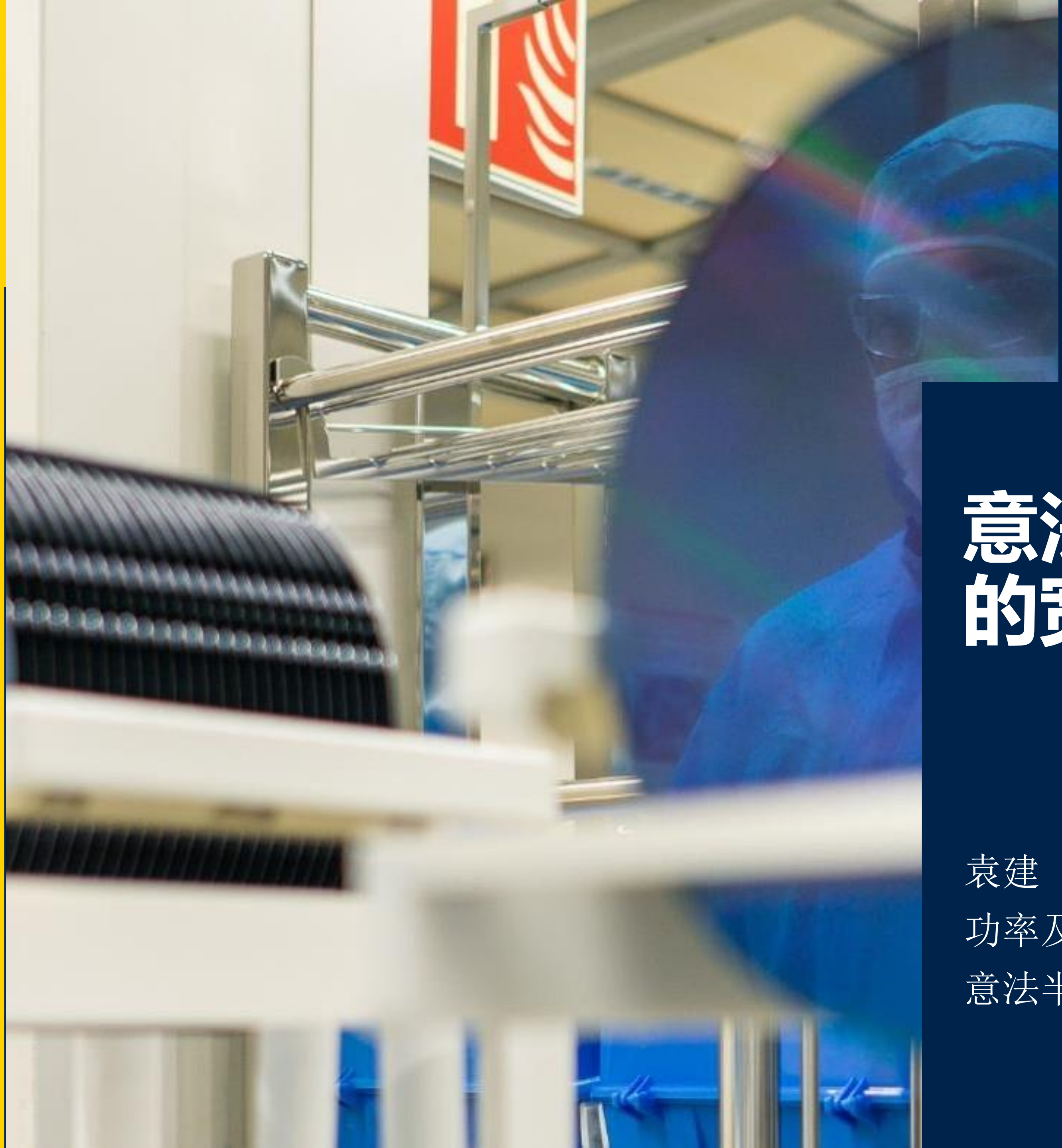


life.augmented

意法半导体适用于高效能源的宽禁带方案

袁建
功率及分立器件部
意法半导体 亚太区

议程

1 SiC的优点

2 SiC市场

3 SiC应用案例分析

4 意法半导体SiC技术概述

5 意法半导体SiC产品简介

life.augmented

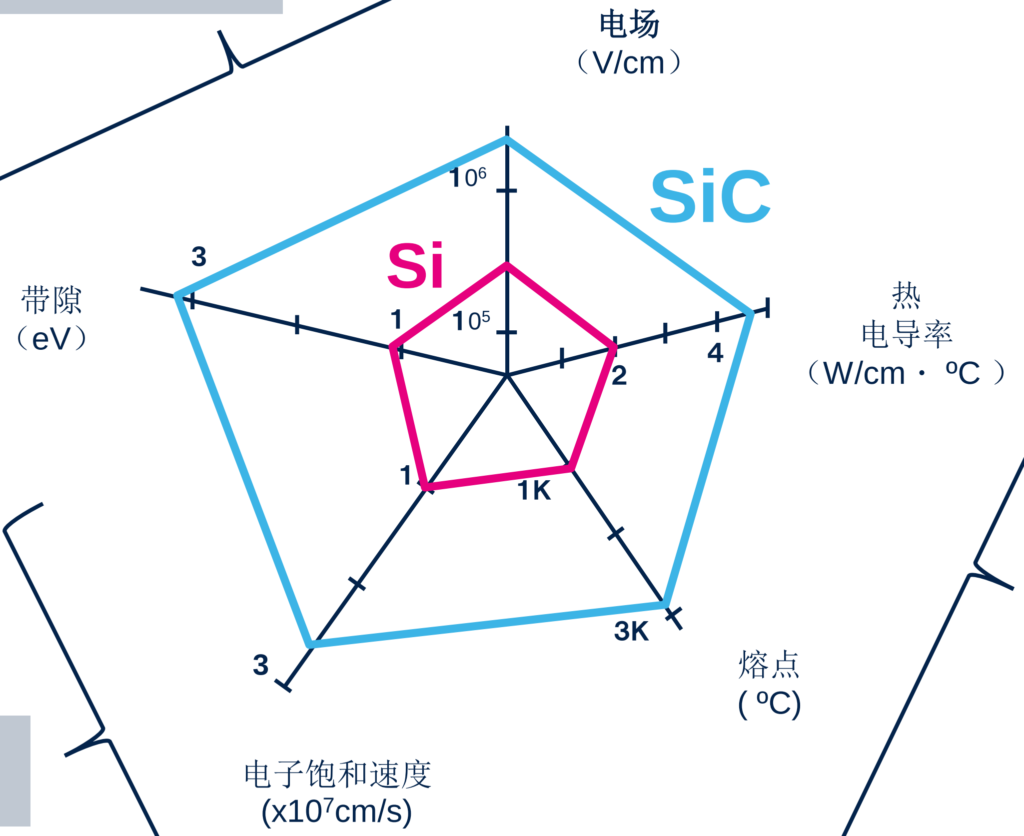
SiC的优点

宽带隙材料的优点

Si硅	SiC碳化硅

SiC

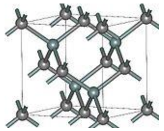
更高的击穿电压：10倍
更低的导通电阻和损耗



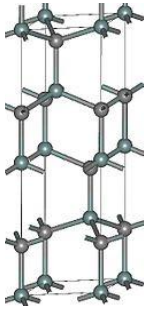
SiC

更高的开关频率
开关损耗较低

Si
立方体



SiC
六边形



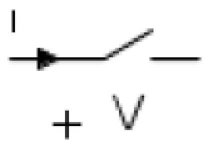
SiC

更高的温度
（操作与耐性）
降低了冷却要求

SiC最接近理想开关

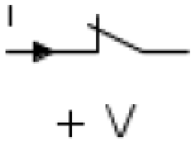
仅SiC MOSFET具有理想开关器件的全部3种所需功能（具有最高的最大结温）

断开



在任何电压下，I=0

ON



在任何电流下，V=0

	SiC MOSFET (planar)	Silicon MOSFET	Silicon IGBT
RDS(on)xArea	**1**	30	3 (10 at low current)
Switching energy loss	**1**	> 10	7
Max Junction temperature [°C]	**> 200**	150	175

SiC MOSFET for:

