

基于功率 MOSFET 导通压降的短路保护方法

王文兵

(合肥工业大学, 安徽 合肥 230088)

摘要:介绍了一种基于检测功率 MOSFET 导通压降实现短路保护的方法。该方法利用功率 MOSFET 自身导通电阻产生的导通压降,来得到保护控制信号,实现对功率 MOSFET 的保护。经实验及工程应用验证,该方法具有保护动作速度快,电路结构简单、可靠的特点。

关键词:场效应晶体管; 短路保护 / 导通压降

中图分类号:TN386.1

文献标识码:A

文章编号:1000-100X(2009)08-0077-02

A Short-circuit Protection Method based on Detection of Power MOSFET Turn-on Voltage Drop

WANG Wen-bing

(Hefei University of Technology, Hefei 230088, China)

Abstract:A short-circuit protection method based on detecting power MOSFET turn-on voltage is presented. In the method, the turn-on voltage drop induced by MOSFET inherent on-resistance is used to get the protection control signal, and thus to achieve the protection of power MOSFET. Experiments and engineering applications proved that the protection method has the advantages, such as fast protection action, simple and reliable circuits structure.

Keywords:field effect transistor; short-circuit protection / turn-on voltage drop

1 引言

目前,在功率 MOSFET 控制电路中,短路保护^[1]的方法主要是将检测回路电流与预置的保护值进行比较,以此作为短路的判断条件进行保护。其缺点:①功率器件工作在接近短路保护值附近时无法保护,从而损坏功率器件,或者需要增加过流判断点来进行保护;②短路保护点的设置比较困难,设置过高可能造成功率器件保护失败,设置过低,功率器件性能不能充分发挥;③在控制感性或容性负载时,保护点一般要设置到额定输出的 6~7 倍,因此需要检测的电流范围比较宽。

2 短路保护的特点

采用检测功率 MOSFET 导通压降的方法实现短路保护,除了能够避免上述缺点外,还具有如下特点。

采用检测功率 MOSFET 的导通压降^[2],即 MOSFET 的漏源极电压 V_{DS} ,来得到保护控制信号,实现功率 MOSFET 的保护。在设计检测电路时需要考虑功率 MOSFET 未导通时 V_{DS} 即为电源输入电压,此时,要保证检测电路不能动作;只有当功率 MOSFET 导通后, V_{DS} 与流过 MOSFET 的电流有直接的关系,此时才能开始检测 V_{DS} ,实现短路保护控制信号输出。该控制相对比较复杂。

V_{DS} 与导通电阻 R_{on} 和 MOSFET 的工作电流 I_0 的关系为 $V_{DS}=R_{on}I_0$ 。将 R_{on} 与功率 MOSFET 可承受

的短路电流乘积作为短路保护的电压。实际应用时,考虑到保护速度、环境温度以及裕量等因素,保护电压可以略低些。检测电路只需要很少的器件,不需要电流检测器件,实现简单,同时能够最大程度地发挥功率器件的电流控制能力。另外, R_{on} 与工作温度 T 有关, T 越高, R_{on} 越大, V_{DS} 越大,功耗和温升也随之增大。因此,采用功率 MOSFET 导通压降进行保护兼有过流保护、过温保护的特点。

3 实现原理和方法

3.1 电路的设计和实现

图 1 示出利用功率 MOSFET 导通压降实现保护的电路原理图。

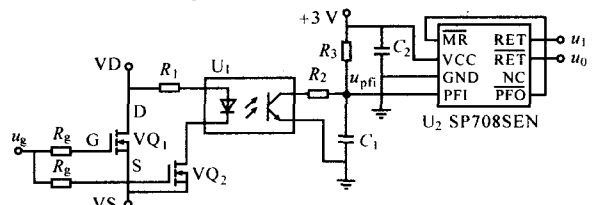


图 1 电路原理图

图 1 中 VQ_1 为功率 MOSFET,其额定电流的选择依据设计要求, VQ_2 作为检测功率管,其额定工作电流要求较小,但两者耐压值要求相同; U_1 为快速光耦; U_2 为专用复位控制芯片,当其 PFI 管脚电压低于 1.25 V 时,RET 和 \overline{RET} 将分别输出一个约 200 ms 的有效高电平和有效低电平,作为保护控制信号输出。在工程应用中时,一路可通过硬件电路封锁 VQ_1 的驱动信号 u_g ;另一路送给微控制处理单元。

3.2 原理阐述

当施加 u_g 后,由于 VQ_2 为小功率开关管,其导

定稿日期:2009-02-27

作者简介:王文兵(1981-),男,安徽合肥人,硕士研究生,研究方向为高频开关电源、智能电源管理系统设计开发。

通速度比 VQ_1 快,因此 U_1 会有一个电流流过,流过的时间为 VQ_2 和 VQ_1 导通的时间差。 U_1 导通后,由于 C_1 的存在, U_2 的 PFI 管脚电压有一个放电时间,设计电路时需考虑此时间。通过 R_2 和 C_1 解决 VQ_2 先导通带来的误动作信号问题。当 VQ_2, VQ_1 都导通后,此时 U_1 的导通程度完全取决于 VQ_1 的导通压降。随着输出电流的增加, VQ_1 导通压降也随之增加,当增加到一定值时, U_1 开始逐渐导通, C_1 的电位通过 R_2 泄放。一旦 C_1 的电压低于 U_2 的检测动作电压 1.25 V 时, U_2 将输出保护控制信号,实现对 VQ_1 的保护。

