



TEKTRONIX  
INNOVATION FORUM  
Engineering the Future

启智未来  
测试为先



# 宽禁带半导体材料及功率半导体器件测试

2023.9.21

林彩霞

# 议程

1. 什么是功率半导体器件
2. 宽禁带半导体的优势
3. 功率半导体器件的基础、应用
4. 半导体器件的主要特性
5. 泰克的解决方案



# 1. 什么是功率半导体器件

- **功率变换器**是电能利用的重要装置，在生产和生活中发挥很大作用。
- 功率变换器的核心是**功率半导体器件**，很大程度上决定了功率变换器的性能。
- 功率半导体器件可定义为**进行功率处理**的半导体器件。典型的功率处理功能包括：**变频、变压、变流、功率放大和功率管理**等。
- 经过近几十年的发展，功率半导体器件已经形成了覆盖几伏到几千伏、几安到几千安的庞大家族，常用的功率半导体器件类型包括 MOSFET、IGBT、二极管、晶闸管、GTO 晶闸管等。

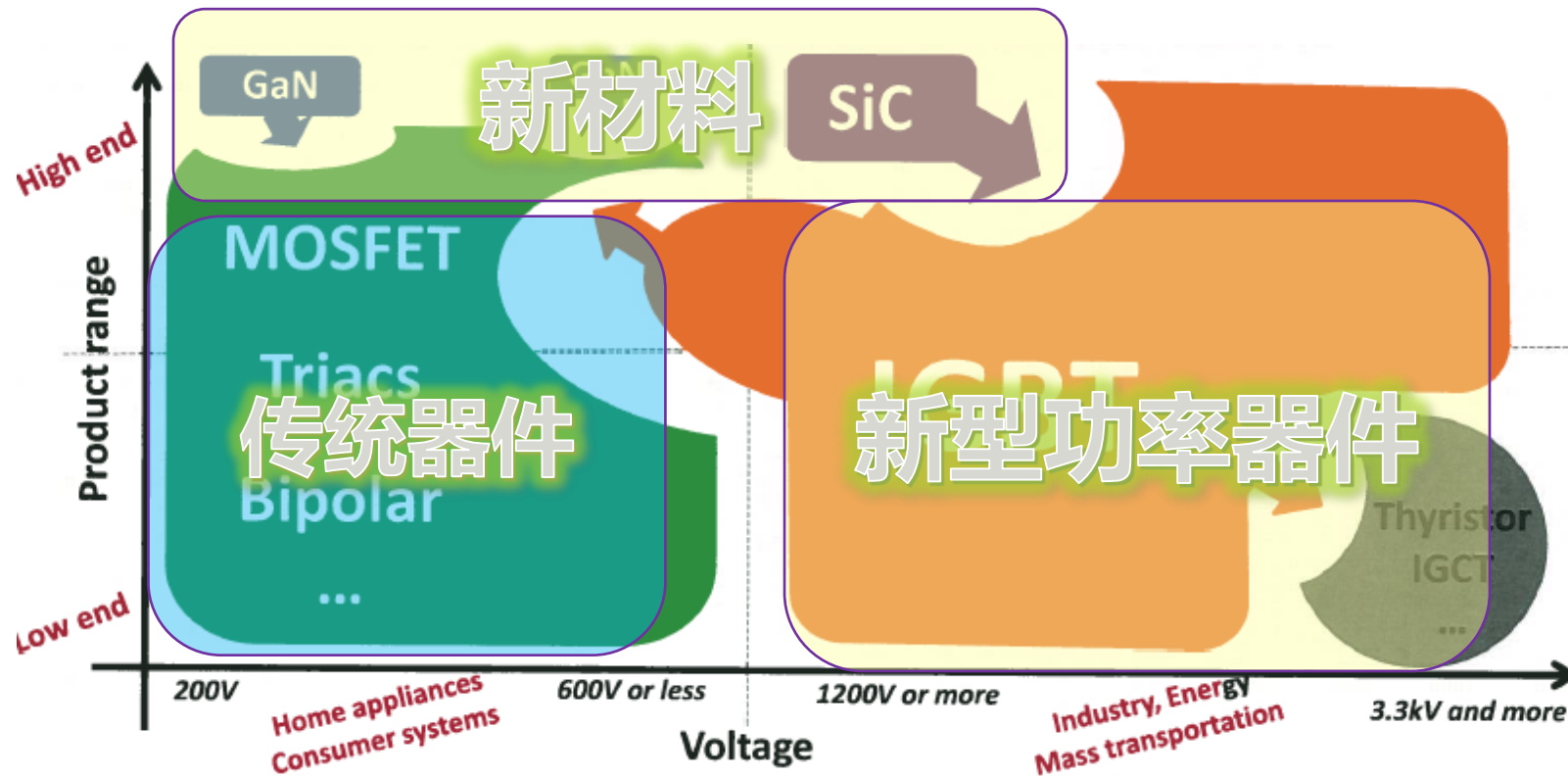


650 V IGBT HB series



## 2. 宽禁带半导体器件的优势

# 功率半导体器件市场分布

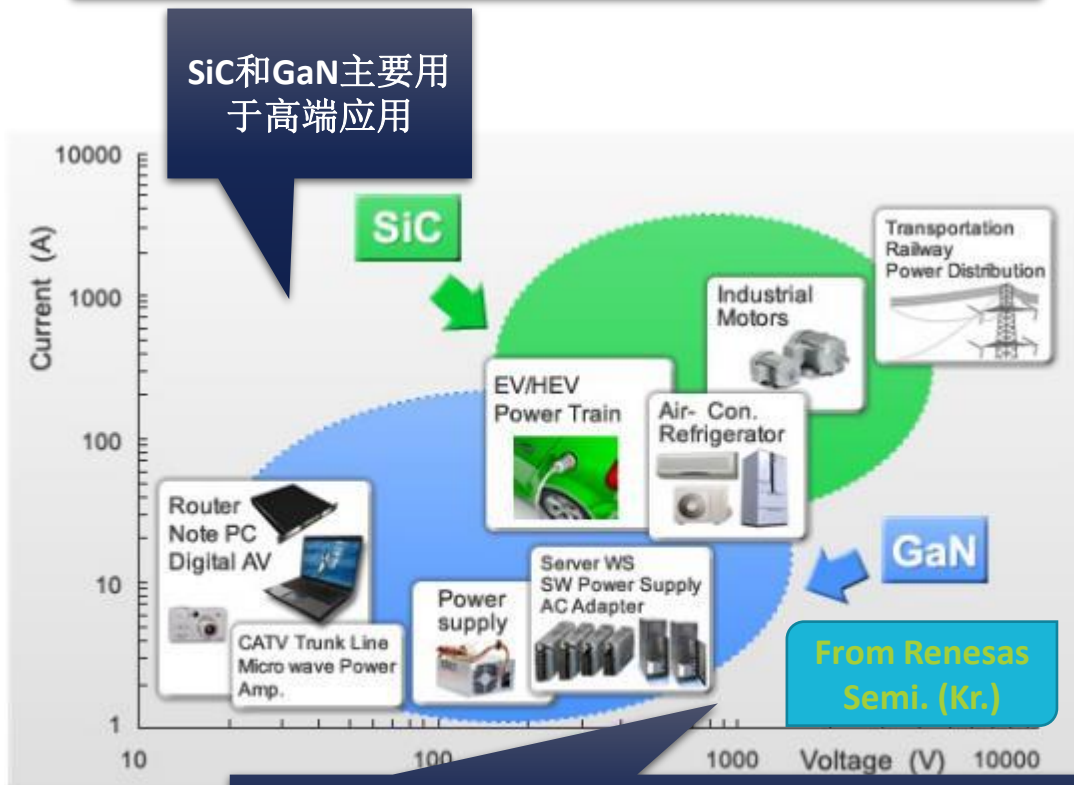


- IGBT is gaining shares in high voltage low end solutions and low voltage high solutions, thanks to its price erosion. It is becoming a commodity. On the other side, SiC is to become the high end solution in medium and high voltage.

新材料和IGBT是功率半导体领域的热门话题。

# 新材料: GaN, SiC: 宽带隙(WBG)材料

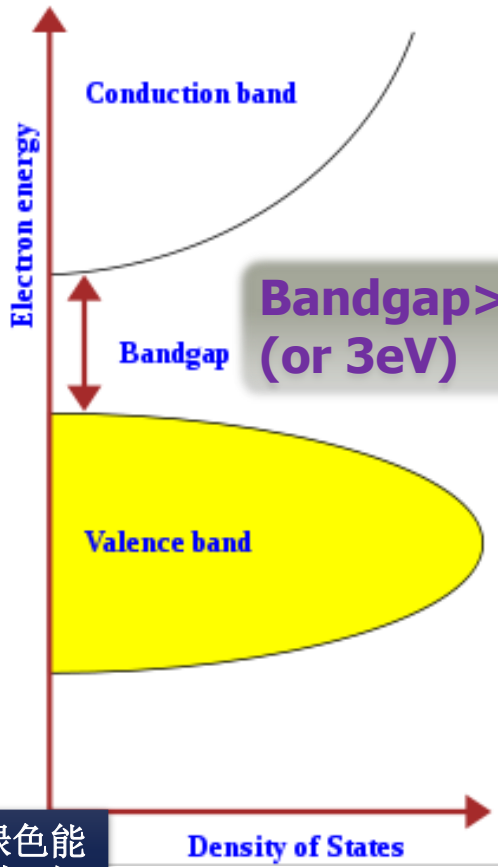
宽带隙(WBG)材料, 如SiC和GaN, 代表着推动研发投资的新材料技术的拐点



SiC和GaN主要用于高端应用

对提高能量转换效率的需求, 正推动着市场增长: 绿色能源(太阳能, 风能), 电源, 马达和驱动器, 照明, 混合动力/电动汽车, 消费电子, 家电

WBG materials ?



Si: 1.11eV  
GaAs: 1.43eV

SiC: 2.36~3.23  
GaN: 3.4eV

# 新材料: GaN, SiC: 宽带隙(WBG)材料

## 优点

- 开关速度比Si快
  - 尺寸更小, 重量更低
- 更高的功率密度
- 温度性能
  - 应用广泛
- 更低的泄漏电流
  - 更好的开关



## 价格和供货情况

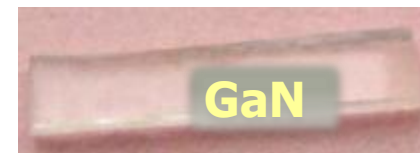
## 可靠性

## 集成难度

**WBG材料前景非常好!** 目前仍有许多问题需要克服

## 挑战

- SiC和GaN二极管和MOSFETs的**成本**远远高于Si, 5~10倍
- 可实现量产的厂家很少
- 对要求严格的商业应用(汽车行业), 会存在**风险**
- JEDEC质量认证目前没有成熟的GaN和SiC特性表征及**失效模型**
- **封装和互连**要求高
- 需要降低封装**寄生效应**, 实现更高的开关速度, 进而实现更高的效率





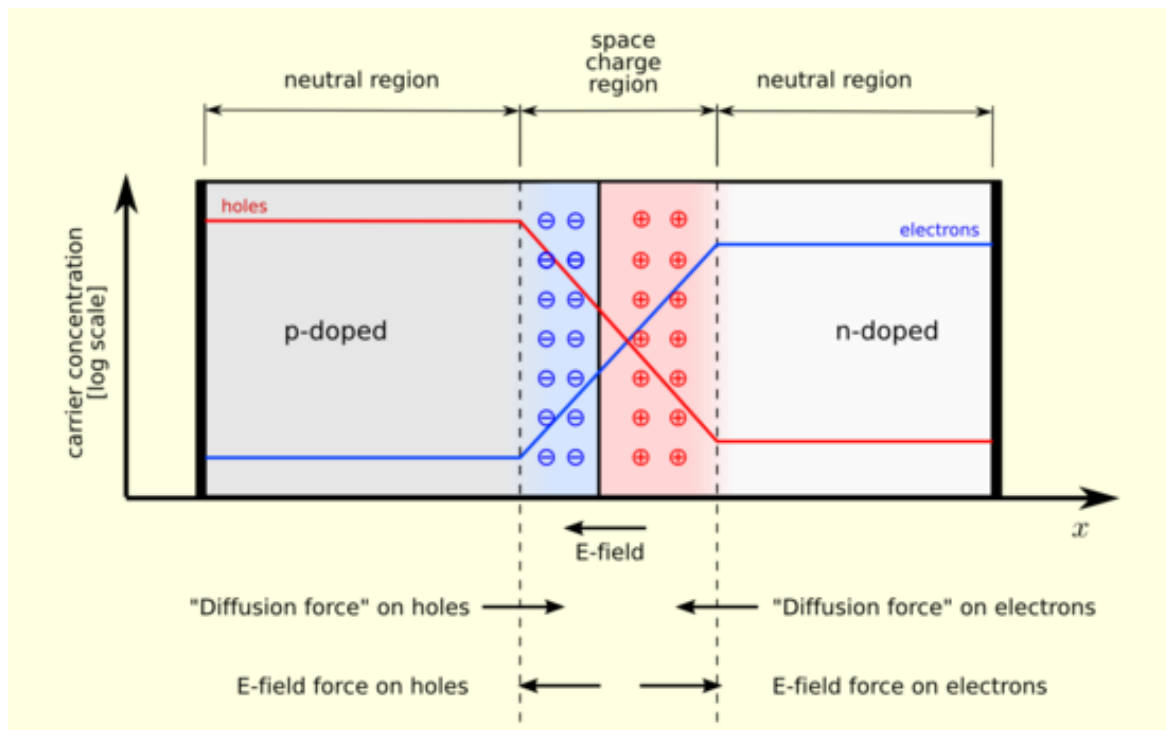
- 功率半导体器件包括功率二极管、功率开关器件与功率集成电路。
  - 与 Si 功率器件相比，SiC 功率器件具有更高的开关速度、能够在更高的结温下、泄露电流更低、可以同时实现高电压和大电流。
  - 这些特性能够显著提升功率变换器的性能，获得更高的电能转换效率、实现更高的功率密度、降低系统成本。
- 
- 以 SiC（碳化硅）和 GaN（氮化镓）为代表的第三代（宽禁带）半导体材料迅速发展，SiC 和 GaN 电力电子器件逐渐成为功率半导体器件的重要发展领域。
  - 大部分功率器件是基于 Si 半导体材料的，其特性已接近理论极限，成为功率变换器发展的瓶颈。为了获得具有更加优异特性的器件，第三代半导体材料 SiC、GaN 受到了越来越多的关注。

