



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108988619 A

(43)申请公布日 2018.12.11

(21)申请号 201810649589.6

(22)申请日 2018.06.22

(71)申请人 浙江海得新能源有限公司

地址 314500 浙江省嘉兴市桐乡市梧桐街
道二环南路1320号

(72)发明人 刘诗洋

(74)专利代理机构 丽水创智果专利代理事务所
(普通合伙) 33278

代理人 朱巧兴

(51) Int. Cl.

H02M 1/092(2006.01)

H02M 3/337(2006.01)

H02M 1/32(2007.01)

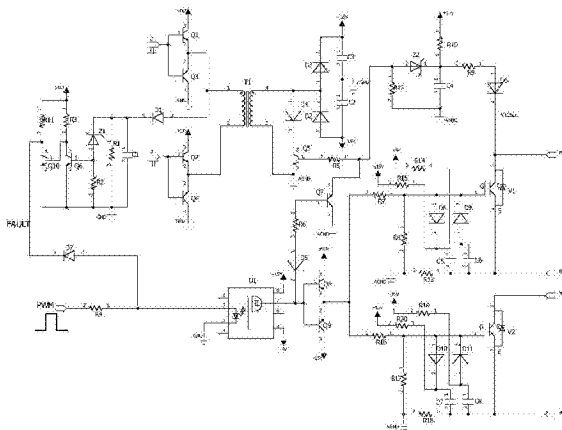
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

一种适用于大功率逆变器的IGBT模块驱动电路

(57)摘要

本发明涉及一种适用于大功率逆变器的IGBT模块驱动电路,包括全桥DC/DC驱动电源电路、一个光耦隔离电路、推挽功率放大电路、IGBT过流检测电路、欠压和故障保护电路,其特征在于还设置有变压器反馈过流信号电路,变压器反馈过流信号电路包括变压器输出反馈电路和变压器输入识别电路,变压器输出反馈电路采样过流信号并反馈给变压器的输入,变压器输入识别电路与欠压和故障保护电路连接,识别过流故障或电源电压欠压故障并通过光耦隔离电路、推挽功率放大电路关闭IGBT驱动电路、IGBT栅极过压保护。本发明的有益效果是结构简洁,成本低,体积小,容量大,可靠性高。



1. 一种适用于大功率逆变器的IGBT模块驱动电路,包括全桥DC/DC驱动电源电路、一个光耦隔离电路、推挽功率放大电路、IGBT过流检测电路、欠压和故障保护电路,全桥DC/DC驱动电源电路包括变压器,光耦隔离电路与推挽功率放大电路、欠压和故障保护电路连接,推挽功率放大电路与IGBT驱动电路、IGBT过流检测电路连接,IGBT过流检测电路与并联IGBT驱动电路连接,其特征在于:还包括IGBT栅极过压保护电路、并联IGBT栅极驱动电路,所述并联IGBT栅极驱动电路与IGBT栅极过压保护电路连接,还设置有变压器反馈过流信号电路,变压器反馈过流信号电路包括变压器输出反馈电路和变压器输入识别电路,变压器输出反馈电路采样过流信号并反馈给变压器的输入,变压器输入识别电路与欠压和故障保护电路连接,识别过流故障或电源电压欠压故障并通过光耦隔离电路、推挽功率放大电路关闭IGBT驱动电路。

2. 根据权利要求1所述的IGBT模块驱动电路,其特征在于:所述变压器输出反馈电路包括电阻五、三极管五、二极管四、电阻十二,二极管四正极接变压器输出正极,二极管四负极接三极管五集电极,三极管五发射极接变压器输出负极,变压器输出负极接驱动地,三极管五基极接电阻五一端,电阻五另一端接电阻十二一端和IGBT过流检测电路,电阻十二另一端接驱动地。

3. 根据权利要求1或2所述的IGBT模块驱动电路,其特征在于:所述变压器输入识别电路包括二极管一、电容一、电阻一、齐纳二极管一,二极管一正极接变压器输入一端,二极管一负极接电容一的一端、电阻一的一端、齐纳二极管一负极,齐纳二极管一正极接欠压和故障保护电路,电容一另一端、电阻一另一端和电阻二一端连接在一起并接数字地。

4. 根据权利要求1或2所述的IGBT模块驱动电路,其特征在于:所述IGBT过流检测电路包括高压二极管六、电阻十、电阻九、电容四、齐纳二极管二、二极管五、电阻六、三极管七,高压二极管六负极接IGBT驱动电路,高压二极管六正极接电阻九的一端,电阻九另一端分别接齐纳二极管二负极、电容四的一端、电阻十的一端,电阻十另一端接驱动电源输出正极,齐纳二极管二正极接变压器输出反馈电路、三极管七发射极,三极管七集电极、电容四另一端接驱动地,三极管七基极接电阻六的一端,电阻六的另一端接二极管五正极,二极管五负极接推挽功率放大电路的输入。

