

Мощные полупроводниковые приборы компании International Rectifier

Какие электронные компоненты использовать? Те, что дешевле? Или изготовленные фирмой, имя которой – в рекламе на каждом столбе? А может, остановиться на том, кто их впервые создал? Выбирая, помните, сколь многое начиналось с International Rectifier. Сегодня мы кратко охарактеризуем спектр производимых компанией изделий силовой электроники, и если эта информация вас заинтересует, более подробно расскажем о конкретных группах приборов в ближайших номерах журнала. С нетерпением ждем ваших вопросов и откликов.

Разработкой и производством силовых полупроводниковых приборов занимаются сегодня многие крупные фирмы (Motorola, Siemens, Toshiba и т.д.). Особое место в их ряду занимает компания International Rectifier (далее IR), которой в этом году исполняется 50 лет. Со многими ее изделиями неразрывно связано слово “впервые”. Компания IR – единственный в мире изготовитель всей гаммы компонентов, обеспечивающих полный цикл преобразования энергии с максимальным КПД.

Выпускаемые IR мощные полупроводниковые изделия можно разделить на пять групп:

входные приборы: диоды, выпрямители и тиристоры, которые преобразуют переменный ток в постоянный;

управляющие приборы – драйверы, обеспечивающие управление силовыми транзисторами;

переключающие приборы: мощные полевые транзисторы, биполярные транзисторы с изолированным затвором (БТИЗ), интеллектуальные силовые ключи, используемые для управления потоками электроэнергии в широком диапазоне частот;

выходные приборы: диоды Шоттки и диоды с быстрым восстановлением;

распределительные приборы, к которым относятся твердотельные микроэлектронные реле, обеспечивающие управление энергией с полной гальванической развязкой между входом и выходом.

Входные приборы представлены большим набором выпрямителей средней и большой мощности. Номенклатура входных приборов включает одно- и трехфазные диодные мосты, диоды с ненормированным временем восстановления, однооперационные триодные тиристоры. Элементы с номинальным значением тока в диапазоне от 1 до 40 А выпускаются в де-

шевых пластмассовых корпусах, в том числе типа TO-220 и TO-247. Диоды и тиристоры с токами от 100 до 8000 А выпускаются в корпусах стержневого типа с резьбой под гайку, таблеточного типа, а так же в модульных. Рабочее напряжение приборов – от 50 до ~6000 В.

Управляющие ИС (драйверы) позволяют управлять мощными БТИЗ и МОП-транзисторами с рабочими напряжениями до 1200 В. Входные сигналы драйверов – слаботочные, с уровнями ТТЛ и КМОП. Эти ИС обязаны своим появлением уникальной технологии фирмы, позволяющей изготавливать на одном кристалле высоковольтные биполярные, МОП-транзисторы и маломощные КМОП-схемы управления. ИС драйверов стали основным компонентом в схемах с высо-

кой плотностью размещения элементов. Они выпускаются как в стандартных корпусах DIP, так и в корпусах для поверхностного монтажа.

Переключающие приборы представлены двумя основными типами: HEXFET-транзисторы (мощные полевые МОП-транзисторы с гексагональной структурой) и биполярные транзисторы с изолированным затвором (БТИЗ, IGBT).

Компания IR производит высоконадежные *полевые МОП-транзисторы* (МОП ПТ) очень широкой номенклатуры в диапазоне рабочих напряжений от 20 до 1000 В. Конструкция транзистора данного типа основана на вертикальной Д-МОП технологии (рис. 1). Замкнутые гексагональные ячеистые структуры с изолированным кремние-

Компания IR основана в Лос-Анджелесе (США, штат Калифорния) в 1947 году. Начиная с изготовления селеновых выпрямителей. В 1954 году освоила производство германиевых выпрямителей, а в 1958-м впервые в мире выпустила на рынок диод Зенера и солнечные элементы. С этого времени компания становится одним из мировых лидеров в области технологии силовых полупроводников. Основные вехи ее развития:

1962 год – выпуск первого кремниевого управляемого выпрямителя-тиристора;

1974 год – первая серия биполярных транзисторов Дарлингтона;

1978 год – первый в мире полевой транзистор по DMOS-технологии с сопротивлением 30 МОм/см²;

