



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103579699 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 10

(21) 申请号 201310343953. 3

(22) 申请日 2013. 08. 08

(30) 优先权数据

13/571, 788 2012. 08. 10 US

(73) 专利权人 凹凸电子(武汉)有限公司

地址 430074 湖北省武汉市珞瑜路 716 号华乐商务中心 806 室

(72) 发明人 栗国星

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 陈炜 李德山

(51) Int. Cl.

H01M 10/42(2006. 01)

G01R 31/36(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1229195 A, 1999. 09. 22,

CN 1535384 A, 2004. 10. 06,

US 5914606 A, 1999. 06. 22,

审查员 何璧

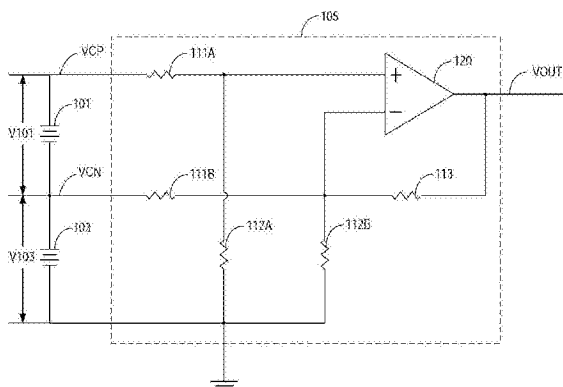
权利要求书3页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

电池电压的校准方法及装置

(57) 摘要

本发明公开了用于校准电池组中多个串联的电池单体的电压的方法及装置。通过调节电池单体的负端电压从第一负端电压变化至第二负端电压,并使得接地基准电压从第一输出电压变化至第二输出电压,电池单体的正端电压保持恒定;根据第一和第二输出电压之间的电压差及第一和第二负端电压之间的电压差计算差模校准参数;调节负端电压从第一负端电压变化至第二负端电压,并使得正端电压从第一正端电压变化至第二正端电压,接地基准电压从第三输出电压变化至第四输出电压,单体电压保持恒定;根据差模校准参数、第三和第四输出电压之间的电压差及第一和第二正端电压之间的电压差计算共模校准参数,差模校准参数和共模校准参数用于校准单体电压。



1. 一种用于校准电池组中多个串联的电池单体的电压的方法,其特征在于,所述方法包括:

使所述多个电池单体中一个电池单体的正端电压保持恒定,调节所述电池单体的负端电压从第一负端电压变化至第二负端电压,从而使得指示所述电池单体的单体电压的接地基准电压随所述负端电压从第一输出电压变化至第二输出电压;

根据所述第一输出电压和所述第二输出电压之间的电压差以及所述第一负端电压和所述第二负端电压之间的电压差计算差模校准参数;

使所述电池单体的所述单体电压保持恒定,调节所述电池单体的所述负端电压从所述第一负端电压变化至所述第二负端电压,从而使得所述电池单体的所述正端电压随所述负端电压从第一正端电压变化至第二正端电压,所述接地基准电压从第三输出电压变化至第四输出电压;及

根据所述差模校准参数、所述第三输出电压和所述第四输出电压之间的电压差以及所述第一正端电压和所述第二正端电压之间的电压差计算共模校准参数,所述差模校准参数和所述共模校准参数用于校准所述单体电压,

其中,所述差模校准参数等于所述第一输出电压和所述第二输出电压之间的电压差除以所述第一负端电压和所述第二负端电压之间的电压差,所述共模校准参数等于所述第三输出电压和所述第四输出电压之间的电压差除以所述差模校准参数与所述第一正端电压和所述第二正端电压之间的电压差的乘积。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述电池单体的所述正端电压用于提供给运算放大器的正输入端,所述电池单体的所述负端电压用于提供给所述运算放大器的负输入端。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述正端电压和所述负端电压均可设置,所述差模校准参数和所述共模校准参数在印刷电路板测试阶段计算。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

重复计算所述共模校准参数和所述差模校准参数的步骤,直到获得所述多个电池单体中每个电池单体的共模校准参数和差模校准参数;及

存储所述多个电池单体中每个电池单体的共模校准参数和差模校准参数。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

将所述多个电池单体中每个电池单体的单体电压转换为相应的接地基准电压;

读取所述多个电池单体中每个电池单体的共模校准参数和差模校准参数;及

根据对应的共模校准参数和差模校准参数按顺序校准所述多个电池单体的单体电压。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,

按从第一电池单体到第二电池单体的顺序校准所述多个电池单体的所述单体电压,

其中,所述第一电池单体在所述多个电池单体中电势最低,所述第二电池单体在所述多个电池单体中电势最高。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

根据测量器测量的所述接地基准电压的实际值和所述接地基准电压的理论值之间的差别计算所述接地基准电压的最终偏差;

计算所述多个电池单体中的每个电池单体的最终偏差;以及

存储所述多个电池单体中每个电池单体的最终偏差,以用于所述多个电池单体的单体电压的校准。

8. 一种用于校准电池组中多个串联的电池单体的电压的电压检测装置,其特征在于,所述电压检测装置包括:

多个电压转换电路,分别与所述多个电池单体相对应耦合,所述多个电压转换电路中的每个电压转换电路用于检测每个对应电池单体的单体电压并将所述对应电池单体的单体电压转换为接地基准电压,以及计算共模校准参数和差模校准参数;以及

微控制器,与所述多个电压转换电路耦合,用于接收所述多个电池单体中每个电池单体的所述接地基准电压,以及根据对应的所述共模校准参数和对应的所述差模校准参数按顺序分别校准所述多个电池单体的所述单体电压,

其中,所述多个电压转换电路中的每个电压转换电路在计算所述差模校准参数阶段,使对应的电池单体的正端电压保持恒定,所述对应的电池单体的负端电压从第一负端电压变化至第二负端电压,从而指示所述对应的电池单体的单体电压的接地基准电压从第一输出电压变化至第二输出电压,及通过所述第一输出电压和所述第二输出电压之间的电压差除以所述第一负端电压和所述第二负端电压之间的电压差来计算获得所述差模校准参数,

其中,所述多个电压转换电路中的每个电压转换电路在计算所述共模校准参数阶段,使对应的电池单体的所述单体电压保持恒定,所述对应的电池单体的负端电压从第一负端电压变化至第二负端电压,从而所述对应的电池单体的正端电压从第一正端电压变化至第二正端电压,指示所述对应的电池单体的单体电压的接地基准电压从第三输出电压变化至第四输出电压,及通过所述第三输出电压和所述第四输出电压之间的电压差除以所述差模校准参数与所述第二正端电压和所述第一正端电压之间的电压差的乘积来计算获得所述共模校准参数。

