



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103403565 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 01

(21) 申请号 201280011246. 8  
 (22) 申请日 2012. 03. 30  
 (30) 优先权数据  
 082078/2011 2011. 04. 01 JP  
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日  
 2013. 09. 02  
 (86) PCT国际申请的申请数据  
 PCT/JP2012/002247 2012. 03. 30  
 (87) PCT国际申请的公布数据  
 W02012/137456 JA 2012. 10. 11  
 (73) 专利权人 丰田自动车株式会社  
 地址 日本爱知县  
 专利权人 朴力美电动车辆活力株式会社  
 (72) 发明人 奥村素宣 市川公一 松川靖  
 前川活德 山田敏弘  
 (74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所  
 11247  
 代理人 段承恩 徐健

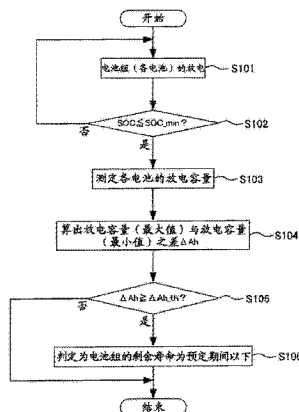
(51) Int. Cl.  
*G01R 31/36*(2006. 01)  
 (56) 对比文件  
 US 4678998 A, 1987. 07. 07,  
 CN 1138390 A, 1996. 12. 18,  
 JP 特开 2000-224701 A, 2000. 08. 11,  
 JP 特开 2005-188965 A, 2005. 07. 14,  
 CN 1829921 A, 2006. 09. 06,  
 JP 特开 2004-31123 A, 2004. 01. 29,  
 审查员 张丽萍

权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称  
 剩余寿命判定方法

(57) 摘要

本发明提供一种在即使接近寿命而电压值(V)和/或电阻值(R)也没有发生显著变化的电池中推定该电池的剩余寿命的技术。使电池组放电,直到由多个电池构成的电池组(10)的充电状态(SOC)变为在电池组的充放电控制中使用的预定的通常使用范围的下限值以下,在电池组放电时,测定将多个电池划分成多个电池块时的每个电池块的放电容量,算出多个电池块的放电容量的容量差,基于所算出的容量差判定电池块或电池组的剩余寿命。



1. 一种剩余寿命判定方法,其特征在于,  
使由多个电池构成的电池组放电,直到所述电池组的充电状态(SOC)变为在所述电池组的充放电控制中使用的预定的通常使用范围的下限值以下,  
在所述电池组放电时,对将所述多个电池划分成多个电池块时的每个所述电池块的放电容量进行测定,  
算出所述多个电池块的所述放电容量的容量差,  
基于所算出的所述容量差来判定所述电池块或所述电池组的剩余寿命,  
在所述多个电池块的放电容量的最大值与最小值的容量差为预定值以上的情况下,判定为所述电池组的剩余寿命或放电容量小的一侧的所述电池块的剩余寿命为预定期间以下。
2. 根据权利要求 1 所述的剩余寿命判定方法,其特征在于,  
使所述电池组放电,直到所述电池组的充电状态(SOC)从作为充放电控制的目标的基准值变为所述下限值以下。
3. 根据权利要求 1 所述的剩余寿命判定方法,其特征在于,  
使用从车辆上取下后还没有实施充放电处理的所述电池组,使其放电直到充电状态(SOC)变为所述下限值以下。
4. 根据权利要求 1 ~ 3 中任一项所述的剩余寿命判定方法,其特征在于,  
所述下限值为 40%的充电状态(SOC)。
5. 根据权利要求 1 ~ 3 中任一项所述的剩余寿命判定方法,其特征在于,  
所述下限值为 0%的充电状态(SOC)。

## 剩余寿命判定方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及推测多个电池电连接而成的电池组的剩余寿命的技术。

### 背景技术

[0002] 已知如下技术：当电池劣化或发生故障时，电压值(V)的变化特性发生变化或电阻值(R)发生变化。利用该特性，在实际发生了电池的劣化和 / 或故障的情况下，基于电压值和 / 或电阻值的变化，判定电池的劣化程度(例如，参照专利文献 1 ~ 6。)

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献 1：日本特开 2005 - 188965 号公报

[0005] 专利文献 2：日本特开 2003 - 151645 号公报

[0006] 专利文献 3：日本特开 2003 - 028940 号公报

[0007] 专利文献 4：日本特开 2001 - 231179 号公报

[0008] 专利文献 5：日本特开 2008 - 126788 号公报

[0009] 专利文献 6：日本特开 2000 - 092732 号公报

### 发明内容

[0010] 发明要解决的问题

[0011] 但是，特别是在镍氢电池(Ni - MH 电池)的情况下，由于实际上在劣化发展到一定程度或发生故障之前电压值(V)和 / 或电阻值(R)没有发生显著变化，因此在要推测电池的剩余寿命的情况下，无法利用上述以往的判定技术。

