

(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
2021 年 2 月 25 日 (25.02.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/032221 A2

(51) 国际专利分类号:
H02J 7/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/122087

(22) 国际申请日: 2020 年 10 月 20 日 (20.10.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910770160.7 2019年8月20日 (20.08.2019) CN

(71) 申请人: 深圳市道通智能航空技术有限公司
(AUTEL ROBOTICS CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽街道学苑大道1001号智园B1栋9层, Guangdong 518055 (CN)。

(72) 发明人: 秦威 (QIN, Wei); 中国广东省深圳市南山区西丽街道学苑大道1001号智园B1栋9层, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 北京安信方达知识产权代理有限公司 (AFD CHINA INTELLECTUAL PROPERTY LAW OFFICE); 中国北京市海淀区学清路38号(B座)21层2108, Beijing 100083 (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, IT, 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,

(54) Title: BATTERY BALANCING SELF-DISCHARGE CIRCUIT AND UNMANNED AERIAL VEHICLE

(54) 发明名称: 一种电池均衡自放电电路和无人机

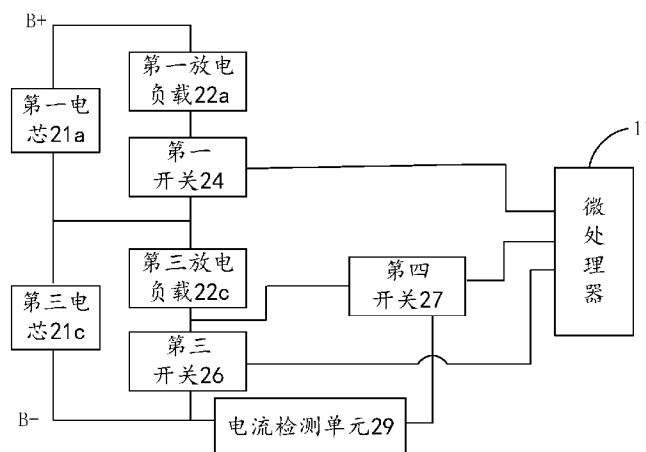


图 1

11 MICROPROCESSOR
21A FIRST CELL
21C THIRD CELL
22A FIRST DISCHARGE LOAD
22C THIRD DISCHARGE LOAD
24 FIRST SWITCH
26 THIRD SWITCH
27 FOURTH SWITCH
29 CURRENT DETECTION UNIT

(57) Abstract: The embodiments of the present invention relate to a battery balancing self-discharge circuit and an unmanned aerial vehicle, the circuit comprising: at least two cells and at least two cell balancing units. The cell balancing units comprise a series circuit consisting of a discharge load and a switch, one end of the series circuit being electrically connected to one end of of a cell, and the other end being connected to the other end of the cell. Connected adjacent to a second electrode of a battery is a third cell, a second terminal of the third cell being connected to the second electrode of the battery. A battery balancing unit of the third cell comprises a third discharge load and a third switch, a first terminal of the third discharge load being connected to a first terminal of the third cell, and a second terminal of the third switch is connected to a second terminal of the third cell. The battery balancing circuit further comprises

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)。

根据细则4.17的声明:

- 关于申请人有权申请并被授予专利 (细则4.17(ii))
- 发明人资格 (细则4.17(iv))

本国际公布:

- 不包括国际检索报告, 在收到该报告后将重新公布 (细则48.2(g))。
- 包括关于请求恢复一项或多项优先权要求的信息 (细则26之二.3和48.2(b)(vii))。

a fourth switch and a current detection unit, and a second terminal of the third discharge load is connected to the second terminal of the third cell by means of the fourth switch and the current detection unit sequentially. In the present invention, a same circuit is used to implement the two functions of battery balancing and self-discharge, having few components used and low costs, and conserving space.

(57) 摘要: 本发明实施例涉及一种电池均衡自放电电路和无人机, 所述电路包括: 至少两个电芯和至少两个电芯均衡单元; 电芯均衡单元包括由放电负载和开关组成的串联电路, 其一端电性连接电芯的一端, 另一端连接电芯的另一端; 与电池第二极相邻连接的为第三电芯, 第三电芯的第二端连接电池第二极; 第三电芯的电池均衡单元包括第三放电负载和第三开关, 第三放电负载的第一端连接第三电芯的第一端, 第三开关的第二端连接第三电芯的第二端; 电池均衡电路还包括第四开关和电流检测单元, 第三放电负载的第二端依次通过第四开关和电流检测单元连接第三电芯的第二端。本发明实施例利用同一个电路实现了电池均衡和自放电两种功能, 使用元器件少、成本低而且节省空间。

