

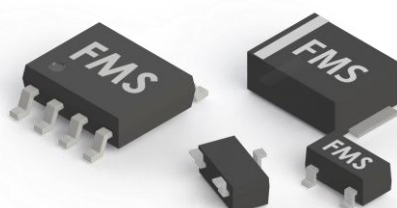
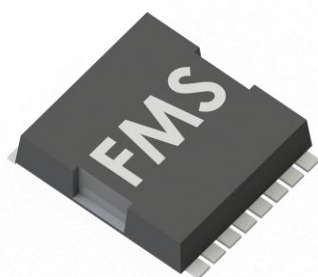


2024

Introduction to SiC components

1. SiC 二極體

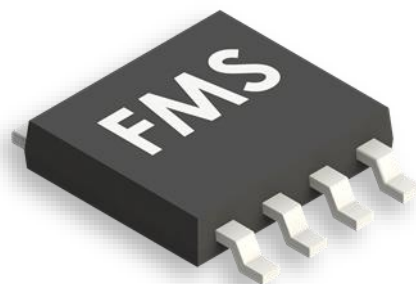
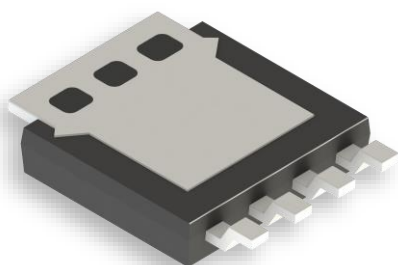
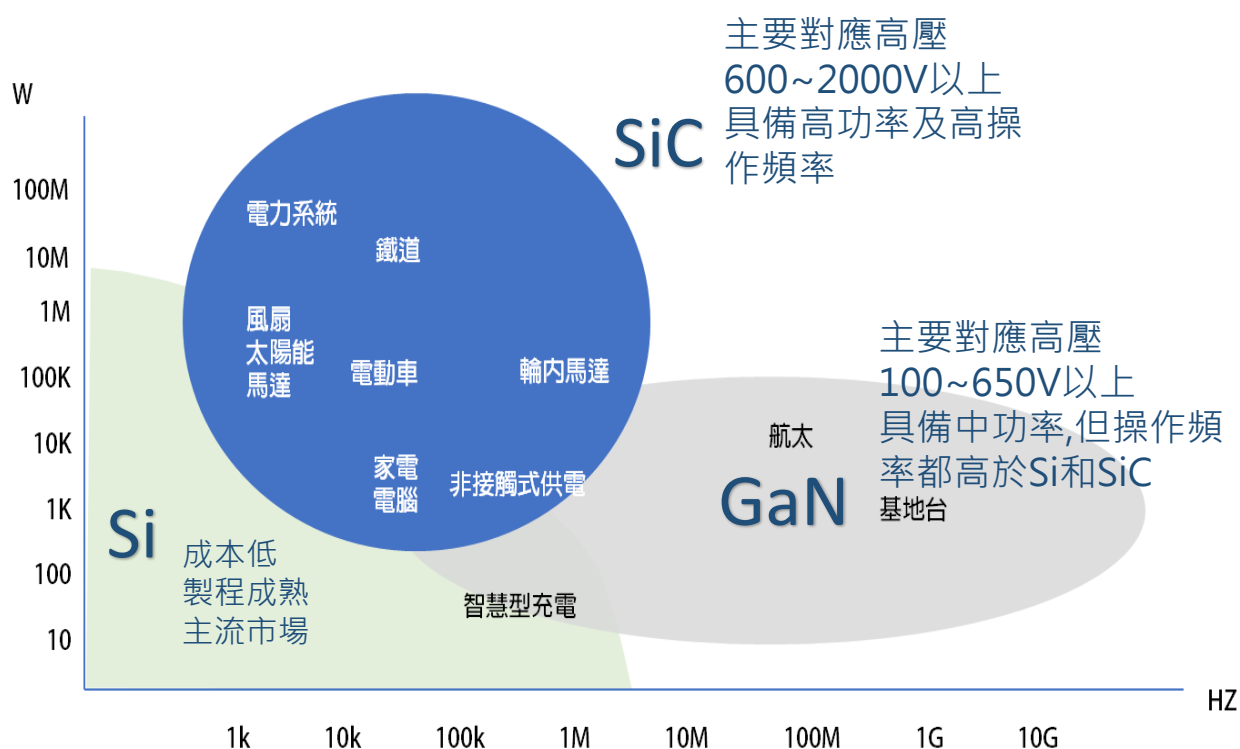
2. SiC MOSFET





SiC MOSFET 介紹

Introduction to SiC MOSFETs





SiC 二極體

選擇SiC Diode 的理由

1. 適用於高壓應用
2. 適用於高溫環境應用
3. 極快的開關速度
4. 總功率消耗較Si Diode低
5. 較小EMI
6. 避免熱兔脫
7. 高速應用下縮小基板使用率
8. 高速應用下縮小周邊零件尺寸

1. 適用於高壓應用
2. 適用於高溫環境應用

SiC 和 Si 材質特性

參數	Si	SiC	倍數	元件特性
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

由以上材質本身的差異性,造就了產生元件間的參數差異
SiC 元件因為能量間隙較高,所以高壓下不容易原子被外力拔除,
高溫下也不容易溫升原子游離,所以極適合於高壓電源供應器及
高溫下汽車電子線路的運作。

