

"ГРУППА КРЕМНИЙ ЭЛ": НОВАЯ ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА ДЛЯ СИЛОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

Д.Гудилин

22 и 23 октября в Брянске состоялась конференция, посвященная разработке и производству современной элементной базы для вторичных источников электропитания. Организаторами мероприятия выступили ЗАО "Группа Кремний ЭЛ" и ассоциация "Электропитание". В форуме приняли участие более 100 представителей свыше 50 российских компаний. В докладах обсуждались новые разработки и перспективные технологии, внедряемые компанией "Группа Кремний ЭЛ". Конференция показала, что создаются предпосылки для развития российской импортонезависимой микроэлектроники.

В конференции приняли участие более 100 представителей свыше 50 российских компаний

Открывая конференцию, **заместитель губернатора Брянской области Михаил Кобозев** отметил совместный с ЗАО "Группа Кремний ЭЛ" проект по созданию в шестизэтажном здании на территории предприятия первого в регионе технопарка, на базе которого планируется открытие Центра точного и отраслевого Центра коллективного пользования по сборке интегральных микросхем

в металлокомпозитных полостных корпусах. Строительство технопарка софинансируется Министерством экономического развития России.

Генеральный директор "Группа Кремний ЭЛ" Олег Данцев рассказал, что с 2000 года объем товарной продукции предприятия вырос почти в восемь раз, освоена БиКДМОП-технология, налажен выпуск продукции с проектными нормами 0,7 мкм, ведется разработка изделий на карбиде кремния, проводится масштабное техническое перевооружение производства. Ежегодные инвестиции в модернизацию и освоение новых изделий составляют около 200 млн. руб., которые поступают как из федерального бюджета, так и из собственных средств предприятия. Плодотворное сотрудничество сложилось в последние годы с Брянским государственным техническим университетом (БГТУ), благодаря которому завод получил более 60 молодых специалистов, подготовленных за счет собственных средств предприятия. Оценивая перспективы развития, О.Данцев отметил,



что потенциал ЗАО "Группа Кремний Эл" далеко не исчерпан, и стратегия импортозамещения открывает новые возможности для повышения объемов производства.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

Основную часть конференции открыл директор по развитию и новой технике ЗАО "Группа Кремний Эл" Владимир Громов, который рассказал о выпускаемой продукции, актуальных технологических тенденциях и новых направлениях развития предприятия. ЗАО "Группа Кремний Эл" производит широкую номенклатуру изделий электронной техники, включающую дискретные полупроводниковые приборы, высоковольтные силовые выпрямительные диоды, диоды Шоттки, биполярные транзисторы с изолированным затвором (БТИЗ), быстровосстанавливающиеся диоды, высоковольтные ИС, ИС для источников вторичного электропитания, аналоговые ИС и т.д. Важное направление – выпуск заказных аналоговых микросхем для оборонной промышленности. Также в Брянске сохранено и развивается производство кремниевых структур разных типов, в том числе с полной диэлектрической изоляцией элементов и структур типа "кремний на диэлектрике".

Докладчик отметил в качестве перспективных такие направления разработок, как создание интеллектуальных силовых модулей на базе БТИЗ, биполярных и МОП-транзисторов на карбиде кремния, совершенствование и дальнейшее развитие серии высоковольтных драйверов БТИЗ- и МОП-транзисторов, ИС источников вторичного электропитания. ЗАО "Группа Кремний Эл" приступило к освоению производства МЭМС и НЭМС – датчиков ускорения, давления, температуры, расхода газа и жидкости.

Среди основных тенденций развития технологии производства силовых полупроводниковых приборов и интегральных схем, В.Громов назвал уменьшение толщины и увеличение диаметра обрабатываемых пластин, использование широкозонных полупроводников, в частности, карбида кремния, применение подложек из композитных материалов,



внедрение металлокомпозитных корпусов с полостью. Докладчик отметил и использование устойчивой к электромиграции металлизации повышенной толщины с уменьшенным сопротивлением, в частности, замена алюминия медью, золотом или платиной. Чтобы соответствовать данным тенденциям, предприятию необходимо модернизировать участок фотолитографии для использования проектных норм менее 0,5 мкм, внедрять оборудование и процессы, позволяющие обрабатывать пластины диаметром до 200 мм и минимальной толщиной до 100 мкм, осваивать новые процессы металлизации – гальванопластику, газодинамическое напыление и др.

