

В. П. ГРУНЯНСКАЯ, к. т. н. В. Д. ЖОРА,
к. т. н. Л. М. СОЛДАТЕНКО,
И. А. ТУЧИНСКИЙ

Дата поступления в редакцию
02.07 1999 г.
Оппоненты А. Н. АБРАМОВ, к. т. н. Л. И. ПАНОВ

Украина, г. Киев, НИИ микроприборов

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ БИС НА ОСНОВЕ БАЗОВЫХ МАТРИЧНЫХ КРИСТАЛЛОВ

Предлагается организация проектирования и изготовления специализированных БИС на основе отечественного семейства базовых матричных кристаллов.

В условиях переориентации предприятий на новые (рыночные) экономические условия проектным организациям и подразделениям разработчиков приходится прилагать много усилий и изобретательности, чтобы в отсутствие оборотных средств предусматривать и обеспечивать выполнение перспективных работ. Это диктует необходимость пересмотра многих положений, в т. ч. и взгляда на процесс проектирования микроэлектронных элементов.

В настоящей статье предлагается рассмотреть одно из направлений в создании цифровых специализированных БИС в ситуации, максимально приближенной к современным экономическим и техническим требованиям со стороны заказчиков.

Известно, что в области разработки и воспроизведения элементной базы универсальных вычислительных средств типа микропроцессоров, контроллеров, схем сопряжения и т. п. отечественная промышленность безнадежно отстала. Доступность импортной элементной базы заставляет серьезно относиться к обеспечению не только технических требований, но и оптимальных экономических показателей.

Там, где есть нужда в разработке новой аппаратуры, часто возникает необходимость создания оригинальных, специализированных БИС, которые, как правило, ориентированы на использование только в конкретной аппаратуре и нигде больше. Технические требования к большинству таких изделий вполне могут быть удовлетворены имеющимися производственными средствами, методиками проектирования и освоенными технологиями.

Существует несколько вариантов решения этой задачи. В первую очередь — это использование программируемых логических ИС (ПЛИС). (Достаточно широко используются оперативно-перепрограммируемые схемы типа Altera, Actell, Quic Logic, Xilinx и т. п.) Возможность разработки устройства в виде БИС на своем рабочем месте сделала приборостроителей достаточно независимыми от прихотей разработчиков БИС. В то же время при продуцирова-

нии таких устройств в количествах 100, 1000 шт. и больше становится актуальным вопрос экономической целесообразности применения таких устройств. В лучшем случае цена одной штуки ПЛИС на порядок выше, чем БИС, изготовленной по традиционной масочной технологии. Поэтому становится насущной постановка вопроса о разработке устройств на БИС в приемлемые сроки и с минимальными материальными затратами.

Наиболее предпочтительным вариантом является проектирование специализированных БИС на базовых матричных кристаллах (БМК) — с учетом того, что известны системы проектирования, позволяющие проектирование на ПЛИС и, вместе с тем, автоматически обеспечивающие перевод схем на БМК.

Киевский НИИ микроприборов располагает средствами автоматизированного проектирования (САПР) на БМК, контроля, изготовления и измерения микросхем. Средства САПР обеспечивают:

- возможность графического представления схемы электрической принципиальной в системе OrCAD, PCAD или SDL;
- моделирование работы СхЭ;
- размещение и трассировку топологии БИС на основе одной из схем семейства БМК;
- верификацию топологии на соответствие СхЭ;
- подготовку исходных данных в формате Source;
- подготовку тестовых последовательностей для проведения измерений на кристалле.

Основные технические характеристики семейства БМК приведены в **табл. 1**.

Как видно из таблицы, диапазон применения БМК, исходя из объемов логических вентилях и количества выводов, также достаточно широк. Электрические и динамические параметры БИС на БМК близки к стандартным для элементной базы ТТЛ. К настоящему времени на основе представленного семейства изготавливались или изготавливаются порядка 20 типов изделий в серийном производстве. При этом объемы производства составляют от сотен до 40—50 тыс. шт. Стоимость серийных изделий на БМК в зависимости от объемов производства и типов используемых БМК составляет от 1,5 до 5,5 долл. США.