### 3、功率半导体器件的基础、应用

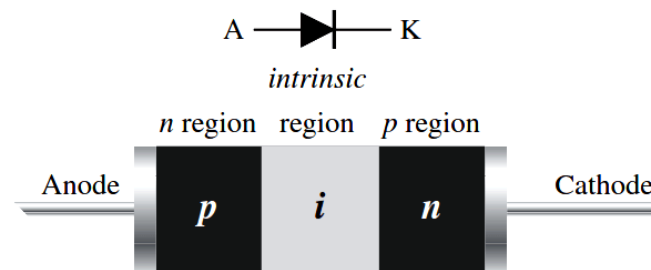
# Si和SiC功率器件

- Si 二极管
- Si MOSFET
- Si IGBT
- SiC材料特性

# Si 二极管



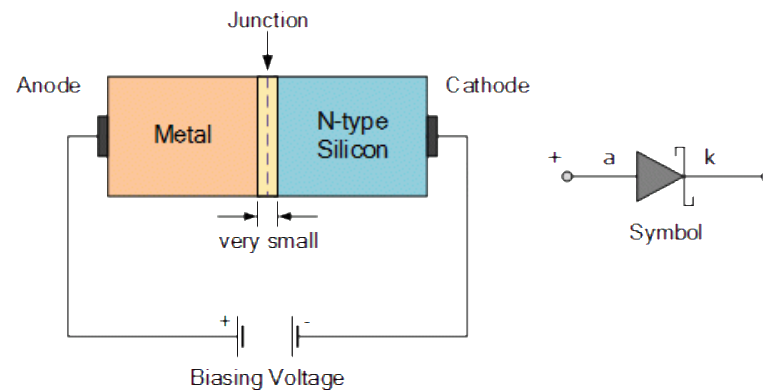
PN 结



(a) Construction

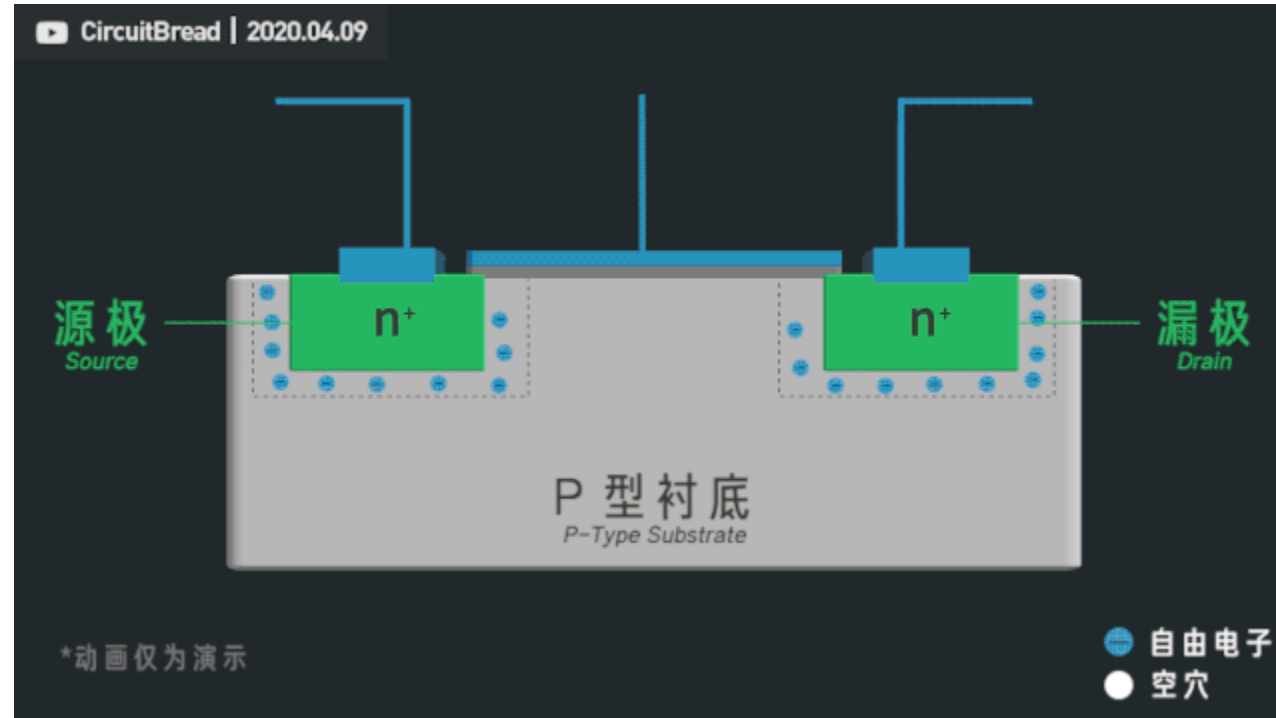
关断时漏电流较小，能够在承受高反向电压的同时，具有良好的导通特性。

## PIN 二极管与 FRD 二极管

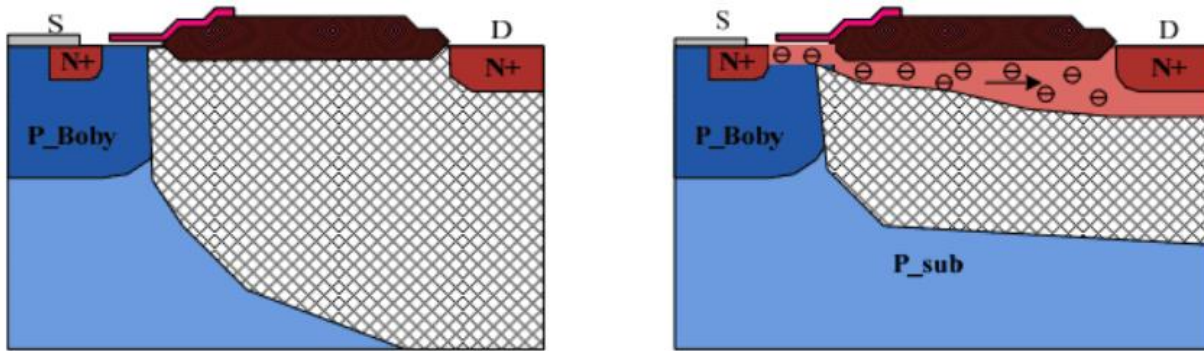


肖特基二极管

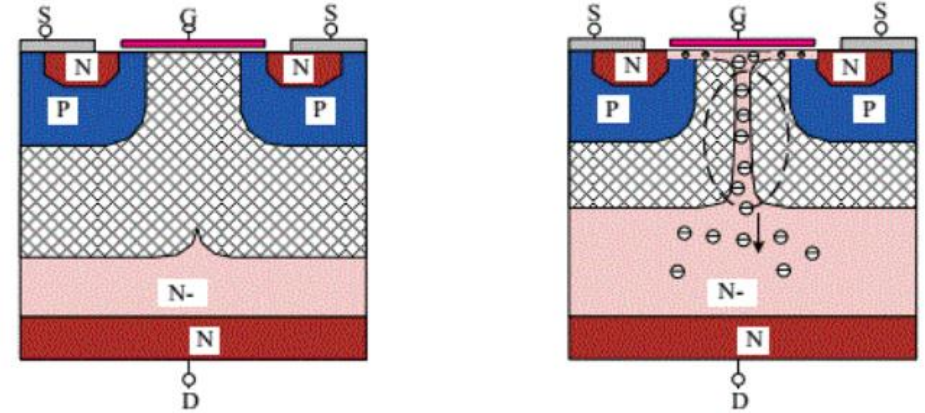
# Si MOSFET



# LDMOS & VDMOS

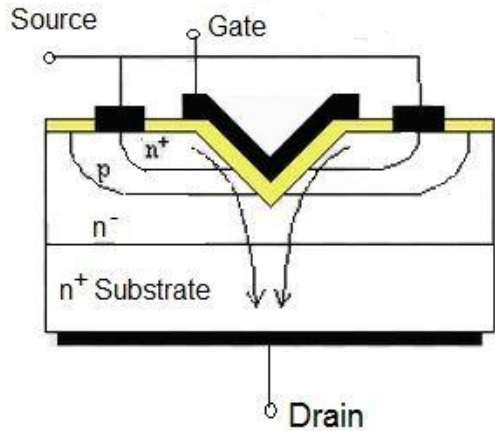


LDMOS

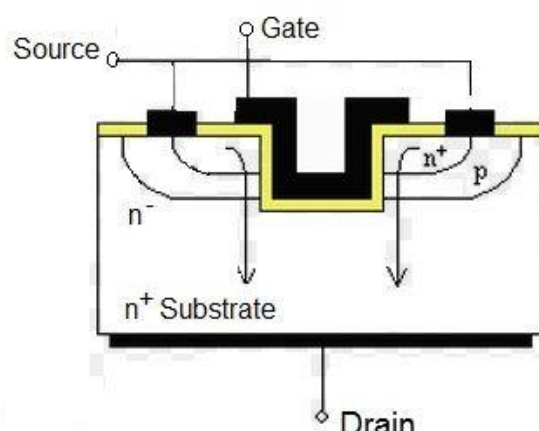


VDMOS

# 沟槽栅/屏蔽栅MOSFET

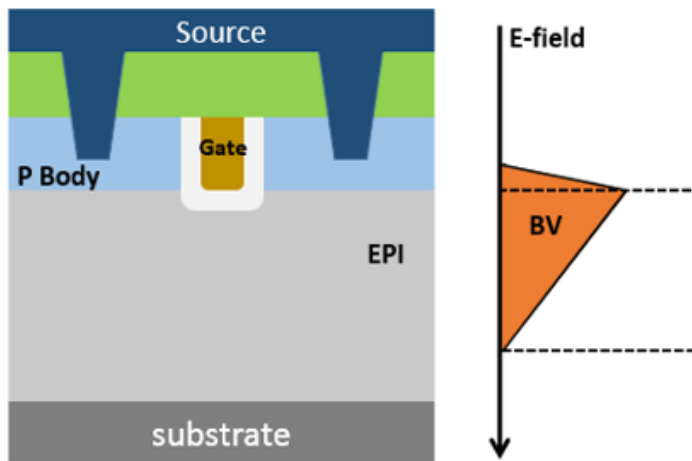


VMOS FET

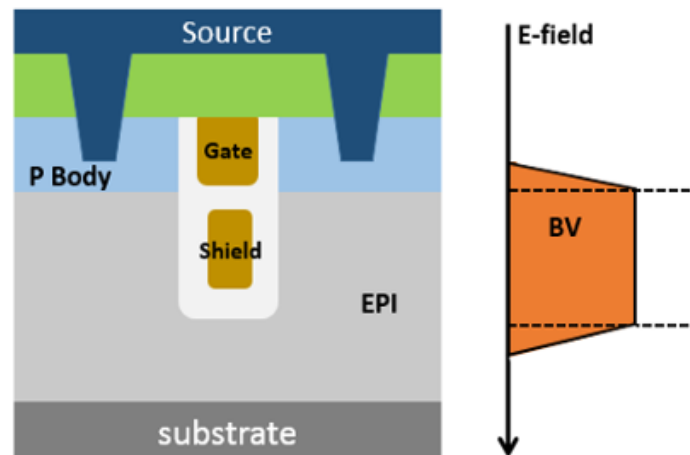


UMOS FET

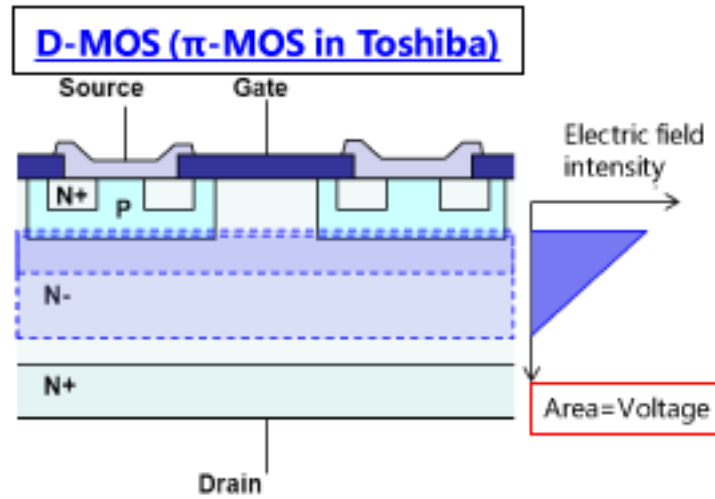
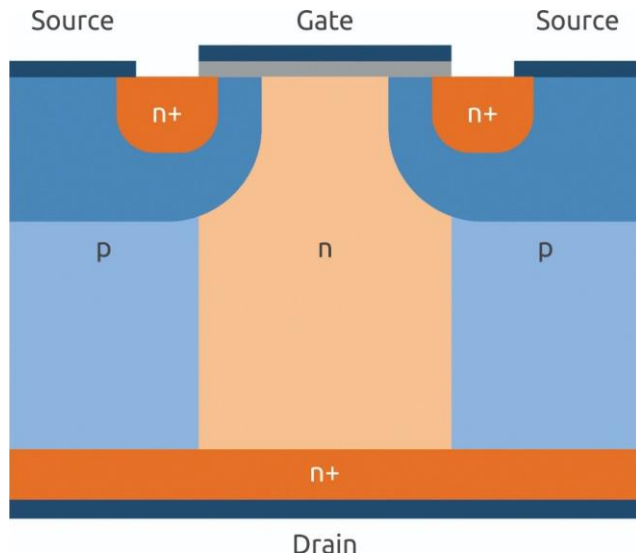
## Trench MOS



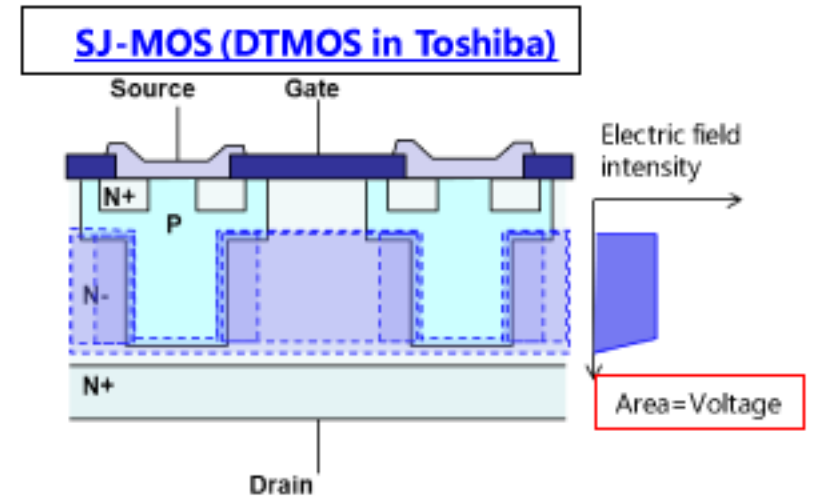
## SGT MOS



# SJ-MOS



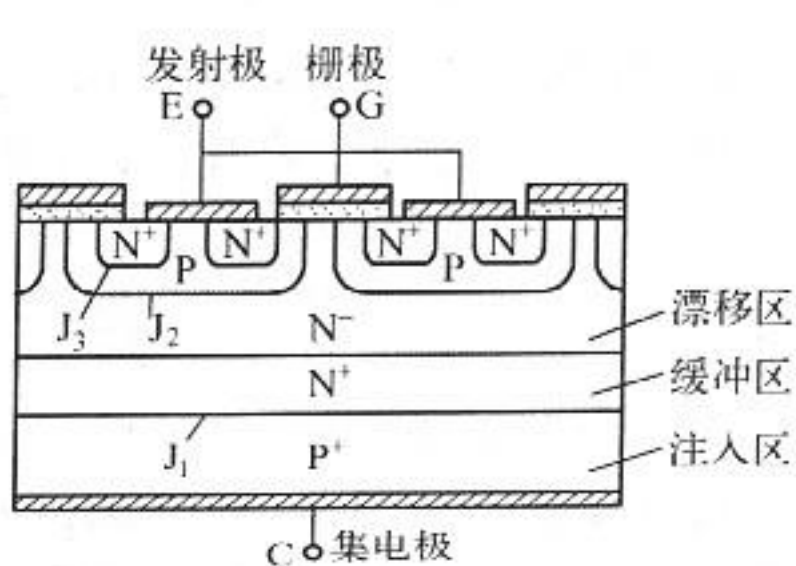
Structure and electric field in D-MOS



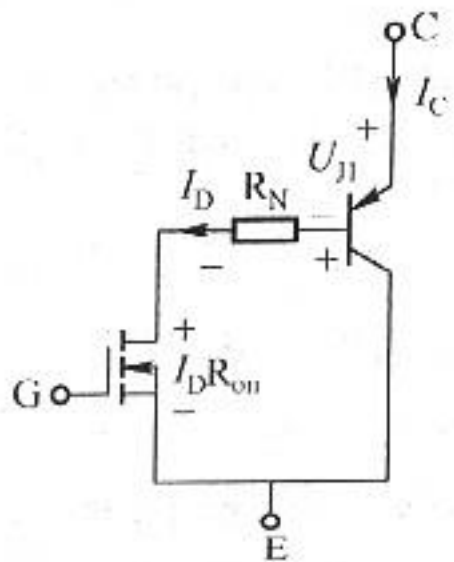
Structure and electric field in SJ-MOS



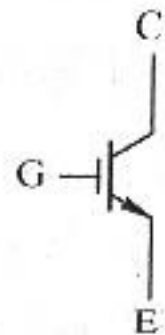
# Si IGBT



(a) 内部结构断面示意图



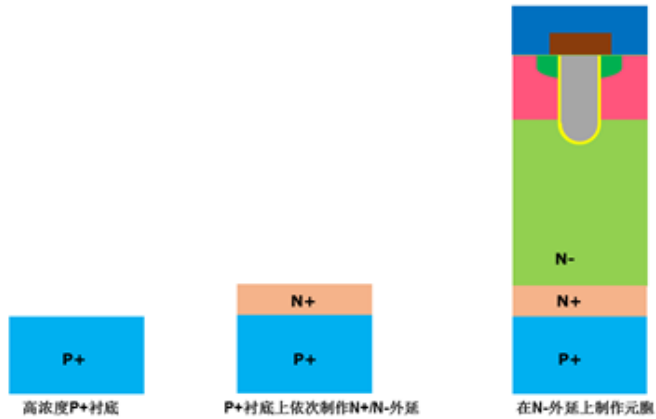
(b) 简化等效电路



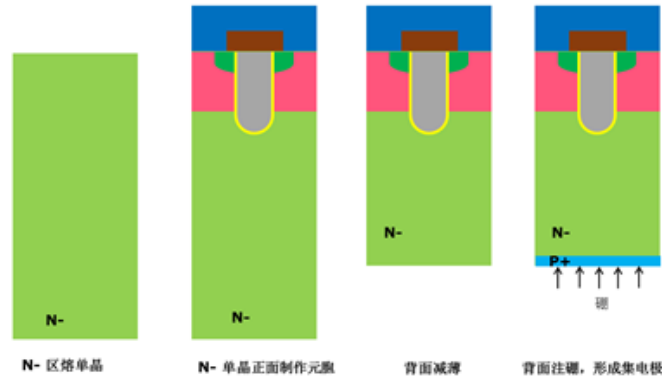
(c) 电气图形符号

图 2-42 IGBT 的结构、简化等效电路和电气图形符号

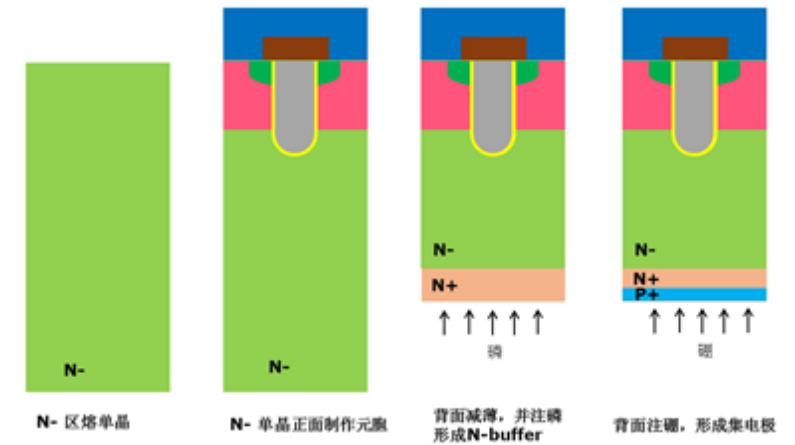
# Si IGBT



**PT:** 以高浓度的P+直拉单晶硅为起始材料，先生长一层掺杂浓度较高的N型缓冲层（N-buffer层），然后再继续淀积轻掺杂的N型外延层作为IGBT的漂移区，之后再在N型外延层的表面形成P-base、N+ source作为元胞，最后根据需要减薄P型衬底。如果要制作1200V或1700V耐压的产品，需要比较厚的N-外延层，制作难度较大，且成本很高。

