



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102472794 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 23

(21) 申请号 201080029450. 3

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 12. 10

G01R 31/36(2006. 01)

(30) 优先权数据

B60R 16/04(2006. 01)

2010-074152 2010. 03. 29 JP

H01M 10/48(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 12. 29

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2010/007192 2010. 12. 10

(87) PCT申请的公布数据

W02011/121692 JA 2011. 10. 06

(71) 申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 汤浅真一

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 戚宏梅 杨谦

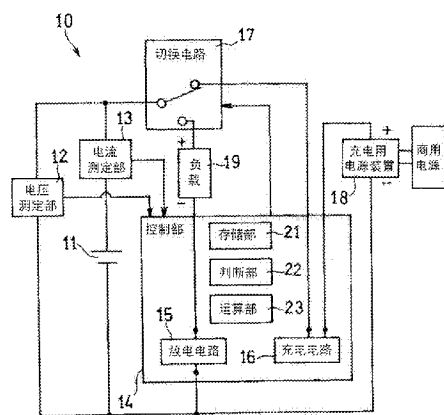
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

(54) 发明名称

二次电池的劣化诊断及劣化诊断装置

(57) 摘要

在二次电池的充电过程中, 求出二次电池的电压 V 成为规定电压 Vpre 时的电压变化率 dV/dt, 检测对二次电池进行充电的充电电流 I, 基于该检测结果, 计算二次电池的充电电量 Q 的变化率 dQ/dt。其中, 电压 Vpre 是大于等于放电终止电压且小于充电终止电压的电压。并且, 计算充电电量变化率 dQ/dt 与上述电压变化率 dV/dt 的比值 X 即 dQ/dV。将计算出的比值 X 与基准值 Xref 进行比较, 基于其比较结果判断二次电池的劣化。



1. 一种二次电池的寿命诊断方法,其中,包括:
在二次电池的伴随电压变化的充电过程中,得到上述二次电池的电压变化率的步骤;
得到上述二次电池的充电电量变化率的步骤;以及
基于上述充电电量变化率及上述电压变化率,判断上述二次电池的劣化的步骤。
2. 一种二次电池的寿命诊断方法,其中,包括:
 - (a) 在二次电池的伴随电压变化的充电过程中,求出上述二次电池的电压 V 成为规定电压 V_{pre} 时的电压变化率 dV/dt 的步骤;
 - (b) 得到上述二次电池的电压 V 成为上述规定电压 V_{pre} 时的充电电量 Q 的变化率 dQ/dt 的步骤;
 - (c) 计算上述充电电量变化率 dQ/dt 与上述电压变化率 dV/dt 的比值 X 即 dQ/dV ,将计算出的上述比值 X 与基准值 X_{ref} 进行比较的步骤;以及
 - (d) 基于上述步骤 (c) 的比较结果,判断上述二次电池的劣化的步骤。
3. 如权利要求 2 所述的二次电池的寿命诊断方法,其中,
上述基准值 X_{ref} 是上述充电电量变化率 dQ/dt 与上述二次电池的上述规定电压 V_{pre} 下的上述电压变化率 dV/dt 的初始值 dV_{int}/dt 的比值 dQ/dV_{int} ,
在上述比值 X 小于等于将与上述规定电压 V_{pre} 相对应地决定出的比例 α 乘以上述基准值 X_{ref} 而得到的值 $\alpha \cdot (dQ/dV_{int})$ 时,判断为上述二次电池已劣化。
4. 如权利要求 1 ~ 3 中的任一项所述的二次电池的寿命诊断方法,其中,还包括:
 - (e) 基于计算出的上述比值 X 即 dQ/dV 与上述基准值 X_{ref} 即 dQ/dV_{int} 的比率 Y 即 dV_{int}/dV 、以及上述二次电池的最大可蓄电能量 QM 的初始值 QM_{int} ,计算上述二次电池的最大可蓄电能量的当前值 QM_{pv} 的步骤。
5. 如权利要求 1 ~ 4 中的任一项所述的二次电池的寿命诊断方法,其中,
针对相互不同的多个上述规定电压 V_{pre} 分别求出上述比值 X 即 dQ/dV 。
6. 如权利要求 1 ~ 5 中的任一项所述的二次电池的劣化诊断方法,其中,
在上述比率 Y 即 dV_{int}/dV 为 0.4 ~ 1 的范围时,通过公式:
$$QM_{pv} = AY+B$$
计算上述最大可蓄电能量 QM 的当前值 QM_{pv} ,其中 A 及 B 分别为常数。
7. 如权利要求 1 ~ 6 中的任一项所述的二次电池的寿命诊断方法,其中,
上述二次电池的充电为恒流充电。
8. 一种二次电池的劣化诊断装置,其中,包括:
电压检测单元,检测充电过程中的二次电池的电压 V ;
电压变化率计算单元,在上述二次电池的充电过程中,计算由上述电压检测单元检测出的二次电池的电压成为规定电压 V_{pre} 时的上述二次电池的电压变化率 dV/dt ;
充电电量变化率输出单元,输出由上述电压检测单元检测出的二次电池的电压成为规定电压 V_{pre} 时的上述二次电池的充电电量 Q 的变化率 dQ/dt ;
比较单元,计算上述电压变化率 dV/dt 与上述电量变化率 dQ/dt 的比值 X 即 dQ/dV ,将计算出的上述比值 X 与基准值 X_{ref} 进行比较;以及
劣化判断单元,基于上述比较单元的比较结果,判断上述二次电池的劣化。
9. 如权利要求 7 所述的二次电池的劣化诊断装置,其中,还包括:

计算单元,基于上述比较单元的比较结果、以及上述二次电池的最大可蓄电能量 QM 的初始值 QM_{int} ,计算上述二次电池的最大可蓄电能量的当前值 QM_{pv} 。

二次电池的劣化诊断及劣化诊断装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于精密地对二次电池的劣化进行诊断的技术。

背景技术

[0002] 作为便携设备或电动汽车的电源,期待着高容量及高能量密度的二次电池。二次电池由于充放电的反复等而劣化。若二次电池劣化,则充满电状态起的放电容量(以下简称为容量)降低。作为其结果,如果是电动汽车,则一次充电能够行驶的距离变短。因此,对于二次电池的劣化,为了能够在适当的时期进行更换等处置,而能够对二次电池的劣化简单且正确进行检测的方法的开发备受期待。