9. 根据权利要求 8 所述的电压检测装置,其特征在于,

所述共模校准参数和所述差模校准参数在印制电路板测试阶段计算,以及所述共模校准参数和所述差模校准参数存储在所述微控制器中。

10. 根据权利要求 8 所述的电压检测装置,其特征在于,每个电压转换电路包括运算放大器,所述运算放大器的正输入端接收对应电池单体的正端电压,所述运算放大器的负输入端接收所述对应电池单体的负端电压。

11. 根据权利要求 8 所述的电压检测装置,其特征在于,所述微控制器包括:

多路复用器,与所述多个电压转换电路耦合,用于选择所述多个电池单体的所述接地基准电压;

模数转换器,与所述多路复用器耦合,用于将所述选择的接地基准电压从模拟信号转换为数字信号;以及

运算单元,与所述模数转换器耦合,用于接收所述接地基准电压的所述数字信号,并根据所述对应共模校准参数和所述对应的差模校准参数按顺序校准所述多个电池单体的所述单体电压。

12. 根据权利要求 11 所述的电压检测装置,其特征在于,

所述运算单元按照从第一电池单体到第二电池单体的顺序校准所述多个电池单体的所述单体电压,

其中,所述第一电池单体在所述多个电池单体中电势最低,所述第二电池单体在所述多个电池单体中电势最高。

电池电压的校准方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及电池领域,尤其涉及一种用于校准电池组中多个串联的电池单体的电压的方法及电压检测装置。

背景技术

[0002] 包含多个串联的电池单体的电池组通常用来给电子设备(例如电动车、手提电脑、照相机等)提供电能。电池组通常配备电池检测装置,其中电池检测装置用于检测每个电池单体的电压以计算电池容量并保护每个电池单体。检测的电池单体的电压为加载在每个电池单体的正负极之间的浮点电压。在某些情况下,需要以地为基准的模数转换器(ADC)将电池单体的单体电压(也称浮点电压)转换为接地基准电压,并精确测量转换后的电压。

[0003] 传统的将浮点电压转换为接地基准电压的方法是使用带有四个外接电阻的差分运算放大器。然而,对于具有两个或者更多的串联的电池单体的电池组,这种传统的方法需要使用高压运算放大器以承受输入端的较大的电势差。高压运算放大器的供电电压通常在10伏特到40伏特之间,而低压运算放大器的供电电压通常低于或等于5伏特。同时相对于低压运算放大器,高压运算放大器有更大的共模增益和偏置电压误差。这些误差需要通过复杂的校准过程进行修正,对至少一个电阻进行微调以均衡所有四个外接电阻的阻值。若不进行误差修正,由于偏置电压误差与共模电压相关,所有的电池单体的端口都需按照给定的顺序与电池管理系统(Battery Management System,简称BMS)耦合来进行准确的电压计算,这提高了对BMS的封装的要求,从而增加了成本并给用户带来不便。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种校准电池电压的系统及校准方法,以降低电压转换误差并简化校准过程。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明公开了一种用于校准电池组中多个串联的电池单体的电压的方法,所述方法包括:使所述多个电池单体中一个电池单体的正端电压保持恒定,调节所述电池单体的负端电压使其从第一负端电压变化至第二负端电压,从而使得指示所述电池单体的单体电压的接地基准电压随所述负端电压从第一输出电压变化至第二输出电压;根据所述第一输出电压和所述第二输出电压之间的电压差以及所述第一负端电压和所述第二负端电压之间的电压差计算差模校准参数;使所述电池单体的所述单体电压保持恒定,调节所述电池单体的所述负端电压从所述第一负端电压变化至所述第二负端电压,从而使得所述电池单体的所述正端电压随所述负端电压从第一正端电压变化至第二正端电压,所述接地基准电压从第三输出电压变化至第四输出电压;及根据所述差模校准参数、所述第三输出电压和所述第四输出电压之间的电压差以及所述第一正端电压和所述第二正端电压之间的电压差计算共模校准参数,所述差模校准参数和所述共模校准参数用于校准所述单体电压。

[0006] 本发明还提供了一种用于校准电池组中多个串联的电池单体的电压的电池检测

装置,所述电池检测装置包括:多个电压转换电路,分别与所述多个电池单体相对应耦合,所述多个电压转换电路中的每个电压转换电路用于检测每个对应电池单体的单体电压并将所述对应电池单体的单体电压转换为接地基准电压,以及计算共模校准参数和差模校准参数;以及微控制器,与所述所个电压转换电路耦合,用于接收所述多个电池单体中每个电池单体的所述接地基准电压,以及根据对应的所述共模校准参数和对应的所述差模校准参数按顺序分别校准所述多个电池单体的所述单体电压。

[0007] 本发明实施例提供的电池电压的校准方法及装置,通过两点校准过程获取共模校准参数和差模校准参数,使每个电池单体的电压可以按顺序被精确校准。这样,可降低电压转换误差,同时无需要求精确的电阻匹配,从而简化了校准过程。

附图说明

[0008] 图 1 所示为根据本发明一个实施例的电压转换电路;

[0009] 图 2 所示为根据本发明另一个实施例的电压转换电路;

[0010] 图 3 所示为根据本发明一个实施例的包括图 1 或图 2 中所示的电压转换电路的电压检测装置的结构框图;

[0011] 图 4 所示为根据本发明一个实施例的用于通过二点校准过程计算校准参数的方法流程示意图;及

[0012] 图 5 所示为根据本发明一个实施例的用于校准电池组的电压的方法流程示意图。

具体实施方式

[0013] 以下将对本发明的实施例给出详细的参考。尽管本发明通过这些实施方式进行阐述和说明,但需要注意的是本发明并不仅仅只局限于这些实施方式。相反,本发明涵盖所附权利要求所定义的发明精神和发明范围内的所有替代物、变体和等同物。

[0014] 另外,在以下对本发明的详细描述中,为了提供针对本发明的完全的理解,阐明了大量的具体细节。然而,本领域技术人员将理解,没有这些具体细节,本发明同样可以实施。在另外的一些实施例中,对于大家熟知的方案、流程、元件和电路未作详细描述,以便于凸显本发明的主旨。

[0015] 图 1 所示为根据本发明一个实施例的电压转换电路 105。如图 1 所示,电压转换电路 105 包括运算放大器 120 和五个电阻 111A、111B、112A、112B 和 113。电压转换电路 105 用于检测电池单体 101 的单体电压 V_{101} ,并将检测到的单体电压 V_{101} (浮点电压)转换为指示单体电压 V_{101} 的接地基准电压 V_{OUT} 。其中电池组包含多个串联的电池单体。为了简便起见,在图 1 所示的实施例中,电池单体 103 用以表示其余的耦合于电池单体 101 和地之间的电池单体。电池单体 103 的单体电压标记为 V_{103} 。电池单体 101 的正端电压 V_{CP} 提供给运算放大器 120 的正输入端。电池单体 101 的负端电压 V_{CN} 提供给运算放大器 120 的负输入端。接地基准电压 V_{OUT} 按照公式 (1) 计算:

