

Первая GaAs ПЛИС фирмы Gazelle¹

Бернард К. Коул

Недавно созданная фирма Gazelle Microcircuits Inc. намерена разрабатывать и выпускать арсенид-галлиевые ПЛИС, совместимые с ТТЛ-схемами и ориентированные на массовые рынки полупроводниковых компонентов.

Фирма Gazelle Microcircuits Inc. (Санта-Клара, шт. Калифорния), созданная всего два года назад, отбросила общепринятые понятия об арсенид-галлиевой технологии и смело сделала ставку на разработку крупносерийных плотноупакованных цифровых ИС, выполненных по собственной технологии. В отличие от прежних новичков в данной области эта фирма не собирается полностью выжимать из арсенид-галлиевой технологии свойственное ей высокое быстродействие и пытаться создавать приборы, предназначенные для замены современных быстродействующих кремниевых ЭСЛ ИС. Напротив, фирма Gazelle разрабатывает цифровые GaAs ИС, совместимые с ТТЛ-схемами и по конфигурации, функциям и областям применения соответствующие распространенным кремниевым биполярным и КМОП ИС, но в 2—3 раза превосходящие их по быстродействию.

Для компаний — изготовителей компьютерных систем новые арсенид-галлиевые приборы фирмы Gazelle вполне могут послужить эффективным средством для устранения узких мест в быстродействующих логических цепях, появление которых связано с переходом на более быстродействующие 32-разрядные микропроцессоры и RISC-кристаллы. Искусственно ограничивая быстродействие арсенид-галлиевых ИС до уровня, при котором они могут заменять стандартные ТТЛ-схемы в цифровой аппаратуре, руководство фирмы Gazelle рассчитывает наконец реализовать давнишние обещания широкого внедрения на рынки серийных GaAs-компонентов массового применения.

Свою атаку на рынки приборов, совместимых с ТТЛ-схемами, фирма Gazelle начинает с выпуска первой в мире арсенид-галлиевой программируемой логической ИС (ПЛИС), получившей название GA22V10. Эта схема представляет собой функциональный эквивалент кремниевой биполярной ПЛИС 22V10, впервые выпущенной компанией Advanced Micro Devices Inc. в начале 1980-х годов. Новый арсенид-галлиевый эквивалент ИС 22V10 работает с тактовой частотой 90 МГц, тогда как самая быстродействующая модель кремниевой 24-выводной

программируемой логической ИС 22V10 имеет тактовую частоту 37 МГц.

Дейвид Макмиллан, вице-президент и один из основателей фирмы Gazelle, говорит, что по архитектуре ПЛИС 22V10 представляет собой сложившийся стандарт в области кремниевых приборов данного класса — аналогичные приборы выпускаются сейчас компаниями AMD, Cypress Semiconductor и Texas Instruments. Архитектура ПЛИС 22V10 идеально подходит для интеграции схем связующей логики между микропроцессорами и устройствами кэш-памяти или для реализации конечных автоматов, управляющих доступом к общим системным шинам. Однако после пяти лет совершенствования этих приборов возможности кремниевой технологии по повышению быстродействия данных кристаллов, похоже, полностью исчерпаны. Процессоры с сокращенной системой команд (RISC-процессоры) увеличивают быстродействие компьютерных систем до 10 млн. команда/с и более, поэтому, как утверждают руководители фирмы Gazelle, быстродействия кремниевых ПЛИС 22V10 уже оказывается явно недостаточно для выполнения требований, предъявляемых к логическим цепям и схемам.

«Быстродействие ПЛИС GA22V10 фирмы Gazelle является крупным поворотным пунктом в технике ПЛИС, — говорит Макмиллан. — Впервые достигнуто такое положение, что ПЛИС оказывается более быстродействующей, чем заменяемое ею устройство произвольной логики, выполненное на малых и средних ИС. Это также первый случай, когда разработчики систем не должны искать компромиссы между быстродействием, помехами по земляным шинам, надежностью, потребляемой мощностью и стоимостью при выборе между ПЛИС и набором схем произвольной логики».

