

# SiGe-технология —

М. Валентинова

## ПРОЦЕСС ПОШЕЛ

**Стремительное развитие беспроводной техники, на базе которой будут выполнены практически все информационные сети будущего столетия, как коммерческие (типа "глобальная решетка" – Global Grid), так и военные (типа "театр тактических действий" – Tactical Theater), произвело подлинную революцию на рынке средств связи. Средства, способные ускорить "слияние" работающего от батарей связного оборудования и компьютеров, обеспечат их изготовителям прочные позиции на рынке информационной технологии. Но для этого нужны более быстродействующие и производительные приборы. И здесь широкие перспективы открываются перед SiGe-технологией, которая вполне способна удовлетворить предъявляемые требования.**

Для широкого внедрения беспроводной техники в первую очередь необходимы достаточно дешевые ВЧ-элементы. Рабочие частоты лучших современных "чисто" кремниевых приборов не превышают 15–25 ГГц. Однако многие подвижные беспроводные системы должны работать на частотах более 30 ГГц. Сейчас СВЧ-элементную базу средств связи формируют на основе транзисторов и монолитных ИС, изготавливаемых на полупроводниковых соединениях  $A^3B^5$ , в основном арсенида галлия. Но эти дорогостоящие приборы трудно совместимы с кремниевыми ИС. Преимущества кремния перед полупроводниковыми соединениями неоспоримы. Прежде всего исходные пластины кремния значительно дешевле (0,01 долл. за 1 м<sup>2</sup> против 2 долл. для эпитаксиального GaAs и 10 долл. для InP). К тому же, производство дешевых кремниевых пластин диаметром до 200 мм хорошо отработано (GaAs-приборы изготавливают на дорогостоящих пластинах диаметром 100 и 150 мм, поставляемых небольшим числом фирм). Да и выход годных кремниевых приборов намного выше, чем арсенидгаллиевых. Изготовление быстродействующих устройств на оборудовании, применяемом в полупроводниковой промышленности, позволит воспользоваться всеми достоинствами высокопроизводительных линий по выпуску КМОП-схем без дополнительных капиталовложений на развитие нового поколения ИС (известно, что сегодня освоение выпуска каждого следующего поколения требует уже сотен миллионов долларов). Поэтому неудивительно, что многие фирмы ищут пути создания кремниевых приборов, которые могли бы конкурировать с GaAs-устройствами. И один из них, впервые

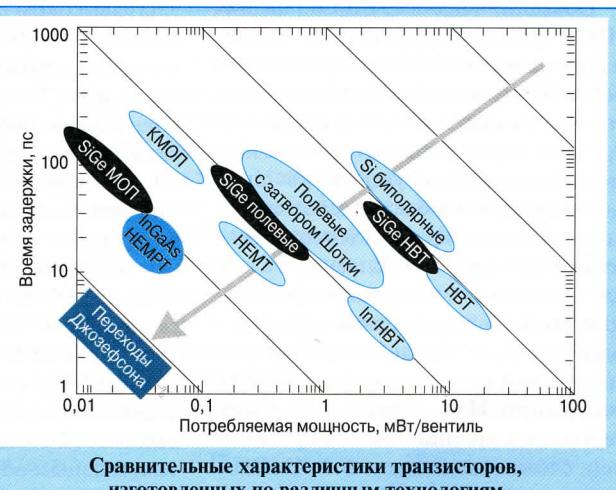
предложенный специалистами IBM, — SiGe-технология.