[0016]

$$V_{OUT} = \frac{R_{113}}{R_{111B}} \left[\frac{R_{112A}}{R_{111A} + R_{112A}} \left(1 + \frac{R_{111B}}{R_{112B}} + \frac{R_{111B}}{R_{113}} \right) V_{CP} - V_{CN} \right] \quad (1)$$

[0017] 其中, R111A、R111B、R112A、R112B 和 R113 分别为电阻 111A、电阻 111B、电阻 112A、电阻 112B 和电阻 113 的阻值。若将 $\frac{R113}{R111B}$ (即差模校准参数) 表示为 α , 将

$\frac{R112A}{R111A+R112A} \left(1 + \frac{R111B}{R112B} + \frac{R111B}{R113} \right)$ 表示为 β , 公式 (1) 可简化为公式 (2):

$$[0018] \quad V_{OUT} = \alpha [\beta \times V_{CP} - V_{CN}] \quad (2)$$

[0019] 若 $\beta = 1$, 公式 (2) 可进一步简化为公式 (3):

$$[0020] \quad V_{OUT} = \alpha [V_{CP} - V_{CN}] \quad (3)$$

[0021] 根据公式 (3), 单体电压 V101 (即 $[V_{CP} - V_{CN}]$) 可通过 V_{OUT} 除以差模校准参数 α 计算得到。然而, 在实际中很难达到完全的电阻匹配, 从而电阻比 $\frac{R112A}{R111A+R112A}$ 、 $\frac{R111B}{R112B}$ 、

和 $\frac{R111B}{R113}$ 之间的完全匹配则更难实现。换句话说, 在实际中很难达到满足 $\beta = 1$ 的条件,

单体电压 V101 需要被校准以获得准确的电池单体电压。

[0022] 若假设 β 有复合电阻误差 dm (即共模校准参数), 其中 $\beta = 1 + dm$, 则公式 (2) 可写成公式 (4):

$$[0023] \quad V_{OUT} = \alpha [(V_{CP} - V_{CN}) + dm \times V_{CP}] \quad (4)$$

[0024] 根据公式 (4) 可知, 单体电压 V101 (即 $[V_{CP} - V_{CN}]$) 可以根据电压 V_{OUT} 、共模校准参数 dm 和差模校准参数 α 计算得到。如下将具体描述计算共模校准参数 dm 和差模校准参数 α 的方式。

[0025] 根据公式 (4) 和参考图 1, 若正端电压 V_{CP} 保持为基本恒定, 而调节负端电压 V_{CN} 从第一负端电压 V_{CN1} 变化至第二负端电压 V_{CN2} , 因此, 接地基准电压 V_{OUT} 从第一输出电压 V_{OUT1a} 变化至第二输出电压 V_{OUT2a} 。例如, V_{CP} 保持为 24V, V_{CN} 从 V_{CN1} (例如 15V) 变化至 V_{CN2} (例如 9V), 这样电池单体 101 的单体电压 V101 (浮点电压) 从 9V 变化至 15V, 接地基准电压 V_{OUT} 从 V_{OUT1a} 变化至 V_{OUT2a} 。在实际的校准过程中, V_{CP} 和 V_{CN} 可被设定为任何合适的数值。因此, 差模校准参数 α 可根据公式 (5) 计算:

$$[0026] \quad \alpha = \frac{V_{OUT2a} - V_{OUT1a}}{V_{CN1} - V_{CN2}} \quad (5)$$

[0027] 类似地, 若单体电压 V101 (即 $[V_{CP} - V_{CN}]$) 保持在基本恒定值, 而调节负端电压 V_{CN} 从第一负端电压 V_{CN1} 变化至第二负端电压 V_{CN2} , 则正端电压 V_{CP} 也从第一正端电压 V_{CP1} 变化至第二正端电压 V_{CP2} 。因此, 接地基准电压 V_{OUT} 从第三输出电压 V_{OUT1b} 变化至第四输出电压 V_{OUT2b} 。例如, $[V_{CP} - V_{CN}]$ 保持为 12V, V_{CN} 从 V_{CN1} (例如 15V) 变化至 V_{CN2} (例如 9V), 这样, 电压 V_{CP} 从 27V 变化至 21V, V_{OUT} 从 V_{OUT1b} 变化至 V_{OUT2b} 。因此, 共模校准参数 dm 可根据公式 (6) 计算:

$$[0028] \quad dm = \frac{1}{\alpha} \times \frac{V_{OUT2b} - V_{OUT1b}}{V_{CP2} - V_{CP1}} \quad (6)$$

[0029] 根据公式 (5) 和公式 (6), 参数 dm 和参数 α 可提前计算 (例如在 PCB 板测试阶段计算) 并存储在存储单元以用于后期校准过程。对于有多个电池单体和多个电压转换电路

的电压检测装置,每个电压转换电路可分别计算各自的共模校准参数 dm 和差模校准参数 α 。以上计算共模校准参数 dm 和差模校准参数 α 的操作可多次进行,以获得多个共模校准参数 dm 和差模校准参数 α 。

[0030] 图 2 所示为根据本发明另一个实施例的电压转换电路 205。图 2 结合图 1 进行描述,且与图 1 标号相同的元件有相似的功能。电压转换电路 205 与图 1 中的电压转换电路 105 大体相似,只是电阻的设置不一样。

[0031] 如图 2 所示,电压转换电路 205 包括运算放大器 120 和四个电阻 211A、211B、212A 和 212B。接地基准电压 V_{OUT} 按照公式 (7) 计算:

$$[0032] \quad V_{OUT} = \frac{R_{212B}}{R_{211B}} \left[\frac{R_{212A}}{R_{212B}} \left(\frac{R_{211B} + R_{212B}}{R_{211A} + R_{212A}} \right) V_{CP} - V_{CN} \right] \quad (7)$$

[0033] 其中 R_{211A} 、 R_{211B} 、 R_{212A} 和 R_{212B} 分别为电阻 211A、电阻 211B、电阻 212A 和电阻 212B 的阻值。为了简便起见,将 $\frac{R_{212B}}{R_{211B}}$ 表示为 α' (也称为差模校准参数),

$\frac{R_{212A}}{R_{212B}} \left(\frac{R_{211B} + R_{212B}}{R_{211A} + R_{212A}} \right)$ 表示为 β' 。则公式 (7) 可以化简为如下公式 (8):

$$[0034] \quad V_{OUT} = \alpha' [\beta' V_{CP} - V_{CN}] \quad (8)$$

[0035] 若 β' 为 1,公式 (8) 进一步化简为公式 (9):

$$[0036] \quad V_{OUT} = \alpha' [V_{CP} - V_{CN}] \quad (9)$$

[0037] 根据公式 (9),单体电压 V_{101} (即 $[V_{CP} - V_{CN}]$) 可通过 V_{OUT} 除以差模校准参数 α' 计算得到。然而,在实际中很难达到完全的电阻匹配,从而电阻比 $\frac{R_{212A}}{R_{212B}}$ 和 $\frac{R_{211B} + R_{212B}}{R_{211A} + R_{212A}}$

