



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101282036 B

(45) 授权公告日 2011. 10. 12

(21) 申请号 200810113406. 5

(22) 申请日 2008. 05. 29

(73) 专利权人 北京中星微电子有限公司
地址 100083 北京市海淀区学院路 35 号世
宁大厦 16 层

(72) 发明人 王钊 尹航 杨晓东

(74) 专利代理机构 北京亿腾知识产权代理事务
所 11309

代理人 陈霁

(51) Int. Cl.
H02H 7/18(2006. 01)

审查员 韩蓓蓓

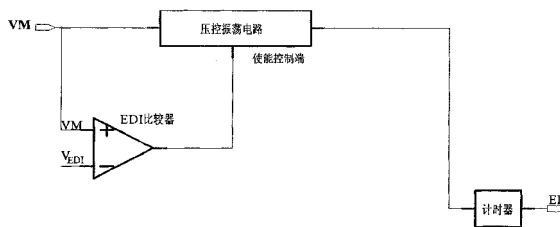
权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 6 页

(54) 发明名称

一种放电过流保护电路

(57) 摘要

本发明提供了一种放电过流保护电路,其特征
在于包括放电过流比较器和压控振荡电路,其
中:所述放电过流比较器的两个输入为放电过
流电压和放电过流电压阈值,其输出端连接到
所述压控振荡电路的使能控制端,用于判断是
否出现过流状态,并在出现过流状态时启动压
控振荡电路;所述压控振荡电路包括接收所述
放电过流电压的输入端、接收所述放电过流比
较器输出的使能控制端和输出振荡信号的输
出端,用于产生一个振荡周期与所述放电过
流电压成比例的振荡信号,并根据所述振荡
信号进行放电过流保护。所述放电过流保护
电路的放电电流延迟时间反比于放电电流,即
实现放电过流保护时间连续折返,从而提高了
可进行多次充放电的电池在放电状态中的安
全性。



1. 一种放电过流保护电路,其特征在于包括放电过流比较器和压控振荡电路,其中:

所述放电过流比较器的两个输入为放电过流电压和放电过流电压阈值 (V_{DDT}),其输出端连接到所述压控振荡电路的使能控制端,用于判断是否出现过流状态,并且在出现过流状态时启动压控振荡电路;

所述压控振荡电路包括接收所述放电过流电压的输入端、接收所述放电过流比较器的输出的使能控制端和输出振荡信号的输出端,用于产生一个振荡周期与所述放电过流电压成反比的振荡信号,并根据所述振荡信号进行放电过流保护。

2. 根据权利要求 1 的放电过流保护电路,还包括计时器,用于接收所述压控振荡电路的振荡信号,并根据所述振荡信号进行计时。

3. 根据权利要求 1 的放电过流保护电路,其中,所述压控振荡电路包括压控电流源电路和振荡器:

所述压控电流源电路包括接收所述放电过流电压的输入端、接收所述放电过流比较器的输出的使能控制端以及向所述振荡器进行输出的输出端,用于产生一个其电流值与所述放电过流电压的值成比例的电流并输出给所述振荡器;

所述振荡器包括接收所述压控电流源电路产生的电流的输入端、接收所述放电过流比较器的输出的使能控制端和输出端,用于产生一个振荡周期与所述电流成比例的振荡信号,并根据所述振荡信号进行放电过流保护。

4. 根据权利要求 3 的放电过流保护电路,其中,所述压控电流源电路包括第一使能控制电路和压控电流源,

所述第一使能控制电路的输入端连接到所述放电过流比较器的输出端,其输出端连接到所述压控电流源的使能控制端,用于根据所述放电过流比较器的判断结果启动所述压控电流源;

所述压控电流源的输入端接收所述放电过流电压,其输出端为所述压控电流源电路的输出端,用于产生一个其值与所述放电过流电压的值成比例的电流。

5. 根据权利要求 4 的放电过流保护电路,其中,所述第一使能控制电路包括第三 P 型场效应晶体管和接线端 (VCC):

所述第三 P 型场效应晶体管的源极连接到所述接线端 (VCC),其栅极连接到所述放电过流比较器的输出端,其漏极为所述第一使能控制电路的输出端。

6. 根据权利要求 5 的放电过流保护电路,其中,所述压控电流源包括运算放大器、第一 P 型场效应晶体管、第二 P 型场效应晶体管和一个电阻;

流经第一 P 型场效应晶体管、第二 P 型场效应晶体管的电流互为镜像关系;

所述运算放大器的反相输入端为所述压控电流源的输入端,其正相输入端与第一 P 型场效应晶体管的漏极以及所述电阻相连,其输出端与第一、第二 P 型场效应晶体管的栅极相连并连接到第一使能控制电路的输出端;

所述第一、第二 P 型场效应晶体管的源极连接到所述接线端 (VCC),第二 P 型场效应晶体管的漏极为所述压控电流源的输出端;

所述电阻的一端接地。

7. 根据权利要求 3 的放电过流保护电路,其中,所述振荡器包括第二使能控制电路和振荡单元,

所述第二使能控制电路的输入端连接到所述放电过流比较器的输出端,其输出端连接到所述振荡单元的使能控制端,用于根据所述放电过流比较器的判断结果启动所述振荡单元;

所述振荡单元的输入端接收所述压控电流源电路产生的电流,其输出端为所述振荡器的输出端,用于产生一个振荡周期与所述电流成比例的振荡信号,并根据所述振荡信号进行放电过流保护。

8. 根据权利要求 7 的放电过流保护电路,其中,所述第二使能控制电路包括反相器和第二 N 型场效应晶体管:

所述反相器的输入端连接到所述放电过流比较器的输出端,其输出端连接到所述第二 N 型场效应晶体管的栅极;

所述第二 N 型场效应晶体管的源极接地,其漏极为所述第二使能控制电路的输出端。

9. 根据权利要求 7 的放电过流保护电路,其中,所述振荡单元包括电容、振荡器比较器和第一 N 型场效应晶体管:

所述振荡器比较器的反相输入为参考电压 (V_{REF}),其输出端与所述第一 N 型场效应晶体管的栅极相连并作为所述振荡单元的输出端;

所述电容的一端、所述第一 N 型场效应晶体管的漏极以及所述振荡器比较器的正相输入端相连,作为所述振荡单元的输入端;

所述电容的另一端和所述第一 N 型场效应晶体管的源极接地。

10. 根据权利要求 3-9 之一的放电过流保护电路,其中:

所述压控电流源产生的电流与所述放电过流电压成正比,所述振荡周期与所述压控电流源产生的电流成反比。

11. 一种放电过流保护电路,其特征在于包括:

输出开关,用于开启或关闭放电通路;