Долгое время возможность конструирования кремниевого материала с заданной шириной запрещенной зоны оставалась несбыточной мечтой разработчиков. Исследования в основном были сосредоточены на изменении ширины запрещенной зоны кремния за счет добавления германия и установления определенного профиля его распределения для получения нового материала с интересными полупроводниковыми свойствами (сейчас изучаются и такие материалы, как SiC и SiGeC). Благодаря меньшей, в сравнении с кремнием, ширине запрещенной зоны при изготовлении базы биполярного транзистора из SiGe возрастает инжекция электронов в базу и, следовательно, коэффициент усиления транзистора. Уровень легирования базы SiGe-прибора выше, чем "чисто" кремниевого. Путем контроля профиля распределения германия в кремнии можно значительно улучшить частотные характеристики SiGe-транзисторов (максимальная частота 65 ГГц). Эта технология позволяет не

только увеличивать быстродействие схем, но и существенно снижать потребляемую мощность. В ряде применений плотность размещения элементов в SiGe-схемах выше, чем у устройств на более экзотических материалах типа соединений  $A^3B^5$ . Все это говорит о том, что внедрение SiGe-технологии

помогло бы объединить достоинства отработанной кремниевой технологии и биполярных транзисторов на гетеропереходах (НВТ), которые до последнего времени изготавливались исключительно на соединениях  $A^3B^5$ . Основным препятствием на этом пути стало несоответствие размеров атомов германия и кремния (первый на 4,2% больше), в результате чего при превышении критической толщины SiGe-слоев возникают дислокации. Изготовление SiGe-приборов оказалось весьма мудреным делом.

IBM серьезно изучает SiGe-технологию с начала 80-х годов. Исследователи фирмы, в частности, установили, что замена легированного германием кремния сплавом кремний-германий снижает механические напряжения и, соответственно, уменьшает число дефектов. Но из-за высокотемпературных процессов, требуемых для осаждения таких сплавов, плотность дефектов тем не менее оставалась высокой. Реальная возможность освоить на предприятии по выпуску КМОП ИС с 0,5-мкм топологией производство SiGe-приборов и



схем, намного превосходящих по своим характеристикам кремниевые (рис.), появилась сравнительно недавно. В основе технологии лежит предложенный в 1982 году Бернардом Мейерсоном вместо операции имплантации германия процесс выращивания пленок путем химического осаждения SiGe из газовой фазы при ультравысоком вакууме. Фирма запатентовала низкотемпературный процесс (менее 800°C) эпитаксиального роста SiGe за один производственный цикл. С его помощью удалось усовершенствовать структуру транзистора и заменить ионноимплантированную базу HBT эпитаксиальной. Тем самым значительно улучшился контроль характеристик базового слоя. Первый SiGe HBT появился в 1987 году, вслед за ним в 1990-м – транзистор с частотой отсечки 75 ГГц. В лаборатории фирмы создан SiGe HBT с предельной частотой 120 ГГц.

Разработка SiGe-технологии была завершена в Центре перспективной полупроводниковой технологии фирмы в Хопвелл Джанкшен. Там же подтвердили возможность производства схем на 200-мм пластинках по стандартной КМОП-технологии. Испытания (выборочная партия – более 200 пластин) показали высокую воспроизводимость параметров HBT-устройств по постоянному и переменному току: разброс величины коэффициента усиления по току не превышал 14% (одной σ), а разброс времени задержки сигнала на каскад (в среднем 19 пс, или частота более 50 ГГц) в 31-каскадном колыцевом генераторе на ЭСЛ-элементах – стандартного отклонения в 2%. Выход годных при среднем уровне интеграции (2000–10000 HBT) также соответствовал требованиям ТУ.

Объединив процесс формирования HBT с такими передовыми методами изготовления КМОП-схем, как глубокая УФ-литография для получения топологических элементов размером 0,5 мкм, формирование глубоких и мелких канавок для увеличения плотности упаковки и быстродействия, химико-механическая полировка диэлектрических и металлических слоев для улучшения степени планаризации, разработчикам удалось создать одну из самых “продвинутых” на сегодняшний день полупроводниковых технологий. И хотя процесс введения германия в кремний весьма критичен, сложность стандартной КМОП-технологии при объединении с про-

цессом формирования SiGe HBT возрастает незначительно.

