

# Постоянные запоминающие устройства

Кафедра ВТ

# Постоянные запоминающие устройства ROM (Read-Only Memory)

- Используются для хранения неизменяемой информации: загрузочных программ ОС, программ BIOS, тестовых программ.

Энергонезависимая

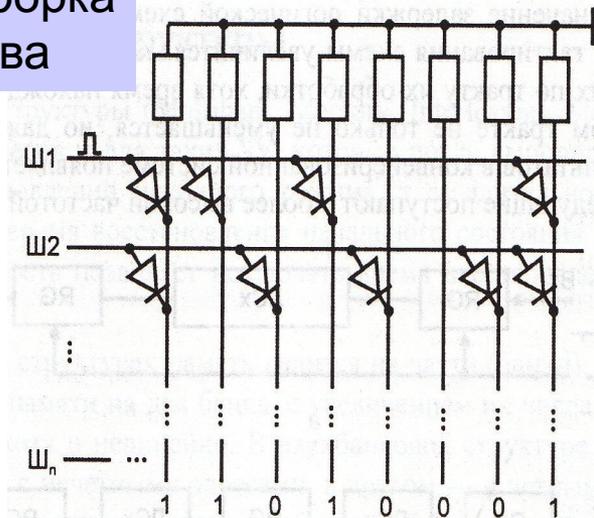
Программируемые при изготовлении – классические ROM

