

COMPETENT OPINION

A. Kishchinsky  
 WE SEE THAT WE CAN SPEAK WITH FOREIGN COMPANIES ON EQUAL TERMS

COLUMN OF DEPARTMENT OF RADIO-ELECTRONIC INDUSTRY

NEWS

EXHIBITIONS & CONFERENCES

Yu. Kovalevsky  
 CONFERENCE "STATE SUPPORT OF EXPORT ACTIVITIES OF RADIO-ELECTRONIC INDUSTRY ENTERPRISES"

V. Meylitsev  
 MICROELECTRONIC ASSEMBLY AND PACKAGING TECHNOLOGIES III ANNUAL TECHNOLOGY CONFERENCE "TECHNOLOGIES OF MICROELECTRONIC ASSEMBLY AND PACKAGING" BY GLOBAL ENGINEERING CC

REPORT FROM A COMPANY

Yu. Kovalevsky, O. Salikova  
 IT'S TIME TO MOVE TO RUSSIAN TECHNOLOGY, ESPECIALLY WHEN THERE IS ONE VISIT TO ST. PETERSBURG'S CENTER ELMA LLC

Yu. Kovalevsky  
 FLEXIBILITY OR PRODUCTIVITY OF CONTRACT MANUFACTURING: IS THE DILEMMA SOLVABLE? VISIT TO NANOTECH LLC ASSEMBLY SITE

MANUFACTURING EQUIPMENT AND PROCESS MATERIALS

A. Zavalko  
 UNIVERSAL ASSEMBLY CENTERS: HOW TO ACCELERATE THE MARKET LAUNCH OF COMPLEX AND UNIQUE PRODUCTS

КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

А. Кищинский  
 МЫ ВИДИМ, ЧТО МОЖЕМ РАЗГОВАРИВАТЬ С ЗАРУБЕЖНЫМИ КОМПАНИЯМИ НА РАВНЫХ

КОЛОНКА ДЕПАРТАМЕНТА РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

НОВОСТИ

ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

Ю. Ковалевский  
 КОНФЕРЕНЦИЯ «ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА ЭКСПОРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

В. Мейлицев  
 ТЕХНОЛОГИИ МИКРОЭЛЕКТРОННОЙ СБОРКИ И КОРПУСИРОВАНИЯ III ЕЖЕГОДНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ГК «ГЛОБАЛ ИНЖИНИРИНГ» «ТЕХНОЛОГИИ МИКРОЭЛЕКТРОННОЙ СБОРКИ И КОРПУСИРОВАНИЯ»

РЕПОРТАЖ С ПРЕДПРИЯТИЯ

Ю. Ковалевский, О. Саликова  
 ПОРА ПЕРЕХОДИТЬ НА РОССИЙСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ. ОСОБЕННО, КОГДА ОНИ ЕСТЬ ВИЗИТ В ООО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ЦЕНТР «ЭЛМА»

Ю. Ковалевский  
 ГИБКОСТЬ ИЛИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ КОНТРАКТНОГО ПРОИЗВОДСТВА: ДИЛЕММА РАЗРЕШИМА? ВИЗИТ НА СБОРОЧНО-МОНТАЖНОЕ ПРОИЗВОДСТВО КОМПАНИИ ООО «НАНОТЕХ»

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

А. Завалко  
 УНИВЕРСАЛЬНЫЕ СБОРОЧНЫЕ ЦЕНТРЫ: КАК УСКОРИТЬ ВЫВОД НА РЫНОК СЛОЖНЫХ И УНИКАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

ЭЛЕКТРОНИКА №9 (00190)

НАУКА • ТЕХНОЛОГИЯ • БИЗНЕС

«ЭЛЕКТРОНИКА: НАУКА, ТЕХНОЛОГИЯ, БИЗНЕС»  
 Научно-технический журнал

Журнал выпускается при содействии Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга РФ.

Журнал включен в Перечень ВАК 02.02.2016 г.

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

На сайте Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU

(www.elibrary.ru) доступны полные тексты статей. Статьи из номеров журнала текущего года предоставляются на платной основе.

