

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01M 10/44

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99806220.0

[43] 公开日 2001 年 6 月 27 日

[11] 公开号 CN 1301410A

[22] 申请日 1999.3.12 [21] 申请号 99806220.0

[30] 优先权

[32] 1998.3.16 [33] US [31] 09/039,528

[86] 国际申请 PCT/US99/05488 1999.3.12

[87] 国际公布 WO99/48165 英 1999.9.23

[85] 进入国家阶段日期 2000.11.15

[71] 申请人 永备电池有限公司

地址 美国俄亥俄州

[72] 发明人 R·胡德森 T·泰耶 N·贝恩斯

S·拉赫曼 J·普拉卡什

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

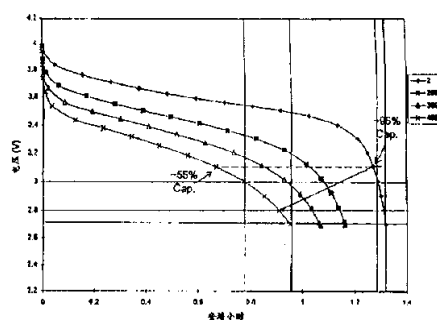
代理人 罗朋 傅康

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图页数 3 页

[54] 发明名称 提高智能电池性能的方法和装置

[57] 摘要

提供实现充电电池和电池组(电池/电池组)的放电电压的动态终点的方法和装置。根据例如环境、运行条件、温度、剩余容量、电池化学、电池大小、波形因素和/或已进行的充电/放电循环的次数来调节该动态 EODV。本发明可提供提高的电池/电池组的每次放电循环的运行时间、更精确的存盘告警,而确保存盘操作自身的适当能量,也可延长电池/电池组的使用寿命。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 用于提高放电循环期间从充电电池/电池组中供给使用者或主机的可用容量数量的方法，包括如下步骤：

5 (a) 监控充电/放电循环次数或充电电池/电池组的放电速率；

(b) 根据充电/放电循环次数或放电速率，调节所述电池/电池组的放电电压的终点，从而使放电循环结束时电池/电池组中的未用剩余容量最小；和

10 (c) 利用放电电压的终点充当充电电池/电池组的完全或近完全放电的指示。

2. 按照权利要求 1 的方法，还包括步骤：

(d) 在电池/电池组寿命期间重复步骤 (a)、(b) 和 (c)。

15 3. 按照权利要求 1 或 2 的方法，其中根据线性近似值，调节放电电压的终点，从而利用充电/放电循环次数或放电速率的恒定倍数调节放电电压的初始终点。

4. 按照权利要求 1 或 2 的方法，其中根据二级等式近似值，调节放电电压的终点。

5. 按照权利要求 1 或 2 的方法，其中根据最佳拟合等式近似值，调节放电电压的终点。

20 6. 按照任何上述权利要求的方法，其中充电/放电循环预定次数之后或放电速率达到预定值之后，放电电压的终点保持恒定，从而避免电池/电池组达到最小临界工作电压。

7. 按照任何上述权利要求的方法，其中当充电电池/电池组达到放电电压的终点时，发出警报或信号给使用者或主机，从而在电池/25 电池组的容量不足以执行终端功能之前使用者或主机可进行终端功能。

8. 按照权利要求 7 的方法，其中所述终端功能是存盘操作。

9. 按照任何上述权利要求的方法，其中当充电电池/电池组达到放电电压的终点时，电池/电池组提供如下组操作的一个或多个：

30 燃料计读取、时间剩余读取、放电终点的临界信息、在 SMBus 标准下的放电终点警报和剩余容量读取。

10. 用于提高放电循环期间从充电电池/电池组中供给使用者或

主机有效的可用容量数量的方法，包括电池/电池组寿命期间重复调节放电电压的终点值，从而使得放电循环的放电电压终点时的剩余容量约为恒定，利用放电电压终点充当给使用者或主机的剩余容量指示。

5 11. 按照权利要求 10 的方法，其中所述放电电压终点根据如下组的一个或多个调节：由电池/电池组进行的充电/放电循环的次数、充电电池/电池组的放电速率和充电电池/电池组的温度。

