

## СОДЕРЖАНИЕ

Измерение и анализ развития нанотехнологии. <i>А.И. Терехов</i> . . . . .	3
Атомно-молекулярная сборка на основе химической связи: природа и механизм формирования. <i>А.А. Потанов</i> . . . . .	14
Открытие физических принципов упрочнения материалов слоями объемного заряда. <i>Ф.И. Высокыйло, В.С. Тивков</i> . . . . .	27
Получение фуллеренов и углеродных нанотрубок, изучение агрегации углеродных нанотрубок и применение углеродных наноматериалов в нанокompозитах. <i>Е.Н. Бормونتв, Л.А. Битюцкая, Ю.В. Соколов</i> . . . . .	34
Наноструктурированные минерально-углеродные сорбенты и исследование их хроматографических свойств при разделении смеси фуллеренов $C_{60}$ и $C_{70}$ . <i>О.А. Крохина, В.Н. Постнов</i> . . . . .	39
Структуры $C_{60}$ -фуллеритов по данным электронной микроскопии. <i>Т.А. Шабанова</i> . . . . .	44
Использование сканирующего устройства для напыления углеродных нанопленок методом лазерной абляции. <i>Д.Г. Калужный, Р.Г. Зонов, Г.М. Михеев</i> . . . . .	52
Прямой динамический синтез ультрадисперсных кристаллических фаз системы В–С–N в гиперсверхзвуковой плазменной струе. <i>А.А. Сивков, А.Я. Пак</i> . . . . .	54
Наноструктурированные цеолитные катализаторы алкилирования изобутана бутан-бутиленовой фракцией. <i>Р.Р. Шириязданов</i> . . . . .	59
Исследование пленок $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ на СТМ и ПЭМ. <i>С.В. Антоненко, С.М. Толкачева, А.А. Тимофеев</i> . . . . .	61
Применение нанокристаллического бемита в технологии подложек микросхем. <i>Е.С. Лукин, Ю.А. Мазалов, Н.А. Попова, А.В. Федотов</i> . . . . .	63
Получение нанодисперсных кристаллических соединений титана при многократной и частотной работе коаксиального магнитоплазменного ускорителя. <i>А.А. Сивков, А.С. Сайгаи, А.А. Евдокимов</i> . . . . .	66
Характеристики нанотолщинного композита на гибкой подложке при деформациях изгиба. <i>Д.А. Мудрецов, А.А. Жуков, Е.С. Кузьменко, И.Н. Компанец</i> . . . . .	72
Технология плазменного наноразмерного травления металлов и полупроводников в бинарных хлорсодержащих газовых смесях. <i>А.М. Ефремов, В.И. Светцов, С.А. Пивоваренок, А.В. Дунаев</i> . . . . .	77
Наноразмерный стабилизатор ферментов на основе частиц феррита кобальта. <i>А.Г. Першина, Л.В. Ефимова, В.И. Итин, О.Г. Терехова, А.А. Магаева, В.Ю. Серебров, А.Э. Сазонов</i> . . . . .	81
Исследование характеристик наногенераторов и перспектив их разработки. <i>В.Г. Градецкий, В.Г. Чащухин, А.И. Шокин</i> . . . . .	87
Повышение анизотропии трения устройств сцепления внутритрубного минибота за счет использования адгезионных эффектов. <i>В.Г. Чащухин</i> . . . . .	93
Способ закрепления наночастиц серебра на поверхности полипропиленовых волокон. <i>Е.А. Сергеева</i> . . . . .	97
К вопросу о повторяемости результатов измерений в зондовой сканирующей туннельной микроскопии <i>А.В. Денисов, М.Ю. Першина, Д.А. Горностаев</i> . . . . .	100
НОВОСТИ . . . . .	102
АННОТАЦИИ . . . . .	108
КНИЖНОЕ ОБОЗРЕНИЕ . . . . .	115

