

ОПЕРАТИВНЫЕ ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ДИНАМИЧЕСКОГО ТИПА. ДОСТИЖЕНИЯ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ, МЕМРИСТОРЫ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь

Лапука А.О.

Тимошенко В.С. – к. т. н., доцент

Уже несколько десятилетий компьютерная техника развивается с высокой скоростью. Вычислительные мощности ЭВМ постоянно растут. Однако в последние годы замечается некоторое снижение темпов увеличения производительности компьютеров. Это вызвано тем, что за последнее десятилетие не было внедрено каких-либо кардинально новых технологий в некоторые ключевые узлы ЭВМ. Технологический процесс производства СБИС постоянно уменьшается, на кристалле размещается все большее количество элементов. Но скоро будет такой достигнут уровень интеграции, когда физически станет невозможным рассеивать тепло, выделяемое устройством на малой площади.

Одним из наиболее «узких мест» современной ЭВМ является оперативная память. Остро стоит вопрос выбора между скоростью и объемом запоминающего устройства.

Существует два основных типа ОЗУ: статические и динамические. Устройства статического типа максимально быстры, т.к. основаны на триггерах. Однако производство больших массивов запоминающих устройств данного типа очень дорого и поэтому нецелесообразно. Такая память используется в основном на кристалле процессора для хранения служебной информации во время вычислений.

Устройства динамического типа гораздо дешевле в производстве, однако имеют ряд существенных недостатков. Принцип их работы не позволяет достичь высокой скорости чтения/записи. Внутри ячейки такого запоминающего устройства находится конденсатор, состояние которого определяет состояние ячейки памяти. Конденсатор нужно постоянно подпитывать для сохранения заряда. Каждый раз при чтении этот конденсатор разряжается и необходимо время для его регенерации. Из-за необходимости поддержания заряда ячеек ОЗУ динамического типа даже в статическом состоянии потребляет энергию. Необходимость регенерации ячеек накладывает серьезные ограничения на скорость чтения/записи. При слишком частом обращении к ячейке можно получить ошибочный результат т.к. конденсатор еще не успевает восстановить свой заряд. Также проблемой является тепло, выделяемое при разряде конденсатора. Это не дает возможности увеличить плотность размещения элементов.

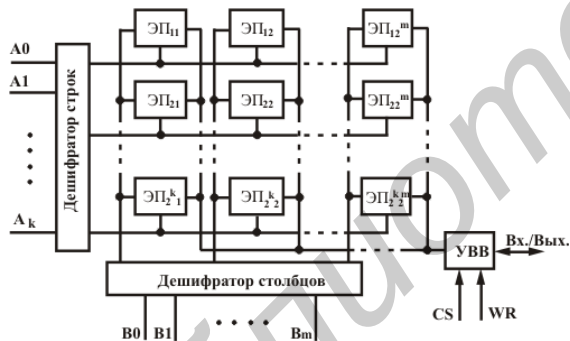


Рис. 1 – Структурная схема ОЗУ динамического типа

Из ныне существующих модификаций динамических ОЗУ наиболее производительной является DDR4 (double-data-rate). По сравнению с ее предшественницей DDR3 были улучшены многие параметры. Технологический процесс производства был снижен до 30нм. Частота была увеличена с 2,133 ГГц до 4,266 ГГц. Напряжение питания понижено с 1,5 В до 1,1 В. В результате этого удалось увеличить теоретическую пропускную способность памяти с 17066 МБ/с до 34128 МБ/с

Следующим шагом в развитии оперативных запоминающих устройств может стать появление принципиально нового типа, основанного на мемристорах. Технология ReRAM разрабатывается с 1971 года. Впервые идею мемристора предложил профессор Леон Чуа. После этого разработкой технологии занялась корпорация Hewlett-Packard. Только в 2008 году удалось получить лабораторный образец мемристора, но уже в феврале

2013 года компании SanDisk и Toshiba сообщили о создании модуля памяти на мемристорах объемом 4Гб. Уже в ближайшее время можно рассчитывать на появление ReRAM в широком доступе.

Мемристор — пассивный элемент в микроэлектронике, способный изменять свое сопротивление в зависимости от протекавшего через него заряда (интеграла тока за время работы).

Эта структура на основе тонкой (5 нм) двухслойной пленки двуоксида титана, вполне пригодная для интеграции в привычные кремниевые микросхемы, позволяет упростить производство и уменьшить их размеры.

При подаче на электроды (рис. 3) напряжения изменяется кристаллическая структура диоксида титана. Благодаря диффузии кислорода электрическое сопротивление мемристора может увеличиваться в тысячи раз.

При этом после отключения тока изменения в ячейке сохраняются.

Смена полярности подаваемого тока переключает состояние ячейки. Сопротивление мемристора может принимать любые значения, по-



Рис. 2 – Мемристор. Обозначение

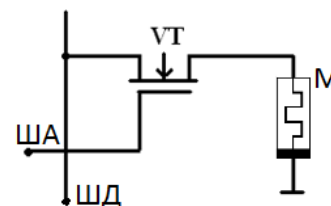


Рис. 3 – Вид ячейки ReRAM

этому он может быть использован и в качестве аналогового прибора. Состояние устройства переключается за десятки доли наносекунды, что на несколько порядков меньше времени переключения существующих ячеек DRAM.

Ячейка резистивной памяти структурно отличается от ячейки DRAM заменой конденсатора на мемристор и отсутствием цепи регенерации, т.к. она больше не нужна.

Переход ЭВМ на резистивную память позволит существенно увеличить их производительность. То, что имеется на данный момент, далеко не предел этой технологии. В будущем она позволит достичь еще больших скоростей доступа к памяти. ReRAM станет заменой сразу нескольким широко распространенным технологиям запоминающих устройств, таким как SRAM, DRAM, Flash. Это позволит в будущем отказаться от привычной загрузки компьютера. Вся необходимая информация уже будет находиться в оперативной памяти на момент включения. Мемристоры сочетают в себе дешевизну, энергонезависимость и высокую скорость доступа. У технологии есть все шансы получить массовость и стать значительным шагом в развитии ЭВМ.

Список использованных источников:

1. Мемристор «Недостающий элемент» [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://compterra.ru/591537/>
2. Md. Rezaul Kabir доклад RRAM: Resistive Random Access Memory (Memristor). – Smart Electronic Materials 2008 – 11 – 07.
3. Мемристоры скоро заменят DRAM и флеш-память [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.russianelectronics.ru/leader-r/news/9318/doc/59476/>
4. SanDisk и Toshiba представили 32-Гбит ReRAM-чип [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.3dnews.ru/news/641886/>