

и достаточно устройств загрузки/хранения данных для увеличения пропускной способности кэш-памяти уровня L1, целесообразнее упростить его конструкцию и увеличить тактовую час-

(что приводит к уменьшению среднего числа команд, выполняемых за тактовый импульс), удалось увеличить производительность устройства на 37 процентов. Однако это не означает, что конструкция схем процессоров упрощается. Специалисты фирмы Sun изучали работу машин X86 в RISC-режиме. По мере увеличения числа исполнительных блоков взаимодействие операций, выполняемых блоками, увеличивается в геометрической прогрессии, что приводит к значительному усложнению конструкции, увеличению числа каскадов конвейера и, следовательно, к снижению тактовой частоты. Поэтому была предложена архитектура процессора, работающего в "естественном" режиме. Она выполняется на основе автономных устройств обработки данных, а не специализированных исполнительных блоков. Каждое устройство обработки представляет собой как бы миниатюрный микропроцессор X86, способный работать независимо от других. Это позволяет сократить число логических устройств управления и тем самым увеличить тактовую частоту (особенно по мере

увеличения числа независимых устройств обработки данных). Кроме того, длительность цикла "разработка-выпуск на рынок" схем с такой архитектурой сокращается.

Неожиданно концепция фирмы Sun получила поддержку и со стороны разработчиков компиляторов. Группа специалистов отделения вычислительной техники Стэнфордского университета нашла, что ИС, содержащая несколько небольших, но полностью самостоятельно функционирующих суперскалярных процессоров, характеризуется большим быстродействием, чем ИС такого же размера с широкой суперскалярной конструкцией. Проблема в том, насколько эффективно одна задача сможет быть решена несколькими процессорами. Рассмотрев достижения в оптимизации программ компиляторов, ученые пришли к выводу, что через несколько лет такие программы смогут работать с несколькими ядрами процессоров, объединенных в одну ИС

*Electronic Engineering Times,
1995, N862, p.108.*

ИС микропроцессоров: увеличение тактовой частоты, упрощение архитектуры

Итоги работы седьмого (1995 г.) ежегодного симпозиума по "горячим схемам" (*hot chips*), проводимого Обществом вычислительной техники Института инженеров по электротехнике и радиоэлектронике, позволяют сделать вывод об отказе от дальнейшего совершенствования схем микропроцессоров с суперскалярной архитектурой. Сообщения специалистов показали, что усилия разработчиков направлены на создание устройств с более простой, чем у современных микропроцессоров, архитектурой, работающих на более высоких тактовых частотах.

По мнению специалистов фирм IBM и Intel, если процессор имеет пару исполнительных блоков, оперирующих с целыми числами,

тоту, чем вводить дополнительные исполняющие блоки в надежде увеличить число команд, выполняемых за один тактовый импульс.

С помощью нового технологического процесса CMOS5X, основным достоинством которого, по утверждению разработчиков, является более эффективное использование всех пяти слоев системы металлизации и, тем самым, увеличение плотности размещения элементов на 30 процентов, изготовлен усовершенствованный вариант микропроцессора серии PowerPC - модель 603ev, работающая на тактовой частоте 166 МГц. Разработчикам микропроцессора типа P6 серии Pentium, несмотря на ввод дополнительных каскадов в процессорный конвейер и отказ от некоторых схем управления

стной работой фирм ЕС станет Программа развития микроэлектроники для европейских потребителей

Европейский план "JESSI Jr"

По-видимому, после завершения программы JESSI, цель которой - совершенствование европейской полупроводниковой техники, следующей совме-

(Medea). Основной задачей программы JESSI было освоение новейших технологий. На ее осуществление ежегодно выделялось 600 млн.долл. Новая программа, видимо, будет значи-

тельно скромнее как по кругу решаемых вопросов, так и по объемам финансирования, и ориентирована в основном на создание пригодных для крупносерийного производства изделий.