之间的完全匹配则更难实现。换句话说,在实际中很难达到满足 $\beta' = 1$ 的条件,单体电压 V_{101} 需要被校准以获得准确的电池单体电压。

[0038] 若假设 β' 有复合电阻误差 dm' (即共模校准参数),其中 $\beta' = 1 + dm'$,则公式 (8) 可写成公式 (10):

$$[0039] \quad V_{OUT} = \alpha' [(V_{CP} - V_{CN}) + dm' \times V_{CP}] \quad (10)$$

[0040] 根据公式 (10) 可知,单体电压 V_{101} (即 $[V_{CP} - V_{CN}]$) 可以根据接地基准电压 V_{OUT} 、共模校准参数 dm' 和差模校准参数 α' 计算得到。如下将具体描述计算共模校准参数 dm' 和差模校准参数 α' 的方式。

[0041] 根据公式 (10) 和参考图 2,若电池单体 101 的正端电压 V_{CP} 保持为基本恒定,而负端电压 V_{CN} 从 V_{CN3} 变化至 V_{CN4} ,因此,输出电压 V_{OUT} 从 V_{OUT3a} 变化至 V_{OUT4a} 。因此,差模校准参数 α' 可根据公式 (11) 计算:

$$[0042] \quad \alpha' = \frac{V_{OUT4a} - V_{OUT3a}}{V_{CN3} - V_{CN4}} \quad (11)$$

[0043] 类似地,若单体电压 V_{101} (即 $[V_{CP} - V_{CN}]$) 保持在基本恒定值,而 V_{CN} 从 V_{CN3} 变化至 V_{CN4} ,则 V_{CP} 也从 V_{CP3} 变化至 V_{CP4} 。相应地, V_{OUT} 从 V_{OUT3b} 变化至 V_{OUT4b} ,因此,共模校准参数 dm' 可根据公式 (12) 计算:

$$[0044] \quad dm' = \frac{1}{\alpha'} \times \frac{VOUT4b - VOUT3b}{VCP4 - VCP3} \quad (12)$$

[0045] 根据公式 (11) 和公式 (12), 共模校准参数 dm' 和差模校准参数 α' 可提前计算 (例如在 PCB 板测试阶段计算) 并存储在存储单元以用于后期校准过程。对于包含多个电池单体和多个电压转换电路的电压检测装置, 每个电压转换电路可分别计算各自的共模校准参数 dm' 和差模校准参数 α' 。以上计算共模校准参数 dm' 和差模校准参数 α' 的操作可多次进行, 以获得多个共模校准参数 dm' 和差模校准参数 α' 。

[0046] 图 3 所示为根据本发明一个实施例的包括图 1 或图 2 中所示的电压转换电路的电压检测装置 300 的结构框图。图 3 结合图 1 和图 2 进行描述。电压检测装置 300 包括多个串联的电池单体 (例如电池单体 301_1 到电池单体 301_N)、多个对应的电压转换电路 (例如电压转换电路 305_1 到电压转换电路 305_N) 以及微控制器 (Micro Controller Unit, 简称 MCU) 307。电压检测装置 300 用于检测电池单体 301_1 到电池单体 301_N 的单体电压 $V301_1$ 到 $V301_N$ 。如图 3 所示, 电池单体 301_1 的电势最低, 而电池单体 301_N 的电势最高。

[0047] 每个电池单体分别与一个电压转换电路耦合。如图 3 所示, 电池单体 301_1 与电压转换电路 305_1 耦合, 电池单体 301_2 与电压转换电路 305_2 耦合, 电池单体 301_N 与电压转换电路 305_N 耦合。以电压转换电路 305_j ($1 \leq j \leq N$) 为例, 电压转换电路 305_j 检测电池单体 301_j 的单体电压 $V301_j$, 并将检测到的浮点电压 $V301_j$ 转换为接地基准电压 $VOUT_j$ 。每个电压转换电路的电路结构和电气特征相似, 具体可类似于电压转换电路 105 或电压转换电路 205。

[0048] MCU307 包括多路复用器 (MUX) 311、模数转换器 (ADC) 313 和运算单元 315。MUX311 与所有电压转换电路 (包括从电压转换电路 305_1 到电压转换电路 305_N) 耦合, 用于选择接地基准电压 (如 $VOUT_j$)。ADC313 用于将接地基准电压 (如 $VOUT_j$) 从模拟信号转换为数字信号, 并将数字信号提供给运算单元 315。

[0049] 在一个实施例中, MUX311 按一定顺序选择接地基准电压, 如从 $VOUT_1$ 到 $VOUT_N$ 。如在前文中提到的, 在校准过程之前, 共模校准参数 dm 和差模校准参数 α 已提前计算 (例如在 PCB 板测试阶段计算) 并存储在存储单元 (例如图 3 所示的运算单元 315) 中。每个电池转换电路 305_1 到电池转换电路 305_N 均分别有各自的共模校准参数 (例如 dm_1 到 dm_N) 和差模校准参数 (例如 α_1 到 α_N)。例如, 对于电势最低的电池单体 301_1 的共模校准参数 dm_1 可设置为 0。下文将具体描述利用接地基准电压 $VOUT_1$ 到 $VOUT_N$ 、共模校准参数 dm_1 到 dm_N 、差模校准参数 α_1 到 α_N 校准单体电压 $V301_1$ 到 $V301_N$ 的校准过程。

[0050] 首先, MUX311 选择接地基准电压 $VOUT_1$ 。例如, 根据公式 (4) 和参考图 3 可知, 电池单体 301_1 的单体电压 $V301_1$ 可通过运算单元 315 根据公式 (13) 校准:

$$[0051] \quad VOUT_1 = \alpha_1 [(VCN_2 - 0) + dm_1 \times VCN_2]$$

$$[0052] \quad = \alpha_1 \times VCN_2 \quad (13)$$

$$[0053] \quad V301_1 = VCN_2 = \frac{VOUT_1}{\alpha_1} \quad (14)$$

[0054] 其中 V_{CN_2} 为电池单体 301_2 的负端电压,同时也是电池单体 301_1 的正端电压。

[0055] 随后, MUX311 选择接地基准电压 V_{OUT_2} 。根据公式 (4) 和参考图 3 可知, 电池单体 301_2 的单体电压 V_{301_2} 可通过运算单元 315 根据公式 (15) 校准:

$$[0056] \quad V_{OUT_2} = \alpha_2 [(V_{CP_2} - V_{CN_2}) + dm_2 \times (V_{301_1} + V_{301_2})]$$

$$[0057] \quad = \alpha_2 \times [V_{301_2} + dm_2 \times (V_{301_1} + V_{301_2})] \quad (15)$$

$$[0058] \quad V_{301_2} = \left[\frac{V_{OUT_2}}{\alpha_2} - dm_2 \times V_{301_1} \right] / (1 + dm_2) \quad (16)$$

