



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02127570. X

[43] 公开日 2003 年 1 月 15 日

[11] 公开号 CN 1391305A

[22] 申请日 2002. 5. 29 [21] 申请号 02127570. X

[30] 优先权

[32] 2001. 5. 29 [33] JP [31] 160568/2001

[32] 2002. 5. 29 [33] JP [31] 155038/2002

[71] 申请人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 川上总一郎 出藏靖三郎

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商

标事务所

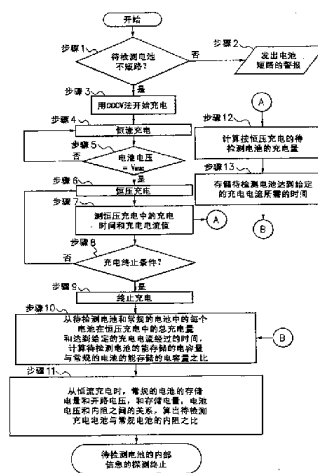
代理人 王以平

权利要求书 7 页 说明书 42 页 附图 14 页

[54] 发明名称 探测充电电池信息的探测方法和设备及其应用

[57] 摘要

一种用恒流 - 恒压充电法充电待检测充电电池时, 探测待检测充电电池的内部信息的探测方法, 至少包括: 步骤 (A), 测试从按恒流  $I_0$  充电转换到按恒压  $V_{max}$  充电所用的时间 (t); 和测恒压充电模式中的充电电流值 I, 步骤 (B), 获取从转换到恒压充电模式充电至恒压充电模式中的充电电流值 I 达到给定电流值  $I_m$  所用时间, 和步骤 (C), 获取恒压充电模式中待检测充电电池的充电量。



ISSN 1008-4274

1.一种探测待检测充电电池内部信息的探测方法,该待检测充电电池用恒流恒压充电法充电,其中,按恒流值  $I_0$  开始充电,所述的充电电池的电池电压达到给定电压值  $V_{\max}$  后,按恒压  $V_{\max}$  充电至充电终止,所述探测方法至少包括:

5 步骤(A),测量从按恒流值  $I_0$  的恒流充电模式转换至按恒压  $V_{\max}$  的恒压充电模式所用的时间(t),和测试恒压充电模式中的充电电流值 I;

步骤(B),获得从转换到恒压充电模式中的恒压充电至所述恒压充电模式中的充电电流值达到给定电流值  $I_m$  所用的时间周期;和

10 步骤(C),获得关于待检测充电电池在恒压充电模式中的充电量。

2.根据权利要求1的探测方法,还包括步骤(D),即用 CCCV 充电法充电常规的充电电池时,参考作为待检测充电电池的参考标准的恒压充电模式中的相应的常规的充电电池的充电电流特性,所述充电电流特性包括充电电流值  $I_N$  与恒压充电时间 t 的关系  $I_N(t)$ 。

15 3.根据权利要求1或2的探测方法,其中,探测的内部信息包括:待检测充电电池有无短路,能存储的电容量,内阻,充电量,剩余容量(=现有的存储电量=能放电的容量),具有它待检测充电电池仍能使用的现有的残余电量,和上述这些信息的组合。

4.根据权利要求1的探测方法,其中,充电电流值为正值时,恒压充电模式的充电时间变成无限大时,判定待检测充电电池短路。

5.根据权利要求1的探测方法,其中,充电电流值收敛成大致为 D 时,恒压充电模式中的充电时间变成无限大时,判定待检测充电电池不短路。

6.根据权利要求4的探测方法,其中,从恒压充电模式中充电电流值的变化,能算出充电时间无限延长时的充电电流值的收敛值。

25 7.根据权利要求2的探测方法,其中,关系式  $I_N(t)$  包括:预先测到的常规的充电电池的数据、从所述测试数据得到的函数式、根据用计算机模拟方式获得的所述测试数据的函数式。

8.根据权利要求1和2的探测方法。其中,当恒压充电模式中的充电电流值变成小于给定电流值  $I_{\min}$  时,或给定的时间周期  $t_f$  是从充电开始所经过的时间周期时,充电终止。

30

9. 根据权利要求1或2的探测方法, 还包括步骤(E), 判断待检测充电电池是否短路。

10. 根据权利要求1的探测方法, 其中, 恒压充电模式中的充电量是直到充电终止时的充电量, 或直到电流值变成基本上为0时的充电量。

5 11. 根据权利要求10的探测方法, 其中, 直到电流值变成大致为0时的充电量是从恒压充电模式中的充电电流值中的变化外推的值, 或是从所述充电电流值变化算出的值。

12. 根据权利要求2的探测方法, 其中, 待检测充电电池是不短路的待检测充电电池; 当关于待检测充电电池和关于常规的充电电池从按恒流值  $I_0$  充电转换到按恒压  $V_{\max}$  充电至充电电流值变成给定的电流值  $I_M$  所用的时间周期分别是  $t_M'$  和  $t_M$  时; 对待检测充电电池的判断如下:

(i)  $(t_M' - t_M) > a > 0$  时,  $a$  是由充电电池的种类确定的常数, 待检测充电电池的内阻大于常规的充电电池的内阻, 和

15 (ii)  $(t_M' - t_M) > b > 0$  时,  $b$  是由充电电池的种类确定的常数, 待检测充电电池的能存储的电容量小于常规的充电电池的能存储的电容量。

13. 根据权利要求2的探测方法, 其中, 待检测充电电池是不短路的待检测充电电池; 当待检测充电电池和常规的充电电池按恒压  $V_{\max}$  的恒压充电模式中的充电量分别是  $Q_{CV}'$  和  $Q_{CV}$  时, 对待检测充电电池判断如下:

20 (iii)  $(Q_{CV}' - Q_{CV}) > c > 0$  时,  $c$  是由充电电池的种类确定的常数, 待检测充电电池的内阻大于常规的充电电池的内阻, 和

(iv)  $(Q_{CV} - Q_{CV}') > d > 0$  时,  $d$  是由充电电池的种类确定的常数, 待检测充电电池的能存储的电容量小于常规的充电电池的能存储的电容量。

14. 根据权利要求2的探测方法, 其中, 待检测充电电池是不短路的, 它的能存储的电容量假设减小常规的充电电池的能存储的电容量的  $D$  倍,  $D$  是  $0 < D \leq 1$  的常数; 当待检测充电电池和常规充电电池, 从按恒流值  $I_0$  的恒流充电转换到按恒压  $V_{\max}$  充电到电流值达到给定电流值  $I_M$  所用的时间周期分别是  $t_M'$  和  $t_M$ , 和按恒压  $V_{\max}$  的恒压充电模式中的充电量分别是  $Q_{CV}'$  和  $Q_{CV}$  时; 从下式 (1) 判定待检测充电电池的能存储的电容量是常规的充电电池的能存储的电容量的  $D$  倍,

30 
$$D = (Q_{CV}' - I_0 \cdot t_M') / (Q_{CV} - I_0 \cdot t_M) \dots \dots (1)$$

15.根据权利要求 14 的探测方法,其中,从常规的充电电池的能存储的容量  $C$ ,算出待检测充电电池的能存储的容量  $C'=C \times D$ 。

16.根据权利要求 9 的探测方法,其中,当所述充电电池充电,放电,或既不充电也不放电的暂停状态时,探测电池的内部状态,能判定待检测充电电池  
5 是否短路。

17.根据权利要求 16 的探测方法,其中,通过参考选自下列因素中的至少一种因素判定待检测充电电池是否短路,所述的因素包括:恒流充电模式中电池电压的增大速率、恒压充电模式中的充电电流的减小速率、放电时的电池电压减小速率、和暂停时开路电压的变化量。

10 18.根据权利要求 17 的探测方法,其中,在从按恒流值  $I_0$  的充电转换到按恒压  $V_{max}$  的充电的转换时间的基础上,关于所述转换时间前的早期阶段,在时间  $t_{cc}$  的恒流充电模式中电池电压  $V_{cc}$  随时间(t)的增大速率  $\Delta V_{cc}/\Delta t$  而言,待检测充电电池的  $\Delta V_{cc}/\Delta t$  与常规的充电电池的  $\Delta V_{cc}/\Delta t$  对比;

(v) 当待检测充电电池的所述增大速率大于常规的充电电池的增大速率  
15 时,判定待检测充电电池的内阻增大或能存储的容量减小;和

(vi) 当待检测充电电池的所述增大速率小于所述常规的充电电池的所述增大速率时,判定待检测充电电池的内阻减小,或短路。

19.根据权利要求 1 的探测方法,其中,给定电流值  $I_M$  范围是恒流充电时的电流值  $I_0$  的 0.4 到 0.6 倍之间,即  $0.4 \times I_0 \leq I_M \leq 0.6 \times I_0$ 。

20.根据权利要求 1 的探测方法,其中,所述的给定电流值  $I_M$  是恒流充电时的电流值  $I_0$  的 1/2 即  $I_M=0.5 \times I_0$ 。

21.根据权利要求 2 的探测方法,其中,待检测充电电池的能存储的容量是常规的充电电池的能存储的容量的  $D$  倍,当从按恒流值  $I_0$  的恒流充电转移到按恒压  $V_{max}$  的恒压充电时,待检测充电电池和常规的充电电池的存储电量分  
25 别是  $Q_0'$  和  $Q_0$ ,所用的时间周期分别是  $t_M'$  和  $t_M$ ;

从下式<2>得出  $Q_0''=Q_0'/D$ ,

$$Q_0''=Q_0-I_0 \times (t_M'/D-t_M) \dots \dots <2>$$

从常规的充电电池的存储电量  $Q$  和开路电压  $V_{oc}$  的关系式  $V_{oc}(Q)$ ,还从按恒流  $I_0$  的恒流充电模式中常规的充电电池的内阻与所述存储电量  $Q$  的关系式  
30  $R_{i0}(Q)$ ,当待检测充电电池的存储电量是  $Q_0''$  时,得到常规的充电电池的开路电

压  $V_{oc}$  和内阻  $R_{i0}$  与存储电量  $Q_0''$  的关系式分别是  $V_{oc}(Q_0'')$  和  $R_{i0}(Q_0'')$ , 如果待检测充电电池的内阻与存储电量  $Q_0''$  的关系式是  $R_{i0}'(Q_0'')$ ;

从下式<3>能探测出关于待检测充电电池内阻的内部信息。

$$R_{i0}'(Q_0'')/R_{i0}(Q_0'') = \{V_{max} - V_{oc}(Q_0'')\} / \{I_0(Q_0'') \times R_{i0}(Q_0'')\} \dots \dots <3>$$

5 22. 根据权利要求 21 的探测方法, 其中, 所述的常规的充电电池的关系式  $V_{oc}(Q)$  和  $R_{i0}(Q)$  是选自预先测到的常规的充电电池的数据, 从所述数据得到的关系式, 和用计算机模拟方式在所述测试数据基础上获得的关系式。

23. 根据权利要求 22 的探测方法, 其中, 所述测试数据是从同类型和同种类的多个充电电池的测试数据平均得到的平均数据。

10 24. 根据权利要求 14 的探测方法, 其中, 判定待检测充电电池的能存储的电容量是常规的充电电池的能存储的电容量的  $D$  倍后, 假设由常规的充电电池的能存储的电容量  $C_N$  放电电流  $i$  和温度  $T$  确定的校正系数  $f(i, T)$ , 把常规的充电电池的总放电量  $C_d$  表示成  $C_d = C_N \times f(i, T)$ , 待检测充电电池的总放电量  $C_d'$  表示成  $C_d' = D \times C_N \times f(i, T)$ 。当仪器中用充电电池作电源时, 仪器的平均消耗电流是  $i$  和平均消耗功率是  $p$ ; 待检测充电电池的平均电池电压是  $V_M$ , 按以下公式能算出仪器剩余的有效运行时间  $h$ ,

$$h = (D \times C_d) / i, \text{ 或, } h = (V_M \times D \times C_d) / p.$$

20 25. 根据权利要求 21 的探测方法, 其中, 假设由常规的充电电池的能存储的电量  $C_N$ , 放电电流  $i$  和温度  $T$  确定的校正系数  $f(i, T)$ , 从作为关于由权利要求 21 中的公式 (3) 获得的内阻的内部信息的与  $R_{i0}'(Q_0') / R_{i0}(Q_0')$  成正比的校正系数  $r$ , 把待检测充电电池的总放电量  $C_d'$  表示成  $C_d' = (1/r) \times (D \times C_N) \times f(i, T) = (V_r) \times D \times C_d$ , 当仪器中充电电池作电源时, 仪器的平均消耗电流是  $i$ , 平均消耗功率是  $p$ , 待检测充电电池的平均电池电压是  $V_m$ , 按下式算出仪器的剩余的有效运行时间  $h$ ,

$$25 \quad h = (1/r) \times (D \times C_d) / i, \text{ 或, } h = (1/r) \times (V_m \times D \times C_d) / p. \text{ 式中 } C_d = C_N \times f(i, T).$$

26. 根据权利要求 24 或 25 的探测方法, 其中, 能选择使用由充电电流  $i$  和温度  $T$  确定的校正系数  $f(i, T)$ , 用常规的充电电池预先获得的测试数据, 在所述数据基础上获得的函数式, 关于用计算机模拟方式获得的充电特性的数据或函数式。

30 27. 根据权利要求 14 的探测方法, 其中, 当待检测充电电池的  $D$  值小于给

定值时, 判定待检测充电电池的寿命终止。

28.根据权利要求 1 的探测方法, 其中, 充电电池是用锂氧化还原反应的能再充电的锂电池。

29.一种探测充电电池内部信息的探测设备, 用 CCCV 充电法充电待检测充电电池时, 其中, 按恒流值  $I_0$  开始充电, 电池电压达到给定电压值  $V_{max}$  后, 按恒压  $V_{max}$  充电直至充电终止为止, 所述探测设备至少包括: 电流测试装置, 用 CCCV 充电法充电待检测充电电池时, 用于测试充电电流值  $I$ ; 时间测试装置, 用于测试从按恒流值  $I_0$  的恒流充电转换到按恒压  $V_{max}$  的恒压充电模式所用的时间( $t$ ); 和充电电量获取装置, 用于获取恒定电后充电模式充电的充电量。

30.根据权利要求 29 的探测设备, 其中, 所述充电电量获取装置包括: 计算装置, 它用运算操作获取所述充电量。

31.根据权利要求 30 的探测设备, 其中, 所述计算装置用所述充电电流值  $I$  和/或时间周期 ( $t$ ) 进行计算。

32.根据权利要求 29 的探测设备, 还包括存储装置。

33.根据权利要求 32 的探测设备, 其中, 所述存储装置中存储有作为所述待检测充电电池的参考标准的常规的充电电池的特性信息。

34. 一种探测充电电池内部信息的探测设备, 用 CCCV 充电法充电待检测充电电池时, 其中, 按恒流值  $I_0$  开始充电, 电池电压达到给定电压值  $V_{max}$  后, 按恒压  $V_{max}$  充电直至充电终止为止, 所述探测设备至少包括: 电流测试装置, 用 CCCV 充电法充电待检测充电电池时, 用于测试充电电流值  $I$ ; 时间测试装置, 用于测试从按恒流值  $I_0$  的恒流充电转换到按恒压  $V_{max}$  的恒压充电模式所用的时间 ( $t$ ); 时间测试装置, 用于测试恒压充电模式中的充电电流值变成给定电流值  $I_M$  时用的时间( $t_M'$ ); 充电量测试装置用于测试恒压充电模式中的充电量  $Q_{cv}'$ ; 存储装置, 用 CCCV 充电法充电常规的充电电池时, 它存储有作为待检测充电电池的参考标准的相应的常规的充电电池的能存储的电容量  $C_N$  和内部信息, 所述内部信息包括: 恒压充电模式中的充电电流值变成给定电流值  $I_M$  时所用的时间( $t_M$ ), 和恒压充电模式中的充电量  $Q_{cv}$ ; 计算装置, 它从存储在所述存储装置中的常规的充电电池的所述  $C_N$ ,  $t_M$  和  $Q_{cv}$ , 和从待检测充电电池探测到的所述  $t_M'$  和  $Q_{cv}'$ , 计算待检测充电电池的能存储的电容量( $C_N'$ )。

35. 一种探测充电电池内部信息的探测设备, 用 CCCV 充电法充电待检测

充电电池时, 其中, 按恒流值  $I_0$  开始充电, 电池电压达到给定电压值  $V_{\max}$  后, 按恒压  $V_{\max}$  充电直至充电终止为止, 所述探测设备至少包括: 电流测试装置, 用 CCCV 充电法充电待检测充电电池时, 用于测试充电电流值  $I$ ; 时间测试装置, 用于测试从按恒流值  $I_0$  的恒流充电转换到按恒压  $V_{\max}$  的恒压充电模式所用的时间  $(t)$ ; 时间测试装置, 用于测试恒压充电模式中的充电电流值变成给定电流值  $I_M$  时用的时间  $(t_M)$ ; 充电量测试装置用于测试恒压充电模式中的充电量  $Q_{cv}$ ; 存储装置, 用 CCCV 充电法充电常规的充电电池时, 它存储有作为待检测充电电池的参考标准的相应的常规的充电电池的能存储的电容量  $C_N$  和内部信息, 所述内部信息包括: 恒压充电模式中的充电电流值变成给定电流值  $I_M$  时所用的时间  $(t_M)$ , 和恒压充电模式中的充电量  $Q_{cv}$ , 和存储装置。其中还存储有常规的充电电池的其它内部信息, 所述其它内部信息包括: 按恒流值  $I_0$  的恒流充电模式中, 开路电压  $V_{oc}$  与存储电量  $Q$  的关系式  $V_{oc}(Q)$ , 和内阻  $R_{i0}$  与存储电量  $Q$  的关系式  $R_{i0}(Q)$ ; 和计算装置, 它从待检测充电电池所述测试信息, 和关于常规的充电电池特性的存储信息, 获得关于待检测充电电池的能存储的电容量和内阻的内部信息。

36. 根据权利要求 35 的探测设备, 其中, 常规的充电电池的所述关系式  $V_{oc}(Q)$  和  $R_{i0}(Q)$  包括用常规的充电电池预先获取的数据表或函数式。

37. 根据权利要求 29 的探测设备, 还包括输出装置或指示装置, 用于输出或指示从测试装置获取的信息。和/或关于获取的待检测充电电池的内部信息。

38. 一种电池组件, 包括一个以上的充电电池单元, 该电池组件具有权利要求 29 所述的探测设备。

39. 根据权利要求 38 的电池组件, 其中, 电池背面有与仪器的连通装置, 所述仪器中用电池组件作电源。

40. 根据权利要求 38 的电池组件, 其中, 所述电池背面有输出或指示装置, 用于输出或指示获取的关于待检测充电电池的内部信息。

41. 具有权利要求 29 所述的探测设备的机械。

42. 根据权利要求 41 的机械, 其中, 所述机械选自下列设备: 检测设备, 用于检测充电电池是好电池或有缺陷的电池; 充电器, 用于给充电电池充电; 便携式仪器, 包括蜂窝电话, 个人数字式助理, 和便携式计算机; 可移动物体。

包括: 自行车, 汽车, 轮船, 航空器, 宇宙飞船。

43.根据权利要求 41 的机械,其中,所述机械有输出或指示装置,用于输出或指示从测试装置获取的信息和/或关于获取的待检测充电电池的内部信息。

44.一种充电电池内部信息的探测程序,其特征是,所述程序中存有根据权利要求 1 所述的探测方法。

5 45.一种存储媒体,用于存储根据权利要求 1 所述的探测充电电池的内部信息的程序。



## 探测充电电池信息的探测方法和 设备及其应用

5

### 技术领域

本发明涉及探测待检测充电电池（以下称之为“特检测充电电池”）内部信息的探测方法和探测设备。本发明还涉及用了所述探测方法的设备，和包含所述探测设备的仪器，本发明还包括其中存储所述探测方法的软件的存储媒体。

10 本发明中要探测的内部信息包括是否存在短路、能存储的电容量、剩余容量（=现有的存储电量=能放电的容量）、可用容量（=现有的残余电量，即具有它仪器仍能操作的电量）、内电阻等待检测充电电池的性能。

### 背景技术

近年来，随着半导体器件的发展，体积小，重量轻，高性能的充电电池，  
15 和诸如便携式个人计算机、摄象机、数码相机、蜂窝电话和包括掌上型电脑（PCS）的个人数字助理仪器的移动式仪器得到迅速发展。

