

КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

С. Легостаева

- 12 **ДЛЯ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ МЫ ДОЛЖНЫ ДЕЙСТВОВАТЬ ВМЕСТЕ**

КОЛОНКА ДЕПАРТАМЕНТА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

- 22 **НОВОСТИ**

ПОРТРЕТ ФИРМЫ

- 32 **ПОЛВЕКА ОПЫТА И ДОСТИЖЕНИЙ: ПРОИЗВОДСТВУ «ТЕХНОТЕХ» – 50 ЛЕТ!**

НАДЕЖНОСТЬ И ИСПЫТАНИЯ

П. Лысенко

- 36 **СЕРТИФИКАЦИЯ СМК ПО ГОСТ Р ИСО 9001-2015: ЗАЧЕМ ЭТО НУЖНО?**

А. Петровичев

- 38 **ИСПЫТАНИЯ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРЯМОГО УДАРА МОЛНИИ НА АВИАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

В статье на примере раздела 23.0 квалификационных требований КТ-160G / 14G для авиации рассматривается порядок проведения испытаний на воздействие прямого удара молнии, требования к оборудованию и методам оценки результатов, а также возможные проблемы и пути их решения при реализации испытаний.

Ключевые слова: испытания на стойкость к прямому удару молнии, квалификационные требования КТ-160G / 14G, летательный аппарат, высоковольтный разряд, воздействие сильным током, генератор испытательных импульсов

А. Чиминёв

- 42 **ПЕЧАТНАЯ ПЛАТА – КЛЮЧЕВОЙ КОМПОНЕНТ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ НАДЕЖНОСТЬ КОНЕЧНОГО ПРОДУКТА**

Рассматривается ряд факторов, определяющих надежность печатных плат, связанных с дизайном, материалами, процессом изготовления, контролем и испытаниями и предъявляемыми к изделию требованиями. Приводятся некоторые особенности требований к печатным платам стандартов IPC в зависимости от класса изделия, а также альтернативные и дополнительные требования компании NSAB.

Ключевые слова: печатная плата, надежность, гарантийный поясок контактной площадки, металлизация отверстий, заполнение отверстий, микропереходные отверстия, микрошлиф, горячее лужение, стандарты IPC, спецификация NSAB

М. Перлман

**48 2D METROLOGY – АВТОМАТИЧЕСКИЕ 2D-ИЗМЕРЕНИЯ
ДЛЯ ТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ПРОВОДНИКОВ
С ЗАДАННЫМ ВОЛНОВЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ**

Обоснована потребность в стопроцентном контроле импеданса ВЧ-линий на платах для цифровой электроники. Приведены факторы, влияющие на волновое сопротивление таких линий. Описан продукт компании Orbotech – встроенный в АОИ инструмент для быстрых и точных измерений размеров поперечного сечения проводника в процессе инспекции плат.

Ключевые слова: высокочастотная электроника, длинные линии, контроль импеданса, поперечное сечение печатных проводников, быстрое измерение, АОИ

И. Васильев

**52 ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ УДЕЛЬНОГО И ПОВЕРХНОСТНОГО
СОПРОТИВЛЕНИЙ ЧЕТЫРЕХЗОНДОВЫМ МЕТОДОМ**

Приведен обзор современных методов измерения удельного и поверхностного сопротивлений, описаны преимущества и недостатки каждого из них, а также возможные способы устранения этих недостатков. В качестве готового решения представлены ручные и автоматические программно-аппаратные комплексы, которые способны решать различные задачи производства при измерении электрофизических параметров

Ключевые слова: удельное сопротивление, поверхностное сопротивление, четырехзондовый метод

ЭЛЕКТРОНИКА ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А. Ухов, В. Герасимов, Л. Селиванов, В. Симон

60 ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ УМНЫХ ЗАМКОВ

Рассмотрены общие принципы функционирования умных замков с беспроводной связью. Предложена новая конструкция умного замка с двумя каналами связи и рассчитано его энергопотребление. Обосновано преимущество использования дополнительного канала связи для повышения безопасности и надежности умного замка.