Таблица 1

Характеристики базовых матричных кристаллов

Характеристика	Наименование кристалла UA01				
	XM1	XM2	XM3A	XM3B	XM3B
Минимальный размер на кристалле, мкм	4	3	2	2	2
Количество используемых вентилях *	1500	3000	3000	6000	10000
Количество выводов	42	64	68	104	128
Тактовая частота, МГц	4—6	5—10	20—40	20—40	20—40
Ток потребления в статике, мкА	20—100	20—100	50—100	50—100	50—100
Ток потребления в динамике, мА**	5	10	15	25	30
Напряжение питания, В	+5,0±10%				
Количество коммутирующих слоев металла	1	1	2	2	2

* условные вентилях типа 2И–НЕ или 2ИЛИ–НЕ;

** потребление в динамике пропорционально используемой тактовой частоте; нагрузочная способность выходов БИС на БМК – 0,5 мА для высокого уровня сигнала и ≤2,0 мА – для низкого уровня.

При изготовлении многовыводных БИС (более 40 выводов) необходимы корпуса для герметизации микросхем, производства которых в Украине нет. В этом случае одним из наиболее целесообразных представляется освоённый конструктивно-технологический вариант сборки кристаллов с использованием гибких носителей типа «алюминий – полиимид» [1, 2]. Такие гибкие носители разработаны как за рубежом, так и у нас, для изделий спецприменения и полностью адаптированы к условиям отечественного производства [3, 4].

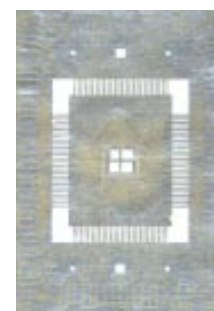
Конструктивно ИС представляет собой кристалл с алюминиевыми выводами на полиимидном основании (см. рисунок и табл. 2). Технологический процесс включает в себя изготовление гибких носителей методом двухсторонней фотолитографии, их присоединение к стандартным кристаллам ультразвуковой сваркой, герметизацию полимерными материалами с проведением технологических отбраковочных испытаний, в т. ч., при необходимости, и электротермотренировки [5]. Конструкция задается фотошаблонами. Разработка осуществляется с использованием средств автоматизированного проектирования кристаллов ИС

Возможна установка микросхем на платы микроэлектронной аппаратуры (МЭА), в металлокерамические, металлостеклянные корпуса, а также приме-

нение в гибридных микросхемах [6]. Монтаж микросхем сваркой осуществляется на стандартных установках ультразвуковой сварки типа ЭМ-4062, УЗСМ. Пайку алюминиевых выводов на печатную плату можно выполнять импульсным паяльником с одиночным или групповым жалом или в конвейерных печах для монтажа на поверхность. При установке на платы МЭА рекомендуется дополнительная защита лаком ЭКТ (БУ0.028.122 ТУ, производство г. Владикавказ, Россия).

При установке микросхем на плату с рекомендуемой защитой стойкость БИС к климатическим воздействиям не хуже, чем у микросхем в пластмассовых корпусах.

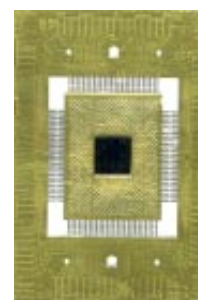
Обеспечивается комплексная автоматизация операций изготовления носителей, сборки, измерений и монтажа ИС в аппаратуру, в т. ч. методами монтажа на поверхность пайкой или сваркой. Для обеспечения возможности измерений БИС на гибких носителях используется тара-спутник и контактирующие устройства, изготавливаемые ПО «Лтава» (г. Полтава, Украина).



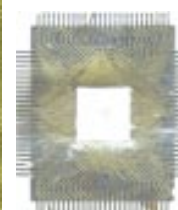
Гибкий носитель

Таблица 2
Конструктивные параметры ИС на гибком носителе «алюминий – полиимид»

Количество выводов ИС	Размеры монтажной части, мм	Шаг выводов в монтажной части, мм	Примечание
1—n	(n/2-1,25)×10,0×2,0	1,25	Двухстороннее расположение выводов
16—48	12,0×12,0×2,0	0,625	Четырехстороннее расположение выводов. Дальнейшее уменьшение размеров возможно при соответствующем уменьшении шага выводов в монтажной части
48—64	14,0×14,0×2,0	0,625	
64—128	23,0×28,0×3,0	0,625	



Микросхема на гибком носителе, поставляемая заказчику



Монтажная часть, устанавливаемая на плату

ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА

Поставка БИС пользователю осуществляется в таре-спутнике.

