

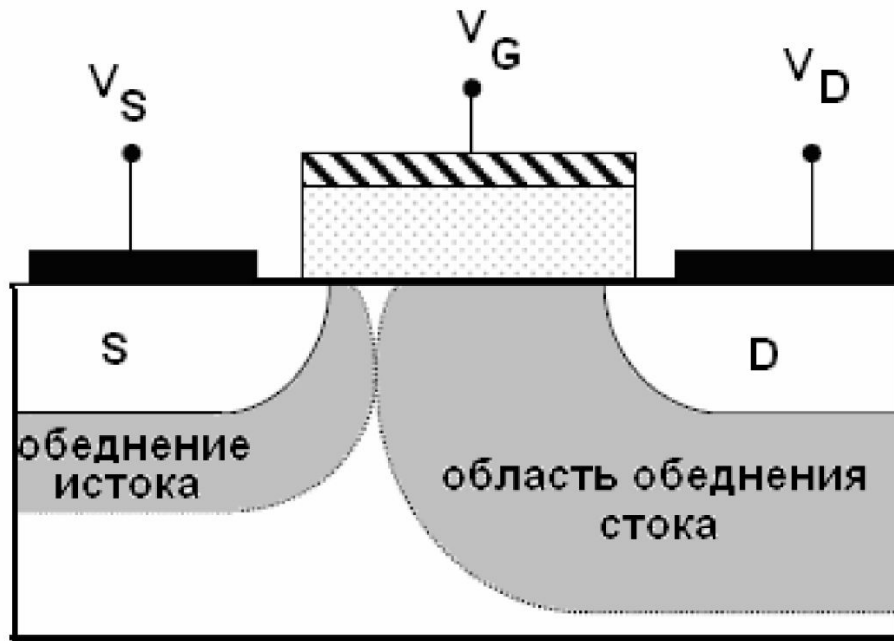
Короткоканальные эффекты, обусловленные ОПЗ стокового рп-перехода

1. Горячие носители
2. DIBL - эффект
3. Глубинное смыкание ОПЗ стока и истока
4. Уменьшение подвижности носителей

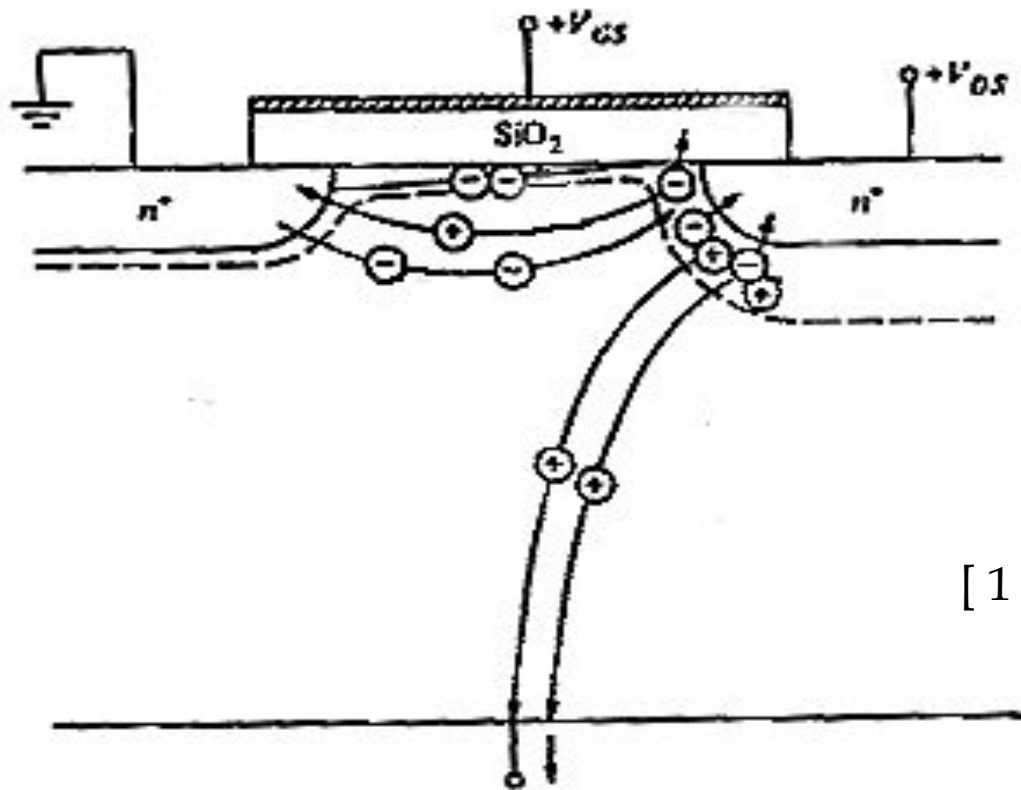
Для их устранения необходимо создавать:

1. LDD -структуру
2. Гало - области
3. «кармашки»
4. Скрытые охранные области

Ограничения, связанные со смыканием областей ОПЗ истока и стока при уменьшении длины канала



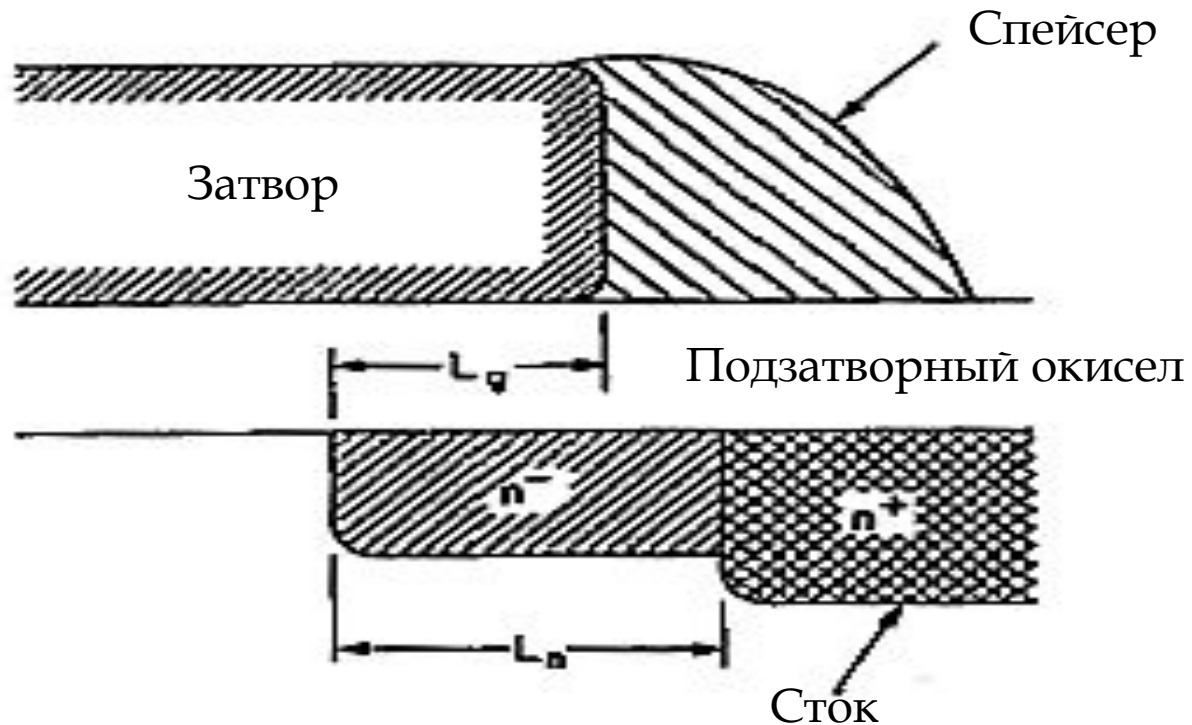
Механизм образования горячих носителей



[1]



