

(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 7 月 23 日 (23.07.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/147748 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/CN2020/072250
- (22) 国际申请日: 2020 年 1 月 15 日 (15.01.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201910035203.7 2019 年 1 月 15 日 (15.01.2019) 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: 杜宝海 (DU, Baohai); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路 2 号, Fujian 352100 (CN)。

吴国秀 (WU, Guoxiu); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路 2 号, Fujian 352100 (CN)。李伟强 (LI, Weiqiang); 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, Qiadeng); 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: 北京东方亿思知识产权代理有限公司 (BEIJING EAST IP LTD.); 中国北京市东城区东长安街 1 号东方广场东方经贸城东 2 座 1601 室, Beijing 100738 (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, 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,

(54) Title: INSULATION DETECTION CIRCUIT, DETECTION METHOD, AND BATTERY MANAGEMENT SYSTEM

(54) 发明名称: 绝缘检测电路及检测方法、电池管理系统

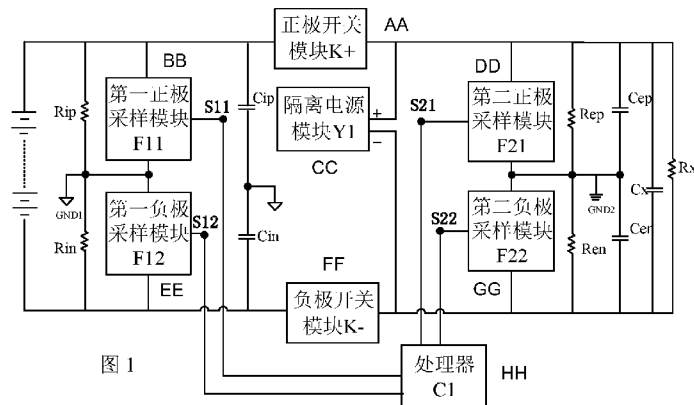


图 1

AA POSITIVE ELECTRODE SWITCH MODULE K+
BB FIRST POSITIVE ELECTRODE SAMPLING MODULE F11
CC ISOLATED POWER MODULE Y1
DD SECOND POSITIVE ELECTRODE SAMPLING MODULE F21
EE FIRST NEGATIVE ELECTRODE SAMPLING MODULE F12
FF NEGATIVE ELECTRODE SWITCH MODULE K-
GG SECOND NEGATIVE ELECTRODE SAMPLING MODULE F22
HH PROCESSOR C1

(57) Abstract: An insulation detection circuit, a detection method, and a battery management system. The insulation detection circuit comprises an isolated power module (Y1), a first positive electrode sampling module (F11), a first negative electrode sampling module (F12), a second positive electrode sampling module (F21), a second negative electrode sampling module (F22), and a processor (C1); a first end of the second positive electrode sampling module (F21) is separately connected to the positive electrode of the isolated power module (Y1) and a second end of a positive electrode switch module (K+), and a second end of the second positive electrode sampling module (F21) is connected to a second reference voltage end; a first end of the second negative electrode sampling module (F22) is

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))。

connected to the second reference voltage end, and a second end of the second negative electrode sampling module (F22) is separately connected to the negative electrode of the isolated power module (Y1) and a second end of a negative electrode switch module (K-); the processor (C1) is separately connected to a first sampling point (S11), a second sampling point (S12), a third sampling point (S21), and a fourth sampling point (S22). The insulation detection circuit can detect the insulation resistance of a load side when the positive electrode switch module (K+) or the negative electrode switch module (K-) is not closed.

(57) 摘要: 一种绝缘检测电路及检测方法、电池管理系统。绝缘检测电路包括: 隔离电源模块 (Y1)、第一正极采样模块 (F11)、第一负极采样模块 (F12)、第二正极采样模块 (F21)、第二负极采样模块 (F22) 和处理器 (C1), 其中, 第二正极采样模块 (F21) 的第一端分别与隔离电源模块 (Y1) 的正极和正极开关模块 (K+) 的第二端连接, 第二正极采样模块 (F21) 的第二端与第二参考基准电压端连接; 第二负极采样模块 (F22) 的第一端与第二参考基准电压端连接, 第二负极采样模块 (F22) 的第二端分别与隔离电源模块 (Y1) 的负极和负极开关模块 (K-) 的第二端连接; 处理器 (C1) 分别与第一采样点在 (S11)、第二采样点 (S12)、第三采样点 (S21) 和第四采样点 (S22) 连接。绝缘检测电路能够检测到正极开关模块 (K+) 或者负极开关模块 (k-) 不闭合时负载所在侧的绝缘阻抗。

绝缘检测电路及检测方法、电池管理系统

相关申请的交叉引用

本申请要求享有于 2019 年 01 月 15 日提交的名称为“绝缘检测电路及检测方法、电池管理系统”的中国专利申请第 201910035203.7 号的优先权，该申请的全部内容通过引用并入本文中。

技术领域

本申请涉及电池技术领域，具体涉及一种绝缘检测电路及检测方法、电池管理系统。

背景技术

电池组负责为电动汽车的电动机提供电能，电池组通过正极开关模块和负极开关模块与负载连接。由 $P=UI$ 可知，要达到较大的功率输出，必然需要使用高电压或者大电流方案。在使用高电压方案时，随着绝缘材料的老化或者损坏，易将高压直接引入乘员舱发生危险；在使用大电流方案时，高压回路上的线损比较大，温升速率快，会降低材料的绝缘性能，因此，提前检测并发出绝缘异常的预警变得尤为重要。

目前，主要基于交流注入法或者分压法对电池组进行绝缘检测，但是，交流注入法或者分压法只能检测到电池组在正极开关模块或者负极开关模块闭合前的待测电池组所在侧绝缘阻抗，或者正极开关模块或者负极开关模块闭合后的内负载所在侧绝缘阻抗，无法检测到正极开关模块或者负极开关模块不闭合时的负载所在侧绝缘阻抗，而当正极开关模块或者负极开关模块闭合，若负载所在侧绝缘阻抗存在问题，会导致控制器的损坏，更严重地，若负载所在侧正极对或者负载所在侧负极对参考地出现绝缘故障或者外部用电设备出现短路时，会直接导致电池组短路，影响电动汽车的安全运行。

申请内容

本申请的目的是提供一种绝缘检测电路及检测方法、电池管理系统，能够检测到正极开关模块或者负极开关模块不闭合时负载所在侧的绝缘阻抗。

第一方面，本申请实施例提供一种绝缘检测电路，该绝缘检测电路包括：隔离电源模块、第一正极采样模块、第一负极采样模块、第二正极采样模块、第二负极采样模块和处理器，其中，

第一正极采样模块的第一端分别与待测电池组的正极和正极开关模块的第一端连接，第一正极采样模块的第二端与第一参考基准电压端连接，第一正极采样模块被配置为第一采样点提供第一采样信号；

第一负极采样模块的第一端与第一参考基准电压端连接，第一负极采样模块的第二端分别与待测电池组的负极和负极开关模块的第一端连接，第一负极采样模块被配置为第二采样点提供第二采样信号；

第二正极采样模块的第一端分别与隔离电源模块的正极和正极开关模块的第二端连接，第二正极采样模块的第二端与第二参考基准电压端连接，第二正极采样模块被配置为第三采样点提供第三采样信号；

第二负极采样模块的第一端与第二参考基准电压端连接，第二负极采样模块的第二端分别与隔离电源模块的负极和负极开关模块的第二端连接，第二负极采样模块被配置为第四采样点提供第四采样信号；

处理器分别与第一采样点、第二采样点、第三采样点和第四采样点连接，处理器被配置为，根据第一采样信号和第二采样信号，得到待测电池组所在侧正极高压电路相对于第一参考电压端的绝缘阻值和待测电池组所在侧负极高压电路相对于第一参考电压端的绝缘阻值，根据第三采样信号和第四采样信号，得到负载所在侧正极高压电路相对于第二参考电压端的绝缘阻值和负载所在侧负极高压电路相对于第二参考电压端的绝缘阻值。

根据本申请第一方面的实施方式，第一正极采样模块包括串联的第一电阻网络、第二电阻网络和第一开关器件；第一电阻网络的第一端分别与待测电池组的正极和正极开关模块的第一端连接，第一电阻网络的第二端

分别与第二电阻网络的第一端和第一采样点连接，第二电阻网络的第二端与第一参考基准电压端连接；第一负极采样模块包括第三电阻网络、第四电阻网络和第二开关器件；第三电阻网络的第一端与第一参考基准电压端连接，第三电阻网络的第二端分别与第二采样点连接和第四电阻网络的第一端连接，第四电阻网络的第二端分别与待测电池组的负极和负极开关模块的第一端连接。

根据本申请第一方面前述任一实施方式，绝缘检测电路还包括第一上拉电压源和第九电阻网络，第九电阻网络的第一端与第一上拉电压源连接，第九电阻网络的第二端第二采样点连接。

根据本申请第一方面前述任一实施方式，绝缘检测电路还包括串联的第十电阻网络和第三开关器件，及串联的第十一电阻网络和第四开关器件；第十电阻网络的第一端与待测电池组的正极连接，第十电阻网络的第二端与第一参考基准电压端连接；第十一电阻网络的第一端与第一参考基准电压端连接，第十一电阻网络的第二端与待测电池组的负极连接。

根据本申请第一方面前述任一实施方式，绝缘检测电路还包括第十二电阻网络和第十三电阻网络，第十二电阻网络与第十电阻网络和第三开关器件串联，第十二电阻网络的第一端与第十电阻网络的第二端连接，第十二电阻网络的第二端与第一参考基准电压端连接；第十三电阻网络与第十一电阻网络和第四开关器件串联，第十三电阻网络的第一端与第十一电阻网络的第二端连接，第十三电阻网络的第二端与待测电池组的负极连接。

根据本申请第一方面前述任一实施方式，绝缘检测电路还包括第一滤波单元和第二滤波单元；第一滤波单元的第一端与第一采样点连接，第一滤波单元的第二端与处理器连接，用于对第一采样信号进行滤波处理；第二滤波单元的第一端与第二采样点连接，第二滤波单元的第二端与处理器连接，用于对第二采样信号进行滤波处理。

根据本申请第一方面前述任一实施方式，第二正极采样模块包括串联的第五电阻网络、第六电阻网络和第五开关器件；第五电阻网络的第一端与隔离电源模块的正极和正极开关模块的第二端连接，第五电阻网络的第二端分别与第三采样点和第六电阻网络的第一端连接，第六电阻网络的第

二端和第二参考基准电压端连接；第二负极采样模块包括串联的第七电阻网络、第八电阻网络和第六开关器件；第七电阻网络的第一端与第二参考基准电压端连接，第七电阻网络的第二端分别与第四采样点和第八电阻网络的第一端连接，第八电阻网络的第二端分别与隔离电源模块的负极和负极开关模块的第二端连接。

根据本申请第一方面前述任一实施方式，绝缘检测电路还包括第二上拉电压源和第十四电阻网络，第十四电阻网络的第一端与第二上拉电压源连接，第十四电阻网络的第二端第四采样点连接。

根据本申请第一方面前述任一实施方式，绝缘检测电路还包括串联的第十五电阻网络和第七开关器件，及串联的第十六电阻网络和第八开关器件；其中，第十五电阻网络的第一端与隔离电源模块的正极连接，第十五电阻网络的第二端与第二参考基准电压端连接；第十六电阻网络的第一端与第二参考基准电压端连接，第十六电阻网络的第二端与隔离电源模块的负极连接。

根据本申请第一方面前述任一实施方式，绝缘检测电路还包括第十七电阻网络和第十八电阻网络；其中，第十七电阻网络与第十五电阻网络和第七开关器件串联，第十七电阻网络的第一端与第十五电阻网络的第二端连接，第十七电阻网络的第二端与第二参考基准电压端连接；第十八电阻网络与第十六电阻网络和第八开关器件串联，第十八电阻网络的第一端与第十六电阻网络的第二端连接，第十八电阻网络的第二端与隔离电源模块的负极连接。

根据本申请第一方面前述任一实施方式，绝缘检测电路还包括第三滤波单元和第四滤波单元；第三滤波单元的第一端与第三采样点连接，第三滤波单元的第二端与处理器连接，用于对第三采样信号进行滤波处理；第四滤波单元的第一端与第四采样点连接，第四滤波单元的第二端与处理器连接，用于对第四采样信号进行滤波处理。

根据本申请第一方面前述任一实施方式，绝缘检测电路还包括：第一模数转换单元、第二模数转换单元、第三模数转换单元和第四模数转换单元，其中，第一模数转换单元的两端分别与第一采样点和处理器连接；第

二模数转换单元的两端分别与第二采样点和处理器连接；第三模数转换单元的两端分别与第三采样点和处理器连接；第四模数转换单元的两端分别与第四采样点和处理器连接。

根据本申请第一方面前述任一实施方式，隔离电源模块包括相连接的隔离电源驱动单元和变压器；隔离电源驱动单元由直流电压源或者电池组供电；隔离电源驱动单元及变压器对直流电压源或者电池组的输出电压进行处理后，为隔离电源模块的正极和负极供电。

根据本申请第一方面前述任一实施方式，变压器的线圈包括两端，分别为第一端和第二端，其中，位于变压器第一侧的线圈的第一端与隔离电源驱动单元的第一输出端连接，位于变压器第一侧的线圈的第二端与隔离电源驱动单元的第二输出端连接；位于变压器第二侧的线圈的第一端为隔离电源模块的正极供电，位于变压器第二侧的线圈的第二端为隔离电源模块的负极供电。

根据本申请第一方面前述任一实施方式，变压器的线圈包括三端，分别为第一端、第二端和第三端，其中，位于变压器第一侧的线圈的第一端与隔离电源驱动单元的第一输出端连接，位于变压器第一侧的线圈的第二端与第三参考基准电压端连接，位于变压器第一侧的线圈的第三端与隔离电源驱动单元的第二输出端连接；位于变压器第二侧的线圈的第一端为隔离电源模块的正极供电，位于变压器第二侧的线圈的第二端为隔离电源模块的负极供电，位于变压器第二侧的线圈的第三端用于连接位于变压器第二侧的线圈的第一端。

根据本申请第一方面前述任一实施方式，隔离电源模块还包括第十九电阻网络，第十九电阻网络位于变压器第二侧的线圈与隔离电源模块的正极或者负极之间的线路上。

根据本申请第一方面前述任一实施方式，隔离电源模块还包括第一隔离传输单元；第一隔离传输单元的第一端与第十九电阻网络的第一端或者第二端连接，第一隔离传输单元的第二端与隔离电源驱动单元的第一输入端连接。

