

IPM模块在电机驱动 领域的应用及解决方案

吉林华微斯帕克电气有限公司
Jilin Smart Pack Electric Co., Ltd
2017年5月



CONTENTS 目录

1 / 华微斯帕克简介

2 / IPM模块设计制造

3 / 失效分析方法介绍

4 / 平台产品及应用

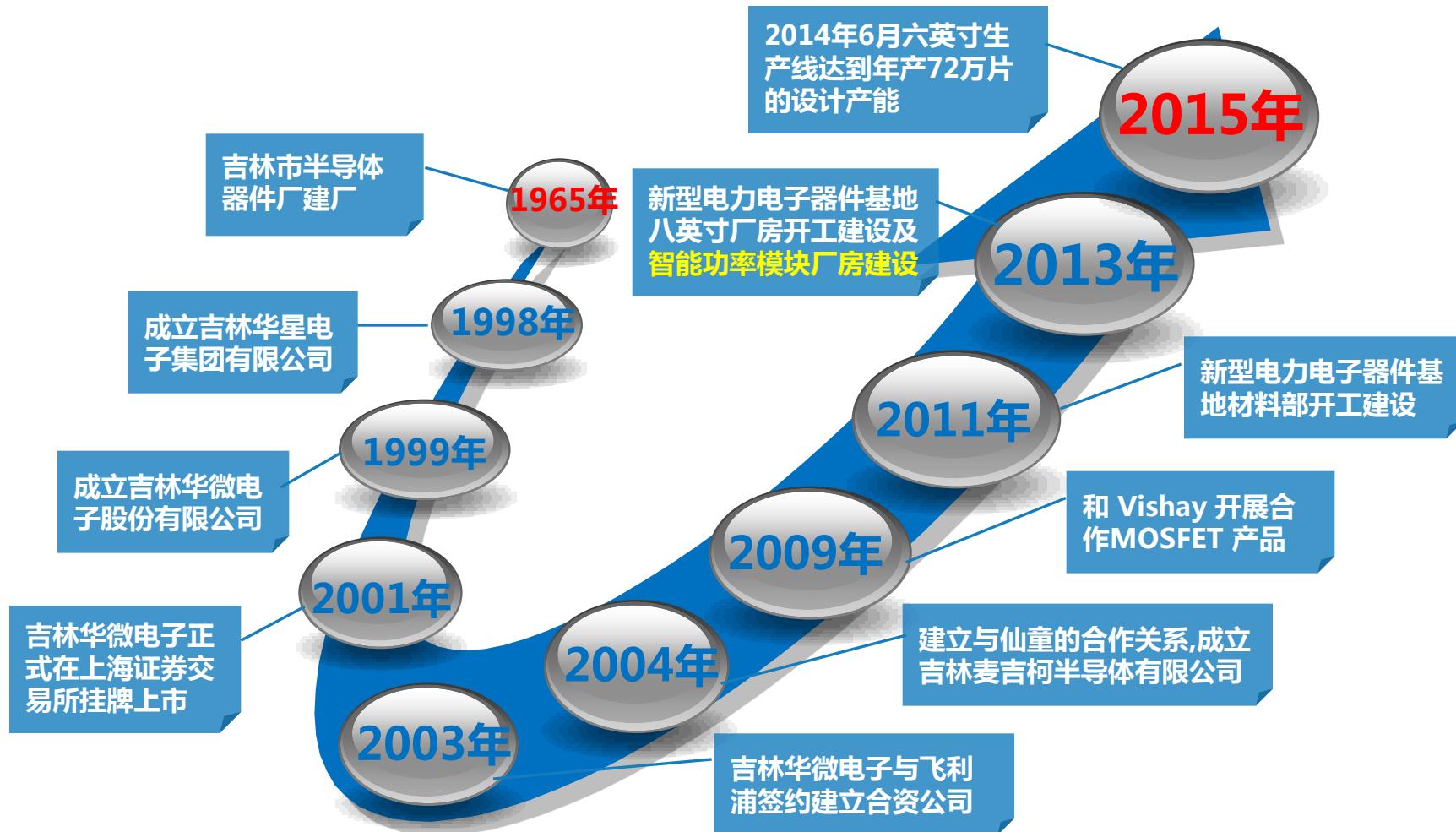
华微斯帕克是国内最大功率器件制造商**华微电子**控股子公司



专注于智能功率模块

- 华微电子致力于功率器件及IC芯片设计制造
- 公司成立于1965年, 总部在吉林省吉林市;
- 2001年在上海挂牌上市, 是中国首家半导体功率器件领域上市公司 (上交所 : 600360) ;
- 建筑面积13.5万m², 总资产约40亿元 ;
- 芯片年产能360万片, 封装年产能约70亿只 ;
- 员工约3,000人, 研发人员占比约15% ;
- 2013年投资成立吉林华微斯帕克电气有限公司, 致力于智能功率模块研发、制造及销售。

华微电子是国内首家功率器件领域上市企业，**50年**芯片制造经验。



华微电子在中国半导体行业协会分立器件领域**行业排名第一**

2016排名	企业名称
1	吉林华微电子股份有限公司
2	扬州扬杰电子科技股份有限公司
3	苏州固锝电子股份有限公司
4	无锡华润华晶微电子有限公司
5	瑞能半导体有限公司



