



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109994792 B
(45) 授权公告日 2025. 01. 24

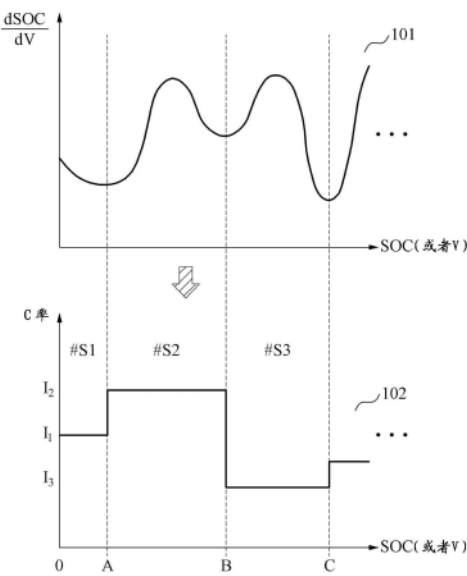
(21) 申请号 201811358051.6
(22) 申请日 2018.11.15
(65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 109994792 A
(43) 申请公布日 2019.07.09
(30) 优先权数据
 10-2017-0183621 2017.12.29 KR
(73) 专利权人 三星电子株式会社
 地址 韩国京畿道
(72) 发明人 吴德镇 成映勋 林柱完 郑大龙
(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
 11105
 专利代理师 钱大勇

(51) Int.Cl.
 H01M 10/44 (2006.01)
 H02J 7/00 (2006.01)
(56) 对比文件
 EP 3358704 A1, 2018.08.08
 US 2019168617 A1, 2019.06.06
 WO 2017030309 A1, 2017.02.23
审查员 张默瑶

权利要求书3页 说明书13页 附图12页

(54) 发明名称
 电池充电方法和装置

(57) 摘要
 一种电池充电方法,包括:基于电压或充电状态(SOC)获取充电量或SOC相对于电池的电压的微分值的函数关系;通过分析函数关系确定电池充电的充电步骤;和产生充电简档,充电简档包括用于每个充电步骤的充电电流以对电池充电。



1. 一种处理器实现的电池充电方法,包括:
基于电压或充电状态SOC获取电池的充电量或SOC相对于电压的微分值的函数关系;
通过分析函数关系确定电池充电的充电步骤;
确定充电电流比,包括基于对应于充电步骤的主电化学反应获取每个充电步骤的阻抗和基于获取的阻抗确定每个充电步骤的充电电流比;和
基于充电电流比产生充电简档,充电简档包括用于每个充电步骤的充电电流以对电池充电,
其中,所述函数关系表示响应于电池被充电而增加的电压或SOC与响应于电池被充电而变化的微分值之间的对应关系,并且所述函数关系的水平轴表示响应于电池被充电而增加的电压或者被映射到响应于电池被充电而增加的电压的SOC,而所述函数关系的垂直轴表示响应于电池被充电而变化的微分值,并且
其中,确定充电步骤包括:
基于响应于电池被充电时主电化学反应的变化对函数关系进行分段;和
基于函数关系被分段成的区域确定充电步骤,以及主电化学反应是基于响应于电池被充电而发生的多个电化学反应来确定的。
2. 如权利要求1所述的电池充电方法,其中,确定充电步骤包括:
基于其中微分值从增加变为减小的范围来分段函数关系;和
基于范围来确定充电步骤。
3. 如权利要求1所述的电池充电方法,其中,确定充电步骤包括:
检测函数关系中的至少一个峰值;和
基于检测到的峰值确定充电步骤。
4. 如权利要求3所述的电池充电方法,其中,
基于检测到的峰值确定充电步骤包括:
基于函数关系上的第一负峰值确定对应于第一充电步骤的开始的第一SOC或第一电压;和
基于在第一负峰值之后检测到的第二负峰值确定对应于第一充电步骤的结束和第二充电步骤的开始的第二SOC或第二电压,以及
第一负峰值和第二负峰值是微分值从减小变为增加的点。
5. 如权利要求3所述的电池充电方法,其中,基于检测到的峰值确定充电步骤包括:
基于检测到的峰值确定充电步骤的数量;和
确定与充电步骤的数量相对应的充电步骤。
6. 如权利要求1所述的电池充电方法,其中,
确定每个充电步骤的充电电流比是基于对应于充电步骤的电化学特性来的。
7. 如权利要求1所述的电池充电方法,其中,确定充电电流比还包括将充电电流比设定为响应于阻抗增加而减小。
8. 如权利要求1所述的电池充电方法,其中,获取阻抗包括以下中的至少一个:
通过对每个充电步骤执行电阻抗谱(EIS)分析来估计阻抗;和
基于对应于充电步骤的直流内阻(DCIR)估计阻抗。
9. 如权利要求1所述的电池充电方法,其中,充电电流通过以下确定:

获取充电条件,充电条件包括所需充电时间、所需充电量和至少一个内部状态限制条件;和

基于充电条件和充电电流比,从电化学模型确定每个充电步骤的充电电流。

10.如权利要求9所述的电池充电方法,其中,从电化学模型确定充电电流包括:

基于所需的充电时间和所需的充电量,确定对应于充电电流比的每个充电步骤的初始充电电流;

使用电化学模型,对于每个充电步骤,估计施加初始充电电流的电池的至少一个内部状态;和

根据估计的内部状态是否达到每个充电步骤的至少一个内部状态限制条件,调节初始充电电流,并确定每个充电步骤的充电电流。

11.如权利要求9所述的电池充电方法,其中,从电化学模型确定充电电流包括基于充电条件和充电电流比调整每个充电步骤的范围。

12.如权利要求9所述的电池充电方法,其中所述内部状态限制条件包括阳极过电位条件、阴极过电位条件、阳极活性材料表面锂离子浓度条件、阴极活性材料表面锂离子浓度条件、电池单元电压条件和SOC条件中的任何两个或更多个中的任何一个或任意组合。

13.如权利要求1所述的电池充电方法,其中,获取函数关系包括:

获取电池的温度和健康状态SOH中的至少一个;和

基于所获取的温度和所获取的SOH中的至少一个来获取函数关系。

14.一种存储指令的非暂时性计算机可读存储介质,所述指令在由处理器执行时使所述处理器执行权利要求1所述的电池充电方法。

15.一种电池充电装置,包括:

处理器,被配置为:

基于电压或充电状态SOC获取电池的充电量或SOC相对于电压的微分值的函数关系;

通过分析函数关系确定电池充电的充电步骤;

确定充电电流比,包括基于对应于充电步骤的主电化学反应获取每个充电步骤的阻抗和基于获取的阻抗确定每个充电步骤的充电电流比;和

基于充电电流比产生充电简档,充电简档包括用于每个充电步骤的充电电流以对电池充电,

其中,所述函数关系表示响应于电池被充电而增加的电压或SOC与响应于电池被充电而变化的微分值之间的对应关系,并且所述函数关系的水平轴表示响应于电池被充电而增加的电压或者被映射到响应于电池被充电而增加的电压的SOC,而所述函数关系的垂直轴表示响应于电池被充电而变化的微分值,并且

其中,确定充电步骤包括:

基于响应于电池被充电时主电化学反应的变化对函数关系进行分段;和

基于函数关系被分段成的区域确定充电步骤,以及主电化学反应是基于响应于电池被充电而发生的多个电化学反应来确定的。

16.一种处理器实现的电池充电方法,包括:

基于电压或充电状态SOC获取电池的充电量相对于电压的微分值的函数关系;

通过分析函数关系确定电池充电的充电步骤;

确定充电电流比,包括基于对应于充电步骤的主电化学反应获取每个充电步骤的阻抗和基于获取的阻抗确定每个充电步骤的充电电流比;

设定充电时间;和

基于充电时间、充电电流比和充电量产生充电简档以管理电池,

其中,所述函数关系表示响应于电池被充电而增加的电压或SOC与响应于电池被充电而变化的微分值之间的对应关系,并且所述函数关系的水平轴表示响应于电池被充电而增加的电压或者被映射到响应于电池被充电而增加的电压的SOC,而所述函数关系的垂直轴表示响应于电池被充电而变化的微分值,并且

其中,确定充电步骤包括:

基于响应于电池被充电时主电化学反应的变化对函数关系进行分段;和

基于函数关系被分段成的区域确定充电步骤,以及主电化学反应是基于响应于电池被充电而发生的多个电化学反应来确定的。

17. 如权利要求16所述的电池充电方法,其中,通过用户的输入来设置充电时间。

18. 如权利要求16所述的电池充电方法,其中,充电时间由电池的充电系统确定和设定。

19. 如权利要求18所述的电池充电方法,其中,充电时间对应于电池的快速充电模式。

20. 如权利要求17所述的电池充电方法,其中所述充电量表示所述电池的估计内部状态。

21. 如权利要求20所述的电池充电方法,其中所述充电量代表SOC。

22. 如权利要求17所述的电池充电方法,其中,所述充电简档包括用于对所述电池充电的每个充电步骤的充电电流。

23. 如权利要求22所述的电池充电方法,其中,电池充电装置基于充电量确定充电时间内的充电是否足以对电池充电。

24. 如权利要求23所述的电池充电方法,其中,当电池充电不足时,电池充电装置产生充电简档并对电池充电。

25. 如权利要求22所述的电池充电方法,其中,充电简档中的充电电流在所需充电时间减少时增加,并且在所需充电时间增加时减小。

电池充电方法和装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2017年12月29日在韩国知识产权局提交的韩国专利申请:编号10-2017-0183621的优先权,其公开内容通过引入在此整体并入以用于所有目的。

技术领域

[0003] 以下描述涉及对电池进行充电的技术。

背景技术

[0004] 电池用作例如移动设备或机动车辆(EV)的电源,并且提供了用于对电池充电的各种方案。通常,可以使用恒定电流-恒定电压(CC-CV)充电方案。在CC-CV充电方案中,电池以恒定电流(CC)充电,直到电池电压达到预定电压,然后以恒定电压(CV)充电,直到电池电流达到低预设电流。或者,可以使用以多个步骤(从高电流到低电流)用CC对电池充电的多步充电方案和/或在短时间单元中重复施加脉冲电流的脉冲充电方案。

[0005] 由于在CC-CV充电方案中在CV条件下需要相对大量的时间,因此CC-CV充电方案不适合于快速充电。在逐步充电方案和脉冲充电方案中,电池由于快速充电而劣化。而且,无论电池的内部状态如何,基于经验的充电方案都在控制电池劣化上收到限制,并且缩短充电时间的效果受到限制。随着使用移动设备或包括电池的EV的用户数量的增加,快速充电变得更加有益。

发明内容

[0006] 提供本发明内容是为了以简化的形式介绍一些概念,这些概念将在下面的具体实施方式中进一步描述。本发明内容不旨在标识所要求保护的主题的关键特征或必要特征,也不旨在用于帮助确定所要求保护的主题的范围。

[0007] 在一个总体方面,一种电池充电方法包括:基于电压或充电状态(SOC)获取充电量或SOC相对于电池的电压的微分值的函数关系;通过分析函数关系确定电池充电的充电步骤;和产生充电简档,充电简档包括用于每个充电步骤的充电电流以对电池充电。

[0008] 函数关系可以表示表示响应于正在充电的电池而增加的电压或SOC与响应于电池被充电而改变的微分值之间的对应关系。

[0009] 函数关系的水平轴可以表示响应于电池被充电而增加的电压或者被映射到响应于电池被充电而增加的电压的SOC,并且函数关系的垂直轴可以表示响应于电池充电而变化的微分值。

