

# Модули IGBT

## серии Mega Power Dual

**Корпорация Mitsubishi Electric, лидер в развитии силовых полупроводниковых устройств, представляет новые модули Mega Power Dual IGBT на следующие номиналы: 900 А/1200 В, 1400 А/1200 В и 1000 А/1700 В. Эти устройства основаны на последней технологии кристалла CSTBT. Уникальные преимущества конструкции модулей Mega Power Dual IGBT делают их незаменимыми при производстве мощных источников бесперебойного питания, ветряных генераторов и приводов высокой мощности.**

**Роман Фукалов**

roman.fukalov@mitsubishielectric.ru

Постоянно растущий рынок силовой электроники требует от производителей модули более высокой мощности и в более компактных корпусах. Корпорация Mitsubishi Electric всегда отвечала требованиям рынка, поставляя качественную и надежную продукцию. Новые модули Mega Power Dual (MPD), так же как и вся серия NF, созданы на базе пятого поколения кристаллов IGBT CSTBT с технологией LPT. CSTBT (траншейный биполярный транзистор с накоплением носителей заряда) — это второе поколение траншейных транзисторов, разработанное Mitsubishi Electric. На рис. 1 представлена структура данного кристалла. Благодаря использованию дополнительного *n*-барьерного слоя между *p*-базовым и *n*-слоем, удалось добиться равномерной плотности дырок между анодом и катодом, что улучшило условия рекомбинации и позволило уменьшить потери по сравнению с традиционными траншейными транзисторами. К другим несомненным достоинствам нового поколения кристаллов относятся положительный температурный коэффициент, низкие токи короткого замыкания и уменьшенная по сравнению с первым поколением траншейных транзисторов емкость затвора.

В таблице представлена вся линейка модулей серии NF. Модули, рассчитанные на номинальный ток свыше 600 А, получили название Mega Power Dual

(MPD). Модули MPD существуют в трех номиналах — 900 А/1200 В, 1400 А/1200 В и 1000 А/1700 В.

Основная ниша продукции, где использование модулей MPD дает большие преимущества, — это инверторы высокой мощности. Применение продукции серии MPD позволяет избежать запараллеливания нескольких модулей и воспользоваться только одним, что упрощает конструкцию преобразователя и в итоге повышает его надежность и одновременно уменьшает стоимость сборки. Примером типичных систем, где использование модулей MPD имеет массу преимуществ, являются источники бесперебойного питания привода высокой мощности и инверторы для ветряных генераторов.

### Конструктивные особенности MPD

При создании устройств разработчики Mitsubishi Electric руководствовались запросами рынка, что отразилось на конструкции модулей MPD. При конструировании инверторов, рассчитанных на большие токи, важное значение имеет конструкция шины постоянного тока. Использование низкоиндуктивной многослойной шины для разводки звена постоянного тока — оптимальное решение для создания надежных конструкций, так как это позволяет обеспечить работу устройства в границах SCSOA (область безотказной работы при коротком замыкании), благодаря снижению выбросов напряжения. На рис. 2 представлен внешний вид модуля MPD IGBT на номинальный ток 1400 А и напряжение 1200 В.

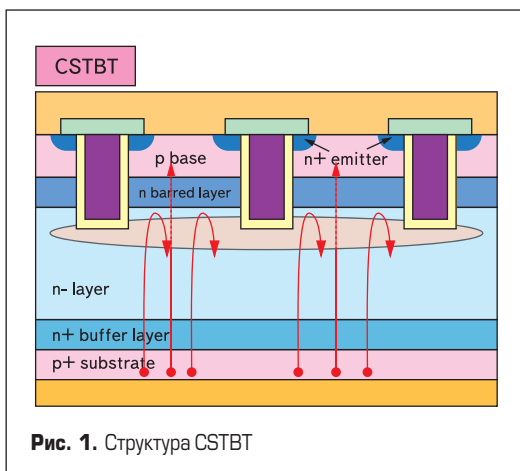


Таблица. Линейка модулей IGBT серии NF и MPD

Обозначение Схема	V <sub>CE5</sub> , В	I <sub>C</sub> , А				
		50	75	100	150	200
D	600				CM150DY-12NF	CM200DY-12NF
	1200			CM100DY-24NF	CM150-24NF	CM200DY-24NF
	1700					
T	600		CM75TL-12NF	CM100TL-12NF	CM150TL-12NF	CM200TL-12NF
	1200	CM50TL-24NF	CM75TL-24NF	CM100TL-24NF	CM150TL-24NF	CM200TL-24NF
R	600		CM75RL-12NF	CM100RL-12NF	CM150RL-12NF	CM200RL-12NF
	1200	CM50RL-24NF	CM75RL-24NF	CM100RL-24NF	CM150RL-24NF	CM200RL-24NF

