

(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 11 月 5 日 (05.11.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/220560 A1

(51) 国际专利分类号:
G01R 31/385 (2019.01) **H01M 10/48** (2006.01)
H01M 10/42 (2006.01) **H01M 2/34** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/105715

(22) 国际申请日: 2019 年 9 月 12 日 (12.09.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201920621611.6 2019年4月30日 (30.04.2019) 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: 许佳(**XU, Jia**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 但志敏(**DAN, Zhimin**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 曾超(**ZENG, Chao**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 王潇(**WANG, Xiao**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。

352100 (CN)。 侯貽真(**HOU, Yizhen**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 张伟(**ZHANG, Wei**); 中国福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号, Fujian 352100 (CN)。 胡国亮(**HU, Guoliang**); 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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(54) Title: THERMAL RUNAWAY DETECTION CIRCUIT

(54) 发明名称: 热失控检测电路



图 1

AA Sensing module
BB Detection module
CC Processing module

(57) Abstract: A thermal runaway detection circuit, relating to the technical field of batteries. The circuit comprises: a sensing module (P1), a detection module (P2), and a processing module (P3); the sensing module (P1) comprises sensing lines (a, b, c, d, e), and the distance between at least a portion of the sensing lines (a, b, c, d, e) and a cell in a battery pack is less than a temperature-sensing distance threshold; the detection module (P2) is connected to the sensing lines (a, b, c, d, e); the detection module (P2) comprises at least one group of divider resistance sets; one end of each group of divider resistance sets is connected to a first power supply terminal (V1), and the other end is grounded; each group of divider resistance sets comprises at least two groups of divider resistance sets connected in series; the processing module (P3) is configured to obtain thermal runaway detection data, and determine whether the battery pack has thermal runaway according to the thermal runaway detection data, wherein the thermal runaway detection data comprises battery pack data and sampling data collected from a sampling point, and the sampling point is provided between two connected divider resistance sets. The thermal runaway detection circuit can improve the safety of the battery pack.

(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))。

(57) 摘要: 一种热失控检测电路, 涉及电池技术领域。电路包括: 感应模块 (P1)、检测模块 (P2) 和处理模块 (P3), 感应模块 (P1) 包括感应线 (a, b, c, d, e), 感应线 (a, b, c, d, e) 的至少一部分与电池组中单体电芯的距离小于感温距离阈值; 检测模块 (P2) 与感应线 (a, b, c, d, e) 连接, 检测模块 (P2) 包括至少一组分压电阻集合, 每组分压电阻集合的一端与第一供电端 (V1) 连接, 每组分压电阻集合的另一端与地连接, 每组分压电阻集合包括串联的至少两个分压电阻集合; 处理模块 (P3) 用于获取热失控检测数据, 根据热失控检测数据确定电池组是否发生热失控, 其中, 热失控检测数据包括电池组数据和从采样点采集的采样数据, 采样点设置于相连的两个分压电阻集合之间。该热失控检测电路能够提高电池组的安全性。

热失控检测电路

相关申请的交叉引用

本申请要求享有于 2019 年 04 月 30 日提交的名称为“热失控检测电路”的中国专利申请 201920621611.6 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，特别是涉及一种热失控检测电路。

背景技术

随着新能源的快速发展，新能源可以为越来越多的设备提供动力，比如电池组可作为动力源为新能源汽车、新能源船舶、新能源飞机等等提供动力。电池组在工作过程中会产生热量。在常态下，电池组产生的热量是可控的。但是，在非常态，如碰撞、过充电等状态下，电池组的产生的热量是不可控的，导致发生热失控。一旦发生热失控，可能会导致火灾，威胁到电池组、安装有电池组的设备的安全以及相关人员的生命安全。

为了提高电池组的安全性，现阶段通过电池管理系统（**Battery Management System, BMS**）监控电压或温度的变化来判定是否发生热失控。但是，在发生热失控的条件下，用于与 **BMS** 进行通信的电路板或监控单元可能被热失控产生的高温电解液溅射到并被烧毁。从而使 **BMS** 无法检测到热失控，降低了电池组的安全性。

发明内容

本申请实施例提供了一种热失控检测电路，能够提高电池组的安全性。

本申请实施例提供了一种热失控检测电路，包括：感应模块，感应模

块包括感应线，感应线的至少一部分与电池组中单体电芯的距离小于感温距离阈值；检测模块，检测模块与感应线连接，检测模块包括至少一组分压电阻集合，每组分压电阻集合的一端与第一供电端连接，每组分压电阻集合的另一端与地连接，每组分压电阻集合包括串联的至少两个分压电阻集合；处理模块，处理模块与检测模块连接，处理模块用于获取热失控检测数据，根据热失控检测数据，确定电池组是否发生热失控，其中，热失控检测数据包括电池组数据和从采样点采集的采样数据，采样点设置于相连的两个分压电阻集合之间。

本申请实施例提供一种热失控检测电路，感应模块包括感应线，且感应线的至少一部分与电池组中单体电芯的距离小于感温距离阈值，使得感应线的状态受到电池组中单体电芯的温度的影响。感应线受到单体电芯的温度的影响，感应线的通断状态会发生变化，从而使得从采样点采集的采样数据发生变化。处理模块根据热失控检测数据，可及时检测到电池组的热失控，提高了电池组的安全性。

附图说明

下面将通过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。

图 1 为本申请一实施例中一种热失控检测电路的结构示意图；

图 2 为本申请另一实施例中一种热失控检测电路的结构示意图；

图 3 为本申请又一实施例中一种热失控检测电路的结构示意图；

图 4 为本申请再一实施例中一种热失控检测电路的结构示意图；

图 5 为本申请又一实施例中一种热失控检测电路的结构示意图。

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。但是，对于本领域技术人员来说很明显的是，本申请可以在不需要这些具体细节中的一些细节的情况下实施。下面对实施例的描述仅仅是为了通过示

出本申请的示例来提供对本申请的更好的理解。本申请决不限于下面所提出的任何具体配置，而是在不脱离本申请的精神的前提下覆盖了元素、部件的任何修改、替换和改进。在附图和下面的描述中，没有示出公知的结构和技术，以便避免对本申请造成不必要的模糊。

本申请实施例提供了一种热失控检测电路，可用于对电池组进行热失控的监控的场景中。电池组包括至少一个单体电芯。电池组可为电池模组、电池包等等，在此并不限定。在本申请实施例中，热失控检测电路可及时检测到电池组发生热失控的情况，便于后续过程中及时采取对应的措施，提高电池组的安全性。

图 1 为本申请一实施例中一种热失控检测电路的结构示意图。如图所示，该热失控检测电路包括感应模块 P1、检测模块 P2 和处理模块 P3。

感应模块 P1 包括感应线。感应线的至少一部分与电池组中单体电芯的距离小于感温距离阈值。感应线的数目和种类可根据具体的工作场景和工作需求设置，在此并不限定。

感温距离阈值为感应线能够敏感地感应到电池组中单体电芯的温度高于温度阈值的距离阈值。感应线与电池组中单体电芯的距离小于感温距离阈值的情况下，感应线被引发通断状态发生变化对应的温度与电池组中单体电芯的实际温度之间的误差在可接受范围内。感温距离阈值可根据感应线的自身特性参数、单体电芯的自身特性参数，结合具体工作场景和工作需求设定，在此并不限定。

在一些示例中，单体电芯的温度高于高温温度阈值，至少一部分与该单体电芯的距离小于感温距离阈值的感应线的通断状态会发生变化，比如，感应线可能会发生断路。若电池组发生热失控，单体电芯的温度会高于高温温度阈值。

在一些示例中，为了能够更加及时地检测到电池组的热失控，感应线的至少一部分可设置于电池组中的单体电芯的电芯防爆阀口正上方。由于电池组发生热失控，电芯防爆阀会发生破裂，高温电解液、高温气体等会从电芯的防爆阀口喷出。感应线的至少一部分设置于电池组中的单体电芯的电芯防爆阀口正上方，能够使感应线对电池组的热失控感应更加敏感，

从而进一步提高热失控检测的准确性和及时性。

进一步地，感应线可穿过电池组中所有单体电芯的防爆阀口的正上方。感应线的具体设置还可结合电池组的内部结构确定。比如，电池组为电池包，电池包包括多个电池模组。感应线可包括多个感应线段，每个感应线段对应一个电池模组或几个电池模组，每个感应线段之间可通过其他线束或插接件等连接。

检测模块 P2 与感应线连接。检测模块 P2 包括至少一组分压电阻集合。每组分压电阻集合的一端与第一供电端连接，每组分压电阻集合的另一端与地连接。每组分压电阻集合包括串联的至少两个分压电阻集合。

第一供电端可提供电压，比如，提供 5V 的电压。若电池组及热失控检测电路安装在动力汽车中，第一供电端 5V 的电压可由动力汽车中的铅酸蓄电池提供。

一个分压电阻集合包括至少一个电阻。若一个分压电阻集合包括多个电阻，电阻的数量和连接方式在此并无限定。分压电阻集合用于分压，以供处理模块 P3 可从设置于相连的两个分压电阻集合之间的采样点采集采样数据。

在一些示例中，检测模块 P2 具体可设置在电池管理单元（Battery Management Unit, BMU）中。BMU 具有外壳结构，检测模块 P2 能够避免被发生热失控的电池组产生的高温电解液溅射到。或者，对检测模块 P2 的具体设置位置并不做限定，为检测模块 P2 配置保护罩，避免被发生热失控的电池组产生的高温电解液溅射到检测模块 P2。从而进一步保证对热失控检测的及时性和热失控检测电路的安全性。

处理模块 P3 与检测模块 P2 连接。处理模块 P3 用于获取热失控检测数据，根据热失控检测数据，确定电池组是否发生热失控。

其中，热失控检测数据包括从采样点采集的采样数据，采样点设置于相连的两个分压电阻集合之间。

电池组数据是与电池组相关的数据，可表征电池组的各类状态，比如温度、电压、故障、与外通讯有效性等。

处理模块 P3 从采样点采集采样数据。处理模块 P3 具体可包括采样端

口，采样端口与采样点连接。采样点的位置和数目可根据具体工作场景和工作需求设定，在此并不限定。采样数据可包括电参数信号，比如电压、电流等，在此并不限定。

根据从采样点采集的采样数据，可确定感应线的通断状态，即确定感应线短路、断路或正常通路。处理模块 P3 基于感应线的通断状态，确定电池组是否发生热失控，以保证热失控检测的可靠性。

在一些示例中，处理模块 P3 可设置在 BMU 中，或将处理模块 P3 的功能集成在 BMU 中，比如，处理模块 P3 具体可为 BMU 中的微控制单元（Micro Control Unit，MCU，MCU）在此并不限定。

在本申请实施例中，热失控检测电路包括感应模块 P1、检测模块 P2 和处理模块 P3。感应模块 P1 包括感应线，且感应线的至少一部分与电池组中单体电芯的距离小于感温距离阈值，使得感应线的状态受到电池组中单体电芯的温度的影响。感应线受到单体电芯的温度的影响，感应线的通断状态会发生变化，从而使得从采样点采集的采样数据发生变化。处理模块 P3 根据热失控检测数据，可及时检测到电池组的热失控，提高了电池组的安全性。

