

FOR ENERGY EFFICIENT INNOVATIONS

THINK ON.

[www.onsemi.cn](http://www.onsemi.cn)

# 电动汽车充电桩方案

王利民

电源方案部产品市场经理

Public Information



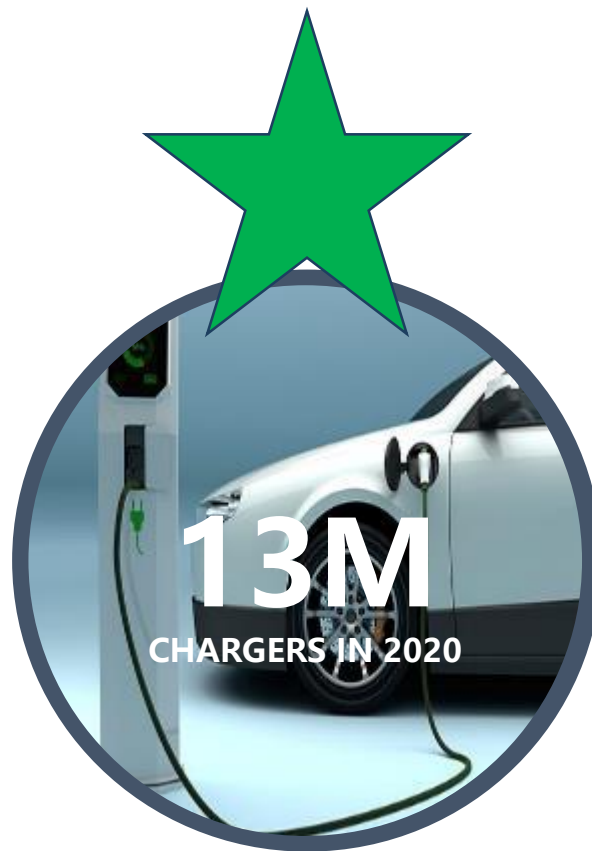
# 议程

- 电动汽车充电桩市场概况
- 电动汽车充电桩典型应用框图及安森美半导体方案概览
- 安森美半导体MOS阵容概览
- 安森美半导体碳化硅(SiC)阵容概览 SiC生态系统 SiC 建模
- 工业 MOS和SiC 应用
  - 电动汽车充电桩
  - 高压辅助电源
  - 电源应用
    - 功率因数校正(PFC)级
    - LLC 级
  - 太阳能

# 重点市场及驱动力



太阳能



电动汽车充电桩

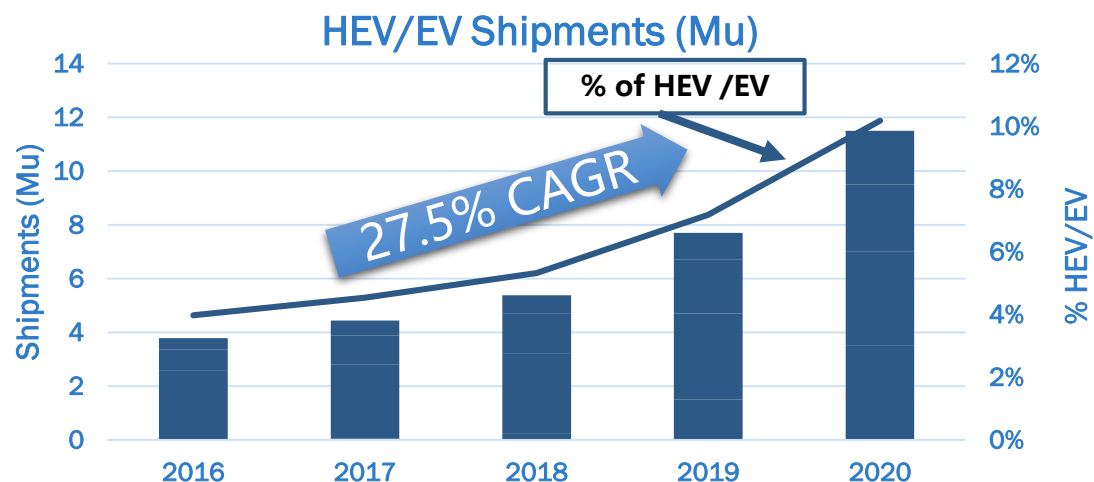


电源

Source: HIS, Irish Solar, JLL



# 电动汽车充电桩市场



## 电动汽车充电桩趋势

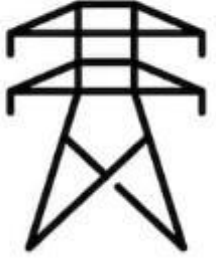
- 消费者要求在加油站同样有充电服务(DC充电)
- 现有充电桩多为1/2级
- 随着功率增加, 对MOS和SiC的需求越来越强
- 市场受政府政策驱动

## 电动汽车充电桩种类

kW	充满电所需时间	速度	描述	级别
250	5-7 min	超快	超高DC非车载充电, 相当于加油站入油	Level 4
44	25-35 min	快	DC非车载充电	Level 3
22	3h	中速	3相AC充电, 车载充电	Level 2
11	10h	慢	单相AC充电, 车载充电	Level 1

