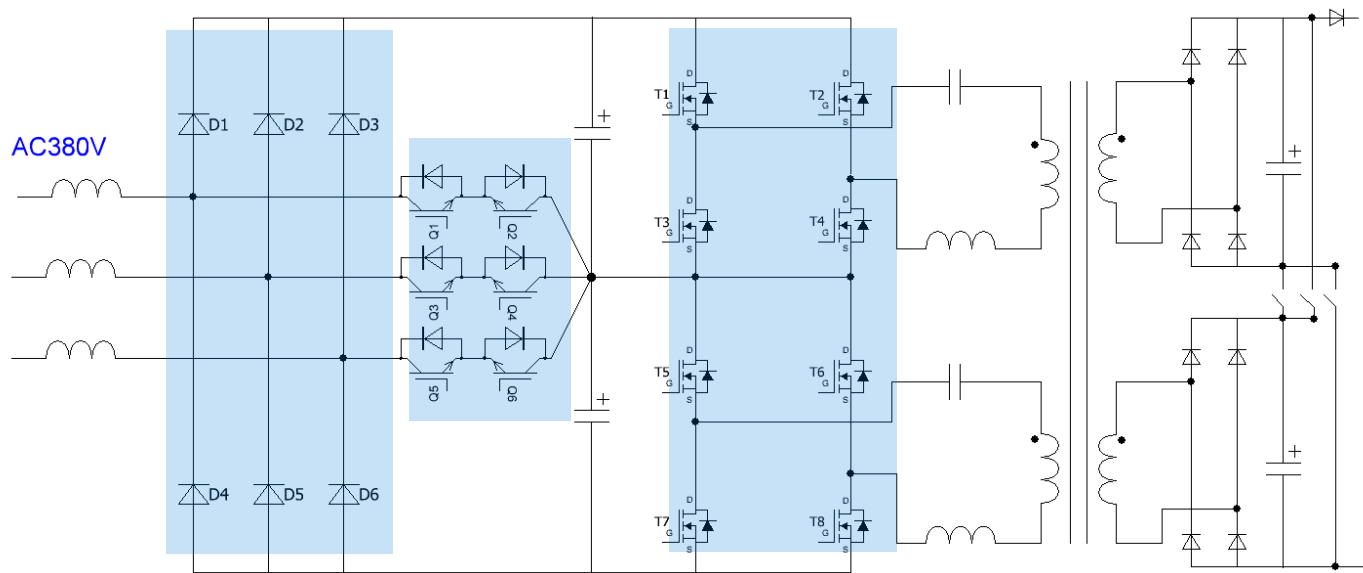


SiC

基本半导体产品在充电桩电源模块中的应用

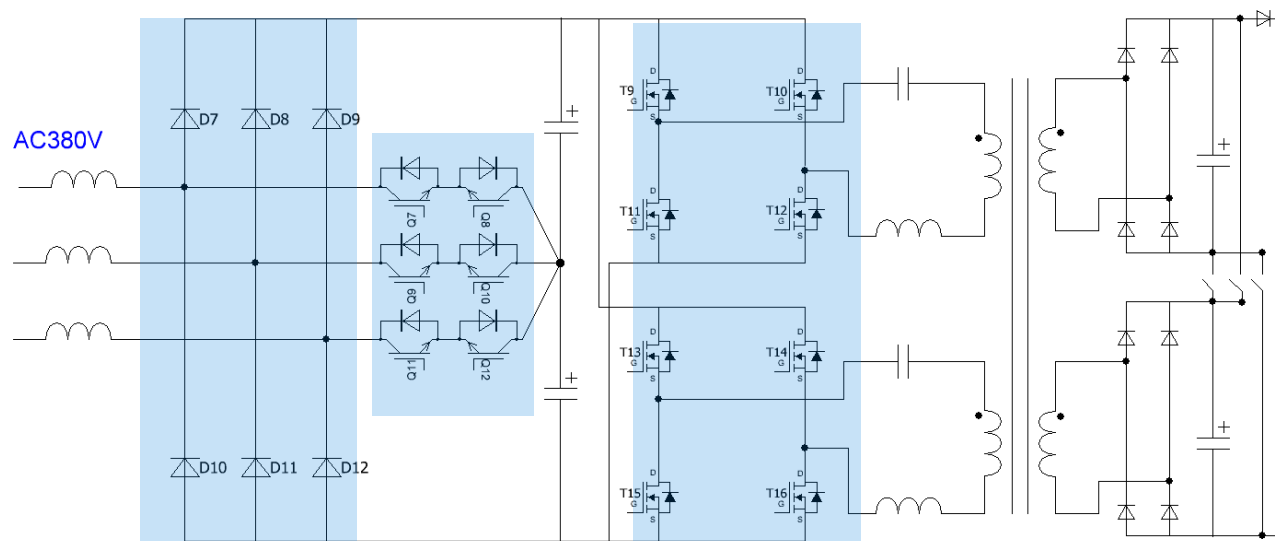
Rev. 1.0

— 2025/01/04 —



维也纳+Si超结MOSFET的LLC

电路位置	充电桩模块功率	SiC SBD	维也纳横管专用IGBT	SiC MOSFET分立器件	驱动芯片	电源控制芯片
维也纳整流	30kW	B4D30120H B3D30120H	BG75N65HRA1 (反并工频二极管)	/	BTL27524R	/
	40kW	B3D40120H2 B4D40120H		/		
LLC	30kW	/	/	B3M040065H B3M040065Z	BTL27524R	BTP1521F BTP1521P
	40kW	/	/			
辅助电源	/	/	/	B2M600170R	/	BTP284xDR



维也纳+SiC MOSFET的H桥

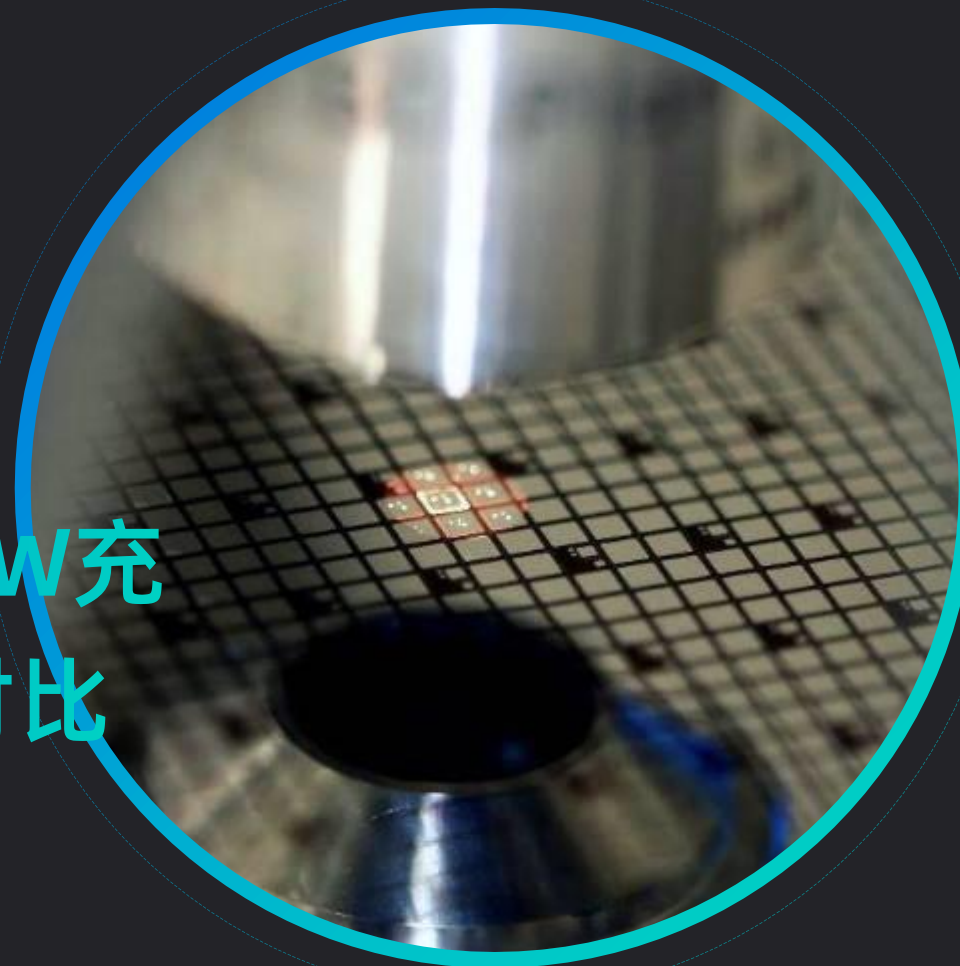
电路位置	充电桩模块功率	SiC SBD	维也纳横管专用IGBT	SiC MOSFET分立器件	SiC MOSFET模块	驱动芯片	电源控制芯片
维也纳整流	40kW	B3D40120H2 B4D40120H	BG75N65HRA1 (反并工频二极管)	/	/	BTL27524R	/
	60kW	B3D50120H2 B3D60120H2 B4D60120H2		/	/		
LLC或移相全桥	40kW	/	/	B2M040120Z B3M040120Z	B2M040120T	/	/
	60kW	/	/	B2M030120Z	/		
门极驱动	/	/	/	/	/	BTD5350MCWR BTD25350MMCWR	BTP1521P BTP1521F
辅助电源	/	/	/	B2M600170R	/	/	BTP284xDR



| www.basicsemi.com | PAGE 4

01

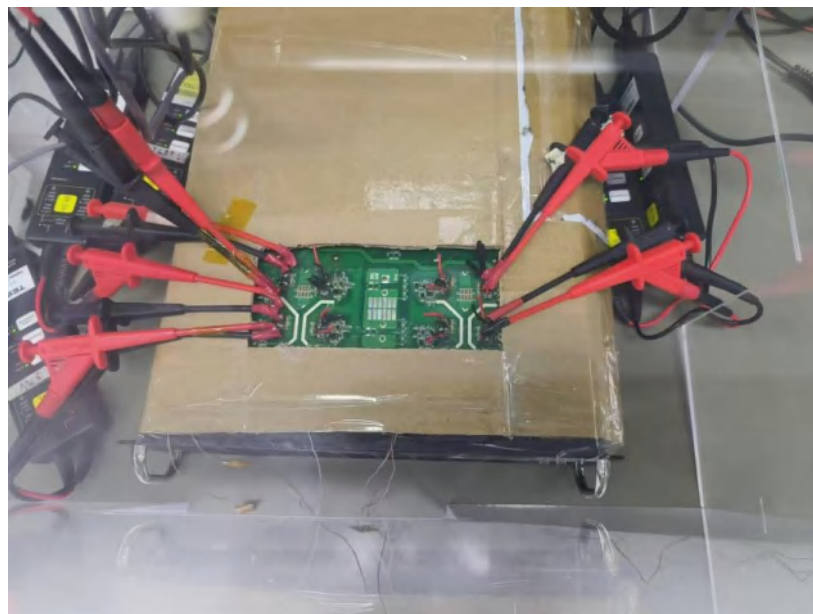
B2M040120Z与
C3M0040120K在40kW充
电桩电源模块上实际对比
测试数据



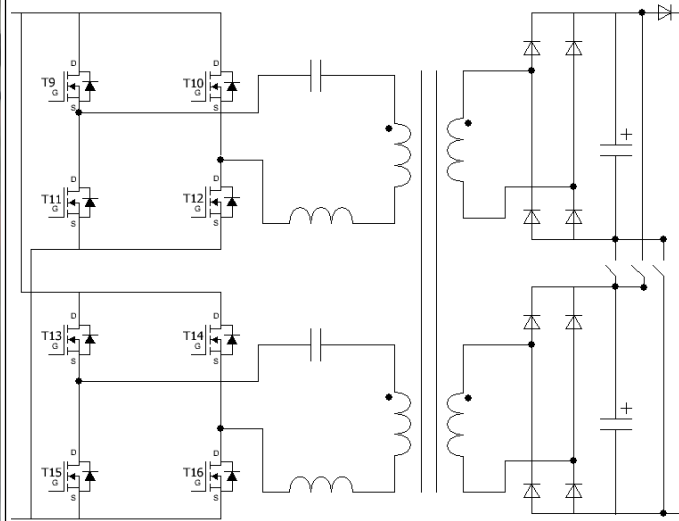
测试仪器和设备



测试平台



充电桩电源模块实物



充电桩电源模块拓扑 (DC-DC)

我司采购某知名客户的40kW充电桩电源模块进行测试，原机使用的器件为C3M0040120K，我司将B2M040120Z装入该机型上，测试该器件的实际效率表现。

效率测试数据（驱动电压-3V/+15V）					
型号				B2M040120Z	C3M0040120K
输出电压(V)	输出电流(A)	输入功率(kW)	输出功率（kW）	效率(%)	
150V	10.00	1.76	1.496	84.81	84.87
	59.98	9.62	8.997	93.57	93.48
500V	3.01	1.83	1.503	82.21	82.97
	40.01	20.77	19.996	96.28	96.32
	60.00	31.17	29.971	96.15	96.17
750V	2.02	1.68	1.511	87.45	87.77
	26.70	20.70	20.014	96.70	96.67
	39.93	31.11	29.927	96.19	96.17
平均效率				91.67	91.80

从以上数据可知，充电桩电源模块重载下，B2M040120Z与C3M0040120K应用在40kW充电桩电源模块上展现的整机效率相当。如果提高到+18V的门极电压，相信效率指标会更优。

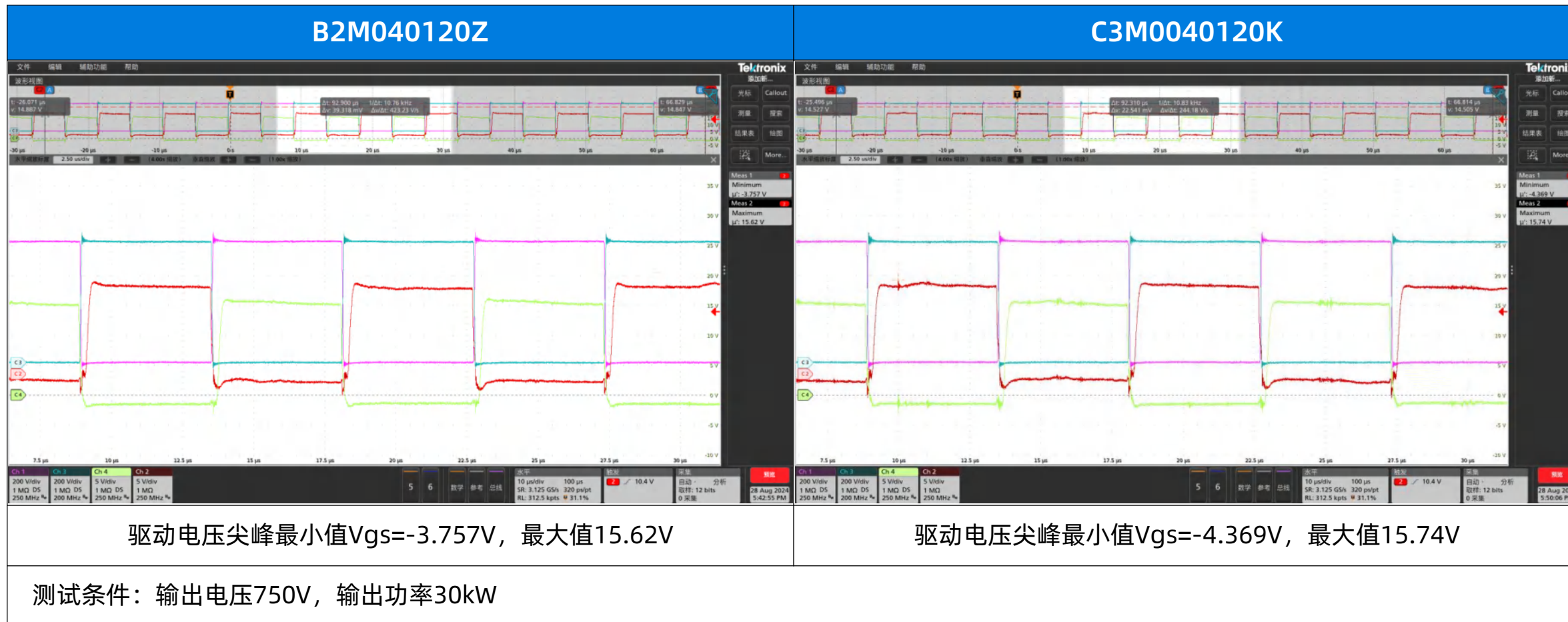
温升测试数据（驱动电压-3V/+15V）				
型号			B2M040120Z	C3M0040120K
输出电压(V)	输出功率(kW)	环境温度（℃）	散热器温度（℃）	
150V	1.5	23.8	55	53.8
	9	23.8	39.6	40.8
500V	1.5	23.8	46.3	46.8
	20	23.8	65	64.9
	40	23.8	65.1	62
750V	1.5	23.8	35.5	34.8
	20	23.8	47	48.3
	40	23.8	60.1	63.5

