

ТЕХНОЛОГІЇ ФЛЕШ-ПАМ'ЯТІ

Дакешева Марина Мурзагалієвна, науковий керівник: Юрченко Т.О.

Криворізький коледж економіки та управління ДВНЗ «Київський національний економічний університет ім. В. Гетьмана»

Об'єктом дослідження наукової роботи ми обрали технології флеш-пам'яті. Адже, сучасній людині подобається бути мобільним та мати при собі різні високотехнологічні гаджети (англ. gadget - пристрій), що полегшують життя, та що там приховувати, що роблять її більш насиченою та цікавою. І з'явилися вони всього за 10-15 років. Мініатюрні, легкі, зручні, цифрові. Сьогодні флеш-пам'ять можна знайти в різних цифрових пристроях. Її використовують як носія мікропрограм для мікроконтролерів HDD і CD - ROM, для зберігання BIOS в ПК. Флеш-пам'ять використовують в принтерах, КПК, відеоплатах, роутерах, брандмауерах, стільникових телефонах, електронному годиннику, записниках, телевізорах, кондиціонерах, мікрохвильових печах і пральних машинах. Список можна продовжувати нескінченно. А останніми роками флеш стає основним типом змінної пам'яті, використовуваної в цифрових мультимедійних пристроях, таких як mp3-плеєри і ігрові приставки. А усе це стало можливим завдяки створенню компактних і потужних процесорів. Проте при купівлі якого-небудь пристрою, що поміщається в кишені, не варто орієнтуватися лише на процесорну потужність, оскільки в списку пріоритетів вона стоїть далеко не на першому місці.

Не зважаючи на те, що флеш-технології останнім часом набули широкого поширення, в сучасній навчальній літературі з інформатики дана тема або зовсім не висвітлюється, або представлена у стислому вигляді. Тому більшість матеріалів для даної роботи було використано з інтернет статей.

Дана робота має інформативно-узагальнюючий характер. Метою роботи є ознайомлення з технологіями будови та основними принципами роботи флеш-пам'яті та основними напрямками розвитку флеш-технологій. Також в роботі розглянуті основні виробники флеш-пам'яті та їх найбільші розробки, що може допомогти у виборі при купівлі флеш-пам'яті.

Існує думка, що назва FLASH стосовно типу пам'яті перекладається як «спалах». Насправді це не зовсім так. Одна з версій його появи говорить про те, що вперше в 1989-90 році компанія Toshiba вжила слово Flash в контексті «швидкий, миттєвий» при описі своїх нових мікросхем. Взагалі, винахідником вважається Intel, що представила в 1988 році флеш-пам'ять з архітектурою NOR. Роком пізніше Toshiba розробила архітектуру NAND, яка і сьогодні використовується поряд з тією ж NOR в мікросхемах флеш. Власне, зараз можна сказати, що це два різні види пам'яті, які мають в чомусь схожу технологію виробництва. У цій роботі ми спробуємо зрозуміти їх будову, принцип роботи, а також розглянемо різні варіанти практичного використання.

Технології флеш-пам'яті

NOR

Оскільки пам'ять з такою організацією вважається першою представницею сімейства Flash, з неї й почнемо. Схема логічного елемента, власне що дав їй назву (NOR - Not OR - в булевій математиці позначає заперечення «АБО»).

За допомогою цієї схеми здійснюється перетворення вхідних напруг у вихідні, відповідні «0» і «1». Вони необхідні, тому що для читання / запису даних у комірку пам'яті використовуються різні напруги.

