



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110869786 A

(43)申请公布日 2020.03.06

(21)申请号 201880046289.7

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(22)申请日 2018.07.09

代理人 姜冰 刘春元

(30)优先权数据

17180605.2 2017.07.10 EP

(51)Int.Cl.

G01R 31/52(2020.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.01.10

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2018/068525 2018.07.09

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2019/011848 EN 2019.01.17

(71)申请人 ABB瑞士股份有限公司

地址 瑞士巴登

(72)发明人 D.阿格勒 E-K.帕特罗 I.福尔兰

N.诺塔里 Y.马雷特

权利要求书2页 说明书11页 附图3页

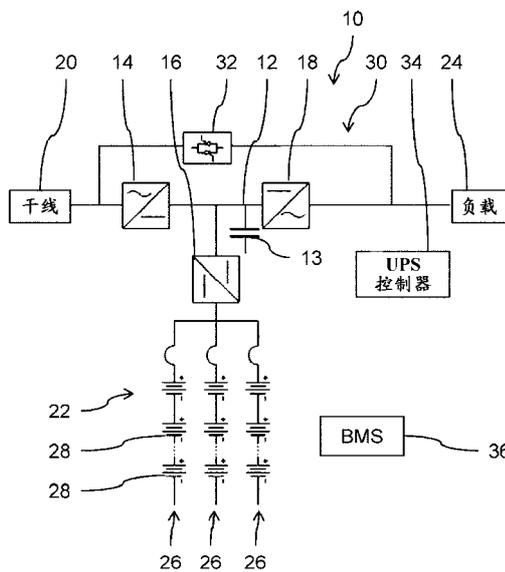
(54)发明名称

UPS电池组的接地故障检测

(57)摘要

本发明提供了一种用于检测不间断电源(10,40)的电池组(22)中的接地故障(60)的方法,所述电池组(22)包括具有多个电池组电池的至少一个串(26),所述方法包括以下步骤:定义沿所述至少一个串(26)的电池组电池的多个单独电池组块(28),在第一时间点针对所述多个单独电池组块(28)来执行参考阻抗测量,在第二时间点针对所述多个单独电池组块(28)来执行验证阻抗测量,估算所述至少一个串(26)的所述多个单独电池组块(28)的所述参考阻抗与所述验证阻抗之间的测量阻抗的变化,以及基于沿所述至少一个串(26)的所述多个单独电池组块(28)的测量阻抗的相关变化来标识接地故障(60)。本发明还提供了一种用于管理不间断电源(10,40)的电池组(22)的电池组管理系统(36),其适于执行以上方法。本发明还提供了一种UPS装置(10)和一种UPS系统(40),它们中的每个都包括以上电池组管理系统(36)。

CN 110869786 A



1. 一种用于检测不间断电源 (10,40) 的电池组 (22) 中的接地故障 (60) 的方法, 所述电池组 (22) 包括具有多个电池组电池的至少一个串 (26), 所述方法包括以下步骤

定义沿所述至少一个串 (26) 的电池组电池的多个单独电池组块 (28),

在第一时间点针对所述多个单独电池组块 (28) 来执行参考阻抗测量,

在第二时间点针对所述多个单独电池组块 (28) 来执行验证阻抗测量,

估算所述至少一个串 (26) 的所述多个单独电池组块 (28) 的所述参考阻抗与所述验证阻抗之间的测量阻抗的变化, 以及

基于沿所述至少一个串 (26) 的所述多个单独电池组块 (28) 的测量阻抗的相关变化来标识接地故障 (60)。

2. 根据前述权利要求1所述的方法,

其特征在于

所述定义沿所述至少一个串 (26) 的电池组电池的多个单独电池组块 (28) 的步骤包括定义包括几个单独电池组电池, 优选为一个电池组电池, 的所述多个单独电池组块 (28) 中的每个单独电池组块 (28)。

3. 根据前述权利要求1或2所述的方法,

其特征在于

所述针对所述多个单独电池组块 (28) 来执行参考阻抗测量和执行验证阻抗测量的步骤各包括

生成通过所述电池组 (22) 的至少一个电流脉冲,

测量作为对所述至少一个电流脉冲的响应的跨所述多个单独电池组块 (28) 中的每个单独电池组块 (28) 的电压,

测量作为对所述至少一个电流脉冲的响应的跨所述多个单独电池组块 (28) 的电流, 以及

基于作为对所述至少一个电流脉冲的响应的跨所述单独电池组块 (28) 所测量的所述电压和所述电流来确定每个单独电池组块 (28) 的所述阻抗。

4. 根据前述权利要求3所述的方法,

其特征在于

所述生成通过所述电池组 (22) 的至少一个电流脉冲的步骤包括生成至少一个充电脉冲和/或至少一个放电脉冲。

5. 根据前述权利要求3或4所述的方法,

其特征在于

所述生成通过所述电池组 (22) 的至少一个电流脉冲的步骤包括生成电流脉冲列。

6. 根据任一前述权利要求所述的方法,

其特征在于

所述方法包括基于所述参考阻抗测量与所述验证阻抗测量之间的经过时间段来验证所述参考阻抗测量的有效性, 以及当所述经过时间段超过给定时限时执行进一步的参考阻抗测量。

7. 根据任一前述权利要求所述的方法,

其特征在于

所述基于沿所述至少一个串 (26) 的所述单独电池组块 (28) 的测量阻抗的相关变化来标识接地故障 (60) 的步骤包括通过标识与沿所述至少一个串 (26) 的单独电池组块 (28) 的另一序列相比具有测量阻抗的相关变化的单独电池组块 (28) 的序列来定位所述接地故障 (60) 的位置的步骤。

8. 根据任一前述权利要求所述的方法，
其特征在于

所述标识与沿所述至少一个串 (26) 的单独电池组块 (28) 的另一序列相比具有测量阻抗的相关变化的单独电池组块 (28) 的序列的步骤包括针对每个单独电池组块 (28) 来单独地确定测量阻抗的变化。

9. 根据任一前述权利要求所述的方法，
其特征在于

所述标识与沿所述至少一个串 (26) 的单独电池组块 (28) 的另一序列相比具有测量阻抗的相关变化的单独电池组块 (28) 的序列的步骤包括执行变化检测算法或信号分段算法。

10. 一种用于管理不间断电源 (10, 40) 的电池组 (22) 的电池组管理系统 (36)，所述电池组 (22) 包括具有多个电池组电池的至少一个串 (26)，由此所述电池组管理系统 (36) 适于执行根据前述权利要求1至9中任一项所述的方法。

11. 一种UPS装置 (10)，包括中央DC链路 (12)、电源侧AC/DC转换器 (14)、电源侧DC/DC转换器 (16)、和负载侧输出转换器 (18)，由此所有转换器 (14, 16, 18) 被连接到所述DC链路 (14)，并且所述DC/DC转换器 (16) 在所述DC/DC转换器 (16) 的电源侧被连接到电池组 (22)，其中