[0059] 余下的电池单体 301_3 到 301_N 的单体电压 V_{301_3} 到 V_{301_N} 的校准原则与电池单体 301_2 的单体电压 V_{301_2} 相似, 不再赘述。

[0060] 在操作中, 由于测量器测量的实际值会和理论值有细微差距, 公式 (4) 可进一步写成公式 (17):

$$[0061] \quad V_{OUT} = \alpha [(V_{CP} - V_{CN}) + dm \times V_{CP}] + V_{OS} \quad (17)$$

[0062] 其中 V_{OS} 为实际值和理论值之间的最终偏差。由于 V_{CP} 和 V_{CN} 为给定已知的, V_{OUT} 的理论值 $\alpha [(V_{CP} - V_{CN}) + dm \times V_{CP}]$ 可提前计算出来, 而 V_{OUT} 的实际值可通过任何合适的测量器测量得到, 这样, V_{OS} 可最终计算得到。具体而言, 以图 1 中的电池单体 101 为例, 若负端电压 V_{CN} 保持恒定, 而正端电压 V_{CP} 从 V_{CP1} 变化至 V_{CP2} , 从而接地基准电压 V_{OUT} 也从 V_{OUT1a} 变化至 V_{OUT2a} , 进而通过公式 (17) 可以分别计算得到两个偏差值 V_{OS1} 和 V_{OS2} 。电压转换电路 105 的最终偏差 V_{OS} 为 V_{OS1} 和 V_{OS2} 的平均值。

[0063] 类似于共模校准参数 dm 和差模校准参数 α , 每个电压转换电路 305_1 到 305_N 均有各自的最终偏差 (V_{OS_1} 到 V_{OS_N})。最终偏差 V_{OS_1} 到 V_{OS_N} 可提前计算 (例如, 在 PCB 板测试阶段) 并存储在存储单元以用于后期的校准过程。具体的利用最终偏差 V_{OS} 、共模校准参数 dm 和差模校准参数 α 的校准原则与公式 (13) 到公式 (17) 所示的校准原则相似, 不再赘述。

[0064] 根据计算得到的共模校准参数 dm 和差模校准参数 α , 每个电池单体的电压可按照一定顺序 (例如从 V_{301_1} 到 V_{301_N}) 被精确校准。这样, 检测的电池单体的单体电压不再受共模电压影响, 从而每个电池单体可以按任意顺序连接至 BMS。

[0065] 图 4 所示为根据本发明一个实施例的用于通过二点校准过程计算校准参数的方法 400 的流程示意图。图 4 结合图 1 至图 3 进行描述。

[0066] 在步骤 402 中, 保持电池单体 (如电池单体 101) 的正端电压基本恒定, 调节电池单体 101 的负端电压使其从第一负端电压变化至第二负端电压。其中电池单体 101 的正端电压被提供给运算放大器 (例如运算放大器 120) 的正输入端, 而电池单体 101 的负端电压被提供给运算放大器 120 的负输入端。如上所述, 在校准参数计算过程, 电池单体 101 的正端电压和负端电压可被设定为任何合适的值。由于电池单体 101 的负端电压的变化, 指示电池单体的单体电压的接地基准电压 (例如 V_{OUT}) 也随着从第一输出电压变化至第二输出电压。

[0067] 在步骤 404 中, 根据第一输出电压和第二输出电压之间的差值和第一负端电压和第二负端电压之间的差值计算差模校准参数。具体而言, 按照公式 (5), 差模校准参数等于第二输出电压和第一输出电压之间的电压差除以第一负端电压和第二负端电压之间的电压差。

[0068] 在步骤 406 中,保持电池单体 101 的单体电压基本恒定,调节电池单体 101 的负端电压使其从第一负端电压变化至第二负端电压。由于电池单体 101 的负端电压的变化,电池单体 101 的正端电压从第一正端电压变化至第二正端电压,指示电池单体 101 的单体电压的接地基准电压 V_{OUT} 也随着从第三输出电压值变化至第四输出电压值。

[0069] 在步骤 408 中,根据差模校准参数、第三输出电压和第四输出电压之间的电压差以及第一正端电压和第二正端电压之间的电压差计算共模校准参数。具体而言,按照公式 (6),共模校准参数等于第四输出电压和第三输出电压之间的电压差除以差模校准参数与第二正端电压和第一正端电压之间的电压差的乘积。

[0070] 在步骤 410 中,共模校准参数和差模校准参数存储在存储单元里。在一些实施例中,还需根据输出电压的实际值和输出电压的理论值计算输出电压的最终偏差,并将最终偏差存储在存储单元以用于后期的校准过程。

[0071] 对于一个包含多个电压转换电路的电压检测设备,由于每个电压转换电路都需计算各自的共模校准参数、差模校准参数和输出电压的最终偏差,方法 400 描述的操作需重复进行直到所有的电池单体的校准参数都已计算得到。

[0072] 图 5 所示为根据本发明一个实施例的用于校准电池组电压的方法 500 的流程示意图。图 5 结合图 3 和图 4 进行描述。

[0073] 在步骤 502 中,从多个电池单体中选择一个电池单体对其电压进行校准。例如,选择电池单体 301_j ($1 \leq j \leq N$) 进行电压校准。在步骤 504 中,将电池单体 301_j 的单体电压 V_{301_j} (也称浮点电压) 转换为接地基准电压 V_{OUT_j} 。在步骤 506 中,电压检测装置 300 的 MCU307 读取接地基准电压 V_{OUT_j} 。在步骤 508 中,重复执行步骤 502 至步骤 506,直到 MCU307 读取所有的电池单体 (例如电池单体 301_1 至电池单体 301_N) 的接地基准电压 (例如 V_{OUT_1} 至 V_{OUT_N})。在步骤 510 中,读取存储的共模校准参数 (例如 dm_1 到 dm_N) 和差模校准参数 (例如 α_1 到 α_N) 以用于校准所有电池单体的单体电压。在一些实施例中,还需读取存储的输出电压 (例如接地基准电压 V_{OUT_1} 至 V_{OUT_N}) 的最终偏差 (例如 VOS_1 到 VOS_N) 以用于校准所有的电池单体的单体电压。在步骤 512 中,按顺序校准所有电池单体的单体电压。具体而言,电池单体 301_2 的电压 V_{301_2} 可根据电池单体 301_1 的单体电压 V_{301_1} 、对应电压转换电路 305₂ 的共模校准参数 dm_2 和差模校准参数 α_2 来校准。类似地,电池单体 301_j 的电压 V_{301_j} 可根据校准过的电池单体 301_1 到 $301_{(j-1)}$ 的单体电压 V_{301_1} 至 $V_{301_{(j-1)}}$ 、对应电压转换电路 305_j 的共模校准参数 dm_j 和差模校准参数 α_j 来校准。