一种电池均衡自放电电路和无人机

技术领域

本发明实施例涉及电池技术领域，特别是涉及一种电池均衡自放电电路和无人机。

背景技术

高倍率的锂电池应用越来越广泛，高倍率锂电池长时间存储时，如果电池电量高于安全值，则存在鼓胀的危险，因此，在电池电量过高时，需要对电池进行自放电处理。高倍率锂电池由多电芯串联形成时，由于电芯的品质、组装方式、使用的环境等差异，会导致电芯电压、电量逐渐的不平衡。电压不均衡会存在电量不准、电量跳变等问题，进而带来安全隐患。因此，需要对电池中的各电芯进行电压均衡处理。目前，是利用复杂的电路分别进行自放电处理和电压均衡处理，该种方案电路复杂、成本较高。

发明内容

本发明实施例的目的是提供一种电池均衡自放电电路和无人机，能利用同一电路实现电池自放电和电池均衡两种功能，电路简单、成本低。

为解决上述技术问题，本发明采用的一个技术方案是：一种电池均衡自放电电路，所述电路包括：

微处理器、串联连接于电池第一极和电池第二极之间的至少两个电芯和分别为所述至少两个电芯均衡电压的至少两个电芯均衡单元；

每个所述电芯均衡单元均包括串联的放电负载和开关，所述放电负载电性连接与所述电芯均衡单元对应的电芯的一端，所述开关电性连接与所述电芯均衡单元对应的电芯的另一端，所述开关的控制端电性连接所述微处理器；

在所述至少两个电芯中、与所述电池第二极相邻连接的为第三电芯，所述第三电芯的第一端连接所述至少两个电芯中的其他电芯，所述第三电芯的第二端连接所述电池第二极；

与所述第三电芯对应的电池均衡单元包括第三放电负载和第三开关，所述第三放电负载的第一端连接所述第三电芯的第一端，所述第三放电负载的第二端连接所述第三开关的第一端，所述第三开关的第二端连接所述第三电芯的第二端；

所述电池均衡自放电电路还包括第四开关和电流检测单元，所述第三放电负载的第二端依次通过所述第四开关和所述电流检测单元连接所述第三电芯的第二端，所述第四开关的控制端连接所述微处理器。

在其中一些实施例中，所述电池均衡自放电电路还包括至少一个驱动开关，所述开关中的部分或全部各自通过一个所述驱动开关电性连接所述微处理器，所述驱动开关用于控制所述开关闭合。

在其中一些实施例中，所述至少两个电芯中、与所述电池第一极相邻连接的为第一电芯，所述第一电芯的第一端连接所述电池第一极，所述第一电芯的第二端连接其他电芯；

与所述第一电芯对应的电池均衡单元包括第一放电负载和第一开关，所述第一开关的控制端通过第一驱动开关连接所述微处理器。

在其中一些实施例中，所述至少两个电芯还包括第二电芯，所述第二电芯的第一端和第二端均连接其他电芯，所述第二电芯的第一端电压高于所述第二电芯的第二端电压；

所述第二电芯的电池均衡单元包括第二放电负载和第二开关，所述第二开关的控制端通过第二驱动开关连接所述微处理器。

在其中一些实施例中，所述电池均衡自放电电路还包括第一电阻和第五电阻；

所述第一驱动开关的第一端连接所述第一开关的控制端，所述第一驱动开关的第一端还通过所述第一电阻连接所述第一电芯的第一端，所述第一驱动开关的控制端连接所述微处理器，所述第一驱动开关的第二端连接第二电压；