所述UPS装置 (10) 包括根据前述权利要求10的电池组管理系统 (36)。

12. 一种UPS系统 (40)，包括多个UPS装置 (10)，每个UPS装置 (10) 包括中央DC链路 (12)、电源侧AC/DC转换器 (14)、电源侧DC/DC转换器 (16)、和负载侧输出转换器 (18)，由此所有转换器 (14, 16, 18) 被连接到所述DC链路 (14)，并且所述多个UPS装置 (10) 的所述DC/DC转换器 (16) 在所述DC/DC转换器 (16) 的电源侧被连接到电池组 (22)，其中

所述UPS系统 (40) 包括根据前述权利要求10的电池组管理系统 (36)。

UPS电池组的接地故障检测

技术领域

[0001] 本发明涉及用于检测不间断电源的电池组中的接地故障的方法,所述电池组包括具有多个电池组电池的至少一个串(string)。

[0002] 本发明还涉及用于管理不间断电源的电池组的电池组管理系统,所述电池组包括具有多个电池组电池的至少一个串,由此所述电池组管理系统适于执行以上方法。

[0003] 本发明进一步涉及UPS装置,所述UPS装置包括中央DC链路、电源侧AC/DC转换器单元、电源侧DC/DC转换器单元、和负载侧输出转换器单元,由此所有转换器单元被连接到DC链路,并且DC/DC转换器在其电源侧被连接到电池组,其中所述UPS装置包括如上所详述的电池组管理系统。

[0004] 本发明更进一步涉及包括多个UPS装置的UPS系统,每个UPS装置包括中央DC链路、电源侧AC/DC转换器单元、电源侧DC/DC转换器单元、和负载侧输出转换器单元,由此所有转换器单元被连接到DC链路,并且所述多个UPS装置的DC/DC转换器在其电源侧被连接到电池组,其中所述UPS系统包括如上所详述的电池组管理系统。

背景技术

[0005] 不间断电源(UPS)在不同配置中是已知的。它们的共同点在于,它们被连接到作为主电源的电源(常常是AC功率干线),该电源经由UPS向负载提供功率。取决于负载的类型,UPS可以经由输出转换器向负载提供AC或DC功率。因此,输出转换器可以被提供为DC/AC转换器或被提供为DC/DC转换器。

[0006] 此外,UPS通常配备有作为辅电源的内部或外部DC电源,在主电源故障的情况下,辅电源经由UPS向负载提供功率。本领域技术人员已知不同类型的故障。DC电源通常被提供为电池组,其包括至少一个(常常是多个)串,所述串各自具有多个单独电池组电池。多个串在电池组内被彼此并联连接,并且单独电池组电池在多个串中的每个串内被串联连接。

[0007] UPS包括不间断电源装置以及UPS系统,所述不间断电源装置通常被提供为供并联使用的模块,所述UPS系统包括多个不间断电源装置,所述多个不间断电源装置通常被并联连接。因此,UPS装置可具有作为DC源的电池组,或其被连接到外部电池组。取决于与一个或多个电池组的连接,可以在UPS装置或UPS系统的级别上执行电池组管理。UPS装置与UPS系统两者在此一般作为UPS来讨论,以便于进一步阅读。

[0008] 当提供不想要的对地导电路径时,电池组中的接地故障自己发生。接地故障可能发生在电池组的任何位置,即,在单独电池组电池中的每个之间或在单独电池组电池中的每个处。存在用于检测接地故障的若干技术。现有系统依赖于接地故障阻抗的直接测量或评估。然而,这些技术限于某些类型的UPS,并且不能够实现对接地故障的定位。

[0009] 用于检测接地故障的最常见方法包括桥接电路和DC电流感测求和。

[0010] 桥接电路是指用于检测接地故障的传统方式。因此,考虑具有接地的中点的串。两个相等的电阻器被串联设置在正串端子和负串端子之间,从而形成实际的桥接电路。在没有接地故障的情况下,正端子和负端子的电压幅度相等,并且桥的中点电压为零。在接地故

障的情况下,正端子和负端子的电压幅度不同,并且桥的中点电压与零不同。桥接电路广泛地与具有隔离输入的UPS配置一起使用。然而,它不适用于具有非隔离输入的UPS。

[0011] 电流感测求和是指检测接地故障的另一传统方式。电流感测求和背后的思想是测量串的负支路和正支路两者中的电流。如果在支路中没有接地故障,则所测量的电流总和为零。已知有时被称为剩余电流传感器的不同磁路以便宜且可靠的方式来进行这种求和。电流感测求和方法广泛地与具有非隔离配置的UPS一起使用。

[0012] 接地故障检测的另外的方式被称为AC信号注入。根据AC信号注入,一些UPS制造商建议不直接将电池组的中点连接到地,而是在电池组中点和地之间插入低电压AC电压。AC源不影响UPS功能性,但是接地故障将产生流过电池组的AC电流。可以使用简单的AC电流传感器(例如,Rogowski线圈或其它装置)来测量该电流。由于可以使AC电流传感器对DC电流或DC电压不敏感,因此该方法减轻了在进行电流感测求和时的问题。

[0013] 在所有以上情况下,不能准确地确定接地故障的位置。此外,桥接电路遭受难以检测靠近串的中点的接地故障的缺点。电流求和电路遭受它难以适用于大功率UPS的问题,因为所需的电流传感器则对于低泄漏接地故障不够灵敏。

发明内容

[0014] 本发明的目的是提供用于检测不间断电源的电池组中的接地故障的方法、用于执行以上方法的电池组管理系统、UPS装置、以及包括多个上面提及的类型的UPS装置的UPS系统,所述UPS系统以简单的方式而能够实现可靠的接地故障检测。本发明的另外的目的是以简单的方式而能够实现可靠的接地故障定位。

[0015] 该目的通过独立权利要求来实现。在从属权利要求中给出了有利实施例。

[0016] 特别地,本发明提供了用于检测不间断电源的电池组中的接地故障的方法,所述电池组包括具有多个电池组电池的至少一个串,所述方法包括以下步骤:定义沿至少一个串的电池组电池的多个单独电池组块、在第一时间点针对多个单独电池组块来执行参考阻抗测量、在第二时间点针对多个单独电池组块来执行验证阻抗测量、估算至少一个串的多个单独电池组块的参考阻抗与验证阻抗之间的测量阻抗的变化、以及基于沿至少一个串的多个单独电池组块的测量阻抗的相关变化来标识接地故障。

[0017] 本发明还提供了用于管理不间断电源的电池组的电池组管理系统,所述电池组包括具有多个电池组电池的至少一个串,由此所述电池组管理系统适于执行以上方法。

[0018] 本发明进一步提供了UPS装置,所述UPS装置包括中央DC链路、电源侧AC/DC转换器单元、电源侧DC/DC转换器单元、和负载侧输出转换器单元,由此所有转换器单元被连接到DC链路,并且DC/DC转换器在其电源侧被连接到电池组,其中所述UPS装置包括如上所详述的电池组管理系统。

