

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01R 31/36 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380108136.4

[45] 授权公告日 2008年11月26日

[11] 授权公告号 CN 100437135C

[22] 申请日 2003.11.5

[21] 申请号 200380108136.4

[30] 优先权

[32] 2002.11.15 [33] JP [31] 331971/2002

[86] 国际申请 PCT/JP2003/014116 2003.11.5

[87] 国际公布 WO2004/046742 日 2004.6.3

[85] 进入国家阶段日期 2005.7.1

[73] 专利权人 索尼株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 上坂进一 富田尚 畠泽刚信

池田多闻

[56] 参考文献

US5691078A 1997.11.25

CN1212373A 1999.3.31

JP5329533A 1978.3.18

JP2000147075A 2000.5.26

JP888944A 1996.4.2

JP2002236514A 2002.8.23

JP2001231179A 2001.8.24

CN1196796A 1998.10.21

CN1216827A 1999.5.19

JP2002162452A 2002.6.7

JP2002303646A 2002.10.18

CN11263201A 1996.7.10

CN1132356A 1996.10.2

审查员 张 岩

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 蒲迈文 黄小临

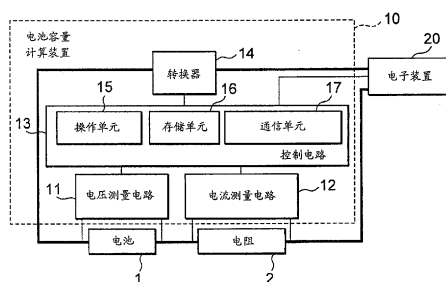
权利要求书4页 说明书24页 附图10页

[54] 发明名称

电池容量计算方法以及电池容量计算装置

[57] 摘要

一种能够不依赖于诸如温度、退化等环境条件，以极高的精度计算蓄电池的剩余容量，特别是在放电的结束阶段的电池容量计算方法。一种电池容量计算装置(10)，包括：一电压测量电路(11)，用于测量电池(1)的放电期间其端电压(V_{mea})；一电流测量电路(12)，用于测量电池(1)的放电期间其电流值(I)；以及一控制电路(13)，用于计算剩余容量和/或剩余功率。控制电路(13)中的一计算部分(15)根据电压测量电路(11)和电流测量电路(12)所测量的端电压(V_{mea})和电流值(I)，计算放电容量(Q_{mea})和表观放电容量(Q_{ocv})，然后，在放电期间，根据容量差距(ΔQ)，即它们之间的差，预测将出现在包括放电结束阶段的今后的放电曲线(C_{pre})。然后，根据所预测放电曲线(C_{pre})，计算电池(1)的剩余容量的电池容量。



1. 一种用于计算蓄电池的今后放电曲线的电池容量计算方法，包括：
 - 一平衡电压曲线计算步骤，用于计算表明所述蓄电池中放电容量和平衡电压之间的关系的平衡电压曲线 C_{equ} ；
 - 一电压电流测量步骤，用于测量放电时所述蓄电池的端电压 V_{mca} 和电流值 I ；
 - 一放电容量计算步骤，用于根据端电压 V_{mca} 和电流值 I 计算所述蓄电池的放电容量 Q_{mca} ，其中，端电压 V_{mca} 和电流值 I 均是在所述电压电流测量步骤测量的；
 - 一表观平衡电压计算步骤，用于通过把直流电阻 R_{dc} 的电压降 ΔV_{dc} 添加于端电压 V_{mca} ，计算表观平衡电压 V_{ocv} ；
 - 一表观放电容量计算步骤，用于根据在所述平衡电压曲线计算步骤所计算的平衡电压曲线 C_{equ} 计算相应于在所述表观平衡电压计算步骤所计算的表观平衡电压 V_{ocv} 的表观放电容量 Q_{ocv} ；
 - 一容量变化计算步骤，用于计算作为放电容量 Q_{mca} 和表观放电容量 Q_{ocv} 之间的差的一容量变化 ΔQ ；以及
 - 一估算步骤，用于根据在所述容量变化计算步骤所计算的容量变化 ΔQ 估算今后放电曲线 C_{pre} 。
2. 根据权利要求 1 所述的电池容量计算方法，其中，在所述估算步骤，当所述蓄电池的状态接近于放电的最后阶段时，根据在所述放电容量计算步骤所计算的放电容量 Q_{mca} 以及在所述容量变化计算步骤所计算的容量变化 ΔQ ，计算一放电容量的容量变化的减小率 dQ ，以及根据容量变化 ΔQ 和减小率 dQ ，估算今后放电曲线 C_{pre} 。
3. 根据权利要求 2 所述的电池容量计算方法，其中，当所述蓄电池的状态接近于放电的最后阶段时，由放电容量 Q_{mca} 的一个线性函数表示容量变化 ΔQ 。
4. 根据权利要求 1 所述的电池容量计算方法，其中，在所述估算步骤，当所述蓄电池的状态未处于放电的最后阶段时，根据平衡电压曲线 C_{equ} 计算相应于放电容量 Q_{mca} 的平衡电压 V_{equ} ，并且根据平衡电压 V_{equ} 和端电压 V_{mca} 之间的差的电压降 ΔV ，估算今后的放电曲线 C_{pre} 。

5. 根据权利要求4所述的电池容量计算方法, 其中, 在所述估算步骤, 通过从平衡电压曲线 C_{equ} 减去电压降 ΔV , 估算放电曲线 C_{pre} .

6. 根据权利要求4所述的电池容量计算方法, 其中, 在所述估算步骤, 使用相应于当前最大负载的最大电压降 ΔV_{max} 取代电压降 ΔV 估算放电曲线 C_{pre} .

7. 根据权利要求1所述的电池容量计算方法, 还包括一剩余容量和/或剩余功率计算步骤, 用于根据在所述估算步骤所估算的放电曲线 C_{pre} 计算所述蓄电池的剩余容量和/或剩余功率.

8. 根据权利要求1所述的电池容量计算方法, 还包括这样一个步骤: 用于根据表观平衡电压 V_{ocv} , 判断所述蓄电池的状态是否为接近放电最后阶段的状态, 以根据判断结果, 转到放电曲线 C_{pre} 的一种估算方法.

9. 根据权利要求8所述的电池容量计算方法, 其中, 在所述用于判断所述蓄电池的状态是否为接近放电最后阶段的状态的步骤, 把表观平衡电压 V_{ocv} 与一个预先确定的阈值加以比较, 以判断所述蓄电池的状态是否为接近放电最后阶段的状态.

10. 根据权利要求1所述的电池容量计算方法, 其中, 在所述表观平衡电压计算步骤, 基于根据电流变化的电压变化, 计算直流电阻 R_{dc} .

11. 根据权利要求1所述的电池容量计算方法, 其中, 在所述表观平衡电压计算过程, 根据平均电压和平均电流值, 计算直流电阻 R_{dc} .

12. 根据权利要求1所述的电池容量计算方法, 其中, 在所述平衡电压曲线计算步骤, 根据至少两个点上的平衡电压和平衡电压之间的容量, 计算平衡电压曲线 C_{equ} .

13. 根据权利要求12所述的电池容量计算方法, 其中, 在所述平衡电压曲线计算步骤, 根据至少两个点上的平衡电压和平衡电压之间的容量, 计算通过把蓄电池的满充电容量除以未衰减的初始电池的满充电容量所获得的商所表示的收缩率 S .

14. 根据权利要求1所述的电池容量计算方法, 其中, 在所述平衡电压曲线计算步骤, 根据一个相继的电压变化强制性停止充电并且获得一个平衡电压.

15. 根据权利要求7所述的电池容量计算方法, 其中, 在所述剩余容量和/或剩余功率计算步骤, 把所计算的剩余容量和/或所计算的剩余功率传

送给把所述蓄电池用作其电源的电子装置。

16. 一种电池容量计算装置，用于计算蓄电池的今后放电曲线，包括：

电压测量装置，用于测量放电时所述蓄电池的端电压 V_{mca} ；

电流测量装置，用于测量放电时所述蓄电池的电流值 I ；以及

操作处理装置，用于计算所述蓄电池的剩余容量和 / 或剩余功率，

其中，所述操作处理装置计算一表明所述蓄电池中放电容量和平衡电压之间的关系的平衡电压曲线 C_{cqu} ；根据使用所述电压测量装置所测量的端电压 V_{mca} 以及使用所述电流测量装置所测量的电流值 I ，计算所述蓄电池的放电容量 Q_{mca} ；通过把直流电阻 R_{dc} 的电压降 ΔV_{dc} 添加于端电压 V_{mca} ，计算表观平衡电压 V_{ocv} ；根据平衡电压曲线 C_{cqu} ，计算相应于表观平衡电压 V_{ocv} 的表观放电容量 Q_{ocv} ；计算放电容量 Q_{mca} 和表观放电容量 Q_{ocv} 之间的差的容量变化 ΔQ ，并且根据容量变化 ΔQ 估算今后的放电曲线 C_{pre} 。

17. 根据权利要求 16 所述的电池容量计算装置，其中，当所述蓄电池的状态接近于放电的最后阶段时，所述操作处理装置根据放电容量 Q_{mca} 以及容量变化 ΔQ ，计算放电容量的容量变化的减小率 dQ ，以及根据容量变化 ΔQ 和减小率 dQ ，估算今后放电曲线 C_{pre} 。

18. 根据权利要求 17 所述的电池容量计算装置，其中，当所述蓄电池的状态接近于放电的最后阶段时，由放电容量 Q_{mca} 的一个线性函数表示容量变化 ΔQ 。

19. 根据权利要求 16 所述的电池容量计算装置，其中，当所述蓄电池的状态未处于放电的最后阶段时，所述操作处理装置根据平衡电压曲线 C_{cqu} 计算相应于放电容量 Q_{mca} 的平衡电压 V_{cqu} ，并且根据平衡电压 V_{cqu} 和端电压 V_{mca} 之间的差的电压降 ΔV ，估算今后的放电曲线 C_{pre} 。

20. 根据权利要求 19 所述的电池容量计算装置，其中，所述操作处理装置，通过从平衡电压曲线 C_{cqu} 减去电压降 ΔV ，估算放电曲线 C_{pre} 。

21. 根据权利要求 19 所述的电池容量计算装置，其中，所述操作处理装置，使用相应于当前最大负载的最大电压降 ΔV_{max} 取代电压降 ΔV 估算放电曲线 C_{pre} 。

22. 根据权利要求 16 所述的电池容量计算装置，其中，所述操作处理装置，根据估算的放电曲线 C_{pre} 计算所述蓄电池的剩余容量和 / 或剩余功率。

23. 根据权利要求 16 所述的电池容量计算装置，其中，所述操作处理装

置根据表观平衡电压 V_{ocv} ，判断所述蓄电池的状态是否为接近放电最后阶段的状态，以根据判断结果，转到放电曲线 C_{pre} 的一种估算方法。

24. 根据权利要求 23 所述的电池容量计算装置，其中，所述操作处理装置把表观平衡电压 V_{ocv} 与一个预先确定的阈值加以比较，以判断所述蓄电池的状态是否为接近放电最后阶段的状态。

25. 根据权利要求 16 所述的电池容量计算装置，其中，所述操作处理装置基于根据电流变化的电压变化，计算直流电阻 R_{dc} 。

26. 根据权利要求 16 所述的电池容量计算装置，其中，所述操作处理装置根据平均电压和平均电流值，计算直流电阻 R_{dc} 。

27. 根据权利要求 16 所述的电池容量计算装置，其中，所述操作处理装置根据至少两个点上的平衡电压和平衡电压之间的容量，计算平衡电压曲线 C_{equ} 。

28. 根据权利要求 27 所述的电池容量计算装置，其中，所述操作处理装置根据至少两个点上的平衡电压和平衡电压之间的容量，计算通过把所述蓄电池的满充电容量除以未衰减的初始电池的满充电容量所获得的商所表示的收缩率 S 。

29. 根据权利要求 16 所述的电池容量计算装置，其中，所述操作处理装置根据一个相继的电压变化强制性停止充电并且获得一个平衡电压。

30. 根据权利要求 22 所述的电池容量计算装置，还包括传输装置，用于把所述操作处理装置所计算的剩余容量和 / 或剩余功率传送给把所述蓄电池用作其电源的电子装置。

电池容量计算方法以及电池容量计算装置

技术领域

本发明涉及一种电池容量计算方法，一种电池容量计算装置以及一种电池容量计算程序，它们全部用于计算蓄电池（secondary battery）的剩余容量和/或剩余功率。

背景技术

例如，与笔记本型个人计算机和便携式电话一样，把蓄电池（此处简单地将其称为电池），例如把锂离子蓄电池作为其电源的电子装置，最近已变得十分普遍。

作为一种计算电池剩余容量的方法，人们已经建议和考察了各种方法。例如，其中包括一种使用电池的端电压和剩余容量之间的关系的方法、一种在其中把满充电容量时的放电容量被定义为“0”的情况下，从满充电容量减去通过整合放电电流所获得的放电容量的方法。

此处，可以由曲线 C_{new} 和 C_{old} 表示端电压和剩余容量之间的关系，沿曲线 C_{new} 和 C_{old} ，端电压随剩余容量的减小，减小到一个预先确定的放电停止电压 V_{cut} ，例如，如图 16 中所示。具体地讲，在一个电池中，当剩余容量变得处于“0”附近时，即在放电的最后阶段中时，其端电压具有迅速下降的趋势。因此，在这一区域中设置一个预先确定的放电警告电压 V_{war} 。顺便提及，在该图中，曲线 C_{new} 表示一个尚未衰减的初始电池的端电压，曲线 C_{old} 表示因使用已经衰减的衰减电池的端电压。即，在这种电池中，已知当电池被使用了很长一段时间并且已经衰减时，电池的端电压和剩余容量之间的关系会明显变化，即使在放电条件相同的情况下。因此，在使用以上所提到的电池的端电压和剩余容量之间的关系的电池容量计算方法中，存在着剩余容量的估算精度降低的问题。

因此，在计算电池的剩余容量时，必须考虑对因电池的这样的衰减所导致的电压特性变化的测量。对于以上所提到的从满充电容量减去通过整合放

电电流所获得的放电容量的电池容量计算方法，作为一种处理因电池的衰减所导致的电压特性变化的方法，人们已考察过各种方法（例如，参见序号为 2002-236154 和 2002-162452 的日本专利申请公开）。例如，其中包括一种统计充电和放电周期的次数，并根据所统计的周期次数校正电池的满充电容量的方法、一种使用充电容量校正电池的满充电容量直至电池变为其满充电状态的方法等。