[0003] 根据这种观点,以往提出有根据二次电池的开路电压和基于电流积分的充电容量,对二次电池的劣化进行判断(参照专利文献1)。在此,根据充电前的二次电池的开路电压和充电后的二次电池的开路电压来计算容量变化量,将计算出的容量变化量与基于电流积分的充电容量进行比较。

[0004] 先行技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2004-152741号公报

发明内容

[0007] 发明所要解决的技术问题

[0008] 二次电池若劣化,则不仅容量降低,而且内部阻抗也变化。因此,仅通过对容量的降低进行监视,很难进行与二次电池实际的能力降低相对应的正确的劣化判断。

[0009] 此外,特别是,如果使用二次电池的设备为电动汽车,则有正确地预测可行驶距离的必要性,因此产生正确地判断二次电池的劣化的必要性。在这种情况下,在上述以往的劣化判断方法中,不能够以足够的精度判断二次电池的劣化。

[0010] 因此,本发明的目的在于,简单且更正确地判断二次电池的劣化。此外,本发明的目的在于,基于二次电池的劣化的判断结果,推定二次电池可蓄积的最大能量。

[0011] 用于解决技术问题的技术手段

[0012] 本发明的一方面涉及二次电池的寿命诊断方法,其中,包括:

[0013] 在二次电池的伴随电压变化的充电过程中,得到上述二次电池的电压变化率的步骤;

[0014] 得到上述二次电池的充电电量变化率的步骤;以及

[0015] 基于上述充电电量变化率及上述电压变化率,判断上述二次电池的劣化的步骤。

[0016] 本发明的另一方面涉及二次电池的劣化诊断装置,其中,包括:

[0017] 电压检测单元,检测充电过程中的二次电池的电压 V ;

[0018] 电压变化率计算单元,在上述二次电池的充电过程中,计算由上述电压检测单元检测出的二次电池的电压成为规定电压 V_{pre} 时的上述二次电池的电压变化率 dV/dt ;

[0019] 充电电量变化率输出单元,输出由上述电压检测单元检测出的二次电池的电压成为规定电压 V_{pre} 时的上述二次电池的充电电量 Q 的变化率 dQ/dt ;

[0020] 比较单元,计算上述电压变化率 dV/dt 与上述电量变化率 dQ/dt 的比值 X 即 dQ/dV ,将计算出的上述比值 X 与基准值 X_{ref} 进行比较 ;以及

[0021] 劣化判断单元,基于上述比较单元的比较结果,判断上述二次电池的劣化。

[0022] 发明效果

[0023] 根据本发明,能够简单且更正确地判断二次电池的劣化。此外,根据本发明,基于二次电池的劣化的判断结果,能够推定二次电池可蓄积的最大能量。

[0024] 附带的权利要求书中描述了本发明的新的特征,通过参照本发明的其他目的和特征以及附图对结构和内容这两方面进行的下述详细说明,能够更好地理解本发明。

附图说明

[0025] 图 1 是表示使用本发明一个实施方式的二次电池的寿命诊断方法的充放电系统的概略结构的框图。

[0026] 图 2 是表示二次电池的劣化判断的基本原理的、表示与劣化度有关的参数与比值 X 之间的关系的曲线图。

[0027] 图 3 是劣化判断处理的流程图。

[0028] 图 4 是劣化度推定处理的流程图。

[0029] 图 5 是表示二次电池的劣化度推定的基本原理的、表示与劣化度有关的参数与比率 Y 之间的关系的曲线图。

具体实施方式

[0030] 本发明涉及二次电池的寿命诊断方法,包括 :在二次电池的伴随电压变化的充电过程中,在某个时刻,求出二次电池的电压变化率,对二次电池的充电电量变化率进行计算,基于充电电量变化率以及电压变化率,判断二次电池的劣化的步骤。

[0031] 更具体地说,本发明的二次电池的劣化诊断方法包括 :

[0032] (a) 在二次电池的伴随电压变化的充电过程中,求出二次电池的电压 V 成为规定电压 V_{pre} 时的电压变化率 dV/dt 的步骤 ;

[0033] (b) 获得二次电池的电压 V 成为规定电压 V_{pre} 时的充电电量 Q 的变化率 dQ/dt 的步骤 ;

[0034] (c) 对充电电量变化率 dQ/dt 与电压变化率 dV/dt 之比值 X 即 dQ/dV 进行计算,将计算出的比值 X 与基准值 X_{ref} 进行比较的步骤 ;以及

[0035] (d) 基于步骤 (c) 的比较结果,判断二次电池的劣化的步骤。

[0036] 根据本方法,基于二次电池的伴随电压变化的充电过程中的规定电压 V_{pre} 的电池电压 (闭路电压) 变化率 dV/dt 和充电电量变化率 dQ/dt ,判断二次电池的劣化。在此,规定电压 V_{pre} 能够设定为比充电终止电压低、且比放电终止电压高的 1 个或者多个电压。

[0037] 如此,规定电压 V_{pre} 能够任意地设定,因此能够不遵循在使二次电池放电到规定的充电状态 (SOC :state of charge (荷电状态)、例如 SOC 为 0% 状态) 之后将该二次电池充电到充满电状态这样的顺序地判断二次电池的劣化。由此,能够以更高频度、更简单地

判断二次电池的劣化。因此,能够在更适当的时期进行更换已劣化的二次电池等必要处置。另外, SOC 是由放电终止电压以及充电终止电压规定的与标称容量相关的参数。二次电池的电压与放电终止电压相等时的 SOC 为 0%,二次电池的电压与充电终止电压相等时的 SOC 为 100%。SOC 为 50%的放电容量是 SOC 为 100%的放电容量的 1/2。

[0038] 并且,如果对二次电池的闭路电压变化率进行计算作为电池电压变化率 dV/dt ,并且基于该电池电压变化率 dV/dt 与充电电量变化率 dQ/dt 之比值 X 来判断劣化,则能够不仅以容量变化为基础还以内部阻抗变化为基础,判断二次电池的劣化。由此,能够正确地推定二次电池实际的能力降低比例、即二次电池可蓄积的最大能量(最大可蓄电能量)的降低比例,能够判断二次电池的劣化。

[0039] 二次电池即使容量相同,若内部阻抗变大,则到达充电终止电压为止的充电电量也变小,能够放电的能量变小。与此相对,若内部阻抗变大,则二次电池的充电电量每一定变化量对应的电池电压(闭路电压)变化量与其相对应地变大。

