

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Колосовского Данила Антоновича «Влияние газодинамики разлета продуктов лазерной абляции на процесс осаждения и свойства проводящих покрытий», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 «Механика жидкости, газа и плазмы»

Работа Колосовского Д.А. посвящена детальному исследованию закономерностей газодинамического разлёта продуктов лазерной абляции и их роли в формировании тонких и сверхтонких металлических покрытий при импульсном лазерном осаждении. Рассматриваемая тематика является актуальной как для задач современной микро- и нанoeлектроники, так и для фундаментальных исследований в области механики разреженных газов и неравновесных газоплазменных течений.

В работе детально проанализированы особенности формирования потока частиц, возникающего в процессе лазерной абляции в условиях вакуума и разреженной газовой среды. Автором исследовано влияние ключевых параметров процесса, включая давление фонового газа, расстояние между мишенью и подложкой, а также геометрию лазерного воздействия, на характер переноса частиц и условия их осаждения. Особое внимание уделено переходу между различными режимами течения, что имеет принципиальное значение для понимания механизмов формирования сплошных покрытий нанометровой толщины.

Существенным достоинством работы является использование методов численного моделирования, в частности метода прямого статистического моделирования Монте-Карло, позволяющего корректно описывать нестационарные процессы переноса в разреженных средах. Применение данного подхода обеспечивает получение детальной информации о параметрах потока и кинетической энергии частиц на стадии их переноса к подложке.

Из результатов, представленных в автореферате, следует, что газодинамические условия разлёта продуктов абляции оказывают определяющее влияние на морфологию и электрофизические свойства формируемых плёнок. Показана немонотонная зависимость структуры покрытий от давления фонового газа, обусловленная сменой режимов переноса. Важным результатом является установление роли соотношения кинетической энергии частиц и их потока как параметра, определяющего порог формирования проводящих структур. Отмечено также влияние площади лазерного пятна на характеристики потока и, соответственно, на свойства покрытий.

Полученные в работе результаты представляют научный интерес с точки зрения развития представлений о нестационарных газодинамических процессах в условиях

лазерной абляции, а также имеют практическую значимость для технологий формирования тонкоплёночных структур с заданными свойствами.

Автореферат изложен логично, содержит основные результаты диссертационного исследования и позволяет составить целостное представление о проделанной работе. Несмотря на обширный охват вопроса влияния газодинамики разлета продуктов лазерной абляции на процесс осаждения и свойства проводящих покрытий, по итогам ознакомления с авторефератом возникает следующий вопрос:

- При воздействии лазерного импульса высокой плотности энергии происходит локальная абляция мишени и формирование неравновесной газоплазменной струи продуктов абляции в виде плазмы, ионов, атомов и кластеров в потоке. При этом, пятая глава диссертации посвящена исследованию газодинамики разлета лазерного факела исключительно в виде нейтральных атомов золота, привлекая для описания нестационарного неравновесного течения многокомпонентной разреженной газовой среды метод прямого статистического моделирования (ПСМ) Монте-Карло, не учитывая взаимодействие плазмы, ионов и кластеров испарённого материала с фоновым газом в переходных режимах течения.

Приведенное замечание не умаляет достоинств работы.

По теме диссертации опубликовано 4 статьи в авторитетных научных изданиях. Результаты докладывались на ряде российских и международных конференций, что подтверждает их новизну и научную значимость.

На основании изложенного можно сделать вывод о том, что диссертация Колосовского Д.А. «Влияние газодинамики разлета продуктов лазерной абляции на процесс осаждения и свойства проводящих покрытий» соответствует всем требованиям действующего положения ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 «Механика жидкости, газа и плазмы», а соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Старший научный сотрудник
к.ф.-м.н.

Милахин Денис Сергеевич

ФГБУН Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН

пр. Ак. Лаврентьева 13, Новосибирск

Тел. +7 (383) 330-44-74

Эл. почта: dmilakhin@isp.nsc.ru



Денис Милахин ДС 480268890
Заместитель начальника Отдела кадров ИФП СО РАН
М.А. Золотарская