

Д. т. н. В. В. БАРАНОВ, д. т. н. Т. БРЕЧКО, М. Н. НАЙБУК,
д. ф.-м. н. В. В. НЕЛАЕВ, к. т. н. В. Р. СТЕМПИЦКИЙ

Республика Беларусь, г. Минск, Белорусский государственный
университет информатики и радиоэлектроники
E-mail: baranov@ieec.org

Дата поступления в редакцию
14.01.2008 г.

Оппонент к. т. н. В. П. ПОПОВ
(НИИ микроприборов, г. Киев)

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Предложен подход к компьютерному проектированию и приведено описание аппаратно-программного комплекса GUI-SUPREM III для организации проектирования и моделирования технологии в микроэлектронике в сети Интернет.

Основная идея данной работы состоит в организации в сети Интернет процесса проектирования, например, интегральных схем, пространственно удаленными разработчиками. Реализация этой идеи позволит организациям и разработчикам, в разной степени обеспеченным дорогостоящими программами для проектирования и различными аппаратными средствами, осуществлять проектирование, проводя необходимые расчеты и модификацию проекта непосредственно в сети.

При создании такого проекта следует, прежде всего, организовать Web-сервер, представляющий собой программное обеспечение, которое открывает пользователю доступ к сайту в сети Интернет, а также производит обработку всех запросов, вводимых пользователем через браузер. Другая функция Web-сервера — осуществление обмена информацией о текущем состоянии проекта, полученной и обработанной при запросе пользователя. Таким образом, Web-сервер является связующим звеном между аппаратными средствами сети Интернет и пользовательским браузером. Наиболее удобным и эффективным в отношении указанных требований, на наш взгляд, является Web-сервер Apache.

Apache предоставляет богатые возможности, позволяющие настроить Web-сервер в соответствии с потребностями индивидуальных и корпоративных пользователей. Настройка сервера Apache производится с помощью директив, содержащихся в конфигурационных файлах. Apache позволяет создавать виртуальные Web-узлы, а также выполняет функции прокси-сервера. Если необходимо предоставить доступ к содержимому сервера лишь ограниченному кругу лиц (санкционированным пользователям), Web-сервер можно настроить так, чтобы при обращении к указанным каталогам сервер проверял регистрационные имена и пароли в собственной или в одной из подключенных к нему баз данных.

Следующий этап состоит в создании динамических шаблонных страниц, написанных на языке

HTML. Для разработки приложений, взаимодействующих с шаблонами, наиболее эффективным является использование языка Perl или PHP. Другая функция этих языков состоит в организации файла с исходными данными и заданием на моделирование с использованием соответствующего программного обеспечения (ПО) [1] для моделирования функционирования объекта проекта, например, программы для технологического (SUPREM), схемотехнического (SPICE) или топологического (MentorGraphics) проектирования интегральных схем.

Для обработки форм, которые содержат запросы на моделирование, а также результаты моделирования, необходима технология (язык), активно функционирующая в аппаратной среде сервера. В последнее время наиболее активное применение получает упомянутый выше язык PHP, встраиваемый в HTML-код и исполняемый в аппаратной среде сервера.

Для сохранения результатов моделирования в графическом формате оптимальной является стандартная бесплатная программа GnuPlot.