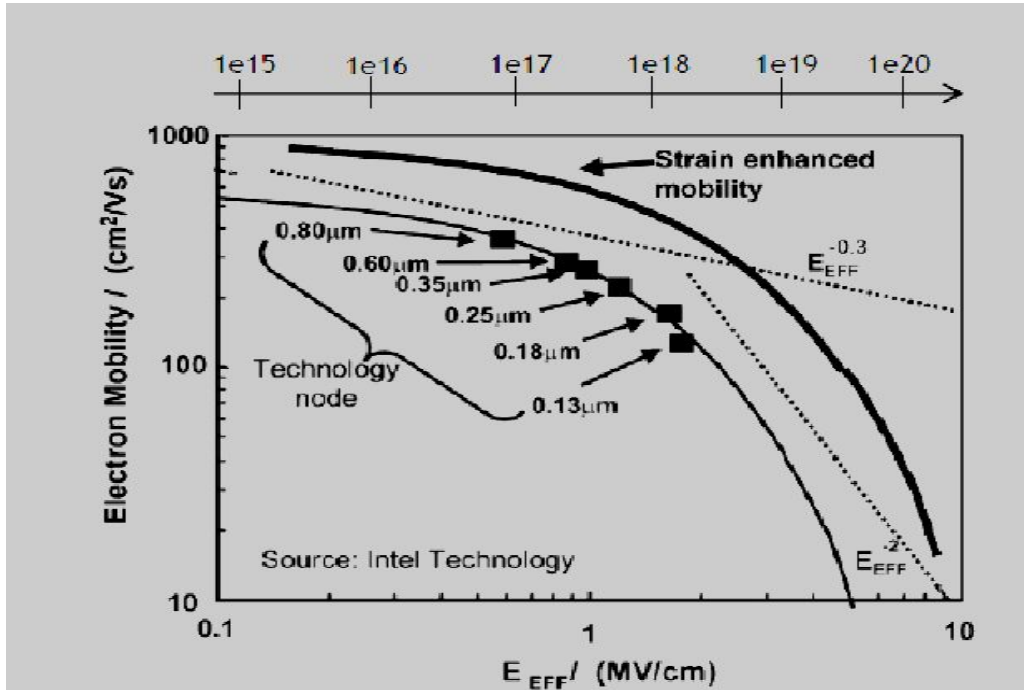
LDD структура стока



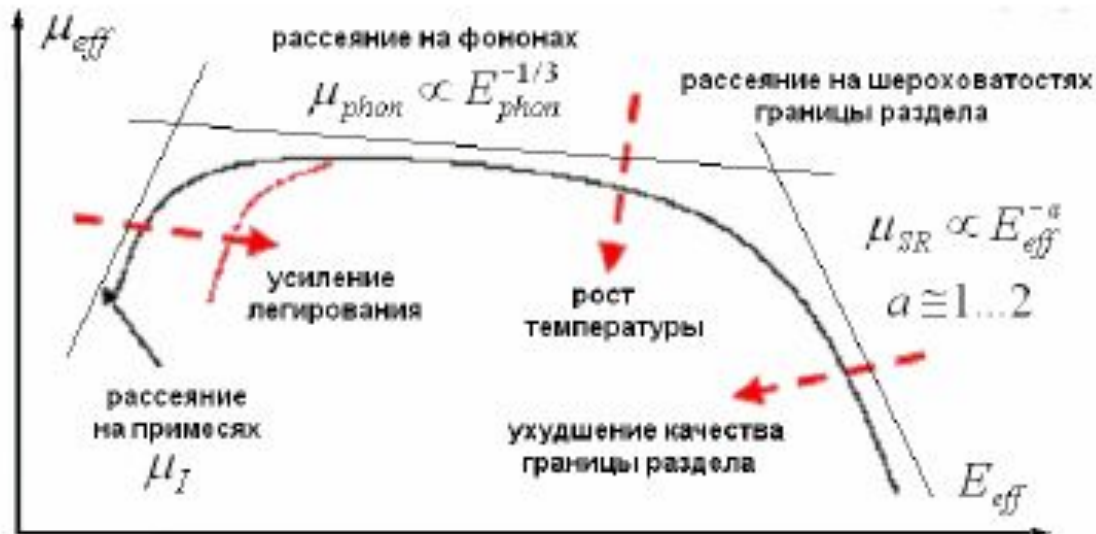
[2]



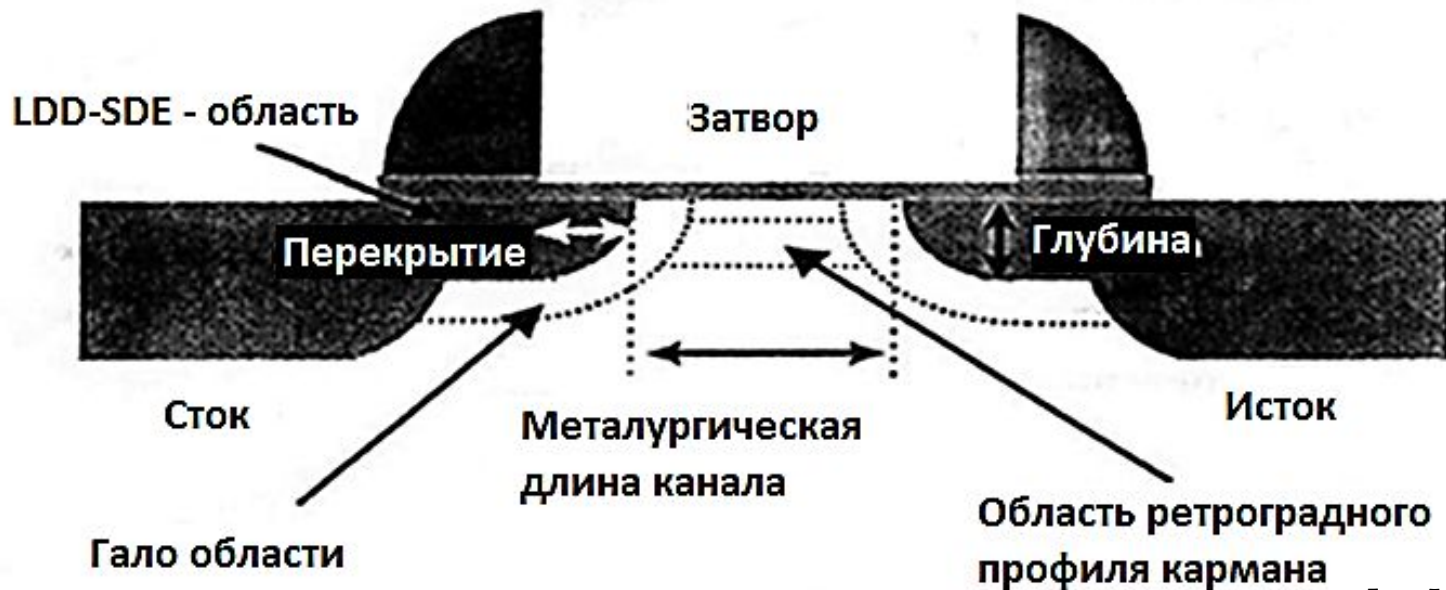
Зависимость подвижности носителей от концентрации примеси и величины электрического поля



