

НАНОИНДУСТРИЯ



НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

2
 2019

ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ УБИВАЕТ РАКОВЫЕ КЛЕТКИ

Лазерное излучение с длиной волны 1265 нм вызывает окислительный стресс, приводя к гибели раковых клеток и нарушению функционирования митохондрий

НОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МАГNETРОННОГО РАСПЫЛЕНИЯ

Вакуумная установка "МАГНА ТМ 150-01К" создана для нанесения многослойных тонких пленок на кремниевые пластины диаметром 100–150 мм. Позволяет получать многослойные функциональные

НАНОИНДЕНТИРОВАНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Наноиндентирование позволяет выявлять отдельные фазы в многокомпонентных материалах и строить карты их механических свойств

В НОМЕРЕ:
ИННОВАЦИИ
ДОСТИЖЕНИЯ
ДИСКУССИИ

**БЕЛОСТОЦКИЙ СЕРГЕЙ ГЕОРГИЕВИЧ,
PhD В ОБЛАСТИ ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ,
ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА ООО "МАППЕР"
ФАБРИКА МЭМС В РОССИИ. УСПЕХ ТЕХ, КТО ДЕЙСТВУЕТ**



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

Главный редактор: А. САУРОВ

Зам. главного редактора: А. АЛЕШИН

Корректор: А. ЛУЖКОВА

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

Дизайн и компьютерная верстка: А. БОДРОВ

Отдел рекламы:

А. ЦАПЛИН ats71@mail.ru

О. ЛАВРЕНТЬЕВА nano@technosphera.ru

Сбыт: А. МЕТЛОВ sales@electronics.ru

Подписка: Е. ЗАЙКОВА magazine@technosphera.ru

Учредитель: АО "РИЦ "ТЕХНОСФЕРА"

Генеральный директор: О. КАЗАНЦЕВА

НАНОИНДУСТРИЯ ©

Перерегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций 7.09.2017 ПИ № ФС77-70992

Журнал издается 8 раз в год с 2012 года

Тираж 4 000 экз. Цена договорная

Подписано в печать 08.04.2019, заказ № 256634

© 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. Электрозаводская 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



IN THE ISSUE СОДЕРЖАНИЕ

Competent opinion
MEMS factory in Russia.
Success of those who work
S.G. Belostotskiy

80

Компетентное мнение
Фабрика МЭМС в России. Успех тех, кто действует
С.Г. Белостоцкий

Nanotechnologies
The influence of 1265 nm laser radiation on human adenocarcinoma cells

86

Нанотехнологии
Воздействие лазерного излучения с длиной волны 1265 нм на культуру клеток аденокарциномы человека
А.В. Хохлова, И.О. Золотовский, Е.С. Позодина, Ю.В. Саенко, Д.А. Столяров, С.Н. Ворсина, С.Г. Соколовский, А.А. Фотиади, Д.А. Лямина, Э.У. Рафаилов

A.V. Khokhlova, I.O. Zolotovskii, E.S. Pogodina, Y.V. Saenko, D.A. Stoliarov, S.N. Vorsina, S.G. Sokolovski, A.A. Fotiadi, D.A. Liamina, E.U. Rafailov

To date, the mechanism responsible for photobiomodulation oxidative stress induced by 1265 nm laser light is unclear, but mitochondria are considered the most probable acceptors of laser radiation at this wavelength. We studied oxidative stress, mitochondrial potential, the level of reduced glutathione, and the viability of human adenocarcinoma cells. Narrow-band and broad-band laser irradiation at the doses of 9.45 and 66.6-400 J/cm², respectively, caused cell death, an increase of reactive oxygen species intracellular concentration and a disturbance of the mitochondrial functions. Thus, lasers at the wavelength of 1265 nm affect HCT116 cells through mitochondrial damage, and the dose increase contributes to cell damage without the heating effect.