## TABLE OF CONTENTS

The measurement and analysis of the development of nanotechnology. <i>A.I. Terekhov</i> . . . . .	3
Atomic-molecular assembly on the basis chemical bond: nature and mechanical of construction. <i>A.A. Potapov</i> . . . . .	14
Discovery of the physical principles of hardening materials by layers of space charges. <i>Ph. I. Vysikaylo, V.S.Tiokov</i> . . . . .	27
Obtaining of the fullerenes and carbon nanotubes, studying of aggregation of the carbon nanotubes and application of the carbon nanomaterials in nanocomposites. <i>E.N.Bormontov, L.A.Bituzkaya, Yu.V.Sokolov</i> . . . . .	34
Nanostructural carbon-mineral sorbents and research of their chromatographic properties at separate mix of fullerenes C <sub>60</sub> and C <sub>70</sub> . <i>O.Krokhina, V.Postnov</i> . . . . .	39
Structures C <sub>60</sub> -fullerite according to electronic microscopy. <i>T.A.Shabanova</i> . . . . .	44
Scanning setup application for carbon nanofilms evaporation by laser ablation. <i>D.G.Kalyuzhnyi, R.G.Zonov, G.M.Mikheev</i> . . . . .	52
Direct dynamic super dispersed B-C-N system crystalline phases synthesis in the high-speed plasma je. <i>A.A.Sivkov, A.J.Pak</i> . . . . .	54
Nanostructured zeolite catalysts of alkylation of isobutane by butane-butylene fraction. <i>R.R.Shiriyazdanov</i> . . . . .	59
Studying YBa <sub>2</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>7-x</sub> films at scanning tunneling microscope (STM) and transmission electron microscope (TEM) <i>S.V. Antonenko, S.M. Tolkachyova, A.A. Timofeyev</i> . . . . .	61
Application of nanocrystalline boehmite in technology of substrates of microcircuits. <i>E.S.Lukin, Yu.A.Masalov, N.A.Popova, A.V.Fedotov</i> . . . . .	63
Synthesis of nanodispersed titan crystal compound at multiple and frequency work of coaxial magnetoplasma accelerator. <i>A.A. Sivkov, A.S. Saygash, A.A. Evdokimov</i> . . . . .	66
Properties of nano-thickness composite coating on flexible polymer substrates under the bending deformations. <i>D.A.Mudretsov, A.A.Zhukov, E.S.Kuzmenko, I.N.Kompanez</i> . . . . .	72
Technology for plasma etching nanosized metals and semiconductors in Chlorinated Binary Gas Mixtures. <i>A.M. Efremov, V.I. Svetsov, S.A. Pivovarenok, A.V. Dunaev</i> . . . . .	77
Nanoscale stabilizer of ferments based on cobalt ferrite particles. <i>A.G. Pershina, L.V. Yefimova, V.I. Itin, O.G. Terekhova, A.A. Magayeva, V.Yu. Serebrov, A.E. Sazonov</i> . . . . .	81
Nanogenerator's characteristics and development prospect research. <i>V.G. Gradetsky, V.G. Chashchukhin, A.I. Shokin</i> . . . . .	87
Friction anisotropy increasing for robot's supports by means of adhesion effects. <i>V.G. Chashchukhin</i> . . . . .	93
Way of silver nanoparticles fastening on polypropylene fiber surface. <i>E.A. Sergeeva</i> . . . . .	97
To the problem of repeatability of measurement results in probe scanning tunneling microscopy. <i>A.V. Denisov, M.Yu. Pershina, D.A. Gornostayev</i> . . . . .	100
NEWS . . . . .	102
ANNOTATION . . . . .	108
BOOKREVIEW . . . . .	115

ISSN 1816-4498

АДРЕС РЕДАКЦИИ:  
117246, г. Москва, Научный проезд 20, стр.4

Сдано в набор 2.06.2010. Подписано в печать 21.06.2010  
Формат 60x90<sup>1</sup>/<sub>8</sub> Бумага офсетная №1.  
Уч.-изд. л. 14,5. Физ. п. 14,5. Тираж 500. Заказ № 731