СВЕЖИЙ НОМЕР ЖУРНАЛА ВЫ МОЖЕТЕ ПРИОБРЕСТИ

В редакции журнала «ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ»

Москва, ул. Краснопролетарская, 16, стр. 2

В представительствах «Золотой Шар ТМ»

Санкт-Петербург Невский пр-т, 44, 5-й эт., оф. 6 | root@zolshar.spb.ru  
 ☎ +7 812 325-7544, 117-68-62, 110-43-66

Екатеринбург ул. Народной воли, 25 | ekp@front.ru,  
 zolshar@online.ural.ru, ☎ +7 343 212-18-10, 212-13-31 ☎ +7 343 212-23-14

Новосибирск пр-т К.Маркса, 57, офис 708 | nbzsh@mail.ru  
 ☎ +7 3832 46-24-73 ☎ +7 3832 27-63-80

Минск пл. Казинца, 3, офис 456 | zolshar@integral.minsk.by  
 ☎ +7 10 375-172 78-09-14

Ижевск ул. Софьи Ковалевской, 4а, офис 4 | office@zolshar.izhnet.ru  
 ☎ +7 3412 42-52-41 ☎ +7 3412 42-54-72

M. Makushin, V. Martynov  
**MASTERING EUV LITHOGRAPHY IN SERIAL PRODUCTION:  
PROSPECTS AND PROBLEMS** 70

A number of large manufacturers started to use EUV lithography for mass production at 10/7 nm level. It offers enhanced resolution, more simple production process and fewer restrictions design rules. However with the mastering in mass production new problems arise in almost all aspects of this technology.

**Keywords:** Extreme Ultra Violet (EUV), EUV masks, EUV resists, pattern formation

S. Avakov, V. Plebanovich, A. Lapko  
**IMAGE GENERATORS FOR MASKLESS LITHOGRAPHY** 80

Multipath laser image generators allow the practical implementation of maskless lithography in mass production.

**Keywords:** maskless lithography, 0,35 μm design rule

D. Potseluev  
**WATER-PROOF COATING: WHAT TO CONSIDER WHEN CHOOSING ONE** 86

The article highlights the aspects that should be considered when choosing water-proof coatings for printed-board assembly. It provides especially detailed analysis of the factors that influence the formation of coating cost.

**Keywords:** printed-board assembly, water-proof coating, application method

## MICROMODULES AND MICROASSEMBLIES

A. Shcherbina  
**DEVELOPMENT AND MANUFACTURE OF MICROASSEMBLIES BASED  
ON MULTILAYER CERAMICS** 90

TESTPRIBOR JSC mastered the technology of single-layer and multilayer ceramic substrates featuring high thermal conductivity and mechanical strength, as well as low thermal-expansion coefficient and dielectric loss. The article describes an example of developing a microassembly package based on these materials.

**Keywords:** microassembly, high temperature co-fired ceramics (HTCC), thermal-expansion coefficient, dielectric dissipation factor, vias

M. Макушин, В. Мартынов  
**ОСВОЕНИЕ EUV-ЛИТОГРАФИИ В СЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ:  
ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ**

EUV-литография начала использоваться в серийном производстве у ряда крупных производителей на уровне топологий порядка 10/7 нм. Она предлагает повышенную разрешающую способность, а также более простой технологический процесс и правила проектирования с меньшим числом ограничений. Но по мере освоения в серийном производстве данной технологии обнаруживаются новые проблемы практически по всем ее аспектам.

**Ключевые слова:** предельная УФ-область спектра (EUV), EUV-шаблоны, EUV-резисты, формирование рисунка

С. Аваков, В. Плебанович, А. Лапко  
**ГЕНЕРАТОРЫ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ БЕЗМАСКОВОЙ ЛИТОГРАФИИ** 80

Многолучевые лазерные генераторы изображений позволяют на практике внедрять в серийное производство безмасковую литографию.

**Ключевые слова:** безмасковая литография, технологические нормы 0,35 мкм

Д. Поцелуев  
**ВЛАГОЗАЩИТНОЕ ПОКРЫТИЕ: ЧТО НЕОБХОДИМО УЧЕСТЬ ПРИ  
ВЫБОРЕ** 86

Рассмотрены аспекты, которые необходимо учитывать при выборе влагозащитных покрытий для печатных узлов. В частности, подробно проанализированы факторы, влияющие на формирование стоимости покрытия.

