

# Некоторые типы памяти производства Samsung

**Наш век — век информационных технологий. Информацию получают, обрабатывают, передают. Информацию сохраняют. Сохраняют на века, на годы, на несколько дней и даже на доли микросекунд. Не последнюю роль в этом процессе играют микросхемы памяти.**

**Антон Веселов**

veselov@mtgroup.ru

Как всем известно, память бывает разная — статическая и динамическая, синхронная и асинхронная, оперативная (RAM) и постоянная (ROM), а также Flash. Производством микросхем памяти занимаются много фирм, кто-то делает оперативную память, кто-то ROM и Flash. Однако есть фирмы, производящие сразу почти все виды таких микросхем. Лидирующее место среди них занимает Samsung Electronics.

Samsung Electronics — это транснациональная компания с заводами в Корее и США. Ее продукция — не только память. Это еще и микроконтроллеры, процессоры Alpha, ARM-контроллеры, контроллеры LCD. Из всего спектра производимых фирмой микросхем памяти (рис. 1) в этой статье мы рассмотрим только некоторые.

## Статическая память

Сейчас Samsung стала лидером по производству статической оперативной памяти (SRAM). Этот вид памяти находит все большее применение в различных устройствах обработки информации.

Статическая память бывает синхронная и асинхронная. Асинхронная, в свою очередь, бывает быстрая (Fast SRAM) и малого энергопотребления (Low Power SRAM). Память с малым энергопотреблением применяется в портативных устройствах и устройствах с батарейным питанием, для которых очень важно уменьшить потребляемую мощность. Последние разработки Samsung в этой области — это микросхемы серии K6F. Так, микросхема K6F1616R6A при объеме 16 Мбит потребляет 3 мА