在一些示例中，上述实施例中的处理模块 P3 还可包括告警电路，该告警电路可用于若确定电池组发生热失控，向整车控制器发送告警信号，以触发整车控制器采取相应措施或提醒相关人员。

在本申请实施例中，若热失控检测电路安装至动力汽车中，在动力汽车的整车处于停车休眠状态下，依然可以进行热失控检测和告警。

下面将以热失控检测电路的几种具体结构来进行说明。

图 2 为本申请另一实施例中一种热失控检测电路的结构示意图（未示出处理模块 P3）。如图 2 所示，检测模块 P2 中的感应线包括第一感应线 and 第二感应线。检测模块 P2 包括两组分压电阻集合。

其中，第一感应线 and 第二感应线具体可设置在电池组上方的电路板上。比如，电路板具体可为柔性印刷电路板（Flexible Printed Circuit，FPC），第一感应线 and 第二感应线可为包覆在 FPC 基材里的铜丝，与 FPC 上原本设置有的采集温度、电压等的采样线区别开来。第一感应线、第二

感应线与采样线相比更细，即第一感应线的直径、第二感应线的直径小于采样线的直径。

第一感应线的至少一部分和第二感应线的至少一部分位于电池组中的单体电芯的电芯防爆阀口正上方。若电池组发生热失控，电芯防爆阀会发生破裂，高温电解液、高温气体等会从电芯的防爆阀口喷出。第一感应线的至少一部分和第二感应线的至少一部分设置于电池组中的单体电芯的电芯防爆阀口正上方，能够使第一感应线和第二感应线对电池组的热失控感应更加敏感，从而进一步提高热失控检测的准确性和及时性。

进一步地，第一感应线和第二感应线可穿过电池组中所有单体电芯的防爆阀口的正上方。第一感应线和第二感应线的具体设置还可结合电池组的内部结构确定。比如，电池组为电池包，电池包包括多个电池模组，电池包内可设置有多个电路板。第一感应线可包括多个感应线段，每个感应线段设置于一个电路板上，每个感应线段之间可通过其他线束或插接件等连接。第二感应线的设置可参见第一感应线，在此不再赘述。

在本申请实施例中，采样点包括第一采样点、第二采样点、第三采样点和第四采样点。

第一组分压电阻集合包括串联的第一分压电阻集合、第二分压电阻集合和第三分压电阻集合。第一分压电阻集合的一端与第一供电端连接。第三分压电阻集合的一端与地连接。

比如，如图 2 所示，第一分压电阻集合包括电阻 R1，第二分压电阻集合包括电阻 R2，第三分压电阻集合包括电阻 R3。其中，电阻 R1 的一端与第一供电端 V1 连接，电阻 R1 的另一端与电阻 R2 的一端连接。电阻 R2 的另一端与电阻 R3 的另一端连接。电阻 R3 的一端与地连接。

第一采样点设置于第一分压电阻集合与第二分压电阻集合之间。第二采样点设置于第二分压电阻集合与第三分压电阻集合之间。第一感应线的一端与第一采样点连接，第一感应线的另一端与第二采样点连接。

比如，如图 2 所示，第一采样点标记为 AD1，第二采样点标记为 AD2。第一采样点 AD1 设置于电阻 R1 和电阻 R2 之间，第二采样点 AD2 设置于电阻 R2 和电阻 R3 之间。第一感应线以 a 标记，第一感应线 a 相当

于与电阻 R2 并联。

第二组分压电阻集合包括串联的第四分压电阻集合、第五分压电阻集合和第六分压电阻集合。第四分压电阻集合的一端与第一供电端连接。第六分压电阻集合的一端与地连接。

比如，如图 2 所示，第四分压电阻集合包括电阻 R4，第五分压电阻集合包括电阻 R5，第六分压电阻集合包括电阻 R6。其中，电阻 R4 的一端与第一供电端 V1 连接，电阻 R4 的另一端与电阻 R5 的一端连接。电阻 R5 的另一端与电阻 R6 的另一端连接。电阻 R6 的一端与地连接。

第三采样点设置于第四分压电阻集合与第五分压电阻集合之间。第四采样点设置于第五分压电阻集合与第六分压电阻集合之间。第二感应线的一端与第三采样点连接，第二感应线的另一端与第四采样点连接。

比如，如图 2 所示，第三采样点标记为 AD3，第四采样点标记为 AD4。第三采样点 AD3 设置于电阻 R4 和电阻 R5 之间，第四采样点 AD4 设置于电阻 R5 和电阻 R6 之间。第二感应线以 b 标记，第二感应线 b 相当于与电阻 R5 并联。

若第一感应线 a 未发生断路，第一供电端 V1 通过第一组分压电阻集合至地的回路为：第一供电端 V1→电阻 R1→第一感应线 a→电阻 R3→地。

若第一感应线 a 发生断路，第一供电端 V1 通过第一组分压电阻集合至地的回路为：第一供电端 V1→电阻 R1→电阻 R2→电阻 R3→地。

同理，若第二感应线 b 未发生断路，第一供电端 V1 通过第二组分压电阻集合至地的回路为：第一供电端 V1→电阻 R4→第二感应线 b→电阻 R6→地。

若第二感应线 b 发生断路，第一供电端 V1 通过第二组分压电阻集合至地的回路为：第一供电端 V1→电阻 R4→电阻 R5→电阻 R6→地。

因此，第一感应线 a 发生断路与未发生断路两种情况下，从第一采样点 AD1 采集的第一采样数据和从第二采样点 AD2 采集的第二采样数据有所不同，可根据第一采样数据和第二采样数据，确定第一感应线 a 的通断状态。通断状态包括断路和未发生断路（即正常通路）。

同理，第二感应线 b 发生断路与未发生断路两种情况下，从第三采样点 AD3 采集的第三采样数据和从第四采样点 AD4 采集的第四采样数据有所不同，可根据第三采样数据和第四采样数据，确定第二感应线 b 的通断状态。通断状态包括断路和未发生断路（即正常通路）。

在一些示例中，热失控检测数据还包括电池组数据。

在一些示例中，可预先设定用于判定第一感应线发生断路的第一断路阈值范围和第二断路阈值范围，以及用于判定第二感应线发生断路的第三断路阈值范围和第四断路阈值范围。

在一些示例中，也可预先设定用于判定第一感应线正常通路的第一通路阈值范围和第二通路阈值范围，以及用于判定第二感应线正常通路的第三通路阈值范围和第四通路阈值范围。

第一断路阈值范围和第二断路阈值范围与第一供电端提供的电压、第一分压电阻集合、第二分压电阻集合、第三分压电阻集合、可接受误差范围相关。也就是说，根据第一供电端提供的电压、第一分压电阻集合、第二分压电阻集合、第三分压电阻集合、可接受误差范围可以计算得到第一断路阈值范围和第二断路阈值范围。

第三断路阈值范围和第四断路阈值范围与第一供电端提供的电压、第四分压电阻集合、第五分压电阻集合、第六分压电阻集合、可接受误差范围相关。也就是说，根据第一供电端提供的电压、第四分压电阻集合、第五分压电阻集合、第六分压电阻集合、可接受误差范围可以计算得到第三断路阈值范围和第四断路阈值范围。

第一通路阈值范围和第二通路阈值范围与第一供电端提供的电压、第一分压电阻集合、第三分压电阻集合、可接受误差范围相关。也就是说，根据第一供电端提供的电压、第一分压电阻集合、第三分压电阻集合、可接受误差范围可以计算得到第一通路阈值范围和第二通路阈值范围。

第三通路阈值范围和第四通路阈值范围与第一供电端提供的电压、第四分压电阻集合、第六分压电阻集合、可接受误差范围相关。也就是说，根据第一供电端提供的电压、第四分压电阻集合、第六分压电阻集合、可接受误差范围可以计算得到第三通路阈值范围和第四通路阈值范围。

需要说明的是，第一通路阈值范围与第二通路阈值范围可以相同，或者，第一通路阈值范围与第二通路阈值范围之间的偏差在可接受范围内。第三通路阈值范围与第四通路阈值范围可以相同，或者，第三通路阈值范围与第四通路阈值范围之间的偏差在可接受范围内。

上述处理模块 P3 可包括采样端口、传感器、第一比较电路、第二比较电路和第一判断电路。

采样端口与第一采样点、第二采样点、第三采样点和第四采样点连接，用于从第一采样点、第二采样点、第三采样点和第四采样点分别获取第一采样数据、第二采样数据、第三采样数据和第四采样数据。具体的，针对每一个采样点均可对应设置一个采样端口，通过该采样端口，采集得到对应采样点的采样数据。

传感器用于采集电池组数据。传感器具体可为电压传感器、温度传感器、通讯传感器等等，在此并不限定。

第一比较电路与采样端口连接，用于若第一采样数据位于第一断路阈值范围内，且第二采样数据位于第二断路阈值范围内，发送第一断路信号。第一断路信号表征第一感应线发生断路。

第二比较电路与采样端口连接，用于若第三采样数据位于第三断路阈值范围内，且第四采样数据位于第四断路阈值范围内，发送第二断路信号。第二断路信号表征第二感应线发生断路。

第一判断电路与第一比较电路、第二比较电路和传感器连接。第一判断电路用于若在预设时长内，接收到第一断路信号和第二断路信号，且电池组数据中的至少一个参数满足故障条件，确定电池组发生热失控。

上述第一比较电路、第二比较电路和第一判断电路可包括电阻、电容、比较器、放大器等器件，在此并不限定。

其中，电池组数据包括至少一个参数。参数可用于表征电池组的各类状态，比如温度、电压、故障、与外通讯有效性等。

在一些示例中，电池组数据具体可以为各类与电池组相关的参数。比如，电池组中单体电芯的最高温度、电池组中单体电芯的温度变化速度、电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差、电池组中单体电芯的最小

电压、电池组的电压采样断路故障数目、测温传感失效参数、电芯监控通讯失效参数中的一个或几个参数，在此并不限定。

故障条件包括参数超出安全参数阈值范围或参数表征失效。预设时长可根据具体工作场景和工作需求设定，在此并不限定。设定预设时长可以有效地避免至少一部分热失控的误判，提高热失控检测的可靠性。

与电池组数据中的各个参数对应，具有不同的安全参数阈值范围。比如，与电池组中单体电芯的最高温度对应的安全参数阈值范围具体可为最高温度安全阈值范围。与电池组中单体电芯的温度变化速度对应的安全参数阈值范围具体可为温度变化速度安全阈值范围。与电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差对应的安全参数阈值范围具体可为温差安全阈值范围。与电池组中单体电芯的最小电压对应的安全参数阈值范围具体可为最小电压安全阈值范围。与电池组的电压采样断路故障数目对应的安全参数阈值范围具体可为故障数据安全阈值范围。

测温传感失效参数可表征用于测温的传感器或传感部件是否失效。比如，电池组内设置有负温度系数（Negative Temperature Coefficient，NTC）热敏电阻，测温传感失效参数可表征设置在电池组内的 NTC 热敏电阻是否完全失效。

电芯监控通讯失效参数可表征对单体电芯进行监控的部件与 BMU 之间的通讯是否失效（即是否丢失）。比如，电池组的单体电芯配置有电芯监控单元（Cell Supervision Circuit，CSC），电芯监控通讯失效参数可表征 CSC 与 BMU 之间的通讯是否失效。