1979 год – первый в мире мощный полевой МОП-транзистор с гексагональной структурой (HEXFET) с сопротивлением 12МОм/см²;

1983 год – одна из первых в мире силовых ИС, известная под названием ChipSwitch, а также появление первых БТИЗ (IGBT) большой мощности;

1984 год – МОП-транзисторы второго поколения с сопротивлением 4,5 МОм/см²;

1987 год – МОП-транзисторы третьего поколения с сопротивлением 4 МОм/см²;

1993 год – МОП-транзисторы четвертого поколения с сопротивлением 2,2 МОм/см²; первый в мире “интеллектуальный” полевой транзистор SmartFET;

1996 год – впервые в мире разработан техпроцесс, позволивший получить сопротивление МОП-транзистора 1,2 МОм/см². Созданы МОП-транзисторы пятого поколения.

Ежегодные темпы роста объемов производства составляют в среднем 20%. В 1996 году зафиксировано увеличение годового объема продаж на 30%. Ожидается, что в 1997 году этот показатель будет еще выше.

Компания IR – мировой производитель силовых полупроводниковых приборов с основным производством полупроводниковых пластин, аттестованным по стандарту ISO-9001 и сборочными предприятиями по всему миру. Основные и вспомогательные производственные площадки находятся в штате Калифорния (США) и в Мексике. Крупные заводы в Великобритании и Италии обслуживают Европу, заводы в Японии, Китае, Индии, Южной Азии – потребителей Азиатско-Тихоокеанского региона. Предприятия и склады компании объединены единой информационной сетью, позволяющей при необходимости перебросить свободные резервы в любую точку мира.

На российском рынке идет активное расширение дилерской сети с максимальным приближением к потребителям; открываются совместные предприятия. Первым таким предприятием может стать производство МОП-транзисторов на базе Воронежского завода полупроводниковых приборов. Планируется организовать прикладные и конструкторские центры содействия покупателям в проектировании устройств на основе приборов IR. Первый из них должен открыться уже в 1997 году на базе Московского энергетического института (университет).

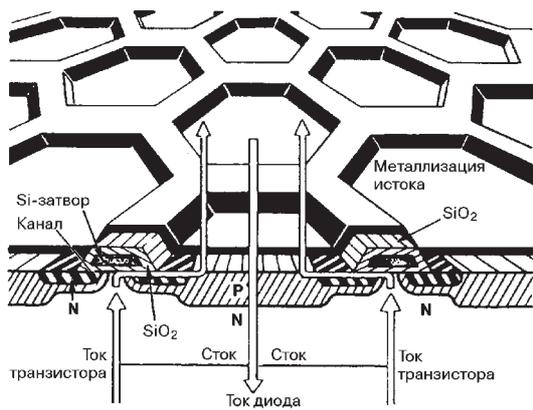


Рис. 1. Структура мощного МОП-транзистора

вым затвором обеспечивают плотность ячеек свыше полумиллиона на квадратный дюйм. Особенность МОП-транзистора состоит в том, что в его структуре между стоком и истоком имеется обратный включенный диод. Величина допустимого тока этого диода сравнима по величине с током транзистора. Таким образом, прибор имеет встроенный элемент защиты. Однако следует учесть, что быстродействие встроенного диода во много раз хуже, чем быстродействие самого транзистора.

Мощный МОП ПТ по своей природе готов к параллельному включению. Поэтому IR выпускает модули, в которых параллельно включено до шести транзисторов. Коммутируемый ток при этом может достигать сотен ампер.

Одна из замечательных особенностей МОП ПТ заключается в том, что он не подвержен явлению вторичного пробоя, как биполярный транзистор. Прибор имеет положительный температурный коэффициент и обладает свойством самозащиты, заставляя токи равномерно распределяться по всей площади кремния.

С момента первого появления МОП-транзистора с гексагональной структурой в 1979 году ведущие производители силовых полупроводниковых приборов всего мира приобрели у компании IR лицензии на производство этого изделия. И сейчас доля изделий с данной структурой составляет не менее 70% всего мирового объема выпуска МОП-транзисторов.