The Lowest Ron

The Highest Speed

The Highest Operating Temperature

life.augmented

SiC MOSFET的主要优点

超低能耗和低R_{ON}，特别是在非常高的Tj时

更高的工作频率
用于更小更轻的系统

热性能

高工作温度（T_{jmax} = 200°C）
降低的冷却 & 散热需求
寿命更长

驱动方便

完全兼容
标准的栅极驱动器

稳定的超快速本体二极管

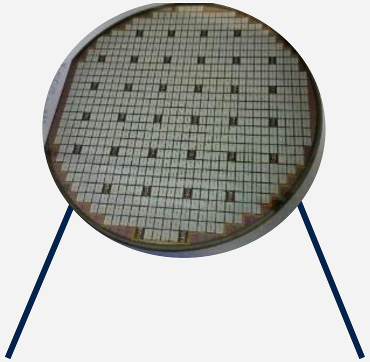
更紧凑的逆变器

life.augmented

SiC二极管的主要优点

采用节能的可持续性技术

功率损耗



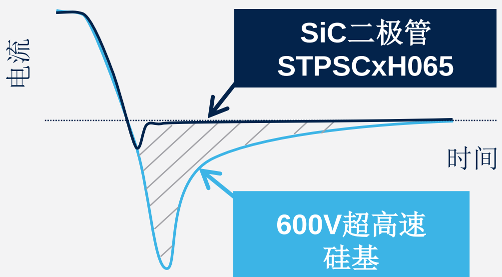
恢复损耗

传导损耗

硅基超高速二极管

消除恢复损耗

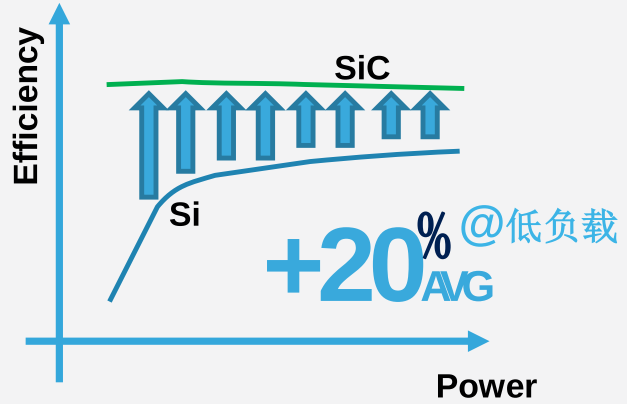
开关性能比较



SiC基二极管

缩小尺寸

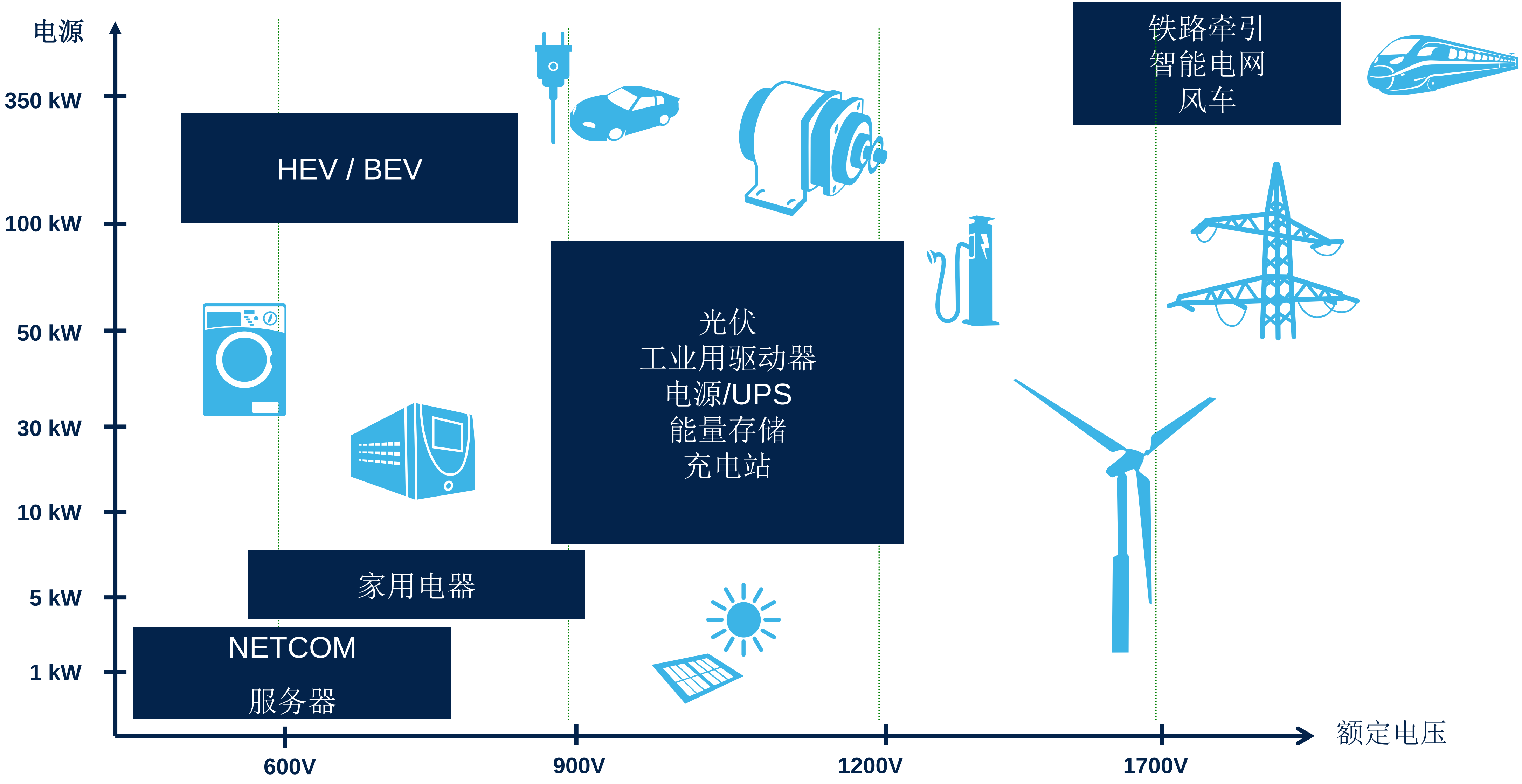
- 60%



效率更高的功率转换

SiC市场

SiC MOSFET市场应用



life.augmented

SiC二极管市场应用

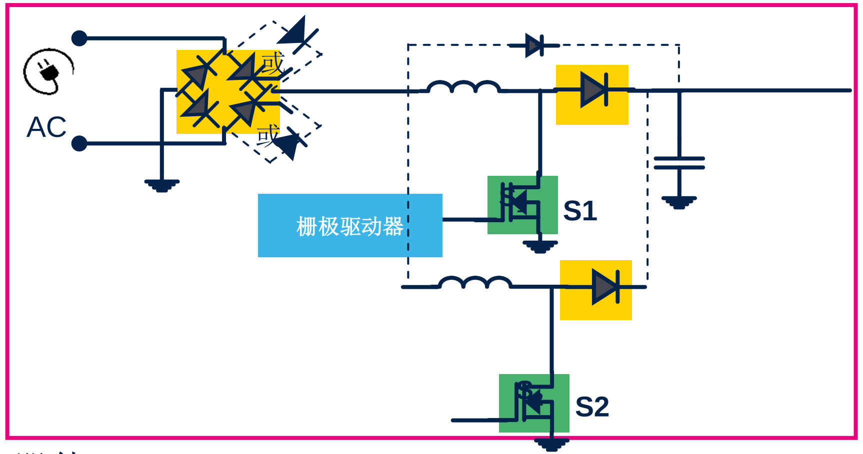
life.augmented

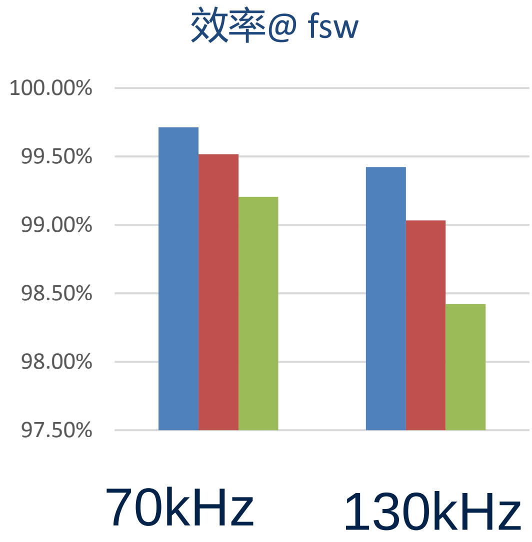
