

## **ИМИТАТОРЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИМПУЛЬСНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ТКАНИ ЧЕЛОВЕКА.**

Сагай Маруф Газаль Гобад, Н.В. Насонова, Я.Т.А. Аль-Адеми, М.Г. Давыдов, Т.А. Пулко

Для имитации свойств биологических тканей были выбраны капиллярно-пористые волокнистые матрицы со средним размером пор порядка десятков микрон. В качестве заполняющих жидкостей использовались водные растворы солей металлов. Капиллярно-пористая матрица имеет упорядоченную структуру пор, а удержание жидкости в ее объеме происходит за счет капиллярных сил и высоких гигроскопических свойств компонентов раствора. Влагосодержание полученных имитирующих материалов определялось как

... . В результате в составе микропористой структуры матрицы содержится большое количество объемов связанной воды, разделенной диэлектрическими прослойками, что имитирует клеточную структуру тканей организма. Состав раствора, степень заполнения пространства пор в матрицах, и структура пор обуславливают электрические параметры разрабатываемых материалов.

Исследовались образцы капиллярно-пористых матриц, заполненных различными водными растворами и с различной концентрацией, по электрическим параметрам близкие к параметрам биологических тканей тела человека.

В результате эксперимента установлены амплитуды напряжений, возникающих на электродах вследствие прохождения по образцу тока, индуцированного импульсным магнитным полем. Так как полученные значения напряжения зависят от расстояния между электродами, параметров самих электродов, а также параметров образца, рассчитана напряженность электрического поля и плотность тока, возникающие в образце под действием импульсного магнитного поля.

На основе анализа полученных результатов измерения удельной проводимости образцов и литературных данных по электрическим свойствам биологических тканей человеческого тела были выбраны образцы, наиболее соответствующие тканям тела человека. Показано, что экспериментально полученные сопротивления и рассчитанные удельные проводимости образцов хорошо коррелируют с характеристиками электрических свойств тканей тела человека в диапазоне частот 25–1000 Гц.

Разработанные образцы, как модели биологических тканей могут найти применение для защиты организма пользователей бытовых и промышленных источников ЭМИ, оценки силы воздействия импульсных магнитных полей во многих значимых областях деятельности.

## **ВЛИЯНИЕ МАТЕРИАЛА ПОДЛОЖЕК НА ЗАВИСИМОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК АЛЮМИНИЯ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ**

С.А. Бираң, А.В. Короткевич, Д.А. Короткевич, Л.В. Сологуб

Структурное совершенство пленок алюминия, используемых в металлизации устройств, предназначенных для защиты информации, имеет большое значение в обеспечении надежности полупроводниковых приборов и интегральных микросхем.

На температурную зависимость удельного электрического сопротивления металлов влияет только изменение удельного сопротивления, обусловленного рассеянием электронов на тепловых колебаниях решетки. Степень структурного совершенства пленок алюминия можно оценить по значению отношения  $\rho_{300\text{K}}/\rho_{4,2\text{K}}$  электрического сопротивления при комнатной температуре и температуре кипения жидкого гелия.

В работе исследована зависимость электрического сопротивления пленок алюминия в диапазоне температур от 4,2 К до 300 К. Пленки алюминия наносили на подложки из анодированного алюминия методом магнетронного распыления. В качестве образцов использовали резистивные структуры в форме меандра. Тонкопленочными резисторами в

меандрах были исследуемые алюминиевые пленки, а проводником служил слой V-Cu-Ni, полностью облуженный индиевым припоем. Ширина пленки алюминия составляла 200 мкм, площадь — 200 квадратов.

В результате проведенных исследований установлено, что кривые температурной зависимости относительного изменения сопротивления пленки имеют два характерных участка: в диапазоне температур от 4,2 К до 50 К — обусловленный остаточным сопротивлением, слабо зависящий от температуры и от 50 К до 300 К — прямо пропорционально зависящий от температуры. Этот результат можно объяснить тем, что перекрывающиеся металлические слои на алюминиевой подложке могут изменять поверхностный потенциал электронов проводимости на границе раздела, оказывая влияние на их число и подвижность вблизи поверхности. В зависимости от природы изменений, происходящих на границе раздела, сопротивление может или увеличиваться, или уменьшаться. Основным источником электрического сопротивления является рассеяние электронов на границах зерен, так как некоторая часть границ зерен ведет себя подобно свободным поверхностям. На величины электрического сопротивления проводников влияет также степень шероховатости поверхности, на которой сформирована исследуемая пленка.

## **МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НАДЁЖНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ ПО ПОСТЕПЕННЫМ ОТКАЗАМ**

**Е.Н. Шнейдеров, И.А. Бурак, А.И. Бересневич**

Методика позволяет применительно к конкретному экземпляру изделия электронной техники (ИЭТ) и заданной наработке  $t$  спрогнозировать значение его функционального параметра  $P$  и принять решение о надёжности экземпляра с учётом постепенного отказа для этой наработки. Соответствие рассматриваемого экземпляра требованию надёжности для заданной наработки  $t$  определяется сравнением прогнозного значения  $P$  с нормой, приведённой в технических условиях на ИЭТ, или со значением, указанным потребителем.

Индивидуальное прогнозирование применительно к испытываемому экземпляру выполняют методом имитационных воздействий, в основе которого лежит установление и использование статистических связей между изменениями параметров, вызываемыми, с одной стороны, имитационным воздействием, не приводящим к уменьшению рабочего ресурса ИЭТ, и, с другой стороны, — длительной наработкой (временем работы) ИЭТ [1]. Применение метода включает следующие этапы:

— экспериментальные исследования определённой выборки ИЭТ рассматриваемого типа вначале на воздействие имитационного фактора (здесь изменения параметров носят обратимый характер), а затем на длительную наработку (здесь изменения параметров носят необратимый характер);

— получение имитационной модели (функции пересчёта);

— определение ошибок прогнозирования;

— индивидуальное прогнозирование значения параметра  $P$  и, следовательно, надёжности (с учётом постепенного отказа) однотипных экземпляров, не принимавших участия в экспериментальных исследованиях.

### **Литература**

1. Боровиков, С. М. Статистическое прогнозирование для отбраковки потенциально ненадёжных изделий электронной техники : монография / С. М. Боровиков. — М. : Новое знание, 2013. — 343 с.

## **ИСПЫТАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ НА ДЛИТЕЛЬНУЮ НАРАБОТКУ**

**Е.Н. Шнейдеров, И.А. Бурак, А.И. Бересневич**

Для решения задач оценки надёжности новых выборок изделий электронной техники (ИЭТ) методом индивидуального прогнозирования с использованием имитационных