[0019] 本发明更进一步提供了包括多个UPS装置的UPS系统,每个UPS装置包括中央DC链路、电源侧AC/DC转换器单元、电源侧DC/DC转换器单元、和负载侧输出转换器单元,由此所有转换器单元被连接到DC链路,并且所述多个UPS装置的DC/DC转换器在其电源侧被连接到电池组,其中所述UPS系统包括如上所详述的电池组管理系统。

[0020] 本发明的基本思想是使用简单的、优选为现有的部件以用于确定单独电池组块的阻抗。基于给定数量的单独电池组块,随机分析提供对接地故障或没有接地故障的指示。通

过估算沿至少一个串的多个单独电池组块的测量阻抗的相关变化来进行随机分析。因此，基于单独电池组块（针对其来单独测量阻抗）的数量，所述分析提供对接地故障的发生的指示。例如，可以使用公共电池组管理系统（BMS）来确定接地故障，该公共电池组管理系统通常能够实现单独电池组块的阻抗测量。

[0021] 接地故障是指电池组电池的串的任何点到地的连接，例如基于短接到地的电池组泄漏。因此，通过电池组电池的串的串电流包括在接地故障的位置处被转移到地的一部分。因此，在达到接地故障之前，整个串电流通过单独电池组块。由于接地故障，通过电池组块的串的串电流的一部分被转移到地，串电流的其余部分通过其余单独电池组块。因此，当假设相同串电流通过所有单独电池组块时，所测量的阻抗变化。然而，阻抗实际上没有因为接地故障而变化，它仅仅是因为测量原理，所述测量原理假设整个串电流通过串内的所有单独电池组块。当进行单独电流测量时，标识接地故障的位置将是相对容易的。然而，这样的电流测量相当复杂和昂贵，使得假设串电流对于所有单独电池组块是相同的提供了确定接地故障的发生并且优选地确定接地故障的位置的简单且便宜的方式。

[0022] 沿至少一个串的电池组电池的多个单独电池组块的定义是指单元的定义，对所述单元可以执行单独阻抗测量。通常，在单独电池组块之间没有技术差异。优选地，每个单独电池组块包括相同数量的电池组电池，使得每个单独电池组块具有基本上相同或至少具有类似阻抗。这便于估算多个单独电池组块的测量阻抗的相关变化。

[0023] 已知用于执行阻抗测量的不同技术，其中一些将在下面进一步详细讨论。阻抗测量的一般基础是测量每个单独电池组块的电流和电压的组合。用于测量电池组块的阻抗的许多现有方法要求电池组在使用中，这可能由于难以预测的操作条件而对阻抗测量增加误差。

[0024] 当电池组包括多于一个的电池组电池并联串时，必须针对每个串的单独电池组块单独地执行测量。因此，可以单独地针对每个串来检测和定位接地故障。

[0025] 基于沿至少一个串的多个单独电池组块的测量阻抗的相关变化的接地故障的标识取决于所测量的电池组阻抗在存在接地故障时以可识别模式而变化的事实。当考虑沿电池组电池的串的接地故障时， N 个单独电池组块位于接地故障的一侧，并且 M 个单独电池组块位于接地故障的另一侧，由此通过 N 个单独电池组块的电流基本上相同，并且通过 M 个单独电池组块的电流也基本上相同。在接地故障的情况下，通过电池组块的相应组的电流仅在接地电流方面不同。当发生接地故障时， M 个或 N 个单独电池组块的测量阻抗变化，这指示接地故障的发生。如果没有检测到沿至少一个串的多个单独电池组块的测量阻抗的在统计学上有意义的变化，则不存在接地故障。

[0026] 然而，电池组或电池组的一个串的总测量阻抗的变化已经指示接地故障的存在。

[0027] 电池组可以是不间断电源（UPS）装置或不间断电源（UPS）系统的组成部分，或者电池组可以通过UPS装置或UPS系统来操作的独立组件。

[0028] 电池组管理系统通常是UPS装置或UPS系统的一部分。然而，BMS也可以是独立装置。优选地，BMS是UPS装置或UPS系统的一部分，使得它能够与UPS装置或UPS系统进行交互，例如，当进行对单独电池组块的阻抗测量时。

[0029] BMS通常被提供以监测电池组的不同参数，这常常通过测量单独电池组块的电压和电流来进行。因此，根据本发明，在BMS处已经可用的功能性可被用于检测电池组中的接

地故障。特别地，一组单独电池组块的测量阻抗的变化可以作为对于接地故障的存在的指示而被检测。因此，所提出的方法利用接地故障检测而增强BMS功能性。此外，BMS可以控制现有UPS装置或UPS系统以产生通过电池组的电流，如稍后详细讨论的。

[0030] 负载可以是任何适合种类的负载。例如，负载可以是DC负载或AC负载。因此，取决于负载的要求，输出转换器可以被设置为DC/AC转换器或被设置为DC/DC转换器。

[0031] 根据本发明的改良实施例，定义沿至少一个串的电池组电池的多个单独电池组块的步骤包括定义多个单独电池组块中的每个单独电池组块，所述每个单独电池组块包括几个单独电池组电池（优选为一个电池组电池）。在具有给定数量的电池组电池的情况下，每个单独电池组块中的电池组电池的数量越小，则单独电池组块的数量越高。因此，测量阻抗的数量更高。由于接地故障的检测是基于随机方法，因此增加测量的数量增加了样本的数量，从而增加了检测接地故障的发生的可靠性。优选地，几个电池组电池是指不多于五个电池组电池，进一步优选地指不多于三个电池组电池，并且甚至更优选地指不多于两个电池组电池。

[0032] 根据本发明的改良实施例，对多个单独电池组块执行参考阻抗测量和执行验证阻抗测量的步骤各包括：生成通过电池组的至少一个电流脉冲、测量作为对至少一个电流脉冲的响应的跨多个单独电池组块中的每个单独电池组块的电压、测量作为对至少一个电流脉冲的响应的跨多个单独电池组块的电流、以及基于作为对至少一个电流脉冲的响应的跨单独电池组块所测量的电压和电流来确定每个单独电池组块的阻抗。优选地，BMS产生通过电池组的至少一个脉冲。进一步优选地，BMS使用UPS装置或UPS系统来产生至少一个脉冲。因此，可以独立于电池组的使用来执行阻抗的测量。由于可以使用现有UPS装置、现有UPS系统和/或现有BMS来执行测量，所以不需要硬件更改。在至少一个电流脉冲期间和之后，跨每个单独电池组块的电压和电流可被确定为用于确定单独电池组块的阻抗的基础。电流脉冲不需要是方形的，而是可以具有任何适合的形状（只要它们的频率含量丰富），例如纯正弦信号、方波、PRBS、白噪声、或其它。电流脉冲的脉冲电流应该足够大，以便产生良好可测量的电压降。例如，具有 $10\text{m}\Omega$ 阻抗的电池组需要几安培的电流，以便产生几十mV范围内的电压变化。另外，脉冲电流和脉冲的持续时间应足够小，以不使电池组的温度增加多于几开（a fraction of Kelvin）。通常，当电池组具有几十毫欧的数量级的阻抗时，5-10A的脉冲电流可被用于监测电池组的阻抗。电流脉冲的脉冲持续时间优选地为几百毫秒的数量级。一方面，它应该尽可能地短，以免更改电池组的充电状态。另一方面，脉冲应该足够长以捕获感兴趣的慢瞬态效应，以便确定至少一个电池组参数，即单独电池组块的阻抗。电流脉冲的上升沿和下降沿需要是陡的，以便具有例如高达几百赫兹的足够丰富的频率含量。通常，阶跃信号的带宽由 $0.35/RT$ 给出，其中RT是沿的上升时间。因此，例如300 Hz的带宽需要小于1ms的上升时间。具有丰富频率含量的电流-电压关系使能可靠地确定多个单独电池组块的阻抗。原则上，可以单独地测量每个电池组块的电流，然而这是非常昂贵的。

