

НАНОИНДУСТРИЯ



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



2016 №65

РОССИЙСКАЯ ЭКБ НА КАРБИДЕ КРЕМНИЯ

Создание электронных компонентов на карбиде кремния:
история, проблемы, перспективные решения

4D-ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИС

Обзор и классификация современных технологий
производства трехмерных электронных компонентов

ПРИРОДОПОДОБНАЯ НАНОТЕХНОЛОГИЯ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИКИ

Перспективы моделирования
на основе наноструктур механизма
генерации электроэнергии клетками
животных и человека

В НОМЕРЕ:

ИННОВАЦИИ

ДОСТИЖЕНИЯ

ДИСКУССИИ

**АЛЕКСАНДР ПОТЕМКИН, УЧРЕДИТЕЛЬ
КОМПАНИИ "НАНО-АТТО МЕТРИЯ",
О ПРОБЛЕМАХ ВНЕДРЕНИЯ УНИКАЛЬНОГО
ДИНАМИЧЕСКОГО НАНОМЕТРОВОГО ЭТАЛОНА
В РОССИЙСКОЙ НАНОИНДУСТРИИ**



Выпускается при содействии Министерства промышленности и торговли Российской Федерации Журнал включен в Российский индекс научного цитирования, в базу Web of Science и в Перечень ВАК (с 18.03.2016)

Редакционный совет:

И. БЕЛЯЕВ, Е. БЛАГОВ, Ю. БОРИСОВ, С. БУЛЯРСКИЙ, В. БЫКОВ, П. ВЕРНИК, В. КАНЕВСКИЙ, А. ЛАТЫШЕВ, В. ЛУКИЧЕВ, В. ЛУЧИНИН, П. МАЛЬЦЕВ, Ю. ПАРХОМЕНКО, А. РЕЗНЁВ, А. САУРОВ (гл. ред.), А. СИГОВ, В. ТЕЛЕЦ, П. ТОДУА, Ю. ЧАПЛЫГИН, И. ЯМИНСКИЙ

Главный редактор: **А. САУРОВ**

Зам. главного редактора: **Д. ГУДИЛИН** dug@list.ru

Корректор: **А. ЛУЖКОВА**

Отв. секретарь: **Н. АДРИАНОВА** journal@electronics.ru

Дизайн и компьютерная верстка: **А. УГРЬОМОВ**

Фотограф: **А. РАЙКО**

Отдел рекламы:

О. ЛАВРЕНТЬЕВА nano@technosfera.ru

Сбыт: **А. МЕТЛОВ** sales@electronics.ru

Подписка: **Е. ЗАЙКОВА** magazine@technosfera.ru

Учредитель: ЗАО "РИЦ "ТЕХНОСФЕРА"

Генеральный директор: **О. КАЗАНЦЕВА**

Шеф-редактор: **И. ШАХНОВИЧ**

НАНОИНДУСТРИЯ ©

Перерегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций 16.02.2009 ПИ № ФС 77-35273

Журнал издается 8 раз в год с 2012 года

Тираж 4 000 экз. Цена договорная

Подписано в печать 23.05.2016

© При перепечатке ссылка

на журнал "НАНОИНДУСТРИЯ" обязательна.

Мнение редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов статей.

Рукописи рецензируются, но не возвращаются.

За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет.

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами в ООО "ИПК Парето-Принт", г. Тверь, www.pareto-print.ru

ЗАО "РИЦ "ТЕХНОСФЕРА"

Адрес редакции:

ул. Краснопролетарская, д.16, стр.2

Для писем: 125319, Москва, а/я 91

Тел.: (495) 234-0110 доб. 183

Факс: (495) 956-3346

E-mail: journal@electronics.ru

Internet <http://www.nanoindustry.ru>

<http://elibrary.ru>

www.e.lanbook.ru



IN THE ISSUE СОДЕРЖАНИЕ

Competent opinion Nanotechnology industry cannot exist without exact nanometer standard

A.Potemkin

For the first time the subnanometer and nanometer standard is created.

Equipment for angstrom-precision processing of wafers

R.Schmidt

SCREEN entered into the semiconductor production equipment market in the 1970s. Surface processing i.e. modifying surfaces through processes as coating, cleaning and etching. At present the company is a specialized manufacturer of semiconductor production equipment in various areas such as wafer cleaning equipment, lithography equipment and annealers.

