



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108879027 B

(45) 授权公告日 2021.08.17

(21) 申请号 201810495005.4

(22) 申请日 2018.05.22

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108879027 A

(43) 申请公布日 2018.11.23

(73) 专利权人 宁德时代新能源科技股份有限公司
地址 352100 福建省宁德市蕉城区漳湾镇新港路2号

(72) 发明人 但志敏 张伟 侯贻真 左希阳 吴兴远 朱涛声

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限公司 11258
代理人 贺琳

(51) Int.Cl.
H01M 10/615 (2014.01)

H01M 10/633 (2014.01)

H01M 10/667 (2014.01)

H02J 7/00 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2011144861 A1, 2011.06.16

CN 102074752 A, 2011.05.25

CN 106464122 A, 2017.02.22

CN 102377419 A, 2012.03.14

CN 102377419 A, 2012.03.14

US 2009066402 A1, 2009.03.12

US 2009066402 A1, 2009.03.12

CN 106160446 A, 2016.11.23

CN 106160446 A, 2016.11.23

CN 102170031 A, 2011.08.31

CN 102170031 A, 2011.08.31

US 2011144861 A1, 2011.06.16

审查员 廖菊蓉

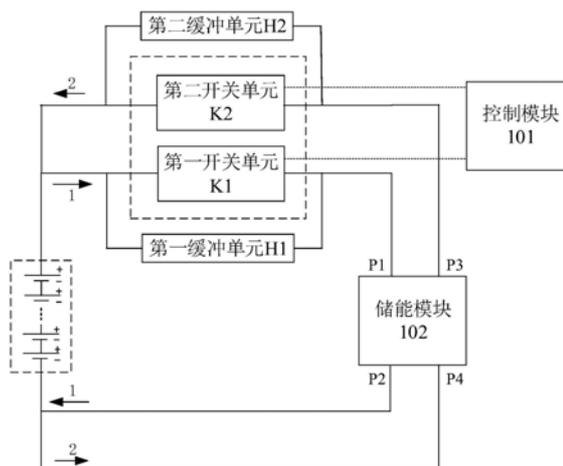
权利要求书2页 说明书11页 附图10页

(54) 发明名称

加热系统和功率开关器件

(57) 摘要

本发明公开一种加热系统和功率开关器件。该加热系统中开关模块包括第一开关单元和第二开关单元；控制模块控制第一开关单元闭合以及控制第二开关单元断开，使电池组、第一开关单元和储能模块，形成放电回路；控制模块控制第一开关单元断开，以及控制第二开关单元断开，使储能模块、第二开关单元和电池组，形成续流回路；缓冲模块包括第一缓冲单元和第二缓冲单元，第一缓冲单元并联于第一开关单元的两端，用于在第一开关单元断开或者闭合时提供短时通路；第二缓冲单元并联于第二开关单元的两端，用于在第二开关单元断开或者闭合时提供短时通路。采用本发明实施例中的技术方案，能够避免功率开关器件承受较大的尖峰电压。



1. 一种加热系统,其特征在于,包括:电池组、储能模块、开关模块、控制模块和缓冲模块;其中,

所述开关模块包括第一开关单元和第二开关单元;

所述控制模块控制所述第一开关单元闭合,以及控制所述第二开关单元断开,使所述电池组、所述第一开关单元和所述储能模块,形成放电回路;

所述控制模块控制所述第一开关单元断开,以及控制所述第二开关单元闭合,使所述储能模块、所述第二开关单元和所述电池组,形成续流回路;

所述缓冲模块包括第一缓冲单元和第二缓冲单元,所述第一缓冲单元并联于所述第一开关单元的两端,用于在所述第一开关单元断开或者闭合时提供短时通路;所述第二缓冲单元并联于所述第二开关单元的两端,用于在所述第二开关单元断开或者闭合时提供短时通路;

所述第一开关单元包括第一功率开关器件和第二功率开关器件,所述第二开关单元包括第三功率开关器件和第四功率开关器件;

所述第一功率开关器件、所述第二功率开关器件、所述第三功率开关器件和所述第四功率开关器件的功率大于阈值电压,所述阈值电压为所述放电回路和所述续流回路切换时,由所述电池组到各功率开关器件之间线束的杂散电感以及所述储能模块的电感值引起的尖峰电压;

所述第一缓冲单元包括两组RC缓冲电路或者RCD缓冲电路,其中一组所述RC缓冲电路或者RCD缓冲电路并联于所述第一功率开关器件的两端,另一组所述RC缓冲电路或者RCD缓冲电路并联于所述第二功率开关器件的两端;

所述第二缓冲单元包括两组RC缓冲电路或者RCD缓冲电路,其中一组所述RC缓冲电路或者RCD缓冲电路并联于所述第三功率开关器件的两端,另一组所述RC缓冲电路或者RCD缓冲电路并联于所述第四功率开关器件的两端。

2. 根据权利要求1所述的加热系统,其特征在于,所述RCD缓冲电路包括电阻、电容和二极管;其中,

所述RCD缓冲电路并联于所述第一开关单元的两端时,所述电容的第一端与所述第一开关单元的第一端连接,所述电容的第二端与所述二极管的输出端连接,所述二极管的输入端与所述第一开关单元的第二端连接;所述电阻并联于所述电容的两端;

所述RCD缓冲电路并联于所述第二开关单元的两端时,所述电容的第一端与所述第二开关单元的第一端连接,所述电容的第二端与所述二极管的输入端连接,所述二极管的输出端与所述第二开关单元的第二端连接;所述电阻并联于所述电容的两端。

3. 根据权利要求1所述的加热系统,其特征在于,所述加热系统还包括吸收电容,所述吸收电容并联于所述电池组的两极。

4. 根据权利要求1所述的加热系统,其特征在于,所述储能模块包括第一端、第二端、第三端和第四端;

所述第一功率开关器件两端分别与所述电池组的正极和所述第一端连接,所述第二功率开关器件的两端分别与所述电池组的负极和所述第二端连接,所述第三功率开关器件的两端分别与所述电池组的正极和所述第三端连接,所述第四功率开关器件的两端分别与所述电池组的负极和所述第四端连接;

所述控制模块控制所述第一功率开关器件和所述第二功率开关器件同步闭合,以及控制所述第三功率开关器件和所述第四功率开关器件同步断开,使所述电池组和所述储能模块,形成所述放电回路;

所述控制模块控制所述第一功率开关器件和所述第二功率开关器件同步断开,以及控制所述第三功率开关器件和所述第四功率开关器件同步闭合,使所述储能模块和所述电池组,形成所述续流回路;

所述第一缓冲单元包括两组RC缓冲电路或者RCD缓冲电路,其中一组所述RC缓冲电路或者RCD缓冲电路并联于所述第一功率开关器件的两端,另一组所述RC缓冲电路或者RCD缓冲电路并联于所述第二功率开关器件的两端;

所述第二缓冲单元包括两组RC缓冲电路或者RCD缓冲电路,其中一组所述RC缓冲电路或者RCD缓冲电路并联于所述第三功率开关器件的两端,另一组所述RC缓冲电路或者RCD缓冲电路并联于所述第四功率开关器件的两端。

5. 根据权利要求1所述的加热系统,其特征在于,所述尖峰电压 V_{peak} 为:

$$V_{peak} = V_{dd} + (L_1 + L_2) \times \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

其中, V_{dd} 为所述电池组的电压值, L_1 为所述储能模块的电感值, L_2 为所述电池组到所述功率开关器件之间线束的杂散电感, Δt 为所述放电回路和所述续流回路切换时,电流大小和电流方向发生突变经历的时长, ΔI 为 Δt 内的电流变化值。

6. 根据权利要求1所述的加热系统,其特征在于,所述功率开关器件包括绝缘栅双极型晶体管IGBT和用于驱动所述IGBT的驱动电路,所述驱动电路包括相连接的驱动IC和外部栅极电阻,所述外部栅极电阻和所述IGBT的栅极连接,所述加热系统还包括功率放大模块;

所述功率放大模块设置于所述驱动IC和所述外部栅极电阻之间,所述功率放大模块包括一级或者多级功率放大电路,用于对所述驱动IC输出的电流进行放大,以满足所述IGBT对大驱动电流的需求。

7. 根据权利要求6所述的加热系统,其特征在于,所述功率放大电路包括:一个NPN三极管和一个PNP三极管;其中,

所述驱动IC的输出端分别与所述NPN三极管基极和所述PNP三极管的基极连接;

所述NPN三极管的集电极分别与正直流电压源和所述驱动IC连接;

所述PNP三极管的集电极分别与负直流电压源和所述驱动IC连接;

所述NPN三极管的发射极和所述PNP三极管的发射极均与所述外部栅极电阻连接。

8. 根据权利要求7所述的加热系统,其特征在于,所述功率放大电路还包括放大电阻,所述放大电阻的一端与所述驱动IC的输出端连接,所述放大电阻的另一端分别与所述NPN三极管基极和所述PNP三极管的基极连接。

加热系统和功率开关器件

技术领域

[0001] 本发明涉及电池技术领域,尤其涉及一种加热系统和功率开关器件。

背景技术

[0002] 目前,电池组的温度低于允许工作温度范围的下限时,电池组无法工作,需要加热到允许工作温度范围内,电池组才能够正常工作。

[0003] 现有技术中,电池组的加热方案为:控制功率开关器件对储能器件进行充电和放电,使得电流持续流过动力电池内部,从而对动力电池进行加热。该方案具有加热速度快的优势。