根据本申请第一方面前述任一实施方式，隔离电源模块还包括依次电

连接的电流采样单元、第二隔离传输单元和微处理单元；电流采样单元包括第一采样端和第二采样端，第一采样端与第十九电阻网络的第一端连接，第二采样端与第十九电阻网络的第二端连接，微处理单元还与隔离电源驱动单元的第二输入端连接。

第二方面，本申请实施例还提供一种电池管理系统，该电池管理系统包括如上的绝缘检测电路。

第三方面，本申请实施例还提供一种绝缘检测电路的检测方法，用于如上的绝缘检测电路，该方法包括：从第一采样点得到第一采样信号，以及从第二采样点得到第二采样信号，根据第一采样信号和第二采样信号，得到待测电池组所在侧正极高压电路相对于第一参考电压端的绝缘阻值和待测电池组所在侧负极高压电路相对于第一参考电压端的绝缘阻值；从第三采样点得到第三采样信号，从第四采样点得到第四采样信号，根据第三采样信号和第四采样信号，得到负载所在侧正极高压电路相对于第二参考电压端的绝缘阻值和负载所在侧负极高压电路相对于第二参考电压端的绝缘阻值。

根据本申请第三方面的实施方式，第一正极采样模块包括串联的第一电阻网络、第二电阻网络和第一开关器件；第一电阻网络的第一端分别与待测电池组的正极和正极开关模块的第一端连接，第一电阻网络的第二端分别与第二电阻网络的第一端和第一采样点连接，第二电阻网络的第二端与第一参考基准电压端连接；第一负极采样模块包括第三电阻网络、第四电阻网络和第二开关器件；第三电阻网络的第一端与第一参考基准电压端连接，第三电阻网络的第二端分别与第二采样点连接和第四电阻网络的第一端连接，电阻网络的第二端分别与待测电池组的负极和负极开关模块的第一端连接；从第一采样点得到第一采样信号，以及从第二采样点得到第二采样信号，包括：闭合第一开关器件，断开第二开关器件，从第一采样点得到第一采样信号；断开第一开关器件，闭合第二开关器件，从第二采样点得到第二采样信号。

根据本申请第三方面前述任一实施方式，第一正极采样模块包括串联的第一电阻网络、第二电阻网络和第一开关器件；第一电阻网络的第一端

分别与待测电池组的正极和正极开关模块的第一端连接，第一电阻网络的第二端分别与第二电阻网络的第一端和第一采样点连接，第二电阻网络的第二端与第一参考基准电压端连接；第一负极采样模块包括第三电阻网络、第四电阻网络和第二开关器件；第三电阻网络的第一端与第一参考基准电压端连接，第三电阻网络的第二端分别与第二采样点连接和第四电阻网络的第一端连接，电阻网络的第二端分别与待测电池组的负极和负极开关模块的第一端连接；绝缘检测电路还包括串联的第十电阻网络和第三开关器件，及串联的第十一电阻网络和第四开关器件；第十电阻网络的第一端与待测电池组的正极连接，第十电阻网络的第二端与第一参考基准电压端连接；第十一电阻网络的第一端与第一参考基准电压端连接，第十一电阻网络的第二端与待测电池组的负极连接；从第一采样点得到第一采样信号，以及从第二采样点得到第二采样信号，包括：闭合第一开关器件和第二开关器件；从第一采样点得到第一采样电压，以及从第二采样点得到第二采样电压；若第一采样电压大于等于第二采样电压，则闭合第三开关器件，从第一采样点得到第一采样信号，以及从第二采样点得到第二采样信号；若第一采样电压小于第二采样电压，则断开第三开关器件，闭合第四开关器件，从第一采样点得到第一采样信号，以及从第二采样点得到第二采样信号。

根据本申请第三方面前述任一实施方式，第二正极采样模块包括串联的第五电阻网络、第六电阻网络和第五开关器件；第五电阻网络的第一端与隔离电源模块的正极和正极开关模块的第二端连接，第五电阻网络的第二端分别与第三采样点和第六电阻网络的第一端连接，第六电阻网络的第二端和第二参考基准电压端连接；第二负极采样模块包括串联的第七电阻网络、第八电阻网络和第六开关器件；第七电阻网络的第一端与第二参考基准电压端连接，第七电阻网络的第二端分别与第四采样点和第八电阻网络的第一端连接，第八电阻网络的第二端分别与隔离电源模块的负极和负极开关模块的第二端连接；从第三采样点得到第三采样信号，从第四采样点得到第四采样信号，包括：闭合第五开关器件，断开第六开关器件，从第三采样点得到第三采样信号；断开第五开关器件，闭合第六开关器件，

从第四采样点得到第四采样信号。

根据本申请第三方面前述任一实施方式，第二正极采样模块包括串联的第五电阻网络、第六电阻网络和第五开关器件；第五电阻网络的第一端与隔离电源模块的正极和正极开关模块的第二端连接，第五电阻网络的第二端分别与第三采样点和第六电阻网络的第一端连接，第六电阻网络的第二端和第二参考基准电压端连接；第二负极采样模块包括串联的第七电阻网络、第八电阻网络和第六开关器件；第七电阻网络的第一端与第二参考基准电压端连接，第七电阻网络的第二端分别与第四采样点和第八电阻网络的第一端连接，第八电阻网络的第二端分别与隔离电源模块的负极和负极开关模块的第二端连接；绝缘检测电路还包括串联的第十五电阻网络和第七开关器件，及串联的第十六电阻网络和第八开关器件；第十五电阻网络的第一端与隔离电源模块的正极连接，第十五电阻网络的第二端与第二参考基准电压端连接；第十六电阻网络的第一端与第二参考基准电压端连接，第十六电阻网络的第二端与隔离电源模块的负极连接；从第三采样点得到第三采样信号，从第四采样点得到第四采样信号，包括：闭合第五开关器件和第六开关器件；从第三采样点得到第三采样电压，以及从第四采样点得到第四采样电压；若第三采样电压大于等于第四采样电压，则闭合第七开关器件，从第三采样点得到第一采样信号，以及从第四采样点得到第二采样信号；若第三采样电压小于第四采样电压，则断开第七开关器件，闭合第八开关器件，从第三采样点得到第三采样信号，以及从第四采样点得到第四采样信号。

根据本申请第三方面前述任一实施方式，隔离电源模块包括相连接的隔离电源驱动单元和变压器，隔离电源驱动单元及变压器对直流电压源或者电池组的输出电压进行处理后，为隔离电源模块的正极和负极供电；变压器的第二侧的线圈经整流元件整流后为隔离电源模块的正极和负极供电；隔离电源模块还包括第十九电阻网络，第十九电阻网络的两端分别与整流元件的输出端与隔离电源模块的正极或者负极连接，检测方法还包括：在第一预定时刻，从第十九电阻网络的第一端和第二端采集第一组电信号，基于第一组电信号，得到隔离电源模块在第一预定时刻的充电电流；在第

二预定时刻，从第十九电阻网络的第一端和第二端采集第二组电信号，并基于第二组电信号，得到隔离电源模块在第二预定时刻的充电电流，第一预定时刻早于第二预定时刻；对第一预定时刻的充电电流和第二预定时刻的充电电流进行比较；根据比较结果，判断待测电池组的负载用电回路是否发生短路；若负载用电回路发生故障，则关闭隔离电源驱动单元，并禁止使能正极开关模块和负极开关模块，并将表示负载用电回路发生故障的信息上报至上级控制器。

在本申请实施例中，第二正极采样模块的第一端分别与隔离电源模块的正极和正极开关模块的第二端连接，第二正极采样模块的第二端与第二参考基准电压端连接；第二负极采样模块的第一端与第二参考基准电压端连接，第二负极采样模块的第二端分别与隔离电源模块的负极和负极开关模块的第二端连接。

也就是说，隔离电源模块可以与第二正极采样模块、第二负极采样模块、负载所在侧正极高压电路相对于第二参考电压端的绝缘阻值和负载所在侧负极高压电路相对于第二参考电压端的绝缘阻值形成回路，隔离电源模块还可以与负载用电器等效阻抗形成回路，即隔离电源模块可以向第二正极采样模块、第二负极采样模块、正极高压电路相对于第二参考电压端的绝缘阻值和负载所在侧负极高压电路相对于第二参考电压端的绝缘阻值以及负载用电器供电。

与待测电池组只有在正极开关模块和负极开关模块均闭合的情况下才能够向第二正极采样模块、第二负极采样模块、负载所在侧正极绝缘阻抗和负载所在侧负极绝缘阻抗，以及负载用电器供电相比，由于隔离电源模块能够代替待测电池组向第二正极采样模块、第二负极采样模块、负载所在侧正极绝缘阻抗和负载所在侧负极绝缘阻抗以及负载用电器供电，从而使得绝缘检测电路能够在正极开关模块和负极开关模块均不闭合的情况下测得待测电池组负载所在侧的绝缘阻抗。

附图说明

下面将参考附图来描述本申请示例性实施例的特征、优点和技术效果，

其中的附图并未按照实际的比例绘制。

图 1 为本申请一个实施例提供的绝缘检测电路的结构示意图；

图 2 为本申请另一实施例提供的绝缘检测电路的结构示意图；

图 3 为本申请又一实施例提供的绝缘检测电路的结构示意图；

图 4 为本申请又一实施例提供的绝缘检测电路的结构示意图；

图 5 为本申请又一实施例提供的绝缘检测电路的结构示意图；

图 6 为本申请实施例提供的反激式隔离电源模块的结构示意图；

图 7 为本申请实施例提供的推挽式隔离电源模块的结构示意图；

图 8 为本申请一个实施例提供的绝缘检测电路的检测方法的流程示意图；

图 9 为本申请另一实施例提供的绝缘检测电路的检测方法的流程示意图；

图 10 为本申请实施例提供的隔离电源模块的充电模拟回路；

图 11 为与图 10 对应的充电电流的仿真曲线；

图 12 为本申请又一实施例提供的绝缘检测电路的检测方法的流程示意图；

图 13 为本申请又一实施例提供的绝缘检测电路的检测方法的流程示意图。

具体实施方式

下面将详细描述本申请的各个方面的特征和示例性实施例。在下面的详细描述中，提出了许多具体细节，以便提供对本申请的全面理解。

本申请实施例提供了一种绝缘检测电路及检测方法、电池管理系统。该绝缘检测电路能够在正极开关模块或者负极开关模块不闭合时检测到负载所在侧的绝缘阻抗。

本申请实施例中的待测电池组可以为锂离子电池、锂金属电池、铅酸电池、镍镉电池、镍氢电池、锂硫电池、锂空气电池或者钠离子电池，此处不做限定。从规模而言，待测电池组也可以为电芯单体，也可以是电池模组或电池包，在此不做限定。

图 1 为本申请一个实施例提供的绝缘检测电路的结构示意图, 如图 1 所示, 该绝缘检测电路包括: 隔离电源模块 Y1、第一正极采样模块 F11、第一负极采样模块 F12、第二正极采样模块 F21、第二负极采样模块 F22 和处理器 C1。

其中, 第一正极采样模块 F11 的第一端分别与待测电池组的正极和正极开关模块 K+的第一端连接, 第一正极采样模块 F11 的第二端与第一参考基准电压端 GND1 连接, 第一正极采样模块 F11 被配置为第一采样点 S11 提供第一采样信号。

第一负极采样模块 F12 的第一端与第一参考基准电压端 GND1 连接, 第一负极采样模块 F12 的第二端分别与待测电池组的负极和负极开关模块 K-的第一端连接, 第一负极采样模块 F12 被配置为第二采样点 S12 提供第二采样信号。

第二正极采样模块 F21 的第一端分别与隔离电源模块 Y1 的正极和正极开关模块 K+的第二端连接, 第二正极采样模块 F21 的第二端与第二参考基准电压端 GND2 连接, 第二正极采样模块 F21 被配置为第三采样点 S21 提供第三采样信号。

第二负极采样模块 F22 的第一端与第二参考基准电压端 GND2 连接, 第二负极采样模块 F22 的第二端分别与隔离电源模块 Y1 的负极和负极开关模块 K-的第二端连接, 第二负极采样模块 F22 被配置为第四采样点 S22 提供第四采样信号。

处理器 C1 分别与第一采样点 S11、第二采样点 S12、第三采样点 S21 和第四采样点 S22 连接, 处理器 C1 被配置为根据第一采样信号和第二采样信号, 计算得到待测电池组所在侧的正极高压电路相对于第一参考电压端 GND1 的绝缘阻值 R_{ip} 和待测电池组所在侧三维负极高压电路相对于第一参考电压端 GND1 的绝缘阻值 R_{in} , 根据第三采样信号和第四采样信号, 计算得到负载所在侧的正极高压电路相对于第二参考电压端 GND2 的绝缘阻值 R_{ep} 和负载所在侧的负极高压电路相对于第二参考电压端 GND2 的绝缘阻值 R_{en} 。

其中, 正极开关模块 K+和负极开关模块 K-可理解为位于待测电池

组与负载用电回路之间的开关器件，比如，继电器、绝缘栅双极型晶体管 IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor，IGBT）等。

其中，第一参考基准电压端 GND1 和第二参考基准电压端 GND2 的实际电压可以根据绝缘检测电路的工作场景以及需求进行设定，两者可以相同，也可以不同，此处不做限定，在一示例中，第一参考基准电压端 GND1 可以为电池组的壳体，第二参考基准电压端 GND2 可以为整车车体。

处理器 C1 可以是专用于绝缘检测电路的处理器件，也可以为与其他电路共用的处理器件。检测电路可以是独立的电路结构，也可以是整体电路结构的一部分。正极开关模块 K+ 和负极开关模块 K- 的控制可以由处理器 C1 或其他控制设备执行，此处不做限定。

示例性地，本申请实施例中的绝缘检测电路可以集成在电池组的电池管理系统中，比如，将电池管理系统的整体电路结构的一部分用作对电池组进行绝缘检测。

图 1 中还示出了 C_{ip} 、 C_{in} 、 C_{ep} 、 C_{en} 和 C_x ，其中， C_{ip} 和 C_{in} 分别为待测电池组的正极、负极与其壳体之间的等效电容， C_{ep} 和 C_{en} 分别为待测电池组的正极、负极与整车车体之间的等效电容， C_x 为 X 电容。