Правда, пока официальные представители ЕС отрицают существование таких планов. Даже представители администрации программы JESSI в докладе "Аргументы при обсуждении программ пост-JESSI" не упоминают Medea. Отмечается лишь необходи-

мость постановки новой программы, задачи которой будут сведены к решению нескольких ключевых промышленных проблем, способствующих развитию информационного общества. Подчеркивается также необходимость финансирования работ по новой программе на паритетных началах, как и по программе JESSI (т.е. 50:50 для частных фирм и органов ЕС).

*Electronic Engineering Times,
1995, N868, p.8.*

температуре. Достоинством новой технологии является использование современных методов обработки кремниевых пластин: УФ литографии и усовершенствованного процесса моле-

няемая к УМПЭ-рабочей камере.

Граница раздела между наклонными изолирующими и проводящими пленками определяет плоскость формирования двумерного электронного газа, как и в современных транзисторах с высокой подвижностью электронов. Области истока и стока квантово-механического транзистора формируются при изготовлении (методами обычной фотолитографии) металлических контактов к ним. Контакты к тыльной поверхности меза-ступеньки образуют так называемые задние затворы, предназначенные для задания требуемых значений напряжения планарных слоев с целью получения одномерных квантовых проводников или безмерных квантовых точек.

Недостаток предложенной технологии - сложность уменьшения размеров квантовых приборов, поскольку для изготовления элементов с некритичными (с точки зрения характеристик) размерами используются методы фотолитографии, разрешение которой не выше 0,1 мкм. Эта проблема может быть решена путем формирования параллельных квантовых структур в одной наклонной плоскости.

Поскольку новая технология предусматривает повторное выращивание эпитаксиальных слоев после операции травления, с ее помощью можно изготавливать трехмерные ИС.

Повторный УМПЭ-процесс пригоден для выращивания пленок кремния или кремния-германия, однако разработчики решают проблему получения с его помощью пленок полупроводниковых соединений А В. С использованием этой технологии уже изготовлены трех-, двух-, одно- и безмерные единичные и инте-

гральные структуры на базе AlGaAs-GaAs пленок.

В первых приборах, представлявших собой одномерные квантовые проводники, толщина первого и второго УМПЭ-слоев составляла несколько десятков нанометров, в результате чего они могли работать только при температуре, близкой к абсолютному нулю. Однако, по мнению разработчиков, при полном объединении камер очистки и МПЭ-процесса (т.е. проведении обоих процессов в одной и той же среде), удастся повторно выращивать УМПЭ-пленки толщиной до 1 нм, т.е. создать приборы гораздо меньших размеров, способные работать при комнатной температуре. Работу по объединению камер очистки и эпитаксии планируется завершить к 1997 году, а пока будет изготавливаться устройства, функционирующие при температуре жидкого азота.

В Кэвендишской лаборатории также изучается возможность создания на базе квантовых транзисторов запоминающих устройств, в которых запись и стирание информации осуществляется в результате переноса одного или нескольких электронов. Уже доказана возможность переноса и хранения одного электрона в GaAs-наноструктуре при температуре, близкой к абсолютному нулю. Такая структура с использованием транзисторов с многократным туннелированием перехода содержала канал переноса электронов, состоящий из многочисленных металлических островков диаметром 10 нм. Работа ее стала возможной благодаря увеличению коэффициента усиления по напряжению за счет внутреннего потенциала транзисторов. Однако для создания схем памяти,

Близится эра квантово-механических ИС

Сегодня во многих университетах и исследовательских лабораториях мира ведутся интенсивные исследования полупроводниковых приборов на базе квантово-механических эффектов (квантовых приборов), которые по быстродействию и потребляемой мощности будут намного превосходить современные биполярные и полевые транзисторы. Структура таких квантово-механических устройств (с минимальным размером элементов 0,1 мкм), как правило, формируется непосредственно с помощью электронного пучка - длительного и дорогостоящего процесса, малоприменимого для внедрения в массовое производство. Кроме того, квантово-механические эффекты в этих устройствах наблюдаются лишь при температуре, близких к абсолютному нулю.

Активные работы по созданию квантово-механических устройств проводятся в Кэвендишской лаборатории Кембриджского университета (Великобритания). Важным достижением в этой области можно считать разработанный учеными лаборатории совместно со специалистами Кембриджского исследовательского центра фирмы Toshiba процесс изготовления квантовых приборов с элементами нанометровых размеров, которые смогут работать при комнатной

кулярно-пучковой эпитаксии (УМПЭ).