两组温度测试数据的测试点为同一个位置。
从以上数据可知，B2M040120Z与C3M0040120K应用在40kW充电桩电源模块上的器件温升接近。

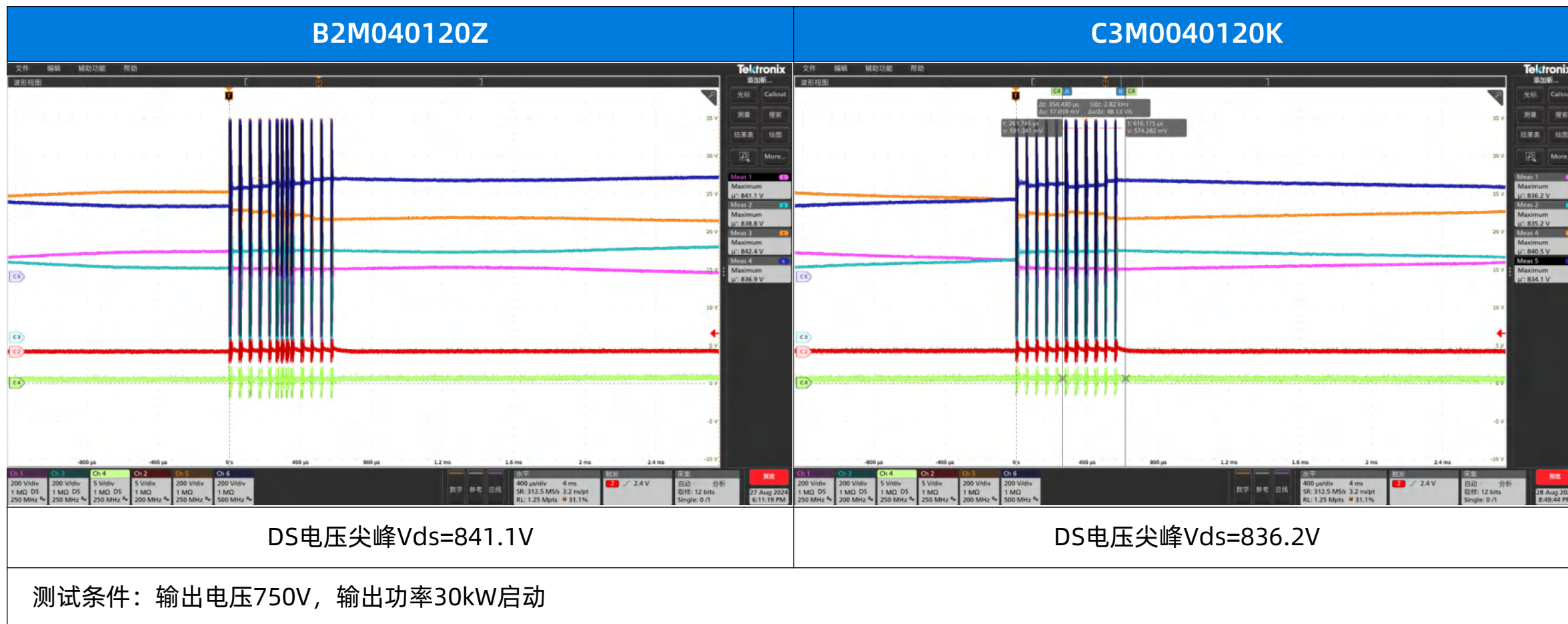
驱动电压测试数据（驱动电压-3V/+15V）					
型号		B2M040120Z	C3M0040120K	B2M040120Z	C3M0040120K
输出电压(V)	输出功率(kW)	负电压最大值（V）		正电压最大值（V）	
150V	1.5	-2.909	-2.998	15.57	15.48
	9	-4.792	-5.051	15.61	15.51
500V	1.5	-5.395	-5.564	16.17	15.83
	20	-5.392	-5.841	15.68	15.72
	30	-5.015	-5.441	16.22	15.85
750V	1.5	-3.720	-4.320	15.64	15.82
	20	-3.660	-4.113	15.57	15.73
	30	-3.757	-4.369	15.62	15.74

从以上数据可知，B2M040120Z的驱动负电压的尖刺比C3M0040120K要浅。

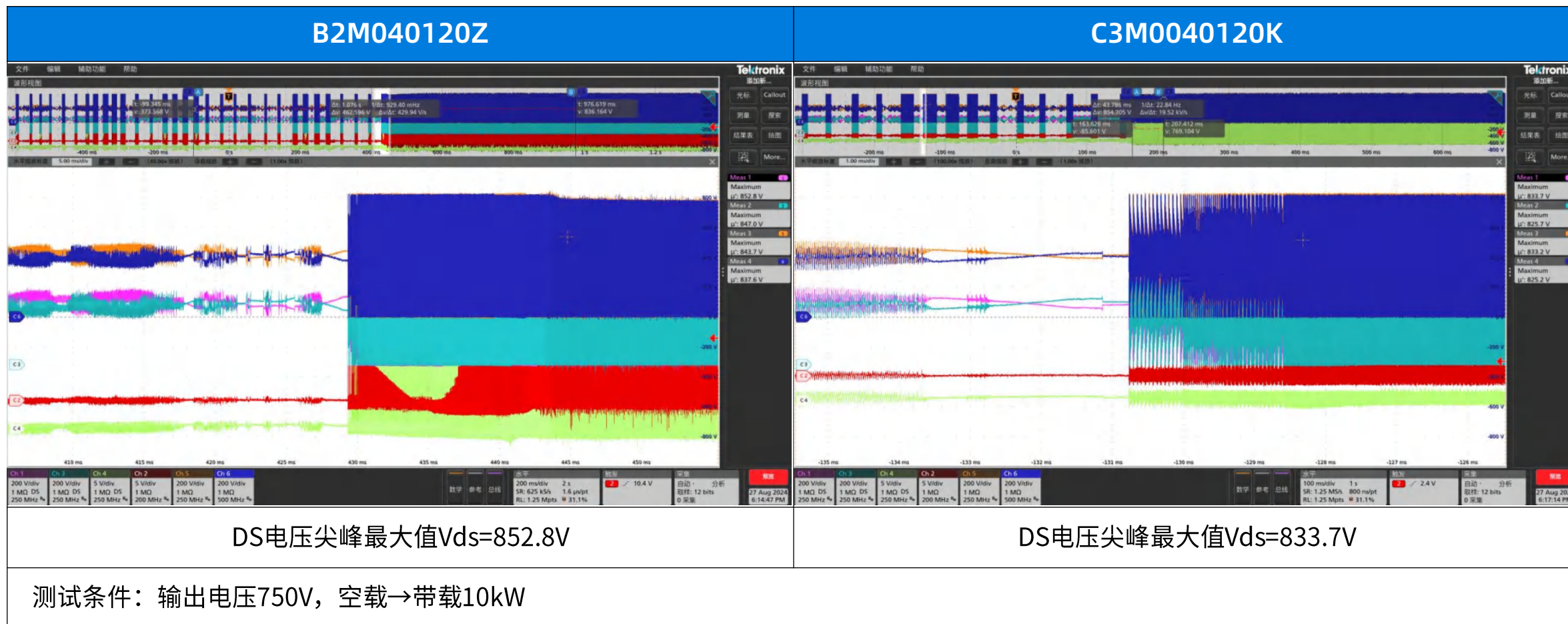
B2M040120Z与C3M0040120K在40kW充电桩电源模块工作波形测试对比--稳态工作



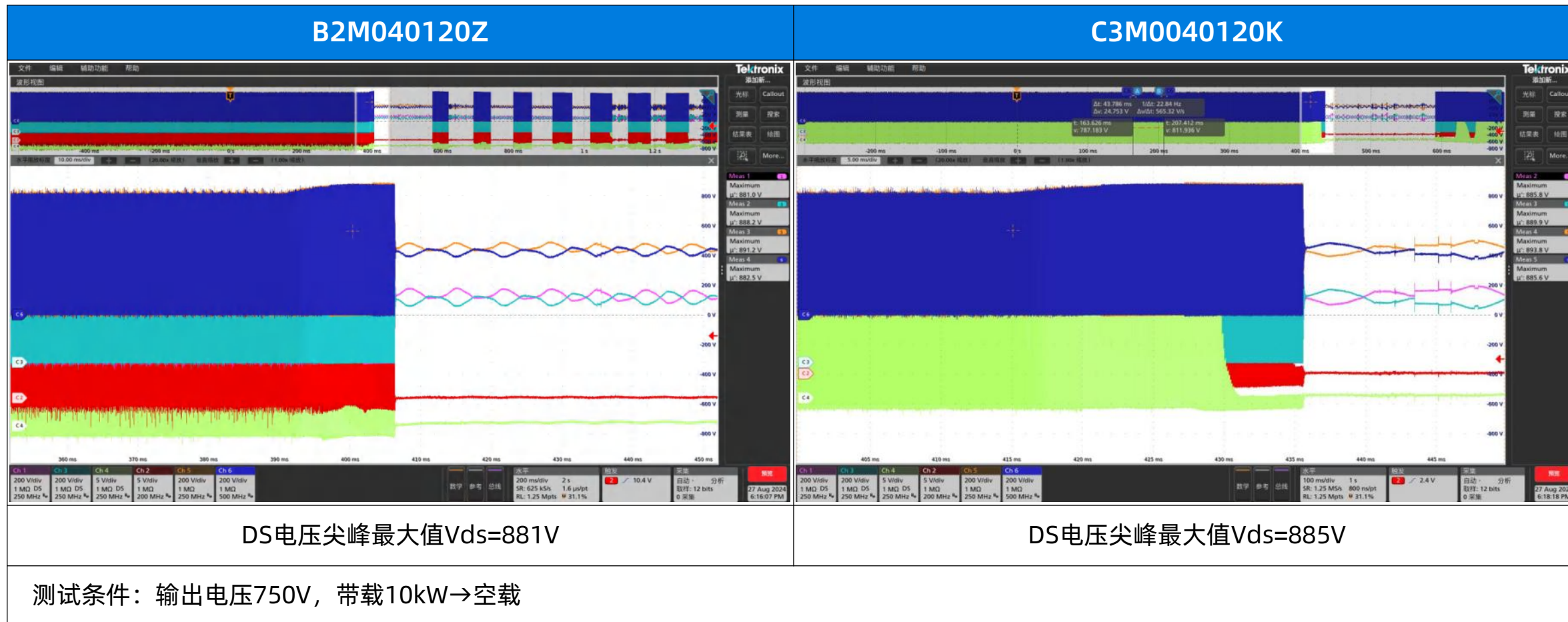
B2M040120Z与C3M0040120K在40kW充电桩电源模块工作波形测试对比--带30kW起机过程



B2M040120Z与C3M0040120K在40kW充电桩电源模块工作波形测试对比--突加载过程

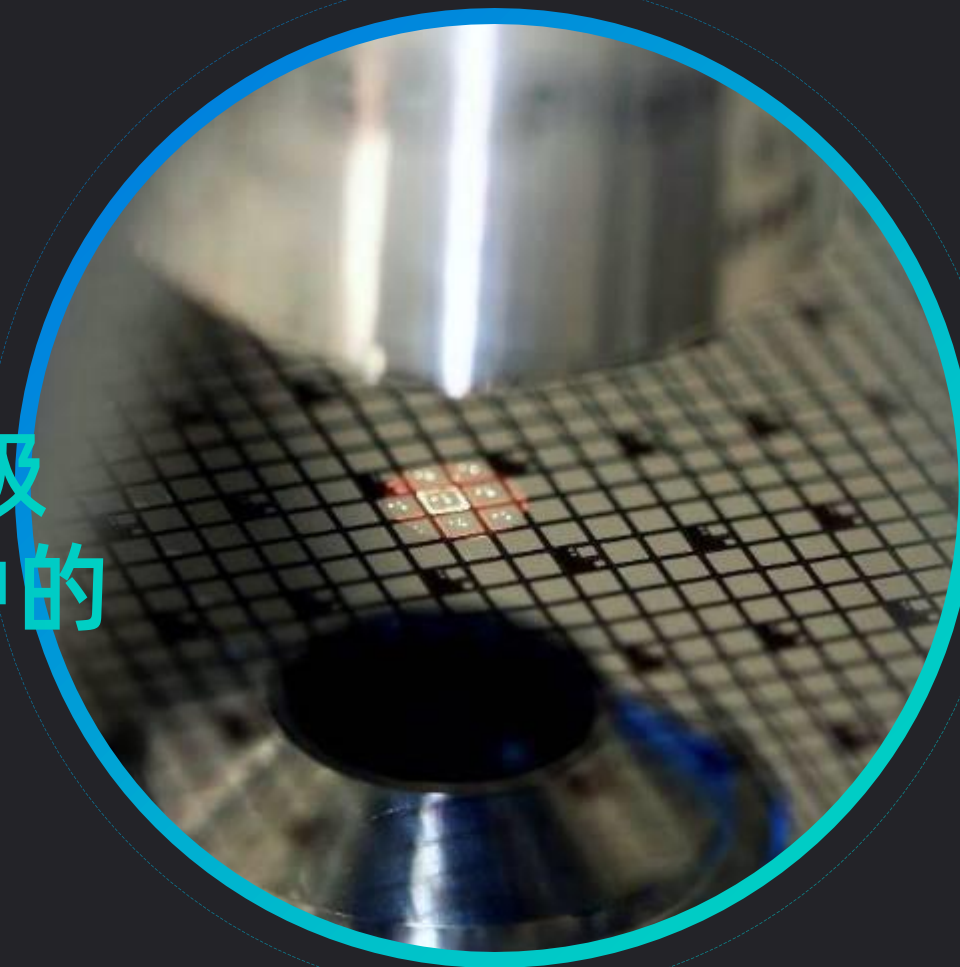


B2M040120Z与C3M0040120K在40kW充电桩电源模块工作波形测试对比--突卸载过程



02

B2M040120Z在某单级
变换充电桩电源模块中的
实测数据



单级变换模块效率对比实测--B2M040120Z，实测成绩截图（客户提供）

- 某充电桩电源模块客户采用单级变换的拓扑(矩阵变换器)，实测B2M040120Z与某进口品牌40mR同封装产品，对比效率
- B2M040120Z的效率表现比该进口品牌出色
 - ◆ 原因是B2M040120Z的Eoff优于对手，在软开关拓扑中，Eon被软掉了，Eoff优势就表现出来了。

	模块：40kw MC管子：Basic半导体				环境温度：26℃		
	输入设备：市电 输入电压：407V（线电压）						
	输出工况：400V,50A						
运行时间/min	实际输入功率/kw	实际输出电压/V	实际输出电流/A	实际输出功率/kw		分流器测量结果/mv	效率
1	20.31	399.48	49.89866654	19.93351931		18.712	98.146%
5	20.3	399.5	49.88266654	19.92812528		18.706	98.168%
10	20.3	399.48	49.88533321	19.92819291		18.707	98.168%
15	20.29	399.48	49.86666654	19.92073595		18.7	98.180%
25	20.29	399.49	49.88533321	19.92869176		18.707	98.219%
输出工况:400V, 90A							
运行时间/min	实际输入功率/kw	实际输出电压/V	实际输出电流/A	实际输出功率/kw		分流器测量结果/mv	效率
1	36.73	400.21	89.86399978	35.96447135		33.699	97.916%
10	36.73	400.15	89.86399978	35.95907951		33.699	97.901%
输出工况 600V, 50A							
运行时间/min	实际输入功率/kw	实际输出电压/V	实际输出电流/A	实际输出功率/kw		分流器测量结果/mv	效率
5	31.24	600.4	49.95199988	29.99118073		18.732	96.002%

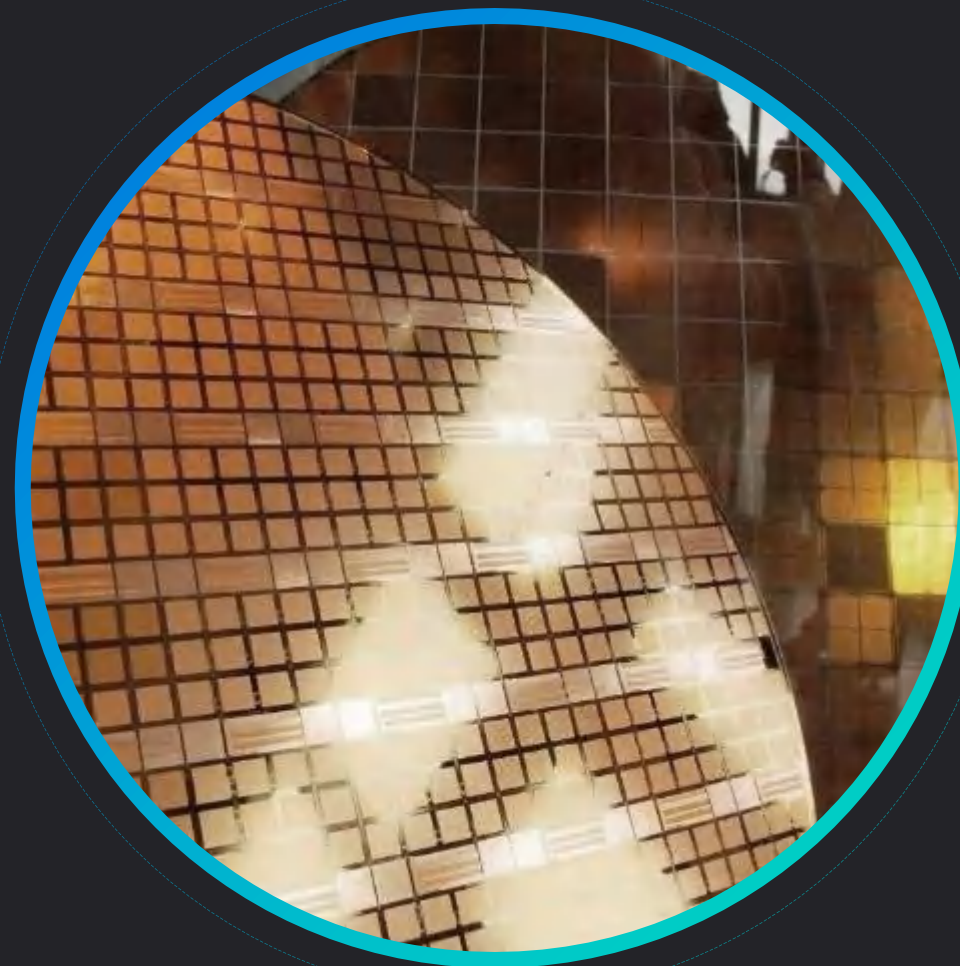
■ 测试结果由客户提供，当事人为了确认结果可信，反复确认各种设置，于两个时间点重复同一测试，确认测试结果一致。

输出工况400V, 50A 环境温度：25.8℃								
运行时间/min	实际输入功率/kw	实际输出电压/V	实际输出电流/A	实际输出功率/kw			分流器测量结果/mv	效率
5	20.48	399.45	49.89599988	19.93095715			18.711	97.319%
10	20.53	399.48	50.00799987	19.97719579			18.753	97.307%
15	20.51	399.5	49.95733321	19.95795462			18.734	97.308%
20	20.53	399.48	49.94666654	19.95269435			18.73	97.188%
25	20.53	399.47	49.97066654	19.96178216			18.739	97.232%
30	20.53	399.48	49.97599988	19.96441243			18.741	97.245%
35	20.53	399.47	49.98666654	19.96817368			18.745	97.263%
40	20.53	399.49	49.94399988	19.95212851			18.729	97.185%
45	20.53	399.45	49.95199988	19.95332635			18.732	97.191%
50	20.52	399.5	50.02133321	19.98352262			18.758	97.386%

输出工况600V, 40A								
运行时间/min	实际输入功率/kw	实际输出电压/V	实际输出电流/A	实际输出功率/kw			分流器测量结果/mv	效率
5	25.59	600.3	40.0239999	24.02640714			15.009	93.890%
12	25.66	600.2	40.04533323	24.03520901			15.017	93.668%
19	25.68	600.2	40.05333323	24.04001061			15.02	93.614%
26	25.7	600.3	40.05866657	24.04721754			15.022	93.569%
34	25.73	600.3	40.0639999	24.05041914			15.024	93.472%
39	25.73	600.3	40.0639999	24.05041914			15.024	93.472%
45	25.73	600.3	40.05866657	24.04721754			15.022	93.460%
51	25.73	600.3	40.07733323	24.05842314			15.029	93.503%

