

# Микросхемы SRAM-памяти NBT и SyncBurst от GSI Technology

Евгений Павлюкович (y.pauliukovich@semicom.by)

В статье приведён краткий обзор семейств SRAM памяти No Bus Turnaround (NBT) и SyncBurst. На примере продуктовой линейки GSI Technology рассмотрены отличия режимов работы микросхем, функциональные возможности и основные параметры.

## Введение

До 2000 года основными потребителями микросхем статической памяти (SRAM) являлись производители компьютеров. Однако с появлением современных процессоров с достаточным объёмом внутренней памяти потребность во внешней высокопроизводительной памяти отпала. Дальнейшее развитие SRAM связано с телекоммуникационным и сетевым оборудованием. Для удовлетворения запросов рынка производители SRAM продолжили расширять линейку синхронной SRAM с пакетной передачей данных (BurstSRAM, см. рис. 1). Однако новые семейства берут своё начало от NBT. Микросхемы NBT обладают очень большой скоростью переключения между операциями чтения и записи.



Рис. 1. Микросхема SyncBurst SRAM



Рис. 2. Микросхема NBT SRAM

## Описание NBT

Рост спроса на телекоммуникационное оборудование способствовал появлению новых стандартов микросхем памяти. С этой целью производители SRAM разработали принципиально новое семейство NBT (см. рис. 2), которое также широко применяется в радиолокационных вычислительных модулях, интерфейсных платах, радиосвязи и БПЛА.

Разные производители называют это семейство по-разному, например:

- GSI Technology – No Bus Turnaround (NBT);

- IDT (приобретена Renesas в 2019 году) – Zero Bus Turnaround (ZBT);
- Cypress (приобретена Infineon в 2020 году) – No Bus Latency (NoBL).

Все эти микросхемы являются полными физическими и функциональными аналогами. Отличия могут состоять только в присутствии дополнительных опций. Однако все эти компании разрабатывают, производят и продают свои микросхемы независимо друг от друга.

## Режимы работы NBT

Отличием SRAM NBT от SyncBurst является возможность переключаться между операциями чтения и записи на каждом такте. Семейству SyncBurst для этого необходим один промежуточный такт. Оба семейства являются SDR микросхемами и могут работать в двух режимах: Pipeline или Flow-Through. Pipeline режим выгоден для задач, в

