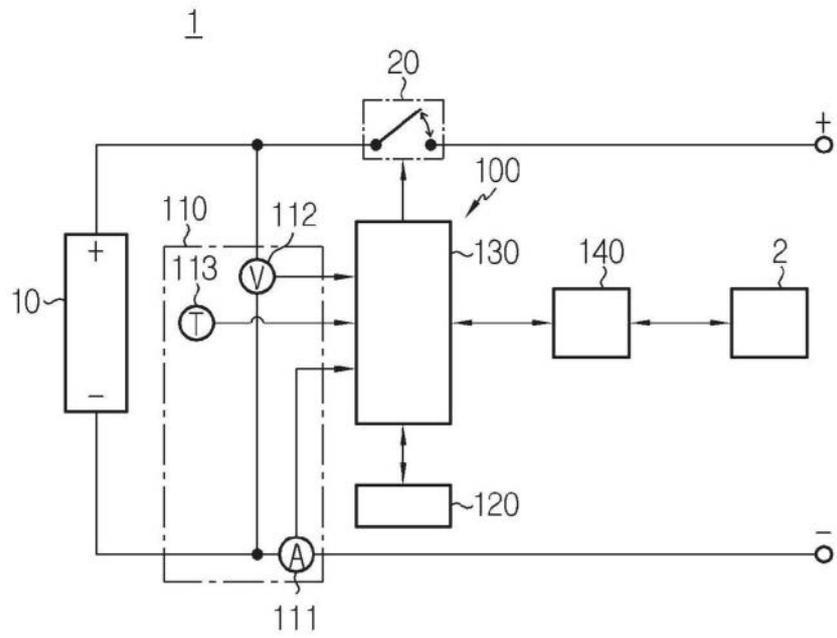


图1

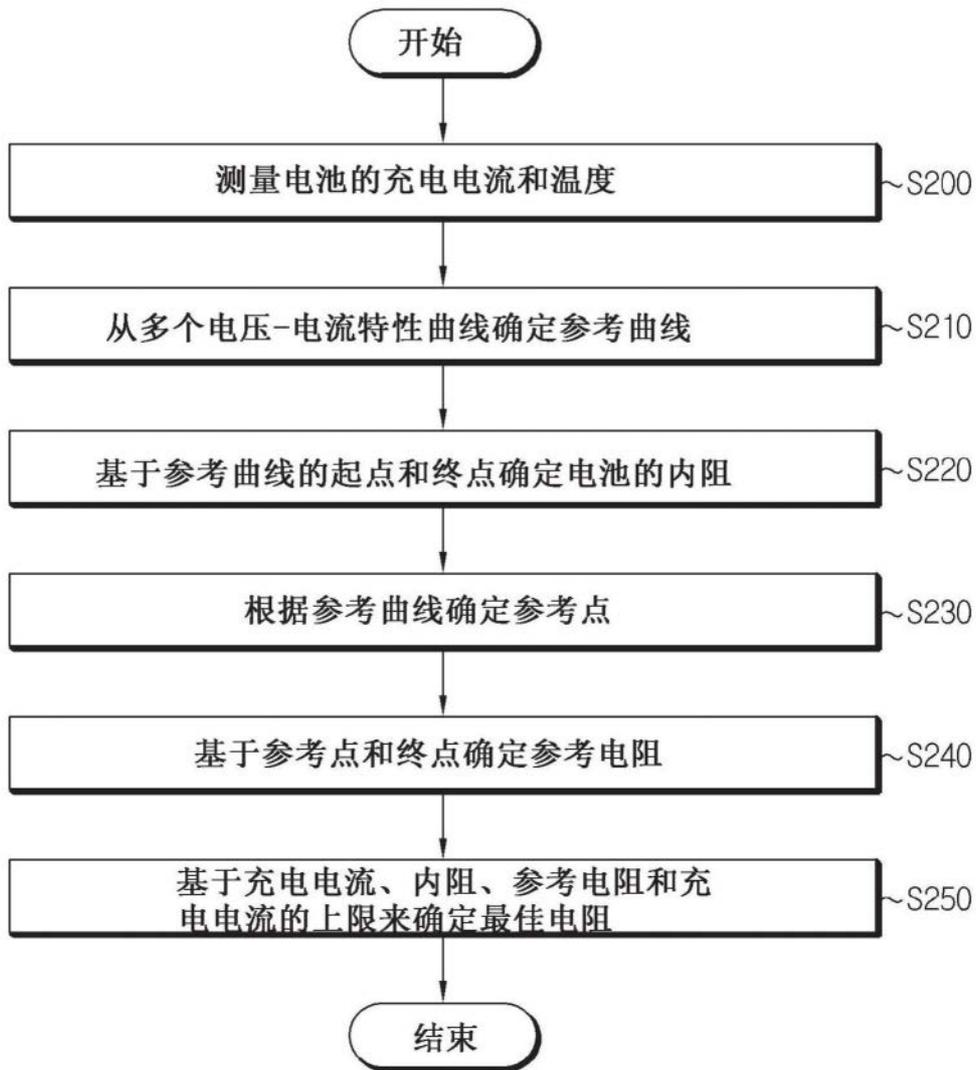


图2

$$\begin{aligned}
 P_{\text{start}} &= (V_{\text{start}}, I_{\text{start}}) = (V_{\text{OCV}}, 0\text{A}) \\
 P_{\text{inter}_1} &= (V_{\text{inter}_1}, I_{\text{inter}_1}) \\
