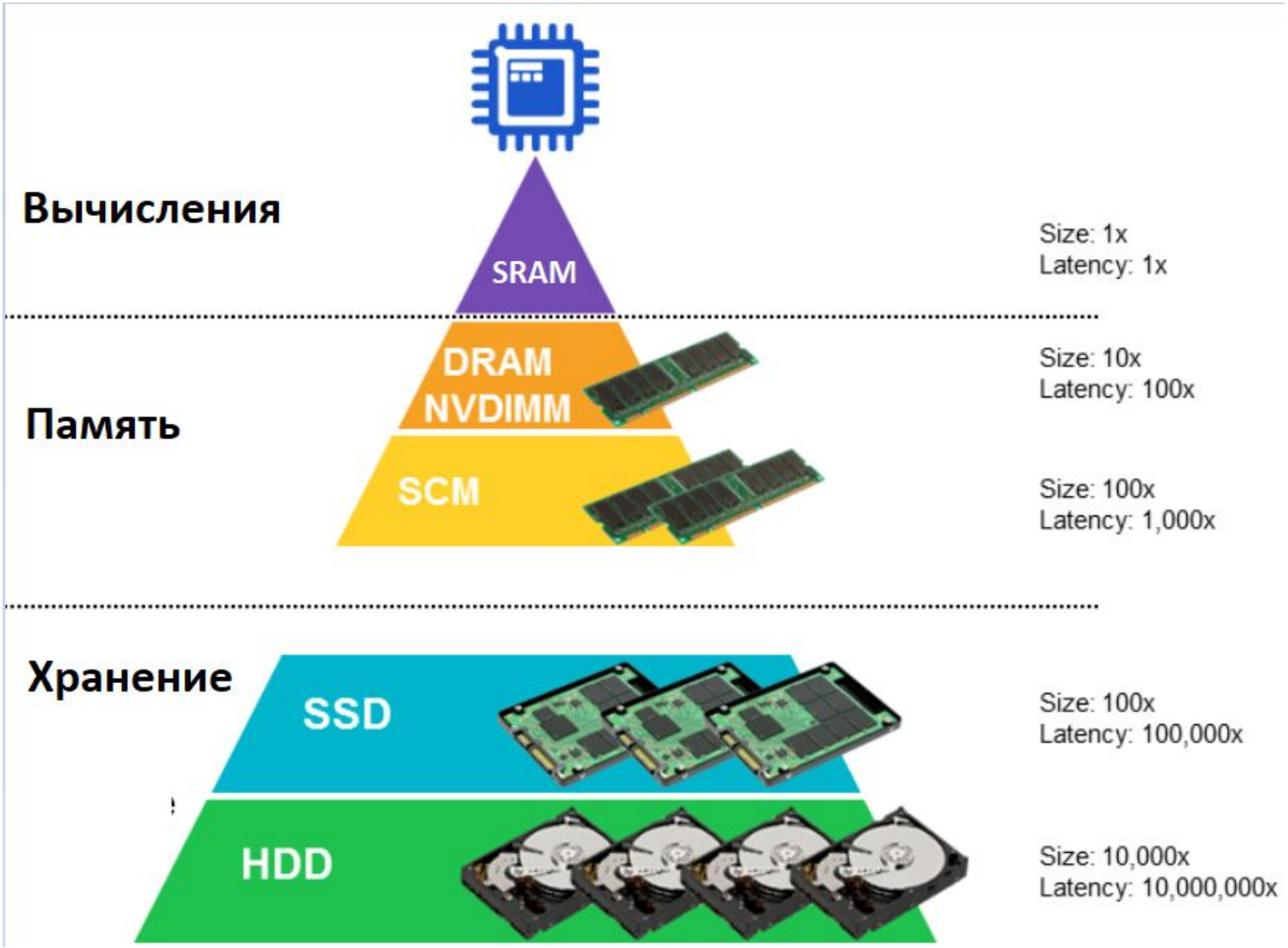
Память и ее применение.

Память - физическое устройство или среда для хранения данных, используемая в вычислениях систем.

Использование памяти для хранения:

- Кода программы;
- Констант;
- Переменных;
- Результатов работы системы;



