



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103168247 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201280003303. 8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 09. 14

G01R 31/36(2006. 01)

(30) 优先权数据

(56) 对比文件

61/535, 195 2011. 09. 15 US

CN 101971043 A, 2011. 02. 09,

61/668, 618 2012. 07. 06 US

JP 特开 2008-151745 A, 2008. 07. 03,

13/605, 857 2012. 09. 06 US

审查员 郭军宏

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 04. 10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/CN2012/081398 2012. 09. 14

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/037307 EN 2013. 03. 21

(73) 专利权人 联发科技股份有限公司

地址 中国台湾新竹科学工业园区

(72) 发明人 吴瑞骐 罗永圣

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

11127

代理人 任默闻

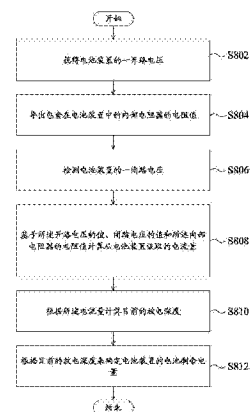
权利要求书3页 说明书10页 附图9页

(54) 发明名称

用于确定电池装置的电池剩余电量的系统及方法

(57) 摘要

本发明提供一种用于确定电池剩余电量的系统,其包括一检测电路和一控制器。所述检测电路在一检测节点耦接于一电池装置,用于检测所述电池装置的闭路电压。所述控制器耦接于所述检测电路,所述控制器基于所述闭路电压获得从所述电池装置汲取的电流量,并基于所述电流量计算所述电池装置的开路电压,以及基于所述开路电压确定所述电池装置的电池剩余电量。本发明还提供一种确定电池剩余电量的方法。



1. 一种用于确定电池剩余电量的系统,包括:

检测电路,耦接于一电池装置,用于检测所述电池装置的一闭路电压;以及
控制器,耦接于所述检测电路,其特征在于,

所述控制器通过耦接于所述电池装置的外部电阻器检测从所述电池装置汲取的电流
量,以及导出所述电池装置的内部电阻器的电阻值,基于所述电流、外部电阻器的电阻值
以及内部电阻器的电阻值计算由所述外部电阻器和内部电阻器引致的电压降,以及基于所
述电压降计算开路电压,以及基于该开路电压确定所述电池装置的电池剩余电量;

其中,所述导出所述电池装置的内部电阻器的电阻值包括:

根据所述电池装置的开路电压与放电深度的关系,得到所述关系中与所述闭路电压的
值相等的开路电路所对应的放电深度;以及

根据所述电池装置的内部电阻器的电阻值与放电深度的关系,导出所述电池装置的内部
电阻器的电阻值。

2. 如权利要求 1 所述的用于确定电池剩余电量的系统,其特征在于,所述检测电路在一
检测节点耦接所述电池装置,所述检测电路包括:

一温度感测装置,耦接于所述电池装置,用于感测电池装置的温度并产生一感测到的
电压以反映所述电池装置在一感测节点的温度;

一多路复用器,耦接于所述感测节点与检测节点,用于分别接收所述感测到的电压和
闭路电压,并复用所述感测到的电压和闭路电压;

一第一模拟数字转换器,耦接于所述多路复用器,用于接收并模数转换由所述多路复
用器输出的所述感测到的电压和闭路电压其中之一,以及输出所述感测到的电压和闭路电
压其中之一的转换结果至所述控制器;

所述外部电阻器;以及

一第二模拟数字转换器,耦接于所述外部电阻器,用于检测并模数转换所述外部电阻
器两端的电压差,以及输出所述电压差的转换结果至所述控制器。

3. 如权利要求 2 所述的用于确定电池剩余电量的系统,其特征在于,所述控制器通过
将所述电压差除以所述外部电阻器的电阻值而导出从所述电池装置汲取的电流。

4. 如权利要求 1 所述的用于确定电池剩余电量的系统,其特征在于,所述控制器根据
关于电池装置的开路电压与放电深度的一第一表格和关于电池装置的内部电阻器的电阻
值与放电深度的一第二表格,获得所述内部电阻器的电阻值,其中,在计算所述开路电压之
前,所述控制器基于所述闭路电压的一个值查找所述第一表格。

5. 如权利要求 4 所述的用于确定电池剩余电量的系统,其特征在于,在计算所述开路
电压之后,所述控制器进一步基于所述开路电压的值,通过查找所述第一表格和第二表格
来更新所述内部电阻器的电阻值,以及基于所述内部电阻器的电阻值更新所述电压降的量
和基于所述电压降的量更新所述开路电压的值。

6. 如权利要求 5 所述的用于确定电池剩余电量的系统,其特征在于,所述控制器进一
步根据预定次数重复更新所述内部电阻器的电阻值、电压降的量和开路电压的值,以获得
所述开路电压的收敛值,以及根据所述开路电压的收敛值和所述第一表格确定所述电池装
置的电池剩余电量。

7. 如权利要求 4 所述的用于确定电池剩余电量的系统,其特征在于,所述控制器基于

反映所述电池装置的温度感测到的电压,进一步获得所述第一表格和第二表格。

8. 如权利要求 4 所述的用于确定电池剩余电量的系统,其特征在于,所述控制器根据电池装置的充电/放电电压的上升/下降和充电/放电电流,进一步更新所述第二表格中的内部电阻器的电阻值。

9. 如权利要求 1 所述的用于确定电池剩余电量的系统,其特征在于,所述控制器进一步处理在一段时间内确定的电池装置的电池剩余电量的多个值,以获得一个准确的值作为电池装置的电池剩余电量。

10. 一种用于确定电池装置的电池剩余电量的方法,包括:

(a) 检测所述电池装置的一闭路电压;

(b) 通过耦接于所述电池装置的一外部电阻器检测从所述电池装置汲取的电流;

(c) 导出所述电池装置中的一内部电阻器的一电阻值;

(d) 基于所述电流、外部电阻器的电阻值以及内部电阻器的电阻值,计算由所述外部电阻器和内部电阻器引致的一电压降;

(e) 使用所述电压降计算开路电压的一个值;以及

(f) 根据所述开路电压的值确定所述电池装置的电池剩余电量;

其中,所述导出所述电池装置的内部电阻器的电阻值包括:根据所述电池装置的开路电压与放电深度的关系,得到所述关系中与所述闭路电压的值相等的开路电路所对应的放电深度;以及根据所述电池装置的内部电阻器的电阻值与放电深度的关系,导出所述电池装置的内部电阻器的电阻值。

11. 如权利要求 10 所述的用于确定电池装置的电池剩余电量的方法,其特征在于,基于所述闭路电压的值,根据关于电池装置的开路电压与放电深度的一第一表格和关于电池装置的内部电阻器的电阻值与所述放电深度的一第二表格,获得所述内部电阻器的电阻值。

12. 如权利要求 10 所述的用于确定电池装置的电池剩余电量的方法,其特征在于,在执行所述步骤 (f) 之前,基于在步骤 (e) 中更新的开路电压的值,按照一预定次数重复执行所述步骤 (c)、(d) 和 (e),获得所述开路电压的一收敛值。

13. 如权利要求 11 所述的用于确定电池装置的电池剩余电量的方法,其特征在于,所述电池装置的电池剩余电量是基于所述开路电压的收敛值,通过查找所述第一表格来确定的。

14. 如权利要求 10 所述的用于确定电池装置的电池剩余电量的方法,其特征在于,所述步骤 (c) 进一步包括:

(c-1) 感测所述电池装置的温度;

(c-2) 根据所感测到的所述电池装置的温度,获得关于电池装置的开路电压与放电深度的一第一表格和关于电池装置的内部电阻器的电阻值与所述放电深度的一第二表格;以及

(c-3) 通过使用所述闭路电压的值来查找所述第一表格,以获得一导出的放电深度,以及使用所述导出的放电深度查找所述第二表格,以获得所述内部电阻器的电阻值。

15. 如权利要求 10 所述的用于确定电池装置的电池剩余电量的方法,其特征在于,在步骤 (c) 中获得的电阻值是根据电池装置的充电/放电电压的上升/下降和充电/放电能

流而被更新的。

16. 如权利要求 10 所述的用于确定电池装置的电池剩余电量的方法,其特征在于,所述步骤 (f) 进一步包括:

(f-1) 处理在一段时间内确定的电池装置的电池剩余电量的多个值,以获得一个准确的值作为电池装置的电池剩余电量。

用于确定电池装置的电池剩余电量的系统及方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本发明主张两个美国临时申请的优先权, 其中一个临时申请的申请号为 61/535, 195, 申请日为 2011 年 9 月 15 日, 标题为“气量计专利 (Gas Gauge patent)”, 另一个临时申请的申请号为 61/668, 618, 申请日为 2012 年 7 月 6 日, 标题为“零成本电量计专利”。所述美国临时专利申请被整体纳入此次参考中。

技术领域

[0003] 本发明涉及用于确定电池剩余电量的电路系统及方法。

背景技术

[0004] 现代的手持电子装置, 如移动电话、笔记本电脑、平板电脑、GPS 接收器等等, 均由电池装置供电以便于携带。从这方面考虑, 能够精确地确定电池装置的电池剩余电量和承受能力成为一个重要的问题。

