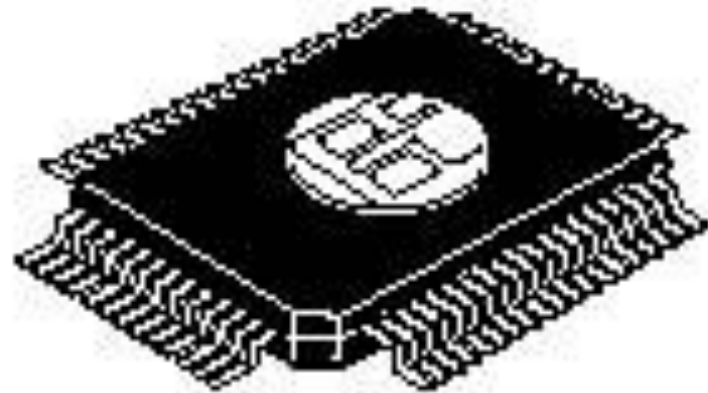


# Лекция 10

## Интегральные микросхемы (часть 2)

### Производство интегральных микросхем



# Производство интегральных микросхем

Основные этапы:

1. Изготовление монокристалла
2. Разрезка монокристалла на пластины и их подготовка
3. Формирование слоев
4. Металлизация
5. Резка пластин
6. Установка в корпус



