

# Микросхемы памяти ведущих производителей

**Развитие систем памяти имеет много аспектов. Ранее на страницах этого журнала автором в основном рассматривались технические вопросы развития памяти на микросхемах, тенденции и проблемы ее совершенствования [1]. Теперь мы проанализируем развитие номенклатуры и характеристик образцов элементной базы ряда ведущих фирм-производителей микросхем полупроводниковой памяти, продукция которых доступна потребителям России и стран СНГ. Будут использованы материалы новой книги о микросхемах памяти [2] и ряда других источников. В гораздо меньшей степени в статье затрагиваются последние научно-технические достижения, определяющие перспективное развитие систем памяти, из них будут выделены только те, которые, на наш взгляд, могут оказать уже в ближайшем будущем существенное влияние на развитие систем памяти, особенно микросхем памяти.**

**Владимир Дмитриев**

## Развитие систем памяти

Развитие систем памяти происходит путем создания запоминающих устройств, построенных на новых физических принципах, и совершенствования имеющихся типов памяти. На рис. 1 показана достаточно упрощенная классификация устройств памяти, в основу которой положен тип носителя информации.

В свою очередь, классификация микросхем памяти, являющихся компонентом электронной памяти [1], непрерывно развивается за счет появления новых «фирменных» обозначений. Так, например, компании Fujitsu и Toshiba договорились о совместной разработке высокоскоростных микросхем памяти следующего поколения, известных как Fast-Cycle Random Access Memory — быстродействующее ОЗУ (FCRAM). Технология FCRAM использует новую архитектуру памяти для ускорения оперативных циклов в два-три раза по сравнению с традиционными динамическими ОЗУ (DRAM). В соответствии с соглашением, компании совместно будут разрабатывать 64-, 128- и 256-мегабитные FCRAM для использования в качестве ЗУ специального назначения в приложениях, не входящих в оперативную память персональных компьютеров.

Чипы будут использоваться в персональных цифровых сопроцессорах, принтерах, телевизорах и других мультимедийных устройствах.

Другим примером, но уже более радикального расширения номенклатуры памяти по типу носителя информации может служить так называемая «молекулярная память», которая является разновидностью оптической памяти. Здесь в качестве ячеек памяти используются молекулы протеина, который называется бактериородопсин и присутствует в мембране микроорганизма, обнаруженного в соляных болотах, где температура может достигать +150 °C. Когда уровень содержания кислорода в окружающей среде на-

столько низок, что для получения энергии невозможно использовать дыхание (окисление), он для фотосинтеза использует протеин. Молекула способна сохранять свои стационарные состояния в течение примерно пяти лет, причем указанные состояния имеют существенно отличающиеся спектры поглощения в оптическом диапазоне. Это позволяет определить текущее состояние молекулы с помощью лазера, настроенного на соответствующую частоту.

Чтобы защититься от ошибок, при операциях чтения-записи с помощью лазеров используются методы помехоустойчивого кодирования. Страница данных может быть прочитана без разрушения до 5000 раз.

По сравнению с уже достаточно хорошо известной голограммической памятью здесь информация не связана с фазой оптического излучения, что потенциально упрощает конструкцию устройства. Теоретически кювета объемом несколько кубических сантиметров может вместить около одного терабайта данных. Ограничения на емкость связаны, в основном, с проблемами линзовой системы устройства оптической записи-считывания и качеством протеина.

Сможет ли молекулярная память конкурировать с традиционной полупроводниковой памятью? Ее конструкция, безусловно, имеет определенные преимущества. Во-первых, она основана на протеине, который производится в большом количестве и по невысокой цене, чему способствуют достижения генной инженерии. Во-вторых, система может функционировать в более широком диапазоне температур, чем полупроводниковая память. В-третьих, данные сохраняются постоянно — даже если выключить питание системы памяти, это не приведет к потере информации. И, наконец, кубики с данными, имеющие маленькие размеры, но содержащие гигабайты информации, можно помешать в архив для хранения копий (как магнитные ленты). Так как кубики не содержат движущихся частей, это удобнее,



Рис. 1. Упрощенная классификация систем памяти по типу носителя информации

чем использование портативных жестких дисков или картриджей с магнитной лентой.