所述第二驱动开关的第一端连接所述第二开关的控制端，所述第二

驱动开关的第一端还通过所述第五电阻连接所述第二电芯的第一端，所述第二驱动开关的控制端连接所述微处理器，所述第二驱动开关的第二端连接所述第二电压。

在其中一些实施例中，所述电池均衡自放电电路还包括第二电阻、第七电阻和第十电阻；

所述第二电阻连接于所述第一驱动开关的控制端与所述微处理器之间；

所述第七电阻连接于所述第二驱动开关的控制端与所述微处理器之间；

所述第十电阻连接于所述第三开关的控制端和所述微处理器之间。

在其中一些实施例中，所述电池均衡自放电电路还包括第四电阻、第八电阻、第十一电阻和第十二电阻；

所述第一驱动开关的控制端还通过所述第四电阻连接第二电压；

所述第二驱动开关的控制端还通过所述第八电阻连接所述第二电压；

所述第三开关的控制端还通过所述第十一电阻连接所述第二电压；

所述第四开关的控制端还通过所述第十二电阻连接所述第二电压。

在其中一些实施例中，所述电池均衡自放电电路还包括电池输出第一极、电池输出第二极、充电开关和放电开关；

所述电池第一极通过所述充电开关和所述放电开关连接所述输出第一极；

所述第四开关和所述电流检测单元的共同连接端连接所述电池输出第二极。

在其中一些实施例中，所述第三电芯的第二端还连接第一电压。

为解决上述技术问题，本发明采用的又一个技术方案是：一种无人机，所述无人机包括：

机身；

与所述机身相连的机翼；

以及上述的电池均衡自放电电路，所述电池均衡自放电电路设于所述机身。

本发明实施例通过为串联的每个电芯设置由放电负载和开关组成的电芯均衡单元，并设置开关对电芯均衡单元进行控制，当需要对某个电芯进行均衡电压时，可以通过开关控制相应的电芯均衡单元工作，以为该电芯放电。本发明实施例的电池均衡自放电电路还包括第四开关和电流检测单元，第三放电负载的第二端还依次通过第四开关和电流检测单元连接第三电芯的第二端。通过控制第三开关以外的开关导通，在电池第一极和电池第二极之间形成放电回路，对电池进行自放电。本发明实施例利用同一个电路实现了电池均衡和自放电两种功能，使用元器件少、成本低而且节省空间。

附图说明

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。

图1是本发明电池均衡自放电电路的一个实施例的结构示意图；

图2是本发明电池均衡自放电电路的一个实施例的结构示意图；

图3是本发明电池均衡自放电电路的一个实施例的结构示意图；

图4是本发明电池均衡自放电电路的一个实施例的结构示意图。

具体实施方式

为了便于理解本发明，下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

在本发明的描述中，需要说明的是，术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而

不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

在本发明的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

此外，下面所描述的本发明不同实施方式中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

在电池技术领域，为了增加电池容量，常利用多个电芯串联形成电池，然而，串联的多个电芯常存在电压不一致的问题，会为电池的使用带来诸多问题。电池长时间存储时，如果电池电量高于安全值，则存在鼓胀的危险。因此，需要对电池中的各电芯进行电压均衡处理，以及电池电压过高时进行放电处理。本发明实施例提供了一种电池均衡自放电电路，能用同一个电路实现电池均衡和自放电两种功能。

图1示例性的示出了电池均衡自放电电路的其中一种结构，电池均衡自放电电路包括至少两个电芯以及至少两个电芯均衡单元，至少两个电芯串联连接于电池第一极和电池第二极之间，电芯均衡单元的数量与电芯的数量一致，电芯均衡单元用于调整所述电芯的电压，以使电池中各电芯电压均衡。

其中，电池第一极可以为电池正极 B+，电池第二极可以为电池负极 B-。在图1所示的实施例中，电池均衡自放电电路包括串联连接于电池正极 B+和电池负极 B-之间的第一电芯 21a 和第三电芯 21c。第一电芯 21a 的电池均衡单元包括第一放电负载 22a 和第一开关 24，第一放电负载 22a 的第一端连接第一电芯 21a 的第一端（亦即电池正极 B+），第一放电负载 22a 的第二端连接第一开关 24 的第二端，第一开关 24 的第一

端连接第一电芯 21a 的第二端。第一开关 24 的控制端连接微处理器 11。

在图 1 所示的实施例中，由第一放电负载 22a 连接第一电芯 21a 的正极、第一开关 24 连接第一电芯 21a 的负极。在其他实施例中，也可以由第一放电负载 22a 连接第一电芯 21a 的负极、第一开关 24 连接第一电芯 21a 的正极，只需满足第一放电负载 22a 与第一开关 24 的串联关系即可。

第三电芯 21c 与电池负极 B- 相邻连接，第三电芯 21c 的第一端连接第一电芯 21a，第二端连接电池负极 B-。第三电芯 21c 的电池均衡单元包括第三放电负载 22c 和第三开关 26，第三放电负载 22c 的第一端连接第三电芯 21c 的第一端，第三放电负载 22c 的第二端连接第三开关 26 的第一端，第三开关 26 的第二端连接第三电芯 21c 的第二端（亦即电池负极 B-）。

该电池均衡自放电电路还包括第四开关 27 和电流检测单元 29，第三放电负载 22c 的第二端还依次通过第四开关 27 和电流检测单元 29 连接第三电芯的第二端，第四开关 27 的控制端连接微处理器 11。

当第一开关 24 闭合时，第一放电负载 22a 为第一电芯 21a 放电，当第三开关 26 闭合时，第三放电负载 22c 为第三电芯 21c 放电。当第一开关 24 和第四开关 27 同时闭合时，形成自放电回路，电流依次流经电池正极 B+、第一放电负载 22a、第一开关 24、第三放电负载 22c、第四开关 27、电流检测单元 29 和电池负极 B-，达到电池放电的目的。

其中，可以通过电流检测单元 29 判断电池电压是否过高，当电池电压过高时，闭合第一开关 24 和第四开关 27，对电池进行放电。如果检测到电池电压恢复正常，则停止电池放电。在其中一些实施例中，可以采用电阻实现电流检测单元 29 的功能。