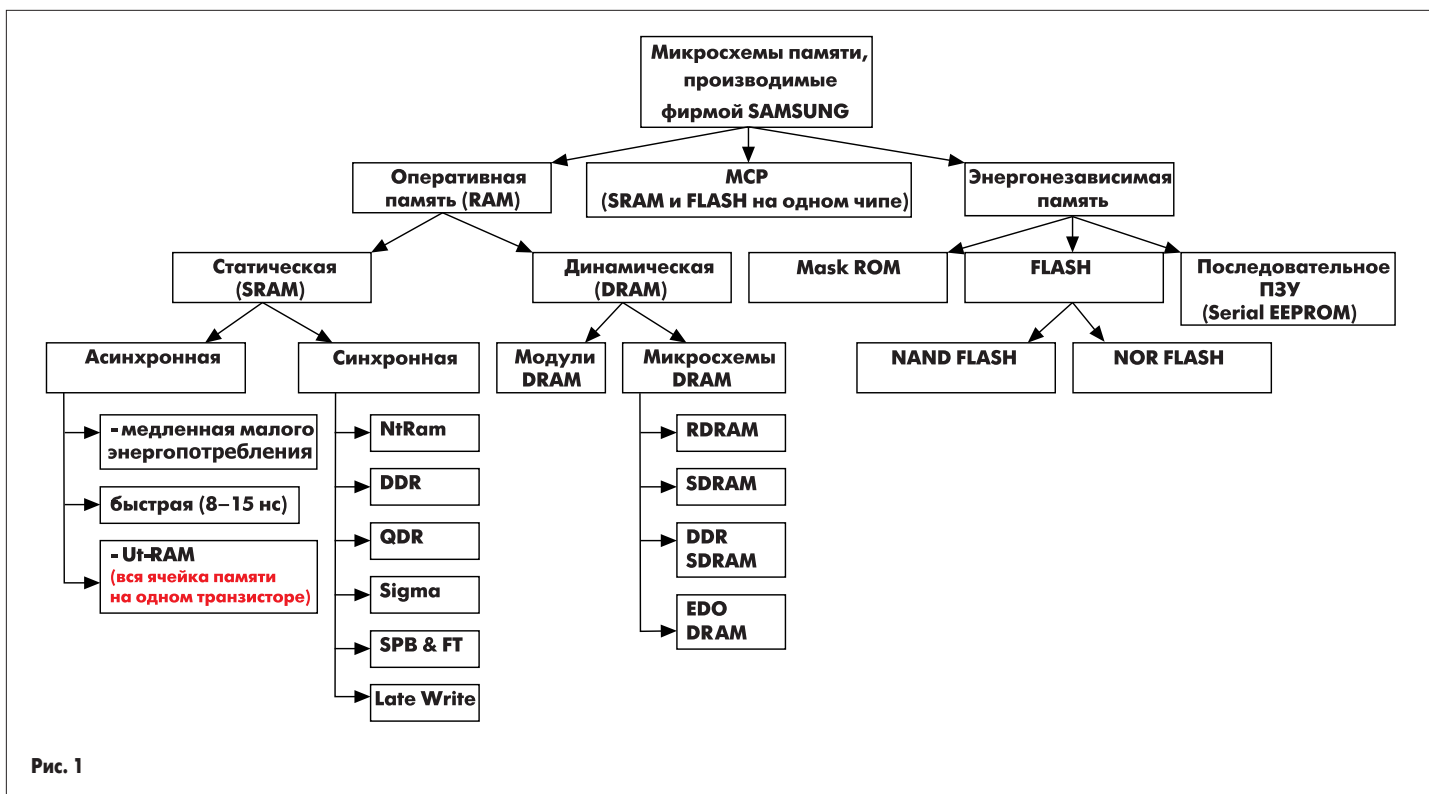


Рис. 1

при чтении и записи и менее 1 мкА — в режиме хранения, а напряжение питания всего 1,65–2,2 В. Эта микросхема наверняка найдет свое применение в новых перспективных разработках. Сейчас же в основном применяются устройства с напряжением 5 или 3,3 В. Samsung предлагает широкий выбор микросхем в этих диапазонах (см. табл. 1). Для 5 В микросхем (серия К6Т) со скоростью доступа 55 или 70 нс ток потребления при обращении к ней составляет около 55 мА, а в режиме хранения — 10 мкА. Для микросхем на 3,3 В эти показатели еще ниже — 30 мА и 5 мкА.

Параллельно с уменьшением потребляемой мощности Samsung уменьшает и другой параметр — размер корпуса. Постепенно прекращается производство микросхем в корпусе DIP. В нем еще выпускают 5-вольтовое медленное статическое ОЗУ емкостью 128 К \* 8 и 512 К \* 8, но остальные микросхемы выпускаются в корпусах. SOP, TSOP1 и TSOP2, а также в различных BGA-корпусах. Эти корпуса занимают на плате гораздо меньше места и предназначены для поверхностного монтажа.

Для быстрой памяти главный критерий — скорость доступа. Среди микросхем фирмы Samsung — это серия К6R, наиболее популярная память со временем доступа 15 нс. Но это уже не предел. В массовом производстве имеются микросхемы, для которых этот параметр составляет 10 и даже 8 нс (см. табл. 2).

**Энергонезависимая память**

Очень часто требуется сохранять данные и после выключения питания. Этим требованиям удовлетворяют два типа микросхем памяти — EPROM и Flash. Причем Flash гораздо удобнее, так как не требует специальных программаторов для записи и стирания. Samsung производит два различных типа микросхем Flash-памяти. Они называются NOR-Flash и NAND-Flash согласно организации ячейки памяти (рис. 2). Эти типы памяти также отличаются друг от друга способом и скоростью доступа, записи и стирания, удельной стоимостью одного бита информации и областями применения. Рассмотрим эти типы памяти.

**NAND-Flash — память для больших объемов данных**

Очень часто в современных приложениях приходится записывать и обрабатывать довольно большие объемы данных. Эту информацию надо также и хранить при отключенном питании. Для этой цели не подойдет оперативная память — она хранит данные только при включенном питании; не подойдет и EEPROM — малый объем и совершенно не подходящий способ записи. Остается Flash, а именно NAND-Flash.

Архитектура микросхем NAND-Flash оптимизирована для хранения больших объемов данных (рис. 2). Для большей плотности ячейки последовательно соединены между собой без контактных площадок между ними. Такая архитектура обеспечивает не только высокую плотность, но и высокую способность

Таблица 1. Статическая асинхронная память Samsung с малым энергопотреблением

Наименование	Организация	Vcc(V)	tдоступа(нс)	Темп. диапазон	Ток чтения/записи (мА)	Ток в режиме хранения (мкА)	Корпус
K6T0808C1D	32Kx8	4.5~5.5	55, 70	C, I	60	5	28SOP, 28TSOP1
K6T1008C2E	128Kx8	4.5~5.5	55, 70	C, I	50	10	32DIP, 32SOP, 32TSOP1
K6T4008C1C	512Kx8	4.5~5.5	55, 70	C, I	55	30	32DIP, 32SOP, 32TSOP2
K6T4016C3C	256Kx16	4.5~5.5	55, 70	C, I	90	50	44 TSOP2
K6T8008C2M	1024Kx8	4.5~5.5	55, 70	C, I	90	80	44 TSOP2
K6T8016C3M	512Kx16	4.5~5.5	55, 70	C, I	90	80	44 TSOP2
K6T1008U2E	128Kx8	2.7~3.3	70, 100	C, I	30	10	32SOP, 32TSOP1
K6T1008V2E	128Kx8	3.0~3.6	70, 100	C, I	30	10	32SOP, 32TSOP1
K6T4008U1C	512Kx8	2.7~3.3	100	C, I	30	20	32 SOP, 32 TSOP2
K6T4016U3C	256Kx16	2.7~3.3	55, 70, 85, 100	C, I	45	15, 20	44 TSOP2
K6T4008V1C	512Kx8	3.0~3.6	70, 85	C, I	30	20	32SOP, 32TSOP2
K6T4016V3C	256Kx16	3.0~3.6	55, 70, 85, 100	C, I	45	15, 20	44 TSOP2
K6F1016U4B	64Kx16	2.7~3.3	55, 70	I	4	0.5	48-FBGA
K6F1016V4B	64Kx16	3.0~3.6	55, 70	I	4	0.5	48-FBGA
K6F1016S4B	64Kx16	2.3~2.7	70, 85	I	3	0.5	48-FBGA
K6F2016U4E	128Kx16	2.7~3.3	55, 70	I	2	0.5	48-TBGA
K6F4016R4E	256Kx16	1.65~2.20	70, 85	I	2	0.5	48-TBGA
K6F4016R6E	256Kx16	1.65~2.20	70, 85	I	2	0.5	48-TBGA
K6F4016U4E	256Kx16	2.7~3.3	55, 70	I	3	1	48-TBGA
K6F4016U6E	256Kx16	2.7~3.3	55, 70	I	3	1	48-TBGA
K6F4008U2E	512Kx8	2.7~3.3	55, 70	I	2	1	48(36)-TBGA
K6F8016R6A	512Kx16	1.65~2.2	70, 85	I	3	1	48-TBGA
K6F8016S6A	512Kx16	2.3~2.7	70, 85	I	3	1	48-TBGA
K6F8016U3A	512Kx16	2.7~3.3	55, 70	I	4	0.5	44-TSOP2
K6F8016U6A	512Kx16	2.7~3.3	55, 70	I	4	1	48-TBGA
K6F1616R6A	1Mx16	1.65~2.2	70, 85	I	3	1	48-TBGA
K6F1616R6M	1Mx16	1.65~2.2	70, 85	I	3	1	48-TBGA
K6F1616U6M	1Mx16	2.7~3.3	55, 70	I	4	2	48-TBGA
K6F1616U6A	1Mx16	2.7~3.3	55, 70	I	3	1	48-TBGA