比如，以下举几个在确定第一感应线和第二感应线发生断路的情况下，确定电池组发生热失控的示例。但需要注意的是，确定电池组发生热失控的情况包括但不限于以下示例。

示例一：在 10 分钟内，确定第一感应线和第二感应线发生断路，且电池组中单体电芯的最高温度持续 2 秒大于 68.4°C ，可确定电池组发生热失控。

示例二：在 10 分钟内，确定第一感应线和第二感应线发生断路，且电池组中单体电芯的温度变化速度持续 2 秒大于 $3^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ ，可确定电池组发

生热失控。

示例三：在 10 分钟内，确定第一感应线和第二感应线发生断路，且电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差大于 30℃，可确定电池组发生热失控。

示例四：在 10 分钟内，确定第一感应线和第二感应线发生断路，且电池组中单体电芯的最小电压持续 300 毫秒小于 2V，可确定电池组发生热失控。

示例五：在 10 分钟内，确定第一感应线和第二感应线发生断路，且电池组的电压采样断路故障数目大于等于 1，可确定电池组发生热失控。

示例六：在 10 分钟内，确定第一感应线和第二感应线发生断路，且测温传感失效参数可表征设置在电池组内的 NTC 热敏电阻完全失效，可确定电池组发生热失控。

示例七：在 10 分钟内，确定第一感应线和第二感应线发生断路，且电芯监控通讯失效参数可表征 CSC 与 BMU 之间的通讯失效，可确定电池组发生热失控。

在另一些示例中，上述第一判断电路还用于若在预设时长内，未接收到第一断路信号和/或第二断路信号，且电池组数据中的至少一组参数满足故障条件，确定电池组发生热失控。

其中，未接收到第一断路信号和/或第二断路信号，表示第一感应线和第二感应线中至少一条感应线未发生断路，具体可以为第一感应线和第二感应线中只有一条感应线发生断路，或者，具体可以为第一感应线和第二感应线均没有发生断路。

一组参数包括至少两个参数。一组参数包括但不限于以下几组参数中的任意一组：

第一组：电池组中单体电芯的最小电压与电池组中单体电芯的最高温度。

第二组：电池组中单体电芯的最小电压与电池组中单体电芯的温度变化速度。

第三组：电池组中单体电芯的最小电压与电池组中单体电芯的最高温

度和最低温度之差。

第四组：电池组中单体电芯的温度变化速度与电池组中单体电芯的最高温度。

第五组：电池组中单体电芯的温度变化速度与电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差。

第六组：电池组的电压采样断路故障数目与电池组中单体电芯的最高温度。

第七组：电池组的电压采样断路故障数目与电池组中单体电芯的温度变化速度。

第八组：电池组的电压采样断路故障数目与电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差

第九组：电池组的电压采样断路故障数目与测温传感失效参数。

上述每一组参数中具体参数以及的相关内容可参见上述实施例中的相关说明说明，在此不再赘述。故障条件包括参数超出安全参数阈值范围或参数表征失效。

比如，作为示例，下面列出多组参数及其对应的故障条件，若至少一组参数满足自身对应的故障条件，可确定电池组发生热失控。至少两个参数满足自身对应的故障条件可进一步提高热失控检测的可靠性。需要说明的是，本申请实施例中的参数和故障条件包括但并不限于下面的参数和故障条件。

第一组参数及其故障条件：电池组中单体电芯的最小电压持续 300 毫秒小于 2V，且电池组中单体电芯的最高温度持续 2 秒大于 68℃。

第二组参数及其故障条件：电池组中单体电芯的最小电压持续 300 毫秒小于 2V，且电池组中单体电芯的温度变化速度持续 2 秒大于 3℃/秒。

第三组参数及其故障条件：电池组中单体电芯的最小电压持续 300 毫秒小于 2V，且电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差大于 30℃。

第四组参数及其故障条件：电池组中单体电芯的温度变化速度持续 2 秒大于 3℃/秒，且电池组中单体电芯的最高温度持续 2 秒大于 68℃。

第五组参数及其故障条件：电池组中单体电芯的温度变化速度持续 2

秒大于 $3^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ ，且电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差大于 30°C 。

第六组参数及其故障条件：电池组的电压采样断路故障数目大于等于 1，且电池组中单体电芯的最高温度持续 2 秒大于 68°C 。

第七组参数及其故障条件：电池组的电压采样断路故障数目大于等于 1，且电池组中单体电芯的温度变化速度持续 2 秒大于 $3^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 。

第八组参数及其故障条件：电池组的电压采样断路故障数目大于等于 1，电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差大于 30°C 。

第九组参数及其故障条件：电池组的电压采样断路故障数目大于等于 1，且测温传感失效参数表征设置在电池组内的 NTC 热敏电阻完全失效。

若上述九组参数中至少一组参数满足这一组参数对应的故障条件，可确定电池组发生热失控。

在又一个示例中，若确定第一感应线 and 第二感应线中只有一条感应线发生断路，也可确定电池组未发生故障，并不做任何故障处理。

需要说明的是，若第一采样数据既不位于第一断路阈值范围内，也不位于第一通路阈值范围内，可确定第一采样点对应的采样端口出现故障。若第二采样数据既不位于第二断路阈值范围内，也不位于第二通路阈值范围内，可确定第二采样点对应的采样端口出现故障。若第三采样数据既不位于第三断路阈值范围内，也不位于第三通路阈值范围内，可确定第三采样点对应的采样端口出现故障。若第四采样数据既不位于第四断路阈值范围内，也不位于第四通路阈值范围内，可确定第四采样点对应的采样端口出现故障。

若确定采样点对应的采样端口出现故障，可发出采样故障提示消息，以提示整车控制器采取相应措施或提示相关人员。

在一些示例中，上述第一判断电路还用于：若未接收到第一断路信号和/或第二断路信号，且电池组数据满足故障条件，发出热失控预警消息。

其中，电池组数据包括充电过程中电池组中单体电芯的最大电压、充电过程中电池组的实际荷电状态和充电过程中电池组的充电电流。故障条件包括参数超出安全参数阈值范围。

与电池组数据中的具体参数对应，安全参数阈值范围包括电压安全参数阈值范围、荷电状态安全参数阈值范围、电流安全参数阈值范围。

也就是说，若确定第一感应线 and 第二感应线中至少一条感应线未发生断路，充电过程中电池组中单体电芯的最大电压超出电压安全参数阈值范围，充电过程中电池组的实际荷电状态超出荷电状态安全参数阈值范围，且充电过程中电池组的充电电流超出电流安全参数阈值范围，可预测电池组即将发生热失控。可发出热失控预警消息，从而预先采取相应的措施，避免发生热失控，进一步提高电池组的安全性。

比如，在充电过程中，若电池组中单体电芯的最大电压大于三级过压阈值的 1.1 倍，电池组的实际荷电状态大于 115%，且充电电流大于等于 0.33 倍的 1 小时率额定充电电流，可预测即将发生热失控，发送热失控预警消息。

在一些实施例中，BMU 的状态包括工作状态和休眠状态。BMU 处于工作状态，BMU 的电源模块 P5 控制 BMU 的供电模块上电，使 BMU 处于工作状态，能够正常进行对电池组的数据监测，比如电压监测、电流监测、温度监测、绝缘监测、荷电状态监测等，可获取电压、电流、温度、荷电状态等作为热失控检测数据。BMU 处于休眠状态，BMU 的电源模块 P5 控制 BMU 的供电模块下电，BMU 停止对电池组的数据监测。电源模块 P5 具体可实现为电源芯片，比如系统基础芯片（System Basis Chip，SBC）等，在此并不限定。

若在 BMU 处于休眠状态的过程中，电池组发生了热失控，BMU 停止对电池组的数据监测，也不能够提供热失控检测数据。若处理模块 P3 集成在 BMU 中，BMU 处于休眠状态中，也无法进行热失控的检测确定。

为了在 BMU 处于休眠状态的过程中，也能进行热失控的检测以及在热失控检测的过程中获取热失控检测数据。图 3 为本申请又一实施例中一种热失控检测电路的结构示意图（未示出处理模块 P3）。图 2 和图 3 中所示的休眠唤醒模块 P4 可在 BMU 处于休眠状态，但有可能发生热失控，需要进行热失控检测时，唤醒 BMU。图 3 与图 2 的不同之处在于，图 3 所示的热失控检测电路中的检测模块 P2 还可包括一些保护器件和/或滤波器

件，保护器件具体可以包括保护电容，滤波器件具体可包括滤波电容和滤波电阻。

休眠唤醒模块 P4 设置于第一供电端和所有组分压电阻集合之间，休眠唤醒模块 P4 用于在电池管理单元处于休眠状态时，向电池管理单元的电源模块 P5 发送控制信号。

其中，控制信号用于指示电源模块 P5 控制电池管理单元继续处于休眠状态或切换为工作状态。比如，若控制信号的电压高于等于电源模块 P5 的启动电压阈值，即控制信号控制 BMU 切换为工作状态，BMU 被唤醒。若控制信号的电压低于电源模块 P5 的启动电压阈值，即控制信号控制 BMU 继续处于休眠状态，BMU 并不被唤醒。

在一些示例中，休眠唤醒模块 P4 包括第九分压电阻集合。或者，休眠唤醒模块 P4 包括第九分压电阻集合和二极管。二极管设置于第九分压电阻集合与电源模块 P5 之间。具体的，二极管的阳极与第九分压电阻集合连接，二极管的阴极与电源模块 P5 连接。

比如，如图 3 所示，休眠唤醒模块 P4 包括第九分压电阻集合和二极管。第九分压电阻集合包括电阻 R9。电阻 R9 的一端与第一供电端 V1 连接，电阻 R9 的另一端与二极管 D1 的阳极连接。二极管 D1 的阴极与电池模块、电阻 R1 的一端、电阻 R4 的一端连接。

需要说明的是，若 BMU 处于工作状态，则有第四供电端持续向 BMU 的电源模块 P5 提供唤醒信号。第四供电端在 BMU 处于工作状态时上电，从而保证向 BMU 持续提供唤醒信号。第四供电端在 BMU 处于休眠状态时下电，由休眠唤醒模块 P4 唤醒 BMU。如图 3 所示，可在第四供电端 V4 与 BMU 之间设置电阻 R10。还可在电阻 R10 与电源模块 P5 之间设置二极管 D2。二极管 D2 的阳极与电阻 R10 连接，二极管 D2 的阴极与电源模块 P5 连接。二极管 D1 和 D2 均能防止电流反流。其中，二极管 D1 和二极管 D2 之间还具有竞争供电的作用。比如，若第四供电端 V4 提供的电压高于第一供电端 V1 提供的电压，在 BMU 处于工作状态的情况下，第四供电端 V4 可保证 BMU 持续处于工作状态。

第四供电端 V4 提供的电压的值与第一供电端 V1 提供的电压的值可以

相同，也可以不同，在此并不限定。比如，第四供电端 V4 提供的电压为 12V。

保护电容的一端与分压电阻集合与采样点连接的一端连接，保护电容的另一端与地连接。保护电容可防止热失控检测电路出现静电释放（Electro Static Discharge, ESD）的情况。

