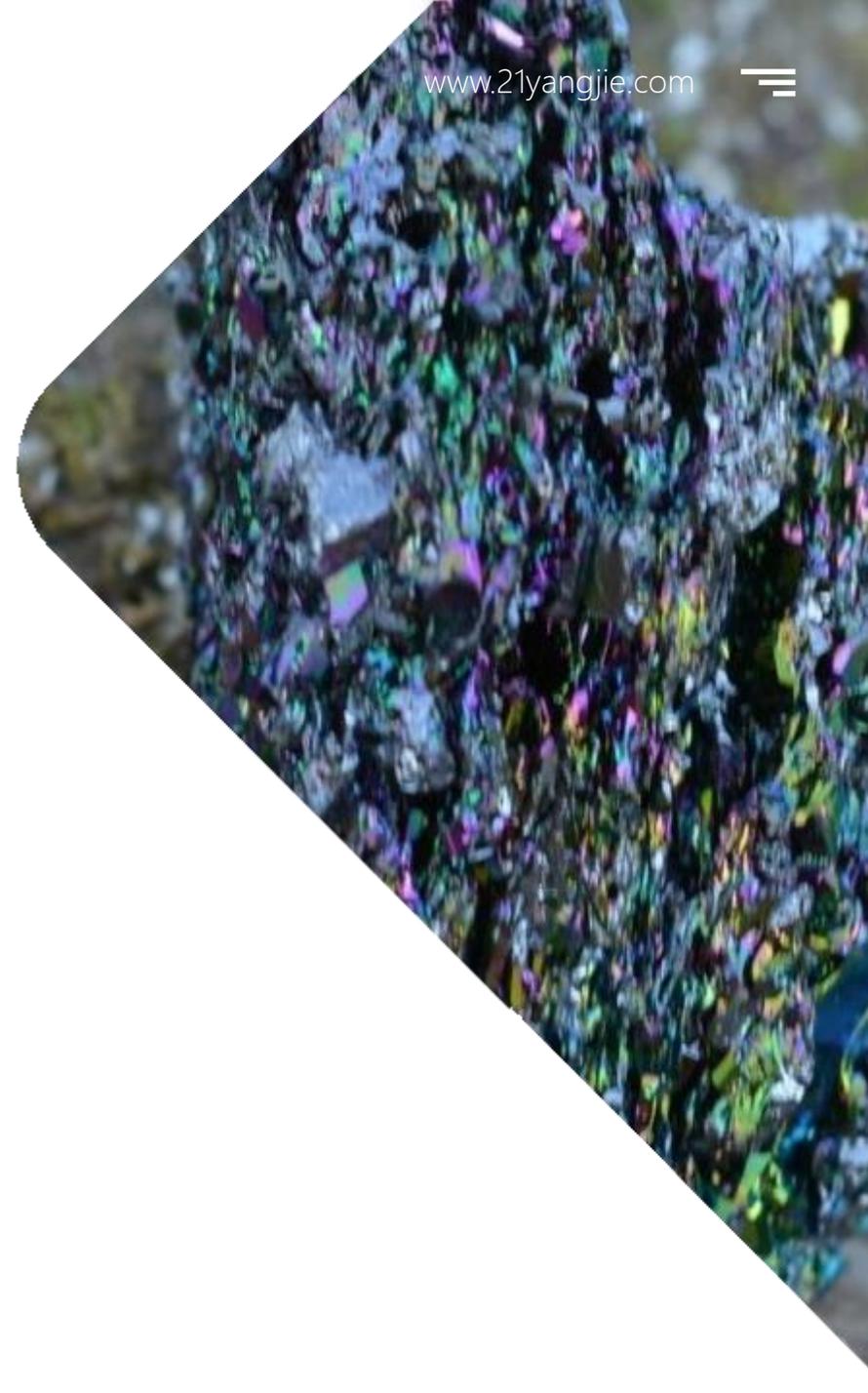


SUNCOYJ

Компоненты
на основе
карбида кремния



- 01 О компании SUNCOYJ
- 02 Общие сведения о SiC-компонентах
- 03 Ассортимент
- 04 Области применения карбид-кремниевых компонентов
- 05 Тестирование и контроль
- 06 План развития



01 О компании
SUNCOYJ



Корпоративная культура

Компания основана в 2000 году (24 года)



Миссия

Завоевать доверие всего мира к китайской силовой полупроводниковой продукции



Ценности

- Клиент превыше всего
- Увлеченность и новаторство
- Усердие, простота и самоанализ
- Искренность и благодарность



Видение

Создать бренд века
Разделить успех со всеми

Общая информация о компании



Год основания



\$ 800 млн

доход от продаж в 2022 году



Производственные площади
370,000 м²

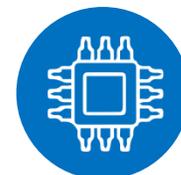


Производственная мощность
достигла

41 млрд компонентов в год



Более **5000** сотрудников



Продукция:
MOSFET, IGBT/силовые модули,
SiC-компоненты, выпрямители,
устройства защиты,
малосигнальная продукция,
кремниевые и эпитаксиальные
пластины

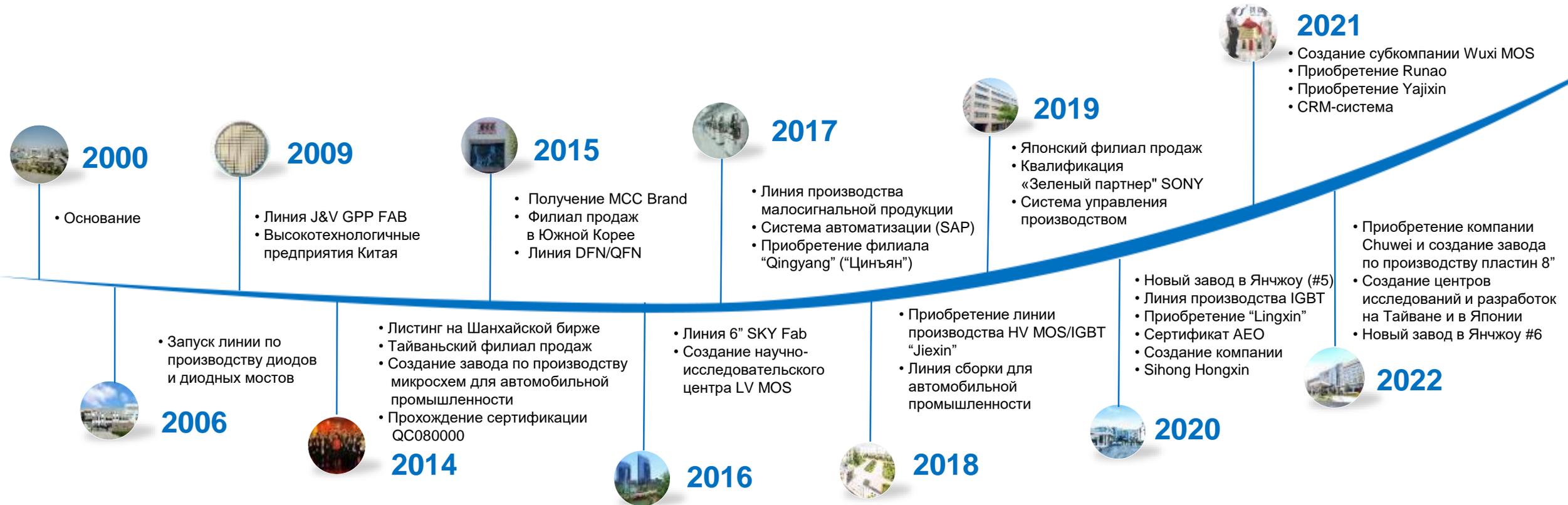


Китайский производитель силовых
полупроводниковых компонентов 2022-го года

Бренд ТОП-3

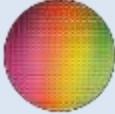
Ключевые события

Более **20** лет достижений и успеха



Преимущества компании SUNCOYJ

Уникальный для Китая бизнес: предприятие полного цикла — от производства заготовок до сборки готовых изделий
 Постоянная оптимизация затрат без ущерба для качества и быстрая доставка.

	Начиная с		Через		До	
Промышленная цепочка	Сырье	Дизайн пластин	Производство	Сборка и тестирование	Канал продаж	Конечный пользователь
Участок производственной цепочки SUNCOYJ						
	<ul style="list-style-type: none"> • Кремниевый слиток • Кремниевая пластина • Пластина EPI 	<ul style="list-style-type: none"> • 5" GPP • 6" SKY • 6" FRED • 6" SiC • 8" IGBT • 8" MOS 	<ul style="list-style-type: none"> • 5" GPP • 6" SKY • 6" FRED • 8" IGBT • 8" MOS 	<ul style="list-style-type: none"> • Мостовые выпрямители • Диоды • Малосигнальные компоненты • Mosfet • IGBT SiC 	<ul style="list-style-type: none"> • Международные продажи • Прямые продажи на внутреннем рынке 	<ul style="list-style-type: none"> • Силовые устройства Delta, • Liteon, Chicony • Бытовая техника : LG, Samsung, Panasonic • Телекоммуникации: HW, ZTE, FiberHome, FUJI, Inovance, ESAB • Безопасность HIKVISION, Dahua, Uniview • Автомобильная промышленность: BYD, CATL
Преимущества компании	<ul style="list-style-type: none"> • Страхование сырьевых материалов 	<ul style="list-style-type: none"> • Возможность проектирования • Индивидуальный подход 	<ul style="list-style-type: none"> • Выбор количества пластин • Безопасность и быстрая доставка 	<ul style="list-style-type: none"> • Комплексное решение • Автоматическая сборка • Обеспечение качества 	<ul style="list-style-type: none"> • Быстрое реагирование • Местный сервис • Логистика по всему миру 	<ul style="list-style-type: none"> • Опыт работы с топовыми клиентами • Прочное положение на конечных рынках

Преимущества компании SUNCOYJ

Широкий ассортимент продукции во всех сегментах и возможность адаптации изделий по запросу/

Разнообразная номенклатура выпускаемых компонентов, позволяющая предлагать клиентам комплексные решения:

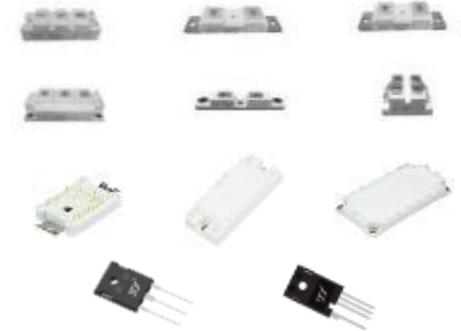
Малосигнальные компоненты



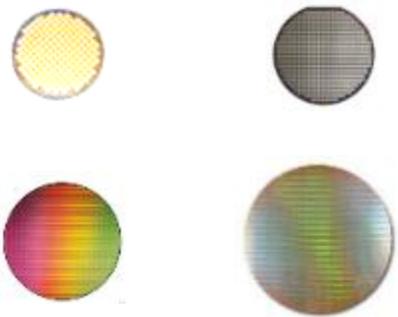
MOSFET



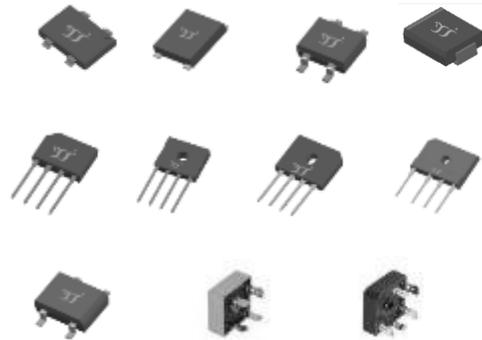
IGBT/Силовые модули



Кристаллы



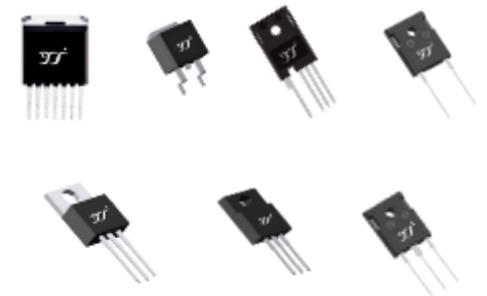
Выпрямители



Устройства защиты



SiC-компоненты



SiC-компоненты

Тип изделия

- SiC-диод Шоттки 1200В, 2...40А
- SiC-диод Шоттки 650В, 2...40А
- SiC MOSFET 1200В, 30...80мОм

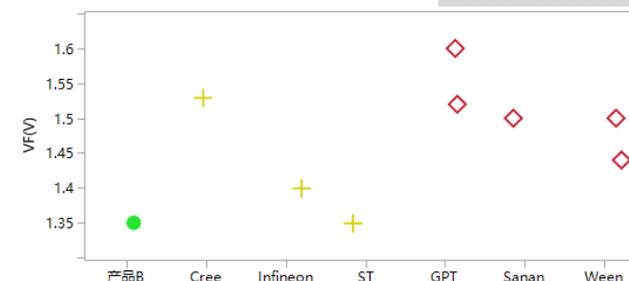
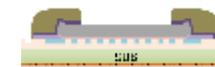
Достоинства

- Такие же параметры, как у продукции компании Cree
- Строгое тестирование на надежность
- Услуги по разработке изделий под заказ

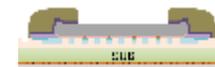
Сравнение диодов 1200 В, 20 А

Основная идея	G2	G3	Конкуренция
Структура	Малое V_F	Низкая стоимость	Н/д
V_F , В	JBS	MPS	MPS/JBS
Импульсный ток, А	1,35	1,5	1,42...1,60
Толщина кристалла, мкм	> 170	> 170	125...270
Размеры кристалла, мм ²	180	180	120...350
Обратное напряжение, В	3,1x3,1	2,7x2,7	2,7...3,7
I_R при 1200В, мкА	1500	1500	1350...1700
Энергия лавинного пробоя, мДж	<1	<1	0,1...20
Лавинная способность, мДж	1000	1000	500...1000