ООО Издательство «Янус-К».  
127411, Москва, ул. Учинская, д.1

Отпечатано в ООО «Крайф»  
127106, Москва, ул. Ботаническая, д.41, п.7

Редакционный совет

Председатель:

**Ананян М.А.**, д.т.н., ген.директор  
Концерна «Наноиндустрия»

Члены совета:

Андреевский Р.А, д.т.н., проф., член совета РАН  
по наноматериалам; Быков В.П, д.ф.-м.н., проф.;  
Пролейко В.М, проф.; Сергеев Г.Б, д.х.н., проф.;  
Цирлина Г.А, д.х.н., проф.;  
Четверушкин Б.Н, д.ф.-м.н., член-корр РАН;  
Левин А.С., отв. секретарь

Номер готовили:

Сапожников Ю.Т., Свидиненко Ю.Г.

### **Измерение и анализ развития нанотехнологии**

*А.И. Терехов*

В статье представлен краткий наукометрический анализ развития нанотехнологии в России и в мире. Значительное внимание уделено проблеме исследовательских кадров в обеспечении перспектив этой междисциплинарной научной области в нашей стране. Рассмотрены экономические аспекты развития нанотехнологии, особенности и сложности ее коммерциализации. Эмпирическую основу исследования составили статистические данные, полученные из БД SCI-Expanded, а также отечественных БД: РФФИ и ВАК России. Для расчета экономических индикаторов использована официальная информация и данные специализированных Интернет-сайтов.

### **Атомно-молекулярная сборка на основе химической связи: природа и механизм формирования**

*А.А. Потанов*

Дается краткий анализ состояния исследований в области химической связи как основы атомно-молекулярной сборки. Предлагается для обсуждения электростатическая модель формирования химической связи, основанная на представлении о диполь-оболочечном строении атомов. Приведены примеры экспериментального подтверждения предлагаемой модели химической связи.

### **Открытие физических принципов упрочнения материалов слоями объемного заряда**

*Ф.И. Высикайло, В.С. Тивков*

Впервые обсуждается возможность упрочнения композитных материалов формированием на их поверхности слоев объемного заряда. В качестве ловушек для свободных электронов, формирующих отрицательно заряженный слой объемного заряда на поверхности упрочняемого материала, можно использовать фуллерены, нанотрубки и иные наноструктуры с большим сродством к электрону. Эти наноструктуры с большим сродством к электрону (модификаторы) присоединяют к себе свободные электроны и тем заряжают положительным зарядом модифицируемый материал. Как показывают аналитические расчеты, модификация прочностных характеристик композитных материалов слоями объемного заряда возможна в десятки раз! Проведены аналитические расчеты резонансных объемных процентных концентраций модификатора, при известных характерных размерах нанокристалла и самого модификатора. Согласно аналитическим расчетам можно надеяться на упрочнение молекулами  $C_{60}$  до 104 ГПа кристаллов меди и других материалов со свободными электронами.

### **Получение фуллеренов и углеродных нанотрубок, изучение агрегации углеродных нанотрубок и применение углеродных наноматериалов в нанокompозитах**

*Е.Н. Бормонтов,  
Л.А. Битюцкая, Ю.В. Соколов*

Получены фуллерены и углеродные нанотрубки в массовых количествах. Изучена агрегация углеродных нанотрубок в различных жидких средах (толуол, ацетон, дистиллированная вода). Получены нанокompозиционные материалы, легированные фуллеренами и углеродными нанотрубками.

## **Наноструктурированные минерально-углеродные сорбенты и исследование их хроматографических свойств при разделении смеси фуллеренов C<sub>60</sub> и C<sub>70</sub>**

**О.А. Крохина, В.Н. Постнов**

Показана возможность использования наноструктурированных минерально-углеродных сорбентов для хроматографического разделения смеси фуллеренов C<sub>60</sub>, C<sub>70</sub>.

Полученные сорбенты сочетают в себе пористую структуру неорганических матриц с химической природой поверхности углеродных материалов. В качестве матрицы применяли макропористый кремнезем. Рассмотрены способы нанесения углерода на поверхность кремнеземной матрицы.