[0033] 根据本发明的改良实施例，生成通过电池组的至少一个电流脉冲的步骤包括生成至少一个充电脉冲和/或至少一个放电脉冲。每种类型的电流脉冲可被用于确定至少一个电池组参数。充电电流以及放电电流提供了电池组的特定特性行为。

[0034] 根据本发明的改良实施例，生成通过电池组的至少一个电流脉冲的步骤包括生成电流脉冲列。电流脉冲列包括多个脉冲的序列，所述多个脉冲可以是不同或相同的脉冲。例

如,脉冲列可以包括交替的放电和充电脉冲,使得电池组和DC/DC转换器之间的能量传递的总和基本上为零。电流脉冲列通常包括两个连续脉冲之间的中断,其中没有电流流过电池组。不同脉冲之间的中断可以具有不同的长度,这取决于要实现的效应。例如,被称为“电压骤降(coup de fouet)”的效应是指与电池组的(特别是铅酸电池组的)放电开始时的电压降相关联的现象。例如,当确定电池组的阻抗时,“电压骤降”可能导致错误的测量。为了克服这个问题,可以生成若干连续脉冲,以便化学地激励电池组并清除诸如“电压骤降”之类的效应。然后优选在清除该效应之后开始测量。此外,越多脉冲被测量,越多信息变得可用于确定单独电池组块的阻抗。由于多个电流脉冲的列可能导致显著放电或导致电池组的温度升高,所以中断应该被选取足够长以便减少这种效应的影响。电池组的放电优选地被限于几个百分点,并且温度变化优选地被限于几开。进一步优选的是,为了避免测量结果的失真,在脉冲列期间UPS不应使用电池组。

[0035] 根据本发明的改良实施例,所述方法包括基于参考阻抗测量与验证阻抗测量之间的经过时间段来验证参考阻抗测量的有效性,并且当经过时间段超过给定时限时执行进一步的参考阻抗测量。电池组参数通常随时间而变化。这对于阻抗也是有效的。因此,即使在没有发生接地故障的情况下,一些、多个或所有单独电池组块的阻抗也可能随时间而变化。因此,如果在进行验证阻抗的测量之前不久已经测量了参考阻抗,则可以更可靠地检测由于接地故障的发生而引起的阻抗变化。已经证明多达几个月的时限是适合的,优选地少于六个月或进一步优选地少于三个月。由于电池组参数可以例如取决于温度、充电状态或其它而变化,因此优选的是,在与例如通过以上参数所定义的条件相同或至少类似的条件下执行验证阻抗和参考阻抗的测量。然而,由于这可能是困难的,因此当这些参数与验证阻抗和参考阻抗的测量一起被监测时,可以在考虑这些参数下执行所测量的验证阻抗与参考阻抗的比较。例如,可以基于这些参数来执行对所测量的验证阻抗和/或参考阻抗的校正。

[0036] 根据本发明的改良实施例,基于沿至少一个串的单独电池组块的测量阻抗的相关变化来标识接地故障的步骤包括通过标识与沿至少一个串的单独电池组块的另一序列相比具有测量阻抗的相关变化的单独电池组块的序列来定位接地故障的位置的步骤。沿至少一个串的单独电池组块的序列是指连续单独电池组块的序列。表现出相关的电参数改变(即阻抗的改变)的一组单独电池组块与故障位置相联系。

[0037] 根据本发明的改良实施例,标识与沿至少一个串的单独电池组块的另一序列相比具有测量阻抗的相关变化的单独电池组块的序列的步骤包括单独地针对每个单独电池组块来确定测量阻抗的变化。由于单独电池组块通常具有稍微不同的阻抗,所以通过估算每个单独电池组块的阻抗的单独变化,可以增加检测接地故障的精度。由于假定相同电流基本上流过所有单独电池组块,因此假定测量阻抗的变化在类似范围内。

[0038] 根据本发明的改良实施例,标识与沿至少一个串的单独电池组块的另一序列相比具有测量阻抗的相关变化的单独电池组块的序列的步骤包括执行变化检测算法或信号分段算法。当将信号分成各自具有恒定幅度的两个连续间隔时,可以高效地使用这种算法。间隔是指在接地故障位置之前的连续单独电池组块的集合和从接地故障位置向更远处的连续单独电池组块的集合。还存在可被使用的其它变化检测算法。如已经说明的,如果不能发现单独电池组块的阻抗的在统计学上有意义的变化,则不存在接地故障。如果可以发现有意义的变化或分段,则存在接地故障的指示,并且通过单独电池组块的串的阻抗的变化的

位置指示故障的位置。

附图说明

[0039] 本发明的这些和其它方面根据下文描述的实施例将是明白的,并且将参考下文描述的实施例来阐述。

[0040] 在附图中:

图1示出根据本发明的第一优选实施例的具有旁路的双转换不间断电源(UPS)装置连同连接到其的电池组管理系统的示意视图,

图2示出根据本发明的第二实施例的UPS系统的示意视图,该UPS系统具有并联连接的第一实施例的多个UPS装置连同连接到其的电池组管理系统,

图3示出具有多个单独电池组块而没有接地故障的第一或第二实施例的电池组的串的等效电路图,

图4示出具有多个单独电池组块(如图3所示)、具有接地故障的第一或第二实施例的电池组的串的等效电路图,以及

图5示出根据本发明的第五实施例的用于监测被连接到第一实施例的UPS装置的电池组的方法的流程图。

具体实施方式

[0041] 图1示出根据本发明的第一优选实施例的不间断电源(UPS)装置10。UPS装置10为双转换UPS装置10,UPS装置10也可被简称为UPS 10。

[0042] 第一实施例的UPS装置10包括中央DC链路12、电源侧AC/DC转换器14、电源侧DC/DC转换器16、和负载侧输出转换器18,在该实施例中,负载侧输出转换器18是DC/AC转换器18。所有转换器14、16、18都被连接到DC链路12。尽管AC/DC转换器14和DC/DC转换器16被连接到不同类型的电源,但是它们在这里都被认为是被连接在UPS装置10的电源侧。DC链路12还包括存储电容器13,其中一个在图1中通过示例的方式来示出。AC/DC转换器14被连接到AC电源20,并且DC/DC转换器16被连接到电池组22。输出转换器18被连接到负载24。负载24可以是任何适合种类的负载24。例如,负载可以是DC负载或AC负载。因此,输出转换器18可以取决于负载24的要求而被设置为DC/AC转换器或被设置为DC/DC转换器。