[0012] 因此，本发明的目的在于，提供一种在即使接近寿命而电压值(V)和 / 或电阻值(R)也没有发生显著变化的电池中推测该电池的剩余寿命的技术。

[0013] 用于解决问题的手段

[0014] 作为本申请第 1 发明的剩余寿命判定方法，其特征在于，使由多个电池构成的电池组放电，直到电池组的充电状态(SOC)变为在电池组的充放电控制中使用的预定的通常使用范围的下限值以下，在电池组放电时，对将多个电池划分成多个电池块时的每个电池块的放电容量进行测定，算出多个电池块的放电容量的容量差，基于所算出的容量差来判定电池块或电池组的剩余寿命。

[0015] 在此，各电池块可以与各电池对应或与多个电池对应。也就是说，如果将电池组按每个电池进行划分，则各电池成为各电池块。另外，也可以由多个电池构成 1 个电池块，在该情况下，由多个电池块构成电池组。在多个电池块的放电容量的最大值与最小值的容量差为预定值以上的情况下，能够判定为电池组或放电容量小的一侧的电池块的剩余寿命为预定期间以下。

[0016] 另外，作为通常使用范围的下限值，可以设定为 40% 的充电状态(SOC)。由于 SOC40% 在进行电池组的充放电时被设定为 SOC 的下限值的情况多，所以通过电池组放电直到变为下限值以下，明显出现多个电池块的放电容量的不均(バラツキ)，能够进行更高精

度的剩余寿命判定。

[0017] 进而,作为通常使用范围的下限值,可以设定为 0% 的充电状态(SOC)。由此,更明显地出现多个电池块的放电容量的不均,能够更正确地进行剩余寿命判定。

[0018] 另外,可以使电池组放电,直到电池组的充电状态(SOC)从作为充放电控制的目标的基准值变为下限值以下。由于基准值(SOC)比相当于满充电状态的 SOC 低,所以与使电池组从满充电状态放电相比,能够在短时间内有效地把握多个电池块的放电容量的不均。

[0019] 此外,也可以使用从车辆上取下后还没有实施充放电处理的电池组,使其放电直到充电状态(SOC)变为下限值以下。这是因为:若从被强制充电后的状态开始放电,则由于在车辆上被实际利用而产生的容量平衡(正极和负极间的容量的对应关系)的偏离会被缓和,变得不容易观测放电容量的不均。

[0020] 发明的效果

[0021] 根据本发明,能够提供一种在即使接近寿命而电压值(V)和 / 或电阻值(R)也没有发生显著变化的电池中推定该电池的剩余寿命的技术。

## 附图说明

[0022] 图 1 是表示判定电池组(电池)的剩余寿命的剩余寿命判定系统的概要的图。

[0023] 图 2 是表示本实施例的电池劣化判定方法的处理的流程的流程图。

[0024] 图 3 是表示在使具有充分剩余寿命的电池组放电至 SOC0% 的情况下多个电池的放电容量的不均  $\Delta Ah$  的程度的图。

[0025] 图 4 是表示在使负极充电量减少而剩余寿命变短的电池组放电至 SOC0% 的情况下多个电池的放电容量的不均  $\Delta Ah$  的程度的图。

[0026] 图 5 是表示在正极和负极的容量平衡没有偏离的电池中放电容量以及单极电位(正极电位及负极电位)的关系的图。

[0027] 图 6 是表示在正极和负极的容量平衡已偏离的电池中放电容量以及单极电位(正极电位及负极电位)的关系的图。

## 具体实施方式

[0028] 以下,对本发明的实施例进行说明。

[0029] 本实施例是对从车辆等回收的电池组的剩余寿命进行判定的技术。所谓剩余寿命是指将电池组或后述的电池在满足预定的充放电特性的范围内将来能够继续使用的期间。

[0030] 图 1 是表示判定电池组的剩余寿命的剩余寿命判定系统的概要的图。在本实施例中,成为剩余寿命的判定对象的电池组,举例从车辆回收的镍氢电池(Ni - MH 电池)的情况。此外,除镍氢电池以外,还可以使用锂离子电池等二次电池。

[0031] 电池组 10 是将多个电池 10a 电串联连接而构成的电池组(电池包)。在图 1 中,将电池 10a (相当于电池块)作为单电池来表示,但并不限于此。

[0032] 具体而言,在将多个(例如 6 个)单电池电串联连接而构成了电池模块时,能够将该电池模块设为图 1 所示的电池 10a。在此,电池模块作为 1 个单元而构成。也就是说,通过在 1 个壳体内容纳多个单电池,能够构成电池模块。在该情况下,通过将多个电池模块电串联连接,能够构成电池组 10。另一方面,也能够将电串联连接多个电池模块而成的构件设为

图 1 所示的电池 10a。

[0033] 电池组 10 的正端子经由正极线 PL 与负载 4s 连接, 电池组 10 的负端子经由负极线 NL 与负载 4s 连接。在电池组 10 与负载 4s 连接时, 电流传感器 5 检测电池组 10 的电流值。另外, 在各电池 10a 上电并联连接有作为放电电路的电阻 4。电压传感器 3 设置于各电池 10a, 对使电池组 10 放电时的各电池 10a 的电压进行检测, 将检测结果输出到放电容量算出部 2。

