



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105811942 B

(45)授权公告日 2019.07.12

(21)申请号 201410850809.3

(22)申请日 2014.12.30

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105811942 A

(43)申请公布日 2016.07.27

(73)专利权人 国家电网公司
地址 100031 北京市西城区西长安街86号
专利权人 国网智能电网研究院
北京交通大学

(72)发明人 王江波 郭希铮 袁捷 游小杰
李艳 林飞 李虹

(74)专利代理机构 北京安博达知识产权代理有限公司 11271
代理人 徐国文

(51)Int.Cl.

H03K 17/567(2006.01)

H03K 17/08(2006.01)

(56)对比文件

CN 103326547 A, 2013.09.25,
CN 103595225 A, 2014.02.19,
US 2003/0197993 A1, 2003.10.23,
US 2005/0184715 A1, 2005.08.25,
CN 102265475 A, 2011.11.30,
CN 103684370 A, 2014.03.26,
CN 103346763 A, 2013.10.09,

审查员 李劲涛

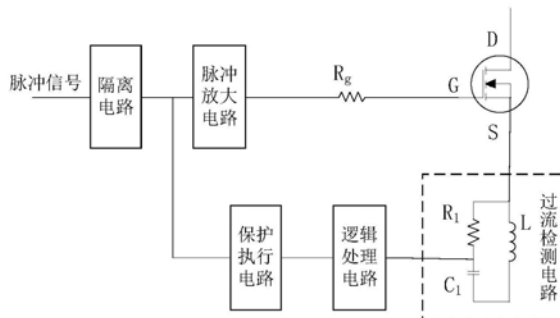
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种带有过流保护功能的MOSFET驱动电路及其应用方法

(57)摘要

本发明涉及一种带有过流保护功能的MOSFET驱动电路及其应用方法,所述电路包括隔离电路、脉冲放大电路、过流检测电路、逻辑处理电路和保护执行电路;所述隔离电路、脉冲放大电路、电阻和MOSFET依次连接;所述隔离电路、保护执行电路、逻辑处理电路和过流检测电路依次连接。所述方法包括脉冲信号经隔离电路进入到脉冲放大电路,脉冲放大电路将信号功率放大,其输出侧经门极电阻连接MOSFET门极;过流检测电路连接MOSFET的S极,当MOSFET的S极流过的电流达到保护阈值时,过流检测电路检测到过流状态,逻辑处理电路的输出电平跳变,触发保护执行电路,将脉冲放大电路的输入侧脉冲信号封锁,MOSFET关断。



1. 一种带有过流保护功能的MOSFET驱动电路,其特征在于,所述电路包括隔离电路、脉冲放大电路、过流检测电路、逻辑处理电路和保护执行电路;

所述隔离电路、脉冲放大电路、电阻和MOSFET依次连接;

所述隔离电路、保护执行电路、逻辑处理电路和过流检测电路依次连接;

所述过流检测电路的输出电压与两个二极管的公共点相连后接到RS触发器的S输入端,RS触发器的VCC极R输入端与二极管串联后的阴极接MOSFET的S极,RS触发器的GND与二极管串联后的阳极接负直流电源 V_{cc3} 。

2. 如权利要求1所述的一种带有过流保护功能的MOSFET驱动电路,其特征在于,所述隔离电路包括将弱电侧和强电侧的予以电气隔离的数字隔离芯片;

所述脉冲放大电路是由N型三极管和P型三极管组成的图腾柱电路;

所述过流检测电路由电感L、电阻 R_1 和电容 C_1 组成;

所述逻辑处理电路由两个串联的二极管和一个RS触发器组成;

所述保护执行电路由一个开关管M及其驱动电阻、电容组成。

3. 如权利要求1所述的一种带有过流保护功能的MOSFET驱动电路,其特征在于,所述隔离电路输出侧的VCC和N型三极管的C极接正直流电源 V_{cc1} ,隔离电路输出侧的GND和P型三极管的C极接负直流电源 V_{cc2} , V_{cc1} 和 V_{cc2} 的值根据MOSFET驱动电压选取。

