



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103891093 A

(43) 申请公布日 2014. 06. 25

(21) 申请号 201180074269. 9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 10. 20

H02J 7/02 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 04. 18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2011/074173 2011. 10. 20

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/057820 JA 2013. 04. 25

(71) 申请人 日立车辆能源株式会社

地址 日本茨城县

(72) 发明人 工藤彰彦 菊地睦 江守昭彦

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司

公司 11322

代理人 龙淳

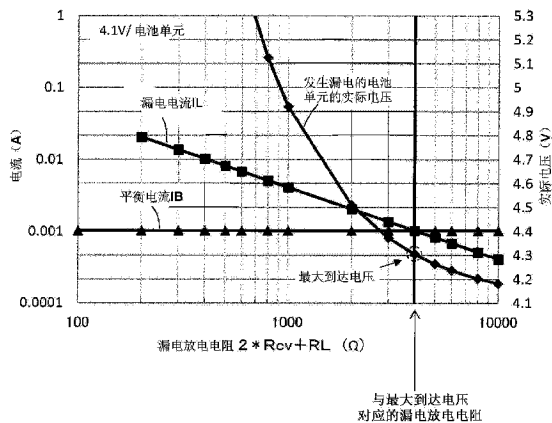
权利要求书2页 说明书13页 附图11页

(54) 发明名称

电池系统的监视装置及具备其的蓄电装置

(57) 摘要

一种对多个单体电池单元串联连接而成的电池单元组进行监视的电池系统监视装置,其按每个单体电池单元设置用于进行该单体电池单元的平衡放电的平衡开关和与其串联连接的平衡电阻,平衡开关与平衡电阻在连接单体电池单元的正极的电压检测线与连接负极的电压检测线之间连接,在电压检测线串联地设置电压输入电阻,电池控制器控制电池单元控制器 IC,将平衡开关的有效电阻值设定在规定值以上,使得即使在多个电压检测线中的两个电压检测线之间、或者电源线与多个电压检测线中的任一个电压检测线之间、或者接地线与多个电压检测线中的任一个电压检测线之间发生漏电,单体电池单元也不会过充电。



1. 一种对多个单体电池单元串联连接而成的电池单元组进行监视的电池系统监视装置,其特征在于,包括:

对所述电池单元组的多个单体电池单元的状态进行监视、控制的电池单元控制器 IC;

控制所述电池单元控制器 IC 的电池控制器;

用于测量所述单体电池单元的端子间电压的多个电压检测线,所述多个电压检测线将所述单体电池单元的正极和负极分别与所述电池单元控制器 IC 的多个电压输入端子一一对一地相连接;

将所述多个单体电池单元中最高电位的单体电池单元的正极与所述电池单元控制器 IC 的电源端子相连接的电源线;和

将所述多个单体电池单元中最低电位的单体电池单元的负极与所述电池单元控制器 IC 的接地端子相连接的接地线,

按每个单体电池单元设置用于进行该单体电池单元的平衡放电的平衡开关和与其串联连接的平衡电阻,其中所述平衡开关和所述平衡电阻连接在连接所述单体电池单元的正极的电压检测线与连接负极的电压检测线之间,

在所述电压检测线串联地设置电压输入电阻,

所述电池控制器控制所述电池单元控制器 IC,将平衡开关的有效电阻值设定在规定值以上,使得即使在所述多个电压检测线中的两个电压检测线之间、或者所述电源线与所述多个电压检测线中的任一个电压检测线之间、或者所述接地线与所述多个电压检测线中的任一个电压检测线之间发生漏电,所述单体电池单元也不会过充电。

2. 如权利要求 1 所述的电池系统监视装置,其特征在于:

所述平衡开关的有效电阻值的所述规定值为根据设置在所述电压检测线上的电压输入电阻的电阻值、所述单体电池单元的过充电保护电压值、和所述单体电池单元的 SOC 为 100% 时的电压值计算出的值。

3. 如权利要求 2 所述的电池系统监视装置,其特征在于:

所述平衡开关的有效电阻值,通过平衡电阻的电阻值和平衡开关的导通 / 断开的占空比被设定为所述计算出的值。

4. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的电池系统监视装置,其特征在于:

所述电池系统监视装置是为了监视多个所述电池单元组而设置多个所述电池单元控制器 IC 的电池系统监视装置。

5. 一种蓄电装置,其特征在于,包括:

权利要求 1 至 4 中任一项所述的电池系统监视装置;和电池系统。

6. 一种电动驱动装置,其特征在于,包括:

权利要求 5 所述的蓄电装置。

7. 一种权利要求 1 所述的电池系统监视装置的所述平衡开关的导通 / 断开的占空比的所述规定值的计算方法,其特征在于:

所述规定值为根据设置在发生所述漏电的电压检测线上的电压输入电阻的电阻值、所述单体电池单元的过充电保护电压值、和所述单体电池单元的 SOC 为 100% 时的电压值计算出的值。

8. 一种权利要求 7 所述的平衡开关的导通 / 断开的占空比的计算方法,其特征在于:

所述平衡开关的有效电阻值,通过平衡电阻的电阻值和平衡开关的导通 / 断开的占空比被设定为所述计算出的值。

## 电池系统的监视装置及具备其的蓄电装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电池系统的监视装置及具备其的蓄电装置。

### 背景技术

[0002] 在混合动力车(HEV)或电动车(EV)等中,为了确保期望的高电压,使用串联或串并联地连接多个电池单元组而构成的电池组(电池系统),其中电池单元组通过串联连接多个二次电池的单体电池单元而构成。在这种电池组中,为了进行各单体电池单元的剩余容量计算和保护管理,在电池系统的监视装置内设置进行电磁电压(单体电池单元的端子间电压)的计测和用于充电状态(SOC, State of Charge)即剩余容量的均等化(Balancing)的平衡放电的电池控制器,进行电池组的管理(例如参考专利文献1)。此外,该电池控制器具备多个集成电路(电池单元控制器 IC),进行上述多个电池单元组的管理。

[0003] 各单体电池单元的 SOC 根据各单体电池单元的开路电压(OCV)计算。即,根据在电池系统无负载状态下即在未连接逆变器等的状态下测得的各单体电池单元的端子间电压,计算各单体电池单元的 SOC,其中该逆变器来自电池系统的 DC 电力生成三相 AC 电力,供应到 HEV 或 EV 的驱动用电机。各单体电池单元的端子间电压通过在上述电池单元控制器 IC 的电压输入端子输入各单体电池单元的端子间电压而测得。为了消除电池系统充放电带来的噪声,在该电池单元控制器 IC 的电压输入端子设有 RC 滤波器。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献 1:(日本)特开 2009-89484 号公报

### 发明内容

[0007] 发明要解决的技术问题

[0008] 由于电池单元控制器 IC 的输入端子上设置的 RC 滤波器的电容的劣化、电池单元控制器 IC 内设置的 ESD 防护用的二极管的劣化或者电池单元控制器 IC 的电压检测端子附近的绝缘不良等各种原因,存在电压输入端子侧发生漏电流的可能性。如果发生该漏电流,则无法正确地测量电池单元控制器 IC 的各单体电池单元的端子间电压,各单体电池单元的 SOC 也无法获得正确的值。如果基于这些不正确的 SOC 进行各单体电池单元的平衡放电,则存在过充电或过放电的可能性。

[0009] 用于解决技术问题的手段

[0010] (1) 根据本发明的第一方式,为一种对多个单体电池单元串联连接而成的电池单元组进行监视的电池系统监视装置,其包括:对电池单元组的多个单体电池单元的状态进行监视、控制的电池单元控制器 IC;控制电池单元控制器 IC 的电池控制器;用于测量单体电池单元的端子间电压的多个电压检测线,多个电压检测线将单体电池单元的正极和负极分别与电池单元控制器 IC 的多个电压输入端子一对一地相连接;将多个单体电池单元中最高电位的单体电池单元的正极与电池单元控制器 IC 的电源端子相连接的电源线;和将

多个单体电池单元中最低电位的单体电池单元的负极与电池单元控制器 IC 的接地端子相连接的接地线,其中,按每个单体电池单元设置用于进行该单体电池单元的平衡放电的平衡开关和与其串联连接的平衡电阻,其中平衡开关和平衡电阻连接在连接单体电池单元的正极的电压检测线与连接负极的电压检测线之间,在电压检测线串联地设置电压输入电阻,电池控制器控制电池单元控制器 IC,将平衡开关的有效电阻值设定在规定值以上,使得即使在多个电压检测线中的两个电压检测线之间、或者电源线与多个电压检测线中的任一个电压检测线之间、或者接地线与多个电压检测线中的任一个电压检测线之间发生漏电,单体电池单元也不会过充电。

[0011] (2) 根据本发明的第二方式,在第一方式的电池系统监视装置中,平衡开关的有效电阻值的规定值优选根据设置在电压检测线上的电压输入电阻的电阻值、单体电池单元的过充电保护电压值、和单体电池单元的 SOC 为 100% 时的电压值计算出的值。

[0012] (3) 根据本发明的第三方式,在第二方式的电池系统监视装置中,平衡开关的有效电阻值优选通过平衡电阻的电阻值和平衡开关的导通 / 断开的占空比被设定为计算出的值。

[0013] (4) 根据本发明的第四方式,在第一至第三方式中的任一方式的电池系统监视装置中,电池系统监视装置优选为了监视多个电池单元组而设置多个电池单元控制器 IC。

[0014] (5) 根据本发明的第五方式,为一种蓄电装置,其具备第一至第四方式中任一方式的电池系统监视装置和电池系统。

[0015] (6) 根据本发明的第六方式,为一种具备第五方式的蓄电装置的一种电动驱动装置。

[0016] (7) 根据本发明的第七方式,为一种第一方式的电池系统监视装置的平衡开关的导通 / 断开的占空比的规定值的计算方法,该规定值为根据设置在发生漏电的电压检测线上的电压输入电阻的电阻值、单体电池单元的过充电保护电压值、和单体电池单元的 SOC 为 100% 时的电压值计算出的值。

[0017] (8) 根据本发明的第八方式,在第七方式的平衡开关的导通 / 断开的占空比的计算方法中,平衡开关的有效电阻值优选通过平衡电阻的电阻值和平衡开关的导通 / 断开的占空比被设定为计算出的值。

[0018] 发明的效果

[0019] 通过使用基于本发明的电池系统监视装置,在具备该电池系统监视装置的蓄电装置中能够可靠地避免二次电池的过充电,能够提高蓄电装置和安装了蓄电装置的 HEV 或 EV 等电动车辆的安全性。

## 附图说明

[0020] 图 1 是表示包含一种实施方式的电池系统的电池监视装置的混合动力车的电动驱动装置的整体结构的图。

[0021] 图 2 是表示用于电池单元电压检测的 RC 滤波电路和平衡电路的一个例子。

[0022] 图 3 是表示用于电池单元电压检测的 RC 滤波电路和平衡电路的其它例子。

[0023] 图 4 是表示用于电池单元电压检测的 RC 滤波电路和平衡电路的又一例子。

[0024] 图 5 是表示以恒定电流对锂离子电池充电、有意地达到过充电状态时电池单元电

压相对于 SOC 的变化和排气阀的动作的图。

[0025] 图 6 是用于清楚地表示两个电压检测线之间发生漏电时的漏电流并说明该情况下的平衡动作的图。

[0026] 图 7 是表示在电池单元组的单体电池单元的实际电压一致的状态下用于电压测量的电压输入电阻为某个值时的漏电电阻 (RL) 的电阻值与检测出的电池单元电压的关系的图。