Уже в 1992 году была создана экспериментальная БиКМОП ИС с SiGe HBT с рекордным быстродействием (время задержки ЭСЛ-вентиля – всего 18 пс) и КМОП-элементами с 0,25-мкм размерами. С 1994 года фирма изготавливает SiGe БиКМОП-схемы в Центре перспективной технологии в Ист-Фишкилле. Для предоставления конструкторам максимальной гибкости предусмотрены два варианта HBT: стандартный малосигнальный прибор и устройство с высоким пробивным напряжением ( $V_{ce} = 5,5$  В,  $V_{cb} = 15$  В при частоте отсечки 28 ГГц) для усилителей мощности. HBT первого типа с эмиттером размером 0,5x2,5 мкм при величине напряжения коллектор-база имеет следующие характеристики:

Предельная частота, ГГц	46
Максимальная частота генерации F <sub>max</sub> , ГГц	65
Коэффициент усиления по току	100
Сопротивление базы, Ом	< 125
Сопротивление эмиттера, Ом	10
Емкость перехода база-эмиттер, фФ	10,8
Емкость перехода коллектор-база, фФ	3,0
Напряжение пробоя перехода коллектор-эмиттер (при разомкнутой базе), В	3,3
Напряжение пробоя коллектор-база, В	10,5
Минимальный коэффициент шума на частоте 2 ГГц, дБ	< 1

В июне этого года на предприятии фирмы в Барлингтоне планировалось запустить вторую технологическую линию по выпуску БиКМОП-схем с SiGe HBT. Ежемесячная производительность двух предприятий составит примерно 30 тыс. исходных кремниевых пластин диаметром 200 мм. Промышленный процесс эпитаксиального выращивания SiGe на установке компании Leybold, которая приобрела лицензию на процесс химического осаждения из паровой фазы при ультравысоком вакууме, проводит канадская фирма SiGe Microsystems, специализирующемся на оказании таких услуг. Первые технологические операции по обработке поступающих сюда кремниевых пластин выполняют на заводе IBM. После выращивания эпитаксиального слоя пластины возвращают на этот же завод. IBM считает, что к 2001 году на долю SiGe-схем будет приходиться до 10% ее доходов от продаж ИС, которые в 1996-м оценивались в 7 млрд. долл. Первые SiGe-схемы фирмы, предназначенные для различных аналоговых систем связи и цифровых систем, главным образом сотовых телефонов, беспроводных компьютерных

сетей и спутниковых систем связи, должны появиться уже в этом году.

Отработана и технология объединения с аналоговыми SiGe-схемами до 13 различных компонентов, в том числе пассивных – резисторов с поверхностью сопротивлением 340 (поликремниевые) и 1700 Ом/кв (моноокристаллические), конденсаторов с удельной емкостью 1,5 (с МОП-структурой) и 0,7 фФ/мкм (с МДМ-структурой), шестивиткового элемента индуктивности с величиной индуктивности 10 нГ и добротностью 6 на частоте 1 ГГц. Сейчас ведутся работы по изготовлению всех ключевых пассивных компонентов на толстом полимерном слое, нанесенном на кремниевую подложку. Продемонстрирована возможность формирования в SiGe БиКМОП-схеме линий передачи с потерями не более 1,5 дБ/см на частоте 20 ГГц. Это сопоставимо с уровнем, достигаемым в схемах на соединениях  $A^3B^5$ , и на порядок превосходит уровень современных кремниевых ИС.

Теоретически возможность создания SiGe-транзисторов была обоснована 40 лет назад. IBM потребовалось около тридцати лет и многие сотни миллионов долларов на разработку пригодной для внедрения в производство технологии их изготовления. Разработчикам фирмы пришлось начинать практически с нуля. На создание библиотеки элементов, установление деловых контактов с другими производителями ИС, отработку процесса, пригодного для освоения на крупном предприятии по производству полупроводниковых приборов, ушло несколько лет. Сейчас фирма IBM возлагает большие надежды на быстрое продвижение новых SiGe ИС на рынок за счет внедрения их в производство и передачи лицензий на новую технологию крупным изготовителям ИС для ВЧ- и связного оборудования. В число готовящихся к выпуску SiGe-схем входят малошумящие усилители, усилители мощности, цифровые линии задержки, мультиплексоры/демультиплексоры, работающие на частоте 5 ГГц (в два раза выше, чем у любого современного GaAs-устройства), 12-бит ЦАП и 6-бит АЦП, способный выполнить  $8 \cdot 10^9$  операций дискретизации в секунду.

