

СОДЕРЖАНИЕ

КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

Ю. Панферова

- 12 **СОЗДАЕМ РАБОЧИЕ МЕСТА: СОВРЕМЕННЫЙ ВЗГЛЯД НА ПРОИЗВОДСТВО МЕБЕЛИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

КОЛОНКА ДЕПАРТАМЕНТА

- 21 **РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

- 22 **НОВОСТИ**

ОТРАСЛЕВЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Ю. Ковалевский

- 30 **ПЛЕНАРНЫЕ ЗАСЕДАНИЯ РОССИЙСКОГО ФОРУМА «МИКРОЭЛЕКТРОНИКА 2025»**
ЧАСТЬ 3

- 38 **ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ И ВЫВОДА НА ГРАЖДАНСКИЙ РЫНОК ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПАССИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ**

РАСШИРЕННОЕ ЗАСЕДАНИЕ ЭКСПЕРТНОГО СОВЕТА
КОНСОРЦИУМА «ПАССИВНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

А. Соболев

- 48 **СОВРЕМЕННЫЕ КЛАСТЕРНЫЕ УСТАНОВКИ АЗИАТСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ С ТОНКИМИ ПЛЕНКАМИ НА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛАСТИНАХ**

В статье представлен обзор различных типов кластерных установок, выпускаемых азиатскими производителями, для проведения операций с тонкими пленками на полупроводниковых пластинах. Рассмотрены ключевые параметры кластерного СТО, которые оказывают влияние на процессы травления, осаждения и напыления тонких пленок.

Ключевые слова: специальное технологическое оборудование, тонкие пленки, плазменный реактор, плазменно-стимулированное осаждение, плазмохимическое травление, магнетронное распыление

И. Вознесенский

58 СВЧ-ПЛАЗМА 2,45 ГГц: ЭФФЕКТИВНАЯ ОЧИСТКА ЗАЗОРОВ В FLIP-CHIP-ТЕХНОЛОГИЯХ ПЕРЕД ЗАЛИВКОЙ АНДЕРФИЛОМ

В статье рассматривается метод очистки flip-chip-компонентов с применением СВЧ-плазмы, а также описывается специализированное оборудование для микроволновой плазменной обработки. Проведен сравнительный анализ данного метода и традиционных подходов, отмечена его эффективность при очистке узких зазоров.

Ключевые слова: флюсы, андерфил, технология flip-chip, СВЧ-плазма, технология микроволновой плазменной очистки

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В. Леляев

66 МЕТОДЫ ЩАДЯЩЕЙ ОБРАБОТКИ ТВЕРДЫХ И ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Важной задачей совершенствования микроэлектронных технологий является поиск надежных и щадящих методов обработки таких материалов, как SiC и GaN. В статье рассмотрены основные методы обработки полупроводниковых материалов, в том числе скрайбирование, дисковая резка, резка лазерным лучом.

Ключевые слова: широкозонные полупроводники, скрайбирование, дисковая резка, резка лазерным лучом, резка водонаправленным лазером

Ю. Чернышева, Е. Ермолаев, В. Егошин,
Ш. Шугаепов, Р. Ахметгалиев

72 НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД АО «ЗПП» К ЗАПОЛНЕНИЮ ПЕРЕХОДНЫХ ОТВЕРСТИЙ МЕТАЛЛИЗАЦИОННОЙ ПАСТОЙ

В статье рассматривается перспективный подход АО «ЗПП» к решению проблемы качественного заполнения переходных отверстий малого диаметра в МКК для ИС, заключающийся в использовании металлизационных паст с высоким содержанием мелкодисперсной твердой фазы металлического порошка.

Ключевые слова: металлокерамические корпуса, переходные отверстия, металлизационные пасты, мелкодисперсная твердая фаза

С. Круглов, О. Крютченко, А. Маннанов, В. Шевелёв

74 **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГЕРКОНОВ**

Приведены результаты исследований, направленных на улучшение эксплуатационных параметров герконов.

Разработаны технологические приемы изготовления герконов, основанные на создании микрорельефа на поверхности контакт-деталей за счет управляемого травления в кислотах.

Ключевые слова: герконы, контакт-детали, отжиг, спекаемость, микрорельеф, травление

КОНСТРУКТОРСКИЕ РЕШЕНИЯ

М. Соломатин

80 **ТЕПЛОПРОВОДЯЩИЕ МАТЕРИАЛЫ BERGQUIST SIL PAD: ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА**

В номенклатуру продукции, выпускаемой под брендом Bergquist, входит несколько десятков наименований материалов, в том числе теплопроводящие прокладки, гели, термопасты, клеи. В статье представлен обзор одной из самых популярных линеек – теплопроводящих изоляторов SIL PAD, а также других материалов для отвода тепла марки Bergquist, их ключевые особенности и области применения.

