

УДК 535.211

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ
НЕПРЕРЫВНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ ВИДИМОГО ДИАПАЗОНА НА СПЕКТРАЛЬНЫЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕРЕБРОСОДЕРЖАЩИХ ПЛЕНОК ДИОКСИДА ТИТАНА**

Варламов П.В. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»),

Андреева Я.М. (федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Научный руководитель – PhD, Итина Т.Е.

(федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Консультант – к. т. н., Сергеев М.М.

(федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО»)

Данная работа посвящена исследованию зависимости оптических характеристик тонких золь-гель пленок TiO_2 , содержащих наночастицы серебра, от режимов обработки непрерывным лазерным излучением с длиной волны 405 нм. При воздействии лазерного излучения в треке образуются две области, спектральные характеристики которых отличаются между собой. В результате лазерной обработки с разными скоростью сканирования и мощностью излучения наблюдается изменение спектральных характеристик как в центре зоны обработки, так и на периферии. Варьирование оптических характеристик происходит за счёт лазерно-индуцированной модификации размеров и распределения наночастиц серебра в плёнке.

Введение. Композитные материалы нашли широкое применение для создания фотогальванических и фотокаталитических устройств. Особый интерес вызывают тонкие золь-гель пленки TiO_2 , содержащие наночастицы серебра, которые повышают эффективность фотогальванических устройств благодаря образованию барьера Шоттки на границе наночастицы и TiO_2 .

Одним из методов получения наночастиц является лазерная обработка серебросодержащих пленок TiO_2 . Лазерное излучение локализовано модифицировать материал и используется в качестве инструмента для управления оптическими свойствами. В данной работе изучается влияние режимов лазерной обработки на спектральные характеристики тонких пленок TiO_2 .

Основная часть. Образец представляет собой золь-гель пленку TiO_2 (толщина ~ 200 нм), нанесенную на стеклянную подложку. Внедрение наночастиц Ag достигалось путём пропитки образца в растворе соли $AgNO_3$ с добавлением водного аммиака и предварительным отжигом в печи. Далее образец промывался в дистиллированной воде и высушивался струёй азота до исчезновения капель на поверхности, а после выдерживался в темноте в течение 24 часов.

Обработка проводилась непрерывным лазером с длиной волны 405 нм. Сканирование осуществлялось путём перемещения образца относительно сфокусированного лазерного пучка с помощью трехкоординатного стола. Были записаны лазерные треки при постоянной мощности 450 мВт с разной скоростью сканирования в диапазоне от 100 мкм/с до 800 мкм/с и при разной мощности в диапазоне от 450 мВ до 140 мВ с фиксированной скоростью сканирования 100 мкм/с.

Было обнаружено, что в результате неоднородного распределения поля в лазерном пучке, в центре лазерного трека и на его краях оптические характеристики плёнок сильно отличаются. Уменьшение мощности лазерного излучения от максимально возможного значения приводит к уменьшению размера центральной области и увеличению крайних областей, а при достижении значения в 232 мВт крайние области пересекаются, образуя визуально (в режиме на отражение) равномерную линию. Уменьшение скорости сканирования ведет к менее выраженному сужению центральной области и к незначительному уширению крайних областей.

Были измерены спектры пропускания и отражения образца в зоне обработки. Уменьшение мощности ведет к тому, что в центре трека пик плазмонного резонанса в спектре пропускания становится более выраженным, а интенсивность пика отражения увеличивается со смещением в область больших длин волн. На периферии пик резонанса в спектрах пропускания наблюдается для всех режимов обработки, более того, с уменьшением мощности пик плазмонного резонанса смещается в спектре пропускания и в спектре отражения коротковолновую область.

При уменьшении скорости сканирования интенсивность пропускания увеличивается в центральной области со смещением пика в красную область, что также наблюдается и для пика отражения. На крайних же областях в спектре пропускания и отражения наблюдается смещение пика плазмонного резонанса в красную область спектра.

Выводы. В результате исследования было продемонстрировано влияние режимов лазерной обработки серебросодержащих золь-гель пленок TiO_2 на характер модификации материала и на спектральные характеристики. В частности, образуется центральная область и крайние области, спектральные характеристики которых существенно отличаются. Сдвиг спектров поглощения в ИК-область свидетельствует об увеличении размеров наночастиц на краях лазерного трека с увеличением мощности и скорости сканирования. Снижение амплитуды пика плазмонного резонанса в центральной области при увеличении мощности и скорости сканирования говорит об уменьшении объема металлической фазы. Схожесть спектральных характеристик в центральной области и на периферии в диапазоне мощностей от 169 мВт до 232 мВт говорит о том, что получены наночастицы одинакового размера по всему профилю трека. Таким образом, лазерное излучение позволяет управлять размерами НЧ и спектральными характеристиками материала, что перспективно для их применения в фотовольтаике и фотогальванике.

Варламов П.В. (автор)

Подпись

Андреева Я.М. (автор)

Подпись

Итина Т.Е. (научный руководитель)

Подпись

Сергеев М.М. (консультант)

Подпись