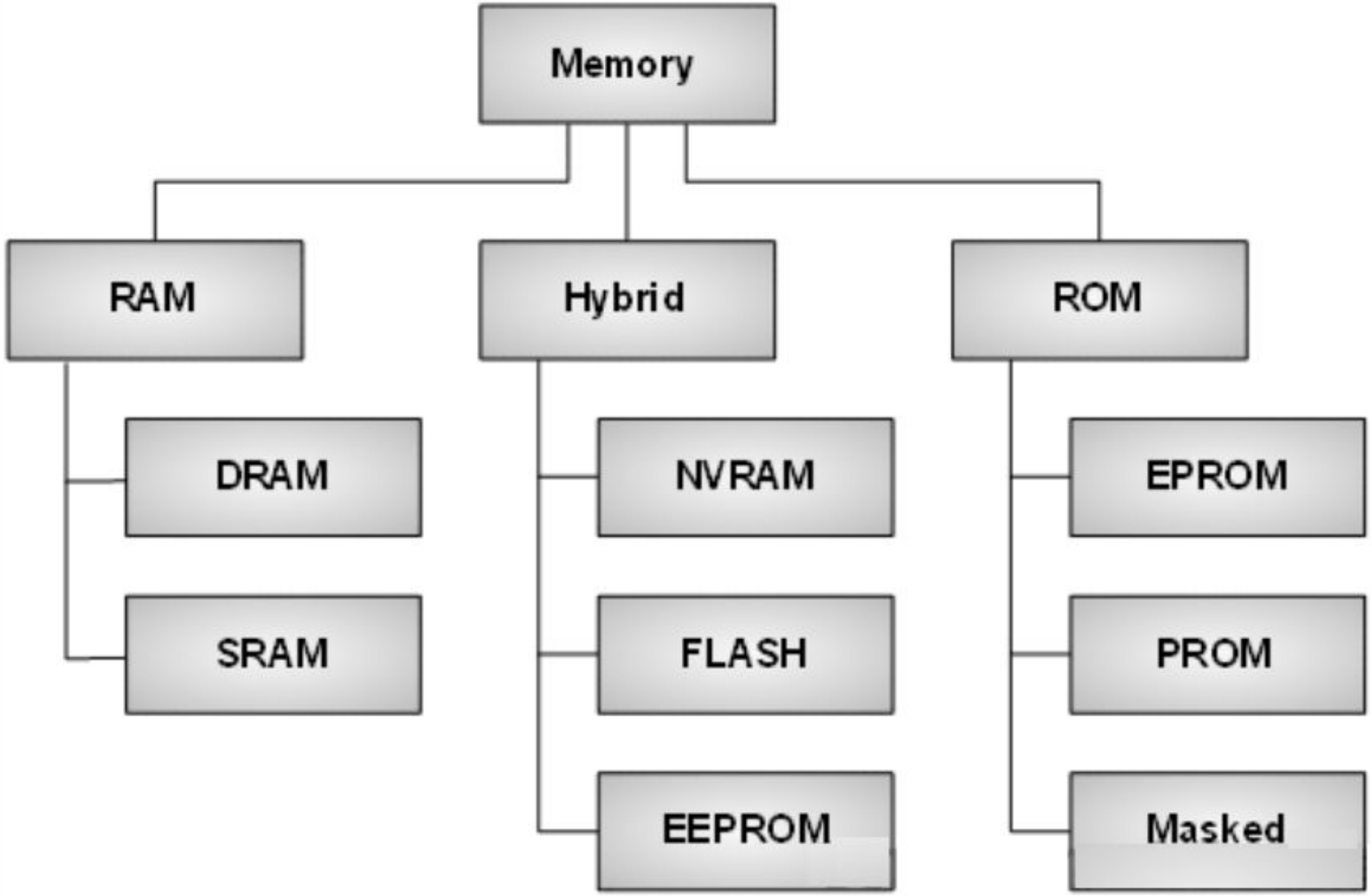
Память хранения данных

- Память соединяется с управляющим памятью контроллером (устройством управления памятью) по шине адреса, шине данных и шине управления.
- Разрядность шины данных определяет, сколько двоичных разрядов одновременно (параллельно) может быть считано из памяти.
- Каждый двоичный разряд (1 бит) хранится элементом памяти.
- Элементы для памяти различного типа строятся на основе различных физических принципов записи и хранения информации.
- Элементы памяти объединяются в ячейки памяти. При этом все элементы ячейки адресуются одновременно, одинаково и организованы так, что одновременно могут выдавать данные на шину данных. Такие объединенные ячейки образуют слово.
- Количество разрядов данных считываемых из памяти одновременно, называют длиной выборки.
- Для хранения 1 байта используется 8 элементов памяти, восьмибитные ячейки памяти организованы с использованием шины данных шириной 8 линий.

Характеристики памяти

- **Емкость памяти** определяет максимальное количество хранимой в памяти информации и измеряется в битах, байтах, килобайтах (кБ), мегабайтах (МБ), гигабайтах (ГБ), терабайтах (ТБ) и т.д.
- **Удельная емкость** определяется как отношение емкости памяти к физически занимаемому ею объему.
- **Плотность записи** информации определяется как количество информации приходящееся на единицу площади носителя информации или на единицу длины носителя информации.
- **Время доступа к памяти.** Быстродействие памяти определяется продолжительностью выполнения операций при обращении к памяти. Разделяют на время доступа при записи и время доступа при чтении.
- **Пропускная способность памяти** (Bandwidth) характеризует скорость передачи данных, которую может обеспечить организация памяти. Измеряется пропускная способность памяти в килобайтах в секунду (кБ/с), мегабайтах в секунду (МБ/с), гигабайтах в секунду (ГБ/с).
- **Надежность** запоминающего устройства определяется вероятностью его безотказной работы в заданный интервал времени.

Виды памяти


Memory
RAM
Hybrid
ROM
DRAM
SRAM
NVRAM
FLASH
EEPROM
EPROM
PROM
Masked

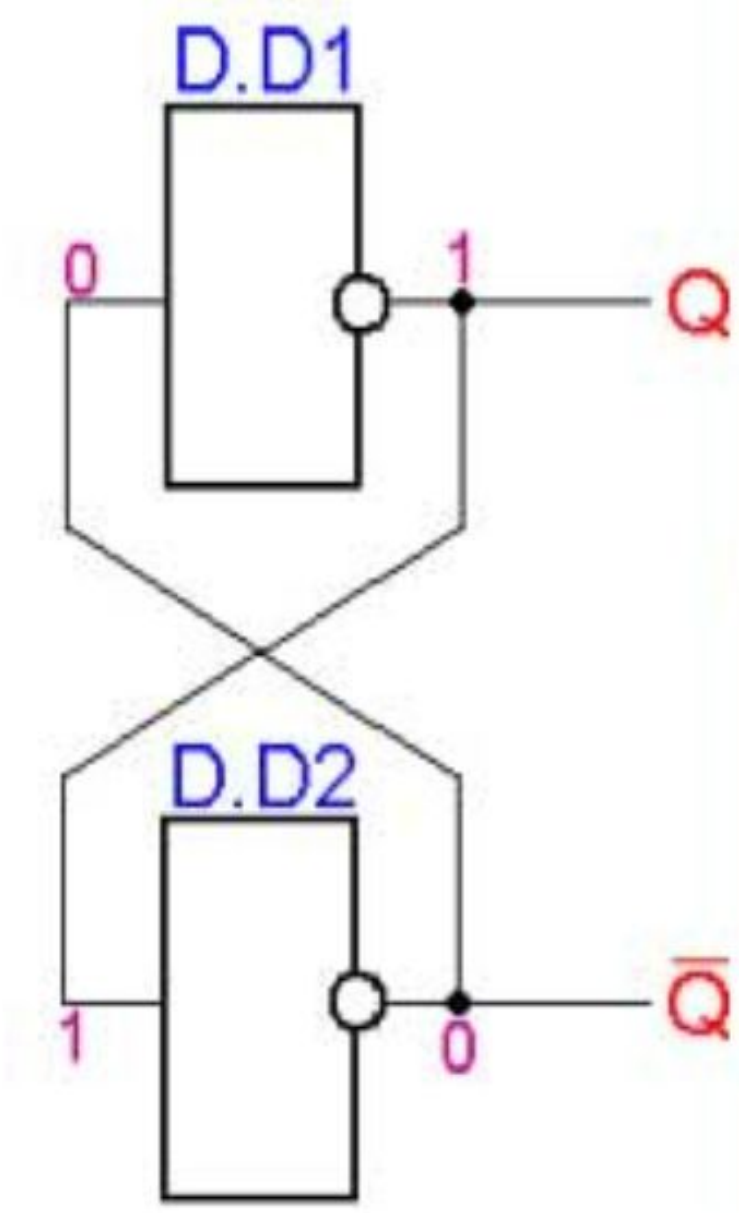
Статическая память SRAM

- Ядро микросхемы статической оперативной памяти (SRAM - Static Random Access Memory) представляет собой совокупность триггеров - логических устройств, имеющих два устойчивых состояния, одно из которых условно соответствует логическому нулю, а другое - логической единице.
- Каждый триггер хранит один бит информации.
- Состояния триггера устойчивы и при наличии питания могут сохраняться бесконечно долго.
- Триггер, обладая мизерной инертностью, работает на частотах вплоть до нескольких ГГц.
- К недостаткам триггеров следует отнести их высокую стоимость и низкую плотность хранения информации.

Статическая память SRAM

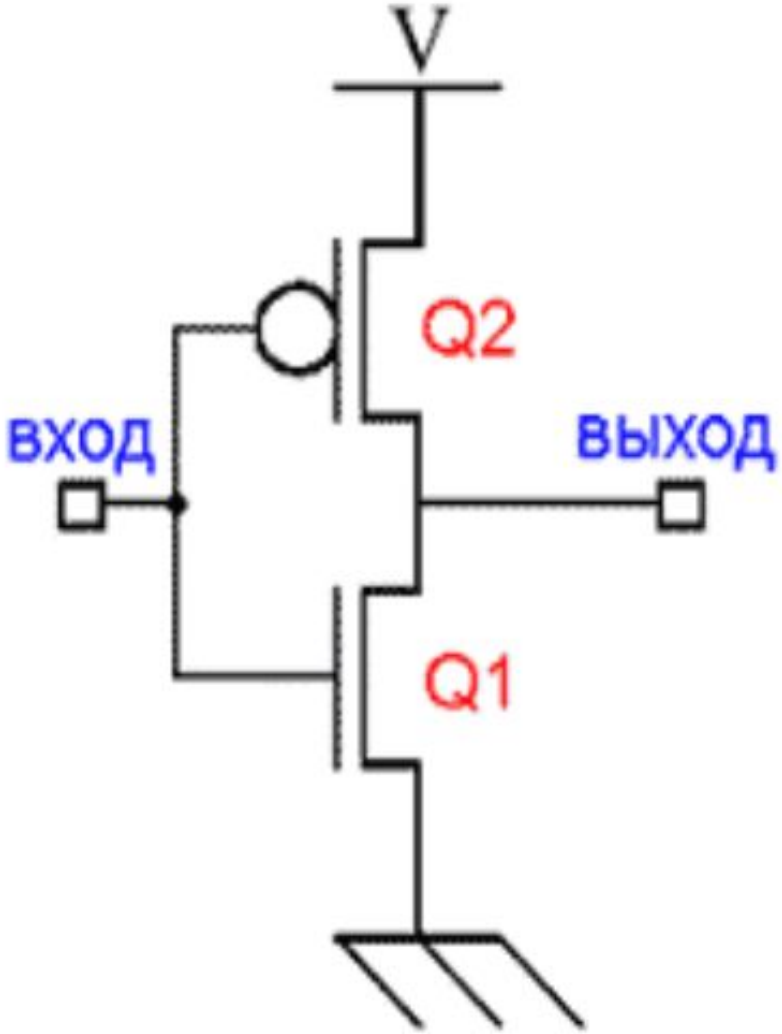
Ячейка памяти - триггер состоит из двух логических элементов "НЕ" (инверторов), соединенных по типу "защелки".

