

СПЕКТРАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ОБРАЗОВАНИЯ НИТРИДОВ И ОКСИДОВ АЛЮМИНИЯ В ПЛАЗМЕ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ПОВЕРХНОСТЬ АЛЮМИНИЯ СЕРИЯМИ СДВОЕННЫХ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ

Изучено влияние дополнительного лазерного импульса на целенаправленное формирование компонентного и зарядового состава приповерхностной лазерной плазмы методом лазерной искровой спектроскопии (спектрометр LSS-1). Показана возможность увеличения доли радикалов AlO и AlN в плазме при последовательном воздействии серии сдвоенных импульсов на мишень. Определены условия влияния параметров лазера и процессов на поверхности и в плазме на формирование определенного ионного и молекулярного состава плазмы.

Лазерная абляция твердых тел наносекундными импульсами умеренной интенсивности используется во многих научных и практических приложениях [1]. При использовании схем и методов двухимпульсного лазерного воздействия при различных углах падения на мишень и плазму возможно одновременное проведение высокочувствительного спектрального анализа [2], контроля концентрации возбужденных и заряженных частиц плазмы и управлением составом плазмы, направляемой на подложку.

Цель работы состояла в том, чтобы показать возможность и определить условия для получения методом абляции сериями сдвоенных лазерных импульсов алюминиевых мишеней в воздушной атмосфере нанокластеров алюминия и (или) соединений алюминия, типа AlO , AlN для использования в технологиях напыления тонких пленок.

В большинстве исследований двухимпульсной лазерной атомно-эмиссионной спектроскопии (ЛАЭС) используется коллинеарная, или коаксиальная, конфигурация совмещения, когда первый и второй лазерные импульсы фокусируются в одном и том же положении на поверхности образца. Такая конфигурация наиболее распространена, поскольку она наиболее пригодна для ориентации лазерных импульсов при проведении анализа на месте и в оперативном режиме.

Для проведения исследований использовался лазерный многоканальный атомно-эмиссионный спектрометр LSS-1. В качестве источника абляции и возбуждения приповерхностной плазмы спектрометр включает в себя двухимпульсный неодимовый лазер с регулируемой энергией и интервалом между импульсами (модель LS2131 DM). Лазер обладает широкими возможностями как для регулировки энергии импульсов (до 80 мДж), так и временного сдвига между сдвоенными импульсами (0-100 мкс) излучения.

Динамика образования одного из продуктов взаимодействия атомов алюминия с кислородом радикала AlO изучена нами по эмиссионным спектрам этой молекулы. Наиболее интенсивными электронно-колебательными полосами в эмиссионных спектрах являются полосы с длинами волн 484,21 и 464,82 нм.

Динамика образования AlO исследована при воздействии серии одиночных и сдвоенных лазерных импульсов на алюминиевую мишень. При проведении экспериментальных исследований установлено, что наибольшая интенсивность полос наблюдается для интервала между импульсами 10-12 мкс. С использованием интервала 10 мкс нами проведено исследование процесса образования радикалов AlO от энергии импульсов в зависимости от номера воздействующего на мишень импульса. Данные проведенных исследований приведены на рисунке 1.

Динамика образования одного из продуктов взаимодействия атомов алюминия с азотом молекулы AlN изучена нами по эмиссионным спектрам этой молекулы. Динамика образования AlN исследована при воздействии серии одиночных и сдвоенных лазерных импульсов на алюминиевую мишень.