Однократно программируемые после изготовления PROM

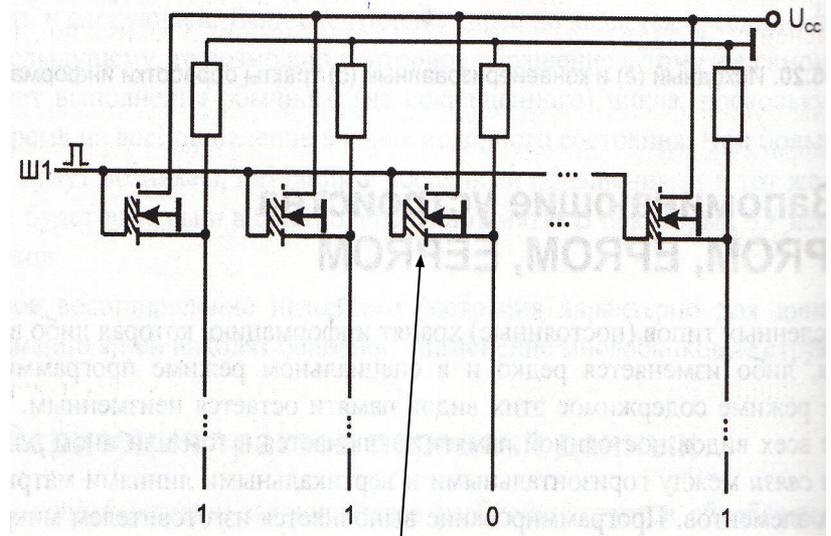
Многokrратно программируемые EPROM

# Классические ПЗУ – масочные диодные и транзисторные, лазерные

Выборка  
слова



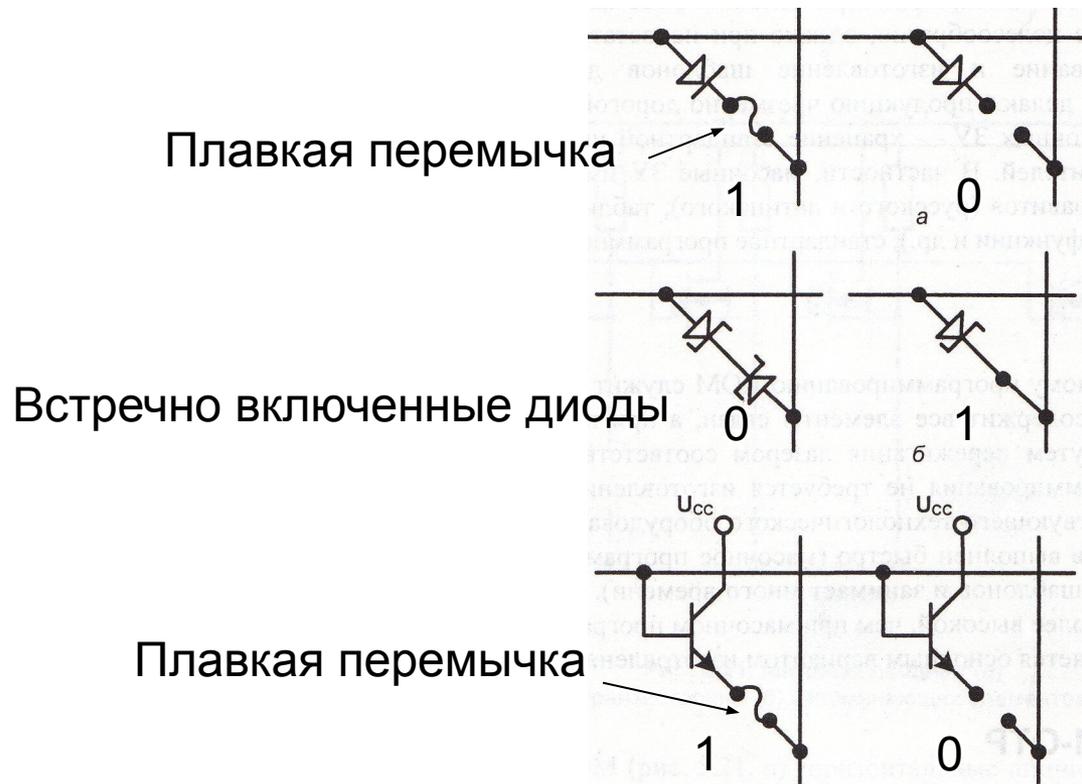
Выборка разряда слова



Увеличивают толщину подзатворного окисла.  
За счет этого транзистор не включается  
при подаче рабочего напряжения.

# Однократно программируемые ПЗУ PROM и EPROM-OTP

- Информация однократно записывается потребителем.



# Многократно программируемые ПЗУ

**EPROM** (Erasable Programmable ROM) – стираемые программируемые ПЗУ.

**EEPROM** (Electrically Erasable Programmable ROM) – электрически стираемые программируемые ПЗУ.

**Флэш-память.**

# EPROM и EEPROM

- Основной режим - чтение, выполняется с большой скоростью.
- Чтобы заменить информацию микросхема выводится из рабочего режима и подвергается воздействию ультрафиолетом или электрическими сигналами. При этом информация удаляется полностью.
- Основа данных ЗУ – МОП транзисторы, над каналами которых созданы области – ловушки способные захватывать и удерживать электрический заряд. Репрограммирование это удаление или создание заряда.

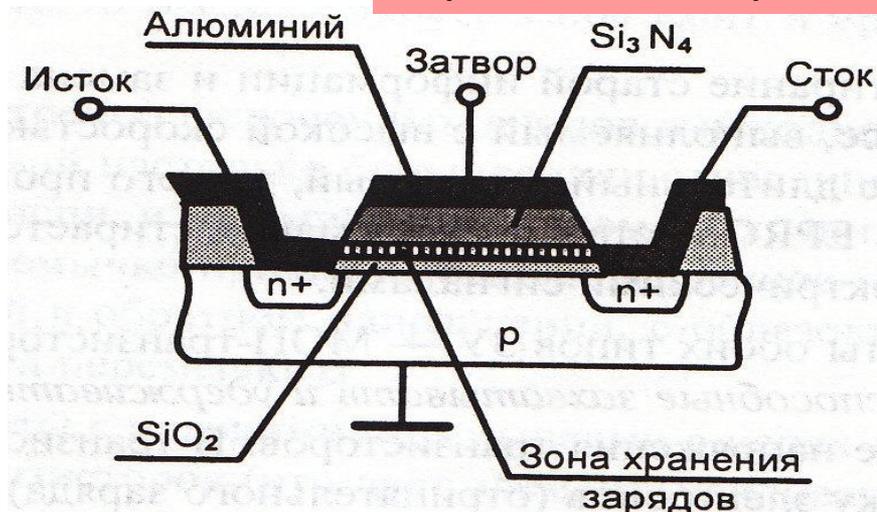
# Структуры транзисторов с зонами хранения зарядов MNOS

(Metal-nitrid-oxide-semiconductor)

ЛОВУШКА1

Отсутствие или наличие заряда создают условия хранения 0 или 1.

