

Программное обеспечение для приборно-технологического моделирования от компании Synopsys

Ольга Сопова (Москва)

Технологическая САПР (TCAD) от компании Synopsys – это динамично развивающийся программный продукт с периодичностью обновления девять месяцев. Наиболее известный пакет программ TCAD Sentaurus довольно широко используется для разработки полупроводниковых приборов. В конце 2006 г. компания Synopsys представила новую линейку программ, которые необходимы при проектировании технологий и производстве изделий с проектными нормами менее 50 нм.

Лучший в своём классе ПО трёхмерный симулятор процессов Sentaurus Process теперь обладает весьма реалистичными моделями диффузии, в том числе:

- диффузия в поликремнии по границам зёрен;
- модель потери дозы: трёхфазная сегрегация на границах;
- примесная кластеризация;
- ускоренная диффузия;
- образование пар;
- влияние механического напряжения на диффузию;
- эффект присутствия Ge в пареообразующей диффузии примесь-дефект;
- моделирование температуры при импульсном или лазерном отжиге;
- модель Монте-Карло.

Новые модели, а также калибровочные библиотеки, созданные совместно с фирмами Applied Materials и Varian, позволяют с большой точностью моделировать такие эффекты, как диффузия по дефектам, ультратонкие переходы, поведение примесных дефектов (кластеров и

преципитатов) в глубоко субмикронных структурах, и многое другое.

При помощи программы Sentaurus Device с её реальными транспортными моделями – от гидродинамической до квантовой – и возможностью выбора материалов можно смоделировать работу широкого спектра приборов: от традиционных КМОП-транзисторов и FinFET, DoubleGate, SOI MOSFET, устройств памяти, гетеротранзисторов до оптоэлектроники, датчиков и силовых приборов.

В программе появились новые точные генераторы, позволяющие с большой точностью анализировать любые непланарные структуры. Трёхмерное моделирование стало гораздо проще: достаточно построить двумерную модель и превратить её в трёхмерную в программе Sentaurus Structure Editor.

К новинкам семейства программ проектирования для производства (TFM, DFM) относятся базовые продукты – Seismos и Paramos. С их помощью можно проанализировать эффекты вариативности (разброса, параметрических колебаний), которые возникают в процессе взаимодействия проектирования и производства: механические напряжения, вызванные соответствующей топологией, или флуктуации процессов, происходящих с кремнием, в проектах с нормами 45 нм и менее. Эти программные средства можно использовать при оптимизации топологии в производстве блоков, ячеек памяти и аналоговых приборов.

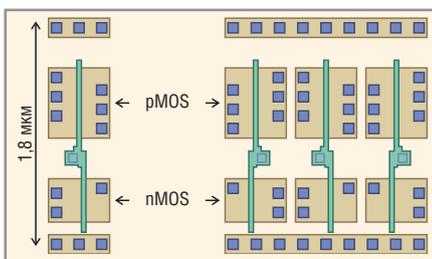


Рис. 1. Различная топология двух одинаковых инверторов

Программа Seismos предназначена для анализа механических напряжений и других эффектов на транзисторном уровне в технологиях с напряжённым кремнием; она легко справляется с проектированием кристаллов ИС, содержащих несколько миллионов транзисторов.

В качестве примера рассмотрим процесс исследования при помощи Seismos влияния особенностей топологии на характеристики приборов. Известно, что изоляция STI является источником «непредумышленного» напряжения, тогда как встроенные в исток и сток SiGe области – источники «умышленного» напряжения. Программа учитывает эффекты, связанные как с первым, так и со вторым видом напряжений.

На рисунке 1 изображены два инвертора, изготовленные по одинаковой технологии, но с разной топологией. У первого инвертора топология более разрежена, и с обеих сторон он окружён областями STI. Второй инвертор окружён такими же инверторами, но топология более плотная. В программе Seismos промоделировано изменение подвижности электронов и дырок в каналах n- и p-канальных транзисторов в составе инвертора, связанное с воздействием механического напряжения.

Рассматривая инвертор в целом, мы увидим, что n-канальный транзистор ухудшился на 9% при переходе к более «просторной» топологии, а характеристики p-канального транзистора улучшились на 17% (см. рис. 2). Из-за индуцированной диффузии механическое напряжение также влияет на пороговые напряжения транзисторов; кроме того, изменяются токи утечки переходов из-за сужения запрещённой зоны. Таким образом, плотность топологии напрямую влияет на электрические характерис-

тики схемы. Это влияние можно минимизировать несколькими способами (см. рис. 3), например, путём модификации диффузионной области, созданием фиктивной диффузионной области или выравниванием ширины транзисторов с целью уравновешивания механических напряжений. Все эти варианты были рассчитаны в программе Seismos.