作为一种统计充电和放电周期的次数以根据所统计的周期次数校正满充电容量的方法，序号为 2002-236154 的日本专利申请公开披露了“一种电池的剩余容量校正方法”。序号为 2002-236154 的日本专利申请公开描述了：通过根据电池保存状态，校正电池的满充电容量，不仅可以减少周期次数，而且还可以减小剩余容量的显示误差，甚至是在保存了很长一段时间之后使用电池。

而且，作为一种使用充电容量校正电池的满充电容量直至电池变为满充电状态的方法，序号为 2002-162452 的日本专利申请公开披露了“一种电池剩余容量检测电路”。序号为 2002-162452 的日本专利申请公开描述了在放电达到预先确定的放电警告电压时，可以通过使用达到满充电状态的充电容量校正满充电容量，精确地检测电池的剩余容量，甚至是在电池的电压特性发生了变化时。

然而，序号为 2002-236154 的日本专利申请公开中所描述的技术包括这样一个问题：其中，如果使用理想环境中所测量的一个校正系数校正满充电容量，则由于实际使用环境的变化和实际的衰减形式，需计算一个不同于实际满充电容量的值。

而且，在序号为 2002-162452 的日本专利申请公开中所描述的技术还存在以下的一些问题。

对于具有终止处理过程所需的剩余容量的电池，由于连接于电池的电子蓄装置通常要转到电池的终止处理过程，所以把放电警告电压设置得高于电池的原始放电停止电压。此处，尽管使用尚未衰减的初始电池的所测数据确定放电警告电压，但随着电池的逐渐衰减，在放电的最后阶段中，曲线的倾斜度变缓，如图 16 中所示。换句话说，描述了电池放电容量和端电压关系的放电最后阶段中电池的放电曲线的倾斜度，随电池的逐渐衰减而变缓。因此，即使衰减电池的电压为放电警告电压或低于根据尚未衰减的初始电池所确定

的电压，也在衰减电池中保持了足够的容量。

然而，由于在序号为 2002-162452 的日本专利申请公开中所描述的技术不能根据电池的衰减状态，降低放电警告电压，所以低估了满充电容量。于是，其中存在着这样一个问题：即使电池实际并未严重衰减，电池的剩余容量也会被计算得很少，因此，电子装置的实际使用时间变短。

另一方面，作为一种从不同于序号为 2002-236154 和 2002-162452 的日本专利申请公开中所披露的使用端电压和剩余容量的方法以及从满充电容量减去通过整合放电电流所获得的放电容量的方法的角度计算电池的剩余容量的方法，序号为 2001-231179 的日本专利申请公开中描述了一种技术。

作为一种使用电池的内部阻抗和平衡电压计算剩余容量的方法，序号为 2001-231179 的日本专利申请公开披露了“一种电池容量检测方法、一种装置以及一种电池组”。顺便提及，当电池已处于电池的端点开路的状态很长一段时间之后电池的电极的内部状态以及电解液变得稳定时，平衡电压表示电池的端电压。序号为 2001-231179 的日本专利申请公开披露了这样一种技术：测量描述衰减电池的放电容量和平衡电压的关系的平衡电压曲线、以及电池的内部阻抗，以根据因内部阻抗所导致的电压降计算电池的剩余容量。序号为 2001-231179 的日本专利申请公开中还描述了：该申请的申请人不仅试图计算剩余容量，而且还试图计算精确的剩余功率。

然而，序号为 2001-231179 的日本专利申请公开中所描述的技术存在下列问题。

由平衡电压曲线 C_{equ} 和放电曲线 C_{dch} 之间的差表示因电池的内部阻抗所导致的电压降 ΔV ，如图 17 中所示。内部阻抗随放电容量而变化，并且在放电的最后阶段显著增加。因此，为了使用内部阻抗计算剩余容量，考虑放电的最后阶段内部阻抗的增加变成最重要的事情。

目前，已知电池的内部阻抗也随电池的逐渐衰减而变化。序号为 2001-231179 的日本专利申请公开中所描述的技术试图通过适当地测量内部阻抗计算剩余功率。特别是，为了测量放电的最后阶段中内部阻抗的增加，必须在放电的最后阶段之前，充分进行放电。

即，由于序号为 2001-231179 的日本专利申请公开中所描述的技术在放电期间不能掌握放电最后阶段中的内部阻抗，所以该技术存在着这样一个问题：其中，在预先所测的内部阻抗与当前的内部阻抗计相比已明显变化的情

况下，例如在电池从存放了很长一段时间的状态开始放电的情况下，以及在因按浅放电深度反复充放电电池已衰减的情况下，不能精确估算剩余容量。

如以上所提到的，这些不同的传统电池容量计算方法不能够预先估算衰减电池的放电曲线，特别是在放电的最后阶段。因此，存在着这样一个问题：其中，在使用传统的电池容量计算方法计算剩余容量的情况下，不能够完全用尽电池的容量，因此电子装置的实际使用时间变短。

即，传统的电池容量计算方法均具有这样一个矛盾的问题：其中，在电池几乎完全放电之前，这些方法不能够估算精确的剩余容量，而且，另一方面，为了进行几乎完全的放电，需要事先掌握精确的剩余容量。这意味着传统的电池容量计算方法不能够实际加以实现。

而且，采用传统的电池容量计算方法，还导致了由于不能够完全使用电池的容量，所以不能够检测电池的真正衰减状态以及检测电池的过度衰减的情况。

鉴于这样的实际情况，提出了本发明，本发明旨在提供一种电池容量计算方法，一种电池容量计算装置以及一种电池容量计算程序，它们全部能够不依赖于电池的环境条件，例如电池的温度和衰减状态，十分精确地计算电池的剩余容量，特别是在放电的最后阶段，从而延长了电池的寿命。

发明内容

用于实现以上所描述的目的的根据本发明的电池容量计算方法，是一种用于计算蓄电池的今后放电曲线的电池容量计算方法，包括一个平衡电压曲线计算步骤，用于计算描述蓄电池中放电容量和平衡电压之间的平衡电压曲线 C_{equ} ；一个电压电流测量步骤，用于测量放电时蓄电池的端电压 V_{mea} 和电流值 I ；一个放电容量计算步骤，用于根据端电压 V_{mea} 和电流值 I 计算蓄电池的放电容量 Q_{mea} ，其中，端电压 V_{mea} 和电流值 I 均是在电压电流测量步骤加以测量的；一个表观平衡电压计算步骤，用于通过把直流电阻 R_{dc} 的电压降 ΔV_{dc} 添加于端电压 V_{mea} ，计算表观平衡电压 V_{ocv} ；一个表观放电容量计算步骤，用于根据在平衡电压曲线计算步骤所计算的平衡电压曲线 C_{equ} 计算相应于在表观平衡电压计算步骤所计算的表观平衡电压 V_{ocv} 的表观放电容量 Q_{ocv} ；一个容量变化计算步骤，用于计算作为放电容量 Q_{mea} 和表观放电容量 Q_{ocv} 之间的差的一个容量变化 ΔQ ；以及一个估算步骤，用于根据在容量变化计算步

骤所计算的容量变化 ΔQ 估算今后放电曲线 C_{pre} 。

根据本发明的这样的一个电池容量计算方法，顺序地测量放电时的端电压 V_{mca} 和电流值 I ，根据端电压 V_{mca} 和电流值 I 计算放电容量 Q_{mca} 和表观放电容量 Q_{ocv} ，然后，根据作为放电容量 Q_{mca} 和表观放电容量 Q_{ocv} 之间的差的容量变化 ΔQ ，在放电期间，估算包括放电的最后阶段的今后放电曲线 C_{pre} 。因此，根据本发明的电池容量计算方法可以获得精确的剩余容量和 / 或剩余功率，在放电期间，而传统上，在电池几乎完全放电之前，不能计算精确的剩余容量和 / 或剩余功率。

更具体地讲，在估算步骤，当电池的状态接近于放电的最后阶段时，根据在放电容量计算步骤所计算的放电容量 Q_{mca} 和在容量变化计算步骤所计算的容量变化 ΔQ ，计算移向放电容量的容量的减小率 dQ ，并且根据容量变化 ΔQ 和减小率 dQ 估算今后的放电曲线 C_{pre} 。

在这一情况下，当电池的状态接近于放电的最后阶段时，由放电容量 Q_{mca} 的一个线性函数表示容量变化 ΔQ 。因此，可以容易地估算今后的放电曲线 C_{pre} 。

另一方面，在估算步骤，当电池的状态未处于放电的最后阶段时，根据平衡电压曲线 C_{equ} 计算相应于放电容量 Q_{mca} 的平衡电压 V_{equ} ，并且根据作为平衡电压 V_{equ} 和端电压 V_{mca} 之间的差的电压降 ΔV ，估算今后的放电曲线 C_{pre} 。

根据本发明的电池容量计算方法包括一个转换步骤，用于根据表观平衡电压 V_{ocv} 判断电池的状态是否接近放电的最后阶段，以根据判断结果转换到放电曲线 C_{pre} 的一种估算方法。

从而，根据本发明的电池容量计算方法，在放电期间，能够十分精确地估算放电曲线，特别是在放电的最后阶段。

而且，用于实现以上所提到的目的的根据本发明的电池容量计算装置，是一种用于计算蓄电池的剩余容量和 / 或剩余功率的电池容量计算装置，包括电压测量装置，用于测量放电时蓄电池的端电压 V_{mca} ；电流测量装置，用于测量放电时蓄电池的电流值 I ；以及操作处理装置，用于计算蓄电池的剩余容量和 / 或剩余功率，其中，操作处理装置计算一条描述蓄电池中放电容量和平衡电压之间的关系平衡电压曲线 C_{equ} ；根据使用电压测量装置所测量的端电压 V_{mca} 以及使用电流测量装置所测量的电流值 I ，计算蓄电池的放电

容量 Q_{mea} ; 通过把因直流电阻 R_{dc} 所导致的电压降 ΔV_{dc} 添加于端电压 V_{mea} , 计算表观平衡电压 V_{ocv} ; 根据平衡电压曲线 C_{cqu} , 计算相应于表观平衡电压 V_{ocv} 的表观放电容量 Q_{ocv} ; 计算作为放电容量 Q_{mea} 和表观放电容量 Q_{ocv} 之间的差的容量变化 ΔQ , 并且根据容量变化 ΔQ 估算今后的放电曲线 C_{pre} .

根据本发明的这样一种电池容量计算装置, 分别使用电压测量装置和电流测量装置顺序地测量放电时的端电压 V_{mea} 和电流值 I , 使用操作处理装置, 根据端电压 V_{mea} 和电流值 I 计算放电容量 Q_{mea} 和表观放电容量 Q_{ocv} , 并且使用操作处理装置, 根据作为放电容量 Q_{mea} 和表观放电容量 Q_{ocv} 之间的差的容量变化 ΔQ 估算包括放电期间放电最后阶段的今后的放电曲线 C_{pre} . 从而, 根据本发明的电池容量计算装置可以获得精确的剩余容量和 / 或剩余功率, 在放电期间, 传统上, 在电池几乎完全放电之前, 不能够计算精确的剩余容量和 / 或剩余功率.

而且, 用于实现以上所提到的目的的根据本发明的电池容量计算程序, 是一种能够由用于计算蓄电池的剩余容量和 / 或剩余功率的电池容量的计算机执行的电池容量计算程序, 包括平衡电压曲线计算处理过程, 用于计算描述蓄电池的放电容量和平衡电压之间的关系的平衡电压曲线 C_{cqu} ; 电压电流测量处理过程, 用于测量放电时蓄电池的端电压 V_{mea} 和电流值 I ; 放电容量计算处理过程, 用于根据端电压 V_{mea} 和电流值 I 计算蓄电池的放电容量 Q_{mea} ; 表观平衡电压计算处理过程, 用于通过把因直流电阻 R_{dc} 所导致的电压降 ΔV_{dc} 添加于端电压 V_{mea} , 计算表观平衡电压 V_{ocv} ; 表观放电容量计算处理过程, 用于根据平衡电压曲线计算处理过程所计算的平衡电压曲线 C_{cqu} 计算相应于平衡电压计算处理过程所计算的表观平衡电压 V_{ocv} 的表观放电容量 Q_{ocv} ; 以及估算处理过程, 用于根据容量变化计算处理过程所计算的容量变化 ΔQ 估算今后的放电曲线 C_{pre} .

根据本发明的这样一种电池容量计算程序, 顺序地测量放电时的端电压 V_{mea} 和电流值 I , 根据端电压 V_{mea} 和电流值 I 计算放电容量 Q_{mea} 和表观放电容量 Q_{ocv} , 并且根据作为放电容量 Q_{mea} 和表观放电容量 Q_{ocv} 之间的差的容量变化 ΔQ , 估算包括放电期间放电最后阶段的今后的放电曲线 C_{pre} . 从而, 配备了根据本发明的电池容量计算程序的装置, 可以获得精确的剩余容量和 / 或剩余功率, 在放电期间, 传统上, 在电池几乎完全放电之前, 不能够计算精确的剩余容量和 / 或剩余功率.