Keywords: 1265 nm laser radiation, cancer cells, near-infrared lasers, oxidative stress, photobiomodulation therapy, reactive oxygen species, singlet oxygen, mitochondria

Механизмы, ответственные за фотобиомодуляционный окислительный стресс, индуцированный лазером 1265 нм, еще неясны. Вероятными акцепторами излучения считаются митохондрии. Изучены окислительный стресс, митохондриальный потенциал, уровень восстановленного глутатиона и жизнеспособность клеток аденокарциномы человека. Облучение узкополосным и широкополосным лазерами с дозами 9,45 и 66,6-400 Дж/см² соответственно вызвало клеточную гибель, повышение уровня активных форм кислорода и нарушение работы митохондрий. Показано, что лазерное излучение 1265 нм воздействует на клетки HCT116, повреждая митохондрии, увеличение дозы способствует повреждению клеток без эффекта нагревания.

Ключевые слова: 1265 нм, раковые клетки, ИК-лазеры, окислительный стресс, фотобиомодуляционная терапия, активные формы кислорода, митохондрии

Deposition of multilayer functional thin films by the method of magnetron spraying on the "MAGNA TM 150-01K" installation
V.V. Odinov, R.A. Karaulov, V.V. Panin, A.V. Shubnikov

96

Нанесение многослойных функциональных тонких пленок методом магнетронного распыления на установке "МАГНА ТМ 150-01К"
В.В. Одинов, Р.А. Караулов, В.В. Панин, А.В. Шубников
Представлена разработка ОАО "НИИ точного машиностроения" – вакуумная установка "МАГНА ТМ 150-01К", устройство и принцип работы. На ней реализован технологический процесс нанесения многослойных тонких пленок на кремниевые пластины диаметром 100–150 мм магнетронным распылением. Покрытия наносились в едином вакуумном цикле с трех мишеней с загрузкой и выгрузкой пластин из кассеты в шлюзовую камеру, встроенной в чистое помещение. Слои титана и нитрида титана наносились последовательно из одной мишени, слой алюминия наносился из двух алюминиевых мишеней.

Ключевые слова: нанотехнология, мишень, нанослой, гистерезис

This paper presents a new development of JSC "Research Institute of Precision Engineering" - vacuum installation "MAGNA TM 150-01K." Considered are the device and principle of operation. The installation implemented a technological process of deposition of multilayer thin films on the silicon wafers with a diameter of 100–150 mm by magnetron spraying. Coatings were applied in a single vacuum cycle from three targets with loading and unloading of plates from a cassette into a cassette in a lock chamber built into a clean room. Layers of titanium and titanium nitride were deposited sequentially from a single titanium target, and a layer of aluminum (Al) was deposited from two other aluminum targets.

Keywords: Nanotechnology, target, nanolayers, hysteresis, nanostructures

Report from production
Service-production site and design office of ZENCO PLASMA
A.N. Alyoshin

102

Репортаж с производства
Сервисно-производственный участок и КБ "ЗЭНКО ПЛАЗМА"
А.Н. Алышин

Nanomaterials
Structure of metal-carbon nanocomposite based on pyrolysed derivatives of dipthalocyanines for immobilization of radioactive waste

108

Структура металлоуглеродного нанокompозита на основе пиролизатов дифталоцианинов для иммобилизации радиоактивных отходов
В.Ю. Байрамкулов, М.Ю. Пресняков
Методами ПЭМ и АСМ установлено строение металлоуглеродных нанокompозитов, полученных пиролизом дифталоцианина иттрия. Показано, что при высокотемпературном пиролизе в графитизированной углеродной матрице образуются кристаллы α-иттрия, которые на масштабах в десятки микрометров образуют развитую сеть нанокластеров. Особенности структурирования, изученные на модельном объекте, характерны для радиоактивных изотопов лантаноидов и актиноидов, создавая научную

V.Yu. Bairamukov, M.Yu. Presnyakov
The structure of metal-carbon nanocomposites obtained by pyrolysed yttrium dipthalocyanine derivatives was established by transmission electron microscopy and atomic force microscopy. It is shown that during high-temperature pyrolysis α-yttrium crystals forms a wide-range network of nanoclusters in a graphitized carbon matrix on a scale of tens of micrometers. The features of structuring studied on a model object are common for radioactive isotopes of lanthanides and actinides, which creates the scientific basis