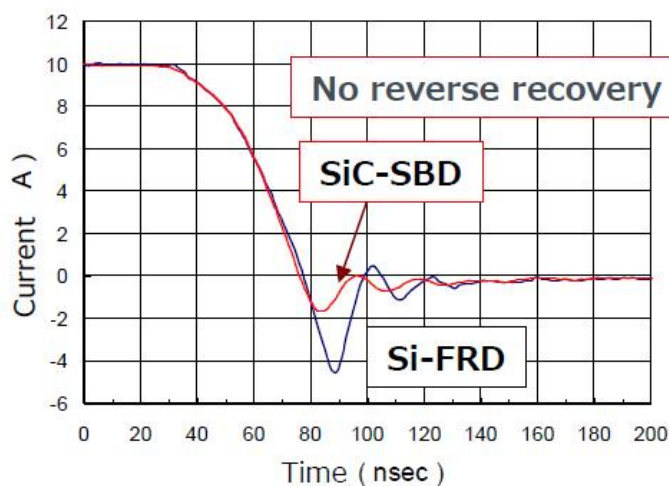




SiC 二極體



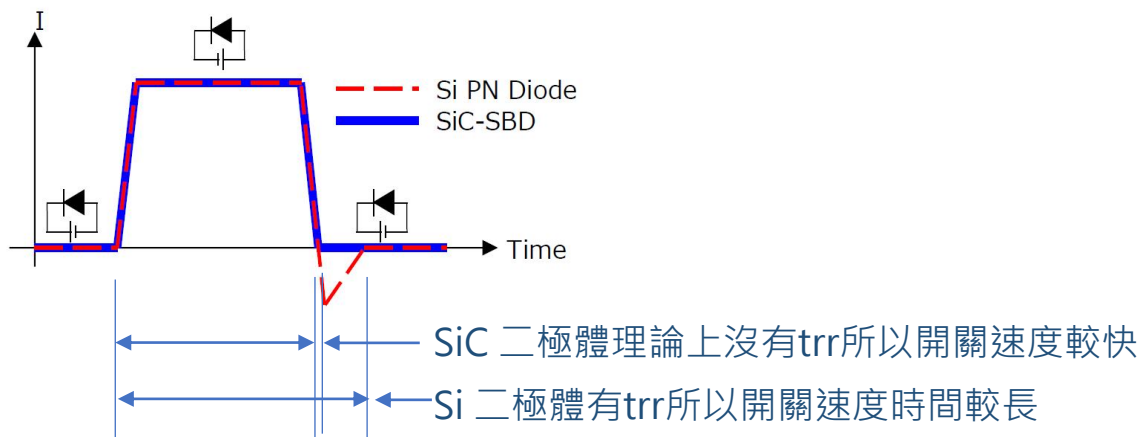
3. SiC有極快的開關速度,主要是因為Trr較小





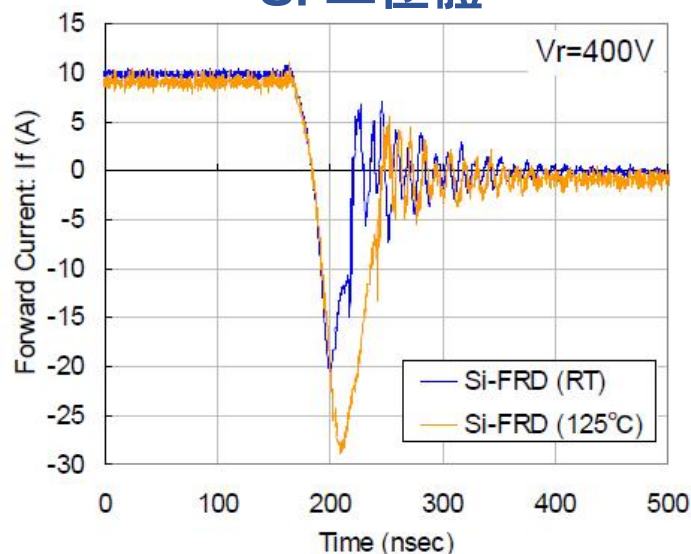
SiC 二極體

4. SiC二極體總功率消耗較Si 二極體低

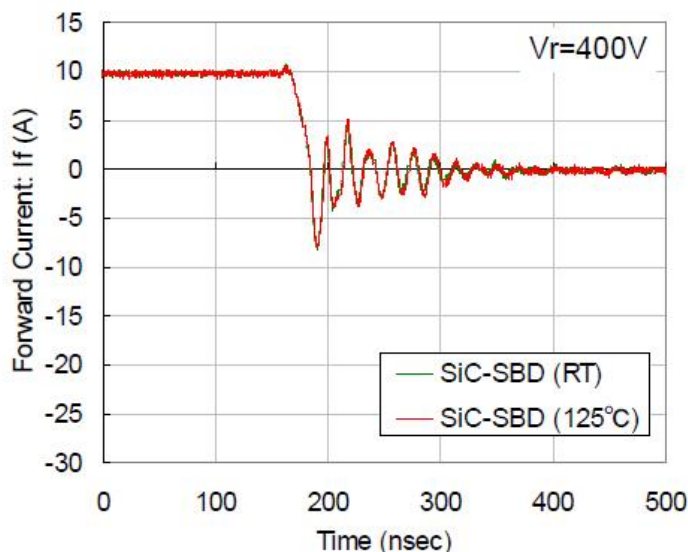


Si 二極體 因trr很大所以開關速度較慢,而且trr期間是造成整體功率的消耗,故不利於電源線路的消耗功率。反之SiC 二極體因為trr很小故在功率的表現上就顯突出。並且在不同的條件下(電壓&溫度),SiC 二極體的trr均有穩定的表現,這在電源電路的穩定度設計中非常重要

