

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Голованова Антона Владимировича «Травление планарных структур «алмаз-металл» и «алмаз-диэлектрик» высокочастотным газовым разрядом низкого давления», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.

Автор отзыва

ФИО: Лобаев Михаил Александрович

Ученая степень: кандидат физико-математических наук

Год присуждения ученой степени и научная специальность, по которой присуждена ученая степень: 2010, 01.04.08 – Физика плазмы

Место работы: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН)

Должность: старший научный сотрудник

Контактная информация: lobaev@appl.sci-nnov.ru, +7(920)0780568

Технологии плазменной обработки широко применяются для модификации свойств различных материалов, и процессы, происходящие на границе контакта плазмы и твердого тела, представляют высокий интерес для ученых и инженеров. В случае алмаза, который с трудом поддается механической и химической обработке, сухое травление в плазме или фокусированным ионным лучом особенно важно для придания материалу необходимой формы с высокой точностью. Диссертационная работа Голованова А.В. посвящена изучению взаимодействия плазмы высокочастотного газового разряда низкого давления с алмазом и планарными структурами «алмаз-металл» и «алмаз-диэлектрик» и вносит новый вклад в науку о практическом применении реактивного ионного травления алмаза.

В первой части работы впервые исследованы механизмы взаимодействия плазмы ВЧ газового разряда низкого давления на основе элегаза SF_6 с поверхностью алмаза. На основе анализа экспериментальных данных о скорости травления алмаза и численного моделирования состава плазмы показано, что травление алмаза разрядом на основе SF_6 происходит по механизму физического распыления тяжелыми ускоренными ионами SF_5^+ , SF_4^+ и SF_3^+ , однако химическое распыление в атмосфере фтора усиливает его и повышает коэффициент ионного распыления алмазного материала вдвое.

Вторая часть работы посвящена исследованию механизмов реактивного ионного травления планарных структур «алмаз-металл» и «алмаз-диэлектрик». Были измерены селективности травления к алмазу некоторых металлов и диэлектриков, причем для случая травления алмаза в плазме на основе SF_6 – впервые. Был также изучен и описан механизм ускоренного разрушения защитных масок под действием ионной бомбардировки. Проведенные исследования открыли путь к созданию в ТИСНУМ прецизионных элементов рентгеновской оптики, созданию диодов Шоттки с мезоструктурами, бета-вольтаических элементов – преобразователей энергии радиоизотопного излучения в электрический ток с увеличенной площадью контакта Шоттки.

В третьей части работы исследуется, как изменяется гладкость алмазной поверхности под действием реактивного ионного травления и показывается, что сглаживанию поверхности и уменьшению величины ее шероховатости способствует травление в газовых разрядах с интенсивной ионной бомбардировкой. Также показано, что различные по составу и параметрам давления, температуры плазмы на основе SF_6 эффективно подавляют образование микромасок.

Практическая значимость выводов работы подтверждается примерами изготовленных на алмазной поверхности рельефных структур, а также использованием результатов диссертации в ходе выполнения нескольких научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок.

Следует также отметить некоторые замечания к автореферату. При описании опытов по измерению зависимости скорости реактивного ионного травления алмаза от напряжения самосмещения не указано, как напряжение самосмещения соотносится с энергией ионов. В тексте автореферата также встречаются орфографические ошибки. Отмеченные замечания, однако, не затрагивают основные положения диссертации и не снижают общей положительной оценки работы.

Результаты диссертации прошли апробацию в ходе устных и стендовых докладов на 7 российских и 9 международных конференциях. Соискатель имеет 8 печатных работ по теме работы, из них 7 статей в русскоязычных и зарубежных журналах, входящих в базы цитирования Scopus и Web of Science, 1 статья в русскоязычном журнале из перечня ВАК.

Считаю, что диссертационная работа «Травление планарных структур «алмаз-металл» и «алмаз-диэлектрик» высокочастотным газовым разрядом низкого давления» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор диссертации Голованов Антон Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук специальности 01.04.07 – Физика конденсированного состояния.


Дата 30.09.2024

Подпись Лобаева М.А. завершено

Ученый секретарь



 М. А. Лобаев



И. В. Корюкин