03

充电桩电源模块主功率 部分采用SiC器件介绍

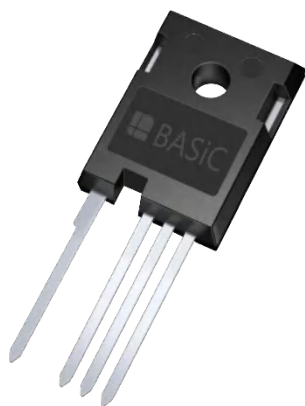


基本半导体第二代碳化硅MOSFET系列新品基于6英寸晶圆平台进行开发，比上一代产品在品质系数因子（ $FOM = R_{DS(ON)} * Q_G$ ）、开关损耗以及可靠性等方面表现更为出色。同时，B2M SiC MOSFET系列产品的封装更为丰富，以更好满足客户需求。

近期基本半导体再次推出第三代碳化硅MOSFET，型号B3M040120Z和B3M013C120Z，产品性能在FOM，开关损耗，可靠性等方面比第二代产品更优。



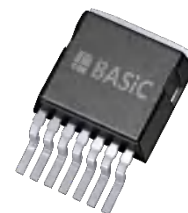
TO-247-3



TO-247-4



TO-247PLUS-4



TO-263-7



SOT-227

电压	R _{DS(on)}	TO-247-3	TO-247-4	TO-247PLUS-4	TO-263-7	SOT-227
650V	40mΩ	B3M040065H	*B3M040065Z		*B3M040065R	
750V	8mΩ		B2M008075HK			
	4mΩ			B2M004075Y		
1200V	160mΩ	B2M160120H	B2M160120Z		B2M160120R	
	80mΩ	B2M080120H	B2M080120Z		B2M080120R	
	65mΩ	B2M065120H	B2M065120Z		B2M065120R	
	40mΩ	B2M040120H	B2M040120Z B3M040120Z		B2M040120R	
	30mΩ		B2M030120Z		B2M030120R	B2M030120N
	13mΩ	B3M013C120H	B3M013C120Z			
	11mΩ		B2M011120HK			B2M012120N
	8mΩ			*B3M008C120Y		
	6mΩ			B2M006120Y		
1700V	600mR	B2M600170H			B2M600170R	
2000V	24mΩ	B2M024200H				
3300V	1000mΩ				*B2M1000330R	

*即将推出

$$FOM = R_{DS(ON)} * Q_G$$

■ 表征器件的通态损耗参数： $R_{DS(ON)}$

- ◆ $R_{DS(ON)}$ 越小，器件的导通损耗越低；
- ◆ B2M SiC MOSFET的 $R_{DS(ON)}$ 参数在开通18V下标定，开通20V下参数更低。

■ 表征器件的器件的开关损耗参数： Q_G

- ◆ Q_G 越小，器件的开关速度越快，适合高频应用。

■ 同时表征器件的通态损耗和开关损耗的归一化参数：FOM。在FOM中， $R_{DS(ON)}$ 和 Q_G 一对跷跷板，需取Trade off

- ◆ $R_{DS(ON)}$ 越小，芯片面积越大（成本上升），器件额定电流越大，但 Q_G 越大，开关损耗上升，不适合在高频下使用；
- ◆ Q_G 越小，芯片面积减小，开关损耗减小，适合高频，但器件额定电流较小，无法应用在大功率场合，或带来并联数量过多。

■ 功率开关器件的追求：FOM值更优，器件综合损耗更低

- ◆ 同样的 $R_{DS(ON)}$ ， Q_G 更小，FOM减小；
- ◆ 同样的 Q_G ， $R_{DS(ON)}$ 更小，FOM减小。

BASiC 1200V 40mR SiC MOSFET关键静态参数对比（与国际品牌）

品牌	BASiC	BASiC	C***	I***	O***	S***	R***	单位
型号	B3M040120Z	B2M040120Z	C3M0040120K	IMZA120R040M1H	NTH4L040N120M3S	SCT040W120G3-4	SCT3040KR	
工艺技术	平面栅	平面栅	平面栅	沟槽栅	平面栅	平面栅	沟槽栅	/
Generation	G3	G2	G3	M1H	M3S	G3	G4	/
$V_{GS(ON)}$	18	18	15	18	18	18	18	V
$R_{DS(ON)}$	Tj=25°C	40	40	40	39	40	40	mΩ
	Tj=175°C	75	70	68	77	80	70	
$V_{GS(th)}$	Tj=25°C	2.7	2.7	2.7	4.2	2.9	3.1	V
	Tj=175°C	1.9	1.9	2.2	3.6	/	2.2	
$R_{th(j-c)}$	0.48	0.49	0.46	0.51	0.65	0.56	0.44	°C/W
I_D	Tc=25°C	64	69	66	55	43	40	A
	Tc=100°C	45	48	48	39	31	40	
$I_{D,pulse}$	124	123	100	117	134	179	137	A
Ciss	1870	2100	2900	1620	1700	1329	1337	pF
Coss	82	115	103	75	80	78	76	pF
Crss	6	6	5	11	7	10	27	pF
Q_G	85	90	99	39	75	56	107	nC
FOM	Tj=25°C	3400	3600	3960	1521	3000	2240	mΩ*nC
R_{gint}	1.3	1.6	3.5	2.5	3.8	1.4	7	Ω
V_{SD}	Tj=25°C	5	4.6	5.5	3.8	4.5	2.6	V
	Tj=175°C	4.3	4	4.9	3.6	4.1	/	
Tjmax	175	175	175	175	175	200	175	°C
Package	TO-247-4							/

- 平面栅工艺：B3M040120Z的产品水平与C***第三代和O***公司的M3S系列水平接近，比第二代B2M040120Z更出色。
- 沟槽栅工艺：因沟槽工艺优势，FOM值更低，但沟槽栅相同 $R_{DS(ON)}$ 水平下，其额定电流较小。并且在高温下，沟槽栅的 $R_{DS(ON)}$ 相对于常温上升得很快，接近2倍左右。

■ 根据静态特性，BASiC 1200V 40mR的实际BV_{DSS}的接近1600V，BV_{DSS}余量高于 C3M0040120K (W^{***}) 和 IMZA120R040M1H (I^{***}) 。

项目	测试条件		样本	B2M040120Z (BASiC)	B3M040120Z (BASiC)	C3M0040120K (W ^{***})	IMZA120R040M1H (I ^{***})	单位
BV _{DSS}	V _{GS} =0V, I _D =100μA	Tj=25℃	1#	1669.88	1596.57	1534.08	1509.98	V
			2#	1672.11	1593.74	1504.92	1511.65	
			3#	1678.74	1590.44	1570.53	1511.71	
		Tj=125℃	1#	1712.14	1634.82	1560.94	1541.25	
			2#	1716.43	1632.44	1529.83	1546.73	
			3#	1722.41	1627.16	1597.39	1546.96	
I _{DSS}	V _{DS} =1200V, V _{GS} =0V	Tj=25℃	1#	0.05	0.07	0.01	0.08	uA
			2#	0.05	0.05	0.02	0.01	
			3#	0.13	0.05	0.01	0.01	
		Tj=125℃	1#	0.11	0.24	0.03	0.25	
			2#	0.18	0.11	0.02	0.05	
			3#	0.29	0.18	0.05	0.05	

■ 根据静态特性，BASiC 1200V 40mR在 IGSS+, IGSS-相接近于 C3M0040120K (W***) 和 IMZA120R040M1H (I***) 。

项目	测试条件		样本	B2M040120Z (BASiC)	B3M040120Z (BASiC)	C3M0040120K (W***)	IMZA120R040M1H (I***)	单位
IGSS+	$V_{GS}=+18V$, $V_{DS}=0V$	Tj=25℃	1#	47.75	46.60	56.86	43.95	pA
			2#	44.50	46.07	65.03	47.31	
			3#	40.46	45.15	59.48	58.58	
		Tj=125℃	1#	243.20	278.40	399.50	92.70	
			2#	248.70	111.00	352.20	176.50	
			3#	187.10	271.80	327.00	116.50	
IGSS-	$V_{GS}=-4V$, $V_{DS}=0V$	Tj=25℃	1#	-21.39	-18.35	-17.80	-25.43	pA
			2#	-16.18	-16.06	-14.78	-23.52	
			3#	-20.54	-16.71	-18.83	-17.97	
		Tj=125℃	1#	-75.70	-38.80	-87.30	-28.40	
			2#	-96.60	-78.60	-19.90	-71.40	
			3#	-61.90	-55.40	-11.00	-42.20	

- BASiC 1200V 40mR 高温的Rdson是常温的1.3倍左右，跟C3M0040120K(W***)的Rdson高温变化倍率相接近。
- 由于IMZA120R040M1H (I***) 是沟槽栅工艺，高温的Rdson是常温的1.6倍左右。

项目	测试条件		样本	B2M040120Z (BASiC)	B3M040120Z (BASiC)	C3M0040120K (W***)	IMZA120R040M1H (I***)	单位
Rdson1	V _{GS} =+15V, I _{DS} =20A	Tj=25℃	1#	43.72	45.10	35.43	47.22	mΩ
			2#	43.61	45.29	34.71	46.94	
			3#	43.74	45.08	36.51	46.74	
		Tj=125℃	1#	50.20	58.03	51.51	75.88	
			2#	50.17	59.05	49.20	75.29	
			3#	50.41	58.17	53.78	75.12	
Rdson2	V _{GS} =+18V, I _{DS} =40A	Tj=25℃	1#	35.78	38.35	32.03	44.66	mΩ
			2#	35.68	38.79	31.21	44.34	
			3#	35.80	38.49	33.20	44.10	
		Tj=125℃	1#	46.83	55.54	50.47	78.13	
			2#	46.80	56.68	47.98	77.45	
			3#	47.10	55.66	53.08	77.25	

■ 根据静态特性，BASiC 1200V 40mR在 $V_{GS(th)}$ ， V_{sd} 相接近于 C3M0040120K (W***) 和 IMZA120R040M1H (I***) 。

项目	测试条件		样本	B2M040120Z (BASiC)	B3M040120Z (BASiC)	C3M0040120K (W***)	IMZA120R040M1H (I***)	单位
$V_{GS(th)}$	$V_{GS}=V_{DS}$, $I_{DS}=8.3mA$	Tj=25°C	1#	2.70	2.74	2.70	4.42	V
			2#	2.70	2.71	2.69	4.44	
			3#	2.71	2.73	2.67	4.44	
		Tj=125°C	1#	2.14	2.13	2.36	3.85	
			2#	2.13	2.15	2.35	3.87	
			3#	2.12	2.10	2.34	3.87	
V_{SD}	$V_{GS}=-4V$, $I_{SD}=20A$	Tj=25°C	1#	4.63	5.07	4.98	4.54	V
			2#	4.62	5.09	4.90	4.55	
			3#	4.60	5.08	5.08	4.54	
		Tj=125°C	1#	4.08	4.50	4.55	4.26	
			2#	4.07	4.52	4.48	4.26	
			3#	4.05	4.52	4.64	4.26	

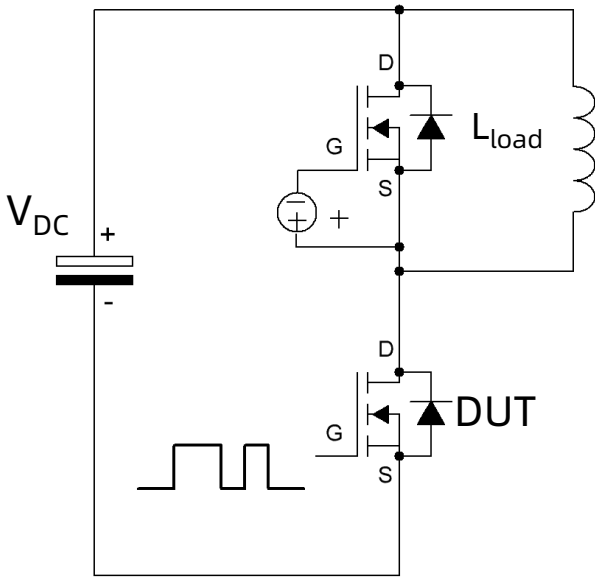
项目	测试条件		样本	B2M040120Z (BASiC)	B3M040120Z (BASiC)	C3M0040120K (W***)	IMZA120R040M1H (I****)	单位
Ciss	V _{GS} =0V, V _{DS} =800V, f=100kHz	Tj=25℃	1#	2090	1860	2830	1650	pF
			2#	2070	1860	2820	1650	
			3#	2080	1860	2850	1640	
		Tj=125℃	1#	2110	1870	2850	1660	
			2#	2080	1880	2830	1650	
			3#	2100	1870	2870	1650	
Crss	V _{GS} =0V, V _{DS} =800V, f=100kHz	Tj=25℃	1#	6.80	7.33	7.30	8.52	pF
			2#	6.95	6.75	7.42	8.44	
			3#	6.87	7.06	7.12	8.45	
		Tj=125℃	1#	6.64	7.04	7.04	8.48	
			2#	6.64	6.45	7.15	8.19	
			3#	6.85	6.84	6.89	8.13	

项目	测试条件		样本	B2M040120Z (BASiC)	B3M040120Z (BASiC)	C3M0040120K (W***)	IMZA120R040M1H (I****)	单位
Coss	V _{GS} =0V, V _{DS} =800V, f=100kHz	Tj=25℃	1#	117.33	82.60	107.48	78.72	pF
			2#	117.09	82.34	108.34	78.58	
			3#	116.72	82.40	106.55	78.51	
		Tj=125℃	1#	117.96	82.53	106.80	78.66	
			2#	117.09	82.25	108.35	78.19	
			3#	117.03	81.91	106.73	78.74	
Qg	V _{GS} =0V, V _{DS} =800V, f=100kHz	Tj=25℃	1#	87.93	86.94	109.17	59.72	nC
			2#	87.87	84.39	109.22	59.34	
			3#	87.72	85.82	109.11	59.24	

测试条件: $V_{GS}=-4V/+18V$, $R_{gon}=R_{goff}=8.2\Omega$, 驱动IC-BTD5350MCWR, $V_{DC}=800V$, $I_D=40A$, $L_o=53nH$, $L_{Load}=200\mu H$

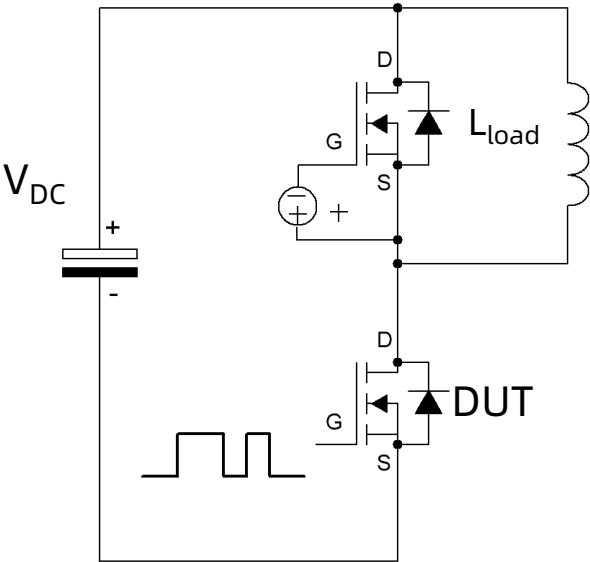
项目		测试条件	B2M040120Z (BASiC)	B3M040120Z (BASiC)	C3M0040120K (W***)	IMZA120R040M1 H (I***)	单位
SiC MOSFET	di/dt ,ON	Tj=25℃	2.44	2.69	2.56	3.03	kA/us
	dv/dt,ON		18.01	21.36	23.42	23.61	kV/us
	Eon		810	664	630	600	uJ
	di/dt,OFF		1.96	2.22	1.76	2.21	kA/us
	dv/dt, OFF		51.66	59.38	47.93	63.05	kV/us
	V _{DS,peak}		1092	1141	1068	1118	V
	Eoff		170	162	231	170	uJ
	Etotat		980	826	861	770	uJ
SiC MOSFET	di/dt ,ON	Tj=125℃	2.65	2.86	2.72	3.06	kA/us
	dv/dt,ON		19.72	22.10	22.96	21.86	kV/us
	Eon		910	767	765	820	uJ
	di/dt,OFF		2.02	2.28	1.68	2.09	kA/us
	dv/dt, OFF		55.80	63.10	49.17	60.87	kV/us
	V _{DS,peak}		1078	1125	1062	1101	V
	Eoff		160	151	231	180	uJ
	Etotat		1070	918	996	1000	uJ

结论: 在相同的测试条件下, B3M040120Z关断损耗比B2M040120Z, 降低了4.7%。开通损耗比B2M040120Z, 降低18%。
B3M040120Z关断损耗比C3M0040120K, 少了30%。且B3M040120Z的总损耗C3M0040120K少了4%。
在高温条件, B3M040120Z的总损耗优于C3M0040120K和IMZA120R040M1H。



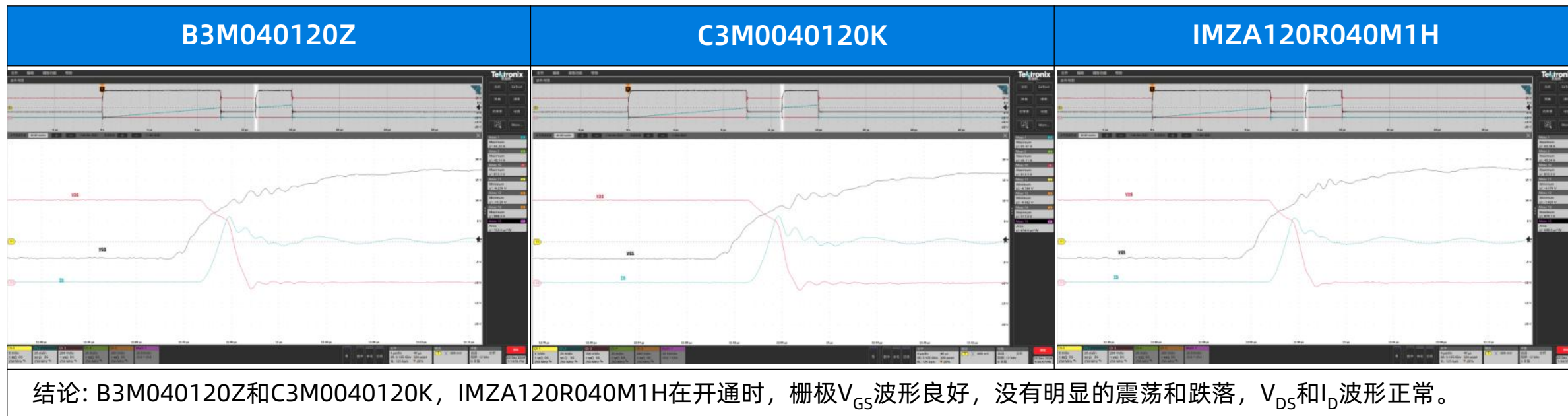
驱动开通电压为+18V，SiC MOSFET体二极管做续流时的动态参数对比。

测试条件：V _{GS} =-4V/+18V, Rgon=Rgoff=8.2Ω, 驱动IC-BTD5350MCW, V _{DC} =800V, I _D =40A, L _o =53nH, L _{Load} =200uH							
项目		测试条件	B2M040120Z (BASiC)	B3M040120Z (BASiC)	C3M0040120K (W***)	IMZA120R040M1 H (I***)	单位
Body Diode	I _{RRpeak}	Tj=25℃	-18.70	-18.96	-18.70	-17.61	A
	V _{DS,peak}		844	888	918	879	V
	Q _{rr}		0.29	0.28	0.25	0.25	nC
	di/dt		3.14	3.40	3.33	3.56	kA/us
	dv/dt		33.02	39.64	41.94	42.04	kV/us
Body Diode	I _{RRpeak}	Tj=125℃	-38.63	-37.50	-38.85	-46.35	A
	V _{DS,peak}		1012	1103	1149	1151	V
	Q _{rr}		0.62	0.54	0.50	0.57	nC
	di/dt		3.80	-37.50	3.92	4.20	kA/us
	dv/dt		45.05	50.63	59.86	52.94	kV/us