[0027] 图 8 表示在电池单元组的单体电池单元的检测电压一致的状态下用于电压测量的电压输入电阻为某个值时的漏电电阻 (RL) 的电阻值与单体电池单元的实际电压的关系的图。

[0028] 图 9 是概要地表示发生漏电时检测到高电压的电池单元的平衡放电的情况的图。

[0029] 图 10 是表示根据漏电流与平衡电流的关系,发生漏电的电池单元的端子间电压的实际电压能够上升到什么程度的图。

[0030] 图 11 是用于说明用于使发生漏电流的电池单元的实际电压降低到过充电保护电压程度的电压以下的控制的图。

### 具体实施方式

[0031] 以下,参考图 1~图 11 针对用于实施本发明的方式进行说明。以下说明的实施方式为将具备了基于本发明的电池系统监视装置的蓄电装置应用于具备了在混合动力车 (HEV) 等中使用的电池系统的蓄电装置的情况的例子。并且本发明并不限于 HEV,可广泛地应用于在插电式混合动力车 (PHEV)、电动车 (EV) 或铁道车辆等中安装的各种蓄电装置。

[0032] 以下的实施方式中,将具有 3.0~4.2V (平均输出电压 3.6V) 范围的电压的锂离子电池假定为控制的最小单位的蓄电/放电设备,除此之外,只要是限制在 SOC (State of Charge) 过高的情况 (过充电) 或者过低的情况 (过放电) 中使用的、可蓄电和放电的设备即可,在此将它们统称为单体电池或单体电池单元,或者简称为电池单元。

[0033] 此外,以下说明的实施方式中,将串联连接多个 (约为几个至十几个) 单体电池单元而成的组称为电池单元组,将串联连接多个该电池单元组而成的模块称为电池模块。进一步地,将串联或串并联连接多个该电池单元组或电池模块所得的系统称为电池系统。电池单元组、电池模块和电池系统统称为电池组。通常按每个电池单元组设有检测各单体电池单元的电池单元电压、一边进行平衡动作一边监视电池状态的电池单元控制器 IC。

[0034] 图 1 表示安装了具备基于本发明的电池系统监视装置的蓄电装置的混合动力车用电动驱动装置的结构例。混合动力车的电动驱动装置具备车辆控制器 400、电机控制器 300、电池控制器 200、多个电池单元控制器 IC100、电池系统 130、逆变器 340、电机 350 等。其中,车辆控制器 400、电机控制器 300、电池控制器 200、电池单元控制器 IC100 和逆变器 340 通过设于车辆内的通信电路相互收发信息。此外,电池系统 130 由多个电池单元组 120 串联连接而成,各电池单元组 120 进一步地由多个锂离子电池等二次电池的单体电池单元 110 串联连接而成。此外,电池系统监视装置 10 具备电池控制器 200、多个电池单元控制器 IC100、设于电池单元控制器 IC100 与电池单元组 120 之间的包含电阻和电容等的连接电路而构成。蓄电装置由该电池系统监视装置 10 和电池系统 130 构成。

[0035] 电池控制器 200 与多个电池单元控制器 IC100 之间的通信电路成环路状地连接,

通过信号隔离器 201 从电池控制器 200 向最上层的电池单元控制器 IC100 传输信号,进一步地从最上层的电池单元控制器 IC100 到最下层的电池单元控制器 IC100 按顺序串行地传输信号,最后信号通过信号隔离器 202 从最下层的电池单元控制器 IC100 传输到电池控制器 200。电池控制器 200 与所有的电池单元控制器 IC100 之间能够通过环路状的通信电路进行信息的收发。

[0036] 此外,在此展示了通过环路状的通信电路进行信号传输的例子,但也可利用双向通信电路来构成,此时不需要信号隔离器 202。进一步地,虽然未图示,也可从电池控制器 200 向所有的电池单元控制器 IC100 并联地连接通信电路,并行地进行信号传输。

[0037] 车辆控制器 400 基于来自混合动力车的驾驶者所操作的油门踏板或刹车踏板、或者变速杆等车辆行驶操纵装置的操作信号来控制车辆的行驶速度或制动力、驱动力等。电机控制器 300 基于来自车辆控制器 400 的速度指令或制动力 / 驱动力指令来控制电池控制器 200 和逆变器 340,控制车辆行驶用电机 350 的转速和转矩。

[0038] 电池控制器 200 基于电压传感器 210、电流传感器 220、温度传感器 230 所检测出的电池系统 130 的电压、电流、温度来控制电池系统 130 的充放电和 SOC (State of Charge),并且控制各电池单元控制器 IC100,管理构成电池系统 130 的多个单体电池单元(以下简称为单元) 110 的 SOC,进行用以修正 SOC 的偏差的放电(以下称为平衡放电),使其不成为过充电状态。

[0039] 此外,图 1 所示的一种实施方式的电池单元组的控制装置中例示串联连接例如 4 个电池单元 110 而成的电池单元组 120 串联连接有多个而构成的电池系统。而且,构成电池单元组 120 的单体电池单元 110 的数目可为 4 个以上。电池单元控制器 IC100 配合电池单元组 120 的规格使用。

[0040] 混合动力车上安装的电池系统 130 一般为串并联连接多个电池单元或者电池单元组的、两端电压为数百 V 高压的、高容量的电池系统。当然本发明也能够适用于这种高压、高容量的电池系统。

[0041] 构成电池系统的多个电池单元 110 按照规定数目进行分组,按每个电池单元组 120 设置电池单元控制器 IC100。例如,在串联连接 100 个电池单元 110 的电池系统 130 按每 4 个电池单元进行分组的情况下,使用 25 组电池单元控制器 IC100。各电池单元控制器 IC100 检测构成各电池单元组 120 的电池单元各自端子间电压,发送到电池控制器 200,并根据来自电池控制器 200 的指令对每个电池单元 110 进行平衡电流的通电控制。平衡电阻 102 是用于限制用以修正各电池单元的 SOC 的偏差的各电池单元的放电(平衡放电)电流的电阻,按每个电池单元 110 设置。

[0042] 被充电到电池系统 130 中的直流电力经由正极侧连接器 310、负极侧连接器 320 供应到平滑电容器 330 和逆变器 340,通过逆变器 340 转换成交流电力施加给交流电机 350,进行交流电机 350 的驱动。从该直流电力到交流电力的转换通过逆变器 340 中具备的开关元件(未图示)的开关进行。另一方面,在车辆制动时通过交流电机 350 产生的交流电力通过逆变器 340 中具备的二极管元件(未图示)和平滑电容器 330 转换成直流电力,经由正极侧连接器 310、负极侧连接器 320 施加给电池系统 130,进行电池系统 130 的充电。

[0043] 伴随着逆变器 340 的动作,产生了纹波噪声和开关噪声。这些噪声虽然可通过平滑电容器 330 一定程度地降低,但不能完全地消除,流入到电池系统 130 中,各单元的端子

间电压中叠加了与噪声电流成正比的噪声电压。由于该噪声成为电池单元电压的检测误差,输入到测量电压的电压测量电路(未图示)的电压信号必须使用 RC 滤波器等抑制噪声。此外,电压测量电路(未图示)设于电池单元控制器 IC100 内,省略其细节。

[0044] (RC 滤波电路和平衡电路的例子)

[0045] 图 2 表示使用了电池单元控制器 IC100 的用于检测电池单元电压的 RC 滤波电路和平衡电路的例子。在此,如图 1 所示的一个电池单元组 120 中,4 个串联连接的单体电池单元 110 的正负极端子经由电压检测线 SL1 ~ 5 与电池单元控制器 IC100 的电池单元电压输入端子(CV 端子)105 连接。在各电压检测线 SL1 ~ 5 分别设有形成 RC 滤波器的电池单元电压输入端子(Rcv)101。此外,在与各电池单元的正负极端子连接的电压检测线即相邻的两个电压检测线之间连接电容器 103,形成 RC 滤波器。

[0046] 电池单元控制器 IC100 具有 GND 端子(GND)107 和 Vcc 端子(VCC)104。GND 端子通过接地线(GL)与串联连接的 4 个单体电池单元中最低电位的单体电池单元的负极连接。此外,Vcc 端子通过电源线(VL)与串联连接的 4 个单体电池单元中最高电位的单体电池单元的正极连接。经由该电源线供应的电池单元组的最高电位作为电池单元控制器 IC100 的工作电源 Vcc 使用。

[0047] 此外,将电池单元电压输入电阻(Rcv)101 的电阻值和平衡电阻(BS 电阻, Rb)的电阻值也分别表示为 Rcv、Rb。

[0048] 本说明书中,电压检测线是指从各单体电池单元的正负极到设于电池单元控制器 IC100 内的、为了利用电压测量电路(未图示)测量各单体电池单元的端子间电压而选择电压检测线的多路复用器的输入为止的配线。

[0049] 各电池单元中平衡开关(BSW)108 和平衡电阻(BS 电阻, Rb)102 的串联电路与各电池单元并联连接,通过平衡开关 108 的控制进行平衡放电。平衡开关 108 设于电池单元控制器 IC100 内部,例如由 MOSFET(金属氧化物半导体场效应晶体管)开关等构成。该平衡开关 108 经由平衡端子(BS 端子)106 通过两个布线(称为平衡线 BL)分别连接到与该平衡开关对应的单元的正负极端子所连接的两个电压检测线上。

[0050] (RC 滤波电路的变形例 1)

[0051] 图 3 是 RC 滤波电路的其它例子,RC 滤波器的电容器 103 与电池单元控制器 IC100 的 GND 端子 107 连接。图 2 的 RC 滤波器方式中,在 4 个电容器使用相同容量的情况下,由于对应所连接的电池单元的 RC 滤波器的有效电容不同,因此每个单体电池单元中 RC 滤波器的截止频率不同。为了使频率特性相同,RC 常数需要按每个电池单元改变。在图 3 的方式中,RC 常数可相同,但需要提高电容器 103 的耐压,使得能够承受 4 个单体电池单元的电压。

[0052] (RC 滤波电路的变形例 2)

[0053] 图 4 是 RC 滤波电路的又一例子,将电容器 103 的连接点连接到串联电池的中点电位的电压检测线(图 4 中为 SL3)上。在该方式中,与各电池单元连接的 RC 滤波器的常数相同。并且具有电容器 504 的耐压只需图 3 的 RC 滤波电路的一半的优点。

[0054] 此外,图 2 的电压检测线 SL5 与接地线(GL)之间连接了电容器 103,图 3 中电压检测线 SL1 ~ 5 的各电压检测线与接地线(GL)之间连接了电容器 103,图 4 中电压检测线 SL3 与接地线(GL)之间连接了电容器 103。作为在这些电压检测线与接地线之间连接电容



器 103 的替代,也可采用在这些电压检测线与电源线(VL)之间连接电容器 103 的电路结构。

[0055] 这种电路结构的动作也与图 2~4 所示的电路结构相同,可从参考图 2~4 的以下说明中得以明了,因此省略在电压检测线与电源线(VL)之间连接电容器 103 的电路结构的图。

[0056] (锂离子电池的特性与平衡放电的必要性)

[0057] 在此,作为具备基于本发明的电池单元组监视装置的蓄电装置中所用的单体电池单元的例子,针对锂离子电池的特性进行说明。作为构成电池系统 130 的多个单体电池单元的 SOC 偏差的原因,有各电池单元的自放电速度偏差、充放电效率偏差、控制电路工作时消耗电流和停止时暗电流的偏差等各种因素,而乘用车中安装的电池由于放置期间较长,因此以自放电(自然放电)的偏差为主。在锂离子电池的情况下,在系统启动时测量各单体电池单元的 OCV(开路电压),由其计算各单体电池单元的 SOC。如果 OCV 高则 SOC 也高,因此进行该 OCV 高的电池单元的平衡放电来降低 SOC,使得构成电池系统 130 的多个单元的 SOC 一致。