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"
- 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.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 Mezhnkiga
- 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 Rusland Experten Consulting GmbH
Olgastraße 82 89073 Ulm
Т. +(49) 731 145 344 94
М. +(49) 151 156 820 18
n.wenzel@rusland-experten.com
www.rusland-experten.com

for using metal-carbon nanocomposites as matrices for immobilization of high-level waste from spent nuclear fuel.
Keywords: transmission electron microscopy, atomic force microscopy, pyrolysis, dipthalocyanine, radioactive waste

Conferences, seminars, exhibitions

Workshop of Eurointech collects lead manufacturers and distributors of high-tech equipment

A.N.Alyoshin

Every year, Eurointech conducts a cycle of seminars to which employees of Russian enterprises are invited, wishing to receive an information on the modern technologies, as well as representatives of companies manufactured the high-tech equipment. Eurointech is well known company in Russia as a supplier of technological equipment for the production of the electronics and microelectronics, a microwave equipment and software for designing and creating printed circuit boards and various electronic devices, including MEMS. During the seminars, Eurointech presents its solutions, describes in detail and constructively their advantages in comparison with competing manufacturers, talks about the prospects.

Keywords: Eurointech, seminars, MEMS

Control and measurements

Automation of 1d measurement instruments calibration

S.S.Stepanov, A.V.Petrov, S.B.Tarasov, S.N.Stepanov

This paper describes the issues related to calibration of a hand-held measuring instruments and development of the automated reference instruments for these purposes. A schematic diagram of the automatic instrument control system is presented. Considered are possible errors that require additional research and measures to eliminate or minimize them.

Keywords: instrument, measurement accuracy, hand tool, servo drive, positioning accuracy, calibration

Scanning probe microscopy in thin film studies

I.V.Yaminsky, A.I.Akhmetova, G.B.Meshkov

As a part of the Russian-Iranian project "Initiation of local chemical reactions in deposited thin films using scanning probe microscopy", the investigations were continued with the use of scanning probe and capillary microscopy to create multi-parametric lithography. Original results were obtained on controlled surface modification, which is achieved through the fabrication of multichannel capillaries. Accuracy of capillary nanolithography corresponds to the level of units of nanometers.

Keywords: scanning probe microscope, thin films, local anodic oxidation, nanometer resolution, capillary microscopy, lithography probe microscope

Equipment for nanoindustry

Felix Holzner presents the Swisslitho

A.N.Alyoshin

SwissLitho is a young high-tech company with the vision to change the way nanostructures are commonly made. Their unique nanolithography tools, called NanoFrazor, trace their origins to the Millipede project from IBM Research Zurich. The multiple-patented technology uses heatable silicon tips for patterning and simultaneous imaging of arbitrary high-resolution nanostructures. The NanoFrazor opens up new and unprecedented possibilities for nanofabrication in order to accelerate scientific and technological progress in all fields of nanotechnology. Dr. Felix Holzner kindly answers on our questions.

Keywords: NanoFrazor, nanostructures, visualization, nanometer resolution

основу использования металлоуглеродных наноконкомпозитов как матриц для иммобилизации высокоактивных ОЯТ.
Ключевые слова: ПЭМ, атомно-силовая микроскопия, пиролиз, дифталоцианин, радиоактивные отходы

Конференции, семинары, выставки

Семинар компании Eurointech собирает ведущих производителей и дистрибьюторов высокотехнологического оборудования

A.N.Alyoshin

Ежегодно компания Евроинтех проводит семинары для сотрудников российских предприятий, желающих получить информацию о современных технологиях, а также представителей компаний – производителей высокотехнологического оборудования. Компания Евроинтех известна в России как поставщик технологического оборудования для производства электроники и микроэлектроники, оборудования СВЧ и ПО для проектирования и создания печатных плат и электронных устройств, включая МЭМС. Евроинтех презентует свои решения, описывает их преимущества по сравнению с конкурирующими производителями, представляет планы и перспективы развития.

