

NANOINDUSTRY

ISSN 1993-8578



На двух языках



<http://www.nanoindustry.su/>



НАНОИНДУСТРИЯ



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

2017

АППАРАТНЫЕ ТРОЯНЫ: ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЕ КОНТРОЛЕРЫ

Возможно ли построение безопасных систем, которые надежно функционировали бы, в том числе, в присутствии аппаратной закладки?

СКАНИРУЮЩАЯ ЗОНДОВАЯ МИКРОСКОПИЯ И КОМБИНИРОВАННЫЕ ТЕХНИКИ

Новые решения для материаловедения, комплексного исследования материалов и структур с высоким пространственным разрешением

СОЗДАНИЕ ПЛОТНЫХ ОБРАЗЦОВ ИЗ НАНОПОРОШКОВ

Исследованы механические свойства образцов из нанодисперсных порошков никеля и серебра, полученных методом электроискрового спекания

В НОМЕРЕ:

ИННОВАЦИИ

ДОСТИЖЕНИЯ

ДИСКУССИИ

**ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР ЗНТЦ
А.А.КОВАЛЕВ О КОМПЕТЕНЦИЯХ
НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦЕНТРА,
НАПРАВЛЕНИЯХ РАЗВИТИЯ БИЗНЕСА,
А ТАКЖЕ ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ГЕНЕРАЦИИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СТАРТАПОВ**

2(72)/2017

ISSN 1993-8578

журнал – www.nanoindustry.su

издательство – www.technosphaera.ru



Выпускается при содействии Министерства промышленности и торговли Российской Федерации Журнал включен в Российский индекс научного цитирования, в базу RSCI на платформе 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. БОДРОВ

Фотограф: О. СЛЕПЯН

Отдел рекламы:

О. ЛАВРЕНТЬЕВА nano@technosphaera.ru

Сбыт: А. МЕТЛОВ sales@electronics.ru

Подписка: Е. ЗАЙКОВА magazine@technosphaera.ru

Учредитель: АО "РИЦ "ТЕХНОСФЕРА"

Генеральный директор: О. КАЗАНЦЕВА

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 04.04.2017, заказ № 211169

© 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 "Вива-Стар"

107023, г. Москва, ул. Электровзаводская д. 20

АО "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



ТЕХНОСФЕРА

рекламно-издательский центр

IN THE ISSUE СОДЕРЖАНИЕ

Competent opinion Zelenograd Nanotechnology Center: creating technology startups and developing innovative production

A. Kovalev

Zelenograd Nanotechnology Center is a member of a nanotechnology centers network created by Fund for Infrastructure and Educational Programs and, along with the incubation of promising startups, it is dynamically developing production company, which specializes in the field of nano- and microelectronics and MEMS.

Process solutions that are changing semiconductor and electronics industry

Ch. Schwind

The development of advanced packaging technologies is changing the semiconductor industry. One of the main innovators in this field is SPTS Technologies, an Orbotech company, that designs and manufactures a wide range of etch and deposition wafer processing systems that are used in the production and packaging of microelectronic devices. Formed in 2009, it brings together over 40 years experience from such companies as Trikon Technologies, STS and Aviza Technology.

Emphasis on biomedical applications and further development of nanoimprint lithography and bonding systems

C. Schütte

The Austrian EV Group (EVG) has successfully developed solutions for nanoimprint lithography (NIL), which are used in the production of devices and components for optics, electronics or related fields. In 2016, the company announced a special focus on solutions for the biomedical segment, and also presented a number of promising new developments.

Rapid Thermal Processing for R&D and unique thin-film technology

F. Laporte

Obtaining new materials and structures for semiconductor devices, MEMS, photovoltaics, photonics, etc. requires the use of special process and processing modes. In this regard, the RTP (rapid thermal processing) and direct injection (DLI) for vaporization of liquid precursors for CVD and ALD are of great interest. Solutions for implementation of RTP and DLI-CVD / DLI-ALD are developed and manufactured by the Annealsys company from Montpellier (France).

Solutions for R&D and manufacturing of semiconductor devices, MEMS, displays

P. Muffler

Features of semiconductor devices, MEMS and photonics are largely determined by the quality of the lithographic processes. To learn about trends in the field of lithography processing equipment, we met with Pirmin Muffler, who until recently headed the solar-semi GmbH (Germany), and now has created a new company.