4. 如权利要求1所述的一种带有过流保护功能的MOSFET驱动电路,其特征在于,所述过流检测电路的电感L一端接MOSFET的S极,另一端接电路中的功率S极,电阻 R_1 和电容 C_1 串联后与电感L并联,电阻 R_1 一端接MOSFET的S极,电容 C_1 一端接电路中的功率S极,电阻 R_1 和电容 C_1 相接点的电压作为过流检测电路的输出电压与所述逻辑处理电路输入侧相接。

5. 如权利要求1所述的一种带有过流保护功能的MOSFET驱动电路,其特征在于,所述RS触发器的R输入端接高电平,RS触发器的 \bar{Q} 端作为过流report信号输出,RS触发器的Q端经过开关管M的驱动电阻接到其G极,开关管M的D极和S极分别接脉冲放大电路输入端和负直流电源 V_{cc3} 。

6. 一种带有过流保护功能的MOSFET驱动电路应用方法,其特征在于,所述方法包括脉冲信号经隔离电路进入到脉冲放大电路,脉冲放大电路将信号功率放大,其输出侧经门极电阻连接MOSFET门极;过流检测电路连接MOSFET的S极,当MOSFET的S极流过的电流达到保护阈值时,过流检测电路检测到过流状态,逻辑处理电路的输出电平跳变,触发保护执行电路,将脉冲放大电路的输入侧脉冲信号封锁,MOSFET关断。

7. 如权利要求6所述的一种带有过流保护功能的MOSFET驱动电路应用方法,其特征在于,所述MOSFET关断后,若故障已消除,此时给RS触发器的R输入端一个低电平复位信号,RS触发器Q端输出低电平,开关管M关断,驱动电路重新恢复工作。

一种带有过流保护功能的MOSFET驱动电路及其应用方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种MOSFET驱动电路,具体讲涉及一种带有过流保护功能的MOSFET驱动电路及其应用方法。

背景技术

[0002] 电力电子技术的发展与半导体器件的进步息息相关。随着晶闸管、门极可关断晶闸管(GTO)、功率场效应晶体管(MOSFET)以及绝缘栅双极晶体管(IGBT)的相继问世,电力电子器件呈现出高压、大电流、高频率、低损耗的发展趋势。目前,以硅(Si)材料为主的功率半导体器件的制造和应用技术已相当成熟,但是随着电力电子技术应用范围的扩大,硅器件不能满足一些高温、高压和高功率密度场合的需求,基于碳化硅(SiC)半导体材料的功率器件应运而生。由于碳化硅材料在能带隙、热传导率及饱和漂移速度等方面的明显优势,碳化硅器件有着良好的高温、高频特性,其优势主要包括:工作温度高、阻断电压高、高频特性好以及通态损耗小等。综合以上特点,在相同的功率等级下,使用碳化硅器件的电力电子设备可以实现较少的电力电子器件、较小的体积、较高的功率密度和效率。因此,碳化硅器件在电动汽车、空间探测、军工设备及电力系统等领域有着十分光明的应用前景。

[0003] 驱动电路是电力电子装置中不可或缺的一部分。由于SiC MOSFET与Si MOSFET在特性上有着明显差异,其驱动电路设计成为碳化硅器件研究中的一个重要部分。首先,SiC MOSFET的驱动电压范围更小(一般为-10V~+25V);其次,工作温度较高时SiC MOSFET的门槛电压会急剧下降(200℃时为1.4V),因此需要负电压关断;第三,SiC MOSFET多用于高频电路中,其驱动电路需要提供足够大的驱动电流,从而保证足够快的开关速度;再者,过电流会严重影响器件的寿命和可靠性,SiC MOSFET在工作时结温较高,即使是持续时间很短的脉冲过电流也会对其产生影响,因此SiC MOSFET的驱动电路需要提供动作迅速的过流保护电路。基于以上几点,SiC MOSFET的驱动电路需要充分考虑驱动电压的安全范围,谨慎选择驱动电压值,并且需要驱动能力足够的放大电路以及符合要求的过流保护电路。但目前国内外尚未见到带有过流保护功能的MOSFET驱动电路研究成果。

