

УДК 621.384

## МЕТОДЫ ЛОКАЛЬНОЙ ЗОНДОВОЙ НАНОБРАБОТКИ

Куликов Игорь Николаевич, Тетерук Дмитрий Владимирович

*Студенты 4 курса,*

*Кафедра «Электронные технологии в машиностроении»,*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: Цветков Ю.Б.*

*Доктор технических наук, профессор кафедры «Электронные технологии в машиностроении»*

Современные атомно-силовые микроскопы (АСМ) высокого разрешения, основанные на взаимодействии зонда кантилевера с поверхностью исследуемого образца, нашли применение в качестве инструмента исследования практически во всех областях науки.

Вместе с тем, все более широко начинают использоваться возможности АСМ как инструмента для зондовой нанобработки.

Известные методы локального воздействия зондов АСМ на заготовку можно разделить на три основных группы: механическое воздействие на поверхность заготовки, обеспечение самосборки молекул, локальное маскирование (нанолитография).

*Механическое воздействие* – наиболее простой в реализации метод, при котором зонд микроскопа перемещается по поверхности подложки с достаточно большой силой прижима. При этом на подложке или лежащем на ней слое резиста (как неорганическом, так и органическом) формируется рисунок в виде углублений (царапин).

Наиболее перспективным методом нанесения топологии на поверхность является использование термической наноштамповки. Главная идея метода заключается в том, что зонд определенной формы разогревается лазерным излучением и создает рельеф путем механического воздействия.

Еще одной разновидностью механического воздействия является ферментная нанолитография, при которой на неорганическую полупроводниковую подложку наносится слой органической маски при помощи динамического воздействия наконечника АСМ. Изображение формируется на подложке путем химического травления через органическую маску.

*Самосборка* молекул осуществляется технологией Dip-Pen – это метод, в котором молекулы перемещаются с зонда на поверхность через водяной мениск, который образуется, когда зонд находится у поверхности.

*Анодно-окислительная литография* является вариантом электрической литографии. Приложение разности потенциалов к зонду и проводящему слою

подложки стимулирует протекание электрохимических процессов на поверхности непосредственно под образцом, при этом может происходить окисление металлических слоев.

*Электрическая литография* переносит молекулы на подложку с помощью разности потенциалов зонда и поверхности. С помощью электрической литографии можно изменять не только геометрические характеристики поверхности, но и ее локальные электрофизические свойства. При этом отличие от Dip-Pen заключается в том, что при контакте зонда с поверхностью на окислированных ранее участках происходит химическая реакция, посредством которой удерживаются в сборе переходящие с наконечника молекулы.

### **Литература**

1. Yuguang Cai, Benjamin M. Ocko Electro Pen Nanolithography // Jacs Articles. – 2005. - №127. – С.16287-16291.
2. Yueming Hua Materials and methods for nanolithography using scanning thermal cantilever probes – 2008.
3. Schubert U. S., Wouters D. Nanolithography and Nanochemistry: Probe-Related Patterning Techniques and Chemical Modification for Nanometer-Sized Devices // Angewandte Chemie – 2004. - №43. – С.2480-2495.