

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ



Национальный исследовательский
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

**Сборник материалов
XVI Российской научной
студенческой конференции**

Томск, 17–20 апреля 2018 г.



ТОМСК
«Издательство НТЛ»
2018

Моделирование параметров транзисторов на основе эпитаксиальных пленок GeSi/Si, выращенных методом молекулярно-лучевой эпитаксии

Н.С. Кравцова

Томский государственный университет, г. Томск

Разработки в области электронного материаловедения для СВЧ-компонентов во многом определяют прогресс развития современной электроники. Огромный интерес за рубежом в последнее время связан с использованием Si и SiGe при создании СВЧ-транзисторов. Одна из наиболее перспективных технологий, использующих транзисторы с высокой подвижностью электронов, – SiGe БиКМОП-технология. Ее преимущества заключаются в высокой граничной частоте транзисторов при сравнительно больших технологических нормах. Эта технология может найти широкое применение в беспроводных линиях связи и в приемопередающих модулях высокоскоростных оптических сетей 4G, 5G [1].

Основой предложенного процесса служит биполярный транзистор с гетеропереходом, в котором область базы легируется материалом SiGe, что позволяет получать такие предельные частоты, которые ранее считались недостижимыми для кремниевых приборов. Данный процесс улучшает и параметры пассивных элементов, увеличивая добротность индуктивных и емкостных элементов и позволяя получать широкий диапазон значений резисторов. Так же как и обычная кремниевая технология, процесс на SiGe обладает свойствами хорошей тепловой проводимости и низких токов утечки. Хорошая тепловая проводимость полезна при проектировании усилителя мощности, в то время как низкие токи утечки позволяют проектировать смешанные аналогово-цифровые микросхемы [2].

Метод молекулярно-лучевой эпитаксии является самым перспективным методом для создания и исследования таких структур. Сверхвысокий вакуум позволяет выращивать качественные тонкие пленки без дефектов. Благодаря вакууму в камере роста исключается содержание примесей, а также увеличивается свободный пробег атомов, что значительно увеличивает качество выращиваемых пленок. Низкая температура в процессе роста уменьшает диффузию атомов и молекул из прилегающих материалов. Наличие систем управления молекулярных источников дает возможность резкого прерывания и возобновления поступления потоков атомов и молекул выращиваемого материала, что позволяет создавать резкие границы структур между слоями. Возможность анализировать структуры, состав и морфологию растущих слоев в процессе их формирования способствует полу-

чению совершенных эпитаксиальных структур. Прежде чем заниматься созданием различных структур и элементов, необходимо всё это промоделировать с помощью компьютерного моделирования [3].

Synopsys Sentaurus TCAD – профессиональный софт для моделирования полупроводниковых приборов и создания техпроцессов их изготовления. Sentaurus TCAD позволяет создавать конструкции микро- и нанoeлектронных приборов путем разработки технологических процессов их изготовления. Также с помощью моделирования можно определить концентрацию любой примеси и материала, рассчитать паразитные емкости/индуктивности, провести анализ для постоянного и малого переменного сигнала.

В данной работе представлены результаты моделирования полупроводниковых приборов средствами TCAD Sentaurus (TCAD) на примере SiGe-транзистора. Вся структура выращивается с помощью молекулярной пучковой эпитаксии на подложке n -Si. Структура состоит из слоя $\text{Si}_{1-x}\text{Ge}_x$, за которым следует слой Si и слой SiO_2 . Параметры $N_{n\text{-Si}} = 8 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$, $N_{\text{SiGe}} = 5 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$, $N_{\text{Si}} = 1 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$, толщины $T_{\text{SiO}_2} = 18 \text{ нм}$, $T_{\text{Si}} = 6 \text{ нм}$, $T_{\text{SiGe}} = 20 \text{ нм}$ [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Малышев И.В., Ионов П.Л., Ренин В.В. Перспективы использования SiGe БиКМОП технологии для создания СВЧ-микросхем // Проблемы разработки перспективных микро- и нанoeлектронных систем (МЭС). – 2006. – № 1. – С. 191–193.
2. Шахнович И. Твердотельные СВЧ-приборы и технологии // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. – 2005. – № 4.
3. Иванов С.В. Молекулярно-пучковая эпитаксия: принципы, оборудование, применения, мировые тенденции: лекции для аспирантов ФТИ. – СПб., 2011. – 54 с.
4. Yang Peifeng, Li Jingchun, Yu Qi, Wang Xiangzhan, Yang Mohua. Design and fabrication of Si/SiGe PMOSFETs // J. Electronics (China). – 2002. – V. 19. – No. 1. – P. 108.

Kravtsova N.S. Modeling of parameters of transistors based on epitaxial GeSi/Si films grown by the MBE method

Кравцова Наталья Сергеевна, студентка; _natashka_96@mail.ru