12. 确定充电电池/电池组的剩余容量的方法，包括如下步骤：

 (a) 监控如下组的一个或多个：

10 循环数量、放电速率和温度；

 (b) 根据步骤 (a) 的监控结果调节初始剩余容量值，根据电池/电池组的所得容量的初始剩余容量小于测量的可用容量；和

 (c) 给使用者或主机发出剩余容量的信号。

15 13. 按照权利要求 12 的方法，其中剩余容量测定用于选择启动终端功能的时间点。

14. 按照权利要求 13 的方法，其中所述终端功能是给使用者的警报，或是在主机的存盘操作，其中当剩余容量约等于完成所述存盘操作或完成两项操作所需要的容量数量时，启动所述存盘操作。

20 15. 按照权利要求 12 的方法，其中剩余容量测定用于提供如下组操作的一个或多个：燃料计读取、时间剩余读取、放电终点的临界信息、在 SMBus 标准下的放电终点警报和剩余容量读取。

16. 适用于完成按照任何上述权利要求的方法的装置。

17. 包括按照权利要求 16 的装置的智能电池/电池组。

说明书

提高智能电池性能的方法和装置

5 本发明涉及充电电池和电池组（电池/电池组），尤其是在特定实施例中涉及智能电池/电池组。本发明适合改善电池/电池组的精确度、剩余容量和剩余运行时间确定。

10 充电电池/电池组常在例如膝上型计算机的用途中得以应用，其中电池/电池组提供的能量必须保持与使用者的应用有关的信息。在这些情况下，当电池不再供给正在进行的能量需求时，可失去一些信息或所有的信息。因此，装置设计者和制造者已采用技术，就电池/电池组中的剩余容量提醒使用者和/或向主机发出信号，从而例如启动膝上型计算机的存盘程序，避免信息丢失。当电池/电池组达到电
15 池/电池组的容量剩余只够进行保存程序时，通过提醒使用者，使用者可及时进行保存程序，避免有用信息的丢失。目标是在放电循环的某点处启动这些保存程序，该点处剩余足够容量以进行具有适当误差范围的保存程序，而使电池/电池组中多余的不用容量最小。

此外，当电池/电池组达到一定输出电压水平时，可引起其它事件，其中假定剩余充电与这些一定输出电压水平有关。例如，基于电
20 池/电池组的输出电压水平，能够触发燃料计操作、关闭和其它剩余容量与主机或使用者联络。

通常，放电电压的固定终点（EODV）用于电池/电池组运行和充电算法，其中 EODV 是电池/电池组的电压输出，当达到该值时，实质上表示大于任何必要终端功能所需要容量的电池/电池组的所有可用容量已消去。因此，例如在智能电池/电池组的范围内，一旦达到该
25 固定 EODV，对主机或使用者发出关闭并对电池/电池组充电的指示。此外，该固定 EODV 常起用于测定电池/电池组容量的终点的作用，以便确定容量在 EODV 处本质上是零、或固定有限数。因此，该 EODV 的精确度对电池/电池组的性能非常重要。

由于内阻（IR）下降，例如由于电池和互连，对这些目的而言，
30 固定 EODV 常不精确。由接触电阻、电池壳电阻、线电阻、微量电阻（trace resistance）、电极/电解质界面电阻、电解质电阻和保护电路的这些 IR 下降会导致电池/电池组的电极的实际电位测量不准

确。尤其是，在高放电速率下，这些 IR 下降可改变作为放电速率的函数的电池/电池组的放电图案，由于使用了固定 EODV，即使在电池/电池组仍存在可供容量时也会导致确定电池/电池组已传送所有可供容量。而且，例如当固定 EODV 用于确定为零或接近零容量时，这些 IR 下降可降低各种放电速率下的燃料计的精确度、或可重复性。

此外，随着电池/电池组已充电和放电次数的增加，固定 EODV 会导致不精确的容量测定。对于充电电池/电池组，由于电压图案与容量有关，它作为循环寿命的函数而改变。具体而言，对于一定电池/电池组，随着充电循环的次数增加，与电池/电池组经过更少充电循环而达到相同固定 EODV 相比，实际上在有更多容量的点处就达到固定 EODV。

而且，其它因素例如温度、电池化学、波形因素、剩余容量和运行条件都会影响容量测定的精确度。因此，希望能更精确计量剩余容量并更精确测定充电电池/电池组的放电电压的终点。惊喜发现通过按特定基数调节放电电压的终点就能实现。

