

IXYS — высокое качество и надежность

В настоящее время на российском рынке силовой электроники представлено большое количество западных производителей, многие из которых работают здесь уже более 10 лет. Можно сказать, что этот рынок устоялся. Вместе с тем можно наблюдать некоторый «перекос» предложения в сторону недорогих компонентов, ориентированных на массовое применение, и медленное развитие рынка для ответственных приложений, где необходимо обеспечить лучшие в своем классе параметры. Компания IXYS специализируется на производстве именно высококачественной силовой электроники для различных областей применения.

Иван Полянский

ivan_sl@argussoft.ru

Корпорация IXYS выпускает широкий спектр силовых компонентов:

- диоды: выпрямительные, сверхбыстрые, Шоттки, GaAs, SiC и др.;
- дискретные MOSFET- и IGBT-транзисторы в стандартных и изолированных корпусах;
- MOSFET- и IGBT-модули различной конфигурации;
- микросхемы управления MOSFET/IGBT;
- тиристоры и тиристорные модули;
- высоковольтные защитные диоды;
- заказное оборудование.

Нужно отметить, что в компании существует разделение по классу компонентов — компания WESTCODE (часть IXYS) специализируется на изделиях большой мощности для систем индукционного нагрева, энергетики, транспорта, военной техники.

WESTCODE выпускает:

- выпрямительные диоды на напряжения до 6 кВ, 3 кА;
- быстрые диоды до 6 кВ, 4 кА;
- тиристоры, управляемые фазой, до 4,5 кВ, 6 кА;
- быстрые тиристоры: с распределенным затвором, запираемые тиристоры на напряжения до 6 кВ и токи до 4 кА;
- GTO-тиристоры до 4,5 кВ и 2 кА;
- импульсные тиристоры;
- сборки press-pack IGBT в стандартных таблеточных корпусах для отказоустойчивых приложений (транспорт, энергетика и т. п.);

- высоковольтные IGBT-драйверы (до 5,2 кВ, 3 кА);
- высоковольтные конденсаторы;
- заказные модули и сборки, поставка готового оборудования.

Среди выпускаемых IXYS дискретных компонентов присутствуют изделия в изолированных корпусах: ISOPLUS220, ISOPLUS247, ISOPLUS i4-PAC (рис. 1). Это модификации стандартных промышленных корпусов с изолированным теплоотводом на основе керамики DCB/DAB (медь или алюминий). Напряжение изоляции 2500 В, среднее тепловое сопротивление «кристалл — корпус» порядка 0,3 К/Вт.

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

Корпус i4-PAC является модификацией TO-264 с пятью выводами; в нем можно найти 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-DIL с отдельно стоящими сильноточными выводами и управляющими контактами (рис. 3).

IXYS выпускает IGBT-транзисторы и модули:

- NPT и NPT³ IGBT;
- высоковольтные дискретные IGBT до 2500 В;

