



首届“国家期刊奖”  
全国优秀科技期刊评比一等奖  
中文核心期刊  
中国科技核心期刊

ISSN 1000-128X

25/U



QK2309313

# ELECTRIC DRIVE FOR LOCOMOTIVES

## 功率半导体技术专刊

SPECIAL ISSUE ON POWER SEMICONDUCTOR TECHNOLOGIES

# 机车电传动



中国中车集团有限公司主管  
中车株洲电力机车研究所有限公司主办  
万方数据

No. 5  
2023  
2023年9月第5期  
总第294期

目次

综述

碳化硅功率模块封装及热管理关键技术.....盛 况，唐苇羽，吴 赞（1）  
碳化硅沟槽栅 MOSFET 技术研究进展.....罗海辉，李诚瞻，姚 尧，杨松霖（10）  
双碳目标下的三族氮化物功率半导体技术.....罗卓然，何 亮，张津玮，刘 扬（26）  
碳化硅超结器件的研究进展.....张金平，张 琨，陈 伟，汪 婕，张 波（36）

芯片技术

SiC 芯片微型化及发展趋势.....张园览，张清纯（46）  
栅极偏置对 SiC MOSFET 总剂量效应的影响及加固  
.....邱乐山，吴治慷，陈 燕，李诚瞻，白 云（63）  
6 英寸 IGCT 器件紧固力的适应性研究.....曹 强，陈芳林，陈勇民，刘雅岚，孙永伟（71）

封装技术

大功率半导体模块封装进展与展望.....王彦刚，罗海辉，肖 强（78）  
环氧树脂对功率器件键合线寿命的影响分析  
.....华文博，邓二平，刘 鹏，牛 皓，杨少华，丁立健（92）  
基于铜夹互连的双芯片功率器件的热力机械性能研究.....廖林杰，范 益，梅晓洋，汪炼成（101）  
基于应力差改善的 SiC 模块用氮化硅衬板匹配性研究  
.....黄世东，王顾峰，沈轶聪，常桂钦，刘成臣（107）  
热界面材料层空洞对有无基板 IGBT 模块芯片结温影响对比研究.....胡雅丽，何 凯，葛兴来（113）

可靠性技术

功率器件热网络模型的快速反卷积算法研究  
.....邓二平，杨 颖，王延浩，常桂钦，黄永章，丁立健（119）  
焊料空洞对 IGBT 模块功率循环寿命的影响.....刘 鹏，邓二平，周望君，陈 杰，黄永章（130）

检测测试技术

IGBT 模块动态雪崩测试研究.....余 伟，郑 宇，袁 涛，任亚东（139）  
碳化硅 MOSFET 基于栅压延时关断方法的结温监测技术研究  
.....周 维，王勇志，魏晓慧，郭维立，何 勇（145）  
开通脉宽对功率半导体器件双脉冲测试的影响  
.....张文亮，余 伟，杨 飞，崔 雷，廖辰玮，李文江（152）  
IGBT 失效能量传导及能量冲击影响研究.....马 瑶，徐丽宾，余 伟，刘敏安，任亚东（162）  
基于导通饱和压降的 IGBT 器件结温在线提取方法.....王泽群，田小宇，宋致儒，宋文胜（170）

器件应用技术

基于光伏逆变器的飞跨 Boost 电路参数设计方法研究  
.....甘韦韦，欧阳顺，刘 斐，刘泉呈，张洪浩（177）  
电力电子器件在柔性直流输电中的应用与发展  
.....杨 柳，饶 宏，袁智勇，周月宾，徐义良，熊 岩（184）

设备技术

碳化硅外延设备技术研究.....袁福顺，邓晓军，李庆岩，王 石（191）

期刊基本参数：CN 43-1125/U\*1960\*b\*A4\*197\*zh\*P\* ¥ 20.00\* \*22\*2023-09

Contents

General

A state-of-art review on SiC power module packaging and thermal management key technologies  
.....SHENG Kuang,TANG Weiyu,WU Zan (1)

A review on research development of SiC trench gate MOSFET technology  
.....LUO Haihui,LI Chengzhan,YAO Yao,YANG Songlin (10)

III-nitride power semiconductor technology toward carbon peaking and carbon neutrality goals  
.....LUO Zhuoran,HE Liang,ZHANG Jinwei,LIU Yang (26)

Recent research progress of SiC superjunction devices  
.....ZHANG Jinping,ZHANG Kun,CHEN Wei,WANG Jie,ZHANG Bo (36)

Chip Technology

Review on miniaturization and development trends of SiC devices.....ZHANG Yuanlan,ZHANG Qingchun (46)

Influence and reinforcement of gate bias on total dose effect of SiC MOSFET  
.....QIU Leshan,WU Zhikang,CHEN Yan,LI Chengzhan,BAI Yun (63)

Research on adaptability of fastening force for 6-inch IGCTs  
.....CAO Qiang,CHEN Fanglin,CHEN Yongmin,LIU Yalan,SUN Yongwei (71)

