

**Отзыв**  
на автореферат диссертации  
**ТУРИЩЕВА СЕРГЕЯ ЮРЬЕВИЧА**  
**"ЭЛЕКТРОННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ КРЕМНИЯ ЕГО СОЕДИНЕНИЙ",**  
представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук  
по специальности 01.04.10 - физика полупроводников

Диссертационная работа Турищева Сергея Юрьевича посвящена исследованию электронной структуры веществ на основе кремния и их физических свойств при переходе к наноразмерному состоянию, которое до сих пор остается в центре внимания исследователей, работающих в области физикиnanoструктур, и является особенно актуальным для создания новых наноматериалов. Также следует указать, что данная работа является весьма актуальной в связи со способностью наноматериалов на основе кремния достаточно интенсивно излучать видимый свет при комнатной температуре, в отличие от объемного кристаллического кремния, что позволяет надеяться на создание элементной базы микросхем с возможностью совместной оптической и электрической обработки информации.

В автореферате справедливо отмечается, что для исследования новых и уникальных оптических и электрофизических свойств, проявляемых nanoструктурами на основе кремния и его соединений, необходимо применение экспериментальных методов, позволяющих получать данные о взаимосвязи локальной атомной структуры и энергетического спектра электронов. Для этого в своей работе Турищев С.Ю. удачно применил современные методы рентгеновской спектроскопии: ультрамягкую рентгеновскую эмиссионную спектроскопию и спектроскопию ближней тонкой структуры края рентгеновского поглощения с использованием синхротронного. В этой связи следует отметить обширное использование синхротронного излучения, применение которого требует весьма высокого уровня владения экспериментальной техникой и теоретической обработки получаемых данных.

Из наиболее значимых результатов работы отмечу следующие:

1. Впервые экспериментально обнаружено, что формирование нанокристаллов кремния в матрице  $\text{SiO}_2$  может приводить к инверсии интенсивности спектра квантового выхода рентгеновского фотоэффекта в области главного края поглощения элементарного кремния. Это происходит в результате взаимодействия с нанокристаллами электромагнитного излучения синхротронного источника, обладающего длиной волны, сопоставимой с их размерами.
2. Показано, что при естественном старении пористого кремния деградация фотолюминесцентных свойств сопровождается окислением слоя аморфного кремния, покрывающего развитую поверхность пористого слоя. Толщина аморфного слоя и скорость его естественного окисления зависят от параметров исходных пластин c-Si, используемых для формирования пористого кремния.

По материалу автореферата можно сделать следующие замечания:

1. При рассмотрении процесса взаимодействия с кислородом ПК автор установил, что "Результаты моделирования УМРЭС для анализа фазового состава

показали (Рис. 2, Табл. 1), что в первые дни хранения образцов в составе поверхностных слоев (60 нм) преобладает кристаллический и аморфный кремний с небольшим содержанием субоксида кремния." (стр. 14. автореферата). В этой связи следует отметить, что под поверхностными слоями подразумеваются несколько верхних слоев (обычно, 1-3 слоя). Слой 60 нм, по-видимому, можно отнести к объемному состоянию кремния, а не к поверхностному. Не исключая полезности и необходимости применения метода УМРЭС, для анализа действительно поверхностных слоев кремния в этих экспериментах стоило бы применить метод рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, который был отмечен в автореферате как дополнительный.

2. В автореферате используется термин "субоксид кремния". Обычно, под субоксидом кремния подразумевают окисленный кремний переменного состава SiO<sub>x</sub>, где x – переменная величина, зависящая от условий окисления кремния или синтеза. К сожалению, не всегда в автореферате устанавливается или оговаривается значение x.

Тем не менее, высказанные выше замечания носят частный характер и не влияют существенным образом на уровень работы, их можно рассматривать как пожелания на будущие работы в этой области. Полученные экспериментальные данные являются, без сомнения, надежными, их интерпретация и сделанные из этих данных выводы представляются обоснованными, а выводы диссертации вносят весомый вклад в понимание электронной структуры наноматериалов.

Выполненная работа является фундаментальной не только для физики полупроводников и наноматериалов, но и для смежных областей науки, включая физическую химию и гетерогенный катализ, в которых применение носителей на основе кремниевых соединений имеет большое практическое значение.

В целом, автореферат написан ясным научным языком, изложенная в нем диссертационная работа выполнена на высоком научно-методическом уровне и отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Турищев Сергей Юрьевич заслуживает присуждения ему искомой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.10 - физика полупроводников.

Ведущий научный сотрудник  
Института катализа им. Г.К. Борескова СО РАН  
д.х.н., профессор  
Адрес: Институт катализа СО РАН,  
Проспект Лаврентьева 5, Новосибирск 630090  
E-mail: [boronin@catalysis.ru](mailto:boronin@catalysis.ru)  
Тел: 383-3269-631

  
/А.И. Боронин/

Подпись А.И. Боронина удостоверяю  
Ученый секретарь ИК СО РАН, к.х.н.



/А.А. Ведягин/

11 июня 2014г.