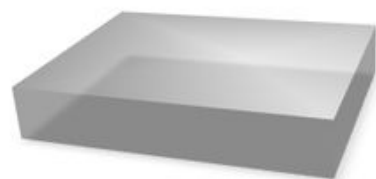


# Литография

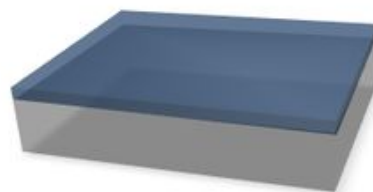
# Виды литографии

- Оптическая литография
- Электронно-лучевая литография
- Рентгеновская литография
- Нанолитография

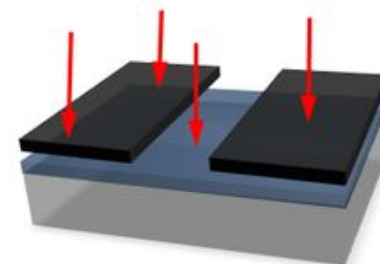
# Последовательность технологических операций



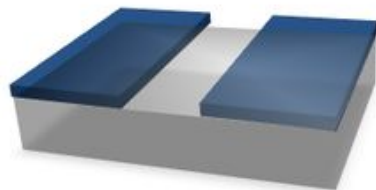
1) Подготовка поверхности



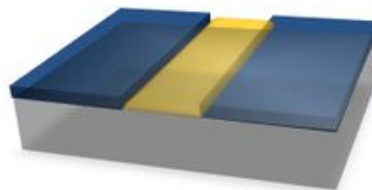
2) Нанесение фоторезиста



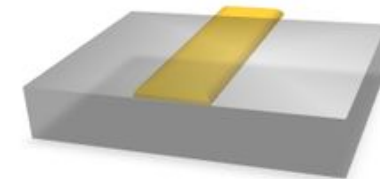
3) Экспонирование



4) Проявление фоторезиста



5) Обработка поверхности (пример: электроосаждение)

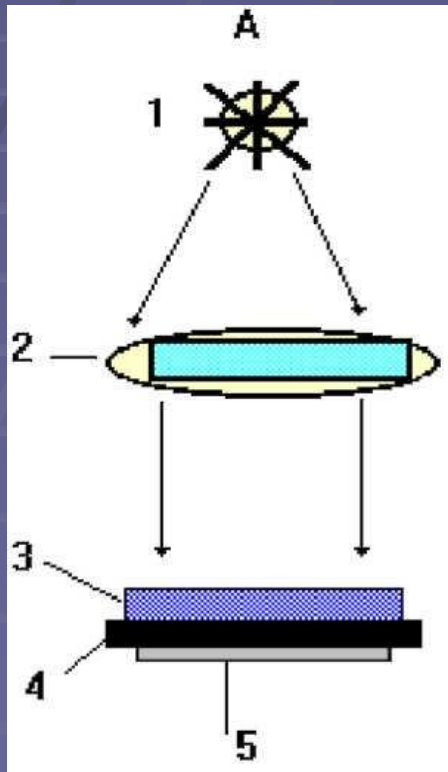


6) Удаление фоторезиста

# Методы оптической литографии

Основными методами оптического экспонирования являются контактный, бесконтактный и проекционный

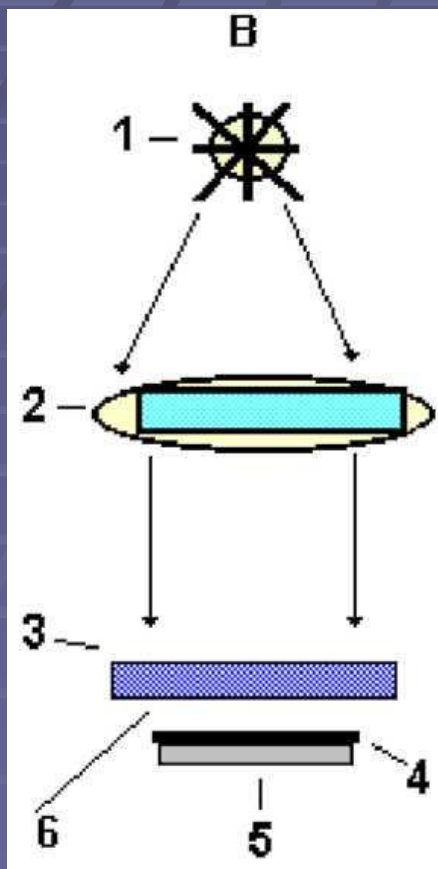
Контактная печать. При контактной печати пластина кремния, покрытая резистом, находится в непосредственном физическом контакте со стеклянным фотошаблоном.



1. Источник света
2. Оптическая система
3. Шаблон
4. Фоторезист
5. Кремниевая пластина

Пластина установлена на вакуумном держателе, который поднимает ее до тех пор, пока пластина и шаблон не придут в соприкосновение друг с другом. Прикладываемое при этом усилие составляет несколько килограммов.

