



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104319742 A

(43) 申请公布日 2015.01.28

(21) 申请号 201410589198.1

(22) 申请日 2014.10.28

(71) 申请人 无锡中星微电子有限公司

地址 214028 江苏省无锡市新区太湖国际科技园清源路 530 大厦 A 区 10 层

(72) 发明人 田文博 尹航 李展 王钊

(74) 专利代理机构 无锡互维知识产权代理有限公司 32236

代理人 庞聪雅

(51) Int. Cl.

H02H 7/18(2006.01)

H02J 7/00(2006.01)

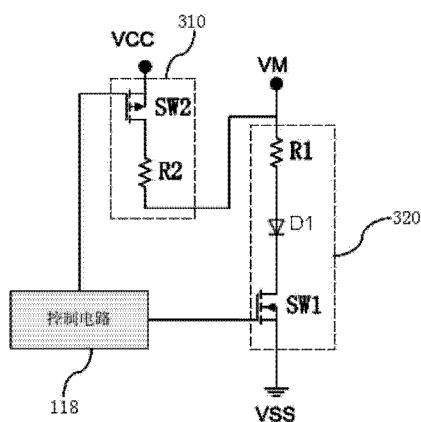
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

电池保护电路

(57) 摘要

本发明提供一种电池保护电路，其包括连接端 VM、VSS 和 VCC，控制电路和过流恢复电路。过流恢复电路包括上拉通路和放电通路，放电通路包括串联于连接端 VM 和连接端 VSS 之间的第一电阻、二极管和第一开关器件；上拉通路包括串联于连接端 VCC 和连接端 VM 之间的第二开关器件和第二电阻。在进入放电过流保护状态后，控制电路控制第二开关器件导通，强制进入短路保护状态；在进入短路保护状态后，控制电路控制第二开关器件关断且第一开关器件导通。控制电路根据连接端 VM 的电压确定是否退出短路保护状态，在确定退出短路保护状态后，控制电路控制第一开关器件关断，控制放电功率开关导通。与现有技术相比，本发明中的电池保护电路可以克服放电过流保护状态的死锁问题。



1. 一种电池保护电路，其包括与电池负极连接的连接端 VM、与电池电芯负极连接的连接端 VSS、与电池电芯正极连接的连接端 VCC、与放电功率开关的控制端连接的放电控制端 DOUT 和与充电功率开关的控制端连接的充电控制端 COUT，放电功率开关和充电功率开关连接于电池负极连接的连接端 VM 和电池电芯负极连接的连接端 VSS 之间，其特征在于，其还包括控制电路和过流恢复电路，

所述过流恢复电路包括上拉通路和放电通路，所述放电通路包括串联于连接端 VM 和连接端 VSS 之间的第一电阻、二极管和第一开关器件；所述上拉通路包括串联于连接端 VCC 和连接端 VM 之间的第二开关器件和第二电阻，

在进入放电过流保护状态后，所述控制电路控制第二开关器件导通，连接端 VM 的电压被拉高，强制进入短路保护状态；在进入短路保护状态后，所述控制电路控制第二开关器件关断且第一开关器件导通，

所述控制电路根据连接端 VM 的电压确定是否退出短路保护状态，在确定退出短路保护状态后，所述控制电路控制第一开关器件关断，控制放电功率开关导通。

2. 根据权利要求 1 所述的电池保护电路，其特征在于，

在进入放电过流保护状态后，所述控制电路控制第二开关器件导通的同时，控制第一开关器件关断。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的电池保护电路，其特征在于，

当 $VEDI < VM < VSHORT$ ，所述控制电路控制电池进入放电过流保护状态；

当 $VM > VSHORT$ 时，所述控制电路控制电池进入短路保护状态，

其中，VM 为连接点 VM 的电压值，VEDI 为放电过流保护阈值，VSHORT 为短路保护阈值，

在放电过流保护状态或短路保护状态下，所述控制电路控制所述放电功率开关关断，在退出放电过流保护状态和短路保护状态后，所述控制电路控制所述放电功率开关导通。

4. 根据权利要求 3 所述的电池保护电路，其特征在于，

所述二极管的阴极连接所述第一开关器件的一个连接端，所述二极管的阳极与所述电池负极连接端 VM 相连，所述第一开关器件的另一个连接端与所述电池电芯负极连接端 VSS 相连。