Ключевые слова: Евроинтех, семинар, МЭМС

Контроль и измерения

Автоматизация калибровки приборов для линейных измерений

S.S.Stepanov, A.B.Petrov, S.B.Tarasov, C.H.Stepanov

Рассмотрены вопросы калибровки ручного измерительного инструмента и разработки автоматизированных эталонных приборов для них. Представлена принципиальная схема системы автоматического управления приборами. Рассмотрены возможные погрешности, требующие дополнительных исследований и проведения мероприятий по их устранению или минимизации.

Ключевые слова: точность измерений, ручной инструмент, сервопривод, погрешность позиционирования, калибровка

Сканирующая зондовая микроскопия в исследованиях тонких пленок

I.V.Yaminsky, A.I.Akhmetova, G.B.Meshkov

В рамках российско-иранского проекта "Инициация локальных химических реакций в осажденных тонких пленках с использованием сканирующей зондовой микроскопии" продолжены исследования с помощью СЗМ и КМ по созданию многопараметрической литографии. Получены оригинальные результаты по контролируемой модификации поверхности. Точность капиллярной нанолитографии находится на уровне единиц нанометров.

Ключевые слова: сканирующая зондовая микроскопия, тонкие пленки, локальное анодное окисление, нанометровое разрешение, капиллярная микроскопия, литография зондовый микроскоп

Оборудование для nanoindustry

Феликс Хольцнер представляет компанию Swisslitho

A.N.Alyoshin

SwissLitho – молодая высокотехнологичная компания, которая стремится изменить способ производства наноструктур. Их уникальные инструменты, получившие название NanoFrazor, появились в проекте Millipede от IBM Research Zurich. В запатентованной технологии используются горячие кремниевые канонечники для формирования рисунка и визуализации произвольных наноструктур в высоком разрешении. NanoFrazor открывает новые возможности в напроизводстве и нанотехнологиях.

Ключевые слова: NanoFrazor, наноструктуры, визуализация, нанометровое разрешение

СПИСОК РЕКЛАМОДАТЕЛЕЙ

| | |
|---------------------------------|--------------|
| ExpoCoating | 101 |
| Picosun | 117 |
| SemiExpo | 3 обл. |
| Вакуумная наука и техника | 85 |
| ЭНКО ПЛАЗМА | 107, вклейка |
| ИНЭОС | 131 |
| Композит Экспо | 145 |
| МАКС | 119 |
| Маппер | 83 |
| МВМС | 77 |
| Микро ИМЦ | 125 |
| Минатех | 2 обл., 133 |
| Нефтегаз | 127 |
| НИИТМ | 99 |
| ТБС | 4 обл. |
| Тиснум | 75 |
| Точные измерения | 79 |
| ЦПТ | 73 |

Bandpass filters produced with an EOSS® sputtering system – enhanced sputter-up production tools for high quality optical coatings

B. Bontschew, M. Schneider, J. Fell, D. Nikulin, V. Vasilyev
Different bandpass filters are presented in this article, like infrared light and triple bandpass filters, produced with a high precision optical coater, which concept is based on multiple dual cylindrical sputtering sources, an RF plasma source, and a rotating turntable as sample holder. Thin films were prepared by metallic mode sputtering with layer uniformities of better than 99.75% precision.

Keywords: thin film deposition, RF plasma source, triple bandpass filters, metallic mode sputtering

Mapping of mechanical properties for diagnostics of inclusions in complex multi-phase Minerals

K.S. Kravchuk, A.S. Useinov, I.V. Laktionov, A.P. Fedotkin
A method of mapping mechanical properties is demonstrated. It is an illustrative instrument to visualize distribution of properties of heterogeneous and multiphase materials. A possibility to construct multi-layer interactive maps and analyze the material properties distribution is shown.

Keywords: NanoFrazor, nanostructures, indentation, hardness, elastic modulus, AKAZE algorithm

Scanning probe microscopy of 2D nanostructures for energy storage and catalysis

I.V. Yaminsky, A.I. Akhmetova, G.B. Meshkov, A.V. Olenin
As a part of the work to modify the structure and determine the physicochemical and electrophysical characteristics of 2D nanoscale structures, their conductivity was studied. The data on the electrical conductivity of TiS₂ structures on the surface of silicon oxide were obtained. The conductivity of graphene and graphite was measured by resistive scanning microscopy.

