

# IXYS – силовые полупроводниковые компоненты массового применения

Публикуется с разрешения CHIP NEWS Украина (<http://www.chipnews.com.ua>)

Андрей Влащук (Киев, Украина)

Мировой рынок силовой электроники представлен большим количеством производителей полупроводниковых элементов. Продукция некоторых компаний ориентирована на недорогие компоненты, которые массово используются в простых устройствах, не требующих высокого качества. Но производство надёжных силовых устройств для различных областей применения должно быть обеспечено наилучшими в своём классе компонентами. В таких приложениях широко используются полупроводниковые элементы корпорации IXYS. Именно её продукция является образцом высокотехнологичности, надёжности, современности и качества при сравнительно невысокой цене.

Корпорация IXYS выпускает широкий спектр компонентов силовой электроники:

- силовые диоды: выпрямительные, сверхбыстрые, Шоттки, GaAs, SiC и др.;
- дискретные MOSFET- и IGBT-транзисторы в стандартных и изолированных корпусах;
- MOSFET и IGBT силовые модули различной конфигурации;
- микросхемы управления MOSFET/IGBT;

- силовые тиристоры и тиристорные модули;

высоковольтные защитные диоды. Британская компания Westcode, которая является частью корпорации IXYS, специализируется на производстве изделий большой мощности для систем индукционного нагрева, энергетики, транспорта, военной техники и других силовых отраслей. Номенклатура выпускаемой продукции:

- выпрямительные диоды и быстрые диоды на напряжения до 6 кВ;

- тиристоры до 4,5 кВ;
- GTO-тиристоры до 4,5 кВ и 2 кА;
- быстрые тиристоры: с распределённым затвором, запираемые тиристоры на напряжения до 6 кВ и токи до 4 кА;
- импульсные тиристоры;
- сборки PRESS-PACK IGBT в стандартных капсульных корпусах для отказоустойчивых приложений (транспорт, энергетика и т.п.);
- высоковольтные IGBT-драйверы (до 5,2 кВ, 3 кА);
- высоковольтные конденсаторы.

## IGBT-РАЗРАБОТКИ ОТ IXYS

Среди выпускаемых IXYS дискретных компонентов присутствуют изделия в изолированных корпусах: ISOPLUS220, ISOPLUS247, ISOPLUS264, ISOPLUS i4-PAC, ISOPLUS-SMPD (рис. 1). Это модификации стандартных промышленных корпусов с изолированным теплоотводом на основе керамики DCB/DAB (DCB – direct copper bound – непосредственная медная граница; DAB – direct aluminum bound – непосредственная алюминиевая граница). Напряжение изоляции составляет 2500 В, для ISOPLUS-SMPD – 4000 В, среднее тепловое сопротивление «кристалл–корпус» порядка 0,3 К/Вт.

При использовании изолированных корпусов можно получить выигрыш в суммарном тепловом сопротивлении в 2...3 раза, что не только упрощает монтаж (можно крепить корпус непосредственно на радиатор), но и увеличивает надёжность изделия (рис. 2).

Корпус i4-PAC является модификацией TO-264 с пятью выводами. В нём выпускаются не только дискретные элементы, но и различные сборки: «диод–транзистор», «транзистор–транзистор», выпрямительные мосты, тиристорные сборки и др.

Для применения в автомобильной электронике и для приложений с большим током выпущен корпус ISOPLUS-DII с отдельно стоящими сильноточными выводами и управляющими контактами (рис. 3).