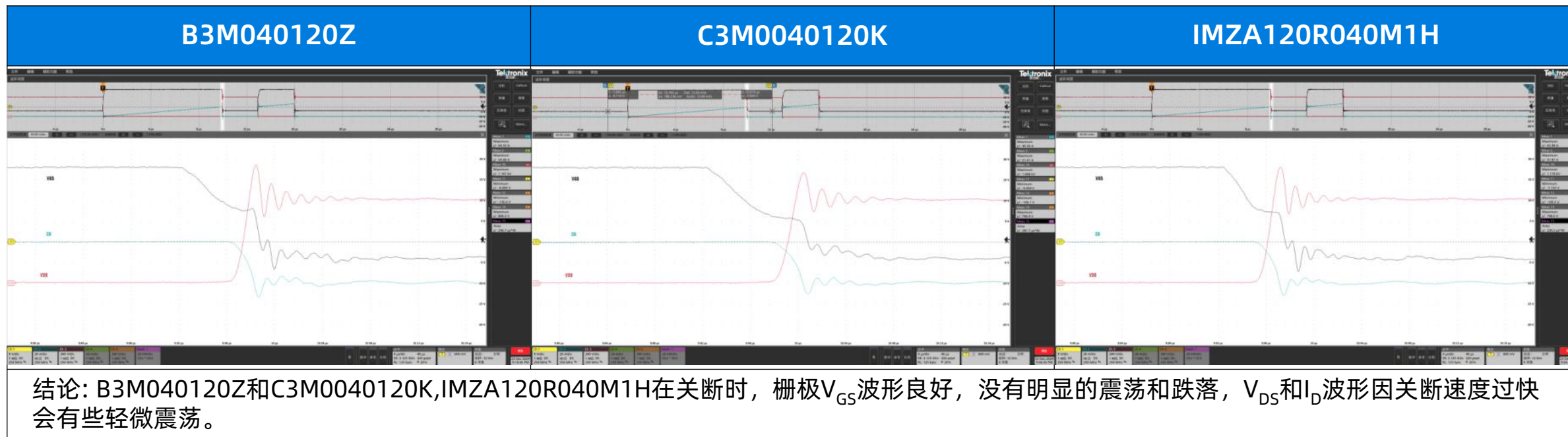


结论：在高温和低温，B3M040120Z的体二极管的反向恢复电荷Q_{rr}数值相当于C3M0040120K和IMZA120R040M1H。

测试条件: $V_{GS}=-4V/+18V$, $R_{gon}=R_{goff}=8.2\Omega$, $V_{DC}=800V$, $I_D=40A$, $L_{\sigma}=53nH$, $L_{Load}=200\mu H$, $T_j=25^{\circ}C$

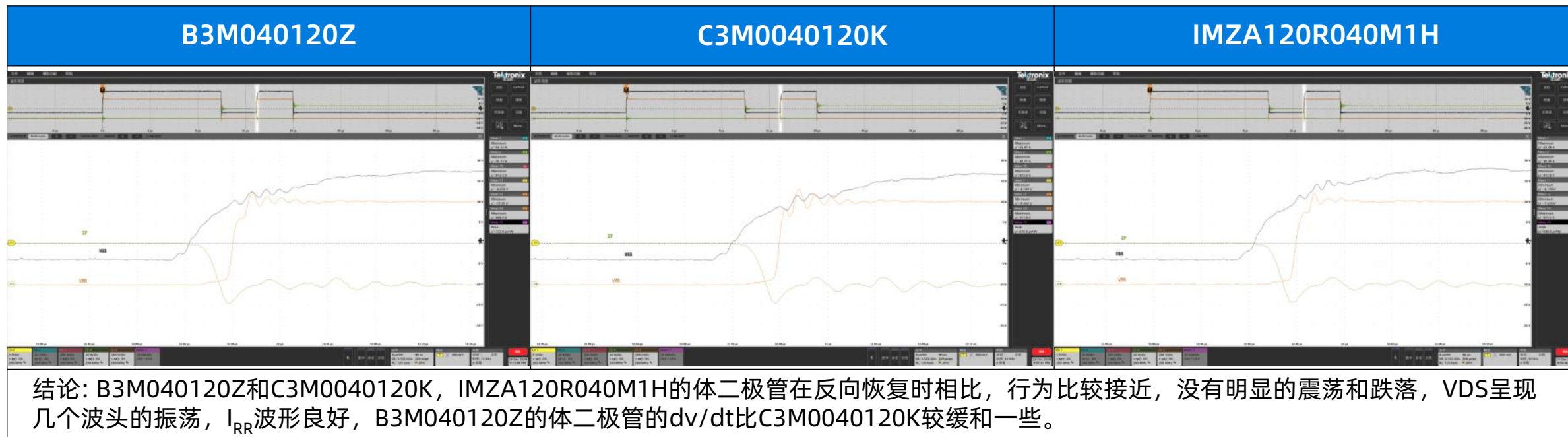


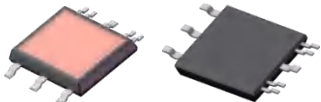
测试条件: $V_{GS} = -4V/+18V$, $R_{gon} = R_{goff} = 8.2\Omega$, $V_{DC} = 800V$, $I_D = 40A$, $L_\sigma = 53nH$, $L_{Load} = 200\mu H$, $T_j = 25^\circ C$



B3M040102Z与竞品body diode反向恢复行为对比

测试条件: $V_{GS}=-4V/+18V$, $R_{gon}=R_{goff}=8.2\Omega$, $V_{DC}=800V$, $I_D=40A$, $L_\sigma=53nH$, $L_{Load}=200\mu H$, $T_j=25^\circ C$

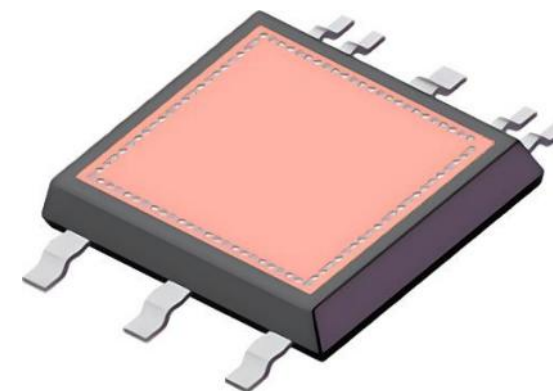
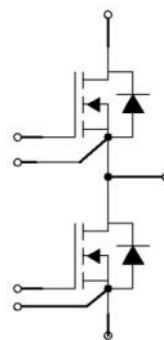


SiC半桥顶部散热MOSFET模块	SiC半桥MOSFET模块				
HSOP8	Pcore™2 (E1B)	Pcore™2 (E2B)	Pcore™2 (34mm)	Pcore™2(62mm)	Pcore™2 (ED3)
					
优势特点					
✓ 低导通电阻 ✓ 采用DBC陶瓷基板，实现内绝缘 ✓ 更优散热性能 ✓ 低寄生电感，低热阻 ✓ 安装方便，更具性价比	✓ 高晶圆可靠性 ✓ 优异抗噪特性 ✓ 高热性能及高封装可靠性 ✓ 使用Si₃N₄陶瓷基板，提高功率循环能力		✓ 低导通电阻，低导通损耗 ✓ 低开关损耗，适合高频应用 ✓ 高可靠性 ✓ 结温可达175℃		

封装	型号	拓扑	电压(V)	电流(A)	R _{DS(on)} (mΩ)
HSOP8	B2M080120T	半桥	1200	20	80
	B2M040120T	半桥	1200	40	80
Pcore™4 E1B	BMH027MR07E1G3	H桥（全桥）	650	40	27
Pcore™2 E1B	BMF011MR12E1G3	半桥	1200	120	11
Pcore™2 E2B	BMF008MR12E2G3	半桥	1200	160	8
	BMF240R12E2G3	半桥	1200	240	5.5
34mm	BMF80R12RA3	半桥	1200	80	15
	BMF160R12RA3	半桥	1200	160	7.5
62mm	BMF300R12KA3	半桥	1200	300	4.0
	BMF450R12KA3	半桥	1200	450	3.0
ED3	BMF300R12MA3	半桥	1200	300	4.0
	BMF450R12MA3	半桥	1200	450	3.0

■ 特征

- ◆ 低导通电阻，低通态损耗
- ◆ 低开关损耗，适合高频应用
- ◆ 具有高导热系数的ZTA陶瓷覆铜板
- ◆ 隔离电压可达3.4kVrms



封装尺寸: 32.7mm*25mm*5.5mm

■ 应用

- ◆ 快速充电桩模块
- ◆ UPS 数据中心
- ◆ 高精度机器人逆变焊机
- ◆ 光伏逆变器
- ◆ 高速电机驱动

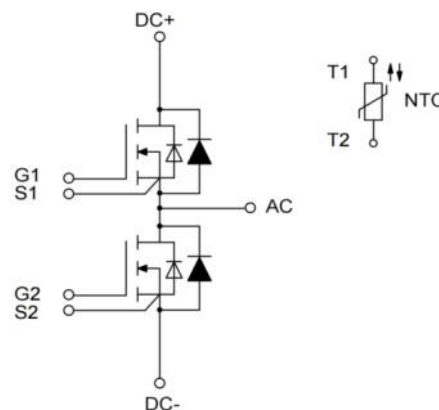
产品型号	电压(V)	$R_{DS(ON)}$ (m Ω)	拓扑结构	状态
BMF011MR12E1G3	1200	40	半桥	量产
BMH027MR07E1G3	1200	80	半桥	量产

■ 电气特征

- ◆ 低导通电阻，低通态损耗
- ◆ 低开关损耗，适合高频应用
- ◆ 高门槛电压，有效抑制误开通: $V_{GS(th)} \cdot typ = 4.0V$
- ◆ 芯片内嵌SiC SBD，没有反向恢复行为。
- ◆ 二极管低正向压降

■ 机械特征

- ◆ 具有出色功率循环能力的 Si_3N_4 陶瓷基板
- ◆ 压接针技术
- ◆ 内置 NTC 温度采样电阻

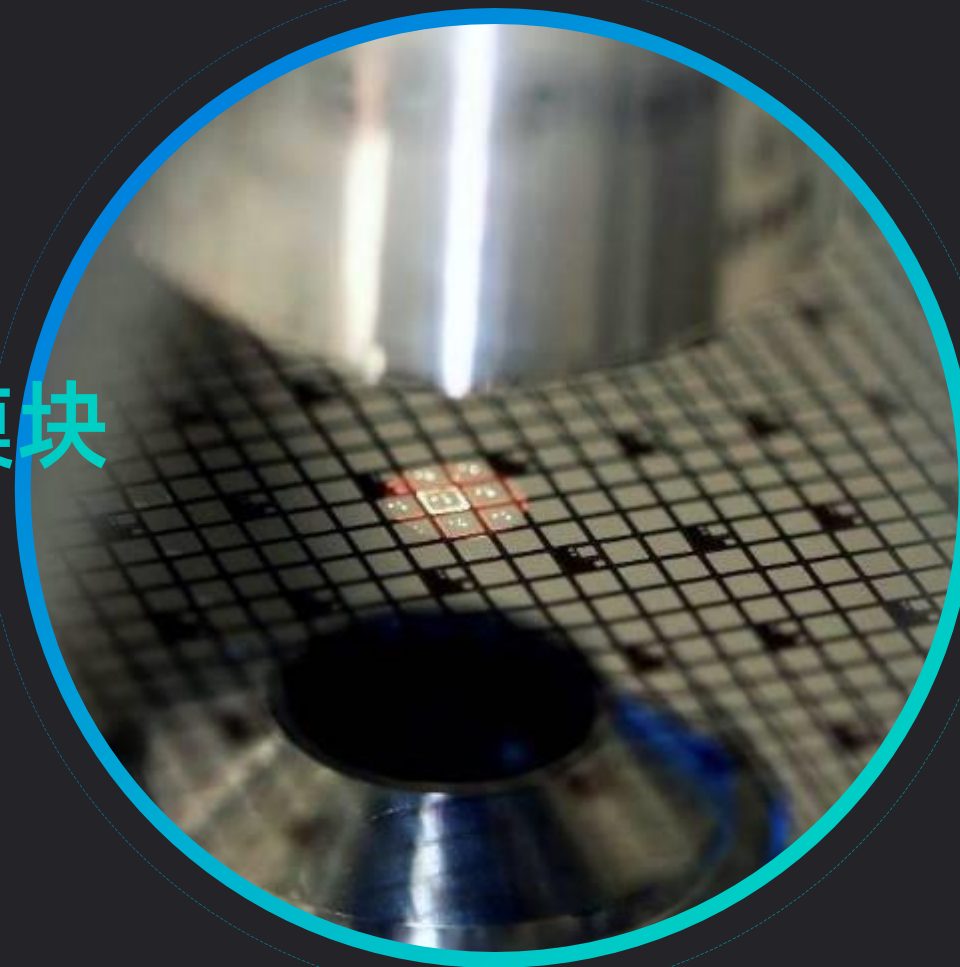


封装尺寸: 62.8mm*42.5mm*16.4mm

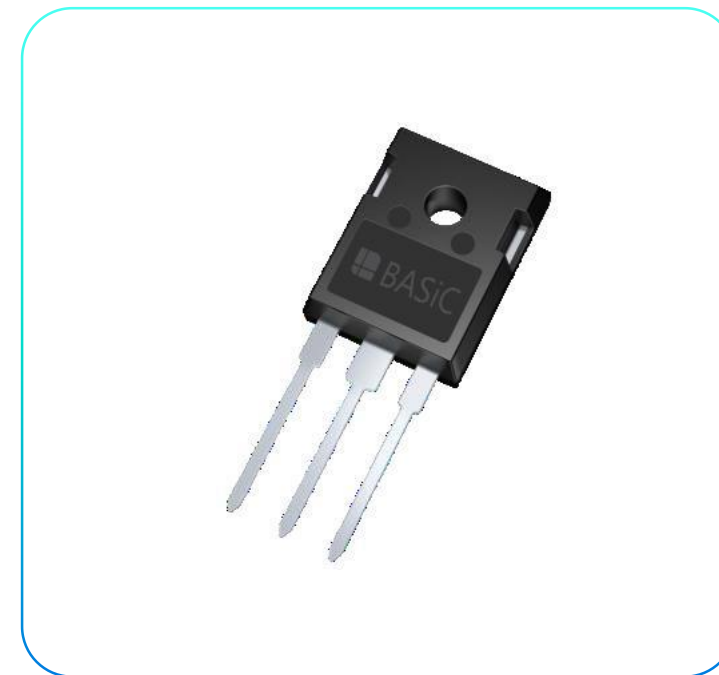
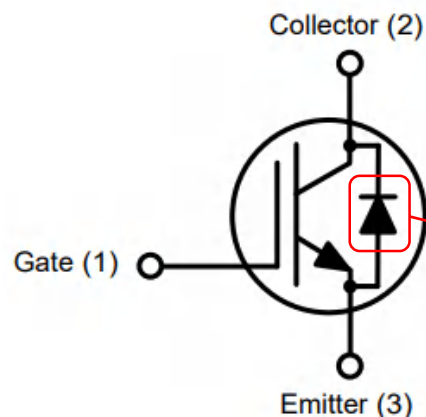
产品型号	$V_{DSS}(V)$	$R_{DS(ON)}(m\Omega)$	$I_{D,nom}(A)$	$V_{GS(op)}(V)$	$V_{GS(th)}(V)$	$V_{SD}(V)$	$Qg(nC)$
BMF240R12E2G3	1200	5.5	240	-4/+18	4.0	1.35	492

04

其他用于充电桩电源模块
的特色产品



- IGBT反并联超低压降 V_F 的工频二极管
- 工频二极管的 V_F 为负温度系数，浪涌能力强
- IGBT兼顾低 $V_{ce(sat)}$ 和高开关速度
- 该器件特别适用于维也纳拓扑的横管，因为该拓扑的二极管位置没有反向恢复工况，采用工频二极管比普通FRD（ $V_F=1.45V$ ）可以显著提升拓扑效率