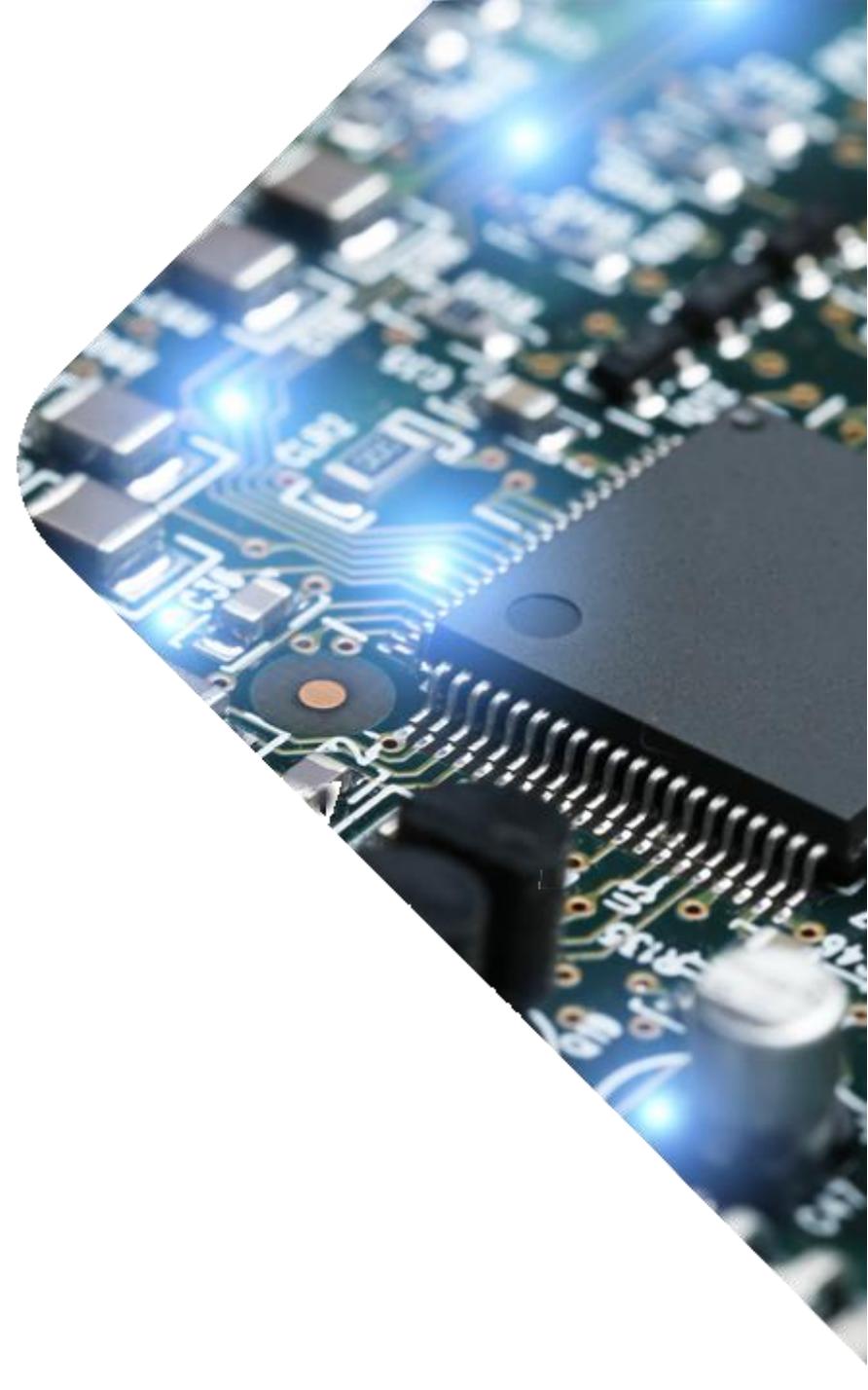
SiC JBS (G2)



SiC MPS (G3)



02 Общие сведения О SiC-компонентах



Основные линейки карбид-кремниевых компонентов



Основные линейки SiC-компонентов

SiC-диод

Полупроводниковый диод: диод с одним p-n-переходом

Диод Шоттки, в котором используется переход «металл-полупроводник n-типа»

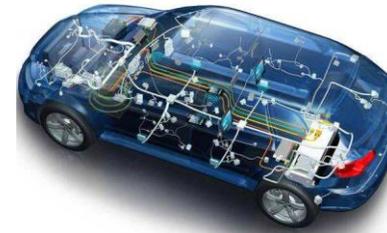
Недостатки кремниевых диодов Шоттки

- Чрезвычайно большой обратный ток утечки
- Более низкое обратное напряжение
- Подходят только для низковольтных цепей

Преимущества SiC-диодов Шоттки

- Более высокое рабочее напряжение
- Практически отсутствующие потери на переключение
- Более высокая частота переключения и рабочая температура
- Большой КПД
- Положительный температурный коэффициент, возможно параллельное соединение
- Коммутационные характеристики практически термнезависимы

Сферы применения SiC-диодов



Гибридный автотранспорт



Мощные электродвигатели



Инверторы для солнечных батарей



Зарядные станции

Значительные преимущества за счет более высоких рабочей температуры, частоты коммутации и КПД

Основные линейки SiC-компонентов

SiC MOSFET

MOSFET – полевые транзисторы с изолированным затвором (МОП-транзисторы)
SiC MOSFET— в основном N-канальные полевые транзисторы

Достоинства SiC MOSFET

- Более высокие:
- допустимое обратное напряжение
 - скорость переключения
 - рабочая температура
 - Более простая схема управления
 - Более низкое сопротивление открытого канала

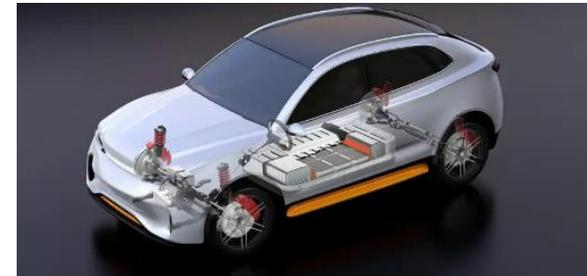
Области применения SiC MOSFET



Быстрая зарядка



Мощные высокочастотные преобразователи

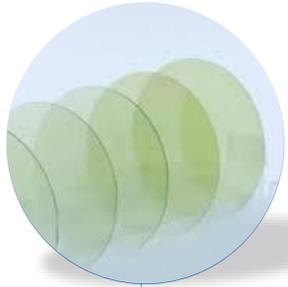


Автомобильные системы электропитания



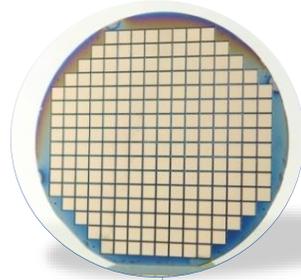
Двунаправленные зарядные устройства

Цикл производства SiC-компонентов



Подложка и эпитаксия

- Производство полного цикла
- 100% тестирование



Изготовление кристаллов

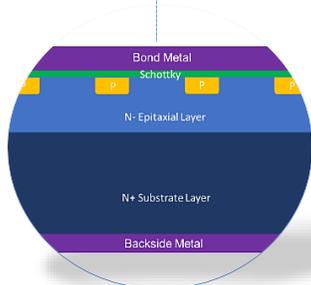
- Контроль производства
- Топовая автоматическая линия по производству SiC-компонентов
- Производство полного цикла



Сертификат надежности

- Собственная испытательная лаборатория
- Соответствие стандарту с самыми жесткими требованиями

- Обеспечение высоких ТТХ и минимальной себестоимости
- Формирование структуры пластин



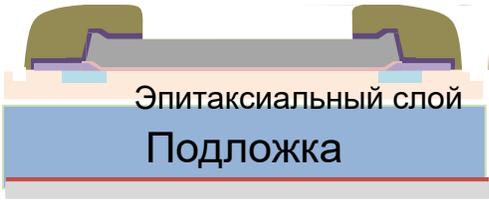
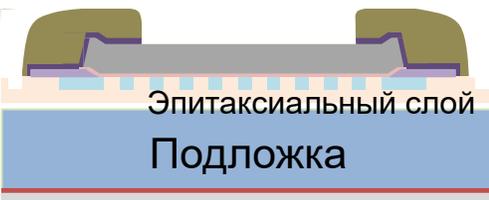
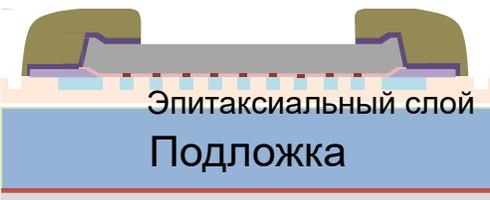
Уникальный дизайн пластин разработки SUNCOYJ



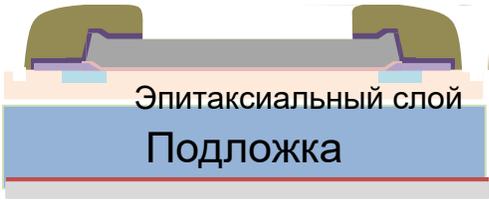
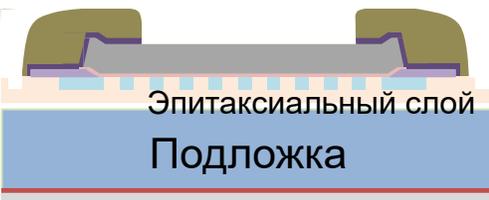
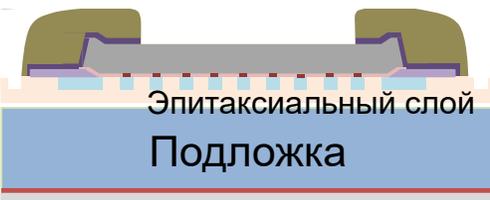
- Широкий спектр корпусов дискретных компонентов
- Разработка модулей
- Сборка и тестирование

Сборка и тестирование на собственных мощностях компании

Поколения SiC-диодов

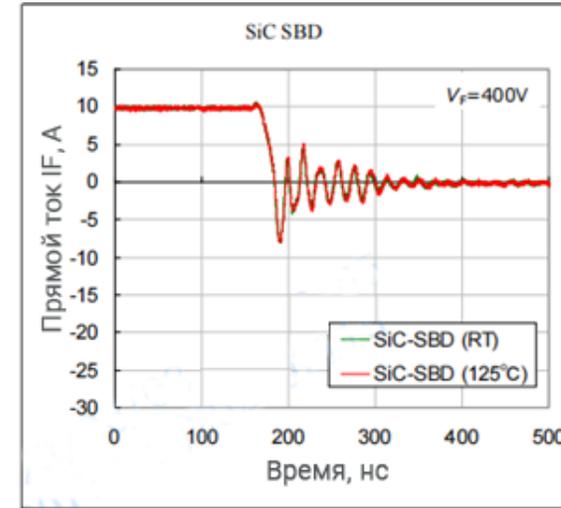
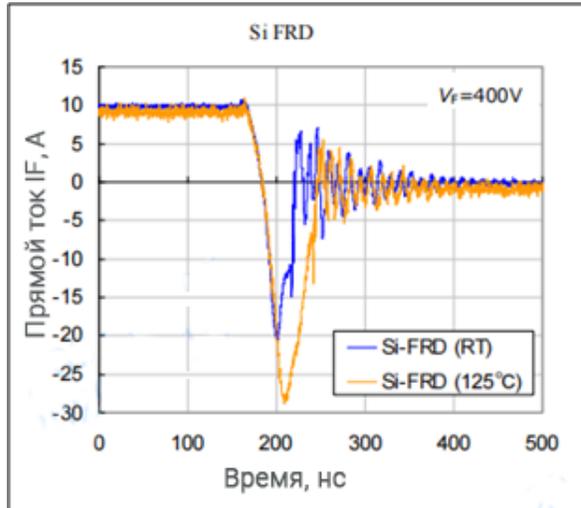
Поколение	1 (SBD)	2 (JBS)	3 (MPS)
Структура	 <p>Эпитаксиальный слой Подложка</p>	 <p>Эпитаксиальный слой Подложка</p>	 <p>Эпитаксиальный слой Подложка</p>
Достоинства	<ul style="list-style-type: none"> • Высокая плотность прямого тока 	<ul style="list-style-type: none"> • Малый ток утечки 	<ul style="list-style-type: none"> • Большой прямой импульсный ток • Сбалансированные значения всех электрических параметров
Недостатки	<ul style="list-style-type: none"> • Большой ток утечки • Маленький прямой импульсный ток 	<ul style="list-style-type: none"> • Маленький прямой импульсный ток 	<ul style="list-style-type: none"> • Сложный техпроцесс

Поколения SiC-диодов

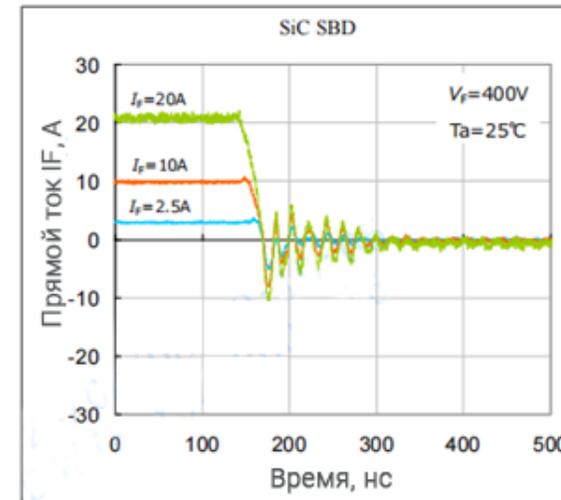
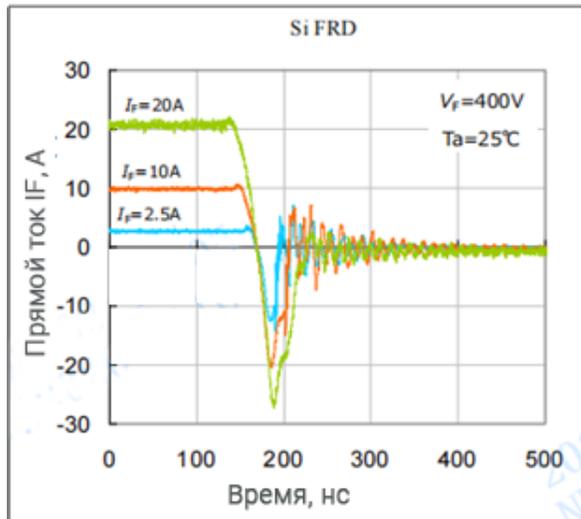
Поколение	4 (TMBS)	5 (Back Thinning)	6 (Шоттки с малым V_{TH})
Структура	 <p>Эпитаксиальный слой Подложка</p>	 <p>Эпитаксиальный слой Подложка</p>	 <p>Эпитаксиальный слой Подложка</p>
Достоинства	<ul style="list-style-type: none"> • Увеличенная плотность прямого тока • Более высокая устойчивость к импульсным перенапряжениям 	<ul style="list-style-type: none"> • Уменьшенная толщина подложки для увеличения плотности прямого тока • Практически полное отсутствие недостатков • Самая популярная технология нынешнего времени 	<ul style="list-style-type: none"> • Замена обычным диодам Шоттки • Еще большая плотность прямого тока • Передовая структура с малым V_F
Недостатки	<ul style="list-style-type: none"> • Сложный техпроцесс • Проблемы с надежностью, необходимость в массовом тестировании 	<ul style="list-style-type: none"> • Потребность в модернизации оборудования для изготовления более тонких подложек 	<ul style="list-style-type: none"> • Большой ток утечки

Сравнение характеристик обратного восстановления карбид-кремниевых и кремниевых диодов Шоттки

