

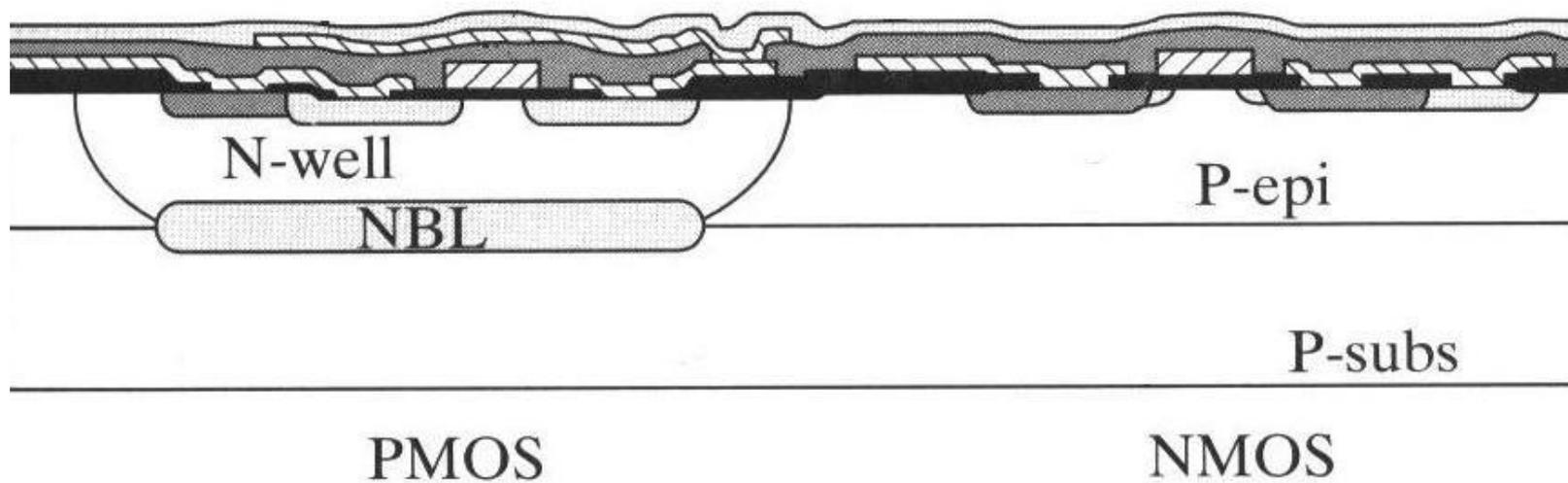
# Правила проектирования и проектные нормы КМДП транзисторов

Тимошенко Александр  
Геннадиевич

---

Лекция 3

# КМДП структура



# Структура МДП транзистора

- Подложка – легированный кремний одного типа (для n-МОП легирование бором (p-тип примеси), для p-МОП легирование фосфором (n-тип примеси))
- Сток-исток – сильнолегированный кремний другого типа
- Подзатворный диэлектрик – оксид или нитрид кремния ( $\text{SiO}_2$  или  $\text{Si}_3\text{N}_4$ )
- Затвор – поликристаллический кремний ( $\text{Si}^*$ )
- Изолирующие слои – толстый оксид кремния
- Соединительный слой – металл

# Технология производства КМДП интегральных схем

- Выращивание кристалла Si
- Нарезка пластин Si
- Механическая полировка
- Химическая полировка
- Ионная имплантация глубоких областей
- Выращивание эпитаксиального слоя
- Формирование кармана
- Выращивание окисла
- Фотолитография

