

5

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

УДК 53.084.2

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМА ДИНАМИЧЕСКОЙ СИЛОВОЙ
ЛИТОГРАФИИ В СИСТЕМЕ «МЕТАЛЛ – ПОЛИМЕР»

А.Л. Пинаев, А.В. Стовпяга

Предлагается простая и недорогая технология создания проводящих структур с пониженной размерностью на основе применения метода динамической силовой литографии (ДСЛ) к системе «металл – полимер». Приводятся результаты локальной ДСЛ-модификации поверхности поликарбоната и поликарбоната, покрытого алюминиевой пленкой, с использованием вольфрамового нанозондов с радиусом порядка 100 нм. Результаты модификации анализируются с помощью сканирующего зондового и растрового электронного микроскопов.

Ключевые слова: сканирующая зондовая микроскопия, литография.

Введение

Методы микро- и наномодификации материалов вызывают большой интерес, поскольку они во многом определяют развитие нанотехнологий. Известны методы ультрафиолетовой, рентгеновской, электронной или ионной литографии, основанные на взаимодействии фотонов, электронов или ионов с веществом. Существуют также методы сканирующей зондовой литографии (СЗЛ), использующие взаимодействие твердотельного нанозонда с поверхностью модифицируемого объекта. В основе СЗЛ лежит возможность концентрации в области наноконтакта токов большой плотности, высоких электрических полей и механических давлений. В этих условиях активизируется целый ряд явлений, таких как локальный разогрев, пластическая деформация, поляризация, полевое испарение, массоперенос за счет ионных токов в электролите и электрохимические реакции, в том числе реакции окисления. Раздельное или совместное действие этих факторов используется для наномодификации материалов в различных режимах СЗЛ.

Целью работы было исследование режима динамической силовой литографии (ДСЛ) на поверхности полимеров с металлическим покрытием. Метод ДСЛ легко реализуется на основе недорогих и доступных сканирующих зондовых микроскопов (СЗМ) с пьезорезонансными датчиками силового взаимодействия [1]. В некоторых приложениях он успешно конкурирует с дорогостоящими методами электронной или ионной литографии, позволяя создавать рисунок на поверхности образца с характерными размерами в несколько десятков нанометров. Известно, что ДСЛ с использованием вольфрамовых нанозондов хорошо работает на поверхности полимеров, таких, например, как поликарбонат [2]. Представляется весьма интересным распространить этот метод на тонкие металлические пленки с целью создания проводящих структур с пониженной размерностью. Мы выбрали систему «металл – полимер», чтобы исключить разрушение вольфрамового зонда в процессе ДСЛ.

Методика проведения эксперимента

Исследование метода ДСЛ в системе «металл – полимер» проводилось в СЗМ «NanoEducator». Суть метода ДСЛ состоит в следующем. Создается цифровой шаблон, в котором зафиксированы координаты X , Y и величина модифицирующего воздействия. В полуконтактном силовом режиме осуществляется сканирование зондом. На прямом

Пространственное разрешение при создании структур таким методом сравнимо с пространственным разрешением, достигаемым на чистых поверхностях поликарбоната, и определяется радиусом используемого вольфрамового нанозонда (порядка 100 нм). Для определения оптимальных параметров метода ДСЛ для системы «металл – поликарбонат» необходимо провести дополнительные исследования, в частности, исследовать зависимость результатов локальной модификации от толщины и состава металлических покрытий. Использование метода ДСЛ в системе «металл – полимер» открывает путь для простой и недорогой технологии создания проводящих структур с пониженной размерностью.

Литература

1. Голубок А.О., Васильев А.А., Керпелева С.Ю., Котов В.В., Сапожников И.Д. Датчик локального силового и туннельного взаимодействия в сканирующем зондовом микроскопе // Научное приборостроение. – 2005. – Т. 15. – № 1. – С. 62–69.
2. Стовпяга А.В., Пинаев А.Л., Голубок А.О. Исследование нанозонда для модификации поверхности полимера методом динамической силовой литографии // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. – 2008. – № 58. – С. 86–81.
3. Неволин В.К. Зондовые технологии в электронике. – М. : Техносфера, 2006. – 159 с.

- Пинаев Александр Леонидович* – Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, аспирант, pinaich@mail.ru
- Стовпяга Александр Владимирович* – Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, аспирант, sanja100v@mail.ru