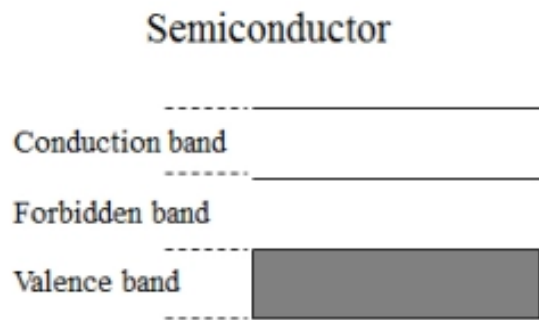


**NPT:** 采用轻掺杂N- 区熔单晶硅作为起始材料，先在硅面的正面制作元胞并用钝化层保护好，之后再将硅片减薄到合适厚度。最后在减薄的硅片背面注入硼，形成P+ collector，激活杂质后再淀积金属铝。区熔单晶硅成本大约为外延片的50%。

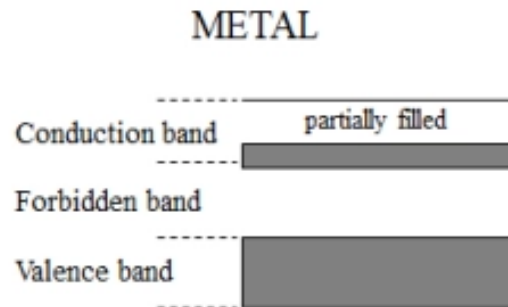


**FS:** FS IGBT 工艺与NPT类似，都是以轻掺杂N- 区熔单晶硅作为起始材料，完成正面元胞制作之后再背面工艺。不同的是，FS IGBT在硅片减薄之后，首先在硅片的背面注入磷，形成N+ buffer，最后注入硼，形成P+ collector，激活杂质后再淀积金属铝。FS相对于NPT而言，背面增加了N型注入、硅片更薄，硅片在加工过程中的碎片率上升。更薄的N-区电阻小，使V<sub>CE SAT</sub>更低；更薄N-层导通时存储的过剩载流子总量少，使关断时间及关断损耗减少。

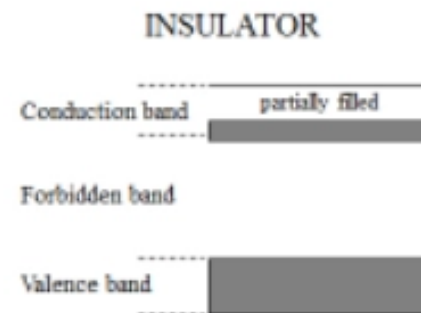
# SiC 半导体材料特性



半导体的禁带

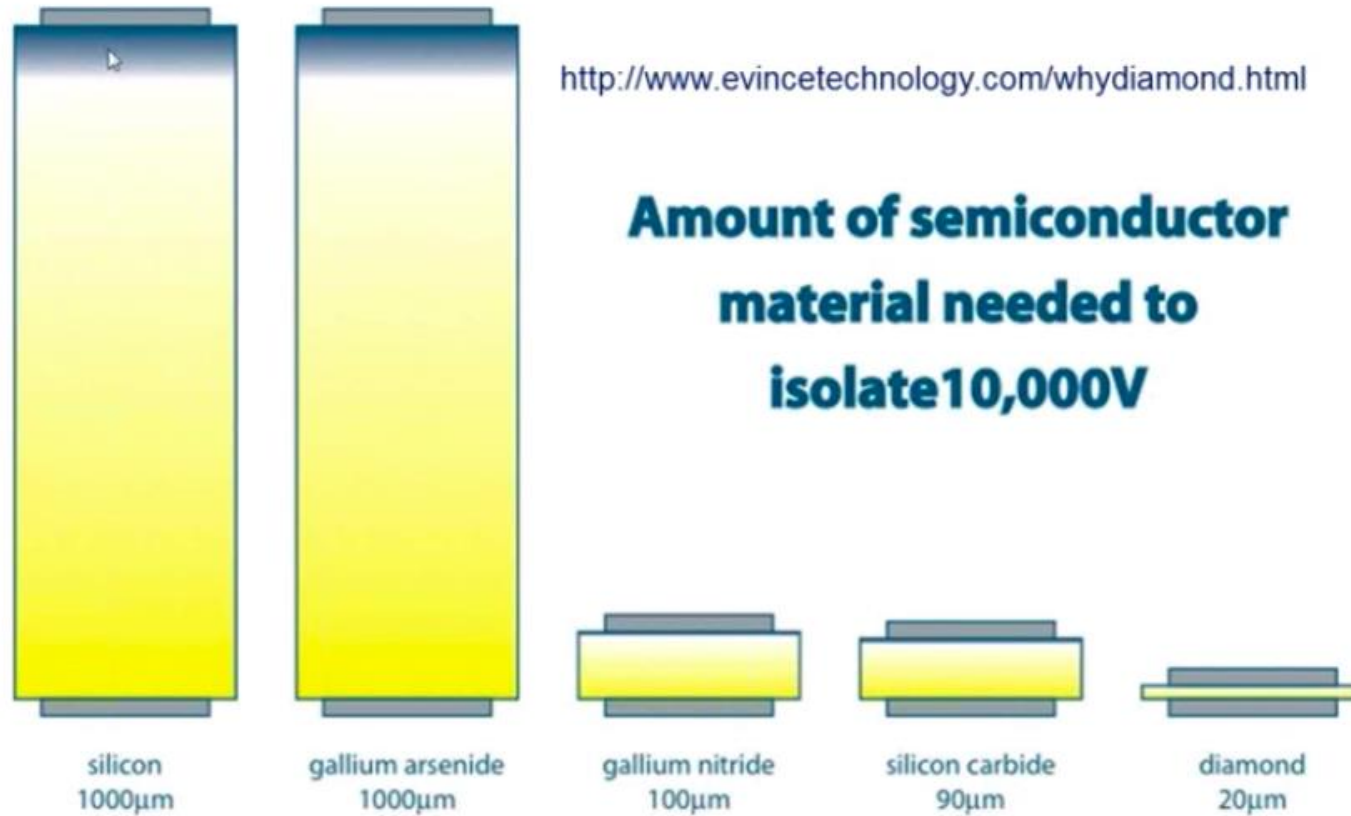


金属的禁带



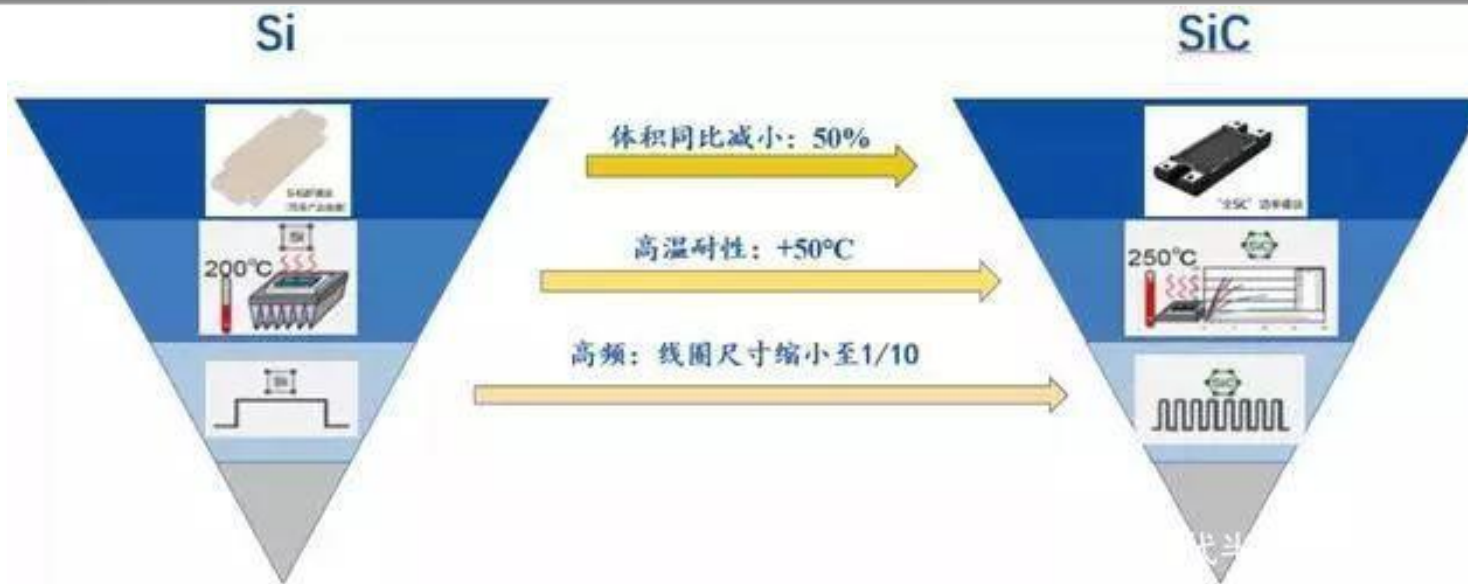
绝缘体的禁带

# SiC 半导体材料特性



# SiC 半导体材料特性

参数	单位	Si	4H - SiC	GaN
禁带宽度	eV	1.12	3.26	3.41
击穿电场	MV/cm	0.23	2.2	3.3
电子迁移率	cm <sup>2</sup> /Vs	1400	950	1500
漂移速度	10 <sup>7</sup> cm/s	1	2.7	2.5
热传导率	W/cmK	1.5	3.8	1.3



# 功率半导体器件的应用

- 功率半导体器件是进行电能（功率）处理的半导体产品，是弱电控制与强电运行间的桥梁。
- 在将来，电能将一直是人类消耗的最大能源。从手机、电视、洗衣机、到高铁，均离不开电能。
- 无论是水电、火电、风电，以及电池提供的化学电能，大部分均无法直接使用，75%以上的电能应用需由功率半导体器件进行功率变换以后才能供设备使用。



### AC to DC conversion (rectification)

每次当我们把用电设备插到墙上的插座时，都会用到这个功能



### DC to AC conversion (inversion)

马达控制，存储功率的输出转移（如太阳能电池产生的能量转成AC电输出至工厂及居民）



### DC to DC

电源管理，常用于移动通讯电子产品



### AC to AC

变压及变频 如调光器的电路

- 1. 把用电设备的插头连接到市电电源插座上时，会用到功率器件来实现交流转直流的功能。
- 2. 将存储好的直流电源能量转化成用电设备所需的交流电，需要功率模块实现这种直流转交流的功能。
- 3. 使用便携式电子设备，通常需要电池直流供电，需要电源管理芯片来控制直流电，用到功率半导体器件。
- 4. 有些情况下需要将输入的相对较高电压交流信号频率改变，对于变压及变频功能需要功率半导体器件。



功率半导体器件实际上已进入到我们日常生活当中



# 宽禁带半导体的应用

- SiC 功率器件适合应用于汽车牵引逆变器、电动汽车车载充电机、电动汽车充电桩、光伏、不间断电源系统、能源储存以及工业电源等领域。
- 目前，国内外 SiC 产业链逐渐成熟，主流功率半导体器厂商都已经推出了 SiC 功率器件产品，成本也不断下降，SiC 功率器件的应用正处于爆发式增长中。



# SiC较硅基IGBT有哪些优势和市场前景

SiC有望从以下三个方面解决Si基器件的痛点问题

- 增加续航里程。续航里程是电动车的一大痛点，根据英飞凌数据，SiC器件整体损耗相比Si基器件降低80%以上，导通及开关损耗减小，有助于增加电动车续航里程；
- 实现轻量化。SiC器件具备高饱和速率、高电流密度、高热导率的特点，有利于实现电控模块小型化、周边系统小型化、冷却系统简单化，从而减轻整车重量；
- 满足800V高电平要求。为配合快充应用，车内电平向更高的800V提高是大势所趋，在1200V IGBT车规产品难以普及的背景下，使用SiC MOSFET是良好的解决方案。据了解，目前SiC无法大规模商用的主要矛盾在于成本高昂，但据测算，在新能源车平价目标成本假设下（三电成本与传统动力总成价格相当），若SiC的器件成本下降至硅基器件的2倍时，起经济效益有望推SiC在全系列车型全面普及。

# SiC较硅基IGBT有哪些优势和市场前景

图表4： 单车用到的 MOSFETs 和 IGBTs



## 4. 半导体器件的主要特性

# SiC MOSFET 参数的解读

## ➤ 最大值

- 漏源击穿电压  $V_{(BR)DSS}$
- 热阻抗
- 最大耗散功率和最大漏极电流
- 安全工作域

## ➤ 静态特性

- 传递特性和阈值电压
- 输出特性和导通电阻
- 体二极管和第三象限导通特性

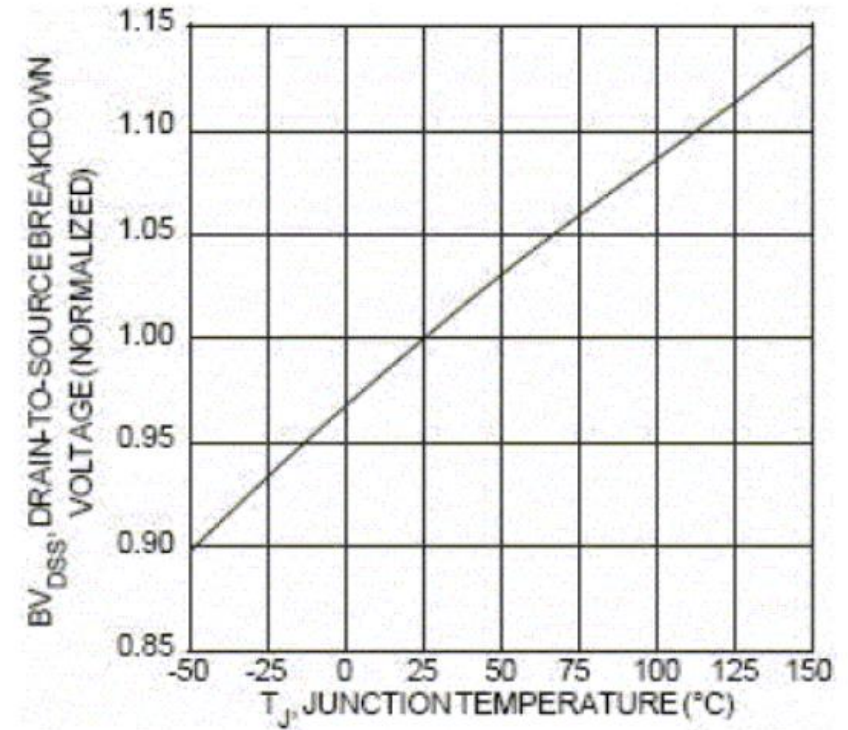
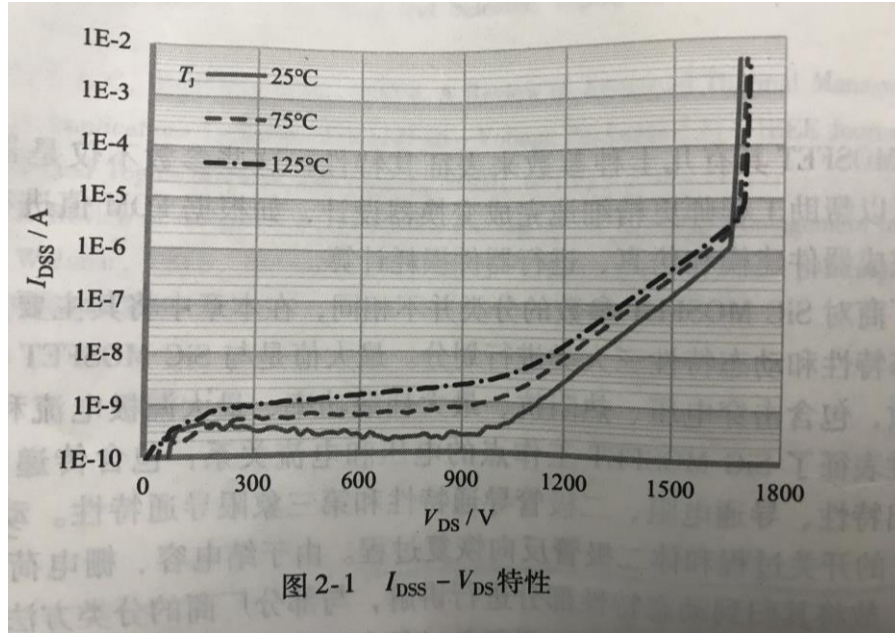
## ➤ 动态特性