В процессе разделения фуллеренов методом жидкостной хроматографии, где в качестве неподвижной фазы использовали синтезированные наноструктурированные минерально-углеродные сорбенты, были получены и выделены в отдельные фракции фуллерены C<sub>60</sub> с чистотой 99% и C<sub>70</sub>, 98%.

## **Структуры C<sub>60</sub>-фуллеритов по данным электронной микроскопии**

**Т.А. Шабанова**

При трансформации C<sub>60</sub> К упорядоченных фуллеритов в термодинамических условиях «наноразмерной реакционной зоны» образуются C<sub>60</sub>-кубические, C<sub>70</sub>-ромбические и др. фуллеритовые структуры.

## **Использование сканирующего устройства для напыления углеродных нанопленок методом лазерной абляции**

**Д.Г. Калужный,  
Р.Г. Зонов, Г.М. Михеев**

Показана возможность получения углеродных пленок на поверхности поддерживающих подложек методом лазерного испарения в вакууме, путем сканирования лазерного луча по поверхности неподвижной мишени. Пленки углерода наносились на кварцевые и стеклянные подложки. Скорость роста пленки 5,5 нм/мин. Были получены пленки толщиной от 20 нм до 3 мкм.

## **Прямой динамический синтез ультрадисперсных кристаллических фаз системы В–С–N в гиперскоростной плазменной струе**

**А.А. Сивков, А.Я. Пак**

Приведены результаты поисковых исследований по динамическому синтезу кубического нитрида бора с-BN и кубического нитрида углерода с-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> в гиперскоростной импульсной струе бор-углеродной электроразрядной плазмы, истекающей в пространство с азотной атмосферой. Источником плазмы является высокопоточный импульсный коаксиальный магнитоплазменный ускоритель с графитовым ускорительным каналом. Полученные данные показывают возможность синтеза ультрадисперсного кубического нитрида бора и ковалентного нитрида углерода.

## **Наноструктурированные цеолитные катализаторы алкилирования изобутана бутан-бутиленовой фракцией**

**Р.Р. Ширияданов**

Приведены результаты исследований процесса алкилирования изобутана бутан-бутиленовой фракцией на ультрастабильном цеолите типа Y в поликатион-декатенированной форме, модифицированном наноразмерными порошками металлов.

## **Исследование пленок YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-x</sub> на СТМ и ПЭМ**

**С.В. Антоненко,  
С.М. Толкачева, А.А. Тимофеев**

Рассмотрено приготовление ВТСП пленок Y(Sm)Ba<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-x</sub>. Представлены результаты по экспериментальному исследованию данных пленок методами СТМ, ПЭМ. Показано, что ВТСП пленки имеют кристаллическое строение. Оценены поперечные размеры кристаллитов — 5–40 нм. Наблюдается корреляция между данными СТМ и ПЭМ. ВТСП пленки предназначены для атомной техники, сверхпроводящих магнитных систем, датчиков излучения, болометров и т.д.

## Применение нанокристаллического бемита в технологии подложек микросхем

*Е.С. Лукин, Ю.А. Мазалов,  
Н.А. Попова, А.В. Федотов*

Приведены результаты экспериментальных исследований порошка нанокристаллического бемита, процесса уплотнения, микроструктуры и свойств корундовой керамики с пониженной температурой спекания. Керамические материалы, полученные из нанокристаллического бемита с подобранными добавками, спекаются до нулевой плотности при пониженных температурах, не выше 1400–1550°C. Керамика характеризуется мелкокристаллической структурой, имеет высокие диэлектрические свойства. Материалы являются перспективными в качестве подложек микросхем и спаев с металлами.

## Получение нанодисперсных кристаллических соединений титана при многократной и частотной работе коаксиального магнитоплазменного ускорителя

*А.А. Сивков, А.С. Сайгаи,  
А.А. Евдокимов*

В работе показано, что система на основе коаксиального магнитоплазменного ускорителя обеспечивает динамический синтез нанодисперсных кристаллических фаз на основе титана, таких как  $c\text{-TiN}$  и  $\text{TiO}_2$ , при многократном использовании титанового ствола как расходного материала. Эффективность наработки материала с поверхности ускорительного канала титанового ствола увеличивается при циклической работе ускорителя с длительностью безтоковой паузы менее 1,0 сек.

