

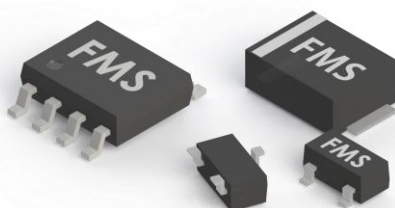
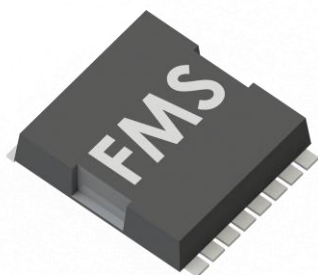


2024

Introduction to SiC components

1. SiC 二极管

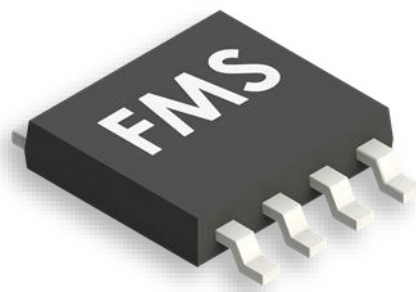
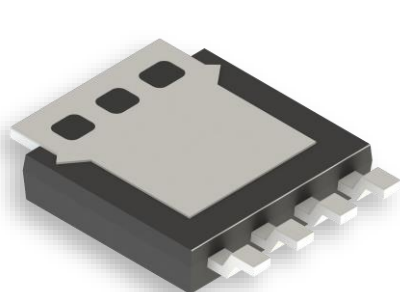
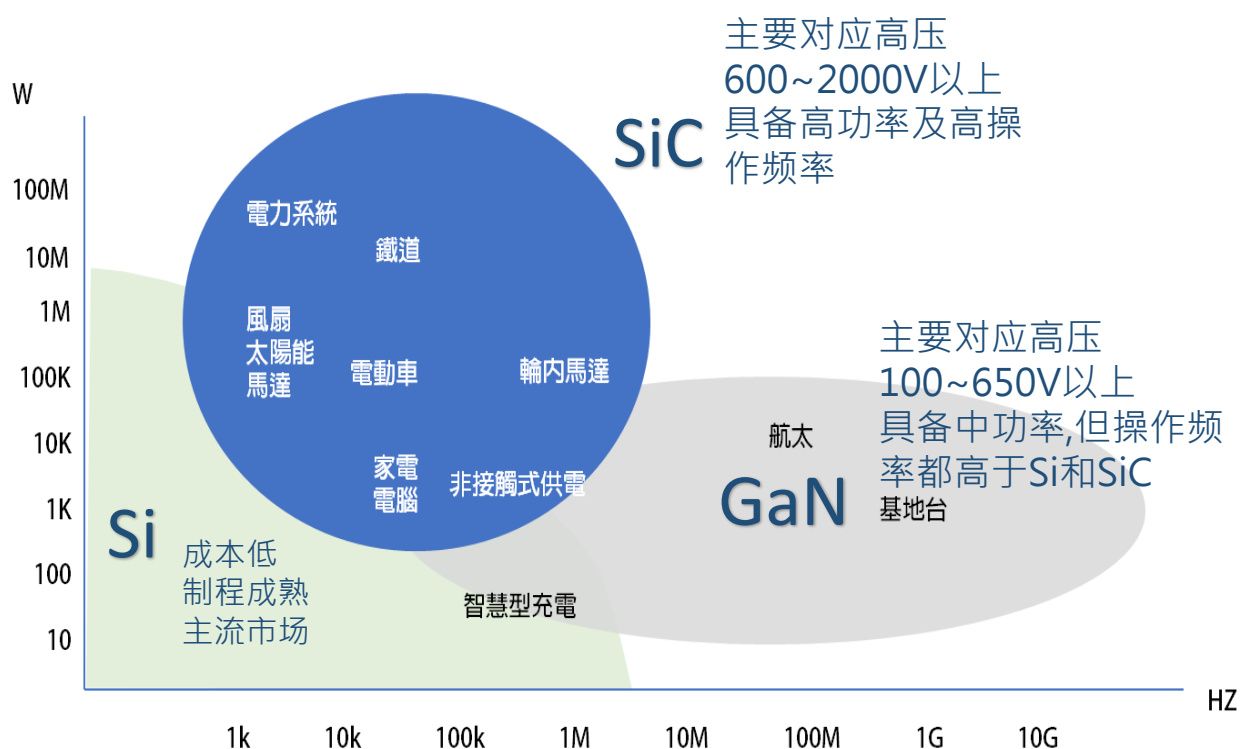
2. SiC MOSFET





SiC MOSFET 介绍

Introduction to SiC MOSFETs





SiC 二极管

选择SiC Diode 的理由

1. 适用于高压应用
2. 适用于高温环境应用
3. 极快的开关速度
4. 总功率消耗较Si Diode低
5. 较小EMI
6. 避免热兔脱
7. 高速应用下缩小基板使用率
8. 高速应用下缩小周边零件尺寸

1. 适用于高压应用
2. 适用于高温环境应用

SiC 和 Si 材质特性

参数	Si	SiC	倍数	组件特性
Energy Gap : EG (eV)	1.12	3.26	3倍	high temp. operation Voltage
Breakdown Field : EB (V/cm) x106	0.3	3	10倍	Power devices
Thermal Conductivity (W/cmK)	1.5	4.9	3倍	High heat dissipation
Saturation Drift Velocity : vS (cm/s)x107	1	2.7	3倍	High frequency devices

由以上材质本身的差异性,造就了产生组件间的参数差异
SiC 组件因为能量间隙较高,所以高压下不容易原子被外力拔除,
高温下也不容易温升原子游离,所以极适合于高压电源供应器及
高温下汽车电子线路的运作。