Зависимость подвижности носителей от температуры и электрического поля



Структура областей исток-сток наноразмерного МОПТ

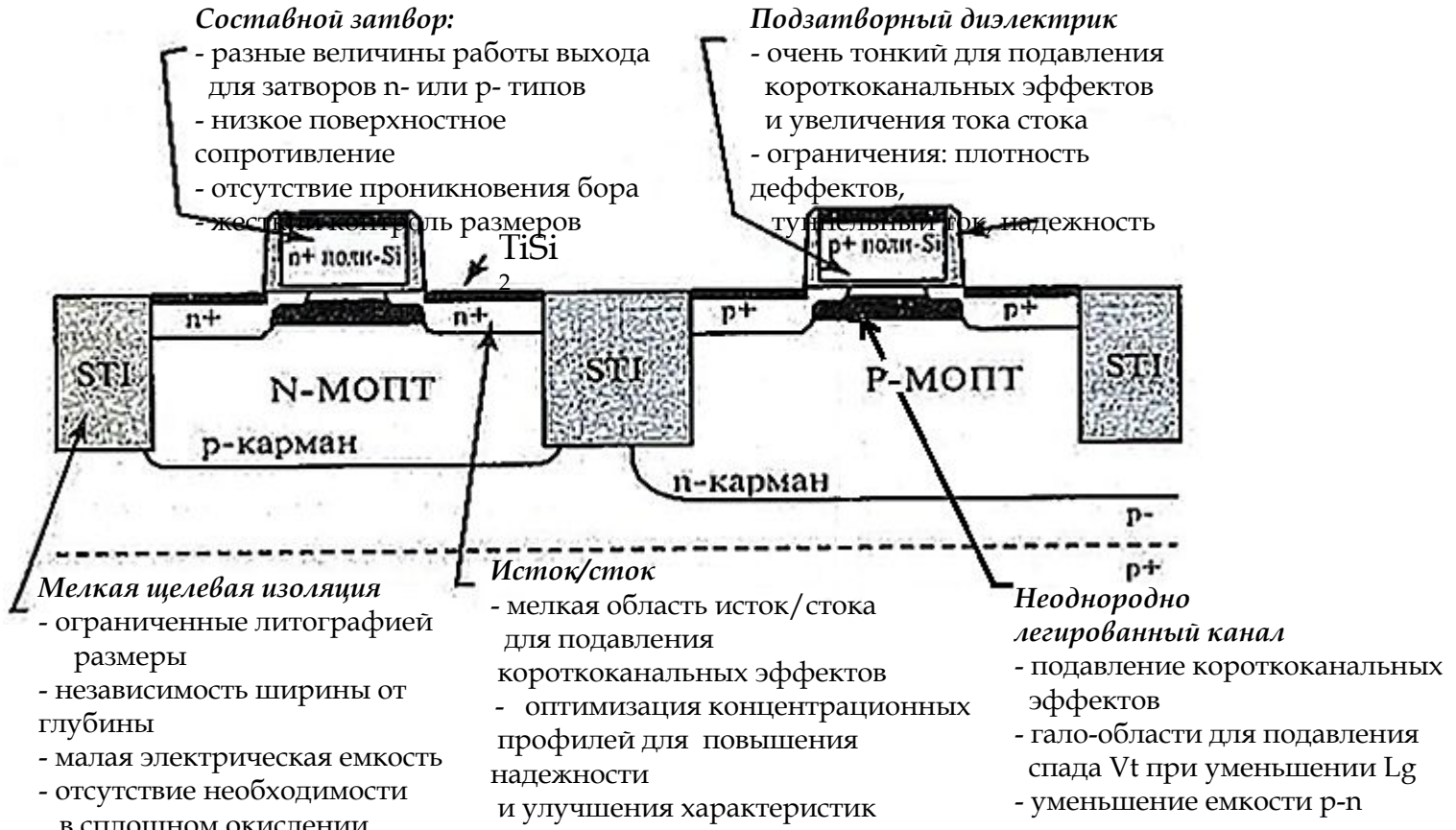


[1]



Конструкция и проблемы формирования наноразмерной КМОП структуры

[1]



Мелкая щелевая изоляция

- ограниченные литографией
размеры
- независимость ширины от глубины
- малая электрическая емкость
- отсутствие необходимости
в сплошном окислении
- паразитные связи

Составной затвор

- разные величины работы выхода для затворов n- или p- типов
- низкое поверхностное сопротивление
- отсутствие проникновения бора
- жесткий контроль размеров

Исток/сток

- мелкая область исток/стока для подавления короткоканальных эффектов
- оптимизация концентрационных профилей для повышения надежности и улучшения характеристик
- низкое поверхностное сопротивление

Подзатворный диэлектрик

- очень тонкий для подавления короткоканальных эффектов и увеличения тока стока
- ограничения: плотность дефектов, туннельный ток, надежность

Неоднородно легированный канал

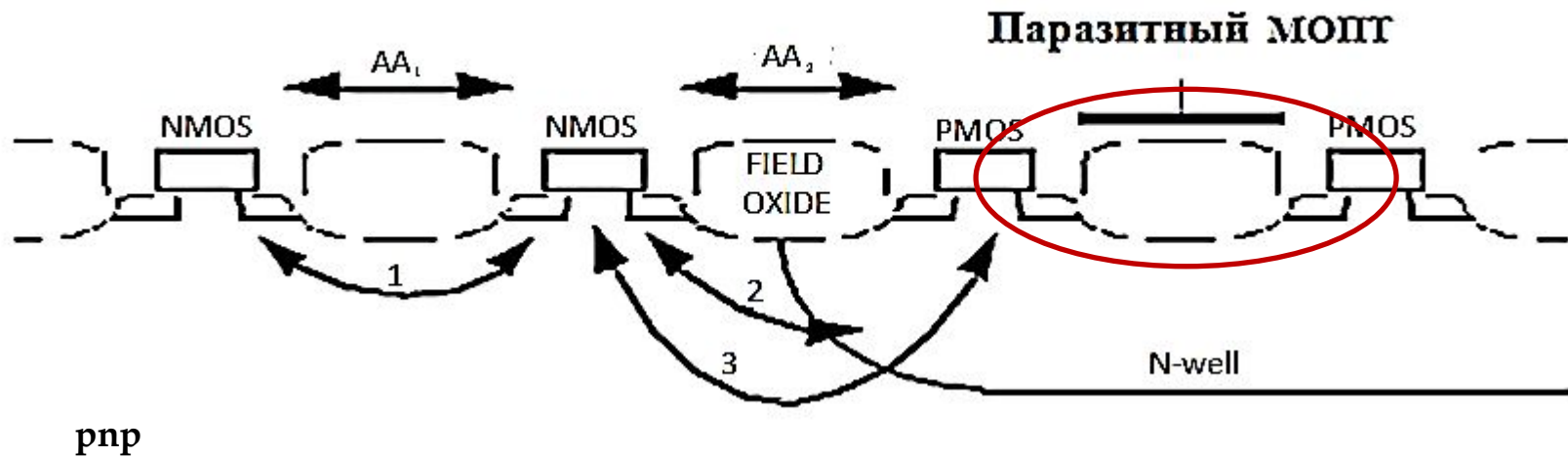
- подавление короткоканальных эффектов
- гало-области для подавления спада $U_{\text{п}}$ при уменьшении $L_{\text{к}}$
- уменьшение емкости р-n переходов