5. 根据权利要求1或2所述的IGBT模块驱动电路,其特征在于:所述欠压和故障保护电路包括电阻二、电阻三、三极管六、二极管七、电阻十一、三极管十,电阻三的一端、电阻十一的一端分别接输入电源,电阻三另一端分别接三极管十基极、三极管六集电极,三极管六发射极、三极管十发射极、电阻二的一端均接数字地,三极管六基极与电阻二的另一端、变压器输入识别电路连接,电阻十一另一端分别接三极管十集电极、二极管七负极,二极管七正极接光耦隔离电路。

6. 根据权利要求1所述的IGBT栅极驱动电路,其特征在于:所述并联IGBT栅极驱动电路包括电阻七、电阻八、电阻十三、电阻十六、电阻十七、电阻十八,电阻七一端与驱动推挽短路输出连接,电阻七另一端分别接电阻八一端、功率半导体一的栅极,电阻八另一端接电阻十三一端并接入数字地,电阻十三另一端接功率半导体开关器件一的发射极;同理,并联的另一路栅极驱动电路中,电阻十六一端与驱动推挽短路输出连接,电阻十六另一端分别接电阻十七一端、功率半导体二的栅极,电阻十七另一端接电阻十八一端并接入数字地,电阻十八另一端接功率半导体开关器件二的发射极。

7. 根据权利要求1所述的IGBT模块驱动电路,其特征在于:所述IGBT栅极过压保护电路包括二极管八、二极管九、二极管十、二极管十一、电阻十四、电阻十五、电阻十九、电阻二十、电容五、电容六、电容七、电容八,电阻十四的一端连接负驱动电源,另一端分别连接二极管九正级、电容六的一端,二极管九负极接入功率半导体开关器件一的栅极,电容六另一端接入功率半导体开关器件一的发射级,电阻十五的一端连接正驱动电源,另一端分别连接二极管八负级、电容五的一端,二极管八正极接入功率半导体开关器件一的栅极,电容五另一端接入功率半导体开关器件一的发射级;同理,并联的另一路栅极过压保护电路中,电阻十九一端连接负驱动电源,另一端分别连接二极管十一正级、电容八的一端,二极管十一负极接入功率半导体开关器件二的栅极,电容八另一端接入功率半导体开关器件二的发射级,电阻二十的一端连接正驱动电源,另一端分别连接二极管十负级、电容七的一端,二极管十正极接入功率半导体开关器件二的栅极,电容七另一端接入功率半导体开关器件二的发射级。

一种适用于大功率逆变器的IGBT模块驱动电路

技术领域

[0001] 本发明涉及一种适用于大功率逆变器的IGBT模块驱动电路,主要用于电气控制。

技术背景

[0002] 逆变器广泛应用于风能、太阳能、变频器等行业。近年来,随着新能源的迅速发展,逆变器向大容量、高电压方向发展,逆变器开关器件通常是IGBT(绝缘栅型双极晶体管),其驱动电路有变压器隔离和光耦隔离两种隔离形式,IGBT模块容量越大,则要求驱动电路的容量就越大,IGBT模块电压等级越高,需要驱动电路的隔离电压越高,因此IGBT模块的驱动电路设计是逆变器的关键。目前变压器隔离的驱动器有瑞士CONCEPT公司2SC0435T(1700V电压等级,每路功率4W,峰值输出电流35A),德国INFINEON公司的2ED300C17-ST(1700V电压等级,每路功率4W,峰值输出电流30A),它们的特点功率相对较大、保护功能齐全,目前广泛应用于风能和光伏逆变器中。但这类驱动器的器件数量多、价格昂贵,体积较大,不适合安装在IGBT表面(连接电缆距离较长),可靠性降低。

[0003] 驱动电路采用光耦隔离的器件是宽体光耦,例如HCNW2611或HCNW3120,但是应用于690V系统的这类宽体光耦只有驱动光耦,没有反馈光耦,这就需要增加一个反馈光耦,成本增加,体积增大。同时,宽体光耦的驱动电流有限,峰值最大只有2A,无法满足大容量IGBT模块的需要。