[0074] 本发明实施例提供的电池电压校准方法和装置,通过两点校准过程获取共模校准参数和差模校准参数,使每个电池单体的单体电压就可以按顺序被精确校准。这样,可降低电压转换误差,同时无需要求精确的电阻匹配,从而简化了校准过程。

[0075] 本发明还提供了一种可机读的有形且非暂时性的媒介,用于存储用于校准包含多个串联的电池单体的电池组的电压的信息。当机器读取所述信息时,存储的信息引起机器实行下列操作:调节多个电池单体中一个电池单体的负端电压从第一负端电压变化至第二负端电压,并使得指示该电池单体的单体电压的接地基准电压随负端电压从第一输出电压变化至第二输出电压,该电池单体的正端电压保持恒定;根据第一输出电压和第二输出电压之间的电压差以及第一负端电压和第二负端电压之间的电压差计算差模校准参数;调节

电池单体的负端电压从第一负端电压变化至第二负端电压,并使得电池单体的正端电压随负端电压从第一正端电压变化至第二正端电压,指示电池单体的单体电压的接地基准电压从第三输出电压变化至第四输出电压,该电池单体的单体电压保持恒定;及根据差模校准参数、第三输出电压和第四输出电压之间的电压差和第一正端电压和第二正端电压之间的电压差计算共模校准参数,差模校准参数和共模校准参数用于校准单体电压。

[0076] 其中,电池单体的正端电压被提供给运算放大器的正输入端,电池单体的负端电压被提供给运算放大器的负输入端。正端电压和所述负端电压均为可编程的,并在印制电路板测试阶段被读取。通过第一输出电压和第二输出电压之间的电压差除以第一负端电压和第二负端电压之间的电压差来计算获得差模校准参数。通过第三输出电压和第四输出电压之间的电压差除以差模校准参数和第一正端电压和第二正端电压之间的电压差的乘积来获得共模校准参数。

[0077] 此外,信息当被机器读取时,还引起机器重复校准过程直到获得所有电池单体的共模校准参数和差模校准参数,并存储所有电池单体的共模校准参数和差模校准参数。本发明公开的任何方法的一个或多个步骤可以以与所示顺序不同的顺序实施而不脱离本发明的本质和范围。虽然本发明公开的方法和装置可能或并未参考任何特定软件或硬件来介绍,但是所述方法和装置是以以下方式介绍:该方式足以使本领域的技术人员能够轻易采用所需的市售的硬件和软件完成本发明,从而无需不当试验并使用传统技艺地完成本发明的实施例。本领域的技术人员可知上述组合并非穷举且上述技术特征的所有合理的组合都包含在本说明书中。以上说明书细节包括本发明的具体实施例。但是,须知无论以上说明书的文本如何细化,本发明可以多种方式完成。如上所述,可知当描述特定技术特征或发明的方面时,特定词汇的使用不应视为对词汇进行再定义从而限制为包括技术特征的任何特定特性或与该词汇有关的发明的方面。因此,应根据随附的权利要求及其等同文件构建本发明的范围。