近年来，已预报因所谓的温室效应，使空气中的 CO<sub>2</sub> 气含量增多，造成全球变暖。例如，热电厂里，通过燃烧矿物燃料生成的热能转换成电能，由于燃烧这种矿物燃料，大量 CO<sub>2</sub> 气排放到空气中。因此，为了消除这种状态，企图  
20 禁止新建热电厂。在这些环境下，已提出了所谓的负荷调整策略，以便有效地利用热电厂发的电，其中，用内装充电电池的负荷调节器，把夜间不用的多余电存储在装在普通房子里的充电电池内，这些存储的电用在用电要求增大时的白天，由此调节电耗。

近年来，已提出了不会排放任何污染物的装有充电电池的电动交通工具。  
25 此外，还提出了混合能源机动车，车中用能再充电电流和内燃机或燃料电池组合，提高了燃料效率而又抑制了污染物排放。预计会开发出有高能量密度的高性能的充电电池将作为这些电动交通工具和混合能源机动车中用的充电电池。

移动装置、用于调整负荷的负荷调节器、电动交通工具和混合能源机动车中用的这种充电电池通常包括能可充电的锂电池（锂离子充电电池）。其中利用  
30 锂的还原氧化反应。

而且, 在移动装置中、负荷调节中的负荷调节器、电动交通工具和混合能源机动车中用上述的充电电池, 根据内部装有电池的设备侧边上的电池的內部信息, 适当控制充电电池的输出功率, 可把工作时间延至最长。或者, 通过预先知道电池的寿命信息, 预先知道更换电池所需时间, 可以避免操作突然发生故障。

特别是, 为了防止移动装置、负荷调节器、电动交通工具或混合能源机动车的操作突然停止, 很重要的是准确探测这些装置中用的充电电池的內部信息, 这些內部信息包括: 能存储的电容量、剩余容量 (=现有的存储电量=能放电的容量)、可用容量 (=现有的残余电量, 即仍能操作仪器的电量)、和电池的内阻。

为了探测充电电池的剩余容量, 现有的方法中, 测试电池电压, 根据测到的电池电压预计可用的容量。

术语充电电池的“剩余容量”是指电池现有的能放电的存储电量。术语“可用容量”的意思是充电电池的现有的有效电量, 具有该充电电池的仪器或设备用上述的有效电量仍能操作。可用容量包含在所述的剩余容量中。

所述方法用于锂离子充电电池中锂离子充电电池的阳极材料是与石墨不同的非石墨化碳材料, 由于电池电压按要放电的电量成比例的逐渐减小, 因此, 可通过测量电池电压来估计充电电池的可用容量。但是, 用该方法准确探测充电电池的剩余容量有困难, 因为, 即使剩余容量相同时, 与流过的电流相关的电压也是不同的。此外, 充电电池的性能已损坏而接近寿命终点时, 不能准确探测剩余容量。

而且, 锂离子充电电池的阳极材料包含石墨系列碳材料时, 由于与要放电的电量相关的电池电压平坦, 所以根据所述方法, 很难以电池电压估计剩余容量。

另一用于探测充电电池的剩余容量的已知方法, 其中, 存储积累的放电电量, 以充电电量减去累积的放电电量, 由此得出它的剩余容量。但是, 该方法的缺点将在以下说明。即, 总是要存储电流值和放电时间。此外, 在不了解充电电池的放电深度和对该充电电池进行附加充电的情况下, 尽管能探测那时的充电电量, 由于不知道附加充电前的充电电池的剩余容量, 所以不能准确探测经过充电后的充电电池的剩余容量。这种情况下采用所述的方法, 由于方法是以放电前累积的充电电量中减去总放电电量, 来计算剩余容量, 所以, 在测量

恒流充电时的充电量, 恒压充电时的电流下降速度, 和恒压充电的电流变化下降等参数的校正。但是, 文献 5 甚至没有提出最需要校正的各种因素。用什么方法能可靠地探测剩余容量, 具体地说, 如何探测剩余容量。而且, 根据文献 5 的描述, 不可能确定电池短路时剩余容量是否减小, 电池损坏时引起内阻增大的剩余容量是否减小, 因此, 它不可能详细描绘出电池的损坏状态。电池是否短路的信息不仅对更安全使用电池很重要, 而且对准确描绘电池内部信息也很重要。

而且, 充电电池重复充电、放电操作时, 会有因内阻增大充电容量下降, 使电极活性材料损坏, 电极活性材料从集电器剥离或脱落的趋势, 或使电解液分解的趋势。此外, 在诸如振动等情况下, 由于电池内阻增大, 使连接到从电池伸出的输出端的引线连接部分剥离。此外, 由于化学反应造成金属淀积, 在阳极和阴极之间出现短路部分, 结果, 内阻下降, 而剩余容量也减小。

由于该充电电池的内阻增大, 剩余容量减小, 或电池短路。在企图用常规方法探测电池的内部信息的情况下, 很难避免出现大的精度误差。

在这一方面, 当任何一种充电电池的剩余容量减小, 它的内阻增大和它的性能损坏时, 提供能准确探测电池的可用容量(即仍能操作仪器的目前剩余的电量)的探测方法和探测设备的需求增大了。此外, 要求开发用于任何充电电池准确探测它们的寿命, 即它们的性能损坏探测方法和探测设备。

### 发明内容

本发明的目的是提供探测充电电池内部信息的方法, 以克服现有探测方法的能存储电量的探测精度差的缺点。

本发明的另一目的是, 提供探测方法和探测设备, 当充电电池性能损坏时, 能高精度探测任何充电电池的内部信息。

本发明的又一目的是, 提供一种其中用所述探测方法或探测设备的仪器。

本发明的又一目的是, 提供其中存储有所述探测方法的软件程序的存储媒体。

本发明的探测方法的典型实施例是用恒流-恒压充电法充电待检测充电电池时, 探测要待检测充电电池的内部信息的探测方法。(该充电电池以后叫做待检测充电电池), 其中, 在恒流值  $I_0$  开始充电, 电池电压达到给定的电压值  $V_{\max}$  后, 按恒压  $V_{\max}$  充电, 直至电池充电终止, 所述探测方法的特征是, 至少包括

中同样会出现大误差。

因此，该方法很难适应性能已损坏接近寿命终点的充电电池。它不能准确探测剩余容量。

现在，在日本专利特开平-4（1992）-2066（以下称作文献1）公开了一种方法，其特征是，铅电池的容量与脉冲放电后的电池电压的恢复特性一致。

日本专利特开平-4（1992）-136774（以下叫做文献2）公开了一种用于充电电池的方法，当电源接通（ON）时，按大电流瞬时放电，以探测电池电压下降，探测到的降低的电池电压与预计的电池电压对比，当它们的电压差大时，判断剩余容量不足。

日本专利特开平-11（1999）-16607（以后称作文献3）公开了一种用于充电电池的方法，预定电流加上预定的时间周期时，测电池电压，测到的电池电压与预先建立的相应表格中所列的电池电压剩余容量对比，由此得出电池的剩余容量。

但是，对那些性能已损坏内阻增大或能存储的电容量减小的充电电池而言，文献1至3所公开的任何方法都很难准确探测电池的剩余容量。

而且，日本专利特开平-9（1997）-13472（以下称作文献4）公开了一种用于充电电池的方法，在有交流电流流动的情况下用阻抗测试仪测恰好到放电终止电压前的内部阻抗，以确定充电电池的性能是否损坏。

但是，文献4所公开的方法不适用，其原因是，用于测阻抗的这种阻抗测试仪需要有交流电流发生电路，因此，相关的设备必然尺寸大，此外，充电电池工作时不能进行测试。

而且，日本专利特开平-11（1999）-271408（以下称作文献5）公开了一种方法，用递减充电法的恒流、恒压（CCCV）方式（这在以下称作“恒流、恒压充电法”或“CCCV充电法”）充电，以探测充电电池中的损坏电池，（其中，按恒流值开始充电，电池电压达到给定电压值时，再按恒压充电，直到充电结束为止），这种方法，从恒流充电的电量，恒流充电后立即转移到恒压充电的电流下降和恒压充电时的电流降低速度，由此来估计电池的损坏程度。

但是，文献5所公开的方法仍然达不到这样的阶段，即，从恒流充电时的充电量和电流下降，或者恒压充电时的电流变化速度，始终能稳定地得到充电电池的关于剩余容量的内部信息。而且，文献5描述了电池损坏时的剩余容量，

测试步骤(A), 测按恒流值  $I_0$  的恒流充电模式转移到按恒压  $V_{\max}$  的恒压充电模式时经过的时间 ( $t$ ), 和测试恒压充电模式中的充电电流值  $I$ ; 步骤(B), 测从转移到恒压充电直到恒压充电模式中的所述充电电流  $I$  值到给定电流值  $I_M$  为止所经过的时间周期; 和步骤(C), 获得按恒压充电模式的待检测充电电池的充

5 电量。

探测方法可包括步骤(D), 用恒流-恒压法充电所述的常规的充电电池时, 所述的相应的常规的充电电池的充电电流特性作为按恒压充电模式的待检测充电电池的参考标准。

用本发明探测方法得到的待检测充电电池的内部信息包括上述内容。按本

10 发明的探测方法, 甚至当待检测充电电池是开始充电前不知道它的放电深度的充电电池, 更具体地说, 甚至对其中仍保留一定电量的待检测充电电池进行附加充电时, 能得到以剩余容量为代表的它的内部信息。

本发明探测设备的典型实施例是所述的待检测充电电池按恒流值  $I_0$  开始充电, 当电池电压达到给定的电压  $V_{\max}$  后, 按恒压  $V_{\max}$  充电, 直到电池充电结束

15 的恒压-恒流充电方式时, 用于推测待检测充电电池的内部信息的探测设备。所述探测设备有至少一个推测装置, 用恒流-恒压充电方法待检测充电电池时, 该测试装置用于测试充电电流值  $I_0$ ; 时间 ( $t$ ) 测试装置, 用于测试按恒流值  $I_0$  的恒流充电模式转移到按恒压值  $V_{\max}$  的恒压充电模式所需的时间周期 ( $t$ ); 和时间 ( $t_M'$ ) 的测试装置, 用于测试按所述恒压充电模式的充电电流值  $I$  变成给定

20 电流值  $I_M$  所用的时间 ( $t_M'$ ); 充电量测试装置, 用于测试所述恒压充电模式中的充电量  $Q_{vc}$ ; 存储装置, 当所述常规充电电池用恒流-恒压充电方法充电时, 存储相应的常规的充电电池的能存储的电容量或额定容量  $C_N$  和所述常规充电电池的内部信息, 所述内部信息包括恒压充电模式中的充电电流值  $I$  变成给定

25 电流值  $I_M$  所用的时间 ( $t_M$ ), 和恒压充电模式中的充电量  $Q_{vc}$ ; 和运算装置, 它用存储在所述存储装置中的常规充电电池的所述  $C_N$ ,  $t_M$  和  $Q_{vc}$  和从待检测充电电池探测到的所述  $t_M'$  和  $Q_{vc}'$  计算待检测充电电池的能存储的电容量 ( $C_N'$ )。

#### 附图说明

图 1 是根据本发明的用于探测充电电池的内部信息的探测方法的实施例的流程图;

30 图 2 是用于解释本发明探测方法中用的公式的常规的充电电池、其内阻增

大的充电电池、和内阻增大和能存储的电容量减小的充电电池中的每一个用恒流、恒流电压法充电时，充电电流瞬变（即充电电流形状）与充电时间的典型关系曲线图；

5 图 3（1）是电阻器并联连接到不短路的常规充电电池，使充电电池变成短路的充电电池模式和充电器连接到充电电池的示意性电路图；

图 3（2）是图 3（1）所示的充电电池用恒流-恒压充电法充电和其中的电阻器的电阻值变化时的充电电压（等于电池电压）和充电电流随充电时间变化的典型曲线图的一个实例；

10 图 4（1）是电阻器串联连接到常规不短路的充电电池，使充电电池进入内阻增大的充电电池模式，充电器连接到充电电池的电路图；

图 4（2）是图 4（1）所示的充电电池用恒流-恒压充电法和其中的电阻器的电阻值变化时，充电电池的充电电流与充电时间的典型曲线图的一个实例；

图 4（3）是图 4（1）所示的充电电池用恒流-恒压充电法和其中的电阻器的电阻值变化时，充电电池的充电电压与充电时间的典型曲线图的一个实例；

15 图 5（1）是用恒流-恒压充电法充电时的常规充电电池的曲线图，充电电流随充电时间变化的测试值与用函数式从所述测试值曲线得到的充电电流曲线非常一致；

20 图 5（2）是一个曲线图，（a）是有与其串联连接的电阻器的常规充电电池（见图 4（1））和（b）是没有与其连接的电阻器的另一个充电电池，用恒流-恒压充电法给两个充电电池中的每个电池充电时，其中（a）充电电池中的电阻器的电阻值变化，其中，曲线是从充电电流的函数式得出的充电电池（a）和（b）的两个充电电流曲线的交叉处的电流值随电阻值变化的曲线；

图 6（1）是常规充电电池（a）和（b）循环损坏的充电电池用恒流-恒压充电时的充电电流变化（或形状）与充电时间变化的典型的曲线图；

25 图 6（2）是图 6（1）中所示的已充电的充电电池（a）和（b）按恒流放电时的典型的电池电压变化与放出的电量变化的关系曲线图；

图 6（3）是当图 6（1）所示情况下，循环损坏的充电电池（b）的能存储的电容量的减小电量，要用与其大致相同的正常的充电电池（a）的能存储的电容量补偿时，电池（b）的典型充电电流随充电时间变化的曲线图；

30 图 7 是按本发明的用于探测充电电池的内部信息的探测设备的主要构成部

分的电路图的示例的示意图;

图 8 是有图 7 所示电路的探测设备和装入电池外壳中的充电电池 (模块) 的组合实施例的一个示例的示意图;

5 图 9 是用恒流-恒压充电法给充电电池充电后, 重复充电电池的放电和暂停放电的循环操作时的充电电池的电池电压随时间的变化曲线图;

图 10 是从图 9 得到的结果曲线图, 是放电时的电池电压与放电电压和放电操作暂停时的开路电压数据得出的积分的放电量之间的典型关系曲线图;

图 11 是从图 10 得到的结果曲线图, 是用恒流-恒压充电法充电时 (见图 9) 开路电压与现有的存储电量 (Q) 和电池电压变化的关系曲线图;

10 图 12 (1) 是 (a) 常规的充电电池和 (b) 短路的充电电池用恒流-恒压充电法充电时的充电电流随充电时间变化的关系曲线的典型例;

图 12 (2) 是常规的充电电池 (a) 和短路的充电电池 (b) 用恒流-恒压充电法充电时电池电压随充电时间变化的关系曲线的典型例;

15 图 12 (3) 是 (a) 常规的充电电池和 (b) 短路的充电电池用恒流-恒压充电法充电和保持不进行充电和放电的暂停状态时, 开路电压随暂停状态的持续时间变化的关系曲线。

#### 具体实施方式

为克服现有技术中存在的缺陷达到本发明的目的, 发明人进行了大量实验研究。结果描述如下。

20 即, 用恒流-恒压法向待检测充电电池充电的情况下, 其中, 按恒流值开始充电, 当电池电压达到给定电压后, 按恒压进行充电直到充电终止为止。当所述待检测充电电池是其内阻已增大的充电电池时, 无论内阻的增大值是多少, 它的充电电流曲线在恒压充电区与按一定的充电电流值  $I_M$  用恒流-恒压法充电时的相应的常规的充电电池的充电电流曲线交叉。因此, 在待检测充电电池不  
25 短路的情况下, 测试按恒压充电模式中的充电电流达到一定的充电电流值  $I_M$  时所需时间, 由此能得到待检测充电电池有关电池的能存储的电容量的内部信息, 可根据恒压充电模式中待检测充电电池和常规的充电电池的充电电流的收敛值, 判断待检测充电电池中是否存在短路。而且, 通过确定能存储的电容量, 能得到待检测充电电池的关于其内阻的内部信息。

30 而且, 除非有其它规定, 本说明书中的术语 "恒压充电模式" 是指充电电池

按恒压充电的状态, 或者是充电电池从无控制的计算机程序一侧按恒压充电的情况。但是, 从充电电池一侧看, “恒压充电模式”与“充电电池按恒压充电的状态”相同, 或者与“充电电池按恒压充电的情况”相同。另一方面, 术语“恒流充电模式”是指“充电电池按恒流值充电的状态或情况”。

5 根据以上发现完成了本发明。

因此, 如上所述, 本发明提供用恒流-恒压法充电所述的待检测充电电池时, 探测待检测充电电池的内部信息的探测方法。所述探测方法的特征是, 包括至少一个步骤(A), 探测从恒流充电模式转移到恒压充电模式所需的时间, 并探测恒压充电模式中的充电电流 $I$ 值; 步骤(B)测得从所述的转移到按恒压充电模式进行恒压充电的时间到恒压充电模式中所述充电电流值 $I$ 达到给定的充电电流值 $I_M$ 所需的时间周期; 和步骤(C), 获得按恒压充电模式中的待检测充电电池的充电量。探测方法还包括步骤(D), 用恒流-恒压充电法充电所述的常规的充电电池时, 所述的相应的常规充电电池的充电电流特性作为待检测充电电池的参考标准。

15 用本发明探测方法获得的待检测充电电池的内部信息包括下述的多项内容待检测充电电池是否短路, 能存储的电容量(即能存储的电量), 内阻, 剩余容量=现有的存储电量=能放出的容量, 和可用的容量=现有的仍能操作仪器的剩余电量及这些项目的组合。

按本发明的探测方法, 甚至当待检测充电电池是开始充电前不知道它的放电深度的充电电池时, 更具体地说, 对仍然保留有一定电量的待检测充电电池进行附加充电时, 仍能获得充电电池的以能存储的电容量为代表的内部信息。

在本发明的探测方法中, 在恒压充电模式中的充电时间变成无穷大的情况下, 当充电电流值为正时, 判定待检测充电电池要短路。当充电电流变成0时, 判定待检测充电电池不会短路。

25 但是, 会出现短路量很大的情况, 在恒流-恒压充电方法中, 出现恒流充电模式不转移到恒压充电模式。在那种情况下, 不能采用上述的关于短路的判断方法。

本发明的探测方法最好包括步骤(D), 用恒流-恒压充电法充电所述的常规的充电电池时, 所述的相应的常规的充电电池的充电电流特性用作恒压充电模式中的待检测充电电池的参考标准。

30



上述步骤 D 中按恒压充电模式的常规的充电电池的充电电流特性包括：常规的充电电池的预先测得的数据，从所述的预先测得的数据得到的相关表达式，从计算机模拟得到的常规的充电电池的数据，和从所述数据得到的函数式。

以下将描述本发明人经过以上所述的发现进行的一系列实验。

- 5 首先，对已短路的待检测充电电池而言，用其中有并联连接到充电电池的电阻器的短路的充电电池模式，和充电电池用恒流-恒压充电法充电，进行各种实验，观察恒压充电模式中的充电电流的变化，以探测充电电池的充电特性。

图 3 (1) 是一个电路图，其中电阻器  $r_p$  并联连接到不短路的有内阻  $R$  的常规的充电电池，充电器并联连接到所述的充电电池。图中虚线所包围的部分是  
10 充电电池。该情况下，电阻器  $r_p$  对应充电电池的短路部分，因此，充电电池能叫做假短路的充电电池。现在，当充电电流  $I_c = I_b + I_r$  从充电器流过时电流  $I_b$  已流到电池，电流  $I_r$  已流到作为电池的短路部分的电阻器  $r_p$ 。这里，能认为有并联连接的电阻器的假短路的充电电池的内阻  $R'$  减小到电阻  $R$  和  $r_p$  的并联组合值，即  $R' = R \times r_p / (R + r_p)$ 。

15 图 3 (2) 是图 3 (1) 所示情况下的曲线图，市售的额定容量 1300mAh，直径 17mm，高度 67mm 的锂离子充电电池用作此处的充电电池，用恒流-恒压充电法对锂离子充电电池充电，所述的典型曲线图是，电阻器  $r_p$  不连接到锂离子充电电池的情况下，22 欧的电阻器  $r_p$  连接到充电电池的情况下，和 10 欧的电阻器  $r_p$  连接到充电电池的情况下，充电电池按 1A 的恒流和 4.2V 的恒压充电时，  
20 电池电压 (V) 和充电电流 (A) 随充电时间变化的曲线图。

