(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2020 年 9 月 3 日 (03.09.2020)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2020/173429 A1

(51) 国际专利分类号:
G01R 27/02 (2006.01) *G01R 31/36* (2019.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/076601

(22) 国际申请日: 2020 年 2 月 25 日 (25.02.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910138988.0 2019年2月25日 (25.02.2019) CN

(71) 申请人: 宁德时代新能源科技股份有限公司 (**CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LIMITED**) [CN/CN]; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。

(72) 发明人: **卓健炜 (ZHUO, Jianwei)**; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 **楚乐 (CHU, Le)**; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 **霍纪荣 (HUO, Jirong)**; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 **傅焱辉 (FU, Yanhui)**; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 **李前邓 (LI, Qiandeng)**; 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。

(74) 代理人: 北京智晨知识产权代理有限公司 (**BEIJING ZHICHEN INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY LTD.**); 中国北京市海淀区大钟寺13号院华杰大厦B座10B9室, Beijing 100089 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

(54) **Title:** DETECTION CIRCUIT AND METHOD

(54) 发明名称: 检测电路及方法

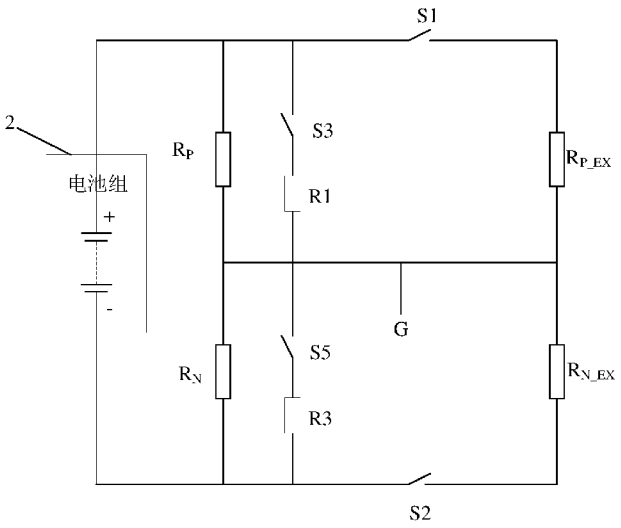


图 7

2 Battery pack

(57) **Abstract:** A detection circuit and method. The detection circuit comprises a controller (1), a battery pack (2), a main positive switch module (S1), a main negative switch module (S2), and at least one detection loop (3); the controller (1) closes the main positive switch module (S1) or the main negative switch module (S2), and collects voltages of a positive electrode and a negative electrode of the battery pack (2) and a voltage between the outer side of the main positive switch module (S1) and the outer side of the main negative switch module (S2); after any detection loop (3) is closed, the voltages of the positive electrode and the negative electrode of the battery pack (2) and the voltage between the outer side of the main positive switch module (S1) and the outer side of the main negative switch module (S2) are collected again, and then according to insulation resistance of the inner sides of the main positive switch module (S1)

WO 2020/173429 A1

[见续页]

BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) **指定国**(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

and the main negative switch module (S2) and the voltages, collected twice, of the positive electrode and the negative electrode of the battery pack (2) and the voltages, collected twice, between the outer side of the main positive switch module (S1) and the outer side of the main negative switch module (S2), the insulation resistance of the outer sides is obtained. The detection of the insulation resistance of the outer sides of the main positive switch module (S1) and the main negative switch module (S2) is achieved.

(57) 摘要：一种检测电路及方法。检测电路包括控制器（1）、电池组（2）、主正开关模块（S1）、主负开关模块（S2）以及至少一检测回路（3），控制器（1）闭合主正开关模块（S1）或主负开关模块（S2），采集电池组（2）的正极与负极的电压以及主正开关模块（S1）的外侧与主负开关模块（S2）的外侧之间的电压，在闭合任一检测回路（3）后，再次采集电池组（2）的正极与负极的电压以及主正开关模块（S1）的外侧与主负开关模块（S2）的外侧之间的电压，再根据主正开关模块（S1）与主负开关模块（S2）的内侧的绝缘电阻，以及两次采集的电池组（2）的正极与负极的电压以及主正开关模块（S1）的外侧与主负开关模块（S2）的外侧之间的电压，得到外侧的绝缘电阻。实现了检测主正开关模块（S1）与主负开关模块（S2）的外侧的绝缘电阻。

检测电路及方法

交叉引用

[0001] 本申请引用于2019年02月25日递交的名称为“检测电路及方法”的第2019101389880号中国专利申请，其通过引用被全部并入本申请。

技术领域

[0002] 本申请实施例涉及电路技术领域，特别涉及一种检测电路及方法。

背景技术

[0003] 随着电池技术的发展，电动汽车替代燃油汽车已经成为了汽车行业的发展趋势。动力电池包是电动汽车的关键部件，电动汽车的继电器的两侧分别接地，在闭合继电器时会对电动汽车的绝缘性能进行检测，以保证高压电的安全性。

[0004] 发明人发现现有技术中至少存在如下问题：在对电动汽车绝缘性能的检测时，仅能够检测继电器内侧的绝缘电阻的阻值，无法检测继电器外侧的绝缘电阻的阻值；若继电器外侧的绝缘电阻出现故障，会导致动力电池包的高压和地之间的危险接触。

发明内容

[0005] 本申请实施例的目的在于提供一种检测电路及方法，能够检测主正开关模块的外侧对参考电位端的绝缘电阻与主负开关模块外侧对参考电位端的绝缘电阻，以获取主正开关模块与主负开关模块外侧的绝缘性能，避免出现危险接触。

[0006] 为解决上述技术问题，本申请的实施例提供了一种检测电路，包括：控制器、电池组、主正开关模块、主负开关模块以及至少一检测回路；主正开关模块的两侧与主负开关模块的两侧均连接于参考电位端，且主正开关模块的一侧和/或主负开关模块的一侧通过至少一检测回路连接到参考电位端；电池组的正极连接于主正开关模块的内侧，电池组的负极连接于主负开关模块的内侧；控制器用于在检测电路处于初始状态时，闭合主正开关模块或主负开关

模块，采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压，在闭合任一检测回路后，再次采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压，其中，初始状态为主正开关模块、主负开关模块以及各检测回路均处于断开状态；控制器还用于根据主正开关模块与主负开关模块的内侧的绝缘电阻，以及两次采集的电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压，得到主正开关模块与主负开关模块的外侧的绝缘电阻。

[0007] 本申请的实施例还提供了一种检测方法，应用于上述的检测电路；方法包括：在检测电路处于初始状态时，闭合主正开关模块或主负开关模块，采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压，其中，初始状态为主正开关模块、主负开关模块以及各检测回路均处于断开状态；闭合任一检测回路，再次采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压；根据主正开关模块与主负开关模块的内侧的绝缘电阻，以及两次采集的电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压，得到主正开关模块与主负开关模块的外侧的绝缘电阻。

[0008] 本申请实施例相对于现有技术而言，在检测电路中的主正开关模块、主负开关模块以及各检测回路均处于断开状态时，闭合主正开关模块或主负开关模块，采集电池组正极的电压、电池组负极的电压，以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压；然后，闭合任一检测电路，再次采集电池组正极的电压、电池组负极的电压，以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压，继而根据主正开关模块与主负开关模块内侧的绝缘电阻、两次采集的电池组正极的电压、电池组负极的电压，以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压，得到主正开关模块与主负开关模块的外侧的绝缘电阻；即，能够检测主正开关模块的外侧对参考电位端的绝缘电阻与主负开关模块外侧对参考电位端的绝缘电阻，以获取主正开关模块与主负开关模块外侧的绝缘性能，避免出现危险接触。

[0009] 另外，检测电路还包括：预充模块，预充模块与主正开关模块或主负开关模块并联；控制器具体用于在检测电路处于初始状态时，闭合主正开关模块、主负开关模块以及预充模块中的任意之一，采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压，在闭合任一检测回路后，再次采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压。本实施例中，若检测电路中包括预充模块，闭合预充模块同样能够检测主正开关模块与主负开关模块外侧的绝缘电阻。

[0010] 另外，主正开关模块的内侧与主负开关模块的内侧均通过至少一检测回路连接到参考

电位端；控制器用于在检测电路处于初始状态时，闭合主正开关模块或主负开关模块，采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压，并选取电池组的正极与负极中电压大的电极，记作目标电极；控制器用于在闭合连接于目标电极的检测回路后，再次采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压。本实施例中，闭合连接于电压较大的电极的检测回路，从而能够减小电池组两个电极之间的电压，提升了电压采集的精准度。

[0011] 另外，主正开关模块的内侧和/或主负开关模块的内侧通过至少一检测回路连接到参考电位端；控制器还用于在检测电路处于初始状态时，采集电池组的正极与负极的电压，在闭合任一检测回路后，再次采集电池组的正极与负极的电压，并根据两次采集的电池组的正极与负极的电压得到主正开关模块与主负开关模块的内侧的绝缘电阻。本实施例中，当主正开关模块的内侧和/或主负开关模块的内侧通过至少一检测回路的内侧，还能够检测主正开关模块与主负开关模块的内侧的绝缘电阻。

[0012] 另外，控制器还用于根据主正开关模块与主负开关模块的内侧的绝缘电阻，判断是否出现绝缘故障；控制器用于在判定未出现绝缘故障时，控制检测电路处于初始状态，并闭合主正开关模块或主负开关模块，采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压，在闭合任一检测回路后，再次采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压。本实施例中，在根据主正开关模块与主负开关模块的内侧的绝缘电阻判定未出现绝缘故障时，再对主正开关模块与主负开关模块的外侧的绝缘电阻进行检测，提升了安全性。

[0013] 另外，主正开关模块的内侧和主负开关模块的内侧均通过至少一检测回路连接到参考电位端；控制器用于在检测电路处于初始状态时，采集电池组的正极与负极的电压，并选取电池组的正极与负极中电压大的电极，记作目标电极；控制器用于在闭合连接于目标电极的检测回路后，再次采集电池组的正极与负极的电压，并根据两次采集的电池组的正极与负极的电压得到主正开关模块与主负开关模块的内侧的绝缘电阻。本实施例中，闭合连接于电压较大的电极的检测回路，从而能够减小电池组两个电极之间的电压，提升了电压采集的精准度。

[0014] 另外，检测回路包括检测开关与检测电阻。本实施例提供了一种检测回路的具体结构。

[0015] 另外，预充模块包括预充接触器与预充电阻。本实施例提供了一种预充模块的具体结构。

附图说明

[0016] 一个或多个实施例通过与之对应的附图中的图片进行示例性说明，这些示例性说明并不构成对实施例的限定，附图中具有相同参考数字标号的元件表示为类似的元件，除非有特别申明，附图中的图不构成比例限制。

[0017] 图 1 是根据本申请第一实施例的检测电路的方框示意图；

[0018] 图 2 至图 4 是根据本申请第一实施例的检测电路的电路结构图；

[0019] 图 5 与图 6 是根据本申请第二实施例的检测电路的电路结构图；

[0020] 图 7 至图 9 是根据本申请第三实施例的检测电路的电路结构图；

[0021] 图 10 是根据本申请第五实施例的检测方法的具体流程图；

[0022] 图 11 是根据本申请第六实施例的检测方法的具体流程图；

[0023] 图 12 是根据本申请第七实施例的检测方法的具体流程图；

[0024] 图 13 是根据本申请第八实施例的检测方法的具体流程图。

具体实施例

[0025] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本申请的各实施例进行详细的阐述。然而，本领域的普通技术人员可以理解，在本申请各实施例中，为了使读者更好地理解本申请而提出了许多技术细节。但是，即使没有这些技术细节和基于以下各实施例的种种变化和修改，也可以实现本申请所要求保护的技术方案。

[0026] 本申请的第一实施例涉及一种检测电路，用于检测主正开关模块以及主负开关模块的外侧的绝缘电阻，以判断主正开关模块与主负开关模块的外侧的绝缘性能。请参考图 1 至图 3，检测电路包括：控制器 1、电池组 2、主正开关模块 S1、主负开关模块 S2 以及至少一检测回路 3。

[0027] 主正开关模块 S1 的两侧与主负开关模块 S2 的两侧均连接于参考电位端 G，且主正开关模块 S1 的一侧和/或主负开关模块 S2 的一侧通过至少一检测回路 3 连接到参考电位端 G；图 2 中主正开关模块 S1 的内侧通过检测回路 3 连接到参考电位端 G，图 3 中主正开关模块 S1 的外侧通过检测回路 3 连接到参考电位端 G，然不限于此，也可以是主负开关模块 S2 的内侧和/或外侧通过检测回路 3 连接到参考电位端 G；参考电位端 G 可以为地端。另外，主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧之间连接有负载电阻（图中并未示出）。

