(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112824128 B
(45)授权公告日 2023.04.07

(21)申请号 202011277583.4
(22)申请日 2020.11.16
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112824128 A
(43)申请公布日 2021.05.21
(30)优先权数据
19209709.5 2019.11.18 EP
(73)专利权人 沃尔沃汽车公司
地址 瑞典哥德堡
(72)发明人 S·汉森 N·勒丘维乌斯
L·阿尔姆奎斯特 P-M·休赛夫
(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司 72002
专利代理师 蔡洪贵
(51)Int.Cl.
B60L 3/00(2019.01)
B60L 58/10(2019.01)
G01R 31/396(2019.01)
G01R 31/388(2019.01)
G01R 31/28(2006.01)
G01R 35/00(2006.01)
(56)对比文件
US 2018269694 A1,2018.09.20
US 2015260799 A1,2015.09.17
US 2013257382 A1,2013.10.03
CN 102906581 A,2013.01.30
CN 106536260 A,2017.03.22
CN 107176038 A,2017.09.19
CN 107517594 A,2017.12.26
US 2017072803 A1,2017.03.16
US 2019310321 A1,2019.10.10
审查员 姚奋飞

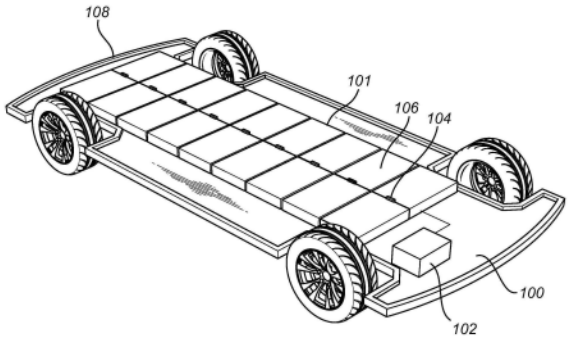
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

检测用于交通工具电池的电池管理系统中的故障的系统和方法

(57)摘要

所公开的主题涉及用于检测用于包括多个电池元的交通工具电池的电池元测量电路中的故障的方法和系统。首先,该方法包括通过相应的电池元测量电路来确定多个电池元中的每个电池元的电池元电压。接下来,该方法包括执行电池元平衡以平衡用于多个电池元的电池元电压,并且比较电池元平衡时间以确定是否存在偏离电池元平衡时间,以及在所述电池元平衡时间中是否存在能提供所述电池元测量电路中的任一者中的故障的指示的可识别模式。



CN 112824128 B

1.一种用于检测用于包括多个电池元的交通工具电池的电池元测量电路中的故障的方法,每个电池元具有连接到所述电池元的电池元测量电路,所述方法包括:

由相应的电池元测量电路确定所述多个电池元中的每一个电池元的电池元电压;

执行电池元平衡以平衡用于所述多个电池元的电池元电压;

确定用于每个电池元的电池元平衡时间;

确定用于所述多个电池元的预期电池元平衡时间;

检测具有低于用于所述多个电池元的所述预期电池元平衡时间的电池元平衡时间的第一电池元;

检测与所述第一电池元相邻的至少一个电池元具有高于用于所述多个电池元的所述预期电池元平衡时间的电池元平衡时间;和

如果所述第一电池元与所述至少一个相邻电池元之间的电池元平衡时间中的差高于预定平衡时间阈值,则确定用于所述第一电池元的所述电池元测量电路有故障。

2.如权利要求1所述的方法,其中,确定用于每个电池元的预期电池元平衡时间包括确定用于所述多个电池元的平均电池元平衡时间。

3.根据权利要求2所述的方法,其中,用于每个电池元的所述电池元平衡时间被确定为累积的电池元平衡时间。

4.根据权利要求1所述的方法,其中所述电池元测量电路包括与所述电池元并联连接的电容器和齐纳二极管,并且其中确定所述电池元测量电路有故障包括确定所述电容器或所述齐纳二极管是否有故障。

5.根据权利要求4所述的方法,还包括:

检测与所述第一电池元相邻的第二电池元具有高于预期电池元平衡时间,并且与所述第一电池元相邻的第三电池元具有高于预期电池元平衡时间;和

确定所述第一电池元的电池元平衡电路的齐纳二极管有故障。

6.根据权利要求4所述的方法,还包括:

检测与所述第一电池元相邻的第二电池元具有高于预期电池元平衡时间,并且与所述第一电池元相邻的第三电池元具有预期平衡时间;和

确定所述第一电池元的电池元平衡电路的电容器有故障。

7.根据权利要求1所述的方法,其中,所述平衡时间阈值基于所述电池的寿命确定。

8.根据权利要求7所述的方法,其中,所述平衡时间阈值与所述电池的寿命成比例。

9.一种用于交通工具电池的电池管理系统;所述系统包括连接到多个电池元测量电路的电池管理控制单元,每个电池元测量电路连接到电池元,其中,所述电池管理控制单元被配置为:

通过相应的电池元测量电路确定所述多个电池元中的每一个电池元的电池元电压;

执行电池元平衡以平衡用于所述多个电池元的电池元电压;