Таблица 2. Быстрая статическая асинхронная память Samsung

Наименование	Организация	Vcc(V)	tдоступа (нс)	Темп. диапазон	Ток чтения/записи (мА)	Ток в режиме хранения (мкА)	Корпус
K6R1008V1D	128Kx8	3.3	8, 10, 12	C, I	80, 65, 55	20, 5	32 SOJ, 32 TSOP2
K6R1008C1D	128Kx8	5	10, 12, 15	C, I	65, 55, 45	20, 5	32 SOJ, 32 TSOP2
K6R1004V1D	256Kx4	3.3	8, 10, 12	C, I	80, 65, 55	20, 5	32 SOJ
K6R1004C1D	256Kx4	5	10, 12, 15	C, I	65, 55, 45	20, 5	32 SOJ
K6R1016V1D	64Kx16	3.3	8, 10, 12	C, I	80, 65, 55	20, 5	44SOJ, 44TSOP2, 48TBGA
K6R1016C1D	64kx16	5	10, 12, 15	C, I	65, 55, 45	20, 5	44SOJ, 44TSOP2, 48TBGA
K6R1008V1C	128Kx8	3.3	10, 12, 15	C, I	80, 75, 73	30, 5(0.5)	32 SOJ, 32 TSOP2
K6R1008C1C	128Kx8	5	10, 12, 15	C, I	80, 75, 73	30, 5(0.5)	32 SOJ, 32 TSOP2
K6R1004V1C	256Kx4	3.3	10, 12, 15	C, I	75, 70, 68	30, 5(0.5)	32 SOJ
K6R1004C1C	256Kx4	5	10, 12, 15	C, I	75, 70, 68	30, 5(0.5)	32 SOJ
K6R1016V1C	64Kx16	3.3	10, 12, 15	C, I	105, 95, 93	30, 5(0.5)	44SOJ, 44TSOP2, 48FPBGA
K6R1016C1C	64Kx16	5	10, 12, 15	C, I	105, 95, 93	30, 5(0.5)	44SOJ, 44TSOP2, 48FPBGA
K6R3024V1D	128Kx24	3.3	9, 10, 12	C, I	170, 150, 130	40, 15	119 PBGA
K6R4016V1D	256Kx16	3.3	8, 10, 12, 15	C, L, I, P	110, 90, 80, 70	30, 5(0.5)	44SOJ, 44TSOP2, 48TBGA
K6R4016C1D	256Kx16	5	10, 12, 15	C, I, P	90, 80, 70	30, 10	44SOJ, 44TSOP2, 48TBGA
K6R4004V1C	1Mx4	3.3	10, 12, 15	C, I, L, P	150, 140, 130	60, 10(1.2)	32 SOJ
K6R4004C1C	1Mx4	5	10, 12, 15	C, E, I	160, 150, 140	60, 10	32 SOJ
K6R4008V1C	512Kx8	3.3	10, 12, 15	C, I, L, P	155, 145, 135	60, 10(1.2)	36 SOJ, 44 TSOP2
K6R4008C1C	512Kx8	5	10, 12, 15	C, E, I	170, 160, 150	60, 10	36 SOJ, 44 TSOP2
K6R4016V1C	256Kx16	3.3	10, 12, 15	C, I, L, P	160, 150, 140	60, 10(1.2)	44SOJ, 44TSOP2, 48FBGA
K6R4016C1C	256Kx16	5	10, 12, 15	C, E, I	185, 175, 165	60, 10	44SOJ, 44TSOP2, 48FBGA