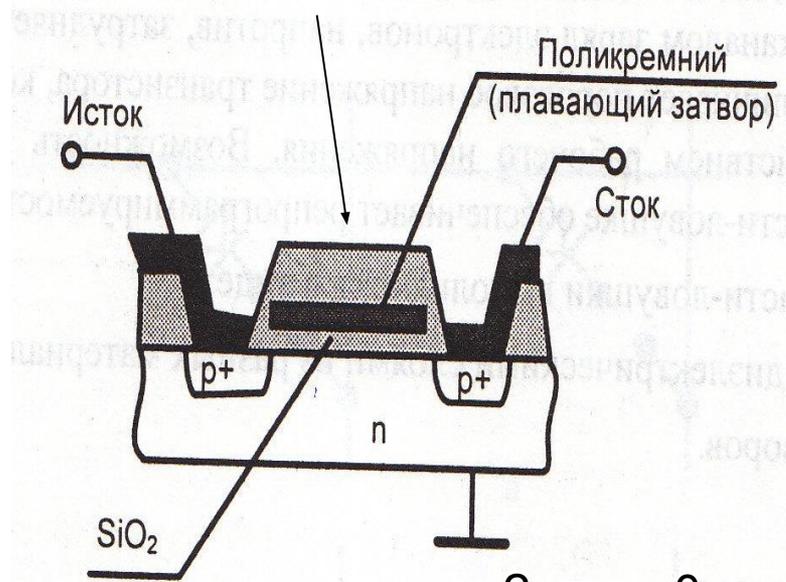
Заряд записывают, создавая под затвором напряженность электрического поля, достаточную для возникновения тунельного перехода электронов через слой двуоксида кремния.



Срок хранения до десятков лет. Количество перезаписей до 1000000.

# Транзисторы с плавающим затвором

Отсутствует управление по затвору.

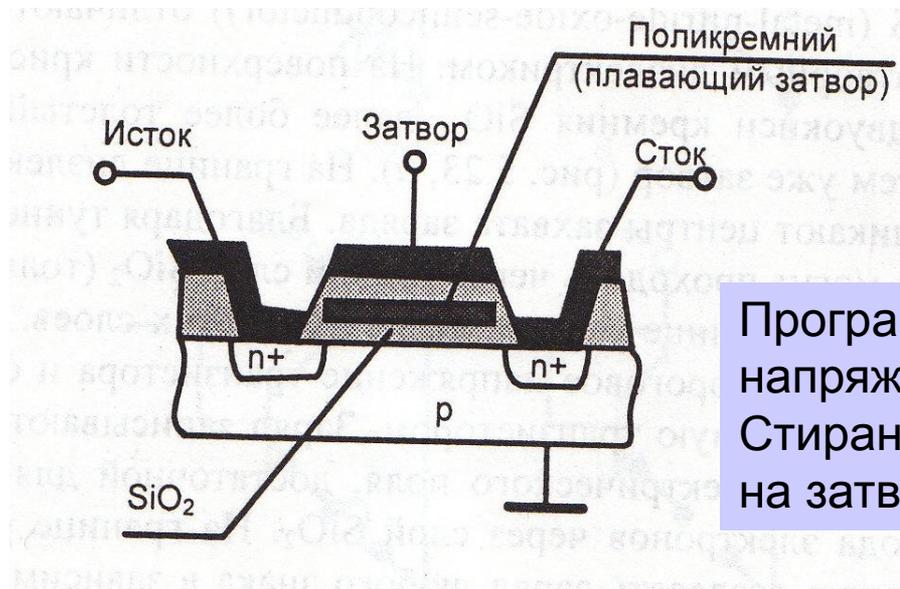


ЛИЗМОП транзистор

Используются в ЗУ с ультрафиолетовым стиранием электрической записью.

Запись 0 – записывается путем приложении к P-n переходу повышенного напряжения и за счет этого в область плавающего затвора вводится заряд инжекцией электронов. За счет этого создается проводящий канал.

# Транзисторы с двумя затворами



Применяется в ЗУ с электрической записью и стиранием.

Программирование - подача высокого напряжения на затвор и сток.  
Стирание – подача низкого напряжения на затвор и высокого на исток.

Заряженный электронам плавающий затвор увеличивает пороговое напряжение транзистора так, что при подаче рабочего напряжения на затвор транзистор не работает, проводящий канал не образуется.

# EPROM и EPROM-OTR

(One Time Programmable)

- Запоминающий элемент состоит из обычного транзистора для выборки адреса и ЛИЗМОП транзистора, выполняющего роль программируемой перемычки.