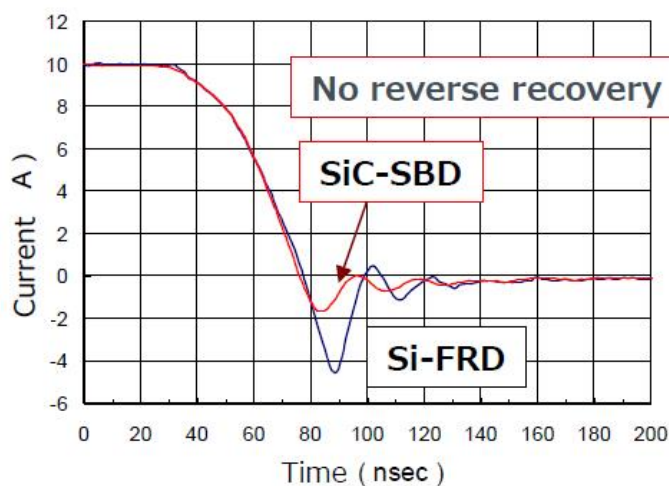




SiC 二极管



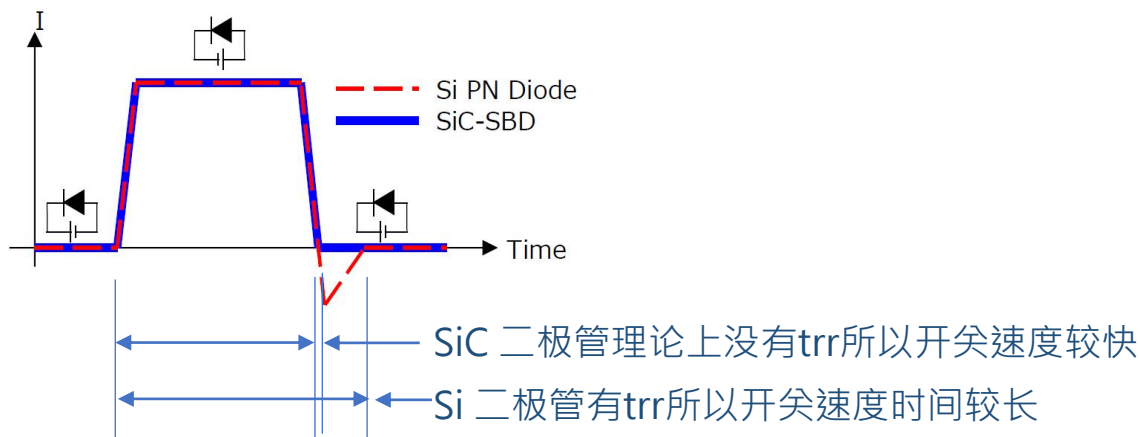
3. SiC有极快的开关速度,主要是因为Trr较小





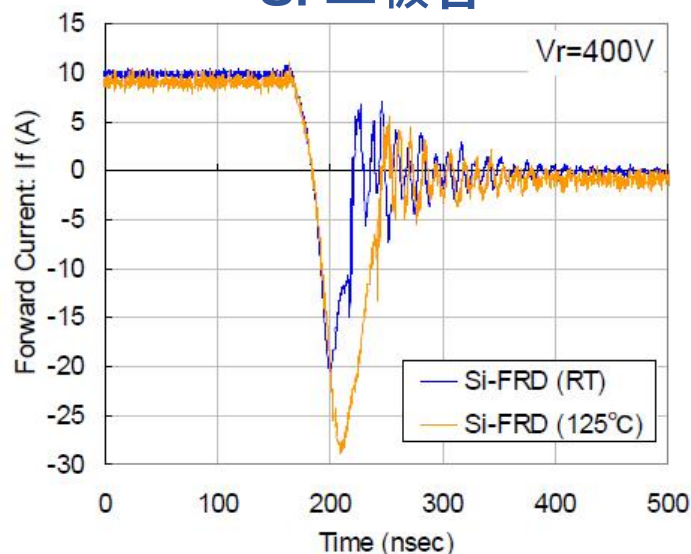
SiC 二极管

4. SiC二极管总功率消耗较Si 二极管低

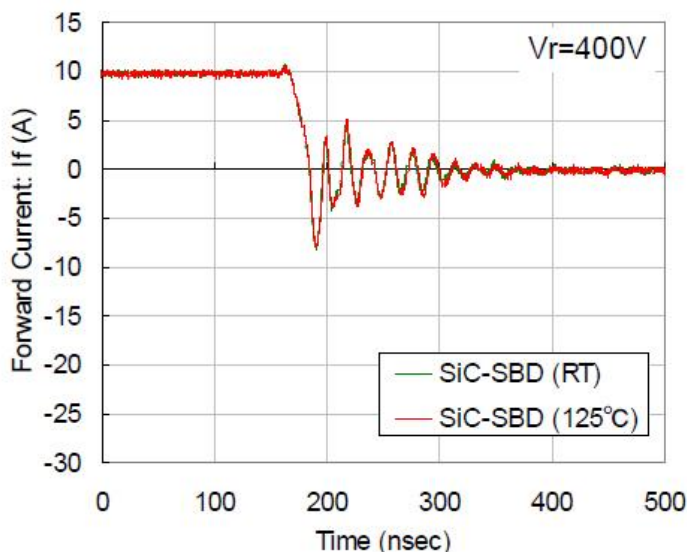


Si 二极管 因trr很大所以开关速度较慢,而且trr期间是造成整体功率的消耗,故不利于电源线路的消耗功率。反之SiC 二极管因为trr很小故在功率的表现上就显突出。并且在不同的条件下(电压&温度),SiC 二极管的trr均有稳定的表现,这在电源电路的稳定度设计中非常重要

Si 二极管



SiC 二极管

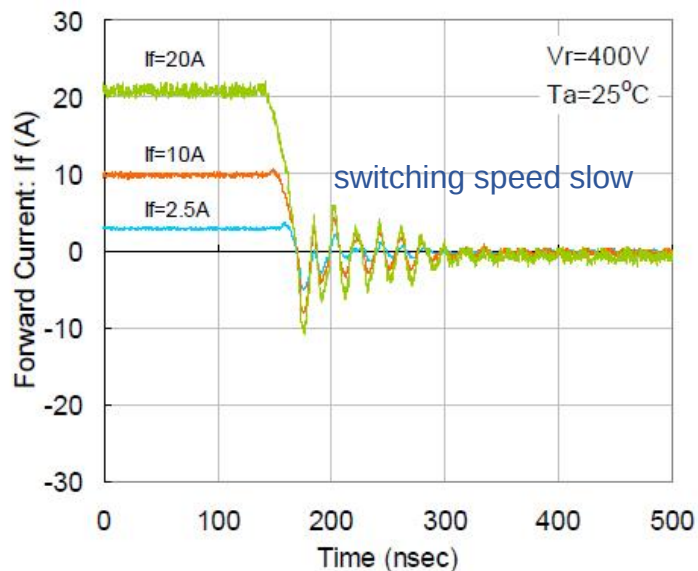
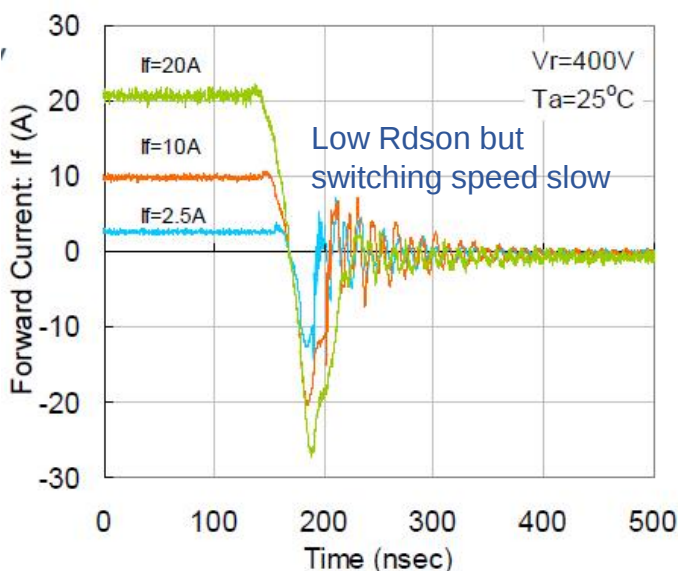