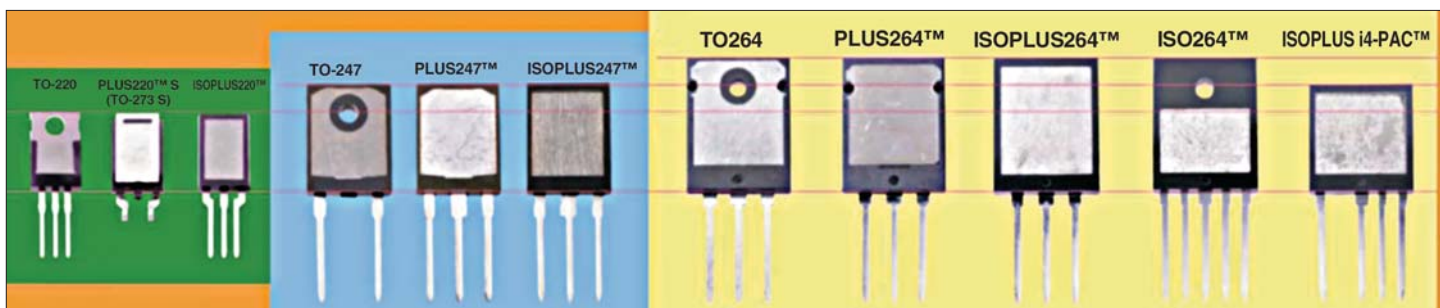


Рис. 1. Изолированные корпуса

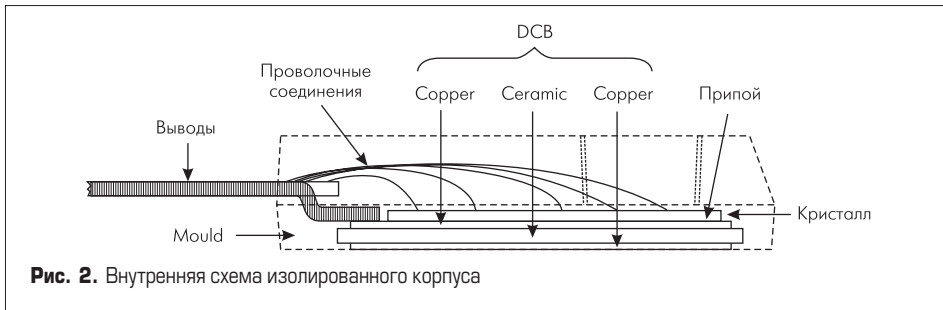


Рис. 2. Внутренняя схема изолированного корпуса



Рис. 3. Корпус ISOPLUS-DIL

- высокоскоростные дискретные IGBT (>40 кГц)
- IGBT-модули различной конфигурации: CBI, Sixpack, H-bridge, phase leg, buck&boost чопперы и др.;
- VIMOSFET-транзисторы для резонансных преобразователей;
- RIGBT с защитой от обратного тока.

Среди выпускаемых IGBT-модулей имеются все основные конфигурации для построения инверторов на 1, 2 и 3 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 NPT³ IGBT — она является развитием широко известной NPT-технологии, улучшенной по параметру «потери переключения» (в среднем на 20–25%). Среди выпускаемых в настоящее время IGBT можно най-

ти как дискретные компоненты, так и модули с NPT³ IGBT-кристаллами.

В начале года были выпущены новые IGBT 6-pack модули диапазона до 440 А, 1200 и 1700 В (рис. 4, табл. 1).

Модули выполнены по технологии NPT³ на DCB-керамике с медным основанием и содержат шесть транзисторов конфигурации phase-leg. Три фазы могут быть использованы отдельно либо в параллельном включении. Технология NPT³ 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: трехфазный электропривод, сварочная техника, источники вторичного электропитания, ветрогенераторы и др.

Для электротранспорта выпущены мощные модули NPT³ IGBT с расширенной областью безопасной работы (SOA) (рис. 5, табл. 2).

Компания IXYS предлагает для транспортных приложений изделия на подложке AlSiC с улучшенными характеристиками термодублирования с изоляцией на основе нитрида алюминия AlN. Изделия с медным основанием и подложкой из оксида алюминия планируются в будущем.

Сейчас предлагается два варианта исполнения: с изоляцией 6 и 10,2 кВ (HV-версия). Все модули выполнены по технологии NPT³ и предлагают комбинацию низких потерь на переключениях с новыми границами области безопасной работы (SOA). В подтвержде-



Рис. 4. Новые 6-pack модули IGBT

Таблица 1. Новые 6-pack IGBT-модули

Наименование	Напряжение, В	Ток, А (80 °С)	Падение напряжения, В	Eoff & Ic, мДж & А
MWI225-12E9	1200	300	2	22,5 & 225
MWI300-12E9		375	2	30 & 300
MWI450-12E9		440	2,2	45 & 450
MWI225-17E9	1700	285	2,3	57 & 225
MWI300-17E9		350	2,3	81 & 300
MWI450-17E9		440 (60 °С)	2,6	90 & 450

