

**Е.Ю. Днестранская¹, А.М. Емельянов¹, К.В. Дудинов¹,
В.Г. Тихомиров², Ю.В. Федоров³**

¹ ФГУП "Научно-производственное предприятие "Исток"

² Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

³ Институт сверхвысокочастотной полупроводниковой электроники РАН

Исследование и создание наногетероструктур на основе GaN для миллиметрового диапазона.

В статье рассмотрены принципы работы гетероструктуры AlGaIn/GaN, указаны расположение основных дефектов гетероструктуры и методы их минимизации. Представлены результаты измерения параметров СВЧ-транзисторов и МИС КВЧ, разработанных в ФГУП «НПП «Исток» при поддержке ИСВЧПЭРАН г. Москва. Так же определены пределы применимости по рабочей частоте мощных транзисторов на основе наногетероструктур AlGaIn/GaN и показаны перспективы развития наногетероструктуры для миллиметрового диапазона.

Ключевые слова: GaN, наногетероструктура, рабочая частота

Создание мощного транзистора для миллиметрового диапазона и решение проблемы высокочастотной и долговременной нестабильности рабочих параметров транзисторов на GaN-наногетероструктурах в настоящее время остаются приоритетными задачами разработки и производства СВЧ-приборов. Параметры приборов на основе наногетероструктур AlGaIn/GaN чрезвычайно чувствительны к дефектам кристаллической решетки слоев наногетероструктуры, полученных в процессе роста наногетероструктуры и производства СВЧ-приборов и связанных как с разницей физических свойств кристаллической решетки материала наногетероструктуры и подложки, так и с поверхностным состоянием слоев наногетероструктуры и несовершенством используемых материалов. Таким образом,

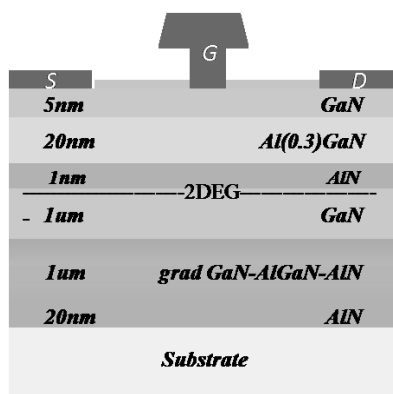


Рис. 1

основным направлением решения проблем нестабильности и долговечности GaN-транзисторов является поиск состава слоев наногетероструктуры, позволяющие снизить количество дефектов слоев гетероструктуры и достичь необходимых рабочих параметров транзисторов на ее основе. На сегодняшний день (на Ga-полярной наногетероструктуре) (рис.1) в ФГУП «НПП «Исток» при поддержке ИСВЧПЭРАН г. Москва достигнуты следующие параметры НЕМТ: максимальная выходная мощность 3 Вт/мм на 10ГГц и 300 мВт/мм на 40ГГц при рабочем напряжении до 15В.

Проведенное исследование зависимости рабочей частоты от длины затвора НЕМТ, толщины и состава слоя AlGaN наногетероструктуры позволило определить технологическое ограничение на рабочую частоту прибора, выполненного на Ga-