附图说明

图 1 示出了停止放电时的电压变化，并且用于说明根据本发明的一个实施例所描述的电池容量计算方法的原理；

图 2 示出了放电时端电压与放电容量的关系，以及表观放电容量与表观平衡电压的关系；

图 3 示出了放电容量和容量变化之间的关系；

图 4 示出了放电容量和平衡电压之间的一条平衡电压曲线；

图 5 示出了放电容量和电压之间的关系，并且示出了一种用于根据电压降计算剩余容量和剩余功率的方法，其中，电压降为放电时的端电压和平衡电压之间的差；

图 6 示出了放电容量和电压之间的关系，并且示出了一种用于根据通过放电时校正端电压所获得的表观平衡电压和容量变化估算放电最后阶段中的一条放电容量，并且用于计算剩余容量和剩余功率的方法；

图 7 示出了初始电池的一条平衡电压曲线和衰减电池的一条平衡电压曲线，并且示出了一种用于根据收缩率获得衰减电池的平衡电压曲线的方法；

图 8 示出了一个其中在强制停止充电的情况下，从充电停止时电压变化率的绝对值的平方根几乎随时间的对数线性地减小的状态；

图 9 是一个结构图，示出了一个向其施用了该电池容量计算方法的具体电池容量计算装置；

图 10 的流程图示出了该电池容量计算装置中在计算电池的剩余容量和剩余功率时的一系列处理过程；

图 11 的流程图示出了图 10 中所示充电处理步骤的细节；

图 12 的流程图示出了图 10 中所示放电处理步骤的细节；

图 13 的流程图示出了图 12 中所示第一剩余容量计算步骤的细节；

图 14 的流程图示出了图 12 中所示第二剩余容量计算步骤的细节；

图 15 的流程图示出了图 10 中所示暂停处理步骤的细节；

图 16 示出了端电压和剩余容量之间的关系，并且示出了其中初始电池的特性改变至衰减电池的特性的一个状态；以及

图 17 示出了电压和放电容量之间的关系，并且示出了其中因电池的内部阻抗所导致的电压降随放电容量变化的一个状态。

具体实施方式

以下，参照附图，详细描述其应用了本发明的一个具体的实施例。

本实施例是一种用于计算蓄电池的剩余容量的电池容量计算方法，例如其中的蓄电池为用作诸如笔记本型个人计算机和携带式电话的电子装置的电源的锂离子蓄电池。本实施例基于下列事实，即本申请的申请人具有这样的知识：尽管是在放电期间，通过检查放电最后阶段中的放电曲线的特性和各种条件下蓄电池内部的物理化学现象，以及通过测量放电时的端电压和电流值，但十分精确地估算放电最后阶段中的一条放电曲线也是可能的。即，该电池容量计算方法顺序地测量蓄电池的端电压和电流值，并且根据所测量的端电压和电流值估算包括放电期间最后放电阶段的今后的一条放电曲线。从而，该电池容量计算方法可以获得放电期间精确的剩余容量，传统上，在蓄电池几乎完全放电之前，不能够计算精确的剩余容量。

顺便提及，以下，在描述过程中，简单地把蓄电池称之为电池。而且，在以下的描述中，平衡电压表明在电池的端点开路的状态下，电池保存了较长一段时间后电池的电极和电解液的内部状态变得稳定时的端电压。平衡电压曲线意味着一条描述了放电容量和平衡电压之间的关系的曲线。另外，在以下的描述中，放电曲线意味着一条描述了放电容量和端电压之间的关系的曲线，并且针对放电容量，把全放电状态时的容量定义为“0”。

首先，为了描述该电池容量计算方法的原理，使用图 1 描述平衡电压曲线和放电曲线之间的关系。

在一个电池中，当其正在放电时，由于电池的内部阻抗的影响，电池的端电压 V_{mca} 通常呈低于其与放电时的电流值相对应的平衡电压 V_{equ} 的值的值。

现在，将根据该图中所示的情况中放电曲线 V_{dch} 的时间变化，考察在某一时刻 t 停止放电和电池的端点开路的情况。在这一情况中，在放电刚刚停止之后，在端电压已迅速增加之后，端电压缓慢地增加。当电池放置了一段预先确定的时间时，端电压与平衡电压 V_{equ} 相一致。

这一现象表明，把电池的内部阻抗粗略地划分为两类，一类是瞬时响应电流值的变化分量的一类是缓慢地响应电流值的变化分量。此处，把放电停止后立即迅速增加的电压称为表观 (apparent) 平衡电压 V_{ocv} 。而且，根

据放电停止后电压变化的时间常数，把由放电时平衡电压 V_{equ} 和端电压 V_{mca} 之间的差所表示的电压降 $\Delta V (=V_{\text{equ}}-V_{\text{mca}})$ 分类为电压降 $\Delta V_{\text{dc}} (=V_{\text{ocv}}-V_{\text{mca}})$ 和 $\Delta V_{\text{di}} (=V_{\text{equ}}-V_{\text{ocv}})$ 。把前者称为因直流电阻 R_{dc} 所导致的电压降 ΔV_{dc} ，把后者称为因扩散导致的电压降 ΔV_{di} 。

具体地讲，由构成电池的电极的电阻和电解液以及电极和电解液之间的界面所产生的过压导致了直流电阻 R_{dc} 。因直流电阻 R_{dc} 所导致的电压降 ΔV_{dc} ，基本上符合欧姆定律，从而可以由电流值 I 和直流电阻 R_{dc} 的乘积加以表示。

另一方面，因扩散所导致的电压降 ΔV_{di} ，是由电池内部载有电荷的化学材料的浓度分布所造成的，并且与电解液内部的电荷的移动相关。相反，应该加以注意的是，因放电停止之后扩散所导致的电压降 ΔV_{di} 所造成的端电压的缓慢上升的现象，是因为这样的事实所导致的：在其中因放电时电荷的移动使化学材料的浓度分布中产生偏差的状态下停止放电时，缓慢地产生了均匀的化学材料的浓度分布重复的现象。由于在放电期间电池内部的化学材料的浓度分布总是在不断变化，所以与直流电阻 R_{dc} 的所导致的电压降 ΔV_{dc} 不同，不能简单地表示因扩散所导致的电压降 ΔV_{di} 。

顺便提及，计算电池的精确的剩余容量，主要集中于对放电的最后阶段中放电曲线的精确估算。本申请的申请人通过实验断定：出现在放电最后阶段中的内部阻抗的增加，具有一个缓慢地响应以上所提到的两种类型的内部阻抗分量之间的电流值的变化分量中的支配因子。即，本申请人断定：出现在放电最后阶段中的内部阻抗的增加，是因扩散所导致的电压降 ΔV_{di} 的迅速增加所产生的现象。因此，为了精确估算放电最后阶段中的放电曲线，精确估算因扩散所导致的电压降 ΔV_{dc} ，变得很重要。

现在，如图 2 中所示，考察当放电容量为 Q_{mca} 时端电压为 V_{mca} 的情况，并且关注通过把因直流电阻 R_{dc} 所导致的电压降 ΔV_{dc} 添加于端电压 V_{mca} 所获得的表观平衡电压 V_{ocv} 。此外，把相应于平衡电压曲线 C_{equ} 上的表观平衡电压 V_{ocv} 的放电容量 Q_{ocv} 和放电容量 Q_{mca} 之间的差定义为一个容量变化 $\Delta Q (=Q_{\text{ocv}}-Q_{\text{mca}})$ 。由于在其中电池内部载有电荷的化学材料的浓度分布此时未发生的情况下，即其中化学材料的浓度分布为均匀的情况下，通过绘制表观平衡电压 V_{ocv} 所获得的曲线 C_{cd} 与平衡电压曲线 C_{equ} 相一致，所以容量变化 ΔQ 为“0”。因此，可认为容量变化 ΔQ 为描述电池内部所产生的化学材料的浓度分布程度一个测度。

因此，本申请的申请人得到了放电容量和容量变化 ΔQ 的详细的详细的关系。因此，本申请人可认识到，在其中负载为固定的情况下，放电容量和容量变化 ΔQ 之间的关系为这样一种关系：其中，放电的最后阶段中容量变化 ΔQ 相对放电容量几乎线性地减小，纵然电池具有任何衰减状态、任何温度以及任何负载，如在图3中所示。即，认识到，由放电容量 Q_{mea} 的一个线性函数（ $\Delta Q=Q_{ocv}-Q_{mea}=a \cdot Q_{mea}+b$ ； a 和 b 分别为常数）表示容量变化 ΔQ 。可以认为：在放电的最后阶段中，降低了因放电所产生的电池内部化学材料的浓度分布。

因此，通过在放电期间顺序地测量容量变化 ΔQ ，以及通过计算容量变化 ΔQ 的线性减小率算出放电最后阶段中的放电容量，可以容易地从该时刻估算今后的容量变化 ΔQ ，并且因此可以估算表观平衡电压 V_{ocv} 。而且可以通过从所估算的平衡电压 V_{ocv} 减去因直流电阻 R_{dc} 所导致的电压降 ΔV_{dc} ，精确地估算今后的放电曲线。

因此，本发明从一个全新的观点，即不是就电压方向的变化现象而论，而是就容量变化 ΔQ 的容量方向的变化现象而论，关注因扩散所导致的在放电的最后阶段迅速增加的电压降 ΔV_{di} 现象。通过估算今后的容量变化 ΔQ ，本发明使估算放电最后阶段中的一条精确的放电曲线成为可能，而通过传统的方法这是不可能的，特别是本发明还使在放电的最后阶段中精确地计算剩余容量成为可能。

现在，在以下的描述中，将描述基于这样一个原理的电池容量计算方法。

通过由至少一个用于测量电池的端电压和流过电池的电流的电路以及一个用于计算剩余容量的控制电路（尽管此处未对它们加以描述）构成的一个装置，可实现电池容量计算方法。

在该电池容量计算方法中，在控制电路内部提供了一个用于存储各种信息的存储单元，并且事先把用于计算剩余容量的平衡电压曲线存储在该存储单元中。可以事先计算平衡电压曲线，以将其存储在该存储单元中，也可以由使用某些近似公式的函数表示平衡电压曲线，以将其存储在该存储单元中。另外，还可按表格的形式存储平衡电压曲线，在这些表格中把放电容量和平衡电压加以匹配。

而且，在该电池容量计算方法中，在放电时，在计算剩余容量之前，计算电池的直流电阻 R_{dc} ，并且将所计算的直流电阻 R_{dc} 存储在存储单元中。可

以在充电时，测量直流电阻 R_{dc} 。在使用充电时所测量的值的情况下，存在着充电时的温度与放电时的温度互不相同的情况。因此，存在着必须执行进行温度校正的故障处理的可能性。从而，在该电池容量计算方法中，在放电时测量直流电阻 R_{dc} 。当然，由于在该电池容量计算方法的放电期间温度变化可能加剧，所以可对温度变化进行温度补偿。顺便提及，利用产生大负载变化的时机，例如在连接于电池的电子装置加电时，或者在电子装置为个人计算机等的情况下对任意应用加以激活时，在大的负载变化之前和之后，测量电压和电流的变化 dV_{mea} 和 dI ，可以很容易地把直流电阻 R_{dc} 计算为 $R_{dc}=dV_{mea}/dI_{as}$ 。

在这样的电池容量计算方法中，当电池处于使用状态时，顺序地测量端电压 V_{mea} 和电池中流动的电流值 I ，并且通过对电流的整合 (intgration)，计算当前的放电容量 Q_{mea} 。而且，在该电池容量计算方法中，使用存储在存储单元中的直流电阻 R_{dc} 计算电压降 $\Delta V_{dc}C (=I \cdot R_{dc})$ 和表观平衡电压 V_{ocv}

($=\Delta V_{mea}+\Delta V_{dc}=V_{mea}+I \cdot R_{dc}$)，并且使用存储在存储单元中的平衡电压曲线计算表观放电容量 Q_{ocv} ，以获得以上所提到的容量变化 $\Delta Q (=Q_{ocv}-Q_{mea})$ 。而且，在该电池容量计算方法中，还把当前放电容量 Q_{mea} 与容量变化 ΔQ 加以匹配，以将它们存储在存储单元中，并且根据过去几次的放电容量 Q_{mea} 和容量变化 ΔQ 计算容量变化 ΔQ 的减小率 dQ 。

此处，由于使用先前图 3 中所描述的容量变化 ΔQ 的减小率的线性特性的剩余容量计算捕捉接近放电最后阶段的特性，所以除了放电的最后阶段，不能够使用该方法。因此，在该电池容量计算方法中，必须判断当前状态是接近放电的最后阶段的状态，还是放电期间状态，并且必须根据这一判断改变处理的内容。

然后 在该电池容量计算方法中，通过把表观平衡电压 V_{ocv} 与一个预先确定的阈值加以比较，判断电池是否处于接近放电的最后阶段的状态。通过把由直流电阻 R_{dc} 与电流值 I 的乘积加以表示的电压降 Δ_{dc} 与电池的端电压 V_{mea} 相加，获得表观平衡电压 V_{ocv} 。这一方法基于这样一个事实：通过实验本申请的申请人认识到，当表观平衡电压 V_{ocv} 为接近平衡电压曲线的倾斜度在其上迅速改变的一个拐点的电压时，出现图 3 中所示的容量变化 ΔQ 的线性减小，如图 4 中虚圆圈线部分中所示。当然，在该电池容量计算方法中，对电池是否处于接近放电的最后阶段的判断，也可根据放电容量 Q_{mea} 、所测量的

端电压 V_{mca} 或它们的组合进行。而且，也可以通过检测其中通过对所获得的因放电容量 Q_{mca} 所导致的容量变化 ΔQ 进行微分所获得的值变为常数的状态，判断其中容量变化 ΔQ 的减小率变为线性的状态。在使用这两种方法中的任何一种方法的情况下，在该电池容量计算方法中，在利用容量变化 ΔQ 的减小率的线性度判断电池的状态是否接近放电最后阶段的状态方面，均无变化。

在该电池容量计算方法中，在判断电池的状态是否处于放电的最后阶段的情况下，如图 5 中所示，从当前放电容量 Q_{mca} 获得当前平衡电压 V_{equ} ，并且在此时计算电压降 ΔV 。例如，通过从平衡电压曲线 C_{equ} 减去电压降 ΔV ，估算今后的放电曲线 C_{pre} 。而且，在该电池容量计算方法中，把所估算的放电曲线 C_{pre} 变得小于放电停止电压 V_{cut} 之前的放电容量 Q_{cut} 和当前放电容量 Q_{mca} 之差作为剩余容量 Q_r 计算，并且通过所估算的电压加以整合获得值的该图中的一个斜线部分中所示的一个值作为剩余功率 W_r 计算。

顺便提及，使用这样的方法，由于每当计算剩余容量的过程中负载发生变化时电压降 ΔV 也改变，所以剩余容量发生变化。为了避免这一变化，在该电池容量计算方法中，可以使用相应于当前最大负载的最大电压降 ΔV_{max} ，估算今后放电曲线 C_{pre} 。而且，在该电池容量计算方法中，如果假设是恒功率放电，则由于随放电的进行，电压下降，所以电流增大，从而电压降变大。于是，可以在考虑电压降增加的情况下计算今后的电压降 ΔV 。另外，在该电池容量计算方法中，在过去能够执行几乎完全放电的情况下，可以使用此时已实际释放的容量和功率校正所计算的剩余容量。

