

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации  
Чубенко Евгения Борисовича

Формирование и свойства нанокompозитных материалов  
на основе оксида цинка» представленной на соискание ученой степени  
доктора физико-математических наук  
по специальности 05.16.08 – Нанотехнологии и наноматериалы  
(материалы для электроники и фотоники)

Нанокompозитные полупроводниковые материалы в настоящее время востребованы во многих активно развивающихся отраслях оптоэлектроники, фотовольтаики, наноэлектроники и катализа. Объединение в одном материале свойств двух и более полупроводников позволяет получить необходимые значения параметров такого материала и улучшить его характеристики в целом по сравнению с входящими в него компонентами. Оксид цинка представляет высокий интерес в качестве основного материала для создания нанокompозитов. Большая ширина запрещенной зоны этого материала, высокий коэффициент пропускания, интенсивная люминесценция, связанная с большой энергией связи экситонов, выраженный электронный тип проводимости создают хорошие условия для легирования оксида цинка и введения в него других полупроводниковых материалов с меньшей шириной запрещенной зоны и противоположным типом электропроводности. Более того, большим достоинством оксида цинка является возможность получения этого материала низкотемпературными методами осаждения из жидкой фазы. Такие методы, как электрохимическое и химическое осаждение, золь-гель синтез и низкотемпературные газофазные процессы, не требующие создания условий вакуума, позволяют не только снизить себестоимость изготовления нанокompозитных материалов, но также отвечают требованиям экологичности и экономии энергоресурсов. Поэтому решаемые Чубенко Е.Б. в диссертационной работе комплексные проблемы получения нанокompозитных материалов на основе оксида цинка, включающих другие оксиды металлов, металлы, пористый кремний, углерод, нитрид углерода и сульфид цинка являются актуальным для развития оптоэлектроники, фотовольтаики и наноэлектроники.

В диссертационной работе Чубенко Е.Б. исследованы закономерности и предложены механизмы формирования нанокompозитных материалов на основе оксида цинка, включающих другие оксиды металлов и металлы методами гидротермального и электрохимического осаждения. Это позволило получить тонкопленочные покрытия из собственного и легированного оксида цинка на поверхности полупроводниковых и диэлектрических подложек, морфология которых контролируется толщиной зародышевого слоя собственного оксида цинка на поверхности подложек. Также это позволило получить покрытия из нанокompозитных материалов на основе оксида цинка и оксидов никеля, кобальта и меди, отличающиеся высокой удельной площадью поверхности. В работе предложены новые

методы и механизмы формирования нанокompозитных материалов на основе оксида цинка и углерода, а также оксида цинка и нитрида углерода, позволяющие получать такие системы в одностадийном процессе. Разработана модель токопереноса в матрице пористого кремния, учитывающая состояние его поверхностного слоя, с учетом которой получены нанокompозитные материалы оксид цинка/пористый кремний. Установлены механизмы фотолюминесценции нанокompозитных материалов на основе оксида цинка и углерода, а также оксида цинка и нитрида углерода, позволяющие управлять спектральным составом их свечения. На основе полученных нанокompозитных материалов изготовлены фоточувствительные структуры, люминофорные и фотокаталитические покрытия, что указывает на практическую значимость работы.

Несмотря на высокий уровень работы следует отметить следующие недостатки:

- не рассмотрен вопрос влияния кристаллографической ориентации подложки монокристаллического кремния на кристаллизацию и рост на ее поверхности нанокompозитных материалов в процессе электрохимического осаждения;

- на стр. 22 автореферата для приведенного диапазона длин волн фотолюминесценции нанокompозитных материалов на основе оксида цинка и нитрида углерода не указан соответствующий им диапазон энергий, что затрудняет его соотнесение с рисунком 16, на котором спектры фотолюминесценции этих материалов приведены в координатах интенсивность-энергия;

Несмотря на указанные недостатки с учетом актуальности работы, ее научной новизны и практической значимости, считаю, что диссертация «Формирование и свойства нанокompозитных материалов на основе оксида цинка» отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Чубенко Евгений Борисович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.16.08 – «Нанотехнологии и наноматериалы» (материалы для электроники и фотоники).

Выражаю согласие на размещение данного отзыва в глобальной сети на сайте учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

Проректор по научной работе  
Национального исследовательского  
университета «МИЭТ»,  
доктор технических наук, профессор



Гаврилов С.А.

