

ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ НАНОСТРУКТУР ИЗ СЕРЕБРЯНЫХ ПЛЕНОК ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИМПУЛЬСОВ НАНОСЕКУНДНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ

Варламов П.В., Голубев Я.Д., Аминов И.Р.

Научный руководитель: Агеев Э.И.

Университет ИТМО, Санкт-Петербург

Краткое введение, постановка проблемы.

В последнее время наноструктуры и наночастицы (НЧ) металлов (в особенности, благородных металлов) вызывают все больший интерес [1]. Это объясняется их уникальным электрическим, магнитным, оптическим и химическим свойствами. Известны работы по применению наноструктур и НЧ в медицине (для лечения цирроза и гепатокарцинома [2], в качестве фото- и радиосенсибилизаторов [3]), спектроскопии (спектроскопия гигантского комбинационного рассеяния [4]), фотонике (усиление флуоресценции [5]) и регистрация изменения показателя преломления [6]).

В отличие от методов получения НЧ без использования лазерного излучения (например, ионно-лучевое облучение [7], нанолитография [8] и др.), синтез НЧ с помощью лазерного излучения обладает рядом преимуществ: НЧ, полученные данным методом химически чистые, процесс синтеза технологичен и прост, а также форма и размеры НЧ зависят не только от свойств среды и свойств самого материала, но и от свойств лазерного излучения, что позволяет управлять данными параметрами. Большое количество работ посвящены созданию НЧ в жидкостях методом импульсной лазерной абляции, в то время как методы получения НЧ в воздушной атмосфере из тонких металлических пленок за счет эффекта несмачивания или абляции изучены гораздо в меньшей степени.

Целью работы является получение НЧ из ультратонких (~ 100 нм) плёнок серебра на подложке из стекла в воздушной атмосфере при воздействии излучения ArF эксимерного лазера, а также анализ спектра пропускания и размеров полученных НЧ.

Базовые положения исследования.

Тонкие пленки разной толщины, напыленные на стеклянные подложки стекла марки К8 в атмосфере аргона, подвергались лазерному излучению ArF эксимерного лазера CL-7020 (длина волны $\lambda = 193$ нм, длительность импульса $\tau = 17$ нс, частота $f = 20$ Гц, энергия импульса E_p до 250 мДж). С увеличением количества импульсов лазерного излучения, происходило формирование НЧ из островковых структур, полученных благодаря эффекту несмачивания. Для избежания значительных воздействий термонапряжений, возникающих в пленке, образцы дополнительно подогревались приблизительно до 220 °С.

Основной результат.

Была рассмотрена эволюция морфологии плёнки в зависимости от параметров воздействия и найдены НЧ с размерами в диапазоне от 10 до 300 нм. Полученные НЧ были исследованы методами оптической, сканирующей электронной и атомно-силовой микроскопии, были измерены спектры оптического пропускания. Определены зависимости размеров наночастиц, положение и ширины пиков плазмонных резонансов от количества импульсов. В дальнейшем планируется произвести перенос синтезированных НЧ на поверхность титановых имплантов для получения антибактериального эффекта.

Литература

1. Vollath, D.: Nanomaterials: An Introduction to Synthesis, Properties and Applications. Wiley-VCH, Weinheim (2008).
2. Wang, H., Thorling C.A., Liang X., Bridle K.R., Grice J.E., Zhu Y., Crawford D.H.G., Xu Z.P., Liu X., Roberts M.S.: Diagnostic imaging and therapeutic application of nanoparticles targeting the liver. J. Mat. Chem. B. 3. 939–958 (2015)

3. Wei L., Lu J., Xu H., Patel A., Chen Z.-S., Chen, G.: Silver nanoparticles: synthesis, properties, and therapeutic applications, *Drug Discovery Today*, 20, 5, 595–601 (2015)
4. Atanasov, P.A., Nedyalkov, N.N., Dikovska, A.O., Nikov, R., Amoroso, S., Wang, X., Bruzzese, R., Hirano, K., Shimizu, H., Terakawa, M., Obara, M.: Noble metallic nanostructures: preparation, properties, applications. *J. Phys. Conf. Ser.* 514, 12024 (2014)
5. Lakowicz J.R. et al. Enhanced and Localized Multiphoton Excited Fluorescence Near Metallic Silver Islands: Metallic Islands Can Increase Probe Photostability // *J. Fluoresc.* Kluwer Academic Publishers-Plenum Publishers. Vol. 12, № 3-4. P. 299–302.
6. Eah S.-K. et al. Plasmon scattering from a single gold nanoparticle collected through an optical fiber // *Appl. Phys. Lett.* AIP Publishing, 2005. Vol. 86, № 3. P. 031902.
7. Singh, U.B., Agarwal, D.C., Khan, S.A., Mohapatra, S., Tripathi, A., Avasthi, D.K.: A study on the formation of Ag nanoparticles on the surface and catcher by ion beam irradiation of Ag thin films. *J. Phys. D. Appl. Phys.* 45, 445304 (2012)
8. Chan, G.H., Zhao, J., Hicks, E.M., Schatz, G.C., Van Duyne, R.P.: Plasmonic properties of copper nanoparticles fabricated by nanosphere lithography. *Nano Lett.* 7, 1947–1952 (2007)