Специалисты фирмы Intel, безусловно являющейся одним из мировых лидеров в создании устройств памяти, сообщили о создании «пластмассовых» ЗУ, или полимерной сегнетоэлектрической памяти (PFRAM).

Структуру полимерной PFRAM-памяти формируют два расположенные под прямым углом друг к другу слоя металлических полос, разделенные тонкой полимерной пленкой. Ячейку памяти образует область под пересечением металлических полос. Для записи или считывания данных достаточно изменить поляризацию полимерной пленки, то есть для хранения данных транзисторы не нужны. Схема памяти изготавливается на кремниевой подложке с КМОП-устройствами управления. На такой подложке с помощью простой операции центрифугования может быть сформировано до восьми слоев полимерной памяти, то есть затраты на изготовление PFRAM чрезвычайно низкие: по утверждению разработчиков, они составляют около 1/8 затрат на производство КМОП-памяти. Важное достоинство полимерного ЗУ — низкая потребляемая мощность: в режиме ожидания энергия не потребляется, не нужно обновлять данные. Правда, по времени записи данных (50 мкс) PFRAM существенно уступает имеющимся образцам Flash-памяти. Тем не менее для большинства бытовых устройств, требующих памяти большого объема, особенно на сменных платах, это достаточно перспективный тип ЗУ.

В другом типе полимерной памяти, так называемой унифицированной памяти фирмы Ovionics (Ovionics Unified Memory — OUM), как и в современных CD-ROM с возможностью перезаписи, используются халькогениды — материалы с фазовым изменением состояния. При воздействии лазерного излучения (как в CD-ROM или DVD) или электрического тока (как в памяти типа OUM) на аморфный халькогенид атомы его занимают более упорядоченное положение, и фазовое состояние халькогенида изменяется. При этом проводимость материала может изменяться в три раза. Это явление и лежит в основе элемента памяти. Данныечитываются путем измерения сопротивления ячейки памяти.

На сегодняшний день фирмой Intel по технологии 0,18 мкм создан тестовый 4-мегабитный OUM-чип, продемонстрировавший возможность формирования базовой ячейки памяти малых размеров. Значения времени записи и считывания ячейки не превышают 100 нс, «износостойчивость» достигает  $10^{12}$  циклов записи-стирания. Таким образом, память OUM-типа превосходит Flash-память по быстродействию, будучи таким же энергонезависимым ЗУ.

### Полупроводниковая память

Вернемся, однако, к полупроводниковой памяти. Известно, что характеристиками ОЗУ, являющегося основой системы памяти, являются: информационная емкость, быстродействие и энергопотребление. На практике, в аспекте взаимозаменяемости микросхем па-

Таблица 1. Сравнительные характеристики различных типов полупроводниковой памяти

Тип памяти	Энерго-независимость	Плотность записи	Режим чтение-запись	Надежность сохранения данных
Динамическое ОЗУ (DRAM)		+	+	
Статическое ОЗУ (SRAM)		+	+	
Масочное ПЗУ (ROM)	+	+		+
Перепрограммируемое ПЗУ (EPROM)	+	+		+
Flash-память	+	+	+	+

мяти, большое значение также играет тип корпуса.

Разнообразие типов микросхем памяти, построенных на различных физических принципах, объясняется различными требованиями, предъявляемыми разработчиками электронной аппаратуры к системе памяти и ее элементам. Вполне очевидным является то, что памяти универсального типа не существует и прогресс наблюдается применительно к ее различным компонентам.

Табл. 1 позволяет в первом приближении сравнить между собой различные типы памяти с точки зрения их потребительских свойств.