SiC应用案例分析

在单开关应用Boost PFC中的优势

凭借其出色的$R_{DS(on)}$*A，用于3.6kW PFC的SiC MOSFET解决方案可采用SMD封装，而硅则需要通孔TO-247封装

3.6kW BOOST PFC（CCM）





SIC MOS 650V 55mohm
SI MOS 650V 24mohm
SI MOS 650V 41mohm

测试条件

- P_{out}= 3.6 kW
- $I_{in\ rms}$=16A
- V_{out}= 400 V
- F_{sw} = 70/130 kHz
- V_{in} = 220V_{ac}

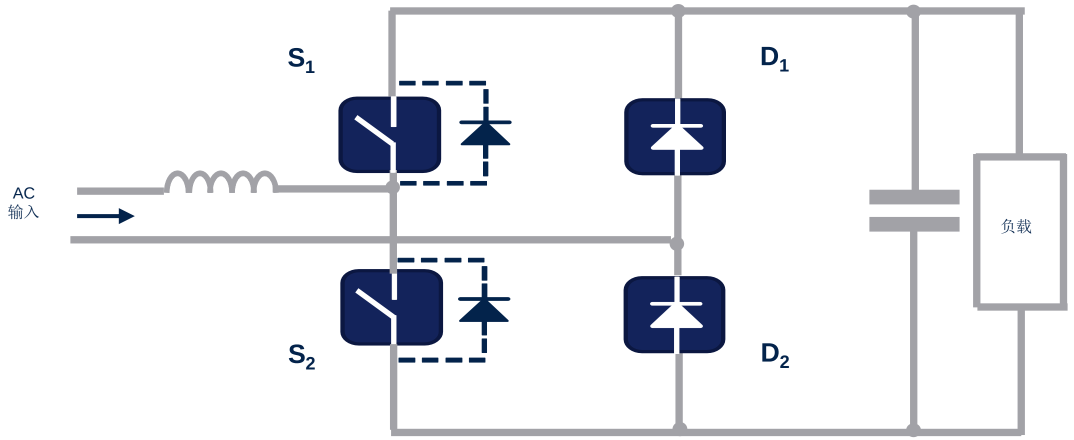
器件

- S_1/S_2= 意法半导体SIC Mosfet 650V/55mohm/H2Pack
- S_1 / S_2= 意法半导体M5系列SI Mosfet：650V/24mohm/TO247
- S_1 / S_2= 意法半导体M5系列SI Mosfet：650V/41mohm/TO247

life.augmented

图腾柱无桥PFC
理想反向恢复二极管的优点

图腾柱无桥PFC



测试条件

- P_{out}= 3.6 kW
- $I_{in\ rms}$=16A
- V_{out}= 400 V
- F_{sw} = 100 kHz
- V_{in} = 220V_{ac}