4 试验结果及结论

按照图 1 电路,VD 接 +24 V 电池正极,VS 接电池负极,利用微控制处理单元中断功能监测 u_0 信号,检测到中断后立即关闭 MOSFET 驱动,示波器记录的 VD 与电池负极波形如图 2 所示。可见,在 t_1 时刻,控制接通 MOSFET 驱动,短路保护电路在 t_2 时刻关闭 MOSFET 驱动,整个保护时间约 250 μ s。

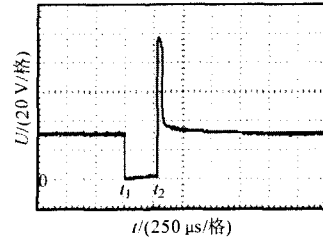


图 2 试验波形

提出了一种适用于功率 MOSFET 短路保护的方法,理论分析和实践结果都表明,该方法是一种有效的实时短路检测保护方法,具有保护时间短、硬件成本低特点,已成功应用于汽车电源配电保护产品中,同时该方法也可应用于 IGBT 等其他功率器件。

参考文献

- [1] 田颖,陈培红,聂圣芳,等.功率 MOSFET 驱动保护电路设计与应用[J].电力电子技术,2005,39(1):73-74.
- [2] 康华光.电子技术基础[M].北京:高等教育出版社,1999.

上海尤耐化工新材料有限公司

Shanghai Unichem Chemicals & New Materials Co., Ltd

尤耐化工是一家集生产、研发、贸易于一体的创新型企业,地处长江三角洲之经济中心——上海市莘庄工业区内,这里高新技术企业云集,金融、物流、商务发达,是创新型企业生存和发展的理想之地。公司专门研发有机硅前沿产品,以赶超世界先进水平为己任,努力开发新一代环保、节能且高效的有机硅助剂和产品。目前已开发出与国外质量相当的加成型液体硅橡胶,应用于电子、电器领域。

公司技术力量雄厚,研发设备齐全,有现代化的企业管理手段和市场运作能力,技术专利产品商业化程度高,是创新型企业的良好合作伙伴。

“追求卓越,大胆创新!一流品牌,质量为本!”是公司的质量方针,“诚信至上,服务社会”是公司的经营理念。公司将一贯坚持和弘扬自己的质量方针和经营理念。愿广交各界朋友共同携手,开创现代社会和谐、美好的未来。

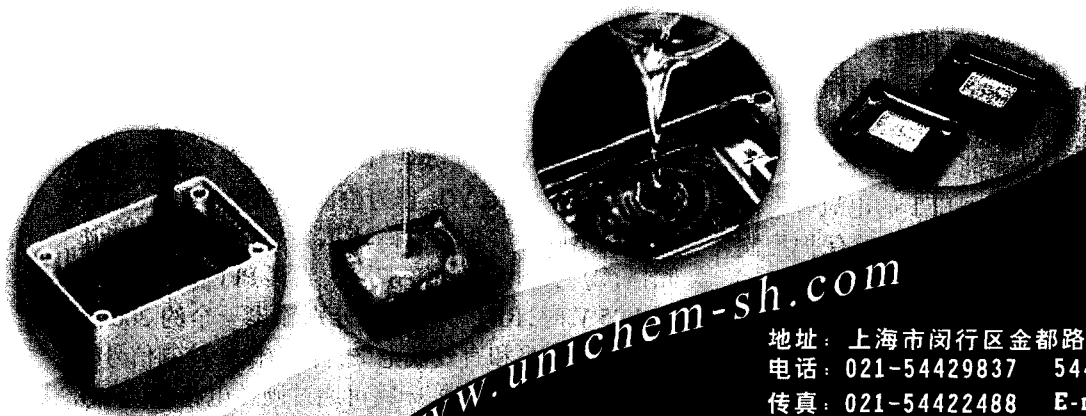
公司生产的UN系列电子硅凝胶和灌封胶产品具有优良的介电性能。专为防止湿气和大气污染提供长期的密封而设计,尤其适用于纯度很高的产品。

典型应用如下:精密电气线路及混合电路的灌封和保护,各类电子电器模块的灌封保护,传感器的防污、防震保护等。



尤耐化工
UNICHEM

为用户创造价值
为社会填补需求



www.unichem-sh.com

地址:上海市闵行区金都路3268号 邮编:201108

电话:021-54429837 54429873 54429875

传真:021-54422488 E-mail: xiao_d_zh@163.com

联系人:张先生 左先生