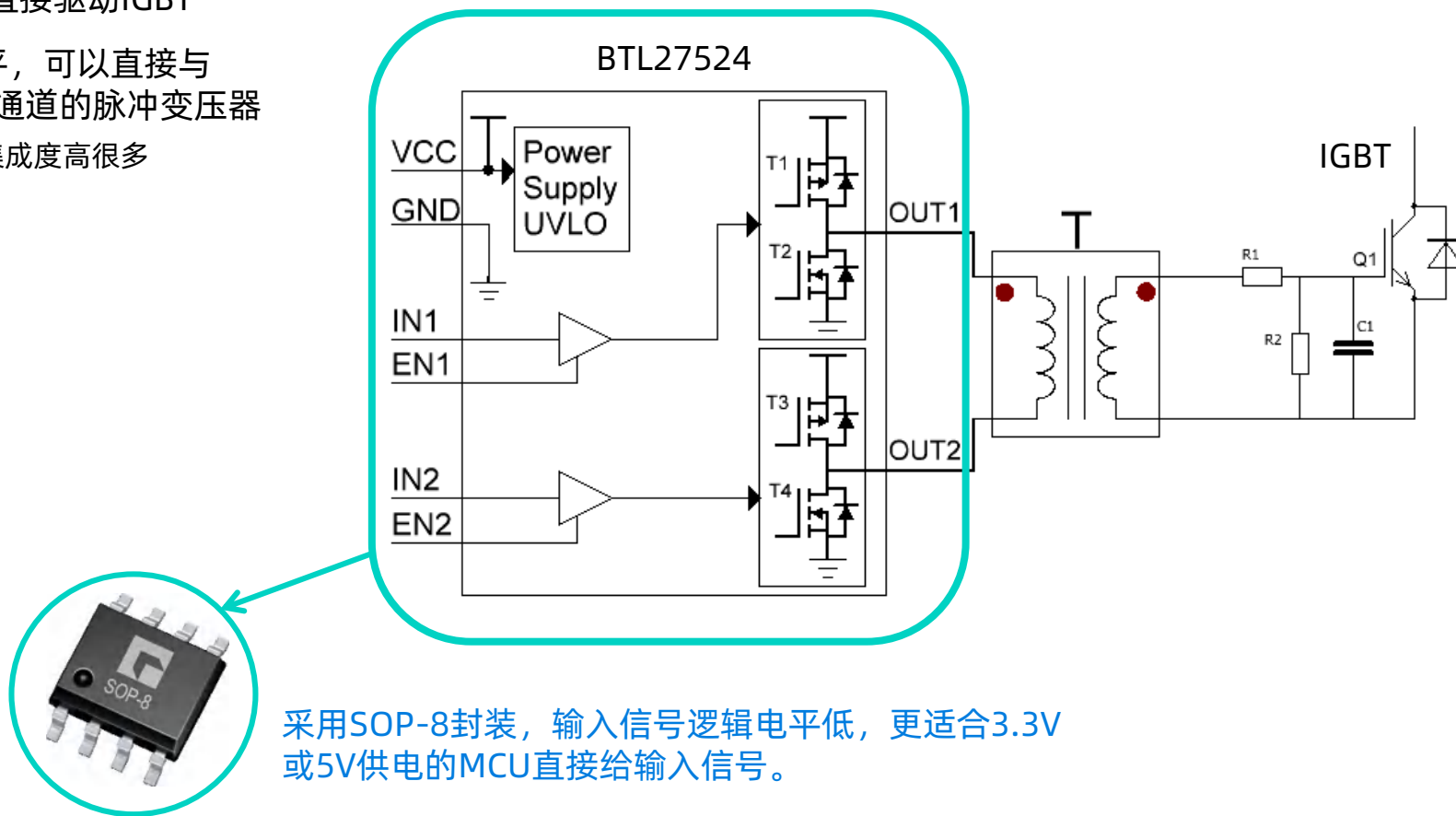
产品型号	$V_{ce}(V)$	$I_c(A)$ @100°C	$V_{ce(sat)}(V)$	$V_{GE(th)}(V)$	$V_F(V)$	$Q_g(nC)$
BG75N65HRA1	650V	75	1.6	5.0	0.92	444

Current	TO-220-2	TO-247-3	TO-247-2	TO-252	TO-263	SOT-227
2A	B2D02120K1			B2D02120E1		
3A				B3D03120E		
5A	B2D05120K1			B3D05120E		
5A	B3D05120K*					
10A	B2D10120K1	B2D10120HC1	B2D10120H1	B2D10120E1		
10A		B3D10120HC*	B3D10120H	B3D10120E	B3D10120F	
20A		B3D20120HC	B3D20120H		B3D20120F	
25A			B3D25120H			
30A		B3D30120HC	B3D30120H			
40A		B3D40120HC	B3D40120H2			
40A			B4D40120H			
50A			B3D50120H2			
50A			B3D50120H			
60A		B3D60120HC	B3D60120H2			
60A			B4D60120H2			
80A		B3D80120HC*	B3D80120H2			
100A*2						B2DM100120N1

*coming soon

采用脉冲变压器驱动IGBT或超结MOSFET的解决方案—BTL27524

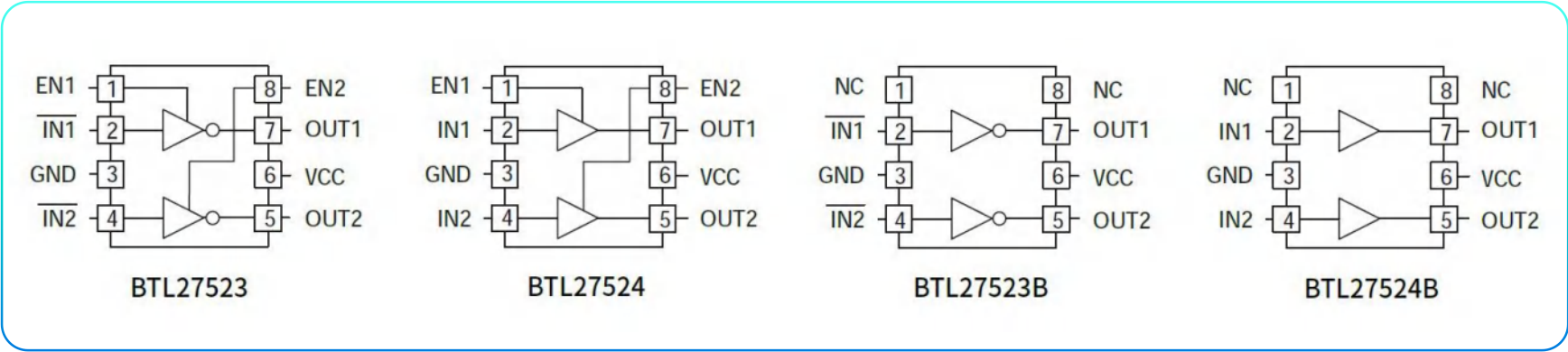
- 脉冲变压器驱动方案：用一颗双通道低边驱动芯片 BTL27524R 的两个通道输出 OUT1 和 OUT2 分别连接到变压器的原边绕组两端，副边绕组直接驱动 IGBT
- BTL27524 可以接受 3.3V 的逻辑电平，可以直接与 MCU 接口；输出可以直接驱动一个通道的脉冲变压器
 - ◆ 比常见的用分立 MOSFET 做的方案集成度高很多



产品型号	使能	拉灌电流	逻辑选项组合	输入抗负压能力	封装
BTL27523R	有	5A	双路反向	-5V	SOP-8
BTL27524R	有	5A	双路同向	-5V	SOP-8
BTL27523BR	无	5A	双路反向	-5V	SOP-8
BTL27524BR	无	5A	双路同向	-5V	SOP-8

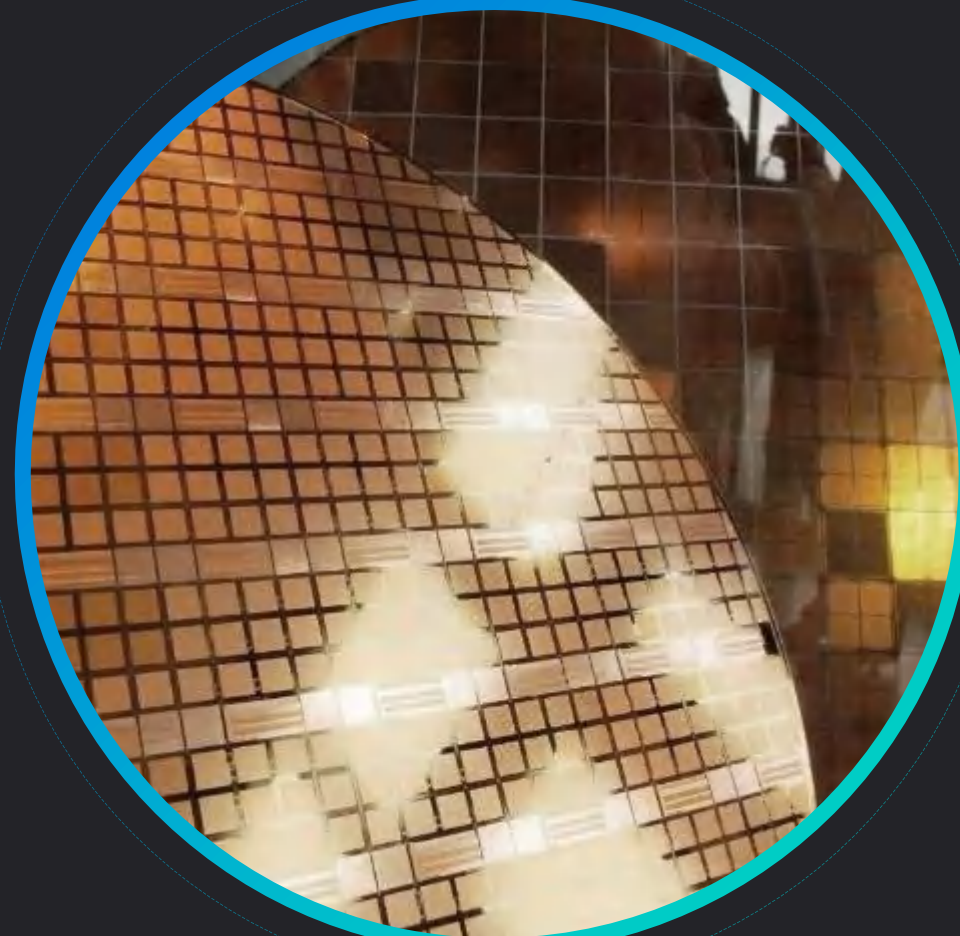
■ 特征性能

- ◆ 输入脚可耐受负压达-5V
- ◆ 电源电压最大24V
- ◆ 直接与MCU接口
- ◆ 两个通道延迟差异4ns



05

SiC MOSFET驱动板 整体解决方案



■ SiC MOSFET驱动板参考设计

- ◆ 即插即用驱动板型号为4QP0110T12-ES02
- ◆ 4通道输出
- ◆ 单通道输出功率2W
- ◆ 输出峰值拉灌电流10A
- ◆ 可支持驱动1200V的功率器件(SiC MOSFET)
- ◆ 整板尺寸: 126mm x 47mm x 15mm

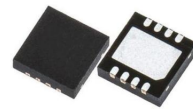
■ 基本半导体可单独提供的三款零件

- ◆ SiC MOSFET驱动板4QP0110T12-ES02所应用到的三款零件为基本半导体自主研发产品, 用户可单独使用以下零件进行整体方案的设计。



单通道隔离驱动芯片

型号: BTD5350MCWR
封装: SOW-8 (宽体)



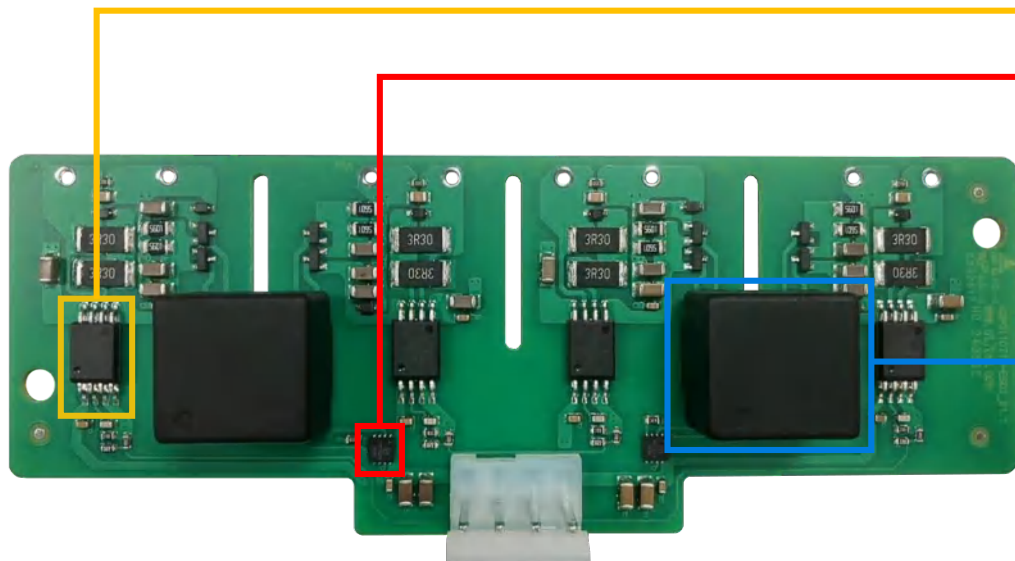
正激DCDC电源芯片

型号: BTP1521F
封装: DFN3*3-8
输出功率: 6W



双通道隔离变压器

型号: TR-P15DS23
输出功率: 2W(每通道)

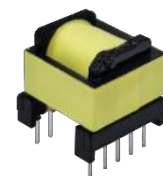
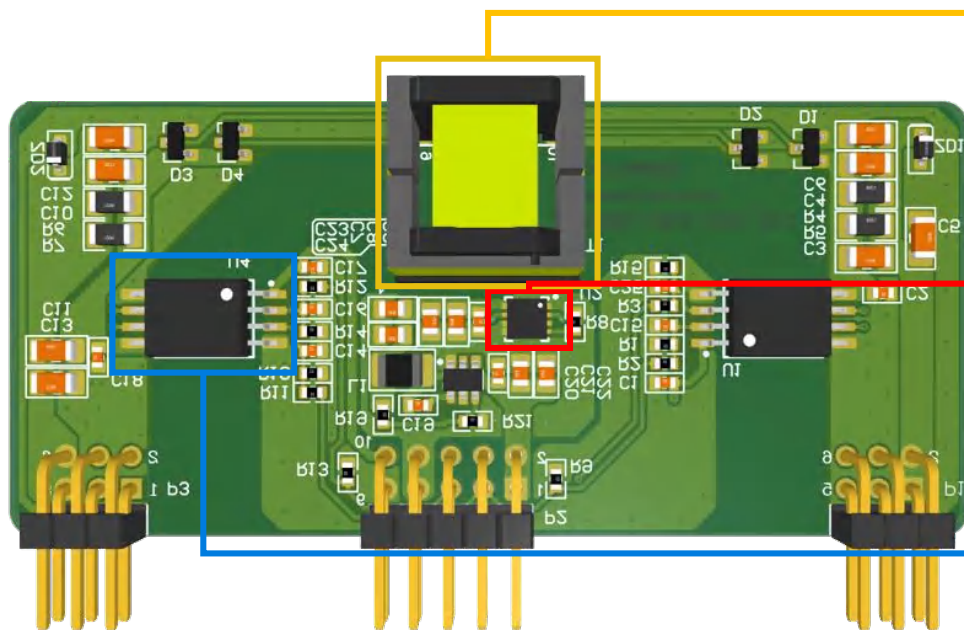


■ SiC MOSFET驱动板参考设计

- ◆ 即插即用驱动板型号为BSRD-2423-ES01
- ◆ 两组输入电压，分别是24V和5V
- ◆ 2通道输出，单通道输出功率2W
- ◆ 驱动芯片直接输出峰值拉灌电流10A，无须外置推动级
- ◆ 可支持驱动1200V的功率器件(SiC MOSFET)

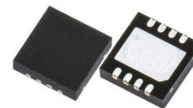
■ 基本半导体可单独提供的三款零件

- ◆ SiC MOSFET驱动板BSRD-2423-ES01所应用到的三款零件为基本半导体自主研发产品，用户可单独使用以下零件进行整体方案的设计。



双通道隔离变压器

型号: TR-P15DS23-EE13
封装: EE13
输出功率: 2W(每通道)



正激DCDC电源芯片

型号: BTP1521F
封装: DFN3*3
输出功率: 6W



单通道隔离驱动芯片

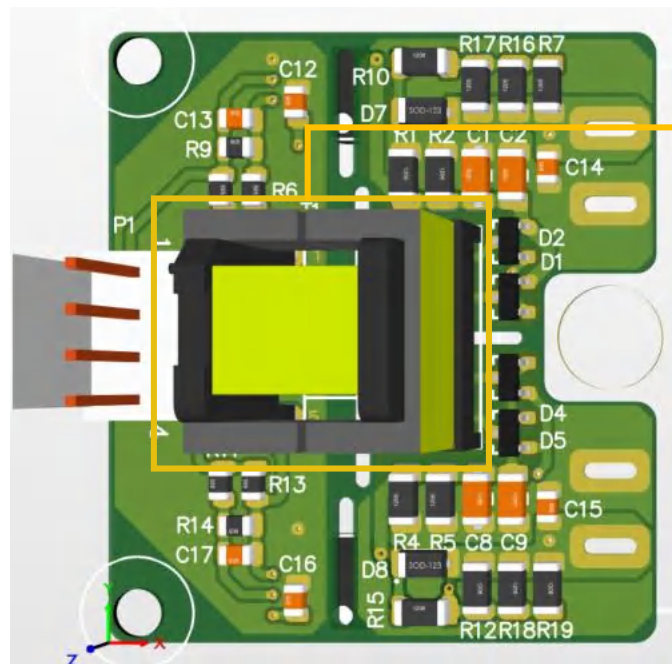
型号: BTD5350MCWR
封装: SOW-8 (宽体)

■ SiC MOSFET驱动板参考设计

- ◆ 即插即用驱动板型号为BSRD-2427-ES01
- ◆ 2通道输出，单通道输出功率2W
- ◆ 驱动芯片直接输出峰值拉灌电流10A，无须外置推动级
- ◆ 可支持驱动1200V的功率器件(SiC MOSFET)

■ 基本半导体可单独提供的三款零件

- ◆ SiC MOSFET驱动板BSRD-2427-ES01所应用到的三款零件为基本半导体自主研发产品，用户可单独使用以下零件进行整体方案的设计。



BSRD-2427-ES01顶视图



双通道隔离变压器

型号: TR-P15DS23-EE13
封装: EE13
输出功率: 2W(每通道)



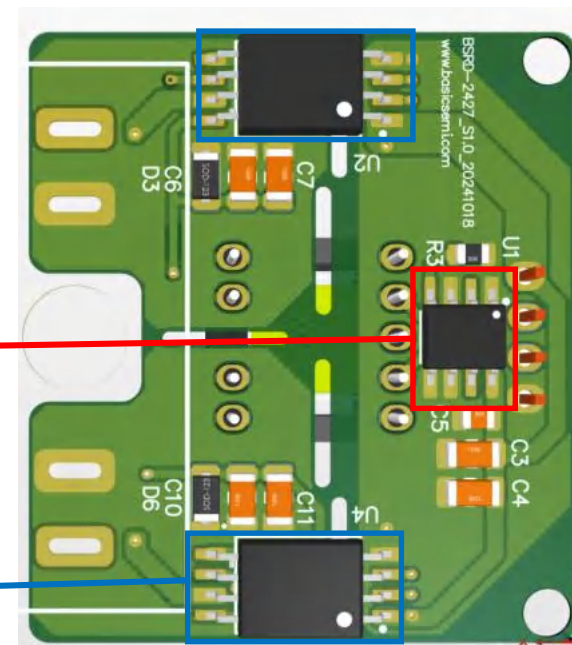
正激DCDC电源芯片

型号: BTP1521P
封装: SOP8
输出功率: 6W



单通道隔离驱动芯片

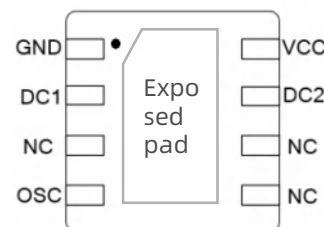
型号: BTD5350MCWR
封装: SOW-8 (宽体)