[0058] 锂离子电池由于不像镍氢或镍镉电池在过充电状态下负极发生吸氧反应,因此在过充电中不会减少 SOC 的偏差。因此,对于锂离子电池来说平衡放电功能是重要的功能,如果没有平衡放电功能则会产生 SOC 偏差,导致作为电池即电池系统(电池单元组)使用时出现 SOC 高的电池单元和 SOC 低的电池单元。由于电池系统中按照总电压即平均 SOC 进行充放电,在充放电时存在 SOC 低的电池单元达到过放电状态或者 SOC 高的电池单元达到过充电的状态的可能性。

[0059] 锂离子电池中,如果 SOC 低,则作为负极集电体的铜溶出,作为枝晶析出,存在导致正极与负极之间短路的可能性。因此,适当地进行充放电以使得各单元不达到过放电的状态。此外,锂离子电池中,如果达到过充电状态,则发生电解液的分解、正极和负极活性物质的分解等反应,不仅该反应不可逆,而且电池内的温度和内压上升。为了避免这种过充电状态,锂离子电池采用在电池单元设置排气阀来安全地释放内压的构造。

[0060] 串并联地连接了多个电池单元的电池中,利用总电压检测电路检测电池的总电压,并且利用电池单元控制器 IC100 内的电压测量电路检测所有电池单元的电压,基于这些检测值进行电池的充放电控制,因此电池整体达到过充电或者过放电的可能性低。但因为连接向电池单元控制器 IC100 的电压输入端子的电压输入侧的故障(RC 滤波器的电容器劣化、设于电池单元控制器 IC100 内的 ESD 防护用的二极管(例如参考日本特开 2010-193589 号公报的图 5)的劣化、或者电池单元控制器 IC100 的电压检测端子附近的绝缘不良等),某个单元的电压测量不能正常进行的情况下,存在不能进行正常的平衡放电、该电压达到过充电的可能性。例如,如果在电池单元控制器 IC100 的电压测量电路的输入侧发生了使得某个电池单元的电压被检测得较低的故障,则即使在该电池单元的实际 OCV 并不低的情况下也被检测为低电压,所以该电池单元被排除在平衡放电的对象之外,其它电池单元成为平衡放电的对象。因此,在平衡放电结束后,其它电池单元的 SOC 降低了平衡放电的量,反之该电池单元的 SOC 相对地升高了该量。由于对表面上 OCV 高的电池单元进行平衡放电,在减少 OCV 的偏差的状态下进行所有电池单元(电池系统)的充电,如果重复这样的动作,则电池系统表面上正常,但仅有该电池单元会达到过充电状态。

[0061] 为了防止这种电池单元电压测量电路的输入侧故障带来的过充电状态,以及为了

避免电压测量电路自身的故障导致的电池单元电压的错误测量,以往的电池单元组控制装置中一直如下实施:设置两套具备电压测量电路的电池单元控制器 IC100,使得所有单元的电压测量电路为双重系统,即使一个电池单元控制器 IC100 的电压测量功能发生故障,也能够利用另一个电池单元控制器 IC100 中的电压测量功能可靠地检测电池单元电压。

[0062] (锂离子电池的过充电时的行为)

[0063] 接着,说明锂离子电池的过充电状态下的行为例子。图 5 是表示以恒定电流对锂离子电池充电、有意地达到过充电状态时电池单元电压相对于 SOC 的变化和排气阀的动作的图。由图可知,电池单元电压随着 SOC 的上升而上升,SOC 为 280% 左右时内压上升,排气阀动作。该锂离子电池中,由于 SOC 为 230% 时存在排气阀动作的可能性,因为令 SOC230% 以上为排气阀动作区域。排气阀动作区域的下限 SOC 极大地依赖于锂离子电池的特性,根据正极活性物质、负极活性物质、电解液组成等各种条件而不同。图 5 中所示的排气阀动作区域表示的是一个例子。

[0064] 但 SOC 增大时电池单元电压上升、接近排气阀动作区域的特性是所有锂离子电池共通的特性。因此,以往的电池系统控制装置中,将判断为过充电的电池单元电压设定为从 SOC100% 的电池单元电压到排气阀动作区域的下限 SOC 的电池单元电压之间的电池单元电压,冗余系的过充电检测电路的检测电压也设定为上述 SOC 范围内的电池单元电压的值,以不会充电到该过充电电压以上的方式进行充放电控制。

[0065] (漏电的发生)

[0066] 如上所述,因 RC 滤波器的电容器劣化、设于电池单元控制器 IC100 内的 ESD 防护用的二极管劣化、或者电池单元控制器 IC100 的电压检测端子附近的绝缘不良等,有发生漏电的可能性。以下以其中的 RC 滤波器的电容器发生漏电进行说明。因其它原因发生漏电的情况也能够完全同样地理解,可适用以下说明的基于本发明的电池系统的动作。

[0067] 并且如图 2 所示,以下针对在每个单元中连接到这些单元的正负极的两个电压检测线之间 RC 滤波器的电容器 103 与电池单元并联连接的情况进行说明。此外,将因电容器 103 发生漏电而使检测电压降低的电池单元称为发生漏电的电池单元。但这仅为称呼,并非意味该单元实际漏电。

[0068] (RC 滤波器的电容器发生漏电时的电池单元电压测量值)

[0069] 在此为了简化说明,以与串联连接的三个电池单元的中央的电池单元的正负极连接的两个电压检测线之间连接的电容器 103 发生漏电进行说明。该电容器 103 的漏电以与电容器 103 并联连接的漏电电阻(RL) 131 表示。此外,图 6 中为了清晰而将图 2 中设于电池单元控制器 IC100 内的平衡开关 108 提到外部来表示,并且省略电池单元控制器 IC100 的描述。

[0070] 若令电池单元 2 的实际电压为  $V_{c2}$ ,则电池单元控制器 IC100 的电池单元 2 的电压输入端子(CV 端子)之间的电压  $V_2$  由以下的式(1)表示。

[0071] 
$$V_2 = V_{c2} \times RL / (2 \times R_{cv} + RL) \dots\dots (1)$$

[0072] 在电池单元 2 所连接的两个 CV 端子间,流过漏电电阻(RL) 131 的漏电电流  $I_L$  也流过电压检测线 SL2、SL3 的电压输入电阻  $R_{cv}$ ,由于这两个电压输入电阻导致的压降,CV 端子间的电压测量得比电池单元 2 的实际电压低。

[0073] 此外,若令电池单元 1、电池单元 3 的实际电压分别为  $V_{c1}$ 、 $V_{c3}$ ,则作为电池单元 1

的检测电压的电压检测线 SL1 和 SL2 所连接的 CV 端子间的电压 V1、和作为电池单元 3 的检测电压的电压检测线 SL3 和 SL4 所连接的 CV 端子间的电压 V3 分别由以下的式(2)、(3)表示。

$$[0074] \quad V1 = Vc1 + Vc2 \times Rcv / (2 \times Rcv + RL) \cdots \cdots (2)$$

$$[0075] \quad V3 = Vc3 + Vc2 \times Rcv / (2 \times Rcv + RL) \cdots \cdots (3)$$

[0076] 如式(2)、(3)所示,由于在电池单元 2 的漏电电阻 131 流过的漏电电流,电池单元 1 和 3 的 CV 端子间电压反而上升,测量到分别比各自的实际电压高的电压值。

[0077] 这是因为,电压检测线 SL2 所连接的 CV 端子的电位因电压检测线 SL2 上设置的电池单元电压输入电阻 Rcv 而降低,并且电压检测线 SL3 所连接的 CV 端子的电位因电压检测线 SL3 上设置的电池单元电压输入电阻 Rcv 而上升。

[0078] 换言之,设有因漏电流而在 CV 端子发生压降的电池单元电压输入电阻 Rcv 的电压检测线的上侧的电池单元的检测电压上升,设有因漏电流而在 CV 端子发生压降的电池单元电压输入电阻 Rcv 的电压检测线的下侧的电池单元的检测电压也一同上升。

[0079] 图 7 表示为了简化而例如令  $Vc1 = Vc2 = Vc3 = 3.6V$ 、 $Rcv = 30 \Omega$  时漏电电阻 (RL) 的电阻值与检测出的电池单元电压的关系。如图所示,漏电电阻越小,发生漏电的电池单元(电池单元 2)的检测电压越低。反之,发生漏电的电池单元的上下侧的电池单元(电池单元 1、电池单元 3)中电池单元的检测电压越高。在本例中,漏电电阻 (RL) 131 的电阻值降低到  $100 \Omega$  时,对于 3.6V 的实际电压,发生漏电的电池单元的端子间电压的检测值为 2.25V,发生漏电的电池单元(电池单元 2)的上下侧的电池单元(电池单元 1、3)中的端子间电压的检测值被检测为超过 4.2V 的电压。

[0080] 在后面的说明可知,RC 滤波器的电容器和电池单元控制器 IC100 内的 ESD 防护用二极管等的故障以及电池单元控制器 IC100 的 CV 端子附近的绝缘不良通常是缓慢发展的。如果该漏电因某种噪声等的影响而在某时刻突然增大的情况下,存在电池单元电压的检测值超过 4.2V 并大于 4.35V 的过充电保护电压、作为过充电被检测出异常的可能性。

[0081] 此外,过充电保护电压为不再进行充电的电压。并且如图 5 中的说明,锂离子电池在某个电压以上会增加发热,如果进一步电压上升,则发生电极和电解液的劣化(化学变化),电池不可逆地劣化,电压暂时降低。之后,如图 5 中的说明,如果进一步继续充电,则电解液分解,产生气体,排气阀动作。

[0082] 因此,该过充电保护电压被设定为具有不会发生发热问题的余量的电压。由于该电压因锂离子电池的组成和结构而异,上述的 4.35V 仅为锂离子电池的例子。并且同样地有过放电保护电压,但在此省略说明。

[0083] 图 8 与图 7 相反,表示在各单体电池单元检测出的端子间电压为  $V1 = V2 = V3 = 3.6V$  的情况下各电池单元的实际电压与漏电电阻 (RL)131 的电阻值的关系。在此也令  $Rcv = 30 \Omega$ 。

[0084] 漏电电阻 (RL) 131 的电阻值为  $300 \Omega$  的情况下,即使端子间电压的测量检测出 3.6V,但发生漏电的电池单元的实际电压为 4.35V。进一步地,在漏电电阻 RL 降低到  $100 \Omega$  的情况下,发生漏电的电池单元的实际电压有达到约 5.8V 的可能性。

[0085] 但是,利用平衡电阻 102 和电池单元电压输入电阻 101 被设定为合适的值的、基于本发明的电池单元组监视装置,能够使得单元的实际电压不达到过充电保护电压以上。以

下,针对该平衡电阻 102 和电池单元电压输入电阻 101 的电阻值的设定进行说明。

[0086] (发生漏电时的平衡电流的计算值和实际的电流值)

[0087] 参考图 6、图 7、图 9,针对发生漏电时的平衡放电进行说明。

[0088] 图 7 中表示例如如图 6 的电池单元 2 的电压检测线 SL2、SL3 所连接的两个电池单元电压输入端子 105 之间发生漏电、其上下侧的电池单元 1、电池单元 3 检测到高电压的情况。其中,在此电池单元 1 ~ 3 全部为相同程度的实际电压(= 3.6V)。此外,令  $R_{cv} = 30 \Omega$  进行计算。