确定用于每个电池元的电池元平衡时间;

确定用于所述多个电池元的预期电池元平衡时间;

检测具有低于用于所述多个电池元的平均电池元平衡时间的电池元平衡时间的第一电池元;

检测与所述第一电池元相邻的至少一个电池元具有高于用于所述多个电池元的平均

电池元平衡时间的电池元平衡时间;并且

如果所述第一电池元与所述至少一个相邻电池元之间的电池元平衡时间中的差高于预定平衡时间阈值,则确定用于所述第一电池元的所述电池元测量电路有故障。

10.根据权利要求9所述的系统,其中所述预期电池元平衡时间是用于所述多个电池元的平均电池元平衡时间。

11.根据权利要求9所述的电池管理系统,其中所述电池元平衡电路包括与所述电池元并联连接的电容器和齐纳二极管,并且所述电池管理控制单元被配置成如果确定所述齐纳二极管或所述电容器有故障,则确定所述电池测量电路有故障。

12.根据权利要求9所述的电池管理系统,其中,所述电池管理控制单元被配置为确定用于每个电池元的所述电池元平衡时间作为累积的电池元平衡时间。

13.根据权利要求9所述的电池管理系统,其中,所述电池管理控制单元还被配置为:检测与所述第一电池元相邻的第二电池元具有高于平均电池元平衡时间,并且与所述第一电池元相邻的第三电池元具有平均电池元平衡时间;以及确定所述第一电池元的电池元平衡电路的电容器有故障。

14.根据权利要求9所述的电池管理系统,其中,所述电池管理控制单元还被配置为:检测与所述第一电池元相邻的第二电池元具有高于平均电池元平衡时间,并且与所述第一电池元相邻的第三电池元具有高于平均电池元平衡时间;以及确定所述第一电池元的电池元平衡电路的齐纳二极管有故障。

15.一种交通工具,包括根据权利要求9所述的电池管理系统。

检测用于交通工具电池的电池管理系统中的故障的系统和方法

技术领域

[0001] 本公开涉及一种检测用于交通工具电池的电池电路中的故障的系统和方法。具体地,本公开涉及一种用于检测包括多个电池元(cell)的电池中的电池元测量电路中的部件故障的方法和系统。

背景技术

[0002] 随着电动交通工具和混合动力交通工具的发展,产生了与这种交通工具的高压电力系统相关的安全要求。一些要求由诸如ISO 26262“道路车辆-功能安全性(Road vehicles-Functional safety)”的车辆安全标准限定,其中由ISO标准限定的最高安全级别是ASIL-D(汽车安全完整性等级,Automotive Safety Integrity Level)。它可以是这两者。

[0003] 需要高等级安全性的一个应用涉及电动交通工具或混合动力交通工具中的电池元的监测和平衡。电池元监测和电池元平衡通常由专用的电池元监测/测量电路来执行。为了满足所需的安全等级,这种电路需要由具有非常低的故障率的部件组成(这可能需要昂贵的部件),和/或包括诸如冗余的其他安全措施,潜在地使得电池监控系统更昂贵和复杂。

[0004] 用于交通工具高压电池的控制电路中的一些已知故障模式可以例如导致电池元过度充电,这进而可能导致热事件。

[0005] 因此,需要改进的电池元测量和监测电路来满足所需的安全等级。

发明内容

[0006] 总体而言,所公开的主题涉及一种用于检测用于包括多个电池元的交通工具电池的电池元测量电路中的故障的方法和系统。首先,该方法包括通过相应的电池元测量电路来确定多个电池元中的每个电池元的电池元电压。接下来,该方法包括执行电池元平衡以平衡用于所述多个电池元的电池元电压,并且比较电池元平衡时间以确定是否存在偏离电池元平衡时间,以及在所述电池元平衡时间中是否存在能提供所述电池元测量电路中的任一者中的故障的指示的可识别模式。

[0007] 所描述的方法还包括:检测具有低于多个电池元的平均电池元平衡时间的电池元平衡时间的第一电池元;检测与所述第一电池元相邻的至少一个电池元具有比所述多个电池元的平均电池元平衡时间更高的电池元平衡时间;以及如果所述第一电池元与所述至少一个相邻电池元之间的电池元平衡时间的差高于预定的平衡时间阈值,则确定所述第一电池元的电池元测量电路有故障。

[0008] 所描述的方法的优点是它可以检测仅通过监测电池元电压不能被检测到的故障。所述平衡功能将旨在平衡电池元,使得对于所有电池元电池元电压将是相同的。如果故障突然发生并且足够大,则将在电池元电压中看出故障。但是,在稍后的时间点,故障将不会在电池元电压中看出,而是仅在电池元平衡时间中看出,因为电池元平衡功能使电池元电

压均衡。此外，如果故障是部件的缓慢老化，则不能将所述故障与正常偏差区分开，并且所述电池元将被缓慢地平衡以保持电压差低。随着时间的推移，由于有故障的电池元测量电路导致的测量中的误差将是大的，但是在测量电池元电压时不会检测到所述误差，但是其将在平衡时间上看到。

