(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 113659674 A
(43)申请公布日 2021.11.16

(21)申请号 202110933302.4

(22)申请日 2021.08.14

(71)申请人 北京动力京工科技有限公司
地址 100083 北京市丰台区丰桥路7号院9号楼4-203

(72)发明人 冬雷 杨瑾瑜 闵星旖 马滢 杨洁 方淑星

(51)Int.Cl.
H02J 7/00(2006.01)

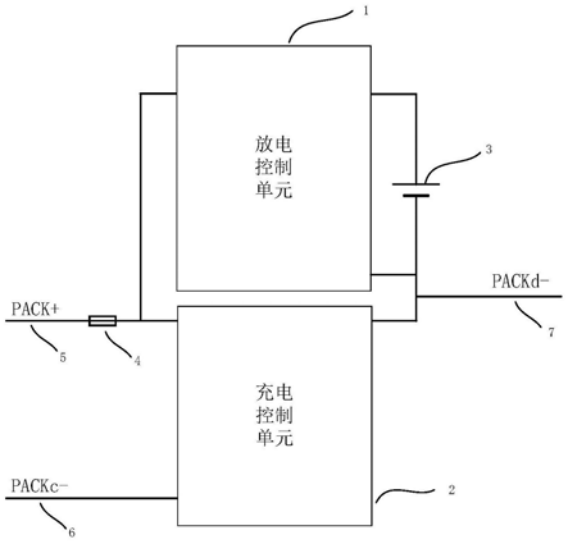
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

单电芯锂离子电池充放电保护器

(57)摘要

本发明设计了一种单电芯锂离子电池充放电保护器，该装置包括放电控制单元、充电控制单元、锂离子电池、可恢复保险丝、充放电正端、充电负端、放电负端。与现有技术相比，放电控制单元仅有六个分立器件，充电控制单元也仅有六个分立器件，加上可恢复保险丝，整个单电芯锂离子电池充放电保护器仅有十三个常规的分立器件，就实现了过充、过放、过流的三项保护，结构非常简单，而且价格非常低，适合单电芯锂离子电池的保护控制；可以设置充电截止电压和放电截止电压，防止充放电过程中出现过充或过放的现象；充电保护和放电保护独立进行，互不影响，提高了可靠性；电池放电回路不经过充电控制单元，从而提高锂离子电池的放电效率。



CN 113659674 A

1.单电芯锂离子电池充放电保护器,其特征在于,包括放电控制单元(1)、充电控制单元(2)、锂离子电池(3)、可恢复保险丝(4)、充放电正端(5)、充电负端(6)、放电负端(7);

放电控制单元(1)的输出端与锂离子电池(3)并联,放电控制单元(1)的输入端经过可恢复保险丝(4)与充放电正端(5)相连,所述充电控制单元(2)的正输入端通过可恢复保险丝(4)与充放电正端(5)相连,充电控制单元(2)的负输入端直接与充电负端(6)相连,充电控制单元(2)的输出端与锂离子电池(3)的负极相连,所述放电负端(7)与锂离子电池(3)的负极相连;

放电控制单元(1)用于检测放电过程中锂离子电池(3)两端电压,当放电电压低于放电保护电压时,放电控制单元(1)将锂离子电池(3)正极与充放电正端(5)断开;

充电控制单元(2)用于检测充电过程中的充电电压,当充电电压高于充电保护电压时,充电控制单元(2)将锂离子电池(3)负极与充电负端(6)断开;

可恢复保险丝(4)用于在充放电电流超过保护值时,将锂离子电池(3)正极与外电路断开,对锂离子电池(3)进行保护;

负载连接在充放电正端(5)与放电负端(7)之间,使得放电回路不经过充电控制单元(2),减少锂离子电池(3)放电过程中的损耗;

放电控制单元(1)仅控制锂离子电池(3)的正极,充电控制单元(2)仅控制锂离子电池(3)的负极;

所述单电芯锂电池充放电保护器可以设置充电截止电压E_C和放电截止电压E_D,防止充放电过程中出现过充或过放的现象。

2.如权利要求1所述的单电芯锂离子电池充放电保护器,其特征在于,所述放电控制单元(1)包括第一MOSFET(101)、第一稳压器(102)、第一电阻(103)、第一电容(104)、第二电阻(105)、第三电阻(106),所述第一MOSFET(101)的源极与锂离子电池(3)的正极连接;第一电阻(103)并联在第一MOSFET(101)的门极和源极两端,作为门极驱动电阻;第二电阻(105)与第三电阻(106)串联后并联在锂离子电池(3)的正负极上,用于对电池电压进行检测,其中点A与第一稳压器(102)的反馈极相连,第一电容(104)与第二电阻(105)并联滤除干扰信号;第一稳压器(102)的负极接第一MOSFET(101)的门极,正极接锂离子电池(3)的负极;第一MOSFET(101)的漏极作为放电控制单元(1)的输入端与可恢复保险丝(4)相连。

