



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109411836 A  
(43)申请公布日 2019.03.01

(21)申请号 201810923036.5

(22)申请日 2018.08.14

(30)优先权数据

1713274.7 2017.08.18 GB

(71)申请人 凹凸电子(武汉)有限公司

地址 430000 湖北省武汉市东湖新技术开发  
区花城大道9号武汉软件新城A6栋1  
楼

(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 王伟楠

(51)Int.Cl.

H01M 10/42(2006.01)

H01M 10/48(2006.01)

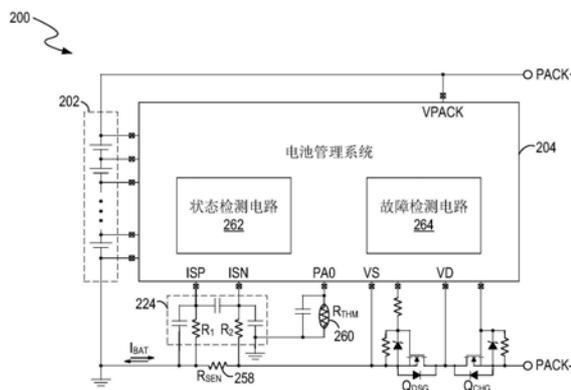
权利要求书3页 说明书10页 附图7页

(54)发明名称

电池管理系统、电池包以及故障检测方法

(57)摘要

本发明公开了一种电池管理系统、电池包以及故障检测方法。电池管理系统包括：感应电池包状态的状态检测电路；与感应器连接的状态检测电路，根据感应到的状态检测电池包是否处于正常状态，并产生检测结果；以及与感应器连接的故障检测电路，检测电池包是否有故障，其中，感应器包括用于感应电池包的电池电流的电流感应器，故障检测电路监控电池包的端电压的变化率，将变化率和第一阈值比较，并且基于所述比较的结果和所述检测结果判断所述电流感应器是否有故障。所述电池管理系统、电池包以及故障检测方法可以判断电池管理系统中的感应器是否有故障，以降低因感应器故障而无法准确判断异常状态从而导致电池包或由电池包供电的系统负责被损坏的风险。



1. 一种电池管理系统,所述电池管理系统包括:  
感应器,用于感应电池包的状态;  
与所述感应器连接的状态检测电路,用于根据感应到的状态检测所述电池包是否处于正常状态,并产生检测结果;以及  
与所述感应器连接的故障检测电路,用于检测所述电池包是否有故障,其中,所述感应器包括用于感应所述电池包的电池电流的电流感应器,以及  
所述故障检测电路包括第一检测电路,用于监控所述电池包的端电压的变化率,将所述变化率和第一阈值比较,并且基于所述比较的结果和所述检测结果判断所述电流感应器是否有故障。
2. 根据权利要求1所述的电池管理系统,其特征在于,所述状态检测电路的检测包括检测所述电池电流是否处于正常状态,如果所述第一检测电路检测出所述变化率大于所述第一阈值且此状态维持了预设时间间隔,并且所述状态检测电路检测出所述电池电流处于正常状态,则所述第一检测电路判定所述电流感应器有短路。
3. 根据权利要求1所述的电池管理系统,其特征在于,所述电池包包括:让所述电池电流流过的放电开关;以及所述故障检测电路包括:第二检测电路,用于监控所述放电开关上的感应电压,将所述感应电压与第二阈值比较,并且基于所述感应电压与所述第二阈值的比较结果以及基于所述检测结果判断所述电流感应器是否有故障。
4. 根据权利要求3所述的电池管理系统,其特征在于,所述状态检测电路的检测包括检测所述电池电流是否处于正常状态,如果所述第二检测电路检测出所述感应电压大于所述第二阈值且此状态维持了预设时间间隔,并且所述状态检测电路检测出所述电池电流处于正常状态,则所述第二检测电路判定所述电流感应器有短路。
5. 根据权利要求1所述的电池管理系统,其特征在于,所述电池包包括:连接在所述电流感应器的第一端和所述状态检测电路的第一管脚之间的第一电阻,和连接在所述电流感应器的第二端和所述状态检测电路的第二管脚之间的第二电阻;以及所述故障检测电路包括:第三检测电路,用于产生经过所述第一电阻从所述第一管脚流向所述第一端的第一电流,产生经过所述第二电阻从所述第二管脚流向所述第二端的第二电流,将所述第一电阻上的电压和第三阈值比较,以及将所述第二电阻上的电压和第四阈值比较,从而判断所述第一管脚和所述第二管脚是否有故障。
6. 根据权利要求5所述的电池管理系统,其特征在于,所述第一电阻和所述第二电阻的电阻值相等,以及所述第一电流和所述第二电流的电流水平相等。
7. 根据权利要求5所述的电池管理系统,其特征在于,如果所述第三检测电路检测出所述第一电阻上的电压大于所述第三阈值,则所述第三检测电路判定所述第一管脚有开路,其特征还在于,如果所述第三检测电路检测出所述第二电阻上的电压大于所述第四阈值,则所述第三检测电路判定所述第二管脚有开路。
8. 根据权利要求1所述的电池管理系统,其特征在于,所述用于感应电池包的状态的感应器包括:温度感应器,用于产生指示所述电池包的温度的指示电压,以及所述故障检测电路包括:第四检测电路,用于将所述指示电压和第五阈值进行比较从而判断所述温度感应器是否有故障。
9. 根据权利要求8所述的电池管理系统,其特征在于,所述温度感应器包括热敏电阻,

如果所述第四检测电路检测出所述指示电压小于所述第五阈值且此状态维持了预定时间间隔,则所述第四检测电路判断所述热敏电阻有开路。

10. 根据权利要求8所述的电池管理系统,其特征在于,所述温度感应器包括热敏电阻,并且所述第四检测电路还将所述指示电压和第六阈值进行比较,如果所述第四检测电路检测出所述指示电压大于所述第六阈值且此状态维持了预定时间间隔,则所述第四检测电路判断所述热敏电阻有短路。

11. 根据权利要求1所述的电池管理系统,其特征在于,所述故障检测电路包括:第五检测电路,用于在所述电池包中的电池的正极上接收电池电压,经过一个连接点接收来自所述电池的供给电压,并且根据所述电池电压和所述供给电压的差值检测所述电池管理系统是否有故障,其中,所述电池包包括连接在所述电池的所述正极和所述连接点之间的阻性元件,并且所述电池管理系统由流过所述阻性元件的电流供电。

12. 根据权利要求11所述的电池管理系统,其特征在于,如果所述电池电压和所述供给电压的差值大于第七阈值,则所述第五检测电路判定所述电池管理系统有故障。

13. 一种电池包,所述电池包包括:

电池;

感应所述电池的状态的感应器;以及

与所述电池和所述感应器连接的电池管理系统,用于根据感应到的所述电池的状态检测所述电池包是否处于正常状态并产生检测结果,所述电池管理系统还用于检测所述电池包是否有故障,

其中,所述感应器包括用于感应所述电池的电池电流的电流感应器,以及

所述电池管理系统包括第一检测电路,用于监控所述电池包的端电压的变化率,将所述变化率和第一阈值比较,并且基于所述比较的结果和所述检测结果判断所述电流感应器是否有故障。

14. 根据权利要求13所述的电池包,其特征在于,所述电池管理系统的检测包括检测所述电池电流是否处于正常状态,如果所述变化率大于所述第一阈值且此状态维持了预设时间间隔,并且所述电池管理系统检测出所述电池电流处于正常状态,则所述第一检测电路判定所述电流感应器有短路。

15. 根据权利要求13所述的电池包,其特征在于,所述电池包包括:

让所述电池电流流过的放电开关;以及所述电池管理系统包括:第二检测电路,用于监控所述放电开关上的感应电压,将所述感应电压与第二阈值比较,并且基于所述感应电压与所述第二阈值的比较结果以及基于所述检测结果判断所述电流感应器是否有故障。

16. 根据权利要求13所述的电池包,其特征在于,所述电池包包括:连接在所述电流感应器的第一端和所述电池管理系统的第一管脚之间的第一电阻,和连接在所述电流感应器的第二端和所述电池管理系统的第二管脚之间的第二电阻;以及所述电池管理系统包括:第三检测电路,用于产生经过所述第一电阻从所述第一管脚流向所述第一端的第一电流,产生经过所述第二电阻从所述第二管脚流向所述第二端的第二电流,将所述第一电阻上的电压和第三阈值比较,以及将所述第二电阻上的电压和第四阈值比较,从而判断所述第一管脚和所述第二管脚是否有故障。

17. 根据权利要求13所述的电池包,其特征在于,所述用于感应所述电池的状态的感应

器包括:温度感应器,用于产生指示所述电池包的温度的指示电压;以及所述电池管理系统包括:第四检测电路,用于将所述指示电压和第五阈值进行比较从而判断所述温度感应器是否有故障。

18. 根据权利要求13所述的电池包,其特征在于,所述电池管理系统包括:第五检测电路,用于在所述电池的正极上接收电池电压,经过一个连接点接收来自所述电池的供给电压,并且根据所述电池电压和所述供给电压的差值检测所述电池管理系统是否有故障,其中,所述电池包包括连接在所述电池的所述正极和所述连接点之间的阻性元件,并且所述电池管理系统由流过所述阻性元件的电流供电。