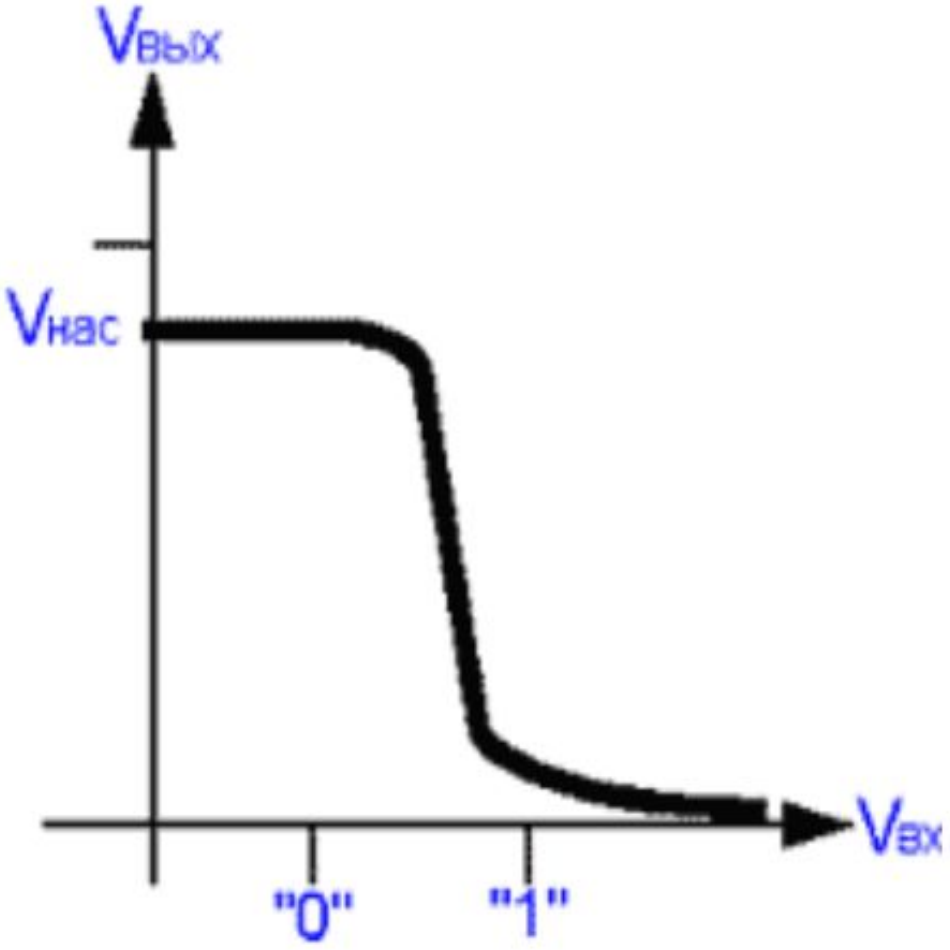
Если подать на линию Q сигнал, соответствующий единице, то, пройдя сквозь элемент D.D2 он обратится в ноль. Но, поступив на вход следующего элемента, D.D1 - этот ноль вновь превратится в единицу. Поскольку, выход элемента D.D1 подключен ко входу элемента D.D2, то даже после исчезновения сигнала с линии Q, он будет поддерживать себя самостоятельно, т.е. триггер перейдет в устойчивое состояние.



Статическая память SRAM

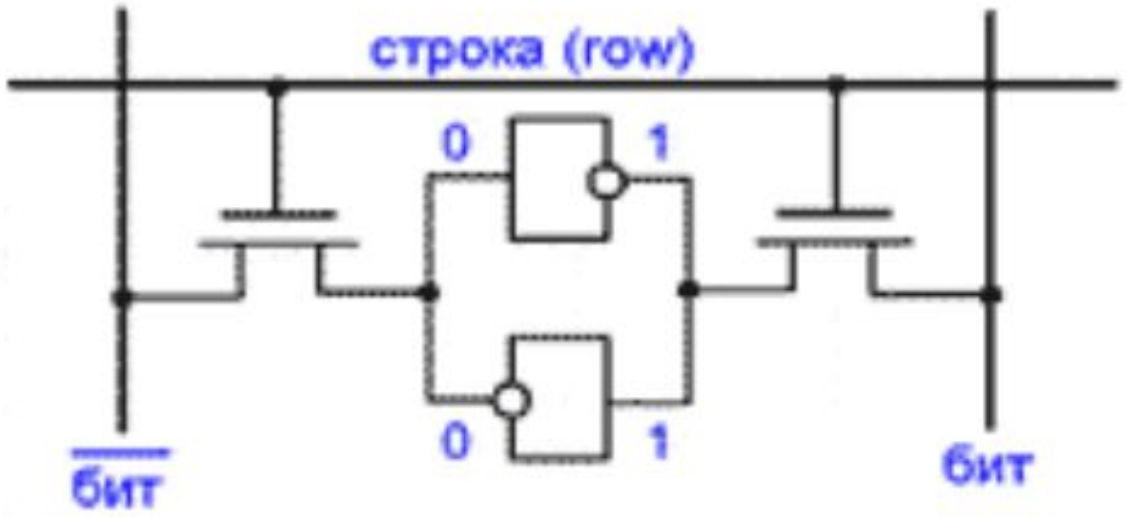
Схема простейшего инвертора, сконструированного из двух последовательно соединенных комплементарых (взаимно дополняемых) CMOS-транзисторов - p- и n-канального.