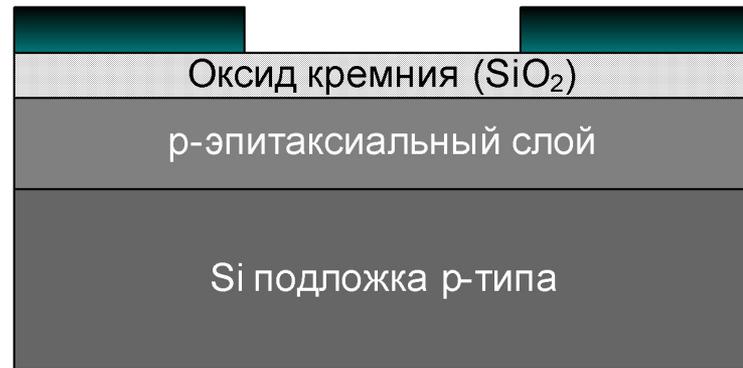
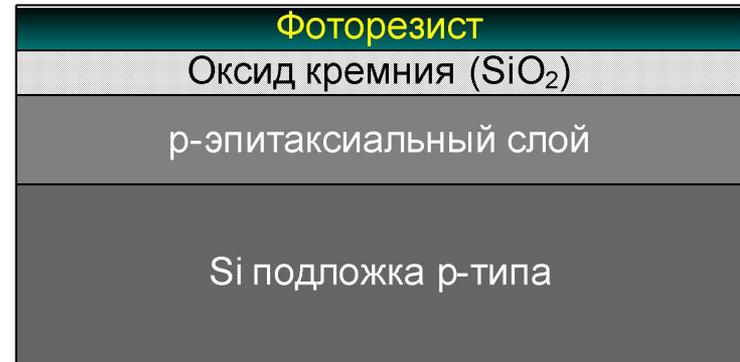
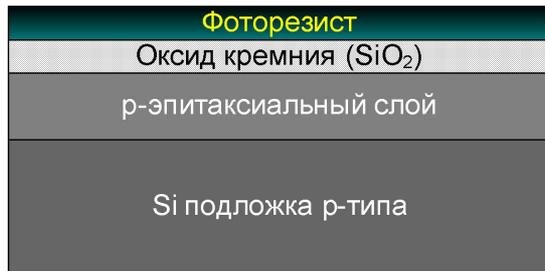
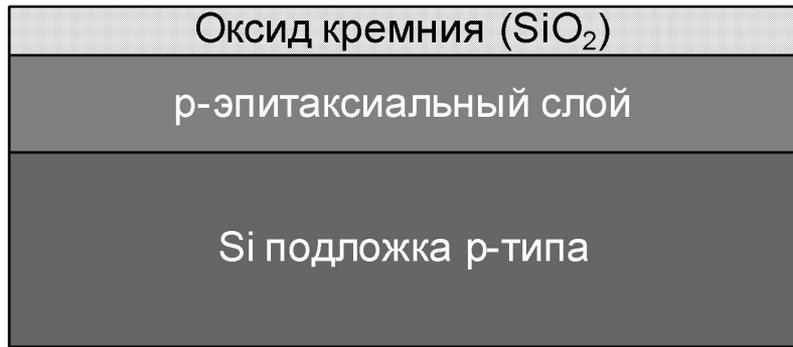
# Формирование n-кармана

- Нанесение фоторезиста  
(Фоторезист – вещество, меняющее свои свойства при воздействии определенного рода излучений)
- Фотолитография
- Ионная имплантация фосфором
- Удаление фоторезиста

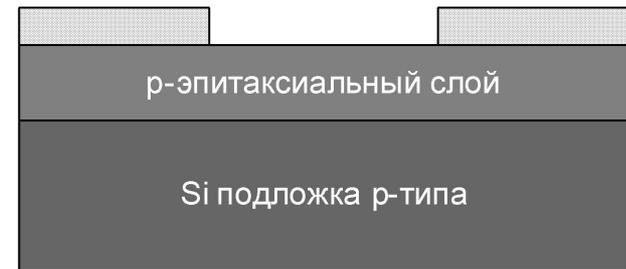
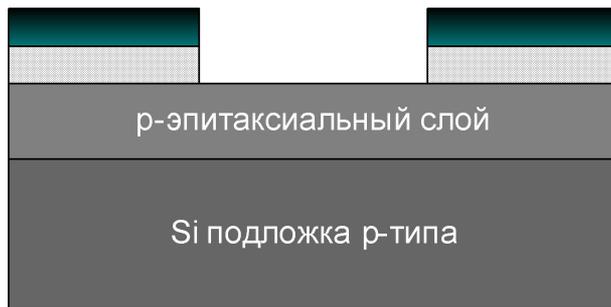


