

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.

Моделирование плазмохимических процессов травления и осаждения используемых в технологии микро- и нанoeлектроники является неотъемлемой частью задачи разработки таких процессов. Поэтому работа А.Г. Горобчука, посвященная математическому моделированию, созданию физико-математических моделей плазмохимического травления различных материалов микроэлектроники является актуальной и представляет большой интерес. Моделирование таких процессов является очень сложной задачей, так как необходимо провести моделирование физико-химических процессов, происходящих как в плотной, многокомпонентной, неравновесной плазме ВЧ разряда, так и гетерогенные процессы взаимодействия химически активных частиц с поверхностью материалов.

Автором была разработана метод численного моделирования плазмы ВЧ емкостного разряда в гидродинамическом приближении с учетом ранее не рассматриваемых факторов, что является основной новизной работы. С его использованием было проведено моделирование травление кремния во фторуглеродной плазме различного состава, которое показало удовлетворительное согласие с экспериментальными данными. Это свидетельствует о работоспособности предложенного метода моделирования, и что автором в целом решена поставленная задача разработки математических моделей плазмохимических процессов микротехнологии.

В качестве недостатков можно отметить, что в автореферате не приводятся результаты моделирования характеристик плазмы ВЧ емкостного разряда (поток и энергия ионов) а зависимости от параметров проведения процесса. Это затрудняет проведение оценки разработанного метода. В работе проведено моделирование процессов травления кремния в плазме (CF_4 с добавками H_2 , O_2), которая не находит широкого применения в технологии микроэлектроники. В автореферате нет сравнения разработанного метода с существующими методами численного

моделирования плазмохимических процессов, в том числе с зарубежными. В нем приводятся ссылки на старые 20-ти летней давности работы. Нет ссылок на недавние публикации в области моделирования плазмохимических процессов в современных плазмохимических реакторах емкостного типа.

Можно полагать, что разработанный метод моделирования будет полезен при разработке новых процессов микро- и нанoeлектроники. Приведенные в автореферате результаты и выводы свидетельствуют о высоком научном уровне работы. Считаю, что работа удовлетворяет требованиям ВАК на соискание ученой степени доктора физико-математических по специальности: 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ и автор заслуживает присуждения ему этой степени.

Заместитель директора по
научной работе ЯФ ФТИАН
РАН, д.ф.-м.н.

И.И. Амиров

Амиров Ильдар Искандерович, доктор физико-математических наук, заместитель директора по научной работе, Ярославский филиал федерального государственного бюджетного учреждения науки физико-технологического института Российской академии наук, 150007, г.Ярославль, ул. Университетская, д.21, , тел.: (4852) 246552, E-mail: ildamirov@yandex.ru.

Подпись И.И. Амирова заверяю.
Ученый секретарь ЯФ ФТИАН РАН, к.ф.-м.н.
(Наумов Виктор Васильевич)

В.В. Наумов