Для разных T_j



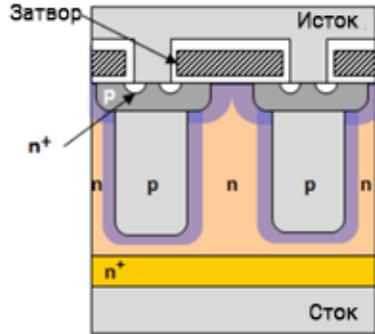
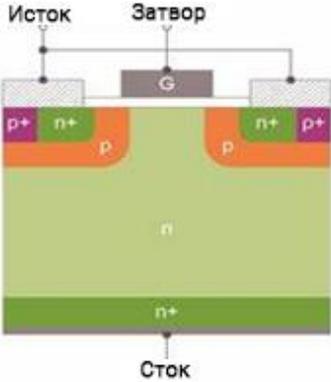
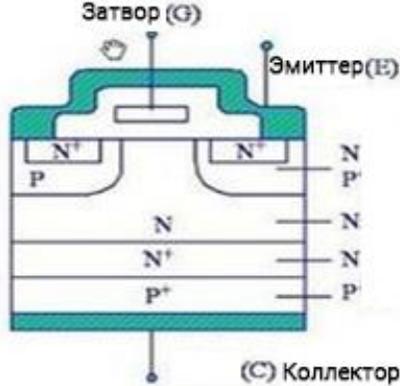
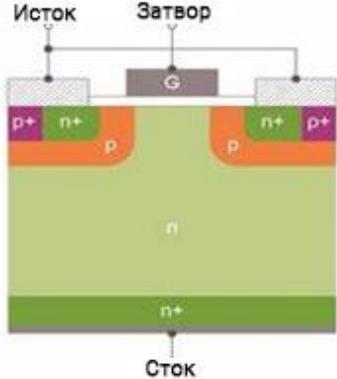
Для разных I_F



Сравнение SiC MOSFET, SJ MOSFET и IGBT

Компонент	SJ MOSFET	IGBT	SiC MOSFET
Структура			
Достоинства	Малые потери при переключении, высокая частота переключения (≥ 100 кГц)	Малое сопротивление открытого канала высокое допустимое обратное напряжение	Малые потери при высокой частоте переключения (≥ 100 кГц) Малое сопротивление открытого канала, высокое допустимое обратное напряжение, возможность применения в высоковольтных схемах
Недостатки	Малое допустимое обратное напряжение Отсутствие возможности обеспечить баланс между высоким допустимым напряжением «сток-исток» и потерями на проводимость	Большие потери при переключении Низкая частота переключения (< 20 кГц)	Недостаточно отработанная технология Высокая стоимость
Принцип работы	Униполярное устройство Отсутствие эффекта накопления неосновных носителей заряда (малые потери при переключении)	Биполярное устройство (большие потери при переключении) Эффект модуляции проводимости (малое падение напряжения)	Биполярное устройство Отсутствует эффект накопления неосновных носителей заряда (малые потери при переключении) Высокая напряженность поля при пробое (в 10 раз больше чем у кремниевых компонентов) Меньшая толщина зоны дрейфа и более высокая концентрация легирующих примесей (малое сопротивление, высокое значение напряжения «сток-исток»)

Сравнение SiC MOSFET, SJ MOSFET и IGBT

Тип	SJ MOSFET	SiC MOSFET	IGBT	SiC MOSFET
Структура				
Модель	600В, 28мОм	650В, 30 мОм	1200В, 71 А	1200В, 40 мОм
$R_{DS(on)}$, мОм	26 $V_{GS}=10\text{ В}$	40 $V_{GS}=10\text{ В}$	26 $V_{GS}=15\text{ В}$	40 $V_{GS}=15\text{ В}$
Qg, нКл	149 $V_{GS}=10\text{ В}$	80 $V_{GS}=10\text{ В}$	650 $V_{GS}=15\text{ В}$	101 $V_{GS}=15\text{ В}$
FOM ($R_{DS(on)} \times Qg$)	3874	3200	16900	4040

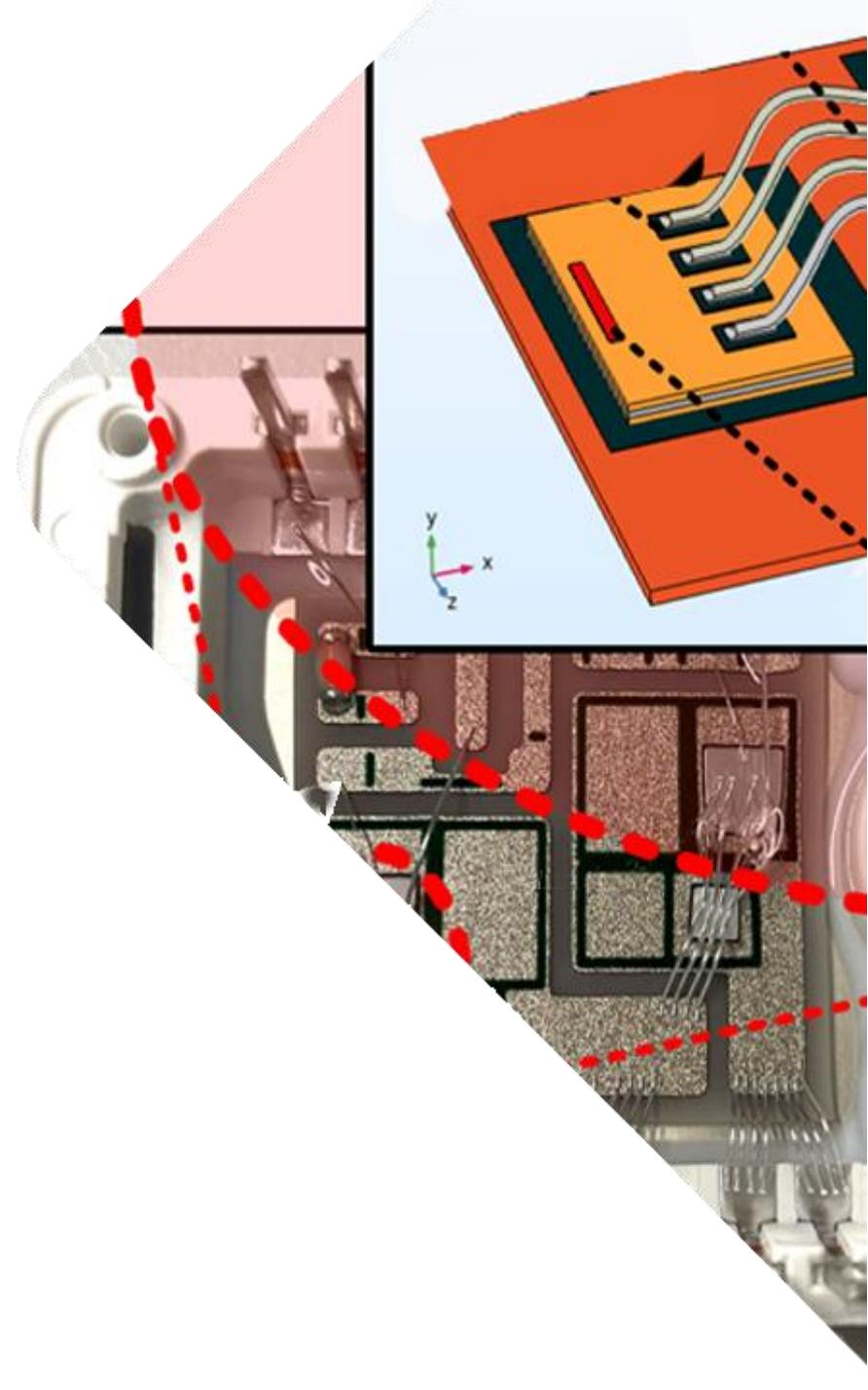
Обеспечение надежности

Компания SUNCOYJ проводит испытания семейств **JESD** и **MIL-STD-750** на надежность в полном соответствии со стандартами AECQ101, в которые входят:

- Тестирование нового компонента (до 1000 часов)
- Испытания новых материалов
- Изменение техпроцесса
- Контроль долговременной надежности в течение 6 месяцев (до 1000 часов)
- Тестирование на надежность для партии пластин



03 **Ассортимент**



SiC-диоды Шоттки. Ассортимент SiC-компонентов

Компания SUNCOYJ выпускает 50 наименований SiC-диодов Шоттки с обратным напряжением 650, 1200, 1700 В и прямым током в диапазоне 2...60 А



SiC-диоды Шоттки, 650В							
Наименование	V_{BR_min} , В	I_F , А	Поколение	V_F , В	I_R , мкА	R_{thJ-C} , °C/Вт	Корпус
YJD106502DQG3	650	2	Gen3	1,5	0,1	3,62	TO-252/DPAK
YJD106502PQG3	650	2	Gen3	1,5	0,1	3,3	TO-220AC
YJD106504DG1	650	4	Gen1	1,4	3	2,52	TO-252/DPAK
YJD106504PG1	650	4	Gen1	1,4	3	2,65	TO-220AC
YJD106506DQG2	650	6	Gen2	1,31	0,5	1,49	TO-252/DPAK
YJD106506BQG2	650	6	Gen2	1,31	0,5	1,75	TO-263/D2PAK
YJD106506PQG2	650	6	Gen2	1,31	0,5	1,78	TO-220AC
YJD106506FQG2	650	6	Gen2	1,31	0,5	4,76	ITO-220AC
YJD106508DQG2	650	8	Gen2	1,3	0,5	1,14	TO-252/DPAK
YJD106508BQG2	650	8	Gen2	1,3	0,5	1,1	TO-263/D2PAK
YJD106508PQG2	650	8	Gen2	1,3	0,5	1,1	TO-220AC
YJD106508FQG2	650	8	Gen2	1,3	0,5	3,5	ITO-220AC
YJD106510DQG2	650	10	Gen2	1,35	0,5	1,14	TO-252/DPAK
YJD106510BQG2	650	10	Gen2	1,35	0,5	1,1	TO-263/D2PAK
YJD106510PQG2	650	10	Gen2	1,35	0,5	1,1	TO-220AC
YJD106510FQG2	650	10	Gen2	1,35	0,5	3,5	ITO-220AC
YJD106520NCTQG2	650	20	Gen2	1,35*	0,5	1,34/0,65	TO-247AC
YJD106520DQG2	650	20	Gen2	1,35	1	1	ITO-252/D2PAK
YJD106520BQG2	650	20	Gen2	1,35	1	1,04	TO-263/D2PAK
YJD106520PQG2	650	20	Gen2	1,35	1	0,88	TO-220AC
YJD106520FQG2	650	20	Gen2	1,35	1	3,20	ITO-220AC
YJD106520NQG2	650	20	Gen2	1,35	1	0,80	TO-247AC
YJD106540NCTQG2	650	40	Gen2	1,35	1	0,8/0,41	TO-247AB
YJD106550NQG3	650	50	Gen3	1,45	3	0,33	TO-247AC
YJD106550BQG3	650	50	Gen3	1,45	3	0,4	TO-263/D2PAK

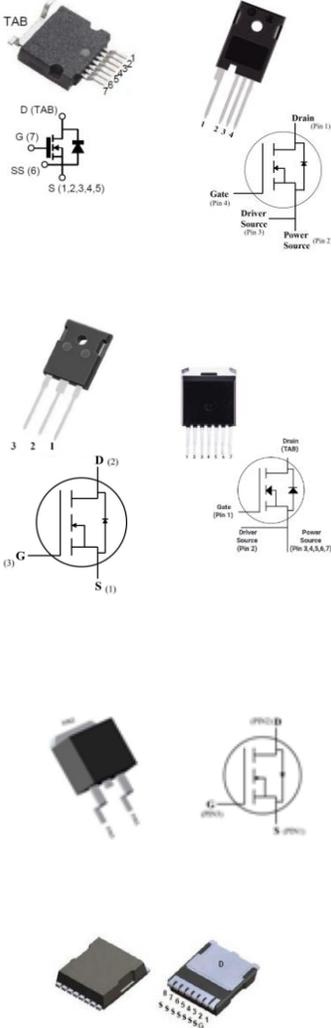
* - для каждого диода
** - на устройство

SiC-диоды Шоттки, 650В							
Наименование	V_{BR_min} , В	I_F , А	Поколение	V_F , В	I_R , мкА	R_{thJ-C} , °C/Вт	Корпус
YJD106502DQG3	650	2	Gen3	1,5	0,1	3,62	TO-252/DPAK
YJD106502PQG3	650	2	Gen3	1,5	0,1	3,3	TO-220AC
YJD106504DG1	650	4	Gen1	1,4	3	2,52	TO-252/DPAK
YJD106504PG1	650	4	Gen1	1,4	3	2,65	TO-220AC
YJD106506DQG2	650	6	Gen2	1,31	0,5	1,49	TO-252/DPAK
YJD106506BQG2	650	6	Gen2	1,31	0,5	1,75	TO-263/D2PAK
YJD106506PQG2	650	6	Gen2	1,31	0,5	1,78	TO-220AC
YJD106506FQG2	650	6	Gen2	1,31	0,5	4,76	ITO-220AC
YJD106508DQG2	650	8	Gen2	1,3	0,5	1,14	TO-252/DPAK
YJD106508BQG2	650	8	Gen2	1,3	0,5	1,1	TO-263/D2PAK
YJD106508PQG2	650	8	Gen2	1,3	0,5	1,1	TO-220AC
YJD106508FQG2	650	8	Gen2	1,3	0,5	3,5	ITO-220AC
YJD106510DQG2	650	10	Gen2	1,35	0,5	1,14	TO-252/DPAK
YJD106510BQG2	650	10	Gen2	1,35	0,5	1,1	TO-263/D2PAK
YJD106510PQG2	650	10	Gen2	1,35	0,5	1,1	TO-220AC
YJD106510FQG2	650	10	Gen2	1,35	0,5	3,5	ITO-220AC
YJD106520NCTQG2	650	20	Gen2	1,35*	0,5	1,34/0,65	TO-247AC
YJD106520DQG2	650	20	Gen2	1,35	1	1	ITO-252/D2PAK
YJD106520BQG2	650	20	Gen2	1,35	1	1,04	TO-263/D2PAK
YJD106520PQG2	650	20	Gen2	1,35	1	0,88	TO-220AC
YJD106520FQG2	650	20	Gen2	1,35	1	3,20	ITO-220AC
YJD106520NQG2	650	20	Gen2	1,35	1	0,80	TO-247AC
YJD106540NCTQG2	650	40	Gen2	1,35	1	0,8/0,41	TO-247AB
YJD106550NQG3	650	50	Gen3	1,45	3	0,33	TO-247AC
YJD106550BQG3	650	50	Gen3	1,45	3	0,4	TO-263/D2PAK

* - для каждого диода
** - на устройство

SiC MOSFET. Ассортимент SiC-компонентов

Компания SUNCOYJ выпускает 60 наименований SiC MOSFET, включая 32 модели для применения в автомобилях, с напряжением «сток-исток» 650, 1200 и 1700 В