图 3 (2) 中，横坐标指示充电时间，左边的纵坐标指示充电电流值 (A)，右边的纵坐标指示电池电压 (V)。

从图 3 (2) 所示的充电电流曲线能得到以下内容。电阻器不连接到充电电池的情况下，即，充电电池不短路的情况下，当充电时间变成无穷大时，充电  
25 电流变成 0。当电阻器连接到充电电池的情况下，即，充电电池短路的情况下，当充电时间变成无穷大时，充电电流不是 0 而变成正值。

更具体地说，图 3 (1) 中，在恒压充电模式中进行充电后，已充电的电池的开路电压达到充电电压  $V_{max}$ ，没有充电电流流入充电电池，即， $I_b = 0$ 。另一方面，给出的电流  $I_r = V_{max} / r_p$  仍然连续流入电阻器  $r_p$ ，即，变成  $I_c = I_b + I_r = V_{max} / r_p$ 。因此，认为甚至在充电电池的开路电压达到充电电压  $V_{max}$  后，由充电器输  
30

出的充电电流  $I_c$  不转换成 0, 但它变成给定电流值。

另外, 本发明人用电阻器  $r_s$  串联连接到常规的充电电池的模式电路, 使充电电池的内阻有意的增大, 用恒流-恒压充电法充电充电电池, 观察恒压充电模式中的充电电流的变化, 进行了多种实验, 以探测其能存储的电容量不小而它的内阻很大的充电电池的充电特性。

图 4 (1) 是电路图, 其中, 电阻器  $r_s$  串联连接到有内阻  $R$  的常规的不短路的充电电池, 充电器连接到所述的充电电池。图中虚线包围的部分是充电电池。该情况下, 电阻器  $r_s$  的电阻值相当于充电电池的内阻增大值。

图 4 (2) 是图 4 (1) 所示情况的曲线图, 市售的额定容量 1300 mAh, 直径 17mm, 高度 67mm 的锂离子充电电池用作此处的充电电池, 用恒流-恒压充电法充电锂离子充电电池, 所述的典型曲线图是, 电阻器  $r_s$  不连接到锂离子充电电池的情况下, 55 欧的电阻器  $R_s$  连接到充电电池, 89 欧的电阻器  $R_s$  连接到充电电池的情况下, 110 欧的电阻器  $R_s$  连接到充电电池的情况下, 和 150 欧的电阻器  $R_s$  连接到充电电池的情况下, 按恒流 1A 和恒压 4.2V 充电充电电池时充电电流 (A) 随充电时间变化的典型电流变化曲线图。

图 4 (3) 是曲线图, 是在上述 5 种情况下, 按恒流 1A 和恒压 4.2V 充电充电电池时, 充电电压 (V) 随充电时间的典型的充电电压 (V) 的变化曲线图。

从图 4 (2) 所示充电电流曲线图能得出下述内容。这些充电电流曲线在一定的电流值 (该电流值在以下有时称作“充电电流曲线交叉电流值”) 大致交叉, 而与连接到充电电池的电阻器的电阻值无关。更具体地说, 图 4 (2) 指出, 内阻已增大的充电电池的充电电流曲线与没有电阻器  $r_s$  的常规的充电电池的充电电流曲线, 按一定的电流值交叉。

这里的充电电流曲线交叉电流值是 0.5A, 它相当于恒流充电模式中的电流值的一半。但是, 考虑到测试误差, 它可能是恒流充电模式中的电流值的 0.4 至 0.6 倍。

此外, 随着串联连接的电阻器的电阻值增大, 恒压充电模式中充电电流值随充电时间的变化速率 (即减小速率) 增大。而且, 通过串联连接电阻器故意使充电电池的内阻增大, 当充电时间变成无穷大时, 充电电流变成 0, 充电电量与不连接电阻器的常规的充电电池的充电量大致相同。

即, 常规的充电电池和只有内阻增大的充电电池中的每个电池充电, 直到

充电电流值变成 0 为止。两者的充电量大致相同。

另外，从图 4 (3) 看到，当串联连接的电阻值增大时，直到达到给定的电压的时间，即按恒流的充电时间缩短，充电开始后的初期，恒流充电模式转移到恒压充电模式。

5 而且，为了根据图 4 (2) 中充电的数据得到充电电流曲线的具体交叉位置和充电电流曲线的函数式，根据函数式进行计算，以算出与串联连接的电阻器的电阻值无关的充电电流曲线的交叉部分是否在大致相同的点。即，在任何情况下达到一定的充电电流值的充电时间是否相同，和在什么样的电流值充电电流曲线交叉。

10 特别是，由于很难同时得到充电电流曲线随充电时间变化的函数式，因此会出现以下结果。即，从充电量  $Q$  与充电时间  $t$  的关系  $Q(t)$  的各个曲线图和测试值得到符合的函数式。之后对充电量随充电时间变化的函数进行时间微分，得出时间微分结果与测试电流值之间的差。随后，差值曲线转换成函数式。最终，得到有串联电阻器的充电电池的充电电流随充电时间变化的曲线的函数式。

15 具体地说，按上述的一步一步的方式得到有串联连接的电阻器的充电电池的充电量随充电时间变化的曲线的函数式。

首先，假定按恒流-恒压充电法中恒压充电模式时的充电量与充电时间的关系  $q_1$  用下式 (4) 表示，

$$Q(t) = C_1 \times \{1 - \exp\{-C_2 \times (t - C_0)\}\} + C_3 \dots \dots \quad (4)$$

20 (式中  $C_1 \times C_2 = 1$ )

之后，可变电阻器分别串联连接到常规的充电电池，和用恒流-恒压充电法充电充电电池，获得每个电阻器的充电量随充电时间变化的实验数据，并得到总的数据的曲线。总的曲线经曲线配合，得到关系式 (4) 中  $C_0$ 、 $C_1$ 、 $C_2$  和  $C_3$  和串联连接的阻值之间的关系。这里，关系式 (4) 中的  $\exp\{\}$  是以  $e$  为底的自然对数的因子。

25 随后，由于电流值可用电量  $Q$  的时间微分  $dQ/dt$  表示，对关系式 (4) 的相反两边进行时间微分，得出以下关系式 (5)。

$$I_A(t) = \exp\{-C_2 \times (t - C_0)\} \dots \dots \quad (5)$$

之后，充电电流值随充电时间变化的测试值与关系式 (5) 对比，得到差  $\Delta$   
30  $I(t)$  的曲线。假定从曲线图形，差  $\Delta I(t)$  可用以下的关系式 (6) 表示，

$$\Delta I(t) = C_5 \times \{(t-C_0)/C_4\}^{C_6} \times \exp[1-\{(t-C_0)/C_4\}^{C_6}] \dots \dots (6)$$

得到关系式(6)中的  $C_4$ 、 $C_5$  和  $C_6$  与串联连接的电阻值之间的关系。

从  $C_0$ 、 $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 、 $C_4$ 、 $C_5$  和  $C_6$  与串联连接的电阻值之间的总关系，把充电电流随充电时间变化的关系变成下式(7)。

$$5 \quad I(t) = I_A(t) + \Delta I(t) = \exp\{-C_2 \times (t-C_0)\} + C_5 \times \{(t-C_0)/C_4\}^{C_6} \times \exp[1-\{(t-C_0)/C_4\}^{C_6}] \dots \dots (7)$$

实际上，各个电阻器分别串联连接到市售的额定容量 1300 mAh，直径 17mm，高度 67mm 的锂离子充电电池，以增大充电电池的内阻，任何情况下，用恒流-恒压法充电充电电池，测充电特性，以得到随内阻值和充电时间变化的充电电流曲线，总充电电流曲线用根据上述流程的数学函数表示。结果，关系式(7)中的  $C_0$ 、 $C_2$ 、 $C_4$ 、 $C_5$  和  $C_6$  和电阻值  $r_s$  的关系可用以下关系式表示。

$$C_0 = 2715.17 \times \exp(-0.0110319 \times r_s)$$

$$C_2 = 0.000525602 \times \exp(-0.0046066 \times r_s)$$

$$C_4 = 20.8542 \times r_s$$

$$15 \quad C_5 = 0.163965$$

$$C_6 = 0.234332 \times \{\exp(0.00937306 \times r_s) - 1\} + 1$$

图 5(1) 中，用圆圈表示有与其串联连接的电阻器的充电电池的充电电流值与充电时间的关系(曲线)的测试数据，用实线表示用上述公式算出的数据。从图 5(1) 看出，从即将开始恒流充电模式转移到恒压充电模式的阶段，能得到与测试数据极其一致的充电电流的公式。图 5(1) 中，充电电流曲线(实线)中没有准确反映恒流充电模式中恒流值的线性线部分，即，充电电流恒定时必须调整时间(即恒流充电模式的时间)。

因此，以下将描述恒流充电模式的时间调整。

用恒流-恒压充电模式给 (i) 常规的充电电池和(ii) 串联连接有电阻器的常规的充电电池充电的情况下，充电电池 (i) 和 (ii) 的总充电量应大致相同。

就常规的充电电池(i)和包括有与其串联连接的电阻器的常规的充电电池的待检测充电电池(ii)而言，为了对连接有电阻值  $r_s$  的充电电池(ii)的函数式(7)补偿充电电池(i)的充电量，相对于时间轴的漂移量，即时间漂移应到充电电流值变成 0 为止。即，充电电池(i)与(ii)的函数式(7)的关于时间积分积值要变成一致。即，计算出充电电池(i)与(ii)的恒压充电模式的起始时

间差。之后，得出根据有与其连接的电阻值  $r_s$  的充电电池 (ii) 的函数式 (7) 的函数式 (7') (有漂移时间补偿的)，而且，充电电池 (i) 的函数式 (7) 的电流值与充电电池 (ii) 的函数式 (7') 的电流值变成一致。

图 5 (2) 是充电电池 (i) 关于电阻值 ( $r_s=0$ ) 与充电电流关系曲线和充电  
5 电池关于变化的电阻值 ( $r_s$ ) 与充电电流的关系曲线之间交叉处的电流值曲线图。

这里，还从恒压充电模式的充电电流值的数学表达式证实，与电阻器的电阻值无关，充电电流曲线在 0.5A 的电流值处交叉，该交叉电流值相当于恒流充电模式中的电流值 (1A) 的一半。

现在，电池容量不减小的充电电池的情况下，充电电池用恒流-恒压充电法  
10 充电直到充电电流值变成大致为 0 时，尽管内阻增大，存储的电量始终保持一致。

因此，待检测充电电池的能存储的电容量只是相应的常规的充电电池的能  
存储的电容量的 D 倍 (D 是  $0 \leq D \leq 1$  的常数) 的情况下，本发明人通过实验发现，用恒流-恒压充电法充电时，待检测充电电池与充电时间相关的充电电流值的  
15 的充电电流曲线中，与常规的充电电池的充电电流曲线中在充电时间轴方向中的 D 倍充电时间处的充电电流曲线大致相同。

根据该发现，还发现，由于待检测充电电池的内阻增大，它的能存储的电  
容量比对应的常规的充电电池的能存储的电容量减小 D 倍，用恒流恒压充电法  
20 充电时画出的待检测充电电池的充电电流值与充电时间的充电电流曲线，与按恒压充电模式充电的常规的充电电池的充电电流曲线在一定充电电流值交叉处，按充电时间轴方向放大  $1/D$  倍，在从  $1/D$  倍的充电电流曲线获得的交叉处的待检测充电电池的存储电量与常规的充电电池的存储电量相同。从这些关系中得出待检测充电电池的能存储的电量的降低率 D。

用于探测本发明的待检测充电电池的内部信息的探测方法的第 1 特征有以  
25 下几点：

即，就不短路的待检测充电电池而言，用恒流-恒压充电法充电待检测充电  
电池时，假定待检测充电电池的能存储的电容量减小到相应的常规的充电电池的能存储的电容量的 D 倍，D 是  $0 \leq D \leq 1$  的常数；D=1 时判定能存储的电容量  
没减小；当待检测充电电池经过一个时间周期到它的充电电流值达到给定的电  
30 流值  $I_M$  时，由于从恒流  $I_0$  充电模式转换到恒压  $V_{max}$  充电模式的时间为  $t_M'$ ，而且，

按恒压  $V_{\max}$  充电模式的总充电量为  $Q_{cv}'$ ; 就常规的充电电池而言, 上述的从恒流  $I_0$  模式转换到恒压充电模式用的时间为  $t_M$ , 得到的所述总充电量是  $Q_{cv}$ ; 从以下的关系式 (1) 判定, 待检测充电电池的能存储的电容量是常规的充电电池的能存储的电容量的  $D$  倍。

$$5 \quad D = (Q_{cv}' - I_0 \times t_M') / (Q_{cv} - I_0 \times t_M) \dots \dots (1)$$

因此, 常规的充电电池的能存储的电容量是  $C$ , 可以算出待检测充电电池的能存储的电容量是  $C' = C \times D$ 。

恒流充电模式时的充电电流值是  $I_0$ , 要求所述的给定电流值  $I_M$  范围应该为  $0.4 \times I_0 \leq I_M \leq 0.6 \times I_0$ , 在  $I_M = 0.5 \times I_0$  的范围内更好。

10 本发明的探测方法的第 2 特征有以下几点。

即, 就其能存储的电容量是相应的常规的充电电池的能存储的电容量的  $D$  倍的待检测充电电池而言, 充电模式从恒流  $I_0$  转换成恒压  $V_{\max}$  充电模式时的存储电量是  $Q_0'$ , 经过一个时间周期直到充电电流达到给定的电流值  $I_M$ , 而且转换到恒压充电模式用的时间是  $t_M'$ , 就常规的充电电池而言, 所述的存储电量  $Q_0$ , 所述的时间周期是  $t_M$ ; 从下列关系式 (2) 得到  $Q_0''$  ( $Q_0'' = Q_0'/D$ );

$$15 \quad Q_0' = Q_0 - I_0 \times (t_M'/D - t_M) \dots \dots (2)$$

从常规的充电电池的存储电量  $Q$  和开路电压之间的关系式  $V_{oc}(Q)$ , 从常规的充电电池在恒流  $I_0$  充电模式的内阻  $R_{I0}$  和所述存储的电量  $Q$  之间的关系式  $R_{I0}(Q)$ , 待检测充电电池的存储电量是  $Q_0''$  时, 常规的充电电池的开路电压和  
20 内阻分别是  $V_{oc}(Q_0'')$  和  $R_{I0}(Q_0'')$ , 待检测充电电池的存储电量是  $Q_0''$  时, 它的内阻是  $R_{I0}'(Q_0'')$ ; 从下述关系式 (3), 探测待检测充电电池关于内阻的内部信息。

$$R_{I0}'(Q_0'') / R_{I0}(Q_0'') = \{ V_{\max} - V_{oc}(Q_0'') \} / \{ I_0(Q_0'') \times R_{I0}(Q_0'') \} \dots \dots (3)$$

25 上述的常规的充电电池的开路电压  $V_{oc}$  与存储能电量  $Q$  的关系式  $V_{oc}(Q_0)$  和常规的充电电池的内阻  $R_{I0}$  与存储电量  $Q$  的关系式  $R_{I0}(Q_0)$  是从预先测到的常规的再充电电池的数据得出的, 关系式从所述数据得出, 或用计算机模拟方式得出关系式。

当按恒流  $I_0$  的模式充电时, 常规的充电电池的内阻是  $R_{I0}(Q)$ , 电池电压和  
30 开路电压分别是  $V_{I0}(Q)$  和  $V_{oc}(Q)$ , 从下式能算出上述的  $R_{I0}(Q)$ ,

$$R_{I_0}(Q) = \{V_{I_0}(Q) - V_{OC}(Q)\} / I_0$$

而且, 用上述的等式(7)能得到待检测充电电池相对于常规的充电电池的内阻增大量。具体地说, 恒压充电模式中充电电流值的电流曲线按充电时间轴方向放大  $1/D$  倍, 这就是说, 补偿量相当于存储的电量, 由此, 得到与等式(7)一致的电阻增大量  $r_s$ 。

而且, 本发明探测方法的特征还有以下几点。即, 判定待检测充电电池的能存储的电容量是常规的充电电池的能存储的电容量的  $D$  倍时, 假设从常规的充电电池的能存储的电容量  $C_N$ 、放电电流  $i$  和温度  $T$  确定的校正系数  $f(i, T)$ , 常规的充电电池的总放电量  $C_d$  能表示成  $C_d = C_N \times f(i, T)$ 、待检测充电电池的总放电量表示成  $C_d' = D \times C_N \times f(i, T)$ , 仪器中用待检测充电电池作电源时, 仪器的平均消耗电流是  $i$ , 平均消耗功率是  $P$ , 待检测充电电池的平均电池电压是  $V_m$ , 按等式  $h = (D \times C_d) / i$  或  $h = (V_m \times D \times C_d) / P$  算出仪器的剩余工作时间  $h$ 。而且, 按以下公式能更准确算出仪器的剩余工作时间, 其中, 用由上述的有关内阻增大的信息确定的校正系数  $r$ 。

$$h = (1/r) \times (D \times C_d) / i, \text{ 或, } h = (1/r) \times (V_m \times D \times C_d) / P.$$

能选择使用由充电电流  $i$  和温度  $T$  确定的所述校正系数  $f(i, T)$ , 用常规的充电电池预先测到的数据, 根据所述数据得出的函数式, 用计算机模拟方式得到的关于充电特性的数据或函数式。

本发明的用于检测充电电池的内部信息的探测方法, 可用于探测用恒流-恒压充电法充电的各种充电电池的内部信息。这种充电电池的典型例可以用锂离子电池-还原反应的可充电锂电池, 包括锂离子充电电池。但不限于此。

本发明还包括用于探测充电电池内部信息的程序, 该程序中使用了用于探测充电电池内部信息的上述的本发明的探测方法。

本发明还包括用于探测待检测充电电池内部信息的探测设备, 所述探测设备中使用了上述的用于探测充电电池的内部信息的本发明的探测方法。更具体地说, 本发明的探测设备至少包括: 电流测试装置, 用恒流-恒压充电法充电时, 用于测试充电电流值  $I$ ; 时间测试装置, 用于测试按恒流  $I_0$  的恒流充电模式转换到按恒压  $V_{max}$  的恒压充电模式所用的时间 ( $t$ ); 时间测试装置, 用于测试在恒压充电模式中的充电电流值变成给定电流值  $I_M$  时所用的时间 ( $t_M'$ ); 电量测试装置, 用于测试恒压充电模式中的充电量  $Q_{vc}$ ; 存储装置, 其中存储作为待检

测充电电池的参考标准的相应的常规充电电池的能存储的电容量(或额定容量),和用恒流-恒压充电法充电所述常规的充电电池的所述常规的充电电池的内部信息,所述内部信息包括:恒压充电模式中的充电电流值达到给定电流值  $I_M$  用的时间( $t_M$ ),和恒压充电模式中的充电量  $Q_{vc}$ ; 和计算装置,根据所述存储装置中存储的常规的充电电池的所述  $C_N, t_M$  和  $Q_{vc}$ , 以及从待检测充电电池探测到的上述  $t_M'$  和  $Q_{vc}'$  计算待检测充电电池的能存储的电容量( $C_N'$ )。

本发明还包括电池组件,它包括一个以上的充电电池单元,用于充电电池的充电器,用充电电池作电源的仪器,用于待检测充电电池的检测设备,其中的每一个都用了上述的按本发明的用于探测充电电池的内部信息的探测方法。

电池组件中,充电电池的内部信息传送到具有与其连接的电池组件的仪器,能最大程度地利用仪器的性能,并能防止仪器的运行突然停止。充电器中必定能控制充电时的充电电池的性能下降。用充电电池作电源的仪器中,能高精度地探测出充电电池的实际上可用的容量,即现有的剩余电量,因而,容易控制电源,以延长仪器的运行时间。探测设备运输之前必然能对充电电池的好坏进行质量控制检测。