Представленный вариант технологии проектирования и изготовления ИС, в т. ч. для многономенклатурного производства, обеспечивает повышение степени упаковки электронных компонентов по площади более чем в 3 раза, по объему — более чем в 8 раз. При этом обеспечивается полное исключение использования драгоценных металлов и остродефицитных материалов, а также повышается надежность функционирования микросхем за счет образования на кристалле монометаллической фазы Al-Al, исключающей образование интерметаллидов в твердой фазе при эксплуатации приборов.

Учитывая имеющиеся технические возможности разработчиков БИС и общее экономическое положение предприятий, представляется наиболее эффективным следующим порядком взаимоотношений между заказчиком БИС и исполнителем.

На этапе разработки устройства, аппаратуры разработчики БИС могут участвовать в создании физической модели (макета) устройства на базе ПЛИС (например, типа Altera). При этом финансирование практически может быть ограничено заработной платой разработчиков и затратами на покупку ПЛИС. После окончательной отладки режимов работы устройства в реальной аппаратуре и заключения договора о поставках специализированных БИС на БМК затраты на проектирование микросхем берет на себя разработчик БИС.

Следует отметить, что когда приборостроители самостоятельно начинают проектирование своих устройств на ПЛИС или россыпи, а затем обращаются за реализацией их по традиционной технологии или на БМК, чаще всего проектирование начинается заново. Это объясняется спецификой использования библиотечных элементов по сравнению со стандартными микросхемами широкого применения. Поэтому несмотря на даже неполное представление при-

бористом конечной структуры проектируемого устройства, и экономически, и технически целесообразно этот процесс выполнять при полном взаимодействии разработчиков.

После окончания проектирования обеспечивается изготовление и поставка специализированных БИС на основе семейства базовых матричных кристаллов.

Опыт проектирования специализированных БИС на БМК свидетельствует о достаточно широких возможностях их использования. Это приборы телевизионной техники, кодеры-декодеры охранной сигнализации, средства связи (модемы), комплекты БИС для цифровой обработки в информационных системах, коммутаторы для систем отображения информации на экранах общего пользования, аппаратура специального назначения и т. д.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Шеревеня А. Г., Цуканов Л. Н., Тучинский И. А., Жора В. Д. Конструкция и технология сборки БИС в бескорпусном исполнении на гибком носителе // В сб.: Научно-технические достижения. — М.: ВИМИ. — 1984. — №4. — С. 26—34.
2. Воженин И. Н., Блинов Г. А., Коледов Л. А. и др. Микроэлектронная аппаратура на бескорпусных интегральных микросхемах. — М.: Радио и связь, 1985.
3. Noriyuki Kindo. Application polyimide in microelectronics engineering // Hing polym. (Japan). — 1991. — Vol.40, N3. — P. 190—193.
4. Pat. 4986880 USA. Process for etching polyimide substrate in formation un-supportest electrically conductive leads / Jad Dorfman. — Оpubл. 22.01.96.
5. Лаймен Д. Перспективы внедрения автоматизированной сборки ИС на ленте-носителе // Электроника. — 1984. — № 20. — С. 45—56.
6. Гуськов Г. Ч., Блинов Г. А., Газаров А. А. Монтаж микроэлектронной аппаратуры. — М.: Радио и связь, 1986.

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ В 2000 ГОДУ

275 лет назад (1725) при Петербургской Академии наук создан физический кабинет — первое в России научно-исследовательское учреждение в области физики (с 1912 г. — физическая лаборатория, с 1921 г. — физический институт Академии наук СССР имени П. Н. Лебедева).

250 лет назад (1750) американский физик и политический деятель В. Франклин сформулировал унитарную теорию электричества, ввел понятия положительного и отрицательного зарядов, установил закон сохранения электрического заряда, изобрел молниеотвод.

Из «Указателя юбилейных и памятных дат в области естествознания и техники на 2000 год». — М.: Политехн. музей, Центр. политехн. б-ка, 1999.

200 лет со времени открытия (1800) английским астрономом В. Гершелем инфракрасного излучения.

150 лет со времени изобретения (1850) русским физиком и электротехником Б. С. Якоби первого в мире буквопечатающего телеграфного аппарата, работающего на принципе синхронного движения.

120 лет со времени опубликования (1880) в журнале «Электричество» статьи русского физика и электротехника Д. А. Лачинова «Электромеханическая работа», в которой исследована работа электрических машин и теоретически доказана возможность передачи электроэнергии на значительные расстояния без больших потерь (путем повышения напряжения).

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ В 2000 ГОДУ