Оценивая указанные в табл. 1 типы памяти, можно отметить следующее. Высокая плотность и низкая стоимость единицы памяти относятся к динамическим ОЗУ. Масочные ПЗУ — наиболее дешевая память только для чтения и не нуждается в подпитке при хранении. Репрограммируемое ПЗУ обладает многими положительными качествами, но имеет ограниченное число циклов стирания-записи (около 10 000), длительное время записи и низкую плотность.

Flash-память объединяет возможность электрического стирания ЭСППЗУ с ячейкой, подобной программируемому СППЗУ. В результате модифицированная ячейка может быть стерта электрически в блоке с другими ячейками. Эта характеристика позволяет Flash-памяти принимать новый код или информацию в системе.

Цена на полупроводниковую память (DRAM, SRAM, ROM, Flash и другие виды) в большой степени определяется количеством кремния, необходимым для запоминания одного бита информации. Как и другие типы полупроводниковой памяти, Flash-память, которая позволяет хранить данные даже при отсутствии питания, достигла больших плотностей и довольно низкой цены за счет развития технологии масштабирования, то есть уменьшения характерного размера транзистора.

Комбинация энергонезависимости, программируемости при помощи электричества и низкой цены стала на сегодняшний день очень привлекательной для портативных систем, не имеющих доступа к постоянным источникам питания, таким, какими являются батареи. Например, большинство продаваемых сегодня сотовых телефонов снабжены Flash-устройствами.

Устройства на Flash-памяти сейчас встраиваются в 90 % всех персональных компьютеров, более чем в 90 % сотовых телефонов и в 50 % всех модемов. Они также находят применение в черных ящиках самолетов, медицинском записывающем оборудовании, циф-

ровых автоответчиках, детских игрушках, принтерах, сетевых маршрутизаторах и проч., и проч. Так же Flash-память является одной из составляющих в цифровой аудио- и видеотехнике, где она используется в качестве носителя аудио- и видеопотоков.

Обычно уменьшение цены и увеличение плотности памяти связано с уменьшением размеров транзисторов при переходе от одной технологии производства к другой (это справедливо для любого типа полупроводниковой памяти, в том числе и DRAM, и SRAM). При этом на одинаковых по площади кремниевых пластинах может располагаться большее количество ячеек памяти, что влечет уменьшение цены за единицу объема (памяти). За последние 10 лет размер ячейки памяти уменьшился в 18 раз только из-за перехода на новые технологические процессы. Кроме того, улучшается и процесс конструирования самой памяти, что вместе с технологическими улучшениями дало 100-кратный прирост плотности размещения ячеек памяти за последние 10 лет.

Ячейка Flash-памяти состоит только из одного транзистора, где может храниться один бит информации. Для SRAM, к примеру, требуется 6 транзисторов (или 4 транзистора и 2 резистора), для DRAM — один транзистор и одна емкость, для EPROM — два транзистора. Один транзистор считался наименьшей единицей для хранения одного бита данных, однако еще в 1992 году группа инженеров компании Intel начала разработки с целью уменьшить удельную площадь кремниевой пластины, требуемой для хранения одного бита данных. Они решили использовать только часть транзистора для хранения бита данных — транзистор должен хранить не один, а несколько бит данных.

Ячейка Flash-памяти — это транзистор с плавающим затвором (рис. 2), который позволяет хранить электроны, при этом поведение транзистора зависит от количества электронов. Операция программирования (заряд плавающего затвора) создается потоком электронов между истоком и стоком транзистора. Часть этих электронов набирает достаточное количество энергии, чтобы преодолеть барьер Si-SiO<sub>2</sub> и оказаться запертой на плавающем затворе. Если заряд плавающего затвора у однобитного транзистора меньше заданной ве-