[0028] 本实施例中，在图中示意性的画出了主正开关模块 S1 与主负开关模块 S2 的内侧以及

外侧的绝缘电阻，具体包括主正开关模块 S1 的内侧对参考电位端 G 的绝缘电阻 R_P、主负开关模块 S2 的内侧对参考电位端 G 的绝缘电阻 R_N、主正开关模块 S1 的外侧对参考电位端 G 的绝缘电阻 R_{P_EX} 以及主负开关模块 S2 的外侧对参考电位端 G 的绝缘电阻 R_{N_EX}；绝缘电阻 R_P、R_N、R_{P_EX}、R_{P_EX} 均为虚拟电阻。

[0029] 电池组 2 的正极连接于主负开关模块 S2 的内侧，电池组 2 的负极连接于主负开关模块 S2 的内侧。

[0030] 当主正开关模块 S1、主负开关模块 S2 以及各检测回路 3 均处于断开状态时，检测电路处于初始状态，控制器 1 闭合主正开关模块 S1 或主负开关模块 S2，采集电池组 2 的正极与负极的电压以及主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧之间的电压，在闭合任一检测回路 3 后，再次采集电池组 1 的正极与负极的电压以及主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧之间的电压。

[0031] 控制器还用于根据主正开关模块 S1 与主负开关模块 S2 的内侧的绝缘电阻 R_P 与 R_N，以及两次采集的电池组 2 的正极与负极的电压以及主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧之间的电压，得到主正开关模块 S1 以及主负开关模块 S2 的外侧的绝缘电阻 R_{P_EX} 与 R_{N_EX}。

[0032] 本实施例中，检测回路 3 包括检测开关与检测电阻，以主正开关模块 S1 的内侧通过检测回路 3 连接到参考电位端 G 为例，得到图 4 所示的检测电路，检测回路 3 包括检测开关 S3 与检测电阻 R1。

[0033] 下面以图 4 的检测电路为例，介绍如何检测主正开关模块 S1 以及主负开关模块 S2 的外侧的绝缘电阻 R_{P_EX} 与 R_{N_EX} 的阻值，具体如下：

[0034] 当主正开关模块 S1、主负开关模块 S2 以及检测开关 S3 均处于断开状态时，检测电路处于初始状态，控制器 1 闭合主正开关模块 S1 或主负开关模块 S2，采集电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1、电池组 2 的负极对参考电位端 G 的电压 V2 以及主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧之间的电压 V3；以闭合主负开关模块 S2 为例，此时，采集电压 V1、V2、V3，基于基尔霍夫电流定理，可以得到：

$$\frac{V1}{R_P}=\frac{|V2|}{R_N}+\frac{|V2|}{R_{N_EX}}+\frac{|V2|-V3}{R_{P_EX}}$$ 公式（1）

[0035] 控制器 1 闭合检测开关 S3，再次采集电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1'、电池组 2 的负极对参考电位端 G 的电压 V2'以及主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧之间的电压 V3'，以闭合主负开关模块 S2 为例，此时，采集电压 V1'、V2'、V3'，基于基尔霍夫电流定理，可以得到：

$$\frac{V1'}{\frac{R_P \times R1}{R_P + R1}} = \frac{|V2'|}{R_N} + \frac{|V2'|}{R_{N_EX}} + \frac{|V2'| - V3'}{R_{P_EX}}$$ 公式（2）

[0036] 控制器 1 再联立上述公式（1）与公式（2）得到方程组，代入绝缘电阻 R_P、绝缘电阻 R_N、检测电阻 R1 的阻值，以及采集的 V1、V2、V3、V1'、V2'、V3'的值，可以求出绝缘电阻 R_{P_EX} 与绝缘电阻 R_{N_EX} 的阻值。

[0037] 本实施例相对于现有技术而言，在检测电路中的主正开关模块、主负开关模块以及各检测回路均处于断开状态时，闭合主正开关模块或主负开关模块，采集电池组正极的电压、电池组负极的电压，以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压；然后，闭合任一检测电路，再次采集电池组正极的电压、电池组负极的电压，以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压，继而根据主正开关模块与主负开关模块内侧的绝缘电阻、两次采集的电池组正极的电压、电池组负极的电压，以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压，得到主正开关模块与主负开关模块的外侧的绝缘电阻；即，能够检测主正开关模块的外侧对参考电位端的绝缘电阻与主负开关模块外侧对参考电位端的绝缘电阻，以获取主正开关模块与主负开关模块外侧的绝缘性能，避免出现危险接触。

[0038] 本申请的第二实施例涉及一种检测电路，第二实施例与第一实施例大致相同，主要区别之处在于：请参考图 5，检测电路还包括预充模块 4，预充模块 4 与主正开关模块 S1 或主负开关模块 S2 并联，图 5 中以预充模块 4 与主负开关模块 S2 并联为例。

[0039] 控制器 1 具体用于在检测电路处于初始状态时，闭合主正开关模块 S1、主负开关模块 S2 以及预充模块 4 中的任意之一，采集电池组 2 的正极与负极的电压以及主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧之间的电压，在闭合任一检测回路 3 后，再次电池组 2 的正极与负极的电压以及主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧之间的电压。

[0040] 本实施例中，请参考图 6，预充模块 4 包括预充接触器 S4 与预充电阻 R2；其中，以预充模块 4 与主负开关模块 S2 并联为例。

[0041] 下面以图 6 的检测电路为例，介绍如何检测主正开关模块 S1 与主负开关模块 S2 的外侧的绝缘电阻 R_{P_EX} 与 R_{N_EX} 的阻值，具体如下：

[0042] 当主正开关模块 S1、主负开关模块 S2、检测开关 S3 以及预充接触器 S4 均处于断开状态时，检测电路处于初始状态，控制器 1 闭合主正开关模块 S1、主负开关模块 S2 以及预充接触器 S4 中的任意之一，采集电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1、电池组 2 的负极对参考电位端 G 的电压 V2 以及主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧之间的电压 V3；以闭合预充接触器 S4 为例，此时，采集电压 V1、V2、V3，基于基尔霍夫电流定理，可以得到：

$$\frac{V1}{R_P}=\frac{|V2|}{R_N}+\frac{|V2|}{R_{N_EX}+R2}+\frac{|V2|-V3}{R_{P_EX}}$$公式（1）

[0043] 控制器 1 闭合检测开关 S3，再次采集电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1'、电池组 2 的负极对参考电位端 G 的电压 V2'以及主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧之间的电压 V3'，以闭合预充接触器 S4 为例，此时，采集电压 V1'、V2'、V3'，基于基尔霍夫电流定理，可以得到：

$$\frac{V1'}{\frac{R_P\times R1}{R_P+R1}}=\frac{|V2'|}{R_N}+\frac{|V2'|}{R_{N_EX}+R2}+\frac{|V2'|-V3'}{R_{P_EX}}$$公式（2）

[0044] 控制器 1 再联立上述公式（1）与公式（2）得到方程组，代入绝缘电阻 R_P、绝缘电阻 R_N、检测电阻 R1、预充电阻 R2 的阻值，以及采集的 V1、V2、V3、V1'、V2'、V3'的值，可以求出绝缘电阻 R_{P_EX} 与绝缘电阻 R_{N_EX} 的阻值。

[0045] 需要说明的是，本实例中以预充模块 2 并联于主负开关模块 S2 为例进行说明，预充模块 2 并联于主正开关模块 S1，检测绝缘电阻 R_{P_EX} 与绝缘电阻 R_{N_EX} 的阻值的方式与上述过程类似，在此不再赘述。

[0046] 本实施例相对于第一实施例而言，若检测电路中包括预充模块，闭合预充模块同样能够检测主正开关模块与主负开关模块外侧的绝缘电阻。

[0047] 本申请的第三实施例涉及一种检测电路，第三实施例与第一实施例大致相同，主要区别之处在于：请参考图 7，主正开关模块 S1 的内侧与主负开关模块 S2 的内侧均通过至少一检测回路 3 连接到参考电位端 G，具体的，主正开关模块 S1 的内侧通过包括检测开关 S3 与检测电阻 R1 的检测回路 3 连接到参考电位端 G，主负开关模块 S2 的内侧通过包括检测开关 S5 与检测电阻 R3 的检测回路 3 连接到参考电位端 G。

[0048] 控制器 1 用于在检测电路处于初始状态时，闭合主正开关模块 S1 或主负开关模块 S2，采集电池组 2 的正极与负极的电压以及主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧之间的电压，并选取电池组 2 的正极与负极中电压大的电极，记作目标电极，在闭合连接于目标电极的检测回路 3 后，再次采集电池组 2 的正极与负极的电压以及主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧之间的电压。

[0049] 下面以图 7 的检测电路为例，介绍如何检测主正开关模块 S1 与主负开关模块 S2 的外侧的绝缘电阻 R_{P_EX} 与 R_{N_EX} 的阻值，具体如下：

[0050] 当主正开关模块 S1、主负开关模块 S2 以及检测开关 S3 均处于断开状态时，检测电路处于初始状态，控制器 1 闭合主正开关模块 S1 或主负开关模块 S2，采集电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1、电池组 2 的负极对参考电位端 G 的电压 V2 以及主正开关模块

S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧之间的电压 V3；以闭合主负开关模块 S2 为例，此时，采集电压 V1、V2、V3，基于基尔霍夫电流定理，可以得到：

$$\frac{V1}{R_P}=\frac{|V2|}{R_N}+\frac{|V2|}{R_{N_EX}}+\frac{|V2|-V3}{R_{P_EX}}$$ 公式（3）

[0051] 控制器 1 判断电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1、电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V2 之间的大小关系，其中当 V2 为负值时，取绝对值；可以分为以下两种情况，具体如下：

[0052] （1）控制器 1 在 V1＞|V2|时，选取电池组 2 的正极作为目标电极，闭合连接于电池组 2 的正极的检测回路 3 的检测开关 S3，再次采集电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1 ′、电池组 2 的负极对参考电位端 G 的电压 V2 ′以及主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧之间的电压 V3 ′，以闭合主负开关模块 S2 为例，此时，采集电压 V1 ′、V2 ′、V3 ′，基于基尔霍夫电流定理，可以得到：

$$\frac{V1'}{\frac{R_P\times R1}{R_P+R1}}=\frac{|V2'|}{R_N}+\frac{|V2'|}{R_{N_EX}}+\frac{|V2'|-V3'}{R_{P_EX}}$$ 公式（4）

[0053] 控制器 1 再联立上述公式（3）与公式（4）得到方程组，代入绝缘电阻 R_P、绝缘电阻 R_N、检测电阻 R1 的阻值，以及采集的 V1、V2、V3、V1 ′、V2 ′、V3 ′的值，可以求出绝缘电阻 R_{P_EX} 与绝缘电阻 R_{N_EX} 的阻值。

[0054] （2）控制器 1 在 V1＜|V2|时，选取电池组 2 的负极作为目标电极，闭合连接于电池组 2 的负极的检测回路 3 的检测开关 S5，再次采集电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1 ″、电池组 2 的负极对参考电位端 G 的电压 V2 ″以及主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧之间的电压 V3 ″，以闭合主负开关模块 S2 为例，此时，采集电压 V1 ″、V2 ″、V3 ″，基于基尔霍夫电流定理，可以得到：

$$\frac{V1''}{R_P}=\frac{|V2''|}{R_N}+\frac{|V2''|}{R3}+\frac{|V2''|}{R_{N_EX}}+\frac{|V2''|-V3''}{R_{P_EX}}$$ 公式（5）

[0055] 控制器 1 再联立上述公式（3）与公式（5）得到方程组，代入绝缘电阻 R_P、绝缘电阻 R_N、检测电阻 R3 的阻值，以及采集的 V1、V2、V3、V1 ″、V2 ″、V3 ″的值，可以求出绝缘电阻 R_{P_EX} 与绝缘电阻 R_{N_EX} 的阻值。

[0056] 需要说明的是，本实施例中也可以设置主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧均通过至少一检测回路 3 连接到参考电位端 G，如图 8 所示，同样能够检测绝缘电阻 R_{P_EX} 与绝缘电阻 R_{N_EX} 的阻值，具体与上述方式类似，在此不再赘述。