[0004] 对于大功率或并联IGBT驱动电路中,由于各种原因导致的驱动电压正向或负向尖峰愈发严重,导致栅极电压超出半导体允许电压范围导致功率半导体损坏,针对过压问题之前大多是使用增加栅极电容或使用稳压器件进行尖峰吸收,但是这种抑制作用有限,在部分情况下依然无法完全有效抑制过压尖峰。比如文献号为CN201420397767.8的文献,为了解决当IGBT关断时,线路电感产生的频率很高、幅值很大、脉冲很窄的尖峰电压,威胁开关管的安全工作,其采用了具备软关断功能和源钳位功能的保护电路,软关断功能可根据实际需求调节软关断的时间,能够有效地抑制由电路中寄生电感产生的尖峰电压,确保IGBT安全可靠的工作,源钳位功能能钳住IGBT的集电极电位,使其不要到达太高的水平,电压尖峰太高,或者太陡,都会使IGBT受到威胁;文献号为CN201020298705.3的文献,针对现有技术中的IGBT管器件电路成本高、不能对输出短路和上下桥臂直通的短路起保护作用的缺陷,提出了一种基于IGBT桥式开关拓扑的驱动电路的保护模块,该保护模块包括母线检测电流单元,阈值比较单元,下桥控制单元,故障反馈单元以及MCU,下桥控制单元在电压信号大于基准电压阈值时,将下桥IGBT管的正门极驱动电压稳定至第二电压,第二电压小于IGBT管正常工作时的正门极驱动电压,故障反馈单元用于在电压信号大于基准电压阈值,且下桥IGBT管的正门极驱动电压稳定至第二电压后,向MCU反馈故障信号,且MCU根据故障信号停止输出门极驱动信号。从上述文献的技术方案可以看出,虽然驱动保护电路具备保护功能,但是电路的连接过于复杂,制作的成本过高,导致在实际应用环节缺乏可行性,也不能很好地解决实际问题。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是克服现有技术中所存在的上述不足,而提供一种适用于大功率逆变器的IGBT模块驱动电路。

[0006] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案是:该适用于大功率逆变器的IGBT模块驱动电路,包括全桥DC/DC驱动电源电路、一个光耦隔离电路、推挽功率放大电路、IGBT过流检测电路、欠压和故障保护电路,全桥DC/DC驱动电源电路包括变压器,光耦隔离电路与推挽功率放大电路、欠压和故障保护电路连接,推挽功率放大电路与IGBT驱动电路、IGBT过流检测电路连接,IGBT过流检测电路与并联IGBT驱动电路连接,还包括IGBT栅极过压保护电路、并联IGBT栅极驱动电路,所述并联IGBT栅极驱动电路与IGBT栅极过压保护电路连接,还设置有变压器反馈过流信号电路,变压器反馈过流信号电路包括变压器输出反馈电路和变压器输入识别电路,变压器输出反馈电路采样过流信号并反馈给变压器的输入,变压器输入识别电路与欠压和故障保护电路连接,识别过流故障或电源电压欠压故障并通过光耦隔离电路、推挽功率放大电路关闭IGBT驱动电路。

[0007] 本发明所述变压器输出反馈电路包括电阻五、三极管五、二极管四、电阻十二,二极管四正极接变压器输出正极,二极管四负极接三极管五集电极,三极管五发射极接变压器输出负极,变压器输出负极接驱动地,三极管五基极接电阻五一端,电阻五另一端接电阻十二一端和IGBT过流检测电路,电阻十二另一端接驱动地。

[0008] 本发明所述变压器输入识别电路包括二极管一、电容一、电阻一、齐纳二极管一,二极管一正极接变压器输入一端,二极管一负极接电容一的一端、电阻一的一端、齐纳二极管一负极,齐纳二极管一正极接欠压和故障保护电路,电容一另一端、电阻一另一端和电阻二另一端连接在一起并接数字地。

[0009] 本发明所述IGBT过流检测电路包括高压二极管、电阻十、电阻九、电容四、齐纳二极管二、二极管五、电阻六、三极管七,高压二极管负极接IGBT驱动电路,高压二极管正极接电阻九的一端,电阻九另一端分别接齐纳二极管二负极、电容四的一端、电阻十的一端,电阻十另一端接驱动电源输出正极,齐纳二极管二正极接变压器输出反馈电路、三极管七发射极,三极管七集电极、电容四另一端接驱动地,三极管七基极接电阻六的一端,电阻六的另一端接二极管五正极,二极管五负极接推挽功率放大电路的输入。

[0010] 本发明所述欠压和故障保护电路包括电阻二、电阻三、三极管六、二极管七、电阻十一、三极管十,电阻三的一端、电阻十一的一端分别接输入电源,电阻三另一端分别接三极管十基极、三极管六集电极,三极管六发射极、三极管十发射极、电阻二的一端均接数字地,三极管六基极与电阻二的另一端、变压器输入识别电路连接,电阻十一另一端分别接三极管十集电极、二极管七负极,二极管七正极接光耦隔离电路。

[0011] 本发明所述并联IGBT栅极驱动电路包括电阻七、电阻八、电阻十三、电阻十六、电阻十七、电阻十八,电阻七一端与驱动推挽短路输出连接,电阻七另一端分别接电阻八一端、功率半导体一的栅极,电阻八另一端接电阻十三一端并接入数字地,电阻十三另一端接功率半导体开关器件一的发射极;同理,并联的另一路驱动电路中,电阻十六一端与驱动推挽短路输出连接,电阻十六另一端分别接电阻十七一端、功率半导体二的栅极,电阻十七另一端接电阻十八一端并接入数字地,电阻十八另一端接功率半导体开关器件二的发射极。