- 结电容
- 开关特性
- 栅电荷

# 最大值

- 漏源击穿电压  $V_{(BR)DSS}$
- 热阻抗
- 最大耗散功率和最大漏极电流
- 安全工作域

# 漏源击穿电压 $V(BR)_{DSS}$



# 热阻抗

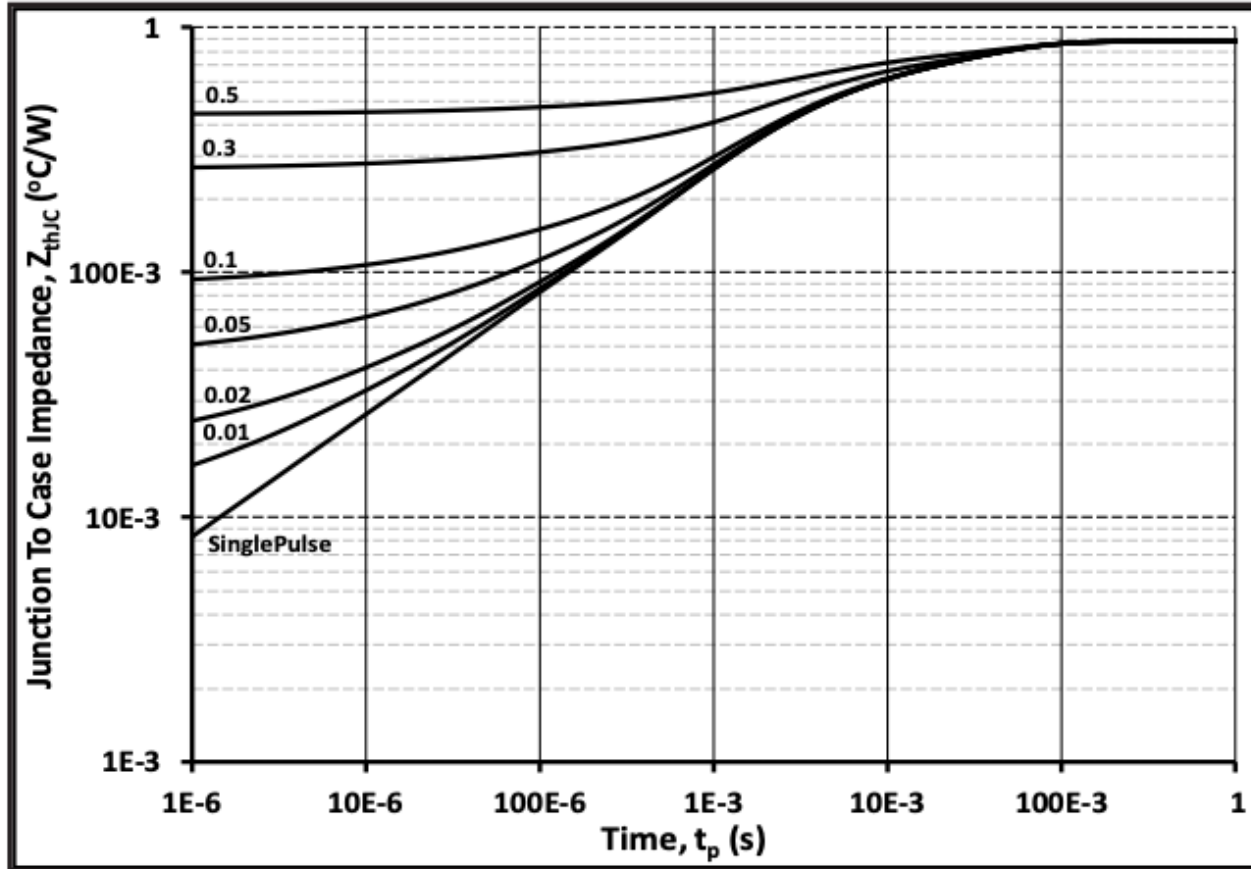


Figure 21. Transient Thermal Impedance  
(.Junction - Case)

