

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кулинича Ивана Владимировича
«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 Кулинича Ивана Владимировича посвящена разработке технологии создания микроэлектромеханических схем (МЭМС), работающих в СВЧ диапазоне.

Актуальность данной работы обусловлена необходимостью разработки новой компонентной базы для построения специальной аппаратуры, а также аппаратуры космической, спутниковой и мобильной связи с улучшенными характеристиками.

В автореферате формулируется цель исследования и приводится перечень задач, которые необходимо решить для достижения поставленной цели.

Целью диссертации явилась разработка технологии изготовления простейшего микроэлектромеханического СВЧ ключа на основе медной металлизации.

В автореферате кратко рассмотрены результаты исследований. Дается описание предложенной конструкции МЭМС ключа на основе копланарной линии. Рассмотрены два технологических маршрута. Первый маршрут описывает процесс изготовления МЭМС ключа, второй – демонстрирует процесс изготовления корпусов, закрывающих МЭМСы. В разработанном автором маршруте защитные корпуса изготавливаются непосредственно на пластине арсенида галлия, до разделения пластины на отдельные схемы.

Автор сообщает о разработке и изготовлении аттенуатора с использованием разработанного маршрута МЭМС. И, наконец, в автореферате приведены данные экспериментальных исследований созданных ключей. Показано, что разработанные ключи характеризуются следующими параметрами в диапазоне частот 0-25 ГГц: вносимые потери не более 0,5 дБ, развязка не менее 25 дБ. Измеренное время переключения разработанного ключа – 80 нс.

Наиболее существенным результатом диссертации И.В. Кулинича явился комплекс исследований автора, посвященный разработке технологии создания МЭМ ключа совместно с корпусом. Автором введены новые технологические операции в технологические маршруты, экспериментально подобраны режимы выполнения этих операций, выбраны материалы для этих операций, созданы действующие макеты МЭМС и исследованы их характеристики.

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

В диссертации имеются следующие недостатки:

1. Среди основных результатов работы автор указывает, что разработан технологический маршрут, позволяющий изготавливать в едином технологическом цикле СВЧ МЭМ ключи и GaAs СВЧ МИС. При этом автор сообщает о снижении себестоимости изделий. В то же время в автореферате нет никаких данных об этом разработанном маршруте. Из автореферата непонятно как можно совместить две разные технологии – технологию СВЧ МИС на основе золота и технологию на

основе меди, чтобы при этом получить уменьшение себестоимости изделий, принимая во внимание, что стоимость золота, содержащегося в МИС, обычно ничтожно мала по сравнению с общей стоимостью изделия.

2. В пункте о практической значимости говорится: «Разработанная технология СВЧ МЭМ ключа позволила создать серийно производимые GaAs СВЧ МИС, включающие СВЧ МЭМ ключи, в едином технологическом цикле». При этом нет описаний этих устройств и нет ссылок на документы об их серийном производстве.

3. В пункте «научная новизна» говорится, что СВЧ МЭМ ключи с медной металлизацией имеют S-параметры, превосходящие параметры СВЧ ключей на основе транзисторов и диодов, хотя хорошо известны серийно выпускаемые СВЧ ключи на основе полупроводниковых активных элементов, превосходящие по S-параметрам разработанный МЭМ ключ, например, MA4AGSW1 фирмы MACOM.

Необходимо подчеркнуть, что сравнение СВЧ ключей необходимо проводить по комплексу параметров, т.к. S-параметры не полностью характеризуют данные изделия. Например, время переключения разработанных МЭМ ключей значительно хуже (на четыре порядка больше), чем время переключения ключей на GaAs диодах и транзисторах. В автореферате нет данных о допустимой входной мощности и надежности разработанных ключей

4. В автореферате встречаются опечатки на стр.4, стр.5, стр.7 и на др.

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.

Диссертация «Микроэлектромеханический переключатель для сверхвысокочастотных широкополосных интегральных схем», отвечает всем критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, а ее автор Кулинич Иван Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – антенны, СВЧ устройства и их технологии. специальности 05.12.07 – антенны, СВЧ устройства и их технологии

начальник лаборатории АО «НИИПП» _____ Г.И. Айзенштат
634034, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 99а,
Тел. (382-2) 288-288, E-mail: niipp@niipp.ru

И.о. директора по научной работе АО «НИИПП»
_____ А.В. Васильев

«3» декабря 2019 г.



М.П.