5. 根据权利要求 4 所述的电池保护电路，其特征在于，所述放电通路提供毫安级别及以下的电流。

6. 根据权利要求 1 或者 2 所述的电池保护电路，其特征在于，

在短路保护状态下，当检测到连接端 VM 的电压低于短路保护电压阈值时，所述控制电路确定退出短路保护状态。

7. 根据权利要求 1 或者 2 所述的电池保护电路，其特征在于，所述第一开关器件为 NMOS 晶体管，所述第二开关器件为 PMOS 晶体管。

8. 根据权利要求 1 或者 2 所述的电池保护电路，其特征在于，所述上拉通路复用充电控制端 COUT 的驱动电路。

电池保护电路

【技术领域】

[0001] 本发明涉及电路设计领域,特别涉及一种具有放电过流保护后自恢复功能的电池保护电路。

【背景技术】

[0002] 图 1 示出了一种电池保护电路系统的结构示意图。如图 1 所示,所述电池保护电路系统(比如,锂电池)包括电池电芯 Bat、电池保护电路 110、充电功率开关 130 和放电功率开关 120。放电功率开关 120 和充电功率开关 130 依次串联于电池电芯 Bat 的负极和电池的负极 BP- 之间,电池电芯 Bat 的正极直接与电池的正极 BP+ 相连。

[0003] 所述充电功率开关 130 包括 NMOS(N-channel Metal Oxide Semiconductor) 场效应晶体管 MC 和寄生于其体内的二极管(未图示)。所述放电功率开关 120 包括 NMOS 场效应晶体管 MD 和寄生于其体内的二极管(未图示)。NMOS 晶体管 MD 的漏极和 NMOS 晶体管 MC 的漏极相连,NMOS 晶体管 MD 的源极与电池电芯 Bat 的负极相连,NMOS 晶体管 MC 的源极与电池的负极 BP- 相连。

[0004] 所述电池保护电路 110 包括三个连接端(或称为检测端)和两个控制端,三个连接端分别为电池电芯正极连接端 VCC,电池电芯负极连接端 VSS 和电池负极连接端 VM,两个控制端分别为充电控制端 COUT 和放电控制端 DOUT。其中,连接端 VCC 与电池电芯 Bat 的正极相连;连接端 VSS 与电池电芯 Bat 的负极相连;连接端 VM 与电池的负极 BP- 相连;充电控制端 COUT 与充电功率开关 130 的控制端相连,即与 NMOS 晶体管 MC 的栅极相连,放电控制端 DOUT 与放电功率开关 120 的控制端相连,即与 NMOS 晶体管 MD 的栅极相连。

[0005] 所述电池保护电路 110 可以对电池电芯 Bat 进行充电保护和放电保护。通常电池保护电路(或电池保护芯片)110 包括过充电电压检测电路 112、过充电电流检测电路 114、过放电电压检测电路 116、过放电电流检测电路 117、短路检测电路(未标示)、控制电路 118 和过流恢复电路 119。当电池的正极 BP+ 和负极 BP- 之间连接有负载或充电器后未出现异常状态时,NMOS 晶体管 MC 和 MD 均导通,锂电池正常进行充放电。

[0006] 由于 MOS 管导通存在导通电阻,所以,当电池的正极 BP+ 和负极 BP- 之间存在负载时,放电电流会在 NMOS 晶体管 MC 和 MD 上形成压降,放电电流越大,NMOS 晶体管 MC 和 MD 上的电压降越大,即连接端 VM 相对于连接端 VSS 的电压差越大。