[0004] 但是,本申请的发明人发现,当控制功率开关器件对储能器件进行充电和放电切换时,由于电流变化率较快,使得功率开关器件承受较大的尖峰电压,容易导致功率开关器件过热烧毁等恶劣情况发生,影响电池组快速加热系统中安全稳定运行。

发明内容

[0005] 本发明实施例提供了一种加热系统和功率开关器件,能够在短时间内为功率开关器件提供通路,从而避免功率开关器件承受较大的尖峰电压。

[0006] 第一方面,本发明实施例提供一种加热系统,该加热系统包括:电池组、储能模块、开关模块、控制模块和缓冲模块。其中,开关模块包括第一开关单元和第二开关单元;

[0007] 控制模块控制第一开关单元闭合,以及控制第二开关单元断开,使电池组、第一开关单元和储能模块,形成放电回路;

[0008] 控制模块控制第一开关单元断开,以及控制第二开关单元断开,使储能模块、第二开关单元和电池组,形成续流回路;

[0009] 缓冲模块包括第一缓冲单元和第二缓冲单元,第一缓冲单元并联于第一开关单元的两端,用于在第一开关单元断开或者闭合时提供短时通路;第二缓冲单元并联于第二开关单元的两端,用于在第二开关单元断开或者闭合时提供短时通路。

[0010] 在第一方面的一种可能的实施方式中,第一缓冲单元包括RC缓冲电路或者RCD缓冲电路,RC缓冲电路或者RCD缓冲电路并联于第一开关单元的两端;第二缓冲单元包括RC缓冲电路或者RCD缓冲电路,RC缓冲电路或者RCD缓冲电路并联于第二开关单元的两端。

[0011] 在第一方面的一种可能的实施方式中,RCD缓冲电路包括电阻、电容和二极管;RCD缓冲电路并联于第一开关单元的两端时,电容的第一端与第一开关单元的第一端连接,电容的第二端与二极管的输入端连接,二极管的输出端与第一开关单元的第二端连接;电阻并联于电容的两端。RCD缓冲电路并联于第二开关单元的两端时,电容的第一端与第二开关单元的第一端连接,电容的第二端与二极管的输出端连接,二极管的输入端与第二开关单元的第二端连接;电阻并联于电容的两端。

[0012] 在第一方面的一种可能的实施方式中,加热系统还包括吸收电容,吸收电容并联于电池组的两极。

[0013] 在第一方面的一种可能的实施方式中,第一开关单元包括第一功率开关器件和第二功率开关器件,第二开关单元包括第三功率开关器件和第四功率开关器件,储能模块包括第一端、第二端、第三端和第四端;第一功率开关器件两端分别与电池组的正极和第一端连接,第二功率开关器件的两端分别与电池组的负极和第二端连接,第三功率开关器件的两端分别与电池组的正极和第三端连接,第四功率开关器件的两端分别与电池组的负极和第四端连接;控制模块控制第一功率开关器件和第二功率开关器件同步闭合,以及控制第三功率开关器件和第四功率开关器件同步断开,使电池组和储能模块,形成放电回路;控制模块控制第一功率开关器件和第二功率开关器件同步断开,以及控制第三功率开关器件和第四功率开关器件同步闭合,使储能模块和电池组,形成续流回路;第一缓冲单元包括两组RC缓冲电路或者RCD缓冲电路,其中一组RC缓冲电路或者RCD缓冲电路并联于第一功率开关器件的两端,另一组RC缓冲电路或者RCD缓冲电路并联于第二功率开关器件的两端;第二缓冲单元包括两组RC缓冲电路或者RCD缓冲电路,其中一组RC缓冲电路或者RCD缓冲电路并联于第三功率开关器件的两端,另一组RC缓冲电路或者RCD缓冲电路并联于第四功率开关器件的两端。

[0014] 在第一方面的一种可能的实施方式中,第一功率开关器件、第二功率开关器件、第三功率开关器件和第四功率开关器件的功率大于阈值电压,阈值电压为放电回路和续流回路切换时,由电池组到各功率开关器件之间线束的杂散电感引起的尖峰电压。

[0015] 在第一方面的一种可能的实施方式中,尖峰电压 V_{peak} 为:

$$[0016] \quad V_{peak} = V_{dd} + (L_1 + L_2) \times \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

[0017] 其中, V_{dd} 为电池组的电压值, L_1 为储能模块的电感值, L_2 为电池组到功率开关器件之间线束的杂散电感, Δt 为放电回路和续流回路切换时,电流大小和电流方向发生突变经历的时长, ΔI 为 Δt 内的电流变化值。

[0018] 在第一方面的一种可能的实施方式中,功率开关器件包括IGBT和用于驱动IGBT的驱动电路,驱动电路包括相连接的驱动IC和外部栅极电阻,外部栅极电阻和IGBT的栅极连接,加热系统还包括功率放大模块;

[0019] 功率放大模块设置于驱动IC和外部栅极电阻之间,功率放大模块包括一级或者多级功率放大电路,用于对驱动IC输出的电流进行放大,以满足IGBT对大驱动电流的需求。

[0020] 在第一方面的一种可能的实施方式中,功率放大电路包括:一个NPN三极管和一个PNP三极管;其中,驱动IC的输出端分别与NPN三极管基极和PNP三极管的基极连接;NPN三极管的集电极分别与正直流电压源和驱动IC连接,PNP三极管的集电极分别与负直流电压源和驱动IC连接;NPN三极管的发射极和PNP管的发射极均与外部栅极电阻连接。

[0021] 在第一方面的一种可能的实施方式中,功率放大电路还包括放大电阻,放大电阻的一端与驱动IC的输出端连接,放大电阻的另一端分别与NPN三极管基极和PNP三极管的基极连接。

[0022] 第二方面,本发明实施例提供一种功率开关器件,该功率开关器件为IGBT器件,IGBT器件包括IGBT和用于驱动IGBT的驱动电路,驱动电路包括相连接的驱动IC和外部栅极电阻,外部栅极电阻和IGBT的栅极连接;该驱动电路还包括功率放大模块;功率放大模块设置于驱动IC和外部栅极电阻之间,功率放大模块包括一级或者多级功率放大电路,用于对

驱动IC输出的电流进行放大,以满足IGBT对大驱动电流的需求。

[0023] 在第二方面的一种可能的实施方式中,功率放大电路包括:一个NPN三极管和一个PNP三极管;其中,驱动IC的输出端分别与NPN三极管基极和PNP三极管的基极连接;NPN三极管的集电极分别与正直流电压源和驱动IC连接;PNP三极管的集电极分别与负直流电压源和驱动IC连接;NPN三极管的发射极和PNP管的发射极均与外部栅极电阻连接。

[0024] 在第二方面的一种可能的实施方式中,功率放大电路还包括放大电阻,放大电阻的一端与驱动IC的输出端连接,放大电阻的另一端分别与NPN三极管基极和PNP三极管的基极连接。

[0025] 由于本发明实施例中的加热系统具有上述结构,其中第一缓冲单元能够在第一开关单元断开时为放电回路提供短时通路,以及第二缓冲单元能够在第二开关单元断开时为续流回路提供短时通路,从而能够使得第一开关单元或者第二开关单元在下次闭合时,承受的电压慢慢上升,进而保证加热系统安全稳定运行。

附图说明

[0026] 从下面结合附图对本发明的具体实施方式的描述中可以更好地理解本发明其中,相同或相似的附图标记表示相同或相似的特征。

[0027] 图1为本发明第一实施例提供的加热系统的结构示意图;

[0028] 图2为本发明第二实施例提供的加热系统的结构示意图;

[0029] 图3为本发明第三实施例提供的加热系统的结构示意图;

[0030] 图4为本发明第四实施例提供的加热系统的结构示意图;

[0031] 图5为本发明第五实施例提供的加热系统的结构示意图;

[0032] 图6为本发明第六实施例提供的加热系统的结构示意图;

[0033] 图7为本发明第七实施例提供的加热系统的结构示意图;

[0034] 图8为本发明第八实施例提供的加热系统的结构示意图;

[0035] 图9为本发明第九实施例提供的两个IGBT串联的结构示意图;

[0036] 图10为与图9对应的VT1和VT2闭合和断开时,集电极和发射极之间电压的变化示意图;

[0037] 图11为本发明第十实施例提供的功率开关器件的结构示意图;

[0038] 图12为本发明第十一实施例提供的功率开关器件的结构示意图。

具体实施方式

[0039] 下面将详细描述本发明的各个方面的特征和示例性实施例。在下面的详细描述中,提出了许多具体细节,以便提供对本发明的全面理解。

[0040] 本发明实施例提供一种加热系统和功率开关器件。该加热系统的加热原理为:控制功率开关器件的闭合或者断开状态,对储能器件进行持续放电和充电,使得电流持续流过电池组内部,从而对电池组进行加热。

[0041] 本发明实施例涉及功率开关器件在加热系统中的应用,主要从功率开关器件选型(功率选取)、增加缓冲电路、设置吸收电容和改进驱动电路等方面,改善了功率开关器件的开关特性,解决了功率开关器件的动态和静态均衡电压的问题,从而能够更加合理地在电

池组的加热系统中应用功率开关器件,保证电池组快速加热系统更加稳定和安全。

[0042] 需要说明的是,本发明实施例中的电池组可以包括一个或者多个电池模组,每个电池模组包括至少一个电芯单体。电芯单体可以为锂离子电池、锂金属电池、铅酸电池、镍隔电池、镍氢电池、锂硫电池、锂空气电池或者钠离子电池,此处不做限定。当电池组应用在电动汽车领域时,电池组又被称为动力电池。