SiC MOSFET优于两种硅解决方案

V_{in}=220V_{ac}时的典型损耗

器件

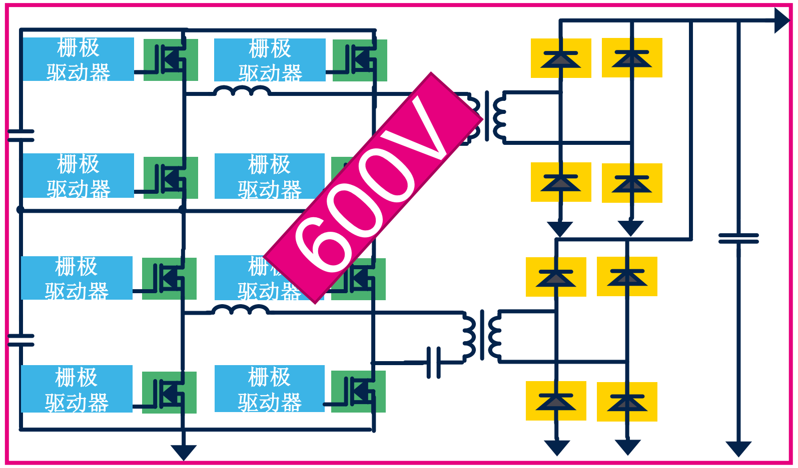
- S_1 / S_2= 意法半导体SIC Mosfet 650V/55mohm/H2Pack
- S_1 / S_2= 意法半导体SI Mosfet：650V/24mohm/TO247
- S_1 / S_2= ST 650V 40A IGBT
- D_1/D_2= 650V 30A硅整流器

S_1、S_2 位置	传导损耗 [W]	开关损耗 [W]	S_1 + S_2 损耗[W]	效率*
SIC MOS	7.61	3.7	11.3	99.68%
Si MOS	12.56	34	46.56	98.7%
IGBT	15.6	40.7	56.1	98.44%

life.augmented

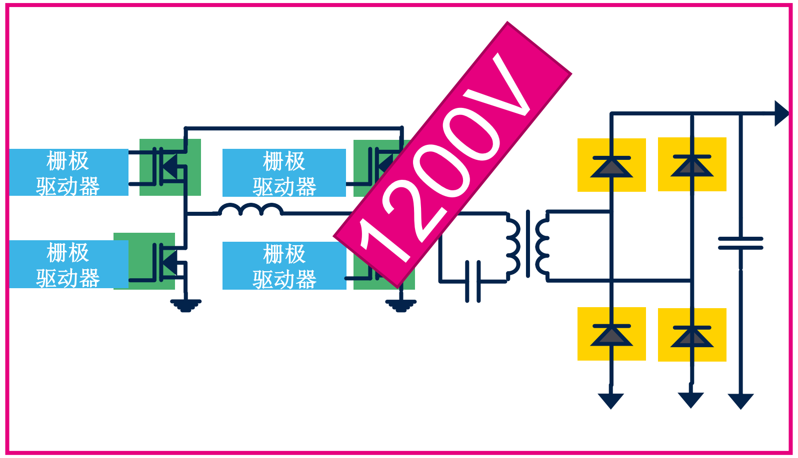
在LLC DC/DC次级中的好处

堪比11 kW LLC DC/DC的效率



意法半导体600V 70Ω SI Mosfet *8

VS



意法半导体1200V 62Ω SiC Mosfet *4

测试条件

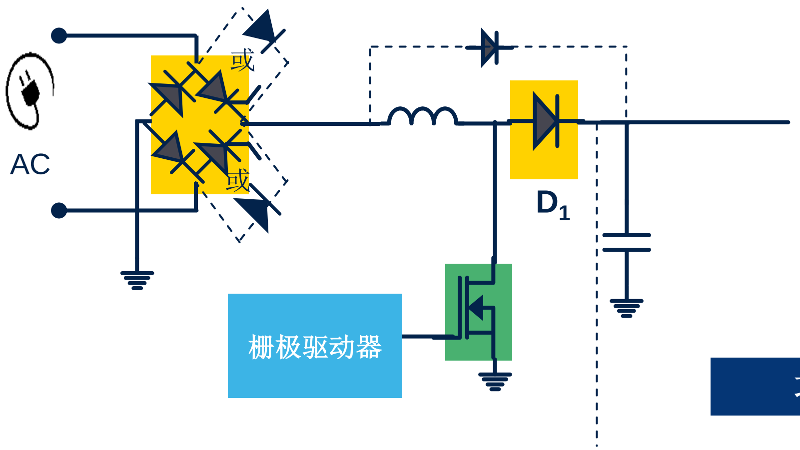
- P_{out}= 11kW
- $I_{Mos-rms}$= 12.7A
- V_{bus}= 800 V
- F_{sw_min} = 100 kHz（最大负载下）