# Изготовление монокристалла методом Чохральского

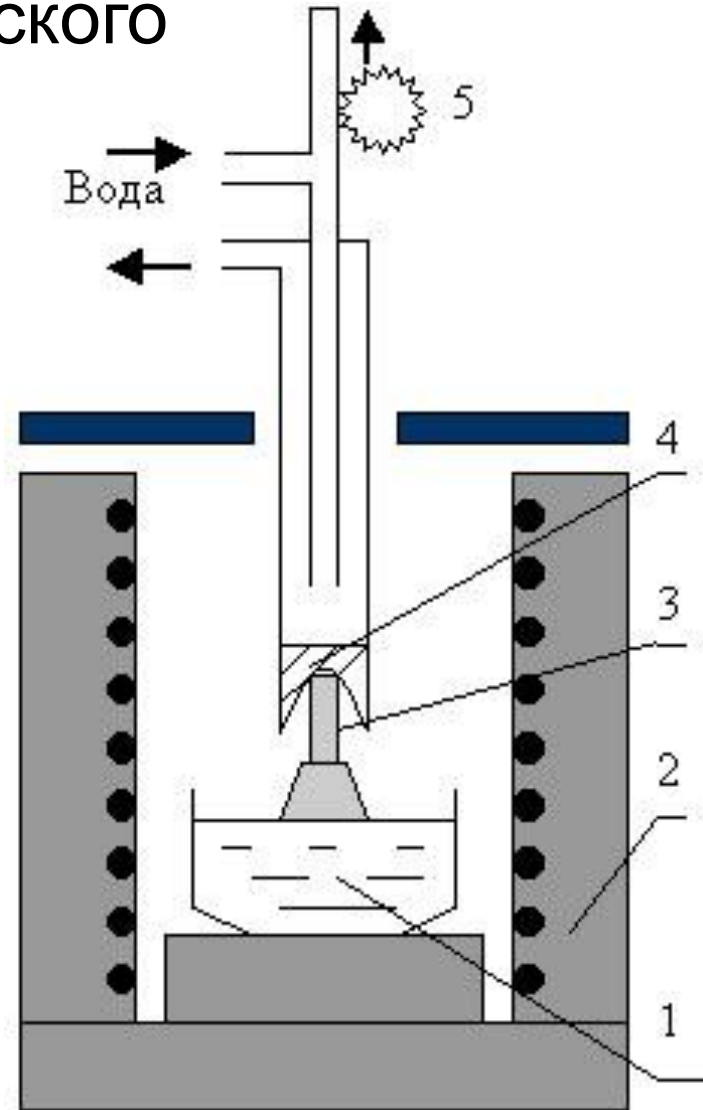
1-Тигель с расплавом

2. – печь

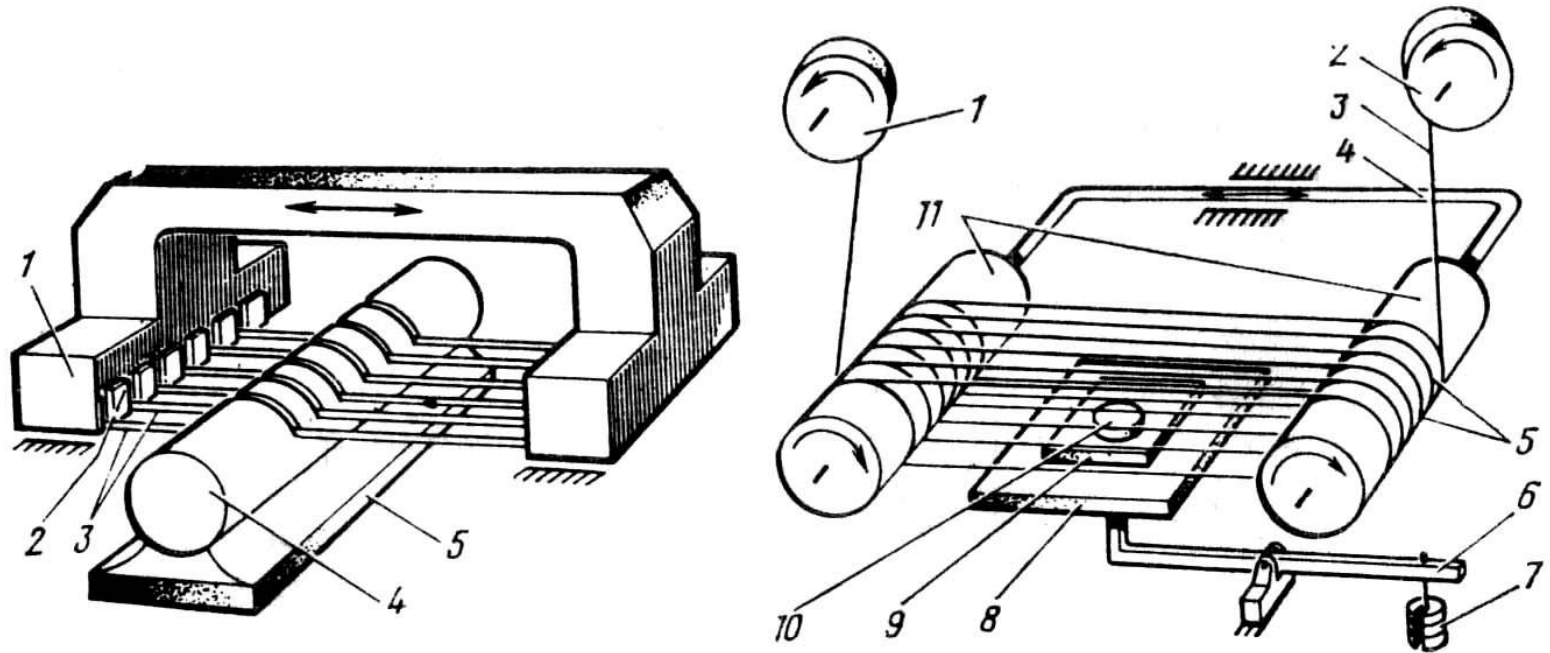
3 – заправка

4 – холодильник

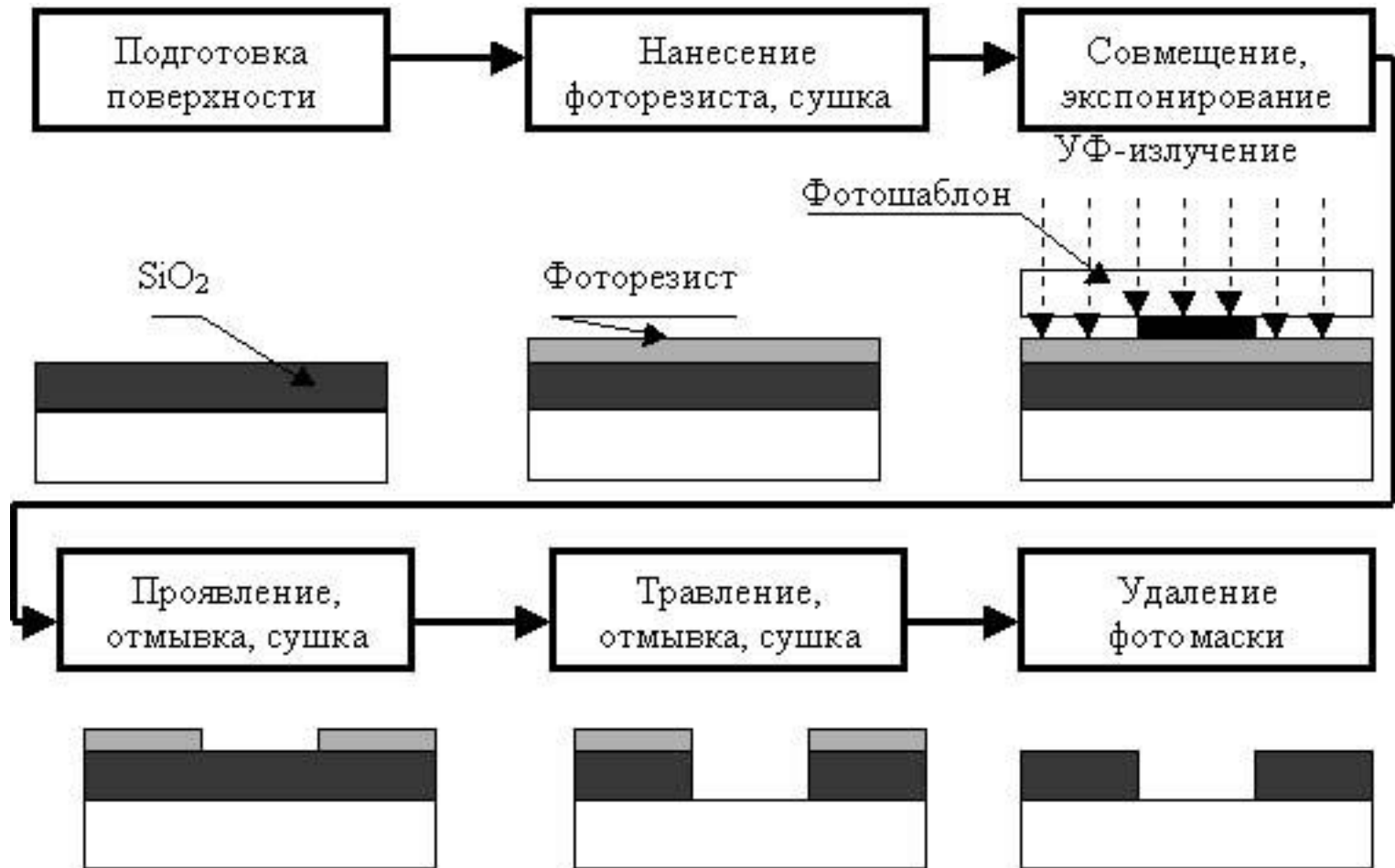
5 – механизм  
вытягивания



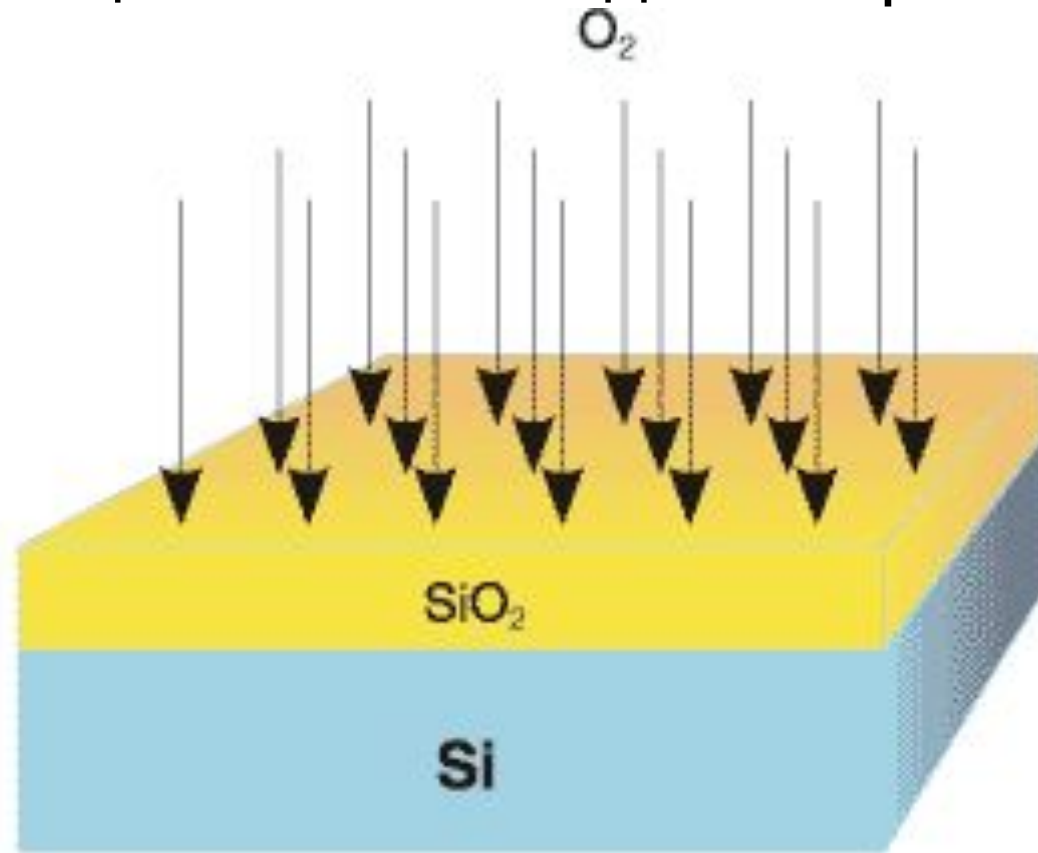
# Разрезка монокристалла на пластины



# Схема формирования слоев методом фотолитографии



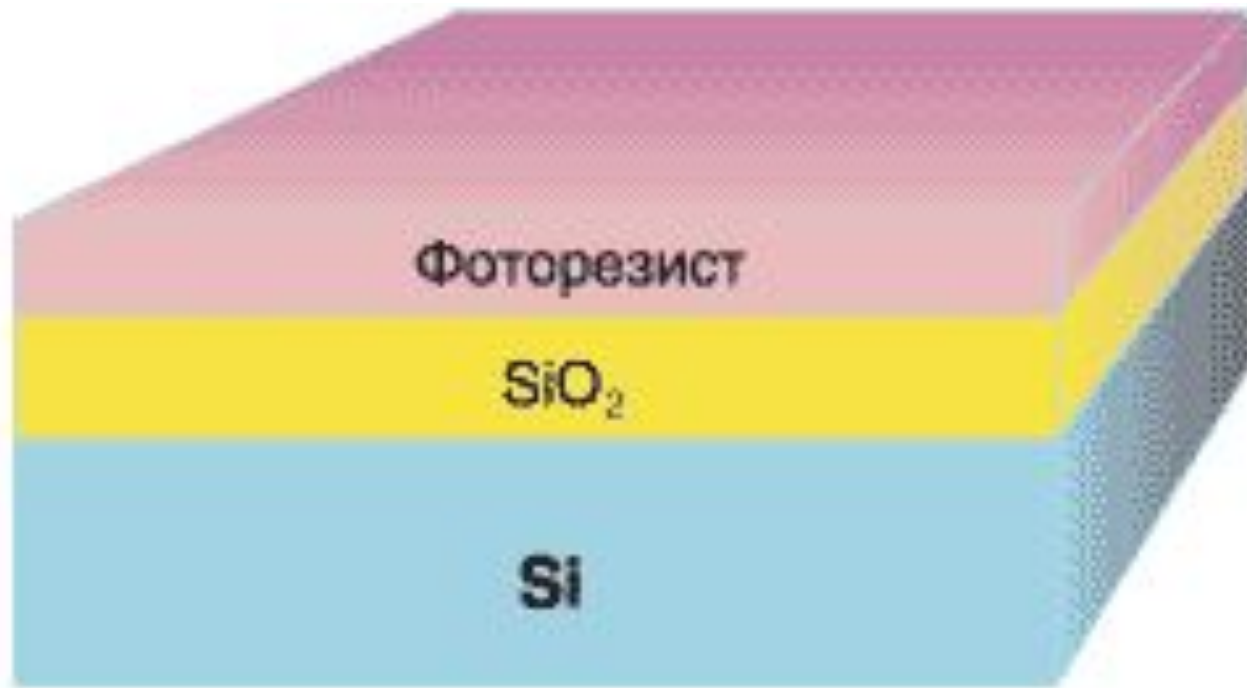
# Нанесение защитной пленки диэлектрика $\text{SiO}_2$



Под воздействием кислорода кремний окисляется и образуется пленка изолятора — диоксида кремния  $\text{SiO}_2$