[0043] 本发明实施例提供的加热系统包括:电池组、控制模块、储能模块和开关模块和缓冲模块。

[0044] 其中,开关模块包括第一开关单元和第二开关单元。本发明实施例通过对第一开关单元和第二开关单元的联合控制,可以使电池组、第一开关单元和储能模块形成放电回路,以及使储能模块、第二开关单元和电池组形成续流回路,从而对储能模块持续放电和充电,使得电流持续流过电池组内部,实现对电池组的加热。

[0045] 第一开关单元和第二开关单元的具体实现形式包括多种,下面结合图1-图3对第一开关单元和第二开关单元的具体实现形式进行举例说明。

[0046] 图1为本发明第一实施例提供的加热系统的结构示意图。如图1所示,该加热系统包括:电池组、控制模块101、储能模块102、第一开关单元K1和第二开关单元K2。储能模块102包括P1-P4四个接线端口。

[0047] 在图1的示例中,第一开关单元K1设置于电池组的正极和储能模块102的P1端之间,第二开关单元K2设置于电池组的正极和储能模块102的P3端之间。

[0048] 图1中示出的加热系统在工作时,控制模块101控制第一开关单元K1闭合,以及控制第二开关单元K2断开,使电池组、第一开关单元K1和储能模块102形成放电回路1。该放电回路中电流的流向为:从电池组的正极流出,依次经过第一开关单元K1和储能模块102的P1端以及P2端,最后回流到电池组的负极,该过程电池组对储能模块102充电,使电流持续流过电池组内部,达到对电池组加热的目的。

[0049] 当电池组对储能模块102放电预定时长后,控制模块101还控制第一开关单元K1断开,以及控制第二开关单元K2断开,使储能模块102、第二开关单元K2和电池组形成续流回路2,该续流回路中电流的流向为:从储能模块102的P3端流出,依次经过第二开关单元K2、电池组的正极以及电池组的负极,最后回流到储能模块102的P4端,该过程储能模块102对电池组充电,使电流持续流过电池组内部,达到对电池组加热的目的。

[0050] 图2为本发明第二实施例提供的加热系统的结构示意图。图2与图1的不同之处在于,图2中的第一开关单元K1设置于电池组的负极和储能模块102的P2端之间,第二开关单元K2设置于电池组的负极和储能模块102的P3端之间。图2与图1中的第一开关单元K1和第二开关单元K2的工作原理相同,此处不进行赘述。

[0051] 图3为本发明第三实施例提供的加热系统的结构示意图。图3与图1的不同之处在于,图3中的第一开关单元K1包括开关器件K11和开关器件K12。第二开关单元K2包括功率开关器件K21和功率开关器件K22。

[0052] 其中,功率开关器件K11两端分别与电池组的正极和P1端连接,功率开关器件K12的两端分别与电池组的负极和P2端连接,功率开关器件K21的两端分别与电池组的正极和P3端连接,功率开关器件K22的两端分别与电池组的负极和P4端连接。

[0053] 图3中示出的加热系统在工作时:通过控制功率开关器件K11和功率开关器件K12

同步闭合,以及控制功率开关器件K21和功率开关器件K22同步断开,使电池组、功率开关器件K11、储能模块102、和功率开关器件K12形成放电回路1。该放电回路中电流的流向为:从电池组的正极流出,依次经过功率开关器件K11、储能模块102的P1端、P2端以及功率开关器件K12,最后回流到电池组的负极,该过程电池组对储能模块102充电,使电流持续流过电池组内部,达到对电池组加热的目的。

[0054] 当电池组对储能模块102放电预定时长后,还通过控制功率开关器件K11和功率开关器件K12同步断开,以及控制功率开关器件K21和功率开关器件K22同步闭合,使储能模块102、功率开关器件K21、电池组和功率开关器件K22形成续流回路2。该续流回路中电流的流向为:从储能模块102的P3端流出,依次经过功率开关器件K21、电池组的正极、负极以及功率开关器件K22,最后回流到电池组的负极,该过程储能模块102对电池组充电,使电流持续流过电池组内部,达到对电池组加热的目的。

[0055] 结合图1-图3,由于控制模块101需要持续控制第一开关单元K1和第二开关单元K2的闭合或者断开,以对放电回路和续流回路进行切换,达到对电池组持续加热的目的。因此,第一开关单元K1和第二开关单元K2的开关频率很高,对放电回路和续流回路进行切换时的电流变化率较快,即电流方向和电流大小均会发生突变。这样导致功率开关器件需要承受较大的尖峰电压,容易造成功率开关器件过热烧毁等恶劣情况发生。

[0056] 图4为本发明第四实施例提供的加热系统的结构示意图,用于结合图1对本发明实施例中的技术方案进行详细说明。

[0057] 从图4中可以看出,本发明实施例中加热系统还包括缓冲模块,缓冲模块包括第一缓冲单元H1和第二缓冲单元H2,第一缓冲单元H1并联于第一开关单元K1的两端,用于在第一开关单元K1断开时为放电回路提供短时通路,第二缓冲单元H2并联于第二开关单元K2的两端,用于在第二开关单元K2断开时为续流回路提供短时通路。

[0058] 由于本发明实施例中的第一缓冲单元H1能够在第一开关单元K1断开时为放电回路提供短时通路,以及第二缓冲单元H2能够在第二开关单元K2断开时为续流回路提供短时通路,从而能够使得第一开关单元K1或者第二开关单元K2在下次闭合时,承受的电压慢慢上升,进而保证加热系统安全稳定运行。

[0059] 在一个实施例中,第一缓冲单元H1包括RC缓冲电路或者RCD缓冲电路,RC缓冲电路或者RCD缓冲电路并联于第一开关单元K1的两端。

[0060] 在一个实施例中,第二缓冲单元H2包括RC缓冲电路或者RCD缓冲电路,RC缓冲电路或者RCD缓冲电路并联于第二开关单元K2的两端。

[0061] 图5为本发明第五实施例提供的加热系统的结构示意图,图5中示出的第一缓冲单元H1和第二缓冲单元H2采用RCD电路。

[0062] 图6为本发明第六实施例提供的加热系统的结构示意图,用于具体展示RCD电路的元器件组成。其中,RCD缓冲电路包括电阻、电容和二极管。

[0063] 如图6所示,当RCD缓冲电路并联于第一开关单元K1的两端时,电容C1的第一端与第一开关单元K1的第一端连接,电容C1的第二端与二极管D1的输入端连接,二极管D1的输出端与第一开关单元K1的第二端连接,电阻R1并联于电容C1的两端。这里电容C1也称为吸收电容。

[0064] 该RCD缓冲电路对第一开关单元K1的缓冲原理为:

[0065] 当第一开关单元K1断开时,电容C1两端的电势差突然变大,杂散电感产生的尖峰电压通过二极管D1给电容C1充电,从而抑制了第一开关单元K1断开时的电压波动。

[0066] 当第一开关单元K1闭合时,电容C1通过电阻R1和第一开关单元K1组成放电回路,电阻R1消耗了电容C1在第一开关单元K1断开期间吸收的能量,从而能够抑制第一开关单元K1闭合时的电压波动。

[0067] 如图6所示,当RCD缓冲电路并联于第二开关单元K2的两端时,电容C2的第一端与第二开关单元K2的第一端连接,电容的C2第二端与二极管D2的输出端连接,二极管D2的输入端与第二开关单元K2的第二端连接;电阻R2并联于电容C2的两端。这里电容C2也称为吸收电容。

[0068] 其中,RCD缓冲电路对第二开关单元K2的缓冲原理为:

[0069] 当第二开关单元K2断开时,电容C2两端的电势差突然变大,杂散电感产生的尖峰电压通过二极管D2给电容C2充电,电容C2抑制了第二开关单元K2断开时的电压波动。

[0070] 当第二开关单元K2闭合时,电容C2通过电阻R2和第二开关单元K2组成放电回路,电阻R2消耗了电容C2在第二开关单元K2断开期间吸收的能量,抑制了第二开关单元K2闭合时的电压波动。

[0071] 当第一开关单元K1和第二开关单元K2中的功率开关器件在下次闭合时,会通过RCD电路中的电阻R消耗电容C存储的能量,故功率开关器件的最小闭合时间会由RC网络的时间常数 \mathcal{T} 来决定, $\mathcal{T} = R \times C$ 。其中,R为RCD电路中电阻的阻值,C为RCD电路中吸收电容的容值。

[0072] 另外,考虑到在功率开关器件闭合的时候,存储在电容C中的能量将通过电阻R产生电流。电流流过功率开关器件时会相应地增加功率开关器件的闭合损耗。这里二极管D可以选择肖特基二极管,电阻R的取值范围可定为 $0.1 \sim 20 \Omega$,电容C可选择 $0.1 \sim 15 \mu\text{F}$ 范围内。

[0073] 需要说明的是,RCD缓冲电路的结构中的电阻R、电容C和二极管D还可以具有其他的组合连接方式,此处不做限定。此外,除了本发明实施例中提到的RC缓冲电路和RCD缓冲电路以外,用于第一开关单元K1和第二开关单元K2两端的缓冲电路还可以是其他结构的具有缓冲功能的电路,此处不做限定。

[0074] 图7为本发明第七实施例提供的加热系统的结构示意图,图7与图4的不同之处在于,图7中的加热系统还包括吸收电容C3。

[0075] 其中,吸收电容C3并联于电池组的两极。下面对吸收电容C3的工作原理进行说明:

[0076] 当加热系统启动后,电池组首先给吸收电容C3充电,一旦功率开关器件断开时出现的尖峰电压超过功率开关器件的阻断电压,尖峰电压将通过吸收电容C3组成回路吸收尖峰电压,直至该尖峰电压和电池组电压在同一电位。