## Характеристики нанотолщинного композита на гибкой подложке при деформациях изгиба

*Д.А. Мудрецов, А.А. Жуков,  
Е.С. Кузьменко, И.Н. Компанец*

Исследованы до и после деформации на изгиб характеристики изготовленного на гибких подложках из PES и PETF нанотолщинного композитного покрытия из слоев прозрачного проводящего ITO и полимерной пленки PMDA-ODA. По-

казано, что минимальный радиус, еще не приводящий к разрушениям композиционного покрытия, при деформации сжатия (на внутренней стороне изгиба) на 14% меньше, чем при деформации растяжения (на внешней стороне изгиба). Микрошероховатость, вызываемая деформацией сжатия, больше при деформации растяжения на 80%. Образец на основе PETF с изотропным ориентантом показал на 1 мм меньший предельный радиус кривизны, чем образец на основе PES. При нанесении анизотропного ориентанта удельное поверхностное сопротивление слоя ITO возрастало приблизительно на 70%.

## Технология плазменного наноразмерного травления металлов и полупроводников в бинарных хлорсодержащих газовых смесях

*А.М. Ефремов, В.И. Светцов,  
С.А. Пивоваренок, А.В. Дунаев*

Неравновесная низкотемпературная газоразрядная плазма (ННГП) в среде хлорсодержащих газов применяется при проведении процессов «сухого» травления и очистки поверхности полупроводниковых пластин и функциональных слоев ИМС в тех случаях, когда использование жидкостных методов ограничивается высокими требованиями к чистоте, разрешению и воспроизводимости процесса [1, 2]. В качестве плазмообразующих сред традиционно использовались  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{BCl}_3$  и  $\text{SiCl}_4$ , существенным недостатком которых является полимеризация и/или высаживание ненасыщенных продуктов плазмохимических реакций на внутренней поверхности реактора и обрабатываемого материала. Молекулярный хлор свободен от этих недостатков, однако его применение также осложнено рядом причин. Во-первых, это высокая коррозионная активность по отношению к конструкционным материалам технологического оборудования, неудобства хранения и транспортировки [1, 3]. Во-вторых, при характерных режимах работы промышленных плазмохимических реакторов ННГП в хлоре характеризуется высокими степенями диссоциации молекул  $\text{Cl}_2$ , что не позволяет достигать высокой анизотропии процесса. В то же время, последний параметр является актуальным при переходе к субмикронным технологиям в производстве ИМС.



## **Наноразмерный стабилизатор ферментов на основе частиц феррита кобальта**

*А.Г. Першина,  
Л.В. Ефимова, В.И. Итин,  
О.Г. Терехова, А.А. Магаева,  
В.Ю. Серебров, А.Э. Сазонов*

Исследовано влияние ферромагнитных наночастиц феррита кобальта синтезированных методом механохимического синтеза на кинетические параметры и ферментативную активность пероксидазы. Показано, что наночастицы феррита кобальта являются эффективным стабилизатором каталитической активности и способны значительно продлить срок хранения фермента.

## **Исследование характеристик наногенераторов и перспектив их разработки**

*В.Г. Градецкий,  
В.Г. Чащухин, А.И. Шокин*

Рассматривается возможность использования и принцип действия миниатюрного источника питания, основанного на применении массива нанопроволок из пьезоэлектрика, который может быть использован для энергоснабжения миниатюрных робототехнических систем. Обоснован выбор материалов для изготовления подобных устройств, проведены количественные оценки их параметров. Оценены возможности их дальнейшего развития и применения. Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант №08-01-00365

## **Повышение анизотропности сцепления устройств сцепления внутритрубного миниробота за счет использования адгезионных эффектов**

*В.Г. Чащухин*

Рассматривается возможность повышения анизотропности трения скользящих устройств сцепления робота с поверхностью в условиях квазистатики с целью увеличения его грузоподъемности. Рассмотрены различные структуры контактных площадок. Проведена оценка силовых взаимодействий контактных площадок устройств сцепления с шероховатой поверхностью по которой движется робот. Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант №08-01-00365.

