

## ИОННО-ЛУЧЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВО АНАЛИЗА ТОПОЛОГИИ ИНТЕГРАЛЬНОЙ МИКРОСХЕМЫ (ИМС)

**Кабак Татьяна Вячеславовна**

магистрант,

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
Республика Беларусь, г. Минск

**Петлицкая Татьяна Владимировна**

научный руководитель,

канд. техн. наук, доцент,

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,  
Республика Беларусь, г. Минск

Современные ионно-лучевые технологии предоставляют возможность решения не только задач избирательного препарирования ИМС, но и дают доступ к ранее невозможным операциям ремонта и модификации сложных объектов посредством локальной реконструкции.

Еще одной особенностью ионно-лучевого препарирования и реконструкции наноразмерных объектов является то, что оно позволяет не только реализовать технологическую операцию с использованием, например, ионного фрезерования или селективного травления, но и процесс обработки можно наблюдать в реальном масштабе времени в микроскопическом режиме.

Характеризуя ионный пучок как средство воздействия на вещество, можно выделить следующие особенности: возможность фокусировки в зонд с наноразмерными геометрическими параметрами;

- относительно малая глубина проникновения ионного пучка в твердое тело;
- возникновение при взаимодействии ионного пучка с веществом вторичных ионов и электронов;
- эффективное взаимодействие ионного пучка с веществом, находящимся не только в твердом, но и в газообразном состоянии, благодаря чему могут быть реализованы стимулированные процессы травления и осаждения;
- возможность гибкого управления зондом в пространстве и во времени.

Данные особенности были использованы при реализации комплекса работ по препарированию ИМС на базе аналитико-технологического комплекса STRATA FIB 205



**Рисунок 1. Сканирующий ионный микроскоп Strata FIB 205**

Комплекс основан на галлиевом источнике ионов с возможностью их ускорения 30 кВ. Разрешающая способность технологических операций травления и нанесения веществ находится на уровне 25—100 нм, а разрешение в микроскопическом режиме составляет 7—10 нм. Переход от технологических к микроскопическому режиму осуществляется варьированием величины ионного тока в диапазоне от 1 до 20 000 пА. Базовый автоматически управляемый механический стол, на котором закрепляется кристалл ИМС, обеспечивает точность позиционирования объекта до 0,1 мкм.

Падение ионного пучка Ga<sup>+</sup> на исследуемый образец приводит к выходу с его поверхности заряженных частиц. Далее они улавливаются детектором, который может работать в режиме вторичных электронов, являющимся основным и дающим высокий контраст, или в режиме вторичных ионов, который используется для заряжающихся образцов или для получения изображения с повышенным тополого-геометрическим контрастом при малых увеличениях. При получении изображения в микроскопическом режиме на конечный результат влияет геометрия, состав, структура и состояние приповерхностных слоев. Наблюдаемая оптическая интенсивность областей изображения зависит от количества вторичных электронов, выбитых ионным пучком, т.е. от коэффициента вторичной эмиссии, а также от величины работы выхода электрона из материала.

Комплекс STRATA FIB 205 позволяет достаточно точно определять линейные размеры отдельных элементов микросхемы, в том числе с помощью встроенных программных средств измерений.

Получение изображений поперечного сечения различных образцов, в том числе ИМС, является одной из основных задач, для выполнения которых оптимизирована установка. Анализ поперечного сечения ИМС позволяет различать слои металлизации, границы между материалами, полученными на разных технологических этапах, локальные неоднородности и посторонние включения. Это обеспечивает получение достоверной информации о внутренней физической структуре и топологии ИМС, технологическом «совершенстве» изделия и используемых топологических нормах.

### Список литературы:

1. Ануфриев Л.П. Конструкционные методы повышения надёжности интегральных схем / Л.П. Ануфриев М.И. Горлов, А.П. Достанко. – Минск: Интегралполиграф, 2007. – 264 с.
2. Вяткин А.Ф., Зиненко В.И. // Диагностика отказов интегральных микросхем с использованием физического ионного распыления. – 2011. – № 2. С. 132-136.