



芯派科技
SEMIPOWER

专业功率器件及电源方案提供商



汽车级功率器件可靠性要求

2017年电源网工程师巡回培训会-西安站分享讲义

— 侯青

XI'AN SEMIPOWER TESTING&APPLICATION CENTER

西安芯派电子科技有限公司

XI'AN SEMIPOWER ELECTRONIC TECHNOLOGY CO.,LTD.





目录 index

- 汽车级功率器件的市场需求
- 汽车级功率器件可靠性要求

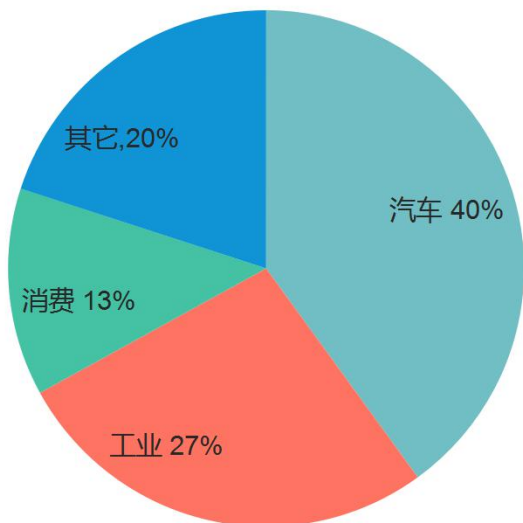




一. 汽车级功率器件的市场需求

全球半导体器件应用领域中，汽车，工业和消费电子占比分别达到**40%**，**27%**和**13%**，其中高端厂商的占比均以**汽车**为主。

我国半导体分立器件产业起步较晚，目前汽车应用占比仅为**15%**。随着全球气候变暖，环境污染的日益严重，国家大力推广新能源汽车，功率半导体器件在新能源汽车半导体使用中将达到**50%**。



全球半导体器件应用占比



根据国家发改委印发的《电动汽车充电基础设施发展指南（2015-2020）》到2020年计划发展充电站**1.2万个**，建设充电桩**450万个**，计划发展新能源汽车**500万辆**，未来功率器件在充电桩模块占总价值的15%。