Обозначение Схема	V <sub>CE5</sub> , В	I <sub>C</sub> , А					
		300	400	600	900	1000	1400
D	600	CM300DY-12NF	CM400DY-12NF	CM600DY-12NF			
	1200	CM300DY-24NF	CM400DY-24NF	CM600DY-24NF	CM900DY-24NF		CM1400DU-24NF
	1700					CM1000DU-24NF	

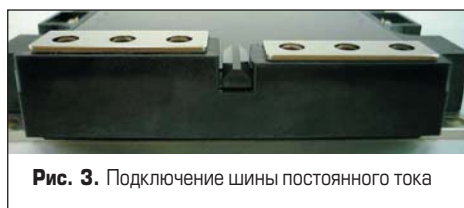
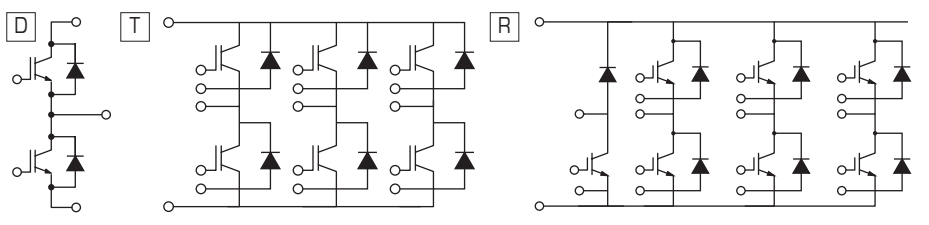


Рис. 3. Подключение шины постоянного тока

Модуль MPD имеет значительные отличия по сравнению с обычными модулями IGBT. Выводы для подключения шины постоянного тока имеют различную высоту (рис. 3). Это делает возможным прямое подключение к ним многослойной ламинированной шины постоянного тока без использования дополнительных средств сопряжения. Кроме того, контакты шины постоянного тока и выход полумоста расположены на противоположных сторонах модуля, что упрощает конструкцию преобразователя.

На рис. 4 показано типичное подключение многослойной шины к модулю MPD.

Паразитная индуктивность внутренней разводки — одна из серьезнейших проблем, с которой сталкиваются производители при создании модулей, рассчитанных на большие токи. В модулях MPD разработчики Mitsubishi Electric применили уникальную низкоиндуктивную шину. Структура этой шины представлена на рис. 5.