[0057] 还需要说明的是，主正开关模块 S1 的内侧与主负开关模块 S2 的内侧均通过多个检测回路 3 连接到参考电位端 G，如图 9 所示，以主正开关模块 S1 的内侧与主负开关模块 S2 的

内侧通过并联的两个检测回路 3 连接到参考电位端 G 为例，同样能够检测绝缘电阻 R_{P_EX} 与绝缘电阻 R_{N_EX} 的阻值。

[0058] 本实施例相对于第一实施例而言，闭合连接于电压较大的电极的检测回路，从而能够减小电池组两个电极之间的电压，提升了电压采集的精准度。需要说明的是，本实施例还可以作为在第二实施例基础上的改进，可以达到同样的技术效果。

[0059] 本申请的第四实施例涉及一种检测电路，第四实施例与第一实施例大致相同，主要区别之处在于：本实施例中能够检测主正开关模块 S1 与主负开关模块 S2 的内侧的绝缘电阻的阻值，其中主正开关模块 S1 的内侧和/或主负开关模块 S2 的内侧通过至少一检测回路 3 连接到参考电位端 G，以图 4 所示的检测电路为例，主正开关模块 S1 的内侧通过检测回路 3 连接到参考电位端 G，检测回路 3 包括检测开关 S3 与检测电阻 R1。

[0060] 控制器 1 还用于在检测电路 3 处于初始状态时，采集电池组 2 的正极与负极的电压，在闭合任一检测回路 3 后，再次采集电池组 2 的正极与负极的电压，并根据两次采集的电池组 2 的正极与负极的电压得到主正开关模块 S1 与主负开关模块 S2 的内侧的绝缘电阻。

[0061] 下面以图 4 的检测电路为例，介绍如何检测主正开关模块 S1 与主负开关模块 S2 的内侧的绝缘电阻 R_P 与 R_N 的阻值，具体如下：

[0062] 当主正开关模块 S1、主负开关模块 S2 以及检测开关 S3 均处于断开状态时，检测电路处于初始状态，控制器 1 采集电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1、电池组 2 的负极对参考电位端 G 的电压 V2，可以得到：

$$\frac{V1}{R_P}=\frac{|V2|}{R_N}\text{公式（6）}$$

[0063] 控制器 1 闭合检测开关 S3，再次采集电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1'、电池组 2 的负极对参考电位端 G 的电压 V2'，可以得到：

$$\frac{V1'}{\frac{R_P\times R1}{R_P+R1}}=\frac{|V2'|}{R_N}\text{公式（7）}$$

[0064] 控制器 1 再联立上述公式（6）与公式（7）得到方程组，代入检测电阻 R1 的阻值，以及采集的 V1、V2、V1'、V2'的值，可以求出绝缘电阻 R_P 与绝缘电阻 R_N 的阻值。

[0065] 本实施例中，还可以设置主正开关模块 S1 的内侧与主负开关模块 S2 的内侧均通过至少一检测回路 3 连接到参考电位端 G，如图 7 所示，主正开关模块 S1 的内侧通过包括检测开关 S3 与检测电阻 R1 的检测回路 3 连接到参考电位端 G，主负开关模块 S2 的内侧通过包括检测开关 S5 与检测电阻 R3 的检测回路 3 连接到参考电位端 G。

[0066] 下面以图 7 的检测电路为例，介绍如何检测主正开关模块 S1 与主负开关模块 S2 的内侧的绝缘电阻 R_P 与 R_N 的阻值，具体如下：

[0067] 当主正开关模块 S1、主负开关模块 S2 以及检测开关 S3 均处于断开状态时，检测电路处于初始状态，控制器 1 采集电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1、电池组 2 的负极对参考电位端 G 的电压 V2，可以得到：

$$\frac{V1}{R_P}=\frac{|V2|}{R_N}$$公式（6）

[0068] 控制器 1 再判断电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1、电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V2 之间的大小关系，其中当 V2 为负值时，取绝对值；可以分为以下两种情况，具体如下：

[0069] （1）控制器 1 在 V1＞| V2|时，选取电池组 2 的正极作为目标电极，闭合连接于电池组 2 的正极的检测回路 3 的检测开关 S3，再次采集电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1 ‘、电池组 2 的负极对参考电位端 G 的电压 V2 ‘，可以得到：

$$\frac{V1'}{\frac{R_P\times R1}{R_P+R1}}=\frac{|V2'|}{R_N}$$公式（7）

[0070] 控制器 1 再联立上述公式（6）与公式（7）得到方程组，代入检测电阻 R1 的阻值，以及采集的 V1、V2、V1 ‘、V2 ‘的值，可以求出绝缘电阻 R_P 与绝缘电阻 R_N 的阻值。

[0071] （2）控制器 1 在 V1＜| V2|时，选取电池组 2 的负极作为目标电极，闭合连接于电池组 2 的负极的检测回路 3 的检测开关 S5，再次采集电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1 ‘‘、电池组 2 的负极对参考电位端 G 的电压 V2 ‘‘，可以得到：

$$\frac{V1''}{R_P}=\frac{|V2''|}{\frac{R_N\times R3}{R_N+R3}}$$公式（8）

[0072] 控制器 1 再联立上述公式（6）与公式（8）得到方程组，代入检测电阻 R3 的阻值，以及采集的 V1、V2、V1 ‘‘、V2 ‘‘的值，可以求出绝缘电阻 R_P 与绝缘电阻 R_N 的阻值。

[0073] 在一个例子中，本实施例在控制器 1 检测绝缘电阻 R_P 与绝缘电阻 R_N 的阻值之后，根据绝缘电阻 R_P 与绝缘电阻 R_N 的阻值，判断是否出现绝缘故障，例如阻值过低的短路故障，阻值过高的不安全故障等；当绝缘电阻 R_P 与绝缘电阻 R_N 的阻值均在预设的范围内时，判定未出现绝缘故障，再检测主正开关模块 S1 与主负开关模块 S2 的外侧的绝缘电阻 R_{P_EX} 与 R_{N_EX} 的阻值，提升了安全性，绝缘电阻 R_{P_EX} 与 R_{N_EX} 的阻值的检测方式不再赘述。

[0074] 本实施例相对于第一实施例而言，当主正开关模块的内侧和/或主负开关模块的内侧通过至少一检测回路连接到参考电位端，还能够检测主正开关模块与主负开关模块的内侧的绝缘电阻。需要说明的是，本实施例还可以作为在第二实施例或第三实施例基础上的改进，可以达到同样的技术效果。

[0075] 本申请的第五实施例涉及一种检测方法，应用于第一实施例中的检测电路，请参考图

1 至图 4，下面以图 4 的检测电路为例进行说明。

[0076] 本实施例的检测方法具体流程如图 10 所示。

[0077] 步骤 101，在检测电路处于初始状态时，闭合主正开关模块或主负开关模块，采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压。

[0078] 具体而言，当主正开关模块 S1、主负开关模块 S2 以及检测开关 S3 均处于断开状态时，检测电路处于初始状态，控制器 1 闭合主正开关模块 S1 或主负开关模块 S2，采集电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1、电池组 2 的负极对参考电位端 G 的电压 V2 以及主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧之间的电压 V3；以闭合主负开关模块 S2 为例，此时，采集电压 V1、V2、V3，基于基尔霍夫电流定理，可以得到：

$$\frac{V1}{R_P}=\frac{|V2|}{R_N}+\frac{|V2|}{R_{N_EX}}+\frac{|V2|-V3}{R_{P_EX}}$$ 公式（1）

[0079] 步骤 102，闭合任一检测回路，再次采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压。

[0080] 具体而言，控制器 1 闭合检测开关 S3，再次采集电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1'、电池组 2 的负极对参考电位端 G 的电压 V2'以及主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧之间的电压 V3'，以闭合主负开关模块 S2 为例，此时，采集电压 V1'、V2'、V3'，基于基尔霍夫电流定理，可以得到：

$$\frac{V1'}{\frac{R_P\times R1}{R_P+R1}}=\frac{|V2'|}{R_N}+\frac{|V2'|}{R_{N_EX}}+\frac{|V2'|-V3'}{R_{P_EX}}$$ 公式（2）

[0081] 步骤 103，根据主正开关模块与主负开关模块的内侧的绝缘电阻，以及两次采集的电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压，得到主正开关模块与主负开关模块的外侧的绝缘电阻。

[0082] 具体而言，控制器 1 再联立上述公式（1）与公式（2）得到方程组，代入绝缘电阻 R_P、绝缘电阻 R_N、检测电阻 R1 的阻值，以及采集的 V1、V2、V3、V1'、V2'、V3'的值，可以求出绝缘电阻 R_{P_EX} 与绝缘电阻 R_{N_EX} 的阻值。

[0083] 由于第一实施例与本实施例相互对应，因此本实施例可与第一实施例互相配合实施。第一实施例中提到的相关技术细节在本实施例中依然有效，在第一实施例中所能达到的技术效果在本实施例中也同样可以实现，为了减少重复，这里不再赘述。相应地，本实施例中提到的相关技术细节也可应用在第一实施例中。

[0084] 本实施例相对于现有技术而言，在检测电路中的主正开关模块、主负开关模块以及各检测回路均处于断开状态时，闭合主正开关模块或主负开关模块，采集电池组正极的电压、

电池组负极的电压，以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压；然后，闭合任一检测电路，再次采集电池组正极的电压、电池组负极的电压，以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压，继而根据主正开关模块与主负开关模块内侧的绝缘电阻、两次采集的电池组正极的电压、电池组负极的电压，以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压，得到主正开关模块与主负开关模块的外侧的绝缘电阻；即，能够检测主正开关模块的外侧对参考电位端的绝缘电阻与主负开关模块外侧对参考电位端的绝缘电阻，以获取主正开关模块与主负开关模块外侧的绝缘性能，避免出现危险接触。

[0085] 本申请的第六实施例涉及一种检测方法，第六实施例与第五实施例大致相同，主要区别之处在于：通过闭合预充模块实现绝缘电阻 R_{P_EX} 与 R_{N_EX} 的阻值的检测，本实施例中，以图 6 的检测电路为例进行说明。

[0086] 本实施例的检测方法具体流程如图 11 所示。

[0087] 步骤 201，在检测电路处于初始状态时，闭合主正开关模块、主负开关模块以及预充模块中的任意之一，采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压。

[0088] 具体而言，当主正开关模块 S1、主负开关模块 S2、检测开关 S3 以及预充接触器 S4 均处于断开状态时，检测电路处于初始状态，控制器 1 闭合主正开关模块 S1、主负开关模块 S2 以及预充接触器 S4 中的任意之一，采集电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1、电池组 2 的负极对参考电位端 G 的电压 V2 以及主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧之间的电压 V3；以闭合预充接触器 S4 为例，此时，采集电压 V1、V2、V3，基于基尔霍夫电流定理，可以得到：

$$\frac{V1}{R_P}=\frac{|V2|}{R_N}+\frac{|V2|}{R_{N_EX}+R2}+\frac{|V2|-V3}{R_{P_EX}}\text{公式（1）}$$

[0089] 步骤 202，闭合任一检测回路，再次采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压。

[0090] 具体而言，控制器 1 闭合检测开关 S3，再次采集电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1'、电池组 2 的负极对参考电位端 G 的电压 V2'以及主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧之间的电压 V3'，以闭合预充接触器 S4 为例，此时，采集电压 V1'、V2'、V3'，基于基尔霍夫电流定理，可以得到：

$$\frac{V1'}{\frac{R_P\times R1}{R_P+R1}}=\frac{|V2'|}{R_N}+\frac{|V2'|}{R_{N_{EX}}+R2}+\frac{|V2'|-V3'}{R_{P_EX}}\text{公式（2）}$$

[0091] 步骤 203，根据主正开关模块与主负开关模块的内侧的绝缘电阻，以及两次采集的电

池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压，得到主正开关模块与主负开关模块的外侧的绝缘电阻。

[0092] 具体而言，控制器 1 再联立上述公式（1）与公式（2）得到方程组，代入绝缘电阻 R_P、绝缘电阻 R_N、检测电阻 R1、预充电阻 R2 的阻值，以及采集的 V1、V2、V3、V1'、V2'、V3'的值，可以求出绝缘电阻 R_{P_EX} 与绝缘电阻 R_{N_EX} 的阻值。

[0093] 由于第二实施例与本实施例相互对应，因此本实施例可与第二实施例互相配合实施。第二实施例中提到的相关技术细节在本实施例中依然有效，在第二实施例中所能达到的技术效果在本实施例中也同样可以实现，为了减少重复，这里不再赘述。相应地，本实施例中提到的相关技术细节也可应用在第二实施例中。