Поскольку логические уровни ИС GA22V10, совместимой с ТТЛ-схемами, полностью совпадают с логическими уровнями ее кремниевого аналога, ПЛИС GA22V10 фирмы Gazelle можно использовать в сочетании со всеми массовыми микропроцессорными семействами, в том числе с процессорами 80386 компании Intel, 68030 фирмы Motorola, ее же RISC-процессором 88000, а также с процессорами Sparc компании Sun и RISC компании MIPS. Кроме того, ПЛИС GA22V10 полностью совместима с кремниевыми п-каналь-

¹ Bernard C. Cole. Gazelle builds first gallium arsenide PLD, No. 12, pp. 84, 85.

ными МОП-схемами, КМОП и биполярными ИС, в том числе с СПЗУ, динамическими ЗУПВ, статическими ЗУПВ и вентилянными матрицами. Такая совместимость и есть определяющий элемент стратегического плана фирмы Gazelle (см. в этом номере «Цель руководства фирмы Gazelle — доказать жизнеспособность GaAs-технологии»).

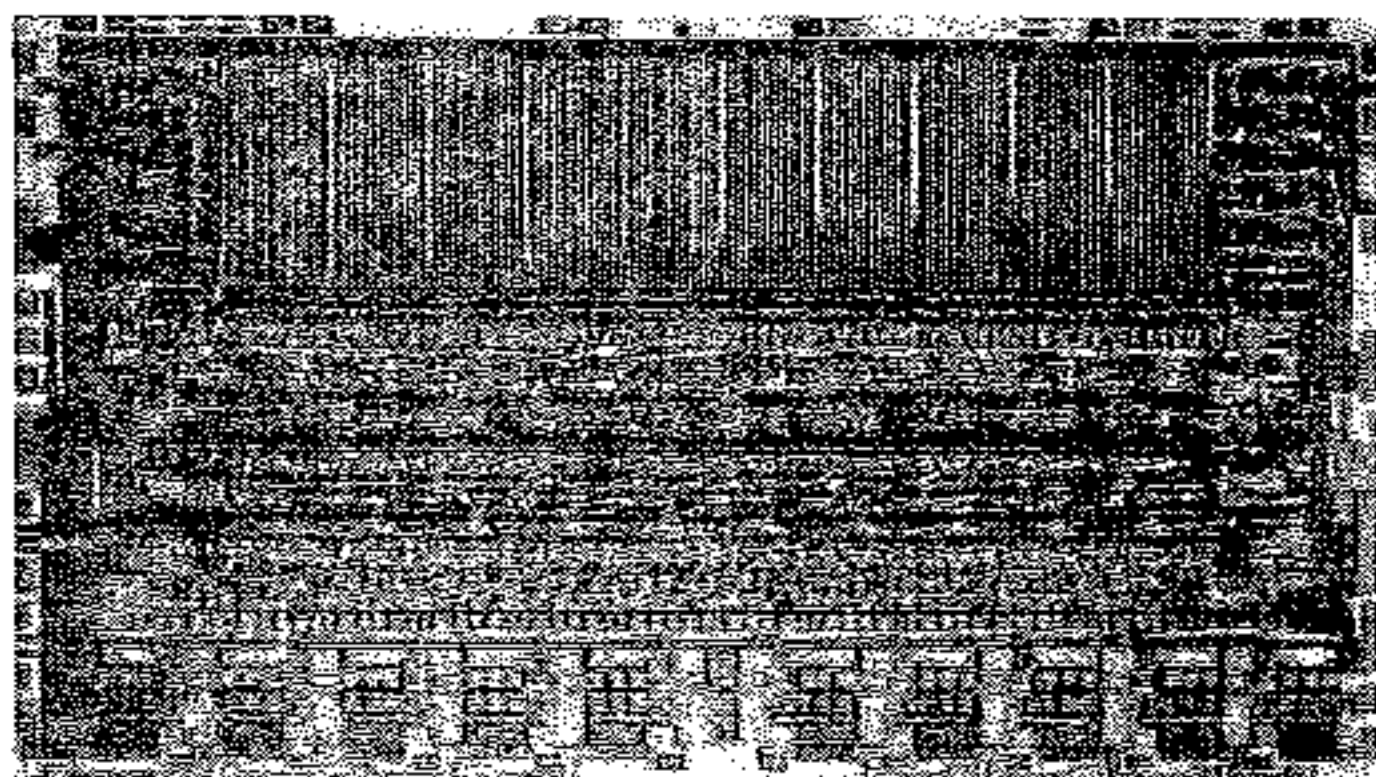
Агрессивная политика цен

ПЛИС GA22V10, совместимая по разводке выводов и электрическим параметрам со своим кремниевым конкурентом, представляет собой жестко программируемый прибор ПМЛ. Его программирование выполняет сама фирма Gazelle по данным, поставляемым потребителями. Чтобы поставить в сложное положение своих конкурентов как в области арсенид-галлиевой, так и кремниевой технологий, фирма Gazelle ведет чрезвычайно агрессивную политику цен на выпускаемые новые изделия: первые партии объемом в 100 шт., уже поставляемые заказчикам, продаются по 55 долл. за прибор.

«Стратегия фирмы Gazelle в области цен на GA22V10 состоит в том, чтобы по вдвое, втрое более высокой цене предложить прибор, превосходящий кремниевый аналог по быстродействию в те же 2—3 раза,— говорит Джерри Кроули, председатель и президент фирмы.— Это позволяет многим потребителям без особых дополнительных затрат применять ИС GA22V10 для устранения узких мест во многих системах различного назначения».