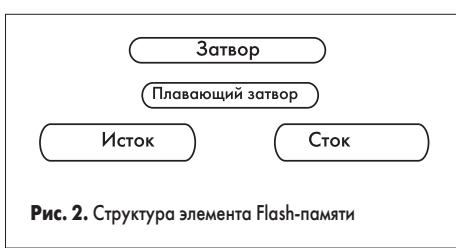


Рис. 2. Структура элемента Flash-памяти

личины (например, 5000 электронов), то это означает, что ячейка хранит логическую «1», а если заряд больше другой заданной величины (например, 30 000 электронов), то «0». Заряд плавающего затвора вызывает изменение порогового напряжения транзистора, и при операции чтения измеряется величина этого порогового напряжения, по нему определяется количество заряда на плавающем затворе и, соответственно, его состояние как ячейки памяти.

Используя контролируемый метод программирования, на плавающий затвор можно поместить достаточно точное количество заряда (с шагом в единицу заряда одного электрона, то есть величина заряда будет изменяться практически непрерывно).

Следующим шагом, который сделали инженеры компании Intel, было создание элемента Flash-памяти, у которого программирование позволяло создать четыре состояния. Эта технология, названная MLC (Multi-Level-Cell), была представлена фирмой Intel под торговой маркой StrataFlash. Благодаря такой памяти можно перейти к следующему поколению технологии изготовления, используя оборудование предыдущего.

Если рассматривать данный процесс с точки зрения теории кодирования, каждое состояние плавающего затвора транзистора будет соответствовать определенному кодовому слову длиной в два элемента алфавита кода (например, как это показано на рис. 3, «0» или «1»). На рис. 3 показан вариант распределения порогового напряжения транзистора, позволяющий использовать простейший код положений для хранения в каждом из них 2 бита информации.



При создании новой технологии решались три основные задачи:

- Точное размещение заряда: программирование ячейки Flash-памяти должно очень хорошо контролироваться (что требует детального изучения физики программирования). Это значит, что во время программирования нужно подводить к ячейке ток на строго определенное время.
- Точное чтение количества заряда: операция считывания — это, в основном, аналого-цифровое преобразование величины заряда, сохраненного в ячейке, в цифровые данные.
- Надежное хранение заряда: для сохранения заряда на долгое время ставилась цель сделать его утечку меньше одного электрона за день.

Такой тестовый чип был сделан в 1994 году и доказал возможность сохранения нескольких бит информации в одной ячейке памяти. Главной целью разработчики поставили для себя надежность этой памяти. Различия в состояниях зарядов составляют несколько тысяч электронов, и утечка даже одного электрона в день даст ошибку в бите уже за десять лет хранения.

Скорость чтения одного блока для StrataFlash-памяти превосходит скорость чтения для обычной памяти более чем в полтора раза. Это связано с тем, что из одной ячейки памяти одновременно считаются два бита информации, а не один, зато прибавляется некоторое время, требуемое для декодирования полученной информации. Это же относится и к записи данных.

В ближайшей перспективе фирма Intel собирается разработать ячейку StrataFlash-памяти, которая хранила бы 4 бита в одной ячейке. Такая память, по планам, должна появиться уже в 2003 году.

«Ахиллесовой пятой» Flash-памяти является утечка заряда. Действительно, в ОЗУ традиционного типа на конденсаторах их ток утечки периодически компенсируется, что в целом ухудшает характеристики устройства электронной памяти. Flash-память является энергонезависимым типом памяти, но в силу реально существующих физических процессов срок хранения данных ограничен, что в конеч-

