

СВЧ микрореле было проведено моделирование высокочастотных характеристик устройства.

Для экспериментальных измерений были спроектированы и изготовлены подключающие измерительные устройства, также разработанные с применением компьютерного моделирования.

В ходе работы построена модель, позволяющая производить расчеты с точностью 75-80%. Работы с моделью позволили расширить частотный диапазон СВЧ микрореле с 0 - 6 ГГц до 0 - 9 ГГц. Измеренные значения S- параметров микрореле соответствуют расчетным в пределах указанной точности.

Расчетные модели, позволяют скорректировать конструкцию микрореле до ее фактического изготовления, а также ответить на вопрос, о влиянии величины и характера отклонения геометрических размеров от заданных, в процессе изготовления структуры. Такие результаты могут быть использованы при мелкосерийном и серийном изготовлении СВЧ компонентов по технологии МЭМС.

БЕСКОНТАКТНОЕ ФОРМИРОВАНИЕ НАНОРЕЛЬЕФА ПОВЕРХНОСТИ МЕТОДОМ СКАНИРУЮЩЕЙ ТУННЕЛЬНОЙ МИКРОСКОПИИ

А.В. Николаевский

*Государственное научное учреждение
«Научно-исследовательский институт
перспективных материалов и
технологий Московского института
электроники и математики
(технического университета)»
(ГНУ «НИИ ПМТ»)
Москва, Россия
niipmt@mail.ru*

Исследования показали, что на базе сканирующей туннельной микроскопии (СТМ) воз-

можно разработка новой технологии, в основе которой лежит применение туннельного зонда как для визуализации объектов на подложке, так и для формирования их в нанометровых областях [1,2].

Основными факторами, определяющими процессы зондовой нанотехнологии, являются: локальные электрические поля, сравнимые с внутримолекулярными и атомными; сверхбольшие плотности токов до 10^9 А/см² и их электродинамическое воздействие, а также сверхплотные локальные потоки тепла, вызванные протекающими токами[3,4].

В работе исследовано влияние параметров туннельного зазора СТМ на поверхность тонких пленок Pt, проведена их оптимизация с целью осуществления бесконтактного формирования нанорельефа поверхности тонкой пленки Pt толщиной 50 нм на воздухе.

В качестве объекта исследования в работе использовалась тонкая пленка Pt, полученная распылением платиновой мишени ионами Ag⁺ в вакууме $2 \cdot 10^{-3}$ мм. рт. ст. на поликоровую подложку. Процесс сканирования топографии и электрополевая локальная деформация поверхности проводились в режиме сканирующей туннельной микроскопии. Рабочий инструмент для исследования и модификации поверхности – сканирующий зондовый микроскоп СММ-2000. В качестве зонда СТМ использовалась механически заточенная проволока сплава Pt с 10% Ir.

Недостатком методов бесконтактной модификации рельефа поверхности подложек является дальнедействующий характер электростатических сил, что определяет сложность контроля размерности модифицированной области и регулярности получаемых нанообъектов.

Поэтому в работе было проведено исследование и последовательное изменение режимов

сканирования (в том числе для напряжения туннельного зазора с шагом 50мВ от $U=50\text{мВ}$ до $U=2500\text{мВ}$, для тока туннельного зазора I от 3 до 16 нА и т.д.) с целью определения оптимальных режимов управляемого воздействия.

В результате после серии последовательных геометрически сконфигурированных воздействий был получен участок с заданной геометрией нанорельефа поверхности (рис. 1) при следующих параметрах воздействия: $I(\text{ток})=16\text{нА}$, $U(\text{напряжение})=2200\text{мВ}$, $\text{Step}(\text{шаг})=14,7\text{А}$, $V(\text{скорость})=73,70\text{мкм/с}$, $\text{Meas}(\text{число измерений в точке})=8$.

Возникающая в результате модификации пластическая деформация пленки Pt (рис. 2) приводит не только к локальному изменению шероховатости пленки, но и значительно увеличивает поверхностную площадь материала [5], что может иметь применение при изготовлении электродов, катализаторов и биологически активных материалов [6].

В результате экспериментальных исследований была продемонстрирована возможность од-

новременного создания, контроля и визуализации процессов модификации поверхности с помощью сканирующей туннельной микроскопии.

Была получена заведомо сконфигурированная поверхность пленки Pt, бесконтактно модифицированная в нанометровом масштабе, с более развитым рельефом относительно первоначальной поверхности и необратимыми морфологическими изменениями.