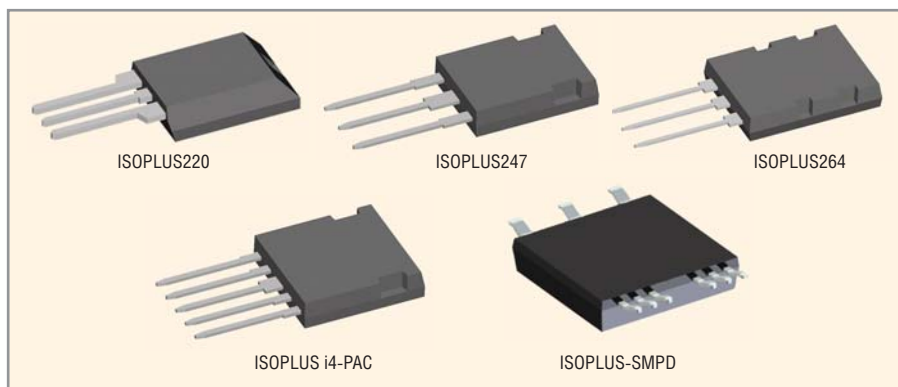


Рис. 1. Изолированные корпуса

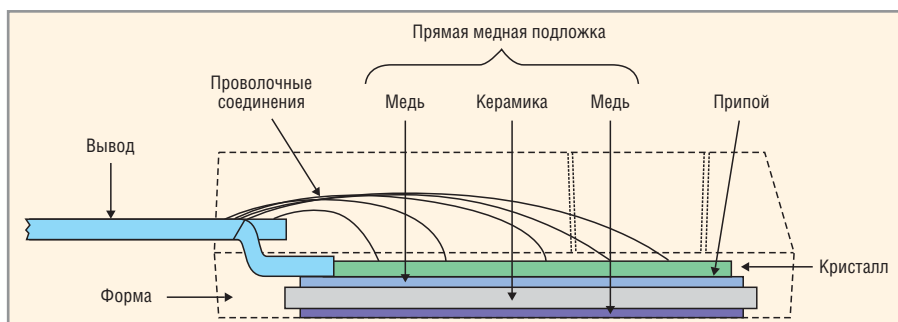


Рис. 2. Внутренняя схема изолированного корпуса

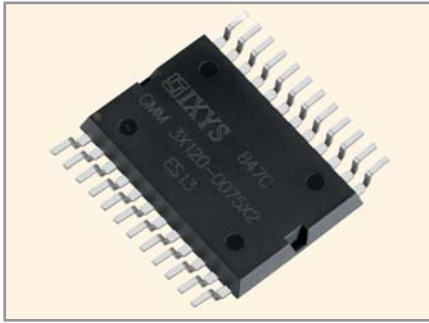


Рис. 3. Корпус ISOPLUS-DIL

IXYS выпускает IGBT-транзисторы и силовые модули:

- NPT, NPT3, XPT, SPT и Trench IGBT;
- высоковольтные дискретные IGBT до 2500 В;
- высокоскоростные дискретные IGBT (>40 кГц);
- IGBT силовые модули различной конфигурации: CBI, Sixpack, H-bridge, phase leg, buck&boost чопперы и др.;
- BIMOSFET-транзисторы для резонансных преобразователей;
- RIGBT с защитой от обратного тока.

Среди выпускаемых IGBT силовых модулей имеются все основные конфигурации для построения инверторов на одну, две и три фазы, инверторов с выпрямителем, тормозным транзистором и др. Модули доступны в современных корпусах ECO-PAC1/2 и в ставшем стандартным для CBI1/2/3 Sixpack модульном исполнении.

Особое внимание уделено развитию новой технологии Trench IGBT, улучшенной по параметру «потери на переключения» в среднем на 20...25%. Среди выпускаемых сейчас IGBT можно найти как дискретные компоненты, так и модули с Trench IGBT-кристаллами.

В начале года были выпущены новые IGBT Six-pack-модули диапазона до 600 А, 1200 и 1700 В (рис. 4, табл. 1).

Модули выполнены по технологии SPT (Soft Punch Through – мягкое сквозное отверстие) на DCB-керамике с медным основанием и содержат шесть транзисторов конфигурации phase-leg. Три фазы могут быть использованы отдельно либо в параллельном включении. Технология SPT позволяет уменьшить падение напряжения и потери при переключениях. В качестве обратных диодов применены новые SONIC-диоды, что позволило поднять рабочую частоту до 20 кГц. Типовые приложения модулей: трёхфазный электропривод, сварочная техника, источники вторич-

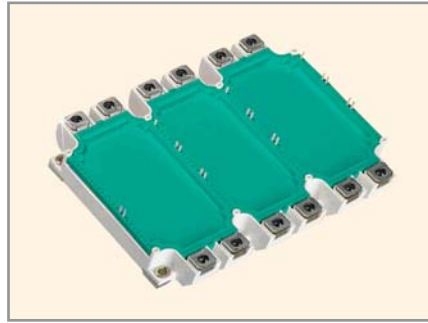


Рис. 4. Новые Six-Pack-модули IGBT

ного электропитания, ветрогенераторы и др.

Для электротранспорта выпущены мощные модули NPT<sup>3</sup> IGBT с расширенной областью безопасной работы (SOA) (рис. 5, табл. 2).

Компания IXYS предлагает для транспортных приложений изделия на подложке AlSiC с улучшенными характеристиками термоциклирования, с изоляцией на основе нитрида алюминия AlN, а также изделия с медным основанием и подложкой из оксида алюминия.

