



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104348195 B

(45) 授权公告日 2016.06.15

(21) 申请号 201310322175. X

(22) 申请日 2013.07.29

(73) 专利权人 无锡华润矽科微电子有限公司
地址 214135 江苏省无锡市无锡太湖国际科技园菱湖大道 180 号 -22

(72) 发明人 刘卫中 孔祥艺 牛瑞萍 莫小英

(74) 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司
31002

代理人 王洁

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

审查员 侯雪

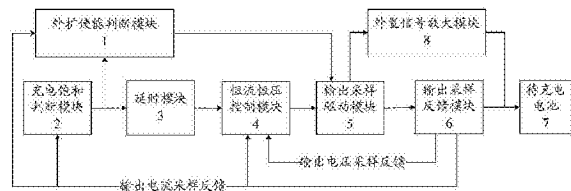
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构

(57) 摘要

本发明涉及一种实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构,其中包括恒流恒压控制模块、输出采样驱动模块、输出采样反馈模块、外置信号放大模块、外扩使能判断模块、充电饱和判断模块和延时模块,所述的外置信号放大模块连接于所述的输出采样驱动模块与待充电电池之间,所述的外扩使能判断模块的第一输入端与所述的输出采样反馈模块的采样电流反馈输出端相连接,所述的外扩使能判断模块的第二输入端与所述的充电饱和判断模块的输出端相连接。采用该种结构的实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构,可以在实现恒流恒压充电的基础上同时实现外扩功能,电路结构稳定,使用方便安全,可以为更大容量的电池进行恒流恒压充电,具有更广泛的应用范围。



1. 一种实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构,其特征在于,所述的充电电路结构包括:

恒流恒压控制模块;

输出采样驱动模块,该输出采样驱动模块的第一输入端与所述的恒流恒压控制模块的输出端相连接;

输出采样反馈模块,该输出采样反馈模块的输入端与所述的输出采样驱动模块的输出端相连接,该输出采样反馈模块的采样电流反馈输出端与所述的恒流恒压控制模块的第一输入端相连接,该输出采样反馈模块的采样电压反馈输出端与所述的恒流恒压控制模块的第二输入端相连接,该输出采样反馈模块的总输出端与待充电电池相连接;

外置信号放大模块,连接于所述的输出采样驱动模块与待充电电池之间;

延时模块,该延时模块的输出端与所述的恒流恒压控制模块的第三输入端相连接;

充电饱和判断模块,该充电饱和判断模块的输入端与所述的输出采样反馈模块的采样电流反馈输出端相连接,该充电饱和判断模块的输出端与所述的延时模块相连接;

外扩使能判断模块,该外扩使能判断模块的第一输入端与所述的输出采样反馈模块的采样电流反馈输出端相连接,该外扩使能判断模块的第二输入端与所述的充电饱和判断模块的输出端相连接,该外扩使能判断模块的输出端与所述的输出采样驱动模块的第二输入端相连接;

所述的外置信号放大模块包括一外置PNP管和一限流电阻,所述的限流电阻连接于所述的输出采样驱动模块的输出端和所述的外置PNP管的基极之间,所述的外置PNP管的集电极与所述的待充电电池相连接。

2. 根据权利要求1所述的实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构,其特征在于,所述的充电饱和判断模块包括至少一个比较器,所述的充电饱和判断模块的比较器的反相输入端与第一参考电源相连接,所述的充电饱和判断模块的比较器的正相输入端与所述的输出采样反馈模块的采样电流反馈输出端相连接,所述的充电饱和判断模块的比较器的输出端分别与所述的延时模块的输入端、所述的外扩使能判断模块的第二输入端相连接。

3. 根据权利要求1所述的实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构,其特征在于,所述的外扩使能判断模块包括一比较器和一RS触发器,所述的外扩使能判断模块的比较器的正相输入端与第二参考电源相连接,所述的RS触发器的S端与所述的外扩使能判断模块的比较器的输出端相连接,所述的RS触发器的R端与所述的充电饱和判断模块的输出端相连接,所述的RS触发器的Q端与所述的输出采样驱动模块的第二输入端相连接。

4. 根据权利要求1所述的实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构,其特征在于,所述的恒流恒压控制模块包括一充电运算放大器,所述的充电运算放大器的反相输入端与第三参考电源相连接,所述的充电运算放大器的第一正相输入端与所述的输出采样反馈模块的采样电流反馈输出端相连接,所述的充电运算放大器的第二正相输入端与所述的输出采样反馈模块的采样电压反馈输出端相连接,所述的充电运算放大器的第三输入端与所述的延时模块的输出端相连接。