而且,本发明人进行了许多实验,以证实是否真的会有以下现象发生,即,恒压充电时的只有其内阻增大的给定的待检测充电电池的充电电流曲线,与作为待检测充电电池的参考标准的相应的常规的充电电池的充电电流曲线,在一定的电流值处大致交叉,所述的一定的电流值相当于所述的“充电电流曲线交叉电流值”。结果,在许多不同类型的锂离子充电电池中证实,恒压充电时的每个锂离子电池的充电电流曲线与相应的常规的充电电池的充电电流曲线在相当于恒流充电模式中的  $1/2$  电流值处大致交叉。因此认为,在恒流充电模式中通常确有该  $1/2$  电流值。这里,考虑到测试误差,认为使充电电流曲线的交叉电流值在相当于恒流充电模式中的常规的充电电池的电流值的  $0.4$  至  $0.6$  倍范围内是合适的。更具体地说,经过实验用所述方式很容易获得只与充电电池的种类相关的充电电流曲线的交叉电流值,甚至当给定的待检测充电电池的充电电流曲线的交叉电流值是所述的  $1/2$  值之外的其它值时,也可用本发明,这在以下会详细描述。此外,甚至出现恒压充电时的充电电流曲线在一定的电流值大致不交叉的情况下,只要能确定近似的充电电流曲线的交叉电流值,本发明也可用,这



在以下会详细描述。那种情况下，权利要求中所述的“一定的电流值  $I_M$ ”（这在以下会详细描述），相当于近似确定的充电电流曲线的交叉电流值。

以下参见附图详细描述本发明。

5 本发明探测方法的优选的典型实施例中，用以下将要描述的现象确定用恒流-恒压法充电充电电池的情况下的待检测充电电池的内部信息，例如，有关的能存储的电量。

(1) 待检测充电电池是只有内阻增大的待检测充电电池的情况下，延长充电时间至充电电流值接近 0 时，待检测充电电池的全部充电量变成大致等于用恒流-恒压充电法充电常规的充电电池时的相应的常规的充电电池的全部  
10 充电量。

更具体地说，充电电池的能存储的电量相当于从 100% 的放电深度至完全充电的充电量，它等于充电电流曲线和充电时间包围的面积。因此，只有内阻增大的待检测充电电池中的充电电流曲线和充电时间包围的面积变成与常规的充电电池中充电电流曲线和充电时间包围的面积大致相同。

15 (2) 恒压充电模式中的只有内阻增大的待检测充电电池的充电电流曲线，与恒压充电模式中的常规的充电电池的充电电流曲线，在常规的充电电池的恒流充电模式中的电流值的，例如是 1/2 的一定电流值处交叉（见图 4 (2)）。

(3) 待检测充电电池是 (a) 待检测充电电池，其能存储的电容量（即能存储电量）损坏到是 (b) 其内阻增大的相应的常规的充电电池的能存储的电容量  
20 量的 D 倍的情况下，当待检测充电电池 (a) 恒流-恒压充电 (CCCV) 模式中的充电电流曲线在充电时间轴方向放大 1/D 倍时（见图 2），能得到只是其内阻增大的待检测充电电池 (a') 在恒流-恒压充电模式中的充电电流曲线。

更具体地说，(a) 待检测充电电池的能存储的电容量损坏到是 (b) 作为待检测充电电池的参考标准的相应的常规的充电电池的能存储的电容量的 D 倍  
25 的情况下，待检测充电电池 (a) 的由在恒流-恒压 (CCCV) 充电中的充电电流曲线和充电时间包围的面积（该面积以下叫做“充电电流曲线-充电时间面积”），变成常规的充电电池 (b) 的充电电流曲线-充电时间面积的 D 倍。这表明，待检测充电电池的充电电流曲线-充电时间面积乘上 1/D 倍得到的面积，不仅与常规的充电电池的充电电流曲线-充电时间面积相等，还与只有其内阻增大的待检  
30 测充电电池 (a') 的充电电流曲线-充电时间面积相等。

即, 如上所述, 待检测充电电池的能存储的容量(即能存储的电量)损坏到, 只有其内阻增大的相应的常规的充电电池的能存储的电容量的  $D$  倍的情况下, 当待检测充电电池在恒流-恒压(CCCV)充电中的充电电流曲线在充电时间轴方向乘上  $1/D$  时, 能获得只有其内阻增大的待检测充电电池在恒流-恒压(CCCV)充电中的充电电流曲线。

以下, 参见附图描述本发明探测方法的优选实施例。

图1是本发明探测方法实施例的流程图。用于探测用 CCCV 法充电所述充电电池时的充电电池的内部信息。

现在, 参见图1描述本发明的探测方法。

10 探测开始时, 在步骤1, 判断待检测充电电池是否短路。当判定待检测充电电池短路的情况下, 按需要发出待检测充电电池短路的警报(步骤2)。判定待检测充电电池没短路的情况下, 用 CCCV 充电法开始对待检测充电电池充电(步骤3)。具体说, 是用恒流充电模式开始向待检测充电电池充电(步骤4)。

15 根据需要, 可省去步骤1。但是, 在那种情况下, 通常需要一个判断步骤, 以在恒流充电期间或恒流充电结束之后判断待检测充电电池是否短路。预先知道待检测充电电池不短路的情况下, 就不需要所述的判断步骤。

步骤5和6中, 电池电压达到给定电压时, 恒流充电模式转换到恒压充电模式, 测充电电流值和充电时间(步骤7)。

20 步骤8和9中, 满足了充电终止条件时, 终止恒压充电。可以有判断步骤, 以判断在步骤8与9之间, 或步骤9与10之间, 待检测充电电池是否短路。

步骤12中, 从步骤7中测到的充电电流值和充电时间算出待检测充电电池的充电量。步骤13中, 存储充电电流值变成给定电流值的时间。步骤10中, 待检测充电电池不短路的情况下, 用所述充电量和充电时间, 与预先获得的相应的常规的充电电池的的内部信息一起, 即从转换到恒压充电模式直到充电电流值变成给定的电流值所用的时间, 恒压充电模式中的总充电量, 按所述的公式(1), 计算待检测充电电池的能存储的容量, 或所述的能存储的容量与常规的充电电池的能存储的电容量的容量比  $D$ 。

30 在打算从步骤10中的结果, 预先获得的关于常规的充电电池的开路电压  $V_{oc}$  与充电量  $Q$  的关系式  $V_{oc}(Q)$ , 和所述的公式(3)获得关于待检测充电电池的内阻信息时, 步骤11中, 能得到待检测充电电池的内阻, 或所述内阻与常

规的充电电池的内阻的内阻比。

步骤 7 中有图 1 所示的本发明的探测方法的优选实施例的主要特征，步骤 12 和 13 是步骤 7 的继续，步骤 10 是从步骤 13 继续，用 CCCV 充电法充电待检测充电电池时，测试从按恒流  $I_0$  的恒流充电模式转换到按恒压  $V_{\max}$  的恒压充电模式直到充电电流变成给定的电流值  $I_M$  所用的时间  $t_M'$ ，测试或计算按恒压  $V_{\max}$  充电的总充电量  $Q_{vc}'$ ；和用所述时间  $t_M'$  和充电量  $Q_{vc}'$  与预先获得的常规的充电电池的内部信息一起，即，从转换到恒压充电模式直到充电电流值达到给定电流值  $I_M$  时用的时间  $t_M$ ，恒压充电模式中充电的总电量  $Q_{vc}$ ，能存储的电容量（即额定电容量）和按所述公式（1）算出的  $D$ ，算出待检测充电电池的能存储的电容量。

因此，按本发明的探测方法，不用待检测充电电池充电前的关于存储电量的信息，而能容易得到关于它的能存储的电容量的信息。

以下用图 2 说明从充电电流值要变成给定电流值的时间，和按恒压充电模式中的充电量，和从所述公式（1），能获得待检测充电电池的能存储的电容量或所述的能存储的电容量与常规的充电电池的能存储的电容量之比的原因。

图 2 是曲线图，图中画出了用 CCCV 充电法充电充电电池（a）和（b）的充电电流值与充电时间的关系曲线图，所述的 CCCV 充电法中，是从 100% 的放电深度，按恒流值  $I_0$  开始充电，电池电压达到给定电压  $V_{\max}$  后，按恒压  $V_{\max}$  充电直到充电终止，充电电池（a）是不短路的和内阻不增大的和能存储的电容量不减小的常规的充电电池；充电电池（b）是待检测充电电池其内阻增大，和能存储的电容量减小到常规的充电电池的能存储的电容量的  $D$  倍。

图 2 中的常规的充电电池（a）的  $t_0$  和  $Q_0$ ， $t_0$  是从开始充电至转换到恒压充电模式所用的时间， $Q_0$  是到时间  $t_0$  的存储电量；待检测充电电池（b）的  $t_0'$  和  $Q_0'$ ， $t_0'$  是从开始充电至转换到恒压充电模式所用的时间， $Q_0'$  是直到时间  $t_0'$  的存储电量。

现在，待检测充电电池（b）的充电电流曲线按充电时间轴方向乘上  $1/D$  倍的情况下，充电电流曲线相当于待检测充电电池（b'）的充电电流曲线，电池（b'）中只有内阻增大而它的能存储的电容量与常规的充电电池（a）的能存储的电容量大致相同，待检测充电电池（b'）的  $t_0'/D (=t_0'')$  和  $Q_0'/D (=Q_0'')$  是从开始充电至转换到恒压充电模式所用的时间， $Q_0''$  是直到时间  $t_0''$  的存储电量。

这里，恒压充电模式中的待检测充电电池 (b') 的充电电流曲线与常规的充电电池 (a) 的充电电流曲线在充电电流值  $I_M$  处交叉，见图 2。这时，从恒流充电模式转换到恒压充电模式直至充电电流变成电流值  $I_M$  所用的时间对于常规的充电电池 (a) 是  $t_M$ ，而对于待检测充电电池 (b') 的时间是  $t_M'/D = t_M''$ 。

5 图 2 中，有关常规的充电电池 (a) 与待检测充电电池 (b') 的直至充电电流变成 0 的存储电量相同。因此，在时间  $(t_0 + t_M)$  期间，常规的充电电池 (a) 与待检测充电电池之间的直到充电电流变成电流值  $I_M$  时的充电量之差等于由于待检测充电电池 (b') 与常规的充电电池 (a) 之间的充电电流值从  $I_M$  变成 0 时的充电量之差。

10 这里用充电电流值的充电时间积分值是充电量，它等于充电-放电效率是 100% 时的存储电量。

现在，使恒压充电模式中有关常规的充电电池 (a)，待检测充电电池 (b) 和待检测充电电池 (b') 的充电量分别为  $Q_{vc}$ ， $Q_{vc}'$ ， $Q_{vc}''$ ，它们之间的关系用公式表示成： $I_0 \times (t_0 - t_0'/D) + Q_{vc} = Q_{vc}''$ ； $(t_0 - t_0'/D) = (t_M'/D - t_M)$ ， $Q_{vc}'' = Q_{vc}'/D$ ，  
15 和  $I_0 \times (t_M'/D - t_M) + Q_{vc} = Q_{vc}'/D$ 。

从上面的那些公式，可得到以下的公式 (1) 表示  $D = (Q_{vc}' - I_0 \times t_M') / (Q_{vc} - I_0 \times t_M) \dots \dots (1)$

因此，具有相应的常规的充电电池预先获得的数据，这些数据包括：从转换到恒压充电模式直到充电电流值变成给定的电流值  $I_M$  所用的时间  $t_M$ ，用恒压  
20 充电模式充电的充电量  $Q_{vc}$  和能存储的电容量（或额定电容量），和用上述的公式 (1) 算出有关不短路的待检测充电电池的数据，包括：从转换到恒压充电模式直到充电电流值变成给定的电流  $I_M$  所用的时间  $t_M'$ 、用恒压充电模式的充电  
电量  $Q_{vc}'$ 、和能存储的电容量。

恒流充电模式中上述的给定电流值  $I_M$  最好是电流值  $I_0$  的 0.5 倍，即  $I_M = 0.5$   
25  $\times I_0$ 。但是，考虑到测试误差， $I_M$  的范围最好是恒流充电模式中的电流值  $I_0$  的 0.4 至 0.6 倍，即  $0.4 \times I_0 \leq I_M \leq 0.6 \times I_0$ 。

但是如上所述，通过实验，用所述的方法容易得到只与充电电池的种类相关的充电电流曲线的交叉电流值  $I_M$ ，即使  $I_M$  不落入规定范围内，本发明也可用。

此外，甚至出现恒压充电时的充电电流曲线在一定的电流值处大致不交叉  
30 的情况下，只要能确定充电电流曲线近似的交叉电流值，以有关的近似的充电

电流曲线的交叉电流作电流值  $I_M$ ，本发明也可用。

从以上处理得到的  $t_M$  和  $t_M'$  的关系，可以容易地作出下述判断。

(i)  $(t_M' - t_M) > a > 0$  时，与相应的常规的充电电池相比，待检测充电电池的内阻增大，

5 (ii)  $(t_M - t_M') > b > 0$  时，与相应的常规的充电电池相比，待检测充电电池的能存储的电容量减小。

上述的 (i) 和 (ii) 中的  $a$  和  $b$  是根据充电电池的种类确定的常数。

此外，待检测充电电池与相应的常规的充电电池之间存在  $-b \leq (t_M' - t_M) \leq a$  的关系时，判定待检测充电电池在产品允许变化的范围内，它属于常规的充电

10 电池。

从上述处理中分别获得  $Q_{vc}$  和  $Q_{vc}'$  的关系中容易作出下述判断：

(iii)  $(Q_{vc}' - Q_{vc}) > c > 0$  时，与相应的常规的充电电池相比，待检测充电电池的内阻增大；

(iv)  $(Q_{vc} - Q_{vc}') > d > 0$  时，与相应的常规的充电电池相比，待检测充电电

15 池的能存储的电容量减小。

上述的 (iii) 和 (iv) 中的  $c$  和  $d$  是根据充电电池的种类确定的常数。

此外，待检测充电电池与相应的常规的充电电池之间存在  $-d \leq (Q_{vc}' - Q_{vc}) \leq c$  的关系，可以判定待检测充电电池在产品允许变化的范围内，它属于常规的充电电池。

20 但是，准确地说，待检测充电电池的内阻增大和能存储的电容量减小的情况下，将满足  $-b \leq (t_M' - t_M) \leq a$ ，或/和  $-d \leq (Q_{vc}' - Q_{vc}) \leq c$  的关系，这种情况下，为了防止出现把不正常的待检测充电电池判断成属于正常的充电电池，必须进行特殊考虑，例如，从所述的公式 (3) 得到的  $R_{10}'(Q_0'') / R_{10}(Q_0'')$  小于给定值  $K$  和满足  $-b \leq (t_M' - t_M) \leq a$ ，和  $-d \leq (Q_{vc}' - Q_{vc}) \leq c$  的情况下，

25 则判定待检测充电电池是正常的。按此方式，能做出更准确的判断。

#### 判断待检测充电电池是否短路

本发明的探测方法中，为使待检测充电电池能获得它的充电量，必须使所述的待检测充电电池不短路。为此，用 CCCV 充电法充电待检测充电电池时，最好在从恒流充电模式转换到恒压充电模式之前确认待检测充电电池不短路。

30 但是，判断待检测充电电池是否短路可在恒流充电后进行。

因此，充电电流值中的变量 $\Delta I/\Delta t$ 随恒压充电范围内的充电时间变化的情况下，甚至在充电时间不限延长的情况下，充电电流也不变成0而是正值，则判定待检测充电电池短路，不能获得待检测充电电池的准确的能存储的电容量。

待检测充电电池保持在不充电也不放电的暂停状态时，或者，待检测充电  
5 电池正在进行充电或放电时，通过探测任何情况下它的内部状态，能判断待检测充电电池是否短路。

所述的内部状态包括：例如，电池暂停时的开路电压变化量、恒流充电模式中电池的电池电压增大速率、恒压充电模式中电池的充电电流值的减小速率、和放电运行时电池的电池电压减小速率。

10 特别是待检测充电电池处于既不充电也不放电的暂停状态时，开路电压存在的时间周期减小时，可以判定待检测充电电池是短路的。

待检测充电电池正处于恒流充电运行的情况下，电池电压或开路电压的增大速率小于相应的常规的充电电池的电池电压或开路电压的增大速率时，判定待检测充电电池短路。

15 待检测充电电池在恒压充电模式中的充电电流值的减小速率小于相应的常规的充电电池在恒压充电模式中的充电电流值的减小速率时，判定待检测充电电池有可能短路。

该情况下，无限延长充电时间，可以判定待检测充电电池的内阻是否增大，或电池是否短路。

20 待检测充电电池正在进行恒流放电运行的情况下，电池电压或开路电压的减小速率大于相应的常规的充电电池的电池电压或开路电压的减小速率时，判定待检测充电电池短路。

现在对 CCCV 充电法的恒流充电区中待检测充电电池是否短路的判定描述如下。

25 在待检测充电电池的充电深度为 100%的情况下，从开始恒流充电直到转换到恒压充电，待检测充电电池所用的时间比相应的常规的充电电池用的时间长，可以判定待检测充电电池短路。

待检测充电电池的充电深度不知道的情况下，根据从恒流值  $I_0$  充电转换到按恒压  $V_{\max}$  充电的转换时间之前的较早阶段的时间  $t_{cc}$  时恒流充电模式中有关电  
30 池电压  $V_{cc}$  与时间 ( $t$ ) 的增大速率  $\Delta V_{cc}/\Delta t$ ，待检测充电电池的增大速率  $\Delta V_{cc}$

$$V_{oc} (Q_0'') = V_{I_0} (Q_0'') - I_0 \times R_{I_0} (Q_0'') = V_{max} - I_0 \times R_{I_0}' (Q_0'')$$

修改该公式, 得到等式  $R_{I_0}' (Q_0'') = \{ V_{max} - V_{OC} (Q_0'') \} / I_0$

, 此外, 得到以下等式 (3) 和 (3'):

$$R_{I_0}' (Q_0'') / R_{I_0} (Q_0'') = \{ V_{max} - V_{OC} (Q_0'') \} / \{ I_0 \times R_{I_0} (Q_0'') \} \dots \dots (3)$$

$$5 \quad R_{I_0}' (Q_0'') / R_{I_0} (Q_0'') = \{ V_{max} - V_{OC} (Q_0'') \} / \{ I_0 \times R_{I_0} (Q_0'') \} + 1 \dots \dots (3')$$

而且, 从图 2 得到下等式 (2).

$$Q_0'' = Q_0' / D = Q_0' - I_0 \times (t_M' / D - t_M) \dots \dots (2)$$

$$\text{式中 } D = (Q_{cv}' - I_0 \times t_M') / (Q_{cv} - I_0 \times t_M) \dots \dots (1)$$

测  $Q_0$ ,  $t_M$ ,  $Q_{cv}$ ,  $t_M'$  和  $Q_{cv}'$  的值, 并把测试值代入等式 (2), 通常不能得到  
10 容量减小的待检测充电电池的  $Q_0'$  (存储电量), 只有在从 100% 的放电深度充  
电的情况下容易得到存储电量  $Q_0'$ , 甚至放电深度低于 100% 的情况下充电也能  
得到存储电量  $Q_0'$ .

特别是预先获得常规的充电电池的内部信息, 即, 用恒流充电, 经过恒压  
充电模式中从充电电流值  $I_0$  变成  $I_M$  的时间  $t_M$  时所得到的存储电量  $Q_0$  (它等于  
15 充电量), 恒压充电模式中的存储电量 (等于充电量), 和与存储电量  $Q$  相关的  
函数式  $V_{oc} (Q)$  和  $R_{I_0} (Q)$ . 该条件下, 能测出关于待检测充电电池在恒压充  
电模式中充电电流值从  $I_0$  至  $I_M$  所用的时间  $t_M'$ , 获得存储电量  $Q_{cv}'$ , (等于充电  
量). 从这些结果和上述的等式 (1)、(2) 和 (3), 能得出待检测充电电池在存  
储电量  $Q''$  时的内阻与常规的充电电池在存储电量  $Q''$  时的内阻之比.

20 这里, 认为待检测充电电池在存储电量  $Q_0''$  时的内阻之间的差别极小. 因  
此也能假设待检测充电电池在存储电量  $Q_0''$  (测试量) 时的内阻大致相当于在  
存储电量  $Q_0'$  时的内阻.

而且认为待检测充电电池与常规的充电电池在存储电量  $Q_0''$  时的内阻之比  
(a), 与待检测充电电池与常规的充电电池在放电时的内阻之比 (b) 之间的差  
25 别极小. 因此, 可以假设内阻之比 (a) 与 (b) 大致相同.

