



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109217428 A

(43)申请公布日 2019.01.15

(21)申请号 201811228245.4

(22)申请日 2018.10.22

(71)申请人 广州金升阳科技有限公司

地址 510663 广东省广州市广州开发区科学城科学大道科汇发展中心科汇一街5号

(72)发明人 尹向阳 郭启利 尹智群 吴辉

(51)Int.Cl.

H02J 7/00(2006.01)

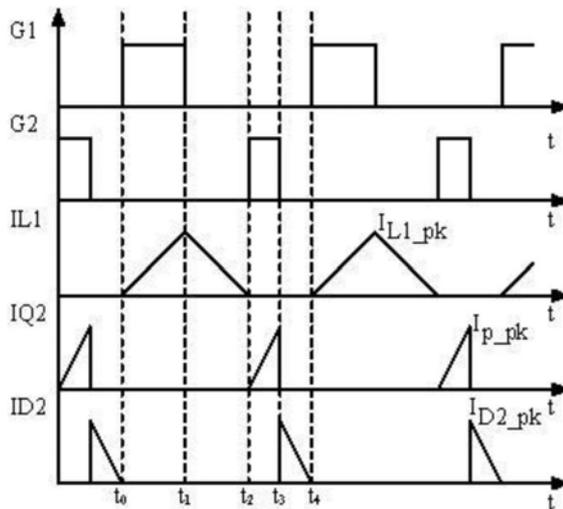
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

一种电流控制方法及应用该方法的电池快充电路

(57)摘要

本发明提供了一种电流控制方法,并将该方法应用到电池快速充电电路上,快速充电电路,在降压电路的基础上增加一个反激电路,利用降压电路实现电池的快速充电,利用反激电路实现电池的放电可以极大地消除电池极化电压,两电路均工作在断续导通模式。且通过控制及驱动电路采集电池端电压进而驱动降压电路和反激电路上功率管的开关时序,从而达到控制电路上的电流,实现电池的快速充电以及极大地消除电池极化电压,既能够缩短电池的充电时间,又可以将电池放电的能量回馈到电池,还可以延长电池的使用寿命,具有较高的应用价值。



1. 一种电流控制方法,其特征在于:当降压电路的主开关管导通时,输入电源给电池充电,降压电路的电感电流将线性上升;经过一段时间,关断降压电路的主开关管,降压电路的电感电流经续流二极管进行续流;此时降压电路工作在断续模式,降压电路的电感电流将会下降到零;当降压电路的电感电流续流完成后,开通反激电路的主开关管,电池给反激电路中变压器的原边绕组激磁,变压器的原边绕组上的电流将线性上升;反激电路工作一段时间后,关断反激电路的主开关管,将存储在变压器的原边绕组上的能量传递到变压器的副边绕组,再经由变压器的副边绕组将能量转移回到电池,此时电池将处于充电状态,该状态将一直维持到变压器所存储的能量被全部转移到电池为止。

2. 一种应用权利要求1所述的电路控制方法的电池快充电路,其特征在于:包括电池、降压电路、反激电路和控制及驱动电路,降压电路的输入端连接输入电源,降压电路的输出端连接电池,降压电路用于实现电池的快速充电;电池还同时连接反激电路的输入端和输出端,反激电路用于实现电池的放电;控制及驱动电路的输入端连接电池的正极,用于采样电池端电压并根据采样的电压信号进行输出控制;控制及驱动电路包括至少两路信号输出端,控制及驱动电路的信号输出端分别连接至降压电路和反激电路的控制端,用于驱动降压电路和反激电路中的主功率管的开通和关断。

3. 根据权利要求2所述的电池快充电路,其特征在于:所述的降压电路包括输入电容、第一主功率管,第一二极管、电感、输出电容;

输入电容的两端连接在输入电源的正负极之间,第一主功率管Q1的漏极与输入电源的正极相连;第一主功率管Q1的源极连接第一二极管的阴极、电感的一端;电感的另一端连接输出电容的一端、电池的正极;输出电容的另一端连接电池的负极、第一二极管的阳极、输入电源的负极,该节点作为电路参考地;第一主功率管的栅极作为降压电路的控制端,连接控制及驱动电路的第一路信号输出端。

4. 根据权利要求2所述的电池快充电路,其特征在于:所述的降压电路采用同步整流电路,包括输入电容、第一主功率管、第三主功率管、电感和输出电容;

输入电容的两端连接在输入电源的正负极之间,第一主功率管的漏极与输入电压的正极相连,第一主功率管的源极连接第三主功率管的漏极、电感的一端;电感的另一端连接输出电容的一端、电池的正极;输出电容的另一端连接电池的负极、第三主功率管的源极、输入电源的负极,该节点作为电路参考地;第一主功率管的栅极作为降压电路的第一控制端,第三主功率管的栅极作为降压电路的第二控制端,降压电路的第一控制端、第二控制端分别连接控制及驱动电路的第一路信号输出端、第三路信号控制端。

5. 根据权利要求3或权利要求4所述的电池快充电路,其特征在于:所述的反激电路包括变压器、第二主功率管,第二二极管,功率管防护电路,变压器包括一原边绕组和一副边绕组;

变压器的原边绕组的同名端连接电池的正极、功率管防护电路的第一端口;变压器的原边绕组的异名端连接第二主功率管的漏极、功率管防护电路的第二端口;第二主功率管的源极与第二二极管的阳极、电池的负极相连;第二二极管的阴极与变压器的副边绕组的同名端相连;变压器的副边绕组的异名端与电池的正极相连;第二主功率管的栅极作为反激电路的控制端,连接控制及驱动电路的第二路信号输出端。

6. 根据权利要求5所述的电池快充电路,其特征在于:将所述的第二二极管D2连接关系

变为:第二二极管的阳极连接变压器的副边绕组的异名端,第二二极管的阴极连接电池的正极,相应的,第二主功率管Q2的源极连接变压器的副边绕组的同名端、电池的负极。

7. 根据权利要求3或权利要求4所述的电池快充电路,其特征在于:所述的反激电路采用同步整流电路,包括变压器、第二主功率管、第四主功率管、功率管防护电路,变压器包括一原边绕组和一副边绕组;

变压器的原边绕组的同名端连接电池的正极、功率管防护电路的第一端口;变压器的原边绕组的异名端连接第二主功率管的漏极,第二主功率管的源极连接电池的负极、第四主功率管的源极,第四主功率管的漏极连接变压器的副边绕组的同名端,变压器的副边绕组的异名端连接电池的正极,第二主功率管的栅极作为反激电路的第一控制端,第四主功率管的栅极作为反激电路的第二控制端,反激电路的第一控制端、第二控制端分别连接控制及驱动电路的第二路信号输出端和第四路信号输出端。

8. 根据权利要求2至7任一项所述的电池快充电路,其特征在于:所述的第一主功率管第二主功率管、第三主功率管、第四主功率管为N型MOS管或IGBT。

9. 根据权利要求5至7任一所述的电池快充电路,其特征在于:所述的功率管防护电路采用RCD吸收电路或有源箝位电路。

10. 根据权利要求2所述的电池快充电路,其特征在于:所述的降压电路、反激电路均工作在断续导通模式。

## 一种电流控制方法及应用该方法的电池快充电路

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电流控制方法,特别涉及应用该电流控制方法的电池快充电路技术。

### 背景技术

[0002] 随着技术的进步,电池作为储能器件,被广泛地应用到航空航天、工业及民用等领域。但是,电池存在充电时间长,使用寿命短等问题。因此,为了缩短电池的充电时间,采用快充技术实现对电池的快速充电。