FINEPLACER sub micron bonders for high precision assembly challenges

T.Müller

For over 20 years, Finetech has been developing and manufacturing equipment – the FINEPLACER systems – for the semiconductor industry. One business segment is building machines for the professional rework of printed circuit boards in production environments. The second mainstay is the development and manufacturing of micro assembly systems.

Advanced solutions for nanoimprint lithography

C.Schütte

Nanoimprint Lithography (NIL) is used in the manufacture of devices and components for optics, including LEDs, displays and optical sensors, electronics, microfluidics, photovoltaics, and other high-tech fields. The EV Group (EVG) is a leading manufacturer of solutions for NIL.

SUSS MicroTec equipment in Russia

M.Tober, A.Timoshin

SUSS MicroTec is one of the most demanded brands of equipment for photolithography in the microelectronic industry. In Russia, about 80 systems for the coating and developing of the resists are installed, and the total number of units of equipment manufactured by the German company reaches 150.

News 34 Новости

Conferences, seminars, exhibitions

Ten of best innovative products of VacuumTechExpo 2016

S.Nesterov

Business program of the VacuumTechExpo 2016 included the competition "The best innovative product in the field of high technologies". The winners of the competition are 10 innovative products that reflect modern trends in the global and domestic vacuum equipment and technology.

Компетентное мнение

Если нет точного нанометрового эталона, то нет и индустрии нанотехнологий

А.Потемкин

Впервые в мировой практике создан эталон нанометрового и субнанометрового диапазонов.

Оборудование для обработки пластин с точностью до ангстремов

Р.Шмидт

SCREEN с 1970-х годов разрабатывает и производит технологическое оборудование для обработки полупроводниковых пластин. Ключевыми продуктами компании являются системы для модификации поверхности пластин – нанесения покрытий, очистки, травления. Специализированные решения для различных сегментов рынка и стадий технологического процесса включают промышленные модульные машины для очистки пластин, фотолитографии и отжига.

Субмикронные системы монтажа FINEPLACER для высокоточной сборки

Т.Мюллер

Компания Finetech более 20 лет разрабатывает и производит системы FINEPLACER для полупроводниковой промышленности. Важным направлением бизнеса компании являются решения для профессионального ремонта печатных плат в производственных условиях. Другое направление – разработка и производство оборудования для микромонтажа.

Передовые разработки для нанопечатной литографии

К.Шютте

Нанопечатная литография (НПЛ) применяется в производстве устройств и компонентов для оптики – включая светодиоды, дисплеи и оптические сенсоры, – электроники, микрофлюидики, фотовольтаики, а также других высокотехнологичных областей. Ведущим производителем решений для НПЛ является австрийская компания EV Group (EVG).

Оборудование SUSS MicroTec в России

М.Тобер, А.Тимошин

Одной из наиболее востребованных марок оборудования для фотолитографии на предприятиях микроэлектронной отрасли является SUSS MicroTec. В России установлено около 80 систем для нанесения и проявления фоторезиста, а всего эксплуатируется до 150 машин производства немецкой компании.

Конференции, семинары, выставки

Десять лучших инновационных продуктов выставки VacuumTechExpo 2016

С.Нестеров

В рамках форума VacuumTechExpo 2016 проводился конкурс "Лучший инновационный продукт в сфере высоких технологий". Победителями конкурса стали 10 продуктов, которые отражают современный уровень и тенденции развития мирового и отечественного вакуумного оборудования и технологии.

Свежий номер журнала Вы можете приобрести:

- Москва:**
В редакции журнала "НАНОИНДУСТРИЯ"
г. Москва, ул. Краснопролетарская, д. 16, стр. 2
- Санкт-Петербург:**
Пред-во "Золотой Шар ТМ",
Невский пр-т, д. 44, 5-й этаж, офис 6,
т. (812) 325-7544, 117-6862, 110-4366,
root@zolshar.spb.ru
- Екатеринбург:**
Пред-во "Золотой Шар ТМ",
ул. Народной воли, д. 25, т. (343) 212-1810, 212-1331,
ф. (343) 212-2314, zolshar@online.ural.ru, ekp@front.ru
- Новосибирск:**
Пред-во "Золотой Шар ТМ",
пр-т К.Маркса, д. 57, офис 708,
т. (3832) 46-2473, ф. (3832) 27-6380, nbzsh@mail.ru
- Минск:**
Пред-во "Золотой Шар ТМ", пл. Казинца, д. 3,
офис 456, т. (10-375-172) 78-0914,
zolshar@integral.minsk.by
- Ижевск:**
Пред-во "Золотой Шар ТМ",
ул. Софьи Ковалевской, д. 4а, офис 4,
т. (3412) 42-5241, т./ф. (3412) 42-5472,
office@zolshar.izhnet.ru

Подписка

- по каталогу "Газеты и журналы" агентства "Роспечать", индексы 80939 – полугодовой индекс 48508 – годовой индекс
 - ЗАО "МК-Периодика" – зарубежная подписка
 - ООО "Урал-Пресс"
 - ООО "Агентство "Гал"
 - ООО "ИНТЕР-ПОЧТА-2003"
 - ООО "Информнаука"
 - в редакции журнала по тел.: (495) 234-0110 e-mail: magazine@technosphera.ru
- Подписаться на электронную версию на сайтах:
www.nanoindustry.su, elibrary.ru, www.e.lanbook.ru

Foreign subscriptions are accepted

- by the Agency "Mezhdunarodnaya Kniga".
Phone: (007 495) 238-4967, Fax: (007 495) 238-4634
or by companies cooperating with Mezhdunarodnaya Kniga
- by the "Rospechat" agency catalogue "Russian Newspapers & Magazines – 2005",
Phone: (007 495) 195-6677, 195-6418,
Fax: (007 495) 195-1431, 785-1470,
E-mail: ovs@rosp.ru, http://www.rosp.ru

Наши представители в Германии

REC Russland Experten Consulting GmbH
Zinglerstrasse 70
89077 Ulm / Germany
Т +(49) 731 3788 0070
М +(49) 151 15682 018
mailto: info@russland-experten.com
www.russland-experten.com

Ametek solutions for micro- and nanoanalytics

Moscow hosted a seminar dedicated to the Ametek solutions for the analysis and research of materials in various fields of industry and science. During the seminar, the experts of Ametek and partner companies presented equipment and technologies for micro- and nanoanalytics, as well as the effective methods of their practical application.

Reportage from laboratory Applied nanotechnology, from nanometrology to nanolithography

Cutting-edge developments in the majority of activities are in one way or another related to nanoscale structures and objects, in studying which research institutions are mainly involved in Russia. Unfortunately, the results of the fundamental works often remain non-demanded. In this context, the experience of the organisations, which conduct research in the field of nanotechnology and focus on practical use and commercial implementation, is quite valuable.

Контроль и измерения Automated control of composite products using NanoScan scanning nano-hardness tester

The ability to automate a large volume of routine measurements is demonstrated using NanoScan scanning nano-hardness tester for control of the strength properties of composite elements of the machining tool.
Keywords: nanoindentation, scanning nano-hardness tester, mechanical properties, automation

Creating reality
Modern design software packages allow to effectively create electronic virtual models of complex biomedical devices.
Keywords: engineering, modeling, biosensor, scanning probe microscope, high-tech production

Nanotechnology Modeling of process of formation of islet thin films

Theoretical foundations and results of the modeling of islet formation of thin films in vacuum are presented. The possible groups of methods for islet thin films are considered. The dependence of thin films lateral island sizes on the technological parameters of deposition in vacuum is shown.
Keywords: islet thin films, vacuum, thin film technology, atomic force microscopy

Study of vibration characteristics of railroad freight cars to determine technical design requirements to self-contained piezoelectric generators

The vibration characteristics of a tank wagon and universal gondola car in different sections of the railway track are studied. With the use of special equipment frequency and acceleration fluctuations depending on speed, load and type of cars are measured. Based on the analysis of the obtained data the requirements to piezoelectric generators for creation of self-contained power source for freight cars and goods trucks are developed.
Keywords: piezoelectric generator, piezoelectric elements, independent supply source, monitoring systems

44 Решения для микро- и наноанализа от Ametek

В Москве состоялся семинар, посвященный решениям компании Ametek для анализа и исследования материалов в различных областях промышленности и науки. В ходе семинара специалисты Ametek и партнерских компаний рассказали об оборудовании и технологиях микро- и наноанализа, а также эффективных способах их практического применения.