[0010] 确定充电步骤可以包括:根据响应于电池充电时主电化学反应的变化对函数关系进行分段;和基于函数关系被分段成的区域确定充电步骤,以及主电化学反应是基于响应于电池充电而发生的许多电化学反应来确定的。

[0011] 确定充电步骤可以包括基于其中微分值从增加变为减小的范围来分段函数关系;并根据范围确定充电步骤。

[0012] 确定充电步骤可以包括检测函数关系上的至少一个峰值;并根据检测到的峰值确定充电步骤。

[0013] 基于检测到的峰值确定充电步骤可以包括基于函数关系上的第一负峰值确定对应于第一充电步骤的开始的第一SOC或第一电压;和基于在第一负峰值之后检测到的第二负峰值确定对应于第一充电步骤的结束和第二充电步骤的开始的第二SOC或第二电压,以及第一负峰值和第二负峰值是微分值从减小变为增加的点。

[0014] 基于检测到的峰值确定充电步骤可以包括基于检测到的峰值确定充电步骤的数量;并确定与充电步骤的数量相对应的充电步骤。

[0015] 充电简档的生成可以包括:基于与充电步骤对应的电化学特性,确定每个充电步骤的充电电流比;并且基于充电电流比确定每个充电步骤的充电电流。

[0016] 确定充电电流比可以包括基于对应于充电步骤的主电化学反应来获取每个充电步骤的阻抗;并且基于阻抗确定每个充电步骤的充电电流比。

[0017] 确定充电电流比可以包括将充电电流比设置为响应于阻抗增加而减小。

[0018] 阻抗的获取可以包括以下中的至少一个:通过对每个充电步骤执行电阻抗谱(EIS)分析来估计阻抗;基于对应于充电步骤的直流内阻(DCIR)估算阻抗。

[0019] 确定充电电流包括:获取充电条件,充电条件包括所需充电时间、所需充电量和至少一个内部状态限制条件;和基于充电条件和充电电流比,从电化学模型确定每个充电步骤的充电电流。

[0020] 从电化学模型确定充电电流可以包括:基于所需的充电时间和所需的充电量,确定对应于充电电流比的每个充电步骤的初始充电电流;使用电化学模型,对于每个充电步骤,估计施加初始充电电流的电池的至少一个内部状态;和根据估计的内部状态是否达到每个充电步骤的至少一个内部状态限制条件,调节初始充电电流,并确定每个充电步骤的充电电流。

[0021] 从电化学模型确定充电电流可以包括基于充电条件和充电电流比来调节每个充电步骤的范围。

[0022] 内部状态限制条件可以包括阳极过电位条件、阴极过电位条件、阳极活性材料表面锂离子浓度条件、阴极活性材料表面锂离子浓度条件、电池单元电压条件和SOC条件中的任何两个或更多个中的任何一个或任意组合。

[0023] 获取函数关系可以包括获取电池的温度和健康状态(SOH)中的至少一个;并且基于所获取的温度和所获取的SOH中的至少一个来获取函数关系。

[0024] 在另一个一般方面,电池充电方法包括:响应于电池正被充电,确定每个主电化学反应的充电步骤变化;基于对应于充电步骤的电化学特性确定每个充电步骤的充电电流比;和基于充电电流比产生充电简档,充电简档包括每个充电步骤的充电电流。

[0025] 非暂时性计算机可读存储介质可以存储指令,所述指令在由处理器执行时使处理器执行电池充电方法。

[0026] 在另一总体方面,一种电池充电装置,包括:处理器,被配置为:基于电压或充电状态(SOC)获取充电量或SOC相对于电池的电压的微分值的函数关系;通过分析函数关系确定电池充电的充电步骤;和产生充电简档,充电简档包括用于每个充电步骤的充电电流以对电池充电。

[0027] 在另一个一般方面,一种电池充电装置包括处理器,该处理器被配置为:确定每个主电化学反应的充电步骤,所述主电化学反应响应于电池正被充电而变化;基于对应于充电步骤的电化学特性,确定每个充电步骤的充电电流比;和根据充电电流比,产生包括每个充电步骤的充电电流的充电简档。

[0028] 在另一总体方面,一种电池充电方法包括:基于电压或充电状态(SOC)获取充电量或SOC相对于电池的电压的微分值的函数关系;通过分析函数关系确定电池充电的充电步骤;设定充电时间;和基于充电时间和充电量产生充电简档以管理电池。

[0029] 可以通过用户的输入来设置充电时间。

[0030] 充电时间可以由电池的充电系统确定和设定。

[0031] 充电时间可以对应于电池的快速充电模式。

[0032] 充电量可以表示电池的估计内部状态。

[0033] 充电量可以代表SOC。

[0034] 充电简档可以包括用于对电池充电的每个充电步骤的充电电流。

[0035] 电池充电装置可以基于充电量确定充电时间内的充电是否足以对电池充电。

[0036] 当电池充电不充分时,电池充电装置可以产生充电简档并对电池充电。

[0037] 当所需充电时间减少时,充电简档中的充电电流可以增加,而当所需充电时间增加时,充电简档中的充电电流减小。

[0038] 根据以下详细描述、附图和权利要求,其他特征和方面将是显而易见的。

附图说明

[0039] 图1示出了电池充电方法的示例。

[0040] 图2是示出电池充电方法的示例的流程图。

[0041] 图3示出了生成充电简档的操作的示例。

[0042] 图4A和4B示出了确定充电步骤的操作的示例。

[0043] 图5、6A、6B、7和8示出了生成充电简档的操作的示例。

[0044] 图9是示出电池充电方法的示例的流程图。

[0045] 图10示出了充电简档和电池的内部状态的示例。

[0046] 图11示出了电池充电装置的操作的示例。

[0047] 图12是示出电池充电装置的配置的示例的框图。

[0048] 在整个附图和详细描述中,除非另外描述或规定,否则相同的附图标记将被理解为表示相同的元件、特征和结构。附图可能未按比例绘制,并且为了清楚、说明和方便,可夸大附图中的各元件的相对尺寸、比例和描绘。

具体实施方式

[0049] 提供以下详细描述以帮助读者获得对本文描述的方法、装置和/或系统的全面理解。然而,在理解本申请的公开内容之后,本文描述的方法、装置和/或系统的各种改变、修改和等同物将是显而易见的。例如,这里描述的操作序列仅仅是示例,并且不限于这里阐述的那些,而是除了必须在一定的顺序之外可以改变,在理解本申请的公开内容之后其变得显而易见。而且,为了增加清晰度和简洁性,可以省略对本领域中已知的特征的描述。

[0050] 本文描述的特征可以以不同的形式体现,并且不应被解释为限于本文描述的示例。而是,提供本文描述的示例仅仅是为了说明实现本文所述的方法、装置和/或系统的许多可能方式中的一些,这些方式在理解本申请的公开内容之后将是显而易见的。

[0051] 以下具体结构或功能描述是示例性的,仅用于描述示例,并且示例的范围不限于本说明书中提供的描述。

[0052] 尽管使用术语“第一”或“第二”来解释各种组件,但是组件不限于这些术语。这些术语仅用于区分一个组件与另一个组件。例如,根据本公开的概念,“第一”组件可以被称为“第二”组件,或者类似地,并且“第二”组件可以被称为正确范围内的“第一”组件。

[0053] 应当理解,当组件被称为“连接到”另一组件时,组件可以直接连接或耦合到另一组件,或者可以存在中间组件。

[0054] 这里使用的术语仅用于描述各种示例,并不用于限制本公开。除非上下文另有明确说明,否则冠词“一”、“一个”和“该”也旨在包括复数形式。术语“包括”、“包含”和“具有”指定所述特征、数字、操作、成员、元素和/或其组合的存在,但不排除存在或添加一个或多个其他特征、数字、操作、成员、元素和/或其组合。

[0055] 除非本文另有定义,否则本文使用的所有术语(包括技术或科学术语)具有与本领域普通技术人员通常理解的并且鉴于本申请的公开内容相同的含义。通常使用的词典中定义的术语应被解释为具有与相关领域和本申请的公开内容中的上下文含义相匹配的含义,并且除非本文另有定义,否则不应被解释为理想或过度形式的含义。

[0056] 在下文中,将参考附图在下面详细描述示例,并且相同的附图标记始终表示相同的元件。

[0057] 根据示例,电池充电装置基于响应于电池被充电而发生的电化学反应来产生充电简档。电池充电装置可以使用产生的充电简档快速对电池充电,同时防止电池劣化。为了最小化由于在给定的充电时间内电池充电期间的快速充电导致的电池劣化,电池充电装置可以基于电化学反应和电池的电化学特性产生充电简档。充电简档是为电池充电提供电流的策略,并且表示为充电的C-率序列。C-率将在下面定义。电池充电装置可以基于所生成的充电简档对电池充电。这里,应注意,关于示例或实施例的术语“可以”的使用,例如关于示例或实施例可包括或实现的内容,意味着存在包括这样的特征的至少一个示例或实施例,而所有示例和实施例不限于此。

[0058] 电池充电装置可以确定在电池充电时每个主电化学反应的充电步骤。电化学反应包括在电池充电期间发生的电化学反应。例如,由于在电池的阳极和阴极之间移动的电子和锂离子而可能发生电化学反应,并且可能以复杂的方式在电池内发生不同类型的电化学反应。电化学反应的模式受到例如电池的电流、电压、温度、充电状态(SOC)和健康状态(SOH)的影响。SOC和SOH将在下面定义。可以基于电池的阳极、阴极、电解质或隔板确定电化学反应的类型。

[0059] 例如,响应于电池被充电而发生的电化学反应中的主电化学反应,响应于电池被充电而改变。在该实例中,主要的电化学反应被称为“主电化学反应”。电化学反应是否占优势是基于例如反应的次数或电池的物理化学量来确定的。被定义为主电化学反应的电池的反应数或物理化学量可以基于例如反应的数量或物理化学量大于预定阈值来确定。例如,当电池充电时SOC或电压改变,并且对应于改变的SOC或电压的主电化学反应由充电量或

SOC相对于电压的微分值确定。电池充电装置可以基于响应于电池正在充电而改变的主电化学反应来对SOC或电压范围进行分类,并且确定与分类的SOC或电压范围相对应的充电步骤。

[0060] 电池充电装置可基于对应于充电步骤的电化学特性确定每个充电步骤的充电电流比。电池充电装置可以识别对应于为每个主电化学反应确定的充电步骤的电化学特性。基于电化学反应确定的充电步骤具有影响电池充电的不同电化学特性。例如,对应于充电步骤的电化学特性由对应于充电步骤的阻抗表示,该阻抗基于对应于充电步骤的主电化学反应。电池充电装置可以基于针对每个充电步骤识别的电化学特性来确定充电电流比。电池充电装置可以基于充电电流比产生包括用于每个充电步骤的充电电流的充电简档。

[0061] 电池充电装置可以基于电化学模型估计电池的内部状态,并基于估计的内部状态控制电池的充电。当输入用户期望的充电时间时,电池充电装置可以基于所需的充电量确定在输入充电时间内的充电是否可能。所需的充电量是充电所需的充电量,并且由例如SOC表示。电池充电装置基于估计的电池内部状态和边界条件,在满足用户输入的充电时间的同时导出具有优异电池寿命特性的充电简档。在以下描述中,给定充电时间被称为“所需充电时间”,并且边界条件被称为“内部状态限制条件”。