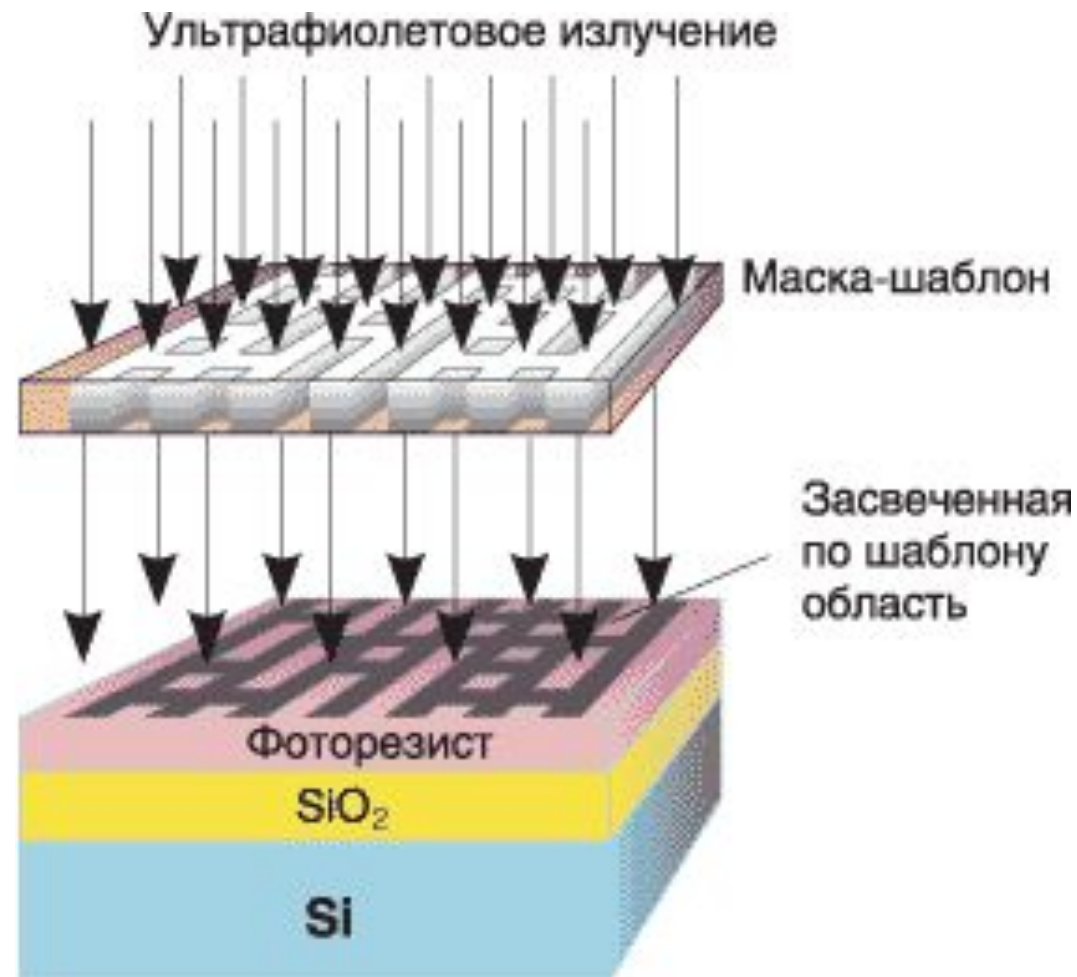
## Нанесение фоторезистива



Фоторезистивный материал  
светочувствителен к ультрафиолетовому излучению  
и устойчив к агрессивным средам