发明内容

[0004] 针对现有技术的不足,本发明提出一种带有过流保护功能的MOSFET驱动电路应用方法,如图1所示,驱动电路包括隔离电路、脉冲放大电路过流检测电路、逻辑处理电路和保护执行电路。隔离电路可以是专用的数字隔离芯片,也可以是脉冲变压器,实现弱电侧和强电侧的电气隔离;脉冲信号经隔离电路后进入到脉冲放大电路,脉冲放大电路将信号功率放大,其输出侧经门极电阻连到MOSFET门极;过流检测电路连在MOSFET的S极,当MOSFET的S极流过的电流达到保护阈值时,过流检测电路检测到过流状态,逻辑处理电路的输出电平跳变,触发保护执行电路,将脉冲放大电路的输入侧脉冲信号封锁,MOSFET关断。

[0005] 本发明的目的是采用下述技术方案实现的:

[0006] 一种带有过流保护功能的MOSFET驱动电路,其改进之处在于,所述电路包括隔离

电路、脉冲放大电路、过流检测电路、逻辑处理电路和保护执行电路；

[0007] 所述隔离电路、脉冲放大电路、电阻和MOSFET依次连接；

[0008] 所述隔离电路、保护执行电路、逻辑处理电路和过流检测电路依次连接。

[0009] 优选的，所述隔离电路包括将弱电侧和强电侧的予以电气隔离的数字隔离芯片；

[0010] 所述脉冲放大电路是由N型三极管和P型三极管组成的图腾柱电路；

[0011] 所述过流检测电路由电感L、电阻 R_1 和电容 C_1 组成；

[0012] 所述逻辑处理电路由两个串联的二极管和一个RS触发器组成；

[0013] 所述保护执行电路由一个开关管M及其驱动电阻、电容组成。

[0014] 优选的，所述隔离电路输出侧的VCC和N型三极管的C极接正直流电源 V_{cc1} ，隔离电路输出侧的GND和P型三极管的C极接负直流电源 V_{cc2} ， V_{cc1} 和 V_{cc2} 的值根据MOSFET驱动电压选取。

[0015] 优选的，所述过流检测电路的电感L一端接MOSFET的S极，另一端接电路中的功率S极，电阻 R_1 和电容 C_1 串联后与电感L并联，电阻 R_1 一端接MOSFET的S极，电容 C_1 一端接电路中的功率S极，电阻 R_1 和电容 C_1 相接点的电压作为过流检测电路的输出电压与所述逻辑处理电路输入侧相接。

[0016] 优选的，所述过流检测电路的输出电压与两个二极管的公共点相连后接到RS触发器的S输入端，RS触发器的VCC极R输入端与二极管串联后的阴极接MOSFET的S极，RS触发器的GND与二极管串联后的阳极接负直流电源 V_{cc3} 。

[0017] 进一步地，所述RS触发器的R输入端接高电平，RS触发器的 \bar{Q} 端作为过流report信号输出，RS触发器的Q端经过开关管M的驱动电阻接到其G极，开关管M的D极和S极分别接脉冲放大电路输入端和负直流电源 V_{cc3} 。

[0018] 本发明基于另一目的提供的一种带有过流保护功能的MOSFET驱动电路应用方法，其改进之处在于，所述方法包括脉冲信号经隔离电路进入到脉冲放大电路，脉冲放大电路将信号功率放大，其输出侧经门极电阻连接MOSFET门极；过流检测电路连接MOSFET的S极，当MOSFET的S极流过的电流达到保护阈值时，过流检测电路检测到过流状态，逻辑处理电路的输出电平跳变，触发保护执行电路，将脉冲放大电路的输入侧脉冲信号封锁，MOSFET关断。

