

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации А.Г. Горобчука

«Математическое моделирование плазмохимических технологий
микроэлектроники»,

представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Цель научного исследования и представленные в диссертации результаты направлены на разработку математических моделей, методов численного моделирования и поиск новых способов управления технологическими процессами плазмохимического травления материалов.

Несмотря на значительный научный и практический опыт, накопленный в использовании технологий плазмохимического травления в микроэлектронике для финишной очистки поверхности полупроводниковых материалов, планаризации их поверхности, формирования транзисторных элементов интегральных полупроводниковых схем и др., в настоящее время ощущается необходимость в системных исследованиях сложного комплекса физико-химических процессов в плазмохимических реакторах травления. Результаты исследований, основанные на использовании аппарата математического моделирования, могут стать теоретическим фундаментом для оптимизации режимов эксплуатации плазмохимических реакторов травления (ПХР) в производстве изделий с заданными свойствами. В связи с этим цель диссертационной работы А.Г. Горобчука и представленные автором результаты исследований несомненно актуальны как с точки зрения развития фундаментальных основ плазмохимических технологий микроэлектроники, так и в аспекте практических приложений.

Одним из важных результатов, полученных автором, являются впервые выявленные эффекты, влияющие на физико-химические процессы при выполнении операций плазмохимического травления. Установлено, что в диапазоне рабочих давлений в планарных ПХР возможность равномерного травления кремния определяется одновременно диффузией активного компонента к обрабатываемой поверхности и эффектом Соре. В диапазоне пониженных давлений по результатам численного моделирования выявлен масштаб влияния термодиффузионного потока

активных частиц на прогностическую оценку качества обрабатываемой поверхности. Автором выявлены основные механизмы передачи энергии в центральной части камеры реактора – теплопроводность и излучение многоатомных молекул рабочих газов в инфракрасной области спектра.

Все вышесказанное свидетельствует о научной и практической значимости диссертационной работы А.Г. Горобчука. Научная значимость результатов исследований обусловлена тем, что автором создана и верифицирована численная модель, адекватно описывающая физико-химические процессы плазмохимического травления, разработаны оригинальные вычислительные алгоритмы и методы их реализации, использующие возможности современных компьютерных технологий. Практическая значимость результатов, полученных автором диссертации, подтверждается тем, что на основании численных исследований автором сформулированы практические рекомендации для минимизации неоднородности травления и рекомендации по выбору конструкционных материалов для элементов реактора с учетом реальных условий.

По содержанию автореферата есть замечания.

1. При описании обобщенной математической модели (первая глава) следовало привести схему области решения задачи и более подробно рассмотреть особенности формализации граничных условий в рассматриваемых диапазонах рабочих параметров.

2. Аналогичное замечание относится к изложению материала во второй главе: в чем заключаются «особенности организации вычислительных алгоритмов, используемых при моделировании плазмохимических технологий травления в различных приближениях»?

3. При изложении текста автору следовало избегать использования нестандартных определений и терминов таких, как, например, «... модификации *продвинутой* численной модели ...» (с. 6, с. 26), «в *нижнем* *переделе*» (с. 18), «для *степени черноты*» (с. 20, в настоящее время принят термин «интегральный коэффициент излучения»).

Указанные замечания не влияют на положительную оценку диссертационной работы А.Г. Горобчука.

Материалы диссертации А.Г. Горобчука достаточно хорошо опубликованы в научной печати и апробированы на многочисленных научных конференциях, симпозиумах и семинарах различного уровня.

Представленный в автореферате диссертации А.Г.Горобчука анализ и обобщение результатов исследований можно обоснованно квалифицировать как новое крупное достижение в развитии теоретических основ математического моделирования, численных методов и комплексов программ плазмохимических технологий микроэлектроники.

На основании анализа представленных в автореферате диссертации А.Г.Горобчука «Математическое моделирование плазмохимических технологий микроэлектроники» результатов можно сделать обоснованный вывод, что диссертационная работа соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, а ее автор, А.Г.Горобчук, заслуживает присуждения искомой степени.

Ведущий научный сотрудник отдела газовой динамики и физики взрыва
Научно-исследовательского института
прикладной математики и механики
Национального исследовательского
Томского государственного университета,

ст. н. с., д. ф.-м. н.

Жарова Ирина Константиновна

8 (3822) 529-522

Zharova@niipmm.tsu.ru

01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы

Адрес организации (НИИ ПММ ТГУ): 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, стр. 27.