[0040] 因此,通过使用比值 X 即 dQ/dV ,还能够以内部阻抗变化为基础对二次电池的劣化进行判断。由此,例如如果是被用作电动汽车的电源的二次电池,则能够防止如在二次电池充满电时的实际可行行驶距离变得极短之前检测不出劣化这样的误判断。

[0041] 而且,例如恒流充电过程中的规定电压 V_{pre} 的电压变化率 dV/dt ,能够基于规定电压 V_{pre} 和刚达到规定电压 V_{pre} 后的电压,通过简单的四则运算来求出。此外,充电电量变化率 dQ/dt 与充电电流 I 相对应,能够根据充电电流 I 简单地进行计算。因此,运算部不需要有处理速度较大的 CPU(Central Processing Unit:中央处理装置)等,并且能够迅速地进行劣化判断。

[0042] 在此,基准值 X_{ref} ,能够设为规定电压下的充电电量变化率 dQ/dt 与未劣化的初始的二次电池的规定电压下的电压变化率(电压变化率的初始值 dV_{int})之比 dQ/dV_{int} 。在该情况下,例如,在比值 X 小于等于与规定电压 V_{pre} 相对应地决定的比例 α 乘以基准值 X_{ref} 而得到值 $\alpha \cdot (dQ/dV_{int})$ 时,能够判断为二次电池劣化。在此,比例 α 能够设为例如 0.5 ~ 0.9。也就是说,如果比值 X 降低到初始值的 0.5 ~ 0.9 的比例,则能够判断为二次电池劣化。

[0043] 将比例 α 设为 0.9 以下的是因为,若将 α 设定为比 0.9 大的值,则如果不适用检测精度较高的电压传感器以及电流传感器就有可能导致误判断。这成为成本上升的重要因素。

[0044] 另一方面,若将 α 设定为比 0.5 小的值,则最大可蓄电能量不到初始的一半。作为其结果,例如如果是电动汽车,则可行行驶距离不到初始的一半。并且,电池的内部阻抗变大,因此还可以想到,充放电时的发热量也变大,导致安全性的降低。比例 α 的更优选范围为 0.6 ~ 0.8。

[0045] 在本发明的一个方式中,还执行:基于计算出的比值 X 即 dQ/dV 与基准值 X_{ref} 即 dQ/dV_{int} 的比率 Y 即 dV_{int}/dV 、以及二次电池的最大可蓄电能量 QM 的初始值 QM_{int} ,对二次电池的最大可蓄电能量的当前值 QM_{pv} 进行计算。

[0046] 根据该结构,不仅能够以一定基准对二次电池是否劣化进行判断,还能够利用与最大可蓄电能量 QM 有关的参数来表现二次电池的劣化度本身。因此,例如如果是被用作电动汽车的电源的二次电池,则还能够每次进行二次电池充电时推定二次电池的充满电时的

实际可行驶距离。

[0047] 本发明者通过实验确定,能够针对与 0 ~ 100% 的 SOC 相对应的大范围的规定电压 V_{pre} ,通过一次函数良好地近似出比值 X 与最大可蓄电能量所相关的参数(在此为 Z : Q_{Mpv}/Q_{Mint})之间的关系(参照图 2)。图 2 中,空心正方形(□)描绘了规定电压 V_{pre} 为 3.9V 时的 (X, Z) 。涂黑正方形(■)描绘了规定电压 V_{pre} 为 4V 时的 (X, Z) 。

[0048] 如图 2 所示那样通过 X 的一次函数对 Z 即 Q_{Mpv}/Q_{Mint} 进行近似时的决定系数(贡献率) R^2 为 0.99 以上,几乎等于 1。因此,使用从放电终止电压到充电终止电压的大范围的规定电压 V_{pre} ,能够以较高精度检测二次电池的劣化度,并且能够以较高精度检测该时刻的最大可蓄电能量。

[0049] 在本发明另一方式中,对相互不同的多个规定电压 V_{pre} 分别求出比值 X 即 dQ/dV 。

[0050] 通过该结构,对求出的多个之比值 X 即 dQ/dV 的平均值进行求解,将该平均值与基准值 X_{ref} 进行比较等,能够提高劣化的判断精度。

[0051] 在本发明的再另一方式中,在比率 Y 即 dV_{int}/dV 为 0.4 ~ 1 的范围时,最大可蓄电能量 QM 的当前值 Q_{Mpv} 通过下述公式计算:

[0052] $Q_{Mpv} = AY+B$ 。其中, A 及 B 分别为常数。

[0053] 如上所述,最大可蓄电能量的当前值 Q_{Mpv} ,能够使用初始值 Q_{Mint} 和比率 Y 即 dV_{int}/dV 而正确地进行推定。而且,本发明人等通过实验确定,即使规定电压 V_{pre} 值进行各种改变,只要比率 Y 即 dV_{int}/dV 为 0.4 ~ 1 的范围,则表示 Z 即 Q_{Mpv}/Q_{Mint} 与比率 Y 即 dV_{int}/dV 之间的关系的曲线基本上是重合的直线(参照图 5)。图 5 中,空心正方形(□)描绘了规定电压 V_{pre} 为 3.9V 时的 (Y, Z) 。涂黑正方形(■)描绘了规定电压 V_{pre} 为 4V 时的 (Y, Z) 。

[0054] 因此,如果比率 Y 即 dV_{int}/dV 为 0.4 ~ 1 的范围,则能够使用上述式公式对最大可蓄电能量的当前值 Q_{Mpv} 进行计算。

[0055] 在此,本发明代表性地被应用于以恒流充电对二次电池进行充电时。这是因为,通过应用于以恒流充电对二次电池进行充电时,能够得到最良好的劣化判断精度。然而,本发明只要是由于充电而电池电压变化的充电方法即可,还能够应用于以恒流充电对二次电池进行充电时以外的情况。

[0056] 例如,在控制成在充电状态较低时以较大的充电电流进行充电、若充电状态变高为某程度以上则以小的充电电流进行充电的情况下,或控制成与上述情况相反的情况下,只要是由于充电而电池电压变化,就能够适用本发明。然而,这种控制方法也是在各时刻以恒流进行充电,因此能够认为是恒流充电的一种。

