

УДК 621.315.592

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННОГО ДИХРОИЗМА В ПЛЕНКАХ ZnO С НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА

Гресько В.Р. (ИТМО), Долгополов А.Д. (ИТМО), Смирнова В.В. (ИТМО)
Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Сергеев М.М. (ИТМО)

Введение.

Использование наночастиц для которых характерен плазмонный резонанс на различных длинах волн позволяет управлять спектральной чувствительностью фотодетекторов на основе ZnO пленок. Например, в работе [1] за счет введения поглощающих серебряных наночастиц была значительно повышена чувствительность фотодетектора в спектральном диапазоне от 365 до 535 нм. Положение пика плазмонного резонанса определяется формой, размером и составом наночастиц, а также показателем преломления окружающей матрицы. Одним из инструментов, используемых для модификации свойств наночастиц является лазерное излучение, позволяющее относительно быстро и локально воздействовать на материал и управлять длиной волны резонанса [2]. В результате лазерного воздействия изначально сферические наночастицы могут приобретать дихроизм, например в результате наведенной анизотропии их формы. Подобный лазерно-индуцированный дихроизм наблюдался при воздействии серии фемтосекундных лазерных импульсов на стекла с серебряными наночастицами [3]. В этой работе было показано, что максимум поглощения пика плазмонного резонанса зависел от направления вектора линейно-поляризованного падающего излучения. Таким образом чувствительность фотодетектора также зависела и от ориентации вектора линейной поляризации детектируемого излучения.

Для эффективного применения лазерного отжига ZnO:Ag пленок, как одной из обязательных технологических операций при создании фотодетекторов, важной задачей является исследование влияния параметров лазерного облучения на дихроизм плазмонных наночастиц и, как следствие, на спектральную чувствительность линейно поляризованного излучения при его фотодетектировании. В данной работе исследовалось влияние направления вектора линейной поляризации излучения с фемтосекундной длительностью импульсов на оптические характеристики ZnO тонких пленок с наночастицами серебра методами оптической микроскопии и спектроскопии.

Основная часть.

В данной работе был исследован дихроизм в ZnO тонких пленках с серебряными наночастицами, возникающий при воздействии лазерного излучения с фемтосекундной длительностью импульса и частотой следования импульсов 200 кГц. На поверхности пленки в режиме сканирования был записан ряд треков при различной плотности мощности и направлении вектора линейной поляризации излучения. Показано, что в результате воздействия излучения с длиной волны 515 нм, находящейся вблизи плазмонного резонанса наночастиц, и средней плотностью мощности от 6,1 кВт/см² до 26,2 кВт/см² пик плазмонного резонанса смещался от 700 нм до 400 нм. Его положение также зависело от направления вектора линейной поляризации лазерного излучения и излучения в спектрофотометре. Обнаруженный дихроизм связывался с анизотропией формы наночастиц. В результате воздействия изначально сферические наночастицы приобретали эллиптическую форму. При этом большая полуось эллипсов ориентировалась параллельно направлению поляризации с увеличением плотности мощности от 7 кВт/см² до 13 кВт/см².

Выводы. Исследован лазерно-индуцированный дихроизм, возникающий в золь-гель пленках оксида цинка с наночастицами серебра.

Работа выполнена за счет гранта Российского Научного Фонда (проект № 19-79-10208).

Список использованных источников:

1. Klochko N. P. et al. Solution-processed flexible broadband ZnO photodetector modified by Ag nanoparticles //Solar Energy. – 2022. – Т. 232. – С. 1-11.
2. Gresko V. R. et al. Laser-induced improvement of the photoelectric characteristics of ZnO: Ag thin films //Journal of Optical Technology. – 2023. – Т. 90. – №. 4. – С. 192-198.
3. Miranda M. H. G. et al. Ultrafast light-induced dichroism in silver nanoparticles //Physical Review B. – 2004. – Т. 70. – №. 16. – С. 161401.

Греско В.Р. (автор)

Подпись

Сергеев М.М. (научный руководитель)

Подпись