[0034] 电池组 10 的充电状态(SOC: State of Charge)是从使电池组 10 为满充电的状态减去已放电的电量的比例而得到的比例。换言之, SOC 表示当前的充电容量相对于满充电容量的比例。在此, 由于满充电容量随着电池组 10 的使用(劣化)而变化, 所以 SOC 是以当前的满充电容量为基准而算出的。满充电容量包含电池组 10 处于初始状态时的满充电容量和电池组 10 使用后(劣化后)的满充电容量。所谓初始状态是指刚制造出电池组 10 后的状态、换言之是初次使用电池组 10 时的状态。电池组 10 使用后的满充电容量比电池组 10 处于初始状态时的满充电容量低。

[0035] 电池组 10 的 SOC 例如能够根据由电流传感器 5 测量的放电电流的累计值来推定, 或者根据使用由电压传感器 3 测量的电压而算出的电池组 10 的电动势来推定。当然, 电池组 10 的 SOC 也能够通过公知的各种推定方法来推定。

[0036] 基于使各电池 10a 放电时的电压传感器 3 的检测结果, 能够求出各电池 10a 的放电曲线(电压相对于放电容量的变化)。

[0037] 此外, 在本实施例中, 构成电池组 10 的多个电池 10a 电串联连接, 但电池组 10 也可以包含电并联连接的多个电池 10a。

[0038] 在搭载有上述的电池组 10 的车辆中, 能够使用电池组 10 的输出使车辆行驶, 或者将车辆制动时产生的动能作为再生电力而蓄积于电池组 10 中。具体而言, 能够将电池组 10 与电动发电机电连接。电动发电机将从电池组 10 输出的电能转换成用于车辆行驶的动能, 或者将车辆制动时产生的动能转换成向电池组 10 供给的电能。

[0039] 图 2 是表示本实施例的电池劣化判定方法的处理的流程的流程图。

[0040] 首先, 使具有电连接的多个电池 10a 的电池组 10 放电, 直到 SOC 变为通常使用范围的下限值 SOC\_min 以下(S101、S102)。具体而言, 通过将电池组 10 与负载 4s 连接来使电池组 10 放电, 使电池组 10 的 SOC 变为下限值 SOC\_min 以下。

[0041] 在进行电池组 10 (电池 10a) 的放电时, 可以使放电率小于  $1It$ 。另外, 在使电池组 10 放电时, 通过各电压传感器 3 检测对应的电池 10a 的电压值。电池 10a 的电压值因电池组 10 的放电而降低。

[0042] 在此, 所谓通常使用范围, 意味着能够满足以下的(1)~(3)的条件的 SOC 的范围。

[0043] (1) 对于车的要求能够充分确保输入输出(W)。

[0044] (2) 满足所要求的寿命。

[0045] (3) 能够充分确保充放电容量(能量(Wh))。

[0046] 如此, 所谓“通常使用范围”, 意味着在电池组 10 搭载于车辆的情况下能够充分发挥作为电池组 10 所要求的输入输出性能并通过在该使用范围内使用而能够抑制电池组 10 的大幅劣化的使用范围。另外, 通常使用范围可以通过电池组 10 (电池 10a) 的固有的输入输出特性来决定, 另外, 也可以根据车辆侧的要求来决定。

[0047] 在此,在电池组 10 的 SOC 达到通常使用范围的下限值 SOC\_min 时,通常进行限制电池组 10 放电的控制,使电池组 10 的 SOC 不低于下限值 SOC\_min。另一方面,在电池组 10 的 SOC 达到通常使用范围的上限值 SOC\_max 时,通常进行限制电池组 10 充电的控制,使电池组 10 的 SOC 不高于上限值 SOC\_max。

[0048] 另外,使上述放电处理完成的“终止电压(放电终止电压)”成为电池 10a 的终止电压。例如,在电池 10a 由单电池构成时,单电池的终止电压成为使放电处理完成的终止电压。另外,在电池 10a 构成为电池模块时,能够将作为电压传感器 3 的检测电压的 6.0V ~ 7.2V 左右设为使放电处理完成的终止电压。

[0049] 也就是说,在由 6 个镍氢电池(单电池)构成电池模块时,由于镍氢电池(单电池)的终止电压为 1.0 ~ 1.2V,所以当电池模块的检测电压变为 6.0 ~ 7.2V 左右时,能够推定为电池模块已被放电到通常使用范围的下限值 SOC\_min 附近。另一方面,在电池 10a 由多个电池模块构成时,在电池模块的终止电压上乘以电池模块的数量得到的值,成为使放电处理完成的终止电压。