3.如权利要求1所述的单电芯锂离子电池充放电保护器,其特征在于,所述充电控制单元(2)包括第四电阻(201)、第五电阻(202)、第六电阻(203)、第二电容(204)、第二MOSFET(206)和第二稳压器(205),第四电阻(201)与第五电阻(202)串联之后,并联在可恢复保险丝(4)与充电负端(6)之间,检测充电电压,其中点B与第二稳压器(205)的反馈极相连,第二电容(204)与第五电阻(202)并联滤除干扰信号;第二稳压器(205)的正极接充电负端(6),其负极接第二MOSFET(206)的门极;第二MOSFET(206)的漏极作为充电控制单元(2)输出端与锂离子电池(3)的负极相连,源极与充电负端(6)相连;第六电阻(203)一端连接可恢复保险丝(4),一端连接第二MOSFET(206)的门极,作为门极驱动电阻。

4.如权利要求1所述的单电芯锂离子电池充放电保护器,其特征在于,所述第一MOSFET(101)为P沟道MOSFET,第二MOSFET(206)为N沟道MOSFET。

5.如权利要求1所述的单电芯锂离子电池充放电保护器,其特征在于,所述第一MOSFET(101)P沟道MOSFET的源极接锂离子电池(3)的正极,控制锂离子电池(3)的放电。

6.第二MOSFET(206)N沟道MOSFET的漏极接锂离子电池(3)的负极,控制锂离子电池(3)的充电。

7.如权利要求1所述的单电芯锂离子电池充放电保护器,其特征在于,所述第一稳压器(102)和所述第二稳压器(205)为三端低电压可调节精密并联稳压器。

8.如权利要求1所述的单电芯锂离子电池充放电保护器,其特征在于,用充放电负端(8)代替充电负端(6),并取消放电负端(7),使充放电正端(5)与充放电负端(8)既作为充电接口,也作为放电接口。

9.如权利要求1和2所述的放电控制单元(1),其特征在于,所述放电截止电压E_D由第二电阻(105)与第三电阻(106)的阻值R_2、R_3,以及第一稳压器(102)参考电压V_1决定,即$E_D=V_1(R_2+R_3)/R_3$。

10.如权利要求1和3所述的充电控制单元(2),其特征在于,所述充电截止电压E_C由第四电阻(201)和第五电阻(202)的阻值R_4、R_5,以及第二稳压器(205)参考电压V_2决定,即$E_C=V_2(R_4+R_5)/R_5$。

单电芯锂离子电池充放电保护器

技术领域

[0001] 本发明涉及锂离子电池的电池管理系统，特别是涉及一种单电芯的锂离子电池的充放电保护装置。

背景技术

[0002] 锂离子电池具有能量密度较高、安全性能好、循环寿命长的优点，广泛应用于新能源汽车行业、启动电源、储能市场以及军事领域中。但是锂离子电池若出现过充现象，电解液等材料会分解产生气体，使得电池外壳或压力阀鼓胀破裂，进而爆炸；如果电芯电压过低，电芯内部分材料就会开始被破坏，又由于电池会自放电，放愈久电压会愈低；另外，充电电流过大时，锂离子来不及进入储存格，会聚集于材料表面，这些锂离子获得电子后，会在材料表面产生锂原子结晶，产生锂枝晶，发生电池内部短路。因此，对锂离子电池至少要进行过充、过放、过流的三项保护。

[0003] 中国专利CN112234689B公开了一种充放电保护电路及锂离子电池保护系统，采用了两个比较器采集锂离子电池电压，通过多个数字集成电路构成充放电控制电路，结构比较复杂，由于仅采用一个MOSFET做功率开关，仅能对充电进行控制，如果要对放电进行控制，该发明还需设计一个MOSFET作为放电功率开关。

[0004] 专利CN104682355B公开了一种锂离子电池保护电路，需要专门的多路开关和电压比较电路，还需要多个数字集成芯片组成逻辑电路，为了实现充放电控制采用了四个场效应管，控制逻辑非常复杂。

[0005] 此外，目前锂离子电池的充放电保护，多采用集成的电压采集及控制电路，成本较高，需要通过上位机配置控制参数，使用过程比较复杂，不利于在单电芯锂离子电池，或者不同种类的锂离子电池中的应用。

发明内容

[0006] 本发明针对现有技术存在的不足，提出一种单电芯锂离子电池充放电保护器，与现有技术相比，本发明具有较少的器件，不需要专门的电压测量集成电路、不需要额外的辅助供电电源。能够独立对过充电、过放电、以及过电流进行保护。针对不同种类的锂离子电池的充放电电压参数的不同，可以方便对充电截止电压、放电截止电压进行设置，也可以设置不同的保护电流限。

[0007] 本发明采取的技术方案为：

[0008] 为了达到上述目的，本发明的单电芯锂离子电池充放电保护器包括放电控制单元、充电控制单元、锂离子电池、可恢复保险丝、充放电正端、充电负端、放电负端；放电控制单元的输出端与锂离子电池并联，放电控制单元的输入端经过可恢复保险丝与充放电正端相连，所述充电控制单元的正输入端通过可恢复保险丝与充放电正端相连，充电控制单元的负输入端直接与充电负端相连，充电控制单元的输出端与锂离子电池的负极相连，所述放电负端与锂离子电池的负极相连；放电控制单元用于检测放电过程中锂离子电池两端电