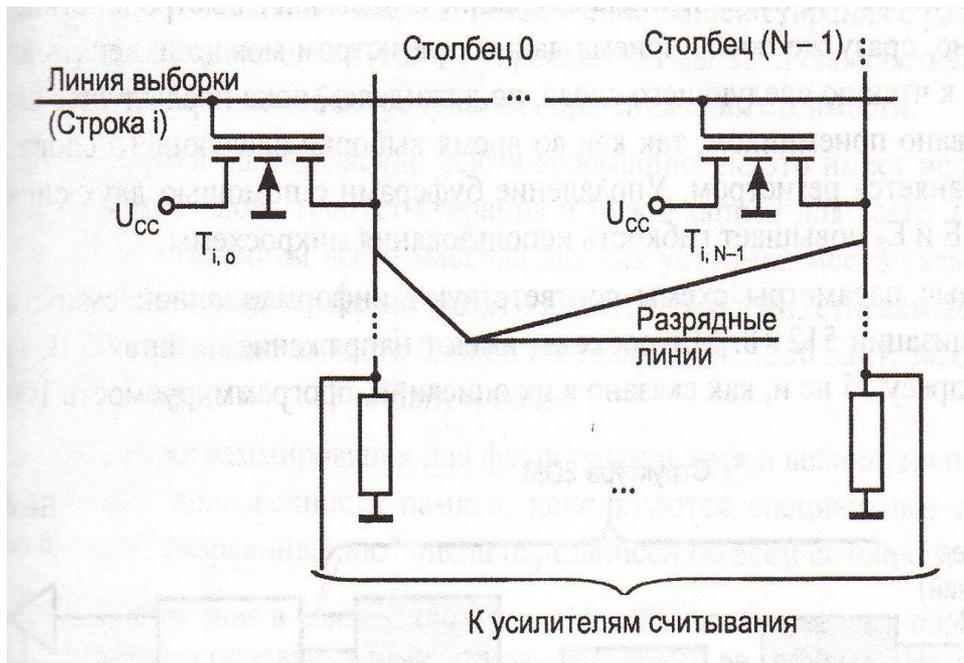
Число циклов УФ стирания ограничено до 1000 раз.

К573 имеет емкость 1 Мбит и время доступа 350 нс.  
Микросхемы имеют специальное окно для УФ лучей.

Современные EPROM  
Обладают емкостью до  
32Мбит и доступом 70-100 нс.

# EEPROM

- Длительность процесса «стирание – запись» значительно меньше , чем у EPROM. Допускает до 100000 циклов.