Таблица 3. NAND-flash память Samsung

Наименование	Организация	Vcc(V)	Темп. диапазон	Корпус
K9F4008W0A	512k*8	3.0-5.5V	C, I	TSOP2-44
K9F6408U0B	8M*8	2.7-3.6 V	C, I	TSOP2-44
K9F2808U0B	16M*8	2.7V-3.6 V	C, I	TSOP1-48, TBGA-63
K9F5608U0A	32M*8	2.7V-3.6 V	C, I	TSOP1-48, WSOP-48
K9F1208U0M	64M*8	2.7V-3.6 V	C, I	TSOP1-48, WSOP-48
K9K1G08U0M	128M*8	2.7V-3.6 V	C, I	TSOP1-48
K9K1G08U0M	128M*8	1.65-1.95 V	C, I	TSOP1-48
K9K1G16Q0M	64M*16	2.7V-3.6 V	C, I	TSOP1-48
K9K1G16U0M	64M*16	1.65-1.95 V	C, I	TSOP1-48
K9K2G08U0M	256M*8	2.7V-3.6 V	C, I	TSOP1-48
K9K2G08U0M	256M*8	1.65-1.95 V	C, I	TSOP1-48
K9K2G16Q0M	128M*16	2.7V-3.6 V	C, I	TSOP1-48
K9K2G16U0M	128M*16	1.65-1.95 V	C, I	TSOP1-48

к модульному наращиванию системы. Эти свойства выводят NAND-Flash в лидеры по объему памяти. И действительно, Samsung массово производит память объемом 1 Гбит (128 М\*8), а на подходе уже 2 Гбит, и все это умещается в маленькие TSOP1 или TBGA. Начало выпуска 2 Гбит анонсировано на 2-й квартал 2002 года (характеристики микросхем NAND-Flash фирмы Samsung приведены в табл. 3).

Но за все в этом мире приходится платить, в том числе и за большой объем памяти. Последовательная организация ячеек позволяет наращивать объем, но исключает произвольный доступ к каждой ячейке.

Страницы и блоки

Рассмотрим более подробно, как организована NAND-Flash, на примере 128-мегабайтной микросхемы K9F1G08U0M (рис. 3). В ней может храниться 1 107 296 256 бит (1 Гбит) информации. Весь этот объем разбит на 65 536 страниц (pages), каждая из которых имеет объем 2112 байт. При этом номер страницы называют row address, а номер байта в странице — column address. 64 байта, расположенные по column-адресам с 2048 по 2111 в каждой странице, являются запасными. Массив памяти состоит из 32 ячеек, последовательно соединенных в NAND-структуру. Каждая из таких ячеек находится в разных страницах. Блок (Block) состоит из 64 страниц, организованных двумя NAND-структурами. Всего в микросхеме 33792 NAND-структуры из 32 ячеек. Нужно иметь в виду, что операции чтения и программирования (записи) проводятся постранично, в то время как операции стирания — поблочно. То есть вся микросхема состоит из 1024 блоков, которые можно стирать по отдельности, побайтное стирание невозможно.

Шины данных и адреса мультиплексированы, по этой единой шине передаются адреса, данные и команды. Некоторые команды требуют только один цикл, например команды чтения статуса и команда Reset. Команды записи страницы и стирания блока требуют два цикла. Чтобы адресовать 128 мегабайт памяти, необходимо 28 бит адреса, поэтому для выставления адреса необходимо 4 цикла: 2 цикла column address и 2 цикла row address. То есть для того чтобы начать чтение или запись страницы (рис. 4), необходимо 6 циклов: четыре цикла адреса следуют за командой. Для стирания блока требуется на два цикла меньше (рис. 5), так как выставляется только row адрес. Сравнительная характеристика производительности таких микросхем приведена на рис. 6.

Все NAND-Flash от 8 до 256 Мбайт имеют одни и те же корпуса и одинаковое количество сигнальных ног. Это позволяет производить наращивание объема памяти устройства без переработки платы.

Полезные функции

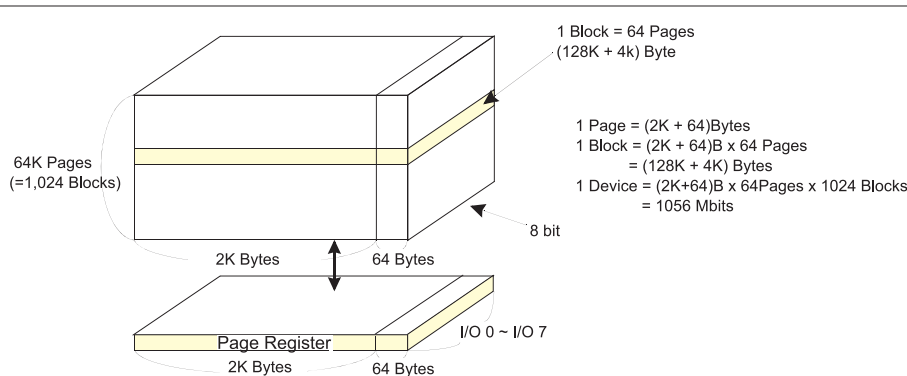
NAND-Flash производства Samsung имеет несколько полезных функций, значительно упрощающих работу с ней.

