

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Усольцевой Дарьи Сергеевны «ЭЛЕКТРОННАЯ, АТОМНАЯ СТРУКТУРА И ФАЗОВЫЙ СОСТАВ КОМПОЗИТНЫХ ПЛЁНОК Al-Si», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «Физика конденсированного состояния»

Актуальность. Задача исследования структуры композитных плёнок Al-Si имеет ряд особенностей, связанных с технологией получения нанокompозитной плёнки с наноструктурированным пористым кремнием, встроенным в алюмооксидную матрицу. Технологии магнетронного напыления композитных плёнок Al-Si характеризуются большой энергией падающих на подложку частиц (~ 7 эВ). Достаточно сказать, что тепловая энергия при плавлении на 2 порядка ниже, чем указанная. Однако до сих пор понимание нанокompозитной структуры на различных этапах формирования плёнок представляется упрощённо и не учитывается этот факт. Здесь возможно формирование как стабильных так и метастабильных фаз. Поэтому соискателем были исследованы вопросы фазообразования в тонких композитных плёнках Al-Si в зависимости от методики получения результата. Диссертантом были привлечены стандартные методы рентгенофазового анализа и просвечивающей электронной микроскопии, нестандартный метод фазового анализа с помощью ультрамягкой рентгеновской эмиссионной спектроскопии. Для анализа особенностей трансформации морфологии поверхности плёнок использована растровая электронная микроскопия. **Актуальность работы** не вызывает сомнений как в предложенной методике исследований, так и в решении самой проблемы.

Научная новизна прежде всего сказывается на результатах, которые получены впервые и интересны своими выводами. Поскольку вопросы электронной структуры мне не безразличны, результат, полученный диссертантом в нанокристаллическом кремнии, новый. Здесь ход плотности электронных состояний совершенно другой у дна валентной зоны. В объёмном кремнии всегда рисовалась парабола. Автор находит объяснение этому явлению. Изолированная система (нанокристаллы кремния, находящиеся в матрице алюминия) показывает другую картину функции плотности электронных состояний вблизи дна валентной зоны. Есть и другие не менее интересные результаты новизны. Обра-

зование ранее неизвестной метастабильной фазы Al_3Si , её распад при кратковременном фотонном отжиге на элементарные фазы Al и Si, формирование в магнетронной плёнке пористой структуры. Всё это новые интересные явления, полученные впервые.

Научная и практическая ценность, достоверность результатов.

Соискателем установлено влияние технологических факторов на фазовый состав плёнок Al_xSi_{1-x} ($x=0.55; 0.70; 0.73$), показано, что образование фазы Al_3Si в ионно-лучевых и магнетронных плёнках может существенно влиять на скорость селективного травления алюминия. Такой результат очень интересен для получения качественного рисунка при гравировке с использованием фотолитографии. Научная и практическая ценность результатов исследования очевидны и их качество подтверждается использованием высокоточной аппаратуры. Достоверность результатов обеспечена современными методами исследования фазового состава: рентгеновская дифрактометрия; просвечивающая электронная микроскопия; ультрамягкая рентгеновская эмиссионная спектроскопия (УМРЭС). Обработка экспериментальных результатов выполнялась с использованием современной компьютерной техники и программного обеспечения.

Замечания по автореферату.

1. Автор на странице 11 автореферата приводит таблицу межплоскостных расстояний как теоретически рассчитанных, так и экспериментально полученных. Совпадение хорошее, но в научных исследованиях этот словесный параметр не должен употребляться. В таблице должны стоять величины абсолютной и относительной погрешности таких расчётов. И сразу будет ясно, хорошо или плохо. Автор эти величины не указал.
2. В своих исследованиях автор использует и вычислительную технику, и программное обеспечение. Правда не указывается, какая техника, какое программное обеспечение? Что рассчитывалось, кроме межплоскостных расстояний, поскольку межплоскостные расстояния можно посчитать и на простом калькуляторе.

Заключение.

Диссертационная работа Усольцевой Дарьи Сергеевны «**Электронная, атомная структура и фазовый состав композитных плёнок Al-Si**», как всякое научное исследование, связанное с решением сложной научно-технической задачи, не могло избежать замечаний, которые, однако, не снижают научной

значимости и ее практической ценности. Считаю, что диссертационная работа Усольцевой Дарьи Сергеевны в виду актуальности темы, научной новизны и практической значимости полученных результатов удовлетворяет требованиям Положения ВАК РФ о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – «физика конденсированного состояния».

Заведующий кафедрой Информационных Систем и Технологий
ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет», доктор физико-математических наук, профессор

В.А. Горбунов

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮЩЕГО
Менеджер по персоналу
отдела кадров
Управления делами



В.А. Горбунов

160014, г. Вологда, Ул. Некрасова, д.65, кв.25
т. +7 921 234 50 65, e-mail: vagor@mh.vstu.edu.ru