

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации И.В.Кулинича «Микроэлектромеханический переключатель для сверхвысокочастотных широкополосных интегральных схем», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 «Антенны, СВЧ устройства и их технологии».

Диссертация посвящена одному из актуальных современных направлений так называемой «гетероинтеграции» - созданию конструкторских решений и технологии, позволяющих в едином технологическом процессе формировать на кристалле арсенида галлия микроэлектромеханические (МЭМС) устройства и традиционные СВЧ интегральные структуры.

Автором получены новые и полезные научные и практические результаты, состоящие в следующем.

- предложена конструкция микроэлектромеханического ключа на основе многослойных металлических и диэлектрических пленок, которая позволяет обеспечить расширенный частотный диапазон, увеличить надежность и ресурс ключа по сравнению с конструкцией на основе однослойной металлизации;

- предложена технология корпусирования СВЧ МЭМ ключа на уровне пластины, полностью совместимая с GaAs технологией, не требующая специальных материалов и оборудования. Разработанный метод корпусирования на основе каркасной системы позволяет проводить герметизацию МЭМС на уровне полупроводниковой пластины, сохраняя при этом свободное внутреннее пространство, необходимое для работы движущихся элементов схемы.

- разработан и исследован образец МЭМС с металлизацией на основе пленок меди, изготовленный на GaAs подложке по модернизированной GaAs технологии, имеющий электрические параметры на уровне параметров МЭМС с традиционной металлизацией на основе пленок золота.

С использованием полученных теоретических и экспериментальных результатов автором разработаны и изготовлены на промышленной линии GaAs интегральных схем образцы МЭМ ключей, имеющие вносимые потери менее 0,4 дБ в диапазоне частот от нуля до 25 ГГц, и СВЧ аттенюатор на их основе. Показано, что электрические параметры разработанных СВЧ МЭМ ключей с медной металлизацией превосходят электрические параметры зарубежных МЭМ аналогов и по ряду параметров, за исключением быстродействия, превосходят полупроводниковые коммутационные устройства. Разработанные устройства были экспериментально исследованы с подтверждением соответствия расчётных и экспериментальных данных.

Автореферат диссертации соответствует содержанию диссертации. Представленная работа соответствует научной специальности 05.12.07 «Антенны, СВЧ устройства и их технологии».

К недостаткам работы можно отнести следующее:

- в автореферате совершенно не раскрыто содержание второй главы диссертации, возникает ощущение, что автор не считает важным включенный в эту главу материал;

- на странице 5 автореферата утверждается, что применение автором пленок меди для изготовления МЭМС позволяет снизить их себестоимость, а также создаёт предпосылки для гетероинтеграции GaAs и Si интегральных схем. Однако нигде в автореферате не приводятся результаты численных оценок, обосновывающих снижение себестоимости, что позволяет поставить под сомнение значимость этого решения. Также совершенно непонятно, как именно будет способствовать гетероинтеграции арсенид-галлиевых и кремниевых интегральных схем медная металлизация;

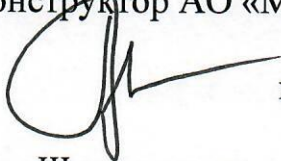
- на рисунке 14 (страница 19 автореферата) приведен график (по тексту автора) «зависимости коммутирующего тока от времени». Однако, на осях графика приведены обозначения напряжений (входного и управляющих электродов), из рисунка и сопутствующего текста совершенно невозможно понять, о чем на самом деле идет речь, и как данный график обосновывает полученную оценку времени переключения ключа.

Указанные выше недостатки работы несколько снижают ее качество, однако, не затрагивают принципиальные научные результаты, полученные автором. Диссертационная работа И.В.Кулинича выполнена на высоком научном уровне.

Диссертация И.В.Кулинича «Микроэлектромеханический переключатель для сверхвысокочастотных широкополосных интегральных схем» соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор Иван Владимирович Кулинич заслуживает присуждения ему искомой ученой степени.

Отзыв составил:

Главный конструктор АО «Микроволновые системы»,



к.т.н. Кищинский Андрей Александрович,

105122, РФ, г. Москва, Щелковское шоссе, д5, стр1
тел. +7 (903) 673-64-15, эл. адрес: ak@mwsystems.ru

Подпись составителя отзыва, к.т.н. Кищинского А.А., заверяю:

Генеральный директор АО «Микроволновые системы»

“06” декабря 2019 г.



С.А.Исаев