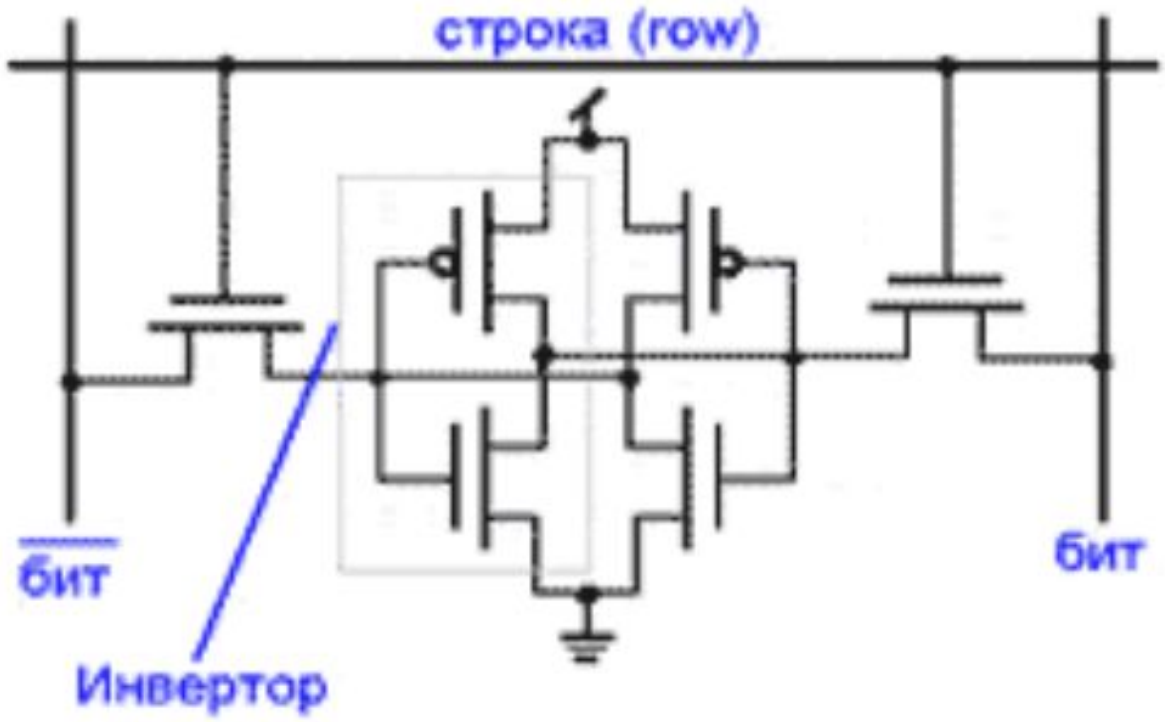




Статическая память SRAM

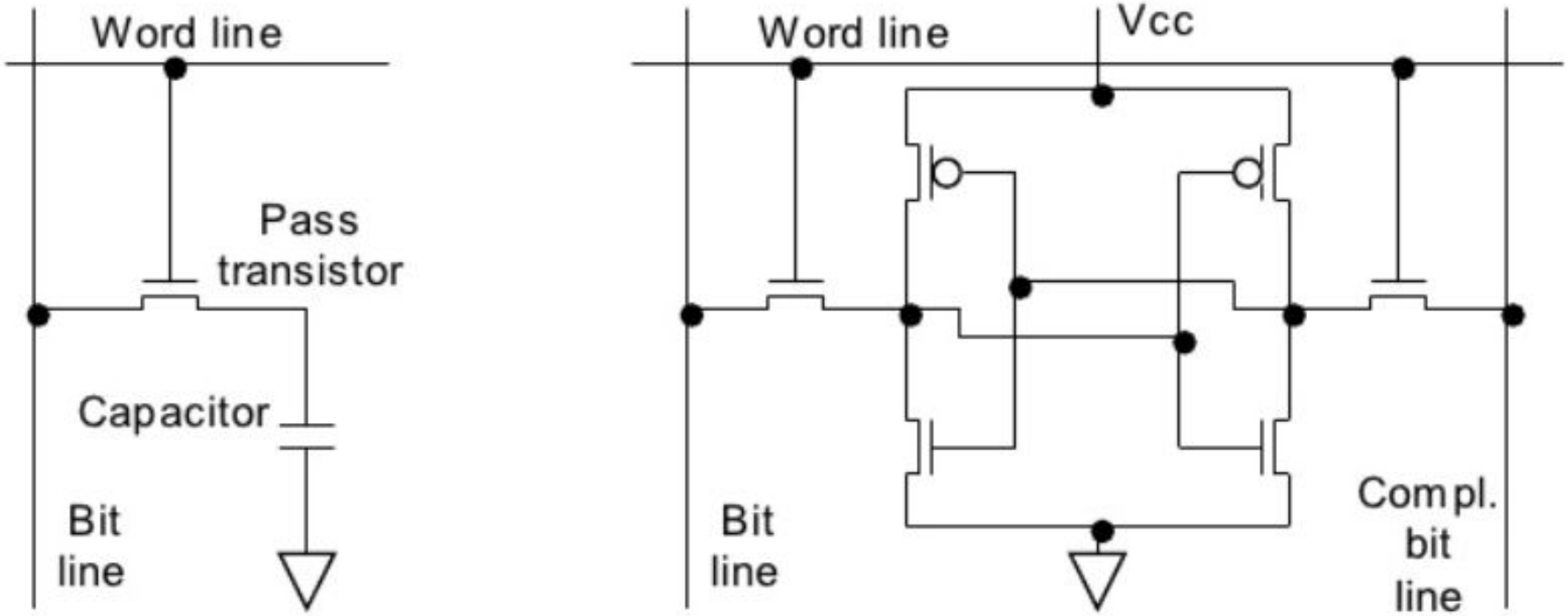
Ячейка статической памяти управляется двумя сигналами. Триггер, имеет раздельные входы для записи логического нуля и единицы соответственно. Таким образом, на ячейку статической памяти расходуется целых шесть транзисторов - четыре идут, собственно, на сам триггер и еще два - на управляющие "защелки".





Динамическая память DRAM

Главный недостаток статической памяти – большое количество элементов в каждой ячейке, прямо транслирующееся в высокую стоимость, а также в большие габариты. Для того, чтобы преодолеть этот недостаток (а на самом деле еще и огромные габариты повсеместно использовавшейся в шестидесятых и начале семидесятых памяти на магнитных сердечниках) была придумана динамическая память.