### 计算仪器的有效运行时间

可用本发明找出用内设的充电电池作电源的仪器的有效运行时间. 具体地  
说, 用上述方法计算设在仪器中的作为待检测充电电池的存储电容量的减小速  
率  $D$ . 假设从用常规的充电电池的存储电容量  $C_N$ , 放电电流和电池温度  $T$  的校  
30 正系数  $f(i, T)$ , 把作为待检测充电电池的参考标准的相应的常规的充电电池

存储电量，电池温度和放电电流值相关。

为此，首先，就常规的充电电池而言，即，就用作待检测充电电池的参考标准的相应的常规的充电电池而言，预先得到开路电  $V_{oc}(Q)$ 。之后，用 CCCV 充电法充电常规的充电电池，得出在电池温度  $T$  和恒流  $I_0$  在恒流充电模式中内阻  $R_{I0}$  与存储电量  $Q$  的关系式  $R_{I0}(Q)$ ；并按需要得出电池电压与充电量  $Q$  的关系式  $V_{I0}(Q)$ 。

获得的上述的开路电压  $V_{oc}$  和内阻  $R_{I0}$  最好分别作为开路电压  $V_{oc}$  与存储电量  $Q$  的函数式  $V_{oc}(Q)$  和内阻  $R_{I0}$  与存储电量  $Q$  的函数式  $R_{I0}(Q)$ 。

根据预先测得的常规充电电池的数据，从预先测得的数据得到的关系式，用计算机模拟获得的常规的充电电池的数据，或从所述数据得到的函数等式，得到所述的函数式  $V_{oc}(Q)$  和函数式  $R_{I0}(Q)$ 。

从上述的开路电压  $V_{oc}$  与存储电量  $Q$  的关系的函数式  $V_{oc}(Q)$ ，和内阻  $R_{I0}$  与存储电量  $Q$  的关系的函数式，对于常规的充电电池的存储电量是  $Q''$  时，分别得出常规的充电电池的开路电压和内阻与存储电量  $Q''$  的函数式  $V_{oc}(Q'')$  和  $R_{I0}(Q'')$ 。

当常规的充电电池充电时的电池电压是  $V_c$ ，在所述电池电压  $V_c$  下的电池的充电电流值和内阻分别是  $I_c$  和内阻  $R_c$  所述的开路电压  $V_{oc}$ ，电池电压  $V_c$ ，充电电流  $I_c$  和内阻  $R_c$  之间的关系可用下式表示：

$$V_c = V_{oc} + I_c \times R_c, \text{ 或 } V_{oc} = V_c - I_c \times R_c$$

当按恒流值  $I_0$  在恒流充电模式中的常规的充电电池的存储电量是  $Q_0''$ ，( $Q_0'' = Q_0'/D$ ) 参见图 2 所做的描述； $Q_0'$  是从恒流  $I_0$  充电转移到按恒压  $V_{max}$  充电时的待检测充电电池的存储电量，常规的充电电池的内阻  $R_c$  是  $R_c = R_{I0}(Q_0'')$ ，常规的充电电池的开路电压  $V_{oc}$  是  $V_{oc} = V_{oc}(Q_0'')$ ，开路电压  $V_{oc}(Q_0'')$ ，充电电流值  $I_0$ ，电池电压  $V_{I0}(Q_0'')$  和内阻  $R_{I0}(Q_0'')$  之间的关系如下式所示：

$$V_{oc}(Q_0'') = V_{I0}(Q_0'' - I_0 \times R_{I0}(Q_0''))$$

图 2 中，只有其内阻增大的充电电池在按恒流  $I_0$  充电转换到按恒压  $V_{max}$  充电时的存储电量是  $Q_0'$ ，当电池内阻是  $R_{I0}'(Q_0'')$  时，这时的开路电压能表示成： $V_{max} - I_0 \times R_{I0}'(Q_0'')$ 。

而且，由于只有其内阻增大的待检测充电电池的开路电压与其存储电量是  $Q_0''$  的常规的充电电池的开路电压大致相同，电阻增大的电池的开路电压用下式表示：



$I/\Delta t$  与相应的常规的充电电池的增大速率相比, 前者小于后者时, 判定待检测充电电池短路。

这是, 待检测充电电池的增大速率大于常规的充电电池的增大速率时, 判定与常规的充电电池相比, 待检测充电电池的内阻增大或者, 它的能存储的容量减小, 或者, 它的内阻增大和能存储的容量减小。

除此之外, 以下将描述用简单方式判断待检测充电电池是否短路。

恒压充电中充电即将结束之前的充电电流值小于恒流充电中的充电电流值的 0.3 倍时, 判定待检测充电电池短路。

当恒压充电区中出现充电电流值相对充电时间的变化  $\Delta I/\Delta t$  分别变成正值时, 判定待检测充电电池短路。

此外, 当恒流充电模式中的充电电压相对充电时间的变化  $\Delta V/\Delta t$  变成负值时, 判定待检测充电电池短路。

#### 充电终止条件

恒压充电模式中的充电电流值变成小于给定的电流值  $I_{\min}$ , 或从充电开始经过给定的时间  $t_f$  时, 通常用 CCCV 充电法对充电电池的充电终止。但是, 充电电池短路, 或上述两种情况下的任何一种情况中没有非正常发热时, 充电终止。

#### 恒压充电模式中的充电量

所述公式 (1) 中用的恒压充电区中的充电量  $Q_{cv}$  是  $\langle i \rangle$  至充电终止时的总充电量; 或  $\langle ii \rangle$  至恒压充电模式中的电流值变成 0 时的总充电量。

最好用至恒压充电模式中的电流值变成 0 时的所述总充电量  $\langle ii \rangle$ , 以获得所述公式 (1) 的 D, 因为, 在该情况下能得到能存储的电容量的更准确值。

为了获得用 CCCV 充电法充电待检测充电电池时能得到的电量, 最好用直至充电终止时的所述总充电量  $\langle i \rangle$ , 因为, 该情况下能获得充电量的更准确值。

但是, 用总的充电量  $\langle i \rangle$  算出的能存储的容量与用总充电量  $\langle ii \rangle$  算出的能存储的容量无明显差别。

#### 关于内阻的信息探测

以下将参见图 1 和 2 中的步骤 11 描述。

充电电池的存储电量、开路电压和静态内阻 (电流不流动时的内阻) 之间相关。电池按恒流充电时, 充电电池的电池电压和内阻与存储电量, 电池温度和充电电流值相关。此外, 电池按恒流充电时, 充电电池的电池电压和内阻与

的总放电量表示成  $C_d = C_N \times f(i, T)$ ，当仪器中的待检测充电电池用作电源时，仪器的平均消耗电流是  $i$ ，平均消耗功率是  $P$ ，待检测充电电池的平均电池电压是  $V_m$ ，按等式  $h = (D \times C_d) / i$ ，或  $h = (V_m \times D \times C_d) / P$  算出仪器的剩余的有  
 5 效运行时间  $h$ 。上述的校正系数  $f(i, T)$  由待检测充电电池的充电电流  $i$  和温度  $T$  确定，能选择地用计算机模拟方法获得上述的用常规的充电电池获得的测试数据，根据所述数据获得的函数式，与常规的充电电池的充电特性相关的数据或函数式。

按下式能更准确地算出仪器的剩余的有有效运行时间  $h$ ，其中，校正系数  $r$  是由有关内阻的信息确定的，即，用待检测充电电池  $R_{i0}' (Q_0')$  与常规的充电电  
 10 池的内阻  $R_{i0} (Q_0'')$  之比确定的。  $h = (1/r) \times (D \times C_d) / i$ ，或，  $h = (1/r) \times (V_m \times D \times C_d) / P$

#### 充电电池的内阻探测设备

本发明的探测设备的典型实施例是用 CCCV 法充电所述待检测充电电池时  
 探测充电电池的内部信息的探测设备，所述的 CCCV 充电法中，按恒流值  $I_0$   
 15 开始充电，电池电压达到给定的电压值  $V_{max}$  后，按恒压  $V_{max}$  进行充电直到充电终止。所述探测设备至少包括：电流测试装置，在用 CCCV 充电法充电待检测充电电池时用于测试充电电流值  $I_0$ ；时间测试装置，用于测试从按恒流  $I_0$  进行恒流充电模式转换到按恒压  $V_{max}$  的恒压充电模式所用的时间 ( $t$ )；时间检测装置，用于测试所述恒压充电模式中的充电电流值变成给定电流值  $I_M$  所用的时间  
 20 ( $t_M'$ )；计算装置，用所测到的充电电流值  $I$  和所用的时间 ( $t$ ) 进行计算。

本发明的探测设备最好包括存储装置。存储装置中，最好预先存储与待检测充电电池有相同类型和种类的相应的常规的充电电池的特性信息。从预先存储的常规的充电电池的特性信息和待检测充电电池的测试信息，能获得充电电  
 池的内部信息。

25 另一典型实施例中，本发明的探测设备用于探测用 CCCV 充电法充电所述的待检测充电电池时的内部信息，所述探测设备至少有：电流测试装置，用于测试用 CCCV 充电法充电所述的待检测充电电池时的充电电流值  $I$ ；时间测试装置，用于测试按恒流值  $I_0$  的恒流充电模式转换到按恒压  $V_{max}$  的恒压充电模式所用的时间 ( $t$ )；时间测试装置，用于测试所述的恒压充电模式中的充电电流值  
 30 变成给定电流值  $I_M$  所用的时间 ( $t_M'$ )；电量测试装置，用于测试恒压充电模式

中的充电量  $Q_{cv}$ ；存储装置，它存储有：用 CCCV 充电法充电所述常规的充电电池时相应的常规的充电电池的能存储的电容量或额定电容量  $C_N$  和内部信息，所述内部信息包括：恒压充电模式中的充电电流值变成给定的电流值  $I_M$  所用的时间 ( $t_M$ )，和恒压充电模式中的充电量  $Q_{vc}$ ；计算装置，用存储在所述存储装置中的常规的充电电池的  $C_N$ 、 $t_M$  和  $Q_{vc}$ ，和以待检测充电电池探测到的  $t_M'$  和  $Q_{vc}'$ ，算出待检测充电电池的能存储的电容量 ( $C_N'$ )。用上述的公式 (1) 计算能存储的电容量。

又一典型实施例中，本发明的探测设备用于探测用 CCCV 充电法充电待检测充电电池的待检测充电电池的内部信息，所述测试设备至少有：时间探测装置，用于测试从按恒流值  $I_0$  的恒流充电模式转换到按恒压  $V_{max}$  的恒压充电模式所用的时间 ( $t$ )；时间测试装置，用于测试所述恒压充电模式中的充电电流值变成给定电流值  $I_M$  所用的时间 ( $t_M'$ )；和电量测试装置，用于测试所述恒压充电模式中的充电量  $Q_{vc}$ ；存储装置，用它存储用 CCCV 充电法充电所述常规的充电电池时相应的常规的充电电池的能存储的电容量或额定电容量  $C_N$  和内部信息，所述内部信息包括：恒压充电模式中的充电电流值变成给定电流值  $I_M$  所用的时间 ( $t_M$ ) 和恒压充电模式中的充电量  $Q_{vc}$ ；和存储装置，它还存储有常规的充电电池的其它内部信息，所述的其它内部信息包括：按恒流值  $I_0$  的恒流充电模式中的开路电压  $V_{oc}$  和内阻与  $R_{i0}$  与存储电量  $Q$  的关系式  $V_{oc}(Q)$  和  $R_{i0}(Q)$ ；计算装置，从待检测充电电池的测试信息和存储的关于常规的充电电池特性的信息算出关于待检测充电电池的能存储的电容量和内阻的内部信息。

用常规的充电电池预先获得的数据表或函数式作为常规的充电电池的关系式  $V_{oc}(Q)$  和  $R_{i0}(Q)$ 。用上述的公式 (1)、(2) 和 (3) 获得关于充电电池的内阻的内部信息。

本发明探测设备中的计算装置最好有处理基本数据和探测信息的处理装置。计算装置最好还有计算时间的装置，用于计算至待检测充电电池充电终止所需时间，同时计算待检测充电电池的能存储的电容量和内阻或内装用作电源的待检测充电电池的仪器的剩余有效运行时间。

而且，本发明的探测设备还有输出装置或指示装置，用于指示从测试装置获得的信息，和/或指示关于获得的待检测充电电池的内部信息的信息。

本发明的探测设备的实例

图 7 是用于探测充电电池的内部信息的本发明探测设备的主要部分的电路实例的示意图, 所述的充电电池的内部信息包括: 能存储的电容量和内阻。

现在描述图 7 所示的探测设备。

本发明的探测设备的电路构成基本上包括: 一对引出端 701, 用于把待检测  
5 充电电池连接到设备本体; 电池电压探测部件 702, 用于探测充电电池的一对引出端之间的电压 (引出端之间电压); 电流读出电阻器 703, 用于探测充电电池的充电电流; 放大器 704 和控制部件 705。引出端 701 用于容易而可靠地电连接待检测充电电池与设备本体。

10 电池电压探测部件 702 有用于探测待检测充电电池的阳极与阴极之间的引出端之间的电压的高输入阻抗, 从电池电压探测部件 702 输出的探测的电压信息输入到控制部件 705。

探测待检测充电电池的充电电流, 并用电流读出电阻器 703 转换成电压信号, 电压信号从电流读出电阻器 703 输入到放大器 702, 在放大器 704 处用  
15 电流信息放大电压信息, 随后, 输入到控制部件 705。

控制部件 705 的内外均有定时器。定时器用于测试从恒流充电转换到恒压  
20 充电的充电时间, 控制部件 705 获取为待检测充电电池充电时的充电电流值数据。控制部件 705 的内外均有存储器。存储器用于存储待检测充电电池的所述的获取的数据。控制部件 705 的存储器中可存储与待检测充电电池的类型和种类相同的相应的常规的充电电池的充电特性信息, 所述信息包括与充电时间相关的充电电流值; 计算式, 用于从待检测充电电池的所述数据算出内部信息。  
最好是把常规的充电电池的开路电压  $V_{oc}$  和内阻  $R_{i0}$  与存储电量  $Q$  的关系式  $V_{oc}(Q)$  和  $R_{i0}(Q)$  预先存储在控制部件 705 的存储器中。

此外, 控制部件 705 最好有计算功能, 用于计算关于待检测充电电池的能  
25 存储的电容量和内阻。

可使该实施例的探测设备有指示功能, 用于显示, 根据算出的能存储的电  
30 容量信息和待检测充电电池的信息。对待检测充电电池的剩余寿命和至充电终止所需时间的判断结果; 或显示内装作用电源的待检测充电电池的仪器的剩余的有效运行时间。

把本实施例中的本发明探测设备的电路连接到待检测充电电池能单独操作  
30 该设备。图中没画的, 这时设备本体所需的电源可设计成电源从外部供电, 或

者, 通过调节器供电。

图 8 是有图 7 所示电路的探测设备和安装在电池组件(电池模块)中的充电电池(801)组合的一个实施例的示意图。

图 8 所示的电路构成有电池模块(或电池组件)的正端 802、和负端 803、  
5 充电正端 804(电池负端 803 也能作用充电负端)、电池电压监测器输出端 805、  
和要连接到仪器的连通功能元件 806。可按需要使本实施例的设备的控制部件  
705 执行防止安装在电池组件中的充电电池过充电功能件 807 的作用, 或/和过  
放电功能件 808 的作用。图 8 所示的电池组件只包括一个安装其中的充电电池。  
这只是为了简化图而不是限制发明。电池组件可包括多个充电电池。

10 装在电池组件中的本发明的探测设备, 用这种连通机构 806 能呈极充电电  
池或电池组件的内部信息, 如能存储的电容量, 寿命等, 从所述内部信息算出  
的至充电终止所需的时间, 或连接电池的仪器的剩余的有效运行时间。

此外, 图 7 所示的探测设备可装在用充电电池作电源的仪器本体中。也可  
以使仪器本体的控制部件有图 7 所示探测设备的功能。更具体地说, 可把在本  
15 发明探测方法基础上的程序输入仪器本体的控制部件中, 使其有本发明的探测  
功能。例如, 用连接有充电电池的便携式个人计算机的情况下, 个人计算机有  
主控部件和付控部件, 所述的主控部件主要参与主体运行, 付控部件主要参与  
与外部设备的连通。付控部件监测作为电源的充电电池的电流或/和电压信息。  
把本发明探测方法的程序, 和对应所述的充电电池的常规的充电电池的必需的  
20 基本数据输入获取监视信息的付控部件或主控部件, 使仪器本体有本发明探测  
设备的功能。因此能始终探测充电电池的内部信息, 并能高精度控制仪器本体  
的电源。这就能有效利用能再充电电池的存储能量, 并最大程度地表现出仪器  
的性能。

而且, 通过把那些种类相同但类型不同的常规的充电电池中的每个电池的  
25 特征信息输入它的存储装置中, 使本发明的探测设备具有通用性, 所述的种类  
相同而类型不同的常规的充电电池例如是, 多个种类相同但类型不同的常规的  
锂离子充电电池, 多个种类相同但类型不同的常规镍-金属氧化物充电电池, 多  
个种类相同而类型不同的常规的镍-镉充电电池, 或种类相同而类型不同的常规  
的铅-酸充电电池。

30 该情况下, 探测设备最好设有类型选择装置, 它能选择常规的充电电池的

类型，它适合于探测在探测设备中的给定的待检测充电电池的內部信息。这种情况下的类型选择装置例如可以有通过有线或无线电信号或光信息的转换输入功能或输入功能。因此，在包括锂离子充电电池，镍-金属氧化物充电电池，镍-镉充电电池，或铅-酸充电电池的给定的待检测充电电池的任何情况下，均能容易完成对这些电池的內部信息的探测。

#### 存储有探测待检测充电电池的內部信息的探测程序的存储媒体

本发明的存储媒体中，主要存储用图 1 所示流程表示的本发明发明探测方法编程的程序，和作为待检测充电电池的参考标准的常规的充电电池的基本特征数据。

10 本发明的存储媒体可用在有充电功能的仪器中，所以，把存储媒体连接到仪器中用的充电电池上面使存储媒体有探测充电电池的內部信息的功能。

这种仪器可包括：例如，充电器，摄象机，数码相机，蜂窝电话，个人数字助理，计算机，诸如电动车辆和混合动力汽车的车辆，这些装置有包括充电电池的电源。

15 甚至在所用的充电电池的类型或/和种类发生变化的情况下，通过设置能履行变化的合适的存储媒体，很容易校正变化。因而能准确探测充电电池的內部信息。

#### 能采用本发明探测设备的仪器

20 如上所述，甚至在充电电池是其能存储的电容量减小或其内阻增大的劣质充电电池时，本发明的探测方法也能准确算出给定的待检测充电电池的能存储的电容量。为此，用充电电池作电源的仪器中，当其寿命终止时，不仅能准确识别仪器剩余的有效运行时间，还有更换充电电池的时间。

因此，通过安装采用了按本发明的探测充电电池的內部信息的探测方法的探测设备，能使仪器性能和仪器中用的充电电池的性能达到最好。

25 其中安装有本发明的探测设备的其性能能达到最好的这种仪器可以是，例如，蜂窝电话，个人数字式助理，计算机，摄象机，数码相机和用充电电池作电源的诸如电动车辆和混合动力汽车的车辆。

此外，也可以是所述的电池组件，其中装有单个充电电池或多个串联或并联连接的充电电池，和充电器。这种电池组件具有使充电电池的內部信息与仪器连通的功能。

30

而且, 通过其中安装本发明的探测设备能提高其性能的其他仪器或系统可以是, 例如, 用于检测充电电池产品是好或不好的检测仪器、和电能存储系统。

以下将参考实验和实例更详细描述本发明。应了解, 这些实验和实例只是用于说明发明而不是对发明范围的限制。

## 5 实验 1

(能存储的电容量比 D 对常规的充电电池的适合程度)

实验证明本发明的探测方法适合于探测充电电池的内部信息, 实验表明, 在恒流充电模式中的电流值的 1/2 处, 用能存储的电容量比 D 补偿的常规的充电电池的充电电流曲线与常规的充电电池的充电电流曲线交叉。

10 图 6 (1) 是市售的锂离子充电电池 (a) 和检测的锂离子充电电池 (b) 的充电电流随充电时间变化的典型曲线图, 其中 (a) 是直径 17mm, 长 67mm, 额定电容量 1300mAh 的锂离子充电电池, 每个电池用 CCCV 充电法对其充电, 恒流充电中的充电电流值是 1A, 恒压充电中的充电电压值是 4.2V, 由于充电-放电循环重复 200 次, 电池的性能变劣。