International Rectifier не стоит на месте. Благодаря освоению компанией технологии производства МОП-

транзисторов пятого поколения почти на 30% снижено сопротивление сток-исток во включенном состоянии, увеличено значение энергии лавинного пробоя, уменьшены размеры кристалла. Последнее способствовало увеличению коэффициента выхода годных приборов и, соответственно, снижению их стоимости. По этой технологии производятся все типы

МОП ПТ с номинальным напряжением до 200 В.

МОП-транзисторы выпускаются в самых различных корпусах: стандартных типа ТО-220, ТО-247, для поверхностного монтажа и в корпусах модульного типа. Велико разнообразие и

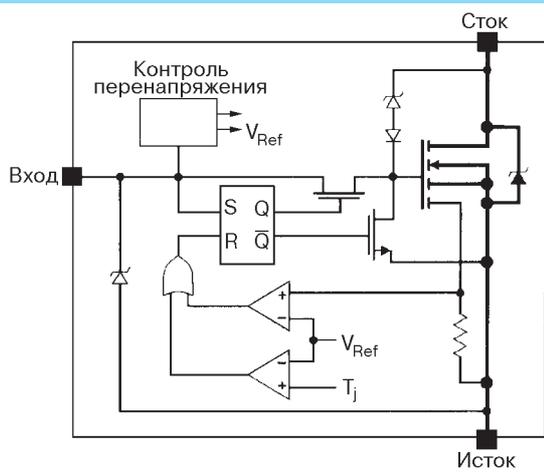


Рис. 2. Структурная схема «интеллектуального» МОП-транзистора

самых транзисторов: приборы с малым зарядовым уровнем затвора, управляемые уровнем логического сигнала, измерители тока, приборы в полностью изолированных корпусах и др.

Одна из разновидностей МОП-транзисторов – интеллектуальные силовые ключи, или IPS-приборы. Иногда их еще называют SmartFET (интеллектуальные полевые транзисторы). Это функционально законченные мощные полевые МОП-транзисторы с интегрированными на одном с ними кристалле аналого-цифровыми схемами защиты от перегрузок по току и напряжению, а также термоперегрузок (рис. 2). Такие приборы избавляют от применения дорогих и громоздких

схем внешней защиты. Они необходимы, когда требуется высокая надежность, например в системах управления двигателями автомобилей.

Биполярные транзисторы с изолированным затвором (БТИЗ) – это комбинация биполярных и МОП-транзисторов. Эквивалентную схему БТИЗ можно представить как $p-n-p$ -транзистор, управляемый n -канальным МОП-транзистором в схеме псевдо-Дарлингтона (рис. 3). Транзисторы данного типа сочетают достоинства МОП-транзисторов (управление напряжением, высокое входное сопротивление, малые времена переключения) с высокой проводимостью биполярных. На рис. 4 показан поперечный разрез кристалла БТИЗ. Из рисунка видно, что за исключением $p+$ -подложки и $n+$ -буферного слоя поперечное сечение идентично сечению мощного МОП-транзистора. Однако несмотря на большое сходство в работе, БТИЗ ближе к биполярному транзистору за счет $p+$ -подложки, которая необходима для инжекции неосновных носителей в n -область. Базовая область $p-n-p$ -транзистора не выведена на поверхность и $p-n$ -переход эмиттер-база невозможно использовать. Напряжение пробоя этого перехода – около 20 В.

Важнейшее отличие БТИЗ от МОП-транзистора – регламентация величины падения напряжения между коллектором и эмиттером. У полевых транзисторов сопротивление канала, а следовательно, и падение напряжения между стоком и истоком прямо зависят от напряжения на затворе и может неограниченно возрастать. В БТИЗ (рис. 3) падение напряжения коллектор-эмиттер складывается из падения на $p-n$ -переходе биполярного транзистора и напряжения в канале управляющего низковольтного МОП ПТ, которое ма-