[0043] 电池组22包括多个串26,所述多个串26被并联地设置在电池组22内。每个串26包括多个单独电池组块28,所述多个单独电池组块28在每个串26中被串联连接。根据第一实施例,每个单独电池组块28包括一个电池组电池。因此,每个单独电池组块28具有相同数量的电池组电池。并联串26具有相同的设置,具有相同数量的单独电池组块28。电池组22的串26的设置可以例如在图3和4中看到。在备选实施例中,每个单独电池组块28包括相同数量的多个电池组电池。

[0044] 电池组22可以是UPS装置10的组成部分,或者电池组22可以是通过UPS装置10来操作的独立组件。

[0045] 第一实施例的UPS装置10还包括具有旁路开关32的旁路30,在该实施例中,旁路开关32被设置为可控硅整流器(也称为SCR)。旁路30提供AC电源20和负载24之间的连接,该连接被设置为与AC/DC转换器14、DC链路12和输出转换器18并联。

[0046] 第一实施例的UPS装置10还包括控制器34,控制器34控制UPS装置10的所有可控组件(即AC/DC转换器14、DC/DC转换器16、输出转换器18、旁路开关32)的操作。此外,控制器34接收来自自由DC/DC转换器16所执行的电流和/或电压测量的测量结果。

[0047] 第一实施例的UPS装置10还包含电池组管理系统(BMS)36。BMS 36是UPS装置10的一部分。然而,在备选实施例中,BMS 36是独立装置。由于BMS 36是UPS装置10的一部分,因此它可以与UPS装置10进行交互,例如,当进行单独电池组块28的阻抗测量时。BMS 36被设置以监测电池组22的不同参数,这通过测量单独电池组块28的电压和电流来进行,如稍后更详细讨论的。

[0048] 未在图1中示出对于理解本发明不是必要的UPS装置10的其它组件。然而,本领域技术人员知道如何按需实现此类组件。

[0049] 在图2中可看到根据第二实施例的UPS系统40。UPS系统40包括被并联连接的多个UPS装置10。在此实施例中,UPS装置10为第一实施例的UPS装置10。在备选实施例中,UPS系统40包含任何其它种类的适合UPS装置10。UPS系统40也可简称为UPS 40。

[0050] 如在图2中可进一步看到的,UPS系统40包括使UPS装置10互连的通信总线42。此外,用户接口44被连接到通信总线42。UPS系统40还包括使UPS装置10的AC/DC转换器14互连的AC电源总线46。AC电源总线46被连接到AC电源20。UPS系统40更进一步包括使UPS装置10的DC/DC转换器16互连的DC电池组供应总线48。DC电池组供应总线48被连接到电池组22。因此,UPS装置10通常被连接到单个电池组22。UPS系统40还包括使UPS装置10的输出转换器18互连的负载总线50。负载总线50被连接到公共负载24。

[0051] 随后,将相对于图5来讨论用于检测不间断电源装置10或不间断电源系统40的电池组22中的接地故障60的方法。

[0052] 该方法开始于步骤S100,步骤S100是指定义沿电池组22的每个串26的电池组电池的多个单独电池组块28。在该实施例中,每个单独电池组块28包括一个电池组电池。

[0053] 根据步骤S110,在第一时间点,针对多个单独电池组块28中的每个单独电池组块28执行参考阻抗测量。因此,BMS 36使用UPS装置10来产生通过电池组22的每个串26的电流脉冲列。该电流脉冲列包括多个脉冲的序列,该多个脉冲的序列是不同或相同的放电和充电脉冲的序列,使得电池组22和DC/DC转换器16之间的能量转移的总和几乎为零。电流脉冲列包括两个连续脉冲之间的中断或间隙,其中没有电流流过电池组22。生成脉冲的序列以便化学地激励电池组22并清除诸如“电压骤降”之类的效应。“电压骤降”是指与在电池组22(特别是铅酸电池组)的放电开始时的电压降相关联的现象。

[0054] 在清除该效应之后,作为对电流脉冲的序列的响应,执行对跨多个单独电池组块28中的每个的电压和电流的测量。在图3中可以看到在没有接地故障60的情况下的电池组22的一个串26的阻抗。基于作为对电流脉冲的响应的跨单独电池组块28的串26所测量的电压和电流,每个单独电池组块28的阻抗被确定为参考阻抗。电池组22的放电被限于几个百分点,并且温度变化被限于几开。在脉冲列期间,UPS装置10不使用电池组22,即,倘若在测量期间UPS装置10需要来自电池组22的功率,则稍后重复测量。

[0055] 图3和4还示出UPS装置10的对地系统阻抗29。对地系统阻抗29的准确值取决于输入隔离的类型。对地系统阻抗29涵盖UPS装置10内的所有对地路径,并且因此不是定义明确的。对地系统阻抗29通常对于隔离输入较大,或者对于非隔离输入较小。同样的情况分别适

用于UPS系统40的情况。

[0056] 电流脉冲具有任何适合的形状(只要它们的频率含量丰富),例如方形、纯正弦信号、方波、PRBS、白噪声、或其它。电流脉冲的脉冲电流足够大,以便产生良好可测量的电压降。另外,脉冲电流和脉冲的持续时间足够小,以不使电池组22的温度增加多于几开。通常,当电池组22具有几十毫欧的数量级的阻抗时,5-10A的脉冲电流被用于监测电池组22(即单独电池组块28)的阻抗。电流脉冲的脉冲持续时间为几百毫秒的数量级。每个电流脉冲的上升沿和下降沿足够陡,以便具有例如高达几百赫兹的足够丰富的频率含量。通常,阶跃信号的带宽由 $0.35/RT$ 给出,其中 RT 是沿的上升时间。因此,例如300 Hz的带宽需要小于1ms的上升时间。与参考阻抗的测量一起,测量并记录包括例如温度和湿度的环境参数。此外,还执行并记录包括例如电池组22的充电状态的其它参数。

[0057] 根据步骤S120,基于参考阻抗测量和验证阻抗测量之间的经过时间段来验证参考阻抗测量的有效性。倘若经过时间段超过给定时限,所述给定时限在该实施例中为三个月,则该方法返回到步骤S110,并且执行进一步的参考阻抗测量。否则,该方法继续步骤S130。

[0058] 根据步骤S130,在第二时间点针对多个单独电池组块28来执行验证阻抗测量。如上所述,针对参考阻抗来执行验证阻抗的测量。与验证阻抗的测量一起,测量并记录包括例如温度和湿度的环境参数。此外,还执行并记录包括例如电池组22的充电状态的其它参数。