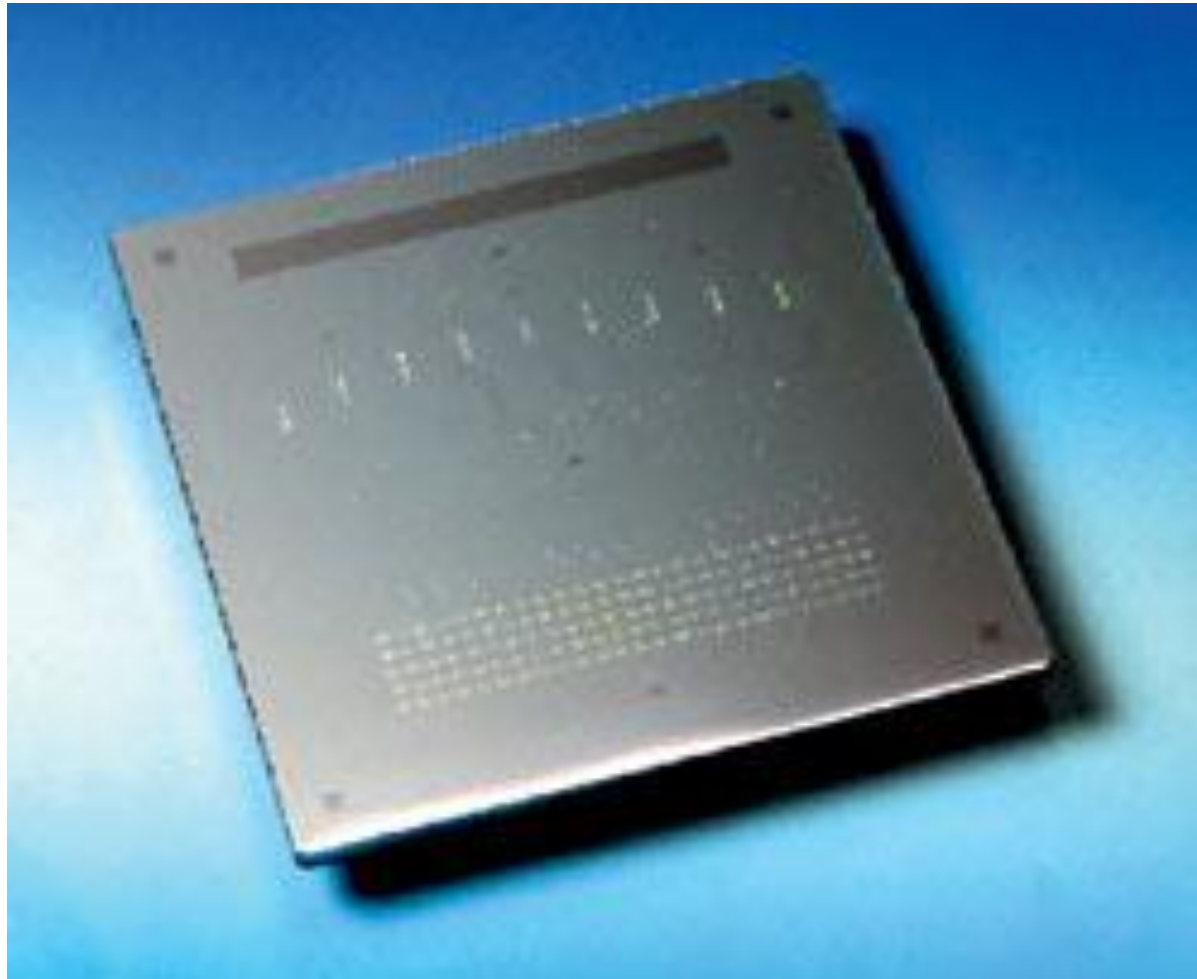


## Формирование рисунка

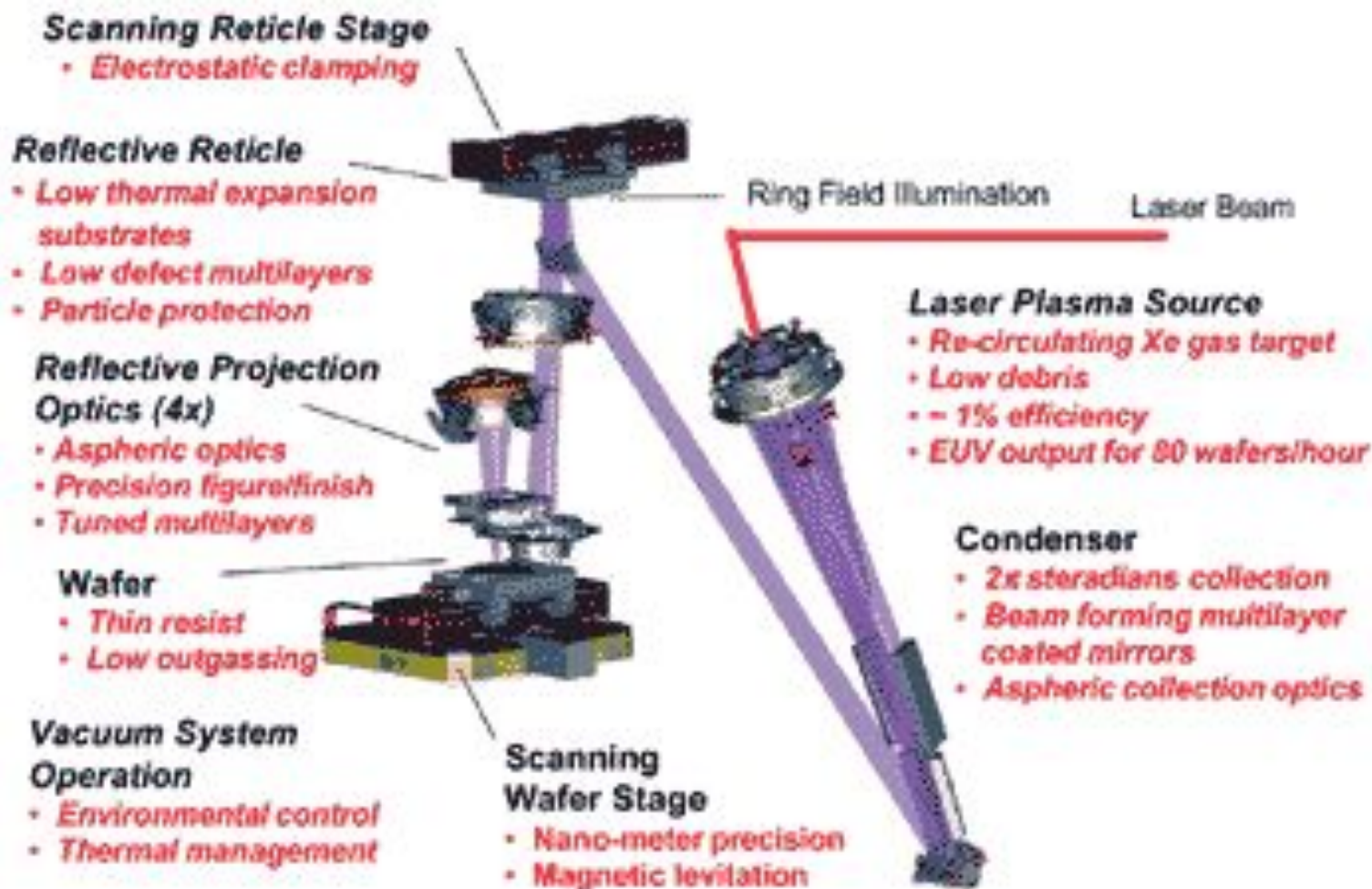




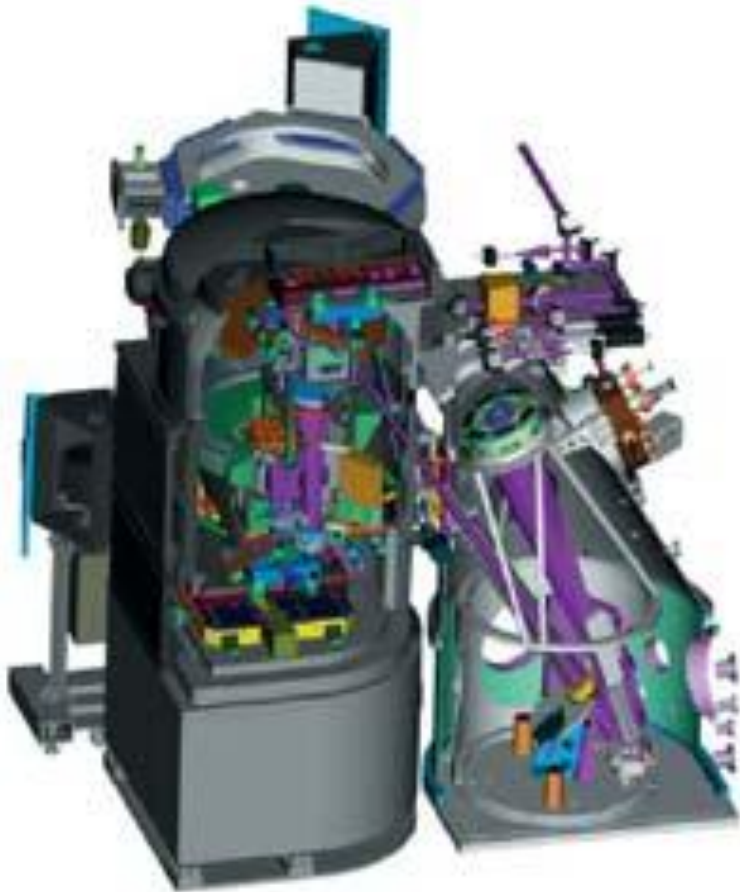
## Фотошаблон



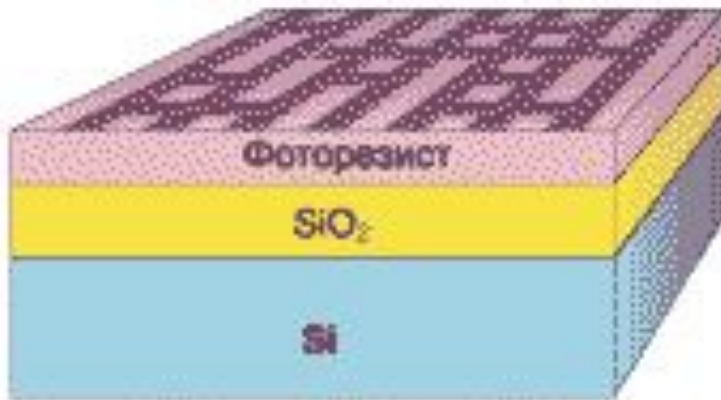
# Установка EUV-литографии



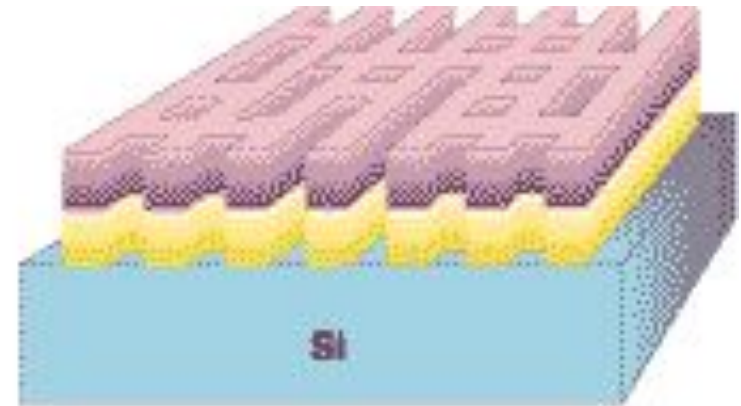
# Установка EUV-литографии



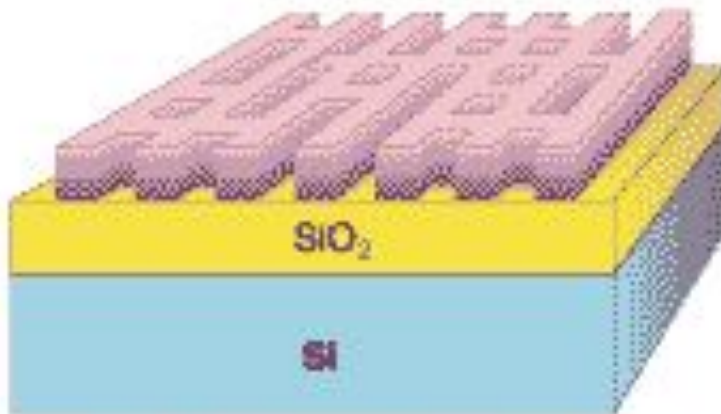
# Травление



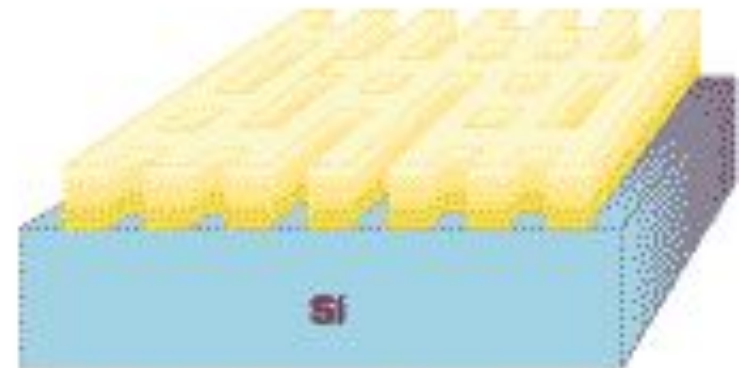
Фоторезистивный слой засвечен ультрафиолетовым излучением