Si 二極體



SiC 二極體

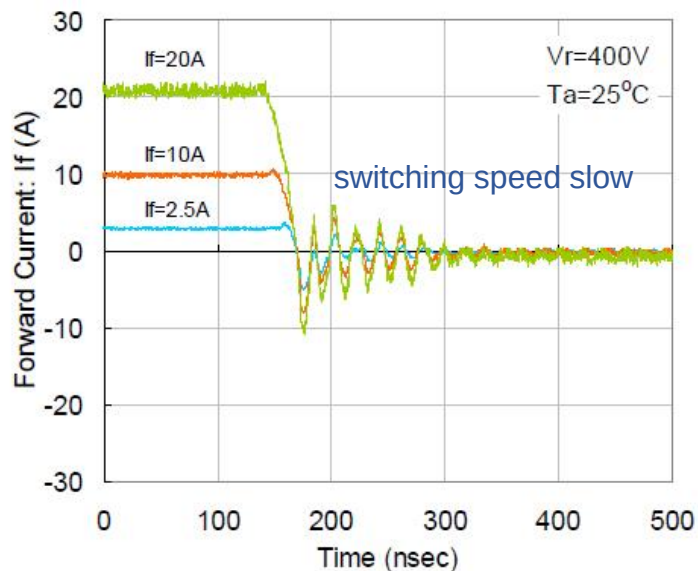
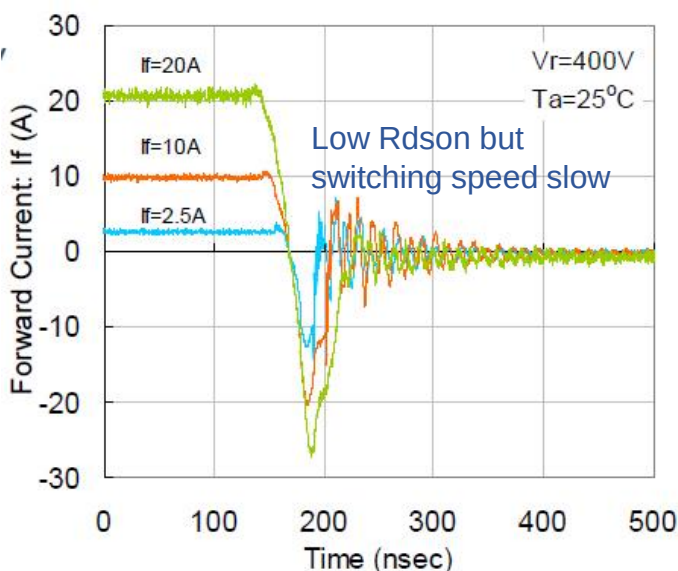


不同溫度下SiC 二極體 的Trr幾乎不變,這對於高溫高速下元件的操作有性能穩定、信賴性優良的表現



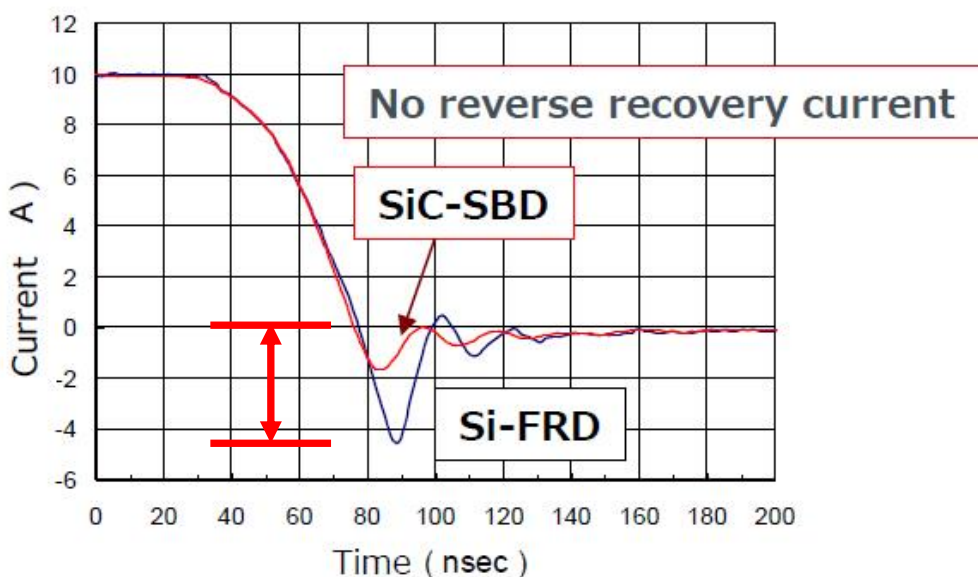


SiC 二極體



不同使用電流下SiC 二極體的 T_{rr} 幾乎不變,這對於負載變化大的產品,更能減少開關損失及總功率損失

5. SiC有較小EMI



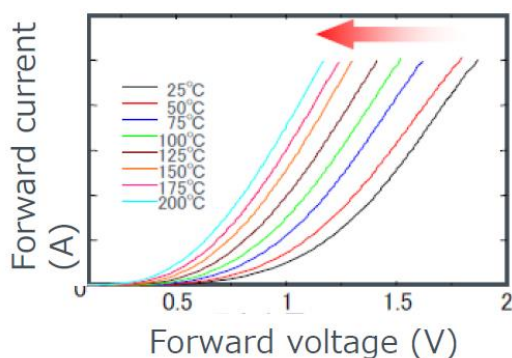
SiC 二極體有更小的 T_{rr} 值,而且 T_{rr} 期間反向電流的深度較小,所以造成雜訊更低,更容易過EMI認證測試