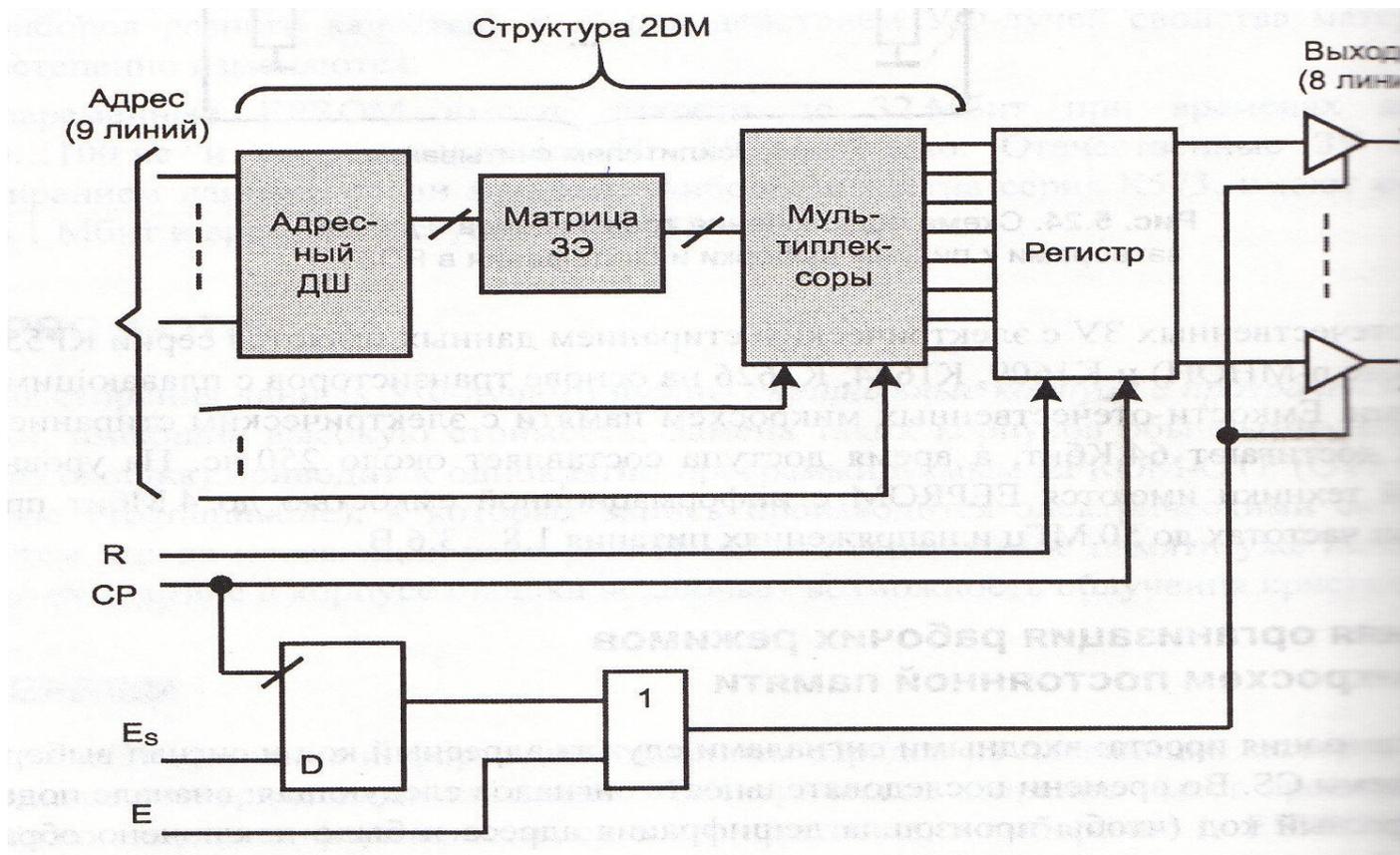


Стирание – запись единиц

Современные EEPROM обладают емкостью до 4 Мбит и работают на 50 МГц.

# Пример структуры EPROM фирмы Cypress Semiconductor

- 4 кбит при организации 512 на 8, время доступа 25 нс.

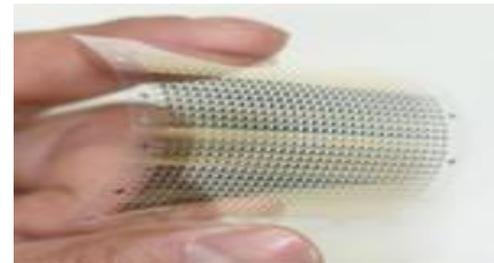
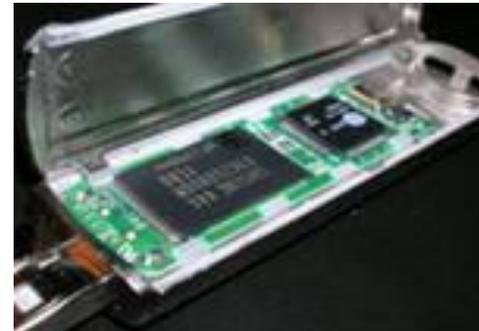


# Флэш- память

- По основным принципам работы сходна с EEPROM, но имеет структурные и технологические особенности. Для заряда плавающих затворов используется лавинная инжекция, а для стирания – тунелирование электронов через тонкий слой диэлектрика (эффект Нордхайма-Фаули).
- Стирание производится блоками.  
Два типа схемотехники