[0050] 接着,测定放电后的各电池 10a 的放电容量(S103)。基于使各电池 10a 放电至终止电压的时间和放电电流值来测定放电容量。放电容量的算出通过放电容量算出部 2(参照图 1)来进行。放电容量算出部 2 通过 ASIC (Application Specific Integrated Circuit: 专用集成电路)的运算处理和 / 或通过由 CPU 或 MPU 等处理器执行存储在存储器中的程序而进行的处理来实现。

[0051] 通过 S103 的处理,能够分别取得多个电池 10a 的放电容量。在多个电池 10a 中放电容量产生不均时,能够特定放电容量的最大值及最小值。在该情况中,算出放电容量(最大值)与放电容量(最小值)之差(容量差)  $\Delta Ah$  (S104)。

[0052] 接着,判断容量差  $\Delta Ah$  是否为预定值  $\Delta Ah_{th}$  以上(S105)。预定值  $\Delta Ah_{th}$  能够考虑电池 10a 的剩余寿命而预先设定。在电池组 10 中,特定的电池 10a 的剩余寿命与其他的电池 10a 的剩余寿命相比越短,则容量差  $\Delta Ah$  就越大。因此,通过将容量差  $\Delta Ah$  与预定值  $\Delta Ah_{th}$  进行比较,能够特定剩余寿命短一侧的电池 10a。

[0053] 因此,在容量差  $\Delta Ah$  为预定值  $\Delta Ah_{th}$  以上的情况下,判定为电池组 10 (特别是放电容量 Ah 低一侧的电池 10a) 的剩余寿命为预定期间以下(S106)。在此,预定期间能够基于再利用电池 10a 的观点来适当设定。也就是说,对于判定为剩余寿命不为预定期间以下的电池 10a,能够判断为能再利用。

[0054] 具体而言,在上述的容量差  $\Delta Ah$  超过在电池组 10 的满充电容量中所占的预定比例(例如 10%)的情况下,判定为电池组 10 (特别是放电容量 Ah 低一侧的电池 10a) 的剩余寿命为预定期间以下。由于电池组 10 是将多个电池 10a 单元化而成的,所以如果剩余寿命为预定期间以下的电池 10a 包含在电池组 10 中,则判定为电池组 10 的剩余寿命也为预定期间以下。在此,如果将构成电池组 10 的多个电池 10a 分解,则能够特定剩余寿命为预定期间以下的电池 10a。

[0055] 在此,上述的预定比例能够考虑电池组 10 的输入输出特性等来适当设定。作为一例,将判定基准设为“10%”是因为:放电容量的不均幅度处于 10% 左右以内是电池 10a 能正常使用的判定基准的一例(例如,参照日本特开 2002 - 15781 号公报)。

[0056] 如上所述,放电容量的不均(容量差  $\Delta Ah$ ) 超过了 10% 的情况,并不限于构成电池

组 10 的全部电池 10a 的剩余寿命都短。即,有时仅特定的电池 10a 的剩余寿命短。在此,算出全部电池 10a 的放电容量的平均值,对于示出比该平均值(放电容量)低预定值(例如,满充电容量的 10%)以上的放电容量的电池 10a,能够判定为剩余寿命短。

[0057] 对于判定为剩余寿命短的电池 10a 以外的电池 10a,能够在制造新的电池组 10 时再利用。此外,从使用后的电池组 10 中选择(提取)能再利用的电池 10a 的方法,并不限于将各电池 10a 的放电容量与放电容量的平均值进行比较的方法,也可以将各电池 10a 的放电容量与其他的基准进行比较。

[0058] 此外,在 S101 中,希望使电池组 10 中的电池 10a 分别放电到电池组 10 的 SOC 变为 40% 以下。SOC40% 有时被设定为通常使用范围的下限值 SOC<sub>min</sub>,这是因为当电池组 10 的 SOC 低于通常使用范围的下限值 SOC<sub>min</sub> 时,开始明显出现放电容量的不均(容量差  $\Delta Ah$ )。

[0059] 另外,在 S101 中,优选使电池组 10 中的电池 10a 分别放电到电池组 10 的 SOC 变为“0%”。由此,由于能够在多个电池 10a 中以最大的状态观测放电容量的不均( $\Delta Ah$ ),所以能够进行更正确的剩余寿命判定。也就是说,使电池组 10 的 SOC 越低,就能够使容量差  $\Delta Ah$  越大,越容易把握用于剩余寿命的判定的容量差  $\Delta Ah$ 。

[0060] 另外,S101 中的电池组 10 中的电池 10a 各自的放电,希望从电池组 10 的 SOC 为“SOC 中心”的状态开始。在此,所谓“SOC 中心”是指使电池组 10 充放电时成为目标的基准值(SOC)。也就是说,控制电池组 10 的充放电,以使电池组 10 的 SOC 沿着 SOC 中心而变化。

[0061] 具体而言,当电池组 10 的 SOC 低于“SOC 中心”时,在能够输出驾驶员要求的动力的范围内,对电池组 10 进行充电。将其称为充放电驾驶模式。另外,当电池组 10 的 SOC 高于“SOC 中心”时,充放电驾驶模式被解除,积极地进行电池组 10 的放电。

