

Министерство образования и науки Российской Федерации  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра технологии и организации пищевых производств

Расчетно-графическая работа по дисциплине «Информатика» на тему:

# **Флэш-память и накопители**

## **на ее основе**

Вариант – 26

**Выполнил:** Петров В.М.

**Факультет:** МА

**Группа:** ЭМ-711

**Проверил:** Сидоров Р.П.

Новосибирск, 2008

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| Введение .....  | 3  |
| 1 Принцип действия и история появления флэш-памяти .....    | 4  |
| 2 современные устройства на основе флэш-памяти.....         | 7  |
| 2.1 Общая характеристика .....                              | 7  |
| 2.2 Флэш-карты.....   | 8  |
| 2.3 USB Flash Drive (флэш-носители с интерфейсом USB) ..... | 13 |
| Заключение .....  | 15 |
| Список использованных источников .....                      | 16 |

## ВВЕДЕНИЕ

Флэш-память как таковая – разновидность твердотельной полупроводниковой энергонезависимой перезаписываемой памяти. В настоящее время выпускается два основных типа флэш-памяти: NOR (логика ячеек NOT OR) и NAND (логика ячеек NOT AND). Специфических разновидностей со звучными торговыми названиями, безусловно, больше, но все они в итоге сводятся к этим двум типам. В качестве элементарных ячеек хранения информации используются полевые двух затворные транзисторы с плавающим затвором.

Не углубляясь в историю развития технологий твердотельной памяти, рассмотрим основные типы флэш-памяти. В отличие от других типов твердотельных накопителей в модулях флэш-памяти для хранения данных используется один или два транзистора (в других типах это обычно конструкция из нескольких транзисторов и конденсатора). Идея хранения данных основана на том, что такой транзистор способен сохранять заряд, соответственно позволяя определить его наличие. При записи заряд помещается на плавающий затвор (или посредством переноса электронов или с использованием квантово-механических эффектов туннелирования – это зависит от типа памяти).

Благодаря своей компактности, дешевизне и низкой потребности в электроэнергии флэш-память широко используется в портативных устройствах, работающих на батарейках и аккумуляторах — цифровых фотокамерах и видеокамерах, цифровых диктофонах, MP3-плеерах, КПК, мобильных телефонах, а также смартфонах. Кроме того, она используется для хранения встроенного программного обеспечения в различных периферийных устройствах (маршрутизаторах, мини-АТС, коммутаторах, принтерах, сканерах).

# 1 ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ ФЛЭШ-ПАМЯТИ

При наличии заряда на плавающем затворе характеристики транзистора изменяются таким образом, что при обычном для операции чтения напряжении токопроводящего канала не возникает. Соответственно по изменению вольтамперных характеристик транзистора можно сделать вывод о наличии или отсутствии заряда. Иными словами, использовать его для кодирования битов информации.

Слово «флэш» в названии памяти возникло благодаря тому, что операция записи требует подачи на сток и управляющий затвор высокого напряжения (отсюда flash, «молния»). Электроны с энергией, достаточной для преодоления потенциального барьера, создаваемого пленкой диэлектрика, переносятся на плавающий затвор, тем самым изменяя вольтамперные характеристики транзистора (рис. 1.1).

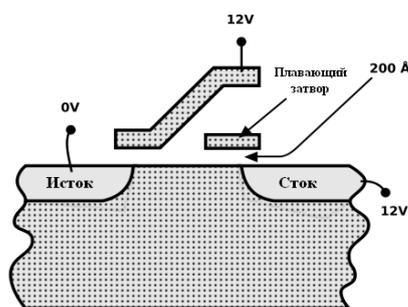


Рис. 1.1 Программирование флэш-памяти.

Аналогично, при стирании информации с флэш-носителя высокое напряжение подается на исток (рис. 1.2).

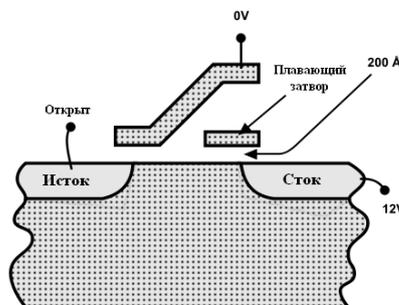


Рис. 1.2 Стирание флэш-памяти.

Различная организация логических схем работы памяти дала названия основным ее типам, кроме того, если NOR требует контакта на каждом транзисторе, то в NAND имеется контактная матрица.