**Ключевые слова:** печатный узел, влагозащитное покрытие, метод нанесения

## МИКРОМОДУЛИ И МИКРОБЛОКИ

А. Щербина  
**РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ МИКРОСБОРОК НА  
МНОГОСЛОЙНОЙ КЕРАМИКЕ** 90

В АО «ТЕСТПРИБОР» освоены технологии изготовления однослойных и многослойных подложек из керамики, которые характеризуются высокими теплопроводностью и механической прочностью, низкими коэффициентами теплового расширения и диэлектрическими потерями. В статье рассмотрен пример разработки корпуса для микросборки на основе этих материалов.

**Ключевые слова:** микросборка, высокотемпературная керамика (HTCC), коэффициент теплового расширения, тангенс угла диэлектрических потерь, переходные отверстия

## СПИСОК РЕКЛАМОДАТЕЛЕЙ

AVD Systems	25	Золотой шар	вклейка	Промтехэкспо	41
CSTB	131	ЗПП, г. Йошкар-Ола	73	ПТА-Урал	102
JTAG Technologies	79	Интеграл	64-65	Радиокомп	123
Keysight	3	КБТЭМ-ОМО	83	Руднев-Шиляев	127
Mean Well	27	Клевер	7	СМП	125, 147
Microchip	29	ГК «МАСКОМ»	145	ТЕСТПРИБОР	94, 95
ODU	IV-я обложка	Микроволновые системы	17	ЭкспоЭлектроника	148
Rohde & Schwarz	вклейка	МНИИРИП	141	Элвис, НПЦ	35
Витал Электроникс	129	Монолит, Витебск	101	Элеконд	77
Вузпромэкспо	40	Морион	33	ЭлектронТехЭкспо	вклейка
Глобал Инжиниринг	III-я обложка	НТО	5	ЭЛТЕХ	1
Группа компаний Остек	II-я обложка, 89	Остек-СМТ	вклейка	ЭСТО	99
Диполь	9	ПриСТ	31	Эффективное производство	53

**MANUFACTURING TECHNOLOGIES**

M. Grigoriev, T. Mikhailova, T. Myasoedova  
**DEVELOPMENT OF ELECTROCHEMICAL CAPACITOR ELECTRODES  
 BASED ON SILICON-CARBON STRUCTURES**

The article describes the method of formation of electrochemical capacitors electrodes based on silicon-carbon films by means of electrochemical deposition of organic compounds from a solution.

**Keywords:** electrochemical capacitor, ionistor, supercapacitor, capacitor electrode, silicon-carbon films, electrochemical deposition

**TEST AND MEASUREMENT**

N. Lemeshko, P. Strunin  
**TIME DOMAIN SIMULATION OF LINEAR HALL SENSORS AND  
 EXPERIMENTAL IDENTIFICATION OF THEIR MODELS PARAMETERS  
 USING RONDE & SCHWARZ EQUIPMENT**

The article considers the Hall sensors models enabling simulate their dynamic properties. It proposes the approach to identify the parameters of such models. The example of experimental determination of time constant values of Hall sensors models using Rohde & Schwarz equipment is given.

**Keywords:** oscilloscope, Hall sensor, mathematical model

**MICROWAVE ELECTRONICS**

V. Kochemasov, S. Dinges, V. Shadsky  
**MEDIUM AND HIGH POWER MICROWAVE SOLID-STATE SWITCHES**  
 Part 2

The article reviews power pin-diode switches of various types. The information is provided on the features and characteristics of these devices.

**Keywords:** microwave switch, pin-diode, insertion loss, isolation

**ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

96 М. Григорьев, Т. Михайлова, Т. Мясоедова  
**РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОДОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ  
 КОНДЕНСАТОРОВ НА ОСНОВЕ КРЕМНИЙ-УГЛЕРОДНЫХ СТРУКТУР**

В статье рассмотрен метод формирования электродов электрохимических конденсаторов на основе кремний-углеродных пленок путем электрохимического осаждения из раствора органических соединений.