其中，判断电池中哪个电芯需要进行电压均衡，可以利用单独的检测单元或者微处理器的某些引脚对各电芯电压进行检测，如果检测发现各电芯电压不均衡，则计算彼此之间的差值，从而根据差值进行均衡控制。其中，对各电芯电压进行检测，计算电压偏差值，以及根据电压偏差进行均衡控制的方法属于现有技术，在此不在赘述。

其中，微处理器可以为任何合适的具有计算和逻辑控制功能的处理

器，例如单片机等。

本发明实施例通过为串联的每个电芯设置由放电负载和开关组成的电芯均衡单元，并设置开关对电芯均衡单元进行控制，当需要对某个电芯进行均衡电压时，可以通过开关控制相应的电芯均衡单元工作，以为该电芯放电。本发明实施例还设置了第四开关和电流检测单元，用以在电池第一极和电池第二极之间形成放电回路，对电池进行自放电。本发明实施例利用同一个电路实现了电池均衡和自放电两种功能，使用元器件少、成本低而且节省空间。

在其中一些实施例中，接近电池正极 B+ 的开关（例如图 1 中的第一开关 24）的启动电压可能较高，微处理器输出的电压不足以启动该开关。因此，可以在开关和微处理器 11 之间设置驱动开关。如图 2 所示，在第一开关 24 和微处理器 11 的控制引脚之间设置有第一驱动开关 23a，驱动开关用于控制第一开关 24 导通，其中，第一驱动开关 23a 的控制端连接微处理器 11。

图 1 和图 2 中示出了电池包括两个电芯的情景，在其他实施例中，电池也可以包括更多的电芯，图 3 示出了电池包括三个电芯的情景。在图 3 所示的实施例中，电池包括串联的第一电芯 21a、第二电芯 21b 和第三电芯 21c。第一放电负载 22a 和第一开关 24 组成第一电芯 21a 的电池均衡单元，第二开关 25 和第二放电负载 22b 组成第二电芯 21b 的电池均衡单元，第三放电负载 22c 和第三开关 26 组成第三电芯 21c 的电池均衡单元。第二开关 25 的第二端连接第二电芯 21b 的第一端，第二开关 25 的第一端连接第二放电负载 22b 的第一端，第二放电负载 22b 的第二端连接第二电芯 21b 的第二端，第二开关 25 的控制端连接微处理器。其中，第一开关 24 和第二开关 25 分别通过第一驱动开关 23a 和第二驱动开关 23b 进行驱动，第三开关 26 直接由微处理器进行控制。

当第一开关 24、第二开关 25 和第四开关 27 闭合时，电流依次流经电池正极 B+、第一放电负载 22a、第一开关 24、第二开关 25、第二放电负载 22b、第三放电负载 22c、第四开关 27、电流检测单元 29 和电池负极 B-，进行电池自放电。

在实际应用中，可以在电池输出第一极 PACK+和电池正极 B+之间设置充电开关 28a 和放电开关 28b，以对电池充、放电进行控制，将第四开关 27 和电流检测单元 29 的共同连接端作为电池输出第二极 PACK-。电池负极 B-还可以连接第一电压，在其中一些实施例中，第一电压为接地端 GND。

具体的，在一些实施例中，第一放电负载 22a、第二放电负载 22b 和第三放电负载 22c 可以采用电阻进行放电。第一开关 24、第二开关 25、第三开关 26、第四开关 27、第一驱动开关 23a、第二驱动开关 23b、充电开关 28a 和放电开关 28b 可以为金属-氧化物-半导体场效应晶体管 (metaloxidesemiconductor, MOS)。在各开关采用 MOS 管的场合，所述第一端为漏极，所述第二端为源极，所述控制端为栅极。在其中一些实施例中，各开关还可以包括跨接在其源极和漏极之间的二极管。

图 4 示出了电池均衡自放电电路的另一种结构，如图 4 所示，电池包括串联的第一电芯 CELL1、第二电芯 CELL2 和第三电芯 CELL3。第一电芯 CELL1 的电池均衡单元为 MOS 管 Q3 和电阻 R3 组成的串联电路，MOS 管 Q3 通过 MOS 管 Q4 进行驱动。MOS 管 Q4 的栅极连接微处理器、源极连接第二电压，漏极通过电阻 R1 连接第一电芯 CELL1 的正极。在其中一些实施例中，MOS 管 Q4 的栅极还可以连接限流电阻 R2，以及通过电阻 R4 接第二电压。其中，第二电压为一低电压，可以保证 Q4 在未接收到控制信号时处于截止状态，以防止电池进行误放电。在其中一些实施例中，第二电压可以为数字地 DGND。

第二电芯 CELL2 的电池均衡单元为 MOS 管 Q5 和电阻 R6 组成的串联电路，MOS 管 Q5 通过 MOS 管 Q6 进行驱动。MOS 管 Q6 的栅极连接微处理器、源极连接第二电压，漏极通过电阻 R5 连接第二电芯 CELL2 的正极。在其中一些实施例中，MOS 管 Q6 的栅极还可以连接限流电阻 R7，以及通过电阻 R8 连接第二电压。