Компетентное мнение ЗНТЦ: генерация технологических стартапов и развитие инновационного производства

А. Ковалев

Зеленоградский нанотехнологический центр входит в сеть наноцентров ФИОП и, наряду с работой по развитию перспективных стартапов, сам является динамично развивающейся производственной компанией, которая специализируется в области нано- и микроэлектроники, а также микросистемной техники.

Технологические решения, меняющие полупроводниковую промышленность и микроэлектронику

К. Швинд

Развитие технологий 3D-интеграции меняет рынок электроники. Одним из главных новаторов в этой области является SPTS из группы компаний Orbotech, разрабатывающая и выпускающая широкий спектр систем травления и осаждения для обработки пластин, которые применяются в производстве и сборке электронных компонентов. Основанная в 2009 году компания объединила более чем 40-летний опыт таких фирм, как Trikon Technologies, STS и Aviza Technology.

Акцент на биомедицинские применения и дальнейшее совершенствование нанопечатной литографии и систем срачивания пластин

К. Шютте

Австрийская компания EV Group (EVG) успешно развивает решения для нанопечатной (наноимпринтной) литографии (НПЛ), которые применяются в производстве устройств и компонентов для оптики, электроники и смежных областей. В 2016 году компания объявила об особом внимании к решениям для биомедицинского сегмента, а также представила ряд новых перспективных разработок и проектов.

Быстрые термические процессы и уникальные тонкопленочные технологии

Ф. Лапорт

Получение новых материалов и структур для полупроводниковых приборов, МЭМС, фотовольтаики, фотоники и других областей требует применения специальных процессов и технологических режимов. В связи с этим большой интерес представляют быстрые термические процессы и системы химического осаждения из газовой фазы и атомно-слоевого осаждения с технологией прямого впрыска жидких прекурсоров. Решения для их реализации разрабатывает и производит компания Annealsys из Монпелье (Франция).

Решения для исследований и производства полупроводниковых приборов, МЭМС, дисплеев

П. Муффлер

Характеристики полупроводниковых приборов, МЭМС, систем фотоники в значительной степени определяются качеством проведения литографических процессов. Чтобы узнать о тенденциях в области оборудования для литографии, мы встретились с Пирмином Муффлером, который до недавнего времени возглавлял немецкую компанию solar-semi, а сейчас создал новую фирму.

Свежий номер журнала Вы можете приобрести:

Москва:

В редакции журнала "НАНОИНДУСТРИЯ"
г. Москва, ул. Краснопресненская, 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"
- ООО "Урал-Пресс"
- ООО "Информнаука" – зарубежная подписка
- в редакции журнала по тел.: (495) 234-0110 e-mail: magazine@technosphaera.ru

Подписаться на электронную версию на сайтах:
www.nanoindustry.ru, 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 Mezhnkniga
- 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
T + (49) 731 3788 0070
M + (49) 151 15682 018
mailto: info@russland-experten.com
www.russland-experten.com

Flexible measurement solutions for semiconductor industry and photovoltaics

Ch. Defranoux

The Semilab Group is a leader in the field of metrology solutions for the semiconductor industry, photovoltaics and R & D sectors. Semilab was founded in 1989 in Budapest (Hungary) by a group of scientists from the Research Institute for Technical Physics of the Hungarian Academy of Sciences. Over time, the company took a leading position in the market of equipment for the characterization of semiconductor and photovoltaic materials. This was facilitated by both aggressive internal development and marketing policy,

Creating successful business for two years: experience of MPI

S. Kanev

A little over two years ago, a new player – the Taiwanese company MPI – entered the market of probe systems for advanced semiconductor testing. For a short time, MPI has become one of technological leaders and trendsetters in this area. Stojan Kanev, General Manager of the Advanced Semiconductor Test division at MPI, has shared the secrets of such impressive progress.

Гибкие измерительные системы для полупроводниковой отрасли и фотовольтаики

К. Дефрануокс

Компания Semilab – лидер в области метрологических решений для полупроводниковой промышленности, фотовольтаики и исследовательского сектора. Semilab была создана в 1989 году в Будапеште (Венгрия) группой ученых из Института технической физики Венгерской академии наук. Постепенно компания заняла ведущие позиции на рынке оборудования для измерения электрических характеристик полупроводниковых компонентов и фотоэлектрических преобразователей. Этому способствовали как собственные инновации, так и агрессивная маркетинговая политика.

Создание успешного бизнеса за два года: опыт MPI

С. Канев

Чуть более двух лет назад на рынке зондовых установок для контроля полупроводниковых пластин появился новый игрок – тайваньская компания MPI. За короткое время MPI вошла в число технологических лидеров и законодателей моды в данной области. Секретами впечатляющего прогресса поделился главный управляющий подразделения Advanced Semiconductor Test корпорации MPI Стоян Канев.