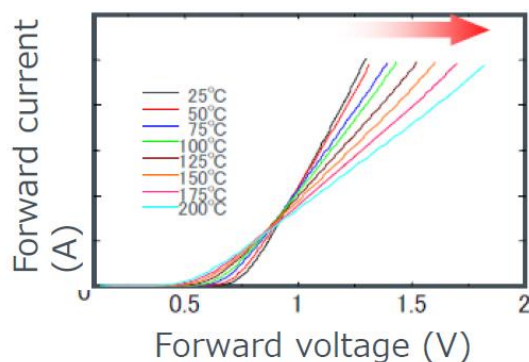


SiC 二極體

6. SiC可避免熱免脫



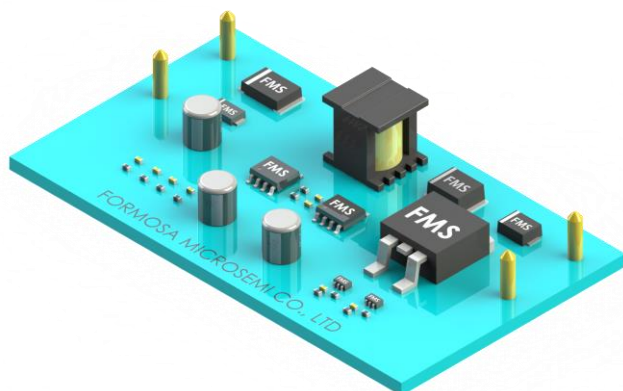
Si 二極體溫度越高,VF值會降低,這容易造成二極體進入熱免脫現象,而導致二極體燒毀



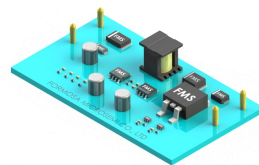
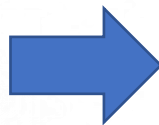
SiC 二極體溫度越高,VF值會升高,這就不存在二極體熱免脫現象,因而導致SiC二極體極適於高溫下操作

7. SiC在高速應用下縮小基板使用率

8. SiC在高速應用下縮小周邊零件尺寸



Si



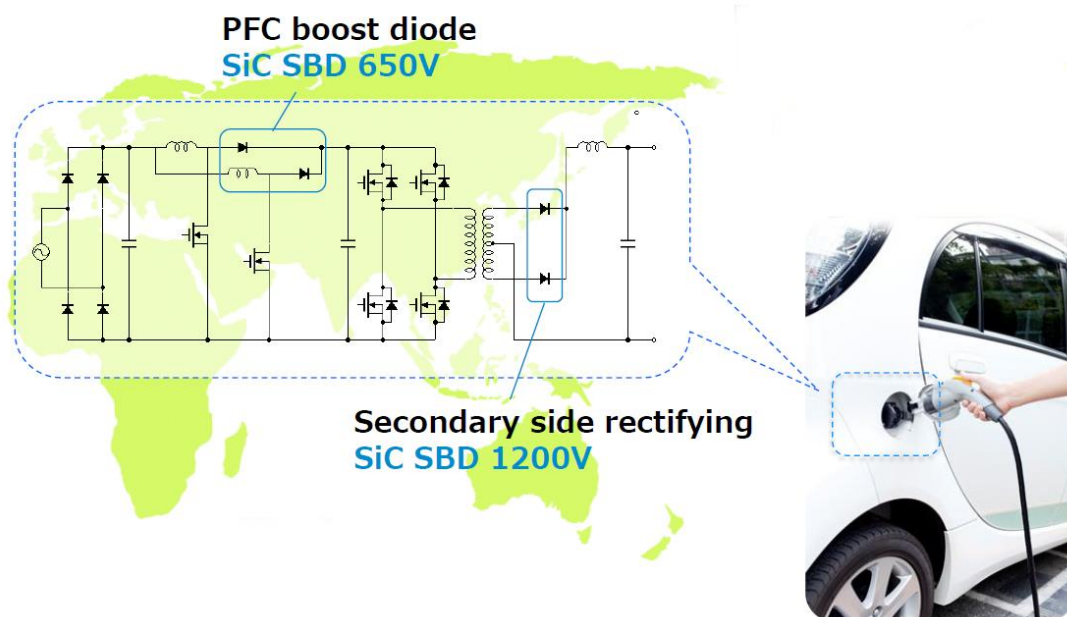
SiC

相同的輸出功率,因為使用了高速轉換SiC 二極體所以基板和零件都縮小了尺寸





SiC 二極體



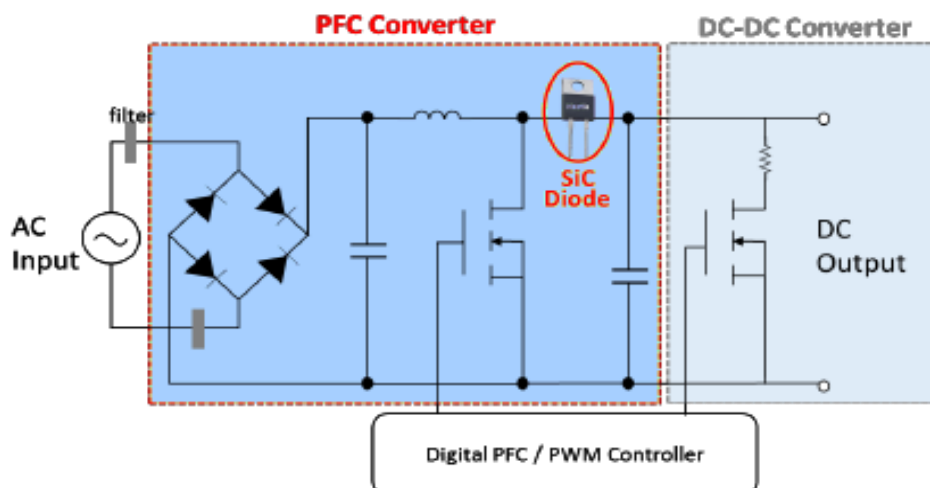
SiC 二極體應用於高壓高溫的車環境內





SiC肖特基二極體在PFC電路上應用：

- 提升系統效率
 - 用SiC二極體取代矽基二極體可以立即提升系統效率；
- 減少系統尺寸
 - 採用SiC二極體設計可以提高系統頻率，從而增加系統功率密度和減小相關件如：電容、電感的體積；
- 改善EMI
 - SiC二極體幾乎沒有反向恢復電流，減少了電磁干擾。