[0057] 此外,在恒流充电中, dQ/dt 成为恒定值(根据电量 $(Q) = \text{电流}(I) \times \text{时间}(t)$)。因此,即使作为比值 X ,不使用 dQ/dV 而使用 dt/dV ,也能够同样地进行劣化的判断以及劣化度的推定。

[0058] 以下,参照附图说明本发明的一个实施方式。

[0059] (实施方式 1)

[0060] 图 1 通过框图示出了适用了本发明一个实施方式的二次电池的寿命诊断方法的充放电系统的概略结构。图示例子的充放电系统,使用锂离子二次电池作为二次电池。这是因为,锂离子二次电池中,相对于因劣化引起的容量降低量的内部阻抗的增加比例较大,

因此应用进行将因劣化引起的内部阻抗变化也考虑在内的判断的本发明的必要性很大。

[0061] 充放电系统 10 包括：二次电池（以下简称为电池）11；对电池 11 的端子电压进行检测的电压测定部 12；对电池 11 的放电电流以及充电电流进行测定的电流测定部 13；对电池 11 的充放电进行控制的控制部 14；以及切换电路 17。控制部 14 包括放电电路 15、充电电路 16、存储部 21、判断部 22 以及运算部 23。

[0062] 充放电系统 10 还包括充电用电源装置 18、消耗电池 11 所供给的电力的负载设备 19。充电用电源装置 18 包括转换器（整流电路），与工业交流电源等外部电源连接。负载设备 19 能够为便携式电话、个人计算机、便携式游戏设备以及移动设备（例如电动汽车）等。

[0063] 另外，根据具体的负载设备 19，也能够将充放电系统 10 构成为，从充电用电源装置 18 向负载设备 19 供电并通过来自负载设备 19 的再生能量或来自其他电源的电力进行电池 11 的充电。在此，为了简化说明，将充放电系统 10 构成为，负载设备 19 仅接受来自电池 11 的供电。

[0064] 电池 11 与电压测定部 12 并联连接，与电流测定部 13 串联连接。放电电路 15 以及充电电路 16 分别具有一对端子。另外，电流测定部 13 还能够使用不与电池 11 串联连接的电流传感器（使用了霍尔元件等的非接触式传感器）。

[0065] 电池 11 的正极端子与电流测定部 13 的一个端子连接，电流测定部 13 的另一个端子与切换电路 17 连接。另外，在电流测定部 13 中使用非接触式传感器的情况下，电池 11 的正极端子与切换电路 17 直接连接。

[0066] 电池 11 的负极端子与放电电路 15 的一个端子以及充电用电源装置 18 的负极端子连接。放电电路 15 的另一个端子与负载设备 19 的负极侧端子连接。充电用电源装置 18 的正极端子与充电电路 16 的一个端子连接。充电电路 16 的另一个端子与切换电路 17 连接。负载设备 19 的正极侧端子与切换电路 17 连接。

[0067] 切换电路 17 具备：放电开关，对电池 11 的正极端子与负载设备 19 的正极侧端子之间的连接进行控制；和充电开关，对电池 11 的正极端子与充电电路 16 的另一个端子之间的连接进行控制。

[0068] 若放电开关接通，则充电开关断开，电池 11 的正极端子与负载设备 19 的正极侧端子连接。若放电开关断开，则该连接被切断。

[0069] 另一方面，若充电开关接通，则放电开关断开，电池 11 的正极端子与充电电路 16 的另一个端子连接。若充电开关断开，则该连接被切断。

[0070] 此外，若放电开关以及充电开关的双方断开，则电池 11 仅与电压测定部 12 并联连接。

[0071] 通过以上结构，若切换电路 17 的放电开关接通，则电池 11 与负载设备 19 连接，从电池 11 对负载设备 19 供电。

[0072] 另一方面，若切换电路 17 的充电开关接通，则电池 11 与充电用电源装置 18 并联连接，电池 11 被充电。

[0073] 控制部 14 能够包括：构成运算部 23 的 CPU (Central Processing Unit：中央处理装置)、微型计算机、MPU (Micro Processing Unit：微处理器) 等；构成存储部 21 的主存储装置以及辅助存储装置；以及各种逻辑电路等。向控制部 14 输入由电压测定部 12 及电流

测定部 13 测定出的关于电池 11 的端子电压、充电电流及放电电流的信息。

[0074] 控制部 14 的存储部 21 能够由非易失性存储器构成。存储部 21 中存储有与基准值 X_{ref} 有关的信息、与规定电压 V_{pre} 有关的信息、与充电终止电压有关的信息、与放电终止电压有关的信息、与断开电流有关的信息以及表示比值 X 即 dQ/dV 与劣化度即 $(1-Q_{Mpv}/Q_{Mint})$ 之间的关系的信息等。

[0075] 判断部 22 对比值 X 与基准值 X_{ref} 进行比较,进行对电池 11 的劣化进行判断等的判断处理。运算部 23 基于由电压测定部 12 以及电流测定部 13 测定出的电池 11 的端子电压以及充电电流,进行对比值 X 与劣化度即 $(1-Q_{Mpv}/Q_{Mint})$ 进行计算等的运算处理。

[0076] 图 2 表示了比值 X 即 dQ/dV 和与二次电池的劣化度有关的参数 Z 即 Q_{Mpv}/Q_{Mint} 之间的关系的一个例子。如图示例子的曲线所示,关于充电过程中的二次电池的电压为 3.9V 以及 4V 的各情况,比值 X 即 Q/dV 和与二次电池的劣化度有关的参数 Z 即 Q_{Mpv}/Q_{Mint} ,能够以几乎等于 1 的决定系数(贡献率) R^2 ,通过一次函数良好地进行近似。由此,通过将比值 X 即 dQ/dV 与基准值 X_{ref} 即 dQ/dV_{int} 进行比较,能够高精度地推定二次电池的劣化度。

[0077] 控制部 14 在充电模式(充电开关为接通的状态)下,从存储部 21 读出与充电终止电压有关的信息,参照所读出的信息,进行恒流充电,直到由电压测定部 12 测定的电池 11 的端子电压达到充电终止电压为止,然后进行恒压充电。在恒压充电中,控制部 14 从存储部 21 读出与断开电流有关的信息。然后,参照所读出的信息,若电流值降低到断开电流,则使电池 11 的充电停止,将充放电系统 10 切换为放电模式(放电开关为接通的状态)。