[0062] 可以由用户或管理者输入或设置所需的充电时间。而且,所需的充电时间可以由电池的充电系统自动设定或者基于各种示例预先设定。例如,对应于电池的快速充电模式的所需充电时间是预先设定为完成充电的时间,并且电池充电装置可以响应于快速充电模式确定是否可以在自动设定的时间内对电池充电,或产生充电简档并为电池充电。下面将参考图1和图2提供电池充电方法的总体描述。下面将参考图3提供充电简档的产生的描述。下面将参考图4A和4B提供确定充电步骤的操作的描述。下面将参考图5、6A和6B提供确定充电电流的操作的描述。下面将参考图7提供用于生成充电简档的信息的描述。下面将参考图8描述产生充电简档的方法的示例。下面将参考图9描述电池充电方法的示例。下面将参考图10提供电池内部状态的描述。下面将参考图11描述电池充电方法的应用示例,以及将参照图12描述电池充电装置的配置的示例。

[0063] 图1是表示电池充电方法的示例的图。图2是示出电池充电方法的示例的流程图。

[0064] 参见图1和图2,在操作201中,电池充电装置基于电压或SOC获取函数关系或曲线101,曲线101表示充电量或SOC相对于电池的电压的微分值。这里,尽管将参考这些曲线,但是这些参考应该被理解为也指代通过各种示例表示其他形式或格式的相似或相同信息的替代函数关系。获取曲线101包括,例如,基于提供的信息生成曲线,或者从服务器或存储器获取或接收曲线,该服务器或存储器可以位于电池充电装置内部或外部作为数据库。数据库被实现为包括在电池充电装置中的存储器,和/或外部或远程设备(例如服务器),其无线地或通过导线或网络连接到电池充电装置。曲线101不一定由具有曲线的曲线图表示,并且可以通过实验测量或模拟估计部分地包括不连续点、不可微分点或具有恒定斜率的区域。

[0065] SOC是指示电池的充电状态的参数。SOC表示存储在电池中的能量电平,SOC的量可以表示为0到100%之间的百分比单位。例如,0%表示完全放电状态,100%表示完全充电状态,其可以在各种示例中进行各种修改和定义。可以采用各种方案来估计或测量SOC。

[0066] 曲线101示出了响应于电池正在充电而增加的SOC或电压V与响应于电池被充电而变化的微分值 $dSOC/dV$ 之间的对应关系。微分值被例如相对于电压的充电量的微分值 dQ/dV

代替。在示例中,曲线101的水平轴表示响应于电池被充电而增加的电压,或者映射到响应于电池被充电而增加的电压的SOC。曲线101的垂直轴表示响应于电池被充电而改变的微分值 $dSOC/dV$ 或 dQ/dV 。在下文中,描述了曲线101的水平轴表示SOC或电压并且曲线101的垂直轴表示 $dSOC/dV$ 或 dQ/dV 的示例,然而,可以使用各种方案来定义或设计表示响应于电池正在充电而改变的电化学反应的曲线。

[0067] 电池充电装置可以基于SOH、电池的温度和/或特性,在存储的曲线中获取与要充电的电池对应的曲线,或者通过仿真生成曲线或者直接对电池充电。电池充电装置可以利用预设的恒定电流(CC)对电池充电,以基于电压的变化来测量或估计SOC的变化,并且产生与电池相对应的曲线。可以使用各种方案获取表示对应于电池的 $dSOC/dV$ 或 dQ/dV 的曲线。

[0068] SOH是定量地表示由于老化效应引起的电池特性的变化(即劣化现象)的参数,并且表示电池的容量劣化的程度。可以使用各种方案来估计或测量SOH。当电池的SOH改变时,曲线101也改变。

[0069] 电池充电装置是被配置为处理与电池充电相关联的信息的装置,并且可以被实现为例如硬件和软件指令、硬件模块或其组合。例如,电池充电装置由电池管理系统(BMS)实现。BMS是被配置为管理电池的系统,并且例如可以监视电池的状态,维持电池的操作的最佳条件,预测电池的更换时间,检测电池的故障,产生与电池相关的控制信号或命令信号,并控制电池的状态或操作。

[0070] 电池包括充电器或被配置为通过充电来存储电力的蓄电池,并且包括电池的设备将来自电池的电力提供给负载。负载是消耗电力并且可能消耗从外部供应的电力的实体。负载包括例如电加热器、电灯和机动车辆(EV)的电动机,其使用其中电流以预定电压流动的电路来消耗电力。

[0071] 在操作202中,电池充电装置通过分析曲线101确定用于对电池充电的充电步骤,例如,图1的充电步骤#S1, #S2和#S3。例如,电池充电装置基于曲线101的形状划分或分段曲线101,并基于其中曲线101被划分的区域确定充电步骤#S1至#S3。电池充电装置检测曲线101上的峰值,并基于在预定时间段或电压上检测到的峰值确定充电步骤#S1至#S3。电池充电装置基于检测到的峰值的数量确定充电步骤的数量,并确定对应于所确定的充电步骤的数量的充电步骤#S1至#S3。下面将进一步描述确定充电步骤#S1至#S3的示例。

[0072] 在操作203中,电池充电装置产生充电简档102,其包括用于每个充电步骤的充电电流。充电简档102表示为每个充电步骤#S1至#S3的充电电流序列,充电步骤#S1至#S3分别由基于SOC或电压的范围表示。例如,充电简档102由在充电步骤#S1中用SOC中的电流I1或范围从“0”到“A”的电压对电池充电的操作序列表示。在充电步骤#S2,在范围从“A”到“B”的SOC或电压中,用电流I2对电池充电,并且在充电步骤#S3,在范围从“B”到“C”的SOC或电压中,用电流I3对电池充电。在该示例中,充电电流以安培(A)、毫安(mA)或C率不同地表示。C率是电池相关特性,表示基于电池的额定容量的电池充电和放电的电流速率。例如,当电池的容量为1,000毫安小时(mAh),即1小时的电流量时,并且当充电和放电的电流为1A时,C率由“ $1C=1A/1,000mAh$ ”表示。因此,充电简档102被表示为每个充电步骤#S1至#S3的C率序列。下面将进一步描述生成充电简档102的示例。

[0073] 图3示出了生成充电简档的操作的示例。

[0074] 参见图3,电池充电装置分析曲线301并确定充电步骤,例如,充电步骤#S1、#S2、#

S3、#S4、#S5和#S6。在图3中,曲线301的横轴表示SOC,曲线301的纵轴表示 $dSOC/dV$ 。包括在曲线301中的信息由SOC和 $dSOC/dV$ 之间的函数或对应关系表示,其响应于电池的充电而改变。

[0075] 电池充电装置基于响应于电池被充电而改变的主电化学反应来划分曲线301。例如,当电池充电时,电化学反应复杂地发生。在该示例中,电池充电装置基于曲线301的形状确定与来自曲线301的电化学反应中的主电化学反应相对应的SOC范围。如上所述,主化学反应是响应电池充电而发生的电化学反应中的主电化学反应。主电化学反应在曲线301上由预定图案表示。曲线301上的主电化学反应的图案通过实验或通过仿真获得。电池充电装置可以获取曲线301上的主电化学反应的模式,并识别对应于主电化学反应的曲线301的部分。

[0076] 电池充电装置识别与曲线301上的主电化学反应相对应的SOC范围,并基于所识别的SOC范围划分曲线301。电池充电装置基于识别的SOC范围确定充电步骤#S1至#S6以划分曲线301。下面将参照图4A和4B描述分析曲线301的示例。

[0077] 电池充电装置基于与充电步骤#S1至#S6对应的电化学特性,确定每个充电步骤#S1至#S6的充电电流比。例如,对应于预定充电步骤的电化学特性由对应于充电步骤的主电化学反应的阻抗表示。

[0078] 电池充电装置基于与充电步骤#S1至#S6对应的主电化学反应来获取每个充电步骤#S1至#S6的阻抗。电池充电装置基于所获取的阻抗确定每个充电步骤#S1至#S6的充电电流比。

[0079] 在示例中,电池充电装置通过对每个充电步骤#S1至#S6执行电阻抗谱(EIS)分析来估计阻抗。在另一示例中,电池充电装置基于与充电步骤#S1至#S6对应的直流内阻(DCIR)来估计每个充电步骤#S1至#S6的阻抗。参考图3,电池充电装置获取与充电步骤#S1至#S6对应的DCIR 302,并且由DCIR 302表示每个充电步骤#S1至#S6的阻抗。

[0080] 电池充电装置基于每个充电步骤#S1至#S6的阻抗来确定每个充电步骤#S1至#S6的充电电流比。例如,电池充电装置将充电电流比设定为响应于阻抗增加而减小,并确定每个充电步骤#S1至#S6的充电电流比。电池充电装置使用与充电步骤#S1至#S6对应的电化学特性(例如,阻抗)来确定充电电流比,因此可以在缩短电池充电时间的同时防止电池劣化。

[0081] 电池充电装置基于每个充电步骤#S1至#S6的充电电流比确定每个充电步骤#S1至#S6的充电电流,并产生充电简档303和304。电池充电装置获取包括所需充电时间、所需充电量和至少一个内部状态限制条件的充电条件。电池充电装置基于所需的充电量和所需的充电时间来初始化每个充电步骤#S1至#S6的充电电流。

[0082] 电池充电装置基于充电步骤#S1至#S6中的每一个的充电电流比来调节初始化充电电流。例如,电池充电装置获取与充电步骤#S1至#S6相对应的代表性DCIR,并且响应于代表性DCIR增加而将充电电流比设置为减小,以调节充电电流。代表性DCIR通过各种统计技术计算,例如,对应于SOC范围的DCIR的代表性值或平均值。电池充电装置基于内部状态限制条件优化每个充电步骤#S1至#S6的充电电流。电池充电装置产生包括优化的充电电流的充电简档303和304。下面将描述基于内部状态限制条件优化充电电流的操作的示例。

[0083] 尽管曲线301的水平轴和垂直轴分别表示SOC和 $dSOC/dV$,但是如图3所示,示例不限于此。例如,水平轴和垂直轴分别表示电压V和 dQ/dV ,如上所述。

[0084] 图4A示出了确定充电步骤的操作的示例。

[0085] 参见图4A, 响应于电池充电而发生的电化学反应中的主电化学反应被表示为对应于表示 $dSOC/dV$ 的曲线的凸起部分的SOC或电压范围。因为主要的电化学反应分别对应于表示 $dSOC/dV$ 的曲线的凸起部分, 所以电化学特性基于相应的SOC或电压范围而变化。电池充电装置识别对应于表示 $dSOC/dV$ 的曲线的凸起部分的SOC或电压范围, 并基于所识别的SOC或电压范围划分曲线。例如, 电池充电装置识别其中 $dSOC/dV$ 从增加变为减小的区域M1和M2, 并且基于与识别的区域M1和M2对应的SOC或电压范围d1和d2来划分简档。电池充电装置确定每个SOC或电压范围d1和d2的充电步骤。

[0086] 参见图4A, 电池充电装置识别其中 $dSOC/dV$ 从增加的斜率变为减小的斜率的区域(例如, M1和M2), 并基于所识别的区域的数量确定充电步骤的数量。电池充电装置确定与充电步骤的数量相对应的充电步骤。电池充电装置通过分析曲线来确定充电步骤的数量, 初始化与充电步骤相对应的范围, 并基于电池的内部状态来调整范围。