Программа Paramos – это средство экстракции SPICE-моделей в условиях изменения производственно-технологических параметров; она создаёт самосогласованные, компактные процессные SPICE-модели. Стандартные, краевые SPICE-модели описывают электрические свойства прибора и не учитывают параметры технологи-

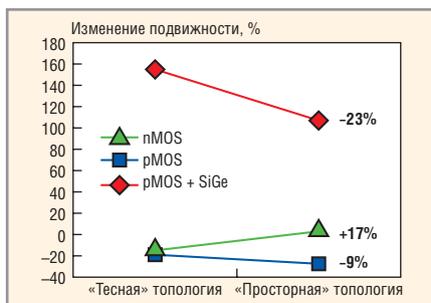


Рис. 2. Изменение подвижности носителей при переходе от плотной топологии к более разреженной

ческого процесса. Процессные SPICE-модели устанавливают взаимосвязь между производством и разработкой.

К преимуществам Paramos можно отнести простоту использования,

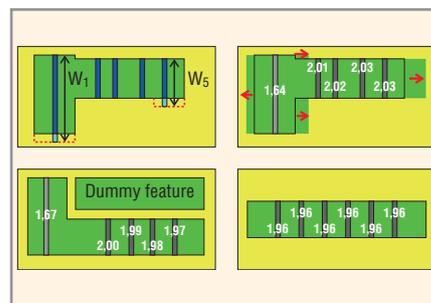


Рис. 3. Способы уменьшения влияния топологии на характеристики схемы

возможность выбора модели и параметров, а также удаления шумов. Если используется графический интерфейс, то Paramos запускается из PCM Studio. Программа PCM Studio выполняет анализ чувствительности харак-

ALTERNATIVE SOLUTIONS ALT-S

Ваш надежный партнер в области разработки ИС

ДИСТРИБЬЮТОР В РОССИИ

SYNOPSYS®

проектирование




CAST

изготовление IP-блоки

eve

прототипирование

www.alt-s.com

реклама

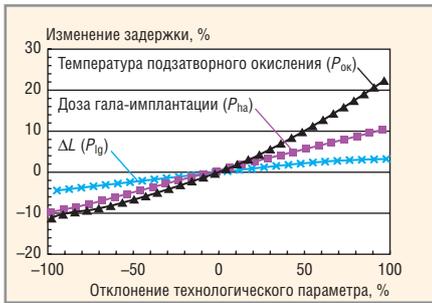


Рис. 4. Зависимость чувствительности вентиляльной задержки от разброса технологических параметров

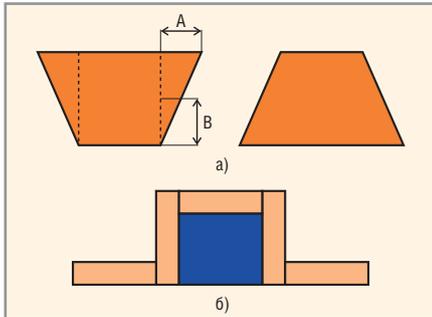


Рис. 5. Моделирование проводников с трапецидальным поперечным сечением (а) и также конформных диэлектрических слоев (б)

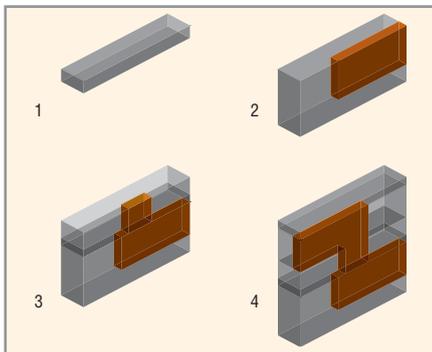


Рис. 6. Моделирование процесса создания «дамасской» структуры

теристик прибора к вариациям технологических процессов.

Использование в PCM Studio компактных моделей, основанных на аппроксимации результатов экспериментов полиномами до третьего порядка включительно, не требует от пользователя специальных знаний по физике работы прибора и технологий САПР. Программа позволяет оптимизировать технологический маршрут в реальном времени, даже без применения высокопроизводительных вычислительных средств. Результаты моделирования Paramos можно просмотреть, загрузив XML-файл в PCM Studio или при помощи визуализатора SPICE.

Выполненный в программе Paramos расчёт чувствительности вентиляльной задержки к разбросу технологических

параметров показан на рисунке 4. Установлено, что задержка наиболее чувствительна к температуре окисления подзатворного диэлектрика: изменение температуры от -10 до $+24\%$ приводит к колебаниям задержки $\pm 100\%$, тогда как вариация длины канала почти не оказывает влияния.