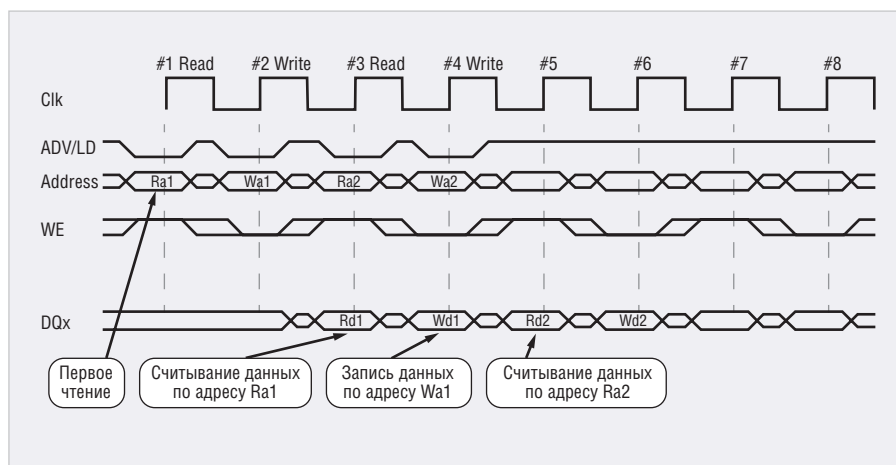


Рис. 3. Временная диаграмма операций чтения и записи для NBT Pipeline

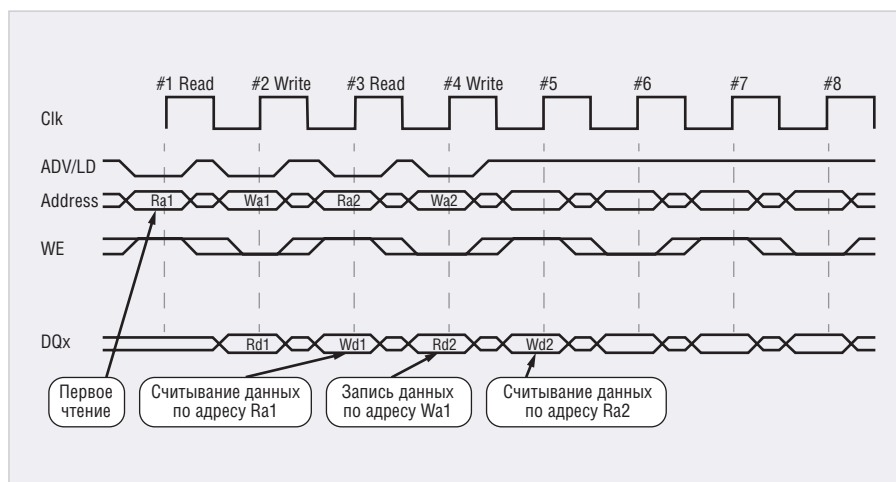


Рис. 4. Временная диаграмма операций чтения и записи для NBT Flow-Through

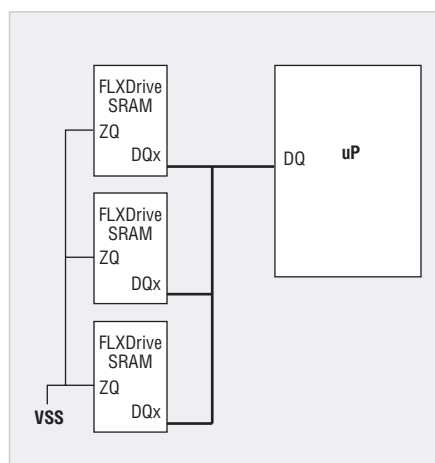


Рис. 5. Подключение нескольких SRAM NBT к одной шине данных

которых важна рабочая частота. Данные доступны для чтения через два такта после того, как произошёл захват адреса. Flow-Through применяется для достижения наименьшего уровня задержки. Данные доступны для чтения через один такт.

### Режим Pipeline

Временная диаграмма SRAM NBT в режиме Pipeline изображена на рисунке 3. На первом такте захватывается адрес чтения, однако из-за наличия в схеме Pipeline внутреннего регистра данные будут доступны только на третьем такте. Уже на втором такте можно выставить адрес для записи, но данные будут записаны только на четвертом. Таким образом, доступ к памяти выполняется без потери такта на переключение между операциями чтения и записи.

### Режим Flow-Through

Временная диаграмма SRAM NBT в режиме Flow-Through изображена на рисунке 4. Адрес для чтения выставляется на первом такте, а данные считываются на втором. Адрес для записи выставляется на втором такте, при этом данные могут быть записаны уже на третьем. Как и в случае с режимом Pipeline, операции чтения и записи занимают одинаковое количество тактов (два такта – для чтения и два – для записи).

Каждый разработчик сталкивается с выбором между режимами Pipeline или Flow-Through. Наличие у него двух отдельных микросхем приводит к расширению номенклатуры. Компания GSI Technology предлагает следующий выход из этого положения. У микросхем GSI имеется дополнительный управляющий вывод FT. Его

расположение в корпусе предусмотрено стандартом JEDEC и не влияет на взаимозаменяемость с микросхемами других производителей. У них этот вывод не задействован. Для активации Pipeline необходимо подтянуть вывод FT к напряжению питания микросхемы или оставить неподключённым, так как на линии есть внутренний подтягивающий резистор; для активации Flow-Through необходимо вывод FT подтянуть к «земле».

Наличие такой функции позволяет использовать одну микросхему в нескольких изделиях, что позволяет получить скидку от производителя на больший объём закупки.

### Несколько SRAM на одной шине

Опция FLXDrive™ GSI Technology позволяет программно задавать значение импеданса на шине данных. Эта функция будет полезна в схемах, когда на одной шине размещены несколько SRAM (см. рис. 5).

Для управления опцией FLXDrive™ используется только один вывод ZQ: когда ZQ=0, сопротивление линий на стороне SRAM равно 25 Ом, а когда ZQ=1, сопротивление меняется на 50 Ом. Уменьшение сопротивления на общей шине может показаться контрпродуктивным, но на самом деле это не так. При уменьшении сопротивления одной линии снижается общее сопротивление шины, следовательно, уменьшается уровень «звона» и задержка.

