

УДК 544.022.54**ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА САМООРГАНИЗАЦИИ В КАПЛЕ ПРИ НАГРЕВЕ**

Лодяков Александр Олегович ⁽¹⁾, Галаганова Елена Николаевна ⁽²⁾

*Студент 3 курса бакалавриата ⁽¹⁾, студент 3 курса аспирантуры ⁽²⁾
кафедра «Электронные технологии в машиностроении»*

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: Панфилова Екатерина Вадимовна,

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в машиностроении»

Фотонные кристаллы представляют собой упорядоченные частицы с диаметрами в нанометровом диапазоне, сформированные из суспензии коллоидного раствора. Свет, проходящий через фотонный кристалл, меняет свою периодичность и амплитуду. Это изменение напрямую связано с конфигурацией кристаллической структуры, количества слоев, характером упаковки частиц в кристалле.

Метод седиментации основан на действии силы гравитационного поля на частицы коллоидного раствора. Скорость образования пленки данным методом, называется скоростью седиментации и зависит от вязкости суспензии, диаметра частиц, а также площади формируемой пленки. Данный метод не требует специальной оснастки, но существенным недостатком является невозможность управлять процессом и растрескивание пленки от неравномерной силы натяжения. В настоящей работе рассмотрены причины появления дефектов и предложен способ улучшения оптических характеристик фотонно-кристаллического покрытия, полученного методом седиментации. (рис.1).

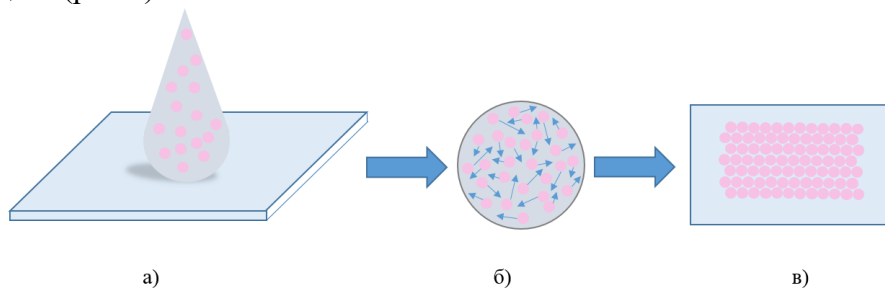


Рис.1 – Самоорганизация в идеальной капле:

- а) – осаждение капли коллоидного раствора; б) – движение частиц в процессе высыхания; в) полученная упорядоченная структура

Помимо гравитационного поля на процесс образование пленки влияет испарение растворителя в атмосферу, а также капиллярные силы, в результате которых появляются гидродинамические потоки (рис.2). Если капиллярные силы, подтягивающие линию раздела трех сред, слабы по сравнению с силами, удерживающими ее, то она либо будет оставаться на месте, либо двигаться очень медленно. Это происходит в случае хорошей смачиваемости подложки раствором, например, капли воды на стекле, когда высота капли много меньше ее радиуса, а капиллярные силы относительно слабы. В данном случае будет иметь место эффект удержания контактной линии, что и является причиной появления радиальных потоков, которые перемещают растворенные частицы в капле от центра к периферии, что в последствии приводит к увеличению неравномерности

получаемой пленке. Удержанию линии также способствуют неровности подложки, а медленному движению – быстрота испарения.

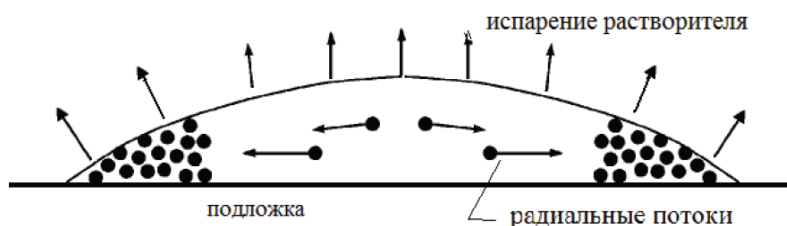


Рис.2 – Радиальные потоки в капле при испарении раствора

Другой вариант, когда подложка не удерживает линию контакта трех сред. Это происходит при слабом смачивании подложки раствором. В данном случае не будет наблюдаться возникновение радиальных потоков. Таким образом большое скопление частиц будет наблюдаться в центре получаемой пленке [1],[2].

В настоящей работе сравниваются коллоидные фотонные кристаллы из суспензии полистирола, которые формировались методом седиментации в пяти температурных режимах, указанных в табл. 1.

Таблица 1 – Режимы нагрева подложки

№ режима	Начальная t, °C	Конечная t, °C	Характер нагрева подложки
1	20	20	нагрев отсутствует
2	20	50	нагрев мгновенный
3	20	50	нагрев постепенный
4	50	50	температура постоянна
5	50	20	охлаждение постепенное

В результате эксперимента установлено, что варьирование температурой и характером нагрева влияет на распределение частиц на подложке что показывает спектрофотометр изменением интенсивности отраженного света (рис. 3).

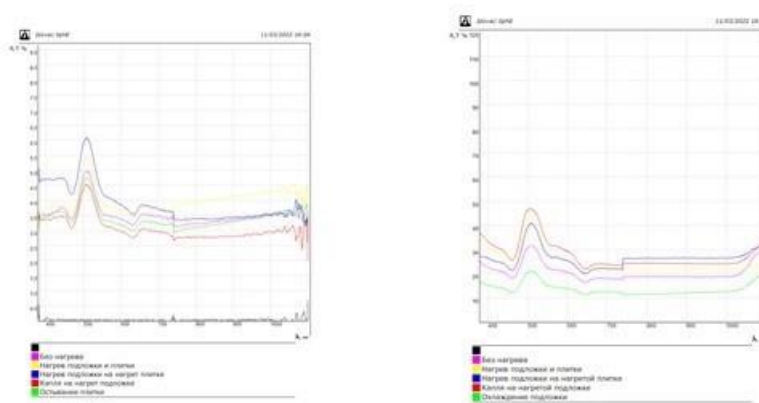


Рис.3 – Интенсивность отраженного излучения в зависимости от длины волны на подложке из а) стекла; б) кремния

Результаты работы могут быть использованы в технологии изготовления фотонно-кристаллических плёнок и large-area структур для изделий оптоэлектроники.

Литература

1. А.С. Дмитриев, П.Г. Макаров. Исследование эффекта coffeeing, возникающего при высыхании капель наножидкостей SiO₂ и Fe₂O₃. XX Межд. научн.-техн. конф. студентов и аспирантов. Радиотехника, электроника и энергетика. 27 - 28 февраля 2014 г., М. Изд. Дом МЭИ. 2014. С.75.

2. *Лебедев-Степанов П. В. и др.* Самосборка наночастиц в микрообъеме коллоидного раствора: физика, моделирование, эксперимент //Российские нанотехнологии. – 2013. – Т. 8. – №. 3-4. – С. 5-23.