

УДК 621.38

ОБЗОР И ОТРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ФОТОННО-КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ГЕТЕРОСТРУКТУР (ФКГ) МЕТОДАМИ ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ

Азарнин Илья Олегович

Студент 4 курса бакалавриата,
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 гетероструктуры (ФКГ) представляют собой многослойные коллоидные фотонные кристаллы (рис. 1). Важным параметром таких структур является различие диаметров частиц, используемых при формировании соседних слоёв. В более обобщенном виде это условие может включать в себя также различие физико-механических свойств каждого слоя.

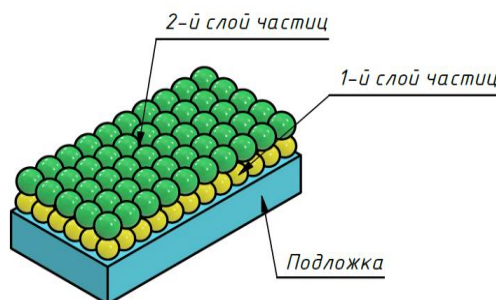


Рис. 1. Схематичное изображение фотонно-кристаллической гетероструктуры

Благодаря наличию множественных слоев частиц в оптическом спектре предполагается присутствие нескольких фотонных запрещенных зон (ФЗЗ). Однако, учитывая геометрическую природу условия Брэгга – Вульфа имеет место предположение об изменении длины волны дифракционного максимума при множественном прохождении света через слои фотонного кристалла. Проще говоря, пик ФЗЗ от второго и последующих слоёв может сдвигаться.

Целью представляемой работы является разработка процесса получения ФКГ. Для этого необходимо подобрать параметры коллоидной системы, материал подложки, метод осаждения коллоидных слоев и, в дальнейшем, оптимизировать режимы его реализации.

Изначально, в качестве подложки использовался кремний, а в качестве дисперсной среды – этиловый спирт. В процессе отработки процесса осаждения единичного слоя у такой комбинации был обнаружен ряд проблем. Во-первых, на подложке возникал так называемый «эффект кофейных колец». Частицы взвеси (кремнезема) после высыхания располагались не равномерно по поверхности, а концентрировались к границам подложки. Это явление связано с появлением из-за больших краевых углов (углов смачивания) радиальных потоков (рис. 2), образующих избыток твердой фазы [1]. Во-вторых, имело место быстрое вымывание полученного слоя ФКГ при повторном его погружении в раствор коллоидных частиц.



Рис. 2. Радиальные потоки, нарушающие целостность структуры

Для решения этих проблем в качестве подложки стали использоваться стеклянные пластины, а спиртовая среда была заменена деионизованной водой. Как известно, подвижность частиц в воде немного меньше, чем в спирте, а углы смачивания достаточно малы, чтобы получать качественные и цельные структуры.

Наиболее технологичным методом получения слоёв будущей гетероструктуры является центрифугирование. На данный момент активно используются два метода центрифугирования: центрифугирование в пробирках и spin-coating. Суть процесса заключается в ускоренном осаждении коллоидных частиц под действием сил тяжести. Первый метод предполагает движение частиц к подложке и их осаждение на поверхности. Его использование рационально для формирования первого слоя. Второй, spin-coating, предполагает многоэтапный процесс, после которого формируется структура, которая не нуждается в последующей сушке. Этот метод приоритетен при формировании второго и последующих слоёв из-за меньшей длительности, а следовательно, и меньшим повреждением первого слоя вследствие его вымывания (рис. 3).

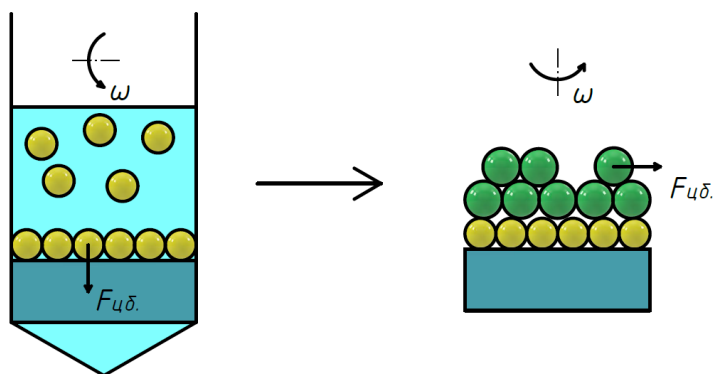


Рис. 3. Способ получения ФКГ методами центрифугирования в пробирках (слева) и spin-coating (справа).

Результаты работы могут быть использованы в технологии изготовления изделий оптоэлектроники.

Литература

1. П.В. Лебедев-Степанов, Р.М. Кадушиников [и др]. Самосборка наночастиц в микрообъеме коллоидного раствора: физика, моделирование, эксперимент //Российские нанотехнологии. – 2013. – Т. 8. – №. 3-4.