温度T          电压V

热流量P        电流I

热阻抗Zth      阻抗Z

热阻Rth        电阻R

热容Cth        电容C

# 最大耗散功率和最大漏极电流

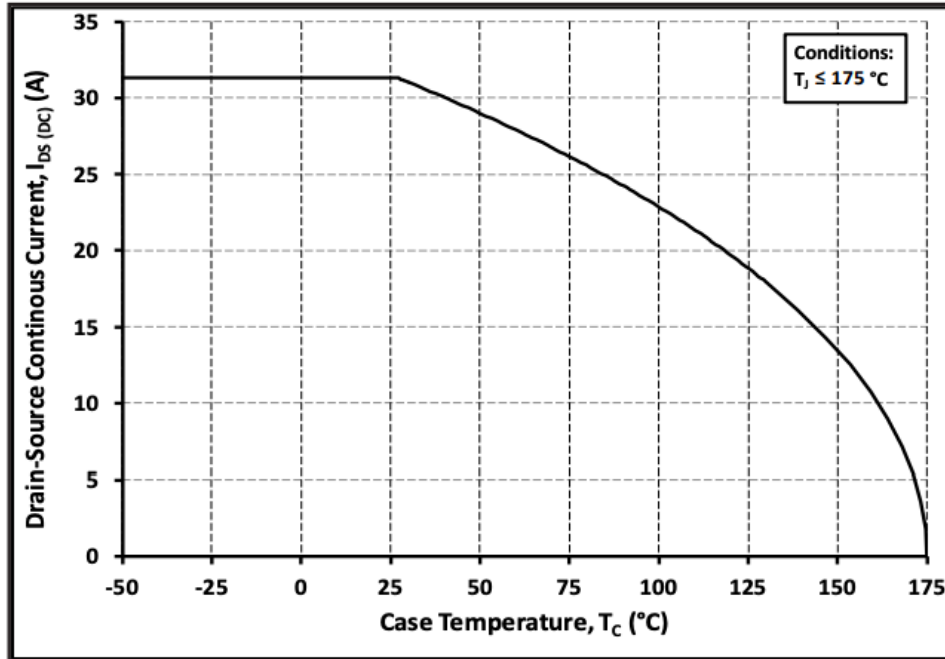


Figure 19. Continuous Drain Current Derating vs. Case Temperature

$$I_D = \sqrt{\frac{P_{tot}(T_C)}{R_{DS(on)}(T_{J(max)})}}$$

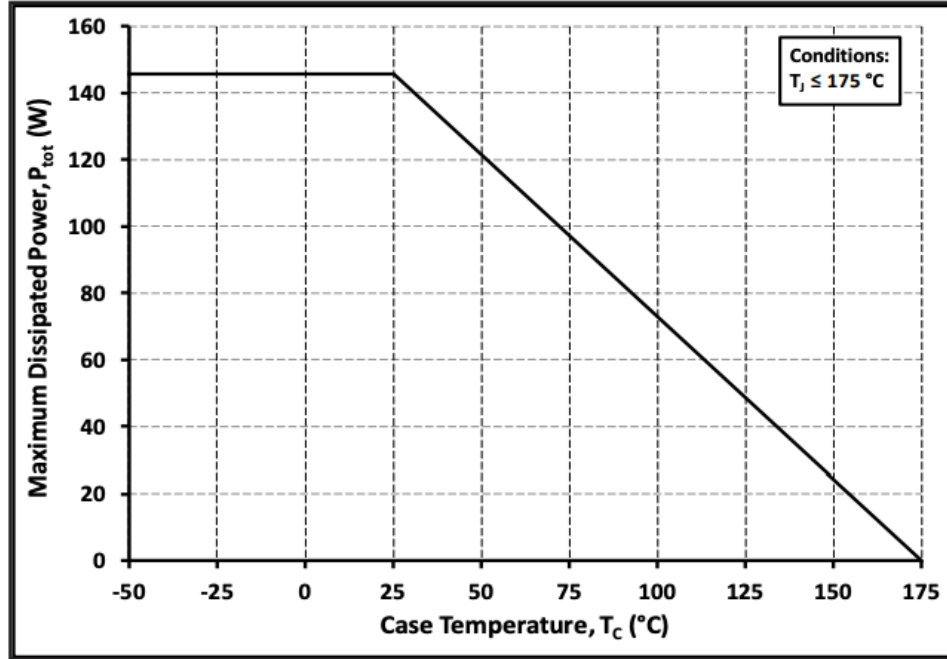


Figure 20. Maximum Power Dissipation Derating vs. Case Temperature

$$T_J - T_C = P_{tot}(T_C)R_{th(JC)}$$



# 安全工作域SOA

导通电阻  
制约电流

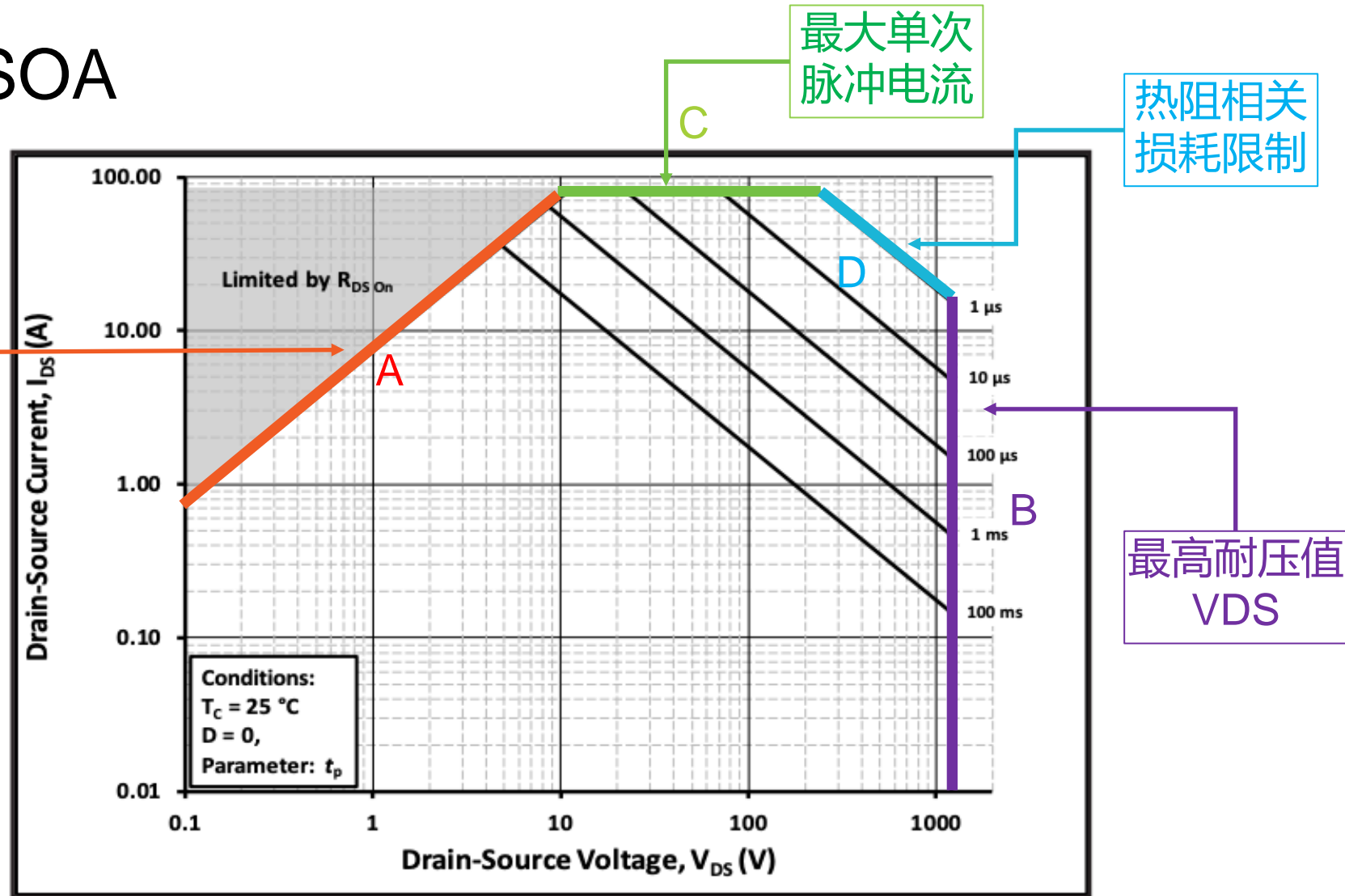


Figure 22. Safe Operating Area

# 静态特性

- 传递特性和阈值电压
- 输出特性和导通电阻
- 体二极管和第三象限导通特性

# 传递特性和阈值电压

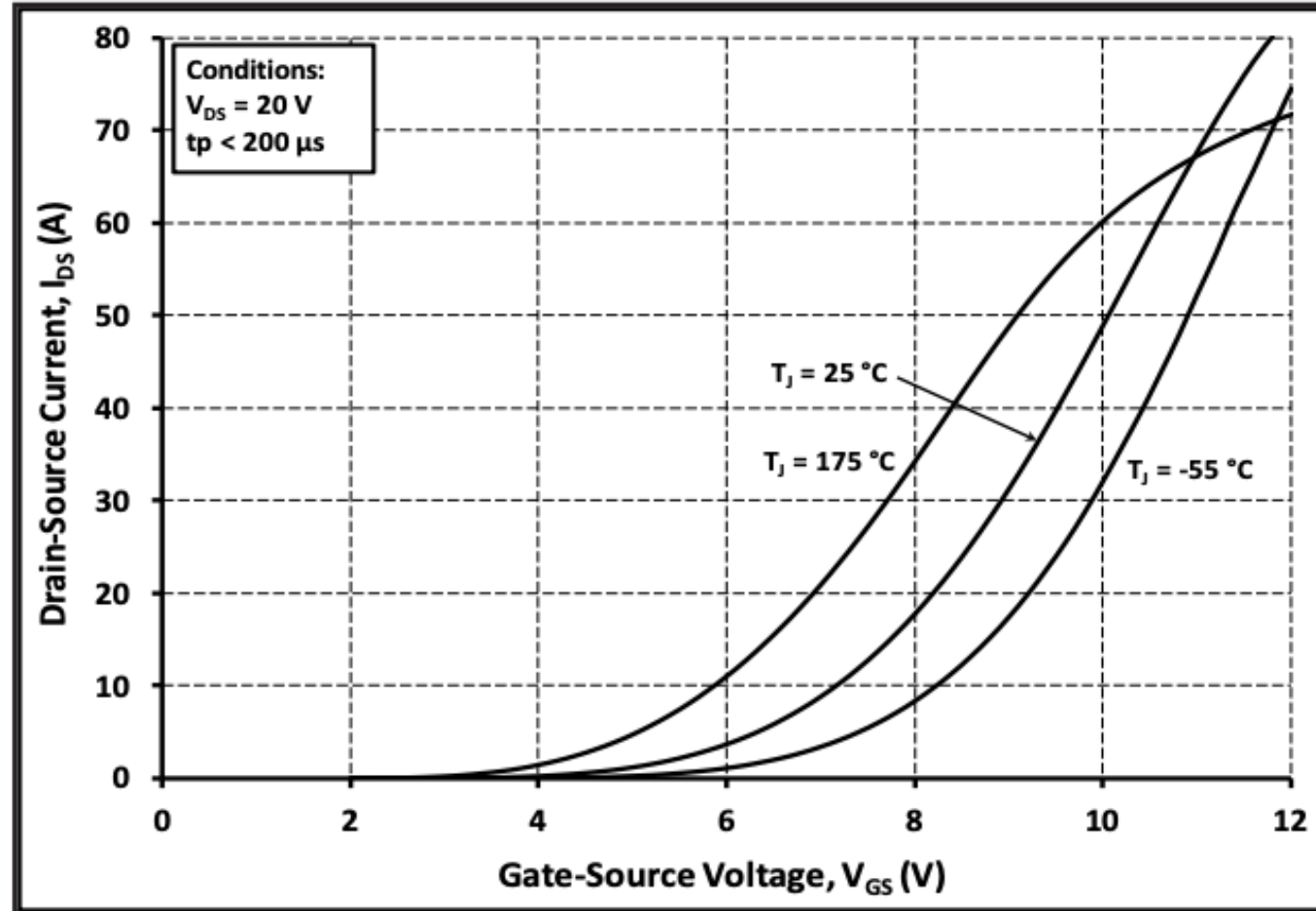


Figure 7. Transfer Characteristic for Various Junction Temperatures

# 输出特性和导通电阻

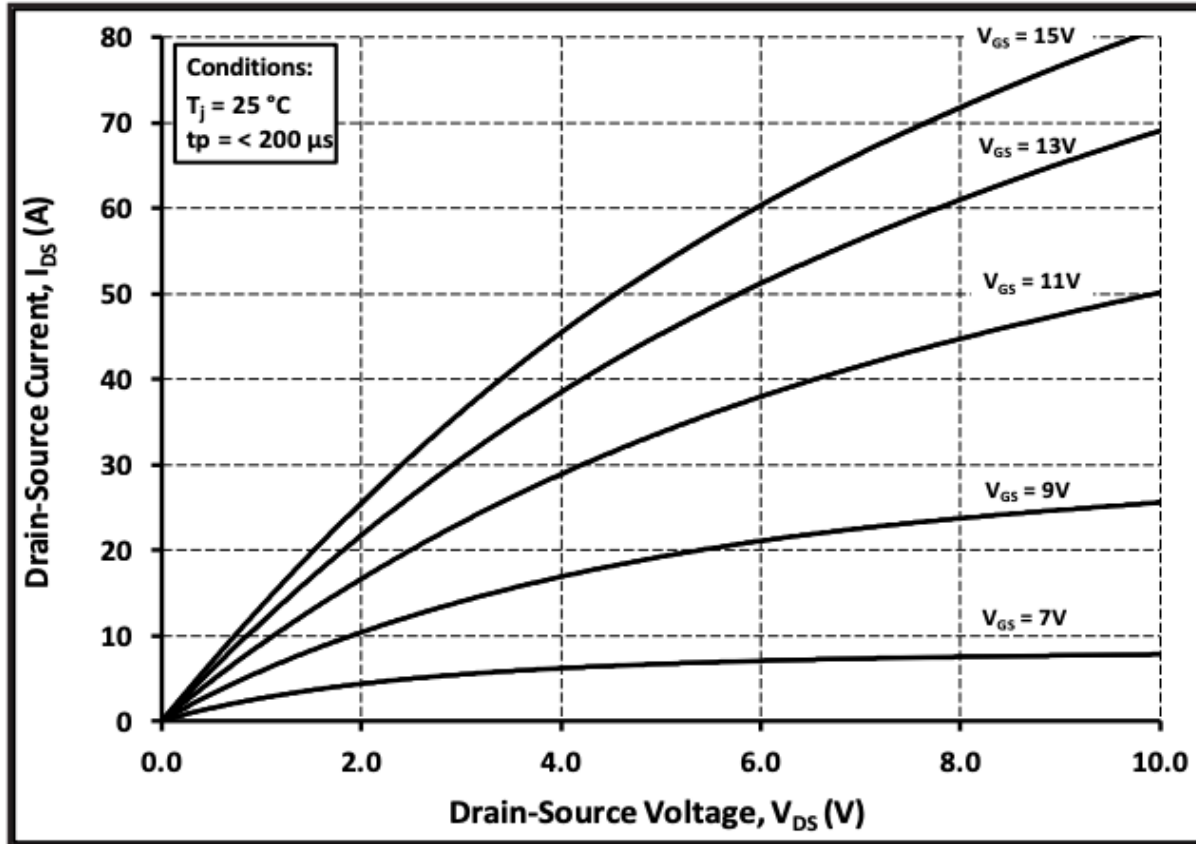


Figure 2. Output Characteristics  $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$