5. 根据权利要求1所述的实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构,其特征在于,所述的输出采样反馈模块包括第一PMOS管、第二PMOS管、第四PMOS管、跟随运算放大器、采样电阻、第一反馈电阻和第二反馈电阻,所述的输出采样驱动模块通过所述的第二PMOS管、第一

PMOS管与所述的待充电电池相连接,所述的第二PMOS管与第四PMOS管相连接,所述的采样电阻与所述的第四PMOS管相连接的一端作为所述的输出采样反馈模块的采样电流反馈输出端,该采样电阻的另一端与所述的待充电电池相连接,所述的跟随运算放大器的输出端与所述的第四PMOS管相连接,所述的跟随运算放大器的反相输入端与第二PMOS管相连接,所述的跟随运算放大器的正相输入端与第一PMOS管相连接,所述的第一反馈电阻一端分别与所述的第一PMOS管和待充电电池相连接,该第一反馈电阻的另一端与所述的第二反馈电阻相连接,所述的第二反馈电阻一端分别与所述的第一反馈电阻、所述的恒流恒压控制模块的第二输入端相连接,该第二反馈电阻的另一端与所述的待充电电池相连接。

6. 根据权利要求5所述的实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构,其特征在于,所述的输出采样驱动模块包括第一NMOS管、第二NMOS管、第三NMOS管、第三PMOS管和第五PMOS管,所述的第一NMOS管和第二NMOS管均与第五PMOS管相连接,所述的第五PMOS管与所述的第四PMOS管共栅极连接,所述的第三PMOS管与第二PMOS管共栅极连接,所述的第三PMOS管的栅极与所述的恒流恒压控制模块的输出端相连接,所述的第三NMOS管与所述的第二NMOS管相连接,所述的第三NMOS管的栅极与所述的外扩使能判断模块的输出端相连接,所述的第三NMOS管与所述的外置信号放大模块的输入端相连接。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构,其特征在于,所述的延时模块包括一恒流源、第六PMOS管、第四NMOS管、一电容和一反相器,所述的第六PMOS管和第四NMOS管的栅极均连接于所述的充电饱和判断模块的输出端,所述的第六PMOS管与恒流源相连接,所述的第四NMOS管通过所述的电容、反相器与所述的恒流恒压控制模块的第三输入端相连接。

实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构

技术领域

[0001] 本发明涉及充电领域,尤其涉及恒流恒压充电领域,具体是指一种实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构。

背景技术

[0002] 众所周知,对锂电池充电一般都采用恒流恒压的方式,实现方法是对输出到电池的信息采样并反馈给控制电路以实现恒流恒压的充电过程。该实现方案一般将输出功率管集成在内部,以便于采集充电信息;在对电池充电过程中,电路自身承受一定的功耗,由于电路封装体散热的限制,其所能提供的输出电流有限;当前在手机及其他一些智能识别、移动电源等应用中,使用电池的容量越来越大,相应的对充电电流能力也提高,为了满足这种需求,有些设计在原有充电方案上通过外扩来提高充电电流的能力。

[0003] 如图1所示为现有技术中实现外扩功能的充电电路结构。充电饱和控制模块判断是否充满并输出终止充电信号或启动充电信号。充电控制模块、输出驱动及信号采集模块、并结合反馈信号实现可控的充电过程,这是一个锂电池充电控制的基本结构。而在此基础上实现的外扩充电就是通过图中所示的外置PNP管,利用电路的内置开关SW对外置PNP管的基极下拉一个电流,该电流经外置PNP管放大并输送到充电电池。因为流过开关SW电流不可控,因此必须外接一个限流电阻 R_{pb} ,防止外置PNP管产生过大的充电电流而损坏。

[0004] 对于充电饱和的判断,一般是采用在恒压充阶段,充电电流降至恒流充时某个比例,显然在上述方案中,无法实现这种判断方式,因为充电时外置PNP管的电流始终存在而且不能改变也无法采集电流信息。为了解决该问题,一般以周期性检测的方式来判断电池电压是否达到停充值,即在内部增加时钟,在时钟的控制下,先停止充电,然后判断电池电压是否饱和,如果未饱和则再充电,周而复始,直至饱和。在这种方式下,实际恒流恒压已经没有意义了。如前所述,该应用针对大充电电流设计,充电时电池都会体现出一定的内阻,电池不同内阻不同,若电池电阻偏大,则在这种充电方式下电池电压可能上升到很危险的程度,从而引发事故。

[0005] 例:电池电压4.0V,饱和为4.2V,充电电流2A,电池内阻0.2欧姆。

[0006] 那么充电时,电池两端的电压将达到: $4 + 2 \times 0.2 = 4.4V$,远远超过的4.2V标称电压。

[0007] 因此现有外扩式的充电方式无法真正实现恒流恒压的充电过程,并且存在隐患。

发明内容

[0008] 本发明的目的是克服了上述现有技术的缺点,提供了一种能够在恒流恒压充电的基础上的实现外扩功能、结构简单、运行稳定、使用安全方便、具有更广泛应用范围的实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构。