# HEV/EV充电桩框图

Si方案

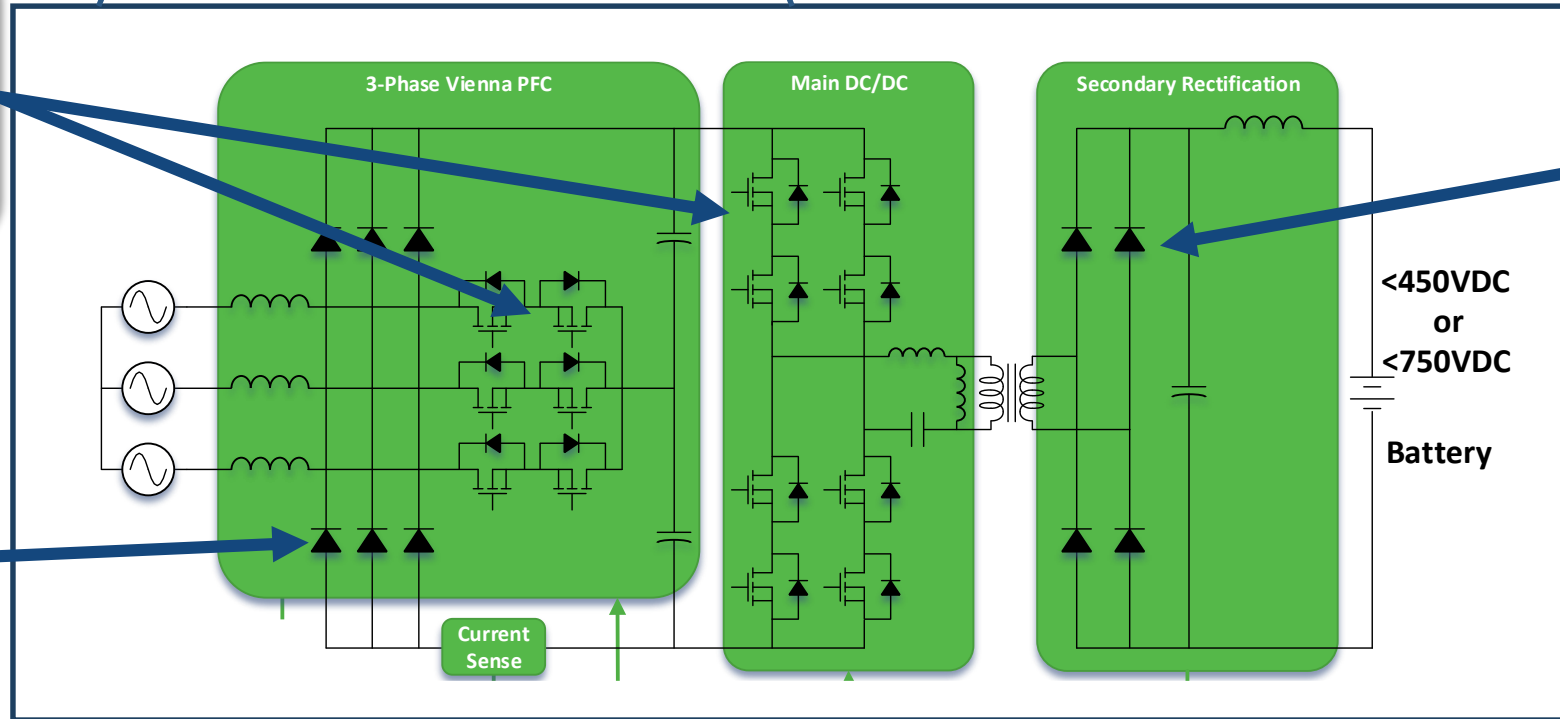


SiC方案

- 细小10x
- 充电时电量少60%
- 达到 99% 峰值效率



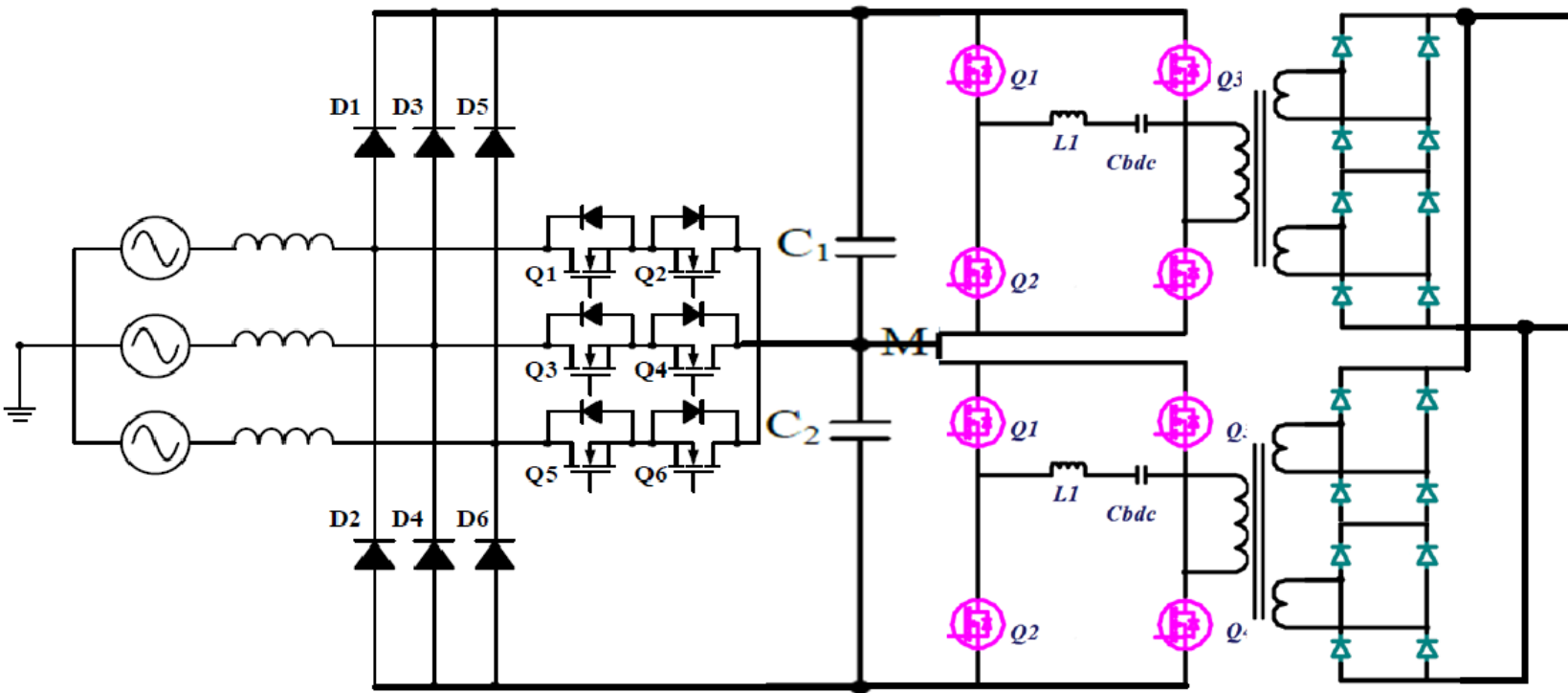
MOS or SiC FETs  
低RDS(on)/快速  
开关或 PIMs 高系  
统可性



1200V  
SiC二极管

650V or  
1200V  
SiC 二极管

# 电动汽车充电桩典型应用框图-15kW方案



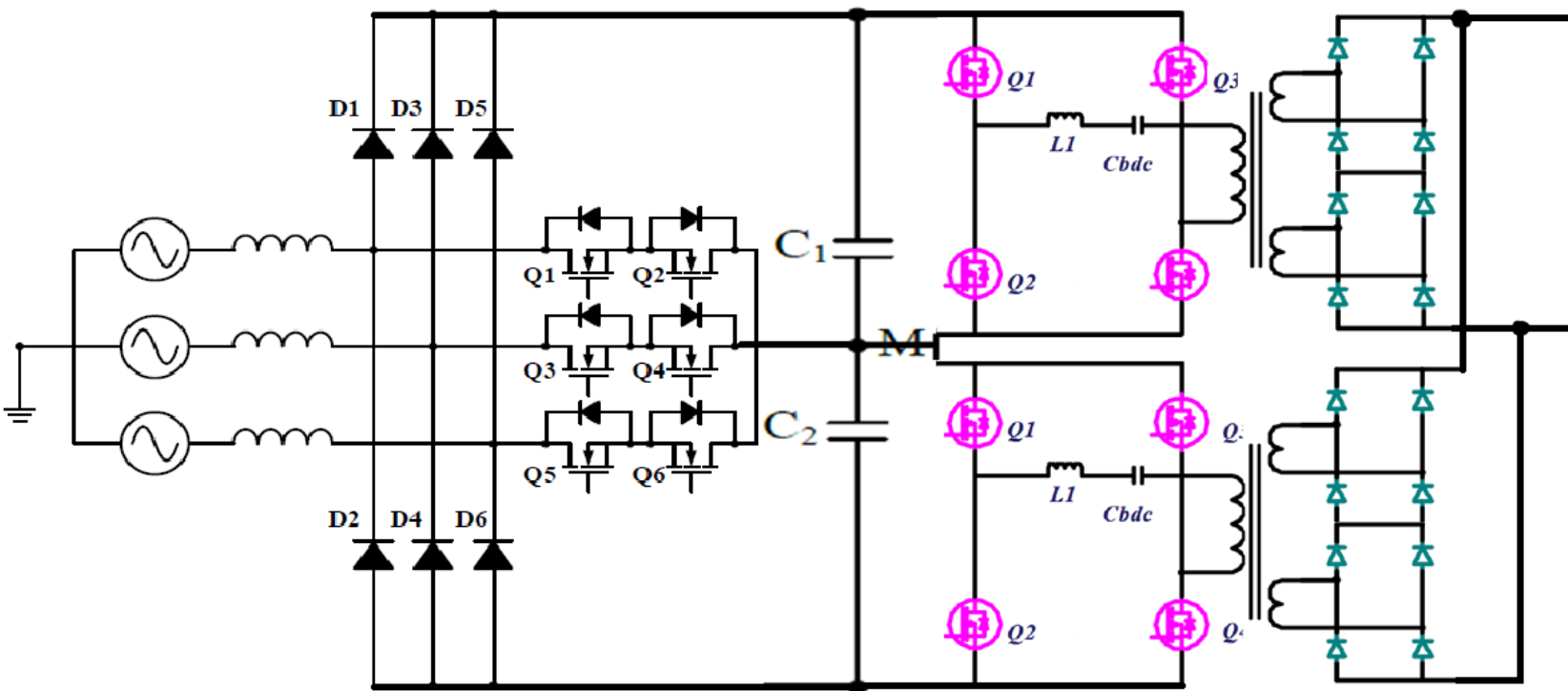
PFC MOSFET×6: FCH40N65S3

PFC diode×6: FFSH20120A

LLC MOSFET×8: NTHL040N65S3F

Output diode×16: FFSH2065B

# 电动汽车充电桩典型应用框图-20kW方案



PFC MOSFET×6: FCH029N65S3

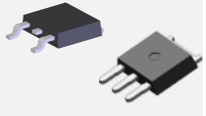
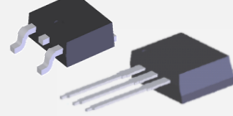

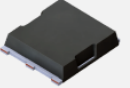
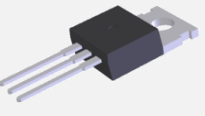
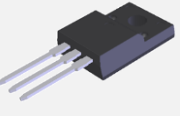
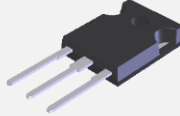
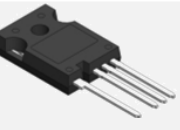
PFC diode×6: FFSH30120A

LLC MOSFET×8: NTHL033N65S3HF

Output diode×16: FFSH3065B

# 充电桩MOS产品阵容总结 – Easy Drive

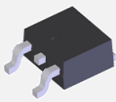

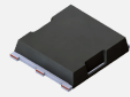
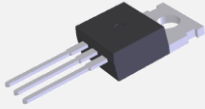
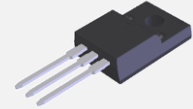
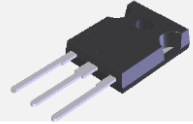
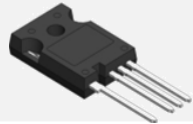
- H: TO-247AB, HD: TO-247AD
- L4 : TO247-4L
- L(1) : TO-220F narrow lead
- R0 : No internal Rg