Сейчас предлагается два варианта исполнения: с изоляцией 6 и 10,2 кВ (HV-версия). Все модули выполнены по технологии NPT<sup>3</sup> и предлагают комбинацию низких потерь на переключениях с новыми границами области безопасной работы (SOA). В подтверждение своей репутации производителя компонентов высокой надёжности IXYS предлагает HP-модули для использования в жёстких условиях эксплуатации: приложения с большой индуктивной нагрузкой, где за счёт

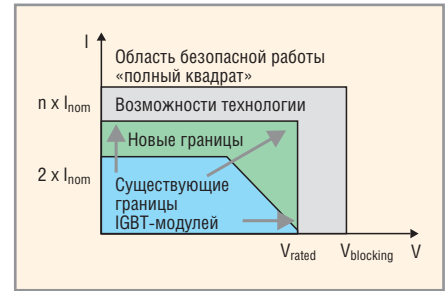


Рис. 5. Модули с расширенной областью безопасной работы (SOA)

расширенной области безопасной работы может быть улучшена общая надёжность системы.

Особого внимания заслуживают дискретные IGBT на 4000 В, поскольку такая продукция не представлена так широко у других производителей. При выборе IGBT необходимо большое внимание уделять встроенному обратному диоду, а именно – его быстродействию, характеристике переключения и току. У IXYS можно найти сборки с диодом, оптимизированным для различных режимов: обратный диод, чопперы buck & boost, диод для корректора коэффициента мощности, диод с низкой ёмкостью для высокоскоростных приложений, диод с мягким переключением.

## MOSFET-РАЗРАБОТКИ ОТ IXYS

Транзисторы и силовые модули MOSFET в линейке IXYS представлены не менее широко:

- стандартные N-канальные MOSFET;

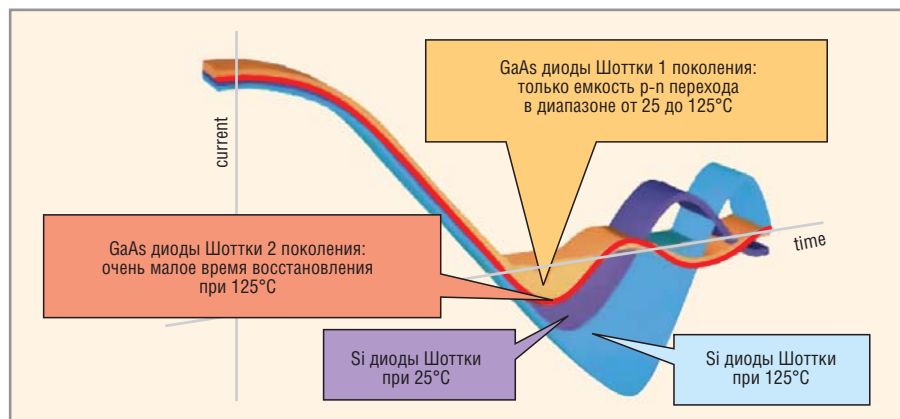


Рис. 6. Характеристика переключения GaAs-диода

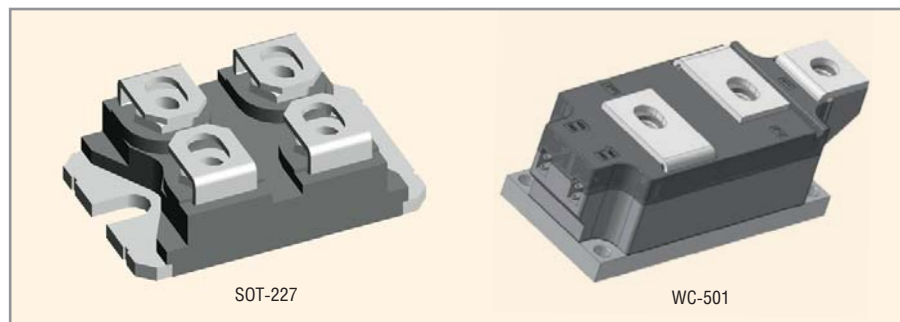


Рис. 7. Тиристорные модули IXYS

- высокоскоростные MOSFET семейства HiPerFET;
- Q3 – семейство высокоскоростных MOSFET с низким сопротивлением канала и зарядом затвора;
- CoolMOS в изолированных корпусах с быстрым обратным диодом;
- P-канальные MOSFET-транзисторы;
- MOSFET с отрицательным напряжением закрытия (depletion mode);