Качество схем, изготовленных по технологии 130 нм и менее, главным образом зависит от паразитных емкостей и сопротивления межсоединений. Учёт параметров паразитных структур выполняется программой Raphael NXT, которая пригодна для анализа периодических, повторяющихся структур, а также сложных конфигураций. Если для выделения параметров небольших структур, таких как ячейка памяти SRAM, достаточно обычных анализаторов, то большие узлы требуют более эффективных программ. Raphael NXT решает уравнение Лапласа, используя метод «случайного блуждания». Модели расчёта, включенные в Raphael NXT, основаны на трёхмерном приближении, а сама программа интегрирована с программой Star-RCXT – лидером в области «полнокристалльной экстракции».

К преимуществам Raphael NXT можно отнести:

- точную экстракцию емкостей для критических узлов, ячеек и блоков кристалла в целом;
- способность анализировать непланарные структуры без ступенчатой аппроксимации;
- детальный анализ эффектов, свойственных передовым наноразмерным технологиям;
- интеграцию с программой Star-RCXT;
- возможность запуска на одном процессоре или распараллеливания задачи на несколько процессоров.

Эффекты, связанные с литографией, использованием конформных диэлектриков (см. рис. 5) или профилем проводников, учитываются без многократного увеличения числа узлов в списке соединений SPICE. Статистическая природа используемых алгоритмов означает, что результаты описаны в границах доверительного интервала. Пользователь может выбрать величину допустимой ошибки или задать желаемую точность расчёта ёмкости.

Тенденция к уменьшению размеров и увеличению плотности упаков-

ки ведёт к росту числа уровней металлизации с каждым новым технологическим поколением. Программа Fammos – новое средство для расчёта напряжений межсоединений и анализа надёжности приборов с многоразовой металлизацией.

Причинами возникновения механического напряжения в межсоединениях является неоднородный рост зёрен, химико-механическая полировка, влияние топологии, расстояние между линиями металла и т.д. Для снижения RC-задержек применяются материалы с низкой диэлектрической проницаемостью (low-k) и разводка медью. Использование low-k-материалов может приводить к отказам вследствие низкой механической прочности и высокой пористости таких диэлектриков.

Программа Fammos способна моделировать распределение напряжения в процессе одного шага монтажа или полного процесса монтажа, а также: осаждение (изотропное, анизотропное, планарное и шаблонное, с механическим напряжением и без такового) и травление (изотропное, анизотропное, планарное или смешанное).

В качестве примера на рисунке 6 проиллюстрирован процесс создания так называемой «дамасской» структуры – шаги осаждения и травления low-k-диэлектрика, осаждения и травления нитрида кремния, осаждения и травления металла.

Другие примеры работы с Fammos – расчёт напряжения в медных межсоединениях и в диэлектрических плёнках из low-k-материала, а также создание полного шаблона ячейки с учётом плотности металлической разводки и особенностей каждого слоя. При помощи Fammos можно, например, проанализировать влияние герметизирующего слоя на величину напряжения, а также стресс, возникающий на поверхности материалов в процессе химико-механической полировки.

В данном обзоре не ставилась задача описания всех функций технологической САПР компании Synopsys. Нам было важно продемонстрировать некоторые реальные возможности таких программ для численного моделирования нового поколения, без которого трудно представить современное производство микросхем.

Статья подготовлена на основе публикаций компании Synopsys.

Rogun: робот-охранник за 1 млн. долл.

Инженеры небольшой и пока что малоизвестной корейской компании KornTech на днях представили общественности информацию о своём довольно интересном проекте – роботе Rogun. Из числа технологичных и сложных, смыслённых, дорогих и известных миру роботов, Rogun, рост которого не превышает 1 м, выделяется способностью идентификации лица хозяина или оппонента, умением передвигаться на двух «ногах». Также стоит отметить, что робот обучен азам профессионального охранника – Rogun вовремя сможет предупредить хозяина сигналом через мобильный телефон об обнаружении в доме или офисе посторонних лиц. Хорошо разбираться в людях и легко их узнавать роботу помогает встроенная в лицевую часть цифровая камера и набор сложного программного обеспечения.