在本申请实施例中，第二正极采样模块 F21 的第一端分别与隔离电源模块 Y1 的正极和正极开关模块 K+ 的第二端连接，第二正极采样模块 F21 的第二端与第二参考基准电压端 GND2 连接；第二负极采样模块 F22 的第一端与第二参考基准电压端 GND2 连接，第二负极采样模块 F22 的第二端分别与隔离电源模块 Y1 的负极和负极开关模块 K- 的第二端连接。

也就是说，隔离电源模块 Y1 可以与第二正极采样模块 F21、第二负极采样模块 F22、绝缘电阻 R_{ep} 和绝缘电阻 R_{en} 形成回路，还可以与负载用电器等效阻抗 R_x 形成回路，即隔离电源模块 Y1 可以向第二正极采样模块 F21、第二负极采样模块 F22、绝缘电阻 R_{ep} 和绝缘电阻 R_{en} 以及负载用电器供电。

与待测电池组只有在正极开关模块 K+ 和负极开关模块 K- 均闭合的情况下才能够向第二正极采样模块 F21、第二负极采样模块 F22、绝缘电阻 R_{ep} 和绝缘电阻 R_{en} 以及负载用电器供电相比，由于隔离电源模块 Y1 能够

代替待测电池组向第二正极采样模块 F21、第二负极采样模块 F22、绝缘电阻 R_{ep} 和绝缘电阻 R_{en} 以及负载用电器供电，从而使得绝缘检测电路能够在正极开关模块 K+和负极开关模块 K-均不闭合的情况下，测得负载所在侧的绝缘阻抗。

此外，本申请实施例还能够区分出负载所在侧的绝缘阻值 R_{ep} 和绝缘阻值 R_{en} ，从而准确识别出负载所在侧的正极还是负极出现问题。

在一些实施例中，可以在隔离电源模块 Y1 的正极输出端和负极输出端位置增加开关器件（图中未示出），用于在不需要测量负载所在侧绝缘阻抗时断开，避免电池组高压进入隔离电源模块 Y1。

图 2 为本申请另一实施例提供的绝缘检测电路的结构示意图，如图 2 所示，第一正极采样模块 F11、第一负极采样模块 F12、第二正极采样模块 F21 和第二负极采样模块 F22 可以由元器件组成，下面将举例说明第一正极采样模块 F11、第一负极采样模块 F12、第二正极采样模块 F21 和第二负极采样模块 F22 的具体结构。

在一示例中，第一正极采样模块 F11 包括串联的第一电阻网络 R1、第二电阻网络 R2 和第一开关器件 K1，第一负极采样模块 F12 包括串联的第三电阻网络 R3、第四电阻网络 R4 和第二开关器件 K2。

其中，第一电阻网络 R1 的第一端分别与待测电池组的正极和正极开关模块 K+的第一端连接，第一电阻网络 R1 的第二端分别与第二电阻网络 R2 的第一端和第一采样点 S11 连接，第二电阻网络 R2 的第二端与第一参考基准电压端 GND1 连接。

第三电阻网络 R3 的第一端与第一参考基准电压端 GND1 连接，第三电阻网络 R3 的第二端分别与第二采样点 S12 连接和第四电阻网络 R4 的第一端连接，第四电阻网络 R4 的第二端分别与待测电池组的负极和负极开关模块 K-的第一端连接。

这里，第一电阻网络 R1、第二电阻网络 R2、第三电阻网络 R3 和第四电阻网络 R4 起到分压作用，可通过调整第一电阻网络 R1 和第二电阻网络 R2 的阻值大小，调整第一采样点 S11 的第一采样信号的变化范围，通过调整第三电阻网络 R3 和第四电阻网络 R4 的阻值大小，调整第二采样点 S12

的第二采样信号的变化范围。示例性地，为了计算简便，第一电阻网络 R1、第二电阻网络 R2 的组合形式和阻值大小可以相同，第三电阻网络 R3 和第四电阻网络 R4 的组合形式和阻值大小可以相同。

其中，第一开关器件 K1 和第二开关器件 K2 的位置可调，第一开关器件 K1 和第二开关器件 K2 用于配合提供第一采样信号和第二采样信号，比如，当第一开关器件 K1 闭合、第二开关器件 K2 断开时，第一采样点 S11 能够提供第一采样信号，当第一开关器件 K1 断开、第二开关器件 K2 闭合时，第二采样点 S12 能够提供第二采样信号。

图 2 中示出的第一开关器件 K1 的两端分别与第一电阻网络 R1 的第二端和第一采样点 S11 连接。示例性地，第一开关器件 K1 的两端还可以分别与待测电池组的正极和第一电阻网络 R1 的第一端连接，或者还可以分别与第一采样点 S11 和第二电阻网络 R2 的第一端连接，或者还可以分别与第二电阻网络 R3 的第二端与第一参考基准电压端 GND1 连接。

图 2 中示出的第二开关器件 K2 的两端分别与第三电阻网络 R3 的第二端和第二采样点 S12 连接。示例性地，第二开关器件 K2 的两端还可以分别与第一参考基准电压端 GND1 和第三电阻网络 R3 的第一端连接，或者还可以分别与第二采样点 S12 和第四电阻网络 R4 的第一端连接，或者还可以分别与第四电阻网络 R4 的第二端和待测电池组的负极连接。

在一示例中，第二正极采样模块 F21 包括串联的第五电阻网络 R5、第六电阻网络 R6 和第五开关器件 K5，第二负极采样模块 F22 包括串联的第七电阻网络 R7、第八电阻网络 R8 和第六开关器件 K6。

其中，第五电阻网络 R5 的第一端与隔离电源模块 Y1 的正极和正极开关模块 K+的第二端连接，第五电阻网络 R5 的第二端分别与第三采样点 S21 和第六电阻网络 R6 的第一端连接，第六电阻网络 R6 的第二端和第二参考基准电压端 GND2 连接。

第七电阻网络 R7 的第一端与第二参考基准电压端 GND2 连接，第七电阻网络 R7 的第二端分别与第四采样点 S22 和第八电阻网络 R8 的第一端连接，第八电阻网络 R8 的第二端分别与隔离电源模块 Y1 的负极和负极开关模块 K-的第二端连接。

这里，第五电阻网络 R5、第六电阻网络 R6、第七电阻网络 R7 和第八电阻网络 R8 起到分压作用，可通过调整第五电阻网络 R5 和第六电阻网络 R6 的阻值大小，调整第三采样点 S21 的第三采样信号的变化范围，通过调整第七电阻网络 R7 和第八电阻网络 R8 的阻值大小，调整第四采样点 S22 的第四采样信号的变化范围。示例性地，为了计算简便，第五电阻网络 R5、第六电阻网络 R6 的组合形式和阻值大小可以相同，第七电阻网络 R7 和第八电阻网络 R8 的组合形式和阻值大小可以相同。

其中，第五开关器件 K5 和第二开关器件 K6 的位置可调，第五开关器件 K5 和第六开关器件 K6 用于配合提供第三采样信号和第四采样信号，比如，当第五开关器件 K5 闭合、第六开关器件 K6 断开时，第三采样点 S21 能够提供第三采样信号，当第五开关器件 K5 断开、第六开关器件 K6 闭合时，第四采样点 S22 能够提供第四采样信号。

图 2 中示出的第五开关器件 K5 的两端分别与第五电阻网络 R5 的第二端和第三采样点 S21 连接，示例性地，第五开关器件 K5 的两端还可以与隔离电源模块 Y1 的正极和第五电阻网络 R5 的第一端连接，或者还可以与第三采样点 S21 和第六电阻网络 R6 的第一端连接，或者还可以与第六电阻网络 R6 的第二端和第二参考基准电压端 GND2 连接。

在一些实施例中，可以根据具体的工作场景和工作需求，确定是否设置上述的第一开关器件 K1、第二开关器件 K2、第三开关器件 K3 和第四开关器件 K4，以及各开关器件的闭合及断开顺序。其中，开关器件包括可实现开关作用的元器件，在此并不限定。比如，开关器件可以为单刀单掷开关等机械开关，也可以为三极管、金属-氧化物-半导体场效应晶体（MOS）管、干簧管等电子开关。

在一示例中，绝缘检测电路还包括第一模数转换单元、第二模数转换单元、第三模数转换单元和第四模数转换单元（图中未示出），第一模数转换单元、第二模数转换单元、第三模数转换单元和第四模数转换单元可以是独立的 ADC 转换芯片或者也可以由处理器实现相应功能。

其中，第一模数转换单元的两端分别与第一采样点 S11 和处理器 C1 连接，被配置为将第一采样点 S11 采集的模拟信号转换为数字信号；第二模

数转换单元的两端分别与第二采样点 S12 和处理器 C1 连接，被配置为将第二采样点 S12 采集的模拟信号转换为数字信号；第三模数转换单元的两端分别与第三采样点 S21 和处理器 C1 连接，被配置为将第三采样点 S21 采集的模拟信号转换为数字信号；第四模数转换单元的两端分别与第四采样点 S22 和处理器 C1 连接，被配置为将第四采样点 S22 采集的模拟信号转换为数字信号。

图 2 中还示出了第一滤波单元 L1、第二滤波单元 L2、第三滤波单元 L3 和第四滤波单元 L4，其中，第一滤波单元 L1 的第一端与第一采样点 S11 连接，第一滤波单元 L1 的第二端与处理器连接，用于对第一采样信号进行滤波处理；第二滤波单元 L2 的第一端与第二采样点 S12 连接，第二滤波单元 L2 的第二端与处理器连接，用于对第二采样信号进行滤波处理；第三滤波单元 L3 的第一端与第三采样点 S21 连接，第三滤波单元 L3 的第二端与处理器连接，用于对第三采样信号进行滤波处理；第四滤波单元 L4 的第一端与第四采样点 S22 连接，第四滤波单元 L4 的第二端与处理器连接，用于对第四采样信号进行滤波处理，通过滤波单元可以滤除采样信号中的干扰部分，提高信号采样精度，此处不对滤波单元的具体实现形式进行限定。

图 3 为本申请又一实施例提供的绝缘检测电路的结构示意图，图 3 对图 2 的改进之处在于，图 3 中示出的绝缘检测电路还包括第一上拉电压源 V1 和第九电阻网络 R9 以及第二上拉电压源 V2 和第十四电阻网络 R14。

其中，第九电阻网络 R9 的第一端与第一上拉电压源 V1 连接，第九电阻网络 R9 的第二端第二采样点 S12 连接。也就是说，本申请实施例在待测电池组的负极对第一参考基准电压端 GND1 之间的第二采样点 S12 增加了上拉电源，使得第一采样点 S11 和第二采样点 S12 可以共用同一模数转换单元的检测口，避免因两者对第一参考基准电压端 GND1 的电压方向相反而使用两个不同参考电压的模数转换单元检测，从而能够节约检测资源。

第十四电阻网络 R14 的第一端与第二上拉电压源 V2 连接，第十四电阻网络 R14 的第二端与第四采样点 S22 连接，也就是说，本申请实施例在隔离电源模块 Y1 的负极对第一参考基准电压端 GND1 之间的第四采样点

S22 增加了上拉电源,使得第三采样点 S21 和第四采样点 S22 可以共用同一模数转换单元的检测口,避免因两者对第二参考基准电压端 GND2 的电压方向相反而使用两个不同参考电压的模数转换单元检测,从而能够节约检测资源。

需要说明的是,如图 3 所示,为避免第二采样点 S12 的信号受到第二开关器件 K2 阻抗的影响,优选第二开关器件 K2 的两端分别与第二采样点 S12 和第四电阻网络 R4 的第一端连接。同理,为避免第四采样点 S22 的信号受到第六开关器件 K6 阻抗的影响,优选第六开关器件 K6 的两端分别与第四采样点 S22 和第八电阻网络 R8 的第一端连接。

图 4 为本申请又一实施例提供的绝缘检测电路的结构示意图,图 4 对图 2 的改进之处在于,图 4 中示出的绝缘检测电路还包括串联的第十电阻网络 R10 和第三开关器件 K3、串联的第十一电阻网络 R11 和第四开关器件 K4,以及串联的第十五电阻网络 R15 和第七开关器件 K7、串联的第十六电阻网络 R16 和第八开关器件 K8。

其中,第十电阻网络 R10 的第一端与待测电池组的正极连接,第十电阻网络 R10 的第二端与第一参考基准电压端 GND1 连接;第十一电阻网络 R11 的第一端与第一参考基准电压端 GND1 连接,第十一电阻网络 R11 的第二端与待测电池组的负极连接。

由于第一电阻网络 R1、第二电阻网络 R2、第三电阻网络 R3 或者第四电阻网络 R4 可能选用较大阻值的电阻,使得绝缘检测回路的阻抗会对待测电池组所在侧的绝缘阻抗的检测精度产生影响。为解决该问题,可以根据第十电阻网络 R10、第十一电阻网络 R11 与第一电阻网络 R1、第二电阻网络 R2、第三电阻网络 R3 和第四电阻网络 R4 的并联关系,通过控制第十电阻网络 R10 和/或第十一电阻网络 R11 接通来降低绝缘检测回路的阻抗,以降低对待测电池组所在侧的绝缘阻抗的检测精度的影响,从而提高绝缘检测精度。

进一步地,可以通过减小第十电阻网络 R10 和/或第十一电阻网络 R11 的阻值,最大程度地减小绝缘检测回路的阻抗对待测电池组所在侧的绝缘阻抗的检测精度的影响,提高绝缘检测精度。

其中，第十五电阻网络 R15 的第一端与隔离电源模块 Y1 的正极连接，第十五电阻网络 R15 的第二端与第二参考基准电压端 GND2 连接；第十六电阻网络 R16 的第一端与第二参考基准电压端 GND2 连接，第十六电阻网络 R16 的第二端与隔离电源模块 Y1 的负极连接。

同理，由于第五电阻网络 R5、第六电阻网络 R6、第七电阻网络 R7 或者第八电阻网络 R8 可能选用较大阻值的电阻，使得绝缘检测回路的阻抗会对负载所在侧的绝缘阻抗的检测精度产生影响。为解决该问题，可以根据第十三电阻网络 R13、第十四电阻网络 R14 与第五电阻网络 R5、第六电阻网络 R6、第七电阻网络 R7 和第八电阻网络 R8 的并联关系，通过控制第十五电阻网络 R15 和/或第十六电阻网络 R16 接通来降低绝缘检测回路的阻抗，以降低对负载所在侧的绝缘阻抗的检测精度的影响，从而提高绝缘检测精度。