[0078] 控制部 14 在放电模式下,从存储部 21 读出与放电终止电压有关的信息,参照所读出的信息,在由电压测定部 12 测定的电池 11 的端子电压降低为放电终止电压之前的范围中进行放电。若电池 11 的端子电压达到放电终止电压,则使电池 11 的放电停止,将充放电系统 10 切换为充电模式(充电开关为接通的状态)。

[0079] 接着,参照图 3 说明对电池 11 的劣化进行判断的处理。另外,该处理在电池 11 的电压为规定电压 V_{pre} 以下、电池 11 被恒流充电时执行。但是,规定电压 V_{pre} 能够设定为比充电终止电压低、且比放电终止电压高的 1 个或者多个任意电压。此外,也可以进行阶段性地切换电流值那样的恒流充电。

[0080] 若二次电池的充电开始(步骤 S1),则开始电压测定部 12 对电池 11 的端子电压 V 的测定(步骤 S2)。通过判断部对测定出的电压 V 和规定电压 V_{pre} 进行比较(步骤 S3),若电压 V 与规定电压 V_{pre} 一致(步骤 S3 中是),则通过运算部 23 保持从一致时经过规定时间(例如 1 分钟)后的测定电压 V_1 (步骤 S4)。此外,通过电流测定部 13 对电压 V 与规定电压 V_{pre} 一致时的充电电流 I 进行检测(步骤 S5)。如果电压 V 小于规定电压 V_{pre} (步骤 S3 中否),则重复步骤 S2 和 S3,直到电压 V 达到规定电压 V_{pre} 。

[0081] 通过运算部 23,基于规定电压 V_{pre} 、测定电压 V_1 以及上述规定时间,计算规定电压 V_{pre} 下的电压变化率 dV/dt (步骤 S6)。然后,通过运算部 23,根据上述检测出的充电电流 I ,运算电池 11 的充电电量 Q 的变化率 dQ/dt (步骤 S7)。另外,在设定了多个规定电压 V_{pre} 的情况下,变化率 dV/dt 以及 dQ/dt 的计算,能够针对该多个规定电压 V_{pre} 分别执行。

[0082] 接着,通过运算部 23,计算充电电量变化率 dQ/dt 和电压变化率 dV/dt 之比值 X 即 dQ/dV (步骤 S8)。通过判断部 22,将上述计算出的比值 X 与基准值 X_{ref} 乘以规定比例 α 后的值 $\alpha \cdot X_{ref}$ 进行比较(步骤 S9),如果比值 X 为上述值 $\alpha \cdot X_{ref}$ 以下(步骤 S9 中

是),则作为检测到了电池 11 的劣化,执行用于向用户警告电池 11 劣化的处理(步骤 S10)。另一方面,如果比值 X 超过上述值 $\alpha \cdot X_{ref}$ (步骤 S9 中否),则作为未检测到电池 11 的劣化,将处理结束。

[0083] 在此,规定比例 α 例如能够设为 0.5 ~ 0.9。更优选的 α 范围为 0.6 ~ 0.8。另外,劣化的判断能够基于针对相互不同的多个规定电压 V_{pre} 分别计算出的变化率 dV/dt 以及 dQ/dt 来执行。此时,能够将规定电压 V_{pre} 设为奇数个,将个数更多的结果作为最终判断结果。

[0084] 接着,参照图 4 说明对电池 11 的劣化度进行推定的处理。该处理也是在电池 11 的电压为规定电压 V_{pre} 以下、电池 11 被恒流充电时执行。

[0085] 若二次电池的充电开始(步骤 S21),则开始电压测定部 12 对电池 11 的端子电压 V 的测定(步骤 S22)。通过判断部,对测定出的电压 V 和规定电压 V_{pre} 进行比较(步骤 S23),若电压 V 与规定电压 V_{pre} 一致(步骤 S23 中是),则通过运算部 23 保持从一致时经过规定时间(例如 1 分钟)后的测定电压 V_1 (步骤 S24)。此外,通过电流测定部 13,对电压 V 与规定电压 V_{pre} 一致时的充电电流 I 进行检测(步骤 S25)。如果电压 V 小于规定电压 V_{pre} (步骤 S23 中否),则重复步骤 S22 及 S23,直到电压 V 达到规定电压 V_{pre} 。

[0086] 通过运算部 23,基于规定电压 V_{pre} 、测定电压 V_1 以及上述规定时间,计算规定电压 V_{pre} 下的电压变化率 dV/dt (步骤 S26)。然后,通过运算部 23 根据上述检测出的充电电流 I,计算电池 11 的充电电量 Q 的变化率 dQ/dt (步骤 S27)。另外,在设定了多个规定电压 V_{pre} 的情况下,变化率 dV/dt 以及 dQ/dt 的计算,能够针对该多个规定电压 V_{pre} 分别执行。

[0087] 接着,通过运算部 23,计算充电电量的变化率 dQ/dt 与电压变化率 dV/dt 之间的比值 X 即 dQ/dV (步骤 S28)。接着,通过运算部 23 从存储部读出 dQ/dV_{int} ,计算 dQ/dV 相对于 dQ/dV_{int} 的比率 Y 即 dV_{int}/dV (步骤 S29)。

[0088] 然后,通过运算部 23,从存储部读出与 Q_{Mint} 有关的信息,通过下述公式(1),计算电池 11 的最大可蓄电能量的当前值 Q_{Mpv} (步骤 S30),并且通过下述公式(2),计算电池 11 的劣化度 L_d (步骤 S31)。另外,劣化度 L_d 的计算,能够基于针对相互不同的多个规定电压 V_{pre} 分别计算出的变化率 dV 以及 dQ 来执行。此时,能够将针对多个规定电压 V_{pre} 分别计算出的劣化度 L_d 的平均值作为最终劣化度 L_d 的推定值。

$$[0089] \quad Q_{Mpv} = Q_{Mint} \times Y \quad (1)$$

$$[0090] \quad L_d = 1 - Q_{Mpv}/Q_{Mint} \quad (2)$$

[0091] 在此,步骤 S30 的 Q_{Mpv} 的计算,还能够基于下述公式(3)。

$$[0092] \quad Q_{Mpv} = AY + B \quad (3)$$

[0093] 其中,A 及 B 为常数。

[0094] 如图 5 所示,本发明者等通过实验确定,即使将规定电压 V_{pre} 的值进行各种改变,只要比率 Y 即 dV_{int}/dV 为 0.4 ~ 1 的范围,则对 Q_{Mpv}/Q_{Mint} 与比率 Y 即 dV_{int}/dV 之间的关系进行表示的曲线几乎成为重叠的直线。因此,如果比率 Y : dV_{int}/dV 为 0.4 ~ 1 的范围,则使用上述公式(3)也能够对最大可蓄电能量的当前值 Q_{Mpv} 进行计算。