Технология	NOR	DINOR	T-Poly	AND	NAND
Структура					
Метод программирования	CHE	F-N	CHE	F-N	F-N
Метод стирания	F-N	F-N	F-N	F-N	F-N
Изготовитель	Intel, AMD, Samsung	Mitsubishi	SanDisk	Hitachi	Samsung Toshiba

Рис. 2. Типы организации Flash-памяти

Таблица 4. Flash-карточки

Объем	Наименование	Исполнение	Vcc(V)	Темп. диапазон
<b>SmartMedia</b>				
8Mb	K9S6408V0A-SSB0000	22 PAD	2.7-3.6V	0 °C.. +55 °C
16Mb	K9S2808V0A-SSB0000	22 PAD	2.7-3.6V	0 °C.. +55 °C
32Mb	K9S5608V0A-SSB0000	22 PAD	2.7-3.6V	0 °C.. +55 °C
64Mb	K9D1208V0A-SSB0000	22 PAD	2.7-3.6V	0 °C.. +55 °C
128Mb	K9Q1G08V0A-SSB0000	22 PAD	2.7-3.6V	0 °C.. +55 °C
<b>Compact Flash</b>				
16Mb	MC28C0161BY0-(2/3/4/5)AA00	CompactFlash™	2.7-3.6V	0 °C.. +60 °C
32Mb	MC56C0321AY0-(2/3/4/5)AA00	CompactFlash™	2.7-3.6V	0 °C.. +60 °C
64Mb	MC12C0641MY0-(2/3/4/5)AA00	CompactFlash™	2.7-3.6V	0 °C.. +60 °C
128Mb	MC12C1281MY0-(2/3/4/5)AA00	CompactFlash™	2.7-3.6V	0 °C.. +60 °C
256Mb	MC12C2561MY0-(2/3/4/5)AA00	CompactFlash™	2.7-3.6V	0 °C.. +60 °C



	I/O 0	I/O 1	I/O 2	I/O 3	I/O 4	I/O 5	I/O 6	I/O 7	
1st Cycle	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	Column Address
2nd Cycle	A8	A9	A10	A11	*L	*L	*L	*L	Column Address
3rd Cycle	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	Row Address
4th Cycle	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	Row Address

Рис. 3. Организация структуры памяти в микросхеме K9F1G08

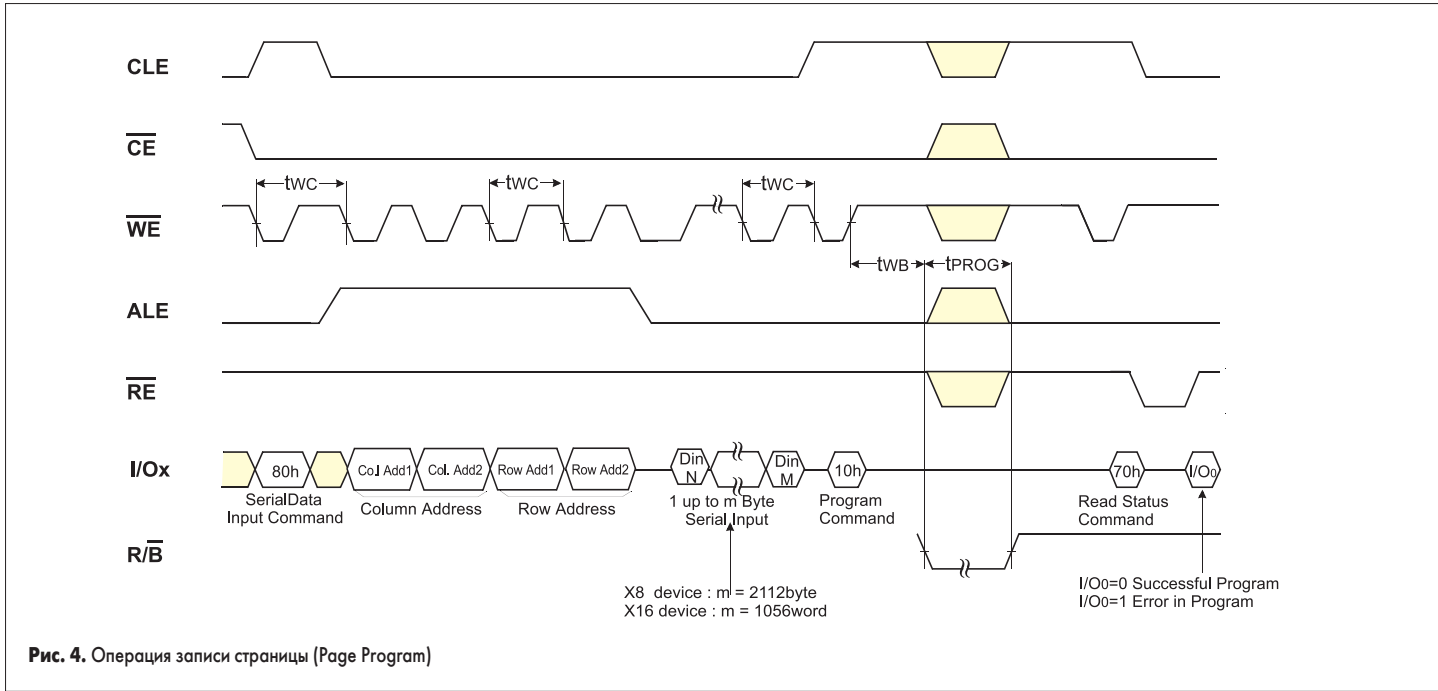


Рис. 4. Операция записи страницы (Page Program)

