

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ляхова Анатолия Александровича «Моделирование кинетических процессов в аргон-силановой высокочастотной плазме пониженного давления», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

В современной технологии микроэлектроники применение плазмохимических методов для получения полупроводниковых пленок и создания двумерных и трехмерных структур является ярко выраженным трендом развития. В настоящее время экономические соображения заставляют разработчиков разнообразных полупроводниковых приборов создавать их не только на монокристаллическом кремнии, но и на основе аморфных и поликристаллических пленок. В этой связи детальное исследование процессов в аргон-силановой плазме имеет фундаментальное значение для практических приложений, а тема диссертационной работы Ляхова А.А. является, безусловно, актуальной.

В основе диссертационной работы лежат теоретические исследования кинетических процессов в аргон-силановой плазме с учетом мелкодисперсных частиц конденсированной фазы образующихся в результате реакции полимеризации в рабочем газе (пылевая фаза). Для этого вначале рассматриваются вопросы моделирования подсистем газового разряда, дается описание в рамках кинетического уравнения Больцмана, и рассматриваются методы его численного решения. При этом особый акцент сделан на последовательном учете пылевой фазы и анализе механизмов столкновения.

Теоретический анализ, представленный в главах 2 и 3, конкретизируется на примере модели диффузионного переноса частиц в аргон-силановой плазме цилиндрического реактора. Существенно, что представленная в диссертации модель учитывает многообразие химических реакций в рассматриваемой плазме. Их в ходе расчетов в диссертационной работе учтено 57 типов и важнейшие приведены в автореферате.

Анализ процессов, происходящих в плазме, позволяет редуцировать компонентный набор до оптимального, определить условия, при которых пылевая фаза играет существенную роль, а также выделить важнейшие реакции по временной шкале.

Диссертационная работа, судя по публикациям, выполнялась длительный период. За это время она прошла хорошую апробацию и вполне удовлетворяет требованиям ВАК.

По содержанию автореферата необходимо сделать несколько замечаний:

1. В тексте автореферата не отражена математическая формулировка модели, особенно это относится к изложению результатов гл. 2. На мой взгляд, число рисунков к гл. 3 можно сократить и высвободить место для математической формулировки.

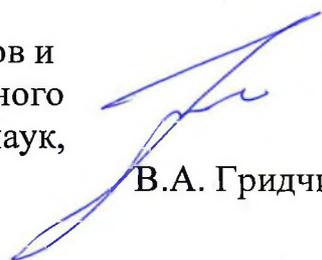
2. В автореферате не отражен вопрос о дисперсии размеров частиц пылевой фазы и способ учета этой дисперсии.
3. Полученные результаты в автореферате не сравниваются даже асимптотическом приближении с результатами других авторов, например, упоминаемых в гл. 1.

Указанные замечания не снижают общего благоприятного впечатления от работы.

Считаю, что диссертационная работа Ляхова Анатолия Александровича соответствует требованиям ВАК Российской Федерации к кандидатским диссертациям, а сам он заслуживает присуждения искомой степени по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Профессор кафедры Полупроводниковых приборов и микроэлектроники, Новосибирского государственного технического университета, доктор технических наук, заслуженный работник Высшей Школы

Гридчин Виктор Алексеевич



В.А. Гридчин

Адрес: 630073, Российская Федерация, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, Новосибирский государственный технический университет, Телефон: (383) 346-08-75, e-mail: v.gridchin@amber.ref.nstu.ru (383) 346-50-01; rector@nstu.ru; www.nstu.ru



12.12.2018