[0094] 本实施例相对于第五实施例而言，若检测电路中包括预充模块，闭合预充模块同样能够检测主正开关模块与主负开关模块外侧的绝缘电阻。

[0095] 本申请的第七实施例涉及一种检测方法，本实施例与第五实施例的大致相同，主要区别之处在于：提升了电压采集的精准度，本实施例中，以图 7 的检测电路为例进行说明。

[0096] 本实施例的检测方法具体流程如图 12 所示。

[0097] 步骤 301，在检测电路处于初始状态时，闭合主正开关模块或主负开关模块，采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压。

[0098] 具体而言，当主正开关模块 S1、主负开关模块 S2 以及检测开关 S3 均处于断开状态时，检测电路处于初始状态，控制器 1 闭合主正开关模块 S1 或主负开关模块 S2，采集电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1、电池组 2 的负极对参考电位端 G 的电压 V2 以及主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧之间的电压 V3；以闭合主负开关模块 S2 为例，此时，采集电压 V1、V2、V3，基于基尔霍夫电流定理，可以得到：

$$\frac{V1}{R_P}=\frac{|V2|}{R_N}+\frac{|V2|}{R_{N_EX}}+\frac{|V2|-V3}{R_{P_EX}}$$ 公式（1）

[0099] 步骤 302，选取电池组的正极与负极中电压大的电极，记作目标电极。

[00100] 步骤 303，闭合连接于目标电极的检测回路，再次采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压。

[00101] 步骤 304，根据主正开关模块与主负开关模块的内侧的绝缘电阻，以及两次采集的电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压，得到主正开关模块与主负开关模块的外侧的绝缘电阻。

[00102] 具体而言，控制器 1 判断电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1、电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V2 之间的大小关系，其中当 V2 为负值时，取绝对值；可以分为

以下两种情况，具体如下：

[00103] （1）控制器 1 在 V1＞|V2|时，选取电池组 2 的正极作为目标电极，闭合连接于电池组 2 的正极的检测回路 3 的检测开关 S3，再次采集电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1′、电池组 2 的负极对参考电位端 G 的电压 V2′以及主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧之间的电压 V3′，以闭合主负开关模块 S2 为例，此时，采集电压 V1′、V2′、V3′，基于基尔霍夫电流定理，可以得到：

$$\frac{V1'}{\frac{R_P \times R1}{R_P + R1}} = \frac{|V2'|}{R_N} + \frac{|V2'|}{R_{N_EX}} + \frac{|V2'| - V3'}{R_{P_EX}} \text{公式（4）}$$

[00104] 控制器 1 再联立上述公式（3）与公式（4）得到方程组，代入绝缘电阻 R_P、绝缘电阻 R_N、检测电阻 R1 的阻值，以及采集的 V1、V2、V3、V1′、V2′、V3′的值，可以求出绝缘电阻 R_{P_EX} 与绝缘电阻 R_{N_EX} 的阻值。

[00105] （2）控制器 1 在 V1＜|V2|时，选取电池组 2 的负极作为目标电极，闭合连接于电池组 2 的负极的检测回路 3 的检测开关 S5，再次采集电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1″、电池组 2 的负极对参考电位端 G 的电压 V2″以及主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧之间的电压 V3″，以闭合主负开关模块 S2 为例，此时，采集电压 V1″、V2″、V3″，基于基尔霍夫电流定理，可以得到：

$$\frac{V1''}{R_P} = \frac{|V2''|}{R_N} + \frac{|V2''|}{R3} + \frac{|V2''|}{R_{N_EX}} + \frac{|V2''| - V3''}{R_{P_EX}} \text{公式（5）}$$

[00106] 控制器 1 再联立上述公式（3）与公式（5）得到方程组，代入绝缘电阻 R_P、绝缘电阻 R_N、检测电阻 R3 的阻值，以及采集的 V1、V2、V3、V1″、V2″、V3″的值，可以求出绝缘电阻 R_{P_EX} 与绝缘电阻 R_{N_EX} 的阻值。

[00107] 需要说明的是，本实施例中也可以设置主正开关模块 S1 的外侧与主负开关模块 S2 的外侧均通过至少一检测回路 3 连接到参考电位端 G，如图 8 所示，同样能够检测绝缘电阻 R_{P_EX} 与绝缘电阻 R_{N_EX} 的阻值，具体与上述方式类似，在此不再赘述。

[00108] 还需要说明的是，主正开关模块 S1 的内侧与主负开关模块 S2 的内侧均通过多个检测回路 3 连接到参考电位端 G，如图 9 所示，以主正开关模块 S1 的内侧与主负开关模块 S2 的内侧通过并联的两个检测回路 3 连接到参考电位端 G 为例，同样能够检测绝缘电阻 R_{P_EX} 与绝缘电阻 R_{N_EX} 的阻值。

[00109] 由于第三实施例与本实施例相互对应，因此本实施例可与第三实施例互相配合实施。第三实施例中提到的相关技术细节在本实施例中依然有效，在第三实施例中所能达到的技术效果在本实施例中也同样可以实现，为了减少重复，这里不再赘述。相应地，本实施例中提

到的相关技术细节也可应用在第三实施例中。

[00110] 本实施例相对于第五实施例而言，闭合连接于电压较大的电极的检测回路，从而能够减小电池组两个电极之间的电压，提升了电压采集的精准度。需要说明的是，本实施例还可以作为在第六实施例基础上的改进，可以达到同样的技术效果。

[00111] 本申请的第八实施例涉及一种检测方法，本实施例与第五实施例的大致相同，主要区别之处在于：能够检测主正开关模块 S1 与主负开关模块 S2 的内侧的绝缘电阻的阻值，本实施例以图 7 的检测电路为例进行说明。

[00112] 本实施例的检测方法具体流程如图 13 所示。

[00113] 其中，步骤 403 至步骤 405 与步骤 101 至步骤 103 大致相同，在此不再赘述，主要不同之处在于：

[00114] 步骤 401，在检测电路处于初始状态时，采集电池组的正极与负极的电压，在闭合任一检测回路后，再次采集电池组的正极与负极的电压，并根据两次采集的电池组的正极与负极的电压得到主正开关模块与主负开关模块的内侧的绝缘电阻，包括以下子步骤：

[00115] 子步骤 4011，在检测电路处于初始状态时，采集电池组的正极与负极的电压，并选取电池组的正极与负极中电压大的电极，记作目标电极。

[00116] 子步骤 4012，闭合连接于目标电极的检测回路，再次采集电池组的正极与负极的电压，并根据两次采集的电池组的正极与负极的电压得到主正开关模块与主负开关模块的内侧的绝缘电阻。

[00117] 具体而言，当主正开关模块 S1、主负开关模块 S2 以及检测开关 S3 均处于断开状态时，检测电路处于初始状态，控制器 1 采集电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1、电池组 2 的负极对参考电位端 G 的电压 V2，可以得到：

$$\frac{V1}{R_P}=\frac{|V2|}{R_N}$$ 公式（6）

[00118] 控制器 1 再判断电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1、电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V2 之间的大小关系，其中当 V2 为负值时，取绝对值；可以分为以下两种情况，具体如下：

[00119] （1）控制器 1 在 V1＞|V2|时，选取电池组 2 的正极作为目标电极，闭合连接于电池组 2 的正极的检测回路 3 的检测开关 S3，再次采集电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1‘、电池组 2 的负极对参考电位端 G 的电压 V2‘，可以得到：

$$\frac{V1'}{\frac{R_P\times R1}{R_P+R1}}=\frac{|V2'|}{R_N}$$ 公式（7）

[00120] 控制器 1 再联立上述公式（6）与公式（7）得到方程组，代入检测电阻 R1 的阻值，

以及采集的 V1、V2、V1‘、V2‘的值，可以求出绝缘电阻 R_P 与绝缘电阻 R_N 的阻值。

[00121] （2）控制器 1 在 V1＜| V2|时，选取电池组 2 的负极作为目标电极，闭合连接于电池组 2 的负极的检测回路 3 的检测开关 S5，再次采集电池组 2 的正极对参考电位端 G 的电压 V1‘‘、电池组 2 的负极对参考电位端 G 的电压 V2‘‘，可以得到：

$$\frac{V1''}{R_P} = \frac{|V2''|}{\frac{R_N \times R3}{R_N + R3}}$$ 公式（8）

[00122] 控制器 1 再联立上述公式（6）与公式（8）得到方程组，代入检测电阻 R3 的阻值，以及采集的 V1、V2、V1‘‘、V2‘‘的值，可以求出绝缘电阻 R_P 与绝缘电阻 R_N 的阻值。

[00123] 步骤 402，根据主正开关模块与主负开关模块的内侧的绝缘电阻，判断是否出现绝缘故障。若是，则直接结束；若否，则进入步骤 403。

[00124] 具体而言，根据绝缘电阻 R_P 与绝缘电阻 R_N 的阻值，判断是否出现绝缘故障，例如阻值过低的短路故障，阻值过高的不安全故障等；当绝缘电阻 R_P 与绝缘电阻 R_N 的阻值均在预设的范围内时，判定未出现绝缘故障，控制检测电路处于初始状态，即断开已闭合的主正开关模块 S1 或主负开关模块 S2，再进入步骤 403，进行绝缘电阻 R_{P_EX} 与 R_{N_EX} 的阻值的检测，提升了安全性；控制器在判定出现绝缘故障后，向整车的控制系统上报故障。另外，在完成主正开关模块 S1 与主负开关模块 S2 的外侧的绝缘电阻 R_{P_EX} 与 R_{N_EX} 的检测后，也可以根据绝缘电阻 R_{P_EX} 与 R_{N_EX} 的阻值，判断是否出现绝缘故障，在判定未出现绝缘故障后，再闭合主正开关模块 S1 与主负开关模块 S2；反之，则向整车的控制系统上报故障。

[00125] 由于第四实施例与本实施例相互对应，因此本实施例可与第四实施例互相配合实施。第四实施例中提到的相关技术细节在本实施例中依然有效，在第四实施例中所能达到的技术效果在本实施例中也同样可以实现，为了减少重复，这里不再赘述。相应地，本实施例中提到的相关技术细节也可应用在第四实施例中。

[00126] 本实施例相对于第五实施例而言，当主正开关模块的内侧和/或主负开关模块的内侧通过至少一检测回路连接到参考电位端，还能够检测主正开关模块与主负开关模块的内侧的绝缘电阻。需要说明的是，本实施例还可以作为在第六实施例或第七实施例基础上的改进，可以达到同样的技术效果。

[00127] 本领域的普通技术人员可以理解，上述各实施例是实现本申请的具体实施例，而在实际应用中，可以在形式上和细节上对其作各种改变，而不偏离本申请的精神和范围。

权利要求书

1．一种检测电路，包括：控制器、电池组、主正开关模块、主负开关模块以及至少一检测回路；

所述主正开关模块的两侧与所述主负开关模块的两侧均连接于参考电位端，且所述主正开关模块的一侧和/或所述主负开关模块的一侧通过至少一所述检测回路连接到所述参考电位端；所述电池组的正极连接于所述主正开关模块的内侧，所述电池组的负极连接于所述主负开关模块的内侧；

所述控制器用于在所述检测电路处于初始状态时，闭合所述主正开关模块或所述主负开关模块，采集所述电池组的正极与负极的电压以及所述主正开关模块的外侧与所述主负开关模块的外侧之间的电压，在闭合任一所述检测回路后，再次采集所述电池组的正极与负极的电压以及所述主正开关模块的外侧与所述主负开关模块的外侧之间的电压，其中，所述初始状态为所述主正开关模块、所述主负开关模块以及各所述检测回路均处于断开状态；

所述控制器还用于根据所述主正开关模块与所述主负开关模块的内侧的绝缘电阻，以及两次采集的所述电池组的正极与负极的电压以及所述主正开关模块的外侧与所述主负开关模块的外侧之间的电压，得到所述主正开关模块与所述主负开关模块的外侧的绝缘电阻。

2．根据权利要求 1 所述的检测电路，其中，所述检测电路还包括：预充模块，所述预充模块与所述主正开关模块或所述主负开关模块并联；

所述控制器具体用于在所述检测电路处于初始状态时，闭合所述主正开关模块、所述主负开关模块以及所述预充模块中的任意之一，采集所述电池组的正极与负极的电压以及所述主正开关模块的外侧与所述主负开关模块的外侧之间的电压，在闭合任一所述检测回路后，再次采集所述电池组的正极与负极的电压以及所述主正开关模块的外侧与所述主负开关模块的外侧之间的电压。