Благодаря тому что эта схема позволяет определить не только наличие или отсутствие заряда в ячейке, а также допускает измерение его величины, появляется возможность хранения двух битов информации в одном транзисторе (многоуровневые ячейки, multilevel cell, MLC), именно на этом принципе построена, например, память Intel StrataFlash. Теоретически возможно хранение и трех и более битов (известно, что в лабораторных условиях реализованы образцы, хранящие до 8 бит), но на практике изготовление таких микросхем сопряжено с рядом технологических сложностей. Кроме того, хотя такой подход дает возможность снизить удельную стоимость хранения данных, он требует усложнения контроллеров и памяти.

Несложно догадаться, что процедуры записи-стирания вызывают износ ячейки флэш-памяти, именно поэтому у таких микросхем ограничен ресурс циклов перезаписи. Он довольно значительный (порядка миллионов циклов), к тому же благодаря некоторому «интеллекту» контроллеров флэш-памяти удается минимизировать его вредное действие. Но тем не менее вполне очевидно, что размещать на флэш-накопителе мобильного устройства область интенсивно перезаписываемых данных (например, swar-раздел мобильного Linux), разумеется, будет неудачной идеей.

Память типа NOR обеспечивает возможность произвольного чтения-записи данных (вплоть до отдельных байтов) и быстрое считывание, но при этом относительно медленные схемы записи и стирания. Кроме того, такая память имеет довольно крупные ячейки (к каждой необходимо подвести контакт), что вызывает закономерные сложности в изготовлении и повышении емкости. Этот тип памяти обеспечивает возможность «исполнения-по-месту» (Execute-In-Place, XIP). Этот тип памяти в основном применяется для хранения программного кода.

Память типа NAND обеспечивает блочный доступ, быстрые процедуры стирания и записи, дешевизну и простоту наращивания емкости модулей. Данные на флэш-памяти NAND считываются поблочно. Размер единичного блока варьируется

от 256 байт до 256 Кбайт, практически все современные микросхемы позволяют работать с блоками разного размера. Эта схема накладывает как ограничения, так и предоставляет некоторые преимущества. Эта схема значительно снижает скорость записи небольших объемов данных в произвольные области памяти, но в то же время и увеличивает быстродействие при последовательной записи больших массивов данных. Благодаря блочной организации флэш-памяти NAND она дешевле сопоставимой по емкости памяти других типов.

Необходимо отметить также, что существуют гибридные решения, в одном корпусе объединяющие ряд разных типов памяти. Таким образом, например, удается обеспечить старт программных модулей, запускаемых из блока памяти NOR и затем загружающих основную ОС из микросхем NAND.

Флэш-память была изобретена Фудзи Масуока (Fujio Masuoka), когда он работал в Toshiba в 1984 году. Имя «флэш» было придумано также в Toshiba коллегой Фудзи, Сёдзи Ариизуми (Shoji Ariizumi), потому что процесс стирания содержимого памяти ему напомнил фотовспышку (англ. flash). Масуока представил свою разработку на IEEE 1984 International Electron Devices Meeting (IEDM), проходившей в Сан-Франциско, Калифорния. Intel увидела большой потенциал в изобретении и в 1988 году выпустила первый коммерческий флэш-чип NOR-типа.

NAND-тип флэш-памяти был анонсирован Toshiba в 1989 г. на International Solid-State Circuits Conference. У него была больше скорость записи и меньше площадь чипа.

Стандартизацией чипов флэш-памяти типа NAND занимается Open NAND Flash Interface Working Group (ONFI). Текущим стандартом считается спецификация ONFI версии 1.0, выпущенная в 28 декабря 2006 г. Группа ONFI поддерживается крупнейшими производителями NAND чипов: Intel, Micron Technology и Sony.

## 2 СОВРЕМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА НА ОСНОВЕ ФЛЭШ-ПАМЯТИ

### 2.1 Общая характеристика

Флэш-память в современных компьютерах используется для решения двух основных задач. Во-первых, для хранения программных модулей ОС в карманных персональных компьютерах (КПК), во-вторых, она используется в качестве внешнего накопителя данных.