不同温度下SiC 二极管 的Trr几乎不变,这对于高温高速下组件的操作有性能稳定、信赖性优良的表现



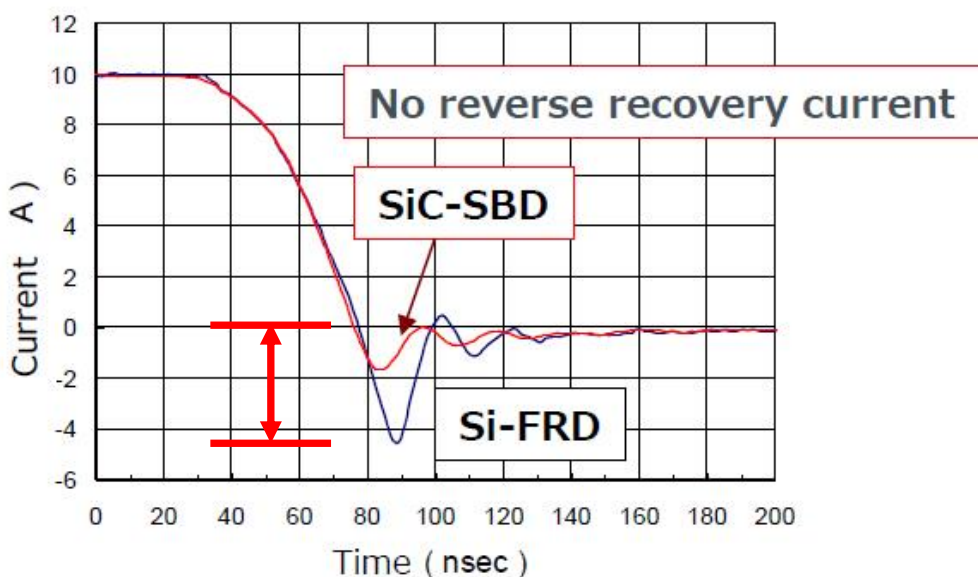


SiC 二极管



不同使用电流下SiC 二极管的 T_{rr} 几乎不变,这对于负载变化大的产品,更能减少开关损失及总功率损失

5. SiC有较小EMI



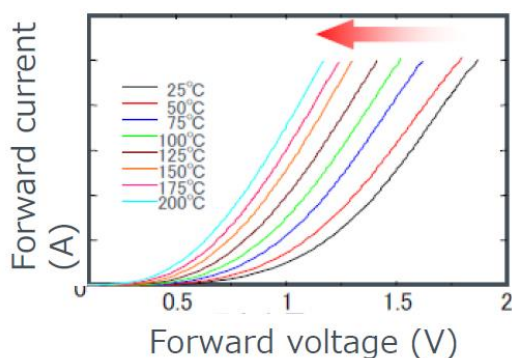
SiC 二极管有更小的 T_{rr} 值,而且 T_{rr} 期间反向电流的深度较小,所以造成噪声更低,更容易过EMI认证测试



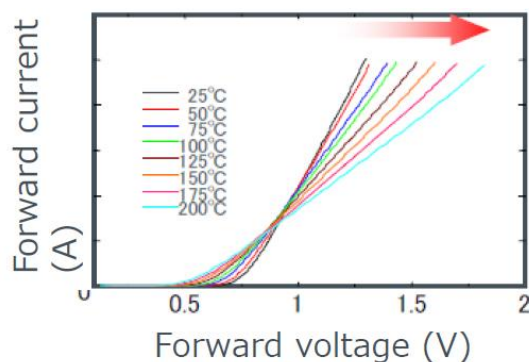


SiC 二极管

6. SiC可避免热兔脱



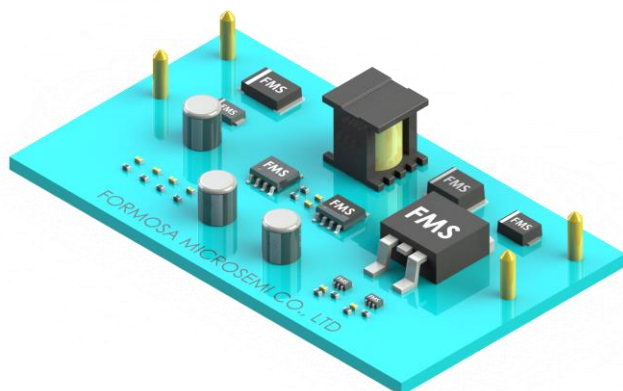
Si 二极管温度越高,VF值会降低,这容易造成二极管进入热兔脱现象,而导致二极管烧毁



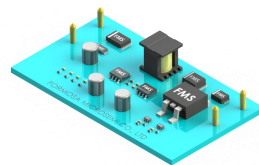
SiC 二极管温度越高,VF值会升高,这就不存在二极管热兔脱现象,因而导致SiC 二极管极适于高温下操作