Комплексная программа развития ЗАО "Группа Кремний Эл" на период до 2018 года предусматривает создание современных чистых зон, включая технологический участок производства полупроводниковых приборов на основе широкозонных материалов, запуск серийного производства МЭМС (датчиков разных типов), создание отраслевого сборочного центра для корпусирования ИС и полупроводниковых приборов в малогабаритные пластмассовые корпуса с шагом выводов 0,50–0,65 мм,

В президиуме конференции: генеральный директор ЗАО "Группа Кремний Эл" Олег Данцев, заместитель губернатора Брянской области Михаил Кобозев и ректор БГТУ Олег Федонин



Директор по развитию и новой технике ЗАО "Группа Кремний Эл" Владимир Громов

освоение производства металлокомпозитных корпусов, создание чистой зоны кристалльного производства объемом до 3 тыс. пл./мес. по БиКДМОП-технологии с проектными нормами 0,5 мкм и диаметром обрабатываемых пластин 150–200 мм, модернизацию производства технологических жидкостей и газов, переоснащение инструментального и машиностроительного производств, совместную с БГТУ подготовку высококвалифицированных специалистов в области микроэлектроники.

НОВЫЕ СЕРИИ СИЛОВЫХ МОДУЛЕЙ ОБЩЕГО И СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Андрей Мартынов, начальник участка силовых модулей ЗАО "Группа Кремний Эл", отметил, что представленные на нашем рынке модули импортного производства в большинстве своем не соответствуют требованиям оборонно-промышленного комплекса. В связи с этим "Группа Кремний Эл" разработала серию силовых модулей унифицированной конструкции, которые выпускаются в двух вариантах исполнения: для использования в гражданской сфере и категории качества ВП. Предлагаются 55 типонаименований силовых модулей различной схемной конфигурации на БТИЗ и быстровосстанавливающихся диодах, рассчитанные на напряжения 1200 и 1700 В и ток 50–400 А, а также 22 типонаименования диодов и диодных сборок на напряжения 600; 1200; 1700 В и ток 30–400 А.

По электрическим характеристикам силовые модули не уступают зарубежным аналогам и имеют совместимые с ними габаритно-присоединительные размеры металлополимерных корпусов.

По словам докладчика, в 2015 году процесс производства модулей планируется усовершенствовать, повысив его автоматизацию. Это будет способствовать стабилизации характеристик модулей. Предполагается внедрить вакуумную пайку и ультразвуковую приварку силовых выводов, что улучшит механическую прочность и однородность соединений, а также устойчивость приборов к энергоциклам и термоциклам. Эти

мероприятия позволят повысить надежность, а следовательно, и срок службы силовых модулей.

ВНЕДРЕНИЕ МЕТАЛЛОКОМПОЗИТНЫХ КОРПУСОВ

О преимуществах использования металлокомпозитов при корпусировании ИС рассказал В.Громов*. По его словам, применение традиционных для российских ИС специального назначения металлокерамических корпусов предопределяет переработку серийно-производимой и разрабатываемой специальной электронной аппаратуры в рамках программ импортозамещения. Из-за больших габаритных размеров таких корпусов, как правило, необходимо конструктивное изменение печатных плат, электронных узлов и устройств, что требует дополнительных затрат времени и средств на модернизацию и испытания электронной аппаратуры. Кроме того, по сравнению с полимерными, металлокерамические корпуса характеризуются большим электрическим сопротивлением выводов и худшей теплопроводностью. В связи с этим, докладчик указал на необходимость внедрения корпусов, которые позволяли бы заменять зарубежные ИЭТ в отечественной электронной аппаратуре без ее конструктивной и технологической переработки, то есть характеризовались бы такими же габаритно-присоединительными размерами. При этом новые корпуса должны соответствовать категории качества ВП.