第三电芯 CELL3 的电池均衡单元为 MOS 管 Q7 和电阻 R9 组成的串联电路，MOS 管 Q7 直接由微处理器进行驱动。在其中一些实施例中，MOS 管 Q7 的栅极和微处理器之间还连接限流电阻 R10，MOS 管 Q7 的栅极还通过电阻 R11 连接第二电压。

第四开关包括 MOS 管 Q8，MOS 管 Q8 直接由微处理器进行驱动，在其中一些实施例中，MOS 管 Q8 的栅极还通过电阻 R12 连接第二电压。

如果需要对第一节电芯 CELL1 放电均衡，则微处理器 11 的管脚 1 输出高电平，其他三个管脚输出低电平，则 Q4 导通，Q3 的栅极变为低电平，Q3 导通，CELL1 通过电阻 R3 进行放电均衡。如果需要对第二节电芯 CELL2 放电均衡，则微处理器 11 的管脚 2 输出高电平，其他三个管脚输出低电平，则 Q6 导通，Q5 的栅极变为低电平，Q5 导通，CELL2 通过电阻 R6 进行放电均衡。

如果需要对电池进行自放电处理，则微处理器 11 的管脚 1、管脚 2 和管脚 3 输出高电平，管脚 4 输出低电平，则 Q3、Q5 和 Q8 均导通，电池进行自放电。

在图 4 所示的实施例中，Q1、Q2、Q4、Q6、Q8 和 Q7 为 N 沟道场效应管，Q3 和 Q5 为 P 沟道场效应管。在其他实施例中，Q1、Q2、Q3、Q4、Q5、Q6、Q8 和 Q7 也可以采用其他类型的开关管，只要能实现上述控制逻辑即可。

本发明实施例的电池均衡自放电电路可以应用于无人机中，用于对无人机电池进行电池均衡控制，其中，无人机可以为任何合适的无人飞行器包括固定翼无人飞行器和旋转翼无人飞行器，例如直升机、四旋翼机和具有其它数量的旋翼和/或旋翼配置的飞行器。无人机还可以是其他可移动物体，例如载人飞行器、航模、无人飞艇、无人热气球和机器人等。在其中一些实施例中，无人机包括机身、与所述机身相连的机臂和设于机臂的动力系统，所述电池均衡自放电电路可以设置于所述机身上。

需要说明的是，本发明的说明书及其附图中给出了本发明的较佳的实施例，但是，本发明可以通过许多不同的形式来实现，并不限于本说明书所描述的实施例，这些实施例不作为对本发明内容的额外限制，提供这些实施例的目的是使对本发明的公开内容的理解更加透彻全面。并且，上述各技术特征继续相互组合，形成未在上面列举的各种实施例，

均视为本发明说明书记载的范围；进一步地，对本领域普通技术人员来说，可以根据上述说明加以改进或变换，而所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

权利要求书

1、一种电池均衡自放电电路，其特征在于，所述电路包括：

微处理器、串联连接于电池第一极和电池第二极之间的至少两个电芯和分别为所述至少两个电芯均衡电压的至少两个电芯均衡单元；

每个所述电芯均衡单元均包括串联的放电负载和开关，所述放电负载电性连接与所述电芯均衡单元对应的电芯的一端，所述开关电性连接与所述电芯均衡单元对应的所述电芯的另一端，所述开关的控制端电性连接所述微处理器；

在所述至少两个电芯中、与所述电池第二极相邻连接的为第三电芯，所述第三电芯的第一端连接所述至少两个电芯中的其他电芯，所述第三电芯的第二端连接所述电池第二极；

与所述第三电芯对应的电池均衡单元包括第三放电负载和第三开关，所述第三放电负载的第一端连接所述第三电芯的第一端，所述第三放电负载的第二端连接所述第三开关的第一端，所述第三开关的第二端连接所述第三电芯的第二端；

所述电池均衡自放电电路还包括第四开关和电流检测单元，所述第三放电负载的第二端依次通过所述第四开关和所述电流检测单元连接所述第三电芯的第二端，所述第四开关的控制端连接所述微处理器。

2、根据权利要求 1 所述的电池均衡自放电电路，其特征在于，所述电池均衡自放电电路还包括至少一个驱动开关，所述开关中的部分或全部各自通过一个所述驱动开关电性连接所述微处理器，所述驱动开关用于控制所述开关闭合。

3、根据权利要求 2 所述的电池均衡自放电电路，其特征在于，所述至少两个电芯中、与所述电池第一极相邻连接的为第一电芯，所述第一电芯的第一端连接所述电池第一极，所述第一电芯的第二端连接其他电芯；