19. 一种检测电池包中是否有故障的故障检测方法,所述故障检测方法包括:

用电流感应器感应所述电池包的电池电流;

根据感应到的状态检测所述电池包是否处于正常状态以产生检测结果;

监控所述电池包的端电压的变化率;

将所述变化率和第一阈值比较;以及

基于所述比较的结果和所述检测结果判断所述电流感应器是否有故障。

20. 根据权利要求19所述的故障检测方法,其特征在于,所述检测包括检测所述电池电流是否处于正常状态,并且所述故障检测方法还包括:

如果所述变化率大于所述第一阈值且此状态维持了预设时间间隔,并且所述检测结果指示所述电池电流处于正常状态,则判定所述电流感应器有短路。

## 电池管理系统、电池包以及故障检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电池领域,尤其涉及一种电池管理系统、电池包以及故障检测方法。

### 背景技术

[0002] 图1所示为现有的电池包100的电路示意图。电池包100包括电池102、电池管理系统104,以及如感应电阻 $R_{SEN}$ 和热敏电阻 $R_{THM}$ 这样的感应器。感应电阻 $R_{SEN}$ 产生指示流过电池102的电流感应信号 $V_{SEN}$ 。热敏电阻 $R_{THM}$ 产生指示电池包100温度的指示电压 $V_{THM}$ 。电池管理系统104根据所述感应器上获得的感应信息(例如: $V_{SEN}$ 和 $V_{THM}$ )检测电池包100是否处于过流状态、过温状态、或欠温状态等等,从而保护电池包100。

[0003] 然而,如果所述感应器和电池管理系统104连接不良,或者如果所述感应器坏了,那么电池管理系统104无法从所述感应器接收准确的信息,这会导致电池包100和/或由电池包100供电的系统负载被损坏的风险很高。

[0004] 此外,电池管理系统104包括电压调节器(未在图中显示)用于产生调节好的电压输出为内部功能模块和/或外部设备(例如:微处理单元、LED显示器、LDO电路等等)供电。如果由所述电压调节器供电的元件出现故障(例如:有短路),这些元件会从电压调节器吸取大量从而产生热量,导致电池管理系统104和/或电池包损害。

### 发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题在于提供一种电池管理系统、电池包以及故障检测方法,用于判断电池管理系统以及/或者所述电池包中的感应器是否有故障,以降低因感应器故障而无法准确判断异常状态从而导致电池包或者由电池包供电的系统负责被损坏的风险。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种电池管理系统,所述电池管理系统包括:感应器,用于感应电池包的状态;与所述感应器连接的状态检测电路,用于根据感应到的状态检测所述电池包是否处于正常状态,并产生检测结果;以及与所述感应器连接的故障检测电路,用于检测所述电池包是否有故障,其中,所述感应器包括用于感应所述电池包的电池电流的电流感应器,所述故障检测电路包括第一检测电路,用于监控所述电池包的端电压的变化率,将所述变化率和第一阈值比较,并且基于所述比较的结果和所述检测结果判断所述电流感应器是否有故障。

[0007] 本发明还提供了一种电池包,所述电池包包括:电池;感应所述电池的状态的感应器;以及与所述电池和所述感应器连接的电池管理系统,用于根据感应到的电池状态检测所述电池包是否处于正常状态并产生检测结果,所述电池管理系统还用于检测所述电池包是否有故障,其中,所述感应器包括用于感应所述电池的电池电流的电流感应器,所述电池管理系统包括第一检测电路,用于监控所述电池包的端电压的变化率,将所述变化率和第一阈值比较,并且基于所述比较的结果和所述检测结果判断所述电流感应器是否有故障。

[0008] 本发明又提供了一种故障检测方法,所述故障检测方法包括:用电流感应器感应

所述电池包的电池电流;根据感应到的状态检测所述电池包是否处于正常状态以产生检测结果;监控所述电池包的端电压的变化率;将所述变化率和第一阈值比较;以及基于所述比较的结果和所述检测结果判断所述电流感应器是否有故障。

[0009] 本发明提供的电池管理系统、电池包以及故障检测方法通过感应器检测电池是否处于正常状态,并且监控指示所述电池包是否处于正常状态的辅助参数(例如:电池包端电压的变化率),若从感应器所得的结果与监控所得的辅助参数不相符,则判断所述感应器有故障。通过判断感应器是否有故障,可以降低因感应器故障而无法准确判断异常状态从而导致电池包或者由电池包供电的系统负责被损坏的风险。

## 附图说明

[0010] 以下通过对本发明的一些实施例将结合其附图的描述,可以进一步理解本发明的目的、具体结构特征和优点。

[0011] 图1所示为现有的电池包的电路示意图。

[0012] 图2A所示为根据本发明一个实施例的电池包的电路示意图。

[0013] 图2B所示为根据本发明一个实施例的电池包的电路示意图。

[0014] 图3所示为根据本发明一个实施例的电池包的信号波形图。

[0015] 图4所示为根据本发明一个实施例的检测电路的电路示意图。

[0016] 图5A所示为根据本发明一个实施例的检测电路的电路示意图。

[0017] 图5B所示为根据本发明一个实施例的检测电路的电路示意图。

[0018] 图6所示为根据本发明一个实施例的检测电流感应器是否有短路的方法的流程示意图。

[0019] 图7所示为根据本发明一个实施例的检测电流感应器是否有短路的方法的流程示意图。

[0020] 图8所示为根据本发明一个实施例的检测与电流感应器连接的感应端是否有开路的方法的流程示意图。

[0021] 图9所示为根据本发明一个实施例的检测温度感应器是否有故障的方法的流程示意图。

[0022] 图10所示为根据本发明一个实施例的电池包的电路示意图。

## 具体实施方式

[0023] 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局限于这些实施方式。相反,本发明涵盖后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。

[0024] 另外,为了更好的说明本发明,在下文的具体实施方式中给出了众多的具体细节。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。在另外一些实例中,对于大家熟知的方法、手续、部件和电路未作详细描述,以便于凸显本发明的主旨。

[0025] 本发明的实施例提供了检测电池包是否有故障的解决方案。若检测到有故障(例如:检测到电池包中的状态感应器或者电池管理系统有故障),则可通过故障维修、更换有故障的元件、更换有故障的电池管理系统、更换有故障的电池包等方法来保护电池包以及/

或者保护电池包供电的系统负载。这样可减少电池包和/或系统负载被损坏的风险。

[0026] 图2A所示为根据本发明一个实施例的电池包200的电路示意图。如图2A所示,电池包200包括一个或多个单体电池202、电池管理系统204和状态感应器(例如:电流感应器258和温度感应器260)。所述状态感应器感应电池包200的状态。电池管理系统204包括状态检测电路262,用于根据感应到的状态检测电池包200是否处于正常状态。电池管理系统204还包括故障检测电路264,用于检测所述状态感应器是否有故障。

[0027] 更具体地说,在一个实施例中,电流感应器258(例如:包括感应电阻器 $R_{SEN}$ )感应电池202的电池电流 $I_{BAT}$ (例如:包括充电电流或者放电电流)以产生指示电池电流 $I_{BAT}$ 的感应电压 $V_{SEN}$ 。温度感应器260(例如:包括热敏电阻 $R_{THM}$ )感应电池包200的温度以产生指示所述温度的指示电压 $V_{THM}$ 。

[0028] 在一个实施例中,电池管理系统204是一种包括电流感应管脚ISP和ISN的集成电路,该电流感应管脚ISP和ISN经过低通滤波器224接收来自电流感应器258的感应电压 $V_{SEN}$ 。状态检测电路262接收来自电流感应管脚ISP和ISN的感应电压 $V_{SEN}$ ,并且根据感应电压 $V_{SEN}$ 判断电池电流 $I_{BAT}$ 是否大于或者小于过流阈值。如果电池电流 $I_{BAT}$ 大于所述过流阈值,则状态检测电路262判定电池电流 $I_{BAT}$ 处于过流状态。如果电池电流 $I_{BAT}$ 小于所述过流阈值,则状态检测电路262判定电池电流 $I_{BAT}$ 处于正常状态。

[0029] 此外,电池管理系统204包括接收来自温度感应器260的指示电压 $V_{THM}$ 的温度感应管脚PA0。状态检测电路262接收来自温度感应管脚PA0的指示电压 $V_{THM}$ ,从而判断电池包200的温度状态。举例说明,温度感应器260包括具有负温度系数的热敏电阻 $R_{THM}$ ,所以当预设恒定电流流过热敏电阻 $R_{THM}$ 时,指示电压 $V_{THM}$ 会随着温度的上升而减小,或者随着温度的降低而增加。因此,如果指示电压 $V_{THM}$ 小于过温阈值 $V_{OT}$ ,则状态检测电路262判定电池包200处于过温状态。如果指示电压 $V_{THM}$ 大于欠温阈值 $V_{UT}$ ( $V_{UT} > V_{OT}$ ),则状态检测电路262判定电池包200处于欠温状态。如果指示电压 $V_{THM}$ 大于过温阈值 $V_{OT}$ 以及小于欠温阈值 $V_{UT}$ ,则状态检测电路262判定电池包200处于正常温度状态。