[0005] 通常情况下, 通过测量电池装置的横跨电压和查询电压与电池电量的表格来确定电池的剩余电量。然而, 因为电池装置的横跨电压可能是不稳定的, 且可能会随着不同的系统负荷发生变化, 因此, 传统的确定方法可能是不准确的。例如, 当系统的负荷很重时, 会从电池装置中汲取巨大量的电流, 导致电池装置的横跨电压急剧下降。在另一方面, 当系统负荷很轻时, 从电池装置中只汲取少量的电流, 从而造成电池装置的横跨电压仅略有下降。

[0006] 如果是在系统负荷很重期间测量电池装置的横跨电压, 则会因为重的系统负荷可能只发生在一段很短的期间内, 而放电量并没有所确定的那么大, 使得当前的电池电量可能会被错误地确定为远小于其实际的电池剩余电量。

[0007] 因此, 期望提供一种用于精确确定电池剩余电量的电路系统及方法。

发明内容

[0008] 本发明提供用于确定一电池装置的电池剩余电量的系统和方法, 以解决上述技术问题。

[0009] 在一实施例中, 所述系统包括一检测电路和一控制器。所述检测电路在一检测节点耦接于一电池装置, 用于检测所述电池装置的闭路电压。所述控制器耦接于所述检测电路, 所述控制器基于所述闭路电压导出从所述电池装置汲取的电流量, 并基于所述电流量计算所述电池装置的开路电压, 以及基于所述开路电压确定所述电池装置的电池剩余电量。

[0010] 在另一实施例中, 所述电池装置包括一内部电阻器, 所述系统包括一检测电路和一控制器。所述检测电路耦接于所述电池装置, 用于检测电池装置的一开路电压和一闭路电压。所述控制器耦接于所述检测电路, 所述控制器基于所述开路电压、闭路电压的值以及所述内部电阻器的电阻值, 计算从所述电池装置汲取的电流量, 并基于所述电流量计算一目前的放电深度, 以及根据所述目前的放电深度确定所述电池装置的电池剩余电量。

[0011] 在一实施例中,所述用于确定一电池装置的电池剩余电量的方法包括:(a)检测所述电池装置的一闭路电压;(b)通过耦接于所述电池装置的一外部电阻器检测从所述电池装置汲取的电流; (c) 导出所述电池装置中的一内部电阻器的一电阻值;(d)基于所述电流、外部电阻器的电阻值以及内部电阻器的电阻值,计算由所述外部电阻器和内部电阻器引致的一电压降;(e)使用所述电压降计算所述开路电压的一个值;以及(f)根据所述开路电压的值确定所述电池装置的电池剩余电量。

[0012] 所述用于确定一电池装置的电池剩余电量的方法的另一实施例包括:(a)检测所述电池装置的一开路电压;(b)导出所述电池装置中的一内部电阻器的一电阻值;(c)检测所述电池装置的一闭路电压;(d)基于所述开路电压的值、闭路电压的值以及所述内部电阻器的电阻值,计算从所述电池装置汲取的电流;(e)基于所述电流,计算一放电深度;以及(f)根据所述放电深度确定所述电池装置的电池剩余电量。

[0013] 本发明所提供的用于确定电池装置的电池剩余电量的系统和方法,可以实现电流和电池剩余电量的准确估计。

[0014] 下面结合参考实施例和附图,以提供详细的说明。

附图说明

[0015] 通过阅读下面的详细描述以及结合图示进行参考的实施例,可完整理解本发明。其中:

[0016] 图 1 是显示根据本发明第一实施例的用于确定电池剩余电量的一个系统的方框图;

[0017] 图 2 是显示根据本发明的一个实施例的开路电压与放电深度的曲线以及闭路电压与放电深度(DOD)的曲线的示意图;

[0018] 图 3 是显示根据本发明的一个实施例的电池装置的等效电路图;

[0019] 图 4 是显示根据本发明第一实施例的重复更新开路电压的值以获得开路电压的收敛值的概念的一个示意图;

[0020] 图 5 是显示根据本发明第一实施例的重复更新电池装置的内部电阻器的电阻值的概念的一示意图;

[0021] 图 6 是显示根据本发明第一实施例的用于确定电池装置的电池剩余电量的方法的流程图;

[0022] 图 7 是显示根据本发明第二实施例的用于确定电池剩余电量的系统的方框图;

[0023] 图 8 是显示根据本发明第二实施例的用于确定电池装置的电池剩余电量的方法的流程图;

[0024] 图 9 是显示最大电池电量相对于充电/放电循环数量的曲线示意图。

具体实施方式

[0025] 下面的描述是实现本发明的最佳实施方式。所述描述的目的旨在揭示本发明的普遍原理,而非用于限制本发明。本发明的范围以参考后续的权利要求来确定为佳。

[0026] 图 1 是显示根据本发明第一实施例的用于确定电池剩余电量的一个系统的方框图。根据本发明的第一实施例,系统 100 可包括耦接于一电池装置 110 的检测电路 120 以

及耦接于所述检测电路 120 的控制器 130。所述检测电路 120 与电池装置 110 在检测节点 N1 耦接,用于检测电池装置 110 的电池电压 V_{BAT} 。所述控制器 130 从检测电路 120 接收与电池装置 110 的电池电压 V_{BAT} 有关的信息,并基于电池装置 110 的一闭路电压导出从电池装置 110 中汲取的电流,和基于所导出的电流来计算电池装置 110 的开路电压 (OCV),以及基于所述开路电压 (OCV) 确定电池装置 110 的电池剩余电量。

[0027] 通常,当没有或接近零的电流从电池装置 110 汲取时,电池装置 110 的两个端子可被视为与任何电路断开连接和/或没有负载连接到电池装置 110,因此检测电路 120 检测出的电池电压 V_{BAT} 可被称为所述开路电压 (OCV)。或者,当有一些电流从电池装置 110 中汲取时,由检测电路 120 检测出的电池电压 V_{BAT} 可被称为所述闭路电压 (CCV)。

[0028] 根据本发明的第一实施例,检测电路 120 可包括一个温度感测装置 121、一个多路复用器 122、一个外部电阻器 R_{EXT} 和两个模拟数字转换器 (ADC) 123 和 124。所述温度感测装置 121 耦接于所述电池装置 110,用于感测电池装置 110 的温度,并产生感测到的电压 V_{TEMP} 以反映所述电池装置 110 在感测节点 N2 的温度。根据本发明的一实施例,所述温度感测装置 121 可以是一个负温度系数 (NTC) 装置,例如热敏电阻。所述温度感测装置 121 可耦接于一个参考电压源以接收一基准电压 V_{REF} 。

[0029] 多路复用器 122 耦接于感测节点 N2 与检测节点 N1,用于分别接收感测到的电压 V_{TEMP} 和电池电压 V_{BAT} ,并复用所述感测到的电压 V_{TEMP} 和电池电压 V_{BAT} ,以便根据一个开关命令选择性地输出所述感测到的电压 V_{TEMP} 和电池电压 V_{BAT} 其中之一至后续的 ADC123。根据本发明的一个实施例,可以由控制器 130 发出所述开关命令以选择接收所希望的电压。所述 ADC123 耦接于多路复用器 122,用于接收并模数转换从所述多路复用器 122 输出的所述感测到的电压 V_{TEMP} 和电池电压 V_{BAT} 其中之一,并将所述感测到的电压 V_{TEMP} 和电池电压 V_{BAT} 其中之一的转换结果输出至所述控制器 130。

[0030] 所述 ADC124 耦接于所述外部电阻器 R_{EXT} ,所述外部电阻器 R_{EXT} 用于感测从电池装置 110 汲取的电流,以检测所述外部电阻器 R_{EXT} 两端之间的电压差,例如,节点 N3 处的电压 V_A 和节点 N4 处的电压 V_B 之间的电压差。所述 ADC124 将所述电压差模数转换,并输出所述电压差的转换结果到所述控制器 130。

[0031] 根据本发明的第一实施例,所述控制器 130 可根据由 ADC124 检测出的电压 V_A 与 V_B 之间的电压差,推导出从电池装置 110 汲取的电流 I 的量。例如,所述控制器 130 可以根据所述电压差和一预定的外部电阻器 R_{EXT} ,估算电流 I 的值。即,电流 I 的值可根据如下所示式子导出:

$$[0032] \quad I = (V_A - V_B) / R_E \quad \text{式 (1)}$$

[0033] 其中 R_E 是所述外部电阻器 R_{EXT} 的电阻。获得电流 I 后,所述控制器 130 可进一步根据所述电流 I 和由检测电路 120 检测到的电池电压 V_{BAT} ,导出所述开路电压 V_{OCV} 。

[0034] 图 2 是显示根据本发明的一个实施例的开路电压与放电深度的曲线以及闭路电压与放电深度 (DOD) 的曲线的示意图。在本发明的一实施例中,放电深度 (DOD) 是由百分比所表示的,所述百分比通过将所述放电深度除以电池装置 110 的最大电池电量获得。如图 2 所示,一电压降 (标记为“IR 电压降”) 存在于开路电压 V_{OCV} 和闭路电压 V_{CCV} 之间。因此,控制器 130 可以在闭路电压 V_{CCV} 上补偿电压降的量,以便得到所述开路电压 V_{OCV} 。