[0078] 在不离开本发明范围的情况下,可对上述具体实施例进行各种改变。

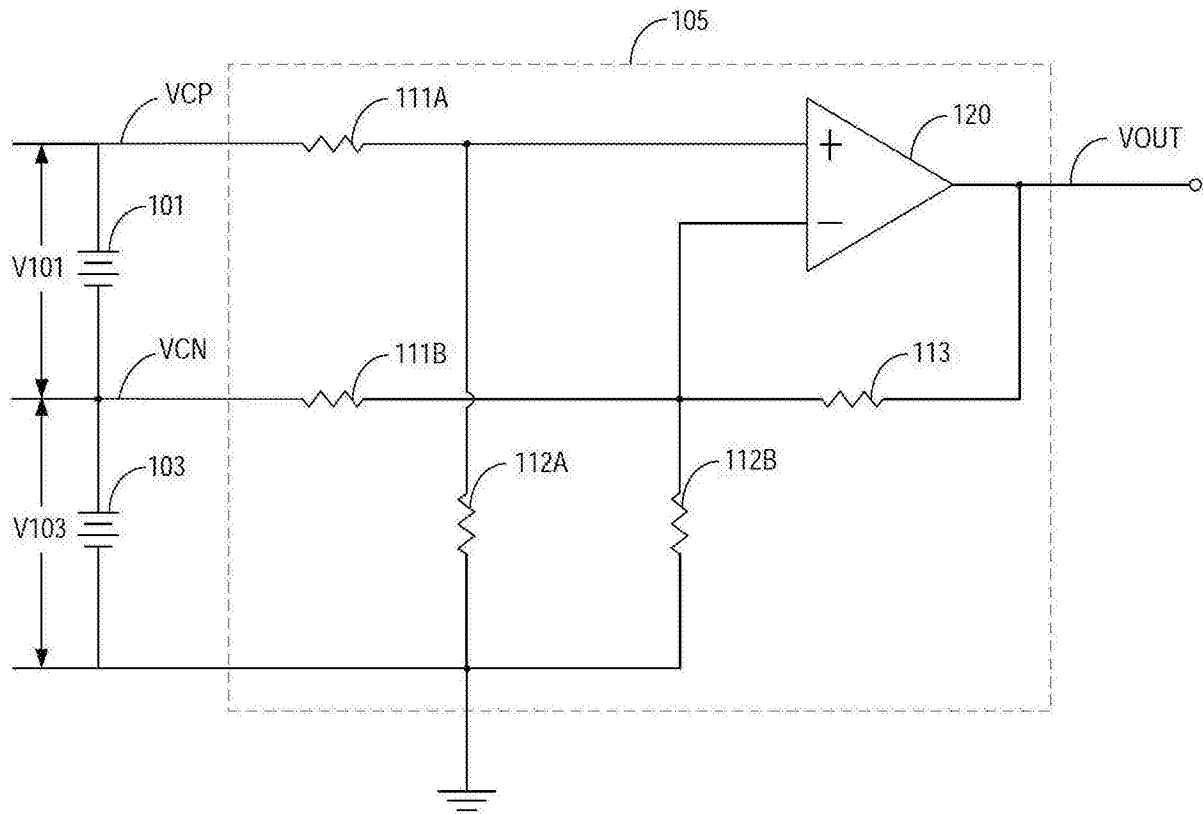


图 1

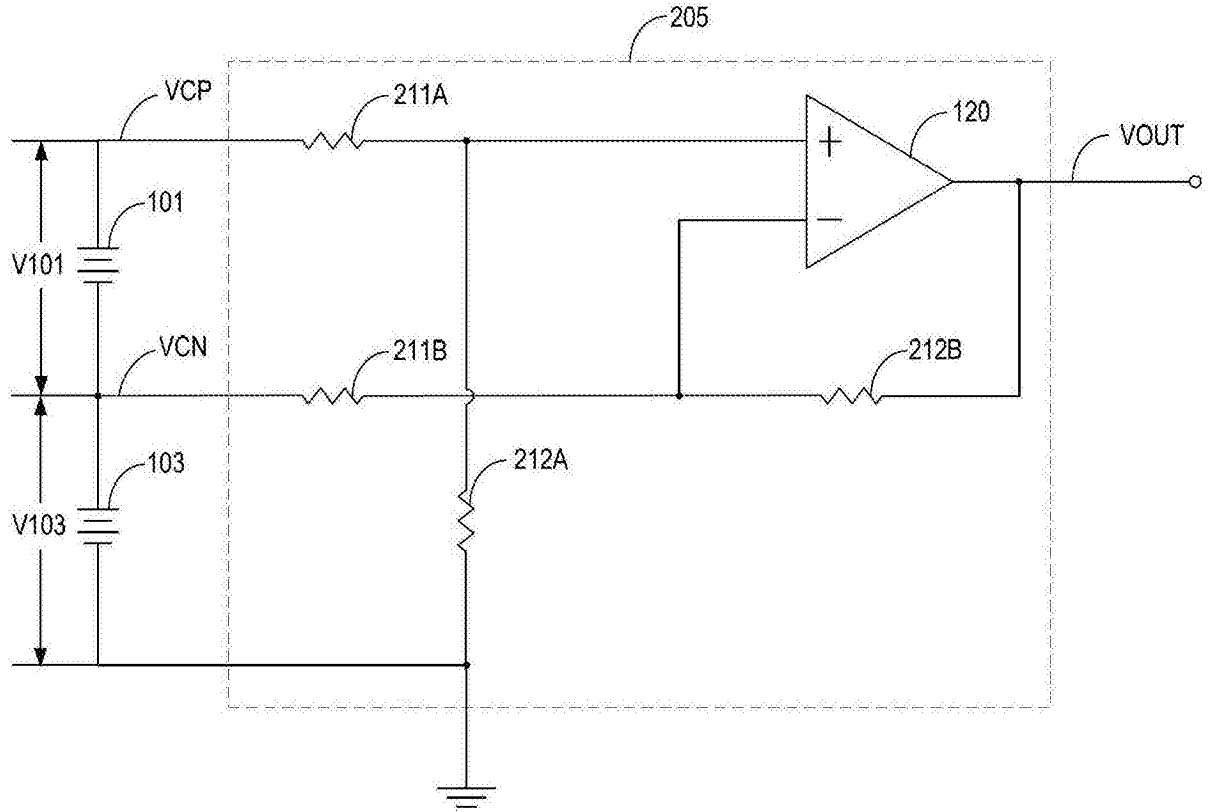


图 2