[0030] 电池管理系统204还包括电压感应管脚VPACK,用于感应电池包200的正极输入/输出端PACK+上的端电压 $V_{PACK}$ 。此外,电池管理系统204包括感应管脚VS和VD,用于接收电池包200的放电开关 $Q_{DSG}$ 的 $R_{DS(ON)}$ 电阻上的电压。换句话说,所述感应管脚VS和VD在放电开关 $Q_{DSG}$ (例如:金属氧化物场效应晶体管)工作在线性区/电阻区(例如:全导通)时接收放电开关 $Q_{DSG}$ 的漏源电压 $V_{DS}$ 。基于上述感应电压 $V_{SEN}$ 、管脚ISP和ISN上的电压、指示电压 $V_{THM}$ 、端电压 $V_{PACK}$ 、以及/或者漏源电压 $V_{DS}$ ,故障检测电路264可以判断上述状态感应器是否有故障。举例说明,故障检测电路264可以根据端电压 $V_{PACK}$ 的变化率和感应电压 $V_{SEN}$ ,以及/或者漏源电压 $V_{DS}$ 来判断电流感应器258是否有短路。故障检测电路264还可以根据管脚ISP和ISN上的电压判断状态检测电路262和电流感应器258之间是否有开路。此外,故障检测电路264还可以根据指示电压 $V_{THM}$ 判断温度感应器260是否有短路或者开路。以下对上述故障检测进行详细解释。

[0031] 图2B所示为根据本发明一个实施例的电池管理系统204的电路示意图。以下结合图2A、图3、图4、图5A、图5B、图6、图7、图8和图9对图2B进行描述。如图2B所示,电池管理系统204包括控制逻辑电路226、状态检测电路262'和故障检测电路264'。状态检测电路262'包括 $I_{BAT}$ 检测电路212和 $V_{THM}$ 检测电路216。故障检测电路264'包括 $dV_{PACK}/dt$ 检测电路208、

$V_{RDS(ON)}$  检测电路218和  $(V_{R1}, V_{R2})$  检测电路214。

[0032] 在一个实施例中,  $dV_{PACK}/dt$  检测电路208和控制逻辑电路226所结合的电路称为“第一检测电路”, 所述第一检测电路可检测电流感应器258是否有短路。 $V_{RDS(ON)}$  检测电路218和控制逻辑电路226所结合的电路称为“第二检测电路”, 所述第二检测电路可检测电流感应器258是否有短路。 $(V_{R1}, V_{R2})$  检测电路214、电流产生电路220和222和控制逻辑电路226所结合的电路称为“第三检测电路”, 所述第三检测电路可检测管脚ISP和ISN上是否有开路。 $V_{THM}$  检测电路216和控制逻辑电路226所结合的电路可称为“第四检测电路”, 所述第四检测电路可检测温度感应器260是否有短路或者开路。

[0033] 在一个实施例中, 状态检测电路262' 和控制逻辑电路226组成上面提及的状态检测电路262, 用于根据来自电流感应器258和温度感应器260的信息检测电池包200的状态。更具体地说, 状态检测电路262' 包括电池电流  $(I_{BAT})$  检测电路212。图4所示为根据本发明一个实施例的电池电流检测电路212的电路示意图。为了简明起见, 图2A中低通滤波器224的滤波电容未在图4中标示出。在图4的举例中, 电池电流检测电路212包括比较器452, 用于将管脚ISP和ISN的电压差  $V_{ISN}-V_{ISP}$  与电压阈值  $V_{OC}$  进行比较, 以产生比较结果230 (例如: 一种数字逻辑信号)。比较结果230可称为状态检测电路262的“检测结果”。电压阈值  $V_{OC}$  代表电池电流  $I_{BAT}$  的过流阈值  $I_{OC}$ 。如图4所示, 电流产生电路220和222产生电流  $I_1$  和  $I_2$  分别流过电阻  $R_1$  和  $R_2$ , 从而维持感应管脚ISP和ISN上电压为正 (例如: 大于地电压)。电阻  $R_1$  和电阻  $R_2$  的电阻值相等, 并且电流  $I_1$  和电流  $I_2$  的电流水平相等。因此, 当电流  $I_1$  和  $I_2$  分别流过电阻  $R_1$  和  $R_2$  时, 感应管脚ISP和ISN的电压差  $V_{ISN}-V_{ISP}$  等于电流感应器258上的感应电压  $V_{SEN}$ , 并且比较结果230可以代表感应电压  $V_{SEN}$  和电压阈值  $V_{OC}$  之间的比较结果。控制逻辑电路226可以根据比较结果230判断电池电流  $I_{BAT}$  是否处于过流状态或者正常状态。举例说明, 如果比较结果230指示感应电压  $V_{SEN}$  小于或等于电压阈值  $V_{OC}$ , 则控制逻辑电路226判定电池电流  $I_{BAT}$  小于或等于过流阈值  $I_{OC}$ , 处于正常状态。如果比较结果230指示感应电压  $V_{SEN}$  大于电压阈值  $V_{OC}$ , 则控制逻辑电路226判定电池电流  $I_{BAT}$  大于过流阈值  $I_{OC}$ , 处于过流状态。

[0034] 在一个实施例中, 上面提及的“电阻  $R_1$  和电阻  $R_2$  的电阻值相等”包括了绝对相等和几乎相等的情况, 即电阻  $R_1$  和  $R_2$  之间可能存在阻值差, 这个阻值差相对比较小, 可忽略不计。上面提及的“电流  $I_1$  和电路  $I_2$  的电流水平相等”包括了绝对相等和几乎相等的情况, 即电流  $I_1$  和  $I_2$  之间可能存在电流值差, 这个电流值差相对比较小, 可忽略不计。

[0035] 虽然图4的举例显示电池电流检测电路212包括比较器452, 但是本发明不限于此。在另一个实施例中, 电池电流检测电路212包括差分放大器和模拟数字转换器, 代替比较器452。所述差分放大器和模拟数字转换器将电压差  $V_{ISN}-V_{ISP}$  (或者感应电压  $V_{SEN}$ ) 转换为指示电池电流  $I_{BAT}$  的数字信号。控制逻辑电路226将所述数字信号和指示电压阈值  $V_{OC}$  的一个参考值进行比较, 以判断电池电流  $I_{BAT}$  是否处于过流状态或者正常状态。

[0036] 返回图2B, 状态检测电路262' 还包括温度检测电路216。温度检测电路216可包括模拟数字转换器, 用于将温度感应器260上的指示电压  $V_{THM}$  转换为指示电池温度的数字信号232。控制逻辑电路226将数字信号232与指示过温阈值  $V_{OT}$  的参考值以及指示欠温阈值  $V_{UT}$  的参考值进行比较, 以判断所述电池是否处于正常温度状态、过温状态、或者欠温状态。

[0037] 在一个实施例中, 故障检测电路264'、温度检测电路216和控制逻辑电路226组成上面提及的故障检测电路264, 用于检测状态感应器258和260是否有故障。举例说明, 故障

检测电路264'包括 $dV_{PACK}/dt$ 变化率检测电路208,用于监控电池包200的正极端PACK+上的端电压 $V_{PACK}$ 的变化率(例如:由 $dV_{PACK}/dt$ 或者 $\Delta V_{PACK}/\Delta t$ 表示),并产生指示所述变化率 $dV_{PACK}/dt$ 的数字信息238。控制逻辑电路226从变化率检测电路208获得变化率 $dV_{PACK}/dt$ 的信息238,并且将变化率 $dV_{PACK}/dt$ 和预设第一阈值TH1比较。控制逻辑电路226基于变化率 $dV_{PACK}/dt$ 和预设第一阈值TH1的比较结果以及基于电池电流检测电路212提供的检测结果230判断电流感应器258是否有故障。在一个实施例中,变化率 $dV_{PACK}/dt$ 的实际值为负,本文中提及的“变化率 $dV_{PACK}/dt$ 的值”指的是其绝对值 $|dV_{PACK}/dt|$ 。

[0038] 更具体地说,当电池包200为系统负载供电时,电池电流 $I_{BAT}$ (例如:放电电流)随着系统负载功耗增加而增加,并且随着系统负载功耗减小而减小。如果系统负载出现过载情况或者如果电池包200的正极PACK+和负极PACK-之间出现短路,电池电流 $I_{BAT}$ 会迅速增加。在一个实施例中,电池202和正极端PACK+之间的印刷电路板的印刷导线包括寄生电感242和寄生电阻244。此外,电池202包括内阻246。因此,如果流过寄生电感242、寄生电阻244和电池内阻246的电池电流 $I_{BAT}$ 迅速增加,则寄生电感242、寄生电阻244和电池内阻246上的压降会增加,导致正极端PACK+上的端电压 $V_{PACK}$ 迅速减小。如果端电压 $V_{PACK}$ 的变化率 $dV_{PACK}/dt$ (例如:下降率)大于第一阈值TH1,并且此状态持续了预设时间间隔 $\Delta t_{PRE}$ ,则可判定电池电流 $I_{BAT}$ 处于过流状态。如果电流感应器258无故障,则状态检测电路会从电流感应器250接收到一个相对比较大的感应电压 $V_{SEN}$ ,从而检测出所述过流状态。然而,如果电流感应器258出现短路,则状态检测电路会因为接收到一个相对较小的感应电压 $V_{SEN}$ (例如:零伏特)而判定电池电流 $I_{BAT}$ 处于正常状态。因此,如果上述第一检测电路(例如:包括电路208和226)检测到变化率 $dV_{PACK}/dt$ 大于第一阈值,该状态持续了预设时间间隔 $\Delta t_{PRE}$ ,并且状态检测电路检测到电池电流 $I_{BAT}$ 处于正常状态,则所述第一检测电路判定电流感应器258有短路。

