

Газочувствительные нанокомпозиты на основе оксида цинка, полученные в условиях иерархической самосборки

А. В. Ситников, И. Е. Грачева

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»,
Санкт-Петербург, Россия

тел: (812) 234-30 16, эл. почта: iegrachova@mail.ru

В основе золь-гель процессов лежат процессы самосборки, которые могут осуществляться не только традиционными силами (за счет взаимодействий ионного или ковалентного характера, или посредством металлических, водородных и координационных связей). Иерархическая самосборка, как правило, происходит под влиянием более слабых сил, таких как силы Ван-дер-Ваальса, кулоновского взаимодействия, силы Казимира, силы, связанные особенностями среды и внешних полей (коллоидные, капиллярные, π -связи, конвективные, магнитные, электрические, оптические, гравитационные, гидрофильно– гидрофобных взаимодействий). Сущность иерархической самосборки состоит в синтезе исходных строительных «блоков» с зафиксированными размерами, формой и заданными размерными свойствами при дальнейшем процессе их интеграции. Иерархическая самосборка может быть многоуровневой, когда интегрированные блоки являются исходными элементами более крупных образований (с более крупными характерными радиусами взаимодействия).

В работе проводилось исследование наноструктурированных материалов с иерархической структурой, полученной из жидкой фазы в условиях самосборки золь-гель процессов и содержащей диоксид кремния и полупроводниковую фазу оксида цинка *n*-типа электропроводности.

Для определения толщины полупроводниковых наноструктурированных слоев создавались поперечные срезы (кросс-секции) остросфокусированным пучком ионов галлия, предоставленного установкой Strata FIB 205 фирмы FIE. Была определена толщина полупроводниковых наноструктурированных слоев по поперечным срезам. Для исследования среза образца предметный стол установкой Strata FIB 205 фирмы FIE поворачивали на угол 45° , наблюдение проводили во вторичных электронах, возбуждаемых пучком ионов диаметром 7 нм. В результате травления были сформированы канавки с размерами ~ 5 мкм \times 5 мкм, при чем глубина разреза была равна ~ 2 мкм. Выявлено, что толщина полупроводниковых слоев составляет 200 нм.

Исследования морфологии пленочных наноструктур проводились с применением «полуконтактной» колебательной методики атомно-силовой микроскопии с помощью нанолaborатории Ntegra Terra. Для диагностики поверхности полученных образцов в работе использовались зондовые датчики с кантилевером в виде балки прямоугольного сечения серий NSG 01 компании NT-MDT с резонансной частотой 150 кГц. В работе АСМ-кадры представляли собой квадратные матрицы, имеющие размер 256 на 256 элементов.

В работе показана возможность формирования ежеподобных сферических нанокompозитов на основе оксида цинка двух типов: из стержней и сферических треугольников, полученных в условиях торроидной самосборки золь-гель процессов и наноматериалов в виде «длинных нитей» с диаметром 20 нм на пористой структуре оксида цинка. Показано, что управление самосборкой в золь-гель процессах позволяет контролировать структуру нанокompозитов. С применением методов сканирующей зондовой микроскопии экспериментально определены несколько различных этапов эволюции наносистем. Удалось зафиксировать структуры двухкомпонентных систем диоксид кремния – оксид цинка, принадлежащие нуклеофильному механизму роста и спинодальному распаду.

Исследовалась чувствительность наноматериалов, полученных в условиях иерархической самосборки золь-гель процессов, к восстанавливающим газам-реагентам.

Работа проводилась в рамках реализации ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009—2013 годы при выполнении государственных контактов П1249 от 07.06.2010.