[0089] 如式(2)、(3)所示,虽然电池单元 1、电池单元 3 中实际电压为 3.6V,但如果漏电电阻( $R_L$ )131 的电阻值变小,则检测到的电压变高。并且电池单元 2 的检测电压反而变低,在电池单元 2 的检测电压的降低的量比在电池单元 1、电池单元 3 的检测电压的增加的量更大。在检测电压过低的情况下,被判断为过放电状态,发出警告并执行电池系统停止使用等措施。但在过放电的情况下不会发生类似过充电的情况下的发热或单元内压增大等问题。在此,针对达到过充电的动作以及为防止其的本发明电池系统监视装置的动作进行说明。

[0090] 参考图 7 考虑漏电电阻  $R_L$  为  $300 \Omega$  的情况。发生漏电的电池单元 2 的上下侧电池单元 1、3 中电池单元的端子间电压(电池单元电压)被检测为比实际电压 3.6V 高的 3.9V。当电池系统的多个单体电池单元发生这样的电池单元电压偏差时,在高电池单元电压的单体电池单元中进行降低检测电压的动作即平衡放电。如图 6 所示,该平衡放电使平衡开关(BSW)108 导通而进行。由此平衡电流( $I_B$ )133 流过。

[0091] 平衡放电时间基于由检测出的电池单元电压和平衡电阻计算出的平衡电流及该单元的 SOC 来计算。此外,对于计算方法有多种方法,在此省略说明。

[0092] 由于平衡放电不是基于单元的实际电压而是基于检测出的电压进行,因此计算出的平衡电流与基于实际电压的平衡电流相比增大了约 8.3%( $3.9V/3.6V = 1.083$ )。如果在该状态下进行放电,由于未进行预定的电流量的放电,放电结束后的该电池单元的电压并未降低到当初预定的电压,放电结束后检测出的电压为作为未达到平衡的状态的略高的电压。当检测到该较高的电压后,再次进行放电,结果是进行消除检测出的电压偏差的平衡放电。

[0093] 图 9 概要性地表示该平衡放电的情况。直线 A 表示因电池单元的端子间电压偏差而成为放电对象的偏差量  $\Delta V$  在实际电压与检测电压中一致,直线 B 表示因上述理由该  $\Delta V$  未被消除、实际电压未降低到预定的电压。

[0094] 即使根据当初检测出的电池单元电压进行第一次平衡放电,实际电压的  $\Delta V$  也仅从直线 A ( $\Delta V_1$ )降低到直线 B ( $\Delta V_2$ )。未进行平衡放电的电压量( $\Delta V_2$ )在下一次的电池单元端子间电压测量时被检测到,再次进行平衡放电(第二次平衡放电)。这样,基于检测电压进行平衡放电,结果实际电压降低了基于检测电压的电池单元电压的偏差量  $\Delta V$ 。

[0095] 这样通过平衡放电,多个电池单元的端子间电压的偏差被消除,但该端子间电压并非基于实际电压而是基于检测电压。可通过平衡放电使所有电池单元的电压暂时统一为低电压然后进行充电,或者交替地进行平衡放电和充电。如果充电后所有电池单元的检测电压统一为 3.6V,则电池单元的实际电压基于图 8 所示的曲线成为与漏电电阻相应的值。例如,漏电电阻  $300 \Omega$  下电池单元 1、3 为 3.25V,电池单元 2 为 4.35V。

[0096] 此外,平衡电阻( $R_b$ )102 为数十  $\Omega$  ~ 数百  $\Omega$ ,但能够通过平衡开关(BSW)108 的导

通 / 断开的切换控制(占空比控制)适当地降低平均电流。即,通过 BSW108 的占空比控制,可成为有效电阻值可变的平衡电阻  $R_{b_{ef}}$ 。以下的说明中平衡电阻为包含占空比控制的有效平衡电阻  $R_{b_{ef}}$ 。

[0097] (平衡放电导致的发生漏电的电池单元的过充电)

[0098] 图 10 是表示根据漏电流与平衡电流的关系,发生漏电的电池单元的端子间电压的实际电压能够上升到什么程度的图。其中,在此开始时所有电池单元的端子间电压都为对应实际电压 4.1V 即通常 100% 的 SOC 的电压。此外,电池单元电压输入电阻( $R_{cv}$ )101 为  $100\ \Omega$ 。

[0099] 结合图 6 中的描述,漏电电流( $I_L$ ) 132 可由以下的式(4)计算。

$$[0100] \quad I_L = V_{c2} / (2 \times R_{cv} + R_L) \cdots \cdots (4)$$

[0101] 而为了计算漏电电流,图 10 的横轴并非为单纯的漏电电阻  $R_L$ ,而是漏电放电电阻  $2 \times R_{cv} + R_L$ ,因此在横轴  $20\ \Omega$  处  $R_L = 0\ \Omega$ ,此处为最大的漏电电流。

[0102] 若令有效平衡电阻  $R_{b_{ef}}$  为约  $512\ \Omega$ ,则如上所述平衡电流  $I_B$  可通过实际电压计算,所以  $I_B = 4.1V / 512\ \Omega = 0.008A$ 。

[0103] 漏电电阻  $R_L$  越小,则漏电电流  $I_L$  增加,在漏电放电电阻  $2 \times R_{cv} + R_L$  为  $512\ \Omega$  处与平衡电流相交。漏电电阻( $R_L$ ) 131 在该交叉点处为约  $312\ \Omega$ 。

[0104] 图 10 中,在漏电放电电阻大于  $512\ \Omega$  的地方,平衡电流比漏电电流大。电池系统不仅进行平衡放电,也适当地进行所有电池单元的充电。在该状态下,由于发生漏电的单体电池单元不进行平衡放电,因此被充入该平衡放电的电量,其实际电池单元电压增大。该发生漏电的电池单元的实际电压表示为图 10 的“实际电池单元电压”曲线。

[0105] 以上的说明换而言之,由于只要有效平衡电阻  $R_{b_{ef}}$  与漏电放电电阻一致则平衡电流与漏电电流一致,因此通过漏电发生后的平衡放电和充电使得所有单元的检测电压统一为对应 SOC = 100% 的电压的电压  $V(F, D)$  (F 意为完全充电, D 意为检测电压) 的情况下,发生漏电的电池单元的实际电压  $V(F, R)$  (F 意为完全充电, R 意为实际电压) 有可能上升到由以下的式(5)表示的电压。

$$[0106] \quad V(F, R) = V(F, D) \times (R_{b_{ef}} + R_{cv}) / R_{b_{ef}} \cdots \cdots (5)$$

[0107] 在此  $R_{b_{ef}} = 2 \times R_{cv} + R_L$ 。

[0108] 图 10 和图 11 所示的漏电发生单元的实际电压由该式(5)表示。

[0109] 漏电通常最初从微小漏电开始,漏电电流逐渐增加。即,漏电刚发生时漏电电阻大,但漏电电阻逐渐减小,漏电电流增加。

[0110] 图 10 中漏电电阻从图右侧的较大值开始向左侧移动,发生漏电的电池单元的实际电压增加,直到漏电放电电阻为  $512\ \Omega$ 。由于  $512\ \Omega$  以下时漏电电流比平衡电流大,所以发生漏电的电池单元的实际电压反而降低。

[0111] 因此,具有产生最高实际电压的可能性的情况是漏电电阻为  $312\ \Omega$  (漏电放电电阻为  $512\ \Omega$ ) 的情况,这种情况下存在电压上升到图 10 上侧所示的电压可达界限的可能性。

[0112] 图 11 是用于说明用于使发生漏电流的电池单元的实际电压降低到上述过充电保护电压程度的 4.3V 以下的电压的控制的图。图 11 也与图 10 的情况相同,开始时所有电池单元的实际电压为 4.1V。

[0113] 由以上说明可知,为了使发生漏电的电池单元的实际电压的最大到达电压为

4. 30V, 只需使漏电电流  $I_L$  的直线与平衡电流的直线在最大到达电压为 4. 30V 的漏电放电电阻  $4000\ \Omega$  处相交即可。

[0114] 控制平衡开关的占空比使得平衡开关 108 中有效电阻值  $R_{ef}$  为该漏电放电电阻  $4000\ \Omega$ 。

[0115] 对于以上说明的漏电发生时的平衡放电, 为了更容易理解而再次总结如下。

[0116] 式(5)的  $V(F, D)$  由于为单体电池单元为  $SOC = 100\%$  时的电压, 进一步地将其记为  $V_F$ 。此外  $V(F, R)$  为用于限制电压不在其之上的、如图 10、图 11 所示的最大到达电压, 将其记为  $V_{max}$ 。即式(5)可表示为与其等效的式(6)。

$$[0117] \quad V_{max} = V_F \times (R_{b_{ef}} + R_{cv}) / R_{b_{ef}} \cdots \cdots (6)$$

[0118] 而在此  $V_{max} = V(F, R)$ ,  $V_F = V(F, D)$ ,  $R_{b_{ef}}$  = 有效平衡电阻。

[0119] 将式(6)变形, 则  $R_{b_{ef}}$  与  $R_{cv}$  的关系可得以明了。

$$[0120] \quad R_{b_{ef}} = R_{cv} \times V_F / (V_{max} - V_F) \cdots \cdots (7)$$

[0121]  $V_{max}$  为上述的过充电保护电压,  $V_F$  为  $SOC100\%$  的电池单元电压,  $R_{b_{ef}}$  为有效平衡电阻即  $R_{b_{ef}} = R_b \times$  占空比。

[0122] 通常, 为了消除输入到电池单元电压输入端子(CV 端子) 105 的各单体电池单元的端子电压上重叠的噪声, 首先设定由电池单元电压输入端子( $R_{cv}$ )101 和电容器 103 构成的 RC 滤波器的常数。

[0123] 如果使对应该  $R_{cv}$  电阻值的有效平衡电阻  $R_{b_{ef}}$  为式(7)求得的价值以上, 则能够使发生漏电的电池单元的实际电压为过充电保护电压  $V_{max}$  以下。

[0124] 如上所述, 本发明中着眼于根据从平衡电流减去漏电电流后的电流进行漏电发生时的平衡动作导致的过充电, 设定平衡电流使得实质地达到的电流在电池安全的电压范围内。

[0125] 为此, 根据 RC 滤波器的电阻值、电池单元的使用上限电压和过充电保护电压来决定平衡电阻的有效电阻, 使得作为电池单元的使用上限电压的 SOC 为 100% 时的电压、和与平衡电流相等的漏电电流流过时的电压检测误差之和在安全的电压范围内, 即在过充电保护电压以下即可。

[0126] 即, 通过设定为在上式(7)中设定的有效平衡电阻的值, 即使在电池单元控制器 IC 的电压测量电路的输入侧某处发生漏电, 也能够避免漏电发生时的过充电。

[0127] 在上述的说明中, 针对一个电池单元组 120 和监视该电池单元组 120 的电池单元控制器 IC100 的例子, 对基于本发明的电池单元组监视装置进行了说明。此外, 针对该电池单元组监视装置中的平衡放电动作, 以三个单体电池单元中央的电池单元发生漏电进行说明。

[0128] 从式(2)或(3)的说明可知, 在电池单元组 120 的多个单体电池单元 110 的最上层(高电位侧) 或者最下层(低电位侧) 发生漏电的情况下, 对最上层的电池单元的相邻的下层电池单元或者最下层的电池单元的相邻的上层电池单元可适用上述的说明和同样的方法。

[0129] (RC 滤波电路的变形例 1、2 中平衡放电)