[0009] 因此，本发明提供了一种基于检测电池元平衡时间中的模式确定电池元测量电路中的故障的方法。因此，可以在不对电池元测量电路进行修改的情况下使用该方法，并且可以在没有昂贵且复杂的系统设计的情况下达到所需的安全等级。

附图说明

[0010] 图1是根据本发明实施例的用于交通工具电池的电池管理系统的示意图；

[0011] 图2是示出根据本发明实施例的用于交通工具电池的电池元测量电路的电路示意图；

[0012] 图3是描绘根据本发明实施例的用于检测电池元测量电路中的故障的方法的一般步骤的流程图；

[0013] 图4是示出根据本发明实施例的方法和系统的特征的图表；和

[0014] 图5是示出根据本发明实施例的方法和系统的特征的图表。

具体实施方式

[0015] 现在将在下文中参照附图更全面地描述本发明，在附图中示出了本发明的当前优选实施例。然而，本发明可以以许多不同的形式来实施，并且不应当被解释为限于本文所阐述的实施例；相反，提供这些实施例是为了彻底性和完整性，并且将本发明的范围完全传达给技术人员。在全文中，相同的附图标记指代相同的元件。

[0016] 在以下描述中，将参照汽车中的电池管理系统和电池来描述所要求保护的用于检测电池元测量电路中的故障的电池管理系统和方法。然而，所描述的电池管理系统和方法同样可用于包括具有多个电池元的可充电电池的其他类型的交通工具中，例如船只或其他船舶、卡车、公共汽车、和诸如无人机、飞机及直升机的飞行器。

[0017] 图1示意性地示出了交通工具电池101的电池管理系统100。电池管理系统100包括电池管理控制单元102，电池管理控制单元102连接到多个电池元测量电路104，每个电池元测量电路连接到电池元106使得每个电池元106具有专用的电池元测量电路104。

[0018] 电池管理控制单元102可包括微处理器、微控制器、可编程数字信号处理器或另一可编程装置。控制单元102还可以或替代地包括专用集成电路、可编程门阵列或可编程阵列逻辑、可编程逻辑器件、或数字信号处理器。在控制单元102包括可编程装置(诸如上述微处理器、微控制器或可编程数字信号处理器)的情况下，所述处理器还可以包括控制可编程装置的操作的计算机可执行代码。控制单元102的功能可以由一个专用的控制单元102提供，或者其可以分布在多个控制单元上。此外，控制单元也可以称为ECU(Electronic Control Unit，电子控制单元)。

[0019] 图2是示出根据本发明实施例的用于交通工具电池101的电池元测量电路104的电路示意图。电池元测量电路104布置为测量每个电池元的电压。在电池元测量电路104中，电容器202布置为用于提高EMC性能的滤波器，并且齐纳二极管(Zener diode)204布置为提供

过电压保护。因此，电容器202或齐纳二极管204中的故障对于电池元的功能可以是关键的。

[0020] 图3是概述根据本发明实施例的用于检测交通工具电池101的电池元测量电路104中的故障的方法的一般步骤的流程图，其中交通工具电池101包括多个电池元106。电池管理控制单元102配置为执行下面将要描述的方法的步骤。该方法包括通过相应的电池元测量电路104来确定(步骤300)多个电池元106中的每个电池元的电池元电压。因此，确定电池元电压以决定是否需要电池元平衡，如果是，则需要多少电池元平衡以及对哪些电池元进行电池元平衡。通过在特定电池元电压水平(荷电状态)处的电池元电压的差来触发电池元平衡。电池元平衡的触发可以例如由在本公开的范围之外的算法来控制。此外，各种电池元平衡方案在电池管理系统领域中是众所周知的。

[0021] 在接下来的步骤中，执行(步骤302)电池元平衡以平衡多个电池元的电池元电压，并且确定(步骤304)每个电池元的电池元平衡时间。为了提高所确定的电池元平衡时间的准确性，电池管理控制单元可以配置为增加限定何时触发电池元平衡的SoC阈值。换言之，如果针对电池元之间的SoC中的小差异执行电池元平衡，则所确定的电池元平衡时间可能更不准确。

[0022] 该方法还包括确定(步骤306)多个电池元的预期电池元平衡时间。预期电池元平衡时间例如可以是基于已知参数(例如电池元电压和电池元荷电状态)的预定值。预期电池元平衡时间还可以基于描述电池元平衡性能的先前经验数据。在下面的描述中，预期电池元平衡时间将描述为针对所有电池元的平均电池元平衡时间。因此，期望针对单个电池元的电池元平衡时间位于针对电池组101中的所有电池元106的平均电池元平衡时间的预定范围内。由此，该方法还包括存储针对每个电池元的电池元平衡时间。当确定平均电池元平衡时间时，可优选排除具有最高和最低电池元平衡时间的电池元，以便达到更代表正常工作的电池元和电池元测量电路的平均值。由此，与针对所有电池元的电池元平衡时间相比较的平均电池元平衡时间的确定中不包括有故障的电池元和有故障的电池元平衡电池。

