

УДК 004.07

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ УСТРОЙСТВ ПАМЯТИ HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF MEMORY DEVICES

М. Г. Данилетский

Научный руководитель – С. В. Сизиков, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

M. G. Daniletski

Supervisor – S. V. Sizikov, Candidate of Technical Sciences, docent
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: в данной статье описана история развития устройств памяти от самого первого, разработанного в 1937, до актуального, выпущенного в 2021 году.

Abstract: this article describes the history of the development of memory devices from the very first, developed in 1937, to the current one, released in 2021.

Ключевые слова: история, устройства памяти, ОЗУ, развитие.

Key words: history, memory devices, RAM, development.

Введение

Устройства памяти являются ключевым элементом вычислительной и компьютерной техники, но для более оптимизированной работы с техникой в наше время нужно понимать устройство устройств памяти, а в следствии и историю развития этих устройств. Памятью компьютера называется совокупность устройств для хранения программ, вводимой информации, промежуточных результатов и выходных данных. История начинается в далёком 1937 году.

Основная часть

Первые микропроцессоры, как и многие современные компьютеры, имеют в своём арсенале полупроводниковую память. Однако путь к этим миниатюрным устройствам был трудным [1].

Оперативное запоминающее устройство (ОЗУ), также известное как память произвольного доступа RAM, является неотъемлемой частью любого компьютера. Особое значение в работе компьютера имеет оперативная память. Она способствует быстрому получению данных и программ, что позволяет компьютеру быстро реагировать на действия пользователя и выполнять множество задач одновременно. В результате увеличения объема ОЗУ, компьютер будет работать быстрее и эффективней. Если компьютер работает медленно, это может привести к снижению производительности.[2]

Если рассматривать в качестве первого компьютера машину для анализа и сбора информации, разработанную Чарльзом Бэббиджем в 1840 году, то можно заметить, что она была механической. Также можно отметить, что в ней использовалась память, которая была основана на зубчатых колесах. Она была первой машиной, которая использовала в качестве памяти механические

элементы. В ее следующем компьютере - Z-1 (1937), также как и в Z-2 (1941), память выполнялась на 1400 реле. На реле был сооружен и 1-ый южноамериканский компьютер Mark I, разработанный в Гарвардском институте в 1944 г. морским офицером Говардом Эйкеном при помощи фирмы ИВМ. Грядущим закономерным шагом был переход к быстродействующим электрическим лампам первого электрического компьютера ENIAC, построенного в 1945 г. математиками Джоном Моучли и Джоном Эккертом. Желая прирастить величину памяти без нагромождения ламп, которые нередко отказывали, Моучли и Эккерт подвергали анализу всевозможные пути, охватывая электронно-лучевые трубки (ЭЛТ) и ультразвуковые части задержки, именуемые еще ртутными трубками. Эти трубки в первый раз были применены Уильямом Шокли (William Shockley) в Bell Labs в 1942 г. для задач радиолокации. Ртутная память была запатентована Моучли и Эккертом 1947 г. и буквально продана ими в 1949 г. для известного математика Джона фон Неймана для модернизации компьютера ENIAC, известного под именованием EDVAC, работающим уже в двоичной системе счисления (рис. 1).



Рисунок 1 — Уилкс с батареей ртутных трубок

Памятью со случайным доступом, позволяющим загружать всю программу, стала память на электронно-лучевой трубке (ЭЛТ) или же трубке Вильямса, сделанной в 1947 г. английскими учеными Фредди Вильямсом (Frederic Williams) и Томом Килбурном (Tom Kilburn). Вильямс, совместно со своим аспирантом Килбурном, сделал в 1948 г. первый компьютер с электронно-загружаемой памятью SSEM (Baby) с объемом памяти 256 кбайт.

В конце 1940-х гг., на заре холодной войны, военно-морской флот США озаботился созданием машин для расшифровки советских связных кодов. Для этого американская компания Engineering Research Associates (ERA) спроектировала несколько специализированных вычислителей, для которых была разработана память на магнитном барабане. Она имела барабан с дорожками диаметром 22 см и 200 головок записи и считывания. Электромотор на валу барабана со скоростью вращения 3500 об/мин обеспечивал время считывания не более 17 мс. Объем памяти 48 кбайт. Это оказалось достаточным для создания в 1950 г. первого в США компьютера с загружаемой программой Atlas.[1]