控制电路,用于在收到放电过流检测信号后输出控制信号以控制输出开关关闭放电通路;和

放电过流检测电路,用于检测放电通路上的电流并提供放电过流检测信号给控制电路,其包括:

比较器电路,用于在放电通路上的电流超过预定阈值时输出使能信号;

电流生成电路,用于在收到所述使能信号后生成与放电通路上的电流成正比的电流;

振荡器电路,用于在收到所述使能信号后生成周期与电流生成电路的生成电流成反比的振荡信号;和

计数器,用于在数过预定数目个振荡信号后生成放电过流检测信号。

12. 根据权利要求 11 的放电过流保护电路,其特征在于,所述电流生成电路包括有运算放大器、第一晶体管、第二晶体管和一个电阻;

所述第一晶体管的栅极与所述第二晶体管的栅极相连,所述第一、二晶体管的源极与电源相连,所述第一晶体管的漏极还与所述电阻的一端相连,所述电阻的另一端接地,

所述运算放大器的一个输入端接收反映放电通路上的电流的电压信号,所述运算放大器的另一个输入端与第一晶体管的漏极相连,所述运算放大器的输出端与第一晶体管的栅极相连,

所述第二晶体管的漏极作为所述电流生成电路的电流输出端。

13. 根据权利要求 12 的放电过流保护电路,其特征在于,所述电流生成电路还包括使能电路,所述使能电路用于接收所述比较器电路的使能信号,并在接收到该使能信号后使能所述第一晶体管。

14. 根据权利要求 11 或 12 的放电过流保护电路,其特征在于,所述振荡器电路包括电容、振荡比较器和放电电路;

所述电容的一端连接电流生成电路的输出端,电容的另一端接地;

振荡比较器的一个输入端与电流生成电路的输出端相连,另一个输入端与预定参考电压相连,其输出端连接放电电路的控制端;其中,

所述电流生成电路的生成电流为所述电容充电;

当电容上的压降高于所述预定参考电压时,所述振荡比较器的输出翻转以控制所述放电电路对电容进行放电;

当电容上的压降低于所述预定参考电压时,所述振荡比较器的输出翻转以控制所述放电电路停止对电容进行充电,所述振荡比较器的输出信号被延迟预定时间。

15. 根据权利要求 14 的放电过流保护电路,其特征在于,所述振荡器电路还包括使能电路,所述使能电路用于接收所述比较器的使能信号,并在接收到该使能信号后允许对所述电容进行充电。

16. 一种锂电池保护电路,包括根据权利要求 1 的放电过流保护电路。

一种放电过流保护电路

技术领域

[0001] 本发明涉及一种锂电池保护电路,尤其涉及锂电池保护电路中的放电过流保护电路。

背景技术

[0002] 当前,由于锂离子电池没有记忆效应,因而逐渐在越来越多的电子系统中替代传统的镍氢电池,成为便携电子设备中主要电源。但是,锂电池存在许多安全性问题,容易爆炸。所以,在锂电池系统中都存在复杂的保护电路,以确保在各种意外情况下防止发生不安全情形导致电池损坏。锂电池中的保护电路一般包括充电过压保护,放电过压保护,充电过流保护,放电过流保护和短路保护。

[0003] 放电过流保护是指当电池通过负载放电时,放电电流超过一定相关电压阈值 V_{EDI} ,且此状态持续超过一定延迟时间 T_{EDI} ,电池保护电路会关断放电通路以禁止放电,进入放电过流保护状态。当放电电流进一步增大至超过相关短路保护电压阈值 V_{SC} ,且此状态持续超过一定延迟时间 T_{SC} 时,电池保护电路会关断放电通路以禁止放电,进入短路保护状态。短路保护状态与放电过流保护状态对控制电路来说是同一种状态,其电路表现都是禁止放电。上述两种保护状态在其退出时也一样,都是检测 VM 端的电压与 G 端的电压差小于 V_{EDI} 时,持续经过一定延迟时间来退出。主要区别在于短路保护阈值 V_{SC} 大于 V_{EDI} ,且 T_{SC} 小于 T_{EDI} ,也就是放电电流过大时,其电流值越大,延迟时间越短。

[0004] 在现有技术中,一般可能设定几个放电过流阈值和短路阈值来进行放电过流保护。然而,在上述几个保护阈值之间,还真实存在着其他的放电过流状态。因此,现有技术没有实现随放电电流连续折返的放电电流保护时间,从而导致对上述中间状态的放电过流保护不充分。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种能解决以上问题的放电电流延迟时间反比于放电电流的放电过流保护电路。

[0006] 本发明提供了一种放电过流保护电路,其特征在于包括放电过流比较器和压控振荡电路,其中:所述放电过流比较器的两个输入为放电过流电压和放电过流电压阈值 (V_{EDI}),其输出端连接到所述压控振荡电路的使能控制端,用于判断是否出现过流状态,并且在出现过流状态时启动压控振荡电路;所述压控振荡电路包括接收所述放电过流电压的输入端、接收所述放电过流比较器的输出的使能控制端和输出振荡信号的输出端,用于产生一个振荡周期与所述放电过流电压成反比的振荡信号,并根据所述振荡信号进行放电过流保护。

[0007] 在本发明的又一个实施例中,所述放电过流保护电路还包括一个计时器,用于接收所述振荡器的振荡信号,并根据所述振荡信号进行计时。

[0008] 在本发明的另一个实施例中,还提供了一种放电过流保护电路,其特征在于包括:

放电过流比较器、运算放大器、第一 P 型场效应晶体管、第二 P 型场效应晶体管、第三 P 型场效应晶体管、电阻、反相器、第一 N 型场效应晶体管、第二 N 型场效应晶体管、电容、振荡器比较器、接线端 (VCC) ;所述放电过流比较器包括输入放电过流电压的正相输入端和输入放电过流电压阈值 (V_{EDT}) 的反相输入端,其输出端分别连接到所述反相器的输入端和第三 P 型场效应晶体管的栅极 ;所述运算放大器的反相输入端输入所述放电过流电压,其正相输入端与第一 P 型场效应晶体管的漏极相连并且连接到所述电阻的一端,其输出端连接到第三 P 型场效应晶体管的漏极以及第一、第二 P 型场效应晶体管的栅极 ;所述第一、第二、第三 P 型场效应晶体管的源极连接到所述接线端 (VCC),第一 P 型场效应晶体管的漏极连接到所述电阻的一端,第二 P 型场效应晶体管的漏极分别连接到第一、第二 N 型场效应晶体管的漏极、所述电容的一端以及所述振荡器比较器的正相输入端 ;所述振荡器比较器的反相输入为系统设定的参考电压 V_{REF} ;所述电阻的另一端接地 ;所述第一 N 型场效应晶体管源极接地,其栅极与所述振荡器比较器的输出端相连接 ;所述第二 N 型场效应晶体管的栅极连接到所述反相器的另一端,其源极与所述电容的另一端现连并接地。