ЛЕКЦИЯ 4

Формирование боковой диэлектрической изоляции в
КМОП БИС



Изоляция элементов КМОП структуры

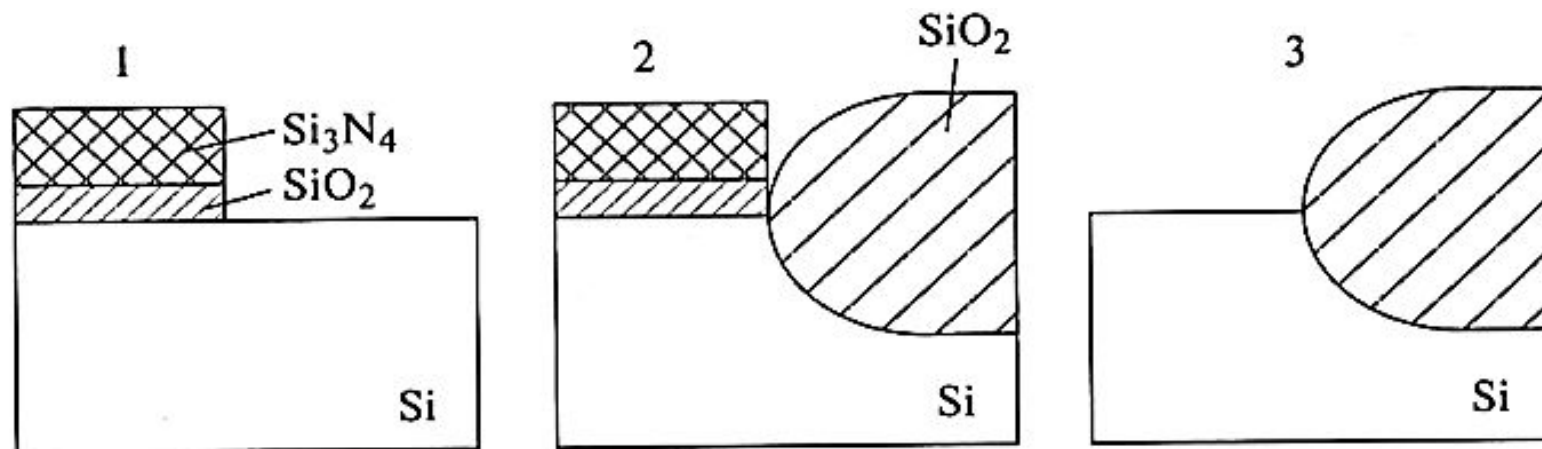


Пороговое напряжение МОП-транзистора

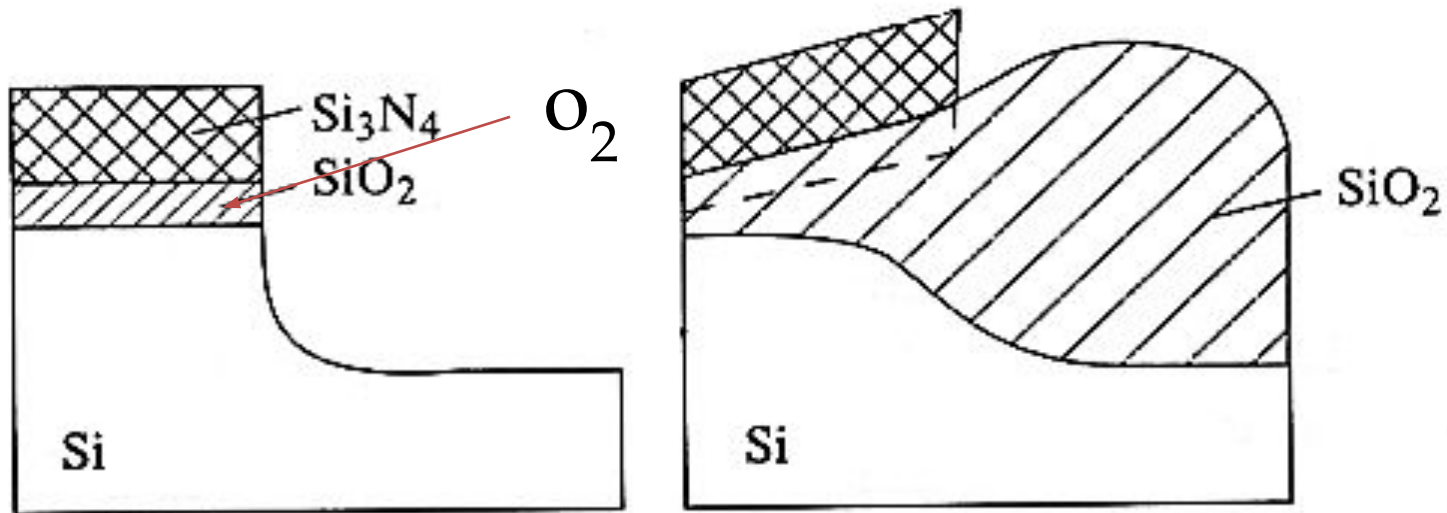
-
- $$U_{\Pi} = \varphi_{МП} \quad + \quad \overset{\text{Выравнивание зон}}{Q_{Д/С_{Д}}} \quad + \quad \overset{\text{Обеднение}}{Q_{\Pi/С_{Д}}} \quad + \quad \overset{\text{Инверсия}}{2\varphi_F}$$

$C_{Д} \sim 1/X_{Д}$

ЛОКОС - процесс

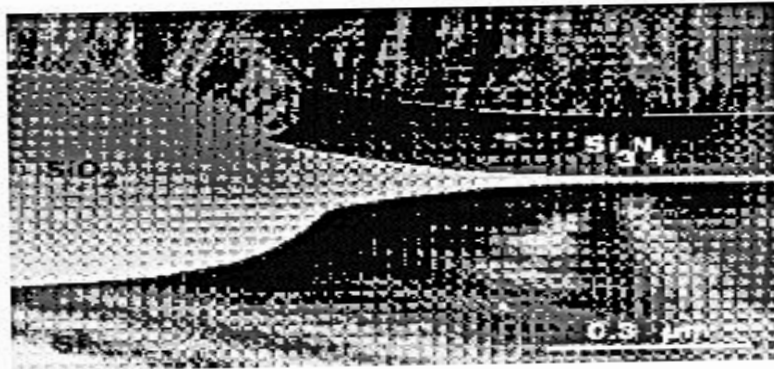


Образование «Птичьего клюва»



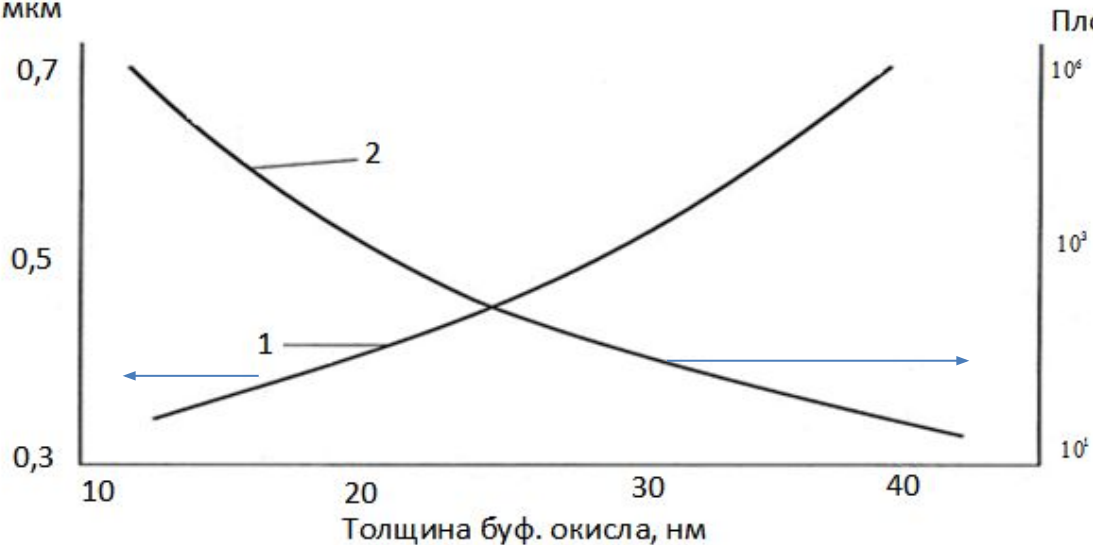
[3]

«ПТИЧИЙ КЛЮВ»



Влияние толщины буферного окисла на длину «птичьего клюва» и плотность дефектов

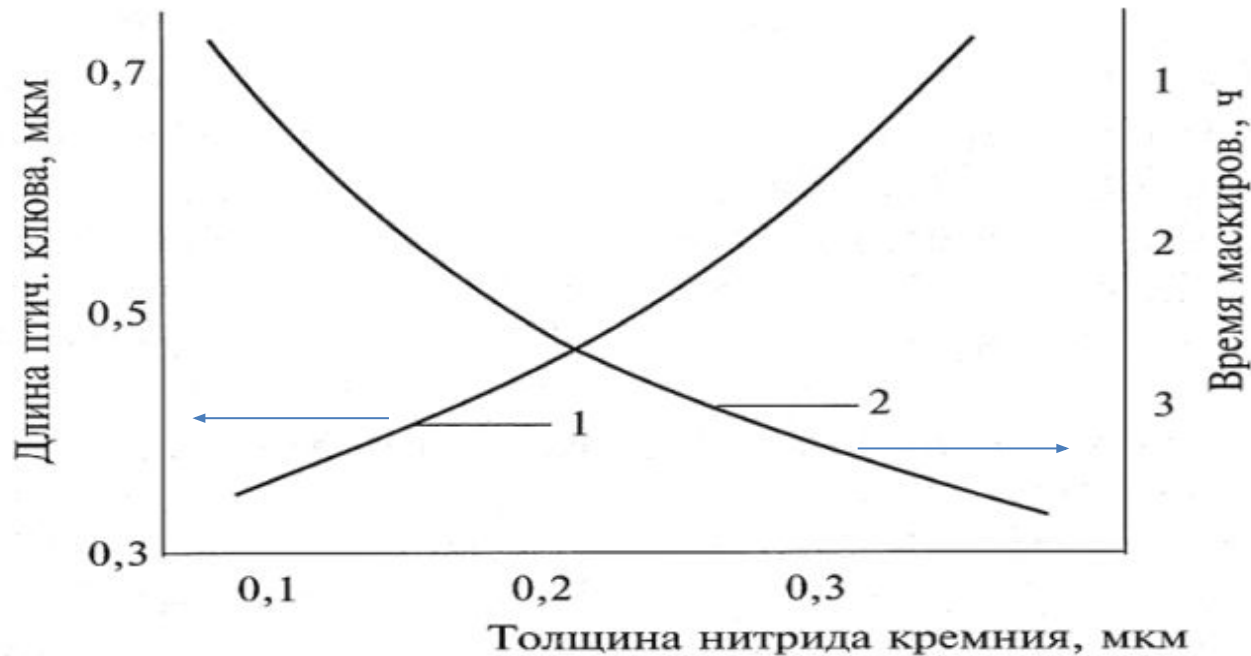
Длина птич. клюва, мкм



[3]



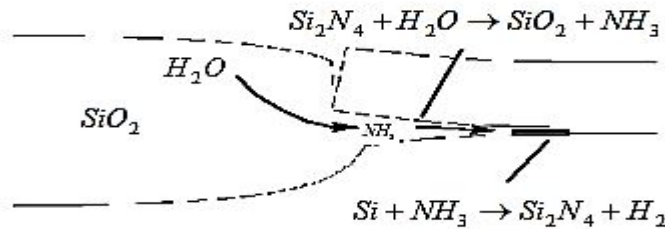
Влияние толщины нитрида на длину «птичьего клюва» и время маскирования



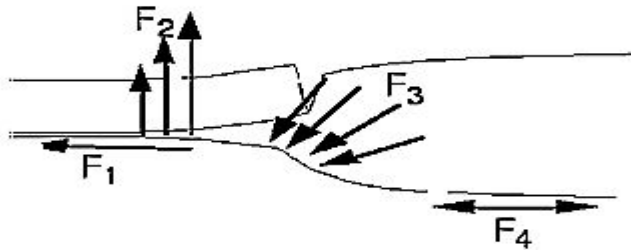
[3]