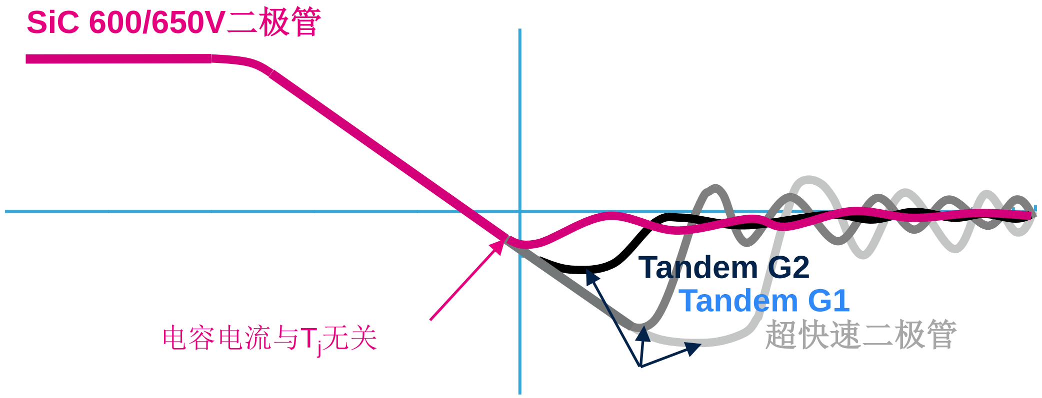
DUT	$P_{cond\_DC/DC}$ [W]	$P_{sw\_DC/DC}$ [W]	$P_{tot\_DC/DC}$ [W]	效率
ST SIC MOS 1200V 70mohm	62.15	48	110.15	98.98
ST SI MOS 650V 80mohm	202.4	28	230.4	97.87

600V的硅MOSFET可挑战1200V的SiC。实际上，1200V的硅具有高得多的RDS(on)，因此性能会大幅降低。

CCM PFC中的SiC二极管的性能

480W BOOST PFC（CCM）

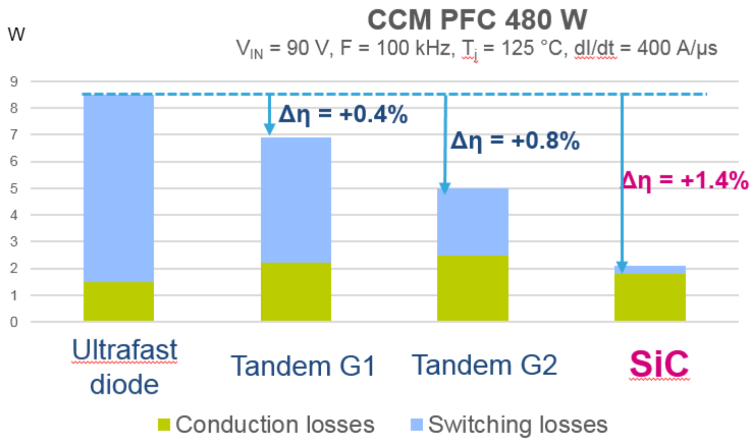




I_F=8A；dI/dt=400A/µs；V_R=400V；Tj=125°
2A/div ; 10ns/div

反向特性

功率损耗



器件

- D1= 意法半导体超高速二极管8A/600V R系列
- D1= 意法半导体Tandem G1：8A/600V
- D1= 意法半导体Tandem G2：8A/600V
- D1：意法半导体SiC二极管：6A/650V H系列

SiC提供：

- **最佳开关**性能（快速柔软）
- 通过最佳关断性能，在硬开关应用中实现**最佳效率**

意法半导体SiC技术概述

SiC MOSFET技术路标

平面技术

第1代	第2代	第3代	第4代
1200 V（0-300kHz） **1700 V**（0-300kHz）	**650 V**（0-500kHz） **1200 V**（0-500kHz）	**1200 V**（0->500kHz） **750 V**（0->500kHz）	**1200 V**（0->1MHz） **750 V**（0->1MHz）
2014	2018	2020（Q4）	2022（Q2）

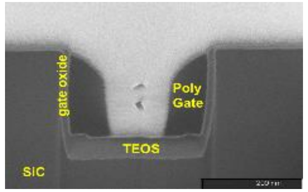
大规模量产

连续缩小
[Ron x 面积]

x2收缩　**x4**收缩　**x5**收缩

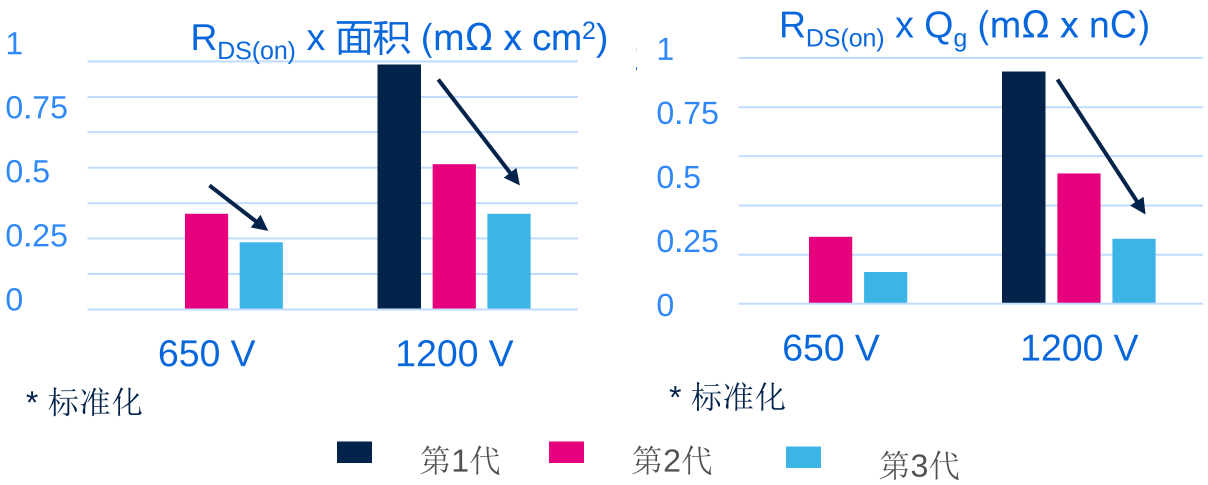
沟槽技术

下一代



- **尽管意法半导体的平面技术为最新技术，但这项技术仍会随着G4迭代而得以改进：**
  - **导通电阻约比G3低15%**
  - 工作频率接近1 MHz
  - 成熟且稳健的工艺
    - 吞吐量、设计简单性、可靠性、经验…
    - 适用于汽车的高生产率
    - 上市周期短（距第3代不到2年）
- **意法半导体沟槽技术：长期方法**
  - 意法半导体保持并巩固了领先地位
  - 相比现有结构的重大工艺改良
  - 优化和完善的关键步骤