Вона характерна для більшості флеш-чипів і представляє з себе транзистор з двома ізольованими затворами: керуючим (control) і плаваючим (floating). Важливою особливістю останнього є здатність утримувати електрони, тобто заряд. Також в осередку є так звані «стік» та «витік». При програмуванні між ними, внаслідок впливу позитивного поля на керуючому затворі, створюється канал - потік електронів. Деякі з електронів, завдяки наявності більшої енергії, долають шар ізолятора і потрапляють на плаваючий затвор. На ньому вони можуть зберігатися протягом декількох років. Певний діапазон кількості електронів (заряду) на змінному затворі відповідає логічній одиниці, а все, що більше його, - нулю. При читанні ці стани розпізнаються шляхом вимірювання порогової напруги транзистора. Для стирання інформації на управляючий затвор подається висока негативна напруга, і електрони з плаваючого затвору переходять (туннелірують) на джерело. У технологіях різних виробників цей принцип роботи може відрізнятися за способом подачі струму і читання даних з комірки. Хочу також звернути вашу увагу на те, що в структурі флеш-пам'яті для зберігання 1 біта інформації задіюється тільки один елемент (транзистор), у той час як у енергозалежних типах пам'яті для цього потрібно декілька транзисторів і конденсатор. Це дозволяє суттєво зменшити розміри мікросхем, які випускаються, спростити технологічний процес, а, отже, і знизити собівартість. Але й один біт далеко не межа: Intel вже випускає пам'ять StrataFlash, кожен осередок якої може зберігати по 2 біти інформації. Крім того, існують пробні зразки, з 4-х і навіть 9-і бітними осередками. У такій пам'яті використовуються технологія багаторівневих осередків. Вони мають звичайну структуру, а відмінність полягає в тому, що заряд їх ділиться на кілька рівнів, кожному з яких у відповідність ставиться певна комбінація біт. Теоретично прочитати / записати можна і більше 4-х біт, однак, на практиці виникають проблеми з усуненням шумів і з поступовим витоком електронів при тривалому зберіганні. Взагалі, у існуючих сьогодні мікросхем пам'яті для осередків характерно час зберігання інформації, що вимірюється роками і число циклів читання / запису - від 100 тисяч до кількох мільйонів. З недоліків, зокрема, у флеш-пам'яті з архітектурою NOR варто відзначити погану масштабованість: не можна зменшувати площу чипів шляхом зменшення

розмірів транзисторів. Ця ситуація пов'язана зі способом організації матриці осередків: у NOR архітектурі до кожного транзистору треба підвести індивідуальний контакт. Набагато краще в цьому плані йдуть справи у флеш-пам'яті з архітектурою NAND.

NAND

NAND - Not AND - у тій же булевій математиці позначає заперечення «І». Відрізняється така пам'ять від попередньої хіба що логічною схемою.

Пристрій і принцип роботи осередків у неї такий же, як і в NOR. Хоча, крім логіки, все-таки є ще одна важлива відмінність - архітектура розміщення осередків та їх контактів. На відміну від описаного вище випадку, тут є контактна матриця, в пересічних рядків і стовпців якій розташовуються транзистори. Це можна порівняти з пасивною матрицею в дисплеях:) (а NOR - з активною TFT). У випадку з пам'яттю така організація дещо краще - площу мікросхеми можна значно зменшити за рахунок розмірів комірок. Недоліки (куди вже без них) полягають у більш низькою в порівнянні з NOR швидкості роботи в операціях побайтового довільного доступу.

Існують ще й такі архітектури як: DiNOR (Mitsubishi), superAND (Hitachi) та ін Принципово нічого нового вони не уявляють, а лише комбінують найкращі властивості NAND і NOR.

Сфера застосування будь-якого типу флеш-пам'яті залежить в першу чергу від його швидкісних показників та надійності зберігання інформації. Адресний простір NOR-пам'яті дозволяє працювати з окремими байтами чи словами (2 байти). У NAND осередку групуються в невеликі блоки (за аналогією з кластером жорсткого диска). З цього випливає, що при послідовному читанні і запису перевага за швидкістю буде у NAND. Однак з іншого боку NAND значно програє в операціях з довільним доступом і не дозволяє безпосередньо працювати з байтами інформації.

Якщо ще до часу виконання перерахованих операцій додати затримки на вибірку блоку і на доступ, то отримаємо зовсім неконкурентоспроможні з NOR показники (зауважу, що саме для випадку побайтового запису). Інша справа послідовна запис/читання - тут NAND навпаки показує значно більш високі швидкісні характеристики. Тому, а також завдяки можливостям збільшення об'єму пам'яті без збільшення розмірів мікросхеми, NAND-флеш знайшов застосування як зберігача великих обсягів інформації та для її перенесення. Найбільш поширені зараз пристрої, засновані на цьому типі пам'яті, це флешдрайви і карти пам'яті. Що стосується NOR-флеша, то чіпи з такою організацією використовуються як охоронці програмного коду (BIOS, RAM кишенькових комп'ютерів, мобільних телефонів, тощо), іноді реалізуються у вигляді інтегрованих рішень (ОЗП, ПЗП і процесор на одній міні-платі, а то і в одному чіпі). Вдалим приклад такого використання - проект Gumstix: комп'ютер, який містить одну плату, розміром з платівку жуйки. Саме NOR-чіпи забезпечують необхідний для таких випадків рівень надійності зберігання інформації та більш гнучкі