7. SiC在高速应用下缩小基板使用率

8. SiC在高速应用下缩小周边零件尺寸



Si



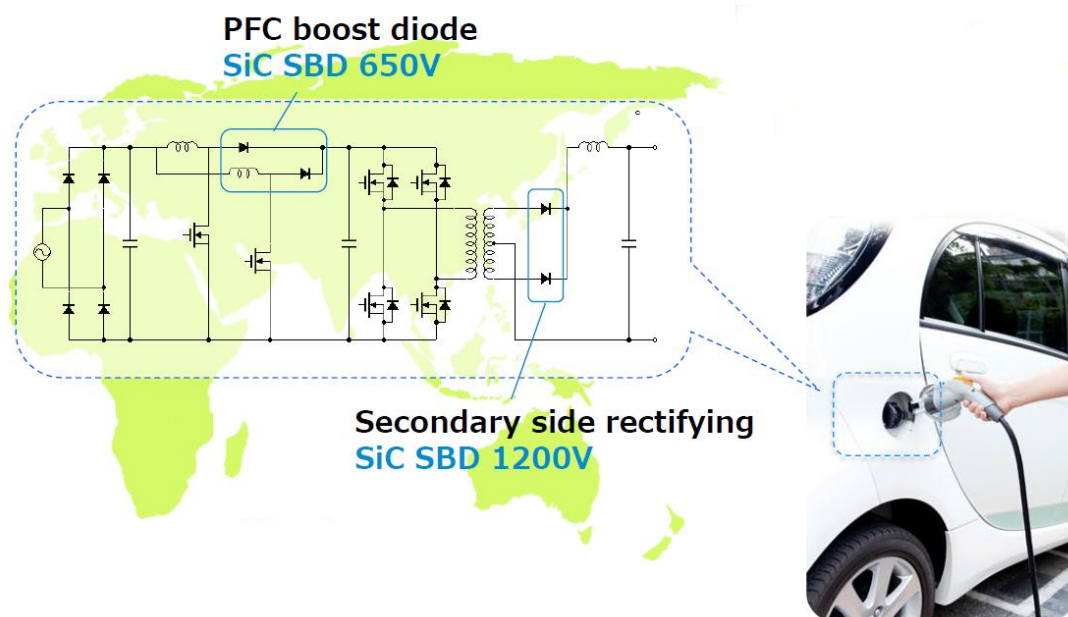
SiC

相同的输出功率,因为使用了高速转换SiC 二极管所以基板和零件都缩小了尺寸





SiC 二极管



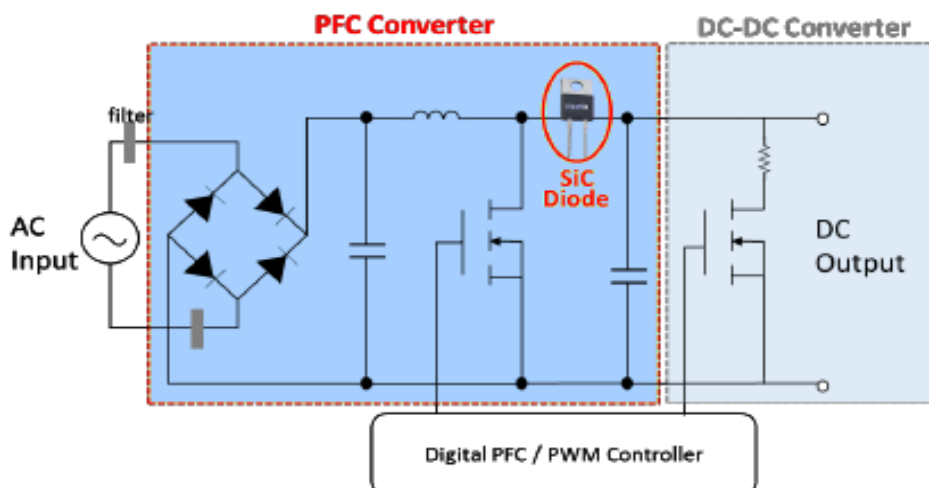
SiC 二极管应用于高压高温的车环境内





SiC肖特基二极管在PFC电路上应用：

- 提升系统效率
 - 用SiC二极管取代硅基二极管可以立即提升系统效率；
- 减少系统尺寸
 - 采用SiC二极管设计可以提高系统频率，从而增加系统功率密度和减小相关件如：电容、电感的体积；
- 改善EMI
 - SiC二极管几乎没有反向恢复电流，减少了电磁干扰。





SiC 二极管列表

Part Number	Package	IF1 (A)	IF1@TC1(°C)	IF2 (A)	IF2@TC2(°C)	IF3 (A)	IF3@TC3(°C)	VR (V)	IFSM (A)	VR(V)	RθJC Typ.(°C/W)
SCSB10A650A	TO-220AC	38	25	19	135	10	158	650	86	650	1
SCSB10A650D	TO-247AC	-	25	15	135	10	155	650	90	650	0.9
SCSB10A650E	TO-252	29	25	14.5	135	10	153	650	85	650	1.16
SCSB10A650J	TO-263	29	25	14.5	135	10	153	650	85	650	1.16
SCSB2A650E	TO-252	8	25	4	135	2	161	650	20	650	3.8
SCSB3A650A	TO-220AC	11	25	5	135	3	158	650	30	650	3.2
SCSB3A650E	TO-252	11	25	5	135	3	158	650	30	650	3.2
SCSB3A650J	TO-263	11	25	5	135	3	158	650	30	650	3.2
SCSB4A650A	TO-220AC	13	25	6	135	4	158	650	40	650	2.9
SCSB4A650E	TO-252	-	25	8	135	4	160	650	32	650	2.5
SCSB4A650F	ITO-220AC	11	25	4.9	135	4	141	650	36	650	4.9
SCSB4A650J	TO-263	13	25	6	135	4	155	650	40	650	2.7
SCSB501200WT	TO-247	-	-	50	112	-	-	1200	275	1200	0.36
SCSB6A650A	TO-220AC	19	25	9	135	6	158	650	60	650	1.6
SCSB6A650E	TO-252	19	25	9	135	6	155	650	60	650	1.6
SCSB6A650F	ITO-220AC	13	25	6	135	-	-	650	54	650	3.6
SCSB6A650J	TO-263	19	25	9	135	6	155	650	60	650	1.6
SCSB8A650	TO-220AC	24	25	11	135	8	152	650	71	650	1.4
SCSB8A650A	TO-220AC	24	25	11	135	8	158	650	72	650	1.4
SCSB8A650E	TO-252	24	25	11	135	8	153	650	72	650	1.4
SCSB8A650F	ITO-220AC	20	25	8	128	-	-	650	70	650	3.3
SCSB8A650J	TO-263	24	25	11	135	8	153	650	72	650	1.4
SCSB9A650F	ITO-220AC	18	25	10	123	9	135	650	86	650	3

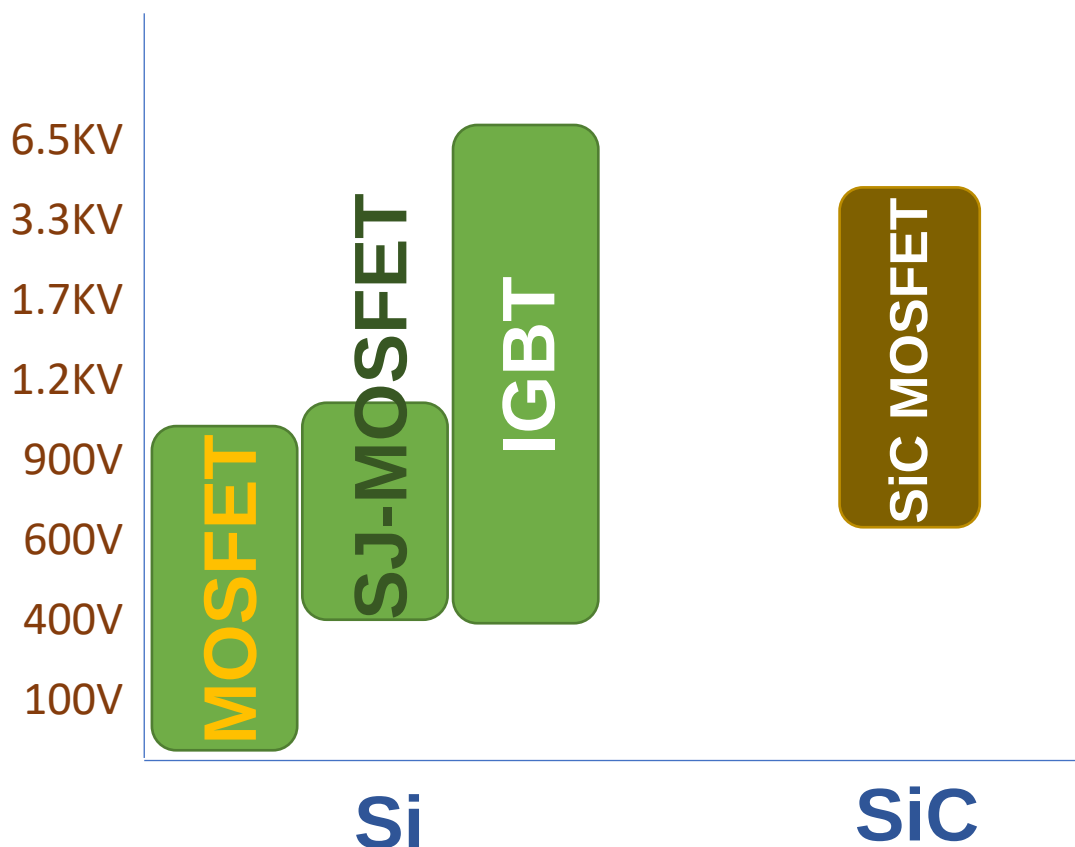




SiC MOSFET

选择SiC MOSFET 的理由

1. 适用于高压应用
2. 适用于高温环境应用
3. 极快的开关速度
4. 总功率消耗较Si MOSFET低
5. 较小EMI
6. 避免热兔脱
7. 高速应用下缩小基板使用率
8. 高速应用下缩小周边零件尺寸