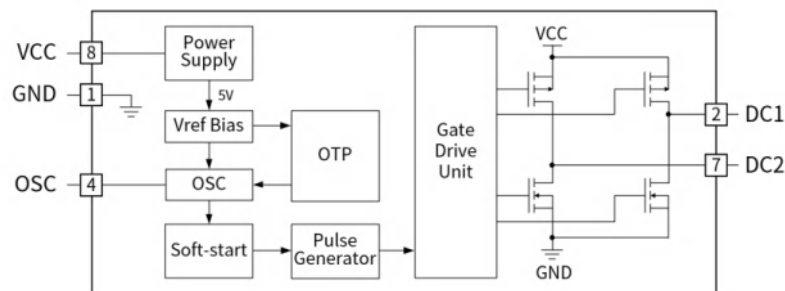
BSRD-2427-ES01俯视图

隔离驱动专用正激DC-DC芯片BTP1521x

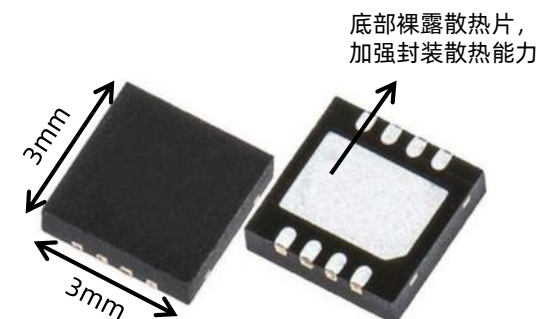
- 输出功率可达6W
- 适用于给隔离驱动芯片副边电源供电
- 正激电路（H桥逆变或推挽逆变）
- 软启动时间1.5ms
- 工作频率可编程，最高工作频率可达1.3MHz
- VCC供电电压可达24V
- VCC欠压保护点4.7V
- 工作环境-40~125℃
- 芯片过温保护点150℃, 过温恢复点120℃
- 超小体积封装



管脚示意顶视图



原理框图

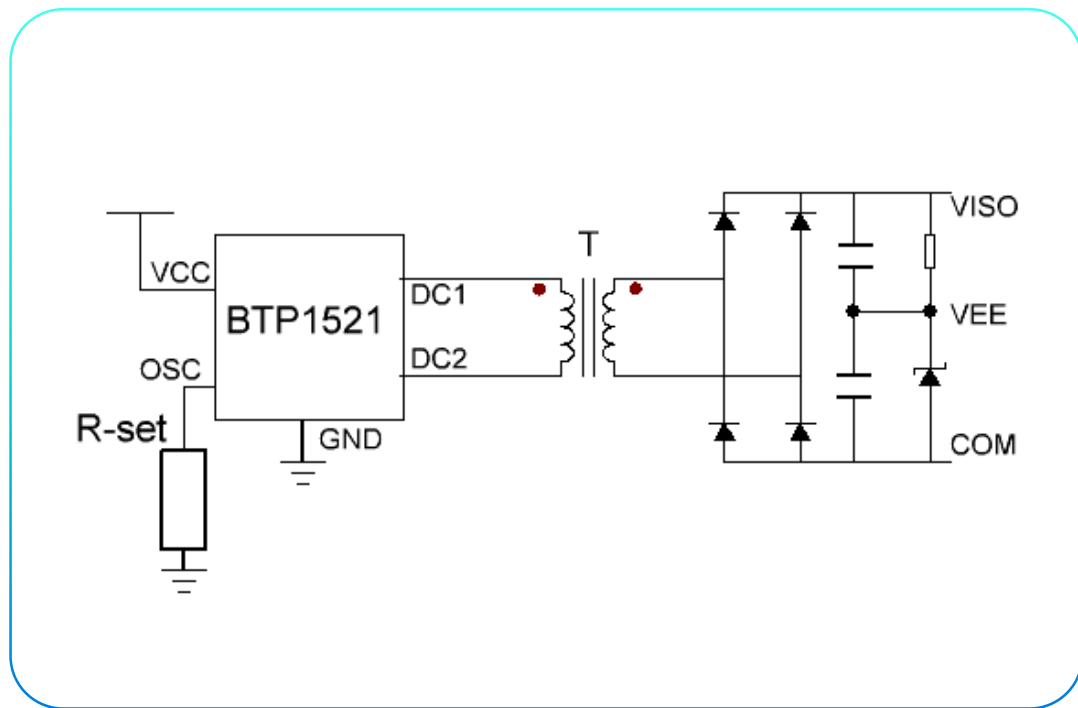


型号: BTP1521F
封装: DFN3*3-8



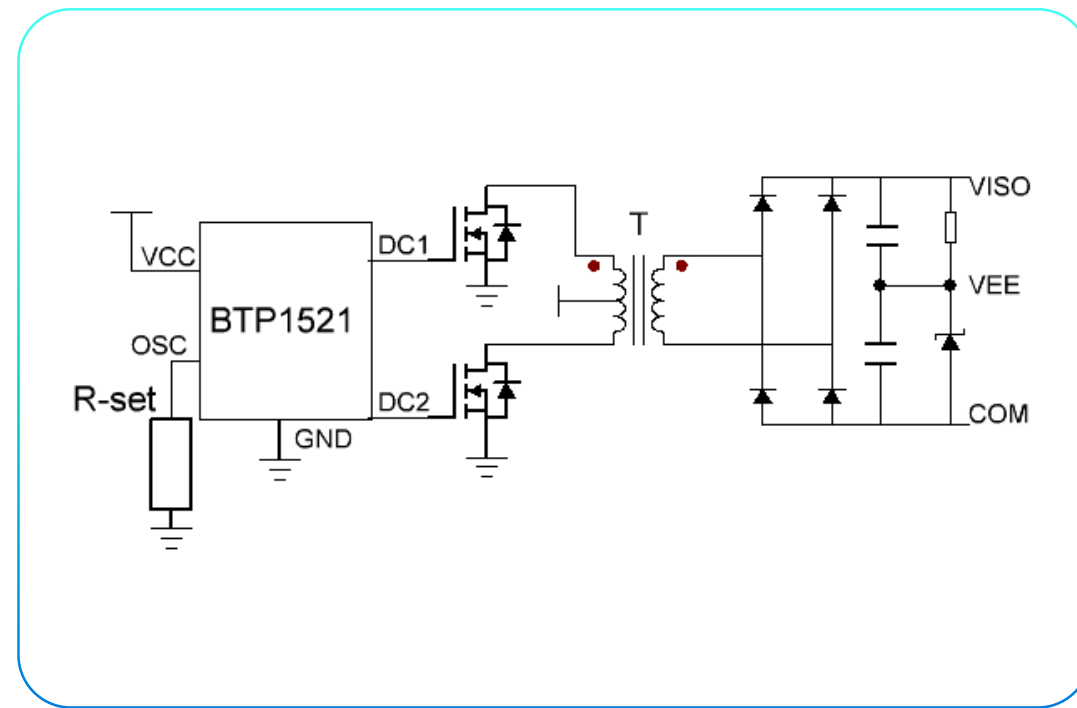
型号: BTP1521P
封装: SOP-8

- DC1和DC2接变压器原边线圈，副边二极管桥式整流，组成开环的全桥拓扑（H桥逆变），输出功率可达6W, 输出经过电阻和稳压管分压后构成正负压，供SiC MOSFET使用，非常适用于给隔离驱动芯片副边电源供电。



BTP1521推荐电路（功率6W情况下）

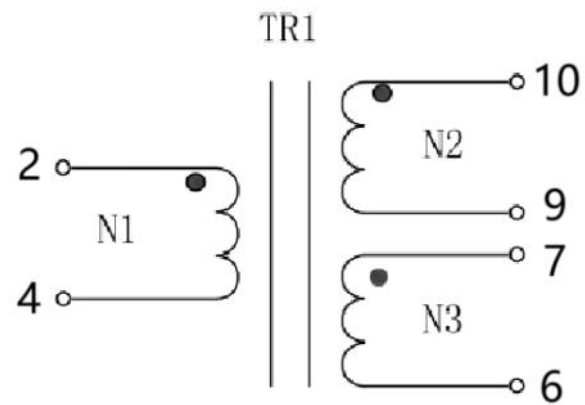
- 当副边需求功率大于6W时，可以使用推挽逆变拓扑，通过DC1和DC2端控制外接的 MOSFET 来增加输出功率。



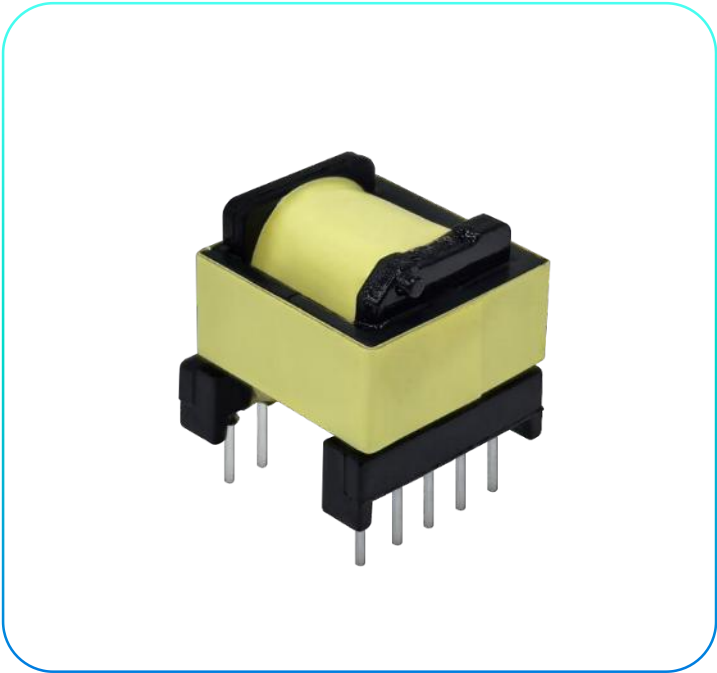
BTP1521推荐电路（功率大于6W情况下）

双通道隔离变压器TR-P15DS23-EE13介绍

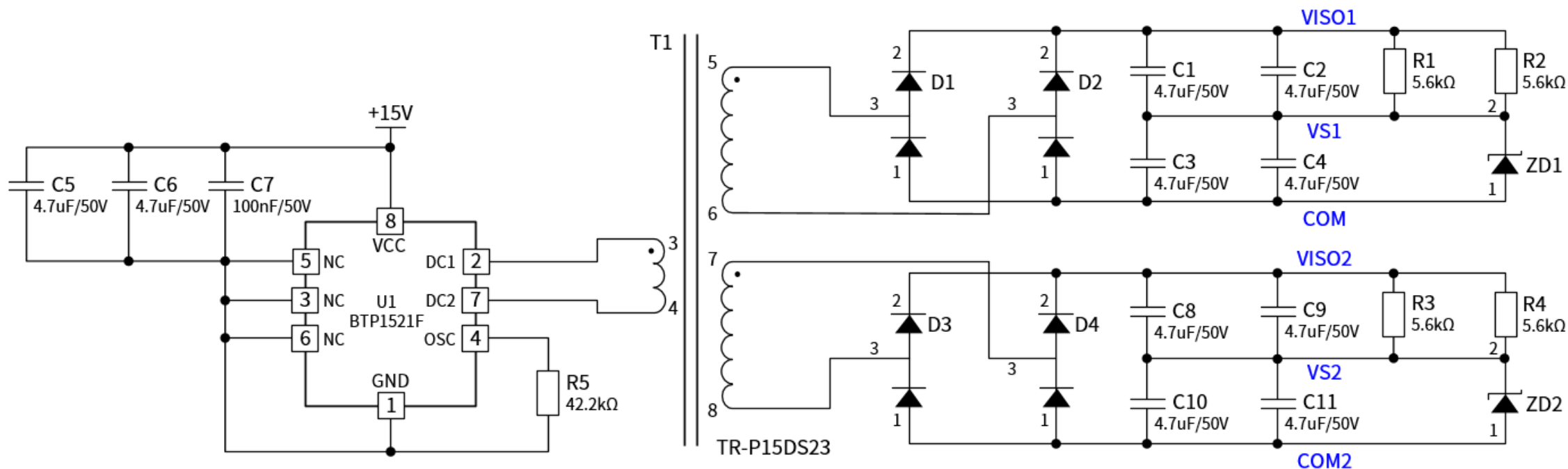
- TR-P15DS23-EE13是驱动器专用的隔离电源变压器，采用EE13骨架，可实现驱动器隔离供电，传输功率可达4W（每通道2W）
- 原理框图，N1原边线圈，N2和N3是副边线圈
- 采用EE磁芯，磁芯材质铁氧体



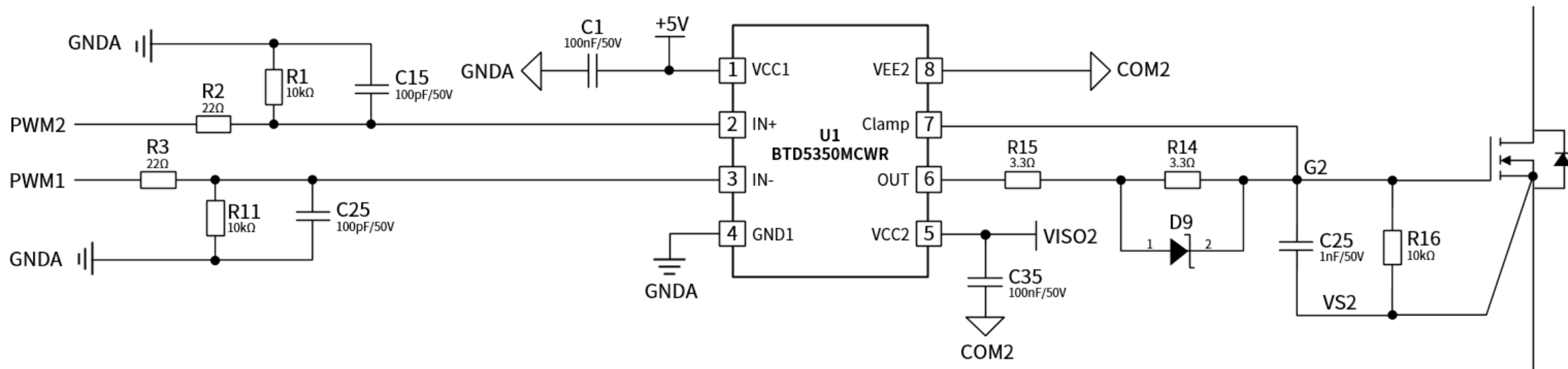
参数	数值	单位
N1线圈电感量	145	μH
N2线圈电感量	326	μH
N3线圈电感量	326	μH
N1线圈匝数	10	匝
N2和N3线圈匝数	15	匝
N1线圈内径	0.2	mm
N2线圈内径	0.2	mm
N3线圈内径	0.2	mm



BTP1521F搭配隔离变压器TR-P15DS23-EE13典型应用介绍



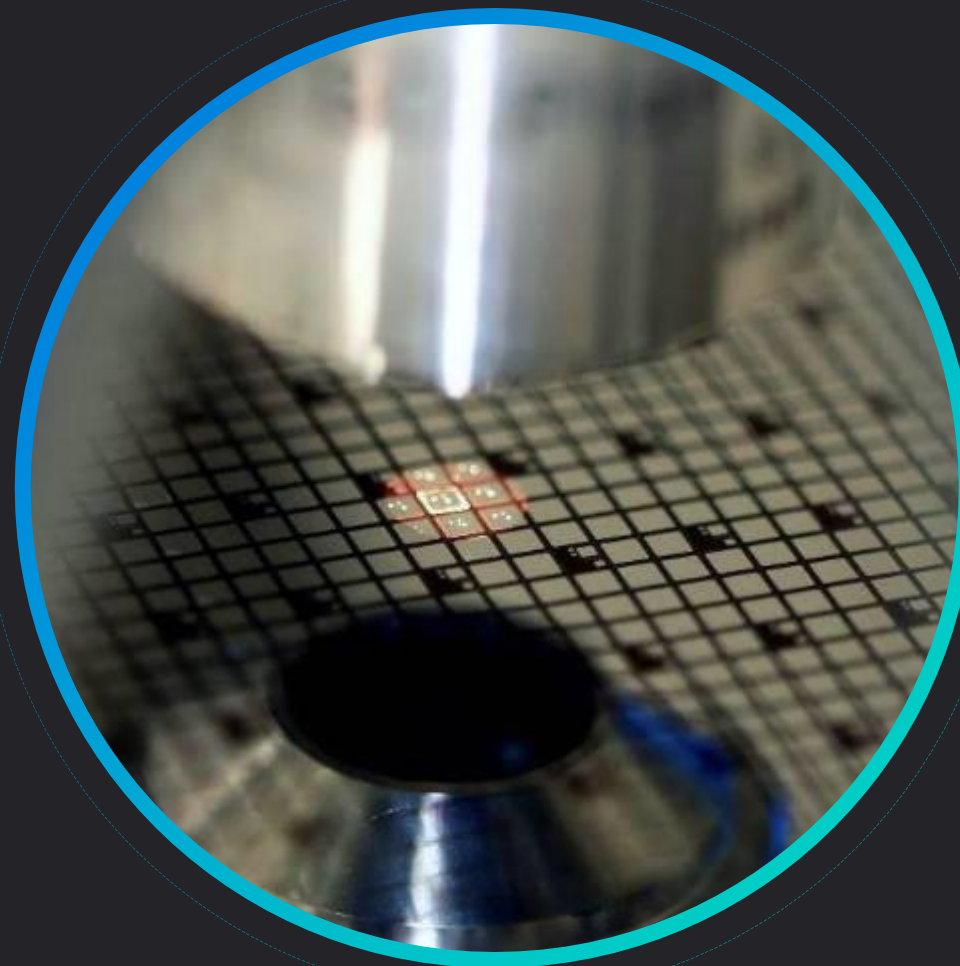
- 全桥式拓扑，副边两路输出，单路输出功率可达2W，总输出功率4W
- 输入电压15V，副边全桥整流输出全电压（VISO-COM=23V）
- 输出全电压通过4.7V的稳压管，将全电压拆分成正电压（VISO-VS=18V），负电压（COM-VS=-4V）
- BTP1521F的OSC管脚通过电阻R5=42.2kΩ接地，设置工作频率为F=477kHz
- 工作频率可以通过RF-set电阻设置，本公式提供了RF-set(kΩ)和F(kHz)之间的关系（典型值）：
$$F = \frac{1}{44.4R + 223} \times 10^6$$