Однако для реализации своих планов IBM нуждается в хороших партнерах, поскольку опыт продвижения изделий на рынок у нее невелик (до последнего времени фирма была од-

ним из крупнейших изготовителей полупроводниковых приборов для собственных нужд). К тому же у фирмы нет навыка работы со схемами, представляющими собой аналоговые устройства и устройства смешанной обработки сигнала. Поэтому IBM предоставила лицензии на процесс эпитаксиального выращивания SiGe, библиотеки ячеек и на некоторые мегаичейки ряду компаний. В их числе Hughes Electronics, Tektronix, Northen Telecom, National Semiconductor и Harris Semiconductor. Каждая из них по-своему использует эту технологию. Основная цель Harris Semiconductor — сократить число ИС, используемых в миниатюрных телефонных трубках персональных систем связи и аналогичных цифровых радиоустройствах. National Semiconductor также стремится увеличить степень интеграции ВЧ-монолитных схем. Усилия специалистов фирмы Hughes направлены на создание схем для информационных сетей, а Northen Telecom — для высокоскоростного коммутирующего оборудования. Фирма Harris рассматривает новую технологию как последний кусочек мозаичной картины (пазла), в которой портативные компьютеры объединены друг с другом с помощью ВЧ-устройств, а не проводных схем. Размещая на одном кристалле приемные блоки антенны (малошумящий усилитель и усилитель мощности), преобразователи с понижением и повышением частоты, демодуляторы ПЧ и фильтры, а также около 200 пассивных компонентов\*, разработчики надеются сократить число элементов микротелефонной трубки с 200 до 40 шт., а стоимость ее снизить с 45 до 14 долларов.

SiGe-технологию фирмы IBM использует и Hughes Electronics при создании монолитных ИС для сложных, но сравнительно дешевых СВЧ-приемников спутниковых систем связи, перекрывающих широкий диапазон частот. Такие системы, ранее предназначавшиеся исключительно для военного оборудования, найдут широкое применение в гражданском секторе. На фирме разработаны разнообразные монолитные СВЧ-схемы на базе SiGe HBT и микрополосковых полимерных передающих линий. Применение таких линий позволяет включать в монолитную СВЧ

ИС микрополосковые компоненты с распределенными параметрами. К числу таких схем относится предоконечный каскад усилителя мощности Ки-диапазона (15,35–17,25 ГГц). Коэффициент усиления прибора при малом уровне сигнала на частоте 12 ГГц равен 7 дБ. На базе SiGe-устройств созданы также управляемый напряжением генератор с буферным усилителем Ки-диапазона, статический делитель частоты К-диапазона (10,9–36,0 ГГц) с максимальной рабочей частотой 23 ГГц, однобалансный смеситель Х-диапазона (5,2–10,9 ГГц). Изучалась возможность изготовления монолитных СВЧ ИС на диэлектрических подложках из диорода марки RO3010 с монтируемыми перевернутым кристаллом (Flip-chip) SiGe-устройствами. С помощью этого метода были получены те же схемы, что и с использованием полимерных микрополосковых линий. По своим характеристикам они несколько превосходили последние. Выбор той или иной технологии, по мнению разработчиков, зависит от стоимости системы и площади кристалла, занимаемой пассивными компонентами в сравнении со всей монолитной ИС. Там, где требуется высокая стойкость к воздействию окружающей среды (температуре и влажности), предпочтение отдают схемам, монтируемым методом Flip-chip.