[0007] 所述电池保护电路 110 通过设置过放电电流检测电路 117 和短路检测电路(未图示)进行两级过放电电流保护。所述过放电电流检测电路 117 和短路检测电路通过检测连接端 VM 和 VSS 之间的压差来判定是否放电过流,通常连接端 VSS 与电池电芯 Bat 的负极相连且接地,因此,可以通过检测连接端 VM 的电压来判断是否放电过流。当过放电电流检测电路 117 检测到连接端 VM 的电压高于放电过流保护阈值 VEDI(例如,80 ~ 200mV),且持续时间大于过放电保护延迟时间(例如,12ms),则通过控制电路 118 控制 NMOS 晶体管 MD 关断,以使锂电池进入放电过流保护状态(EDI);当短路检测电路检测到连接端 VM 的电压高于短路保护阈值 VSHORT(例如,1V),且持续时间大于短路保护延迟时间(例如,2 ~ 80us),

则通过控制电路 118 控制 NMOS 晶体管 MD 关断,以使锂电池进入短路保护状态 (SHORT)。

[0008] 在进入放电过流保护状态后,为了使锂电池能在外部负载变轻时恢复到正常放电状态,在电池保护电路 110 中还设置有过流恢复电路 119,该过流恢复电路 119 的工作原理为:在进入放电过流保护状态后,其会开启从连接端 VM 到 VSS 之间的下拉通路,试图拉低连接端 VM 的电压(也可以说,试图拉低电池的负极 BP- 的电压),一旦外部负载变轻(即放电过流原因消除),该下拉通路就可以拉低连接端 VM 的电压,从而使电池恢复到正常放电状态。

[0009] 但是,现有的设置有过流恢复电路 119 的电池保护电路在实际使用过程中,经常会由于某种异常原因,死锁在放电过流保护状态。

[0010] 因此,有必要提出一种改进的技术方案来克服上述问题。

【发明内容】

[0011] 本发明的目的在于提供一种电池保护电路,可以克服放电过流保护状态的死锁问题。并且结构简单,成本低。

[0012] 为了解决上述问题,本发明提供一种电池保护电路,其包括与电池负极连接的连接端 VM、与电池电芯负极连接的连接端 VSS、与电池电芯正极连接的连接端 VCC、与放电功率开关的控制端连接的放电控制端 DOUT 和与充电功率开关的控制端连接的充电控制端 COUT,放电功率开关和充电功率开关连接于电池负极连接的连接端 VM 和电池电芯负极连接的连接端 VSS 之间。所述电池保护电路还包括控制电路和过流恢复电路。所述过流恢复电路包括上拉通路和放电通路,所述放电通路包括串联于连接端 VM 和连接端 VSS 之间的第一电阻、二极管和第一开关器件;所述上拉通路包括串联于连接端 VCC 和连接端 VM 之间的第二开关器件和第二电阻。在进入放电过流保护状态后,所述控制电路控制第二开关器件导通,连接端 VM 的电压被拉高,强制进入短路保护状态;在进入短路保护状态后,所述控制电路控制第二开关器件关断且第一开关器件导通。所述控制电路根据连接端 VM 的电压确定是否退出短路保护状态,在确定退出短路保护状态后,所述控制电路控制第一开关器件关断,控制放电功率开关导通。

[0013] 进一步的,在进入放电过流保护状态后,所述控制电路控制第二开关器件导通的同时,控制第一开关器件关断。

[0014] 进一步的,当 $VEDI < VM < VSHORT$,所述控制电路控制电池进入放电过流保护状态;当 $VM > VSHORT$ 时,所述控制电路控制电池进入短路保护状态,其中,VM 为连接点 VM 的电压值,VEDI 为放电过流保护阈值,VSHORT 为短路保护阈值,在放电过流保护状态或短路保护状态下,所述控制电路控制所述放电功率开关关断,在退出放电过流保护状态和短路保护状态后,所述控制电路控制所述放电功率开关导通。

[0015] 进一步的,所述二极管的阴极连接所述第一开关器件的一个连接端,所述二极管的阳极与所述电池负极连接端 VM 相连,所述第一开关器件的另一个连接端与所述电池电芯负极连接端 VSS 相连。

