

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОБРАЗОВАНИЯ
НАНОЧАСТИЦ И ФРАКТАЛОВ ОКСИДОВ ОЛОВА
ПРИ НАПЫЛЕНИИ ТОНКИХ ПЛЕНОК НА ПОВЕРХНОСТЬ
СТЕКЛА СДВОЕННЫМИ ЛАЗЕРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ
В ВОЗДУХЕ

Ходор Баззал, А. Р. Фадаиян, Е. С. Воропай, А. П. Зажогин

Белорусский государственный университет, Минск
zajogin_an@mail.ru

Оксид олова (IV) – полупроводник, причем прозрачный для видимого света. Поэтому его используют (вместе с оксидом индия) для изготовления токопроводящих дорожек жидкокристаллических индикаторов и дисплеев, а также химических сенсоров. К последним относятся популярные сейчас датчики на CO/CH (угарный газ и углеводороды) на постах экологического контроля автомобилей. Для изготовления приборов наиболее часто используется моноимпульсный лазерный синтез [1]. Целенаправленное использование лазерной плазмы для синтеза пленок с заданными свойствами требует проведения исследования зарядового состава и энергетических характеристик частиц плазмы, образующихся при воздействии на поверхность мишени лазерного излучения.

Анализ и целенаправленное изменение компонентного, зарядового и энергетического распределения состава лазерного факела возможно на основе дополнительного воздействия на первичную плазму дополнительного лазерного воздействия. 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.

Для проведения исследований использовался лазерный атомно-эмиссионный многоканальный спектрометр LSS-1. В качестве источника абляции и возбуждения приповерхностной плазмы в спектрометре используется двухимпульсный неодимовый лазер с регулируемой энергией и интервалом между импульсами (модель LS2131 DM). Лазер может работать с частотой повторения импульсов до 10 Гц на длине волны 1064 нм. Длительность импульсов ≈ 15 нс. Временной сдвиг между сдвоенными импульсами может изменяться от 0 до 100 мкс с шагом 1 мкс.

Динамика напыления на поверхность стекла наночастиц оксидов олова исследована при воздействии серии одиночных и сдвоенных лазерных импульсов на мишень из цинка, установленную под углом 45 градусов к падающему излучению и подложке на расстоянии 3 мм. Энергия каждого

импульса излучения ≈ 48 мДж. Исследования проведены при временных интервалах между импульсами от 0 до 15 мкс.

Исследования процессов напыления от интервала между импульсами показали, что при интервалах от 0 до 6 мкс олово распыляется, но напыления пленки практически не наблюдается. С увеличением интервала наблюдается заметный рост пленки, особенно заметный в интервалах от 7 до 15 мкс. При дальнейшем увеличении интервала качество пленки существенно ухудшается. Проведенные параллельно спектральные исследования зарядового состава компонент приповерхностной плазмы показали, что в этом интервале интенсивность ионной линии олова Sn II (328,35 нм) существенно увеличивается, что способствует ускорению процессов образования оксидов (см. рис. 1, *a*).

Изображения поверхности стекла с нанесенными пленками, увеличенные с помощью микроинтерферометра Линника МИИ-4 в 300 раз, приведены на рис. 1, *б* и *в*. На рис. 1, *б* приведена свежее напыленная поверхность, которая имеет довольно разрыхленную структуру. После механической очистки поверхности пластмассовым лезвием структура, а также цвет поверхности существенно изменились. Изменение цвета поверхности с коричневатого-желтого на белый свидетельствует о том, что первичная, более прочная пленка образована четырехвалентным оксидом олова типа SnO₂. Верхняя, более рыхлая, поверхность двухвалентным оксидом олова SnO.

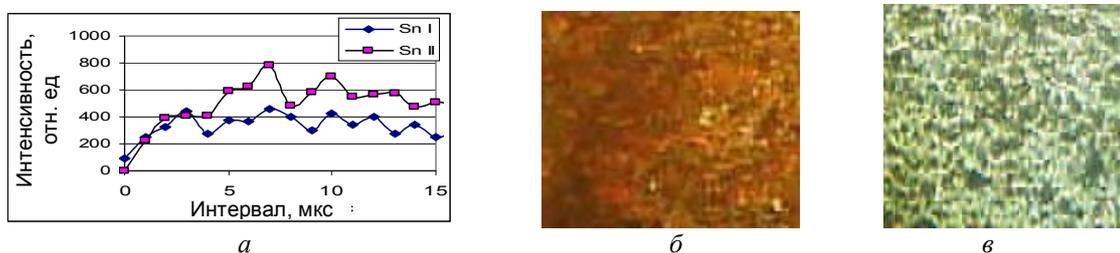


Рис. 1. *a* – интенсивность атомной Sn I (317,502 нм) и ионной Sn II (328,35 нм) линий от интервала между импульсами и изображение поверхности стекла после напыления оксидов олова сдвоенными лазерными импульсами: *б* – 300 импульсов и *в* – 300 импульсов после механической очистки

На примере синтеза тонкопленочных металлических покрытий показано, что использование высокоинтенсивных сдвоенных лазерных импульсов позволяет проводить лазерное напыление тонких пленок на стекло непосредственно в воздухе, снижая до приемлемого уровня негативное воздействие окружающей атмосферы на процессы осаждения.

1. Шатохин А. Н., Путилин Ф. Н., Румянцева М. Н., Гаськов А. М. // Вестник МГУ. Серия 2. Химия. 2009. Т. 50, № 6. С. 468–471.
2. Сухов Л. Т. Лазерный спектральный анализ. Новосибирск. 1990. 182 с.