因此，在第一方面，本发明提供了提高放电循环期间从充电电池/电池组供给使用者或主机的可用容量数量的方法，包括如下步骤：

(a) 监控充电电池/电池组的充电/放电循环次数或放电速率；

(b) 根据充电/放电循环次数或放电速率，调节所述电池/电池组的放电电压的终点，从而在放电循环的终点处使电池/电池组的未用剩余容量最小；和

(c) 利用放电电压的终点充当充电电池/电池组的全/接近全放电的指示。

在该第一方面的特定实施例中，利用取决于充电/放电循环次数的动态 EODV。在该方面的另一特定实施例中，利用取决于放电速率的动态 EODV。

在第二方面，本发明提供了提高放电期间从充电电池/电池组供给使用者或主机的可用容量数量的方法，包括：重复调节电池/电池组的整个寿命期间的放电电压的终点的值，从而在放电循环的放电电压的终点处剩余容量大约恒定，而利用放电电压的终点充当给使用者或主机的剩余容量指示。

在第三方面，本发明提供测定充电电池/电池组的剩余容量的方法，包括如下步骤：

(a) 监控一个或多个如下组：

循环数量、放电速率和温度；

5 (b) 根据步骤(a)的监控结果，调节初始剩余容量值，基于电池/电池组的所得容量的初始剩余容量小于测量的可用容量；和

(c) 对使用者或主机发出剩余容量的信号。

在再一方面，本发明提供适合完成上述方法的装置以及包括该装置的智能电池/电池组。

10 有利的是本发明应用充电电压的动态终点，以提高充电电池/电池组在电池/电池组整个寿命期间以及在多种工作条件和环境下的性能，并能使电池/电池组使用者从电池/电池组的每次充电中得到更多可用容量，更精确地跟踪电池/电池组容量。具体而言，本发明的优点在于提供了提高的电池/电池组的每次放电循环的运行时间。另一
15 优点在于本发明可提供更精确的例如存盘告警的定时，而确保存盘运行自身的适当能量。再一的优点在于本发明也可延伸电池/电池组的使用寿命。

参考如下图，下面更充分解释本发明，其中：

20 图1表示作为具有Li离子电池化学的电池的充电/放电循环函数的放电图案；

图2A示意说明了作为本发明特定实施例的放电速率函数的放电电压的动态终点的线性近似值；和

图2B说明作为典型NiMH电池的放电速率函数的放电图案。

25 本发明涉及通过采用充电电池/电池组（这里所用的术语“电池”和“电池组”在其含义内也包括小电池（cell））的与固定相反的动态放电电压终点（EODV）来改善电池/电池组容量、剩余容量和剩余运行时间测定的精确度的方法和装置。根据例如环境、运行条件、温度、残余容量、电池化学、波形因素、放电速率和/或电池/电池组已进行的充电/放电循环次数，可调节该动态EODV。

30 应理解按照本发明，在提供电池/电池组状态的指示方面使用者或主机可利用EODV。该指示例如可提醒使用者启动终端运行，和/或给主机发出信号，以进行一般是终端操作的操作例如存盘的操作。因

此，就对使用者或主机提高电池/电池组的使用潜力而论，本发明提供实际应用。

这里所用的术语“主机”表示可利用 EODV 以便执行或启动操作的任何装置或电路，例如包含在电池/电池组自身中或与电池/电池组自身有关的移动电话、便携式电脑或照相机、或电路。

按照本发明，可利用动态改变 EODV 的许多方法。在按照本发明的第一方面的实施例中，例如，利用取决于充电/放电循环的次数的动态 EODV。参考图 1，表示单个 Li 离子电池的 2, 200, 300 和 400 次充电/放电循环的典型放电图案。表明随着电池/电池组进行附加充电/放电循环，放电图案变化。尽管图 1 示出 Li 离子电池的典型放电图案，其它电池化学的电池的放电图案也可改变形式，充当充电/放电循环的次数函数。例如，本发明应用于 Li-离子、NiCd、NiMH、Li-聚合物、Li-离子族以及其它目前和将来的充电电池化学。

