

СОДЕРЖАНИЕ

КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

Н. Одинцов

12 **АНТИСТАТИКА – ЭТО ПРЕЖДЕ ВСЕГО ВОПРОС НАДЕЖНОСТИ**

21 **КОЛОНКА ДЕПАРТАМЕНТА
РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

22 **НОВОСТИ**

СОБЫТИЕ НОМЕРА

Ю. Ковалевский

34 **ПЛЕНАРНЫЕ ЗАСЕДАНИЯ РОССИЙСКОГО ФОРУМА
«МИКРОЭЛЕКТРОНИКА 2025»
ЧАСТЬ 1**

ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

Ю. Ковалевский

42 **ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ: СТАНДАРТЫ,
ОБОРУДОВАНИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ «ЭМС»**

НОРМАТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

Т. Львова, Д. Короед, Н. Марысаев

50 **МОДЕРНИЗАЦИЯ БАЛЛЬНЫХ СИСТЕМ КАК ИНСТРУМЕНТ
ДОСТИЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЛИДЕРСТВА**

Правила признания промышленной продукции российской нуждаются в совершенствовании, поскольку в текущей версии методологии балльных систем отсутствуют стимулы для развития российских разработок. В статье предложены меры по модернизации балльных систем с учетом влияния разработок отечественных производителей на реализацию задач импортозамещения и достижение технологической независимости.

Ключевые слова: импортозамещение, балльные системы оценки, российские разработки, локализация производства

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Д. Абрамкин, В. Селезнев, А. Петров, В. Вдовин, Ю. Живодков, Д. Клименко

56 **Ni/Al₂O₃-ПОРОШКИ ДЛЯ НОВЫХ МЕТАЛЛ-ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВАРИСТОРНЫХ СТРУКТУР**

Рассматривается технология получения металл-диэлектрических варисторных структур на базе металлических Ni-порошков, покрытых тонким слоем диэлектрика Al₂O₃. Диэлектрическое покрытие формировалось методом атомно-слоевого осаждения.

Ключевые слова: металл-оксидные варисторы, зонная диаграмма, Ni-порошок, аморфный Al₂O₃, атомно-слоевое осаждение, атомно-силовая микроскопия

ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА

Э. Литвиненко, В. Полевиков, А. Красюков

62 **РАЗРАБОТКА ДАТЧИКА ХОЛЛА НА ОСНОВЕ КНИ МОП-ТРАНЗИСТОРА С УПРАВЛЕНИЕМ ПО НАПРЯЖЕНИЮ**

В статье представлен датчик Холла на основе КНИ МОП-транзистора, разработанный в АО «ЗНТЦ». Спроектирована и протестирована опытная микросхема бесконтактного датчика с линейным аналоговым выходом. Полученные характеристики устройства демонстрируют его применимость в различных областях техники, требующих точных измерений и управления.

Ключевые слова: датчик Холла, кремний на изоляторе, бесконтактное измерение, КНИ МОП-транзистор

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ

М. Тарнопольский

70 **РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ СКОЛЬЗЯЩИХ КОНТАКТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В РОССИИ НА ПРИМЕРЕ РАЗРАБОТОК КОМПАНИИ «АЙСИ ИНЖИНИРИНГ»**

ООО «АйСи Инжиниринг» разрабатывает и производит передовые электромеханические системы на базе скользящих контактных соединений. В статье представлены вращающиеся контактные устройства (ВКУ) от «АйСи Инжиниринг», передающие электрическое питание, сигналы управления и данные между неподвижными и вращающимися элементами. Описаны их характеристики и сферы применения.

Ключевые слова: вращающиеся контактные устройства, скользящие контактные соединения, опорно-поворотные устройства, импортозамещение, реверс-инжиниринг

КОНСТРУКТОРСКИЕ РЕШЕНИЯ

Ш. Шугаепов, Р. Ахметгалиев, В. Егошин, А. Лоскутова

76 **ОДНОКАНАЛЬНЫЙ И ДВУХКАНАЛЬНЫЙ КОРПУСА ТИПА DIP ДЛЯ СБОРКИ И ГЕРМЕТИЗАЦИИ КРИСТАЛЛОВ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ**

Представлены конструкция и технология изготовления металлокерамических корпусов двух типонаименований (МК 2101.8-8.01 и МК 2101.8-8.02) для сборки и герметизации кристаллов интегральных микросхем. Корпуса обеспечивают стабильную защиту кристаллов от внешних воздействующих факторов.