我们的核心竞争力

IDM垂直整合模式

全力满足客户需求

有50多年功率器件的生产经验

有丰富的芯片及模块设计经验。

有芯片模块工厂，生产自主可控。



可以提供全系列高品质的IPM产品。

可以提供具有性价比优势的产品。

可以根据客户要求量身定制。



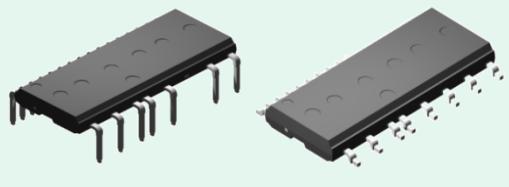
CONTENTS 目录

1 / 华微斯帕克简介

2 / IPM模块设计制造

3 / 失效分析方法介绍

4 / 平台产品及应用



DIP23-FP

SOP23-FP

1. 总成本低

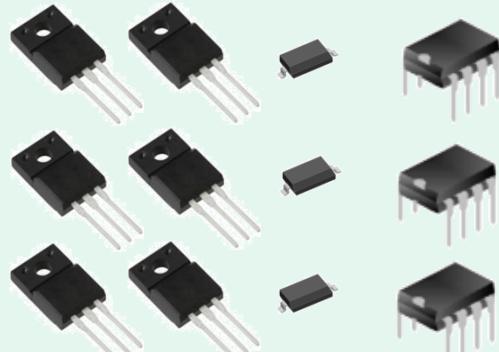
PCB结构紧凑，可用同一散热器，安装方便。

2. 设计方便

集成驱动IC及功率器件，不需进行驱动匹配。

VS

MOSFETs + BSDs + HVICs



3. 替换方便

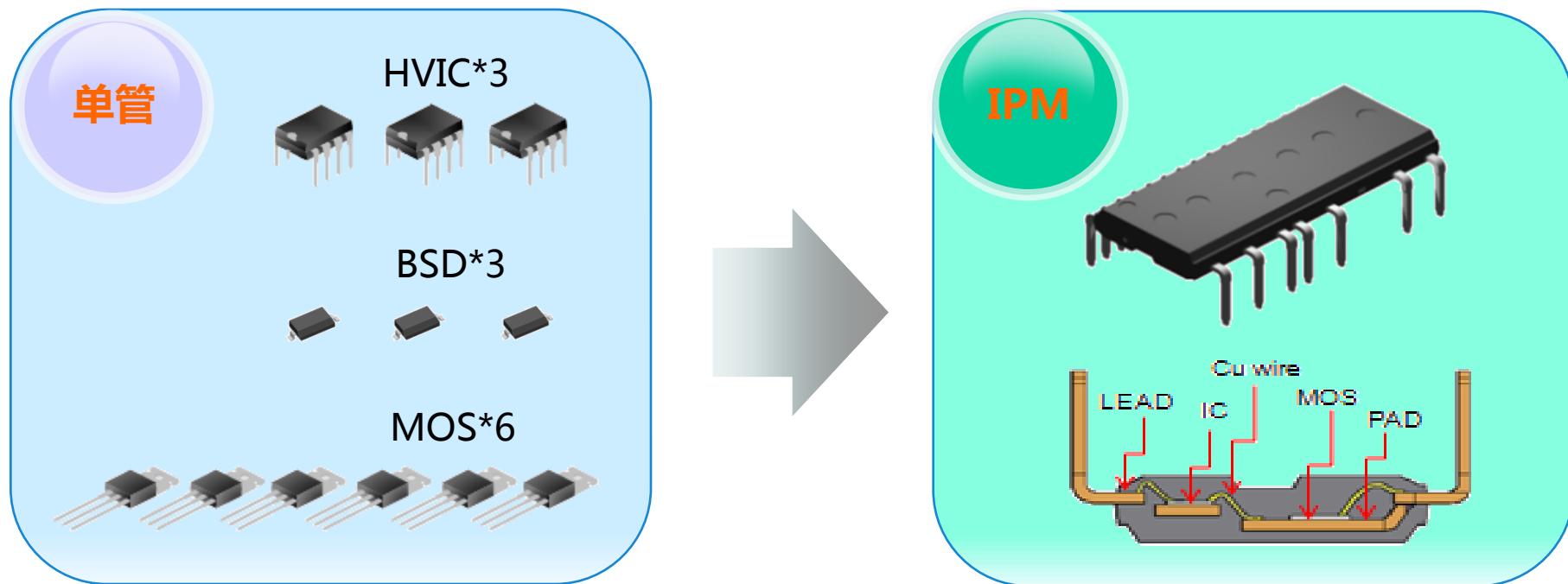
不同功率产品可用同一模块封装外形直接互换。

4. 一致性好

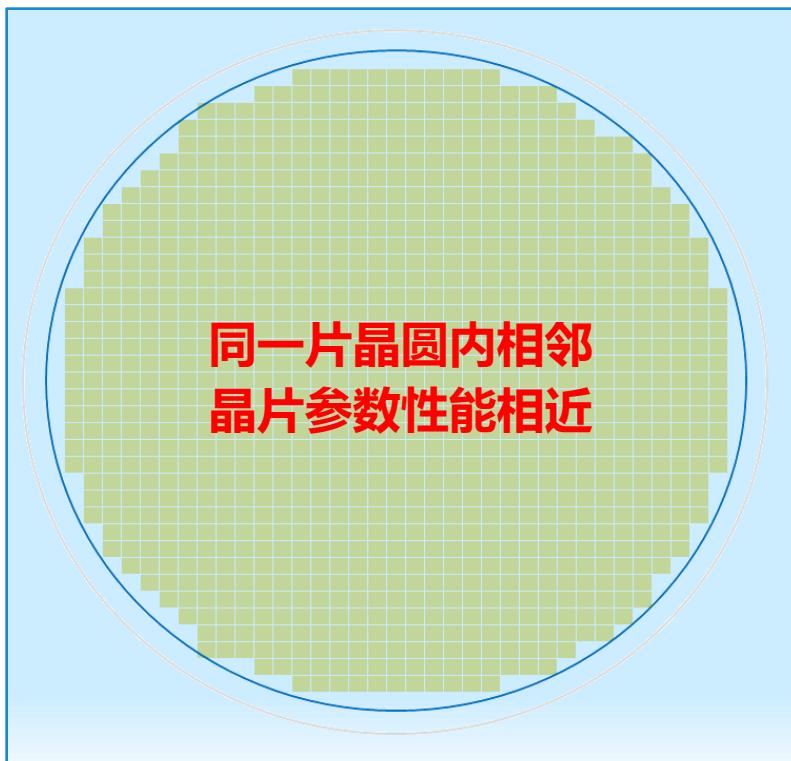
模块内的芯片取自同一片晶圆，一致性有保证。

5. 可靠性好

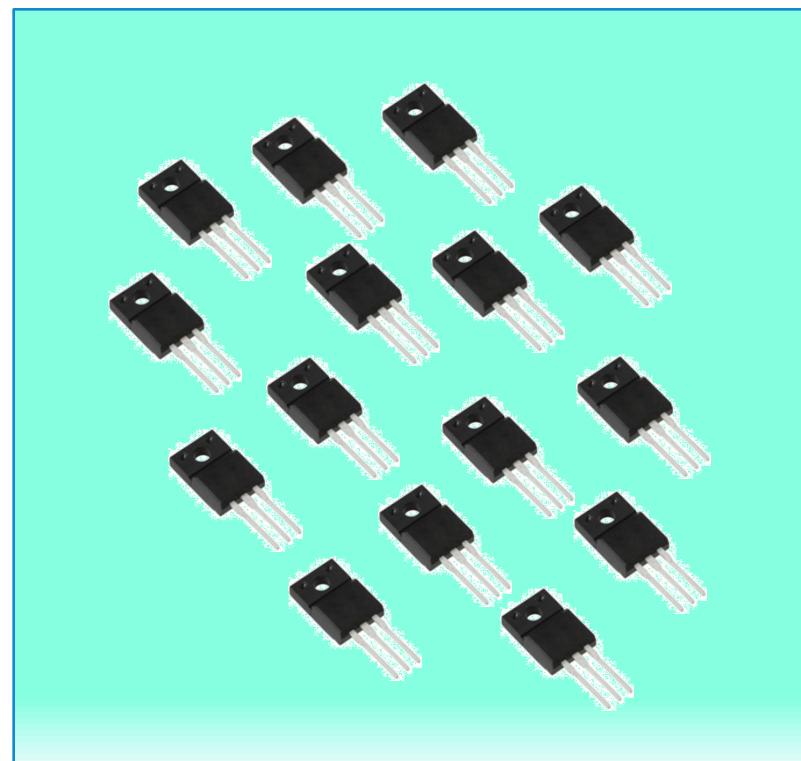
绝缘防潮、抗干扰防静电能力比分立方案更强。



- IPM集成IGBT/MOS, FRD, BSD, Resistor, HVIC等多种器件；
- 简化PCB布线，内置过流、过温、欠压、短路、输入逻辑纠错等各种硬件保护；
- 不用调整驱动电路，优化了控制的灵活性，减少方案开发时间，利于生产管理；
- 一定程度上缩小了功率环路，减少杂散分布电感、电容和电阻，降低系统干扰。



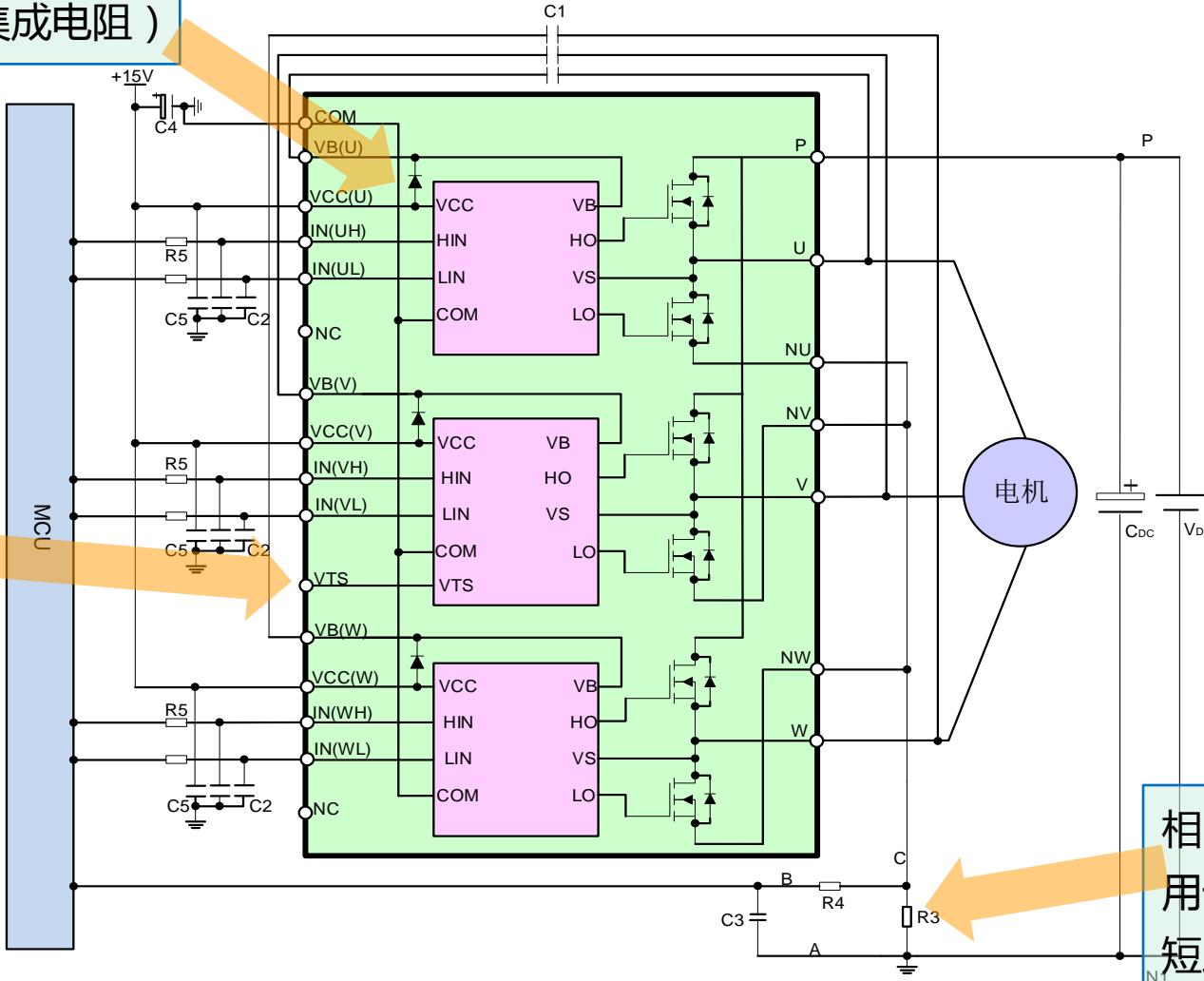
VS



- IPM内部芯片都取自于同一晶圆，电参数一致性比单管要好，尤其是 $VCE(sat)$ 、 VF 、 $Vth(on)$ 、 $RDS(on)$ 等参数。

自举二极管 (内部集成电阻)