另一方面，在该电池容量计算方法中，当根据当前容量变化 ΔQ_{mca} 和容量变化的减小率 dQ ，即使用由放电容量 Q_{mca} ($\Delta Q = Q_{ocv} - Q_{mca} = a \cdot Q_{mca} + b$ ； a 和 b 分别为常数) 的一个线性函数所表示的容量变化 ΔQ 的特性，一电池被判断是处于放电的最后阶段（如 6 所示）时，估算该图中黑点所示的今后表观平衡电压，并且通过从表观平衡电压中减去因直流电阻 R_{dc} 所导致的电压降 ΔV_{dc} ，估算今后的放电曲线 C_{pre} 。而且，在该电池容量计算方法中，按与以上所提到的在判断电池是否处于放电的最后阶段的状态几乎相同的方式计算剩余容量 Q_r 和剩余功率 W_r 。此时，在该电池容量计算方法中，就今后电流值而言，可以假设当前的当前电流值和最大电流值今后是固定的，考虑到电流值的变化，也可以假设当前功率和当前最大功率今后是固定的。

顺便提及，在该电池容量计算方法中，如以上所描述的，必须在计算剩

余容量之前获得一条平衡电压曲线。由于平衡电压曲线通常随电池的衰减而变化，所以不必获得尚未衰减的初始电池的平衡电压曲线，而是需获得当前状态下已衰减的电池的平衡电压曲线。此处，应该加以注意的是，初始电池和衰减电池的平衡电压曲线的形状，变成几乎类似的图形，例如，如图7中所示。顺便提及，在该图中，曲线 C_{equn} 表示一尚未衰减的初始电池的平衡电压曲线，曲线 C_{equo} 表示一因使用已经衰减的衰减电池的平衡电压曲线。即，衰减电池的平衡电压曲线 C_{equo} 呈向一个方向降低的形式，并且维持了初始电池的平衡电压曲线 C_{equn} 的形式。

因此，在该电池容量计算方法中，根据平衡电压曲线 C_{equn} 和 C_{equo} 变为几乎相类似的图形的事实，可以预先掌握平衡电压曲线 C_{equn} ，并且获得至少两个点处的衰减电池的平衡电压和平衡电压之间的容量。因此，可以计算平衡电压的容量方向中的收缩率 S ，即“衰减电池的满充电容量 / 初始电池的满充电容量”。例如，在该电池容量计算方法中，如该图中所示，如果由 $V1$ 和 $V2$ 表示衰减电池中所获得的两个点的平衡电压，并且分别由 Q_1 和 Q_2 ($Q_2 > Q_1$) 表示相应于这两个平衡电压 $V1$ 和 $V2$ 的放电容量，则可以通过获得平衡电压曲线 C_{equn} 上的平衡电压为 $V1$ 和 $V2$ 时的放电容量 Q_{ini1} 和 Q_{ini2} ，把收缩率 S 作为 $(Q_2 - Q_1) / (Q_{ini2} - Q_{ini1})$ 计算。在该电池容量计算方法中，根据收缩率 S ，可以获得一个衰减电池的将存储在存储单元中的平衡电压曲线 C_{equo} 。

而且，在该电池容量计算方法中，作为一种用于获得平衡电压的方法，也可以使用下列方法：一种用于根据其中电池的用户既不进行充电也不进行放电的暂停状态下的电压获得平衡电压的方法、一种用于强制停止充电以在此后根据电压变化估算平衡电压的方法等。特别是，在该电池容量计算方法中，一起使用这两种方法，可望增大获得平衡电压的机会。

顺便提及，当强制停止充电时，例如，如图8中所示，电压变化率 (dV/dt) 的绝对值的平方根从停止充电起几乎相对时间的对数线性地减小。本申请的申请人通过实验认识到这一点。因此，该方法能够在充电停止之后的短时间内，根据电压变化估算平衡电压。

然而，由于在计算收缩率 S 时必须使至少在两个点获得的平衡电压之间的容量充分大，所以在以浅深度放电形式反复充电或放电的情况下，难以充分精确地进行计算。但是，如以上所描述的，已通过实验断定：在该电池容量计算方法中，通过利用容量变化 ΔQ 的减小率计算剩余容量，即使在这样

的情况下，也能以足够的精度计算放电最后阶段中的剩余容量。

以下，将描述一种用于计算电池的剩余容量的、向其施用了这样一种电池容量计算方法的具体的电池容量计算装置，其中电池作为一个预先确定的电子装置的电源。顺便提及，以下为了便于描述，将描述计算具有下列特性的一种锂离子蓄电池的剩余容量的电池容量计算装置。即，这种锂离子蓄电池的满充电电压为 4.2V，其放电停止电压为 3.0V，其额定容量为 1800mAh，其直径为 18mm，其长度为 65mm。而且，以下将根据这样的假设进行描述：放电时的电流值为正，充电时的电流值为负。

如以上所描述的，该电池容量计算装置至少由一个用于测量电池的端电压和流过电池的电流的电路、以及一个计算剩余容量的控制电路构成。具体地讲，例如，如图 9 中所示，电池容量计算装置 10 配备有测量一个作为电子装置 20 的电源的电池 1 的端电压的电压测量电路 11、一个测量流过电池 1 的电流的电流测量电路 12、一个计算剩余容量和 / 或剩余功率的控制电路 13、以及一个对停止或开始向电池 1 充电进行转换的开关 14。

顺便提及，可以把由这些单元中的每一单元构成的电池容量计算装置 10 构造成独立于使用电池 1 的电子装置 20 的所谓的电池组，也可以将其安装在包括电池 1 的电子装置 20 中。另外，针对该电池容量计算装置 10，仅可以独立于电子装置 20 配置电池 1。

电压测量电路 11 测量电池 1 的端电压。电压测量电路 11 使用一个模拟到数字 (A/D) 的开关 (未在图中加以显示)，把所获得的作为模拟值的端电压转换为一个数字值，而且电压测量电路 11 还把所转换的数字值提供给控制电路 13。

电流测量电路 12 通过测量串联于电池 1 的电阻 2 (例如 20mΩ) 两端之间的电压，测量流过电池 1 的电流。例如，电流测量电路 12 使用一个 A/D 开关 (未在图中加以显示) 把作为模拟值的电阻 2 两端之间的电压转换为一个数字值，然后电流测量电路 12 把所转换的数字值提供给控制电路 13。

控制电路 13 包括一个执行各种操作的操作单元 15，例如一个微处理器；一个存储单元 16，可重写地存储各种信息；以及一个通信单元 17，使用电子装置 20 执行各种信息的给出和接收。

控制电路 13 把电池 1 的平衡电压曲线作为加以计算的剩余容量的一个对象预先存储在存储单元 16 中。如以上所提到的，可以把预先计算存储在存储

单元 16 中的平衡电压曲线，也可以使用某些近似的公式表示存储在存储单元 16 中的平衡电压曲线。另外，也可以按表格的形式把平衡电压曲线存储在存储单元 16 中，在这些表格中，把放电容量和平衡电压加以匹配。顺便提及，此处，对平衡电压曲线进行设置，以能够在将其存储于存储单元 16 中之前对其加以计算。

具体地讲，在电池容量计算装置 10 中，把电池 1 放置在一个预先确定的充电和放电设备中，并且通过进行恒流充电，例如，通过 1A 的充电电流将其充电至 4.2V。此后，通过对 4.2V 的电压进行 3 小时的恒压充电，把电池 1 充至一满充电电压。然后，在电池容量计算装置 10 中，在诸如放电 1A 电流的条件下，根据一个预先确定的放电容量，放电 10 分钟，此后，令电池 1 的端点开路。然后，放置电池 1 直至端电压稳定，以获得一个平衡电压。在电池容量计算装置 10 中，通过反复地进行这样的测量，直至端电压变成一个预先确定的放电停止电压，即 3.0V，获得一个平衡电压曲线。顺便提及，直至端电压稳定所需的时间至少为 30 分钟或 30 分钟以上。

控制电路 13 将按这样的方式得到的平衡电压曲线预先存储在存储单元 16 中。然后，控制电路 13 根据从电压测量电路 11 所提供的电压以及根据从电流测量电路 12 所提供的电压计算的电流值，计算具有操作单元 15 的电池 1 的剩余容量和 / 或剩余功率。控制电路 13 把已经计算的剩余容量和 / 或剩余功率通过通信单元 17 传送给电子装置 20。此时，控制电路 13 还可以检测衰减电池 1 的衰减状态，以通过通信单元 17 把这一信息传送给电子装置 20。

开关 14 的提供旨在根据从控制电路 13 所提供的控制信号停止或开始充电，并且在充电期间，开关 4 强制性地创建一个暂停状态。

这样的—个电池容量计算装置 10 执行图 10 中所示的一系列步骤，计算电池 1 的剩余容量和 / 或剩余功率。顺便提及，按固定的周期 Δt ，例如 1 秒，重复地或者无规律地执行该图中的步骤 S1 ~ 步骤 S4 的处理过程。此处，把步骤 S1 ~ 步骤 S4 的处理设置成按固定的周期 Δt 加以执行。

首先，如该图中所示，在步骤 S1，电池容量计算装置 10 使用电压测量电路 11 测量端电压 V_{mea} ，并且使用电流测量电路 12 测量电流值 I 。然后，电池容量计算装置 10 使用控制电路 13 获得端电压 V_{mea} 和电流值 I 。

接下来，在步骤 S2，使用控制电路 13 中的操作单元 15，电池容量计算装置 10 进行容量整合，并且计算当前放电容量 $Q_{mea} (=Q_{old}-I \times \Delta t)$ 。此处，参

照标记 Q_{old} 表示最后时刻所计算的放电容量。

然后，在步骤 S3，电池容量计算装置 10 使用控制电路 13 中的操作单元 15，通过操作部分，根据电流值 I ，判断是否进行充电。当电池容量计算装置 10 断定电流值 I 为负时，电池容量计算装置 10 断定要进行充电，并且把其处理过程转到步骤 S5 的充电处理步骤。

另一方面，当电池容量计算装置 10 断定电流值 I 不为负时，电池容量计算装置 10 把其处理过程转到步骤 S4，并使用控制电路 13 中的操作单元 15，根据电流值 I ，判断是否进行放电。当电池容量计算装置 10 断定电流值 I 为正，电池容量计算装置 10 断定要进行放电，并且把其处理过程转到步骤 S6 的放电处理步骤。当电池容量计算装置 10 断定电流值 I 不为正时，即当电池容量计算装置 10 断定电流值 I 既不为正也不为负，而为“0”时，电池容量计算装置 10 把其处理过程转到步骤 S7 的暂停处理步骤。

而且，在结束步骤 S5 的充电处理步骤、步骤 S6 的放电处理步骤以及步骤 S7 的暂停处理步骤中任何一个处理步骤之后，电池容量计算装置 10 从步骤 S1 再次重复这样的处理。通过重复执行这样一系列的步骤，在放电期间，电池容量计算装置 10 可以计算电池 1 的剩余容量和 / 或剩余功率。

以下，将详细描述步骤 S5 的充电处理步骤、步骤 S6 的放电处理步骤以及步骤 S7 的暂停处理步骤。

首先，将详细描述步骤 S5 的充电处理步骤。

当电池容量计算装置 10 的处理过程转到步骤 S11 的充电处理步骤时，如图 11 中所示，电池容量计算装置 10 使用控制电路 13 中的操作单元 15，判断充电容量是否为一个预先确定的值或者为大于该预先确定的值。例如，电池容量计算装置 10 判断从充电开始或从充电的强制终止以来，是否也充了 500mAh 或 500mAh 以上的充电容量。

此处，当电池容量计算装置 10 已断定充电容量不等于或大于该预先确定的值时，电池容量计算装置 10 结束所进行的充电处理过程系列，电池容量计算装置 10 把其处理过程转到其图 10 中的步骤 S1。

另一方面，当电池容量计算装置 10 已断定充电容量等于或大于该预先确定的值时，电池容量计算装置 10 把来自控制电路 13 的一个控制信号提供给开关 4，以在图 11 的步骤 S12 强制停止充电，然后，电池容量计算装置 10 结束充电处理步骤系列，以把其处理过程转到图 10 中的步骤 S1。

通过执行这样的充电处理步骤，电池容量计算装置 10 可以在充电期间强制性地产生一个暂停状态，从而其能够使用以上所描述的暂停状态估算平衡电压。

以下，描述步骤 S6 的放电处理步骤。

当电池容量计算装置 10 已转到步骤 S21 的放电处理步骤时，如图 12 中所示，电池容量计算装置 10 使用控制电路 13 中的操作单元 15，判断状态是否为紧接在放电开始之后的状态。

此时，当电池容量计算装置 10 已断定该状态不是紧接在放电开始之后的状态时，则电池容量计算装置 10 将其处理过程转到步骤 S23。另一方面，当电池容量计算装置 10 断定该状态为紧接在放电开始之后的状态时，则在步骤 S22 电池容量计算装置 10 通过控制电路 13 中的操作单元 15，使用紧接在放电开始之前的端电压 V_b 、紧接在放电开始之后的端电压 V_a 以及那时的电流值变化 ΔI ，计算直流电阻 R_{dc} ($=dV_{mca} / dI = (V_b - V_a) / \Delta I$)，其中的端电压 V_b 和端电压 V_a 均是使用电压测量电路 11 加以测量的，那时的电流值变化 ΔI 基于使用电流测量电路 12 所测量的电流值 I 。顺便提及，此时，电池容量计算装置 10 可以使用在开始放电之后的一段时间（例如 5 秒）内所计算的平均电压和平均电流值，计算直流电阻 R_{dc} 。当电池容量计算装置 10 已经计算了直流电阻 R_{dc} 时，电池容量计算装置 10 将其处理过程转到步骤 S23。

接下来，在步骤 S23，电池容量计算装置 10 通过使用控制电路 13 中的操作单元 15 把直流电阻 R_{dc} 与电流值 I 的乘积添加于端电压 V_{mca} ，计算表观平衡电压 V_{ocv} ($=V_{mca} + \Delta V_{dc} = V_{mca} + I \cdot R_{dc}$)。