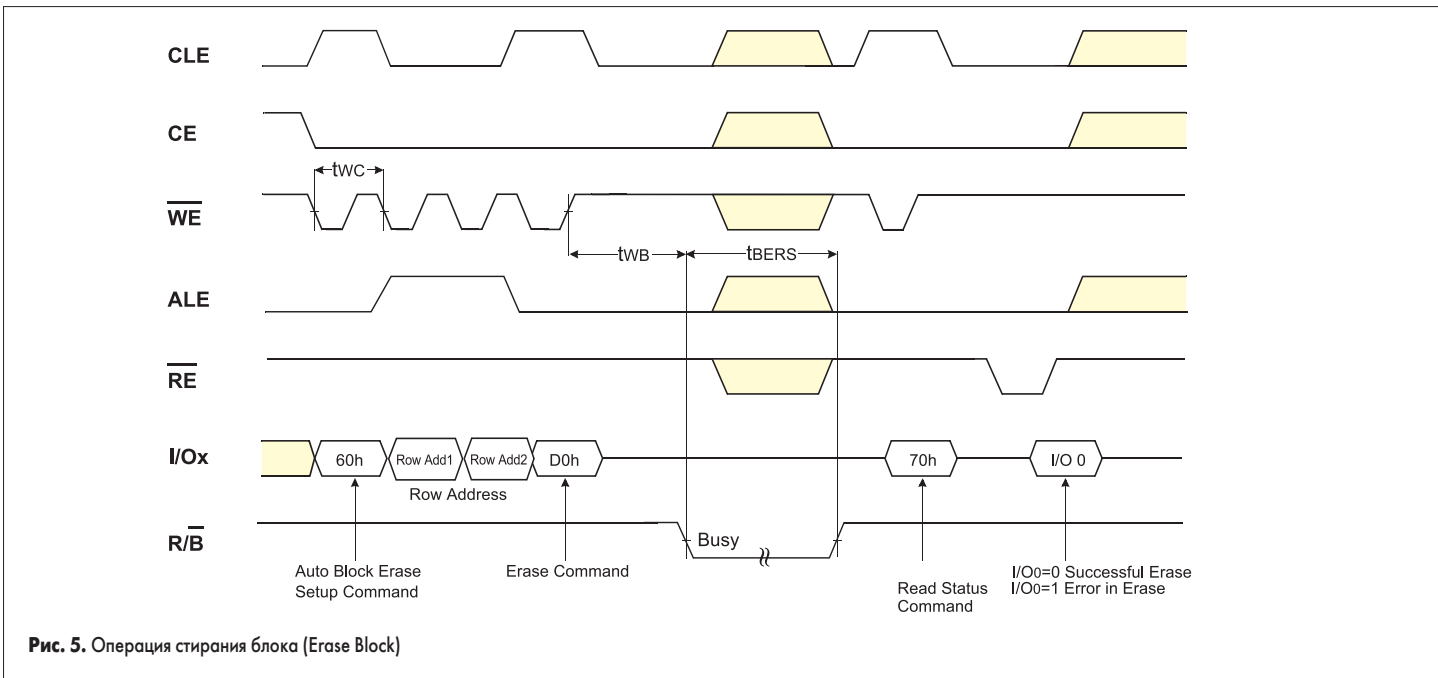


Рис. 5. Операция стирания блока (Erase Block)

Первая — это возможность записи с использованием CASH-регистра объемом 2048+64 байт. Это значительно ускоряет процесс. По окончании записи CASH-регистра данные автоматически сбрасываются в так называемый DATA-регистр, откуда они уже и пишутся непосредственно в ячейки памяти, а в это время в CASH-регистр можно снова записывать информацию. Скорость записи одного байта при этом достигает 50 нс.

Вторая особенность заключается в автоматической установке в режим последовательного чтения первой страницы при включении питания. Никакой подачи команд при этом не требуется.

Третья, и самая важная, особенность заключается в возможности прямой перезаписи данных из одной страницы в другую, так называемое Сор-Уэск программирование. При этом не надо считывать данные на внешний буфер из одной страницы Flash, а потом записывать обратно в другую страни-