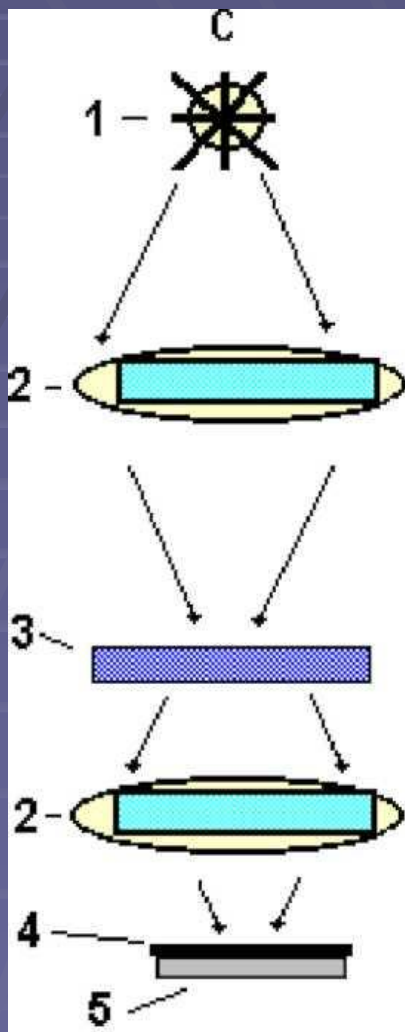
Метод бесконтактного экспонирования схож с методом контактной печати, за исключением того, что во время экспонирования между пластиной и шаблоном поддерживается небольшой зазор шириной 10-25 мкм. Этот зазор уменьшает (но не устраняет) возможность повреждения поверхности шаблона.



1. Источник света
2. Оптическая система
3. Шаблон
4. Фоторезист
5. Кремниевая пластина
6. Зазор

При отсутствии физического контакта между шаблоном и пластиной перенос изображения осуществляется в дифракционной области Френеля, разрешение в которой пропорционально квадратному корню из произведения  $\lambda g$ , где  $\lambda$  - длина волны экспонирующего излучения,  $g$  - ширина зазора между шаблоном и пластиной. При бесконтактной печати величина разрешения составляет 2-4 мкм

Третий метод экспонирования - проекционная печать позволяет полностью исключить повреждения поверхности шаблона. Изображение топологического рисунка шаблона проецируется на покрытую резистом пластинку, которая расположена на расстоянии нескольких сантиметров от шаблона



1. Источник света
2. Оптическая система
3. Шаблон
4. Фоторезист
5. Кремниевая пластина

Для достижения высокого разрешения отображается только небольшая часть рисунка шаблона. Это небольшая отражаемая область сканируется или перемещается по поверхности пластины. В сканирующих проекционных устройствах печати шаблон и пластина синхронно перемещаются. С помощью этого метода достигается разрешение порядка 1,5 мкм ширины линий и расстояния между ними.

# Использование и проблемы оптической литографии

Процессы и оборудование оптической литографии, используемые в настоящее время в технологии СБИС, позволяют воспроизводить элементы схемы с минимальными линейными размерами в диапазоне 1-1,5 мкм.

Основные проблемы, стоящие перед разработчиками устройств экспонирования, связаны с совмещением шаблонов последовательных уровней и производительностью оборудования. Поставщики резистов разрабатывают системы резистов с повышенной фоточувствительностью и прочностью, способные противостоять воздействию окружающей среды при плазменном травлении, применяемом в современном технологическом процессе литографии. В научных и промышленных лабораториях создаются системы многочисленных резистов, использование которых может привести к повышению разрешения процесса оптической литографии до 0,5 мкм.

# Общая характеристика электронно-лучевой литографии

Существуют две основные возможности использования электронных пучков для облучения поверхности пластины с целью нанесения рисунка. Это одновременное экспонирование всего изображения целиком и последовательное экспонирование (сканирование) отдельных участков рисунка.

Проекционные системы, как правило, имеют высокую производительность и более просты, чем сканирующие системы. Носителем информации об изображении является маска (шаблон). Изображение с шаблона передается на пластину лучом электронов.

Сканирующие системы управляются вычислительной машиной, которая задает программу перемещения сфокусированного пучка электронов для нанесения рисунка, исправляет эффекты дис-торсии и расширения пучка и определяет положение пластины. Информация об изображении хранится в памяти ЭВМ.

Непосредственное нанесение рисунка с помощью ЭВМ позволяет обойтись без шаблона. Поэтому электронно-лучевые сканирующие системы могут быть использованы как для изготовления шаблонов, так и для непосредственной прорисовки на пластине. Эти установки имеют высокое пространственное расширение и точность совмещения, приближающиеся к 0,1 мкм.



# Принцип метода