Путем травления удаляют пленку диоксида кремния



Удаление «лишнего» резистивного слоя приводит к обнажению диоксида кремния



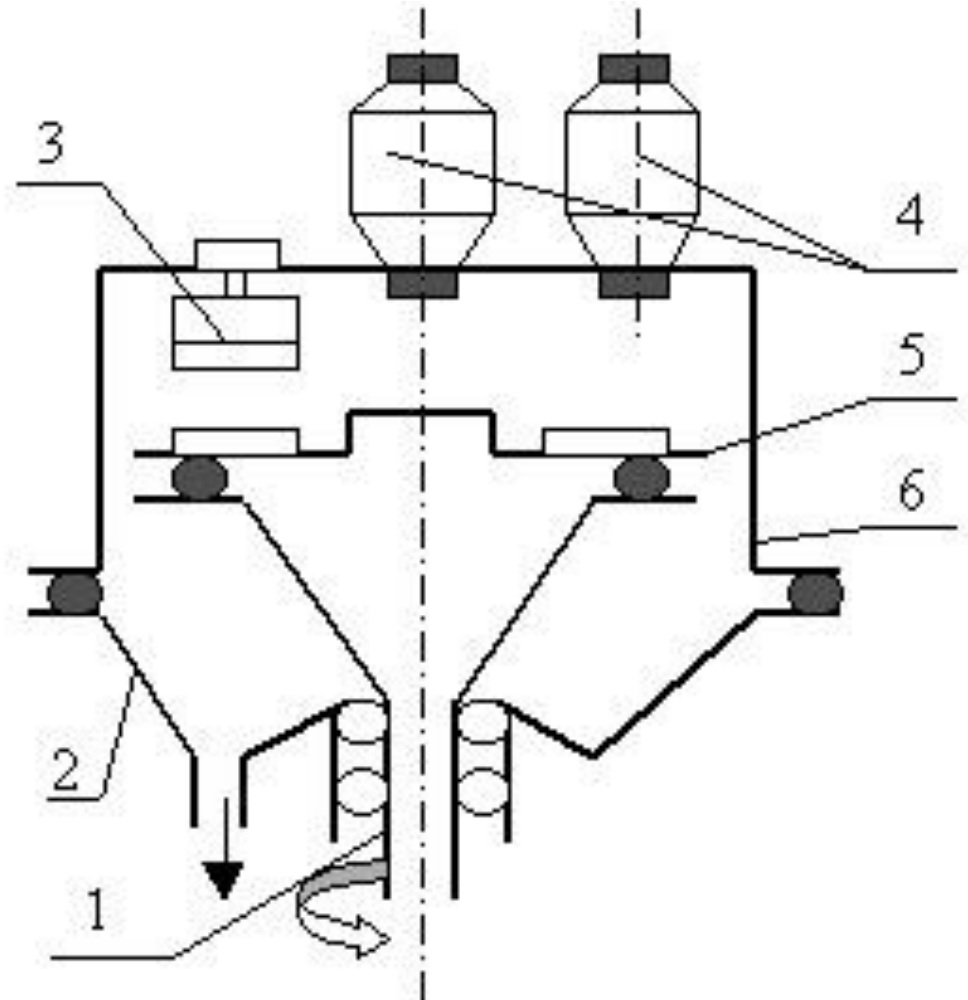
Слой фоторезистива удаляется



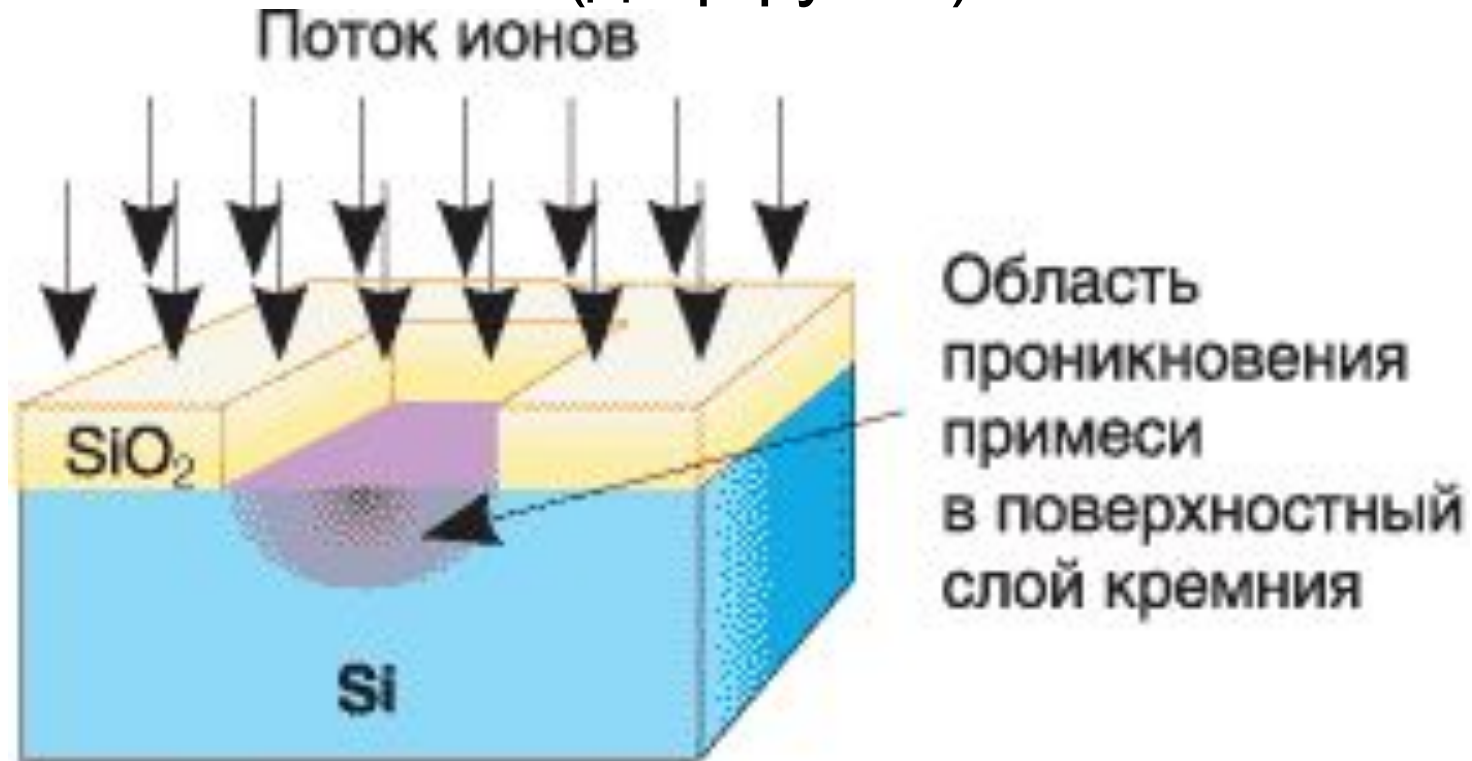


## Схема установки травления, промывки и сушки

- 1 – ротор
- 2 – днище камеры с отверстием
- 3 – форсунка сушки
- 4 – форсунка травления и отмывки
- 5 – платформа с пластинами
- 6 – съемная крышка



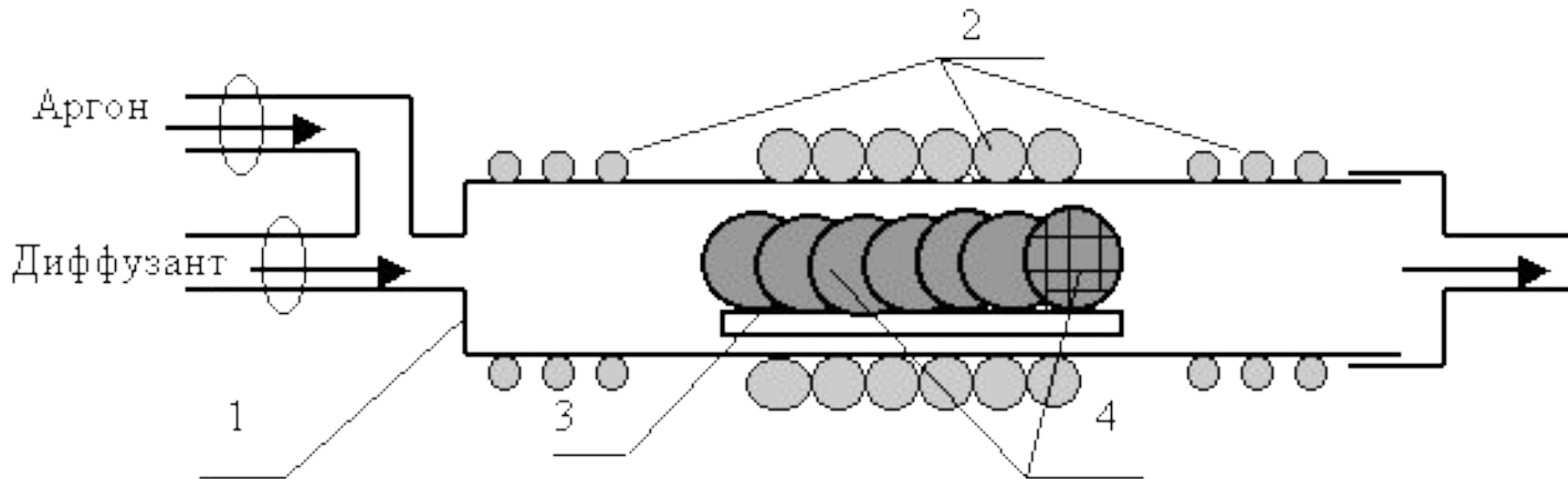
# Формирование слоев (диффузия)