Побочные эффекты при локальном окислении



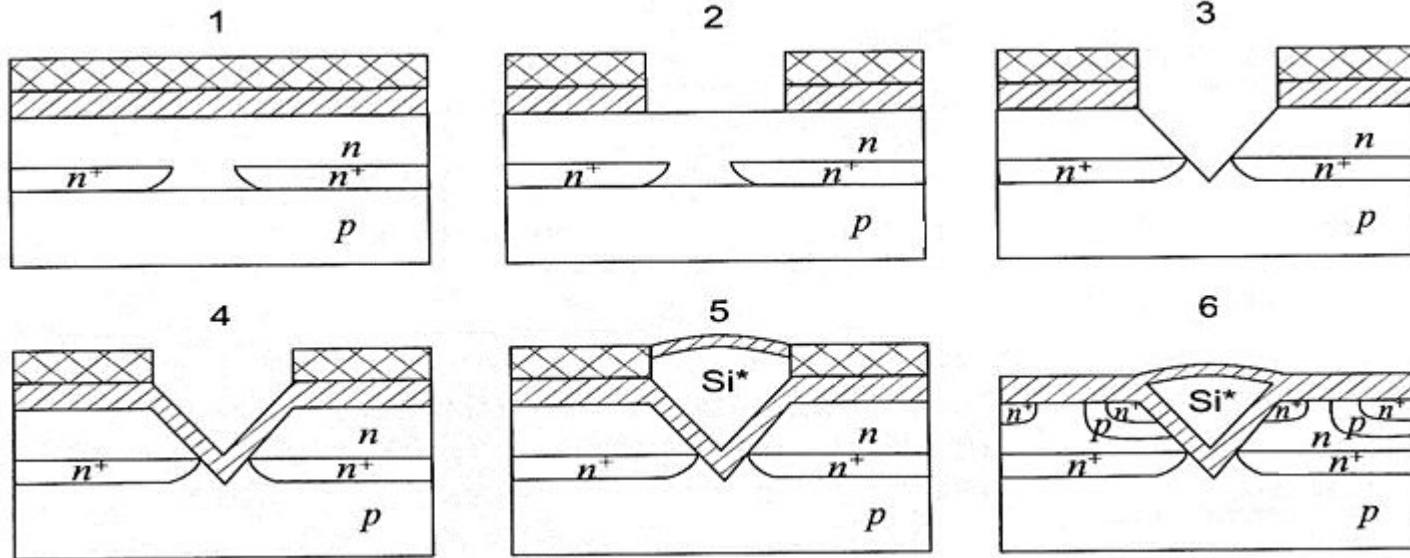
Возникновение
паразитных пленок
нитрида кремния



Возникновение
механических
напряжений [2]

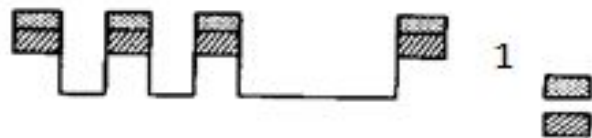


Маршрут изготовления VIP -структуры



Этапы формирования щелевой изоляции

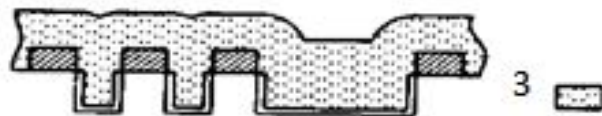
РИТ кремния



Термическое окисление кремния



Осаждение диэлектрика



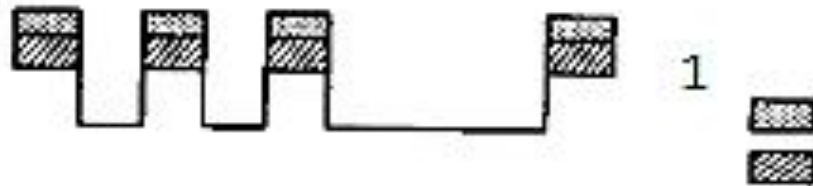
Планирование



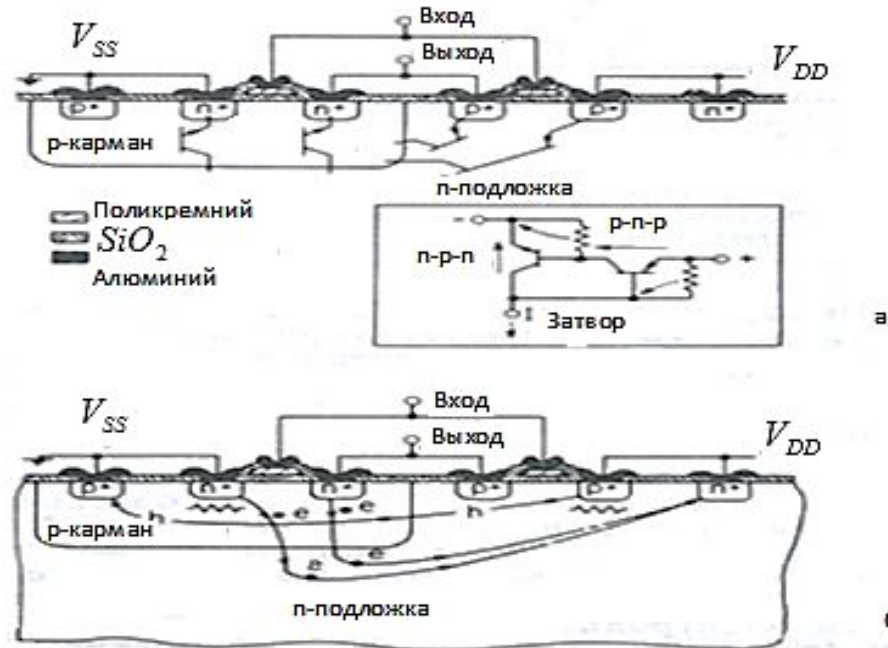
Виды щелевой изоляции



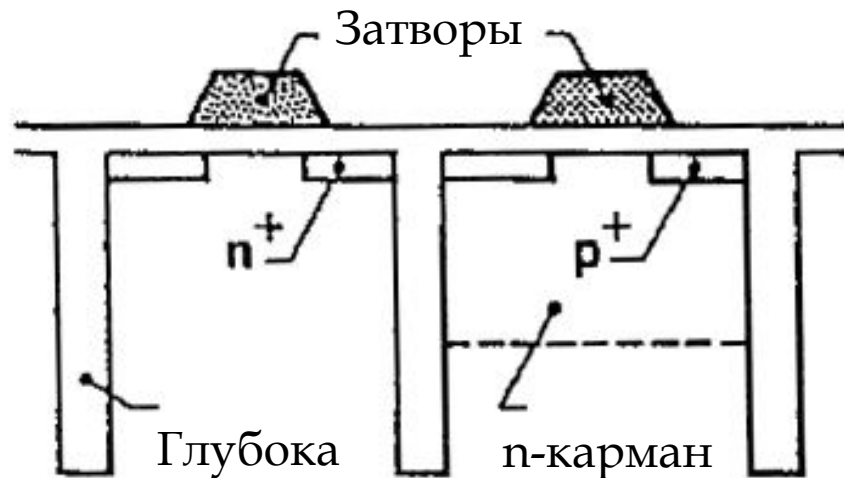
Узкая щелевая изоляция Широкая щелевая изоляция