[0003] 文献《矿用铅酸蓄电池高频智能快充充电器设计研究》给出了电池快速充电的定义:“快速充电是指利用电池在充电的初、中期可接受的较大充电电流的特性,在充电初期以大电流充电,并以一定的频率对蓄电池停止充电和释放一定量的极化电压提高蓄电池可以接受的充电电流,从而大幅度缩短充电时间的充电方式。”为了满足快速充电的要求,需要对电池进行停止充电。于是就出现了变电流、变电压、正脉冲间歇式的充电方式,这样会延长电池的充电时间。还有就是在电池充电过程中,对电池进行放电,这样,一方面可缩短充电时间,另一方面能够尽可能的消除电池内部的极化电压,提升电池的使用寿命。

[0004] 目前实现快速充电及消除电池极化电压的方法是采用双向变换器实现,系统框图如图1(a)、图1(b)所示,图1(a)包括直流源、DC/DC型双向变换器和电池,直流源正负极连接在DC/DC型双向变换器的输入之间,电池正负极连接在DC/DC型双向变换器输出之间;图(b)包括交流源、AC/DC型双向变换器和电池,交流源正负极连接在AC/DC型双向变换器的输入之间,电池正负极连接在AC/DC型双向变换器的输出之间。两者通过利用双向变换器实现电池的快速充电及消除极化电压所需的放电功能。但是,这种方法控制较为复杂且系统成本高。

### 发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明提供了一种电流控制方法,通过控制降压电路和反激电路中功率管的时序,实现电池的快速充电及消除电池极化电压,能够缩短电池的充电时间和提高电池的使用寿命。与此相应,本发明还提供应用该控制方法的一种快速充电电路,在降压电路的基础增加一个反激电路,利用降压电路给电池快速充电,利用反激电路实现电池的放电,在一个周期内实现电池快速充电,且电路结构简单,易于控制。

[0006] 本发明解决上述技术问题的技术方案如下:

[0007] 一种电流控制方法,当降压电路的主开关管导通时,输入电源给电池充电,此时降压电路的电感电流将线性上升;经过一段时间,关断降压电路的主开关管,降压电路的电感电流经续流二极管进行续流;此时降压电路工作在断续模式,降压电路的电感电流将会下降到零;当降压电路的电感电流续流完成后,即降压电路的电感电流下降为零时,开通反激电路的主开关管,此时电池给反激电路中的变压器的原边绕组激磁,变压器的原边绕组上的电流将线性上升;反激电路工作一段时间后,关断反激电路的主开关管,将存储在变压器

的原边绕组上的能量经传递到变压器的副边绕组,再经由变压器的副边绕组将能量转移回给电池,此时电池将处于充电状态,该状态将一直维持到变压器所存储的能量被全部转移到电池为止。

[0008] 为了达到上述的目的,本发明通过以下技术措施实现的:一种电池快充电路,包括电池、降压电路、反激电路和控制及驱动电路,降压电路的输入端连接输入电源,降压电路的输出端连接电池,降压电路用于实现电池快速充电;电池还同时连接反激电路的输入端和输出端,反激电路用于实现电池的放电;控制及驱动电路的输入端连接电池正极,用于采样电池端电压并根据采样的电压信号进行输出控制;控制及驱动电路包括至少两路信号输出端,控制及驱动电路的信号输出端分别连接至降压电路和反激电路的控制端,用于驱动降压电路和反激电路中的主功率管的开通和关断。

[0009] 优选地,所述的降压电路包括输入电容C1、第一主功率管Q1,第一二极管D1、电感L1、输出电容C2;

[0010] 输入电容C1的两端连接在输入电源的正负极之间,第一主功率管Q1的漏极与输入电源的正极相连;第一主功率管Q1的源极连接第一二极管D1的阴极、电感L1的一端;电感L1的另一端连接输出电容C2的一端、电池的正极;输出电容C2的另一端连接电池的负极、第一二极管D1的阳极、输入电源的负极,该节点作为电路参考地;第一主功率管Q1的栅极作为降压电路的控制端,连接控制及驱动电路的第一路信号输出端G1。

[0011] 优选地,作为降压电路的另一种实施方式,所述的降压电路采用同步整流电路,电路包括输入电容C1、第一主功率管Q1、第三主功率管Q3、电感L1和输出电容C2;

[0012] 输入电容C1的两端连接在输入电源的正负极之间,第一主功率管Q1的漏极与输入电源的正极相连,第一主功率管Q1的源极连接第三主功率管Q3的漏极、电感L1的一端;电感L1的另一端连接输出电容C2的一端,电池的正极;输出电容C2的另一端连接电池的负极、第三主功率管Q3的源极、输入电源的负极,该节点作为电路参考地;第一主功率管Q1的栅极作为降压电路的第一控制端,第三主功率管Q3的栅极作为降压电路的第二控制端,降压电路的第一控制端、第二控制端分别连接控制及驱动电路的第一信号输出端G1、第三信号控制端G3。

[0013] 优选地,所述的反激电路包括变压器T1、第二主功率管Q2,第二二极管D2,功率管防护电路,变压器T1包括一原边绕组和一副边绕组;

[0014] 变压器T1的原边绕组的同名端连接电池的正极、功率管防护电路的第一端口;变压器T1的原边绕组的异名端连接第二主功率管Q2的漏极、功率管防护电路的第二端口;主功率管Q2的源极与第二二极管D2的阳极、电池的负极相连;二极管D2的阴极与变压器T1的副边绕组的同名端相连;变压器T1的副边绕组的异名端与电池的正极相连;主功率管Q2的栅极作为反激电路的控制端,连接控制及驱动电路的第二路信号输出端G2。

[0015] 优选地,作为上述反激电路实施方式的一种改进,将所述的第二二极管D2连接关系变为:第二二极管D2的阳极连接变压器T1的副边绕组的异名端,第二二极管D2的阴极连接电池的正极,相应的,第二主功率管Q2的源极连接变压器T1的副边绕组的同名端、电池的负极。

[0016] 优选地,作为上述反激电路的另一种实施方式,所述的反激电路采用同步整流电路,包括变压器T1、第二主功率管Q2、第四主功率管Q4、功率管防护电路,变压器包括原边绕

组和副边绕组；

[0017] 变压器T1的原边绕组的同名端连接电池的正极、功率管防护电路的第一端口；变压器T1的原边绕组的异名端连接第二主功率管Q2的漏极，第二主功率管Q2的源极连接电池的负极、第四主功率管Q3的源极，第四主功率管Q3的漏极连接变压器T1的副边绕组的同名端，变压器T1的副边绕组的异名端连接电池的负极，第二主功率管Q2的栅极作为反激电路的第一控制端，第四主功率管Q4的栅极作为反激电路的第二控制端，反激电路的第一控制端、第二控制端连接控制及驱动电路的第二路信号输出端G2和第四路信号输出端G4。

[0018] 优选地，所述的第一主功率管Q1、第二主功率管Q2、第三主功率管Q3、第四主功率管Q4为N型MOS管或IGBT。

[0019] 优选地，所述的功率管防护电路采用RCD吸收电路或有源箝位电路。

[0020] 优选地，所述降压电路、反激电路均工作在断续导通模式。

[0021] 本发明的发明构思为：电路中的采用降压电路实现电池的快速充电功能，采用反激电路实现电池的放电功能，通过控制及驱动电路采集电池端电压，并依据采集信号输出实现对降压电路和反激电路的时序控制，降压电路和反激电路在控制及驱动电路控制下均工作在断续导电模式；在一个完整的控制周期内，在降压电路和反激电路共同配合，完成电池的充电及消除极化电压所需的放电功能。

