

Двойные тиристорные модули IXYS

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

Игорь Васильев (Украина)

Наиболее высокие требования в силовой электронике предъявляются к надёжности оборудования и его энергетической эффективности, в связи с этим в последнее время всё более популярными становятся силовые модули. В данной статье рассмотрены основные типы двойных тиристорных модулей производства корпорации IXYS.

Тиристоры – это четырёхслойные (р–р–п–п) кремниевые полупроводниковые приборы с внутренней положительной обратной связью (эффект «защёлкивания», или триггерный эффект), имеющие два устойчивых состояния. В зависимости от характера вольт-амперной характеристики и способа управления, тиристоры разделяют на следующие типы:

- диодные (динисторы);
- триодные тиристоры (SCR – Silicon Control Rectifier);
- запираемые тиристоры (GTO – Gate Turn Off);
- оптронные тиристоры (оптотиристоры);
- симметричные тиристоры (симисторы или триаки);
- оптронные симисторы.

Триодные тиристоры (или просто тиристоры) в зависимости от расположения управляющего электрода (УЭ/Gate – G) делятся на тиристоры с катодным управлением и тиристоры с анодным управлением. В силовых тиристорах в основном используется

катодное управление, при котором управляющее напряжение приложено между УЭ и катодом.

Эти приборы имеют ряд существенных особенностей. Управление осуществляется только процессом включения приборов, т.е. после включения УЭ теряет свои свойства в части запираения (за исключением запираемых тиристоров). Для выключения тиристора необходимо, чтобы неосновные носители, накопленные в базовых областях анода (А) и катода (К), рекомбинировали. В противном случае эти носители могут привести к появлению базового тока и повторному включению тиристора. При выключении существует условие ограничения скорости нарастания приложенного обратного напряжения, поскольку быстрое увеличение запирающего напряжения может привести к появлению достаточно большого для переключения тиристора тока смещения, пропорционального ёмкости его р–п-переходов. Практически выключить тиристор можно только понизив ток в силовой цепи (А–К) до значения, меньшего тока удержания (holding current), или сделав напряжение на аноде обратным. При этом скорости изменения напряжения $(dv/dt)_{cr}$ и тока $(di/dt)_{cr}$ в силовой цепи не должны превышать допустимых (критических) значений этих параметров с учётом максимальной рабочей температуры приборов.

К достоинствам тиристоров, кроме простоты включения, можно отнести низкие потери проводимости, высокую перегрузочную способность и надёжность. Они могут соединяться как параллельно, так и последовательно.

Основные электрические параметры тиристоров для силовой цепи:

- максимально допустимое обратное повторяющееся напряжение или

прямое напряжение в закрытом состоянии;

- максимально допустимый средний выпрямленный (среднеквадратичный) ток;
- максимально допустимый импульсный ток – для повторяющихся или единичных импульсов (за время, мс);
- максимальный ток удержания во включенном состоянии;
- прямое падение напряжения на включенном тиристоре;
- максимально допустимая (критическая) скорость нарастания тока во включенном состоянии;
- максимально допустимая (критическая) скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии.

Основные электрические параметры тиристоров для цепи управления:

- максимальное напряжение управления;
- максимальный ток управления;
- параметры быстродействия;
- время задержки сигнала по управляющему электроду;
- время выключения.

Тиристоры являются приборами, критичными к скоростям нарастания прямого тока (di/dt) и прямого напряжения (dv/dt) , поэтому для ограничения скорости нарастания тока и напряжения рекомендуется применение специальных защитных цепей. При этом индуктивный реактор (дроссель) для ограничения di/dt при включении тиристора должен устанавливаться последовательно с прибором (в большинстве случаев внутреннее индуктивное сопротивление источников напряжения, входящих в цепь включенного тиристора, оказывается достаточным, чтобы не вводить дополнительную индуктивность LS). Цепи типа RC – демпфер или чаще RCD – снаббер, используемые для ограничения dv/dt , подключаются параллельно защищаемому прибору (выводы А–К). Кроме того, параллельно этим выводам иногда включается быстродействующий блокирующий диод, а также может устанавливаться варистор для ограничения возможных импульсных высокочастотных перенапряжений. В настоящее время, вслед-