[0039] 举例说明,图3所示为根据本发明一个实施例的电池包200的电池电流 $I_{BAT}$ 和端电压 $V_{PACK}$ 的信号波形图。以下结合图2A和图2B对图3进行描述。如图3所示,图形302为电池包300的电池电流 $I_{BAT}$ (例如:放电电流)的波形举例,图形304为电池包200正极端PACK+的端电压 $V_{PACK}$ 的波形举例。

[0040] 在图3的举例中,在时间 $t_0$ 到 $t_1$ ,放电电流 $I_{BAT}$ 相对比较稳定,所以端电压 $V_{PACK}$ 随着电池202的电压 $V_{BAT}$ 减小而减小(例如:缓慢地减小)。在 $t_1$ 时刻,放电电流 $I_{BAT}$ 迅速增加(例如:因为系统负责出现过载情况,或者因为正负极PACK+和PACK-之间出现短路),在 $t_2$ 时刻增加至大于过流阈值 $I_{OC}$ 。因此,端电压 $V_{PACK}$ (例如:由图形304中的实线306表示)迅速下降,其下降率大于第一阈值TH1(例如:由图形304中的虚线TH1表示),此情况持续了至少有预设时间间隔 $\Delta t_{PRE}$ 。

[0041] 返回图2B,电池包200包括让电池电流 $I_{BAT}$ 流过的放电开关 $Q_{DSG}$ 。当放电开关 $Q_{DSG}$ (例如:金属氧化物场效应晶体管)工作在线性区/电阻区(例如:全导通)时,放电开关 $Q_{DSG}$ 具有 $R_{DS(ON)}$ 电阻,该 $R_{DS(ON)}$ 电阻上感应电压 $V_{RDS(ON)}$ (例如:漏源电压)可代表电池电流 $I_{BAT}$ 。如果感应电压 $V_{RDS(ON)}$ 大于预设第二阈值TH2,并且此情况持续了预设时间间隔,则可认为电池电流 $I_{BAT}$ 处于过流状态。因此,第二检测电路(例如:包括 $V_{RDS(ON)}$ 检测电路218和控制逻辑电路226)可监控放电开关 $Q_{DSG}$ 上的感应电压 $V_{RDS(ON)}$ ,根据感应电压 $V_{RDS(ON)}$ 和第二阈值TH2的比较结果,以及根据状态检测电路中的( $I_{BAT}$ )检测电路212的检测结果,判断电流感应器258是否有故障(例如:短路)。举例说明,如果所述第二检测电路检测到感应电压 $V_{RDS(ON)}$ 大于第二阈

值TH2,此状态持续了预设时间间隔,并且状态检测电路(例如:电路212)因接收到相对较小的感应电压 $V_{SEN}$ (例如:零伏特)而检测出电池电流 $I_{BAT}$ 处于正常状态,那么所述第二检测电路判定电流感应器258有短路。

[0042] 图5A所示为根据本发明一个实施例的第三检测电路500A的电路示意图。如图5A所示,第三检测电路500A包括( $V_{R1}, V_{R2}$ )检测电路214、电流产生电路220和222,以及控制逻辑电路226。以下结合图2A、图2B和图4对图5A进行描述。

[0043] 如图5A所示,第一电阻 $R_1$ (例如:图2B所示的低通滤波器224中的电阻)连接在电流感应器258的第一端E1和状态感应电路的第一管脚ISP之间,第二电阻 $R_2$ (例如:图2B所示的低通滤波器224中的电阻)连接在电流感应器258的第二端E1和状态感应电路的第二管脚ISN之间。电流产生电路220产生第一电流 $I_1$ ,经过第一电阻 $R_1$ 从第一管脚ISP流向第一端E1,电流产生电路222产生第二电流 $I_2$ ,经过第二电阻 $R_2$ 从第二管脚ISN流向第二端E2。电阻 $R_1$ 和 $R_2$ 的阻值相对比较小,电流 $I_1$ 和 $I_2$ 也相对比较小。因此,如果第一管脚ISP经过第一电阻 $R_1$ 与第一端E1的连接良好的话,那么第一电阻 $R_1$ 上的电压 $V_{R1}$ 会相对比较小(例如:小于第三阈值TH3)。同理,如果第二管脚ISN经过第二电阻 $R_2$ 与第二端E2的连接良好的话,那么第二电阻 $R_2$ 上的电压 $V_{R2}$ 会相对比较小(例如:小于第四阈值TH4)。然而,如果第一管脚ISP上有开路(例如:状态检测电路与电流感应器258的第一端E1之间连接不良),那么第一管脚ISP上的电压 $V_{ISP}$ 会被上拉至供给电压 $V_{PULL}$ (例如: $V_{ISP}=V_{PULL}$ )。因此,第一电阻 $R_1$ 上的电压 $V_{R1}$ 会增加至大于第三阈值TH3。同理,如果第二管脚ISN上有开路,那么第二电阻 $R_2$ 上的电压 $V_{R2}$ 会增加至大于第四阈值TH4。

[0044] 因此,第三检测电路500A将第一电阻 $R_1$ 的电压 $V_{R1}$ 和第三阈值TH3比较,以及将第二电阻 $R_2$ 的电压 $V_{R2}$ 和第四阈值TH4比较,从而判断第一管脚ISP和第二管脚ISN上是否有故障(例如:开路)。以图5A举例说明,在( $V_{R1}, V_{R2}$ )检测电路214中,比较器570将电压 $V_{R1}$ 和第三阈值TH3比较,产生指示该比较结果的输出信号228;比较器572将电压 $V_{R2}$ 和第四阈值TH4比较,产生指示该比较结果的输出信号268。控制逻辑电路226接收输出信号228和268。如果输出信号228指示第一电阻 $R_1$ 上的电压 $V_{R1}$ 大于第三阈值TH3,那么控制逻辑电路226判定第一管脚ISP有开路。同理,如果输出信号268指示第二电阻 $R_2$ 上的电压 $V_{R2}$ 大于第四阈值TH4,那么控制逻辑电路226判定第二管脚ISN有开路。

[0045] 图5B所示为根据本发明一个实施例的第三检测电路500B的电路示意图。以下结合图2A、图2B、图4和图5A对图5B进行描述。

[0046] 在图5B的举例中,上述比较器570包括开关 $Q_1$ (例如:一种金属氧化物场效应晶体管)和电流产生电路520。第一电阻 $R_1$ 连接在开关 $Q_1$ 的栅极和源极之间,使得第一电阻 $R_1$ 上的电压 $V_{R1}$ 控制开关 $Q_1$ 的栅源电压。在一个实施例中,上述第三阈值TH3包括开关 $Q_1$ 的开启阈值。如果第一电阻 $R_1$ 上的电压 $V_{R1}$ 小于第三阈值TH3,那么开关 $Q_1$ 断开并且输出信号228为逻辑高电平。如果第一电阻 $R_1$ 上的电压 $V_{R1}$ 大于第三阈值TH3,那么开关 $Q_1$ 导通并且输出信号228为逻辑低电平。因此,输出信号228的逻辑电平指示第一管脚ISP是否有开路。

[0047] 同理,上述比较器572包括开关 $Q_2$ (例如:一种金属氧化物场效应晶体管)和电流产生电路522。第二电阻 $R_2$ 连接在开关 $Q_2$ 的栅极和源极之间,使得第二电阻 $R_2$ 上的电压 $V_{R2}$ 控制开关 $Q_2$ 的栅源电压。在一个实施例中,上述第四阈值TH4包括开关 $Q_2$ 的开启阈值。如果第二电阻 $R_2$ 上的电压 $V_{R2}$ 小于第四阈值TH4,那么开关 $Q_2$ 断开并且输出信号268为逻辑高电平。如

果第二电阻 $R_2$ 上的电压 $V_{R2}$ 大于第四阈值 $TH_4$ ,那么开关 $Q_2$ 导通并且输出信号268为逻辑低电平。因此,输出信号268的逻辑电平指示第二管脚 $ISN$ 是否有开路。