[0077] 由于吸收电容C3的容值越大,对尖峰电压的抑制效果越明显,该吸收电容应选择耐压值较大、专用的大功率吸收电容。

[0078] 但是,考虑到功率开关器件断开时,电流产生突变,可导致续流回路中电流出现较大的震荡。由于吸收电容C3的容值增加,也会增加震荡电流,甚至过流烧毁功率开关器件,因此需根据实际情况进行测试,权衡二者之间的关系,进行吸收电容C3的选型。

[0079] 图8为本发明第八实施例提供的加热系统的结构示意图,用于结合图3对本发明实施例中的技术方案进行详细说明。

[0080] 从图8中可以看出,本发明实施例中加热系统还包括缓冲模块。为避免上述功率开关器件承受较大的尖峰电压,第一缓冲单元H1包括两组RC缓冲电路或者RCD缓冲电路,其中一组RC缓冲电路或者RCD缓冲电路并联于第一功率开关器件K11的两端,另一组RC缓冲电路或者RCD缓冲电路并联于第二功率开关器件K12的两端。第二缓冲单元H2包括两组RC缓冲电路或者RCD缓冲电路,其中一组RC缓冲电路或者RCD缓冲电路并联于第三功率开关器件K21的两端,另一组RC缓冲电路或者RCD缓冲电路并联于第四功率开关器件K22的两端。

[0081] 其中,K11和K12用在放电回路中,由于需要的开关频率较高、过流要求大,可以使用IGBT模块、多个MOS管并联模块或者SiC模块等。K21和K22使用在续流回路中,可以使用IGBT模块或者SiC模块等,甚至可以根据功能设计要求,更换成快恢复二极管等。

[0082] 图8中还示出了用作加热系统的主开关的K0。K0需要的开关频率低,可以为继电器Relay、IGBT模块或者MOS管等。

[0083] 为便于本领域技术人员理解,下面将K11、K12、K21和K22等效成IGBT模块,并结合图8对功率开关器件在加热系统中的应用特性进行详细说明。

[0084] 在本发明实施例中,当加热系统工作时,电池管理系统BMS需要同步驱动K11和K12以及同步驱动K21和K22。但是,在实际应用中,两个IGBT一定会有开关(闭合和断开)的时序差,使得电压不均衡。

[0085] 图9为本发明第九实施例提供的两个IGBT串联使用的结构示意图,用于描述功率开关器件K11和K12,或者K21和K22出现电压不均衡的原理。

[0086] 如图9所示,VT1和VT2相串联。VT1的集电极C1和发射极E1之间的电压为 U_{ce1} ,VT2的集电极C2和发射极E2之间的电压为 U_{ce2} 。

[0087] 由于VT1和VT2的驱动电路和器件本身存在差异性,以及存在杂散电感使得断开时VT1和VT2的分压不均,造成VT1和VT2的断开速度不同。

[0088] 图10为与图9对应的VT1和VT2在闭合(开通)和断开(关断)时,集电极和发射极之间电压的变化示意图。

[0089] 从图10中可以看出,在 t_0-t_1 时间段内, U_{ce1} 和 U_{ce2} 逐渐上升, U_{ce1} 的斜率大于 U_{ce2} 的斜率,说明VT1的关断速度大于VT2。

[0090] 在 t_0-t_1 时间段内, U_{ce1} 逐渐上升至高于稳态电压,说明关断速度较快的VT1在关断时承受较高电压。

[0091] 在 t_2-t_3 时间段内, U_{ce2} 先上升至高于稳态电压后,才开始下降,说明关断速度较快的VT2在开通时承受较高电压。

[0092] 同时,在车载系统中,由于空间限制,电池组到加热系统(必须通过一定长度的线束进行连接。在电源线束上的杂散电感和储能模块102的共同作用下,IGBT关断时会产生电压过冲。

[0093] 在一个实施例中,K11、K12、K21和K22在功率选取时应大于阈值电压,该阈值电压为放电回路和续流回路切换时,由电池组到各功率开关器件之间线束的杂散电感引起的尖峰电压。

[0094] 具体地,可以利用以下公式得到尖峰电压 V_{peak} ,即:

$$[0095] \quad V_{peak} = V_{dd} + (L_1 + L_2) \times \frac{\Delta I}{\Delta t} \quad (1)$$

[0096] 其中, V_{dd}为电池组的电压值, L₁为储能模块102的电感值, L₂为电池组到功率开关器件之间线束的杂散电感, Δt为放电回路和续流回路切换时, 电流大小和电流方向发生突变经历的时长, ΔI为Δt内的电流变化值。

[0097] 在一示例中, 假设电池组到K11的杂散电感值L₂=0.4μH, 当储能模块102为感性器件时, 设定该感性器件的电感量L₁=1μH, 大巴车辆电池组电压的范围通常在400~700V, 设定电池组电压V_{dd}=400V。

[0098] 考虑到K11关断时, 储能模块102E1由放电回路切换到续流回路, 且电流方向发生改变, ΔI较大, 设定为ΔI=400A, 且电流下降时间较短, 实际应用测试中, 通常电流I大小和方向发生突变的时长在Δt=1μs。

[0099] 将上述参数值代入公式(1)可以得到:

$$[0100] \quad V_{\text{peak}} = 400 + 1.4 * \frac{400}{1} = 960V \quad (2)$$

[0101] 在本发明实施例中, 为了给设计留出部分裕量, 综合电压平台等多种因素考虑, 在大巴车辆上优选1200V以上的功率开关器件。

[0102] 此外, 乘用车Pack电压平台通常在200~400V, 同时车内线束更短, 杂散电感更小, 因此V_{peak}应小于960V。在乘用车平台上可考虑600~1200V的功率开关器件, 当然具体设计时, 需以实际测试进行具体选型确定。

[0103] 在本发明的实施例中, 为了能够关断短路和过载电流, K11和K12, K21和K22在理想情况下应该实现同步的开通和关断, 因此, 最好选择同一批次, 同样规格和相同厂家的功率开关器件一起使用。

[0104] 合理运用功率开关器件的最后一个, 也是最重要的一个方法是设计合理的驱动电路。下面将以IGBT的驱动为例进行具体分析, 这里提到的驱动电路, 也部分适用于其他的功率开关器件。

[0105] 合理的驱动电路需要实现对IGBT短路和过电压保护的功能。下面以IGBT为例为IGBT驱动电路的实现进行详细说明。

[0106] 在电池组的加热系统中, IGBT驱动电路首先需考虑IGBT的最大峰值电流I_{peak}。

[0107] 可以使用公式(1)估算IGBT的最大峰值电流I_{max}。

$$[0108] \quad I_{\text{max}} = \frac{\Delta U_{ge}}{R_{g\text{min}}} \times 0.74 = 0.74 \times \frac{U_{g\text{max}} - U_{g\text{min}}}{R_{g\text{in}} + R_{g\text{ext}}} \quad (3)$$

[0109] 其中, I_{max}为驱动IC输出的峰值电流, U_{gmax}是开通IGBT正栅极电压, U_{gmin}是关断IGBT负栅极电压, U_{gmax}和U_{gmin}的取值范围一般在-20V~+20V之间, R_{gin}为IGBT的内部栅极电阻, 在0.8-1.2Ω范围内, R_{gext}为外部驱动电路所加的栅极电阻。

[0110] R_{gext}为驱动电路的设计重点部分之一, R_{gext}的取值关乎IGBT的关开性能和耗损, 因此R_{gext}需要根据不同型号IGBT取值, 同时以实际测试进行动态调整。

[0111] 在公式(3)中, 0.74为校正因数, 其推导过程如下:

[0112] 考虑到内部寄生电阻和电感的存在, 当开通和关断IGBT时, 认为IGBT的内部寄生电容C_{ge}恒定, 内部寄生电感L_g和栅极的引线杂散电感L_{gon}和L_{goff}组成的RLC电路的微分方程为:

$$[0113] \quad L \frac{d^2 i_g(t)}{dt^2} + R_g \frac{di_g(t)}{dt} + \frac{i_g(t)}{C_{ge}} = 0 \quad (4)$$

[0114] 其中, $L = L_{gon} + L_{goff}$, 为栅极的引线杂散电感总和, $R_g = R_{gin} + R_{gext}$, 为内外部的栅极电阻之和, $i_g(t)$ 是随时间变化的栅极电流。

[0115] 对公式(3)求解可以得到:

$$[0116] \quad I_{max} = \frac{\Delta U_{ge}}{R_{gmin}} * \frac{2}{e} \quad (5)$$

$$[0117] \quad R_{gmin} \geq 2 \sqrt{\frac{L_{gadd}}{C_{ge}}} \quad (6)$$

[0118] 其中, $\frac{2}{e}$ 为校正因数, 等于0.74; R_{gmin} 为栅极中不会引起震荡的最小栅极电阻, $L_{gadd} = L_g + L_{gon}$, 或者, $L_{gadd} = L_g + L_{goff}$ 。

[0119] 在上述推导中还可以发现, 如若 L_{gadd} 较大, 即栅极驱动线较长, R_{gmin} 的值也必须增大, 以此避免栅极续流二极管出现跳变的问题。

[0120] 图11为本发明第十实施例提供的功率开关器件的结构示意图。如图11所示, 功率开关器件包括IGBT和用于驱动IGBT的驱动电路, 驱动电路包括相连接的驱动IC和外部栅极电阻 R_{gext} , 外部栅极电阻 R_{gext} 和IGBT的栅极G连接。