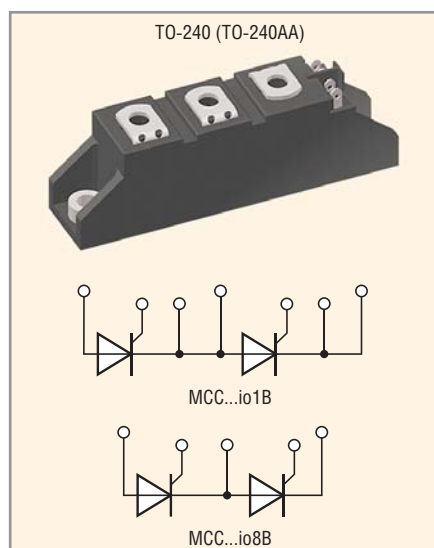


Рис. 1. Двойные тиристорные модули IXYS

$I_{TAV} = 18...116 \text{ A}$

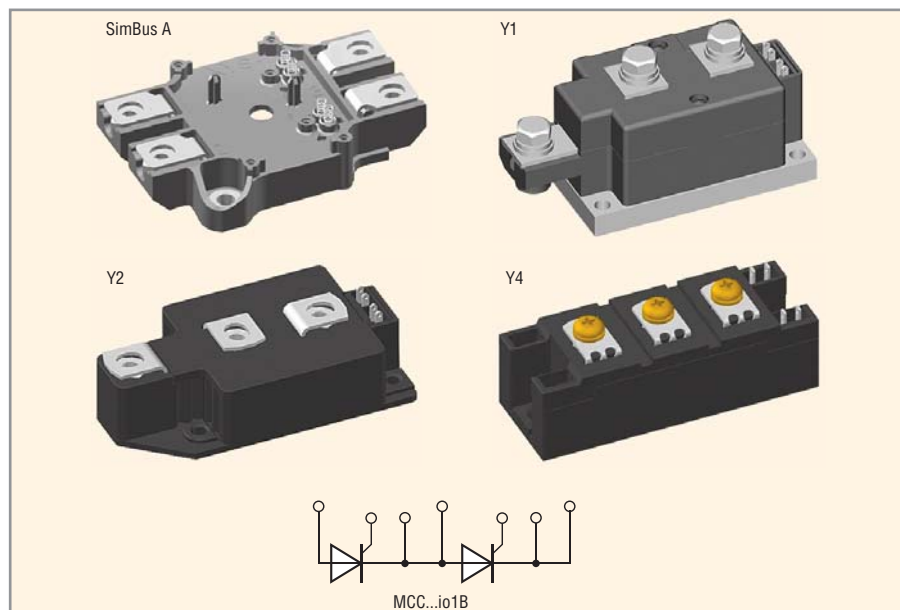


Рис. 2. Двойные тиристорные модули IXYS

$I_{TAV} = 130...320 \text{ A}$

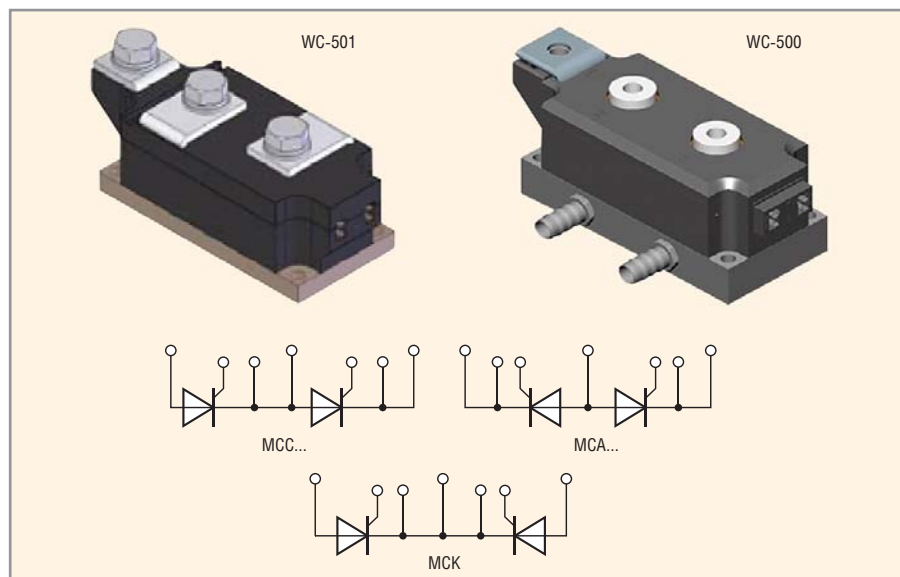


Рис. 3. Двойные тиристорные модули IXYS

$I_{TAV} = 327...700 \text{ A}$

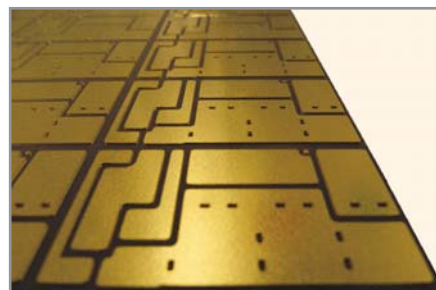


Рис. 4. Медно-керамические подложки DCB



Рис. 5. MCC95-08io1

ствие конкуренции тиристорных модулей с силовыми MOSFET и IGBT, нижняя граница области промышленного применения тиристоров сместилась к диапазону мощностей в десятки киловатт. Прежде всего, это сверхмощные источники питания, регуляторы напряжения, электроприводы пост-

янного тока, сварочное оборудование, нагревательные установки и др. Вместе с тем в изделиях бытового назначения (регуляторы переменного напряжения и т.д.) тиристоры продолжают успешно применяться благодаря их невысокой стоимости и высокой надёжности. Тиристоры производства

IXYS доступны в различных исполнениях и корпусах. В этой статье мы рассмотрим двойные тиристорные модули.

Двойные тиристорные модули IXYS можно условно разделить на три группы по максимально допустимому среднему выпрямительному току:

- $I_{TAV} = 18...116 \text{ A}$ (а также новый модуль MCMA140P1600TA $I_{TAV} = 140 \text{ A}$), представлены в корпусах TO-240 в двух вариантах распиновки (рис. 1);
- $I_{TAV} = 130...320 \text{ A}$, доступны в четырёх вариантах исполнения корпусов (рис. 2);
