



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Научно-учебная лаборатория
«Квантовая наноэлектроника»

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ДАННЫХ ПО МЕТОДАМ ЛИТОГРАФИЧЕСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ СТРУКТУР

Автор:
Емельянова Виктория
БИТ-162

Руководитель:
Арутюнов Константин Юрьевич

Москва, 2018



СТРУКТУРА

- 1. Основные понятия литографии**
- 2. Основные этапы литографии**
- 3. Виды литографии**
- 4. Выводы**

A close-up photograph of a person's hand pointing to a silicon wafer. The wafer is covered in a complex, grid-like pattern of microscopic circuitry, with various colors like purple, blue, and green visible. The hand is in the foreground, and the wafer is the central focus.

СТРУКТУРА

1. Основные понятия литографии

2. Основные этапы литографии

3. Виды литографии


4. Выводы

1. ЛИТОГРАФИЯ

способ **формирования рельефа (рисунка)**
в слое металла, диэлектрика или полупроводника

2. ПОДЛОЖКА

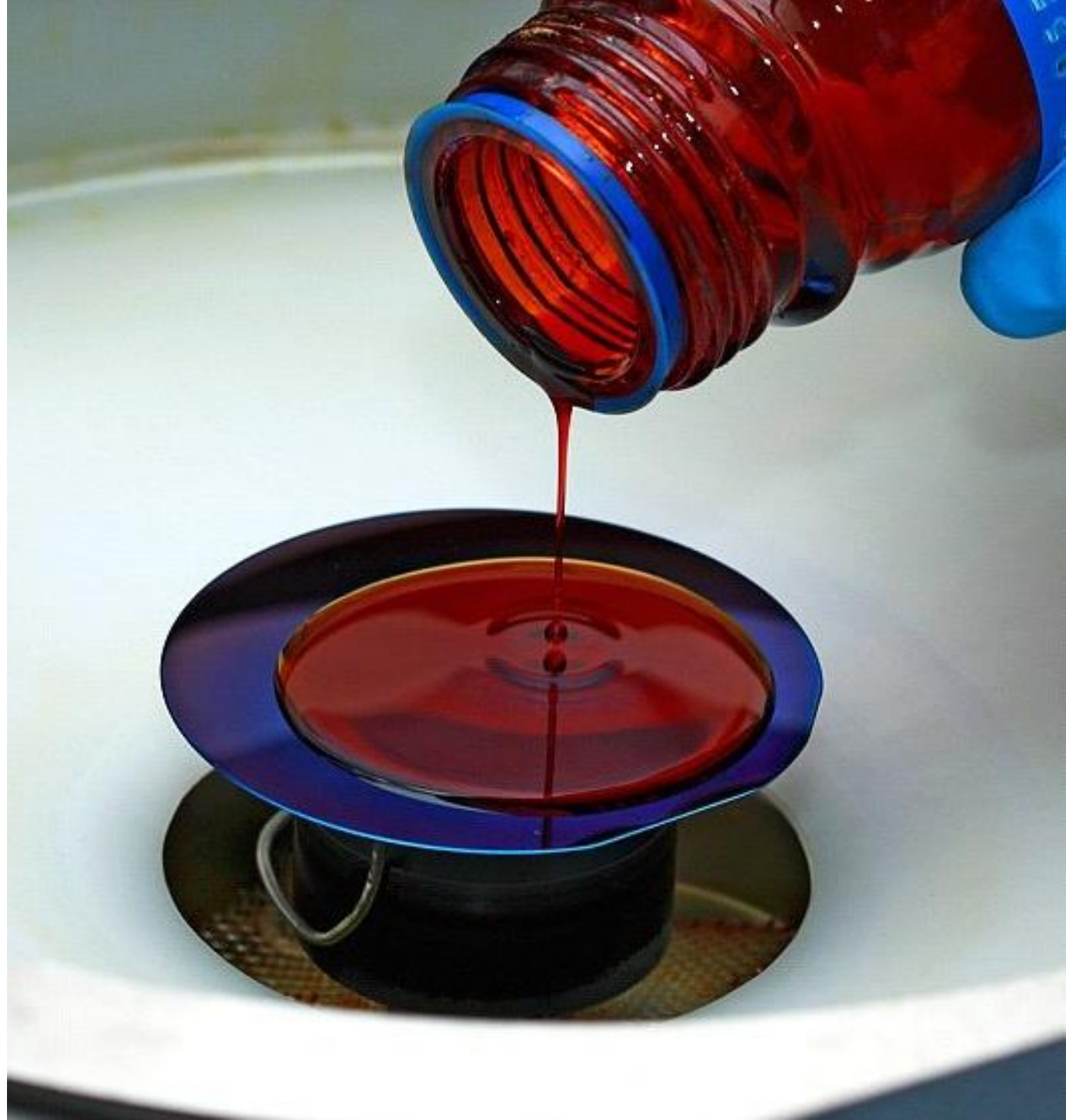
-это кремниевая пластина
толщиной 0,5–0,65 мм,
покрытая тонким слоем оксида
кремния 100–300 нм,
созданная окислением
монокристаллического кремния