15 图 6 (2) 是图 6 (1) 所示的充电电池 (a) 和 (b) 的电池电压随放电量变化的曲线图, 每个充电电池 (a) 和 (b) 均按 0.13A 的低电流值放电, 知道电池电压达到 2.75V 为止, 在 0.13A 的低放电电流处, 由于电流密度极小, 因此对内阻有影响。

从图 6 (2) 发现, 在 0.13A 的低电流值放电, 待检测充电电池 (b) 的放电量是常规的充电电池 (a) 的放电量的 0.78 倍。

充电电池在 0.13A 低电流值的放电量可能与其相应的能存储的电容量相关, 可以说, 待检测充电电池 (b) 与常规的充电电池 (a) 的能存储的电容量之比是 0.78。

25 图 6 (3) 中是图 6 (1) 所示的待检测充电电池 (b) 的充电电流曲线按充电时间轴方向放大 1/0.7 倍 (=1.282 倍) 后所获得的充电电流曲线, 和常规的充电电池 (a) 的图 6 (1) 所示的充电电流曲线。

从图 6 (3) 看出, 在恒流充电中的充电电流值 1A 的 1/2 的 0.5A 电流值处, 待检测充电电池 (b) 的补偿了 1/D 倍的充电电流曲线与常规的充电电池 (a) 的充电电流曲线交叉。这表明, 用所述的公式 (1) 能得出给定的待检测充电电  
30 池的能存储的电容量与相应的常规的充电电池的能存储的电容量或给定的待检

测充电电池的能存储的电容量之比。这也表明，其能存储的电容量减小和内阻增大的待检测充电电池的充电电流曲线用按充电时间轴放大  $1/D$  倍的充电电流曲线补偿时，能获得只有其内阻增大的待检测充电电池的充电电流曲线。

## 实验 2

### 5 (适合常规的充电电池的特性基本数据的例子)

以下将参见图 9 至 11 描述适合于对应给定的待检测充电电池的给定的常规的充电电池的数据或函数式的获取方法的实例，所要获取的数据和函数式是，恒流充电中，关于开路电压与存储电量的关系的函数式，关于内阻与存储电量的关系的函数式。

10 图 9 是市售的锂离子充电电池的充电-放电特性曲线图，所述的锂离子充电电池的直径是 17mm，长 67mm，额定电容量是 1300mAh，按下述方式进行充电和放电，水平轴表示充电时间，垂直轴表示电池电压。

即，首先，用 CCCV 充电法对充电电池充电，直至完全充电为止，在电流值为 1A 的条件下进行恒流充电，之后在最大电压值为 4.2V 的条件下进行恒压充电。此后，充电电池暂停预定的时间周期，之后，充电电池放电，充电电池按 0.26A 的放电电流放电 15 分钟放出的电量相当于充电电池的额定电量的 5%，并暂停预定的时间周期，充电电池经过这样的重复放电循环，直到充电电池的电池电压达到 2.75V 为止。

图 10 是曲线图，它示出在图 9 所示放电运行时的数据基础上放电运行间歇时的电池电压和每次放电运行后暂停时间的开路电压与积分的放电量之间的关系。图 10 中的虚线表示每次放电运行后暂停时间（放电运行间歇）的充电电池的开路电压变化曲线，实线是放电运行间歇时充电电池的电池电压变化曲线，每个峰值部分表示放电运行暂停和充电电池暂停时的时间点。

图 10 中示出的电池电压突然降低到 2.75V 时的积分的放电量，它相当于能存储的电量，它大致等于充电电池的额定电容量。图 10 中，积分的放电量大致为 0 的点表示充电电池已在完全充电状态，它的存储能量大致等于额定容量。

因此认为图 10 中的虚线表示的开路电压曲线表示充电电池的存储电量 ( $Q$ ) 与开路电压 ( $V_{oc}$ ) 的关系。存储电量相当于从能存储的电容量 (=直到放电终止的积分的放电量) 中减去在给定时间的积分的放电量得到的值。

30 这里，关于存储电量  $Q$  与开路电压  $V_{oc}$  的关系的近似曲线的函数式  $V_{oc}(Q)$



的实例可表示成下式的存储电量  $Q$  函数式:

$$V_{oc}(Q) = P_n \times Q^n + P_{n-1} \times Q^{n-1} + P_{n-2} \times Q^{n-2} + \dots + P_1 \times Q^1 + P_0 \times Q^0$$

式中  $P_n$  至  $P_0$  中的每一个是由充电电池的种类、类型、额定容量等确定的常数。

- 5 该实验中, 假设开路电压  $V_{oc}$  是存储电量  $Q$  的六元多项式, 从根据直径 17mm, 长 67mm, 额定容量是 1300mAh 的市售的锂离子电池获取的基础数据的图 10 所示的开路电压曲线选择的经验公式, 算出关于开路电压  $V_{oc}$  与存储电量  $Q$  的关系的函数式  $V_{oc}(Q)$ 。算出的函数式  $V_{oc}(Q)$  表示如下:

$$10 \quad V_{oc}(Q) = -5.1539 \times Q^6 + 23.017 \times Q^5 - 40.55 \times Q^4 + 35.478 \times Q^3 - 16.121 \times Q^2 + 3.6098 \times Q + 3.4299$$

图 11 示出图 10 中获得的开路电压  $V_{oc}$  与存储电量  $Q$  的关系的近似曲线  $V_{oc}(Q)$  和用 CCCV 充电法充电时的电池电压  $V$  与充电量之间的关系曲线范例。

- 而且, 发现锂离子充电电池的充电-和-放电库仑效率大致是 100%。因此, 可以认为充电量等于存储电量。为此, 图 10 中的放电量是全充量减去存储电量  $Q$  所得出的值, 因此, 放电时的存储电量  $Q$  和开路电压  $V_{oc}$  与充电时的存储电量  $Q$  和开路电压  $V_{oc}$  一致。更具体地说, 图 11 所示的开路电压  $V_{oc}$  与存储电量  $Q$  的关系曲线图, 是按恒流 1A 和恒压 4.2V 充电时获得的图 10 所示的充电量(它等于存储电量  $Q$ ) 和开路电压的关系曲线图。

- 用与图 10 相同的方式也能分别获得图 11, 其中, 按 CCCV 充电法充电, 20 重复进行充电预定时间周期和暂停充电运行, 测试开路电压等一系列操作, 获得电池电压和开路电压与充电量的关系。

而且, 甚至类型和种类相同的多个充电电池的测试数据也有某些变化。所以最好用类型和种类相同的多个充电电池的测试数据的平均数据。

- 除函数式  $V_{oc}(Q)$  之外, 就恒流充电区中的存储电量  $Q$  和电池电压  $V_{10}$  之间的函数式  $V_{10}(Q)$  而言, 假设电池电压  $V_{10}$  是存储电量  $Q$  的六元多项式, 算出与恒流充电区中的电池电压与存储电流曲线一致的六元多项式的常数项, 获得函数式  $V_{10}(Q)$ 。

总的函数式  $V_{10}(Q)$  表示如下:

$$30 \quad V_{10}(Q) = -61.579 \times Q^6 + 198.46 \times Q^5 - 248.74 \times Q^4 + 153.06 \times Q^3 - 47.891 \times Q^2 + 7.3465 \times Q + 3.505$$

关于函数式  $V_{10}(Q)$ ，当存储电量是  $Q$ ，电池电压  $V_{10}(Q)$ ，开路电压是  $V_{oc}(Q)$ ，电池内阻是  $R_{10}(Q)$ ，按充电电流值  $I_0$  恒流充电时，按下述关系式表示：

$$R_{10}(Q) = \{V_{10}(Q) - V_{oc}(Q)\} / I_0$$

5 因此能算出表示内阻与存储电量的关系的函数式。算出的函数式表示如下：

$$R_{10}(Q) = -56.4251 \times Q^6 + 175.443 \times Q^5 - 208.19 \times Q^4 + 117.312 \times Q^3 - 31.77 \times Q^2 + 3.7367 \times Q + 0.0756$$

该实验中，用存储电量  $Q$  的六元多项式表示各个函数式  $V_{oc}(Q)$ ， $V_{10}(Q)$  和  $R_{10}(Q)$ 。但不限于此。具体地说，包括充电电池的基础数据的这些函数式  
10 不限于这种  $n$  元多项式。

### 实验 3

(判断有无短路)

本实验中，判断给定的待检测充电电池是否短路，以确定本发明探测方法的一个特征的效率，判断待检测充电电池是否短路。

15 具体地说，用直径 14mm，长 50mm 的短路的锂离子充电电池作待检测充电电池，用 CCCV 充电法充电待检测充电电池时，获得充电电流曲线<i>和电池电压曲线<ii>，和暂停时的开路电压随时间变化的曲线图<iii>。

待检测充电电池的测试数据与作为待检测充电电池的参考标准的不短路的直径为 14mm，长 50mm 的常规锂离子充电电池的预先获得的测试数据中的<i>至<iii>项进行对比。  
20

图 12 (1) 是用 CCCV 充电法充电常规的充电电池 (a) 和短路的待检测充电电池 (b) 时的充电电流值随充电时间变化的曲线图。

图 12 (2) 是用 CCCV 充电法充电常规的充电电池 (a) 和短路的待检测充电电池 (b) 时的充电电压值随充电时间变化的曲线图。

25 图 12 (1) 中，注意恒压充电模式中的充电电流值，应了解以下事实。即，常规的充电电池的充电电流值随充电时间的延长而减小，充电时间达到 3 小时时，充电电流停止流动，并转变成 D。另一方面，待检测充电电池的充电电流随充电时间过去不会减小到常规的充电电池的充电电流的减小程度，充电电流值也不会变成 D。而且，所观察的几个点的充电电流随充电时间的变化  $\Delta I / \Delta t$   
30 是正值。

从图 12 (2) 得知以下事实。既, 常规的充电电池转换到恒压充电模式所需的时间较短。另一方面, 待检测充电电池转换到恒压充电模式所需的时间较长, 电池电压增大慢, 所观察的几个点的充电电流值随充电时间的变化  $\Delta I/\Delta t$  变为负值。

5 图 12 (3) 是常规的充电电池 (a) 和短路的充电电池用 CCCV 充电法充电并保持在既不充电也不放电的暂停状态下的开路电压随暂停时间变化的曲线图。

从图 12 (3) 应了解以下事实。即, 常规的充电电池的开路电压随暂停时间延长而大致不变。另一方面, 待检测充电电池的开路电压随暂停状态时间延长而减小。

10 从以上结果得知, 本发明的探测方法能有效判断待检测充电电池是否短路。

以下, 参见实例描述本发明的特征和优点。应了解, 这些实例只是为了说明发明, 不限制本发明范围。

#### 例 1

15 本例中, 按以下方式检验本发明探测方法的效率, 即, 首先用本发明探测方法评估待检测充电电池因重复充电-和-放电循环引起的能存储的电容量变劣情况, 之后, 经过比较后, 从实际的放电量得出能存储的电容量。更具体地说, 按图 1 所示流程, 进行至步骤 10 的处理, 获得能存储的电容量比。此后, 测试实际的放电量。

20 具体地说, 提供两个 17mm, 长 67mm, 额定电容量 1300mAh 的市售的锂离子充电电池 (a) 和 (b)。

两个电池中的电池 (a) 从开路电压随时间的变化量确定它不短路。

25 之后, 用 CCCV 充电法充电电池 (a), 充电电池按 1A 的恒流值至电池电压达到 4.2V 为止, 之后, 按 4.2V 的恒压充电至总充电时间达 2.5 小时为止, 其中, 测试从转换到按 4.2V 的恒压充电至充电电流值变成 0.5A 时所用的时间  $t_M$ , 和用 4.2V 的恒压充电的充电量  $Q$ 。这里, 从恒压充电模式中的电流值随时间的变化判定充电电池 (a) 不短路。

30 之后, 充电电池 (a) 按 0.13A 的恒流值放电至电池电压达到 2.75V 为止, 测这时充电电池的充电量。发现充电量为 1303.5 mAh, 它与额定电容量值大致相同。因此可以认为, 1303.5 mAh 的充电量是充电电池 (a) 的能存储的电容

量, 充电电池 (a) 属于常规的充电电池。上述的时间周期  $t_M$  是 755 秒, 上述的充电量  $Q_{cv}$  是 339.9 mAh。

现在, 充电电池 (b) 进行充电-和-放电循环测试。具体地说, 第 1 步骤, 充电电池用 CCCV 充电法充电, 按恒流值 1A 充电至电池电压达到 4.2V 之后, 5 充电电池按 4.2V 恒压充电至总充电时间达 2.5 小时为止; 第 2 步骤, 充电电池按恒流值 0.65A 放电至电池电压达到 2.75V, 并重复 200 次。经这样循环而变劣的充电电池 (b) 作为待检测充电电池 (b'), 用于探测能存储的电容量。

从开路电压随时间的变化量证实待检测充电电池 (b') 不短路。之后, 对待检测充电电池 (b') 进行以下处理, 算出待检测充电电池 (b') 的能存储的电容量与充电电池的能存储的电容量之比。10

具体地说, 用 CCCV 充电法充电待检测充电电池 (b'), 充电电池按恒流值 1A 充电至电池电压达到 4.2V 位置, 之后, 按恒压 4.2V 充电至总充电时间达到 2.5 小时为止, 测试从转换至按 4.2V 的恒压充电至充电电流值达到 0.5A 时所用时间  $t_M'$ , 和用 4.2V 的恒压充电的充电量  $Q_{cv}'$ 。从所述公式 (1) 算出待检测充电电池 (b') 与上述的前面已证明是常规的充电电池 (a) 之间的能存储的电容量之比 D。15

这里, 上述的时间周期  $t_M'$  是 2341 秒, 上述的充电量  $Q_{cv}'$  是 754.9 mAh。从恒压充电模式中的电流值随时间的变化证实待检测充电电池 (b') 不短路。

之后, 待检测充电电池 (b') 按恒流值 0.13A (大致相当于 0.1C) 放电至电池电压达到 2.75V 为止, 测这时的待检测充电电池的放电量。得到的放电量认为是待检测充电电池 (b') 的能存储的电量。发现放电量是 1015.4 mAh。20

以上获得的结果汇集在表 1 中。

待检测充电电池 (b') 与常规的充电电池 (a) 的能存储的电容量之比 D 用下式 (1) 表示。

$$25 \quad D = (Q_{cv}' - I_0 \times t_M') / (Q_{cv} - I_0 \times t_M) \dots \dots (1)$$

式 (1) 中  $I_0=1A$ ,  $t_M$  是常规的充电电池 (a) 从转换到按 4.2V 的恒压充电至充电电流值变成 0.5A 时用的时间周期,  $t_M'$  是待检测充电电池 (b') 从转换到按 4.2V 的恒压充电至充电电流值变成 0.5A 时用的时间周期,  $Q_{cv}$  和  $Q_{cv}'$  分别是常规的充电电池 (a) 和待检测充电电池 (b') 用 4.2V 的恒压充电时的充电量。30

从表 1 所列结果, 用下式能算出能存储的电容量的测试值与计算值之间的

误差。

$$\{[0.799-0.779]/0.779\} \times 100\% = 2.5\%$$

即，上述误差为 2.5%。

如上所述，由于能算出给的待检测充电电池与能作为它的参考标准的相应的常规的充电电池的能存储的电容量之比 D 值，当预先知道常规的充电电池的额定电容量时，从 D 值很容易算出能存储的电容量。

从上面的描述得知，按本发明的探测方法，充电电池不经过放电，从 CCCV 充电法的恒压充电区中充电电流的测试值，容易很准确地算出其能存储的电容量未知的充电电池的能存储的电容量。

## 10 例 2

本例是例 1 的延续。更具体地说，用充电电池 (a) 作常规的充电电池，经充-放电循环变劣的充电电池 (b') 作待检测充电电池，进行图 1 所示流程中的步骤 11 的处理，用预先获得的常规的充电电池 (a) 的基本数据，和待检测充电电池 (b') 的 CCCV 充电法充电时恒压充电模式中充电电流值的测试数据，

15 能得到关于待检测充电电池 (b') 的内阻信息。评估高放电电流值 IC 下的待检测充电电池 (b') 的放电量，所评估的放电量与它的实际放电量对比。

按下述方式评估放电量。

从下式得出常规的充电电池 (a) 从按恒流值  $I_0$  的恒流充电转换到按恒压  $V_{\max}$  的恒压充电时的存储电量 Q。

20  $[恒流充电中的存储电量 Q_0] = [额定电容量] - [恒压充电中的充电量 Q_{cv}]$ 。

这里，当用从完全充电按恒流值 0.13A 放电时的总放电量代替 [额定电容量]，也能得出存储电量 Q。

从下式 (2) 能得出待检测充电电池从恒流值  $I_0$  的恒流充电转换到按恒压  $V_{\max}$  的恒压充电时的存储电量  $Q_0'$ 。

25  $Q_0'/D = Q_0'' = Q_0 - I_0 \times (t_M'/D - t_M) \dots \dots (2)$

$t_M$  和  $t_M'$  分别是常规的充电电池 (a) 和待检测充电电池 (b') 转换到按 4.2V 的恒压充电至充电电流值变成 0.5A 所用的时间，如例 1 所述。

预先得出常规的充电电池 (a) 的恒流充电区中的开路电压  $V_{OC}$  与存储电量 Q 的关系的近似曲线的函数式  $V_{OC}(Q)$ ，电池电压  $V_{10}$  与存储量 Q 的关系的函数式  $V_{10}(Q)$ ，和按 1.3A 放电电流值放电时的内阻  $R_{ld}$  与存储电量 Q 的关系函

30

流值 1.3A 下的放电量的 D 倍。

现在，测待检测充电电池(b')在 1.3A 放电电流值时的实际放电量，并对比测到的放电量 and 估计的放电量。

以上获得的结果汇集在表 2 中。

5 从表 2 所列结果用下式算出测试的放电量与估计的放电量之间的误差。

{[测到的放电量]-[估计的放电量]/[测到的放电量]} × 100%，即  
{(945-919)/919} × 100%=2.8%

即，上述误差为 2.8%。

10 由此得知以下事实。按本发明的探测方法，能按规定的高精度得到关于待检测充电电池内阻的内部信息。从获得的关于内阻的内部信息，能估计出待检测充电电池的放电量。

用与上述方式不同的下述方式能得到关于待检测充电电池的内阻的内部信息。

15 已获得如所述公式(7)的作为待检测充电电池的参考标准的相应的常规的充电电池串联有电阻器时的恒压充电曲线的情况下，能从公式(7)得到待检测充电电池的内阻。更具体地说，例 1 中参考常规的充电电池(a)和待检测充电电池(b')的描述，从能存储的电容量减小系数 D 和  $t_M'$  获得  $t_M'/D=(t_M'')$  的值，和当达到待检测充电电池(b')的恒流充电的电流值的 1/2 时用的时间  $t_M'$  代入公式(7)的时间 t 中，获得的电流值相当于恒流充电中的电流值的 1/2，即 0.5A。因此，电阻值  
20  $r_s$  相当于从常规的充电电池(a)算出的电阻增大值。这里，已预先获得了常规的充电电池内阻值  $R_0$ ，待检测充电电池(b')的内阻值变成  $R_0+r_s$ 。因此，能得到关于待检测充电电池的内阻信息。

### 例 3

本例中，除下述点外，重复例 1 的处理。

25 充电电池(b)在 70℃ 的大气中保持一个星期使其变劣。该已变劣的充电电池作为待检测充电电池 ( C )。

30 从开路电压随时间的变化量证实待检测充电电池 ( C ) 不短路。待检测充电电池( C )用 CCCV 充电法充电，电池按恒流值 1A 充电至电池电压达到 4.2V 为止。之后，按恒压值 4.2V 充电至总充电时间达 2.5 小时为止。测从转换到按 4.2V 的恒压充电至充电电流值变成 0.5A 所用的时间  $t_M'$ ，和按 4.2V 恒压充电的

数式  $R_{Id}(Q)$ 。

而且, 由下式(3)得出待检测充电电池 (b') 的内阻  $R_{I0}'$  与常规的充电电池 (a) 的内阻  $R_{I0}$  之比  $\gamma$ 。

$$\gamma = R_{I0}'(Q'')/R_{I0}(Q_0'') = \{V_{\max} - V_{OC}(Q'')\} / \{I_0 \times R_{I0}(Q)\} \quad \dots (3)$$