若采样点包括第一采样点、第二采样点、第三采样点和第四采样点。对应的，保护电容可包括第一保护电容、第二保护电容、第三保护电容和第四保护电容。如图 3 所示，第一保护电容 C1 的一端与电阻 R1 与第一采样点 AD1 连接的一端连接，第二保护电容 C2 的一端与电阻 R2 与第二采样点 AD2 连接的一端连接，第三保护电容 C3 的一端与电阻 R4 与第三采样点 AD3 连接的一端连接，第四保护电容 C4 的一端与电阻 R5 与第四采样点 AD4 连接的一端连接。第一保护电容 C1、第二保护电容 C2、第三保护电容 C3 和第四保护电容 C4 的另一端与地连接。

检测模块 P2 还包括滤波电容和滤波电阻。滤波电容的一端与滤波电阻的一端、采样点连接，滤波电容的另一端与地连接。滤波电阻的另一端与保护电容的一端连接。

若采样点包括第一采样点、第二采样点、第三采样点和第四采样点。对应的，滤波电容可包括第一滤波电容 C5、第二滤波电容 C6、第三滤波电容 C7 和第四滤波电容 C8。滤波电阻可包括电阻 R11、电阻 R12、电阻 R13 和电阻 R14。如图 3 所示，第一滤波电容 C5 的一端与电阻 R11 的一端连接，第一滤波电容 C5 的另一端与地连接。第二滤波电容 C6 的一端与电阻 R12 的一端连接，第二滤波电容 C6 的另一端与地连接。第三滤波电容 C7 的一端与电阻 R13 的一端连接，第三滤波电容 C7 的另一端与地连接。第四滤波电容 C8 的一端与电阻 R13 的一端连接，第四滤波电容 C8 的另一端与地连接。电阻 R11 的另一端与第一采样点 AD1 连接。电阻 R12 的另一端与第二采样点 AD2 连接。电阻 R13 的另一端与第三采样点 AD3 连接。电阻 R14 的另一端与第四采样点 AD4 连接。

滤波电容和滤波电阻形成 RC 滤波电路，可对采样点的采样数据进行滤波以提高从采样点采集的采样数据的精确度，从而提高热失控检测的精

确度。

图 4 为本申请再一实施例中一种热失控检测电路的结构示意图（未示出处理模块 P3）。如图 4 所示，感应模块 P1 中的感应线包括第三感应线。检测模块 P2 包括一组分压电阻集合。

第三感应线设置于位于电池组上方的防护板中。在一些示例中，第三感应线可以为锡线或其他导电且熔点低于熔点阈值的其他材料制得的连接线。熔点阈值可根据具体工作场景和工作需求设定，在此并不限定。防护板可为云母板，第三感应线，如锡线可埋入云母板中。

第三感应线的至少一部分位于电池组中单体电芯的电芯防爆阀口正上方。若电池组发生热失控，电芯防爆阀会发生破裂，高温电解液、高温气体等会从电芯的防爆阀口喷出。第三感应线的至少一部分设置于电池组中的单体电芯的电芯防爆阀口正上方，能够使第三感应线对电池组的热失控感应更加敏感，从而进一步提高热失控检测的准确性和及时性。

进一步地，第三感应线可穿过电池组中所有单体电芯的防爆阀口的正上方。第三感应线的具体设置还可结合电池组的内部结构确定。比如，电池组为电池包，电池包包括多个电池模组，电池包内可设置有多个防护板。比如，第三感应线可包括多个感应线段，每个感应线段设置于一个防护板中，每个感应线段之间可通过其他线束或插接件等连接。

在本申请实施例中，采样点包括第五采样点。

上述一组分压电阻集合包括第七分压电阻集合和第八分压电阻集合。第七分压电阻集合和第八分压电阻通过第三感应线串联。第七分压电阻集合的一端与第一供电端连接，第七分压电阻集合的另一端通过第三感应线与第八分压电阻集合的另一端连接，第八分压电阻集合的一端与地连接。第五采样点设置于第七分压电阻集合与第八分压电阻集合之间。

在一些实施例中，热失控检测电路还可包括休眠唤醒模块 P4，休眠唤醒模块 P4 的连接位置和作用与上述实施例中的休眠唤醒模块 P4 基本相同，可参见上述实施例中的相关说明部分，在此不再赘述。

比如，如图 4 所示，第七分压电阻集合包括电阻 R7，第八分压电阻集合包括电阻 R8。休眠唤醒模块 P4 中的第九分压电阻集合包括电阻 R15。

休眠唤醒模块 P4 还可包括二极管 D3。电阻 R15 的一端与第一电压端 V1 连接，电阻 R15 的另一端与二极管 D3 的阳极连接。二极管 D3 的阴极与电阻 R7 的一端连接。电阻 R7 的另一端通过第三感应线 c 与电阻 R8 的另一端连接。电阻 R8 的一端与地连接。

值得一提的是，若热失控检测电路包括休眠唤醒模块 P4，休眠唤醒模块 P4 包括第九分压电阻集合。上述实施例中的第一断路阈值范围、第二断路阈值范围、第三断路阈值范围、第四断路阈值范围、第一通路阈值范围、第二通路阈值范围、第三通路阈值范围与第四通路阈值范围还与第九分压电阻集合相关。若休眠唤醒模块 P4 还包括二极管，上述实施例中的第一断路阈值范围、第二断路阈值范围、第三断路阈值范围、第四断路阈值范围、第一通路阈值范围、第二通路阈值范围、第三通路阈值范围与第四通路阈值范围还与该二极管相关。

在一些示例中，若第四供电端提供的电压高于第一供电端，上述实施例中的第一断路阈值范围、第二断路阈值范围、第三断路阈值范围、第四断路阈值范围、第一通路阈值范围、第二通路阈值范围、第三通路阈值范围与第四通路阈值范围还有可能与第四供电端与电源模块 P5 之间的电阻和二极管相关。

需要说明的是，若 BMU 处于工作状态，则有第四供电端持续向 BMU 的电源模块 P5 提供唤醒信号。第四供电端在 BMU 处于工作状态时上电，从而保证向 BMU 持续提供唤醒信号。第四供电端在 BMU 处于休眠状态时下电，由休眠唤醒模块 P4 唤醒 BMU。如图 4 所示，可在第四供电端 V4 与 BMU 之间设置电阻 R16。还可在电阻 R16 与电源模块 P5 之间设置二极管 D4。二极管 D4 的阳极与电阻 R16 连接，二极管 D4 的阴极与电源模块 P5 连接。二极管 D3 和 D4 均能防止电流反流。其中，二极管 D3 和二极管 D4 之间还具有竞争供电的作用。比如，若第四供电端 V4 提供的电压高于第一供电端 V1 提供的电压，在 BMU 处于工作状态的情况下，第四供电端 V4 保证 BMU 持续处于工作状态。

在一些示例中，检测模块 P2 还可包括一些保护器件/或滤波器件。比如，保护电容、滤波电容、滤波电阻等。保护电容、滤波电容、滤波电阻

的相关内容可参见上述实施例中的相关说明，在此不再赘述。

比如，如图 4 所示，检测模块 P2 中的保护电容包括第五保护电容 C9。滤波电容包括第五滤波电容 C10。滤波电阻包括电阻 R17。第五保护电容 C9 的一端与电阻 R7 与第五采样点 AD5 连接的一端连接，第五保护电容 C9 的另一端与地连接。第五滤波电容 C10 的一端与电阻 R17 的一端、第五采样点 AD5 连接，第五滤波电容 C10 的另一端与地连接。电阻 R17 的另一端与第五保护电容 C9 连接。

在一些示例中，可预先设定用于判定第三感应线发生断路的第五断路阈值范围。第五断路阈值范围与第一供电端提供的电压相关。若热失控检测电路还包括休眠唤醒模块 P4，休眠唤醒模块 P4 还包括二极管，第五断路阈值范围还与该二极管相关。

在一些示例中，也可预先设定用于判定第三感应线正常通路的第五通路阈值范围。第五通路阈值范围与第一供电端提供的电压、第七分压电阻集合和第八分压电阻集合相关。若热失控检测电路还包括休眠唤醒模块 P4，休眠唤醒模块 P4 包括第九分压电阻集合，第五通路阈值范围还与第九分压电阻集合相关。若休眠唤醒模块 P4 还包括二极管，第五通路阈值范围还与该二极管相关。

在一些示例中，若第四供电端提供的电压高于第一供电端，上述实施例中的第五断路阈值范围、第五通路阈值范围还有可能与第四供电端、第四供电端与电源模块 P5 之间的电阻和二极管相关。

处理模块 P3 可包括采样端口、传感器、第三比较电路和第二判断电路。

采样端口与第五采样点连接，用于从第五采样点获取第五采样数据。

传感器用于采集电池组数据。传感器具体可为电压传感器、温度传感器、通讯传感器等等，在此并不限定。

第三比较电路与采样端口连接，用于若第五采样数据位于第五断路阈值范围内，发送第三断路信号。第三断路信号保证第五感应线发生断路。

第二判断电路与第三比较电路和传感器连接。第二判断电路用于若在预设时长内，接收到第三断路信号，且电池组数据中的至少一个参数满足

故障条件，确定电池组发生热失控。

其中，电池组数据包括至少一个参数。

电池组数据中的参数以及故障条件可参见上述实施例中的相关说明，在此不再赘述。

在一些示例中，第二判断电路还用于若在预设时长内，未接收到第三断路信号，且电池组数据中的至少一组参数满足故障条件，确定电池组发生热失控。

其中，一组参数包括至少两个参数。电池组数据中的至少一组参数及故障条件可参见上述实施例中的相关说明，在此不再赘述。

需要说明的是，若第五采样数据既不位于第五断路阈值范围内，也不位于第五通路阈值范围内，可确定第五采样点的采样端口出现故障。

若确定采样点的采样端口出现故障，可发出采样故障提示消息，已提示整车控制器采取相应措施或提示相关人员。

在一些示例中，第二判断电路还用于若未接收到第三断路信号，且电池组数据满足故障条件，发出热失控预警消息。

其中，电池组数据包括充电过程中电池组中单体电芯的最大电压、充电过程中电池组的实际荷电状态和充电过程中电池组的充电电流。故障条件包括参数超出安全参数阈值范围。

与电池组数据中的具体参数对应，安全参数阈值范围包括电压安全参数阈值范围、荷电状态安全参数阈值范围、电流安全参数阈值范围。

也就是说，若确定第三感应线未发生断路，充电过程中电池组中单体电芯的最大电压超出电压安全参数阈值范围，充电过程中电池组的实际荷电状态超出荷电状态安全参数阈值范围，且充电过程中电池组的充电电流超出电流安全参数阈值范围，可预测电池组即将发生热失控。可发出热失控预警消息，从而预先采取相应的措施，避免发生热失控，进一步提高电池组的安全性。

图5为本申请又一实施例中一种热失控检测电路的结构示意图。如图5所示，检测模块P2中的感应线包括缆式感温线。感应模块P1还包括终端电阻。检测模块P2包括一组分压电阻集合。