然后，电池容量计算装置 10 在步骤 S24 使用控制电路 13 中的操作单元 15 援引存储在存储单元 16 中的平衡电压曲线 C_{cqu} ，并且计算相应于表观平衡电压 V_{ocv} 的表观放电容量 Q_{ocv} 。另外，电池容量计算装置 10 还计算容量变化 ΔQ ($=Q_{ocv} - Q_{mca}$)，其中容量变化 ΔQ ($=Q_{ocv} - Q_{mca}$) 是在图 10 中的步骤 S2 获得的放电容量 Q_{mca} 和表观放电容量 Q_{ocv} 之间的差，而且电池容量计算装置 10 还把放电容量 Q_{mca} 和容量变化 ΔQ 加以匹配，以将它们存储在存储单元 16 中。顺便提及，为了减小存储单元 16 的存储容量，当电池容量计算装置 10 测量电压和电流时，电池容量计算装置 10 不必执行步骤 S24，例如，仅在放电容量已增加到 10mAh 或 10mAh 以上时才执行步骤 S24。

接下来，在图 12 中的步骤 S25，例如，电池容量计算装置 10 使用操作

单元 15, 以超过 50 mAh 的放电容量数量, 读取已存储在控制电路 13 中的存储单元 16 中的放电容量 Q_{mca} 和容量变化 ΔQ 。而且, 例如, 电池容量计算装置 10 根据多个放电容量 Q_{mca} 和容量变化 ΔQ 进行回归分析, 电池容量计算装置 10 计算向放电容量减小的容量变化的减小率 dQ , 并且把所计算的减小率 dQ 存储在存储单元 16。

然后, 在步骤 S26, 电池容量计算装置 10 使用控制电路 13 中的操作单元 15, 判断该状态是否为接近放电的最后阶段的状态。在这种情况下, 电池容量计算装置 10 可以使用以上所提到的各种方法, 判断该状态是否为接近放电的最后阶段的状态。此处, 例如, 假设电池容量计算装置 10 通过把表观平衡电压 V_{ocv} 与 3.6V 的阈值加以比较, 判断该状态是否为接近放电的最后阶段的状态。

当电池容量计算装置 10 已断定表观平衡电压 V_{ocv} 大于阈值时, 电池容量计算装置 10 断定该状态不为接近放电的最后阶段的状态, 并且将其处理过程转到步骤 S27 的第一剩余容量计算步骤。另一方面, 当电池容量计算装置 10 已断定表观平衡电压 V_{ocv} 等于或小于阈值时, 电池容量计算装置 10 判断该状态为接近放电的最后阶段的状态, 并且将其处理过程转到步骤 S28 的第二剩余容量计算步骤。

现在, 描述步骤 S27 的第一剩余容量计算步骤和步骤 S28 的第二剩余容量计算步骤。

首先描述第一剩余容量计算步骤。

当电池容量计算装置 10 已转到第一剩余容量计算步骤时, 如图 13 中所示, 在步骤 S31, 电池容量计算装置 10 使用控制电路 13 中的操作单元 15, 援引存储在存储单元 16 中的平衡电压曲线 C_{equ} , 并且计算相应于当前放电容量 Q_{mca} 的平衡电压 V_{equ} 。另外, 电池容量计算装置 10 还计算电压降 ΔV ($=V_{equ}-V_{mca}$), ΔV ($=V_{equ}-V_{mca}$) 为所计算的平衡电压 V_{equ} 和当前端电压 V_{mca} 的差。

然后, 在步骤 S32 电池容量计算装置 10 重新设置和初始化各种参数。具体地讲, 电池容量计算装置 10 把剩余容量 Q_r 和剩余功率 W_r 设置为“0”, 并且把当前放电容量 Q_{mca} 设置为所计算的容量 Q_c 。

接下来, 在步骤 S33, 电池容量计算装置 10 使用控制电路 13 中的操作单元 15 把一个预先确定的量, 例如 1mAh 的少许容量 ΔQ_c 添加于所计算的容

量 Q_c ，并且更新所计算的容量 Q_c 。

然后，在步骤 S34，电池容量计算装置 10 使用控制电路 13 中的操作单元 15 援引存储在存储单元 16 中的平衡电压曲线 C_{equ} ，以计算相应于在步骤 S33 所更新的所计算的容量 Q_c 的平衡电压 V_{equ} 。接下来，电池容量计算装置 10 通过从所计算的平衡电压 V_{equ} 减去在步骤 S31 所计算的电压降 ΔV ，计算估算电压 V_{pre} ($=V_{equ}-\Delta V$)。因此，电池容量计算装置 10 可以估算今后的放电曲线 C_{pre} 。

而且，在步骤 S35，电池容量计算装置 10 还使用控制电路 13 中的操作单元 15，通过把估算电压 V_{pre} 与放电停止电压 V_{cut} ($=3.0V$) 加以比较，判断估算电压 V_{pre} 是否大于放电停止电压 V_{cut} 。

此处，当电池容量计算装置 10 已断定估算电压 V_{pre} 大于放电停止电压 V_{cut} 时，电池容量计算装置 10 将其处理过程转到步骤 S36。然后，在此之前，电池容量计算装置 10 使用控制电路 13 中的操作单元 15 把少许容量 ΔQ_c 添加于剩余容量 Q_r ，并且在此之前，把少许容量 ΔQ_c 与平衡电压 V_{equ} 的乘积添加于剩余功率 W_r 。接下来，电池容量计算装置 10 从步骤 S33 重复这一处理。

另一方面，当电池容量计算装置 10 已断定估算电压 V_{pre} 等于或小于放电停止电压 V_{cut} 时，电池容量计算装置 10 在此之前输出剩余容量 Q_r 和剩余功率 W_r ，并且在步骤 S37 将它们存储在控制电路 13 的存储单元 16 中。而且，当需要时，电池容量计算装置 10 通过通信单元 17 把剩余容量 Q_r 和剩余功率 W_r 传送给电子装置 20，然后，电池容量计算装置 10 结束第一剩余容量计算步骤系列。

如以上所描述的，当电池容量计算装置 10 已断定该状态不为放电的最后阶段的状态时，电池容量计算装置 10 计算电压降 ΔV ， ΔV 为当前平衡电压 V_{equ} 和端电压 V_{mea} 之间的差，并且通过从平衡电压 V_{equ} 减去电压降 ΔV ，计算估算电压 V_{pre} 。因此，电池容量计算装置 10 可以估算今后的放电曲线 C_{pre} ，并且可以计算剩余容量 Q_r 和剩余功率 W_r 。顺便提及，电池容量计算装置 10 顺序地计算剩余容量 Q_r 和剩余功率 W_r 。不能把电池容量计算装置 10 设置成顺序地将剩余容量 Q_r 和剩余功率 W_r 传送给电子装置 20，而是使用控制电路 13 中的操作单元 15 计算过去的多次的平均值，并且通过通信单元 17 把这一平均值传送给电子装置 20。

以下，描述第二剩余容量计算步骤。

当电池容量计算装置 10 已转到第二剩余容量计算步骤时，如图 14 中所示，在步骤 S41，电池容量计算装置 10 使用控制电路 13 中的操作单元 15，通过把直流电阻 R_{dc} 与电流值 I 的乘积添加于端电压 V_{mea} ，计算表观平衡电压 V_{ocv} ($=V_{mea}+\Delta V_{dc}=V_{mea}+I \cdot R_{dc}$)。

然后，在步骤 S42，电池容量计算装置 10 通过控制电路 13 中的操作单元 15 援引存储在存储单元 16 中的平衡电压曲线 C_{cqu} ，以计算相应于表观平衡电压 V_{ocv} 的表观放电容量 Q_{ocv} 。

然后，在步骤 S43 电池容量计算装置 10 重新设置和初始化各种参数。具体地讲，电池容量计算装置 10 把剩余容量 Q_r 和剩余功率 W_r 设置为“0”，并且把当前表观放电容量 Q_{ocv} 设置为所计算的容量 Q_c 。

接下来，在步骤 S44，电池容量计算装置 10 使用控制电路 13 中的操作单元 15 把一个预先确定的量，例如 1mAh 的少许容量 ΔQ_c 添加于所计算的容量 Q_c ，并且更新所计算的容量 Q_c 。

然后，在步骤 S45，电池容量计算装置 10 使用控制电路 13 中的操作单元 15 援引存储在存储单元 16 中的平衡电压曲线 C_{cqu} ，并且计算相应于在步骤 S44 所更新的所计算的容量 Q_c 的表观平衡电压 V_{ocv} 。而且，电池容量计算装置 10 通过从所计算的表观平衡电压 V_{ocv} 减去直流电阻 R_{dc} 的电压降，计算估算电压 V_{pre} ($=V_{ocv}-R_{dc} \times I$)。因此，电池容量计算装置 10 可以估算最后放电阶段的放电曲线 C_{pre} 。

而且，在步骤 S46，电池容量计算装置 10 还使用控制电路 13 中的操作单元 15，通过把估算电压 V_{pre} 与放电停止电压 V_{cut} ($=3.0V$) 加以比较，判断估算电压 V_{pre} 是否大于放电停止电压 V_{cut} 。

此处，当电池容量计算装置 10 已断定估算电压 V_{pre} 大于放电停止电压 V_{cut} 时，则在步骤 48 中，电池容量计算装置 10 将其处理过程转到步骤 S47。然后，在此之前，电池容量计算装置 10 使用控制电路 13 中的操作单元 15 把 $\Delta Q_c / (1-dQ)$ 添加于剩余容量 Q_r ，并且在此之前，把 $\Delta Q_c / (1-dQ)$ 与估算电压 V_{pre} 的乘积添加于剩余功率 W_r 。接下来，电池容量计算装置 10 从步骤 S44 重复这一处理。

另一方面，当电池容量计算装置 10 已断定估算电压 V_{pre} 等于或小于放电停止电压 V_{cut} 时，电池容量计算装置 10 在此之前输出剩余容量 Q_r 和剩余功率 W_r ，以把所输出剩余容量 Q_r 和剩余功率 W_r 存储在控制电路 13 的存储单

元 16 中。而且，当需要时，电池容量计算装置 10 通过通信单元 17 把剩余容量 Q_r 和剩余功率 W_r 传送给电子装置 20，然后，电池容量计算装置 10 结束第二剩余容量计算步骤系列。

如以上所描述的，当电池容量计算装置 10 已断定该状态为接近放电的最后阶段的状态时，电池容量计算装置 10 按当前放电容量 Q_{mca} 和放电容量 Q_{ocv} 计算表观平衡电压 V_{ocv} ，并且通过从表观平衡电压 V_{ocv} 减去因直流电阻 R_{dc} 的电压降来计算估算电压 V_{pre} 。因此，电池容量计算装置 10 可以估算今后的放电曲线 C_{pre} ，并且可以根据当前容量变化 ΔQ_{mca} 和容量变化的减小率 dQ 计算剩余容量 Q_r 和剩余功率 W_r 。顺便提及，电池容量计算装置 10 顺序地计算剩余容量 Q_r 和剩余功率 W_r 。但电池容量计算装置 10 不能顺序地把剩余容量 Q_r 和剩余功率 W_r 传送给电子装置 20，而是如以上所描述的，电池容量计算装置 10 可以使用控制电路 13 中的操作单元 15 计算过去的多次的平均值，并且通过通信单元 17 把这一平均值传送给电子装置 20。

在图 12 中所示的放电处理步骤中，电池容量计算装置 10 根据该状态是否为接近于放电的最后阶段的状态的判断执行第一剩余容量计算步骤和第二剩余容量计算步骤的转换。在电池容量计算装置 10 已经过步骤 27 中的第一剩余容量计算步骤或步骤 S28 中的第二剩余容量计算步骤之后，电池容量计算装置 10 结束放电处理步骤系列，并且将其处理过程转到图 10 中的步骤 S1。

在放电期间，电池容量计算装置 10 通过这样的放电处理步骤，计算剩余容量 Q_r 和剩余功率 W_r 。具体地讲，电池容量计算装置 10 通过在放电的最后阶段转到第二剩余容量计算步骤，可以非常精确地计算剩余容量 Q_r 和剩余功率 W_r 。

最后，描述步骤 S7 中的暂停处理步骤。

当电池容量计算装置 10 已转到暂停处理步骤时，如图 15 中所示，在步骤 S51，电池容量计算装置 10 判断当前状态是否为控制电路 13 中的操作单元 15 所强制停止的强制暂停状态，或者当前状态是否为通常的暂停状态。

此时，当池电池容量计算装置 10 已断定当前状态为通常的暂停状态时，在步骤 S52，电池容量计算装置 10 判断控制电路 13 中操作单元 15 是否稳定了端电压 V_{mca} 。具体地讲，电池容量计算装置 10 根据暂停状态是否持续了一段预先确定的时间以上，例如 30 分钟或 30 分钟以上，判断是否稳定了端电压 V_{mca} 。当电池容量计算装置 10 已断定端电压 V_{mca} 不稳定时，电池容量计

算装置 10 结束所进行的暂停处理步骤系列, 并且将其处理过程转到图 10 中的步骤 S1. 另一方面, 当电池容量计算装置 10 已断定端电压 V_{mea} 稳定时, 在图 15 中的步骤 S53, 电池容量计算装置 10 使用电压测量电路 11 测量作为平衡电压 V_{equ} 的此时的端电压, 而且电池容量计算装置 10 还把平衡电压 V_{equ} 与当前放电容量 Q_{mea} 加以匹配, 以将它们存储在控制电路 13 中的存储单元 16 中. 然后, 电池容量计算装置 10 将其处理过程转到步骤 S58.

另一方面, 在步骤 S51, 当电池容量计算装置 10 已断定当前状态为强制暂停状态时, 在步骤 S54, 电池容量计算装置 10 把电压测量电路 11 所测量的端电压 V_{mea} 顺序地存储在控制电路 13 中的存储单元 16 中, 并且在步骤 S55 使用操作单元 15 判断其中强制暂停状态持续了多长时间.

此时, 当电池容量计算装置 10 已断定强制暂停状态持续的时间低于一个预先确定的时间 t 时, 例如 1 分钟时, 电池容量计算装置 10 结束所进行的暂停处理步骤系列, 并且将其处理过程转到图 10 中的步骤 S1. 另一方面, 当电池容量计算装置 10 已断定强制暂停状态持续的时间等于或大于预先确定的时间 t 时, 电池容量计算装置 10 在步骤 S56 根据存储在控制电路 13 中的存储单元 16 中的端电压 V_{mea} 的时间变化, 估算平衡电压 V_{equ} , 并且把估算的平衡电压 V_{equ} 与此时的放电容量 Q_{mea} 相匹配, 以把它们存储在存储单元 16 中.