(a) DRAM cell (b) Typical SRAM cell

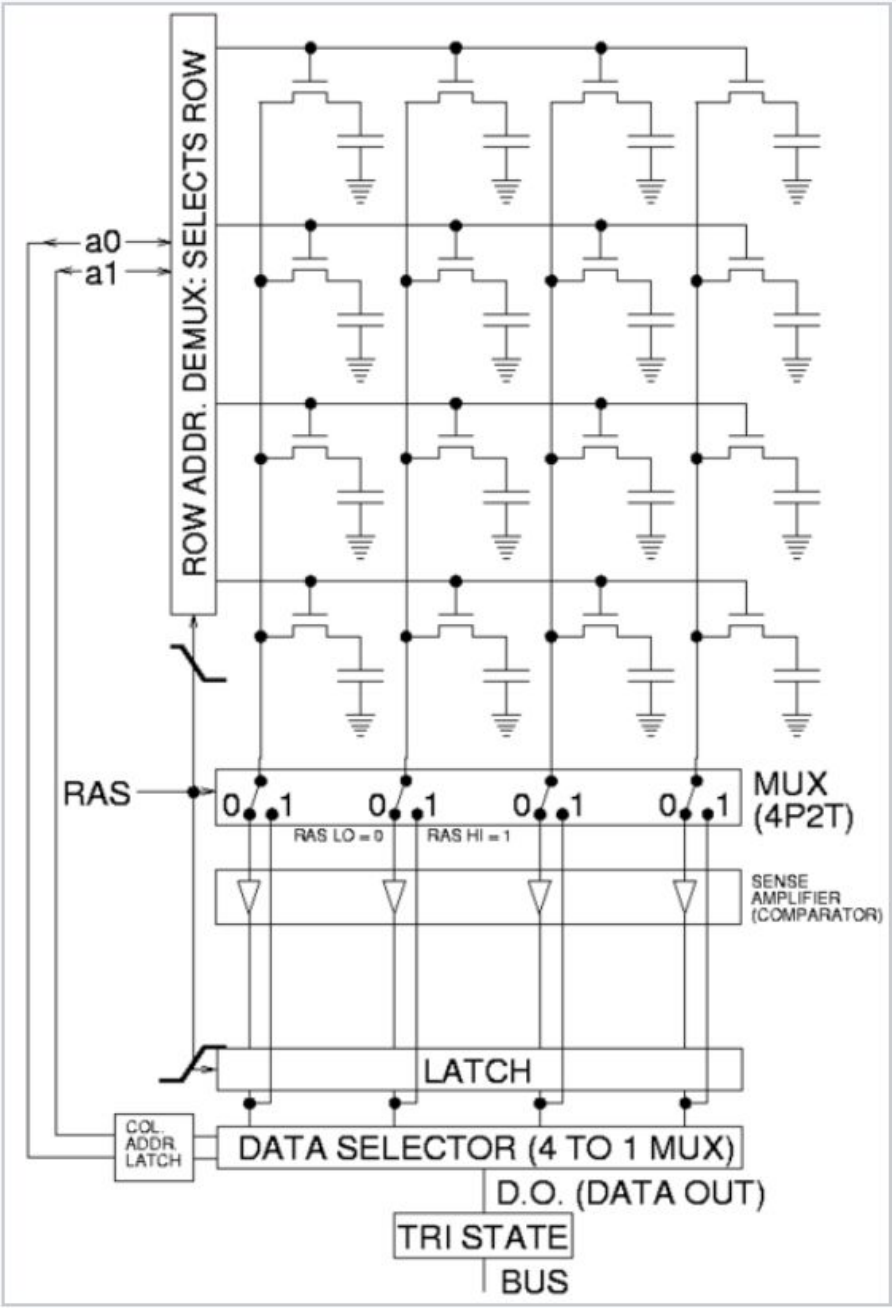
Динамическая память DRAM

- На физическом уровне память DRAM представляет собой набор ячеек, способных хранить информацию.
- Ячейки состоят из конденсаторов и транзисторов, расположенных внутри полупроводниковых микросхем памяти.
- Конденсаторы заряжают при записи в ячейку единичного бита и разряжают при записи в ячейку нулевого бита.
- При прекращении подачи электроэнергии конденсаторы разряжаются, и память обнуляется (опустошается).
- Для поддержания необходимого напряжения на обкладках конденсаторов (для сохранения данных) конденсаторы необходимо периодически подзаряжать.
- Подзарядку выполняют путём подачи на конденсаторы напряжения через коммутирующие транзисторные ключи.
- Необходимость постоянной зарядки конденсаторов (динамическое поддержание заряда конденсаторов) является основополагающим принципом работы памяти типа DRAM.

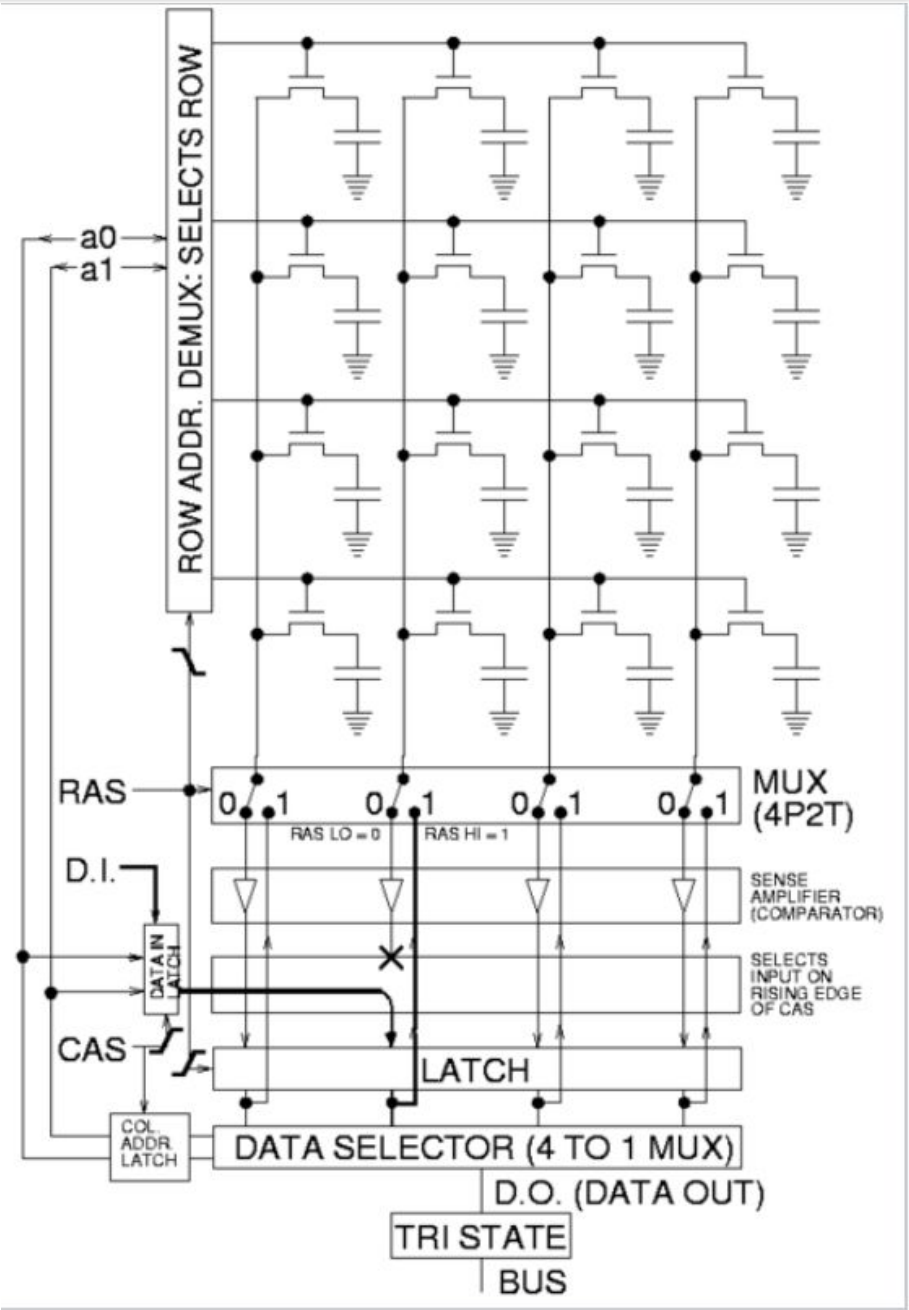
Динамическая память DRAM

- Важным элементом памяти типа DRAM является чувствительный усилитель-компаратор, подключённый к каждому из столбцов «прямоугольника».
- При чтении данных из памяти усилитель-компаратор реагирует на слабый поток электронов, устремившихся через открытые транзисторы с обкладок конденсаторов, и считывает одну строку целиком.
- Чтение и запись выполняются построчно.
- Обмен данными с отдельно взятой ячейкой невозможен.