The data were obtained using a FemtoScan microscope.
Keywords: scanning probe microscopy, conductivity, graphene, graphite, titanium trisulfide, silicon, 2D nanoscale structures

Полосовые фильтры, произведенные с помощью системы напыления EOSS® – усовершенствованная промышленная система для напыления высококачественных оптических покрытий

Б. Бончев, М. Шнайдер, И. Фель, Д. Никулин, В. Васильев
Представлены результаты напыления различных полосовых фильтров – ИК-фильтр и тройной полосовой фильтр, полученных в установке Star.EOSS производства компании FHR. Нанесение пленок путем ионного распыления металлов в магнетронном разряде приводит к неравномерности пленок по толщине менее 0,25% (3 сигма) на подложках с диаметром от 200 до 300мм.

Ключевые слова: напыление пленок, источник ВЧ-плазмы, тройной полосовой фильтр, ионное распыление металлов

Картирование механических свойств как метод диагностирования включений в сложных многофазных минералах

К.С. Кравчук, А.С. Усеинов, И.В. Лактионов, А.П. Федоткин
Продемонстрирован метод картирования механических свойств, являющийся наглядным инструментом визуализации распределения свойств неоднородных, многофазных материалов. Показана возможность построения многослойных интерактивных карт и анализа распределения свойств материалов.

Ключевые слова: картирование, наноструктуры, идентификация, твердость, модуль упругости, алгоритм AKAZE

Сканирующая зондовая микроскопия 2D наноразмерных структур для энергонакопителей и катализаторов

И.В. Яминский, А.И. Ахметова, Г.Б. Мешков, А.В. Оленин
В рамках работ по модификации строения и определения физико-химических и электрофизических характеристик 2D наноразмерных структур проведено исследование их проводимости. Получены данные об электрической проводимости структур TiS₂ на поверхности оксида кремния. Измерены проводимости графена и графита методом СРМ. Данные получены с помощью СЗМ FemtoScan.

Ключевые слова: СЗМ, проводимость, графен, графит, трисульфид титана, кремний, 2D наноразмерные структуры

"ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес"

Научно-технический журнал, посвященный широкому спектру вопросов в области разработки и изготовления электронной и радиоэлектронной аппаратуры и ее компонентов, а также отраслевых тенденций и состояния рынка. Журнал ориентирован как на руководителей различного уровня, так и на научных и инженерно-технических работников в сфере проектирования и производства электроники, а также в смежных областях.

ISSN: 1992-4178

"ПЕРВАЯ МИЛЯ Last Mile"

Научно-технический журнал, посвященный технологиям и бизнесу телекоммуникаций, производства кабелей связи, телевизионного вещания, информационной безопасности. Особое внимание уделяется сетям широкополосного доступа и локальным телекоммуникационным сетям.

ISSN: 2070-8963

"ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА"

Журнал, посвященный формированию цифровой экономики в РФ в концептуальном, институциональном и техническом аспектах. Новостные, аналитические и экспертные материалы.

"НАНОИНДУСТРИЯ"

Научно-технический журнал, посвященный наноматериалам, наноэлектронике, нанодатчикам и наноустройствам, диагностике наноструктур и наноматериалов, нанобиотехнологиям и применению нанотехнологий в медицине.

ISSN: 1993-8578

"АНАЛИТИКА"

Межотраслевой научно-технический журнал о создании, изучении и применении новых веществ и материалов. Журнал посвящен инновационным междисциплинарным решениям и технологиям в химии и нефтехимии, науках о жизни, материаловедении, нанотехнологиях.

ISSN: 2227-572X

"ФОТОНИКА"

Научно-технический журнал по фотонным и оптическим технологиям, оптическим материалам и элементам, используемым в оптических системах, оборудовании и станках.

ISSN: 1993-7296

"СТАНКОИНСТРУМЕНТ"

Отраслевой научно-технический журнал, комплексно рассматривающий проблемы станкоинструментальной промышленности.

ISSN: 2499-9407



ТЕХНОСФЕРА
РЕКЛАМНО-ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

www.technosphera.ru