# Фотолитография

(Процесс повторяющийся перед каждым травлением или легированием)



# Плазмохимическое травление



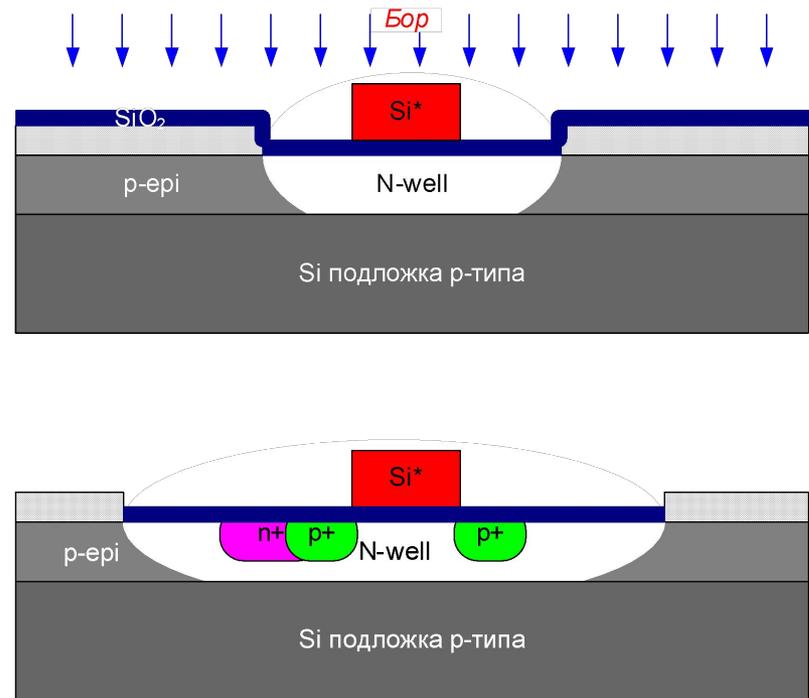
- Плазмохимическое травление
- Удаление фоторезиста

# Технология производства КМДП интегральных схем (продолжение)

- Формирование тонкого подзатворного окисла
- Выращивание поликристаллического кремния
- Создание активных областей транзистора (самосовмещенная технология)

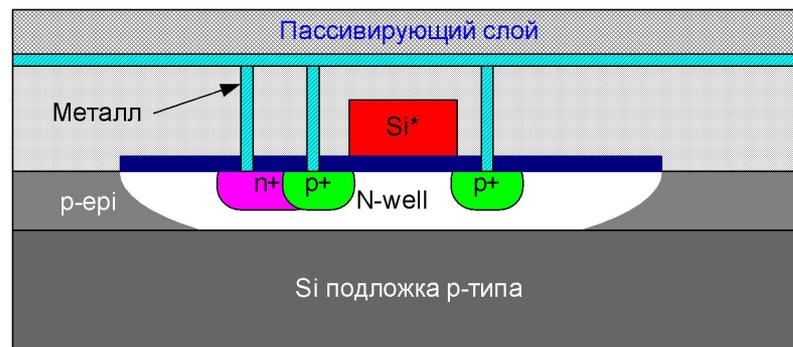
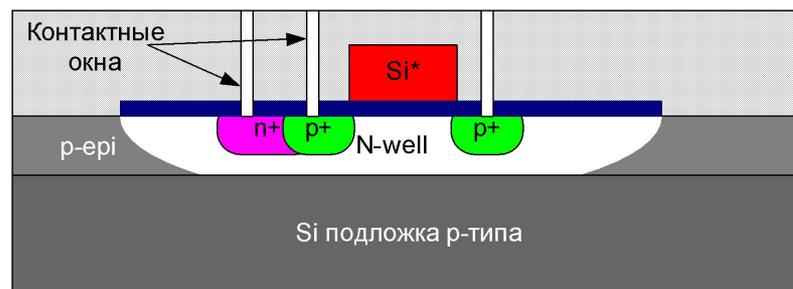
# Создание активных областей транзистора