与所述第一电芯对应的电池均衡单元包括第一放电负载和第一开

关，所述第一开关的控制端通过第一驱动开关连接所述微处理器。

4、根据权利要求 3 所述的电池均衡自放电电路，其特征在于，所述至少两个电芯还包括第二电芯，所述第二电芯的第一端和第二端均连接其他电芯，所述第二电芯的第一端电压高于所述第二电芯的第二端电压；

所述第二电芯的电池均衡单元包括第二放电负载和第二开关，所述第二开关的控制端通过第二驱动开关连接所述微处理器。

5、根据权利要求 4 所述的电池均衡自放电电路，其特征在于，所述电池均衡自放电电路还包括第一电阻和第五电阻；

所述第一驱动开关的第一端连接所述第一开关的控制端，所述第一驱动开关的第一端还通过所述第一电阻连接所述第一电芯的第一端，所述第一驱动开关的控制端连接所述微处理器，所述第一驱动开关的第二端连接第二电压；

所述第二驱动开关的第一端连接所述第二开关的控制端，所述第二驱动开关的第一端还通过所述第五电阻连接所述第二电芯的第一端，所述第二驱动开关的控制端连接所述微处理器，所述第二驱动开关的第二端连接所述第二电压。

6、根据权利要求 5 所述的电池均衡自放电电路，其特征在于，所述电池均衡自放电电路还包括第二电阻、第七电阻和第十电阻；

所述第二电阻连接于所述第一驱动开关的控制端与所述微处理器之间；

所述第七电阻连接于所述第二驱动开关的控制端与所述微处理器之间；

所述第十电阻连接于所述第三开关的控制端和所述微处理器之间。

7、根据权利要求 4-6 任意一项所述的电池均衡自放电电路，其特征在于，所述电池均衡自放电电路还包括第四电阻、第八电阻、第十一电

阻和第十二电阻；

所述第一驱动开关的控制端还通过所述第四电阻连接第二电压；

所述第二驱动开关的控制端还通过所述第八电阻连接所述第二电压；

所述第三开关的控制端还通过所述第十一电阻连接所述第二电压；

所述第四开关的控制端还通过所述第十二电阻连接所述第二电压。

8、根据权利要求 1-6 任意一项所述的电池均衡自放电电路，其特征在于，所述电池均衡自放电电路还包括电池输出第一极、电池输出第二极、充电开关和放电开关；