温度输出，实现
实时温度监控

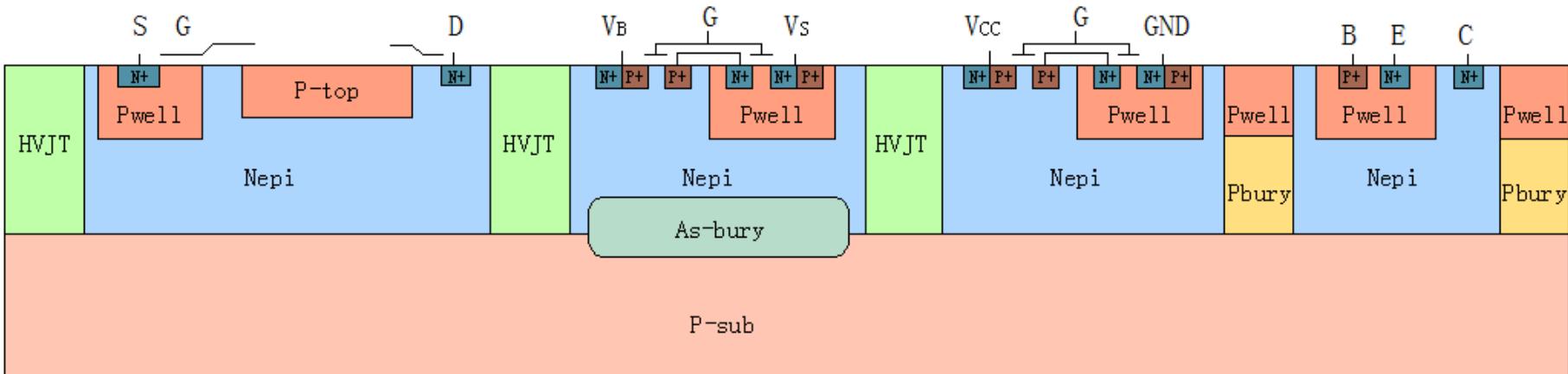


相电流检测 用于过流、 短路保护

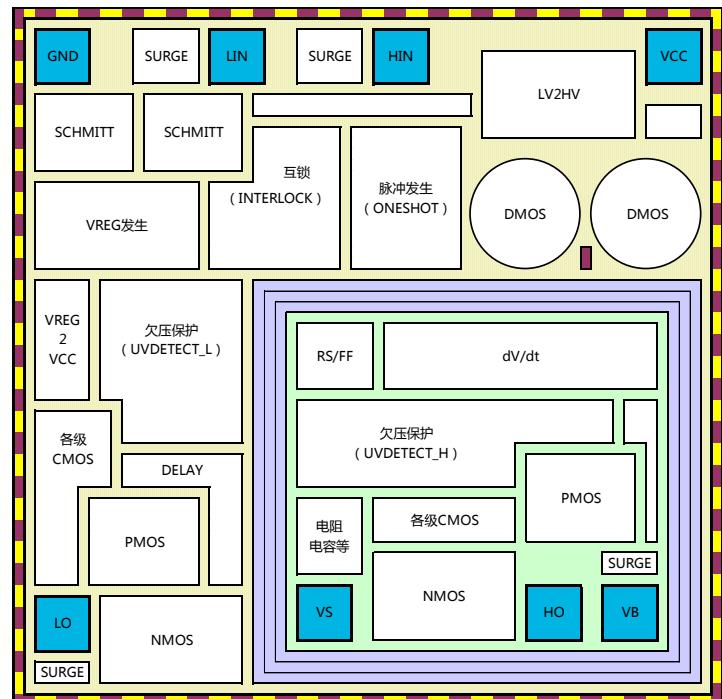


我们的技术平台建设





- 高侧浮动绝对电压+600V；
- 10V~20V栅极驱动电源电压；
- 高侧/低侧独立的欠压保护；
- 驱动能力与MOSFET、IGBT良好匹配；
- 高电平有效，支持3.3/5/15V输入；
- 内置直通保护逻辑；
- 内置死区时间电路；
- 内置dv/dt误动作防止功能；
- VS -10V负压允许。



IGBT设计

终端

单胞

背集电区

场板(Field Plate)

场限环(Field Limiting Ring)



场板 (Field Plate)

横向变掺杂(Variation of Lateral Doping)

平面方形

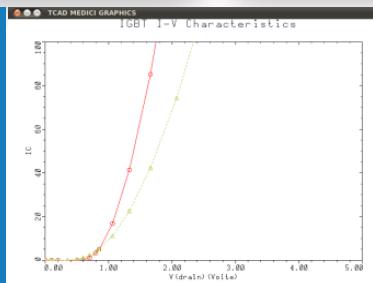
平面条形

Trench

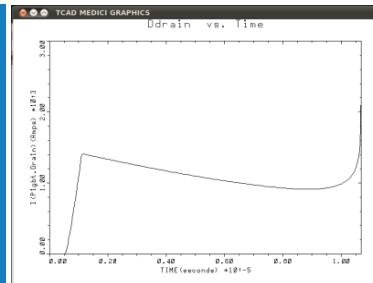
NPT

FS

饱和压降



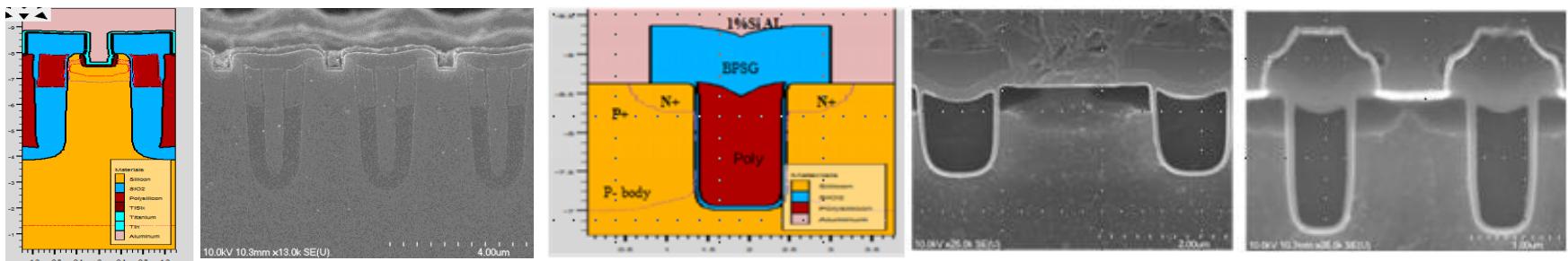
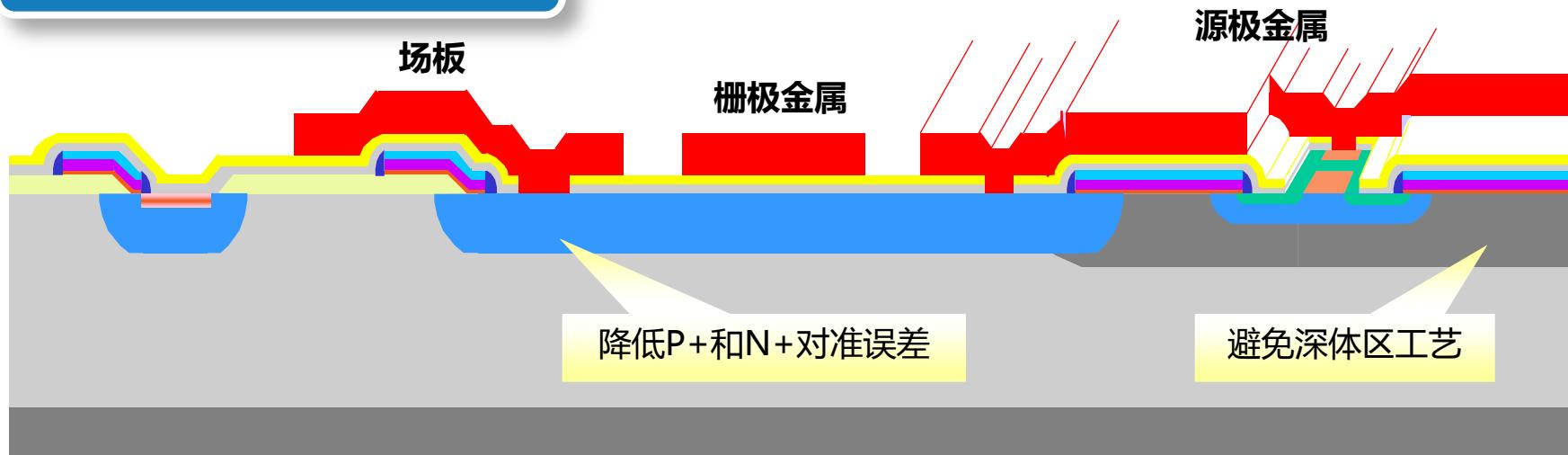
开关能量



- 模块IGBT选用Field-Stop & Trench+Field-Stop技术产品,与传统技术相比,拖尾电流较小,进而降低关断损耗;
- 同时IGBT采用薄片工艺技术,使VCE(sat)更低,以降低导通损耗;
- 600V系列硅片厚度:75um。



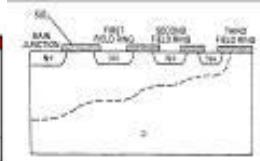
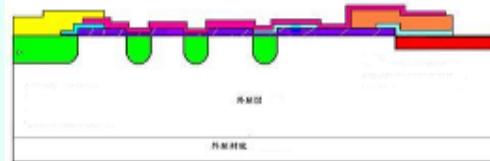
单胞设计技术



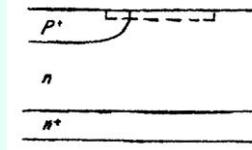
- 模块用的MOSFET管芯采用EHD (极高的单胞密度) 、高Eas设计和Spacer工艺技术 , 具有低导通损耗、低开关损耗、良好的EMI等特点。