[0048] 返回图2B,在一个实施例中,上述第四检测电路(例如:包括温度检测电路216和控制逻辑电路226)将温度感应器260(例如:热敏电阻 $R_{THM}$ )上的指示电压 $V_{THM}$ 和第五阈值 $TH_5$ 以及和第六阈值 $TH_6$ 比较从而判断温度感应器260是否有故障。其中,第五阈值 $TH_5$ 小于过温阈值 $V_{OT}$ ,第六阈值 $TH_6$ 大于欠温阈值 $V_{UT}$ 。更具体地说,如上所述,当电池包200处于正常温度状态时,指示电压 $V_{THM}$ 大于过温阈值 $V_{OT}$ 并且小于欠温阈值 $V_{UT}$ ( $V_{UT} > V_{OT}$ )。如果热敏电阻 $R_{THM}$ 有短路,那么指示电压 $V_{THM}$ 被下拉至参考地电压(例如:零伏特),从而小于过温阈值 $V_{OT}$ 。因此,如果第四检测电路检测到指示电压 $V_{THM}$ 小于预设温度阈值 $TH_5$ (例如: $TH_5 < V_{OT}$ ),并且此状态持续了一预定时间间隔,那么所述第四检测电路判定热敏电阻 $R_{THM}$ 有短路。在另一方面,如果热敏电阻 $R_{THM}$ 有开路,那么指示电压 $V_{THM}$ 被内部电压上拉至大于欠温阈值 $V_{UT}$ 。因此,如果第四检测电路检测到指示电压 $V_{THM}$ 大于预设温度阈值 $TH_6$ (例如: $TH_6 > V_{UT}$ ),并且此状态持续了一预定时间间隔,那么所述第四检测电路判定热敏电阻 $R_{THM}$ 有开路。

[0049] 图6所示为根据本发明一个实施例的检测电流感应器258是否有短路的方法的流程图600示意图。以下结合图2A、图2B、图3和图4对图6进行描述。本领域技术人员可以理解的是,图6所涵盖的具体步骤仅仅作作为示例。也就是说,本发明适用于其他合理的流程或对图6进行改进的步骤。在一个实施例中,流程图600中的步骤可以由上述第一检测电路(例如:包括变化率检测电路208和控制逻辑电路226)来执行。

[0050] 在步骤602,变化率检测电路208监控电池包200的正极端 $PACK+$ 的端电压 $V_{PACK}$ 的变化率 $dV_{PACK}/dt$ ,并且产生指示所述变化率 $dV_{PACK}/dt$ 的数字信号238。

[0051] 在步骤604,控制逻辑电路226从信号238获得变化率 $dV_{PACK}/dt$ 的信息,并且基于所述信息将变化率 $dV_{PACK}/dt$ 和第一阈值 $TH_1$ 进行比较。如果变化率 $dV_{PACK}/dt$ 大于第一阈值 $TH_1$ ,则流程600转到步骤606;否则,流程600返回步骤602。

[0052] 在步骤606,如果控制逻辑电路226检测出变化率 $dV_{PACK}/dt$ 大于第一阈值 $TH_1$ 且此状态持续预设时间间隔 $\Delta t_{PRE}$ ,则流程600转到步骤608;否则,流程600转到步骤604。

[0053] 在步骤608,控制逻辑电路226接收来自电池电流检测电路212的比较结果230,以判断电池包200是否处于过流状态。如果控制逻辑电路226判定电池包200处于过流状态,则流程600转到步骤612;否则,流程600转到步骤610。

[0054] 在步骤612,控制逻辑电路226判定电流感应器260没有短路。

[0055] 在步骤610,控制逻辑电路226判定电流感应器260有短路。

[0056] 图7所示为根据本发明一个实施例的检测电流感应器258是否有短路的方法的流程图700示意图。以下结合图2A、图2B、图3和图4对图7进行描述。本领域技术人员可以理解的是,图7所涵盖的具体步骤仅仅作作为示例。也就是说,本发明适用于其他合理的流程或对图7进行改进的步骤。在一个实施例中,流程图700中的步骤可以由上述第二检测电路(例如:包括 $V_{RDS(ON)}$ 检测电路218和控制逻辑电路226)来执行。

[0057] 更具体地说,在步骤702, $V_{RDS(ON)}$ 检测电路218监控放电开关 $Q_{DSG}$

[0058] 的 $R_{DS(ON)}$ 电阻上的感应信号 $V_{RDS(ON)}$ ,并且产生指示感应信号 $V_{RDS(ON)}$ 的信号236。

[0059] 在步骤704,控制逻辑电路226接收信号236以判断感应信号 $V_{RDS(ON)}$ 是否大于第二阈值 $TH_2$ 。如果感应信号 $V_{RDS(ON)}$ 大于第二阈值 $TH_2$ ,则流程700转到步骤706;否则,流程700转

到步骤702。

[0060] 在步骤706,如果控制逻辑电路226检测到感应信号 $V_{RDS(ON)}$ 大于第二阈值TH2并且此状态维持了预设时间间隔,则流程700转到步骤708;否则,流程700转到步骤704。

[0061] 在步骤708,控制逻辑电路226接收来自电池电流检测电路212的比较结果230,并判断电池包200是否处于过流状态。如果控制逻辑电路226判定电池包200处于过流状态,则流程700转到步骤712;否则,流程700转到步骤710。

[0062] 在步骤712,控制逻辑电路226判定电流感应器260没有短路。

[0063] 在步骤710,控制逻辑电路226判定电流感应器260有短路。

[0064] 在一个实施例中,电池管理系统204通过执行图6中的方法判断电流感应器258是否有短路。在另一个实施例中,电池管理系统204通过执行图6和图7两种方法的结合判断电流感应器258是否有短路。举例说明,如果控制逻辑电路226检测到变化率 $dV_{PACK}/dt$ 大于第一阈值且此状态维持了预设时间间隔 $\Delta t_{PRE}$ ,并且检测到感应电压 $V_{RDS(ON)}$ 大于第二阈值且TH2且此状态维持了预设时间间隔,而控制逻辑电路226检测出电池包200处于正常状态,那么控制逻辑电路226判定电流感应器258有短路。

[0065] 图8所示为根据本发明一个实施例的检测与电流感应器258连接的第一感应管脚ISP和第二感应管脚ISN是否有开路的方法的流程800示意图。以下结合图2A、图2B、图4、图5A和图5B对图8进行描述。本领域技术人员可以理解的是,图8所涵盖的具体步骤仅作为示例。也就是说,本发明适用于其他合理的流程或对图8进行改进的步骤。在一个实施例中,流程图800中的步骤可以由上述第三检测电路(例如:包括电流产生电路220和222,以及控制逻辑电路226)来执行。

[0066] 更具体地说,在步骤802,电流产生电路220和222产生相等的电流 $I_1$ 和 $I_2$ ,分别流过滤波电阻 $R_1$ 和 $R_2$ 。

[0067] 在步骤804, ( $V_{R1}, V_{R2}$ ) 检测电路214监控第一滤波电阻 $R_1$ 上的电压 $V_{R1}$ 和第二滤波电阻 $R_2$ 上的电压 $V_{R2}$ 。

[0068] 在步骤806,比较器570(例如:包括电流产生电路520和开关 $Q_1$ )将第一滤波电阻 $R_1$ 上的电压 $V_{R1}$ 和第三阈值TH3比较以产生输出信号228。如果输出信号228指示第一滤波电阻 $R_1$ 上的电压 $V_{R1}$ 大于第三阈值TH3,则流程800转到步骤808;否则,流程800转到步骤804。

[0069] 在步骤808,控制逻辑电路226判定第一感应管脚ISP有开路。

[0070] 在步骤810,比较器572(例如:包括电流产生电路522和开关 $Q_2$ )将第二滤波电阻 $R_2$ 上的电压 $V_{R2}$ 和第四阈值TH4比较以产生输出信号268。如果输出信号268指示第二滤波电阻 $R_2$ 上的电压 $V_{R2}$ 大于第四阈值TH4,则流程800转到步骤812;否则,流程800转到步骤804。

[0071] 在步骤812,控制逻辑电路226判定第二感应管脚ISN有开路。

[0072] 图9所示为根据本发明一个实施例的检测温度感应器260是否有故障的方法的流程900示意图。以下结合图2A和图2B对图9进行描述。本领域技术人员可以理解的是,图9所涵盖的具体步骤仅作为示例。也就是说,本发明适用于其他合理的流程或对图9进行改进的步骤。在一个实施例中,流程图900中的步骤可以由上述第四检测电路(例如:包括检测电路216和控制逻辑电路226)来执行。

[0073] 更具体地说,在步骤902,温度检测电路216监控来自温度感应器260的指示电压 $V_{THM}$ (例如:指示电池包200温度的指示电压)以产生指示所述指示电压 $V_{THM}$ 的数字信号232。

[0074] 在步骤904,控制逻辑电路226从信号232中获得指示电压 $V_{THM}$ 的信息,并且基于所述信息将指示电压 $V_{THM}$ 和第五阈值 $TH5$ 进行比较。如果指示电压 $V_{THM}$ 小于第五阈值 $TH5$ ,则流程900转到步骤906;否则,流程900转到步骤902。

[0075] 在步骤906,如果控制逻辑电路226检测出指示电压 $V_{THM}$ 小于第五阈值 $TH5$ 且此状态持续了预定时间间隔,则流程900转到步骤908;否则,流程900转到步骤904。

[0076] 在步骤908,控制逻辑电路226判定温度感应器260有短路。

[0077] 在步骤910,控制逻辑电路226从信号232中获得指示电压 $V_{THM}$ 的信息,并且基于所述信息将指示电压 $V_{THM}$ 和第六阈值 $TH6$ 进行比较。如果指示电压 $V_{THM}$ 大于第六阈值 $TH6$ ,则流程900转到步骤912;否则,流程900转到步骤902。

[0078] 在步骤912,如果控制逻辑电路226检测出指示电压 $V_{THM}$ 大于第六阈值 $TH6$ 且此状态持续了预定时间间隔,则流程900转到步骤914;否则,流程900转到步骤910。