而且, 电池容量计算装置 10 把来自控制电路 13 的一个控制信号提供给开关 14, 并且在步骤 S57 恢复充电.

接下来, 在步骤 S58, 电池容量计算装置 10 判断有多少个存储在控制电路 13 中的存储单元 16 中的平衡电压 V_{equ} .

此处, 当电池容量计算装置 10 已断定平衡电压 V_{equ} 的数目小于 2 时, 电池容量计算装置 10 结束所进行的暂停处理步骤系列, 并且将其处理过程转到图 10 中的步骤 S1. 另一方面, 当电池容量计算装置 10 已断定平衡电压 V_{equ} 的数目为 2 个或 2 个以上时, 电池容量计算装置 10 使用控制电路 13 中的操作单元 15 计算此时平衡电压曲线 C_{equ} 中的收缩率 S , 然后电池容量计算装置 10 结束所进行的暂停处理步骤系列, 并且将其处理过程转到图 10 中的步骤 S1. 例如, 如果当前所希望的平衡电压为 V_1 和 V_2 , 以及相应于这两个平衡电压 V_1 和 V_2 的放电容量为 Q_1 和 Q_2 ($Q_2 > Q_1$), 如先前图 7 中所示, 电池容量计算装置 10 使用控制电路 13 中的操作单元 15 援引存储在存储单元 16 中

的初始电池的平衡电压曲线，以获得平衡电压为 V_1 和 V_2 时的放电曲线 Q_{ini1} 和 Q_{ini2} 。然后，电池容量计算装置 10 把收缩率 S 计算为 $(Q_2 - Q_1) / (Q_{ini2} - Q_{ini1})$ 。

通过执行这样的暂停处理步骤，电池容量计算装置 10 可以获得平衡电压 V_{equ} ，并且使用其，如以上所提到的，在当前状态下，电池容量计算装置 10 可以精确获得衰减电池的平衡电压曲线。

如以上所描述的，在作为本发明的一个实施例所描述的电池容量计算方法中，通过测量放电期间的端电压 V_{mca} 和电流值 I ，以及通过计算容量变化 ΔQ ，在放电期间可以估算包括放电最后阶段的今后放电曲线，并且可以计算剩余容量和 / 或剩余功率。特别是，在该电池容量计算方法中，可以不依赖于诸如温度等环境条件和电池的衰减状态，在电池已完全放电之前，估算放电最后阶段中的精确的剩余容量，传统上，在电池已几乎完全放电之前这是不能计算的。

因此，通过该电池容量计算方法，几乎可以完全使用电池的容量，并且可以延长电子装置的实际使用时间。

而且，通过该电池容量计算方法，可以减小传统上因不能够充分使用衰减电池的容量所导致的电池的衰减，并且可以延长电子装置的寿命。

另外，通过该电池容量计算方法，可以把电池制造成能够在其实际使用环境下几乎完全放电。因此，无论电池如何衰减，都可以通过从其充满充电时起测量其充电容量，计算其精确的满充电容量。从而，通过该电池容量计算方法，可以精确地掌握电池的衰减度，因此，能够为电池的用户精确地指出电池的更换时间。

顺便提及，本发明不局限于以上所提到的实施例。例如，尽管以上所提到的实施例把锂离子蓄电池作为电池的一个实例，并且对其进行了描述，然而，本发明适用于任意种类的蓄电池。

而且，尽管以上所提到的实施例描述了如果存在一个作为电池容量计算装置 10 所测量的对象的电池的情况，然而，本发明还适用于多个互相串联的电池、多个互相并联的电池、以及多个以串联和并联相组合的形式加以连接的电池。在这一情况下，尽管可望测量每一电池的端电压和电流值以及在剩余容量的计算过程中计算每一电池的剩余容量，但也可以测量整个组合电池的端电压和电流值，以计算整个组合电池的剩余容量。

另外，尽管在以上所提到的实施例中，描述了作为一个向其施用了该电

池容量计算方法的具体装置的电池容量计算装置 10, 但也可以把本发明作为一个程序加以实现, 当电子装置为个人计算机等时, 可由电子装置执行这一程序。在这一情况下, 可以按将其预先安装在电子装置中的状态, 提供这一程序。例如, 可以按将其记录于诸如密致只读存储器盘 (CD-ROM) 的各种存储媒体上的状态把该程序加以分布, 并且可以通过一个预先确定的通信电路对其加以分布。

如以上所提到的, 很明显在不背离本发明的构思的范围的前提下, 可以对本发明进行适当的改动。

如以上所详细描述, 根据本发明的一种电池容量计算方法、一种电池容量计算装置、以及一种电池容量计算程序, 分别顺序地测量放电时的端电压 V_{mca} 和电流值 I , 并且根据端电压 V_{mca} 和电流值 I 计算放电容量 Q_{mca} 和表观放电容量 Q_{ocv} , 以及还根据作为放电容量 Q_{mca} 和表观放电容量 Q_{ocv} 之间的差的容量变化 ΔQ 估算包括放电期间放电最后阶段的今后放电曲线 C_{pre} 。从而, 该电池容量计算方法、该电池容量计算装置、以及该电池容量计算程序, 在任何条件下的放电期间, 均可以获得精确的剩余容量和 / 或剩余功率, 传统上, 在电池几乎完全放电之前, 不能够计算精确的剩余容量和 / 或剩余功率。

因此, 由于根据本发明的电池容量计算方法、电池容量计算装置以及电池容量计算程序几乎可以完全用尽蓄电池的容量, 所以它们可以延长把蓄电池作为其电源的电子装置的实际使用时间, 并且可以减小蓄电池的衰减, 以延长其寿命。