终端技术

平面多晶场版场环技术



结终端扩展技术



寿命控制

溅射铂方式进行寿命控制性能稳定可靠。



运用局部寿命控制技术，满足模块正温度系数需求，同时兼顾VF/TRR参数折中。

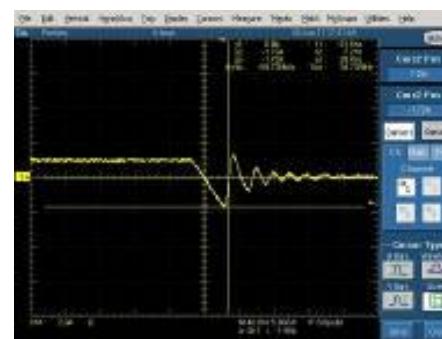
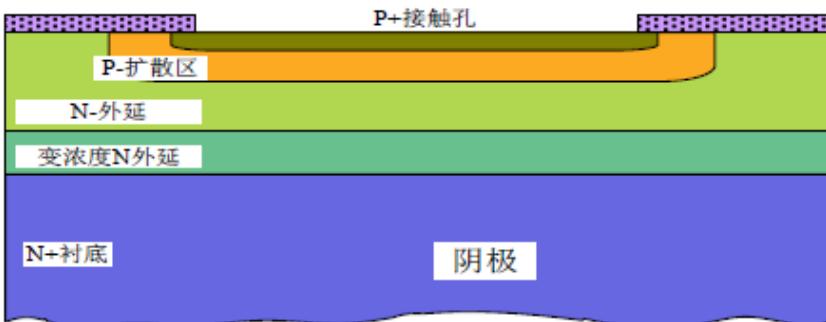
产品特性

恢复电流小、软快恢复，波形震荡小

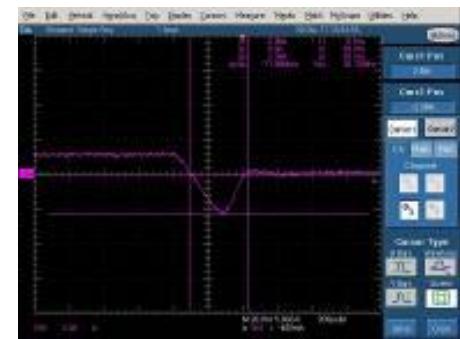


二代400V-600V系列在原有性能基础上具有高EAS,高ESD,高IFSM，高可靠等特点。

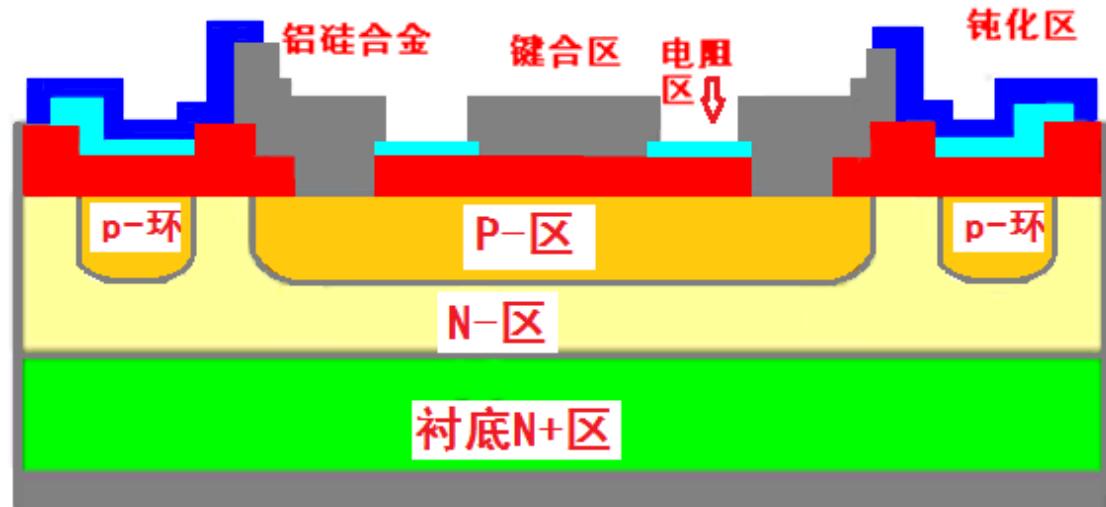
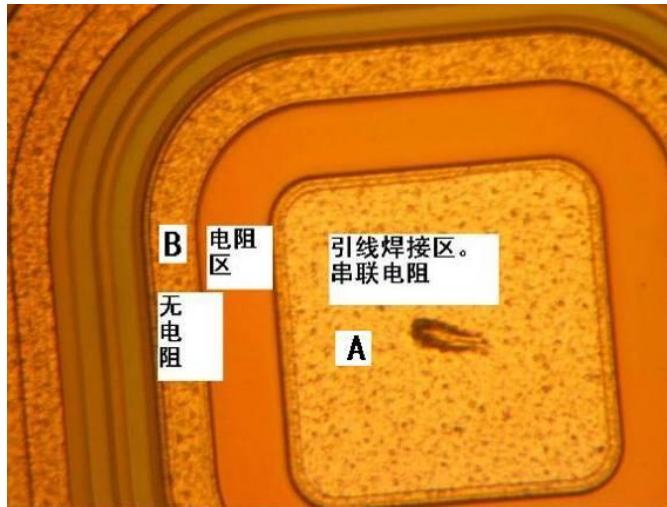
阳极



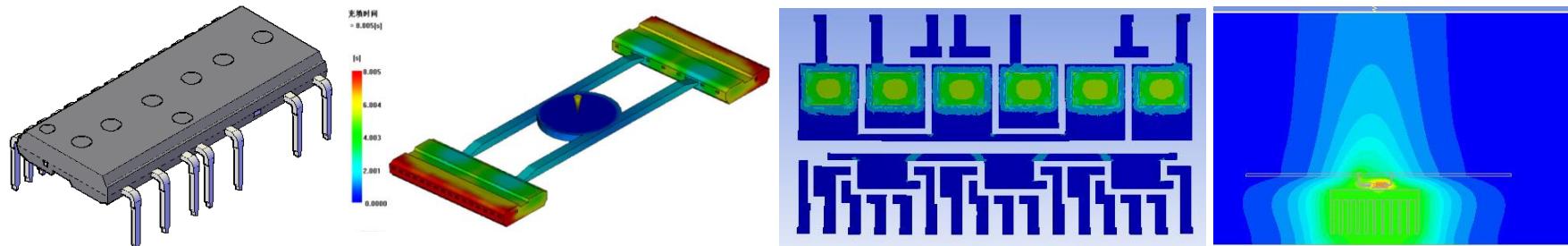
传统外延衬底工艺



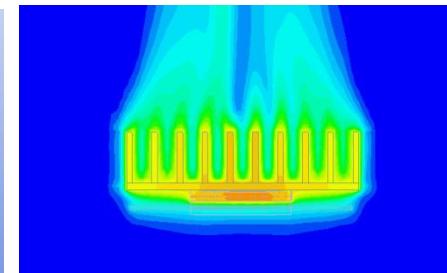
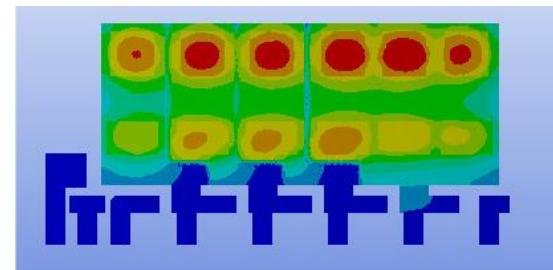
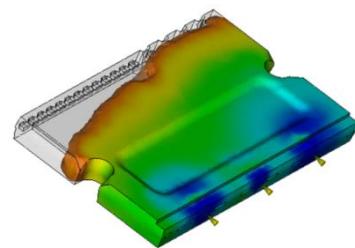
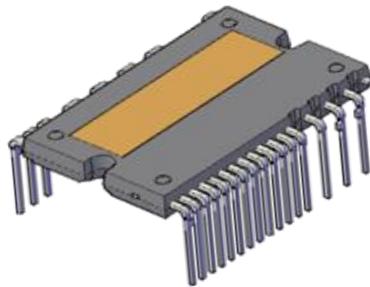
新型双层外延衬底工艺



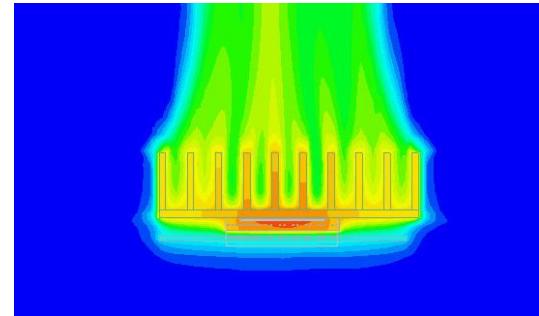
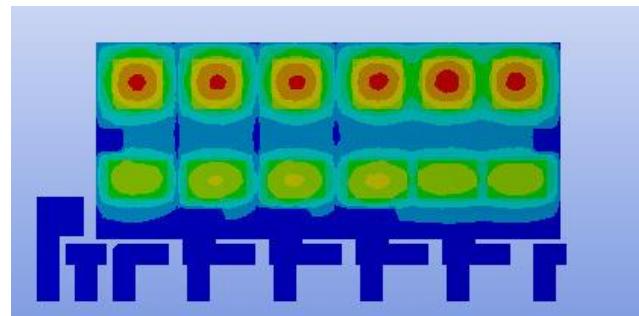
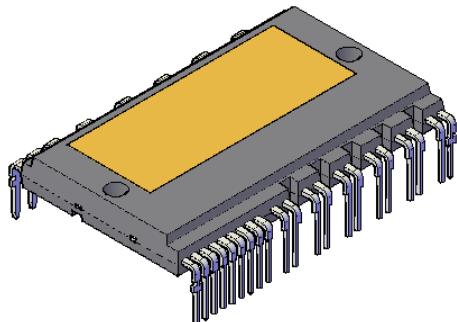
- BSD采用现有FRD工艺平台，内部集成电阻，增强产品集成度，减少工艺流程，提高产品可靠性。