[0016] 进一步的,所述放电通路提供毫安级别及以下的电流。

[0017] 进一步的,在短路保护状态下,当检测到连接端 VM 的电压低于短路保护电压阈值时,所述控制电路确定退出短路保护状态。

- [0018] 进一步的，所述第一开关器件为 NMOS 晶体管，所述第二开关器件为 PMOS 晶体管。
- [0019] 进一步的所述上拉通路复用充电控制端 COUT 的驱动电路。
- [0020] 与现有技术相比，本发明的电池保护电路中的过流恢复电路可以在电池进入放电过流保护状态后，上拉电池的负极的电压，以强制电池由放电过流保护状态进入短路保护状态；在放电过流原因消除后，该过流恢复电路可下拉电池的负极的电压，以使电池退出短路保护状态，恢复到正常放电状态，从而克服放电过流保护状态的死锁问题，并且该电路结构简单，成本低。

【附图说明】

[0021] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其它的附图。其中：

- [0022] 图 1 为一种电池保护电路系统的结构示意图；
- [0023] 图 2 其为图 1 中的过流恢复电路的电路示意图；
- [0024] 图 3 为本发明在一个实施例中电池保护电路的过流恢复电路的电路示意图。

【具体实施方式】

[0025] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0026] 此处所称的“一个实施例”或“实施例”是指可包含于本发明至少一个实现方式中的特定特征、结构或特性。在本说明书中不同地方出现的“在一个实施例中”并非均指同一个实施例，也不是单独的或选择性的与其他实施例互相排斥的实施例。除非特别说明，本文中的连接、相连、相接的表示电性连接的词均表示直接或间接电性相连。

[0027] 请参考图 2 所示，其为图 1 中的过流恢复电路的一种具体实现电路。该过流恢复电路包括依次连接于连接端 VM 和 VSS 之间的第一电阻 R1、二极管 D1 和第一开关器件 SW1，其中，第一开关器件 SW1 的控制端与控制电路 118 相连。

[0028] 所述控制电路 118 根据连接端 VM 和 VSS 之间的压差来判定是否放电过流或短路，在检测到放电过流或短路时，就控制 NMOS 晶体管 MD 关断，这样就进入了放电过流保护状态或短路保护状态，与此同时，还控制所述第一开关器件 SW1 导通，这样，使得连接端 VM 和 VSS 之间的放电通路导通。通常，所述控制电路 118 根据控制端 VM 的电压来判定是否退出放电过流保护状态或短路保护状态。

[0029] 以下结合图 1 具体介绍图 2 中的过流恢复电路的工作过程。

[0030] 当外部有较大负载时，使 $VEDI < VM < VSHORT$ ，所述控制电路 118 判定放电过流，其控制 NMOS 晶体管 MD 关断，锂电池进入放电过流保护状态 (EDI)。由于 NMOS 晶体管 MD 被关断，连接端 VM 的电压会被外部负载拉高到接近电池的正极 BP+ 的电压，这时， $VM > VSHORT$ (相当于锂电池进入短路保护状态)。当锂电池进入放电过流保护状态时，控制电路 118 控制第一开关器件 SW1 导通，从而产生从连接端 VM 经第一电阻 R1、二极管 D1 和第一开关器件 SW1 到连接端 VSS 的下拉通路，使连接端 VSS 向连接端 VM 提供一个下拉电流，该下

拉电流试图拉低连接端 VM 的电压,一旦放电过流原因消除,连接端 VM 的电压就会被拉低。

[0031] 当外部负载变轻(即放电过流原因消除)时,该下拉电路能将连接端 VM 的电压下拉到短路保护阈值 VSHORT 以下,控制电路 118 判定退出短路保护状态。当确定退出短路保护状态后,所述控制电路 118 控制第一开关器件 SW1 截止,这样使得连接端 VM 和 VSS 之间的放电通路关断,并防止漏电;并且控制 NMOS 晶体管 MD 导通,连接端 VM 的电压会被 NMOS 晶体管 MD 迅速拉低到接近连接端 VSS 的电压,从而使锂电池退出短路保护状态,恢复到正常放电状态。