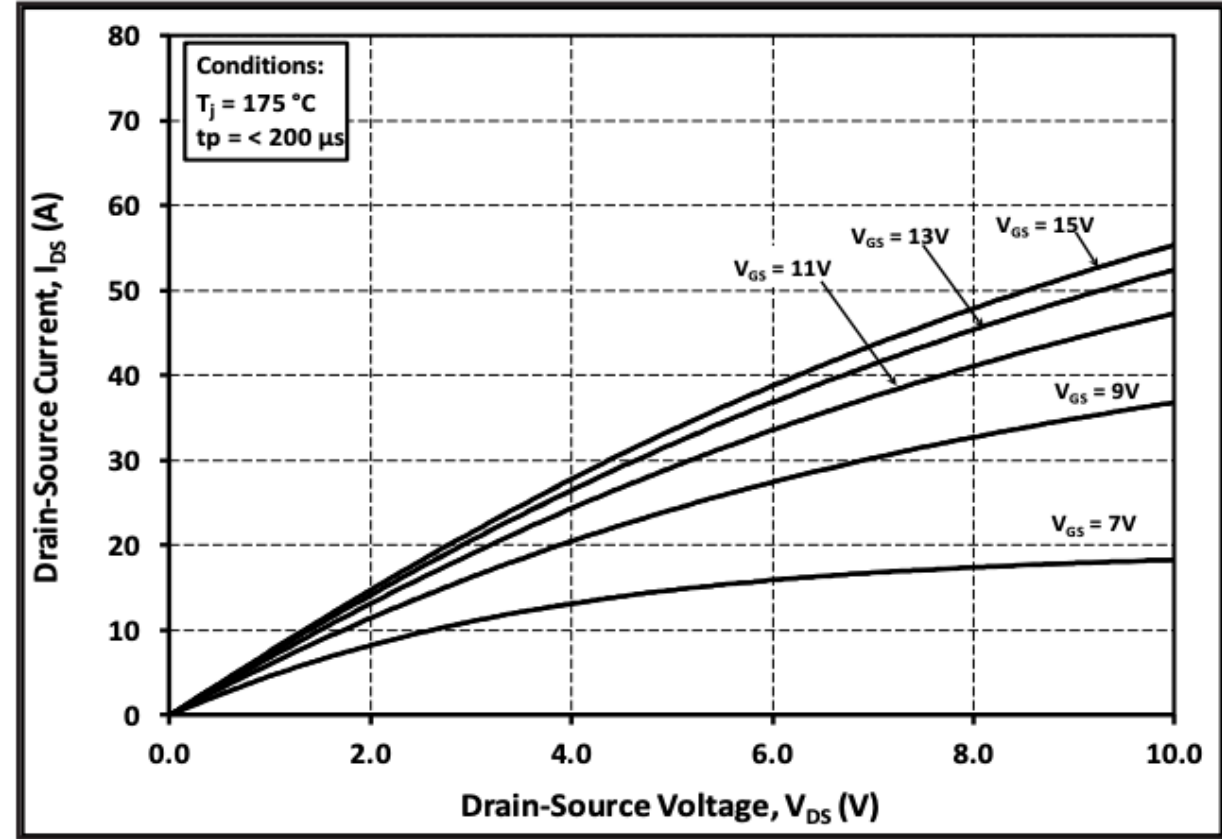


Figure 3. Output Characteristics  $T_j = 175\text{ }^\circ\text{C}$

# 输出特性和导通电阻

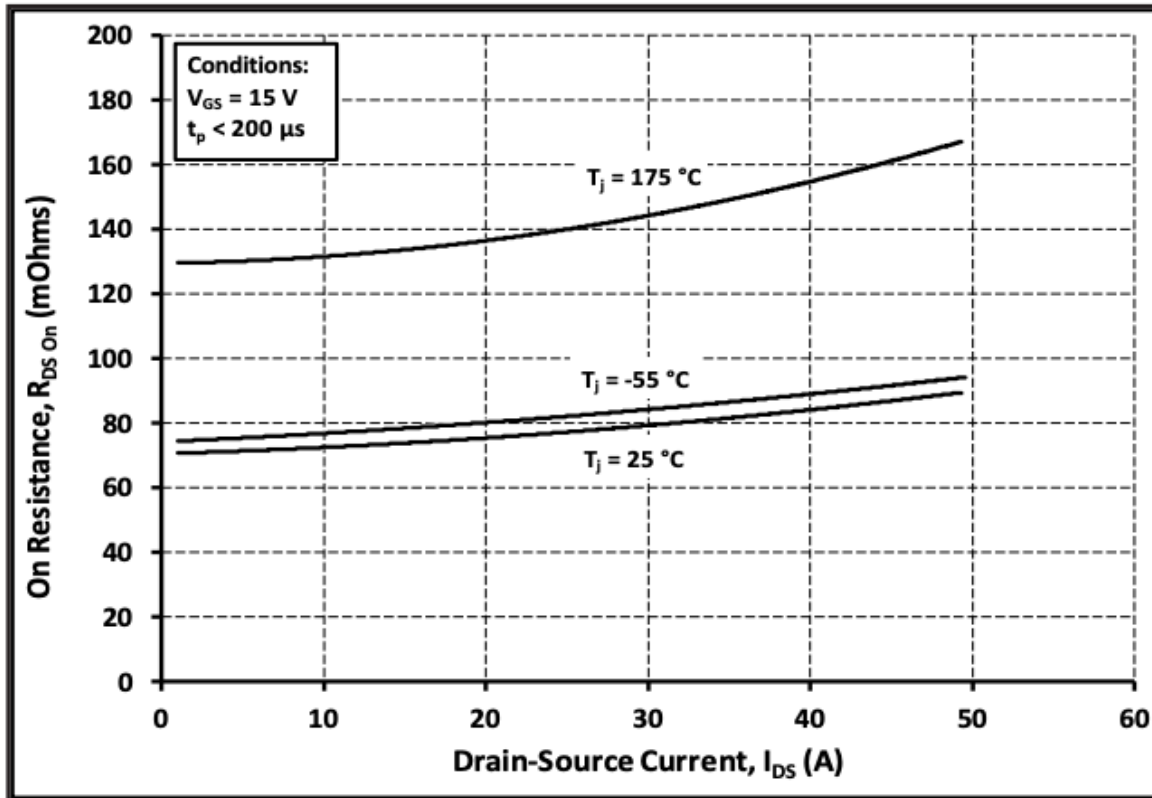


Figure 5. On-Resistance vs. Drain Current For Various Temperatures

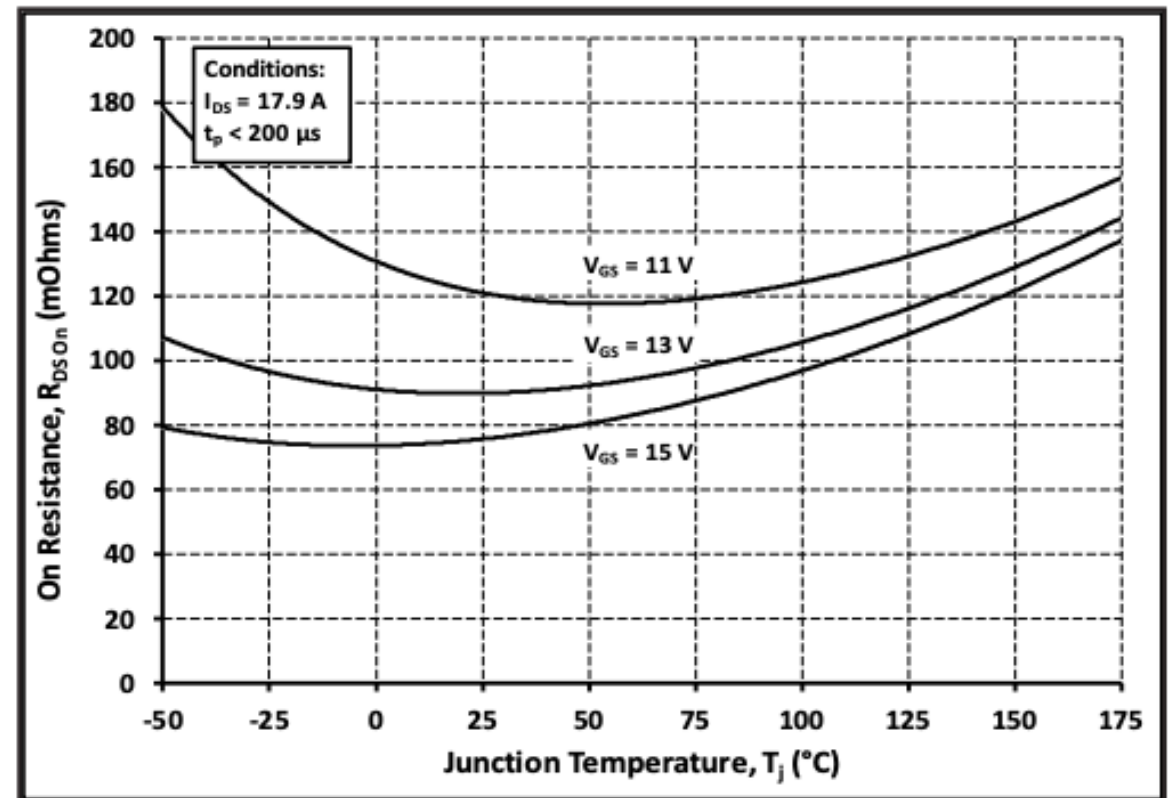


Figure 6. On-Resistance vs. Temperature For Various Gate Voltage

# 体二极管和第三象限导通特性

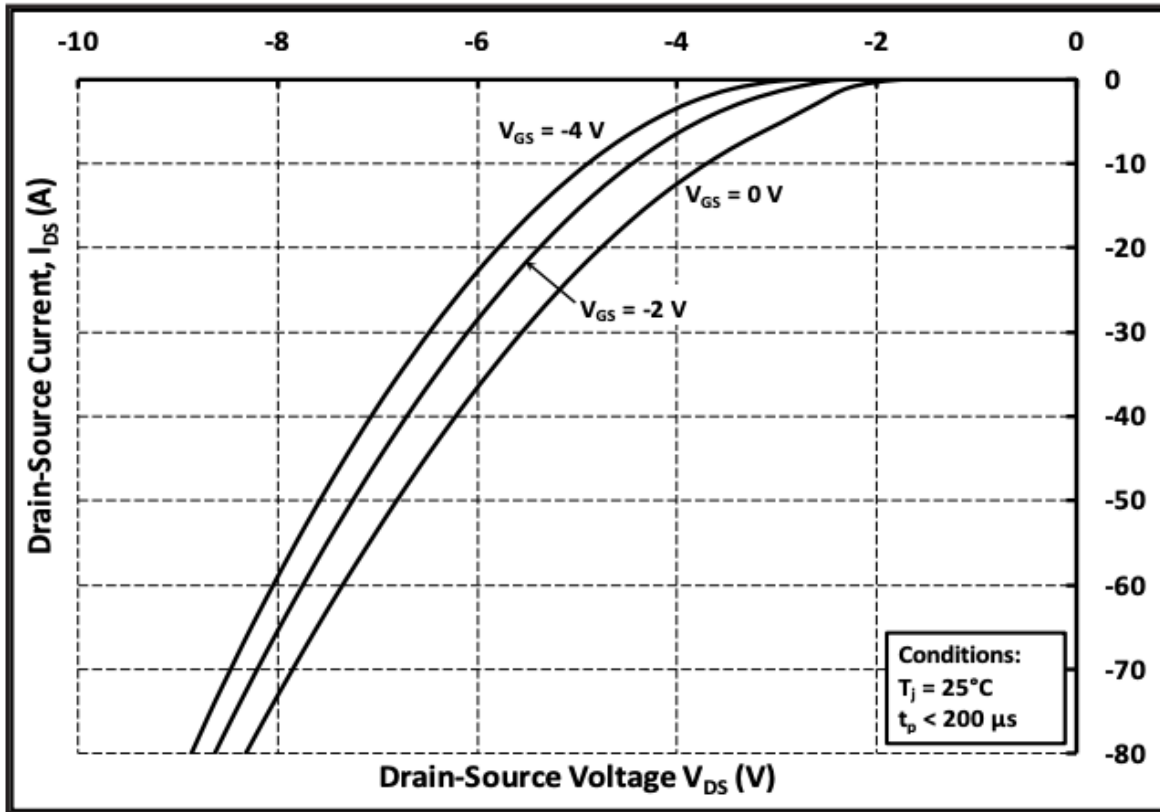


Figure 9. Body Diode Characteristic at 25 °C

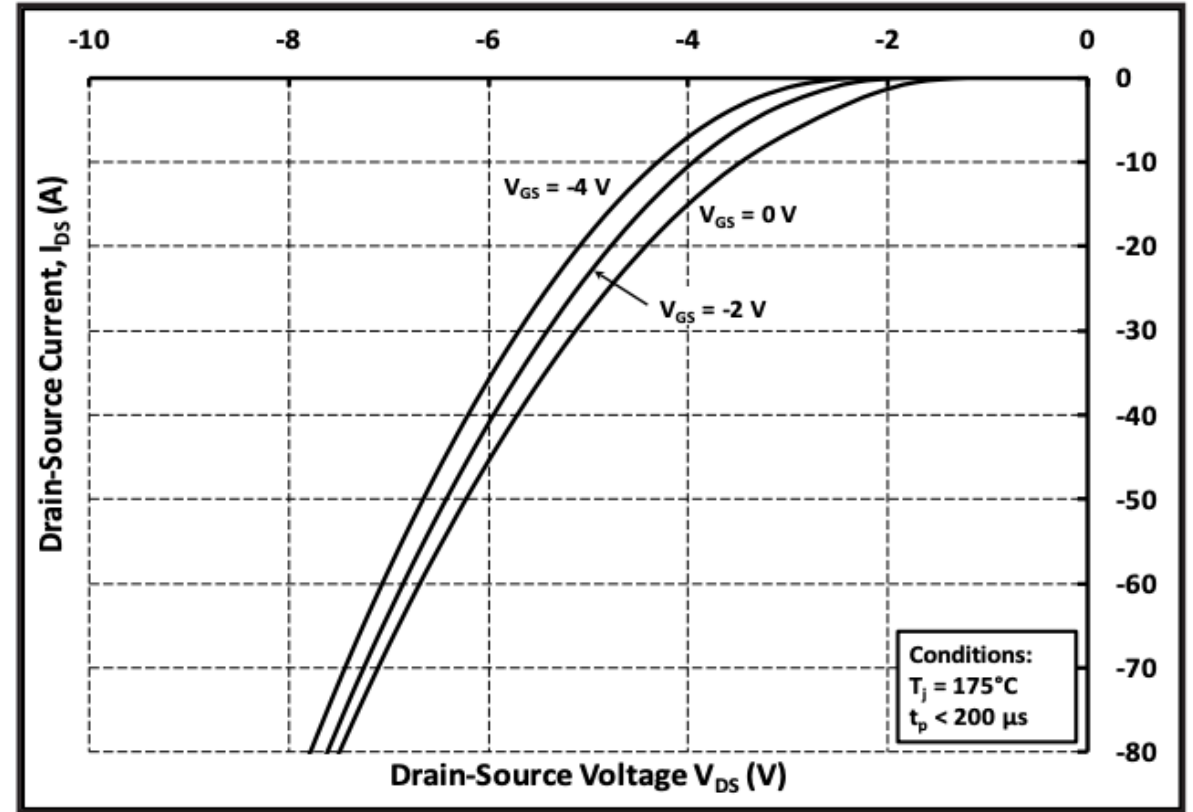


Figure 10. Body Diode Characteristic at 175 °C

# 体二极管和第三象限导通特性

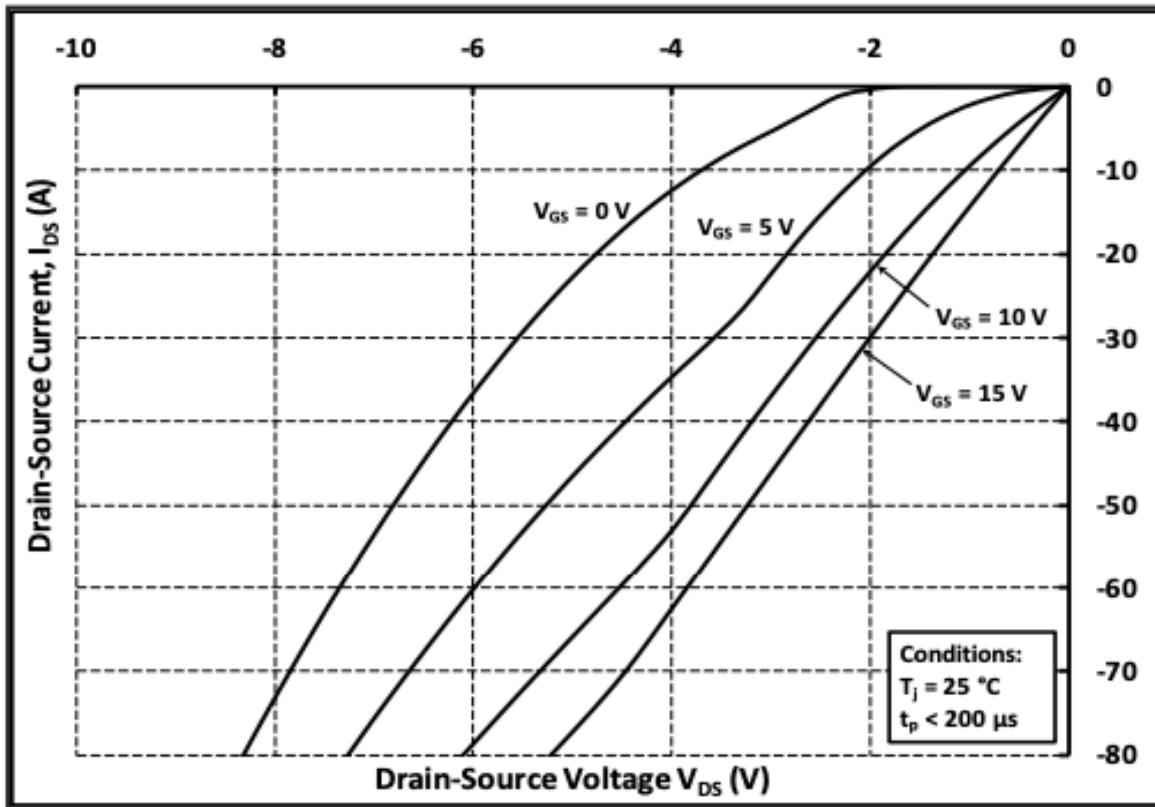


Figure 14. 3rd Quadrant Characteristic at 25 °C

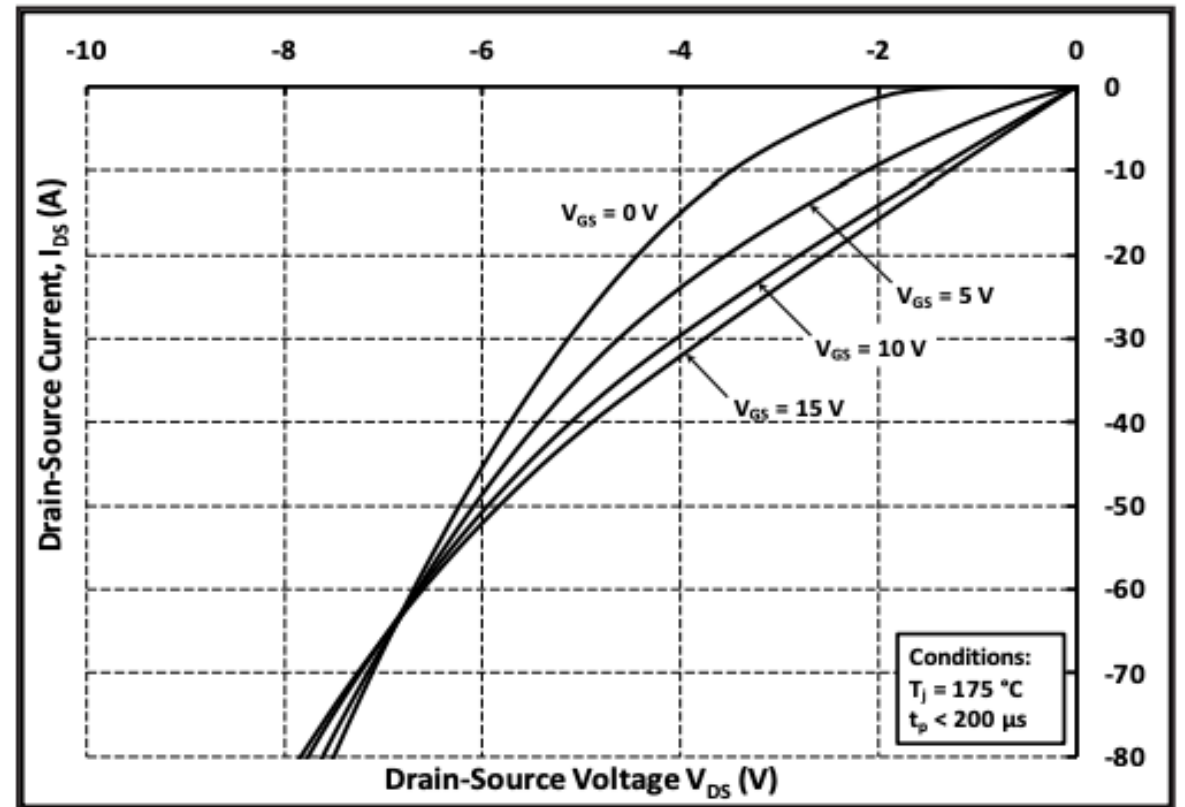


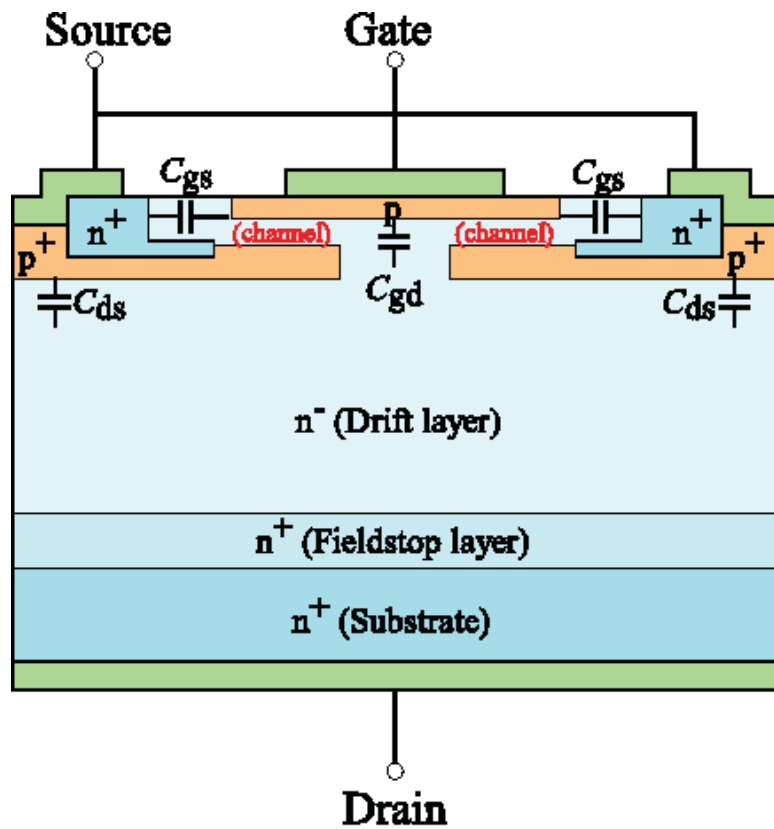
Figure 15. 3rd Quadrant Characteristic at 175 °C

# 动态特性

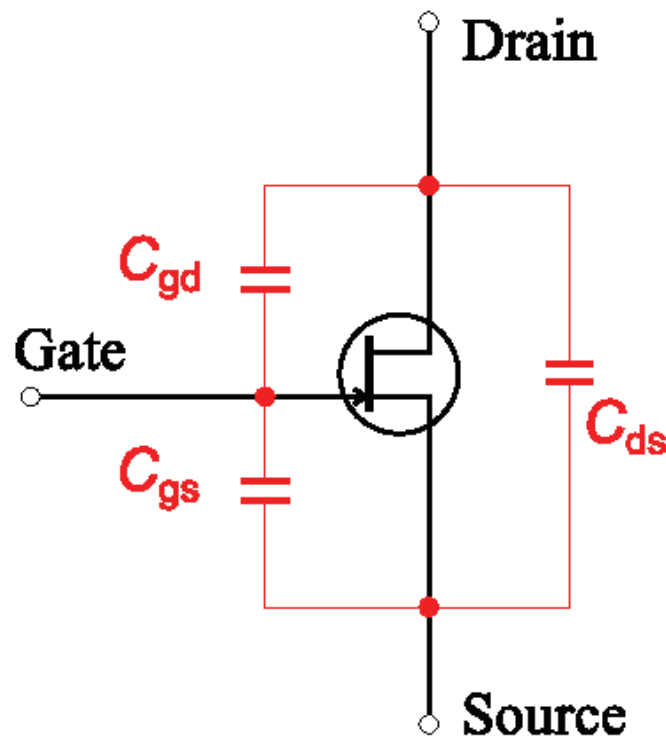
- 结电容
- 开关特性
- 栅电荷



# 结电容



(a) Cross-section.



(b) Capacitance between terminals.

符号	表达式	定义
$C_{iss}$	$C_{GS}+C_{GD}$	输入电容
$C_{oss}$	$C_{DS}+C_{GD}$	输出电容
$C_{rss}$	$C_{GD}$	反向输出电容 (米勒电容)

# 结电容

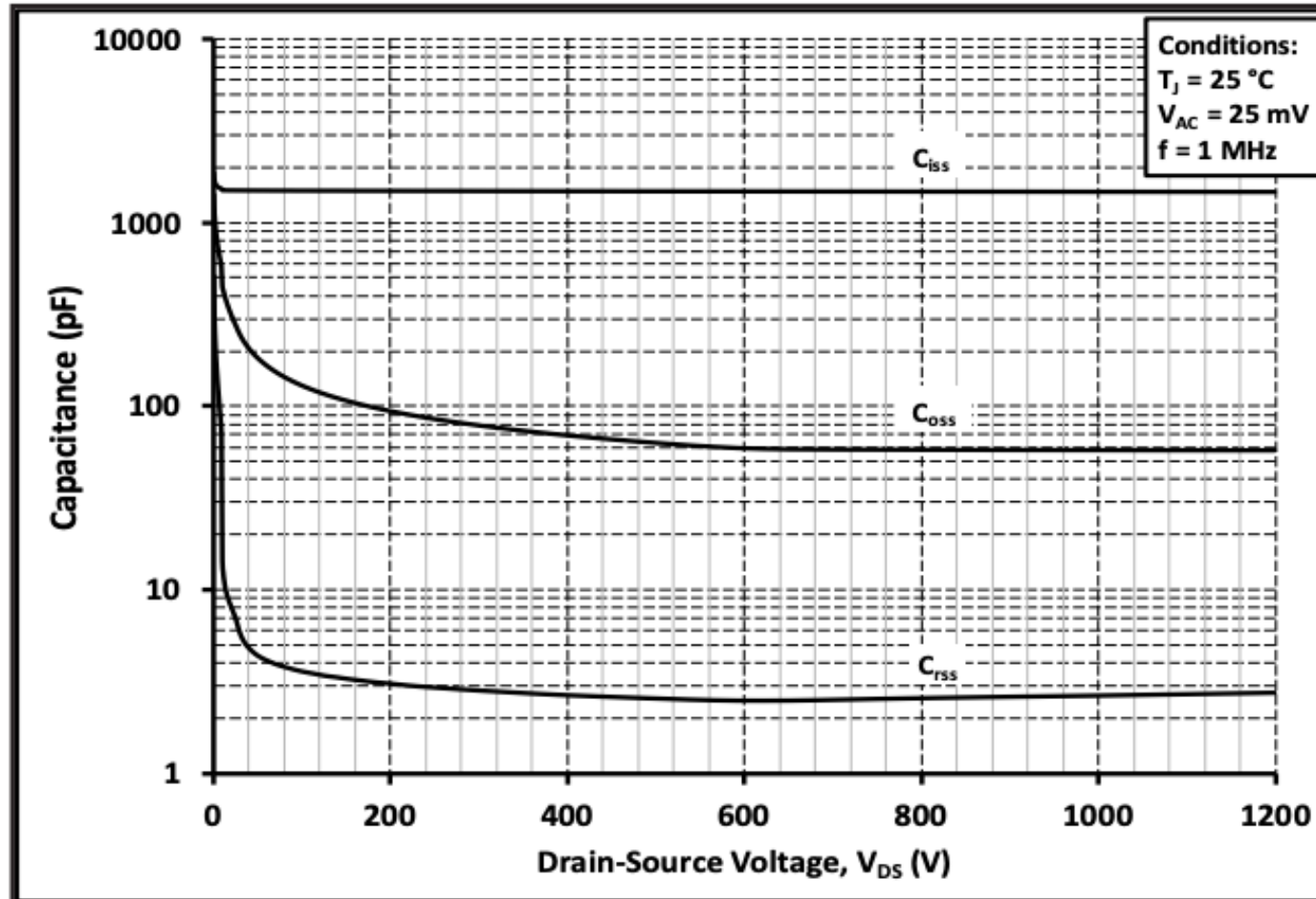


Figure 18. Capacitances vs. Drain-Source Voltage (0 - 1000V)

