

Флэш-память

Флэш-память, появившаяся в конце 1980-х годов (*Intel*), является представителем класса перепрограммируемых постоянных ЗУ с электрическим стиранием. Однако стирание в ней осуществляется сразу целой областью ячеек: блока или всей микросхемы. Это обеспечивает более быструю запись информации или, как иначе называют данную процедуру, программирование ЗУ. Для упрощения этой процедуры в микросхему включаются специальные блоки, делающие запись “прозрачной” (подобной записи в обычное ЗУ) для аппаратного и программного окружения.

Флэш-память строится на одностранзисторных элементах памяти (с “плавающим” затвором), что обеспечивает плотность хранения информации даже несколько выше, чем в динамической оперативной памяти. Существуют различные технологии построения базовых элементов флэш-памяти, разработанные ее основными производителями. Эти технологии отличаются количеством слоев, методами стирания и записи данных, а также структурной организацией, что отражается в их названии. Наиболее широко известны NOR и NAND типы флэш-памяти, запоминающие транзисторы в которых подключены к разрядным шинам, соответственно, параллельно и последовательно (рис 1).

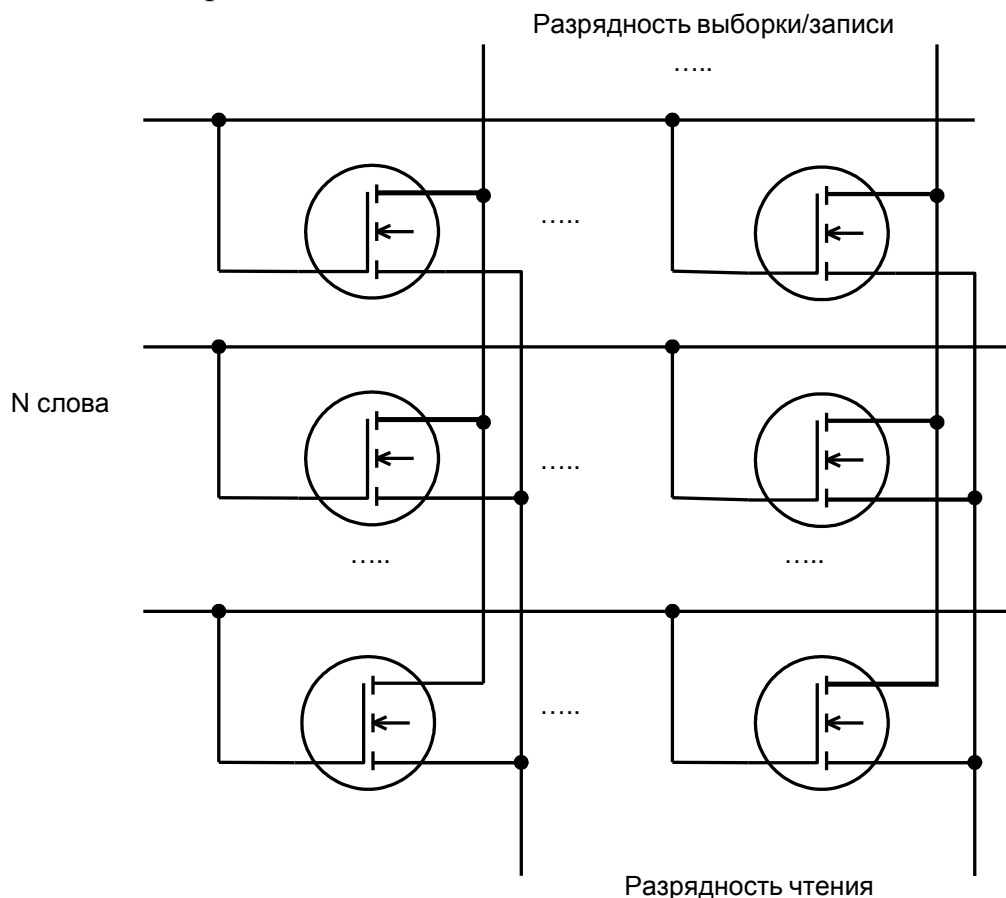


Рис. 1. Матричная структура запоминающего массива флэш

Первый тип имеет относительно большие размеры ячеек и быстрый произвольный доступ (порядка 70 нс), что позволяет выполнять программы

непосредственно из этой памяти. Второй тип имеет меньшие размеры ячеек и быстрый последовательный доступ (обеспечивается скоростью передачи до 16 Мбайт/с), что более пригодно для построения устройств блочного типа, например, “твердотельных дисков”.