参数	DIP23	竞品
模块结构图		
导热系数 (W/m ²)	2.2	2.0
绝缘层厚度 (mm)	0.55	0.55
绝缘耐压 (V)	1500	1500
优势	高散热性能	



参数	DIP25	竞品
模块结构图		
导热系数 (W/m ²)	3.0	2.0
绝缘层厚度 (mm)	0.15	0.40
绝缘耐压 (V)	2500	2000
优势	高散热性能、高绝缘耐压	



参数	DIP-29	竞品
模块结构图		
导热系数 (W/m ²)	22.0	3.0
绝缘耐压 (V)	3000	2500
优势	高散热性能、高绝缘耐压	



内部稽核

管理评审
文件管控
品质记录
教育训练

外部客户

合同评审
生产控制

物料采购

被核准的供应商
供应商评价系统
物料采购
采购订单

供应商

校准鉴定
制品追溯(MES)

进料检查

材料入厂

储存及物料管控

SPC
制程管制

封装生产

完成品测试

包装/出货

PPAP, APQP, FMEA, CP, TCM, MSA

内部异常反馈

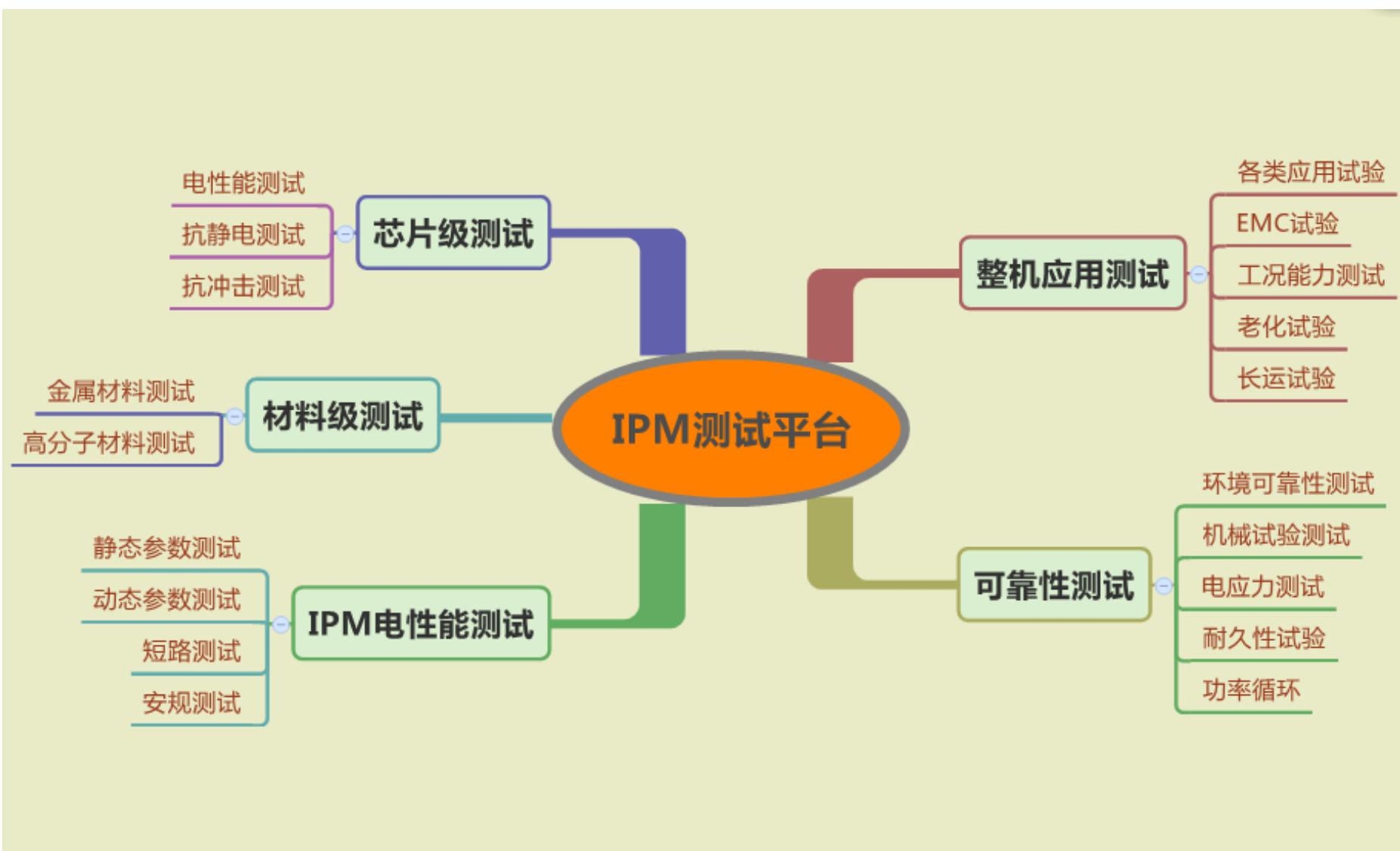
客户异常反馈

失效分析

外部客户

近300项生产测试项目确保品质

测试流程	测试目的	电性测试项目																																																												
绝缘测试	测试管芯与塑封体之间的绝缘性能	<table border="1"> <thead> <tr> <th>序号</th><th>测试项目</th><th>数量</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>绝缘测试</td><td>1项</td></tr> <tr> <td>2</td><td>接触测试</td><td>7项</td></tr> <tr> <td>3</td><td>开短路测试</td><td>34项</td></tr> <tr> <td>4</td><td>NTC常温测试</td><td>1项</td></tr> <tr> <td>5</td><td>信号端静态工作电流</td><td>6项</td></tr> <tr> <td>6</td><td>过流检测引脚漏电流测试</td><td>1项</td></tr> <tr> <td>7</td><td>FAULT功能脚漏电流测试</td><td>1项</td></tr> <tr> <td>8</td><td>IGBT击穿电压测试</td><td>18项</td></tr> <tr> <td>9</td><td>IGBT漏电流测试</td><td>12项</td></tr> <tr> <td>10</td><td>饱和压降测试</td><td>12项</td></tr> <tr> <td>11</td><td>FRD导通电压测试</td><td>12项</td></tr> <tr> <td>12</td><td>BSD导通电流测试</td><td>6项</td></tr> <tr> <td>13</td><td>HVIC静态电流测试</td><td>24项</td></tr> <tr> <td>14</td><td>信号端阀值电压测试</td><td>36项</td></tr> <tr> <td>15</td><td>电源端阀值电压测试</td><td>16项</td></tr> <tr> <td>16</td><td>FAULT引脚特性测试</td><td>6项</td></tr> <tr> <td>17</td><td>过流检测引脚阀值测试</td><td>4项</td></tr> <tr> <td>18</td><td>开关动态时间参数测试</td><td>84项</td></tr> <tr> <td>19</td><td>IGBT短路电流测试</td><td>18项</td></tr> </tbody> </table>	序号	测试项目	数量	1	绝缘测试	1项	2	接触测试	7项	3	开短路测试	34项	4	NTC常温测试	1项	5	信号端静态工作电流	6项	6	过流检测引脚漏电流测试	1项	7	FAULT功能脚漏电流测试	1项	8	IGBT击穿电压测试	18项	9	IGBT漏电流测试	12项	10	饱和压降测试	12项	11	FRD导通电压测试	12项	12	BSD导通电流测试	6项	13	HVIC静态电流测试	24项	14	信号端阀值电压测试	36项	15	电源端阀值电压测试	16项	16	FAULT引脚特性测试	6项	17	过流检测引脚阀值测试	4项	18	开关动态时间参数测试	84项	19	IGBT短路电流测试	18项
序号	测试项目	数量																																																												
1	绝缘测试	1项																																																												
2	接触测试	7项																																																												
3	开短路测试	34项																																																												
4	NTC常温测试	1项																																																												
5	信号端静态工作电流	6项																																																												
6	过流检测引脚漏电流测试	1项																																																												
7	FAULT功能脚漏电流测试	1项																																																												
8	IGBT击穿电压测试	18项																																																												
9	IGBT漏电流测试	12项																																																												
10	饱和压降测试	12项																																																												
11	FRD导通电压测试	12项																																																												
12	BSD导通电流测试	6项																																																												
13	HVIC静态电流测试	24项																																																												
14	信号端阀值电压测试	36项																																																												
15	电源端阀值电压测试	16项																																																												
16	FAULT引脚特性测试	6项																																																												
17	过流检测引脚阀值测试	4项																																																												
18	开关动态时间参数测试	84项																																																												
19	IGBT短路电流测试	18项																																																												
O/S测试	测试脚的接触、WB、产品内部的基本功能																																																													
DC1测试	测试各IGBT的击穿电压、饱和压降、漏电流与FRD正向电压																																																													
IC1测试	测试IC与BSD静态电流,阀值电压,欠压,过流保护脚阀值电压,延迟时间																																																													
AC测试	测试在开关状态下关断时间,开启时间,电流峰值和在短路状态下电流值																																																													
DC2测试	重复DC1的功能																																																													
IC2测试	重复IC1的功能																																																													



