

**Паничев Я.Н.¹, Шукин Д.В.¹, Михайлов Н.И.¹, Перепеловский В.В.¹,
Пушница И.С.², Фазылханов О.Р.², Марочкин В.В.³**

¹Санкт-Петербургский государственный электротехнический

университет «ЛЭТИ»

²АО «Светлана-Рост»

³Pixpolar Oy, Эспоо, Финляндия

Параметрическое исследование полевого транзистора Шоттки с гетероструктурой AlAs/GaAs

Приведено параметрическое исследование полевого транзистора с затвором Шоттки и гетероструктурой AlAs/GaAs на вольт-амперные характеристики. Используемая гидродинамическая двумерная численная модель для арсенид-галлиевых полевых транзисторов с затвором Шоттки позволяет учитывать эффекты нестационарной динамики электронов и исследовать сложные явления переноса носителей в полевом транзисторе.

Ключевые слова – полевой транзистор, гетероструктура, гидродинамическая модель, затвор Шоттки, AlAs/GaAs

ВВЕДЕНИЕ

Разброс параметров транзистора неизбежен для большинства технологических процессов. В конечном итоге он приводит к разбросу параметров интегральной схемы около номинальных значений, указанных в спецификации. Часть микросхем, параметры которых выходят за границы допустимых значений, уходит в брак (параметрический брак). Целью моделирования эффектов, связанных со статистическим разбросом параметров, является получение параметрической надежности проектируемых ИС.

ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Параметрическое исследование полевого транзистора с затвором Шоттки (ПТШ) проводилось в среде Synopsys Sentaurus TCAD.

При исследовании учитывались следующие параметры модели:

- Влияние поверхностных зарядов;
- Структура моделировалась в окружении вакуума;
- При моделировании гетерослоев учитывалась тонкопленочность модели (Thin-Layer);
- Расчет проводился с учетом гидродинамической модели (Hydrodynamic);
- Рекомбинация Шокли-Рида-Холла (Recombination (SHR));
- Радиационная рекомбинация (Recombination (Radiative));

Каждому из параметров модели полевого транзистора с затвором Шоттки поочередно задавалось приращение в $\Delta 10\%$, при этом другие параметры оставались неизменными.

Изменялись следующие параметры:

- Сдвиг затвора относительно заданного положения: затвор сдвигался на 0.1 мкм в сторону стока и истока;
- Концентрация гетерослоев AlAs/GaAs: AlAs – $9e+14 \text{ см}^{-3}$ и $1.1e+15 \text{ см}^{-3}$, GaAs – $9e+11 \text{ см}^{-3}$ и $1.1e+12 \text{ см}^{-3}$;
- Концентрация активного слоя nGaAs: nGaAs $1.8e+17 \text{ см}^{-3}$ и $2.2e+17 \text{ см}^{-3}$;
- Поверхностный заряд: $-9e+11 \text{ см}^{-2}$ и $-1.1e+12 \text{ см}^{-2}$;

Для каждого изменяемого параметра были определены: ток насыщения и крутизна вольт-амперной характеристики – результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты параметрического исследования ПТШ

Изменяемый параметр	Ток насыщения, мА	Крутизна ВАХ, мА/В
Экспериментальная ВАХ	35,7829	26,38963
Сдвиг затвора (в сторону стока)	35,5783	26,21969
Сдвиг затвора (в сторону истока)	35,8929	26,47095
Концентрация гетерослоев AlAs/GaAs (уменьшение)	35,7957	26,39973
Концентрация гетерослоев AlAs/GaAs (увеличение)	35,7702	26,37884
Концентрация слоя nGaAs (уменьшение)	29,9556	21,25554
Концентрация слоя nGaAs (увеличение)	41,6474	31,61285
Поверхностный заряд (уменьшение)	35,8633	26,42842
Поверхностный заряд (увеличение)	35,6965	26,34695
Структура без гетерослоев	33,8238	24,82059

По результатам параметрического исследования ПТШ можно сделать вывод:

- К наибольшему изменению тока насыщения ~ 6 мА, приводит изменение концентрации активного слоя nGaAs;
- Изменение концентрации гетерослоев AlAs/GaAs на $\Delta 10\%$ приводит к разбросу тока насыщения в $\sim 0,02$ мА;
- К разбросу тока насыщения в $\sim 0,08$ мА приводит изменение поверхностного заряда;

Библиографический список

1. Перепеловский В.В., Введение в приборно-технологическое моделирование устройств микроэлектроники [Комплект]: лаб. практикум / В.В. Перепеловский, Н.И. Михайлов, В.В. Марочкин; Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ". - СПб.: Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2011.
2. Перепеловский В.В., Разработка электронных устройств в среде Synopsys Sentaurus TCAD лаб. практикум / В.В. Перепеловский, Н.И. Михайлов, В.В. Марочкин; Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В.И. Ульянова (Ленина) "ЛЭТИ", 2011