В ранних моделях КПК, как правило, применялись обычные модули ПЗУ, в которых размещалась операционная система и часто прикладное программное обеспечение. Такой подход обеспечивал значительное удешевление и повышение надежности, в случае каких-либо программных сбоев пользователю достаточно произвести процедуру полной очистки памяти, чтобы получить чистую и гарантированно работоспособную систему. Расширению использования флэш-памяти в роли системного носителя мы обязаны прежде всего Microsoft, точнее, пресловутому качеству ее программных продуктов.

Второе применение флэш-памяти – использование в роли внешних накопителей, в основном основанных на шине USB (рис.2.1).



Рис. 2.1. Пример внешнего накопителя на основе флэш-памяти – USB Flash Drive.

В настоящее время используется не так много стандартов флэш-памяти. Это прежде всего Secure Digital (в модификации SDIO) и Multimedia Card (в том числе такие их подвиды, как, например, RS-MMC), CompactFlash Type II, реже MemoryStick. КПК или смартфонов с разъемами SmartMedia или PC Card на рынке в настоящее время нет (последняя модель с PCMCIA – RoverPC P6, снята с производства в 2003 г.). В современных моделях КПК довольно часто имеется еще один вид памяти для хранения данных (иногда такая возможность получает громкое марке-

тинговое название, скажем iPAQ Filestore). С технической точки зрения реализация тривиальна: программными средствами в неиспользуемой области ППЗУ выделяется область для сохранения информации, которая для пользователя выглядит как обычный, хотя и не сменный, флэш-накопитель. Программные модули ОС обычно не полностью занимают ППЗУ, так что все, что здесь требуется, – аккуратное программирование соответствующих драйверов (бывали и ошибки, например, печально известная проблема HP iPAQ h1930/h1940, когда при переполнении пользовательской области затирались системные модули). Емкость такого «диска» различается от модели к модели и составляет в среднем от нескольких Мб до 32 и более Гб.

## 2.2 Флэш-карты

В этом разделе будут рассмотрены стандарты флэш-карт:

### *Compact Flash*

Этот стандарт был предложен в 1994 г. компанией SanDisk, а в 1995 г. его стала продвигать ассоциация CFA, созданная такими крупными компаниями, как Hewlett-Packard, Hitachi, IBM, Motorola и др. Сейчас в нее входят уже более 165 фирм.

Модули памяти Compact Flash (CF) (рис.2.2) представляют собой модификацию PC-карт. Правда, они меньше по объему и имеют всего 50 контактов вместо 68, но их можно подключать в разъемы PCMCIA через пассивный переходник без дополнительного ПО.



Рис. 2.2. Карта CompactFlash.

Устройства CF делятся на два типа, внешне различающихся толщиной. Размеры CF типа I - 36,4×42,8×3,3 мм, а CF типа II имеют ту же площадь, но их толщина больше - 5 мм. Карты типа II несовместимы с разъемами типа I, тогда как для карт типа I подходят порты обоих видов.

Для работы модули CF используют напряжение 3,3 или 5 В и ток до 100 мА. В итоге, по утверждению производителей, они потребляют в 20 раз меньше энергии, нежели стандартные жесткие диски, так что не нужно часто заменять батарейки.

В 2008 г. максимальный объём накопителей с интерфейсом CompactFlash достиг 100 Гбайт.

Стандарт Compact Flash уже довольно давно представлен на рынке, поэтому при покупке камеры, работающей с картами CF, можно не сомневаться, что удастся найти совместимый по памяти MP3-плеер и не придется иметь дело с картами разных видов. Для совмещения карты данного типа с ноутбуком достаточно купить за 10 долл. переходник для разъема PCMCIA.

### *SmartMedia*

Стандарт SmartMedia, или SSFDC был разработан в 1995 г. компанией Toshiba, а его продвижением занимается организация SSFDC Forum, в рядах которой немало известных компаний. SSFDC (Solid State Floppy Disk Card) можно перевести как "твердотельная дискета". Следует отметить, что многие производители делают флэш-карты сразу трех основных типов: Compact Flash, SmartMedia и MultiMediaCard.

В отличие от Compact Flash, карты SmartMedia (SM) (рис.2.3) не снабжены встроенным контроллером, что, по замыслу создателей, должно снижать их стоимость. Кроме того, SM имеют меньшие размеры (37×45×1,76 мм) и массу (до 2 г). По популярности SM спорят с CF, а вместе с ним оба этих стандарта охватывают более половины рынка флэш-карт.