## **Способ закрепления наночастиц серебра на поверхности полипропиленовых волокон**

*Е.А. Сергеева*

Проведены исследования влияния плазменной активации полипропиленового волокна, используемого с целью изготовления фильтров для очистки воды, на фиксацию наночастиц серебра на его поверхности. Приводятся результаты атомно-силовой микроскопии, свидетельствующие о закреплении наночастиц серебра на поверхности полипропиленового волокна и присутствии наночастиц после промывки. Показано, что наибольший эффект по фиксации наночастиц достигается при использовании двойной плазменной обработки.

## **К вопросу о повторяемости результатов измерений в зондовой сканирующей туннельной микроскопии**

*А.В. Денисов, М.Ю. Першина,  
Д.А. Горностаев*

Настоящее сообщение посвящено специфике аппаратурной и программной реализации туннельно-спектроскопических измерений, повторяемости измерений, а также возможностям использования результатов таких измерений для выбора оптимальных режимов топографических исследований и контроля достоверности получаемых изображений. В статье рассмотрена корреляция серии измерений, проведенных на СТМ «УМКА 02Е».

## **The measurement and analysis of the development of nanotechnology**

*А.И. Terekhov*

The article presents a brief scientometric analysis of the development of nanotechnology in Russia and the world. Considerable attention is paid to research staff in ensuring the prospects of this interdisciplinary field of science in our country. Also considered are the economic aspects of nanotechnology development and challenges of its commercialization. The empirical basis of research was statistical data obtained from the database SCI-Expanded, as well as the domestic databases: of the Russian Foundation for Basic Research and the Russian Higher Certification Commission. To calculate the economic indicators we used the official information and data from specialized Internet-sites.

## Atomic-molecular assembly on the basis chemical bond: nature and mechanical of constraction

*A.A. Potapov*

Abstract We give a brief analysis of research in the field of chemical bond as the basis of atomic and molecular assembly. It is proposed to discuss the electrostatic model for the formation of chemical bonds based on the concept of dipole-shell structure of atoms. Examples of the experimental confirmation of the proposed model of the chemical bond

## Discovery of the physical principles of hardening materials by layers of space charges

*Ph. I. Vysikaylo, V.S. Tiukov*

For the first time discussed the possibility of hardening of composite materials by layers of space charge. As traps for free electrons can be used fullerenes, nanotubes and other nanostructures with high electron affinity. These nanostructures with high electron affinity (modifiers) has added (invite) free electrons. According to the analytical calculations can hope for hardening up to 104 GPa for crystals of copper and other materials with free electrons.

## Obtaining of the fullerenes and carbon nanotubes, studying of aggregation of the carbon nanotubes and application of the carbon nanomaterials in nanocomposites

*E.N. Bormontov,  
L.A. Bityuzkaya, Yu.V. Sokolov*

Fullerenes and carbon nanotubes have been obtained in bulk quantities. Aggregation of carbon nanotubes in different liquid mediums (toluene, acetone, distilled water) has been investigated. Nanocomposite materials dopped by fullerenes and carbon nanotubes have been obtained.

## Nanostructural carbon-mineral sorbents and research of their chromatographic properties at separate mix of fullerenes C<sub>60</sub> and C<sub>70</sub>

*O.A. Krokhtina, V.N. Postnov*

The possibility of using the nanostructural carbon-mineral sorbent as the sorbent for separation mix of fullerenes C<sub>60</sub>, C<sub>70</sub> are shown. This sorbents combine porous structure of inorganic matrixes with the chemical nature of a surface of carbon materials.

Sorbent based on silica matrix. Some methods of drawing of carbon on a surface matrix are considered.