[0062] 以 SOC 中心为基准的电池组 10 的充放电控制在搭载有电池组 10 的车辆(特别是混合动力车)中进行的情况多。所谓混合动力车是指作为使车辆行驶的动力源除了电池组 10 以外还具有发动机或燃料电池的车辆。如此,通过在搭载有电池组 10 的车辆中将特征性的“SOC 中心”设为进行图 2 所示的放电处理时的基准,与从满充电状态(SOC 比 SOC 中心高的状态)进行放电处理时相比,能够在短时间内有效地把握多个电池 10a 的放电容量的不均(容量差  $\Delta Ah$ )。

[0063] 进而,S101 所示的放电,能够对从车辆上取下的电池组 10 进行,但该电池组 10 优选在从车辆是取下之后还没有实施强制性的充放电处理(特别是充电处理)。这是因为:若从被强制充电后的状态开始放电,则因在车辆上被实际利用(充放电)而产生的容量平衡的偏离(制造时的质量的不均和/或因车辆搭载时承受的环境的温度等而产生的容量的不均)会被缓和,不容易观测容量差  $\Delta Ah$ 。

[0064] 图 3 是表示在使具有充分剩余寿命的电池组 10 放电至 SOC0% 的情况下多个电池 10a 的放电容量的不均  $\Delta Ah$  的程度的图。图 4 是表示在使包含负极充电量减少而剩余寿命变短的电池 10a 的电池组 10 放电至 SOC0% 的情况下多个电池 10a 的放电容量的不均  $\Delta Ah$  的程度的图。在图 3 及图 4 中,对于 6 个电池 10a,取得放电曲线(放电容量 Ah1 ~ Ah6)。

[0065] 如图 3 所示,在负极充电量充分且剩余寿命长的电池组 10 的情况下,放电至 SOC0% 时的多个电池 10a 的放电容量 Ah1 ~ Ah6 的不均(最大容量差)成为  $\Delta Ah1$ 。另一方面,如图 4 所示,在包含负极充电量减少而剩余寿命变短的电池 10a 的电池组 10 的情况下,放电至 SOC0% 时的多个电池 10a 的放电容量 Ah1 ~ Ah6 的不均(最大容量差)成为  $\Delta Ah2$ ,与图

3 所示的容量差  $\Delta Ah1$  相比大幅增加。

[0066] 图 5 及图 6 是表示放电容量和单极电位(正极电位及负极电位)的关系的图。在图 5 及图 6 中,纵轴是单极电位,横轴是放电容量。

[0067] 在此,正极电位及负极电位分别能够通过正极和负极之间配置参照极来取得。正极电位成为正极与参照极之间的电位,负极电位成为负极与参照极之间的电位。图 5 表示正极和负极的容量平衡没有偏离的状态,图 6 表示正极和负极的容量平衡已偏离的状态。

[0068] 在以往的剩余寿命判定方法中,基于电压值(V)和 / 或电阻值(R)的变化对电池的劣化进行预测。但是,如镍氢电池中的负极充电量的减少那样,在实际上电池 10a 的劣化没有发展的状态下,在即将达到寿命之前无法观测到电压值(V)或电阻值(R)的显著变化。也就是说,当负极充电量减少时,正极和负极的容量平衡偏离,仅从图 5 所示的状态变化到图 6 所示的状态,无法观测到电压值(V)和 / 或电阻值(R)的显著变化。因此,无法正确地进行剩余寿命的推测。

[0069] 另一方面,如本实施例所示,使电池组 10 放电直到电池组 10 的 SOC 低于通常使用范围的下限值 SOC\_min,通过观测此时产生的放电容量的不均( $\Delta Ah$ ),能够把握构成电池组 10 的各电池 10a 的负极充电量的减少,能够推测电池组 10 (电池 10a) 的剩余寿命。

[0070] 通过使用本实施例所记载的剩余寿命判定方法,能够判定从行驶后的车辆回收的电池组 10 中的电池 10a 的剩余寿命。通过根据剩余寿命的判定的结果而仅提取放电容量的不均比较少的电池 10a (所谓的良好电池 10a),能够将这些良好的电池 10a 组合而再次打包成电池组 10。由此,能够有效地再利用仍有充分剩余寿命的电池 10a。

[0071] 放电容量的测定可以对每个由多个(例如 6 个)单电池电串联连接而成的电池模块(相当于电池 10a)来进行,也可以将单电池按 n 个( $n > 1$ :自然数)进行块(block)化,对每个块来进行。在该情况下,能够对每个块判定剩余寿命。

[0072] 附图标记说明

[0073] 10 : 电池组, 10a 电池, PL : 正极线, NL : 负极线, 2 : 放电容量算出部, 4 : 电阻, 3 : 电压传感器, 5 : 电流传感器, Ah1 ~ Ah6 : 各电池的放电容量。