3．根据权利要求 1 所述的检测电路，其中，所述主正开关模块的内侧与所述主负开关模块的内侧均通过至少一所述检测回路连接到所述参考电位端；所述控制器用于在所述检测电路处于初始状态时，闭合所述主正开关模块或所述主负开关模块，采集所述电池组的正极与负极的电压以及所述主正开关模块的外侧与所述主负开关模块的外侧之间的电压，并选取所述电池组的正极与负极中电压大的电极，记作目标电极；

所述控制器用于在闭合连接于所述目标电极的所述检测回路后，再次采集所述电池组的正极与负极的电压以及所述主正开关模块的外侧与所述主负开关模块的外侧之间的电压。

4．根据权利要求 1 所述的检测电路，其中，所述主正开关模块的内侧和/或所述主负开关模块的内侧通过至少一所述检测回路连接到所述参考电位端；

所述控制器还用于在所述检测电路处于初始状态时，采集所述电池组的正极与负极的电压，在闭合任一所述检测回路后，再次采集所述电池组的正极与负极的电压，并根据两次采集的所述电池组的正极与负极的电压得到所述主正开关模块与所述主负开关模块的内侧的绝缘电阻。

5．根据权利要求 4 所述的检测电路，其中，所述控制器还用于根据所述主正开关模块与所述主负开关模块的内侧的绝缘电阻，判断是否出现绝缘故障；

所述控制器用于在判定未出现绝缘故障时，控制所述检测电路处于初始状态，并闭合所述主正开关模块或所述主负开关模块，采集所述电池组的正极与负极的电压以及所述主正开关模块的外侧与所述主负开关模块的外侧之间的电压，在闭合任一所述检测回路后，再次采集所述电池组的正极与负极的电压以及所述主正开关模块的外侧与所述主负开关模块的外侧之间的电压。

6．根据权利要求 4 所述的检测电路，其中，所述主正开关模块的内侧和所述主负开关模块的内侧均通过至少一所述检测回路连接到所述参考电位端；所述控制器用于在所述检测电路处于初始状态时，采集所述电池组的正极与负极的电压，并选取所述电池组的正极与负极中电压大的电极，记作目标电极；

所述控制器用于在闭合连接于所述目标电极的所述检测回路后，再次采集所述电池组的正极与负极的电压，并根据两次采集的所述电池组的正极与负极的电压得到所述主正开关模块与所述主负开关模块的内侧的绝缘电阻。

7．根据权利要求 1 所述的检测电路，其中，所述检测回路包括检测开关与检测电阻。

8．根据权利要求 2 所述的检测电路，其中，所述预充模块包括预充接触器与预充电阻。

9．一种检测方法，应用于权利要求 1 所述的检测电路；所述方法包括：

在所述检测电路处于初始状态时，闭合主正开关模块或主负开关模块，采集电池组的正极与负极的电压以及所述主正开关模块的外侧与所述主负开关模块的外侧之间的电压，其中，所述初始状态为所述主正开关模块、所述主负开关模块以及各所述检测回路均处于断开状态；

闭合任一所述检测回路，再次采集所述电池组的正极与负极的电压以及所述主正开关模块的外侧与所述主负开关模块的外侧之间的电压；

根据所述主正开关模块与所述主负开关模块的内侧的绝缘电阻，以及两次采集的所述电池组的正极与负极的电压以及所述主正开关模块的外侧与所述主负开关模块的外侧之间的电

压，得到所述主正开关模块与所述主负开关模块的外侧的绝缘电阻。

10．根据权利要求 9 所述的检测方法，其中，所述检测电路还包括：预充模块，所述预充模块与所述主正开关模块或所述主负开关模块并联；

所述在所述检测电路处于初始状态时，闭合主正开关模块或主负开关模块，采集电池组的正极与负极的电压以及所述主正开关模块的外侧与所述主负开关模块的外侧之间的电压，具体为：

在所述检测电路处于初始状态时，闭合所述主正开关模块、所述主负开关模块以及所述预充模块中的任意之一，采集所述电池组的正极与负极的电压以及所述主正开关模块的外侧与所述主负开关模块的外侧之间的电压。

11．根据权利要求 9 所述的检测方法，其中，所述主正开关模块的内侧与所述主负开关模块的内侧均通过至少一所述检测回路连接到参考电位端；

在所述闭合任一所述检测回路，再次采集所述电池组的正极与负极的电压以及所述主正开关模块的外侧与所述主负开关模块的外侧之间的电压之前，还包括：

选取所述电池组的正极与负极中电压大的电极，记作目标电极；

所述闭合任一所述检测回路，再次采集所述电池组的正极与负极的电压以及所述主正开关模块的外侧与所述主负开关模块的外侧之间的电压，具体为：

闭合连接于所述目标电极的所述检测回路，再次采集所述电池组的正极与负极的电压以及所述主正开关模块的外侧与所述主负开关模块的外侧之间的电压。

12．根据权利要求 9 所述的检测方法，其中，所述主正开关模块的内侧和/或所述主负开关模块的内侧通过至少一所述检测回路连接到参考电位端；

所述在所述检测电路处于初始状态时，闭合主正开关模块或主负开关模块，采集电池组的正极与负极的电压以及所述主正开关模块的外侧与所述主负开关模块的外侧之间的电压之前，还包括：

在所述检测电路处于初始状态时，采集所述电池组的正极与负极的电压，在闭合任一所述检测回路后，再次采集所述电池组的正极与负极的电压，并根据两次采集的所述电池组的正极与负极的电压得到所述主正开关模块与所述主负开关模块的内侧的绝缘电阻。

13．根据权利要求 12 所述的检测方法，其中，所述在所述检测电路处于初始状态时，闭合主正开关模块或主负开关模块，采集电池组的正极与负极的电压以及所述主正开关模块的外侧与所述主负开关模块的外侧之间的电压之前，还包括：

根据所述主正开关模块与所述主负开关模块的内侧的绝缘电阻，判断是否出现绝缘故障；

若判定未出现绝缘故障，控制所述检测电路处于初始状态，并进入所述在所述检测电路处于初始状态时，闭合主正开关模块或主负开关模块，采集电池组的正极与负极的电压以及所述主正开关模块的外侧与所述主负开关模块的外侧之间的电压的步骤。

14．根据权利要求 12 所述的检测方法，其中，所述主正开关模块的内侧和所述主负开关模块的内侧均通过至少一所述检测回路连接到参考电位端；

所述在所述检测电路处于初始状态时，采集所述电池组的正极与负极的电压，在闭合任一所述检测回路后，再次采集所述电池组的正极与负极的电压，并根据两次采集的所述电池组的正极与负极的电压得到所述主正开关模块与所述主负开关模块的内侧的绝缘电阻，包括：

在所述检测电路处于初始状态时，采集所述电池组的正极与负极的电压，并选取所述电池组的正极与负极中电压大的电极，记作目标电极；

闭合连接于所述目标电极的所述检测回路，再次采集所述电池组的正极与负极的电压，并根据两次采集的所述电池组的正极与负极的电压得到所述主正开关模块与所述主负开关模块的内侧的绝缘电阻。