[0009] 为了实现上述目的,本发明的实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构具有如下构成:

[0010] 该实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构,其主要特点是,所述的充电电路结构包括:

[0011] 恒流恒压控制模块;

[0012] 输出采样驱动模块,该输出采样驱动模块的第一输入端与所述的恒流恒压控制模块的输出端相连接;

[0013] 输出采样反馈模块,该输出采样反馈模块的输入端与所述的输出采样驱动模块的输出端相连接,该输出采样反馈模块的采样电流反馈输出端与所述的恒流恒压控制模块的第一输入端相连接,该输出采样反馈模块的采样电压反馈输出端与所述的恒流恒压控制模块的第二输入端相连接,该输出采样反馈模块的总输出端与待充电电池相连接;

[0014] 外置信号放大模块,连接于所述的输出采样驱动模块与待充电电池之间;

[0015] 延时模块,该延时模块的输出端与所述的恒流恒压控制模块的第三输入端相连接;

[0016] 充电饱和判断模块,该充电饱和判断模块的输入端与所述的输出采样反馈模块的采样电流反馈输出端相连接,该充电饱和判断模块的输出端与所述的延时模块相连接;

[0017] 外扩使能判断模块,该外扩使能判断模块的第一输入端与所述的输出采样反馈模块的采样电流反馈输出端相连接,该外扩使能判断模块的第二输入端与所述的充电饱和判断模块的输出端相连接,该外扩使能判断模块的输出端与所述的输出采样驱动模块的第二输入端相连接。

[0018] 较佳地,所述的外置信号放大模块包括一外置PNP管和一限流电阻,所述的限流电阻连接于所述的输出采样驱动模块的输出端和所述的外置PNP管的基极之间,所述的外置PNP管的集电极与所述的待充电电池相连接。

[0019] 较佳地,所述的充电饱和判断模块包括至少一个比较器,所述的充电饱和判断模块的比较器的反相输入端与第一参考电源相连接,所述的充电饱和判断模块的比较器的正相输入端与所述的输出采样反馈模块的采样电流反馈输出端相连接,所述的充电饱和判断模块的比较器的输出端分别与所述的延时模块的输入端、所述的外扩使能判断模块的第二输入端相连接。

[0020] 较佳地,所述的外扩使能判断模块包括一比较器和一RS触发器,所述的外扩使能判断模块的比较器的正相输入端与第二参考电源相连接,所述的RS触发器的S端与所述的外扩使能判断模块的比较器的输出端相连接,所述的RS触发器的R端与所述的充电饱和判断模块的输出端相连接,所述的RS触发器的Q端与所述的输出采样驱动模块的第二输入端相连接。

[0021] 较佳地,所述的恒流恒压控制模块包括一充电运算放大器,所述的充电运算放大器的反相输入端与第三参考电源相连接,所述的充电运算放大器的第一正相输入端与所述的输出采样反馈模块的采样电流反馈输出端相连接,所述的充电运算放大器的第二正相输入端与所述的输出采样反馈模块的采样电压反馈输出端相连接,所述的充电运算放大器的第三输入端与所述的延时模块的输出端相连接。

[0022] 较佳地,所述的输出采样反馈模块包括第一PMOS管、第二PMOS管、第四PMOS管、跟随运算放大器、采样电阻、第一反馈电阻和第二反馈电阻,所述的输出采样驱动模块通过所述的第二PMOS管、第一PMOS管与所述的待充电电池相连接,所述的第二PMOS管与第四PMOS

管相连接,所述的采样电阻与所述的第四PMOS管相连接的一端作为所述的输出采样反馈模块的采样电流反馈输出端,该采样电阻的另一端与所述的待充电电池相连接,所述的跟随运算放大器的输出端与所述的第四PMOS管相连接,所述的跟随运算放大器的反相输入端与第二PMOS管相连接,所述的跟随运算放大器的正相输入端与第一PMOS管相连接,所述的第一反馈电阻一端分别与所述的第一PMOS管和待充电电池相连接,该第一反馈电阻的另一端与所述的第二反馈电阻相连接,所述的第二反馈电阻一端分别与所述的第一反馈电阻、所述的恒流恒压控制模块的第二输入端相连接,该第二反馈电阻的另一端与所述的待充电电池相连接。