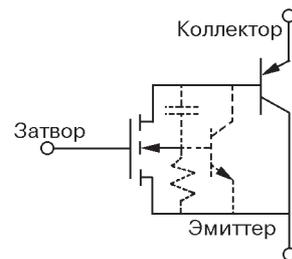


Рис. 3. Эквивалентная схема БТИЗ

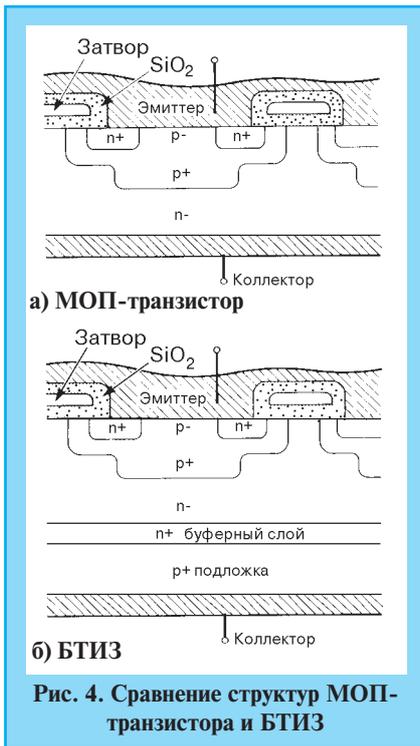


Рис. 4. Сравнение структур МОП-транзистора и БТИЗ

ло. В итоге значение напряжения коллектор-эмиттер у БТИЗ невелико (не более 3 В), т.е. транзистор не входит в режим насыщения. Являясь прибором на неосновных носителях, БТИЗ имеет более высокие характеристики проводимости и в то же время обладает многими достоинствами МОП ПТ. Все же надо отметить, что скорость переключения БТИЗ ниже, чем у МОП ПТ. Однако БТИЗ четвертого поколения компании IR способны работать в ключевом режиме на частотах порядка 50 – 70 кГц. Кроме того, они не обладают эффектом триггерного защелкивания, который присущ аналогичным приборам ряда других фирм.

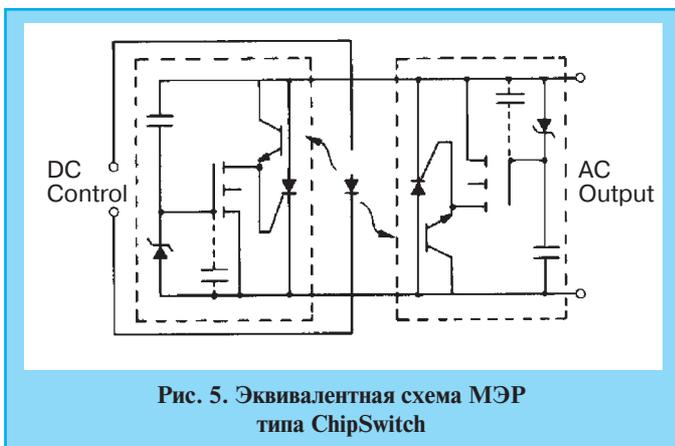


Рис. 5. Эквивалентная схема МЭР типа ChipSwitch

Поставляемые на рынок БТИЗ имеют рабочее напряжение от 500 до 1200 В. Разработаны новые группы этих приборов с рабочим напряжением

от 250 до 1700 В, которые должны появиться в продаже уже в 1997 году.

Выходные приборы. Компания IR производит несколько типов диодов, используемых для выходного выпрямления. Диоды Шоттки наиболее подходят для низковольтных применений, а также используются в высоковольтных выпрямителях, где уменьшение прямого падения напряжения дает существенный выигрыш в КПД. Диапазон обратного напряжения диодов Шоттки – от 15 до 200 В, прямых токов – от 1 до 400 А. В ближайшее время должны появиться диоды Шоттки с допустимым обратным напряжением до 600 В.

Диоды с быстрым восстановлением имеют время переключения не более 200 нс. Усовершенствованный, гексагональный, с быстрым восстановлением эпитаксиальный диод (HEXFRED) характеризуется очень малым временем восстановления – до 19 нс.

Диоды выпускаются в различных корпусах, в том числе пластмассовых.

Распределительные приборы. Благодаря сочетанию МОП, биполярной и гибридной технологии компания IR выпускает широкий ассортимент микрореле (МЭР). Приборы типа ChipSwitch можно представить в виде двух включенных встречно-параллельно тиристоров с оптронной развязкой (рис. 5). Управляемые малым током (от 3,5 до 10 мА), эти твердотельные реле могут коммутировать переменный ток от 0,3 до 1 А при рабочем напряжении от 20 до 280 В. В 1997 году в продажу поступят реле с допустимым напряжением до 600 В и током коммутации до 1 А. ChipSwitch-реле специально предназначены для работы на индуктивную нагрузку в цепях переменного тока.