[0032] 但图 2 所示的电路存在一个问题,由于二极管 D1 的存在,当外部负载去掉以后(即空载状态下),过流恢复电路只能将连接端 VM 拉低到一个二极管压降(大约 0.7V)。目前大部分电池保护电路 116 的放电过流保护阈值 VEDI 在 200mV 以下,如果由于某种异常原因(比如,空载下控制端 DOUT 错误短路到 VSS;装配电池时,保护电路初次上电错误进入放电过流保护状态或者电芯微短路导致误进入放电过流保护等),连接端 VM 处于大于放电过流保护阈值 VEDI 且小于短路保护阈值 VSHORT 之间的电压时,锂电池处于放电过流保护状态,此时,过流恢复电路不能将连接端 VM 的电压拉低到放电过流保护阈值 VEDI 以下,从而死锁在放电过流保护状态,只能通过加充电器激活电池。

[0033] 本发明对图 2 中的电池保护电路中的过流恢复电路进行了改进。

[0034] 请参考图 3 所示其为本发明中的过流恢复电路的电路结构示意图。所述过流恢复电路包括上拉通路 310 和放电通路 320。

[0035] 所述上拉通路包括串联于连接端 VCC 和连接端 VM 之间的第二开关器件 SW2 和第二电阻 R2;所述放电通路包括串联于连接端 VM 和 VSS 之间的第一电阻 R1、二极管 D1 和第一开关器件 SW1。所述控制电路 118 分别与所述第一开关器件 SW1 的控制端和第二开关器件 SW2 的控制相连。

[0036] 在一个实施例中,在进入放电过流保护状态后,所述控制电路 118 控制第一开关器件 SW1 关断且控制第二开关器件 SW2 导通,以使连接端 VCC 和连接端 VM 之间的上拉通路 310 导通,使连接端 VM 的电压被拉高。一旦连接端 VM 的电压超过短路电压保护阈值 VSHORT,电池就会进入短路保护状态,也就是说,在电池进入放电过流保护状态后,所述过流恢复电路中的上拉通路 310 通过拉高连接端 VM 的电压,强制电池由放电过流保护状态进入短路保护状态。当电池进入短路保护状态后,所述控制电路 118 控制第二开关器件 SW2 关断且第一开关器件 SW1 导通,以使连接端 VM 和 VSS 之间的放电通路 320 导通,以试图拉低连接端 VM 上的电压。若放电过流原因消除(比如,在空载状态下),该放电通路 320 能将连接端 VM 的电压下拉到短路保护阈值 VSHORT 以下,控制电路 118 判定退出短路保护状态。当在确定退出短路保护状态后,所述控制电路 118 控制第一开关器件 SW1 截止,这样使得连接端 VM 和 VSS 之间的放电通路关断,并防止漏电;并且控制 NMOS 晶体管 MD 导通,连接端 VM 的电压会被 NMOS 晶体管 MD(放电功率开关)迅速拉低到接近连接端 VSS 的电压,从而使锂电池退出短路保护状态,恢复到正常放电状态。

[0037] 在另一个实施例中,在进入放电过流保护状态后,所述控制电路 118 控制第一开关器件 SW1 和第二开关器件 SW2 均导通,以使连接端 VCC 和连接端 VM 之间的上拉通路 310 导通,且连接端 VM 和 VSS 之间的放电通路 320 也导通,由于放电通路 320 在导通时的下拉电流很低,一般为毫安及以下级的电流,因此,上拉通路 310 还是可以强制拉高连接端 VM 的

电压。一旦连接端 VM 的电压超过短路电压保护阈值 VSHORT，电池就会进入短路保护状态。当电池进入短路保护状态后，所述控制电路 118 控制第二开关器件 SW2 关断。连接端 VM 和 VSS 之间的放电通路 320 继续导通，其试图拉低连接端 VM 上的电压。若放电过流原因消除（比如在空载状态下），该放电通路 320 能将连接端 VM 的电压下拉到短路保护阈值 VSHORT 以下，控制电路 118 判定退出短路保护状态。当在确定退出短路保护状态后，所述控制电路 118 控制第一开关器件 SW1 截止，这样使得连接端 VM 和 VSS 之间的放电通路关断；并且控制 NMOS 晶体管 MD（放电功率开关）导通，连接端 VM 的电压会被 NMOS 晶体管 MD 迅速拉低到接近连接端 VSS 的电压，从而使锂电池退出短路保护状态，恢复到正常放电状态。