[0023] 更佳地,所述的输出采样驱动模块包括第一NMOS管、第二NMOS管、第三NMOS管、第三PMOS管和第五PMOS管,所述的第一NMOS管和第二NMOS管均与第五PMOS管相连接,所述的第五PMOS管与所述的第四PMOS管共栅极连接,所述的第三PMOS管与第二PMOS管共栅极连接,所述的第三PMOS管的栅极与所述的恒流恒压控制模块的输出端相连接,所述的第三NMOS管与所述的第二NMOS管相连接,所述的第三NMOS管的栅极与所述的外扩使能判断模块的输出端相连接,所述的第三NMOS管与所述的外置信号放大模块的输入端相连接。

[0024] 较佳地,所述的延时模块包括一恒流源、第六PMOS管、第四NMOS管、一电容和一反相器,所述的第六PMOS管和第四NMOS管的栅极均连接于所述的充电饱和判断模块的输出端,所述的第六PMOS管与恒流源相连接,所述的第四NMOS管通过所述的电容、反相器与所述的恒流恒压控制模块的第三输入端相连接。

[0025] 采用了该发明中的实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构,具有如下有益效果:

[0026] 1、提供了一种具有外扩功能的恒流恒压充电电路结构,在实现外扩充电功能的基础上也实现了恒流恒压控制,通过二次检测技术使其饱和和检测值不受外扩通道影响。

[0027] 2、电路结构简单,使用方便,适用于各种可循环使用的电池的恒流恒压充电,具有更广泛的应用范围。

附图说明

[0028] 图1为现有技术中实现外扩功能的充电电路结构的结构示意图。

[0029] 图2为本发明的实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构的组成模块框图。

[0030] 图3为本发明的实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构的结构示意图。

[0031] 图4为本发明的实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构的详细结构示意图。

具体实施方式

[0032] 为了能够更清楚地描述本发明的技术内容,下面结合具体实施例来进行进一步的描述。

[0033] 如图2所示为本发明的实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构。

[0034] 恒流恒压控制模块4;

[0035] 输出采样驱动模块5,该输出采样驱动模块5的第一输入端与所述的恒流恒压控制模块4的输出端相连接;

[0036] 输出采样反馈模块6,该输出采样反馈模块的输入端6与所述的输出采样驱动模块5的输出端相连接,该输出采样反馈模块6的采样电流反馈输出端与所述的恒流恒压控制模

块4的第一输入端相连接,该输出采样反馈模块6的采样电压反馈输出端与所述的恒流恒压控制模块4的第二输入端相连接,该输出采样反馈模块6的总输出端与待充电电池7相连接;

[0037] 外置信号放大模块8,连接于所述的输出采样驱动模块5与待充电电池7之间;

[0038] 延时模块3,该延时模块3的输出端与所述的恒流恒压控制模块4的第三输入端相连接;

[0039] 充电饱和判断模块2,该充电饱和判断模块2的输入端与所述的输出采样反馈模块6的采样电流反馈输出端相连接,该充电饱和判断模块2的输出端与所述的延时模块3相连接;

[0040] 外扩使能判断模块,该外扩使能判断模块1的第一输入端与所述的输出采样反馈模块6的采样电流反馈输出端相连接,该外扩使能判断模块1的第二输入端与所述的充电饱和判断模块2的输出端相连接,该外扩使能判断模块1的输出端与所述的输出采样驱动模块5的第二输入端相连接。

[0041] 如图3所示为本发明的实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构的结构示意图。

[0042] 所述的外置信号放大模块8包括一外置PNP管和一限流电阻,所述的限流电阻连接于所述的输出采样驱动模块5的输出端和所述的外置PNP管的基极之间,所述的外置PNP管的集电极与所述的待充电电池7相连接。

[0043] 如图4所示为本发明的实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构的详细结构示意图。

[0044] 1是外扩使能判断模块,内部包含一个比较器和RS触发器。

[0045] 所述的外扩使能判断模块的比较器的正相输入端与第二参考电源相连接,所述的RS触发器的S端与所述的外扩使能判断模块的比较器的输出端相连接,所述的RS触发器的R端与所述的充电饱和判断模块2的输出端相连接,所述的RS触发器的Q端与所述的输出采样驱动模块5的第二输入端相连接。

[0046] 2是充电饱和判断模块,内部至少包含一个比较器。

[0047] 在本实施例中,所述的充电饱和判断模块2包括一个比较器。所述的充电饱和判断模块的比较器的反相输入端与第一参考电源相连接,所述的充电饱和判断模块的比较器的正相输入端与所述的输出采样反馈模块6的采样电流反馈输出端相连接,所述的充电饱和判断模块的比较器的输出端分别与所述的延时模块3的输入端、所述的外扩使能判断模块1的第二输入端相连接。