Динамическая память DRAM



Принцип действия чтения и записи DRAM для простого массива 4×4



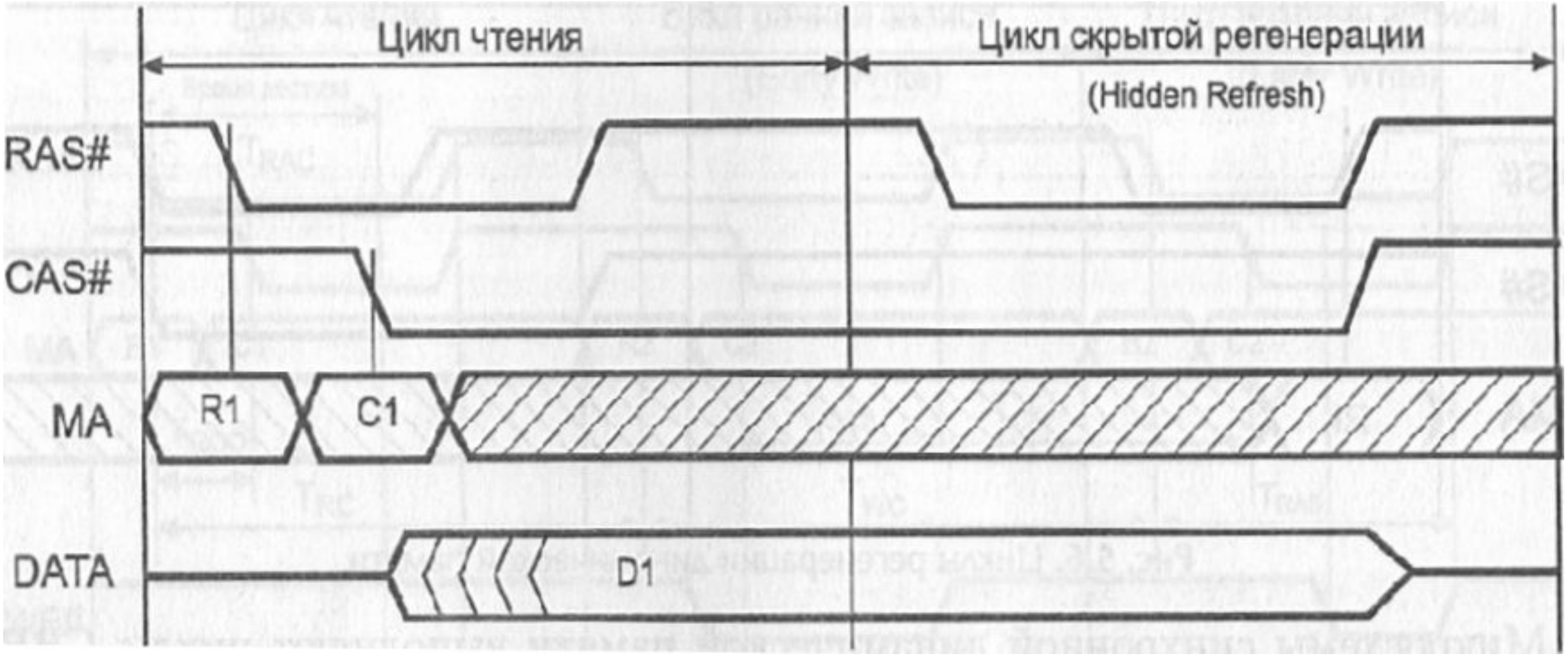
Динамическая память DRAM

Регенерация

В отличие от статической памяти, конструктивно более сложной, более дорогой, более быстрой и применяемой в основном в кеш-памяти, медленная, но дешёвая динамическая память (DRAM) изготавливается на основе конденсаторов небольшой ёмкости. Такие конденсаторы быстро теряют заряд, поэтому во избежание потерь хранимых данных конденсаторы приходится подзаряжать через определённые промежутки времени.

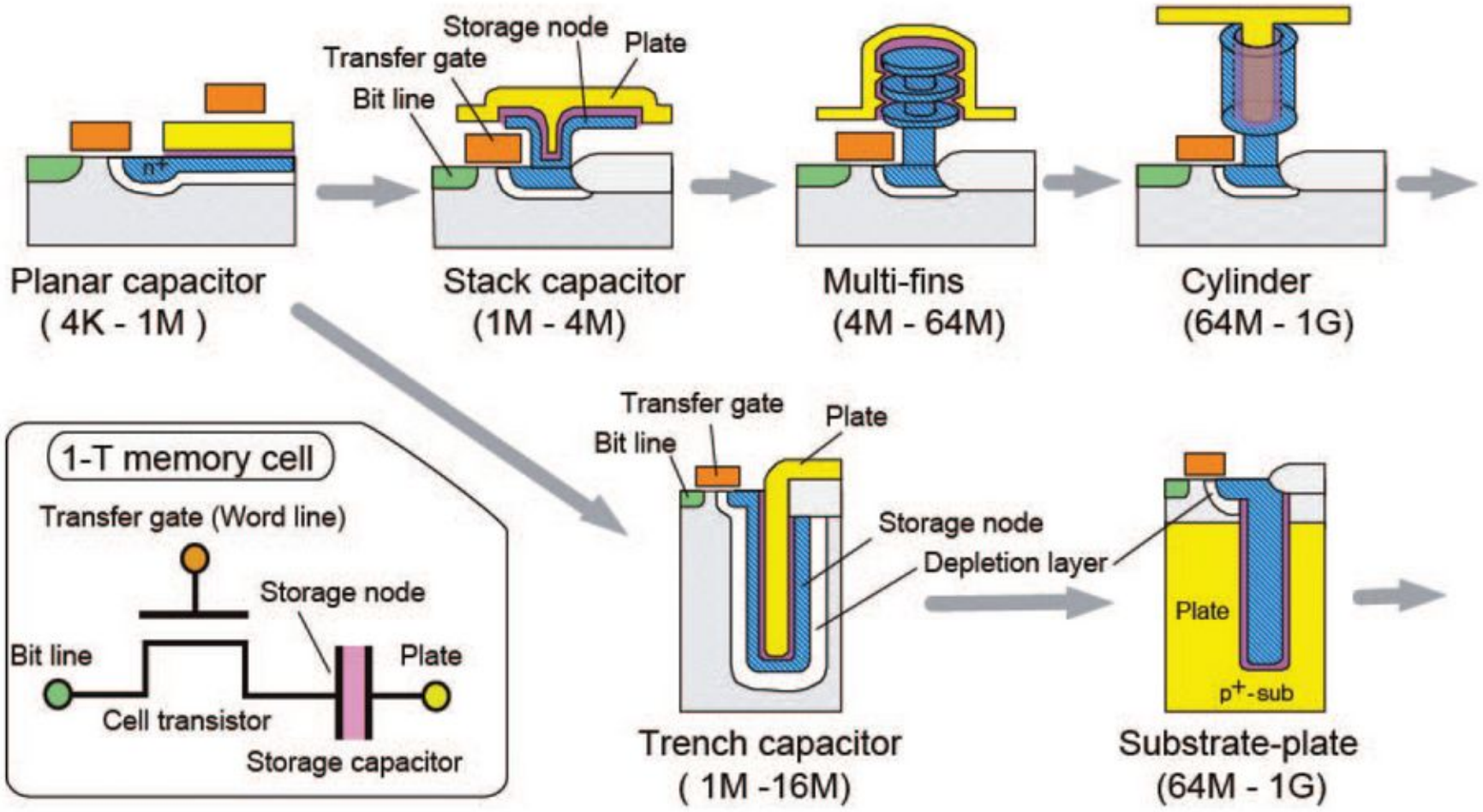
Этот процесс называется регенерацией памяти, осуществляется специальным контроллером, установленным либо на материнской плате, либо на кристалле центрального процессора. На протяжении времени, называемого шагом регенерации, в DRAM перезаписывается целая строка ячеек, и через 8—64 мс обновляются все строки памяти.

