

Отзыв

на автореферат диссертации **Горобчук Алексея Геннадьевича**

"Математическое моделирование плазмохимических технологий микроэлектроники", представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.03.18 – "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ"

Актуальность проблемы. Процессы плазмохимического травления (ПХТ) обеспечивают более высокий уровень решения многих технологических задач при производстве изделий микроэлектроники. Продолжающаяся миниатюризация микроэлектроники, новые материалы и функциональные элементы интегральных схем, жесткие требования по качеству обработки полупроводниковых изделий требуют создания новых технологических процессов ПХТ, что выдвигает данные технологии на передний край микроэлектронной индустрии. Поэтому работа Горобчука А.Г., посвященная математическому моделированию плазмохимических технологий в микроэлектронике, является актуальной, отвечает приоритетному направлению развития науки, технологий и техники РФ "Индустрия наносистем" и представляет значительный научный и практический интерес.

Основой процессов ПХТ являются химические реакции энергетических частиц низкотемпературной газовой плазмы с обрабатываемыми материалами. Исследование сложных и многофакторных процессов, протекающих в неравновесной многокомпонентной плазме с учетом излучения многоатомных газов, разреженности, термодиффузии невозможно без применения методов математического моделирования, так как экспериментальная отработка технологий крайне сложна, затратна и может применяться лишь на финальных этапах отработки технологий.

К наиболее важным научным результатам автора следует отнести разработку и обоснование достаточно сложной обобщенной модели описания технологических процессов плазмохимического травления, учитывающую новые физические факторы и расширенную кинетику гетерогенных реакций. Необходимость ее реализации потребовала создание вычислительных технологий, ориентированных на решение жестких систем дифференциальных уравнений в частных производных с малым параметром при старшей производной. Новыми являются и полученные результаты по влиянию ранее не учитывавшихся факторов на скорость и качество травления образцов.

Научная и практическая значимость работы состоит в создании научно-методического и программного обеспечения для разработки, моделирования и оптимизации плазмохимических технологий, обеспечивающих более качественный выход изделий микроэлектроники.

Отличительной чертой данной работы является наличие в ней всех необходимых компонентов специальности: математическая модель – расчетные методики – программный комплекс – численное моделирование – оптимизация технологического процесса – разработка научно-обоснованных рекомендаций для практики.

Основные разделы диссертации в достаточной степени апробированы на конференциях различного уровня и полным образом отражены в публикациях.

К числу **замечаний** по автореферату диссертации следует отнести следующее:

1. В работе исследуется течение многокомпонентной газовой смеси с электрически заряженными компонентами. Диффузионный поток i - компоненты выражается через градиент концентрации этой же компоненты. Из общей теории многокомпонентной смеси следует, что данный поток должен зависеть также и от градиентов концентраций других компонентов. Поэтому используемая в работе модель диффузии требует дополнительного обоснования.
2. Отсутствуют данные об эффективности предложенных вычислительных технологий.

В заключение следует отметить высокую научную и практическую значимость выполненного исследования, являющегося серьезным вкладом в моделирование плазмохимических технологий микроэлектроники. Диссертация отвечает требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013), предъявляемым к докторским диссертациям, соответствует паспорту научной специальности 05.13.18 – "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ", а её автор Горобчук А. Г. заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук.


Зинченко Владислав Иванович – профессор Национального Исследовательского Томского государственного университета, д.ф.-м.н., спец. 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы:
634050 г. Томск, пр. Ленина, 36.

раб. тел: 8(3822) 529880, e-mail: vladislav.zinchenko@bk.ru

Зверев Валентин Георгиевич – зав. лаб. НИИ прикладной математики и механики Томского государственного университета, к.ф.-м.н., с.н.с., спец. 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы

634050 г. Томск, пр. Ленина, 36, строение 27.

раб. тел: 8(3822) 529880, e-mail: zverev@ipmm.tsu.ru

Подписи Зинченко В.И., Зверева В.Г.  удостоверяю

Ученый секретарь Совета ТГУ

20.01.2017 г.

Н.А. Сазонтова

Я, Зинченко Владислав Иванович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Горобчук А. Г. и их дальнейшую обработку.
Я, Зверев Валентин Георгиевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Горобчук А. Г. и их дальнейшую обработку.