[0035] 根据本发明的第一实施例,当没有与电池装置 110 的开路电压 V_{OCV} 相关的信息时,

所述控制器 130 可初始设置当前检测到的电池电压 V_{BAT} (其可以是一个闭路电压 V_{CCV}) 作为开路电压 V_{OCV} 的初始值。接着, 控制器 130 可以通过在先前获得的开路电压 V_{OCV} 的值上补偿所述电压降, 来反复更新所述开路电压 V_{OCV} 的值。其中, 所述电压降可以由流经电池装置 110 的所述外部电阻器 R_{EXT} 和一个内部电阻器 R_{INT} 的电流提供。

[0036] 图 3 是显示根据本发明的一个实施例的电池装置 110 的等效电路图。所述电池装置 110 的等效电路可包括一个电压源 V 和一个内部电阻器 R_{INT} 。由电压源 V 所提供的电压可视为电池装置的开路电压 V_{OCV} 。根据本发明的第一实施例, 控制器 130 可从检测电路 120 中获取与所检测到的电池电压 V_{BAT} 有关的信息, 并将所检测到的电池电压 V_{BAT} 设定为开路电压 V_{OCV} 的初始值 V_1 。接下来, 所述控制器 130 可更新开路电压 V_{OCV} 的值 V_1 , 如下所示:

[0037] $V_2 = V_1 + I \times [R_1 + R_E]$ 式 (2)

[0038] 其中, V_2 是开路电压 V_{OCV} 的更新值, I 是通过如式 (1) 中所示的外部电阻器 R_{EXT} 测量到的电流。 R_1 是图 3 所示的电池装置 110 的内部电阻器 R_{INT} 的初始电阻值, R_E 是外部电阻器 R_{EXT} 的电阻值。

[0039] 根据本发明的一个实施例, 控制器 130 可以通过查找一个或多个预定义的表格, 从而获得电池装置 110 的内部电阻器 R_{INT} 的电阻值。在本发明的实施例中, 所述表格可以是在制造所述系统 100 时预定义的, 并且可以存储在控制器 130 的内部或外部存储器中 (未示出)。所述预定义的表格可包括第一表格和第二表格, 所述第一表格关于电池装置 110 的开路电压与放电深度 (DOD), 第二表格关于电池装置 110 的内部电阻器 R_{INT} 的电阻值与放电深度 (DOD)。需要注意的是, 由于电池剩余电量和放电深度是固定的值 (例如, 当放电深度和电池剩余电量均用百分比表示时, 可以是 1 或 100%), 因此, 定义所述表格时, 所述电池剩余电量 (也可以用百分比表示) 可以替代所述放电深度。

[0040] 此外, 由于电池特性可能随不同的环境温度而变化, 因此可以在制造系统 100 时, 于不同温度下预定义所述表格, 并将其存储在控制器 130 的内部或外部存储器 (未示出) 中。所述控制器 130 也可以基于反映电池装置 110 温度的所感测到的电压 V_{TEMP} , 从预定义的表格中选择一个合适的第一表格和一个合适的第二表格。

[0041] 因此, 本发明的第一实施例中, 在导出所述开路电压之前, 所述控制器 130 可初始设置当前检测到的电池电压 V_{BAT} (其可以是一个闭路电压 V_{CCV}) 作为开路电压 V_{OCV} 的初始值 V_1 , 并基于所述初始值 V_1 查找所述第一表格, 以获得电池装置 110 的一个导出的放电深度 (DOD) D_1 。所述控制器 130 还可以基于所导出的放电深度 (DOD) D_1 查找所述第二表格, 以获得内部电阻器 R_{INT} 的电阻值的初始值 R_1 。在获得内部电阻器 R_{INT} 的电阻值的初始值 R_1 之后, 所述控制器 130 可如式 (2) 所示更新值 V_1 。

[0042] 接着, 所述控制器 130 还可以基于所述更新后的值 V_2 查找所述第一表格, 以获得电池装置 110 的导出的放电深度 (DOD) 的更新值 D_2 , 以及基于所述放电深度 (DOD) 的更新值 D_2 查找第二表格, 以获得内部电阻器 R_{INT} 的电阻值的更新值 R_2 。接下来, 所述控制器 130 可进一步获得开路电压 V_{OCV} 的另一个更新值 V_3 , 如下所示:

[0043] $V_3 = V_2 + I \times [R_2 + R_E]$ 式 (3)

[0044] 根据本发明的一个实施例, 所述控制器 130 还可以根据预定次数, 反复更新所述内部电阻器 R_{INT} 的电阻、电压降的量和开路电压的值, 以获得开路电压的一个收敛值。图 4 是显示根据本发明第一实施例的重复更新开路电压值以获得开路电压的收敛值的概念的

示意图,图 5 是显示根据本发明第一实施例的重复更新电池装置的内部电阻器 R_{INT} 的电阻值的概念的示意图。在本发明的一个优选实施例中,所述开路电压的值的可能在经过三次或四次更新后收敛。

[0045] 最后,所述控制器 130 可基于所述开路电压的收敛值查找所述第一表格,以获得导出的放电深度 (DOD) 的最终值 D_f , 并确定电池的剩余电量,如下所示:

[0046] 电池剩余电量 $= 1 - D_f$ 式 (4)

[0047] 图 6 是显示根据本发明第一实施例的用于确定电池装置的电池剩余电量的方法的流程图。开始时,检测到电池装置 110 的一闭路电压 (步骤 S602)。在本发明的实施例中,可随时检测到电池装置 110 的电池电压。例如,当图 1 所示的系统 100 包括在由电池装置 110 供电的一个电子装置中,且当所述电子装置运作时,可随时检测到所述电池电压。由于是在所述电子装置运作时检测到电池电压,因此,所检测到的电池电压被视为电池装置 110 的闭路电压 V_{CCV} 。

[0048] 接着,从电池装置汲取的电流可通过耦接于图 1 所示的电池装置的一个外部电阻器进行检测 (步骤 S604)。接着,可导出包含在电池装置 110 中的内部电阻器的电阻值 (步骤 S606)。如上面所述,内部电阻器的电阻值可通过查找第一表格和第二表格而导出。请注意,在本发明的一些实施例中,所述第二表格可被简化为仅包括多个电阻值和放电深度 (DOD) 的多个预定义值。因此,内部电阻器的电阻值可通过在两个或更多个近似值之间进行内插而简单地获得。还请注意,在本发明的一些其它实施例中,第二表格可被省略,且内部电阻器的电阻值可被设置为与放电深度 (DOD) 无关的一个固定值。因此,内部电阻器的电阻值可以基于电池装置 110 的所感测到的温度而简单地得到。进一步注意到,在本发明的又一些其它实施例中,第二表格可被省略,且内部电阻器的电阻可被设置为一个与放电深度 (DOD) 和温度无关的固定值。因此,内部电阻器的电阻值可以通过直接获得所述固定值而作为内部电阻器的电阻值而导出。还请注意,在本发明的一些其他的实施例中,内部电阻器的电阻值或第二表格中的内部电阻器的电阻值均可以基于电子装置的当前状态而随时更新。例如,内部电阻器的电阻值可根据在电池装置 110 的充电 / 放电过程中测得的一充电 / 放电电压的上升 / 下降和充电 / 放电电流而被更新。

[0049] 接着,基于在步骤 S604 中获得的电流值、外部电阻器的电阻值 (已知的值)、以及在步骤 S606 中获得的内部电阻器的电阻值,计算得到由外部电阻和内部电阻引起的电压降 (步骤 S608)。接着,通过使用式 (2) 中显示的电压降,可计算出所述开路电压的值 (步骤 S610)。最后,电池装置的电池剩余电量可以根据开路电压的值而被确定 (步骤 S612)。

[0050] 请注意,在本发明的一些实施例中,在执行步骤 S612 之前,可以基于步骤 S610 中获得的开路电压的最新的更新值,根据预定次数而反复执行步骤 S606、S608 和 S610,以获得开路电压的一个收敛值,所述收敛值更接近于电池装置 110 的实际开路电压。在获得开路电压的收敛值之后,电池装置 110 的电池剩余电量可以根据开路电压的收敛值而确定。

[0051] 需要注意的是,在本发明的一些实施例中,控制器 130 还可以处理在一段时间内确定的电池装置 110 的电池剩余电量的多个值,以获得一个准确的值作为电池装置 110 的电池剩余电量。例如,控制器 130 可计算在该段时间内确定的值的平均,以作为所述准确的值,或者还可以过滤掉一些在计算平均值之前从其他的值发散的值,使得所确定的电池剩余电量是一个更稳定的结果。