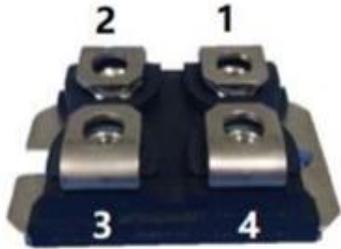


SiC MOSFET										
Наименование	V _{BRDSS} , мин ¹ , В	R _{DS(ON)} , мОМ @25°C	Поколение	I _D , А	Q _g , нКл	C _{oss} , пФ	P _{Тот} , Вт	P _{ин-С} , °С/Вт	T _J , °С	Корпус
YJD212030NCTGH	1200	30	GH	78	305	198	375	0,4	175	TO-247AB
YJD212030NCFGH	1200	30	GH	78	305	198	375	0,4	175	TO-247-4L
YJD212030T2GH	1200	30	GH	77	305	198	365	0,41	175	T2PAK
YJD212040NCFG2	1200	33	Gen2	66	116	127	333	0,45	175	TO-247-4L
YJD212040NCTG2	1200	33	Gen2	66	116	127	333	0,45	175	TO-247-AB
YJD212040NCTGH	1200	40	GH	62	229	145	326	0,46	175	TO-247-AB
YJD212040NCFGH	1200	40	GH	62	229	145	326	0,46	175	TO-247-4L
YJD212040T2GH	1200	40	GH	62	229	145	333	0,45	175	T2PAK
YJD212040NCFG1	1200	40	Gen1	63	120	141	300	0,42	175	TO-247-4L
YJD212040NCTG1	1200	40	Gen1	63	120	141	300	0,42	175	TO-247AB
YJD212060NCTGH	1200	60	GH	44,5	129	115	250	0,6	175	TO-247AB
YJD212060NCFGH	1200	60	GH	44,5	129	115	250	0,6	175	TO-247-4L
YJD212060B7GH	1200	60	GH	42	129	115	223	0,67	175	TO-263-7L
YJD212060T2GH	1200	60	GH	46	129	115	268	0,56	175	T2PAK
YJD212080NCTG1	1200	77	Gen1	38	41	58	220	0,68	175	TO-247AB
YJD212080NCFG1	1200	77	Gen1	39	41	58	223	0,67	175	TO-247-4L
YJD212080B7G1	1200	77	Gen1	30	41	58	135	1,1	175	TO-263-7L
YJD212080NCTGH	1200	80	GH	33	131	85	224	0,67	175	TO-247AB
YJD212080NCFGH	1200	80	GH	33	131	85	224	0,67	175	TO-247-4L
YJD212080B7GH	1200	80	GH	33	131	85	224	0,7	175	TO-263-7L
YJD212080T2GH	1200	80	GH	33	131	85	224	0,57	175	T2PAK
YJD2120120NCTGH	1200	120	GH	24	67	56	166	0,9	175	TO-247AB
YJD2120120NCFGH	1200	120	GH	24	67	56	166	0,9	175	TO-247-4L
YJD2120120BGH	1200	120	GH	24	67	56	161	0,93	175	D2PAK
YJD2120120B7GH	1200	120	GH	24,5	67	56	176	0,85	175	TO-263-7L
YJD2120160NCFG1	1200	160	Gen1	21	39	47	157	0,95	175	TO-247-4L
YJD2120160NCTG1	1200	160	Gen1	21	39	47	157	0,95	175	TO-247AB
YJD2120240NCTGH	1200	240	GH	13,5	47	36	105	1,42	175	TO-247AB
YJD2120240NCFGH	1200	240	GH	13,5	47	36	105	1,42	175	TO-247-4L
YJD2120240BGH	1200	240	GH	13,5	47	36	105	0,93	175	D2PAK
YJD21202407BGH	1200	240	GH	13,5	47	36	105	0,93	175	TO-263-7L
YJD206520NCTGH	650	20	GH	107	287	359	375	0,4	175	TO-247AB
YJD206520NCFGH	650	20	GH	107	287	359	375	0,4	175	TO-247-4L
YJD206525NCTGH	650	25	GH	107	275	358	375	0,4	175	TO-247AB
YJD206525NCFGH	650	25	GH	107	275	358	375	0,4	175	TO-247-4L
YJD206525T2GH	650	25	GH	112	275	358	395	0,38	175	T2PAK
YJD206530NCFG1	650	30	Gen1	65	101	185	260	0,48	175	TO-247AB
YJD206530NCTG1	650	30	Gen1	65	101	185	260	0,48	175	TO-247-4L
YJD206550NCTGH	650	50	GH	60	121	208	250	0,6	175	TO-247AB
YJD206550NCFGH	650	50	GH	60	121	208	250	0,6	175	TO-247-4L
YJD206550B7GH	650	50	GH	57	121	208	223	0,67	175	TO-263-7L
YJD206560NCTGH	650	60	GH	52	90	118	268	0,7	175	TO-247AB
YJD206560NCFGH	650	60	GH	52	90	118	268	0,7	175	TO-247-4L
YJD206560B7GH	650	60	GH	52	90	118	268	0,7	175	TO-263-7L
YJD206560NCTG1	650	60	Gen1	37	46	71	153	0,98	175	TO-247AB

SiC MOSFET для применения в автомобилях										
Наименование	V _{BRDSS} , мин ¹ , В	R _{DS(ON)} , мОМ @25°C	Поколение	I _D , А	Q _g , нКл	C _{oss} , пФ	P _{Тот} , Вт	P _{ин-С} , °С/Вт	T _J , °С	Корпус
YJD212030NCTGHQ	1200	30	GH	78	305	198	375	0,4	175	TO-247AB
YJD212030NCFGHQ	1200	30	GH	78	305	198	375	0,4	175	TO-247-4L
YJD212030T2GHQ	1200	30	GH	77	305	198	365	0,41	175	T2PAK
YJD212040NCFG2HQ	1200	33	Gen2	66	116	127	333	0,45	175	TO-247-4L
YJD212040NCTG2Q	1200	33	Gen2	66	116	127	333	0,45	175	TO-247-AB
YJD212040NCTGHQ	1200	40	GH	62	229	145	326	0,46	175	TO-247AB
YJD212040NCFGHQ	1200	40	GH	62	229	145	326	0,46	175	TO-247-4L
YJD2120T2GHQ	1200	40	GH	62	229	145	333	0,45	175	T2PAK
YJD2120NCFG1Q	1200	40	Gen1	63	120	141	300	0,42	175	TO-247-4L
YJD2120NCTG1Q	1200	40	Gen1	63	120	141	300	0,42	175	TO-247AB
YJD212060NCTGHQ	1200	60	GH	44,5	129	115	250	0,6	175	TO-247AB
YJD212060NCFGHQ	1200	60	GH	44,5	129	115	250	0,6	175	TO-247-4L
YJD212060B7GHQ	1200	60	GH	42	129	115	223	0,67	175	TO-263-7L
YJD212060T2GHQ	1200	60	GH	46	129	115	268	0,56	175	T2PAK
YJD212080NCTG1Q	1200	77	Gen1	38	41	58	220	0,68	175	TO-247AB
YJD212080NCFG1Q	1200	77	Gen1	39	41	58	223	0,67	175	TO-247-4L
YJD212080B7G1Q	1200	77	Gen1	30	41	58	135	1,1	175	TO-263-7L
YJD212080NCTGHQ	1200	80	GH	33	131	85	224	0,67	175	TO-247AB
YJD212080NCFGHQ	1200	80	GH	33	131	85	224	0,67	175	TO-247-4L
YJD212080B7GHQ	1200	80	GH	33	131	85	224	0,7	175	TO-263-7L
YJD212080T2GHQ	1200	80	GH	33	131	85	224	0,57	175	T2PAK
YJD2120120NCTGHQ	1200	120	GH	24	67	56	166	0,9	175	TO-247AB
YJD2120120NCFGHQ	1200	120	GH	24	67	56	166	0,9	175	TO-247-4L
YJD2120120BGHQ	1200	120	GH	24	67	56	161	0,93	175	D2PAK
YJD2120120B7GHQ	1200	120	GH	24,5	67	56	176	0,85	175	TO-263-7L
YJD2120160NCFG1Q	1200	160	Gen1	21	39	47	157	0,95	175	TO-247-4L
YJD2120160NCTG1Q	1200	160	Gen1	21	39	47	157	0,95	175	TO-247AB
YJD206520NCTGHQ	650	20	GH	107	287	359	375	0,4	175	TO-247AB
YJD206520NCFGHQ	650	20	GH	107	287	359	375	0,4	175	TO-247-4L
YJD206525NCTGHQ	650	25	GH	107	275	358	375	0,4	175	TO-247AB
YJD206525NCFGHQ	650	25	GH	107	275	358	375	0,4	175	TO-247-4L
YJD206525C2GHQ	650	25	GH	112	275	358	395	0,38	175	T2PAK
YJD206530NCFG1Q	650	30	Gen1	65	101	185	260	0,48	175	TO-247AB
YJD206530NCTG1Q	650	30	Gen1	65	101	185	260	0,48	175	TO-247-4L
YJD206550NCTGHQ	650	50	GH	60	121	208	250	0,6	175	TO-247AB
YJD206550NCFGHQ	650	50	GH	60	121	208	250	0,6	175	TO-247-4L
YJD206550B7GHQ	650	50	GH	57	121	208	223	0,67	175	TO-263-7L
YJD206560NCTGHQ	650	60	GH	52	90	118	268	0,7	175	TO-247AB
YJD206560NCFGHQ	650	60	GH	52	90	118	268	0,7	175	TO-247-4L
YJD206560B7GHQ	650	60	GH	52	90	118	268	0,7	175	TO-263-7L
YJD206560NCTG1Q	650	60	Gen1	37	46	71	153	0,98	175	TO-247AB
YJD206560NCFG1Q	650	60	Gen1	37	46	71	153	0,98	175	TO-247-4L
YJD2065100NCTG1Q	650	100	GH	32	66	105	166	0,9	175	TO-247AB
YJD2065100NCFG1Q	650	100	GH	32	66	105	166	0,9	175	TO-247-4L
YJD2065100B7G1Q	650	100	GH	29	66	105	123	1,22	175	TO-263-7L

Силовые модули SiC MOSFET

MC20UZ12ST



Силовые модули SiC MOSFET

V_{DS} 1200 В
 $I_D(25^\circ\text{C})$ 100 А
 $R_{DS(on)}$ 22 мОм

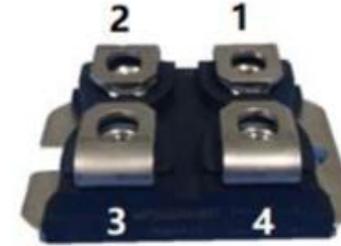
Области применения:

- Солнечные инверторы, преобразователи и промышленные электроприводы
- Передача и распределение энергии в интеллектуальных электрических сетях
- Индукционный нагрев и сварка
- Силовые установки и зарядные устройства гибридных и стандартных электромобилей
- Подача и распределение электропитания

Особенности:

- Большая скорость переключения
- Практически полное отсутствие потерь на переключение
- Максимальная рабочая температура 175°C
- Высокое напряжение пробоя «сток-исток»
- Быстрый паразитный диод с маленьким током восстановления
- Высокая частота переключения
- Напряжение изоляции 2500 В AC
- Отсутствие галогенов, соответствие требованиям RoHS
- Стандартный корпус

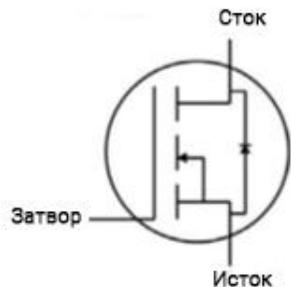
MC40UZ12ST



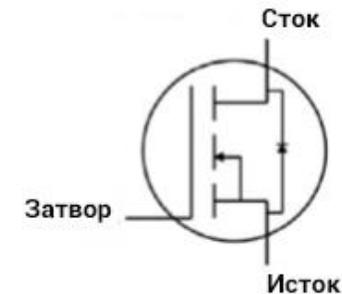
Силовые модули SiC MOSFET

V_{DS} 1200 В
 $I_D(25^\circ\text{C})$ 68 А
 $R_{DS(on)}$ 42 мОм

Условное обозначение



Условное обозначение



Силовые модули SiC MOSFET

MC20HFZ12P2N



Силовые модули SiC MOSFET

V_{DS} 1200 В
 $I_D(75^\circ\text{C})$ 94 А
 $R_{DS(on)}$ 20 мОм

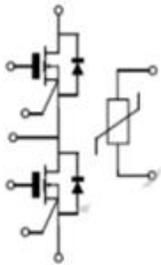
Области применения:

- Индукционный нагрев
- DC/DC-преобразователи
- Контроллеры движения и сервоприводы
- ИБП и ИИП
- Солнечные инверторы, ветрогенераторы

Особенности:

- Малое сопротивление в открытом состоянии и высокая плотность тока
- Малая емкость, обеспечивающая возможность высокочастотной коммутации
- Простой контроль температуры благодаря встроенному термистору
- Положительный температурный коэффициент
- Отсутствие галогенов, соответствие требованиям RoHS
- Медное основание и изолятор AlN-AMB