如图 1 所示，在图中使用固定电压 3.0V 的冲击 (impact) 值，触发存盘操作。当优选该 Li 离子电池不应在 2.7V 的最小临界工作电压之下放电，在水平轴上阅读时，剩余可用容量是从图案达到 3.0V 到图案达到 2.7V 的容量差值。在该例子中，2 次循环之后，该差别对应约 40mAh 的容量。400 次循环之后，该差别对应约 180mAh 的容量。如果需要约 40mAh 来进行存盘操作，那么在 3.0V 触发存盘操作，刚好 2 次循环之后实际上就没有电池/电池组的未用容量，但 400 次循环之后电池/电池组的未用容量约 140mAh。

另一方面，如果对于进行 400 次循环的电池在 2.8V 触发存盘的操作，剩余容量只留下约 40mAh。因此，对于已进行 400 次/放电循环的电池/电池组，当在约 2.8V 而不是 3.0V 的电压触发存盘的操作时，未用容量留下更少。因此，在约 2.8V 而不是 3.0V 的电压触发使使用者具有更长的运行时间。

在本发明的特定实施例中，图 1 的 Li 离子电池/电池组应用 EODV，根据充电/放电循环的次数，用线性近似值测定 EODV。在该实施例中，测定 Li 离子电池/电池组的 EODV，对此，在图 1 中通过线性近似值表示放电图案。

$$EODV = EODV_0 - (\text{恒定值}) (\text{循环次数}) \quad (1)$$

$$3100\text{mV} - (0.75\text{mV}/\text{循环}) (\text{循环次数}) \quad (2)$$

在该实施例中，等式(2)用于测定直到达到400次循环的EODV。400次循环之后，EODV保持在2.8V，避免达到该特定电池化学的最小临界工作电压。这也防止达到EODV处容量不足以例如存盘的操作的某点。对于每个电池/电池组，相对线性近似值，可实际和/或理论上测定斜率和初始EODV、EODV₀，并对于不同电池化学、温度、放电速率、剩余容量和物理结构可变化。例如，对于因素的各种组合和结合在EODV测定中的所得放电分布来进行测量。

另一实施例可采用例如二阶、三阶或对数近似值。在优选实施例中，相对留下足够剩余容量以便进行每个循环次数所希望的切断、存盘或其它放电操作终点的放电图案上的点，可利用最佳配合曲线。再一实施例可采用逐步EODV功能或其它功能，提高电池/电池组性能和满足其它系统约束例如限幅存储器。

可利用例如在智能电池组内的监控电路来监控电池/电池组的终端电压并当达到EODV时，触发例如存盘程序。例如，当终端电压小于或等于EODV以便使电路触发存盘程序时，可设定状态位。也可使用监控电路来监控输入等式(1)的充电/放电循环的次数。

在按照本发明的第一方面的另一实施例中，利用取决于放电速率的动态EODV。与使用固定EODV相比，该动态EODV可提供电池/电池组的剩余容量更精确的指示。相对图2A的电池/电池组，对于高漏电率(drain rate)，EODV更低。在该实施例中，由于所含的内阻成分，EODV是瞬时漏电率的函数。如果根据C率放电选择固定EODV，并在3C运行电池/电池组，因为电池/电池组电压在高漏电率下降低，在EODV处电池/电池组留下更多容量。相反，如果当高速率比如说3C下放电，选择固定EODV从而电池留下所希望的容量，而电池/电池组在C率下放电，电池/电池组留下容量少，不能完成终端功能。根据实际放电电流使用动态EODV更精确估算剩余容量。保持有用用处，对应低放电速率例如1C或1C以下，选择固定EODV，会导致在更高放电速率下放电到EODV时电池/电池组的未用容量。

图2B表示不同放电速率即0.2C、1C、2C和3C的典型NiMH电池的放电图案之间的关系。不同放电速率的放电图案变换至少部分由电阻成分例如电池接触和互连引起。如果通过将电池/电池组漏电至EODV，然后给电池/电池组充电来进行燃料计测量，如利用漏电率的

适当 EODV, 该燃料计测量可更精确。例如, 如果电池/电池组漏电到固定 EODV, 然后充电, 假定在 EODV 处剩余容量为零, 充电电流在时间上的积分可用作电池/电池组的新的所得容量。

应理解当电池/电池组放电到固定 EODV, 开始得到的容量量度, 5 电池/电池组在 EODV 处的剩余容量数量与放电速率有关。这当然影响电池/电池组可保持的附加充电数量, 因此影响得到的容量。接着, 当使用者以不同于所得容量量度的放电速率给电池/电池组放电, 在剩余容量不同于所得容量量度开始处的剩余容量的放电图案的点处达到固定 EODV。