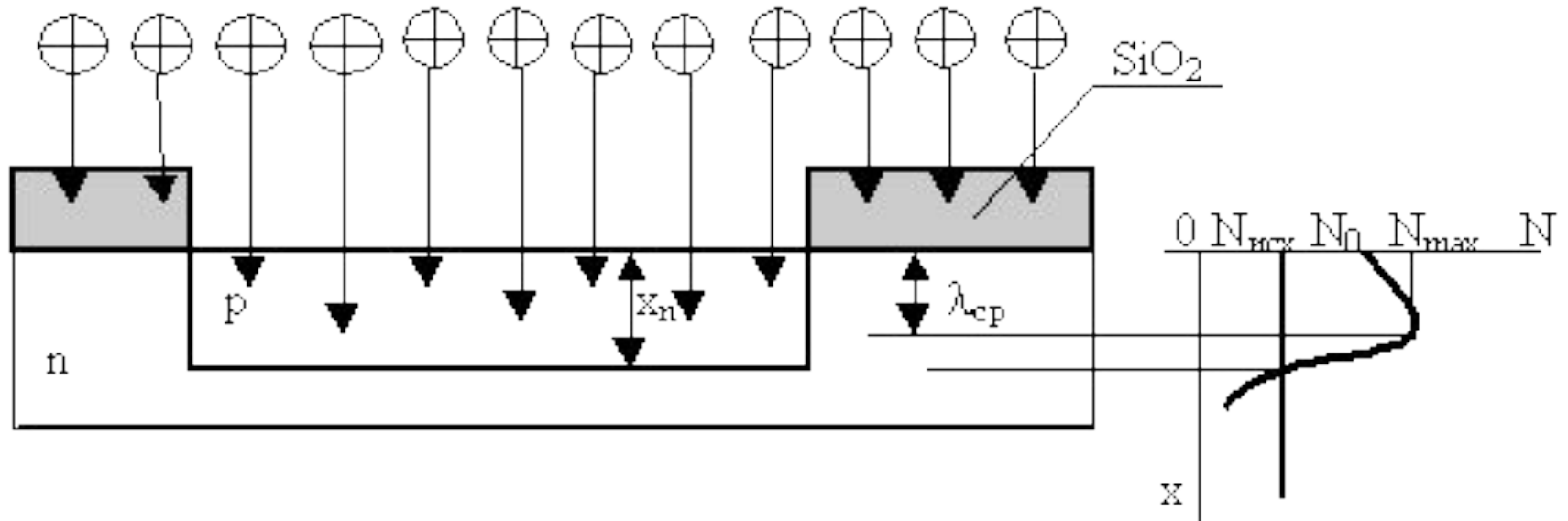
В результате ионной имплантации в кремнии создаются «карманы» с акцепторной или донорной примесью



# Рабочая камера диффузионной печи

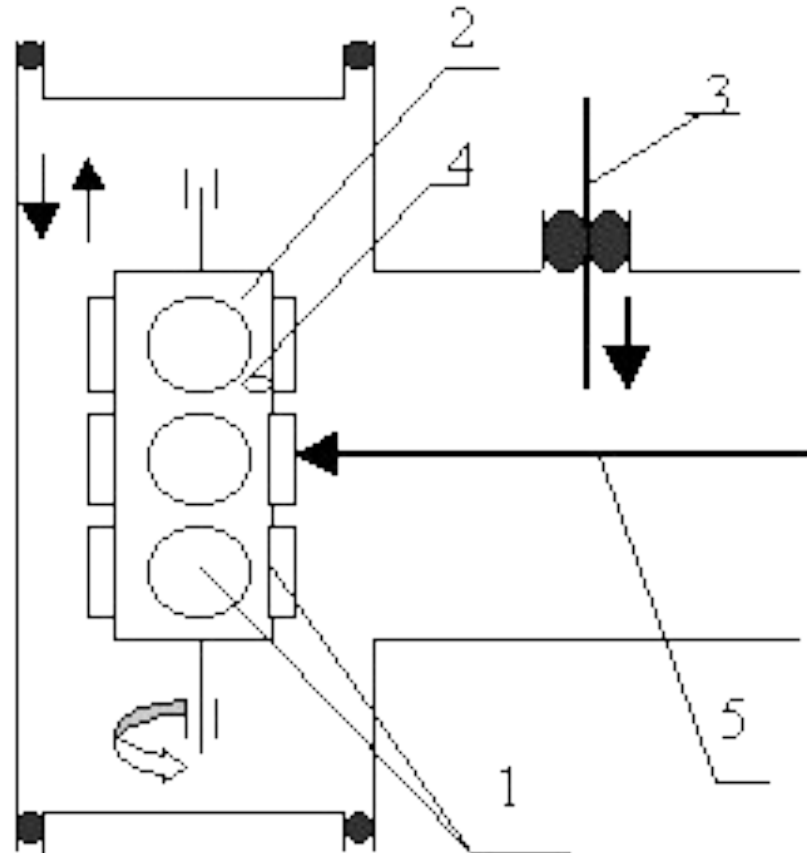


# Метод ионной имплантации

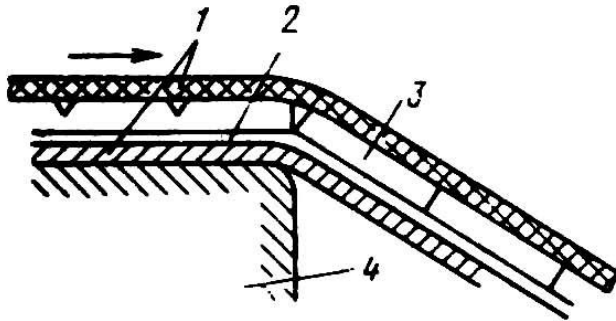
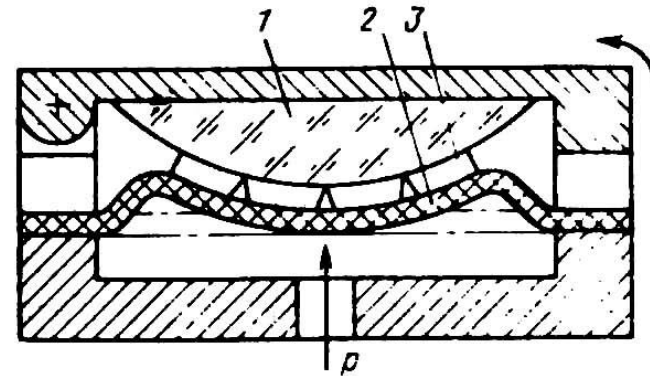
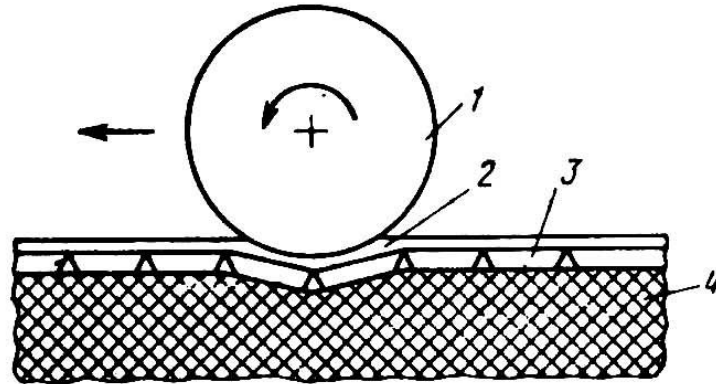