[0095] 此外,常数 A 及 B 能够通过实验来决定。

[0096] 以上通过实施方式对本发明进行了说明,但本发明不限于此。例如,虽然二次电

池以锂离子二次电池作为例子,但在在应用在锂离子二次电池以外的二次电池中的情况下,根据本发明,也能够进行正确的寿命诊断。因此,本发明也能够应用于锂离子二次电池以外的二次电池。

[0097] 工业可利用性

[0098] 根据本发明,对于作为便携设备或移动设备的电源被广泛利用的二次电池的寿命,能够还将内部阻抗的变化考虑在内地正确且简单地进行诊断。因此,本发明对于适用在作为笔记本电脑、便携式电话、电动汽车等的电源被使用的二次电池中是非常有用的。

[0099] 本发明对当前时刻的优选实施方式进行了说明,但对这种公开不进行限定性解释。属于本发明技术领域的本领域技术人员通过阅读上述公开,能够清楚地得知各种变形以及改变。由此,附带的权利要求书应解释为,在不脱离本发明真正的精神以及范围的情况下包括全部变形及改变。

[0100] 附图标记说明

[0101] 10 充放电系统

[0102] 11 电池

[0103] 12 电压测定部

[0104] 13 电流测定部

[0105] 14 控制部

[0106] 19 负载设备

[0107] 21 存储部