缆式感温线与终端电路连接。缆式感温线内部包裹热敏材料的两条钢丝为双绞线结构。比如，如图 1 所示，为了便于理解，将缆式感温线以两条钢丝 d 和 e 分开表示，在实际场景中，两条钢丝 d 和 e 位于同一条缆式感温线中。正常情况下，缆式感温线内的两条钢丝并不相交。当缆式感温线有部位的温度骤升且超过高温阈值的时候，热敏材料相互熔融，使得缆式感温线内的两条钢丝在扭力的作用下被绞断并连接在一起，从而造成缆式感温线的短路。高温阈值可根据具体的工作场景和工作需求设定，在此并不限定。比如，高温阈值可以为 85℃、105℃或 125℃等。

在一些示例中，为了能够更加及时地检测到电池组的热失控，缆式感温线的至少一部分设置于电池组中的单体电芯的电芯防爆阀口正上方。由于电池组发生热失控，电芯防爆阀会发生破裂，高温电解液、高温气体等会从电芯的防爆阀口喷出。缆式感温线的至少一部分设置于电池组中的单体电芯的电芯防爆阀口正上方，能够使缆式感温线对电池组的热失控感应更加敏感，从而进一步提高热失控检测的准确性和及时性。

进一步地，缆式感温线可穿过电池组中所有单体电芯的防爆阀口的正上方。缆式感温线的具体设置还可结合电池组的内部结构确定。比如，电池组为电池包，电池包包括多个电池模组，电池包内可设置有多个防护板。比如，缆式感温线可包括多个缆式感温线线段，每个缆式感温线线段设置于一个防护板中，每个缆式感温线线段之间可通过其他线束或插接件等连接。

检测模块 P2 包括第十分压电阻集合和第十一分压电阻集合。第十分压电阻集合的一端与第一供电端连接，第十一分压电阻集合的一端与地连接。第十分压电阻集合、终端电阻和第十一分压电阻集合通过缆式感温线串联。具体的，终端电阻连接的缆式感温线中一条钢丝与第十分压电阻集合的另一端连接，缆式感温线中的另一条钢丝与第十一分压电阻集合的另一端连接。

比如，如图 5 所示，第十分压电阻集合包括电阻 R18，第十一分压电阻集合包括电阻 R19。其中，电阻 R18 的一端与第一供电端 V1 连接，电阻 R18 的另一端与终端电阻 Rx 之间通过缆式感温线中的钢丝 d 连接。电

阻 R19 的一端与地连接，电阻 R19 的另一端与终端电阻 Rx 之间通过缆式感温线中的钢丝 e 连接。

采样点包括第六采样点和第七采样点。第六采样点设置于第十分压电阻集合的另一端和终端电阻之间，第七采样点设置于第十一分压电阻集合的另一端和终端电阻之间。

其中，如图 5 所示，第六采样点标记为 AD6，第七采样点标记为 AD7。第六采样点 AD6 设置于电阻 R18 和终端电阻 Rx 之间，第七采样点 AD7 设置于电阻 R19 和终端电阻 Rx 之间。

在一些示例中，处理模块 P3 包括采样端口、第四比较电路、第三判断电路。

采样端口与第六采样点和第七采样点连接，用于从第六采样点和第七采样点分别获取第六采样数据和第七采样数据。具体的，针对每一个采样点均可对应设置一个采样端口，通过该采样端口，采集得到对应采样点的采样数据。

第四比较电路与采样端口连接，用于若第六采样数据与第七采样数据相等，发送短路信号。

比如，第六采样数据和第七采样数据均为电压，若从第六采样点采集的电压等于从第七采样点采集的电压，确定缆式感温线发生短路。其中，短路信号表征缆式感温线发生短路。

第三判断电路与第四比较电路连接，用于若接收到短路信号，确定电池组发生热失控。

由于缆式感温线发生短路的条件比较严苛，在非热失控情况下缆式感温线一般不会发生短路。因此若缆式感温线发生短路，可确定电池组发生热失控。

在另一些示例中，热失控检测数据还包括电池组数据。电池组数据包括至少一个参数。

处理模块 P3 还可包括传感器、第五比较电路。

传感器用于采集电池组数据。传感器具体可为电压传感器、温度传感器、通讯传感器等等，在此并不限定。

第五比较电路与采样端口和第一供电端连接，用于若第六采样数据与第一供电端提供的数据相同，且第七采样数据与地提供的数据相同，发送第四断路信号。

比如，第六采样数据和第七采样数据为电压。第一供电端提供的电压为 5V，地提供的电压为 0V。若第六采样数据为 5V，第七采样数据为 0V，可确定缆式感温线发生断路。其中，第四断路信号表征缆式感温线发生断路。

第三判断电路，用于若在预设时长内，接收到第四断路信号，且电池组数据中的至少一个参数满足故障条件，确定电池组发生热失控。

其中，电池组数据中的参数以及故障条件的相关内容可参见上述实施例中的相关说明，在此不再赘述。

在又一些示例中，热失控检测数据还包括电池组数据。

上述第三判断电路还用于若未接收到第四断路信号和短路信号，且电池组数据中的至少一组参数满足故障条件，确定电池组发生热失控。

其中，一组参数包括至少两个参数。

电池组数据中的参数以及故障条件的相关内容可参见上述实施例中的相关说明，在此不再赘述。

在再一些示例中，热失控检测数据还包括电池组数据。

第三判断电路还用于若未接收到第四断路信号和短路信号，且电池组数据满足故障条件，发出热失控预警消息。

其中，电池组数据包括充电过程中电池组中单体电芯的最大电压、充电过程中电池组的实际荷电状态和充电过程中电池组的充电电流。故障条件包括参数超出安全参数阈值范围。

电池组数据中的参数以及故障条件的相关内容可参见上述实施例中的相关说明，在此不再赘述。

若在 BMU 处于休眠状态的过程中，电池组发生了热失控，BMU 停止对电池组的数据监测，也不能够提供热失控检测数据。若处理模块 P3 的功能集成在 BMU 中，BMU 处于休眠状态中，也无法进行热失控的检测确定。

为了在 BMU 处于休眠状态的过程中，也能及时进行热失控的检测。上述实施例中的检测模块 P2 还包括休眠唤醒子模块 P21，休眠唤醒子模块 P21 包括第一电阻集合、第一开关管、第二电阻集合、第二开关管和第三电阻集合。

第一电阻集合的一端与第二供电端连接，第一电阻集合的另一端与第一开关管的第一端、第二开关管的控制端连接。第一开关管的控制端与第二分压电阻集合的另一端连接，第一开关管的第二端与地连接。第二电阻集合的一端与第三供电端连接，第二电阻集合的另一端与第二开关管的第一端连接。第二开关管的第二端与第三电阻集合的一端、电池管理单元的电源模块 P5 连接。第三电阻集合，第三电阻集合的另一端与地连接。

第一供电端、第二供电端和第三供电端所提供的电压可以相同，也可以不同，在此并不限定。具体可根据具体的工作场景和工作需求设定第一供电端、第二供电端和第三供电端所提供的电压。

第一开关管、第二开关管可以为金属-氧化物-半导体（metal oxide semiconductor，MOS）管或其他开关管，在此并不限定。

比如，如图 5 所示，第一电阻集合包括电阻 R20，第二电阻集合包括电阻 R21，第三电阻集合包括电阻 R22。第一开关管为 N 沟道 MOS 管 Q1，第一开关管 Q1 的控制端为栅极，第一端为漏极，第二端为源极。第二开关管为 P 沟道 MOS 管 Q2，第二开关管 Q2 的控制端为栅极，第一端为源极，第二端为漏极。

BMU 处于休眠状态。电池组发生热失控，缆式感温线被熔融发生短路。第一开关管的控制端的电位被拉高，第一开关管导通。第二开关管的控制端的电位被拉低到第一开关管的导通压降，第二开关管导通。可通过第二开关管的第二端与 BMU 的电源模块 P5 之间的唤醒信号线向该电源模块 P5 发送唤醒信号，以唤醒 BMU。比如，在休眠唤醒模块 P4 未发出唤醒信号之前，休眠唤醒模块 P4 与电源模块 P5 之间的连接线上的电位是接地 0V，第二开关管导通后，使得休眠唤醒模块 P4 与电源模块 P5 之间的连接线上的电位被拉高，从而唤醒 BMU。

需要说明的是，若 **BMU** 处于工作状态，则有第四供电端持续向 **BMU** 的电源模块 **P5** 提供唤醒信号。第四供电端在 **BMU** 处于工作状态时上电，从而保证向 **BMU** 持续提供唤醒信号。第四供电端在 **BMU** 处于休眠状态时下电，由休眠唤醒子模块 **P21** 唤醒 **BMU**。如图 5 所示，可在第四供电端 **V4** 与 **BMU** 之间设置电阻 **R23**。第四供电端 **V4** 提供的电压的值与第一供电端、第二供电端、第三供电端提供的电压的值可以相同，也可以不同，在此并不限定。比如，第四供电端提供的电压为 12V。

在一些示例中，热失控检测电路的检测模块 **P2** 还可包括一些保护器件和/或滤波器件。具体的，保护器件可以包括保护电容等。保护电容可防止热失控检测电路出现静电释放（Electro Static Discharge, ESD）的情况。滤波器件可包括滤波电容、滤波电阻等。其中，滤波电阻和滤波电容可形成 **RC** 滤波电路，对采样点的采样数据进行滤波，以提高采样数据的精确度，从而提高热失控检测的精确度。

保护电容的一端与分压电阻集合与采样点连接的一端连接，保护电容的另一端与地连接。滤波电容的一端与滤波电阻的一端、采样点连接，滤波电容的另一端与地连接，滤波电阻的另一端与保护电容的一端连接。

比如，如图 5 所示，保护电容包括第六保护电容 **C11** 和第七保护电容 **C12**。滤波电容包括第六滤波电容 **C13** 和第七滤波电容 **C14**。滤波电阻包括第六滤波电阻 **R24** 和第七滤波电阻 **R25**。

第六保护电容 **C11** 的一端与电阻 **R18** 与第六采样点 **AD6** 相连的一端连接。第七保护电容 **C12** 的一端与电阻 **R19** 与第七采样点 **AD7** 相连的一端连接。第六保护电容 **C11** 的另一端、第七保护电容 **C12** 的另一端与地连接。

第六滤波电容 **C13** 的一端与电阻 **R24** 的一端、第六采样点 **AD6** 连接。第七滤波电容 **C14** 的一端与电阻 **R25** 的一端、第七采样点 **AD7** 连接。第六滤波电容 **C13** 的另一端、第七滤波电容 **C14** 的另一端与地连接。电阻 **R24** 的另一端与第六保护电容 **C11** 的一端连接。电阻 **R25** 的另一端与第七保护电容 **C12** 的一端连接。

上述示例的实施方式能够以多种形式实施，且不应被理解为限于在此阐述的实施方式。此外，上述实施例中所描述的特征、结构或特性可以以任何合适的方式结合在一个或更多实施例中。然而，本领域技术人员将意识到，可以实践本申请的技术方案而没有所述特定细节中的一个或更多，或者可以采用其它的方法、组元、材料等。在其它情况下，不详细示出或描述公知结构、材料或者操作以避免模糊本申请的主要技术创意。