FOM改进与技术演变



有竞争力的R_{DS}*A和R_{DS}*Qg FOM

life.augmented

意法半导体SiC二极管超过10年的经验

2008
SiC 600V
第1代
STPSCxx06x

2012
SiC 650V
H系列
STPSCxxH065x

2014
SiC 650V
H系列
汽车级
STPSCxxH065x-Y

2016
SiC 650V
低V_F
STPSCxx065x

2017
SiC 1200V
工业及
汽车级
STPSCxxH12x
STPSCxxH12x-Y

2018
新封装简介

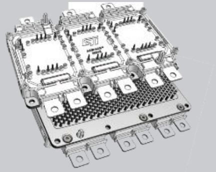
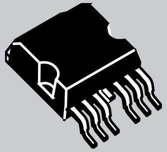
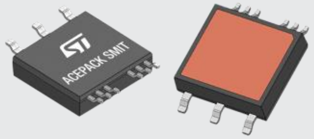
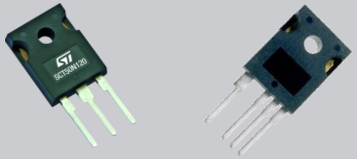
2021年及以后…
模块、晶片形状、
新额定值

SiC MOSFET封装概述

关键优势：

- 提高功率密度
- 减轻寄生效应
- 面向更高的效率

额定值为
200°C！！！

ACEPACK 驱动	**ACEPACK驱动** （750/1200V）	样件 可提供 Q3'20，1200V		牵引逆变器
SMD	**PowerFLAT** 650V 8x8 mm	样件 可提供		小功率应用Kelvin引脚选项 适用于IMS基板
	H2PAK 650/1200V 10x15 mm	样件 可提供		底部冷却适用于IMS基板 Kelvin引脚选项
	ACEPAK SMIT 650/1200V	样件 Q4 2020，1200V		半桥配置 顶部冷却封装 Kelvin源引脚
通孔	**HiP247** 650/1200V 18x14 mm 4L 15x14 mm 3L	样件 可提供		4L Kelvin引脚选项 Vs 3L解决方案 开关损耗较低 高效率 提供长引线选项