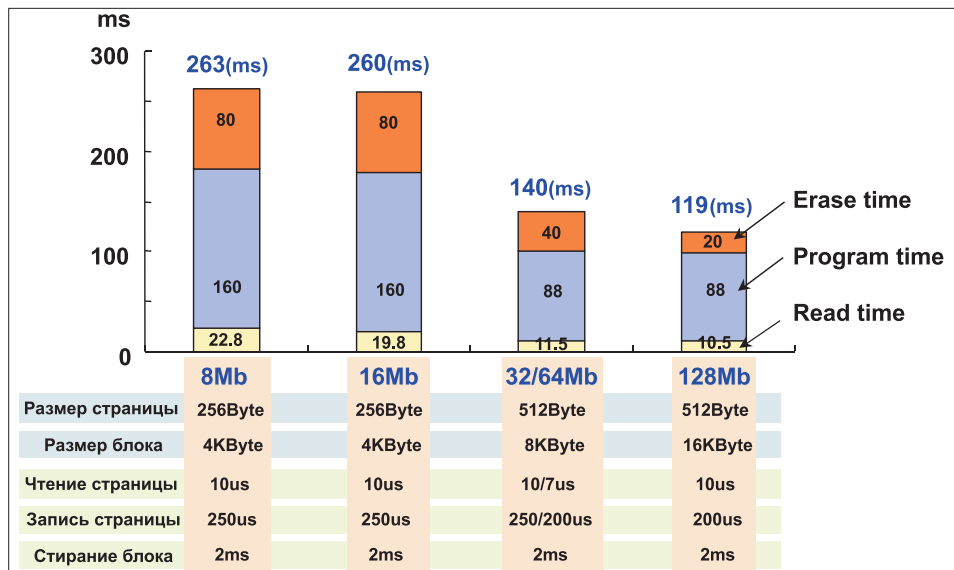


Рис. 6. Сравнительные данные для операций с файлами размером 160 KB

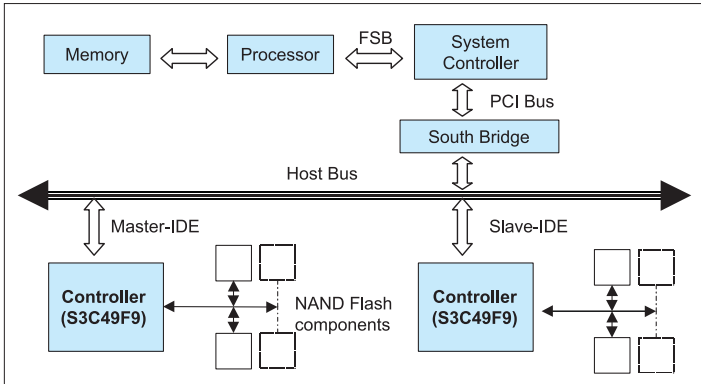


Рис. 7. Способ организации «жесткого диска» на основе NAND-Flash в устройствах с операционной системой

цу. Вся операция происходит внутри самой микросхемы. Это позволяет значительно увеличить производительность Flash-памяти, если вы используете ее в качестве твердотельного диска.

**Плохие блоки**

«Нет на свете совершенства» — гласит народная мудрость. И NAND-Flash может иметь плохие ячейки (bad blocks). По определению

Samsung, плохие блоки — это блоки, в которых есть сбойные биты, за надежность которых производитель ответственности не несет. Информация о том, что блок является плохим, записана в первом байте из запасной области памяти (column address 2048). Все ячейки памяти микросхем, выходящих с завода, стертые, в них записано FFh. Если по column-адресу 2048 первой и второй страницы блока записано не FFh, значит, этот блок дефектный и пользоваться им не стоит.

Таблица 5. NOR-flash память Samsung

Наименование	Описание	Vcc(V)	tдоступа (нс)	Темп. диапазон	Корпус
K8D1616UB(T)M	1M*16/2M*8	2.7-3.6 V	80, 90, 120	C, I	48 TSOP1, 48 TBGA
K8D3216UB(T)M	2M*16/4M*8	2.7-3.6 V	80, 90, 120	C, I	48 TSOP1, 48 TBGA

Таблица 6. MCP (SRAM и FLASH на одном чипе)

Наименование	Описание	Vcc(V)	Темп. диапазон	Корпус
K5A3240YTM-T870	32M NOR / 4M SRAM	2.7V-3.3V	I	TBGA
K5A3280YTM-T870	32M NOR / 8M SRAM	2.7V-3.3V	I	TBGA

**Варианты применения**

В силу своих функциональных возможностей NAND-Flash используют для хранения больших массивов данных, обработка которых идет последовательно, например для записи видеoinформации, оцифрованного звука или информации о каком-либо процессе (данные измерений от ультразвукового дефектоскопа, расход электроэнергии, температура в печи и прочее).

На основе NAND-Flash можно организовать виртуальный жесткий диск для устройств, работающих под управлением какой-либо операционной системы (рис. 7). По сравнению с обычными устройствами хранения устройство на основе NAND-Flash не имеет движущихся частей, что важно для систем, работающих в тяжелых условиях. Такой «диск» имеет преимущество даже перед DiskOnChip, так как NAND-Flash запаивается на плату по SMD-технологии и не требует панельки для установки. DiskOnChip же может выпасть из «кроватьки» от сильной вибрации или перегрузок.

Производители цифровых видеокамер, фотоаппаратов и диктофонов давно уже признали преимущество Flash-носителей информации, однако они используют не микросхемы, а карточки. Samsung выпускает такие карточки в форматах SmartMedia™ и Compact Flash™ (рис. 8, табл. 4).