[0038] 为了降低功耗，在放电过流保护状态下，从连接端 VM 流向连接端 VSS 的下拉电流很小，为毫安及以下级的电流，可以通过设置第一电阻 R1 的大小来调节所述下拉电流的大小。

[0039] 二极管 D1 的阴极连接所述第一开关器件的一个连接端，所述阳极与连接端 VM 相连，所述第一开关器件的另一个连接端与连接端 VSS 相连。二极管 D1 用来允许连接端 VM 向连接端 VSS 单向流过电流，阻止连接端 VSS 向 VM 漏电，并且利用二极管 D1 的反向耐压能力在 VM 电压低于 VSS 电压时承受连接端 VSS 到 VM 的大部分压降。第一电阻 R1 也可以放置于第一开关器件 MN1 和二极管 D1 之间，还可以放置于第一开关器件 MN1 和连接端 VSS 之间。

[0040] 在本图 3 所示的实施例中，所述第一开关器件 SW1 为 NMOS (N-channel Metal Oxide Semiconductor) 晶体管，所述第二开关器件 SW2 为 PMOS (P-channel Metal Oxide Semiconductor) 晶体管。在另一个实施例中，所述第一开关器件 SW1 和第二开关器件 SW2 也可以均为 PMOS 晶体管或 NMOS 晶体管。或者所述第一开关器件 SW1 和第二开关器件 SW2 可以为其他类型的开关器件。

[0041] 需要说明的是所述上拉通路 310 可以复用电池保护电路 110 中的其他电路，例如，所述上拉电路可以复用充电控制端 COUT 的驱动电路，从而可以节省芯片成本。

[0042] 综上所述，本发明中的过流恢复电路包括上拉通路 310 和放电通路 320，其可以在电池进行放电过流保护状态后，通过上拉通路 310 上拉连接端 VM 的电压，以强制电池由放电过流保护状态进入短路保护状态；在放电过流原因消除后（即使在空载状态下），通过放电通路 320 下拉连接端 VM 的电压，以使电池自动退出短路保护状态，恢复到正常放电状态，从而克服放电过流保护状态的死锁问题，并且该电路结构简单，成本低。

[0043] 在本发明中，“连接”、“相连”、“连”、“接”等表示电性连接的词语，如无特别说明，则表示直接或间接的电性连接。

[0044] 需要指出的是，熟悉该领域的技术人员对本发明的具体实施方式所做的任何改动均不脱离本发明的权利要求书的范围。相应地，本发明的权利要求的范围也并不仅仅局限于前述具体实施方式。