[0087] 图4B示出了确定充电步骤的操作的另一示例。

[0088] 参见图4B, 响应于电池充电而发生的电化学反应中的主电化学反应在曲线上基于峰值(例如峰 P_1, P_2, P_3, P_4 和 P_5)表示。 $dSOC/dV$ 从增加的斜率变化到减小的斜率的峰值 P_2 和 P_4 是正峰值, 并且 $dSOC/dV$ 从减小的斜率变化到增加的斜率的峰值 P_1, P_3 和 P_5 是负峰值。电池充电装置检测曲线上的峰值并基于检测到的峰值确定充电步骤。例如, 电池充电装置基于负峰值 P_1, P_3 和 P_5 划分曲线, 并且基于SOC或电压范围 d_{13} 和 d_{35} 确定充电步骤以用于曲线的划分。电池充电装置依次检测负峰值 P_1, P_3 和 P_5 , 并基于检测到的负峰值 P_1, P_3 和 P_5 确定对应于充电步骤的开始和结束的SOC或电压。电池充电装置基于所确定的SOC或电压确定与充电步骤对应的SOC或电压范围。

[0089] 参见图4B, 电池充电装置基于检测到的峰值(例如, 曲线的峰 P_1, P_2, P_3, P_4 和 P_5)或曲线上的峰的数量来确定充电步骤的数量。电池充电装置确定与充电步骤的数量相对应的充电步骤。例如, 电池充电装置基于多个负峰值确定充电步骤的数量。电池充电装置确定充电步骤的数量, 初始化与充电步骤对应的范围, 并基于电池的内部状态调整范围。

[0090] 然而, 通过分析曲线来识别主电化学反应的方案不限于图4A和4B的示例, 并且可以应用各种方案。如上所述, 图4A和4B的每条曲线的垂直轴线表示表示 dQ/dV 。

[0091] 图5示出了生成充电简档的操作的示例。

[0092] 参见图5, 电池充电装置基于与充电步骤 $\#S_1$ 至 $\#S_N$ 对应的充电电流比501产生充电简档502和503。电池充电装置确定在所需充电时间内是否可以完成对应于所需充电量的充电。当确定充电完成时, 电池充电装置产生充电简档502和503。

[0093] 电池充电装置基于所需的充电时间和所需的充电量, 产生与充电电流比501对应的充电简档502和503。如上所述, 电池充电装置基于所需充电时间和所需充电量初始化充电电流, 并基于初始化充电电流和充电电流比501产生充电简档502和503。充电简档中的充电电流当所需充电时间减少时增加, 并在所需充电时间增加时减少。而且, 当所需的充电量减少时, 充电电流减小, 而当所需的充电量增加时, 充电电流增加。电池充电装置基于所需的充电时间和所需的充电量以及充电电流比501来产生充电简档502和503, 因此, 充电简档503的C率被确定为大于充电简档502的C率。

[0094] 图6A示出了生成充电简档的操作的另一示例。

[0095] 电池充电装置获取包括所需充电时间、所需充电量和至少一个内部状态限制条件的充电条件。电池充电装置基于充电电流比和充电条件从电化学反应模型确定每个充电步骤的充电电流。

[0096] 电池包括电解质、隔板、收集器和两个电极(例如,阳极和阴极)。锂离子(Li^+)嵌入两个电极中或从两个电极中脱嵌。电解质是锂离子(Li^+)运动的介质。隔板在物理上将阴极与阳极分开,以防止电子直接流动并允许离子通过。收集器收集由电化学反应产生的电子或为电化学反应提供电子。阴极和阳极中的每一个包括活性材料。例如,使用锂钴氧化物(LiCoO_2)作为阴极的活性材料,并且使用石墨(C_6)作为阳极的活性材料。在电池充电期间,锂离子(Li^+)从阴极移动到阳极。在电池放电期间,锂离子(Li^+)从阳极移动到阴极。因此,包含在阴极活性材料中的锂离子(Li^+)浓度和包含在阳极活性材料中的锂离子(Li^+)浓度根据充电和放电而变化。

[0097] 为了表示电池的内部状态,使用各种方案来利用电化学反应模型。例如,包括单粒子模型(SPM)的各种应用模型被用作电化学反应模型。而且,根据各种示例,定义电化学反应模型的参数被不同地修改。内部状态限制条件源自电池的电化学反应模型或者是通过实验或启发式得出的。各种方案用于定义内部状态限制条件。

[0098] 内部状态限制条件是基于至少一种影响电池劣化的内部状态从电化学反应模型来定义的。内部状态限制条件包括,例如,电池的阳极过电位条件、阴极过电位条件、阳极活性材料表面锂离子浓度条件、阴极活性材料表面锂离子浓度条件、电池单元电压条件和SOC条件中的任何一个或任何组合。过电位是电流流动时改变的电极电位和与电池的每个电极处的嵌入/脱嵌反应相关的平衡电位之间的差异。锂离子浓度是用作电池的每个电极的活性材料中的材料的锂离子(Li^+)的浓度,并且除锂离子之外的材料用作活性材料中的材料。

[0099] 当电池的内部状态响应于电池被充电而达到内部状态限制条件之一时,电池可能劣化。电池充电装置基于内部状态限制条件控制电池的充电或产生充电简档。例如,当电池的阳极过电位低于0.05V时确定电池劣化时,阳极过电位条件由基于0.05V的过电位值定义。然而,内部状态限制条件不限于在上述示例中,可以使用量化对电池劣化有影响的内部状态的各种表达。

[0100] 电池充电装置基于所需充电时间和所需充电量来初始化对应于充电电流比的每个充电步骤的充电电流。初始化的充电电流称为“初始充电电流”。对于每个充电步骤,电池充电装置使用电化学反应模型估计施加初始充电电流的电池的至少一个内部状态。

[0101] 电池充电装置基于估计的内部状态是否达到每个充电步骤的至少一个内部状态限制条件来调节初始充电电流,并且确定每个充电步骤的充电电流。为了在所需充电时间内以所需充电量完成电池充电的同时防止电池劣化,电池充电装置根据内部状态限制条件反复调整和优化对应于充电电流比的充电电流。

[0102] 电池充电装置基于电化学反应模型估计对于每个充电步骤施加初始充电电流的电池的至少一个内部状态。电池充电装置确定针对每个充电步骤估计的内部状态是否达到内部状态限制条件,并且基于确定结果优化初始充电电流。

[0103] 参见图6A,电池充电装置通过调节初始充电电流来优化包括初始充电电流的充电简档601,并基于优化结果生成充电简档602。电池充电装置确定对应于充电步骤 $\#S_N$ 的内部状态达到内部状态限制条件,并基于确定结果减小对应于充电步骤 $\#S_N$ 的初始充电电流。为

了所需的充电时间内以所需的充电量完成对电池的充电,电池充电装置增加对应于与充电步骤 $\#S_N$ 不同的第二充电步骤的初始充电电流,直到对应于第二充电的内部状态达到内部状态限制条件。

[0104] 图6B示出了生成充电简档的操作的另一示例。

[0105] 参见图6B,电池充电装置基于充电条件调节每个充电步骤的范围。电池充电装置通过调整每个充电步骤的范围来优化充电简档603,并基于优化结果生成充电简档604。电池充电装置确定对应于充电步骤 $\#S_N$ 的内部状态达到内部状态限制条件,并基于确定结果减小与充电步骤 $\#S_N$ 对应的范围。为了在所需的充电时间内完成对所需充电量的电池的充电,电池充电装置增加对应于与充电步骤 $\#S_N$ 不同的第二充电步骤的范围,直到对应于第二充电步骤的内部状态达到内部状态限制条件。

[0106] 图7示出了生成充电简档的操作的另一示例。

[0107] 参见图7,表示基于电压(或SOC)的SOC或电量相对于电池电压的微分值的曲线701被映射到电池的SOH和温度以构建数据库。电池充电装置获取对应于SOH和温度的曲线701中的与待充电电池对应的曲线702。

[0108] 电池充电装置获取要充电的电池的SOH和温度。电池充电装置估计或测量电池的SOH和温度,并且可以使用各种方案来估计或测量电池的SOH和温度。电池充电装置基于所获取的SOH和所获取的温度来获取曲线702。电池充电装置获取要充电的电池的电流和电压,并基于所获取的电流和所获取的电压获取与电池对应的曲线702。电池充电装置基于曲线702生成充电简档。

[0109] 图8示出了生成充电简档的操作的另一示例。

[0110] 参见图8,用于产生电池的充电简档的充电电流比集合801被映射到电池的SOH和温度以构建数据库。根据表示基于电池电压的SOC(或电量)相对于电池电压的微分值的曲线的分析结果,将充电电流比集合801映射到电池的SOH和温度。电池充电装置获取对应于电池SOH和温度的充电电流比集合801中的与待充电电池对应的充电电流比集合802。

[0111] 例如,电池充电装置获取要充电的电池的SOH和温度。电池充电装置基于所获取的SOH和所获取的温度来获取充电电流比集合802。电池充电装置获取电池的电流和电压,并基于获取的电流和获取的电压获取与电池对应的充电电流比集合802。电池充电装置基于充电电流比集合802产生充电简档803。

[0112] 图9是示出电池充电方法的另一示例的流程图。

[0113] 参见图9,在操作901中,电池充电装置获取SOC相对于电池的电压(或电量相对于SOC)的微分值。电池充电装置获取 dQ/dV 或 $dSOC/dV$ 作为上述曲线或上述对应关系。

[0114] 在操作902中,电池充电装置基于所获取的信息确定充电步骤的数量。如上所述,电池充电装置分析曲线并确定与充电步骤或充电步骤的数量相对应的范围。

[0115] 在操作903中,电池充电装置获取每个充电步骤的DCIR。在操作904中,电池充电装置基于针对每个充电步骤获取的DCIR来获取每个充电步骤的充电电流比。在操作905中,电池充电装置获取包括所需充电时间、所需充电量和至少一个内部状态限制条件的充电条件。在操作906中,电池充电装置从电化学模型产生充电简档。

[0116] 在操作907中,电池充电装置确定所生成的充电简档是否满足充电条件。电池充电装置基于所生成的充电简档确定每个充电步骤的内部状态是否达到内部状态限制条件。电

池充电装置基于所生成的充电简档确定是否能够在所需充电时间内以所需电量对电池进行充电。

[0117] 在一个示例中,当确定所生成的充电简档满足充电条件时,电池充电装置在操作908中基于所生成的充电简档对电池充电。电池充电装置响应于电池充电使用电化学模型估计电池的內部状态,并基于估计的内部状态和内部状态限制条件调节充电电流或对应于充电步骤的范围。

[0118] 在另一示例中,当确定所生成的充电简档不满足充电条件时,在操作909中,电池充电装置在所需充电时间内以最大充电量对电池充电。在该示例中,电池是通过少于所需充电量的充电量充电的。例如,电池充电装置发送重新输入所需充电时间和所需充电量中的至少一个的请求。电池充电装置根据基于该请求接收的所需充电时间和所需充电量来重复产生充电简档的操作,并且确定所产生的充电简档是否满足充电条件。

[0119] 在操作910中,电池充电装置通过对电池充电来估计电池的SOH中的变化 Δ SOH。电池充电装置在电池充电期间估计电池的內部状态以及电池的SOH。

[0120] 在操作911中,电池充电装置确定变化 Δ SOH是否大于SOH1。当确定变化 Δ SOH大于SOH1时,电池充电装置在操作912中更新电池的內部状态。SOH1是用作更新电池内部状态的参考值的阈值。更新的内部状态用于生成电池的充电简档。

[0121] 图10示出了充电简档和电池的內部状态的示例。

[0122] 参见图10,电池充电装置使用基于上述方法的充电简档对电池充电,并基于电池的充电来估计电池的內部状态。例如,电池充电装置估计电池的电压、过电位、SOC、阳极锂离子浓度和阴极锂离子浓度。电池充电装置基于估计的内部状态和充电限制条件来控制电池的充电。