In the course of separation of fullerenes by liquid chromatography, with nanostructural carbon-mineral sorbents were used as a stationary phase, the following fractions have been obtained: fullerene C<sub>60</sub> with purity of 99%; fullerene C<sub>70</sub> — 98%.

## Structures C<sub>60</sub>-fullerite according to electronic microscopy

*T.A. Shabanova*

At transformation C<sub>60</sub> K ordered fullerites in thermodynamic conditions «nano-size a reactionary zone» are formed C<sub>60</sub>-cubic, C<sub>70</sub>-rhombic, etc. fullerite structures.

## Scanning setup application for carbon nanofilms evaporation by laser ablation

*D.G. Kalyuzhnyi,  
R.G. Zonov, G.M. Mikheev*

The possibility of production carbon films on supporting substrates by laser ablation in vacuum, by scanning a laser beam on the surface of a stationary target was demonstrated. Carbon films were deposited on quartz and glass substrates. The growth rate of the film was 5.5 nm/min. The films with thickness from 20 nm to 3 microns were obtained.

## Direct dynamic super dispersed B-C-N system crystalline phases synthesis in the high-speed plasma jet

*A.A. Sivkov, A.J. Pak*

The findings of the investigations on direct dynamic cubic boron nitride c-BN and cubic carbon nitride c-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub> in the high-speed pulsed electric discharge boron-carbon plasma jet, flowing into the space filled by nitrogen are shown. The source of plasma is high-current impulse coaxial magnetoplasma accelerator with graphite accelerating channel. The super dispersed cubic boron nitride and covalent carbon nitride synthesis opportunity is shown by the finding.

## Nanostructured zeolite catalysts of alkylation of isobutane by butane-butylene fraction

*R.R. Shiryazdanov*

To presents results of study process of alkylation of isobutane by butane-butylene fraction on ultra-stable zeolites Y in polycation-decationated form, modified by nanopowders of metals.

## Studying YBa<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-x</sub> films at scanning tunneling microscope (STM) and transmission electron microscope (TEM)

*S.V. Antonenko,  
S.M. Tolkachyova, A.A. Timofeyev*

Preparation of HTSC films of second generation Y(Sm)Ba<sub>2</sub>Cu<sub>3</sub>O<sub>7-x</sub> is considered. Results on an experimental research of the given films by methods AFM, TEM are presented. It is revealed that HTSC films have a crystal structure. The cross-section sizes of crystallites — 5–40 nanometers are estimated. Correlation between data AFM and TEM is observed. HTSC films are intended for the nuclear techniques, superconducting magnetic systems, radiation gauges, bolometers etc.

## Application of nanocrystalline boehmite in technology of substrates of microcircuits

*E.S. Lukin, Yu.A. Masalov,  
N.A. Popova, A.V. Fedotov*

Results of experimental researches of a powder nanocrystalline boehmite, process of consolidation, a microstructure and properties corundum ceramics with the lowered temperature of sintering are resulted. Ceramic materials received out of nanocrystalline boehmite with the picked up additives sinter to zero density at the lowered temperatures, not above 1400–1550°C. The ceramics is characterised small-crystal by structure, has high dielectric properties. Materials are perspective as substrates of microcircuits and joint with metals.

## Synthesis of nanodispersed titan crystal compound at multiple and frequency work of coaxial magnetoplasma accelerator.

*A.A. Sivkov,  
A.S. Saygash, A.A. Evdokimov*

In work it is shown, that the system on the basis of coaxial magnetoplasma accelerator provides dynamic synthesis of nanodispersed crystal phases on the basis of the titan, such as c-TiN and TiO<sub>2</sub>, at multiple use of a titanic barrel as consumable material. The quantity of a material synthesized from a surface of the accelerating channel of a titanic barrel increases at cyclic work of the accelerator with duration spacing interval less than 1,0 seconds.

