

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Метлицкой Алены Владимировны “Моделирование процессов самоорганизации наноструктур при ионном распылении поверхности полупроводников”, представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – “Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ”

Диссертационная работа посвящена математическому моделированию процессов формирования нанорельефа на поверхности полупроводников при ионной бомбардировке. Эффект образования волнообразных структур был обнаружен экспериментально более 50 лет назад, при проведении послойного анализа методами ВИС и РЭС структур образцов, используемых в микроэлектронных технологиях. В девяностые годы изучение закономерностей формирования волнообразного рельефа (ВР) привело к целенаправленному применению ионной бомбардировки полупроводников для создания на поверхности структур нанометрового размера в виде квантовых проволок и точек. Несмотря на достигнутые практические результаты механизм образования ВР до сих пор не достаточно понятен. Существующие на сегодняшний день модели, основанные на работах по распылению П.Зигмунда и дополненные включением в рассмотрение поверхностной диффузии, приводят к нелинейным дифференциальным уравнениям четвертого порядка. Однако численные решения содержат коэффициенты, значения которых практически не известны. Пожалуй, самым эффективным способом изучения взаимодействия ионов с поверхностью в этом случае является математическое моделирование процессов распыления, опирающееся на экспериментально измеренные значения коэффициентов распыления, диффузии и др. Поэтому актуальность представленной работы, в которой исследованы математические модели эрозии поверхности ионной бомбардировкой, учитывающие нелокальность процесса распыления, не вызывает сомнений.

В работе исследованы уравнения Брэдли и Харпера и нелокального уравнения эрозии. Результаты анализа получены в форме, которая позволяет интерпретировать экспериментальные данные и управлять параметрами формируемых структур. Большинство представленных результатов имеют научную и практическую ценность и новизну. В частности, показано, что решение нелокального уравнения эрозии плоской поверхности имеет решение в виде коротких бегущих волн. Длина волны при этом определяется параметрами ионной бомбардировки. Для практического использования

результатов моделирования, они могут быть представлены в виде пакетов программ, позволяющих рассчитывать параметры облучения для получения волнообразного рельефа с заданной длиной волны. Все полученные результаты строго обоснованы математически. Методики анализа основаны на известных результатах качественной теории дифференциальных уравнений.

Полученные результаты докладывались на международных и Российских конференциях, научных семинарах и опубликованы в 4 журналах из списка ВАК РФ.

К достоинству работы следует отнести то, что автореферат хорошо оформлен, написан хорошим языком, достаточно подробно и четко описаны математические модель и алгоритмы расчетов.

Считаю, что диссертационная работа "Моделирование процессов самоорганизации наноструктур при ионном распылении поверхности полупроводников" по объему представленных результатов, их научной новизне и практической значимости отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 05.13.18 – "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, а ее автор - Метлицкая Алена Владимировна - заслуживает присуждения ей степени кандидата физико-математических наук.

Профессор кафедры «Высшая и прикладная математика» Ярославского филиала МИИТ,
доктор физ.- мат. наук, доцент

В.И. Бачурин

Адрес: 150030, Ярославль, Суздальское шоссе, 13

Телефон: (4852) 52-52-49

e-mail: vibachurin@mail.ru

Подпись В.И. Бачурина удостоверяю
директор Ярославского филиала МИИТ
доктор технических наук, профессор



О.М. Епархин

08.12.2014