PKG	D / IPAK	D2 / I2PAK	Power88	TOLL	TO-220	TO-220F	TO-247	TO-247-4L
RDS(on)								
23mΩ							FCH023N65S3	FCH023N65S3L4
29mΩ							FCH029N65S3	
40mΩ							FCH040N65S3 FCHD040N65S3	
67/70mΩ		FCB070N65S3			FCP067N65S3	FCPF067N65S3	FCH067N65S3	
80mΩ			FCMT080N65S3					
99mΩ		FCB099N65S3	FCMT099N65S3		FCP099N65S3	FCPF099N65S3	FCH099N65S3	
125mΩ		FCB125N65S3	FCMT125N65S3		FCP125N65S3 FCP125N65S3R0	FCPF125N65S3	FCH125N65S3R0 FCHD125N65S3R0	
165mΩ					FCP165N65S3 FCP165N65S3R0	FCPF165N65S3L1 FCPF165N65S3R0 L	FCH165N65S3R0	
180/190/199mΩ		FCB199N65S3	FCMT180N65S3		FCP190N65S3 FCP190N65S3R0	FCPF190N65S3L1 FCPF190N65S3R0 L	FCHD190N65S3R0	
250/260mΩ	FCD260N65S3	FCB260N65S3	FCMT250N65S3		FCP260N65S3	FCPF250N65S3L1 FCPF250N65S3R0 L		
360mΩ	FCD360N65S3R0 FCU360N65S3R0		FCMT360N65S3		FCP360N65S3R0	FCPF360N65S3R0 L		
600mΩ	FCD600N65S3R0 FCU600N65S3R0				FCP600N65S3R0	FCPF600N65S3R0 L		



# 充电桩MOS产品阵容总结 - FRFET

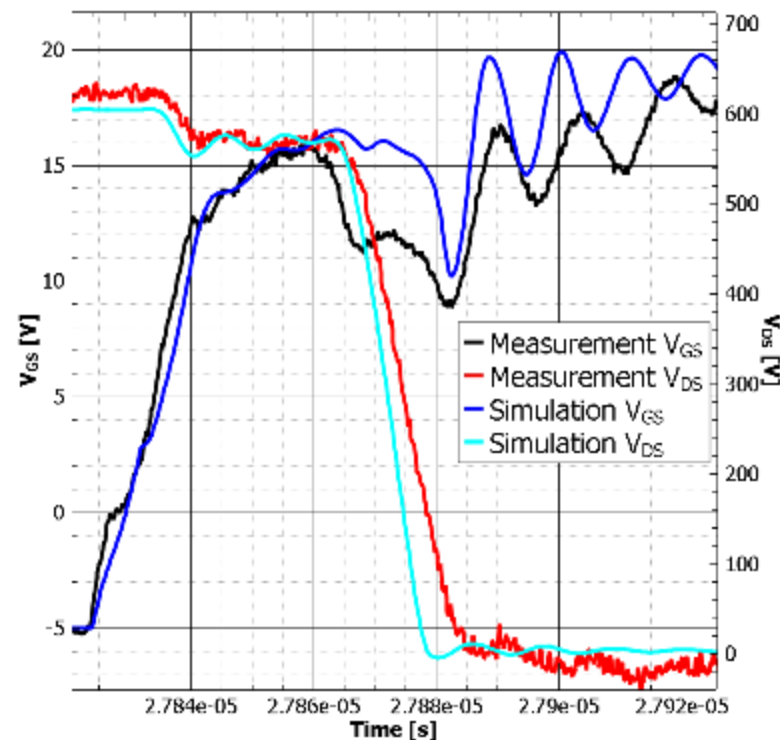
- H: TO-247AB, HD: TO-247AD
- 4L : TO247-4L
- HF : High efficiency FRFET
- Z : Zener diode b/w Gate and Source

PKG	D2PAK	Power88	TOLL	TO-220	TO-220F	TO-247	TO-247-4L
RDS(on)							
27mΩ						NTH027N65S3F NTHL027N65S3HF	NTH4L027N65S3F
33mΩ						NTHL033N65S3HF	
40mΩ						NTHL040N65S3F NTHL040N65S3HF NTHLD040N65S3HF	NTH4L040N65S3F
50mΩ						NTHL050N65S3HF	
65mΩ						NTHL065N65S3F	
82mΩ	NTB082N65S3F			NTP082N65S3F	NTPF082N65S3F	NTHL082N65S3F	
90 / 95mΩ	NTB095N65S3HF	NTMT090N65S3HF		NTP095N65S3HF		NTHL095N65S3HF	
110mΩ	NTB110N65S3HF			NTP110N65S3HF	NTPF110N65S3HF	NTHL110N65S3F	
150mΩ	NTB150N65S3HF			NTP150N65S3HF	NTPF150N65S3HF		
190mΩ	NTB190N65S3HF			NTP190N65S3HF	NTPF190N65S3HF	NTHL190N65S3HF	

# 安森美半导体的宽禁带(WBG)生态系统

## 安森美半导体提供独一无二的WBG方案生态系统

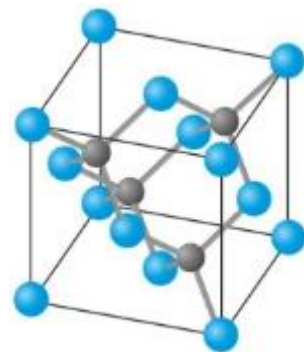
- SiC 二极管针对强固性
- SiC MOSFETs 针对强固性和速度
- 用于WBG 器件的驱动器
- SiC和GaN功率器件灵活的接口技术(FIT)设计建模



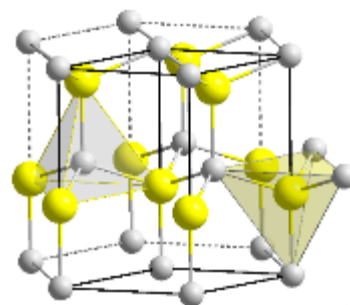
二极管



MOSFET



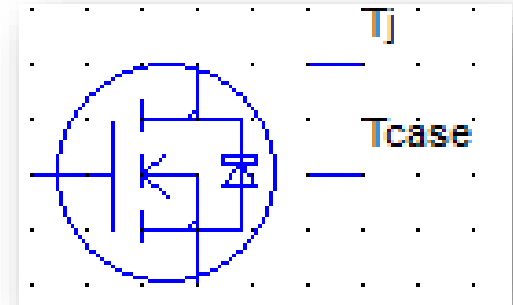
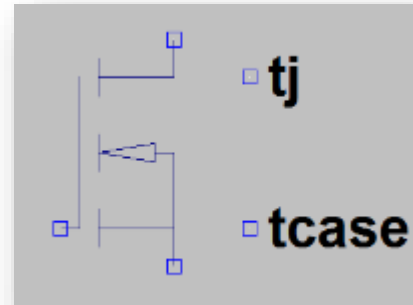
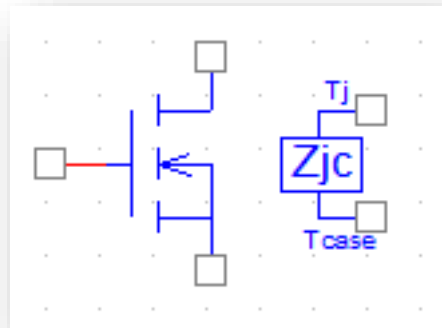
SiC



GaN

# FIT提供 SPICE Agnostic 建模

- SPICE Agnostic 建模很重要: 建立一个适用于任何仿真器的模型.
  - 减少建模工程师的工作量.
  - 提供仿真器间一致的答案.
- 模型必须基于物理, 直观, 可预测且最重要的是要精确.
  - 能够有信心地仿真数据表中未涵盖的工作条件和应用性能.
- 以下仿真器产生相同的结果, 只是语法不同:
  - Pspice (web)
  - Ltspice (web)
  - Simetrix (web)
  - Hspice\*
  - Spectre\*
  - Eldo\*
  - SABER\*
  - Simplorer\*
  - Microcap\*
  - ADS\*



\*on request

# SiC产品阵容总结

## 分立器件

## 模块













Device Content	T0220 -2L	T0220 -3L	T0220 -FP-2L	T0247 -2L	T0247 -3L	T0247 -4L	DPAK	D2PAK	D2PAK -7L	8x8 PQFN	A1HPM (SSC)	A3HPM (SSDC)	Q0	Q1	Q2	F1	F2	I/APM
650V	✓	✓	✓	✓	1 ✓ 2 ✓	2 ✓	✓	✓		✓	混合 SiC 模块 (IGBTs + SiC 二极管)						✓ Q3 '20	
1200V	✓			✓	1 ✓ 2 ✓	2 ✓	✓	✓			✓ Q4 '20	✓	✓	✓			✓	
1700V				✓														
650V					✓ Q3 '20	✓ Q3 '20			✓ Q3 '20		全 SiC 模块 (SiC MOSFETs + SiC 二极管)						✓	✓
900V				✓		✓ Q1 '20		✓			✓ Q4 '20	✓ Q4 '20				✓ Q2 '20	✓ Q3 '20	
1200V				✓		✓ Q1 '20		✓			✓ Q4 '20	✓ Q4 '20	✓	✓	✓ Q4 '20	✓ Q2 '20	✓	
1700V				✓		✓							✓		✓			