[0130] 此外, 上述的说明中, RC 滤波器的电容器假定为在电池单元控制器 IC100 的电压检测端子(CV 端子) 之间连接, 但也存在 RC 滤波器的电容器连接到电池单元控制器 IC100 的接地端(GND) 的情况(RC 滤波电路的变形例 1, 图 3)、或者连接到电池单元组的中间电位

的电压检测线的情况(RC 滤波电路的变形例 2,图 4)、或者连接到其它位置的情况。在该情况下也因 RC 滤波器的 R (Rcv)上发生压降而发生电池单元电压检测值的降低,所以可同样地加以考虑。

[0131] 即,将漏电放电电流流过的电压检测线作为电池单元电压的电压检测线使用的电池单元的检测电压受到漏电的影响而上升。检测电压下降的电池单元被过充电了平衡电流的量,该过充电的到达电压为与平衡电流值相同的漏电电流流过时产生的误差与电池的使用上限电压之和。

[0132] 在这些 RC 滤波电路的变形例中,同样地能够求出如上所述的漏电放电电流与平衡放电电流为相同大小的条件下的电池单元电压输入电阻 Rcv 与有效平衡电流  $Rb_{ef}$  的关系。

[0133] 为了简化说明,检测到漏电发生时的所有单体电池单元的实际电压相同,充放电后的所有单体电池单元的检测电压也相同。这与上述图 2 的 RC 滤波电路中的说明为同等条件。

[0134] 图 2 中,RC 滤波电路的电容器的施加电压为一个单体电池单元所对应的量,图 3、图 4 的情况与图 2 的情况相比,施加电压增加电容器所连接的两个电压检测线之间的电池个数所对应的量。

[0135] 因此,漏电放电电流也增加电池个数所对应的量。为了流过与其相等的平衡放电电流,与上述图 2 的 RC 滤波电路的说明相比,只需将有效平衡电阻设为减小电池个数所对应的量的值即可。

[0136] 例如,图 3 的 RC 滤波电路中,在电压检测线 SL2 与接地线(GL)之间连接的电容器 103 发生漏电的情况下,电压检测线 SL2 所连接的 CV 端子的电位因漏电放电电流而降低,电压检测线 SL2 的上侧的电池单元(电池单元 1)的检测电压上升。

[0137] 由于电压检测线 SL2 与 SL5 之间有三个单体电池单元,该检测电压的上升的量与图 2 的情况相比为 3 倍。与其对应地,漏电放电电流为 3 倍,并且用以与其平衡的有效平衡电阻为 1/3。

[0138] 但是,在一个电容器 103 中检测出漏电发生时,其它电容器也存在开始劣化的可能性。或者存在电容器之外的部分例如电池单元控制器 IC100 的电池单元电压输入端子(CV 端子) 105 附近的布线图样也开始绝缘劣化的可能性。从安全性的角度,即使在例如上述的图 3 的电压检测线 SL2 与接地线(GL)之间漏电的情况下,也不使电池单元 1 的平衡开关的占空比为 1/3,而优选设为根据式(7)计算出的、一个电池单元的电压量时的有效平衡电阻。

[0139] 以上的说明中,针对 RC 滤波电路的电容器 103 如图 2~4 所示连接的情况进行了说明。作为上述的将电容器 103 的一端连接到接地线(GL)的电路结构的替代,显然对于将电容器 103 的一端连接到电源线(VL)的电路结构也同样可进行与上述相同的平衡动作,省略其详细说明。但在该情况下也与上述的说明同样地,由于漏电电流,CV 端子上发生电压上升的 Rcv 所设置的电压检测线的上侧的电池单元的检测电压降低,并且由于漏电电流,CV 端子上发生电压下降的 Rcv 所设置的电压检测线的上侧的电池单元的检测电压上升。

[0140] 此外,以上的说明中,以在 RC 滤波器的电容器 103 中发生漏电的情况进行说明,存在由于除此之外的原因,例如电压输入端子(CV 端子间)的布线基板的绝缘不良、电池单元

控制器 IC100 内的 ESD 防护用二极管的绝缘不良等而发生漏电的可能性。但这些情况下也可与上述电容器中漏电的情况完全相同地理解,因此省略其说明。

[0141] 以上的说明为本发明的实施方式的例子,本发明并不限于这些实施方式。本领域技术人员可在不破坏本发明的特征下进行各种变形实施。因此,对于可认为在本发明的技术思想范围内的其它实施方式,也被包含在本发明的范围内。