[0052] 图 7 是显示根据本发明第二实施例的用于确定电池剩余电量的系统的方框图。根据本发明的第二实施例中,系统 700 可包括耦接于电池装置 110 的一检测电路 720 和耦接于所述检测电路 720 的一控制器 730。所述检测电路 720 在检测节点 N1 处耦接于电池装置 110,用于检测电池装置 110 的电池电压 V_{BAT} 。控制器 730 从检测电路 720 接收关于电池装置 110 的电池电压 V_{BAT} 的信息,以检测电池装置 110 的开路电压 (OCV) 和闭路电压 (CCV),并基于所述开路电压 (OCV) 和闭路电压 (CCV) 以及所述内部电阻器的一个电阻值,计算出从电池装置 110 汲取的电流,以及基于所述电流计算目前的放电深度,并根据目前的放电深度确定电池装置 110 的电池剩余电量。

[0053] 根据本发明的第二实施例,所述检测电路 720 可以包括一温度感测装置 721、一多路复用器 722 和一模拟到数字转换器 (ADC) 723。所述温度感测装置 721 耦接于电池装置 110,用于感测电池装置 110 的温度,并产生反映电池装置 110 在感测节点 N2 处的温度的一感测到的电压 V_{TEMP} 。根据本发明的一个实施例,所述感测装置 721 可以是一个负温度系数 (NTC) 装置,例如热敏电阻。所述温度感测装置 721 可以耦接于一个参考电压源,用于接收一基准电压 V_{REF} 。

[0054] 所述多路复用器 722 耦接于所述感测节点 N2 与检测节点 N1,分别用于接收感测到的电压 V_{TEMP} 和电池电压 V_{BAT} ,以及复用所述感测到的电压 V_{TEMP} 和电池电压 V_{BAT} ,以便根据一开关命令选择性地输出所感测的电压 V_{TEMP} 和电池电压 V_{BAT} 其中之一者至后续的 ADC723。根据本发明的一个实施例,可以由控制器 730 发出所述开关命令以选择接收所希望的电压。所述 ADC723 耦接于所述多路复用器 722,用于接收和模数转换由多路转换器 722 输出的感测到的电压 V_{TEMP} 和电池电压 V_{BAT} 其中之一,并将所述感测到的电压 V_{TEMP} 和电池电压 V_{BAT} 其中之一的转换结果输出至所述控制器 730。

[0055] 请注意,本发明的第二实施例中,由于没有外部电阻器耦接于电池装置 110,从电池装置 110 汲取的电流 I 的量是无法被检测电路 720 测量到或检测到的。因此,在本发明的第二实施例中,控制器 730 可基于检测到的电池电压 V_{BAT} 和包括在电池装置 110 中的内部电阻器 R_{INT} 的电阻值,来计算从电池装置 110 汲取的电流 I 的量。

[0056] 根据本发明的第二实施例,检测电路 720 可以首先在系统 700 (或包括系统 700 的电子装置且由所述电池装置 110 供电) 被启动时,检测电池装置 110 的一初始电压。由于系统 700 被启动之前,没有电流或非常小的且接近零的电流从电池装置 110 被汲取,在刚启动时检测到的电池装置 110 的初始电压可被视为电池装置的开路电压 V_{OCV} 。所述检测电路 720 还可以在预定的时间段 T 之后,例如,10 秒,检测电池装置 110 的电池电压。因为在系统 700 被启动之后,会从电池装置 110 汲取一些电流,所以在一预定的时间段后检测到的电池装置 110 的电池电压可视为电池装置 110 的闭路电压 V_{CCV} 。

[0057] 在获得电池装置 110 的开路电压 V_{OCV} 和闭路电压 V_{CCV} 之后,所述控制器 730 可以通过将开路电压 V_{OCV} 和闭路电压 V_{CCV} 之间的差除以电池装置 110 中包括的一内部电阻器的电阻值,而导出从电池装置 110 汲取的电流,如下所示:

$$[0058] \quad I_1 = (V_{OCV} - V_{CCV}) / R_1 \quad \text{式 (5)}$$

[0059] 其中, I_1 是电流的初始值, R_1 是包括在图 3 所示的电池装置 110 中的内部电阻器的电阻值的初始值。

[0060] 根据本发明的一个实施例,控制器 730 可以通过查找多个预定义的表格,获得电

池装置 110 的内部电阻器 R_{INT} 的电阻值的初始值 R_1 。所述表格可以是在制造所述系统 700 时预定义的,并且可以存储在控制器 730 的内部或外部存储器中(未示出)。所述预定义的表格可包括第一表格和第二表格,所述第一表格关于电池装置 110 的开路电压与放电深度(DOD),第二表格关于电池装置 110 的内部电阻器 R_{INT} 的电阻值与放电深度(DOD)。需要注意的是,由于电池剩余电量和放电深度是固定的值(例如,当放电深度和电池剩余电量均用百分比表示时,可以是 1 或 100%),因此,定义所述表格时,所述电池剩余电量(也可以用百分比表示)可以替代所述放电深度。

[0061] 此外,由于电池特性可能随不同的环境温度而变化,因此可以在制造系统 700 时,于不同温度下预定义所述表格,并将其存储在控制器 730 的内部或外部存储器(未示出)中。所述控制器 730 也可以基于反映电池装置 110 温度的所感测到的电压 V_{TEMP} ,从预定义的表格中选择一个合适的第一表格和一个合适的第二表格。

[0062] 因此,在本发明的第二实施例中,由于刚被启动时检测到的电池装置 110 的初始电压会被视为开路电压 V_{OCV} ,控制器 730 可基于电池装置 110 的初始电压来查找所述第一表格,以获得导出的电池装置 110 的放电深度(DOD) D_1 。所述控制器 730 还可以基于所述导出的电池装置 110 的放电深度(DOD) D_1 查找第二表格,以获得内部电阻器 R_{INT} 的电阻值的一个初始值 R_1 。在获得内部电阻器 R_{INT} 的电阻值的初始值 R_1 之后,所述控制器 730 可以如式(5)所示计算电流 I 的量。

[0063] 导出电流 I 的量之后,控制器 730 还可以基于所述电流 I 的量计算出电池装置 110 的目前的放电深度,如下所示:

$$[0064] \quad CAR_2 = I_1 \times T + CAR_1 \quad \text{式 (6)}$$

$$[0065] \quad D_2 = D_1 + CAR_2 / Q_{max} \quad \text{式 (7)}$$

[0066] 其中, D_1 是根据刚启动时被检测到的开路电压 V_{OCV} 而得到的初始放电深度, CAR_1 是消耗的初始电池电量,其可能被初始设置为 0, CAR_2 是消耗的电池电量的更新结果, T 是由控制器 730 等待的预定时间段, Q_{max} 是电池装置 110 的最大电池电量。请注意, Q_{max} 可以是在制造系统 700 时已知的值,并且可以进一步被更新,因为电池装置 110 的最大电池电量可能会随着电池“年龄”的增加而下降,或者当电池装置 110 被用户更换时而发生改变(更新电池装置 110 的最大电池电量的值的方法将在下面的段落中进一步讨论)。

[0067] 在得到电池装置 110 的目前的放电深度 D_2 之后,所述控制器 730 可基于所述目前的放电深度 D_2 确定电池剩余电量,如下所示:

$$[0068] \quad \text{电池剩余电量} = 1 - D_2 \quad \text{式 (8)}$$

[0069] 请注意,在本发明的一些实施例中,为了得到一个更精确的电池剩余电量估计值,所述控制器 730 还可通过基于从式(7)导出的放电深度 D_2 查找所述第一表格和第二表格,更新开路电压 V_{OCV} 的值以及内部电阻器 R_{INT} 的电阻值,从而获得开路电压的更新值 V_{OCV2} 和内部电阻器 R_{INT} 的电阻值的更新值 R_2 。接着,所述控制器 730 还可以等待一段预定的时间,例如, T ,并测量电池装置 110 的当前闭路电压 V_{CCV} 。接着,所述控制器 730 还可以更新电流量和电池装置 110 的目前的放电深度,如下:

$$[0070] \quad I_2 = (V_{OCV2} - V_{CCV}) / R_2 \quad \text{式 (9)}$$

$$[0071] \quad CAR_3 = I_2 \times T + CAR_2 \quad \text{式 (10)}$$

$$[0072] \quad D_3 = CAR_3 / Q_{max} \quad \text{式 (11)}$$

[0073] 在本发明的一些实施例中,所述控制器 730 可重复测量一个最新的当前闭路电压 V_{CCV} ,并根据预定次数更新所述开路电压的值、所述内部电阻器 R_{INT} 的电阻值和电流值,以便获得目前的放电深度的收敛值 D_c ,并确定电池装置 110 的电池剩余电量,如下所示:

[0074] 电池剩余电量 $=1-D_c$ 式 (12)

[0075] 在本发明的一些其它实施例中,第一实施例中所示的方法也可以结合到第二实施例中。例如,在如式 (11) 所示更新目前的放电深度 D_3 之后,所述控制器 730 可以基于所述目前的放电深度 D_3 ,通过查找第一表格和第二表格而推导出开路电压的更新值 V_{OCV3} 以及电阻值的更新值 R_3 。接下来,控制器 730 可等待一段预定的时间,例如, T ,并测量电池装置 110 的当前闭路电压 V_{CCV} 。接着,所述控制器 730 还可进一步更新电流值和电池装置 110 的目前的放电深度,如下所示:

[0076] $I_3=(V_{OCV3}-V_{CCV})/R_3$ 式 (13)

[0077] $CAR_4=I_3 \times T+CAR_3$ 式 (14)

[0078] $D_4=CAR_4/Q_{max}$ 式 (15)

[0079] 在如式 (15) 所示更新目前的放电深度 D_4 之后,所述控制器 730 可基于所述目前的放电深度 D_4 查找所述第一表格和第二表格,导出开路电压的一个更新值 V_{OCV4} 和电阻值的更新值 R_4 ,并进一步以类似的方式(如式 (13) ~ 式 (15) 所示)更新电池装置 110 的电流值和放电深度。所述电流值可在更新三次或四次后收敛。

[0080] 请注意,在本发明的一些实施例中,所述控制器 730 还可以处理在一段时间内确定的电池装置 110 的电池剩余电量的多个值,以获得一个准确的值作为电池装置 110 的电池剩余电量。例如,控制器 730 可计算在该段时间内确定的值的平均,以作为所述准确的值,或者还可以过滤掉一些在计算平均值之前从其他的值发散的值,使得所确定的电池剩余电量是一个更稳定的结果。

[0081] 图 8 是显示根据本发明第二实施例的用于确定电池装置的电池剩余电量的方法的流程图。开始时,获得电池装置 110 的一开路电压(步骤 S802)。如前所述,当系统 700(或包括系统 700 和由电池装置 110 供电的一个电子装置)刚启动时,可以检测到电池装置 110 的一个初始电压,并且所述初始电压可以被设置为电池装置 110 的开路电压的一个值。接着,可导出包含在电池装置 110 中的内部电阻器的电阻值(步骤 S804)。

[0082] 如上所示,可通过查找第一表格和第二表格来导出所述内部电阻器的电阻值。请注意,在本发明的一些实施例中,第二表格可能被简化为仅包括多个电阻值和多个预定义的放电深度(DOD)的值。因此,内部电阻器的电阻值可以基于电池装置 110 的所感测到的温度而简单地得到。进一步注意到,在本发明的又一些其它实施例中,第二表格可能被省略,且内部电阻器的电阻可被设置为一个与放电深度(DOD)和温度无关的固定值。因此,内部电阻器的电阻值可以通过直接获得所述固定值而作为内部电阻器的电阻值而导出。还请注意,在本发明的一些其他的实施例中,内部电阻器的电阻值或第二表格中的内部电阻器的电阻值均可以基于电子装置的当前状态而随时更新。例如,内部电阻器的电阻值可根据在电池装置 110 的充电/放电过程中测得的一充电/放电电压的上升/下降和充电/放电电流而被更新。

[0083] 接下来,电池装置的闭路电压可以由所述检测电路 720 检测到(步骤 S806)。根据本发明的一个实施例,所述检测电路 720 可以在执行步骤 S806 之后等待一段预定的时间,

然后检测出电池装置 110 的电压以作为所述闭路电压。接着,可以基于所述开路电压的值、闭路电压的值、和所述内部电阻器的电阻值,计算从电池装置 110 汲取的电流,如式 (5) 所示(步骤 S808)。接着,根据所述电流,计算目前的放电深度,如式 (6) 和式 (7) 所示(步骤 S810)。最后,电池装置的电池剩余电量可以根据目前的放电深度来确定,如式 (8) 所示(步骤 S812)。

[0084] 请注意,在本发明的一些实施例中,在执行步骤 S812 之前,内部电阻器的电阻值和开路电压的值可根据在步骤 S810 中得到的目前的放电深度而被更新,从电池装置汲取的电流也可以根据式 (9) 中所示的开路电压的更新值、所述闭路电压的一个最新检测值、以及内部电阻器的电阻值而被更新,以及所述目前的放电深度也可基于式 (10) 和 (11) 中所示的所述更新后的电流而被更新。所述闭路电压可以被重复地检测,且可以根据预定次数而重复地执行所述电阻、开路电压、电流和目前的放电深度的更新,以获得目前的放电深度的一个收敛值,所述收敛值会更接近实际的电池装置 110 的目前放电深度。在获得目前的放电深度的收敛值之后,可以根据如式 (12) 中所示的目前的放电深度的收敛值,确定电池装置 110 的电池剩余电量。

[0085] 本发明的一些实施例中,在执行步骤 S812 之前,可基于在步骤 S810 中获得的目前的放电深度,更新内部电阻器的电阻值和开路电压的值,从电池装置 110 汲取的电流也可以根据式 (13) 所示的开路电压的更新值、最新检测到的闭路电压的值、和内部电阻器的电阻值进行更新,且所述目前的放电深度也可以根据式 (14) 和 (15) 所示的更新的电流而被进一步更新。所述闭路电压可以被重复地检测,且可以根据预定次数而重复地执行所述电阻、开路电压、电流和目前的放电深度的更新,以获得目前的放电深度的一个收敛值,所述收敛值会更接近实际的电池装置的目前放电深度。在获得目前的放电深度的收敛值之后,可以根据如式 (12) 中所示的目前的放电深度的收敛值,确定电池装置 110 的电池剩余电量。

[0086] 图 9 是显示最大电池电量 Q_{max} 相对于充电/放电循环数量的曲线示意图。如图 9 所示,电池装置 110 的最大电池电量可能会随着电池“年龄”的增加而下降或衰减。请注意,电池装置 110 的“年龄”指所述电池装置 110 已经受多次充电/放电周期,而非电池已经存在的实际时间。还请注意,当电池装置 110 被用户更换时,电池装置 110 的最大电池电量也会改变。

[0087] 在这方面,根据本发明的第三实施例,电池装置 110 的最大电池电量 Q_{max} (当如式 (7) 或式 (11) 所示推导所述目前的放电深度时可能会需要到),会被进一步更新,以准确地估计所述放电深度以及由电池供电的电子装置的剩余运行时间。例如,从电池装置 110 汲取的电流 I 的量(其通过第一实施例中的图 1 所示的外部电阻器 R_{EXT} 测量,或者通过如第二实施例中的式 (5) 和式 (9) 导出)和电池从一第一状态切换到一第二状态所需要的充电或放电时间的乘积,会被用来估算和更新电池装置 110 的最大电池电量 Q_{max} 。在本发明的一些实施例中,所述第一状态可以被设计为具有接近 0% (或接近 100%) 的剩余电量,所述第二状态可以被设计为具有接近 100% (或接近 0%) 的剩余电量。在本发明的其他实施例中,所述第一状态也可以设计为具有 X% 的剩余电量,而第二状态可以被设计为具有 Y% 的剩余电量,其中 $|X-Y| < 100$ 。

[0088] 请注意,与本发明的第一实施例相比,在本发明的第二实施例中,因为不再需要用

来测量电流量的硬件装置（例如图 1 所示的 ADC124 和外部电阻器 R_{EXT} ），印刷电路板（PCB）面积和物料清单（BOM）成本可以降低。因此，设计本发明第二实施例中所示的系统的硬件成本可小于本发明的第一实施例。此外，虽然所述电流量不能在本发明的第二实施例中通过硬件装置进行测量，但是由于可以递归地更新估计结果，直到获得收敛值，因此，仍然可以实现电流量和电池剩余电量的准确估计。实验结果表明，在所述第二实施例中得到的电池剩余电量估算结果的准确度接近于在第一实施例中所获得的结果，并且这两种结果的准确性均远高于常规的设计。

[0089] 本发明的上述实施例可以通过任何多种方式来实现。例如，所述实施例可以使用硬件、软件或其组合来实现。应当理解，执行上述功能的任何元件或元件的组合通常可以被视为控制上面所讨论的功能的一个或多个控制器。上述的一个或多个控制器可以通过许多方式来实现，如使用专用的硬件、或使用微代码或软件编程以实现上述功能的通用硬件。

[0090] 在权利要求中使用序词，如“第一”、“第二”、“第三”等，以修改一个权利要求要素，其本身并不意味着任何优先权、引用关系、或一个权利要求要素在另一个权利要求要素之上的顺序、或执行一个方法的特定实现顺序，而仅仅是用来标志区分具有某一特定名称的权利要求与具有同一名称的另一权利要求（除了序号的使用）。

[0091] 虽然本发明已经以具体实施例和较佳实施方式揭露如上，然其并非用以限定本发明。本领域技术人员在不脱离本发明的范围和精神的前提下，仍然可以作出各种变形和修改。因此，本发明的范围由以下权利要求及其等同物进行保护。