Динамическая память DRAM



Динамическая память DRAM

В самых первых чипах использовалась просто МОП-емкость, крайне похожая по конструкции на транзистор. В современных чипах DRAM конденсатор для экономии площади располагается не горизонтально, а вертикально, под или над транзисторо



Энергонезависимая память

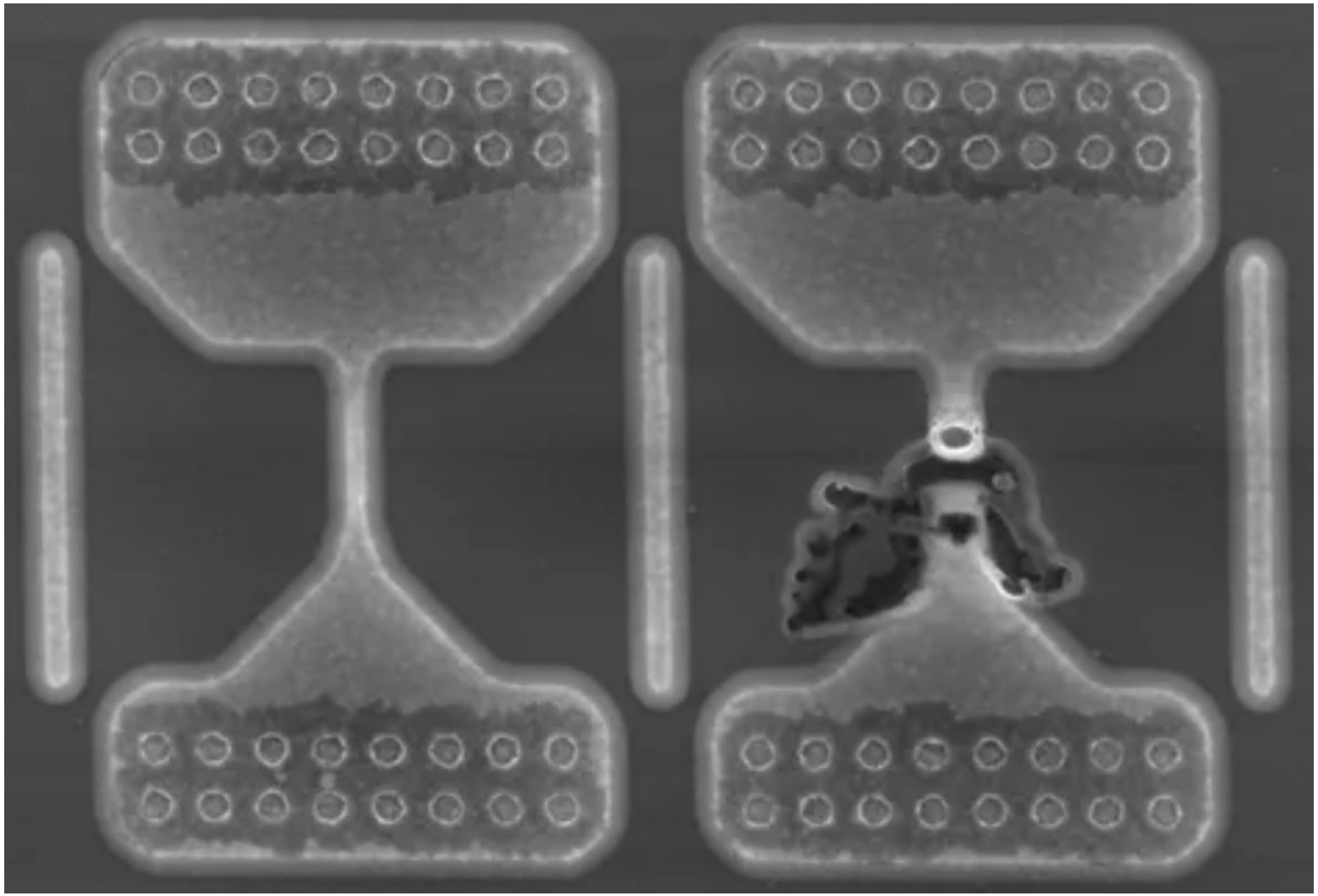
Главный недостаток как SRAM, так и DRAM – то, что информация в них пропадает в случае, если им отключить питание.

Лишенная этого недостатка энергонезависимая память прошла длинный путь эволюции.

Тип	Энерго-зависи-мость?	Возмож-ность записи?	Размер Стирае-мого	Макс. кол-во циклов стирания	Цена за байт	Скорость
SRAM	Да	Да	Байт	Неограни-ченно	Дорого	Быстро
DRAM	Да	Да	Байт	Неограни-ченно	Умеренно	Умеренно
Masked ROM	Нет	Нет	отсутствует	отсутствует	Недорого	Быстро
PROM	Нет	Один раз, с прогр. устройством	отсутствует	Отсутствует	Умеренно	Быстро
EPROM	Нет	Да, с прогр. устройством	Чип целиком	Ограниченно (сверьтесь с докумен-тацией)	Умеренно	Быстро
EEPROM	Нет	Да	Байт	Ограниченно (сверьтесь с докумен-тацией)	Дорого	Быстрое чтение, медленные стирание/ запись
Flash	Нет	Да	Сектор	Ограниченно (сверьтесь с докумен-тацией)	Умеренно	Быстрое чтение, медленные стирание/ запись
NVRAM	Нет	Да	Байт	Неограни-ченно	Дорого (SRAM + батарея)	Быстро

Энергонезависимая память PROM

PROM – это однократно программируемая память, память на пережигаемых перемычках.
Имеется структура (транзистор или резистор), которая может быть необратимо разрушена, превратившись в короткое замыкание или разрыв цепи. Чтение такой памяти выглядит как проверка на наличие замыкания или разрыва, а запись возможна только один раз, потому что изменение структуры необратимо.



Энергонезависимая память MaskROM

MaskROM - Масочные ПЗУ

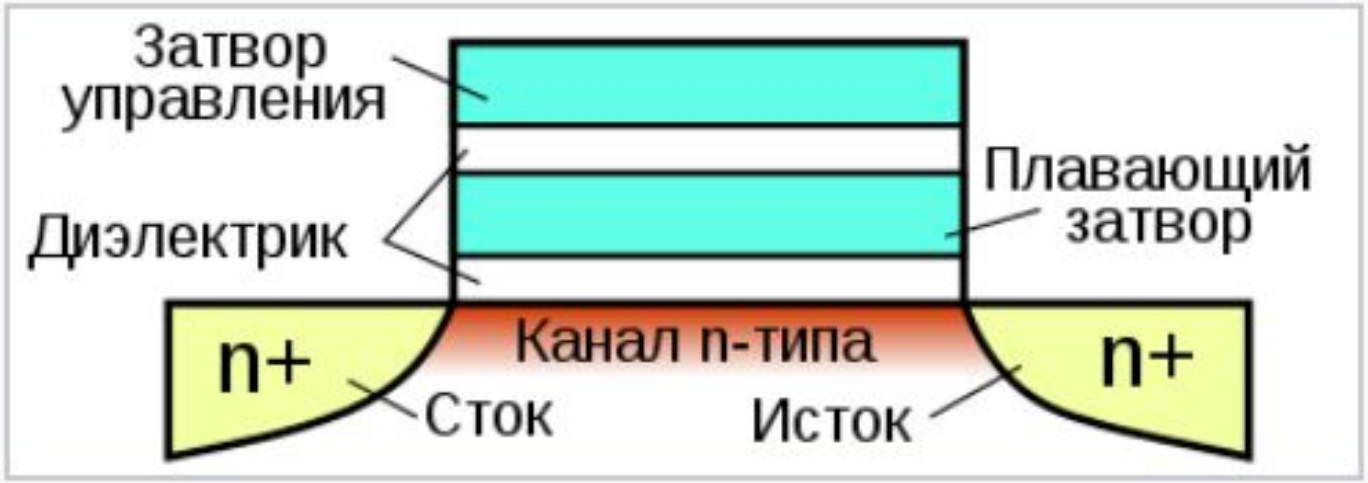
Информация в такую память заноситься в процессе изготовления кристалла и в дальнейшем не может изменяться. Многолетняя популярность MaskROM обуславливалась низкой ценой при крупносерийном производстве. В настоящее время, в связи с резким снижением цен на программируемую и перепрограммируемую память, применяются редко. Имеется в составе микроконтроллеров – память содержащая загрузчик. В виде отдельных микросхем не выпускается.