所述电池第一极通过所述充电开关和所述放电开关连接所述输出第一极；

所述第四开关和所述电流检测单元的共同连接端连接所述电池输出第二极。

9、根据权利要求 1-6 任意一项所述的电池均衡自放电电路，其特征在于，所述第三电芯的第二端还连接第一电压。

10、一种无人机，其特征在于，所述无人机包括：

机身；

与所述机身相连的机翼；

以及权利要求 1-9 任意一项所述的电池均衡自放电电路，所述电池均衡自放电电路设于所述机身。

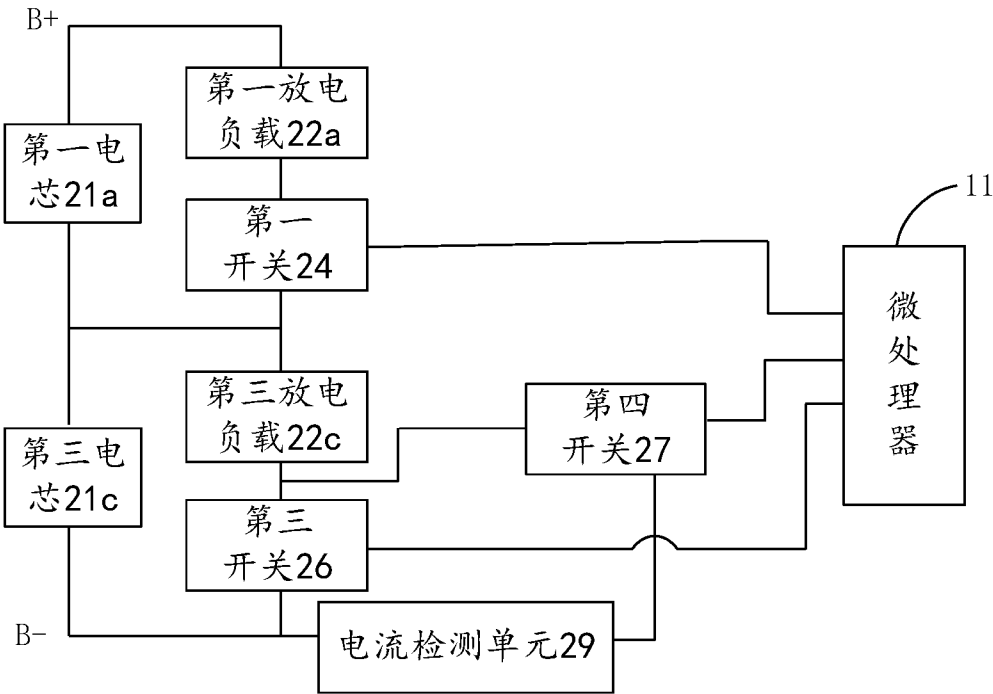


图 1

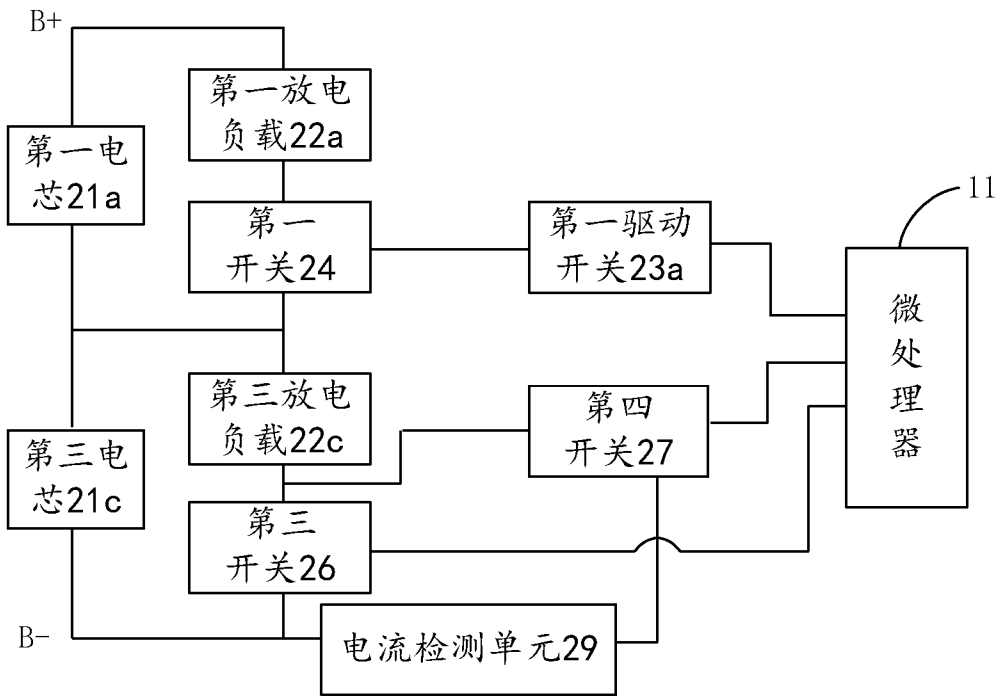


图 2

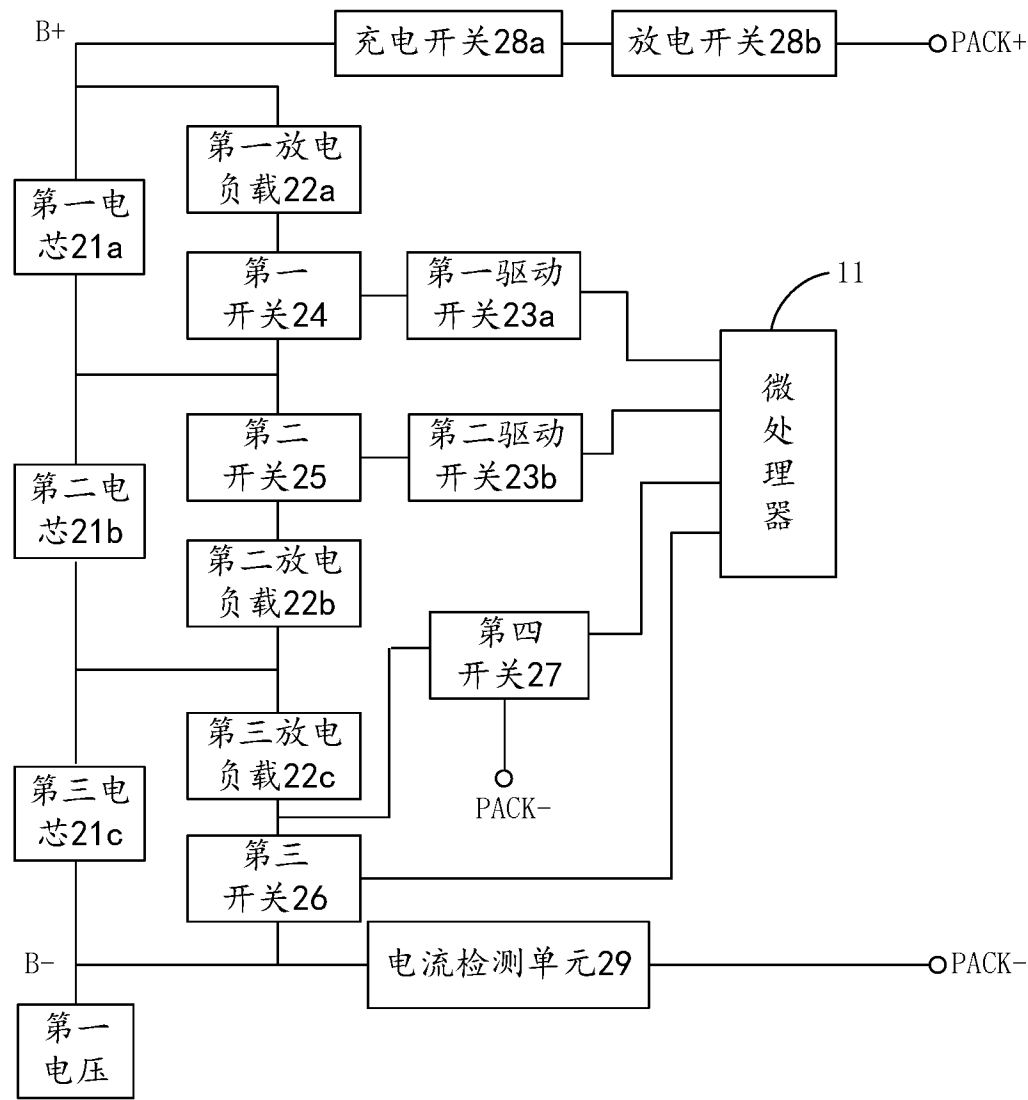


图 3

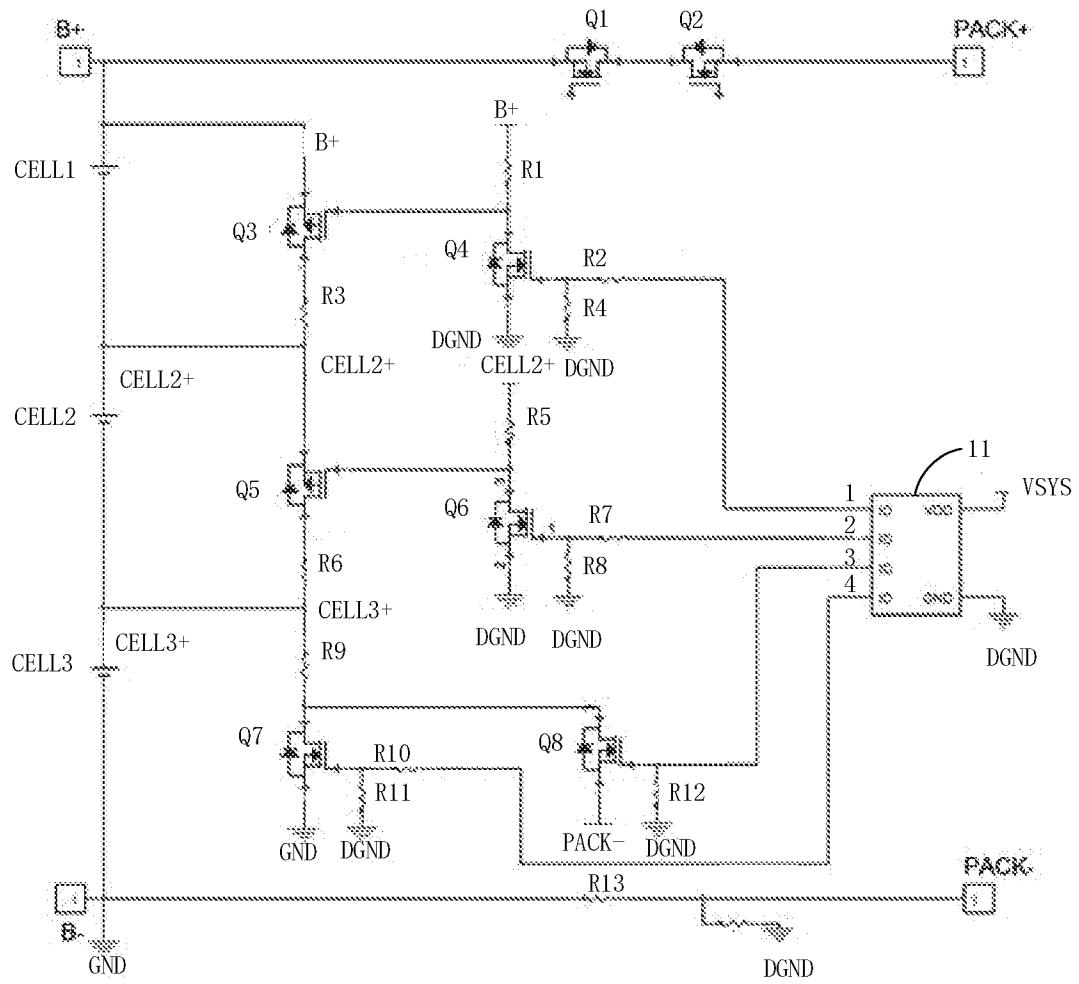


图 4