## Продуктовая линейка

GSI Technology выпускает самую широкую линейку SRAM среди всех производителей. Семейство NBT развивается параллельно с семейством SyncBurst. Если в проекте преобладают операции W-R-W-R-W-R-W-R-W, тогда лучше использовать NBT, а если WWW-RRRRR-WWWW, то предпочтительны микросхемы SyncBurst (здесь W – операция записи, R – операция чтения). В таблице 1 представлен каталог памяти NBT и SyncBurst производства GSI Technology.

Максимальный объём микросхем NBT и SyncBurst составляет 288 Мбит, а частота тактирования достигает 400 МГц (на сегодняшний день это рекордные показатели среди всех производителей). Если разработчику потребуется более высокая производительность, тогда необходимо переходить на устройства семейства SigmaQuad-II+ и SigmaDDR-II+. GSI Technology также является единственным производителем SRAM с напряжением питания и уровнем напряжения интерфейса 1,8 В. Современный 40 нм технологический процесс производства позволяет разместить 144 и 288 Мбит в самый компактный корпус для этого семейства – 15x13 мм 165-BGA. В несколько большем корпусе (165-BGA размером 17x15 мм) из-за изготовления по технологии 65 нм размещаются микросхемы 72 Мбит и меньшего объёма. Также только эти семейства поставляются в корпусе TQFP. Более современ-

Таблица 1. Продуктовая линейка NBT

Модель	Объём	Архитектура	Макс. частота	Напряжение питания	Корпус	Дополнительные опции
GS8256xZxx	288 Мбит	x18 x36	400 МГц	1,8 В 2,5 В 3,3 В	119-BGA 165-BGA	JTAG FLXDrive
GS8128xZxx	144 Мбит	x18 x36	400 МГц	1,8 В 2,5 В 3,3 В	100-TQFP 119-BGA 165-BGA Ceramic QFP	JTAG FLXDrive FT Rad-Hard
GS864xZxx	72 Мбит	x18 x36 x72	333 МГц	1,8 В 2,5 В 3,3 В	100-TQFP 119-BGA 165-BGA 209-BGA Ceramic QFP	JTAG FLXDrive FT Rad-Hard
GS832xZxx	36 Мбит	x18 x32 x36 x72	400 МГц	1,8 В 2,5 В 3,3 В	100-TQFP 119-BGA 165-BGA 209-BGA Ceramic QFP	JTAG FLXDrive FT Rad-Hard
GS816xZxx	18 Мбит	x18 x32 x36 x72	400 МГц	1,8 В 2,5 В 3,3 В	100-TQFP 119-BGA 165-BGA 209-BGA	JTAG FLXDrive FT
GS88xZxx	9 Мбит	x18 x32 x36	333 МГц	1,8 В 2,5 В 3,3 В	100-TQFP 119-BGA 165-BGA	JTAG FLXDrive
GS84xZxx	4 Мбит	x18 x36	250 МГц	3,3 В	100-TQFP 119-BGA	JTAG FLXDrive