Ключевые слова: сборка, герметизация, кристаллы ИС, интегральные микросхемы, технология ТНТ (технология выводного монтажа)

- 82 А. Лешок, И. Козловский, Д. Ционенко
ВЫСОКОВЯЗКИЙ ТИКСОТРОПНЫЙ ТЕПЛОПРОВОДНЫЙ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НОМАКОН™ КПТД-4
В статье рассмотрены характеристики высоковязкого тиксотропного теплопроводного электроизоляционного материала НОМАКОН™ КПТД-4, такие как коэффициент теплопроводности, пенетрация, электрическая прочность. Описаны особенности применения материала при монтаже элементов радиоэлектронного оборудования.
Ключевые слова: термическое сопротивление, теплопроводность, композитные материалы, термопаста

СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

- 88 В. Демин, А. Ситников, А. Строгонов
СХЕМОТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ МЕМРИСТОРОВ НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ТИТАНА В LTspice
Исследованиям мемристоров и разработке нейроморфных систем на их основе в нашей стране уделяется большое внимание, однако в отечественной литературе практически отсутствуют примеры реализации Spice-моделей мемристоров. В статье рассматриваются особенности реализации в LTspice трех широко известных моделей мемристора – Батаса, Джоглекара и Биолека.
Ключевые слова: мемристор на основе диоксида титана, Spice-модель, общее сопротивление мемристора, гистерезис, модель Батаса, модель Джоглекара, модель Биолека

МИКРО- И НАНОСТРУКТУРЫ

- 98 Д. Суханов
ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАВЛЕНИЯ ОКСИДНОГО СЛОЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СТРУКТУР TSV
В статье представлен обзор методов оптимизации процесса травления оксидного слоя при формировании структур сквозных кремниевых межсоединений (TSV). Анализируется их влияние на качество и надежность 3D-интеграции полупроводниковых устройств.
Ключевые слова: сквозные кремниевые межсоединения, скорость травления, оксидный изолирующий слой, пассивационная пленка

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- 104 П. Кузнецов
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ДАВИДОНА – ФЛЕТЧЕРА – ПАУЭЛЛА ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЗАДАННОГО ПРОФИЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПРИ ИОННОМ ЛЕГИРОВАНИИ
Статья посвящена применению метода Давидона – Флетчера – Пауэлла для поиска минимума целевой функции при расчете параметров профиля концентрации при ионном легировании. Разработанная программа продемонстрировала высокую эффективность в определении оптимальных параметров, подтверждая адекватность подхода для решения поставленной задачи.
Ключевые слова: ионная имплантация, диффузионная теория Бирсака, метод Давидона – Флетчера – Пауэлла, минимум целевой функции, оптимизация

СВЧ-ЭЛЕКТРОНИКА

К. Джуринский, А. Андросов

114 РАДИОЧАСТОТНЫЕ СОЕДИНИТЕЛИ И КАБЕЛЬНЫЕ СБОРКИ НА 27-Й ЕВРОПЕЙСКОЙ МИКРОВОЛНОВОЙ НЕДЕЛЕ ЧАСТЬ 1

Рассмотрены передовые достижения некоторых зарубежных компаний в области соединителей, кабелей и кабельных сборок диапазона СВЧ. В первой части статьи рассмотрены полимерные радиочастотные соединители компании Corning, кабельные сборки компаний SV Microwave и Smiths Interconnect.

Ключевые слова: кабели, кабельные сборки, соединители

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И ВСТРАИВАЕМЫЕ СИСТЕМЫ

А. Бекмачев

122 КОМПАНИЯ ИНЕЛСО: КОМПОНЕНТЫ BLITZSensor, BLITZMotor, BLITZConnect ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Компания ИНЕЛСО осуществляет комплексную поставку ключевых компонентов для применения в беспилотных, автономных транспортных средствах. В статье представлен обзор целевых рынков беспилотных транспортных средств и подборка предлагаемых компанией ИНЕЛСО специализированных электронных и электромеханических компонентов марок BLITZSensor, BLITZMotor, BLITZConnect.

Ключевые слова: беспилотное транспортное средство, датчик движения, система навигации, электропривод, электронный компас

126 АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ ВЕНТИЛЯТОРНЫХ ГРАДИРЕН С УЧЕТОМ УРОВНЯ ВИБРАЦИИ

Рассматривается проблема повышенной вибрации вентиляторных градирен на АО «Газпромнефть-МНПЗ». Установлено, что эксцентриситет лопастей, вызванный погрешностями монтажа, приводит к превышению норм вибрации по ГОСТ. Разработан алгоритм автоматизированного управления, контролирующей работу вентиляторов, что обеспечивает безопасную эксплуатацию и предотвращение аварий.

Ключевые слова: виброобследование, вентиляторная градирня, вибрация, эксцентриситет, лопастная частота, балансировка, алгоритм автоматизированного управления

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

134 ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

О. Остроумов, И. Черных, Г. Базир, О. Лепешкин
К современным сложным техническим системам (к которым можно отнести информационные системы, системы связи, управления) предъявляются жесткие требования, в первую очередь по способности выполнять свои задачи. В статье предлагается подход к синтезу сложных систем, который позволяет обеспечить ее устойчивое функционирование.

Ключевые слова: сложные технические системы, система связи, система управления, мониторинг, синтез системы, функционирование

ПОДГОТОВКА КАДРОВ

140 AGILE-МЕТОДОЛОГИЯ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ПЕРЕДОВОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ ТулГУ: ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

В статье представлена инновационная методология по подготовке инженеров, которая реализуется в «Тулльской инженерной школе «Интеллектуальные оборонные системы». Ключевой элемент образовательной программы – Agile-подход, интегрирующий теорию, практику и формирование профессиональных компетенций.

Ключевые слова: Agile-методология, инженерное образование, ПИШ ТулГУ, междисциплинарные команды, практико-ориентированное обучение, Scrum, спринты, T-shaped-компетенции

112 ИНЖЕНЕРУ