对于Si基功率器件,IGBT模块及宽禁带半导体碳化硅 (SiC),氮化镓 (GaN) 等新型材料半导体器件需求也在增长。

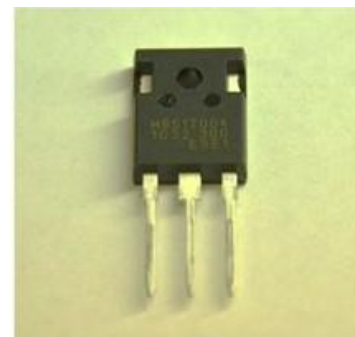


车用硅基IGBT模块

1200V SiC diodes
Industrial and automotive

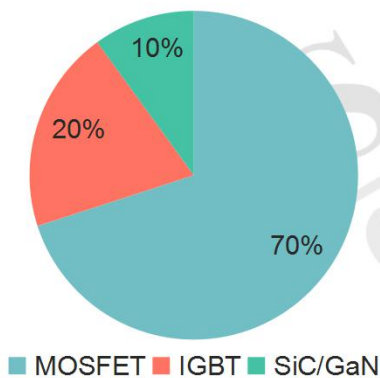


SiC器件



GaN 器件

The Applications of Power Devices





二. 汽车级功率器件可靠性要求

半导体功率器件按用途分为：消费级（商业级或民用级）、工业级、**汽车级**、军工级。



TO-247 封装



TO-220 封装



TO-220F 封装



TO-251 封装



TO-263 封装



TO-252 封装



SOP-8 封装

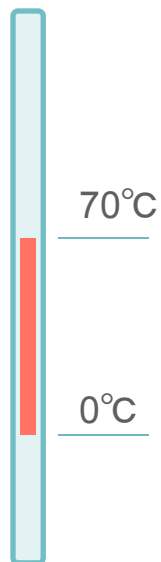


SOT-23 封装

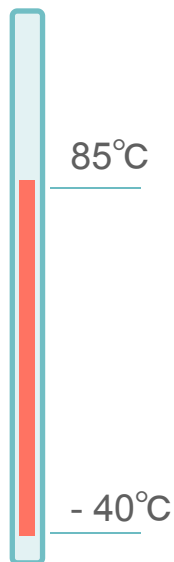


SOT-223 封装

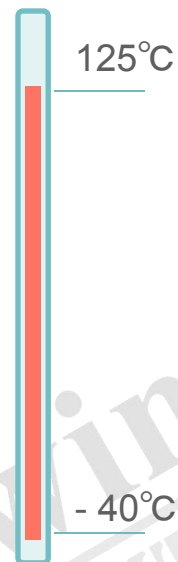
各级之间主要区别是产品的工作温度范围及可靠性。



消费级产品工作
温度范围：0
°C~70 °C



工业级产品工作
温度范围：
-40 °C~85 °C



汽车级产品工作温
度范围：
-40 °C~125 °C

汽车级功率器件与消费级/工业级从设计，生产、工艺与测试及可靠性三方面具体比对如下：

	对比	消费级及工业级	汽车级
1	设计	消费级工业级器件设计寿命是参考产品规定质保年限	汽车级器件设计寿命是15年起并且选用更优质的产品架构及芯片源胞结构，更先进可靠的封装工艺及技术流程。
2	生产、工艺与测试	<ul style="list-style-type: none"> a.企业ISO9001管理 b.按企业正常工艺流程 c.测试一般是在室温下按产品手册中的指标进行测试 	<ul style="list-style-type: none"> a.汽车级器件生产过程管理严格遵守 TS16949(ITFA16949) b.在器件生产的每一个环节，都有相对应的工艺质量的检验。 c.常温正常测试的同时，需要在-40度到125度高温和低温环境中进行参数测试。
3	可靠性	参考 JEDEC (固态电子技术协会) IEC (国际电工委员会)系列或 MIL (美军标)等标准。	参考 AEC (汽车电子委员会)系列标准，严格按照测试要求做产品认证。



总结：**汽车级**与消费级、工业级器件相比，从设计之初就是有区别的，制程质量控制严格，可靠性测试条件严苛。所以具有更好的性能，更高的可靠性及更强的抗干扰能力。

汽车级功率器件可靠性试验项目

试验项目	试验条件	汽车级要求
温度循环试验 (TC)	(-65 ~ 150°C) , 15min/15min, 200cys/500cys/1000cys	1000cys , 0失效
高温蒸煮试验 (PCT)	121°C , 100%RH,15psig , 96hrs	0失效,无分层
高温反偏老炼试验 (HTRB)	Tjmax , Vds=80%Vds/100%Vds,Vgs=0V; 168hrs/500hrs/1000hrs	100%Vds,1000hrs 0失效
高温门极老炼试验 (HTGB)	Tjmax , Vgs=100%Vgs , Vds=0V; 168hrs/500hrs/1000hrs	1000hrs 0失效
功率循环试验 (PC)	测K值, 开通状态加固定电压调节电流确保 $\Delta T_j=100$ 度, 关断状态使得降至室温	AEC-Q101规定最大循 环数, 0失效
耐焊性试验 (Solderdunk)	PTH : 260°C±5 10s(+2s -0s) SMD 260°C(+5 -0) Reflow*1	0失效
高加速应力试验 (HAST)	130°C,85%RH , Vds=80%Vds , Vmax=42V,Vgs=0V,96hrs	0失效,无分层
高温高湿反偏试验 (H3TRB)	85°C,85%RH , V=80%Vr , Vmax=100V,168hrs/500hrs/1000hrs	1000hrs,0失效,无分层
预处理试验 (Pre-con)	1.125°C , 24hrs ; 2.60°C ; 60%RH , 168hrs ; 3.3x Reflow	0失效,无分层

汽车级功率器件比消费级/工业级相更多的可靠性测试项目如下：

试验项目	试验条件
参数确认(parametric verification)	根据用户说明书在产品温度范围内测试所有参数以确保符合
温度循环热试验 TCHT	TC后125度时测试，然后开封，对内部焊线直径小于等于5mil的5只样品做拉力测试
温度循环分层试验 TCDT	TC后做100% C-SAM检查，开封，检查或者对分层多的5只做拉力。
UHASt	96hrs,130 °C/85%RH.不加电压
ESD	HBM/CDM
DPA	完成HAST或者H3TRB，和TC后的良品做破坏性物理分析
Physical Dimension (尺寸测量)	按规格书条件测试
端子强度	对管腿部分进行强度检验
耐溶性试验	对于非激光打印的MARK进行检验
焊线粘合强度	做拉力时，需有氮气的烘箱，分别对0hrs, 250hrs,500hrs bake后的焊线做拉力
压焊剪力	对焊点进行剪力测试，检验是否在规定力度内
芯片推力	用规定的力推芯片，检验芯片的粘合程度
雪崩测试 UIS	UIS测试
电介质完整性 DI	仅限功率MOS和内夹式IGBT