[0019] 优选的，当MOSFET正常工作时，过流检测电路的输出电压在0V左右，此时RS触发器的S端为高电平，R端为高电平，Q端输出低电平， \bar{Q} 端输出高电平；当流过MOSFET的S极的电流超过一定值时，过流检测电路的输出电压下降至逻辑电路的低电平阈值，RS触发器的S端电平置低， \bar{Q} 输出端电平置低，报告过流故障，同时Q输出端电平置高，驱动开关管M打开，脉冲放大电路的输入端信号被拉低，MOSFET关断。

[0020] 优选的，所述MOSFET关断后，若故障已消除，此时给RS触发器的R输入端一个低电平复位信号，RS触发器Q端输出低电平，开关管M关断，驱动电路重新恢复工作。

[0021] 与最接近的现有技术比，本发明提供的技术方案的优异效果为：

[0022] 本发明采用分立器件搭建了MOSFET驱动电路，可根据实际需要选择合适的驱动电压，并且可以实现负电压关断；本发明中的隔离电路可以是脉冲变压器，磁隔离的方式更适合SiC MOSFET的高频应用；本发明中提供的过流保护电路可以在电路发生短路等故障、

MOSFET过流时快速切断开关脉冲,起到保护器件和电路的作用;本发明中提供的过流保护电路通过在MOSFET源极串联电感的方式检测电流值,可直接反应MOSFET电流的大小,过流时保护电路动作精准、迅速;本发明中提供的过流保护电路可以提供一个过流报警信号,在具体实施中可以通过点亮LED、汇报给DSP等方式报警;本发明中提供的过流保护电路在保护动作后可以通过外界控制进行复位,保证过流故障消除后电路可以立即恢复工作。

附图说明

[0023] 图1为本发明提供的一种带有过流保护功能的MOSFET驱动电路原理图。

[0024] 图2为本发明提供的一种带有过流保护功能的MOSFET驱动电路实例图。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步的详细说明。

[0026] 如图2所示,本发明一种带有过流保护功能的MOSFET驱动电路应用方法具体如下:

[0027] 脉冲放大电路是由N型三极管和P型三极管组成的图腾柱电路,过流检测电路由电感L、电阻R₁和电容C₁组成,所述逻辑处理电路由两个串联的二极管和一个RS触发器组成,保护执行电路由一个开关管M及其驱动电阻、电容组成。隔离电路输出侧的VCC和N型三极管的C极接正直流电源V_{cc1},隔离电路输出侧的GND和P型三极管的C极接负直流电源V_{cc2},V_{cc1}和V_{cc2}的值需根据MOSFET驱动电压的要求选取;过流检测电路的电感L一端接MOSFET的S极,另一端电路中的功率S极,电阻R₁和电容C₁串联后与电感L并联,电阻R₁一端接MOSFET的S极,电容C₁一端接电路中的功率S极,电阻R₁和电容C₁相接点的电压作为过流检测电路的输出电压与所述逻辑处理电路输入侧相接,所述输出电压可根据以下公式估算

$$[0028] \quad V_o = I_s \cdot \frac{L}{R_1 C_1}$$

[0029] V_o:过流检测电路输出电压

[0030] I_s:MOSFET的S极流过的电流

[0031] 通过改变电感L、电阻R₁和电容C₁的值可以改变过流检测电路输出电压与MOSFET的S极流过的电流之间的关系,从而改变过流保护的阈值;过流检测电路的输出电压与两个二极管的公共点相连之后接到RS触发器的S输入端,RS触发器的VCC及二极管串联之后的阴极接MOSFET的S极,RS触发器的GND与二极管串联之后的阳极接负直流电源V_{cc3},RS触发器的R输入端接高电平;RS触发器的 \bar{Q} 端作为过流report信号输出,RS触发器的Q端经过开关管M的驱动电阻接到其G极,开关管M的D极和S极分别接脉冲放大电路输入端和负直流电源V_{cc3}。MOSFET正常工作时,过流检测电路的输出电压在0V左右,此时RS触发器的S端为高电平,R端为高电平,Q端输出低电平, \bar{Q} 端输出高电平;当流过MOSFET的S极的电流超过一定值时,过流检测电路的输出电压下降至逻辑电路的低电平阈值,RS触发器的S端电平置低, \bar{Q} 输出端电平置低,报告过流故障,同时Q输出端电平置高,驱动开关管M打开,脉冲放大电路的输入端信号被拉低,MOSFET关断;MOSFET关断后,若故障已消除,此时给RS触发器的R输入端一个低电平复位信号,RS触发器Q端输出低电平,开关管M关断,驱动电路可以重新恢复工作。