Таблица 1. Новые Six-Pack IGBT-модули

Наименование	Напряжение, В	Ток, А	Падение напряжения, В	$E_{off}$ , мДж	$I_C$ , А
MIXA450W1200TFH	В разработке				
MWI 225-17E9	1700	335	2,5	54	200
MWI 300-17E9		500	2,8	80	300
MWI 451-17E9		580	2,25	90	450

Таблица 2. Мощные NPT<sup>3</sup> IGBT-модули

Наименование	$I_{C25}$ , А	$V_{CES}$ , В	$V_{CE(sat)}$ , В	$R_{thJC}$ , К/Вт
MIO1800-17E10	2500	1700	2,3	0,009
MIO2400-17E10	3300	1700	2,3	0,007
MIO1200-25E10	1650	2500	2,5	0,009
MIO1500-25E10	2100	2500	2,7	0,008
MIO1200-33E10	1650	3300	3,1	0,0085
MIO1200-33E11	1650	3300	3,1	0,0085
MIO600-65E11	840	6500	4,2	0,011

Таблица 3. Модули press-pack IGBT

Наименование	$V_{CES}$ , В	$I_C$ , В	$I_{CM}$ , А	$V_{CE(sat)}$ , В
T1200TB25A	2500	1200	2400	3,0
T2250AB25E		2250	4500	2,9
T1800GB45A	4500	1800	3600	3,7
T2400GB45E		2400	4800	3,6

- низковольтные Trench MOSFET с ультранизким сопротивлением канала;
- новое семейство PolarHT с низким сопротивлением канала;
- MOSFET силовые модули основных и специализированных конфигураций.

Новое семейство Q3 объединяет мощные надёжные N-канальные транзисторы с пониженным сопротивлением открытого канала  $R_{ds(on)}$ , низким зарядом затвора  $Q_g$  и малыми потерями. Все транзисторы в линейке содержат встроенный обратный диод, что дополнительно снижает потери при переключении и позволяет использовать транзисторы для высокочастотных задач.

Широко представлены высоковольтные MOSFET-транзисторы на 1000...1400 В, оптимизированные для различных режимов: высокоскоростные семейства Q2 и HiPerFET с быстрым диодом, стандартные N-канальные транзисторы в изолированных корпусах. Также имеется семейство HV MOSFETs на 2,5...4 кВ.

Семейство CoolMOS представлено спектром дискретных транзисторов на напряжения 600...800 В со встроенным быстрым диодом. IXYS предлагает CoolMOS в изолированных корпусах IXKF40N60SCD1 для построения мостовых схем в разнообразных источниках питания.

### Диоды, тиристоры и их модули

Семейство биполярных продуктов представлено широким спектром диодов и тиристоров:

- выпрямительные диоды и модули (диодные и тиристорно-диодные);
- быстрые и сверхбыстрые диоды семейства FRED и HiPerFRED;
- диоды Шоттки (Si, GaAs, SiC);
- диодные модули с диодами FRED и HiPerFRED;
- модули специальной конфигурации: модули для корректоров коэффициента мощности, с общим анодом или катодом и т.п.;
- тиристоры и тиристорные модули малой и средней мощности;
- модули AC-control (встречно-параллельное включение тиристоров);
- тиристорно-диодные модули.

Активно развивается семейство диодов на основе GaAs, для которых характерно отсутствие температурной зависимости потерь переключения и мень-



шая величина времени восстановления обратного сопротивления (рис. 6).

Области применения GaAs-диодов: DC/DC-конвертеры, корректоры коэффициента мощности, различные источники питания.

Одновременно предлагаются диоды на основе SiC и диодные сборки для высокочастотных приложений в изолированных корпусах (FBS10-12SC).

Тиристоры и тиристорные модули широко представлены как в виде дискретных изделий, так и в видеборок различной конфигурации. Следует обратить внимание на тиристоры в корпусе SOT-227 и двойные тиристорные модули 19...500 А в стандартном промышленном корпусе WS-501 (рис. 7).

### ДРАЙВЕРЫ УПРАВЛЕНИЯ

Микросхемы управления представлены семействами драйверов нижнего уровня (IXD\_бхх), высоковольтным драйвером IX212, полномоновым драйвером MX6895, оптически изолированными драйверами, а также высокомоновым драйвером C0044BG400.

Семейство IXD\_бхх обеспечивает выходной ток 2...30 А с напряжением управления 4.5...35 В и скоростью переключения 10 МГц. Драйверы производятся в различных корпусах и применяются в DC/DC-преобразователях, источниках питания, усилителях класса D.