ном итоге ограничивает сферы практического применения устройств памяти данного типа. Разработчики фирмы Agere Systems (ранее отделение микроэлектроники компании Lucent Technologies) сообщили о разработке Flash-подобного энергонезависимого запоминающего устройства, в котором каждая ячейка памяти разбита на 20–40 тыс. малых ячеек («корзинок»). Даже если несколько таких «корзинок» протекут, большая часть заряда не потеряется, и данные, хранимые в ячейке, не будут потеряны. Плавающие затворы накопительных транзисторов состоят из нанокристаллов диаметром 5–10 нм, формируемых разработанным Калифорнийским университетом аэрозольным методом нанесения покрытия в высокотемпературной кислородной ванне. Основная трудность метода — достижение равномерного распределения нанокристаллов. Тем не менее разработчики утверждают, что метод намного дешевле традиционной литографии и позволяет сократить продолжительность технологического процесса формирования устройств памяти. Более того, он позволит прорваться в область все меньших размеров элементов. Созданные ячейки памяти отличаются чрезвычайно высокой «живучестью»: испытания показали, что они выдерживают 106 циклов зарядки-разрядки без значительной деградации параметров.

Исследователями не забыт и основной компонент полупроводниковой памяти — кремний. Специалисты фирмы IBM в результате фотомеханической обработки исходного материала получили так называемый «деформированный кремний» (strained silicon), пленка которого за счет управляемого изменения ориентации атомов позволяет увеличить скорость прохождения электронов через элементы транзистора и тем самым увеличить быстродействие ключевых элементов на десятки процентов.

## Проблема взаимозаменяемости микросхем памяти

Прогресс развития запоминающих устройств и их компонентов впечатляет, но потребителя в своей повседневной деятельности часто мучают более прозаические проблемы

Таблица 2. Микросхемы SRAM асинхронные быстродействующие

Alliance	Размер	Структура	Напр. пит., В	Доступ, нс	Cypress	GSI	Hitachi	IDT	ICSI	Mitsubishi	Motorola	NEC	Samsung	Toshiba	Winbond
AS7C164	64К	8Kx8	5	12–20	CY7C185			IDT7164	IS61C64	M5M178A	MCM624C	μPD4368	KM6865	TC5558	W2465A
AS7C256	256К	32Kx8	5	10–20	CY7C198 CY7C199		HM 62832	IDT71256	IS61C256AH	M5M278	MCM6206D	μPD 43258A	KM68257 K6E0808C	TC55328	W24257A
AS7C3256	256К	32Kx8	3.3	10–20	CY7C1399	GS70328		IDT71V256	IS61LV256		MCM62V06D		KM68V257 K6E0808V		W24L257A
AS7C1024	1М	128Kx8	5	10–20	CY7C109 CY7C1009		HM 628127H	IDT71024	IS61C1024	M5M51288B	MCM6226A		KM681001		W241024A
AS7C1024	1М	128Kx8	3.3	10–20	CY7C109V33 CY7C1009V33			IDT71V024	IS61LV1024	M5M51008			KM68V1000		W24L010A
AS7C1025	1М	128Kx8 CPG	5	10–20	CY7C1019			IDT71124		M5M512R08	MCM6726	μPD 431008	KM681002 KM6R1008C	TC558128	
AS7C31025	1М	128Kx8 CPG	3.3	10–20	CY7C1019V33	GS71108		IDT71V124	IS63LV1024	M5M5V 12R88	MCM6926		KM68V1002 KM6R1008V	TC55V8128	W24L011A
AS7C1026	1М	64Kx16	5	10–20	CY7C1021		HM 621664	IDT71016	IS61C6416	M5M5 64R16C	MCM6223	μPD 431016	KM6161002 KM6R1016C	TC551664	
AS7C31026	1М	64Kx16	3.3	10–20	CY7C1021V33	GS71116		IDT71V016	IS61LV6416	M5M5V 64R16C	MCM6323		KM616V1002 KM6R1016V	TC55V1664	W26L010A