Джей Форрестер придумал систему, при которой управляющие сигналы для бессчетных сердечников шли всего по нескольким проводам. В 1951 году вышла память на базе магнитных сердечников. Технологию постепенно улучшали. Ферритовые кольца уменьшались в объемах, скорость работы росла. Первые эталоны функционировали на частоте около 1 МГц, время доступа составляло 60 000 нс — к середине 70-х годов оно сократилось до 600 нс. Грядущий прыжок в развитии компьютерной памяти случился, когда были выдуманы транзисторы и интегральные микросхемы. Промышленность пошла по пути миниатюризации компонент с одновременным увеличением их производительности. В начале 1970-х полупроводниковая индустрия освоила выпуск микросхем высочайшей степени интеграции — на относительно маленькой площади ныне уместались десятки тысяч транзисторов. Были замечены микросхемы памяти емкостью 1 Кбит (1024 бит). Определенная лепта в становлении первичной памяти внес врач Роберт Деннард, работник фирмы IBM. Он придумал чип на транзисторе и маленьком конденсаторе. Главная память в то время бесповоротно отделилась от вторичной, оформилась в облике отдельных микрочипов емкостью 64, 128, 256, 512 Кбит и 1 Мбит. Первые синхронные динамические чипы SDRAM были замечены в 1993 году, их предположила фирма Самсунг. Свежие микросхемы трудились на частоте 100 МГц, время доступа приравнялось 10 нс. Важное мероприятие произошло в 2000 году, когда на рынке была замечена оперативная память эталона DDR SDRAM. Она обеспечила удвоенную (по сравнению с обыкновенной SDRAM) пропускную дееспособность. Следом за DDR в 2004 году был заменен стандарт DDR2. [3]

Предоставление данных от микросхем памяти модуля к контроллеру памяти по наружной шине данных выполняется по обоим полупериодам синхросигнала (восходящему — «фронту», и нисходящему — «срезу»). В этом и заключается сущность технологии «Double Data Rate», как раз в следствие этого «рейтинг», или же «эффективная» частота памяти DDR всякий раз считается двойной. Предоставление данных от микросхем памяти модуля к контроллеру памяти по наружной шине данных выполняется по обоим полупериодам синхросигнала (восходящему — «фронту», и нисходящему — «срезу»). В этом и заключается сущность технологии «Double Data Rate», как раз в следствие этого «рейтинг», или же «эффективная» частота памяти DDR всякий раз считается двойной. Определенным шагом вперед при переходе от

DDR к DDR2 явилось понижение тактовой частоты внутренней шины данных в два раза по отношению к реальной тактовой частоте внешней шины данных. Последующее становление технологии памяти DDR2 явилось значимо подобным развитию ее предшествующего поколения, памяти DDR. Были достигнуты частоты в 333 и 400 МГц и значительно снижены задержки. Ведущей принцип, лежащий в базе перехода от DDR2 к DDR3, в точности повторяет рассмотренную выше идею, заложенную при переходе от DDR к DDR2. DDR3 — это «все та же DDR SDRAM», то есть предоставление данных все еще выполняется по обоим полупериодам синхросигнала на двойной «эффективной» частоте по сравнению с личной частотой шины памяти. Рейтинги производительности выросли в два раза, по сравнению с DDR2, и обычными высокоскоростными категориями памяти свежего эталона DDR3 станут считаться разновидности от DDR3-800 до DDR3-1600.

В конце концов, мы добрались до абсолютно свежей памяти DDR4. Консорциум отраслевых компаний JEDEC начала разработку эталона ещё в 2005 году, впрочем, только весной 2014 года первые устройства были замечены в продаже. В качестве примера рассмотрим 8-гигабайтный DDR4-чип с шиной данных шириной 4 бита. Подобный аксессуар имеет 4 группы банков по 4 банка в каждой. Изнутри всякого банка присутствуют 131 072 (217) строчки емкостью 512 байт каждая. Для сопоставления возможно привести свойства подобного DDR3-решения. Подобный чип имеет 8 независимых банков. В любом из банков присутствуют 65 536 (216) строк, а в каждой строке — 2048 байт. Здесь же возможно обозначить, что для всякой группы банков учтен самостоятельный выбор операций (активация, чтение, запись или же регенерация), что разрешает увеличить эффективность и пропускную дееспособность памяти. Необходимым изменением в эталоне DDR4 стало внедрение интерфейса с топологией «точка-точка» взамен покрышки Multi-Drop, используемой в DDR3. Система покрышки Multi-Drop учитывает внедрение всего только 2-ух каналов для связи модулей с контроллером памяти. При применении незамедлительно 4 портов DIMM любые 2 модуля объединяются с контроллером при помощи только одного канала, что само собой отрицательно воздействует на производительности подсистемы памяти (рис. 2).

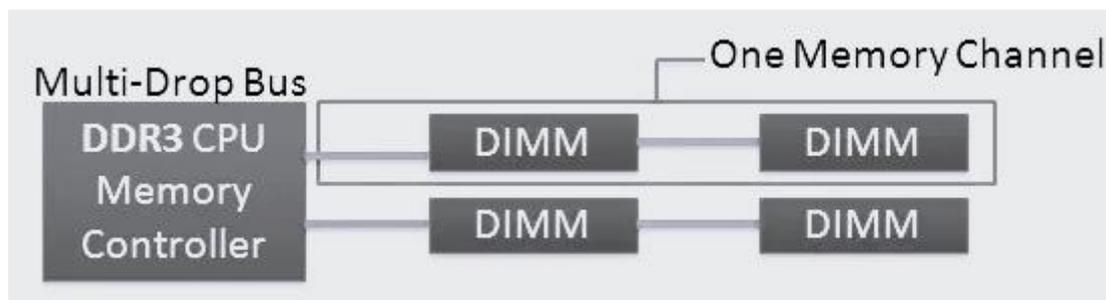


Рисунок 2 — Схема работы шины Multi-Drop

В дизайне шины с топологией «точка-точка» для каждого DIMM-разъема предусмотрен отдельный канал, то есть каждый модуль памяти будет напрямую связываться с контроллером и не делить ни с кем этот самый канал (рис. 3).