[0023] 电池元平衡时间在此定义为电池元经受电池元平衡的总时间，并且电池元平衡时间可以确定为针对各个电池元的累积电池元平衡时间。由此，电池元平衡时间不是基于仅仅一个电池元平衡事件。为了实现精确的比较，对于所有电池元，累积电池元平衡时间的开始点是相同的。

[0024] 接下来的步骤包括检测(步骤308)具有低于用于多个电池元的预期电池元平衡时间的电池元平衡时间的第一电池元；以及检测(步骤310)与第一电池元相邻的至少一个电池元具有高于针对多个电池元的预期电池元平衡时间的电池元平衡时间。由于多种原因，诸如对于旧的或有故障的电池元，一个单个的电池元可能具有偏离的电池元平衡时间，仅基于一个偏离的电池元不能确定在电池元中是否存在故障或者在电池元平衡电路104中是否存在故障。因此，还获取与偏离的电池元相邻的电池元的电池元平衡时间，并且如果检测到一个电池元具有低于预期电池元平衡时间并且至少一个相邻电池元具有高于预期电池元平衡时间的模式，则进一步确定第一电池元与至少一个相邻电池元之间的电池元平衡时间的差是否高于预定的平衡时间阈值。

[0025] 如果第一电池元与至少一个相邻电池元之间的电池元平衡时间的差高于预定平衡时间阈值，则可以确定(步骤312)针对第一电池元的电池元测量电路104有故障。此外，可以将所述电池元平衡时间与若干不同的时间阈值进行比较。例如，第一时间阈值可以设定

为指示可能优选维护或更换电池元或电池元测量电路以便提高电池元的寿命长度但是不存在安全问题的限制。可以将高于第一时间阈值的第二时间阈值设定为其中有故障的电池元测量电路造成安全危险并且需要维修或更换的阈值。此外，时间阈值的具体值取决于电池元平衡时间与电池元电压值之间的关系，并且由此针对给定的实施方式确定所述时间阈值，并且所述时间阈值基于电池元的性能和电池元测量电路的性能。

[0026] 如图2所示，电池元测量电路104包括与电池元并联连接的电容器202和齐纳二极管204，并且该方法还包括如果能确定齐纳二极管204或电容器202中的任一个有故障则确定电池元测量电路104有故障。此外，如将在下文中描述的，基于偏离的电池元平衡时间的模式可以确定是否是电容器202或齐纳二极管204有故障。

[0027] 图4是示意性地示出了针对多个电池元的电池元平衡时间的图表。为了确定所述电池元测量电路是否包含有故障的齐纳二极管，所述方法包括检测邻近所述第一电池元的第二电池元具有高于预期电池元平衡时间，并且邻近所述第一电池元的第三电池元具有高于预期电池元平衡时间；和确定第一电池元的电池元平衡电路的电容器有故障。在所示示例中，第一电池元是电池元#3，其具有低于平均的电池元平衡时间。此外，相邻电池元#2和#4具有高于预期电池元平衡时间的电池元平衡时间。对于图4中所示的齐纳二极管故障，进一步参考图2，在被功能二极管阻断的方向上流过齐纳二极管的电流将导致在电路电阻器上的电压降，这又导致所测量的电池元电压下降。此外，由于电压降，相邻电池元中的每一个将以电压降的量的一半经历增加的电压。由此，可以确定电池元测量电路104的齐纳二极管202有故障。在所描述的示例中，预期电池元平衡时间可以被认为是平均电池元平衡时间。在实际应用中，还可以假定电池组包括更多数量的电池元，使得针对多个电池元的平均电池元平衡时间不会受到具有偏离的电池元平衡时间的少量(即2-3个)电池元的大的影响。

[0028] 图5是示意性地示出了多个电池元的电池元平衡时间的图表。为了确定电池元测量电路是否包括故障电容器，所述方法包括：检测与所述第一电池元相邻的第二电池元具有高于平均电池元平衡时间，并且邻近所述第一电池元的第三电池元具有平均电池元平衡时间；以及确定第一电池元的电池元平衡电路的电容器有故障。在所示示例中，第一电池元是电池元#3，其具有低于平均电池元平衡时间。此外，在相邻电池元#2和#4中，电池元#2具有高于平均值的电池元平衡时间，并且电池元#4具有平均电池元平衡时间。对于图5所示的电容器故障，并进一步参考图2，允许电流流过电容器的故障电容器将导致通过滤波器电阻器的电流，这进而将导致电压降。在电池元上的测量电压将由于该故障而下降，并且以上电池元上的电压也将以相同的电压增加。因此，可以确定电池元测量电路104的电容器202有故障。如果电容器具有高于正常自放电速率，电容器故障可例如被检测到。

[0029] 如在图4和图5中可见的，包括故障电池元测量电路104的电池元将具有低于预期电池元平衡时间。这发生是因为有故障的电池元测量电路104将导致该电池元的较低测量电压，并且补偿电池组中在充电(平衡)下被耗尽的其余电池元以达到相同的较低电压。