压，当放电电压低于放电保护电压时，放电控制单元将锂离子电池正极与充放电正端断开；充电控制单元用于检测充电过程中的充电电压，当充电电压高于充电保护电压时，充电控制单元将锂离子电池负极与充电负端断开；可恢复保险丝用于在充放电电流超过保护值时，将锂离子电池正极与外电路断开，对锂离子电池进行保护；负载连接在充放电正端与放电负端之间，使得放电回路不经过充电控制单元，减少锂离子电池放电过程中的损耗；放电控制单元仅控制锂离子电池的正极，充电控制单元仅控制锂离子电池的负极；所述单电芯锂电池充放电保护器可以设置充电截止电压E_C和放电截止电压E_D，防止充放电过程中出现过充或过放的现象。

[0009] 所述放电控制单元包括第一MOSFET、第一稳压器、第一电阻、第一电容、第二电阻、第三电阻，所述第一MOSFET的源极与锂离子电池的正极连接；第一电阻并联在第一MOSFET的门极和源极两端，作为门极驱动电阻；第二电阻与第三电阻串联后并联在锂离子电池的正负极上，用于对电池电压进行检测，其中点A与第一稳压器的反馈极相连，第一电容与第二电阻并联滤除干扰信号；第一稳压器的负极接第一MOSFET的门极，正极接锂离子电池的负极；第一MOSFET的漏极作为放电控制单元的输入端与可恢复保险丝相连。

[0010] 所述充电控制单元包括第四电阻、第五电阻、第六电阻、第二电容、第二MOSFET和第二稳压器，第四电阻与第五电阻串联之后，并联在可恢复保险丝与充电负端之间，检测充电电压，其中点B与第二稳压器的反馈极相连，第二电容与第五电阻并联滤除干扰信号；第二稳压器的正极接充电负端，其负极接第二MOSFET的门极；第二MOSFET的漏极作为充电控制单元输出端与锂离子电池的负极相连，源极与充电负端相连；第六电阻一端连接可恢复保险丝，一端连接第二MOSFET的门极，作为门极驱动电阻。

[0011] 所述第一MOSFET为P沟道MOSFET，第二MOSFET为N沟道MOSFET。

[0012] 所述第一MOSFETP沟道MOSFET的源极接锂离子电池的正极，控制锂离子电池的放电。

[0013] 第二MOSFETN沟道MOSFET的漏极接锂离子电池的负极，控制锂离子电池的充电。

[0014] 所述第一稳压器和所述第二稳压器为三端低电压可调节精密并联稳压器。

[0015] 用充放电负端代替充电负端，并取消放电负端，使充放电正端与充放电负端既作为充电接口，也作为放电接口。

[0016] 所述放电截止电压E_D由第二电阻与第三电阻的阻值R_2、R_3，以及第一稳压器参考电压V_1决定，即$E_D=V_1(R_2+R_3)/R_3$。

[0017] 所述充电截止电压E_C由第四电阻和第五电阻的阻值R_4、R_5，以及第二稳压器参考电压V_2决定，即$E_C=V_2(R_4+R_5)/R_5$。

[0018] 由于上述技术方案运用，本发明与现有技术相比具有下列优点和效果：

[0019] 本发明的一个效果在于，放电控制单元仅有六个分立器件，充电控制单元也仅有六个分立器件，加上可恢复保险丝，整个单电芯锂离子电池充放电保护器仅有十三个常规的分立器件，就实现了过充、过放、过流的三项保护，结构非常简单，而且价格非常低，适合单电芯锂离子电池的保护控制。

[0020] 本发明的一个效果在于，锂离子电池的电压检测与保护控制是一体化的，不需要额外单独的电压检测电路、控制电路、MOSFET驱动电路。

[0021] 本发明的一个效果在于，充电保护和放电保护独立进行，互不影响，提高了可靠

性。

[0022] 本发明的一个效果在于，充电截止电压以及放电截止电压可以通过电阻值调节，使用方便。

[0023] 本发明的一个效果在于，电池放电回路不经过充电控制单元，从而提高锂离子电池的放电效率。

附图说明

[0024] 图1是本发明中单电芯锂离子电池充放电保护器结构示意图；

[0025] 图2是本发明中单电芯锂离子电池充放电保护器充放电双负端拓扑示意图；

[0026] 图3是本发明中单电芯锂离子电池充放电保护器充放电单负端拓扑示意图；

[0027] 图4是本发明中单电芯锂离子电池充放电保护器充电应用方法之一；

[0028] 图5是本发明中单电芯锂离子电池充放电保护器充电应用方法之二；

[0029] 图6是本发明中单电芯锂离子电池充放电保护器放电应用方法之一；

[0030] 图7是本发明中单电芯锂离子电池充放电保护器放电应用方法之二。

[0031] 附图中，各标号所代表的部件：

[0032] 1、放电控制单元，2、充电控制单元，3、锂离子电池，4、可恢复保险丝，5、充放电正端，6、充电负端，7、放电负端，8、充放电负端，101、第一MOSFET，102、第一稳压器，103、第一电阻，104、第一电容，105、第二电阻，106、第三电阻，201、第四电阻，202、第五电阻，203、第六电阻，204、第二电容，205、第二稳压器，206、第二MOSFET。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图对本发明做进一步的介绍。