[0012] 本发明所述IGBT栅极过压保护电路包括二极管八、二极管九、二极管十、二极管十一、电阻十四、电阻十五、电阻十九、电阻二十、电容五、电容六、电容七、电容八,电阻十四的一端连接负驱动电源,另一端分别连接二极管九正级、电容六的一端,二极管九负极接入功率半导体开关器件一的栅极,电容六另一端接入功率半导体开关器件一的发射级,电阻十五的一端连接正驱动电源,另一端分别连接二极管八负级、电容五的一端,二极管八正极接入功率半导体开关器件一的栅极,电容五另一端接入功率半导体开关器件一的发射级;同理,并联的另一路栅极过压保护电路中,电阻十九一端连接负驱动电源,另一端分别连接二极管十一正级、电容八的一端,二极管十一负极接入功率半导体开关器件二的栅极,电容八另一端接入功率半导体开关器件二的发射级,电阻二十的一端连接正驱动电源,另一端分别连接二极管十负级、电容七的一端,二极管十正极接入功率半导体开关器件二的栅极,电容七另一端接入功率半导体开关器件二的发射级。

[0013] 本发明的有益效果是结构简洁,成本低,体积小,容量大,可靠性高,成本低廉,易于维护。

附图说明

[0014] 图1是本发明实施例电路原理图;

图2是本发明实施例典型波形示意图。

具体实施方式

[0015] 结合附图及实施例对本发明进行进一步详尽的描述。

[0016] 本实施例包括全桥DC/DC驱动电源电路、一个光耦隔离电路、推挽功率放大电路、IGBT过流检测电路、变压器反馈过流信号电路、欠压和故障保护电路。变压器反馈过流信号电路通过变压器T1传递IGBT过流故障信号,当出现过流故障时,通过导通三极管五Q5,将变压器T1输出短路,将信号传递到变压器T1输入,变压器T1整流后电压低于故障设定值(齐纳二极管一Z1电压值),便识别故障。

[0017] 如图1所示,所述全桥DC/DC驱动电源电路包括:驱动电源输入的全桥电路(包括三极管一Q1,三极管二Q2,三极管三Q3,三极管四Q4)和变压器T1,三极管一Q1、三极管三Q3接受控制信号Q,三极管二Q2、三极管四Q4接受控制信号Q的互补信号 \bar{Q} ,使变压器T1工作在全桥模式,在这种模式下变压器T1的效率高,可以满足大容量IGBT模块的驱动功率需求,输入电源VDD电压通常是15V;驱动电源输出整流电路(包括二极管二D2,二极管三D3,电容二C2,电容三C3)把输出整流为正驱动电源(+15V)和负驱动电源(-15V)两路电压,为光耦隔离电路、推挽功率放大电路、IGBT过流检测电路、变压器反馈过流信号电路、IGBT驱动电路提供电源,IGBT驱动电路包括电阻七、电阻八和IGBT模块V1,全桥DC/DC驱动电源电路为现有技术。

[0018] 所述光耦隔离电路包括:限流电阻R4和宽体光耦U1,将PWM控制信号从限流电阻R4输入传递到输出,宽体光耦U1可以满足1000V母线电压的隔离需求,光耦隔离电路为现有技术。

[0019] 所述推挽功率放大电路包括:NPN三极管Q8和PNP三极管Q9,由于光耦的输出电流不能满足IGBT模块V1的驱动电流需求,需要增加一级推挽放大电路,例如使用FZT851和

FZT951, 驱动电流峰值 I_{CM} 达到15A, 如果多个三极管并联驱动功率则相应增加, 则可以满足更大功率IGBT模块V1的需求, 推挽功率放大电路为现有技术。

[0020] 所述IGBT过流检测电路包括: 高压二极管D6、电阻十R10, 过流滤波电路(由电阻九R9和电容四C4组成), 齐纳二极管二Z2, 开通识别电路(包括二极管五D5、电阻六R6、三极管七Q7)。高压二极管D6负极接IGBT模块V1集电极, 高压二极管D6正极接电阻九R9一端, 电阻九R9另一端分别接齐纳二极管二Z2负极、电容四C4一端、电阻十R10一端, 电阻十R10另一端接驱动电源输出正极, 齐纳二极管二Z2正极接电阻十二R12一端, 电容四C4另一端接驱动地AGND。其工作方式是在IGBT正常开通过程中, IGBT导通压降 V_{cesat} 比较低, 小于齐纳二极管二Z2门槛电压10V, 因此后级电路为0V; 在IGBT异常开通过程中, IGBT导通压降 V_{cesat} 如果超过设定值(这里齐纳二极管二Z2为10V, 设定值近似 $10V - V_f$, 约为9.3V), 则检测出IGBT处于过流或退饱和状态, 后级电路大于0.7V, 则将故障通过反馈电路输出给控制器; 在IGBT关断过程中, 开通识别电路检测出PWM驱动信号为低, 则通过开通三极管七Q7来关闭检测电路, 在IGBT开通过程中, 开通识别电路检测出PWM驱动信号为高, 则通过关闭三极管七Q7来开启检测电路。