[0030] 电池组中的电池元串联连接，使得除了在电池组的边缘处的电池元之外，每个电池元具有两个相邻电池元。这意味着可能不能确定电池组的边缘处的电池元测量电路中的故障的性质，即，是否是有故障的电容器或有故障的齐纳二极管。但是，最重要的方面是确定是否存在故障，因为有故障的电池测量电路可能导致过度充电和电池元的潜在过度加

热。

[0031] 通过该方法检测到的故障是所描述的部件可能发生的一些可能的故障，其中齐纳水平漂移(Zener level drift)是罕见但可能的故障模式，并且电容器自放电的缓慢增加也是罕见但可能的故障模式。

[0032] 当确定电池元测量电路是否有故障时考虑的附加特征是电池的寿命。随着电池老化，预期电池元的电池元平衡时间的扩展发散(diverge)，导致电池元平衡时间的不规则图案。这可以例如通过周期性地重置用于确定电池元测量电路是否有故障的累积电池元平衡时间来解决。此外，平衡时间阈值可以基于电池的寿命来确定，例如通过与电池的寿命成比例，至少对于旨在找到非关键故障的比较。因此，在确定电池元测量电路104有故障之前，可允许更旧的电池在电池元平衡时间中表现出更大的扩展。对于安全关键故障的检测，电池元平衡时间阈值优选相同，而与电池组的寿命无关。

[0033] 通过所描述的方法和系统，可以在没有不容易实施的附加部件或电路且成本有效的情况下检测用于交通工具的电池组的电池元测量电路中的关键故障，因为在现有系统中可能仅需要软件修改。

[0034] 根据本发明的一个实施例，提供了一种用于交通工具电池的电池管理系统；该系统包括连接到多个电池元测量电路的电池管理控制单元，每个电池元测量电路连接到电池元，其中，电池管理控制单元被配置为：通过相应的电池元测量电路确定多个电池元中的每一个电池元的电池元电压；执行电池元平衡以平衡多个电池元的电池元电压；确定每个电池元的电池元平衡时间；确定所述多个电池元的预期电池元平衡时间；检测具有低于所述多个电池元的平均电池元平衡时间的电池元平衡时间的第一电池元；检测与所述第一电池元相邻的至少一个电池元具有比所述多个电池元的平均电池元平衡时间更高的电池元平衡时间；以及如果所述第一电池元与所述至少一个相邻电池元之间的电池元平衡时间的差高于预定平衡时间阈值，则确定用于所述第一电池元的电池元测量电路是有故障的。

[0035] 根据本发明的一个实施例，提供了一种计算机程序，其包括当在至少一个处理器上执行时使所述至少一个处理器执行根据前述实施例中的任一个的方法的指令，以及计算机可读存储介质，其上存储有这种计算机程序。

[0036] 尽管已经参考本发明的特定示例性实施例描述了本发明，但是对于本领域技术人员来说，许多不同的改变、修改等将变得显而易见。例如，该方法还可以用于其它类型的电池元测量电路。此外，应当注意的是，方法和系统的部分可以以各种方式被省略、互换或布置，该方法和系统还能够执行本发明的功能。

[0037] 另外，从对附图、本公开和所附权利要求的研究中，本领域技术人员可以理解并实现所公开的实施例的变型。在权利要求中，词语“包括”不排除其他元件或步骤，并且不定冠词“一个”或“一种”不排除多个。在相互不同的从属权利要求中陈述某些测量的仅有的事实不指示这些测量的组合不能用于优点。