SiC 二極體列表

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

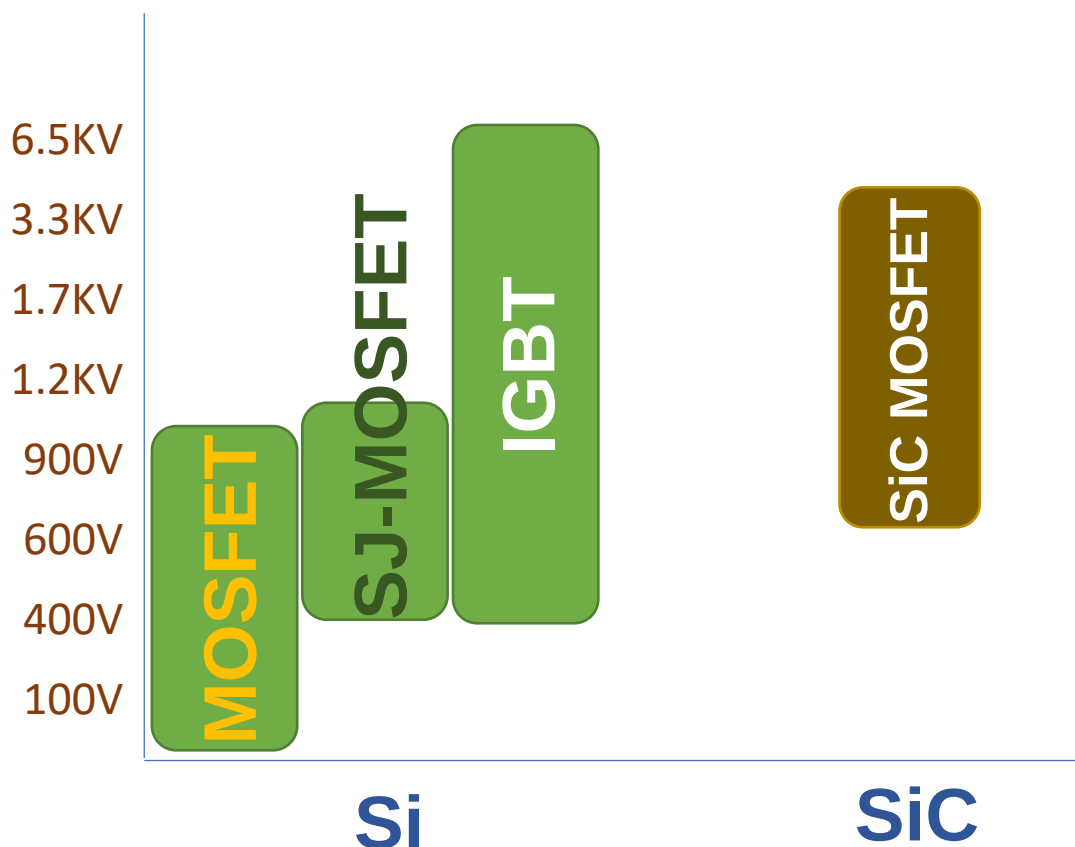




SiC MOSFET

選擇SiC MOSFET 的理由

1. 適用於高壓應用
2. 適用於高溫環境應用
3. 極快的開關速度
4. 總功率消耗較Si MOSFET低
5. 較小EMI
6. 避免熱免脫
7. 高速應用下縮小基板使用率
8. 高速應用下縮小周邊零件尺寸



1. 有較低的導通電阻但耐壓不高,速度慢。
2. 有高的耐壓但導通電阻高,速度慢。

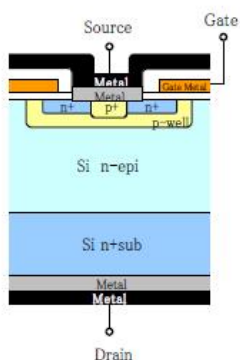
導通電阻、耐壓及速度都表現優異,但沒有低壓產品。





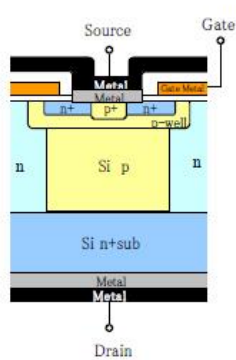
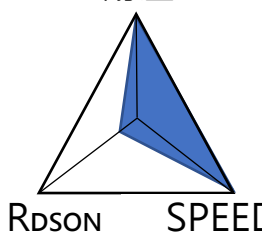
SiC MOSFET

1. SiC適用於高壓應用
2. SiC適用於高溫環境應用
3. SiC極快的開關速度



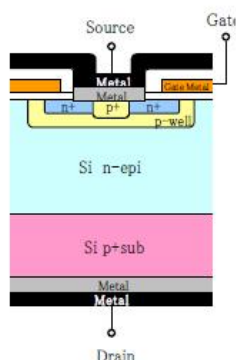
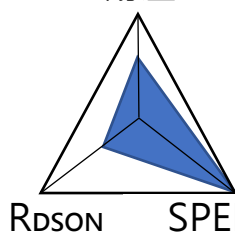
Si-DMOS