На первом этапе процесса с помощью МПЭ технологии выращивают обычную многослойную структуру с толщиной пленок несколько нанометров. Затем методами УФ литографии на поверхности пластины формируется соответствующий рисунок канавок, при вытравливании которых открываются края отдельных слоев и образуется структура типа меза-ступенек. Эти методы известны, поэтому их проведение не вызывает каких-либо затруднений.

Основное достижение новой технологии - решение проблемы повторного выращивания поверх наклонных боковых сторон меза-ступенек УМПЭ-слоев достаточно высокого качества. До сих пор из-за воздействия окружающей среды и остаточных элементов реакции травления в ходе формирования меза-структуры качество повторно выращиваемых пленок было недостаточно высоким. Это вело к ухудшению электрических характеристик квантовых приборов. Специалисты исследовательского центра фирмы Toshiba пришли к выводу, что для полной очистки пластины от загрязняющих примесей необходимо проводить процесс ее газовой эрозии парами водорода и кислорода. Для этого была создана вакуумная очистительная камера, присоеди-

◆ ДАЙДЖЕСТ ◆ ДАЙДЖЕСТ ◆ ДАЙДЖЕСТ ◆ ДАЙДЖЕСТ ◆ ДАЙДЖЕСТ ◆

пригодных для продажи на рынке, необходимо изготавливать их на кремнии и они должны работать при комнатной температуре. Впервые работа одноэлектронной кремниевой схемы ЗУ при комнатной температуре была продемонстрирована в 1993 году специалистами Центральной исследовательской лаборатории фирмы Hitachi. Правда, элементы этой схемы с размерами в несколько нанометров формировались на естественных границах зерен поликристаллического кремния. Такая технология

не может быть использована при крупномасштабном производстве.

Совместными усилиями ученых Кембриджских лабораторий фирмы Hitachi и Исследовательского центра микроэлектроники (оба института находятся при Кэвэндишской лаборатории) было показано, что технология "кремний на изоляторе" позволяет создавать структуры с эффектом кулоновской блокады, являющимся основой одноэлектронных процессов. В результате на основе золотых полос шириной 30 нм и

толщиной 10 нм, сформированных на пленке двуокиси кремния, выращенной поверх кремниевой подложки, была изготовлена двухмерная структура перехода с многократным туннелированием, в которой наблюдался перенос отдельных электронов при комнатной температуре.

Хотя в обоих случаях остается много нерешенных проблем, утверждается, что для развития микроэлектроники предложенные структуры по своему значению равнозначны созданию первой интегральной

схемы. Правда, появление на рынке квантовых ИС ожидается только через 10-15 лет.

Лаборатория Кэвэндиша готова лицензировать новые технологии, поскольку считает, что пока конкуренции в этой области нет и чем больше фирм будет участвовать в разработке квантовых ИС, тем лучше.

Electronic Engineering Times, 1994, N821, p. 32.
Electronic Engineering Times, 1995, N868, p. 38.

вен 1 Мбайт, причем система памяти ПК выполнялась на базе схем ДОЗУ с организацией 1 М x 4 бит. В 1995 году объем памяти портативных ПК достиг

приводит к уменьшению пропускной способности систем памяти, поскольку чем больше схем ДОЗУ, тем выше пропускная способность системы. Один из способов улучшения пропускной способности системы памяти заключается в увеличении длины слов, с которыми работает схема памяти. Однако при этом увеличивается площадь кристалла, занимаемая ДОЗУ, число выводов и, соответственно, площадь платы, отводимая под такую схему. В результате увеличивается стоимость используемой в вычислительной системе памяти.