[0048] 3是延时电路,对信号有延时作用,包括一个恒流源、PMOS、NMOS、电容及反相器。

[0049] 在本实施例中,所述的延时模块包括一个恒流源、第六PMOS管、第四NMOS管、一个电容和一个反相器,所述的第六PMOS管和第四NMOS管的栅极均连接于所述的充电饱和判断模块2的输出端,所述的第六PMOS管与恒流源相连接,所述的第四NMOS管通过所述的电容、反相器与所述的恒流恒压控制模块4的第三输入端相连接。

[0050] 当输入信号有低电平变为高电平时,其延时可以忽略。

[0051] 当输入信号有高电平变为低电平时,其产生的延时时间可按照如下公式估算:

[0052] $Td1y = (Cd1y \times Vth) / Id1y$;

[0053] 其中, Vth 为所述的反相器的阈值电压, $Cd1y$ 为所述的电容的电容量, $Id1y$ 为流过所述的延时器的电流值。

[0054] 4是恒流恒压控制模块,检测输出采样反馈模块6的输出电流及输出电压使之按照恒流恒压的过程充电。

[0055] 所述的恒流恒压控制模块4包括一个充电运算放大器,所述的充电运算放大器的反相输入端与第三参考电源相连接,所述的充电运算放大器的第一正相输入端与所述的输出采样反馈模块6的采样电流反馈输出端相连接,所述的充电运算放大器的第二正相输入端与所述的输出采样反馈模块6的采样电压反馈输出端相连接,所述的充电运算放大器的第三输入端与所述的延时模块3的输出端相连接。

[0056] 6是输出采样反馈模块,输出充电电流并将采样的电流信号和采样的电压信号反馈给恒流恒压控制电路。

[0057] 所述的输出采样反馈模块6包括第一PMOS管、第二PMOS管、第四PMOS管、跟随运算放大器、采样电阻、第一反馈电阻和第二反馈电阻,所述的输出采样驱动模块5通过所述的第二PMOS管、第一PMOS管与所述的待充电电池7相连接,所述的第二PMOS管与第四PMOS管相连接,所述的采样电阻与所述的第四PMOS管相连接的一端作为所述的输出采样反馈模块6的采样电流反馈输出端,该采样电阻的另一端与所述的待充电电池7相连接,所述的跟随运算放大器的输出端与所述的第四PMOS管相连接,所述的跟随运算放大器的反相输入端与第二PMOS管相连接,所述的跟随运算放大器的正相输入端与第一PMOS管相连接,所述的第一反馈电阻一端分别与所述的第一PMOS管和待充电电池7相连接,该第一反馈电阻的另一端与所述的第二反馈电阻相连接,所述的第二反馈电阻一端分别与所述的第一反馈电阻、所述的恒流恒压控制模块4的第二输入端相连接,该第二反馈电阻的另一端与所述的待充电电池7相连接。

[0058] 5是输出采样驱动模块,采样一个与恒流输出电流成比例的电流以驱动外置PNP管。

[0059] 所述的输出采样驱动模块5包括第一NMOS管、第二NMOS管、第三NMOS管、第三PMOS管和第五PMOS管,所述的第一NMOS管和第二NMOS管均与第五PMOS管相连接,所述的第五PMOS管与所述的第四PMOS管共栅极连接,所述的第三PMOS管与第二PMOS管共栅极连接,所述的第三PMOS管的栅极与所述的恒流恒压控制模块4的输出端相连接,所述的第三NMOS管与所述的第二NMOS管相连接,所述的第三NMOS管的栅极与所述的外扩使能判断模块1的输出端相连接,所述的第三NMOS管与所述的外置信号放大模块8的输入端相连接。

[0060] 图中所示的三个参考电压:VREF0、VREF1和VREF2满足以下公式的关系:

[0061] $VREF0 > VREF2 \geq VREF1$;

[0062] 其中VREF0为第三参考电源的电压值,VREF1为第一参考电源的电压值,VREF2为第二参考电源的电压值。

[0063] 在本实施例中,三个参考电压满足如下关系:

[0064] $VREF2 = 0.5 \times VREF0$, $VREF1 = 0.1 \times VREF0$;

[0065] 即以充电电流降至恒流充电电流,指恒流恒压控制模块4的内置输出管充电电流的十分之一做为饱和判断依据;所述的内置输出管充电电流达到内置输出管充电电流的一半时才能启动外扩充电。

[0066] 电路实现原理:

