DOI: 10.17117/na.2016.02.02.336

<http://ucom.ru/doc/na.2016.02.02.336.pdf>

Поступила (Received): 20.02.2016

**Вьюгинов В.Н., Тихомиров В.Г., Зыбин А.А., Видякин С.И.,
Маржановский И.Н., Чижиков С.В.**

**Оценка влияния режимов эксплуатации на ВАХ GaN
HEMT, с помощью численного моделирования**

**Vyuginov V.N., Tihomirov V.G., Zybin A.A., Vidyakin S.I.,
Marzhanovskii I.N., Chizhikov S.V.**

**Evaluation of the influence mode on the CVC GaN HEMT, use in
equipment for space application using numerical modeling**

Проведено численное моделирование влияния некоторых режимов эксплуатации на ВАХ полевых СВЧ-транзисторов на основе гетероструктур AlGaIn/GaN (HEMT). Результаты выполненных исследований позволяют сделать вывод о возможности достаточно эффективного использования численного моделирования для разработки СВЧ HEMT транзисторов с учетом особенностей реальных приборных конструкций

Done numerically simulated the effects of certain modes of operation on the CVC field of microwave transistors on the basis of heterostructures AlGaIn / GaN (HEMT). The results of these studies suggest the possibility of quite efficient use of numerical simulation for the development of HEMT microwave transistors allowing for the real instrument designs

Вьюгинов Владимир Николаевич

Кандидат физико-математических наук, директор
Светлана Электронприбор
г. С.-Петербург, пр. Энгельса, 27

Vyuginov Vladimir Nikolaevich

Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Director
Svetlana-electrondevice
St. Petersburg, Engels st., 27

Тихомиров Владимир Геннадьевич

Кандидат физико-математических наук, старший
научный сотрудник
Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет
г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 5

Tihomirov Vladimir Gennadevich

Candidate of Physical and Mathematical Sciences,
Senior Researcher
Saint-Petersburg state electrotechnical university
St. Petersburg, Professor Popov st., 5

Зыбин Андрей Артурович

Начальник лаборатории
Светлана Электронприбор
г. С.-Петербург, пр. Энгельса, 27

Zybin Andrei Arturovich

Head of laboratory
Svetlana-electrondevice
St. Petersburg, Engels st., 27

Видякин Святослав Игоревич

Аспирант
Московский государственный технический
университет им. Э. Баумана
г. Москва, 2-я Бауманская ул., 5

Vidyakin Svyatoslav Igorevich

Graduate
Moscow state technical university named N.E.
Bauman
Moscow, 2-ya Baumanskaya st., 5

Маржановский Иван Николаевич

Студент

*Московский государственный технический
университет им. Э. Баумана
г. Москва, 2-я Бауманская ул., 5***Marzhanovskii Ivan Nikolaevich**

Student

*Moscow state technical university named N.E.
Bauman
Moscow, 2-ya Baumanskaya st., 5***Чижиков Сергей Владимирович**

Студент

*Московский государственный технический
университет им. Э. Баумана
г. Москва, 2-я Бауманская ул., 5***Chizhikov Sergei Vladimirovich**

Student

*Moscow state technical university named N.E.
Bauman
Moscow, 2-ya Baumanskaya st., 5*

Работа выполнена при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России (Соглашение № 14.574.21.0116, уникальный идентификатор проекта RFMEFI57414X0116).

I. Введение

Использование методов математического моделирования, базирующихся на многомерных численных моделях расчета транспорта носителей, тепловых процессов и динамических характеристик позволяет дополнить, проверить и объяснить существующие экспериментальные данные, предсказать поведение приборных структур при изменении параметров, которые затруднительно экспериментально воспроизвести [1,2].

II. Основная часть

В работе проводилось численное моделирование влияния некоторых параметров эксплуатации и внешних воздействий на ВАХ полевых СВЧ-транзисторов на основе гетероструктур AlGa_N/Ga_N (HEMT). Необходимость прогнозирования выходных характеристик транзисторов потребовала построения моделей для статистики распределения носителей во всех областях гетероструктуры, модели дифференциальной подвижности электронов, а также тщательной настройки модели полного энергетического баланса транспорта носителей в канале HEMT-транзистора для учета разогрева основных носителей и адекватного описания процессов токопрохождения при внешних воздействиях и при особых режимах эксплуатации прибора.

На первом этапе работы проводилась адаптация численных моделей к особенностям конструкции и технологии транзисторных приборных структур [2], после чего были выполнены расчеты статических вольт-амперных и вольт-фарадных характеристик HEMT транзисторов. Рис.1. иллюстрирует пример расчета статических вольт-амперных характеристик для исследуемого гетероструктурного полевого транзистора и их сравнение с семейством экспериментальных характеристик. В качестве исследуемого режима эксплуатации в данном случае выступает разогрев транзистора при его функционировании в режиме с термостабилизацией и без нее. Хорошо видно, что даже в условиях работы прибора в среде, имеющей комнатную температуру, влияние саморазогрева на ВАХ очень значительно.