Флэш на основе ИЛИ-НЕ  
NOR

Флэш на основе И-НЕ  
NAND



# Флэш на ячейках ИЛИ-НЕ (NOR)

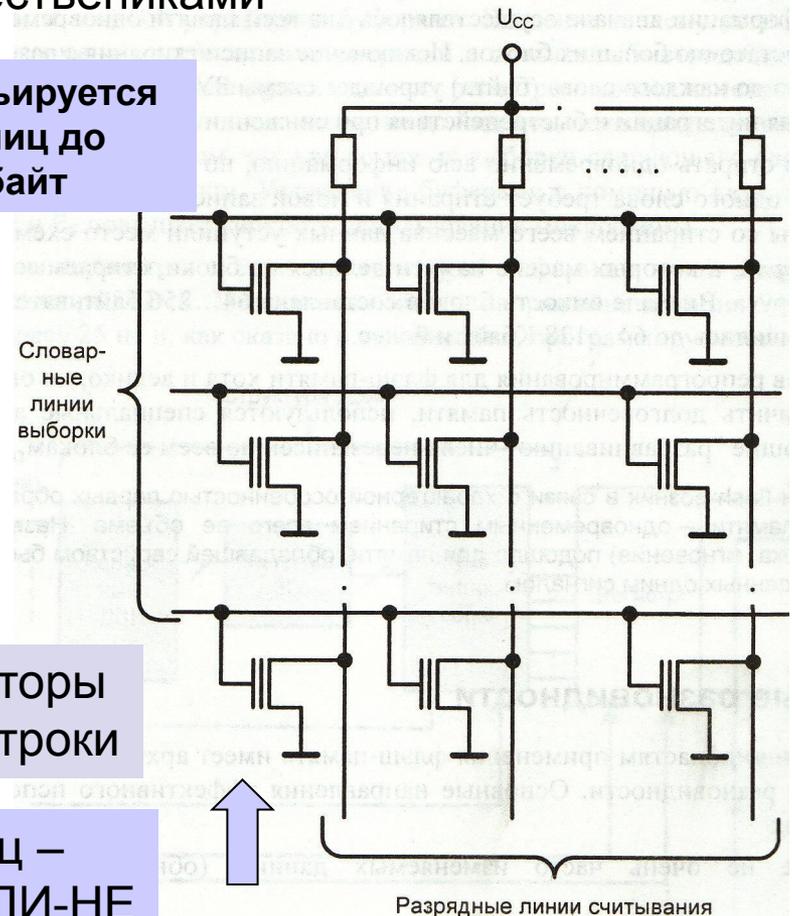
Полезная приемственность с 3У предшественниками

Для NOR микросхем размер стираемого блока варьируется от единиц до сотен кБайт, сектор записи — от единиц до сотен байт, страница чтения — единицы-десятки байт

Количество циклов до 100000  
Время хранения 10-20 лет.

При работе ячейки столбца – все транзисторы заперты, кроме транзистора выбранной строки

Каждый столбец – группа ячеек ИЛИ-НЕ

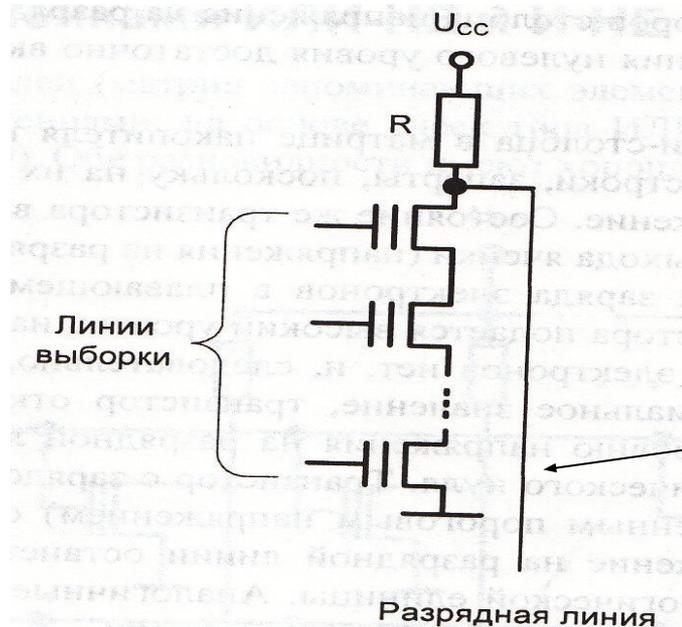


Разрядные линии считывания

# Флэш на ячейках И-НЕ (NAND)

В два раза компактнее, чем флэш на или-не

Микросхема NAND может иметь размер стираемого блока в сотни кБайт, размер страницы записи и чтения 4 кБайт.



Для считывания состояния адресованного транзистора все остальные должны быть открыты.

Состояние разрядной линии определяется состоянием одного транзистора в линии.