10 因此, 相对不同放电速率的放电图案中的移动和不同放电速率的固定 EODV 处的剩余容量的相应不同可导致剩余容量预测、达到固定 EODV 时的未用剩余容量和/或达到固定 EODV 的不精确性, 而进行必要的任何终端功能的剩余容量不足。

本发明的随放电函数而改变的动态 EODV 可提高燃料计操作的精
15 确度, 在每次放电循环期间始终一致地让使用者更多利用电池/电池组容量。为说明起见, 假定在 1C 处对电池放电, 然后充电, 其中测量充电数量以提供电池/电池组的新的所得容量。如果电池/电池组具有附带的燃料计, 燃料计读出全满。当电池/电池组放电, 燃料计指示出比全满要少, 例如通过将放电电流进行时间积分, 确定留下的现
20 有所得容量的百分比。应理解燃料计可替代指示例如时间余量、容量余量或任何其它所希望的形式。

如果放电速率大于 1C 和使用固定 EODV, 在燃料计指示零剩余容量之前达到固定 EODV, 根据协议, 可通知或迫使使用者关闭和给电池充电。在电池/电池组中留下未用剩余容量, 设定不正确的零剩余容
25 量用于下一所得容量, 给使用者不正确的剩余容量指示, 而同时电池/电池组处于使用中。然而, 如果利用按照本发明的动态 EODV, 可降低 EODV, 用于高放电速率, 允许使用更多的剩余容量, 使燃料计指示更精确, 并设定更精确的零剩余容量用于下一所得容量。

如果在比 1C 要低的放电速率 (例如 0.2C) 下对电池/电池组放
30 电, 并且利用固定 EODV, 然后燃料计指示电池/电池组在达到固定 EODV 之前对电池/电池组放电。根据所用的协议, 可通知或迫使使用者关闭。因为当存在实际剩余容量时, 新的所得容量为零, 燃料计表示没

有剩余容量，因此导致燃料计低估电池/电池组的实际容量。此外，如果当燃料计指示没有剩余容量时使用者关闭，在电池中留下未用剩余容量。然而，如果利用按照本发明的动态 EODV，在开始新的所得容量的原先 IC 放电速率的 EODV 已变低而新的所得容量已变高。因此，
5 燃料计提供更精确的剩余容量指示，让使用者使用电池/电池组更多的剩余容量。

在优选实施例中，如图 2A 所示，利用线性近似值可完成作为放电速率函数的 EODV 测定。图 2A 用于说明并表示 EODV 如何取决于放电速率。通过实验和/或理论可推导出线性近似值的斜率和截距，对于不同电池化学、温度、剩余容量、循环次数和物理结构而变化。另
10 一实施例可采用例如二阶、三阶或对数近似值。在再一特定实施例中，可利用最佳拟合曲线。

本发明的附加实施例可调节作为例如如下一个或多个因素的函数的 EODV：充电/放电循环次数、温度、剩余容量、电池化学、波形
15 因素和物理结构。放电图案的量度可认为是这些因素与产生的对应放电图案的各种结合。这些图案可包含在调节电池/电池组的 EODV 的算法中。如上所述，这些算法可用含有所希望的因素的等式来完成。此外，可利用检查表 (look-up table)。在特定实施例中，可利用多维检查表，每维与所考虑的一个因素有关。