Канадская фирма Northen Telecom использует SiGe-схемы, разработанные IBM, для замены GaAs-устройств в беспроводных телефонных системах. Рассматривается возможность их применения в сетях синхронной оптической связи стандарта SONET. Фирма планирует разработать опытные SiGe-схемы, превосходящие по быстродействию современные кремниевые ИС в три–пять раз. Изготавливать их будет IBM.

В феврале этого года IBM сделала еще один шаг на пути упрочнения позиций SiGe-устройств на рынке беспроводных систем связи. За 180 млн. долл. она приобрела компанию Comquest Technologies, специализирующуюся на разработке ИС, в основном, для сотовых телефонов. Здесь создан комплект из двух ИС с высокой степенью интеграции для так называемого ручного "мирового телефона" — сотового аппарата, работающего во всех трех частотных диапазонах GSM-стандарта. Слияние двух фирм позволит объединить опыт IBM в области производства перспективных полупроводниковых

приборов и достижения Comquest в разработке ИС для еще не освоенного IBM сектора рынка. Фирма надеется, что в результате этого удастся создать новое поколение многофункциональных дешевых подвижных "информационных бытовых устройств", таких как однокристальные, размером с наручные часы, сотовые телефоны и изделия, объединяющие функции сотового телефона, электронной почты и доступа к Internet. IBM не намерена ограничивать самостоятельность приобретенной компании. Она предоставит Comquest широкий доступ к своей технологии, каналам сбыта и инфраструктуре и будет эффективнее поддерживать ее планы активного освоения рынка.

Сегодня в области схем для беспроводных систем связи IBM на год-порта опережает своих основных конкурентов: Motorola, Siemens, NEC, STM, Philips Electronics и Hitachi. Благодаря этому она рассчитывает окупить колоссальные расходы на разработку SiGe-технологии. Правда, пока речь идет о дополнительных, хотя и отнюдь не малых капиталовложениях.

IBM и ее партнеры — не единственные поставщики SiGe-устройств. Руководитель отделения продаж фирмы Leyblod отмечает повышенный интерес изготовителей оборудования к установкам низкотемпературного химического осаждения из газовой фазы при сверхвысоком вакууме. Некоторые поставщики оборудования, включая Applied Materials и ASM, уже намерены продавать такие реакторы. Готовятся к производству новых приборов ряд японских, североамериканских и европейских фирм, не входящих в число партнеров IBM. Возможно, они заключат лицензионные соглашения с канадской SiGe Microsystems. Вполне вероятно, что последняя также не захочет остаться в стороне и попытается отхватить кусок пирога, перейдя от оказания услуг по эпитаксиальному выращиванию SiGe к производству приборов на его основе. На Международной конференции по твердотельным схемам 1998 года представители фирмы Hitachi сообщили о создании SiGe HBT на частоту 92 ГГц. Они намерены использовать устройства управления на этих транзисторах и InP-приборы на частоту 170 ГГц в ИС приемника системы связи, обеспечивающей скорость передачи 40 Гбит/с.

По утверждению специалистов отделения электронных приборов и схем

\*В основном резисторы и конденсаторы с некритическими значениями параметров, технология которых легко обединяется с SiGe-процессом.

Улмского университета и Temic Telefunken Microelectronic (бывшая немецкая фирма, недавно приобретенная американской компанией Atmel), им также удалось создать пригодную для внедрения в производство технологию, позволяющую объединять SiGe HBT с резисторами, МДМ-конденсаторами, элементами индуктивности и различными схемами металлизации. Для демонстрации возможностей этой технологии была изготовлена схема двухкаскадного малошумящего усилителя с коэффициентами усиления и шума 19 и 1,9 дБ (минимум), соответственно, на частоте 1,8 ГГц. В схеме использованы поликремниевые резисторы с поверхностным сопротивлением 450 Ом/кв, а также развязывающие и шунтирующие конденсаторы с удельной емкостью около 1 фФ/мкм<sup>2</sup>. Проверка характеристик SiGe-транзисторов по постоянному и переменному току показала, что коэффициент их усиления лежит в пределах 150–200, а напряжение пробоя составляет примерно 5,5 В. Выходная мощность усилителя при уменьшении усиления на 1 дБ была равна –15 дБм.