[0067] 当充电饱和判断模块2检测到未饱和电池时,恒流恒压控制模块4及输出采样驱动

模块5开始工作,并产生对外的输出;外扩使能判断模块1根据输出的反馈信息启动外扩输出。

[0068] 所述的输出采样驱动模块5的采样电流值 I_{ext} 满足如下公式:

$$[0069] \quad I_{ext} = p \times I_{chg,cc};$$

[0070] 其中, p 为所述的输出采样驱动模块5的采样比例, $I_{chg,cc}$ 为恒流充电时的电流值。

[0071] 来自内置输出管输出电流值,并由端口 E_{out} 输出到外置PNP管的基极,以驱动外接pnp管。外置PNP管的驱动电流 $I_{chg,ext}$ 满足如下公式:

$$[0072] \quad I_{chg,ext1} = I_{ext} \times \beta;$$

$$[0073] \quad I_{chg,ext1} = (p \times I_{chg,cc}) \beta;$$

[0074] 其中 $I_{chg,cc}$ 为恒流充电时的电流值, β 为所述的外置PNP管的放大系数。

[0075] 整个系统恒流阶段对待充电电池的充电电流 I_{chg} 可表示为:

$$[0076] \quad I_{chg} = I_{chg,cc} + (p \times I_{chg,cc}) \beta;$$

[0077] 因为恒流恒压控制模块4始终检测并控制输出端的电压,而同时外置PNP管的基极驱动电流亦比例于内置输出管输出电流,外置PNP管的输出电流也随着内部驱动管的电流同步变化,所以充电是在内部电路控制下按照恒流恒压的过程进行。

[0078] 当在外置PNP管基极串联限流电阻 R_{pb} 时,如果 I_{ext} 满足如下公式:

$$[0079] \quad I_{ext} \times R_{pb} < (VCC - |V_{be}|);$$

[0080] 其中 VCC 为电源电压, $|V_{be}|$ 为PNP管的BE结压降绝对值。

[0081] 则充电过程中电流不受限流电阻 R_{pb} 的影响;

[0082] 如果 I_{ext} 满足如下公式:

$$[0083] \quad I_{ext} \times R_{pb} > (VCC - |V_{be}|);$$

[0084] 则恒流充时外置PNP管的充电可表示为如下公式:

$$[0085] \quad I_{chg,ext2} = (VCC - |V_{be}|) / R_{pb} \times \beta;$$

[0086] 如上公式忽略了内部模式管源漏之间的压降。

[0087] 这时整个系统对电池的充电电流(恒流充阶段)可表示为:

$$[0088] \quad I_{chg} = I_{chg,cc} + (VCC - |V_{be}|) / R_{pb} \times \beta;$$

[0089] 在恒压充阶段因为充电电流将逐渐减小, I_{ext} 也将随之减小,当 I_{ext} 减小到满足如下公式时:

$$[0090] \quad I_{ext} \leq (VCC - |V_{be}|) / R_{pb};$$

[0091] 外置PNP管的输出电流将随 I_{ext} 同步减小。

[0092] 进入恒压充阶段后,随着内置功率管和外置PNP管的充电电流的逐渐减小,当充电饱和判断模块2第一次检测到内置输出管电流减小到停充点时,将发出终止充电信号,因为延时模块3的作用,停充信号首先输送到外扩使能判断模块1,使外扩充电电流停止,该动作将使内置输出管的输出电流增大,因此充电饱和判断模块2检测到未饱和信号而再次发出充电信号,这时充电电流仅由内部输出管提供,随着充电电流的减小,充电饱和判断模块2将再次检测到停充电流,并停止整个充电过程。

[0093] 如果没有使用外置PNP管,在第一次检测到停充点时即停止充电。

[0094] 充电饱和判断过程:当检测到恒压充阶段电流下降到恒流充时电流的 $1/N$ 时,即认

为饱和,在本实施例中N设为10。

[0095] 电路工作过程描述:

[0096] 电路开始对电池充电时,先由所述的恒流恒压控制模块4的内置输出管提供充电电流,其输出电流上升,经过采样电阻R3上的电压也随之升高,当采样电阻R3上的电压超过参考电压VREF2时,外扩使能判断模块1内的比较器输出低电平,使RS触发器置位,即Q=1,启动外置信号放大模块8,并使外部PNP管开始输出充电电流;随着待充电电池7两端电压上升到饱和值附近,充电电流开始减小,采样电阻R3上的电压也随之下降,当采样电阻R3两端的VR3降低到参考电压VREF1时,使充电饱和判断模块2的比较器的输出为低电平,该低电平信号将使外扩使能判断模块1中的RS触发器复位,Q端输出低电平信号,关闭外扩充电通道,使得恒流恒压控制模块4的内部输出管输出电流上升,采样电阻R3上的电压升高,充电饱和判断模块2中比较器输出又变为高电平,因为延时模块3的作用,该比较器原输出低电平信号没有传送后一级电路,恒流恒压控制模块4继续控制电路工作。充电电流继续下降,直到采样电阻R3上的电压再次降至参考电压VREF1,使充电饱和判断模块2中的比较器再次反转为电平信号,经过延迟模块3延迟Td1y时间后关闭整个输出,充电终止。