[0034] 为了使公众对本发明有彻底的了解，在以下本发明优选实施例中详细说明了具体的细节，而对本领域技术人员来说没有这些细节的描述也可以完全理解本发明。

[0035] 图1是本发明中单电芯锂离子电池充放电保护器结构示意图，单电芯锂离子电池充放电保护器主要包括放电控制单元1、充电控制单元2、锂离子电池3、可恢复保险丝4。放电控制单元1的输出端与锂离子电池3并联，放电控制单元1的输入端经过可恢复保险丝4与充放电正端5相连，所述充电控制单元2的正输入端通过可恢复保险丝4与充放电正端5相连，充电控制单元2的负输入端直接与充电负端6相连，充电控制单元2的输出端与锂离子电池3的负极相连，所述放电负端7与锂离子电池3的负极相连。

[0036] 放电控制单元1用于检测放电过程中锂离子电池3两端电压，当放电电压低于放电保护电压时，放电控制单元1将锂离子电池3正极与充放电正端5断开。

[0037] 充电控制单元2用于检测充电过程中的充电电压，当充电电压高于充电保护电压时，充电控制单元2将锂离子电池3负极与充电负端6断开。

[0038] 可恢复保险丝4用于在充放电电流超过保护值时，将锂离子电池3正极与外电路断开，对锂离子电池3进行保护。

[0039] 负载连接在充放电正端5与放电负端7之间，使得放电回路不经过充电控制单元2，减少锂离子电池3放电过程中的损耗，见图6。

[0040] 放电控制单元1仅控制锂离子电池3的正极，充电控制单元2仅控制锂离子电池3的

负极。

[0041] 所述单电芯锂电池充放电保护器可以设置充电截止电压E_C和放电截止电压E_D，防止充放电过程中出现过充或过放的现象。

[0042] 综上所述，充电保护和放电保护独立进行，互不影响，提高了可靠性。不仅如此，充电截止电压以及放电截止电压可以通过电阻值调节，使用方便。

[0043] 充电时将充电器的正输出端与充放电正端5相连，充电器的负输出端与充电负端6相连，见图4。

[0044] 如图2所示，如果此时锂离子电池3电压低于充电截止电压EC，则该电压经过第四电阻201与第五电阻202分压后，B点电压V_B小于第二稳压器205参考电压V_2，因此第二稳压器205处于截止状态，其中第二电容204并联在第五电阻202两端用于滤除干扰信号，避免第二稳压器205产生误动作。充电电压经过第六电阻203作为门极驱动电阻加到第二MOSFET206的门极，由于第二MOSFET206是N沟道MOSFET，当正电压加到门极与源极之间时，第二MOSFET206导通。充电器电流通过可恢复保险丝4、第一MOSFET101中的体二极管、锂离子电池3、第二MOSFET206形成回路向锂离子电池3充电。

[0045] 随着充电电流不断充入锂离子电池3，锂离子电池3的电压不断上升，因此B点电压V_B也逐渐增大。当B点电压V_B大于第二稳压器205参考电压V_2时，第二稳压器205导通，将第二MOSFET206的门极与源极短路，则第二MOSFET206断开，也就断开了锂离子电池3的充电回路，保护锂离子电池3的电压不超过所设定的充电截止电压E_C。

[0046] 如图6所示，放电时将负载的正输出端与充放电正端5相连，负载的负输出端与放电负端7相连。如果此时锂离子电池3电压高于放电截止电压E_D，则该电压经过第二电阻105与第三电阻106分压后，A点电压V_A大于第一稳压器102参考电压V_1，因此第一稳压器102处于导通状态，其中第一电容104并联在第三电阻106两端用于滤除干扰信号，避免第一稳压器102产生误动作。第一MOSFET101的门极电压被第一稳压器102拉到锂离子电池3的负极电压，由于第一MOSFET101是P沟道MOSFET，当正电压经过第一电阻103加到源极与门极之间时，第一MOSFET101导通。放电电流从锂离子电池3的正极流出，通过第一MOSFET101、可恢复保险丝4、负载，流入锂离子电池3的负极形成放电回路向负载供电，见图2。由于放电电流不经过充电控制单元2，因此锂离子电池3的放电效率较高。

[0047] 随着放电电流不断从锂离子电池3流出，锂离子电池3的电压不断下降，A点电压V_A也逐渐减小。当A点电压V_A小于第一稳压器102参考电压V_1时，第一稳压器102截止，第一电阻103将第一MOSFET101的门极电压拉至与源极电压相同，则第一MOSFET101断开，也就断开了锂离子电池3的放电回路，保护锂离子电池3的电压不低于所设定的放电截止电压E_D。

[0048] 不论是在充电时还是在放电时，只要流过锂离子电池3的电流大于设定值时，可恢复保险丝4都会断开，防止过流。当电流低于一定值时，可恢复保险丝4可以重新恢复导通。

[0049] 本实施例中放电控制单元仅有六个分立器件，充电控制单元也仅有六个分立器件，加上可恢复保险丝，整个单电芯锂离子电池充放电保护器仅有十三个常规的分立器件，就实现了过充、过放、过流的三项保护，结构非常简单，而且价格非常低，适合单电芯锂离子电池的保护控制。同时，锂离子电池的电压检测与保护控制是一体化的，不需要额外单独的电压检测电路、控制电路、MOSFET驱动电路。