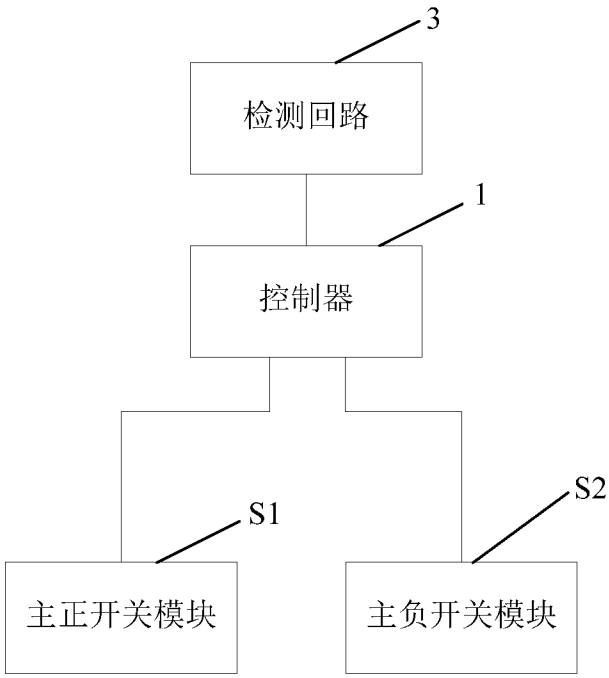

3
检测回路
1
控制器
S1
S2
主正开关模块
主负开关模块

图 1

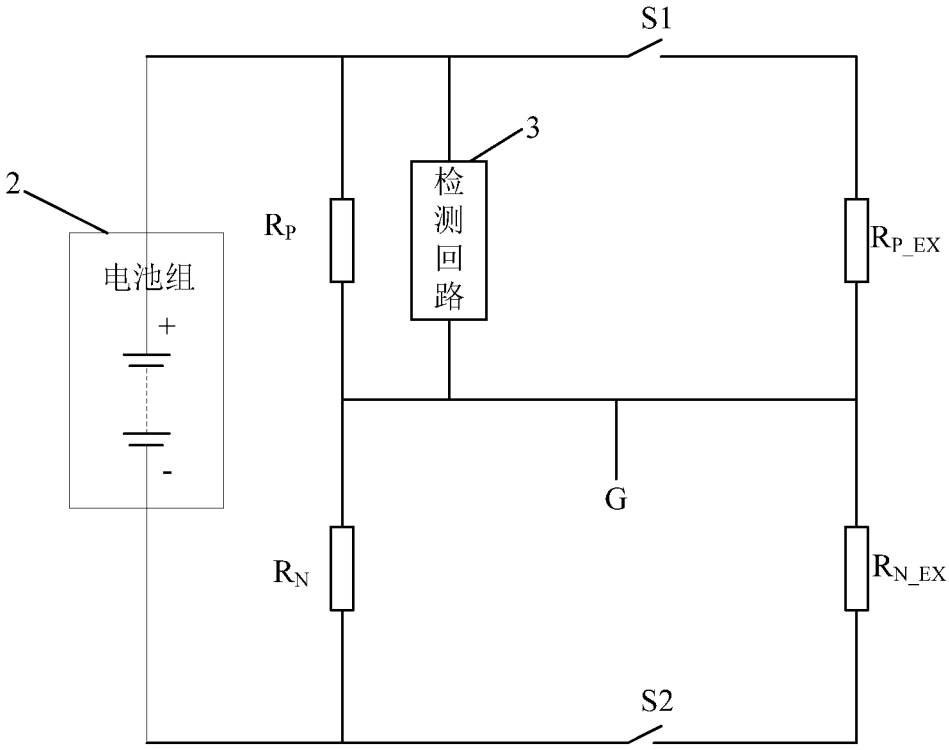

S1
3
2
检测回路
R_P
R_{P_EX}
电池组
+
-
G
R_N
R_{N_EX}
S2

图 2

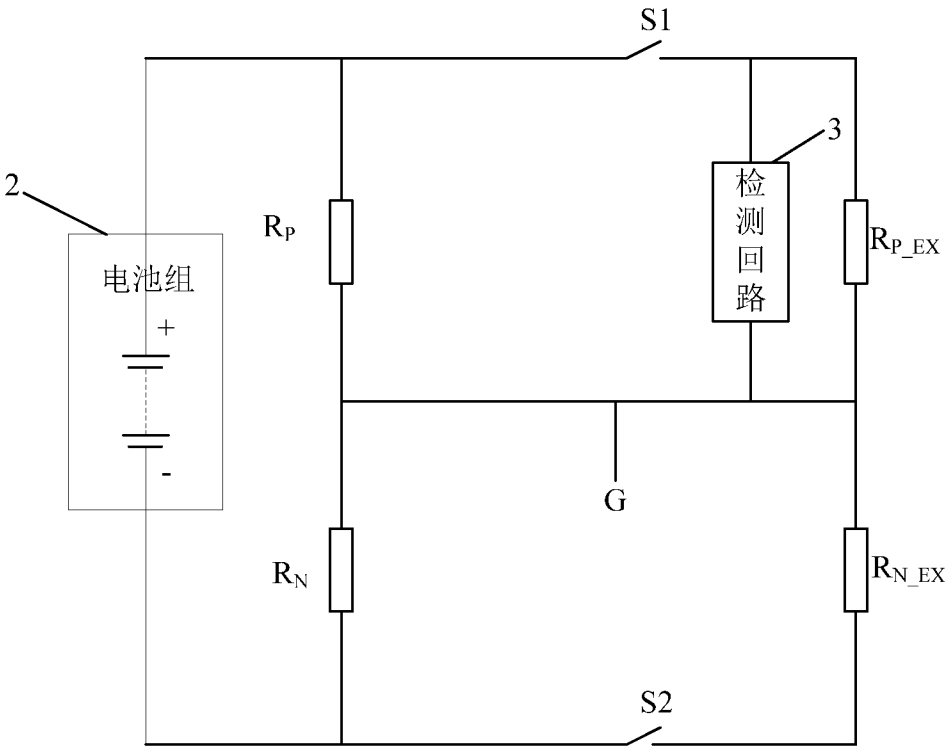

S1
3
2
检测回路
电池组
+
-
R_P
R_{P_EX}
G
R_N
R_{N_EX}
S2

图 3

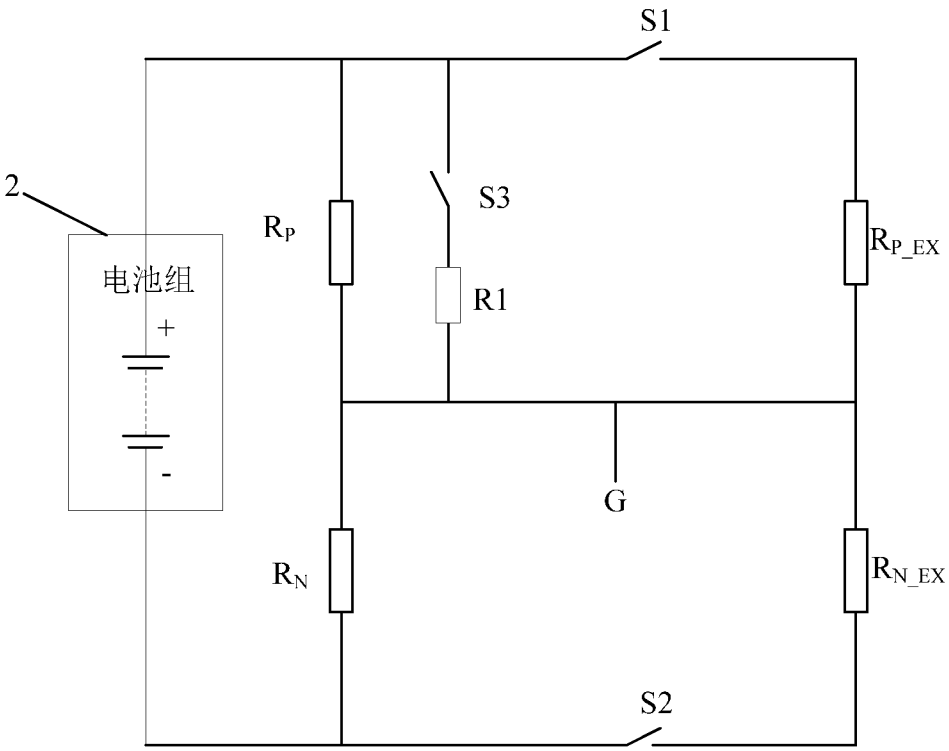

S1
2
S3
电池组
+
-
R_P
R1
R_{P_EX}
G
R_N
R_{N_EX}
S2

图 4

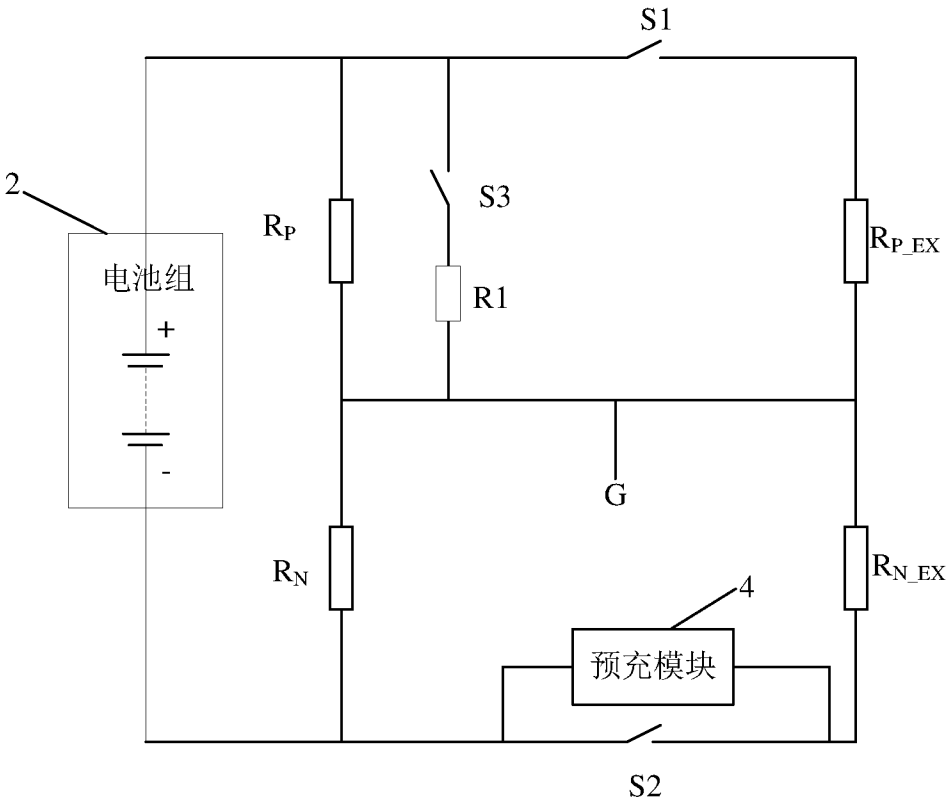

S1
2
电池组
+
-
S3
R1
R_P
R_{P_EX}
G
R_N
R_{N_EX}
4
预充模块
S2

图 5

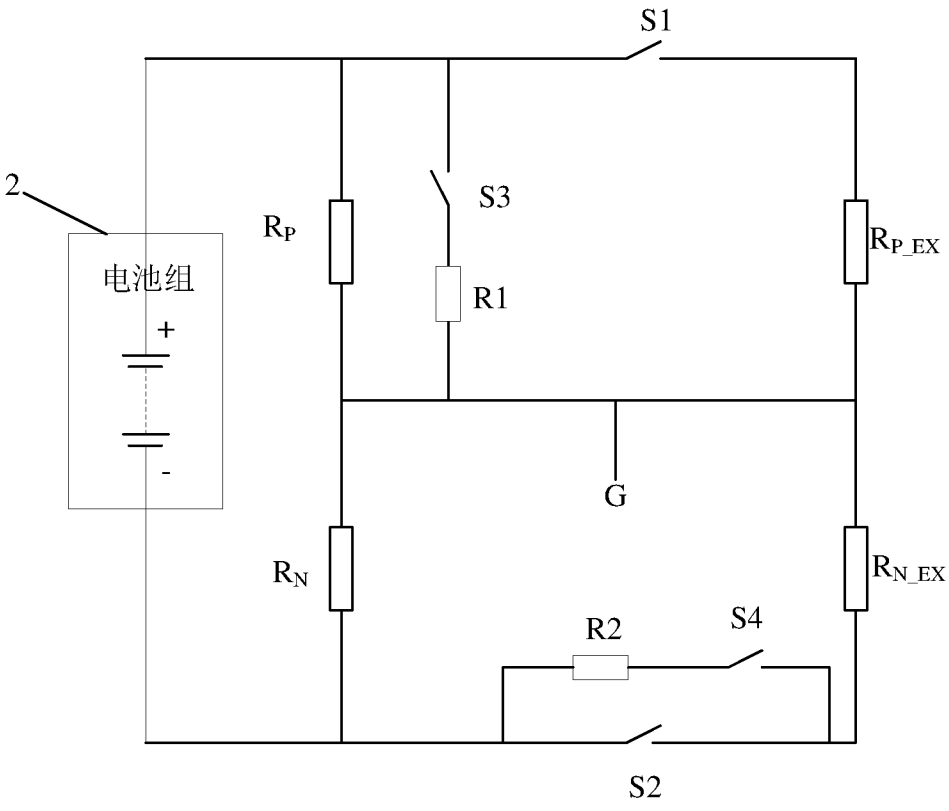

S1
2
电池组
+
-
S3
R1
R_P
R_{P_EX}
G
R_N
R_{N_EX}
R2
S4
S2

图 6

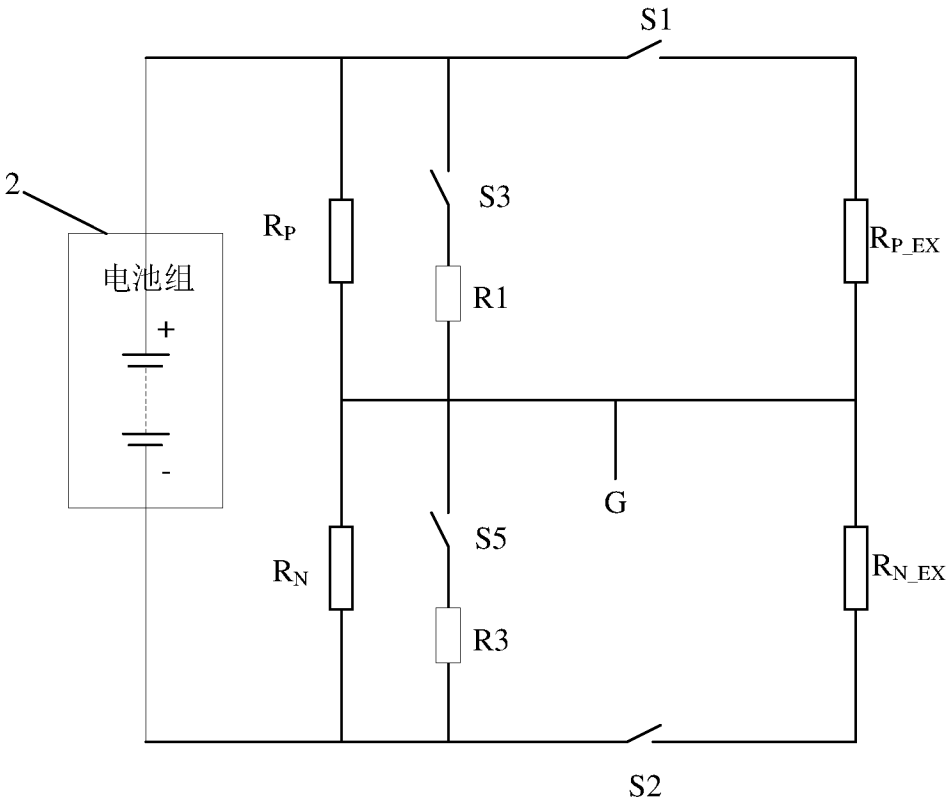

S1
2
电池组
+
-
R_P
S3
R1
R_{P_EX}
G
R_N
S5
R3
R_{N_EX}
S2

图 7

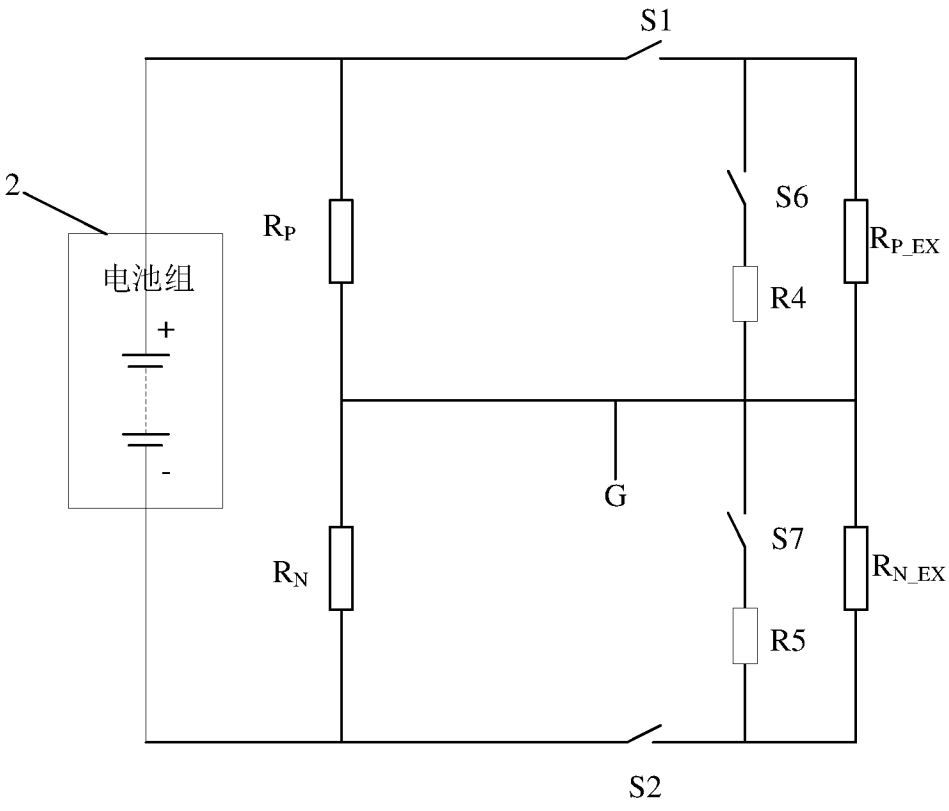

S1
2
电池组
+
-
R_P
S6
R4
R_{P_EX}
G
R_N
S7
R5
R_{N_EX}
S2

图 8

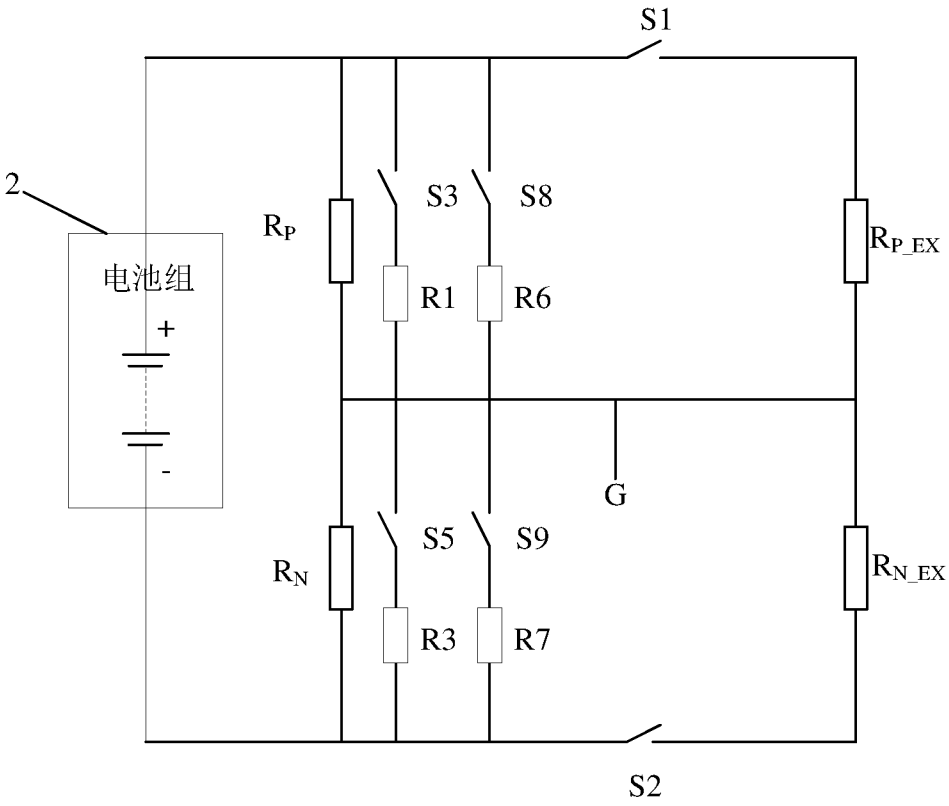

S1
2
电池组
+
-
R_P
S3
S8
R1
R6
R_{P_EX}
G
R_N
S5
S9
R3
R7
R_{N_EX}
S2

图 9

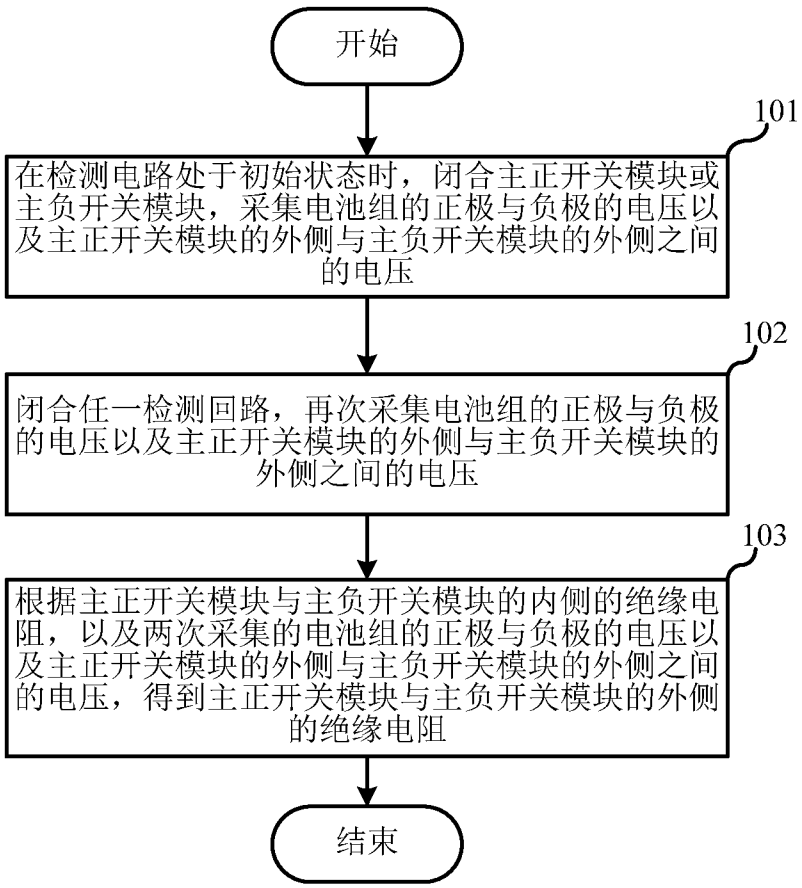

开始
101