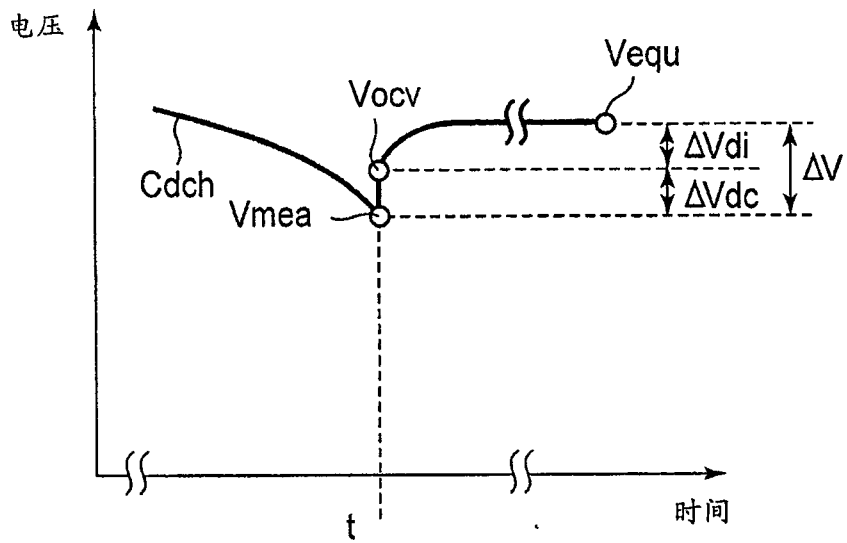


图 1

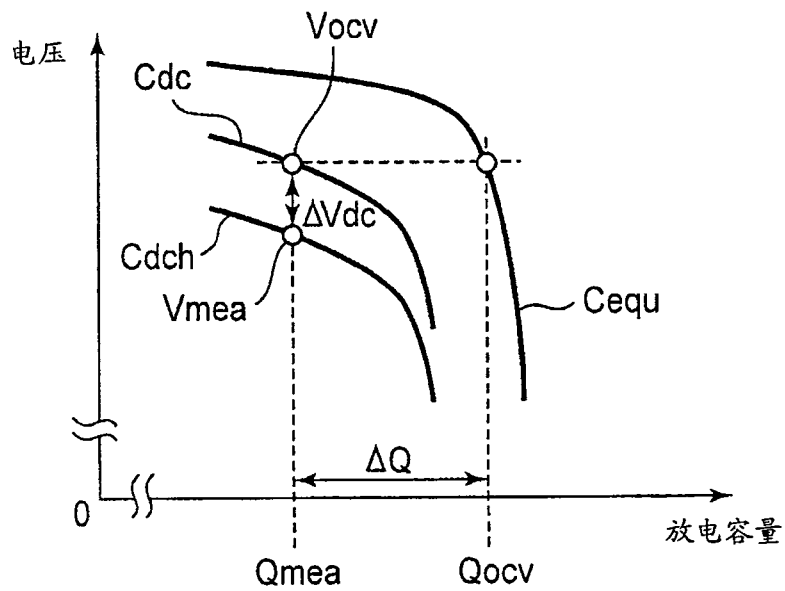


图 2

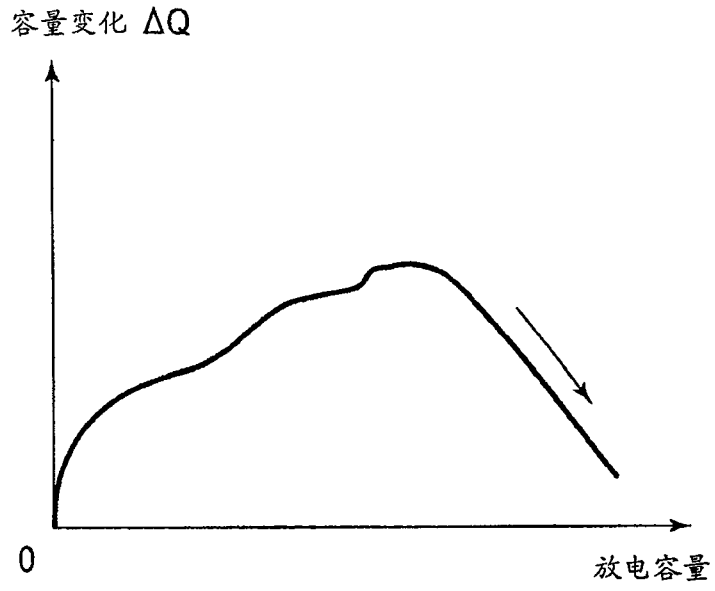


图 3

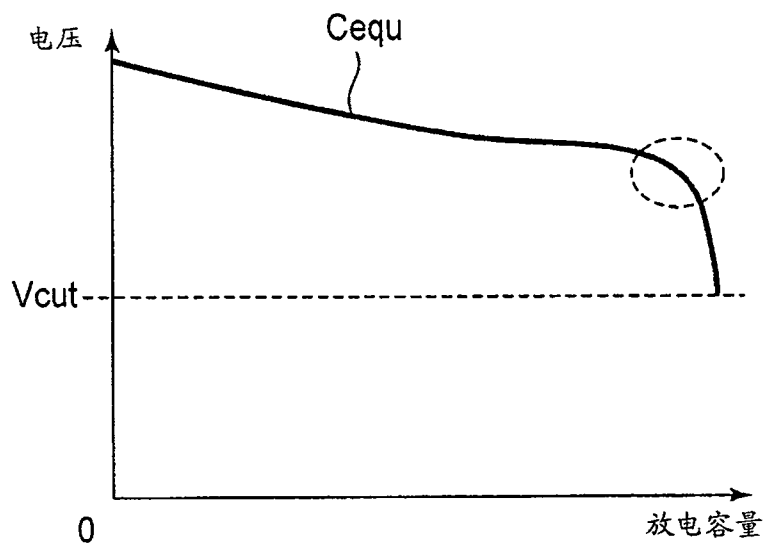


图 4

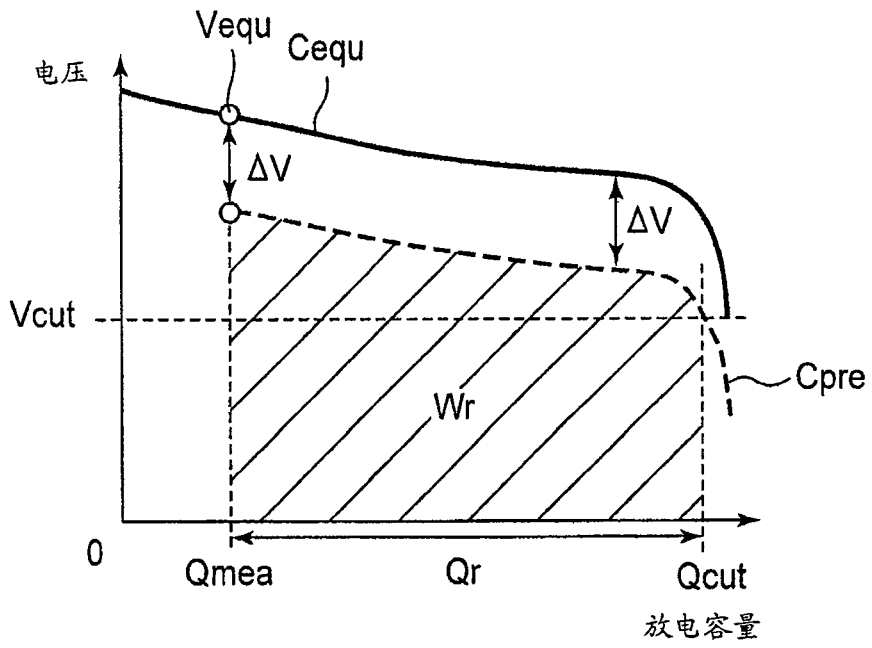


图 5

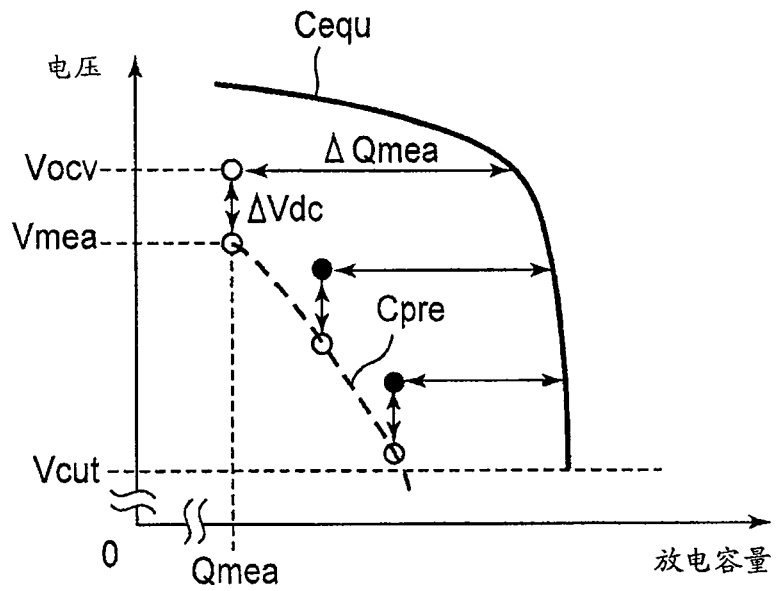


图 6

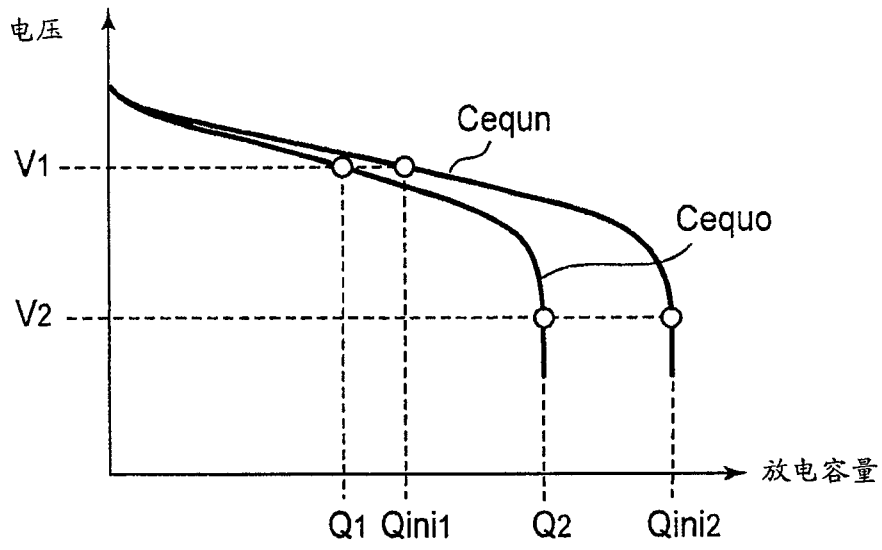


图 7

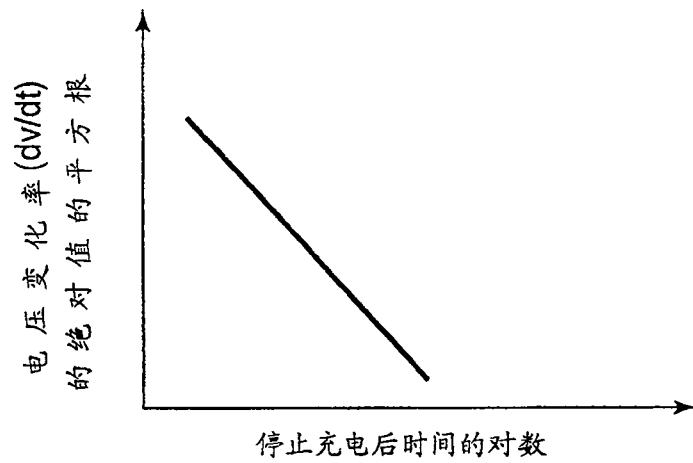


图 8

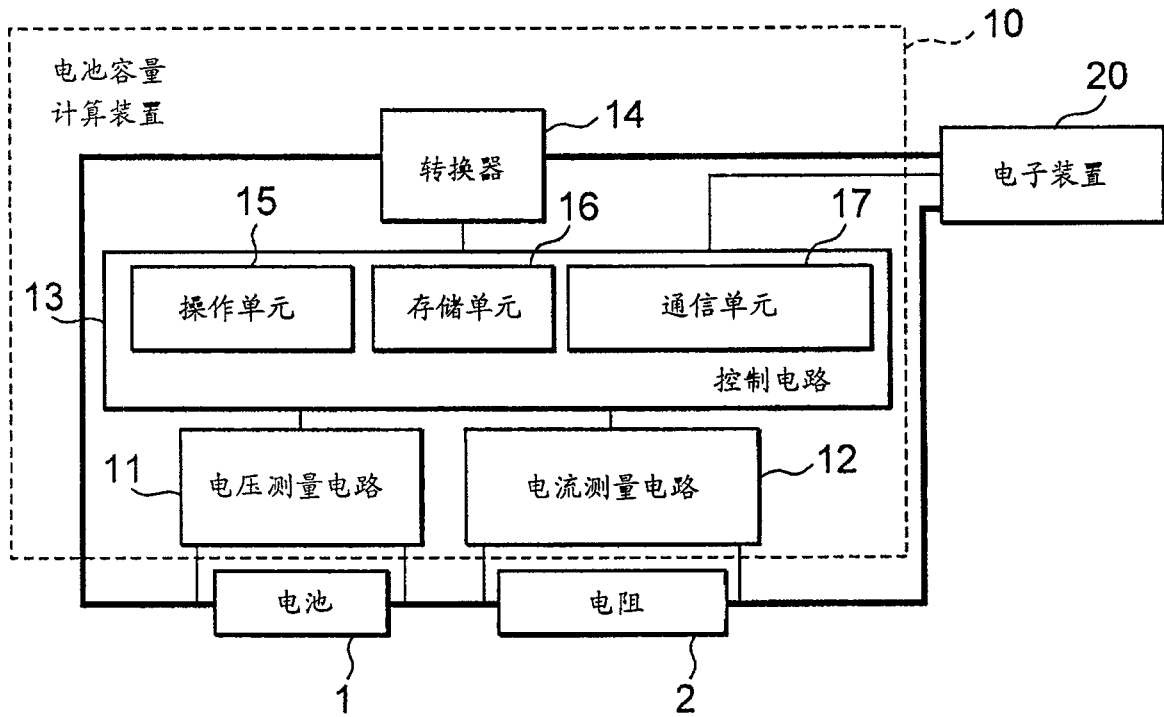


图 9

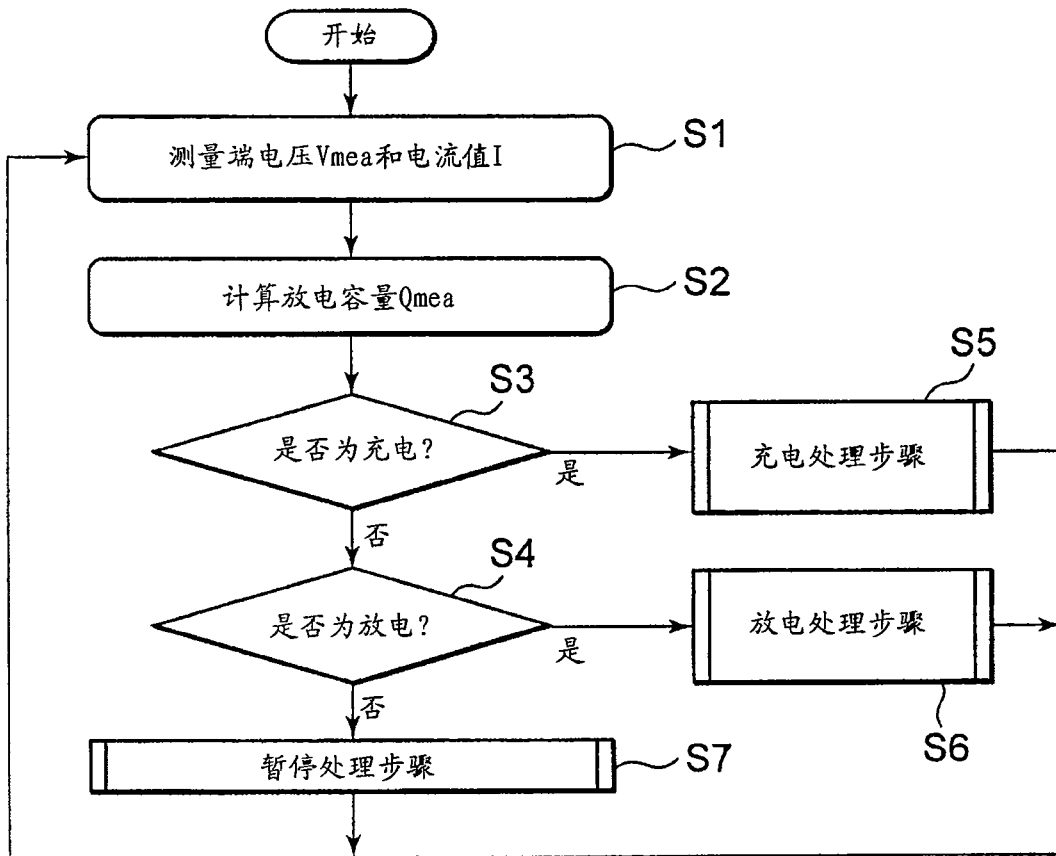
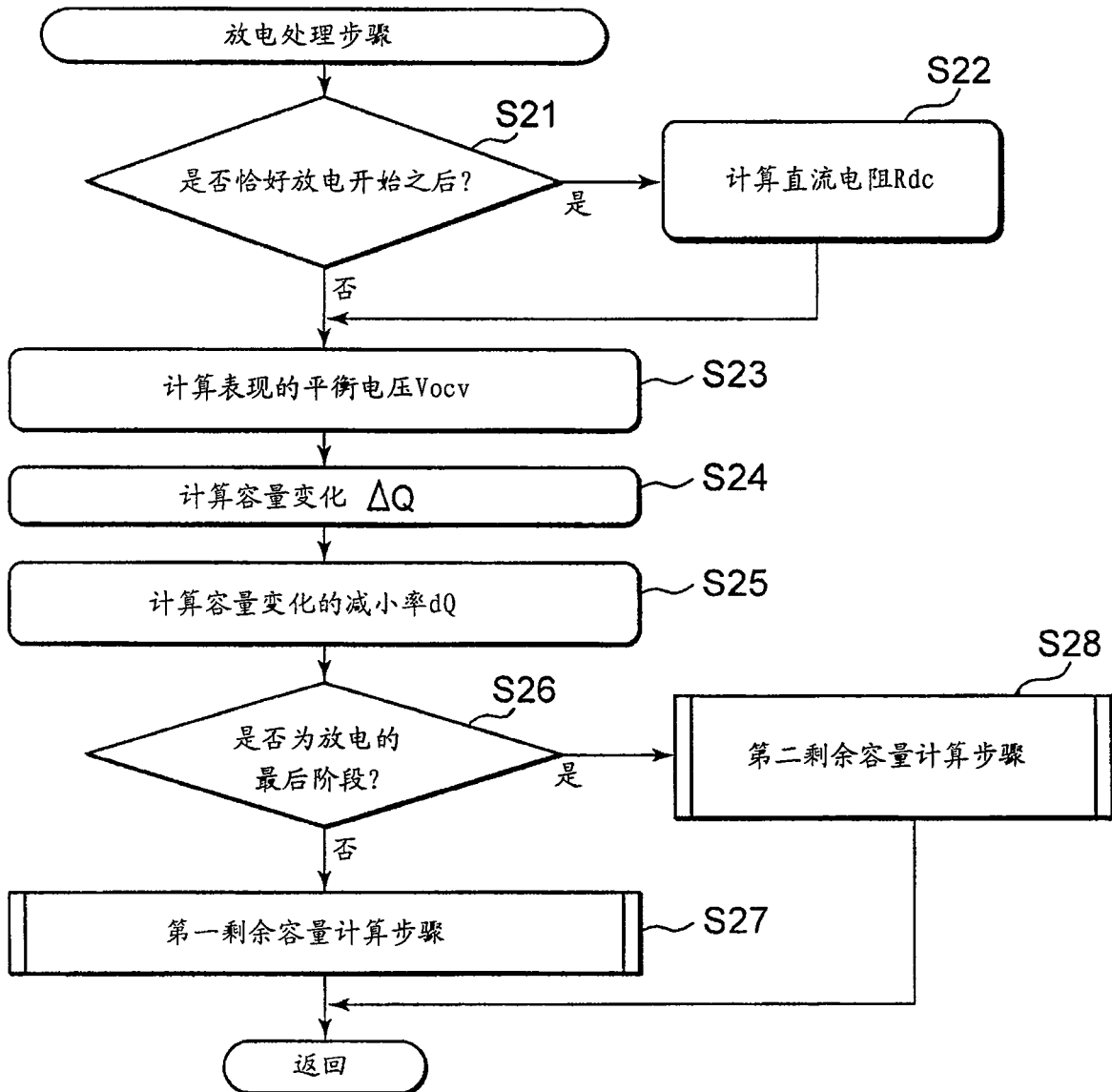
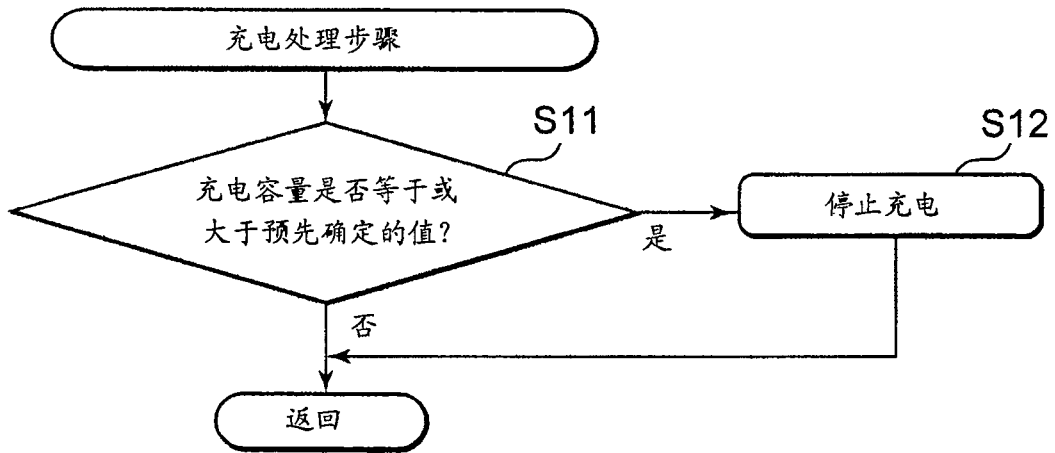


