

Отзыв на автореферат

Хмара Александра Николаевича

“Транспортные свойства гетероструктур a-Si+ПК/p-Si, полученных анодированием кремния” представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния.

Актуальность работы Хмара А.Н. подтверждает возросшее почти в два раза за последнюю декаду количество работ в области разработки современных систем хранения электрической энергии. Основных направлений здесь два: это улучшение современных химических источников энергии и использование суперконденсаторов - принципиально нового подхода. Широкое распространение в быту получили Li-ионные источники энергии по ряду неоспоримых преимуществ, однако используемый в современных системах графитовый анод достиг своего предела и уже становится понятно, что необходимы материалы с большей энергоемкостью. Возросшее количество публикаций по использованию кремния в качестве материала анода связано с тем, что он обладает на порядок большей предельной энергоемкостью по сравнению с графитовым электродом, а также возможностью создания поверхности большой площади за счёт формирования пор в полупроводниковом материале, что обеспечивает высокую скорость диффузии ионов лития через границу раздела анод/электролит. Последний факт также позволяет рассматривать пористый кремний, как перспективный материал для создания суперконденсаторов.

Новизна подхода в рассматриваемой работе связана с тем, что во-первых, для получения слоя аморфного кремния на поверхности пористого материала использовался процесс перемешивания раствора во время анодирования кремния. Кроме того, что этот метод является один из самых экономически целесообразных, он также позволяет уменьшить временные затраты, так как формирование слоя аморфного кремния не требует дополнительных операций, а происходит одновременно с созданием пор в монокристалле. Во-вторых впервые в литературе представлены измерения транспортных свойств структур аморфный Si / пористый Si / монокристаллический p-Si, полученных данным способом. Основные результаты работы автора представлены в четырёх публикациях в рецензируемых российских изданиях, включая статью в Известиях РАН, переводной вариант которой индексируется в международной базе данных Scopus. Материал представлен простым и понятным языком.

По тексту автореферата имеется ряд замечаний:

- 1) Третье положение, выносимое на защиту, не является законченным предложением, так как не содержит сказуемого. По его тексту не удастся понять в чём суть положения.
- 2) В автореферате не приведены доказательства того, что слой на поверхности пористого кремния является аморфным Si.
- 3) Рисунок 2, который представляет собой спектры комбинационного рассеяния света трех образцов, не является информативным. Во-первых всё сливается в один цвет из-за близко подобранных тонов серого. Во-вторых интенсивность некоторых линий теряется в сравнении, например, с линией 520 см^{-1} , соответствующей

монокристаллическому кремнию. Практичнее было бы представить спектры образцов содержащих на поверхности слой переосажденного кремния за вычетом спектра чистого пористого кремния. В частности, возможно, был бы виден пик на 480 см^{-1} , соответствующий аморфному Si.

- 4) Не указано электрическое сопротивление используемого материала подложки.
- 5) В тексте Автореферата указано, что автор имеет пять опубликованных работ по теме диссертации, четыре статьи в журналах из Перечня ВАК и одну статью в зарубежном периодическом издании, однако в списке опубликованных работ в которых представлены основные результаты работы указаны только четыре статьи в журналах из Перечня ВАК.
- 6) В работе использованы пять образцов, полученных в разных условиях. Для работы такого уровня естественно было бы увеличить количество анализируемого материала, а также добавить в выборку образцы, полученные в одних условиях для оценки стабильности получаемых результатов и обоснованности используемых методик расчёта.

Указанные замечания не ставят под сомнение достоверность полученных в данной работе научных результатов и обоснованность сделанных выводов. Актуальность, научная новизна и практическая значимость работы не вызывают сомнений. Диссертационная работа удовлетворяет требованиям Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 01.10.2018) "О порядке присуждения ученых степеней" (вместе с "Положением о присуждении ученых степеней"), а её автор, Хмара А.Н., заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - физика конденсированного состояния.

Заведующий лабораторией неравновесных
полупроводниковых систем ИФП СО РАН,
Член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук
(01.04.10 - физика полупроводников),
профессор

Двуреченский А.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской
академии наук.
630090 Новосибирск, пр. Ак.Лаврентьева 13, тел: +7(383)330-90-55, факс: +7(383)333-27-71,
e-mail: ifp@isp.nsc.ru

Подпись Двуреченского А.В. заверяю
Ученый секретарь ИФП СО РАН



Аржанникова С.А.
20 декабря 2018 г.