**Ключевые слова:** электрохимический конденсатор, ионистор, суперконденсатор, электрод конденсатора, кремний-углеродные пленки, электрохимическое осаждение

**КОНТРОЛЬ И ИЗМЕРЕНИЯ**

104 Н. Лемешко, П. Струнин  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ДАТЧИКОВ ХОЛЛА ВО ВРЕМЕННОЙ  
 ОБЛАСТИ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ  
 ПАРАМЕТРОВ ИХ МОДЕЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБОРУДОВАНИЯ  
 КОМПАНИИ RONDE&SCHWARZ**

Рассмотрены модели датчиков Холла (ДХ), позволяющие моделировать их динамические свойства. Предложен подход к идентификации параметров таких моделей. Приведен пример экспериментального определения значений постоянных времени моделей ДХ с использованием оборудования компании Rohde&Schwarz

**Ключевые слова:** осциллограф, датчик Холла, математическая модель

**СВЧ-ЭЛЕКТРОНИКА**

116 В. Кочемасов, С. Дингес, В. Шадский  
**ТВЕРДОТЕЛЬНЫЕ СВЧ-ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ СРЕДНЕЙ  
 И БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ**

Часть 2

Рассмотрены мощные рпн-диодные переключатели различных типов, выпускаемые рядом производителей. Приведена информация об особенностях и характеристиках данных устройств.

**Ключевые слова:** СВЧ-переключатель, рпн-диод, вносимые потери, развязка

**ПОДПИСКА**

По каталогу «Газеты и журналы агентства «РОСПЕЧАТЬ».  
 индексы: 71775 – полугодовой индекс, 47299 – годовой индекс  
 АО «МК-Периодика»  
 ООО «Урал-Пресс».  
 ООО «ИНФОРМНАУКА» – зарубежная подписка.  
 В редакции журнала:  
 ☎ +7 495 234-01-10 (доб. 335)  
 ✉ magazine@technosphaera.ru

**ПОДПИСАТЬСЯ НА ЭЛЕКТРОННУЮ ВЕРСИЮ МОЖНО НА САЙТАХ**  
 www.electronics.ru, elibrary.ru, www.e.lanbook.ru

**APPLICATIONS FOR FOREIGN SUBSCRIBERS ARE ACCEPTED**  
 by INFORMNAUKA Agency  
 ☎ +7 495 787-38-73  
 www.informnauka.com | nikitina@viniti.ru

ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес © зарегистрирован  
 в Федеральной службе по надзору в сфере связи и массовых  
 коммуникаций 7 сентября 2017 г., ПИ №ФС77-70995.  
 Журнал издается с 1996 года. С 2015 – 10 раз в год.  
 Номер сдан в печать 1 ноября 2019 г.  
 Отпечатано в ООО «Юнион Принт», г. Н.Новгород,  
 ул. Окский съезд, д.2. Номер заказа 192573.  
 Тираж 7000 экз. Цена договорная.

© При перепечатке ссылка на журнал «ЭЛЕКТРОНИКА: НТБ» обязательна.  
 Мнение редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов статей.  
 Рукописи рецензируются, но не возвращаются. Аннотации и ключевые  
 слова статей на русском и английском языках приведены на сайте  
 www.electronics.ru. Срок рассмотрения рукописей – 5 недель.  
 За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет.

## DIGITAL MANUFACTURING

R. Romashko, V. Ezhov

### HARTING DIGITAL TECHNOLOGY FOR MODERN PRODUCTION: WHEN A CUSTOMER BECOMES A PARTNER

As part of Industry 4.0 concept development program HARTING is introducing new approaches and business models enabling not only increase productivity and production efficiency, product quality, but also provide the ability to create custom solutions in a short time.

**Keywords:** Industry 4.0, networking, industrial connectors, online configurator, Han Configurator, custom solution, HARTING Customized Solutions, MICA networks partner network

## RELIABILITY AND VALIDATION

A. Herbin

### THE USE OF ACCELERATED METHODS FOR ASSESSING THE RELIABILITY INDICATORS OF DOMESTIC ELECTRONIC COMPONENTS IS ONE OF THE WAYS TO INCREASE THEIR COMMERCIAL ATTRACTIVENESS

MNIIRIP FGUP developed the standard "Electronic components. A typical methodology for accelerated reliability tests" which regulates the procedure and rules for accelerated reliability tests of electronic components at the development and production stages.