Репортаж из лаборатории Прикладные нанотехнологии: от нанометрологии до нанолитографии

Передовые разработки в большинстве сфер деятельности так или иначе связаны с наноразмерными структурами и объектами, исследованиями которых в нашей стране занимаются в основном научные учреждения. К сожалению, результаты фундаментальных работ нередко остаются невостребованными. Тем ценнее опыт организаций, которые ведут исследования в области нанотехнологий, ориентированные на практику и коммерческую реализацию.

Контроль и измерения Автоматизированный контроль параметров композитных изделий с помощью нанотвердомера "НаноСкан"

Возможность автоматизации большого объема рутинных измерений при применении нанотвердомера "НаноСкан" продемонстрирована на примере контроля прочностных свойств композитных элементов обрабатываемого инструмента.
Ключевые слова: наноиндентирование, сканирующий нанотвердомер, механические свойства, автоматизация

60 Создаем реальность

Современные программные пакеты проектирования позволяют эффективно получать электронные виртуальные модели сложных приборов биомедицинского назначения.
Ключевые слова: проектирование, моделирование, биосенсор, сканирующий зондовый микроскоп, высокотехнологичное производство

64 Нанотехнологии Моделирование процесса формирования островковых тонких пленок

Представлены теоретические основы и результаты моделирования процесса формирования островковых тонких пленок в вакууме. Рассмотрены возможные группы методов получения островковых тонких пленок. Показаны зависимости латеральных размеров островковых тонких пленок в вакууме от технологических параметров нанесения.
Ключевые слова: островковые тонкие пленки, вакуум, технология тонких пленок, атомно-силовая микроскопия

72 Исследование характеристик колебаний железнодорожных грузовых вагонов с целью определения технических требований к конструкции автономных пьезоэлектрических генераторов тока

Проведено исследование характеристик колебаний вагона-цистерны и полувагона универсального на разных участках железнодорожного пути. С помощью специального оборудования выполнены измерения частоты и ускорения колебаний в зависимости от скорости, загрузки и типа вагона. На основе результатов анализа полученных данных разработаны технические требования к пьезоэлектрическим генераторам тока, предназначенным для создания автономного источника питания грузовых вагонов и платформ.
Ключевые слова: пьезоэлектрический генератор, пьезоэлементы, автономный источник питания, системы мониторинга

СПИСОК РЕКЛАМОДАТЕЛЕЙ

| | |
|---------------------------|---------|
| Interaktiv | 19 |
| Semicon Russia | 33 |
| TechnoInfo | вклейка |
| Testing & Control | 53 |
| АтомЭкспо | 97 |
| Изовак | 63 |
| Иннопром | 47 |
| ЛЭТИ | вклейка |
| Микросистемы | 2 обл. |
| МЭЛЗ-инвест | 71 |
| НаноАттоМетрия | 14–15 |
| НИИ КП | вклейка |
| Оптэк | 27, 43 |
| Промышленный салон | 77 |
| Силовая электроника | 59 |
| ТБС | 3 обл. |
| Технопром | 41 |
| Тиснум | 5 |
| ЦПТ | 1 |
| Элтех СПб | 4 обл. |
| ЭнергоАвангард | 7 |
| ЭСТ СМТ | 3 |

Russian electronic components for extreme conditions: silicon carbide industry founded by LETI

V. Luchinin

The method developed by Leningrad Electrotechnical Institute of growing 3D silicon carbide mono-crystals (the LETI method) is an internationally recognized scientific and technological breakthrough. It determined the worldwide transition to the industrial manufacture of electronic components based on silicon carbide (SiC). Silicon carbide is used in the manufacture of optoelectronics, microwave electronics and, of course, power electronics due to the extremal characteristics of this wide-gap semiconductor, such as its thermal conductivity, critical tension of the electric field and drift velocity of charge carriers, resistance to high temperatures, chemically aggressive environments and radiation.