- $I_{TAV} = 327...700 \text{ A}$, доступны в двух вариантах корпусов и трёх вариантах распиновки (рис. 3).

Тиристорные модули изготавливаются по технологии DCB (direct copper bonding) – прямое соединение керамической подложки с медью при высоких температурах.

Для изготовления подложки DCB (рис. 4) на медную поверхность толщиной около 0,3 мм сверху и снизу эвтектически наплавляют оксид алюминия Al_2O_3 или нитрид алюминия AlN при температуре свыше 1000°C (толщиной 0,25...1,0 мм). После необходимой разводки схема модуля вытравливается на верхней части медной поверхности, кристаллы припаиваются и контакты кристалла подключаются перемычками. Нижняя часть DCB керамической подложки припаяется прямо к основной пластине модуля.

Преимущества DCB-технологии следующие: высокая проводимость тока благодаря слою меди, хорошие условия охлаждения благодаря керамическому материалу, высокая адгезионная сила меди к керамике и оптимальная теплопроводность керамического материала.

Рассмотрим более детально основные характеристики модуля, пользующегося наибольшей популярностью – MCC95-08io1 (рис. 5, таблица).

Особенности:

- международный стандарт корпуса, JEDEC TO-240 AA;
- подложка из DCB-керамики с Al_2O_3 -изоляцией, хорошей температурной проводимостью и высоким изоляционным напряжением;
- пассивированный кристалл, изготовленный по планарной технологии;
- напряжение изоляции ~3600 В;
- UL-регистрация, E 95873;