[0009] 在本发明的还一个实施例中,所述压控电流源产生的电流与所述放电过流电压成正比,所述振荡周期与所述压控电流源产生的电流成反比。

[0010] 本发明提供一种放电电流延迟时间反比于放电电流的锂电池保护电路,以实现放电过流保护时间连续折返,从而提高可进行多次充放电的电池在放电状态中的安全性。

附图说明

[0011] 下面将参照附图对本发明的具体实施方案进行更详细的说明,在附图中 :

[0012] 图 1 是采用二级放电过流保护的电池保护电路 ;

[0013] 图 2 是图 1 所示电路中的放电过流延迟时间随过放电电流变化的曲线图 ;

[0014] 图 3 是采用三级放电过流保护的电池保护电路 ;

[0015] 图 4 是图 3 所示电路中的放电过流延迟时间随过放电电流变化的曲线图 ;

[0016] 图 5 是根据本发明的电池保护电路 ;

[0017] 图 6 是图 5 所示电路中的放电延迟时间随过放电电流变化的曲线图 ;

[0018] 图 7 示出了根据本发明的放电延迟时间反比于放电电流的放电过流保护电路,以及

[0019] 图 8 是图 7 所示电路的结构化电路图 ;

[0020] 图 9 是图 8 所示电路的结构化电路图 ;以及

[0021] 图 10 是图 9 所示电路的结构化电路图。

具体实施方式

[0022] 图 1 是采用二级放电过流保护的电池保护电路。

[0023] 如图 1 所示,该电路包括过充电检测电路、过放电检测电路、充电过流检测电路、放电过流检测电路、短路保护检测电路、控制电路、以及开关 MD、MC。放电过流检测电路和短路保护检测电路针对二级放电过流保护进行电压检测,即通过检测 VM 端的电压与 G 端的电压差大于一定的电压阈值 V_{EDT} 来判断是否放电过流。VM 端的电压与 G 端的电压差为开关 MD 和 MC 的导通压降。如果 MD 和 MC 的导通电阻为 $R_{\text{ON_MD}}$ 和 $R_{\text{ON_MC}}$,则检测的放电电流阈值为 :

$$[0024] \quad I_{EDI} = \frac{V_{EDI}}{R_{ON_MD} + R_{ON_MC}}$$

[0025] 当放电电流增大超过放电过流保护阈值 V_{EDI} 时,且此状态持续超过一定延迟时间 T_{EDI} 时,电池保护电路会关断放电通路,禁止放电,进入放电过流保护状态。

[0026] 当放电电流更大时,超过短路保护阈值 V_{SC} 时,且此状态持续超过一定延迟时间 T_{SC} 时,电池保护电路会关断放电通路,禁止放电,进入短路保护状态。短路保护状态与放电过流保护状态对控制电路来说是同一种状态,其表现都是禁止放电。上述两种保护状态退出时也一样,都是检测 VM 端的电压与 G 端的电压差小于 V_{EDI} ,并持续经过一定延迟时间来退出保护状态。两者的主要区别在于短路保护阈值 V_{SC} 大于 V_{EDI} ,且 T_{SC} 小于 T_{EDI} ,也就是放电电流增大时缩短延迟时间。短路电流阈值由下式决定:

$$[0027] \quad I_{SC} = \frac{V_{SC}}{R_{ON_MD} + R_{ON_MC}}$$

[0028] 这是由于放电电流越大,对于一定的电池电压时,在相同时间内产生的功耗越大,产生的热量越大。许多电子系统的损坏都是因为过热引起的。通常特定的系统都具有一定的比热值,可以计算出一定热量导致的温升。当温度上升至一定值时,系统损坏。所以需要延迟时间随放电电流折返。如果电池电压为 V_B ,电流为 I_B ,则在一定时间 T 产生的热量 P 为:

$$[0029] \quad P = V_B \cdot I_B \cdot T$$

[0030] 图 2 是图 1 所示电路中的放电过流延迟时间随过放电电流变化的曲线图。

[0031] 如图 2 所示,当过放电电流在 I_{EDI1} 和 I_{SC} 之间时,放电过流延迟时间为 T_{EDI1} ,当过放电电流超过短路保护电流阈值 I_{SC} 时,放电过流延迟时间变为 T_{SC} 。显而易见, I_{SC} 、 I_{EDI1} 的值从大到小变化, T_{SC} 、 T_{EDI1} 的值从小到大变化,即过放电电流值越大,放电过流延迟时间越短。

[0032] 图 3 是采用三级放电过流保护的电池保护电路。

[0033] 由于真实系统中还会出现介于 I_{EDI} 和 I_{SC} 之间的放电过流状态,为了实现更充分的保护,精工电子的 S8261 采用了三级电流保护(放电过流保护 1,放电过流保护 2 和短路保护),如图 3 所示。该电路包括过充电检测电路、过放电检测电路、充电过流检测电路、放电过流检测电路 1、放电过流检测电路 2、短路保护检测电路、控制电路、以及开关 MD、MC。此电路的放电过流保护原理与图 1 所示电路相同。其不同之处在于添加了放电过流检测电路 2。其中,放电过流保护 2 的阈值 I_{EDI2} 比放电过流保护 1 的阈值 I_{EDI1} 高,放电过流保护 2 的延迟时间 T_{EDI2} 比放电过流保护 1 的延迟时间 T_{EDI1} 短。这样就实现了对 I_{EDI} 和 I_{SC} 之间的放电过流状态进行保护。

[0034] 图 4 是图 3 所示电路中的放电过流延迟时间随过放电电流变化的曲线图。

[0035] 如图 4 所示,当过放电电流在 I_{EDI1} 和 I_{EDI2} 之间时,放电过流延迟时间为 T_{EDI1} 。当过放电电流在 I_{EDI1} 和 I_{SC} 之间时,放电过流延迟时间为 T_{EDI2} 。当过放电电流超过短路保护电流阈值 I_{SC} 时,放电过流延迟时间变为 T_{SC} 。显而易见, I_{SC} 、 I_{EDI2} 、 I_{EDI1} 的值从大到小变化, T_{SC} 、 T_{EDI2} 、 T_{EDI1} 的值从小到大变化,即过放电电流值越大,放电过流延迟时间越短。

[0036] 由于真实系统中还会出现介于 I_{EDI1} 和 I_{EDI2} 之间或介于 I_{EDI2} 和 I_{SC} 之间的任何其他过流值的状态,所以需要对这些中间的放电过流状态进行保护。简言之,就是实现连续折返