Эффект защелкивания в КМОП структуре

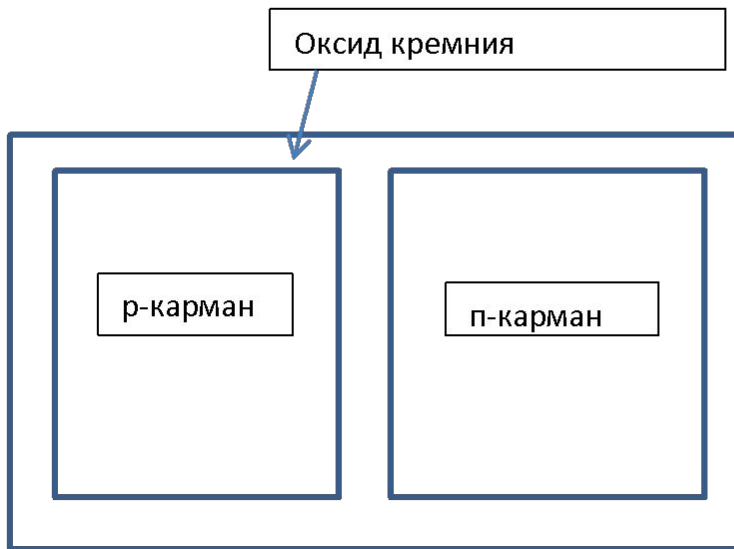


Глубокая щелевая изоляция в КМОП-структуре



Глубокая
щелевая
изоляция

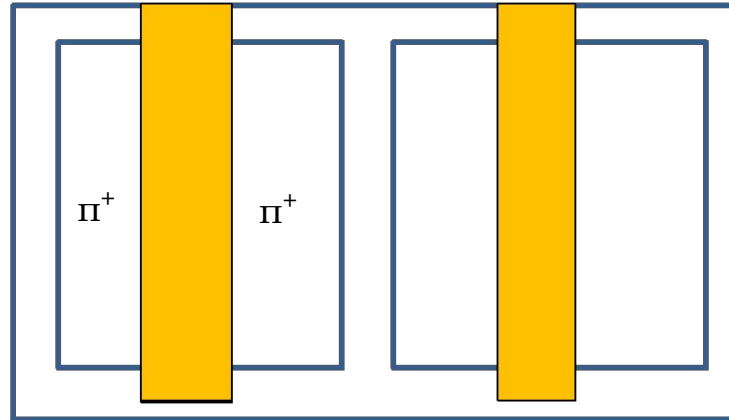
Щелевая изоляция – твердая маска при формировании карманов



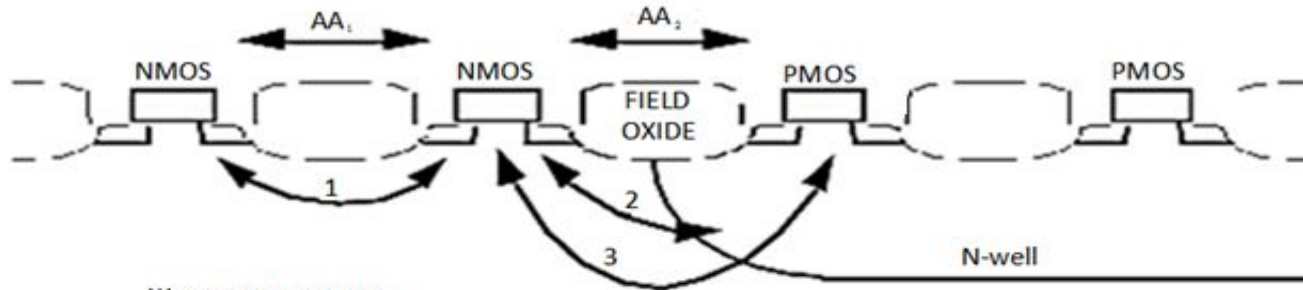
Щелевая изоляция – твердая маска при формировании областей сток/исток

-

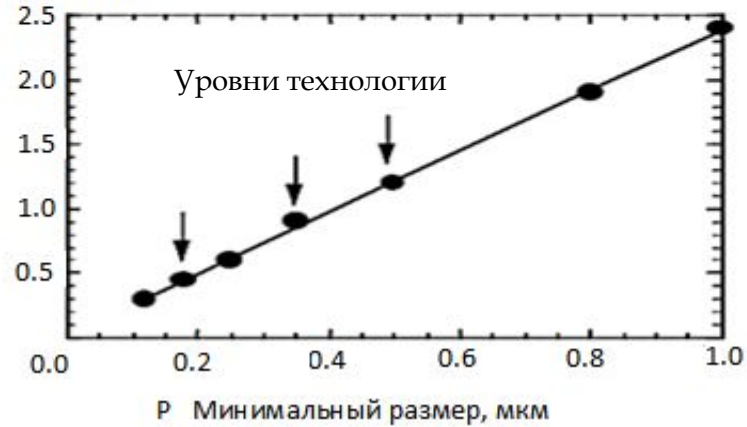
Электрод затвора



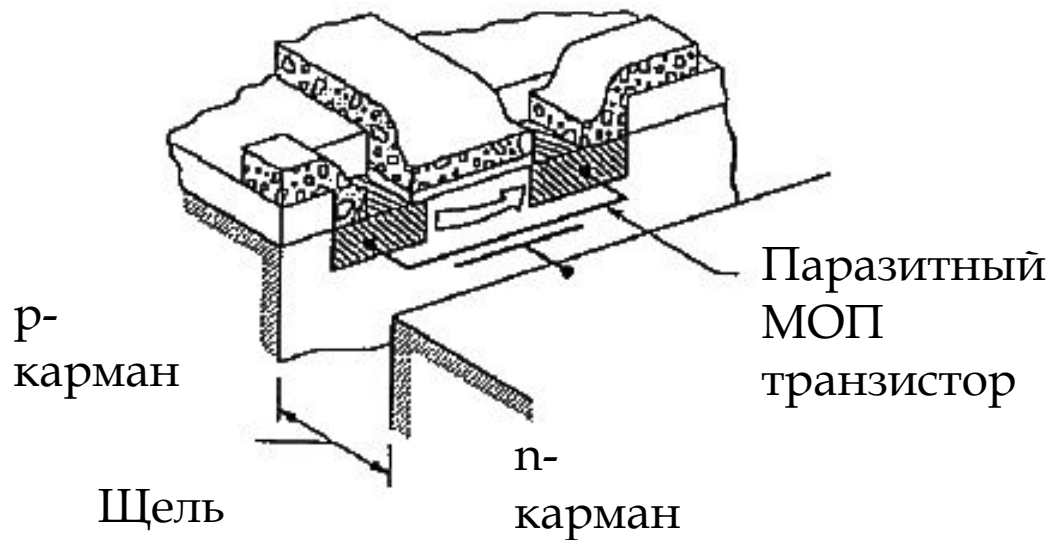
Зависимость ширины щели от минимального размера



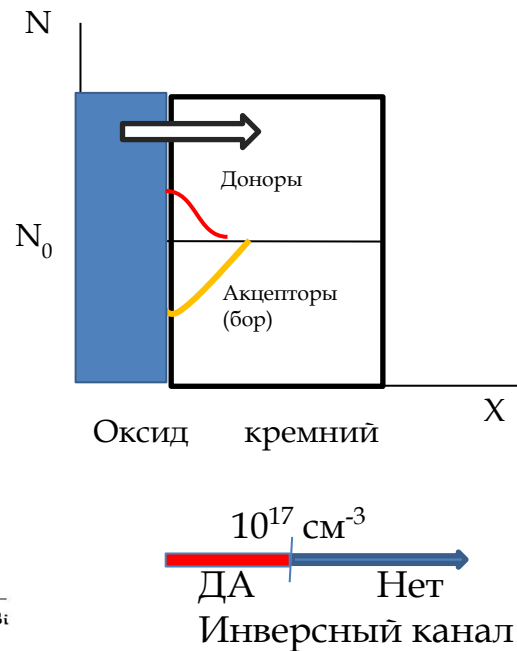
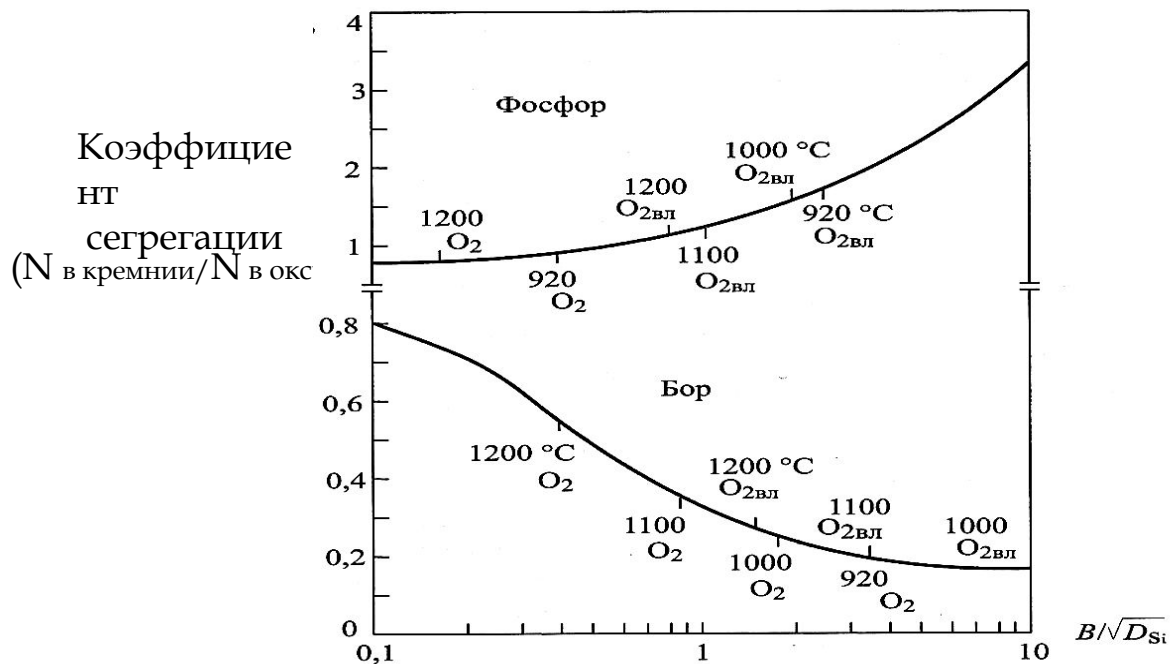
Ширина щели, мкм