1. 有较低的导通电阻但耐压不高,速度慢。
2. 有高的耐压但导通电阻高,速度慢。

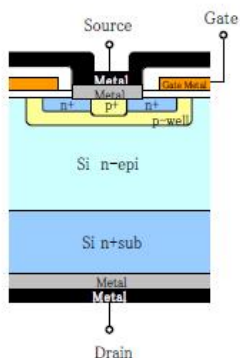
导通电阻、耐压及速度都表现优异,但没有低压产品。





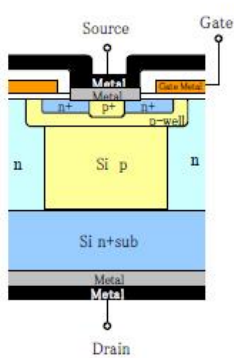
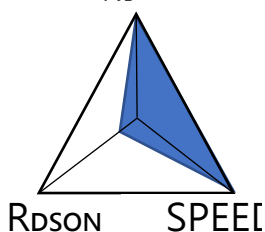
SiC MOSFET

1. SiC适用于高压应用
2. SiC适用于高温环境应用
3. SiC极快的开关速度



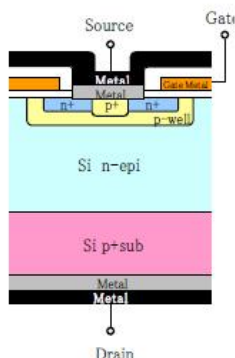
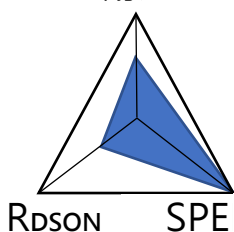
Si-DMOS

耐压



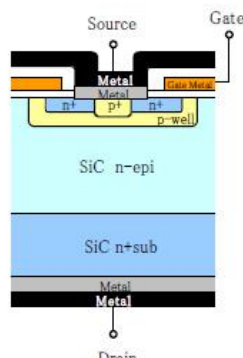
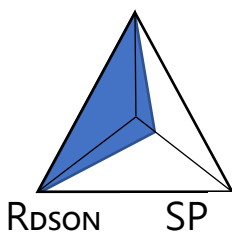
SJ-MOS

耐压



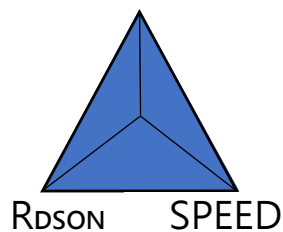
IGBT

耐压



SiC-MOS

耐压



各类MOSFET特性比较





SiC MOSFET

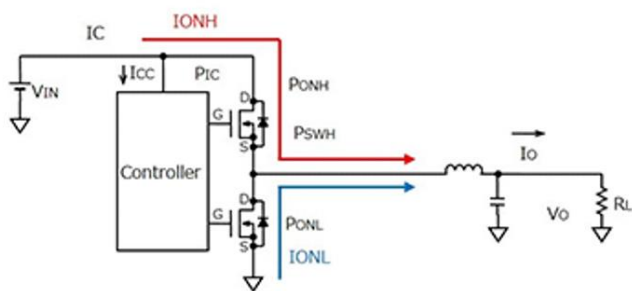
4. SiC总功率消耗较Si MOSFET低

总功率损失=导通损失功率 + 开关损失功率

导通损失功率= $I_O^2 \times R_{DS(on)}$

开关损失请阅如下范例

开关损失计算



$$P_{SWH} = 0.5 \times V_{IN} \times I_O \times (t_{RISE} + t_{FALL}) \times f_{SW} \text{ (W)}$$

t_{RISE} : 開關電壓的上升時間

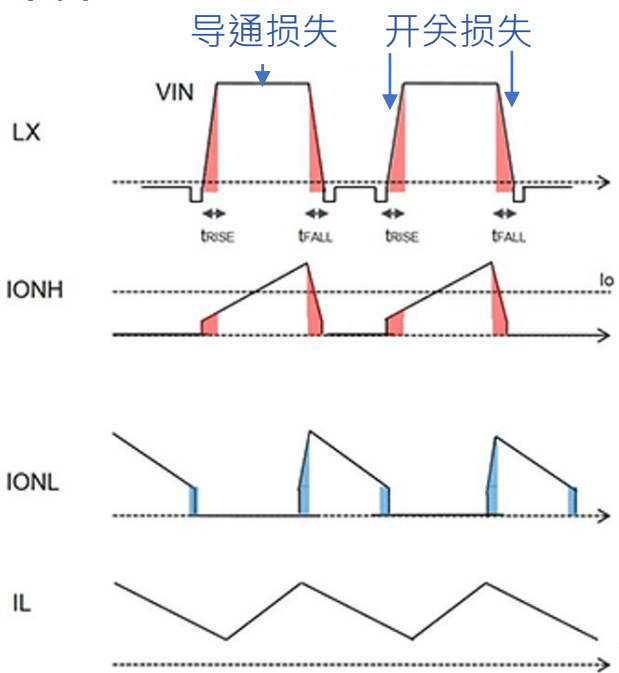
t_{FALL} : 開關電壓的下降時間

I_O : 負載電流

V_{IN} : 輸入電壓

V_O : 輸出電壓

f_{SW} : 工作頻率



	VDS(V)	ID	Td(on)nS	Tr(on)nS	Td(off)nS	Tr(off)nS	f kHz	dissipation power(W)
SiC-MOSFET	650	6A	5.3	5.3	7.3	13	100	6.0255
MOSFET	650	6A	9	8	40	10	100	13.065