需要明确的是，本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述，各个实施例之间相同或相似的部分互相参见即可，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。本申请并不局限于上文所描述并在图中示出的结构。本领域的技术人员可以在领会本申请的精神之后，作出各种改变、修改和添加。并且，为了简明起见，这里省略对已知技术的详细描述。

本领域技术人员应能理解，上述实施例均是示例性而非限制性的。在不同实施例中出现的不同技术特征可以进行组合，以取得有益效果。本领域技术人员在研究附图、说明书及权利要求书的基础上，应能理解并实现所揭示的实施例的其他变化的实施例。在权利要求书中，术语“包括”并不排除其他装置或步骤；不定冠词“一个”不排除多个；术语“第一”、“第二”用于标示名称而非用于表示任何特定的顺序。权利要求中的任何附图标记均不应被理解为对保护范围的限制。权利要求中出现的多个部分的功能可以由一个单独的硬件或软件模块来实现。某些技术特征出现在不同的从属权利要求中并不意味着不能将这些技术特征进行组合以取得有益效果。

权 利 要 求 书

1、一种热失控检测电路，包括：

感应模块，所述感应模块包括感应线，所述感应线的至少一部分与电池组中单体电芯的距离小于感温距离阈值；

检测模块，所述检测模块与所述感应线连接，所述检测模块包括至少一组分压电阻集合，每组分压电阻集合的一端与第一供电端连接，每组分压电阻集合的另一端与地连接，每组分压电阻集合包括串联的至少两个分压电阻集合；

处理模块，所述处理模块与所述检测模块连接，所述处理模块用于获取热失控检测数据，根据所述热失控检测数据，确定所述电池组是否发生热失控，

其中，所述热失控检测数据包括从采样点采集的采样数据，所述采样点设置于所述相连的两个分压电阻集合之间。

2、根据权利要求 1 所述的热失控检测电路，其中，所述感应线包括设置于位于所述电池组上方的电路板上的第一感应线 and 第二感应线，所述第一感应线的至少一部分和所述第二感应线的至少一部分位于所述电池组中的单体电芯的电芯防爆阀口正上方。

3、根据权利要求 2 所述的热失控检测电路，其中，所述检测模块包括两组分压电阻集合，所述采样点包括第一采样点、第二采样点、第三采样点和第四采样点；

第一组分压电阻集合包括串联的第一分压电阻集合、第二分压电阻集合和第三分压电阻集合，所述第一分压电阻集合的一端与所述第一供电端连接，所述第三分压电阻集合的一端与地连接，所述第一采样点设置于所述第一分压电阻集合与所述第二分压电阻集合之间，所述第二采样点设置于所述第二分压电阻集合与所述第三分压电阻集合之间，所述第一感应线的一端与所述第一采样点连接，所述第一感应线的另一端与所述第二采样点连接；

第二组分压电阻集合包括串联的第四分压电阻集合、第五分压电阻集

合和第六分压电阻集合，所述第四分压电阻集合的一端与所述第一供电端连接，所述第六分压电阻集合的一端与地连接，所述第三采样点设置于所述第四分压电阻集合与所述第五分压电阻集合之间，所述第四采样点设置于所述第五分压电阻集合与所述第六分压电阻集合之间，所述第二感应线的一端与所述第三采样点连接，所述第二感应线的另一端与所述第四采样点连接。

4、根据权利要求 3 所述的热失控检测电路，其中，所述热失控检测数据还包括电池组数据，所述电池组数据包括至少一个参数，

所述处理模块包括：

采样端口，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，用于从所述第一采样点、所述第二采样点、所述第三采样点和所述第四采样点分别获取第一采样数据、第二采样数据、第三采样数据和第四采样数据；

传感器，用于采集所述电池组数据；

第一比较电路，与所述采样端口连接，用于若所述第一采样数据位于第一断路阈值范围内，且所述第二采样数据位于第二断路阈值范围内，发送第一断路信号，所述第一断路信号表征所述第一感应线发生断路；

第二比较电路，与所述采样端口连接，用于若所述第三采样数据位于第三断路阈值范围内，且所述第四采样数据位于第四断路阈值范围内，发送第二断路信号，所述第二断路信号表征所述第二感应线发生断路；

第一判断电路，与所述第一比较电路、所述第二比较电路和所述传感器连接，用于若在预设时长内，接收到所述第一断路信号和所述第二断路信号，且所述电池组数据中的至少一个参数满足故障条件，确定所述电池组发生热失控。

5、根据权利要求 4 所述的热失控检测电路，其中，所述第一判断电路还用于：

若在预设时长内，未接收到所述第一断路信号和/或所述第二断路信号，且所述电池组数据中的至少一组参数满足故障条件，确定所述电池组发生热失控，所述一组参数包括至少两个参数。

6、根据权利要求 4 所述的热失控检测电路，其中，所述第一判断电路还用于：

若未接收到所述第一断路信号和/或所述第二断路信号，且所述电池组数据满足故障条件，发出热失控预警消息，

其中，所述电池组数据包括充电过程中所述电池组中单体电芯的最大电压、充电过程中所述电池组的实际荷电状态和充电过程中所述电池组的充电电流，

所述故障条件包括参数超出安全参数阈值范围。

7、根据权利要求 1 所述的热失控检测电路，其中，所述感应线包括设置于位于所述电池组上方的防护板中的第三感应线，所述第三感应线的至少一部分位于所述电池组中的单体电芯的电芯防爆阀口正上方。

8、根据权利要求 7 所述的热失控检测电路，其中，所述第三感应线为锡线，所述防护板为云母板。

9、根据权利要求 7 所述的热失控检测电路，其中，所述检测模块包括一组分压电阻集合，所述采样点包括第五采样点；

所述一组分压电阻集合包括通过所述第三感应线串联的第七分压电阻集合和第八分压电阻集合，所述第七分压电阻集合的一端与第一供电端连接，第八分压电阻集合的一端与地连接，所述第五采样点设置于所述第七分压电阻集合与所述第八分压电阻集合之间。

10、根据权利要求 9 所述的热失控检测电路，其中，所述热失控检测数据还包括电池组数据，所述电池组数据包括至少一个参数，

所述处理模块包括：

采样端口，与所述第五采样点连接，用于从所述第五采样点获取第五采样数据；

传感器，用于采集所述电池组数据；

第三比较电路，与所述采样端口连接，用于若所述第五采样数据位于第五断路阈值范围内，发送第三断路信号，所述第三断路信号表征所述第五感应线发生断路；

第二判断电路，与所述第三比较电路和所述传感器连接，用于若在预

设时长内，接收到所述第三断路信号，且所述电池组数据中的至少一个参数满足故障条件，确定所述电池组发生热失控。

11、根据权利要求 10 所述的热失控检测电路，其中，所述第二判断电路还用于：

若在预设时长内，未接收到所述第三断路信号，且所述电池组数据中的至少一组参数满足故障条件，确定所述电池组发生热失控，所述一组参数包括至少两个参数。

12、根据权利要求 10 所述的热失控检测电路，其中，所述第二判断电路还用于：

若未接收到所述第三断路信号，且所述电池组数据满足故障条件，发出热失控预警消息，

其中，所述电池组数据包括充电过程中所述电池组中单体电芯的最大电压、充电过程中所述电池组的实际荷电状态和充电过程中所述电池组的充电电流，

所述故障条件包括参数超出安全参数阈值范围。

13、根据权利要求 2 或 7 所述的热失控检测电路，其中，还包括：

休眠唤醒模块，所述休眠模块设置于所述第一供电端和所有组分压电阻集合之间，所述休眠唤醒模块用于在电池管理单元处于休眠状态时，向所述电池管理单元的电源模块发送控制信号，

其中，所述控制信号用于指示所述电源模块控制所述电池管理单元继续处于休眠状态或切换为工作状态。

14、根据权利要求 13 所述的热失控检测电路，其中，

所述休眠唤醒模块包括第九分压电阻集合，

或者，

所述休眠唤醒模块包括所述第九分压电阻集合和二极管，所述二极管的阳极与所述第九分压电阻集合连接，所述二极管的阴极与所述电源模块连接。

15、根据权利要求 1 所述的热失控检测电路，其中，所述感应模块还包括终端电阻，

所述感应线包括缆式感温线，所述缆式感温线与所述终端电路连接，所述缆式感温线的至少一部分设置于所述电池组中的单体电芯的电芯防爆阀口正上方。

16、根据权利要求 15 所述的热失控检测电路，其中，所述检测模块包括一组分压电阻集合，所述采样点包括第六采样点和第七采样点；

所述一组分压电阻集合包括第十分压电阻集合和第十一分压电阻集合，所述第十分压电阻集合、所述终端电阻、所述第十一分压电阻集合通过所述缆式感温线串联，所述第一分压电阻集合的一端与第一供电端连接，所述第二分压电阻集合的一端与地连接；

所述第六采样点设置于所述第十分压电阻集合的另一端和所述终端电阻之间，所述第七采样点设置于所述第十一分压电阻集合的另一端和所述终端电阻之间。

17、根据权利要求 16 所述的热失控检测电路，其中，

所述处理模块包括：

采样端口，与所述第六采样点和所述第七采样点连接，用于从所述第六采样点和所述第七采样点分别获取第六采样数据和第七采样数据；

第四比较电路，与所述采样端口连接，用于若所述第六采样数据与所述第七采样数据相等，发送短路信号，所述短路信号表征所述缆式感温线发生短路；

第三判断电路，与所述第四比较电路连接，用于若接收到所述短路信号，确定所述电池组发生热失控。

18、根据权利要求 17 所述的热失控检测电路，其中，所述热失控检测数据还包括电池组数据，所述电池组数据包括至少一个参数，

所述处理模块还包括：

传感器，用于采集所述电池组数据；

第五比较电路，与所述采样端口和所述第一供电端连接，用于若所述第六采样数据与所述第一供电端提供的数据相同，且所述第七采样数据与地提供的数据相同，发送第四断路信号，所述第四断路信号表征所述缆式感温线发生断路；

所述第三判断电路，用于若在预设时长内，接收到所述第四断路信号，且所述电池组数据中的至少一个参数满足故障条件，确定所述电池组发生热失控。

19、根据权利要求 18 所述的热失控检测电路，其中，所述热失控检测数据还包括电池组数据，

所述第三判断电路还用于：

若未接收到所述第四断路信号和所述短路信号，且所述电池组数据中的至少一组参数满足故障条件，确定所述电池组发生热失控，所述一组参数包括至少两个参数。

20、根据权利要求 18 所述的热失控检测电路，其中，所述热失控检测数据还包括电池组数据，

所述第三判断电路还用于：

若未接收到所述第四断路信号和所述短路信号，且所述电池组数据满足故障条件，发出热失控预警消息，

其中，所述电池组数据包括充电过程中所述电池组中单体电芯的最大电压、充电过程中所述电池组的实际荷电状态和充电过程中所述电池组的充电电流，

所述故障条件包括参数超出安全参数阈值范围。

21、根据权利要求 16 所述的热失控检测电路，其中，所述检测模块还包括休眠唤醒子模块，所述休眠唤醒子模块包括：

第一电阻集合，所述第一电阻集合的一端与第二供电端连接，所述第一电阻集合的另一端与第一开关管的第一端、第二开关管的控制端连接；

所述第一开关管，所述第一开关管的控制端与所述第二分压电阻集合的另一端连接，所述第一开关管的第二端与地连接；

第二电阻集合，所述第二电阻集合的一端与第三供电端连接，所述第二电阻集合的另一端与所述第二开关管的第一端连接；

所述第二开关管，所述第二开关管的第二端与第三电阻集合的一端、所述电池管理单元的电源模块连接；

所述第三电阻集合，所述第三电阻集合的另一端与地连接。

22、根据权利要求 4、10 或 18 所述的热失控检测电路，其中，所述电池组数据包括以下的一个或几个参数：

所述电池组中单体电芯的最高温度、所述电池组中单体电芯的温度变化速度、所述电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差、所述电池组中单体电芯的最小电压、所述电池组的电压采样断路故障数目、测温传感失效参数、电芯监控通讯失效参数，