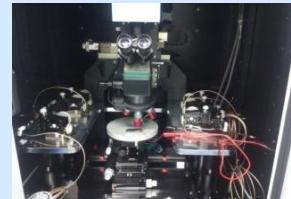
我们的测试平台

芯片级测试包括：

- 芯片电参数测试；
- 芯片抗静电测试；
- 抗闩锁测试。



晶体管图示仪



微探针及EMMI系统



ESD测试系统

材料级测试包括：

- 材料物理性能测试；
- 热性能测试；
- 杂质含量、成分测试。



红外光谱



热应力分析



TG分析



SEM&EDS

IPM电性能测试包括：

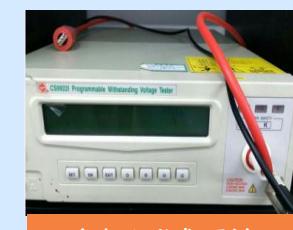
- 自动全参数测试；
- 手动动态静态波形测试；
- 安规测试。



ATE系统



手动测试系统



安规测试系统

我们的测试平台

可靠性试验包括：

- 高温、低温、高温高湿等各项环境可靠性试验及测试；
- 冲击、跌落、引脚拉力等各项机械试验；
- HTRB、HTOL等电应力寿命试验；
- 功率循环试验。



X-RAY



SEM



功率循环系统



机械实验室



环境实验室



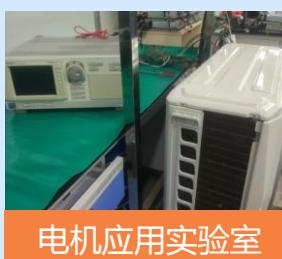
环境实验室

应用测试包括：

- 重轻载试验；
- 高低压试验；
- 高低温试验；
- 错相短路试验；
- 堵转试验；
- EMC实验；
- 工况性能试验；
- 老化、长运。



电机应用实验室



电机应用实验室



老化、长运



EMC实验室



EMC实验室



CONTENTS 目录

1 / 华微斯帕克简介

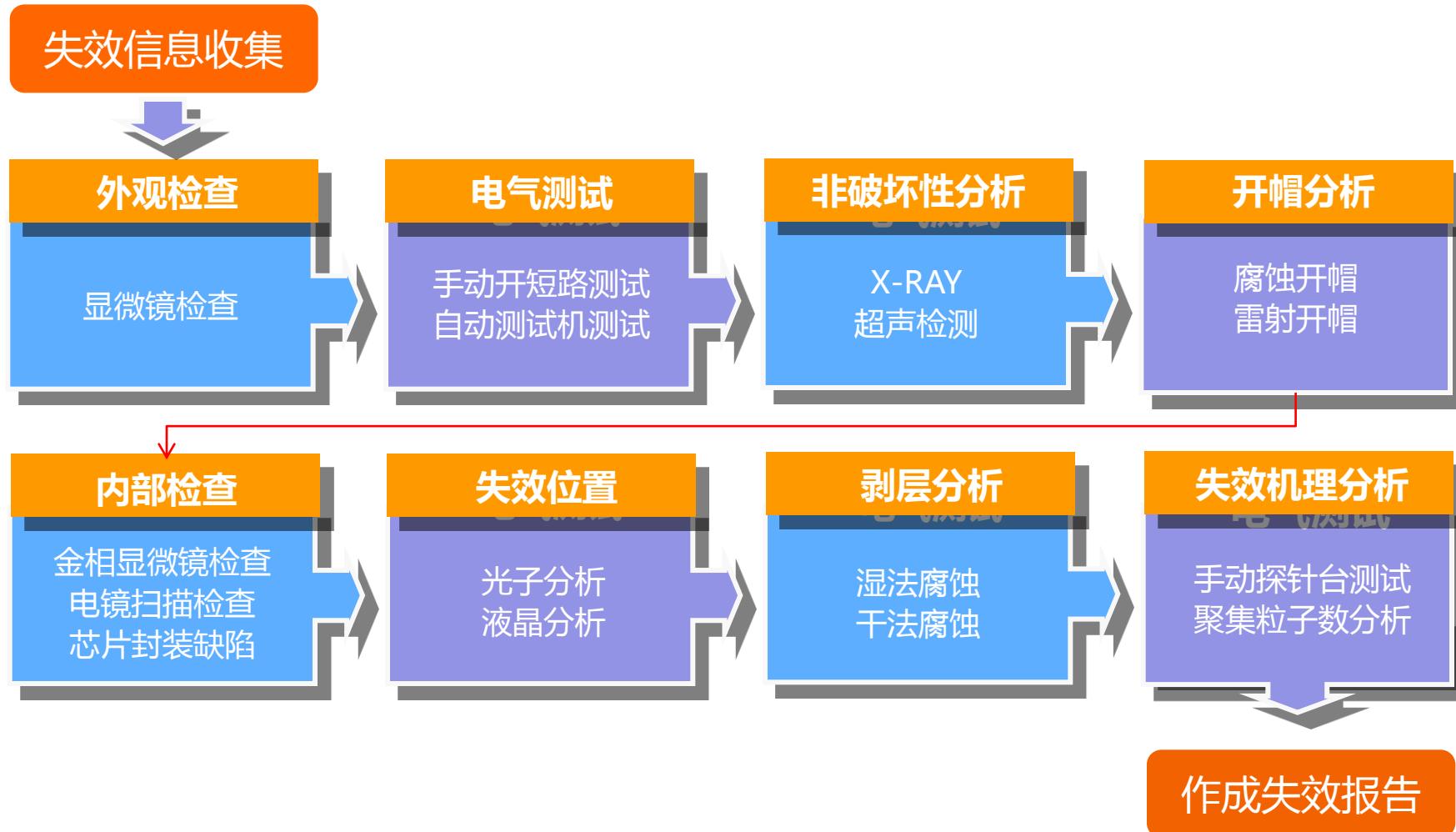
2 / IPM模块设计制造

3 / 失效分析方法介绍

4 / 平台产品及应用

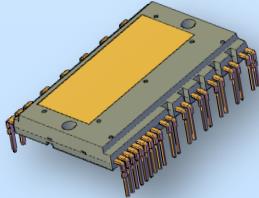


失效分析流程



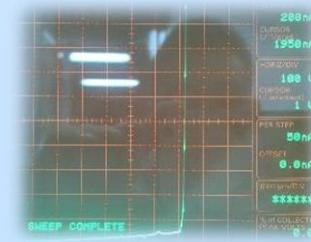
失效分析案例

外观检查

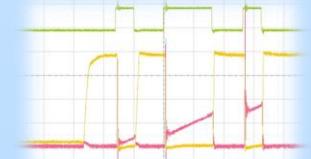


显微镜

电气测试

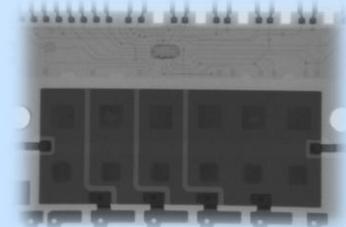


手动测试机



自动测试机

非破坏性分析

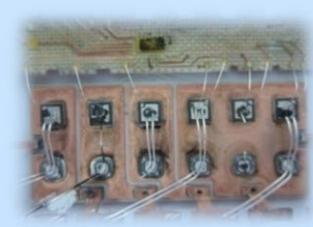


X-RAY检查内部气洞

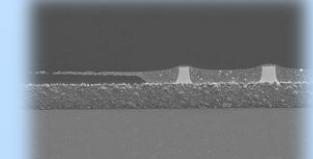


超声检查内部分层

开帽分析



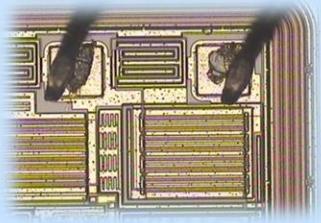
开帽检查封装内部



切面检查封装内部

失效分析案例

内部检查



金相显微镜检查



电镜检查材料成分

失效位置

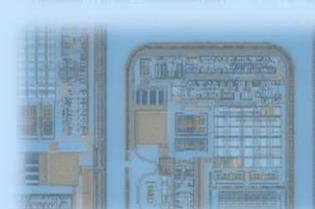
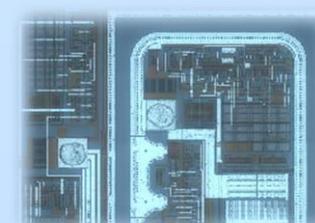


微探针测试



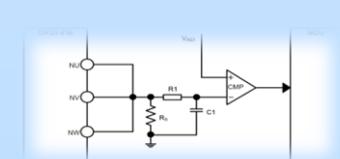
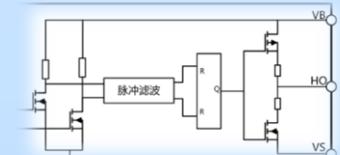
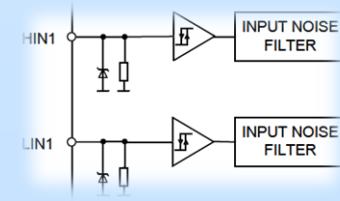
EMMI热成像检查