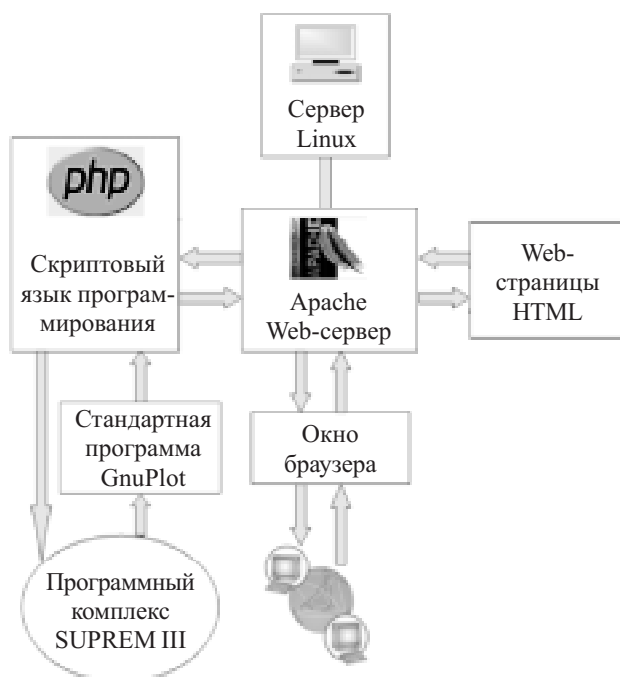


Рис. 1. Структурная схема аппаратно-программного комплекса GUI-SUPREM III

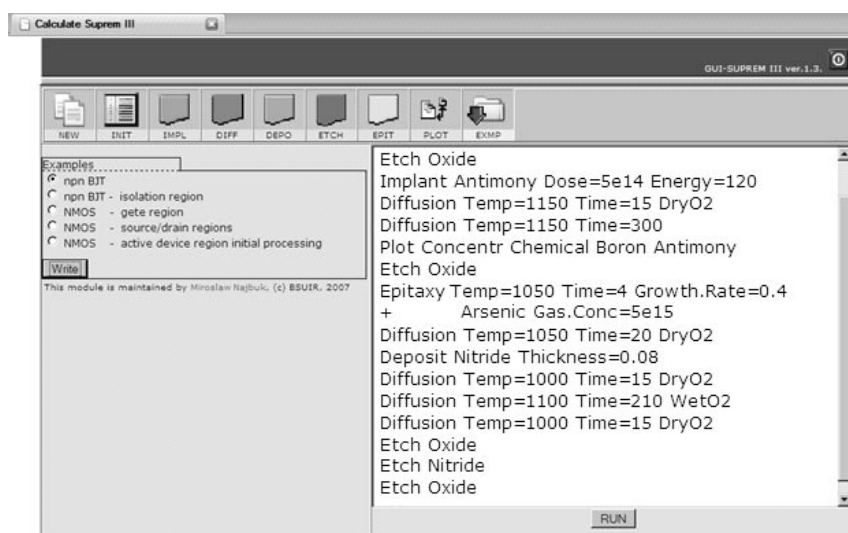


Рис. 2. Окно Web-сайта с динамической оболочкой

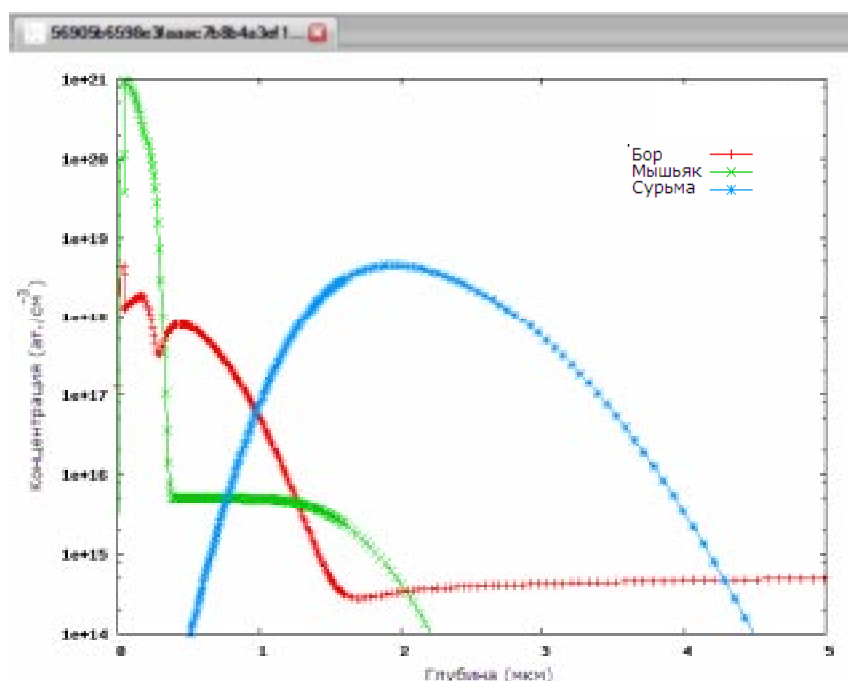


Рис. 3. Графики распределения концентрации примесей (бор, сурьма, мышьяк) по глубине подложки

В соответствии со структурной схемой, приведенной на **рис. 1**, реализован аппаратно-программный комплекс GUI (Graphical User Interface) — SUPREM III [2—4] для проектирования в сети Интернет (<http://e-rudio.net>) технологии изготовления интегральных микросхем (ИМС).

В качестве программы для моделирования технологических процессов формирования ИМС используется пакет SUPREM III, который является аналогом коммерческой программы Suprem3, стоимость которой составляет более десяти тысяч долларов. Suprem3 входит в состав модуля проектирования технологии ИМС ATHENA компании Silvaco [5] — лидера среди разработчиков современных программных средств проектирования в микроэлектронике.

Программный пакет SUPREM III предназначен для одномерного по пространству физического моделирования отдельных операций и технологического маршрута изготовления кремниевых приборов микроэлектроники. Программа позволяет осуществлять физическое моделирование базовых технологических операций, включая диффузионное и имплантационное легирование, диффузионное перераспределение примесей, окисление, эпитаксию, травление. Результатом моделирования технологии ИМС в среде SUPREM III является геометрия структуры прибора.

Для ввода директив на моделирование и их параметров (как технологических, так и расчетных) в среде аппаратно-программного комплекса GUI-SUPREM III используется разработанная авторами на интерпретируемом языке JavaScript динамическая оболочка (**рис. 2**). В среде этой управляющей оболочки возможен запуск как текущего задания на моделирование, так и различных примеров моделирования, разработанных авторами.

Окно с результатами моделирования в среде аппаратно-программного комплекса GUI-SUPREM III представлено в качестве примера на **рис. 3**.

Предложенная концепция взаимодействия удаленных разработчиков, создающих единый проект (например, в области проектирования в микроэлектронике), позволила разработать аппаратно-программный комплекс GUI-SUPREM III для организации проектирования и обучения технологии в микроэлектронике в глобальной сети Интернет.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Глушко А. А., Родионов И. А., Макаруч В. В. Моделирование технологии изготовления субмикронных КМОП СБИС с помощью систем TCAD // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. — 2007. — № 4. — С. 32—34.
2. Нелаев В. В., Стемпичий В. Р. Технологическое проектирование интегральных схем. Программа SSUPREM4. Учебн. пособие. — Минск: БГУИР, 2004.
3. Найбук М. Н., Нелаев В. В. Программный модуль GUI-SUPREM III для проектирования технологии интегральных схем. Методич. пособие. — Минск: БГУИР, 2007.
4. Najbuk M., Nelayev V. Internet-based learning and design in microelectronics // Proc. Int. Conf. «e-learning jako metoda spomagajaca proces kształcenia», Gdańsk, Poland, 2006. — P. 72—76.
5. <http://www.silvaco.com>