5 式(3)中  $V_{\max} = 4.2V, I_0 = 1A$

用预先获得的关于放电时的开路电压  $V_{OC}$  和内阻  $R_{Id}$  与存储电量  $Q$  的下述函数式  $V_{OC}(Q)$  和  $R_{Id}(Q)$  表示按 1.3A 电流值放电是常规的充电电池 (a) 的电池电压  $V_d(Q)$

$$V_d(Q) = V_{OC}(Q) - I_d \times R_{Id}(Q)$$

10 这里, 按  $I_d = 1.3A$  放电时的电池电压变成 2.75V 时 (这时电池电压突然减小), 建立了下式:

$$2.75V = V_{OC}(Q) - 1.3A \times R_d(Q)$$

用该式能算出这时的存储电量  $Q$ 。用下式能算出至电池电压变成 2.75V 时的放电量。

15  $[1.3A \text{ 的放电量}] = [\text{额定电容量}] - [\text{存储电量}]$

这里的额定电容量可用按 0.13A 放电电流放电时的总放电量代替。

假设待检测充电电池(b')的能存储的电容量不减小, [以下把该待检测充电电池叫做 '特检测充电电池(b'')], 它的电池电压  $V_d'(Q)$  可用关于放电时常规的充电电池 (a) 的开路电压  $V_{OC}(Q)$  和待检测充电电池的内阻  $R_{Id}'$  的下式表示。

$$20 \quad V_d'(Q) = V_{OC}(Q) - I_d \times R_{Id}'(Q)$$

假设关于内阻的所述比  $r$  在放电时也不变, 建立了下式:

$$R_{Id}'(Q) = \gamma \times R_{Id}(Q), \text{ 和 } V_d'(Q) = V_{OC}(Q) - I_d \times \gamma \times R_{Id}(Q)$$

在放电电流值  $I_d = 1.3A$  时电池电压值变成 2.75V 时, 建立下式:

$$2.75 = V_{OC}(Q') - 1.3 \times \gamma \times R_d(Q')$$

25 用该式能算出此时的待检测充电电池(b'')的存储电量。用下式能算出电池电压变成 2.75V 时待检测充电电池(b'')的放电量。

$$[\text{放电电流值 } 1.3A \text{ 的放电量}] = [\text{额定电容量}] - [\text{存储电容量}]$$

但是, 事实上, 待检测充电电池(b')的能存储的电容量减小, 因此它的能存储的电容量是, 正如预先算出的常规的充电电池 (a) 的能存储的电容量的  $D$  倍。待检测充电电池(b')在 1.3A 放电电流值的放电量估计是待检测充电电池(b'')在放电电

30

充电量  $Q_{cv}'$ 。

从恒压充电模式中的电流值随时间的变化能证实待检测充电电池 ( C ) 不短路。

之后, 在例 1 中常规的充电电池 ( a ) 的测试值的基础上, 算出待检测充电  
5 电池 ( C ) 与常规的充电电池 ( a ) 的能存储的电容量的减小之比。

之后, 待检测充电电池 ( C ) 按 0.13A 的恒流值放电至电池电压达到 2.75V 为止, 测这时的待检测充电电池的充电量。得到的充电量是待检测充电电池 ( C ) 的能存储的容量。

以上获得的结果汇集在表 3 中。

10 从表 3 所列的结果, 用下式算出能存储的容量比的测试值与计算值之间的误差。  $\{[0.987-0.969]/0.987\} \times 100\% = 1.8\%$

即, 上述的误差是 1.8%

按本发明的探测方法, 从计算的 D 值( 见例 1), 当预先知道作为待检测充电  
15 电池的参考标准的相应的常规的充电电池的额定容量时, 能算出给定的待检测充电电池的能存储的容量。 而见, 按本发明的探测方法, 充电电池不经过放电, 从 CCCV 充电法充电的恒压充电后的充电电流测试值, 能很容易地高精度的算出其能存储的容量不知道的充电电池的能存储的容量。

#### 例 4

本例中用例 3 中的待检测充电电池 ( C ), 按与例 2 相同的方式, 获得关于  
20 内阻的内部信息, 并估计按恒定放电电流 1C(即 1.3A) 放电的待检测充电电池的放电量。 待检测充电电池的估计的放电量与测到的放电量比较。

本例中获得的结果汇集在表 4 中。

从表 4 中所列的结果, 用下式能算出待检测充电电池的估计的放电量与测  
25 试的放电量之间的误差。

$\{[估计的放电量]-[测试的放电量] / [估计的放电量]\} \times 100\%$ , 即,  $\{(1246-1234)/1246\} \times 100\% = 1.0\%$ , 即上述误差为 1.0%, 由此得知按本发明探测方法, 能高精度地获得关于待检测充电电池内阻的内部信息, 和从关于内阻的信息能高精度地估计待检测充电电池的放电量。

30 从例 1 至 4 中的估计结果得知以下事实。 即, 按本发明的探测方法, 很容易获得关于给定的待检测充电电池的能存储的容量和内阻的内部信息。 由此,



能高精度估计待检测充电电池的实际放电量和剩余寿命。而且，通过高精度估计待检测充电电池的能存储的电容量或放电量，能准确探测用待检测充电电池作电源的仪器的剩余的有效运行的时间。

而且，例 1 至 4 中用一种市售的锂离子充电电池，但不限于此。但其它任何种类和类型的充电电池只要可用 CCCV 充电法充电都可用本发明探测方法探测它们的内部信息。而且，例 1 至 4 已描述了单个电池的内部信息探测。但不限于此。而且对其中有多了串联连接，并联连接，或串并联连接的电池芯的各种电池组件，也可用按本发明探测方法，在预先获得的作为其参考标准的相应的常规的电池组件的数据基础上，探测这些电池组件的内部信息。

从上述的详细内容得知，按本发明探测方法，通过测试 CCCV 充电法中恒压充电模式中的充电电量值，能以简单方式高精度探测给定的能检测的再充电电池的内部信息。并且，通过电池内部信息的这种探测，很容易控制以充电电池作电源包括机械设备的仪器的电源，和仪器的剩余的有效运行时间，容易预先发现充电时间和需要更换电池的时间。因此，在电池组件、充电器，或其中以开充电电池作电源包括机械设备的仪器上加上其中用本发明探测方法用于探测充电电池的内部信息的本发明的探测设备，不仅能使充电电池的性能达到最好，也能使这种仪器的性能达到最好。而且，在探测仪器上加上本发明的探测设备，可以在仪器运输之前检测再充电电池是否是好的或有缺陷的，以能高质量的运输检测仪器。

表 1

	未重复充电-放电循环的常规电池	重复 200 次充-放电和变劣的电池
到达 0.5A 的时间 $t_M$ 、 $t_M'$ (秒)	753	2341
恒压充电的充电量 $Q_{CV}$ 、 $Q_{CV}'$ (mAh)	340	755
D (计算值)	1.0	0.799
总放电量	1304	1015
总放电比 (=能存储的电容量比)	1.0	0.779

表 2

	待检测电池
能存储的电容量比 D	0.779
用恒流充电的存储电量 $Q_0''$	345
$\gamma = R_{10}'(Q_0'') / R_{10}(Q_0'')$	2.09
在 1.3A (mAh) 的预定放电量	945
测量的在 1.3A (mAh) 的放电量	919

表 3

	未重复充电-放电循环的常规 电池	重复 200 次充-放电和变劣的 电池
到达 0.5A 的时间 $t_M, t_M'$ (秒)	753	1723
恒压充电的充电量 $Q_{CV}, Q_{CV}'$ (mAh)	340	605
D (计算值)	1.0	0.969
总放电量	1304	1287
总放电比 (=能存储的电容量 比)	1.0	0.987

5 表 4

	待检测电池
能存储的电容量比 D	0.969
用恒流充电的存储电量 $Q_0''$	695
$\gamma = R_{10}'(Q_0'') / R_{10}(Q_0'')$	1.59
在 1.3A (mAh) 的预定放电量	1234
测量的在 1.3A (mAh) 的放电量	1246

图 1

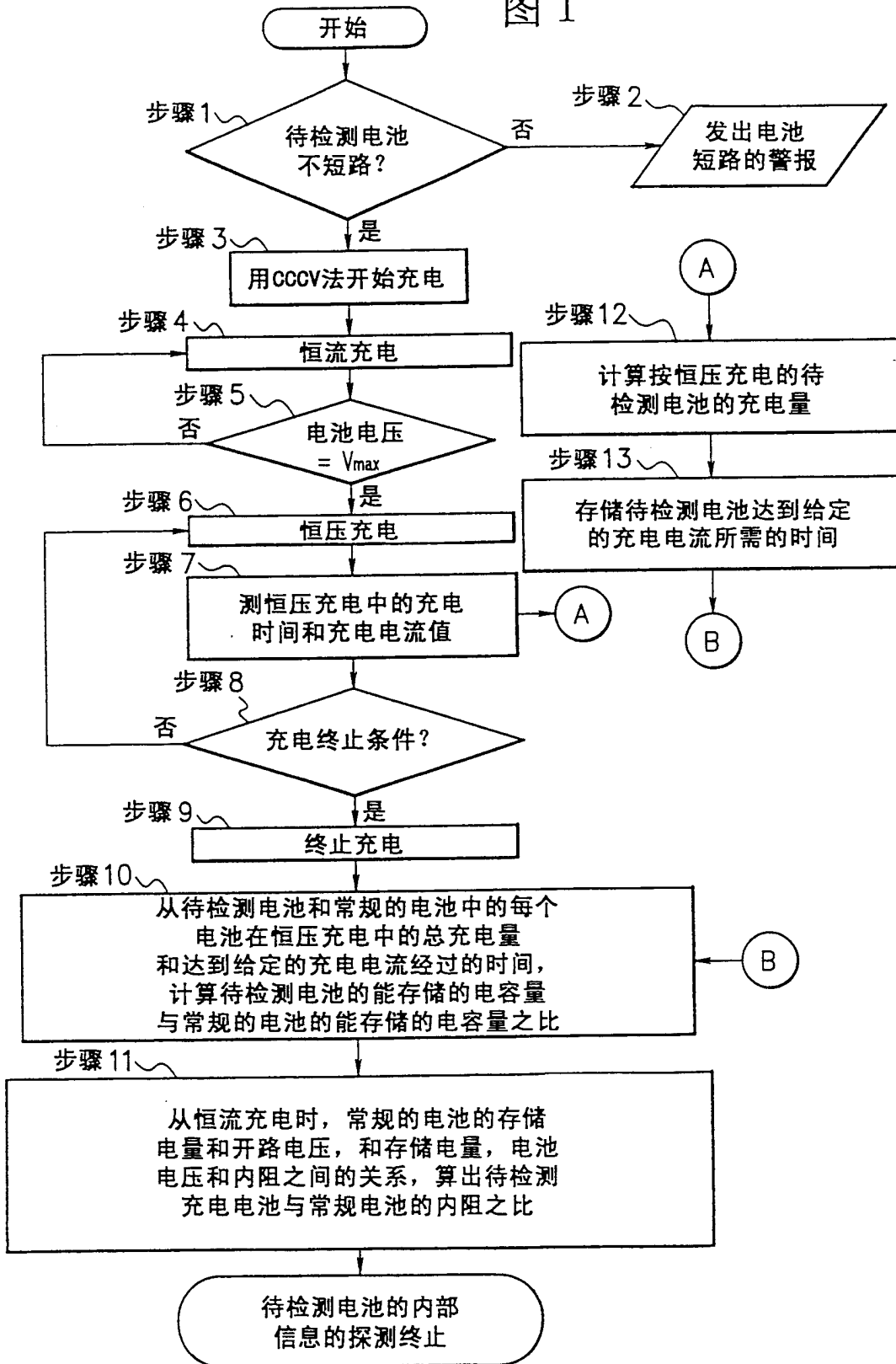


图 2

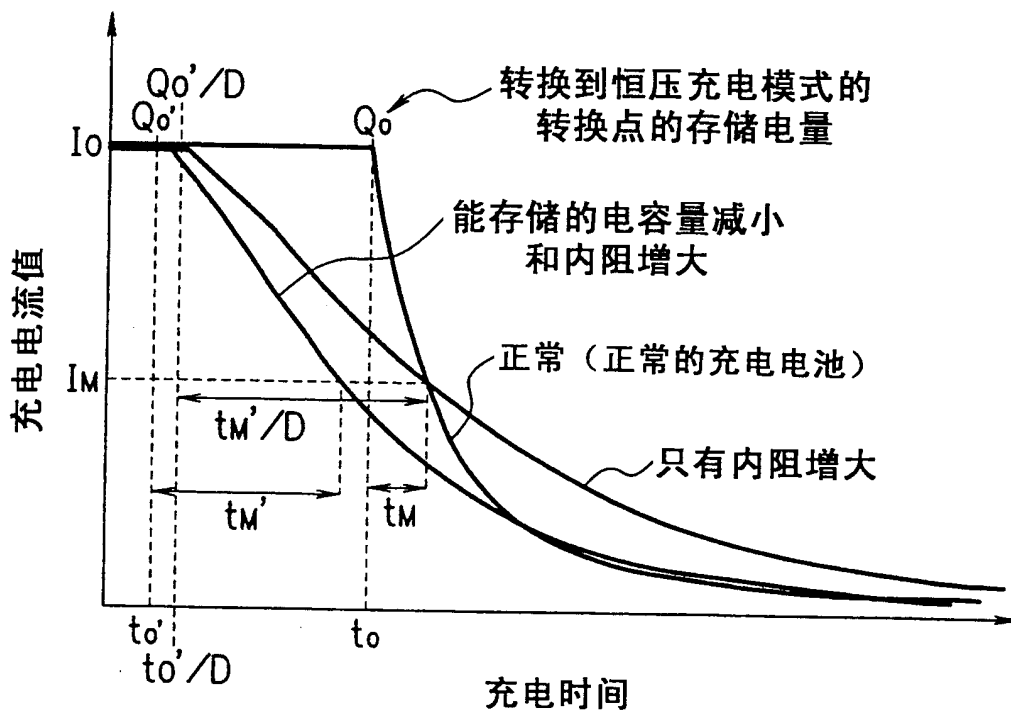


图3 (1)

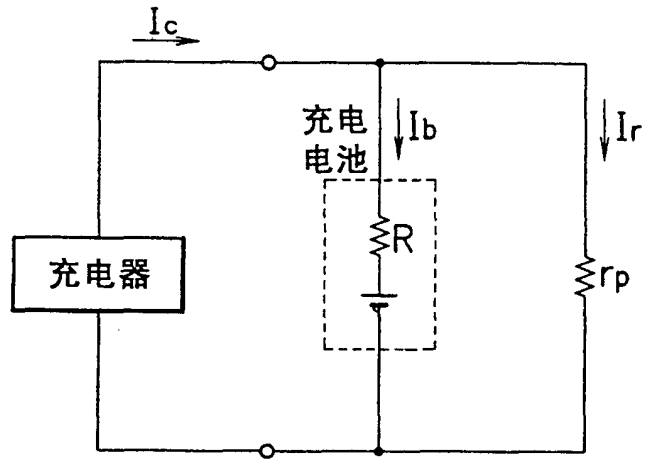


图3 (2)

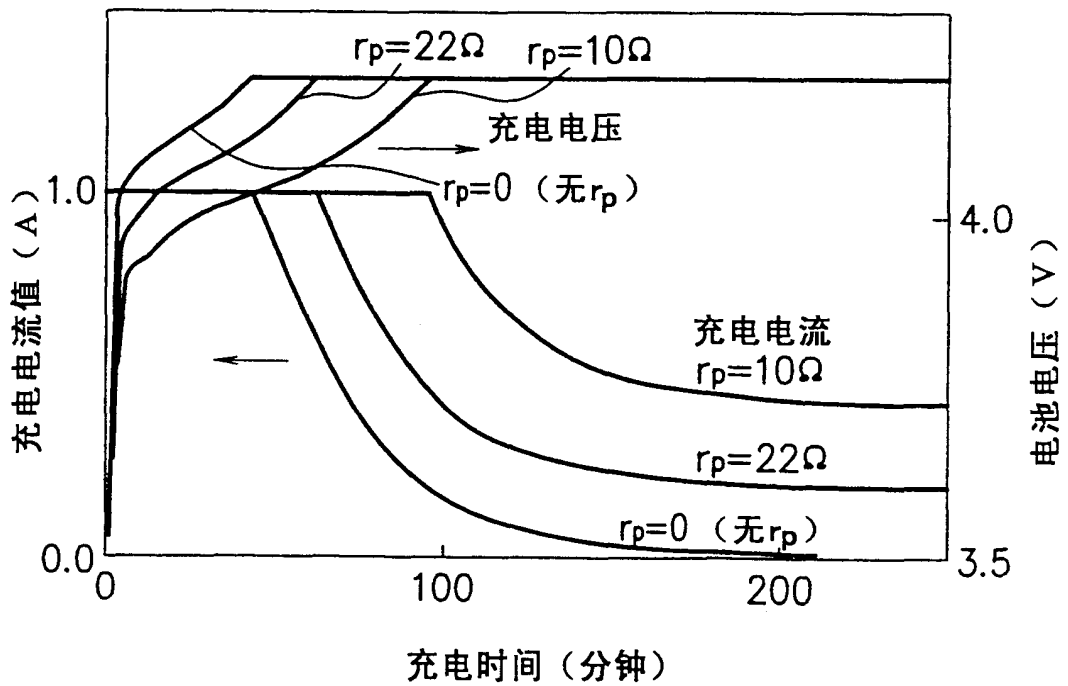


图4 (2)

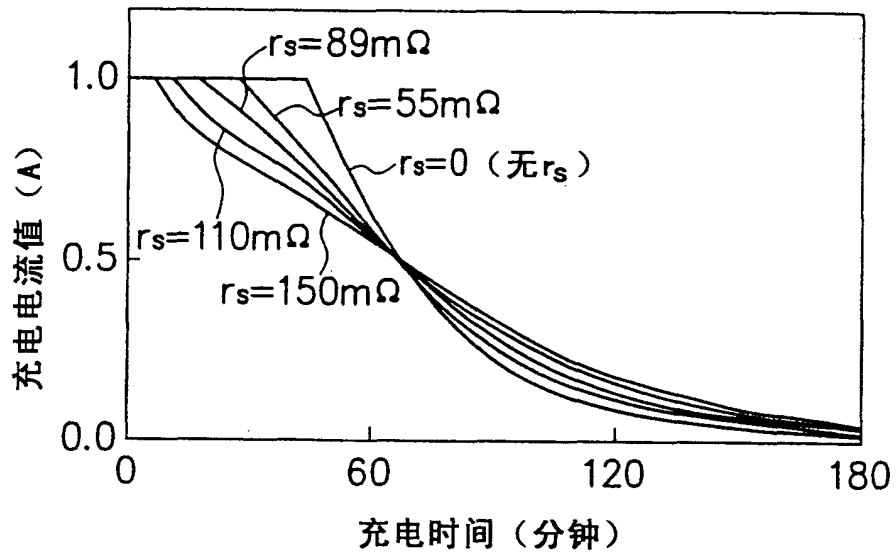


图4 (3)

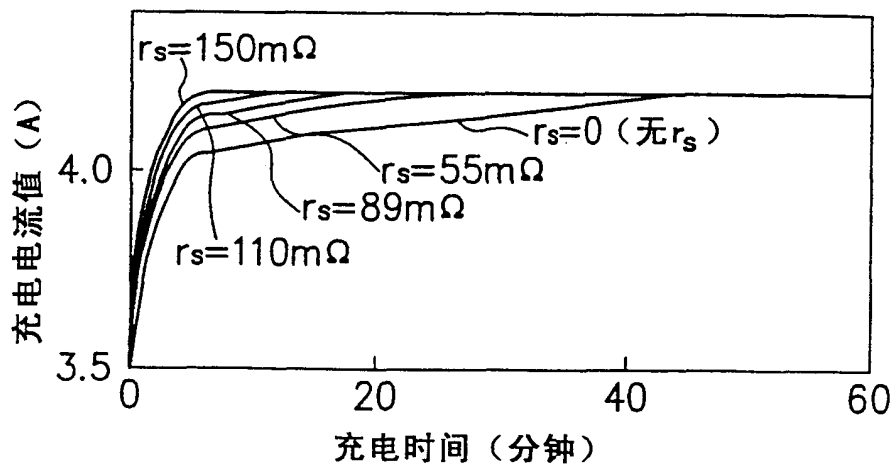


图4 (1)