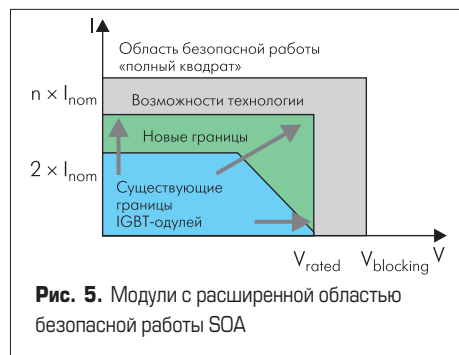


Рис. 5. Модули с расширенной областью безопасной работы SOA

Таблица 2. Модули HP IGBT

Наименование	Ток, А	Напряжение, В	Изоляция	Доступность	Конфигурация
MIO2400-12E10	2400	1200	AlSiC/AlN	3 квартал	
MIO1800-17E10	1800	1700	AlSiC/AlN	сейчас	
MIO2400-17E10	2400	1700	AlSiC/AlN	сейчас	
MIO1200-25E10	1200	2500	AlSiC/AlN	сейчас	
MIO1500-25E10	1500	2500	AlSiC/AlN	4 квартал	
MIO1200-33E10	1200	3300	AlSiC/AlN	сейчас	
MIO1200-33E11	1200	3300	AlSiC/AlN/HV	4 квартал	
MIO600-65E11	600	6500	AlSiC/AlN/HV	4 квартал	



Рис. 6. Модули IGBT

дение своей репутации производителя компонентов высокой надежности IXYS предлагает HP-модули для использования в жестких условиях эксплуатации: приложения с большой индуктивной нагрузкой, где за счет расширенной области безопасной работы может быть улучшена общая надежность системы.

Технология NPT³ с улучшенными характеристиками переключения дает разработчику новые возможности проектирования, уменьшая требования к величине dV/dt при выключении.

Особого внимания заслуживают дискретные IGBT 1700 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 емкостью для высокоскоростных приложений, диод с мягким переключением.

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

- стандартные N-канальные MOSFET-транзисторы;
- высокоскоростные MOSFET семейства HiPerFET;
- Q2 — семейство высокоскоростных MOSFET с низким сопротивлением канала и зарядом затвора;
- CoolMOS в изолированных корпусах с быстрым обратным диодом (CoolMOS — торговая марка компании Infineon);
- P-канальные MOSFET-транзисторы;
- радиочастотные MOSFET-транзисторы (F-класс);
- MOSFET с отрицательным напряжением закрытия (depletion mode);
- низковольтные Trench MOSFET с ультранизким сопротивлением канала;
- новое семейство PolarHT с низким сопротивлением канала;
- MOSFET-модули основных и специализированных конфигураций.

Новое семейство Q2 стало результатом нового дизайна кристалла, позволившего сни-

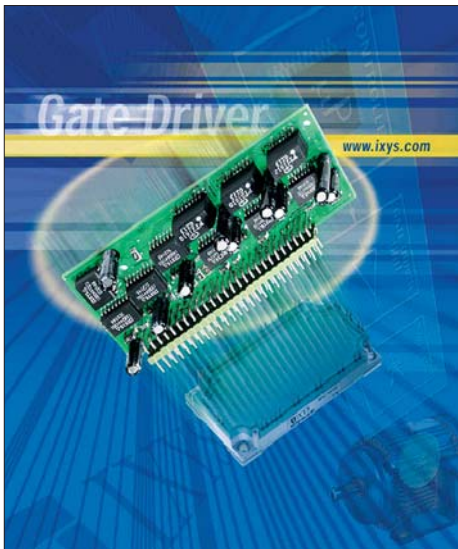


Рис. 7. Плата управления IGBT-модулем GDBD4410

зять заряд переключения и емкость Миллера транзистора. Технология двойной металлизации позволила существенно уменьшить сопротивление канала. Благодаря использованию высокоскоростного встроенного диода, новое семейство позволяет значительно снизить потери при переключении и обеспечивает работу в мегагерцевом диапазоне.

Радиочастотные транзисторы F-класса изготавливаются по запатентованной технологии с двойной металлизацией и сопротивлением затвора менее 0,01 Ом. Транзисторы имеют очень низкий заряд затвора, что позволяет их эффективно использовать на высоких частотах в плазменных генераторах, радиочастотных передатчиках, измерительной технике, высокочастотных источниках питания. Транзисторы доступны как в стандартных, так и в радиочастотном корпусе с низкой индуктивностью и обеспечивают работу на частотах до 175 МГц с линейной характеристикой.