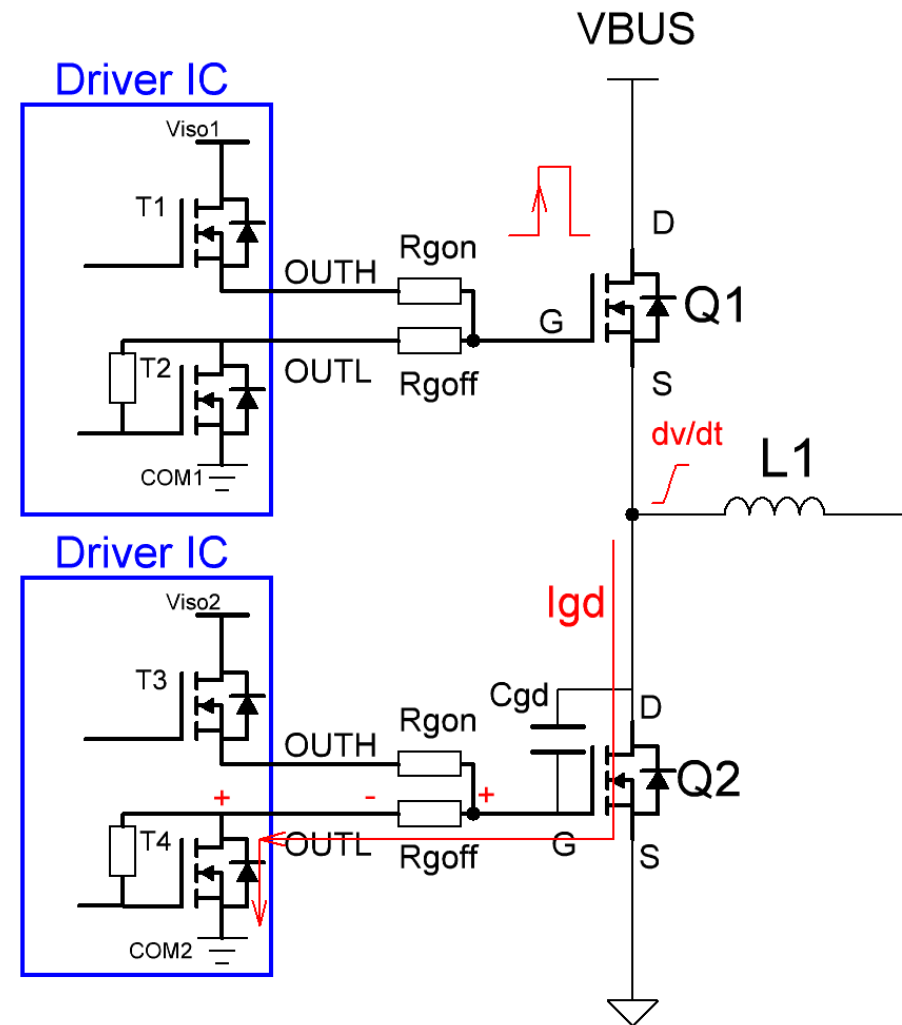
- 原方VCC1供电电压5V
- BTD5350xx是电压型输入的容隔驱动，输入IN是高阻抗，如果输入信号PCB布线不合理，容易导致输入信号受到干扰，驱动芯片会误动作，建议在PWM输入接电阻R11=10kΩ到地（甚至更低的电阻），目的是使得PWM信号的线路上能产生足够的电流，可以避免芯片输入IN脚受到干扰，同时靠近芯片IN脚接滤波电容C25=100pF到地
- 副方电源VISO2接+18V，COM2接-4V，G2连接到主功率板上的门极电阻
- 驱动芯片米勒钳位MC2连接到主功率板上SiC MOSFET门极
- 当R3=22Ω，上下两通道可以实现互锁模式,当去掉R3，上下通道独立控制，无互锁功能

06

驱动SiC MOSFET 使用米勒钳位功能 的必要性



- 在桥式电路中，功率器件会发生米勒现象，它是指当一个开关管在开通瞬间，使对管的门极电压出现顶起来的趋势
- 该现象广泛存在于功率器件中，包括IGBT，Si MOSFET，SiC MOSFET；
- 原理分析：当下管Q2保持关闭，在上管Q1开通瞬间，桥臂中点电压快速上升，桥臂中点dv/dt的水平，取决于上管Q1的开通速度。该dv/dt，会驱动下管Q2的栅漏间的寄生电容 C_{gd} 流过米勒电流 I_{gd} ； $I_{gd}=C_{gd} \cdot (dv/dt)$ ，dv/dt越大，米勒电流 I_{gd} 越大
- 米勒电流 I_{gd} （红色线）的路径： $C_{gd} \rightarrow R_{goff} \rightarrow T4 \rightarrow$ 负电源轨，产生左负右正的电压
- $V_{gs}=I_{gd} \cdot R_{goff} +$ 负电源轨，这个电压叠加在功率器件门极，Vgs会被抬高，当门极电压超过 V_{gsth} ，将会使Q1出现误开通，从而造成直通现象

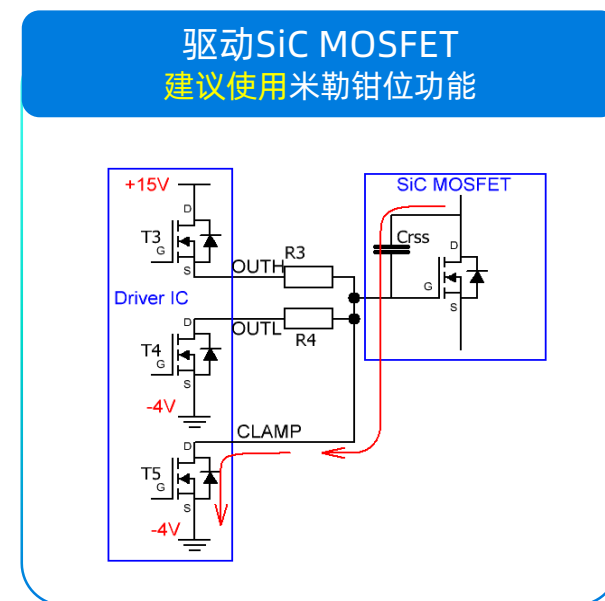
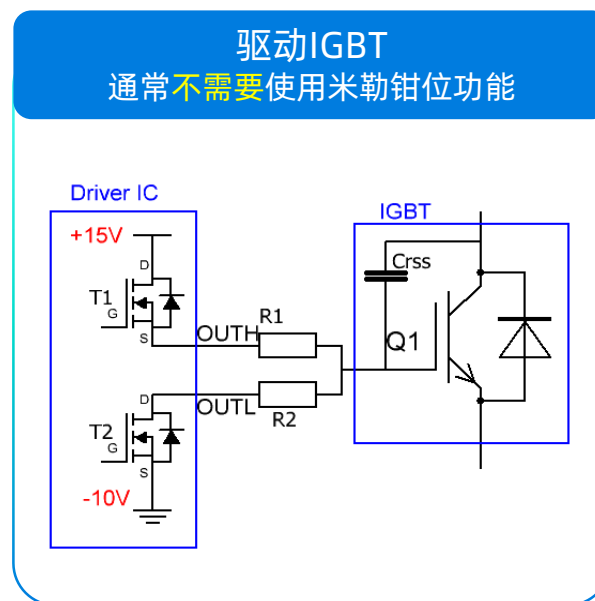


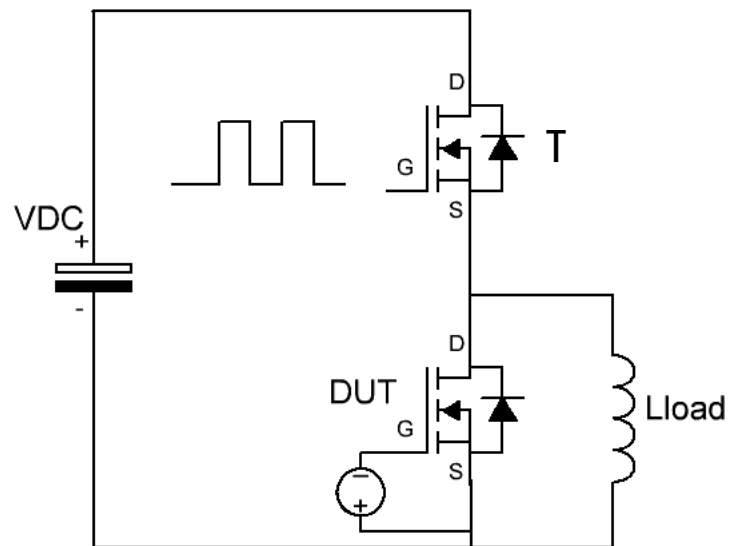
-
- The diagram illustrates a two-channel MOSFET driver circuit. Two Driver ICs are shown, each containing a PMOS (T1, T3) and an NMOS (T2, T4) transistor. The first channel (Q1) has a red gate voltage pulse and a red dv/dt waveform. The second channel (Q2) has a red gate voltage pulse labeled I_{gd} and a red dv/dt waveform. The circuit includes resistors R_{gon} , R_{goff} , a capacitor C_{gd} , and an inductor $L1$ connected to a $VBUS$ line.

参数和性能	IGBT	SiC MOSFET	单位	说明
门极负压极限值 V_{GS-}	-25	-8	V	1: IGBT门极对驱动负压的忍耐能力明显优于SiC MOSFET 2: SiC MOSFET的实战的驱动负压通常在-2~-4V的水平 3: IGBT的驱动负压通常在-8~-15V，腾挪空间明显多于SiC MOSFET
开启电压 $V_{gs(th)}$	5.5	1.8~2.7	V	1: SiC MOSFET开启电压低，容易误开通 2: SiC MOSFET的 $V_{gs(th)}$ 随着 T_J 温度上升而下降，在高温时，更容易误开通
开关速度	100	200	%	米勒电流 $I_{gd}=C_{gd} \cdot (dv/dt)$ ， dv/dt 越大， I_{gd} 越大，越容易误开通

驱动方案

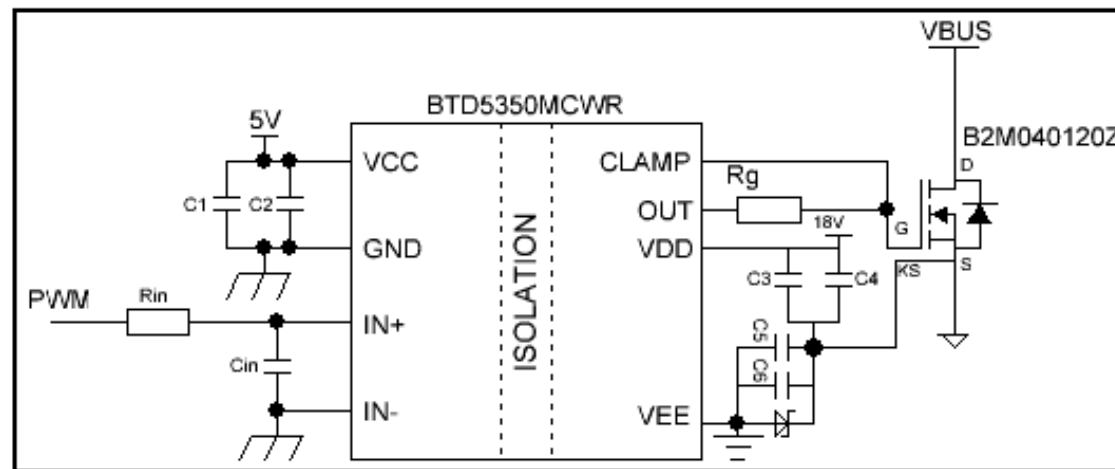
- 驱动芯片的米勒钳位脚（Clamp）直接连接到SiC MOSFET的门极，米勒电流 I_{gd} （红色线）会流经 $C_{gd} \rightarrow T5$ 到负电源轨，形成了一条阻抗更低的门极电荷泄放回路。
- 驱动芯片内部比较器的翻转电压阈值2V（相对芯片地），在SiC MOSFET关断期间，当门极电压低于2V时，比较器输出从低电平翻转到高电平，MOSFET (T5)被打开，使得门极以更低阻抗拉到负电源轨，从而保证SiC MOSFET负电压被更有效关断，达到抑制误开通的效果。



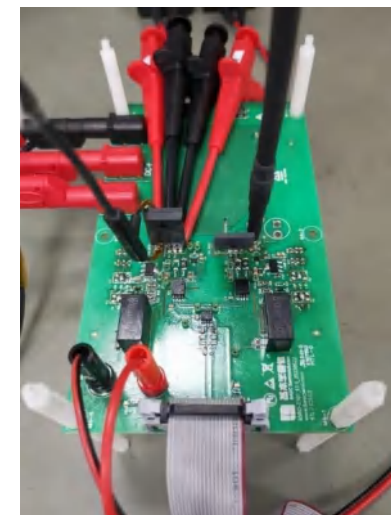


双脉冲原理图

- ◆ 上管(T)作为开关管接收脉冲PWM信号，下管(DUT)处于关断状态，体二极管续流
- ◆ 由于米勒现象，在上管(T)开通时，下管(DUT)门极电压会产生波动
- ◆ 因此通过观察下管(DUT)门极电压来判断米勒钳位功能的作用

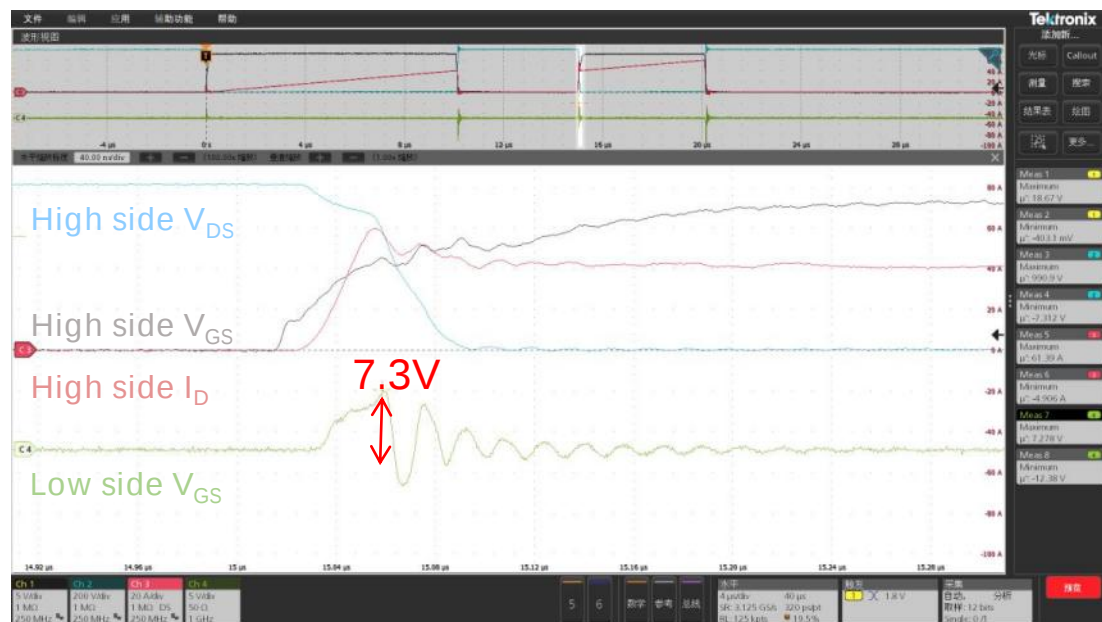


米勒钳位功能原理图



米勒钳位作用//双脉冲平台实测对比

测试条件: 上管 $V_{GS}=0V/+18V$, 下管 $V_{GS}=0V$; $V_{DS}=800V$; $I_D=40A$; $R_g=8.2\Omega$; $L_{load}=200\mu H$; $T_a=25^\circ C$



无米勒钳位

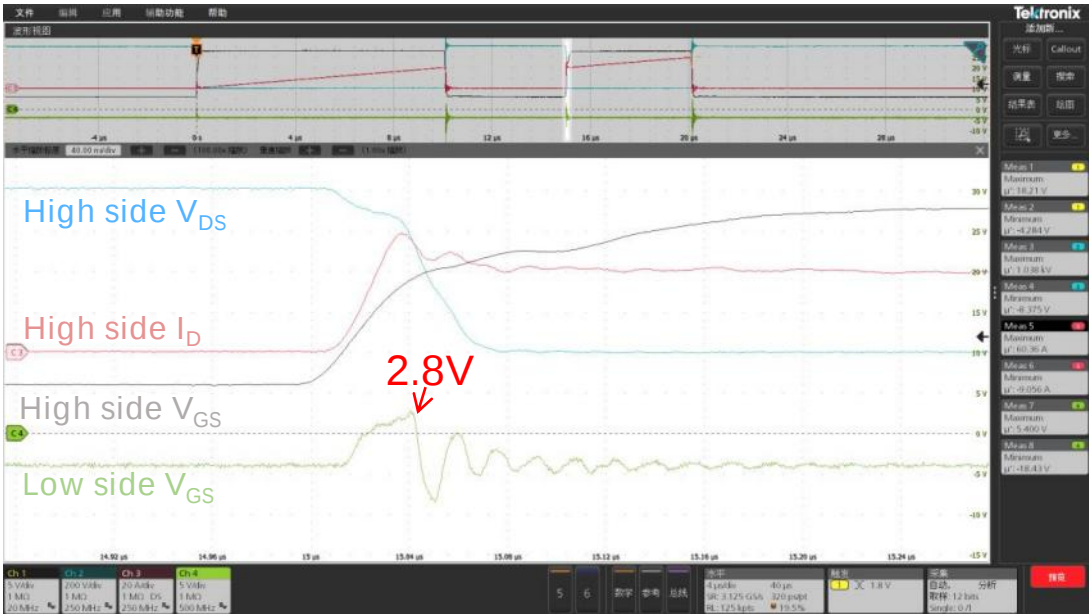


有米勒钳位

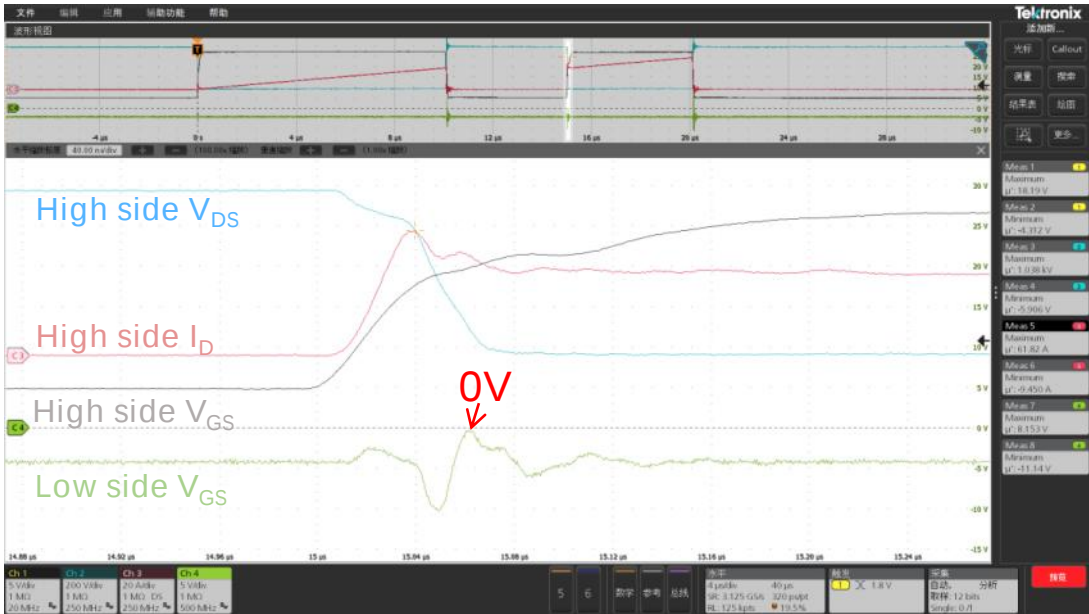
结论	无米勒钳位		有米勒钳位	
	dv/dt	14.51	14.76	kV/us
	di/dt	2.24	2.24	kA/us
	下管 V_{GS}	7.3	2	V