Рис. 2.3. Карта SmartMedia

Рабочие напряжения у SM такие же, как и у CF, но обычно используется 3,3 В. SM обычно используются в цифровых камерах и MP3-плеерах, а вот в КПК - практически никогда.

### *Multimedia Card*

Этот стандарт предложили в 1997 г. компании Infineon Technologies (подразделение Siemens) и SanDisk, а продвигает его ассоциация MMCA, состоящая из 80 компаний (Infineon, Nokia, Ericsson, Hitachi, SanDisk, Motorola и др.).

Карты MMC (рис. 2.4) еще меньше, чем рассмотренные выше, - 32×24×1,4 мм, да и весят они всего 1,5 г. Поэтому и предназначены в основном для ультрапортативных устройств, особенно актуальны они в КПК, сотовых телефонах и электронных записных книжках.



Рис. 2.4. Multimedia Card.

Эти модули памяти работают при напряжениях 3,3 или 2,7 В и токе до 35 мА, что и обуславливает низкое энергопотребление.

Сейчас стандарт MMC уже достаточно популярен, и примером тому может служить его поддержка КПК Cassiopea EM-500

### *Secure Digital*

Компания Matsushita Electronic (известная под торговой маркой Panasonic) вместе с SanDisk и Toshiba разработали стандарт, в котором учли последние веяния времени. Чтобы предотвратить несанкционированное копирование, носители Secure Digital (SD) (рис.2.5) снабжены средствами защиты от незаконного копирования.



Рис. 2.5. Карта Secure Digital.

Размеры карт - 32×24×2,1 мм. Разъемы для них совместимы с модулями MMC. Размер может быть до 32 Гб.

Уже анонсирован выпуск в формате SD модемов и других периферийных устройств. А возможность защиты авторских прав позволила продавцам выпустить в продажу книги и песни на этих носителях.

### *Memory Stick*

Некогда Sony заставила компьютерную индустрию выбрать в качестве сменных носителей свои 3,5-дюймовые флоппи-дискеты, а теперь она решила позаботиться о своих позициях и на аудиорынке, для чего разработала новый стандарт флэш-карт Memory Stick (MS) (рис.2.6) Эти 10-контактные устройства . размерами 21,5×50×2,8 мм и массой 4 г стали опорой цифровой империи Sony, которая уста-

навливает их в свои цифровые плееры, фотоаппараты и видеокамеры, также игрушки и другие устройства.

Существуют несколько разновидностей модулей памяти Memory stick, это Memory Stick, Memory Stick Pro, Memory Stick Duo, Memory Stick M2. В декабре 2006 Sony представила Memory Stick PRO-HG, высокоскоростной вариант MS PRO для использования в камерах с высоким разрешением.

Оригинальные карты памяти были доступны в размере до 128 Мб, а в некоторых подверсиях, Memory Stick Select, применялись два банка по 128 Мб на одной карте. 8-гигабайтные карты были представлены в 2006 г. на выставке «Consumer Electronics Show» в Лас-Вегасе, и, по словам представителей «Sony», максимальный потенциал Memory Stick PRO составляет 32 Гб (карта с таким объемом будет доступна в 2009 году).



Рис. 2.6. Memory Stick.

Также существует разновидность MS MagicGate (с защитой от несанкционированного копирования), предназначенная для плееров. В настоящее время стандарт Memory Stick поддерживается почти исключительно устройствами производства концерна Sony. Из-за такой не универсальности они и не получили широкого распространения.

10 января 2008 г. компания «Sony» анонсировала новую карточку под лейблом «Memory Stick PRO DUO Mark 2», объем которой составит 16 Гб (реальный объем после форматирования — 14,9 Гб).

## 2.3 USB Flash Drive (флэш-носители с интерфейсом USB)

USB Flash Drive (сокр. UFD, сленг. флешка или флэшка) — носитель информации, использующий флеш-память для хранения данных и подключаемый к компьютеру или иному считывающему устройству через стандартный разъём USB.

Устройство типичного UFD представлено на рис. 3.1.