Способность сохранять информацию при выключенном питании, малые размеры, высокая надежность и приемлемая цена привели к широкому ее распространению. Этот вид памяти применяется для хранения BIOS, построения так называемых “твердотельных” дисков (*memory stick*, *memory drive* и др.), карт памяти различного назначения и т.п. Причем устройства на основе флэш-памяти используются не только в ЭВМ, но и во многих других применениях.

К минусам данного вида памяти можно отнести относительно невысокую скорость передачи данных, средний объем и дороговизну устройств с большой емкостью (свыше 512 Мбайт и более).

Элементы памяти флэш-ЗУ организованы в матрицы, как и в других видах полупроводниковой памяти. Разрядность данных для микросхем составляет 1-2 байта.

Операция чтения из флэш-памяти выполняется как в обычных ЗУ с произвольным доступом (оперативных ЗУ или кэш). Однако запись сохраняет в себе некоторые особенности, аналогичные свойствам постоянных ЗУ.

Перед записью данных в ЗУ ячейки, в которые будет производиться запись, должны быть очищены (стерты). Стирание заключается в переводе элементов памяти в состояние единицы и возможно только сразу для целого блока ячеек (в первых микросхемах предусматривалось стирание только для всей матрицы сразу). **Выборочное стирание невозможно.**

В процессе записи информации соответствующие элементы памяти переключаются в нулевое состояние. Так же, как и в ПЗУ, без стирания можно дозаписать нули в уже запрограммированные ячейки; однако, необходимость в такой операции относительно редка.

Фактически при операции записи производится два действия: запись и считывание, но управление этими операциями производится внутренним автоматом и “прозрачно” для процессора.

Разбиение адресного пространства микросхемы флэш-памяти на блоки обычно бывает двух видов: симметричное и асимметричное.

В первом случае, называемом также *Flash File*, все блоки (стирание в пределах каждого из которых производится только для всего блока сразу) имеют одинаковый размер, например, 64 Кбайт или 128 Кбайт. Количество блоков зависит от емкости микросхемы. Например, в микросхеме *28F128J3 (Intel Strata Flash)* емкостью 128 Мбит (16 Мбайт) имеется 128 блоков по 128 Кбайт.

В случае асимметричной архитектуры, называемой иначе *Boot Block*, один из блоков, на которые разбито адресное пространство микросхемы, дополнительно разбивается на меньшие блоки. Например, в микросхеме *28F640C3 (Intel Advanced+ Boot Block)* емкостью 64 Мбит выделен один

загрузочный (*Boot*) блок размером 64 Кбайт, разбитый на 8 блоков параметров (*parameter blocks*) по 8 Кбайт, и 127 основных (*main*) блоков по 64 Кбайт. Причем загрузочный блок может размещаться либо в начале, либо в конце адресного пространства микросхемы.

Структурная схема флэш-памяти с асимметричной архитектурой приведена на рис.2.

В этой схеме управляющий сигнал **WP#** (*Write Protect*) используется для исключения возможности случайной записи по командам программы, а сигнал **RP#** (*Reset/Deep Power Down*) также применяется для управления записью, закрывая все блоки для записи при единичном уровне. Остальные управляющие сигналы аналогичны одноименным сигналам в других типах памяти. На вход **V_{PP}** подается напряжение, необходимое для ускорения операций стирания и записи данных.

