

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ РАДИКАЛОВ AlN В ПЛАЗМЕ ОТ РАСФОКУСИРОВКИ СДВОЕННЫХ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИХ НА ОКСИДИРОВАННЫЙ АЛЮМИНИЙ

С. В. Проценко, Альдигауи Хайдар Али Раи, А. Р. Фадаиян,
Е. С. Воропай, А. П. Зажогин

Белорусский государственный университет, Минск
E-mail: *zajogin_an@mail.ru*

Лазерная абляция твердых тел наносекундными импульсами умеренной интенсивности используется во многих научных и практических приложениях. Импульсное лазерное напыление широко используется для формирования тонкопленочных структур и покрытий из самых различных материалов [1]. Физические процессы, связанные с образованием приповерхностной лазерной плазмы, разлетом ее и осаждением на подложке настолько многофакторны, что не удается получить достаточно простых закономерностей, описывающих эти процессы [1]. Так в частности методу импульсного лазерного напыления присущи и некоторые недостатки, одним из которых является образование микрокапель (0,1-1 мкм) при абляции мишеней [1]. Анализ и целенаправленное изменение компонентного, зарядового и энергетического распределения состава лазерного факела возможно на основе дополнительного воздействия на первичную плазму дополнительного лазерного воздействия.

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 соединений алюминия, типа AlN, для использования в технологиях напыления тонких пленок.

Для проведения исследований использовался лазерный многоканальный атомно-эмиссионный спектрометр LSS-1. Источником возбуждения плазмы в спектрометре является двухимпульсный неодимовый лазер с регулируемой энергией и интервалом между импульсами (модель LS2131 DM).

Динамика изменения образования радикалов AlN в плазме от расфокусировки исследована методом многоканальной атомно-эмиссионной спектроскопии при воздействии 25 сдвоенных лазерных импульсов на образцы алюминиевого сплава толщиной 1 мм от энергии их 52 и 60 мДж и изменения плотности мощности путем расфокусировки воздействующего излучения. Фокусное расстояние объектива 104 мм. Интервал между импульсами 10 мкс.

Динамика образования одного из продуктов взаимодействия атомов алюминия с кислородом радикала AlN изучена нами по эмиссионным спектрам этой молекулы. Наиболее интенсивными электронно-колебательными полосами в эмиссионных спектрах являются полосы с длинами волн 508,05 нм, 510,345 нм, 512,481 нм.

На рис. 1 приведены примеры зависимости интенсивности полосы AlN (508,05 нм) в спектрах от расфокусировки. Обозначения образцов: 1 – чистый алюминий; 2 – алюминий, оксидированный в серной кислоте; 3 – алюминий, оксидированный в щавелевой кислоте.

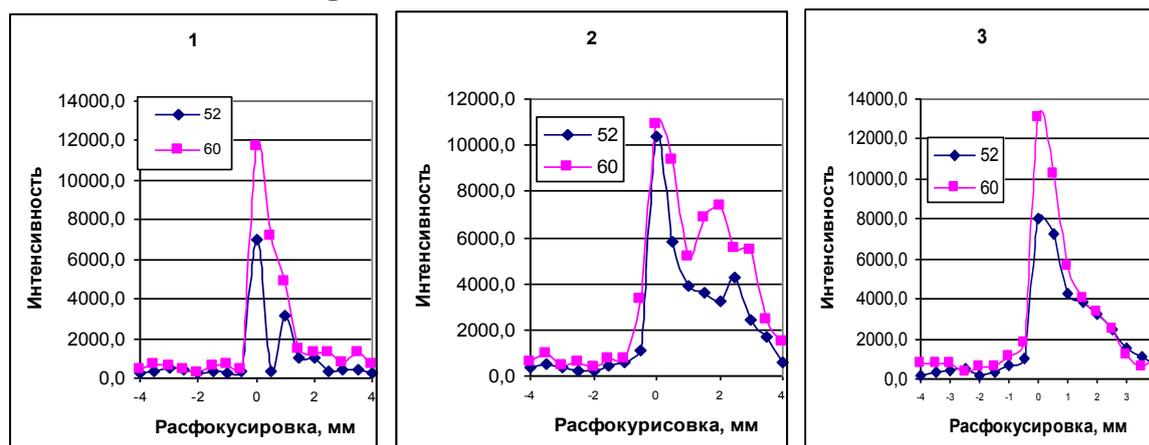


Рис. 1. Зависимость интенсивности полосы AlN (508,05 нм) в спектрах от расфокусировки.

Из полученных данных видно, что процесс образования радикалов AlN для чистого алюминия особенно заметен при фокусировке. Предварительная оксидировка поверхности алюминия расширяет возможность получения более или менее постоянного потока радикалов AlN путем расфокусировки. Особенно это заметно для поверхности оксидированной в серной кислоте. Заметные различия между скоростью нарастания потока радикалов при воздействии на оксидированные в различных кислотах поверхности алюминия можно объяснить тем, что покрытия, получаемые в сернокислотном электролите, достаточно толсты и пористы, в то время как получаемые в щавелевокислом электролите более тонкие и плотные [2].

Из приведенных результатов видно, что последовательное воздействие на мишень сериями сдвоенных лазерных импульсов с интервалом между ними 10 мкс и положительной расфокусировке излучения до 2 мм приводит к существенному увеличению поступления молекул AlN в плазму при использовании оксидированного алюминия.

1. Жерихин А. Н. Лазерное напыление тонких пленок. Итоги науки и техники. Серия: Проблемы лазерной физики. М. ВИНТИ. 1990. 107 с.
2. Инженерная гальванотехника в приборостроении. Под ред. профессора А. М. Гинберга. М.: Машиностроение. 1977. С.261–270.