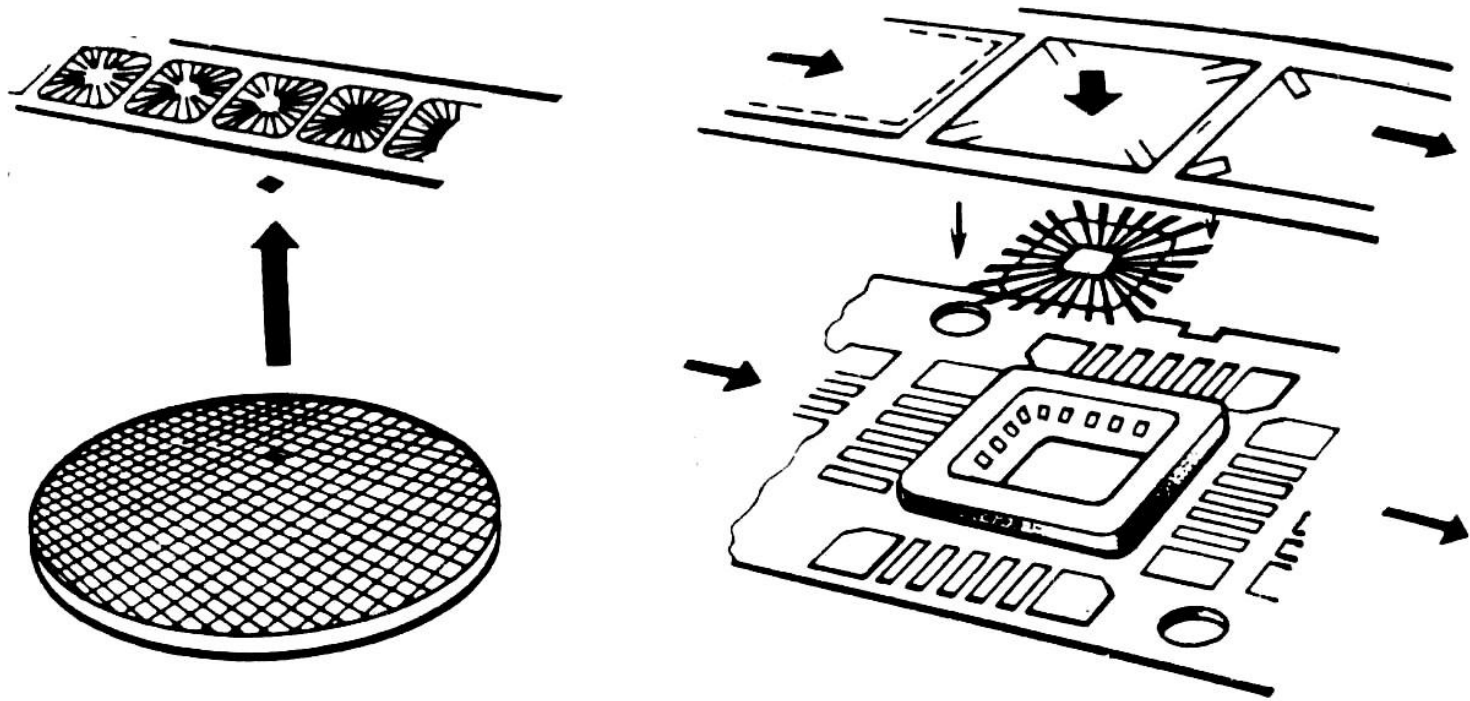
# Метод ионной имплантации

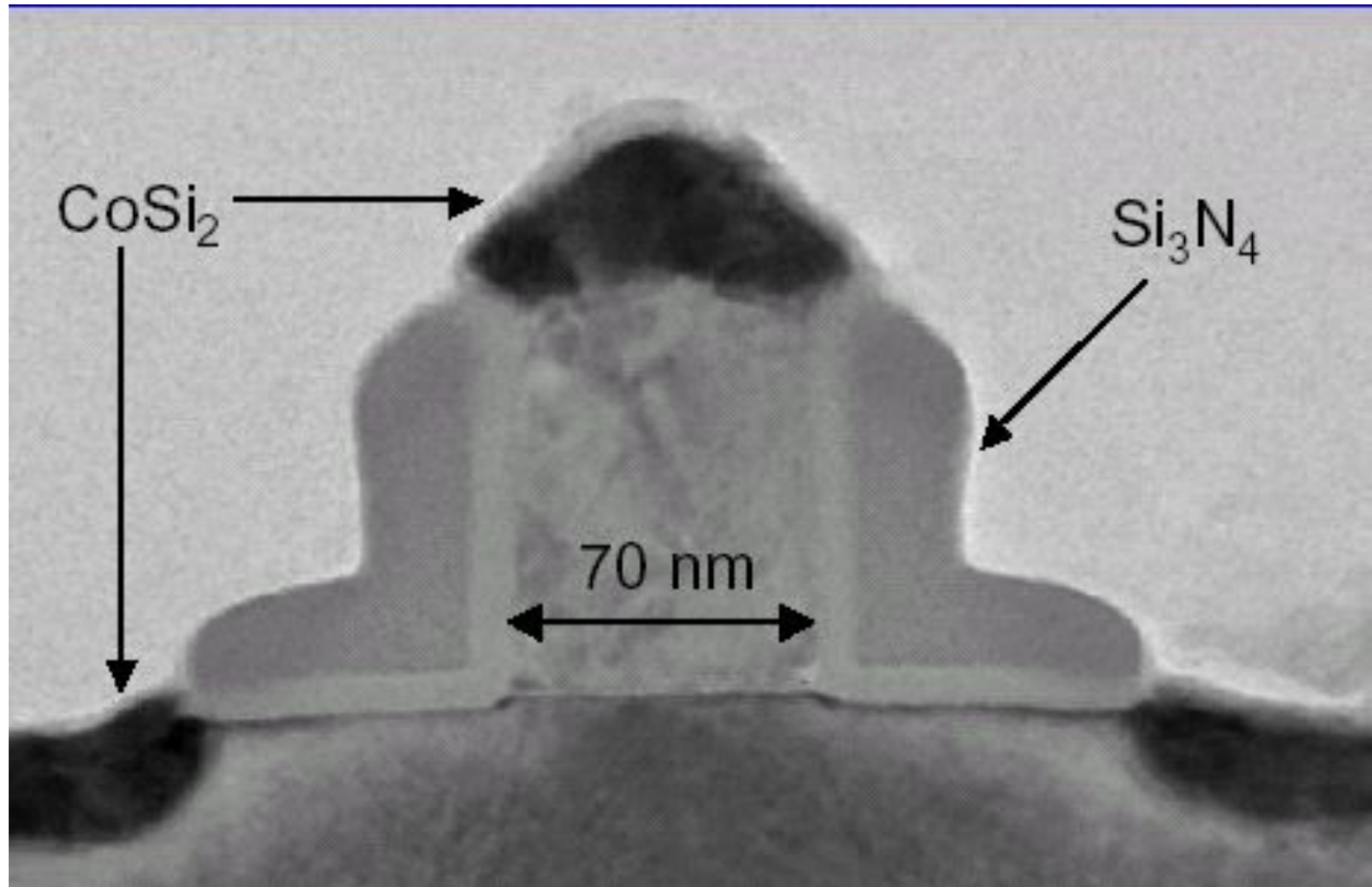


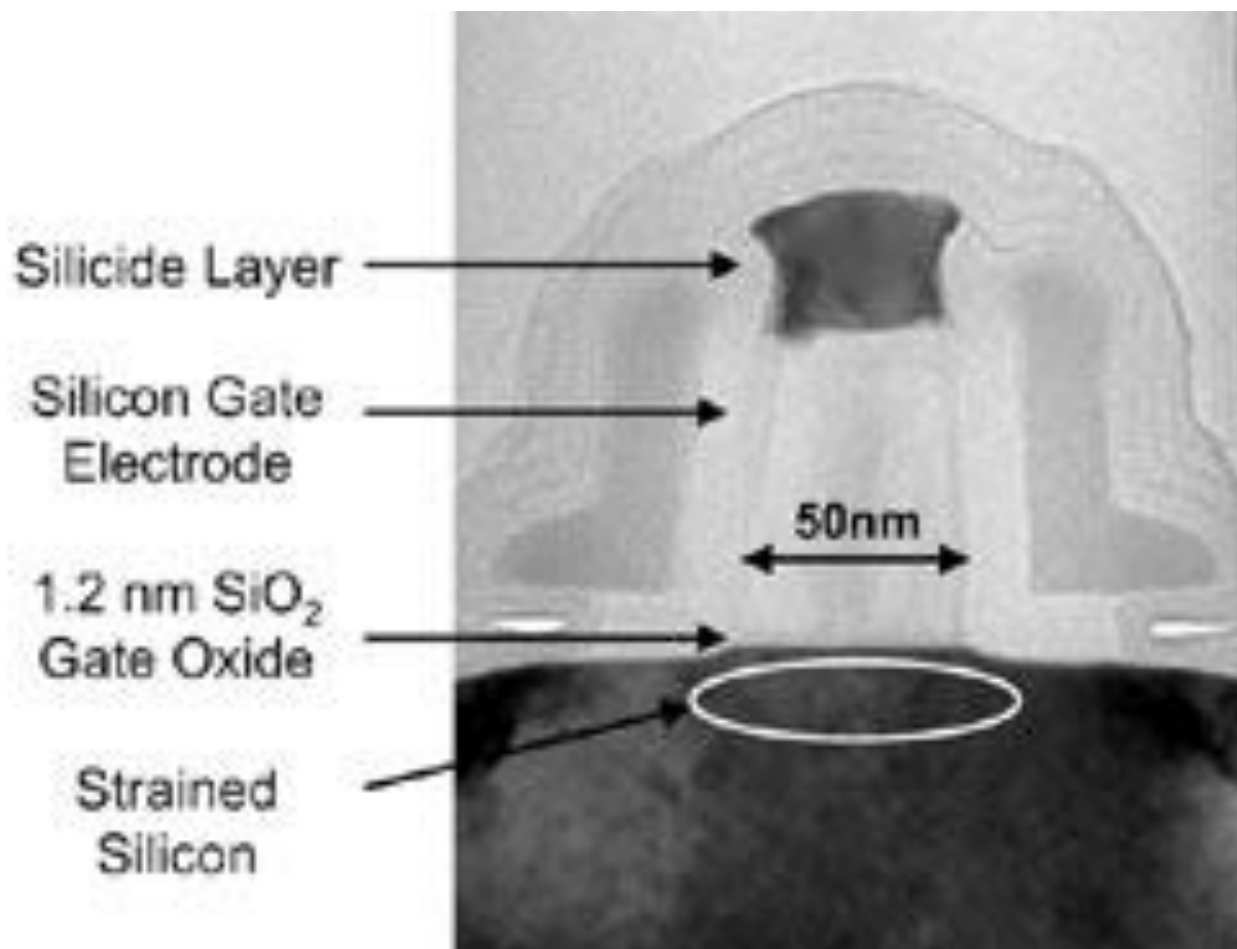
# Ломка пластин на отдельные кристаллы



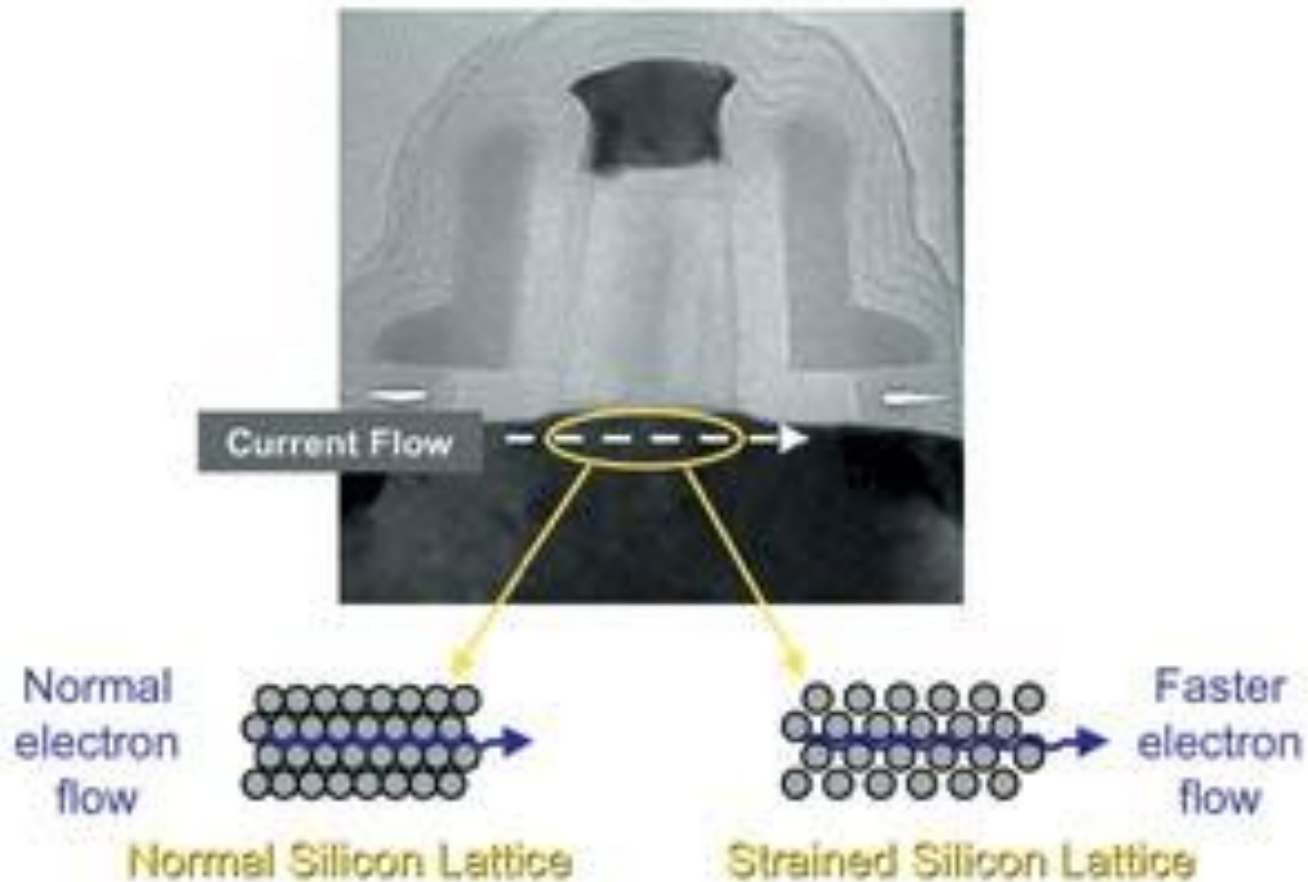
## Установка в корпус



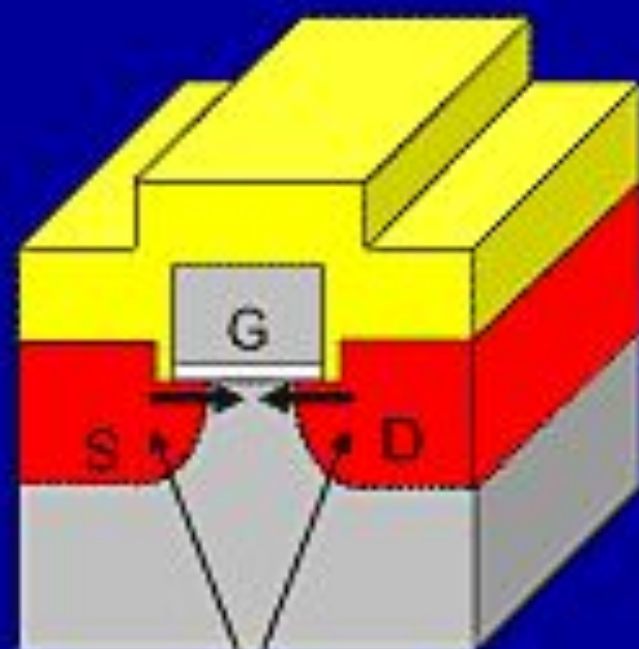