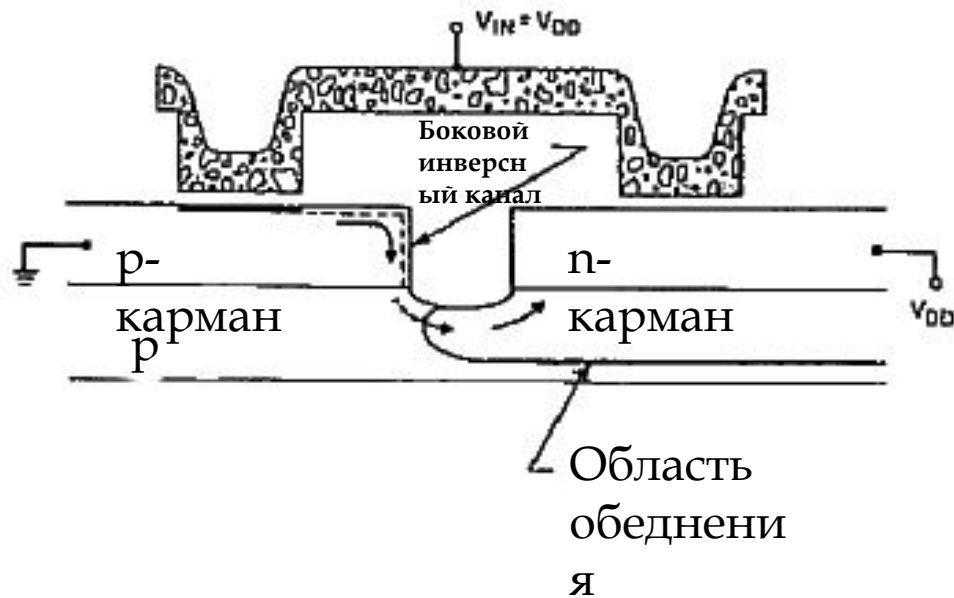
Паразитный МОП транзистор



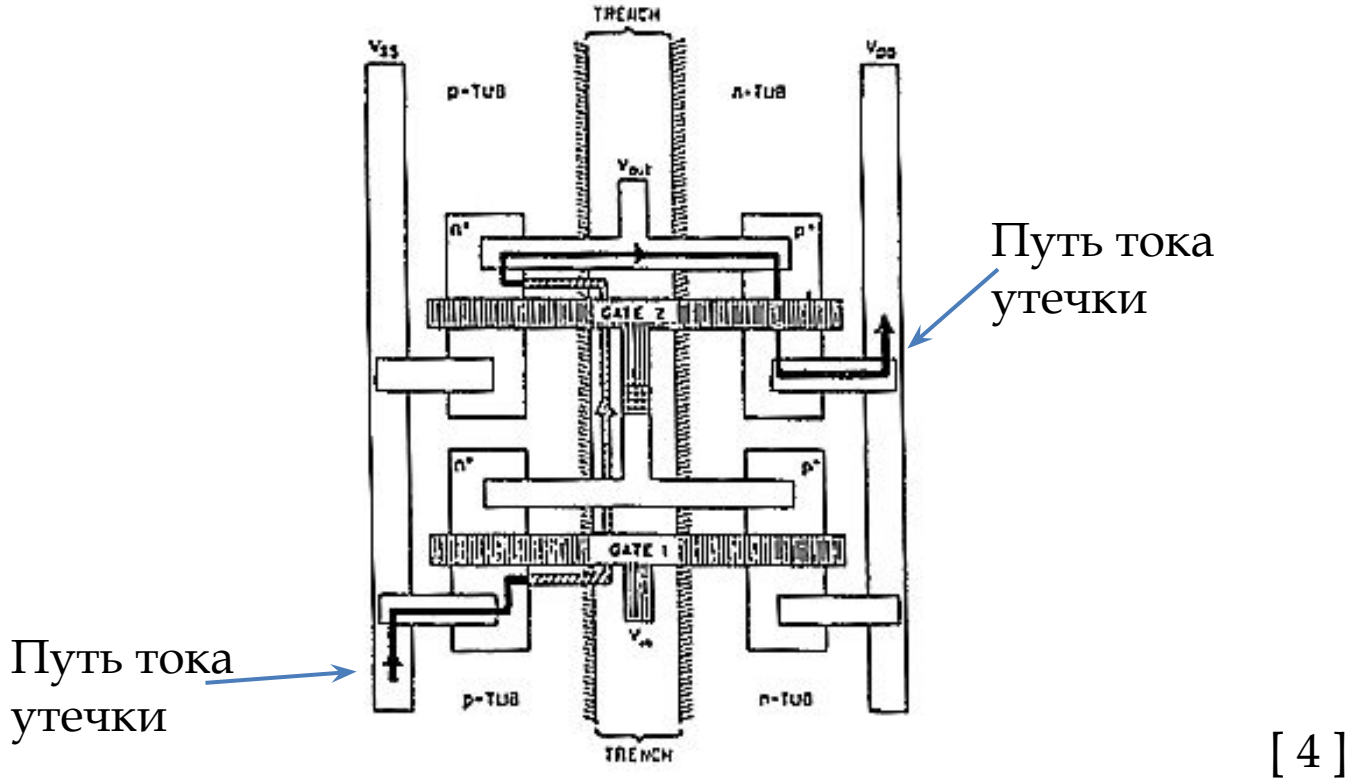
Влияние температуры и среды на перераспределение примеси при окислении кремния



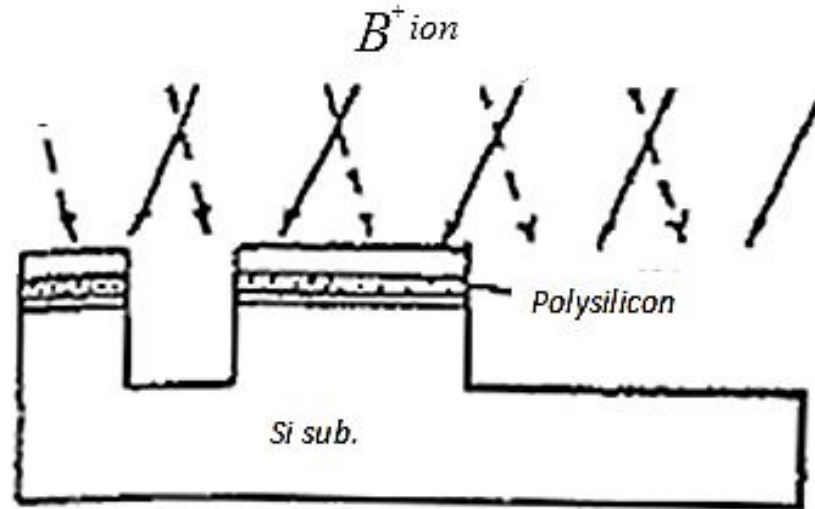
Боковые инверсные каналы



Пути токов утечек в КМОП инверторах



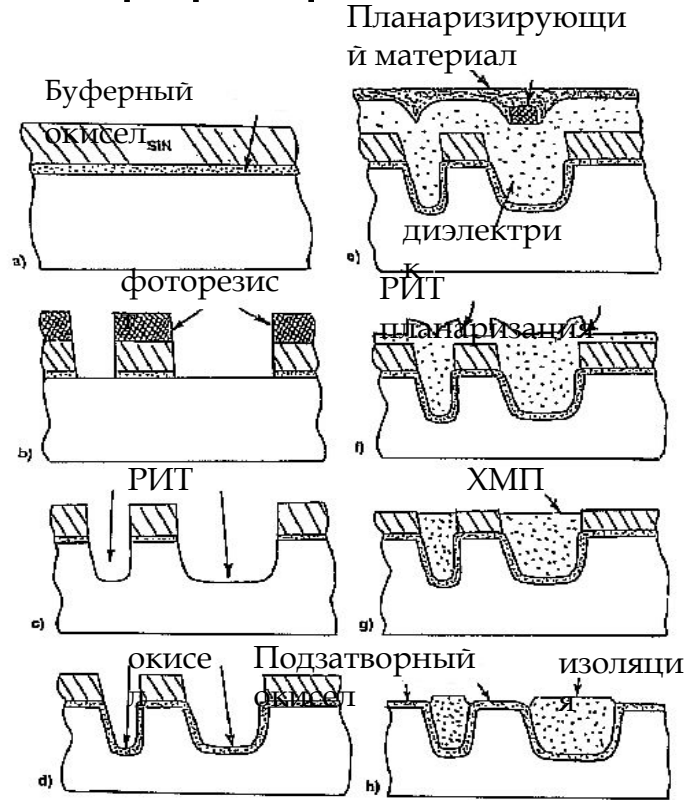
Подлегирование боковых стенок с помощью имплантации бора