在检测电路处于初始状态时，闭合主正开关模块或主负开关模块，采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压
102
闭合任一检测回路，再次采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压
103
根据主正开关模块与主负开关模块的内侧的绝缘电阻，以及两次采集的电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压，得到主正开关模块与主负开关模块的外侧的绝缘电阻
结束

图 10

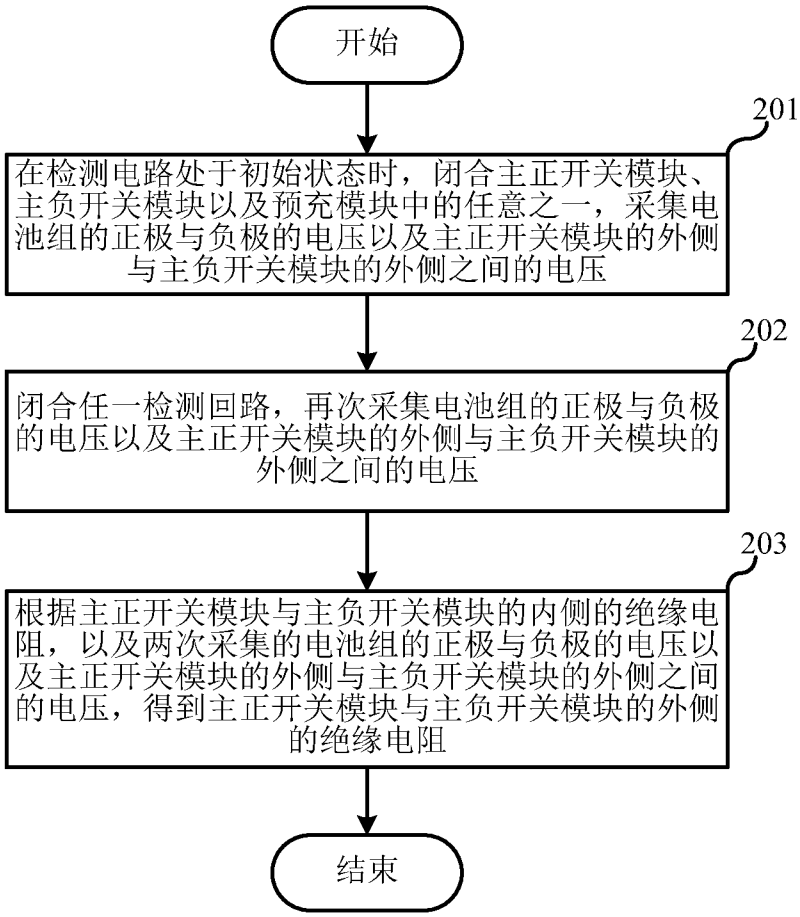

开始
201
在检测电路处于初始状态时，闭合主正开关模块、主负开关模块以及预充模块中的任意之一，采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压
202
闭合任一检测回路，再次采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压
203
根据主正开关模块与主负开关模块的内侧的绝缘电阻，以及两次采集的电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压，得到主正开关模块与主负开关模块的外侧的绝缘电阻
结束

图 11

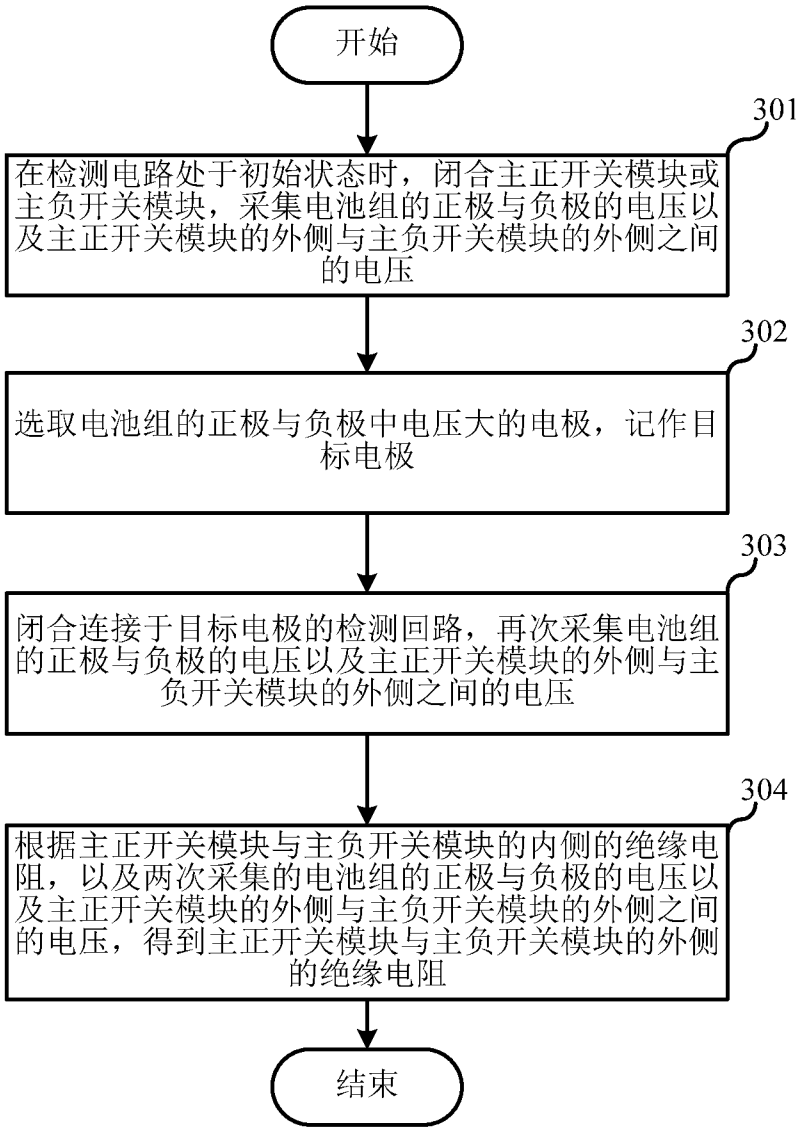

开始
301
在检测电路处于初始状态时，闭合主正开关模块或主负开关模块，采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压
302
选取电池组的正极与负极中电压大的电极，记作目标电极
303
闭合连接于目标电极的检测回路，再次采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压
304
根据主正开关模块与主负开关模块的内侧的绝缘电阻，以及两次采集的电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压，得到主正开关模块与主负开关模块的外侧的绝缘电阻
结束