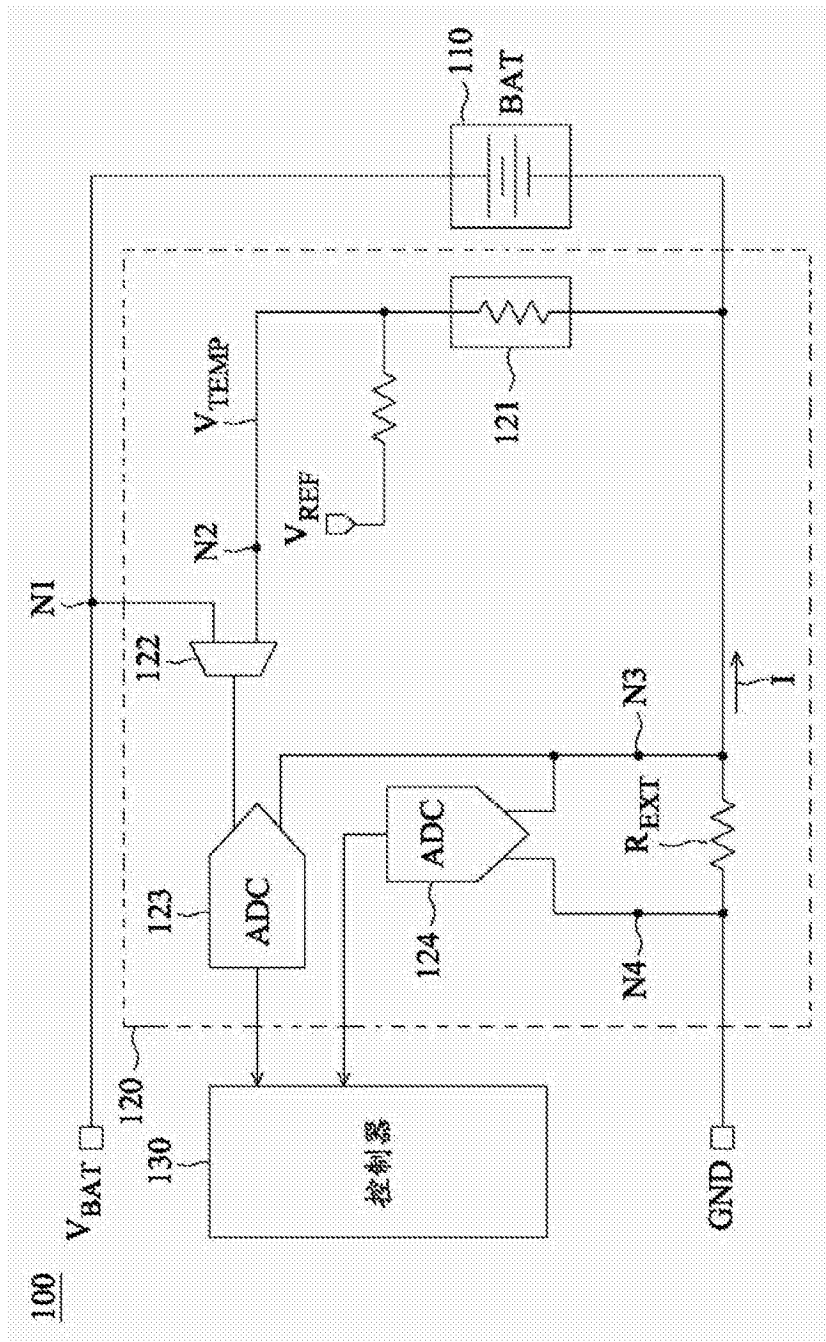


图 1

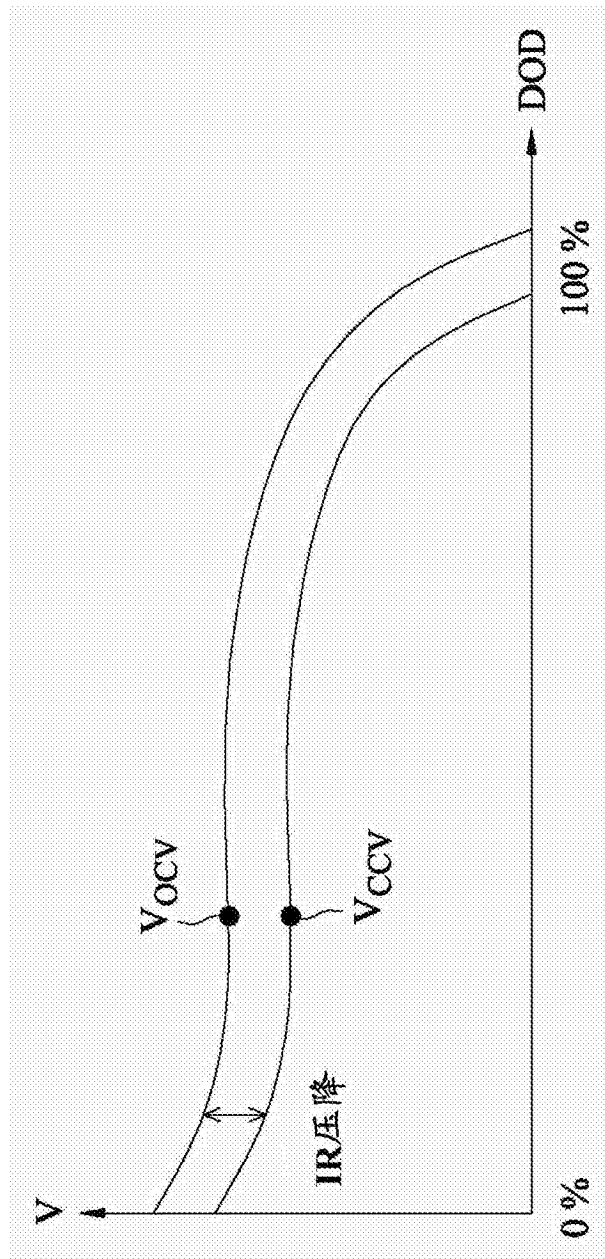


图 2

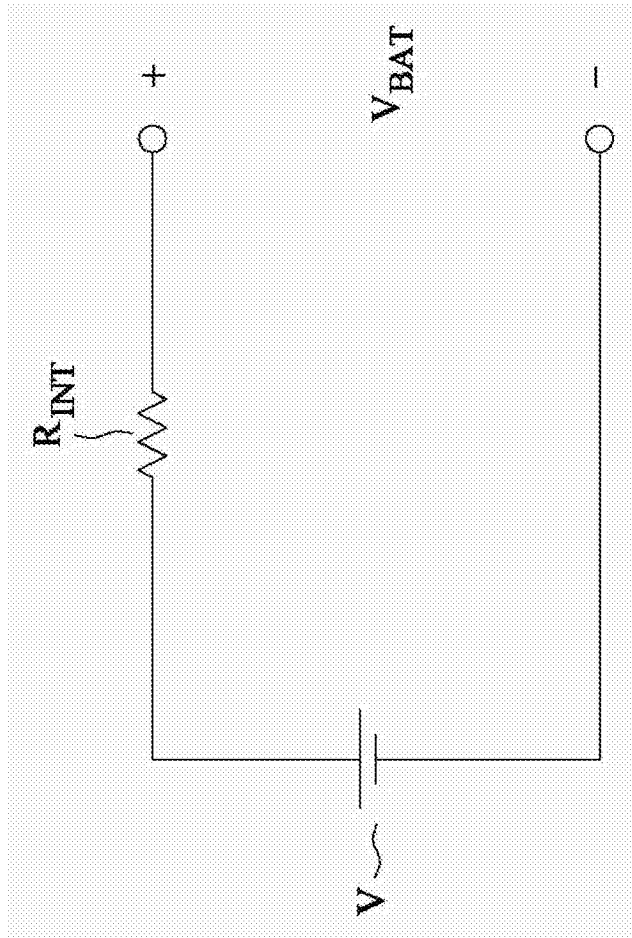


图 3