耐壓



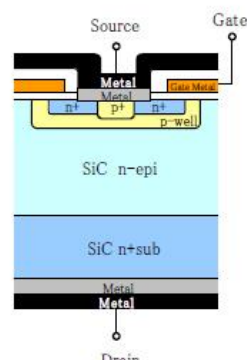
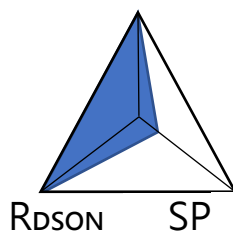
SJ-MOS

耐壓



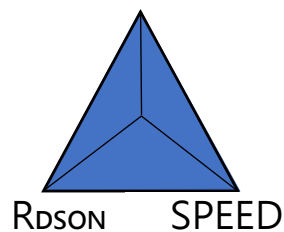
IGBT

耐壓



SiC-MOS

耐壓



各類MOSFET特性比較





SiC MOSFET

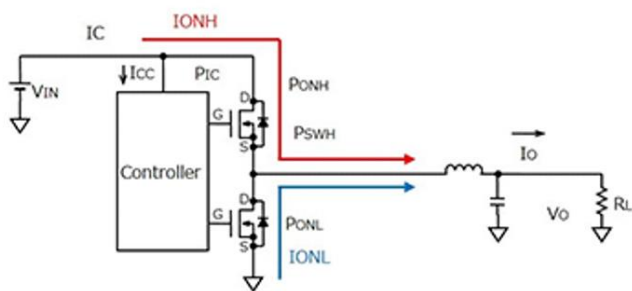
4. SiC總功率消耗較Si MOSFET低

總功率損失=導通損失功率 + 開關損失功率

導通損失功率= $I_O^2 \times R_{DS(on)}$

開關損失請閱如下範例

開關損失計算



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

t_{RISE} : 開關電壓的上升時間

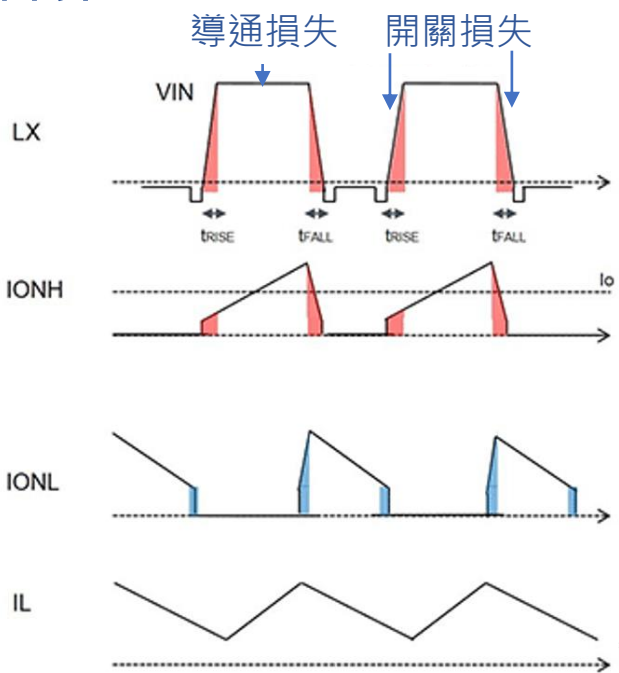
t_{FALL} : 開關電壓的下降時間

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

開關損失重要參數是 t_{RISE} 和 t_{FALL}

$t_{RISE} = Td(on) + Tr(on)$

$t_{FALL} = Td(off) + Tr(off)$

$Td(on) \& Tr(on) \rightarrow C_{iss}$ 關聯

$Td(off) \rightarrow C_{oss}$ 關聯

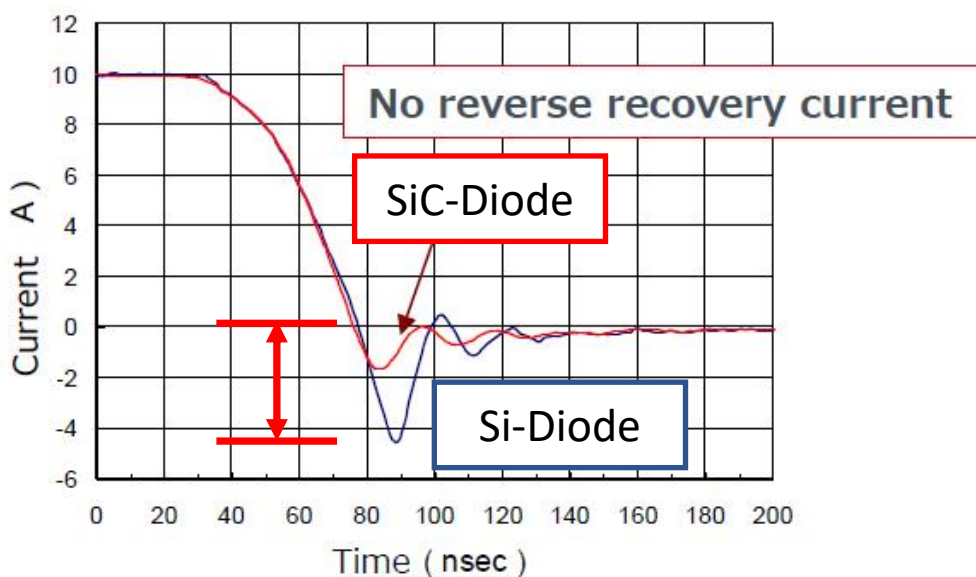
操作頻率 $\rightarrow C_{dg}$ 關聯

SiC節省7W功率

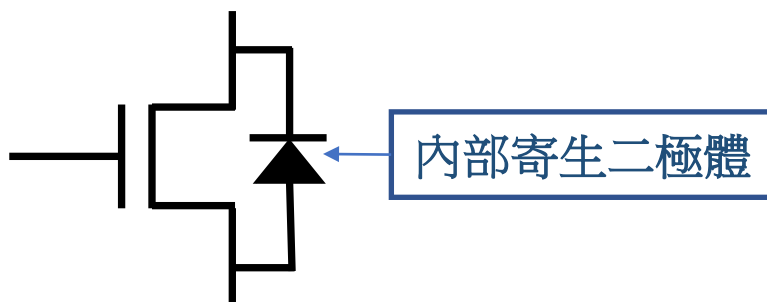




5. SiC MOSFET相較於Si MOSFET又較小EMI

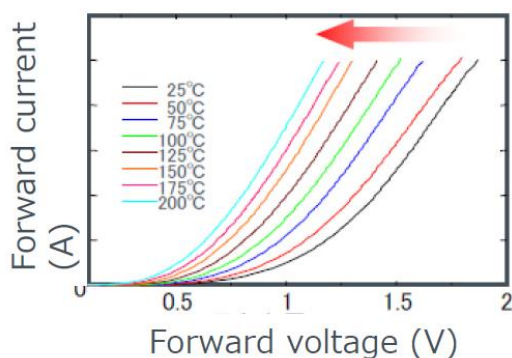


SiC MOSFET 內部寄生二極體有更小的 T_{rr} 值,所以造成雜訊更低,更容易過EMI認證測試