[0022] 本发明电流控制方法及电池快充电路的有益效果为：

[0023] (1) 通过控制电池的充电，实现电池快速充电功能，通过控制电池的放电，极大地消除电池极化电压，并且放电能量回馈到电池，既提高能量利用率，又延长电池的使用寿命；

[0024] (2) 本方案具有控制简单、成本低等优点，并且结构通用性强，可用于所有需要快速充电，消除极化电压的电池场合。

## 附图说明

[0025] 图1(a)为现有DC/DC式电池快速充电方法的原理框图；

[0026] 图1(b)为现有AC/DC式电池快速充电方法的原理框图；

[0027] 图2为本发明的电路框图；

[0028] 图3为本发明第一实施例的电路原理图；

[0029] 图4为本发明第一实施例的控制时序图；

[0030] 图5为本发明第二实施例的电路原理图；

[0031] 图6为本发明第二实施例的控制时序图；

[0032] 图7为本发明第三实施例的电路原理图；

[0033] 图8为本发明第四实施例的电路原理图；

[0034] 图9为本发明第四实施例的控制时序图；

[0035] 图10为本发明第五实施例的电路原理图；

[0036] 图11为本发明第五实施例的控制时序图。

## 具体实施方式

[0037] 图2为本发明的电路框图，一种快速充电电路由降压电路、电池、反激电路、控制及

驱动电路组成。降压电路的输入端连接输入电源,降压电路的输出端连接电池,降压电路用于实现电池的快速充电;电池还同时连接反激电路的输入端和输出端,反激电路用于实现电池的放电;控制及驱动电路的输入端连接电池的正极,用于采样电池端电压并根据采样的电压信号进行输出控制;控制及驱动电路包括至少两路信号输出端,控制及驱动电路的信号输出端分别连接至降压电路和反激电路的控制端,用于驱动降压电路和反激电路中的主功率管的开通和关断。在一个完整的控制周期内,完成电池的充电及消除极化电压所需的放电功能。

[0038] 遵循上述初始技术方案连接关系,当降压电路的主开关管导通时,输入电源给电池充电,降压电路的电感电流将线性上升;经过一段时间,关断降压电路的主开关管,降压电路的电感电流经续流二极管进行续流;此时降压电路工作在断续模式,降压电路的电感电流将会下降到零;当降压电路的电感电流续流完成后,开通反激电路的主开关管,电池给反激电路中的变压器的原边绕组激磁,变压器的原边绕组上的电流将线性上升;反激电路工作一段时间后,关断反激电路的主开关管,将存储在变压器的原边绕组上的能量传递到变压器的副边绕组,再经由变压器的副边绕组将能量转移回到电池,此时电池将处于充电状态,该状态将一直维持到变压器所存储的能量被全部转移到电池为止。

[0039] 为了更好地理解本发明,采取以下具体实施例进行详细说明。

[0040] 第一实施例

[0041] 图3为本发明的第一实施例的电路原理图。降压电路包括电容C1、功率管Q1、电感L1、二极管D1、电容C2;反激电路包括功率管防护电路、变压器T1,包括一原边绕组和一副边绕组、功率管Q2、二极管D2,控制及驱动电路包括一输入端VB,一信号输出端G1、一信号输出端G2、地端GND;

[0042] 本实施例实现电池快速充电及消除极化电压功能的各电路连接关系如下:

[0043] 功率管Q1的漏极作为降压电路的输入端正极连接于电容C1的一端,并与输入电源VIN的正极相连;功率管Q1的源极连接于二极管D1的阴极,并与电感L1的一端相连;电感L1的另一端连接于电容C2的一端,作为降压电路的输出端正极,同时与电池的正极相连;电容C2的另一端连接于电池的负极、二极管D1的阳极、电容C1的另一端,作为降压电路的输出负极,同时与输入电源VIN的负极相连;

[0044] 变压器T1的原边绕组同名端连接于功率管防护电路的第一端口,作为反激电路的输入端正极,同时与电池的正极相连;变压器T1的原边绕组异名端连接于功率管防护电路的第二端口,并同时与功率管Q2的漏极相连;功率管Q2的源极连接于二极管D2的阳极,并作为电路参考地;二极管D2的阴极与变压器T1的副边绕组同名端相连;变压器T1的副边绕组异名端与电池的正极相连;

[0045] 控制及驱动电路的输入端口VB与电池的正极相连,实时采集电池端的电压,并根据采集的电压信号进行控制输出;控制及驱动电路的信号输出端G1与功率管Q1的栅极相连;控制及驱动电路的信号输出端G2与功率管Q2的栅极相连;控制及驱动电路的地端GND与电路参考地相连。

[0046] 需要说明的是,功率管防护电路将采用RCD吸收电路或是源箝位电路实现,用于保护功率管Q2免受过电压击穿的危险,控制及驱动电路利用控制芯片实现对降压电路和反激电路中功率管的开通和关断的控制。

[0047] 该实施例的工作过程的工作曲线如图4,结合图4对本实施的工作过程描述如下:

[0048]  $[t_0, t_1]$ 阶段:信号输出端G1为高电平,驱动功率管Q1开通,电感L1进行激磁,电感L1电流满足公式: $i_{L1}(t) = (V_{IN} - V_B) / L_1 * t$  (其中, $V_{IN}$ 为输入电源电压, $V_B$ 为该阶段内采集得到的电池端电压, $L_1$ 是电感L1的电感值, $t$ 为 $[t_0, t_1]$ 阶段内的时间变量);在该阶段内电感L1上的电流将线性上升,一直维持到 $t_1$ 时刻,在 $t_1$ 时刻电感L1的电流值为 $I_{L1\_pk}$ ,达到最大值,该阶段内信号输出端G2为低电平,驱动功率管Q2处于关断状态;

[0049]  $[t_1, t_2]$ 阶段:信号输出端G1为低电平,驱动功率管Q1关断,电感L1经二极管D1进行续流,电感L1电流满足公式为 $i_{L1}(t) = I_{L1\_pk} - V_B / L_1 * t$  (其中, $I_{L1\_pk}$ 为 $t_1$ 时刻电感L1的电流值, $V_B$ 为该阶段内采集得到的电池端电压, $L_1$ 是电感L1的电感值, $t$ 为 $[t_1, t_2]$ 阶段内的时间变量),在该阶段内电感L1上的电流将线性下降,一直维持到 $t_2$ 时刻,在 $t_2$ 时刻电感L1的电流值为0,该阶段内信号输出端G2为低电平,驱动功率管Q2处于关断状态;

[0050]  $[t_2, t_3]$ 阶段:信号输出端G2为高电平,驱动功率管Q2开通,变压器T1进行激磁,变压器T1原边绕组电流满足公式 $i_p(t) = V_B / L_p * t$  (其中, $V_B$ 为该阶段内采集得到的电池端电压, $L_p$ 为变压器原边绕组电感值, $t$ 为 $[t_2, t_3]$ 阶段的时间变量),此时变压器T1原边绕组上的电流线性上升,一直维持到 $t_3$ 时刻,在 $t_3$ 时刻原边绕组上的电流值为 $I_{p\_pk}$ ,该阶段内信号输出端G1为低电平,驱动功率管Q1处于关断状态;