进一步地，可以通过减小第十五电阻网络 R15 和第十六电阻网络 R16 的阻值，最大程度地减小绝缘检测回路的阻抗对负载所在侧的绝缘阻抗的检测精度的影响，提高绝缘检测精度。

其中，第三开关器件 K3、第四开关器件 K4、第七开关器件 K7 和第八开关器件 K8 的位置可调。图 4 中示出的第三开关器件 K3 的两端分别与第十电阻网络 R10 的第二端和第一参考基准电压端 GND1 连接，第四开关器件 K4 的两端分别与第十一电阻网络 R11 的第二端和待测电池组的负极连接，第七开关器件 K7 的两端分别与第十五电阻网络 R15 的第二端和第二参考基准电压端 GND2 连接，第八开关器件 K8 的两端分别与第十六电阻网络 R16 的第二端和隔离电源模块 Y1 的负极连接。

示例性地，第三开关器件 K3 的两端还可以分别与待测电池组的正极和第十电阻网络 R10 的第一端连接，第四开关器件 K4 的两端还可以分别与第一参考基准电压端 GND1 和第十一电阻网络 R11 的第一端连接，第七开关器件 K7 的两端还可以分别与隔离电源模块 Y1 的正极和第十五电阻网络 R15 的第一端连接，第八开关器件 K8 的两端还可以分别与第二参考基准电压端 GND2 和第十六电阻网络 R16 的第一端连接。

图 5 为本申请又一实施例提供的绝缘检测电路的结构示意图，图 5 与

图4的不同之处在于，图5中的绝缘检测电路还包括第十二电阻网络R12、第十三电阻网络R13、第十七电阻网络R17和第十八电阻网络R18。

其中，第十二电阻网络R12与第十电阻网络R10和第三开关器件K3串联，第十二电阻网络R12的第一端与第十电阻网络R10的第二端连接，第十二电阻网络R12的第二端与第一参考基准电压端GND1连接，可以通过第三开关器件K3控制第十电阻网络R10和第十二电阻网络R12接通来降低对待测电池组所在侧的绝缘阻抗的检测精度的影响，从而提高绝缘检测精度。

第十三电阻网络R13与第十一电阻网络R11和第四开关器件K4串联，第十三电阻网络R13的第一端与第十一电阻网络R11的第二端连接，第十三电阻网络R13的第二端与待测电池组的负极连接，可以通过第四开关器件K4控制第十一电阻网络R11和第十三电阻网络R13接通来降低对待测电池组所在侧的绝缘阻抗的检测精度的影响，从而提高绝缘检测精度。

第十七电阻网络R17与第十五电阻网络R15和第七开关器件K7串联，第十七电阻网络R17的第一端与第十五电阻网络R15的第二端连接，第十七电阻网络R17的第二端与第二参考基准电压端GND2连接，可以通过第七开关器件K7控制第十五电阻网络R15和第十七电阻网络R17接通来降低对负载所在侧的绝缘阻抗的检测精度的影响，从而提高绝缘检测精度。

第十八电阻网络R18与第十六电阻网络R16和第八开关器件K8串联，第十八电阻网络R18的第一端与第十六电阻网络R16的第二端连接，第十八电阻网络R18的第二端与隔离电源模块Y1的负极连接，可以通过第八开关器件K8控制第十六电阻网络R16和第十八电阻网络R18接通来降低对负载所在侧的绝缘阻抗的检测精度的影响，从而提高绝缘检测精度。

图5中第三开关器件K3、第四开关器件K4、第七开关器件K7和第八开关器件K8的位置可调，本领域技术人员可以结合上文提到的各开关器件的功能调整其在对应检测支路中的位置，此处不进行限定。

图6为本申请实施例提供的反激式隔离电源模块的结构示意图。

图7为本申请实施例提供的推挽式隔离电源模块的结构示意图。

在一示例中，隔离电源模块Y1包括相连接的隔离电源驱动单元601和

变压器 602。其中，隔离电源驱动单元 601 可以由直流电压源（比如 12V）或者电池组供电。隔离电源驱动单元 601 及变压器 602 对直流电压源或者电池组的输出电压进行处理后，为隔离电源模块 Y1 的正极和负极供电，比如，由 12V 升压至 60V，需要说明的是，变压器 602 升压后电压不宜太高，以免因电压过高而影响负载用电回路的安全。

参看图 6，反激式隔离电源模块的变压器的线圈包括两端，分别为第一端和第二端。位于变压器第一侧的线圈 A1 的第一端与隔离电源驱动单元 601 的第一输出端连接，位于变压器第一侧的线圈 A1 的第二端与隔离电源驱动单元 601 的第二输出端连接。位于变压器第二侧的线圈 A2 的第一端为隔离电源模块 Y1 的正极供电，位于变压器第二侧的线圈 A2 的第二端为隔离电源模块 Y1 的负极供电。

参看图 7，推挽式隔离电源模块的变压器的线圈包括三端，分别为第一端、第二端和第三端。其中，位于变压器第一侧的线圈 A1 的第一端与隔离电源驱动单元 601 的第一输出端连接，位于变压器第一侧的线圈 A1 的第二端与第三参考基准电压端 GND3 连接，位于变压器第一侧的线圈的第三端与隔离电源驱动单元 601 的第二输出端连接。位于变压器第二侧的线圈 A2 的第一端为隔离电源模块 Y1 的正极供电，位于变压器第二侧的线圈 A2 的第二端为隔离电源模块 Y1 的负极供电，位于变压器第二侧的线圈 A2 的第三端用于连接位于变压器第二侧的线圈 A2 的第一端。

在一些实施例中，隔离电源模块还包括第十九电阻网络 R19，第十九电阻网络 R19 位于变压器第二侧的线圈 A2 与隔离电源模块 Y1 的正极或者负极之间的线路上，通过第十九电阻网络 R19 能够对隔离电源模块 Y1 的充电回路进行状态检测。

在图 6 的示例中，第十九电阻网络 R19 位于变压器第二侧的线圈 A2 与隔离电源模块 Y1 的正极之间的线路上，由二极管 D1 来实现整流作用，二极管 D1 与变压器 602 第二侧的线圈 A2 的第一端连接。示例性地，二极管 D1 也可以与变压器 602 第二侧的线圈 A2 的第二端连接。

在图 7 的示例中，第十九电阻网络 R19 位于变压器第二侧的线圈 A2 与隔离电源模块 Y1 的正极之间的线路上，由二极管 D2 和二极管 D3 来实现

整流作用，二极管 D2 与变压器 502 第二侧的线圈 A2 的第一端连接，二极管 D3 与变压器 602 第二侧的线圈 A2 的第二端连接。

在一些实施例中，参看图 6 和图 7，隔离电源模块 Y1 还包括第一隔离传输单元 603，第一隔离传输单元 603 的第一端与第九电阻网络 R9 的第一端或者第二端连接，第一隔离传输单元 603 的第二端与隔离电源驱动单元 601 的第一输入端连接。

其中，第一隔离传输单元 603 可以为能够实现模拟量传输的隔离电路。比如，由隔离开关和采样电路组成，采样电路用于采集第十九电阻网络 R19 的第一端或者第二端的电压反馈信号，隔离开关可以为隔离光耦器件等，隔离开关导通后可以将该电压反馈信号安全传输至隔离电源驱动单元 601，由隔离电源驱动单元 601 根据电压反馈信号调节隔离电源模块 Y1 的充电电流，使其维持在稳定状态。

在一些实施例中，参看图 6 和图 7，隔离电源模块 Y1 还包括依次电连接的电流采样单元 605、第二隔离传输单元 604 和微处理单元 606。电流采样单元 505 分别与第十九电阻网络 R19 的第一端和第二端连接，微处理单元 606 还与隔离电源驱动单元 601 的第二输入端连接。

其中，电流采样单元 605 可以为差分采样电路，第二隔离传输单元 604 可以为能够实现数字量传输的隔离电路。差分采样电路用于采集第十九电阻网络 R19 的第一端和第二端的电压反馈信号的电压反馈信号，通过计算得到充电回路电流，然后将该充电回路电流通过数字量隔离电路安全传输至微处理单元 606；或者，也可以将采集的第十九电阻网络 R19 的第一端和第二端电压直接传输给微处理单元 606，由微处理单元 606 计算充电回路电流，微处理单元 606 可以通过对隔离电源模块 Y1 对负载所在侧充电时不同时间的充电电流大小做出判断，间接判断负载用电回路是否存在短路情况，从而避免负载用电回路因短路而引起的安全问题。

虽然图 6 和图 7 仅对反激升压式和推挽式隔离电源模块进行了示意，但可以理解的是，反激降压式等能够实现隔离传输的电源模块均在本申请的保护范围内。

图 8 为本申请一个实施例提供的绝缘检测电路的检测方法的流程示意

图。如图 8 所示，该检测方法包括步骤 801 和步骤 802。

在步骤 801 中，从第一采样点 S11 得到第一采样信号，以及从第二采样点 S12 得到第二采样信号，根据第一采样信号和第二采样信号，得到待测电池组所在侧正极高压电路相对于第一参考电压端 GND1 的绝缘阻值 R_{ip} 和待测电池组所在侧负极高压电路相对于第一参考电压端 GND1 的绝缘阻值 R_{in} 。

其中，第一采样信号和第二采样信号需要配合第一开关器件 K1 和第二开关器件 K2 的闭合和断开来采集，比如，可以先闭合第一开关器件 K1，断开第二开关器件 K2，从第一采样点 S11 得到第一采样信号，然后断开第一开关器件 K1，闭合第二开关器件 K2，从第二采样点 S12 得到第二采样信号。

在步骤 802 中，从第三采样点 S21 得到第三采样信号，从第四采样点 S22 得到第四采样信号，根据第三采样信号和第四采样信号，得到负载所在侧正极高压电路相对于第二参考电压端 GND2 的绝缘阻值 R_{ep} 和负载所在侧负极高压电路相对于第二参考电压端 GND2 的绝缘阻值 R_{en} 。

其中，第三采样信号和第四采样信号需要配合第五开关器件 K5 和第六开关器件 K6 的闭合和断开来采集，比如，可以先闭合第五开关器件 K5，断开第六开关器件 K6，从第三采样点 S21 得到第三采样信号；然后断开第五开关器件 K5，闭合第六开关器件 K6，从第四采样点 S22 得到第四采样信号。

图 1-图 5 还示意性地示出了待测电池组待测电池组所在侧的绝缘电阻 R_{ip} 和绝缘电阻 R_{in} ，以及待测电池组负载所在侧的绝缘电阻 R_{ep} 和绝缘电阻 R_{en} 在电路图中所在的位置。

下面基于基尔霍夫定律和图 2 中的绝缘检测电路，对绝缘阻值 R_{ip} 和绝缘阻值 R_{in} 的检测过程进行详细说明。

首先，同时闭合第一开关器件 K1 和第二开关器件 K2，此时可以测得第二电阻网络 R2 两端电压为 V_{b1} ，第三电阻网络 R3 两端的电压为 V_{b2} ，由公式（1）计算出待测电池组的总电压 U_{bat} ：

$$U_{bat} = \frac{V_{b1} \times (R_1 + R_2)}{R_2} + \frac{V_{b2} \times (R_3 + R_4)}{R_4} \quad (1)$$

然后，闭合第一开关器件 **K1** 以及断开第二开关器件 **K2**，此时第二电阻网络 **R2** 两端电压为正极内阻采样电压，记为 V_p ；

接下来，断开第一开关器件 **K1** 以及闭合第二开关器件 **K2**，此时第三电阻网络 **R3** 两端的电压为负极内阻采样电压，记为 V_n ；

根据基尔霍夫定律，可以推导得出：

$$R_{ip} = \frac{U_{bat} \times R_3 \times (U_{bat} \times R_2 - V_p \times (R_1 + R_2)) - V_p \times V_n \times (R_1 + R_2) \times (R_3 + R_4)}{U_{bat} \times V_n \times R_2 - V_p \times V_n \times (R_1 + R_2) + V_p \times V_n \times (R_3 + R_4)} \quad (2)$$

$$R_{in} = \frac{U_{bat} \times V_n \times R_2 \times R_3 - V_p \times V_n \times R_4 \times (R_1 + R_2) - V_p \times V_n \times (R_1 + R_2) \times (R_3 + R_4)}{U_{bat} \times V_p \times R_3 + V_p \times V_n \times R_1 + V_p \times V_n \times R_2} \quad (3)$$

其中， R_1 为第一电阻网络 **R1** 的阻值， R_2 为第二电阻网络 **R2** 的阻值， R_3 为第三电阻网络 **R3** 的阻值， R_4 为第四电阻网络 **R4** 的阻值。由于 $R_1 \sim R_4$ 为已知量， U_{bat} 、 V_p 、 V_n 为检测量，因此，可以根据公式 (1) - (3) 计算出 R_{ip} 和 R_{in} 的值。

上述步骤中待测电池组的总电压 U_{bat} 是通过检测得到，实际中也可以通过查参得到 U_{bat} 的值，或者直接通过高压采样得到，此处不做限定。

同理，在待测电池组负载所在侧的绝缘阻值 R_{ep} 和绝缘阻值 R_{en} 进行检测时，首先，闭合第五开关器件 **K5**，断开第六开关器件 **K6**，此时第六电阻网络 **R6** 两端电压为正极外阻采样电压，记为 V_{ep} ；然后，断开第五开关器件 **K5**，闭合第六开关器件 **K6**，此时第七电阻网络 **R7** 两端的电压为负极外阻采样电压，记为 V_{en} 。

根据基尔霍夫定律，可以推导得出：

$$R_{ep} = \frac{U_{iso} \times R_7 \times (U_{iso} \times R_6 - V_{ep} \times (R_5 + R_6)) - V_{ep} \times V_{en} \times (R_5 + R_6) \times (R_7 + R_8)}{U_{iso} \times V_{en} \times R_6 - V_{ep} \times V_{en} \times (R_5 + R_6) + V_{ep} \times V_{en} \times (R_7 + R_8)} \quad (4)$$

$$R_{in} = \frac{U_{iso} \times V_{en} \times R_6 \times R_7 - V_{ep} \times V_{en} \times R_7 \times (R_5 + R_6) - V_{ep} \times V_{en} \times (R_5 + R_6) \times (R_7 + R_8)}{U_{iso} \times V_{ep} \times R_7 + V_{ep} \times V_{en} \times R_5 + V_{ep} \times V_{en} \times R_6} \quad (5)$$