[0097] 设恒流充电时,内部驱动管输出电流为Ichg,cc,外置PNP管输出电流为Ichg,ext,他们和VREF1、VREF2须满足以下公式,以防止外扩输出的反复开启、关闭。

[0098] $(I_{chg,ext}/I_{chg,cc}) < (V_{REF2}/V_{REF1})$;

[0099] 采用了该发明中的实现外扩功能的恒流恒压充电电路结构,具有如下有益效果:

[0100] 1、提供了一种具有外扩功能的恒流恒压充电方法,在实现外扩充电功能的基础上也实现了恒流恒压控制,通过二次检测技术使其饱和检测值不受外扩通道影响。

[0101] 2、电路结构简单,使用方便,适用于各种可循环使用的电池的恒流恒压充电,具有更广泛的应用范围。

[0102] 在此说明书中,本发明已参照其特定的实施例作了描述。但是,很显然仍可以作出各种修改和变换而不背离本发明的精神和范围。因此,说明书和附图应被认为是说明性的而非限制性的。

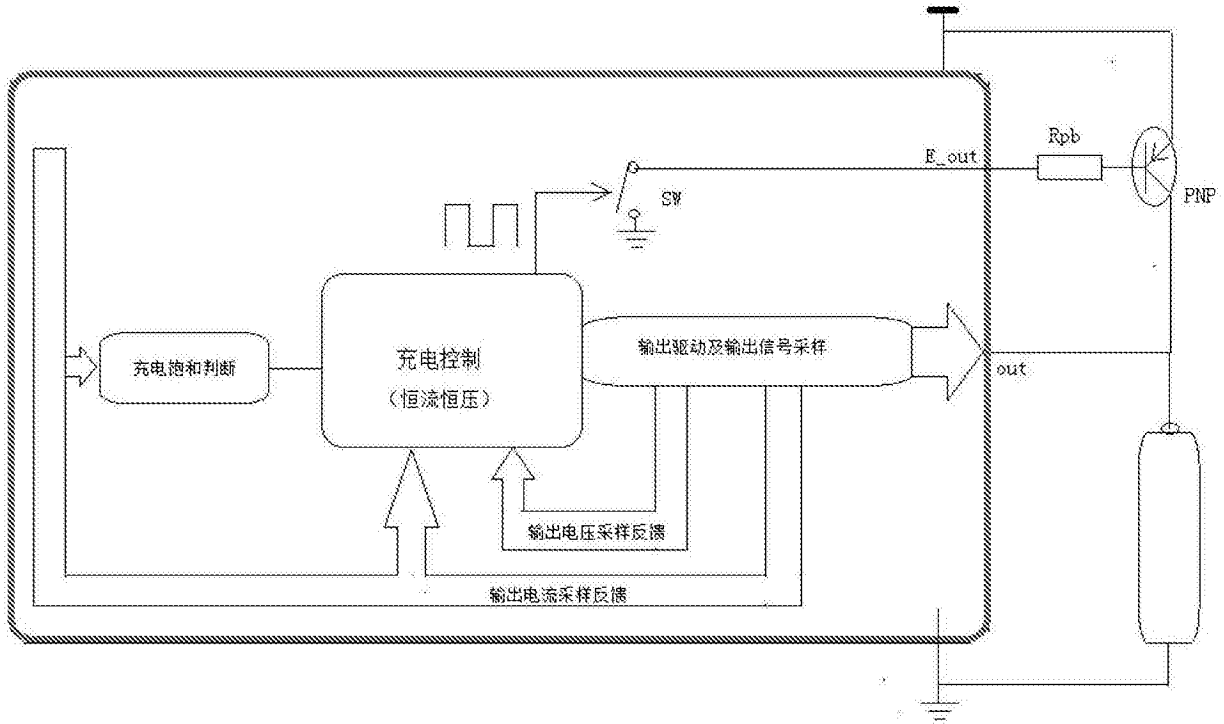


图1

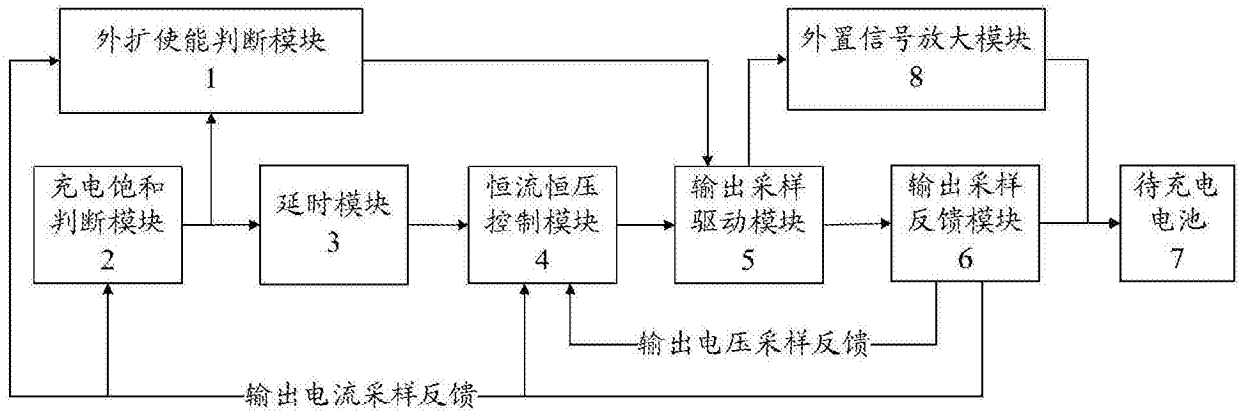


图2

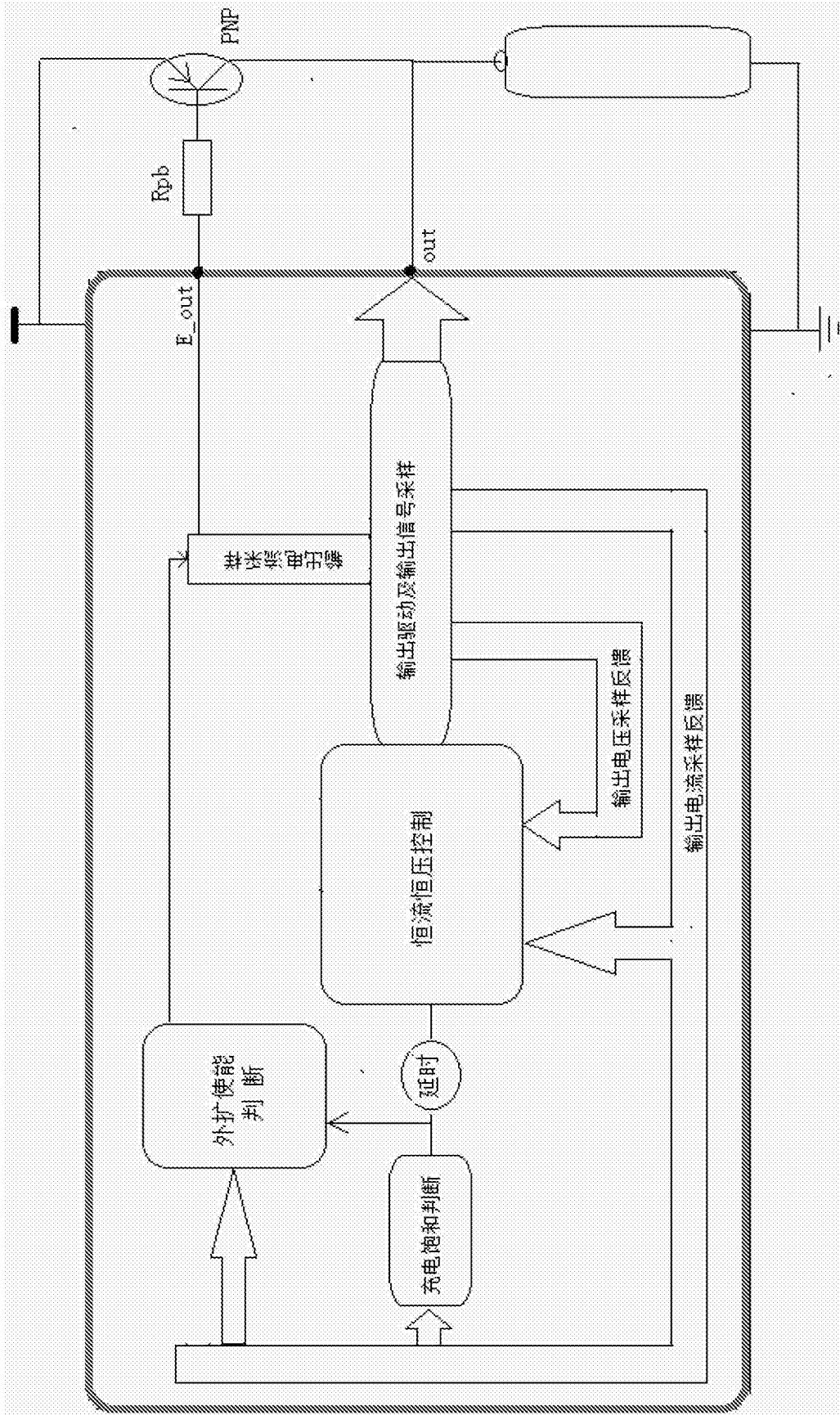


图3