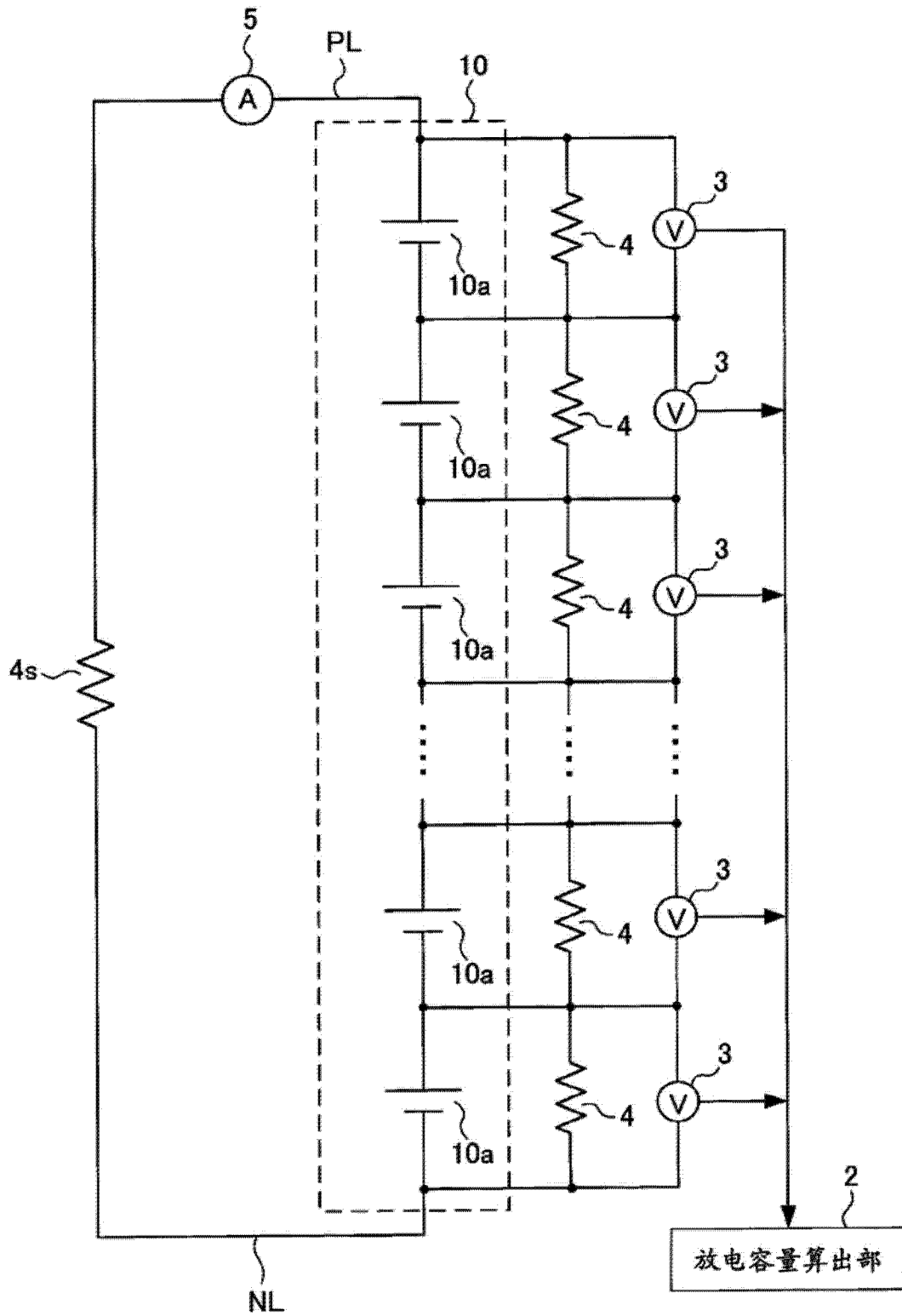


图 1

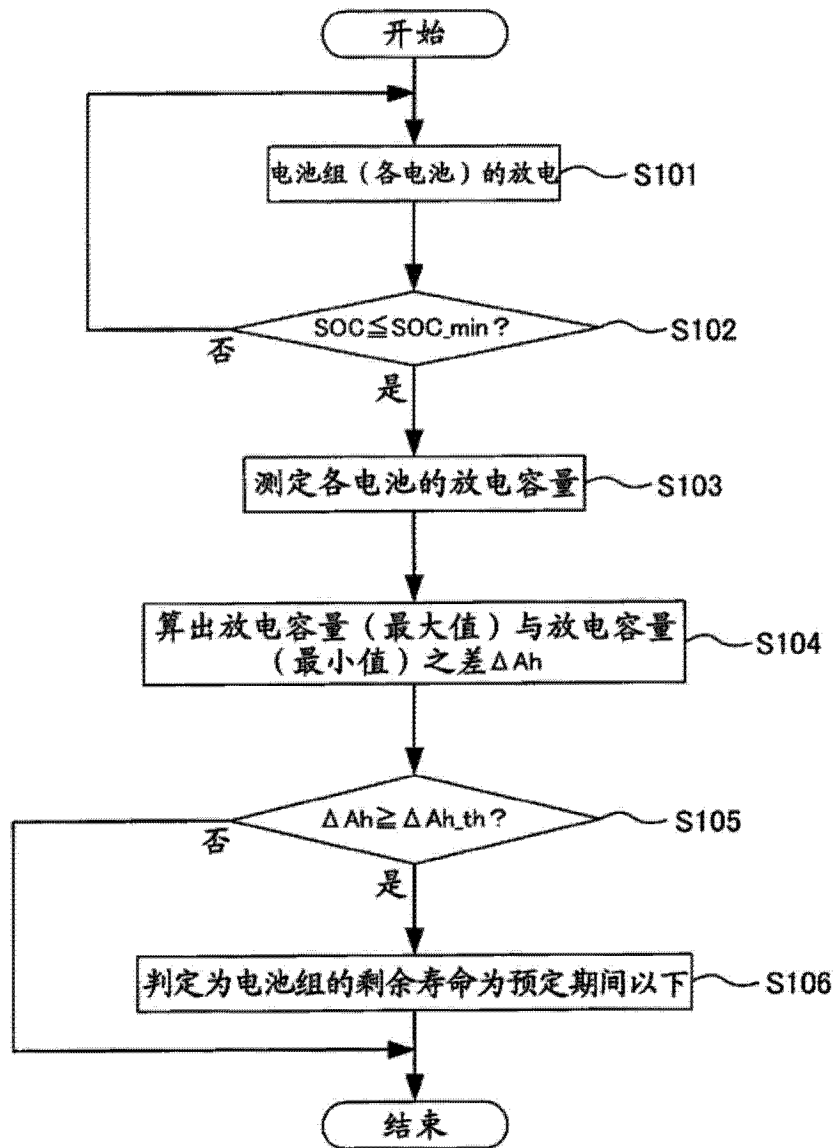


图 2