Примечание: Z – семейство NBT; без Z – семейство SyncBurst

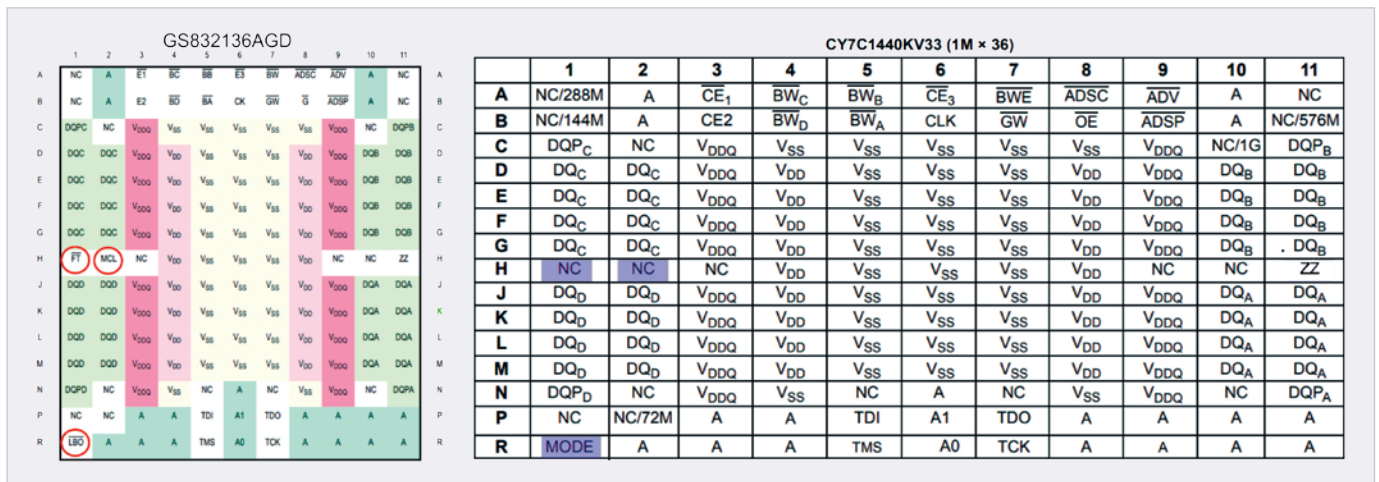


Рис. 6. Сравнение расположения выводов микросхем GSI Technology и Cypress

менные семейства производятся только в BGA корпусах. GSI Technology является единственным производителем, который поставляет SRAM в BGA корпусах, шарики которых содержат свинец. В настоящее время GSI Technology производит коммерческие, индустри-

альные, военные (-55...+125 °C) и радиационно-стойкие микросхемы NBT и SyncBurst.

Обеим областям применения (вычислительным модулям и сетевому оборудованию) требуется внешняя память с архитектурой от x18 до x72. Совокупность особенностей архитектуры и высокой тактовой частоты придаёт микросхемам GSI Technology превосходную производительность (см. табл. 2).

Таблица 2. Зависимость производительности от частоты и шины данных

Частота тактирования, МГц	Шина данных	Полоса пропускания, Гбит/с
200	x18	3,6
	x36	7,2
	x72	14,4
250	x18	4,5
	x36	9,0
	x72	18,0
300	x18	5,4
	x36	10,8
	x72	21,6
375	x18	6,8
	x36	13,5
	x72	27,0
400	x18	7,2
	x36	14,4
	x72	28,8

Таблица 3. Состояния функциональных выводов

Режим	Вывод		Состояние		Функция
	GSI	Cypress/Renesas/IDT	GSI	Cypress/Renesas/IDT	
Burst Order Control	LBO	MODE	L	L	Linear Burst
			H	H	Interleaved Burst
Output Register Control	FT	Не подключён	L		Flow-Through
			H или NC		Pipeline
Must Connect Low	MCL	Не подключён	L		SyncBurst
Must Connect High	MCH		H		NBT
FLXDrive Output Impedance Control	ZQ	Не подключён	L		High Drive (Low Impedance)
			H или NC		Low Drive (High Impedance)

зи с этим GSI Technology разработала универсальный IP-контроллер на двух языках программирования: Verilog или VHDL, который находится в свободном доступе на веб-странице каждой микросхемы. Вместе с IP-контроллером на странице размещены ссылки на модели BSDL и IBIS. По запросу компания также предоставляет информацию о надёжности микросхем – FIT и MTTF.

### Отличия и аналоги

При подборе аналогов от других производителей необходимо обращать внимание на пять выводов (см. табл. 3). Пример топологии микросхем в BGA-корпусе приведён на рисунке 6.

### IP-контроллер

В отличие от SRAM асинхронного типа микросхемы NBT и BurstSRAM являются представителями SRAM синхронного типа и нуждаются в IP-контроллере для подключения к ПЛИС. Однако IP-контроллер является очень простым и легко адаптируется под любую микросхему для любой схемы подключения. В свя-

### Заключение

В высокопроизводительных вычислительных платах оперативная память является критическим элементом, от которого зависит производительность всей системы. Дальнейшее увеличение скорости доступа и пропускной способности не представляется возможным на базе архитектуры NBT и SyncBurst. Поэтому последующее развитие микросхем SRAM памяти связано с появлением нового подхода к захвату данных и повышением частоты тактирования, о котором речь пойдёт в следующих статьях.

### Литература

1. Павлюкович Е. Микросхемы сверхоперативной ОЗУ памяти от GSI Technology. Элементы и компоненты. 2020. № 5.
2. Application note AN1002. Combatting Signal Integrity Issues with FLXDrive™ SRAMs. GSI Technology. 1998.
3. Application note AN1003. Designing with GSI's Flow-Through Mode Control Pin. GSI Technology. 2000.
4. Application note AN1009. GSI's Synchronous Burst/NBT SRAMs Bridge the Gap Between Computer. GSI Technology. 2002.
5. Application note AN1090. NoBL™: The Fast SRAM Architecture. Cypress Semiconductor. 2016.