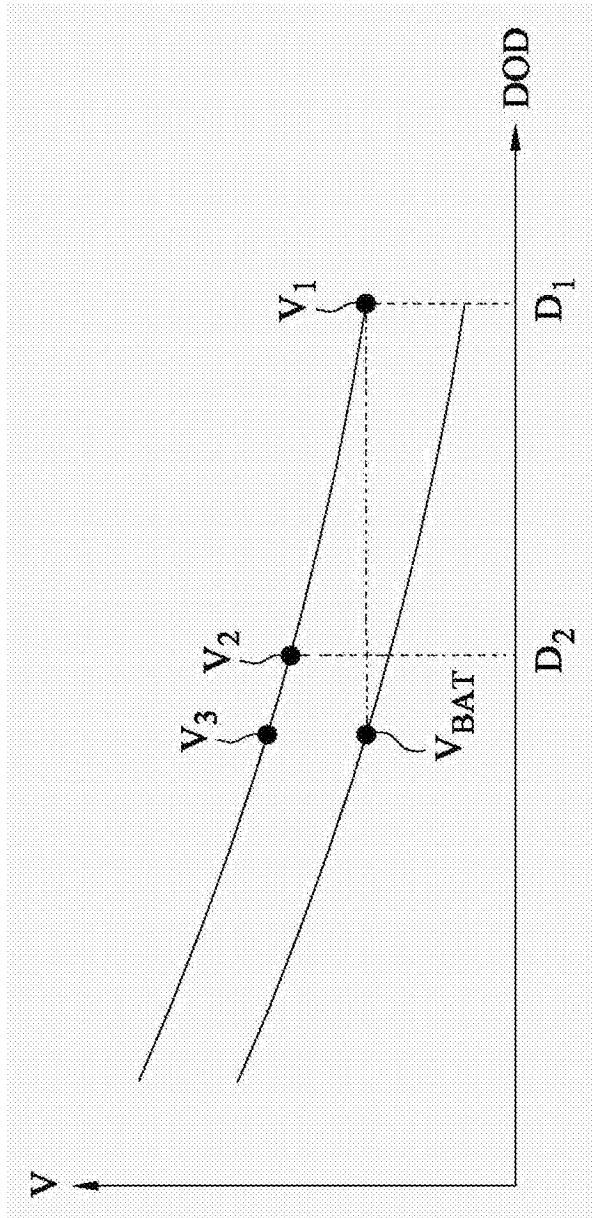


图 4

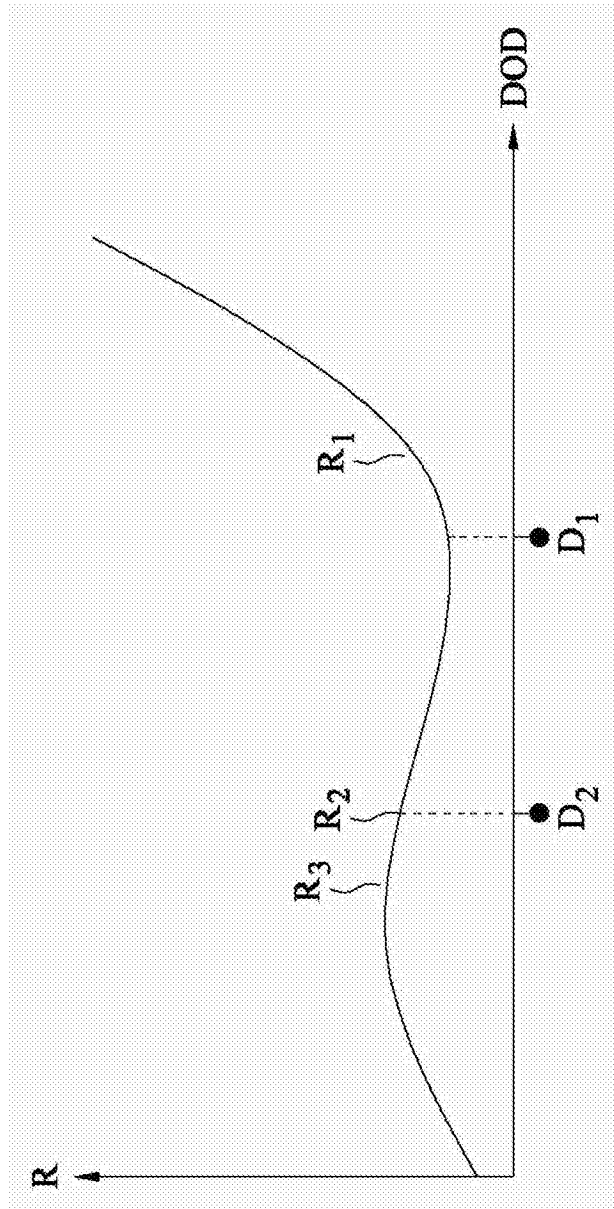


图 5

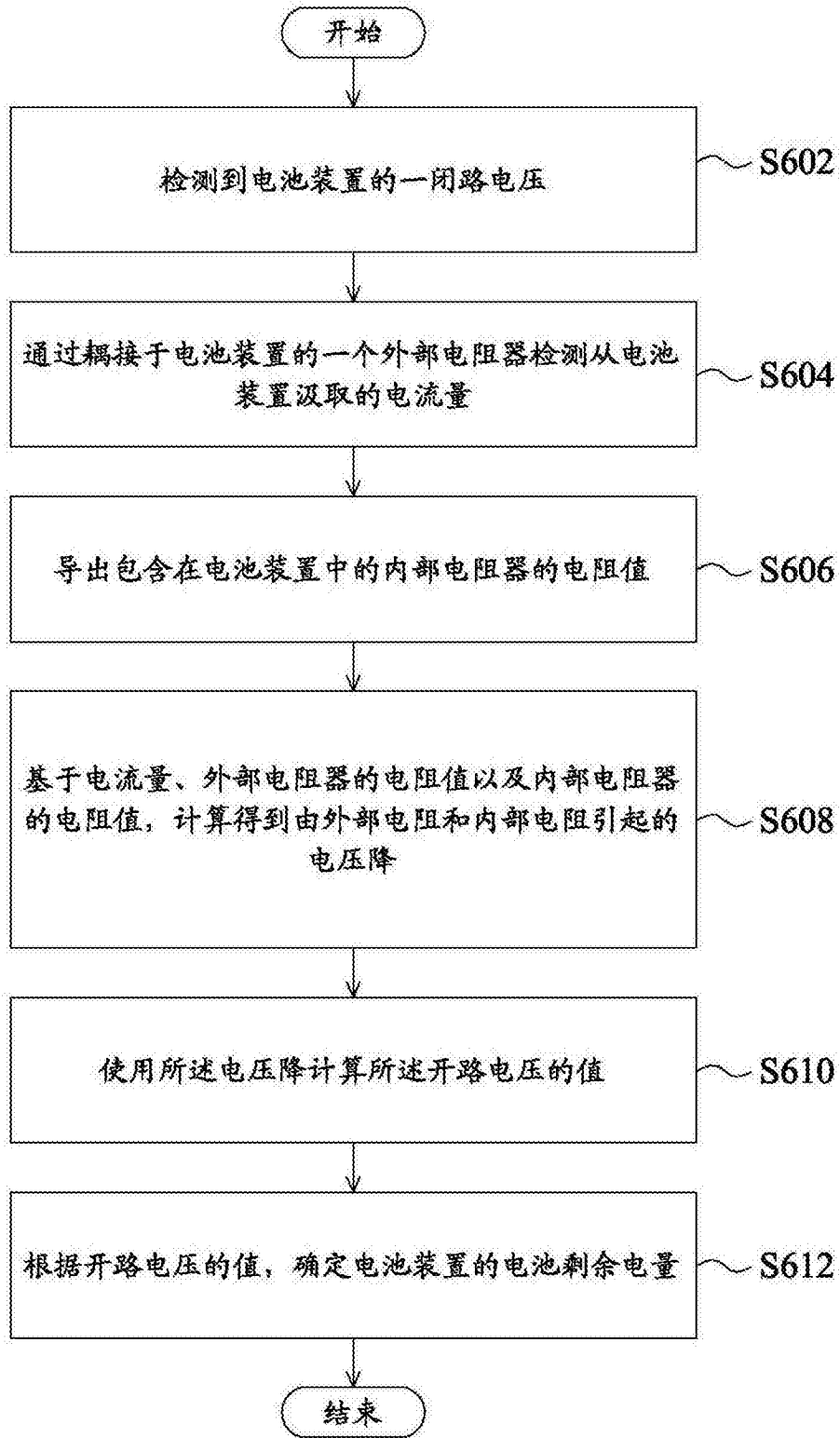


图 6