Таблица 3. Микросхемы SRAM с малой потребляемой мощностью

Alliance	Размер	Структура	Напр. пит., В	Доступ, нс	Cypress	Hitachi	Hyundai	ICSI	Mitsubishi	NEC	Samsung	Toshiba
AS6SA256	256K	32Kx8	2,7-5,5	35-85	CY62256	HM62256B	GM76x256C HY62xx08081E	IS62LV256	M5M5256D	$\mu$ PD43256B	KM62256D K6T0808C	TC55257D
AS6SA1288	1M	128Kx8	2,7-5,5	35-85	CY62258	HM628128B HM62128D	HY62(U/V)8100B	IS62LV1288	M5M1008B	$\mu$ PD431000A	KM681000E K6T1008U2E	TC551001C
AS6UB2568	2M	256Kx8	2,3-3,6	55	CY62138		HY62(U/V) 8200[B]	IS62LV2568	M5M5V208	$\mu$ PD44200L	K68U2000A K68V2000A K6T2008U/V	
AS6UA5128	4M	512Kx8	2,3-3,6	55-70	CY62148(V)	HM628512A/B HM62W(V)8512A/B/C HM62Y8512B/C	HY62(U/V)8400A HY62(U/V)8401C	IS62LV5128	M5M5V408B	$\mu$ PD434004A	K6F4008xx	TC554001A
AS6UA25616	4M	256Kx16	2,3-3,6	55-70	CY62146(V)	HM62A16256B HM62W(V)16258B/C HM62Y16258B/C	HY62xx26403A HY62xx16404C	IS62LV25616	M5M5V416B		KM616(U/V)4000C KM616(U/V)4010C KM616(U/V)4110C K6T4016U3C K6T4016U[4/6]C K6T4016V[3/4]C K6T4016U4E (U=2.7-3.3 V) (V=3.0-3.6 V)	TC554161A
AS6UB1M8	8M	1Mx8	1,65-3,6	55-100							KM688100 K6[F/T]8008x2M KM68F8100	

Таблица 4. Микросхемы SRAM синхронные

Alliance	Размер	Структура	Напр. пит., В	Частота, МГц	Cypress	IDT	ICSI	Micron	Samsung
AS7C3364PFS32A	2M	64Kx32	3,3	100-200	CY7C1329	71V632 71V633	IS61S6432 IS61F6432 IS61LV6432	MT58L64L32	KM732V689A K7A203200A
AS7C3364PFS36A	2M	64Kx36	3,3	100-200	CY7C1344A CY7C1346A		IS61S6436 IS61F6436 IS61LV6436	MT58L64L36	KM732V689A K7A203200A
AS7C33128PFS18A	2M	128Kx18	3,3	100-200	CY7C1324			MT58L128L18	KM718V789A K7A201800AA
AS7C33128PFS32A	4M	128Kx32	3,3	100-200	CY7C1338 CY7C1339		IS61SP12832 IS61SF12832	MT58L128L32	KM732V787 K7A803200M
AS7C33128PFS36A	4M+	128Kx36	3,3	100-200	CY7C1345 CY7C1347	71Vx576 71Vx577 71Vx5761	IS61SP12836 IS61SF12836	MT58L128L36	KM736V787 K7A803600M K7A403600A K7A403609A
AS7C33256PFS18A	4M+	256Kx18	3,3	100-200	CY7C1325 CY7C1327 CY7C1328A	71Vx578 71Vx579 71Vx5781	IS61SP25618 IS61SF25618	MT58L256L28	K7A401800M K7B01825A K7A401800A
AS7C33128NTD36A	4M+	128Kx36	3,3	100-200	CY7C1350 CY7C1351 CY7C1351B	71V546 71V547	IS61NP12836	MT58L128L36	KN403601A
AS7C33256NTD18A	4M+	256Kx18	3,3	100-200	CY7C1352 CY7C1353 CY7C1352B	71V3558 71V3548	IS61NP25618	MT58L256L18	K7N401801A
AS7C33256PFS36A	8M+	256Kx36	3,3	100-166	CY7C1360A CY7C1360A1 CY7C1361A CY7C1361A1 CY7C1366A	71T676xx 71V676xx 71T677xx 71V677xx	IS61SPS25632/36T/D IS61SFS25632/36T/D IS61LF25632/36T/D IS61LPS25632/36T/D	MT58L256L36	KM736V890 K7A803601M K7B03625A-TQFP K7A803609A-TQFP K7A803601A-TQFP