[0021] 所述变压器反馈过流信号电路包括变压器输出反馈电路和变压器输入识别电路, 变压器输出反馈电路包括电阻五R5、三极管五Q5、二极管四D4、电阻十二R12, 二极管四D4正极接变压器T1输出端OUT2, 二极管四D4负极接三极管五Q5集电极, 三极管五Q5发射极接变压器T1输出端OUT1, 变压器T1输出端OUT1接驱动地AGND, 三极管五Q5基极接电阻五R5一端, 电阻五R5另一端接电阻十二R12一端和三极管七Q7发射极, 电阻十二R12另一端、三极管七Q7集电极接驱动地AGND。当IGBT导通压降 V_{cesat} 处于过流时, 三极管五Q5导通, 将变压器T1进行短路, 导致变压器T1输出电流瞬时增大, 将过流信号反馈给变压器T1输入。变压器输入识别电路包括二极管一D1、电容一C1、电阻一R1、齐纳二极管一Z1, 二极管一D1正极接变压器T1输入一端IN1, 二极管一D1负极接电容一C1一端、电阻一R1一端、齐纳二极管一Z1负极, 齐纳二极管一Z1正极接电阻二R2一端, 电容一C1另一端、电阻一R1另一端和电阻二R2另一端连接在一起并接数字地GND。当变压器T1由于输出短路, 导致输入电流增大, 因此三极管一Q1的饱和压降 V_{ce} 增大, 因此变压器T1输入端电压相应降低, 这时变压器输入识别电路便能检测出故障, 如果电压小于12V(齐纳二极管一Z1设定值), 则识别出故障, 此电路的特点还包括如果电源电压VDD小于设定值(12V), 也同样识别出故障, 有效保护IGBT模块V1。

[0022] 所述欠压和故障保护电路包括电阻二R2、电阻三R3、三极管六Q6、二极管七D7、电阻十一R11、三极管十Q10, 电阻三R3一端、电阻十一R11一端接输入电源VDD, 电阻三R3另一端分别接三极管十Q10基极、三极管六Q6集电极, 三极管六Q6发射极、三极管十Q10发射极均接数字地GND, 三极管六Q6基极与齐纳二极管一Z1正极连接, 电阻十一R11另一端分别接三极管十Q10集电极、二极管七D7负极, 二极管七D7正极接光耦隔离电路。当识别出欠压或过流故障时, 则关断三极管六Q6, 开通三极管十Q10, 使PWM驱动信号被拉低, 通过光耦隔离电路, 关断IGBT模块V1, 此电路特点是自复位输出过流故障及其检测电路。

[0023] 所述IGBT栅极驱动电路包括电阻七R7、电阻八R8、电阻十三R13、电阻十六R16、电阻十七R17、电阻十八R18, 电阻七R7一端与驱动推挽短路输出连接, 电阻七R7另一端分别接电阻八R8一端、功率半导体一V1的栅极, 电阻八R8另一端接电阻十三R13一端并接入数字地, 电阻十三R13另一端接功率半导体开关器件一V1的发射极; 同理, 并联的另一路驱动电

路中,电阻十六R16一端与驱动推挽短路输出连接,电阻十六R16另一端分别接电阻十七R17一端、功率半导体二V2的栅极,电阻十七R17另一端接电阻十八R18一端并接入数字地,电阻十八R18另一端接功率半导体开关器件二V2的发射极;当驱动信号驱动功率半导体开关器件时,驱动电压通过电阻七R7、电阻十三R13、电阻十六R16、电阻十八R18驱动功率半导体开关器件V1及V2,驱动电路为现有技术。

[0024] 所述IGBT栅极过压保护电路包括二极管八D8、二极管九D9、二极管十D10、二极管十一D11、电阻十四R14、电阻十五R15、电阻十九R19、电阻二十R20、电容五C5、电容六C6、电容七C7、电容八C8,电阻十四R14的一端连接负驱动电源-15V,另一端分别连接二极管九D9正级、电容六C6的一端,二极管九D9负极接入功率半导体开关器件一V1的栅极,电容六C6另一端接入功率半导体开关器件一V1的发射级,电阻十五R15的一端连接正驱动电源+15V,另一端分别连接二极管八D8负级、电容五C5的一端,二极管八D8正极接入功率半导体开关器件一V1的栅极,电容五C5另一端接入功率半导体开关器件一V1的发射级;同理,并联的另一路栅极过压保护电路中,电阻十九R19一端连接负驱动电源-15V,另一端分别连接二极管十一D11正级、电容八C8的一端,二极管十一D11负极接入功率半导体开关器件二V2的栅极,电容八C8另一端接入功率半导体开关器件二V2的发射级,电阻二十R20的一端连接正驱动电源+15V,另一端分别连接二极管十D10负级、电容七C7的一端,二极管十D10正极接入功率半导体开关器件二V2的栅极,电容七C7另一端接入功率半导体开关器件二V2的发射级;当功率半导体开关器件V1栅极电压超过正电源电压,二极管八D8开通,将功率半导体开关器件V1栅极电压稳定到正电源电压,当功率半导体开关器件栅极V1电压低于负电源电压,二极管九D9开通,将功率半导体开关器件V2栅极电压稳定到负电源电压,起到保护栅极作用;同理,并联的另一路栅极过压保护电路中,当功率半导体开关器件V2栅极电压超过正电源电压,二极管八D8开通,将功率半导体开关器件V2栅极电压稳定到正电源电压,当功率半导体开关器件V2栅极电压低于负电源电压,二极管九D9开通,将功率半导体开关器件V2栅极电压稳定到负电源电压,起到保护栅极作用。