[0032] 最后应当说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制,所

属领域的普通技术人员参照上述实施例依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换,这些未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换,均在申请待批的本发明的权利要求保护范围之内。

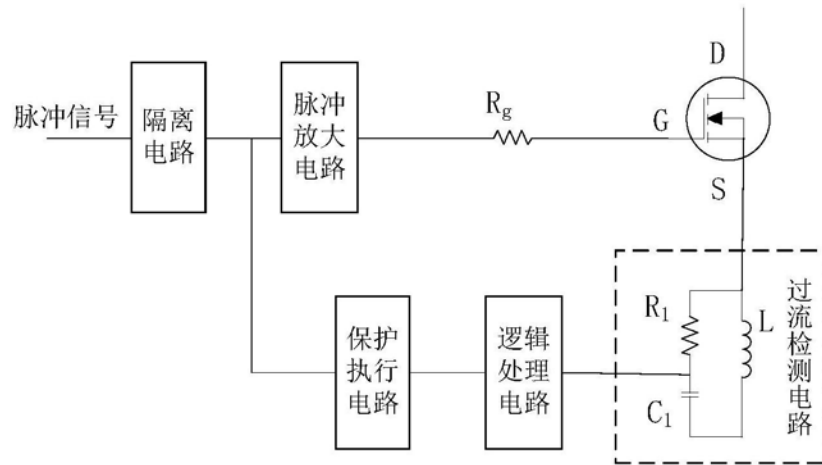


图1

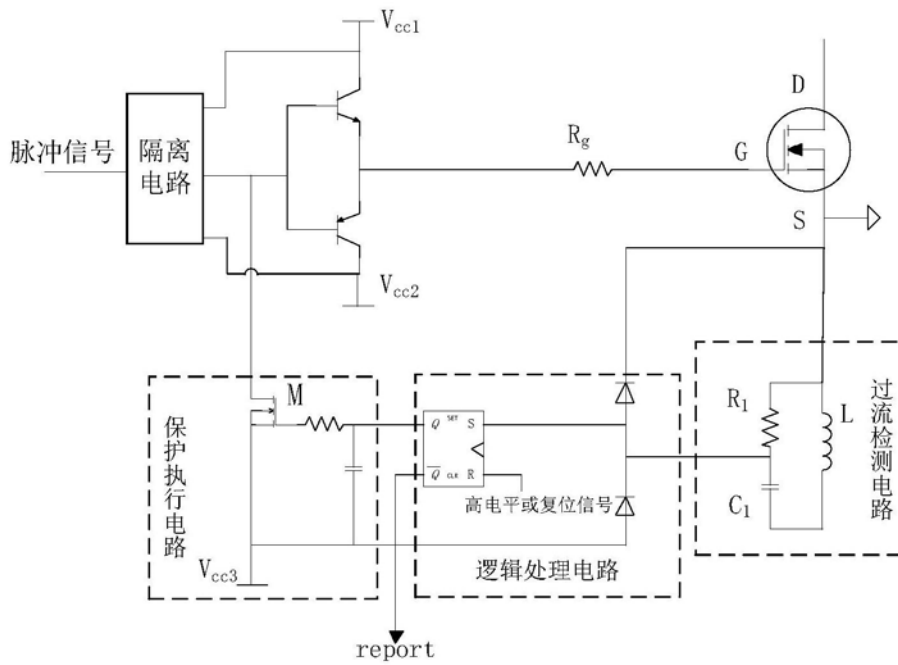


图2