其中，所述故障条件包括参数超出安全参数阈值范围或参数表征失效。

23、根据权利要求 5、11 或 19 所述的热失控检测电路，其中，所述一组参数包括以下任意一组参数：

所述电池组中单体电芯的最小电压与所述电池组中单体电芯的最高温度，

所述电池组中单体电芯的最小电压与所述电池组中单体电芯的温度变化速度，

所述电池组中单体电芯的最小电压与所述电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差，

所述电池组中单体电芯的温度变化速度与所述电池组中单体电芯的最高温度，

所述电池组中单体电芯的温度变化速度与所述电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差，

所述电池组的电压采样断路故障数目与所述电池组中单体电芯的最高温度，

所述电池组的电压采样断路故障数目与所述电池组中单体电芯的温度变化速度，

所述电池组的电压采样断路故障数目与所述电池组中单体电芯的最高温度和最低温度之差，

所述电池组的电压采样断路故障数目与测温传感失效参数，

其中，所述故障条件包括参数超出安全参数阈值范围或参数表征失效。

24、根据权利要求 1 所述的热失控检测电路，其中，所述检测模块设置于电池管理单元中，所述处理模块为所述电池管理单元中的微控制单元。

25、根据权利要求 1 所述的热失控检测电路，其中，

所述检测模块还包括保护电容，所述保护电容的一端与分压电阻集合与所述采样点连接的一端连接，所述保护电容的另一端与地连接，

所述检测模块还包括滤波电容和滤波电阻，所述滤波电容的一端与所述滤波电阻的一端、所述采样点连接，所述滤波电容的另一端与地连接，所述滤波电阻的另一端与所述保护电容的一端连接。