Условное обозначение



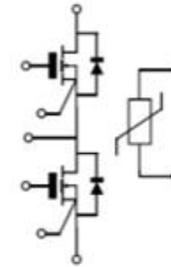
MC070HFZ12P3N



Силовые модули SiC MOSFET

V_{DS} 1200 В
 $I_D(75^\circ\text{C})$ 200 А
 $R_{DS(on)}$ 6,6 мОм

Условное обозначение



04 **Области применения
карбид-кремниевых
КОМПОНЕНТОВ**



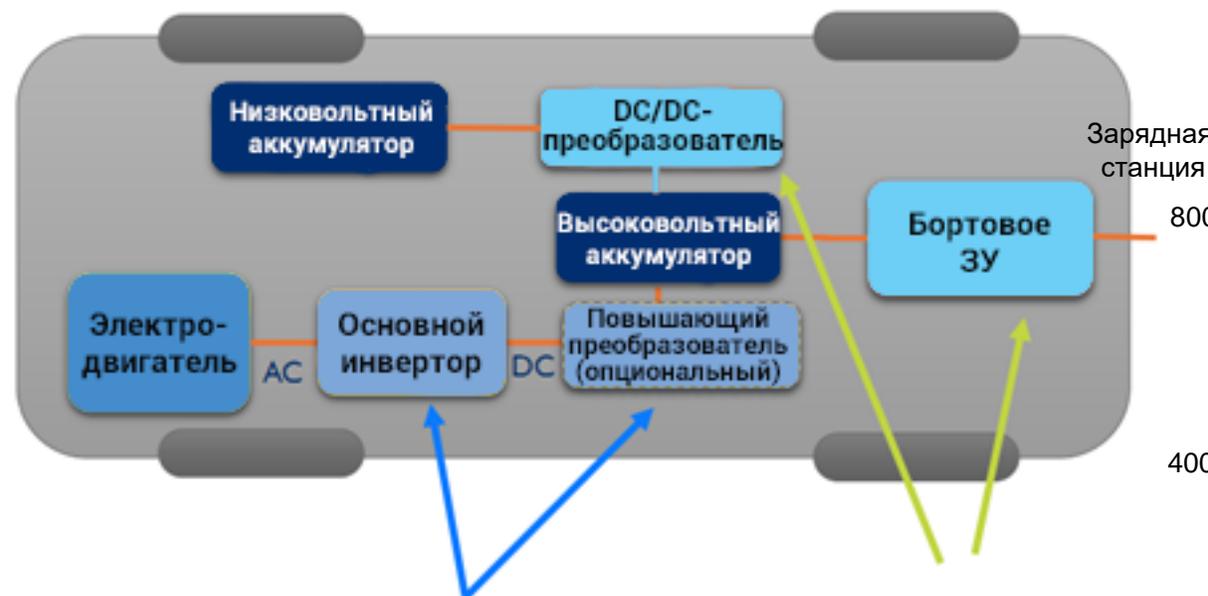
Применение SiC-компонентов

Применения



Применение SiC-компонентов

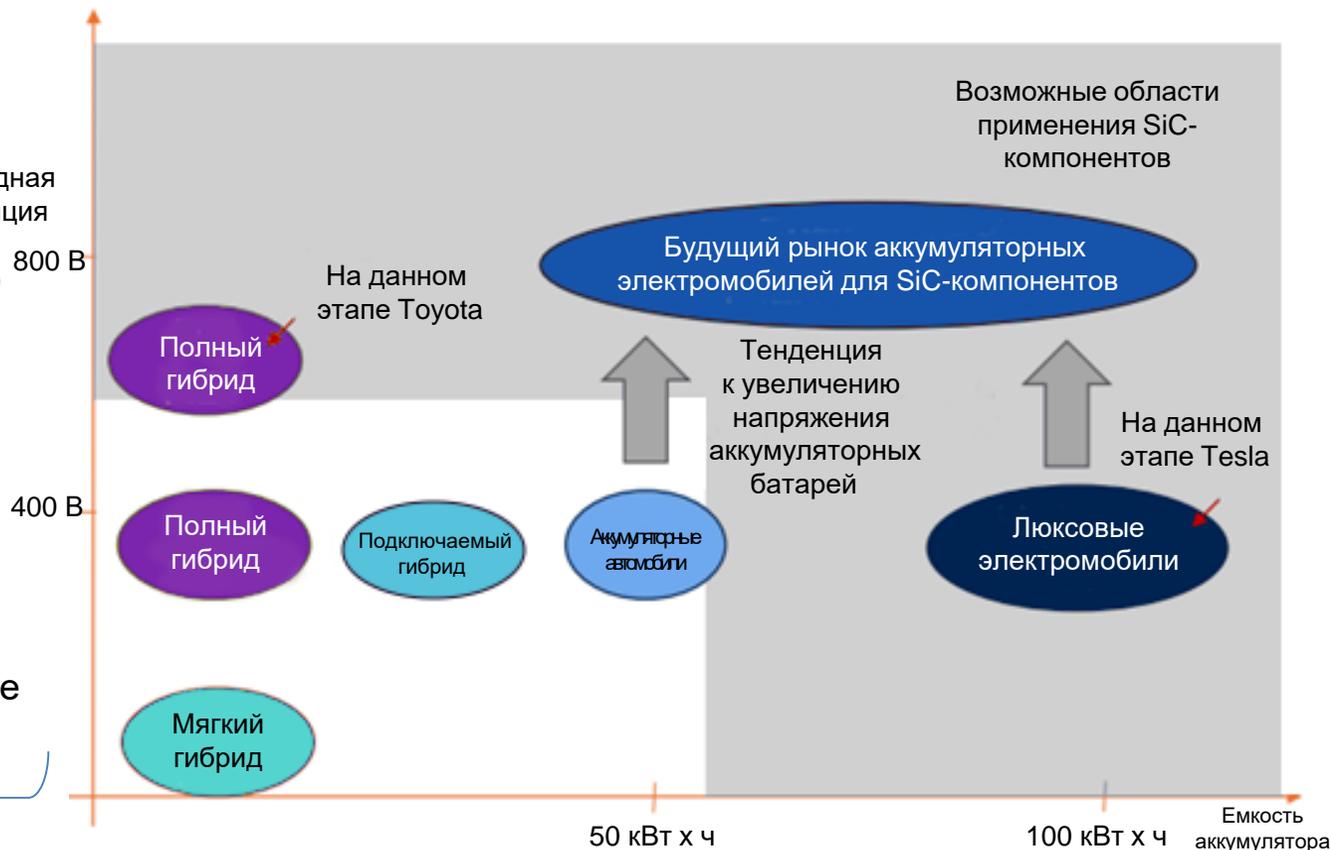
Электромобили



Используются силовые полупроводниковые модули

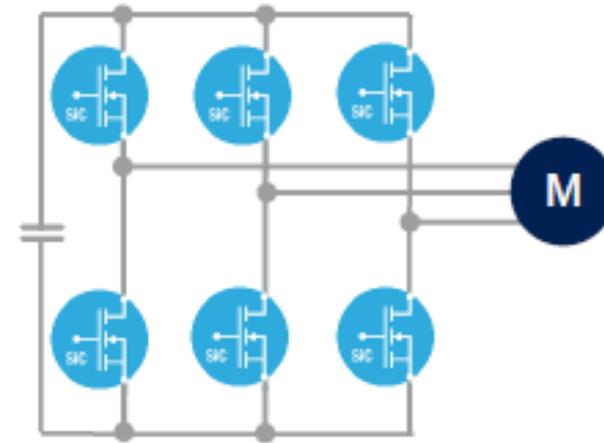
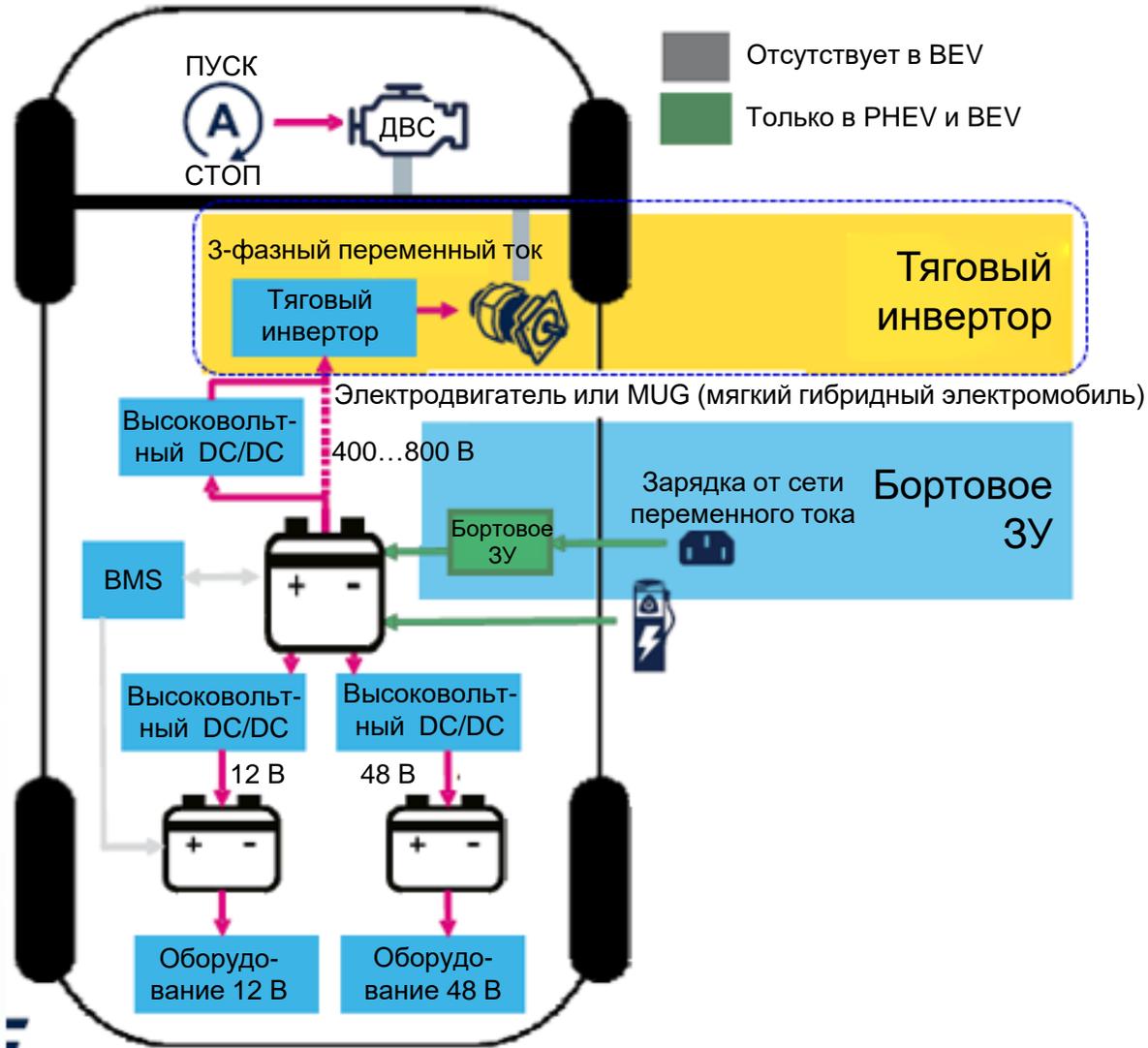
Применяются дискретные полупроводниковые компоненты

Вместо традиционных кремниевых могут использоваться SiC-компоненты



Применение SiC-компонентов

Электромобили

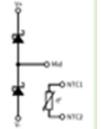
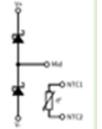


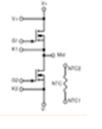
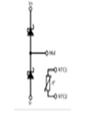
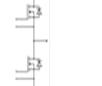
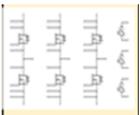
Стандартная топология инвертора (генератор)

Назначение: преобразование DC/AC для управления электродвигателем, ключевой компонент в схеме управления электромобиля

Применение SiC-компонентов

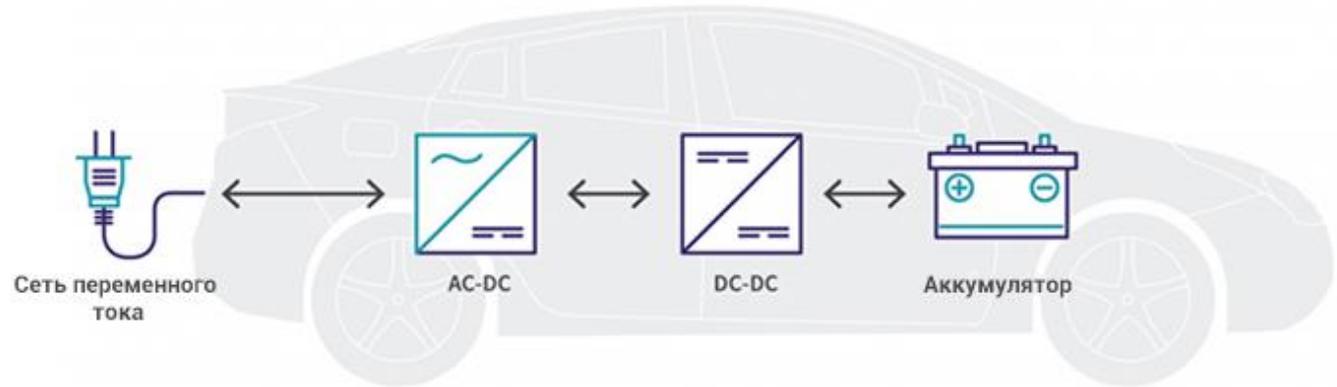
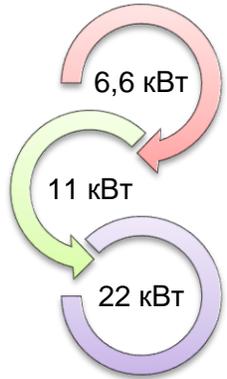
Электромобили

		Схема	Тип	Параметры	Производитель
750В	Pcore™ 6 	-	SiC MOS	750В,450А	Basic
				750В,700А	Basic
1700 В	HM High Performance 62 mm 		SiC MOS	1700 В, 380А	Wolfspeed
				1700 В, 500А	Wolfspeed
				1700 В, 600А	Wolfspeed
				1700 В, 650А	Wolfspeed

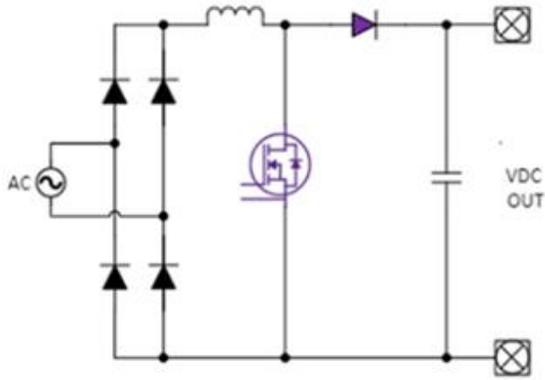
	XM3	Схема	Тип	Параметры	Производитель
1200 В			SiC MOS	1200 В, 400А	Wolfspeed
				1200 В, 425А	Wolfspeed
				1200 В, 450А	Wolfspeed
	HM High Performance 62 mm	Схема	Тип	Параметры	Производитель
			SiC MOS	1200 В, 600А	Wolfspeed
	EasyPack™ 2B	Схема	Тип	Параметры	Производитель
			SiC MOS	1200 В, 154А	Infinenon
				1200 В, 200А	Infinenon
	Easy Pack™ 1B	Схема	Тип	Параметры	Производитель
			SiC MOS	1200 В, 150А	Infinenon
	Hybrid PACK™ Drive	Схема	Тип	Параметры	Производитель
			SiC MOS	1200 В, 200А	Infinenon
			1200 В, 400А	Infinenon	
Pcore™ 6	Схема	Тип	Параметры	Производитель	
	-	SiC MOS	1200 В, 400А	Basic	
			1200 В, 600А	Basic	
DCM™ 1000				Параметры	Производитель
				750...1200 В, 350...650А	Danfoss

Применение SiC-компонентов

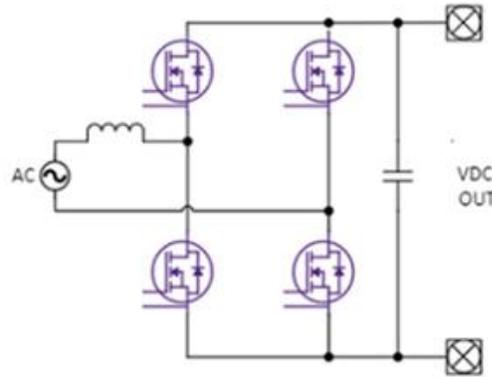
Бортовые зарядные устройства (ОБС)



Варианты V2X: V2B: авто — здание V2G: авто — электросеть V2H: авто — дом V2L: авто — нагрузка V2V: авто — авто