的放电过流保护时间,其折返关系为放电过流延迟时间反比例于放电过流电流值。

[0037] 图 5 是根据本发明实施例的电池保护电路。

[0038] 如图 5 所示,该电路包括过充电检测电路、过放电检测电路、充电过流检测电路、延时反比于电流的放电过流检测电路、控制电路、以及开关 MD、MC。图中,延时反比于电流的放电过流检测电路用于针对放电过流保护进行电压检测。过放电电流与放电过流延迟时间的关系遵循:

$$[0039] \quad T_{EDI} = \frac{Q}{I_{EDI}}$$

[0040] 其中 T_{EDI} 为放电过流延迟时间、 I_{EDI} 为过放电电流, Q 为一设计常数。

[0041] 图 6 是图 5 所示电路中的放电延迟时间随过放电电流变化的曲线图。

[0042] 如图 6 所示,放电过流延迟时间 T_{EDI} 反比于过放电电流 I_{EDI} ,从而实现了放电过流延迟时间随过放电电流的连续变化。

[0043] 图 7 示出了根据本发明的放电延迟时间反比于放电电流值的放电过流保护电路。

[0044] 如图 7 所示,该电路图包括运算放大器、EDI(放电过流)比较器、MP1(P型场效应晶体管)、MP2、MP3、反相器 U1、电阻 R1、MN1(N型场效应晶体管)、MN2、电容 C1、振荡器比较器和计时器。

[0045] EDI 比较器的正相输入端为 VM,反相输入端为系统设定的放电过流电压阈值 V_{EDI} ,其输出端分别连接到反相器 U1 的输入端和 MP3 的栅极;

[0046] 运算放大器的反相输入端连接到 VM 端,其正相输入端与 MP1 的漏极相连并且连接到电阻 R1 的一端,其输出端连接到 MP3 的漏极和 MP1、MP2 的栅极;

[0047] MP1、MP2、MP3 的源极都连接到 VCC 端,MP1 的漏极连接到电阻 R1,MP2 的漏极分别连接到 MN1、MN2 的漏极、电容 C1 的一端以及振荡器比较器的正相输入端;

[0048] 振荡器比较器的反相输入为系统设定的参考电压 V_{REF} ;

[0049] 电阻 R1 的另一端接地;

[0050] MN1 的源极接地,其栅极分别连接到振荡器比较器的输出端和计时器的输入端;

[0051] MN2 的栅极连接到反相器的输出端,其源极连接到电容 C1 的另一端并接地。

[0052] 当 VM 大于 V_{EDI} 时,MP3 截止,MN2 也截止,运算放大器和振荡器都开始工作。运算放大器会调整其正相输入端的电压等于其反相输入端的电压,从而使流经 R1 的电流等于 $VM/R1$ 。此电流经过 MP1 和 MP2 构成的电流镜电路镜像,从 MP2 的漏极流出,对电容 C1 充电。当 C1 上的电压升至 V_{REF} 时,振荡器比较器输出高电平,MN1 导通,将 C1 上的电压放电至地电位,振荡器比较器输出低电平,MN1 截止,C1 上的电压继续由 MP2 的漏极充电上升,周而复始,形成振荡。计时器计满 N 个周期后,保护信号 EDI 变高,进行过流保护控制。在这里,计时器不是必须的,但它的采用可以使得 C1 的电容减小,从而节约芯片面积。

[0053] 振荡器比较器需要设计成有一定的延迟时间,一般小于 100nS,大于 10nS。具体来说,就是当振荡器输出高电平时,MN1 的栅极为较高电压,一般为电源电压。特别地,MN1 导通后的放电电流远远大于 MP2 的电流(即电容 C1 的充电电流)。一般来说,电容 C1 的放电时间小于振荡周期的 5%,相对于其充电时间来说可以忽略。还需要满足的是,在此放电时间内,C1 上的电压会被放电到零。电容 C1 充放电所形成的振荡信号为一锯齿波。放电电路中 MN2 的宽长比一般大于 5 : 1 即可满足设计需求。

[0054] 当 VM 小于 V_{EDI} 时, MP3 导通, MN2 也导通, 运算放大器和振荡器都停止工作。

[0055] 所述 MP1 和 MP2 的电流成镜像关系, 可以相等, 也可以为 M 倍数。在实际的电路设计中, 可以根据放电过流延迟时间以及成本的具体要求来设计 MP1 和 MP2, 由此确定流经 MP1 和 MP2 之间的电流的倍数关系。在本发明的一个实施例中, 流经 MP1 与 MP2 的电流比例为 1, 即相等。工作时, 流经 MP1 和 MP2 的电流等于 $VM/R1$, VM 为 VM 节点的电压。VM 的电压等于 $I_{EDI} \cdot (R_{ON_MD} + R_{ON_MC})$ 。MP2 输出一个其值与电压 VM 成正比的电流, 让振荡器开始工作。振荡器的周期 T_{OSC} 为:

$$[0056] \quad T_{OSC} = \frac{V_{REF} \cdot C1}{I_{MP2}} = \frac{V_{REF} \cdot R1 \cdot C1}{VM} = \frac{V_{REF} \cdot R1 \cdot C1}{I_{EDI} \cdot (R_{ON_MD} + R_{ON_MC})}$$

[0057] 经过 N 个周期计时延迟 T_D 等于 $N \cdot T_D$ 。

$$[0058] \quad T_D = \frac{N \cdot V_{REF} \cdot R1 \cdot C1}{I_{EDI} \cdot (R_{ON_MD} + R_{ON_MC})} = \frac{Q}{I_{EDI}}$$

[0059] 其中,

$$[0060] \quad Q = \frac{N \cdot V_{REF} \cdot R1 \cdot C1}{(R_{ON_MD} + R_{ON_MC})}$$

[0061] 从上面可以看出延迟时间 TD 与过放电电流 I_{EDI} 成反比例。

[0062] 按照功能原理划分, 图 7 中的运算放大器、MP1、MP2、电阻 R1 可视为一个压控电流源, MP3 可视为一个使能控制电路。另外, 图 7 中的电容 C1、振荡器比较器、MN1 可视为一个振荡单元, 反相器 U1、MN2 也可视为一个使能控制电路。这里所述的电路归纳不应视为限制性, 而应视为说明性。换言之, 所述压控电流源、振荡单元以及两个各别的使能控制电路可以由其他具有不同元件但是可以实现相同功能的器件 / 电路代替。