край незакруглённый
для её резки
и ориентации
при дальнейшей работе

3. РЕЗИСТ

органический полимерный,
свето- или электроно-
чувствительный **материал**,
который **наносится на подложку**



A close-up photograph of a person's hand pointing to a silicon wafer. The wafer is covered in a dense, intricate pattern of microstructures, likely a semiconductor device. The pattern consists of various colored regions (yellow, green, blue, red) and fine lines, representing different layers and components of the device. The hand is positioned in the upper left corner, with the index finger pointing towards the center of the wafer. The background is slightly blurred, showing a yellow surface with small holes, possibly a workbench or a component of a lithography machine.

СТРУКТУРА

1. Основные понятия литографии

2. Основные этапы литографии

3. Виды литографии

4. Выводы

**ВСЕ ПРОЦЕССЫ ПРОХОДЯТ
В ЧИСТЫХ КОМНАТАХ**



ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ЛИТОГРАФИИ



ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ЛИТОГРАФИИ



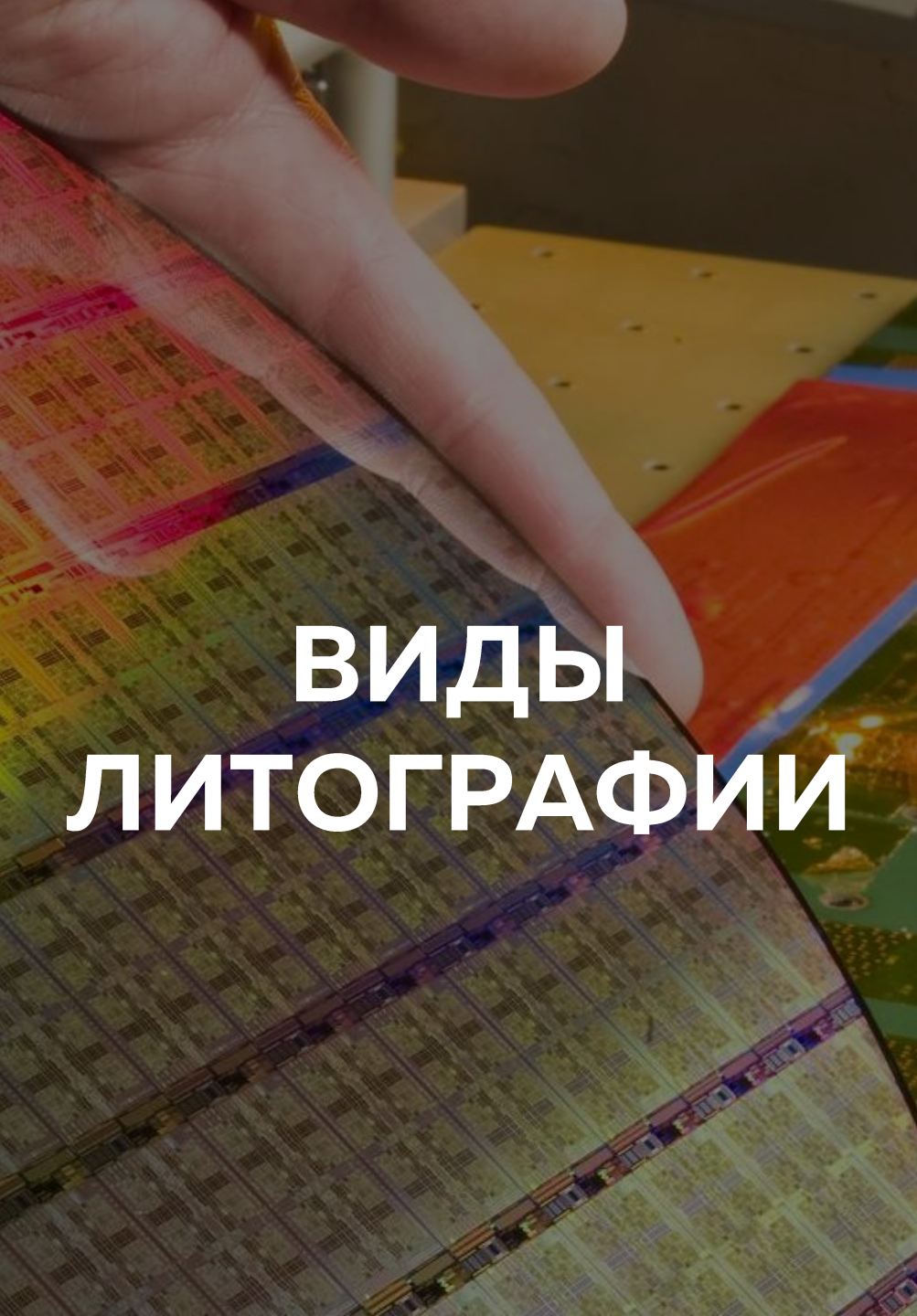
ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ЛИТОГРАФИИ