[0123] 图11示出了电池充电装置1101的操作的示例。

[0124] 参见图11,电池充电装置1101包括一个或多个处理器,其配置成控制车辆的电池1102的充电。电池充电装置1101使用估计器1103估计电池1102的状态,并使用BMS1104控制电池1102的充电。电池充电装置1101使用显示器1105提供用于对电池1102充电的用户界面。例如,电池充电装置1101基于通过用户界面的输入获取所需的充电时间。电池充电装置1101使用显示器1105显示与电池1102的充电相关联的信息。

[0125] 图12示出了电池充电装置1201的配置的示例。

[0126] 参见图12,电池充电装置1201包括处理器1202和存储器1203。处理器1202可以包括用图1至图11中描述的装置中的一个或多个,或者可以执行图1至图11中描述的方法中的一个或多个。存储器1203存储其中实现电池充电方法的程序、以及用于生成充电简档的信息。存储器1203例如是易失性存储器或非易失性存储器。

[0127] 处理器1202执行程序并控制电池充电装置1201。由处理器1202执行的程序的代码存储在存储器1203中。电池充电装置1201可以通过输入/输出(I/O)设备(未示出)连接到外部设备,例如,个人计算机(PC)或网络,并可以交换数据。

[0128] 在此关于图1-12描述的电池充电装置1101,估计器1103,BMS1104,显示器1105,装置1201,处理器1202和存储器1203可以由硬件组件实现,所述硬件组件被配置为执行由硬件组件执行的本申请中描述的操作。可用于执行本申请中描述的操作的硬件组件的示例包括控制器、传感器、发生器、驱动器、存储器、比较器、算术逻辑单元、加法器、减法器、乘法

器、分频器、积分器和任何其他电子组件,配置为执行本申请中描述的操作。在其他示例中,执行本申请中描述的操作的一个或多个硬件组件由计算硬件实现,例如,由一个或多个处理器或计算机实现。处理器或计算机可以由一个或多个处理元件实现,例如逻辑门阵列、控制器和算术逻辑单元、数字信号处理器、微计算机、可编程逻辑控制器、现场可编程门阵列、可编程逻辑阵列、微处理器或任何其他设备或设备组合,其被配置为以限定的方式响应和执行指令以实现期望的结果。在一个示例中,处理器或计算机包括或连接到存储由处理器或计算机执行的指令或软件的一个或多个存储器。由处理器或计算机实现的硬件组件可以执行指令或软件,例如操作系统(OS)和在OS上运行的一个或多个软件应用程序,以执行本申请中描述的操作。硬件组件还可以响应于指令或软件的执行来访问、操纵、处理、创建和存储数据。为简单起见,单数术语“处理器”或“计算机”可用于本申请中描述的示例的描述中,但是在其他示例中,可以使用多个处理器或计算机,或者处理器或计算机可以包括多个处理元件,或多种类型的处理元素,或两者。例如,单个硬件组件或两个或更多个硬件组件可以由单个处理器,或两个或更多个处理器,或处理器和控制器实现。一个或多个硬件组件可以由一个或多个处理器或处理器和控制器实现,并且一个或多个其他硬件组件可以由一个或多个其他处理器或另一个处理器和另一个控制器实现。一个或多个处理器或处理器和控制器可以实现单个硬件组件,或两个或更多个硬件组件。硬件组件可以具有任何一种或多种不同的处理配置,其示例包括单个处理器、独立处理器、并行处理器、单指令单数据(SISD)多处理、单指令多数据(SIMD)多处理、多指令单数据(MISD)多处理和多指令多数据(MIMD)多处理。

[0129] 图1-10中示出的执行本申请中描述的操作的方法由计算硬件执行,例如,通过一个或多个处理器或计算机执行,如上所述实现执行指令或软件以执行由本方法执行的由方法执行的操作。例如,单个操作或两个或更多个操作可以由单个处理器,或两个或更多个处理器,或处理器和控制器执行。一个或多个操作可以由一个或多个处理器或处理器和控制器执行,并且一个或多个其他操作可以由一个或多个其他处理器或另一个处理器和另一个控制器执行。一个或多个处理器或处理器和控制器可以执行单个操作,或者两个或更多个操作。

[0130] 用于控制计算硬件(例如,一个或多个处理器或计算机)以实现硬件组件并执行如上所述的方法的指令或软件可被写为计算机程序、代码段、指令或其任何组合,用于单独地或共同地指示或配置一个或多个处理器或计算机以作为机器或专用计算机操作以执行由如上所述的硬件组件和方法执行的操作。在一个示例中,指令或软件包括由一个或多个处理器或计算机直接执行的机器代码,例如由编译器产生的机器代码。在另一示例中,指令或软件包括由一个或多个处理器或计算机使用解释器执行的更高级代码。可以使用任何编程语言基于附图中所示的框图和流程图以及说明书中的相应描述来编写指令或软件,其公开了如上所述的用于执行由硬件组件和方法执行的操作的算法。

[0131] 可以在一个或多个非暂时性计算机可读存储介质中或上记录、存储或固定用于控制计算硬件(例如,一个或多个处理器或计算机)以实现硬件组件并执行如上所述的方法的指令或软件、以及任何相关联的数据、数据文件和数据结构。非暂时性计算机可读存储介质的示例包括只读存储器(ROM)、随机存取可编程只读存储器(PROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、随机存取存储器(RAM)、动态随机存取存储器(DRAM)、静态随机存取存储器

(SRAM)、闪存、非易失性存储器、CD-ROM、CD-R、CD+R、CD-RW、CD+RW、DVD-ROM、DVD-R、DVD+R、DVD-RW、DVD+RW、DVD-RAM、BD-ROM、BD-R、BD-R LTH、BD-RE、蓝光或光盘存储、硬盘驱动器(HDD)、固态硬盘(SSD)、闪存、如多媒体卡micro的卡式存储器、或卡(例如,安全数字(SD)或极端数字(XD))、磁带、软盘、磁光数据存储设备、光学数据存储设备、硬盘、固态磁盘、以及配置为以非暂时方式存储指令或软件以及任何相关数据、数据文件和数据结构并提供指令或软件以及任何相关数据、数据文件和数据结构到一个或多个处理器或计算机,以便一个或多个处理器或计算机可以执行指令。在一个示例中,指令或软件以及任何相关联的数据、数据文件和数据结构分布在网络耦合的计算机系统上,以便由一个或多个处理器或计算机以分布式方式存储、访问以及执行指令和软件以及任何相关联的数据、数据文件和数据结构。

[0132] 虽然本公开包括具体示例,但是在理解本申请的公开内容之后将显而易见的是,在不脱离权利要求及其等同物的精神和范围的情况下,可以在这些示例中进行形式和细节上的各种改变。这里描述的示例仅被认为是描述性的,而不是为了限制的目的。每个示例中的特征或方面的描述被认为适用于其他示例中的类似特征或方面。如果所描述的技术以不同的顺序执行,和/或如果所描述的系统、架构、设备或电路中的组件以不同的方式组合,和/或由其他组件或其他组件替换或补充,则可以实现合适的结果。因此,本公开的范围不是由详细描述限定,而是由权利要求及其等同物限定,并且权利要求及其等同物的范围内的所有变化应被解释为包括在本公开中。