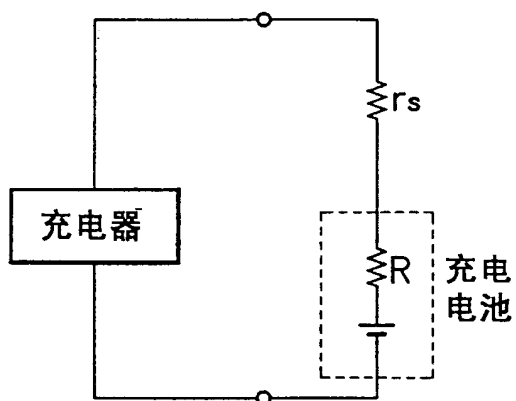


图5 (1)

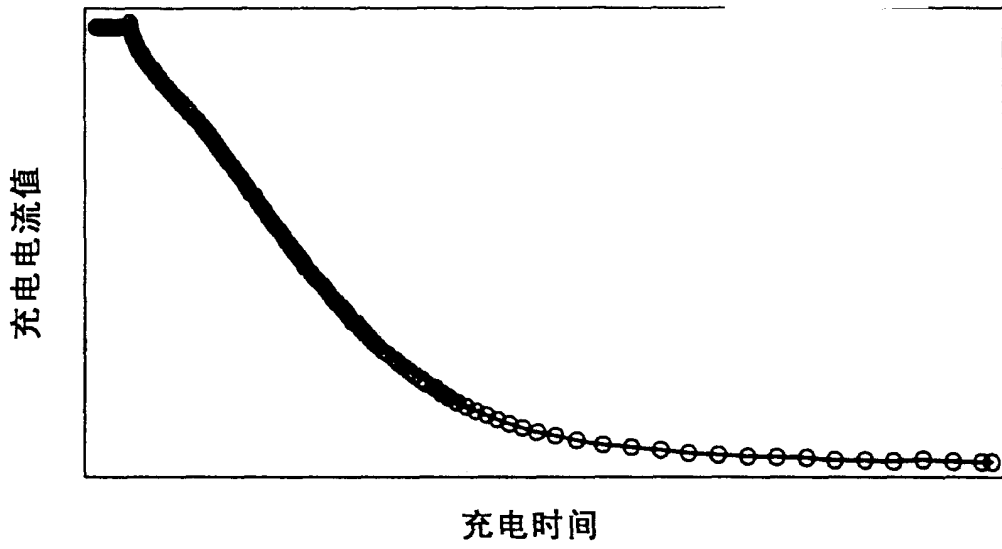


图5 (2)

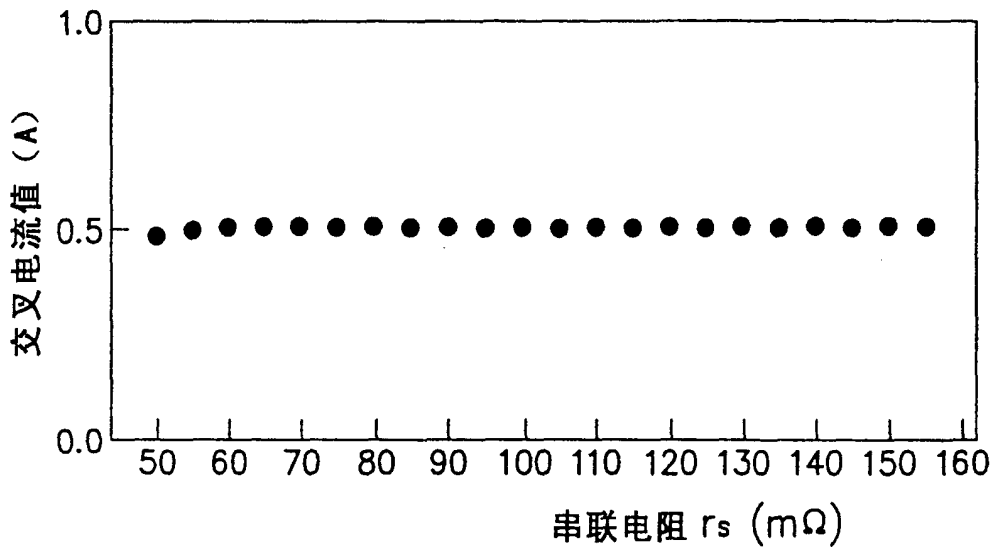




图6 (1)

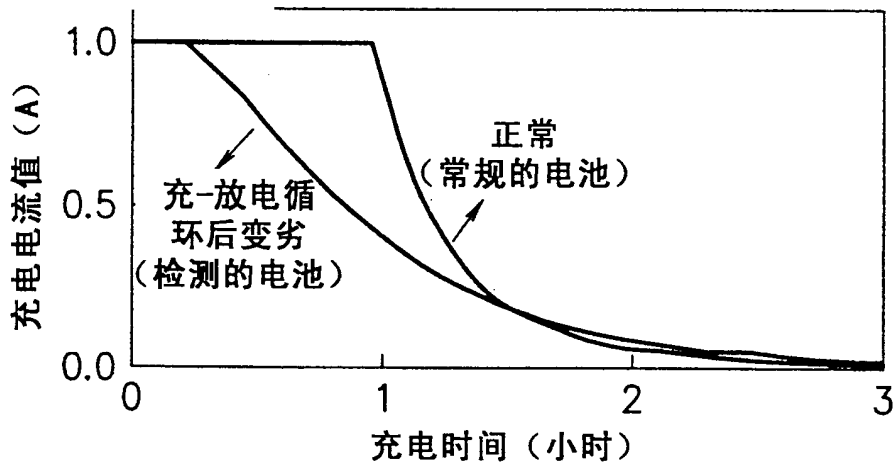


图6 (2)

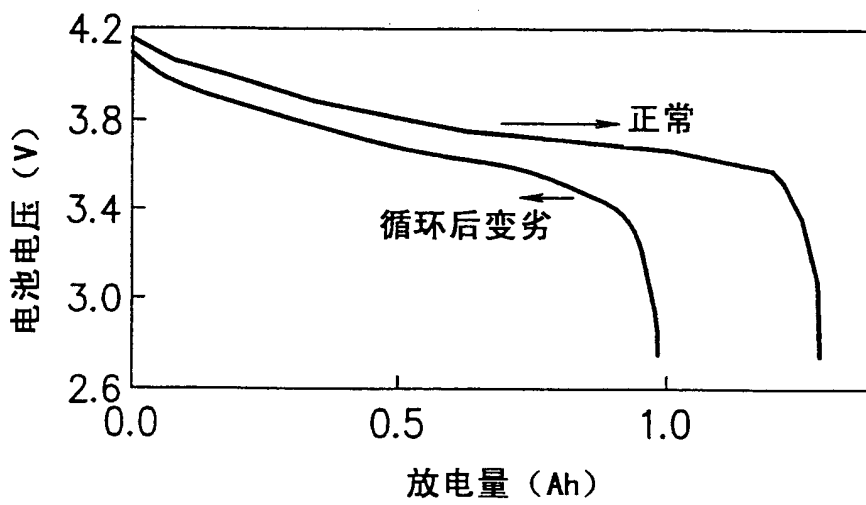


图6 (3)

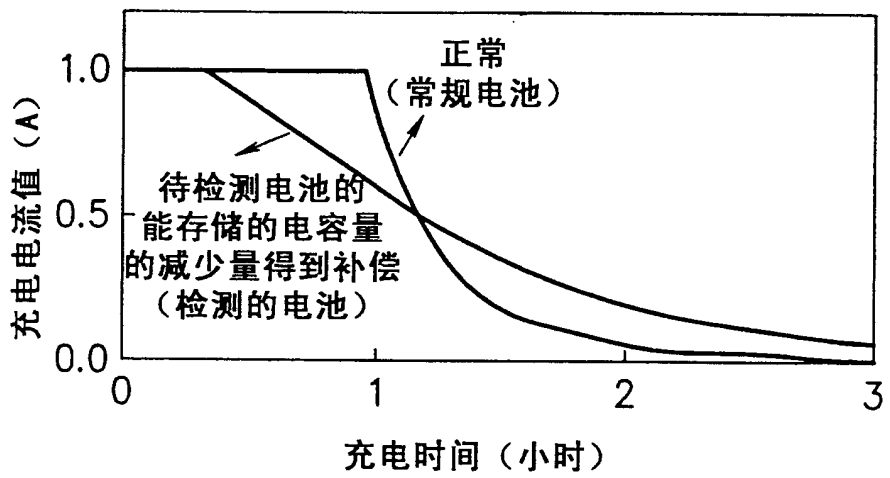


图7

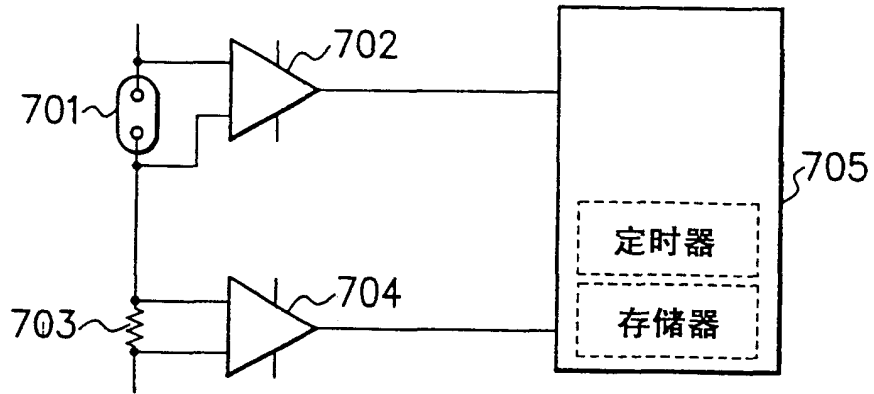


图8

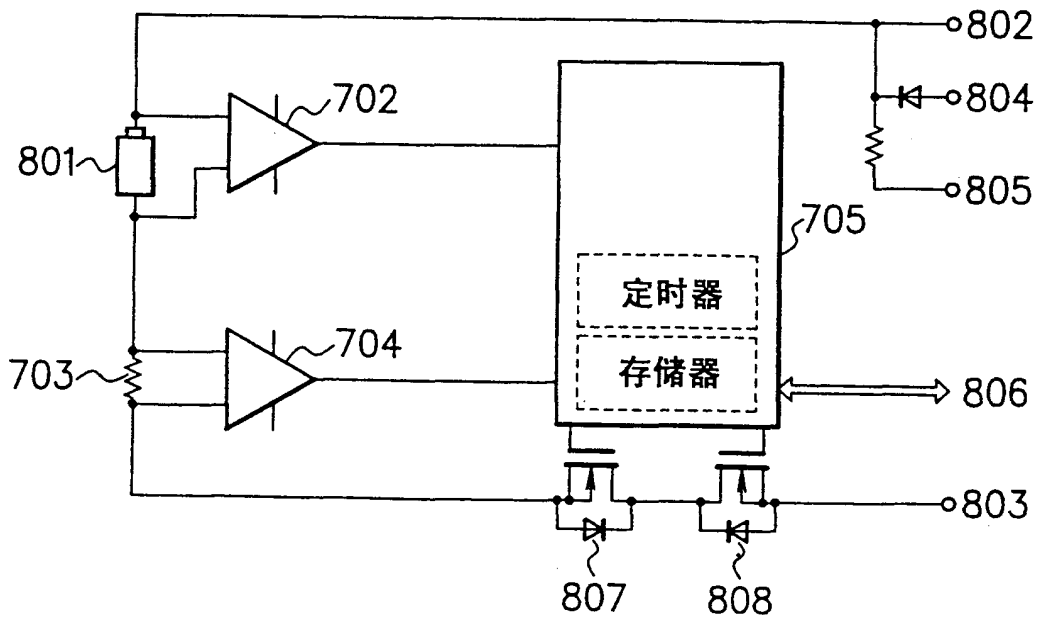


图9

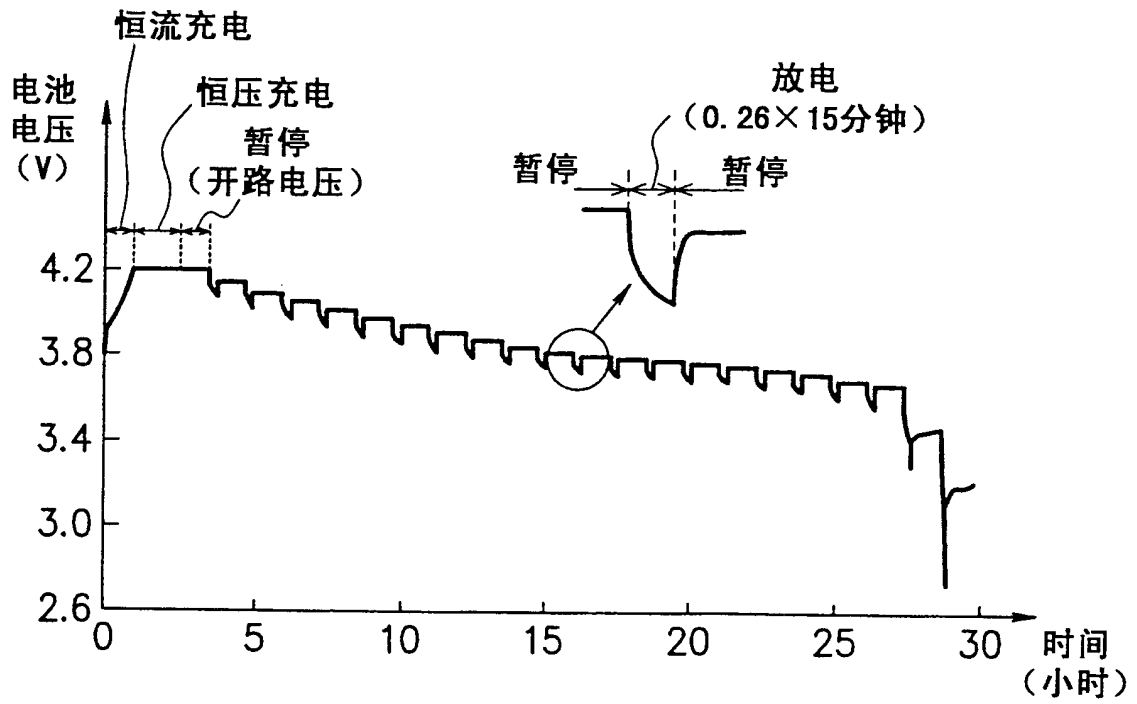


图10

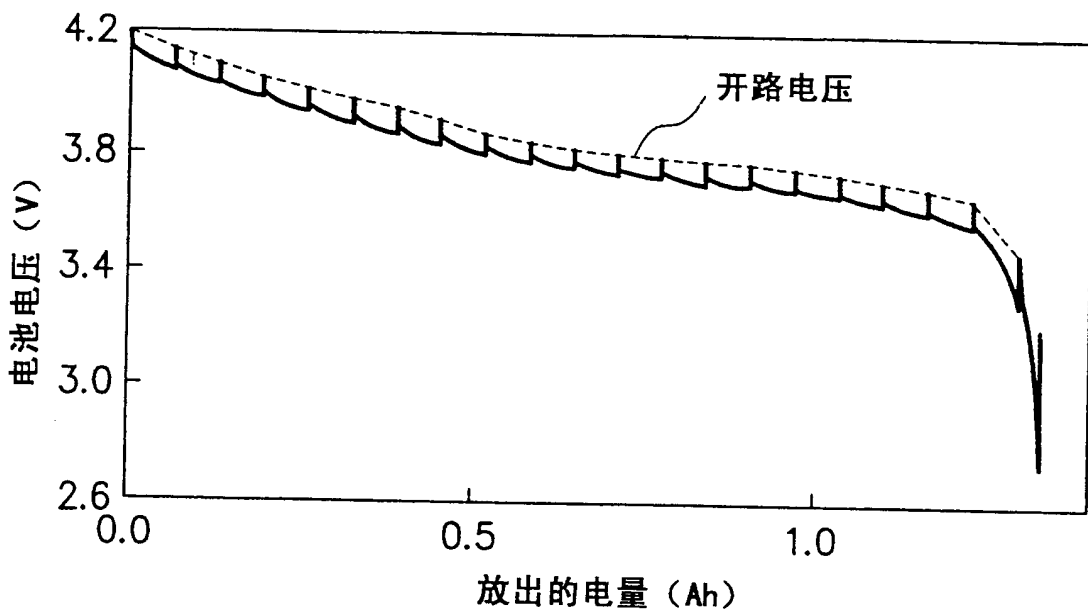


图11

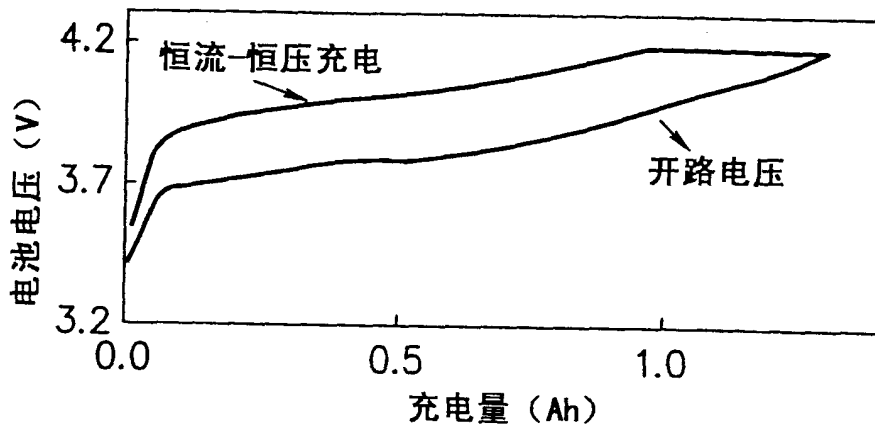


图12 (1)

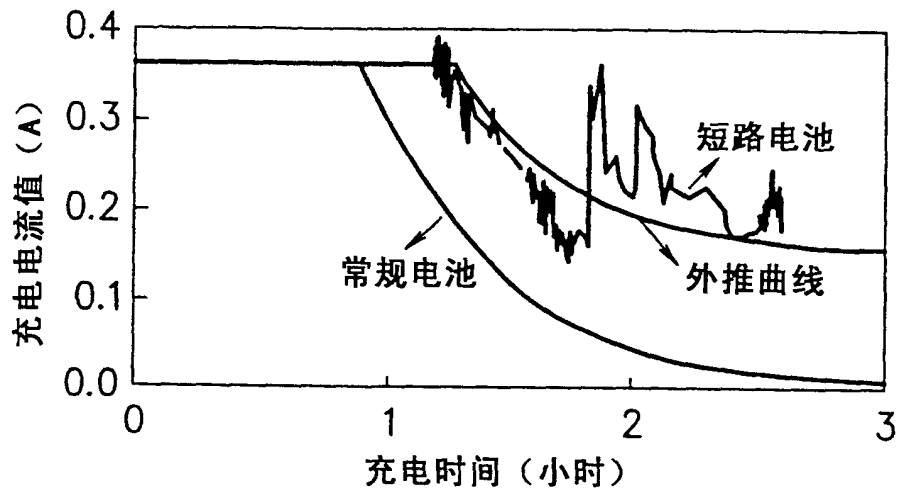


图12 (2)

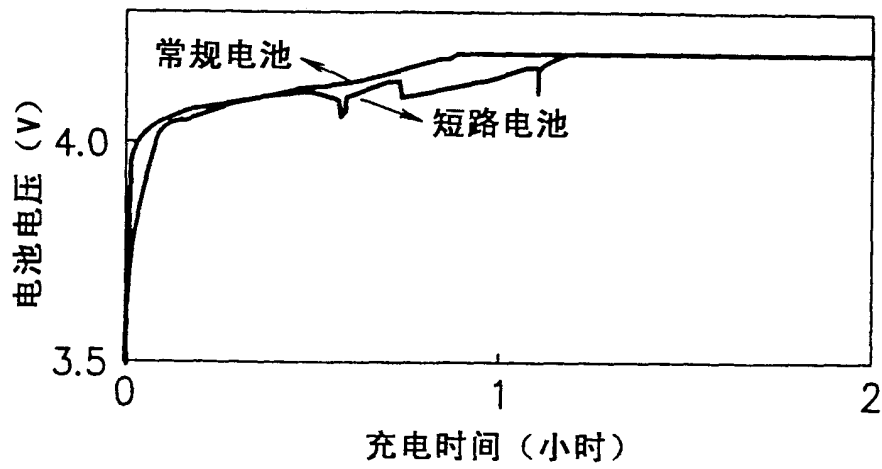


图12 (3)