News 40 Новости

Military and space technology

Hardware Trojans. Part 4: software and hardware countermeasures

E. Kuznetsov, A. Saurov

In the final part of the cycle of review articles devoted to Hardware Trojans problems of maintaining system secure operation in the presence of Hardware Trojans are considered. To date no general countermeasures have yet been developed or proposed that would allow an IC to operate in a trustworthy manner in the presence of an arbitrary Hardware Trojan. Some aspects of such protection, details of its implementation and analyzing the general applicability of the countermeasures are discussed.

Keywords: hardware backdoor, cyber security, integrated circuit, hardware Trojan, malicious modification

Военные и космические технологии

42 Аппаратные трояны. Часть 4: программно-аппаратные контрмеры

Е. Кузнецов, А. Сауров

В завершающей статье, посвященной аппаратным троянам, рассматривается построение безопасных систем, которые надежно функционировали бы, в том числе, в присутствии аппаратной закладки произвольного типа. Хотя общий подход к такому способу противодействия на сегодняшний день не разработан и не предложен, рассмотрим некоторые аспекты такой защиты, детали ее реализации и проведем общий анализ применимости подобных контрмер.

Ключевые слова: аппаратная закладка, кибербезопасность, интегральная схема, аппаратный троян, несанкционированная модификация

Control and measurement New solutions for materials science, comprehensive research and testing of materials and structures with high spatial resolution

V. Bykov, V. Polyakov

The main stages of development of systems for scanning probe microscopy and spectroscopy of nanometer spatial resolution of the Russian production are considered. A new designs of devices of the NT-MDT Spectrum Instruments and new developments in the field of microelectromechanical systems for SPM are presented. Development trends with consideration of the peculiarities of Russia in interrelation with the world market of scientific instrumentation are analysed.

Keywords: scanning probe microscopy, atomic force microscopy, Raman spectroscopy, IR spectroscopy

58 Контроль и измерения Новые решения для материаловедения, комплексного исследования и контроля материалов и структур с высоким пространственным разрешением

В. Быков, В. Поляков

Рассмотрены основные этапы развития – систем сканирующей зондовой микроскопии и спектроскопии нанометрового пространственного разрешения российского производства. Приводятся новые конструкции приборов группы компаний NT-MDT Spectrum Instruments, новые разработки микромеханических систем для СЗМ. Проанализированы тенденции их развития с учетом особенностей России во взаимосвязи с мировым рынком научного приборостроения.

Ключевые слова: сканирующая зондовая микроскопия, атомно-силовая микроскопия, рамановская спектроскопия, ИК-спектроскопия

СПИСОК РЕКЛАМОДАТЕЛЕЙ

LABComplex.....	73
Picosun.....	40
Semiexpo.....	2 обл.
Semilab.....	35
SPTS.....	19
Изовак.....	21
Иннопром.....	57
Майком Кварц.....	7
МВМС.....	31
МИНАТЕХ.....	27
НТ-МДТ.....	4 обл.
Оптэк.....	51
Силовая электроника.....	87
ТБС.....	3 обл.
Тиснум.....	5
Точные измерения.....	39
Химия.....	79
ЦПТ.....	1
ЭСТ СМТ.....	3

Ultrastructural analysis of *Brevibacillus laterosporus* bacterial cells using electron and atomic force microscopy

74
M. Zubasheva, A. Sagitova, Yu. Smirnov, T. Smirnova, R. Azizbekyan, V. Zhukhovitsky, I. Yaminsky
 The article presents experimental data of the electron and atomic force microscopy of *Brevibacillus laterosporus* spores. The size and structure of the spores and canoe-shaped inclusions are determined. *B. laterosporus* strains with insecticidal properties can be used for the prevention of infectious diseases transmitted by insect bites.

Keywords: crystals, insecticide, bacterial spores, disputes, scanning probe microscopy, atomic force microscopy, electron microscopy

Equipment for nanoindustry Magna TM 7 magnetron sputtering system in creation of thin-film microwave hybrid ICs

80
R. Karakulov, V. Odinokov, V. Panin, A. Shubnikov, D. Vladimirov, S. Vladimirov, A. Golubtsov
 The new vacuum system Magna TM 7 developed at Research Institute of Precision Machine Manufacturing is described. Its structure and principle of operation are considered. This system was used for magnetron sputtering deposition of resistive coatings on rectangular wafers of VK-100-1 from 100 mm circular targets of RS3710 and RS5406. By four-probe measurements it was found that specific surface resistance of coatings can achieve 100 Ω/square.