а) обычный повышающий КKM



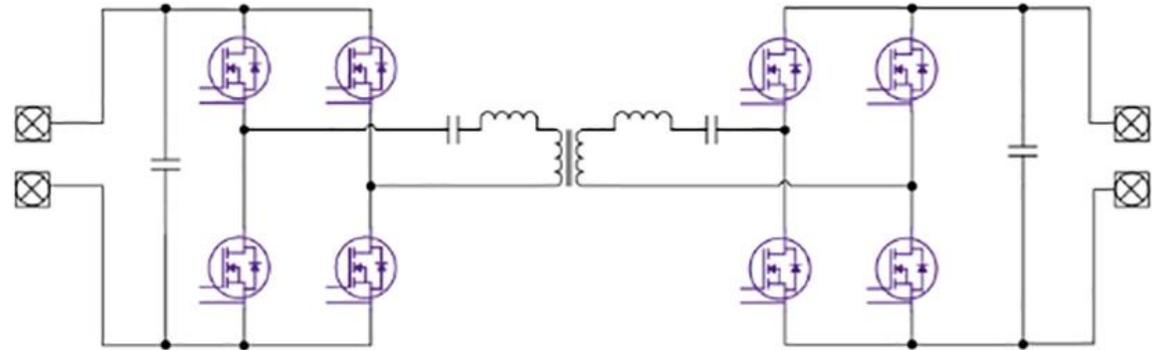
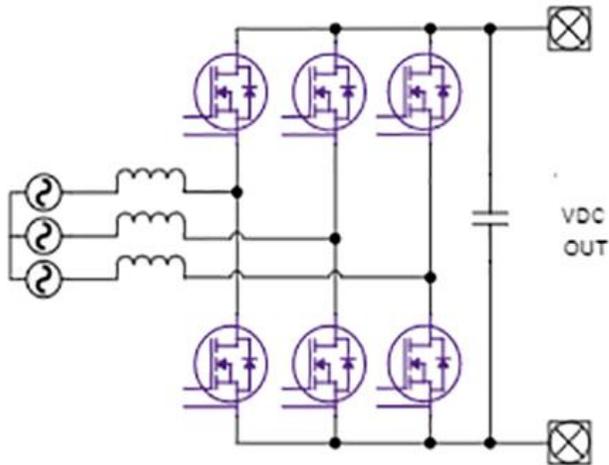
б) двухтактный КKM

- Задача: высокая удельная мощность и максимальный КПД преобразования
- Самая популярная топология — двухтактная (TotemPole):
 - 3 устройства в открытом состоянии → 2 устройства в открытом состоянии
 - двунаправленная зарядка

Применение SiC-компонентов

Бортовые зарядные устройства (ОВС)

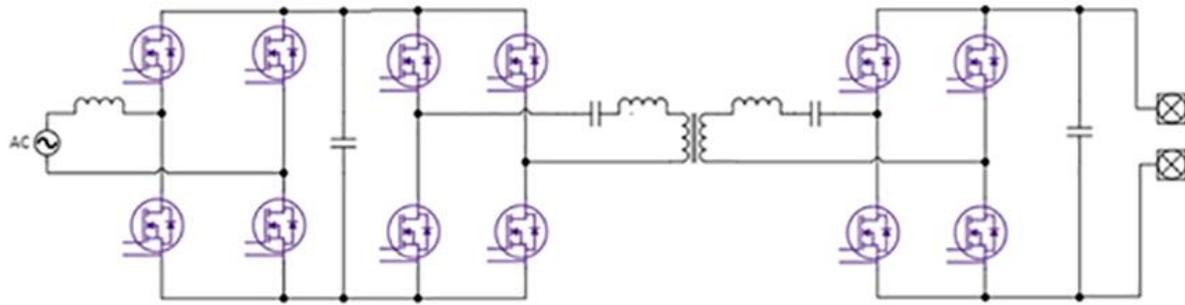
- В двунаправленных 3-фазных бортовых зарядных устройствах чаще всего применяется двухуровневый трехфазный ККМ



- DC/DC-преобразователь однонаправленного зарядного устройства обычно имеет топологию резонансного полумостового LLC-преобразователя. Это однонаправленная топология, поэтому в реверсивном режиме работы КПД зарядного устройства уменьшается, в связи с чем для реализации каскада DC/DC-преобразования больше подходит топология двунаправленного резонансного CLLC-преобразователя, схема которого показана на рисунке. Данная топология сочетает высокую эффективность и широкий диапазон выходного напряжения в режимах как зарядки, так и разрядки.

Применение SiC-компонентов

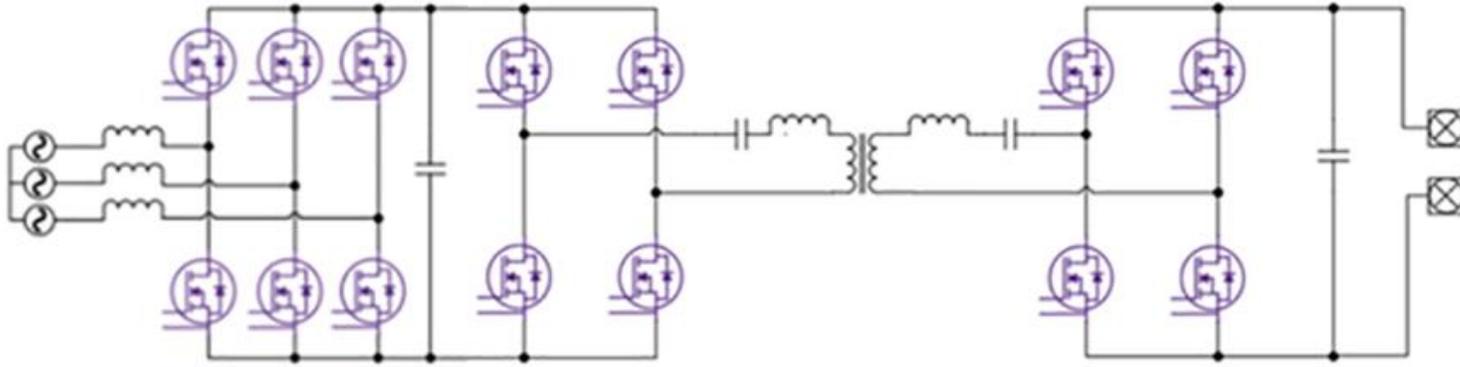
Бортовые зарядные устройства (ОВС)



Мощность	SiC MOSFET	SiC MOSFET ККМ	SiC MOSFET DC/DC-преобразователь
3,3 кВт	650 В	60 мОм	120мОм
6, 6 кВт	650 В	2 x 60 или 25 мОм	60 или 45 мОм

Применение SiC-компонентов

Бортовые зарядные устройства (ОВС)



Мощность	SiC MOSFET ККМ (1200 В)	SiC MOSFET первичный DC/DC 1200 В	SiC MOSFET первичный DC/DC 1200 В (для АКБ 800В)
11 кВт	75 или 40 мОм	75 или 40 мОм	75 или 40 мОм
22 кВт	32 мОм	40 или 32 мОм	40 или 32 мОм

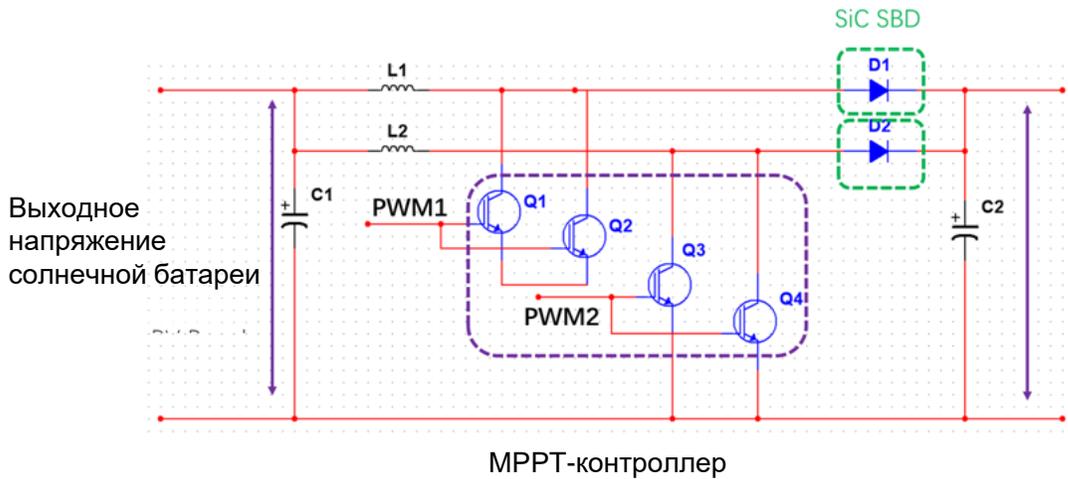
Применение SiC-компонентов

Солнечная энергетика

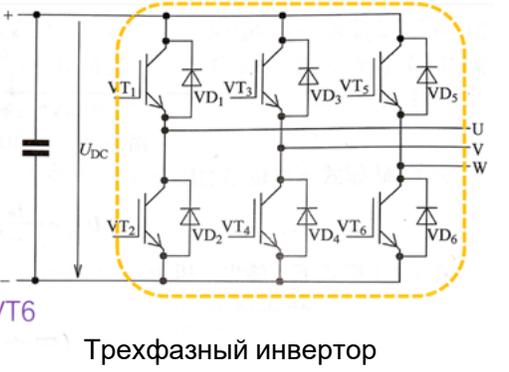
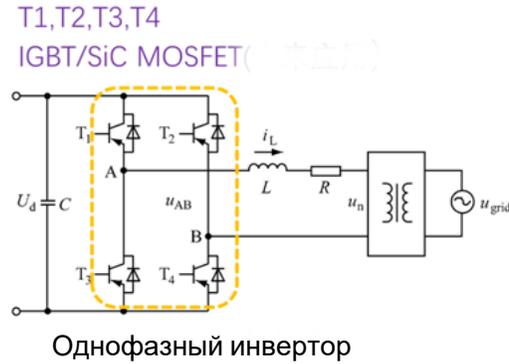


Применение SiC-компонентов

Солнечная энергетика



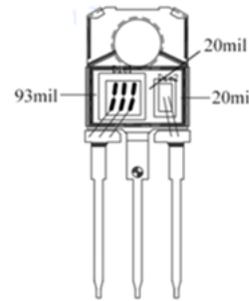
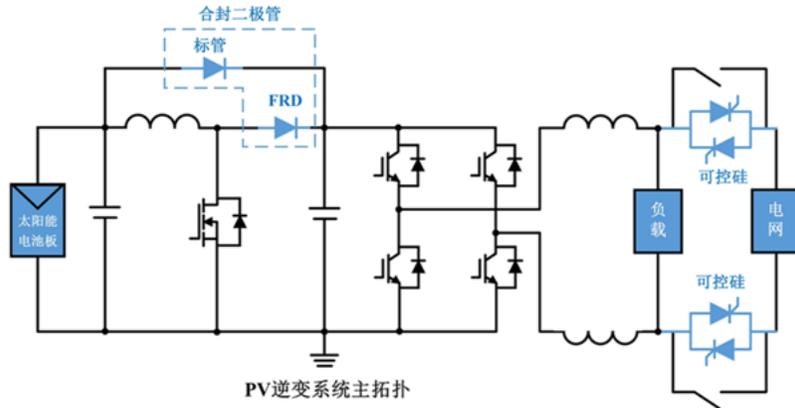
D1, D2 肖特基二极管
 SiC SBD: 1200V, 8A/10A/20A/30A/40A/50A
 Q1, Q2, Q3, Q4
 IGBT/SiC MOSFET (未来应用)



VT1, VT2, VT3, VT4, VT5, VT6
 IGBT/SiC MOSFET (未来应用) Трехфазный инвертор

Применение SiC-компонентов

Солнечная энергетика



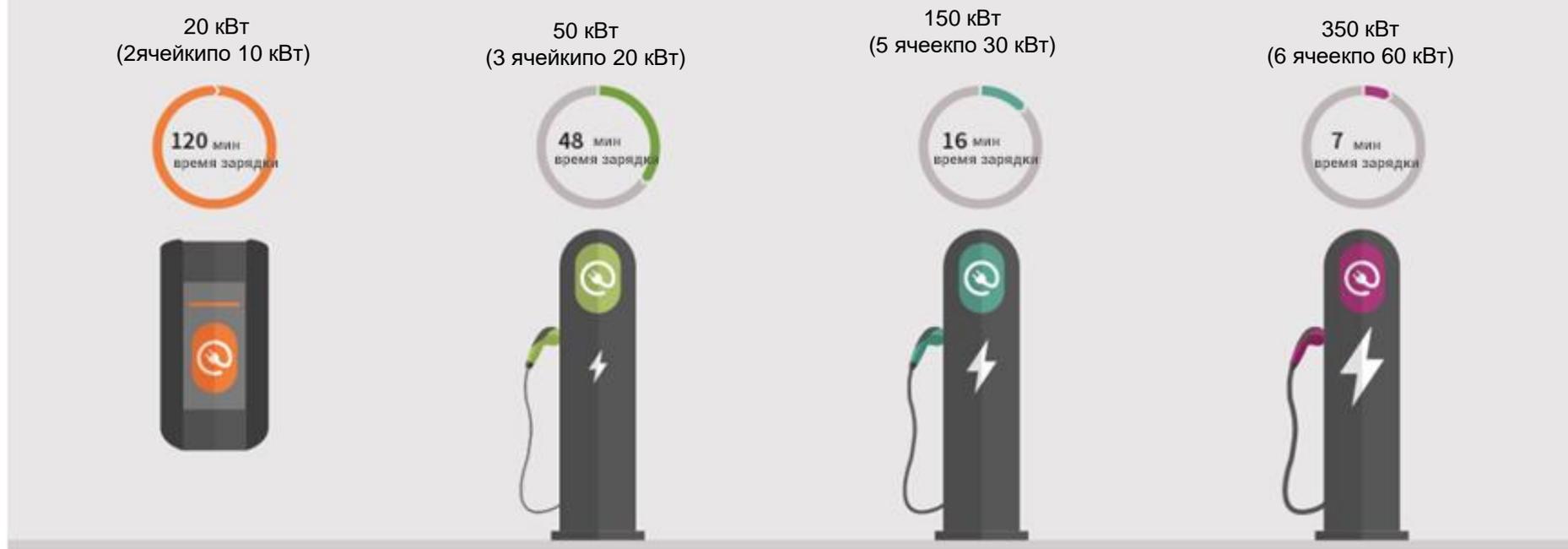
Слева SiC-диод, справа выпрямительный диод

Тип	Максимальное обратное напряжение V_{RM} , В	Максимальный средний выпрямленный ток I_o , А	Пиковый прямой ток I_{FSM} , А	Максимальное прямое напряжение		Максимальный обратный ток I_R , мкА		Время обратного восстановления T_{rr} , нс	Температура перехода T_j , °C	Корпус
				I_o , А	V_F , В	@25°C	@125°C			
FRD	1200	30	300	30	2,4	10	500	75	-55...175	TO-2L/TO-247AC
	1200	60	350	60	3,3	15	500	85	-55...175	TO-2L/TO-247AC
SiC	1200	30	225	30	1,43	3,4	20	28	-55...175	TO-2L/TO-247AC
	1200	30	250	30	1,54	0,5	7	25	-55...175	TO-2L/TO-247AC
	1200	40	280	40	1,41	3,1	18	30	-55...175	TO-2L/TO-247AC

