

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Курчикова Константина Алексеевича

"МОДИФИКАЦИЯ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ С НИЗКОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТЬЮ ПОД ДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. КОНТРОЛЬ УРОВНЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПЛАЗМЫ", представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 - физика плазмы

Диссертация Курчикова К.А. посвящена исследованию модификации новейших пористых материалов с низкой диэлектрической проницаемостью (или low-k материалов) под действием ультрафиолетового (УФ) излучения и анализу возможности контроля его интенсивности. Материалы, исследуемые в работе, служат кандидатами для использования в микроэлектронике в качестве межслойного диэлектрика, и имеют преимущества перед традиционно используемым диоксидом кремния. Поэтому внедрение таких материалов в цепочку технологических процессов изготовления микросхем представляет собой актуальную задачу. Данная задача сводится к исследованию воздействия на эти материалы различных составляющих плазмы газов, использующихся на различных стадиях технологических процессов в микроэлектронике. Исследование влияния УФ излучения представляет собой приоритетную задачу, так как оно в том или ином виде присутствует практически на всех стадиях обработки межслойного диэлектрика.

Целью диссертационной работы Курчикова К.А. было исследование влияния на передовые low-k материалы ультрафиолетового излучения в широком диапазоне длин волн, - от 13.5 нм до 193 нм. Также ставилась цель

анализа возможного контроля интенсивности ультрафиолетового излучения и поиска возможных путей для снижения его интенсивности.

Диссертация разделена на две части. В первой части представлено исследование воздействия ультрафиолетового излучения на low-k материалы. В литературном обзоре рассмотрены основные преимущества и недостатки использования данных материалов в микроэлектронике. Представлены основные типы существующих материалов с низкой диэлектрической проницаемостью, приведены основные способы их производства. Проведены исследования воздействия на low-k пленки УФ излучения, соответствующего пяти различным длинам волн, - измерения проводились на пяти различных плазменных реакторах.

На основании полученных экспериментальных результатов в рамках построенной теоретической модели поглощения УФ излучения в диэлектрических пористых пленках получены значения сечения фотопоглощения и квантового выхода диссоциации. Значения этих величин могут быть использованы для оценки деградации low-k пленок с широким спектром параметров под влиянием УФ излучения в широком диапазоне длин волн. В работе продемонстрировано, что наибольшая деградация под действием УФ излучения происходит в материалах с наибольшим значением пористости.

Вторая часть диссертационной работы посвящена поиску возможных способов контроля интенсивности УФ излучения в высокочастотном емкостном разряде плазмы аргона. Выбор аргона автор объясняет тем, что аргон широко используется в микроэлектронике в качестве буферного газа. Контроль интенсивности УФ излучения в плазме аргона в работе сводится к измерению концентраций верхних уровней соответствующих линий излучения.

Представлены два независимых оптических невозмущающих метода измерения населенностей первых четырех возбужденных атомных уровней в плазме аргона: метод самопоглощения излучения и метод, основанный на измерении отношений интенсивностей линий излучения. В работе продемонстрировано преимущество метода самопоглощения излучения, в котором населенность возбужденного состояния может быть независимо получена с использованием различных линий излучения. Получены значения населенностей первых четырех возбужденных атомных уровней в высокочастотном емкостном разряде аргона в широком диапазоне плазменных параметров.

Таким образом продемонстрирован невозмущающий метод контроля интенсивности УФ излучения на примере плазмы аргона. В работе представлен эффективный механизм снижения интенсивности УФ излучения путем добавления в чистый аргон примесей молекулярных газов (водород, кислород и азот). Автором построена столкновительно-радиационная модель, позволяющая интерпретировать полученные результаты. В рамках модели проанализированы и оценены вклады различных процессов в заселение/опустошение диагностируемых уровней. Также в рамках теоретической модели сделаны выводы о возможном виде функции распределения электронов по энергиям в исследуемой плазме.

По диссертации можно сделать следующие замечания:

- 1) Автором не описаны методы диагностики, с помощью которых были получены значения параметров исследуемых low-k пленок из таблицы 1 (страница 23).
- 2) В тексте отсутствуют расшифровки используемых обозначений low-k материалов из таблицы 1 (страница 23).
- 3) Практически во всей работы в качестве разделителя целой и дробной частей используется точка. Однако на странице 71 (формула 47), а

также в таблице 3 (страница 84) автор в качестве разделителя использует запятую.

Представленная к защите диссертационная работа Курчикова К.А. удовлетворяет всем требованиям ВАК. Результаты работы обладают научной новизной и имеют практическую ценность. Диссертант Курчиков К.А. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.08 - физика плазмы.

Доцент физического факультета
Санкт-Петербургского государственного
университета, к.ф.-м.н.

А.А. Кудрявцев

Подпись А.А. Кудрявцева удостоверяю,
Ученый секретарь ученого совета
физического факультета.

Т.Ю. Новожилова

Информация об официальном оппоненте:

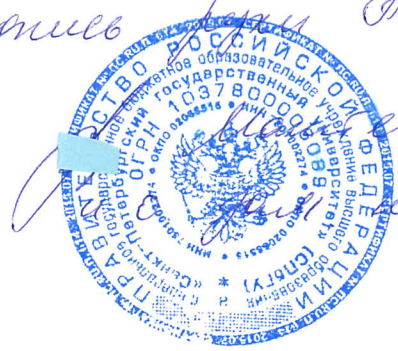
Ф.И.О.: Кудрявцев Анатолий Анатольевич

Рабочий адрес: 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9.
Санкт-Петербургский государственный университет.

Рабочий телефон: +79112945208

E-mail: akud53@gmail.com

Подпись ученого секретаря А.А. Кудрявцева



*Ученый секретарь
Управление кадров
10.11.2015*