Ключевые слова: умный замок, беспроводная связь, Bluetooth Low Energy (BLE), безопасность

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ

Дж. Толлефсон

64 «АЛЛО! МЕНЯ СЛЫШНО?»

**КАК НЕ ДОПУСТИТЬ РАЗРЫВОВ СОЕДИНЕНИЯ
В КРИТИЧЕСКОЙ IoT-АППАРАТУРЕ**

АВТОМОБИЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Д. Мак-Грат

68 ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕСПРОВОДНЫХ ЧИПСЕТОВ 5G ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Рассмотрены проблемы, связанные с проектированием беспроводных чипсетов 5G для беспилотных автомобилей. Отмечено, что контрольно-измерительные решения, применяемые для тестирования таких чипсетов, должны точно измерять и оценивать характеристики сигнала, не порождая новых проблем.

Ключевые слова: беспилотные автомобили, технологии 5G, беспроводные чипсеты

КОНТРОЛЬ И ИЗМЕРЕНИЯ

Махасин Фра, В. Беляев, И. Леонисова

70 ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОТ РАДИОЧАСТОТНЫХ ИСТОЧНИКОВ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЧЕЛОВЕКА

Рассматривается интенсивность электромагнитного излучения в различных частотных диапазонах, обсуждается возможная его опасность для человека и животных.

Ключевые слова: источники ЭМ-излучения, предельный уровень облучения

А. Иванов

76 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОДДЕРЖКИ ПЕРИФЕРИЙНОГО СКАНИРОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗОЙ

В статье приводится обзор состояния поддержки отечественной ЭКБ стандарта периферийного сканирования IEEE 1149.1. Рассматриваются существующие проблемы и препятствия при внедрении технологии, а также пути их преодоления.

Ключевые слова: периферийное сканирование, цифровая ЭКБ, российская ЭКБ, тестирование собранных печатных плат

ЭЛЕКТРОННАЯ КОМПОНЕНТНАЯ БАЗА

Е. Павлюкович

80 ОПЕРАТИВНАЯ ПАМЯТЬ ОТ GSI TECHNOLOGY: РЕКОРДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ВЫСОКАЯ НАДЕЖНОСТЬ

Компания GSI Technology специализируется на разработке высокопроизводительной статической оперативной памяти, занимая в этой области ведущие позиции в мире. В статье приведены основные сведения о компании и выпускаемых ею продуктах.

Ключевые слова: GSI Technology, статическая оперативная память, задержка чтения, полоса пропускания, скорость доступа, радиационно-стойкая микросхема, IP-контроллер, нейросетевой детектор для искусственного интеллекта

- А. Котюков, А. Никонов, А. Заславский, Ю. Иванов
- 86 **ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КВАРЦЕВЫХ ГЕНЕРАТОРОВ С ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТАБИЛЬНОСТЬЮ**
- В статье рассматриваются особенности эксплуатации термостатированных кварцевых генераторов, методики измерения температурной стабильности, а также влияние на нее других факторов.
- Ключевые слова:** термостатированные кварцевые генераторы, температурная стабильность

СВЧ-ЭЛЕКТРОНИКА

- В. Геворкян, В. Кочемасов
- 90 **ФЕРРИТОВЫЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ**
- ЧАСТЬ 1
- Рассмотрены ферритовые переключатели. Приведена информация о принципах построения, вариантах конструкций и характеристиках данных устройств.
- Ключевые слова:** ферритовые переключатели, развязка, вносимые потери, время переключения