Таблица 5. Микросхемы DRAM асинхронные

Alliance	Размер	Тип	Структура	Напр. пит., В	Доступ, нс	Hitachi	Micron	Mitsubishi	Mosel	NEC	OKI	Samsung	Siemens
AS4C256K16E0	4M	EDO	256Kx16	5	35, 50, 60	HM514265	MT4C16270	MSM44265	V53C16258H	$\mu$ PD424210	MSM514256	KM416C254	HYB514285
AS4C256K16F0	4M	FP	256Kx16	5	35, 50, 60	HM514260	MT4C16257	MSM44260	V53C16256H	$\mu$ PD424260	MSM514260	KM416C254	HYB514171
AS4LC256K16E0	4M	EDO	256Kx16	3,3	45, 50, 60	HM51W4265	MT4LC16270	MSM4V4265	V53C16258L	$\mu$ PD424210L	MSM51V4256	KM416V254	HYB314265
AS4C1M16E5	16M	EDO	1Mx16	5	50, 60	HM5118165	MT4C1M16E5	M5M418165	V53C518165A	$\mu$ PD4218165	MSM5118165	K4E151611	HYB5118165
AS4C1M16F5	16M	FP	1Mx16	5	50, 60	HM5118160	MT4C1M16C3	MSM418160		$\mu$ PD4218160	MSM5118160	K4F151611	HYB5118160
AS4LC1M16E5	16M	EDO	1Mx16	3,3	50, 60	HM51W18165	MT4LC1M16E5	M5M4V18165	V53C318165A	$\mu$ PD4218165L	MSM51V18165	K4E151612	HYB35118165
AS4C4M4E1	16M	EDO	4Mx4	5	50, 60			M5M417405	V53C516405	$\mu$ PD4217405	MSM51V17405	KM44C4104	HYB5117405
AS4LC4M4E1	16M	EDO	4Mx4	3,3	50, 60				V53C316405				
AS4LC4M4F1	16M	FP	4Mx4	5	50, 60	HM5117400	MT4C4M4B1	M5M417400	V53C516400	$\mu$ PD4217400	MSM51V17400	KM44C4100	HYB5117400
Тип корпуса													
T=TSOP2	J=SOJ					S=SOJ TT=TSOP2	DJ=SOJ TG=TSOP2	J=SOJ TP=TSOP2	K=SOJ TP=TSOP2	LA=SOJ G3=TSOP2	JS=SOJ TK=TSOP2	K=SOP T=TSOP2	J=SOJ T=TSOP2

Таблица 6. Микросхемы DRAM синхронные

Alliance	Размер	Структура	Напр. пит., В	Доступ, нс	Регенерация	Hitachi	Micron	Mitsubishi	Mosel	NEC	Samsung	Siemens
AS4LC1M16S1	16M	1Mx16	3,3	6; 7; 8; 10	2K	HM514265	MT4BLC1M16		V54C316162V	$\mu$ PD4516161	K45161622	HYB39516160
AS4LC1M16S0	16M	1Mx16	3,3	6; 7; 8; 10	4K		MT4BLC1M16					
AS4LC2M8S1	16M	2Mx8	3,3	7,5; 8; 10	2K					$\mu$ PD4516821		
AS4LC2M8S0	16M	2Mx8	3,3	7,5; 8; 10	4K	HM5216805		M5M4V16807			KM4852020	HYB39516800
Тип корпуса												
T=TSOP2						TT=TSOP2	TG=TSOP2	TP=TSOP2	T=TSOP2	G3=TSOP2	T=TSOP2	T=TSOP2

Таблица 7. Микросхемы Flash-памяти

Alliance	Размер	Структура	Доступ, нс	AMD	STM
AS29LV400B/T	4М	512K×8	70–120	AM29LV400BB/BT	M29W400BB/BT
AS29LV800B/T	8М	256K×16	70–120	AM29LV800BB/BT	M29W800BB/BT
Тип корпуса					
T=TSOP				E=TSOP2	N=TSOP