[0059] 根据步骤S140,估算每个串26的多个单独电池组块28的参考阻抗和验证阻抗之间的测量阻抗的变化。测量阻抗的变化是每个单独电池组块28的参考阻抗和验证阻抗之间的差。由于电池组参数可以例如取决于温度、充电状态、或其它而变化,所以被验证的是,验证阻抗和参考阻抗的测量是否在如例如由以上参数所定义的同或至少类似的条件下执行。在参数显著改变的情况下,基于这些参数来执行对测量的验证阻抗和/或参考阻抗的校正。

[0060] 根据步骤S150,基于沿串26的多个单独电池组块28的测量阻抗的相关变化来标识接地故障60。接地故障60是指电池组电池的串26的任何点到地62的连接,例如基于短接到地62的电池组泄漏。针对每个串26来单独地检测接地故障60。电池组22或电池组22的一个串26的总测量阻抗的变化已经指示接地故障60的存在,如果不能发现单独电池组块28的测量阻抗的在统计学上有意义的变化,则不存在接地故障60。如果可以发现有意义的变化或分段,则这是对接地故障60的指示,并且通过单独电池组块28的串26的测量阻抗的变化的位置指示接地故障60的位置,如下面更详细讨论的。

[0061] 接地故障60的标识基于沿电池组22的每个串26的单独电池组块28的测量阻抗的相关变化。当考虑沿电池组电池的串26的接地故障60时, N 个单独电池组块28位于接地故障60的一侧,并且 M 个单独电池组块28位于接地故障60的另一侧。通过 N 个单独电池组块28的电流基本上相同,并且通过 M 个单独电池组块28的电流基本上相同。在接地故障60的情况下,通过单独电池组块28的相应组的电流在接地电流方面不同。当发生接地故障60时, M 个或 N 个单独电池组块28的测量阻抗变化,这指示接地故障60的发生,如图4中可看到的。

[0062] 根据第一种方法,可以基于

$$Z'_b = Z_b \cdot \left(1 - \frac{1}{1 + \frac{Z_g + Z_f}{Z_b \cdot n}} \right) \quad (\text{方程式1})$$

来计算测量阻抗的变化。在接地故障60的阻抗 Z_f 远大于到地62的阻抗 Z_g ,并且阻抗 Z_b 是

单独电池组块28的阻抗的情况下,上式可以通过

$$Z'_b \approx Z_b \cdot \left(1 - \frac{Z_b \cdot n}{Z_f}\right) \quad (\text{方程式2})$$

来逼近。

[0063] 在图3和4中示出的实施例中,并且在 $Z_B=10\text{m}\Omega$ 、 $n=6$ 且 $Z_F=100\text{m}\Omega$ 的典型值的情况下,这导致第一和第二时间点之间的0.06%的测量阻抗的变化,该变化非常小。然而,多个单独电池组块28经历测量阻抗的这种变化,使得受接地故障60影响的单独电池组块28的测量阻抗的总变化被总计。在没有发生接地故障60的情况下,在参考阻抗和验证阻抗之间,测量阻抗的变化将近似为零。

[0064] 如果在第一和第二时间点之间实际产生接地故障60,则整组单独电池组块28的测量阻抗变化。由于该组中的所有单独电池组块28经历相同的变化电流,因此该组中的所有单独电池组块28的估计阻抗表现出相同的百分比误差。因此,检查接地故障60的每个潜在位置(即在每对单独电池组块28之间)的测量阻抗的增加。换句话说,BMS 36在一个单独电池组块28处假设接地故障60,并且检查由串26中的连续单独电池组块28组成的组中的测量阻抗的一致变化。BMS 36单步调试(step through)整个串26,并且估算单独电池组块28的每个可能组的测量阻抗的变化。这使能通过标识与沿每个串26的单独电池组块28的另一序列相比具有测量阻抗的相关变化的单独电池组块28的序列来定位接地故障60的位置。

[0065] 详细的方法采用如下数学术语来详细描述。在 $\Delta Z_k=1 \dots N$ 是在包括N个单独电池组块28的串26内由索引k所标识的单独电池组块28的第一和第二时间点之间的测量阻抗的相对变化的情况下,假设所有单独电池组块28在理想条件下共享相同电流。这里, $\Delta Z_k=Z'_k/Z_k$,其中 Z_k 是在接地故障60的发生之前的参考阻抗,并且 Z'_k 是在接地故障60发生之后的验证阻抗。如果第k个单独电池组块28在单独电池组块28的组m中,组m看到完整测试电流,如在图4中可以看到,则 $\Delta Z_k=0$ 。

[0066] 如果单独电池组块28在单独电池组块28的组n中,组n看到测试电流的仅一部分,则测量阻抗的变化变成 $\Delta Z_k=Z_{\Sigma n}/Z_F$,其中 $Z_{\Sigma n}$ 是经历减少的电流的所有单独电池组块28的测量阻抗的总和。使用这种方法,对于经历完整测试电流的m个单独电池组块28的组内的每个单独电池组块28, ΔZ_k 理论上具有相同的值(即 $\Delta Z_k=0$),并且对于经历测试电流的仅一部分的n个单独电池组块28的组内的每个单独电池组块28, ΔZ_k 具有恒定的另一个值,其近似为 $Z_{\Sigma n}/Z_F$ 。实际上,由于测量噪声和误差,将存在微小的差异。

[0067] 根据图4,在第一和第二时间点之间,到地62的故障发生在具有索引f的单独电池组块28周围。由于第一和第二时间点之间的时间段不超过给定时限,因此假设单独电池组块28的实际阻抗尚未变化。因此,当发生测量阻抗的变化时,这被假设为基于接地故障60的发生。

[0068] 在进一步考虑对于 $k=1 \dots (f-1)$, X_{-f} 是 ΔZ_k 的样本平均,并且对于 $k=(f-1) \dots N$, X_{+f} 是 ΔZ_k 的样本平均的情况下。如果 X_{+f} 以在统计学上有意义的方式不同于零,则这意味着存在接地故障60靠近具有索引f的单独电池组块28的高可能性。这可以例如经由统计学测试(诸如学生t测试)来评估。

[0069] 对于学生t测试的特定情况,当考虑十个单独电池组块28的组时,其阻抗通过相当于一个百分点的标准偏差的统计学精度来测量。这意味着95%的测量值在平均值的 $\pm 2\%$ 内。

然后可以示出,如果样品平均 X_{+f} 大于0.7%,则差异在统计学上是有意义的,具有95%的置信区间。同样,如果通过相当于百分点的十分之一的标准偏差的统计精度来测量单独电池组块28中的每个的阻抗,则可以检测到组阻抗变化0.07%,这是先前估计的典型值。这可以通过测量来实现,所述测量不必具有增加的精度。如果测量系统是一致的,则足够的是,对测量阻抗平均足够次数,以便获得所要求的统计学精度。备选地,可以使用已知的SNR (信噪比)改进方法来获得对单独电池组块28的良好阻抗估计作为开始。备选地,存在测试组,即没有经历变化的电流的那些电池组。组测试可以允许进一步改进方法的可靠性。

[0070] 此外,可以执行变化检测算法或信号分段算法。确定在接地故障60的位置之前的连续单独电池组块28的集合和从接地故障60的位置向更远处的连续单独电池组块28的集合。

