

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.

Для быстрого и дешевого проектирования и изготовления SoW разработана новая технология проектирования и гибкое производство единичных уникальных заказных изделий – минифабрика.

В основе проектирования – не уровень транзисторов, а использование имеющихся на рынке для вторичного применения так называемых интеллектуальных блоков (IP), мегаэлементов (процессоров, запоминающих, линейных и цифровых устройств), а также хорошо освоенных и доступных на рынке базовых матричных кристаллов (БМК) с их богатыми библиотеками элементов.

На современном этапе практических результатов в создании таких систем можно достичь по простой стратегии, заключающейся в соединении на пластине тех ИС, которые окажутся исправными. Определив их расположение на пластине путем измерений, можно с помощью САПР БИС выработать топологию соединений между ними в подсистему на пластине.

Фактически это является воплощением на новом уровне идеи заказной БИС на матрице стандартных логических элементов. В качестве элементов матрицы в данном случае выступают БИС, изготовленные на пластине. На каждой пластине расположение исправных БИС случайно, поэтому для их соединения в систему необходимо проектирование и изготовление металлизации выполнять индивидуально применительно к каждой конкретной пластине. Это так называемый «метод избирательной разводки». Его реализация стандартной технологией СБИС для каждой пластины требует изготовления индивидуального комплекта фотошаблонов. Это приводит к значительным материальным и временным затратам, исключающим использование этого метода в производстве.

Учитывая перспективность систем на целых пластинах кремния необходимо разработать другие технологии, которые обеспечивают соединение не только годных, но и частично годных, а также резервных ячеек, в первую очередь исключив использование фотошаблонов. Это достигается разработанной нами новой технологией создания систем на пластине, использующей уникальные возможности лазерного непосредственного формирования рисунка на кремниевой пластине, с помощью генератора изображений ЭМ-5299, разработанного ГНПО «Планар», г.Минск, который имеет поле экспонирования 200x200 мм при минимальном размере элементов меньше 0,5 мкм и точности их размещения лучше 50 нм.

Исключение шаблонов и непосредственное формирование рисунка по всей поверхности пластины позволяет только с помощью программного обеспечения управления работой генератора изображений создать для каждой пластины свои нестандартные соединения годных и частично годных с учетом их расположения. Высокая точность определения местонахождения каждого элемента на пластине обеспечивает возможность подключения в систему вплоть до одного резервного вентиля.

Разработанная технология предназначается, в первую очередь, для создания дисков памяти на кремниевой пластине и многопроцессорных кремниевых пластин для суперкомпьютеров с распараллеливанием вычислительных процессов между более чем тысячами микропроцессорами. Это обеспечит более чем в 100 раз снижение стоимости таких суперкомпьютеров при увеличении их производительности и существенном повышении их надежности.

На рис. 1 представлена система на пластине БМК серийного производства ПО «Интеграл», реализуемая лазерным бесшаблонным программированием межсоединений как в пределах каждого БМК, так и между ними по всей площади пластины.

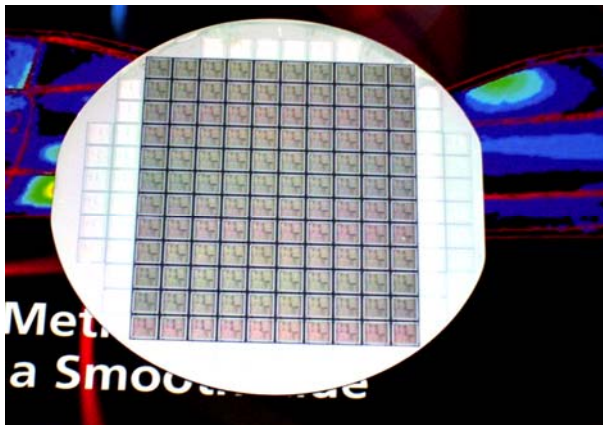


Рис. 1. SoW на БМК K1574XM11

Данные БМК

Диаметр пластины: 102 mm.
 Размер кристалла: 6.3×6.3 mm.
 Количество кристаллов: 150.
 Число затворов (вентилей): 75К (300К).

Программируемые уровни БМК

I слой – контакты к ячейкам.
 II слой – первый металл.
 III слой – межуровневые контакты.
 IV слой – второй металл.

Программируемые уровни SoW

I слой – пассивация, контакты к площадкам.
 II слой – межсоединения первого уровня.
 III слой – межуровневые контакты.
 IV слой – межсоединения второго уровня.

УДК 621.382.002

СОЗДАНИЕ БЕСШАБЛОННОГО ПРОИЗВОДСТВА СБИС

В.А. ЛАБУНОВ, И.Л. БАРАНОВ, А.Г. ЧЕРНЫХ

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

Производство СБИС с индивидуальной обработкой пластин в вакуумной кластерной системе с использованием бесшаблонной технологии, реализуемой лазерным генератором изображений. Исключение из технологического цикла фотошаблонов значительно (до 10 раз) удешевляет и ускоряет производство ИМС, упрощает корректировку топологических и конструктивных ошибок.

Ключевые слова: бесшаблонная технология, лазерный генератор, минифабрика, вакуумная кластерная система.

Существенным недостатком производств, использующих традиционные массовые технологии создания ИМС, является то, что они не приспособлены к быстрому изменению номенклатуры изделий.

Выходом из этой ситуации является создание недорогих производств с индивидуальной обработкой пластин, небольшой производительностью (100-1000 пл./месяц), но с быстрым циклом изготовления (около недели), так называемых минифабрик. На таких производствах необходимо использовать бесшаблонную технологию, которая может быть реализована с использованием лазерных генераторов изображения, производимых ГНПО «Планар». Технологические операции производства ИМС необходимо осуществлять в едином замкнутом цикле в вакуумной кластерной системе. Исключение из технологического цикла фотошаблонов значительно (до 10 раз) удешевляет и ускоряет производство ИМС, упрощает корректировку топологических и конструктивных ошибок. Переход от одного изделия к другому осуществляется только изменением про-