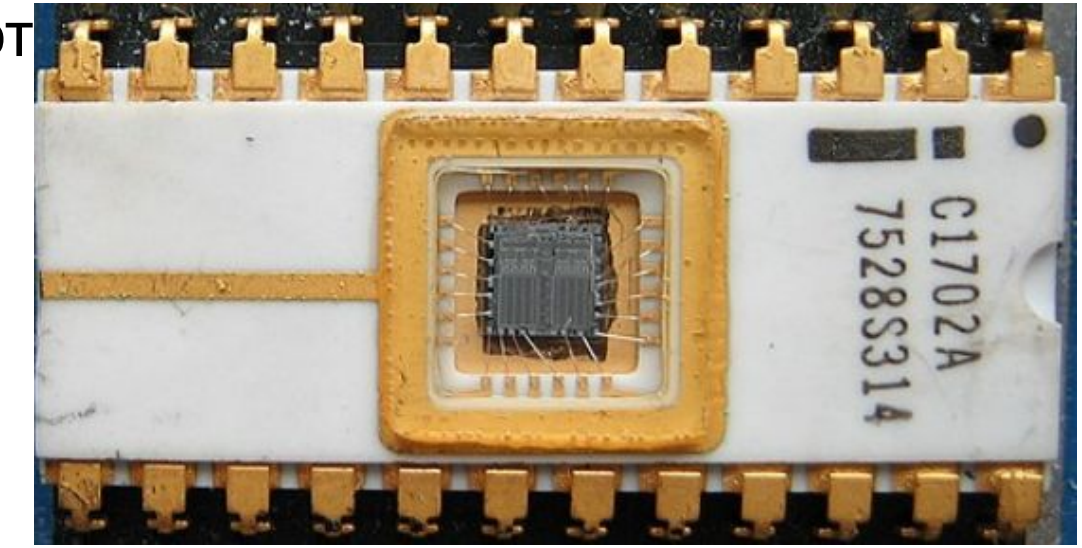
Энергонезависимая память EPROM

EPROM

(Erasable Programmable Read Only Memory) — класс полупроводниковых запоминающих устройств, постоянная память, для записи информации (программирования) в которую используется электронное устройство — программатор, и которое допускает перезапись.

Представляет собой матрицу транзисторов с плавающим затвором, индивидуально запрограммированных с помощью электронного устройства, которое подаёт более высокое напряжение, чем обычно используется в цифровых схемах. В отличие от PROM, после программирования данные на EPROM можно стереть (сильным ультрафиолетовым светом от





Энергонезависимая память EPROM

EPROM

EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) — электрически стираемое перепрограммируемое ПЗУ (ЭСППЗУ), один из видов энергонезависимой памяти (таких, как PROM и EPROM). Память такого типа может стираться и заполняться данными до миллиона раз.

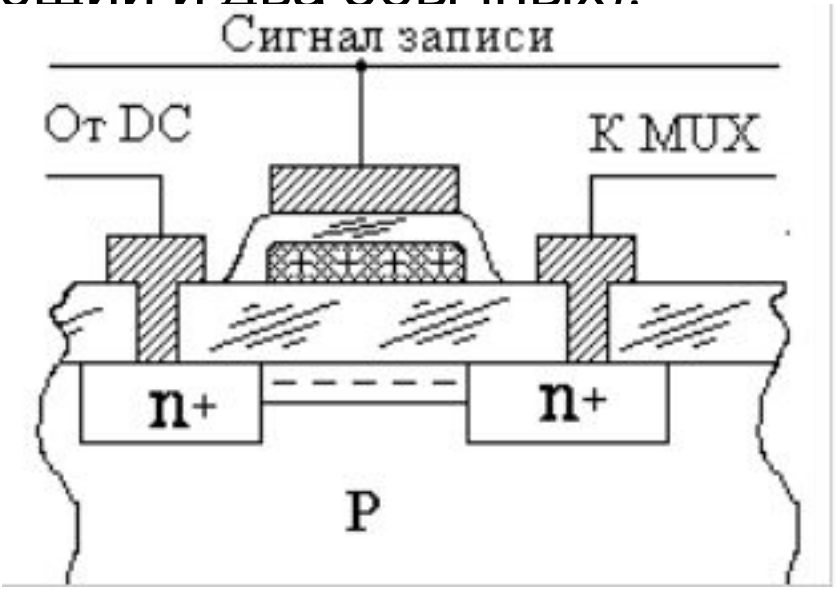
На сегодняшний день классическая двухтранзисторная технология EEPROM практически полностью вытеснена флеш-памятью типа NOR.

Энергонезависимая память EEPROM

EPROM

EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) — электрически стираемое перепрограммируемое ПЗУ (ЭСППЗУ), один из видов энергонезависимой памяти (таких, как PROM и EPROM). Память такого типа может стираться и заполняться данными до миллиона раз.

Основная особенность классической ячейки EEPROM — наличие второго транзистора, который помогает управлять режимами записи и стирания. Некоторые реализации выполнялись в виде одного трёхзатворного полевого транзистора (один затвор плавающий и два обычных).



Энергонезависимая память NOR и NAND FLASH

NOR и NAND обозначают тип логических элементов, используемых в данной единице флэш-памяти. NOR обозначает логический элемент ИЛИ-НЕ (NOT OR), а NAND — И-НЕ (NOT AND). Основная функция накопителей на флэш — хранить информацию.

И отсюда вытекает первое различие: достигнутые сегодня плотности записи для технологии NAND превосходят достигнутые в NOR, причем разница измеряется в порядках. И требования хранения больших объемов и компактности однозначно определяют технологию используемой флэш-памяти. Впрочем, это не единственный критерий. Не менее важной является возможность выполнять в памяти записанный программный код, т.е. так называемая XIP Capability (XIP — eXecute In Place). Такая возможность существует у NOR-технологии и отсутствует у NAND.

Так получается, что основным назначением памяти, произведенной по технологии NAND, является хранение данных, а по технологии NOR — хранение исполнимого программного кода и, в меньшей степени, данных (что обусловлено не только доступным малым объемом — чуть позже мы вернемся к этому).

Энергонезависимая память NOR и NAND FLASH

Адресное пространство флэш-устройства делятся на части, которые называются блоками. Запись в любом устройстве флэш определенного блока может быть произведена только если этот блок пуст или очищен. А применение его для хранения исполнимого кода возможно в том случае, если он устраивает в плане производительности — требования не должны быть высокими. Время стирания памяти NAND измеряется в миллисекундах и имеет первый порядок. А малый размер блока в случае неблагоприятных внешних условий гарантирует потерю минимального объема данных.

- Операции чтения NOR несколько быстрее NAND;
- Операции же записи, наоборот, быстрее у NAND, причем значительно.
- Благодаря малому размеру блока NAND в единицу времени нуждается в меньшем числе стираний (что способно продлить срок ее функционирования в устройстве), которые она проводит приблизительно на три порядка быстрее, чем NOR.

Энергонезависимая память NOR и NAND FLASH

Адресное пространство флэш-устройства делятся на части, которые называются блоками. Запись в любом устройстве флэш определенного блока может быть произведена только если этот блок пуст или очищен. А применение его для хранения исполнимого кода возможно в том случае, если он устраивает в плане производительности — требования не должны быть высокими. Время стирания памяти NAND измеряется в миллисекундах и имеет первый порядок. А малый размер блока в случае неблагоприятных внешних условий гарантирует потерю минимального объема данных.

- Операции чтения NOR несколько быстрее NAND;
- Операции же записи, наоборот, быстрее у NAND, причем значительно.
- Благодаря малому размеру блока NAND в единицу времени нуждается в меньшем числе стираний (что способно продлить срок ее функционирования в устройстве), которые она проводит приблизительно на три порядка быстрее, чем NOR.