«Когда мы объявили о намерении изготавливать арсенид-галлиевые ИС, совместимые с ТТЛ-схемами, то более 30 ведущих компаний — изготовителей комплексов АРМ и супермини-компьютеров назвали в качестве главной своей потребности создание более быстрых ПЛИС,— говорит Макмиллан.— Сначала мы проанализировали более простые по архитектуре ПЛИС первого поколения, в частности приборы 16L8 и 16R8, а также ряд оригинальных схем, и лишь после этого приняли решение, что и максимум гибкости и наибольший потенциальный объем рынка даст нам сверхбыстродействующий вариант ПЛИС 22V10».

По своей архитектуре ПЛИС GA22V10 представляет собой, как говорит Макмиллан, функционально расширенный и дополненный вариант кремниевых ПЛИС серии 22V10. Каждый кристалл GA22V10 имеет до 10 выходов и может быть настроен на формирование 8-бит байта данных с двумя дополнительными управляющими битами. Кроме того, выходная структура ИС построена по схеме с варьируемыми логическими термами. Каждый ее выход в среднем



Первая в отрасли арсенид-галлиевая программируемая логическая ИС фирмы Gazelle представляет собой кристалл, полностью совместимый с ТТЛ-схемами. Программирование новой ПЛИС в соответствии с требованиями заказчиков осуществляется на предприятии фирмы при помощи специальной лазерной установки.

содержит 12 логических термов произведений. Такое переменное распределение логических термов состоит из пяти пар выходов, содержащих не менее восьми термов произведений; оно увеличивается по два терма на выход до тех пор, пока не будет достигнут максимум, равный 16 термам логических произведений на выход.

Упомянутая дополнительная возможность окажется весьма полезной при реализации счетчиков или небольших конечных автоматов, в которых для организации циклического выполнения длинных последовательностей состояний требуется большое число термов. В отличие от ПЛИС 22V10, схема GA22V10 фирмы Gazelle допускает индивидуальную настройку выходов (активный высокий или активный низкий уровень напряжения). Кроме того, любой из 10 выходов ИС можно переназначить как вход. Например, ПЛИС можно запрограммировать на один выход максимум с 16 термами произведений, которые обрабатывают изменения состояния по 21 входному сигналу от внешних логических схем системы.