✓ = 已发布  
 ✓ = 开发中  
 ✓ = 规划  
 1 = 并联 SiC 二极管  
 2 = IGBT/SiC 共同封装  
 □ = 定制开发

- 车载 xEV
- 光伏逆变器
- 非车载 xEV (充电桩)
- PFC/电源 (云计算)






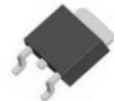
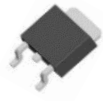
# SiC二极管和FET(完整系统,宽广泛产品组合)

Type	Voltage	Die	PQFN 88	PAK	D2PAK	D2PAK-7L	TO-220	TO-220FP	TO-247-2L	TO-247-3L	TO-247-4L	DBC Modules	Baseplate Modules
													
二极管	650V	ON	ON	ON	ON		ON	ON	ON	ON		ON	ON
	1200V	ON		ON	ON		ON		ON	ON		ON	
MOSFETs	1200V	ON				ON				ON	ON	ON	ON







## 带来价值

- 更强能效, 更环保, 更快, 更小, 更轻, 更便宜和更快冷却。
- 完整的WGB生态系统: 二极管, FET, 高速驱动器, 电流隔离和封装, 用于仿真的物理设备模型

# 充电桩SiC产品阵容总结

I (A)	VF (V)	Die	TO-247-3L	TO-247-2L	TO-220-2L	D2PAK	DPAK
							
50	1.45	PCFFS50120AF		FFSH50120A			
40		PCFFS40120AF	FFSH40120ADN	FFSH40120A			
30		PCFFS30120AF	FFSH30120ADN	FFSH30120A			
20		PCFFS20120AF	FFSH20120ADN	FFSH20120A	FFSP20120A	FFSB20120A	
15		PCFFS15120AF	FFSH15120ADN	FFSH15120A	FFSP15120A		
10		PCFFS10120AF	FFSH10120ADN	FFSH10120A	FFSP10120A	FFSB10120A	FFSD10120A
8		PCFFS08120AF			FFSP08120A		FFSD08120A
5		PCFFS05120AF			FFSP05120A		

# 充电桩SiC产品阵容总结

I (A)	VF (V)	Die	TO-247-3L // Die	TO-247-2L	TO-220-2L	TO-220-3L	D2PAK	DPAK	PQFN 88
									
50	1.35			FFSH5065B					
40			FFSH4065BDN			FFSP4065BDN			
30				FFSH3065B	FFSP3065B		FFSB3065B		
20			FFSH2065BDN	FFSH2065B	FFSP2065B	FFSP2065BDN	FFSB2065B FFSB2065BDN	FFSD2065B	FFSM2065B
10				FFSH1065B	FFSP1065B		FFSB1065B	FFSD1065B	FFSM1065B
8						FFSP0865B	FFSB0865B	FFSD0865B	FFSM0865B
6						FFSP0665B		FFSB0665B	FFSD0665B

第1.5代减小正向压降 (第1代正向压降 = 1.5V) 和Qc

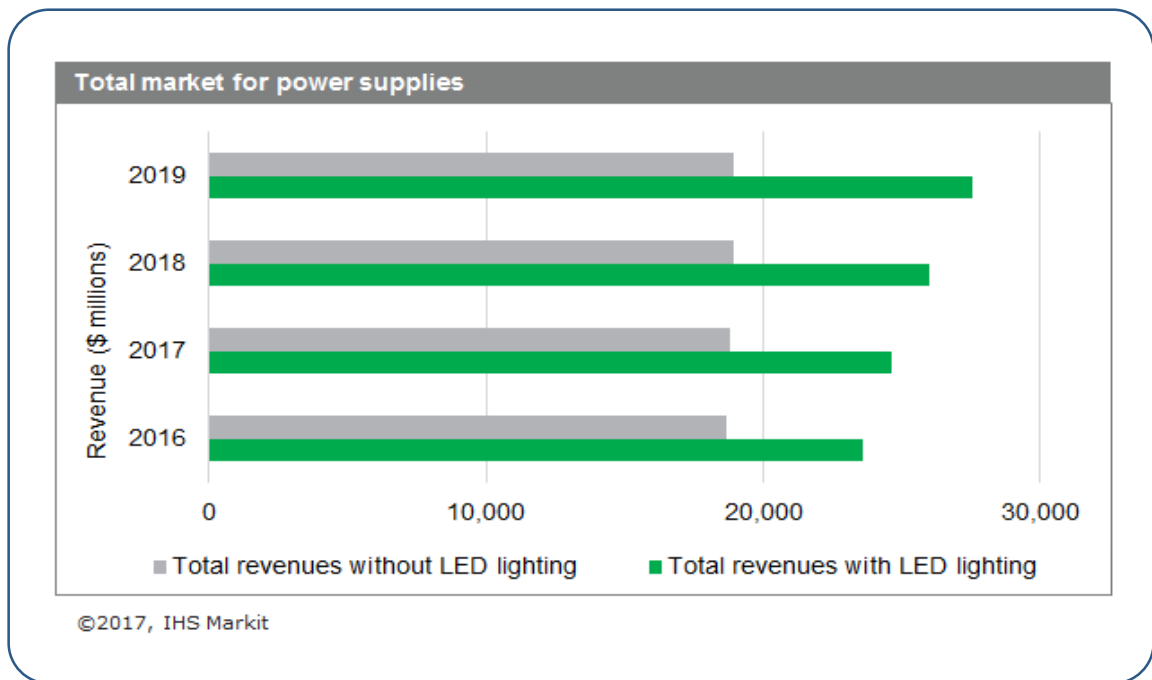
# 充电桩SiC产品阵容总结

汽车级用 “NV” 工业级用 “NT”

ID @ 25C (A)	R <sub>DS(ON)</sub> TYP (mΩ)	Die – Wafer and T&R	TO247	TO247-4	D2PAK-7L
					
90	20		NVHL020N120SC1 NTHL020N120SC1	NVH4L020N120SC1 NTH4L020N120SC1	NVBG020N120SC1 NTBG020N120SC1
55	40		NVHL040N120SC1 NTHL040N120SC1	NVH4L040N120SC1 NTH4L040N120SC1	NVBG040N120SC1 NTBG040N120SC1
40	80		NVHL080N120SC1A NTHL080N120SC1A	NVH4L080N120SC1 NTH4L080N120SC1	NVBG080N120SC1 NTBG080N120SC1
20	160		NVHL160N120SC1 NTHL160N120SC1	NVH4L160N120SC1 NTH4L160N120SC1	NVBG160N120SC1 NTBG160N120SC1



# 服务器和工业电源市场



## 市场趋势及增长

- 2016年为23B美元，到2021年将增至31B美元
- Netcomm/Datacomm/工业电源 – 受云及5G驱动，功率密度是下一代驱动因素
- SiC二极管用于无源PFC段，而GaN/SiC成为图腾柱和LLC阶段的选择



# 可再生能源市场

## 受政府政策驱动

### 增加半导体含量

从前

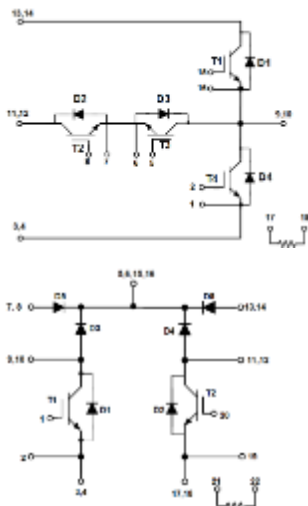


无半导体

现在



电源转换使用  
大型功率半导体



"The EU's 20-20-20 goals (20% increase in energy efficiency, 20% reduction of CO2 emissions, and 20% renewables by 2020)" – ESMIG

ESMIG: 欧盟20-20-20目标(至2020年, 能效提升20%, 二氧化碳排放量降低20%, 可再生能源达到20%)

"[NEA] set a goal for clean energy to meet 20% of China's energy needs by 2030." – CNN