### PRESS-PACK IGBT-СБОРКА

Для приложений, требующих высокой надёжности при большой мощнос-

ти, выпущены IGBT-сборки в капсульном исполнении (рис. 8, табл. 3). Данные изделия востребованы на транспорте, в энергетике, системах индукционного нагрева, физике и военной технике.

Press-pack IGBT допускают двустороннее охлаждение и конструктивно совместимы с тиристорами GTO, что позволяет производить модернизацию силового оборудования с изменением только схемы управления. Изделия предназначены для жёстких условий эксплуатации на протяжении 20 лет, что недостижимо для IGBT-модулей стандартного исполнения.

Для управления затвором IGBT используется ранее упомянутый модуль C0044BG400 (рис. 9) со следующими характеристиками:

- выходной ток – 44 А;
- изоляция – 11 кВ;
- защита от короткого замыкания.

Он также может быть использован для управления IGBT силовыми модулями большой мощности и капсульными тиристорами.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Корпорация IXYS является признанным производителем качественной силовой электроники. Её клиентская база насчитывает более 2000 компаний, работающих в таких областях, как телекоммуникации, транспорт, производство промышленной и медицинской аппаратуры. Продукция IXYS должна дать разработчикам возмож-

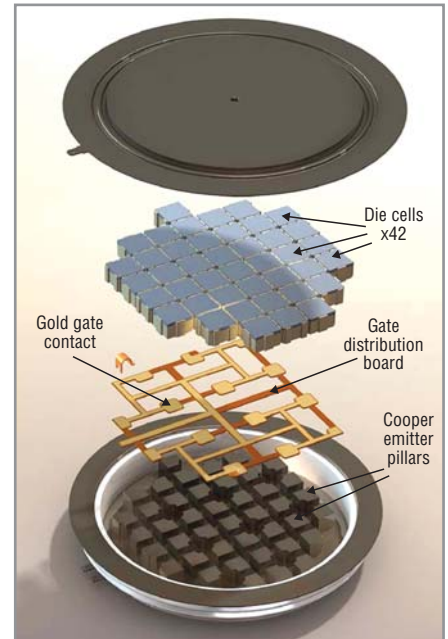


Рис. 8. Технологическая конструкция Press-pack IGBT-сборка



Рис. 9. Драйвер управления C0044BG400

ность получения качественно новых характеристик проектируемых изделий.

### ЛИТЕРАТУРА

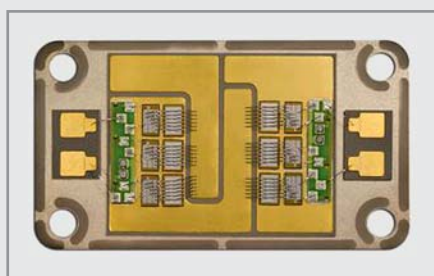
1. Полянский И. IXYS – высокое качество и надёжность. Силовая электроника. 2004. № 2.



## Новости мира News of the World Новости мира

### Мощные SiC-элементы на номинальный ток 50 А

В компании Cree имеется семейство карборундовых (SiC) элементов на номинальный ток 50 А, в том числе Z-FET SiC-MOSFET на 1700 В. К этим элементам относятся также Z-FET SiC-MOSFET 1200 В и три Z-Res карборундовых диода Шоттки. Элементы к бескорпусному исполнению рассчитаны на модули высокой мощности, применяющиеся в инверторах гелиотехни-



ческого оборудования, в системах бесперебойного питания и в приводах.

Серия включает в себя МОП-транзистор 1700 В с 40 мОм, МОП-транзистор 1200 В с 25 мОм, а также диоды Шоттки на 50 А/1700 В, 50 А/1200 В и 50 А/650 В. Образцы уже предлагаются, поставка производственных партий ожидается с осени 2012 г.

[www.cree.com](http://www.cree.com)

### Infineon: МОП-транзистор серии CoolMOS на 500 В

Компания Infineon выводит на рынок новое поколение своих МОП-транзисторов по технологии Superjunction. Продукты являются альтернативой стандартным МОП-транзисторам для питания таких критичных к стоимости приложений, как импульсные источники питания систем освещения



(SMPS), блоки питания компьютеров и потребительская электроника.

Элемент обеспечивает максимальный КПД именно в диапазоне небольших нагрузок. Первые образцы с  $R_{DS(ON)}$  280 и 500 мОм в корпусе TO-220 уже предлагаются. С мая 2012 г. появятся образцы элементов 500V с  $R_{DS(ON)}$  280, 500 и 950 мОм в корпусах DPAK, а также TO-220 FullPAK.

[www.infineon.com](http://www.infineon.com)