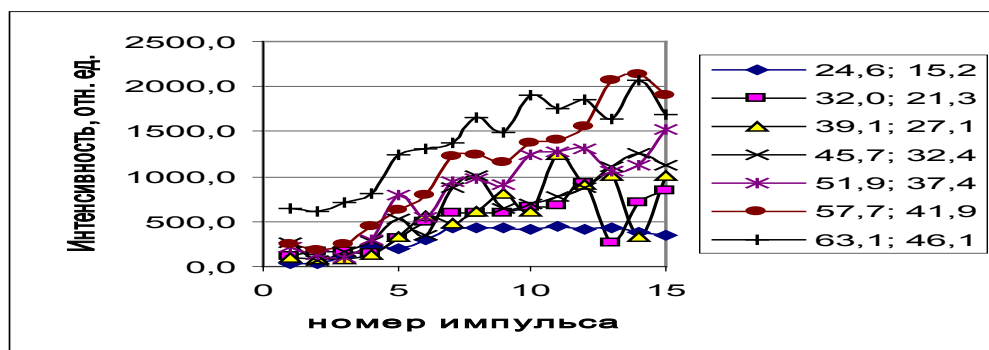


Рисунок 1. Зависимость интенсивности полосы AlO (484,22 нм) от номера импульса (глубины) при различных энергиях импульсов (в рамке энергия первого и второго импульса в мДж).

Установлено, что наибольшая интенсивность полос наблюдается при интервале между импульсами порядка 10 мкс. С использованием указанного интервала нами проведено исследование процесса образования AlN от энергии импульсов в зависимости от номера воздействующего на мишень импульса (рисунок 2).

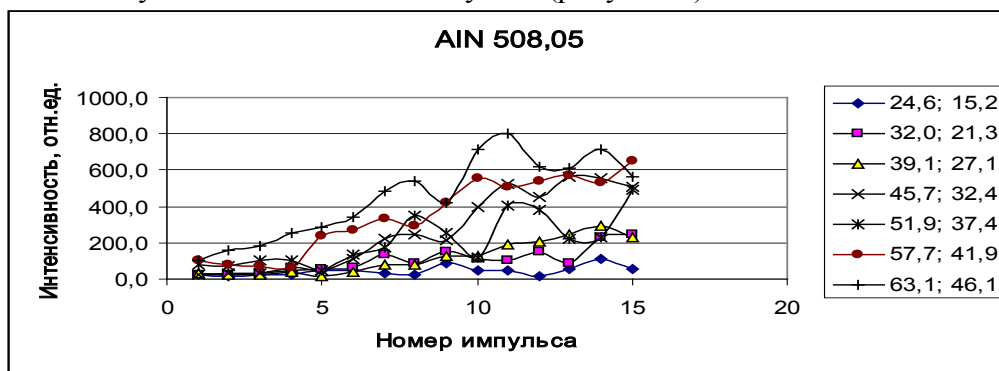


Рисунок 2. Зависимость интенсивности полосы AlN 508,05 нм от номера импульса (глубины) при различных энергиях импульсов (в рамке энергия в мДж первого и второго импульса соответственно).

Процесс образования радикалов AlO и AlN существенно увеличивается с увеличением энергии импульсов и особенно это заметно с увеличением глубины кратера. При малой энергии импульсов накачки порядка 15-30 мДж, начиная с 7 импульса, интенсивность полос перестает сильно изменяться. В то же время при энергии накачки 16 Дж (энергия импульсов - 57,7 и 41,9 мДж) интенсивность при 13-14 импульсах интенсивность полос существенно увеличивается и сравнивается по эффективности образования с более высокой энергией импульсов. Наличие резкого временного порога скорости образования радикалов AlO и AlN указывает на то, что причину наблюдаемых явлений необходимо искать в особенностях плазмообразования внутри образующегося достаточно глубокого канала. Проведено обсуждение полученных результатов.

Список литературы

1. Жерихин А.Н.. Лазерное напыление тонких пленок. Итоги науки и техники. Серия: Проблемы лазерной физики. - М. ВИНТИ. 1990. - 107 с.
2. Сухов Л.Т.. Лазерный спектральный анализ. - Новосибирск. 1990. -182 с.

Альдигауи Хайдар Али Раи, Проценко С.В., Воронай Е.С. Белорусский государственный университет, Минск, e-mail: zajogin_an@mail.ru.