其中， R_5 为第五电阻网络 **R5** 的阻值， R_6 为第六电阻网络 **R6** 的阻值， R_7 为第七电阻网络 **R7** 的阻值， R_8 为第八电阻网络 **R8** 的阻值， U_{iso} 为隔离电源模块 **Y1** 的输出总电压。

由于 $R_1 \sim R_4$ 为已知量， V_{ep} 、 V_{en} 为检测量，且 U_{iso} 在设计隔离电源模块时已经确定，因此，可以根据公式 (4) 和 (5) 计算出 R_{ep} 和 R_{en} 的值。

为简化如上公式，在设计时，可以使 $R1=R3$ ， $R2=R4$ ， $R5=R7$ 和 $R6=R8$ ，简化后公式不再赘述。

对于图 3 中的绝缘检测电路，可以参考上述推导流程得到待测电池组所在侧的绝缘电阻 R_{ip} 和绝缘电阻 R_{in} 的值，以及待测电池组负载所在侧的绝缘电阻 R_{ip} 和绝缘电阻 R_{in} 的值。

图 9 为本申请另一实施例提供的绝缘检测电路的检测方法的流程示意图，该检测方法包括步骤 901 至步骤 909，用于根据图 4 和图 5 中的绝缘检测电路，对待测电池组所在侧的正极高压回路相对于第一参考基准电压端 GND1 的绝缘阻值 R_{ip} 和绝缘阻值 R_{in} 的检测过程进行详细说明。

在步骤 901 中，闭合第一开关器件 K1，闭合第二开关器件 K2。

在步骤 902 中，读取第一采样点电压 V_{ip1} ，读取第二采样点电压 V_{in1} 。

在步骤 903 中，判断 $V_{ip1} \geq V_{in1}$ 是否成立，若成立，则执行步骤 904，否则执行步骤 907。

在步骤 904 中，闭合第三开关器件 K3，断开第四开关器件 K4，通过分压降低 V_{ip1} 和线路阻抗来提高检测精度。

在步骤 905 中，读取第一采样点电压 V_{ip2} ，读取第二采样点电压 V_{in2} 。

在步骤 906 中，基于基尔霍夫定律，根据 V_{ip1} 、 V_{in1} 、 V_{ip2} 和 V_{in2} 建立关于 R_{ip} 和 R_{in} 的方程组，解方程得到 R_{ip} 和 R_{in} 的值。

在步骤 907 中，断开第三开关器件 K3，闭合第四开关器件 K4，通过分压降低 V_{in2} 和线路阻抗来提高检测精度。

在步骤 908 中，读取第一采样点电压 V_{ip3} ，读取第二采样点电压 V_{in3} 。

在步骤 909 中，基于基尔霍夫定律，根据 V_{ip1} 、 V_{in1} 、 V_{ip3} 和 V_{in3} 建立关于 R_{ip} 和 R_{in} 的方程组，解方程得到 R_{ip} 和 R_{in} 的值。

根据本申请的实施例，通过将绝缘阻值 R_{ip} 和绝缘阻值 R_{in} 分别与各自对应的预设标准阈值相比，能够实时监测待测电池组所在侧的正极、负极与电池壳体之间的绝缘阻抗是否达到标准，从而避免因待测电池组所在侧的正极、负极与电池壳体之间的绝缘阻值未达到标准而引起安全问题。

同理，通过将绝缘阻值 R_{ep} 和绝缘阻值 R_{en} 分别与各自对应的预设标准阈值相比，能够实时监测负载所在侧的正极、负极与整车车体之间的绝缘

阻抗是否达到标准，从而避免因负载所在侧的正极、负极与整车车体之间的绝缘阻值未达到标准而引起的安全问题。

图 10 为本申请实施例提供的隔离电源模块的充电模拟回路。其中，Y1 为隔离电源， R_a 为等效线上阻抗， R_x 为等效负载阻抗， C_x 为 X 电容， R_c 为 X 电容的等效阻抗。

在一示例中，设隔离电源 Y1 的输出电压为 60V，等效线上阻抗 R_a 为 1Ω ，等效负载阻抗 R_x 为 $1k\Omega$ ，等效阻抗 R_c 为 1Ω ，对图 10 中充电模拟回路进行仿真，可以得到图 11 中的充电电流仿真曲线。

从图 11 可以看出，由于 C_x 电容的存在，隔离电源模块 Y1 开始工作时的充电电流较高，随着充电时间的延长，充电电流逐渐下降，最后趋于稳定，下降过程中前期下降速率大于后期下降速率。

基于此，为避免负载用电回路因短路而引起的安全问题，可以对隔离电源模块 Y1 对负载所在侧充电期间的充电电流大小做出判断，以间接判断负载用电回路是否存在短路情况。在一示例中，可以选择检测并比较两个时刻的电流，根据比较结果判断负载用电回路是否存在短路情况。

比如，在第一预定时刻，从第十九电阻网络 R19（参看图 6 或者图 7）的第一端和第二端采集第一组电压信号，并基于第一组电压信号，得到隔离电源模块在第一预定时刻的充电电流；在第二预定时刻，从第十九电阻网络 R19 的第一端和第二端采集第二组电压信号，并基于第二组电压信号，得到隔离电源模块在第二预定时刻的充电电流，第一预定时刻早于第二预定时刻。然后，对第一预定时刻的充电电流和第二预定时刻的充电电流进行比较，根据比较结果，判断待测电池组的负载用电回路是否发生短路。若负载用电回路发生短路，则向隔离电源驱动单元 601 发送不使能信号，同时上报外部负载短路故障，不允许闭合正极开关模块 K+ 和负极开关模块 K-。

以图 11 为例，可以设 t_1 时刻检测的电流大小为 I_1 ，经过一段时间后， t_2 时刻检测的电流大小为 I_2 ，若 $I_1 > I_2$ ，则说明负载所在侧负载阻抗基本正常，可以进行下一步绝缘检测，若 $I_1 \leq I_2$ ，则说明负载用电回路发生短路，需要直接上报负载所在侧负载阻抗异常故障，并及时向隔离电源驱动单元

601 发送不使能信号，以避免虽然对低压地绝缘阻抗正常，但负载异常造成高压直接短路的风险。其中，本领域技术人员可以根据实际情况选取 t_1 和 t_2 的具体数值，此处不做限定。

图 12 为本申请又一实施例提供的绝缘检测电路的检测方法的流程示意图，该检测方法包括步骤 121 至步骤 134，用于基于图 4 和图 5 中的绝缘检测电路，对负载所在侧的绝缘阻值 R_{ep} 和绝缘阻值 R_{en} 的检测过程进行详细说明。

在步骤 121 中，使能隔离电源模块。

在步骤 122 中，读取当前时刻隔离电源充电回路的电流 I_1 。

在步骤 123 中，预定时间后再次读取隔离电源充电回路的电流 I_2 。

在步骤 124 中，判断 $I_2 \geq I_1$ 是否成立，若成立，则执行步骤 125，若不成立，则执行步骤 126。

在步骤 125 中，上报负载回路故障。

在步骤 126 中，闭合第五开关器件 K_5 ，闭合第六开关器件 K_6 。

在步骤 127 中，读取第三采样点电压 V_{ep1} ，读取第四采样点电压 V_{en1} 。

在步骤 128 中，判断 $V_{ep1} \geq V_{en1}$ 是否成立，若成立，则执行步骤 129，否则执行步骤 132。

在步骤 129 中，闭合第七开关器件 K_7 ，通过分压降低 V_{ep1} 和线路阻抗来提高检测精度。

在步骤 130 中，读取第三采样点电压 V_{ep2} ，读取第四采样点电压 V_{en2} 。

在步骤 131 中，基于基尔霍夫定律，根据 V_{ep1} 、 V_{en1} 、 V_{ep2} 和 V_{en2} 建立关于 R_{ep} 和 R_{en} 的方程组，解方程得到 R_{ep} 和 R_{en} 的值。

在步骤 132 中，闭合第八开关器件 K_8 ，通过分压降低 V_{en2} 和线路阻抗来提高检测精度。

在步骤 133 中，读取第三采样点电压 V_{ep3} ，读取第四采样点电压 V_{in4} 。

在步骤 134 中，基于基尔霍夫定律，根据 V_{ep1} 、 V_{en1} 、 V_{ip4} 和 V_{in4} 建立关于 R_{ep} 和 R_{en} 的方程组，解方程得到 R_{ep} 和 R_{en} 的值。

图 13 为本申请又一实施例提供的绝缘检测电路的检测方法的流程示意图，该检测方法包括步骤 1301 至步骤 1303，用于对本申请实施例中的绝

缘检测策略进行简要说明。

在步骤 1301 中，读取寄存器标志位，通过寄存器标志位可以知道上一次待测动力电池启动运行时绝缘阻值是否异常，如果有异常，则执行步骤 1302，如果无异常，则跳过绝缘检测环节。

在步骤 1302 中，判断是否需要进行外部绝缘检测，如果是，则开始执行步骤 121 至步骤 134（参看图 12），以对待测电池组负载所在侧的绝缘阻值 R_{ep} 和绝缘阻值 R_{en} 进行检测，直到步骤 134 执行完成后再执行步骤 1303，如果不是，直接执行步骤 1303。

在步骤 1303 中，判断是否需要进行内部绝缘检测，如果是，则执行步骤 901 至步骤 909（参看图 9），以对待测电池组所在侧的绝缘阻值 R_{ip} 和绝缘阻值 R_{in} 进行检测，直到步骤 909 执行完成后结束绝缘检测，如果不是，则直接结束，跳过绝缘检测环节。

本申请实施例还提供一种电池管理系统，该电池管理系统包括如上所述的绝缘检测电路。

虽然已经参考优选实施例对本申请进行了描述，但在不脱离本申请的范围的情况下，可以对其进行各种改进并且可以用等效物替换其中的部件。尤其是，只要不存在结构冲突，各个实施例中所提到的各项技术特征均可以任意方式组合起来。本申请并不局限于文中公开的特定实施例，而是包括落入权利要求的范围内的所有技术方案。

权 利 要 求 书

1、一种绝缘检测电路，其中，包括：隔离电源模块、第一正极采样模块、第一负极采样模块、第二正极采样模块、第二负极采样模块和处理器，其中，

所述第一正极采样模块的第一端分别与待测电池组的正极和正极开关模块的第一端连接，所述第一正极采样模块的第二端与第一参考基准电压端连接，所述第一正极采样模块被配置为第一采样点提供第一采样信号；

所述第一负极采样模块的第一端与所述第一参考基准电压端连接，所述第一负极采样模块的第二端分别与所述待测电池组的负极和负极开关模块的第一端连接，所述第一负极采样模块被配置为第二采样点提供第二采样信号；

所述第二正极采样模块的第一端分别与所述隔离电源模块的正极和所述正极开关模块的第二端连接，所述第二正极采样模块的第二端与第二参考基准电压端连接，所述第二正极采样模块被配置为第三采样点提供第三采样信号；

所述第二负极采样模块的第一端与所述第二参考基准电压端连接，所述第二负极采样模块的第二端分别与所述隔离电源模块的负极和所述负极开关模块的第二端连接，所述第二负极采样模块被配置为第四采样点提供第四采样信号；

所述处理器分别与所述第一采样点、所述第二采样点、所述第三采样点和所述第四采样点连接，所述处理器被配置为，根据所述第一采样信号和所述第二采样信号，得到所述待测电池组所在侧正极高压电路相对于所述第一参考电压端的绝缘阻值和所述待测电池组所在侧负极高压电路相对于所述第一参考电压端的绝缘阻值，根据所述第三采样信号和所述第四采样信号，得到负载所在侧正极高压电路相对于所述第二参考电压端的绝缘阻值和负载所在侧负极高压电路相对于所述第二参考电压端的绝缘阻值。

2、根据权利要求1所述的电路，其中，

所述第一正极采样模块包括串联的第一电阻网络、第二电阻网络 and 第一开关器件；

所述第一电阻网络的第一端分别与所述待测电池组的正极和所述正极开关模块的第一端连接，所述第一电阻网络的第二端分别与所述第二电阻网络的第一端和所述第一采样点连接，所述第二电阻网络的第二端与所述第一参考基准电压端连接；

所述第一负极采样模块包括第三电阻网络、第四电阻网络和第二开关器件；

所述第三电阻网络的第一端与所述第一参考基准电压端连接，所述第三电阻网络的第二端分别与所述第二采样点连接和所述第四电阻网络的第一端连接，所述第四电阻网络的第二端分别与所述待测电池组的负极和所述负极开关模块的第一端连接。

3、根据权利要求2所述的电路，其中，所述绝缘检测电路还包括第一上拉电压源和第九电阻网络，所述第九电阻网络的第一端与所述第一上拉电压源连接，所述第九电阻网络的第二端所述第二采样点连接。

4、根据权利要求2所述的电路，其中，所述绝缘检测电路还包括串联的第十电阻网络和第三开关器件，及串联的第十一电阻网络和第四开关器件；

所述第十电阻网络的第一端与所述待测电池组的正极连接，所述第十电阻网络的第二端与所述第一参考基准电压端连接；

所述第十一电阻网络的第一端与所述第一参考基准电压端连接，所述第十一电阻网络的第二端与所述待测电池组的负极连接。

5、根据权利要求4所述的电路，其中，所述绝缘检测电路还包括第十二电阻网络和第十三电阻网络，

所述第十二电阻网络与所述第十电阻网络和所述第三开关器件串联，所述第十二电阻网络的第一端与所述第十电阻网络的第二端连接，所述第十二电阻网络的第二端与所述第一参考基准电压端连接；

所述第十三电阻网络与所述第十一电阻网络和所述第四开关器件串联，所述第十三电阻网络的第一端与所述第十一电阻网络的第二端连接，所述第十三电阻网络的第二端与所述待测电池组的负极连接。

6、根据权利要求1所述的电路，其中，所述绝缘检测电路还包括第一

滤波单元和第二滤波单元；

所述第一滤波单元的第一端与所述第一采样点连接，所述第一滤波单元的第二端与所述处理器连接，用于对所述第一采样信号进行滤波处理；

所述第二滤波单元的第一端与所述第二采样点连接，所述第二滤波单元的第二端与所述处理器连接，用于对所述第二采样信号进行滤波处理。

7、根据权利要求1所述的电路，其中，

所述第二正极采样模块包括串联的第五电阻网络、第六电阻网络和第五开关器件；

所述第五电阻网络的第一端与所述隔离电源模块的正极和所述正极开关模块的第二端连接，所述第五电阻网络的第二端分别与所述第三采样点和所述第六电阻网络的第一端连接，所述第六电阻网络的第二端和所述第二参考基准电压端连接；