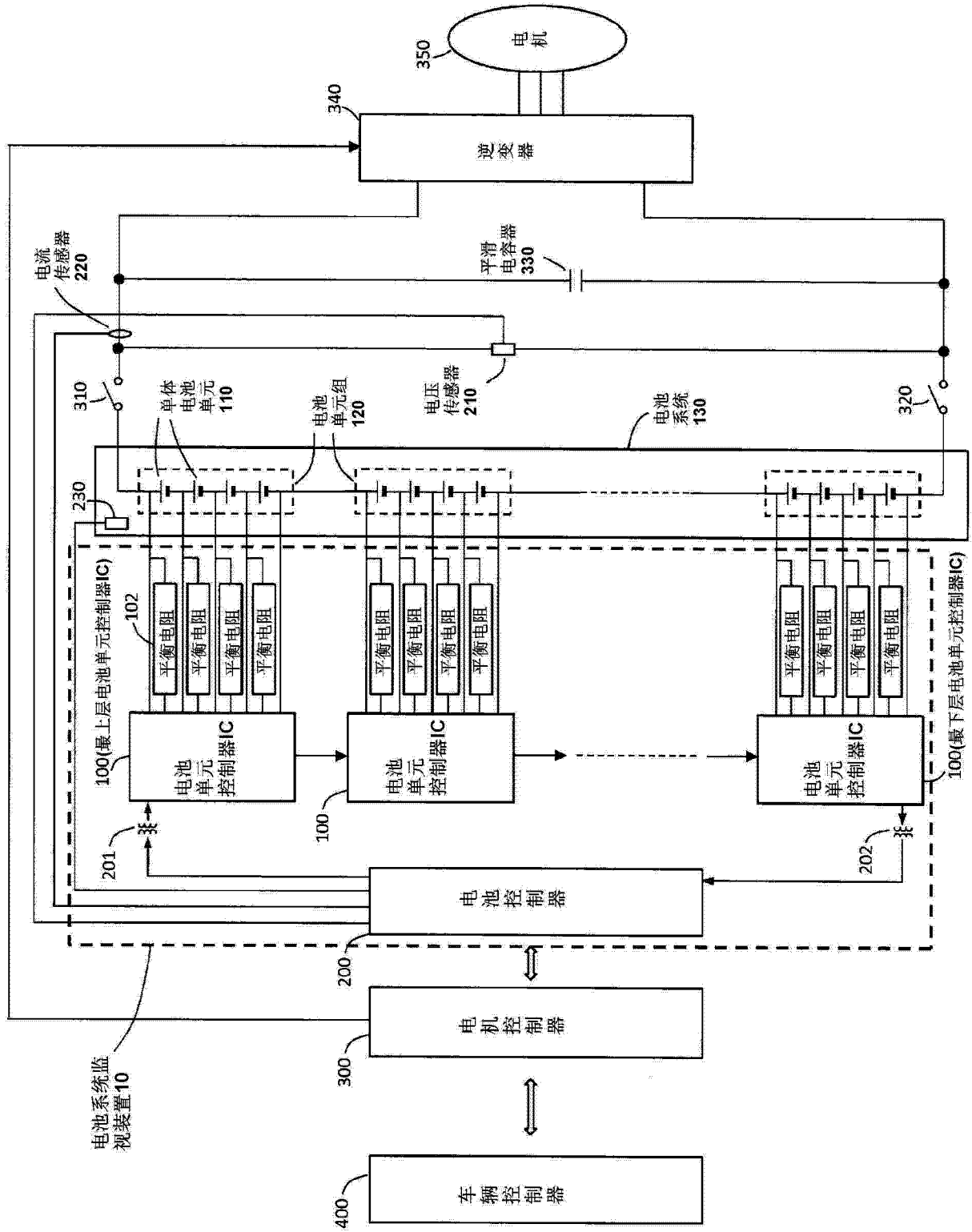


图 1

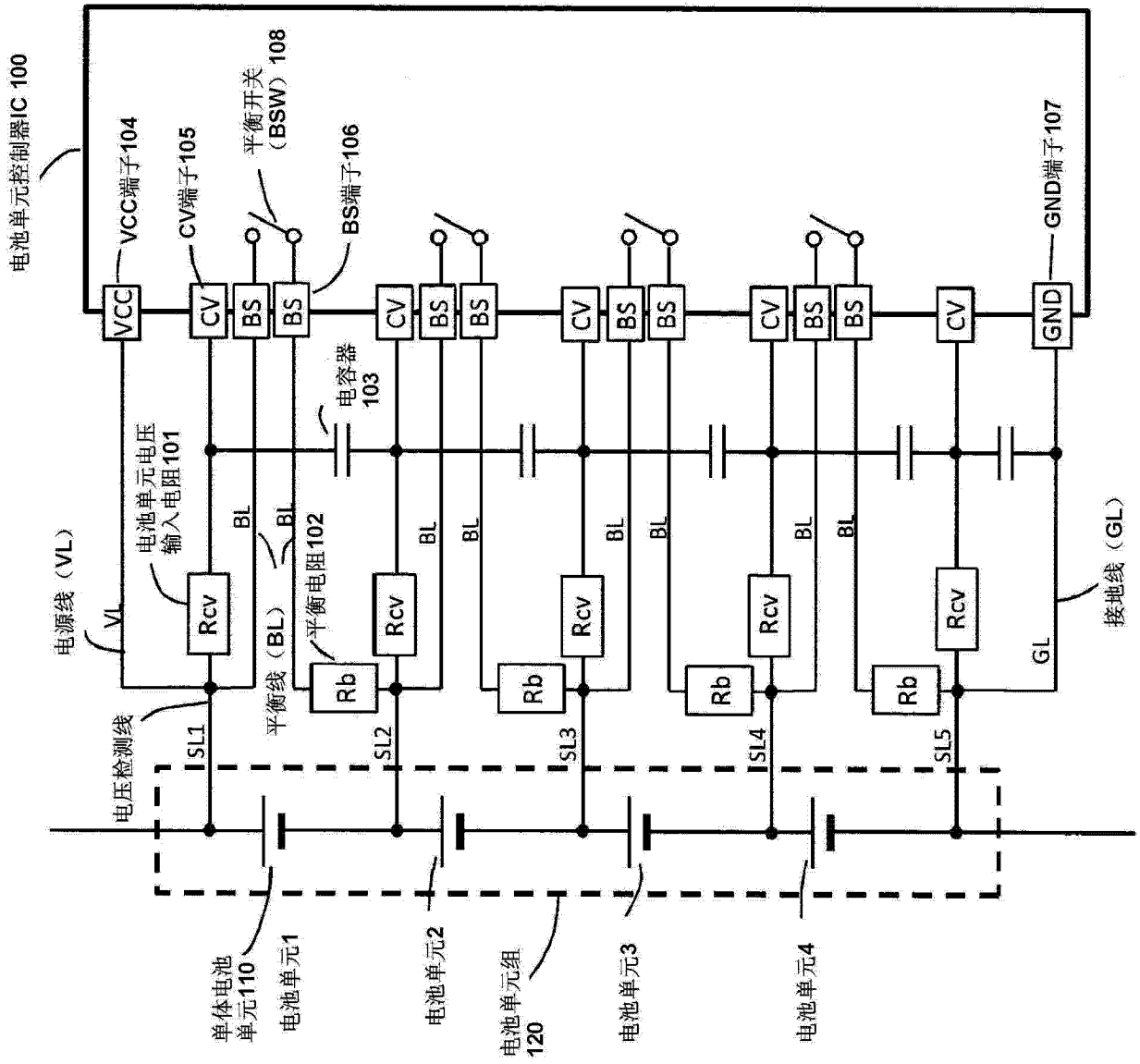


图 2

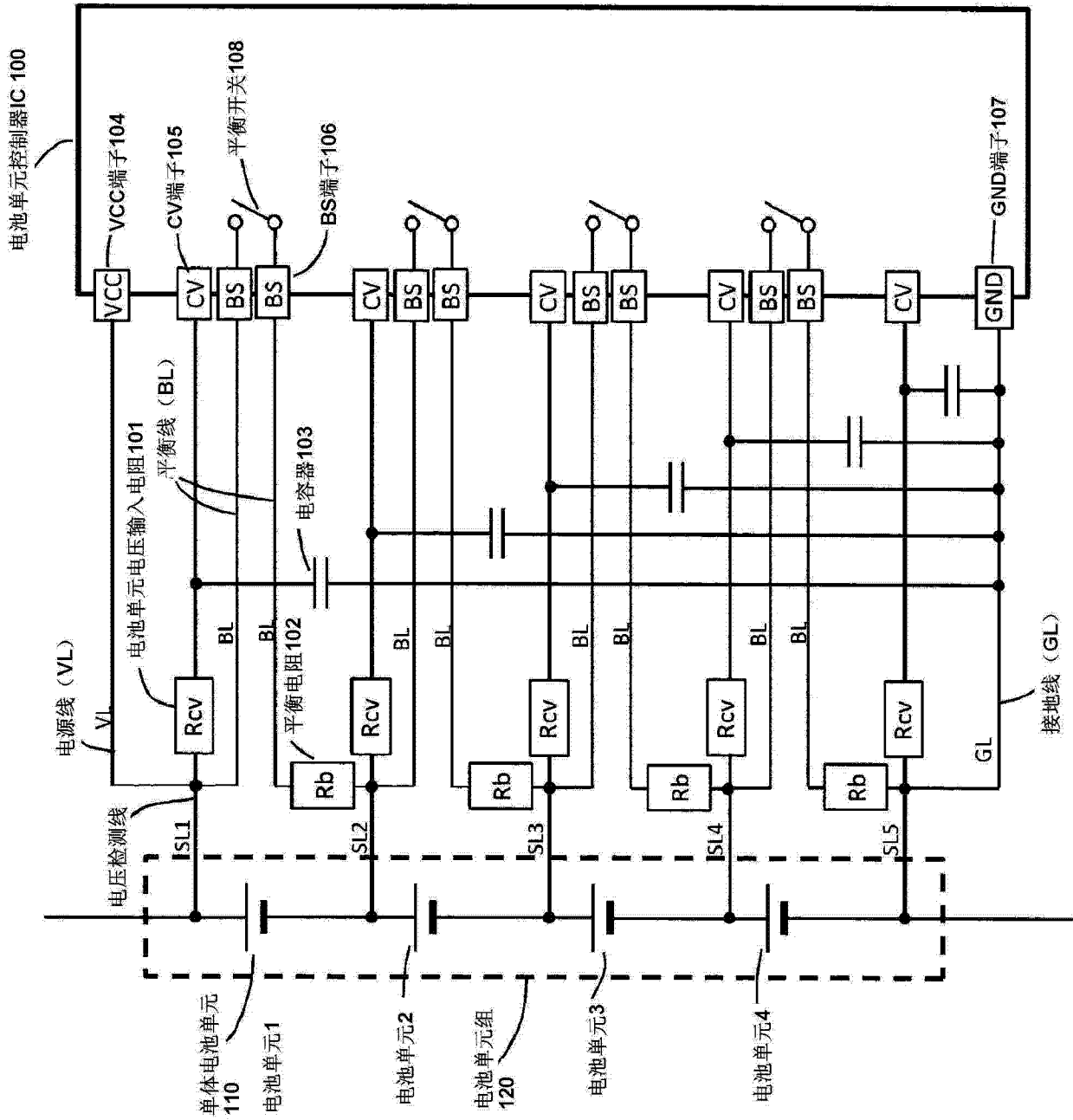


图 3

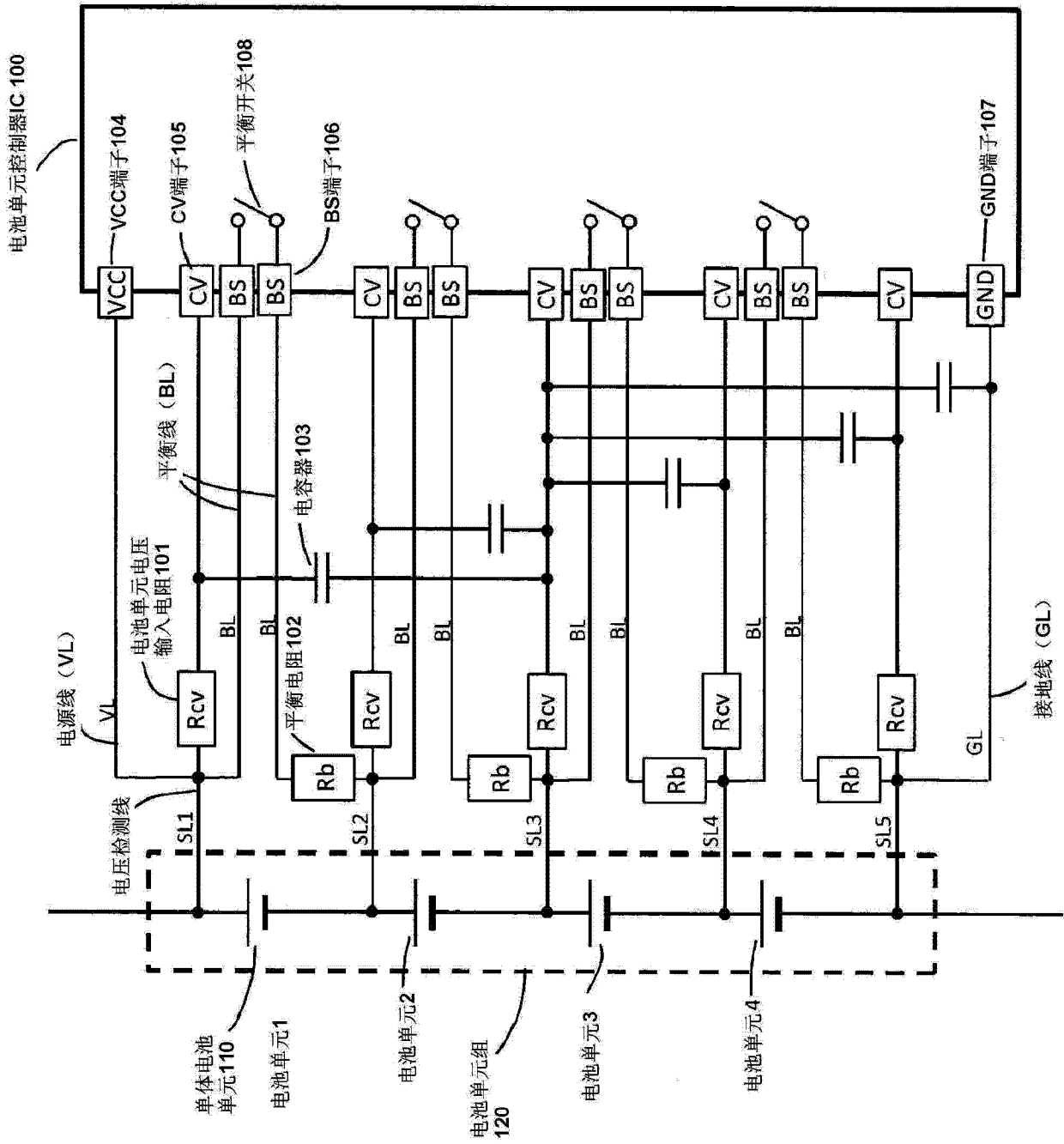