[0063] 图 8 是图 7 所示电路的结构化电路图。

[0064] 按照图 7 所述的电路归纳 / 结构化, 图 8 所示的电路优选地包括放电过流 (EDI) 比较器、压控电流源、使能控制电路 1、振荡单元、使能控制电路 2、计时器。

[0065] 使能控制电路 1 的输入端连接到放电过流比较器的输出端, 其输出端连接到压控电流源的使能控制端, 用于根据放电过流比较器的判断结果启动压控电流源; 压控电流源的输入端接收放电过流电压, 其输出端为压控电流源电路的输出端, 用于产生一个其值与放电过流电压值成比例的电流。在图 7 所述的实施例中, 压控电流源电路所产生的电流与放电过流电压成反比。追其根由, 即压控电流源产生的电流与放电过流电压成正比, 振荡器的振荡周期与压控电流源产生的电流成反比。

[0066] 使能控制电路 2 的输入端连接到放电过流比较器的输出端, 其输出端连接到振荡单元的使能控制端, 用于根据放电过流比较器的判断结果启动振荡单元。应当指出, 此处所述的使能控制电路可以是任何可以实现使能控制的电路, 并可以由不同的元件构成以达到这一目的。振荡单元的输入端接收压控电流源电路产生的电流, 其输出端为振荡器的输出端, 用于产生一个振荡周期与所述电流成比例的振荡信号, 并根据振荡信号进行放电过流保护。

[0067] 如图 8 所示, EDI 比较器用于判断是否出现过流状态, 其两个输入端分别为 VM 和 V_{EDI} , V_{EDI} 为系统设定的参考电压。当 VM 端的电压高于 V_{EDI} 时, 此延迟时间与过放电电流成反

比的电路开始工作,即分别向使能控制电路 1、2 发出使能信号,再由使能控制电路启动所述压控电流源和振荡单元。否则,此延迟时间与过放电电流成反比的电路被禁止工作。工作时,压控电流源产生一个电流源。优选地,根据具体的电路设计,所述电流源的电流值正比于 VM 的电压。电流源输出至振荡单元,振荡单元的振荡周期与上述电流值成反比例。计时器根据振荡单元的振荡信号计时,放电过流延迟时间是所述振荡信号周期的 N 倍。从图 7 的描述可知 N 理论上也是一与 Q 有关的设计常数。

[0068] 图 9 是图 8 所示电路的结构化电路图。

[0069] 类似于从图 7 向图 8 的转变,从功能原理上可以将图 8 进一步归纳 / 结构化为图 9 所示的电路图。优选地,图 8 所示的使能控制电路 1 和压控电流源可以构成一个压控电流源电路,使能控制电路 2 和振荡单元可以构成一个振荡器。

[0070] 如图 9 所示,所述压控电流源电路包括接收所述放电过流电压的输入端、接收所述放电过流比较器输出的使能控制端以及向所述振荡器进行输出的输出端,用于产生一个其电流值与所述放电过流电压值成比例的电流并输出给所述振荡器;所述振荡器包括接收所述压控电流源电路产生的电流的输入端、接收所述放电过流比较器输出的使能控制端和输出端,用于产生一个振荡周期与所述电流成比例的振荡信号,并输出至计时器,计时器根据所述振荡信号进行计时,从而进行放电过流保护。

[0071] 图 10 是图 9 所示电路的结构化电路图。

[0072] 再一次,从功能原理上可以将图 9 进一步归纳 / 结构化为图 10 所示的电路图。优选地,图 9 所示的压控电流源电路和振荡器可以构成一个压控振荡电路。

[0073] 如图 10 所示,此电路包括放电过流比较器和压控振荡电路,其中:所述放电过流比较器的两个输入为放电过流电压和放电过流电压阈值 (VEDI),其输出端连接到所述压控振荡电路的使能控制端,用于判断是否出现过流状态,并且在出现过流状态时启动压控振荡电路;所述压控振荡电路包括接收所述放电过流电压的输入端、接收所述放电过流比较器输出的使能控制端和输出振荡信号的输出端,用于产生一个振荡周期与所述放电过流电压成比例的振荡信号,并输出至计时器,计时器根据所述振荡信号进行计时,从而进行放电过流保护。

[0074] 显而易见,在不偏离本发明的真实精神和范围的前提下,在此描述的本发明可以有许多变化。因此,所有对于本领域技术人员来说显而易见的改变,都应包括所附的权利要求书所涵盖的范围之内。本发明所要求保护的的范围仅由所附的权利要求书进行限定。

