

**АННОТАЦИЯ РАБОТ,  
ВЫПОЛНЕННЫХ НА ОТЧЕТНОМ ЭТАПЕ № 3**

«Формирование наноструктур на модифицированных полупроводниковых  
поверхностях»

государственного контракта с Федеральным агентством по образованию от  
3 сентября 2009 г. №П1420

Шифр: 1.2.2

Период выполнения этапа: Начало 31 октября ноября 2011 г.,  
окончание – 31 августа 2011 г.

Исполнитель: Учреждение Российской академии наук Институт  
автоматики и процессов управления ДВО РАН, г.  
Владивосток

Цель работы: Получение новых научных результатов по  
направлению «Нанотехнологии и наноматериалы» в  
рамках мероприятия 1.2.2. Программы «Научные и  
научно-педагогические кадры инновационной России  
на 2009-2013 годы».

**1. Наименование разрабатываемой научной продукции**

Формирование наноструктур на модифицированных  
полупроводниковых поверхностях.

**2. Характеристика выполненных на этапе работ по созданию  
продукции**

2.1. Процессы формирования структур и изучение их свойств проводились в контролируемых условиях сверхвысокого вакуума, при этом давление остаточной атмосферы в вакуумной камере составляло не более  $2 \times 10^{-9}$  Тор. Для приготовления исследуемых наноструктур использовались химически-чистые вещества высокой степени очистки (не менее 99,9%). Для создания структур использовались специфические особенности поверхностных процессов, таких как адсорбция, поверхностные химические реакции, локальная десорбция, осаждение металлов и полупроводников, включая явление самоорганизации, а также процессы в зоне воздействия локальными зондами. Разработанные методы обеспечили повторяемое получение наноструктур со следующей номенклатурой параметров:

- плотность атомных дефектов не более одного на  $1000 \text{ нм}^2$  для монослоев адсорбата различной плотности на поверхности металлов и полупроводников;

- дисперсия размеров атомных кластеров в упорядоченных массивах не более 20 % от среднего размера кластера;

- длина одномерных атомных цепочек на поверхности металлов и полупроводников не менее 100 нм.

Методы исследования поверхности и формирующихся наноструктур включают в себя сканирующую туннельную микроскопию (СТМ), предназначенную для анализа морфологии, структурного устройства полупроводниковых поверхностей; дифракцию медленных электронов (ДМЭ) для исследования кристаллических структур и их эволюции в процессе формирования наноструктур на поверхности; четырехзондовый метод измерения проводимости, предназначенный для изучения электрических свойств полученных наноструктур и другие.

В результате выполнения проекта в рамках НИР были проведены следующие исследования низкоразмерных наноструктур на поверхности полупроводников:

1. Подготовлены аннотированные справки по научным результатам НИР, полученным на I и II этапах.

2. Подготовлен аналитический отчет о проведении экспериментальных исследований.

3. Используя сканирующую туннельную микроскопию, получены данные о росте островковых пленок золота на поверхности пленок MnSi, сформированных на подложках Si(111). Установлено, что в зависимости от структуры поверхности пленки MnSi коэффициент поверхностной диффузии адатомов золота может изменяться на несколько порядков величины.

4. Исследован рост субмонослойной пленки фуллеренов C<sub>60</sub> на поверхности Si(111) модифицированной атомами Co, имеющими ненулевой магнитный момент. Определены положения фуллеренов относительно

кластеров кобальта. Установлено влияние доменов кластеров кобальта и дефектов между ними на формирование пленки фуллеренов.

5. Исследованы электронные структуры молекулярных слоев фуллерита на поверхностных реконструкциях кремния, модифицированных In и Au. Показаны формирования муарных суперструктур, основанных на топографических и электронных особенностях систем.

6. Приведены сведения о результатах реализации в 2011 г. индикаторов федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы.

7. Подготовлена презентация результатов по этапу «Исследования процессов формирования, структур и свойств наноматериалов (в том числе магнитных) на модифицированных полупроводниковых поверхностях» в формате Microsoft PowerPoint.

### **3. Области и масштабы использования полученных результатов**

Разработанные в результате проведения НИР методы приготовления исходной поверхности с требуемой морфологией и реконструкцией, а также управления её химической активностью и электронными свойствами путём контролируемого формирования низкоразмерных систем заданного состава и атомной структуры будут иметь важное практическое значение. Результаты работы можно считать научно-техническим заделом по технологии формирования структур атомного масштаба с использованием самоорганизации атомов адсорбатов на поверхности полупроводниковых кристаллов в условиях сверхвысокого вакуума. Такие системы могут быть использованы как элементы памяти, активные элементы интегральных схем и межсоединений для твердотельной наноэлектроники. Научные результаты, экспериментальные методы, методики исследований могут найти применение при разработке учебных пособий, методических материалов, которые могут быть использованы в учебном процессе в рамках специальности «Наноматериалы».

#### **4. Выводы**

Проведение научно-исследовательской работы по теме «Формирование наноструктур на модифицированных полупроводниковых поверхностях» можно считать успешной. Результаты, полученные в ходе выполнения НИР, являются актуальными и соответствуют мировому уровню.

Руководитель работ по проекту

*С.н.с., к.ф.-м.н.* \_\_\_\_\_ *Д.В.Грузнев*

20 июля 2011 г.

М.П.