Ещё одной особенностью новинки является вмонтированный в туловище 7-дюймовый ЖК-дисплей, представляющий собой информационную панель и средство развлечения для детей. Вы даже сможете «поговорить» с роботом посредством Wi-Fi. Согласно слухам, рядовому покупателю новинка обойдётся примерно в 1 млн. долл. Что же, перед нами довольно симпатичная и надёжная система охраны, вывести из строя которую можно одним пинком. Стоит ли эта игрушка своих денег, узнаем после релиза, когда Rogun попадёт в руки к обеспеченным владельцам.

engadget.com

Оптический диск ёмкостью 5 Гб от Sony

Инженеры компании Sony на днях продемонстрировали работающий прототип оптического привода, использующего одну из разновидностей голографической записи, получившей наименование Micro-Reflector recording, в процессе которого световые пучки, отражаясь от обеих сторон оптического накопителя, создают зоны интерференции (перекрытия) на записываемой основе. Полученные таким образом интерференционные полосы и представляют собой биты информации, которые могут быть записаны на разную глубину в несколько слоёв.

Компания также продемонстрировала четырёхслойный оптический диск объёмом 5 Гб и плотностью записи 1,25 Гб на один слой. Записываемая основа носителя состоит из 250-мкм фото-

полимера производства Nippon Paint, виртуально разбитого на четыре 50-мкм запи-сывающих слоя, находящихся между двух 600-мкм защитных слоёв. Мощность применяемого лазера составляет 3,5...4,5 мВт, длина волны – 405 нм.

Кроме несомненных преимуществ, получаемых от возможности записи в несколько слоёв, упомянутая технология значительно более устойчива к процессам расширения/сжатия полимерного носителя под воздействием нагрева, поскольку размер интерференционных полос значительно меньше таковых, применяемых при обычной голографической записи. Другим неоспоримым преимуществом продемонстрированной технологии является использование уже существующих лазеров, излучающих в сине-фиолетовом спектре, что значительно упрощит её практическое внедрение.

Согласно заявлению официальных лиц корпорации, целью проекта является создание оптического диска объёмом в 500 Гб, состоящего из 20 записывающих слоёв плотностью 25 Гб/слой.

techon.nikkeibp.co.jp

Sony представила гибкий OLED-дисплей толщиной 0,3 мм

Очевидно, что гибкие дисплеи, которые большинство скептиков и обывателей воспринимают сегодня как диковинную новинку, через пару лет смогут стать незаменимым атрибутом цифровой электроники, в которой сейчас приходится использовать стандартные ЖК-панели.

Сегодня миру известны множество компаний, работающих над усовершенствованием этих технологий. К примеру, недавно разработчики LG.Philips представили общественности 14,1-дюймовый дисплей, отображающий 4096 цветов. В тот же день другая компания, Nempotec, анонсировала подобную разработку.

Однако на этой неделе инженеры Sony превзошли все ожидания, предста-



вив гибкий OLED-дисплей, отображающий 16,7 млн. цветов, толщиной всего 0,3 мм. Новинка имеет размеры 64 × 64 мм, разрешение матрицы составляет 160 × 120 точек. Стоит отметить, что текущие наработки в сфере создания OLED-дисплеев позволяют выпускать панели, способные отображать несколько десятков тысяч цветов. К примеру, в арсенале компаний Samsung и LG.Philips имеются OLED-панели, отображающие 262 000 и 16 000 цветов соответственно.

daillytech.com

Европейцы не доверяют IPTV

Скептицизм общественности по поводу надёжности широкополосного доступа и среды Интернет в целом могут помешать широкому внедрению технологии IPTV, если только европейские сервис-провайдеры не пойдут путём предоставления смешанных услуг, предоставляющих более широкие возможности, чем только лишь альтернативный способ доступа к «просто TV», и не начнут конкурировать друг с другом иначе, чем только по цене и скорости предоставляемых соединений. К такому выводу пришли специалисты компании Juniper Networks, изучавшие текущее отношение европейских потребителей к IPTV.

По мнению Juniper, среднего потребителя не особенно заботит способ доставки телепрограмм и вряд ли он откажется от привычного телевидения в пользу IPTV только потому, что это модная и прогрессивная технология. Чтобы заинтересовать пользователя, ему нужно предложить новые и уникальные возможности - такие, например, как персонализированные каналы, более широкий выбор контента, интерактивность и возможность доступа с большего количества устройств. Своё исследование компания проводила путём опроса по тысяче респондентов в шести европейских регионах: Италии, Нидерландах, Скандинавии, Франции, Германии и Великобритании. Во всех случаях на сегодняшний день для потенциальных поставщиков услуг IPTV вырисовывается сомнительная перспектива успешного развития этого направления. Но, по мнению исследователей, шансы исправить положение, пересмотрев политику продвижения новой технологии, всё ещё сохраняются.

theregister.co.uk