Size: [6.085 mkm x 6.085 mkm x 66.62 nm] [517 x 517 pt]

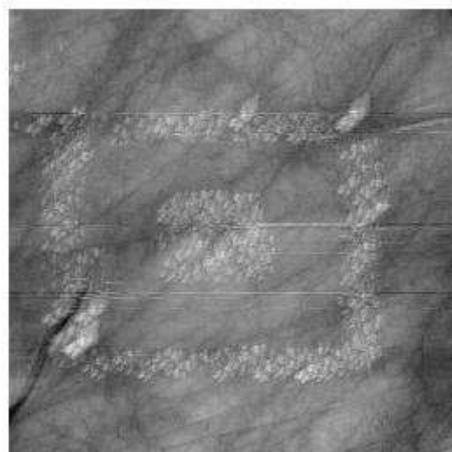
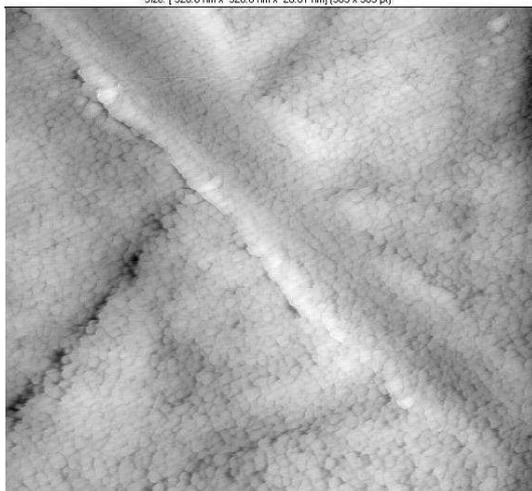


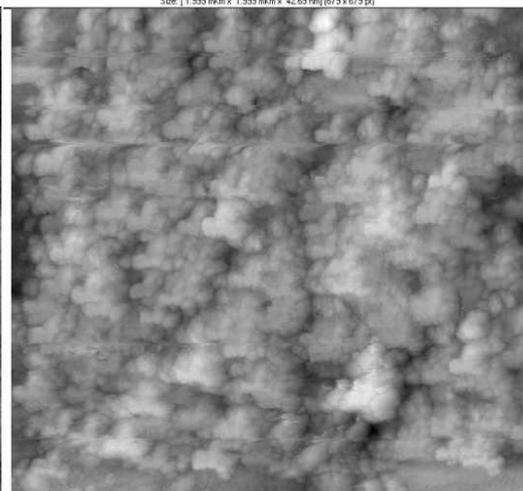
Рис. 1. СТМ изображение модифицированной поверхности Pt (6.085x6.085 мкм)

Size: [520.0 nm x 520.0 nm x 26.61 nm] [569 x 569 pt]



а)

Size: [1.999 mkm x 1.999 mkm x 42.69 nm] [679 x 679 pt]



б)

Рис. 2. Изменение морфологии поверхности тонкой пленки Pt в результате электрополевой пластической деформации: СТМ изображение а) исходной поверхности, б) модифицированной поверхности

Список литературы

1. Eigler D.M., Schweizer E.K. Positioning single atoms with a scanning tunneling microscope. *Nature* (1990) v.344, No. Pt. p.524-526.
2. Kuzkin V.I., Frolov V.D. Painting of nanoobjects on the α -C:H film surface by means of STM-nanolithography // International workshop on microrobot, micromachines & microsystems, IARP-2003, Proceed. Moscow, Russia, April 2003, p.387.
3. Tobias Jungk, Ákos Hoffmann, Elisabeth Soergel. Contrast mechanisms for the detection of ferroelectric domains with scanning force microscopy. *New Journal of Physics* 11 (2009),033029 (14pp).
4. Неволин В.К. Пластическая нанодетформация образцов в туннельном микроскопе. // Письма в ЖТФ. 1988. т.14, вып.16. с. 1458-1460.
5. Mc.Cord M.A., Kern D.P., Chang T.H.P. Direct writing of submicron metallic features with STM. // *J. Vac. Sci. Technol. B.* – 1988. v.6, №6, p.1877-1880.
6. Eiichi Mine, Masayuki Shirai Preparation of Ordered Macroporous Platinum Metal Particles // *e-J. Surf. Sci. Nanotech Vol. 4* (2006) p. 451-453.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ В СИСТЕМАХ МОДЕЛИРОВАНИЯ, ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯХ

Технические науки

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ РИСКАМИ

И.А. Щербакова

Хабаровск, Россия

Рискованность предпринимательства зависит как от внешних, так и внутренних факторов. Нет определенности в развитии макроэкономической ситуации, на сегодняшний день предполагается возможность развития по трем сценариям: L, V, W, хотя все больше предпочтений отдается первому. Одним словом внешняя среда существенно неопределенна и вносит повышенный риск в предпринимательскую деятельность.

Если рассматривать в качестве обобщающей меры предпринимательского риска запас

финансовой прочности, то очевидно необходимократно увеличивать его норматив. Если в условиях стабильной экономической ситуации в развитых странах норма запаса финансовой прочности составляла 6-10%, то для России, вследствие повышенного странового риска рекомендовалось увеличивать норму в 2 раза. Безусловно, в условиях кризиса также должна использоваться повышающая поправка.

Нарушение балансовых пропорций производства отдельных видов продукции на практике имеет несколько решений. В рыночных условиях это - развитие свободной конкуренции, свободное движение цен; в нерыночной - изменение плановых заданий. И то и другое не всегда дает желаемый результат из-за неполного учета всех производственных связей, не-