можливості при роботі з нею. Обсяг NOR-флеш зазвичай вимірюється одиницями мегабайт і рідко перевищує за десятки.

Виробники флеш-пам'яті

Виробництвом флеш-пам'яті займається багато транснаціональних корпорацій по всьому світу. В роботі розповідається про таких виробників:

-  Transcend Information, Inc.
-  Kingston Technology Company.
-  SanDisk Corporation
-  Prestigio Technologies Company
-  Pretec Electronics Corporation
-  Canyon Technology Company
-  A-DATA Technology Co. Ltd.
-  KINGMAX Technology Inc.
-  Power Quotient International Co., Ltd.
-  Silicon Power Computer & Communications Inc.
-  Corsair Memory Company.
-  TakeMS international AG.
-  Apacer Technology Inc.

А також детально розглянути технології відомих виробників флеш-накопичувачів Spansion, Samsung та Intel.

Вивчаючи тему «Флеш-пам'ять», ми провели дослідження шляхом опитування 100 студентів Криворізького коледжу економіки та управління.

В результаті досліджень були отримані наступні дані:

Опитуванні студенти користуються ПК від 1 до 10 років. З них себе вважають початківцями 28%, впевненими користувачами – 70%, та професіональними користувачами 2%.

Серед опитуваних 94 % користуються флеш-пам'яттю. Найбільше студенти користуються флеш-накопичувачами («флешка»), що складає 90% від числа опитуваних. На другому місці – флеш - карти на мобільному телефоні - 78%. 40% від опитуваних користується флеш-картою у фотоапараті, 22% - користується SSD (Solid State Disk - твердотільний жорсткий диск) та 6% - флеш-картою у відеокамері. Ніхто з опитуваних студентів не використовує інші види флеш-пам'яті, крім представлених.

За результатом опитування студентів найбільш відомими виробниками флеш являються: Samsung, який відзначили 74% опитуваних, Transcend – 50%, Apacer – 50%, Kingston – 44%. Інші виробники серед опитуваних студентів є менш відомими, їх відповідно відзначили: SanDisk – 38%, Canyon – 28%, Intel – 26%, A-DATA та KINGMAX – 18%, Silicon Power та Spansion – 12%, TakeMS – 8%, Prestigio – 6%, Pretec – 4%, Power Quotient International та Corsair – 2%. Також студенти додали власні варіанти виробників флеш – пам'яті, такі як Sony та Good Drive, що складають 10%.

Найпопулярнішими виробниками флеш-пам'яті, продукцією яких користуються опитувані студенти, являються: Transcend обрали 30% користувачів, Apacer – 28%, Kingston та Samsung – 24%, SanDisk – 16%, Canyon та Silicon Power – 6%, KINGMAX – 4%, всі інші не подолали двовідсоткового бар'єру.

Безумовно, флеш - перспективна технологія. Завдяки своїй компактності, відносно невеликій ціні та низькому енергоспоживанні флеш-пам'ять широко використовується в різноманітних пристроях.

На кінець 2009 року основним недоліком, що не дозволяє пристроїв на базі флеш-пам'яті витіснити з ринку жорсткі диски, є високе співвідношення ціна / обсяг, що перевищує цей параметр у жорстких дисків в 2-3 рази. У зв'язку з цим і обсяги флеш-накопичувачів не такі великі. Хоча роботи в цих напрямках ведуться. В основному, зараз сфера панування флеш-пам'яті обмежується мобільними пристроями. Як ви розумієте, цей сегмент інформаційних технологій не так вже й малий. Крім того, за словами виробників, на ньому експансія флеш не зупиниться. Здешевлюється технологічний процес, посилюється конкуренція.