[0025] 本发明使用变压器T1传递过流故障信号,节省了一个宽体反馈光耦,其隔离电压满足1000V母线电压要求。电路结构简单,器件数量少、体积小,因此适合安装在IGBT表面,避免了引线长度引起的EMC等干扰问题,使驱动电路可靠性进一步提高。DC/DC电源电路采用全桥电路结构且输出采用三极管功率放大电路,使驱动模块电流能力大满足大功率IGBT模块需求。

[0026] 本实施例的典型波形示意图如图2所示:大功率逆变器开关频率一般在2kHz~10kHz之间,本实例假设驱动器的频率为10kHz,全桥DC/DC驱动电源电路开关频率设定为180kHz,驱动器输入电压VDD假设为15V,输出整流后为+15V和-15V两路电压。图2中的1所示波形为光耦隔离电路输入端(PWM)波形图,2所示波形为三极管十Q10集电极(FAULT)波形图,3所示波形为IGBT模块V1输入(图1中G端,即IGBT模块驱动DRV)波形图,4所示波形为齐纳二极管二Z2负极波形图,5所示波形为齐纳二极管二Z2正极波形图,6所示波形为变压器T1输入一端IN1波形图,7所示波形为齐纳二极管一Z1负极波形图。

[0027] 在 $t_1 \sim t_2$ 时刻,为正常状态,PWM状态为ON,没有IGBT导通压降 V_{cesat} 过流故障:
波形中光耦隔离电路输入端电压为15V,通过宽体光耦U1将驱动信号传递给输出;
波形中三极管十Q10集电极电压为15V,没有IGBT导通压降 V_{cesat} 过流故障;

波形中IGBT模块V1输入电压为15V,IGBT模块V1处于正常导通状态;

波形中齐纳二极管二Z2负极电压为2V,IGBT模块V1正常开通,IGBT导通压降 V_{cesat} 电压正常开通为2V左右,因此齐纳二极管二Z2负极电压钳位在2V左右;

波形中齐纳二极管二Z2正极电压为0V,由于齐纳二极管二Z2负极电压为2V,低于齐纳二极管电压10V,因此齐纳二极管二Z2正极被电阻十二R12拉低到0V,三极管七Q7关断,开启IGBT过流检测电路;

波形中变压器T1输入一端IN1最大峰值电压为电源电压15V左右;

波形中齐纳二极管一Z1负极经过二极管一D1、电容一C1、电阻一R1的整流滤波后,其电压值大于齐纳二极管Z1的门槛电压12V,无故障。

[0028] 在 $t_2 \sim t_3$ 时刻,为正常状态,PWM状态为OFF:

波形中光耦隔离电路输入端电压为0V,通过宽体光耦U1将驱动信号传递给输出;

波形中IGBT模块V1输入电压为-15V,IGBT模块V1处于关断状态;

波形中齐纳二极管二Z2负极电压为10V,IGBT导通压降 V_{cesat} 电压等于IGBT模块V1C-E(集电极-发射极)间电压,高压二极管D6关断,三极管七Q7开通,齐纳二极管二Z2负极电压被齐纳二极管Z2钳位在10V;

波形中齐纳二极管二Z2正极电压为0V,三极管七Q7开通,齐纳二极管二Z2正极被拉低到0V,关闭IGBT过流检测电路;

波形中齐纳二极管一Z1负极经过整流滤波后,其电压大于齐纳二极管Z1的门槛电压12V,无故障。

[0029] t_3 时刻为PWM由OFF变成ON时刻,输出检测出故障,在 t_4 时刻自复位输出的过流故障,在 $t_3 \sim t_4$ 时刻,为检测过流故障的延迟时间,一般在10us以内,而PWM状态为ON:

波形中光耦隔离电路输入端电压为15V,PWM状态为ON,通过宽体光耦U1将驱动信号传递给输出;

波形中三极管十Q10集电极电压在 $t_3 \sim t_4$ 为15V,在 t_4 时刻检测出IGBT导通压降 V_{cesat} 过流故障,因此三极管十Q10导通,三极管十Q10集电极被拉低到0V;

波形中IGBT模块V1输入电压为15V,IGBT导通压降 V_{cesat} 处于过流状态,一般IGBT导通压降 V_{cesat} 过流故障需要延迟几个us时间,如果延迟过短,容易被干扰,IGBT模块V1允许短路故障时间小于10us;