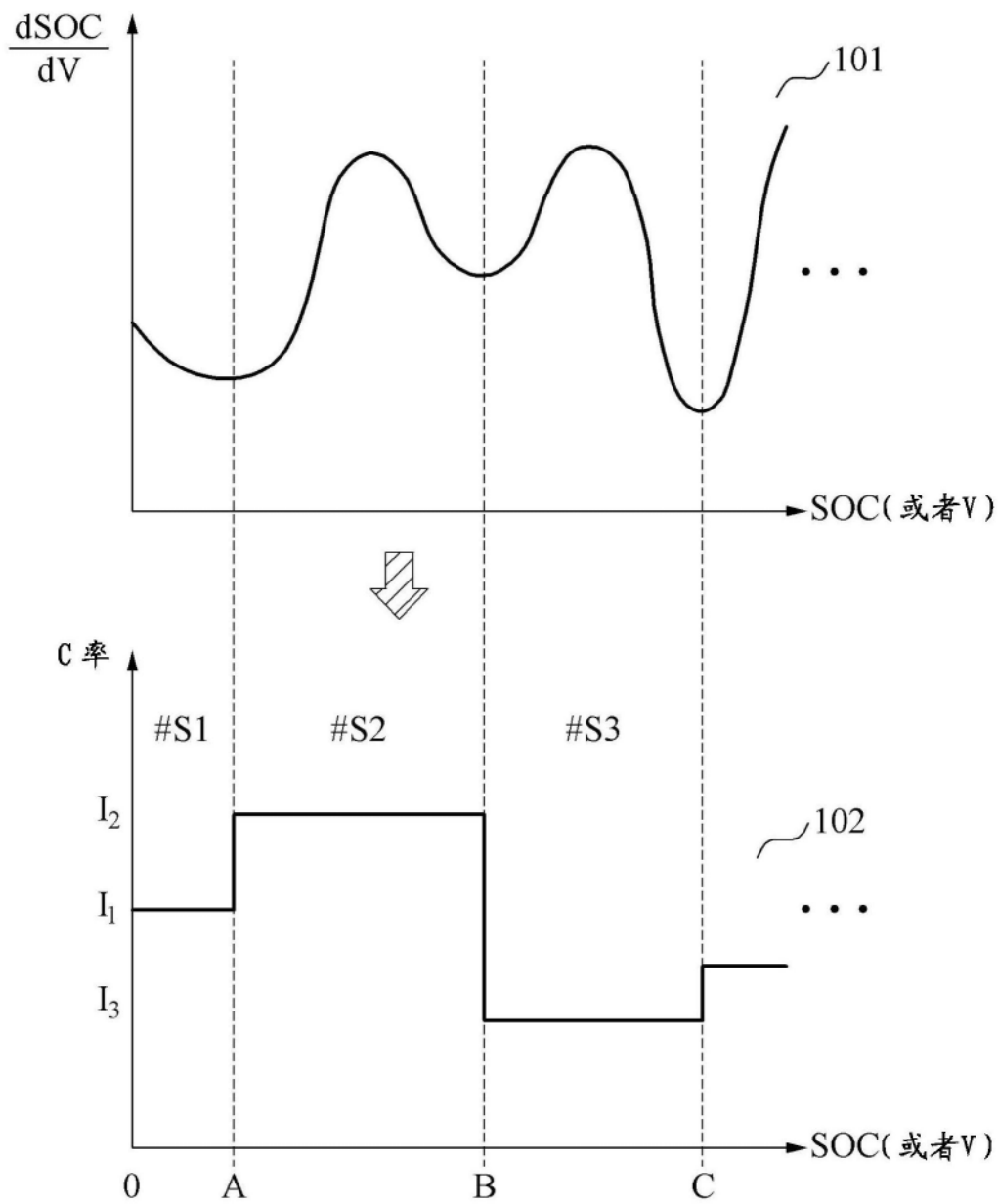


图1

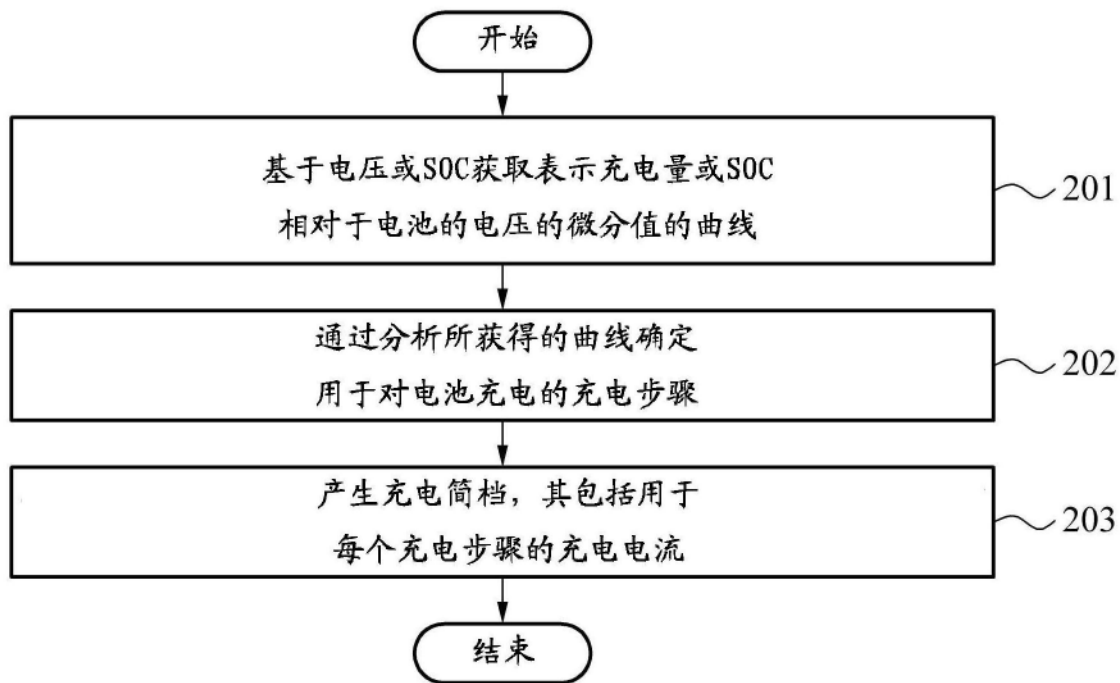
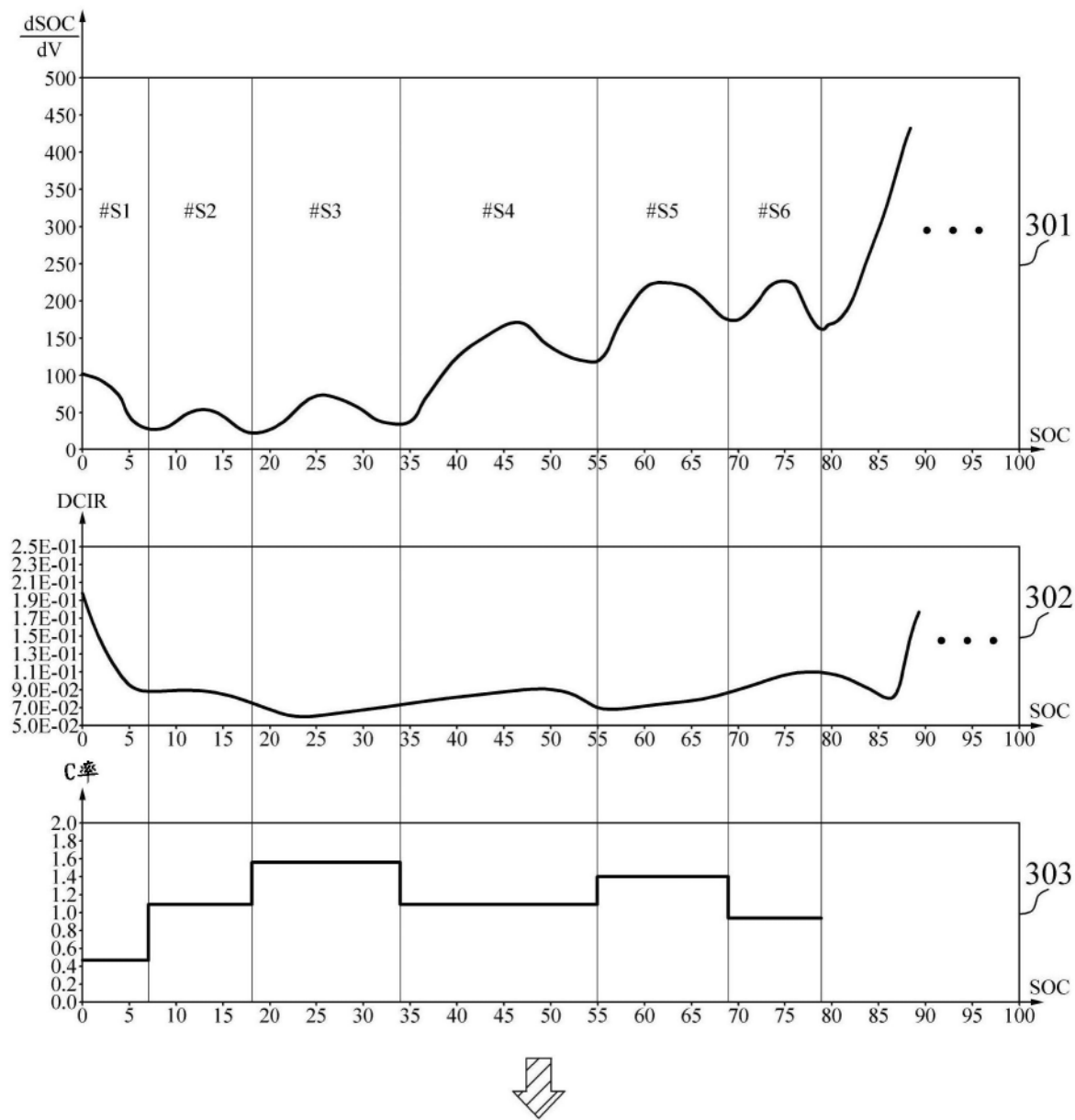


图2



充电步骤		#S1	#S2	#S3	#S4	#S5	#S6
SOC	%	0~7	7~18	18~34	34~55	55~69	69~80
DCIR	mΩ	183	90	61	90	70	100
C率		0.46	1.08	1.54	1.08	1.39	0.92
时间	min	9.1	6.1	6.2	11.7	6.1	5.8