Широко представлены высоковольтные MOSFET-транзисторы на 1000–1200 В, оптимизированные для различных режимов: высокоскоростные семейства Q2 и HiPerFET с быстрым диодом, стандартные N-канальные транзисторы в изолированных корпусах.

Семейство CoolMOS представлено спектром дискретных транзисторов на напряжения 600–800 В со встроенным быстрым диодом. Основным недостатком технологии CoolMOS — медленный обратный диод, который накладывает

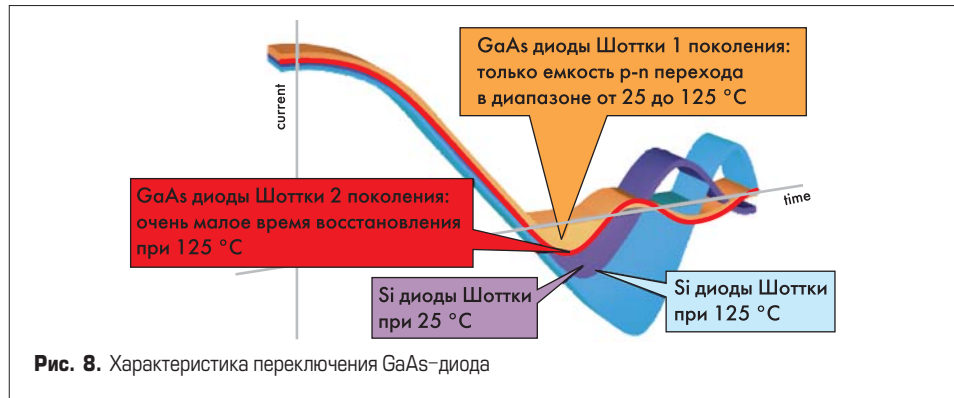


Рис. 8. Характеристика переключения GaAs-диода

дывает ограничение на рабочую частоту. IXYS предлагает CoolMOS в изолированных корпусах со встроенным быстрым диодом (IXKF40N60SCD1) для построения мостовых схем в разнообразных источниках питания.

Драйверы управления представлены семействами драйверов нижнего ключа (IXD_4xx), полумостового драйвера IX6R11, полумостового чипсета IXBD4410/4411, микросхем одно- и трехфазных ШИМ-контроллеров (IXDP610, IXDP630), а также высоковольтных токовых регуляторов.

Семейство IXD_4xx обеспечивает выходной ток 2–30 А и скорость переключения 25 нс на 1000 пФ. Существуют высокочастотные драйверы радиочастотных транзисторов (DEIC420, IXDN415) со скоростью переключения 2 нс.

IX6R11 — полумостовой драйвер на 650 В, выходной ток 6 А и напряжение питания 35 В предназначен для управления полумостовыми схемами различных преобразователей. Микросхема работает в температурном диапазоне –55... +125 °C и имеет модификацию корпуса с низким тепловым сопротивлением <0,65 К/Вт. Существует корпус, повысительно совместимый с IR2110.

IXBD4410/4411 — набор из микросхем нижнего и верхнего ключа соответственно на частоты до 200 кГц и переменное напряжение 575 В (рис. 7). Чипсет позволяет получить изоляцию верхнего и нижнего ключа 2500 В при помехозащищенности на уровне 50 В/нс и питании 10–25 В, отрицательное напряжение закрытия 5 В, выходной ток 2 А, защиту от превышения тока, защиту от перенапряжения верхнего и нижнего ключа и кросс-емкости. Для изоляции используется интерфейсный трансформатор в корпусе DIP-8 TX002-4400.

IXYS выпускает платы для быстрого освоения микросхем управления (EVDxxx) и производит готовые модули управления (например, GDBD4410 для управления трехфазными IGBT-модулями серии MUBW).

Данное изделие является законченным решением для управления электроприводом: модуль MUBW содержит выпрямитель, тормозной транзистор и трехфазный инвертор, а плата управления обеспечивает все необходимые уровни защиты и адаптированную разводку для получения оптимальных характеристик. Методики расчета управляющих схем с рекомендациями можно найти на сайте www.ixys.com.

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, SiCa);
- 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 меньшая величина времени восстановления обратного сопротивления (рис. 8).