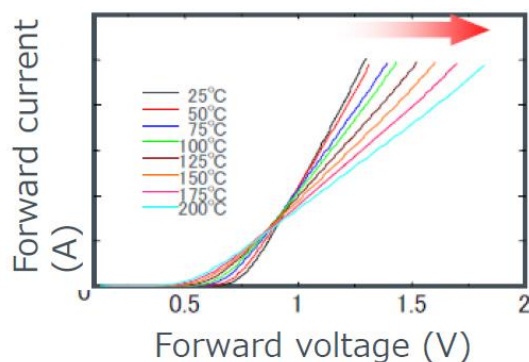




6. SiC MOSFET避免熱兔脫

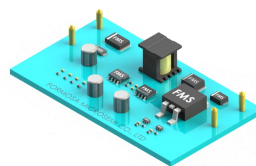
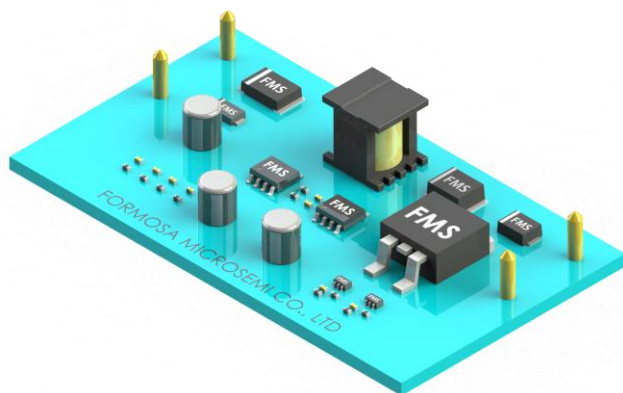


Si MOSFET寄生二極體 溫度越高,VF值會降低,這容易造成二極體進入熱兔脫現象,而導致二極體燒毀



SiC MOSFET寄生二極體 溫度越高,VF值會升高,這就不存在二極體熱兔脫現象,因而導致SiC 二極體極適於高溫下操作

- 7. SiCMOSFET高速應用下縮小基板使用率
- 8. SiCMOSFET高速應用下縮小周邊零件尺寸



相同的輸出功率,因為使用了高速轉換SiC MOSFET所以基板和零件都可以縮小尺寸





SiC產品應用領域

IT和消費類



電源



變壓器



家用電器和電腦



不斷電系統

汽車業



直流交流
轉換器



直流直流
轉換器



電動/混合動力車

工業



電力運輸



鐵路運輸



光伏逆變器



艦船運輸



風力發電

<500W

1-5kW

30-350kW

5-50kW

5-100kW

100kW-1MW

>1MW

SiC MOSFET列表

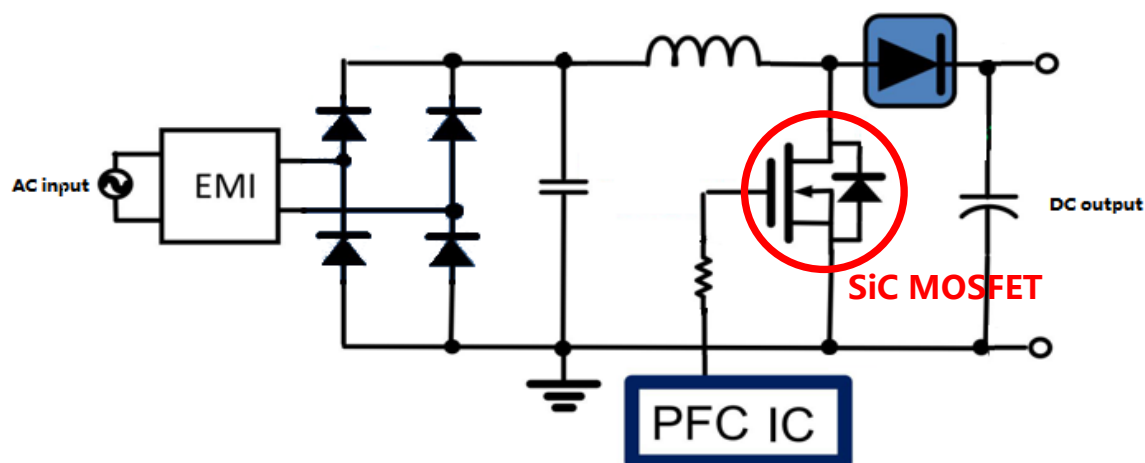
FMS P/N	FMS Package	規格												
		ESD	BVDSS	ID	PD	VGS(th)			RdSON1(Ω)				Ciss Typ.[pF]	Qg Typ.[nC]
			[V]	[A]	[W]	MIN	MAX	ID[m]	Typ	Ma	VGS	ID[		
FMOSCPW32N120	TO-247	N/A	1200	32	136	1.8	3.6	5	75m	90m	15	20	1390	54
FMOSCPW36N90	TO-247	N/A	900	36	125	1.8	3.5	5	65m	78m	20	20	760	35
FMOSCPW36N120	TO-247	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