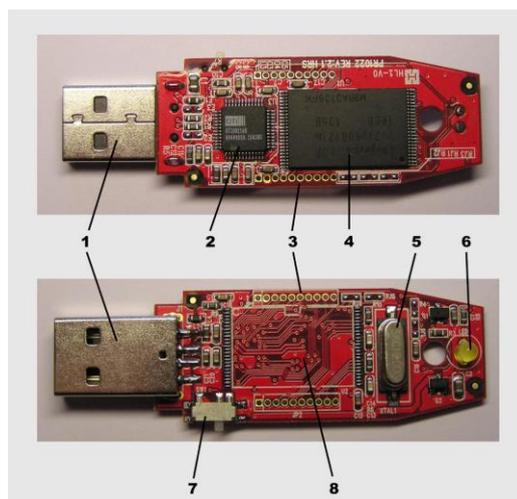


Рис. 3.1. Устройство USB Flash Drive (на примере изделия фирмы «Saitek»): 1 — USB-разъём; 2 — микроконтроллер; 3 — контрольные точки; 4 — микросхема флеш-памяти; 5 — кварцевый резонатор; 6 — светодиод; 7 — переключатель «защита от записи»; 8 — место для дополнительной микросхемы памяти.

UFD обычно съёмные и перезаписываемые. Размер – около 5 см, вес – меньше 60 г. Получили большую популярность в 2000-е годы из-за компактности, лёгкости перезаписывания файлов и большого объёма памяти (от 32 Мб до 64 Гб). Основное назначение UFD – хранение, перенос и обмен данными, резервное копирование, загрузка операционных систем (LiveUSB) и др.

Обычно устройство имеет вытянутую форму и съёмный колпачок, прикрывающий разъём; иногда прилагается шнур для ношения на шее. Современные UFD могут иметь самые разные размеры и способы защиты разъёма, а также «нестандартный» внешний вид (армейский нож, часы и т. п.) и различные дополнительные возможности (например, проверку отпечатка пальца и т. п.).

Кратко преимущества UFD можно охарактеризовать следующим образом:

- малый вес, бесшумность работы и портативность. Наличие USB-разъемов на современных материнских платах гарантирует, что устройство будет опознано системой.
- более устойчивы к механическим воздействиям (вибрации и ударам) по сравнению с магнитными дисками
- работоспособность в широком диапазоне температур.
- высокая плотность записи (значительно выше, чем у CD или DVD).
- отсутствие подвижных частей, что снижает их энергопотребление в 3–4 раза по сравнению с жёстким диском.
- не подвержены воздействию царапин и пыли, которые были проблемой для оптических носителей и дискет.

#### Недостатки UFD:

- ограниченное число циклов записи-стирания перед выходом из строя (до 10 000 циклов).
- высокая подверженность заражению вирусами, использующими автозагрузку.

Однако стоимость UFD с каждым годом уменьшается при увеличении объема их памяти, поэтому они устаревают быстрее морально, чем физически ввиду относительно короткого срока их использования. Устранение второго недостатка заключается в постоянной проверке UFD современным антивирусным программным обеспечением.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из выполненной работы, можно сделать вывод, что флэш-накопители - это относительно новые устройства хранения информации, довольно прочно вошедшие в нашу современную жизнь. Это произошло из-за неоценимых преимуществ флэш-памяти: компактность, надёжность, большие объёмы памяти, разные модификации.

Объединяя в себе черты, присущие одновременно и постоянной и оперативной памяти, флэш-носители способны восполнить нехватку памяти у малогабаритных цифровых устройств, обеспечивая их владельцев практически неограниченными возможностями по хранению необходимых данных, объем которых ограничен лишь количеством имеющихся в наличии флэш-накопителей.

Всё это и дало такую популярность флэш-накопителям, и они отодвинули на второй план другие носители информации.

В настоящее время USB Flash Drive стал наиболее удобным средством для переноса и хранения информации в основном ввиду вышеперечисленных преимуществ.

В дальнейшем предполагается, что флэш-накопители будут только усиливать свои позиции на своём сегменте рынка, снижая спрос на другие носители информации.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гук М. Аппаратные средства IBM PC. Энциклопедия. – СПб: Питер, 2006 – 1072 с.
2. Принципы работы флэш-памяти [электронный ресурс] <http://www.cyberguru.ru/hardware/memory/flash-overview.html> <16.11.2008>.
3. Флеш-память – Википедия [электронный ресурс] <http://ru.wikipedia.org/wiki/Флеш-память> <16.11.2008>.
4. Энциклопедия флэш-памяти [электронный ресурс] [http://www.ak-cent.ru/index.phtml?parent\\_id=9841](http://www.ak-cent.ru/index.phtml?parent_id=9841) <19.11.2008>.