总结：汽车级功率器件可靠性测试与消费级、工业级器件相比，不仅**样本数量大**，**试验项目多**，**试验条件严苛**，**认证及判定更为严格**。

2. 可靠性实验设备介绍



日本Hirayama公司
高加速应力评价系统



德国Votsch公司
高低温湿热环境试验箱



德国Votsch公司
高低温循环试验箱



高温反偏老炼检测
系统设备



高压蒸煮试验箱



回流炉



美国ITC公司
间歇寿命试验箱

TO247封装汽车级产品认证实例：

500V 汽车级MOSFET产品认证试验BOM表

Part No	50383 汽车级	50383 汽车级	50383 汽车级	50383
Package	TO247AC	TO247AC	TO247AC	TO247AC
Geometry	AVFBG	AVFBG	AVFBG	60581
Die Size	360*257mil	360*257mil	360*257mil	360*257mil
Wafer Fab Location	VSIG	VSIG	VSIG	Tower
Top Metallization	5um Al/Ti/TiN	5um Al/Ti/TiN	5um Al/Ti/TiN	4um Al
Passivation	1200nm PSG	1200nm PSG	1200nm PSG	10K PSG
Bond Picture	5mil*1 gate, 20mil*2 source	5mil*1 gate, 20mil*2 source	5mil*1 gate, 20mil*2 source	5mil*1 gate, 20mil*2 source
Lead frame	3723	3723	3723	3723
Die Attach	92.5Pb5Sn2.5Ag	92.5Pb5Sn2.5Ag	92.5Pb5Sn2.5Ag	92.5Pb5Sn2.5Ag
Bond wire	Al wire	Al wire	Al wire	Al wire
Molding Compound	KTMC	KTMC	KTMC	SG-82
Lead Finish	Solder dip	Solder dip	Solder dip	Solder dip
Assembly location	Xi'an	Xi'an	Xi'an	Xi'an

TO247封装汽车级产品认证实例：

SG-82塑封料 切断工艺完后C-SAM检查发现有分层

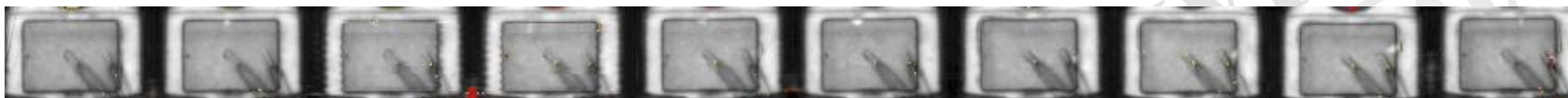


芯片表面



T-Post

KTMC塑封料 切断工艺完后C-SAM检查OK



芯片表面



T-Post

以下为可靠性试验后汽车级与消费类产品测试差异

Test Item	Test point	50383 汽车级	50383 汽车级	50383 汽车级	50383
HTRB	168hrs	0/77	0/77	0/77	1/77 Idss失效
	500hrs	0/77	0/77	0/77	0/76
	1000hrs	0/77	0/77	0/77	0/76

正常产品HTRB加80%电压是OK的，加100%电压是出现失效。

Samwin
CONFIDENTIAL

汽车级功率器件总结：

1. 设计：选用先进的芯片结构，优质的产品架构。
2. 材料工艺：选用性能良好，可靠的材料，先进稳定的工艺流程。
3. 生产过程：按照TS16949体系管理，严格把控每个工序。
4. 可靠性测试：严格按照AEC系列标准执行可靠性测试,只有完全通过AEC-Q101要求的可靠性测试项目才算通过汽车级认证。

Samxin®
CONFIDENTIAL



谢谢观看

SEMIPOWER.2017

Samwin
CONFIDENTIAL