[0051]  $[t_3, t_4]$ 阶段:信号输出端G2为低电平,驱动功率管Q2关断,变压器T1经二极管D2进行去磁,二极管D2上的电流满足公式: $i_{D2}(t) = I_{D2\_pk} - V_B / L_s * t$ , (其中, $I_{D2\_pk}$ 为 $t_3$ 时刻二极管D2上的电流,该电流满足: $I_{D2\_pk} = N * I_{p\_pk}$ , $N$ 为变压器T1线圈比, $I_{p\_pk}$ 为 $t_3$ 时刻变压器T1原边绕组电流, $L_s$ 为变压器副边绕组电感, $t$ 为 $[t_3, t_4]$ 阶段内的时间变量),此时二极管D2上的电流将线性下降,一直维持到 $t_4$ 时刻,在 $t_4$ 时刻二极管D2上的电流,即流经变压器T1副边绕组上的电流值为0,该阶段内信号输出端G1为低电平,驱动功率管Q1处于关断状态。

[0052] 为实现电池快速充电,电路一直在上述状态循环运行。本实施的电池快速充电电路,通过控制降压电路和反激电路中功率管的时序,实现电池的快速充电及消除电池极化电压,能够缩短电池的充电时间和提高电池的使用寿命,电路结构简单,易于控制。

[0053] 第二实施例

[0054] 图5为本发明实现电池快速充电及消除极化电压功能变换器的第二实施例,与第一实施例不同的是:降压电路采用同步整流电路,电路包括电容C1,功率管Q1、功率管Q3、电容C2、电感L1,控制及驱动电路包括一输入端VB、一信号输出端G1、一信号输出端G2、一信号输出端G3、一地端GNG,其连接关系如下:

[0055] 功率管Q1的漏极作为降压电路的输入端正极连接于输入电容C1的一端,并同时与输入电源VIN的正极相连;功率管Q1的源极连接于功率管Q3的漏极,并同时与电感L1的一端相连;电感L1的另一端连接于电容C2的一端,并作为降压电路的输出端正极,与电池的正极相连;电容C2的另一端连接于电池的负极、功率管Q3的源极、电容C1的另一端,此连接点作为降压电路的负极,与输入电源的负极相连;

[0056] 本实施例的反激电路结构及连接关系与第一实施例相同,在此不再累述。

[0057] 控制及驱动电路的输入端VB与电池的正极相连;控制及驱动电路的信号输出端G1与功率管Q1的栅极相连;控制及驱动电路的信号输出端G3与功率管Q3的栅极相连;控制及驱动电路的GND端口与降压电路的参考地相连。

[0058] 本实施例的控制电路的实施方式与控制原理与第一实施例相同,也不再说明。

[0059] 该实施例的工作过程的工作曲线如图6,结合图6对本实施例的工作过程描述如下:

[0060]  $[t_0, t_1]$ 阶段:信号输出端G1为高电平,驱动功率管Q1开通,电感L1进行激磁,其电流满足公式: $i_{L1}(t) = (V_{IN} - V_B) / L_1 * t$  (其中, $V_{IN}$ 为输入电源电压, $V_B$ 为该阶段内采集得到的电池端电压, $L_1$ 为电感L1的电感值, $t$ 为 $[t_0, t_1]$ 阶段内的时间变量),此时电感L1上的电流线性上升,一直维持到 $t_1$ 时刻,在 $t_1$ 时刻电感L1的电流值为 $I_{L1\_pk}$ ,达到最大值,该阶段内信号输出端G2、G3为低电平,驱动功率管Q2、Q3处于关断状态;

[0061]  $[t_1, t_2]$ 阶段:信号输出端G3为高电平,驱动功率管Q3导通,电感L1经功率管Q3进行续流,电感L1上电流满足公式: $i_{L1}(t) = I_{L1\_pk} - V_B / L_1 * t$  (其中, $i_{L1\_pk}$ 为 $t_1$ 时刻电容L1的电流值, $V_B$ 为该阶段内采集得到的电池端电压, $L_1$ 为电感L1电感值, $t$ 为 $[t_1, t_2]$ 阶段的时间变量),此时电感L1上的电流将线性下降,一直维持到 $t_2$ 时刻,在 $t_2$ 时刻电感L1的电流值为0,该阶段内信号输出端G1、G2为低电平,驱动功率管Q1、Q2处于关断状态;

[0062]  $[t_2, t_3]$ 阶段:信号输出端G2为高电平,驱动功率管Q2开通,变压器T1进行激磁,变压器T1原边绕组上电流满足公式: $i_p(t) = V_B / L_p * t$  (其中, $V_B$ 为该阶段内采集得到的电池端电压, $L_p$ 为变压器原边绕组电感值, $t$ 为 $[t_2, t_3]$ 阶段的时间变量),此时变压器T1原边绕组上的电流将线性上升,一直维持到 $t_3$ 时刻,在 $t_3$ 时刻变压器T1原边绕组上的电流值为 $I_{p\_pk}$ ,达到最大值,该阶段内信号输出端G1、G3为低电平,驱动功率管Q1、Q3处于关断状态;

[0063]  $[t_3, t_4]$ 阶段:信号输出端G2为低电平,驱动功率管Q2关断,变压器T1经二极管D2进行去磁,二极管D2上的电流满足公式: $i_{D2}(t) = I_{D2\_pk} - V_B / L_s * t$  (其中, $I_{D2\_pk}$ 为 $t_3$ 时刻二极管D2上的电流,该电流满足: $I_{D2\_pk} = N * I_{p\_pk}$ , $N$ 为变压器T1线圈比, $I_{p\_pk}$ 为 $t_3$ 时刻变压器T1原边绕组电流, $V_B$ 为该阶段内采集得到的电池端电压, $L_s$ 为变压器副边绕组电感值),此时二极管D2上的电流将线性下降,一直维持到 $t_4$ 时刻,在 $t_4$ 时刻二极管D2上的电流,即流经变压器T1副边绕组上的电流值为0,该阶段内信号输出端G1、G3为低电平,驱动功率管Q1、Q3处于关断状态。

[0064] 电路一直在上述状态循环运行。本实施例中的降压电路中采用同步整流代替二极管续流方式,利用MOS管的低导通电阻来实现续流,比二极管续流方式能提高降压电路的效率。

[0065] 第三实施例

[0066] 图7为本发明实现电池快速充电及消除极化电压功能变换器的第三实施例,与第一实施例相比,不同之处在于:反激电路中将二极管的位置连接关系改变,反激电路的连接关系如下:

[0067] 变压器T1的原边绕组同名端连接于功率管防护电路的第1端口,作为反激电路的输入端正极,同时与电池的正极相连;变压器T1的原边绕组异名端连接于功率管防护电路的第二端口、功率管Q2的漏极;功率管Q2的源极连接于变压器T1的副边绕组同名端,并与电池的负极相连;变压器T1的副边绕组异名端与二极管D2的阳极相连;二极管D2的阴极与电池的正极相连;功率管Q2的栅极作为反激电路的控制端连接控制及驱动电路的第二路输出端G2。

[0068] 本实施例中的降压电路、控制及驱动电路及其他的电路结构及连接关系均与第一

实施例相同,不再累述。

[0069] 与第一实施例的主要区别在于将反激电路输出侧二极管置于高侧,其工作原理与第一实施例基本一致,故这里不再赘述。

[0070] 第四实施例

[0071] 图8为本发明实现电池快速充电及消除极化电压功能变换器的第四实施例,与第一实施例相比,其不同之处在于:反激电路采用同步整流电路,反激电路包括功率管防护电路、变压器T1,包括一原边绕组和一副边绕组,功率管Q2、功率管Q4;控制及驱动电路包括输入端VB,一信号输出端G1、一信号输出端G2、一信号输出端G4,其连接关系如下:

[0072] 变压器T1的原边绕组同名端连接于功率管防护电路的第一端口,作为反激电路的输入端正极,与电池的正极相连;变压器T1的原边绕组异名端连接于功率管防护电路的第二端口,并与功率管Q2的漏极相连;功率管Q2的源极连接于功率管Q4的源极,并与电池的负极相连;功率管Q4的漏极与变压器T1的副边绕组同名端相连;变压器T1的副边绕组异名端与电池的正极相连;

[0073] 控制及驱动电路的输入端VB与电池的正极相连;控制及驱动电路的信号输出端G1与功率管Q1的栅极相连;控制及驱动电路的信号输出端G2与功率管Q2的栅极相连;控制及驱动电路的信号输出端G4与功率管Q4的栅极相连;控制及驱动电路的地端GND与降压电路的参考地相连。

[0074] 本实施例的降压电路的电路结构及连接关系,驱动及控制电路、功率管防护电路的实施方式及功能原理,均第一实施例相同,在此不再累述。

[0075] 该实施例的工作过程的工作曲线如图9,结合图9对本实施例的工作过程描述如下:

[0076]  $[t_0, t_1]$ 阶段:信号输出端G1为高电平,驱动功率管Q1开通,电感L1进行激磁,其电流满足公式: $i_{L1}(t) = (V_{IN} - V_B) / L_1 * t$  (其中, $V_{IN}$ 为输入电源电压, $V_B$ 为该阶段采集得到电池端电压, $L_1$ 为电感L1的电感值, $t$ 为 $[t_0, t_1]$ 阶段内的时间变量),此时电感L1上的电流将线性上升,一直维持到 $t_1$ 时刻,在 $t_1$ 时刻电感L1的电流值为 $I_{L1\_pk}$ ,达到最大值,该阶段内信号输入端G2、G4为低电平,驱动功率管Q2、Q4处于关断状态;

[0077]  $[t_1, t_2]$ 阶段:信号输出端G1为低电平,驱动功率管Q1关断,电感L1经二极管D1进行续流,电感L1电流满足公式: $i_{L1}(t) = I_{L1\_pk} - V_B / L_1 * t$  (其中, $I_{L1\_pk}$ 为 $t_1$ 时刻电感L1的电流值, $V_B$ 为该阶段内采集得到电池端电压, $L_1$ 为电感L1的电感值, $t$ 为 $[t_1, t_2]$ 阶段内的时间变量),此时电感L1上的电流将线性下降,一直维持到 $t_2$ 时刻,在 $t_2$ 时刻电感L1的电流值为0,该阶段内信号输出端G2、G4为低电平,驱动功率管Q2、Q4处于关断状态;

[0078]  $[t_2, t_3]$ 阶段:信号输出端G2为高电平,驱动功率管Q2开通,变压器T1进行激磁,变压器原边绕组电流满足公式 $i_p(t) = V_B / L_p * t$  (其中, $V_B$ 为该阶段内采集得到的电池端电压, $L_p$ 为变压器原边绕组电感值, $t$ 为 $[t_2, t_3]$ 阶段内的时间变量),此时变压器T1原边绕组上的电流将线性上升,一直维持到 $t_3$ 时刻,在 $t_3$ 时刻原边绕组上的电流值为 $I_{p\_pk}$ ,达到最大值,该阶段内信号输出端G1、G4为低电平,驱动功率管Q1、Q4处于关断状态;

[0079]  $[t_3, t_4]$ 阶段:信号输出端G4为高电平,驱动功率管Q4开通,变压器T1经功率管Q4进行去磁,功率管Q4上的电流满足公式: $i_{Q4}(t) = I_{Q4\_pk} - V_B / L_s * t$  (其中, $I_{Q4\_pk}$ 为 $t_3$ 时刻功率管Q4上的电流,满足: $I_{Q4\_pk} = N * I_{p\_pk}$ , $N$ 为变压器T1线圈比, $I_{p\_pk}$ 为 $t_3$ 时刻原边绕组上的电流值, $V_B$

为该阶段内采集得到电池端电压,  $t$ 为 $[t_3, t_4]$ 阶段内的时间变量,  $L_s$ 为变压器副边绕组电感值), 此时功率管Q4上的电流值将线性下降, 一直维持到 $t_4$ 时刻, 在 $t_4$ 时刻功率管Q4上的电流, 即流经副边绕组上的电流值为0, 该阶段内信号输出端G1、G2为低电平, 驱动功率管Q1、Q2处于关断状态。

[0080] 电路一直在上述状态循环运行。本实施中, 反激电路利用功率管Q3实现同步整流, 利用MOS管的低导通电阻来实现续流, 比二极管续流方式能提高反激电路的效率。

[0081] 第五实施例

[0082] 图10为本发明实现电池快速充电及消除极化电压功能变换器的第五实施例, 与第一实施例不同的是, 降压电路和反激电路均采用同步整流电路, 功率管电路包括, 电容C1、功率管Q1、功率管Q3、电感L1、电容C2; 反激电路包括, 功率管防护电路、功率管Q2、功率管Q4、变压器T1, 包括一原边绕组和一副边绕组, 控制及驱动电路, 包括一信号输出端G1、一信号输出端G2、一信号输出地端G3、一信号输出端G4、一输入端VB、一地端GND; 其中功率管防护电路及控制及驱动电路的实施方式与相同, 不再说明, 电路连接关系如下:

[0083] 功率管Q1的漏极连接于输入电容C1的一端, 作为降压电路的输入端正极, 并同时与输入电源的正极相连; 功率管Q1的源极连接于功率管Q3的漏极, 并同时与电感L1的一端相连; 电感L1的另一端连接于输出电容C2的一端, 此节点作为降压电路的输出端正极与电池的正极相连; 输出电容C2的另一端连接电池的负极、功率管Q3的源极、输入电容C1的另一端, 此节点作为降压电路的负极, 与输入电源的负极相连;

[0084] 变压器T1的原边绕组同名端连接功率管防护电路的第1端口, 此节点作为反激电路的输入端正极与电池的正极相连; 变压器T1的原边绕组异名端连接功率管防护电路的第2端口, 并与功率管Q2的漏极相连; 功率管Q2的源极连接功率管Q4的源极, 并同时与电池的负极相连; 功率管Q4的漏极与变压器T1的副边绕组同名端相连; 变压器T1的副边绕组异名端与电池的正极相连;

[0085] 控制及驱动电路的输入端口VB与电池的正极相连, 实时采集电池端电压; 控制及驱动电路的第一输出端口G1与功率管Q1的栅极相连; 控制及驱动电路的第二输出端口G2与功率管Q2的栅极相连; 控制及驱动电路的第三输出端口G3与功率管Q3的栅极相连; 控制及驱动电路的第四输出端口G4与功率管Q4的栅极相连; 控制及驱动电路的GND端口与降压电路的参考地相连。

[0086] 该实施例的工作过程的工作曲线如图11, 结合图11对本实施例的工作过程描述如下:

[0087]  $[t_0, t_1]$ 阶段: 信号输出端G1为高电平, 驱动功率管Q1开通, 电感L1进行激磁, 其电流满足公式:  $i_{L1}(t) = (V_{IN} - V_B) / L_1 * t$  (其中,  $V_{IN}$ 为输入电源电压,  $V_B$ 该阶段内采集得到的电池端电压,  $L_1$ 为电感L1电感值,  $t$ 为 $[t_0, t_1]$ 阶段内的时间变量), 此时电感L1上的电流将线性上升, 一直维持到 $t_1$ 时刻, 在 $t_1$ 时刻电感L1的电流值为 $I_{L1\_pk}$ , 达到最大值, 该阶段内信号输出端G2、G3、G4为低电平, 驱动功率管Q2、Q3、Q4处于关断状态;

[0088]  $[t_1, t_2]$ 阶段: 信号输出端G3为高电平, 驱动功率管Q3开通, 电感L1经功率管Q3进行续流, 电感L1上的电流满足公式  $i_{L1}(t) = I_{L1\_pk} - V_B / L_1 * t$  (其中,  $I_{L1\_pk}$ 为 $t_1$ 时刻电感L1的电流值,  $V_B$ 该阶段内采集得到的电池端电压,  $L_1$ 为电感L1电感值,  $t$ 为 $[t_1, t_2]$ 阶段内的时间变量), 此时电感L1上的电流线性下降, 一直维持到 $t_2$ 时刻, 在 $t_2$ 时刻电感L1的电流值为0, 该阶

段内信号输出端G1、G2、G4为低电平,驱动功率管Q1、Q2、Q4处于关断状态;

[0089]  $[t_2, t_3]$ 阶段:信号输出端G2为高电平,驱动功率管Q2开通,变压器T1进行激磁,变压器T1原边绕组上电流满足公式: $i_{p(t)} = VB/L_p * t$  (其中,VB为该阶段内采集得到的电池端电压, $L_p$ 为变压器原边绕组电感, $t$ 为 $[t_2, t_3]$ 阶段内的时间变量),此时变压器T1原边绕组上的电流将线性上升,一直维持到 $t_3$ 时刻,在 $t_3$ 时刻原边绕组上的电流值为 $I_{p\_pk}$ ,达到最大值,该阶段内信号输出端G1、G3、G4为低电平,驱动功率管Q1、Q3、Q4处于关断状态;

[0090]  $[t_3, t_4]$ 阶段:信号输出端G4为高电平,驱动功率管Q4开通,变压器T1经功率管Q4进行去磁,功率管Q4上的电流满足公式: $i_{Q4(t)} = I_{Q4\_pk} - VB/L_s * t$  (其中, $I_{Q4\_pk}$ 为 $t_3$ 时刻功率管Q4上的电流,满足: $I_{Q4\_pk} = N * I_{p\_pk}$ ,N为变压器T1线圈比, $I_{p\_pk}$ 为 $t_3$ 时刻原边绕组上的电流值,VB为该阶段内采集得到的电池端电压, $L_s$ 为变压器副边绕组电感值, $t$ 为 $[t_3, t_4]$ 阶段内的时间变量),此时功率管Q4上的电流值将线性下降,一直维持到 $t_4$ 时刻, $t_4$ 时刻功率管Q4的电流,即流经变压器T1副边绕组上的电流值为0,该阶段内信号输出端G1、G2、G3为低电平,驱动功率管Q1、Q2、Q3处于关断状态。

[0091] 电路一直在上述状态循环运行。本实施中,降压电路和反激电路同时采用同步整流的方式实施,能够极大地提升降压电路和反激电路的效率。

[0092] 以上仅是本发明优选的实施方式,本发明所属领域的技术人员还可以对上述具体实施方式进行变更和修改。因此,本发明并不局限于上面揭示和描述的具体控制方式,对本发明的一些修改和变更也应当落入本发明的权利要求的保护范围内。此外,尽管本说明书中使用了一些特定的术语,但这些术语只是为了方便说明,并不对本发明构成任何限制。



图1 (a)



图1 (b)