图 1

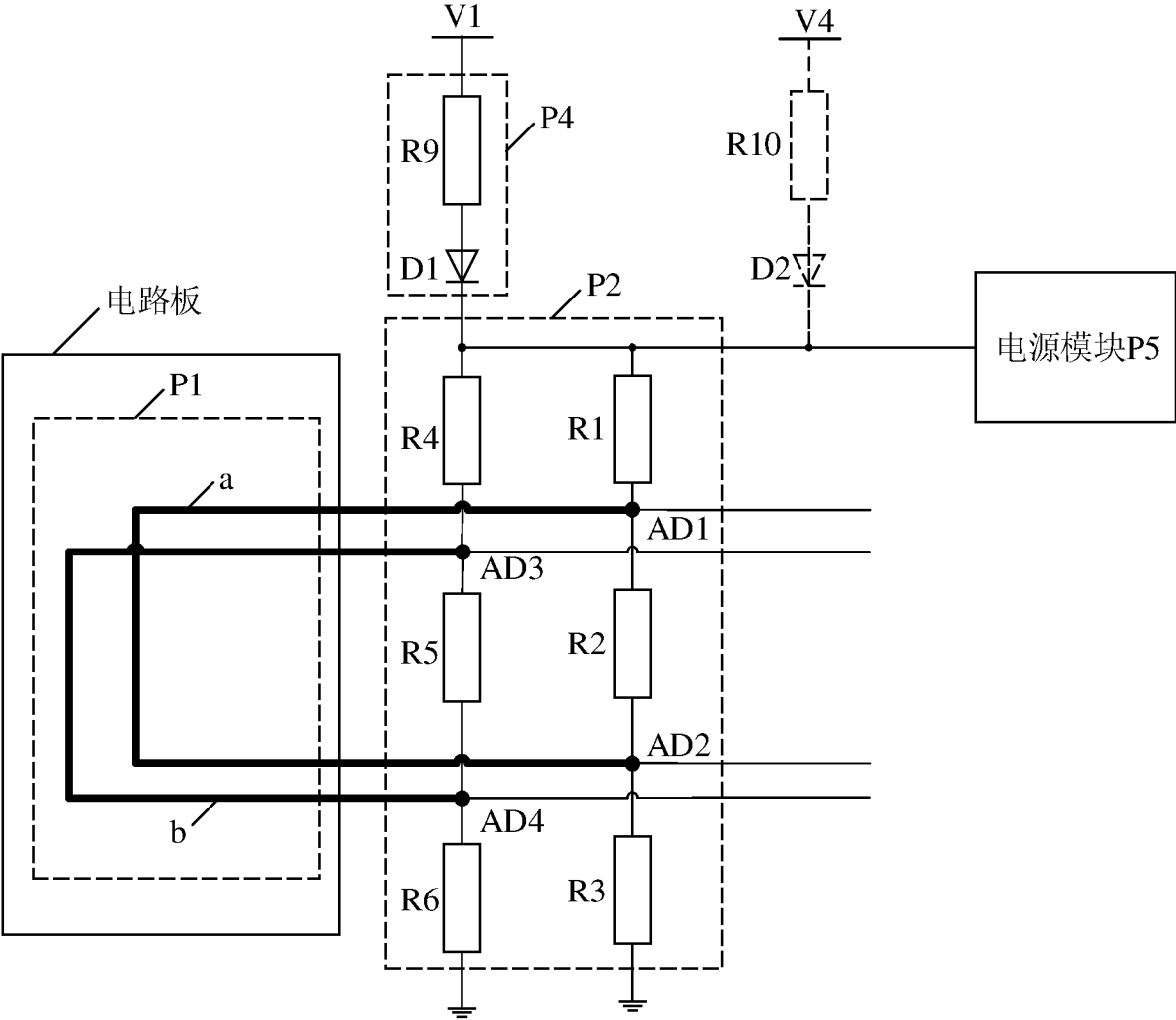


图 2

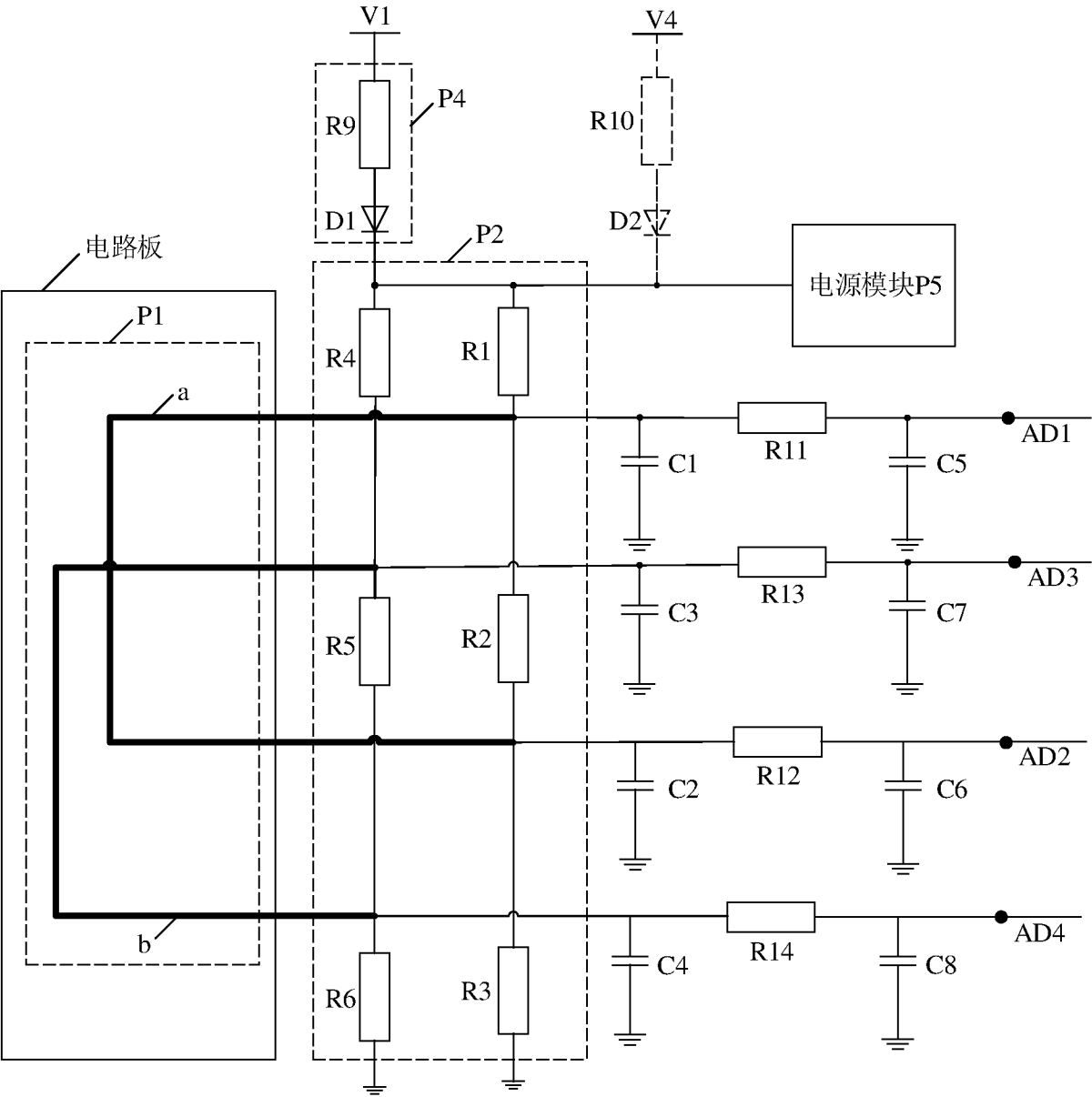


图 3

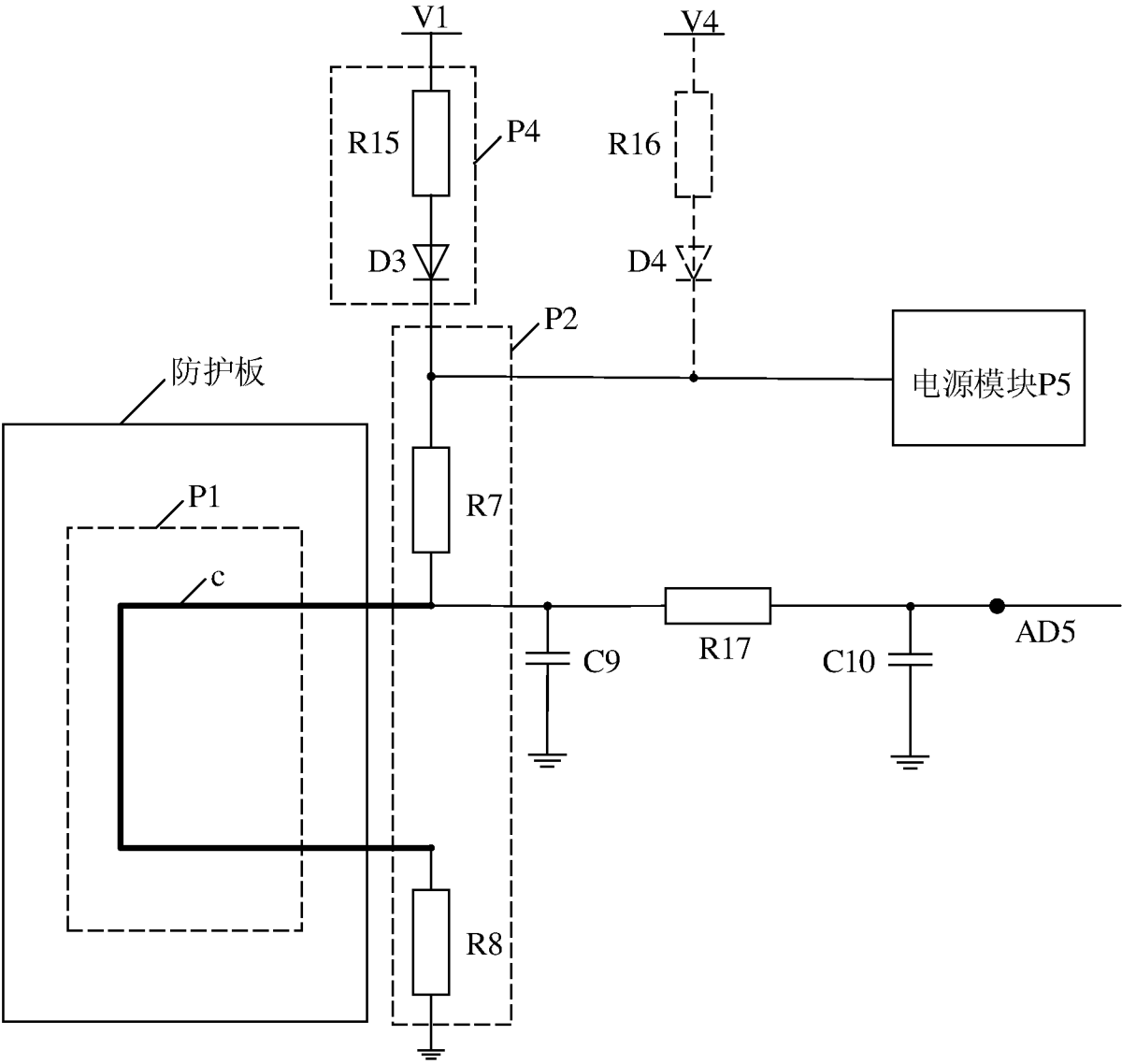


图 4

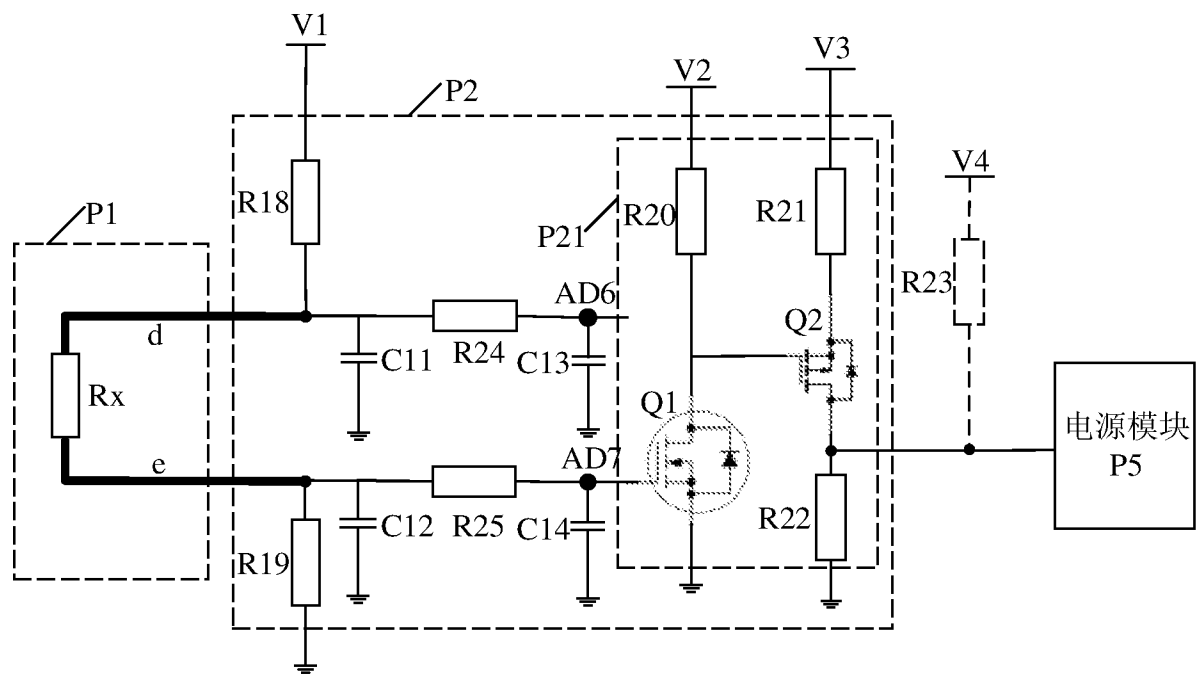


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/105715

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 31/385(2019.01)i; H01M 10/42(2006.01)i; H01M 10/48(2006.01)i; H01M 2/34(2006.01)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)

G01R31/-, H01M10/-, H01M2/-

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; SIPOABS; DWPI; CNKI: 宁德时代新能源科技, 电池, 热, 高温, 热失控, 电阻, 防爆, 爆炸, 熔断, 断路, 短路, 熔断, 唤醒, 电源, 供电, 接地, 阈值, 比较, fus???, break???, thermal, cell?, resistor?, short, disconnect???, battery, implosion, resistance, runaway, thermalrunaway, cut????, resistivity, explosion, explod???, off, high, temperature

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 109494419 A (ANHUI JIANGHUI AUTOMOBILE GROUP CORP., LTD.) 19 March 2019 (2019-03-19) description, paragraphs [0048]-[0074], and figures 1-6	1-2, 7-8, 15, 24-25
Y	CN 109494419 A (ANHUI JIANGHUI AUTOMOBILE GROUP CORP., LTD.) 19 March 2019 (2019-03-19) description, paragraphs [0048]-[0074], and figures 1-6	9, 13-14
Y	CN 106205029 A (BEIHANG UNIVERSITY) 07 December 2016 (2016-12-07) description, paragraphs [0032]-[0047], and figures 1-4	9
Y	CN 108288735 A (HUNAN JINBEI NEW ENERGY DEVELOPMENT CO., LTD.) 17 July 2018 (2018-07-17) description, paragraphs [0003] and [0013]-[0038], and figures 1-2	13-14
A	DE 102017214256 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 21 February 2019 (2019-02-21) entire document	1-25
A	CN 107806934 A (SHENZHEN HUAYING TECHNOLOGY CO., LTD.) 16 March 2018 (2018-03-16) entire document	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

09 January 2020

Date of mailing of the international search report

23 January 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration
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/CN2019/105715**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2018197172 A1 (LITHIUM ENERGY AND POWER GMBH & CO. KG) 01 November 2018 (2018-11-01) entire document	1-25
A	CN 109017363 A (QINGYUAN JINGWEI ENERGY DEVELOPMENT CO., LTD.) 18 December 2018 (2018-12-18) entire document	1-25
A	CN 109188294 A (TIANJIN SINOPOLY NEW ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 11 January 2019 (2019-01-11) entire document	1-25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/105715

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109494419	A	19 March 2019	None			
CN	106205029	A	07 December 2016	CN	106205029	B	25 January 2019
				DE	202017103776	U1	21 December 2017
CN	108288735	A	17 July 2018	None			
DE	102017214256	A1	21 February 2019	None			
CN	107806934	A	16 March 2018	None			
WO	2018197172	A1	01 November 2018	EP	3396739	A1	31 October 2018
CN	109017363	A	18 December 2018	None			
CN	109188294	A	11 January 2019	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/105715

A. 主题的分类

G01R 31/385(2019.01)i; H01M 10/42(2006.01)i; H01M 10/48(2006.01)i; H01M 2/34(2006.01)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)

G01R31/-, H01M10/-, H01M2/-

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;SIPOABS;DWPI;CNKI:宁德时代新能源科技, 电池, 热, 高温, 热失控, 电阻, 防爆, 爆炸, 熔断, 断路, 短路, 熔融, 唤醒, 电源, 供电, 接地, 阈值, 比较, fus???, break???, thermal, cell?, resistor?, short, disconnect???, battery, implosion, resistance, runaway, thermalrunaway, cut????, resistivity, explosion, explod???, off, high, temperature

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 109494419 A (安徽江淮汽车集团股份有限公司) 2019年 3月 19日 (2019 - 03 - 19) 说明书第[0048]-[0074]段, 附图1-6	1-2、7-8、15、24-25
Y	CN 109494419 A (安徽江淮汽车集团股份有限公司) 2019年 3月 19日 (2019 - 03 - 19) 说明书第[0048]-[0074]段, 附图1-6	9、13-14
Y	CN 106205029 A (北京航空航天大学) 2016年 12月 7日 (2016 - 12 - 07) 说明书第[0032]-[0047]段, 附图1-4	9
Y	CN 108288735 A (湖南金杯新能源发展有限公司) 2018年 7月 17日 (2018 - 07 - 17) 说明书第[0003]、[0013]-[0038]段, 附图1-2	13-14
A	DE 102017214256 A1 (ROBERT BOSCH G.M.B.H.) 2019年 2月 21日 (2019 - 02 - 21) 全文	1-25
A	CN 107806934 A (深圳市华荧技术有限公司) 2018年 3月 16日 (2018 - 03 - 16) 全文	1-25
A	WO 2018197172 A1 (LITHIUM ENERGY AND POWER G.M.B.H. & CO. KG.) 2018年 11月 1日 (2018 - 11 - 01) 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 1月 9日

国际检索报告邮寄日期

2020年 1月 23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

授权官员

崔英颖

电话号码 86-(10)-53962458

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 109017363 A (清远市敬威能源开发有限公司) 2018年 12月 18日 (2018 - 12 - 18) 全文	1-25
A	CN 109188294 A (天津中聚新能源科技有限公司) 2019年 1月 11日 (2019 - 01 - 11) 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/CN2019/105715

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	109494419	A	2019年 3月 19日	无	
CN	106205029	A	2016年 12月 7日	CN 106205029 B	2019年 1月 25日
				DE 202017103776 U1	2017年 12月 21日
CN	108288735	A	2018年 7月 17日	无	
DE	102017214256	A1	2019年 2月 21日	无	
CN	107806934	A	2018年 3月 16日	无	
WO	2018197172	A1	2018年 11月 1日	EP 3396739 A1	2018年 10月 31日
CN	109017363	A	2018年 12月 18日	无	
CN	109188294	A	2019年 1月 11日	无	