[0121] 如图11所示, 加热系统还包括功率放大模块1101, 用于满足功率开关器件(比如IGBT)对大驱动电流的需求。

[0122] 其中, 功率放大模块1101设置于驱动IC和外部栅极电阻 R_{gext} 之间, 功率放大模块1101包括一级或者多级功率放大电路, 用于对驱动IC输出的电流进行放大, 以满足IGBT对大驱动电流的需求。

[0123] 图12为本发明第十一实施例提供的功率开关器件的结构示意图, 用于展示功率放大电路的具体元器件组成。如图12所示, 功率放大电路包括: 一个NPN三极管和一个PNP三极管。

[0124] 其中, 驱动IC的输出端分别与NPN三极管基极B1和PNP三极管的基极B2连接。NPN三极管的集电极C01分别与正直流电压源(+5V~+20V)和驱动IC连接。PNP三极管的集电极C02分别与负直流电压源(-20V~0V)和驱动IC连接。NPN三极管的发射极E01和PNP管的发射极E02均与外部栅极电阻 R_{gext} 连接。

[0125] 在一个实施例中, 如图12所示, 功率放大电路还包括放大电阻 R_c , 放大电阻 R_c 的一端与驱动IC的输出端连接, 放大电阻 R_c 的另一端分别与NPN三极管基极B1和PNP三极管的基极B2连接。

[0126] 图12中示出的功率放大电路的工作原理为:

[0127] 当驱动IC接收到控制模块101的高电平开通信号(+5V)后, 向 R_c 输出正驱动电流, NPN三极管的集电极C01和发射极E01导通, 使得IGBT的栅极G和发射极E之间的电平被拉到+5V~+20V, 使得IGBT闭合导通。

[0128] 当驱动IC接收到控制模块101的低电平关断信号(0V)后, 向 R_c 输出负驱动电流, PNP三极管的集电极C02和发射极E02导通, 使得IGBT的栅极G和发射极E之间的电平被拉到-

20V~0V,使得IGBT断开。

[0129] 需要说明的是,图12中仅示出功率放大电路为一级时的拓扑结构。也可以通过将多级功率放大电路并联,进一步提高对IGBT的驱动能力。当然,本领域技术人员也可以根据实际需要采用其他类型的功率放大电路实现对IGBT的驱动,此处不进行限定。

[0130] 为便于本领域技术人员实施例,下面对图12中各元器件的参数选取进行详细说明。

[0131] S1,使用式公式(3)计算驱动IGBT所需的峰值电流 I_{\max} ;

[0132] S2,选择封装较大的NPN和PNP,以及考虑每个升压级的最大电流。

[0133] 若只有一个升压级,则该最大电流和S1得到的峰值电流可以一致;

[0134] 若有多个升压级,则使多个升压级并联,将每个升压级提供的电流除以升压级的数量,以此计算 R_{gext} 电阻的大小。

[0135] S3、根据所选择NPN和PNP的数据手册,确定三极管的电流传输比 h_e ,使用 $\frac{I_{\text{peak}}}{h_e}$ 计算得到NPN三极管的基极电流 I_{b1} 和PNP三极管的基极电流 I_{b2} ,再根据驱动IGBT的 ΔV_{ge} 电压值,来计算 R_c 电阻的大小。

[0136] 结合上述分析可知,在放电回路中,K11和K12开断同步性不同会导致器件的分压不均,因此在设计时,K11和K12的驱动IC和驱动电路应完全相同,在PCB设计时,也应尽量保持高度对称,同时对于驱动板和IGBT的连线也应尽量对称,当然对于驱动电阻的取值,应根据实际测试类校正,本设计 R_{gext} 的取值范围设定为1.5~3.8 Ω , R_c 的取值范围设定为30~180 Ω 。

[0137] 在电池组快速加热系统中,功率开关器件的使用较其他常规系统稍有不同,针对上述提到的三种措施,在本系统中都不是单独使用的,对于大功率开关器件在电池组快速加热系统中应用,也都是组合起来进行实施的。

[0138] 需要明确的是,本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,各个实施例之间相同或相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。对于装置实施例而言,相关之处可以参见方法实施例的说明部分。本发明并不局限于上文所描述并在图中示出的特定步骤和结构。本领域的技术人员可以在领会本发明的精神之后,作出各种改变、修改和添加,或者改变步骤之间的顺序。并且,为了简明起见,这里省略对已知方法技术的详细描述。

[0139] 以上所述的结构框图中所示的功能块可以实现为硬件、软件、固件或者它们的组合。当以硬件方式实现时,其可以例如是电子电路、专用集成电路(ASIC)、适当的固件、插件、功能卡等等。当以软件方式实现时,本发明的元素是被用于执行所需任务的程序或者代码段。程序或者代码段可以存储在机器可读介质中,或者通过载波中携带的数据信号在传输介质或者通信链路上传送。“机器可读介质”可以包括能够存储或传输信息的任何介质。机器可读介质的例子包括电子电路、半导体存储器设备、ROM、闪存、可擦除ROM(EROM)、软盘、CD-ROM、光盘、硬盘、光纤介质、射频(RF)链路,等等。代码段可以经由诸如因特网、内联网等的计算机网络被下载。

[0140] 本发明可以以其他的具体形式实现,而不脱离其精神和本质特征。例如,特定实施例中所描述的算法可以被修改,而系统体系结构并不脱离本发明的基本精神。因此,当前的

实施例在所有方面都被看作是示例性的而非限定性的,本发明的范围由所附权利要求而非上述描述定义,并且,落入权利要求的含义和等同物的范围内的全部改变从而都被包括在本发明的范围之内。