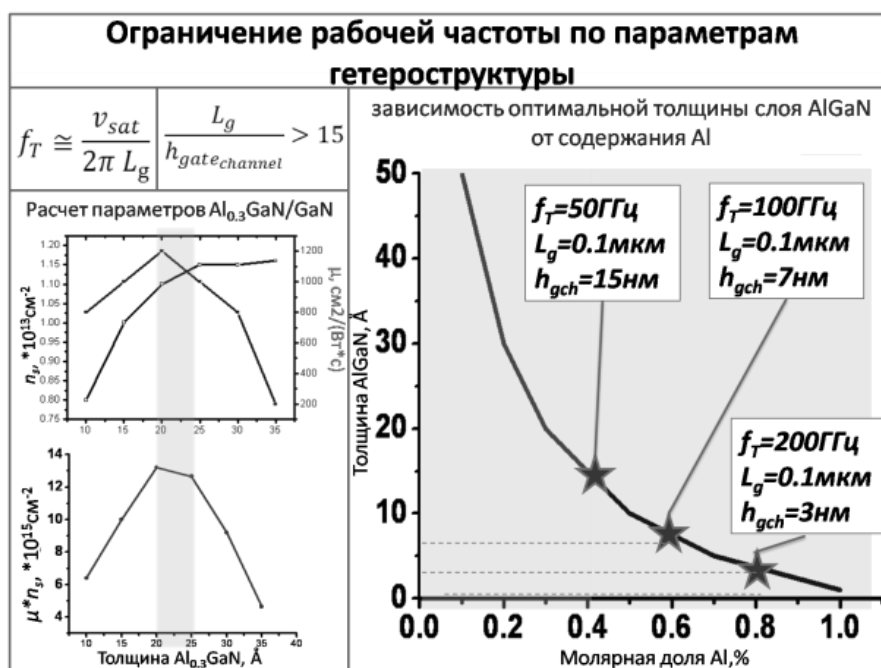


Рис. 2

полярной наногетероструктуре (рис.1). Для обеспечения работы транзистора в миллиметровом диапазоне требуется максимально уменьшить длину затвора транзистора. При этом для предотвращения короткоканальных эффектов необходимо уменьшить толщину слоя AlGaN, а для поддержания высокой мощности прибора необходимо поднимать содержание Al этого слоя. На рис.2 показана зависимость толщины слоя AlGaN от содержания Al, при содержании Al более 40% омические контакты технологически невозможны, отсюда мы получаем, что для повышения рабочей частоты прибора требуется проектирование наногетероструктур нового типа или состава.

Для миллиметрового диапазона (более 40ГГц) предлагается переход на новый тип наногетероструктуры такой как N-полярная наногетероструктура GaN/AlGaN (рис.3). Основной особенностью этой наногетероструктуры является формирование 2-го электронного газа над слоем AlN, соответственно из этого следуют главные плюсы этой структуры: нет коллапса тока, т.к. все дислокации дефектов находятся ниже активной зоны, соответственно нет ограничений по длине затвора, низкое контактное сопротивление, нет ограничения на содержание Al в слое AlGaN, рабочее напряжение до 40В и положительное напряжение отсечки [1].

В рамках ОКР «Галера Угол», проводимой в ФГУП «НПП «Исток», задание на разработку и производство данной наногетероструктуры получил НОТЦ-РАН г. Санкт-Петербург, который для этого имеет необходимое оборудование.

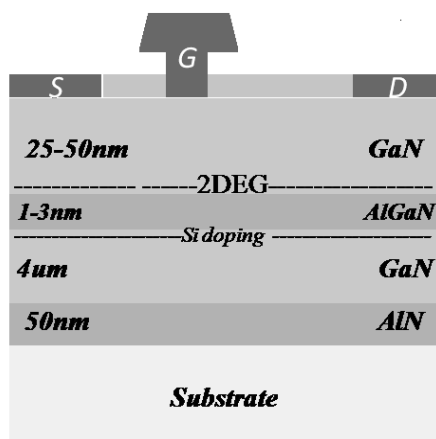


Рис. 3

миллиметрового диапазона.

В данном докладе рассмотрены принципы работы гетероструктуры AlGaN/GaN, указаны расположение основных дефектов наногетероструктуры и методы их минимизации. Кроме того, представлены результаты измерения параметров СВЧ-транзисторов и МИС КВЧ, разработанных в ФГУП «НПП «Исток» при поддержке ИСВЧПЭРАН г. Москва. Так же определены пределы применимости по рабочей частоте мощных транзисторов на основе традиционных наногетероструктур и показаны перспективы развития наногетероструктуры для

Библиографический список

- [1] Umesh K. Mishra et. al., Ieee Electron Device Letters, Vol. 32, No. 2, February 2011 Enhancement-Mode N-Polar GaN MISFETs With Self-Aligned Source/Drain Regrowth