- Легирование бором/фосфором высокой концентрации ( $p^+/n^+$ ), прямо через поликристаллический кремний и тонкий окисел
- Диффузия  $n^-$  и  $p^-$  областей (разгон примесей)

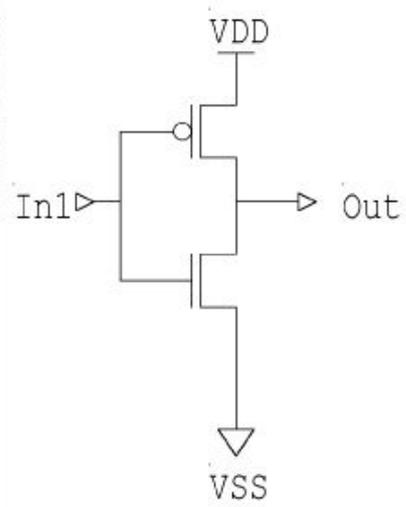
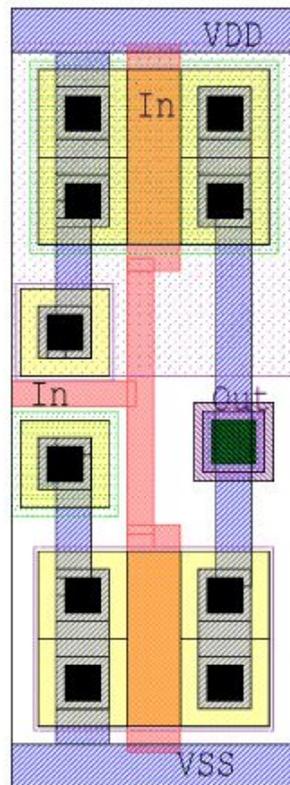


# Формирование контактов и металлизации

- Выращивание толстого окисла
- Вскрытие контактных окон (травление)
- Осаждение металла (магнетронное распыление)



# Топология КМДП инвертора



# Топологические нормы (правила проектирования топологии)

$\lambda$  – норма проектирования равная половине технологического размера

- Минимальный размер области n-кармана неограничен
- Минимальное расстояние между карманами неограниченно
- Минимальная ширина тонкого окисла –  $2\lambda$
- Минимальная ширина p+ и n+ областей –  $4\lambda$
- Минимальный зазор между диффузионными областями –  $4\lambda$
- Перекрытие n-канальным карманом области p-канального транзистора –  $6\lambda$
- Минимальная ширина канала транзистора –  $4\lambda$

# Топологические нормы

(важные нормы для выполнения лабораторных работ)

- Минимальная длина затвора транзистора –  $2\lambda$
- Вылет (хвост) затвора на фоновый окисел –  $2\lambda$
- Минимальная ширина поликремниевой шины вне активной области –  $2\lambda$
- Размер поликремния в месте контакта –  $6\lambda$
- Размер контактного окна –  $2\lambda$
- Зазор между окнами –  $5\lambda$
- Зазор между металлом в одном слое –  $4\lambda$
- Минимальная ширина металлической шины –  $4\lambda$

# Пример применения топологических норм при создании топологии

- $A1 = 2\lambda$
- $A2 = 2\lambda$
- $A3 = 5\lambda$
- $A4 = 1\lambda$
- $L \geq 2\lambda$
- $W \geq 4\lambda$