图3

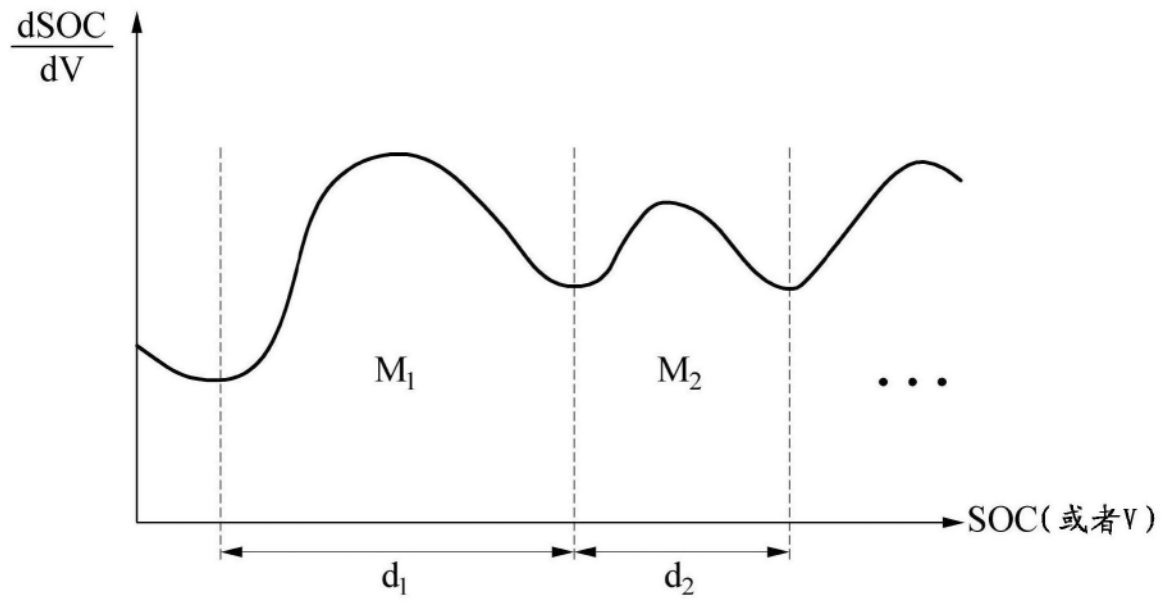


图4A

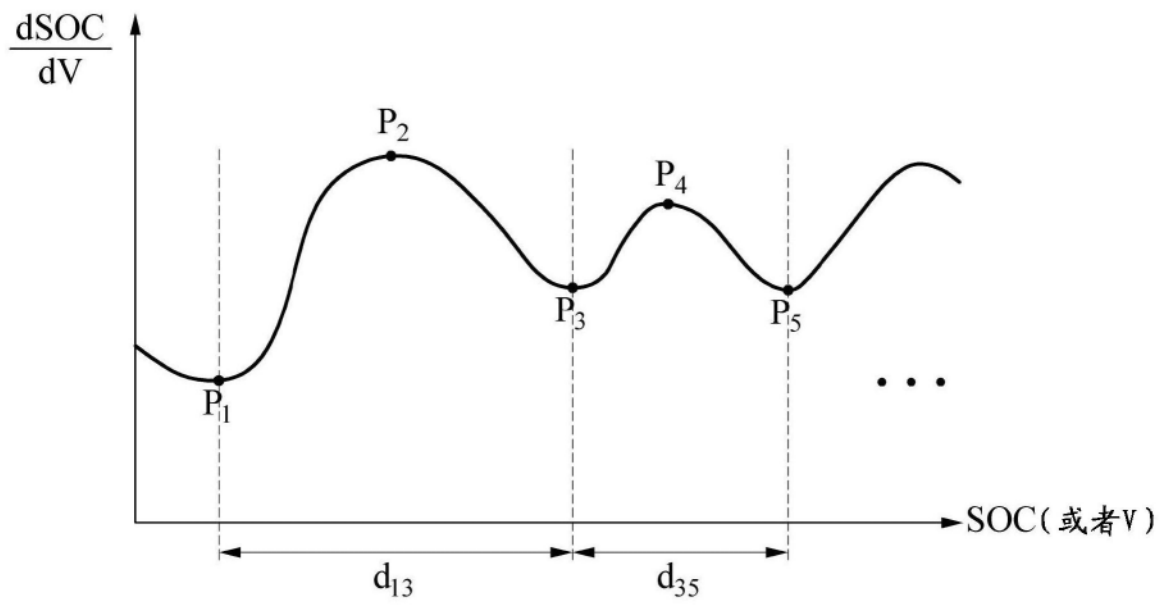


图4B

充电步骤	#S ₁	#S ₂	...	#S _N
充电电流比	R ₁	R ₂	...	R _N

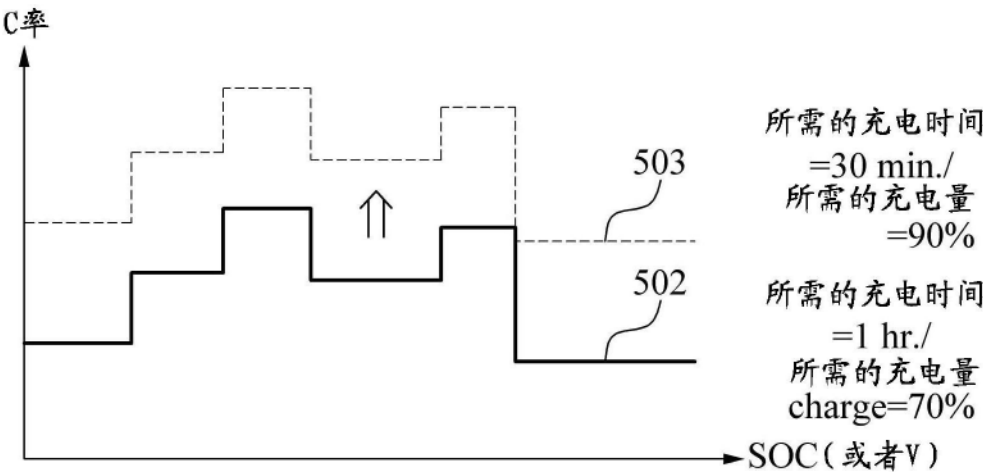


图5

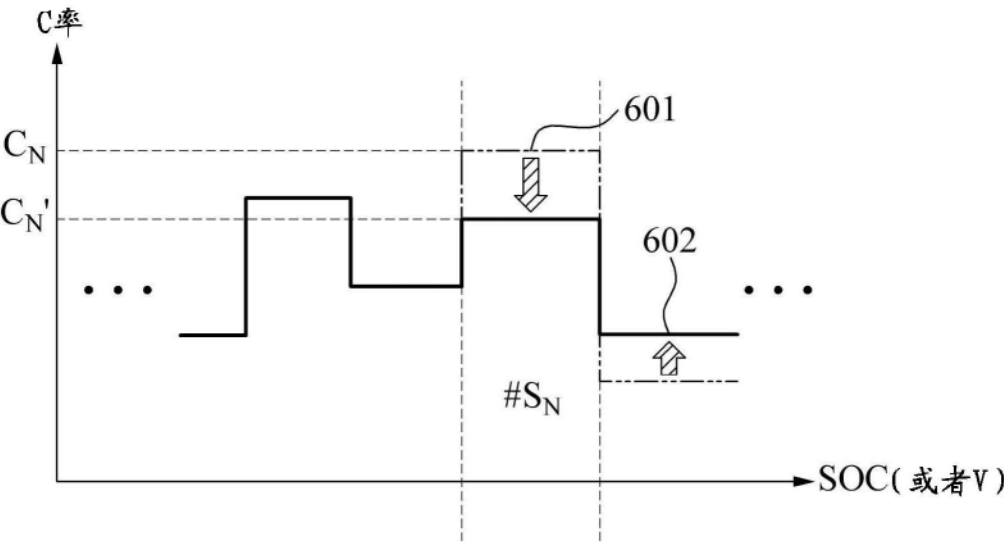


图6A

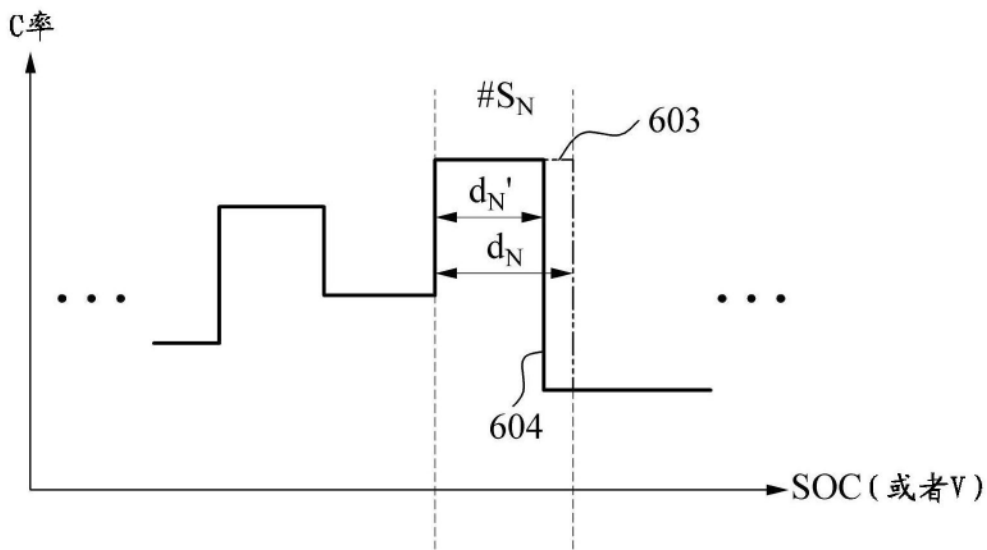