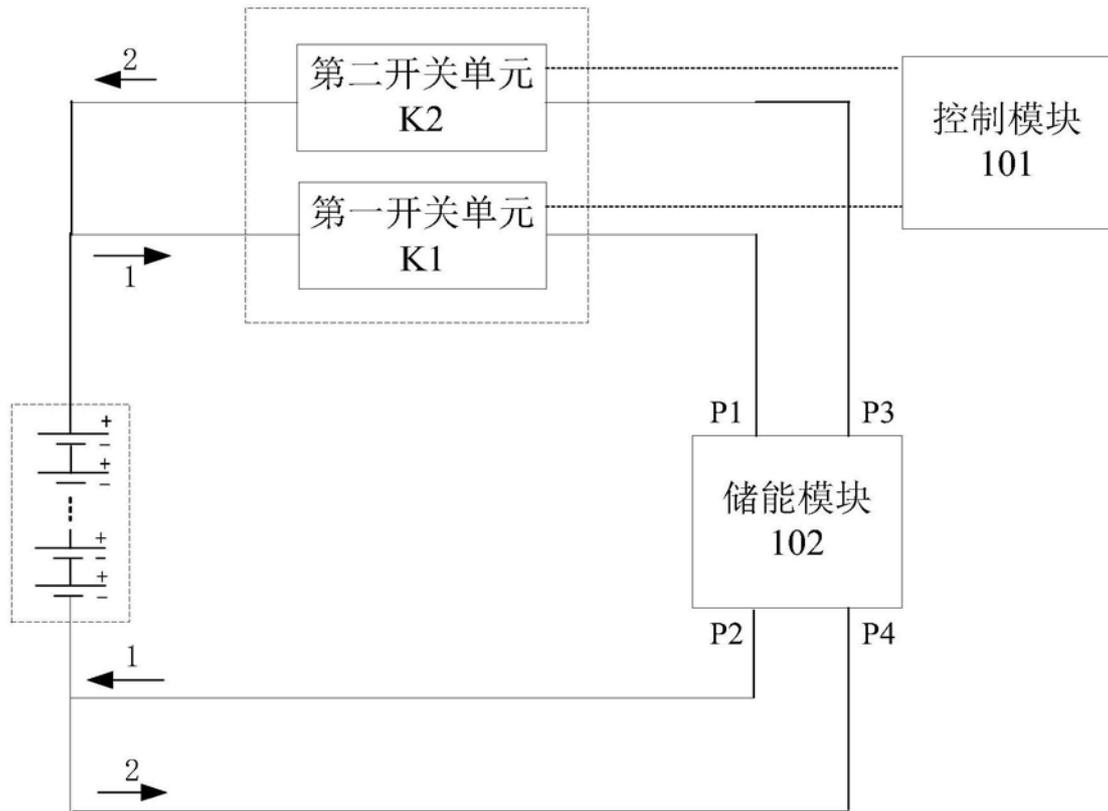


图1

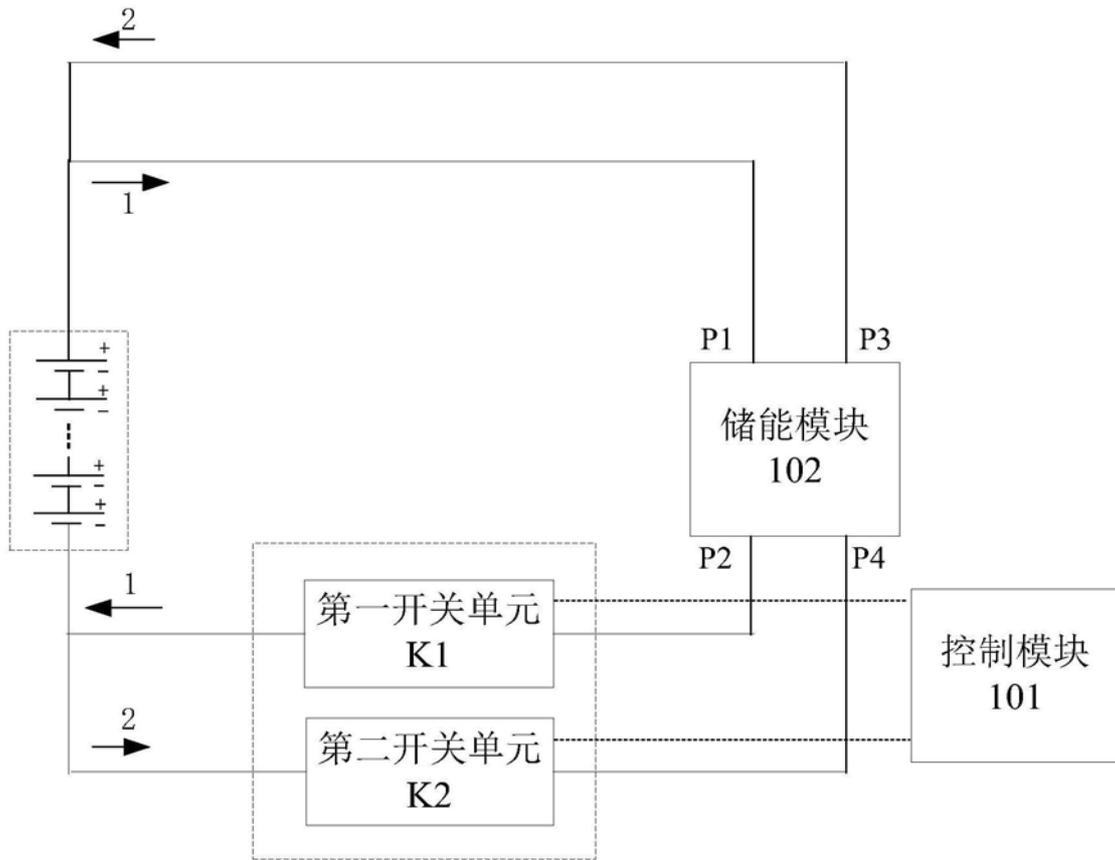


图2

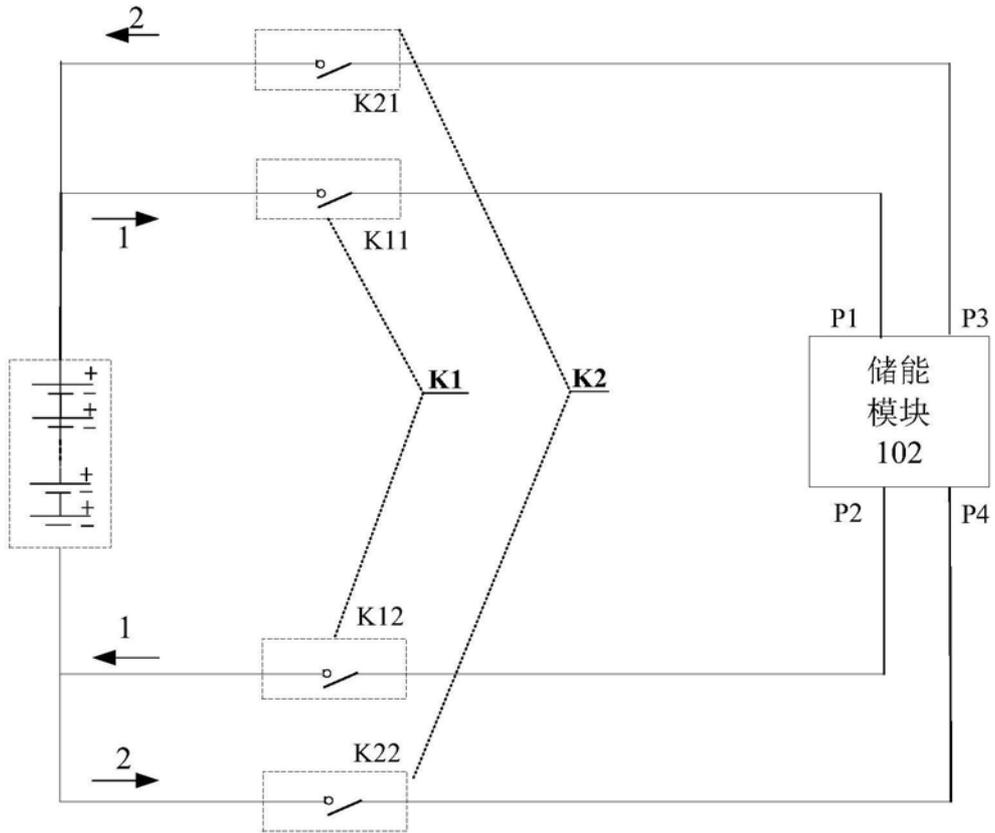


图3

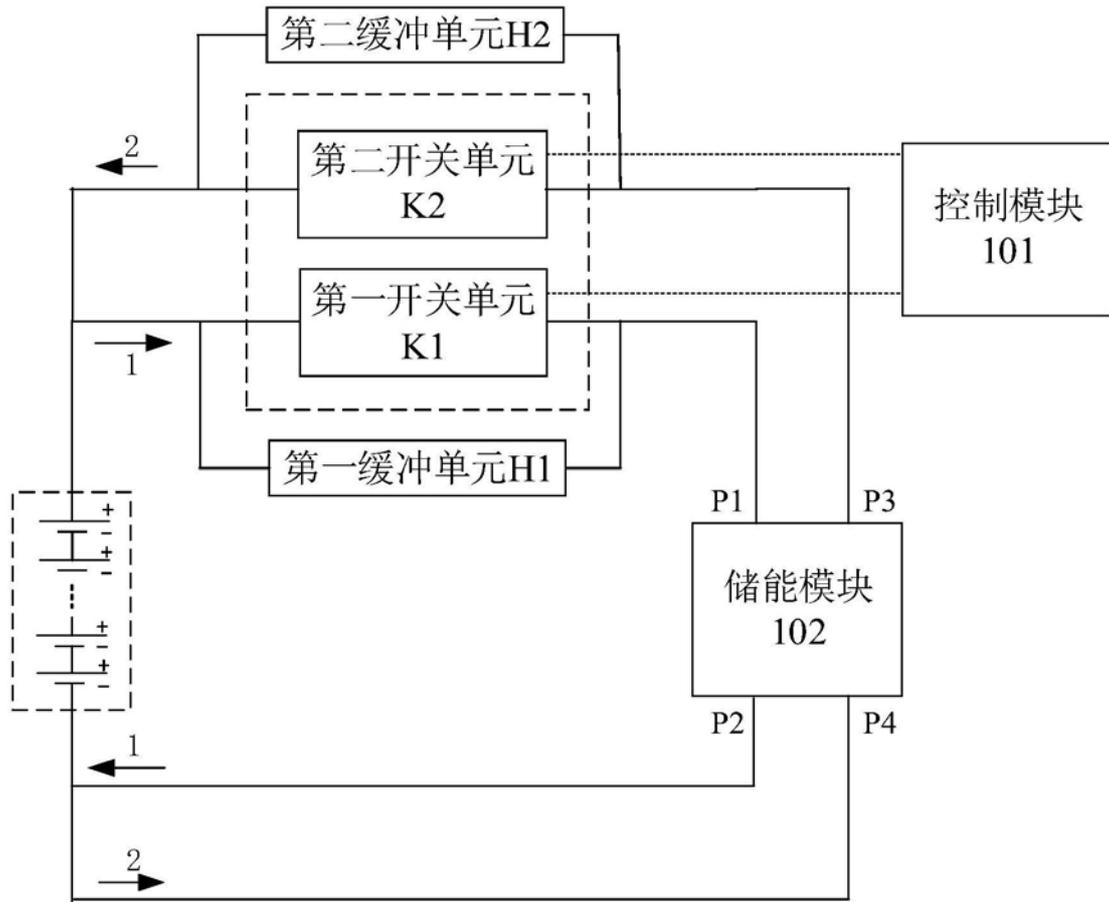


图4