图 4

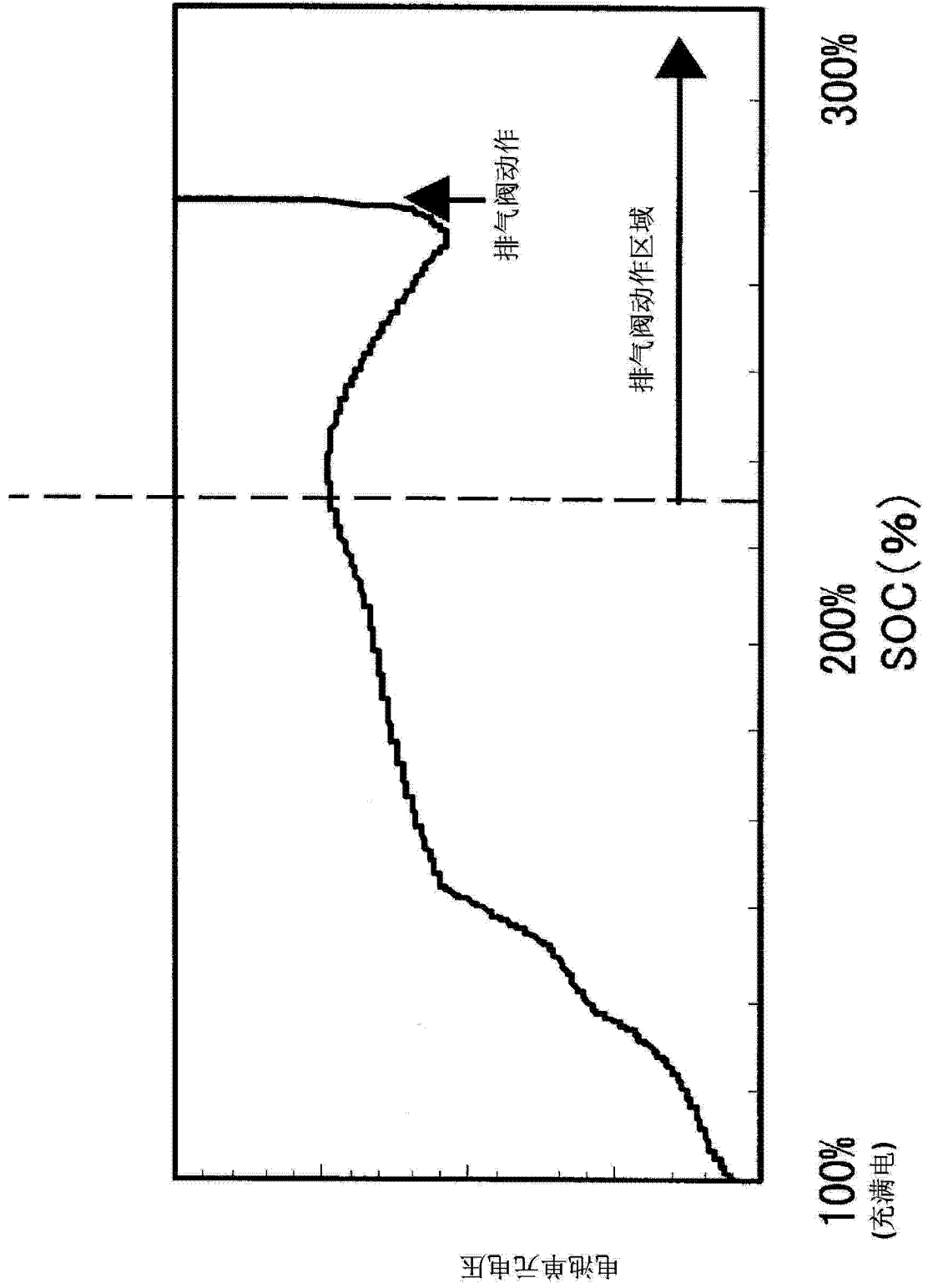


图 5

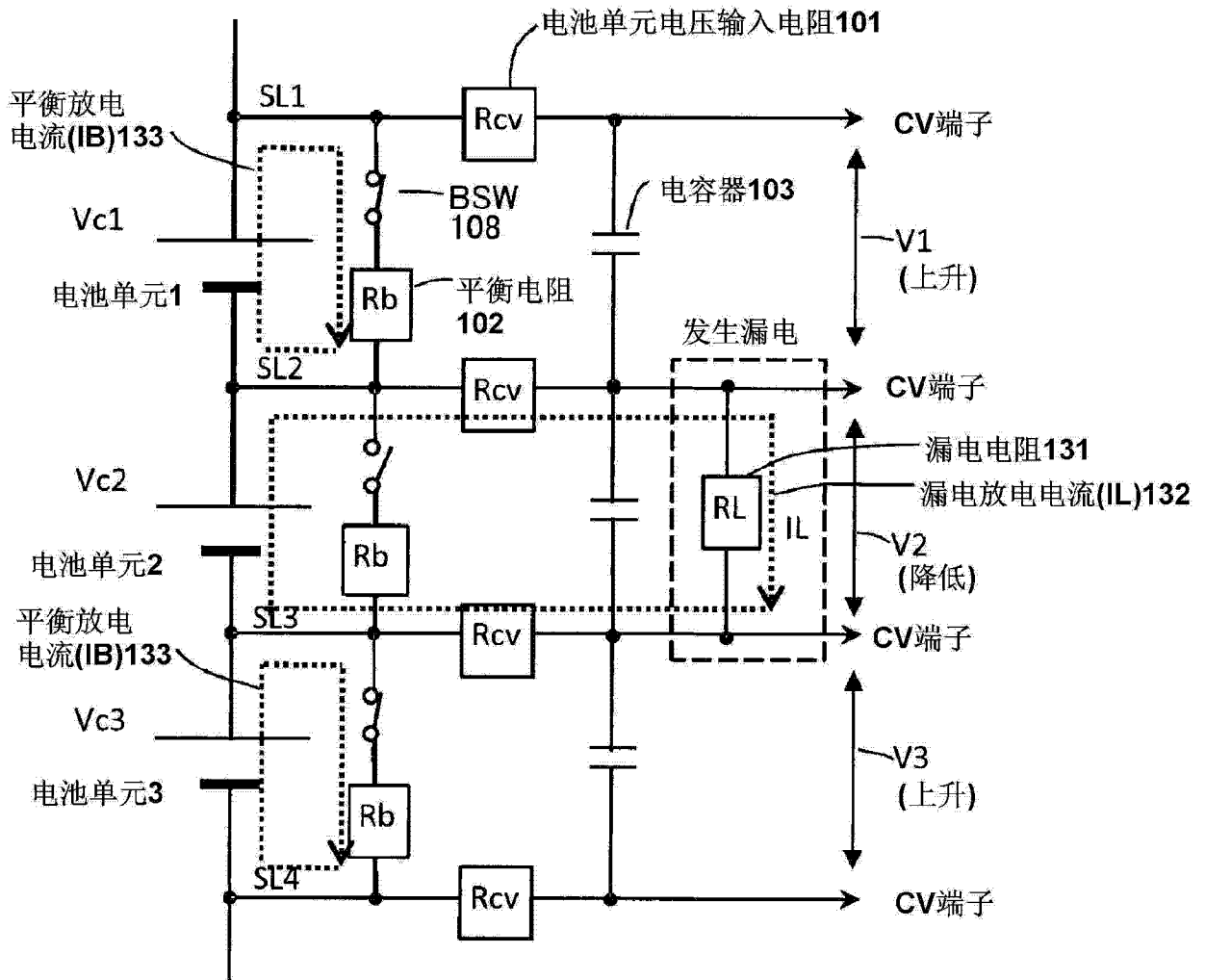


图 6

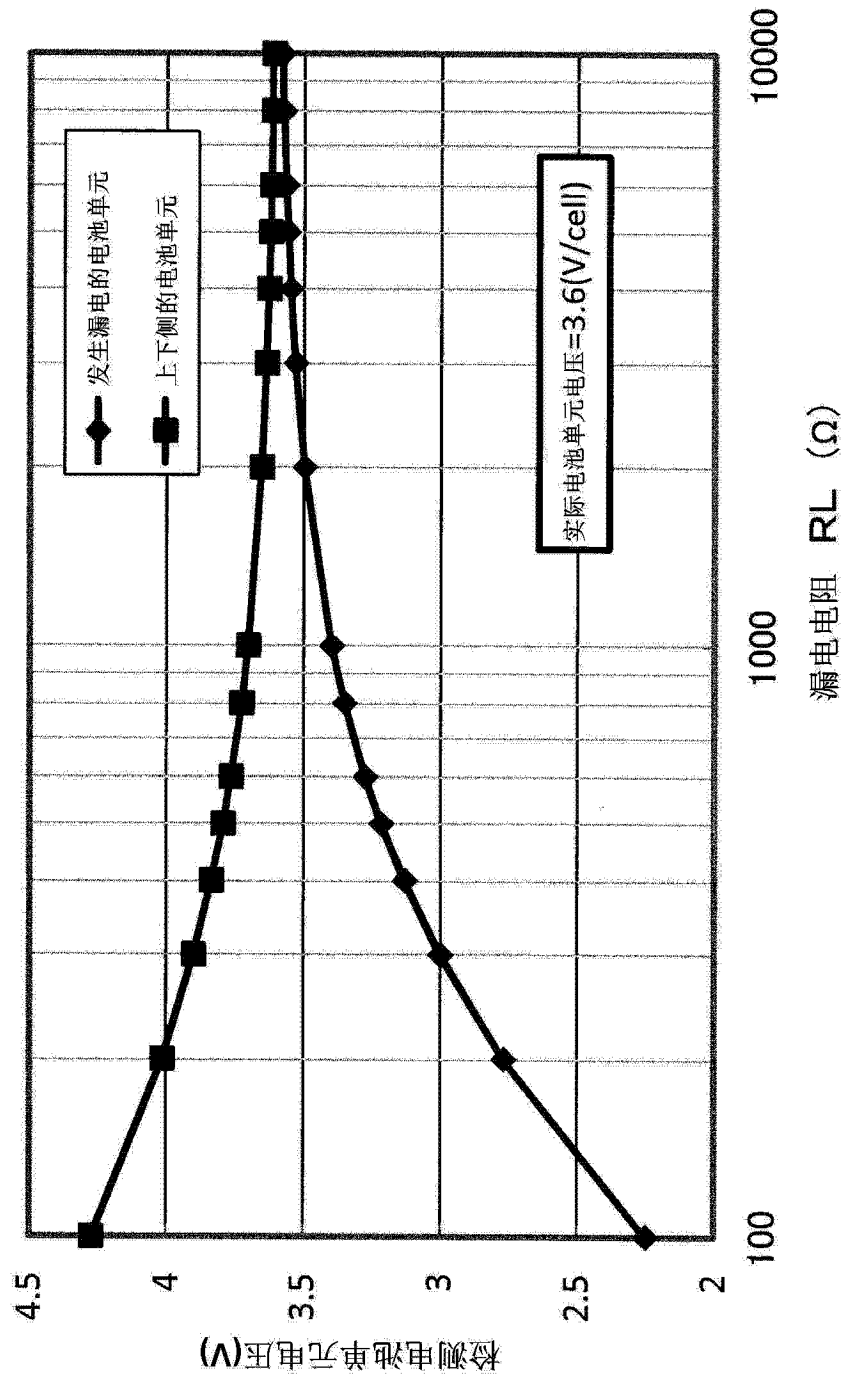


图 7

