

Золь-гель синтез и исследование нанокомпозитов на основе оксида цинка

С. С. Карпова

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

тел: (812) 234-31-64, эл. почта: sskarpova@list.ru

Управление размером и формой нано- и микроразмерных полупроводниковых материалов представляет большой интерес для реализации новейших функциональных устройств. Среди функциональных материалов, синтезируемых на наноуровне, оксид цинка представляет интерес как с научной, так и с технологической точки зрения и находит широкое применение в сенсорике, оптоэлектронике, устройствах микро- и наносистемной техники и катализе. Особые характеристики микро- и нанокристаллов оксида цинка связаны с их химическими свойствами, но также сильно зависят от размера и формы кристаллитов. Целью настоящей работы являлось исследование иерархического строения, морфологии и структуры пористых нанокомпозитов ZnO-SiO_2 , полученных золь-гель методом при вариации содержания растворителя и значения температуры отжига, методами атомно-силовой микроскопии и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии.

Нанокомпозиты состава ZnO-SiO_2 были получены золь-гель методом [1, 2], количество растворителя (этанола), используемого для приготовления раствора, изменялось от 4 до 12 моль на 1 моль нитрата цинка. Температура отжига синтезированных нанокомпозитов варьировалась от 300 до 500 °С. Анализ морфологии поверхности полученных нанокомпозитов проводился на нанолaborатории NTEGRA-Therma (NT-MDT, г. Зеленоград, Россия) в полуконтактном режиме. Установлено, что в результате отжига при температуре 300°С внутри пор образуются частицы, форма и размер которых зависит от количества растворителя, используемого для приготовления раствора-золя. При мольном соотношении растворителя и нитрата цинка 4:1 в порах образуются кристаллические структуры размером порядка 1мкм, расположенные перпендикулярно поверхности подложки. При увеличении количества растворителя наблюдается образование наночастиц размером менее 100 нм. При увеличении температуры отжига микро- и наноразмерные частицы в порах не образуются.

Химический состав поверхности пленок ZnO-SiO₂, отожженных при 300 °С, исследовался на рентгеновском фотоэлектронном спектрометре K-Alpha фирмы Thermo Scientific (США) в Академии наук Словакии (г. Братислава, Словакия). Анализ полученных данных показал, что отжиг пленки при 300 °С приводит к тому, что цинк образует вюрцитовую фазу ZnO, а кремний при данной температуре образует не только SiO₂, но и также оксиды разного нестехиометрического состава. Таким образом, пористая матрица в случае отжига при 300 °С представляет собой несколько различных соединений кремния, в том числе и диоксид кремния SiO₂.

Преимуществом предложенного метода синтеза нанокompозитов является возможность получения наноматериалов и пористой матрицы в одном технологическом процессе. Основными результатами проведенных исследований являются данные о возможности управления составом, размерами и закономерностями иерархического строения нанокompозитов системы ZnO-SiO₂, включая организацию внутрипористого пространства.

Работа проводилась при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (ГК № ПЗ99 от 30.07.09, № П2279 от 13.11.09, № П1249 от 07.06.10), проекта по программе «У.М.Н.И.К.» № 8196р/12649 от 30.06.2010, а также стипендии Президента РФ для обучения за рубежом в 2010-2011 г.

Литература

1. А.И.Максимов и др. Основы золь-гель-технологии нанокompозитов. 2 изд. СПб.: ООО «Техномедиа» / Изд-во «Элмор», (2008). (www.twirpx.com).
2. V. A. Moshnikov et al., Journal of Non-Crystalline Solids 356 (2010).