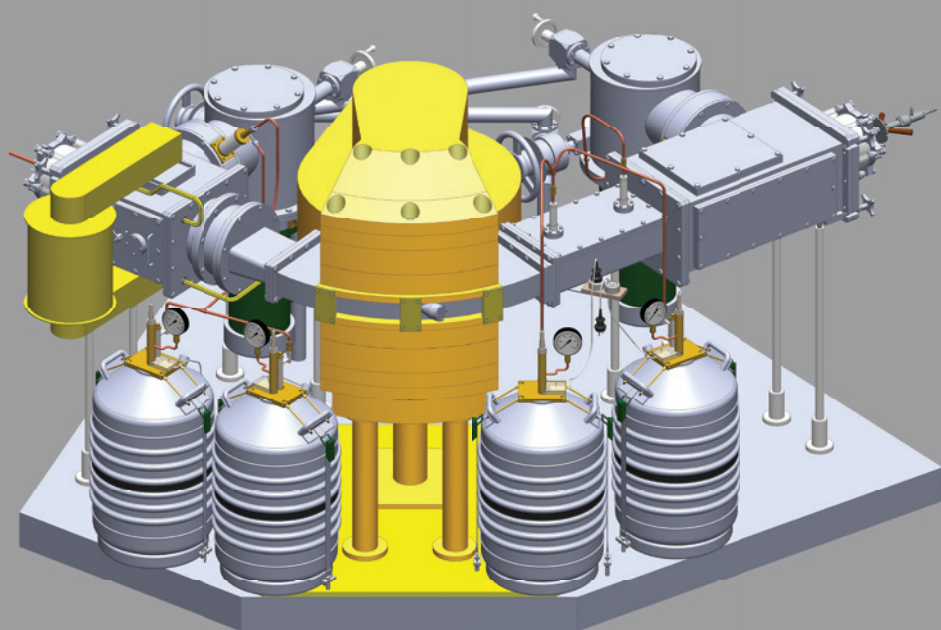


Степанов А. Л., Нуждин В. И.,
Рогов А. М., Воробьев В. В.



Формирование слоев пористого кремния и германия с металлическими наночастицами

ФИЦПРЕСС
ИЗДАТЕЛЬСТВО
ФИЦ КАЗНЦ РАН

УДК 539.2 / 6
ББК 22.338
Ф79

Ф79 **Формирование слоев пористого кремния и германия с металлическими наночастицами** / Степанов А.Л., Нуждин В.И., Рогов А.М., Воробьев В.В. – Казань: ФИЦ КазНЦ РАН, 2019. 188 с.

ISBN 978-5-94469-044-9

Монография посвящена научным фундаментальным и технологическим проблемам субмикро- и нанофизики, связанным с разработкой новых функциональных материалов из тонких пористых полупроводниковых слоев с включениями металлических наночастиц, а также установлению закономерностей целенаправленного изменения физико-химических свойств таких сред при их формировании. Конкретная цель представляемой работы заключается в исследовании наноструктурированных материалов, получаемых по новой недавно разработанной и запатентованной авторами монографии методике формирования слоев пористых полупроводников с металлическими наночастицами базирующееся на оригинальной технологии низкоэнергетической высокодозовой имплантации ионами металла поверхности аморфного и монокристаллического Si и Ge. В монографии представлены новые экспериментальные результаты, полученные в ходе выполнения проекта Российского научного фонда по синтезу наночастиц благородных и переходных металлов в структуре пористого Si, Ge и GeSi, формирующихся одновременно с порами в поверхностном слое исходных подложек при их ионном облучении.

Монография представляет интерес для специалистов, работающих в области физики наноматериалов, а также для студентов университетов и аспирантов соответствующих специальностей.