[0071] 虽然在附图和前面的描述中已详细地图示和描述了本发明,但是此类图示和描述将被认为是说明性的或示例性的而非限制性的;本发明不限于所公开的实施例。根据对附图、公开内容和所附权利要求的研究,本领域技术人员在实施所要求保护的本发明时可以理解和实现所公开的实施例的其它变型。在权利要求中,词语“包括”不排除其它元素或步骤,并且不定冠词“一(a或an)”不排除多个。某些措施在相互不同的从属权利要求中被叙述的仅有的事实不指示这些措施的组合不能被用于优点。权利要求中的任何参考标记不应被理解为限制范围。

[0072] 附图标记列表

10	不间断电源装置、UPS装置、不间断电源
12	DC链路
13	存储电容器
14	AC/DC转换器
16	DC/DC转换器
18	输出转换器、DC/AC转换器
20	AC电源
22	电池组
24	负载
26	串
28	电池组块
29	对地系统阻抗
30	旁路
32	旁路开关
34	控制器
36	电池组管理系统、BMS
40	不间断电源系统、UPS系统、不间断电源
42	通信总线
44	用户接口
46	AC电源总线
48	DC电池组供应总线

50	负载总线
60	接地故障
62	地

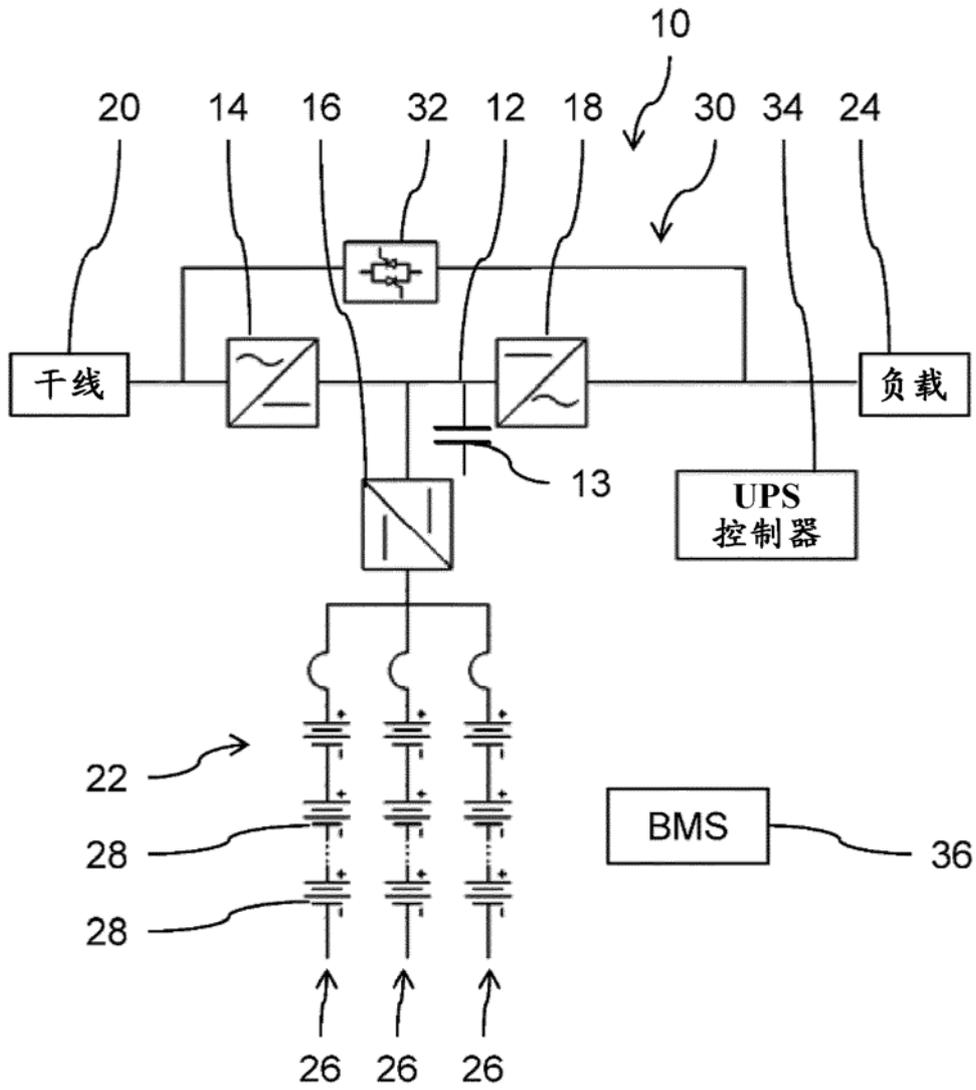


图 1

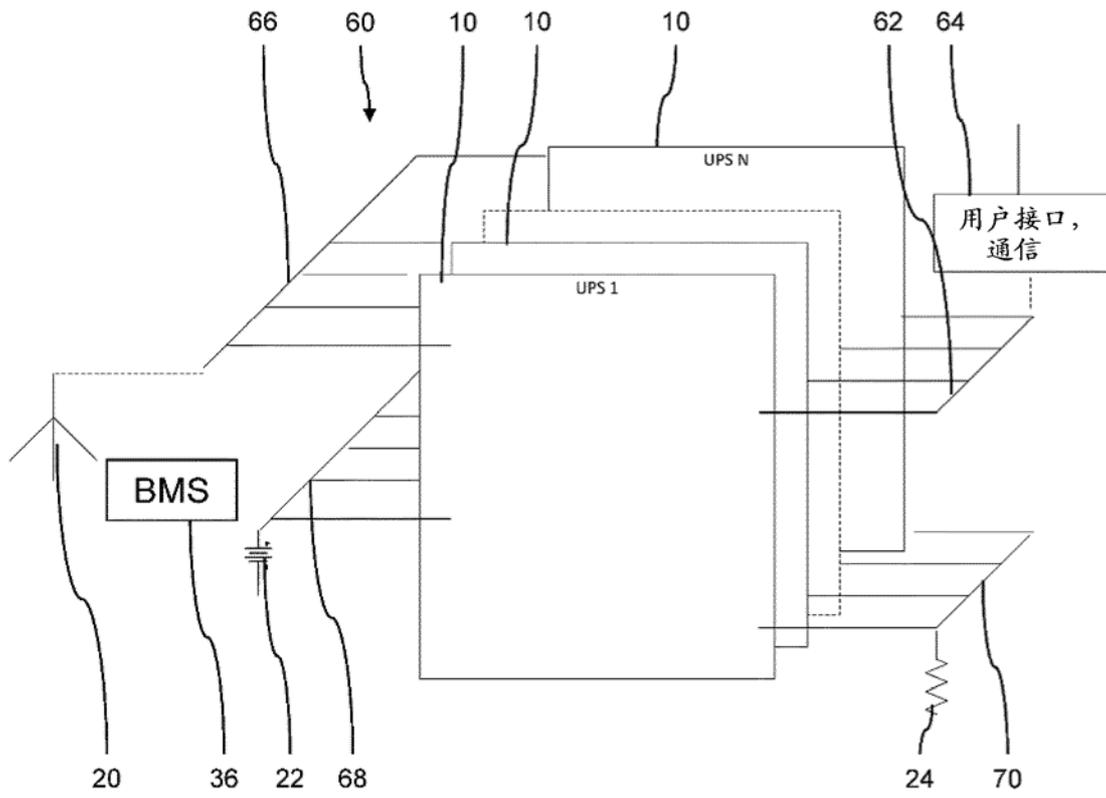


图 2

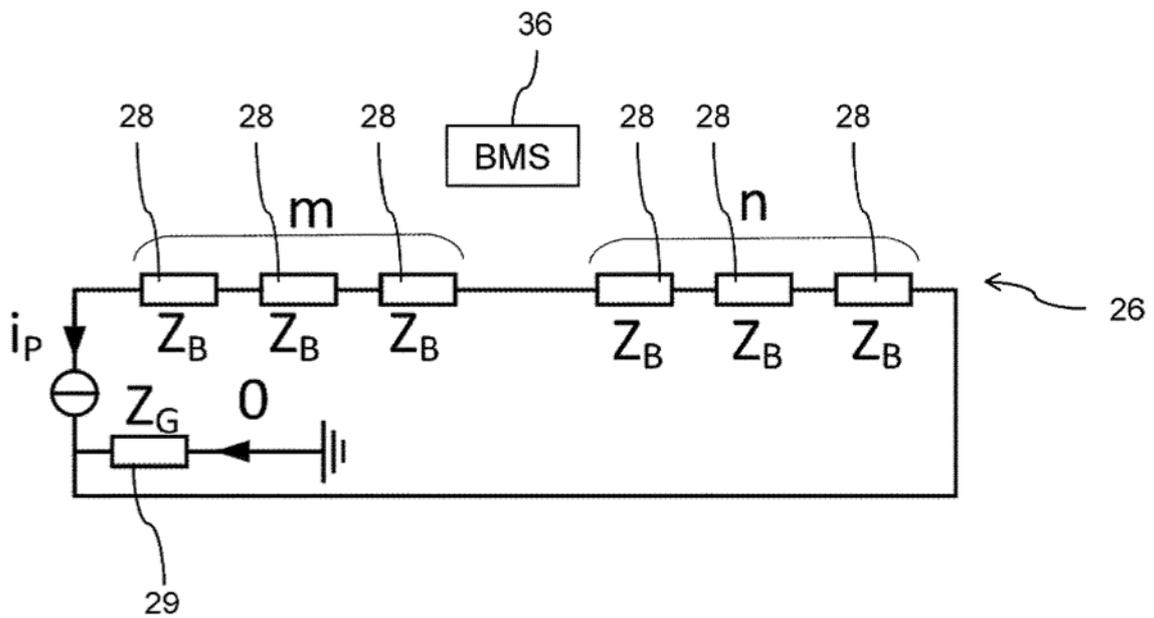


图 3

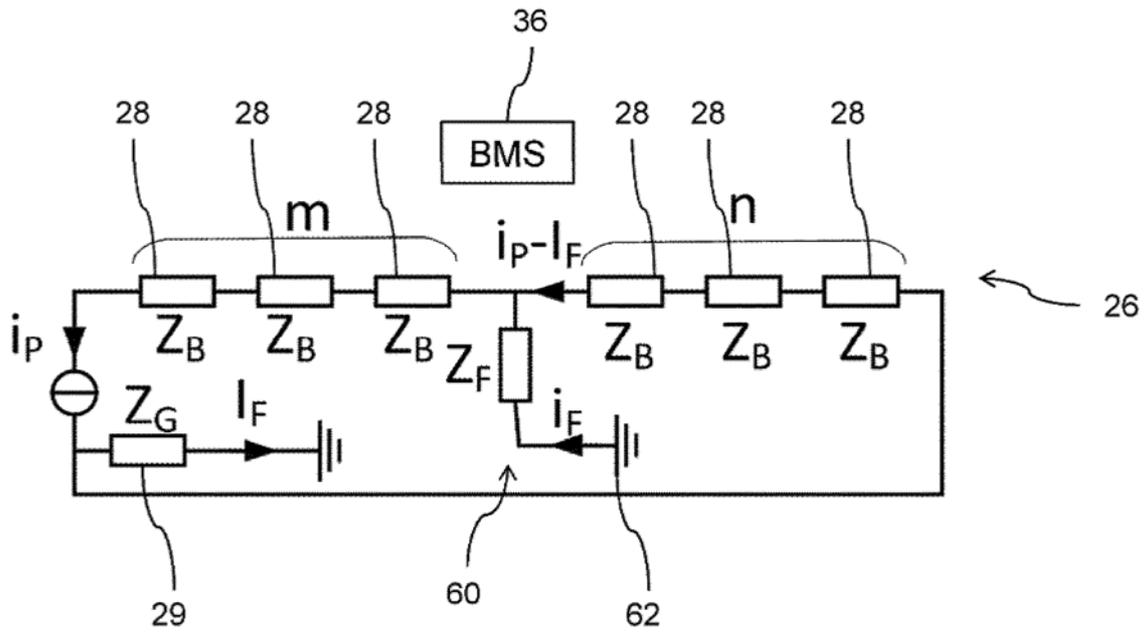


图 4

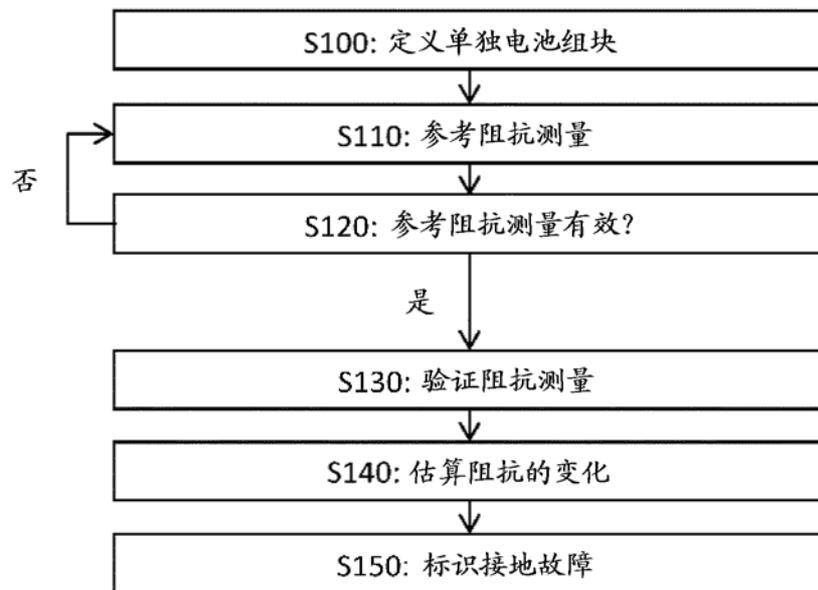


图 5