Поэтому сейчас нельзя точно прогнозировать, со словами какой длины будут работать схемы ДОЗУ следующих поколений. По мнению экспертов, схемы ДОЗУ емкостью 64 Мбит какое-то время еще сохранят традиционную архитектуру с асинхронными интерфейсами, но им будут "наступать на пятки" новые типы схем. Наиболее простым и, следовательно, дешевым типом ДОЗУ с новой архитектурой является схема с расширенным выводом данных, представляющая собой последний вариант ДОЗУ с быстрым по-

страничным считыванием, используемого в основной системе памяти ПК на базе микропроцессора Pentium. Правда, тактовая частота этих ДОЗУ невелика - как правило, 40 МГц. В последнее время в результате работ, проводимых специалистами ведущих поставщиков ДОЗУ: Micron, Hyundai, Mitsubishi и Siemens - появились усовершенствованные варианты EDO схем, тактовая частота которых достигает 66 МГц. Эти фирмы приняли решение изготавливать разъемсовместимые ДОЗУ емкостью 16 Мбит с разводкой выводов усовершенствованного EDP варианта.

Не удивительно, что EDO схемы привлекают внимание разработчиков вычислительной и связанной техники. В частности, на выставке вычислительной техники Comdex, состоявшейся в начале 1995 года, большой интерес к схемам с такой архитектурой проявили изготовители ПК. О популярности схем с этой архитектурой говорит и тот факт, что все основные японские изготовители ДОЗУ намерены поддержать разработку Объединенным техническим советом по электронным приборам

Классическая асинхронная архитектура ДОЗУ теряет популярность

В настоящее время наметилась тенденция к отказу от столь популярной в течение двух десятилетий классической асинхронной архитектуры ДОЗУ в пользу специализированных архитектур (синхронных - SDRAM, в том числе фирмы Rambus с высокой тактовой частотой - RDRAM, усовершенствованных - EDRAM, для хранения видеоданных - VDRAM, с выводом расширенных данных или гиперстраничных - EDO). Это объясняется двумя факторами - увеличением плотности записи данных при более низких, чем у схем микропроцессоров, темпах роста быстродействия (7 против 70 проц.). В начале 90-х годов объем памяти больших персональных компьютеров был ра-

8-16 Мбайт (системы памяти, как правило, выполняются на базе ДОЗУ с организацией 4Мx4 бит и 2Мx8 бит). К концу десятилетия ожидается, что объем памяти портативных ПК составит 32-64 Мбайт. В системе памяти в основном будут использоваться схемы емкостью 256 Мбит, организация и архитектура которых пока точно не определены. Объем памяти рабочих станций к концу десятилетия, согласно прогнозам журнала Computer Design, составит 128 - 512 Мбайт, серверов - 2 Гбайт и суперЭВМ - 8 Гбайт.

Несмотря на то, что общий объем памяти вычислительных систем растет, благодаря увеличению плотности записи число схем ДОЗУ в системе в среднем уменьшается. Но это

(JEDEC) стандарта на разводку выводов схем этого типа. На протяжении нескольких лет в ПК и рабочих станциях высших моделей используются видео-ДОЗУ (VDRAM), пропускная способность которых благодаря применению двойных портов ввода/вывода данных выше, чем у обычных ДОЗУ. Но стоимость этих схем и систем памяти на их основе велика. Недавно появились схемы ДОЗУ с синхронной архитектурой интерфейса, в которых наряду со стандартным ядром используются две группы блоков оперативной памяти с чередующейся выборкой. В ДОЗУ этого типа тактовый импульс синхронизирует операции считывания и записи, которые могут выполняться в конвейерном режиме. Тактовый импульс микропроцессора может непосредственно управлять быстрыми операциями записи и считывания в пакетном режиме. Таким образом, хотя время выборки в этих схемах такое же, как и в обычных ДОЗУ, подоса пропускания систем памяти значительно улучшается.

Так, специалистами японского филиала фирмы IBM - IBM Japan - разработана схема ДОЗУ с синхронной архитектурой и организацией $1M \times 16 \text{ бит}$, работающая при напряжении питания 3,3 В на тактовой частоте 100 МГц. При этом ток, потребляемый в активном режиме, равен 65 мА. Правда, по данным сторонников схем с EDO-архитектурой, стоимость SDRAM-устройств может быть на 30 процентов выше, чем обычных ДОЗУ.