Рис. 1. Экспериментальные и расчетные ВАХ при саморазогреве транзистора с термостабилизацией и без нее

На втором этапе исследований моделировалось воздействие заданного внешнего фактора (интенсивности облучения) на проводимость двумерного газа и некоторые выходные характеристики исследуемого полевого транзистора. В работе [3] показано, что заметное уменьшение проводимости канала происходит после воздействия заданного внешнего фактора (в данном случае облучения потоком электронов) и является следствием возрастания рассеяния электронов в буфере GaN. В результате воздействия наблюдается сдвиг вольт-фарадной характеристики в сторону отрицательных напряжений, что исследователи объясняют возрастанием плотности объемного заряда, связанного с локальными центрами в слое AlGaIn. Детальные исследования спектров глубоких центров, проведенные авторами [3] для одной из транзисторных структур показывают, что в буферном слое происходит постепенное заглубление уровня Ферми. В результате моделирования указанного воздействия заданного внешнего фактора на ВАХ исследуемого транзистора при нулевом потенциале на затворе приведены на рис.2. Первая и вторая степени воздействия, показанные на рисунке, соответствуют различным дозам облучения.

Рис. 2. Снижение плотности тока стока в результате воздействия заданного внешнего фактора на исследуемую гетероструктуру GaN HEMT

Численные расчеты позволили предположить, что влияние заданного внешнего фактора на ВАХ исследуемого прибора весьма значительно (уменьше-

ние тока стока составляет почти 30%) и требуются дополнительные исследования для возможного изменения гетероструктуры и конструкции самого транзистора и проведения комплексной технологической оптимизации [4-6] с целью минимизации влияния внешних воздействий на работоспособность прибора.

III. Заключение

Результаты выполненных исследований позволяют сделать вывод о возможности эффективного использования численного моделирования НЕМТ транзисторов на основе нитрида галлия для выбора оптимальных режимов их эксплуатации.

Список используемых источников:

1. Palankovski V., Quay R., Selberherr S. *Industrial Application of Heterostructure Device Simulation*, IEEE J. Solid-State Circuits, 2001, Vol. 36, N. 9, pp.1365-1370.
2. Tihomirov V.G., Maleev N.A., Kuzmenkov A.G., Solovev Yu.V., Gladishev A.G., Kulagina M.M., Zemlyakov V.E., Dudinov K.V., Yankevich V.B., Bobil A.V., Ustinov V.M. *Issledovanie parametrov zatvornoj oblasti na staticheskie harakteristiki polevix SVCH-tranzistorov na osnove psevdomorfnih geterostruktur AlGaAs-GaAs. Fizika i tehnika poluprovodnikov*, 2011, vol. 45, №10.
3. Polyakov A.Ya. А.Я.Поляков и др., Тез. докл. 6-и Всерос. Конф. «Нитриды галлия, индия и алюминия – структуры и приборы», Санкт-Петербург, 18-20 июня 2008, с.146.
4. Vyuginov V.N., Gudkov A.G., Dobrov V.A., Leushin V.Yu., Meshkov S.A., Popov V.V. *Account of inheritable characteristics in terms of complex technological optimization of MMIC. 2011 21th Int. Crimean Conf. "Microwave & Telecommunication Yechnology" (CriMiCo'2011). Sevastopol, 2011, pp.709.*
5. Gudkov A.G., Leushin V.Yu., Meshkov S.A., Popov V.V. *Account Application of complex technological optimization for monolithic circuits designing. 200818th Int. Crimean Conf. "Microwave & Telecommunication Yechnology" (CriMiCo'2008). Sevastopol, 2008, pp.535-536.*
6. Gudkov A.G. *Complex technological optimization of microwave devices. 200717th Int. Crimean Conf. "Microwave & Telecommunication Yechnology" (CriMiCo'2007). Sevastopol, 2007, pp.521-522.*

© 2016, Вьюгинов В.Н., Тихомиров В.Г., Зыбин А.А.,
Видякин С.И., Маржановский И.Н., Чижиков С.В.
Оценка влияния режимов эксплуатации на ВАХ GaN
HEMT, с помощью численного моделирования

© 2016, Vyuginov V.N., Tihomirov V.G., Zybin A.A.,
Vidyakin S.I., Marzhanovskii I.N., Chizhikov S.V.
Evaluation of the influence mode on the CVC GaN
HEMT, use in equipment for space application using
numerical modeling