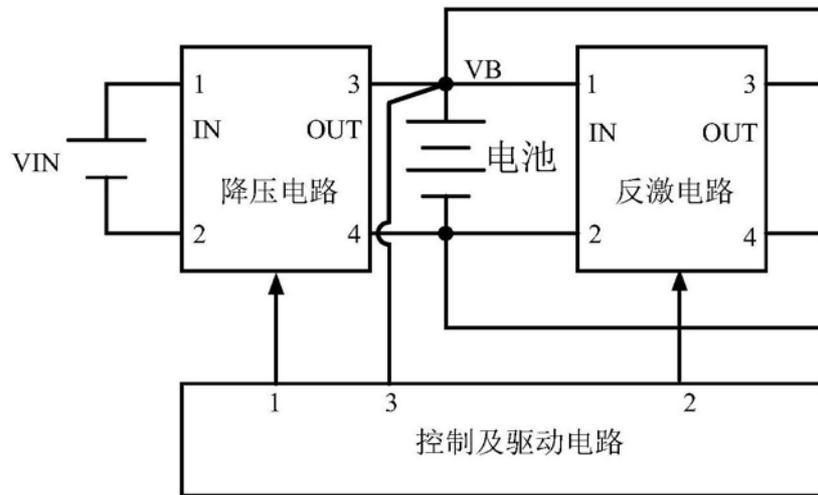


图2

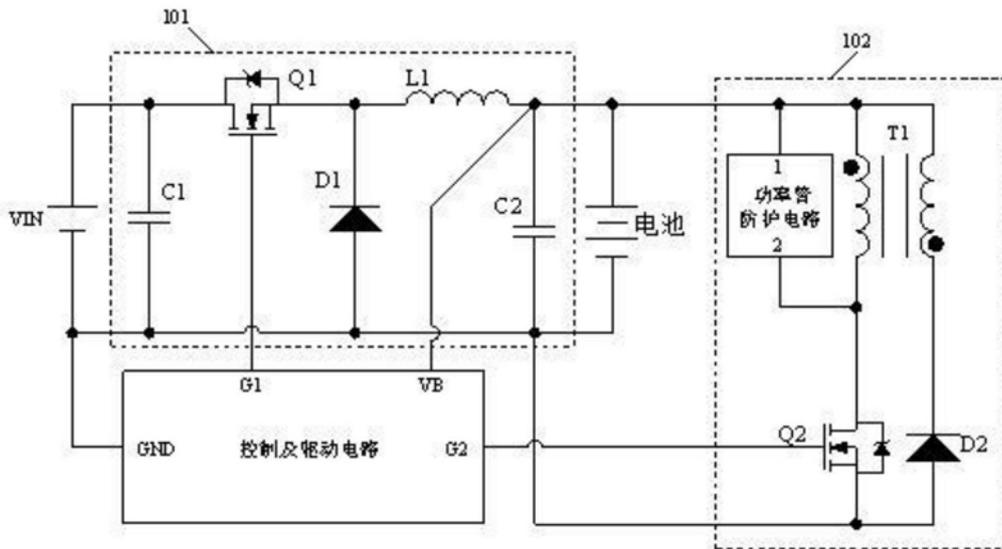


图3

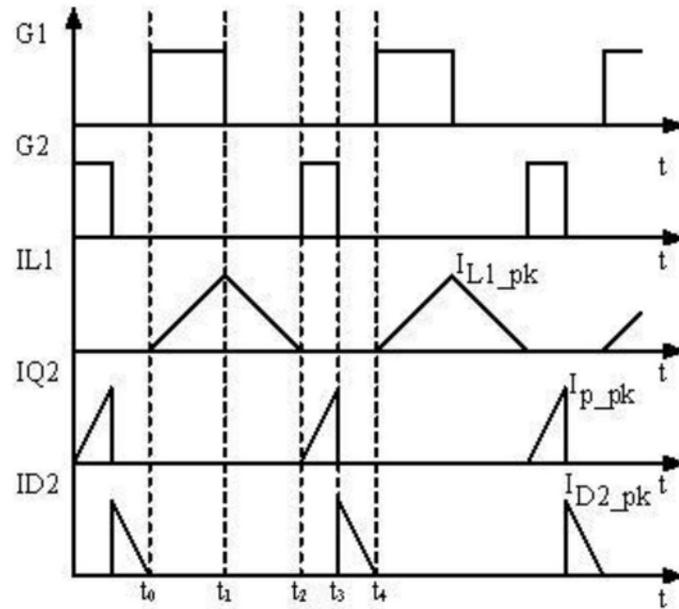


图4

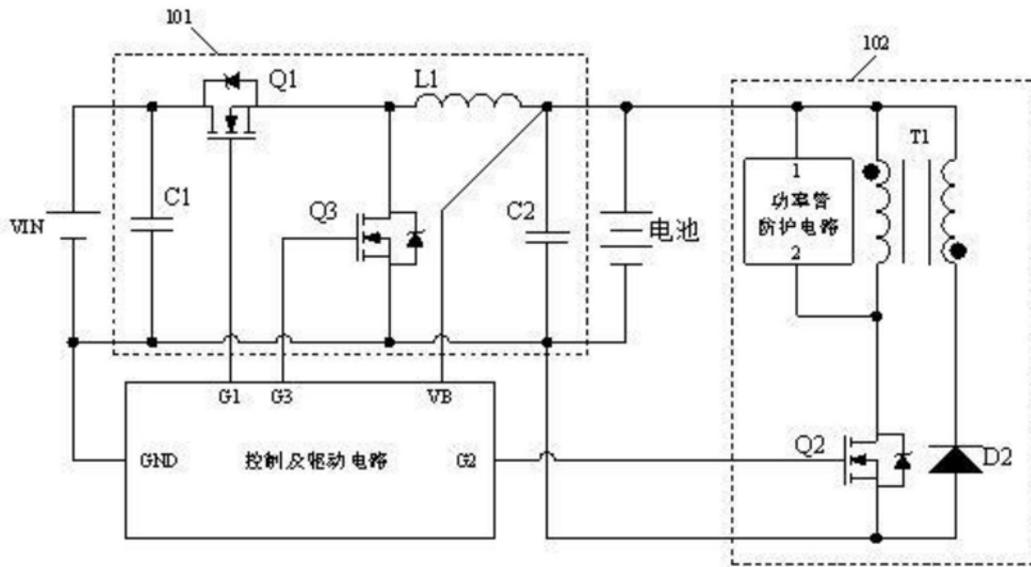


图5

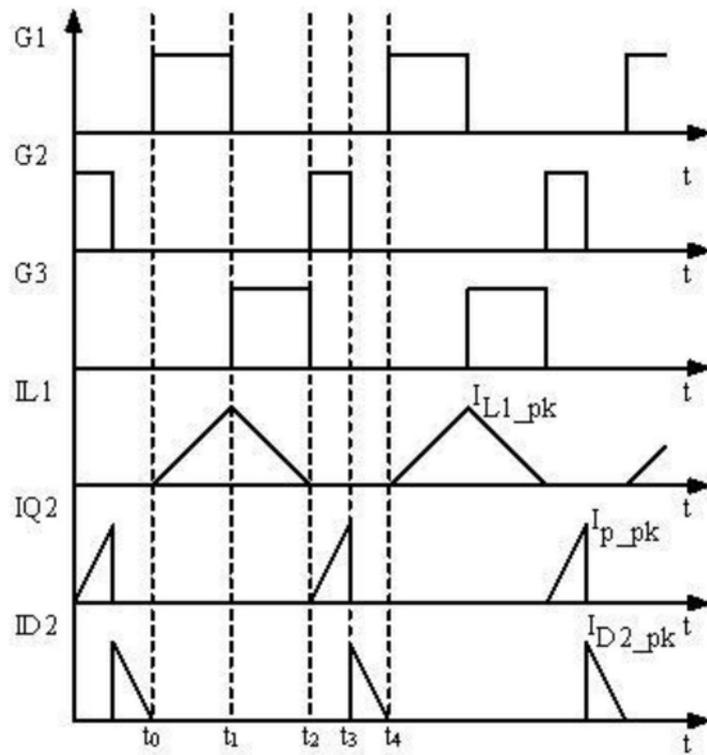


图6