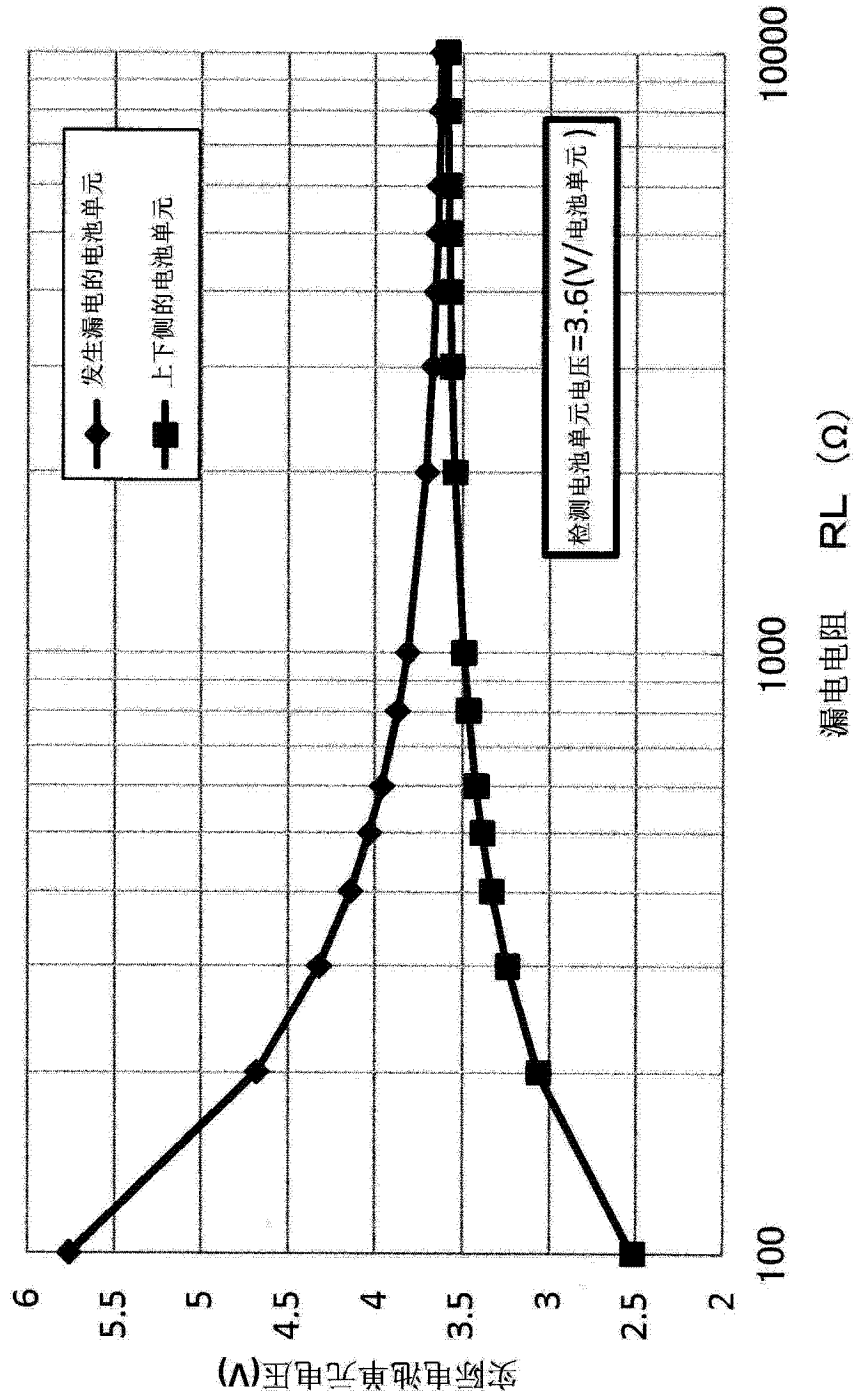


图 8



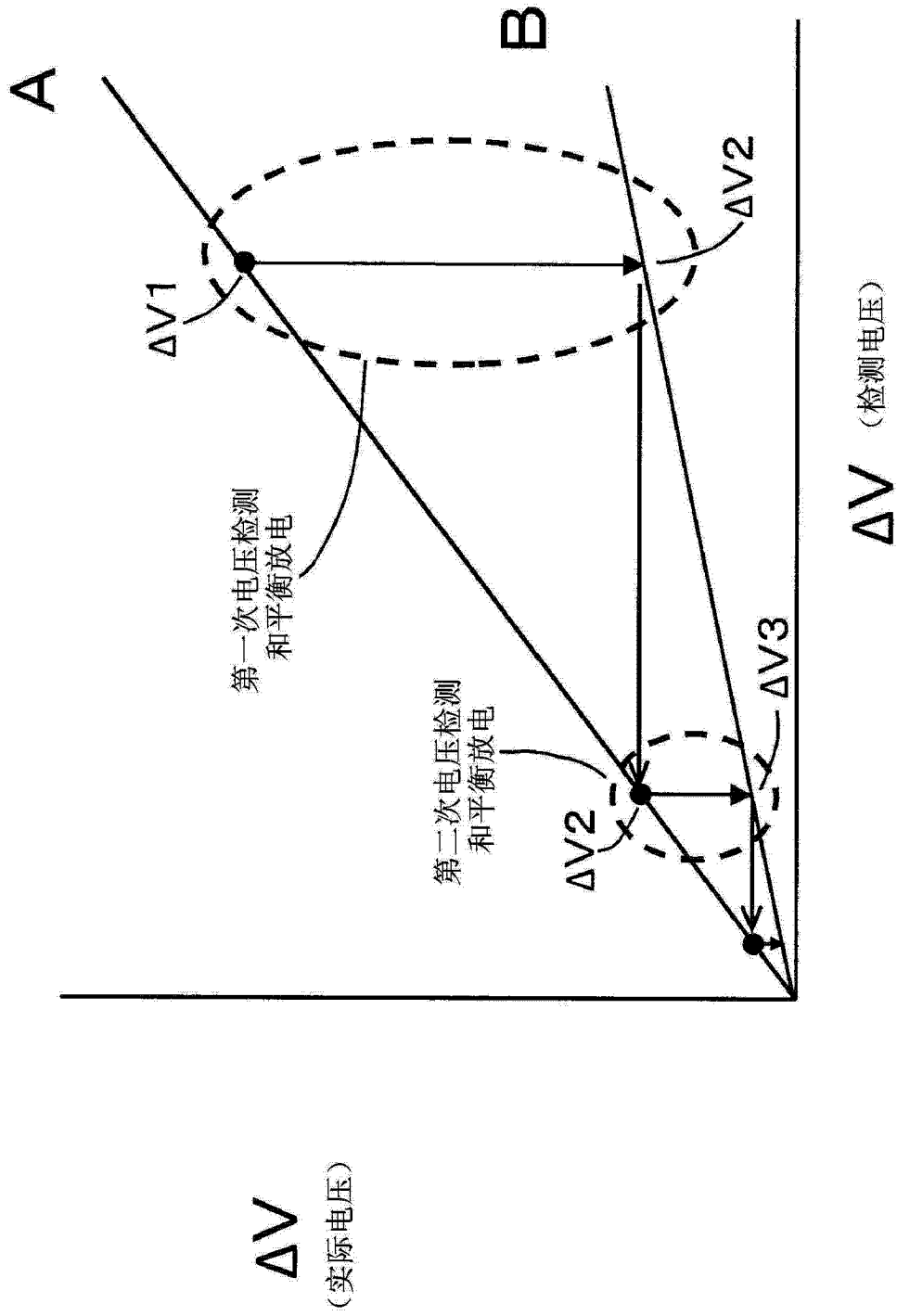


图 9

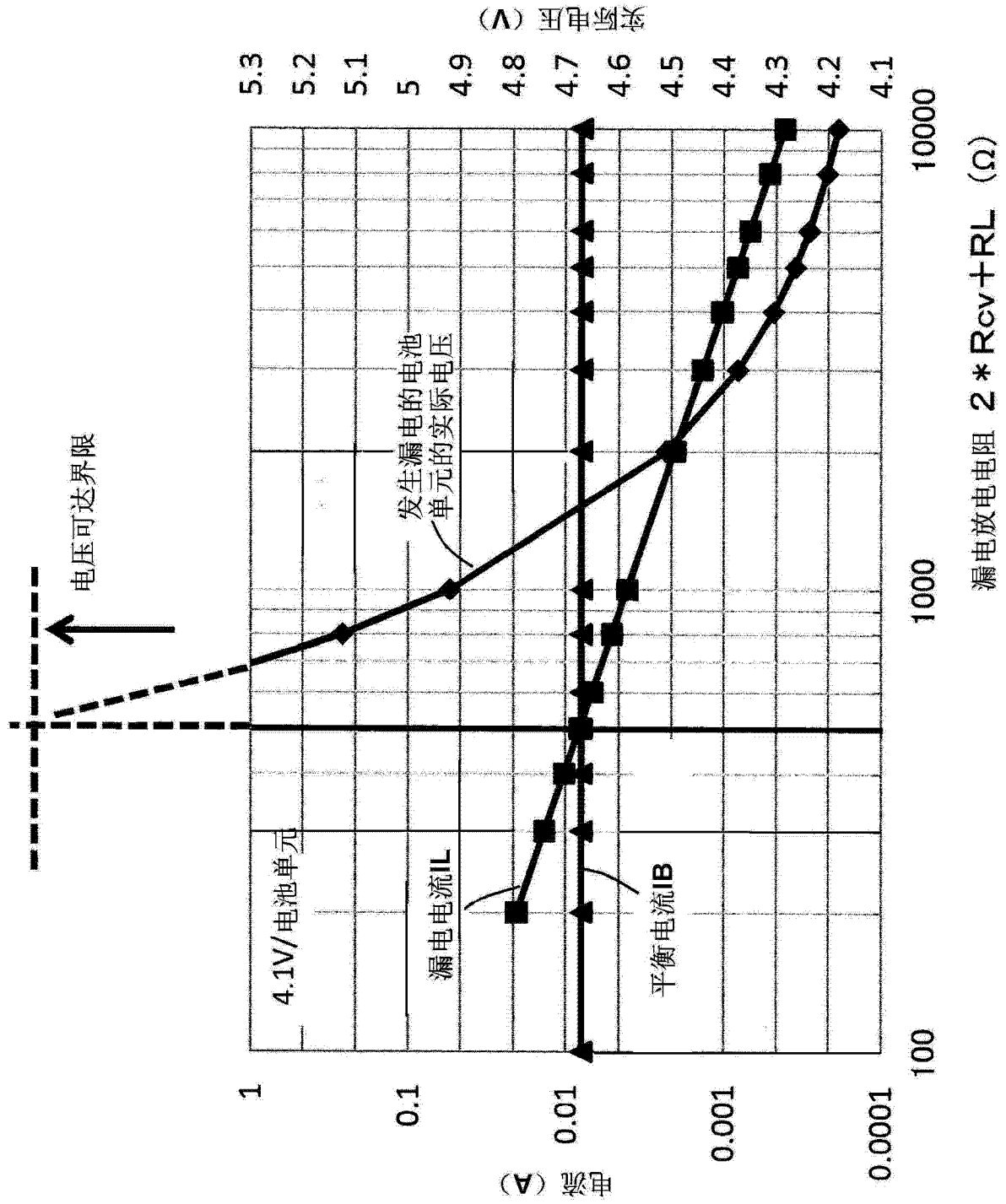


图 10

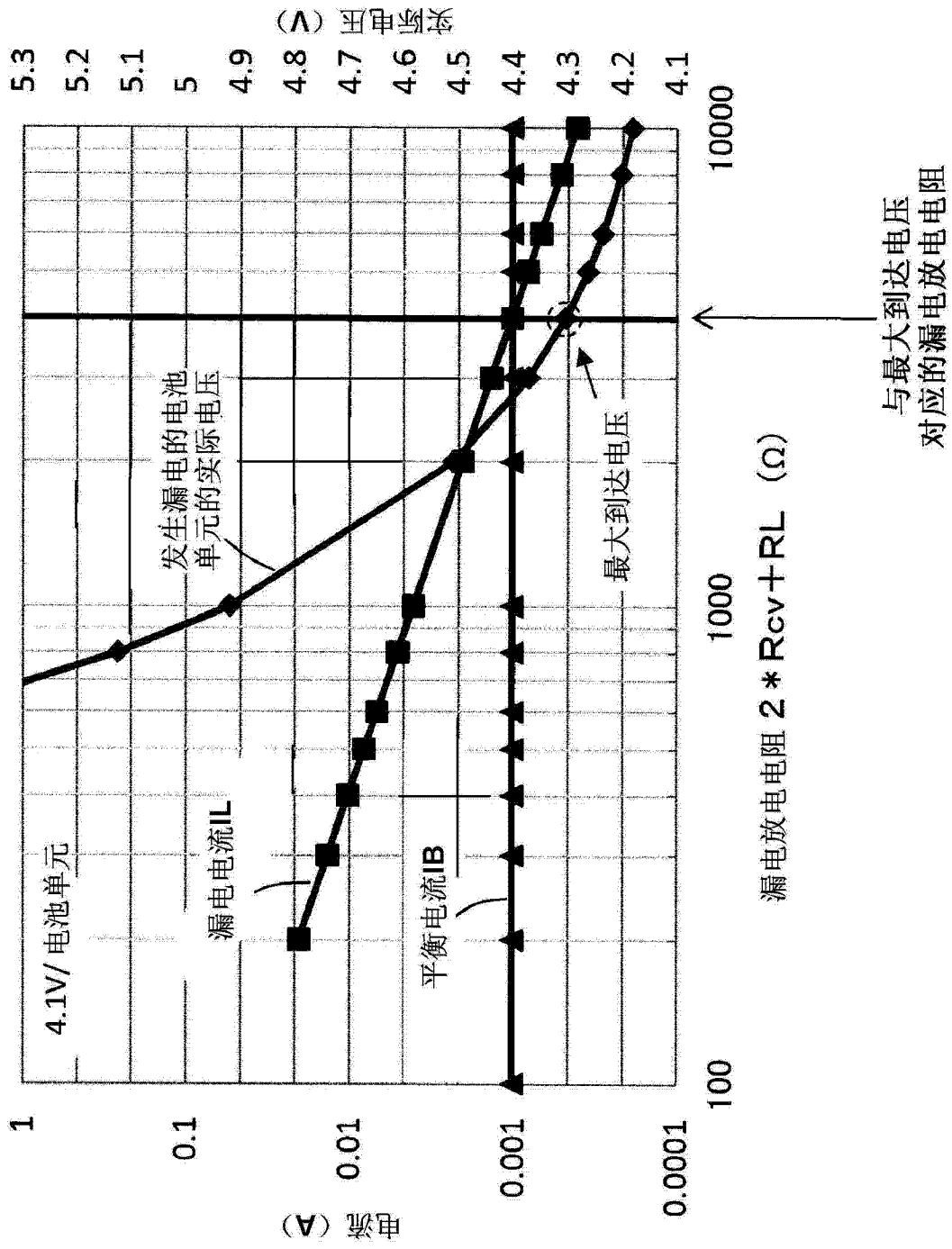


图 11