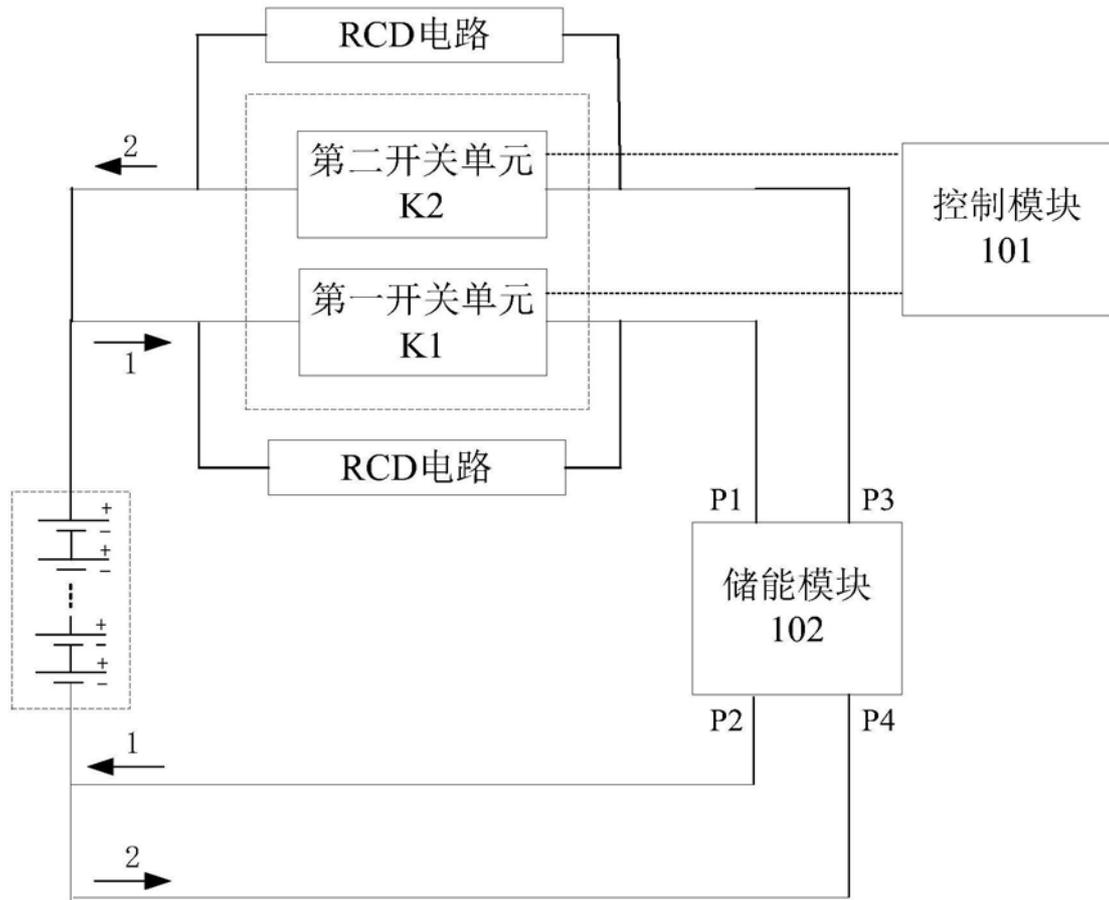


图5

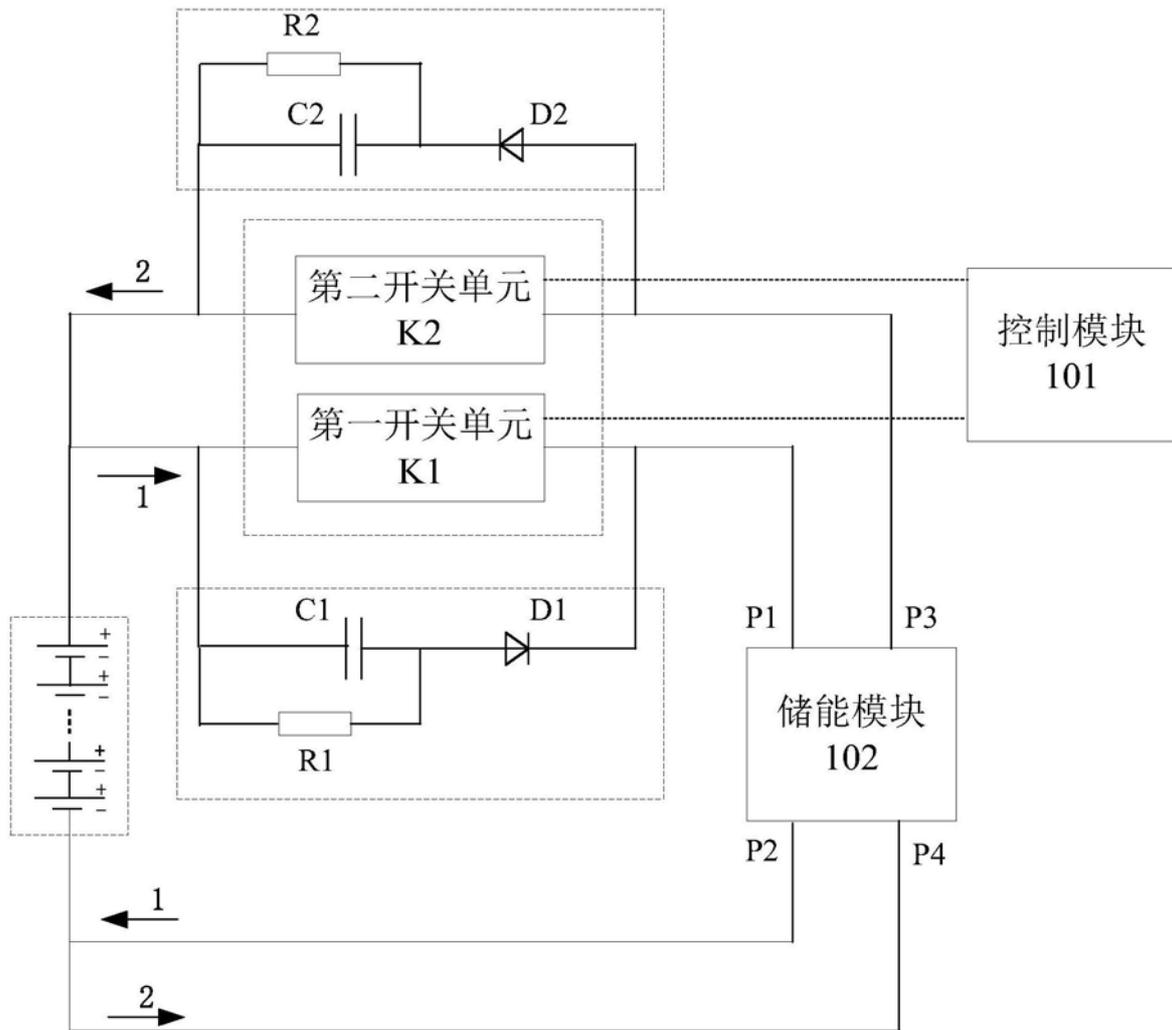


图6

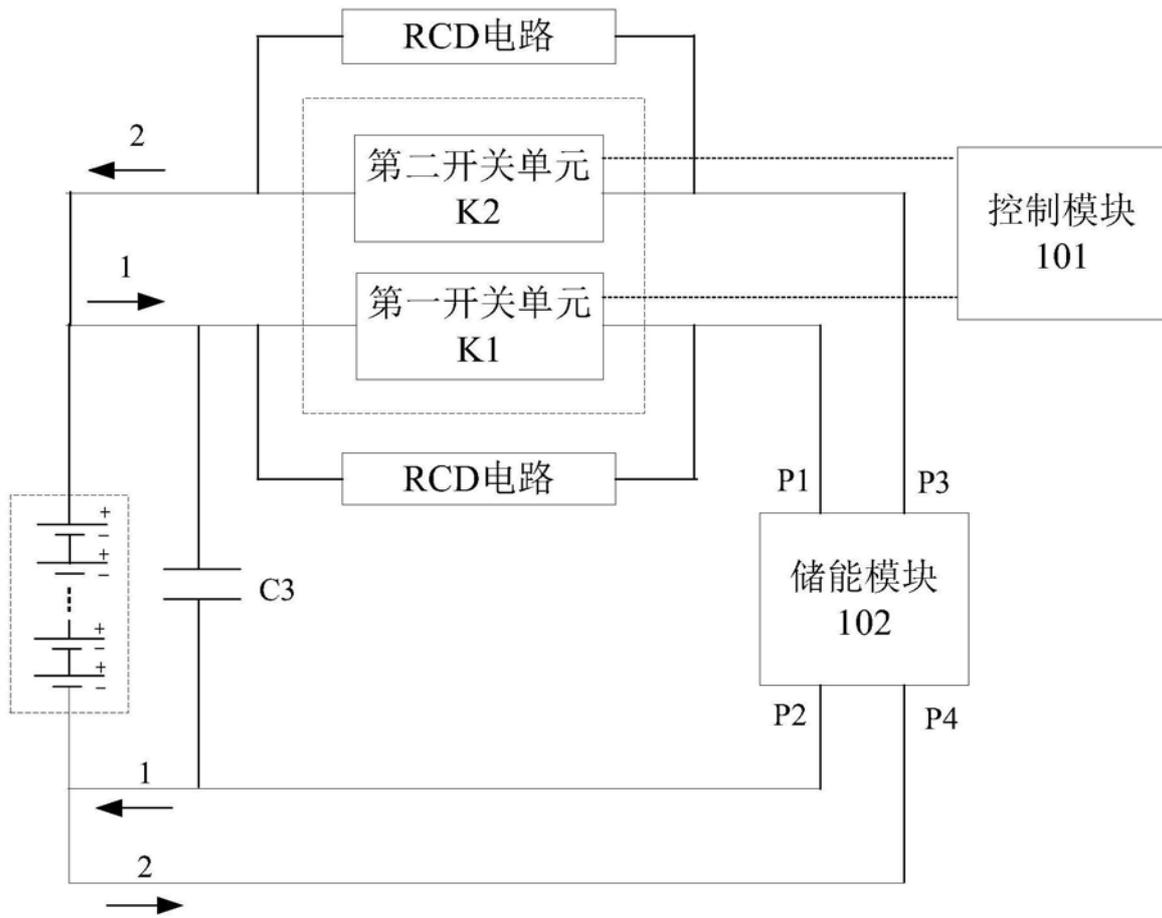


图7

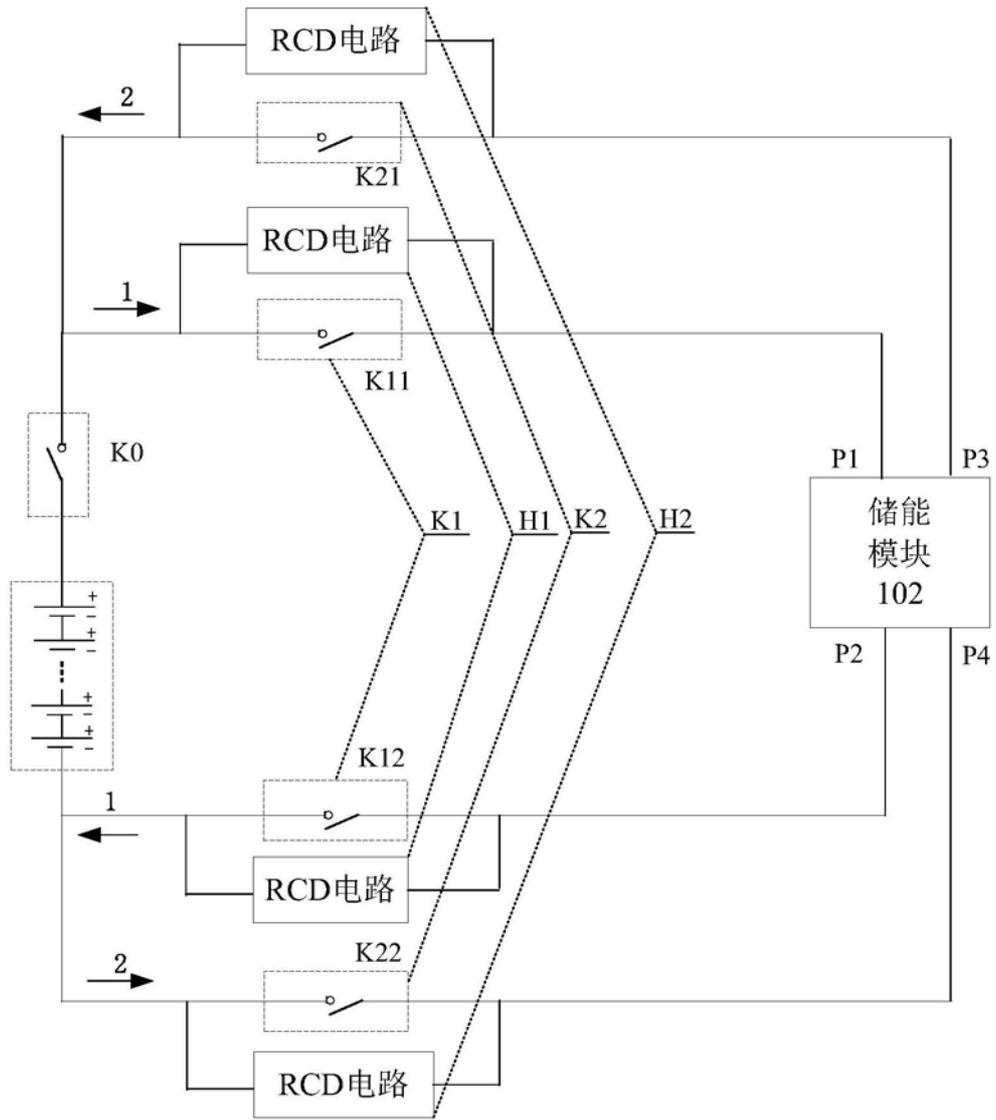


图8