[0050] 在一个实施例中，用充放电负端8代替充电负端6，并取消放电负端7，使充放电正

端5与充放电负端8既作为充电接口，也作为放电接口，见图3。与图2所组成的拓扑唯一区别在于放电回路会经过充电控制单元2。

[0051] 本发明的实施例之一：采用低电压可调节精密并联稳压器对钛酸锂电池进行充放电保护。

[0052] 钛酸锂电池充电的充电截止电压E_C优选为2.7V，放电截止电压E_D优选为1.5V，即可设置充电截止电压优选为E_C＝2.7V，放电截止电压优选为E_D＝1.5V，最大充放电电流优选为I_M＝2A。假设第二电阻105电阻值为R_2，第三电阻106电阻值为R_3，第四电阻201电阻值为R_4，第五电阻202电阻值为R_5，第一稳压器102和第二稳压器205若优选地使用TLV431，则其反馈极参考电压V_1＝V_2＝1.24V。

[0053] 优选地令R_4＝12kΩ，R_5＝10kΩ，使$E_C = \frac{V_2(R_4+R_5)}{R_5} \approx 2.7V$。当电池电压超过$E_C$时，充电控制单元2中的第二MOSFET206将充电回路断开，保护锂离子电池3不会过充电。

[0054] 优选地令R_2＝2kΩ，R_3＝10kΩ，使$E_D = \frac{V_1(R_2+R_3)}{R_3} \approx 1.5V$。当电池电压低于$E_D$时，放电控制单元1中的第一MOSFET101将放电回路断开，保护锂离子电池3不会过放电。

[0055] 优选地令可恢复保险丝4的保护电流为I_M＝2A，不论是在充电状态还是在放电状态，只要电流超过I_M＝2A，可恢复保险丝4都会断开电路，保护电路不过流。只有当电路电流小于I_M＝2A时，可恢复保险丝4重新恢复导通。

[0056] 本发明的实施例之二：采用低电压可调节精密并联稳压器对聚合物锂电池进行充放电保护。

[0057] 聚合物锂电池充电的充电截止电压E_C优选为4.34V，放电截止电压E_D优选为2.75V，即可设置充电截止电压优选为E_C＝4.34V，放电截止电压优选为E_D＝2.75V，最大充放电电流优选为I_M＝2A。假设第二电阻105电阻值为R_2，第三电阻106电阻值为R_3，第四电阻201电阻值为R_4，第五电阻202电阻值为R_5，第一稳压器102和第二稳压器205若优选地使用TLV431，则其反馈极参考电压V_1＝V_2＝1.24V。

[0058] 优选地令R_4＝25kΩ，R_5＝10kΩ，使$E_C = \frac{V_2(R_4+R_5)}{R_5} \approx 4.34V$。当电池电压超过$E_C$时，充电控制单元2中的第二MOSFET206将充电回路断开，保护锂离子电池3不会过充电。

[0059] 优选地令R_2＝12.2kΩ，R_3＝10kΩ，使$E_D = \frac{V_1(R_2+R_3)}{R_3} \approx 2.75V$。当电池电压低于$E_D$时，放电控制单元1中的第一MOSFET101将放电回路断开，保护锂离子电池3不会过放电。

[0060] 优选地令可恢复保险丝4的保护电流为I_M＝3A，不论是在充电状态还是在放电状态，只要电流超过I_M＝3A，可恢复保险丝4都会断开电路，保护电路不过流。只有当电路电流小于I_M＝3A时，可恢复保险丝4重新恢复导通。

[0061] 在一个实施例中，如图5所示，采用单负端拓扑的充电应用，其中充电器的正输出端与充放电正端5相连，充电器的负输出端与充电负端6相连。当放电时，将负载的正输出端与充放电正端5相连，负载的负输出端与充电负端6相连，见图7。

[0062] 对所公开的实施例的上述说明，仅用于本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本文中所定

义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其他实施例中实现,因此本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和创新点相一致的最宽的范围。