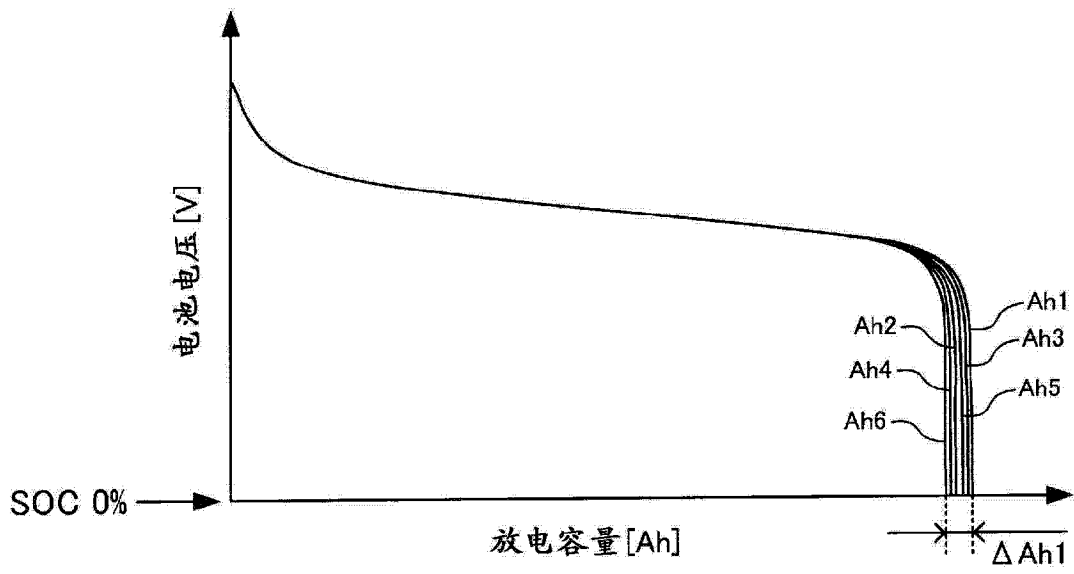


图 3

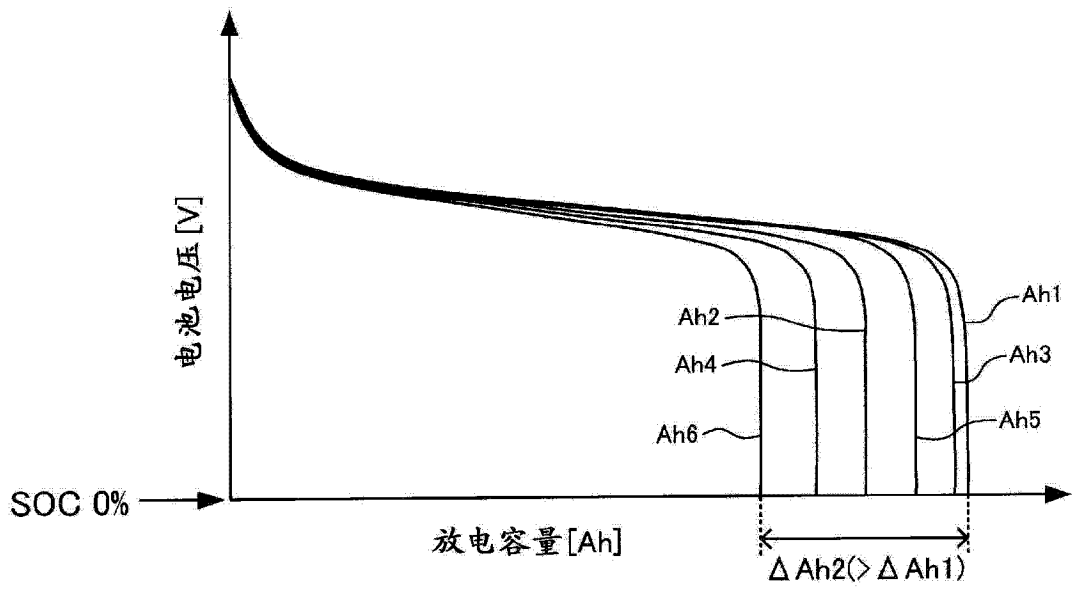


图 4