CNN: 定立目标, 2030年清洁能源以满足中国20%的能源需求

## 太阳能逆变器趋势

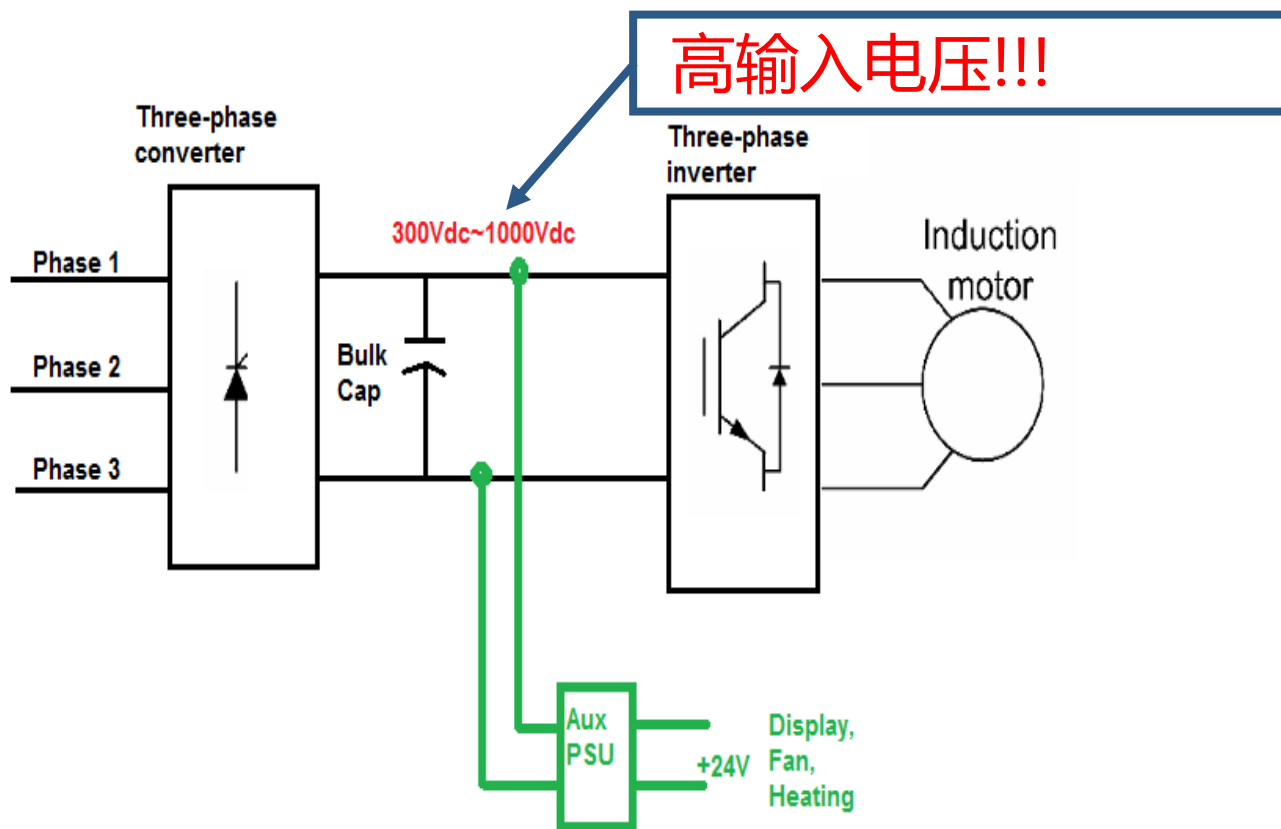
- 现时已安装307 GW, 至2025年安装500+ GW
- 全球1%的电力来自太阳能, 预计未来10-15年将达到15%
- 太阳能将有能力将电力卖回至电网
- 从硅转移至碳化硅(SiC)半导体可提高效率, 减少尺寸并降低成本

# 高压辅助电源

电机驱动, 不间断电源(UPS), 光伏逆变器和电梯应急系统, 直流链路电压达  $300V_{DC}$  至  $1000V_{DC}$  ...

次级系统需要具有宽输入电压的辅助电源:

显示屏, 风扇, 加热, 控制 ...

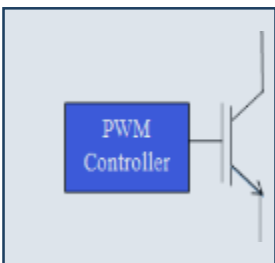


# 高压开关技术

## 1. 高压IGBT

IGBT 和 MOSFET 有：

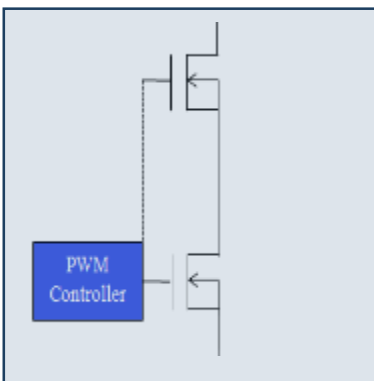
- ✓ 高阻断电压，适用于宽输入电压范围
- ✓ 易驱动
- ✗ 高导通或开关损耗
- ✗ 低开关频率



## 2. 两个 Si MOSFET 串联

正激转换器和反激：

- ✓ 高阻断电压，适用于宽输入电压范围
- ✗ 高  $R_{DSon}$
- ✗ 低开关频率
- ✗ 驱动电路复杂

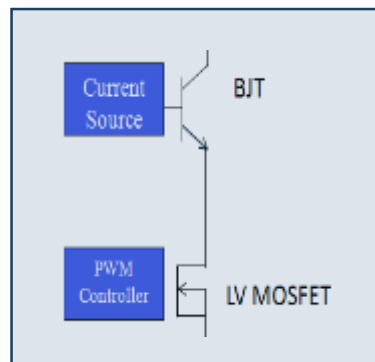


开关电源: 参考手册 (SMPSRM/D)

<https://www.onsemi.cn/pub/Collateral/SMPSRM-D.PDF>

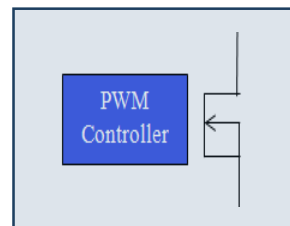
20

## 3. ESBC™ 方案: 双极及 MOSFET



- ESBC = 发射极开关  
双极/MOSFET Cascode：
- ✓ 宽输入电压范围高效率;  
@300V 84%
  - ✗ 驱动电路复杂
  - ✗ 开关频率有限  
(约 75kHz)

## 4. 高压 SiC MOSFET

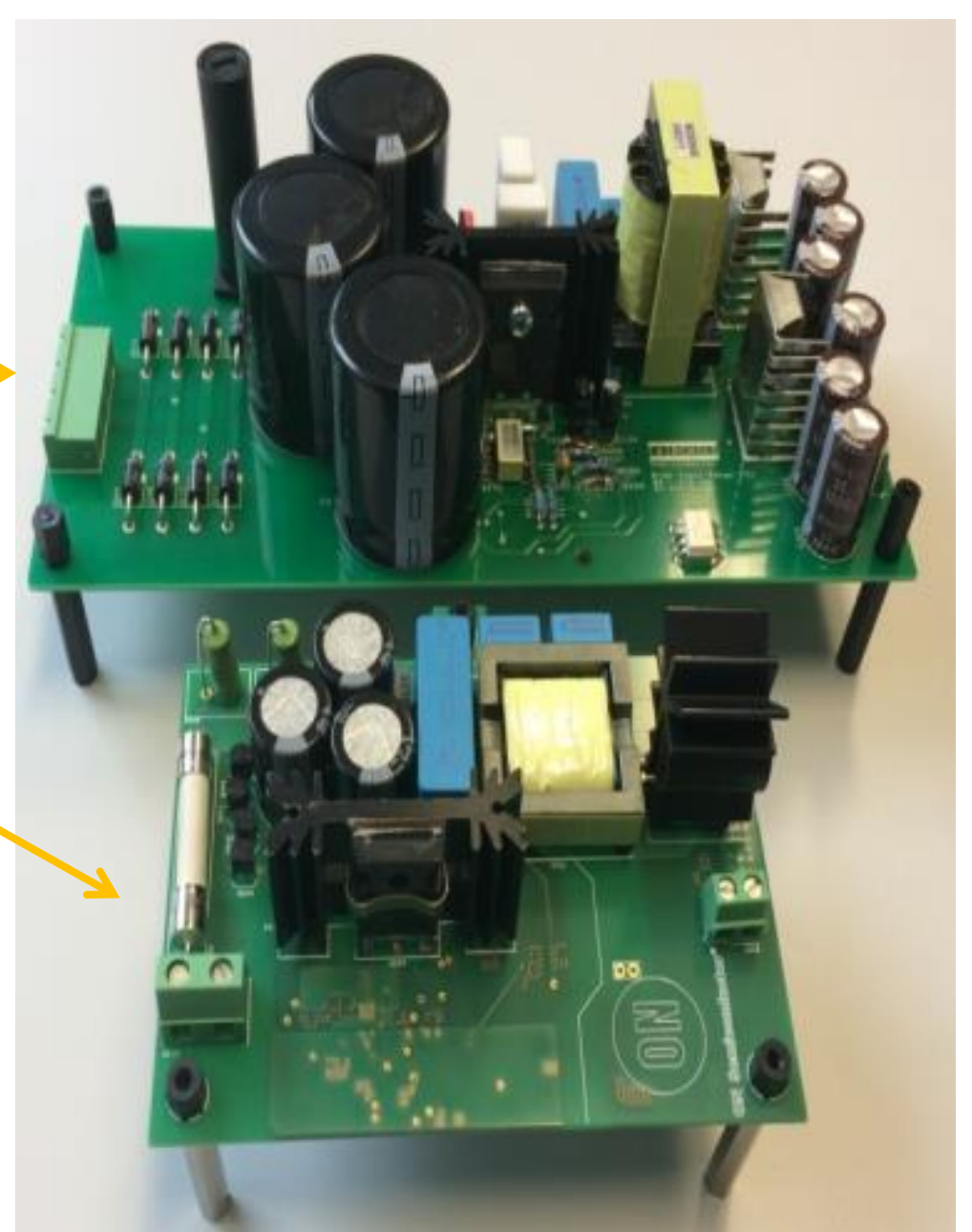


- SiC MOSFETs 有：
- ✓ 高阻断电压，适用于宽输入电压范围
  - ✓ 尽可能低的  $R_{DSon}$
  - ✓ 高频工作
  - ✓ 易驱动

