

УДК 621.01

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ФОТОННО-КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ КОЛЛОИДНЫХ СТРУКТУР ДЛЯ ГИБКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ

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»*

Фотонные кристаллы (ФК) — слабопоглощающие материалы с трехмерной периодической модуляцией диэлектрической проницаемости, в которых брэгговская дифракция электромагнитных волн приводит к возникновению зон частотного спектра, запрещенных для распространения электромагнитных волн. ФК пленки, получаемые в результате самоорганизации коллоидных частиц, являются основой для формирования разнообразных микро- и наноструктур. Прямое применение концепции фотонной запрещенной зоны в общем требует использования трехмерных ФК.

Под гибкой электроникой понимают совокупность всех технологий, которые могут потенциально обеспечить гибкость устройств. Преимуществом таких технологий являются более простые и дешёвые производственные процессы, которые позволяют снизить стоимость конечных устройств по сравнению с традиционными технологиями электроники. Так, можно снизить количество циклов фотолитографии, избежать высокотемпературных процессов и специальных вакуумных условий.

Использование материалов гибкой электроники позволяет не только снизить стоимость одного устройства, но также производить устройства большой площади, снизив при этом стоимость единицы площади. Это играет большую роль в производстве дисплеев и сенсорных интерфейсов. Механические свойства — гибкость, растяжимость — имеют большое значение при интеграции электроники в применении, недоступные при использовании кремниевой электроники. Преимущества конечных устройств на основе технологий гибкой электроники могут быть очень разнообразными в зависимости от используемых материалов и компонентов

В данной работе описывается простой и быстрый метод осаждения наночастиц – метод центрифугирования (Spin-Coating). Принцип метода: в центр подложки наносится несколько капель суспензии, затем подложка вращается с высокой частотой (500-6000 оборотов в минуту). В течении периода времени от 10 с до нескольких минут центробежное ускорение приведет к тому, что капля растечется тонким слоем по поверхности подложки, часть раствора достигнет края подложки и удалится из нее под действием центробежных сил.

В данном методе толщина пленки зависит от природы различных факторов (вязкость, скорость высыхания, процентное содержание в растворе, поверхностное натяжение и т.д.). Структура пленки, также будет определяться частотой вращения, ускорением, и средой, присутствующей над раствором.

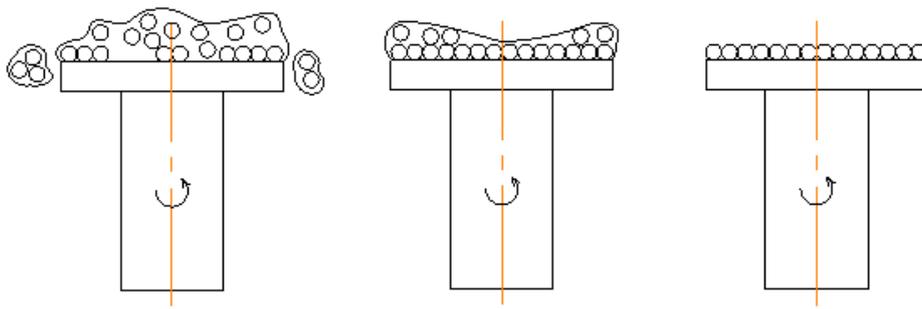


Рис. 1. Схема формирования опаловой структуры методом центрифугирования Spin-Coating.

Представлен анализ полученных результатов после проведения экспериментов по полученным сканам спектрофотометра (рис.2) и сканирующего электронного микроскопа.

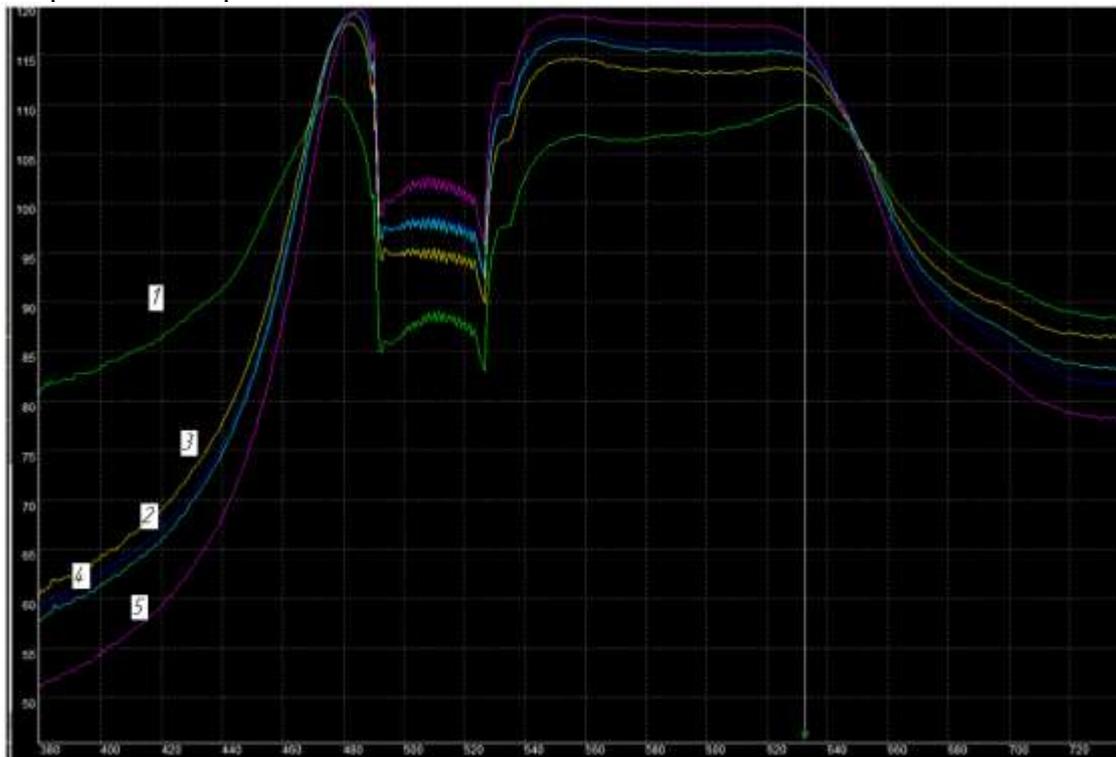


Рис. 2 - Сканы полученных образцов. 1 - чистый образец, 2-5 - образцы с ФК структурой.

Анализируя полученный спектр можно заметить, что чистая подложка из ПВХ имеет резкий спад на пропускании волн длиной 490-530 нм. То есть спектр видимого зеленого цвета изначально подложка пропускает плохо. Это говорит о возможной области фотонной запрещенной зоны (ФЗЗ) на этом участке.

При рассмотрении спектров образцов с нанесенной ФК структурой видно, что на промежутке примерно от 470 нм до 650 нм пропускание световой волны усилилось, за пределами этого промежутка происходит спад пропускания волн, следовательно размер сфер достаточно мал. Так как сдвига ФЗЗ образцов с коллоидной структурой и чистого не наблюдается, то можно сделать вывод о том, что упорядоченности сфер нет.

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. Xu X, Cölfen H. Методы ультрацентрифугирования для упорядочения наночастиц. Наноматериалы. 2021; 11(2):333..
3. Sohee Yoon, Habeen Park, Wonmok Lee, Fabrication of inverse opal photonic gel sensors on flexible substrates by transfer process , Lab on a Chip , 10.1039/D1LC00199J , (2021).