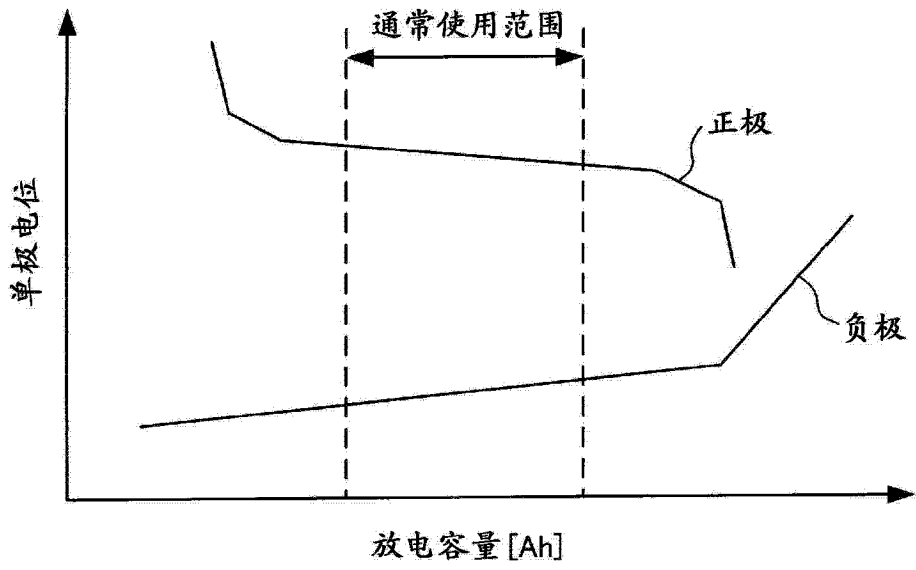


图 5

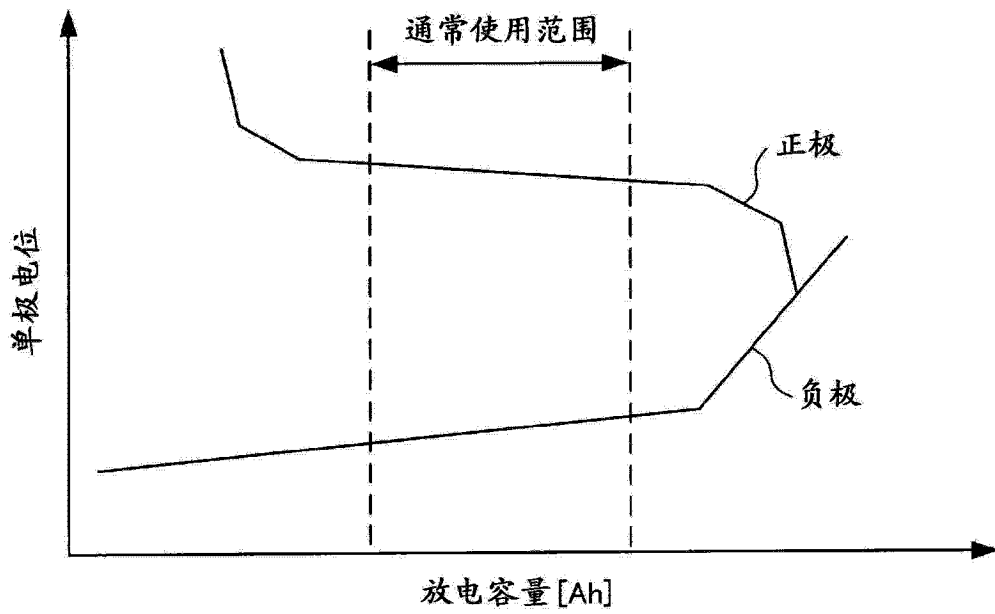


图 6