По мнению В.Громова перечисленные проблемы решают металлокомпозитные корпуса с полостью, состоящие из полимерной основы, специальных неорганических наполнителей и адгезива для усиления связи между полимером и металлическим выводом. При этом предусмотренная в конструкции корпуса полость заполняется газовой средой с контролируемыми параметрами. Металлокомпозитные корпуса

* См. подр.: Громов В. Металлокомпозитные корпуса с полостью – альтернатива металлокерамическим корпусам микросхем и полупроводниковых приборов. – ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ, 2014, № 2, с. 106–112.

отличаются меньшими сопротивлением токоведущих дорожек и тепловым сопротивлением, чем металлокерамические аналоги, и не уступают последним по другим эксплуатационным параметрам (сопротивление изоляции, климатика, герметичность и др.).

Серийный выпуск металлокомпонентных корпусов для нужд отечественной радиоэлектронной отрасли предполагается организовать в технопарке, который создается на территории ЗАО "Группа Кремний Эл". Выбор Брянска для организации такого производства целесообразен, так как "Группа Кремний Эл" обладает более чем 40-летним опытом полимерного корпусирования изделий и способна обеспечить новое производство квалифицированными кадрами и специальными энергетическими ресурсами, а также организовать трансфер технологий.

НОВЫЕ ИС

Павел Ястребов, главный конструктор отдела развития ЗАО "Группа Кремний Эл", рассказал об особенностях применения нового семейства микросхем для источников электропитания 1319 ЕУх (однотактные ШИМ-контроллеры), разработанного для замены импортных ИС серий UC 3842-3845. Новые микросхемы производятся по технологии БиКМОП и характеризуются низким током потребления. Частота коммутации увеличена до 1 МГц. В микросхеме реализованы "мягкий" запуск и бланкирование переднего фронта сигнала токового датчика, а также повышена точность источника опорного напряжения. 1319 ЕУх выпускаются в пластмассовом и металлокерамическом корпусах.

Сергей Егоров, ведущий конструктор ЗАО "Группа Кремний Эл", рассказал о новой разработке компании – семействе ИС 1290 высокочастотных понижающих импульсных регуляторов с интегрированным высоковольтным силовым ключом. Семейство включает ИС как с регулируемым, так и с фиксированным выходным напряжением. ИС выпускаются по обеспечивающей радиационную стойкость БиКДМОП-технологии с проектными нормами 1 мкм и рассчитаны на частоты

до 4 МГц при токе до 3 А. Микросхемы могут поставляться как в металлокерамическом корпусе, так и в бескорпусном исполнении. В ИС интегрированы система температурной защиты, защита от пониженного напряжения питания, ограничение выходного тока, функция "мягкого запуска". ИС 1290 выпускаются как для гражданского применения, так и с военной приемкой.

Также, по словам И.Егорова, в апреле 2015 года планируется завершить ОКР по разработке микросхемы шестиканального синхронного понижающего импульсного стабилизатора напряжения, рассчитанной на токи нагрузки до 5-6 А. ИС предназначена для высокоплотных низковольтных цифровых и цифроаналоговых систем с распределенным питанием. В ИС планируется интегрировать большой набор защитных и сервисных функций.

Павел Бономорский из ГК "Электронинвест" поделился опытом практического применения микросхем серий 1319 и 1290 в источниках вторичного электропитания. Он отметил, что новые разработки брянского предприятия стали значительно быстрее внедряться в серийные источники питания. Новые микросхемы не просто копируют зарубежные аналоги, а являются их более совершенными версиями. ГК "Электронинвест" закупает у "Группы Кремний Эл" 12 типов приборов, и еще несколько типов планирует внедрить в ближайшее время. Благодаря использованию новой элементной базы компании удалось существенно уменьшить габариты источников питания, исключить из конструкции оптрон, повысить удельную мощность и КПД, снизить пульсации, улучшить стабильность и надежность. Также расширен функционал системы управления: реализованы дистанционное управление внешним сигналом, защита от коротких замыканий, плавный пуск ИВЭП, подстройка выходного напряжения и синхронизация. Кроме того, на базе ИС серии 1290 специалисты "Электронинвест" создали импульсный стабилизатор напряжения с КПД до 93%.