Поэтому они применяются в соленоидных, электрических клапанах, лампах, нагревателях, небольших двигателях переменного тока, катушках боль-

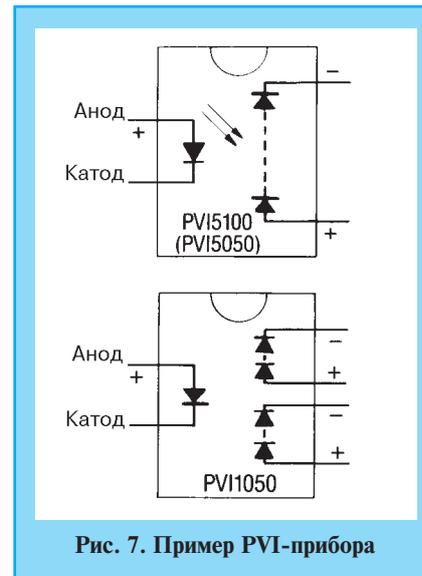


Рис. 7. Пример PVI-прибора

ших электромеханических реле и контакторов.

PVR-реле (PhotoVltaic Relay) (рис. 6), также с оптронной развязкой по входу, имеют на выходе МОП-транзисторы, позволяющие работать как с переменным, так и с постоянным током, с аналоговыми и цифровыми сигналами. Величина коммутируемого тока достигает 4

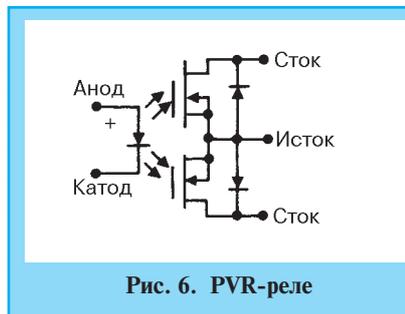


Рис. 6. PVR-реле

А, рабочее напряжение лежит в диапазоне от ±30 до ±400 В. Очень широк круг применения этих реле: телекоммуникации, автоматизация технологических процессов, компьютерная периферия и др. По-своему интересны PVI-приборы (PhotoVltaic Isolator), выполняющие функцию оптически развязанных драйверов для БТИЗ и МОП-транзисторов (рис. 7).

International Rectifier продолжает совершенствовать технологию и расширять ассортимент своих изделий. Однако основную задачу компания видит в разработке комплектов специализированных интегральных схем силовой электроники, таких как источники питания, преобразователи электроприводов, электронные балласты и др. Эти комплекты ИС должны освободить потребителя-разработчика от необходимости проектировать стандартные устройства. Большие работы проводятся в области универсализации различных типов приводов в автомобилях, результаты которых должны появиться на рынке уже в ближайшее время.

Выставка "Безопасность -Экспо-97"

Конференции, выставки

Сегодня в России вопросы безопасности волнуют всех: от госструктур, крупных банков и фирм до каждого конкретного человека. Этим объясняется интерес, который вызвала состоявшаяся в июне этого года в Экспоцентре выставка "Безопасность-Экспо-97". Она организована при поддержке МВД, ФСБ, ГТК, Федеральной пограничной службы, ФАПСИ, Службы безопасности президента, Совета по безопасности предпринимательства. В выставке приняли участие около 150 российских и зарубежных фирм. Свои разработки и продукцию представляли, в частности, такие российские фирмы, как АО "Кираса" (Пермь), завод "Арсенал" (Тула), мотозавод "Аксион" (Ижевск), АО "Ладога" (Кировск), "Спаснаряжение" (Санкт-Петербург) и многие другие. На выставке были широко представлены аппаратура наблюдения и контроля, передающие устройства и навигационные системы, охранная сигнализация и спецтелесистемы, предметы индивидуальной защиты и др. В частности, ФАПСИ представляло систему "Деловая сеть России", с внедрением которой в стране будет создано единое криптографическое пространство. В сети используются только отечественные разработки, которые гарантируют высочайшую степень безопасности информации.

Одновременно с выставкой проходил международный конгресс "За безопасность предпринимательства". Его участники обсудили такие актуальные проблемы, как безопасность крупных городов, безопасность банков, деловая и конкурентная разведка, СМИ и проблемы безопасности.