 P_{\text{inter}_2} &= (V_{\text{inter}_2}, I_{\text{inter}_2}) \\
 P_{\text{inter}_3} &= (V_{\text{inter}_3}, I_{\text{inter}_3}) \\
 P_{\text{end}} &= (V_{\text{end}}, I_{\text{end}}) = (V_{\text{end}}, I_{\text{max}})
 \end{aligned}$$

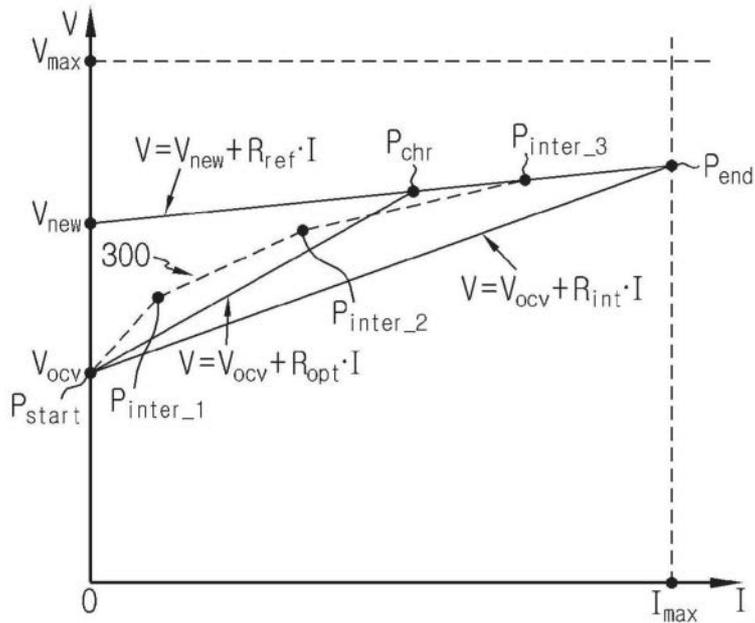


图3

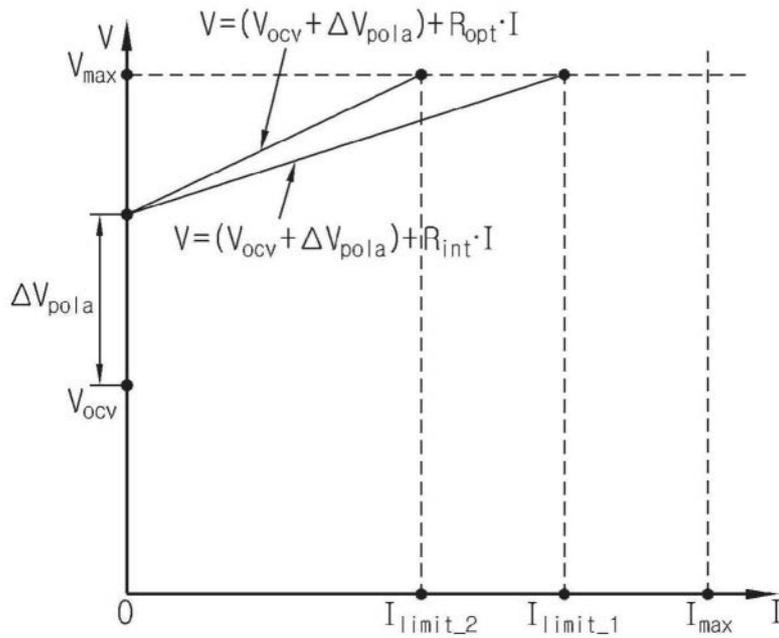


图4