НОВОЕ НАПРАВЛЕНИЕ: ПРИБОРЫ НА КАРБИДЕ КРЕМНИЯ

Большое внимание на конференции было уделено внедрению в производство карбида кремния – задаче, которую брянское предприятие планирует решить в ближайшие несколько лет в сотрудничестве с коллегами из Санкт-Петербургского Физико-технического института им. А.Ф.Иоффе.

Дмитрий Дорофеев из компании "Ультран" отметил преимущества использования карбида кремния в качестве основы для приборов силовой электроники. Он констатировал, что зарубежными производителями уже создаются униполярные приборы на основе SiC, рассчитанные на напряжение до 10 кВ при токе до 10А, биполярные приборы на напряжение до 27 кВ при токе 10А и частоте 3 кГц, а также приборы с рабочей температурой свыше 225°C.

Николай Брюхно, начальник отдела перспективных технологий ЗАО "Группа Кремний Эл", рассказал о ходе освоения производства приборов на карбиде кремния. Он отметил, что эта технология позволит расширить номенклатуру и улучшить параметры мощных полупроводниковых приборов, в том числе, предназначенных для специального применения.

Процесс внедрения разделен на три этапа: формирование рынка сбыта, освоение серийного производства на покупных кристаллах, освоение серийного производства на собственных кристаллах. Сейчас заканчивается второй этап и изготавливаются опытные партии кристаллов диодов на собственной технологической линейке.

Докладчик отметил следующие сложности, которые пришлось преодолевать при освоении новой технологии:

- прозрачность кристаллов карбида кремния потребовала модернизации фотолитографических процессов;
- химическая инертность карбида кремния обусловила замену химического травления плазменным;
- для легирования необходимы новые методы, в частности, имплантация примесей в горячую пластину;
- вследствие инконгруэнтной сублимации при температурах от 1200°C

необходимо применение специальных технологий защиты рабочей поверхности.

В результате специалистам предприятия пришлось освоить пять новых технологических операций, которые не требовались при работе с кремниевыми структурами. Уже проводятся испытания диодов Шоттки, изготовленных на покупных кристаллах карбида кремния, на соответствие категории качества ВП, а также ведутся работы по созданию собственного производства кристаллов для диодов Шоттки. После получения эпитаксиальных структур российского производства планируется освоить изготовление приборов полностью на отечественных материалах, на собственной линейке оборудования и по своей технологии.

Евгений Мироненко, заместитель начальника экспериментального производства ЗАО "Группа Кремний Эл", представил доклад о результатах изготовления и испытаний опытных партий высоковольтных диодов Шоттки на карбиде кремния. Он сообщил, что полученные приборы рассчитаны на прямые токи до 50 А, обратное напряжение от 600 до 1700 В при емкости перехода от 8 до 150 пФ. Температурный диапазон – от -60 до 250°C. Приборы изготавливаются в металлокерамических, металлополимерных и керамических корпусах, а также малогабаритных корпусах для поверхностного монтажа. По сравнению с диодами Шоттки на кремнии, приборы на карбиде кремния отличаются значительно меньшим временем обратного восстановления, которое практически не зависит от температуры.

После окончания конференции **директор по маркетингу ЗАО "Группа Кремний Эл" Александр Маевский** высоко оценил ее результаты и поделился планами дальнейшей работы: "Все идеи и предложения нужно детализировать и систематизировать, так как в дальнейшем они могут обеспечить хороший старт для новых проектов – от разработки и до серийного производства продукции. Для нас принципиально важно, чтобы решения конференции имели практический характер". ●