米勒钳位作用//双脉冲平台实测对比

测试条件: 上管 $V_{GS}=-4V/+18V$, 下管 $V_{GS}=-4V$; $V_{DS}=800V$; $I_D=40A$; $R_g=8.2\Omega$; $L_{load}=20\mu H$; $T_a=25^{\circ}C$



无米勒钳位



有米勒钳位

结论		无米勒钳位	有米勒钳位	单位
	dv/dt	14.51	14.76	kV/us
	di/dt	2.24	2.24	kA/us
	下管 V_{GS}	2.8	0	V

产品特性

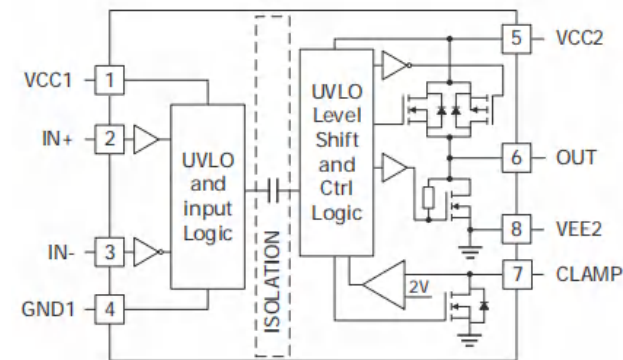
- ◆ 专为SiC MOSFET驱动的门极驱动芯片
- ◆ 副方驱动器带米勒钳位功能脚clamp BTD5350M
- ◆ 驱动器输出峰值电流可达10A
- ◆ 驱动器电源全电压高达33V



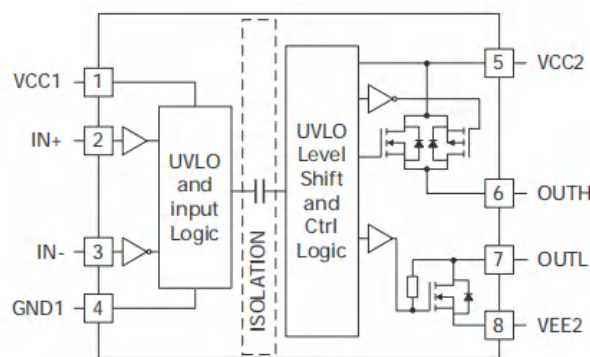
典型应用

- ◆ 工业电源
- ◆ 锂电池化成设备
- ◆ 商业空调
- ◆ 通信电源
- ◆ 光伏储能一体机
- ◆ 焊机电源

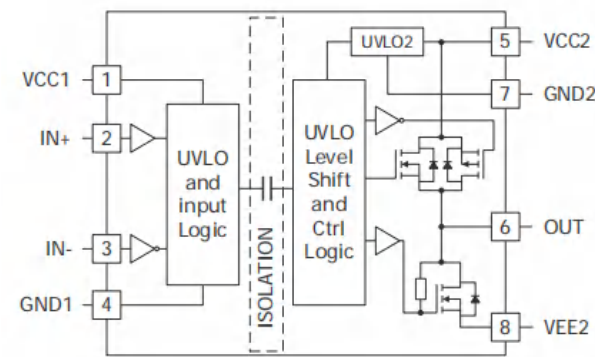
副方驱动器电源欠压保护点	封装
8V	SOW-18(宽体) SOP-8(窄体)
11V	



型号: BTD5350M



拓展型号: BTD5350S 开通和关断分开

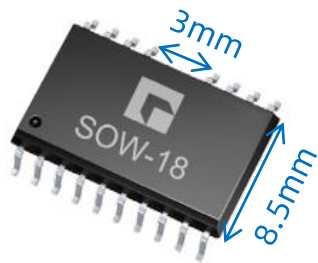


拓展型号: BTD5350E 副边正电压UVLO

双通道带米勒钳位隔离驱动BTD25350xx（创新产品）

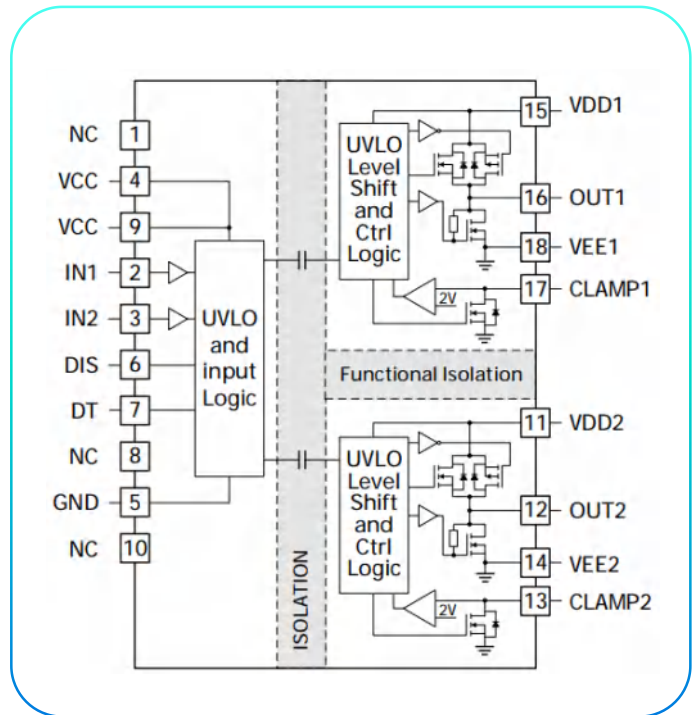
产品特性

- ◆ 专门给SiC MOSFET驱动的门极驱动芯片
- ◆ 原方带使能禁用脚DIS，死区时间设置脚DT
- ◆ 副方驱动器带米勒钳位功能脚clamp
- ◆ 驱动器输出峰值电压可达10A
- ◆ 驱动器电源全电压高达33V
- ◆ 原副方封装爬电间距大于8.5mm，绝缘电压可以5000Vrms
- ◆ 副方两驱动器爬电间距大于3mm



应用方向

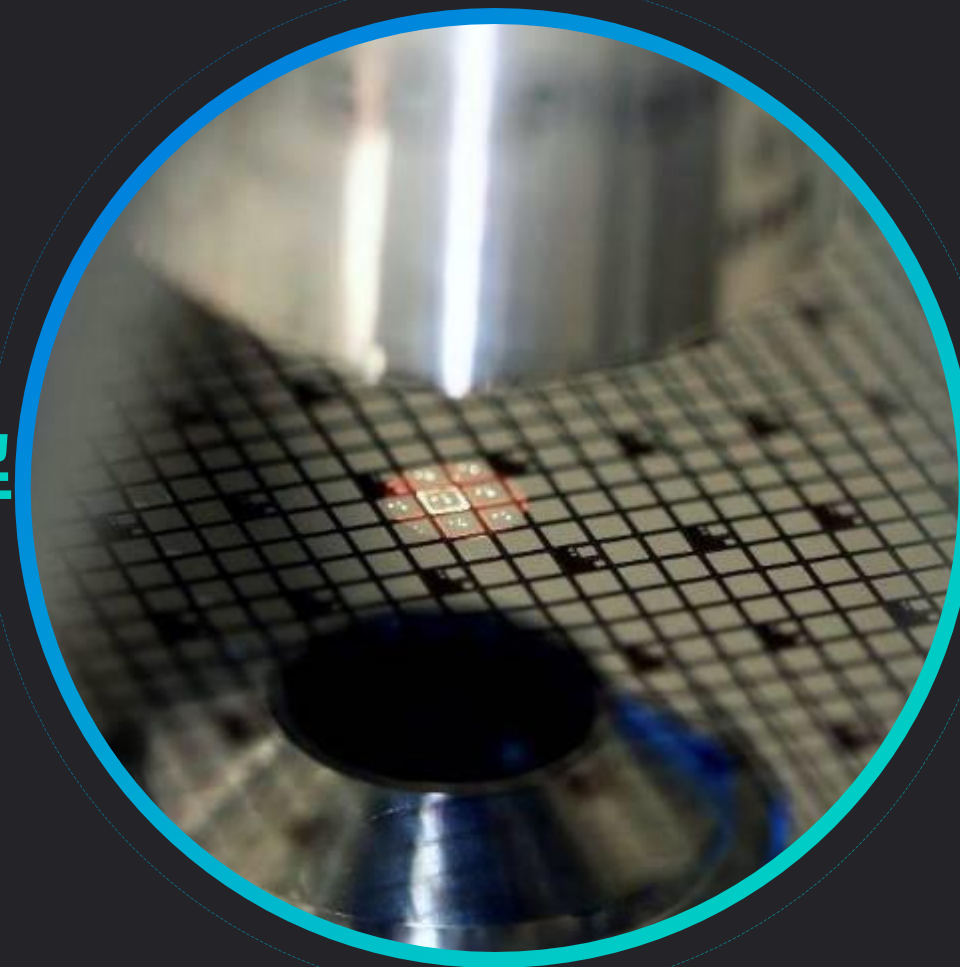
- ◆ 充电桩中后级LLC用SiC MOSFET 方案
- ◆ 光伏储能BUCK-BOOST中SiC MOSFET方案
- ◆ 高频APF，用两电平的三相全桥SiC MOSFET方案
- ◆ 空调压缩机三相全桥SiC MOSFET方案
- ◆ 焊机电源全桥拓扑SiC MOSFET方案
- ◆ 服务器交流侧图腾柱PFC高频臂GaN或者SiC方案



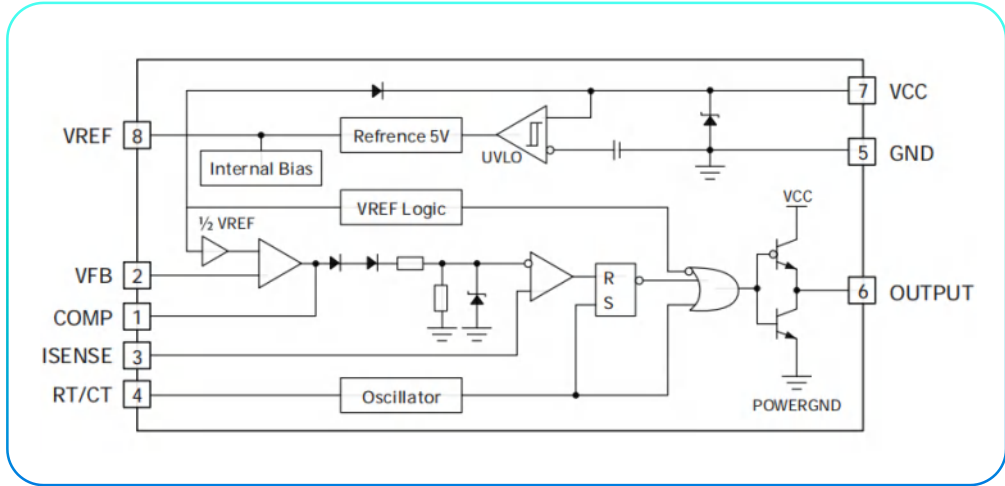
副方驱动器电源欠压保护点	封装
8V	SOW-18(宽体)
11V	

07

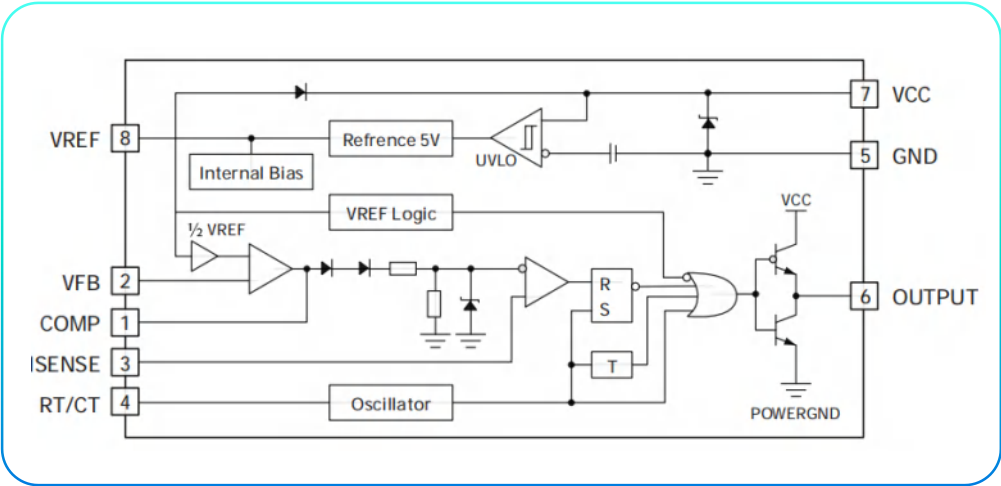
充电桩模块辅助电源解决方案



产品型号	欠压保护值	欠压恢复值	占空比	工作温度	驱动峰值电流	最大工作频率	封装	兼容型号			
								T***	O***	S***	U***
BTP2842DR	10V	16V	100%	-40℃~105℃	1A	500kHz	SOP-8	UCx842	UCx842	UCx842	UCx842
BTP2843DR	7.6V	8.4V	100%	-40℃~105℃	1A	500kHz	SOP-8	UCx843	UCx843	UCx843	UCx843
BTP2844DR	10V	16V	50%	-40℃~105℃	1A	500kHz	SOP-8	UCx844	UCx844	UCx844	UCx844
BTP2845DR	7.6V	8.4V	50%	-40℃~105℃	1A	500kHz	SOP-8	UCx845	UCx845	UCx845	UCx845

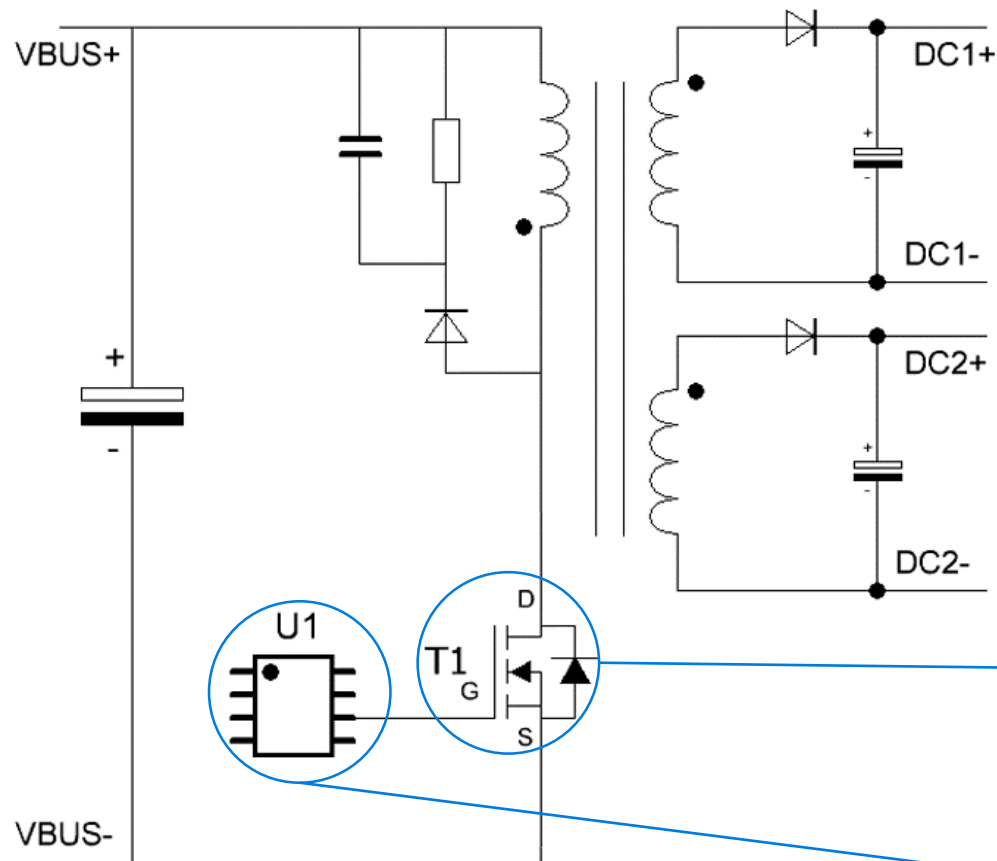


BTP2842DR, BTP2843DR



BTP2844DR, BTP2845DR





- 采用单端反激拓扑
- 副边多路输出
- 输出总功率可达150W

原边开关管采用SiC MOSFET ,规格1700V/600mR;
型号B2M600170R (TO-263B-7) 或B2M600170H (TO-247-3)

电源芯片采用BTP284xx



“

BASiC – Vision For A Leading
Innovative SiC Company

”