**Keywords:** domestic electronic components, reliability indicator, reliability tests

E. Fyodorov

### SHIELDED AND ANECHOIC CHAMBERS FOR CONFIDENTIAL INFORMATION PROTECTION AND EMC TESTING

MASKOM group of companies offers shielded and anechoic chambers for creating secure rooms and EMC testing, as well as measuring instruments (including military ones) and specialized test control software. The article discusses the features of these solutions.

**Keywords:** shielded and anechoic chambers, EMC tests, measuring distance, radar absorbing materials, shielded cabinets

## FOR ENGINEERS

## ЦИФРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Р. Ромашко, В. Ежов

### 132 ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ HARTING ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА: КОГДА ЗАКАЗЧИК СТАНОВИТСЯ ПАРТНЕРОМ

В рамках программы развития концепции «Индустрия 4.0» компания HARTING внедряет на своих предприятиях новые подходы и бизнес-модели, позволяющие не только повысить производительность и эффективность производства, качество продукции, но и обеспечить возможность создания в сжатые сроки заказных специализированных решений.

**Ключевые слова:** «Индустрия 4.0», сетевое взаимодействие, промышленные соединители, онлайн-конфигуратор, Han Configurator, специализированное решение, HARTING Customised Solutions, сеть партнеров MICA networks

## НАДЕЖНОСТЬ И ИСПЫТАНИЯ

А. Гербин

### 136 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСКОРЕННЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ЭКБ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА – ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ИХ КОММЕРЧЕСКОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ

Во ФГУП «МНИИРИП» разработан стандарт «Электронная компонентная база. Типовая методика ускоренных испытаний на надежность», который регламентирует порядок и правила проведения ускоренных испытаний на надежность изделий ЭКБ на этапе их разработки и производства.

**Ключевые слова:** ЭКБ отечественного производства, показатель надежности, испытания на безотказность

Е. Фёдоров

### 142 ЭКРАНИРОВАННЫЕ И БЕЗЭХОВЫЕ КАМЕРЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ НА ЭМС

Группа компаний «МАСКОМ» предлагает экранированные и безэховые камеры для создания защищенных помещений и проведения испытаний на ЭМС, средства измерений (в том числе военного назначения) и специализированное ПО для управления ими. В статье рассмотрены особенности этих решений.

**Ключевые слова:** экранированные и безэховые камеры, испытания на ЭМС, измерительное расстояние, радиопоглощающие материалы, экранированные шкафы

## ИНЖЕНЕРУ

85, 103, 114

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:** Б. Бабаян, Ю. Борисов, П. Верник, В. Вишневецкий, С. Гамкрелидзе, Ю. Гуляев, Г. Красников, М. Критенко, П. Куцько, В. Лукичев, А. Переверзев, С. Портной, А. Сигов, В. Шпак, А. Якунин

**ИЗДАТЕЛЬ И УЧРЕДИТЕЛЬ – РИЦ «ТЕХНОСФЕРА»**

**ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР:** О. Казанцева

**ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:** А. Сигов

**ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:** Ю. Ковалевский

**ВЫПУСКАЮЩИЙ РЕДАКТОР:** О. Разговорова

**РЕДАКТОРЫ РАЗДЕЛОВ:** В. Ежов, Н. Елисеев, И. Кокорева, В. Мейлицев

**ЛИТЕРАТУРНЫЙ РЕДАКТОР:** Л. Петрова

**КОРРЕКТОР:** А. Лужкова

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСТКА:** А. Небольсин, О. Олейников

## РЕКЛАМА

**Директор по развитию:** Г. Логинова | recntb@electronics.ru

**Зам. директора по развитию:** О. Саликова | salikova@electronics.ru

**Менеджеры по рекламе:** Л. Карякина | rec-knigi@electronics.ru,

О. Лаврентьева | nano@technosphera.ru

**ПОДПИСКА:** Е. Зайкова | magazine@technosphera.ru

**СБЫТ:** А. Метлов | sales@electronics.ru

www.electronics.ru; elibrary.ru; www.e.lanbook.ru

## АДРЕС РЕДАКЦИИ

Москва, ул. Краснопролетарская, 16, стр. 2

✉ 125319, Москва, а/я 91 | redactor@electronics.ru

☎ +7 495 234-0110 📠 +7 495 956-3346