波形中齐纳二极管二Z2负极电压在 $t_3 \sim t_4$ 时刻输出检测出 V_{cesat} 过流故障,为12V,PWM状态为ON,三极管七Q7关断,开启IGBT过流检测电路,在 t_4 时刻以后由于三极管十Q10集电极电压为0V,自复位输出故障检测电路,因此齐纳二极管二Z2负极电压为10V;

波形中齐纳二极管二Z2正极在 $t_3 \sim t_4$ 时刻电压为2V,由于齐纳二极管二Z2负极电压为12V,高于齐纳二极管电压10V,在 t_4 时刻为0V;

波形中变压器T1输入一端IN1最大峰值电压为被拉低至11V,由于变压器T1输出短路,输入三极管一Q1,三极管四Q4导通压降增加,使变压器T1两端电压相应降低;

波形中齐纳二极管一Z1负极经过整流滤波后,经过 $t_3 \sim t_4$ 这段时间的滤波后,在 t_4 时刻检测出IGBT导通压降 V_{cesat} 过流故障。

[0030] 在 $t_4 \sim t_5$ 时刻,为锁存故障的时间,一般要求控制器在这段时间内识别出故障,在 t_5 时刻封闭PWM脉冲,变压器T1输入故障自清除:

波形中光耦隔离电路输入端电压为15V, PWM状态由ON变成OFF, 控制器在t5之前识别故障;

波形中三极管十Q10集电极电压为0V, 在t4时刻检测出IGBT导通压降Vcesat故障, 因此三极管十Q10导通, 三极管十Q10集电极被拉低到0V, 检测出Vcesat过流故障, 在t5时刻输入故障自清除, 三极管十Q10集电极电压上升到15V;

波形中IGBT模块V1输入电压为-15V, 三极管十Q10集电极电压为0V, 通过二极管七D7拉低PWM驱动信号, 通过光耦隔离, 关闭IGBT模块V1;

波形中齐纳二极管二Z2负极电压为10V, 二极管七Q7开通, 关闭IGBT过流检测电路;

波形中齐纳二极管二Z2正极电压为0V, 二极管七Q7开通, 关闭IGBT过流检测电路, 齐纳二极管二Z2正极被拉低到0V;

波形中变压器T1输入一端IN1最大峰值电压为15V左右;

波形中齐纳二极管一Z1负极经过整流滤波后, 在t4~t5时刻上升到12V以上, t5时刻自复位输入故障。

[0031] 在t5~时刻以后, 波形中1~7电压波形同t2~t3的电压波形。

[0032] 通过图2实施实例的典型波形示意图说明了本驱动电路特点是通过变压器T1传递IGBT过流信号, 这种电路节省一个反馈光耦, 电路结构简单, 器件数量少、体积小。