[0079] 在步骤914,控制逻辑电路226判定温度感应器260有开路。

[0080] 虽然在图9的举例中步骤904和步骤910是并行执行的,但本发明不限于此。在另一个实施例子,电池管理系统204可以在执行步骤904之前或者之后执行步骤910。

[0081] 举例说明,在步骤904,如果指示电压 $V_{THM}$ 大于或等于第五阈值 $TH5$ ,则流程900转到步骤910;否则,流程900转到步骤906。再举例说明,在步骤910,如果指示电压 $V_{THM}$ 小于或等于第六阈值 $TH6$ ,则流程900转到步骤904;否则流程900转到步骤912。

[0082] 图10所示为根据本发明一个实施例的电池包1000的电路示意图。以下结合图2A和图2B对图10进行描述。如图10所示,电池包1000包括电池202、低通滤波器1006和电池管理系统1004。电池202经过低通滤波器1006对电池管理系统1004供电。

[0083] 如图10所示,低通滤波器1006包括连接在电池202的正极和连接点 $N_0$ 之间的阻性元件 $R_F$ (例如:滤波电阻),以及接在连接点 $N_0$ 和参考地之间的滤波电容 $C_0$ 。在一个实施例在,电池管理系统1004与电池管理系统204类似,执行图2A和图2B中描述的状态监测功能。电池管理系统1004也可以执行图2A和图2B中描述的故障监测功能。此外,电池管理系统1004包括第五检测电路(例如:包括多路复用器1034、模拟数字转换器1006和控制逻辑电路1026),用于在电池202的正极上接收电池电压 $V_{BAT}$ ,经过连接点 $N_0$ 接收来自电池202的供给电压 $V_{CC}$ ,并且根据电池电压 $V_{BAT}$ 和供给电压 $V_{CC}$ 的差值检测电池管理系统1004是否有故障。

[0084] 更具体地说,在一个实施例中,电池管理系统1004经过其供电管脚 $V_{CC}$ 接收供给电流 $I_{CC}$ ,由所述供给电流 $I_{CC}$ 供电。因为供给电流 $I_{CC}$ 流过阻性元件 $R_F$ ,所以阻性元件 $R_F$ 上的电压 $V_{CC}$ 代表(例如:线性正比于)供给电流 $I_{CC}$ 。因此,电池管理系统1004的供给电流 $I_{CC}$ 的预估值为: $I_{CC} = (V_{BAT} - V_{CC}) / R_F$ 。电池管理系统1004供给电流 $I_{CC}$ 有一个工作范围。如果供给电流 $I_{CC}$ 大于所述工作范围的最大电流值,则可表示电池管理系统1004中的由功率调节器(例如:电压调节器)供电的一个或多个元件有故障(例如:短路)。因此,如果电池电压 $V_{BAT}$ 和供给电压 $V_{CC}$ 的电压差大于第七阈值(例如:表示供给电流 $I_{CC}$ 大于安全电流阈值,也表示电池管理系统1004的功耗大于安全阈值),则所述第五检测电路判定电池管理系统1004中有故障(例如:短路)。因此,电池管理系统1004停止对电池包1004充电/放电。

[0085] 在一个实施例中,所述第七阈值表示一个安全电流阈值,该安全电流阈值大于供给电流 $I_{CC}$ 工作范围的最大电流值。

[0086] 综上所述,本发明实施例提供了检测电池包是否有故障(例如:包括短路和/或开

路)的解决方案。举例说明,如果电池包中的电池管理系统检测出电池包的正极端PACK+上的电压变化率 $dV_{\text{PACK}}/dt$ 大于第一阈值且此状态维持了预设时间间隔,却没有检测出系统处于过流状态,则判定电池包中的电流感应器有短路。再举例说明,如果电池管理系统检测出电池包的放电开关上的 $R_{\text{DS(ON)}}$ 电压大于第二阈值且此状态维持了预设时间间隔,却没有检测出系统处于过流状态,则判定电流感应器有短路。再举例说明,电池管理系统产生相等的两个电流,分别流过两个相等的滤波电阻,所述滤波电阻连接在电池电流感应器和电流感应管脚ISP和ISN之间,这使得当电池感应器与感应管脚ISP和ISN连接良好时,感应管脚ISP和ISN上的电压可以用来表示电池电流,而当电池感应器与感应管脚ISP和ISN连接不良时,感应管脚ISP和ISN上的电压可以用来表示开路状态。再举例说明,电池管理系统将温度感应器上的指示电压和代表温度感应器有短路的第五阈值比较,并且将所述指示电压和代表温度感应器有开路的第六阈值比较。所述比较的结果指示温度感应器是否有短路或开路。再举例说明,电池管理系统通过将电池电压和电池管理系统的供给电压之间的差值与第七阈值进行比较,来判断电池管理系统的功耗是否超出安全阈值。如果,电池管理系统的功耗超出了安全阈值,则判定电池管理系统中有元件处于短路。

[0087] 在此使用之措辞和表达都是用于说明而非限制,使用这些措辞和表达并不将在此图示和描述的特性之任何等同物(或部分等同物)排除在发明范围之外,在权利要求的范围内可能存在各种修改。其它的修改、变体和替换物也可能存在。因此,权利要求旨在涵盖所有此类等同物。