00.11.15

说明书附图

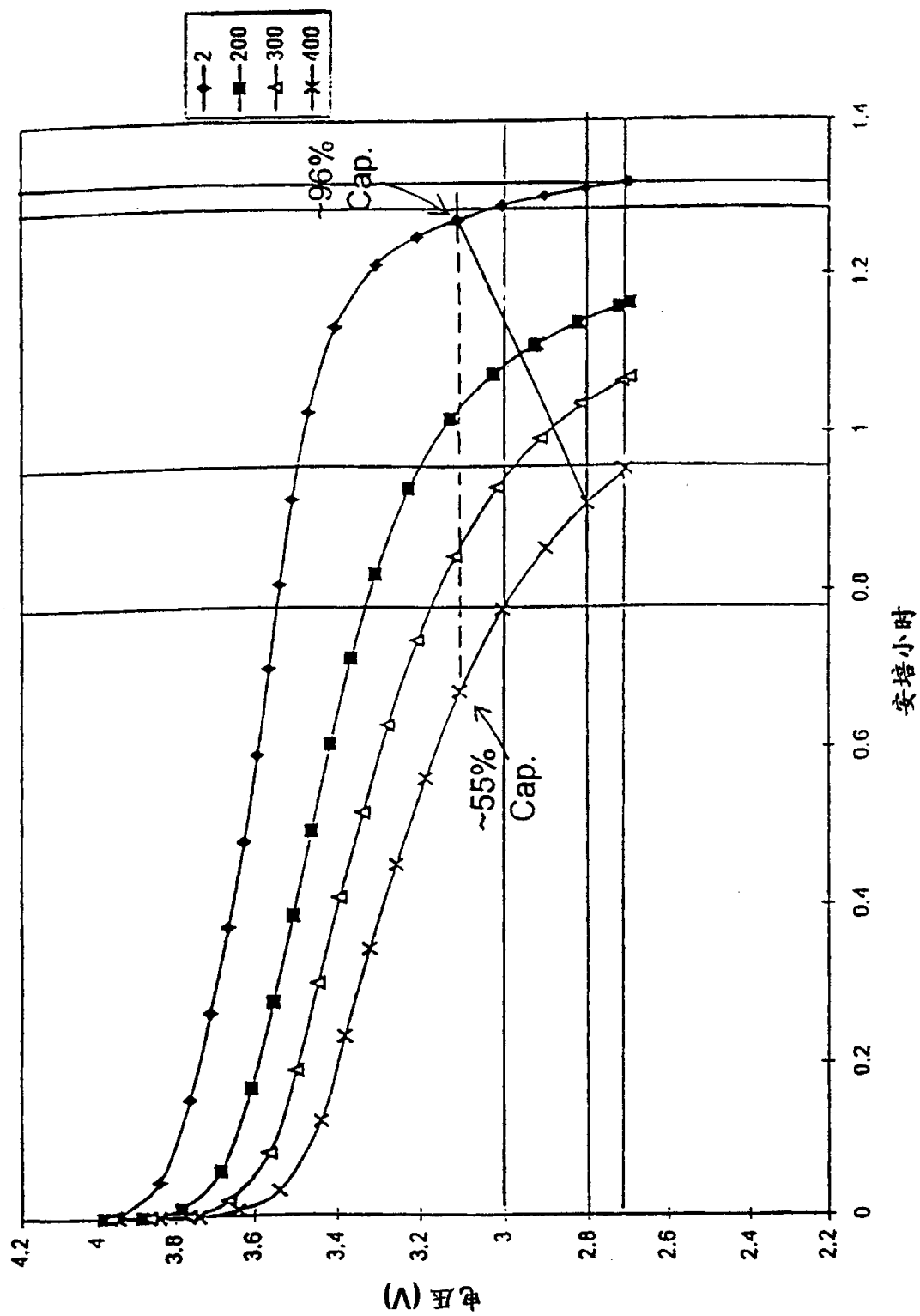


图 1