所述第二负极采样模块包括串联的第七电阻网络、第八电阻网络和第六开关器件；

所述第七电阻网络的第一端与所述第二参考基准电压端连接，所述第七电阻网络的第二端分别与所述第四采样点和所述第八电阻网络的第一端连接，所述第八电阻网络的第二端分别与所述隔离电源模块的负极和所述负极开关模块的第二端连接。

8、根据权利要求7所述的电路，其中，所述绝缘检测电路还包括第二上拉电压源和第十四电阻网络，所述第十四电阻网络的第一端与所述第二上拉电压源连接，所述第十四电阻网络的第二端所述第四采样点连接。

9、根据权利要求7所述的电路，其中，所述绝缘检测电路还包括串联的第十五电阻网络和第七开关器件，及串联的第十六电阻网络和第八开关器件；其中，

所述第十五电阻网络的第一端与所述隔离电源模块的正极连接，所述第十五电阻网络的第二端与所述第二参考基准电压端连接；

所述第十六电阻网络的第一端与所述第二参考基准电压端连接，所述第十六电阻网络的第二端与所述隔离电源模块的负极连接。

10、根据权利要求9所述的电路，其中，所述绝缘检测电路还包括第

十七电阻网络和第十八电阻网络；其中，

所述第十七电阻网络与所述第十五电阻网络和所述第七开关器件串联，所述第十七电阻网络的第一端与所述第十五电阻网络的第二端连接，所述第十七电阻网络的第二端与所述第二参考基准电压端连接；

所述第十八电阻网络与所述第十六电阻网络和所述第八开关器件串联，所述第十八电阻网络的第一端与所述第十六电阻网络的第二端连接，所述第十八电阻网络的第二端与所述隔离电源模块的负极连接。

11、根据权利要求 1 所述的电路，其中，所述绝缘检测电路还包括第三滤波单元和第四滤波单元；

所述第三滤波单元的第一端与所述第三采样点连接，所述第三滤波单元的第二端与所述处理器连接，用于对所述第三采样信号进行滤波处理；

所述第四滤波单元的第一端与所述第四采样点连接，所述第四滤波单元的第二端与所述处理器连接，用于对所述第四采样信号进行滤波处理。

12、根据权利要求 1 所述的电路，其中，所述绝缘检测电路还包括：第一模数转换单元、第二模数转换单元、第三模数转换单元和第四模数转换单元，其中，

所述第一模数转换单元的两端分别与所述第一采样点和所述处理器连接；

所述第二模数转换单元的两端分别与所述第二采样点和所述处理器连接；

所述第三模数转换单元的两端分别与所述第三采样点和所述处理器连接；

所述第四模数转换单元的两端分别与所述第四采样点和所述处理器连接。

13、根据权利要求 1-12 任一项所述的电路，其中，所述隔离电源模块包括相连接的隔离电源驱动单元和变压器；

所述隔离电源驱动单元由直流电压源或者电池组供电；

所述隔离电源驱动单元及所述变压器对所述直流电压源或者电池组的输出电压进行处理后，为所述隔离电源模块的正极和负极供电。

14、根据权利要求 13 所述的电路，其中，所述变压器的线圈包括两端，分别为第一端和第二端，其中，

位于所述变压器第一侧的线圈的第一端与所述隔离电源驱动单元的第一输出端连接，位于所述变压器第一侧的线圈的第二端与所述隔离电源驱动单元的第二输出端连接；

位于所述变压器第二侧的线圈的第一端为所述隔离电源模块的正极供电，位于所述变压器第二侧的线圈的第二端为所述隔离电源模块的负极供电。

15、根据权利要求 13 所述的电路，其中，所述变压器的线圈包括三端，分别为第一端、第二端和第三端，其中，

位于所述变压器第一侧的线圈的第一端与所述隔离电源驱动单元的第一输出端连接，位于所述变压器第一侧的线圈的第二端与第三参考基准电压端连接，位于所述变压器第一侧的线圈的第三端与所述隔离电源驱动单元的第二输出端连接；

位于所述变压器第二侧的线圈的第一端为所述隔离电源模块的正极供电，位于所述变压器第二侧的线圈的第二端为所述隔离电源模块的负极供电，位于所述变压器第二侧的线圈的第三端用于连接位于所述变压器第二侧的线圈的第一端。

16、根据权利要求 14 或 15 所述的电路，其中，所述隔离电源模块还包括第十九电阻网络，所述第十九电阻网络位于所述变压器第二侧的线圈与所述隔离电源模块的正极或者负极之间的线路上。

17、根据权利要求 16 所述的电路，其中，所述隔离电源模块还包括第一隔离传输单元；

所述第一隔离传输单元的第一端与所述第十九电阻网络的第一端或者第二端连接，所述第一隔离传输单元的第二端与所述隔离电源驱动单元的第一输入端连接。

18、根据权利要求 16 所述的电路，其中，所述隔离电源模块还包括依次电连接的电流采样单元、第二隔离传输单元和微处理单元；

所述电流采样单元包括第一采样端和第二采样端，所述第一采样端与

所述第十九电阻网络的第一端连接，所述第二采样端与所述第十九电阻网络的第二端连接，所述微处理单元还与所述隔离电源驱动单元的第二输入端连接。

19、一种电池管理系统，其中，包括如权利要求 1-18 任一项所述的绝缘检测电路。

20、一种绝缘检测电路的检测方法，其中，用于如权利要求 1-18 任一项所述的绝缘检测电路，所述方法包括：

从所述第一采样点得到第一采样信号，以及从所述第二采样点得到第二采样信号，根据所述第一采样信号和所述第二采样信号，得到所述待测电池组所在侧正极高压电路相对于所述第一参考电压端的绝缘阻值和所述待测电池组所在侧负极高压电路相对于所述第一参考电压端的绝缘阻值；

从所述第三采样点得到第三采样信号，从所述第四采样点得到第四采样信号，根据第三采样信号和所述第四采样信号，得到负载所在侧正极高压电路相对于所述第二参考电压端的绝缘阻值和负载所在侧负极高压电路相对于所述第二参考电压端的绝缘阻值。

21、根据权利要求 20 所述的方法，其中，

所述第一正极采样模块包括串联的第一电阻网络、第二电阻网络和第一开关器件；所述第一电阻网络的第一端分别与所述待测电池组的正极和所述正极开关模块的第一端连接，所述第一电阻网络的第二端分别与所述第二电阻网络的第一端和所述第一采样点连接，所述第二电阻网络的第二端与所述第一参考基准电压端连接；所述第一负极采样模块包括第三电阻网络、第四电阻网络和第二开关器件；所述第三电阻网络的第一端与所述第一参考基准电压端连接，所述第三电阻网络的第二端分别与所述第二采样点连接和所述第四电阻网络的第一端连接，所述电阻网络的第二端分别与所述待测电池组的负极和所述负极开关模块的第一端连接；

所述从所述第一采样点得到第一采样信号，以及从所述第二采样点得到第二采样信号，包括：

闭合所述第一开关器件，断开所述第二开关器件，从所述第一采样点得到所述第一采样信号；

断开所述第一开关器件，闭合所述第二开关器件，从所述第二采样点得到所述第二采样信号。

22、根据权利要求 20 所述的方法，其中，

所述第一正极采样模块包括串联的第一电阻网络、第二电阻网络和第一开关器件；所述第一电阻网络的第一端分别与所述待测电池组的正极和所述正极开关模块的第一端连接，所述第一电阻网络的第二端分别与所述第二电阻网络的第一端和所述第一采样点连接，所述第二电阻网络的第二端与所述第一参考基准电压端连接；所述第一负极采样模块包括第三电阻网络、第四电阻网络和第二开关器件；所述第三电阻网络的第一端与所述第一参考基准电压端连接，所述第三电阻网络的第二端分别与所述第二采样点连接和所述第四电阻网络的第一端连接，所述电阻网络的第二端分别与所述待测电池组的负极和所述负极开关模块的第一端连接；

所述绝缘检测电路还包括串联的第十电阻网络和第三开关器件，及串联的第十一电阻网络和第四开关器件；所述第十电阻网络的第一端与所述待测电池组的正极连接，所述第十电阻网络的第二端与所述第一参考基准电压端连接；所述第十一电阻网络的第一端与所述第一参考基准电压端连接，所述第十一电阻网络的第二端与所述待测电池组的负极连接；

所述从所述第一采样点得到第一采样信号，以及从所述第二采样点得到第二采样信号，包括：

闭合所述第一开关器件和所述第二开关器件；

从所述第一采样点得到第一采样电压，以及从所述第二采样点得到第二采样电压；

若所述第一采样电压大于等于所述第二采样电压，则闭合所述第三开关器件，从所述第一采样点得到所述第一采样信号，以及从所述第二采样点得到所述第二采样信号；

若所述第一采样电压小于所述第二采样电压，则断开所述第三开关器件，闭合所述第四开关器件，从所述第一采样点得到所述第一采样信号，以及从所述第二采样点得到所述第二采样信号。

23、根据权利要求 20 所述的方法，其中，

所述第二正极采样模块包括串联的第五电阻网络、第六电阻网络和第五开关器件；所述第五电阻网络的第一端与所述隔离电源模块的正极和所述正极开关模块的第二端连接，所述第五电阻网络的第二端分别与所述第三采样点和所述第六电阻网络的第一端连接，所述第六电阻网络的第二端和所述第二参考基准电压端连接；所述第二负极采样模块包括串联的第七电阻网络、第八电阻网络和第六开关器件；所述第七电阻网络的第一端与所述第二参考基准电压端连接，所述第七电阻网络的第二端分别与所述第四采样点和所述第八电阻网络的第一端连接，所述第八电阻网络的第二端分别与所述隔离电源模块的负极和所述负极开关模块的第二端连接；

所述从所述第三采样点得到第三采样信号，从所述第四采样点得到第四采样信号，包括：

闭合所述第五开关器件，断开所述第六开关器件，从所述第三采样点得到所述第三采样信号；

断开所述第五开关器件，闭合所述第六开关器件，从所述第四采样点得到所述第四采样信号。

24、根据权利要求 20 所述的方法，其中，

所述第二正极采样模块包括串联的第五电阻网络、第六电阻网络和第五开关器件；所述第五电阻网络的第一端与所述隔离电源模块的正极和所述正极开关模块的第二端连接，所述第五电阻网络的第二端分别与所述第三采样点和所述第六电阻网络的第一端连接，所述第六电阻网络的第二端和所述第二参考基准电压端连接；所述第二负极采样模块包括串联的第七电阻网络、第八电阻网络和第六开关器件；所述第七电阻网络的第一端与所述第二参考基准电压端连接，所述第七电阻网络的第二端分别与所述第四采样点和所述第八电阻网络的第一端连接，所述第八电阻网络的第二端分别与所述隔离电源模块的负极和所述负极开关模块的第二端连接；

所述绝缘检测电路还包括串联的第十五电阻网络和第七开关器件，及串联的第十六电阻网络和第八开关器件；所述第十五电阻网络的第一端与所述隔离电源模块的正极连接，所述第十五电阻网络的第二端与所述第二参考基准电压端连接；所述第十六电阻网络的第一端与所述第二参考基准

电压端连接，所述第十六电阻网络的第二端与所述隔离电源模块的负极连接；

所述从所述第三采样点得到第三采样信号，从所述第四采样点得到第四采样信号，包括：

闭合所述第五开关器件和所述第六开关器件；

从所述第三采样点得到第三采样电压，以及从所述第四采样点得到第四采样电压；

若所述第三采样电压大于等于所述第四采样电压，则闭合所述第七开关器件，从所述第三采样点得到所述第一采样信号，以及从所述第四采样点得到所述第二采样信号；

若所述第三采样电压小于所述第四采样电压，则断开所述第七开关器件，闭合所述第八开关器件，从所述第三采样点得到所述第三采样信号，以及从所述第四采样点得到所述第四采样信号。

25、根据权利要求 20-24 任一项所述的方法，其中，

所述隔离电源模块包括相连接的隔离电源驱动单元和变压器，所述隔离电源驱动单元及所述变压器对所述直流电压源或者电池组的输出电压进行处理后，为所述隔离电源模块的正极和负极供电；所述变压器的第二侧的线圈经整流元件整流后为所述隔离电源模块的正极和负极供电；所述隔离电源模块还包括第十九电阻网络，所述第十九电阻网络的两端分别与整流元件的输出端与所述隔离电源模块的正极或者负极连接，

所述方法还包括：

在第一预定时刻，从所述第十九电阻网络的第一端和第二端采集第一组电信号，基于所述第一组电信号，得到所述隔离电源模块在所述第一预定时刻的充电电流；

在第二预定时刻，从所述第十九电阻网络的第一端和第二端采集第二组电信号，并基于所述第二组电信号，得到所述隔离电源模块在所述第二预定时刻的充电电流，所述第一预定时刻早于所述第二预定时刻；