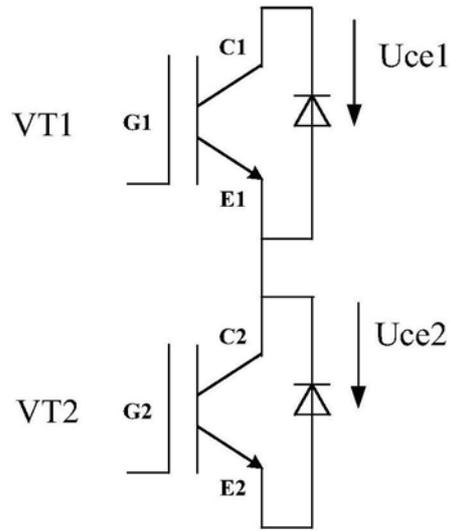


图9

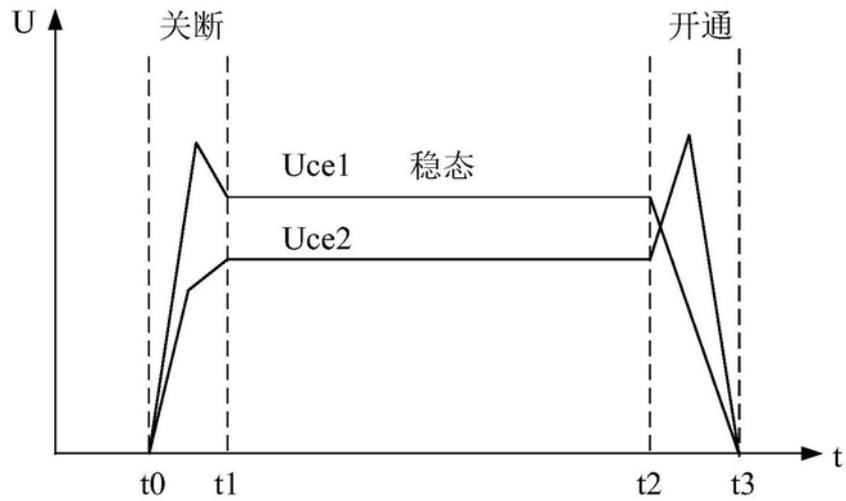


图10

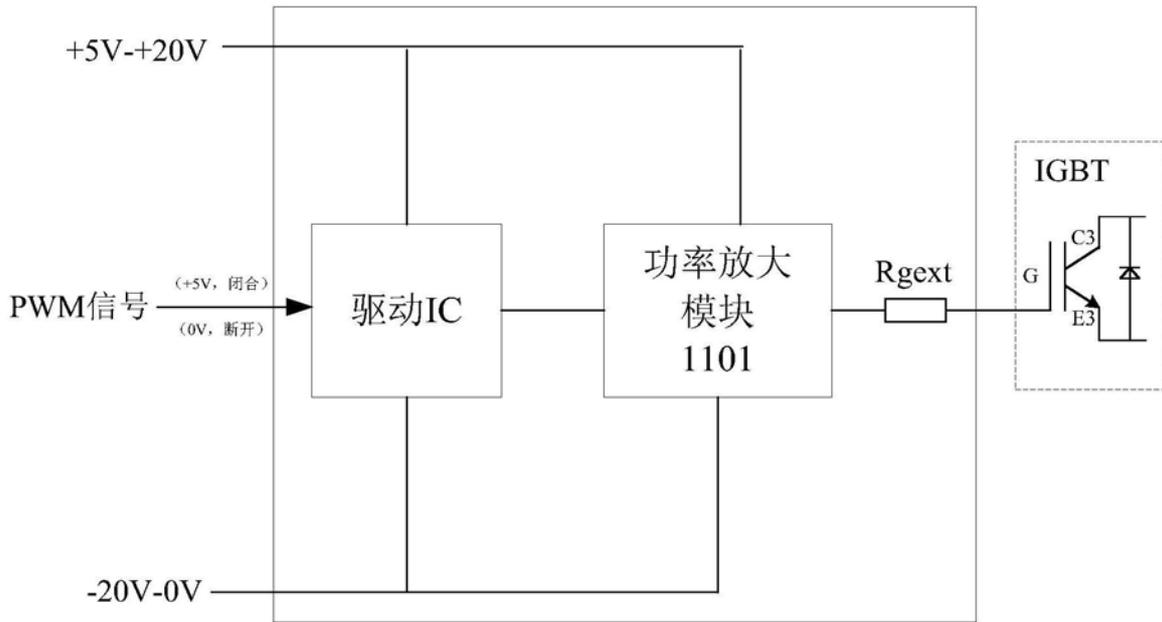


图11

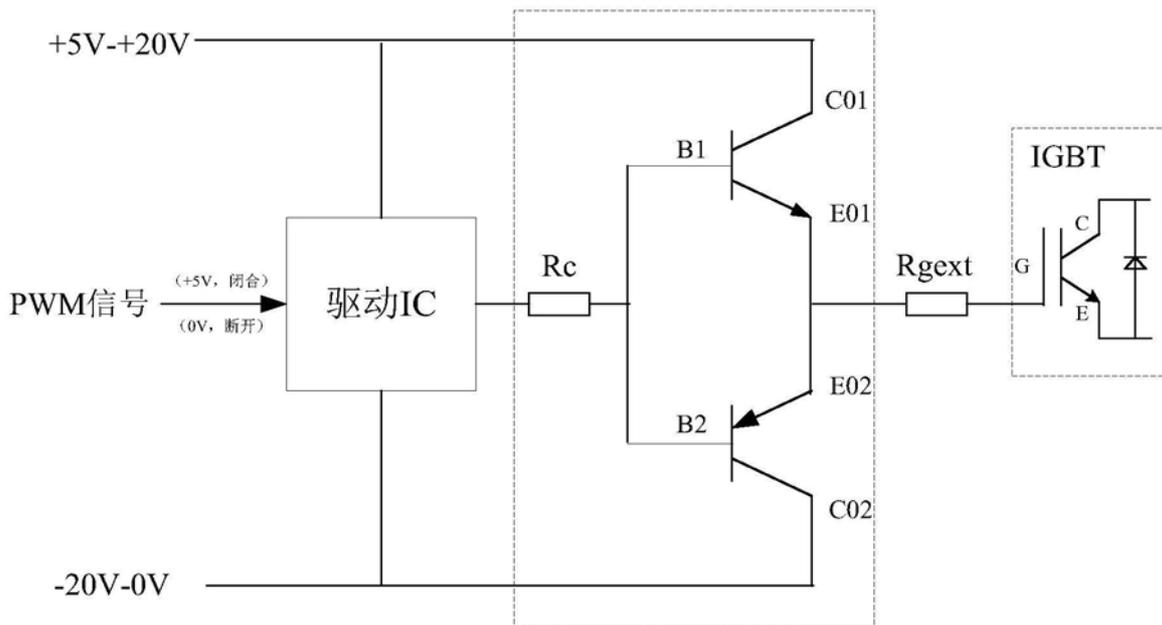


图12