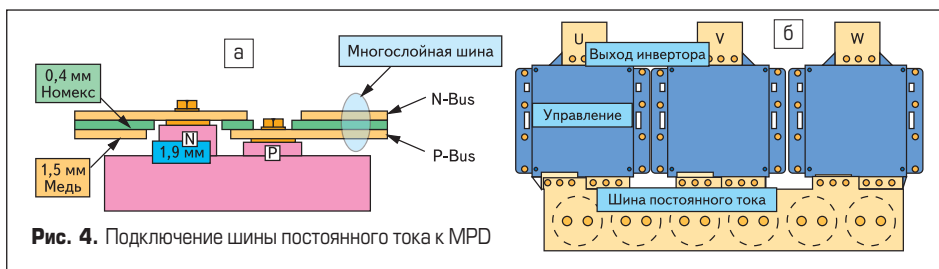


Рис. 4. Подключение шины постоянного тока к MPD

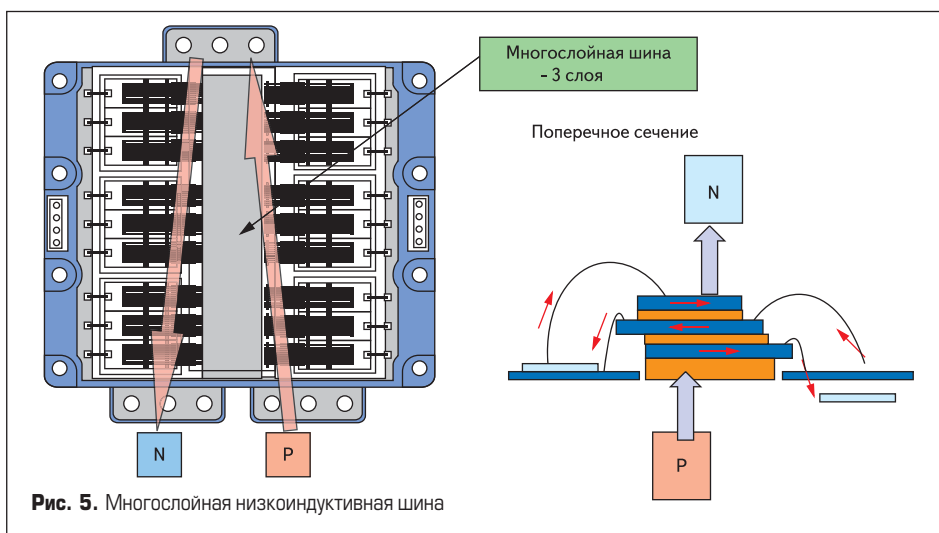


Рис. 5. Многослойная низкоиндуктивная шина

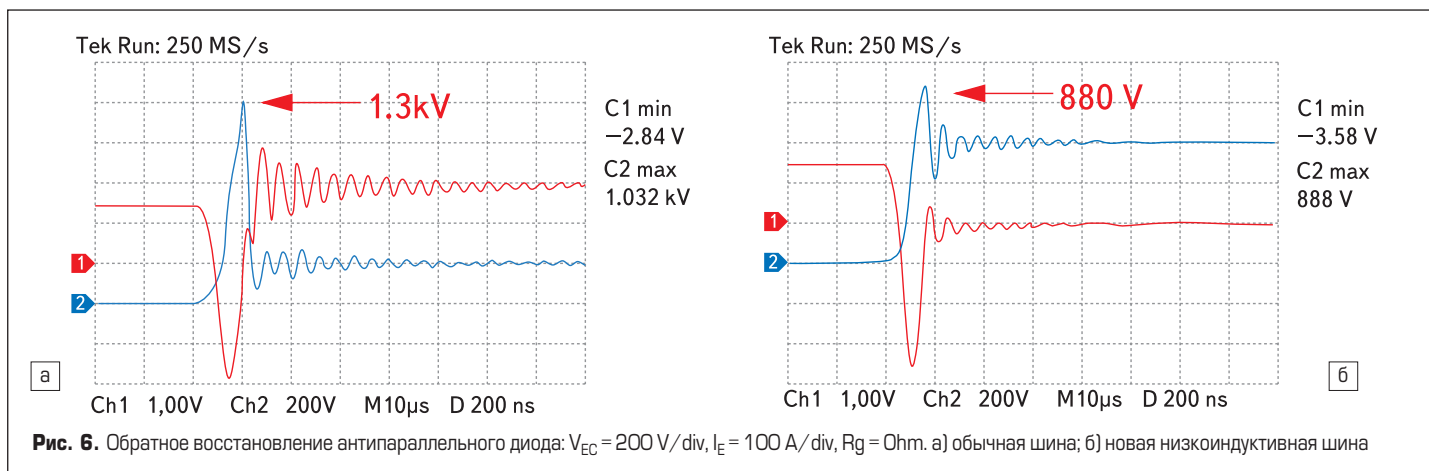


Рис. 6. Обратное восстановление антипараллельного диода: V<sub>EC</sub> = 200 В/div, I<sub>E</sub> = 100 А/div, R<sub>g</sub> = 0 Ом. а) обычная шина; б) новая низкоиндуктивная шина