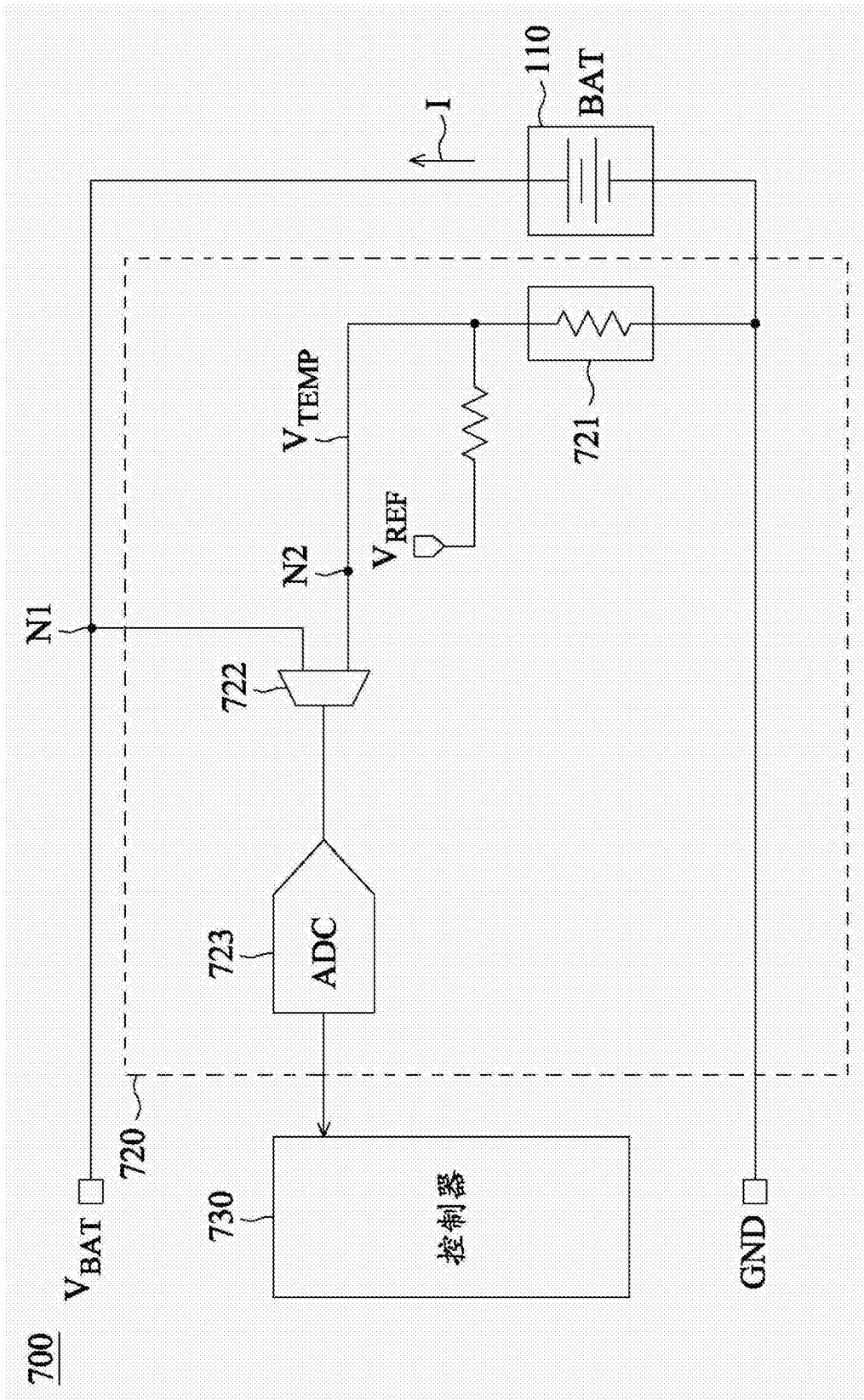


图 7

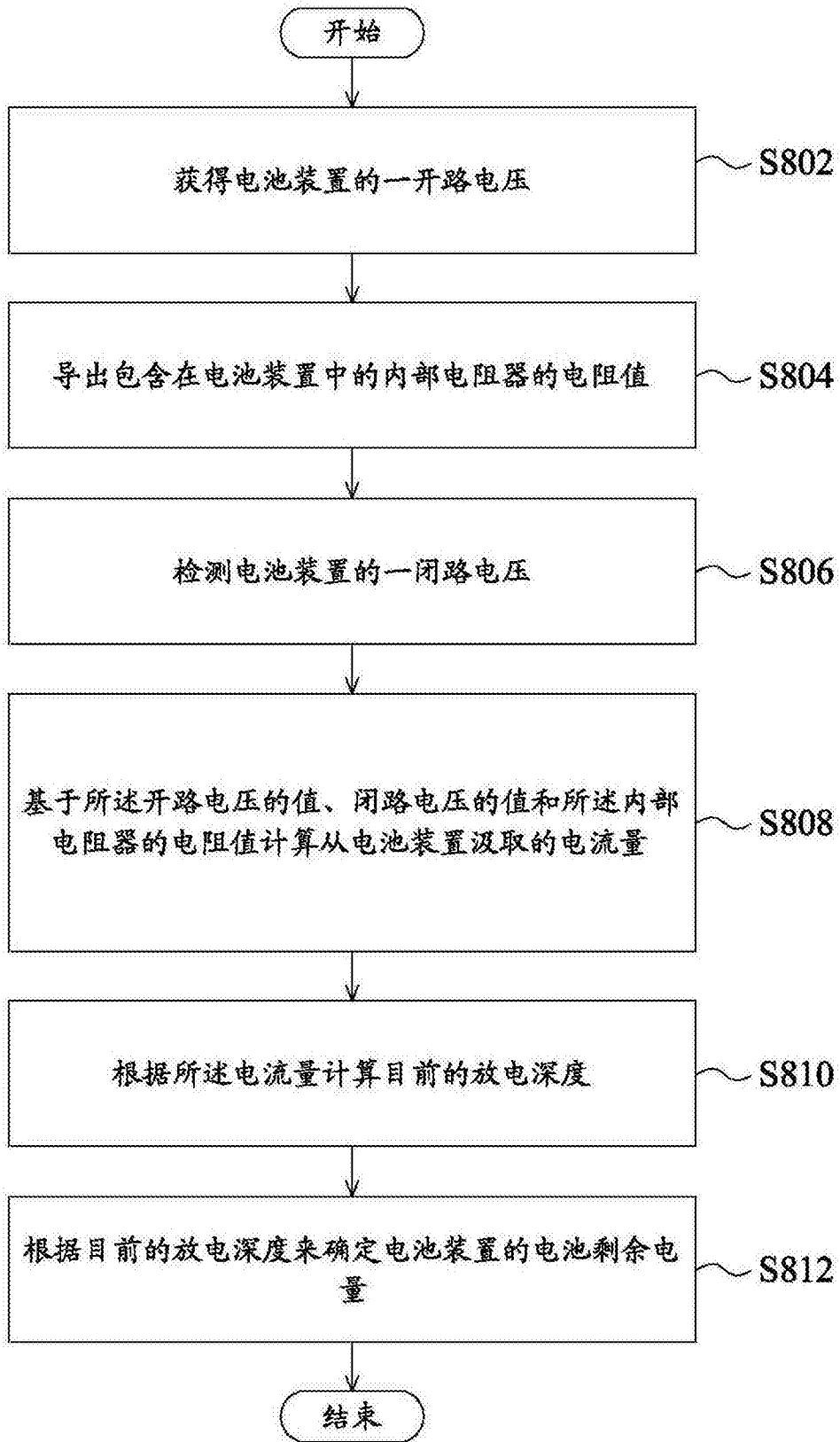


图 8

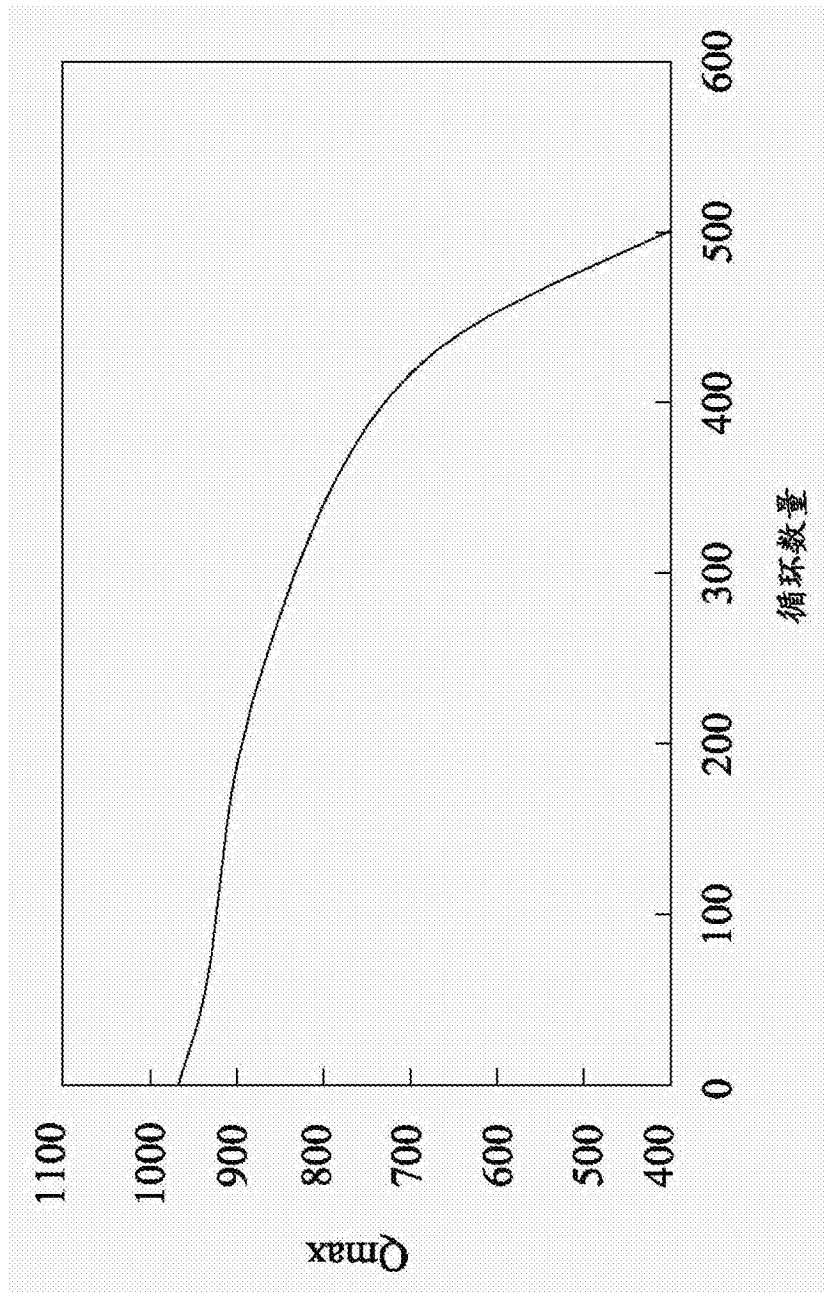


图 9