A close-up photograph of a person's hand pointing to a silicon wafer. The wafer is covered in a complex, multi-layered circuit pattern with various colors like purple, blue, and green. The background shows a yellow perforated metal plate and other parts of a cleanroom environment.

СТРУКТУРА

1. Основные понятия литографии
2. Основные этапы литографии
- 3. Виды литографии**
4. Выводы

A close-up photograph of a person's hand holding a silicon wafer. The wafer is covered in a dense, intricate pattern of microstructures, likely a semiconductor device. The colors are a mix of yellow, green, and purple, indicating different layers or materials. The hand is positioned at the top left, with the index finger pointing towards the center of the wafer.

ВИДЫ ЛИТОГРАФИИ

1. Фотолитография

**2. Электронная
литография**

3. Ионная литография

4. Рентгенолитография

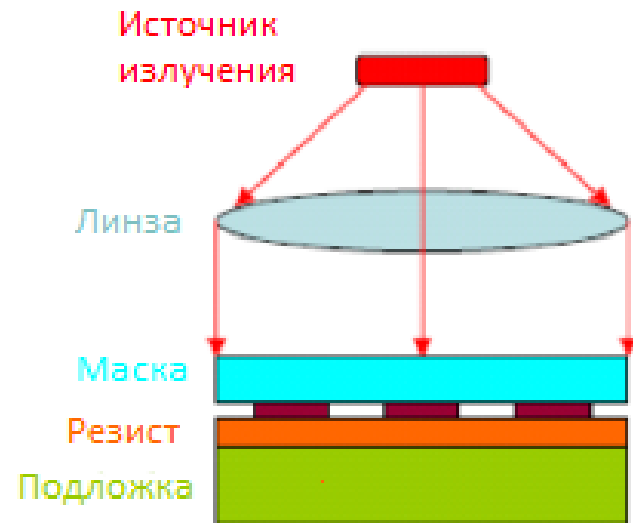
5. Дір-реп литография

**6. Нанопечатная
литография**

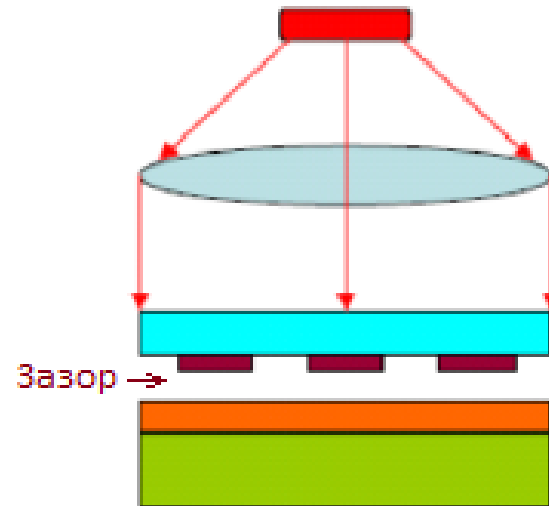
1. ФОТОЛИТОГРАФИЯ