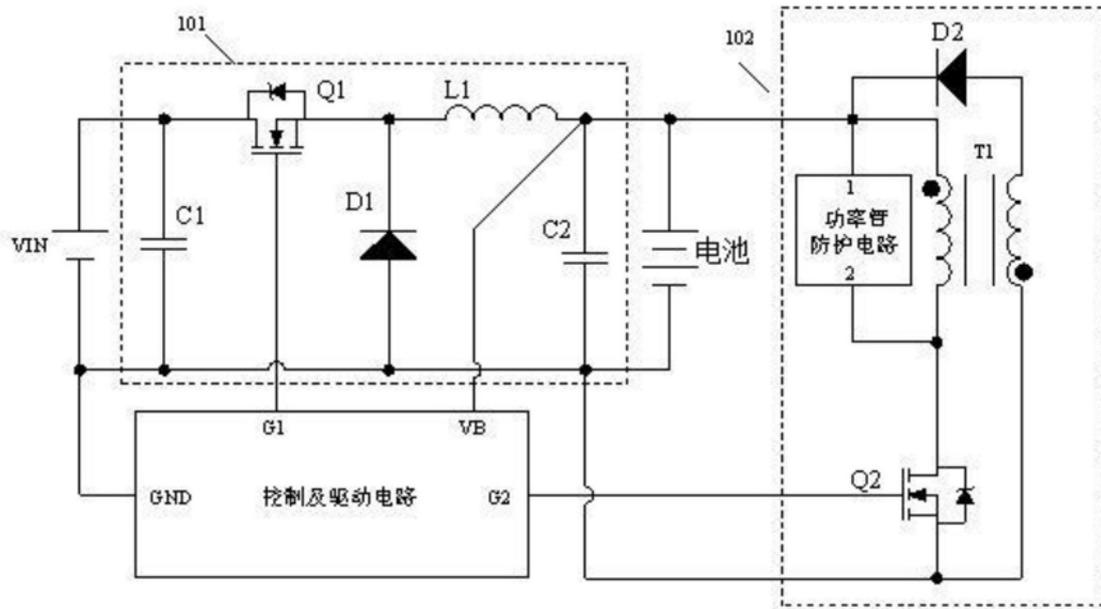


图7

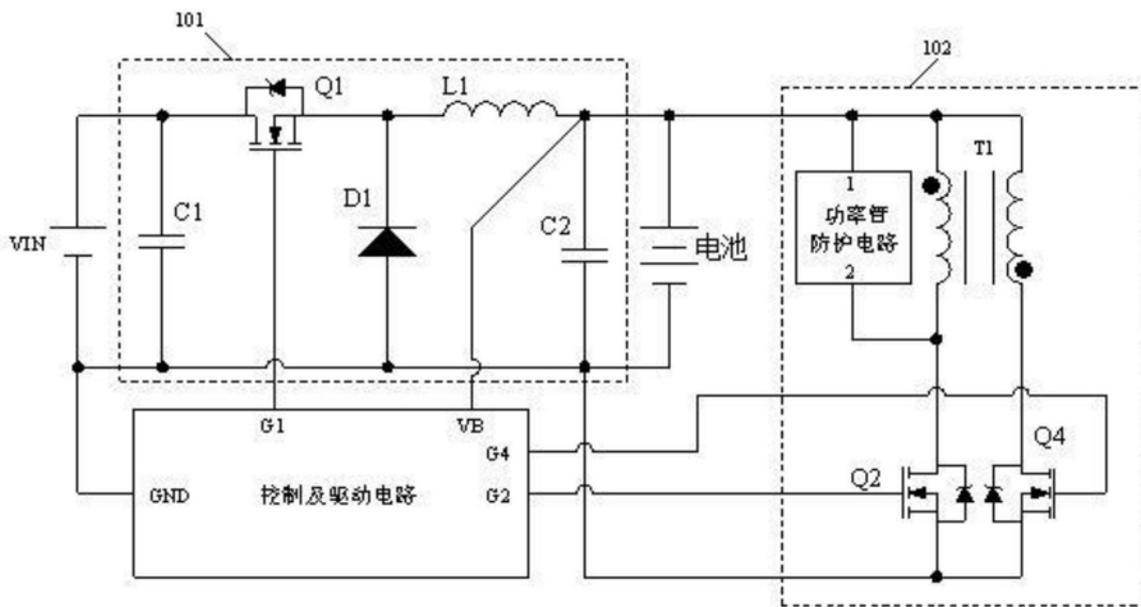


图8

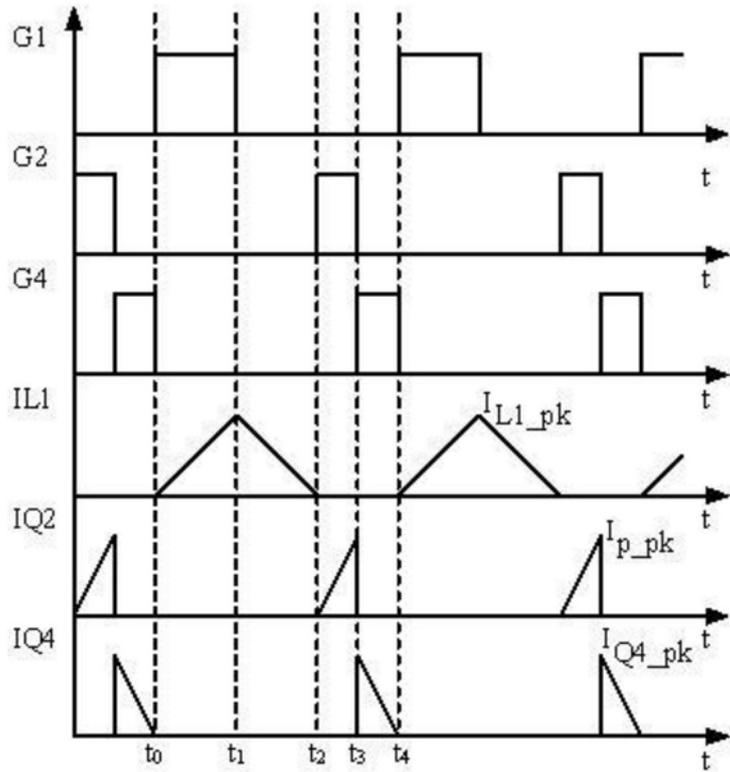


图9

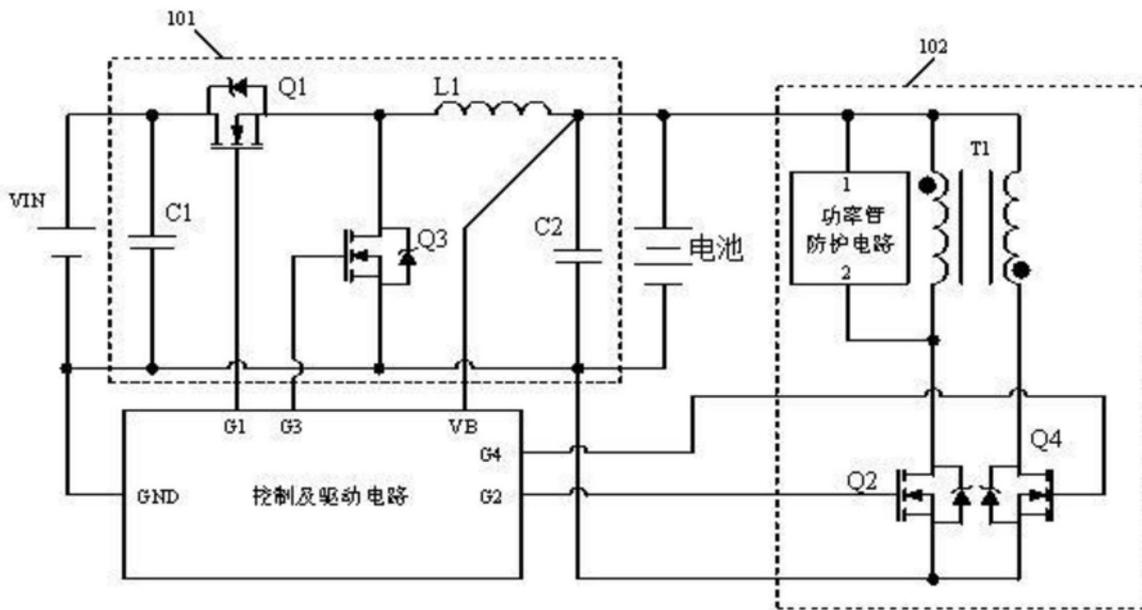


图10

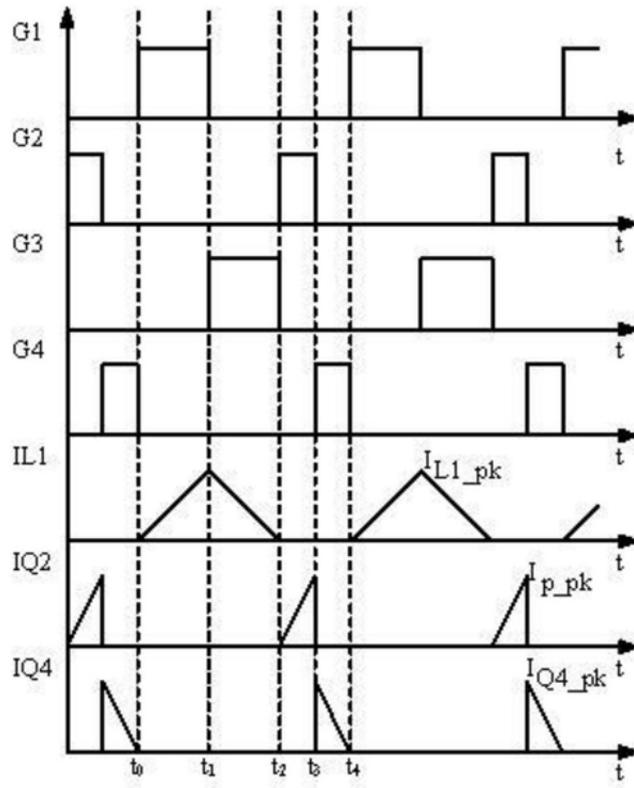


图11