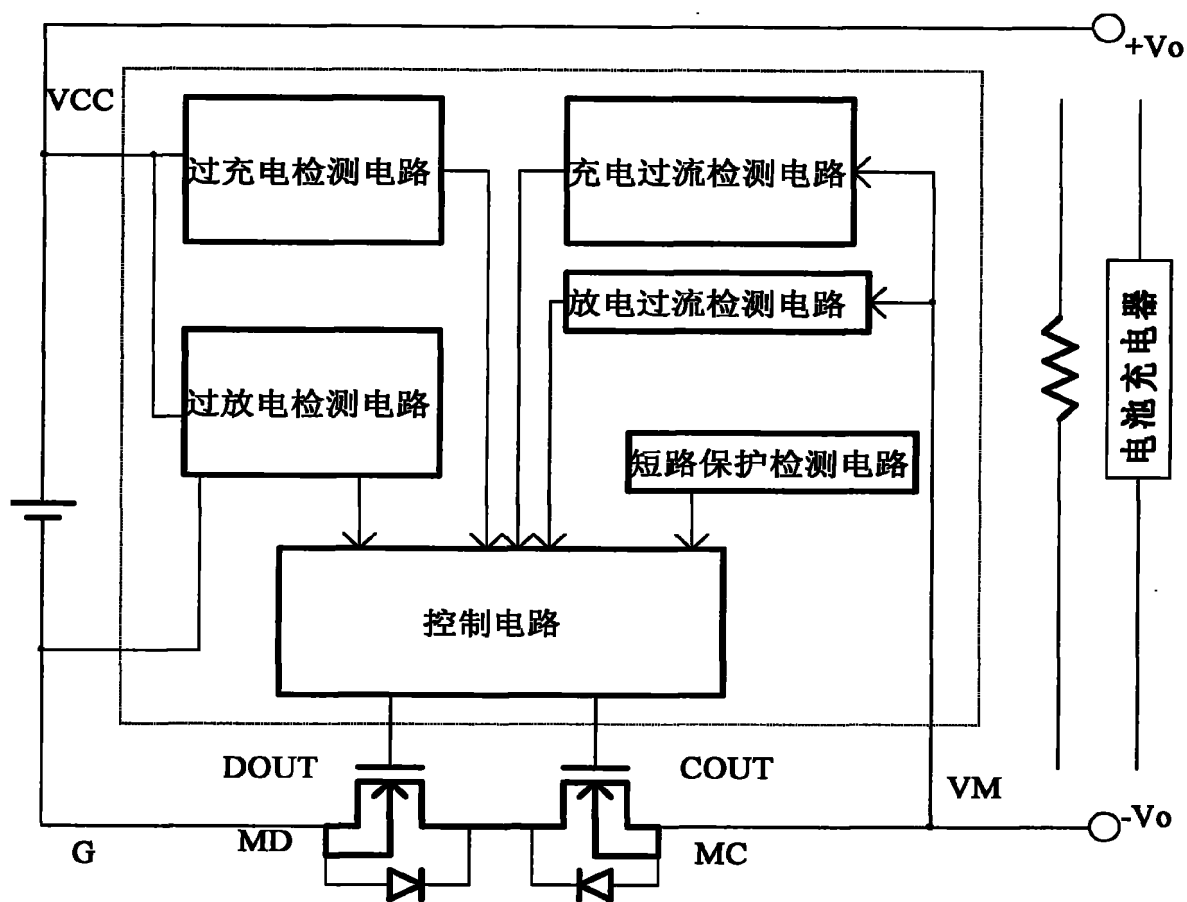


图 1

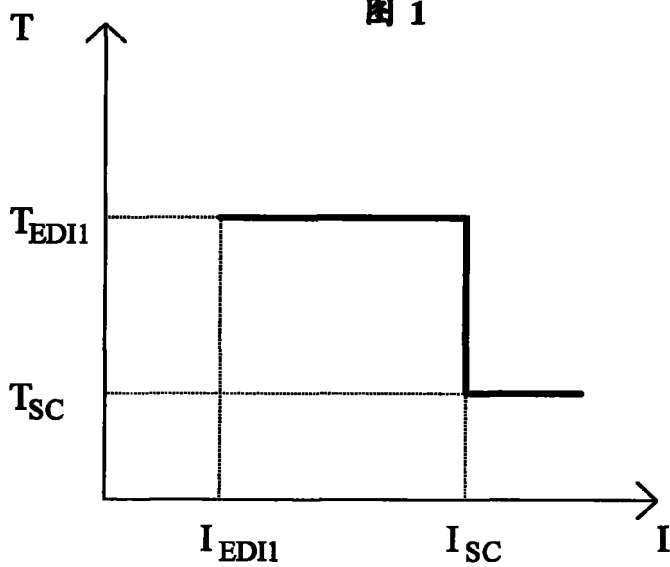


图 2

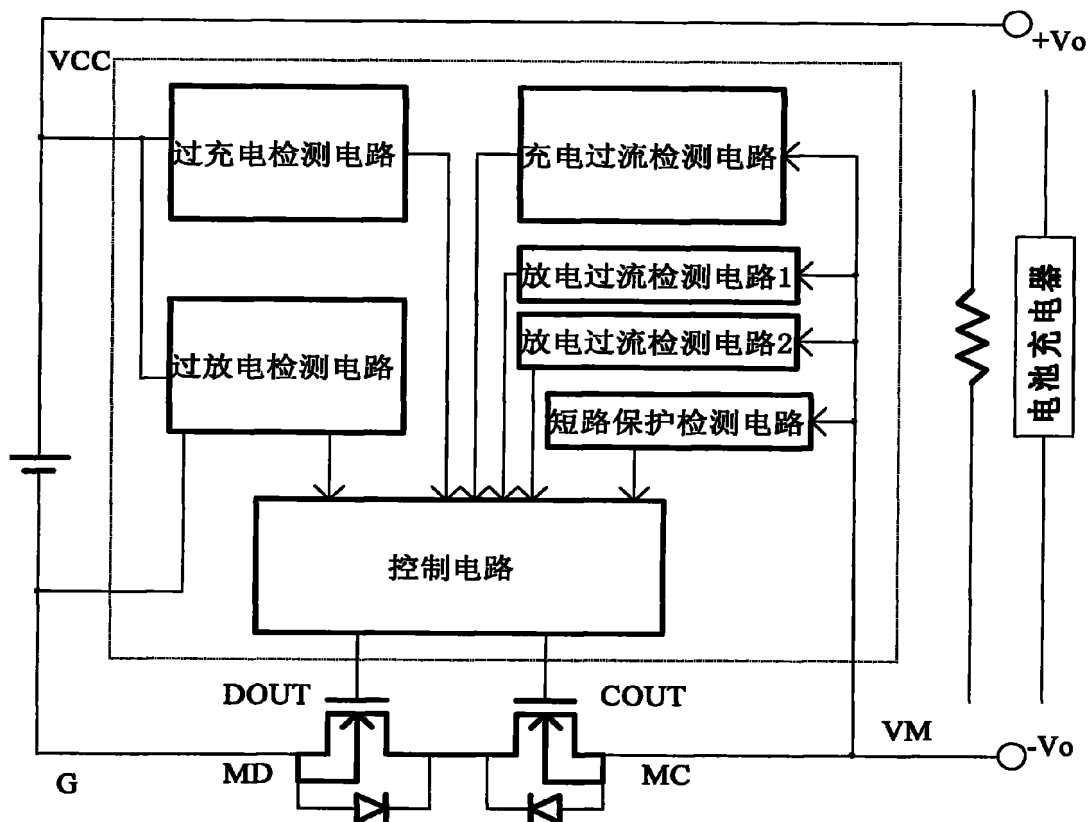


图 3