Keywords: magnetron sputtering, thin film technology, resistive thin films

Success story

20 years since FemtoScan shows atoms

88
A. Akhmetova, I. Yaminsky
 Advanced Technologies Center is involved in probe microscopy and has been studying nanometer materials and biological objects since its foundation in September 1990. During this time the company has developed such new innovative areas as 3D positioning, metal processing, prototyping and designing of high-tech devices for detection of pathogenic particles.

Nanomaterials

Study of thermal degradation in epoxy composites filled with fullerene C₆₀

90
A. Sapronov, N. Buketova
 The thermal stability of the epoxy nanocomposites is investigated by thermogravimetric and differential thermal analysis. On the basis of IR spectral analysis, the temperature ranges of structural changes that directly affect the thermal properties of the developed materials are determined.

Keywords: heat resistance, degradation, IR spectral analysis, nanocomposite

Creation of dense samples of nickel and silver nanopowders by SPS method

100
V. Lysenko, A. Anisimov, V. Mali, V. Emelkin, G. Pozdnyakov, G. Trubacheev
 Mechanical properties of samples of the nanodispersed powders of nickel and silver created by spark plasma sintering are investigated.
Keywords: Spark Plasma Sintering, nanodispersed powder, microhardness

Ультраструктурный анализ *Brevibacillus laterosporus* методами электронной и атомно-силовой микроскопии

74
М. Зубашева, А. Сагитова, Ю. Смирнов, Т. Смирнова, Р. Азизбекия, В. Жуховицкий, И. Яминский
 Представлены экспериментальные данные электронной и атомно-силовой микроскопии спор *Brevibacillus laterosporus*. Определены размер и строение спор и входящих в их состав кановидных включений. Штаммы *Brevibacillus laterosporus*, обладающие инсектицидными свойствами, могут применяться для борьбы с переносчиками заболеваний, передаваемых через укусы насекомых.

Ключевые слова: кристаллы, инсектицид, споры, сканирующая зондовая микроскопия, атомно-силовая микроскопия, электронная микроскопия

Оборудование для nanoиндустрии

Установка магнетронного распыления "Магна TM 7" в технологии создания тонкопленочных ГИС СВЧ

80
Р. Каракулов, В. Одинков, В. Панин, А. Шубников, Д. Владимиров, С. Владимиров, А. Голубцов
 Представлена новая разработка ОАО "НИИ точного машиностроения" – вакуумная установка "Магна TM 7". Рассмотрены ее устройство и принцип работы. На установке получены тонкие резистивные пленки на прямоугольных поликорковых пластинах VK-100-1 магнетронным распылением дисковых мишеней диаметром 100 мм из материалов РС3710 и РС5406. Четырехзондовым методом установлено, что значения удельного поверхностного сопротивления полученных пленочных резисторов могут достигать 100 Ом/кв.

Ключевые слова: магнетронное распыление, тонкопленочная технология, резистивные тонкие пленки

История успеха

20 лет, как "ФемтоСкан" показывает атомы

88
А. Ахметова, И. Яминский
 НПП "Центр перспективных технологий" занимается зондовой микроскопией и изучает материалы и биологические объекты в нанометровом масштабе с момента создания в сентябре 1990 года. За это время компания развила такие направления, как 3D-позиционирование, обработка металлов, прототипирование и конструирование высокотехнологичных приборов по обнаружению патогенных частиц.

Нanomaterialы

Исследование процесса термической деструкции в эпоксикомпозитах, наполненных фуллереном C₆₀

90
А. Сапронов, Н. Букетова
 Методом термогравиметрического и дифференциально-термического анализа исследована термостойкость эпоксидных нанокмозитов. На основе ИК-спектрального анализа установлены температурные диапазоны структурных преобразований, которые непосредственно влияют на теплофизические свойства разработанных материалов.

Ключевые слова: термостойкость, деструкция, ИК-спектральный анализ, нанокмозит

Создание методом SPS плотных образцов из нанопорошков никеля и серебра

100
В. Лысенко, А. Анисимов, В. Мали, В. Емелькин, Г. Поздняков, Г. Трубочеев
 Исследуются механические свойства образцов из нанодисперсных порошков никеля и серебра, полученных методом электроискрового спекания.
Ключевые слова: электроискровое спекание, нанодисперсный порошок, микротвердость