Еще дальше пошла другая европей-

ская фирма — Austria Mikro Systeme International (AMS), выпускающая схемы для ВЧ-устройств и систем смешанного сигнала. В 1999 году она планирует выпустить ИС с SiGe HBT, которые будут объединены с КМОП-устройствами, изготавливаемыми по 0,8-мкм технологии. Схема предназначена для беспроводных локальных сетей, работающих на частотах 2,4 и 5,6 ГГц.

Рост активности в области SiGe-технологии свидетельствует о том, что из стадии НИОКР она уже перешла на этап планирования производства. Ее “внезапный” успех может быть воспринят как предупреждающие письмена на GaAs-bastionе. Не уступая по быстродействию, SiGe-устройства превосходят арсенидгаллиевые по коэффициенту шума, однородности характеристик приборов на пластине и теплопроводности, не говоря о том, что они значительно дешевле GaAs-схем. Поэтому сторонники SiGe единодушно утверждают, что приборы на его основе смогут захватить значительную часть рынка GaAs-устройств, доходы от продаж которых ежегодно составляют около 1 млрд. долл. Отдавая должное SiGe-

технологии для систем связи, изготавливатели GaAs ИС считают, что их изделия будут сосуществовать с новыми приборами, а в ряде применений превзойдут их. Так, по мнению представителей фирмы Anadigics, заказчики будут отдавать предпочтение GaAs для высоковольтных передатчиков, где SiGe-приборы не выдерживают высоких рабочих напряжений. Кроме того, на базе GaAs-технологии, позволяющей применять полуизолирующие подложки, легче выполнить такое важное требование, как устранение перекрестных помех.

Говорят, для продвижения Pringles на рынок потребовалось десять лет, а это всего лишь картофельные чипсы. Сторонникам SiGe-технологии придется долго доказывать ее состоятельность, но процесс все-таки пошел. И судя по активности, успех не за горами.

[http://www.chips.ibm.com/sige\\_Electronic\\_Business, Jan., 1998](http://www.chips.ibm.com/sige_Electronic_Business, Jan., 1998)  
<MicroNews, 1997, v.3, N1>  
[Electronic News, Feb. 9, 1998](Electronic_News, Feb. 9, 1998)  
[Microwave Journal, 1997, v/40, N5](Microwave_Journal, 1997, v/40, N5)  
<http://www.edn.com/news/may8//050898news2.html>

## дайджест ♦ НОВОСТИ ♦ дайджест ♦ НОВОСТИ

### Новые продукты Hewlett-Packard

Hewlett-Packard объявила о выпуске первых СВЧ ИС на арсенидгаллиевых HBT-транзисторах с эмиттером из фосфода индия-галлия. В серию входят три схемы предварительных делителей частоты в два, четыре и восемь раз на частоту от 200 МГц до 16 ГГц (величина фазового шума –153 дБ/Гц при смещении 100 кГц), две схемы делителей на частоту 12 ГГц и ток 30 мА в режиме маломощного выходного сигнала (против 60 мА для транзисторов существующей серии HMMC-300X) и две схемы усилителей Дарлингтона с обратной связью, обеспечивающих 50-Ом согласование по входу и выходу и работающих от одного источника питания на напряжение более 4,75 В.