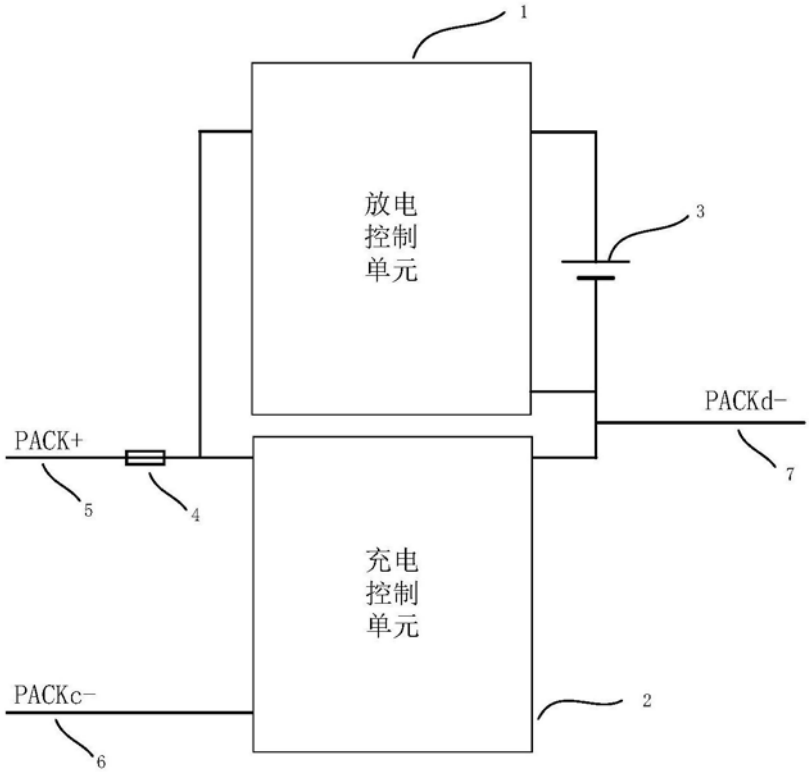


图1

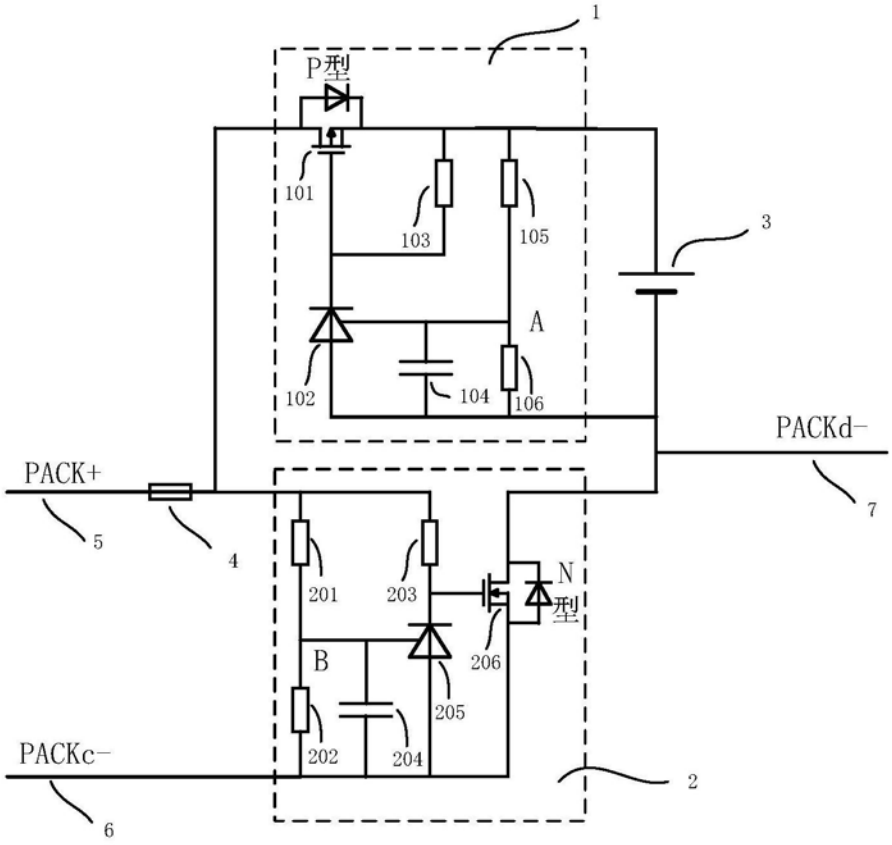

1
P型
101
103
105
3
A
102
104
106
PACKd-
PACK+
5
4
201
203
N
型
206
B
205
202
204
PACKc-
2
6
7

图2

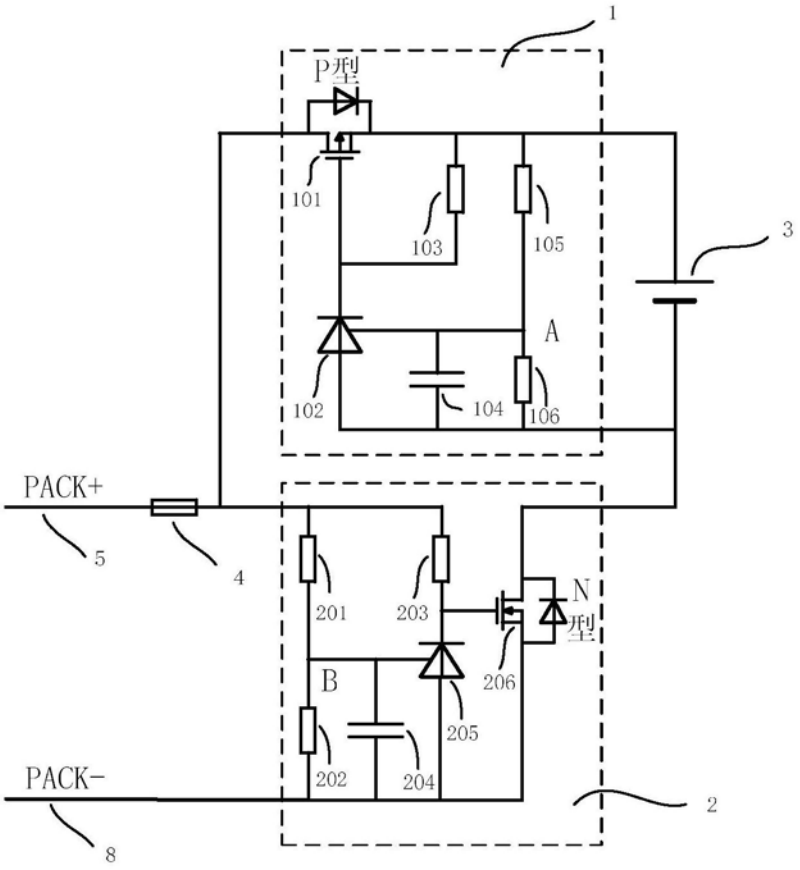