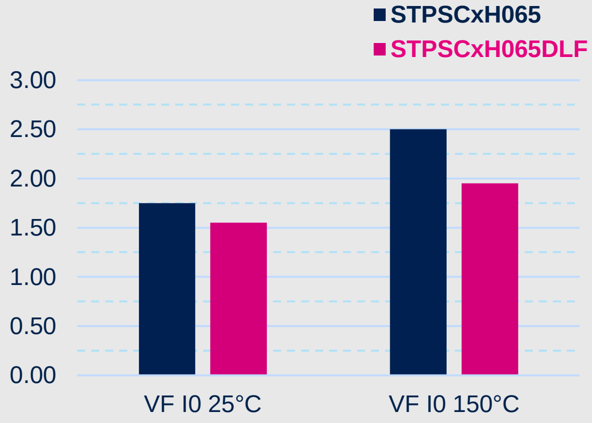
3L长引线 **4L长引线**

life.augmented

SIC二极管PowerFLAT*封装优势:
4A、6A和8A

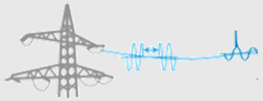
PowerFLAT 8x8：厚度不足1 mm的封装

功率的终极改善

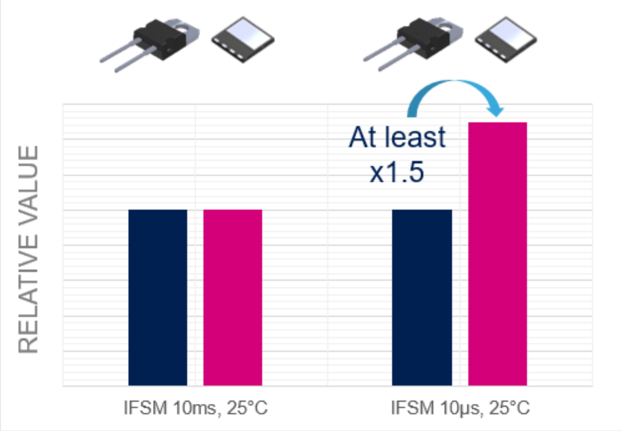


每mV的效率高达
97%、98%、99%

与



可应对电网干扰的更多防护频带



D2PAK **DPAK** **PowerFLAT 8x8**

life.augmented

** STMicroelectronics International NV或其附属公司在欧盟和/或其他地区的注册和/或未注册商标*

意法半导体SiC产品简介

SiC MOSFET系列概述

击穿电压

650 V	1200 V		1700 V

系列

G2	G1	G2	G1

电流

45至119 A	12至65 A	40至100 A	6至25 A

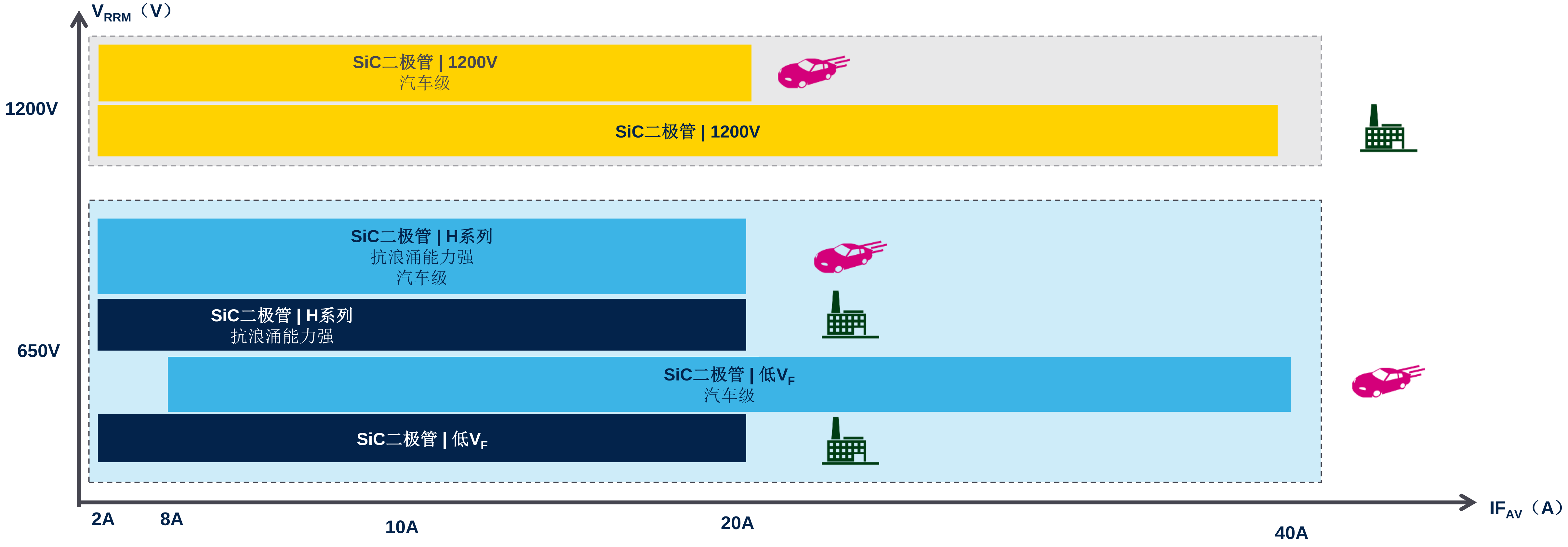
主要应用

可再生能源 电源	功率转换 工业用驱动器	光伏 HVAC	街道照明 充电站	高压 电源

life.augmented

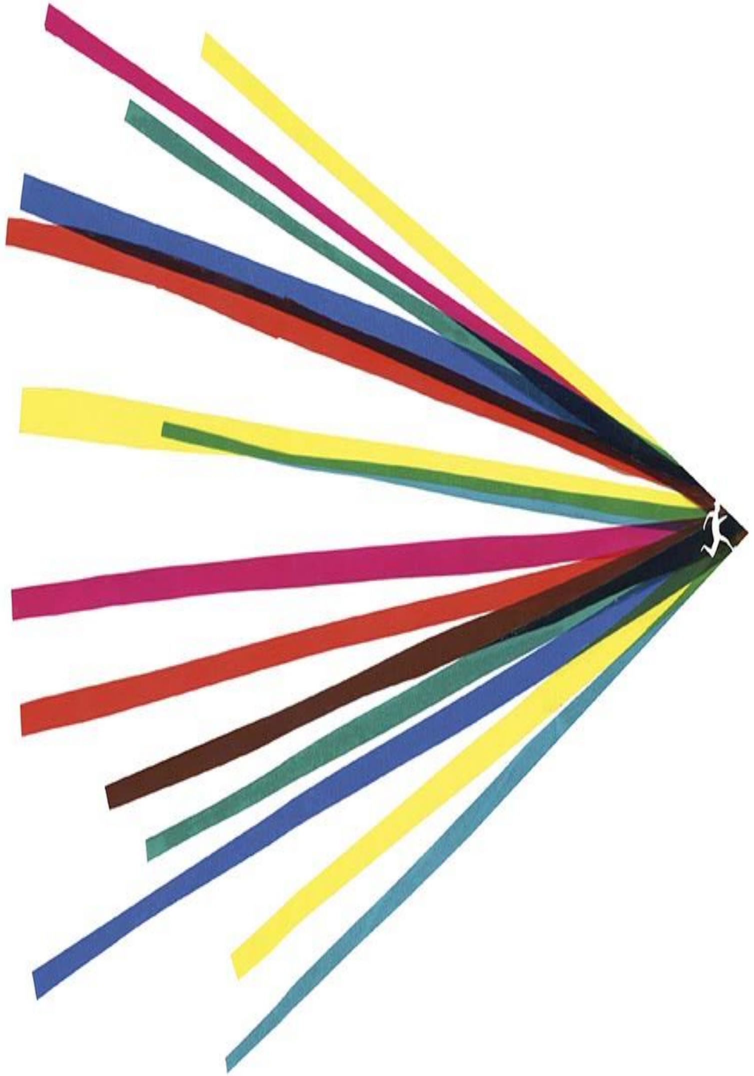
SiC二极管系列概述

更大的范围



life.augmented

优势



意法半导体凭借专用产品系列成为了**SiC**市场的领导者。**SiC**技术的发展速度超过了预期！

意法半导体具有强大的制造灵活性与产能扩展能力，它紧随工业市场趋势，并推出了不断壮大的**SiC**产品系列。

意法半导体的**SiC**技术创新（第**2**代和第**3**代）以及新型功率封装的完全工业化已为许多功率系统带来了强大的产品系列。

意法半导体的专业知识在工业市场中广受客户认可。意法半导体已准备好为**SMPS**、太阳能、**UPS**、电机控制和**DC-DC**转换器应用提供支持

技术和宣传材料

宣传单


STPOWER SiC MOSFET

life.augmented

The real breakthrough in high-voltage switching

STPOWER

Silicon Carbide: The Enabling Technology for higher power density in Industrial and Automotive application

Based on the advanced and innovative properties of wide bandgap materials, ST's STPOWER SiC MOSFETs feature very low $R_{DS(on)}$ per area, with the new SCT*N65G2 650 V and the new SCT*N120G2 1200 V product family, combined with excellent switching performance, reserve efficient and compact designs. These new families feature the industry's highest temperature rating of 200 °C for improved thermal design of power electronics systems.