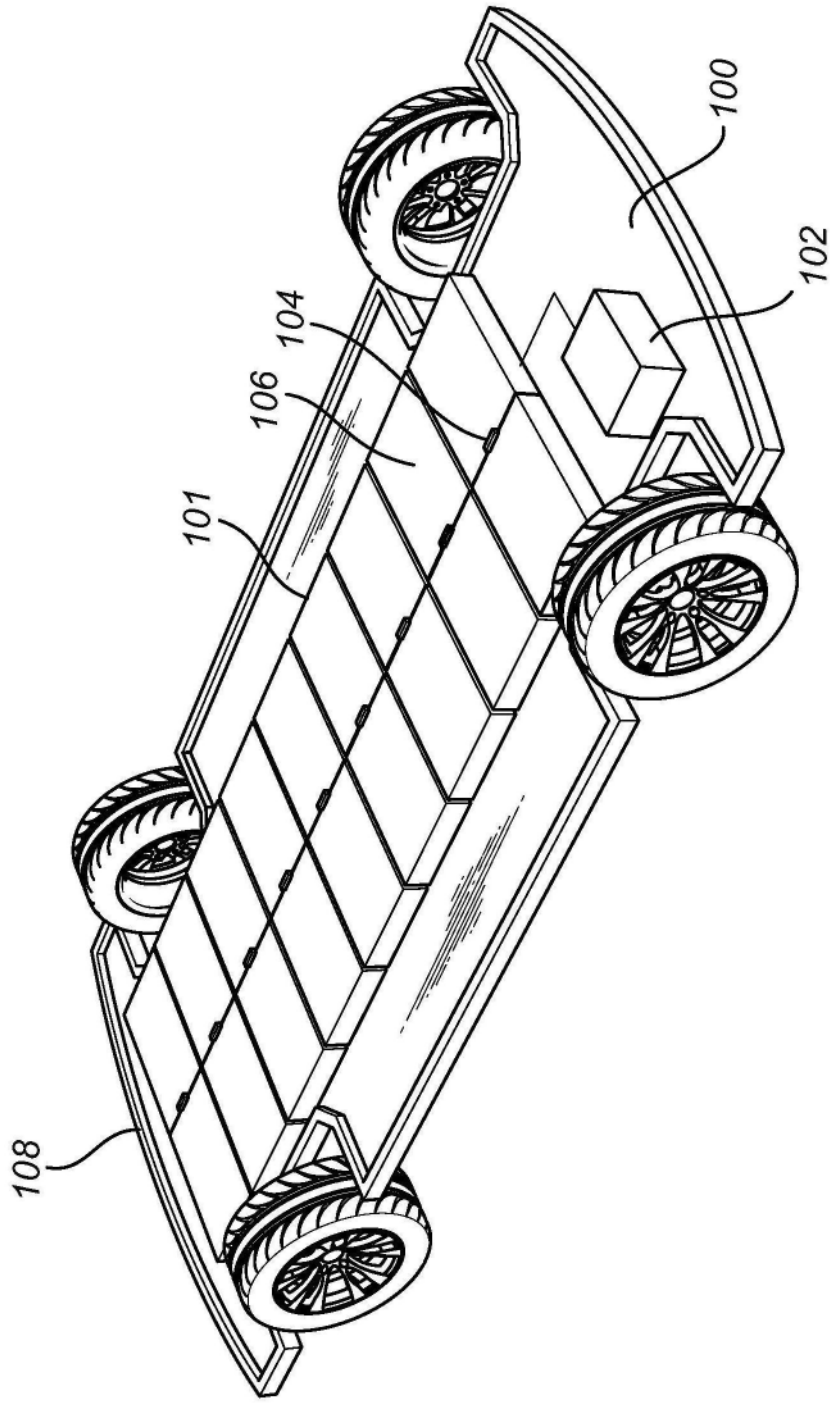


图1

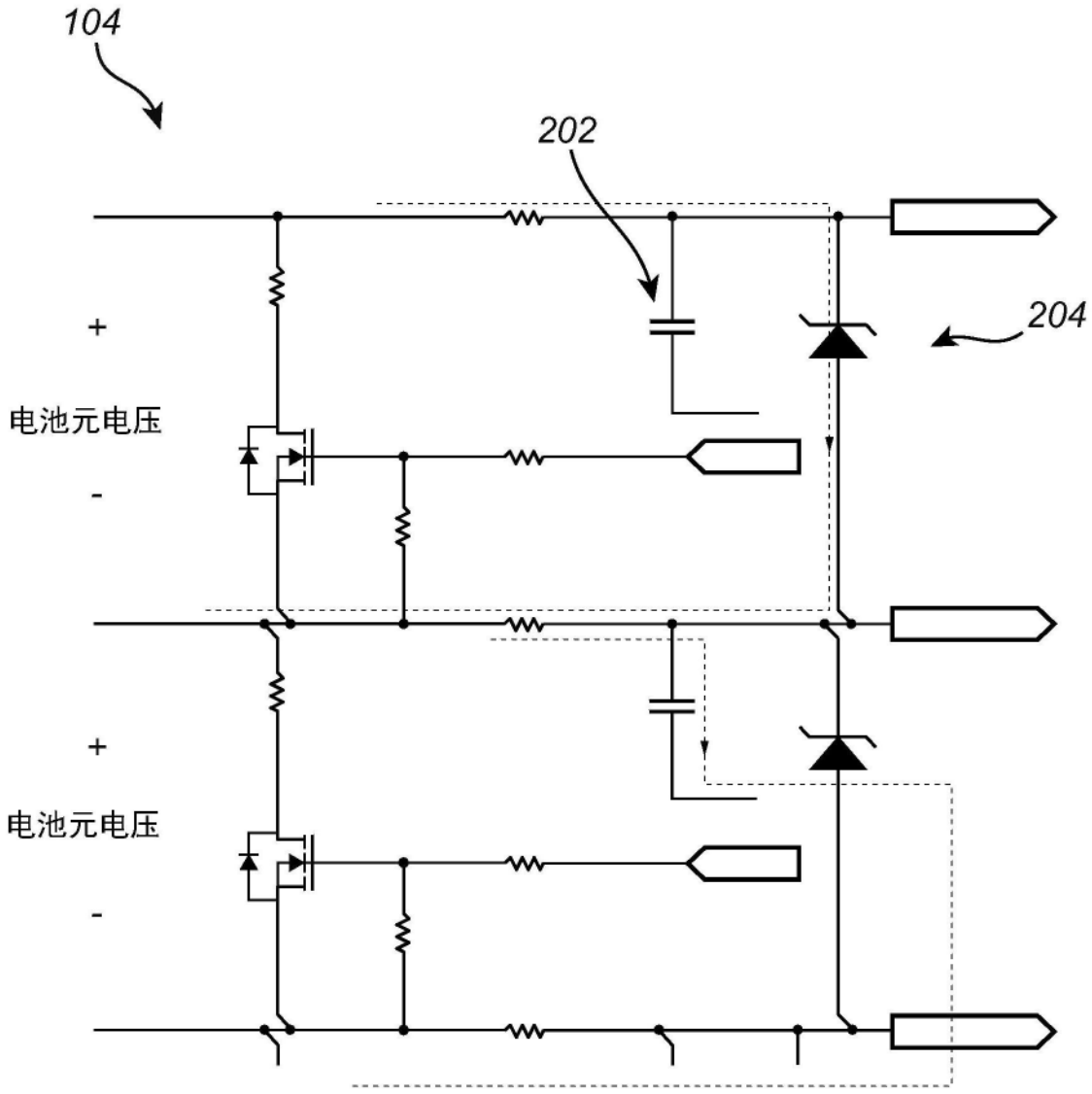


图2

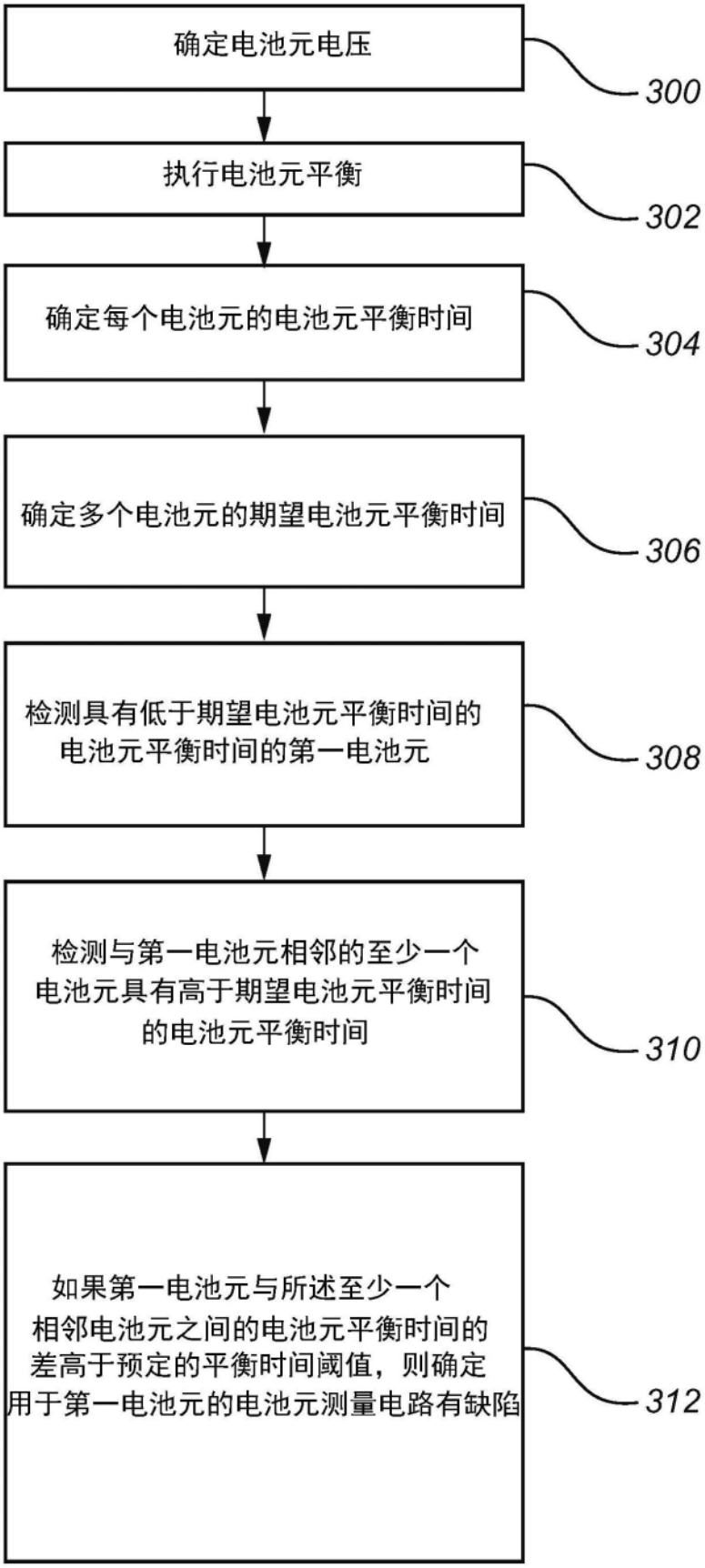

确定电池元电压
300
执行电池元平衡
302
确定每个电池元的电池元平衡时间
304
确定多个电池元的期望电池元平衡时间
306
检测具有低于期望电池元平衡时间的电池元平衡时间的第一电池元
308
检测与第一电池元相邻的至少一个电池元具有高于期望电池元平衡时间的电池元平衡时间
310
如果第一电池元与所述至少一个相邻电池元之间的电池元平衡时间的差高于预定的平衡时间阈值，则确定用于第一电池元的电池元测量电路有缺陷
312