1
P型
101
103
105
3
A
102
104
106
PACK+
5
4
201
203
N
型
B
206
205
202
204
PACK-
2
8

图3

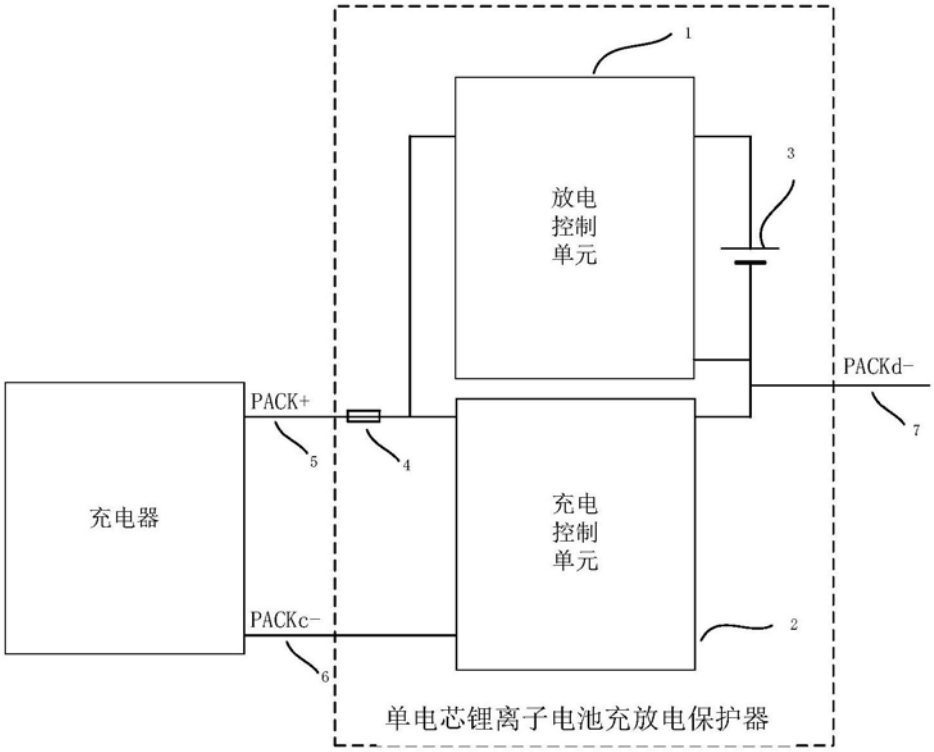

1
放电
控制
单元
3
PACKd-
7
PACK+
5
4
充电器
充电
控制
单元
PACKc-
6
2
单电芯锂离子电池充放电保护器