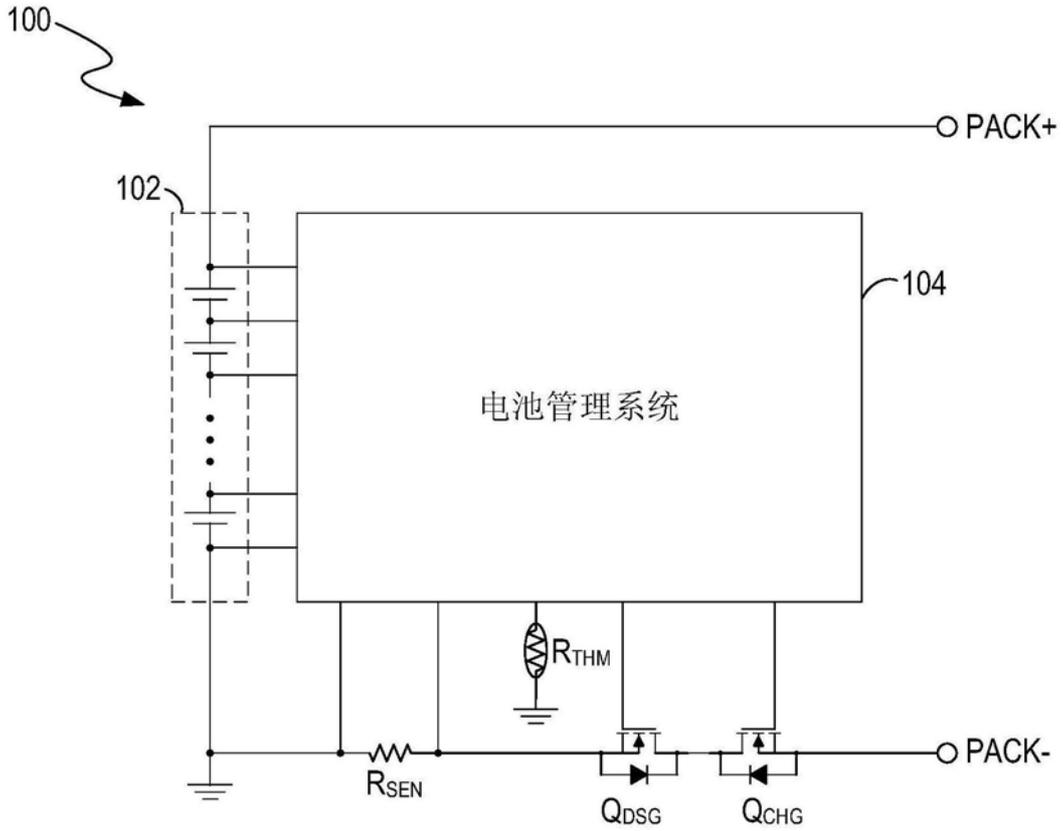


图1

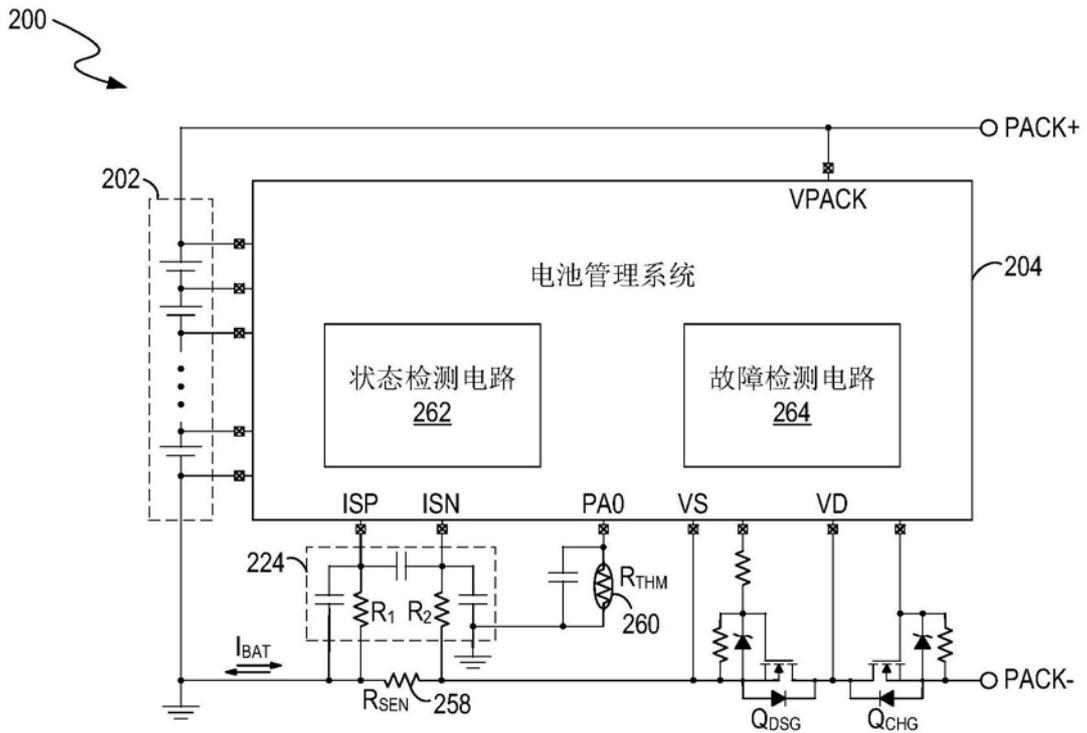


图2A

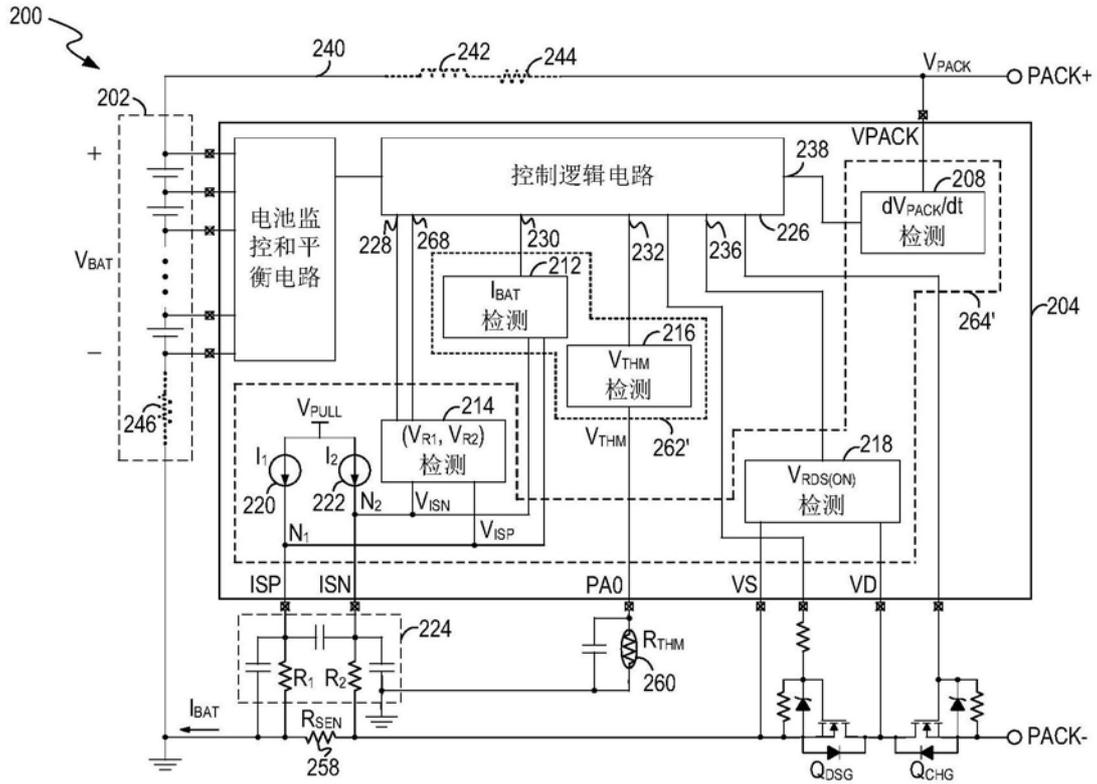


图2B

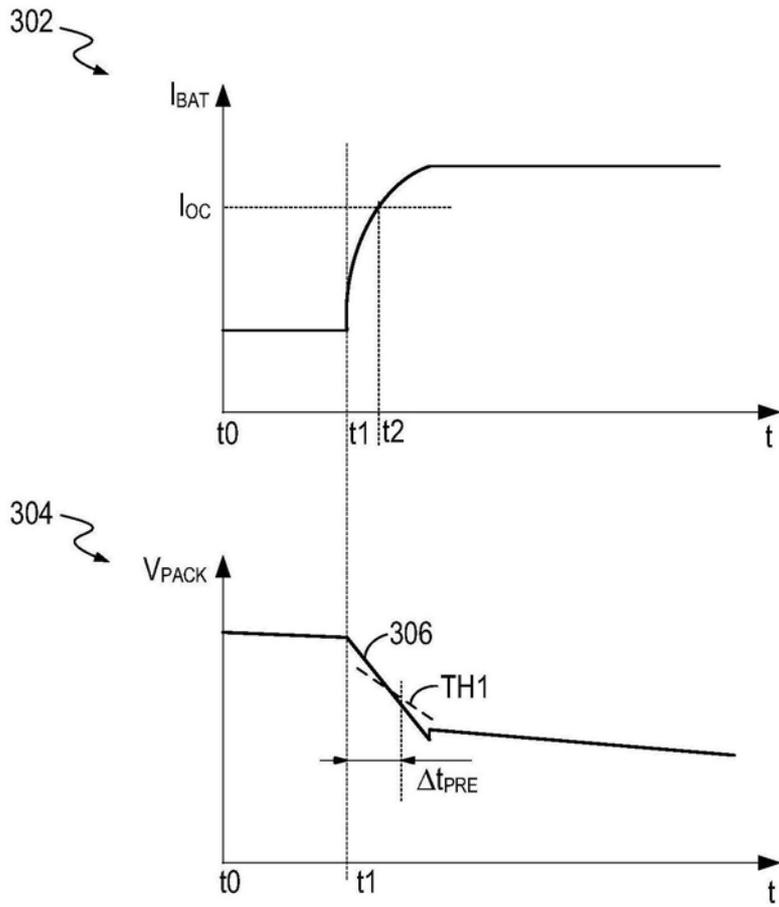


图3

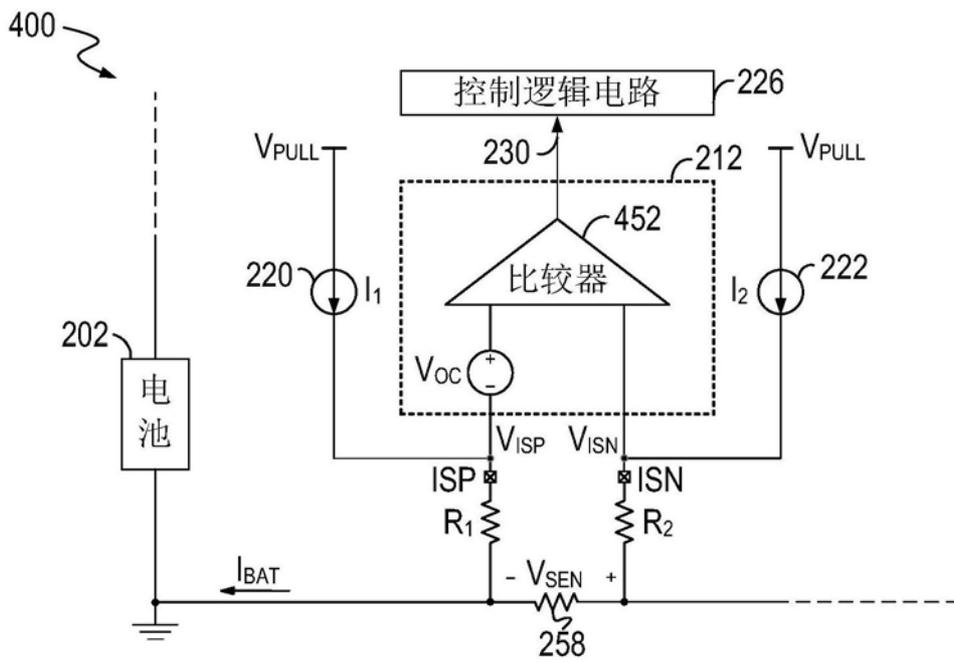


