

УДК 621.01

КОНТРОЛЬ И АНАЛИЗ СПЕКТРОВ СЛОИСТЫХ ФК ГЕТЕРОСТРУКТУР

Минько Константин Романович

*Студент 3 курса,
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»
Московский государственный технический университет*

*Научный руководитель: Е.В. Панфилова,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в
машиностроении»*

Фотонно-кристаллические пленки, получаемые в результате самоорганизации коллоидных частиц, являются основой для формирования разнообразных микро- и наноструктур.

В работе представлен алгоритм анализа механизма формирования фотонной запрещенной зоны в гетероструктурах, полученных методом вакуумного осаждения тонкой пленки функционального материала на поверхность коллоидной пленки [1], [2].

Для примера на рис.1 показан спектр структуры, представляющий собой результат осаждения никеля на поверхность коллоидной пленки диоксида кремния. Красным цветом обозначен спектр исходной пленки, желтым цветом - спектр полученной после осаждения пленки никеля.

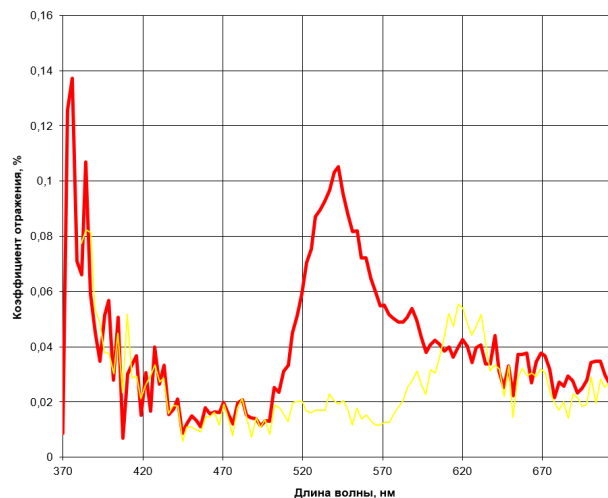


Рис. 1. Спектр структур.

В [3] показано, что при вакуумном осаждении функционального материала на поверхность опаловой матрицы при толщине пленки, сопоставимой с размером сфер, профиль сечения пленки осаждаемого материала повторяет профиль коллоидной пленки. В случае, когда осаждаемый материал еще и проникает в межсферические пустоты на глубину в 1-2 слоя, эффективная толщина пленки будет больше, чем полученная на образце-свидетеле. На рис.2 представлен вид описываемой структуры.

Под эффективной толщиной пленки понимается толщина, определяющая разность хода лучей, рассеянных на границах раздела слоев структуры.

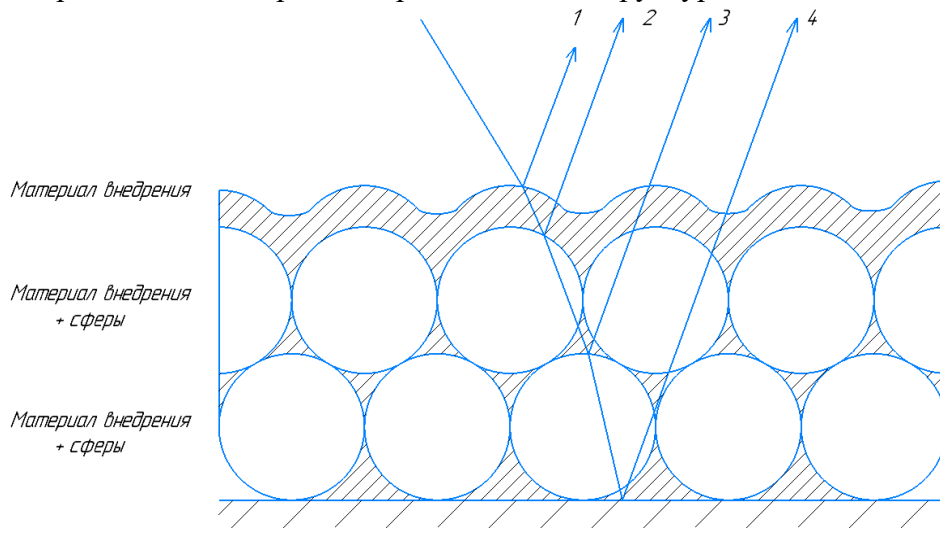


Рис. 2. Примерный вид формирования пленки

Для спектральной картины, изображенной на рис. 1, в соответствии с условием Брегговской дифракции:

$$2an_{\text{эф}}\sin\theta = N\lambda,$$

$$\text{где } a = \sqrt{\frac{2}{3}} * d, \text{ где } d - \text{толщина слоя.}$$

можно определить размер коллоидных микросфер, а затем и толщину пленки осажденного материала. Длина волны, при которой возникает фотонно-запрещенная зона (ФЗЗ) исходной пленки, равна 542.44 нм, а после осаждения пленки никеля она составляет 617.16 нм. Из расчетов следует что, диаметр коллоидных микросфер 229.2 нм, расчетный размер совпал с экспериментальными данными, толщина никеля осажденного на диоксид кремния равна 263.4 нм. Поскольку значение толщины пленки превышает значение, полученное на гладком образце свидетеле (150 нм), можно предположить, что функциональный материал, действительно, проник в межсферические пустоты.

Результаты работы могут быть использованы в технологии получения фотонно-кристаллической гетероструктуры с заданными оптическими свойствами, например для разрабатываемых сейчас, в области оптоэлектроники, модуляторов оптического излучения и перестраиваемых фотоприемников, также эти данные могут быть полезны в электронике и нанофотонике.

Литература

1. Panfilova E.V., Syritskii A.B., Ibragimov A.R. Optimization of the photonic crystal colloidal films deposition by means of atomic force microscopy. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2019, vol. 699, no. 1, art. 012034.
2. Слепов Н. Фотонные кристаллы. Электроника: Наука, Технология, Бизнес, 2000, № 2, с. 32–35.

3. Панфилова Е. В., Доброносова А. А. Особенности формирования и свойства тонких пленок и массивов частиц золота, получаемых на поверхности опаловых пленок //Инженерный журнал: наука и инновации. – 2017. – №. 8 (68).