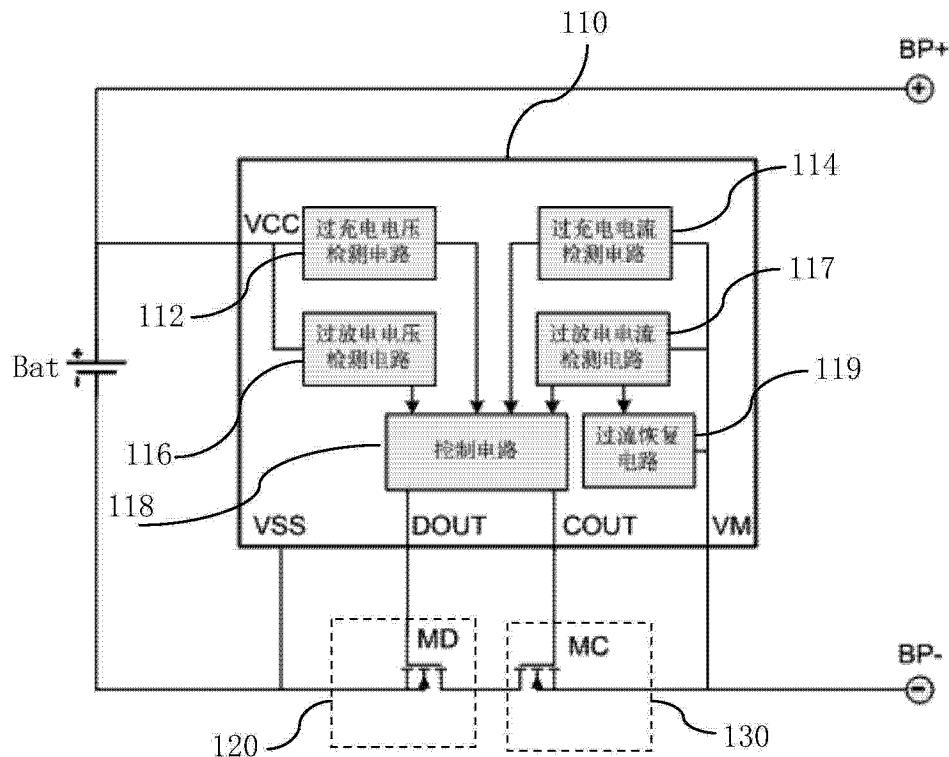


图 1

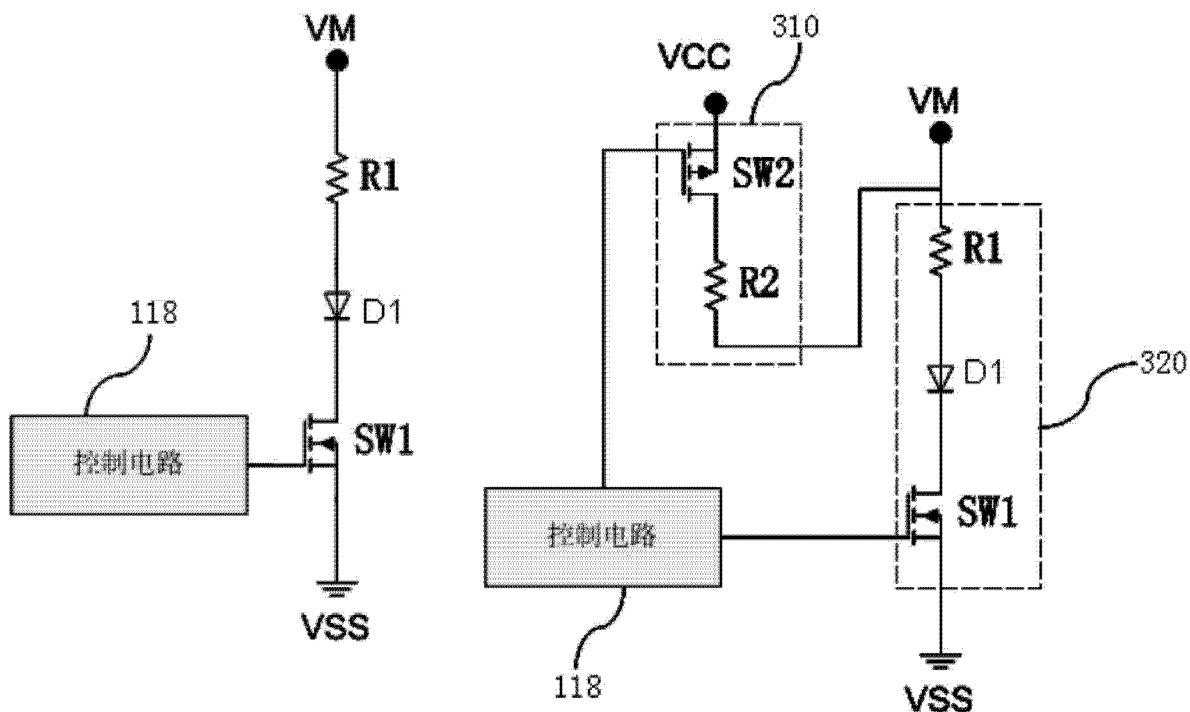


图 2

图 3