# SiC和ESBC™ 方案板对比

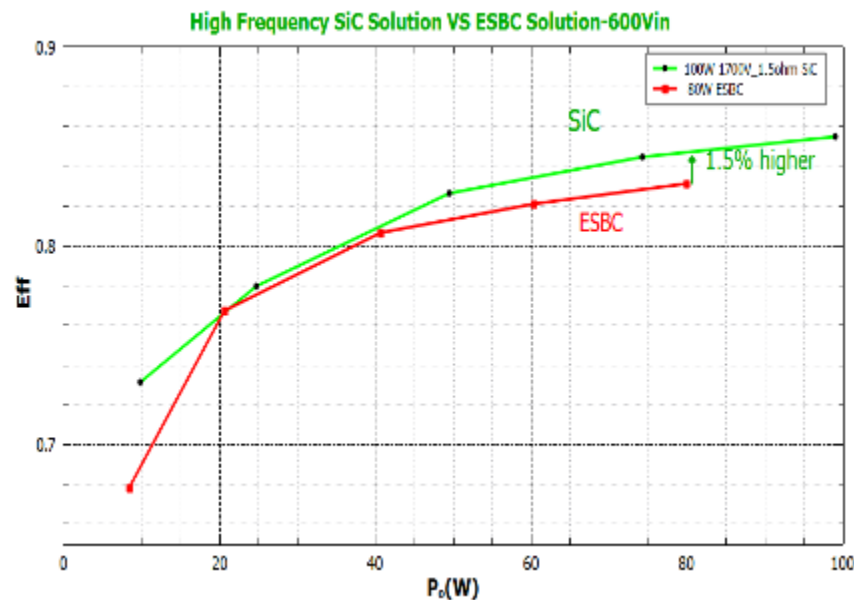
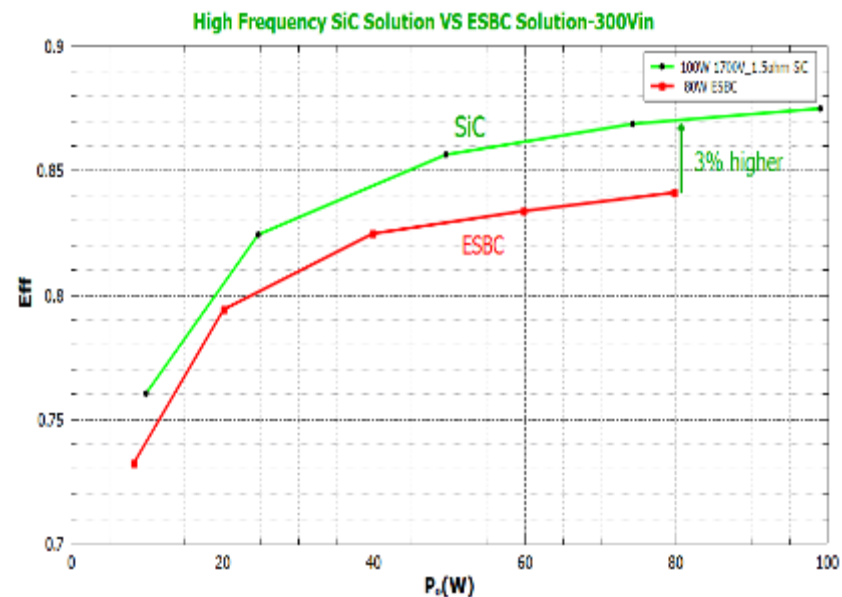
- ESBC 运行在约75kHz, 准谐振(QR)

- SiC 运行在约300kHz, QR
  - PCB尺寸减半
  - 更低的板高度
  - 高20% 的功率



# SiC和ESBC™能效对比

@ESBC 运行在约75kHz,QR



80W  
ESBC

100W  
SiC

**更小尺寸! 更少器件! 更高能效!**

# 通用工业- 有源整流级(或PFC)

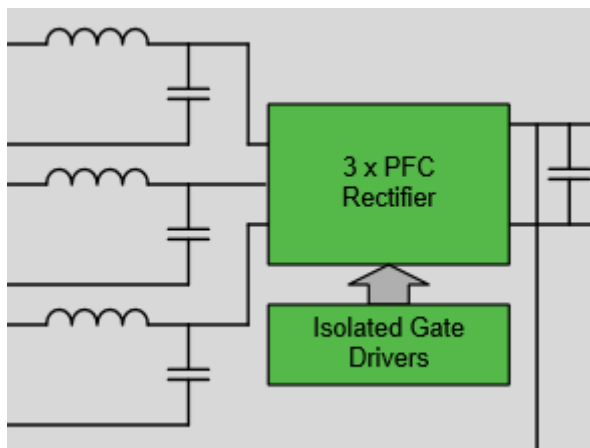
## 模块

Q0 Vienna 整流器



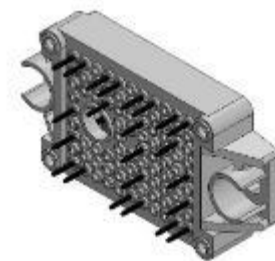
## 分立器件

通孔TO247



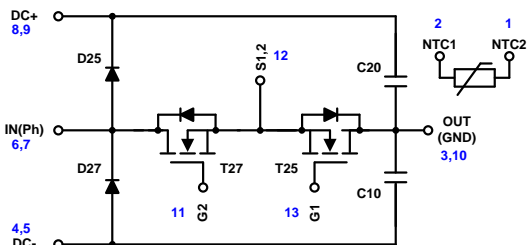
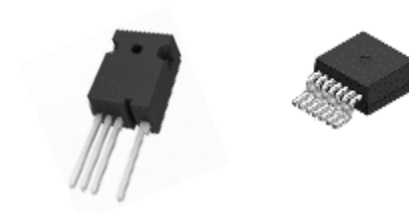
## 模块

F1 SiC Six Pack



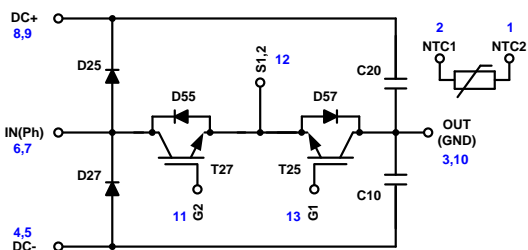
## 分立器件

通孔TO247-4LD SMD  
D2PAK-7L



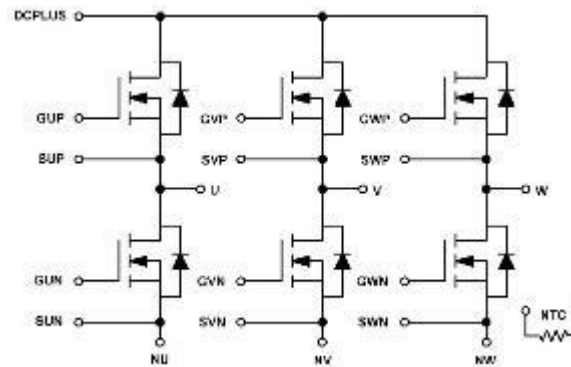
SiC 二极管 + SJ MOSFET

- 高性能
- Si 二极管 + IGBT
- 最低成本



安森美半导体优势:

- 提供全面选择
- 提供分立器件和模块
- 模块有自己的 Si/SiC 裸芯



SiC MOSFET

- 最高性能
- 双向

安森美半导体优势:

- 提供分立器件和模块
- 分立的 D2PAK-7L 封装
- 模块有自己的SiC 裸芯



# 通用工业-DC-DC和输出级

## 模块

Q0 SiC 混合全桥



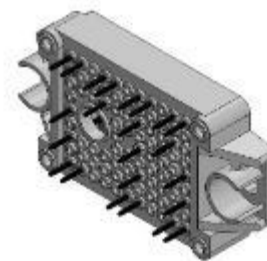
## 分立器件

通孔TO247



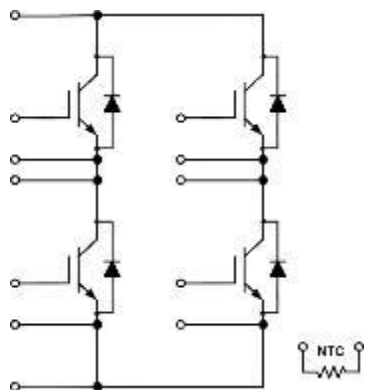
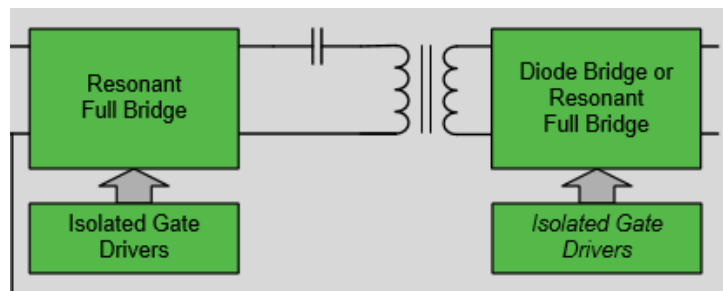
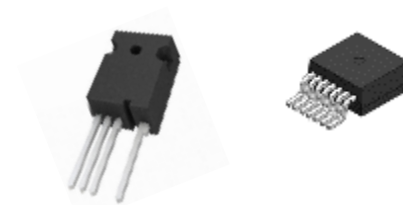
## 模块

F1 SiC Six Pack



## 分立器件

通孔TO247-4LD SMD  
D2PAK-7L



SiC 二极管 + IGBT

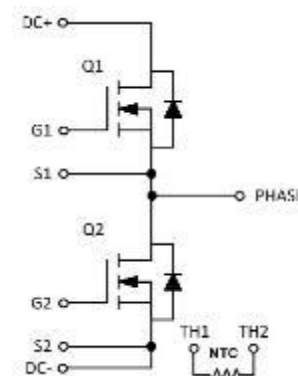
- 高性能, 双向

SJ MOSFET

Q0 二极管全桥用于双向输出级

安森美半导体优势:

- SiC 混合 IGBT
- 极强固的SuperFET3
- 模块有自己的Si/SiC 裸芯



SiC MOSFET

- 最高性能
- 双向

两个半桥或一个全桥  
取决于功率等级

安森美半导体优势:

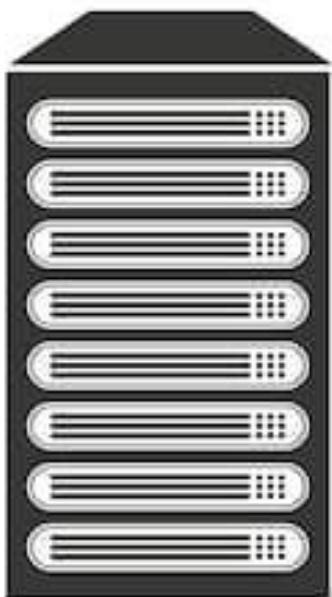
- 提供分立器件和模块
- 分立 D2PAK-7L 封装
- 模块有自己的SiC 裸芯



# 服务器及工业电源拓扑

输入电压~ 220V to 230V AC

输出电压~ 400V DC

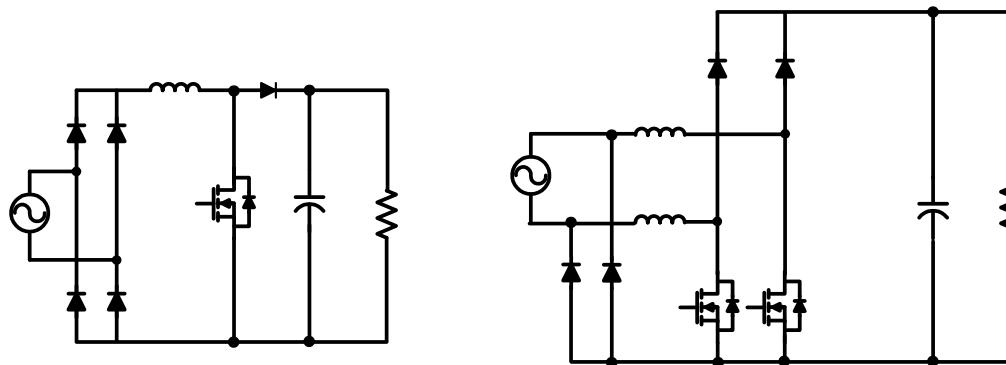


普通 Si PFC 方案

- 1) CCM (连续导通模式)
- 2) 双升压
- 3) 全桥

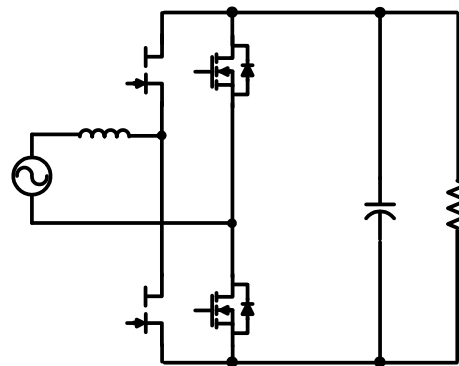
SiC 赋能的 PFC 方案

- 图腾柱 (反激)



缺点

- < 95% 能效
- 有限开关频率 (2个电感)
- 器件数多 (占位大)



优点

- 更高能效(98%)
- 更高频率
- 更高功率密度
- 双向功率流
- 更少器件数

# 图腾柱SiC PFC

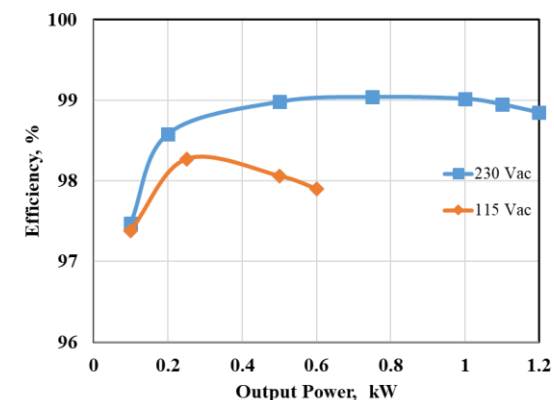
## 80 PLUS® Titanium 1.2 kW TP-PFC 集成 Solantro的 SA8000-N 图腾柱PFC 控制器和安森美半导体的SiC MOSFET

### 创新

图腾柱PFC是构建80PLUS® Titanium标准电源的一种高性价比方案，用于数据中心、计算应用和车载电池充电器。 Solantro的SA8000-N TP-PFC控制器结合安森美半导体的SiC MOSFET帮助实现超过99%的能效，并提供优化的开关模式、可靠的启动、高功率密度和更低的功率损耗。

### 价值优势

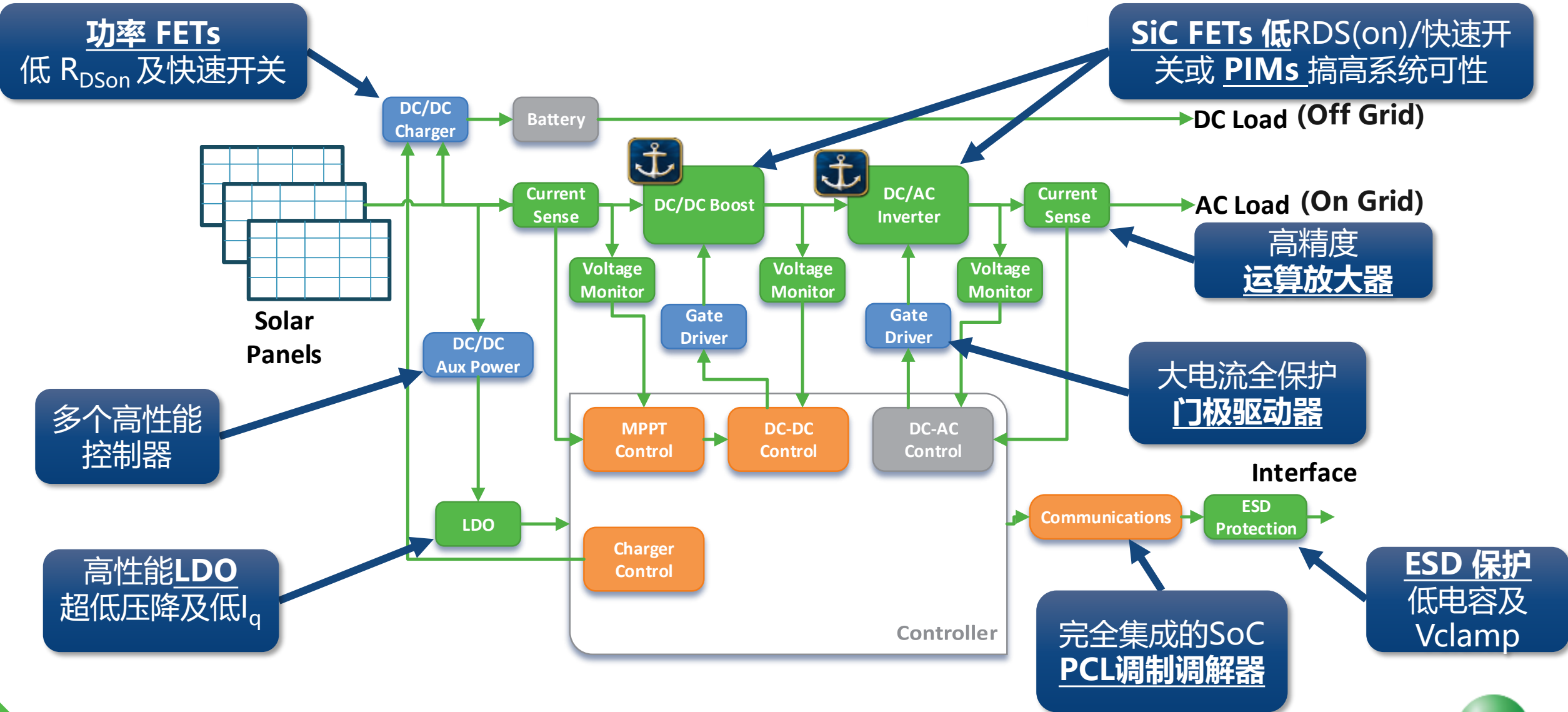
- ✓ 专有的PFC 控制器，具有直流滞回控制和过流保护
- ✓ 自动电流回路调节
- ✓ 简单的电流检测方案，无需浮动电流检测
- ✓ 针对安森美半导体的SiC MOSFET优化