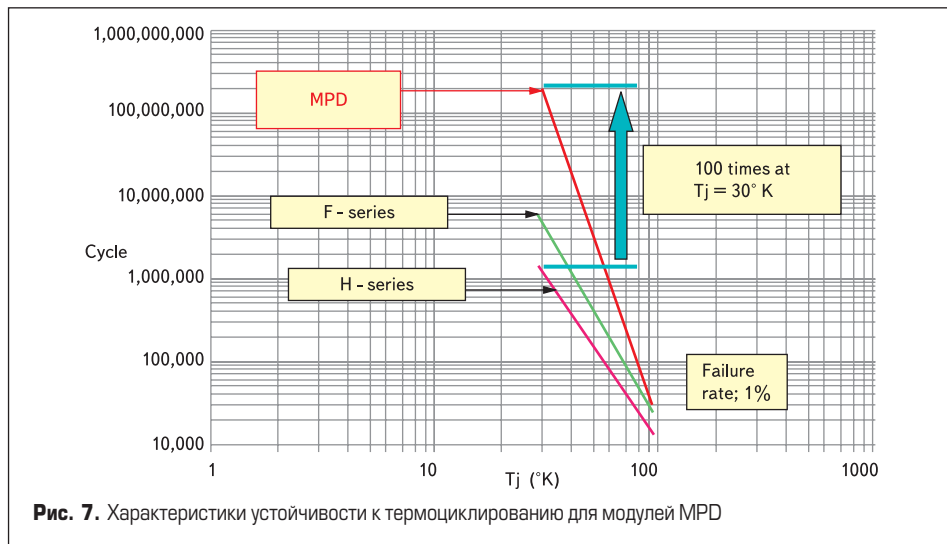


Рис. 7. Характеристики устойчивости к термоциклированию для модулей MPD

При разработке серии MPD большое внимание было уделено вопросам устойчивости к термоциклам. На рис. 7 представлено сравнение устойчивости к термоциклированию (короткие циклы) между модулями серий H и F и модулями серии MPD. Как видно, устойчивость по термоциклированию модулей MPD в 100 раз выше, чем у серии H. Добиться этих впечатляющих результатов позволила новая технология крепления внутренних проводников, разработанная Mitsubishi Electric.

На рис. 8 показана внутренняя структура модулей MPD. Благодаря проработке как расположения кристаллов, так и крепежных отверстий, модули MPD хорошо подходят для использования водяного охлаждения. Крепежные отверстия не создают помех потоку охлаждающей жидкости, а расположение кристаллов

позволяет использовать простую траекторию хладагента.

Для сигналов управления используются самозащелкивающиеся разъемы производства JST Mfg. Co., Ltd ([www.jst-mfg.com](http://www.jst-mfg.com)) (рис.9), что делает эти соединения простыми и одновременно надежными, так как эти разъемы обладают повышенной стойкостью к вибрационной нагрузке.

#### Заключение

Модули IGBT MPD (900 A/1200 В, 1400 A/1200 В и 1000 A/1700 В) подходят для конструирования инверторов высокой мощности и обладают уникальными техническими характеристиками. Применение в этих устройствах CSTBT транзисторов снижает потери и уменьшает тепловыделение. А использован-

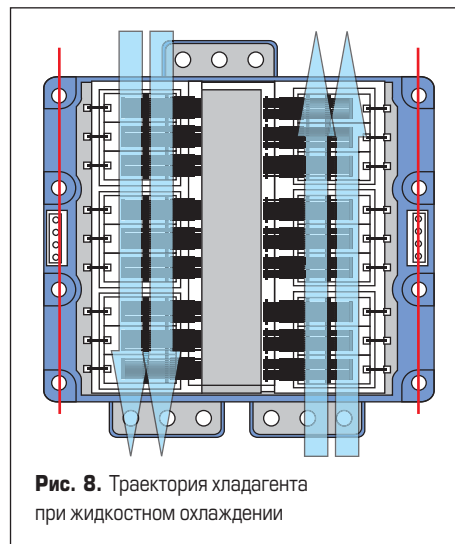


Рис. 8. Траектория хладагента при жидкостном охлаждении



Рис. 9. Самозащелкивающиеся разъемы VHR-5N и VHR-2N от JST

ные уникальные инженерные решения повышают надежность конструкций, в состав которых входят модули серии MPD.