图 12

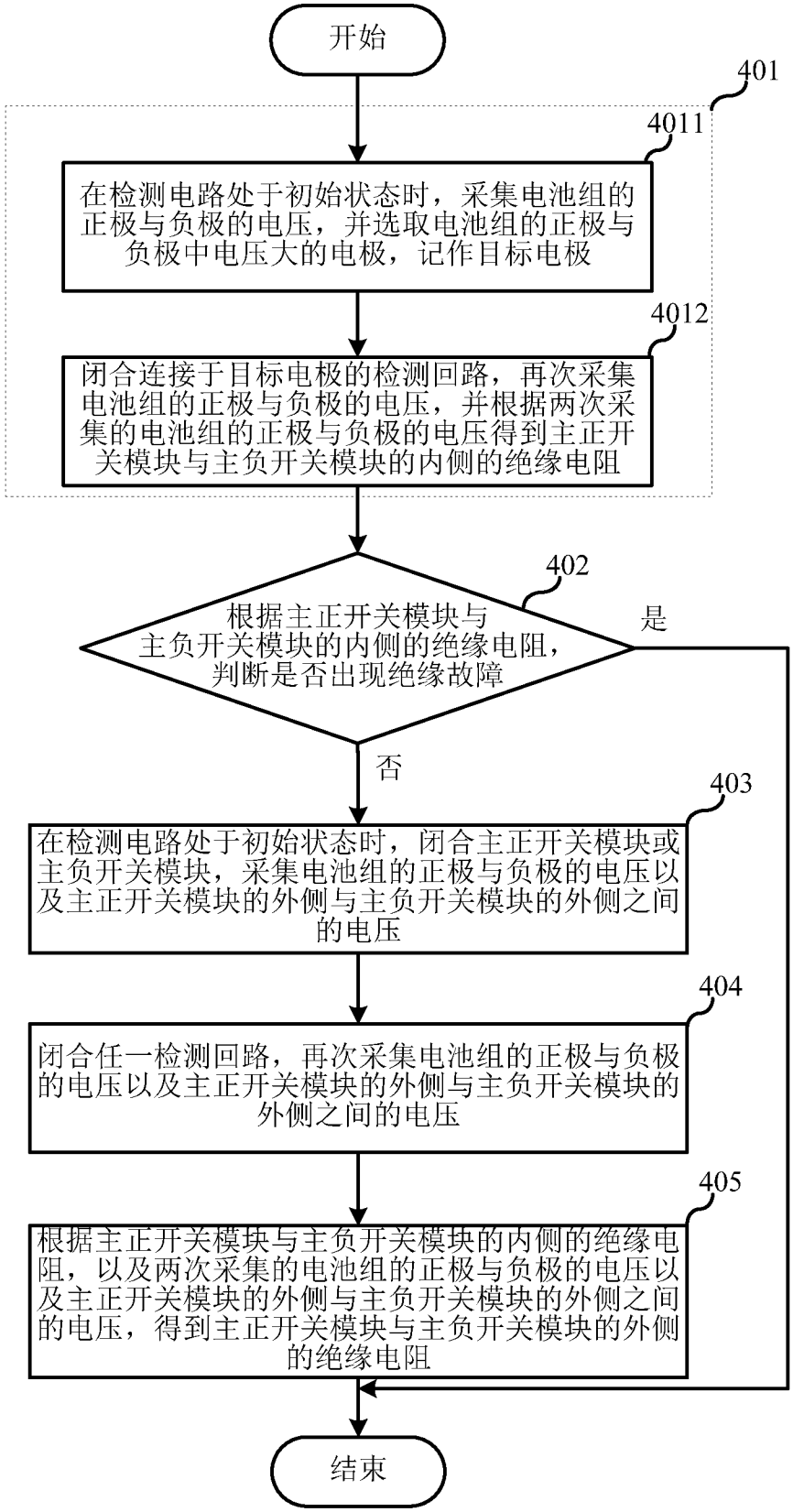

开始
401
4011
在检测电路处于初始状态时，采集电池组的正极与负极的电压，并选取电池组的正极与负极中电压大的电极，记作目标电极
4012
闭合连接于目标电极的检测回路，再次采集电池组的正极与负极的电压，并根据两次采集的电池组的正极与负极的电压得到主正开关模块与主负开关模块的内侧的绝缘电阻
402
根据主正开关模块与主负开关模块的内侧的绝缘电阻，判断是否出现绝缘故障
是
否
403
在检测电路处于初始状态时，闭合主正开关模块或主负开关模块，采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压
404
闭合任一检测回路，再次采集电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压
405
根据主正开关模块与主负开关模块的内侧的绝缘电阻，以及两次采集的电池组的正极与负极的电压以及主正开关模块的外侧与主负开关模块的外侧之间的电压，得到主正开关模块与主负开关模块的外侧的绝缘电阻
结束

图 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2020/076601

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 27/02(2006.01)i; G01R 31/36(2019.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R27, G01R31, B60L3

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT: 宁德时代新能源, 电池, 高压, 主负, 主正, 总负, 总正, 正极, 负极, 电压, 继电器, 开关, 接触器, 绝缘阻抗, 绝缘阻值, 外部, 外端, 外侧, 负载, 闭合, 打开, 开闭 VEN: contactor, relay, switch, battery, insulation, impedance, resistor, resistance, dc, direct current, negative, positive, close, load, outer side, cathode, anode

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 109212385 A (BORGWARD CHINA CO., LTD.) 15 January 2019 (2019-01-15) description, paragraphs 56-75, and figure 1	1, 2, 7-10
Y	CN 109212385 A (BORGWARD CHINA CO., LTD.) 15 January 2019 (2019-01-15) description, paragraphs 56-75, and figure 1	3-6, 11-14
X	WO 2018139830 A1 (LG CHEMICAL LTD.) 02 August 2018 (2018-08-02) description, paragraphs 30-54, and figures 1-3	1, 2, 7-10
Y	WO 2018139830 A1 (LG CHEMICAL LTD.) 02 August 2018 (2018-08-02) description, paragraphs 30-54, and figures 1-3	3-6, 11-14
Y	CN 109100618 A (UNITED AUTOMOTIVE ELECTRONIC SYSTEMS CO., LTD.) 28 December 2018 (2018-12-28) description, paragraphs 63-79, and figures 1 and 2	3-6, 11-14
A	US 2016154064 A1 (HELLA KGAA HUECK & CO.) 02 June 2016 (2016-06-02) entire document	1-14
A	CN 207181530 U (SHANGHAI KEHAI HUATAI SHIP ELECTRIC CO., LTD.) 03 April 2018 (2018-04-03) entire document	1-14

☑ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
20 May 2020	**28 May 2020**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088** **China** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 104020421 A (ZHEJIANG BUSINESS TECHNOLOGY INSTITUTE) 03 September 2014 (2014-09-03) entire document	1-14
A	KR 20150084532 A (LG CHEMICAL LTD.) 22 July 2015 (2015-07-22) entire document	1-14
A	CN 208239523 U (GEELY AUTOMOBILE RESEARCH INSTITUTE (NINGBO) CO., LTD. et al.) 14 December 2018 (2018-12-14) entire document	1-14
A	US 2007285102 A1 (SMA TECHNOLOGIE AG) 13 December 2007 (2007-12-13) entire document	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2020/076601

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109212385	A	15 January 2019	None			
WO	2018139830	A1	02 August 2018	KR	20180086983	A	01 August 2018
				EP	3480612	A4	13 November 2019
				CN	109564266	A	02 April 2019
				JP	2019521361	A	25 July 2019
				KR	102069942	B1	23 January 2020
				US	2019242933	A1	08 August 2019
				EP	3480612	A1	08 May 2019
CN	109100618	A	28 December 2018	None			
US	2016154064	A1	02 June 2016	CN	105652190	B	15 March 2019
				CN	105652190	A	08 June 2016
				US	9817073	B2	14 November 2017
				DE	102014117417	A1	02 June 2016
CN	207181530	U	03 April 2018	None			
CN	104020421	A	03 September 2014	CN	104020421	B	16 June 2017
KR	20150084532	A	22 July 2015	KR	101675191	B1	10 November 2016
CN	208239523	U	14 December 2018	None			
US	2007285102	A1	13 December 2007	EP	1857825	A1	21 November 2007
				US	7576547	B2	18 August 2009
				EP	1857825	B1	10 July 2019
				US	RE44455	E	27 August 2013
				DE	102006022686	A1	22 November 2007
				DE	102006022686	B4	15 March 2018
				US	RE44455	E1	27 August 2013

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2020/076601

A. 主题的分类

G01R 27/02(2006.01)i; G01R 31/36(2019.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G01R27, G01R31, B60L3

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词（如使用）)

CNABS;CNTXT:宁德时代新能源, 电池, 高压, 主负, 主正, 总负, 总正, 正极, 负极, 电压, 继电器, 开关, 接触器, 绝缘阻抗, 绝缘阻值, 外部, 外端, 外侧, 负载, 闭合, 打开, 开闭 VEN:contactor, relay, switch, battery, insulation, impedance, resistor, resistance, dc, direct current, negative, positive, close, load, outer side, cathode, anode

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 109212385 A (宝沃汽车中国有限公司) 2019年 1月 15日 (2019-01-15) 说明书第56-75段、图1	1-2, 7-10
Y	CN 109212385 A (宝沃汽车中国有限公司) 2019年 1月 15日 (2019-01-15) 说明书第56-75段、图1	3-6, 11-14
X	WO 2018139830 A1 (LG CHEMICAL LTD.) 2018年 8月 2日 (2018-08-02) 说明书第30-54段、图1-3	1-2, 7-10
Y	WO 2018139830 A1 (LG CHEMICAL LTD.) 2018年 8月 2日 (2018-08-02) 说明书第30-54段、图1-3	3-6, 11-14
Y	CN 109100618 A (联合汽车电子有限公司) 2018年 12月 28日 (2018-12-28) 说明书第63-79段、图1-2	3-6, 11-14
A	US 2016154064 A1 (HELLA KGAA HUECK & CO.) 2016年 6月 2日 (2016-06-02) 全文	1-14
A	CN 207181530 U (上海科海华泰船舶电气有限公司) 2018年 4月 3日 (2018-04-03) 全文	1-14

☑ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2020年 5月 20日	2020年 5月 28日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 刘俊杰 电话号码 80-010-62089542

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 104020421 A (浙江工商职业技术学院) 2014年 9月 3日 (2014-09-03) 全文	1-14
A	KR 20150084532 A (LG CHEMICAL LTD.) 2015年 7月 22日 (2015-07-22) 全文	1-14
A	CN 208239523 U (吉利汽车研究院宁波有限公司等) 2018年 12月 14日 (2018-12-14) 全文	1-14
A	US 2007285102 A1 (SMA TECHNOLOGIE AG) 2007年 12月 13日 (2007-12-13) 全文	1-14

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2020/076601

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	109212385	A	2019年 1月 15日		无		
WO	2018139830	A1	2018年 8月 2日	KR	20180086983	A	2018年 8月 1日
				EP	3480612	A4	2019年 11月 13日
				CN	109564266	A	2019年 4月 2日
				JP	2019521361	A	2019年 7月 25日
				KR	102069942	B1	2020年 1月 23日
				US	2019242933	A1	2019年 8月 8日
				EP	3480612	A1	2019年 5月 8日
CN	109100618	A	2018年 12月 28日		无		
US	2016154064	A1	2016年 6月 2日	CN	105652190	B	2019年 3月 15日
				CN	105652190	A	2016年 6月 8日
				US	9817073	B2	2017年 11月 14日
				DE	102014117417	A1	2016年 6月 2日
CN	207181530	U	2018年 4月 3日		无		
CN	104020421	A	2014年 9月 3日	CN	104020421	B	2017年 6月 16日
KR	20150084532	A	2015年 7月 22日	KR	101675191	B1	2016年 11月 10日
CN	208239523	U	2018年 12月 14日		无		
US	2007285102	A1	2007年 12月 13日	EP	1857825	A1	2007年 11月 21日
				US	7576547	B2	2009年 8月 18日
				EP	1857825	B1	2019年 7月 10日
				US	RE44455	E	2013年 8月 27日
				DE	102006022686	A1	2007年 11月 22日
				DE	102006022686	B4	2018年 3月 15日
				US	RE44455	E1	2013年 8月 27日