Применение SiC-компонентов

Зарядные станции

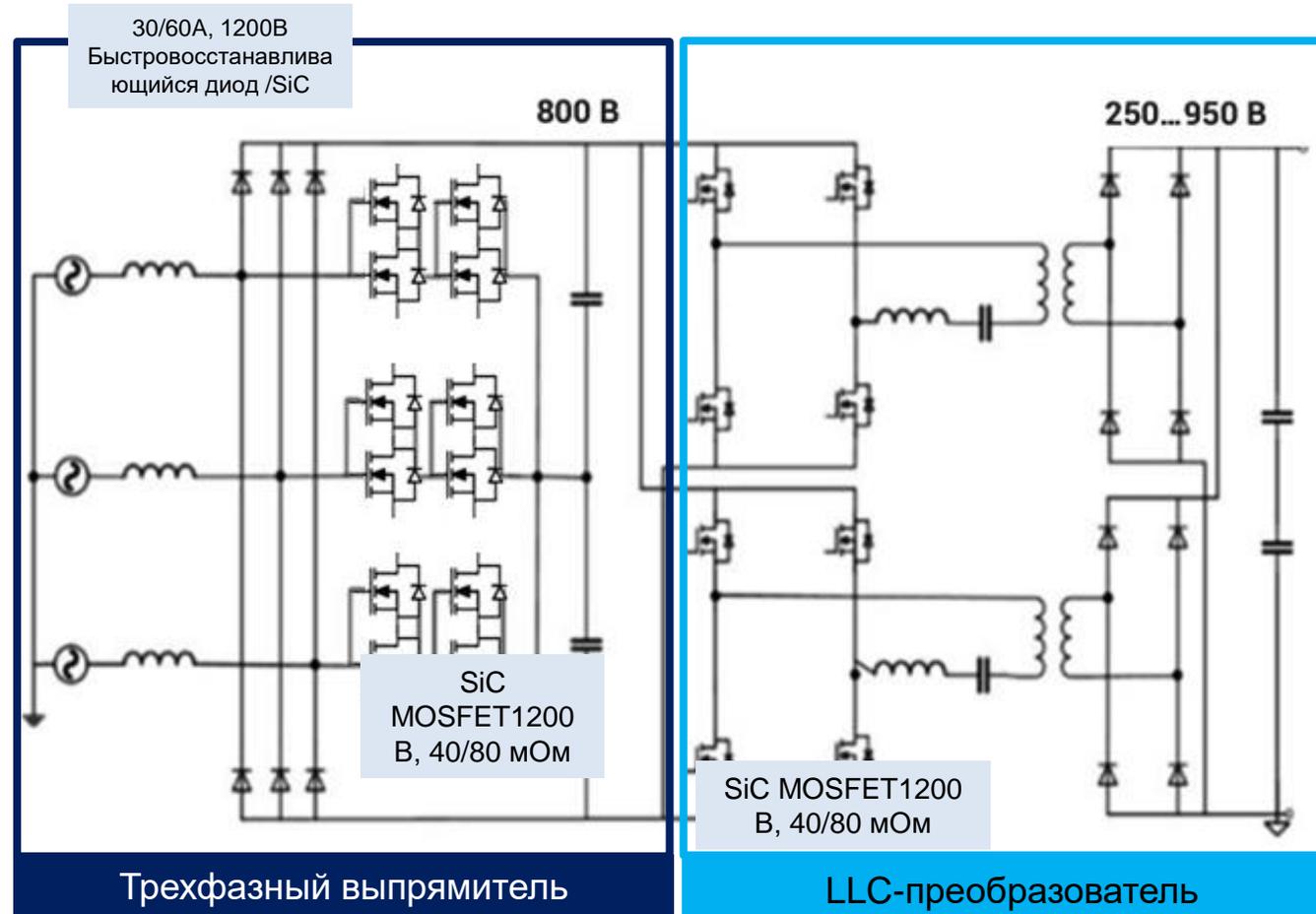
Экономящая время быстрая зарядка постоянным током обеспечивает запас хода электромобиля в 200 км



Применение SiC-компонентов

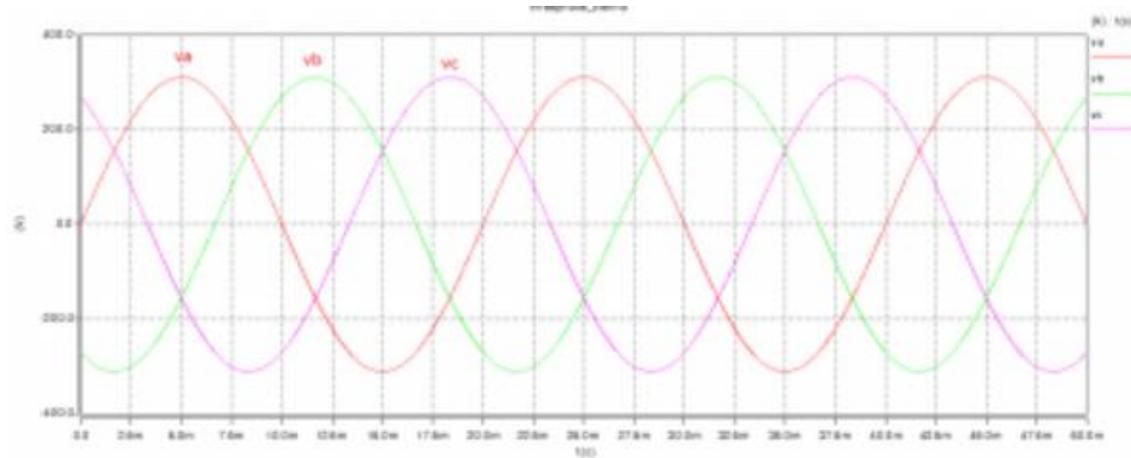
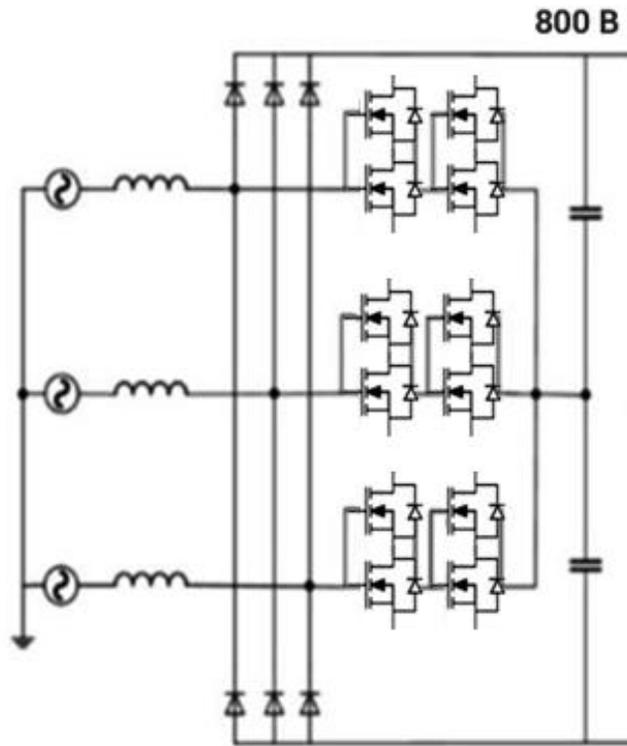
Зарядные станции

Топология зарядной станции



Применение SiC-компонентов

Зарядные станции



- Трехфазный диодный мост, в котором используются сверхбыстрые или SiC-диоды.
- В каждой фазе имеется двунаправленный ключ из двух встречно включенных МОП-транзисторов. В нем используются паразитные обратные диоды, обеспечивающие протекание встречных токов, что позволяет упростить схему управления. К ее достоинствам относятся высокий КПД и меньшее число компонентов.
- На выходах ключей формируются 3 сигнала напряжения, сдвинутых друг относительно друга на 120°. Такое решение позволяет значительно уменьшить потери мощности всей схемы.

Применение SiC-компонентов

Зарядные станции

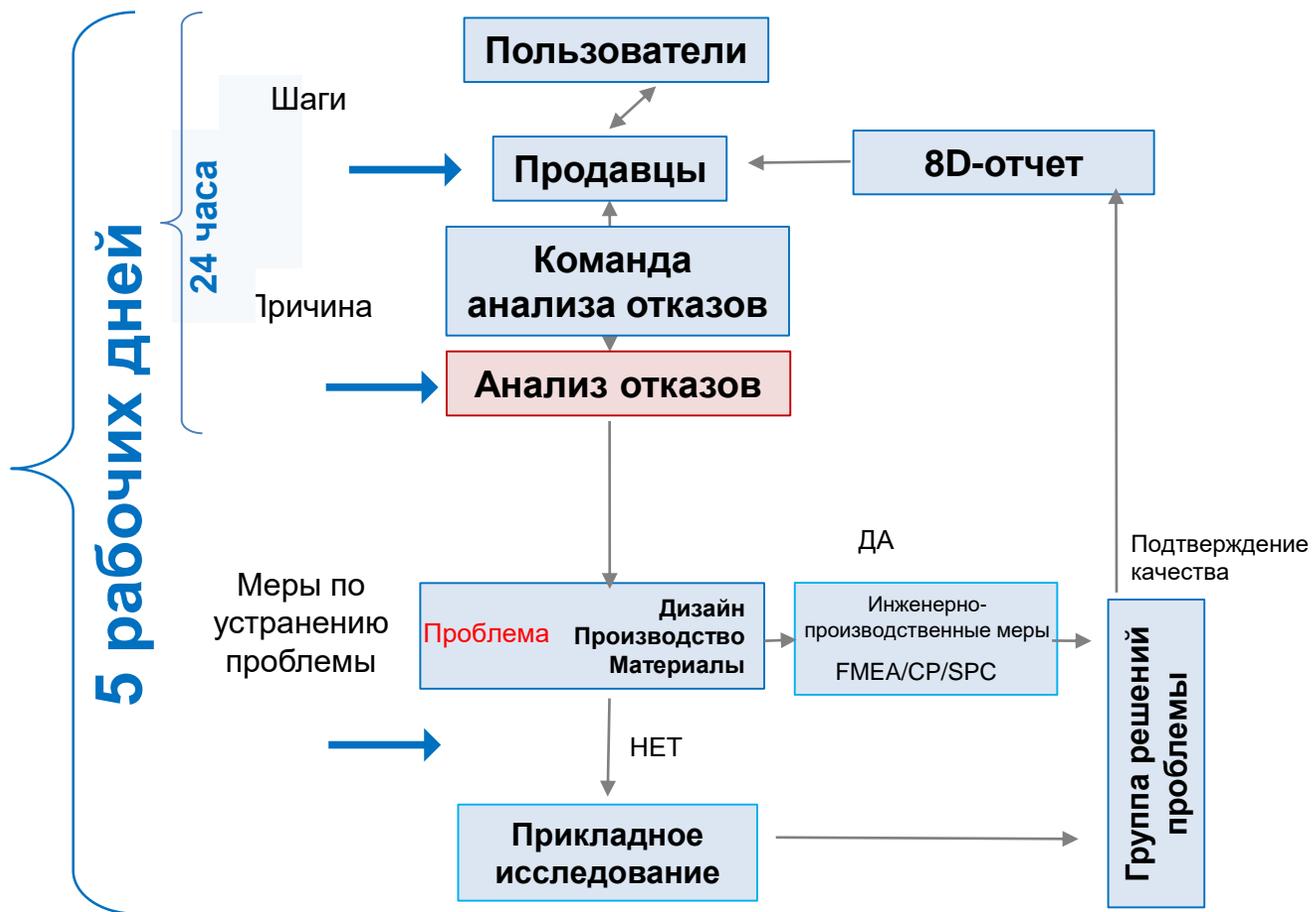
Тип	Наименование	Максимальное обратное напряжение V_{RM} , В	Максимальный средний выпрямленный ток, I_o , А	Пиковый прямой ток, I_{FSM} , А	Максимальное прямое напряжение		Максимальный обратный ток I_R , мкА		Время обратного восстановления, T_{rr} , нс	Температура перехода T_J , °C	Корпус
					I_o , А	V_F , В	@25°C	@125°C			
FRD	MUR30120P (FRD)	1200	30	300	30	2,4	10	500	75	-55...175	TO-2L/TO-247AC
	MUR60120P (FRD)	1200	60	350	60	3,3	15	500	85	-55...175	TO-2L/TO-247AC
SiC	YJD112030NQG2 (SiC)	1200	30	225	30	1,43	3,4	20	28	-55...175	TO-2L/TO-247AC
	YJD112030NGG3 (SiC)	1200	30	250	30	1,54	0,5	7	25	-55...175	TO-2L/TO-247AC
	YJD112040NQG2 (SiC)	1200	40	280	40	1,41	3,1	18	30	-55...175	TO-2L/TO-247AC