剥层分析



芯片剥层检查

失效机理分析





CONTENTS 目录

1 / 华微斯帕克简介

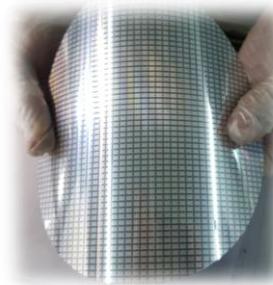
2 / IPM模块设计制造

3 / 失效分析方法介绍

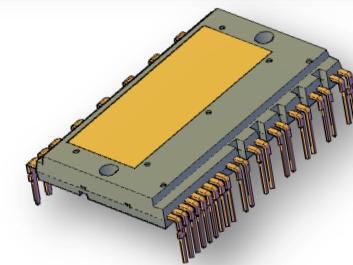
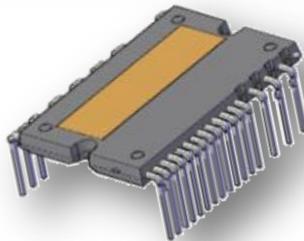
4 / 平台产品及应用

华微电子专注于功率器件及模块

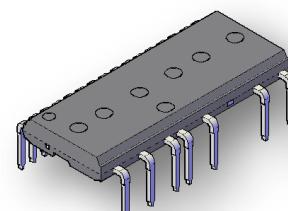
广州**功率器件**封测工厂



吉林**芯片**设计制造工厂



吉林**电容器**制造工厂



吉林**模块**封测工厂

芯片
生产模块
封装

芯片制造技术平台

类型	2014	2015	2016	2017	2018	2019
驱动IC	1um 800V 2CH		0.5um 800V 2CH		0.5um 800V xCH	SOI 0.5um 800V 高集成、高抗干扰、低成本
IGBT	600V平面FS		650V平面Trench+FS		1200V/1350V trench+FS	1700V Trench+FS 3300V Trench+FS
VDMOS	低Trr平面系列产品开发(<120nS)	JME系列低R _{dson} 、低Q _g 高压MOS系列200V-900V		第一代超级结技术 A·R _{dson} : 3.0mm ² ·R		第二代超级结技术 A·R _{dson} : 2.2mm ² ·R, Q _g 降低30%
FRD	第一代400V-600V系列	高EAS, ESD, IFSM 性能	第二代400V-600V系列	高EAS, ESD, IFSM 性能	第二代1200V系列	

IPM产品系列及应用领域

应用领域

空调
变频器冰箱
洗衣机风机
净化器
洗碗机
油烟机

应用功率段

30W

60W

100W

200W

700W

1200W

1800W

2500W

DIP23 / SOP23

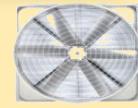
29*14.55*6.05

- UV、VTS
- BSD
- Viso=1500Vrms

SPE02M50

SPE04M50

SPE05M50

风机
净化器
洗碗机
油烟机

SPE05M50

SPE06S60

SPE10S60

SPE15S60

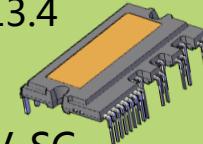
SPE20S60

SPE15C60
SPE20C60

DIP27

44*30.6*13.4

- BSD
- VTS
- FO for UV, SC
- 2500Vrms



DIP25

38*28.8*14

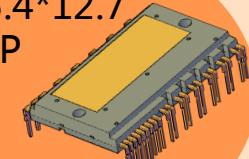
- UV, OCP
- NTC
- BSD
- FO for UV, OC
- 2500Vrms



DIP29

52.5*35.4*12.7

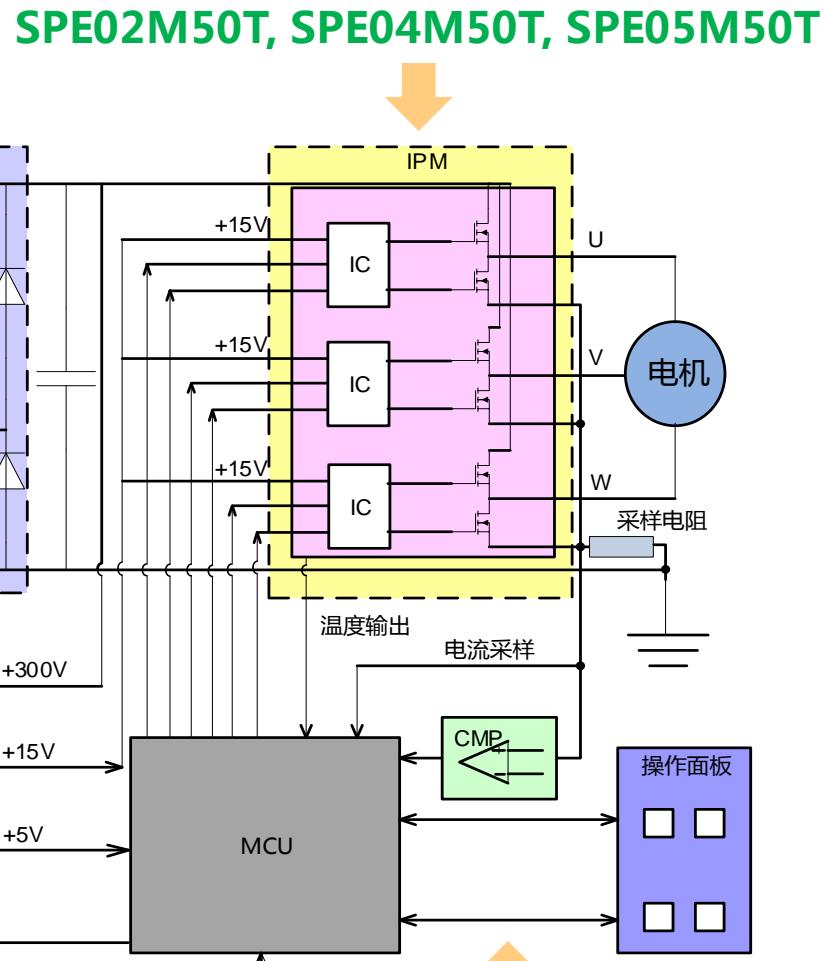
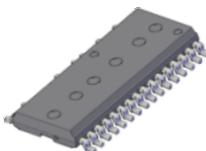
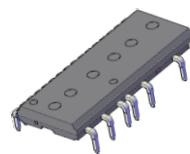
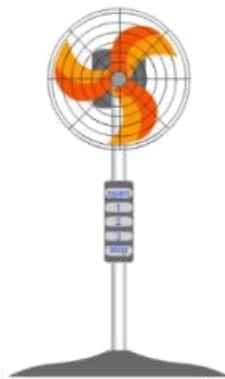
- UV, OCP
- NTC
- BSD
- FO for UV, OC
- 2500Vrms