开关损失重要参数是 t_{RISE} 和 t_{FALL}

$t_{RISE} = T_d(on) + T_r(on)$

$t_{FALL} = T_d(off) + T_r(off)$

$T_d(on) \& T_r(on) \rightarrow C_{iss}$ 关联

$T_d(off) \rightarrow C_{oss}$ 关联

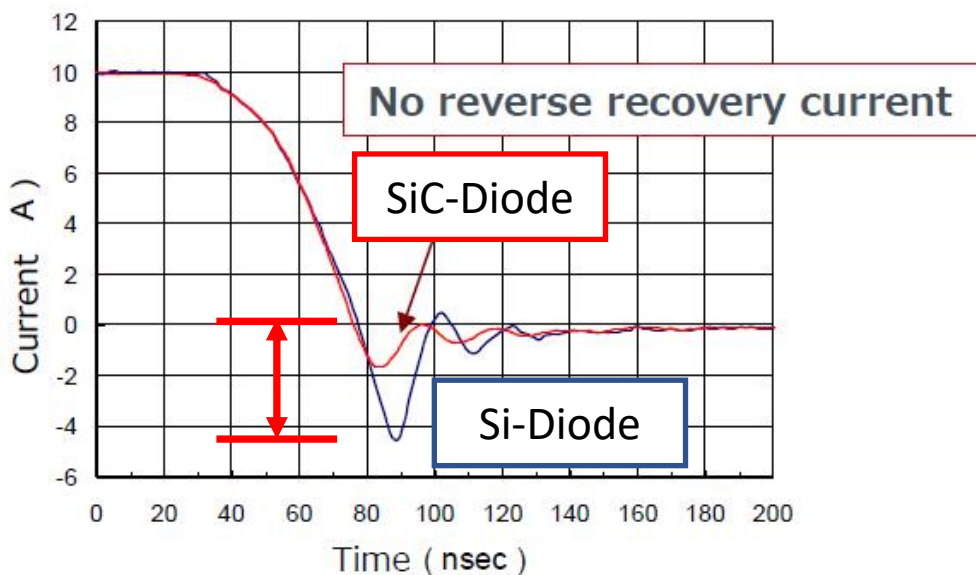
操作频率 $\rightarrow C_{dg}$ 关联

SiC节省7W功率

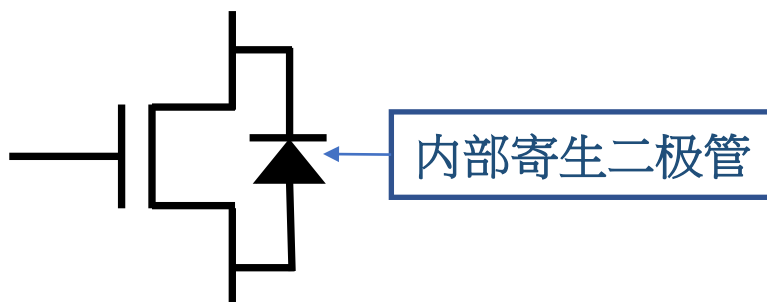




5. SiC MOSFET相较于Si MOSFET又较小EMI

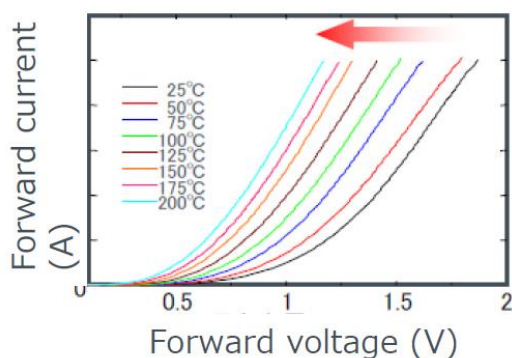


SiC MOSFET 内部寄生二极管有更小的Trr值,所以造成噪声更低,更容易过EMI认证测试

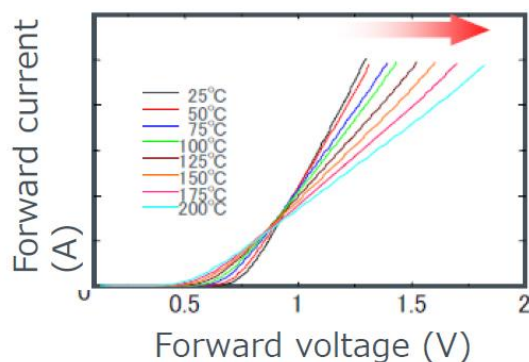




6. SiC MOSFET避免热兔脱



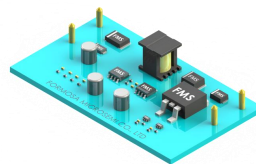
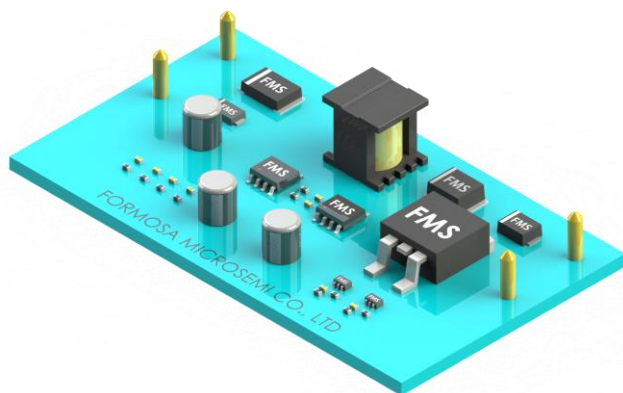
Si MOSFET寄生二极管 温度越高,VF值会降低,这容易造成二极管进入热兔脱现象,而导致二极管烧毁