Другая новинка фирмы — диоды Шотки для подавления импульсных помех при пикосекундных скоростях переключения. Hewlett-Packard оптимизировала диоды Шотки, чтобы обеспечить целостность сигнала и защитить схемы от выбросов напряжения без существенного увеличения площади цифровых и аналоговых устройств. При пикосекундных скоростях переключения диоды реагируют на импульсные помехи с временем нарастания сигнала до 1 нс. Благодаря малой емкости (3 пФ у HBAT-5400 против 5 и 6,7 пФ для самых популярных современных промышленных образцов) удается исключить вносимые помехи и деградацию формы волны сигнала. Диоды серии HBAT-2700 характеризуются чрезвычайно малым последовательным сопротивлением – 0,67 Ом против 2,0 Ом у лучших конкурирующих приборов. Максимальное прямое напряжение диодов серий HBAT-5400 и HBAT-2700 равно, соответственно, 800 и 550 В, минимальное обратное напряжение пробоя – 30 и 15 В при токе 100 мА. Поставляются диоды в монтируемых на поверхность корпусах типа SOT-23 и SOT-323 площадью 7 и 4,2 мм<sup>2</sup>. Новые диоды перспективны для применения в высокоскоростных шинах данных систем памяти.

По сообщению фирмы

### IBM анонсирует 25-Гбайт жесткий диск для ПК

IBM объявила о выпуске жесткого диска для ПК емкостью 25 Гбайт, приурочив это событие к столетию появления магнитной записи. Первый жесткий диск, разработанный IBM в 1956 году, состоял из 50 металлических тарелок диаметром 24 дюйма, мотора и прочего оборудования весом в одну тонну. Емкость первого винчестера составляло 5 Мбайт. Благодаря использованию головок, работающих на гигантском магнито-резистивном эффекте, на последнюю модель жесткого диска — Deskstar 25GP — можно записать информации в 5000 раз больше. Плотность записи в нем составляет 3,74 Гбит/дюйм<sup>2</sup>. Скорость вращения — 5400 об./мин. Выпущена и модель Deskstar 22GXP с более высокой скоростью вращения — 7200 об./мин, но ее емкость меньше — 22 Гбайт. Оба дисковода совместимы с интерфейсом Ultra ATA/66. Более подробную информацию об этих накопителях можно получить по адресу <http://www.storage.ibm.com>.

### И невозможное возможно

По-видимому, в ближайшее время можно ожидать появления на рынке КМОП-схем, сопоставимых по быстродействию с арсенидгаллиевыми и биполярными приборами. Фирма Texas Instruments сообщила о создании КМОП-схемы, в которой цифровые блоки объединены с приемопередатчиком, поддерживающим скорость 2,5 Гбит/с. В схеме применены обычные защитные кольца, отделяющие драйверы шин и приемники от более чувствительных схемных элементов, и запатентованная архитектура цепи восстановления данных. Последняя эффективно фильтрует и подавляет шумы, возникающие при переключении КМОП-коммутирующих элементов (до сих пор изготавливались быстroredействующими КМОП-приемопередатчиками). Texas Instruments ставит задачу объединения приемников и передатчиков с ЦОС- и микроконтроллерными ядрами в единую схему для сетевых систем и надеется отказаться от БиКМОП-схем приемопередатчиков в пользу КМОП-устройств. Рабочее напряжение КМОП-приемопередатчиков – 3,3 или 2,5 В, ток (20 мА) достаточен для передачи сигнала по медному кабелю длиной 15 м. Образцы новой схемы уже переданы ряду заказчиков фирмы, в том числе Seagate Technology. В конце третьего квартала должны были появиться первые опытные образцы, поддерживающие скорость передачи 800 и 1600 Мбит/с в соответствии с версией стандарта IEEE-1394b.

<http://www.edn.com/news/june2/060198news1.htm>  
<http://pubs.cmpnet.com/sbn/pub/06a98/cmos.htm>  
<http://pubs.cmpnet.com/sbn/stories/8f01cmos.htm>

### Можно ли купить микроконтроллер за 50 центов?

Можно, говорит Motorola. Она уже начала опытные поставки однократно программируемого восемиразрядного микроконтроллера по такой цене при закупке партии в 500 тыс. шт. В схеме предусмотрено семь вариантов масочного программирования. Она выполнена на базе микропроцессора 68HC05, имеет ЭСРПЗУ емкостью 1Кбайт и ОЗУ емкостью 64 байт.

<http://techweb.cmp.com/sbn/stories/8c23elal.htm> (I.O.B.A.)