Таблица 8. Рекомендации по выбору микросхем памяти ряда зарубежных фирм

Тип памяти	Рекомендуемые производители
SRAM общего назначения	BSI
Быстродействующая SRAM	Alliance, ICSI
Быстродействующая SRAM большого объема	Cypress, GSI
SRAM специального назначения (T = -55 ... +125 °C)	Cypress
DRAM (в том числе и большого объема)	Alliance, ICSI
Flash	STMicroelectronics, Alliance
EEPROM	STMicroelectronics, ICSI

мы — что использовать при разработке ЗУ на микросхемах или чем заменить вышедшую из строя микросхему?

Отечественные разработчики электронной аппаратуры обычно ориентируются на традиционных поставщиков элементной базы, создаваемые ими устройства имеют характерные особенности конструкции. Находящиеся в эксплуатации устройства требуют постоянного обслуживания и ремонта, объем которых прогрессивно возрастает. Специалисты вынуждены использовать или сохранившиеся на складах компоненты или продолжающую выпускаться рядом фирм морально устаревшую элементную базу, или искать аналоги вышедшими из строя элементам среди новых образцов. Данные особенности российского производства, рынка продаж и услуг в области электронной техники в достаточноЯ полной мере отражены в этой статье.

В виде таблиц представлена спектр параметров компонентов памяти ряда известных фирм, поставляющих свою продукцию в Россию и страны СНГ. Приведена краткая характеристика данных поставщиков с точки зрения возможности применения их продукции

в практике работы специалистов по электроннике. Таблицы аналогов микросхем памяти, производимых различными фирмами, позволяют специалисту подобрать заменитель вышедшего из строя элемента.

В настоящее время поставщики, действующие на российском рынке электронных компонентов, предоставляют весьма широкий выбор микросхем памяти всех классов от различных производителей. Заслуженной популярностью пользуется продукция фирм Alliance, Cypress, Samsung, Toshiba, IDT. Все большее применение находит продукция фирм, появившихся на российском рынке относительно недавно, — Brilliance Semiconductor Inc. (BSI), GSI Technology, Integrated Circuit Solution Inc. (ICSI) и др. Таким образом, проблема выбора в значительной степени сводится к выбору производителя и, соответственно, поставщика.

В табл. 2–7 приведен перечень наиболее популярных позиций, производимых в настоящее время с учетом их совместимости по характеристикам и электрическим параметрам. Чертежи корпусов можно найти в литературе [2].

Примечание: в табл. 2–4 по продукции Samsung и Hyundai приведены последовательно старые и современные наименования.

Из таблиц видно, что в настоящее время на рынке микросхем памяти нет недостатка в предложениях от различных производителей и поставщиков. Очень часто по каждому конкретному запросу можно предложить 4–5 вариантов различных наименований, обладающих примерно одинаковыми характеристиками и параметрами. В этой ситуации проблема выбора звучит скорее не как вопрос «где достать?», а как поиск оптимального варианта из нескольких возможных.

### Проблема выбора производителя микросхем памяти

Авторы, проанализировав состояние российского рынка и учитывая данные, полученные от западных компаний-дистрибуторов, приводят свои рекомендации по подбору микросхем памяти различных производителей, которые представлены в табл. 8 [2].

При составлении данной таблицы учитывались как технические характеристики по каждому производителю, так и соотношение «цена — качество» по каждому классу изделий.

За консультацией можно обратиться по электронной почте [semicond@pit.spb.ru](mailto:semicond@pit.spb.ru).

### Литература

- Дмитриев В. И., Петров А. В. Микросхемы памяти: вчера, сегодня, завтра // Компоненты и технологии. 2001. № 7.
- Дмитриев В. И., Петров А. В. Микросхемы памяти: начало нового века // СПб.: Петро-ИнТрейд. 2001.