# 栅电荷

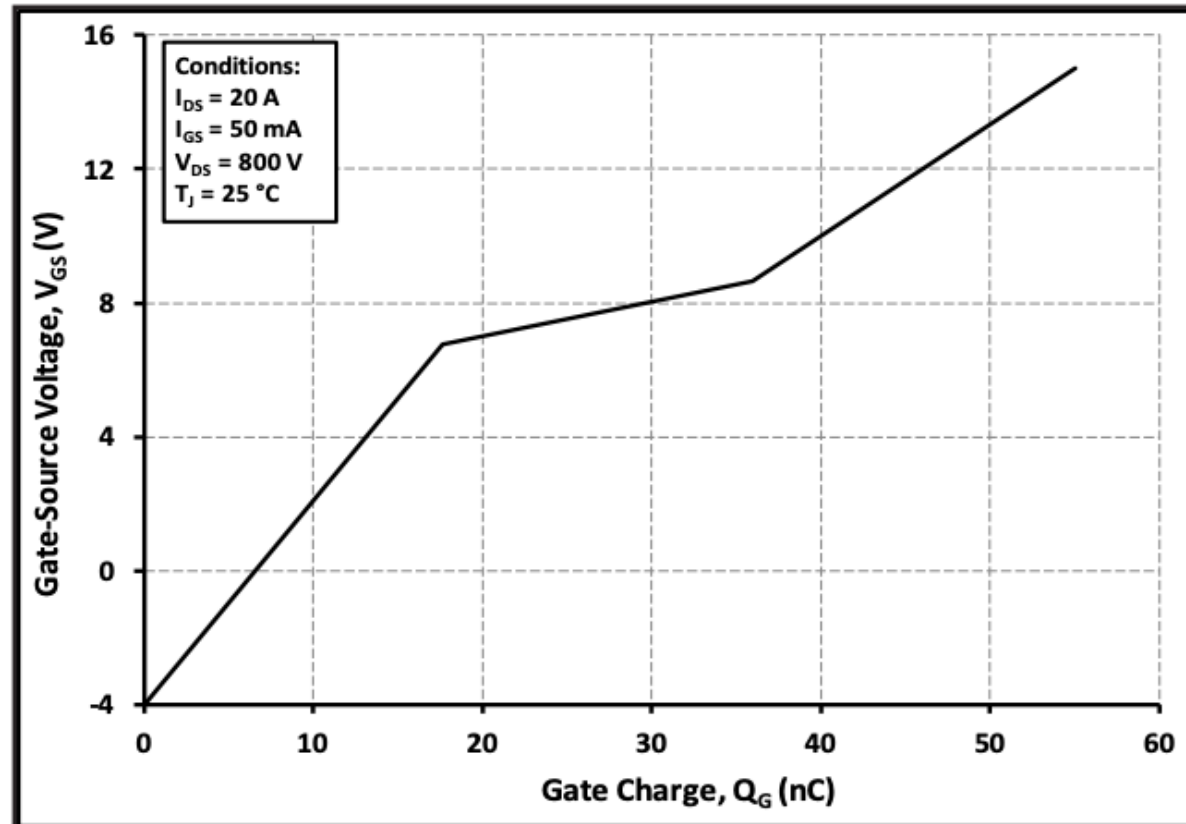
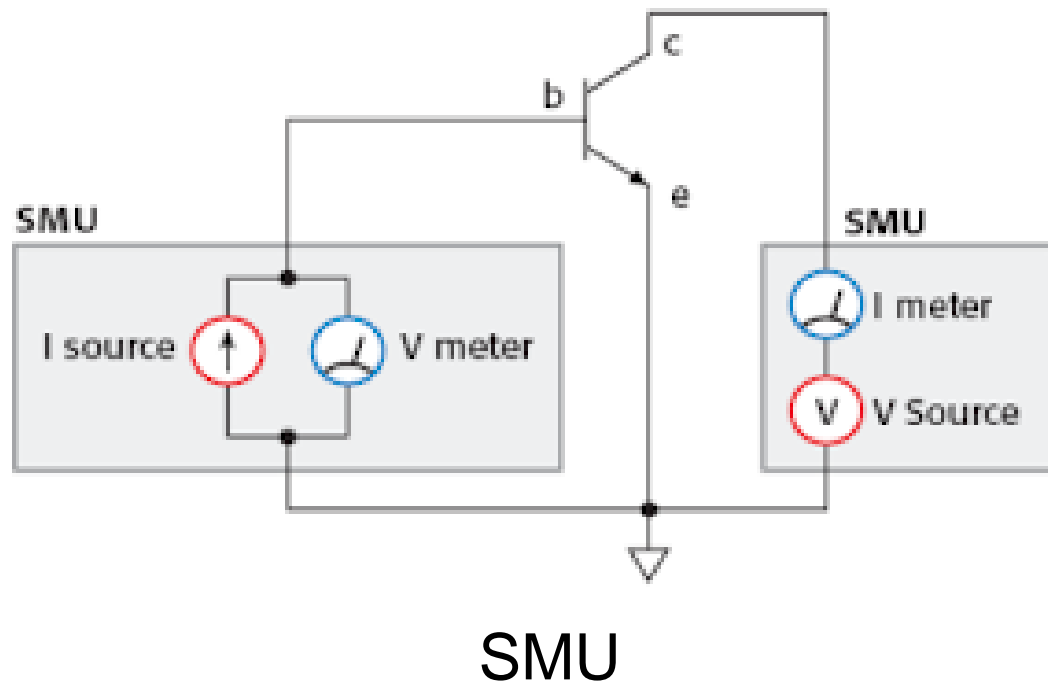


Figure 12. Gate Charge Characteristics

# 参数测试

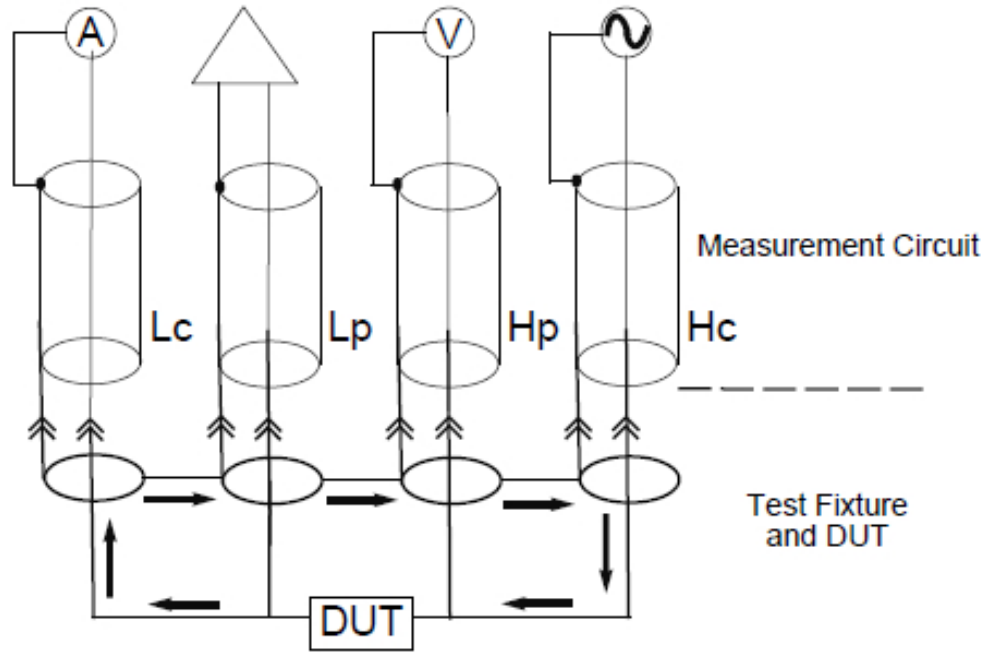
- I-V特性测试
- 结电容测试
- 栅电荷测试
- 测试设备

# I-V特性测试

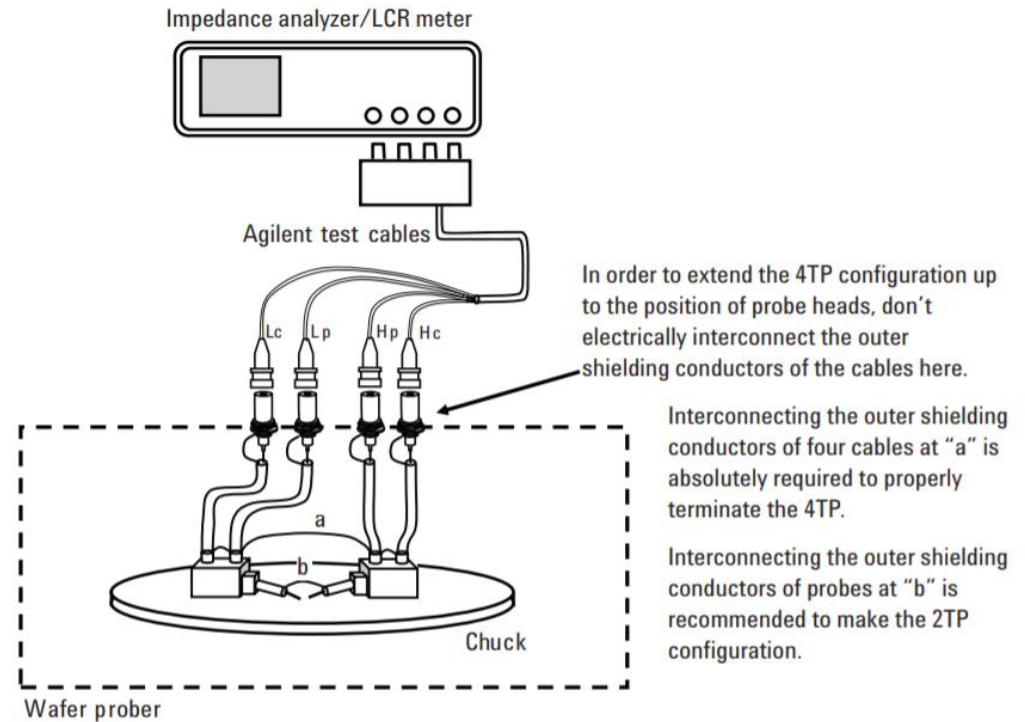


- ✓ 传递特性曲线
- ✓ 门限电压
- ✓ 输出特性曲线
- ✓ 导通电阻
- ✓ 体二极管特性曲线
- ✓ 第三象限特性曲线
- ✓ 击穿电压

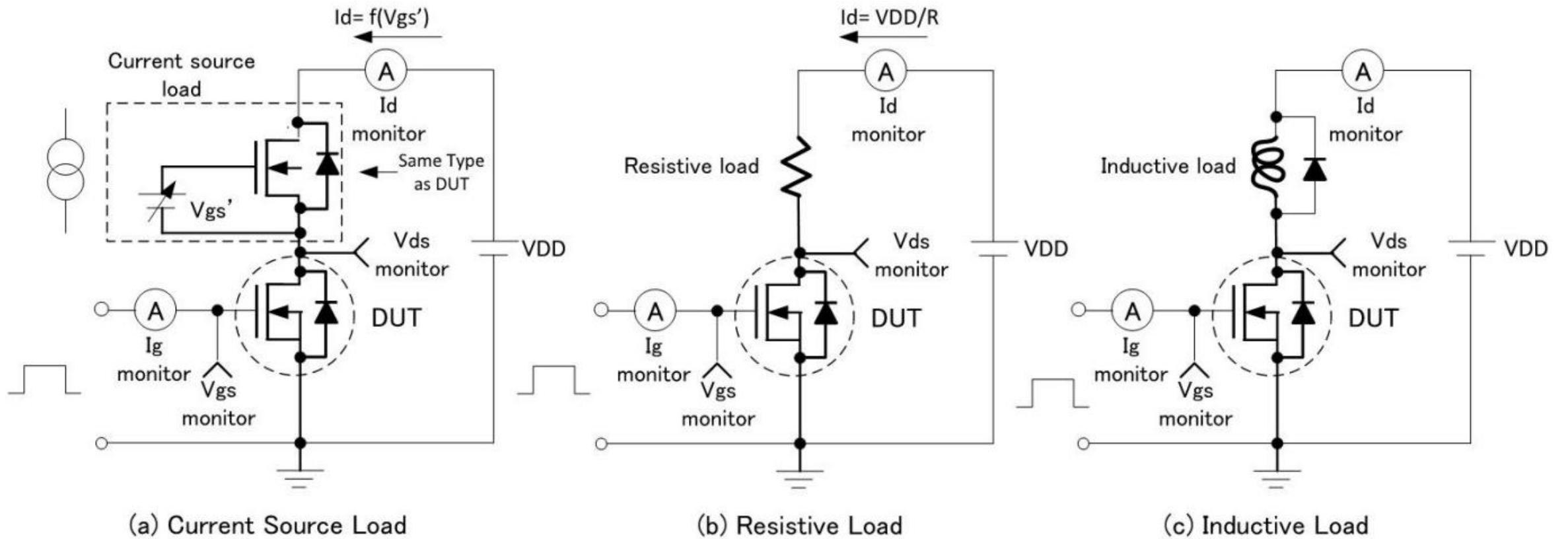
# 结电容测试



4TP 测量方法



# 栅电荷测试



# 5. 泰克的静态测试解决方案

2600-PCT





# 功率半导体器件的主要特性

650 V IGBT HB series



## • 几种功率器件的典型特征参数

Characterization	Test Category	Devices and Parameters		
		IGBT	Power MOSFET	GTR
Static	ON-state	$V_{CE-I_C}$ $V_{GE-I_C}$	$V_{DS-I_D}$ $V_{TH}$ $V_{GS-I_D}$ $R_{DS(on)}$	$V_{CE-I_C}$ Gummel plot
	OFF-state	$I_{CEO}$ $I_{CES}$ $BV_{CES}$ $BV_{CEO}$ $BV_{CBS}$	$I_{GSS}$ $I_{DSS}$ $BV_{DSS}$ $BV_{DG}$	$I_{CEO}$ $I_{CES}$ $BV_{CES}$ $BV_{CEO}$
Dynamic	Charge	$Q_G$	$Q_G$	
	Capacitance	$C_{iss}$ (a.k.a. $C_{ies}$ ) $C_{oss}$ (a.k.a. $C_{oes}$ ) $C_{rss}$ (a.k.a. $C_{res}$ )	$C_{iss}$ (a.k.a. $C_{ies}$ ) $C_{oss}$ (a.k.a. $C_{oes}$ ) $C_{rss}$ (a.k.a. $C_{res}$ )	NA
Switching	Timing	$T_{d(on)}$ $T_r$ $T_{d(off)}$ $T_f$	$T_{d(on)}$ $T_r$ $T_{d(off)}$ $T_f$	$T_s$ $T_f$

**静态特性 (Static Characterization) 测试简便, 表征器件本身直流特性**

# Series 2600B和2650A SMUs

## Model 2636B SMU

- 两个独立的SMU通道
- 高达200V
- 高达10A脉冲
- 0.1fA测量分辨率



## Model 2651A SMU

- 高达50A脉冲(两台仪器高达100A)
- 高达2000W脉冲 / 200 W DC电源
- 100us ~ DC脉冲宽度
- 配备高速度及积分ADCs



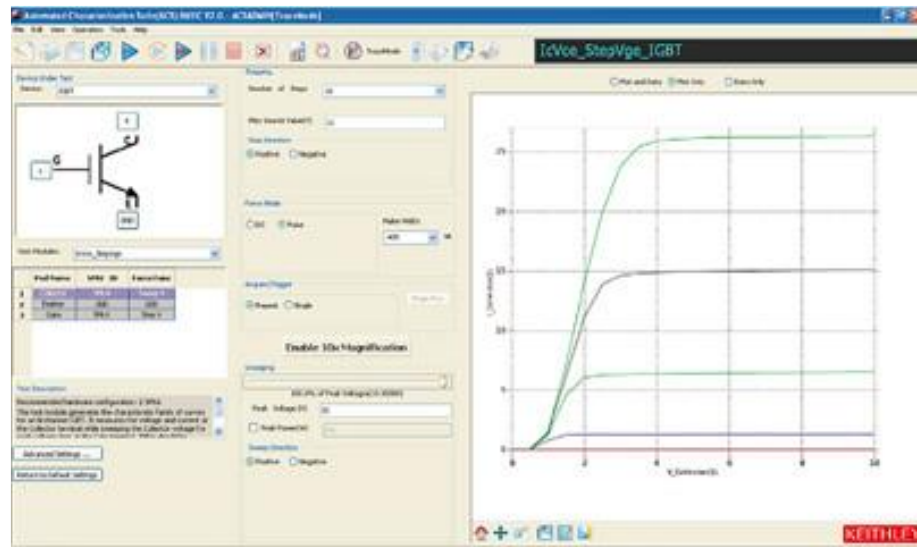
## Model 2657A SMU

- 高达3000V, 高达180W功率
- 四象限操作 (源端和电子负载)
- 1fA测量分辨率
- 配备高速度及积分ADCs

# 参数曲线跟踪仪 (PCT: Parameters Curve Tracer)

## • 功率器件解决方案

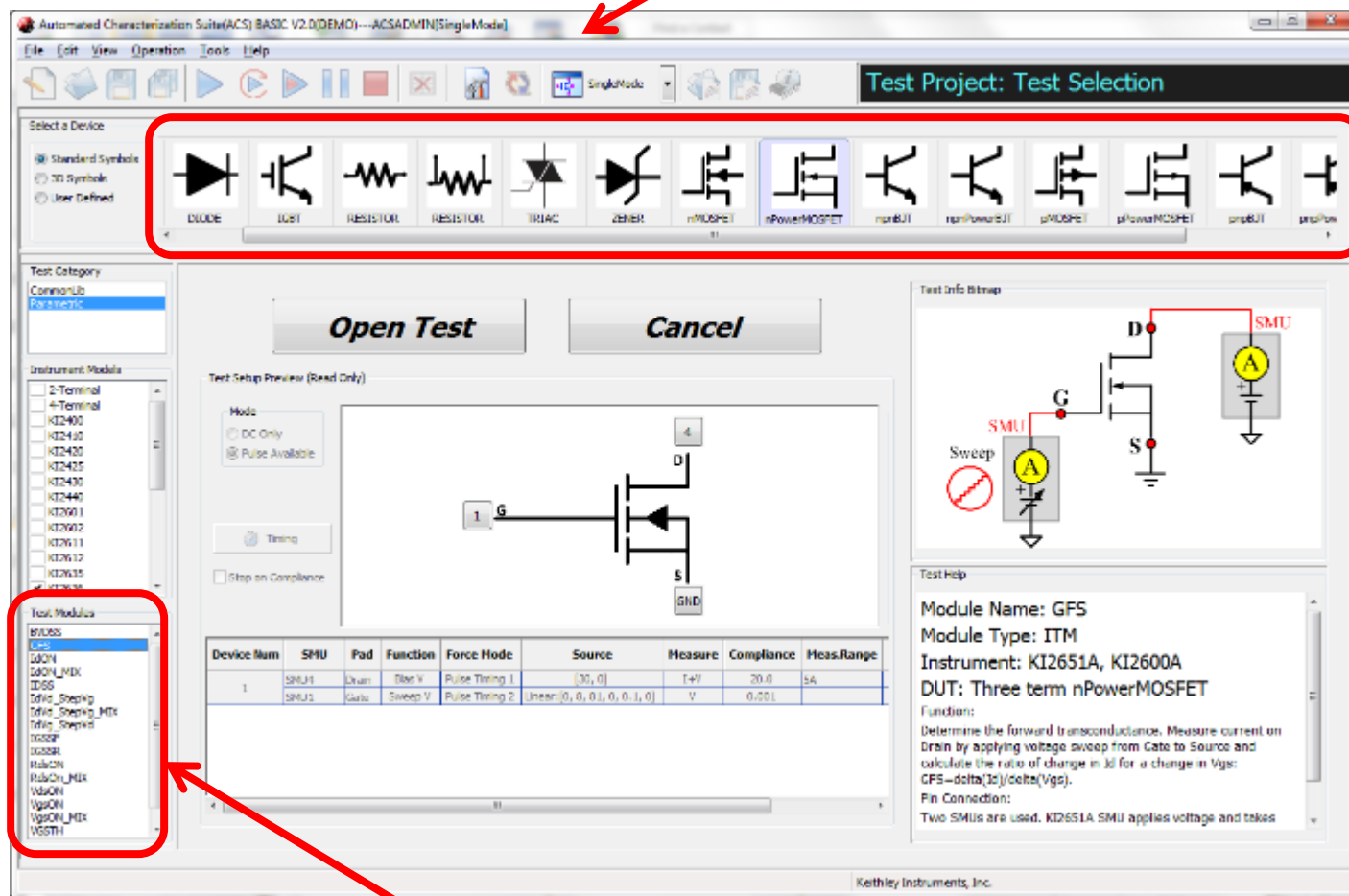
- 完善的解决方案，包括SMU仪器、电缆、测试夹具、软件、测试程序库和样本器件
- 测试管理软件包括实时绘图的跟踪模式及提取参数的参数模式
- 提供了宽动态范围：
  - 从 $\mu\text{V}$ 到 $3\text{kV}$
  - 从 $\text{fA}$ 到 $100\text{A}$
- 灵活的可重新配置的系统，满足不断变化的功率测试要求