05 Тестирование и контроль

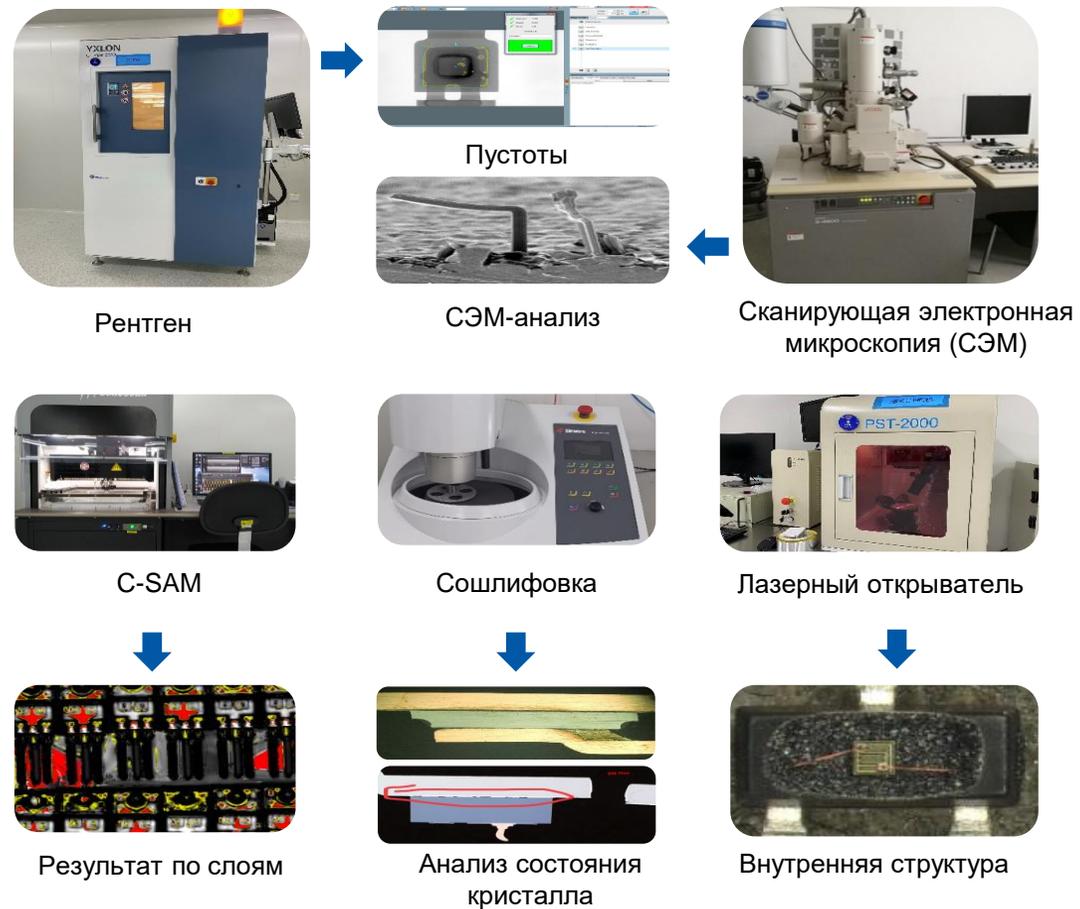


Анализ отказов

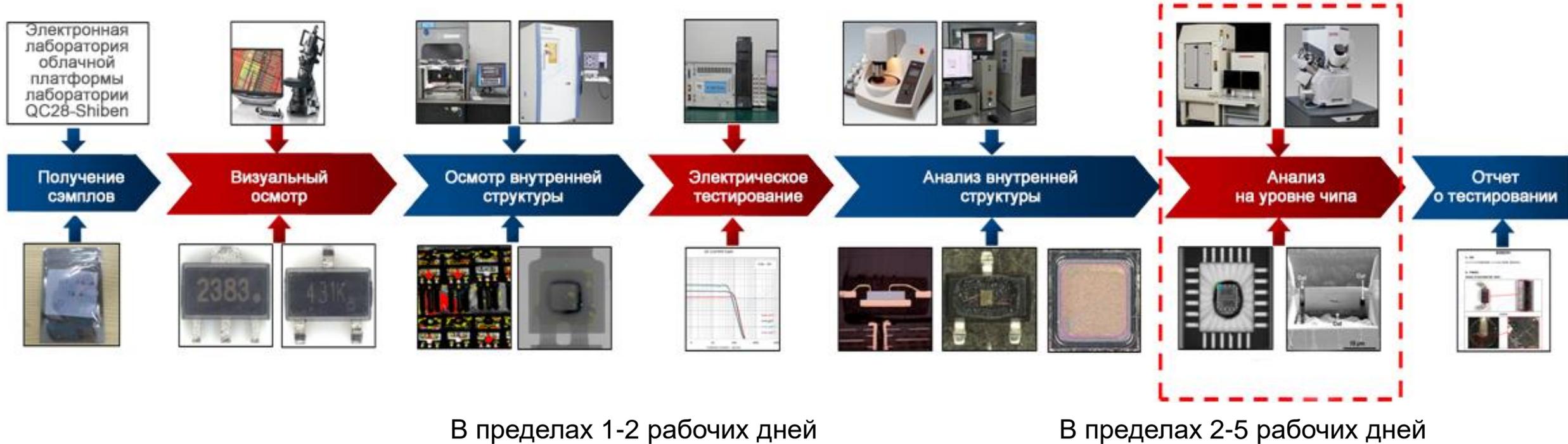
Процедуры анализа отказов



Возможности анализа отказов



Анализ отказов



Компания SUNCOYJ обладает полным спектром возможностей анализа отказов и поддержки по применению для дискретных полупроводниковых устройств

Надежность SiC-компонентов SUNCOYJ

Квалификационные тесты

Система обеспечения надежности

№	Тест на надежность	Условия	Выборка	Документация	Длительность
1	Повышенная температура при обратном напряжении (HTRB)	175°C, 100%VR (TVS 100% VRwm)	1000+77 x 2	MILSTD750-1, метод M1038A	1000 ч (возможно 2000ч)
2	Повышенная температура при максимальном напряжении на затворе (HTGB)	175°C, $V_{GS}=V_{GSMAX}$	77 x 3	AEC-Q101-001/002	1000 ч (возможно 2000ч)
3	Срок службы в прерывистом режиме работы	$\Delta T_j > 100^\circ\text{C}$, 2 мин ВКЛ/2 мин ВЫКЛ	77 x 3	MIL-STD-750 Method 1037	15000 циклов
4	Повышенная влажность, температура и давление при обратном напряжении (HV-H3TRB)	85% RH, 85°C, 80%VR	77 x 3	JESD22-A110	1000 часов
5	Термоциклирование	150°C (+15, -0)/15 мин, -55°C (+0, -10)/15 мин	77 x 3	JESD22-A104	1000 циклов
6	Повышенная температура хранения (HTS)	175°C (+10, -0)	77 x 3	JESD22-A103	1000 часов
7	Пониженная температура хранения (LTS)	-55°C	77 x 3	Спецификация	1000 часов
8	Объективные ускоренные нагрузочные испытания (UHAST)	130°C, 85%RH	77 x 3	JESD22 A-118	96 часов
9	Паяемость	235°C±5	10 x 3	J-STD-002	3 минуты
10	Теплостойкость при пайке	DIP: 270°C±5 SMD: 260°C(+5,-0)	30 x 3	JESD22-B106 JESD22-A111	DIP: 7 секунд (+2, -0) SMD: 10 секунд
11	Устойчивость к импульсным перенапряжениям	10 мс, одиночная полуволна	22 x 3	MIL-STD-750, метод 4066	5 раз
12	Устойчивость к электростатическим разрядам	HBM: 100пФ, 1500 Ом GPP: 4 кВ Прочие: 2 кВ MM: 200 пФ, 0 Ом, 400В	30 x 3	AEC-Q101-001/002	1 цикл

Надежность SiC-компонентов SUNCOYJ

Результаты испытаний на надежность

28-01-17-0141

Yangzhou Yangjie Electronic Technology Co., Ltd.
 Jiangyang Industrial Zone, Yangzhou, Jiangsu, China
 TEL: (+86)0514-87758181 FAX: (+86)0514-87758189

Reliability Test Report

Series: Silicon Carbide Schottky Diode				Lot No: BP00009 /BP00157			
Part No: YJD112020NGG2 (RA-2021090354)				Purpose: 验证YJ自研SiC芯片可靠性			
Reliability Test Results: ACC				Package: TO-247AC			

Test Number	Test Item	Test Conditions	Start Date	Completed Date	Sample Size	Failure Qty	Judgement	Remark
1	H.T.R.B	Ta=175°C,100%VR,1000Hrs	2021/12/16	2022/1/27	378	0/378	ACC	
2	H.T.R.B	Ta=175°C,100%VR,1000Hrs	2022/1/4	2022/2/15	640	0/640	ACC	

1000 штук — тест HTRB пройден

Yangzhou Yangjie Electronic Technology Co., Ltd.
 Jiangyang Industrial Zone, Yangzhou, Jiangsu, China
 TEL: (+86)0514-87758181 FAX: (+86)0514-87758189

Reliability Test Report

Series: Silicon Carbide Schottky Diode				Lot No: BP00007			
Part No: YJD112020NGG2 (RA-2022010243)				Purpose: 验证自研SiC芯片可靠性			
Reliability Test Results: ACC				Package: TO-247AC			

onic Technology Co., Ltd.
 angsu, China
Test Report

Test Number	Test Item	Test Conditions	Start Date	Completed Date	Sample Size	Failure Qty	Judgement	Remark
1	H.T.R.B	Ta=175°C,100%VR,168Hrs	2022/1/12	2022/1/19	77	0/77	ACC	
2	I.O.L	ΔTj>100°C.ON 2min/OFF 2min,1500cycles	2022/1/12	2022/2/23	77	0/77	ACC	
3	T.C	-55°C(+0,-10)/15min→150°C(+15,-0)/15min,1000cycles	2022/1/12	2022/2/3	77	0/77	ACC	
4	R.S.H	270±5°C,7s	2022/1/12	2022/1/12	30	0/30	ACC	
5	S.D	235°C±5°C,3s,S≥95%	2022/1/12	2022/1/12	10	0/10	ACC	*
6	L.T.S.L	-55°C, 1000Hrs	2022/1/12	2022/2/23	77	0/77	ACC	
7	H.A.S.T	130±2°C, 85±5%RH, 80%VR(Max=42V),96Hrs	2022/2/24	2022/2/28	77	0/77	ACC	
8	U.H.A.S.T	130±2°C, 85±5%RH, 96Hrs	2022/2/24	2022/2/28	77	0/77	ACC	
9	Forward Surge	10ms,Single,Half-wave, IFSM,1Times	2022/1/12	2022/1/12	30	0/30	ACC	

Lot No: BP00157					
Purpose: TO247AB					
Package: 样品为碳化硅双芯, 每个芯片为1200V20A					
Start Date	Completed Date	Sample Size	Failure Qty	Judgement	Remark

2022/3/18	2022/3/25	77	0/77	ACC	
2022/3/25	2022/4/8	77	0/77	ACC	
2022/4/8	2022/4/30	77	0/77	ACC	
2022/3/18	2022/4/9	77	0/77	ACC	
2022/3/30	2022/4/6	77	0/77	ACC	
2022/3/18	2022/4/9	77	0/77	ACC	
2022/3/18	2022/5/13	77	0/77	ACC	
2022/3/19	2022/3/23	77	0/77	ACC	

3 года — тест HV-H3TRB пройден

10	ESD	HBM:100PF,1500V,±4KV	2022/1/12	2022/1/12	30	0/30	ACC	
11	HV-H3TRB	85%RH,85°C,80%VR,168Hrs	2022/2/26	2022/3/5	77	0/77	ACC	
		85%RH,85°C,80%VR,500Hrs	2022/2/26	2022/3/20	77	0/77	ACC	
		85%RH,85°C,80%VR,1000Hrs	2022/2/26	2022/4/9	77	0/77	ACC	

5	H.T.S.L	150°C, 1000Hrs	2022/3/18	2022/5/1	77	0/77	ACC	
6	L.T.S.L	-55°C, 1000Hrs	2022/3/18	2022/5/1	77	0/77	ACC	
7	E.S.D	HBM: 100PF,1500V,±4KV	2022/3/18	2022/3/18	30	0/30	ACC	
8	R.S.H	260(+5,-0)°C,10s	2022/3/18	2022/3/18	30	0/30	ACC	
9	S.D	235°C±5°C,3s,S≥95%	2022/3/18	2022/3/18	10	0/10	ACC	*

10	HV-H3TRB	85%RH,85°C,80%VR,1000Hrs	2022/4/15	2022/5/26	77	0/77	ACC	
----	----------	--------------------------	-----------	-----------	----	------	-----	--

江苏扬杰电子科技股份有限公司
 Yangzhou Yangjie Electronic Technology Co., Ltd.

可靠性试验报告

Reliability Test Report

产品型号: YJD112009040
 Part Number: YJD112009040
 报告编号: RA-202209040
 Report Number: RA-202209040
 试验单位: 可靠性管理部
 Test No: Reliability Lab
 试验地址: 合格
 Location: Suzhou
 试验日期: 2022/9/18 — 2022/9/18
 Test Duration: 2022/9/18 — 2022/9/18

编制: Meng Jintao 审核: Xiaojun Sun 批准: Zhenkang Song
 Prepared By: Meng Jintao Checked By: Xiaojun Sun Approved By: Zhenkang Song
 日期: 2022/2/18 日期: 2022/2/18 日期: 2022/2/18
 Date: 2022/2/18 Date: 2022/2/18 Date: 2022/2/18

地址: 江苏省扬州市江都区江都经济开发区
 Add: No. Huai West Road No. Nanjiang District, Yangzhou, China 225008
 www.21yangjie.com

江苏扬杰电子科技股份有限公司
 Yangzhou Yangjie Electronic Technology Co., Ltd.

可靠性试验报告

Reliability Test Report

产品型号: YJD112009040
 Part Number: YJD112009040
 报告编号: RA-202209040
 Report Number: RA-202209040
 试验单位: 可靠性管理部
 Test No: Reliability Lab
 试验地址: 合格
 Location: Suzhou
 试验日期: 2022/1/18 — 2022/1/18
 Test Duration: 2022/1/18 — 2022/1/18

编制: Zhong Peng 审核: Xiaojun Sun 批准: Zhenkang Song
 Prepared By: Zhong Peng Checked By: Xiaojun Sun Approved By: Zhenkang Song
 日期: 2022/1/18 日期: 2022/1/18 日期: 2022/1/18
 Date: 2022/1/18 Date: 2022/1/18 Date: 2022/1/18

地址: 江苏省扬州市江都区江都经济开发区
 Add: No. Huai West Road No. Nanjiang District, Yangzhou, China 225008
 www.21yangjie.com

江苏扬杰电子科技股份有限公司
 Yangzhou Yangjie Electronic Technology Co., Ltd.

可靠性试验报告

Reliability Test Report

产品型号: YJD112009040
 Part Number: YJD112009040
 报告编号: RA-202209040
 Report Number: RA-202209040
 试验单位: 可靠性管理部
 Test No: Reliability Lab
 试验地址: 合格
 Location: Suzhou
 试验日期: 2022/9/18 — 2022/9/18
 Test Duration: 2022/9/18 — 2022/9/18

编制: Meng Jintao 审核: Xiaojun Sun 批准: Zhenkang Song
 Prepared By: Meng Jintao Checked By: Xiaojun Sun Approved By: Zhenkang Song
 日期: 2022/9/27 日期: 2022/9/27 日期: 2022/9/27
 Date: 2022/9/27 Date: 2022/9/27 Date: 2022/9/27

地址: 江苏省扬州市江都区江都经济开发区
 Add: No. Huai West Road No. Nanjiang District, Yangzhou, China 225008
 www.21yangjie.com

Планы SUNCOYJ по выпуску SiC-компонентов

Ассортимент карбид-кремниевой продукции

Силовые SiC-модули выпускаются главным образом в корпусах SOT-227 и 34mm.

В настоящее время линейка разрабатываемой продукции SUNCOYJ насчитывает более десяти наименований.



Модель	Ток, А	Напряжение, В	Аналог (производитель)
MB60DU12FJ/ST	60	1200	-
MB80DU12FJ/ST	80	1200	-
MB80DUV12ST	80	1200	-
MB120DU12FJ/ST	120	1200	VS-U5FX120FA120(Vishay)
MB180DU065FJ	180	650	-
MB200DU12FJ/ST	200	1200	GHXS100B120S(Semiq)
MB480DU12F2	480	1200	-
MB480U065F2	480	650	-
MC16UZ12STN	128(16мОм)	1200	MSC025SMA120J (Microsemi)
MC20UZ12FJ	120(20мОм)	1200	MSC120SG120B5H (Microsemi)
MC40UZ12ST	62 (40мОм)	1200	MSC040SMA120J (Microsemi)
MC20HFZ12P2N	100 (20мОм)	1200	FF23MR12W1M1P (Infineon)
MC070HFZ12P3H	300 (7мОм)	1200	FF6MR12W2M1P (Infineon)

Модель	Ток, А	Напряжение, В	Аналог (производитель)
MC020HFZ12C2	450(2мОм)	1200	FF2MR12KM1H (Infineon)
-	400(2мОм)	1200	FF2MR12W3M1H (Infineon)
MG030HFZ12E3	450(3мОм)	1200	BSM450D12P4G102 (Rohm)
-	450(2,6мОм)	1200	EAB450M12XM3(Cree)
MC030TFZ12A4P	400(3мОм)	1200	FS03MR12A6MA1B(Infineon)
MC050TFZ12A5P	300(5мОм)	1200	DANFOSS(Semikron)
-	-	-	DSC (Infineon)
-	-	-	DSC (Infineon)

Спасибо за внимание!

感谢您的聆听