图4

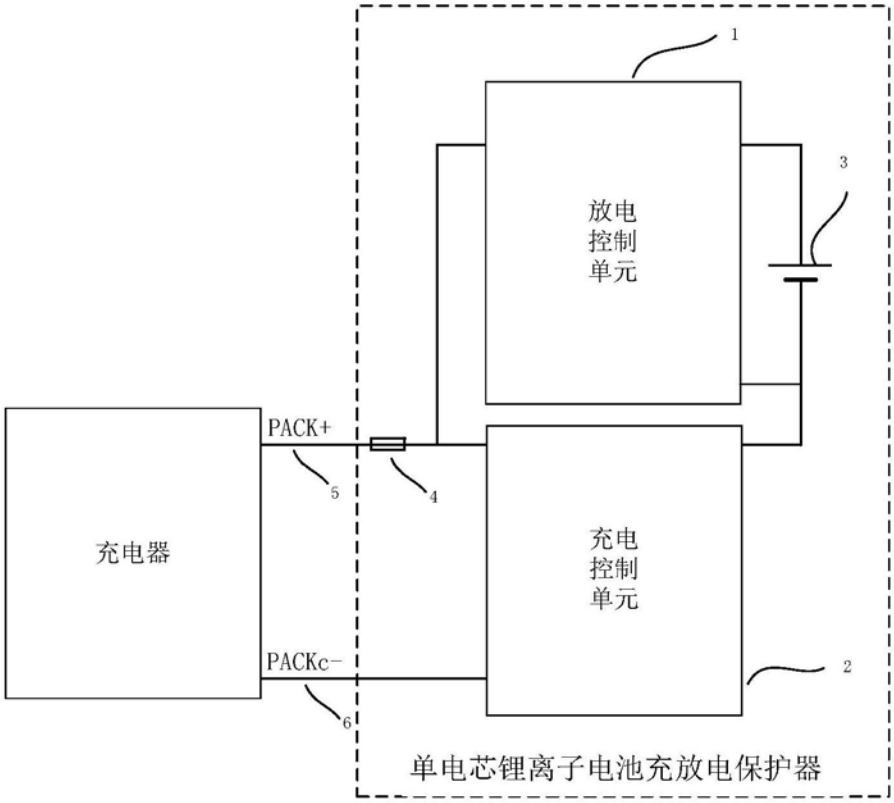

1
放电
控制
单元
3
PACK+
5
4
充电器
充电
控制
单元
PACKc-
6
2
单电芯锂离子电池充放电保护器

图5

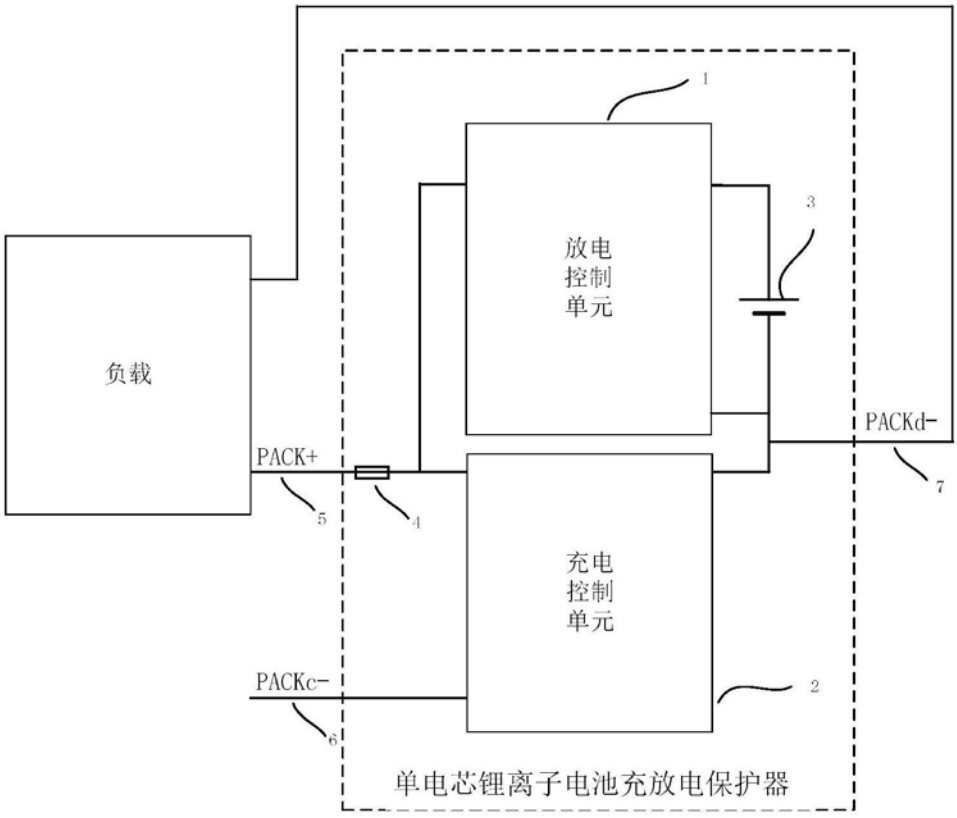


图6

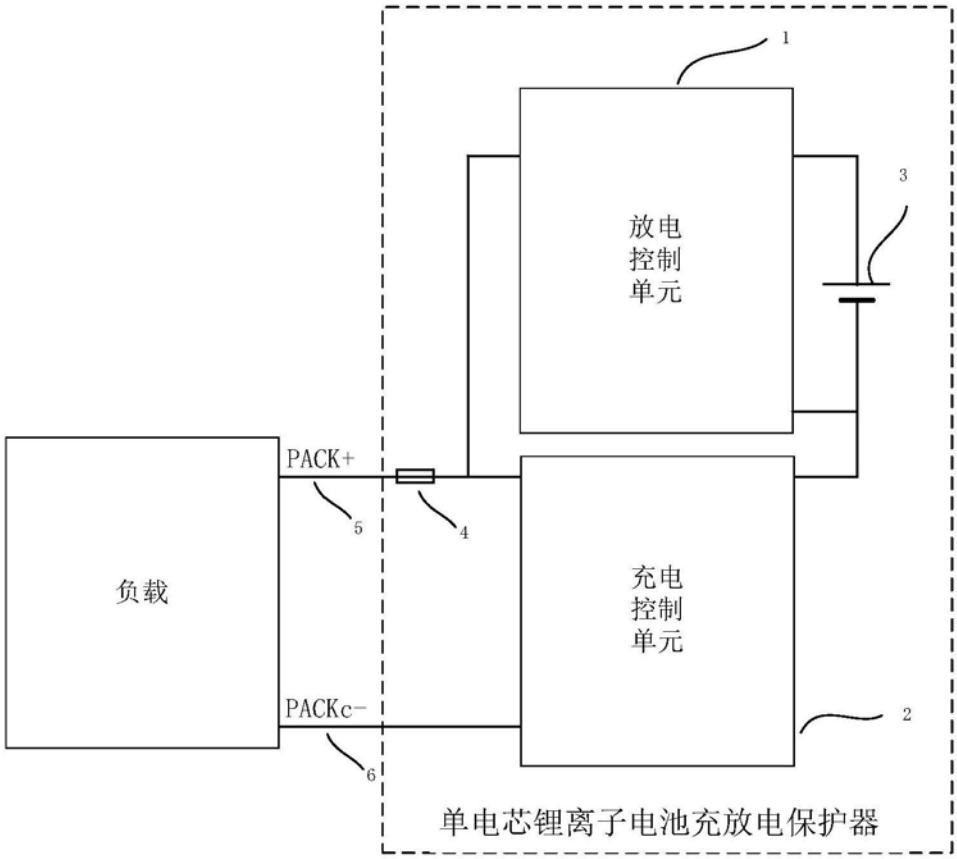


图7