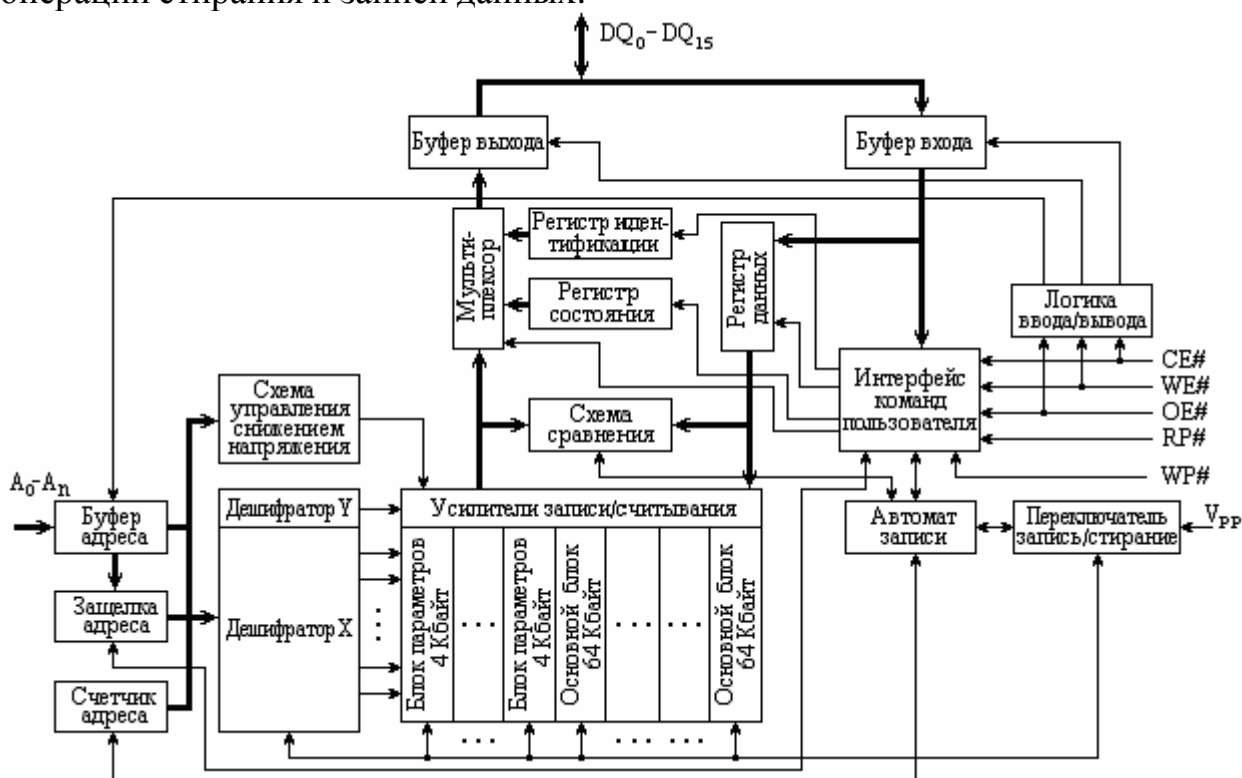


Рис. 2. Структурная схема флэш-памяти

Итак, следует отметить, что для улучшения технико-экономических характеристик во флэш-памяти предусматривается:

- 1) можно выполнять прерывание процесса записи, который медленно выполняется при обращении процесса чтения, после прерывания процесс записи продолжается с прерванной позиции;
- 2) создается внутренняя очередь команд, управляющих работой флэш-памяти. Команды выполняются в конвейерном режиме, что ускоряет процесс записи/чтения;
- 3) гибкие возможности программирования режимов работы флэш-памяти;

- 4) использование режимов понижения мощности, когда к ЗУ нет обращения, это особенно важно для мобильных устройств с батареями питания;
- 5) приспособленность к работе с различными питающими напряжениями;
- 6) введение в структуру памяти страничных буферов для записи и для чтения. Буферы могут работать в режиме, когда один принимает данные для записи, а другой записывает;
- 7) разнообразные приемы защиты от несанкционированного доступа.

Флэш-память используется для различных целей. Непосредственно в самой ЭВМ эту память применяют для хранения BIOS (базовой системы ввода-вывода), что позволяет при необходимости производить обновление последней, прямо на рабочей машине. (Надо отметить, что без особой необходимости и при отсутствии соответствующего опыта, производить такие операции не рекомендуется.)

Другим применением флэш-памяти, получившим достаточно широкое распространение, являются так называемые “твердотельные диски” (*solid-state disks*), эмулирующие работу внешних винчестеров. Такое устройство имеет габариты порядка 70×20×10 мм, подключается обычно к шине USB и состоит из собственно флэш-памяти, эмулятора контроллера дисководов и контроллера шины USB. При включении его в систему (допускается “горячее” подключение и отключение) устройство с точки зрения пользователя ведет себя как обычный (съёмный) жесткий диск. Конечно, производительность его меньше, чем у жесткого диска: скорость передачи при записи и чтении составляет менее одного мегабайта в секунду. Емкость таких “дисков” находится в пределах от 32 до 512 Мбайт (на начало 2003 г.).

Более общее применение флэш-память находит в различных модификациях карт памяти, которые используются не только в компьютерах разных классов, но и в цифровых видео- и фотокамерах, плеерах, телефонах, музыкальных центрах и другой медиатехнике. Причем такая карта может также быть и сменной картой в твердотельном диске.