Разрешающая способность: 1-2 мкм

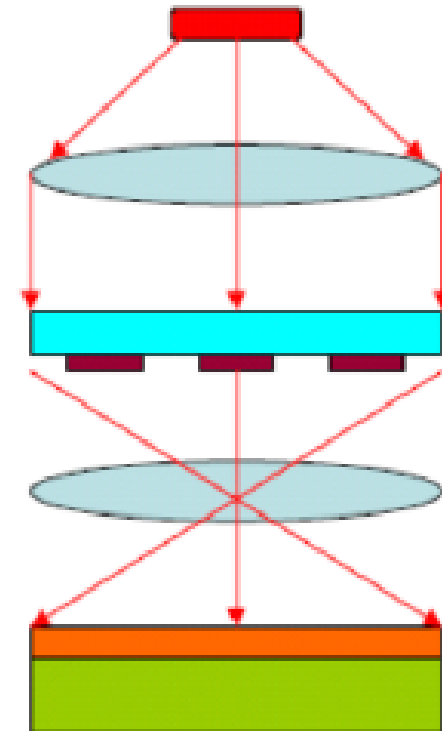
**Контактная
литография**



**Бесконтактная
литография**



**Проекционная
литография**



2. РЕНТГЕНОВСКАЯ ЛИТОГРАФИЯ

Длина волны излучения: 0,4–1,4 нм

Разрешающая способность: 10 нм

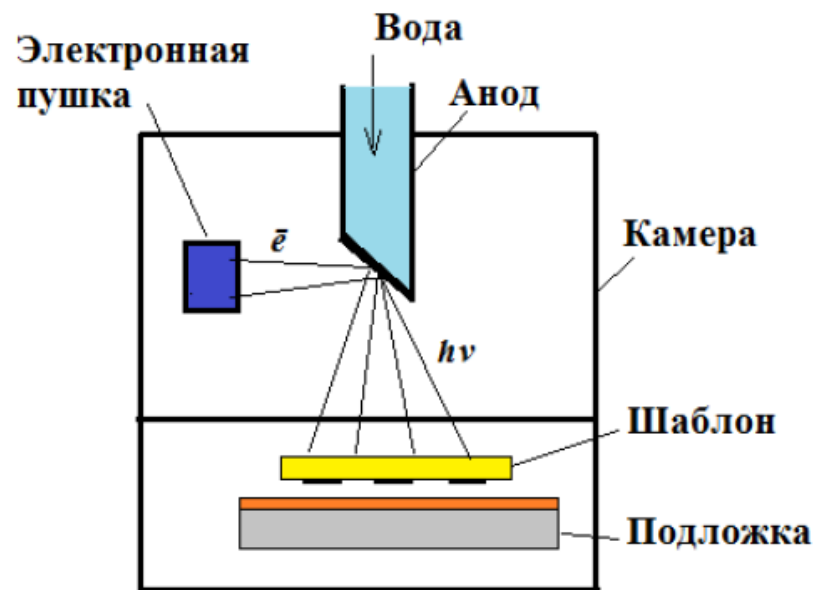


Рис. 2 Установка для рентгеновской литографии

3. ЭЛЕКТРОННАЯ ЛИТОГРАФИЯ

Разрешающая способность: 5-10 нм

2 вида

ПРОЕКЦИОННАЯ

Проецирование рисунка в слое резиста широким пучком электронов, направленным на всю подложку. Изображение передаётся через шаблон.

СКАНИРУЮЩАЯ

Прорисовка изображения проводится сфокусированным пучком, который вычерчивает отдельные участки рисунка без шаблона.

4. ИОННАЯ ЛИТОГРАФИЯ

Разрешающая способность: 10 нм

2 вида

ПРОЕКЦИОННАЯ

Мощный пучок ионов направляется на всю подложку и изображение проецируется с помощью маски.

СКАНИРУЮЩАЯ

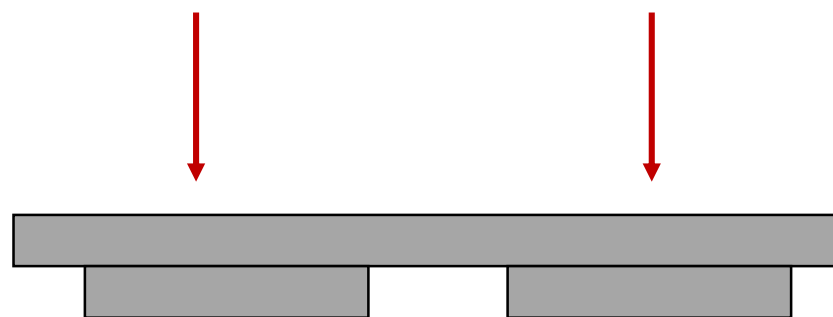
Изображение в слое резиста прорисовывается ионным пучком, это позволяет проводить процесс без шаблонов