Области применения GaAs-диодов: DC/DC-конвертеры, корректоры коэффициента мощности, различные источники питания (рис. 9).

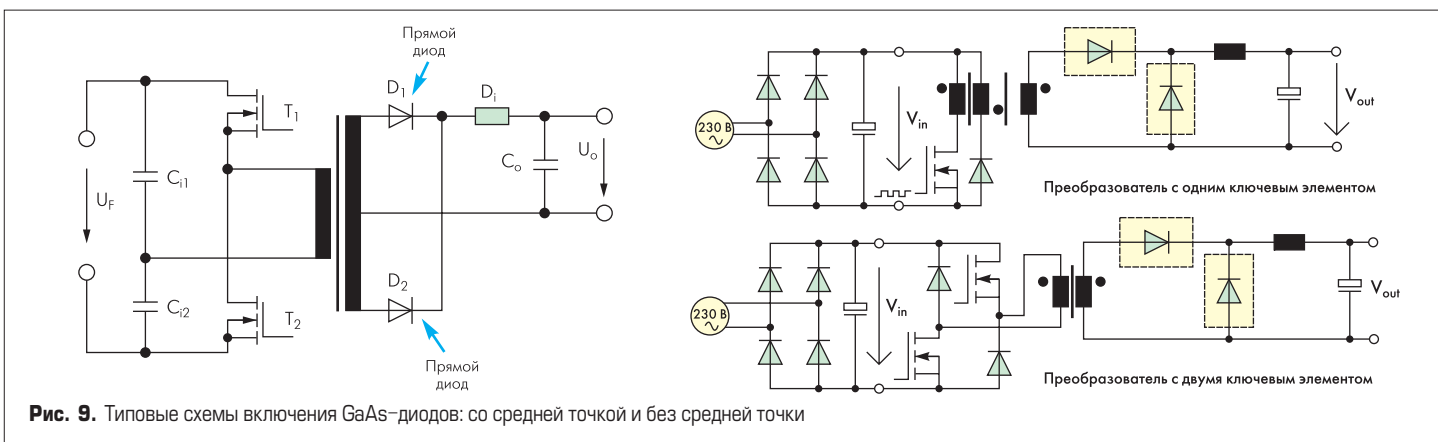


Рис. 9. Типовые схемы включения GaAs-диодов: со средней точкой и без средней точки



Рис. 10. Тиристорные модули IXYS

Данные диоды применены в DC/DC-преобразователе Tусо/Electronics FW300A1-A, что позволило поднять частоту преобразования до 500 кГц на мощности 300 Вт при входном напряжении 36–75 В и выходном — 5 В. Частотный диапазон GaAs-диодов — до 2 МГц. В настоящее время выпущены диоды до 300 В (и последовательно соединенные сборки на 600 В).

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 i-4 PAC, SOT-227 и двойные тиристорные модули 19–500 А в стандартных промышленных корпусах (рис. 10).



Рис. 11. Press-pack IGBT

Для приложений, требующих высокой надежности при большой мощности, выпущены IGBT-сборки в таблеточном исполнении (рис. 11, 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 эксплуатации в условиях жестких переключений на протяжении 20 лет, что недостижимо для IGBT-модулей стандартного исполнения.

Таблица 3. Модели press-pack IGBT

Модель	47 мм Ø	75 мм Ø
2,5 кВ	T0360NA25A	T1200TA25A
	T0500NA25E	T1500TA25E
5, 2 кВ	T0160NA52A	T0650TA52A
	T0250NA25E	T0900TA52E

Примечание: светло-коричневым цветом выделены модели со встроенным диодом



Рис. 12. Драйвер управления C0030BG400

Для управления press-pack IGBT выпущен модуль управления C0030BG400 со следующими характеристиками (рис. 12):

- выходной ток — 30 А;
- изоляция — 10 кВ;
- оптический интерфейс;
- защита от короткого замыкания.

Драйвер также может быть использован для управления IGBT-модулями большой мощности. Рекомендации по применению можно найти на сайте www.westcode.com.

В заключение отметим, что IXYS является признанным производителем качественной силовой электроники и появление его продукции на российском рынке должно дать разработчикам возможности получения качественно новых характеристик проектируемых изделий.