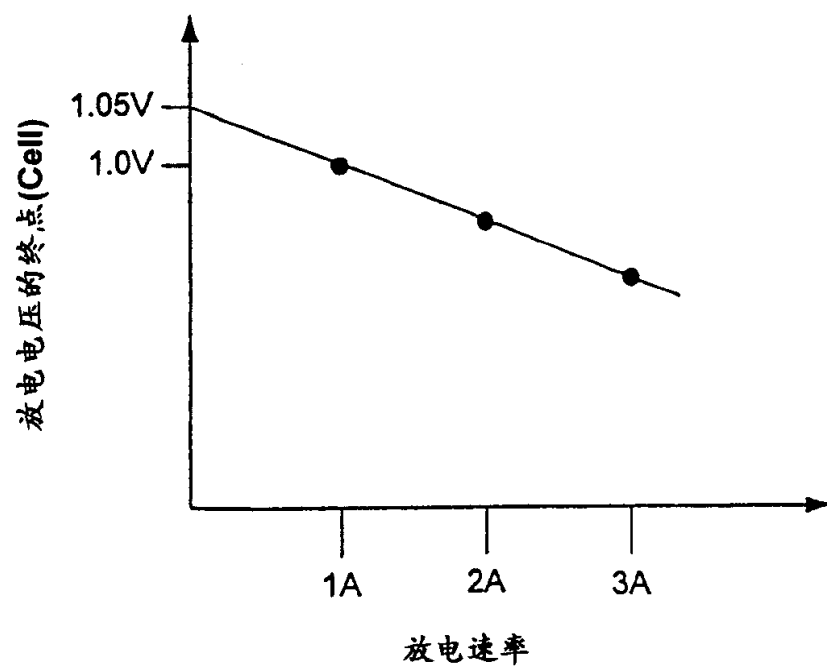


图 2A

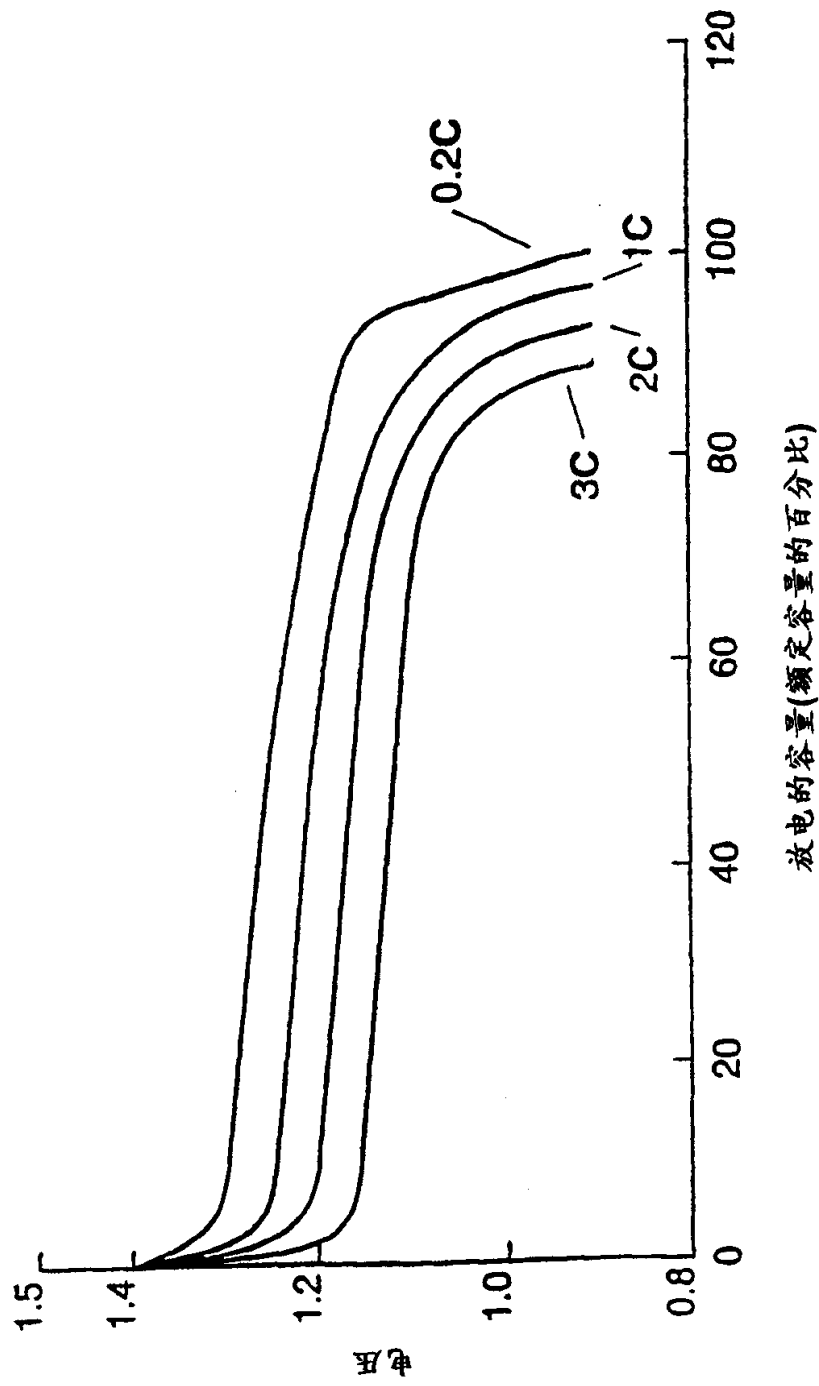


图 2B