Собств. инф.

Союз развития печатного монтажа создан с целью координации усилий в области разработки, производства и использования печатных плат. В числе его главных задач – организация разработки новых технологий, оборудования и материалов для производства печатных плат и решение связанных с этим экологических проблем; внедрение в производство современных и перспективных технологий и передовых методов организации производства членов Союза; эффективное использование их производственных площадей для выпуска печатных плат. Для своих членов Союз будет давать технические заключения на программы и работы, предусматривающие использование печатного монтажа, представлять их в государственных органах с целью получения финансирования, осуществлять экспертную оценку планов модернизации производства с привлечением ведущих специалистов в области печатного монтажа, консультировать по вопросам организации работ, рационального приобретения оборудования, материалов, химикатов. В планах Союза – оказание помощи в заключении контрактов, предоставление информации о новых технологиях, оборудовании, материалах, распространение опыта отечественных пользователей и многое другое.

Членами Союза могут стать как российские, так и иностранные фирмы и организации, занимающиеся разработкой, конструированием, проектированием, производством и поставкой всех видов печатных плат, материалов, химикатов и оборудования для печатного монтажа, а также разработчики и производители радиоэлектронных изделий. Для этого достаточно заключить с Союзом договор об участии в работе и перечислить ежегодный взнос. Организаторы Союза просят присылать предложения по электронной почте: fragal@neva.spb.ru.

Собств. инф.

Создана Ассоциация производителей компьютеров

В апреле с.г. 16 компаний, в том числе российские ВИСТ, R.&K., DVM Computer, TOK International, Klondike, Neinschanz, Ramec, Нонолет, Инел, ARBYTE Computers и зарубежные ACER, Compulink Research, Dell Systems, Intel, Hewlett Packard, Olivetti Personal Computers, объявили о создании Ассоциации производителей компьютеров. Это независимая организация, вступить в которую может любая фирма, производящая компьютеры, а также дистрибьюторы, поставляющие ПК на российский рынок. Среди главных целей Ассоциации ее учредители выделили сбор достоверной информации о состоянии компьютерного рынка России, прогноз тенденций его развития, использование полученной информации в интересах членов Ассоциации.

Собств. инф.

Новости

По утверждению специалистов фирмы Pioneer Electric (Япония), разработанный ими прибор с холодным катодом позволит увеличить коэффициент преобразования плоских индикаторов в 150 раз по сравнению с устройствами на базе ЭЛТ. Он сможет также найти применение в быстродействующих вакуумных микроэлектронных устройствах. Яркость обычного люминофорного индикатора при использовании нового высокоэффективного излучателя электронов (Heed) составляет 80 тыс. К/м². Утверждается, что в настоящее время это максимальная яркость для приборов с холодным катодом, в том числе и с автоэлектронной эмиссией.

Новый излучатель имеет структуру МДП-диода. На подложку осаждаются слои алюминия толщиной 300 нм (катод), кремния толщиной 5000 нм, окиси кремния толщиной 400 нм и платины толщиной 10 нм (анод). При напряжении между анодом и катодом в 60 В последний начинает испускать электроны. При напряжении 90 В ток эмиссии составляет 1,8 мА/см². Коэффициент преобразования энергии прибора составляет 30% против 0,2% для ЭЛТ. Для воспроизведения изображения на экране индикатора напряжение между анодом и люминофором должно быть 5 кВ.

В новом устройстве электроны поступают к поверхности анода благодаря так называемому эффекту Негиши (названного в честь открывшего его инженера Нобуаши Негиши, фирма Pioneer), а не туннельному эффекту (для проявления которого толщина диэлектрика не должна превышать 12 нм). В результате толщина слоя диэлектрика нового устройства достигает 400 нм.

Ученые фирмы изучают характеристики прибора, его срок службы, надежность и промышленную технологию. Отмечается, что высокое напряжение прибора может быть снижено за счет уменьшения толщины диэлектрика.

Electronic Engineering Times, 1997, N 948, p.20

В России образован Союз развития печатного монтажа

Новости

Новый прибор увеличивает коэффициент преобразования плоских индикаторов в 150 раз

Дайджесты