## Properties of nano-thickness composite coating on flexible polymer substrates under the bending deformations

*D.A. Mudretsov, A.A. Zhukov,  
E.S. Kuzmenko, I.N. Kompanez*

The characteristics of nano-thickness composite coating consisting of layers of ITO and polymer film PMDA-ODA and manufactured on flexible substrates of PES or PETF were investigated before and after the bending deformation. It is shown that the minimal radius still not leading to the destruction of composite coating is 14% less for the deformation of compression with respect to the the tensile deformation. Micro-roughness caused by the deformation of compression, is 80% more than that for the tensile deformation. Besides, when the anisotropic orienting layer is used a specific surface resistance of ITO layer increases approximately 70%.



## Technology for plasma etching nanosized metals and semiconductors in Chlorinated Binary Gas Mixtures

*A.M. Efremov, V.I. Svetsov,  
S.A. Pivovarenok, A.V. Dunaev*

Nonequilibrium low-temperature gas-discharge plasma (NNGP) in an environment of chlorine-containing gases used during the process of "dry" etching and cleaning the surface of semiconductor wafers, and the functional layers of ICs in cases when the use of liquid method is limited to high demands for purity, resolution and reproducibility of the process [1, 2]. As plasma-forming environments have traditionally been used  $\text{CCl}_4$ ,  $\text{BCl}_3$  and  $\text{SiCl}_4$ , a significant disadvantage which is the polymerization and / or planting of unsaturated products of plasma chemical reactions on the inner surface of the reactor and the treated material. Molecular chlorine is free from these shortcomings, but its application is also complicated by a number of reasons. First, it is highly corrosive with respect to construction materials processing equipment, the inconvenience of storage and transportation [1, 3]. Secondly, the characteristic modes of industrial radioisotopic NNGP in chlorine is characterized by high degrees of dissociation of  $\text{Cl}_2$ , which is not possible to achieve high anisotropy of the process. At the same time, the last option is relevant in the transition to submicron technology in the manufacture of IC.

## Nanoscale stabilizer of ferments based on cobalt ferrite particles

*A.G. Pershina,  
L.V. Yefimova, V.I. Itin,  
O.G. Terekhova, A.A. Magayeva,  
V.Yu. Serebrov, A.E. Sazonov*

It was investigated the influence of mechanochemically synthesized cobalt ferrite nanoparticles onto kinetic parameters and activity of Horseradish peroxidase. It was shown, that the cobalt ferrite nanoparticles effective enhanced the storage stability of enzyme.

## Nanogenerator's characteristics and development prospect research

*V.G. Gradetsky,  
V.G. Chashchukhin, A.I. Shokin*

Availability and operating principle of a miniature power source on basis of piezoelectric nanowire is considered. This power source may be used to miniature autonomous robotic systems power-supply. Choice of the material for such devices manufacturing is substantiated. Quantitative estimation of power source parameters is completed. Perspective of development is considered.

## Friction anisotropy increasing for robot's supports by means of adhesion effects

*V.G. Chashchukhin*

Ability of a friction anisotropy increasing for robot's sliding supports is considered. One of the goal of this increasing is enlargement of robot's payload. Different design of support's contact areas are discussed. Force interaction between contact areas and rough surface is estimated.

## Way of silver nanoparticles fastening on polypropylene fiber surface

*E.A. Sergeeva*

The influence of polyethelene fibre plasma activation used for the purpose of manufacturing of filters for water treating, on silver nanoparticles fixing on its surface are conducted. The results of atomo-power microscopy testifying to fastening of silver nanoparticles on a surface of polypropylene fibre and nanoparticles presence after washing are proved. It is shown that the greatest effect on nanoparticles fixing is reached at use of double plasma processing.

## To the problem of repeatability of measurement results in probe scanning tunneling microscopy

*A.V. Denisov, M.Yu. Pershina,  
D.A. Gornostayev*

The present report covers specificity of instrument and software realization of tunneling spectroscopic measurements, repeatability of measurements, as well as possibility of using the results of such measurements for selecting optimal regimes of topographic studies and controlling reliability of obtained images. Correlation of measurement series conducted at «UMKA 02E» scanning tunneling microscope (STM) is considered in the article.