图3

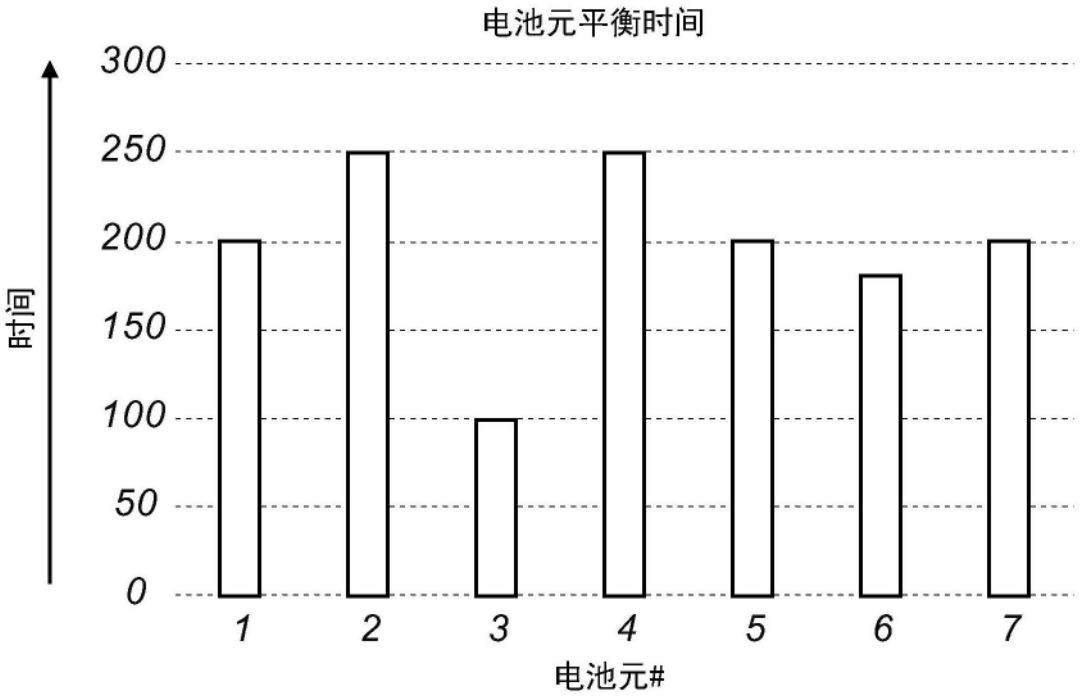

电池元平衡时间
300
250
200
150
100
50
0
时间
1
2
3
4
5
6
7
电池元#

图4

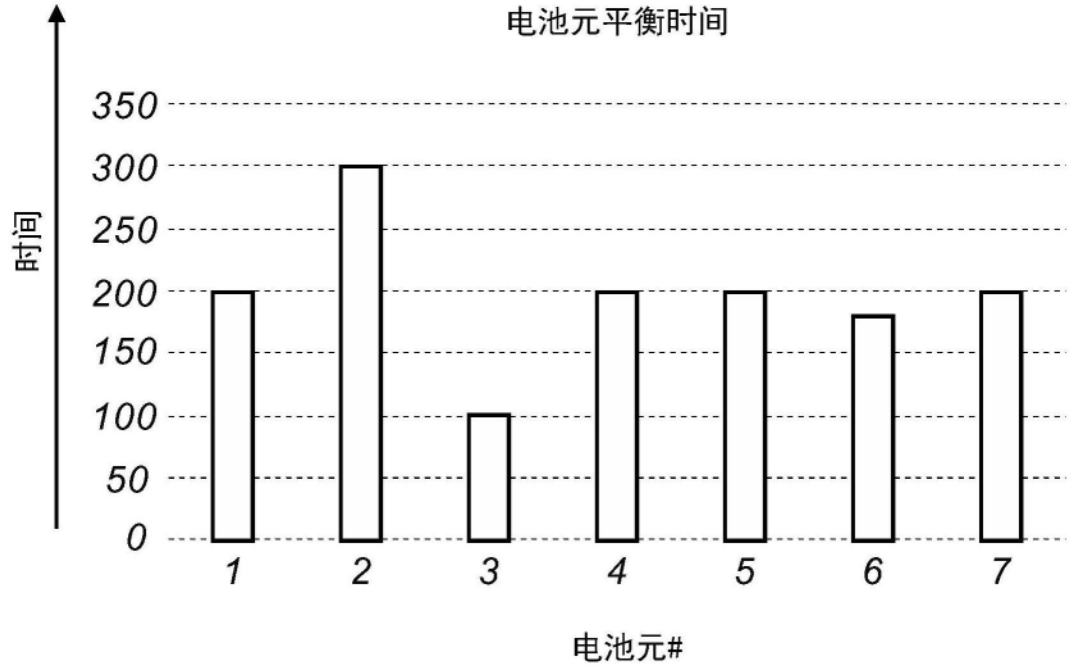

电池元平衡时间
350
300
250
200
150
100
50
0
时间
1
2
3
4
5
6
7
电池元#

图5