Ключевые слова: теплопроводящие материалы, термопасты, термопрокладки, стекловолокно, полиимидная пленка, графитовый наполнитель, полиэфирное волокно

Г. Иванов, А. Розвадовский, К. Степанова

86 **СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ ОТ УСТРОЙСТВ ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ, ПОДКЛЮЧАЕМЫХ К АППАРАТУРЕ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ**

В статье рассмотрены способы снижения уровней электромагнитных излучений, создаваемых вспомогательным оборудованием, подключаемым к аппаратуре спутниковой навигации, а именно медиапанелью и светодиодным табло.

Проведена оценка эффективности применения фильтров различных конструкций и экранирующей полиэстерной пленки.

Ключевые слова: аппаратура спутниковой навигации, медиапанель, светодиодное табло, фильтр электромагнитных помех, экранирующая полиэстерная пленка

КОНТРОЛЬ И ИЗМЕРЕНИЯ

А. Смирнов

92 ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН НА ПРИМЕРЕ ИСПЫТАНИЙ НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ СОВМЕСТИМОСТЬ

ЧАСТЬ 1

В статье проведен анализ соответствия нормируемых метрологических характеристик средств радиотехнических измерений регламентируемым требованиям измерительных задач по показателям точности на примере испытаний на ЭМС. Предлагается подход, который дает возможность достоверно определять характеристики измерительных преобразователей.

Ключевые слова: испытания на электромагнитную совместимость, метрологическое обеспечение, измерения радиотехнических величин, калибровка

Н. Фирсанов

102 ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЯ. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫХОДНОГО СИГНАЛА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Предложен вариант совершенствования действующих методов определения интервалов между поверками на примере датчиков давления, заключающийся в углубленном исследовании процессов, приводящих к изменению метрологических характеристик при эксплуатации.

Ключевые слова: датчик давления, интервал между поверками, физическая модель, регрессионный анализ

Р. Маркович

108 НОВЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА АКИП

Представлен обзор поставляемых компанией АО «ПриСТ» источников питания, номенклатура которых существенно расширилась в 2025 году. Систематизированы новые приборы и акцентировано внимание на наиболее интересных сериях.

Ключевые слова: источники питания: двухквadrантные, высоковольтные, программируемые, одноканальные импульсные, многоканальные

СВЧ-ЭЛЕКТРОНИКА

С. Ян

112 МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ КОНТРОЛЯ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЛЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ СВЧ-ДИАПАЗОНА

Предложена методика проектирования преобразовательных элементов на основе каскадных полосковых структур для контроля вектора электрического поля в СВЧ-направляющих системах. Методика обеспечивает интеграцию устройства в преобразовательный тракт без его конструктивных изменений. Эффективность подхода подтверждена апробацией в задачах неразрушающего контроля и мониторинга влажности почв.

Ключевые слова: СВЧ-направляющие системы, методика проектирования, генетический алгоритм, многокритериальная оптимизация, неразрушающий контроль

О. Басов, С. Ян

116 МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВЕКТОРА ПОЛЯРИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ В КАСКАДНЫХ ПОЛОСКОВЫХ СТРУКТУРАХ

Разработана математическая модель преобразования вектора поляризации электромагнитной волны в каскадных полосковых структурах, вычислительная эффективность которой в 127 раз выше эффективности численных методов при расчете 7-слойной структуры. Модель предназначена для проектирования прецизионных поляризационных устройств СВЧ-диапазона.

Ключевые слова: поляризация, матрица Джонса, каскадные полосковые структуры, СВЧ, математическая модель, анизотропия

СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

А. Строгонов

122 ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ КОНВЕЙЕРНОГО ПРОЦЕССОРНОГО ЯДРА RISC-V В БАЗИСЕ ПЛИС

В статье рассматриваются особенности разработки 5-стадийного конвейерного процессорного ядра RISC-V в САПР Altera Quartus Prime Standard Edition для последующей реализации в базе ПЛИС серии Cyclone V.

Ключевые слова: архитектура RISC-V, ModelSim Altera, конвейерный процессор, синтез кода, язык описания аппаратуры

ЭКОНОМИКА + БИЗНЕС

М. Макушин

128 3D ИС: ПРОГНОЗЫ РОСТА РЫНКА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЧАСТЬ 1

Оценки продаж 3D ИС в 2024 году колеблются от 12 до 20 млрд долл. 3D ИС являются результатом гетерогенной (по функциональности и проектным нормам) интеграции различных элементов. В статье оценивается географическая структура мирового рынка 3D ИС и приводятся прогнозы продаж до 2033 года.

Ключевые слова: 3D ИС, рынок, продажи, географическая структура мирового рынка 3D ИС, прогнозы