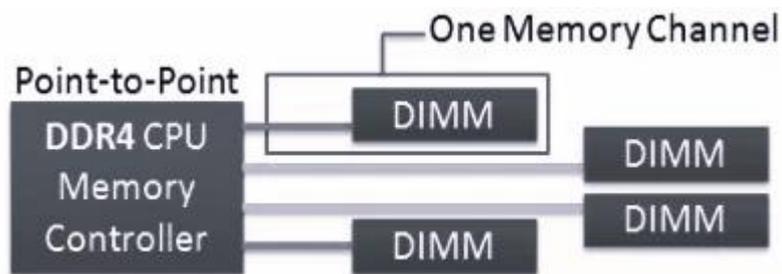


Рисунок 3 — Схема работы шины с топологией «точка-точка»

Модуль памяти DDR4 в форм-факторе DIMM содержит 288 контактов. Численность пинов было увеличено для способности адресации как возможно наибольшего размера памяти. Предельная вместимость модуля памяти оформляет 128 Гбайт. Кстати, возрастет не лишь только размер модулей памяти, но и частота чипов. В рамках эталона DDR4 действительная частота добьется отметки 2133 МГц. Для понижения энергопотребления и тепловыделения стереотип DDR4 учитывает еще одно понижение рабочего напряжения, на данный момент до 1,2 В. Не считая этого, внутри чипа напряжение, напротив, было увеличено, что разрешило гарантировать более быстрый доступ, и при этом понизить токи утечки. [4]

Разработка свежего поколения DDR, а именно DDR5, была начата в 2017 году организацией по отраслевым эталонам JEDEC (Объединенный инженерный совет по электрическим устройствам) при участии основных мировых поставщиков полупроводниковой памяти и архитектур наборов микросхем. Память DDR5 владеет свежими функциями для увеличения производительности, понижения энергопотребления и больше высочайшей единства данных. Память DDR5 была представлена в 2021 г. Скорость памяти DDR5 начинается с 4800 МГц, в то время как в случае DDR4 она максимально достигает 3200 МГц. Работая при напряжении 1,1 В, модуль памяти DDR5 потребляет приблизительно на 20% меньше энергии по сопоставлению с подобными модулями DDR4, работающими при напряжении 1,2 В. DDR5 разграничивает модуль памяти на 2 независимых 32-битных адресуемых подканала, что разрешает увеличить эффективность и понизить время ожидания доступа к сведениям для контроллера памяти. Разрядность данных модуля DDR5 все еще оформляет 64 бита, впрочем, деление на 2 32-битных адресуемых канала наращивает совместную производительность. On-Die ECC (Error Correction Code) — свежая функция, предназначенная для поправки битовых промахов в микросхеме DRAM. По мере наращивания плотности чипов DRAM за счет сокращения литографии на пластинках растет возможность утечки данных. On-Die ECC функция обнаружения и поправки промахов понижает данный риск, исправляя промахи в микросхеме, повышая надежность и снижая численность недостатков. Данная разработка не имеет возможность подправлять промахи за пределами микросхемы или же

промахи, которые появляются в шине меж модулем и контроллером памяти, оказавшимся в ЦП. [5]

Заключение

Первым устройством памяти был механический на зубчатых колесах, разработанным в 1937. Через 10 лет была выпущена первая память, которая с произвольным доступом, позволяющим загружать всю программу стала память на электронно-лучевой трубке (ЭЛТ). Примерно через 30 лет был сделан огромный шаг в развитии устройств памяти при введении интегральной микросхемы и транзисторов.

Актуальным типом оперативной памяти (ОЗУ) является DDR5, выпущенный в 2021 году. Он имеет частоты от 4800 МГц, максимальная емкость модуля памяти составляет 256 ГБ.

Также стоит отметить, что развитие устройств памяти идёт полным ходом, аналитики представляют очень многообещающие инсайды.

Литература

1. История - Первые устройства компьютерной памяти [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://controleng.ru/retrospektiva/pervye-ustrojstva-ramyati/>.- Дата доступа 21.04.2024.

2. Что такое оперативная память: принцип работы, как выбрать [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gb.ru/blog/chto-takoe-operativnaya-ramyat/>.- Дата доступа 21.04.2024.

3. Вспомнить все. Эволюция компьютерной памяти [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.igromania.ru/article/14640/Vspomnit_vse._Yevolyuciya_kompyuternoy_ramyati.html .-Дата доступа 21.04.2024.

4. Начало новой эпохи. Как работает оперативная память стандарта DDR4 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ferra.ru/review/computers/ddr4-new-age-how-it-works.htm>.-Дата доступа 21.04.2024.

5. Стандарт памяти DDR5: основные сведения о новом поколении технологии модулей памяти DRAM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kingston.com/ru/blog/pc-performance/ddr5-overview>.-Дата доступа 21.04.2024.