[0108] 22 判断部

[0109] 23 运算部

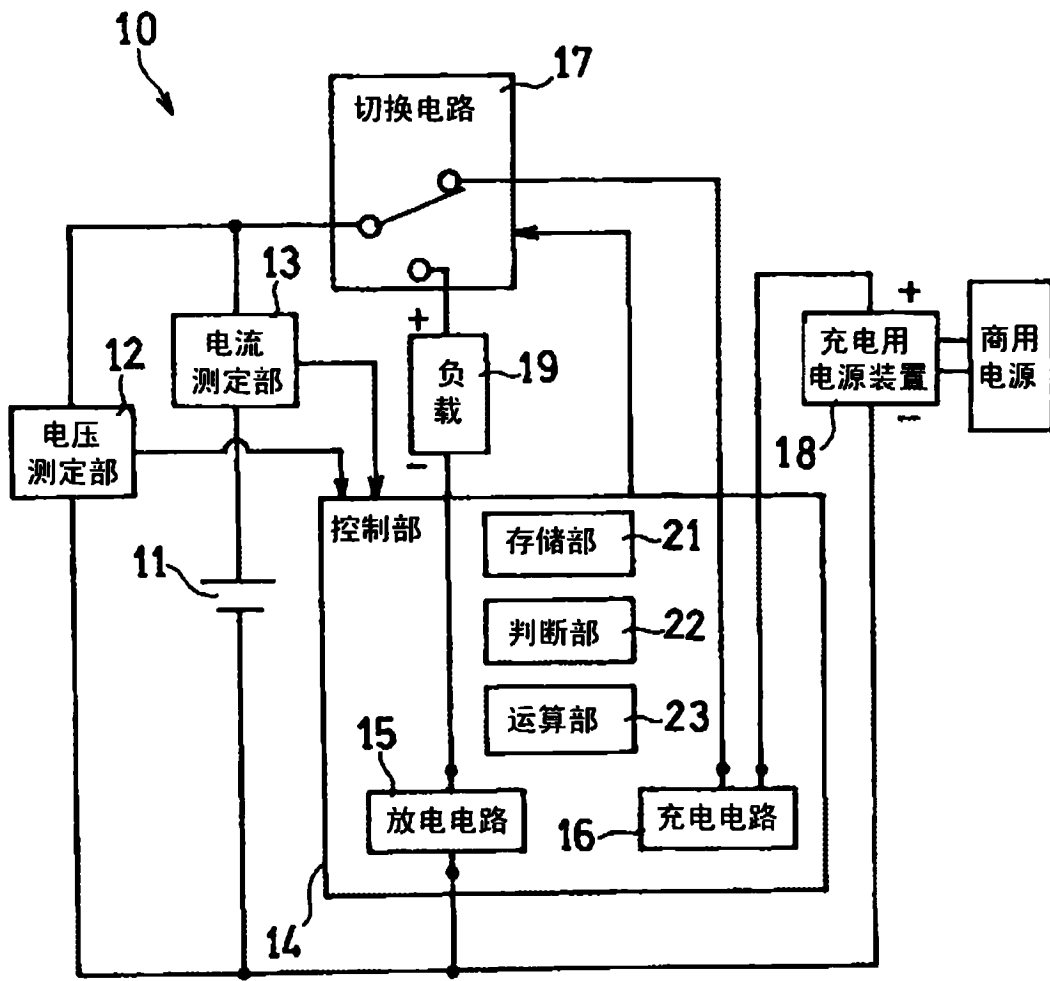


图 1

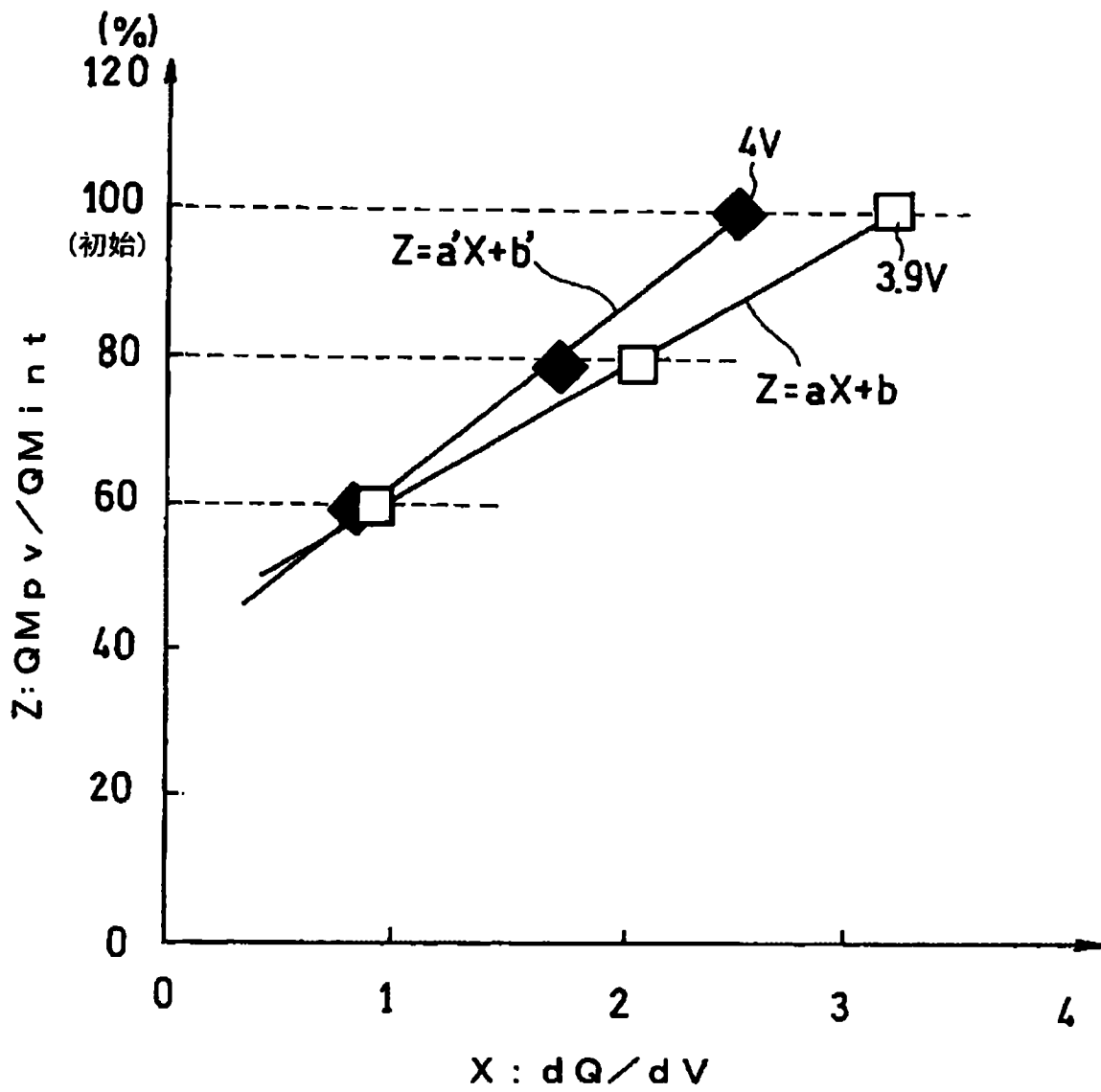


图 2

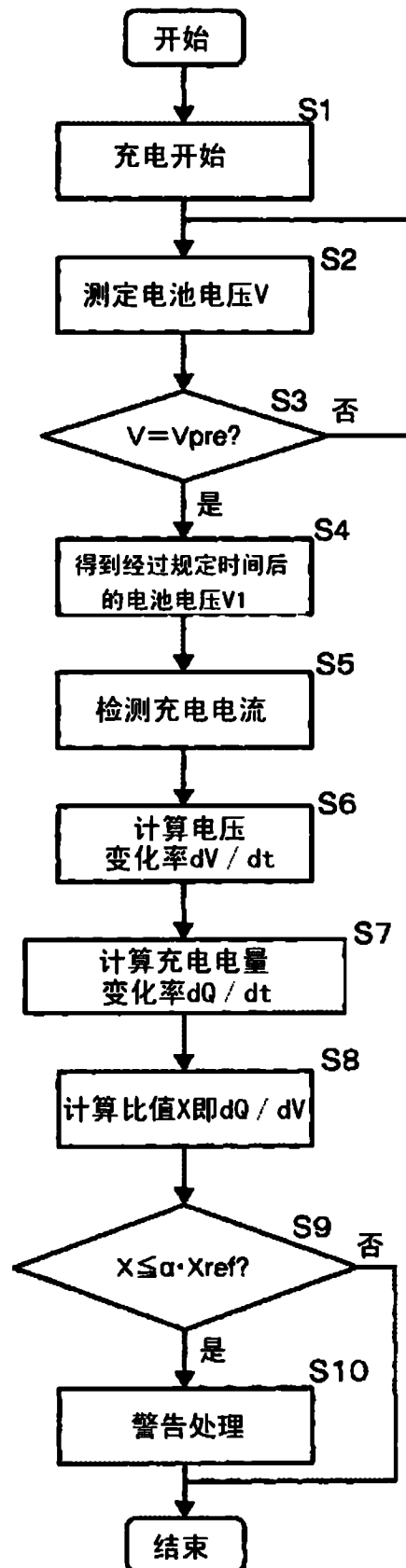


图 3

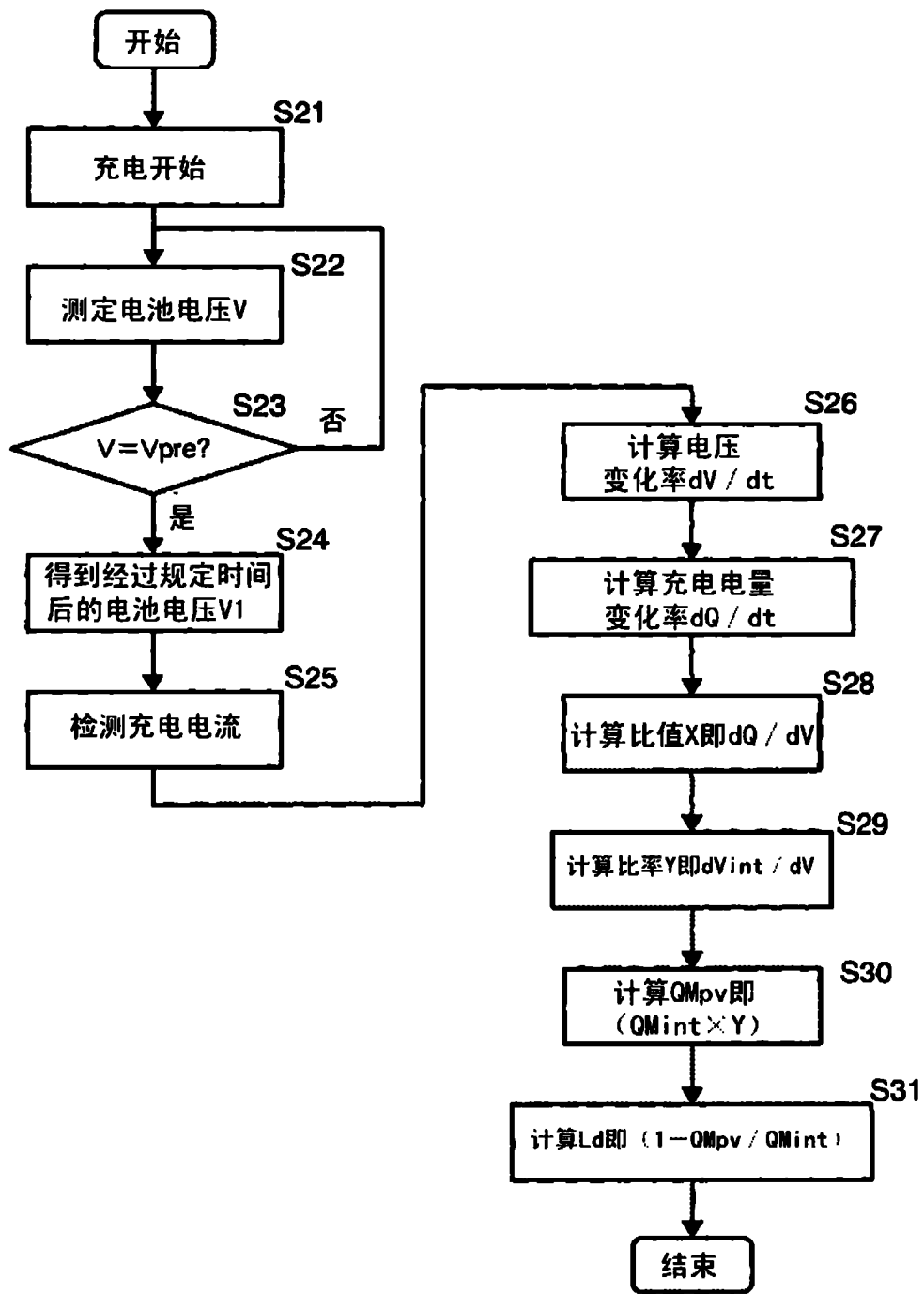


图 4

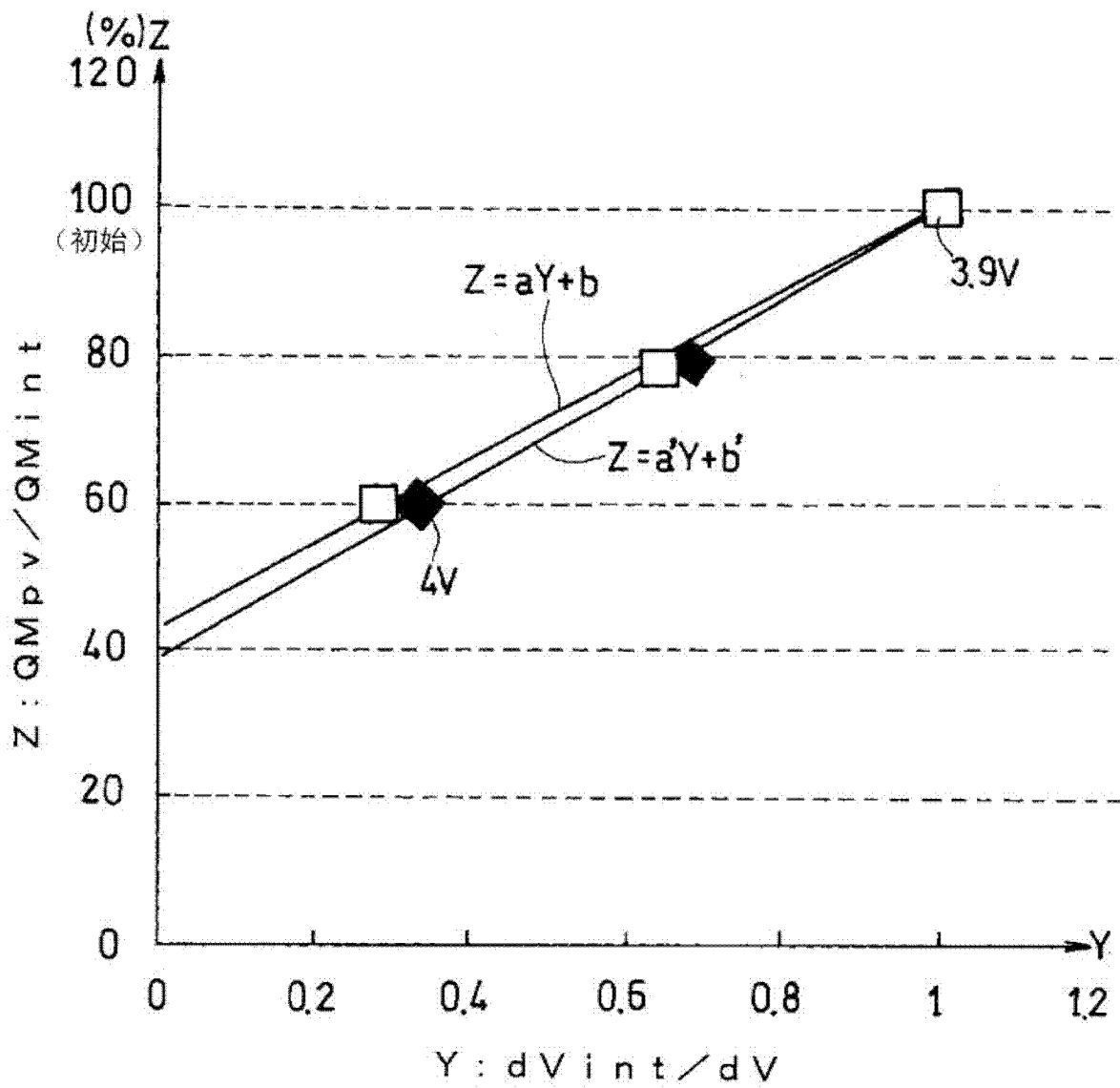


图 5