ISBN 978-5-94469-044-9

Монография издана при финансовой поддержке гранта РФФ № 17-12-01176

УДК 539.2 / 6
ББК 22.338

© ФИЦ КазНЦ РАН, 2019

© Степанов А. Л., Нуждин В. И., Рогов А. М., Воробьев В. В., 2019

Оглавление

Принятые сокращения	5
ПРЕДИСЛОВИЕ	6
ГЛАВА 1. ПОДГОТОВКА ОБРАЗЦОВ И ТЕХНИКА ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ	
1.1. Подготовка образцов	12
1.2. Техника ионной имплантации	14
1.2.1. Общее описание ионного ускорителя ИЛУ-3	14
1.2.2. Система контроля ионного тока в ускорителе ИЛУ-3	15
1.2.3. Устройство высокотемпературного контроля образца в приемнике ионов	20
ГЛАВА 2. СИНТЕЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАНОЧАСТИЦ МЕТОДОМ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ – ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ	
2.1. Распределение по глубине имплантированных атомов при облучении оксидных материалов	25
2.2. Общие закономерности ионного синтеза металлических наночастиц	33
2.3. Оптическая характеристика ионно-синтезированных наночастиц благородных металлов	38
2.3.1. Оптические плазмонные свойства металлических наночастиц	38
2.3.2. Размерные оптические оценки металлических наночастиц по теории Ми	42
2.3.3. Оптическое плазмонное поглощение и отражение ионно-синтезированных наночастиц серебра в стекле	44
ГЛАВА 3. ПОРИСТЫЙ КРЕМНИЙ С ИОННО-СИНТЕЗИРОВАННЫМИ НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА	
3.1. Формирование пористого кремния при имплантации ионами газов	52
3.2. Ионный синтез наночастиц серебра в кремнии	58
3.3. Создание слоев пористого кремния с ионно-синтезированными наночастицами серебра	64

ГЛАВА 4. ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЛОЕВ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ С НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ

4.1. Оптическое отражение слоев пористого кремния с ионно-синтезированными наночастицами серебра	85
4.2. Характеризация кремния, имплантированного ионами серебра, методом оптической спектральной эллипсометрии	91
4.3. Комбинационное рассеяние света молекулами метилового оранжевого на слоях пористого кремния с ионно-синтезированными наночастицами серебра	96

ГЛАВА 5. ЛАЗЕРНЫЙ ОТЖИГ СЛОЕВ ПОРИСТОГО КРЕМНИЯ С НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА И ИХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

5.1. Профили распределения по глубине ионов серебра и германия в имплантированных слоях кремния	105
5.2. Лазерный отжиг слоев кремния с ионно-синтезированными наночастицами серебра	111
5.3. Лазерный отжиг слоев сплава кремний-германий с ионно-синтезированными наночастицами серебра	119
5.3.1. Синтез сплава кремний-германий с наночастицами серебра	119
5.3.2. Лазерный отжиг сплава кремний–германий с наночастицами серебра	127
5.4. Фотоэлектрические свойства кремниевых слоев с ионно-синтезированными наночастицами	136

ГЛАВА 6. ПОРИСТЫЙ ГЕРМАНИЙ С ИОННО-СИНТЕЗИРОВАННЫМИ МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ НАНОЧАСТИЦАМИ

6.1. Формирование пористого германия методом ионной имплантации	145
6.2. Синтез пористого германия с наночастицами серебра	157
6.3. Пористый германий, полученный имплантацией ионами переходных металлов	171

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

Степанов А. Л., Нуждин В. И.,
Рогов А. М., Воробьев В. В.

Формирование слоев
пористого кремния
и германия
с металлическими
наночастицами

© Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Федеральный исследовательский центр “Казанский научный центр Российской академии наук”, 2019.

Редакторы С. М. Ахмин, Л. В. Мосина;

верстка: О. Б. Яндуганова; обработка иллюстраций: С. Г. Львов. Издательство ФИЦ КазНЦ РАН, 420029, Казань, Сибирский тракт, 10/7, лицензия № 0325 от 07.12.2000.

Подписано в печать 22.11.19

Бумага мелованная, печать офсетная,

формат 60x90 1/16, гарнитура “Times New Roman”, усл. печ. л. 15,

Уч.-изд. л. 8,5, Тираж 300 экз., Заказ 9426

Отпечатано с оригиналов заказчика в типографии

АО “Информационно-издательский центр” • Казань, ул. Чехова 28, телефон +7 (843) 236 94 26