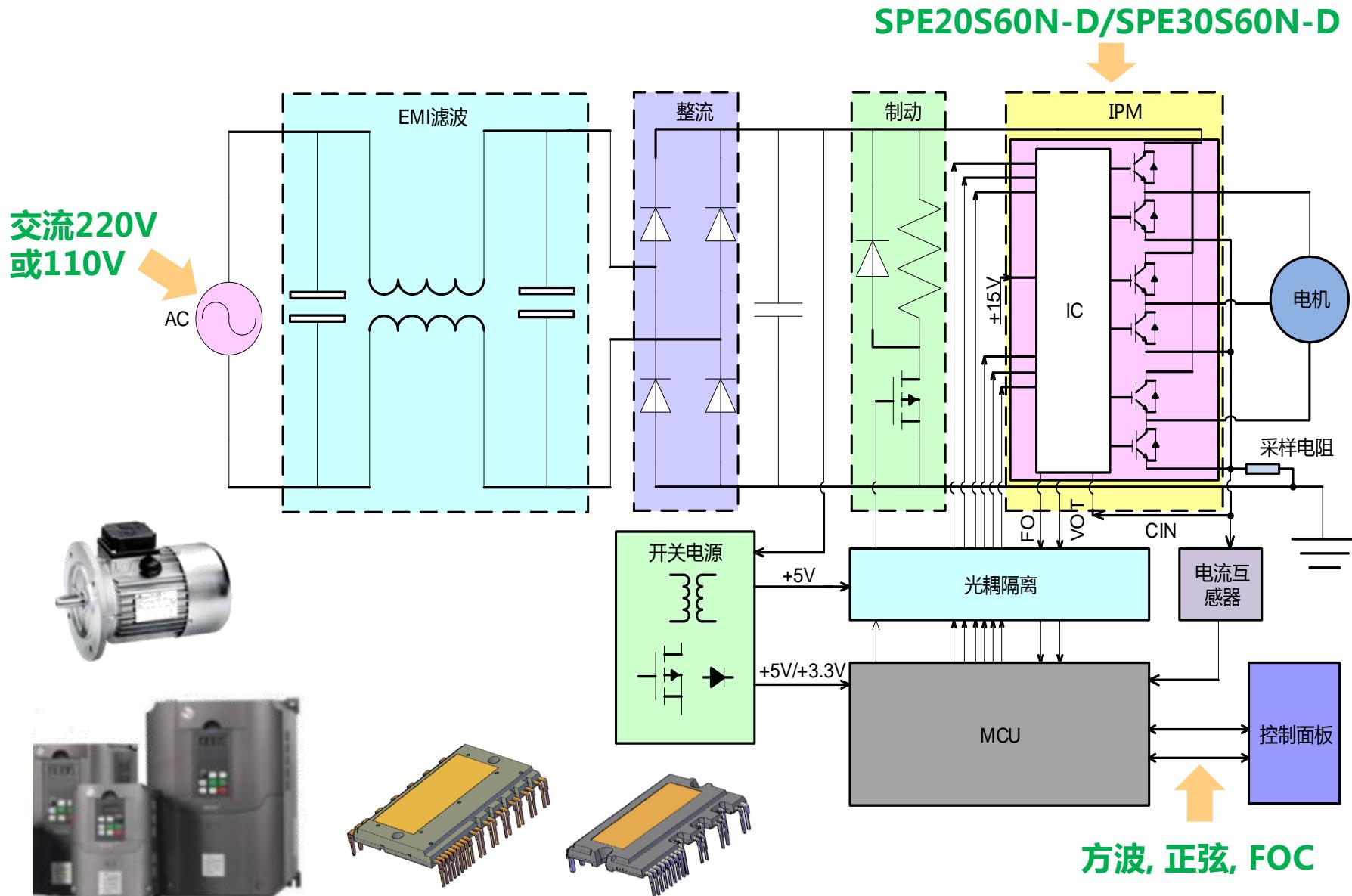
SPE20S60

SPE30S60

SPE02M50T, SPE04M50T, SPE05M50T

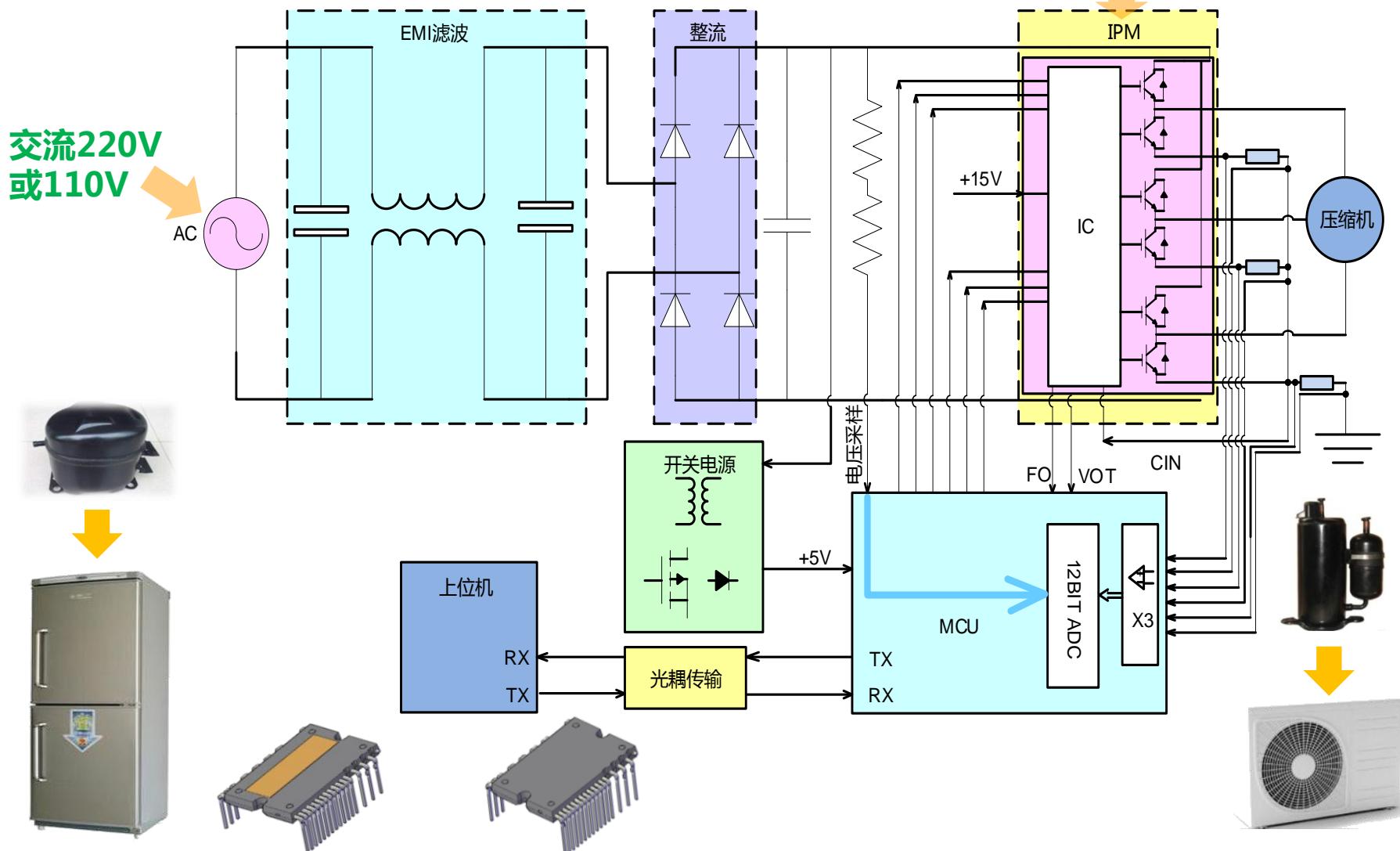
交流220V
或110V

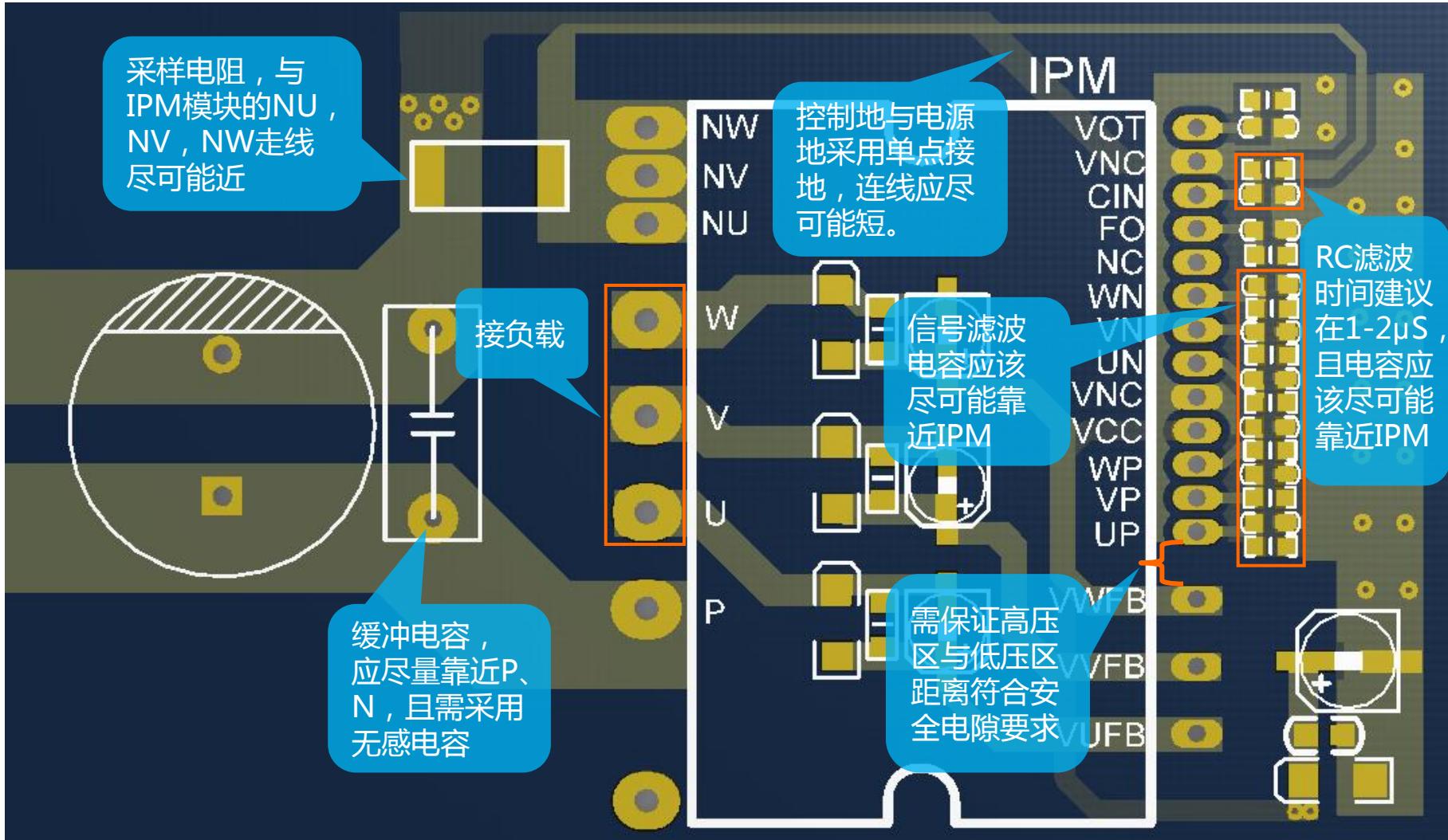
方波, 正弦, FOC



压缩机系统应用拓扑 (DIP25)

SPE05M50F/SPE06S60F/
SPE10S60F/SPE15S60F/SPE20S60F





谢谢聆听！

我们致力于提供高品质的智能功率模块产品

吉林华微斯帕克电气有限公司
<http://www.sinospm.com>