

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МНОГОКРИСТАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ СОВРЕМЕННОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

В.А. СОКОЛ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь
sokol@bsuir.by*

Ключевые слова: анодирование, алюминиевые основания, пористый оксид алюминия, радиоэлектронные устройства.

Многокристалльные модули (МСМ) как более высокая версия гибридных интегральных микросхем являются стратегическим конструктивно-технологическим направлением производства современного и перспективного радиоэлектронного оборудования. В Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники разработана и продолжает совершенствоваться принципиально новая электрохимическая технология многокристалльных модулей. Эта технология является единственной в мире технологией, которая позволяет в едином технологическом процессе и на едином оборудовании изготавливать все основные конструктивные элементы современных МСМ, а именно, металлические (алюминиевые) основания с высококачественным диэлектрическим слоем, многоуровневую планарную систему межсоединений, пассивные элементы (резисторы, конденсаторы) и многовыводные алюминиевые корпуса. Основным базовым технологическим процессом в этой технологии является электрохимический процесс окисления (анодирование) металлов, таких как Al, Ta, Nb, Ti, Hf, и их интерметаллических соединений и сплавов. Поэтому по аналогии с такими известными технологиями многокристалльных модулей как МСМ-L, МСМ-D, МСМ-C и другими мы называли предлагаемую технологию как МСМ-A в связи с тем, что ее базовой операцией является операция анодирования. Кроме анодирования базовыми операциями в технологии МСМ-A являются вакуумное напыление металлических пленок, фотолитография и сборка. Основная сущность технологии заключается в том, что все диэлектрические слои в конструктивных элементах многокристалльных модулей формируются путем превращения металла в его собственный оксид, например, Al в Al_2O_3 , Ta в Ta_2O_5 . Так формируется диэлектрический слой алюминиевых оснований, размеры которых практически неограниченны, а толщина диэлектрического слоя Al_2O_3 может достигать сотен микрон и выдерживать напряжения относительно основы более 1000 В. Достоинством таких оснований является механическая прочность, высокая теплопроводность, экологичность. Многоуровневая система межсоединений по технологии МСМ-A изготавливается путем вакуумного напыления металла, например, Al, фотолитографическим формированием специальной маски по рисунку дорожек межсоединений и, в отличие от известных технологий, не путем травления металла, а путем превращения Al между дорожками в диэлектрик Al_2O_3 . Межуровневая изоляция, контактные переходы и последующие слои формируются чередованием лишь трех базовых операций – напыления, фотолитографии, анодирования. Таким образом, можно получить систему межсоединений с шириной дорожек до 10 мкм и выше. На основе технологии МСМ-A был разработан и испытан широкий спектр изделий, работающих в диапазоне температур от 10 К до 100°C и диапазоне частот от 0 до десятков ГГц. Это изделия авиа и космиче-

ской техники, автомобильной и компьютерной электроники, телевизионной, медицинской и др. техники. Освоение технологии не требует разработки специализированного технологического оборудования. Она может быть освоена в короткие сроки на предприятиях, имеющих полупроводниковую или тонкопленочную технологию гибридных интегральных микросхем.

Кроме этого на основе технологии МСМ-А разрабатываются процессы изготовления датчиков температуры, давления, влажности, прецизионные мембраны, нагревательные элементы, автоэмиссионные катоды и приборы на их основе, пленки с анизотропной проводимостью и др.

Технология МСМ-А запатентована в США. Различные изделия, изготовленные по этой технологии, успешно прошли испытания в России, США, Израиле. Российская фирма «РУСАЛОКС» в 2013 году запустила в серийное производство специальные модули по алюмооксидной технологии.

УДК 621.382.002

ТЕХНОЛОГИЯ БЫСТРОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА СИСТЕМ НА ПЛАСТИНЕ

И.Л. БАРАНОВ, А.Г. ЧЕРНЫХ, А.С. ТЫМОЩИК, А.Б. ЗИМИН

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь
minifab@bsuir.by*

Представлена технология проектирования, использующая применение готовых IP-блоков, мегаэлементов и базовых матричных кристаллов и бесшаблонное производство систем на пластине, реализуемое лазерным генератором изображений на кремнии. Обеспечено повышение быстродействия, надежности, а также снижение стоимость систем.

Ключевые слова: система на пластине, бесшаблонная технология.

Последние достижения электронной промышленности в технологии интегральных схем и их проектирования с целью дальнейшего улучшения рабочих характеристик изделий, при одновременном снижении энергопотребления, габаритов и стоимости позволили начать освоение нового поколения микросхем – однокристалльных систем, интегрирующих на одном чипе процессоры, логические запоминающие устройства, аналоговые схемы и др. элементы.

Дальнейшим шагом в данном направлении и наиболее радикальным решением должно последовать создание систем на целой кремниевой пластине (SoW) – самого сложного изделия микроэлектроники, которое объединяет дополнительными уровнями металлизации в подсистему всех ИС, созданных на пластине. За счет более полного использования кремния, исключения операций по сборке ИС, соединения их в систему с помощью печатных плат, позволяет значительно увеличить быстродействие, надежность, а также снизить стоимость систем.

Особенность производства таких систем - мелкосерийность (1-100 шт.). Они не могут быть изготовлены на обычном крупносерийном дорогом производстве, которому это экономически невыгодно.