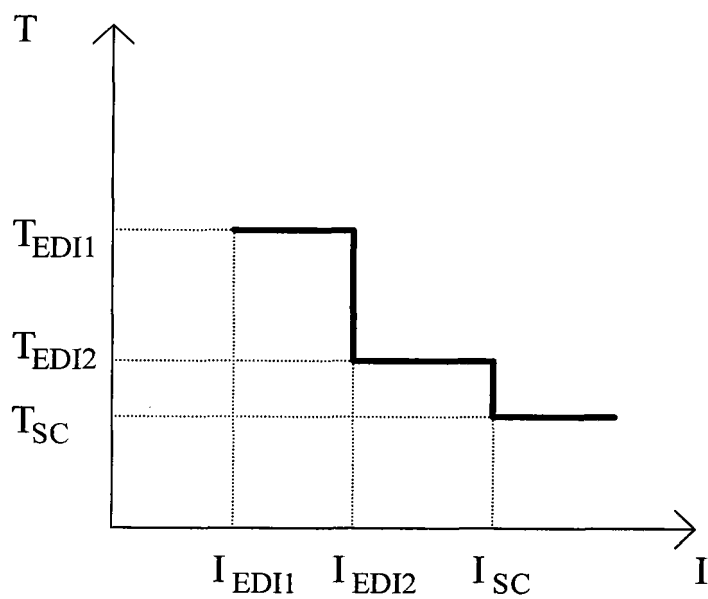


图 4

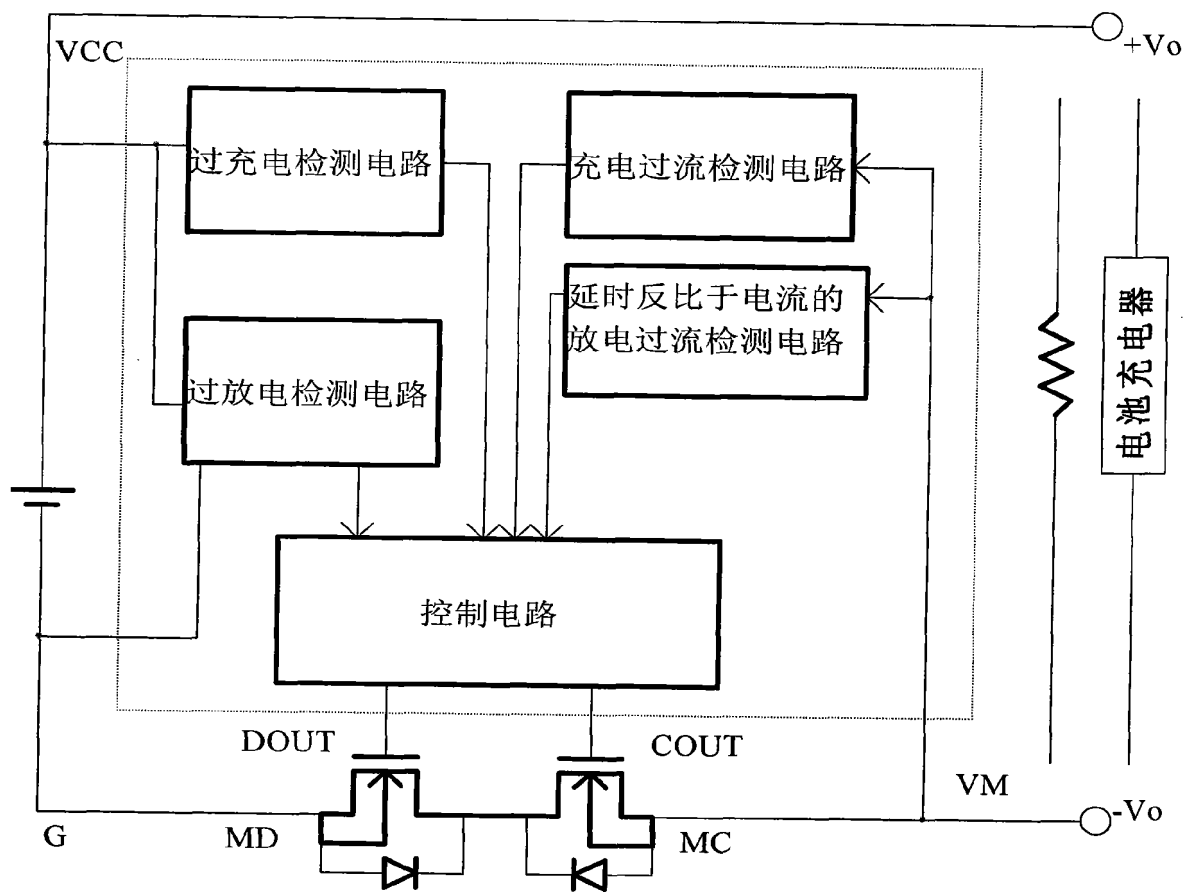


图 5

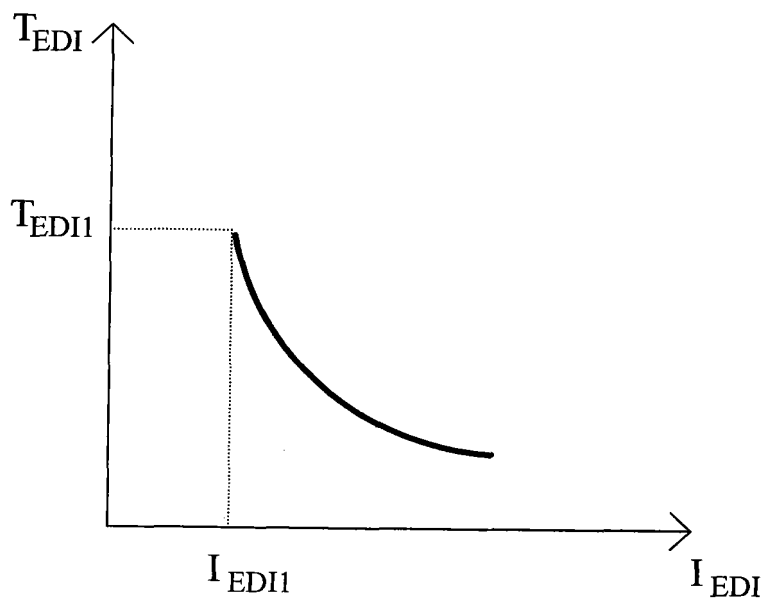


图 6

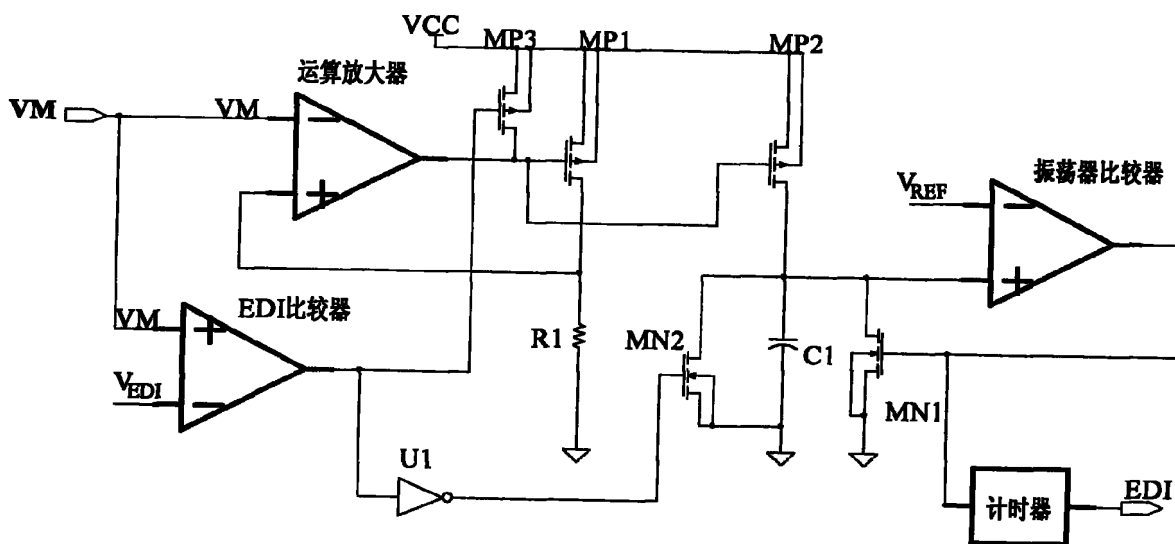