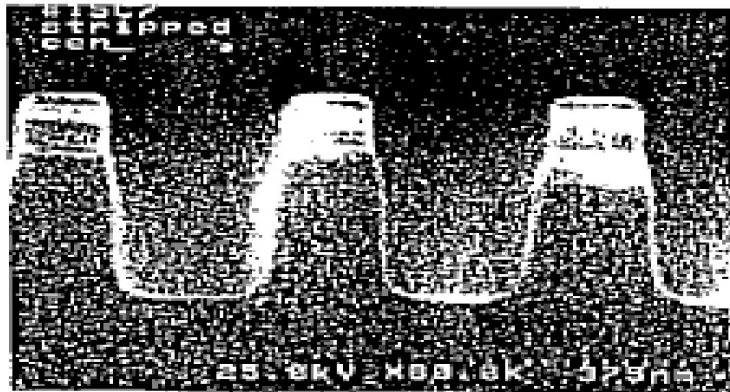
Подлегирование боковых стенок диффузией из поверхностного источника



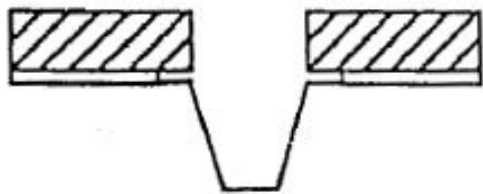
Процесс формирования щелевой изоляции



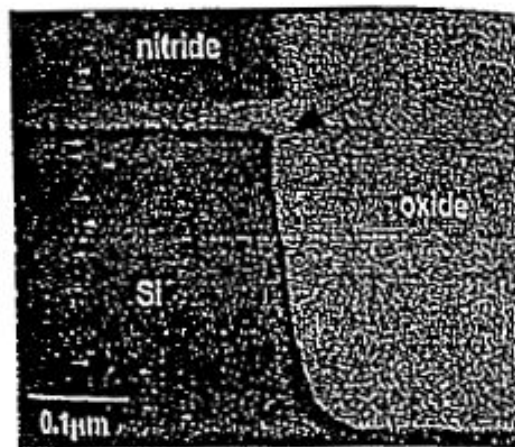
Микрофотография вытравленных щелей



Подтравливание окисла кремния

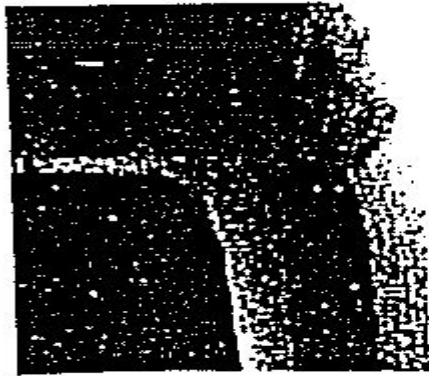


Конфигурация щели



Микрофотография
структуры

Влияние метода окисления на округление угла меза структуры

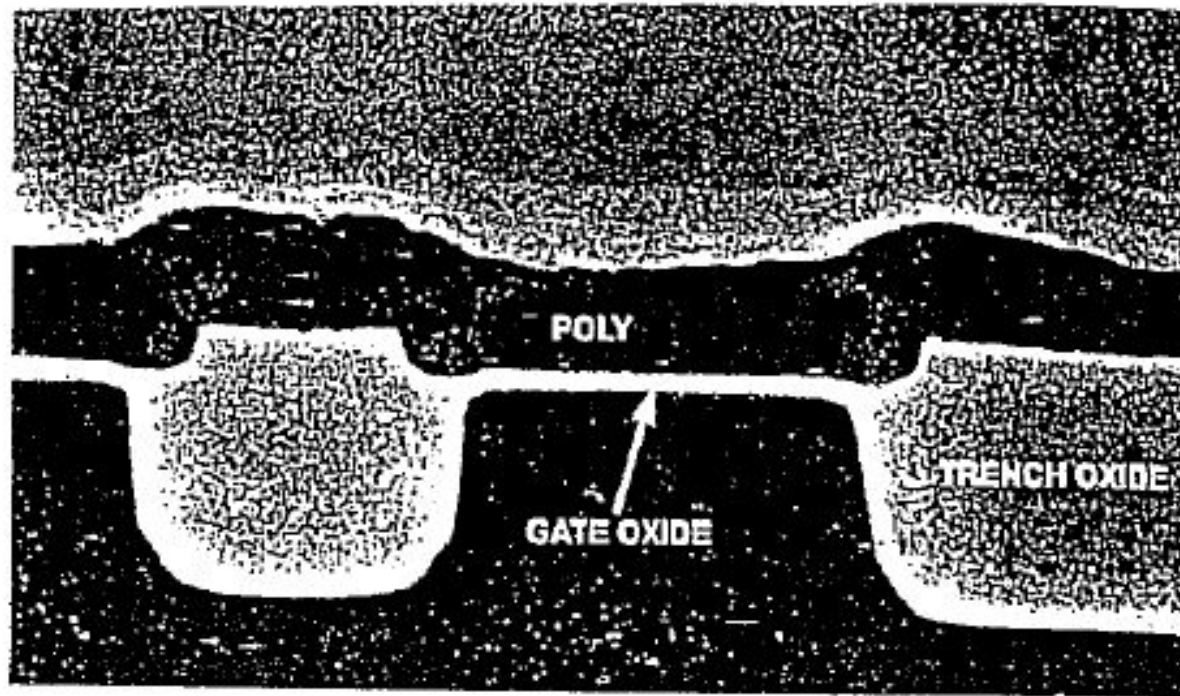


Окислени
е с HCl,
900°C



Быстрое
термическо
е окисление
1100°C

Микрофотография МОП структуры после осаждения поликремния



]

Технологические режимы формирования щелевой ИЗОЛЯЦИИ

<p>Формирование боковой щелевой изоляции</p>	ХО
	<i>Окисление 20 нм (буферный окисел)</i>
	<i>Осаждение нитрида 0.1 мкм (маска)</i>
	Ф/К <АА>
	<i>РИТ нитрида/оксида/кремния (0.32 м)(формирование щели)</i>
	ПХ снятие Ф/Р
	ХО
	<i>Окисление 25 нм</i>
	Ф/К <stiimp>
	<i>ИИ VF2 80 кэВ/2e+12() создание охранной области</i>
	ПХ снятие Ф/Р
	ХО
	<i>Осаждение окисла 0.4 м</i>
	<i>Уплотнение окисла</i>
	<i>СМР (планаризация)</i>
	ХО
	<i>Удаление нитрида/окисла</i>
ХО	
<i>Окисление 10 нм</i>	

Формирование щели

<i>ХО</i>
<i>Окисление 20 нм (буферный окисел)</i>
<i>Осаждение нитрида 0.1 мкм (маска)</i>
<i>Ф/К <АА></i>
<i>РИТ нитрида/оксида/кремния (0.32 м)(формирование щели)</i>
<i>ПХ снятие Ф/Р</i>

Возможно снижение толщины оксида до 10 нм и увеличение толщины нитрида кремния (твердая маска при травлении + стоп-слой при планаризации) до 0,2 мкм.

Создание охранной облаксти

Окисление 25 нм
$\Phi/K <stiimp>$
ИИ BF2 80 кэВ/2e+12() создание охранной облаксти
ПХ снятие Φ/P
ХО

Толщина
термического
о оксида
может быть
увеличена
до 50 нм

Формирование изолирующей области

<i>Осаждение окисла 0.4 м</i>
<i>Уплотнение окисла</i>
<i>СМР (планаризация)</i>
<i>ХО</i>
<i>Удаление нитрида/окисла</i>
<i>ХО</i>
<i>Окисление 10 нм</i>