

**Описание приборной части автоэмиссионного растрового электронного микроскопа
высокого разрешения Raith 150 TWO с приставкой нанолитографии
(государственный контракт № 16.647.12.2023 от 24.11.2010 г.)**

Основной принцип электронно-лучевой нанолитографии (ЭЛН) состоит в сканировании электронным лучом по поверхности, покрытой специальным электронным резистом, чувствительным к облучению электронами. Управляя движением луча, можно получать структуры на резисте любой заданной формы (топологии).

Преимуществами ЭЛН перед другими видами микроstructuring заключаются в следующем - дифракционный предел не влияет на разрешение (< 10 нм при энергии электронов 10-50 кЭв). Разрешение может достигать 5 нм. Отсутствие шаблонов (в отличие от проекционных методов) позволяет использовать неограниченное число различных форм структур (patterns) и разнообразных материалов.

Недостатками ЭЛН являются низкая производительность из-за отсутствия параллелизма (на несколько порядков медленнее оптической литографии), а также влияние обратного и прямого рассеяния электронов на разрешение нанолитографа. На рис. 1 приведена блок-схема установки Raith 150 TWO и пример растрового сканирования электронным лучом.

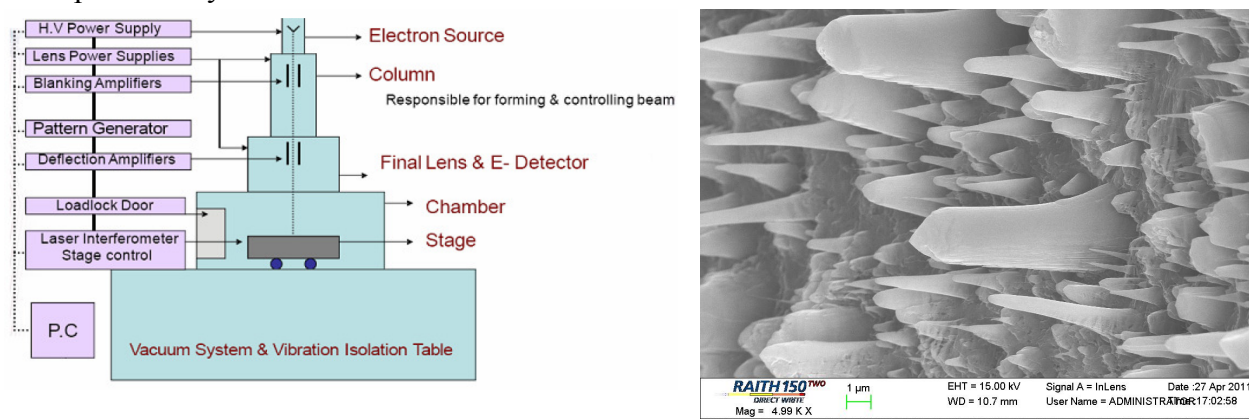


Рис. 1. Блок-схема установки Raith 150 TWO и скан топологии углеродных наноструктур

Общая структура литографической системы представляет собой следующие модули. Часть литографической системы, которая формирует сфокусированный электронный луч, называется **колонной (column)**. Она обычно состоит из **электронной пушки (electron source)**, бланкера (дефлектора), диафрагм и отклоняющих катушек. После электронной пушки электроны попадают в **электронно-оптическую систему (lens power supplies)**, где происходит фокусировка луча. Для этого применяются как электромагнитные, так и электростатические линзы. Вслед за электронной пушкой идет **камера (chamber)**, в которой находится столик с образцом, где происходит процесс литографии (экспонирования резиста). При этом **лазерный интерферометр (laser interferometer stage control)** контролирует перемещение столика с точностью до нескольких нанометров, во избежание неточности совмещения меток нанолитографии.

**Список удаленных экспериментов (лабораторий) для демонстрации работы
аппаратно-программного комплекса на Форуме РОСНАНО 2011**

1) Загрузка и выгрузка образца. *Длительность процесса:* 10 – 15 минут.

На удаленном компьютере отражается в полной мере процесс загрузки и выгрузки образца для исследования (например, гетероструктура n-GaAs/GaAs), проводимый оператором установки Raith 150 TWO. Наблюдателю демонстрируется процесс загрузки образца с открытием шибера (VAT) и напуском газообразного азота (venting). На инфракрасной камере Panasonic наблюдателю показывается процесс касания концевиком манипулятора (подложкодержателя) и перемещение столика по оси Z вверх или вниз. Далее происходит процесс выгрузки образца по аналогичной схеме.

2) Растровое сканирование и исследование овальных дефектов. *Длительность процесса:* 5 – 20 минут (в зависимости от образца).

На удаленном компьютере демонстрируется процесс растрового электронного сканирования образца оператором установки. В режиме снятия бланкирования луча оператором установки демонстрируется процесс сканирования лучом поверхности гетероструктуры, либо транзистора с готовой топологией. Оператор в режиме реального времени проводит измерение овальных дефектов, дислокаций, нанопыли, определяя их геометрические размеры (горизонтальные и вертикальные), изменяя фокусное расстояние, астигматизм луча, а также варьируя контрастность и яркость изображения.

3) Процесс подготовки к литографии (экспонированию). *Длительность процесса:* 25 – 50 минут.

На удаленном компьютере демонстрируется процесс нанолитографии с синхронизацией двух программных оболочек SmartSEM и Raith150TWO. Наблюдателю показывается процесс расчета дозы и времени экспонирования, расставление меток совмещения на выбранном образце, а также выбор готовой топологии в GDSII редакторе программы Raith150TWO. В связи с (!) огромной осторожностью, необходимой в процессе проведения экспонирования резиста, сам процесс литографии не демонстрируется во избежание засвечивания резиста и порчи образца.