

Сведения о ходе выполнения проекта

«Исследование и разработка технологии изготовления сверхвысокочастотных монокристаллических интегральных схем на основе гетероструктур InAlN/GaN для изделий космического применения»

Руководитель проекта д-р физ.-мат. наук Брудный В.Н.

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 26 сентября 2017 г. № 14.578.21.0240 с Минобрнауки России в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» на этапе № 1 в период с 26.09.2017 г. по 29.12.2017 г. выполнены следующие работы:

Составлен промежуточный отчет о ПНИЭР, в котором проведен обзор литературы по проблемам технологии изготовления СВЧ транзисторов на основе гетероструктур InAlN/GaN для космического применения и электрофизического моделирования СВЧ транзисторов на основе гетероструктуры InAlN/GaN для космического применения. Обосновано направление исследований и разработок. Проведен выбор и обоснование технологического оборудования для разработки технологии изготовления СВЧ InAlN/GaN транзисторов.

Проведен обзор литературы по проблемам технологии изготовления пассивных элементов СВЧ МИС, по проблемам изготовления субмикронных элементов топологии СВЧ транзистора, разработки СВЧ моделей СВЧ транзисторов на основе гетероструктур InAlN/GaN и пассивных элементов СВЧ МИС для миллиметрового диапазона длин волн, монтажа кристаллов микросхем мощных СВЧ усилителей на теплопроводящее основание. Проведены экспериментальные исследования технологии изготовления пассивных элементов СВЧ МИС и топологических элементов на подложках с транзисторными AlGaIn/GaN гетероструктурами на подложках SiC методом проекционной литографии. Проведен выбор и обоснование технологического оборудования для разработки технологических операций изготовления пассивных элементов СВЧ МИС, СВЧ МИС, а также средств измерений и оснастки, необходимых для оснащения измерительных стендов, разработки методик измерения параметров и проведения СВЧ измерений параметров и проведения СВЧ элементов СВЧ МИС.

Составлен отчет о патентных исследованиях.

Основные результаты проекта

Обзор научно-технической литературы позволил уточнить технические решения рассмотренным проблемам: выбрать диапазон поиска оптимального состава нитрида индия-алюминия для дальнейших исследований; уточнить

наиболее последовательность технологических операций, основные проблемы и параметры, характерные для транзисторов на основе InAlN; выбрать ПО и основные модели, используемые в ходе электрофизического моделирования СВЧ транзисторов; уточнить конструкции и основные требования к пассивным элементам СВЧ МИС; уточнить технологические приемы и материалы для формирования топологии затвора СВЧ транзистора; уточнить проблемы СВЧ измерений в мм диапазоне, выбрать ПО и схему измерений для создания СВЧ моделей транзисторов; определить варианты технологии монтажа кристаллов. Выполнено обоснование выбранных направлений разработки, уточнены задачи, которые необходимо решить в процессе разработки технологии. Получены результаты экспериментальных исследований технологий: роста слоев InAlN, изготовления транзисторов и пассивных элементов СВЧ МИС, проекционной литографии на пластинах AlGaIn/GaN на подложках SiC.

Найдены режимы эпитаксии и получены слои InAlN различного состава и толщины; исследована технология формирования транзисторов на различных по составу и толщине InAlN/GaN гетероструктурах, уточнены технологические режимы и параметры конструкции для дальнейшей разработки технологии. Плотности тока, напряжения отсечки, вид ВАХ транзисторов соответствуют современному уровню InAlN/GaN гетероструктурных транзисторов, что подтвердило высокое качество эпитаксиальных слоев; определены режимы основных технологических операций формирования МДМ конденсаторов, напыленных резисторов, линий передачи и индуктивностей. Показана принципиальная возможность интеграции технологии проекционной литографии в разрабатываемый технологический процесс.

Работы, предусмотренные техническим заданием и планом графиком, в отчетном периоде выполнены в полном объеме.