5. DIP-PEN ЛИТОГРАФИЯ (ПЕРЬЕВАЯ ЛИТОГРАФИЯ)

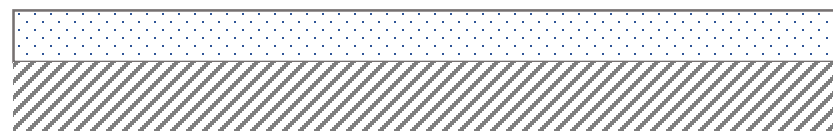


В DPN литографии изображения наносятся с использованием изготовленного из нитрида кремния острия сканирующего зондового микроскопа. Чаще всего оно покрыто октадекантинолом. **Принцип этой технологии подобен авторучке** и заключается в том, что из-за конденсации влаги в области контакта острия и подложки возникают капли воды. Далее чернила диффундируют по поверхности жидкости, то есть молекулы органического вещества (октадекантинола) растекаются и по ходу движения острия осаждаются на подложке

6. НАНОПЕЧАТНАЯ ЛИТОГРАФИЯ

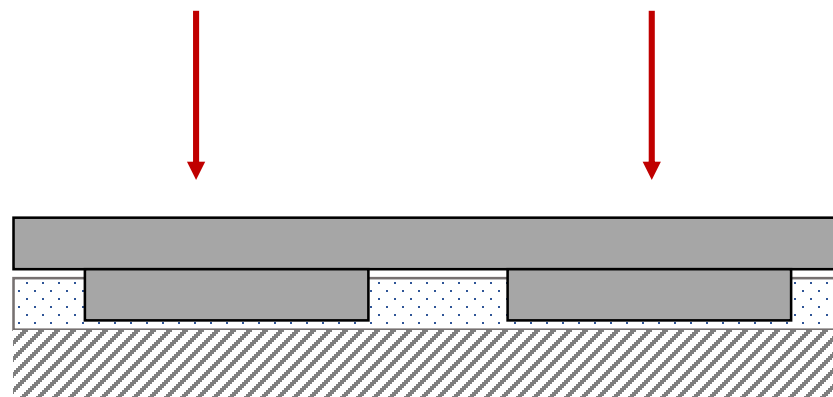


Пресс-форма

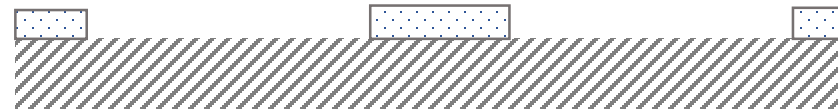


Резист

Подложка



6. НАНОПЕЧАТНАЯ ЛИТОГРАФИЯ



После травления

6. НАНОПЕЧАТНАЯ ЛИТОГРАФИЯ

Несколько видов нанопечатной литографии:

1. УФ-нанопринт литография

(Когда стемпер вошёл в жидкий резист, резист полимеризируется или затвердевает под воздействием ультрафиолета, после этого стемпер отходит)

2. «Альтернативная» нанопринт литография

(Такой метод представляет собой перенос резиста с помощью «выпачканного» стемпера. На стемпер наносятся «чернила» (органическая жидкость), он опускается и оставляет отпечаток на подложке.)



СТРУКТУРА

1. Основные понятия литографии
2. Основные этапы литографии
3. Виды литографии
- 4. Выводы**

	Фотолитография	Электронная/ионная литография	Зондовая литография	Рентгенолитография	Перьевая литография
Достоинства	<ul style="list-style-type: none"> + Простота + Возможность применения групповой технологии + возможность получения пленочных и объемных компонентов интегральных практически любой конфигурации 	<ul style="list-style-type: none"> +отсутствие специальных шаблонов для создания требуемой топологии интегральных схем +высокое разрешение рисунка 	<ul style="list-style-type: none"> +возможность манипулирования отдельными атомами +высокое разрешение 	<ul style="list-style-type: none"> +высокая разрешающая способность (~ 10 нм) + малы радиационные повреждения формируемых структур +высокая производительность +большая глубина резкости 	<ul style="list-style-type: none"> +возможность создания изображения в диапазоне около 100 нм
Недостатки	<ul style="list-style-type: none"> -Трудности получения минимальной разрешающей способности 	<ul style="list-style-type: none"> -Высокая стоимость -Низкая производительность 	<ul style="list-style-type: none"> -высокий риск поломки зонда -высокая стоимость -низкая скорость нанесения рисунка 	<ul style="list-style-type: none"> -сложная структура шаблонов 	<ul style="list-style-type: none"> -мало распространенная технология -высокая стоимость



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Адрес: Москва, ул. Таллинская, д. 34, МИЭМ НИУ ВШЭ