

Отзыв

На автореферат диссертации Турищева Сергея Юрьевича «Электронно-энергетическое строение наноразмерных структур на основе кремния и его соединений», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.10 - физика полупроводников.

Актуальность избранной диссидентом темы не вызывает сомнений. Центром внимания физики наноструктур являются уникальные физические свойства, специфические особенности взаимодействия наноразмерных объектов и окружающих их материалов, обусловленные закономерностями электронной структуры наноразмерных объектов, которые в настоящее время еще мало изучены.

Целью работы является: установление закономерностей формирования электронно-энергетического спектра систем с наноразмерными неоднородностями из кремния и его соединений, определение особенностей их локальной атомной структуры и фазового состава, а также их взаимосвязь с проявляемыми свойствами.

Необходимо было разработать методики проведения исследований методами: ультрамягкой рентгеновской эмиссионной спектроскопии УМРЭС; спектроскопии квантового выхода КВ (ближней тонкой структуры края рентгеновского поглощения). В качестве дополнительных методов использовались следующие: растровая электронная микроскопия, просвечивающая электронная микроскопия, фотолюминесценция, рентгеновская дифракция, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, спектроскопия комбинационного рассеяния света.

В качестве новых научных результатов диссидентом выдвинуты следующие положения:

- Впервые получены экспериментальные данные о характере энергетического распределения электронных состояний в валентной зоне и зоне проводимости для всех исследованных наноразмерных структур на основе кремния и его соединений методами ультрамягкой рентгеновской спектроскопии, в том числе с использованием синхротронного излучения.
- 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.
- При низкоэнергетической плазменной обработке пластин кристаллического кремния образуется диоксид кремния, по толщине значительно превосходящий толщину естественного оксида кремния.
- Установлено, что циклический набор дозы имплантации является более эффективным способом формирования массивов нанокристаллов кремния в поверхностных слоях матрицы SiO₂, чем однократный набор той же общей дозы.
- Обнаружено ориентирующее действие монокристаллической подложки на рост нанокристаллов кремния в матрице оксидной пленки.
- Обнаружены аномальные эффекты взаимодействия синхротронного излучения нанометровых длин волн с системами, содержащими нанокристаллы кремния в диэлектрической матрице или между нанослоями диэлектрика, проявляющиеся в обращении интенсивности вблизи L_{2,3} края поглощения кремния.
- Изучено формирование наночастиц кремния в многослойных периодических структурах (МНС) оксид кремния/оксид алюминия при их высокотемпературных отжигах.
- Обнаружено влияние растягивающих напряжений в структурах "кремний на изоляторе" (КНИ) на энергетический спектр валентной зоны и зоны проводимости.

- Впервые экспериментально обнаружено явление интерференции синхротронного излучения нанометровых длин волн в структурах "кремний на изоляторе" в предкраевой области Si L_{2,3} спектра квантового выхода.

Наиболее значимым результатом является установленный факт, что увеличение пористости в пористом кремнии (ПК) приводит к сдвигу дна зоны проводимости и увеличивает ширину запрещённой зоны. Поверхность наноразмерных столбиков ПК покрыта аморфным слоем и субоксидом кремния.

Полученные результаты являются необходимым и важнейшим этапом создания новых функциональных материалов с высокими оптическими и электрофизическими характеристиками.

Достоверность и надежность результатов исследований обеспечивается комплексом взаимодополняющих друг друга современных экспериментальных методов и корректным их использованием, сравнением и анализом свойств образцов, полученных различными технологическими методами, воспроизводимостью характеристик, многократной экспериментальной проверкой результатов измерений.

Хотелось бы отметить в качестве замечания, что результаты, полученные на неоднотипных системах, приведенные в главах 4 и 5 носят описательный характер, но это не влияет на главные выводы работы.

Основные результаты диссертации докладывались и обсуждались на Всероссийских и Международных конференциях, опубликованы в более 100 научных работах из которых 30 соответствуют перечню ВАК РФ.

Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне.

В результате обобщения полученных результатов работу можно охарактеризовать как крупное научное достижение в области диагностики полупроводниковыхnanoструктур.

Диссертационная работа отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Турищев Сергей Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.10 - физика полупроводников

г.н.с. лаб РЭС ФТИ УрОРАН,
доктор физико-математических наук,
профессор

Шабанова

И.Н.Шабанова

Подпись доктора физико-математических наук,
профессора И.Н.Шабановой заверяю:
ученый секретарь ФТИ УрО РАН
К.Х.Н.



О.Ю.Гончаров