跟踪模式捕获IGBT器件的输出特点

# 参数曲线跟踪仪测试库

支持所有最常见的器件



包括每种器件类型最常见的测试

# Model 8010测试夹具



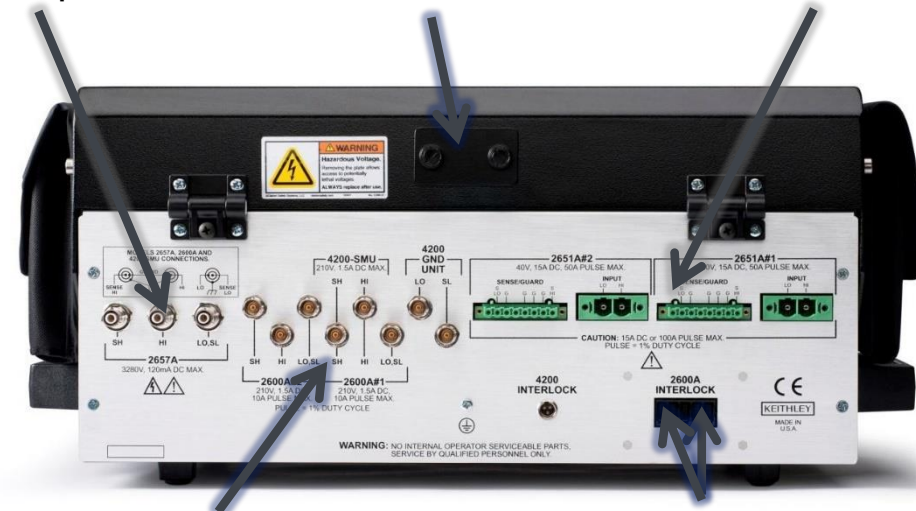
- 为3kV和100A测试提供安全环境
- 包括TO-220和TO-247封装和自定义器件测试插座
- 简便易用的香蕉头跳线连接方式
- 包括全彩连接指引手册



连接一台Model 2657A, 执行3kV和低电流(pA)测试

接入端口, 传送外部仪器 (示波器探头, 热电偶)信号

并连两台Model 2651A, 执行100A脉冲式测试



连接最多两台Model 2636B或Model 4200 SMU, 执行200V和低电流(pA)测试

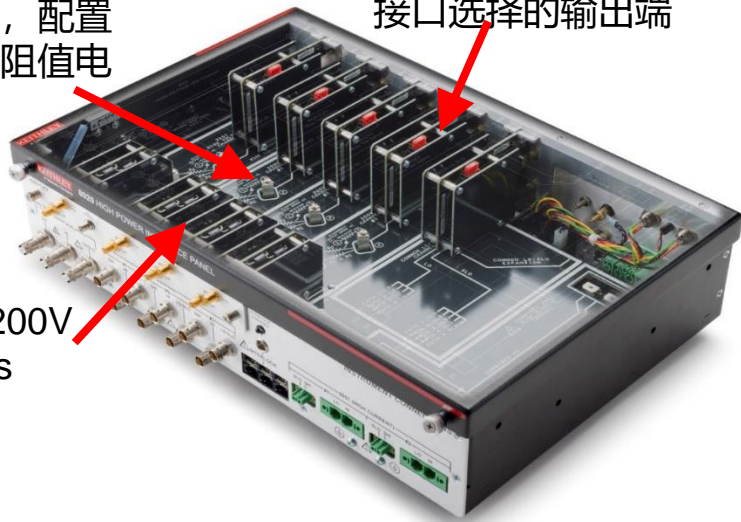
连接SMU互锁。在打开测试夹具中禁用SMU的高压输出

**PCT系统配合8010夹具盒可以方便安全地对封装好的功率半导体器件进行测试**

# 连接Model 8020接口转换面板

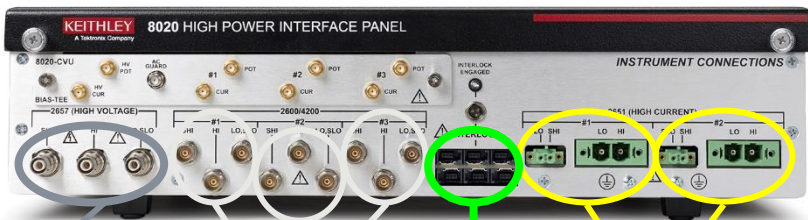
用户可根据实际测试需要，配置串联不同阻值电阻

可灵活配置，丰富接口选择的输出端



3KV及200V CV Bias Tees

另外还包括对200V和公共端通道设计的过压保护可以简便扩展，支持更多的SMUs和器件管脚连接



3kV SMU Channel

200V SMU Channels

Safety Interlock Hub

Two 50A SMU Channels (100A pulse in parallel)

## 输出端面板



High Current (Combined 2651) Channel

Common LO Channel

200V Channels

High Voltage (2657) Channel



Model 8020-KHV  
Keithley HV Triax Card

Available for all channels



Model 8020-AHV  
Agilent HV Triax Card

Available for all channels, Useful for connecting to Cascade Tesla probe station



Model 8020-STC  
Standard Triax Card

Available for 200V and Common LO channels only



Model 8020-SHV  
SHV Card

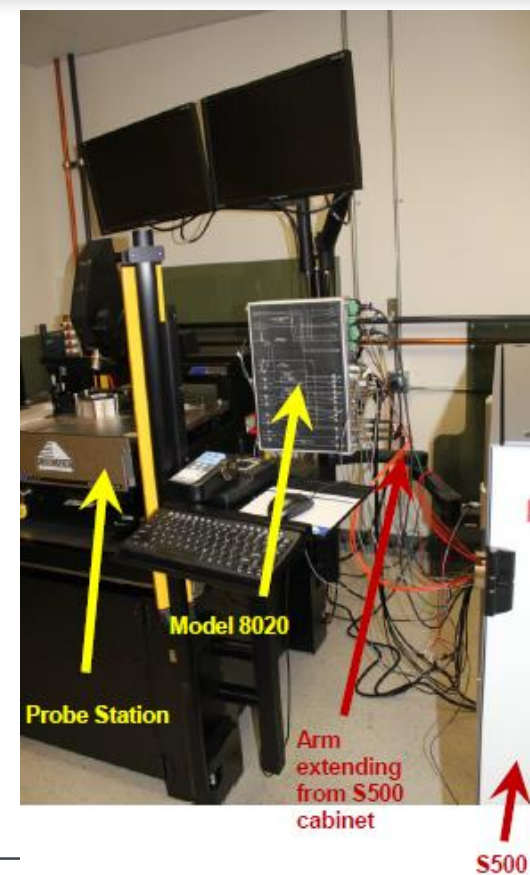
Available for all channels



## 输入端面板

# 连接Model 8020接口转换面板

1. 方便了高功率仪器（如PCT）与高功率探针台的连接：丰富且标准的接口使晶圆级别功率半导体测试成为现实
2. 使高压 C-V 测试更方便的接口转换面板：避免了 DC - IV，AC - CV换线的烦恼



# S530及S500系统

• 自动测试解决方案

软件



硬件



S530 Parametric Test System



S500 Integrated Test System



Instruments

配置标准化的测试系统

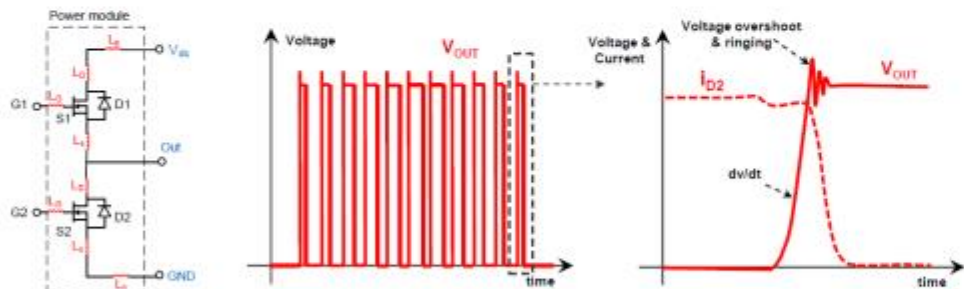
可根据实际情测试需求定制硬件及特殊测试程序



# SiC功率器件动态参数测试较硅基功率器件有哪些新的测试挑战

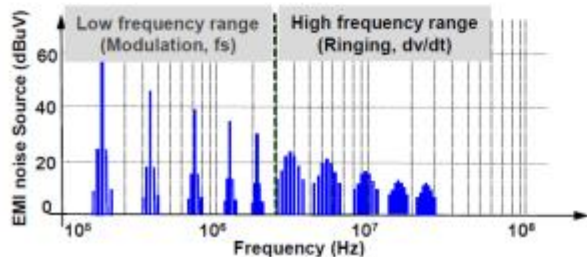
## SiC器件高速开关特性带来的技术挑战

- 桥臂串扰---引起器件损坏或系统炸机
- 电磁振荡---对电路和无源功率部件寄生参数及其敏感
- 电磁干扰---影响可靠性，无法充分发挥SiC高速开关特性



PWM of a phase leg module and transient performance

FFT of the noise source:



## 狙击SiC测试关键难点

测不准

电流采样方案需具备**纳秒级**的解析度，否则测不准器件的动态特性

测不全

碳化硅高速开关，**测试回路杂感高**会带来极高电压尖峰，在器件工作电压范围内测不全

不可靠

测试驱动电路需具备极强的**抗EMI干扰能**，否则易损坏被测器件，导致设备可靠性差

# 功率半导体分立器件动态特性测试设备DPT1000A系列

DPT1000A 功率器件动态参数测试系统由泰克科技领衔开发，专门用于针对三代半导体功率器件的动态特性分析测试，旨在解决客户在功率器件动态特性表征中常见的疑难问题，包括如何设计高速工作的驱动电路，如何适配多种芯片封装形式，如何选择和连接探头进行信号测试，如何优化和抑制测试过程中的噪声和干扰。帮助客户在研发设计、失效分析、进厂检测和试产阶段快速评估器件性能，更快应对市场需求改善产品性能。也帮助客户快速验证自研驱动电路，加速应用端解决方案落地。主要用于SiC功率半导体器件等的双脉冲(Double Pulse Testing)，单脉冲(Single Pulse Testing)，测试方案完全符合IEC60747-8/9,JEDEC国际标准。

## DPT1000A高阶配置



## DPT1000A基本配置



# 功率半导体分立器件动态特性测试设备DPT1000A

## DPT1000A系统组成



# 功率半导体分立器件动态特性测试设备DPT1000A系列

DPT1000A高阶配置--独家

产品参数



## H 亮点 ighlights



### 1 更高的可靠性

泰克科技领衔开发

### 2 更高的测试效率

一次测试可自动获取30余项功率器件测试关键参数

### 3 更高的精度

高共模抑制比的光隔离探头，满足SiC/GaN半导体器件更高母线电压和更快开关时间的测量挑战要求

### 4 更低的价格

以中国本土价格对标国际一流品质

### 5 更高的定制

标准化，定制化，支持二次开发，系统升级

### 6 更广的器件封装适配性

满足从10V到1700V/0.1A到800A半导体功率器件直插或贴片封装测试要求

类别	项目	指标
采样	测试采样频率	6.25GS/s
	示波器测量带宽	1GHz
	电流测试最高带宽	400MHz (可升级到1GHz)
	电压测试最高带宽	500MHz (可升级到1GHz)
测试能力	最大测试电压	HV:2000V 或 MV:1000V或LV:150V
	最大测试电流	92A@2000V; 252A@1000V 465A@150V
	最大短路电流	200A@2000V; 600A@1000V 800A@2000V
	测试电感	10-200uH (可定制)
	负载电阻	1、2、5、10、20、50Ω
	门级驱动	开通电压
关断电压		-15V~0V
最大电流		10A
驱动电阻		0-255Ω (手动调整)
器件类型	测试器件类型	碳化硅MOS、硅IGBT/MOS、Diode
	测试封装类型	TO-247-3/4、TO-220、TO-263、 TO-252、SOT223、SOP8、 DFN8x8、DFN5x6、DFN3x3、 TOLL、LFAK88、DPAK、D2PAK 等 (可定制)
温度	测试设备工作温度	15-40°C
	测试温度范围	室温-200°C

# 功率半导体分立器件动态特性测试设备DPT1000A



## DPT1000A基础配置

## 产品参数



### H 亮点 Highlights

#### 1 更高的可靠性

泰克科技领衔开发

#### 2 更高的测试效率

二次测试可自动获取30余项功率器件测试关键参数

#### 3 更广的器件封装适配性

满足从10V到1700V/0.1A到800A半导体功率器件直插或贴片封装测试要求

#### 4 更低的价格

以中国本土价格对标国际一流品质

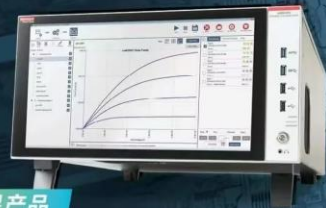
#### 5 更高的定制

标准化, 定制化, 支持二次开发, 系统升级

类别	项目	指标
采样	测试采样频率	6.25GS/s
	示波器测量带宽	500MHz
	电流测试最高带宽	400MHz
	电压测试最高带宽	500MHz
测试能力	最大测试电压	HV:2000V 或 MV:1000V或LV:150V
	最大测试电流	92A@2000V; 252A@1000V 465A@150V
	最大短路电流	200A@2000V; 600A@1000V 800A@2000V
	负载电感	10-200uH (可定制)
	负载电阻	1、2、5、10、20、50Ω
	门级驱动	开通电压
关断电压		-15V~0V
最大电流		10A
驱动电阻		0-255Ω (手动调整)
器件类型	测试器件类型	碳化硅MOS、硅IGBT、Diode
	测试封装类型	TO-247-3/4、TO-220、TO-263、 TO-252、SOT223、SOP8、 DFN8x8、DFN5x6、DFN3x3、 TOLL、LFPK88、DPAK、D2PAK 等 (可定制)
温度	测试设备工作温度	15-40°C
	测试温度范围	室温-200°C

Tektronix®

# 嗨FUN一季 买一赠一



吉时利明星产品

## 4200A-SCS参数分析仪

● 购买 4200A-SCS 系列主机  
可免费获得 4201-SMU 模块一个

● 升级现有4200A-SCS系统，  
增购SMU/PMU/CVU功能模块  
可免费获得指定功能模块一个

增添模块  
将为您实现

更高的测试效率

实现 IV/CV/PULSE IV 的自动切换

更高的测试精度

电流最低可以从皮安到飞安级别

活动有效时间: 2023年8月8日-10月31日  
(以订单签订时间为准)



咨询详情

✓ 本活动只针对终端用户    ✓ 活动详情请咨询泰克客服或销售;  
✓ 该促销活动最终解释权归泰克所有



# 实操视频



# THANK YOU



TEKTRONIX  
INNOVATION FORUM  
Engineering the Future

启智未来  
测试为先