[0033] 凡是本发明的简单变形或等效变换, 应认为落入本发明的保护范围。

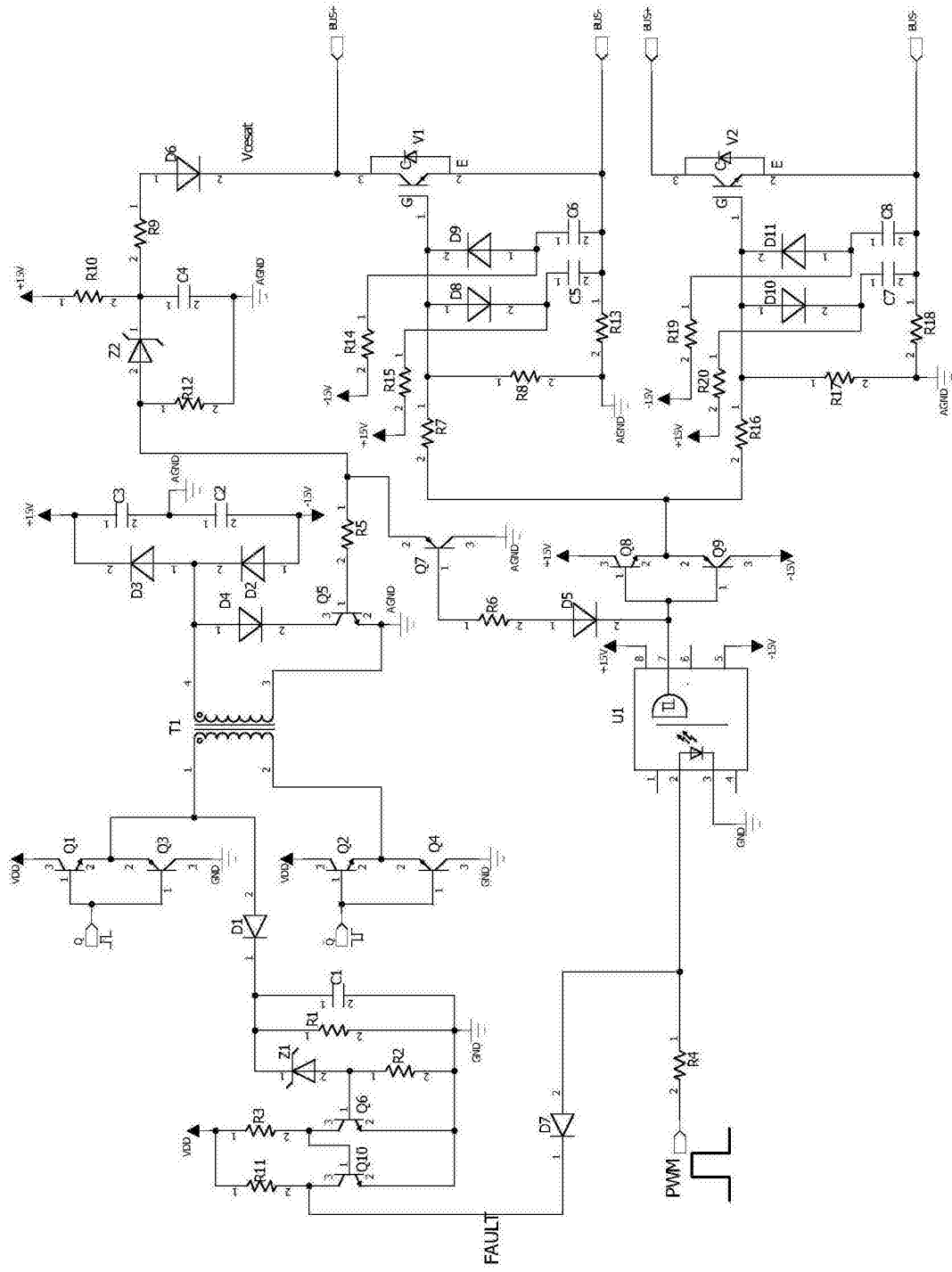


图1

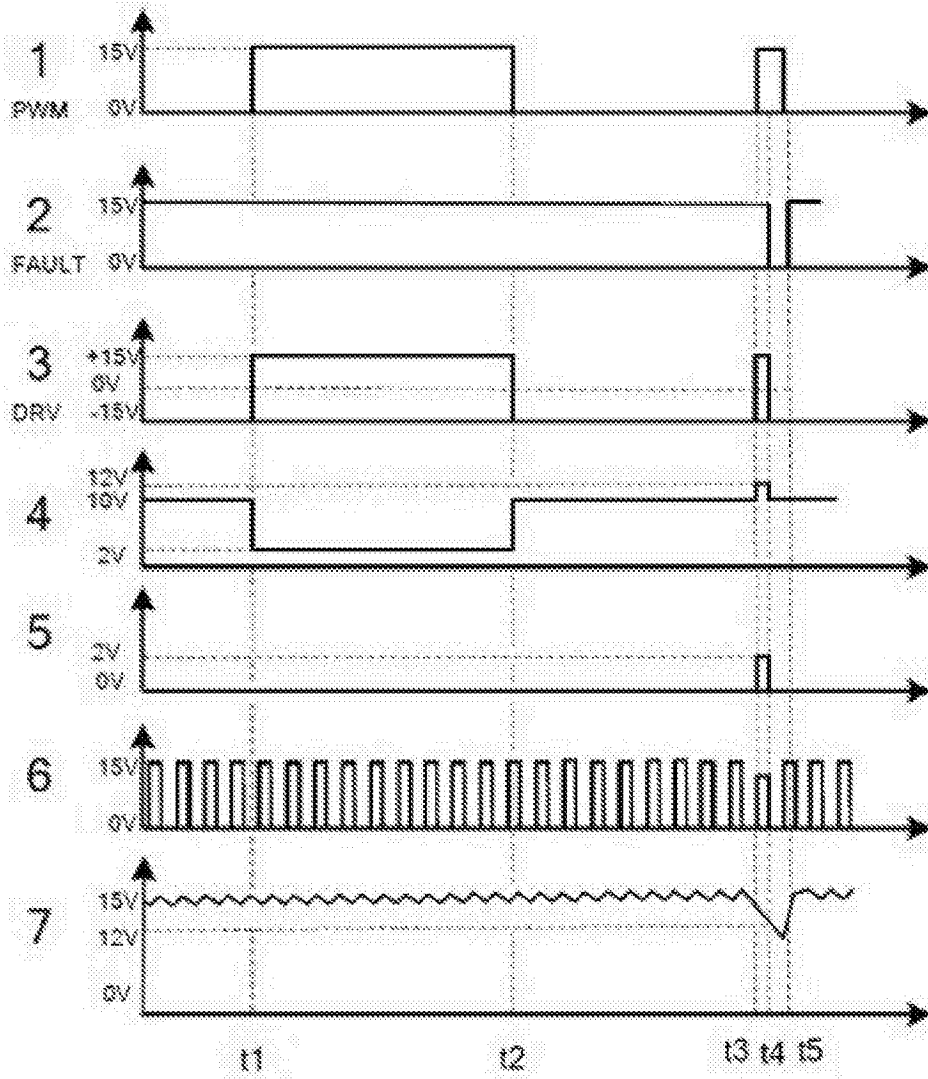


图2