Основные параметры MCC95-08101

Параметр	Описание	Условие	Значение
Фаза			1
Количество тиристоров			2
V_{RRM} , В	Повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии и повторяющееся импульсное обратное напряжение		800
I_{TAV} (макс.), А	Максимально допустимый средний ток в открытом состоянии и средний прямой ток	$T_C = 85^\circ\text{C}$	116
$I_{T(RSM)}$, А	Действующий ток в открытом состоянии и действующий прямой ток		180
I_{TSM} (макс.), А	Ударный ток в открытом состоянии и ударный прямой ток, не менее	45°C , 10 мс	2250
V_{TO} , В	Пороговое напряжение		0,8
r_T , МОм	Динамическое сопротивление в открытом состоянии		2,4
T_{VJM} , $^\circ\text{C}$	Максимально допустимая температура перехода		125
R_{thJC} , К/Вт	Тепловое сопротивление переход - корпус, не более		0,22
R_{thCH} , К/Вт	Тепловое сопротивление корпус - контактная поверхность охладителя		0,2
V_{ISO} , В	Электрическая прочность изоляции между беспотенциальным основанием модуля и его выводами (действующее значение)		3600
T_J , $^\circ\text{C}$	Допустимая температура перехода		От -40 до 125
$(di/dt)_{cr}$, А/мкс	Критическая скорость нарастания тока в открытом состоянии, не менее (повторяющийся прямой ток 250 А)		150
$(dv/dt)_{cr}$, В/мкс	Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии, не менее		1000
I_H , мА	Ток удержания, не более		200
t_q , мкс	Время выключения, не более		185
t_{gd} , мкс	Время задержки сигнала по управляющему электроду		2
V_{GT} , В	Отпирающее постоянное напряжение управления, не более	$TVJ = 25^\circ\text{C}$ $TVJ = -40^\circ\text{C}$	2,5 2,6
I_{GT} , мА	Отпирающий постоянный ток управления, не более	$TVJ = 25^\circ\text{C}$ $TVJ = -40^\circ\text{C}$	150 200
Корпус			TO-240AA
Вес, кг		Включая винты	0,09

● катодное управление.

Применение:

- управление электродвигателем постоянного тока;
- плавный пуск электродвигателя переменного тока;
- контроль освещения, нагрева и температуры.

Преимущества:

- размеры и небольшой вес;
- простой монтаж с помощью двух винтов;
- расширенный температурный диапазон и маневренный режим мощности;
- уменьшение схем защиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ланцов В., Эраносян С. Электронная компонентная база силовых устройств. Часть 2. Силовая электроника. 2010. № 1.
2. www.ixys.com.
3. Emerald P. Greenland P. Power Multi-Chip Modules. PCIM Europe. Sep./Oct. 1995. P. 242–246.



Новости мира News of the World Новости мира

Процессоры для измерения энергопотребления обеспечивают точный мониторинг

Компания Maxim Integrated Products сообщает о начале поставок образцов процессоров 78M6610+PSU / 78M6610+LMU для однофазного измерения энергопотребления. Данные микросхемы представляют собой однокристалльную подсистему для измерения электроэнергии. Они предлагают простой способ учёта энергопотребления и диагностики существующих устройств с необходимой точностью (utility-grade), избавляя от традиционных затрат на приобретение полнофункциональной системы-на-кристалле. Оба прибора содержат уникальную микропрограмму, отвечающую требованиям конечного приложения. Процессор 78M6610+PSU специально предназначен для мониторинга в режиме реального времени центров обработки данных, серверов, коммуникационного оборудования и аппаратуры для передачи данных, тогда как процессор 78M6610+LMU

имеет более общее назначение и может использоваться, например, в устройствах бытовой техники, интеллектуальных розетках, зарядных устройствах для электромобилей и в преобразователях солнечной энергии.

Процессоры 78M6610 позволяют сократить стоимость и сроки вывода продукции на рынок. В решениях для измерения электроэнергии традиционно использовался дополнительный микроконтроллер, что значительно увеличивало стоимость и срок разработки. 78M6610 позволяет пользователям легко добавлять полнофункциональный счётчик электроэнергии в уже существующие устройства, не требуя больших средств или изменения конструкции. Кроме того, гибкие интерфейсы процессора – измерительный и основной – обеспечивают его простую интеграцию в любую систему.

Ключевые преимущества:

- высокая производительность: измерения с требуемой точностью во всём динамическом диапазоне тока нагрузки и наличие режимов пониженного энергопотребления;



- сокращение затрат на компоненты печатной платы: внутренний RC-генератор и низкоскоростной последовательный интерфейс исключают необходимость использования дорогостоящих и хрупких кварцевых резонаторов;
- простота: микропрограмма оптимизирована для конечных приложений, что значительно упрощает процесс проектирования.

Процессор 78M6610+PSU выпускается в 24-выводном корпусе QFN и 16-выводном корпусе TSSOP. Прибор 78M6610+LMU запроектован в 24-выводном корпусе QFN.

www.maximintegrated.com