SiC MOSFET寄生二极管 温度越高,VF值会升高,这就不存在二极管热兔脱现象,因而导致SiC 二极管极适于高温下操作

7. SiCMOSFET高速应用下缩小基板使用率

8. SiCMOSFET高速应用下缩小周边零件尺寸



相同的输出功率,因为使用了高速转换SiC MOSFET所以基板和零件都可以缩小尺寸





SiC产品应用领域

IT和消费类



电源



变压器



家用电器和计算机 不断电系统

汽车业



直流交流
转换器



直流直流
转换器



电动/混合动力车

工业



电力运输



铁路运输



光伏逆变器



舰船运输



风力发电

<500W

1-5kW

30-350kW

5-50kW

5-100kW

100kW-1MW

>1MW

SiC MOSFET列表

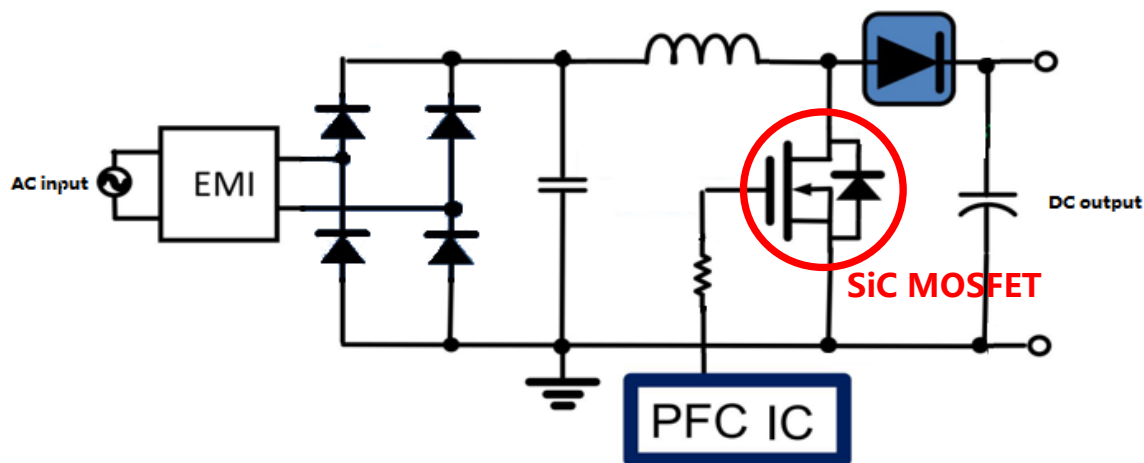
FMS P/N	FMS Package	規格												
		ESD	BVDSS	ID	PD	VGS(th)			RdSON1(n)				Ciss	Qg
			[V]	[A]	[W]	MIN	MAX	ID(m)	Typ	Ma	VGS	ID	Typ.(pF)	Typ.(nC)
FMOSCPW32N120	TO-247	N/A	1200	32	136	1.8	3.6	5	75m	90m	15	20	1390	54
FMOSCPW36N90	TO-247	N/A	900	36	125	1.8	3.5	5	65m	78m	20	20	760	35
FMOSCPW36N120	TO-247	N/A	1200	36	192	2.0	4.0	5	80m	98m	20	20	1130	71
FMOSCPW90N120	TO-247	N/A	1200	90	463	2.0	4.0	15	25m	34m	20	20	2788	161
FMOSCPW60N120A	TO-247	N/A	1200	60	330	2.0	4.0	10	40m	52m	20	20	1893	115
FMOSCPW72N170A	TO-247	N/A	1700	72	520	2.0	4.0	18	45m	70m	20	20	3672	188
FMOSCPW19N120	TO-247	N/A	1200	19	125	2.0	4.0	2.5	160m	196m	20	10	525	34
FMOSCPW05N170	TO-247	N/A	1700	5	69	2.0	4.0	0.5	1000m	1400m	20	2	200	13
FMOSCPW37N65A	TO-247	N/A	650	29	150	1.8	3.6	5	60m	79m	15	13.2	1020	46
FMOSCPW11P5N90	TO-247	N/A	900	10.2	45	1.8	3.5	1.2	320m	360m	15	7.5	204	9.7
Under-Development	TO-247	N/A	1200	19	125	2.0	4.0	2.5	160m	196m	20	10	525	34
Under-Development	TO-247	N/A	1200	115	556	1.8	3.6	23	16m	22.3m	15	75	6085	207
Under-Development	TO-247	N/S	650	120	416	1.8	3.6	15.5	15m	21m	15	55.8	5011	188
Under-Development	TO-247	N/S	1200	81	469	1.8	3.6	17.7	21m	28.8m	15	50	4818	160
Under-Development	TO-247	N/S	650	97	326	1.8	3.6	9.22	25m	34m	15	33.5	2980	108
Under-Development	TO-247	N/S	650	22	98	1.8	3.6	1.86	120m	157m	15	6.76	640	28





1. 金牌认证PC电源/服务器电源/矿机电源/工业LED电源

- 在电源PFC电路中使用SiC MOSFET带来电源效率的提高, 在其他条件不变时, 只需更换MOSFET就能减小损耗, 减小了对周围电路的电磁干扰, 提高了电源的可靠性, 满足电源能效认证要求。



SiC MOSFET列表

FMS P/N	FMS Package	规格												
		ESD	BVDSS	ID	PD	VGS(th)			RDS(on)(Ω)				Ciss Typ.(pF)	Qg Typ.(nC)
			[V]	[A]	[W]	MIN	MAX	ID(m)	Typ	Max	VGS	ID		
FMOSCPW32N120	TO-247	N/A	1200	32	136	1.8	3.6	5	75m	90m	15	20	1390	54
FMOSCPW36N90	TO-247	N/A	900	36	125	1.8	3.5	5	65m	78m	20	20	760	35
FMOSCPW36N120	TO-247	N/A	1200	36	192	2.0	4.0	5	80m	98m	20	20	1130	71
FMOSCPW90N120	TO-247	N/A	1200	90	463	2.0	4.0	15	25m	34m	20	20	2788	161
FMOSCPW60N120A	TO-247	N/A	1200	60	330	2.0	4.0	10	40m	52m	20	20	1893	115
FMOSCPW72N170A	TO-247	N/A	1700	72	520	2.0	4.0	18	45m	70m	20	20	3672	188
FMOSCPW19N120	TO-247	N/A	1200	19	125	2.0	4.0	2.5	160m	196m	20	10	525	34
FMOSCPW05N170	TO-247	N/A	1700	5	69	2.0	4.0	0.5	1000m	1400m	20	2	200	13
FMOSCPW37N65A	TO-247	N/A	650	29	150	1.8	3.6	5	60m	79m	15	13.2	1020	46
FMOSCPW11P5N90	TO-247	N/A	900	10.2	45	1.8	3.5	1.2	320m	360m	15	7.5	204	9.7
Under-Development	TO-247	N/A	1200	19	125	2.0	4.0	2.5	160m	196m	20	10	525	34
Under-Development	TO-247	N/A	1200	115	556	1.8	3.6	23	16m	22.3m	15	75	6085	207
Under-Development	TO-247	N/S	650	120	416	1.8	3.6	15.5	15m	21m	15	55.8	5011	188
Under-Development	TO-247	N/S	1200	81	469	1.8	3.6	17.7	21m	28.8m	15	50	4818	160
Under-Development	TO-247	N/S	650	97	326	1.8	3.6	9.22	25m	34m	15	33.5	2980	108
Under-Development	TO-247	N/S	650	22	98	1.8	3.6	1.86	120m	157m	15	6.76	640	28



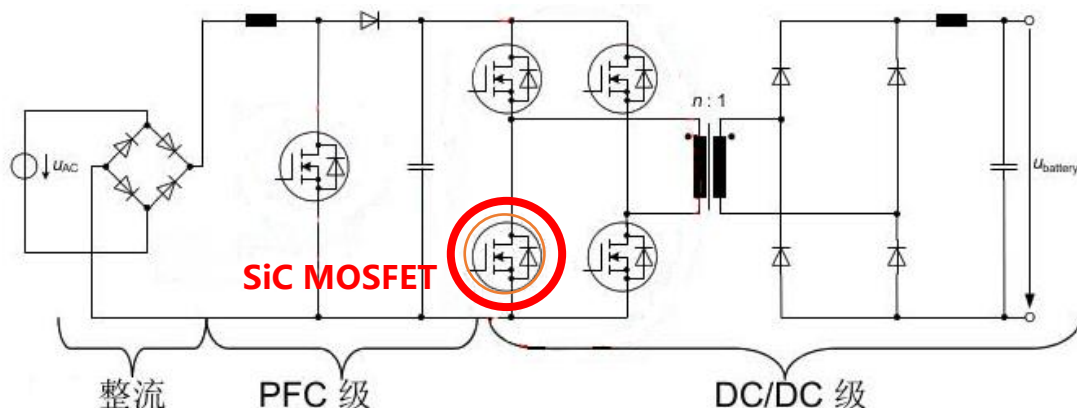


2. 新能源车充电桩/OBC (车载充电机)

