

УДК 621.01

**МЕТОДЫ ТРАВЛЕНИЯ КОЛЛОИДНОГО ТЕМПЛАТА В ТЕХНОЛОГИИ
МИКРОСФЕРНОЙ ЛИТОГРАФИИ**

Као Ван Хоа

*Студент 3 курса**кафедра «Электронные технологии в машиностроении»**Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана**Научный руководитель: Е.В.Панфилова,**кандидат технических наук, доцент кафедры «Электронные технологии в машиностроении»*

В опытных образцах устройств фотоники и оптоэлектроники применяются не только прямые фотоннокристаллические структуры, образованные частицами из коллоидного раствора, но и инверсные фотонные кристаллы – кристаллы, образованные с помощью частиц, выступающих в роли темплата. Одним из методов инвентирования является наносферная литография.

Метод наносферной литографии (НЛ) был предложен в 1981 г. Фишером (Fisher) и Цингсхаймом (Zingsheim) и первоначально его называли «естественной литографией» (natural lithography). Суть НЛ заключается в формировании массивов упорядоченных наночастиц при помощи структур, образованных значительно более крупными коллоидными частицами, которые упорядочить гораздо проще.

На первом этапе близкие по размерам сферические коллоидные частицы полистирола, диоксида кремния или полиметилметакрилата (их средний размер может составлять от 200 нм до 1 мкм) «упаковывают» на требуемой подложке в виде плотноупакованного монослоя. На втором этапе на монослой наносят тонкий слой требуемого вещества, как правило, толщиной < 100 нм, которое не проникает в области, «затененные» коллоидными частицами, и достигает подложки только в открытых местах. В результате этой процедуры на подложке возникает система упорядоченных наночастиц требуемого вещества, разделенных коллоидными сферами. На последнем этапе коллоидные частицы удаляют путем растворения в соответствующем растворителе.

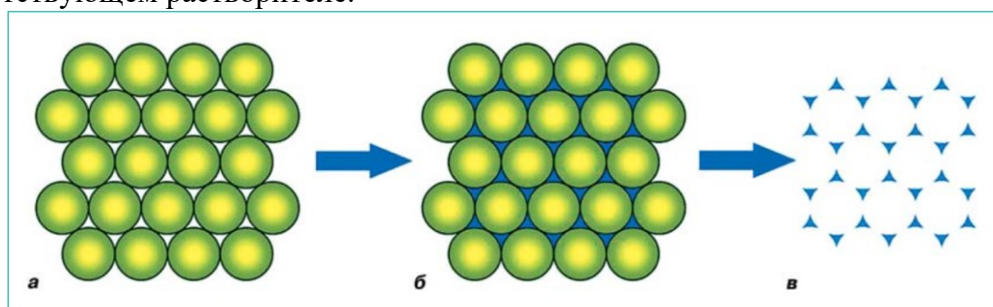


Рисунок 1 – Схема НЛ: а – монослой сферических коллоидных частиц, б – пустоты между частицами заполнены требуемым веществом, в – упорядоченный массив наночастиц требуемого вещества, полученный в результате удаления исходных коллоидных сфер[1].

Вопрос удаления коллоидных частиц является актуальным, поскольку вомпроизводимая технология этого процесса до сих пор не отработана. Существует три основных метода травления материалов для получения микро и наноструктур: жидкостное травление (травление в жидких реагентах), сухое травление (травление в

газовой среде или плазме) и термическое (травление воздействием высокой температуры). Способ травления определяется материалом темплата и количеством слоев в нем.

Для травления фотонных кристаллов, самоорганизованных из полистирола или ПММА, используется метод термической обработки. Температура горения темплата из полистирола при обработке в печи составляет 300 – 400⁰С, а температура термообработки ПММА не превышает 200⁰С [2]. Продолжительность процесса выжигания темплата зависит от количества слоев в структуре, ее площади и плотности упаковки сфер материала.

Химический метод используется для всех материалов. Кремнезем травится в плавиковой кислоте и других смесях, полистирол и ПММА травится в тетрагидрофуране, хлорбензоле, толуоле и ацетоне. Известны представленные далее режимы травления темплатов. Полистирол травят в растворе следующего состава: серная кислота – 950 мл, персульфат калия – 3 г, серебро азотнокислое – 3 г. Температура раствора 20 °С, время обработки 20 – 30 с [2]. Для травления объемного кремнезема применяется следующая концентрация: плавиковая кислота (35%) - 16,7%, серная кислота (80%) - 22,7%, вода - 60,7%. Температура раствора 18 – 20 °С, время химической обработки 10 минут [2].

Процесс удаления микросферной плёнки полистирола методом химического травления начинается с наполнения ультразвуковой ванны водой, количество требуемой жидкости контролируется мерными рисками. Следующий этап это установка лабораторного сита, внутрь него помещается чашка Петри, в которую закладывается заготовка. Далее чашка Петри наполняется раствором тетрагидрофурана в количестве 20 мл с помощью стеклянной мерной пипетки. После всех подготовительных операций включается ультразвуковая ванна. Выставляется значение температуры $T = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$, а также рабочая частота $f = 40\text{ кГц}$. В результате колебаний в жидкости ультразвуковой ванны формируются миллионы мельчайших пузырьков. Они взрываются во время фазы высокого давления и создают высокоэффективные волны давления, которые в свою очередь приводят в движение чашу Петри. В результате этого раствор тетрагидрофурана омывает поверхность заготовки[2].

Представленный обзор планируется дополнить результатами отработки представленных процессов. Полученные данные можно будет использовать в технологии наносферной литографии.

Литература

1. *Абрамчук Н.С., Авдошенко Н.С., Баранов А.Н.* Нанотехнологии. Азбука для всех.// Физматлит – 2009. – С. 217-219.
2. *Беседина К.Н.* Разработка методов управляемого формирования и исследования тонкопленочных опаловых наноструктур // дис.....канд.техн. наук: 05.27.06; защищена 13.11.14 / -Москва, 2014.-151 с.