

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Ишуткина Сергея Владимировича «Разработка технологии и создание монолитного GaAs СВЧ малошумящего усилителя с металлизацией на основе пленок Al и Cu», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.04 – физическая электроника

Диссертация Ишуткина Сергея Владимировича посвящена разработке новой технологии создания монолитных интегральных схем (МИС) на псевдоморфных полевых транзисторах, где традиционная металлизация на основе золота заменяется пленками меди и алюминия. Актуальность данной работы обусловлена необходимостью разработки отечественных технологий для серийного производства СВЧ МИС, предназначенных для построения специальной аппаратуры и аппаратуры космической, спутниковой и мобильной связи. Не секрет, что разработка данных МИС диктуется в первую очередь задачами военного применения.

Диссертация С.В. Ишуткина состоит из введения, заключения и пяти глав. В первой главе дан обзор состояния разработок интегральных схем (ИС) с контактами на основе пленок алюминия и меди, как на арсениде галлия, так и на кремнии и нитриде галлия. На основании обзора сформулированы цель и задачи диссертации.

Во второй главе рассмотрены вопросы техники и методики экспериментов. Дано детальное описание предложенных автором технологий формирования тестовых элементов ИС, включая транзисторы и пассивные элементы схем с различными системами металлизаций. Описаны методики оценки термостойкости и термостабильности тестовых элементов и ускоренных испытаний на долговечность.

Третья глава посвящена анализу результатов экспериментов по созданию активных и пассивных элементов с различными системами металлизаций.

Четвертая глава посвящена исследованиям по разработке полного технологического маршрута изготовления СВЧ монолитной интегральной схемы малошумящего усилителя (МИС МШУ) X-диапазона, где большая часть металлизация выполнена с использованием пленок алюминия и меди.

И, наконец, в пятой главе проведен сравнительный анализ параметров МШУ, выполненных с применением систем металлизаций на основе алюминия и меди с параметрами МШУ, выполненных с металлизацией на основе золота.

В результате исследований автора, создана новая технология получения МИС на псевдоморфных транзисторах, где металлизация МИС изготавливается практически без

использования золота. При этом реализуются схемы с параметрами соответствующими лучшим зарубежным аналогам. Результаты работы свидетельствуют о достижении цели, поставленной в диссертации.

Необходимо отметить, что все исследования, представленные в диссертации, проведены с использованием самого современного технологического и измерительного оборудования.

Многие результаты, полученные автором, являются оригинальными. Можно выделить следующие наиболее существенные результаты.

1) Разработаны тестовые конструкции активных и пассивных элементов МИС, необходимые для отработки технологических процессов, предложены методики оценки параметров и качества этих элементов, определен состав необходимых испытаний и разработаны критерии качества.

2) Предложена конструкция и технология формирования межэлементной металлизации GaAs СВЧ МИС на основе плёнки меди с повышенной термостойкостью и термостабильностью параметров.

3) Предложена конструкция и технология формирования многослойной металлизации обратной стороны и сквозных отверстий пластины GaAs на основе плёнки меди.

4) Проведены испытания на долговечность GaAs СВЧ МИС и показано, что МШУ с металлизацией на основе пленок алюминия и меди не уступают МИС с традиционной металлизацией на основе пленок золота.

Достоверность результатов работы не вызывает сомнений. Все результаты прошли широкую апробацию на международных конференциях и опубликованы в рецензируемых журналах.

Исследования в диссертации выполнены корректно, а экспериментальный материал получен с использованием самого современного исследовательского оборудования. Поэтому научные положения, выносимые на защиту можно считать доказанными и обоснованными.

Значимость полученных автором результатов для науки, техники и производства связана с разработкой новой технологии изготовления МИС, предназначенной для серийного изготовления GaAs СВЧ МИС. Полученные результаты исследований создают все предпосылки для внедрения в производство этой технологии.

Результаты, выводы, а так же весь экспериментальный материал диссертационной работы можно рекомендовать для организаций, занимающихся разработкой и изготовлением GaAs полупроводниковых приборов и интегральных схем.

В диссертации имеются следующие недостатки:

1. В работе показано, что разработанная технология позволяет получать параметры схем близкие к МИС, созданным на основе металлизации из золота. Однако нет четкого обоснования эффективности использования разработанной технологии по сравнению с традиционной, поскольку стоимость золота, используемого при создании МИС, составляет всего несколько процентов от стоимости производственных затрат, включающих стоимость других материалов и зарплату сотрудников. Кроме того, в окончательном варианте маршрута МИС все-таки используется одна металлизация на основе золота и платины.

2. Отсутствуют важные, с нашей точки зрения, сведения о качестве разработанных барьерных контактов (затворов Шоттки в полевых транзисторов), а именно: данные о коэффициенте идеальности барьеров, высоте барьеров, величинах токов утечки и т.д.

3. В работе, посвященной формированию металлизации в МИС на основе нескольких слоев металлов, полученных разными методами, нет количественной информации об адгезии металлических пленок нанесенных как на фронтальную поверхность, так и на обратную сторону полупроводниковой структуры.

Несмотря на указанные замечания, можно констатировать, что диссертационная работа является полноценной, законченной научно-квалификационной работой, нацеленной на решение актуальной задачи, имеющей существенное значение для современной электроники. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Диссертация «Разработка технологии и создание монолитного GaAs СВЧ малошумящего усилителя с металлизацией на основе пленок Al и Cu», отвечает всем критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор Ишуткин Сергей Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.04 – физическая электроника.

Официальный оппонент,
начальник лаборатории АО «НИИПП», д. т. н.

Директор по научной работе АО «НИИПП»


Г. И. Айзенштат


Е.А. Монастырев

« 15 » 11 2016 г.