SA8000-N 和 NTBG060N090SC1 SiC MOSFET已量产。  
提供电路图, 物料单(BOM), 和 Gerber 文件。



# 太阳能框图

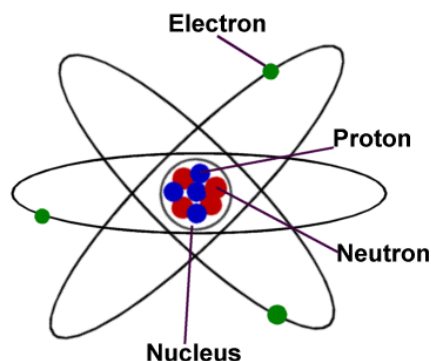


# WBG: 解决所有工程师的问题

减少尺寸

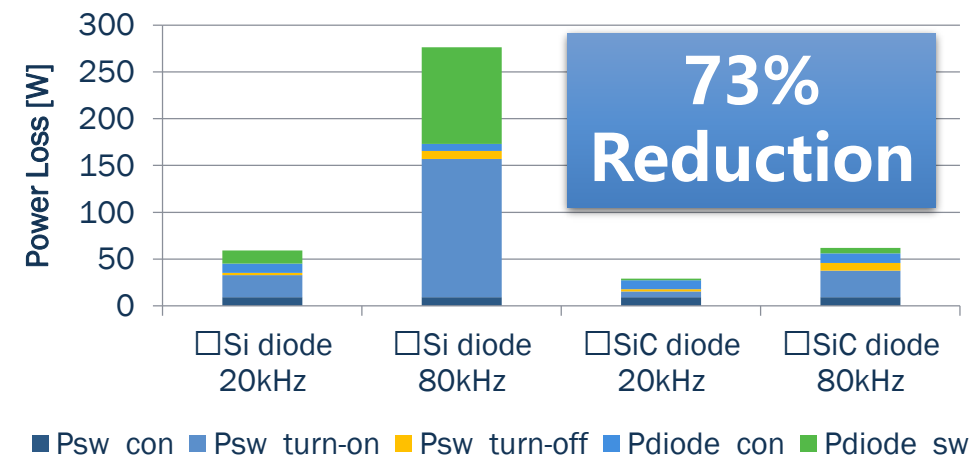


WBG  
碳化硅



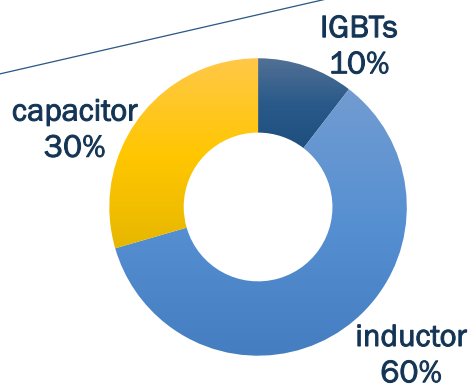
改善能效

5kW boost converter, SiC switch  
Vin=400V, Vout=800V



降低成本

## Si 对比 SiC 30KW 逆变器BOM

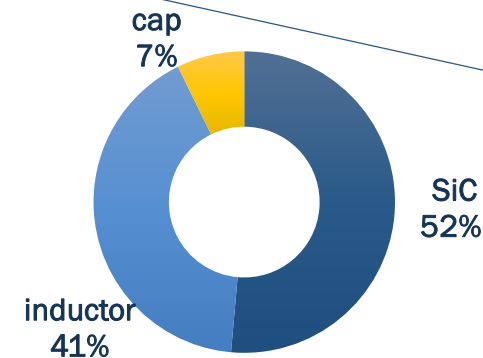


**20KHz Si IGBT 方案**

24 IGBTs	\$ 48
Inductors	\$ 276
Capacitors	\$ 135
<b>BOM总成本</b>	<b>\$ 460</b>

**80KHz SiC MOSFET方案**

24 SiC MOSFET's	\$ 230
Inductors(75% smaller in value)	\$ 193
Caps (75% smaller in value)	\$ 33
<b>BOM总成本</b>	<b>~ \$ 450</b>



# SiC MOSFET驱动器要求

- 与传统的Si MOSFET驱动器类似，在导通和关断时提供峰值电流，以快速对  $C_{GS}$  和  $C_{GD}$  电容进行充电/放电，以实现快速开关速度
- 为了实现最低的  $RDS_{(ON)}$ ，SiC MOSFET驱动器应在导通时间内提供20 V至22 V的门极驱动幅度
- 为了实现最快的关断速度并在SiC MOSFET处于关断状态期间提供  $dV / dt$  抗扰度，驱动器应在关断状态时将栅极拉至约-5 V
- 通过使用低电感封装来减轻寄生电感的负反馈效应

# NCP/NCV51705 – SiC MOSFET门极驱动器

The NCP/NCV51705 driver is designed to primarily drive SiC MOSFET transistors. For the lowest possible conduction losses, the driver is capable to deliver the maximum allowable gate voltage to the SiC MOSFET device. For improved reliability, dV/dt immunity and even faster turnoff, the NCP/NCV51705 can utilize its on-board charge pump to generate a user selectable negative voltage rail.

## 特征

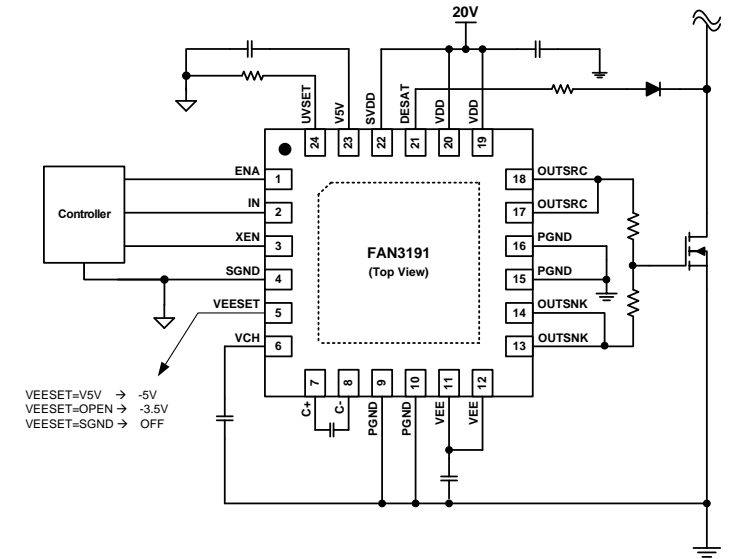
- Adjustable, on-board regulated negative charge pump
- Negative voltage drive for fast turn-off (same as above)
- 5V Reference/Bias Rail
- Adjustable UVLO levels
- Simplified BOM and no need for extra DC/DC
- Easy digital isolator Vcc supply
- Can work with diff SiC FET' s

## 其他特征

- High peak output current - 6A
- Extended positive voltage rating for efficient SiC MOSFET operation during the conduction period
- Thermal shutdown function
- DESAT detection for short circuit protection
- Inverting/Non-inverting Input

## 市场及应用

- Industrial Inverters, Motor drives
- High Performance PFC, AC/DC & DC/DC Converters



## 订购和封装



- NCP51705 in QFN24 4x4 mm
- NCV51705 in QFN24 4x4 mm with WF



谢谢大家!

专家答疑Q&A

---