- 在PFC电路中使用SiC MOSFET提高电源效率;
- 在移相全桥或谐振LLC的DC-DC电路使用SiC MOSFET减少开关损耗

PFC Boost二极管

谐振LLC/移相全桥整流



SiC MOSFET列表

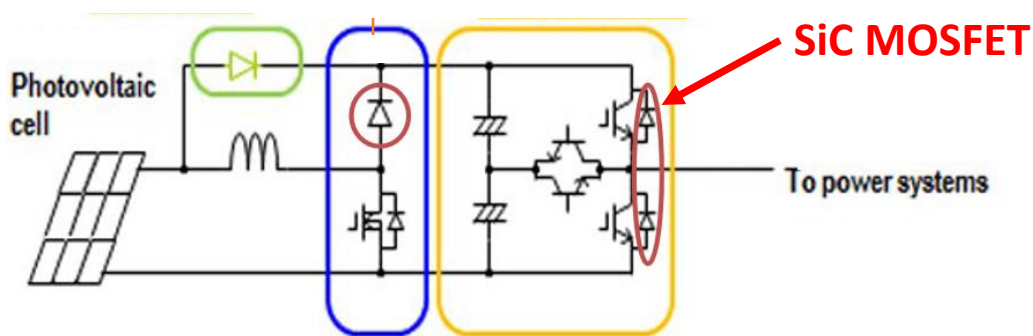
FMS P/N	FMS Package	規格												Ciss Typ.[pF]	Qg Typ.[nC]
		ESD	BVDSS	ID	PD	VGS(th)			RDSon1(Ω)						
			[V]	[A]	[W]	MIN	MAX	ID[m]	Typ	Ma	VGS	ID[			
FMOSCPW32N120	TO-247	N/A	1200	32	136	1.8	3.6	5	75m	90m	15	20	1390	54	
FMOSCPW36N90	TO-247	N/A	900	36	125	1.8	3.5	5	65m	78m	20	20	760	35	
FMOSCPW36N120	TO-247	N/A	1200	36	192	2.0	4.0	5	80m	98m	20	20	1130	71	
FMOSCPW90N120	TO-247	N/A	1200	90	463	2.0	4.0	15	25m	34m	20	20	2788	161	
FMOSCPW60N120A	TO-247	N/A	1200	60	330	2.0	4.0	10	40m	52m	20	20	1893	115	
FMOSCPW72N170A	TO-247	N/A	1700	72	520	2.0	4.0	18	45m	70m	20	20	3672	188	
FMOSCPW19N120	TO-247	N/A	1200	19	125	2.0	4.0	2.5	160m	196m	20	10	525	34	
FMOSCPW05N170	TO-247	N/A	1700	5	69	2.0	4.0	0.5	1000m	1400m	20	2	200	13	
FMOSCPW37N65A	TO-247	N/A	650	29	150	1.8	3.6	5	60m	79m	15	13.2	1020	46	
FMOSCPW11P5N90	TO-247	N/A	900	10.2	45	1.8	3.5	1.2	320m	360m	15	7.5	204	9.7	
Under-Development	TO-247	N/A	1200	19	125	2.0	4.0	2.5	160m	196m	20	10	525	34	
Under-Development	TO-247	N/A	1200	115	556	1.8	3.6	23	16m	22.3m	15	75	6085	207	
Under-Development	TO-247	N/S	650	120	416	1.8	3.6	15.5	15m	21m	15	55.8	5011	188	
Under-Development	TO-247	N/S	1200	81	469	1.8	3.6	17.7	21m	28.8m	15	50	4818	160	
Under-Development	TO-247	N/S	650	97	326	1.8	3.6	9.22	25m	34m	15	33.5	2980	108	
Under-Development	TO-247	N/S	650	22	98	1.8	3.6	1.86	120m	157m	15	6.76	640	28	





3.光伏逆变器

- 提升光伏逆变器效率，BOOST的升压电路通常选用SiC组件
- 为了减少MOSFET/IGBT开关的损耗，逆变器AC-DC逆变电路都使采用SiC组件减少开关损耗
- 硅基逆变器典型的平均效率接近96%，采用SiC器件，逆变器的平均效率可能提高到97.5%，这相当于减少了25%的逆变器损耗。



SiC MOSFET列表

FMS P/N	FMS Package	规格												
		ESD	BVDSS	ID	PD	VGS(th)			RDS(on)(Ω)				Ciss Typ.(pF)	Qg Typ.(nC)
			[V]	[A]	[W]	MIN	MAX	ID(m)	Typ	Max	VGS	ID		
FMOSCPW32N120	TO-247	N/A	1200	32	136	1.8	3.6	5	75m	90m	15	20	1390	54
FMOSCPW36N90	TO-247	N/A	900	36	125	1.8	3.5	5	65m	78m	20	20	760	35
FMOSCPW36N120	TO-247	N/A	1200	36	192	2.0	4.0	5	80m	98m	20	20	1130	71
FMOSCPW90N120	TO-247	N/A	1200	90	463	2.0	4.0	15	25m	34m	20	20	2788	161
FMOSCPW60N120A	TO-247	N/A	1200	60	330	2.0	4.0	10	40m	52m	20	20	1893	115
FMOSCPW72N170A	TO-247	N/A	1700	72	520	2.0	4.0	18	45m	70m	20	20	3672	188
FMOSCPW19N120	TO-247	N/A	1200	19	125	2.0	4.0	2.5	160m	196m	20	10	525	34
FMOSCPW05N170	TO-247	N/A	1700	5	69	2.0	4.0	0.5	1000m	1400m	20	2	200	13
FMOSCPW37N65A	TO-247	N/A	650	29	150	1.8	3.6	5	60m	79m	15	13.2	1020	46
FMOSCPW11P5N90	TO-247	N/A	900	10.2	45	1.8	3.5	1.2	320m	360m	15	7.5	204	9.7
Under-Development	TO-247	N/A	1200	19	125	2.0	4.0	2.5	160m	196m	20	10	525	34
Under-Development	TO-247	N/A	1200	115	556	1.8	3.6	23	16m	22.3m	15	75	6085	207
Under-Development	TO-247	N/S	650	120	416	1.8	3.6	15.5	15m	21m	15	55.8	5011	188
Under-Development	TO-247	N/S	1200	81	469	1.8	3.6	17.7	21m	28.8m	15	50	4818	160
Under-Development	TO-247	N/S	650	97	326	1.8	3.6	9.22	25m	34m	15	33.5	2980	108
Under-Development	TO-247	N/S	650	22	98	1.8	3.6	1.86	120m	157m	15	6.76	640	28





美丽微半导体股份有限公司
FORMOSA MICROSEMI CO., LTD



2024

Formosa Microsemi CO., LTD

谢谢



www.formosams.com