Эндрю Грэм, вице-президент и один из основателей фирмы Gazelle, говорит, что ПЛИС GA22V10 превосходит своих конкурентов по всем трем определяющим параметрам, с помощью которых специалисты измеряют производительность данного класса схем. Задержка сигнала в комбинационном режиме для схемы фирмы Gazelle составляет 10 нс, тогда как для самой быстродействующей кремниевой схемы она равна 20 нс. Время установления сигнала на логических выходах для нее равно 4 нс, тогда как для кремниевых приборов оно составляет 15 нс. Время между тактовым и выходным сигналами — третий важнейший параметр, относящийся-

ся к регистровым выходам, — составляет для ПЛИС фирмы Gazelle 7,5 против 12 нс для кремниевых приборов.

Сознательное ограничение быстродействия

Главная задача, которую ставил перед собой коллектив разработчиков из фирмы Gazelle, по словам Макмиллана, состояла не в получении максимального возможного быстродействия; напротив, они сознательно пошли на ограничение этого параметра, который для арсенид-галлиевых ИС очень высок. Такое снижение было необходимо для того, чтобы данные ИС по всем своим показателям (за исключением быстродействия) ничем не отличались от более медленных кремниевых приборов, совместимых с ТТЛ-схемами. «Изготовление арсенид-галлиевых приборов, полностью совместимых с ТТЛ-схемами, оказалось для фирмы Gazelle достаточно сложной задачей, — говорит он. — Причина состоит в том, что по своей природе арсенид-галлиевые ИС обычно работают с несколькими отрицательными напряжениями питания, которыми нужно управлять с погрешностью, не превышающей нескольких милливольт, а их интерфейсные сигналы имеют времена переключения менее 100 пс».

В рамках разработки ПЛИС GA22V10, как говорит Грэм, специалистам фирмы Gazelle пришлось спроектировать входные каскады, совместимые с ТТЛ-схемами, которые бы имели точно такие же вольт-амперные характеристики. Кроме того, им пришлось создать новые схемы выходных каскадов, совместимых с ТТЛ-схемами, с нагрузочными выходными токами 16 мА, т. е. такими же, что и ТТЛ-каскады. Еще одно — специалисты компании разработали для своих арсенид-галлиевых ИС схему выходного каскада на три состояния. Им пришлось преодолеть и такую трудность, как организация работы всех схем ввода-вывода и внутренних логических схем от одного 5-В источника питания, от которого обычно работают кремниевые

ТТЛ-схемы. Руководители фирмы Gazelle говорят, что фирма сумела устранить проблемы помех по земляным шинам в своих быстродействующих кристаллах, ограничив времена нарастания и спада всех выходных сигналов ПЛИС GA22V10 3 нс.

Высокое быстродействие ПЛИС фирмы Gazelle достигается благодаря исключительно малым временам срабатывания ее внутренних логических вентилях. В этом отношении новые приборы принципиально отличаются от создаваемых семейств быстродействующих КМОП-схем произвольной логики, быстродействие которых ограничено параметрами КМОП-вентилей. Изготовители КМОП-схем пытаются снизить задержки сигналов в своих приборах, доводя времена нарастания и спада сигналов до 1 нс и менее, а это влечет за собой возникновение серьезных проблем, связанных с колебательными помехами по земляным шинам и отражениями сигналов.

На своем производственном предприятии фирма Gazelle генерирует тест-программы и выполняет программирование ПЛИС GA22V10 при помощи лазерной установки, пережигающей металлические соединительные линии. «Мы программируем кристаллы, поставляемые нашим заказчиком, на своем предприятии, поэтому каждый из них до отгрузки потребителю проходит 100 %-ные испытания на динамические и статические параметры и правильность программирования», — говорит Ганн. Специальные программные средства обеспечивают разработку тест-программ по кодам программирования, представляемым заказчиком. Эти тест-программы осуществляют 100 %-ную функциональную верификацию и параметрические испытания примерно с 90 %-ным покрытием неисправностей.

В отличие от кремниевых ПЛИС, программируемых потребителем, для арсенид-галлиевых ИС в настоящее время не существует систем программирования, доступных потребителям. Поэтому фирма Gazelle разработала для своих быстродействующих арсенид-галлиевых ПЛИС серии GA22V10 метод лазерного программирования в условиях производства кристаллов.