

УДК 621.586

МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Асс. *Мустафаев М.Г.*, доц. *Мустафаева Д.Г.*

Кафедра электронных приборов.

Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет)

Рассмотрено физико-технологическое моделирование при создании приборных структур.

Достижения в технологии металлизации существенно влияют на основы кремниевой технологии. Качество технологии и надежность структур в основном определяются металлизированными межсоединениями [1]. Одной из характерных особенностей развития интегральных элементов (ИЭ) стало резкое возрастание роли проблем межсоединений элементов внутри ИЭ. Теснейшая связь между активным элементом – транзисторной структурой (ТС) и технологией его изготовления [2] является сутью всех прогрессивных разработок ИЭ с субмикронными размерами, ориентированных на достижения предельного сверхбыстродействия и степени интеграции элементно-технологической и конструктивной базы.

Моделирование ИЭ обеспечивает выявление распределения и контроля их выходных электрических параметров, когда вследствие значительных технологических отклонений, неизбежных для субмикронных приборных структур, на первый план выходит контроль абсолютного значения статистического разброса параметров, определяющих быстродействие и качество исполнения схемы. При физико-технологическом моделировании и проектировании ИЭ необходимо учитывать факторы, обусловленные: физическими ограничениями; альтернативами решений; оптимизацией технологического процесса.

При создании ИЭ необходимо знать физическое распределение примесей путем технологического моделирования и учесть влияние профилей примесей на их электрические характеристики путем физико-технологического моделирования. Моделирование технологии изготовления ИЭ повышает вероятность оптимизации

режимов технологии, геометрических размеров, конструкций элементов, достижения оптимального уровня быстродействия и степени интеграции.

Процесс физико-технологического моделирования эффективен с учетом того, что измерение электрических и электрофизических параметров структур сложно, трудоемко и зачастую характеризуется значительной погрешностью. Поэтому использование физико-технологического моделирования для идентификации электрических параметров приборных структур обеспечивает установление обратной связи между характеристиками прибора и технологией его изготовления, в перекрестной проверке результатов натурального и машинного эксперимента в течение процесса разработки и изготовления.

Применения моделирования технологии и приборных структур при изготовлении ИЭ позволяет точное определение параметров профиля примесей и электрических параметров приборных структур приобретает по мере уменьшения размеров элементов.

Основная предпосылка успешного применения методов физико-технологического моделирования для субмикронных элементов – достаточно точное предсказание физических ограничений и пределов, критических функциональных характеристик и параметров для проектирования и изготовления приборной структуры.

Физико-технологическое моделирование позволяет исследовать всевозможные допустимые отклонения в технологии и выявить факторы, которые могут влиять на процесс изготовления ИЭ и выход годных изделий. Возможность использования технологических моделей в качестве эффективных контроллеров технологического оборудования, проведения моделирования в реальном масштабе времени на средствах вычислительной техники, используемых при управлении технологическим процессом.

Сквозное физико-технологическое моделирование позволяют автоматизировать процесс расчета. Моделирование технологии и приборных структур облегчит работу пользователя, сделает ее более эффективной без ухудшения эффективности численных методов на различных этапах моделирования. Разработка автоматических алгоритмов взаимодействия технологических и физико-топологических программ, повышающих эффективность

численных методов и сквозного физико-технологического моделирования, является наиболее предпочтительным.

Подобная интеграция методов физико-технологического проектирования вызывается необходимостью жесткого контроля субмикронных тонкослойных приборных структур. Управление процессом производства требует высокой степени интеграции различных программ моделирования технологии и приборных структур.

Взаимодействие уровней моделирования изготовления приборов показано на рис. 1, где схематически представлены различные программные средства, используемые для разработки технологии производства ИЭ и связи между отдельными уровнями.

При моделировании технологий должны учитываться аспекты изготовления ИЭ. Результаты моделирования технологического процесса вместе со значениями электрических режимов, электрофизических констант и т.д. представляют собой исходные данные для программы моделирования приборных структур, которая рассчитывает их важнейшие электрофизические и электрические характеристики.

Схема моделирования технологии изготовления приборов.

Использование программ многоуровневого моделирования ИЭ позволяет точно прогнозировать их характеристики, получить информацию, которую не дает результаты лабораторных измерений. Обеспечит эффективное управление и установление корреляций технологических и электрических параметров элементов, возможность оптимального проектирования ИЭ, осуществления их быстроедействия и степени интеграции,

наилучшего качества исполнения для достигнутого уровня технологии.

В технологическом процессе изготовления ИЭ, особенно при производстве с субмикронными минимальными размерами, усиливается взаимосвязь между рабочими параметрами приборных структур и технологией их изготовления. Роль физико-технологического моделирования в разработке перспективной элементно-технологической и конструктивной базы становится основополагающей в свете требований достижения лучших, предельно возможных для достигнутого уровня технологии ИЭ.

Для развития физико-технологического моделирования необходимо практическое использование сложной современной аппаратуры, позволяющей измерять различные структурные и электрофизические параметры полупроводниковых материалов: вторично-ионные масс-спектрометры, сканирующие и растровые электронные микроскопы и т.д. Особенно это имеет место при моделировании технологических процессов производства ИЭ, где без надежной метрики невозможны создание новых и модификация практически используемых моделей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Чернышев А.А.* Основы надежности полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. М.: Радио и связь, 1988. 256 с.
2. *Курносоев А.И., Юдин В.В.* Технология производства полупроводниковых приборов и интегральных микросхем. М.: Высшая школа, 1979. 367 с.