图 7

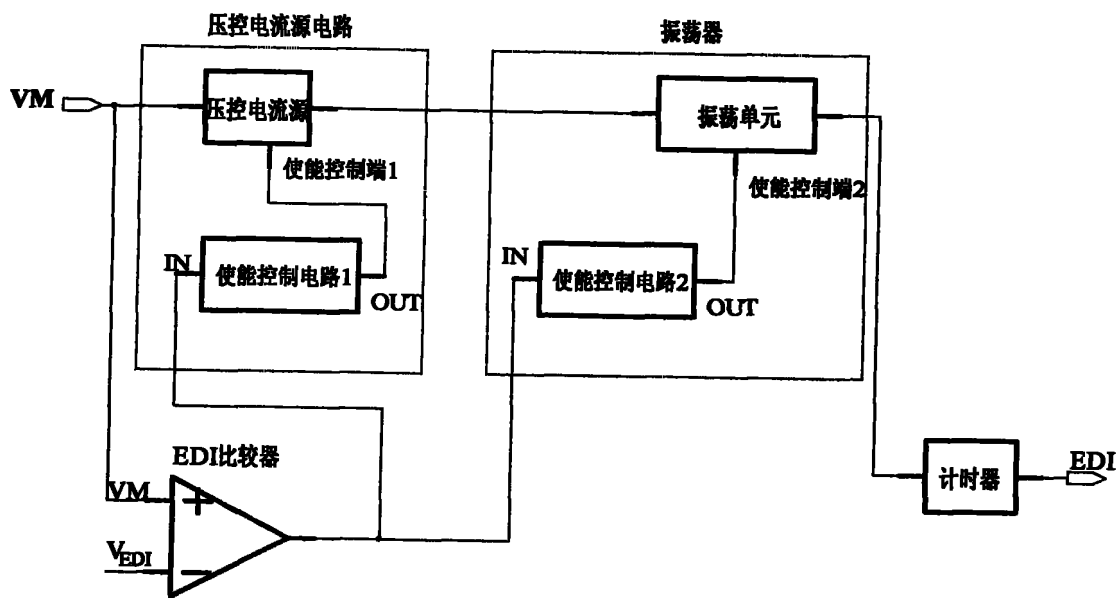


图 8

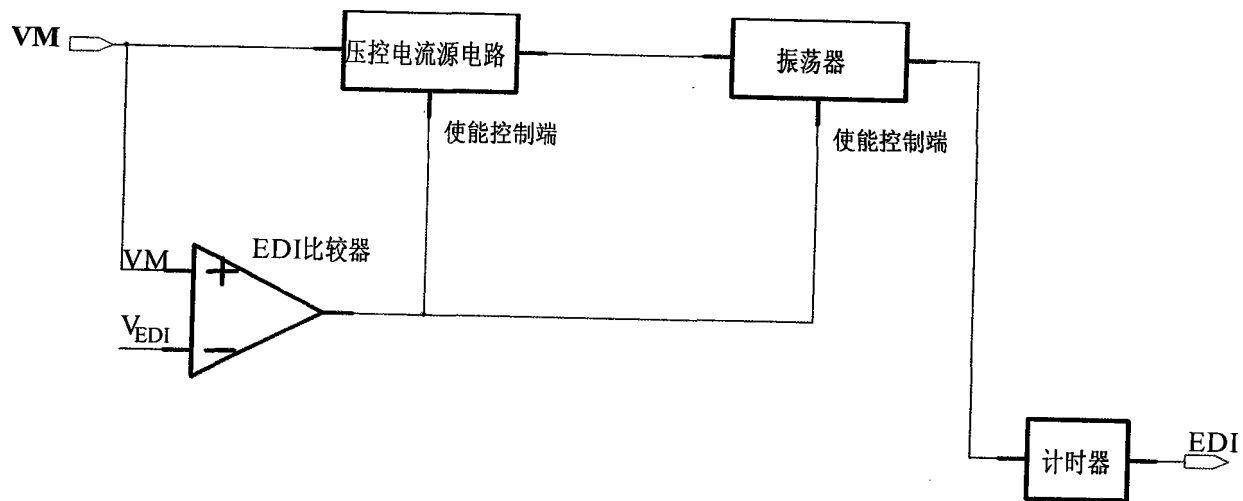


图 9

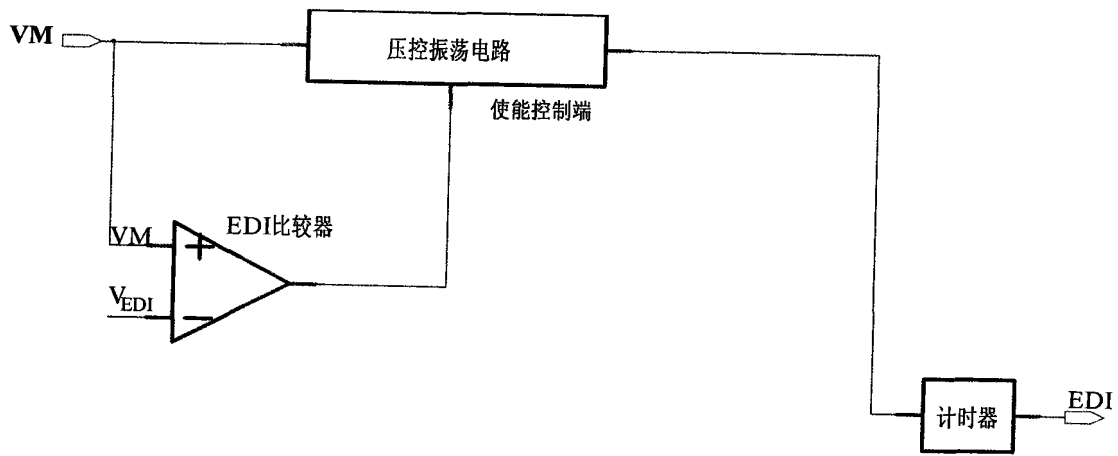


图 10