# Технология «напряженный кремний»



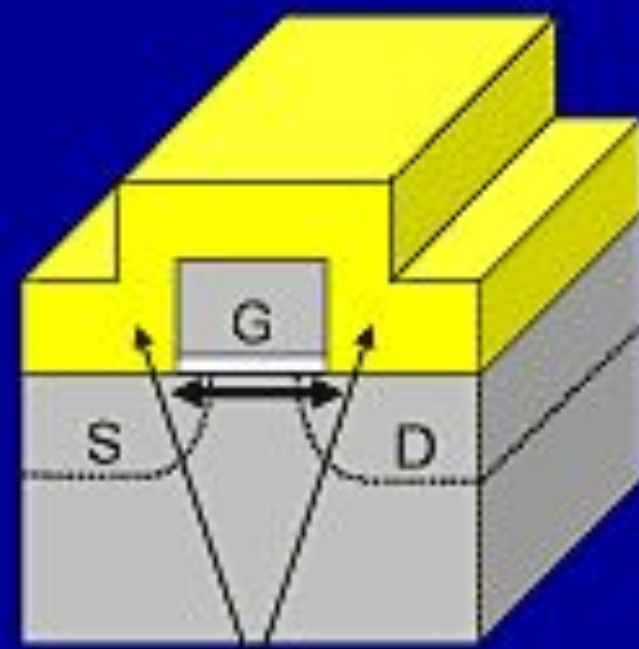




Selective SiGe S-D

PMOS

Uniaxial Compressive Strain



Tensile Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> Cap

NMOS

Uniaxial Tensile Strain

