

ОСАЖДЕНИЕ ПРОЗРАЧНЫХ ЦИНКОВЫХ ПОКРЫТИЙ ЛАЗЕРНЫМ МЕТОДОМ

В. К. Гончаров, Г. А. Гусаков, М. В. Пузырев

Институт прикладных физических проблем
им. А. Н. Севченко БГУ, Минск

E-mail: puzyrev@bsu.by

Задача получения покрытий с высокой проводимостью при низких температурах подложки (ниже 300°C) и без последующей операции отжига является актуальной, например, при изготовлении многослойных покрытий солнечных батарей (так как при низкой температуре замедляются процессы взаимной диффузии слоев), или при напылении проводящих покрытий на полимерные подложки при температурах, не превышающих температуру размягчения материала.

В данной работе ставилась задача получить тонкие прозрачные металлические покрытия лазерным методом, подобрать режимы облучения мишени таким образом, чтобы получить эрозионные лазерные факелы с минимальным содержанием жидкокапельных частиц.

Экспериментальное оборудование. Для осаждения пленок применялся импульсный YAG:Nd^{3+} лазер (1,06 мкм) LS-2137 фирмы Lotis-TII с длиной волны $\lambda = 1064$ нм и длительностью импульса по полуширине $\tau = 20$ нс. Частота следования лазерных импульсов составляла 10 Гц. Длительность осаждения составляла 1 час. Мишени устанавливались под углом 45° к оси лазерного пучка. В качестве подложек использовался кварц. Осаждение проводилось в вакууме при давлении остаточных газов $\sim 10^{-3}$ Па. Подложки располагались параллельно поверхности мишени. Расстояние между подложкой и мишенью составляло или 25 мм, или 100 мм.

Средняя плотность мощности лазерного излучения изменялась в диапазоне $9,9 \cdot 10^7 \text{ Вт/см}^2 \div 8,9 \cdot 10^8 \text{ Вт/см}^2$.

Спектральные характеристики осажденных пленок в диапазоне 200 – 900 нм исследовались с использованием спектрофотометра Cary300 (Varian, США).

В качестве мишеней использовался цинк.

Были измерены спектральные характеристики осажденных металлических пленок. Максимальные потери наблюдаются у пленок, осажденных при средней плотности мощности воздействующего лазерного излучения $8,9 \cdot 10^8 \text{ Вт/см}^2$ при расстоянии между мишенью и подложкой 100 мм, что может быть связано как с толщиной пленки, так и с наличием на ее поверхности крупных частиц материала мишени.

При плотности мощности $0,99 \cdot 10^8$ Вт/см² воздействующего на цинковую мишень лазерного излучения, расстоянии между мишенью и подложкой 100 мм, на подложке формируется тонкая цинковая пленка без капель на поверхности и потери излучения на ней за счет рассеяния и поглощения минимальны.

Пленки, осажденные при расстоянии между мишенью и подложкой 25 мм, имеют большую оптическую плотность. Но и качество их хуже из-за внедренных жидких капель.

При проведении экспериментов с невысоким вакуумом $\approx 0,1$ Па было замечено значительное увеличение коэффициента потерь осажденных цинковых пленок в коротковолновой области.

Для подтверждения этого были проведены эксперименты по осаждению цинковой пленки при различных расстояниях между мишенью и подложкой в воздухе при атмосферном давлении. Как показали эксперименты в этом случае кроме цинковой пленки на подложку интенсивно наносится и пленка ZnO.

Для пленки, осажденной при расстоянии 25 мм в спектрах потерь проявляется край собственного поглощения ZnO при длине волны 337 нм.

Это заметно в коротковолновой области спектральной характеристики осажденной пленки. При удалении подложки от мишени пленка практически не осаждается, продукты лазерной эрозии материала мишени при атмосферном давлении не долетают до подложки.

В результате проведенных экспериментов показана принципиальная возможность получения методом импульсного лазерного осаждения тонких прозрачных цинковых пленок с высокой степенью однородности поверхности. Это имеет важное значение для разработки жидкокристаллических сенсоров.

Определена пороговая плотность мощности лазерного излучения, при которой начинается интенсивное испарение цинка. По нашим данным она составляет величину $2,6 \cdot 10^8$ Вт/см².

Показано, что толщина осажденных пленок в нашем случае имеет линейную зависимость от плотности мощности воздействующего лазерного излучения и находится в интервале $14 \div 80$ нм

Показана принципиальная возможность синтеза ZnO методом импульсного лазерного осаждения.