Packaging Technology

Progress and prospect of packaging of high-power semiconductor modules.....WANG Yangang,LUO Haihui,XIAO Qiang (78)

Research on the influence of epoxy resin on the service life of bond wire in power devices  
.....HUA Wenbo,DENG Erping,LIU Peng,NIU Hao,YANG Shaohua,DING Lijian (92)

Investigation of thermal-mechanical performance of dual-chip SiC power devices based on Cu clip interconnection  
.....LIAO Linjie,FAN Yi,MEI Xiaoyang,WANG Liancheng (101)

A study on matching of Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> substrate for SiC module based on stress difference improvement  
.....HUANG Shidong,WANG Gufeng,SHEN Yicong,CHANG Guiqin,LIU Chengchen (107)

Comparative study on effect of voids in thermal interface material layer on chip junction temperature of IGBT modules  
with and without baseplate.....HU Yali,HE Kai,GE Xinglai (113)

Reliability Technology

Research on deconvolution methods for thermal network of power devices  
.....DENG Erping,YANG Ying,WANG Yanhao,CHANG Guiqin,HUANG Yongzhang,DING Lijian (119)

Study on influence of solder voids on power cycling lifetime of IGBT module  
.....LIU Peng,DENG Erping,ZHOU Wangjun,CHEN Jie,HUANG Yongzhang (130)

Inspection & Testing Technology

A study on dynamic avalanche test of IGBT module.....YU Wei,ZHENG Yu,YUAN Tao,REN Yadong (139)

Research of SiC MOSFET junction temperature monitoring technology based on gate voltage delayed turn-off method  
.....ZHOU Wei,WANG Yongzhi,WEI Xiaohui,GUO Weili,HE Yong (145)

A study on the influence of turn-on pulse width on double pulse testing for power semiconductor device  
.....ZHANG Wenliang,YU Wei,YANG Fei,CUI Lei,LIAO Chenwei,LI Wenjiang (152)

Research of IGBT failure energy transmission and energy shock  
.....MA Yao,XU Libin,YU Wei,LIU Min'an,REN Yadong (162)

An online extraction method of junction temperature in IGBT devices with saturation voltage drop  
.....WANG Zequn,TIAN Xiaoyu,SONG Zhiru,SONG Wensheng (170)

Device Application Technology

A study on the parameter design method based on photovoltaic inverter for flying capacitor Boost circuit  
.....GAN Weiwei,OUYANG Shun,LIU Fei,LIU Quancheng,ZHANG Honghao (177)

Application and development of power electronic devices in VSC-HVDC transmission system  
.....YANG Liu,RAO Hong,YUAN Zhiyong,ZHOU Yuebin,XU Yiliang,XIONG Yan (184)

Equipment Technology

Research on silicon carbide epitaxial equipment technology  
.....YUAN Fushun,DENG Xiaojun,LI Qingyan,WANG Shi (191)

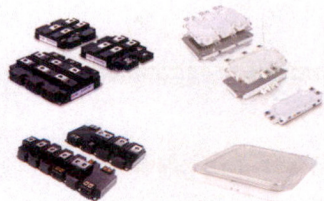


# 方寸之间 未来可期

## 用芯驱动人类绿色交通 和能源的可持续发展

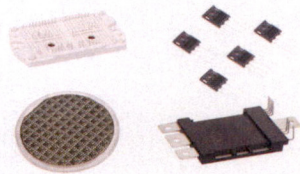
### IGBT芯片及模块

产品覆盖 650~6 500 V 全电压等级 IGBT，具有高电流密度、低开关损耗、高短路功能、低导通压降、软关断特性、裕量大等特点，可满足智能电网、轨道交通、新能源汽车、新能源发电等多个领域应用需求。



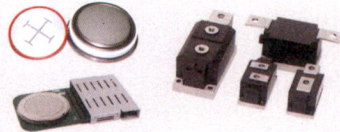
### SiC功率器件

产品覆盖 650~3 300 V SiC SBD 和 SiC MOSFET，采用第三代精细平面栅技术、体二极管续流，比导通电阻最低可到  $3.2 \text{ m}\Omega\cdot\text{cm}^2$ ，可满足汽车、OBC、DC/DC、光伏、轨道交通等复杂应用工况需求。



### 双极器件

产品包括晶闸管、整流管、IGCT 等，电压等级覆盖 600~8 500 V，可满足高压直流输电、机车牵引与传动、静态无功补偿、软启动等多个领域的应用需求。



株洲中车时代半导体有限公司

ZHUZHOU CRRC TIMES SEMICONDUCTOR CO.,LTD.

湖南省株洲市田心工业园

T: +86 731 2849 8268

www.sbu.crrczic.cc



中国中车  
CRRC

广告

ISSN 1000-128X

CN 43-1125/U  
万方数据

国内邮发代号：42-17

国外发行代号：BM353

国内定价：20元/册 国外定价：20美元/册

发行范围：国内外公开发行

ISSN 1000-128X



9 771000 128230