对所述第一预定时刻的充电电流和所述第二预定时刻的充电电流进行比较；

根据比较结果，判断所述待测电池组的负载用电回路是否发生短路；

若所述负载用电回路发生故障，则关闭所述隔离电源驱动单元，并禁止使能所述正极开关模块和所述负极开关模块，并将表示所述负载用电回路发生故障的信息上报至上级控制器。

1/8

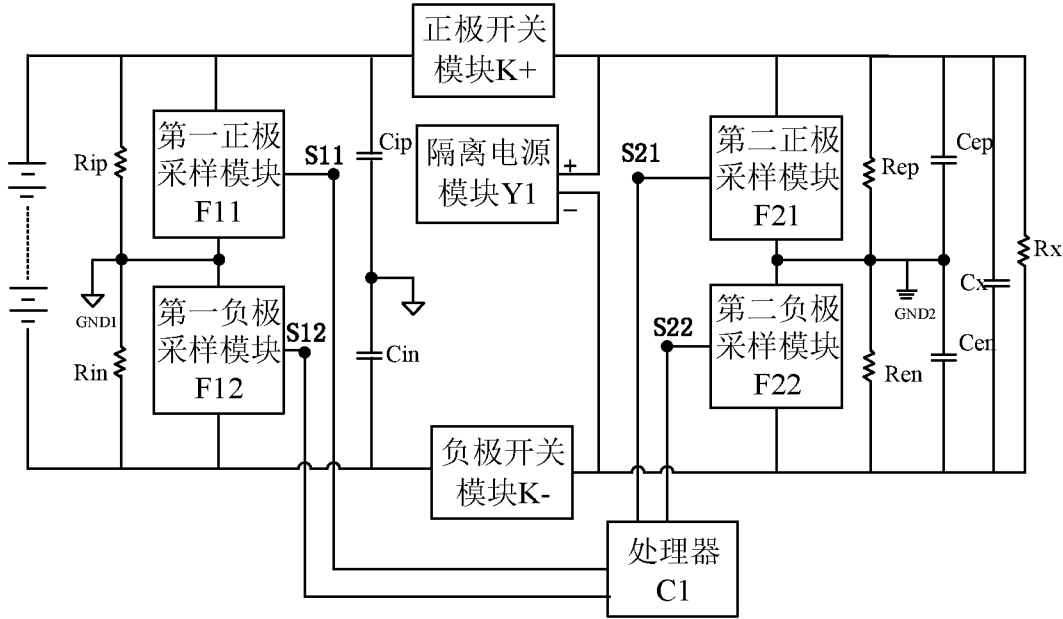


图 1

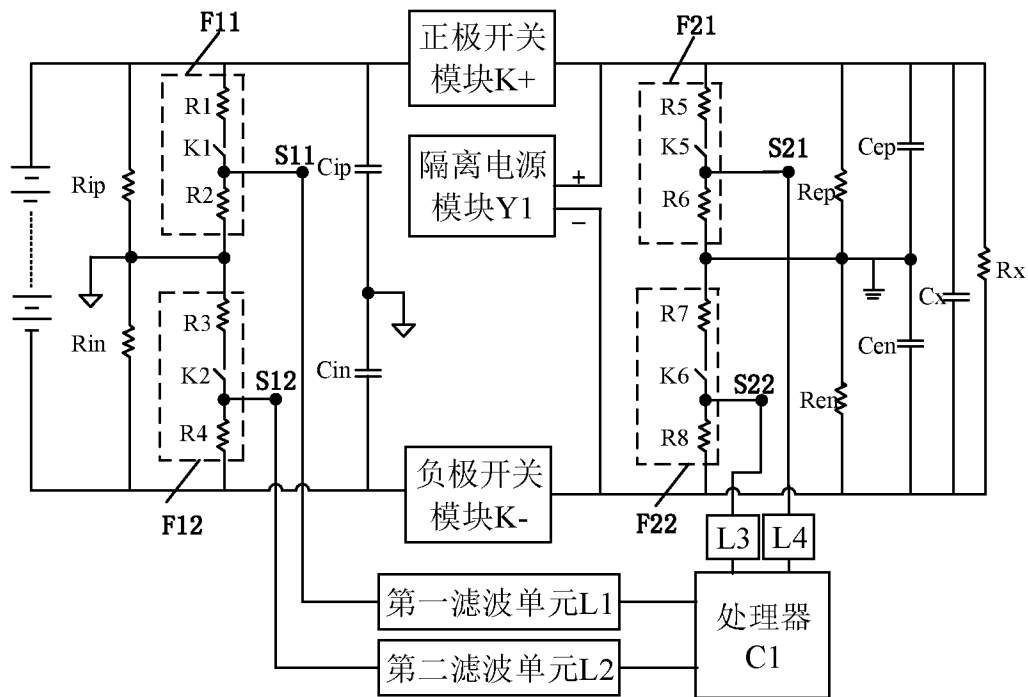


图 2

3/8

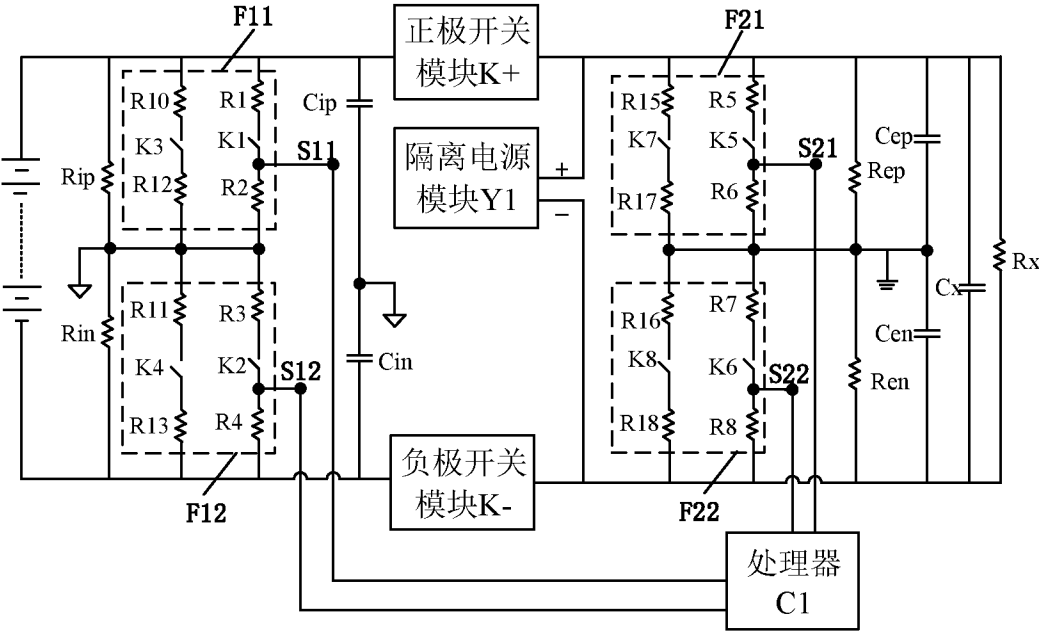


图 5

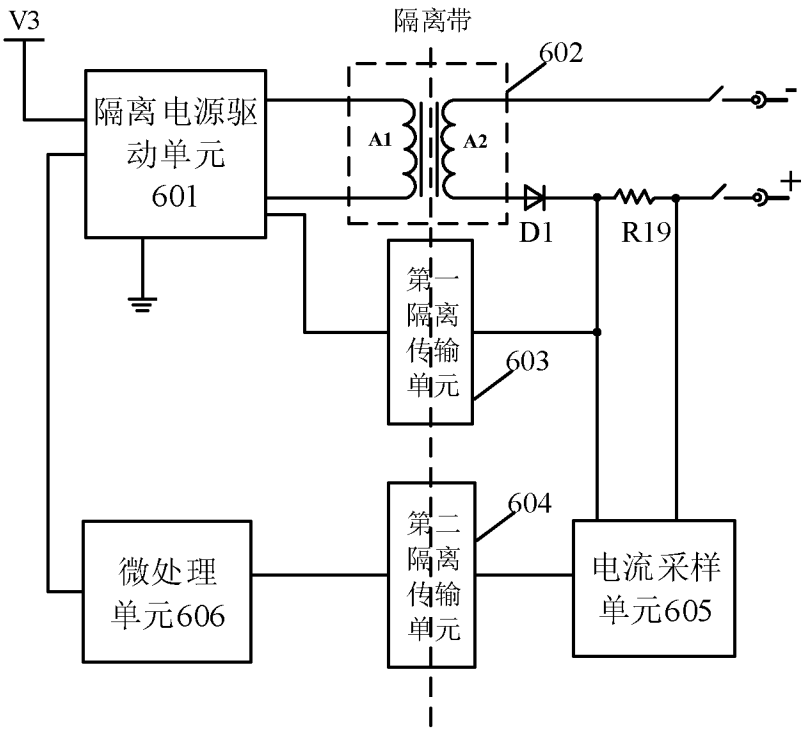


图 6

4/8

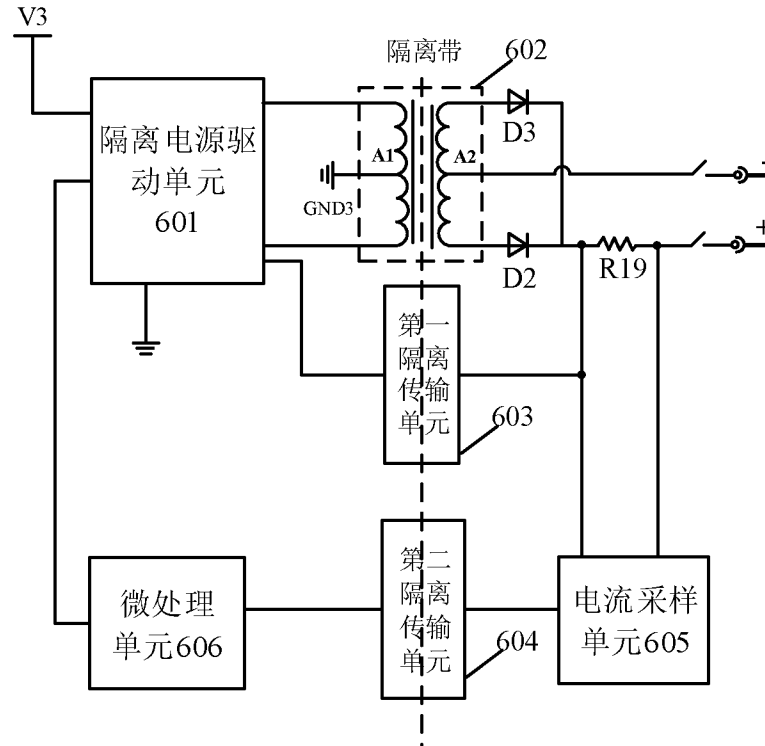


图 7

从第一采样点S11得到第一采样信号，以及从第二采样点S12得到第二采样信号，根据第一采样信号和第二采样信号，得到待测电池组所在侧正极高压电路相对于第一参考电压端GND1的绝缘阻值 R_{ip} 和待测电池组所在侧负极高压电路相对于第一参考电压端GND1的绝缘阻值 R_{in}

801

从第三采样点S21得到第三采样信号，以及从第四采样点S22得到第四采样信号，根据第三采样信号和第四采样信号，得到负载所在侧正极高压电路相对于第二参考电压端GND2的绝缘阻值 R_{ep} 和负载所在侧负极高压电路相对于第二参考电压端GND2的绝缘阻值 R_{en}