图4



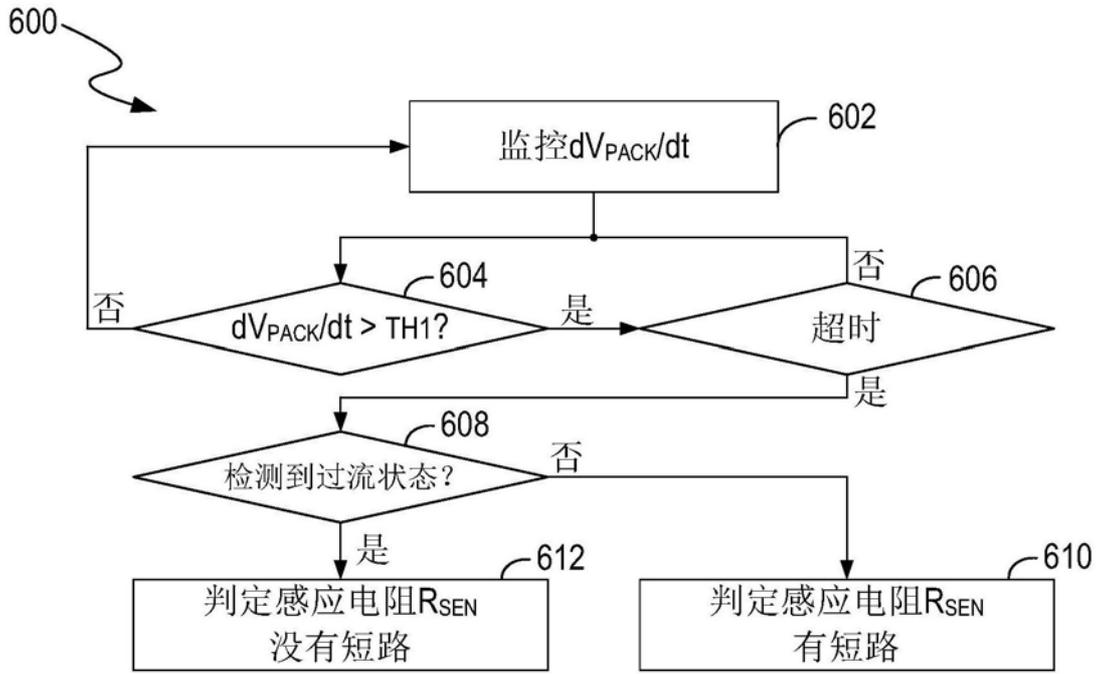


图6

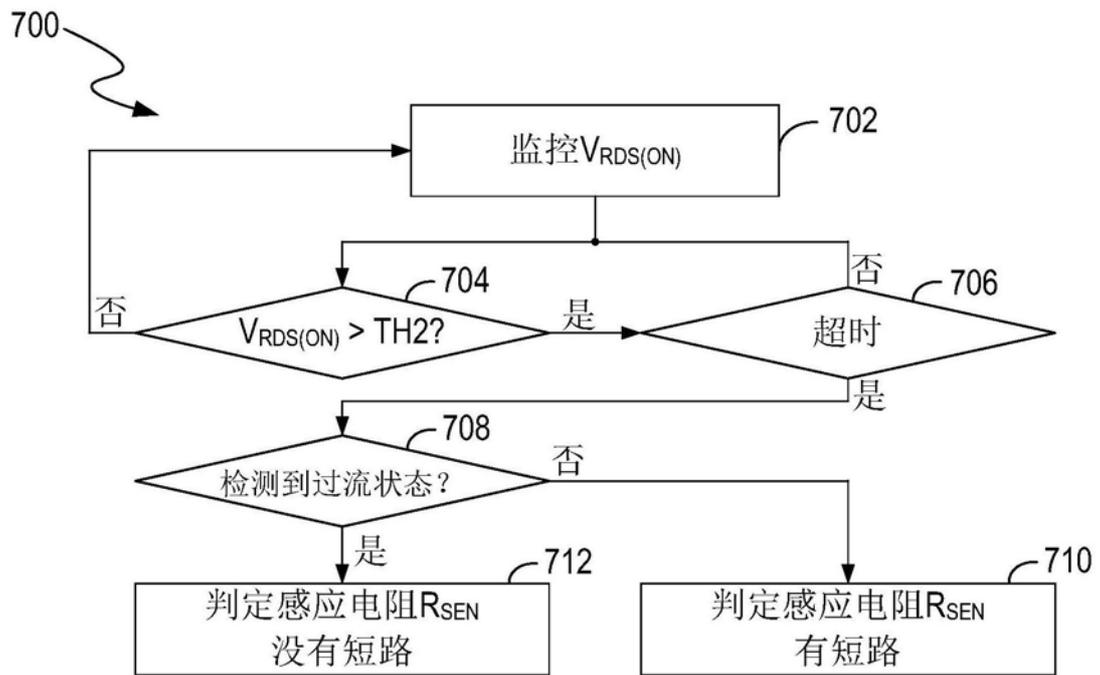


图7

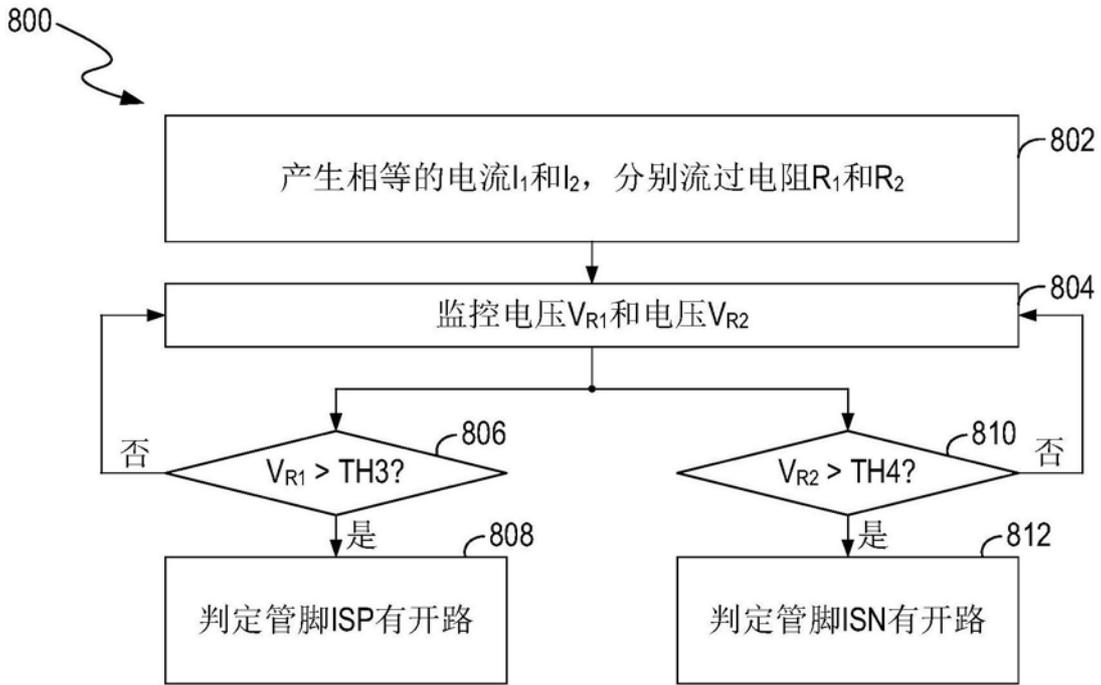


图8

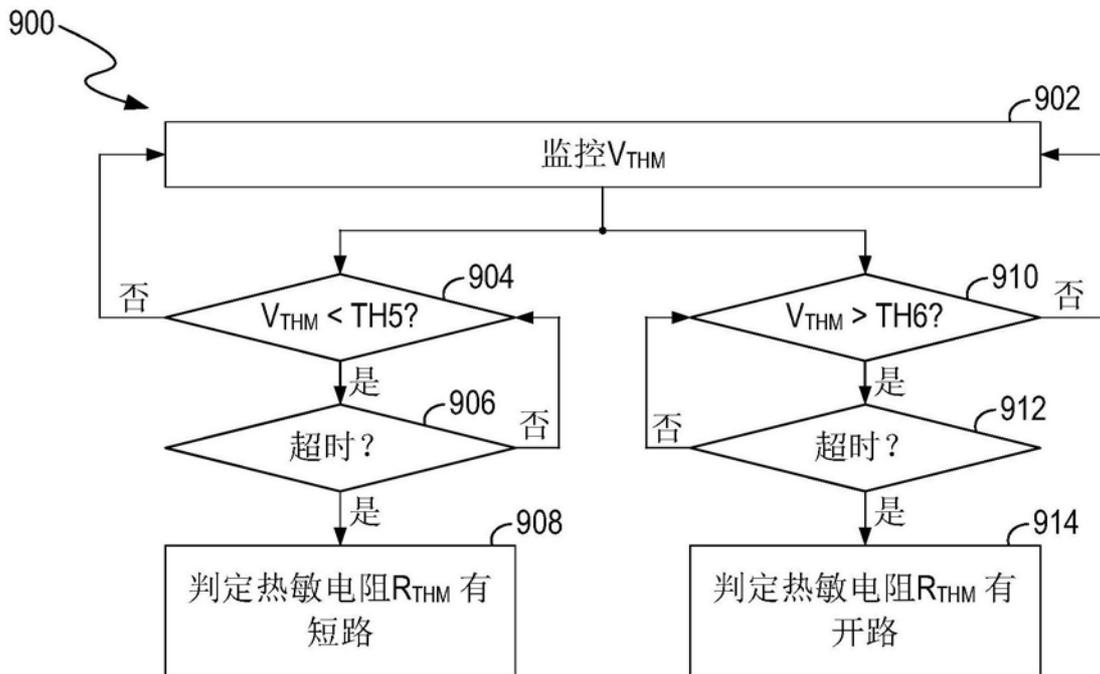


图9