图 10



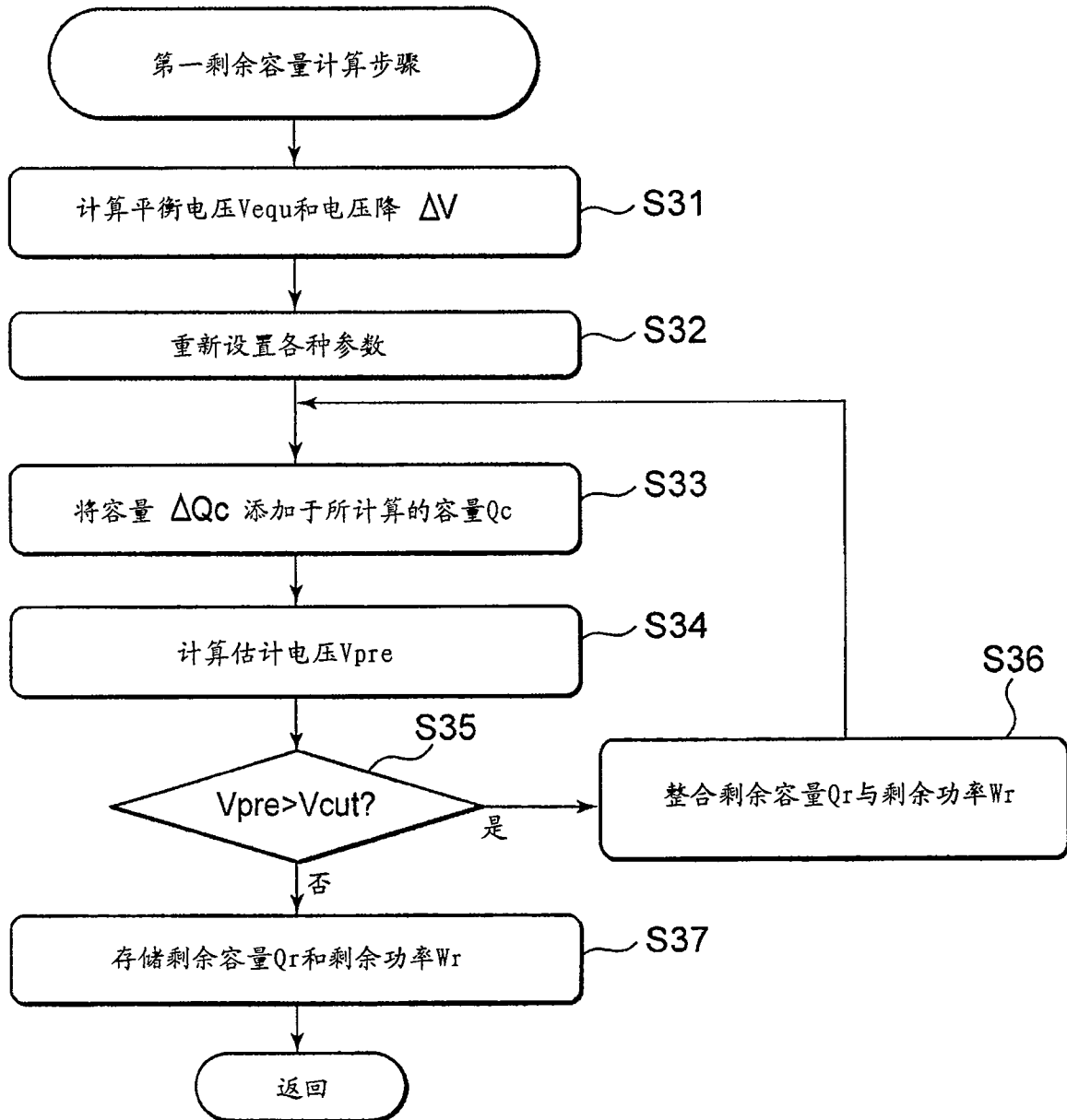


图 13

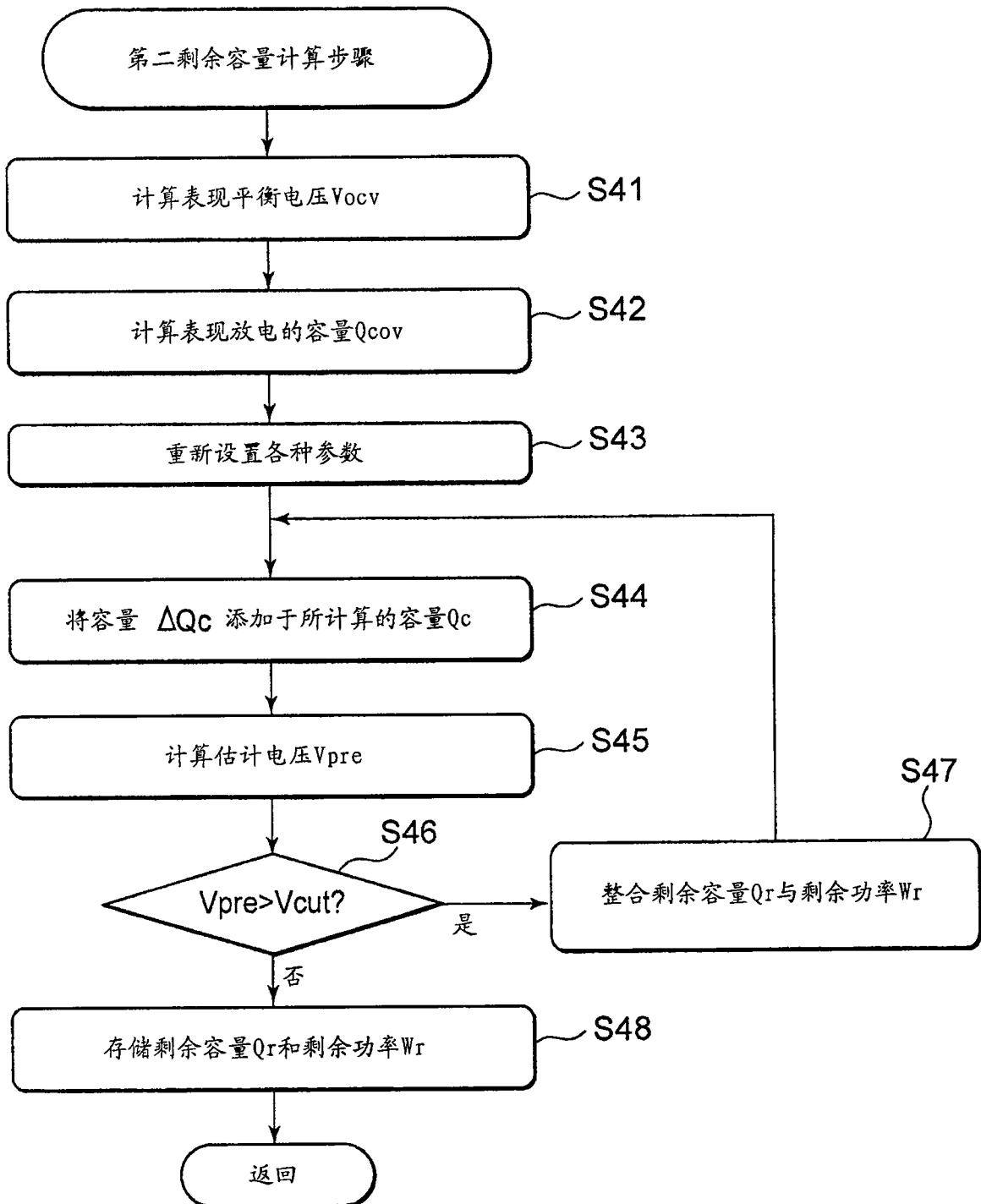


图 14

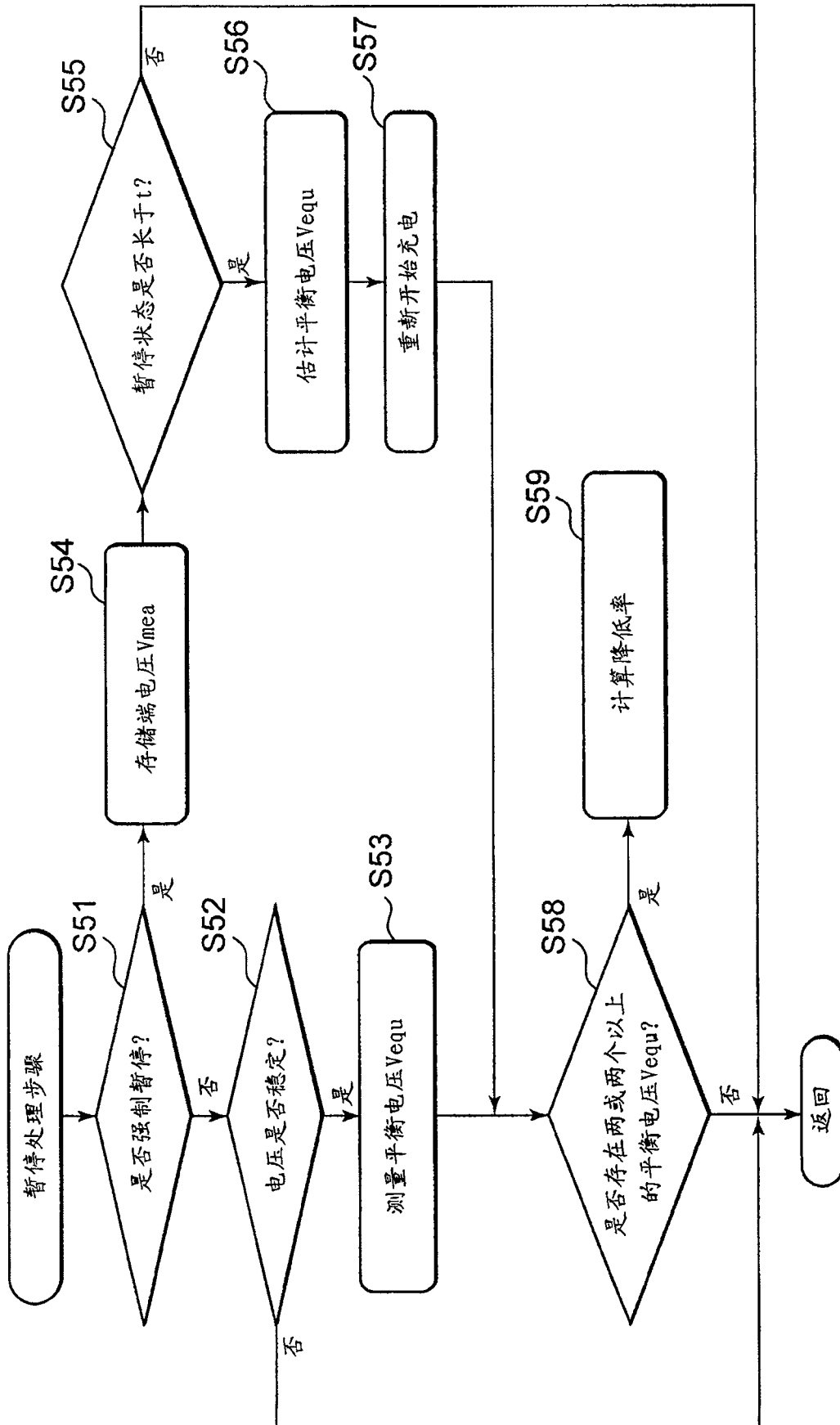


图 15

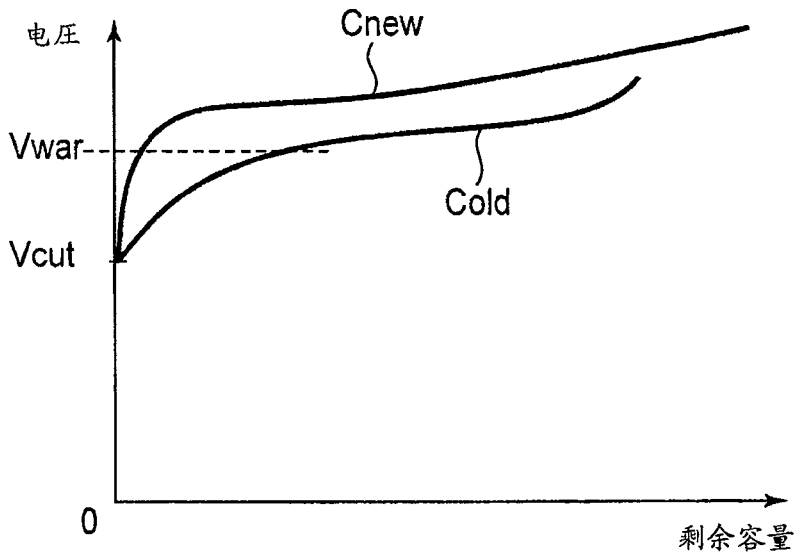


图 16

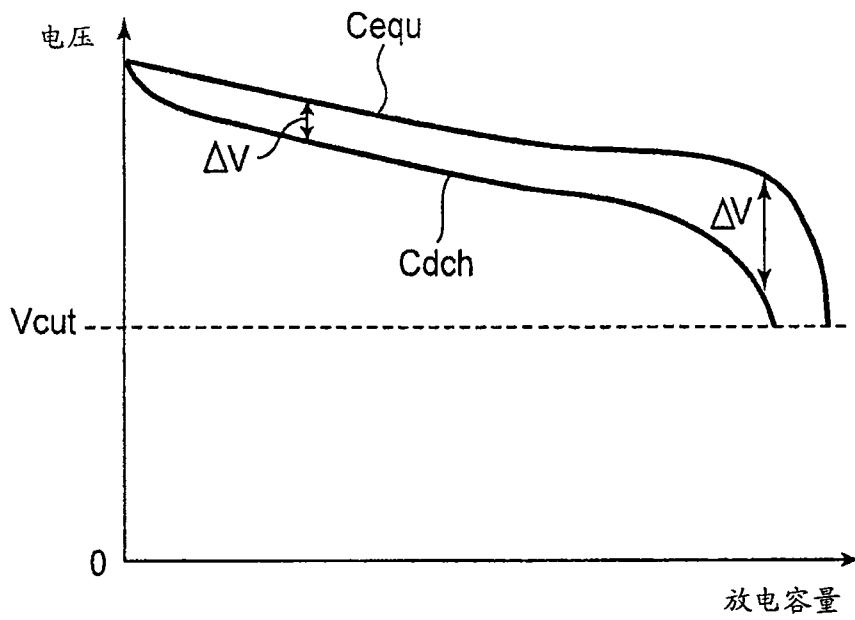


图 17