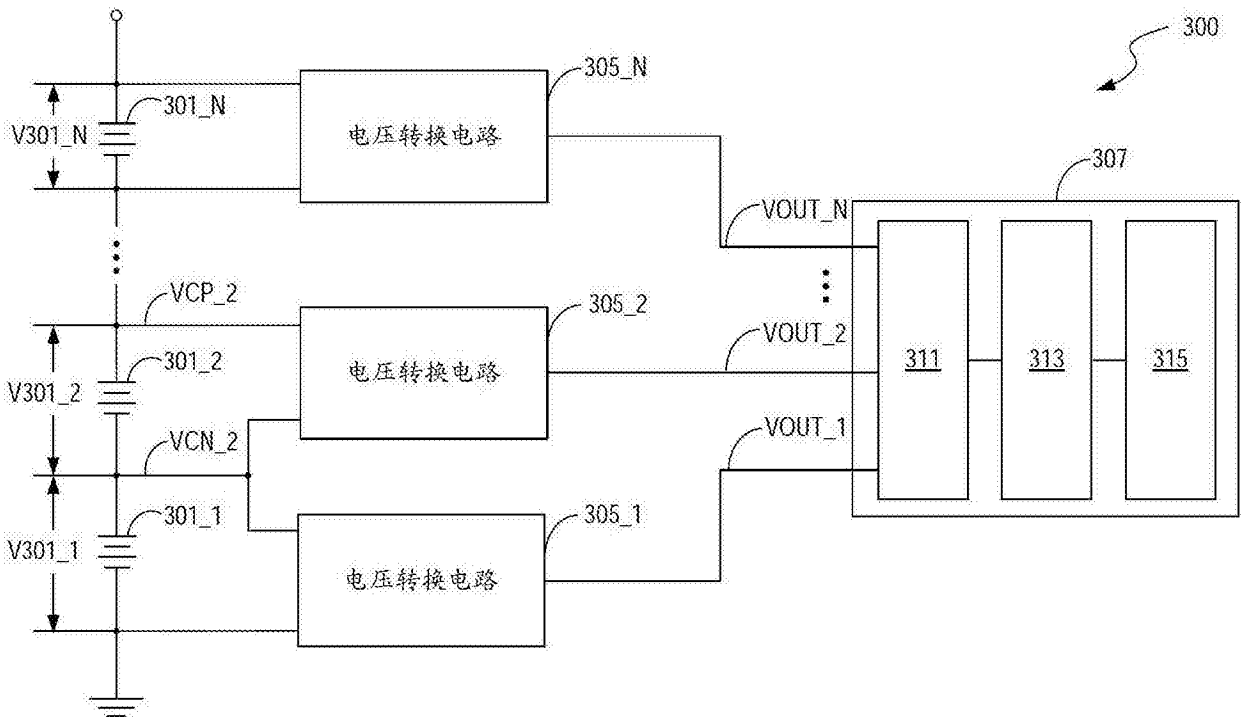


图 3

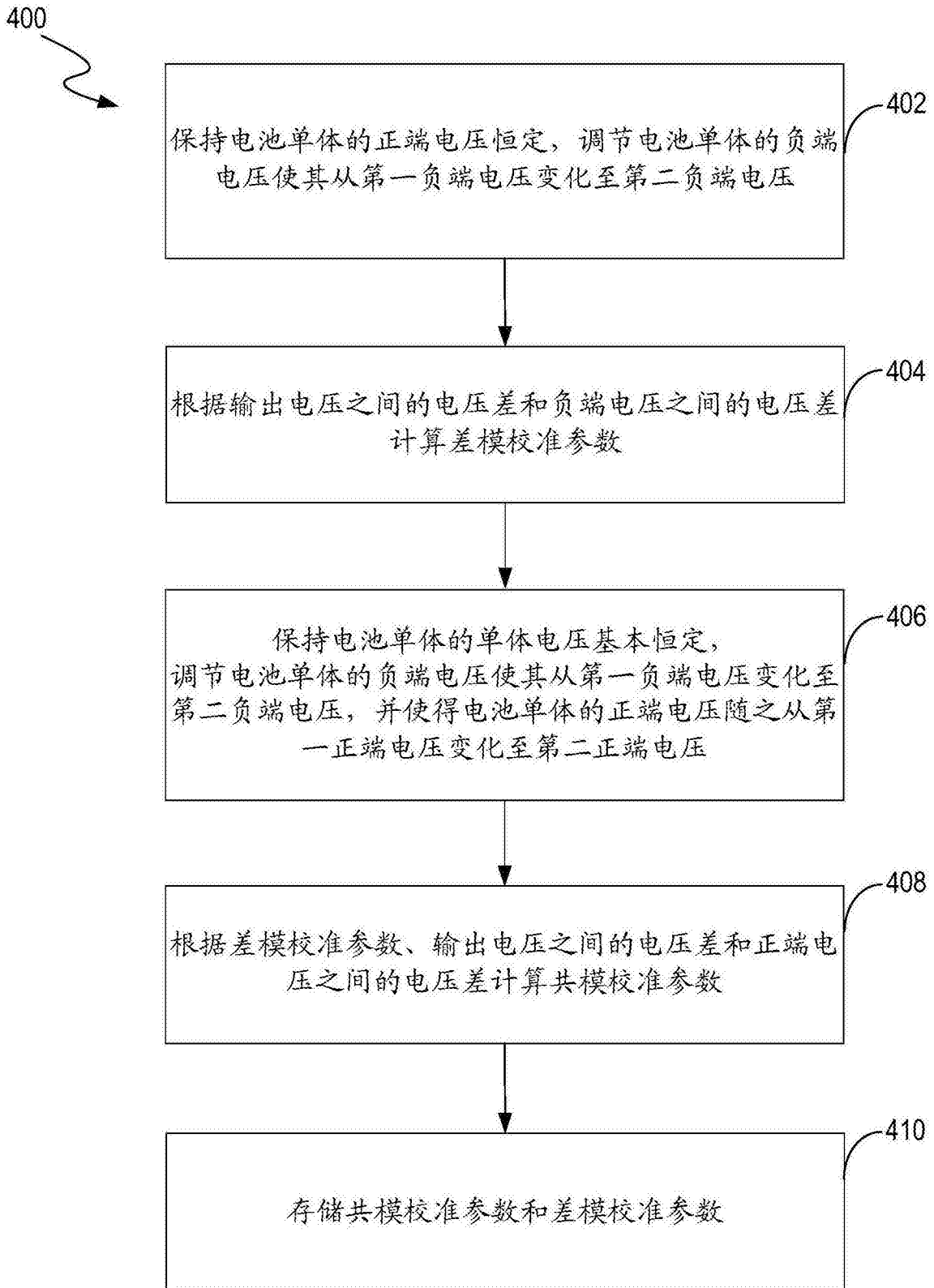


图 4

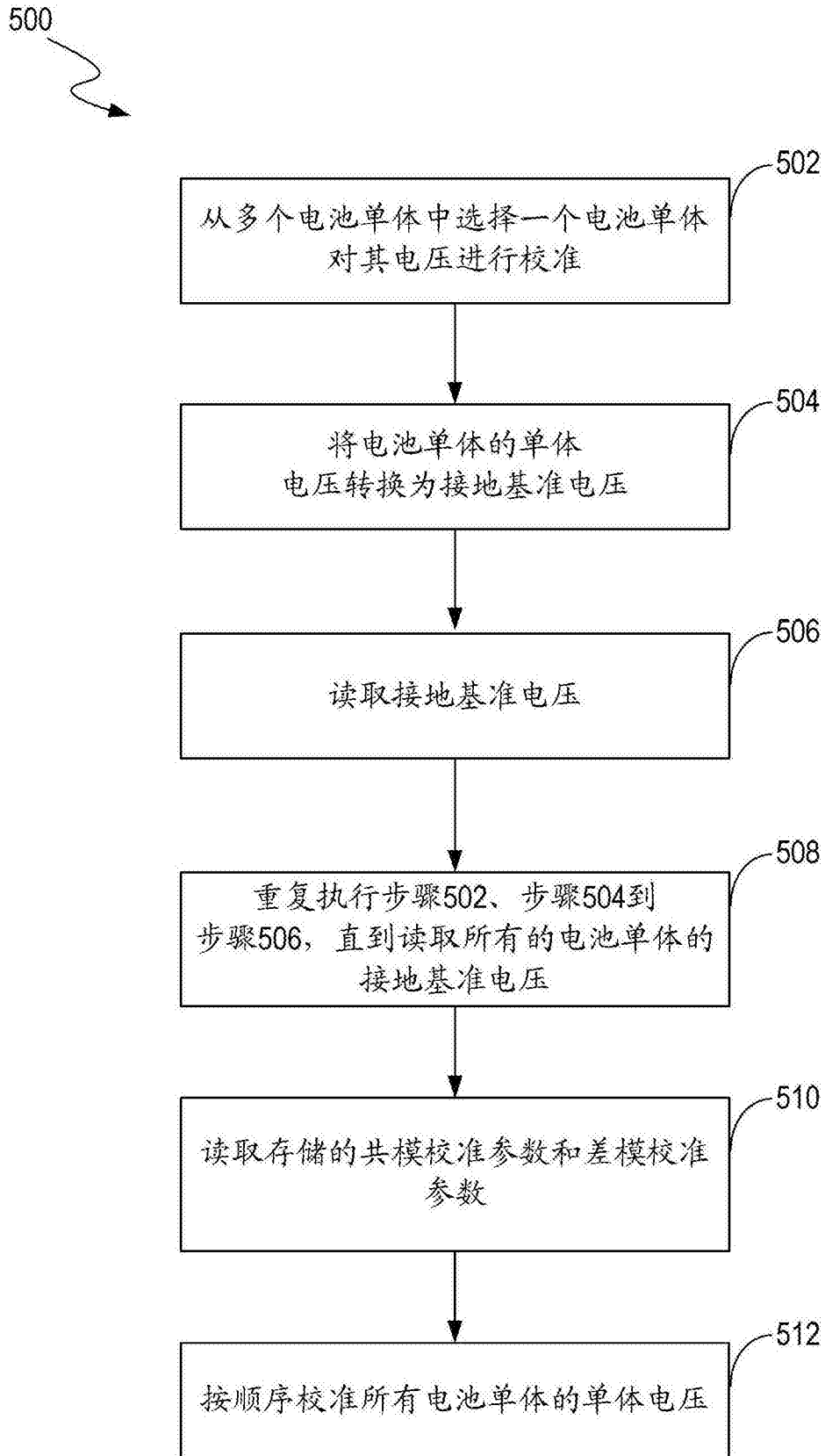


图 5