802

图 8

5/8

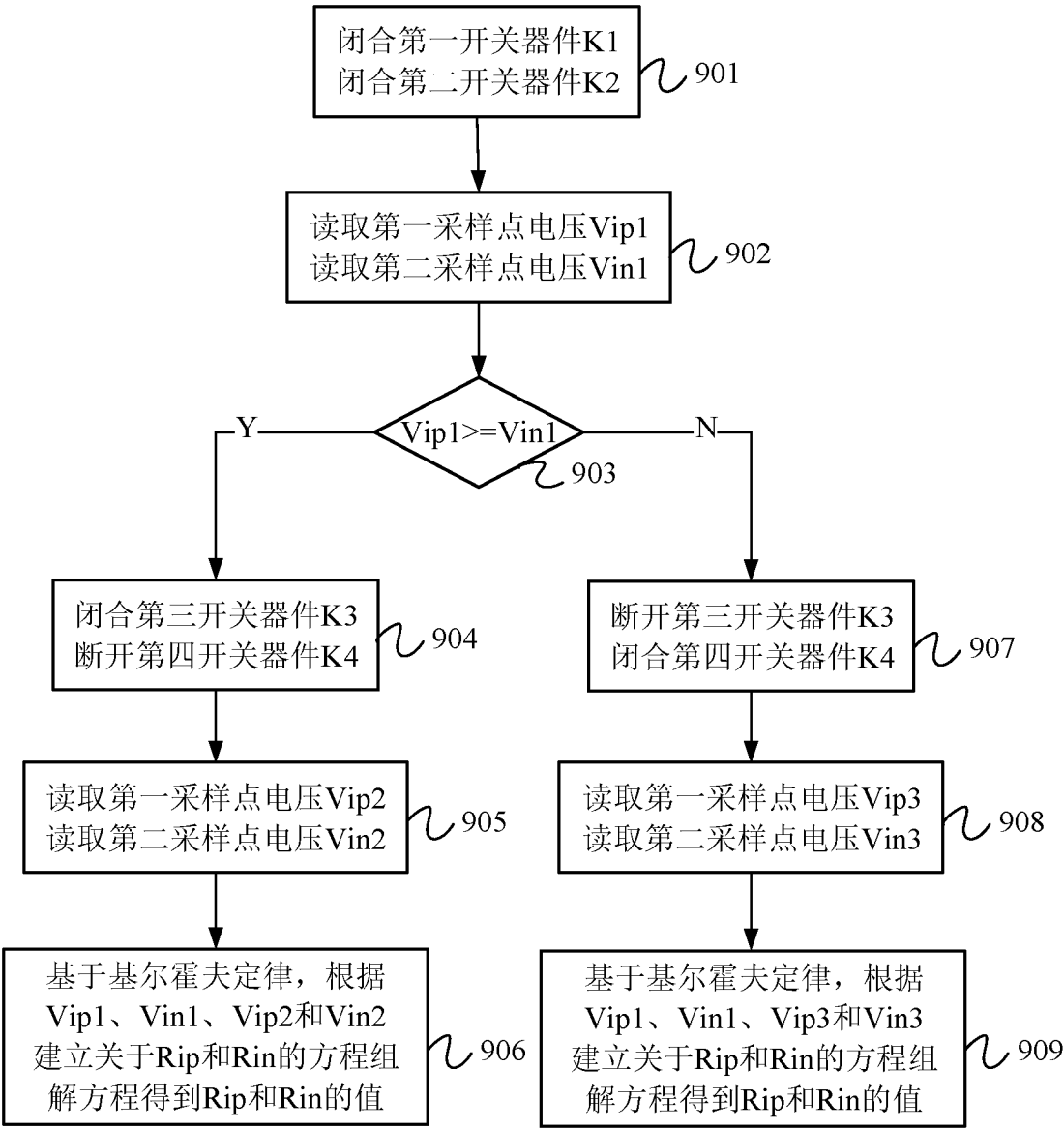


图 9

6/8

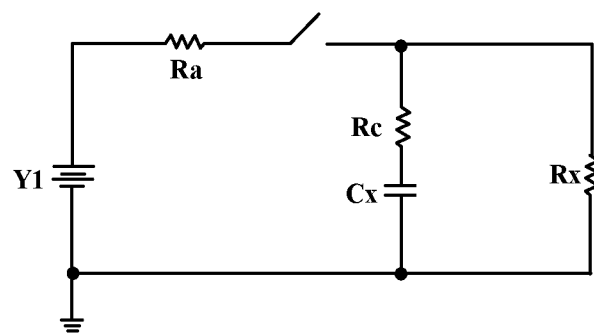


图 10

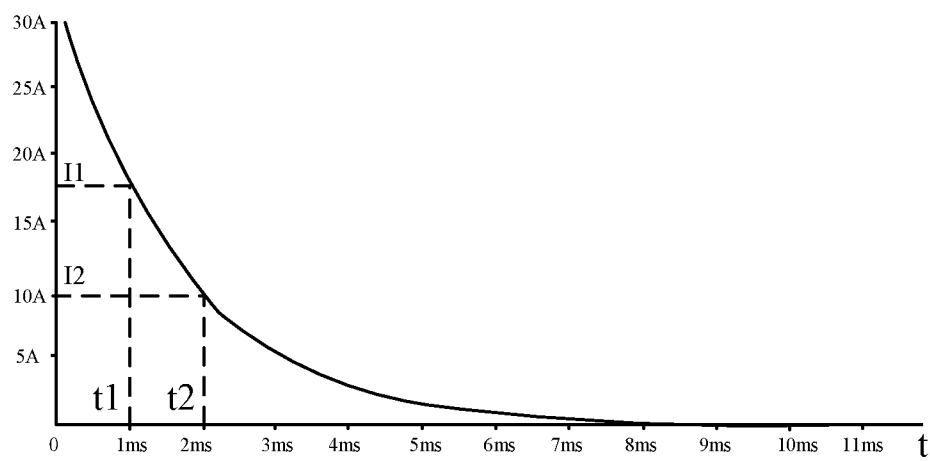


图 11

7/8

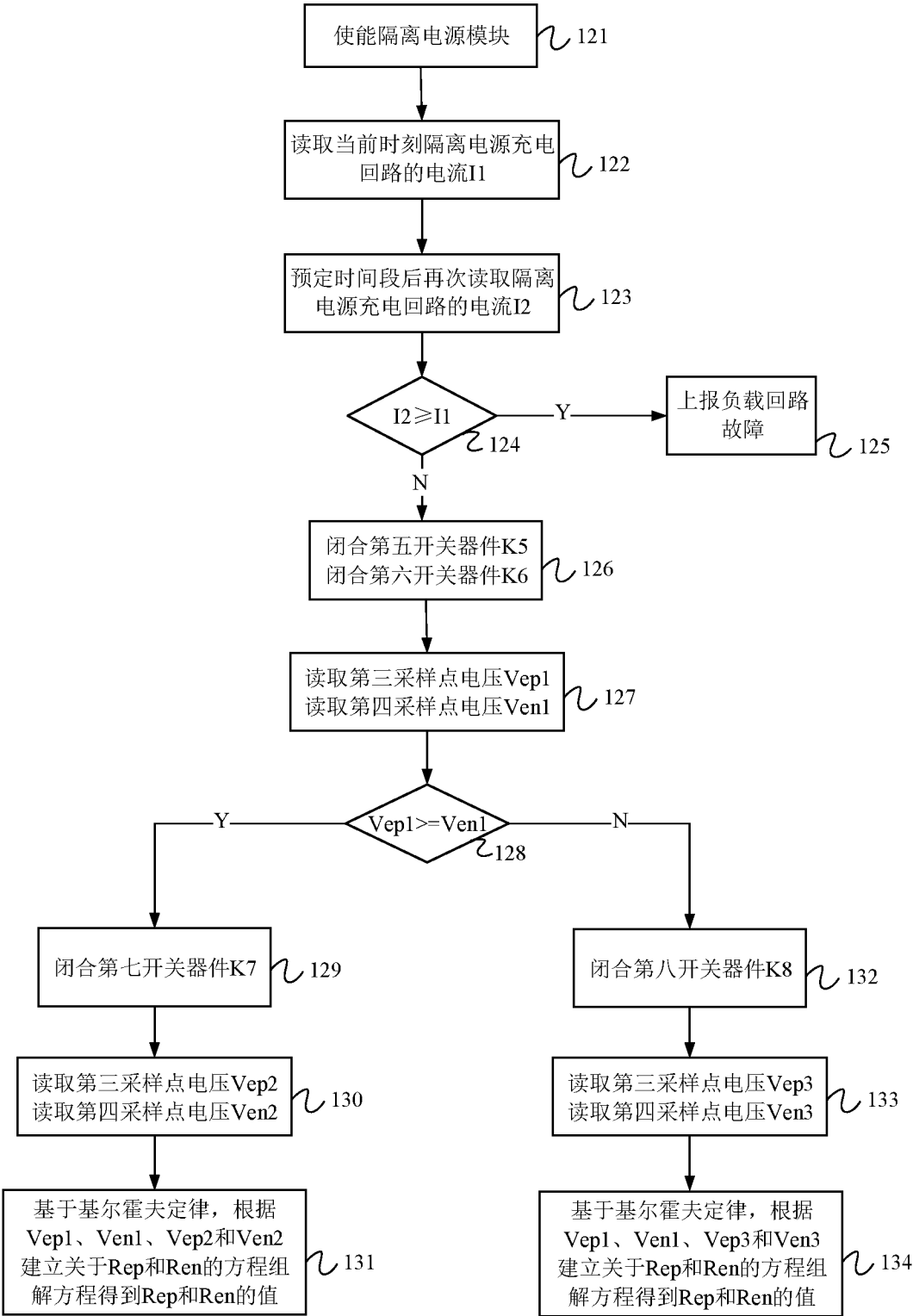


图 12

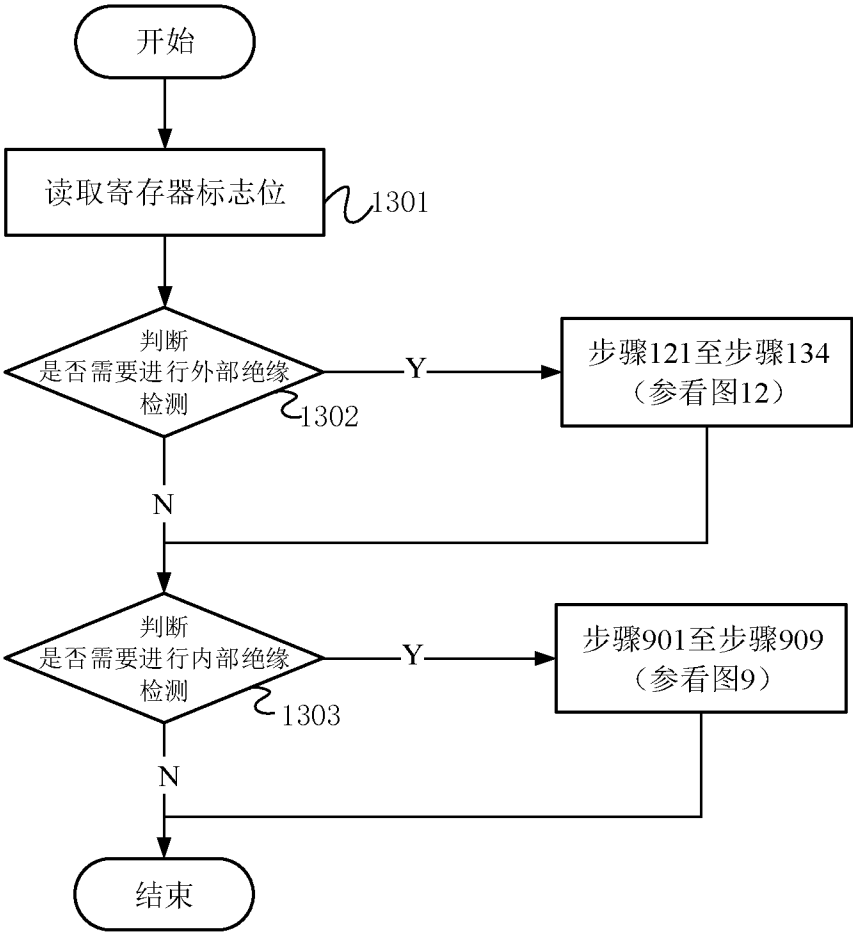


图 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/072250

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, B60L11, H01M10

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, 绝缘, 电阻, 阻抗, 阻值, 对地, 车体, 底盘, 漏电, 负载, 外侧, 外部, 高压直流, 母线, 母排, 电源, 直流源, 外部电源, 隔离电源, 外接, 测试电源, 检测电源, 短路, 电流, 充电电流, 时间 VEN, DWPI: insulation, battery, impedance, resist, power, source, dc, external, ground, earth, short

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109765495 A (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LIMITED.) 17 May 2019 (2019-05-17) claims 1-25	1-25
Y	CN 207473060 U (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LIMITED.) 08 June 2018 (2018-06-08) description, paragraphs 057-122, figure 6	1-25
Y	CN 108680793 A (TIANJIN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY AND EDUCATION) 19 October 2018 (2018-10-19) description, paragraph 021, figure 1	1-25
Y	CN 105372549 A (ANHUI JIANGHUAI AUTOMOBILE GROUP CORP., LTD.) 02 March 2016 (2016-03-02) description, paragraphs 024-032	25
Y	CN 107526041 A (CONTEMPORARY AMPEREX TECHNOLOGY CO., LIMITED.) 29 December 2017 (2017-12-29) description, paragraphs 034-157, figure 8	1-25



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

04 April 2020

Date of mailing of the international search report

20 April 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.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/072250**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103033729 A (ZHEJIANG GAOTAI HAONENG TECHNOLOGY CO., LTD. et al.) 10 April 2013 (2013-04-10) entire document	1-25
A	CN 207164146 U (CHENGDU RAJA NEW ENERGY AUTOMOBILE SCIENCE AND TECHNOLOGY CO., LTD.) 30 March 2018 (2018-03-30) entire document	1-25
A	CN 108713150 A (LG CHEMICAL, LTD.) 26 October 2018 (2018-10-26) entire document	1-25
A	KR 20150084532 A (LG CHEMICAL LTD.) 22 July 2015 (2015-07-22) entire document	1-25
A	WO 2015033627 A1 (JX NIPPON OIL & ENERGY CORP.) 12 March 2015 (2015-03-12) entire document	1-25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/072250

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109765495	A	17 May 2019	None			
CN	207473060	U	08 June 2018	None			
CN	108680793	A	19 October 2018	None			
CN	105372549	A	02 March 2016	CN	105372549	B	13 February 2018
CN	107526041	A	29 December 2017	EP	3451003	A2	06 March 2019
				US	2019064280	A1	28 February 2019
				EP	3451003	A3	13 March 2019
CN	103033729	A	10 April 2013	CN	103033729	B	20 January 2016
CN	207164146	U	30 March 2018	None			
CN	108713150	A	26 October 2018	US	2019047436	A1	14 February 2019
				KR	102042756	B1	08 November 2019
				KR	20180039454	A	18 April 2018
				EP	3410130	A4	24 April 2019
				WO	2018070684	A2	19 April 2018
				WO	2018070684	A3	07 June 2018
				EP	3410130	A2	05 December 2018
				JP	2019508716	A	28 March 2019
KR	20150084532	A	22 July 2015	KR	101675191	B1	10 November 2016
WO	2015033627	A1	12 March 2015	JP	2015049216	A	16 March 2015

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/072250

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, B60L11, H01M10

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, 绝缘, 电阻, 阻抗, 阻值, 对地, 车体, 底盘, 漏电, 负载, 外侧, 外部, 高压直流, 母线, 母排, 电源, 直流源, 外部电源, 隔离电源, 外接, 测试电源, 检测电源, 短路, 电流, 充电电流, 时间

VEN, DWPI: insulation, battery, impedance, resist, power, source, dc, external, ground, earth, short

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
PX	CN 109765495 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2019年 5月 17日 (2019 - 05 - 17) 权利要求1-25	1-25
Y	CN 207473060 U (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2018年 6月 8日 (2018 - 06 - 08) 说明书第057-122段、图6	1-25
Y	CN 108680793 A (天津职业技术师范大学) 2018年 10月 19日 (2018 - 10 - 19) 说明书第021段、图1	1-25
Y	CN 105372549 A (安徽江淮汽车股份有限公司) 2016年 3月 2日 (2016 - 03 - 02) 说明书第024-032段	25
Y	CN 107526041 A (宁德时代新能源科技股份有限公司) 2017年 12月 29日 (2017 - 12 - 29) 说明书第034-157段、图8	1-25
A	CN 103033729 A (浙江高泰昊能科技有限公司等) 2013年 4月 10日 (2013 - 04 - 10) 全文	1-25

☒ 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

2020年 4月 4日

国际检索报告邮寄日期

2020年 4月 20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 207164146 U (成都雅骏新能源汽车科技股份有限公司) 2018年 3月 30日 (2018 - 03 - 30) 全文	1-25
A	CN 108713150 A (株式会社LG化学) 2018年 10月 26日 (2018 - 10 - 26) 全文	1-25
A	KR 20150084532 A (LG CHEMICAL LTD.) 2015年 7月 22日 (2015 - 07 - 22) 全文	1-25
A	W0 2015033627 A1 (JX NIPPON OIL & ENERGY CORP.) 2015年 3月 12日 (2015 - 03 - 12) 全文	1-25

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/072250

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	109765495	A	2019年 5月 17日	无			
CN	207473060	U	2018年 6月 8日	无			
CN	108680793	A	2018年 10月 19日	无			
CN	105372549	A	2016年 3月 2日	CN	105372549	B	2018年 2月 13日
CN	107526041	A	2017年 12月 29日	EP	3451003	A2	2019年 3月 6日
				US	2019064280	A1	2019年 2月 28日
				EP	3451003	A3	2019年 3月 13日
CN	103033729	A	2013年 4月 10日	CN	103033729	B	2016年 1月 20日
CN	207164146	U	2018年 3月 30日	无			
CN	108713150	A	2018年 10月 26日	US	2019047436	A1	2019年 2月 14日
				KR	102042756	B1	2019年 11月 8日
				KR	20180039454	A	2018年 4月 18日
				EP	3410130	A4	2019年 4月 24日
				WO	2018070684	A2	2018年 4月 19日
				WO	2018070684	A3	2018年 6月 7日
				EP	3410130	A2	2018年 12月 5日
				JP	2019508716	A	2019年 3月 28日
KR	20150084532	A	2015年 7月 22日	KR	101675191	B1	2016年 11月 10日
WO	2015033627	A1	2015年 3月 12日	JP	2015049216	A	2015年 3月 16日