1. 金牌認證PC電源/伺服器電源/礦機電源/工業LED電源

- 在電源PFC電路中使用SiC MOSFET帶來電源效率的提高，在其他條件不變時，只需更換MOSFET就能減小損耗，減小了對周圍電路的電磁干擾，提高了電源的可靠性，滿足電源能效認證要求。



SiC MOSFET列表

FMS P/N	FMS Package	規格												
		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



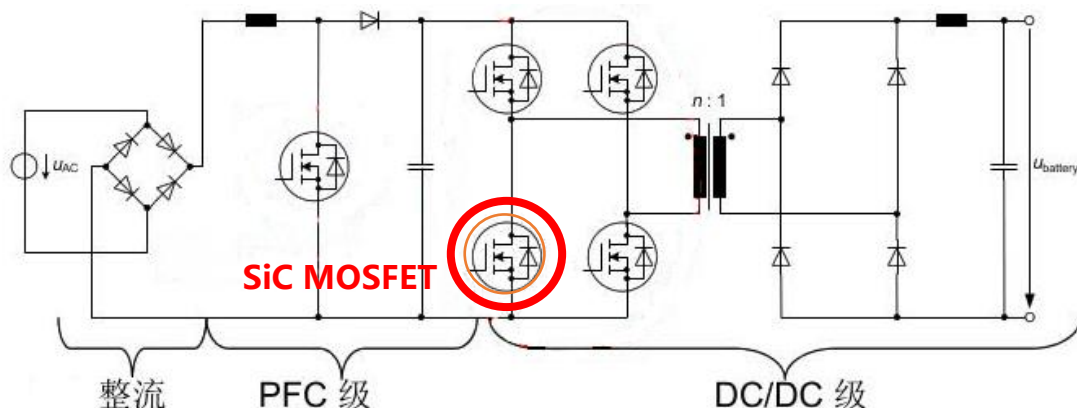


2. 新能源車充電樁/OBC (車載充電機)

- 在PFC電路中使用SiC MOSFET提高電源效率;
- 在移相全橋或諧振LLC的DC-DC電路使用SiC MOSFET減少開關損耗

PFC Boost二極體

諧振LLC/移相全橋整流



SiC MOSFET列表

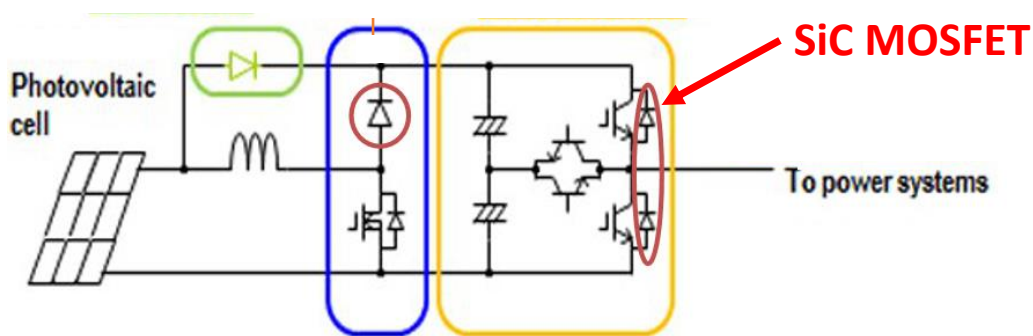
FMS P/N	FMS Package	規格												
		ESD	BVDSS	ID	PD	VGS(th)			RDS(on)1(Ω)				Ciss Typ.(pF)	Qg Typ.(nC)
			[V]	[A]	[W]	MIN	MAX	ID(m)	Typ	Max	VGS	ID(A)		
FMOSCPW32N120	TO-247	N/A	1200	32	136	1.8	3.6	5	75m	90m	15	20	1390	54
FMOSCPW36N90	TO-247	N/A	900	36	125	1.8	3.5	5	65m	78m	20	20	760	35
FMOSCPW36N120	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.光伏逆變器

- 提升光伏逆變器效率，BOOST的升壓電路通常選用SiC元件
- 為了減少MOSFET/IGBT開關的損耗，逆變器AC-DC逆變電路都使採用SiC元件減少開關損耗
- 矽基逆變器典型的平均效率接近96%，採用SiC器件，逆變器的平均效率可能提高到97.5%，這相當於減少了25%的逆變器損耗。



SiC MOSFET列表

FMS P/N	FMS Package	規格												
		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





美麗微半導體股份有限公司
FORMOSA MICROSEMI CO., LTD



2024

Formosa Microsemi CO., LTD

謝謝



www.formosams.com