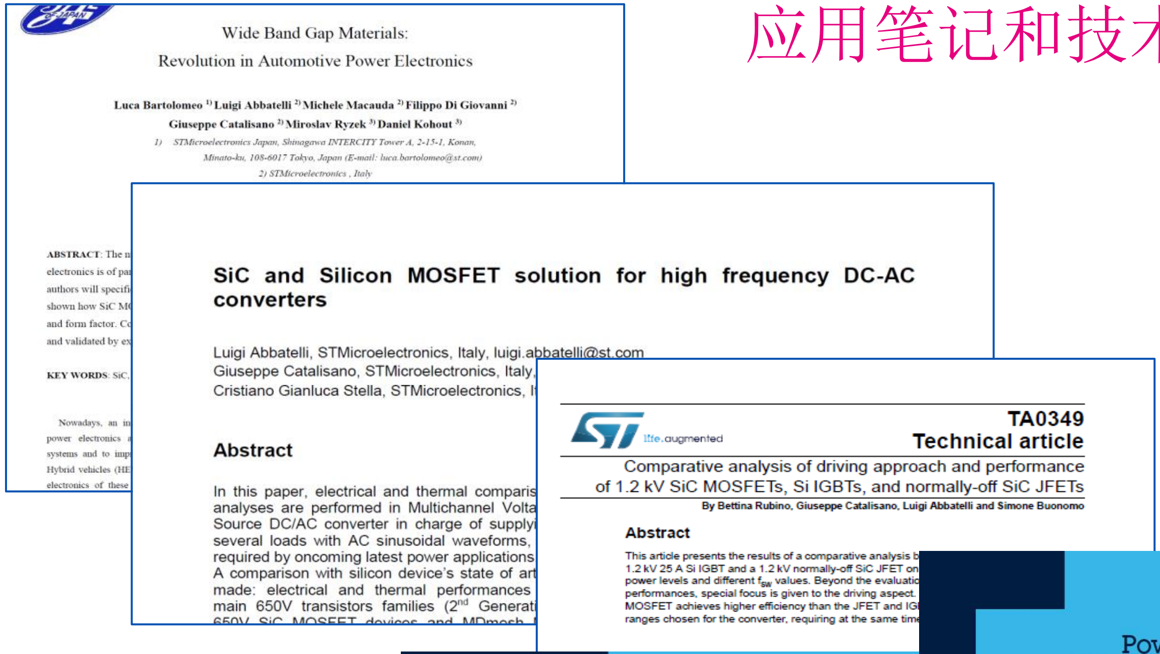
KEY FEATURES
- Very low switching losses
- Low power losses at high temperatures
- Higher operating temperature (up to 200 °C)
- Body diode with no recovery losses
- Easy to drive

KEY BENEFITS
- Smaller form factor and higher power density
- Reduced size/cost of passive components
- Higher system efficiency
- Reduced cooling requirements and heatsink size

KEY APPLICATIONS
- Traction inverter
- EV charge station
- Photovoltaics
- Factory automation
- Motor drive
- Data center power supply
- OBC & DC/DC converter

www.st.com

应用笔记和技术论文


Wide Band Gap Materials:
Revolution in Automotive Power Electronics

Luca Bartolomeo [1] Luigi Abbatelli [2] Michele Macauda [2] Filippo Di Giovanni [2]
Giuseppe Catalisano [2] Miroslav Ryzek [3] Daniel Kohout [3]

1) STMicroelectronics Japan, Shinagawa INTERCITY Tower A, 2-15-1, Konan, Minato-ku, 108-6017 Tokyo, Japan (E-mail: luca.bartolomeo@st.com)
2) STMicroelectronics , Italy

SiC and Silicon MOSFET solution for high frequency DC-AC converters

Luigi Abbatelli, STMicroelectronics, Italy, luigi.abbatelli@st.com
Giuseppe Catalisano, STMicroelectronics, Italy,
Cristiano Gianluca Stella, STMicroelectronics,

Abstract

In this paper, electrical and thermal comparis analyses are performed in Multichannel Volta Source DC/AC converter in charge of supplyi several loads with AC sinusoidal waveforms, required by oncoming latest power applications A comparison with silicon device's state of art made: electrical and thermal performances main 650V transistors families (2nd Generati

TA0349
Technical article

life.augmented

Comparative analysis of driving approach and performance of 1.2 kV SiC MOSFETs, Si IGBTs, and normally-off SiC JFETs

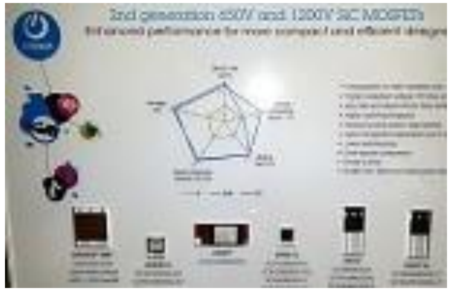
By Bettina Rubino, Giuseppe Catalisano, Luigi Abbatelli and Simone Buonomo

Abstract

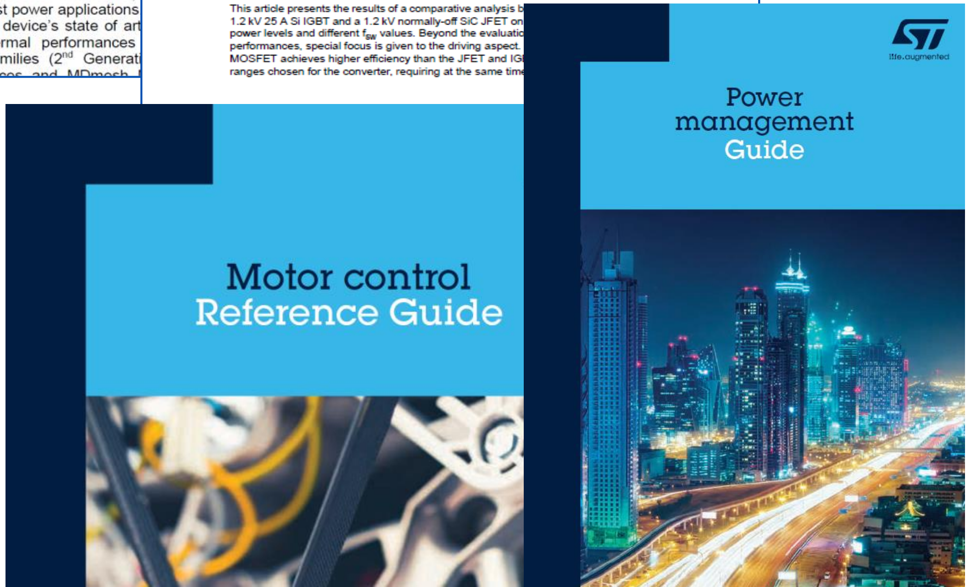
This article presents the results of a comparative analysis b 1.2 kV 25 A Si IGBT and a 1.2 kV normally-off SiC JFET on power levels and different f_{SW} values. Beyond the evaluatio performances, special focus is given to the driving aspect. MOSFET achieves higher efficiency than the JFET and IG ranges chosen for the converter, requiring at the same tim

网络研讨会和电子演示

座谈会



第2代SiC MOSFET座谈会（汽车和工业）



产品手册

life.augmented

life.augmented

扫描以下二维码
获得功率及模拟产品更多资讯

PDSA 微信公众号

能以致动子网站

myST account

更多资讯，
欢迎注册myST账号

life.augmented

Our technology starts with You

Find out more at www.st.com/stpower

life.augmented