Специалисты фирмы Rambus предложили более экзотическую синхронную архитектуру, названную по имени фирмы, в которой использован восьмиразрядный канал передачи данных со скоростью 500 МГц, непосредственно соединяющий контроллер и запоминающее устройство. Эти ДОЗУ позволяют обходиться без дорогостоящих и достаточно сложных буферных кэш-устройств на базе быстродействующих СОЗУ. Схемы с RDRAM архитектурой позволяют выдавать данные каждые 2 мс.

Сторонники SDRAM и RDRAM схем считают, что благодаря высокой пропускной способности эти схемы весьма перспективны для построения систем памяти большой емкости с высоким быстродействием. Так, фирма Fujitsu, выпускающая 4М- и 16М бит-ДОЗУ с EDO-архитектурой, уже поставила более 20 европейским заказчикам опытные образцы SDRAM-вариантов схем емкостью 64 Мбит. По мнению специалистов фирмы, при освоении массового производства ДОЗУ этого типа по стоимости будут лишь незначительно уступать обычным схемам: площадь кристалла, занимаемая SDRAM схемой (и являющаяся основным фактором дополнительных издержек) всего на 1,5 процента больше, чем у обычных ДОЗУ. Ряд промышленных обозревателей считает, что к 1997 году схемы с синхронной архитектурой станут основным типом ДОЗУ.

Высокого мнения о перспективах схем ДОЗУ с синхронной архитектурой придерживаются и разработчики фирмы Rambus, по

данном которых RDRAM схемы уже выпускают 15 изготовителей ИС. Ожидается, что в 1995 году объем производства этих схем составит 1,5 млн.штук, а в 1996 году, когда появятся первые вычислительные системы с памятью на базе этих схем, он превысит 15 млн.штук. В число поставщиков RDRAM схем входят фирмы NEC и Toshiba. Последняя в августе 1995 года планировала начать крупносерийное производство (100 тыс. схем ежемесячно) таких ДОЗУ емкостью 18 Мбит, выполненных по КМОП-технологии с 0,5-мкм топологическими нормами.

- Computer Design*, 1994, v.33, N12, pp.101,102.
Electronic, 1995, v.68, N6, p.4.
Electronics Weekly, 1995, N1707, p.48.
Electronic Business Buyer, v.21, N7, p.32.
Electronics Weekly, 1995, N1711, p.7.
EDN, 1995, v.40, N18, pp.42,43.
IEEE Journal of Solid-State Circuits, 1995, v.30,9, pp.998-1005.

ИНФОРМТЕКНОЛОДЖИ СЕРВИС

Интеллектуальная собственность * Патенты * Лицензии * Инвестиции

"Информтехнолоджи сервис" специализируется в области торговли интеллектуальной промышленной собственностью.

Наряду с профессиональными знаниями и специальными деловыми досье фирма использует возможности Международных Банков Лицензируемых Технологий (Флорида, США и Оттава, Канада), региональным центром которых она является на территории бывшего СССР.

МБЛТ позволяет эффективно находить покупателей и продавцов в 60 странах мира, в том числе и СНГ, на любые технологии, ноу-хау, методики; определять конкурентоспособность и технический уровень новых разработок, создавать совместные предприятия.

Среди клиентов Банка FORD, PRAT & WHITNEY, DUPONT, SONY и другие известные компании. Банк насчитывает более 20000 пользователей.

Последняя версия базы, обновляемая один раз в два месяца, содержит около 30000 предложений. Помимо доступа к МБЛТ ДДАИ, мы предлагаем полный комплекс услуг, связанных с лицензионной торговлей.

- ✓ Консультации по стратегии и тактике защиты и коммерческой реализации интеллектуальной собственности
- ✓ Проведение маркетинга с целью подыскания покупателей, партнеров, инвесторов для владельцев интеллектуальной собственности
- ✓ Оформление лицензионных сделок
- ✓ Выполнение официализированных расчетов стоимости интеллектуальной собственности
- ✓ Проработка инвестиционных проектов, бизнес-планов

121108 Москва, Минская ул. 11, тел. 145-42-02, факс 142-59-02