图6B

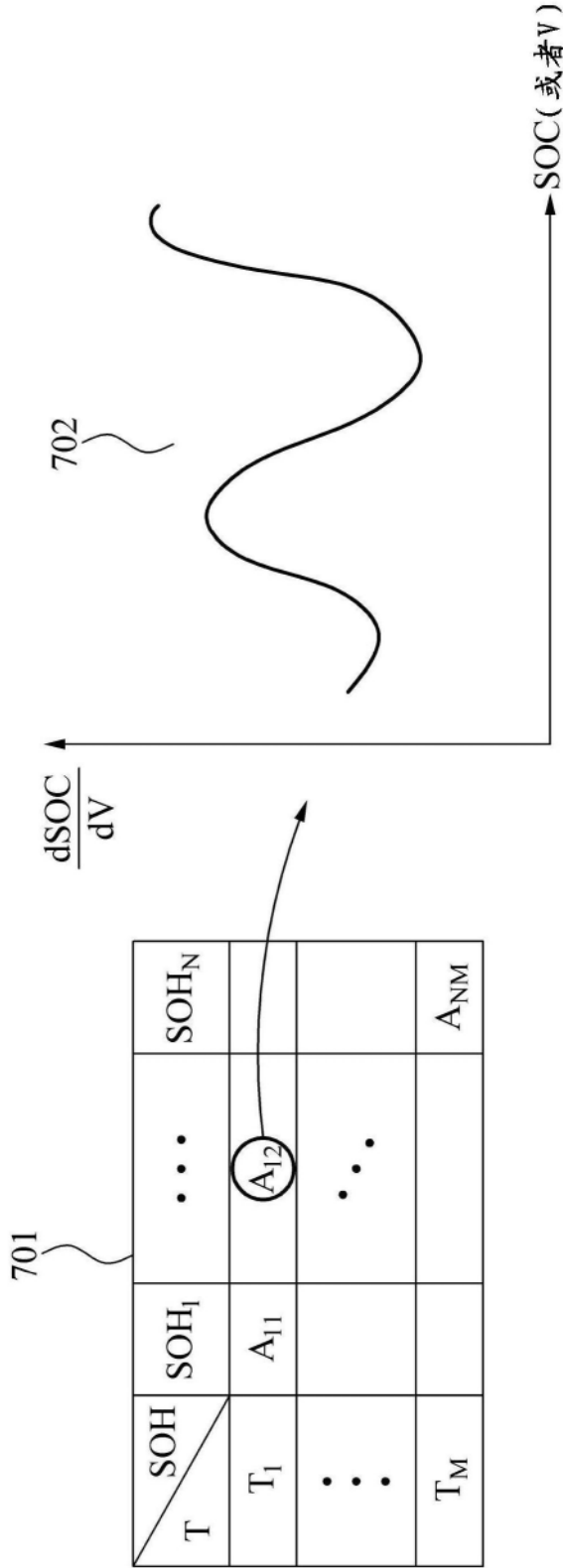


图7

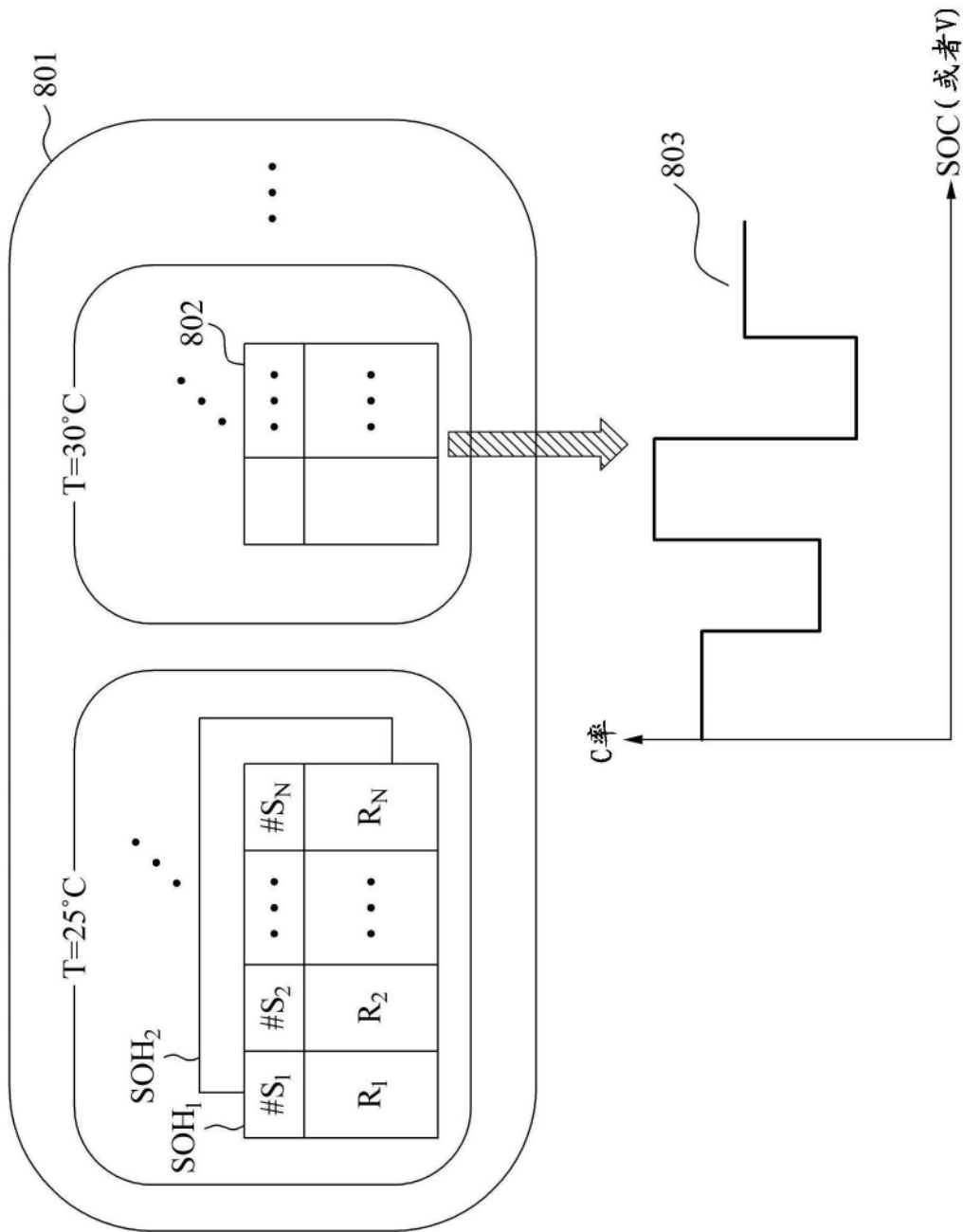


图8

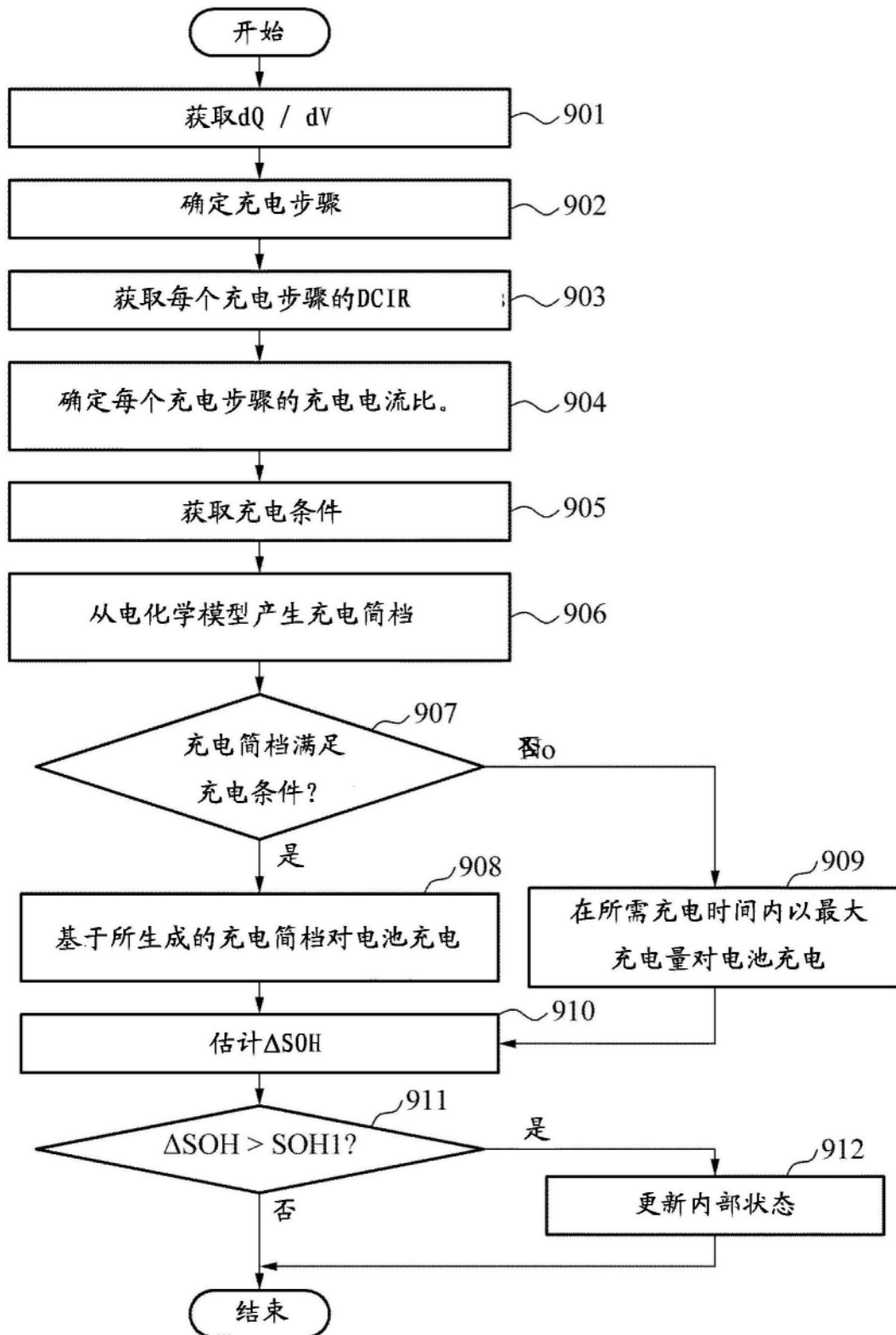


图9

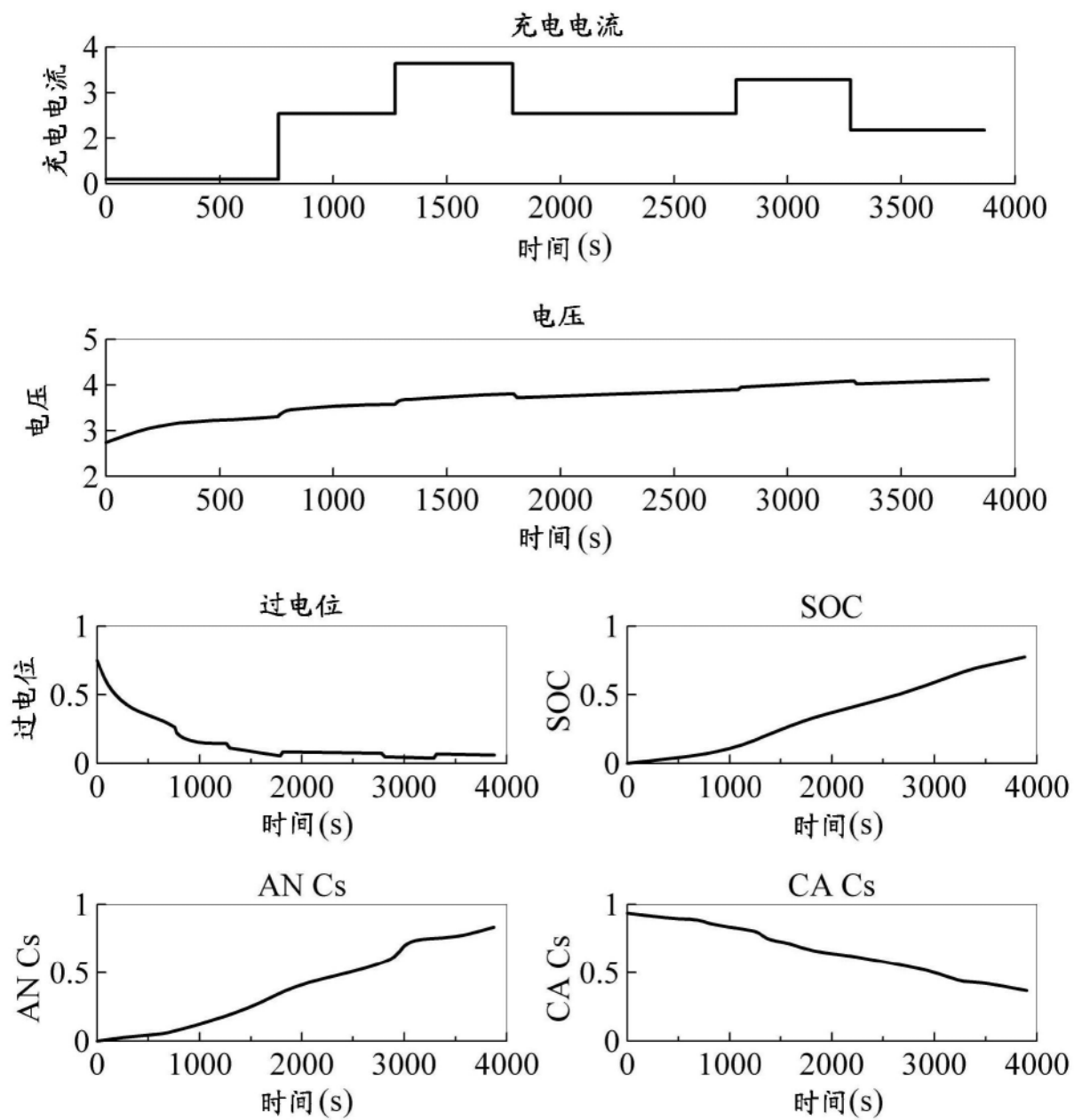


图10

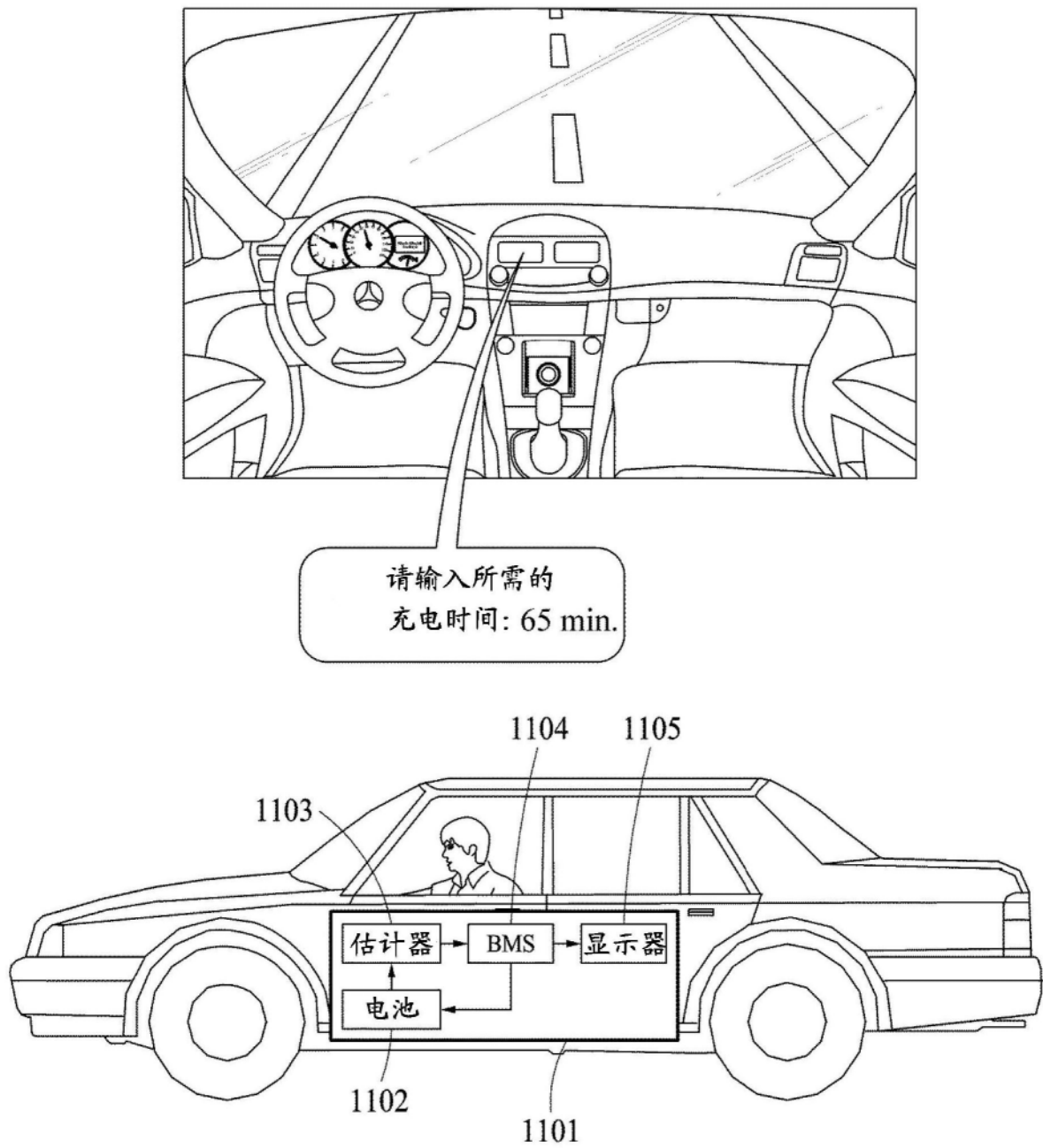


图11

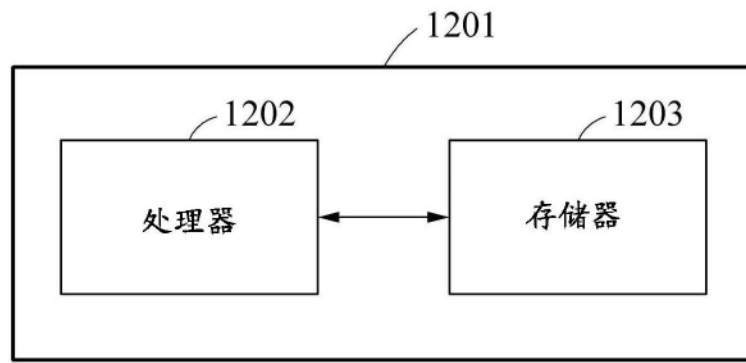


图12