Keywords: silicon carbide, electronic components, LETI method, microelectronics

Отечественная экстремальная ЭКБ: карбидокремниевая индустрия СПбГЭТУ "ЛЭТИ"

В. Лучинин

Разработка в Ленинградском электротехническом институте метода выращивания объемных монокристаллов карбида кремния (метод ЛЭТИ) является международно-признанным научно-технологическим прорывом, определившим переход к промышленной технологии изготовления ЭКБ на карбиде кремния (SiC) во всемирной практике. Применение карбида кремния в создании приборов оптоэлектроники, СВЧ-электроники и, безусловно, силовой электроники определяется экстремальными характеристиками данного широкозонного полупроводника по теплопроводности, критической напряженности электрического поля и дрейфовой скорости носителей заряда, устойчивости к воздействию высоких температур, химически агрессивных сред и радиации.

Ключевые слова: карбид кремния, электронная компонентная база, метод ЛЭТИ, микроэлектроника

4D-technologies for production of three-dimensional integrated circuits

A. Kondrashin, A. Lyamin, V. Sleptsov

The analysis of opportunities of modern 3D MID technologies (Three Dimensional Molded Interconnected Devices) for production of three-dimensional electronic devices (TEU) is done. The main comparative characteristics, merits and demerits of these technologies are defined. New classification of 3D MID technology for sampling of structures and the nomenclature of the materials are proposed.

Keywords: 3D MID technologies, TEU, quasi 4D, 4D objects

4D-технологии производства интегральных трехмерных электронных устройств

А. Кондрашин, А. Лямин, В. Слепцов

Произведен анализ возможностей современных 3D MID-технологий (Three Dimensional Molded Interconnected Devices) для производства трехмерных электронных средств (ТЭУ). Определены основные сравнительные характеристики, достоинства и недостатки данных технологий. Предложена новая классификация 3D MID-технологии по дискретизации получения структур и номенклатуры используемых материалов.

Ключевые слова: 3D MID-технологии, ТЭУ, квази 4D, 4D объекты

There is an idea!

Nature nanotechnology for energy

M. Sidorov

With the development of science reveals a deeper relationship between the results of fundamental studies on the mechanism of generation of electric current molecular structures of mitochondrial membranes of cells and search for new and nanotechnology for power. Such nanotechnologies and their Autonomous implement, particularly an effective and safe (like the cell), portable energy devices built into mobile phones, laptops – all of the elements of the Internet and the robots will probably let them do without traditional chemical batteries.

Keywords: bioenergy, energy source, nanotechnology

Есть идея!

Природоподобная нанотехнология для энергетики

М. Сидоров

По мере развития естествознания результаты фундаментальных исследований генерации электротока молекулярными структурами мембран митохондрий клеток представляют все больший интерес для поиска новых нанотехнологических путей развития электро-энергетики. Подобные нанотехнологии и реализующие их автономные, особо эффективные и безопасные портативные энергетические устройства, возможно, вытеснят традиционные химические батарейки и аккумуляторы.

Ключевые слова: биоэнергетика, источник энергии, нанотехнология

Military nanotechnology

Military applications of nanotechnology: autonomous and unmanned hardware, mini- and microrobots

Ju. Altmann

Such issues are discussed as the use of nanotechnology in the development of autonomous and unmanned hardware, mini- and microrobots.

Keywords: nanotechnology, autonomous military hardware, unmanned device, minirobot, microrobot

Военные нанотехнологии

Военные приложения нанотехнологий: автономная и беспилотная техника, мини- и микророботы

Ю. Альтман

Рассматривается применение нанотехнологий (НТ) в создании автономной и беспилотной военной техники, а также мини- и микророботов.

Ключевые слова: нанотехнология, автономная военная техника, беспилотное устройство, миниробот, микроробот

Education

Paid free education as problem of nanoindustry

A. Ahmetova, I. Yaminsky

To provide a link between the acquisition and use of knowledge at this moment of development of industrial society in Russia there is an urgent need to introduce fees for higher education for all students.

Keywords: higher education, nanoindustry, expertise, experts

Образование

Проблема наноиндустрии: платное бесплатное образование

А. Ахметова, И. Яминский

Чтобы обеспечить связь между получением и использованием знаний в настоящий момент развития индустриального общества в нашей стране назрела насущная потребность сделать высшее образование платным для всех обучающихся.

Ключевые слова: высшее образование, наноиндустрия, квалификация, специалисты