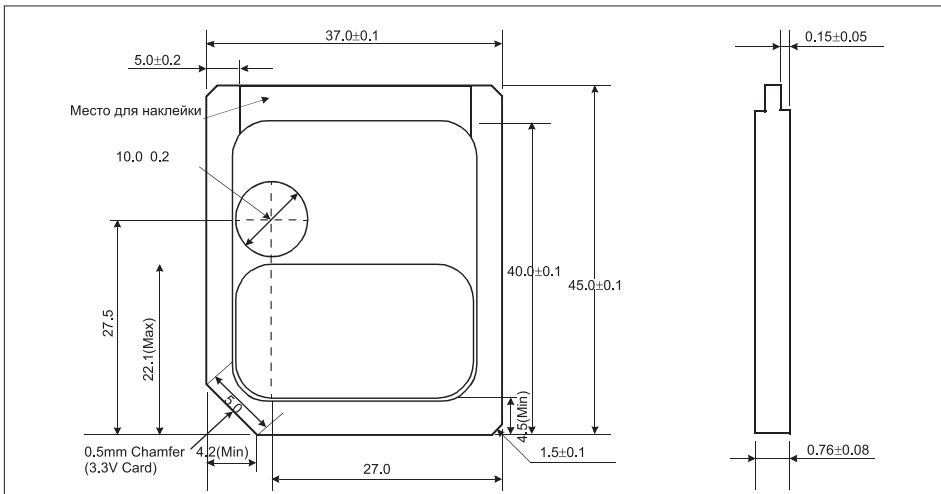


Рис. 8а. Карточка SmartMedia™ Flash

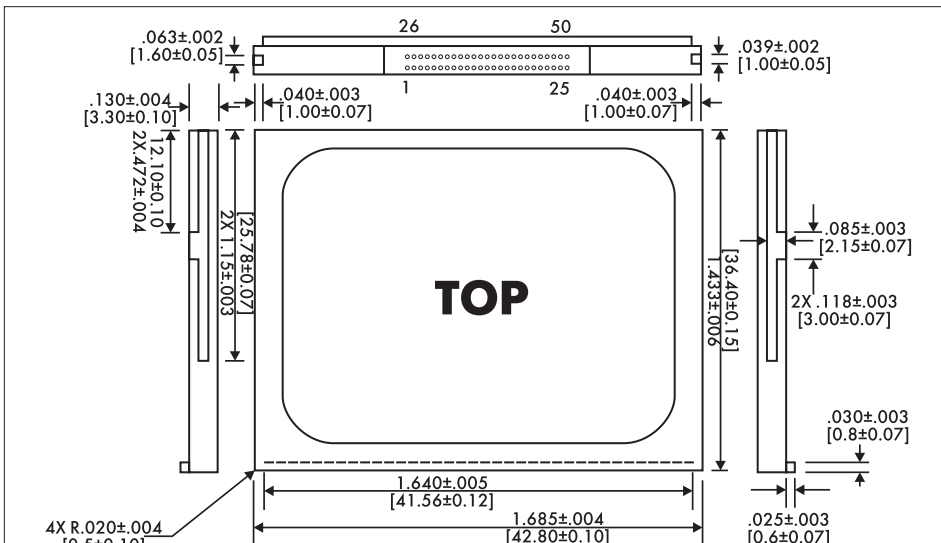


Рис. 8б. Карточка Compact™ Flash

**NOR-Flash**

В отличие от NAND, архитектура NOR-Flash памяти позволяет осуществлять быстрый случайный доступ к каждой ячейке. Всем известна Flash-память фирм AMD или ST Microelectronics. Samsung ранее не производил такие микросхемы, но с ноября 2001 года он начал массовое производство Flash-памяти для 8- и 16-разрядных микроконтроллеров. Это микросхемы серии K8D (см. табл. 5). Скорость доступа у этих микросхем достигает 80 нс. Они не требуют дополнительных 12 В для стирания, используя для всех операций одно напряжение питания. Вы можете менять разрядность шины данных (8 или 16 разрядов). Архитектура Flash-памяти Samsung многобанковая. Это позволяет читать один банк, одновременно стирая другой. Микросхемы поддерживают Common Flash Memory Interface, а

встроенный контроллер при отсутствии обращений автоматически переключит память в спящий режим, потребление в котором составит всего 0,2 мкА. Samsung гарантирует для таких микросхем 100 000 циклов программирования-стирания и не менее 10 лет хранения данных.

Микросхемы NOR-Flash от Samsung не уступают и даже превосходят по своим параметрам аналогичные микросхемы фирм AMD (AM29LV160D и AM29LV320D) и ST Microelectronics (M29W160D и M29W320D), будучи значительно дешевле продуктов конкурентов. Это естественно, поскольку Samsung вышел на этот сегмент рынка недавно и стремится завоевать его, что возможно только при меньшей цене и лучшем качестве.

### **Смешанная память**

Samsung выпускает и смешанную память. Его микросхемы MCP (Multi-Chip Package)

имеют в одном чипе и оперативную (SRAM), и Flash-память (как NAND, так и NOR). Характеристики MCP-микросхем с памятью NOR-Flash приведены в табл. 6. Эта память создавалась изначально для сотовых телефонов 3-го поколения, но с успехом применяется и в любых других устройствах, имеющих жесткие ограничения по габаритам и потребляемому току.

### **Подведем итоги**

В этом коротком обзоре не удалось охватить и подробно описать всю продукцию Samsung Electronics, но я надеюсь привлечь внимание наших читателей к этой фирме и ее продукции. Samsung Electronics выходит в лидеры по производству разных видов памяти. Постоянно расширяемый спектр продукции и низкие по сравнению с другими производителями цены не могут не привлечь к себе внимание наших разработчиков. ■