МИКРОМОДУЛИ И МИКРОБЛОКИ

- Д. Вертянов, С. Евстафьев, П. Виклунд, В. Сидоренко
- 96 **ТЕХНОЛОГИИ ВНУТРЕННЕГО МОНТАЖА БЕСКОРПУСНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МИКРОСИСТЕМ СО ВСТРОЕННЫМИ КРИСТАЛЛАМИ**
- ЧАСТЬ 1
- В статье представлен обзор технологий и конструктивно-технологических решений для внутреннего монтажа бескорпусных элементов в структуру подложки корпусов и печатных плат, рассмотрены проблемы и способы их решения в процессе реализации проекта со встроенными активными и пассивными элементами, выполненного с помощью САПР компании Mentor, A Siemens Business.
- Ключевые слова:** технология внутреннего монтажа, бескорпусной элемент, подложка, встроенный компонент, адгезив, препрег, ламинат, металлическая фольга, технология Chip First, технология Chip Last, лазерная обработка

МИКРО- И НАНОСТРУКТУРЫ

- А. Камышева
- 106 **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ИОНОСЕЛЕКТИВНЫХ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ С МЕМБРАНАМИ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ ТАНТАЛА, НИОБИЯ И ТИТАНА**
- В рамках исследования по созданию прототипа чувствительного элемента для датчиков загрязнения воды произведен сравнительный анализ вольт-амперных характеристик ионоселективных полевых транзисторов с мембранами на основе ниобия, тантала и титана. Установлено, что данные транзисторы дают одинаковый отклик на ионы водорода.
- Ключевые слова:** датчики загрязнения воды, ионоселективные полевые транзисторы, вольт-амперные характеристики, подзатворный диэлектрик, мембраны, оксиды ниобия, тантала и титана

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

В. Андриянов, С. Сидельников, С. Горячкин

110 ПРИВОД ВРАЩЕНИЯ И ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЗАТРАВКИ ДЛЯ УСТАНОВОК ВЫРАЩИВАНИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ КРЕМНИЯ МЕТОДОМ ЧОХРАЛЬСКОГО

Рассмотрена конструкция привода вращения и перемещения затравки для установок выращивания монокристаллов кремния методом Чохральского. Отмечено, что особенностями привода являются применение цилиндрического дифференциала в его кинематике, а также использование цепи в качестве гибкой подвески.

Ключевые слова: монокристаллический кремний, метод Чохральского, привод, затравка

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Н. Кульчицкий, А. Наумов, В. Старцев

114 ОХЛАЖДАЕМЫЕ ФОТОПРИЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА ИК-ДИАПАЗОНА НА КАДМИЙ-РТУТЬ-ТЕЛЛУРЕ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Анализируется состояние и перспективы развития рынка охлаждаемых ИК фотоприемных устройств на кадмий-ртуть-теллуре.

Ключевые слова: ИК-детекторы, кадмий-ртуть-теллур, матричные ФПУ, метод Бриджмена, эпитаксия

Н. Толочко, В. Ланин

124 3D-ПЕЧАТЬ В ЭЛЕКТРОНИКЕ

Рассмотрены разновидности технологий 3D-печати, применяемых в электронике. Обсуждены особенности применения этих технологий для создания различных электронных устройств и их компонентов. Особое внимание уделено использованию технологий мультиматериальной и гибридной 3D-печати во встроенной, конформной и гибкой электронике.

Ключевые слова: технологии 3D-печати, электронные устройства, встроенная, конформная и гибкая электроника

ЭКОНОМИКА + БИЗНЕС

И. Покровский

134 КАК ПЕРЕЙТИ ОТ БОРЬБЫ ЗА ДОМИНИРОВАНИЕ К СОВМЕСТНОМУ РАЗВИТИЮ

Рассматривается использование компаниями цифровых платформ в качестве инструмента достижения доминирования на рынках и связанные с этим негативные факторы для дальнейшего технологического и экономического развития. Приводится вариант противостояния технологической и экономической зависимости от глобальных корпораций, и описываются его основные идеи.

Ключевые слова: цифровые платформы, технологические платформы, монополизация, глобальные корпорации, технологическая и экономическая зависимость, вендеронезависимость